

# ANNUAL REPORT 2019



**ANNUAL REPORT 2019**

**大阪大学データビリティフロンティア機構**

# Annual Report

2019

Institute for Datability Science

## 巻頭言

データビリティフロンティア機構 機構長

尾上 孝雄

令和という新しい時代を迎え、我々が暮らす社会にも大きな変化が訪れています。デジタル革命の進展により社会構造自体が従来の資本集約型から知識集約型に大転換し、「知」の創出や情報・データの獲得および活用が今後ますます重要になってきます。先頃、文部科学省で先頃取り纏められた科学技術イノベーション政策に関する報告書においても、今後のデジタル革命の進展に対応した新たな研究システムの構築が必要とされており、データ駆動型・AI駆動型科学を駆使して、情報科学技術自体の振興とさまざまな分野でのその利活用を両輪で進めていく必要があるとされています。

大阪大学では、このような課題に早くから着目し、2016年2月に打ち出した「OUビジョン2021」における「オープンリサーチ」の基盤として、データの可用性と持続可能性を担保しつつ責任を持って活用する「データ駆動型研究」を全学的に推進することとし、同年4月に世界に先駆けてデータビリティフロンティア機構を設置して、精力的に活動を続けています。

データビリティフロンティア機構では、データビリティ基盤3部門とデータビリティ研究8部門を擁し、情報系研究者とさまざまな分野の研究者が協働できる、アンダーワンルーフ型の研究遂行環境を整えております。多岐にわたる分野で20を超えるデータ駆動型学際共創研究プロジェクトが進行中です。また、新たな知を社会実装する際の倫理的・法制度的・社会的課題、いわゆる ELSIへの対応が重要となります。ビッグデータ社会技術部門がその役割を担っていることも、他にはない本機構の大きな特徴となっております。

一方で、これらの基盤的で卓越した学際共創研究の推進とともに、価値創造やイノベーション創出の担い手の育成も社会的要請が強くなっています。人材育成においては、2017年度から、NEDOの事業でAIデータフロンティアコースを実施いたしました。本コースは、実社会で活躍する研究者・技術者を対象に、大学院レベルの講義を通じてAI知識を体系的に伝授するとともに、製造現場や顧客行動等のさまざまなデータを用いた実践的な演習を通じて、データの構築方法や解析手法などの機械学習技術の基本をコンパクトな形で提供する教育プログラムであり、毎回多くの社会人技術者・研究者が受講しています。

2018年度文部科学省「Society 5.0 実現化研究拠点支援事業」に採択された「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」事業は、本機構が直轄する重点研究プロジェクトとして位置づけており、機構内にライフデザイン・イノベーション拠点本部を設置して推進しております。拠点本部では、大阪大学の研究者らが中心となり、理化学研究所およびNECが中核機関として参加し、未来を創る10個の研究プロジェクトを実施しています。情報システム基盤と社会技術プロジェクトが連携し、パーソナルデータを取り扱うためのPLR基盤とその運用ガイドライン、規約の作成を短期間で進め、プロトタイプシステムを構築し実証実験を行なう段階にきています。

今後、知識集約を加速させる知・情報・人材・資金のハブ機能として、大学自らがその機能を拡張し変革の原動力となることが強く求められますが、大阪大学データビリティフロンティア機構はその中核的組織として、より一層活動を充実していきたいと考えております。今後とも各方面の皆様の暖かいご支援をお願い申し上げます。



# 目次

<b>第 1 部 機構組織構成</b>	<b>1</b>
<b>第 2 部 機構の活動概要</b>	<b>11</b>
2.1 運営 . . . . .	11
2.2 研究倫理委員会 . . . . .	11
2.3 予算 . . . . .	12
2.4 学際共創研究活動概要 . . . . .	13
<b>第 3 部 学際共創プロジェクト</b>	<b>15</b>
<b>第 4 部 産学共創プロジェクト</b>	<b>57</b>
4.1 会議開催実績 . . . . .	57
4.2 受託研究概要 . . . . .	58
4.3 研究活動報告 . . . . .	59
<b>第 5 部 機構の主要研究プロジェクト</b>	<b>69</b>
5.1 スマートキャンパス（未来社会創造型サービスプラットフォームの整備） . . . . .	69
5.2 Society5.0 実用化研究拠点支援事業「ライフデザインイノベーション拠点」 . . . . .	73
5.3 データビリティ研究用基盤システムと実証実験フィールドの整備 . . . . .	78
<b>第 6 部 ライフデザイン・イノベーション研究拠点</b>	<b>83</b>
6.1 Society 5.0 実現化研究拠点支援事業について . . . . .	83
6.2 プロジェクト概要 . . . . .	83
6.3 2019 年度活動概要 . . . . .	84
6.4 一般社団法人 データビリティコンソーシアム . . . . .	85
<b>第 7 部 教育</b>	<b>87</b>
7.1 AI 人材教育プログラム（NEDO 講座） . . . . .	87
7.2 ダイキン AI 講座 . . . . .	91
<b>第 8 部 専任教員の研究活動</b>	<b>93</b>
<b>第 9 部 国際連携</b>	<b>155</b>
9.1 HeKKSaGon Data Science WG . . . . .	155
9.2 University College London との戦略的パートナシップ協定 . . . . .	158
9.3 韓国大邱慶北科学技術院との研究協力ワークショップ . . . . .	159

9.4	US-Japan Workshop on Bioengineering and Information Science . . . . .	159
9.5	ソルボンヌ大学訪問 . . . . .	159
9.6	Montreal Declaration for Responsible AI Symposium . . . . .	159
<b>第 10 部 広報活動</b>		<b>161</b>
10.1	ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）国際シンポジウム . . . . .	161
10.2	データビリティフロンティア機構シンポジウム「学内で始めるビッグデータ共創」 . . . . .	162
10.3	Society5.0 社会に向けた健康×スポーツへのアプローチ（第 2 回 CSC シンポジウム） . . . . .	163
10.4	シンポジウム「ELSI 対応なくして、データビジネスなし - 産学共創でとりくむ倫理的・法的・社会的 課題-」 . . . . .	163
<b>第 11 部 外部資金獲得状況</b>		<b>165</b>
<b>第 12 部 研究業績</b>		<b>169</b>

# 第1部

## 機構組織構成

データビリティフロンティア機構 (Institute for Datability Science; IDS) の組織構成は、下図のとおりである。本機構は、データビリティ推進のための中心技術となる、データビリティ基盤部門 (3 部門) と、データビリティ基盤部門メンバーとの共創によりデータ駆動型研究を推進するための、データビリティ研究部門 (8 部門)，および研究者マッチングや広報・情報発信を行う企画室，Society 5.0 の実現を目指す先端中核拠点である、ライフデザイン・イノベーション研究拠点とで構成される。

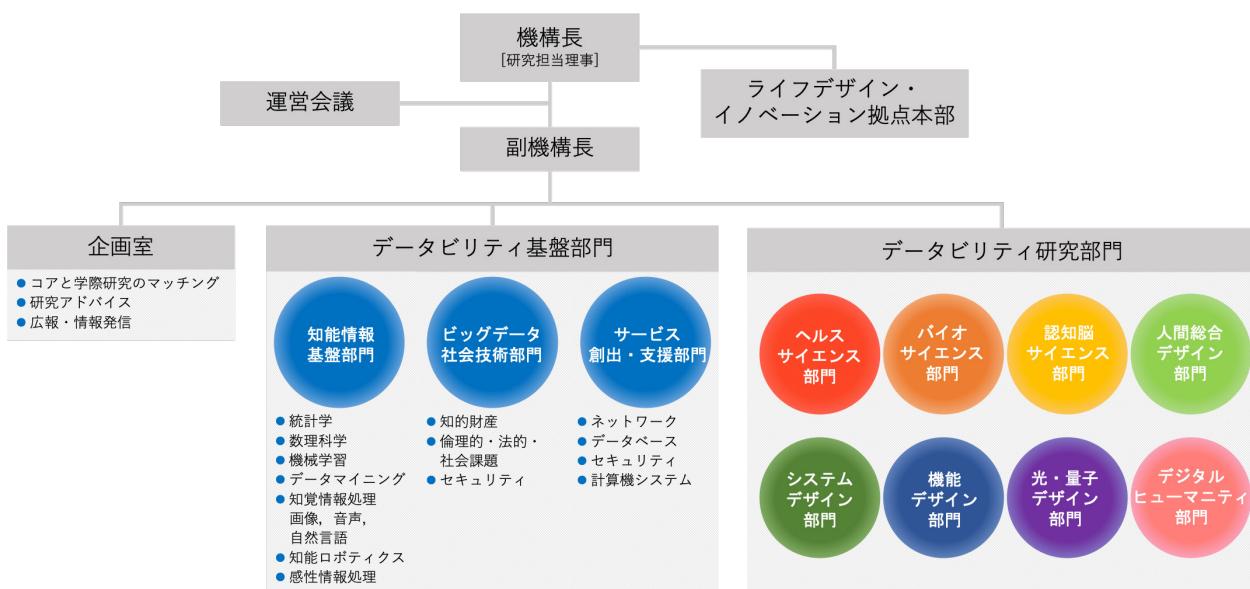


図 1.1: 組織図（平成 31 年 3 月 31 日現在）

## データビリティ基盤部門

データビリティ基盤部門は以下の3部門からなる。

1. 知能情報基盤部門
2. サービス創出・支援部門
3. ビッグデータ社会技術部門

知能情報基盤部門は、統計学、数理科学、知能情報学、知的情報処理、ヒューマンインテラクション等の統計数理、人工知能関係の研究者が所属し、データ駆動研究スタイルへの変革の中核を担う。サービス創出・支援部門は、実際にビッグデータを扱うシステム構築のための、ネットワーク、データベース、セキュリティ、計算機システム等の教員が集結している。ビッグデータ社会技術部門は、ビッグデータ利活用における倫理的・法的・社会的課題（ELSI）を扱う教員からなり、個人情報やプライバシーに関する様々な問題に対して、多様なステークホルダーとの協働により取り組んでいる。

## データビリティ研究部門

データビリティ研究部門では、学内教員からのヒアリングにより選抜した以下の8部門において、データ駆動型研究を推進している。

1. ヘルスサイエンス部門: 臨床医学イノベーション、創薬イノベーション
2. バイオサイエンス部門: 生命システム、高次生体イメージング
3. 人知能サイエンス部門: 脳イメージング、認知ロボティクス
4. 人間総合デザイン部門: 健康・スポーツ社会、超スマート社会、ヒューマンインターフェイス
5. システムデザイン部門: 環境イノベーション、インテグレート機械システム、インテリジェント通信
6. 機能デザイン部門: 物質機能、材料機能、電子機能
7. 光・量子デザイン部門: スマートセンシング、光量子クロススケール科学
8. デジタルヒューマニティ部門: 芸術解析、マルチリンガル、金融・ファイナンス

一般に同じデータでも専門分野固有のノウハウを考慮した研究計画の設計が必要である。そのためには、適切な研究者ペアリングによる研究プロジェクト化が必要である。

## 企画室

企画室の主たる業務は、データビリティサイエンスに関する多様な研究コーディネートにある。特に、大学研究者や民間企業などによる「データ駆動型学際研究プロジェクト」の共創支援に重点を置いている。共創されるプロジェクトのタイプは、1) IDS 所属研究者と学内外の研究者のコラボレーションによる「学際共創研究プロジェクト」、2) IDS 所属研究者と民間企業による「産学共創プロジェクト」の2種類に大別される。また、産業科学研究所産学連携室との連携を行いながら、企業ニーズと研究シーズのマッチング方法のさらなる改良を試みることにより、社会的な潜在ニーズの掘り起しを行っている。

平成29年度末からは、上記の研究コーディネートに加えて、「一般社団法人 データビリティコンソーシアム(仮称;設立準備中)」の設立業務が加わった。この法人は、大阪大学IDSと社会の共創によって培われたデータ利活用に関する知と方法を社会(=学外)において利用することを促進するためのプラットフォームとなる。また、そのプラットフォームにおいて取り扱われる事業は、個別企業向けの教育プログラムとデータ・ハンドリング事業から成り立つことが想定されている。

---

## ライフデザイン・イノベーション研究拠点

ライフデザイン・イノベーション研究拠点 (iLDi) では、人々の医療・健康情報であるパーソナル・ヘルス・レコード (Personal Health Record (PHR)) 情報に、日常生活、職場／学校での活動、食事、スポーツ活動などの様々な日常活動データを加えた、パーソナル・ライフ・レコード (Personal Life Records (PLR)) 情報を新たに提案し、「保健・予防医療」、「健康・スポーツ」、「未来の学校支援」、「共生知能システム」の4つの未来創生研究と情報基盤研究、社会導入のための社会技術研究まで、一貫した研究活動を行う。

## 教員組織（令和2年3月31日現在）

## 【幹部】

機構長		理事・副学長	尾上 孝雄
副機構長	サイバーメディアセンター	センター長・教授	下條 真司
知能情報基盤部門長		教授	長原 一
ビッグデータ社会技術部門長		教授	岸本 充生
サービス創出・支援部門長	サイバーメディアセンター	センター長・教授	下條 真司
ライフデザイン・イノベーション拠点本部長	産業科学研究所	教授	八木 康史

## 【専任教員】

データビリティ基盤部門	知能情報基盤部門	教授	長原 一
		准教授	中島 悠太
		准教授	武村 紀子
		特任准教授(常勤)	新岡 宏彦
		特任助教(常勤)	Chenhui Chu
		特任助教(常勤)	梶原 智之
		特任助教(常勤)	Ngo Thanh Trung
		特任研究員(常勤)	Jacob Chan
		特任研究員(常勤)	Manisha Verma
		特任研究員(常勤)	Noa Gracia Docampo
		特任研究員(常勤)	Nguyen Canh Thuong
		特任研究員(常勤)	李 良知
ビッグデータ社会技術部門		教授	岸本 充生
		特任講師(常勤)	山本 奈津子
		特任助教(常勤)	大橋 範子
サービス創出・支援部門		教授	春本 要
		特任准教授(常勤)	中野 賢
		特任研究員	岡家 豊
データビリティ研究部門	人間総合デザイン部門	特任講師(常勤)	新妻 弘嵩
		特任研究員(常勤)	丹羽 真隆
企画室		特任教授(非常勤)	北岡 良雄
ライフデザイン・ イノベーション研究拠点		特任教授(常勤)	魚森 謙也
		特任助教(常勤)	高畠 裕美
		特任研究員(常勤)	吉川 則之

## 【兼任教員】

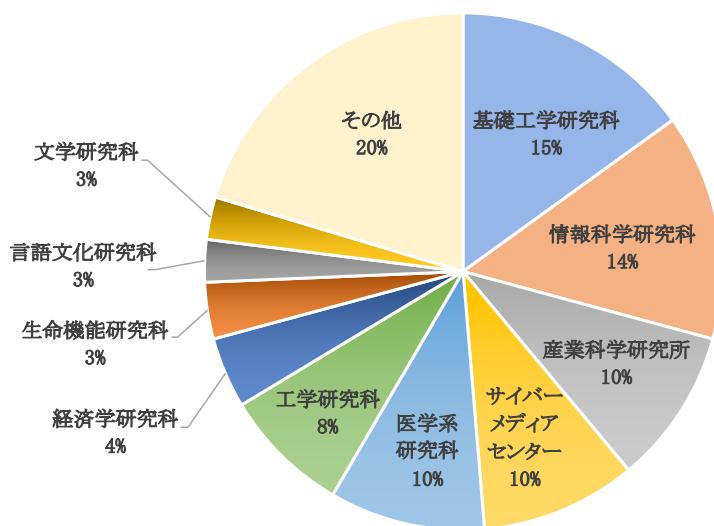
データビリティ	知能情報基盤部門	経済学研究科	教授	大西 匡光
基盤部門		経済学研究科	教授	大屋 幸輔
		経済学研究科	教授	谷崎 久志
		経済学研究科	教授	福重 元嗣
		経済学研究科	教授	松村 真宏
		工学研究科	教授	馬場口 登
		工学研究科	准教授	新田 直子
		工学研究科	助教	中村 和晃
		基礎工学研究科	教授	飯國 洋二
		基礎工学研究科	教授	乾口 雅弘
		基礎工学研究科	教授	潮 俊光
		基礎工学研究科	教授	内田 雅之
		基礎工学研究科	教授	狩野 裕
		基礎工学研究科	教授	佐藤 宏介
		基礎工学研究科	准教授	岩井 大輔
		基礎工学研究科	准教授	田中 冬彦
		基礎工学研究科	准教授	西 竜志
		基礎工学研究科	講師	金澤 尚史
		基礎工学研究科	講師	鎌谷 研吾
		基礎工学研究科	助教	関 宏理
		情報科学研究所	教授	鬼塚 真
		情報科学研究所	教授	藤崎 泰正
		情報科学研究所	教授	松下 康之
		情報科学研究所	教授	松田 秀雄
		情報科学研究所	教授	森田 浩
		情報科学研究所	准教授	荒瀬 由紀
		情報科学研究所	准教授	梅谷 俊治
		情報科学研究所	准教授	前川 卓也
		情報科学研究所	助教	瀬尾 茂人
		情報科学研究所	助教	畠中 利治
		産業科学研究所	教授	八木 康史
		産業科学研究所	教授	駒谷 和範
		産業科学研究所	教授	鷲尾 隆
		産業科学研究所	教授	沼尾 正行
		産業科学研究所	准教授	村松 大吾
		産業科学研究所	准教授	福井 健一
		産業科学研究所	助教	大倉 史生
		産業科学研究所	助教	武田 龍
		産業科学研究所	助教	Holland Matthew
		サイバーメディアセンター	教授	竹村 治雄

データビリティ 基盤部門	知能情報基盤部門	サイバーメディアセンター	准教授	間下 以大
		サイバーメディアセンター	准教授	浦西 友樹
		サイバーメディアセンター	講師	白井 詩沙香
		高等共創研究院	教授	楳原 靖
		核物理研究センター	准教授	岩崎 昌子
		数理・データ科学教育研究 センター	特任教授 (常勤)	鈴木 貴
ビッグデータ社会技術部門	法学研究科	教授	大久保 規子	
	工学研究科	教授	宮地 充子	
	高等司法研究所	教授	茶園 成樹	
	CO デザインセンター	教授	平川 秀幸	
	CO デザインセンター	准教授	八木 絵香	
サービス創出・支援部門	情報科学研究科	教授	原 隆浩	
	情報科学研究科	教授	東野 輝夫	
	情報科学研究科	准教授	山口 弘純	
	情報科学研究科	助教	内山 彰	
	サイバーメディアセンター	教授	松岡 茂登	
	サイバーメディアセンター	教授	下條 真司	
	サイバーメディアセンター	准教授	伊達 進	
	サイバーメディアセンター	准教授	義久 智樹	
	サイバーメディアセンター	講師	木戸 善之	
	サイバーメディアセンター	講師	小島 一秀	
データビリティ 研究部門	経営企画オフィス	准教授	廣森 聰仁	
	ヘルスサイエンス部門	医学系研究科	教授	熊ノ郷 淳
		医学系研究科	教授	西田 幸二
		薬学研究科	教授	土井 健史
		生命機能研究科	教授	高島 成二
		微生物病研究科	教授	飯田 哲也
バイオサイエンス部門	蛋白質研究所	教授	高木 淳一	
	薬学研究科	教授	橋本 均	
	生命機能研究科	教授	石井 優	
	生命機能研究科	教授	上田 昌宏	
	産業科学研究所	教授	永井 健治	
	核物理研究センター	特任教授 (常勤)	畠澤 順	
認知脳サイエンス部門	基礎工学研究科	教授	石黒 浩	
	基礎工学研究科	准教授	吉川 雄一郎	
	基礎工学研究科	講師	小川 浩平	
	基礎工学研究科	助教	仲田 佳弘	

データビリティ 研究部門	認知脳サイエンス部門	先導的学際研究機構	特任教授 浅田 稔 (常勤)
	人間総合デザイン部門	人間科学研究科 医学系研究科	教授 吉川 徹 教授 中田 研
	システムデザイン部門	工学研究科	教授 下田 吉之
	機能デザイン部門	理学研究科 工学研究科 産業科学研究所 接合科学研究所	教授 奥村 光隆 教授 中野 貴由 教授 小口 多美夫 教授 桐原 聰秀
	光・量子デザイン部門	工学研究科 生命機能研究科	教授 児玉 了祐 教授 井上 康志
	デジタルヒューマニティ部門	文学研究科 文学研究科 文学研究科 工学研究科 言語文化研究科 言語文化研究科	教授 永田 靖 教授 藤岡 穣 教授 藤川 隆男 教授 藤本 慎司 准教授 三宅 真紀 准教授 田畠 智司
企画室	経営企画オフィス	学術政策 研究員	菊田 隆
ライフデザイン・イノベーション拠点本部	医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学系研究科 医学部附属病院 言語文化研究科 工学研究科 工学研究科 基礎工学研究科 基礎工学研究科 基礎工学研究科 情報科学研究科 情報科学研究科	教授 中田 研 教授 坂田 泰史 教授 松村 泰志 教授 大薗 恵一 教授 池田 学 助教 横山 光樹 助教 近田 彰治 助教 金本 隆司 助教 小笠原 一生 病院長 木村 正 教授 大内 一 教授 宮地 充子 准教授 河内 亮周 教授 石黒 浩 准教授 吉川 雄一郎 講師 小川 浩平 特任講師 高橋 英之 (常勤) 教授 東野 輝夫 教授 藤原 融	

ライフデザイン・イノベーション拠点本部	情報科学研究科	助教	内山 彰
	情報科学研究科	助教	矢内 直人
	産業科学研究所	教授	八木 康史
	産業科学研究所	教授	沼尾 正行
	産業科学研究所	准教授	村松 大吾
	産業科学研究所	准教授	福井 健一
	サイバーメディアセンター	教授	下條 真司
	サイバーメディアセンター	教授	岩居 弘樹
	サイバーメディアセンター	教授	竹村 治雄
	サイバーメディアセンター	講師	小島 一秀
	サイバーメディアセンター	講師	白井 詩沙香
	高等共創研究院	教授	楳原 靖
	産学共創本部	教授	橋本 道雄
	産学共創本部	教授	正城 敏博
	先導的学際研究機構	特任教授	浅田 稔 (常勤)
	キャンパスライフ健康支援センター	准教授	足立 浩祥
	全学教育推進機構	准教授	藤田 和樹

#### 兼任教員の所属



## 【職員】

特任事務職員	データビリティ基盤部門	西田 光沙 沖津 志津代
特任技術補佐員 S	データビリティ基盤部門	志賀 幹夫 前藏 遼 兼子 晃寛 Le Trong Nghia
派遣職員	データビリティ基盤部門 ライフデザイン・イノベーション拠点本部	高岡 良太 中西 智子
技術補佐員	データビリティ基盤部門	安井 豪基 亀位 智恵 森口 未奈子 諏訪 麻由
	データビリティ研究部門	大河内 良美 入江 洋子 清見 弘美 西村 順子 松本 佳子 吉村 由記 井上 ともみ 五十嵐 信乃 妹川 桂子 橋本 尚子 弾 光恵



## 第2部

---

### 機構の活動概要

#### 2.1 運営

機構にデータビリティフロンティア機構運営会議を置き、機構運営に関し必要な事項を審議する。運営会議は機構長(研究担当理事), 副機構長(本学専任教授のうちから機構長が指名する者)および機構長が必要と認めた本学の専任教員等により構成し(表2.1参照), 議長は機構長をもって充てる。運営会議は通常毎月1回 予め決められた日時に開催され, 以下の事項を審議する。

- 管理運営の基本方針
- 教員人事
- 機構が実施する教育研究プログラム
- その他教育研究および管理運営

#### 2.2 研究倫理委員会

人間を対象とする研究の実施の適否その他事項について, 倫理的な観点から審議を行うために, 該当研究ごとに倫理委員会を設置する。倫理委員会は次の各号に掲げる委員をもって組織する。なお, 委員会には, 倫理学・法律学の専門家等人文・社会科学の有識者及び研究対象者の観点も含めて一般の立場から意見を述べることのできる者を含み, 男女両性を含むものとする。

1. 機構長が指名した教授 若干名
2. データビリティコアの各部門から選ばれた教員 若干名
3. 学外の有識者 若干名
4. その他委員会が必要と認めた者

本機構の倫理委員会は事案に応じて隨時開催している。

表 2.1: 運営会議構成

機構長		理事・副学長	尾上 孝雄
副機構長/サービス創出・支援部門長	サイバーメディアセンター	センター長・教授	下條 真司
知能情報基盤部門長	データビリティフロンティア機構	教授	長原 一
ビッグデータ社会技術部門長	データビリティフロンティア機構	教授	岸本 充生
企画室	データビリティフロンティア機構	特任教授	北岡 良雄
サービス創出・支援部門	データビリティフロンティア機構	教授	春本 要
総長補佐	法学研究科	教授	島岡 まな

## 2.3 予算

本機構の主な経費は、運営費交付金、科学研究費補助金等の外部資金である。平成29年度からの予算の推移は以下のとおりである。

表 2.2: 予算の推移

予算	平成29年度		平成30年度		令和元年度	
	金額(円)	件数	金額(円)	件数	金額(円)	件数
運営費交付金	102,008,000	(1)	5,000,000	(1)	174,203,000	(1)
科学研究費助成事業	56,316,521	(12)	29,315,000	(17)	71,370,000	(21)
その他補助金	222,163,000	(4)	253,871,000	(4)	95,190,000	(5)
受託研究	114,579,522	(12)	133,626,369	(12)	148,537,915	(15)
受託事業	12,500,000	(5)	6,600,000	(2)	6,120,000	(2)
共同研究	999,600	(2)	14,104,000	(4)	17,330,000	(4)
奨学寄附金	9,469,522	(4)	4,210,000	(2)	4,500,000	(6)
Society5.0実現化推進事業	0	(0)	323,577,978	(6)	418,539,276	(5)
合計	518,036,165	(40)	770,304,347	(48)	935,790,191	(59)

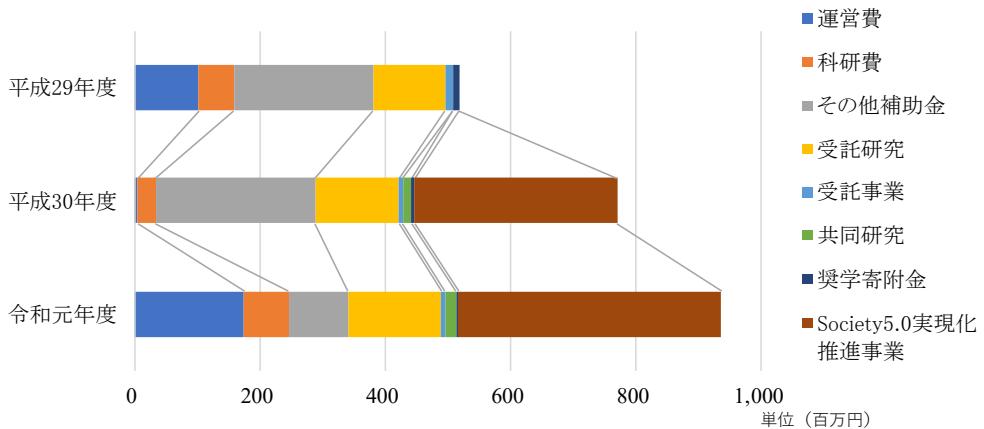


図 2.1: 予算の推移

## 2.4 学際共創研究活動概要

様々な分野にデータ駆動型研究を導入し、研究スタイルの変革を図る組織である「データビリティフロンティア機構」において企画室が中心となり当該機構内のデータビリティ基盤部門研究者と学内の様々な分野の研究者とのマッチングを実施し、「データ駆動型学際研究プロジェクト」の共創支援を行った。

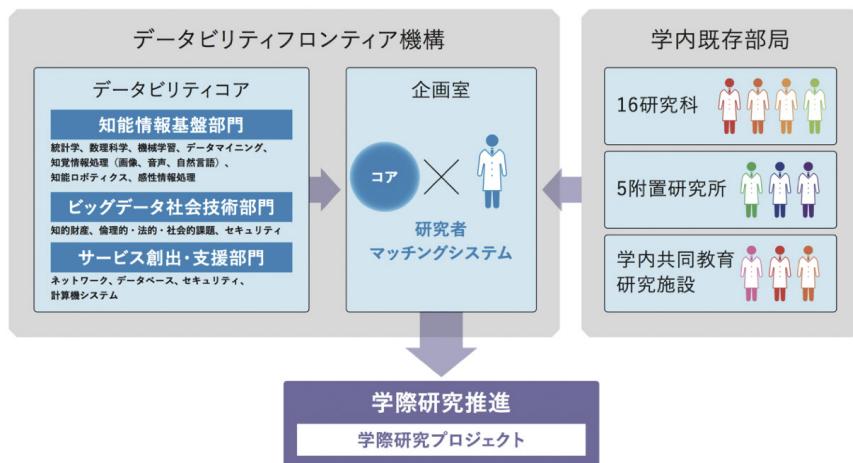


図 2.2: 研究者マッチングシステム

「阪大で始めるビッグデータ共創—〇〇学×データビリティサイエンス」と題するシンポジウムを令和 2 年 1 月 30 日（木）豊中キャンパスで開催し、共創相談会では未活用データをもつ研究者からの質問や相談を受け、データビリティフロンティア機構に所属する研究者との共創マッチングを実施した。下記に平成 28 年度から令和元年までの 4 年間の学際共創プロジェクトの推移を示す。なお、学際共創プロジェクトを対象として令和元年度には総額 2,400 万円の研究活動費配分を実施した。

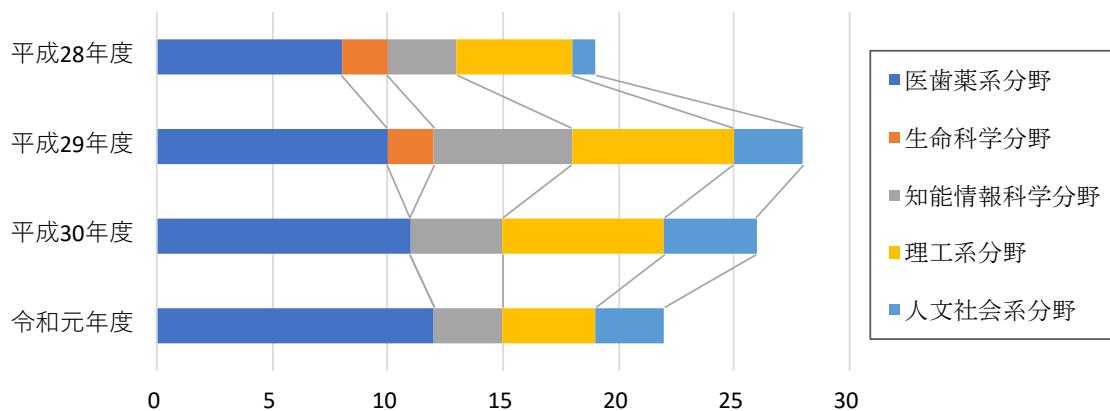


図 2.3: 学際共創プロジェクトの推移



## 第3部

### 学際共創プロジェクト

令和元年度に本機構が手がけた学際共創研究は以下のとおりである。

部門	題目	メンバー
ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション	医療データサイエンスを用いた NASH 画像自動診断	鈴木, 中村 (MMDS), 三善, 鎌田 (医)
	ディープラーニングにもちいた蛋白質構造解析技術に関する研究	中川 (蛋白研), Godó, 青木 (産研)
	補綴装置の見え方に光がどのように影響を与えるのかをコンピュータシミュレーションを含めて定量的に解析	若林, 天羽, 木林, 中村, 矢谷 (歯), 中村 (大手前短大), 酒井 (大市大), 松下 (情報), 長原 (IDS)
	胸部 (肺癌) CT 画像データの機械学習による画像診断の高度化	梁川, 富山 (医), 新岡, 長原 (IDS)
	自然言語処理法を適用した矯正歯科治療診断自動プロセスの高度化	谷川, 清水, 山城 (歯), 梶原, Chu, 長原 (IDS)
	運動器疾患に対する人工知能を用いた歩行分析	森口 (医), 長原, 武村 (IDS)
	がん患者の療養生活における悩みとニーズに対する看護支援モデルの作成	青木 (医), 中村 (MMDS)
	造影 CT 画像から AI を用いて頸部リンパ節を自動抽出する研究	中谷 (歯), 隅田 (医), 新岡, 長原 (IDS)

部門	題目	メンバー
バイオサイエンス部門・ 生命システム領域	全組織細胞イメージング/分子病態解析 イメージングデータ駆動型ライフイノベーション	橋本(薬), 長原, 中島, Jacob(IDS) 瀬尾(情報), 菊田(医), 堀, 篠島(工)
	微生物人工生態系の情報解析基盤の開発	瀬尾(情報), 細田(国際共創)
	タンパク質構造上でのがん変異集積領域の同定 方法の開発	樋野, 土井(薬), 川端, 栗栖(蛋白研)
人間総合デザイン部門	スマートシティプロジェクト 打つ前に分かる、プレイヤーの画像解析と学習によるテニスの球種と軌道の予測 顔と歯の形態特徴抽出による遺伝疾患スクリーニング AI システムの開発	八木, 長原, 春本, 岸本, 中島, 武村, 新妻, 丹羽(IDS), 馬場口(工), 横原, 村松(産研), 平川, 八木(CO), 下條, 廣森(CMC), 東野, 義久(情報) 中田, 高畠, 近田(医), 下條, Lee, 吉川, 日田(CMC), 斎藤, 清水(慶應) 山城, 谷川(歯), 下條, Lee, 吉川(CMC)
システムデザイン部門・ 環境イノベーション	新しいエネルギー性能評価指標の検証のための 詳細行動データ取得技術	下田(工), 東野, 山口(情報)
機能デザイン部門	非翻訳 RNA を標的とした低分子創薬候補物質 の判別手法開発	中谷(産研), 松下(情報)
光・量子デザイン部門	物理インフォマティクスによる“時・空のふち” 探索	長友, 佐野, 千徳, 児玉(レーザー), 松下(情報)
	素核物理実験および関連分野への深層学習の 適用	中野(RCNP), 岩崎(RCNP, 大市大) 長原, 中島, 武村(IDS)

部門	題目	メンバー
デジタルヒューマニティ部門	人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究	藤岡（文），大石（東大生研），長原，中島，Renoust，上阪（IDS）
	多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト	大久保，渡辺（法），長原，中島，Chu，梶原（IDS）
	オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化	藤川（文），長原，Chu，梶原，中島，Renoust（IDS）

以下に各プロジェクトの本年度の活動状況を記載する。（公開可能なもののみ記載）

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

## 医療データサイエンスを用いた NASH 画像自動診断

鈴木 貴 (MMDS)

中村 直俊 (MMDS)

三善英知 (医学系研究科)

鎌田佳宏 (医学系研究科)

### 1 研究の背景

非アルコール性肝炎（NASH）は肝がんの大きなリスクである。NASH 診断では、組織画像によって ballooning hepatocyte (BH) という特徴的な細胞を検出・評価することが有効であるが、診察医による判定のばらつきが著しく、腫瘍マーカーの開発を始めとする基礎研究に支障をきたしている。臨床でも超音波、CT、MRI など、様々な方法でデータを取得しているがいずれも揺らぎが大きく、特徴量がつかみにくい。

慢性脾炎に関しても同様である。臨床的に症状がある慢性脾炎以外に、潜在性の慢性脾炎が多く存在すると考えられるが、脾臓の生検は極めて危険であり、実臨床ではほとんど行われていない。

### 2 研究の目的

医用画像は、対象に関して様々な情報をもっている。これらの「目に見えない情報」を引き出すためには数理科学の視点に基づいた画像処理技術を開発し、医学と数理の両方の視点から画像を解析する必要がある。NASH 病理画像診断に数理的な視点を導入することは、大量のデータを高速に処理できるようになり、医療診断の客観性を向上することにつながり、社会的な貢献も大きい。

本研究の目的は数理的な画像処理法によって、肝がんと脾がんの大きなリスクである NASH と慢性脾炎の組織画像診断を自動化することである。

### 3 研究の方法

これまで、ラベリングした NASH 病理画像に領域分割（セグメンテーション）を適用し、色情報・梢円形フィッティングによる NASH 自動判定法領域分割を開発している [a]。NASH については混合ガウス分布による領域分割と外接梢円型フィッティングによって悪性度を数値化し、診断の客観性を高め、標準的なソフトを開発する。慢性脾炎では、超音波をはじめとする各種検査データを比較してその特徴量を抽出する。これらの基礎研究に基づいて、全国の大学・病院が連携する NAFLD コホートを活用した実用化研究を進める。肝生検組織を客観的かつ高精度に自動診断できるようにして、施設間、診断者間でのばらつきを避け、適切な診断を可能にさせる。一方で CNN, TF などの深層学習の方法を用いて機械学習の教師データとしての評価を行う。正確な診断を可能とする本技術を臨床研究の適用として、非アルコール性脂肪性肝疾患（NAFLD）バイオマーカーの検証を行う方法を確立する。

#### 3. 1 前処理

医用画像では生体内組織の構成が近く、低コントラストであるため、前処理、統計的処理を行ったうえで混合ガウス分布モ

デルを適用する。コントラストが弱い画像に対して、コントラストを強調するために有効な前処理法を開発した。ノイズ除去では、注目画素とその周辺の画素との間で平均値をとる平均フィルタ-の代わりにガウシアンフィルターが有効である。また、コントラスト強調処理では輝度分布のピークを保持する正規化法が有効である。

#### 3. 2 領域分割法

領域分割では 1 枚の画像と同じ特徴をもつ領域ごとに分割する。エッジ抽出法、閾値処理法、K-means 法よりも、輝度と色情報を利用した混合ガウス分布法が有効である。カラー画像に領域分割を行った後で、各領域の特徴量を抽出する。領域分割した画像からはさまざまな特徴量を抽出する手法が公開されており、医学研究室のデータを用いてこれらのツールを検証し、データ駆動型モデリングを実施することによって、病理の診断や予測が可能な状況を整える。

#### 3. 3 輝度と色情報

組織画像を用いて、輝度、赤色、緑色、青色それぞれについて 2 値化による領域分割を行う。次に各領域の平均値をとり、色ダイアグラムを作成して、癌や NASH の進行状況との対応を調べ、病歴との関連性を重回帰分析によって分析・予測する。

#### 3. 4 形状判定

領域分割によって線維部分と細胞質部分を取り出した上で、NASH に特異的な BH 細胞を外接梢円型フィッティングによって検出する。

### 4 研究成果

#### 4. 1 データ分析

大腸の内視鏡画像を分析し、カラーダイアグラムが癌の進行状況をよく反映していること、特に各領域（病変部）の赤色画像措置青色画素値の比（R B 比）や、カラーダイアグラムの面積が進行度の特徴量として捉えられることが明らかにした（知的財産 [1]）。NASH 判定については形状判定と輝度・色情報判定の 2 つの手法で自動化した（知的財産 [2]）。形状判定では BH に含まれる顆粒状凝集物の検出に注目し、組織の線維化を考慮に入れた検出法を開発した。この方法の手順は次のとおりである。

1. 領域分割によって纖維組織を抽出し、次に輪郭部位に外接梢円フィッティング処理を施して、凝縮物を抽出する。線維化が進んでいない場合には、細胞質領域を用いてフィッティングを行う。
2. 輝度・色情報判定では領域分割によって細胞質領域の画素情報を抽出する。正常な細胞質は輝度ヒストグラムにより、纖維化が進んだ組織は緑色ヒストグラムによって

抽出する。

形状判定と輝度・色情報判定はいずれも有効なデータ解析法である。特に、領域分割と外接楕円フィッティングの間に、細胞領域色情報分析データを抽出するという、本技術の実用化の要となる手順を開発した。この方法は細胞核に着目し、核周囲の細胞の色のヒストグラム解析を行うことで細胞の種類を同定するもので、操作手順は以下のとおりである。

1. 細胞核の中心位置を検出する。
  2. 中心位置から所定サイズの矩形領域を抽出し、その領域内のRGBヒストグラムを画像化する。
4. 2 自動化ソフトの開発

(株)プロアシストの協力の下に2件の特許を用いた自動診断ソフト BH Detector の開発を行っている。何回か試作品を作成し、自動データ分析例の評価を行って改良を進めた。特に、領域分割におけるクラスター数、外接楕円型フィッティングと色情報の活用等、パラメータ設定でのマニュアル操作の軽減に努め、BH 判定の特異性向上のための性能を改善した。

#### 4. 3 慢性脾炎バイオマーカーの統計解析

慢性脾炎バイオマーカーデータをクラスタリングした。病状の進展度についての臨床治験との良好な対応があり、さらにデータ分析を進めることとした。

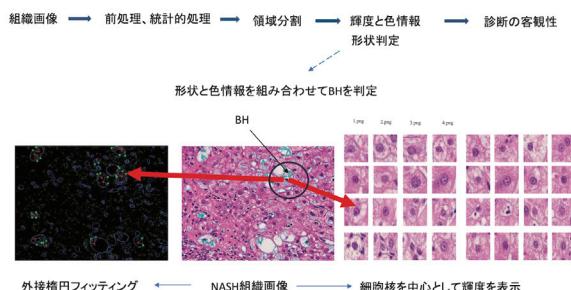


図 1: NASH 自動診断

#### BH検出ソフトの画面設計

- ・楕円検出および細胞核周辺の色情報の解析による自動判定結果を表示
- ・自動判定の結果を専門家が確認し、必要に応じて自動判定の誤りを専門家が修整
- ・専門家による修整があった部分を将来の改良のために記録

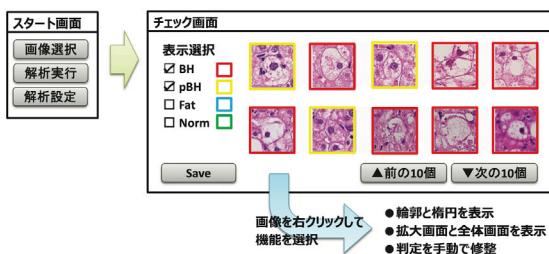


図 2: BH 検出機械学習

#### 引用文献

- [a] 板野景子, 医用画像データの混合ガウス分布モデルによる分析, “はじめての数理モデルとシミュレーション”, 実験医学増刊, 羊土社, Vol. 35, No. 5, pp. 92-99, 2017

#### 〔知的財産〕

1. 医用画像における特微量抽出方法及び病変評価装置, 板野景子他, 特願 2017-039716
2. 病理診断装置及び画像処理方法, 三善英知他, 特願 2017-167549

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

## ディープラーニングを用いた蛋白質構造解析技術に関する研究

Ákos Godó, 青木 工太（産業科学研究所）

中川 敦史（蛋白質研究所）

### 1 研究の背景

Protein functionality is determined by their structure: if the structure is solved, the information can be used in fields such as drug design or genetics. There are multiple levels of protein structure: the primary structure is the order of the constituting amino acid residues.

X-Ray Crystallography is a structure determination method, where protein crystals are illuminated by high-power X-Ray beams and crystallographers can use the resulting diffraction pattern to create a structural model. Although this process is assisted by software toolkits such as PHENIX[a] or CCP4[b], it still requires a lot of input from skilled professionals and is time intensive.

X-Ray Crystallography uses electromagnetic radiation and is essentially microscopy with the ability to resolve individual atoms' electron clouds. The result is an electron density map: a 3D probability density function of a protein's electrons being found in space. As such, this project can be considered a strictly biomedical and biochemical image processing, computer vision and machine learning task dealing with volumetric three-dimensional data.

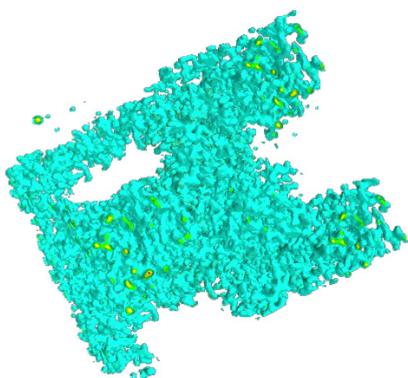


図1: An example protein electron density. Note the 'insides' visible as the data is volumetric.

### 2 研究の目的

Our objective is to create a machine learning assisted approach that segments electron densities according to the primary structure of proteins. There are 20 common amino acid residues that comprise human proteins, the goal is determine which residue each part of the electron density map belongs to. To our knowledge, no approach exists so far that has dealt with the estimation of primary

protein structure using deep neural networks.

To be able to use a machine learning model a dataset for training, validation and testing is necessary. As no dataset existed for the segmentation of protein electron density maps by primary structure, a major objective was to establish one. Physical and chemical properties must be considered during the construction of the dataset, both during the initial data collection and in later phases e.g. when augmenting the dataset.

The core goal of the project is to train and evaluate a deep neural network architecture to segment protein electron density maps from X-Ray Diffraction experiments and assist the workflow of crystallography experts. An architecture must be chosen that can handle the data efficiently and acts as proof-of-concept.

### 3 研究の方法

The RCSB-PDB[c] database was mined for 7358 high quality pre-solved structural models. We synthesized densities from the structural models at 2, 3 and 4 Angstrom resolutions to simulate the resolutions of real-life data. Fixed-size windows are cropped from the maps and ground truth is generated for each window. Similar residues have been grouped into clusters to reduce confusion resulting in 16 plus a background class.

To reduce bias towards frequently observed classes we augment the dataset through rotations only as inversions would break the chirality of the residues. Augmentation is primarily used to reduce imbalance (not to increase sample count as we deemed that adequate) through minimizing dataset distributions' chi-square distance from uniform class distributions.

We re-implemented the FC-DenseNet[d] architecture to support 3D volumetric data with tweaks suited to our dataset. The training objective is to minimize the Lovasz-Softmax Loss[e] as a surrogate for the per-class 3D Intersection over Union score. To guide the network's attention away from the window borders where confusing fragmented residue electron densities are present, the loss function is weighed spatially to decrease error generated near borders.

The average per-class true positive and true negative rates, IoU and F1 scores are used to measure per-voxel performance. We measure rank 1, rank 3 amino acid hit rates and center-of-gravity root mean square deviations (in Ångströms) to compare against structural models.

表1: Results on the test set proteins after 10 epochs trained

	2Å	3Å	4Å
IoU	0.7936	0.7019	0.3549
True Pos.	0.8812	0.7881	0.5265
True Neg.	0.9994	0.9992	0.9971
F1-Score	0.9160	0.8306	0.5754
Hit (Top1)	0.9160	0.8310	0.5549
Hit (Top3)	0.9341	0.8710	0.6750
RMSD (Å)	0.3717	0.3471	0.4468

表2: Results on the validation set proteins after 10 epochs trained

	2Å	3Å	4Å
IoU	0.7882	0.6996	0.3481
True Pos.	0.8754	0.7825	0.5113
True Neg.	0.9992	0.9990	0.9969
F1-Score	0.9149	0.8308	0.5645
Hit (Top1)	0.9102	0.8243	0.5256
Hit (Top3)	0.9282	0.8606	0.6538
RMSD (Å)	0.3655	0.3555	0.4594

## 引用文献

- [a] D. Liebschner, P. V. Afonine, “Macromolecular structure determination using X-rays, neutrons and electrons: recent developments in Phenix”, *Acta Cryst. D*, 2019.
- [b] Winn, Martyn D., “Overview of the CCP4 suite and current developments”, *Acta Cryst. D*, 2011
- [c] Berman, Helen M. and Westbrook, John, “The Protein Data Bank”, *Nucleic Acid Research*, 2000
- [d] Simon Jégou and Michal Drozdzał, “The One Hundred Layers Tiramisu: Fully Convolutional DenseNets for Semantic Segmentation”, CoRR, 2016
- [e] Maxim Berman and Matthew B. Blaschko, “Optimization of the Jaccard index for image segmentation with the Lovász hinge”, CoRR, 2017

## 4 研究成果

We achieve high hit rates at high and medium resolutions while there is a significant drop in performance at lower resolutions. It is to be noted that at resolutions below 3Å sidechains become hard to discern and it is challenging even for an expert to classify residues. True negative rates over 0.99 show that the network easily separates background from actual densities at all resolutions. The rank-3 amino acid hit rates show promise that by exploiting the a priori knowledge of the amino acid sequence of a protein the performance can be further enhanced using post-processing in a future work. The biggest gain from this can be achieved at lower resolutions as the network performs very close in rank 1 and rank 3 hit rates at 2 and 3 Ångströms.

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

## 補綴装置の見え方に光がどのように影響を与えていているのかをコンピュータシミュレーションを含めて定量的に解析

若林一道, 天羽康介, 木林博之, 矢谷博文 (歯学研究科)

中村隆志 (大手前短期大学), 酒井英樹 (大阪市立大学)

松下康之 (情報科学研究科), 長原一 (IDS)

### 1 研究の背景

う蝕などで歯の組織の大部分が失われた場合、支台築造体と歯冠補綴装置を作成し、治療を行うのが一般的であるが、支台築造体、歯冠補綴装置ともに様々な歯科材料があり、使用する材料によって審美性は大きく異なる（図1）。



図1: オールセラミッククラウンでの修復。右側中切歯はレジンで、左側中切歯では金属性の支台築造材料が装着されている。オールセラミッククラウンはジルコニアとガラスセラミックを用いて、同じ厚みで修復しているが、左側中切歯の方が金属支台歯の影響を受け、全体的に暗く見える。

近年、歯科治療において患者の口腔内の審美性に対する要求が高まっている。天然歯に近い光学特性を有する歯冠補綴装置を製作するためには、入射した光が歯および歯冠補綴装置の中でどのように振る舞うのかを分析することが重要である。しかし、補綴装置の製作に際して今なお歯科医師や歯科技工士の経験によるところが大きい。また、これまで歯の色調に関して数多くの研究がなされてきたが、天然歯や歯冠補綴材料の色調の観察など定性的な評価 [a,b] が多く、どのような機序で天然歯や歯冠補綴材料が透過性や色調を発現しているのかを定量的に解析した研究はなされていない。そのためコンピュータシミュレーションを用い、光の振る舞いを定量的に解析することが可能となれば、より審美性の高い歯冠補綴治療を行うための多くの知見を得ることができる。

### 2 研究の目的

これまで我々は、人工太陽証明灯を実際の支台築造体と歯冠補綴装置に照射した際の補綴装置の輝度と、これまでの研究で得られた光学特性と照明設計解析ソフトウェアでシミュレーション結果を比較し、その結果、本シミュレーション方法の妥当性を証明することができた。

今回、本手法を用いて、歯冠補綴装置内部の照度分布について解析を行った。

### 3 研究の方法

光学シミュレーションに必要な光学特性データを得るために、二ケイ酸リチウムガラスセラミックス (Rosetta SM, HASS, 以下 Rosetta), ハイブリッドレジン (SHOFU BLOCK HC, 松風, 以下 HC), コア用レジン (DC コアオートミックス ONE, クラレノリタケデンタル, 以下 DC), チタン (KM-チタン CAD, 京セラメディカル, 以下 Ti) の全透過率、全反射率、透過分布、反射分布を測定した。次いでクラウンと支台歯の CAD モデルを作成し、光学解析ソフトウェア (LightTools 8.5.0, Synopsys, California, USA 上に設定したクラウンおよび支台歯の CAD モデルに、実験 1 で得られた Rosetta, HC, DC, および Ti の光学特性データを入力した。

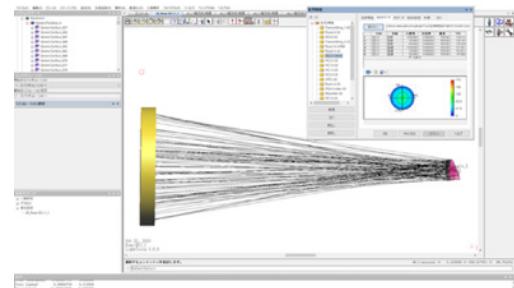


図2: 照明設計解析ソフトウェア (LightTools 8.5.0, CYBER-NET)

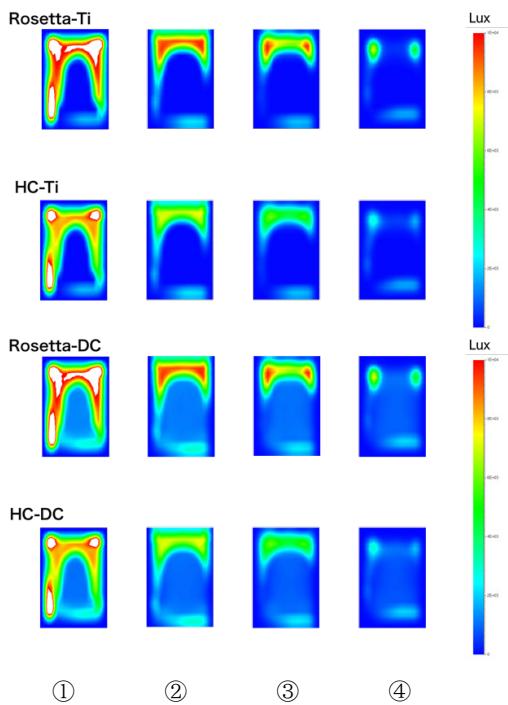
クラウンおよび支台歯の CAD モデル内部を唇側から口蓋側へ横切る照度受光面を平行に 1 mm 間隔で 4 面設定した (図 8)。正面に配置した人工太陽照明灯からクラウンおよび支台歯の CAD モデルへ向けて光線を 1,000 万本照射した際、各受光面での照度分布をシミュレーションにより算出した (図 3)。



図3: 照度分布のシミュレーションモデル唇側から口蓋側へ 1 mm 間隔で照度受光面を 4 面 (1, 2, 3, 4) 設定

#### 4 研究成果

Rosetta-DC, Rosetta-Ti, HC-DC, HC-Ti のすべてで唇側①から口蓋側④へ進むに従い、受光面の平均照度が減少した。HC 製 クラウンでは、唇側①から口蓋側④へ進むに従い最大照度も減少した。一方、Rosetta 製クラウンでは、最大照度は②から③で増加している領域が認められた。DC 製支台歯では内部にも光が到達し、唇側①から口蓋側④へ進行するに従い照度が減少したが、Ti 製支台歯では内部へは光が到達していなかった。



これまで、榎並らにより実験用総義歯の人工歯に光電素子を設置して人工歯表面の照度を測定した研究結果が報告されているが [c]、補綴装置内部の照度を、一般に用いられている照度計を用いて測定することは不可能である。しかし、コンピュータシミュレーションを用いることで、クラウンや支台歯内部の任意の部位に受光面を設定し、解析することが可能となった。

#### 5 今後の展望

今後、微細構造を付与した CAD モデルを作成し、シミュレーションを行うことが可能となれば、審美歯冠修復治療における様々な光学的事象の解析や材料開発に対して、より詳細な知見を得ることができるものとなるものと考える。加えて、天然歯の構造を付与したシミュレーションモデルを作成する事が可能となれば、臨床においても、理工学的、材料学的、歯科審美的に有用な知見が得ることが可能となると考える。

#### 引用文献

- [a] Sedanur Turgut, Bora Bagis: Colour stability of laminate veneers: An invitro study. Journal of Dentistry 2011; 39(3), 57-64, 2011.
- [b] Eva Niu, Marcus Agustin, R. Duane Douglas: Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Ef-

fects of cement color and thickness. J Prosthet Dent. ; 111(1): 42-50, 2014.

- [c] 榎並秀栄. 歯面照度の衛生学的研究. 口腔衛会誌, vol. 25, No. 4, 227 - 245, 1975.

#### 発表論文等

##### 〔学会発表〕

- [1] 天羽康介, 若林一道, 酒井英樹, 木林博之, 中村隆志, 矢谷博文, "審美歯科修復における光学的シミュレーション解析", 第 128 回日本補綴歯科学会学術大会, 令和元年 5 月 10-12 日, 札幌

##### 〔外部資金〕

- [1] H29-31, 科学研究費助成金 基盤 C, 「マルチスケールモデルを用いた歯の光学的シミュレーションに関する研究」, 17K11781(課題番号), (代表) 木林博之, (分担) 若林一道, 中村 隆志, 矢谷博文, 酒井英樹

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

## 胸部（肺癌）CT画像データの機械学習による画像診断の高度化

梁川 雅弘（医学系研究科）

富山 憲幸（医学系研究科）

新岡 宏彦（IDS）

長原 一（IDS）

### 1 研究の背景

肺がんの定性・定量撮影には CT が広く用いられている。近年の CT 技術の進歩により、短い期間で高画質の Thin-slice 画像データを提供することが可能になった。医療分野では、CT 画像などの臨床データが常に蓄積されており、膨大な臨床データの中から価値ある情報を迅速かつ効率的に抽出することが重要となっている。CAD (Computer-aided diagnosis) システムは、正しい分類判定と体積測定を提供することで、臨床診断プロセスを改善する可能性を秘めており、肺がんの正確で再現性のある定量化を提供するための有望な手段となっている [a]。良性腫瘍と悪性腫瘍の半自動/自動鑑別は、CAD の主要な課題の一つである。しかし、複数の画像処理に依存しているため、画像特徴の統合や選択の面で従来の CAD システムにとって多くの問題を克服しなければならない。深層学習に代表される近年の人工知能技術は胸部画像分野に応用されており、肺結節の検出、良性病変と悪性病変の鑑別、びまん性肺疾患の診断（類似症例の検索システム）、3 次元解析と画質の向上（例：機械学習を用いたノイズ低減アルゴリズム Pixelshine, AlgoMedica, Sunnyvale, CA）などの分野で発展してきた。肺腺癌は、肺癌の最も一般的な病理組織学的サブタイプであり、CT を用いた病理学的浸潤性の早期診断は、腺癌の治療経過を変化させ、その後の予後を改善する可能性がある。しかし、病理学的侵襲性を放射線学的に予測することは非常に困難である。さらに、我々の知る限りでは、病理学的侵襲性を予測できる CAD システムはまだ示されていない。人工知能を用いた画像診断は、医師の負担の軽減、見落としリスクの軽減、そして、将来的には放射線科医を超える診断能を提供できる可能性を秘めており、画像診断分野でもホットトピックスの一つといえる。また、深層学習アルゴリズムの予測精度が医師と同等かあるいは上回れば社会実装の可能性もあり、社会的に見ても意味のある研究となる。

### 2 研究の目的

肺腫瘍や縦隔腫瘍といった胸部腫瘍の CT 画像データから病理学的浸潤成分による悪性度予測を行う為の人工知能システムを構築することである。すなわち、外科的に組織を切除する以前に予測を行う。また、その画像学的診断能を放射線科医の診断能と比較・検討することで、放射線科医の為の画像診断補助システムの構築に役立て、それらの技術発展を目指すことである。

### 3 研究の方法

胸部 CT 画像データから、病理診断（上皮内腺癌（AIS）、微小浸潤性腺癌（MIA）、浸潤性腺癌（IVA））をそれぞれ予測する深層学習アルゴリズムの構築を行ない、その予測結果と放射

線科医 3 人 (R1, R2, R3 経験年数 8, 9, 26 年) の予測結果を比較した。また、AIS または MIA/IVA を予測する 2 クラス分類問題についても検討を行った。深層学習モデルの正答率は、データ数を 85:10 に分けた 9 回の交差検証により導出した。

#### 3.1 用いた深層学習アルゴリズム

3D-CNN をベースとしたモデルを用いた。2 層の 3D 叠み込み層と、3D pooling 層が交互に配置され、全結合層が接続される構造であった（図 1）。入力画像サイズは 30 x 30 x 30 voxels であり、癌の部分のみを切り出した（実空間でのサイズは一辺の長さが 11.7 mm の立方体）。

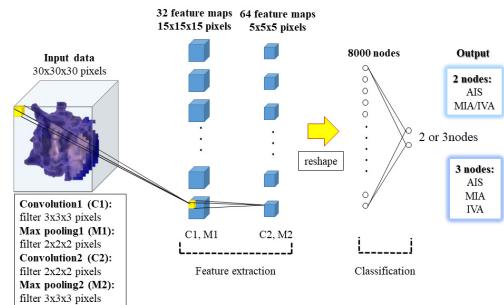


図 1: 用いた 3D-CNN の構造

#### 3.2 データセット

2009 年から 2011 年の間に当院で手術を受けた結節 90 例（男性 50 名、女性 40 名、平均年齢 66 歳、範囲 40 ~ 88 歳）を連続して対象とした（図 1）。すべての患者は術前に胸部薄切開 CT (0.625mm 厚) を受けている。肺や他の臓器の治療を受けたことのある患者は対象外とした。腺癌以外の組織型を有する患者も除外した。病理学的診断は、2015 年世界保健機関 (WHO) の肺腫瘍の分類に基づき、2 人の独立した病理医によって、AIS, MIA, または IVA と診断された。AIS, MIA, および IVA の組織学的診断は、双方の合意により確認された。AIS25 例、MIA20 例（病理学的浸潤成分 ≤ 5mm）、IVA50 例（病理学的浸潤成分 > 5mm）のデータが得られた。

### 4 研究成果

AIS, MIA, IVA の分類においては、すべての観察者において病理診断精度率に有意差は認められなかった (DL, R1, R2, R3;  $P > .105$ )。結果を表 1 にまとめた。AIS (n=4), MIA (n=6), IVA (n=1) を正確に鑑別できたのは DL のみの 11 例であった。同様に、AIS (病理学的浸潤なし) と MIA/IVA (病理学的浸潤あり) の鑑別では、すべての観察者 (D, LR1,

R2, R3) で病理学的診断精度率に有意差は認められなかった ( $P > .120$ ) (表 2).

表 1: 観察者と診断正答率 (AIS, MIA, IVA の 3 択)

観察者	正答率	95% 信頼区間
DL	51% (46/90)	40.58 - 61.64
R1	61% (55/90)	42.83 - 63.84
R2	53% (48/90)	50.84 - 71.38
R3	64% (58/90)	54.36 - 74.53

表 2: 観察者と診断正答率 (AIS と MIA/IVA の 2 択)

観察者	正答率	95% 信頼区間
DL	73% (66/90)	64.02 - 82.65
R1	80% (72/90)	71.58 - 88.42
R2	74% (67/90)	65.26 - 83.63
R3	83% (75/90)	75.48 - 91.18

ROC 解析の結果は以下の通りであった。DL の AUC は 0.712 (95 % 信頼区間 [CI], 0.607-0.803) であった。R1 では 0.665 (95 % CI, 0.557-0.761), R2 では 0.574 (95 % CI, 0.465-0.678), R3 では 0.714 (95 % CI, 0.609-0.804) であった。DL の AUC (0.712) は、最も経験豊富な放射線科医の AUC (0.714) とほぼ同じであり (R3 ;  $P = 0.983$ ), 経験の少ない放射線科医よりも有意に高い AUC を示した (R2 ;  $P = 0.026$ )。放射線科医の合意によって得られた結果と比較すると、DL は感度では有意に劣るが ( $P = 0.0005$ ), 腺癌の浸潤性を診断する特異度では有意に優れていた ( $P = 0.02$ ) (表 3)。

本研究では、少ないトレーニングデータセットにもかかわらず、DL の診断性能は最も経験のある放射線科医とほぼ同等であり、経験の少ない放射線科医よりも有意に高い AUC を示した。特に、DL の感度は放射線科医に劣るもの、腺癌の浸潤性を診断する際には放射線科医よりも DL の方が高い特異度を示した。より多くの学習症例を学習データとして用いることができれば、DL の性能が人間を上回る可能性は高いと思われる。

#### 引用文献

- [a] Yanagawa M, Tanaka Y, Leung AN et al., “Prognostic importance of volumetric measurements in stage I lung adenocarcinoma”, Radiology, 272:557-67, 2014

#### 発表論文等

##### 〔雑誌論文〕

- [1] Yanagawa M, Niioka H, Hata A, Kikuchi N, Honda O, Kurakami H, Morii E, Noguchi M, Watanabe Y, Miyake J, Tomiyama N, “Application of deep learning (three-dimensional convolutional neural network) for the prediction of pathological invasiveness in lung adenocarci-

表 3: 観察者毎の感度と特異度

観察者		点推定	95% 信頼区間
R1	感度	0.955	0.873 - 0.991
	特異度	0.375	0.188 - 0.594
R2	感度	0.939	0.852 - 0.983
	特異度	0.208	0.071 - 0.422
R3	感度	0.970	0.895 - 0.996
	特異度	0.458	0.256 - 0.672
DL	感度	0.758*	0.636 - 0.855
	特異度	0.667†	0.447 - 0.844
The consensus result of radiologists	感度	0.970*	0.895 - 0.996
	特異度	0.292†	0.126 - 0.511

\*The sensitivity of DL was significantly inferior to the consensus result of radiologists ( $P = .0005$ ).

†The specificity of DL was significantly superior to the consensus result of radiologists ( $P = .02$ ).

noma”, Medicine, Volume 98, Issue 25, e16119, 2019

#### 〔学会発表〕

- [1] 梁川雅弘, 新岡宏彦, 渡邊嘉之, 本多修, 泰明典, 菊地紀子, 宮田知, 吉田悠里子, 三宅淳, 富山憲幸, “Prediction of Prognosis in Part-solid Ground-Glass Nodules using Deep Learning System: Validation Analyses of Prognostic Results by Automated Volumetric Analysis”, 第 78 会日本医学放射線学会総会, 2019  
[2] 梁川雅弘, “人工知能は肺癌のどこを見て診断しているのか? - ブラックボックスからホワイトボックスへの架け橋 - ”, Idiopathic Pulmonary Fibrosis Seminar, 2019 (招待公演)  
[3] 梁川雅弘, 「講演 1 テーマ : 胸部領域の診断」 “胸部腫瘍性病変の画像診断 Up-To-Date”, 第 22 回 関西 Radiology Update 講演会, 2019 (招待公演)

#### 〔外部資金〕

- [1] 2018-2020 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 C, “肺癌の組織診断および悪性度予測の為の人工知能(深層学習)システムの確立”, (代表) 梁川 雅弘

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

## 自然言語処理法を適用した矯正歯科治療診断自動プロセスの高度化

谷川 千尋（歯学研究科）

清水 優仁（歯学研究科）

山城 隆（歯学研究科）

梶原 智之（IDS）

Chenhui Chu（IDS）

長原 一（IDS）

### 1 研究の背景

矯正歯科臨床における診断および治療計画の立案とは、所見に基づき最適な治療結果をより低いリスクで得るために歯科医師がとるべき行動の全体を予測することとされる。歯科医師が、適切な診断とそれに基づく最適な治療計画を行うためには、長年の経験と豊富な知識が必要であり、経験が浅い歯科医師にとっては、問題の見落とし、論理の誤りという問題が存在した。専門医の長年の経験を実装したような Artificial Intelligence (AI) システムの構築が可能となれば、根拠に基づく医療を患者に提供する上で大きな意義を有する。また、矯正歯科臨床の中で矯正歯科診断の自動要約および必要な診断の自動提示が自動化できるならば、歯科医師にとっては大きな作業負担の軽減につながり、また、経験の浅い歯科医師にとって、問題の見落とし、論理の誤りを防止する上でも重要である。

一方、治療とは「問題の逆をおこなうことである」という論理構造を有しており、現代の矯正歯科診断および治療計画立案のプロセスは主に以下の3つのステップからなる：(ステップ1) 患者情報の収集と問題のリスト化；(ステップ2) 個々の問題別に解決法を考える；(ステップ3) 現実的な問題の方法と手順を決定する。以上のように、診断と治療計画の立案にかかわる論理構造に一定の規則性を認めることから、過去に、医学診断と治療計画立案を自動する試みは、エキスパートシステムなど古くから存在してきた。矯正治療分野においても、ファジー論理を用いた矯正歯科診断支援システム (Sims-Williams, 1986) や、矯正装置の選択支援システム (Stephens, 1998) が開発され報告してきた。しかしながら、いまだ、歯科臨床で応用可能な、矯正歯科診断・治療計画支援システムは見当たらない。

専門家の診断の流れを数学的に言い換えると、上記の（ステップ1）は、患者情報を特徴量としてとらえた場合、特徴量に重みづけを行うことで病状を表現し、病状ごとの類似性を発見することに相当する。さらに、上記（ステップ2）は、学習された病状ごとに対処法をさらに学習することに対応すると考えられ、自然言語処理をおこなうような AI システムによる問題解決が可能であることが予想された。

そこで、本研究の目的は、当院に所蔵された各種画像および模型所見とそれに対応する治療計画書を用いて、自然言語処理を用いて、所見から自動的に診断を行い、さらに自動治療計画書の立案を行い、またその内容を患者の言葉に翻訳するような AI システムを開発することにある。

### 2 研究の方法

当院に蓄積された約1千件の治療計画書より、所見・診断・治療計画・患者向け説明文の4つ組を抽出し、機械学習に基づく自然言語処理モデルを訓練するための学習データとする。そして、図1に示すように、以下の3つのサブタスクのパイプラインとして、矯正歯科治療診断を自動化するシステムを構築する。

#### 2.1 所見→診断

治療計画書に含まれる患者の病態を整理し、約300種類の病態ラベルからなるマルチラベルのテキスト分類問題として、所見からの診断の自動生成タスクを定式化する。自然言語処理におけるベクトル空間モデルを用いて所見文章からの特微量抽出を行い、SVMなどの機械学習モデルを用いてマルチラベル分類問題を解く。また、所見に対応する画像を併用したマルチモーダルな特微量抽出を行い、精度の改善を目指す。

#### 2.2 診断→治療計画

治療計画書に含まれる治療項目を整理し、約300種類の病態ラベルの系列から約300種類の治療項目の系列を生成する系列変換問題として、診断からの治療計画の自動生成タスクを定式化する。診断の各病態ラベルは優先度順、治療計画の各治療項目は時間順、にそれぞれ並んでいるため、本タスクは自然言語処理における機械翻訳などと同じ系列変換タスクと考えることができる。そこで、深層学習に基づく機械翻訳と同様に、Recurrent Neural Network (RNN) や Self-Attention Network (SAN) を用いて本タスクを解く。

#### 2.3 治療計画→患者向け説明文

難解な文から平易な同義文への変換を行う自然言語処理におけるテキスト平易化の技術を用いて、治療計画書を患者向けの説明文書に変換する。まず、治療計画書と患者向け説明文書の対応する文書対から、自然言語処理における文アライメントの技術を用いて、テキスト平易化モデルを訓練するための学習データを構築する。そして、診断からの治療計画の自動生成タスクと同様に、RNN や SAN に基づく深層学習モデルを訓練し、患者向けの平易な説明文を自動生成する。

### 3 研究の成果

今年度は、所見からの診断の自動生成および診断からの治療計画の自動生成に取り組んだ。前者は業績[2]、後者は業績[3]、でそれぞれ学会発表を行い、これらの成果をまとめて業績[1]の原稿を公開した。

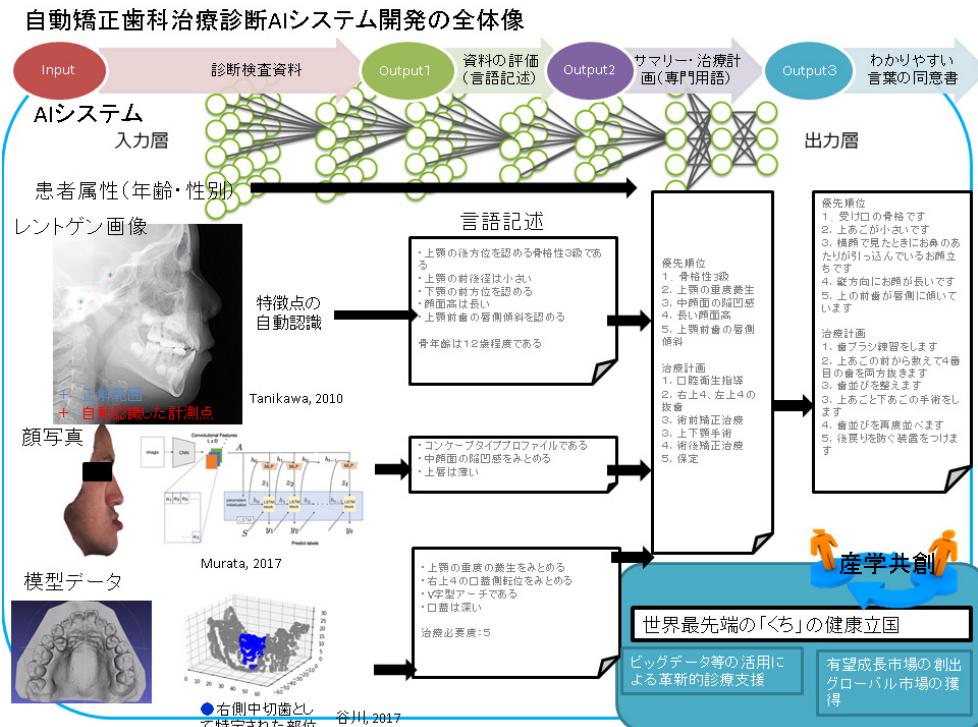


図 1: 研究の概要

### 3. 1 所見→診断

特微量抽出として、文書に出現した単語を表現する Bag of Words (BoW), 文書に出現したフレーズを表現する Bag of Phrases (BoP), 各文を深層学習を用いてベクトル化しその平均ベクトルによって文書を表現する Universal Sentence Encoder (USE) に基づく手法、の 3 手法を検討した。分類器としては、Multi Layer Perceptron (MLP), Support Vector Machine (SVM), Light Gradient Boosting Machine (Light-GBM), の 3 手法を検討した。これら手法の比較の結果、表 1 に示すように、BoP+LightGBM が最高性能を達成した。

表 1: 所見からの診断の自動生成

特微量元素抽出	分類器	Precision	Recall	F1
USE	MLP	49.1	32.2	38.9
BoW	SVM	53.9	35.0	42.4
BoP	SVM	60.5	34.3	43.8
BoW	LightGBM	69.5	34.4	46.0
BoP	LightGBM	<b>71.9</b>	<b>36.7</b>	<b>48.6</b>

### 3. 2 診断→治療計画

RNN では、入力の病態ラベルを順番に読み込み、まず患者ベクトルを構成する。その後、患者ベクトルから治療項目ラベルを順番に出力する。SAN では、入力の病態ラベルを一齊に読み込み、病態間の関係を考慮して治療項目ラベルを順番に出力する。これらの手法の比較の結果、表 2 に示すように、明示的に患者ベクトルを構成する RNN がより高い性能を達成した。

表 2: 診断からの治療計画の自動生成

	Precision	Recall	F1
RNN	43.5	<b>43.0</b>	<b>41.3</b>
SAN	<b>43.6</b>	41.2	40.6

### 発表論文等

#### [学会発表]

- [1] Tomoyuki Kajiwara, Chihiro Tanikawa, Yuujin Shimizu, Chenhui Chu, Takashi Yamashiro, Hajime Nagahara. "Using Natural Language Processing to Develop an Automated Orthodontic Diagnostic System", arXiv:1905.13601, 2019.
- [2] 清水優仁, 梶原智之, 谷川千尋, Chenhui Chu, 長原一. “矯正歯科治療における所見文を自動要約する人工知能システムの開発”, 第 2 回日本メディカル AI 学会学術集会, 2020.
- [3] 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, Chenhui Chu, 長原一. “矯正歯科治療における治療計画を自動立案する人工知能システムの開発”, 第 2 回日本メディカル AI 学会学術集会, 2020.

バイオサイエンス部門・生命システム領域

## 全組織細胞イメージング／分子病態解析

橋本 均（薬学研究科）

長原 一（IDS）

中島 悠太（IDS）

### 1 研究の背景

脳内では、神経細胞間の神経投射を介して様々な脳領域が相互に連絡し、情報の処理・統合が行われている。脳の情報処理機構や、脳神経疾患における機能変調の機序の理解を深めるためには、脳を構成する全細胞の分布や振舞いを捉えた全脳レベルの解析を行う必要があると考えられる。そこで我々は、全脳細胞の局在を捉えたイメージング解析を行うために、脳全体をサブセルラーレベルの空間分解能で ( $0.7 \times 0.7 \times 5 \mu\text{m}$ ) で、マウス脳あたり最速 2.4 時間で画像を取得できる高精細全脳イメージング顕微鏡装置 FAST (block-face serial microscopy tomography) を開発してきた [a, b]。

これにより、解析スループットの向上や、非ヒト霊長類の全脳、ヒト死後脳への応用に成功してきたが、脳全体を対象として細胞レベルの細かな病態を解析するためには、マウス脳あたり約 0.5~1 TB/色におよぶ大規模データの解析手法などの課題が残されている。昨年度までに画像上のアーティファクトを除く画像処理方法や標準脳画像へのフィッティング方法の確立に取り組んできたが、これらの画像処理精度を向上するために組織自家蛍光シグナルレベルの向上や周辺減光等の改善が必要であることが明らかになった。

### 2 研究の目的

前年度までに、精度の高い画像処理を行うためにシグナル強度の大きい画像を得るために、高速撮影に伴うシグナル低下を防ぐ励起光の高出力化などに取り組んできた。シグナル強度を増強した画像において、アーティファクト除去や後の標準脳へのフィッティングなどの画像処理精度を向上するため、さらに照射の均一性などを含むハードウェアの改良と画像処理プログラムコード作製の両者を相互に連動した装置構成・画像処理法の確立を行う。

### 3 研究の方法

#### 3. 1 画像処理精度を向上するハードウェア構成および画像処理プログラムコードの構築

これまでの FAST の構成では、励起光の照射ムラなどにより、複数視野を連結した際の境界上に明瞭な縫目状のアーティファクトが認められていた。これらは後の標準脳へのフィッティングや、脳領域の分類などに影響するため、アーティファクト低減は全脳解析の精度において重要な改善点であった。そこで、特注対物レンズ（ニコン製）や制御信号入出力モジュールおよびコントローラー、高耐久レーザーファイバ（特注）などの導入により、照射・検出系のハードウェアを改良し、本装置構成に適した画像処理・補正アルゴリズムを作製することで、複数の視野を連結して光学切片画像を再構築する際に生じる縫目状のアーティファクト低減を行った。

### 4 研究成果

本年度は、上述の通り、様々な画質向上のためのハードウェアと画像処理プログラムコードの両者を相互に連動した改良を加え、画像の空間周波数成分を考慮した独自アルゴリズムによる補正法を作成し、周辺減光等による筋状の縫目を解消することに成功した（図 1）。

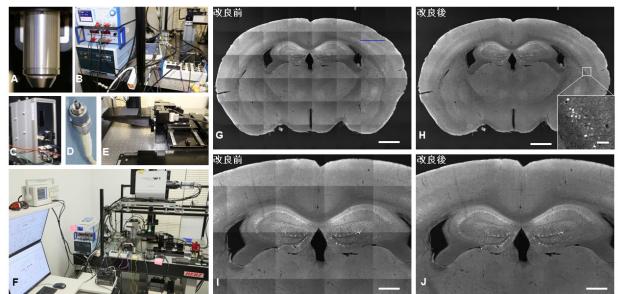


図 1：改良中の FAST のハードウェアおよび画像処理方法確立の状況。A, 特注レンズ（ニコン製）、B, 制御信号入出力モジュールおよびコントローラー、C, 共焦点用回転ブースター（特注）、D, 高耐久レーザーファイバ（特注）、E, 専用設計自動ステージ（特注）、F, 全景、G-J, 光学系の改良と独自の画像補正アルゴリズムによるイメージの高画質化。改良（補正）前に比べ（G, I），縫目状のアーティファクト（筋）がほぼ完全に消失した（H, J）。I, J はそれぞれ G, H の拡大図。組織は拘束ストレス（30 分間）の後、5 時間後の Arc-dVenus マウス脳。スケールバー、1 mm(G, H), 0.5 mm(I, J), 0.05 mm(H の挿入図)。オリジナル画像は 14,592 × 11,008 pixels の超多画素からなる。

これらの処理の効率・効果は標本中で蛍光標識された対象物の蛍光強度に依存するため、さらに様々な蛍光強度の試料にも適する設定を探索中である。そして、高輝度の試料のみならず組織自家蛍光レベルの低輝度にも対応する画像処理アルゴリズムの作成などを行い、これらの目処が立ち次第、脳画像の解析に適用していく。

#### 引用文献

- [a] Seiriki K, Kasai A, Hashimoto T, Schulze W, Niu M, Yamaguchi S, Nakazawa T, Inoue KI, Uezono S, Takada M, Naka Y, Igarashi H, Tanuma M, Waschek JA, Ago Y, Tanaka KF, Hayata-Takano A, Nagayasu K, Shintani N, Hashimoto R, Kunii Y, Hino M, Matsumoto J, Yabe H, Nagai T, Fujita K, Matsuda T, Takuma K, Baba

- A, Hashimoto H. High-speed and scalable whole-brain imaging in rodents and primates. *Neuron* 96(6):1085-1100.e6, 2017
- [b] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Niu M, Tanuma M, Igarashi H, Yamaura K, Hayata-Takano A, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain Block-Face Serial Microscopy Tomography at Subcellular Resolution Using FAST. *Nat Protoc* 14 (5), 1509-1529, 2019

#### 発表論文等

##### 〔雑誌論文〕

- [1] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Niu M, Tanuma M, Igarashi H, Yamaura K, Hayata-Takano A, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain Block-Face Serial Microscopy Tomography at Subcellular Resolution Using FAST. *Nat Protoc* 14 (5), 1509-1529, 2019
- [2] Baba M, Yokoyama K, Seiriki K, Naka Y, Matsumura K, Kondo M, Yamamoto K, Hayashida M, Kasai A, Ago Y, Nagayasu K, Hayata-Takano A, Takahashi A, Yamaguchi S, Mori D, Ozaki N, Yamamoto T, Takuma K, Hashimoto R, Hashimoto H, Nakazawa T. Psychiatric-disorder-related behavioral phenotypes and cortical hyperactivity in a mouse model of 3q29 deletion syndrome. *Neuropsychopharmacology* 44(12), 2125-2135, 2019
- [3] Matsumura K, Seiriki K, Okada S, Nagase M, Ayabe S, Yamada I, Furuse T, Shibuya H, Yasuda Y, Yamamori H, Fujimoto M, Nagayasu K, Yamamoto K, Kitagawa K, Miura H, Gotoda-Nishimura N, Igarashi H, Hayashida M, Baba M, Kondo M, Hasebe S, Ueshima K, Kasai A, Ago Y, Hayata-Takano A, Shintani N, Iguchi T, Sato M, Yamaguchi S, Tamura M, Wakana S, Yoshiki A, Watabe AM, Okano H, Takuma K, Hashimoto R, Hashimoto H, Nakazawa T. Pathogenic POGZ mutation causes impaired cortical development and reversible autism-like phenotypes. *Nat Commun* 11(1):859, 2020

##### 〔学会発表〕

- [1] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. High-speed and scalable whole-brain imaging for finding singularity in the brain. *Neuro 2019* (Niigata, Japan), 2019
- [2] 笠井淳司, 橋本均. 全脳活動マッピングを用いた情動行動制御機構の解明. 生体機能と創薬シンポジウム 2019. 2019
- [3] 勢力薰, 橋本均. 蛍光全脳イメージングのための連続断層イメージング法 FAST. 第 57 回日本生物物理学会年会. 2019

##### 〔その他〕

- [1] 橋本均, 中澤敬信. 脳内シンギュラリティ細胞の探索を目指した全脳イメージングとアンバイアス解析. 第 19 回日本蛋白質科学会年会・第 71 回日本細胞生物学会大会 合同年次大会, 招待講演. 2019
- [2] 橋本均. “高速・高拡張性全脳イメージングシステム FAST: アンバイアス, 仮説フリーでの薬物の有効性と安全性の評価へ”. 第 46 回日本毒性学会学術年会, 招待講演. 2019

- [3] 橋本均, 中澤敬信, 勢力薰, 笠井淳司. 全脳イメージングシステム FAST を用いたアンバイアスで仮説に依らない脳内シンギュラリティの検出. 第 57 回日本生物物理学会年会, 招待講演. 2019

##### 〔外部資金〕

- [1] 2017-2019, 科学研究費助成金 基盤 B, 「全脳イメージング法により精神疾患の病態と治療機序の新たな薬理学的研究の確立」, 17H03989, (代表) 橋本均
- [2] 2018-2022, 科学研究費助成金 新学術領域研究 (研究領域提案型), 「組織全細胞イメージング法を用いた精神疾患発症起点となるシンギュラリティ細胞の探索」, 18H05416, (代表) 橋本均
- [3] 2017-2020, 日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト, 「霊長類脳の高速・高精細全脳イメージング技術の開発」, 19dm0207061, (代表) 橋本均

バイオサイエンス部門・生命システム領域

## イメージングデータ駆動型ライフイノベーション

菊田 順一（医学系研究科）

堀 雄一郎（工学研究科）

簗島 総文（工学研究科）

瀬尾 茂人（情報科学研究科）

### 1 研究の背景

生体内において、病原体などの外敵から身を守る免疫システムは、時空間的に精緻にコントロールされた細胞遊走ネットワークを形成している。多種多様な免疫細胞は、まず骨髓腔内で生成され、血管内皮細胞の隙間を潜り抜けて血管腔へと移動する。その後、全身に張り巡らされた血管を介して体内を循環し、適切なタイミングで末梢組織に遊走する。生体内で感染や炎症が生じると、多くの免疫細胞が骨髓腔から炎症部位に動員され、細胞遊走が活発になる。免疫系の細胞遊走システムは、生体の恒常性維持だけでなく、生体防御反応においても必要不可欠な機能である。種々の細胞がどのようにして目的の組織へと遊走するのか、またその破綻によって如何に疾患が誘導されるかを解析することは、医療や創薬にとって重要な知見をもたらすことが期待される。

### 2 研究の目的

細胞蛍光生体イメージングは、生体内における細胞動態を3Dかつ大量の動画像として取得可能である。加えて、見たい機能に関するタンパク質を可視化する蛍光プローブ設計技術や、動画像を客観的かつ定量的に解析するための方法論の開発も重要であり、各分野の研究者が密な連携を行うことが望ましい。本研究では、医工情報学分野の研究者の連携を強化し、化学に基づく蛍光プローブの開発から蛍光分子の生態観察、定量的動画像解析の一連の技術開発を行い、データ駆動型研究への転換の実現を目指す。

### 3 研究の方法と成果

#### 3. 1 新規赤色蛍光プローブを用いた破骨細胞プロトンポンプ動態の解析

骨組織は、骨吸収を担う破骨細胞と骨形成を担う骨芽細胞が協調的に働き、常に古い骨が新しい骨へと置き換わることで恒常性を維持している。このバランスが崩れ、破骨細胞による過剰な骨吸収が亢進すると、骨粗しょう症や関節リウマチといった骨疾患発症の原因となる。そのため、二光子励起顕微鏡を用いた生体イメージング技術により、生きた組織での破骨細胞動態を追跡、解析することは骨疾患に対する治療法の開発につながると考えられる。

破骨細胞において酸の放出はATP駆動型プロトンポンプ、V-ATPaseによって行われており、その動態を調べることは機能解明に重要である。V-ATPaseに緑色蛍光タンパク質を融合させたマウスモデルの二光子イメージングにより、破骨細胞ごとにその局在が変化している様子はこれまでにも観察されていた。しかしプロトンポンプが、いつ、どこで酸を放出しているかという情報は欠如しており、酸性領域形成との関連性は未だ

不明である。このような情報を得るためにには、波長がプロトンポンプの緑色蛍光と重ならず、骨組織上のpH変化を検出できる蛍光プローブが必要である。

本研究では、骨組織上のpH変化を検出できる赤色蛍光プローブを開発し、破骨細胞プロトンポンプの動態イメージングと動画像解析を行った。新規赤色蛍光プローブ“Red-pHocas”は、pH応答性を有し、骨組織への送達を行うビスホスホネート基を連結することで、破骨細胞が作るpH領域で迅速に赤色蛍光のOFF/ON応答を示す。Red-pHocasを破骨細胞プロトンポンプが緑色蛍光タンパク質でラベルされたマウスに投与し、二光子励起イメージングによりプロトンポンプの局在と骨組織表面でのpH環境の変化を追跡した。その結果、破骨細胞プロトンポンプの動きに伴った酸性領域の変化をリアルタイムで捉えることができた(図1、発表論文[5])。

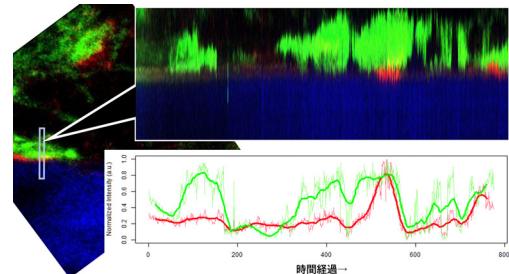


図1：プロトンポンプの局在とpHの時間変化。プロトンポンプを緑色蛍光、pHを赤色蛍光で可視化しKymographと折れ線グラフで可視化

#### 3. 2 好中球の生体イメージングを介した抗凝固薬の薬効評価

播種性血管内凝固症候群の治療薬であるトロンボモジュリン製剤は、抗凝固作用に加えて抗炎症作用を併せ持つことが示唆されているが、in vivoにおける薬理作用は十分に検討されていない。

本研究では、生体イメージング技術を駆使して、トロンボモジュリン製剤が炎症刺激で活性化された好中球の動態に及ぼす効果を解析した。麻酔管理下で、好中球を蛍光標識したマウスの腹壁下静脈を露出させ、共焦点顕微鏡を用いて血管腔内を観察した。血流に乗った細胞は速いスピードで流れているため、1フレームあたり30msという高速撮影可能な共焦点スキャナユニットを用いて観察を行っている。また動画中の好中球のトラッキングを行い、その移動速度の変化から、「接着していない」「ローリングしている」「強く接着している」という3段階に細胞の状態を定義した。

観察中に LPS で急性炎症を誘導した結果、血管壁に沿ってローリングしながら血管内皮細胞と接着する好中球の増加が認められた(図2)。この条件下で、トロンボモジュリンアルファを投与した結果、Vehicle 投与群と比較して、好中球と血管内皮細胞の接着の頻度が有意に減少し、また、トロンボモジュリンアルファを構成するドメインのうち D1 ドメインは、トロンボモジュリンアルファと同程度に、好中球と血管内皮細胞の接着を減少させた。このことから、生体血管内において、トロンボモジュリンアルファの D1 ドメインが、好中球の血管内皮細胞への接着を抑制し、抗炎症作用に寄与している可能性が示唆された(発表論文 [1])。

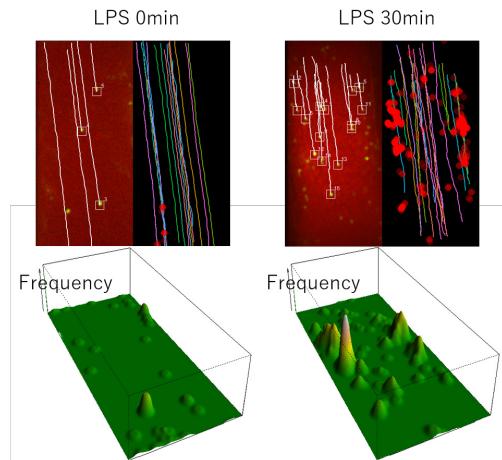


図2: 血管中を流れる好中球の軌跡(図上)と好中球がローリング状態になる頻度(図下)

#### 発表論文等

##### [雑誌論文]

- [1] Nishizawa S, Kikuta J, Seno S, Kajiki M, Tsujita R, Mizuno H, Sudo T, Ao T, Matsuda H, Ishii M, "Thrombospondulin induces anti-inflammatory effects by inhibiting the rolling adhesion of leukocytes *in vivo*", Journal of Pharmacological Sciences, 2020.
- [2] Hashimoto K, Kaito T, Furuya M, Seno S, Okuzaki D, Kikuta J, Tsukazaki H, Matsuda H, Yoshikawa H, Ishii M, "In vivo dynamic analysis of BMP-2-induced ectopic bone formation", Scientific Reports, 2020.
- [3] 嶋田彩人, 瀬尾茂人, 繁田浩功, 間下以大, 内田穂, 石井優, 松田秀雄, “生体蛍光観察動画像の深度を考慮した深層学習による細胞追跡精度の改善”, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 2019.
- [4] Minoshima M, Kikuta J, Omori Y, Seno S, Suehara R, Maeda H, Matsuda H, Ishii M, Kikuchi K, "In vivo Multicolor Imaging with Fluorescent Probes Revealed the Dynamics and Function of Osteoclast Proton Pumps", ACS Central Science, 2019.
- [5] Reja SI, Minoshima M, Hori Y, Kikuchi K. "Development of an effective protein-labeling system based on smart fluorogenic probes", J Biol Inorg Chem. 2019

[著書]

- [1] 菊田順一, 松井崇浩, 石井優, “次世代の生体イメージング技術開発”, 臨床免疫・アレルギー科 72(3):1-6, 2019.
- [2] 宮本佑, 菊田順一, 石井優. “イメージング技術と細胞・組織ダイナミクス”, 炎症と免疫 27(3):192-198, 2019.
- [3] 菊田順一, 石井優. “骨リモデリングに関する最新のトピック(1) — *in vivo* イメージングから得た新知見—”, The BONE 33(1):49-53, 2019.
- [4] 菊田順一, 石井優. “様々な組織・臓器における適応・修復機構の動的イメージング”, 別冊 BIO Clinica 8(1):10-14, 2019.

##### [外部資金]

- [1] 2019-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究(B), “細胞動画像とオミクスデータの統合的情報解析技術の開発”, (代表) 瀬尾茂人
- [2] 2019-2020 年度, 科学研究費助成金 若手研究, “関節リウマチにおける炎症細胞ダイナミクスの動的解析と新規治療法の最適化”, (代表) 菊田順一
- [3] 2018-2021 年度, 日本医療研究開発機構 革新的先端研究開発支援事業(PRIME), “4D マルチスケールイメージング研究で解き明かす生体組織修復機構とその破綻”, (代表) 菊田順一
- [4] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “シミュレーションとGAN を介した強化学習による細胞動画像処理の自動化技術の開発”, (代表) 瀬尾茂人
- [5] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “4D ケミカルスクレオミクス基盤技術の開発”, 18K19402, (代表) 堀雄一郎
- [6] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 新学術領域研究 公募研究, “蛍光スイッチ分子の化学デザインと生体イメージング”, 18H04735, (代表) 堀雄一郎
- [7] 2017-2021 年度, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, “実用化に向けたB型肝炎新規治療薬の探索及び最適化”, (分担) 菊田順一
- [8] 2017-2019 年度, 科学研究費助成金 基盤研究(B), “合成分子と蛋白質を駆使した膜蛋白質の動態解明技術の開発”, 17H02210, (代表) 堀雄一郎
- [9] 2017-2019 年度, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, “肝硬変に対する間葉系幹細胞およびマクロファージの線維化改善機序のイメージングおよびエクソソーム解析による解明とその応用”, (分担) 菊田順一

バイオサイエンス部門・生命システム領域

## 微生物人工生態系の情報解析基盤の開発

細田 一史（国際共創大学院学位プログラム推進機構）

瀬尾 茂人（情報科学研究科）

### 1 研究の背景

人類にとって生態系変化の理解と予測は急務である。生態系は様々な生物の相互作用をもち常に変化しながらも、ある程度安定に存在できる複雑なシステム（大自由度力学系）である。どのように変化しどのように保たれているのか、琵琶湖でもアマゾンでも腸内フローラでも、本質的な共通点があるはずである。この共通原理の解明のためには、自然観測や理論研究に加え、人工生態系の実験が強力なツールとなる。既知生物のみで構成され、安定な系から天然では存在すらできない不安定な系まで、様々な系を試験し観察できる人工生態系の実験技術が発達すれば、生態系の理解も飛躍的に進むと考えられる。人工生態系の研究は古くから行われてきたが、これまでの系は、大自由度力学系としての性質を研究するには単純すぎるもしくは複雑すぎるという問題があった。

本研究では、単離・凍結保存が可能な生物のみから構成され、生産者・捕食性消費者・分解者を含み、大量の系を扱えるという、生態系の複雑な性質をもち既知生物のみで構成される人工生態系を開発するとともに、顕微鏡による観察画像からデータ駆動型数理モデリングへ連結するための情報処理基盤の開発を行う。

### 2 研究の目的

本研究は、人工生態系の中でも「単離・凍結保存が可能な既知生物のみから構成される」、「複雑な系」を構築する初めての研究である。系の特徴を知るには、敢えて自然にはないような不安定な系も含めて比較する必要があるが、長期間にわたる実験を大量に行う必要がある。そこで本研究では数千から数万の生態系を一度に試すことができる実験系の確立を目指し、実験操作のオートメーションを試みる。分注や計測などの様々な実験操作の自動化によって、コンピュータシミュレーションを行うように、様々なパラメータでの実験を実際にを行うことが可能となる。

加えて、上記実験系で取得されたデータの情報解析基盤の開発を行う。深層学習などの技法を用いて、大量に撮影された画像データから微生物の種類の認識、個体数の計数を行うことで、非構造化データである顕微鏡画像から、各微生物の個体数や状態などの時空間パターンを記した高次元の行列形式のデータへと、情報の変換と集約を行う。

これらの要素技術を組み合わせ、安定な多種系の構築・大自由度力学系としての生態系のレジームシフトの再現・生態系の変化を予測する数理モデルの記述を試みる。

### 3 研究の方法

本研究で開発したシステムは、1枚のプレートの384か所の各ウェルそれぞれに同時に並列に存在する、微生物の多様な人工生態系を顕微鏡で観察可能なものである。1つの生態系は広角

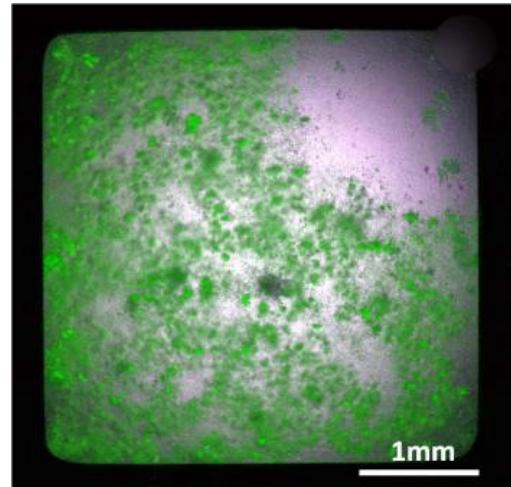


図1：人工生態系の1つ。密閉された持続可能で微小な生態系であり、光合成生物や細菌、酵母や原生生物がいる

4倍のレンズを用いれば2048x2048ピクセルの1枚の画像として俯瞰可能（図1）であり、高倍率の60倍のレンズを用いれば2048x2048を数百枚タイリングした超高解像度画像となる。各生態系はタイムラプス撮影によって数か月間撮影されるため、そのデータ量は膨大なものとなる。

#### 3.1 微生物の人工生態系の開発

本研究での人工生態系の概要是以下の通りである。使用する生物種は全12種であり、うち生産者（光合成）、分解者（細菌や酵母等）、捕食性消費者（捕食性原生動物）を含む。これら微生物を可視底384ウェルプレートに混合し、プラスチック加熱圧着により密閉して白色LED下に静置する。測定は蛍光プレートリーダーと顕微鏡を用いる。実験操作の自動化法を用いて、安定な生態系構築の条件探索・複雑な生態系現象の再現を試みた。

#### 3.2 情報解析基盤の開発

従来の単離・凍結保存が可能な既知生物のみから構成される人工生態系の研究は、多くて3種の微生物を混合した程度であった。理由は、単純化が重要であると考えられていたこと、そもそもたくさんの生物種を混合しても（自動でも肉眼でも）見分けることが困難であったためである。そこで、本研究では深層学習の技法を利用し、顕微鏡画像から、何が・いつ・どこに・どのような状態で存在しているかを検出する方法を開発した。図2は深層学習による微生物認識の結果であり、好条件（高解像度で微生物が混雑していない）であれば、微生物の個体とその種類を認識可能である。

一方で、低解像度の広域画像や微生物が密集している場合は検出精度が下がってしまうことが問題である。高解像度画像は

撮影に時間がかかる上に、データ量が肥大化するため望ましい条件ではない。そこで、広角低解像度で撮影された画像と高解像度で撮影された画像のペアを利用して、顕微鏡画像超解像を行なう方法の開発も行っている。このような、一枚の画像を入力として受け取って対応する高画質の画像を推定するタスクは、單一画像超解像 (Single Image Super-Resolution) として知られおり、物体認識の精度向上にも役立つことが報告されている。現在、1つの生態系を収めた1枚の広域低解像度画像をバーチャルに高解像度化し、認識精度の向上を試みている。

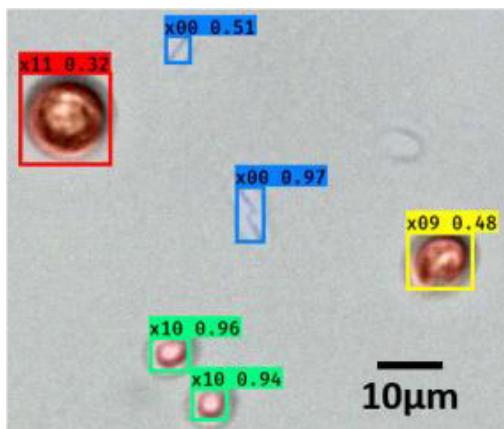


図2: 深層学習による微生物種の認識

#### 4 研究成果

本研究では、生産者・捕食性消費者・分解者の3役を含み、全て単離・凍結保存が可能な12種の生物を用いて、同時に1万個程度の系を試験できる実験系を構築した。このうち、完全に閉じた系、および、定期的な流入出がある開いた系の両方で、半年以上の間、3役を含む5種以上が存在できる安定な系が存在した。この中には、2種では現れない振動パターンなど、複雑な現象が観察される系もあった。また、キーストーン種をもつ生態系もあり、そのメカニズムも明らかにできた。以上のように、生態系の複雑な現象を再現でき、シミュレーションのように大量の系を調べられる実験プラットフォームが確立された。今後は、生態系の変化や安定性の原理解明、温度など外部環境変化による生態系変化の理解・予測・制御、各生物や生物内の分子から生態系全体を繋ぐ全体の理解など様々な目的において、理論と天然をつなぐプラットフォームとして生態学の進展に貢献するだろう。本研究成果は近日中に論文投稿の予定である。

しかし、情報解析のための画像処理系には精度向上の余地が残る。各微生物の個体の全検出や状態の認識の精度が向上すれば、様々な微生物の織り成す時空間パターンをより詳細に解析することが可能であるため、引き続き技術開発を行う予定である。

#### 発表論文等

##### [学会発表]

- [1] 細田一史, “1000 個以上の大规模人工生態系実験による個

体群動態の網羅的解析”, 第35回 個体群生態学会大会生物や生態系全体の動態をとらえる網羅的実験の新展開, 2019年9月。

- [2] 細田一史, 村上なおみ, 濑尾茂人, 長田穂, 松田秀雄, 古澤力, 近藤倫生, “1万個の人工生態系をつくり生態系ダイナミクスの理解に挑む”, 日本生態学会第67回全国大会, 2020年3月。

##### [その他]

- [1] 細田一史, クラウドファンディング, “1万個の人工生態系をつくり非平衡で非線形な生態系の理解に挑む！”, 2019年。
- [2] 細田一史, 每日新聞(朝刊19面), “ひと人 人工生態系を研究 人間の謎に迫る挑戦 大阪大特任准教授 細田一史さん”, 2020年4月8日。

##### [外部資金]

- [1] 2019-2021年度, 科学研究費助成金 基盤研究(B), “細胞動画像とオミクスデータの統合的情報解析技術の開発”, (代表) 濑尾茂人
- [2] 2018-2019年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “シミュレーションとGANを介した強化学習による細胞動画像処理の自動化技術の開発”, (代表) 濑尾茂人
- [3] 2018-2019年度, 科学研究費助成金 新学術領域研究(研究領域提案型 公募班), “生態系の揺らぎ応答関係と内部進化の実験的解明研究”, (代表) 細田一史

バイオサイエンス部門・生命システム領域

## タンパク質構造上でのがん変異集積領域の同定方法の開発

樋野 展正（薬学研究科）

土井 健史（薬学研究科）

川端 猛（蛋白質研究所）

栗栖 源嗣（蛋白質研究所）

### 1 研究の背景

国際的がんゲノム研究の成果としてがん種ごとの特徴的な遺伝子変異パターンが見出され、がん患者の個別化医療への応用が進められている。一方において、どのパターンにも当てはまらないがん種の存在や新規創薬ターゲットの枯渇などの問題も指摘されており、新しいゲノム創薬の方向性が世界的に模索されている。

最近になって、がん遺伝子変異の大部分を占める中～低頻度のミスセンス変異（アミノ酸置換を伴う変異）をタンパク質の立体構造上にプロットしていくと、タンパク質間相互作用のインターフェースとなる部分に集積することがわかって来た [a]。逆に言えば、このような「変異集積領域」に着目した相互作用解析を行うことにより、がんで異常を生じるタンパク質間相互作用を効率よく見出だすことができる期待される。

本研究では、がんゲノムデータとタンパク質立体構造データを組み合わせて用いることにより、タンパク質構造上の変異集積領域を特定する。さらに、その領域を介して生じるタンパク質間相互作用を「細胞内光クロスリンク法」という独自手法 [b] を用いて集中的に解析する。これにより、これまで研究対象とならなかった中～低頻度の変異情報から、がん細胞で異常をきたすタンパク質間相互作用を効率よく見出すスキームを確立する（図1）。

異部位の立体的位置関係から変異が空間的に集中する領域を特定するプログラムの構築に成功した。さらに、多くの肺がん患者で変異が見られる KEAP1 タンパク質の立体構造上の変異集積領域を見いだすことにつき成功した。そこで本年度においては、KEAP1 の変異集積領域に結合する因子を細胞内光クロスリンク法により同定し、得られた相互作用が実際にがん変異により異常をきたすのかどうかを検証した。

### 3 研究の方法

#### 3. 1 KEAP1 立体構造上の変異集積領域の同定

KEAP1 遺伝子上のミスセンス変異部位は、がんゲノムデータベース cBioPortal (<https://www.cbioportal.org/>) から取得した。KEAP1 の立体構造情報は、構造モデリングサーバー HOMCOS (<http://homcos.pdbj.org>) [c] から取得した。これら情報を組み合わせ、KEAP1 立体構造上にがん変異部位をプロットした。次に、前年度までに開発したプログラムを用い、KEAP1 タンパク質の立体構造上、がん変異が空間的に偏在している変異集積領域を機能的に重要な領域として抽出した。また、既知のホモログの複合体構造データから、結合している他の分子をタンパク質の立体構造に重ね合わせて表示する機能を新たに開発した。これにより、変異集積部位が既知の相互作用部位と重複することも確認できるようになった。

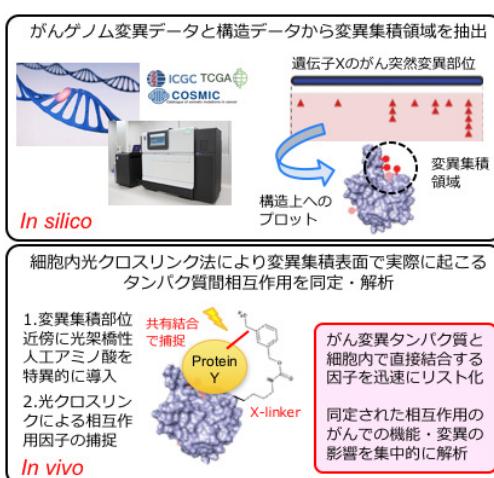


図1：がん変異集積領域に着目した相互作用解析の流れ

### 2 研究の目的

前年度までに、がんゲノムデータベースから取得した遺伝子変異部位をタンパク質立体構造上に自動的にプロットし、各変

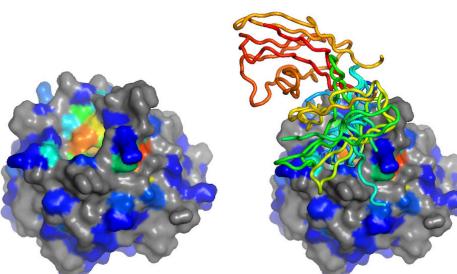


図2：KEAP1 の解析例。左：立体構造をがん変異部位の集積の有意性の高さで彩色。赤いほど有意。右：既知の相同的複合体構造データから相互作用している分子を重ねた。

#### 3. 2 細胞内光クロスリンク法を用いた KEAP1 相互作用因子の同定

KEAP1 に対するクロスリンカー導入部位として、変異集積領域近傍に存在し、かつ、タンパク質表面上に露出している残基を計5ヶ所選択した。既に開発した方法 [b] [d] を用い、光クロスリンカーとして機能する人工アミノ酸 mTmdZLys を上記部位に導入した KEAP1 を HEK293 c18 細胞中に発現させた。細胞に UV 光を照射した後、生じたクロスリンク複合体を

アフィニティー精製法により回収し、捕捉された KEAP1 相互作用因子について質量分析法およびウエスタンプロット法により解析した。さらに、KEAP1 のがん変異が、新規に同定した GTPase 群との相互作用に与える影響をプルダウンアッセイ法により解析した。

#### 4 研究成果

まず、KEAP1 の立体構造上においてがん変異が空間的に偏在している領域を解析したところ、Kelch ドメイン上に変異が集積する領域を見出した。この領域は、KEAP1 と既知相互作用因子との結合領域と重複していた（図 2）。この結果は、タンパク質構造上の変異集積領域が、他のタンパク質との相互作用領域と合致するというこれまでの報告と一致するものであった。そこで、この領域を介して実際に KEAP1 と相互作用するタンパク質を、独自の細胞内光クロスリンク法 [b][d] を用いて網羅的に探索することを試みた。

上記プログラムおよび Gao らが開発したプログラム [e] を用い、KEAP1 の変異集積領域近傍に存在し、かつ、タンパク質表面上に露出している残基を選定した。それぞれの部位に対して光架橋性人工アミノ酸 mTmdZLys を導入した KEAP1 変異体を、既知相互作用因子 NRF2 とともに HEK293 c18 細胞中に発現させた。細胞に UV 光を照射した後、NRF2 とのクロスリンクの成否をウエスタンプロット法により解析した。その結果、KEAP1 の 459 位に mTmdZLys を導入した場合に、NRF2 とのクロスリンク産物が検出された（図 3 (a)）。また、459 位、528 位に mTmdZLys を導入した KEAP1 は、NRF2 以外にも複数の内在性因子とクロスリンクを形成することがわかった（図 3 (b)）。そこで、これらの内在性因子の質量分析法による同定を試みたところ、KEAP1 の相互作用因子として複数の GTPase を新規に同定することに成功した。

次に、KEAP1-GTPase 間の相互作用が、KEAP1 に対するがん変異によりどのような影響を受けるのかをプルダウンアッセイにより調べた。その結果、KEAP1 の R415C 変異によって、実際に両者の相互作用が顕著に抑制されることがわかった（図 4）。さらに、KEAP1 は当該 GTPase による細胞遊走活性を抑制しており、KEAP1 の変異によりこの機能抑制も破綻することが明らかとなった。これにより、変異集積領域に着目した相互作用解析により、がん変異により影響を受ける新規相互作用ペアを効率良く見出すという当初のコンセプトが実証された。

#### 引用文献

- [a] Glusman, G. et al. Mapping genetic variations to three-dimensional protein structures to enhance variant interpretation: a proposed framework. *Genome Med.* 9, 113 (2017).
- [b] Hino, N. et al. Protein photo-cross-linking in mammalian cells by site-specific incorporation of a photoreactive amino acid. *Nat. Methods* 2, 201 - 206 (2005).
- [c] Kawabata T. HOMCOS: an update server to search and model complex 3D structures. *J.Struct.Funct.Genomics* 17, 83-99. (2016)
- [d] Kita, A. et al. Adenovirus vector-based incorporation

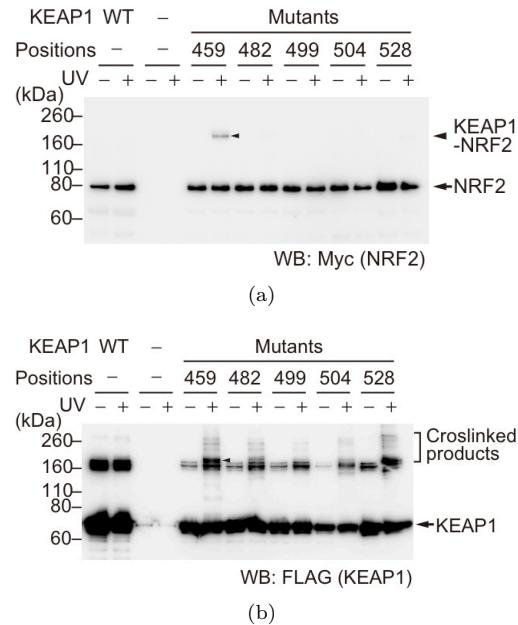


図 3: KEAP1 と NRF2 の細胞内光クロスリンク実験。クロスリンク産物は UV 照射依存的なシフトバンドとして検出される。

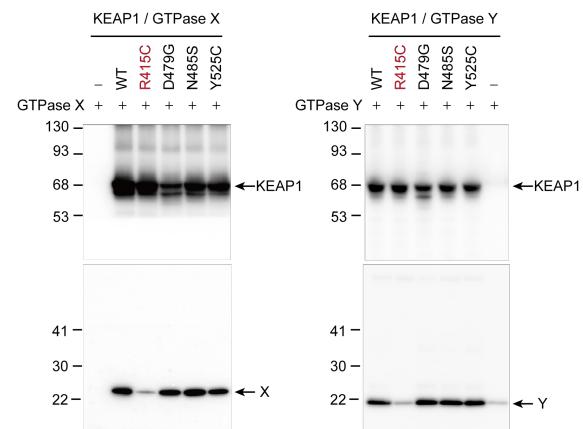


図 4: KEAP1 変異が GTPase との相互作用に与える影響。

of a photo-cross-linkable amino acid into proteins in human primary cells and cancerous cell lines. *Sci. Rep.* 6, 36946 (2016).

- [e] Gao, J. et al. 3D clusters of somatic mutations in cancer reveal numerous rare mutations as functional targets. *Genome Med.* 9, 4 (2017).

#### 発表論文等

##### 〔外部資金〕

- [1] 2018-2019 年度、科学研究費助成金 挑戦的研究（萌芽），“ゲノム変異集積領域に着目したがん特異的タンパク質間相互作用解析”，（代表）樋野展正

人間総合デザイン部門

## スマートシティプロジェクト

八木 康史（産研），長原 一，春本 要，岸本 充生，中島 悠太，武村 紀子，新妻 弘崇，丹羽 真隆（IDS）

馬場口 登（工学研究科），楳原 靖，村松 大吾（産研）平川 秀幸，八木 紗香（CO デザインセンター）

下條 真司，廣森 聰仁（CMC），東野 輝夫，義久 智樹（情報科学研究所）

### 1 研究の背景

街中には非常に多くの防犯カメラが設置されており、設置エリア周辺の人々の行動を撮影している。この防犯カメラに映る人々の数は膨大であり、人物映像を解析することで、犯罪捜査支援のみならず、防災やマーケティング、子供や高齢者の見守りなど、様々な社会サービスでの活用が期待される。ただその一方で、解析される側は、自分の映像が対象となることに対する不安や気持ち悪さを感じることもあるため、技術の社会導入のためには、技術の研究開発を進めるのみならず、映像を取得されることや、取得された映像が解析されることなどに対する社会合意の形成も重要な課題となっている。

### 2 研究の目的

本研究プロジェクトでは、大阪大学吹田キャンパス内に複数の実験実施場所を整備し、人物映像解析によるサービスの提供を見据え、研究に必要となるデータの収集を行うとともに、人物行動解析データ収集及び実証実験を実施するにあたり必要となる合意形成の方法について検討をする。

### 3 研究の方法

#### 3.1 実験方法

実験実施場所にカメラを設置するとともに、説明会などを実施して、関係者向けに説明を実施する。説明会では、実験の実施方法についての意見などについても参加者からヒアリングをする。また、実験実施計画に基づき、カメラを稼働させ、人物行動映像データを収集するとともに、収集データを研究開発の目的で利用する。実験の実施方法などは、実験実施場所による異なるため、場所ごとに実施方法等を報告する。

#### 3.2 産業科学研究所

産業科学研究所には、本研究専用のカメラ（以下「実験カメラ」と呼ぶ）を40台設置し（設置場所は図1～3の通り）、2017年3月より実験を開始している。実験用カメラはボックス型カメラを屋内および屋外に計26台（図1、2）、屋外にドーム型カメラを計14台（図3）設置した。

産業科学研究所では、40台の実験用カメラを設置しているが、全実験用カメラを同時に稼働するのは、関係者の理解が得にくく、また抵抗が大きいと考え、稼働させる実験用カメラ台数を限定し、また稼働時間を短く設定する実験から開始し、徐々に実験用カメラ台数や稼働時間を延長していく方針で実験を進めた。

#### 3.3 生命科学図書館

大阪大学吹田キャンパス内にある生命科学図書館でも実験を実施した。生命科学図書館では実験専用のカメラを設置するのではなく、防犯目的でも利用できるように調整をし、実験兼防犯カメラとして設置した。実験兼防犯カメラは全部で48台設

置し、実験に先立ち2018年4月から防犯目的で運用を開始した。実験兼防犯カメラを実験目的で利用する場合には、実験目的でも利用することを周知することが重要となるため、実験説明会を複数回開催する。カメラによって撮影される映像は、生命科学図書館の1階のディスプレーにオンラインで表示することにより、生命科学図書館の利用者が現場でオンライン映像を確認できるようにしている。

#### 3.4 工学研究科エリア（センテラス）

大阪大学大学院工学研究科が管理するセンテラス（大阪大学吹田工学部福利会館）及びその周辺でも実験を実施した。この工学研究科エリアでも生命科学図書館と同様に実験専用のカメラを設置するのではなく、防犯目的でも利用できるように調整をし、実験兼防犯カメラとして設置した。実験兼防犯カメラを実験目的で利用する場合には、実験目的でも利用することを周知することが重要となるため、実験説明会を複数回開催するとともに、本格実験に先立ち、アナウンスのための看板とデジタ

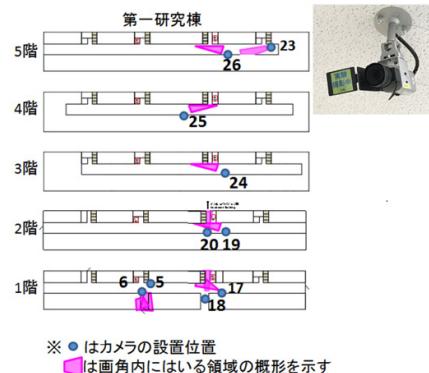


図1：産業科学研究所における実験用カメラ設置場所1

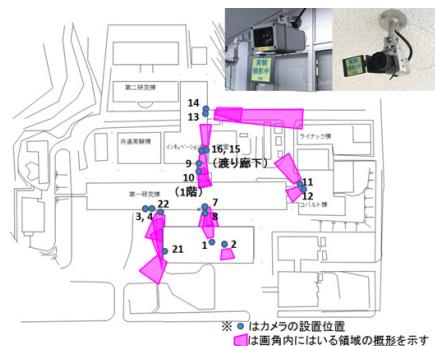


図2：産業科学研究所における実験用カメラ設置場所2

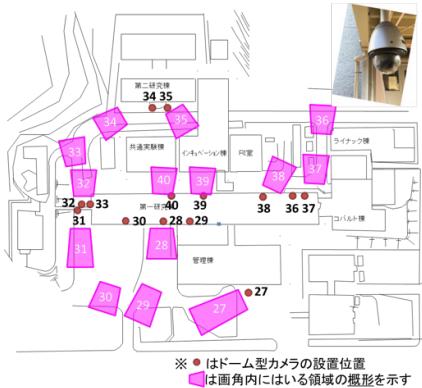


図 3: 産業科学研究所における実験用カメラ設置場所 3



図 4: 工学研究科エリア (センテラス) における撮影エリアと看板・デジタルサイネージ設置位置

ルサイネージを設置予定である。図 4 に撮影されるエリア、看板とデジタルサイネージの設置予定場所を示す。

## 4 研究成果

### 4.1 産業科学研究所

2017 年 3 月の実験開始時点では、実験用カメラ 3 台を 2 時間のみ稼働させた実験であったが、徐々に台数および稼働時間を拡張していった。2019 年は図 1, 2, 3 のカメラ 40 台を使用した実験を 1 月 9, 10, 16, 17, 18, 23, 24, 30, 31 日, 2 月 5, 6, 13, 14, 19, 20, 20, 27, 28 日, 3 月 3, 6, 14, 15, 20, 29 日に実施した。2019 年 4 月より後は実験を休止している。実験用カメラの故障が数台あるものの、交換や修理などにより今後も実験ができる状態である。

### 4.2 生命科学図書館

実験に先立ち、実験用の Web ページを準備するとともに、実験説明会を開催した。また、本格実験に先立ちアンケートも実施し、図書館利用者から意見を聴取した。説明会時などにおいては、参加者から質問等が寄せられたため、代表的なものについては、生命科学図書館の実験用 Web ページにまとめて公開している。

データ取得については、2018 年 12 月より、月に 4 回のペースで実験を開始した。利用者の数は曜日によって異なることが予想されるため、実験曜日を変更しながら実験を実施している。実験では、トイレの出入口が撮影エリアに入るカメラを除く 47 台を実験目的でも稼働させ、データを取得している。稼働時間は生命科学図書館の開館時間となる 9:00~21:00 としている。

2019 年は表 1 に示す日時に実験を実施した。2020 年 1, 2 月は実験を予定していたが、機材のトラブルなどによりデータ取得が行われていない。

実験実施日には、図書館の入館ゲートにデジタルサイネージを設置し、実験実施中であることを提示している。デジタルサイネージは、実験日以外には、実験予定を通知する目的にも利用している。なお、実験説明会を半期に一度実施している。

2020 年 4~9 月頃に生命科学図書館に新たな設備が入る都合上、一部のカメラの移設および向きの変更を計画している。

表 1: 2019 年の生命科学図書館における実験実施日

3月	7日	11日	22日	27日
4月	5日	11日	17日	23日
5月	10日	16日	22日	27日
6月	3日	11日	20日	28日
7月	5日	10日	16日	22日
8月	1日	7日	19日	27日
9月	6日	12日	18日	24日
10月	2日	12日	18日	24日
11月	5日	11日	22日	28日
12月	7日	8日		

### 4.3 工学研究科エリア (センテラス)

工学研究科エリア (センテラス) では、実験兼防犯カメラの設置が完了した状態であるが、動作確認を含め、まだ運用を開始していない。センテラス周辺のエリアは、産業科学研究所や生命科学図書館と異なり、人が非常に多く、かつ様々な人が関係してくるため、実験兼防犯カメラの設置事実の周知や、実験説明会実施の通知方法など、色々と検討する必要がある。センテラスエリアは、産研や生命科学図書館と異なり、撮影エリアに入り込む場所が限定されていない。また、撮影エリアに入れる可能性がある全ての場所に看板を設置することは現実的ではない。そこで、撮影エリアに入る前の人の通りが多いと思われる通路に常設の立て看板を、撮影エリア内にデジタルサイネージの設置をそれぞれ計画している。図 4 に撮影されるエリア、看板とデジタルサイネージの設置予定場所を示す。看板には実験を実施している旨やその内容、撮影エリア、問い合わせ先などを、デジタルサイネージにはカメラが実際に撮影しているリアルタイム映像や実験日には実験実施中である旨などを表示する予定である。これらの立て看板やデジタルサイネージは、実験開始数ヶ月前から設置することで、日頃センテラスエリアを利用している人々への周知を図る予定である。

人間デザイン総合部門

## 打つ前に分かる、プレイヤーの画像解析と学習によるテニスの球種と軌道の予測

中田 研, 高畠 裕美, 近田 彰治 (医学系研究科)

下條 真司, Lee Chonho, 吉川 隆士, 日田 雅美 (CMC)

斎藤 英雄, 清水 友博 (慶應義塾大学情報工学科)

### 1 研究の背景

スポーツにおける情報技術の適用は、戦術やプレイヤーの動きなど、様々な競技で取組まれている。メジャースポーツのひとつであるテニスについては特に盛んで、産業として成立している。ボールの軌道やセンサーのデータをもとにした解析に関してはすでに大規模に取り組みがなされている。そこで本研究ではプレイヤー自身に着目し、その動作から次に行うショットを予測することに注力して研究を進めてきた。

### 2 研究の目的

本研究の目的はAIによりテニスにおけるサーブ、ストロークの方向と球質の事前予測を実現することである。また、これを選手のトレーニングのひとつに取り入れ、予測能力を身に着けることで、パフォーマンスの向上につなげることを目的とする。

平成29年度度はAI予測の全体フローを検討した。その結果、学習データ作成に時間がかかるという課題があり、平成30年度はこの課題解決ため学習データ作成自動化、少ないデータでの精度向上を試み、関節点データを用いたLSTMにより予測精度を66.8%まで向上した。また並行して、選手の予測能力向上トレーニング用アプリケーションの全体構成と機能仕様を検討した。

これを受け、平成31年度（令和1年度）は前年度に機能仕様を策定したストローク打球予測トレーニング用アプリケーションの実装に取組んだ。また、新たにサーブの予測に取組んだ。サーブは動作が速いためストロークとは別の手法の検討を必要とした。

### 3 研究の方法

#### 3.1 予測トレーニング用アプリケーション

昨年度に、選手の予測力のトレーニングのためのアプリケーションの機能仕様を検討した。このアプリケーションはテニスプレイヤーのストロークの場面をコマ送りで流して、次に左右、どちらの方向へ打つかを予測する。予測できた時点で、その方向をボタンで入力する。予測結果の当たり外れが画面に示される。一方、システムにはどのような出題されたストロークがどのようなものか、何枚目で答えたか、それが正解だったかなどの、データが蓄積される。これらのデータをデータベースに蓄積する。これを用いて個人の予測能力の向上の分析が行える。この予測を複数人に実行させることで統計的なデータの取得も行う。

#### トレーニング用VIDEO作成の自動化

テニスの試合を撮影したビデオ映像からトレーニング用アプリケーションで用いるための、一回分のストローク（ここではショットと呼ぶ）を切出す。これにボールが来た方向、打った方向、打った位置などの情報を画像から取得してそのショット

の情報として記録する。

#### トレーニング用アプリケーションの実装

トレーニング用アプリケーションにはトレーニングを行うユーザが利用して実際に予測のトレーニングを行うフロントエンド部と、データを蓄積し、コーチらが分析に用いるためのデータベースからなるバックエンド部がある。実際にユーザにテストしてもらい、目的とするデータが取得できるか、及び、ユーザが気持ちよく予測トレーニングを実施できるかを検討するために、本年度はフロントエンド部の実装を行った。

#### 3.2 サーブのAI予測

これまでストロークについてのAI予測に取組んできた。今年度はサーブについて、打球方向の予測を実現する方法を検討した。始めにサーブでは動きが非常に速いため通常の30fps(1秒間に30フレーム)程度のビデオではインパクトの瞬間はおろか、腕、肘、ラケットの動きが捕えられない。そこで、高速カメラを用いて撮影を行って新たにデータセットを得る必用がある。また、AI学習モデルに関しても、ストローク予測の場合のように単純にインパクト前の数フレームを順番に用いるだけでは、学習効率・推論精度ともあがらないと考えられる。これは高速カメラを用いることでサーブのインパクトへ至る動作が細かく分離されすぎるためである。人の動作はサーブを打つたびごとに機械的に正確に同じではない。そのため240分の1秒で区切った場合に、例えばインパクトから10フレーム前の写真を見た時に、そこに写っているポーズ全く異なっている可能性が高い。そのためフレームごとにLSTMに入力しても学習効果は上がらない。

そこでまず、ポーズの定義をすることにした。トスアップからサーブのインパクトへ向かう一連の動作の中で、腕、肩、肘などの位置関係から、特定のポーズがあると考えた。これを実際に高速カメラのデータを分析して調べた

### 4 研究成果

#### 4.1 予測トレーニング用アプリケーション

テニス試合のビデオから、ストロークひとつずつを切出した上に、各ショットについてトレーニング効果の分析に必要な情報を取得した。そのため、コート位置の割り出し、座標取得、プレイヤー検出、ボール検出、ボール方向の分類、プレイヤーの位置、ボールの軌道とインパクトの検知を行った。図1には上記のうちのコート検知を示す。処理は単純で二値化のノイズ除去を行い、コートの四隅の画素上の座標を取得した

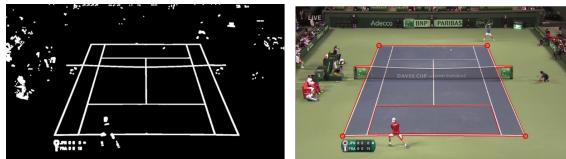


図 1: コートの検出

訓練用アプリケーションの実装を行った。トレーニングを行う画面を図 2 に示す。ビデオはコート全体を写したコート VIEW と選手のクローズアップの二通りが選べる。ボールが来る方向やボールを打つ場所など、最小限のプレーの流れが見える場合はコート VIEW、純粹にフォームだけから判断する場合はクローズアップ画像を用いる。

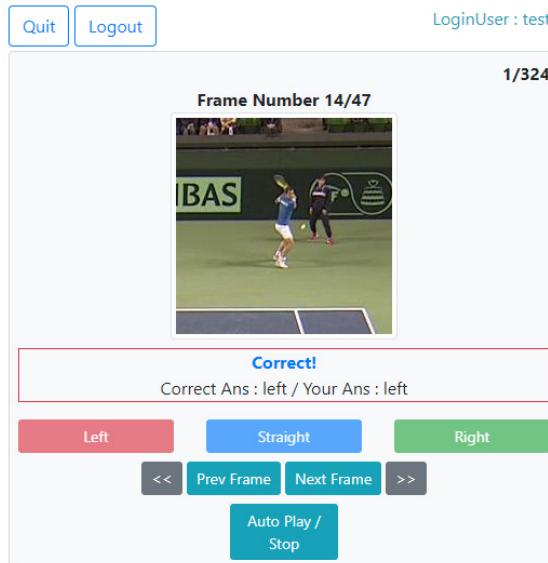


図 2: トレーニング用アプリケーションのユーザ画面

画像は手動、あるいは自動でコマ送りされる。ユーザは打球の飛ぶ方向を予測した時点で「left」「straight」「right」のボタンを押す。図 2 はユーザが打球方向を左と予測し「left」を押し、正解も「left」であった場合の画面である。

#### 4. 2 サーブの AI 予測

サーブの打球方向を予測するためのデータセット作成を行った。最初に、医学部のテニス部の学生のサーブを様々に撮影し、AI 予測のための撮影方法と解析方法の仮設を立てた。それを元によりフォームの安定しているデニスコーチのサーブを撮影した。撮影はコナミスポーツクラブ江坂の室内コートで行った。コーチひとりがサーブを打ち、反対側のコートエンドから、三脚で固定した高速カメラを用いて撮影を行った。サーブのインパクトをとらえるために、シャッタースピードは 240fps とした。

先に立てた解析方法の確認を目的としたため、サーブはジュースサイドからのみで、フラットサーブとスライスサーブの二種類の球種について、それぞれ、センターとワイドの二方向

に 20 球ずつを打ってもらいこれを撮影した。この連続写真的画像に対して OpenPose を用いて関節点の検出を行った。図 3 にそのサーブの連続写真とそこに関節点を重ねた写真群を示す。三段目の左から二番目の写真を見るとインパクトの瞬間が捕えられていることがわかる。また関節点のデータから、サーブフォームで一般に知られているトロフィーポーズはじめ複数の特定のポーズを選択した。図 3 に示すのはそのうちの 15 個のポーズである。これらを用いて予測を行っていく。

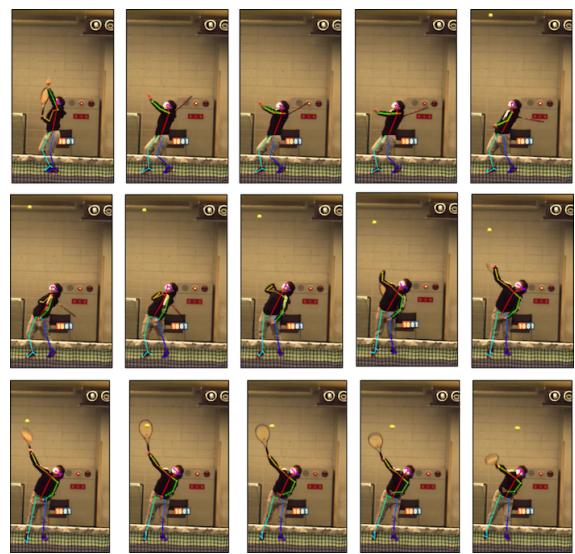


図 3: サーブの動作

謝辞：サーブの撮影にご協力頂きました㈱コナミスポーツ江坂に感謝致します。またコーチの撮影に先んじてご協力頂いた医学部の学生に感謝いたします。

人間総合デザイン部門

## 顔と歯の形態特徴抽出による遺伝疾患スクリーニング AI システムの開発

谷川 千尋（歯学研究科）

山城 隆（歯学研究科）

Lee Chonho（サイバーメディアセンター）

吉川 隆（サイバーメディアセンター）

下條 真司（サイバーメディアセンター）

### 1 研究の背景

レントゲン検査や詳細な検査を実施する前に、臨床において顔や歯の形を観察し、考えうる遺伝的問題を推測することは歯科治療計画を立案する上で、非常に重要である。そのような推測を行うためには専門医の長年の経験が必要であることが知られている。専門医の長年の経験を実装したような AI システムの構築が可能となれば、根拠に基づく医療を患者に提供する上で大きな意義を有する。

### 2 研究の目的

(1) 顔写真から患者の顔面画像所見を自動で生成し、遺伝疾患が疑われた場合にその情報を出力する AI システムを構築すること、さらに、(2) 歯の形態から遺伝の問題を推測するような AI システムを開発することにある

### 3 顔画像写真解析 AI システム

顔画像写真解析システムでは、より細かい言語情報と写真の関係を明らかにするため、現在側貌評価に絞って研究を行ってきたが、関心項目を合計 10 に増やして、解析をおこなった。また、先天性の疾患を有する患者（口唇裂・口蓋裂）についてのデータを組み込むことで、これらの患者を自動認識させ、写真から患者の顔面画像所見を自動で生成し、遺伝疾患が疑われた場合にその情報を出力する AI システムを構築中である。

### 4 歯科教材向け疾患顔画像の生成モデル

#### 4. 1 概要

上述の顔画像写真解析 AI システムをベースとした、矯正科研修医の顔特徴診断トレーニングシステムの開発を進めた。現在矯正科が保持する患者のデータを見ると症状の特徴に偏りが見られるので、研修医が様々な症状を持つ患者を診る機会を増やすことができると考える。トレーニングシステムは 3 つのモジュール（顔画像生成モデル、顔画像評価モデル、アノテーションツール）から成り、その詳細を図 1 に示す。顔画像生成モデルと特徴診断モデルはいわゆる GAN と呼ばれる深層学習モデルを活用する。研修医のトレーニング時に、または熟練医に利用してもらうことで得られた知見を訓練データセットへ再入力し、アノテーションツールとしても利用できる。

#### 4. 2 提案した疾患顔画像生成モデル

Auxiliary Classifier Generative Adversarial Networks (ACGAN) と呼ばれる生成モデルを活用して、矯正科視診トレーニング用教材のための、選択した顔の特徴（例えば視診項目の一つである側貌パターン一凹型・直線型・凸型）が表れた実在しない患者の正面と側面の顔画像生成を試みた。

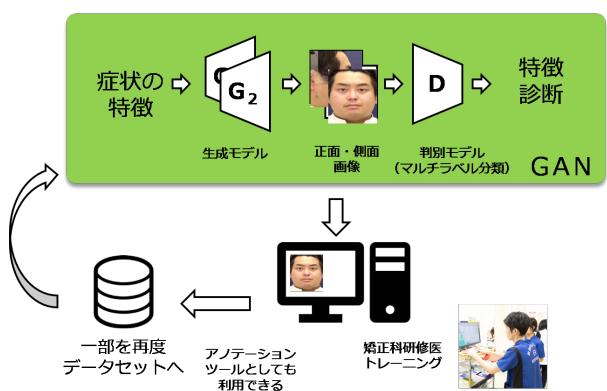


図 1: 研究の概要

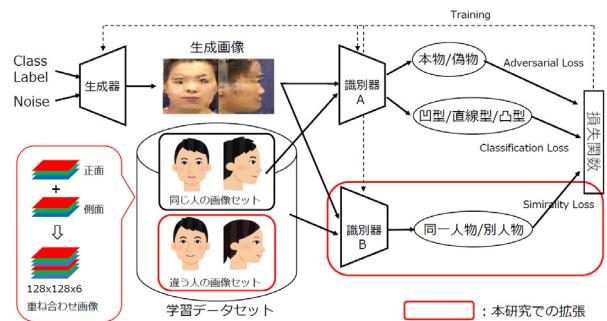


図 2: 提案した疾患顔画像生成モデル

本研究では、ACGAN の構造に対して、2 つの拡張を行った。第 1 に、与えられた正面と側面の顔画像が同一人物であるかどうかを判定する識別器を追加した。図 2 で示すように、学習データとして同じ人の画像セットだけでなく別の人の正面・側面顔画像を組み合わせた画像セットも用いて、損失関数に同一人物であるかどうかの度合いを評価する Similarity Loss の制約を加えて学習を行った。損失関数には勾配の消失を抑え学習を安定させる WGAN-GP の設計を取り入れた。第 2 に、正面と側面の顔画像を、図 2 左下で示すように 6 チャンネル (RGB 色の 3 Channel × 2 方向) の画像として扱った。重ね合わせた際、同位置に現れる顔の部位を畳み込むことで、同一人物の同じ顔の部位を考慮した特徴抽出が可能となる。

評価では、患者 1000 人分の顔画像を用いて、提案した拡張モデルの定量評価を生成画像と学習データの分布間の距離で

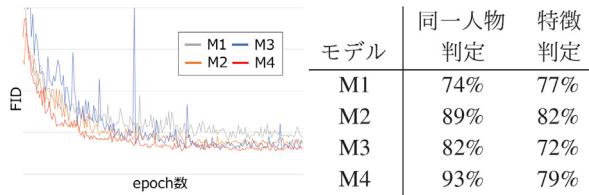


図 3: FID の推移と歯科医師による判定



図 4: ACGAN で生成された画像例

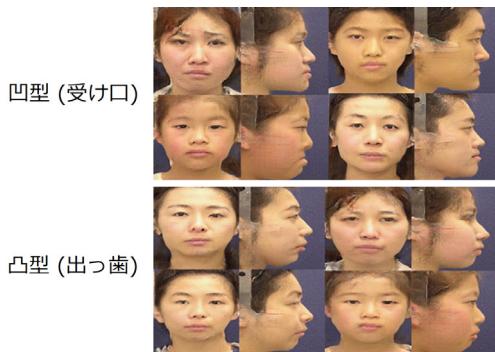


図 5: 提案モデル M4 が生成した画像例

ある Fréchet Inception Distance (FID), 定性評価を歯科医師の判定によって行った。ベースとなる ACGAN モデルを M1, Similarity Loss を加えたモデルを M2, 重ね合わせ画像を用いて学習したモデルを M3, さらに両提案を加えた拡張モデルを M4 と呼ぶ。

学習 epoch 数に沿った FID の推移を図 3 左に示す。M4 の値は学習初期段階から他より小さく、効率の良い学習が行われていた。次に、各モデルの生成画像 150 枚（側貌パターン各 50 枚）に対して、(i) 正面と側面の顔画像が同一人物であるか、(ii) 指定した側貌パターンの特徴が現れているかの判定を歯科医師にしてもらった。図 3 右に示すとおり、M4 が (i) において他より高い結果を出しておらず、より同一人物画像を生成することを確認した。また (ii) において、M2 は M1 より、M4 は M3 より高い結果が得られた。同一人物画像生成の質が良くなることで側貌パターンの特徴も効率よく学習できたと考えられる。最後に、M4 が生成する顔画像の例を図 5 に示す。M1 が生成した顔画像（図 4）と比べて、同一人物であるか、指定した特徴が現れているかの点において、質の向上が見られた。

## 5 三次元歯形態 AI システムの開発

歯の形態から遺伝の問題を推測するような AI システムを開発することを目的として、まずは、歯列模型から上顎中切歯及び上顎臼歯を自動抽出するシステムを構築した。次に、模型と

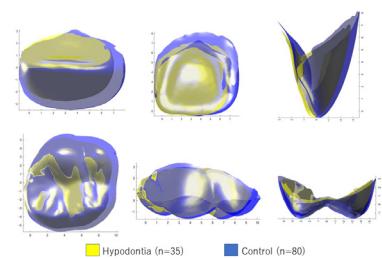


図 6: 多数歯欠損群 (n=35) とコントロール群 (n=80) における上顎中切歯（上段）と上顎第一大臼歯（下段）の平均像

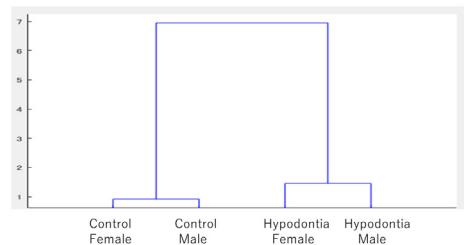


図 7: Procrustes 分析による三次元形状解析結果

全身疾患のデータベースを用いて、歯の形態と先天欠損など遺伝性の疾患の関連性を明らかにするための、歯の形態と疾患のデータベースを構築した（図 6）。また、二群の形状が有意に異なることを Procrustes 分析を用いて明らかにした（図 7）。

## 発表論文等

### [雑誌論文]

- [1] Lee C, Tanikawa C, Lim JY, Yamashiro T. "Deep Learning based Cephalometric Landmark Identification using Landmark-dependent Multi-scale Patches", <http://arxiv.org/abs/arXiv:1906.02961>, 2019.
- [2] Kajiwara T, Tanikawa C, Shimizu Y, Chu C, Yamashiro T, Nagahara H. "Using Natural Language Processing to Develop an Automated Orthodontic Diagnostic System", arXiv:1905.13601, 2019.
- [3] Tanikawa C, Takata S, Takano R, Yamanami H, Edlira Z, Takada K. "Functional decline in facial expression generation in older women: A cross-sectional study using three-dimensional morphometry.", PloS one, 14(7), e0219451, 2019.

### [その他]

- [1] 谷川千尋, 日本口蓋裂学会 優秀ポスター賞, “片側性唇顎口蓋裂患者における長期予後因子の検討”, 2019.

システムデザイン部門・環境イノベーション

## 新しいエネルギー性能評価指標の検証のための詳細行動データ取得技術

山口 弘純（情報科学研究科）

東野 輝夫（情報科学研究科）

下田 吉之（工学研究科）

### 1 研究の背景

近年では大型ビルを中心にビルエネルギー管理システム(Building Energy Management System, BEMS)の導入事例が増えてきており、建物全体でのエネルギー消費の削減を目的として管理するシステムの運用が行われている。BEMSではビル建設時に設置される温湿度計や二酸化炭素濃度計、場合によっては風量計といった空気センサー情報を利用し、換気や温湿度の調整を行うとともに、最新のBEMSでは、消費電力の約7割を占める照明・空調機器を利用者の在不在に応じて適切に制御してサービスを提供することで、不要な電力消費を削減するタスクアントビエントな照明空調システムの導入も考慮されている。しかし、建築におけるエネルギーの使われ方は多様であり、本来はその使われ方を考慮しなければ建築の省エネルギー性能を評価することはできない。しかし、これまで建築の使われ方を計測することができず、例えば魅力があり多数の来客があったり長時間運用される建物ではエネルギー消費が大きくなってしまい、省エネルギー性能が低いと評価されてしまうなどの問題があった。

### 2 研究の目的

我々は建物の在室状態などをセンシングにより高度に計測できる技術を開発し、建物内の滞在状況や滞在者属性などを考慮した新しい評価指標の提案を目指している。本研究では、人流や建築内環境の詳細計測を行い、建築における評価指標決定のためのデータを収集・解析することを目的とする。

### 3 研究の方法

近年、三次元深度センサーが、対象物や空間の立体的形状を容易に把握できるという特徴を持つことから注目を集めている。古くはMicrosoft Kinectが三次元深度センサーから骨格情報を取得しゲームへと応用している。三次元深度センサーから得られる点群データは距離情報のみからなるため、個人を特定することなく、RGB画像に比べてプライバシー侵害のリスクが低いといった特徴も持つ。今年度はこの3次元深度センサーを用いて人物センシングを行う手法を開発し、屋内における精度の高い位置情報や属性を取得する方法を検討・開発するとともに、これまで開発してきた2次元LiDARによるトラッキングシステム「ひとなび」に対し、同センサーを組み入れる方法について検討した。

### 4 研究成果

図1に人物検出システムを示す。同システムではまず移動体が存在しない状況(背景情報)を事前に取得しておき、背景差分法に基づいて移動体とその形状に対応する3次元距離情報を取得する。移動物体が対象領域内に進入したときに、得られる3次元深度データと背景となる3次元深度データとの間に差分が

生じるため、その差分が生じた領域のみを抽出することで、移動物体の3次元深度データを取得できる。3次元深度センサーは照射した赤外線が領域内の物体に反射されてセンサーに戻るまでの時間を測定することで距離を推定するTOF形式や、照射した赤外線パターンが物体の表面形状によりゆがむ様子をレオ赤外線センサーにより捉えて距離を計算するパターン照射方式などが知られており、本研究では後者のセンサーを用いている。いずれの形式も対象までの距離が遠く赤外線が大きく減衰したり、対象の材質によっては赤外線を反射せず吸収があるため、デバイスに依存した欠損領域が発生するが、連続する3次元深度画像を集約し、各ピクセルの中央値を取ることでデバイス依存の欠損値を除去する。例えば図2(a)は1フレームから生成した背景データ、図2(b)は30フレームの中央値から生成した背景データを表しており、赤で示されている部分が欠損値であるが、30フレームの中央値により欠損値の影響を抑えることができている。なお、3次元深度センサーが取得する3次元深度画像ではわずかではあるが誤差を生じるため、本研究では、背景となる3次元深度データとの差分が10cm以上ある場合のみ移動物体として判定する。

次に、得られた3次元距離画像をセンサー位置を中心とした3次元空間座標に変換する。ここで、カメラ画角の垂直方向と水平方向をそれぞれX軸、Y軸、奥行き方向をZ軸とする。得られた3次元点群に対し、Z軸が地表からの鉛直方向となるような3次元アフィン変換を適用する。変換適用前のZ軸の傾きは、RealSenseやStructure Coreといった近年の3次元深度センサーに内蔵されつつある加速度センサーを用いて取得する。最後に、Z軸圧縮を行い、鳥観図としてXY平面点群を得る。人間の体に対応する点群のまとまりをDBSCANなどのクラスタリングアルゴリズムで集約することにより、歩行者の位置を取得する。なお、実験ではStructure Coreセンサーを用い、5fpsで取得したデータに対し、歩行者同士のオクルージョンや光の当たり方などによりフレーム内的一部の人物の位置が得られない場合を考慮し、過去2フレームの点群もまとめてクラスタリングする方法を採用している。加えて、DBSCANアルゴリズムにおいては、クラスタを構成する最小点数を設定し、ノイズにより発生する小規模クラスターのフィルタリングも行っている。連続するフレームにおいて検出された人物位置をつなぎあわせることで人物の軌跡を導出する。

次に、上記の3次元深度センサーを我々が開発してきた2次元LiDARを組み合わせたトラッキングシステム「ひとなび」に組み入れる方法について述べる。ひとなびでは2次元LiDARを用い、人体の水平スキャンにより検出した位置をつなぎあわせてトラッキングを行うとともに、広域空間をカバーするために各所に設置した複数のLiDARセンサー間の相対位

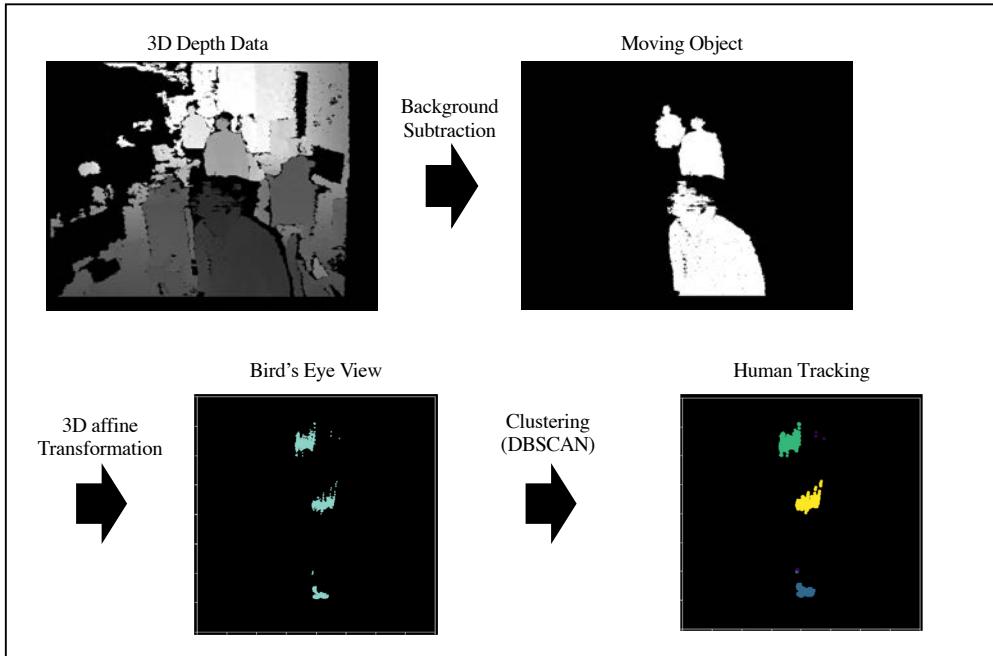


図 1: 3 次元深度センサーによる人物とラッキングシステム

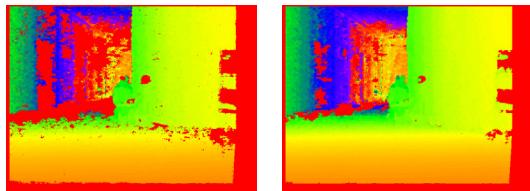
(a) ある 1 フレームの背景距離  
画像 (b) 30 フレームの中央値によ  
る背景距離画像

図 2: 背景距離画像データ

置を自動で決定する仕組みを有することで、相互の座標系を共有し、単一の空間上にトラッキング情報を共有でき、大型ビルや商業施設などにおける大規模トラッキングにも対応する。具体的な仕組みとして、屋内の閉空間の壁面等に水平設置された複数の LiDAR において、壁などの平面体で構成される屋内空間特性に着目し、各 LiDAR から得られる点群から平面体を捉えた直線成分を抽出し、その重ね合わせを用いて同一物体の認識と位置合わせを行う。これにより各 LiDAR の位置関係を推定する。これに対し、前述した 3 次元深度センサーは 3 次元空間の距離画像であるため、距離画像から変換した 3 次元空間の点群データに対し、ひとたびの 2 次元平面に対応する高さの水平射影を取得する。その後、上述の手法を用いて水平面上の位置関係を推定し、設置高と仰俯角を考慮して LiDAR とカメラの 3 次元位置関係を導出することができる。学内における位置推定結果では、最大誤差 10cm でセンサー間の位置関係を推定できることがわかっている。

今後はこれらの 3 次元深度センサーから身長、移動速度、グ

ループ構成人数といった属性を取得し、どのような人々がどれくらいの時間当該建物を利用するかの情報をプライバシーに配慮して収集するとともに、建物利用属性に応じたサービス指標の決定に活用する計画である。

#### 発表論文等

##### [学会発表]

- [1] 扇田 幹己, 山口 弘純, 東野 輝夫, 人間行動を活用した RFID によるモノの位置と種別推定, 第 27 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 28-38, 2019 年 11 月

- [2] 崎 貴幸, 廣森 智仁, 山口 弘純, 東野 輝夫, 歩行者による背景隠蔽の継続時間及び位置に基づく移動軌跡推定手法, 第 27 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 68-75, 2019 年 11 月

##### [受賞]

- [1] 扇田 幹己, 山口 弘純, 東野 輝夫, 第 27 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ優秀論文賞, 「人間行動を活用した RFID によるモノの位置と種別推定」, 2019 年 11 月
- [2] 崎 貴幸, 廣森 智仁, 山口 弘純, 東野 輝夫, 第 27 回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ奨励賞, 「歩行者による背景隠蔽の継続時間及び位置に基づく移動軌跡推定手法」, 2019 年 11 月

機能デザイン部門

## 非翻訳 RNA を標的とした低分子創薬候補物質の探索

中谷 和彦（産業科学研究所）

松下康之（IDS）

### 1 研究の背景

ヒトゲノム解析終了後の ENCODE プロジェクトにより、ヒトゲノムには翻訳領域がおおよそ 3 %であり、非翻訳領域、すなわち、タンパク質に翻訳されないもののゲノムから転写される領域が 76 %あることが示され、非翻訳領域が生体機能維持に重要な役割を果たすことが明らかとなっている。非翻訳領域のゲノムから転写される機能性非翻訳 RNA が、将来の創薬対象となることは 20 年近く前から指摘されていたが、近年までほとんど意識されては来なかった。

また、リピート病に代表される遺伝性神経変性疾患などの難治性希少疾患に対する治療が急速に見直される中で、遺伝子に直接作用する低分子創薬研究が、世界を代表する創薬企業、ベンチャー企業にて開始される状況にある。この中で、中谷研はハンチントン病の原因となる CAG リピート DNA に結合する分子 [a] とそれによるハンチントン病マウスモデルの脳線条体での DNA リピート短縮を報告し [b]、この分野で世界をリードする位置にある。

DNA や RNA などを標的とした低分子創成研究のボトルネックは、DNA や RNA と低分子の複合体構造解析例が少ないこと、そのうえ、複合体構造のシミュレーションが難しいことがある。低分子と DNA, RNA の複合体形成は、動的な構造変化を伴う「誘導適合」モデルで理解されており、複合体形成する両者がそれぞれ相手に形を適合させながら結合する過程を経るため、バーチャルスクリーニングや分子設計など、これまで蓄積された創薬技術では対応できない難しさを包含している。

### 2 研究の目的

中谷研究室では、リピート病の発症原因となるリピート DNA, リピート RNA に結合する低分子の創製に成功してきており [a,b]、ここで創製に成功した化合物をポジティブコントロールとして用いつつ、多数の化合物をスクリーニングすることにより、リピート DNA や RNA に結合する低分子の特微量データを収集し、この結合データと化合物の特徴をあわせて情報科学的に解析することにより、リピード DNA や RNA に結合する化合物の特徴を明らかにし、核酸標的低分子創薬研究を格段に加速することを狙っている。

### 3 研究の方法

昨年度までの研究では、低分子と RNA の複合体形成経路の解析を進め、GRRM 法を用いた複合体形成経路に取り組んだが、網羅的な結合経路探索には膨大な時間がかかるため、想定した中間体間の遷移状態を探査した。複合体形成経路探索は現在も進行中であるが、計算時間がボトルネックとして難航している。また、想定した中間体の任意性が低く、どうしても研究者側の想像の域を出ない点が課題であることを認識している。本年度は、計画書に示した計画 1) RNA と複合体形成する低

分子の特微量抽出と RNA 結合性分子の分類手法の開発に注力し、SPR データの主成分解析方法を検討し、DNA と低分子化合物、並びに、RNA と低分子化合物の SPR データを解析した。

### 3. 1 RNA と複合体形成する低分子の特微量抽出と RNA 結合性分子の分類手法の開発

中谷研究室が得意とする表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance, SPR) センサーを用いた、標的 DNA, RNA と相互作用する低分子の探索では、標的とする DNA, RNA を表面プラズモン共鳴センサー上に固定化し、その表面に評価対象の低分子有機化合物溶液を通過させ、その際の SPR シグナル変化の大小等により、結合の程度、結合の様子を考察する。

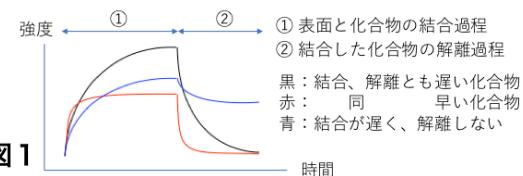


図 1

図 1:

実際には、図 1 のように表面に固定化された特定の DNA, RNA に対して、様々な応答が観察される。この SPR レスポンスから、表面に固定化された DNA, RNA に化合物が結合する特徴を読み出すのであるが、その化学構造との相関については、あれこれ議論することは可能ではあるが、想像の域を超えて、更に深い洞察、情報科学的考察が待たれている。

### 4 研究成果

#### 4. 1

ある標的 DNA を固定化した SPR 表面に対して、入手できた化合物をスクリーニングした。得られた SPR 結果から、約 100 化合物のヒット化合物を認定した。得られた SPR データの主成分解析を実施した。この最初の解析では、強度により大まかに分類されていると判断されたため、強度の高い 2 つの化合物を除いて再度主成分解析を実施したが、図 2 に示すように、やはり強度により分類される傾向が確認された。SPR シグナル強度も重要な情報ではあるが、結合過程、解離過程の情報から構造との相関データを抽出するために、結合強度の規格化とその解析を検討した。

その結果、図 3 に示す通り、表面 DNA への結合過程、結合強度、表面からの解離過程により、3 種類の化合物群に分類されることが示された。

現在、さらに詳細な解析を進めている。

#### 4. 2

学内共同研究として実施した RNA-低分子相互作用について、4.1 と同様の解析を行った。ヒット化合物数は少なく、規

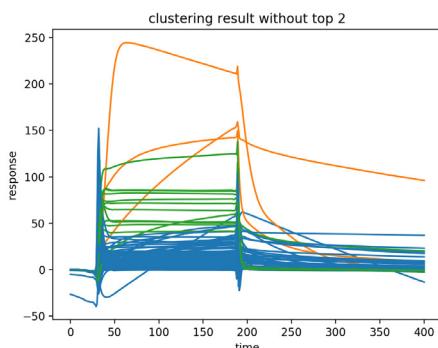


図 2:

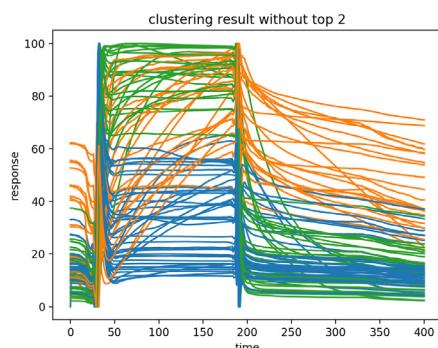


図 3:

格化前のデータの主成分解析では、先の結果と同じく強度により分類される結果となった。

このデータを詳細に解析したところ、化合物注入直後（0～50 時間単位）と、サンプルからバッファーへの切替時（185～190 時間単位）に大きなシグナルスパイクが観測されたことから、この時間のデータを削除することにした。また、300 時間単位以降のデータには化合物の特徴が認められないことから、同じく削除して解析した。その結果、図 4 に示すように、結合過程、解離過程の特徴に応じて 3 種類の化合物群に分類されることが示された。現在さらに解析を進めているところである。

## 5 今後の予定

### 5. 1 化合物の特徴的記述子との相関評価

上記の通り、SPR データの主成分解析の方法に目処をつけることができた。従来主観的に結合過程の遅い（早い）化合物、解離過程の遅い（早い）化合物等と分類していたが、任意性を排除したヒット化合物の分類により、これまで関係性の薄いと思われた化合物間に、何らかの気づいていない共通する特徴が見出される可能性がある。

この主成分解析手法と並行して、化合物の化学的特徴を抽出、分類し、SPR データの分類と同様の分類結果を示す特微量を抽出することで、SPR データと化学的構造の特徴を結びつけることが可能と考えられる。これにより、SPR データを用いた、よ

り精密な分子構造設計を提案したい。

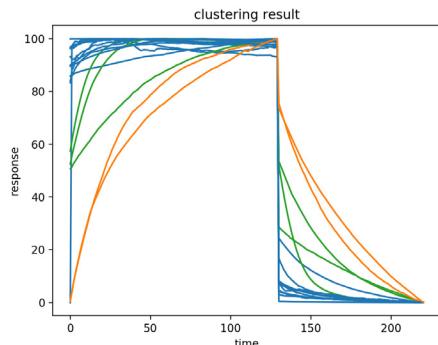


図 4:

## 引用文献

- [a] Small-molecule ligand induces nucleotide flipping in (CAG)<sub>n</sub> trinucleotide repeats, Nakatani, K.; Hagihara, S.; Goto, Y.; Kobori, A.; Hagihara, M.; Hayashi, G.; Kyo, M.; Nomura, M.; Mishima, M.; Kojima, C. Nat. Chem. Biol. 2005, 1, 39 - 43.
- [b] Slipped-CAG DNA binding small molecule induces trinucleotide repeat contractions in vivo, M. Nakamori, et al., Nat. Genet. 2020, 52, 146 - 159.

## 発表論文等

### 〔外部資金〕

- [1] R1, 科学研究費助成金 基盤研究 (A), 「リピート配列を特異的に化学修飾するリピート結合分子の創成」, 19H00924, (代表) 中谷和彦
- [2] R1, 科学研究費助成金 挑戦的萌芽研究, 「核酸-低分子複合体形成過程同定への計算科学的挑戦」, 19K22254, (代表) 中谷和彦
- [3] R1, 学内共同研究 2 件 (分担)
- [4] R1, 企業との共同研究 4 件.

光・量子デザイン部門

## 物理インフォマティクスによる“時・空の心”探索

長友 英夫（レーザー科学研究所）

松下康之（情報科学研究科）

佐野孝好（レーザー科学研究所）

千徳靖彦（レーザー科学研究所）

兒玉了祐（レーザー科学研究所）

### 1 研究の背景

多くの物理現象は、非線形物理に起因する突発的な現象に支配される。例えば、巨大太陽フレアはその代表例で、地球環境への影響も甚大なことから、その予測の必要性が唱えられている。このような突発的な物理現象は実験・計測、および理論・シミュレーション解析でメカニズムを解明する研究が進められているが、そのほとんどは予測することが極めて困難であるとされている。シミュレーション技術の進歩によって大規模計算を必要とする時間、空間分解能の高い数値解析が可能になってきていることから、その結果を突発現象の予測に利用することが期待されてきた。しかしながら、多次元大規模シミュレーションによる解析では、次元数の増加に従って出力されるデータ量も増加する。さらに、時系列データの解析が重要性が増してきていることからデータ処理量も飛躍的に増加している。このため、従来手法のデータの解析では要する時間が膨大になってきている。さらに、今後もシミュレーションサイズが大きくなることが予測され、従来のデータ解析手法では処理の限界が見えている。一方で、情報・通信技術の進歩によって観測・計測によって得られたデータがリアルタイムで処理できるようになってきた。特に人工知能によるデータ処理技術の進展は大きい。このような現状を踏まえ、最新の情報工学を導入した人工知能によるデータマイニングによって効率的な物理の解析手法の確立し、新しい物理現象を発見するとともに、非線形現象の予測、あるいは工学的な活用を目指す必要がある。

### 2 研究の目的

非線形物理現象の大規模シミュレーションのデータ解析に、先進的な情報工学と深層学習に代表される機械学習技術を物理データ解析に導入し、高次の複雑系を含む物理データの新たな解析手法を確立することを試みる。また、今年度から、複雑非線形物理に密接に関係するレーザー工学における制御、突発的異常検知についても機械学習を導入し最適な手法を探求する。

### 3 研究の方法

前年度に引き続き以下の3つの課題を実施した。

- (i) 高次複雑系における突発現象の機械学習による発見
- (ii) シミュレーションと機械学習に基づく実験のリアルタイム計測・制御
- (iii) 実験条件の完全トレース可能なデータベースシステムの開発
- (iv) レーザー制御、突発的異常の検知手法の開発

これらの課題に加え、今年度は新たにレーザー工学、特に大規模レーザー装置に関する以下の課題を新規で実施した。

詳細な研究手法については紙面の制約から省略し、次章に研究成果概要をまとめた。

### 4 研究成果

研究手法で示した4つの取り組みについて、各節でそれらの成果をまとめた。

#### 4.1 高次複雑系における突発現象の機械学習による発見

データ画像解析による高次複雑系における非線形現象解明のために機械学習手法を高エネルギー密度科学分野への展開を進めた。多変数問題における教師なし学習による相関関係の抽出や、外挿問題に対し、従来の汎用手法を応用したところ膨大な計算資源を必要とすることが問題になった。このため、多次元空間、多変数群に統計的手法を介すことによって特徴的データを保持したまま総データ量を圧縮した上で従来の画像解析と連携させて高速かつ効率的な相関関係の抽出する手法を、太陽内部の対流による電磁流体乱流に適応させた解析を進めた。

3次元の太陽の対流層でのプラズマシミュレーションで得られた対流速度、磁場の変化に現れる構造化されたパターンを対象に情報科学や統計学からのデータ駆動型アプローチでその発生の原因を調査した。原因の調査は構造化されたパターンは時空間的近傍にある別の点で起こっている現象に依存するという仮定に基づき、依存関係を目的変数、近傍点までの変位をパラメータとしたベイジアンモデルを用いて行った。パラメータの事後分布を求め、依存関係を定めた際に重要な変位を分布で理解できるようにするタスクと、構造化されたパターンの発生を予測するタスクを行った。その結果、ラベル予測による数値予測の可能性が示された。また、事後分布推定によってパターン化の度合いが数値的に示されるようになった。

#### 4.2 シミュレーションと機械学習に基づく実験のリアルタイム計測・制御

レーザー加工実験におけるリアルタイム計測のために、機械学習を介してシミュレーションデータと実験データとのデータ同化を目指している。昨年度はレーザー加工を模した輻射流体シミュレーションのデータからレーザーの照射条件を推測する手法を開発し、比較的良好な結果が得られ、その成果を国際会議で発表した（学会発表[1]）。その結果を受けて、今年度は実験データから照射条件を推測する手法の開発に取り組んだ。具体的には、金属板（銅板）にレーザー照射した痕跡の写真画像からレーザーの照射条件（照射数）を推測するために、機械学習による推定手法の開発を行った。その結果、特定条件下では良好な結果が得られるものの、その条件から外れた領域での精度が悪くなることも明らかになった。今後は、データ数を増やす

とともに写真画像の取得方法を改善し予測精度の向上に取り組む。また、シミュレーションデータとの連携についても着手する予定である。

#### 4.3 実験条件の完全トレース可能なデータベースシステムの開発

実験においては、実験手法、データ取得方法、データ解析方法をすべて記録、データベース化することは、実験の全プロセスを関係者で共有することによって実験の信頼性を確保することができるため、必要性が高まっている。これによって、データ改ざん、ねつ造を防ぎ、再現実験の可能性を保障するなど、実験の信頼性を高める。さらには、実験における事故防止、不必要的作業の削減、経費削減、および学生等の教育にも活用が期待されている。特に、大型装置を利用したレーザー実験においては大きな課題となっていた。これまでに、計測器から取得した実験データを収集するデータベース SEDNA[a] を整備してきた。平成 30 年度には、実験の準備状況をノートを記入する感覚で記録できるいわゆる「ラボノート」システムを構築した。これによって、ターゲットの製作記録を作業をしながらタブレットから入力することで詳しいプロセスを記録することが可能になった。これまで、ターゲット製作の技術職員が個別にノートに記録していたデータも、ターゲット製作グループ、およびそのターゲットを使用するプラズマ実験グループのメンバーにも記録が閲覧できるようになった。図 1. にコーン形状の鉛に金メッキを施す際の各種パラメータ製作プロセスや製作されたターゲット情報が共有されることによって、実験時のターゲット設置ミスの防止、論文化された実験データのトレーサビリティ確保などにおいて信頼性が高まった。

同様に、大型レーザー実験におけるチャンバー作業用のラボノートも並行して開発をおこなっている。これによって、複数人のチャンバー作業も作業後の確認作業が円滑に行われることから、効率よく実験が行えるようになるだけでなく、現場作業の安全性向上にも寄与できる。



図 1: 金メッキ作業における各種パラメータと仕上がり写真的記録

#### 4.4 レーザー制御、突発的異常の検知手法の開発

レーザー科学研究所が運用する大型レーザー装置 (LFEX) は、世界最大級のレーザー出力が得られる装置である。そのレーザー出力を常時直接計測することは技術的、コスト的に現実的ではない。そのため、今回はその装置の多段増幅器の中の 1 段 (H0PCS25) について、計測が容易で常時計測している

レーザー増幅器の電圧情報とレーザーのスペクトル情報（中心波長、ピーク波長、パルス幅）のみを用いて増幅されたレーザーの出力を予測するシステムの開発を行った。図 2 に装置概要と計測箇所を示す。

今回は、AI 開発プラットフォーム「ReNorm」を導入、Kernel-GCNN, DBSCAN-GCNN, Random Forest, XGBoost などのアルゴリズムを利用して出力エネルギーの予測を行った。図 2 に、約 80 ショットの実測データから学習用データを生成、学習を行った。それを受け、検証用の 10 ショットの電圧とスペクトル情報から出力予測を行い、実際の計測値との差を調べた。その結果を表 1 に示す。その結果、346-406 [mJ] の出力のショットに対し、標本標準偏差 6.685 [mJ] と比較的精度の高い予測ができることが明らかになった。今後は、学習データを増やして精度を高め、実際の装置運用への組み込みを目指す予定である。

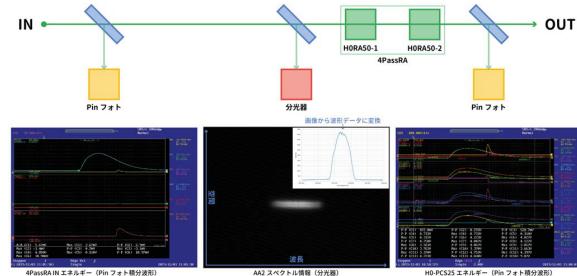


図 2: レーザー増幅器と計測器の概要図

表 1: 検証結果 (単位:mJ)

ショット番号	計測値	予測値	差
3680	384.6029	388.	-3.397
3681	392.7686	398.	-5.231
3682	346.2243	362.	-15.776
3683	351.9402	354.	-2.060
...			
標本標準偏差			6.685

#### 引用文献

[a] 藤岡慎介, 長友英夫 他, “プラズマ実験におけるデータ解析 インフラストラクチャー, 4. レーザーエネルギー学実験データベース SEDNA の整備と利用”, プラズマ・核融合学会会誌 Vol.95, No.5, 2019 年.

#### 〔学会発表〕

- [1] H. Nagatomo, S. Hirayama, Y. Matsushita, “Real-time sensing of laser ablation plasma using deep learning system”, OPTIC & PHOTONICS International Congress 2019, April 22-26, Yokohama Japan

光・量子デザイン部門

## 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用

中野貴志 (RCNP), 岩崎昌子 (RCNP/大阪市立大学)

長原 一 (IDS), 中島悠太 (IDS), 武村紀子 (IDS)

### 1 研究の背景

本研究は、車の自動走行や医療画像の自動診断などで注目されている AI の基盤技術、機械学習を、素粒子・原子核物理学実験、および関連分野の研究へ適用させ、発展させることを目指している。具体的には、情報分野における最先端機械学習技術、深層学習および環境駆動型機械学習の導入を目指す。ここで、大型加速器を用いた素粒子・原子核物理学実験は、実験の巨大化や高度化に伴ってデータ指向サイエンスへの変貌の時期を迎えており、巨大化された加速器実験において、ビッグデータの収集・処理と解析技術は、重要な研究基盤である。また、実験遂行費用が高額であるため、高精度で実験装置を制御し、実験の効率化を図ることが必須である。

本研究では、最先端機械学習の導入により、加速器実験における識別処理や回帰処理の性能向上や、実験装置制御技術の開発を目指す。情報科学研究者との協奏により、飛躍的な発展が期待される。

### 2 研究の目的

本研究の目的は、素粒子・原子核物理学実験、およびその関連分野へ最新機械学習を適用し、基盤データ処理技術の性能向上、効率化を図ることである。

ここで、加速器を用いた素粒子・原子核物理学実験では、

- 1) 加速器によりビーム加速・衝突実験を行い、実験で生成された大量の粒子を測定器で測定する、
- 2) 測定された膨大量の実験データを蓄積する、
- 3) 蓄積された測定データを、粒子のエネルギー情報、位置情報へ変換するための較正処理を行う、
- 4) 蓄積・較正された実験データのなかから、データ解析により極微な信号事象を抽出、

を行い、物理パラメータを測定、決定する。本研究では、上記の 1), 3), 4) における機械学習の適応研究として、加速器制御技術、およびデータ処理技術（測定データ較正、データ解析）の開発を行い、性能向上を目指す。さらに、原子核物理理論計算への機械学習の適用研究も行う。

### 3 研究の方法

本年度は下記のプロジェクトについて、研究開発を実施した。

#### 3. 1 素粒子実験データ解析における信号識別手法の開発

高エネルギー電子陽電子衝突実験、Belle 実験における B 中間子崩壊過程 ( $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$ ) 物理解析のための信号識別手法を開発する。ここで、 $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  過程は、標準理論では tree レベルで禁止され、強く制約されている（分岐比約  $10^{-8}$ ）。一方、ループを含んだ素過程で記述されるため、新物理由来の量子効果の寄与、例えば荷電ヒッグスによる量子効果の検出が可能である。膨大な背景事象から、わずかな信号事象抽出するために、深層学習による信号識別能力の向上を目指す。これまでにも高エネ

ルギー実験においては、様々な機械学習によるデータ処理、解析カットによる選別や中間層が 1-2 層のニューラルネットワーク (NN) 等による識別が行われてきた。これらが特徴を示す物理量（特微量、high-level data）を用いて機械学習を行ってきたのに対して、本研究では、特微量の計算等のデータの前処理を行わず、低特微量（low-level data）を用いた深層学習による手法を開発する。開発された信号識別手法を、ILC 実験計画でのフレーバー識別にも適用し、性能評価を行う。

#### 3. 2 機械学習を用いた加速器制御の開発

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) における電子・陽電子入射器 Linac の加速器運転調整システムの開発として、機械学習を用いた加速管の RF 位相調整、および、ビーム位置補正のためのステアリング電磁石の調整のための基礎開発を行う。Linac 加速器運転では、温度変化、振動等、環境の影響を受けて運転状況が変わるために、運転パラメータを常時調整している。運転調整の最適化、高速化を行い、入射効率を向上させるために、本研究では、機械学習を用いた運転パラメータ調整方法（加速管の RF 位相調整、および、ステアリング電磁石の調整方法）を開発し、その性能評価を行う。

#### 3. 3 機械学習を用いた測定器較正の開発

本研究では、ILC 実験計画での電磁カロリメータのエネルギー較正手法の開発を行う。電磁カロリメータは、入射された粒子のエネルギーを測定する測定器である。測定器からの出力データを較正して、入射粒子のエネルギー値を得る。一般的に、入射粒子のエネルギーの値は、測定器の出力データの値と比例、つまり線形性を仮定してエネルギー較正を行う。しかし、先行研究により、入射粒子の種類、入射位置での測定器の形状等により、エネルギー較正係数の値が異なり、測定器の応答が非線形になることでエネルギーの測定精度が悪化することが明らかになった。そこで、深層学習によるエネルギー較正手法を開発してエネルギー測定精度の向上を目指す。

#### 3. 4 格子 QCD 計算のための機械学習を用いた初期値生成

格子 QCD を用いた、核力のポテンシャル生成計算においては、散乱位相差や束縛状態を調べるために、生成されたポテンシャルを連続関数によりフィットを行っている。この連続関数には multi-Gaussian をはじめとする様々な関数が用いられているが<sup>3</sup>、特に multi-Gaussian によるフィットは不安定であり、フィットの初期値を正しく選ばなければ、 $\chi^2$  が発散したり、フィットのイタレーションが終わらないという問題があった。そこで、ポテンシャルのフィットを効率的に進めるために、機械学習を用いたフィットの初期値生成を行う。ポテンシャルが 1-Gauss、および 2-Gauss 関数の疑似データを作成して NN を訓練し、格子 QCD で作成したポテンシャルに対して、NN を適用して評価を行う。

## 4 研究成果

以下に、研究成果を示す。これらの結果を国内学会、国際学会で発表し、さらに修士論文としてまとめた。

### 4.1 素粒子実験データ解析における信号識別手法の開発

Belle 実験、および ILC 実験計画のシミュレーションデータを用いて評価を行った。low-level data(粒子の 4 元運動量と生成位置)を用いた深層学習による信号識別方法を開発した。結果を図 1 に示す。BG rejection が高い領域では、従来の識別手法に比べて検出効率を約 2-3 倍改善できた。特に、high-level data と low-level data を使用した深層学習が、最も良い識別性能を示した。同様の手法を ILC 実験に適用したところ、従来の方法に比べて、背景事象を半分以下に低減できた。

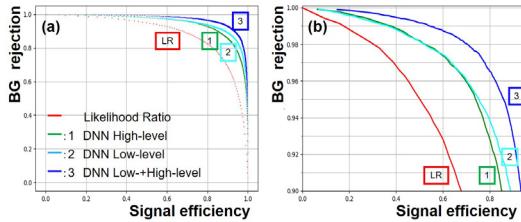


図 1: 深層学習による手法 (DNN) と従来手法 (LR) の性能評価結果. (a) 全領域, (b) BG rejection が 0.9 以上の領域, に対応している. 曲線が右上に近いほど性能が高いことを示す.

### 4.2 機械学習を用いた加速器制御の開発

Linac 加速器運転データを収集し、そのデータを用いて加速器運転パラメータの最適化手法を開発を行った。入射効率が高い運転データを教師として NN を訓練した。温度、湿度といった加速器環境パラメータ、および RF パラメータを入力する DNN によって、正答率約 90% で、RF 位相パラメータの最適値を予測することができた。

### 4.3 機械学習を用いた測定器較正の開発

ILC SiD 電磁カロリメータの測定器シミュレーションデータを用いて評価を行った。カロリメータで得られる入射粒子のエネルギー値の較正を、深層学習による回帰問題として定式化した。入射粒子によるヒット情報を low-level data、ヒットをクラスタリングして得られるクラスターデータを high-level data とした。High-level data と low-level data を使用すると、高エネルギー領域でエネルギー分解能が向上することが示された。

### 4.4 格子 QCD 計算のための機械学習を用いた初期値生成

疑似データを用いて NN を訓練し、実際の格子 QCD のポテンシャルに適用し、1-Gauss フィット、2-Gauss フィットに対するポテンシャルフィットの初期値を生成し、評価を行った。その結果、1-Gauss フィットに対して、精度の良い初期値を得ることが出来た (MSE  $10^{-4}$  程度)。2-Gauss フィットについては、フィットの誤差を考慮に入れた損失関数を用いた NN を構築して、 $\chi^2 \sim 2$  程度で、疑似データの学習が出来た。

## 発表論文等

### [学会発表]

- [1] 城庵 颯, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武

村 紀子, 長原 一, 中野 貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 第 16 回日本加速器学会年会, Aug. 2019.

- [2] 岸田 直也, 岩崎 昌子, 石川 明正, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野 貴志, “Belle 実験における  $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  崩壊過程の研究—機械学習を用いた新しい解析手法の開発—”, 日本物理学会 2019 年秋季大会, Sept. 2019.
- [3] 城庵 颯, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野 貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会 2019 年秋季大会, Sept. 2019.
- [4] M. Iwasaki, “Application of the Machine Learning to the collider experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS 2019), Oct. 2019.
- [5] N. Kishida, M. Iwasaki, Y. Nakashima, N. Takemura, H. Nagahara, T. Nakano, “R&D of the flavor-tag method based on Machine Learning for high energy experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS 2019), Oct. 2019.
- [6] M. Iwasaki, Y. Naka, J. Brau, M. Breidenbach, K. Morikawa, H. Nagahara, Y. Nakashima, A. L. Steinhebel, J. F. Strube, N. Takemura, “R&D of the Energy Calibration for the SiD EM Calorimeter based on Machine Learning”, The 3rd edition of the Calorimetry for High Energy Frontier conf.(CHEF 2019), Nov. 2019
- [7] 中祐介, 岩崎 昌子, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbach, 武村 紀子, 中島 悠太, 長原 一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリーメータエネルギー較正の開発 (2)”, 日本物理学会第 75 回年次大会, Mar. 2020.
- [8] 岩崎 昌子, “ILC が切り拓く機械学習とその応用”, 日本物理学会第 75 回年次大会, Mar. 2020.

### [修士論文]

1. 岸田直也, “ $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  崩壊過程の探索～機械学習を用いた解析手法の開発～”, 修士論文, 大阪市立大学, 大阪, 2020.
2. 城庵 颯, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 修士論文, 大阪市立大学, 大阪, 2020.
3. 兵藤友昭, “ポテンシャルフィットパラメータの AI による初期値生成”, 修士論文, 大阪大学, 大阪, 2020.

### [その他]

- [1] 岩崎 昌子, 大阪市立大学 第 6 回 女性研究者特別賞 [岡村賞], 2019

### [外部資金]

- [1] 2019 年度, 大阪市立大学 戰略的研究 (基盤研究), “素粒子物理学実験への深層学習の適用研究－物理データ解析技術および加速器制御技術の開発－”, (代表) 岩崎 昌子 (共同研究者) 中島 悠太, 佐藤 政則,
- [2] 2019 年度, 文部科学省 文部科学省補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ (牽引型)」, “物理学実験への深層学習の適用研究：データ処理技術開発および教育教材開発”, (代表) 岩崎 昌子 (共同研究者) 深澤 優子, 住浜水季, 谷口 七重.

- [3] 2019-2020 年度 山田科学振興財団 研究援助, “素粒子・原子核実験および関連分野への深層学習の適用と発展”, (代表) 岩崎 昌子

デジタルヒューマニティーズ部門

## 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究

藤岡 穩（文学研究科）

大石 岳史（東京大学生産技術研究所）

長原 一（IDS）

中島悠太（IDS）

Benjamin Renoust（IDS）

### 1 研究の背景

美術作品には時代や地域、作者や流派による特徴的、類型的な表現方式があり、それを様式と称してきた。そして、様式研究は図像研究とともに美術史学の根幹をなしてきた。しかしながら、「作品を見る」という視覚経験に基づく従来の様式研究には、個人的経験に基づくがゆえの主観性、作品の特徴を抽出、類別して言語化することの恣意性、さらには先行研究からあたえられた先入観によって、常に曖昧さ、不確実さがつきまとってきた。

様式は主題や図像とともに美術作品の最も基本的な要素である。ところが、近年の日本・東洋美術史研究においては、作品の意味や機能、享受される場などへの関心が高まる一方で、様式研究むしろ低調と言わざるを得ない状況が続いている。様式研究には作品の視覚経験の蓄積が不可欠であるが、美術作品が觀光資源化されることによって、研究目的による視覚経験の機会が得難くなっていること、研究成果が急がれ、視覚経験を蓄積する余裕がなくなっていること、そして視覚経験に基づく様式研究はどうしても主観的な一面や不確実さがつきまとつることも様式研究が敬遠される要因となっている。

ところが近年、情報科学の分野において、とりわけ仏像の顔に特化して解析を行う研究も試みられている。解析するデータが不十分なために、必ずしも有効な成果とは言えない一面もあるが、クラスター分析や主成分分析といった機械学習によって美術作品を解析することによって、様式研究の曖昧さ、不確実さといった弱点を補う可能性をしめしている点において注目すべき試みである。

### 2 研究の目的

本研究は、以上のような美術史学の研究状況を踏まえ、とくに仏顔（仏像の顔）を対象として、その様式解析を機械学習、さらにはディープラーニングによって、すなわちAIを活用して行い、これまでにない客観的な様式研究の可能性を探るものである。また、仏顔の様式を判断し、系譜を明らかにするシステムの構築をめざしている。

仏像は紀元1世紀頃、中央アジアから北インドを支配したクシャン朝において初めて作られたとみられており、以降、仏教の伝播にともないアジア全域で仏像が作られた。本研究では、そうした仏像のなかでも特に次の二つの系譜に焦点をあてる。すなわち、インド・グプタ朝から東南アジア（ブレ・アンコール期ほか）、中国（隋・唐）、朝鮮半島（三国・統一新羅）、日本（飛鳥・奈良）へと連なるシルクロードの系譜、飛鳥時代から江戸時代にいたる日本仏像史の系譜である。

4~6世紀に隆盛したグプタ朝美術は広くアジア各地に伝播

し、東アジアの5~8世紀の美術の展開にも大きな影響をあたえた。この系譜に属する仏顔の分析からは、各地域の仏顔の相互関係、たとえばグプタ文化圏と唐文化圏との様式の対比、唐から周縁地域への様式波及の様相などが浮き彫りにされることが期待される。

一方、日本には飛鳥時代から江戸時代まで連綿と作例があり、時代とともに様々な変容をとげた。そのなかで特に平安前期における密教図像の受容、平安後期における定朝様式の確立とその継承、平安末期から鎌倉時代にかけての古典学習、室町時代や江戸時代における定朝様式、鎌倉様式の継承などがどのように分析結果に表れるかを注視したい。

### 3 研究の方法

#### 3.1 仏顔への注目

本研究はとりわけ仏像の顔に焦点を当てる点に特色があるが、その理由は三つある。第一に、仏像における顔の重要性である。顔は礼拝者がもっとも注視する部分であり、これまでの様式研究においてもしばしば考察の対象とされてきた。第二に、顔の構造の複雑さである。目、鼻、口といった器官があり、解剖学的に多くの骨格や筋肉から成り立っているために特徴が抽出しやすい。顔認識システムによる人物同定の技術の進展が著しい所以でもある。第三に、AIによる統計的分析に必要な大量のデータが確保できるからである。絵画とは異なり、雕塑像はアジア各地に数多く伝存している。また、顔は地域や時代を超えて構成要素が共通し、仏、菩薩などの尊格の違いを超えて、さらにはヒンドゥー教や日本の神像などとも宗教の違いを超えて比較することが可能である。よって、対象はアジア全域、各時代に広げることができる。仏顔画像データのアーカイブ

本研究では仏顔の様式解析にあたり3Dデータを用いる。2次元画像にはカメラの特性による歪みが生じる、被写体に対するカメラの位置とアングルが一定でない、陰影によって形状が正確に把握できないといった欠点があり、画像データの比較に限界があるからである。そこで、新規に3Dデータを取得し、あるいは既存の3Dデータを活用する一方で、近年発達が著しい2次元画像を3次元化する技術を導入あるいは開発し、既存の2次元画像から3Dデータを生成する。2次元画像はすでに大量にあり、その活用によって本研究に必要なデータ量が確保できる。

#### 3.2 仏顔の様式解析

仏顔の様式をAIによって解析し、かつ仏顔の様式を判断し、系譜を明らかにするシステムの構築をめざす。

### 「教師なし学習」による統計的分析とその解釈

仏顔の3Dデータをもとにワイヤーフレームモデルや距離画像等を作成する。また、顔面の輪郭、骨格や肉付きによる凹凸、眉・目・眼窓・鼻・口等の各部位の形や位置、さらにはそれらの相互の関係性などを特徴量として数値化する。次に解析されたデータを用い、クラスター分析や主成分分析等の機械学習のためのアルゴリズムを作成し、統計的分析を行う。さらに、機械学習の結果、すなわちクラスター分析によるグループ分けや各データの類似度（距離）、主成分分析がしめす特徴量の統計的な差異やその距離について、各データの属性、すなわち地域や時代、作者等のほか、材質、尊格の種別等との関係性を検討する。その結果からは異なる属性間の共通性や、逆に同じ属性内における差異などが明らかになる可能性がある。そして、その意外性が様式研究に新たな展望を開くことが期待される。

### 「深層学習（ディープラーニング）」による様式判定システムの構築

様式を判断し、あるいはその系譜を明らかにするシステムの構築は、近年もっとも注目されている「深層学習」によって行う。美術史家や鑑定家は制作地や制作年代、作者等の属性が明らかな基準的作品の視覚経験を積み重ねることによって一定の様式観を築き、その様式観に基づいて未知の作品の様式判断を行い、様式の系譜を想定している。こうした人の様式観の形成過程にならい、属性をラベル付けした仏顔の3Dデータをもとに「深層学習」によって自動的に特徴量を抽出し、様式を判定するシステムを構築する。なお、第2段階では第1段階の成果を踏まえ、より有効性の高い手法で解析されたデータを用いるとともに、属性をラベル付けしたデータにラベル付けしていないデータを併用する「半教師あり学習」によって効率を高める。こうして創生された様式判定システムは、主観性等によってぶれることのない様式判断が可能であり、それに基づいた仏顔の新たな様式の系譜を形成することが期待される。

## 4 研究成果

本研究は平成30年度から4ヶ年の基盤研究（A）の獲得によって本格的に始められるようになったものである。その2年目となる令和元年度には、仏顔の2次元画像のアーカイブをもとに、既存の顔認証システムを援用した仏顔検索システムを試作するとともに、仏顔の2次元画像の3次元化への取り組みも開始した。また、興福寺東金堂本尊像、ベトナムのダナン彫刻博物館などで3次元画像のデータを取得した。

### 発表論文等

#### 〔雑誌論文〕

- [1] 「古代寺院の仏像」『シリーズ古代史をひらく 古代寺院』岩波書店、2019
- [2] 「東大寺法華堂伝来の天平期諸像に関する一考察」『古代寺院史の研究』思文閣出版、2019

#### 〔学会発表〕

- [1] "Historical and Modern Features for Buddha Statue Classification" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Noa Garcia, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren

Wang, and Yutaka Fujioka. SUMAC (ACMMM) 2019, Nice, France, Oct. 2019

- [2] "BUDA.ART: A Multimodal Content-Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka. ACM MultiMedia (ACMMM) 2019, Nice, France, Oct. 2019
  - [3] "Buddha Statues Archive Retrieval System" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka. MIRU 2019, Osaka, Japan, Jul.-Aug. 2019 <https://youtu.be/zNQmuH2Onls>
  - [4] 「美術史とAI—仏像の顔の様式分析をめざしてー」(日本学術会議公開シンポジウム「科学的知見の創出に資する可視化(3):新しい文理融合研究を創出する可視化」2019
- 〔著書〕
- [1] 藤岡穣、安永拓世ほか『もっと知りたい薬師寺の歴史』東京美術、2020
- 〔外部資金〕
- [1] H30-33、科学研究費補助金 基盤A、「3次元データに基づく人工知能による仏顔の様式研究」、18H03571、(代表) 藤岡穣、(分担) 長原一、中島悠太、大石岳史ほか  
なお、本科研については学振HPの科研費研究成果トピックスに取りあげられた。

デジタルヒューマニティ部門

## 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳

大久保規子（法学研究科）  
長原一（IDS）  
中島悠太（IDS）  
Chenhui Chu（IDS）  
梶原智之（IDS）

### 1 研究の背景

環境法の参加原則は、①情報アクセス権、②政策決定への参加権、③司法アクセス権という3つの柱から成り立っているが、その具体的な制度は国によりさまざまであり、実効性を評価するための法的手法が模索されている。本研究は、環境法の参加原則に関する国際的な法的評価指標を検討することにより、日本の参加法制の強みと弱みを比較法的な観点から分析し、環境民主主義の確立に向けた提言を行うことを目的とする。

### 2 研究の目的

本研究は、参加指標の作成を目的に、これまで対象国の法律の分析を進めてきたが、アジアと他地域との比較を進めるためには、新たに参加条約を交渉中の中南米の分析が重要であることが明らかになってきた。これに伴い、新たに当該地域の主な法令についても検討が必要となったが（3か国）、その数は膨大であり、人手で日本語または英語に翻訳するにはコストが高く時間もかかるため、コストを抑えつつ素早く翻訳できるようにするために機械翻訳システムを活用できれば研究を一層推進することができる。しかし、既存の機械翻訳システムは法律ドメインにフォーカスしていないため十分な精度が期待できない。そこで、データビリティフロンティア機構の機械翻訳専門の研究者と連携し、法律文章専用の機械翻訳システムの研究開発を行なう。高精度な法律ドメインの機械翻訳システムを導入し、より多くの法令の分析を進めたい。それにより、現在の指標の充実を図ることができ、さらに、法令のみならず、このシステムを判例の翻訳にも活用できれば、法令の運用実態の解明にもつながることが期待される。

### 3 研究の方法

#### 3.1 機械翻訳システムの研究開発

##### 多言語翻訳

本研究では多言語コーパスを用いて低資源の言語対の翻訳精度向上を目指す。具体的には多段階のfine-tuning手法を様々な設定で実験的に比較を行った。図2に多段階のfine-tuningによる多言語翻訳手法の詳細を示す。実験の結果低資源の言語対に対して多段階のfine-tuningの有効性を示した。

##### 事前並び替え

統計的機械翻訳において、原言語と目的言語における語順の違いは翻訳精度に大きく影響することが知られている[a]。本研究では、事前並び替え手法により計算した原言語・目的言語間の語順の差異をTransformerモデルで活用する手法を提案する。具体的には、事前並び替えを行った後の単語の位置情報を事前並び替え位置表現として入力することで、原言語と目的言

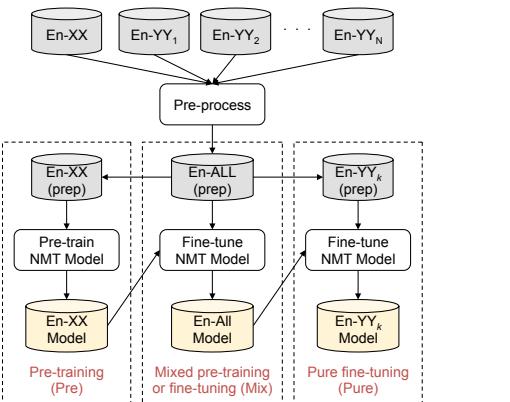


図1: 多段階の fine-tuning による多言語翻訳

語の双方における語順を考慮したエンコーディングを行う。前述の通り、NMTモデルに事前並び替えを行った文を入力する直接的な方法では翻訳精度が低下する。そこでTransformerにおける位置表現に事前並び替えの結果得られた語順を適用し、ソフトな制約として語順を考慮することで、翻訳精度を向上できると期待する。図2に相対的位置表現を用いたアテンションモデルの概要を示す。

#### 3.2 法律文書の分析

トピックモデルは法律文書を分析するのに重要である。ネットワーク解析も法律文書の引用関係の構成を解明するのに不可欠である。本研究ではネットワーク解析を用いたトピックモデルの改善を狙う。具体的には図3で示した判例、過去の判例と法律の関係を持つデータ構造を利用した。実験の結果ネットワーク解析によるトピックモデルの精度向上を確認した。

### 4 研究成果

多言語翻訳の研究は自然言語処理のトップコンファレンスであるEMNLP 2019で発表した〔学会発表[4]〕。事前並び替えの研究は言語処理学会第26回年次大会〔学会発表[1]〕とNLP若手の会第14回シンポジウム〔学会発表[7]〕で発表した。

法律文書分析の研究はComplex Networks 2019というネットワーク解析の国際会議で発表した。

#### 引用文献

- [a] Tetsuji Nakagawa. Efficient Top-Down BTG Parsing for Machine Translation Preordering. In Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and International Joint Conference

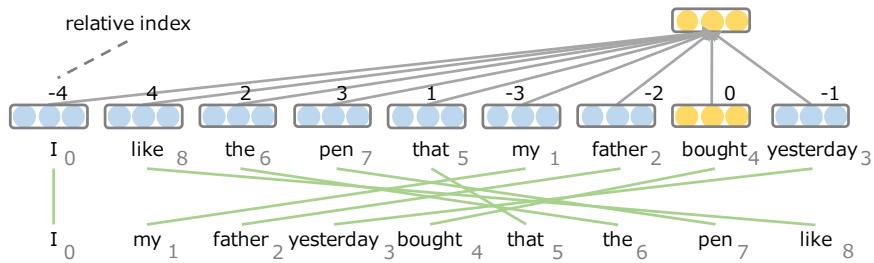


図2: 事前並び替え位置表現を用いたアテンションモデル

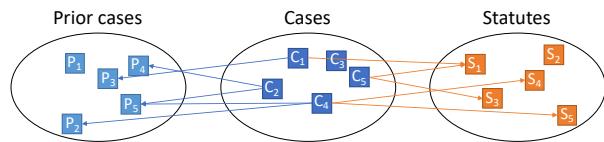


図3: 法律のデータ構造

on Natural Language Processing, pp. 208-218, (2015).

#### 発表論文等

##### 〔雑誌論文〕

- [1] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase and Masaaki Nagata. Word Rewarding Model with Bilin-gual Dictionary for Neural Machine Translation (in Japanese). Journal of Natural Language Processing (JNLP), vol. 26, no. 4, pp. 711-731, (2019.12).

##### 〔学会発表〕

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替え位置表現を用いた Transformer による日英機械翻訳. 言語処理学会第 26 回年次大会, (2020.3).

- [2] Raj Dabre, Chenhui Chu, Anoop Kunchukuttan. A Comprehensive Survey of Multilingual Neural Machine Translation. arXiv:2001.01115, (2020.1).

- [3] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima and Hajime Nagahara. Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily. In Proceedings of the 8th International Conference on Complex Networks and their Applications, pp. 28-39, (2019.12).

- [4] Raj Dabre, Atsushi Fujita and Chenhui Chu. Exploiting Multilingualism through Multistage Fine-Tuning for Low-Resource Neural Machine Translation. In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP 2019), pp. 1410-1416, (2019.11).

- [5] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara,

Chenhui Chu. Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region. 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, (2019.8).

- [6] Mishra Vipul, Yuki Kawara, Chenhui Chu, Yuki Arase. Comparison and Analysis of 2-to-2 and Hierarchical RNN Models on Japanese-to-English Context-Aware Translation. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).

- [7] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替えによる英日 Transformer モデルの翻訳精度向上. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).

- [8] Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual Multi-Domain Adaptation Approaches for Neural Machine Translation. arXiv:1906.07978, (2019.6).

##### 〔その他〕

- [1] Chenhui Chu and Rui Wang. Domain Adaptation for Neural Machine Translation (Tutorial). The 15th China Conference on Machine Translation (CCMT 2019), (2019.9).

##### 〔外部資金〕

- [1] マルチモーダルデータからの対訳資源の抽出によるニューラル機械翻訳. 日本学術振興会: 若手研究. 研究期間: 2019/4-2022/3. 直接経費: 3,200 千円. 代表

- [2] Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences, Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award, 研究期間: 2019/1-2019/12, 直接経費: 3,210 千円, 代表: Chenhui Chu

デジタルヒューマニティ部門

## オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化

藤川 隆男（文学研究科）

長原 一（IDS）

Chenhui Chu (IDS)

梶原 智之 (IDS)

中島悠太 (IDS)

Benjamin Renoust (IDS)

### 1 研究の背景

イギリス文化圏ではパブリック・ミーティング、アメリカ文化圏ではタウン・ミーティングと呼ばれる市民に公開された集会を一般に公開集会と呼ぶ、世界的には「討議的民主主義」への注目や、サイバースペースにおける社会関係の増大から、公開集会という多種多様な人びとが集合する公共空間（圏）が再び脚光を浴びつつある。歴史研究においても、組織や団体が構成する社会ではなく、無数の個人がアモルファスな形で構成する社会的結合の歴史を問い合わせることが重要だと思われる。社会運動研究を幅広く研究するチャールズ・ティリーらのグループは、1758 – 1834 年の間にロンドンと周辺部において、パブリック・ミーティングが劇的に増加したことを証明し、イギリスの民衆参加と公共圈形成が並行的に進んだことを示した。<sup>[a]</sup>しかし、19 世紀中期以降のパブリック・ミーティングの全体像は明らかにはならなかった。理由の一つは、大規模なリソースを用いた組織的研究が必要であること。もう一つは、19 世紀の西欧の研究が、多様で雑多な個人の集合体であるパブリック・ミーティングではなく、主に組織化された結社やクラブに集中したことである。そうした研究は、川北稔編『結社のイギリス史』、アソシエーションをテーマとする小関隆編『世紀転換期イギリスの人びと』など枚挙にいとまがない。本研究は、イギリスの政治・社会文化を受け継いだオーストラリアを舞台に、包括的な新聞データベース Trove（主要な日刊紙と地方新聞を網羅）を用いて、19 世紀から 20 世紀の約 150 年間にわたる全パブリック・ミーティングのデータを抽出し、世論形成の全体像を解明しようとする研究である。

### 2 研究の目的

第 1 に、日本では公開集会に関しては、実用的な側面に偏注した社会学的・政治学的研究や、「討議型デモクラシー」に関心を持つ哲学的・理論的研究は多数存在するが、その歴史的な発展については、ほとんど実証的事実を踏まえたものではない。本研究は、歴史学のみならずこうした広範な研究領域に対して、パブリック・ミーティングに関する明瞭な実態、歴史的な事実を提示する。第 2 に、SNS 等はデジタル化されているので、解析が容易であり、ソシオグラム解析などを用いた人のネットワークの把握が行われている。しかしながら、過去についての多くのデータはデジタル化すらされておらず、解析が困難であった。本研究では、膨大な過去の新聞データを対象に最

新の情報学的手法を適用することで、パブリック・ミーティングを通じて構築された社会的ネットワーキングを解明する。サイバースペースの一種の先駆形態でもある、パブリック・ミーティングを通じたアモルファスな社会関係を、歴史的に初めて明らかにする。第 3 に、19 世紀後半から 20 世紀前半の世論形成では、新聞と公開集会という、直接民主主義の形式を踏襲した世論形成装置が 2 大支柱であった。それは、既存の新聞やラジオやテレビ、SNS に代表される特定の組織に属さない人々が形成するソーシャルメディアが併存する状況に似ている。現在の世論形成の研究は、新聞からラジオ・テレビ、ケーブルテレビ、ソーシャルメディアという直線的な発展を前提としている。この研究によってパブリック・ミーティングによる世論形成の構造を解明することで、世論形成とマスマディア研究における直線的な歴史観を修正する。

### 3 研究の方法

#### 3. 1 新聞広告からのデータの抽出

##### 広告抽出

新聞の広告ページから、パブリック・ミーティングに関する広告を自動的に抽出する。自動抽出は広告文章の始まりと終わりのパターンマッチングにより行う。

##### OCR 誤り訂正

OCR による文字認識の誤りを自動的に訂正する。高精度な誤り訂正を実現するために、最先端の Dong らの手法 <sup>[b]</sup> をベースに研究開発を進める。

##### 情報抽出

日付／曜日／人名／地名／項目名などのキーワードを自動的に抽出し、時系列・地域別の変化を明らかにし、比較し、相関関係を検証して、西洋史学全国大会のシンポジウムの準備をする。キーワードは Stanford CoreNLP を用いて解析した上で自動抽出を行う。

##### Trove からの協力

データベース Trove の運営者（オーストラリア国立図書館）と協力関係を築く。

#### 3. 2 目的の抽出

パブリック・ミーティングの目的となる文やフレーズ（キーワードでも可）を自動的に抽出する。この段階で、様々な項目間の構造的連関と時間的変化を明らかにし、世論形成構造と公共圈形成の歴史の大枠を明らかにする。項目間の構造的関連や

時間的変化は時系列データマイニング技術により実現する。

### 3.3 新聞広告とそれに関する新聞記事の照合・分析

#### 照合・分析

自然言語処理の最終段階に入り、新聞広告と新聞記事を照合し、参加者数、参加者の氏名、性別、人種などを明らかにし、すべてのデータを収集する。これらはSNSデータ解析と類似しているため、最先端のSNSマイニング技術[c]により実現する。

#### 検証

イギリスのデータベースでの応用の検証。

### 3.4 世論形成を解明

民主的公共圏にかかるオーストラリアの社会的ネットワークの全貌を明らかにする。

## 4 研究成果

西洋史の分野では、雑誌『西洋史学』〔雑誌論文[1]〕九州大学、東京大学などと連携し、デジタル・ヒストリーに関する本研究に関する議論を深めた〔学会発表[1][2][4]〕。

自然言語処理分野、では広告の自動抽出およびOCR誤り訂正の研究を〔学会発表[3][5]〕で発表し、人文科学とコンピュータ研究会 じんもんこん 2019 ベストポスター賞を受賞した。

#### 引用文献

- [a] Charles Tilly, 'The Rise of the Public Meeting in Great Britain, 1758-1834', *Social Science History* 34:3, 2010.
- [b] Rui Dong, David Smith, "Multi-Input Attention for Unsupervised OCR Correction" in *Proceedings of ACL*, pp.2363-2372, 2018.
- [c] Social Media Mining: An Introduction, Cambridge University Press, 2014.

#### 発表論文等

##### 〔雑誌論文〕

- [1] 藤川 隆男, Chenhui Chu, 長原 一, 梶原 智之. 歴史研究におけるビッグデータの活用. 西洋史学, 268, 50-61 頁, (2019).

##### 〔学会発表〕

- [1] 藤川隆男. 21世紀の歴史学とパブリックIMBY/【インターネット・アニメ・モノ・アート・デジタル】・ヒストリー. 九州西洋史学会 2019 年度春季大会, (2019.4).
- [2] Takao Fujikawa. Public History and Digital History in University Education. Global History Education Conference, (2019.8).
- [3] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renouf, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa. Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery. 人文科学とコンピュータシンポジウム 2019, (2019.12).
- [4] 藤川隆男. 自然言語処理による新聞データの分析を通じた 19 - 20世紀オーストラリアの公開集会と世論形成の構造の解明. 2020 Spring Tokyo Digital History Symposium, (2020.2).

- [5] 田中昂志, Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. OCR 誤り訂正を用いた歴史新聞データからのコーパス構築. 言語処理学会第 26 回年次大会, (2020.3).

##### 〔その他〕

- [1] Chenhui Chu, 人文科学とコンピュータ研究会 じんもんこん 2019 ベストポスター賞, "Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery", (2019)

##### 〔外部資金〕

- [1] H31-34, 科学研究費助成金 基盤 B, 「オーストラリアの世論形成の歴史的解明：自然言語処理による公開集会データの解析」, 19H01330 (課題番号), (代表) 藤川 隆男, (分担) Chenhui Chu, 長原 一, 梶原 智之, 中村 武司

## 第4部

### 产学研共創プロジェクト

株式会社 JR 西日本テクシアとの【产学研連携による鉄道事業技術変革プロジェクト】に関しては、受け入れ教員は、基礎工研究科兼任教員 3 名、人間科学研究科および工学研究科兼任教員それぞれ 1 名となっている。平成 30 年 1 月より、課題別ワーキング 20 回、および全体会議 6 回を実施して、受託研究活動を実施中である。

#### 4.1 会議開催実績

日時	会議体	議題・内容
【全体会議】		
2019/4/25	第 13 回定例会議	活動進捗報告
2019/6/10	第 14 回定例会議	活動進捗報告
2019/8/01	第 15 回定例会議	活動進捗報告
2019/10/07	第 16 回定例会議	活動進捗報告
2020/1/07	第 17 回定例会議	活動進捗報告
2020/3/03	第 18 回定例会議	活動進捗報告
【WG1, WG2】		
2019/5/30	WG1, WG2 個別会議	仕掛学案件大阪駅現地調査実施
2019/6/05	WG1, WG2 個別会議	モニター表示イメージ案作成
2019/6/10	WG1, WG2 個別会議	武田先生と共同研究の方向性についてヒアリング実施
2019/7/06	WG1, WG2 個別会議	矢巾町 WS に同行（フューチャーデザインを活用した取り組みの有用性を確認）
2019/7/09	WG1, WG2 個別会議	仕掛学機器設置工事
2019/7/16	WG1, WG2 個別会議	仕掛前の通行量事前計測
2019/7/30	WG1, WG2 個別会議	実証実験実施
2019/8/19	WG1, WG2 個別会議	新福島駅現地調査・WS 開催
2019/8/21	WG1, WG2 個別会議	JR 大阪電気工事事務所と AI を用いて信号回路図の確認作業効率化が図れるか相談受け

日時	会議体	議題・内容
2019/8/29	WG1, WG2 個別会議	武田先生と今後の進め方について打ち合わせ実施
2019/9/10	WG1, WG2 個別会議	WS 振り返り
2019/9/27	WG1, WG2 個別会議	JRCRS 考動推進室にヒアリングを実施
2019/9/30	WG1, WG2 個別会議	新岡先生ヒアリング
2019/10/24	WG1, WG2 個別会議	ヒアリング内容を踏まえ JR 大阪電気工事事務所と打ち合わせ
2019/11/01	WG1, WG2 個別会議	支社企画担当課長会議に同席させて頂き FD について説明
<b>[WG3, WG4]</b>		
2019/5/14	WG3, WG4 個別会議	音響取り組みテーマ実施内容打ち合わせ
2019/5/31	WG3, WG4 個別会議	データマイニング取り組みテーマ実施内容打ち合わせ
2019/10/30	WG3, WG4 個別会議	京都総合博物館にて人流検知センサ設置
2019/11/20	WG3, WG4 個別会議	京都総合博物館にて歩行誘導シート設置
2019/12/04	WG3, WG4 個別会議	京都総合博物館にて人流検知センサ・歩行誘導シート撤去

## 4.2 受託研究概要

研究題目：駅を中心とした産学連携による鉄道事業技術の革新的な技術創出に関する研究

研究目的および内容：

駅を中心とした産学連携による鉄道事業技術の革新的な技術創出のため、具体的な技術フィールドを複数に分け、①安全・安心、②快適なサービスの最適化、③最適化アプローチに基づくメインテナンス・効率化、④音声解析、AI、VR、ロボット技術に基づく快適サービス・オペレーション、の中から「テーマ選定」を実施する。お客様の安全安心とお客様の快適・サービスに関わる分野で具体的テーマの研究開発に着手し、あわせて、新たなテーマの創出を全体ワーキング内で議論する。

表 4.2: 受託研究テーマおよび担当者

研究テーマ	担当者
① データマイニングによる保全稼働データの分析から現場適用	基礎工学研究科・教授・乾口雅弘
② 音響分析による故障予知の応用	基礎工学研究科・教授・飯國洋二
③ 人間工学を活用した最適案内手法確立と実装	人間科学研究科・教授・平井啓
④ 鉄道インフラを利活用した地域貢献に関わる初期検討	工学研究科・講師・武田裕之

受託研究費：

直接経費：4,200,000 円、間接経費：1,800,000 円、合計：6,000,000 円

## 4.3 研究活動報告

### ①データマイニングによる保全稼働データの分析

#### (1) 研究の背景

駅務機器の点検保守における自動化、最適化、効率化を目指して、データの自動収集に基づく状態監視保全システムが開発されてきた。このシステムによりデータ収集と解析に基づいた状態評価とそれに基づく定期点検周期の算出と故障予兆検知を実現している。しかし、現状では、一部のデータしか用いておらず、駅員の入力データにも依存する。データマイニング技法などの適用により、収集している多くのデータのみを活用したより良いシステムへの展開が望まれ、それによる駅務機器の品質向上や省力化、コスト削減が期待されている。

#### (2) 研究の目的

種々の駅務機器があるが、研究を始めるに当り、自動改札機を取り上げる。すなわち、機器データなどの客観的データをデータマイニング手法により解析することにより、自動改札機の点検業務の高効率化に役立つ情報の抽出およびモデルの構築を目指す。具体的には、各種機器データを用いて、機器の状態を表す種々の項目（属性）データから分離不能などのエラーを予測する if-then ルールの抽出を行う。この際、良好な if-then ルールが抽出するためのデータ変換、ルールの形式を求めるとともに、データ量に関する考察、ルールの抽出回数の影響を考察する。また、抽出されたルールに基づき、エラ一件数を予測するモデルを構築し、その精度を確認する。さらに、他手法と比較し、提案されたモデルの妥当性を確認するとともに特徴を考察する。

#### (3) 研究の方法

##### (3-1) ルール抽出アルゴリズムの適用

データ集合内で矛盾しない対象（各日のデータ）を正しくクラス分類し、かつ極小な条件部をもつ if-then ルールの中から、与えられたデータ集合内のすべての対象を正確に分類する上で必要となるものだけ抽出するアルゴリズム MLEM2 を用いる。MLEM2 はラフ集合に基づくルール抽出アルゴリズムで、基礎となるルール抽出アルゴリズム LEM2 (Learning from Examples Module, ver.2) を実数値属性を使えるように修正したものである。LEM2 は、対象集合 B を説明する基本条件  $t((\text{条件属性 } a, \text{ 属性値 } v) \text{ の対})$  を、定められた評価基準値の高い順に、それらの条件を満たす対象のすべてが B に含まれるまで選んだ後、不必要的基本条件を除くことで、B への帰属を結論付けるルールの極小条件を求める手続きと、その手続きを B 内のすべての対象がいずれかのルールにより説明されるまで繰り返し、最後に不必要的ルールを除くことで、B のすべての対象を説明する極小数のルールを求める手続きで構成されている。各決定クラス内の矛盾のない対象集合（決定クラスの下近似）を順次 B に代入することで、与えられたデータ集合内の無矛盾なすべての対象を説明する極小ルール群を求めることができる。

##### (3-2) 自動改札機への適用：4 手法の比較

実際に駅に設置されている 2 台の自動改札機の 2016 年 5 月から 2018 年 6 月の 2 年 1 か月間に毎日計測された各券種の投入数、機器の状態など 184 種類の条件属性とエラ一件数（分離不能件数）のデータを用いる。期間中、4 回の定期点検が行われている。日々の機器の投入数から 1 週間後のエラ一件数を予測する if-then ルールの抽出を試みる。そのため、データに次の 2 種類の前処理を施す。i. 各日の条件属性値に 7 日後の決定属性値を組合せる。定期点検日前の 1 週間分のデータを削除する。ii. (i) の処理の後、各日の条件属性値および決定属性値を直前の定期点検日からその日まで累積した値に変更する。また、データ計測後の最初の定期点検日前のデータは、累積値が正しく算出できないため削除する。

次の 4 種類のルール抽出法を試みる。I. (i) のデータを用いて、エラ一件数が「 $x$  以上  $y$  以下」という形式の結論部をもつ if-then ルールを MLEM2 により抽出する。II. (ii) のデータを用いて、エラ一件数が「 $x$  以上  $y$  以下」という形式の結論部をもつ if-then ルールを MLEM2 アルゴリズムにより抽出する。III. (ii) のデータを用

いて、分離不能エラ一件数が「 $x$  以上」という形式の結論部をもつ if-then ルールと、「 $y$  以下」という形式の結論部をもつ if-then ルールとを MLEM2 アルゴリズムにより抽出する。IV. (ii) のデータを用いて、エラ一件数が「 $x$  以上」という形式の結論部をもつ if-then ルールと、「 $y$  以下」という形式の結論部をもつ if-then ルールとを単調性を考慮した MLEM2 アルゴリズムにより抽出する。学習用データからこれらの 4 手法でルール抽出し、得られた各ルールをテストデータで評価し 4 手法を比較する。

### (3-3) 学習用データの増量化およびルール抽出の繰り返しの効果

ルールを学習するデータ量が多い方が良いルールが得られるか、MLEM2 ルール抽出法が与える条件属性の順序に依存することから、条件属性の順序を変えてルール抽出を繰り返し、ルールを増やすことが有効かを調査する。

### (3-4) 抽出したルールによる分類器（予測モデル）の作成とモデルの精度

抽出されたルールを用いて 1 週間後のエラ一件数を予測する分類器を作成し、種々のテストデータにより推定精度を評価する。ルール抽出には繰り返しルール抽出法を用いるが、抽出される度に検証用データで精度評価を行い優良ルールのみを取り出すのが良いか、すべてのルールを用いるのが良いかなどの比較を行う。また、分類器の作成において、異なった機器のデータから抽出されたルールを合わせて用いる効果を確認する。

### (3-5) 他手法との比較

本研究で得られたルール抽出法の有効性を確認するため、他のデータマイニング手法と比較する。ここでは、3-2 (ii) で述べた累積データに対して、決定木 C4.5 と、ランダムフォレストを用いる。決定木は情報獲得量の大きい属性値により分割していくことにより求められる決定木によりクラス分類する手法であり、ランダムフォレストは、ばらつきが大きいデータ集合内に存在する稀なデータの影響を少なくするアンサンブル学習法で、復元抽出により得られた複数組のデータ集合それぞれを用いて決定木を生成し、これらの決定木によるクラス分類の多数決によりクラス推定を行う方法である。

## (4) 研究成果

### (4-1) (3-2) における 4 手法の比較結果

(3-2) に関して、次の知見を得た。

- 直前の定期点検日から累積することにより、累積エラ一件数に基づくより一様なクラス分けは可能となる。
- 機械によりエラ一件数が異なるので、「 $x$  以上  $y$  以下」という累積エラ一件数の区間ではなく、「 $x$  以上」、「 $y$  以下」のような累積エラ一件数の上下限を推定するルールを抽出した方が良い。
- エラ一件数が少ない機械のデータからルール抽出する場合は、「 $x$  以上」という累積エラ一件数の下限値を推定するルールにおいて精度の高いルールが得られやすい。
- 条件部と結論部の単調性が仮定できる場合は、単調性の制限をつけてルール抽出した方が良い。

### (4-2) 学習用データの増量化およびルール抽出の繰り返しの効果

学習用データの増量化により、ある程度精度が向上したルールがより多く得られるが、計算時間が大幅に増加する。一方、ルール抽出を繰り返すことによりルールを増やすことは有効である。

### (4-3) 抽出したルールによる分類器（予測モデル）の評価結果

優良ルールは個々のルールの精度は高いものの、それらのみで分類器を作成したのでは、ルールの条件部が覆う領域が少なくなり、十分な推定精度は得られない。すべてのルールを用いた場合に精度が高くなった。また、一つの機器のデータから抽出されたルールを用いた場合は、その機器のデータの特徴と他の機器のデータの特徴が異なるため、あまり良い結果は得られない。しかし、異なった機器のデータから抽出されたルールと合併することにより、推定精度が向上することが明らかになった。MD12 号機から得られたルールと MD16 号機から得られたルールをすべて用いた分類器の正答率は、MD04 号機で 75.5%，MD05 号機で 57.2%，MD07 号機で 66.7% となった。一方、MD12 号機、MD16 号機の 2019 年 4 月から 12 月のデータに、MD12 号機と MD16 号機の 2016 年 4 月から 2018 年 5 月までのデータで学習したルールに基づく分類器を適用したところ、MD12 号

機で 33.6%，MD16 号機で 98.1% となった。2019 年のデータはエラ一件数が少なく、とりわけ、MD12 号機のエラ一件数は非常に少ない。このようなデータの特徴の相違が MD12 号機での推定がうまく行かなかった理由と考えられる。

#### (4-4) 他手法との比較結果

2016 年 4 月から 2018 年 5 月までの MD12 号機のデータと MD16 号機のデータとを合わせたデータ集合から決定木を作成し、同じ期間の MD04 号機、MD05 号機、MD07 号機のデータに適用したところ、正答率は、それぞれ、49.3%，44.1%，43.7% となり、本研究のルール抽出による方法の方が良い結果となった。MD04 号機、MD05 号機では、MD12 号機データのみを用いて決定木を作成した場合が最も高い正答率を示したが、この場合でも、それぞれ、57.4%，56.7% となり、MD05 号機でルール抽出による場合に近い正答率になったが、いずれの機器でもルール抽出による方法より劣る結果となった。一方、MD12 号機のデータと MD16 号機のデータとを合わせたデータ集合から得られた決定木を 2019 年 4 月から 12 月の MD12 号機のデータおよび MD16 号機のデータに適用したところ、正答率は、それぞれ、53.8%，60.9% となった。エラ一件数の少ない MD12 号機の 2019 年のデータでは、ルール抽出による方法より良い結果が得られた。一方、2016 年 4 月から 2018 年 5 月までの MD12 号機のデータと MD16 号機のデータとを合わせたデータ集合をランダムフォレストで学習した場合は、同期間の MD04 号機、MD05 号機、MD07 号機のデータでの正答率は、それぞれ、81.27%，62.07%，66.53% となった。MD04 号機、MD05 号機でルール抽出による方法より少し優る結果が得られた。また、2019 年 4 月から 12 月の MD12 号機のデータおよび MD16 号機のデータでの正答率は、それぞれ、43.7%，77.7% となった。この場合も、エラ一件数の少ない MD12 号機の 2019 年のデータでは、ルール抽出による方法より良い結果が得られた。

以上から、概ねランダムフォレストでは、本研究のルール抽出による方法より、少し良い結果が得られることが分かる。しかし、ランダムフォレストでは、得られたモデルの意味を解釈することは難しい。本研究のルール抽出による方法は、ランダムフォレストよりも少し正答率は劣るが、各ルールの意味が分かりやすいという利点がある。また、ルール抽出法では、異常データなどの稀なデータへの対処を施していないので、これらに対して適当な処理を施すことにより正答率の向上が期待できる。

#### (4-5) 全般的考察

本研究を通して得られた知見は次のようになる。

- データからそのままルール抽出をせずに、直前の点検日から各属性値を累積することにより、より良い予測モデルが構築できる。
- 累積データに変換したことにも関係するが、結論部を「 $x$  以上  $y$  以下」とするルールよりも結論部を「 $x$  以上」、「 $y$  以下」とするルールを抽出した方が良い。
- さらに、「ある条件属性が  $x$  以上であればエラ一件数は  $y$  以上になる」といったルールの条件部と結論部の単調性を仮定してルール抽出を行った方が良い。
- 直前の定期点検日から累積することにより、累積エラ一件数に基づくより一様なクラス分けは可能となる。
- MLEM2 に基づくルール抽出法では、1 度だけすべての対象を説明するルールを抽出するのではなく、別のルールが抽出されるように調整して(条件属性の順列を変更して)，何回もルール抽出を行った方が良い。
- より多くの種類のデータを用いてルール抽出を行う方が良い。
- ルールの精度が低くとも、抽出されたルールはできるだけ多く用いた場合に正答率が高くなる傾向にある。
- データに稀にしか生じないデータが存在する場合には、それらの影響を小さくした方が望ましい。
- 学習用に用いたデータと異なる性質を持つデータに対して、高精度推定を行うことは容易ではない。
- データマイニングによる手法は、学習用に用いたデータへの依存が極めて高く、データの特徴が安定した機器に適用するのが望ましい。今後の課題として次が考えられる。
- 稀なデータや異常データへの対応：可変精度ラフ集合の導入やバギングやブースティングの適用が考えら

れる。

- 分類器の構成法の再考： 本研究の分類器はエラ一件数の最小値と最大値の両端から与えられたデータに見合ったクラスを求めていたが、中央値から小さい方あるいは大きい方へクラスを求める方法も考えられる。また、優良ルールとそうでないルールの階層分け、すなわち、優良ルールのみでクラス分類し、できない場合にすべてのルールを用いていくなどが考えられる。優良ルールを優先して用いれば、学習用データ特有の特徴を表すルールの影響を小さくできる可能性がある。

## ②音響分析による故障予知システムについて

### (1) 研究の背景

エスカレータ (ESC) が故障した際に発生する異常音を正確かつ高速に検出することは、故障の予知につながり、利用者の安全性の向上のみならずコスト削減を図る上でも重要である。そのためには、正常音と異常音の違いを特徴づける特微量をうまく抽出する必要がある。

### (2) 研究の目的

マイクで ESC 音を収集し、正常音と異常音の特徴の違いを分析することで次の可能性について検討する。

- 歩行音や駆け上がり音が混入しているが正常な運転音と、故障時に発生する異常音を区別する方法
- 異常音の認識率を向上させるための特微量の選択方法
- 故障発生時に速やかに監視センターに通知する方法
- 重大な故障（ステップがラインティングプレートに衝突、ステップローラーが欠損したガイドレールを乗り越える）が発生した場合は ESC を即時停止する方法
- ESC 音の変調をいち早く捉えることで故障を予知する方法

### (3) 研究の方法

雑音がない定常運転時の ESC 運転音を収集し、特微量として偏差と振幅スペクトルを抽出する。ついで、それら定常運転時の特微量を基準として、歩行音や駆け上がり音などが混入しているが正常な運転音の特微量と、故障した場合に発生する異常音の特微量を比較し、それらが区別できるかを評価する。

#### 偏差と振幅スペクトルの評価

1 フレーム中の  $N$  個の観測信号を  $\{x_n\}_{n=0}^{N-1}$  とすると、信号の偏差は

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n^2} \quad (4.1)$$

で計算できる。偏差  $\sigma$  によって、信号の大きさを知ることができる。

一方、離散フーリエ変換 (Discrete Fourier Transform, DFT) は、

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j(2\pi n k / N)}, \quad (k = 0, 1, \dots, N-1, j = \sqrt{-1}) \quad (4.2)$$

で計算できる。ただし、整数  $k$  は周波数に相当し<sup>\*1</sup>、高速計算のため通常  $N$  は 2 のべき乗にする。離散フーリエ変換  $X_k$  は複素数であり、その絶対値  $|X_k|$  は振幅スペクトルと呼ばれている。振幅スペクトル  $|X_k|$  によって、信号  $x_n$  が周波数  $k$  の成分をどの程度含んでいるかを知ることができる。なお、

$$X_{k+N} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j(2\pi n(k+N)/N)} = X_k \quad (4.3)$$

であることから、 $X_k$  は周期  $N$  を持つ。また、今回のように  $x_n$  が実数の場合は、式 (4.2) の複素共役をとると、

$$\overline{X_k} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{j(2\pi nk/N)} = X_{-k} \quad (4.4)$$

となる。従って、 $|X_{k+N}| = |X_k|$ ,  $|X_k| = |X_{-k}|$  より、 $|X_k| = |X_{N-k}|$  となるので、振幅スペクトルは  $k = N/2$  で中心対称になる。具体的には、

$$|X_0| = |X_N|, |X_1| = |X_{N-1}|, |X_2| = |X_{N-2}|, \dots, |X_{N/2-1}| = |X_{N/2+1}|$$

となり、 $|X_0|, |X_1|, \dots, |X_{N/2-1}|$  のみが意味を持つ。

#### 異常音の判定方法

まず、歩行音や駆け上がり音などが混入していない定常運転時の正常音を収集し、その振幅スペクトル  $|X_k|_{st}$  と偏差  $\sigma_{st}$  を評価する。次いで、評価対象の信号  $\{x_n\}_{n=0}^{N-1}$  の振幅スペクトル  $|X_k|$  と偏差  $\sigma$  を計算する。そして、すべての周波数  $k$  について  $|X_k|$  と  $|X_k|_{st}$  のデシベル値での絶対誤差の総和  $F1$  と、 $\sigma$  と  $\sigma_{st}$  の絶対誤差  $F2$  を計算する。つまり、

$$F1 = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{N/2-1} |20 \log_{10}(|X_k|) - 20 \log_{10}(|X_k|_{st})| \quad (4.5)$$

$$F2 = |\sigma - \sigma_{st}| \quad (4.6)$$

を計算する。そして、 $F1$  に対する閾値を  $T1$ ,  $F2$  に対する閾値を  $T2$  とし、

$$F1 > T1 \quad (4.7)$$

$$F2 > T2 \quad (4.8)$$

を満たすかどうかで、評価対象の信号が正常音か異常音かを判定する。ただし、今回はサンプリング周波数  $f_c = 44100[\text{Hz}]$ , 1 フレームのデータ数  $N = 8192$ (約 0.2[s]) とする。

#### (4) 今後の課題

式 (4.7) では、すべての周波数  $k$  ( $k = 0, 1, \dots, N/2 - 1$ ) での絶対誤差の総和を評価した。しかし、異常音の特徴的な周波数が特定の区間に局在しているのであれば、歩行音や駆け上がり音などの異常音以外の雑音の影響を軽減するために、その特定の周波数区間のみの絶対誤差を評価する方法も考えられる。例えば、和をとる範囲  $\sum_{k=0}^{N/2-1}$  を  $\sum_{k=k_1}^{k_2}$  とする方法である。

また、これまで各フレームの  $F1$ ,  $F2$  がそれぞれの閾値を超えるかどうかで、そのフレーム中の信号が正常音か異常音かを判定していた。しかし、各フレームごとに独立に判定する方法では、正常音と異常音を区別するには不十分であり、また閾値  $T1$  と  $T2$  を同時に適切に設定するのが困難であった。これらの問題を解決するため、 $F1$ ,  $F2$  の大きさそのものや、 $F1$ ,  $F2$  の時間変化（例えば閾値を超える継続時間など）により判定する方法も考えられる。そのためには、第  $i$  フレームの  $F1$  と  $F2$  の値をそれぞれ  $F1(i)$ ,  $F2(i)$  として、正常音と異常音

<sup>\*1</sup> 例えば、サンプリング周波数  $f_c = 44100[\text{Hz}]$ , データ数  $N = 8192$  の場合、周波数  $k = 200$  は  $f = kf_c/N = 1076[\text{Hz}]$  に相当する。

で  $F1(i)$ ,  $F2(i)$  が時間とともにどのように変化するかを比較する必要がある。これにより、閾値  $T1$ ,  $T2$  の適切な値に関する知見が得られる可能性もある。

### ③人間工学を活用した最適案内手法確立と実装

#### (1) 研究の背景

鉄道プラットフォームにおける転落事故をハードとソフトの両面からの包括的な対策を進めていくためには、顧客の心理・行動的特性の理解と、それに基づく行動の制御の観点からの対策を考えていくことが重要である。

#### (2) 研究の目的

顧客の心理・行動的特性とそれに合わせた行動科学的対策を提案するために、過去のホーム上からの転落事例の認知行動科学的特徴分析と行動経済学的手法を用いた転落防止のための有効なメッセージ開発を行った。

#### (3) 研究の方法

転落事例の認知行動科学的特徴分析は、2016年から2018年までの32事例の認知行動科学的内容分析を行った。行動経済学的手法を用いた転落防止のための有効なメッセージ開発は、転落防止センサーに連動して、ホーム上の顧客へ発せられる注意メッセージの文言を、行動科学の研究者とJR西日本、JR西日本テクシア関係者間での2回のワークショップによりプロトタイプの開発を行った。

ワークショップでは、WHO（対象となる人）－Goals（対象に期待される行動）－WHAT（何を伝えるか）－HOW（どのように伝えるか）のソーシャルマーケティング手法で用いるフレームワークを用いて、順番にその特徴をブレーンストーミングを行い、内容を明らかにしていった。2回目のワークショップは、転落防止センターを設置予定駅のスタッフも交えて、より具体的な注意喚起メッセージの作成を行っていった。

#### (4) 研究成果

##### 転落事例の認知行動科学的特徴分析

転落事例の特徴は以下の通りであった。

男性：27名（84.3%）

転落の時間帯朝：8名（25%）；昼1名（3.1%）；夜23名（71.8%）

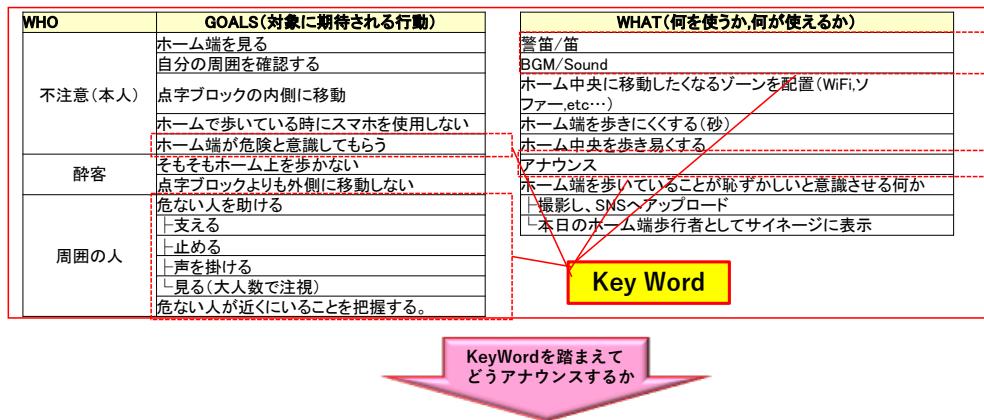
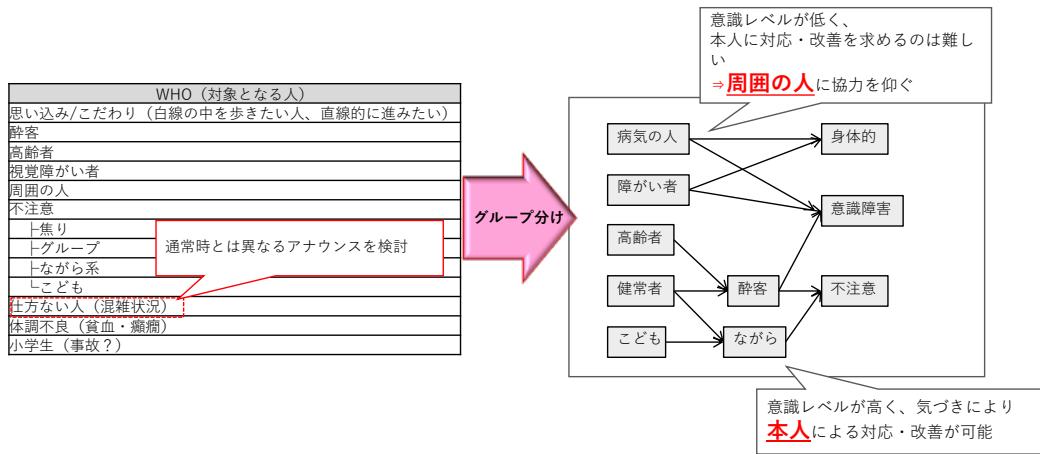
転落時の状態：飲酒・酩酊23名（71.8%）；急病5名（15.6%）；健常者2名（6.2%）；自殺2名（6.2%）すなわち男性で、夜間に、飲酒・酩酊状態にある者が多いうことが明らかになった。これらの特徴を精神医学的に解釈するとホームからの転落の主要因は、「意識障害」の状態であることがあきらかとなった。「意識障害」とは、意識の量である清明度が低下した状態で、脳の一時的な機能不全状態である。その原因としては、体の問題（代謝バランスの変化）、薬物・アルコールの影響、もともとの脳機能のキャパが小さいことがその背景や直接要因となる。認知症や発達障がい、脳血管性の疾患が脳機能のキャパの小ささの背景にあることが多い。

転落事例の殆どが意識障害であるとすると以下の点に考慮する必要があると提案された。

- 直接の注意喚起により行動変容を促すことはほとんど期待できない。
- 直接的な行動の制御のためにはホーム上の構造的な配置の工夫が必要である（現在行なわれているようなホーム上のベンチの配置方向を変える）。
- 意識障害により挙動がおかしい者の周囲の人に、注意喚起をして転落阻止行動を撮ってもらうことは有効である。
- 健常人の不注意に関しては積極的な注意喚起は有効である可能性がある。

##### 行動経済学的手法を用いた転落防止のための有効なメッセージ開発

前項の転落事例の認知行動科学的特徴分析の結果を踏まえ、転落防止センサーに連動して、ホーム上の顧客へ発せられる注意メッセージとその提示方法を2回のワークショップを通して開発した。



自身の置かれている状況を把握させるためのアナウンス  
・ホーム端は危険であることを意識させるためのアナウンス

WHO	HOW(具体的なアナウンス内容)	コンセプト
本人	ホーム端は(大変・とても)危険です。転落の恐れがあります。	ホーム端は危険と意識させる
	列車が近づいています	ホーム端は危険と意識させる
	安全なご帰宅を	ホーム端歩行以外の観点で安全
	ホーム中央に移動して下さい。	ホーム中央の良い印象を与える
	ホーム中央が安全です	
	ホーム中央が楽しいです。	
	あかん！(大阪のおばちゃんVoice方言シリーズ)	気付きを与え、意識を安全に向かせる
	電車と接触して動かすor命を落す確率は50%です。	
	転落する恐れがあります	具体的な内容を提示する。
	どここの駅で毎日1人がホームから転落しています。	
周囲の人	1日に1人の割合でホームから転落しています。	
	この駅にはホーム端がありません。	ホーム端が安全でないことを伝え、自身で安全を意識しなければならないことに気付かせる
	この人が危ない。	
	この人あかん！(大阪のおばちゃんシリーズ)	
	ホーム端に人がいます。	
	ト危なくない？	
	トマジwwwwww	ホーム端にいる人を指し、目を向けさせる。 らくるという発想
	ト笑)	
	トだーだ	
	おーい	個人を指さず目を向けてもらう

・周りに目を向けてもらうためのアナウンス  
・自分が恥ずかしいことをしているという意識をもってもらうためのアナウンス

図 4.1: 第1回ワークショップのアウトプット

ターゲット	醉客
指標(どうなれば効果ありとするか)	<p>①狭隘部に滞留させない ②狭隘部に入らせない</p> <p>⇒狭隘部への居残りが転落に繋がっていることから①で良い。          ②は新福島駅の構造上、アプローチが難しい。          (狭隘部の先に広い乗車可能エリアがあるため)</p> <p>⇒音声により、狭隘部に残りたくない雰囲気作りをする。</p> <p>⇒今回の対象エリアがスペシャルであることを認知させる文言とする。          平常時にも意識への刷り込みを行うため、音声を流す。</p>
時間帯	⇒駅に昼間と夜間の区切りとなる時間を確認する。

Phase.0	現状(音声無し): 比較データ収集
Phase.1	固い文言でのアプローチ
Phase.2	碎けた文言でのアプローチ(碎け具合: 2<2'<2")

		狭隘部用		周囲の方用	
Phase.1	昼	ここは転落多発エリアです。奥の広いエリアでお待ち下さい。		常	この先、一部ホームが狭くなっています。
	夜			常	
Phase.2	昼	ここにはホーム柵がありません。		セ	SOSボタンはここです。危ないと思ったら押して下さい。
	夜			セ	
Phase.2'	昼	多くの人が広いエリアで待っています。		セ	広いエリアでお待ち頂きありがとうございます。
	夜			セ	
Phase.2"	昼	無事に帰るまでが仕事です。		セ	まわりに落ちそうな人はいませんか？
	夜			セ	
Phase.2"	昼	BGM(デデーン)セーフ！		セ	狭いエリアに人がいます。
	夜			セ	

※常: 常時一定間隔でアナウンス、セ: 狹隘部2Dセンサー検知時にアナウンス

図 4.2: 第2回ワークショップのアウトプット

図 4.1, 図 4.2 のように、対象者を特定し、その認知行動特性を踏まえたメッセージとその提示方法について複数のプロトタイプを開発した。今後、実証実験においてその有効性の検証が必要である。

#### ④鉄道インフラを利活用した地域貢献に関する初期検討

##### (1) 研究の背景

鉄道は人々になくてはならないインフラであり、都市やまちの生活に深くかかわっている。しかし、近年では、自動車離れが進んでいるとはいえ、地域によっては公共交通離れも深刻な問題となっている。さらにアマゾンやC2C（消費者間取引）など従来の物流や購買行動の変化や、完全自動運転技術の発展に伴う潜在的な公共交通需要への脅威などを考えると、公共交通事業者および関連事業者にとって、将来のまちの姿や住民ニーズは捉えることは非常に重要になっていると思われる。

こうした中、新たな研究分野として「フューチャー・デザイン」が注目されている。フューチャー・デザインとは、ヒトの「将来可能性」に着目し、将来可能性を生む社会の仕組みのデザインとその実践を通じて、現在の市場と民主制を変革する新たな社会構造を目指すことをコンセプトとした学問体系である。

上述の通り、公共交通事業者は公共交通そのものへの需要に対する脅威はあるものの、その一方で、交通インフラそのものやこれまでに培ってきた交通に関連する技術やノウハウ、さらには地域との関係性などを活かしていくことで、交通も含め、さらに多様な事業展開の可能性を秘めているといえる。

##### (2) 研究の目的

本研究では、次の3点を明らかにし、今後の鉄道事業者の地域貢献および地方創生に対する基礎的な知見を得るとともに、具体的な方策について検討する。

1. 交通インフラ（特に鉄道）に対するイメージと今後の利用意向
2. 交通事業者に対する潜在的なニーズ
3. 鉄道インフラを利用した地域貢献・地方創生に対する具体的な方策

本研究では、具体的な地域を想定してワークショップなどを実施していくことも考えられるが、初年度となる本年度においては、上記の1、2について一般的な住民の意識について明らかにする。

##### (3) 研究の方法

住民の意識を調査するためにインターネットアンケートを実施する。インターネットアンケートについては、株式会社マクロミルのサービスであるQuick Millを利用する。インターネットアンケートを利用するメリットとしては、割付設定をすることができ、回答者属性のコントロールが可能な点、スクリーニングにより回答者層の絞り込みが可能な点、比較的若年世代的回答が見込める点が挙げられる。

設問については、公共交通へのイメージや今後の技術発展に伴う期待や利用意向などに関するものとした（表1）。また、回答者の割付については、鉄道と住民との関係性が重要であるため、都市規模と日常的な利用頻度から、割付を行った（表2）。なお、回答者の居住範囲を、近畿地方（滋賀県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山県）、中国地方（岡山県・広島県・山口県・鳥取県・島根県）、北陸地域（富山県・石川県・福井県）とした。対象府県の市町村数を表に示す。

##### (4) 研究の成果

アンケート調査は、3月下旬に実施予定である。そのため、報告書作成時に結果は示すことができないが、得られた回答については、順次分析を行っていく予定である。

表 4.3: アンケート設問

設問番号	項目	回答方法
1	日常的な交通手段	5 件法
2	交通インフラから連想されるイメージ	自由記述
3	「移動」「輸送」以外の交通インフラから連想されるイメージ	自由記述
4/5	現在の交通インフラの評価およびその理由	5 件法 + 自由記述
6/7	30 年後の交通インフラの評価およびその理由	5 件法 + 自由記述
8	現状維持だった場合の地域の交通インフラの 30 年後の状況	自由記述
9	30 年後の交通インフラの望ましい状況	自由記述
10	30 年後の交通インフラの望ましくない状況	自由記述
11	技術予測に対する期待度	5 件法
12	完全自動運転実現時の公共交通に対する需要	5 件法
13/14	公共交通と地域との関係およびその理由	5 件法 + 自由記述
15	地域活性化のために鉄道に期待すること	自由記述
16	鉄道駅において困った場合の相談先	順位選択
17	駅が無人駅化された場合に困ること	5 件法
18	駅が無人駅化された場合に必要となる設備・サービス	5 件法
19	居住形態	5 件法
20/21	居住年数および定住意向	5 件法
22	地域愛着	5 件法
23	将来世代との負担の分配に対する意識	5 件法
24	未来に対する意識	5 件法
25	現在の活動と将来世代への意識	5 件法

表 4.4: アンケート割付

都市規模		駅からの距離		
		600m 以内	601~3,000m	3000m 以上
都市規模	政令市・中核市	Group 1-1	Group 1-2	Group 1-3
	その他の市	Group 2-1	Group 2-2	Group 2-3
	町・村	Group 3-1	Group 3-2	Group 3-3

## 第5部

### 機構の主要研究プロジェクト

#### 5.1 スマートキャンパス（未来社会創造型サービスプラットフォームの整備）

人物行動映像解析技術の研究や開発を進めるためには、実験データの収集および実証実験場所が必要となる。特に、実環境で利用できる技術の研究や開発を行うためには、実験室などの管理されたエリアでの実施や、募集に応じた被験者の指示に基づく行動のみを対象とするのは好ましくない。実環境におけるリアルな人々の行動を対象とすべきである。人物行動映像解析のためのデータ収集および実証実験を実施するためには、少なくとも2つの条件を満たす必要があると考えている。

- (A) 人物行動映像解析のためのカメラや記録用サーバなどの設備面を整えること
- (B) カメラなどによる撮影や、その撮影映像が解析対象として用いられることに、被撮影者の理解が得られること

(A) はいわゆる物理的な環境整備であり、(B) は心理的および倫理的な環境整備である。本プロジェクトにおいては、これらの条件を満たす場所を用意するとともに、データの収集、実証実験の実施を進めている。具体的には、次の通り大阪大学吹田キャンパス内の複数場所において実施している。

##### 5.1.1 産業科学研究所

産業科学研究所では、2016年より整備を開始し、2017年より映像データの撮影・収集を始めている。産業科学研究所には、人物行動映像解析の専用カメラ（以下、実験用カメラと呼ぶ）を40台設置するとともに、撮影や実験に必要なサーバなどを準備した。設置されている実験用カメラは図5.1のようなものである。産業科学研究所においては、2017年までに(A)の物理的な整備が完了している。

(B)の整備については、産業科学研究所の教職員や学生などを対象とする説明会の開催や、Webやメールなどにおける実験情報の周知を行った。その上で、少ない台数のカメラを短い時間のみ稼働する実験からはじめ、時間をかけて稼働台数や稼働時間を少しづつ増やしながらデータの収集および実証実験を実施してきた。

産業科学研究所での実験は2019年3月で一旦終了し、現在は休止中である。実験を再開する際には、改めて説明会を開催し、実験を実施する旨を周知したうえで行う。

##### 5.1.2 生命科学図書館

大阪大学吹田キャンパス内にある生命科学図書館では、人物行動映像解析研究目的のみでカメラを利用するのではなく、防犯目的でも運用している。図5.2に示すような実験兼防犯目的のカメラ（以下、実験兼防犯カメラと呼ぶ）48台

	ボックス型カメラ Panasonic WV-SP509J		ドーム型カメラ Panasonic WV-SW598J
	ハウジング有	ハウジング無	
不使用時 (非撮影)			
使用時 (撮影中)			

図 5.1: 産業科学研究所に設置されている実験用カメラの例（使用時と不使用時が現場で分かるようにしている）

ドーム型カメラ Panasonic WV-S2130	ドーム型 PTZ (パンチルトズーム) カメラ Panasonic WV-S6130	ボックス型カメラ Panasonic WV-S1131
	 	

図 5.2: 生命科学図書館に設置された実験兼防犯カメラの例

の設置やネットワークの工事といった、(A) の物理的な整備は 2018 年度に完了している。その後防犯目的での運用を開始するとともに、(B) の整備を実施すべく、実験の説明会を実施した上で、実験の周知を兼ねて予備実験を実施した。その後、再び実験説明会を開催し、2018 年 12 月より、トイレの出入口が画角内にあるカメラを除いた実験兼防犯カメラを用いたデータ収集開始している。なお、実験兼防犯カメラは、産業科学研究所の実験用カメラとは異なり、常時防犯カメラとして利用されているため、実験目的で使用していない時間でもカバーをかけていない。

2019 年度は表 5.1 に示す通り、11 月までは前年度同様に週 4 回のペース、12 月よりこれまでで実験を実施していなかった土日を含め週 2 回のペースで実験を計画および実施した。しかし、2020 年 1-3 月の実験は機材のトラブルによりデータ収集が行えておらず、2020 年度に改めて土日のデータを収集する予定である。

### 5.1.3 センテラス

大阪大学吹田キャンパス内のセンテラスエリアにおいても、人物行動映像解析研究目的のみでカメラを利用するのではなく、防犯目的でも運用する。センテラスエリアには、図 5.3 に示すような実験兼防犯カメラを 16 台設置するとともに、ネットワーク工事などを行い 2018 年度に (A) の物理的な整備を完了している。

センテラスエリアは、産研や生命科学図書館と異なり、撮影エリアに入りする場所が限定されておらず、(B) の施策のために撮影エリアに人が入る可能性がある全ての場所に看板を設置することは現実的ではない。そこで、撮影エリアに入る前の人の通りが多いと思われる通路に常設の看板を、撮影エリア内にデジタルサイネージの設置することにした。看板には実験を実施している旨やその内容、撮影エリア、問い合わせ先などを、デジタルサイネージにはカメラが

表 5.1: 生命科学図書館での実験実施・計画日時

	実験実施日時			
4月	5日（金）	11日（木）	17日（水）	23日（火）
	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00
5月	10日（金）	16日（木）	22日（水）	27日（月）
	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-22:00
6月	3日（月）	11日（火）	20日（木）	28日（金）
	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-21:00
7月	5日（金）	10日（水）	16日（火）	22日（月）
	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-22:00
8月	1日（木）	7日（水）	19日（月）	27日（火）
	9:00-22:00	9:00-17:00	9:00-17:00	9:00-17:00
9月	6日（金）	12日（木）	18日（水）	24日（火）
	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00
10月	2日（水）	10日（木）	18日（金）	28日（月）
	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-22:00	9:00-22:00
11月	5日（火）	11日（月）	22日（金）	28日（木）
	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00	9:00-21:00
12月	7日（土）	8日（日）	—	—
	10:00-17:00	10:00-17:00	—	—
1月	18日（土）	26日（日）	—	—
	10:00-17:00	10:00-17:00	—	—
2月	9日（日）	29日（土）	—	—
	10:00-17:00	10:00-17:00	—	—
3月	9日（月）	24日（火）	—	—
	9:00-17:00	9:00-17:00	—	—

実際に撮影しているリアルタイム映像や実験日には実験実施中である旨などを表示する。

2020年3月末までに、図5.4による示すデジタルサイネージおよび常設の看板の設置が完了した。2020年度は、このデジタルサイネージおよび常設の看板や、実験説明会を通じてを周知を行い、予備実験を行った上で本実験を開始する予定である。

ドーム型カメラ Panasonic WV-S2130	屋内ドーム型 PTZ (パンチルトズーム) カメラ Panasonic WV-S6130	屋外ドーム型 PTZ (パンチルトズーム) カメラ WV-S6530NJ
		

図5.3: センテラスに設置されている実験用カメラの例



図5.4: センテラスに設置されているデジタルサイネージ（左）と看板（右）の例

## 5.2 Society5.0 実用化研究拠点支援事業「ライフデザインイノベーション拠点」

### 5.2.1 SNS からのパーソナライズド感情分析

#### 5.2.1.1 研究の背景

インターネットやスマートフォンの普及によって、多くの人が気軽に情報を受信および発信できる情報社会（Society 4.0）が実現された。我々は、これらの情報を有効活用できる超スマート社会（Society 5.0）の実現に向けて、自然言語処理や画像処理の技術を用いた SNS 解析に取り組んでいる。Twitter などのソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）では、各ユーザがテキストや画像を用いて現実世界の状況を発信している。我々は、これらの投稿を蓄積し詳細に分析することによって、仮想世界と現実世界を高度に融合させた新たな価値の創出を目指す。

代表的な SNS 解析の先行研究には、Twitter の各投稿について投稿者の感情極性を 2 値（ポジティブ・ネガティブ）または 3 値（ポジティブ・ニュートラル・ネガティブ）で分類する極性判定がある。本研究では、SNS データの詳細な分析によって新たな価値の創出を目指すため、従来のポジティブ・ネガティブだけでなく、多様な感情を対象に分析する。例えば、同じポジティブな投稿でも、以下の 2 つの投稿はそれぞれ異なる感情を表す。

- やっとフルコンできた！ 【喜び】
- 映画観に行きたい～～～ 【期待】

#### 5.2.1.2 研究の目的

本研究の目的は、SNS 上での各個人の多様な感情を自動的に推定するシステムを構築することである。そこで、投稿者自身によってラベル付けされた Twitter の感情ラベル付きデータセットを構築し、各感情の強度を推定する深層学習モデルを訓練する。最終的には、投稿の時系列を考慮し、時間的な感情の変遷を推定する。

#### 5.2.1.3 研究の方法

まず、データセットを構築する。クラウドソーシングを用いて広く日本語の Twitter 利用者から投稿を収集し、感情ラベルを付与してもらう。感情には、マルチックの感情の輪における基本感情（喜び・悲しみ・信赖・嫌悪・怒り・恐れ・驚き・期待）の中から、事前調査によって日本語の Twitter 上での投稿頻度が高かった 5 感情（喜び・期待・驚き・悲しみ・怒り）を選ぶ。各クラウドワーカは、投稿時刻が連続する 10 件の投稿について、5 感情のそれぞれの強度（無・弱・中・強）をラベル付けする。

次に、感情分析モデルを構築する。深層学習に基づくテキスト分類モデルをベースとして、ユーザ情報や時系列を考慮するための改良を行う。

#### 5.2.1.4 研究の成果

2019 年度は、表 5.2 に示すような投稿と感情ラベルを、345 人のユーザから合計 11,000 件収集した。これらの投稿には、投稿者自身による主觀の感情ラベルに加えて、3 人ずつのクラウドワーカによる客觀の感情ラベルも付与した。

表 5.2: 投稿者自身による主觀の感情ラベル付き Twitter データセットの例

喜び	期待	驚き	悲しみ	怒り	テキスト
		強	弱		今日から 9 月とか早すぎ
弱	強	弱			温泉に行きたくないですか。
弱	強		強	強	帰りたいの極み～～～

2020年度は、さらにデータセットを拡大するとともに、主観の感情と客観の感情の差異に関する分析や、感情分類モデルの構築を行う。

## 5.2.2 未来の学習支援プロジェクト

### 5.2.2.1 研究の背景

高等教育で行われているマスプロ講義では、教員が多人数の学生に対して一方的に講義を行うスタイルが多い。この講義スタイルでは、教員も個々の学生や全体の理解度の把握が難しく、学生が講義についてきていているかという不安が常につきまとう。また、学生側も教員の説明の意味が分からぬが、多人数の学生の前で質問しにくいため実際には理解できていなくても放置してしまい講義についていけないなどの問題がある。このように、講義における一対多の間でのコミュニケーションの問題や知識や理解度の異なる多人数学生に対する個別のフォローアップが求められるが、すべての講義にTAなどを配置してこれに対応するのは現実的には難しい。本研究では、このようなマスプロ講義における問題を新しい講義支援構築することで解決することを提案する。講義中の学生の表情や行動、バイタル情報を用いることで本質的な学生の集中度や理解度を計測することを可能とするシステムを提案する。これらの情報を教員にリアルタイムにフィードバックすることで、講義のレベルや進捗スピードの調整、さらには追加説明などを促すことで、アクティブラーニングによる講義フィードバックを促すシステムを実現する。また、個別学生の知識や理解度不足に関しては、AIによる個別補足を行うことで、多數学生の多様性に対応する。本研究では、どのような実世界センシングにより学生の状態を把握しようとする情報学的要素、センシングデータと集中度や理解度の関連を調べる心理学的要素、さらには理解度や集中度が低下した際にどのように講義をフィードバック変化させるかという教育学要素の融合研究で実現される。このように、実世界センシングを用いた集中度・理解度のリアルタイムセンシングおよび推定、提示や個別補足により、従来のマスプロ講義の問題点を解決して、講義における学習効率や理解度の向上を図る。



図 5.5: 講義支援システムのイメージ

### 5.2.2.2 研究の目的

本年度は講義動画によるeラーニングと協調学習を対象に、学習者の内界状態の推定手法の構築に向けたデータ収集と推定モデルの構築を実施する。

#### e ラーニング

現状のeラーニングでは、学生のエンゲージメントを維持することが困難であり、受講中断率が高いという課題がある。また、対面授業と異なり、教員が学生の状態をリアルタイムで把握することが難しく、教員によるフォローやフィードバックが適切に行われていない。そこで、本研究では、eラーニング中の学生の行動（顔表情、心拍、座圧、視線など）を計測し、理解度や覚醒度等の内界状態を推定することで、効果的なeラーニングシステムの構築を目指す。

### 協調学習

協調学習は少人数のグループで行う学習であり、授業中に複数のグループが同時並行で学習するのが一般的である。そのため、教員やTAが学習者の学習状況を把握することが困難である。また、人と人のコミュニケーションを通じた学習であるため、eラーニング等の知識習得型の学習のように筆記テストによる学習効果の評価が困難である。そこで、本研究では、協調学習中の学生の行動（視線、発話、姿勢など）を計測し、協調学習における学習効果（活性度、協調度など）を推定することで、効果的な協調学習支援システムの構築を目指す。

#### 5.2.2.3 研究の方法

##### e ラーニング

###### ①データ収集を目的とした e ラーニング実験の実施

e ラーニング中の学習者の状態（覚醒度・理解度等）推定モデルの学習に必要な各種データを収集するため、全学共通の情報リテラシー科目と連動した実験を行った。動画視聴型の e ラーニング授業において、学習者の眼球運動、座圧分布、心拍、加速度、顔表情を計測した。また、行動計測の他に、被験者には性格テスト、客観評価のための動画視聴後の理解度テストを受講してもらうとともに、動画教材の各スライドに対する主観評価（理解度・覚醒度・学習動機）を行ってもらった。

###### ②e ラーニング中の学習者の行動分析および状態推定モデルの構築

収集した e ラーニング中の学習者の行動計測データを用いて、以下の研究に取り組んだ。

1. 視聴行動観察による定性的分析 講義動画視聴中の学習者の状態分析には従来のログデータに加え、センシングデータも含めた分析が有効であることを検証 [1]
2. マルチモーダルデータ（表情、座圧、心拍）による覚醒度推定
3. 顔画像から学習者の覚醒度推定 顔画像から得られる AU（アクションユニット）および顔の傾き度合いから学習者の覚醒度を推定 [2]

### 協調学習

###### ①データ収集を目的とした協調学習実験の実施

協調学習中の活性度を推定するための推定手法の構築するために、初修外国語教育における協調学習中の学習者の生体データ（視線、学習中の様子を撮影した動画、音声等）、学習データ（教員によるループリック評価）を収集する。予備実験として、ドイツ語（初級 I）の授業において、協調学習時の一人称視点映像、三人称視点映像、視線、音声のデータを収集した。予備実験のデータを観察することにより、本実験で扱う協調学習タスクについて検討した。本実験では、ドイツのカードゲーム「カルテット」から着想を得た協調学習タスクを開発し、協調学習実験を実施し、学習者の一人称視点、三人称視点、視線、音声のデータを収集した。

###### ②協調学習中の学習者の行動分析および状態推定モデルの構築

収集した協調学習中の学習者の行動計測データを用いて、以下の研究に取り組んだ。

1. 外国語教育における NISPI フレームワークの有効性の検証
2. 姿勢情報から NISPI ラベルの推定
3. 一人称カメラ-三人称カメラ間の人物同定

ただし、NISPI (Non-verbal Indexes of Students' Physical Interactivity) とは、協調学習中の学習者の顔の向きや姿勢などの非言語情報に基づき学習者の活動の活性度を表した指標であり、NISPI フレームワークとは NISPI ラベルから協調学習における協調問題解決 (CPS) 能力を評価する手法である。

### 5.2.2.4 研究の成果

#### e ラーニング

##### ①データ収集を目的とした e ラーニング実験の実施

1回生 53名の講義動画視聴中（30分/回）の視線、心拍、座圧、顔表情、性格診断結果、理解度テスト、スライド単位の主観評価データを1~6講義分（被験者によって異なる）を収集した。

##### ②e ラーニング中の学習者の行動分析および状態推定モデルの構築

1. 視聴行動観察による定性的分析 従来の視聴ログデータ、学習者の覚醒度、成績の関係を定性的に分析した結果、覚醒度合いは従来の視聴ログデータからは検出できないこと、さらには学習者の覚醒度合いは成績に影響していることを明らかにし、マルチモーダルデータによる解析の必要性を示した。
2. マルチモーダルデータ（表情、座圧、心拍）による覚醒度推定 Random Forest を用いた個人ごとの認識モデルで、マクロ平均 F 値が 0.77 となった。また、マルチモーダルデータからの特徴量の選択によって汎化モデルが改善する可能性があることを確認した。
3. 顔画像から学習者の覚醒度推定 Random Forest を用いた個人ごとの認識モデルで、マクロ平均 F 値が 3段階覚醒度推定で 0.57、2段階覚醒度推定では 0.87 となった。今後は、検証人数を増やし、汎化モデルを構築する予定である。

#### 協調学習

##### ①データ収集を目的とした協調学習実験の実施

予備実験では、3回生 22名の（約 90 分/回）の一人称視点、三人称視点、視線、音声のデータを収集した。本実験では、学部生および大学院生 12名（約 20 分/回）の一人称視点、三人称視点、視線、音声のデータと 24名（約 20 分/回）の動画データを収集した。

##### ②協調学習中の学習者の行動分析および状態推定モデルの構築

1. 外国語教育における NISPI フレームワークの有効性の検証 先行研究の NISPI フレームワークが外国語教育における協調学習に有効であるか検証した結果、会話を中心とする外国語教育ではそのまま適応することができないことが分かった。従来手法である発話量や発言内容も考慮した外国語教育向けのフレームワークの再構築を行う予定である。
2. 姿勢情報から NISPI ラベルの推定 6-fold cross validation（テストデータと同一グループのデータが学習データに含まれる）ではマクロ平均 F 値が 0.71、Leave-one-group-out cross validation（テストデータと同一グループのデータが学習データに含まれない）ではマクロ平均 F 値が 0.63 となった。
3. 一人称カメラ-三人称カメラ間の人物同定 定量評価は行っていないが、定性的には従来手法よりも高い精度で人物同定が行えた。今後はセマンティックセグメンテーション、人物同定の観点からそれぞれ定性評価を行う予定である。

#### 発表文献

- [1] Mehrasa Alizadeh, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Shogo Terai, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “A Survey of Learners’ Video Viewing Behavior in Blended Learning”, 1st International Workshop on Addressing Dropout Rates in Higher Education (ADORE’ 20)
- [2] Shogo Terai, Shizuka Shirai, Mehrasa Alizadeh, Ryosuke Kawamura, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “Detecting Learner Drowsiness Based on Facial Expressions and Head Movements in Online Courses”, IUI 2020

## 5.3 データビリティ研究用基盤システムと実証実験フィールドの整備

### 5.3.1 はじめに

データビリティフロンティア機構では、多様な研究分野において生成されるビッグデータの利活用を推進し、データ駆動型の新たな学術研究の推進、さらには社会的、公共的、経済的価値の創造を促進するための学際共創研究や産学共創研究を推進しており、その研究基盤として、大量かつ多様性をもつデータの収集・蓄積や、AI技術等による高度なデータ分析を可能にするプラットフォームの整備を進めている。また、大学キャンパスを対象とした実証フィールドとして、産業科学研究所、工学研究科センタラス周辺エリア、生命科学図書館、豊中グラウンドに映像設備を中心とした環境整備を推進している。以下、それぞれの整備内容を紹介する。

### 5.3.2 データビリティ研究用基盤設備の整備

データ駆動型の研究推進には、大量かつ多様なデータを蓄積し分析するための設備が必要である。2018年度までに、大量データを並列分散処理により解析するためのデータ処理用サーバ24台からなるプライベートクラウド環境、AIを用いたデータ分析研究のためのGPGPU搭載サーバ7台、大量データの蓄積および高速なアクセスを可能にする共有ストレージシステム、デジタルアーカイブ装置、ならびにそれらを接続するネットワーク装置を整備した。これらの設備は、許可された者以外が立ち入ることができないよう、入退室に生体認証を必要とするサーバルームに設置されている。

データ処理用サーバにはVMware社の仮想化ソフトウェアが導入されており、多様なデータ分析要求を満たすための分散型データ処理環境を柔軟に構築できるようになっている。また、共有ストレージシステムとはFibre Channelにより接続されており、大量データへの高速なデータアクセスが可能である。GPGPU搭載サーバは、NVIDIA Tesla P100またはV100が4基あるいは8基搭載されており、共有ストレージシステムにはNFSを用いてアクセス可能である。共有ストレージシステムは、論理容量として約1.3PBの容量を有している。現在は、データビリティ研究において分析すべきビッグデータの格納や、次節以降で述べる実証実験フィールドから収集される映像データや各種センシングデータの格納に活用している。これらのサーバやストレージシステムは10Gbpsの高速ネットワークで相互接続されおり、多数のサーバによる分散型データ処理を行う場合においても高速なデータ転送が可能になっている（図5.6）。

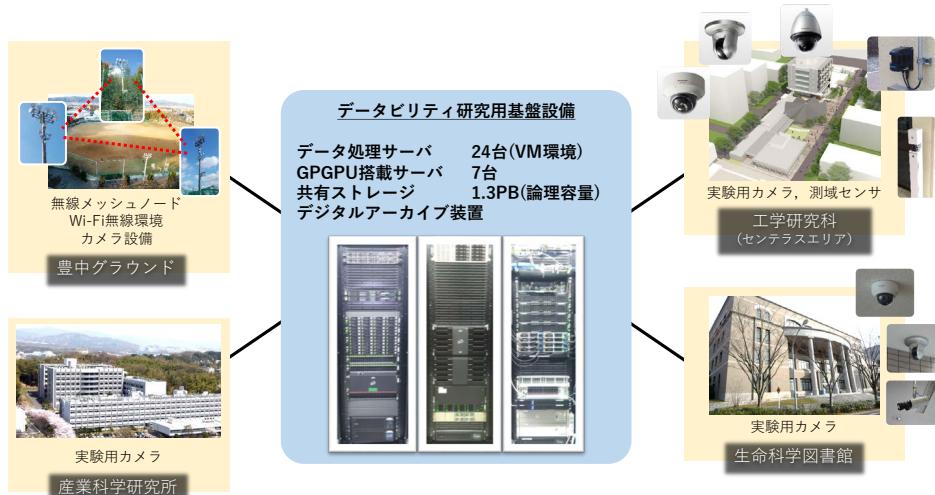


図5.6: データビリティ研究用基盤設備と実証フィールド

### 5.3.3 大学キャンパスにおける実証フィールド整備

データビリティフロンティア機構では、ビッグデータ利活用のための基盤技術の研究開発を推進するとともに、それらの基盤技術を実環境で実証し、それを社会実装する際に起こりうる課題を解決することも一つの大きな研究課題と考えている。そのための実証フィールドとして、産業科学研究所、工学研究科センテラス周辺エリア、生命科学図書館、豊中グラウンドに映像設備を中心とした環境整備を推進している。2019年度は、工学研究科センテラス周辺エリア、豊中グラウンドの各実証フィールドにおいて設備の拡充整備を行った。

#### 工学研究科センテラス周辺エリアの実証フィールド整備

工学研究科センテラス周辺エリア（食堂・購買エリア）には、屋内（通路を含む）に11台、屋外に5台の計16台の実験用カメラと、計15台の測域センサ（レーザーレンジセンサ）を設置している（図5.7、図5.8）。また、測域センサ近くには小型計算機（Raspberry Pi 3）がそれぞれ接続されており、フィールドに近い場所で何らかの処理を行う、いわゆるエッジコンピューティングの実証実験も可能にしている。これらの機器は、データビリティ研究用基盤設備に10Gbpsの高速専用ネットワーク回線で接続されており、高解像度映像データの収集が可能になっている。実験用カメラによって取得する映像データは、測域センサの計測データと併せて、人々の行動解析技術の研究開発等に活用可能であり、特に学際共創プロジェクト「スマートシティプロジェクト」でのデータ取得に活用していく予定である。

実験用カメラによる映像取得をはじめとするデータ取得は、撮影されうる者に対して、映像取得を行うことの目的やデータ管理の方法、撮影エリアなどを十分に告知・周知する必要がある。そのため、2019年度は、実証実験実施の告知・周知を確実に行うための看板の設置、並びに、デジタルサイネージの設置を行った（図5.9、図5.10）。看板はセンテラスエリアへの出入りの要所となる場所5箇所に設置し、実験目的・内容、取得されるデータ、実験期間、撮影エリア等を告知している。また、デジタルサイネージは食堂（ファミール）の内外3箇所に設置し、映像撮影実験の予告や実験実施中の告知等を表示させる予定である。

#### 豊中グラウンドの実証フィールド整備

豊中グラウンドにおける実証実験フィールド整備は、スポーツ医科学におけるセンシングデータの利活用技術、特に競技力向上や障害予防についての研究開発及び実証実験を推進することを主な目的としている。加えて、大阪大学における体育授業の高度化や、部活動での利活用も視野に入れた整備を行っている。2018年度までに、グラウンドにおけるスポーツ活動を高精細映像で取得できるようにするために、4K解像度で映像を取得可能なPTZカメラを12台整備するとともに、カメラ操作端末、映像データの記録のための映像レコーダーおよび外部ストレージ、映像データを高度に解析するためのGPGPU搭載サーバの整備を行った。PTZカメラは、豊中グラウンドを囲む照明塔8基のうちの7基にそれぞれ2台または1台設置し、スイッチを介して光ファイバケーブルで接続されている（図5.11）。また、サイバーメディアセンター豊中教育研究棟の屋上にもPTZカメラを1台設置し、グラウンド全体を俯瞰した映像を取得可能である（図5.12）。

映像レコーダーは約440TBの容量をもち、12台のPTZカメラの映像を約70日分記録可能である。記録した映像は外部ストレージにエクスポートすることが可能であり、GPGPU搭載サーバでその映像を解析することが可能である。また、PTZカメラからの映像をGPGPUサーバで直接取得することも可能であり、リアルタイムな映像解析およびフィードバックも可能である。さらに、グラウンドに整備されたWi-Fi環境を用いれば、グラウンド内でタブレット端末を用いてカメラを操作したり映像を録画・再生したりすることも可能である。この環境はセキュアなネットワークを介してデータビリティ研究用基盤設備と接続されており、データの転送や光ディスクによるアーカイブなどが可能である。

さらに、グラウンド内の計測データをWi-Fi（無線LAN）で収集・蓄積し、収集されたデータやその分析結果をリアルタイムにフィードバック可能にするための無線環境整備が整備されている。



図 5.7: 屋外に設置した PTZ カメラ（一部）



図 5.8: 左から屋内ポール型 2D センサ, 屋外型 2D センサ, 屋内型 3D センサ



図 5.9: 実験実施を告知するための看板



図 5.10: センテラス食堂内外に設置したデジタルサイネージ

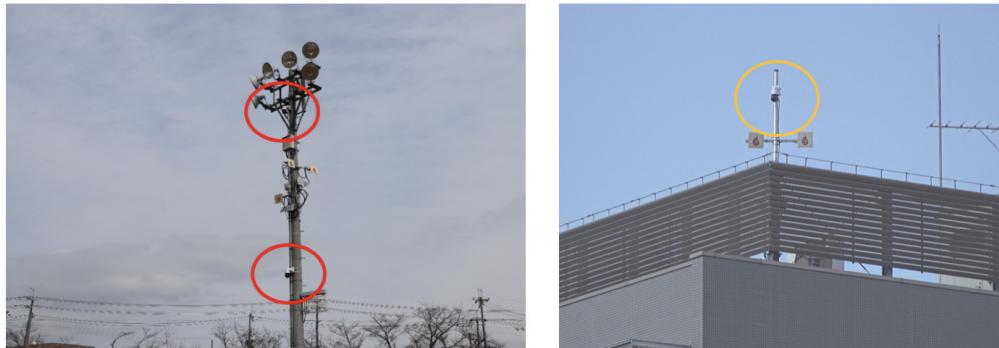


図 5.11: 左: 照明塔に設置した PTZ カメラ (2 台) 右: サイバーメディアセンター豊中教育研究棟屋上の PTZ カメラ



図 5.12: サイバーメディアセンター豊中教育研究棟屋上の PTZ カメラでの取得映像

これらの映像データを中心としたデータ取得・解析環境を、多様な用途（研究用途での活用、体育授業での活用、部活動での活用等）で容易に活用できるようにするには、利用するカメラの予約、映像録画の予約などを利用者自身が行える環境が必要である。そのような環境の実現を目指し、映像利活用プラットフォーム「TOYONAKA CAMERA STATION」（仮称）の構築を推進した（図 5.13）。このプラットフォームでは、ユーザグループや個々のユーザに対するカメラ利用権限の設定や、ユーザごとのカメラプリセット設定、カメラ利用予約や映像録画予約、録画された映像の閲覧・管理等の機能を提供する。2019 年度は特に管理者向け機能の構築を行った。今後、利用者向け機能の構築を推進し、豊中グラウンドの実装フィールドの利活用を推進していく予定である。

#### 5.3.4 おわりに

本稿では、データビリティ研究用基盤設備と実証フィールドの整備について紹介した。これらの設備はすでにいくつかの学際共創研究プロジェクトで活用されているが、さらに多くのプロジェクトで活用して頂くための取り組みを進めたい。また、文部科学省の Society5.0 実現化研究拠点支援事業によりデータビリティフロンティア機構が中心となって推進しているライフデザイン・イノベーション研究拠点における研究活動にも、整備した環境を広く活用していく予定である。

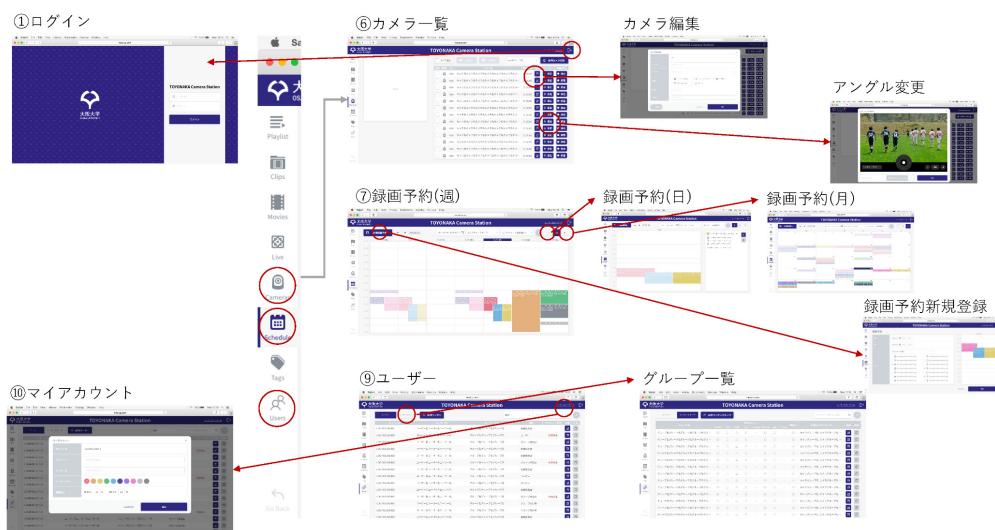


図 5.13: 構築中の映像利活用プラットフォームの概要

## 第6部

---

### ライフデザイン・イノベーション研究拠点

#### 6.1 Society 5.0 実現化研究拠点支援事業について

平成30年9月19日、文部科学省が実施する「Society 5.0 実現化研究拠点支援事業」に大阪大学が申請した「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」が全国で唯一採択され、拠点活動をスタートした。本事業は、学長等のリーダーシップの下、情報科学技術を基盤として事業や学内組織の垣根を超えて研究成果を統合し、社会実装に向けた取組を加速することにより、Society 5.0（IoT、ビッグデータ、人工知能等のイノベーションをあらゆる産業や社会生活に活用することで、様々な社会課題が解決される社会）の実現を目指す大学等の先端中核拠点を支援するものである。本拠点では研究機関や地方自治体、企業と協働し、情報科学技術を基盤として、Society 5.0 実現に不可欠な技術等の実証を行う。

#### 6.2 プロジェクト概要

##### 6.2.1 ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）概要

本拠点では、人々の医療・健康情報であるパーソナル・ヘルス・レコード（Personal Health Records : PHR）に日常生活、職場／学校での活動、食事、スポーツ活動など、日常生活の様々な活動データを加えたパーソナル・ライフ・レコード（Personal Life Records : PLR）を収集し、人々が健康で豊かに生きるために情報基盤技術の活用（情報基盤）と、社会に新しいライフデザイン・イノベーションが生まれること（社会基盤）、社会課題の解決や経済発展の推進（経済基盤）を目指す。

- 生活の質（Quality Of Life QOL）の維持・向上を目指した「ライフスタイル」研究
- 心と体の健康増進を目指した「ウェルネス」研究
- 楽しみと学びを実現する「エデュテインメント」研究

具体的にこれらを推進することにより、人と日常の健康・生活の関わりから、身体の健康、心の健康、社会的健康（コミュニケーション）、環境の健康を基軸にして輝く人生（高いQOL）をデザインし、技術革新と社会経済環境の変化を大学から発信する。

本拠点の基本方針として、本拠点で取り扱うデータは全て「EU一般データ保護規則」に定められる「データポータビリティ権」に準拠し、本人同意の元（オプトイン）でのデータ収集とデータ再利用が可能な枠組みを構成する。

そして、様々な機関や団体、民間企業等の皆様の協力を得て、PLR 活用のための個人情報、プライバシー情報、セ

キュリティに配慮した情報システム基盤や人の多様なデータを獲得するための行動センシング基盤の構築を行う。これにより高い付加価値を生む PLR データベースを構築し、個人では判断できない問題を解決することにより個々の人間の幸福を実現、豊かな社会生活の実現を目指す。



図 6.1: ライフデザイン・イノベーション研究拠点概要

### 6.3 2019年度活動概要

本年度は、未来を創る 10 個の研究プロジェクト、日本電気株式会社と理化学研究所との委託事業 2 件に加えて、グランドチャレンジでは、北は北海道から南は九州まで日本を縦断する、22 大学との研究プロジェクト推進を図った。

未来を創る 10 個の研究プロジェクトのうち、ソルーションプロジェクトとなる「保健・予防医療」、「健康・スポーツ」、「未来の学校支援」、「共生知能システム」など 4 個のプロジェクトでは、各 PJ のデータ利用が促進されるようなプロモーションやコーディネート活動を開始し、特に各々の目標に合わせたデータ収集とデータベース構築を進め、積極的にデータの価値創出を行う検討も行った。また、実証実験を支援する「実証フィールド整備」プロジェクトも強化し、データ創出支援に努めた。

また、データビリティ基盤研究として、2 個の基盤プロジェクト「情報システム基盤 (PLR プラットフォーム基盤)」、日々の日常行動をモニタリング可能にする「行動センシング基盤」の技術向上に取り掛かり、さらにまたデータを扱う際の個人情報保護や倫理規定を検討し、社会実装を円滑に実現するための「社会技術研究」にも取り組み、パーソナルデータをハンドリングするための PLR 基盤内容検討とその運用ガイドライン作成を進めた。その他にも、「データビリティ人材育成」プロジェクトの活動について、一般社団法人データビリティコンソーシアムに協力頂いてのべ 1372 コマの授業を開催するなど次世代人材教育に取り組み、36 名の人材を輩出した。

さらにこれは拠点事業であることから、「グランドチャレンジ研究」プロジェクトとして事業・研究活動の全国展開を進め、令和元年度 (2019 年度) は日本全国から 29 件の応募があり、うち 15 件を新たに採択した。この結果、現在までの全国からの研究実施参加は合計 44 件となった。また、一部プロジェクトについては、大阪大学の関連プロジェクトとの連携をとることとし、データ収集基盤の拡大を可能とした。

また令和元年11月には国際シンポジウムを開催し広く内外に報告を行った。同シンポジウムには本事業に参画する大学、研究所、大阪府等の自治体や民間企業から209名の参加があり、今後の拠点事業の推進へ更なる弾みがついた貴重な場となった。

## 6.4 一般社団法人 データビリティコンソーシアム

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点(iLDi)」における活動を広く社会に普及させることを目的とした、一般社団法人データビリティコンソーシアムが2019年5月31日に設立された。同コンソーシアムにて、ライフデザイン・イノベーション研究拠点(iLDi)業で作成した教材も活用し、「実データで学ぶ人工知能講座」が2019年8月～12月に開催された。2019年度は36名の応募者があり、ライフデザイン・イノベーション研究拠点(iLDi)の人材育成に貢献した。

### 参考情報

- ライフデザイン・イノベーション研究拠点 ホームページ  
<http://www.ids.osaka-u.ac.jp/ildi/index.html>
- 文科省の採択課題決定ページ  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/kaihatu/jouhou/mext\\_00520.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/jouhou/mext_00520.html)
- 一般社団法人 データビリティコンソーシアムのホームページ  
<https://cds.or.jp/>



## 第7部

# 教育

### 7.1 AI 人材教育プログラム（NEDO 講座）

#### 7.1.1 概要

実社会で活躍する研究者・技術者を対象に、最短半年間で講義を通じてAI知識を体系的に伝授するとともに、製造現場や顧客行動等のさまざまなデータを用いた実践的な演習を通じて、データの構築方法や解析手法などの機械学習技術の基本をコンパクトな形で提供することで、AI人材としての即戦力に直結することを目的とした教育プログラムである。

#### 7.1.2 プログラムの流れ

- コンピューターサイエンスプレースメントテスト（事前受講）：基礎学力を確認し、必要な場合には補習を行う。
- AIに関するトップレベル講義（3講義）：AIに関する先導的知識、基礎的知識の獲得を目指す。
- リアルコモンデータを扱う演習：即戦力を高めるために具体的な社会課題を扱う。
- 演習終了時の能力評価：教育の質保証として能力評価を行う。

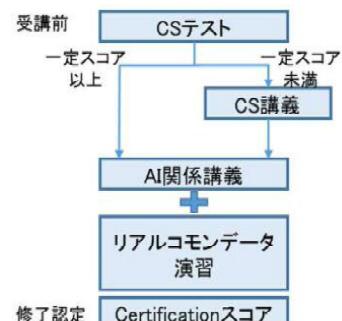


図 7.1: プログラムの流れ図

#### 7.1.3 大阪大学での実施内容

人工知能の基礎から始まり、脳画像データや細胞データを対象にした、実データからの学びの場を提供した。受講者は春～夏学期32名、秋～冬学期は44名であった。講義はいずれも平日の6限に実施した。

#### 7.1.4 講義内容

##### 令和1年度春～夏学期

「知能と学習」 キーワード：人工知能・機械学習の概要，決定木による学習アルゴリズム，ルールベースシステムとルールの学習方法，ナイーブベイズ学習と最近傍法，相関ルールとその学習法，クラスタリング，EMアルゴリズム，サポートベクトルマシン，述語論理の基礎，帰納論理プログラミングと関係データマイニング，バージョン空間法と説明に基づく学習，データマイニングのための前処理・データ変換，属性選択・構築と新述語の発明，アンサンブル学習

「ビッグデータ工学」 キーワード：データマイニングの導入，多次元データ分析（OLAP分析），相関ルールマイニング，パターンマイニング，クラスタリング，分類，グラフマイニング，影響力分析，推薦技術，異常検知

「脳機能計測概論」 キーワード：神経細胞，神経回路網，機能的磁気共鳴画像法(fMRI)，脳磁図(MEG)，脳波(EEG)，視覚，聴覚，言語，注意，運動，学習と記憶，執行機能，意識と無意識，情動，社会脳，ニューロマーケティング，ニューロエコノミクス，安静時脳活動，ディフォルトモードネットワーク，ウェクスター成人知能検査(WAIS)，Japanese Adult Reading Test (JART)，時系列データ解析，統計解析，グラフ解析，判別分析，機械学習

##### 令和1年度秋～冬学期

「画像認識」 キーワード：画像認識の概要，画像統計量に基づく大域的特徴量，固有空間法，部分空間法，相互部分空間法，局所特徴量，ベイズ理論，判別分析，サポートベクターマシン，フィードフォワードニューラルネットワーク，リカレントニューラルネットワーク，隠れマルコフモデル

「ロボットビジョン」 キーワード：ロボットビジョンの概要，画像生成過程，フィルタリング，特徴抽出と照合，幾何変換，モデル当てはめ，ステレオ視，Structure from Motion，照度差ステレオと陰影からの形状復元，オペティカルフロー，物体検出，物体認識，ロボットビジョンのための機械学習

「知識情報学」 キーワード：機械学習概要，機械学習の基本的な手順，決定木学習，ベイズ学習，生成モデルと識別モデル，ニューラルネットワーク，サポートベクトルマシン，線形回帰，回帰木，アンサンブル学習，クラスタリング，異常検出，可視化と自己組織化マップ，パターンマイニング，系列データのラベリングと識別，半教師あり学習，深層学習

##### リアルコモンデータ演習（前期および後期）

リアルコモンデータ演習：異なるドメインのデータに触れ，価値創造力を高める演習である。受講者は画像等のデータに実際に触れ，解析の方針や手法，具体的なプログラム等について指導助言を受けながら解析を行う。

演習の前半では，機械学習の本質は「実装してはじめて腑に落ちる」という方針の下，機械学習の基礎中の基礎を概念から数式へ，さらには数式からコードへと自ら考えて対応づける作業を中心とした授業内容と演習課題となるように工夫した。前年度と同様，プログラミング経験の浅い人でも理解しやすい「モデル」「アルゴリズム」「データ」という3つのオブジェクトを基軸にしているが，今年度からはアルゴリズムの重要な技術的な部分に相当する最適化法の理解を促す新しい演習課題を多数用意した。学習アルゴリズムへの「フィードバック」は設計者がデザインするという認識を受講生になるべく持たせることで，その産物としての目的関数が一般的に広く使われている最適化法の保証をつけるための前提条件を満たしているかどうか自ずと意識するようになる。その結果，学習アルゴリズムの挙動が「こうなるはずだ」という予想を立てることができるし，予想外の結果が出た場合も，半ば恣意的なパラメータ微調整による試行錯誤ではなく，体系的に原因の候補を挙げて，自ら解決策を計画的に探っていく。今回の演習では，連続的な凸最適化に限定し，主に分類課題を中心とした練習問題とリアルコモンデータ（主にfMRI計測データと自然動画像）を用いた演習課題を重視する方針であった。特に産業界で広く導入される分類問題と最適化の共通部分として，キャリブレー

ションという概念も紹介し、「計算的に都合の良い目的関数」と「学習課題における本当に最小化すべき目的関数」の乖離が生じうることを入念に説明し、複数の具体例を用いてその乖離を数値的に測れる点も今年度は新たに強調した。演習の後半では、画像を対象としたディープラーニングを実践的に学ぶことを目的とした。座学で計算内容や応用例、論文などを説明した後、実際にコードを読み実行し、演習問題を解くことで理解するという内容で演習を行なった。初めは、MNIST データを MLP や CNN で分類するというところからスタートし、FC 層、畳み込み層、活性化関数、損失関数、softmax 関数、optimizer、過学習などの基本的な概念を理解できるようにした。また、過学習を防ぐことや、正答率を上昇させるための方法として dropout や batch normalization などの手法を演習に取り入れた。その後、実践的な内容として、ILSVRC で有名な画像分類アルゴリズムを用いて、転移学習による癌細胞画像と正常細胞画像の分類を行い、feature map の出力、スレットスコアによる評価を行った。さらに実践的な課題として、春夏学期では自然言語処理の基礎や、RNN と CNN を用いた時系列データ解析を行い、秋冬学期では residual connection を応用した画像の denoising や、スペクトログラムによって二次元画像化された音声データの CNN による分類、U-Net を用いた Pascal VOC データの segmentation、GAN による MNIST データ生成を行った。

演習修了時の能力評価:講座の受講実績だけでは、実際にどのような力がどの程度身についたか、即戦力人材としての評価が難しい。そこで、本教育プログラムでは、CS テストのスコア、ならびに、すべての演習のスコアを修了認定の Certification スコアとして明示した。すなわち、演習スコアを示すことで、どのタイプのデータに対して、良い結果を出せるのか、また、複数のデータ演習を受講することで、どのようなドメイン知識、ターゲット知識を持つ人材であるかも判断することができる。

### 7.1.5 人的交流などの展開（大阪大学、東京大学）

人材育成拠点と受講者の所属企業・大学・研究機関等の人的交流を促進するため、交流会を兼ねた修了式を東京大学とともに大阪大学において令和 1 年 9 月 24 日（春～夏学期）に実施した。大阪大学の受講者によるプレゼンテーションを行い、また両拠点の教員や受講者間の交流を深めた。令和 2 年 3 月 26 日（秋～冬学期）に予定していた交流会は新型コロナウイルスの感染拡大のため中止とした。

### 7.1.6 受講生アンケートの結果（リアルコモンデータ演習について）

#### 令和 1 年度春～夏学期（回答者：32 名）

Q: 演習の難易度はどうでしたか？

1. 易しい	2. やや易しい	3. 適当	4. やや難しい	5. 難しい
0 人	0 人	6 人	10 人	15 人

Q: 講義の内容は今後仕事や研究開発に役立つと思いますか？

1. 全く思わない	2. あまり思わない	3. どちらでもない	4. やや思う	5. おおいに思う
1 人	0 人	2 人	2 人	26 人

令和1年度秋～冬学期（回答者：33名）

Q: 演習の難易度はどうでしたか？

1. 易しい	2. やや易しい	3. 適当	4. やや難しい	5. 難しい
0人	0人	5人	15人	13人

Q: 講義の内容は今後仕事や研究開発に役立つと思いますか？

1. 全く思わない	2. あまり思わない	3. どちらでもない	4. やや思う	5. おおいに思う
0人	1人	4人	14人	14人

## 7.2 ダイキン AI 講座

### 7.2.1 概要

ダイキン工業において情報科学分野を活用したさらなる事業拡大を狙うため、情報科学系人材を教育するダイキン情報技術大学を 2018 年度に設立した。大阪大学をはじめとする先端研究機関の教員が基礎から応用まで幅広い教育を行い、社内人材を育成する。適切な AI の技術開発手法を開発できる人材、AI 開発を外部へ委託・発注できる人材を育成するため、大阪大学教員による講義、演習（AI 技術開発講座）を実施した。受講生は、ダイキン工業の事業企画部門および R&D 部門の社員で AI 活用を推進するキーマンである。

### 7.2.2 講座内容

AI 基礎講座（数学、数理計画）、AI 啓発講座（科学技術と社会、デジタル変革と AI）、AI オムニバス講座（データマイニング、自然言語処理、コンピュータビジョン、オントロジーなど）の講義を新入社員向け（2019 年 9 月–10 月）、既存社員 2 期生向け（2020 年 2 月–2020 年 5 月）にそれぞれ行った。各講義の担当表は次頁のとおりである。

講義分類	講義内容	担当者
AI 啓発講義	科学技術と社会	岸本
	デジタル変革と AI	榮藤
AI 基礎講座	数学	寺田、田中
	数理計画	森田
AI オムニバス講座	データマイニング	鷲尾、松村
	コンピュータビジョン	松下、長原
	自然言語処理	Chu
	音声対話システム	駒谷
	オントロジー	古崎
	クラウド	下條
	時系列データからの予測	櫻井
AI 応用編	知識情報学	沼尾、福井、Holland
	画像処理	村松、槇原



## 第8部

---

### 専任教員の研究活動

知能情報基盤部門 特任教授（常勤） 長原 一

【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学術機構 超次元ライフイメージング部門
- 先導的学術機構 共生知能研究センター

【研究活動】

● コンピュテーション光計測に関する研究

近年、開腹手術とくらべて患者の負担が少なく快復が早いことから内視鏡手術が注目され、適用数は増加の一途をたどっている。しかし、一般的な内視鏡で得られる情報はモニタに表示される視野の狭い2次元画像であるため、術者に高度な技術を要求することから開腹手術と比べて効率や安全性が劣るという問題がある。本研究では、新たな光計測技術を開発し非接触でリアルタイムの臓器の3次元計測・推定手法を実現する。従来の3次元形状計測手法であるTime of flight (TOF)による距離計測は、反射光は物体内での散乱成分や他の物体からの間接反射によるマルチパス成分を含みむため、推定距離や形状に大きな誤差を生じ、臓器などの生体組織の形状計測は適用できなかった。本研究では、投影光源や撮像センサの開発による新たな符号化・復調化により反射光から直接反射、散乱成分を抽出することができる光コム干渉カメラを提案する。このカメラで得られる干渉画像から臓器の形状を推定する手法を提案し、医療応用を対象とした実証を行う。単一の計測手段により得られた画像から、異なる反射光の情報を取りだし、臓器の表面や表層、深層の形状をそれぞれTOF, OCT, DFD/DOTといった異なる推定手法で計測し、レンジや特性の異なるそれら推定結果を医療応用が求めるシームレスな統合モデルとして融合することが本研究の特徴である。

● ディープコンピュテーションフィットグラフィ

画像認識の分野ではディープニューラルネットワーク (DNN) が盛んに用いられ、物体認識やシーン理解、画像復元などにおいて、従来のモデルベースの特徴量や学習手法を凌駕している。しかしながら従来は、図に示すデジタル画像として計測された後の画像認識パイプラインのデジタル層にのみ、DNNによる学習が用いられているにすぎなかった。一方で、申請者がこれまで牽引してきたコンピュテーションナルフォトグラフィ (CP) では、画像処理や認識のためにどのようなハードウェアで画像をセンシングすべきかをアナログ層も含めて長年議論してきた。ただ、従来の光学設計やセンサ設計は、主に光学や信号処理理論に基づく解析的アプローチにとど

まっていた。しかしながら、すべてのシーンや認識タスクが解析のベースとなる理論的条件や背景を満たしているわけではない。そこで本研究では、特微量や認識器と共にハードウェア設計も学習により求める新しいフレームワークを提案し、ディープコンピュテーションナルフォトグラフィ (DCP) と名付ける。DCP では画像認識パイプラインをアナログ層も含めてすべて DNN で表現する。従来の画像特徴抽出のための CNN のさらに下に、画素の時間露光タイミングを表現するサンプリング CNN 層と集光特性を表現する物理 CNN 層をさらに加える。これらの画像認識パイプライン全体を DNN で表現し、シーンとラベルセットにより学習することで従来の認識および画像特徴が学習されると共に、カメラハードウェア設計をサンプリング CNN 層および物理 CNN 層から学習により得る。その学習結果を基にカメラハードウェア試作を行い、学習によるカメラ設計の有用性を検証する。具体的には、圧縮ビデオセンシング（少ないサンプリングからの動画生成）や圧縮ライトフィールド センシング、単一画像からのオプティカルフロー（シーンの動き推定）、単一画像からの人の行動認識を事例タスクとして設定し、このタスクに最適化したカメラシステムを実現する。

- 3D 画像認識 AI による革新的癌診断支援システム

3 次元画像認識による子宮頸がんの診断悪性新生物（癌）は、本邦における死因の第 1 位であり、今後もこの状況は変わらないと考えられる。癌対策の最も有効な手段は、早期発見・早期治療であり、細胞診断は早期発見の有効かつ重要な検査法の 1 つである。申請研究は、近年、自己学習型人工知能として様々な分野で画期的な性能を示している Deep Neural Network (DNN) と、申請研究で開発する 3 次元画像処理技術を組み合わせることで、世界初の試みである子宮頸部細胞診自動診断システムを開発することを目的とする。これにより、今後検体数の増加が見込まれる細胞診断に対しても、診断精度の向上、ひいては治療の高度化への貢献を目指す。本提案は、AI を用いた 3 次元認識技術、多重焦点画像列からの形状復元技術、子宮頸部診断技術を連携させることで、現在細胞検査士が用いている「悪性細胞所見」よりも高精度の診断を確立し、さらに世界最先端の革新的子宮頸癌細胞診断の自動化を実現する。

【学際・産学共創プロジェクト】

- 補綴装置の見え方に光がどのように影響を与えていているのかをコンピュータシミュレーションを含めて定量的に解析
- 胸部（肺癌）CT 画像データの機械学習による画像診断の高度化
- 自然言語処理法を適用した矯正歯科治療診断自動プロセスの高度化
- 全組織細胞イメージング／分子病態解析
- 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化
- ディープラーニングを用いた超高感度イメージセンシング技術の研究（株ソシオネクスト）

【外部研究費獲得状況】

- 2017-2021 年度、科学研究費助成金 基盤研究 S, “多元コンピュテーションナル光計測による手術支援”, (代表) 長原一 (分担) 香川景一郎 他
- 2018-2019 年度、科学研究費助成金 挑戦的研究（萌芽），“ディープコンピュテーションナルフォトグラフィ”，(代表) 長原一
- 2018-2020 年度、科学研究費助成金 挑戦的研究（萌芽），“ダイナミック光線空間の圧縮撮像”，(代表) 高橋桂太 (分担) 長原一

- 2018-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 A, “3 次元データに基づく人工知能による仏顔の様式研究”, (代表) 藤岡穰 (分担) 長原一 他
- 2019-2022 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 B, “オーストラリアの世論形成の歴史的解明: 自然言語処理による公開集会データの分析”, (代表) 藤岡隆男 (分担) 長原一 他
- 2018-2023 年度, 文部科学省 Society5.0 実現化拠点事業, “ライフイノベーション研究拠点”, (代表) 西尾章治郎 (分担) 長原一 他
- 2017-2022 年度, JST CREST 「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」, “3D 画像認識 AI による革新的癌診断支援システムの構築”, (代表) 諸岡健一 (分担) 長原一 他
- 新学術領域シンギュラリティ生物学, 総括班, 研究協力者

#### 【教育活動】

- ダイキン AI 教育プログラム
- データビリティコンソーシアム「実データで学ぶ人工知能講座」

#### 【社会貢献】

- International Conference on Computational Photography 2019 Program Chair
- Quality Control by Artificial Vision 2019 Steering Committee Members
- Asian Conference on Computer Vision 2020 Demo Chair
- International Conference on Computer Vision 2019 Area Chair
- European Conference on Computer Vision 2020 Area Chair
- Asian Conference on Computer Vision 2020 Area Chair
- 画像の認識理解シンポジウム 2019 実行委員長
- 情報処理学会代表会員
- 情報処理学会 CVIM 研究会主査
- 電子情報通信学会 PRMU 研究会専門委員
- 電子情報通信学会 EMM 研究会専門委員
- IEEE Transaction on Computational Imaging Associate Editor
- 査読委員 : CVPR2020, IEEE Trans. PAMI, MIRU2019 他

#### 【研究業績リスト】

##### 雑誌論文

- [1] Jung Un Yun, Hajime Nagahara, and In Kyu Park, “Classification and restoration of compositely degraded images using deep learning”, Journal of Broadcast Engineering, Vol 24, No. 3, pp. 430-439, May, 2019.
- [2] 藤川隆男, Chenhui Chu, 梶原智之, 長原一, “歴史研究におけるビッグデータの活用”, 西洋学史, 2019.
- [3] Yichao Xu, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, “TransCut2: Transparent Object Segmentation from a Light-Field Image”, IEEE Transactions on Computational Imaging, Vol. 5, No. 3, pp. 465 - 477, Sep., 2019.
- [4] Ryosuke Tsutsumi, Tetsuo Ikeda, Hajime Nagahara, Hiroshi Saeki, Yuichiro Nakashima, Eiji Oki, Yoshihiko Maehara, Makoto Hashizume, “Efficacy of novel multispectral imaging device to determine anastomosis for esophagogastrostomy”, Journal of surgical research, No. 242, pp. 11-22, Oct., 2019.

- [5] Michitaka Yoshida , Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, and Rin-ichiro Taniguchi, "High-Speed Imaging Using CMOS Image Sensor With Quasi Pixel-Wise Exposure", EEE Transactions on Computational Imaging, Vol. 6, pp. 463-476, 2020.

#### 学会発表

- [1] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, and Hajime Nagahara, "Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [2] Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Michitaka Yoshida, Hajime Nagahara, Kento Kaneta, Keisuke Uchida, Yasuhito Yoneta, and Masaharu Muramatsu, "Functional CMOS Image Sensor with flexible integration time setting among adjacent pixels", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [3] Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, and Hajime Nagahara, "Learning-Based Framework for Capturing Light Fields through a Coded Aperture Camera", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [4] Jung Un Yun, Hajime Nagahara, and In Kyu Park, "Classification and Restoration of Compositely Degraded Images using Deep Learning", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [5] Keiichiro Kagawa, Tomoya Kokado, Yuto Sato, Futa Mochizuki, Hajime Nagahara, Taishi Takasawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, "Multi-tap macro-pixel based compressive ultra-high-speed CMOS image sensor", International Image Sensor Workshop, Snowbird, Utah, USA, June, 2019.
- [6] Shunya Masaki, Yoshio Hayasaki, Joel Cervantes, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, "Integrated optical measurement system of optical coherence tomography and time of flight", OSK-OSA-OSJ Joint Symposium, Busan, Korea, July, 2019.
- [7] Yuki Shimamoto, Yoshio Hayasaki, Francisco JOEL Cervantes Lozano, Quang Duc Pham, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, "Integration of optical coherence tomography and frequency comb measurement", OSK-OSA-OSJ Joint Symposium, Busan, Korea, July, 2019.
- [8] Keita Maruyama, Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, "A 3-D DISPLAY PIPELINE FROM CODED-APERTURE CAMERA TO TENSOR LIGHT-FIELD DISPLAY THROUGH CNN", International Conference on Image Processing, Taipei, Taiwan, Sep., 2019.
- [9] Manisha Verma, Hirokazu Kobori, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, "FACIAL EXPRESSION RECOGNITION WITH SKIP-CONNECTION TO LEVERAGE LOW-LEVEL FEATURES", International Conference on Image Processing, Taipei, Taiwan, Sep., 2019.
- [10] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Juereng Wang and Yutaka Fujioka, "BUDA.ART: A Multimodal Content Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues", ACM Multimedia, Nice, France, Oct., 2019.
- [11] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Juereng Wang and Yutaka Fujioka, "Historical and Modern Features for Buddha Statue Classification", The 1st workshop on Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents, Nice, France, Oct., 2019.

- [12] Thuong Nguyen Canh and Hajime Nagahara Deep Compressive Sensing for Visual Privacy Protection in FlatCam Imaging, “ICCV workshop learning for computational imaging”, Seoul Korea, Nov., 2019.
- [13] Yuki Shimamoto, Francisco JOEL Cervantes Lozano, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, Yoshio Hayasaki, “Integration of optical coherence tomography and frequency comb measurement”, Student Conference on Light 2019, Osaka, Japan, Nov., 2019.
- [14] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara, “Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily”, Complex Network, Lisbon, Portugal, Dec., 2019.
- [15] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Ryo Kawasaki, “Retinal Image Segmentation Utilizing Structural Redundancy in Vessel Networks”, IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Corolado, USA, March, 2020.
- [16] Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Ryota Takaoka, Noriko Takemura, Tsukasa Kimura, Hajime Nagahara, Masayuki Numao and Kazumitsu Shinohara, “Toward Predicting Learners’ Efficiency for Adaptive e-Learning”, International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Frankfrut, Germany, March, 2020.
- [17] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced”, 27th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, Boston, USA, March, 2020.
- [18] 島本 裕基, ホエル セルバンテス, ファム ド クアン, 香川景一郎, 長原一, 早崎 芳夫, “光コヒーレンストモグラフィと周波数コム計測の統合”, 第 13 回新画像システム・情報フォトニクス研究討論会, June, 2019.
- [19] 小林 照之, 新岡 宏彦, 牧野 知紀, 山崎 誠, 田中 晃司, 梁川 雅弘, 長原 一, 三宅 淳, 森 正樹, 土岐 祐一郎, “Artificial Intelligence を用いた食道癌右反回神経リンパ節の CT 転移診断能の検討”, 第 73 回日本食道学会学術集会, June, 2019.
- [20] 小林 照之, 新岡 宏彦, 牧野 知紀, 山崎 誠, 田中 晃司, 梁川 雅弘, 長原 一, 三宅 淳, 森 正樹, 土岐 祐一郎, “IDeep learning による CT 画像を用いた食道癌リンパ節転移診断能の検討”, 日本消化器外科学会総会, July, 2019.
- [21] 坂井 康平, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, “符号化開口カメラによる動的な光線空間の取得にむけて”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. OS1B-4, July, 2019.
- [22] 松田 嘉男, 小室 孝, 依田 拓也, 長原 一, 川人 祥二, 香川 景一郎, “動的フォトメトリックステレオカメラを用いた手のひらの向きで操作するユーザインタフェース”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-2, July, 2019.
- [23] 吉田 道隆, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 遠藤 健太, 杉山 行信, 谷口 倫一郎, 長原 一, “DNN により最適化されたピクセルコーディング CMOS イメージセンサによるハイスピード撮像”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-4, July, 2019.
- [24] 大河原 忠, 吉田 道隆, 長原 一, 八木 康史, “符号化露光画像を用いた人物の行動認識”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-64, July, 2019.
- [25] 山口 貴大, 長原 一, 諸岡 健一, 中島 悠太, 浦西 友樹, 宮内 翔子, 倉爪 亮, 大野 英治, “多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の透過率分布推定”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-79, July, 2019.
- [26] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, Yutaka Fujioka, “Buddha Statues Archive Retrieval System”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-5, July, 2019.
- [27] Yasutaka Inagaki, Yuto Kobayashi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “Learning to Capture Light Fields through a Coded Aperture Camera”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. IT1B-1, July, 2019.

- [28] Hiroki Hamasaki, Shingo Takeshita, Kentaro Nakai, Toshiki Sonoda, Hiroshi Kawasaki, Hajime Nagahara, Satoshi Ono, “A Coded Aperture for Watermark Extraction from Defocused Images”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. IT1B-2, July, 2019.
- [29] Yukihiko Sasagawa, Hajime Nagahara, “YOLO in the Dark - Domain Adaptation Method for Merging Multiple Models -”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-4, July, 2019.
- [30] 城庵 鳩, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本加速器学会, July, 2019.
- [31] 岸田直也, 岩崎昌子, 石川明正, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, 他, “Belle 実験における  $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  崩壊過程の研究-機械学習を用いた新しい解析手法の開発”, 日本物理学会秋季大会, Sep., 2019.
- [32] 城庵 鳩, 岩崎昌子, 佐藤政則, 佐武いつか, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会秋季大会, Sep., 2019.
- [33] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, “温熱環境・学習効率・精神負荷の関係”, ヒューマンインターフェースシンポジウム, Sep., 2019.
- [34] 坂井 康平, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, “2 値マスクを用いた符号化開口カメラによる動的な光線空間の取得”, 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム, Nov., 2019.
- [35] 稲垣安隆, 高橋桂太, 藤井俊彰, 長原一, “CFA を考慮した符号化開口法による光線空間取得”, 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム, Nov., 2019.
- [36] 古角友也, 馮宇, 佐藤祐人, 望月風太, 沖原伸一朗, 高澤大志, 安富啓太, 川人祥二, 長原一, 香川景一郎, “マルチタップ・マクロ画素構造を用いたコンピュテーション超高速 CMOS イメージセンサ”, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム, No. 12-1, Nov., 2019.
- [37] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, 人文科学とコンピュータシンポジウム, Dec., 2019.
- [38] 長原一, “AI 利活用研究の現況 第 6 回数理・データ教育研究会, Jan., 2020.
- [39] 長原一, “データビリティサイエンスが開く新たな学際研究の形”, 第一回 阪大スピノセンター異分野交流研究会, Jan., 2020.
- [40] 長原一, “データ駆動型研究が開く新たな学際研究の形”, 高エネルギー密度科学のシミュレーションとデータビリティに関する研究会, Jan., 2020.
- [41] 清水 優仁, 梶原 智之, 谷川 千尋, Chenhu Chu, 長原一, “矯正歯科治療における所見文を自動要約する人工知能システムの開発”, 日本メディカル AI 学会, Jan., 2020.
- [42] 梶原 智之, 谷川 千尋, 清水 優仁, Chenhu Chu, 長原一, “矯正歯科治療における治療計画を自動立案する人工知能システムの開発”, 日本メディカル AI 学会, Jan., 2020.
- [43] 田中昂志, Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “OCR 誤り訂正を用いた歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会, No. P3-3, March, 2020.
- [44] 中祐介, 岩崎昌子, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbach, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリーメータエネルギー較正の開発（2）”, 日本物理学会, March, 2020.

---

### 産業財産権

[1] 長原一, グエンカイン トゥオン, “カメラ及びモニタ”, 特願 2019-190917

### その他

- [1] 坂井 康平, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, 画像の認識理解シンポジウム, MIRU 優秀賞, “符号化開口カメラによる動的な光線空間の取得にむけて”, 2019 年.
- [2] 長原一, 科学研究費助成金審査委員表彰, 2019 年.
- [3] 長原一, 情報処理学会研究会功労賞, 2020 年.
- [4] 長原一, “コンピュテーションナルフォオグラフィ”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 73, No. 3, pp. 460-468, May, 2019.
- [5] 長原一, “コンピュテーションナルフォトグラフィとライトフィールド”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 73, No. 5, pp. 831-834, Sep., 2019.

## ビッグデータ社会技術部門 教授 岸本 充生

### 【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 共生知能システム研究センター

### 【研究活動】

#### • 情報技術のリスクガバナンスに関する研究

生体認証技術の利用に伴う様々なリスクについて、データ取得の同意や通知から利用や廃棄に至るまでの潜在的なリスクの特定、プライバシー影響評価の方法、監視機関や法規制を含むガバナンスのあり方などについて、海外動向調査も含めて調査・研究する。

#### • 責任あるデータハンドリングの手続きに関する研究

ライフデザイン・イノベーション研究拠点事業をはじめとするIDSで実施されている学際研究プロジェクトや企業との共同研究を題材に、データの取得から保持、二次利用、廃棄にいたるまでのライフサイクルにおける、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）を抽出したうえで、多様なケースに適用可能な指針を作成する。

### 【学際・产学共創プロジェクト】

- スマートシティプロジェクト

### 【外部研究費獲得状況】

- 2017～2020、科研基盤A「新たな情報技術・バイオテクノロジーの国際的ガバナンス－情報共有・民間主体の役割」、（代表）城山英明、（分担）岸本充生、他
- 2018～2023、Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」、（拠点長）西尾章治郎、（拠点本部長）八木 康史、（分担）岸本充生、他
- 2019、日本経済団体連合会 環境対策推進財團、環境規制の影響評価に関する調査研究の委託、（代表）岸本充生
- 2019、株式会社電通「行動データ駆動型ビジネスのELSI（倫理的、法的、社会的配慮）」、（代表）岸本充生

### 【教育活動】

- 東京大学公共政策大学院 講義「Risk and Regulatory Policy」(S1S2)
- 東京大学公共政策大学院 講義「医療イノベーション政策」(A1A2)
- 大阪大学「科学技術社会論入門」(5月16日)
- 大阪大学「科学技術イノベーション政策概論B」(7月24日)
- 東京大学「科学技術イノベーション政策」(11月14日)
- ダイキンAI教育「科学技術と社会」(3月17日)
- 2019 ライフデザイン・イノベーション研究拠点 データビリティ人材育成「実データで学ぶ人工知能講座」知識情報学第14回(9月28日)

### 【社会貢献】

- 日本リスク研究学会理事
- ISO TC262 国内委員会 リスクマネジメント規格原案作成委員会委員
- 原子力規制庁「放射線審議会」委員

- 農林水産省「政策評価第三者委員会委員」委員
- 総務省「政策評価制度部会」専門委員
- 総務省「規制評価ワーキンググループ」委員
- 公正取引委員会「競争評価検討会議」委員

【研究業績リスト】

雑誌論文

- [1] 岸本充生, いま問われるエマージングリスクへの取り組み. リスクマネジメント TODAY, 118, pp.4-7, 2020
- [2] Kishimoto, A. BOOK REVIEW Takehiko Hashimoto, ed. 橋本毅彦編, Anzen kijun wa dono yō ni deki te ki ta ka 安全基準はどのようにできてきたか [How Have Safety Standards Been Constructed?] Tokyo: University of Tokyo Press, 2017. 330 pp. hardcover. East Asian Science, Technology and Society: An International Journal, 13, pp.481 - 484, 2019.
- [3] 岸本充生, 科学的知見と政策的対応の間のギャップを埋めるレギュラトリーサイエンス, セイフティ・エンジニアリング, 46(2), pp.4-9, 2019.

学会発表

- [1] 岸本充生, ELSI 概念とリスク学の関係, 日本リスク研究学会第 32 回年次大会, 2019 年 11 月 22~24 日, 東京工業大学大岡山キャンパス

著書

- [1] 岸本充生, 1-1 リスク学とは何か, 1-2 リスクの概念と定義の多様化, 1-3 リスク学の歴史 (注 1 ), 1-8 リスクの社会実装－行政編, 3-1 リスクガバナンスの概念と枠組み, 3-5 リスク管理の基準とリスク受容 (注 2 ), 3-6 リスク削減対策の多様なアプローチ, 3-12 社会経済分析の制度化, 13-1 新興リスク (Emerging risk) の特徴, 13-4 ナショナルリスクアセスメント, 日本リスク研究学会編「リスク学辞典」丸善出版. (注 1 広田すみれと共に著, 注 2 東海明宏, 小野恭子と共に著)

## サービス創出・支援部門 教授 春本 要

### 【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 附属暮らしの空間デザイン ICT イノベーションセンター ダイキン情報科学研究ユニット

### 【研究活動】

- スポーツ医科学におけるサイバーフィジカルシステム構築に関する研究

大阪大学医学系研究科が中心となって推進しているスポーツ庁委託事業「スポーツ研究イノベーション拠点形成プロジェクト (SRIP)」に参画し、スポーツ医科学に関わる多様な情報を収集・蓄積・分析・フィードバックするためのプラットフォーム構築に関する研究を推進した。テニス競技を対象としたメディカル情報収集・統合管理システムについては、2019年7月に開催された関西ジュニアテニス選手権、及び、2019年8月に開催された全日本ジュニアテニス選手権において選手のメディカルチェックデータや試合当日の診療データを収集する実運用を行った。また、アスリートの動的バランス計測データの統合管理システムについて、計測現場からのリアルタイムなデータアップロードを可能とする API の設計及び実装を行った。さらに、収集された動的バランス計測データを可視化するシステムのプロトタイプを構築し、アスリート指導者やスポーツ外傷・障害予防の研究者が視覚的にデータを分析できるシステム構築について研究を推進した。

- DTN 型メッセージ通信の分子通信環境への応用に関する研究

モバイルアドホックネットワークにおける通信パラダイムである DTN 型メッセージ通信を、バイオナノマシン間の協調動作のための分子通信に応用する技術に関する研究を推進した。特に、実際の細胞の移動軌跡を用いたバイオナノマシン間の情報伝達性能のデータ駆動型シミュレーションにより、バイオナノマシンの移動パターンが情報伝達性能に大きく影響を与えることを示した。

### 【IDS 研究基盤整備】

- データビリティ研究用基盤設備の整備

データビリティフロンティア機構のテクアライアンス棟 4 階・5 階への移転に伴う研究用基盤設備整備として、サーバ室を整備し、10G を基盤としたネットワーク環境、GPGPU 搭載サーバの追加整備等の研究環境整備において中心的な役割を果たした。

- 実証フィールドの整備

2018 年度に整備した豊中グラウンドの映像システム（12 台の 4K PTZ ネットワークカメラ、映像記録装置等）について利活用を推進するため、利用者によるカメラ・録画予約や映像管理を可能にするための映像管理システムの構築を推進した。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 人間総合デザイン部門 「スマートキャンパス情報基盤の構築/Trusted Envelop の構築」
- 人間総合デザイン部門 「スマートシティプロジェクト」

#### 【学内運営】

- 全国ダイバーシティネットワーク事業における貢献

大阪大学が代表機関として推進している文部科学省平成30年度科学技術人材育成費補助事業「ダイバーシティ研究環境イニシアティブ（全国ネットワーク中核機関（群））」の活動において「全国ダイバーシティネットワークプラットフォーム運営委員会」及び「アンケート分析ワーキンググループ」に参加し、女性研究者を取り巻く研究環境整備や研究力向上に取り組む諸機関をつなぐ「全国ダイバーシティネットワーク」の取り組みに貢献した。特に、全国の大学・研究機関を対象としたアンケート調査の実施、及び、全国の研究者を対象としたアンケート調査の実施において技術的な貢献を果たすとともに、アンケート調査結果の集計・分析に貢献した。

#### 【外部研究費獲得状況】

- 2018-2022年度、文部科学省 Society5.0 実現化研究拠点支援事業，“ライフデザイン・イノベーション研究拠点”，「実証フィールド整備プロジェクト」プロジェクトリーダー、「情報システム基盤プロジェクト」分担者。

#### 【教育活動】

- 工学部電子情報工学科2年次配当「データベース工学」(12回)
- 工学部電子情報工学科2年次配当「情報システムネットワーク及び演習」(3回)

#### 【社会貢献】

- 日本データベース学会 論文誌編集委員
- 電子情報通信学会 ソサイエティ誌編集委員会 査読委員

#### 【研究業績リスト】

##### 学会発表

- [1] Shinya Ishiyama, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, “Data-driven Simulation of Epidemic Information Dissemination in Mobile Molecular Communication,” in Proc. of 6th Annual ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (NANOCOM 2019), Article no. 34, Sep. 2019.

## 知能情報基盤部門 准教授 中島 悠太

### 【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 暮らしの空間デザイン ICT イノベーションセンターダイキン情報科学研究ユニット
- 先導的学際研究機構 共生知能システム研究センター

### 【研究活動】

#### • 視覚情報と自然言語処理の応用

卓越研究員事業で実施する研究の主たる課題として、視覚情報と自然言語処理の応用を掲げている。このなかで、(i) 知識に基づく質疑応答システムの実現、及び(ii) 映像要約の二つのプロジェクトを実施した。(i) では、主に視覚に関する質疑応答 (Visual Question Answering; VQA) について、質問と対象となる視覚情報に加えて、外部情報を参照することで質問に回答するシステムを構築し、人工知能分野のトップカンファレンスの一つである AAAI 2020 にて発表した。また、(ii) について、現在広く利用されているデータセットの問題点を指摘し、新たな評価指標、及び映像要約の中間出力の可視化による性能の評価を提案した。この結果は、コンピュータビジョンに関するトップカンファレンスの一つである CVPR 2019 にて発表した。

#### • 学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定

ダイキン工業との共同研究プロジェクトでは、人間科学研究科 篠原教授を中心として、環境と学習効率の間の関係を明らかにするための研究に取り組む。本年度は、内容を適応的に変更する e-learning システムの構築を最終的な目的とし、ある学習タスクにおいてその成績や所要時間などに基づき学習の効率性に関連する量を定義して、スクリーン上の視線の軌跡からこれを推定する手法を提案した。この成果は、学習の分析に関する国際会議である LAK 2020 にて発表した。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 放射線画像自動診断の研究
- 全組織細胞イメージング/分子病態解析
- スマートシティプロジェクト
- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究
- 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- 文学研究科 藤川教授プロジェクト
- AI ホスピタル

### 【外部研究費獲得状況】

- 2018-2019 年度、NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」次世代人工知能技術の日米共同研究開発、“パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発”，(代表) 浅田稔 (分担) 中島悠太 他
- 2018-2021 年度、科学研究費助成金 基盤研究 B, “知識ベースを活用した視覚情報に関する質疑応答システムの実現”，(代表) 中島悠太 (分担) Jin-dong Kim
- 2018-2021 年度、科学研究費助成金 基盤研究 B, “修復と観測の融合に基づく隠消現実感の高度化”，(代表) 河合紀彦 (分担) 中島悠太 他

- 2018-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 A, “3 次元データに基づく人工知能による仮顔の様式研究”, (代表) 藤岡穰 (分担) 中島悠太 他
- 2019-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 C, “循環器検診における眼底細動脈硬化所見自動判定システム開発と予測能評価”, (代表) 川崎良 (分担) 中島悠太 他

【教育活動】

- 博士前期課程学生指導 (情報科学研究科 1 名)
- 博士後期課程学生指導 (情報科学研究科 1 名)

【社会貢献】 各種査読:

- IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 1 件
- IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 4 件
- IEEE Transactions on Multimedia 1 件
- IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 5 件
- AAAI Conference on Artificial Intelligence 5 件

【研究業績リスト】

雑誌論文

- [1] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Warmer environments increase implicit mental workload even if learning efficiency is enhanced,” Frontiers in Psychology, Apr. 2020. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00568>
- [2] Yuta Nakashima, Takaaki Yasui, Leon Nguyen, Noboru Babaguchi, “Speech-driven face reenactment for a video sequence,” ITE Trans. Media Technology and Applications, vol. 8, no. 1, Jan. 2020. <https://doi.org/10.3169/mta.8.60>
- [3] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, “ContextNet: Representation and exploration for painting classification and retrieval in context,” International Journal on Multimedia Information Retrieval, Dec. 2019. <https://doi.org/10.1007/s13735-019-00189-4>

学会発表

- [1] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Ryo Kawasaki, “IterNet: Retinal image segmentation utilizing structural redundancy in vessel networks,” Proc. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Mar. 2020.
- [2] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, “BERT representations for video question answering,” Proc. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Mar. 2020.
- [3] Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, “KnowIT VQA: Answering knowledge-based questions about videos,” Proc. AAAI Conf. Artificial Intelligence, Feb. 2020.
- [4] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara, “Legal information as a complex network: Improving topic modeling through homophily,” Proc. Complex Networks, pp. 28-39, 2019.

- [5] Akihiko Sayo, Hayato Onizuka, Diego Thomas, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Katsushi Ikeuchi, "Human shape reconstruction with loose clothes from partially observed data by pose specific deformation", Proc. Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology, 14 pages, Nov. 2019.
- [6] Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, "Adaptive gating mechanism for identifying visually grounded paraphrases," Proc. MDALP (at ICCV 2019), 2 pages, Oct. 2019.
- [7] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, Yutaka Fujioka, "BUDA.ART: A multimodal content-based analysis and retrieval system for Buddha statues," Proc. ACM Multimedia, 3 pages, Oct. 2019 (demo).
- [8] Yuta Nakashima, "Using external knowledge in the deep learning framework," Physics Seminar, KEK, Oct. 2019.
- [9] Manisha Verma, Hirokazu Kobori, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, and Hajime Nagahara, "Facial expression recognition with skip-connection to leverage low-level features," Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, pp. 51-55, Sep. 2019.
- [10] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, "学習効率が向上しても熱環境は潜在的精神負荷を増大させる," 日本心理学会第83回大会, Sep. 2019.
- [11] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, "温熱環境・学習効率・精神負荷の関係," ヒューマンインタフェースシンポジウム 2019, 4D1-5, pp. 432-439, Sep. 2019.
- [12] 小林 良輔, 中島 悠太, 馬場口 登, "GAN を用いた顔のRGB画像と奥行画像の同時生成," FIT Sep. 2019.
- [13] Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, "Video meets knowledge in visual question answering," MIRU 2019, Aug. 2019.
- [14] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka, "Buddha statues archive retrieval system," MIRU 2019, Aug. 2019.
- [15] Mayu Otani, Kazuhiro Ota, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkila, and Yoshitaka Ushiku, "Collecting relation-aware video captions," MIRU 2019, Aug. 2019.
- [16] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, and Haruo Takemura, "Video question answering with BERT," MIRU 2019, Aug. 2019.
- [17] 萱谷 勇太, 大谷まゆ, Chenhui Chu, 中島 悠太, 竹村 治雄, "コメディドラマにおける字幕と表情を用いた笑い予測," 2019年度人工知能学会全国大会, Jul. 2019.
- [18] 中島 悠太, "AI/機械学習/深層学習入門," 第16回日本加速器学会年会 技術研修会, Jul. 2019.
- [19] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, "Context-aware embeddings for automatic art analysis," Proc. Int. Conf. Multimedia Retrieval (ICMR), 9 pages, Jun. 2019.
- [20] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, "Rethinking the evaluation of video summaries," Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 7596-7604, Jun. 2019.
- [21] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, "Understanding art through multi-modal retrieval in paintings," Language and Vision Workshop at CVPR 2019, 4 pages, Jun. 2019 .

## その他

- [1] Akihiko Sayo, Hayato Onizuka, Diego Thomas, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, and Katsushi Ikeuchi, Best Paper Award, "Human shape reconstruction with loose clothes from partially observed data by pose specific deformation", 2019.

## 知能情報基盤部門 准教授 武村 紀子

### 【兼任】

- 産業科学研究所
- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 iCHiLD ダイキン情報科学研究ユニット
- 先導的学際研究機構 共生知能システム研究センター

### 【研究活動】

#### ● 集中度・理解度に基づいた効率的 e-Learning

e-learning では、学習内容についていけない、逆に内容が簡単すぎて退屈である等の理由で、継続して学習が行われないケースが多く存在する。そこで、個々の集中度や理解度等に応じて、パソコンライズされた学習コンテンツを提供することで、効果的な e-learning システムの構築を目指す。本年度は全学 1 回生の授業において、各回約 50 名（計 5 回）の被験者に対し、e-Learning 中の表情、視線、座圧、心拍、学習ログのデータを収集し、さらにスライドごとに、理解度、覚醒度、モチベーション（自己評価）のラベルを付与した。収集したデータを用いて、視聴行動の定性的分析、視線データと内部状態の相関分析、表情・座圧・心拍データに基づく覚醒度推定等を行った。

#### ● 不随意コミュニケーション理解による協調学習活性化支援

協調学習は人ととのコミュニケーションを通じた学習であるため、学習状況の把握・評価が容易ではない。そこで、協調学習時の学習者の行動をセンシングし、センサ情報から学習者の不随意コミュニケーションを理解することにより、協調学習の活性化支援を目指す。本年度は工学部および理学部 1 回生のドイツ語の授業において、6 グループ（1 グループ 3-4 名）について、協調学習中の一人称視点映像、三人称視点映像、視線、音声のデータを収集した。さらに、授業外でもカルテットカードを用いたストーリ並べ替えタスク（英語、ドイツ語）について、同様のデータを収集した。収集したデータを用いて、個々の学生の行動パターンの組合せと教員によるグループ学習の評価との間の相関関係を分析した。

#### ● 複数カメラ間における人物同定

人ととのコミュニケーションを理解する上で、人が何を見ているか、誰に話し掛けているか、といったコミュニケーションの対象を知ることが重要となる。そこで、本研究では、一人称視点映像内に映っている人（物）と三人称視点映像内に映っている人（物）の対応関係を識別し、視線情報および音声情報と組み合わせることで、コミュニケーションの対象を推定することを目指す。本年度は、深層学習モデルを用いて、まず各カメラ映像に対して、人物の特徴量に基づいてトラッキングを行い（ローカル ID を付与）、その後、複数カメラ間での人物特徴量を比較することで、異なるカメラ間での人物同定を行った（グローバル ID を付与）。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用
- 学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定（ダイキン工業）
- 未来の学校支援プロジェクト (iLDi)
- 行動センシング基盤プロジェクト (iLDi)
- スマートシティプロジェクト
- 運動器疾患に対する人工知能を用いた歩行分析

- オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化

#### 【外部研究費獲得状況】

- 2017-2021 年度, 卓越研究員事業, “能動的センシングに基づくヒトの内部状態推定”, (代表) 武村紀子
- 2019 年度, ダイキン工業株式会社 共同研究, “学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定”, (代表) 篠原一光, (分担) 沼尾正行, 長原一, 中島悠太, 武村紀子
- 2019-2020 年度, AMED 異分野融合型研究シーズ, “深層学習モデルを用いた歩行機能診断と疾患検出ツールの開発”, (代表) 武村紀子, (分担) 森口悠, 長原一
- 2019-2020 年度, 富士通研究所 共同研究, “行動持続性を向上させる適応的なインタラクションの研究”, (代表) 武村紀子
- 2019-2021 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “マンガ教材学習過程の生体情報解析に基づく個別適応型学習システムの構築”, (代表) 白井詩沙香, (分担) 間下以大, Orlosky Jason, 長瀧寛之, 武村紀子, 上田真由美

#### 【教育活動】

- 工学部電子情報工学科 3 年次「ソフトウェア工学及び演習」
- 工学部電子情報工学科 3 年次「情報社会と工学倫理」

#### 【社会貢献】

- 第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019), 実行委員会, 副組織委員長
- ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ (全国ネットワーク中核機関)

#### 【研究業績リスト】

##### 雑誌論文

- [1] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, "Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced", *Frontiers in Psychology Environmental Psychology*, 2020
- [2] Md. Zasim Uddin, Daigo Muramatsu, Noriko Takemura, Md. Atiqur Rahman Ahad, Yasushi Yagi, "Spatio-temporal silhouette sequence reconstruction for gait recognition against occlusion", *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications*, 11:9, 2019
- [3] Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi, "On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 29, Issue 9, 2019
- [4] Atsuya Sakata, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, "Gait-based age estimation using multi-stage convolutional neural network", *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications*, 11:4, 2019

##### 学会発表

- [1] Mehrasa Alizadeh, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Shogo Terai, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, "A Survey of Learners' Video Viewing Behavior in Blended Learning", 1st International Workshop on Addressing Dropout Rates in Higher Education (ADORE' 20)

- 
- [2] Shogo Terai, Shizuka Shirai, Mehrasa Alizadeh, Ryosuke Kawamura, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “Detecting Learner Drowsiness Based on Facial Expressions and Head Movements in Online Courses”, IUI 2020
  - [3] Kenya Sakamoto, Shizuka Shirai, Jason Orlosky, Hiroyuki Nagataki, Noriko Takemura, Mehrasa Alizadeh and Mayumi Ueda, “Exploring Pupilometry as a Method to Evaluate Reading Comprehension in VR-based Educational Comics”, kelvar2020
  - [4] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Constructing a Public Meeting Corpus”, Language Resources and Evaluation Conference, 2020
  - [5] Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Ryota Takaoka, Noriko Takemura, Tsukasa Kimura, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Toward Predicting Learners’ Efficiency for Adaptive e-Learning”, International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 2020
  - [6] Masako Iwasaki, Yusuke Naka, Jim Brau, Martin Breidenbach, Koki Morikawa, Hajime Nagahara, Yuta Nakashima, Amanda Lynn Steinhebel, Jan Fridolf Strube, Noriko Takemura, “R&D of the Energy Calibration for the SiD EM Calorimeter based on Machine Learning”, The third edition of the Calorimetry for High Energy Frontier Conference, 2019
  - [7] Naoya Kishida, Masako Iwasaki, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takashi Nakano, “R&D of the Flavor-tag Method based on Machine Learning for High Energy Experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders, 2019
  - [8] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, “Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily”, International Conference on Complex Networks and their Applications, 2019
  - [9] Manisha Verma, Hirokazu Kobori, Yuta akashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Facial Expression Recognition with Skip-connection to Leverage Low-level Features”, IEEE International Conference on Image Processing, 2019
  - [10] Chenhui Chu, Koji Takanka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, 人文科学とコンピュータシンポジウム, 2019
  - [11] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “追加ラベルを組み込んだ歩容特徴抽出器”, 第9回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2019【学生奨励賞受賞】
  - [12] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “追加ラベルを組み込んだ歩容特徴抽出器”, バイオメトリクス研究会, 2019
  - [13] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, “学習効率が向上しても熱環境は潜在的精神負荷を増大させる,” 日本心理学会第83回大会, 2019.
  - [14] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, “温熱環境・学習効率・精神負荷の関係”, ヒューマンインタフェースシンポジウム, 2019

- [15] 城庵 鳩, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 2019
- [16] 岸田 直也, 岩崎 昌子, 石川 明正, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野 貴志, 他 BelleCollab., RCNP 深層学習プロジェクトグループ, “Belle 実験における  $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  崩壊過程の研究－機械学習を用いた新しい解析手法の開発－”, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 2019
- [17] 城庵 鳩, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 第 16 回日本加速器学会年会, 2019
- [18] Kosuke Moriwaki, Daigo Muramatsu, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, “Incorporation of extra pseudo labels for CNN-based gait recognition”, 第 22 回画像の認識・理解シンポジウム, 2019
- [19] 西川博文, 青木工太, 村松大吾, 横原靖, 武村紀子, 八木康史, “保養による疲労判定に向けて：データ収集と基礎解析”, 第 22 回画像の認識・理解シンポジウム, 2019
- [20] 岸田直也, 岩崎昌子, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を用いたフレーバ識別用ツールの開発”, 日本物理学会第 74 回年次大会, 2019
- [21] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会 第 25 回年次大会, 2019

#### その他

- [1] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, じんもんこん 2019 ベストポスター賞, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, 2019.

## 知能情報基盤部門 特任准教授（常勤） 新岡 宏彦

### 【兼任】

- 情報科学研究科
- ナノサイエンスデザイン教育研究センター

### 【研究活動】

- 胸部(肺癌)CT画像データの機械学習による画像診断の高度化  
胸部CT画像データから、人工知能を用いて生検することなく病理診断結果を予測する研究である。
- 術中迅速診断を目指した深紫外線顕微鏡と人工知能病理診断技術開発  
非染色で生体組織を観察できる深紫外線励起の顕微鏡開発を行い、得られた画像を人工知能で診断することで術中迅速診断の実現を目指す研究。
- 難治性心筋症疾患特異的iPS細胞を用いた集学的創薬スクリーニングシステムの開発と実践  
培養iPS細胞から得られる顕微鏡画像やラマンスペクトルなどの情報を取得し、人工知能を用いて細胞の状態や薬剤応答を解析する研究。
- 光干渉断層イメージングのAI解析に基づく急性心筋梗塞発症予測法の開発  
心臓血管の光干渉断層像を人工知能を用いて解析し、血管の状態や患者の予後を予測する研究。
- ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断  
非線型ラマン現象の一種であるCARSを応用したCARS内視鏡により無染色で生体組織の画像を取得し、人工知能を用いて画像取得の高速化、病理診断を行う研究。
- 第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用  
波長900～1600nmの第2近赤外窓領域と呼ばれる生体に対して透過性の良い光を用いて顕微鏡を構築し、生体深部に移植した細胞を高精細にイメージングする技術を確立するための研究。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 胸部(肺癌)CT画像データの機械学習による画像診断の高度化

### 【外部研究費獲得状況】

- 2019-2020年度、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団 開発研究助成、“To be announced”, (代表)新岡宏彦
- 2019-2021年度、科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽)、“第3生体窓の光で誘起する非線形光学効果を用いた深部高空間分解能光音響イメージング”, (代表)山中真仁
- 2019-2021年度、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策実用化研究事業、“光干渉断層イメージングのAI解析に基づく急性心筋梗塞発症予測法の開発”, (代表)上村史郎
- 2018-2020年度、科学研究費助成金 基盤研究C、“肺癌の組織診断および悪性度予測の為の人工知能(深層学習)システムの確立”, (代表)梁川雅弘
- 2018-2020年度、科学研究費助成金 基盤研究C、“ラマンスペクトル変化の深層学習による細胞の力学応答解析手法の開発”, (代表)安國良平
- 2017-2021年度、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) 再生医療実現拠点ネットワークプログラム(疾患特異的iPS細胞の利活用促進・難病研究加速プログラム)、“難治性心筋症疾患特異的iPS細胞を用いた集学的創薬スクリーニングシステムの開発と実践”, (代表)宮川繁

- 2017-2019年度、総務省「IoT/BD/AI情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業、「革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの開発」、(代表) 谷口 達典
- 2017-2019年度、科学研究費助成金 基盤研究B、「NIR-II蛍光イメージングによる移植幹細胞の炎症組織・臓器への生着機構の解明」、(代表) 湯川 博
- 2017-2019年度、科学研究費助成金 基盤研究B、「ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断」、(代表) 橋本 守
- 2017-2019年度、科学研究費助成金 若手研究A、「第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用」、(代表) 新岡 宏彦

#### 【教育活動】

- 大阪大学医学部共同研「機器分析セミナー」  
日時：平成31年4月16日 15:00 - 15:50  
対象：医学研究科修士過程1年生から博士課程4年生  
タイトル：ディープラーニングによる医療画像解析
- スーパーサイエンスハイスクールの生徒を対象とした実習  
日時：令和1年7月23日 13:00-15:00  
対象：3名、武庫川女子大学附属高等学校)  
タイトル：「画像を処理するプログラムを作ってみる」  
場所：大阪大学吹田キャンパス、産学共創C棟3F  
内容：深層学習の基礎についてハンズオン形式で学ぶ
- 実データで学ぶ人工知能講座(NEDO特別講座)にてディープラーニング実習の9コマを担当  
日時：令和1年7月30日 18:00 - 19:30, 8月6, 20, 27, 29日 18:00 - 21:00  
対象：社会人および大学院生  
場所：大阪大学吹田キャンパス、情報研究科A110
- 一般社団法人データビリティコンソーシアムにて「実践深層学習」の講義10コマを担当  
日時：令和1年11月9日 10:30 - 12:00, 12:50 - 14:20, 11月23, 30日 10:30 - 12:00, 12:50-17:40  
対象：社会人  
場所：グランフロント大阪北館9F, VisLab Osaka
- 実データで学ぶ人工知能講座(NEDO特別講座)にてディープラーニング実習の9コマを担当  
日時：令和2年2月13日 18:00 - 19:30, 2月18, 28日 18:00 - 21:00, 3月5, 10日 18:00 - 21:00  
対象：社会人および大学院生  
場所：大阪大学吹田キャンパス、情報研究科A110

#### 【社会貢献】

- AIメディカル夏の学校  
日時：令和1年8月25日  
対象：高校生、参加者21名  
内容：進学塾の研修館と共に高校生を対象としたPythonプログラミングやAIの基礎に関する講義を実施

- 全国医療 AI コンテスト  
日時：令和 1 年 9 月 28, 29 日  
対象：一般及び大学生、講演会参加者 90 名、コンテスト参加者 36 名  
場所：グランフロント大阪北館 7F, ナレッジサロン  
URL : <https://www.2019.contest.ai-medical.org>
- 日本顕微鏡学会 顕微鏡計測インフォマティクス研究会 幹事
- 一般社団法人臨床医工情報学コンソーシアム関西 研究員
- NVIDIA DLI (Deep Learning Institute) Certified Instructor
- AI メディカル研究会 (大学内サークル) 顧問  
URL : [https://twitter.com/ou\\_aims](https://twitter.com/ou_aims)

#### 【研究業績リスト】

##### 雑誌論文

- [1] Tatsuya Matsumoto, Hirohiko Niioka (equally contributed), Yasuaki Kumamoto, Junya Sato, Osamu Inamori, Ryuta Nakao, Yoshinori Harada, Eiichi Konishi, Eigo Otsuji, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, “Fluorescence microscopy with deep neural network analysis for detection of lymph node metastasis”, *Scientific Reports*, 9, 16912, 12 pages (2019)
- [2] Masahiro Yamanaka\*, Hirohiko Niioka\*, Taichi Furukawa, Norio Nishizawa, (\* corresponding author) “Excitation of Erbium-doped nanoparticles in 1550 nm wavelength region for deep tissue imaging with reduced degradation of spatial resolution” *Journal of biomedical optics*, 24(7), 070501-1-070501-4 (2019)
- [3] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Akinori Hata, Noriko Kikuchi, Osamu Honda, Hiroyuki Kurakami, Eiichi Morii, Masayuki Noguchi, Yoshiyuki Watanabe, Jun Miyake, Noriyuki Tomiyama, “Application of deep learning (three-dimensional convolutional neural network) for the prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma”, *Medicine*, Volume 98, Issue 25, e16119 (2019)

##### 学会発表

- [1] 新岡宏彦, “人工知能とバイオメディカルイメージング機器開発”, AI, ダイバシティー, そして医薬, 2020 [Invited]
- [2] Tatsuya Matsumoto, Yasuaki Kumamoto, Hirohiko Niioka, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, “Fluorescence microscopy with deep neural network analysis for detection of lymph node metastasis”, SPIE Photonics WEST BiOS2020, 2020
- [3] 新岡 宏彦, “深紫外励起蛍光顕微鏡画像と人工知能による癌リンパ節転移検出”, 第二回メディカル AI 学会, 2020
- [4] 新岡宏彦, “深層学習の基礎とバイオ・メディカル画像データへの応用”, ポスト LED フォトニクス講演会, 2020 [Invited]
- [5] 大和尚記, 新岡 宏彦, 三宅 淳, 橋本 守, “複数の深層学習モデルによる非線形ラマン散乱硬性内視鏡のイメージング高速化”, 第 55 回応用物理学会北海道支部/第 16 回日本光学会北海道支部合同学術講演会, 2020
- [6] 新岡宏彦, “人工知能を搭載した光イメージング機器の開発”, MDF (次世代医療システム産業化フォーラム) 第 6 回医工連携マッチング例会, 2019 [Invited]
- [7] 大和尚記, 松谷真奈, 工藤信樹, 新岡宏彦, 三宅淳, 橋本守, “非線形ラマン散乱硬性内視鏡と深層学習による神経イメージング”, 第 32 回日本内視鏡外科学会総会, 2019 [Invited]

- [8] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Yb<sup>3+</sup> と Nd<sup>3+</sup> の第2生体窓発光を用いたデュアルカラーライメージング”, 日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2019, 2019
- [9] 新岡 宏彦, “深層学習と医療用光イメージング機器開発”, 令和1年度統計数理研究所共同研究集会 生体信号・イメージングデータ解析に基づく医療・健康データ科学の展開2, 2019
- [10] M. Hashimoto, N. Yamato, M. Matsuya, H. Niioka and J. Miyake, “Nerve imaging and segmentation used by coherent Raman endoscopy and deep learning”, Biomedical Raman Imaging 2019, 2019
- [11] 新岡宏彦, “深層学習と医療応用を目指した光イメージング機器開発”, 第94回産研テクノサロン, 2019 [Invited]
- [12] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性内視鏡と深層学習による末梢神経イメージング”, 第5回北海道大学部局横断シンポジウム, 2019
- [13] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 工藤 信樹, 三宅 淳, 橋本 守, “2段階転移学習を用いた深層学習による非線形ラマン像からの神経領域抽出”, 日本生体医工学会第58回北海道支部大会, 2019
- [14] 新岡宏彦, “人工知能×医療画像×光イメージング機器開発”, MMDS公開講座 医療×AI, 2019 [Invited]
- [15] 新岡宏彦, “人工知能とバイオメディカルイメージング機器開発”, バイオグリッド研究会2019「IoT時代のデジタルメディアン」, 2019 [Invited]
- [16] 大和尚記, 新岡 宏彦, 三宅 淳, 橋本 守, “深層学習によるCARS硬性鏡イメージング高速化の評価 一実時間術中神経イメージングを目指してー (Imaging speed estimation of CARS endoscopy by noise reduction using deep learning for intraoperative real-time nerve imaging)”, 第80回応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [17] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 三宅 淳, 橋本 守, “転移学習を用いた深層学習による非線形ラマン像からの神経セグメンテーション (Nerve segmentation from coherent anti-Stokes Raman scattering images by using transferred deep learning)”, 第80回応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [18] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Yb<sup>3+</sup> と Nd<sup>3+</sup> の近赤外励起を用いた第2の生体窓デュアルカラーライメージング”, 第80回応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [19] 新岡宏彦, “ディープラーニングとバイオメディカルイメージング技術 (Deep learning and biological imaging technology)”, 第71回日本生物工学会大会, 2019 [Invited]
- [20] 安國 良平, 井出 敬佑, 山田 壮平, 新岡 宏彦, 細川 陽一郎, “蛍光タンパク質の蛍光スペクトル変化を利用した細胞状態の評価”, 2019年光化学討論会, 2019
- [21] 東谷 悠平, 永井 正也, 芦田 昌明, 磯山 悟朗, 新岡 宏彦, 尾崎 典雅, “部分安定化ジルコニアのTHz誘起相変態現象 (Terahertz induced phase transition of Yttria-stabilized zirconia)”, 日本物理学会2019年秋季大会(物性)(領域5:光物性), 2019
- [22] H. Niioka, “Bio-Medical Optical Imaging Using Deep Learning”, US-Japan Workshop on Bioengineering and Information Science, 019 [Invited]
- [23] 小林 照之, 新岡 宏彦, 牧野 知紀, 山崎 誠, 田中 晃司, 梁川 雅弘, 長原 一, 三宅 淳, 森 正樹, 土岐 祐一郎, “Deep learningによるCT画像を用いた食道癌リンパ節転移診断能の検討 (Investigation of Diagnosis of Esophageal Cancer Lymph Node Metastasis by Deep Learning Using CT images)”, 日本消化器外科学会総会, 2019
- [24] 新岡宏彦, “医療AIの現状と未来”, 第25回日本心臓リハビリテーション学会学術集会 -行動医学からICTまで-, 2019 [Invited]
- [25] H. Niioka, “Bio-Medical imaging supported by deep learning”, International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2019), 2019 [Invited]
- [26] 新岡 宏彦, 大和尚記, 三宅 淳, 橋本 守, “Deep Learningと転移学習を用いたCARS硬性内視鏡イメージングの高速化”, レーザ顕微鏡研究会第44回講演会・シンポジウム, 2019
- [27] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “イッテルビウム発光を利用した近赤外発光イメージング”, レーザ顕微鏡研究会第44回講演会・シンポジウム, 2019

- 
- [28] 新岡宏彦, “AI の医療画像応用と医療用光イメージング機器開発”, 第 58 回日本生体医工学会大会, 2019 [Invited]
  - [29] 松本 辰也, 新岡 宏彦, 熊本 康昭, 三宅 淳, 田中 秀央, 高松 哲郎, “深紫外励起テルビウム蛍光画像の人工知能解析による癌リンパ節転移検出”, 第 58 回日本生体医工学会大会, 2019
  - [30] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性鏡による神経イメージングの転移学習を用いた高速化”, 第 58 回日本生体医工学会大会, 2019
  - [31] 小林 照之, 新岡 宏彦, 牧野 知紀, 山崎 誠, 田中 晃司, 梁川 雅弘, 長原 一, 三宅 淳, 森 正樹, 土岐 祐一郎, “Artificial Intelligence を用いた食道癌右反回神経リンパ節の CT 転移診断能の検討 (Investigation of Diagnosis of Esophageal Cancer Lymph Node Metastasis by Deep Learning Using CT images)”, 第 73 回日本食道学会学術集会, 2019
  - [32] 新岡宏彦, “人工知能(深層学習)の医療画像データへの応用”, 関西医科大学内科学第二講座同門会, 2019 [Invited]
  - [33] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “蛍光画像を教師データとした深層学習によるコヒーレントアンチストークスラマン画像からの神経抽出 (Nerve segmentation from coherent anti-Stokes Raman scattering images using deep learning with fluorescence images as training data)”, 日本分子イメージング学会第 14 回学会総会・学術集会, 2019
  - [34] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場における電気泳動法の有用性”, 日本分析化学会第 79 回分析化学討論会, 2019
  - [35] Yoshiki Akino, Masahito Yamanaka, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Fluorescence imaging with  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb}$  nanoparticles in the second near-infrared window”, The 8th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS' 19), 2019

#### 著書

- [1] 山中真仁, 新岡宏彦, 古川太一, 西澤典彦, “エルビウム添加ナノ粒子の波長 1550 nm 帯励起によるアップコンバージョン発光を用いた深部イメージング”, 分光研究, vol.68, No.5, pp.175-177, 2019

## サービス創出・支援部門部門 特任准教授（常勤）中野 賢

### 【研究活動】

#### ● ビッグデータ可視化 Web アプリケーションの設計と開発

本研究では、アスリートの床反力データを可視化して提示する Web アプリケーションの設計と開発を進めている。本プロジェクトで扱う床反力データは、ジャンプ着地時に足底にかかる圧力を時系列で示した数値データである。床半力データから計算される足圧中心軌跡長や衝撃係数は、アスリートの障害発生リスクの予測に有用である。本プロジェクトでは、床半力データや床半力データから得られる様々な評価値を可視化して、Web 経由でユーザに提示するアプリケーションの設計と開発を進めている。

#### ● 分子通信に関する研究

分子通信とは、細胞間通信に着想を得た、化学信号に基づく通信の方法であり、近年、通信工学の分野で研究が盛んに行なわれている。本研究では、人体における情報伝達を通信工学的な視点から理解することを目指している。例えば、人体において情報がどのように表現されて、どのように伝達するのか、また、情報の伝達効率はどの程度なのか、といった問い合わせに対する答えを探求する。本研究ではまた、がん細胞による浸潤や転移の過程における分子通信の役割の解明、バイオナノマシンによる分子通信を介した協調的な薬物送達の実現、細胞間相互作用に基づく多細胞構造体形成の制御を目指した応用研究も進めている。

### 【外部研究費獲得状況】

- 2019-2021 年度、科学研究費補助金 国際共同研究強化 A, “バイオナノマシンによる分子通信を介した自己組織的な形態形成,” (代表) 中野 賢
- 2017-2021 年度、科学研究費助成金 基盤研究 A, “分子通信の国際標準化と医療応用,” (代表) 中野 賢

### 【教育活動】

- 情報科学研究科 マルチメディアデータ工学（分担）

### 【社会貢献】

- Technical program committee co-chair, 12th International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies
- Editor, IEEE Transactions on Molecular, Biological, and Multi-Scale Communications
- Editor, IEEE Transactions on NanoBioscience
- Editor, Elsevier Nano Communication Networks

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] T. Nakano, L. Lin, Y. Okaie, C. Wu, H. Yan, T. Hara, and K. Harumoto, “Random Cell Motion Enhances the Capacity of Cell-cell Communication,” IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multiscale Communications, 2020.
- [2] H. Hiraoka, T. Nakano, S. Kuwana, M. Fukuzawa, Y. Hirano, M. Ueda, T. Haraguchi, and Y. Hiraoka, “Intracellular ATP levels influence cell fates in Dictyostelium discoideum differentiation,” Genes to Cells, 2020.

- 
- [3] T. Nakano, Y. Okaie, Y. Kinugasa, T. Koujin, T. Suda , Y. Hiraoka, and T. Haraguchi, “Roles of Remote and Contact Forces in Epithelial Cell Structure Formation,” Biophysical Journal, vol. 118, issue 6, pp. 1466 – 1478, March 2020.
- [4] T. Nakano, Y. Okaie, S. Kobayashi, T. Hara, Y. Hiraoka, and T. Haraguchi, “Methods and Applications of Mobile Molecular Communication,” Proceedings of the IEEE, vol. 107, no. 7, pp. 1442–1456, July 2019.
- [5] C. Yao, Z. He, T. Nakano, Y. Qian, and J. Shuai, “Inhibitory-autapse-enhanced Signal Transmission in Neural Networks,” Nonlinear Dynamics, vol. 97, no. 2, pp. 1425–1437, July 2019.

#### 学会発表

- [1] K. Yonekura, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, and K. Harumoto, “Network Formation Model of Bio-nanomachines Based on Directed Migration and Adhesion,” in Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2020), 6 pages, South Korea, April 2020.
- [2] P. He, T. Nakano, D. Wu, B. Yang, H. Liu, and X. Han, “Calcium Signaling in Mobile Molecular Communication Networks,” in Proceedings of 2019 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2019), 6 pages, USA, Dec. 2019.
- [3] S. Ishiyama, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara and K. Harumoto, “Data-driven Simulation of Epidemic Information Dissemination in Mobile Molecular Communication,” in Proceedings of 6th ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (ACM NanoCom 2019), 2 pages, Ireland, Sept. 2019.
- [4] T. Suda and T. Nakano, “Modeling the Stochastic Behavior of Kinesin-Coated Beads,” in Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Communications (IEEE ICC 2019), 7 pages, China, May 2019.

#### その他

- [1] Fellow, European Alliance for Innovation, 2019.

## 知能情報基盤部門 特任講師（常勤） Benjamin Renoust

### 【研究活動】

- Exploratory Analysis with Networks

This generic research applies to any type of application. This research is based on the use of graph structure to explore the content of data sources. It implies the development of visualization, interaction, and metrics for multilayer graphs, for dynamic graphs, and their combination. Outcome of this research applies to all IDS projects.

- Content-based Search Engine for Multimedia Archives

This research applies to multimedia databases such as art history. It proposes to hyperlink data, and use the structure of hyperlinking so users may consult the database under many forms, regardless of the modality of interest. Outcome of this research applies to art history project at IDS.

- Analysis of Quantum Networks

This research specializes in the analysis of networks that result of noise-intermediate scale quantum process, considering the specific properties and requirements for these networks. Outcome is the understanding of fundamental physics phenomenon such as time crystals, states of condensed matter found in black holes, with contribution also to quantum computing.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- オーストラリアにおけるパブリックミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化

### 【教育活動】

- Graduated 2 October 2019, Youssef Mourchid, University Mohammed V, Ph.D. student, co-adviser with Mohammed El Hassouni (University Mohammed VI) and Hocine Cherifi (University of Burgundy), Réseaux Complexes pour l' Analyse des Images et des Vidéos (Complex Networks for the Analysis of Images and Videos)
- April 2019-August 2019 Matheus Oliveira Franca, Ecole Polytechnique (X) Paris, master intern, CBIR for Buddhism statues

### 【社会貢献】

- NII Visiting Lecturer
- MIRU International Lunch, organizer
- ACM Multimedia 2019, 2020, Area chair
- PC Member: PacificVis, MMedia, AICCSA, ATSIP, Complex Networks, ISVC, PSIVT, ECCV, SOICT
- Reviewer: Springer Applied Network Science, JOVI, PlosOne, ChinaVis, QSQW, IEEE Vis, EuroVis, Physics Rev. A, ICCV e-heritage,
- Coordination of IDS international intern students with IDS (4 students from Ecole Polytechnique, France, 2 students from VNU, Ho Chi Minh City, Vietnam, 1 postdoc from Rennes University).

## 【研究業績リスト】

## 雑誌論文

- [1] "Movienet: A Movie Multilayer Network Model using Visual and Textual Semantic Cues" Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Olivier Roupin, Van Le, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni Applied Network Science, Springer, (50 pages), 2019
- [2] "ContextNet: Representation and Exploration for Painting Classification and Retrieval in Context" Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima International Journal of Multimedia Information Retrieval, Springer, (14 pages), 2019

## 学会発表

- [1] "Introducing multilayer stream graphs and layer centralities" Pimprenelle Parmentier, Tiphaine Viard, Benjamin Renoust, and Jean-Francois Baffier. Complex Networks 2019, Lisbon, Portugal, Dec. 2019
- [2] "Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily" Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara. Complex Networks 2019, Lisbon, Portugal, Dec. 2019
- [3] "Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery" , Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, and Takao Fujikawa Jinmoncom Symposium 2019, Osaka, Dec. 2019 Best poster award
- [4] "Patterns of Multiplex Layer Entanglement across Real and Synthetic Networks" Blaz Skrlj and Benjamin Renoust. Complex Networks 2019, Lisbon, Portugal, Dec. 2019
- [5] "Ranking movies using multilayer networks" Majda Lafhel, Youssef Mourchid, Hocine Cherifi, Benjamin Renoust, and Mohammed El Hassouni MARAMI 2019, Dijon, France, Nov.2019
- [6] "Historical and Modern Features for Buddha Statue Classification" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Noa Garcia, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka. SUMAC (ACMMM) 2019, Nice, France, Oct. 2019
- [7] "BUDA.ART: A Multimodal Content-Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues<sup>\*1</sup>" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka. ACM MultiMedia (ACMMM) 2019, Nice, France, Oct. 2019
- [8] "Evaluating Face Tracking for Political Analysis in Japanese News Over a Long Period of Time" Haolin Ren, Fan Yang, Benjamin Renoust, Yusuke Matsui, Tetsuro Kobayashi, and Shin'ichi Satoh. ABCSS (ACM WI) 2019, Thessaloniki, Greece, Oct. 2019
- [9] "Buddha Statues Archive Retrieval System" Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, and Yutaka Fujioka. MIRU 2019, Osaka, Japan, Jul.-Aug. 2019
- [10] "Understanding Art through Multi-Modal Retrieval in Paintings" Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima CVPR 2019 (Language and Vision Workshop), Long Beach, California, USA, Jun 2019
- [11] "Context-Aware Embeddings for Automatic Art Analysis" , Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima ICMR 2019, Ottawa, Canada, Jun. 2019, Best paper candidate session

<sup>\*1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=zNQmuH2Onls&feature=youtu.be>

- [12] "Movie Script Analysis based on a Multilayer Network" Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi and Mohammed El Hassouni Net. Sci. 2019, Burlington, Vermont, USA, May 2019
- [13] "Animated Drag and Drop Interaction for Dynamic Multidimensional Graphs" , Benjamin Renoust, Haolin Ren, Guy Melançon IEEE PacificVis 2019, Bangkok, Thailand, Apr. 2019

#### その他

- [1] (Award) Jinmoncom Symposium 2019, Osaka, Dec. 2019 Best poster award
- [2] (Outreach article) 「お猪口にワイン」 Sake in a Wine Glass” , Benjamin Renoust, ITE IPSJ Aug. 2019
- [3] (Award) ICMR 2019, Ottawa, Canada, Jun. 2019, Best paper candidate session
- [4] (Talk) May 16, 2019, “Interacting with Multilayer Networks” , TokyoTech JFLI workshop, Tokyo, Japan
- [5] (Talk) October 15, 2019, “Two years at IDS” , INRIA seminar, Sophia-Antipolis, Japan

## ビッグデータ社会技術部門 特任講師（常勤） 山本 奈津子

### 【兼任】

- 医学系研究科 医の倫理と公共政策学
- 社会技術共創研究センター

### 【研究活動】

- 個人に関するデータの利活用と保護に関する研究

個人に関するデータは、デジタル化により多様に利活用されており、国内外の研究や経済活動等の展開にますます重要になっている。個人に関するデータのデジタル化とその利活用による社会システムのイノベーション、とりわけデジタルヘルス分野における倫理的・法的・社会的課題の調査と、課題解決のための理論的および実証的研究を行なっている。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 文部科学省「Society5.0 実現化研究拠点支援事業」ライフデザイン・イノベーション研究拠点

### 【外部研究費獲得状況】

- RISTEX 「人と情報のエコシステム」研究開発領域 研究開発プロジェクト「ヘルスケアにおけるAIの利益をすべての人々にもたらすための市民と専門家の関与による持続可能なプラットフォームの設計」(代表：山本ベバリーアン, R1-R4) (研究分担者：山本奈津子)
- AMED 令和元年度中央IRB促進事業「多様な多施設共同非介入臨床研究における中央IRBの基盤整備とその効率的運用に関する研究」(代表：木村正, H31) (研究分担者：山本奈津子)
- JSPS 二国間交流事業（日独）「患者の役割の変化に注目した日独間の新しい医学データガバナンスの枠組み構築」(代表：加藤和人, H30-31) (研究分担者：山本奈津子)

### 【教育活動】

- 関西医科大学 看護学部2年必修 「倫理学」

### 【社会貢献】

- 奈良先端科学技術大学院大学 人を対象とする研究に関する倫理審査委員会委員
- 長浜バイオ大学 研究倫理審査委員会委員
- 日本ユーザビリティ医療情報化推進協議会 ゲノムが作る新たな医療推進委員会委員
- 全国大学等遺伝子研究支援施設連絡協議会 Gene Drive ワーキンググループ委員
- 大鵬薬品 研究倫理審査委員会委員

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] Toshinori Tanaka, Nobukazu Tanaka, Yukio Nagano, Hirotaka Kanuka, Daisuke S. Yamamoto, Natsuko Yamamoto, Eiji Nanba, Takumi Nishiuchi, “Efforts to enhance safety measures for CRISPR/Cas-based gene drive technology in Japan”, Journal of Environment and Safety, [Advance publication] Released: October 07, 2019)

- [2] Jan Charbonneau, Dianne Nicol, Don Chalmers, Kazuto Kato, Natsuko Yamamoto, Jarrod Walshe & Christine Critchley, “Public reactions to direct-to-consumer genetic health tests: A comparison across the US, UK, Japan and Australia” , European Journal of Human Genetics vol. 28, pp339 - 348, 2020 ( Published: 23 October 2019)

#### 学会発表

- [1] 山本奈津子, “AI 時代を見据えた健康・医療分野での個人データ利用のためのルール作り”, 第39回医療情報学連合大会, 公募ワークショップ8 「ゲノム・オミクス情報の収集と利活用に向けて」, 幕張メッセ, 2019

## 知能情報基盤部門 特任助教（常勤） Chenhui Chu

### 【兼任】

- 情報科学研究科

### 【研究活動】

- 視覚に基づく言い換えのセマンティック類型

我々が提唱した視覚に基づく言い換え (VGP) は画像内の同じ視覚概念を表す異なるテキスト表現です。今までの研究では VGP 認識を二値分類のタスクとして扱ってきましたため、VGP の様々な現象は研究されていません。本研究では VGP のセマンティック類型を創出して VGP 現象を解明させる上、セマンティック理解が必要となる様々な言語・視覚タスクへの VGP の新しい使い道を切り拓くこと目指します。

- マルチモーダルデータからの対訳資源の抽出によるニューラル機械翻訳

In machine translation (MT), the translation knowledge is acquired from parallel corpora (sentence-aligned bilingual texts). However, domain specific parallel corpora are usually scarce or nonexistent in most languages, and thus MT performs poorly in such scenarios. We aim to address this problem based on the state-of-the-art neural MT. Our core idea is extracting parallel data from multimodal data consisting of images and multilingual describing text, which is widely available from the web and social media and studying NMT using the extracted parallel data.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- ビッグデータ社会技術部門、「多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳」
- デジタルヒューマニティ部門、「オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化」
- ヘルスサイエンス部門、「自然言語処理法を適用した矯正歯科治療診断自動プロセスの高度化」

### 【外部研究費獲得状況】

- 2019-2022 年度、オーストラリアの世論形成の歴史的解明：自然言語処理による公開集会データの分析。日本学術振興会：基盤研究 B. 分担金：3,350 千円。分担: Chenhui Chu
- 2019-2021 年度、マルチモーダルデータからの対訳資源の抽出によるニューラル機械翻訳。日本学術振興会：若手研究。直接経費：3,200 千円。代表: Chenhui Chu
- 2019-2020 年度、視覚に基づく言い換えのセマンティック類型。科学技術振興機構：ACT-I 加速フェーズ。直接経費：20,000 千円。代表: Chenhui Chu
- 2018-2019 年度、Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences, Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award, 直接経費：3,210 千円, 代表: Chenhui Chu

### 【教育活動】

- ダイキン AI 教育講義「自然言語処理」
- データビリティコンソーシアム講義「自然言語処理」
- 学生指導：情報科学研究科鬼塚研究室自然言語処理グループ（荒瀬班）、IDS vision and language グループ（中島班）

## 【社会貢献】

- 情報処理学会 論文誌編集委員
- 言語処理学会 論文誌編集委員
- NLP 若手の会（YANS）運営委員
- SNL 2020 Web Chair
- CCMT 2019 チュートリアル
- SNL 2019 招待講演
- 査読委員：ACL 2019, EMNLP 2019, NAACL 2019, AAAI 2020, IJCAI 2020, TPAMI, TASLP, CL 他

## 【研究業績リスト】

## 雑誌論文

- [1] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase and Masaaki Nagata. Word Rewarding Model with Bilingual Dictionary for Neural Machine Translation (in Japanese). Journal of Natural Language Processing (JNLP), vol. 26, no. 4, pp. 711-731, (2019.12).
- [2] 藤川 隆男, Chenhui Chu, 長原 一, 梶原 智之. 歴史研究におけるビッグデータの活用. 西洋史学, 268, 50-61 頁, (2019.12).

## 学会発表

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替え位置表現を用いた Transformer による日英機械翻訳. 言語処理学会第 26 回年次大会, (2020.3).
- [2] 田中昂志, Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. OCR 誤り訂正を用いた歴史新聞データからのコーパス構築. 言語処理学会第 26 回年次大会, (2020.3).
- [3] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima and Haruo Takemura. BERT Representations for Video Question Answering. In Proceedings of the IEEE 2020 Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV 2020), (2020.3).
- [4] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima. KnowIT VQA: Answering Knowledge-Based Questions about Videos. In Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2020), (2020.2).
- [5] 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, Chenhui Chu, 長原一. 矯正歯科治療における治療計画を自動立案する人工知能システムの開発. 第 2 回日本メディカル AI 学会学術集会, (2020.1).
- [6] 清水優仁, 梶原智之, 谷川千尋, Chenhui Chu, 長原一. 矯正歯科治療における所見文を自動要約する人工知能システムの開発. 第 2 回日本メディカル AI 学会学術集会, (2020.1).
- [7] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renouf, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Takao Fujikawa. Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery. 人文科学とコンピュータシンポジウム 2019, (2019.12).
- [8] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renouf, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima and Hajime Nagahara. Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily. In Proceedings of the 8th International Conference on Complex Networks and their Applications, pp. 28-39, (2019.12).

- [9] Raj Dabre, Atsushi Fujita and Chenhui Chu. Exploiting Multilingualism through Multistage Fine-Tuning for Low-Resource Neural Machine Translation. In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP 2019), pp. 1410-1416, (2019.11).
- [10] Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima. Adaptive Gating Mechanism for Identifying Visually Grounded Paraphrases. ICCV 2019 MDALC Workshop, (2019.10).
- [11] Chenhui Chu and Rui Wang. Domain Adaptation for Neural Machine Translation (Tutorial). The 15th China Conference on Machine Translation (CCMT 2019), (2019.9).
- [12] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region. 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, (2019.8).
- [13] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 文符号化器のマルチタスク学習によるテキスト分類モデルの頑健化. 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, (2019.8).
- [14] Mishra Vipul, Yuki Kawara, Chenhui Chu, Yuki Arase. Comparison and Analysis of 2-to-2 and Hierarchical RNN Models on Japanese-to-English Context-Aware Translation. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).
- [15] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替えによる英日 Transformer モデルの翻訳精度向上. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).
- [16] Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani and Yuta Nakashima. Video Meets Knowledge in Visual Question Answering. The 22st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2019), (2019.7).
- [17] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima and Haruo Takemura. Video Question Answering with BERT. The 22st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2019), (2019.7).
- [18] 萱谷勇太, 大谷まゆ, Chenhui Chu, 中島悠太, 竹村治雄. コメディドラマにおける字幕と表情を用いた笑い予測. 2019 年度人工知能学会全国大会, (2019.6).

## その他

- [1] Raj Dabre, Chenhui Chu, Anoop Kunchukuttan. A Comprehensive Survey of Multilingual Neural Machine Translation. arXiv:2001.01115, (2020.1).
- [2] Chenhui Chu, 人文科学とコンピュータ研究会 じんもんこん 2019 ベストポスター賞, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, (2019.12)
- [3] Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual Multi-Domain Adaptation Approaches for Neural Machine Translation. arXiv:1906.07978, (2019.6).
- [4] Tomoyuki Kajiwara, Chihiro Tanikawa, Yuujin Shimizu, Chenhui Chu, Takashi Yamashiro, Hajime Nagahara. Using Natural Language Processing to Develop an Automated Orthodontic Diagnostic System. arXiv:1905.13601, (2019.5).

## 知能情報基盤部門 特任助教（常勤） 上阪 彩香

### 【研究活動】

- 文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究（若手研究B、代表：上阪彩香）  
本研究課題では、西鶴質疑本への疑問、西鶴工房説の有無の解明を数量的な観点から試みることを目標としている。井原西鶴（1642～1693）、有力な弟子の北条団水（1663～1711）をはじめとした西鶴周辺の作家の文章の特徴把握を試み、西鶴質疑本をはじめとした著者への疑問が提出されている作品について検討した。
- デジタルヒューマニティーズ部門「学習モデルを応用したテクストアナリシス：テクストマイニングからデジタルヒューマニティーズへ」  
本研究では、19世紀に出版された英語、フランス語、ドイツ語、スペイン語による小説コレクション、20世紀に出版された英語、フランス語、ドイツ語、中国語、日本語による小説コレクションを作成した。これらの多言語にわたる小説コレクションを用い、テキストのcomplexlyの測定を Standardized Type Token Ratio 等の手法を用いて試みた。
- 「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ」  
本事業は、女性研究者を取り巻く研究環境整備、研究リーダーへの積極的登用・すそ野拡大、機関内の意識改革や働き方改革等に取り組む全国の諸機関をつなぎ、国内外の取組動向の調査やその経験、知見の全国的な普及・展開等を図る全国ダイバーシティネットワークを構築することを目指している。この枠組みの中で、全国の大学・研究機関への調査データの分析を行っている。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- デジタルヒューマニティーズ部門「人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究」

### 【外部研究費獲得状況】

- 2017-2019年度、科学研究費助成金 若手研究B、“文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究”，（代表）上阪彩香

### 【教育活動】

- コーパス言語学研究A
- 学問への扉（ことばと文化のデータサイエンス：デジタルヒューマニティーズへの扉）
- 知能とコンピュータ

### 【社会貢献】

#### (1) 学会活動

- 2017.4-現在 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会 運営委員
- 2018.9-現在 Japanese Association for Digital Humanities Co-opted Member
- 2019 情報処理学会 じんもんこん 2019 プログラム委員
- 2019 Japanese Association for Digital Humanities Program Committee
- 2019 日本行動計量学会 第47回大会 実行委員

## (2) その他

- 2018.3-現在 人間文化研究機構国立国語研究所 共同研究員プロジェクト：「通時コーパスの構築と日本語史研究の新展開」

## 【研究業績リスト】

## 学会発表

- [1] Ayaka Uesaka, Exploration of the Seventeenth Century Japanese Authors' Writing Style Using a Quantitative Approach, Digital Humanites2019: Conference Abstracts. Utrecht: Utrecht University, 2019 (査読有, Acceptance Rate: 42)
- [2] Benjamin Renoust · Matheus Oliveira Franca · Jacob Chan · Van Le · Ayaka Uesaka · Yuta Nakashima · Hajime Nagahara · Jueren Wang · Yutaka Fujioka, "Historical and Modern Features for Buddha Statue Classification", ACM Multimedia Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents 2019. Nice: Nice Acropolis Convention Centre (France), 8 pages, arXiv:1909.12921, 2019
- [3] Benjamin Renoust · Matheus Oliveira Franca · Jacob Chan · Van Le · Ayaka Uesaka · Yuta Nakashima · Hajime Nagahara · Juereng Wang · Yutaka Fujioka, "Buddha Statues Archive Retrieval System", MIRU2019 The 22nd Meeting on Image Recognition and Understanding, Osaka International Convention Center (Japan), 2019
- [4] Matheus Oliveira Franca · Benjamin Renoust · Jacob Chan · Ayaka Uesaka · Yuta Nakashima · Hajime Nagahara, "A Content Based Retrieval System for Buddha Statues", (The 3rd Japanese-French Laboratory for Informatics (JFLI) Workshop2019, Tokyo Institute of Technology (Japan), 2019
- [5] Benjamin Renoust · Matheus Oliveira Franca · Jacob Chan · Van Le · Ayaka Uesaka · Yuta Nakashima · Hajime Nagahara · Juereng Wang · Yutaka Fujioka, "BUDA.ART: A Multimodal Content Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues", ACM Multimedia Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents 2019, Nice Acropolis Convention Centre (France), 2019
- [6] 田畠智司, 上阪彩香, 岡部未希「デジタルヒューマニティーズと近代日本文学；トピックモデリングによる遠説」, 第4回大阪大学豊中地区研究交流会, 於大阪大学, 2019

## 著書

- [1] 村上征勝 監修／金明哲・小木曾智信・中園聰・矢野桂司・赤間亮・阪田真己子・宝珍輝尚・芳沢光雄・渡辺美智子・足立浩平 編,『文化情報学事典』, 上阪彩香, 執筆範囲:「西鶴遺稿集の著者問題」, pp.29~31, 勉誠出版, ISBN 9784585200710, 2
- [2] 上阪彩香, "Innovative Foreign Language Education and the New South-Bound Policy", 執筆範囲:「数量分析を用いた近世浮世草子における4作家を対象とした著者判別の試み」, pp.467~487, ISBN 978-986-5843-63-2, 2019 (査読有)

## 知能情報基盤部門 特任助教（常勤） Xu Yichao

### 【研究活動】

- Computational Optical Imaging for Endoscopic Surgery

We are developing new optical imaging techniques for measuring 3D shape of organ tissues in this project. All the information from direct illumination, scattering and multipath reflections will be utilized for recovering the 3D shape and understanding the structure of the target object. I have developed a method by using spatial and temporal illumination coding to separate the direct and global illuminations for Time-of-Flight sensing, to deal with the multipath problem. Time resolved path tracing simulation has been carried out for verifying the proposed method. The results show that multi-path and scattering effects are successfully eliminated, and the correct shape of the target object can be recovered. In addition, real experiments with ToF sensor and spatial-temporal coded illumination have been performed to show the utility of proposed method.

- In silico optical analysis of dental esthetic restorations

There is a growing demand for aesthetics in the oral cavity. Particularly in front teeth, it is required to not only restore their function but also repair them with natural color tone and light permeability. Treated teeth look different depending on the material used for crown restoration and abutment. By analyzing various optical properties of dental restorative materials and tissues of teeth and performing optical simulation, we visualize and analyze the behavior of light in natural teeth and crown restorations. I have setup the system for capturing the optical characteristics, such as BRDF and BTDF, of false teeth material and established optical simulation with Mitsuba renderer to estimate the physical parameters optical properties of the captured false teeth material.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション、「補綴装置の見え方に光がどのように影響を与えているのかをコンピュータシミュレーションを含めて定量的に解析」

### 【教育活動】

- Co-supervising Olivier Roupin, intern student from Institut d'Optique France, working for the dental project.
- Co-supervising Fukui Kosuke, B4 student of Osaka University with Prof. Nagahara Hajime.

### 【社会貢献】

- Reviewer of CVPR 2019, ICCV 2019, AAAI 2020, IEEE ACCESS

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] Yichao Xu, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, "TransCut2: Transparent Object Segmentation from a Light-Field Image", IEEE Transactions on Computational Imaging (TCI), 2019.

---

学会発表

- [1] Kento Shireida, Yichao Xu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, "LFD feature robust to distance change using light field rendering", IPSJ SIG-CVIM: Computer Vision and Image Media, 2019.

## 知能情報基盤部門 特任助教（常勤） 梶原 智之

### 【兼任】

- 情報科学研究科

### 【研究活動】

- 言い換え生成に関する研究

テキストの意味を保持したままスタイルを制御する言い換え生成に関する研究を行っている。具体的には、難解なテキストを平易に言い換えることによってユーザの文章読解を支援したり、カジュアルなテキストをフォーマルに言い換えることによってユーザ好みのテキストを生み出したりする。また、言い換え生成は人間のためだけでなく、機械のためにも有用である。例えば、所与の機械翻訳モデルにとって得意な表現に言い換えることによって、翻訳文の品質を改善することができる。2018-2019年度は、JSTの研究費ACT-Iを獲得し、主に人間のための言い換え生成の研究に取り組んで来た。2019-2021年度は、JSTの研究費ACT-Xを獲得しており、主に機械のための言い換え生成の研究に取り組んでいる。

- 機械翻訳の自動評価に関する研究

機械翻訳モデルの効率的な開発を助けるために、人手評価と高い相関を持つ機械翻訳の自動評価モデルに関する研究を行っている。先行研究では、正解文と翻訳文の語句の一致率に基づく、局的かつ表層的な尺度が利用されて来た。2018-2019年度は、科研費（研究活動スタート支援）を獲得し、文のベクトル表現に基づく大域的かつ意味的な自動評価手法の研究に取り組んだ。

- テキストのベクトル表現に関する研究

深層学習に基づく自然言語処理の基盤となる、単語のベクトル表現に関する研究を行っている。従来の単語ベクトルは各単語に唯一のベクトルを割り当てるが、我々は多義語を適切に表現するために語義ごとにベクトルを割り当てる研究に取り組んでいる。また、単語のベクトル表現では扱えない単語間の包含関係を扱うために、単語の領域表現に関する研究にも取り組んでいる。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- Society5.0 実用化研究拠点支援事業「ライフデザインイノベーション拠点」SNSからのパーソナライズド感情分析
- 自然言語処理法を適用した矯正歯科治療診断自動プロセスの高度化
- オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化

### 【外部研究費獲得状況】

- 2019-2022年度、科学研究費助成金（基盤研究B），“オーストラリアの世論形成の歴史的解明：自然言語処理による公開集会データの分析”，代表：藤川隆男、直接経費：1,330万円
- 2019-2021年度、戦略的創造研究推進事業（JST, ACT-X「数理・情報のフロンティア」），“自然言語処理の真価を引き出す言い換え生成”，代表：梶原智之、直接経費：450万円
- 2018-2019年度、戦略的創造研究推進事業（JST, ACT-I「情報と未来」），“語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成”，代表：梶原智之、直接経費：400万円
- 2018-2019年度、科学研究費助成金（研究活動スタート支援），“マルチモーダル品質推定に基づく機械翻訳モデルの高度化”，代表：梶原智之、直接経費：210万円

---

### 【教育活動】

- 工学部電子情報工学科 3 年次配当「機械学習とデータ処理及び演習」(4 回)
- データビリティ人材育成講座「自然言語処理」(4 回)

### 【社会貢献】

- 編集委員：言語処理学会
- プログラム委員：人工知能学会全国大会
- 発表賞選考委員：言語処理学会年次大会
- 査読委員：言語処理学会論文誌, 人工知能学会論文誌, AAAI, ACL, EMNLP, NAACL, PACLIC

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] 藤川隆男, Chenhui Chu, 梶原智之, 長原一. “歴史研究におけるビッグデータの活用 オーストラリアを中心について”, 西洋史学, No.268, pp.50-61, Dec. 2019.
- [2] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “多義語分散表現の文脈化”, 自然言語処理, Vol.26, No.4, pp.689-710, Dec. 2019.
- [3] 島中宏希, 梶原智之, 小町守. “事前学習された文の分散表現を用いた機械翻訳の自動評価”, 自然言語処理, Vol.26, No.3, pp.613-634, Sep. 2019.

#### 学会発表

- [1] Tomoyuki Kajiwara, Biwa Miura, Yuki Arase. “Monolingual Transfer Learning via Bilingual Translators for Style-Sensitive Paraphrase Generation”, In Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2020), Feb. 2020.
- [2] Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase, Satoru Uchida. “Contextualized context2vec”, In Proceedings of the 5th Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT 2019), pp.397-406, Nov. 2019.
- [3] Daiki Nishihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “Controllable Text Simplification with Lexical Constraint Loss”, In Proceedings of the ACL 2019 Student Research Workshop (ACL 2019 SRW), pp.260-266, July 2019.
- [4] Tomoyuki Kajiwara. “Negative Lexically Constrained Decoding for Paraphrase Generation”, In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019), pp.6047-6052, July 2019.
- [5] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Machine Translation Evaluation with BERT Regressor”, arXiv:1907.12679, July 2019.
- [6] Tomoyuki Kajiwara, Chihiro Tanikawa, Yuujin Shimizu, Chenhui Chu, Takashi Yamashiro, Hajime Nagahara. “Using Natural Language Processing to Develop an Automated Orthodontic Diagnostic System”, arXiv:1905.13601, May 2019.
- [7] 中町礼文, 梶原智之, 荒瀬由紀. “深層強化学習によるテキスト平易化における文難易度報酬の適用”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.225-228, Mar. 2020.
- [8] 吉仲真人, 梶原智之, 荒瀬由紀. “単語分散表現に基づく単一言語内フレーズアライメント手法”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.581-584, Mar. 2020.
- [9] 田中昂志, Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. “OCR 誤り訂正を用いた歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.653-656, Mar. 2020.

- [10] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “事前学習された多言語の文符号化器を用いた機械翻訳の品質推定”, 言語処理学会第26回年次大会, pp.913-916, Mar. 2020.
- [11] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. “文脈を考慮した単語ベクトル集合からの単語領域表現”, 言語処理学会第26回年次大会, pp.953-956, Mar. 2020.
- [12] 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, Chenhui Chu, 長原一. “矯正歯科治療における治療計画を自動立案する人工知能システムの開発”, 第2回日本メディカルAI学会学術集会, Jan. 2020.
- [13] 清水優仁, 梶原智之, 谷川千尋, Chenhui Chu, 長原一. “矯正歯科治療における所見文を自動要約する人工知能システムの開発”, 第2回日本メディカルAI学会学術集会, Jan. 2020.
- [14] 梶原智之, 三浦びわ, 荒瀬由紀. “スタイル変換のための折り返し翻訳に基づく事前訓練”, 情報処理学会第241回自然言語処理研究会, No.16, pp.1-8, Aug. 2019.
- [15] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region”, 情報処理学会第241回自然言語処理研究会, No.18, pp.1-7, Aug. 2019.
- [16] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. “文符号化器のマルチタスク学習によるテキスト分類モデルの頑健化”, 情報処理学会第241回自然言語処理研究会, No.25, pp.1-8, Aug. 2019.
- [17] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P02, Aug. 2019.
- [18] 中町礼文, 梶原智之, 荒瀬由紀. “強化学習を用いた難易度制御可能なテキスト平易化”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P14, Aug. 2019.
- [19] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. “ニューラルNLPモデルの前編集としての言い換え生成の検討”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P19, Aug. 2019.
- [20] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. “文脈化された単語ベクトルからの単語領域表現”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P34, Aug. 2019.
- [21] 吉仲真人, 梶原智之, 荒瀬由紀. “言い換えエラー分析のための言い換え分解ツールの試作”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P61, Aug. 2019.
- [22] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “文脈ベクトルと細分化した単語ベクトルを用いた語彙的換言”, NLP若手の会第14回シンポジウム, P76, Aug. 2019.
- [23] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “ソフトな語彙制約によるテキスト難易度制御の検討”, 情報処理学会第240回自然言語処理研究会, No.8, pp.1-6, June 2019.

#### その他

- [1] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. 若手奨励賞. “事前学習された多言語の文符号化器を用いた機械翻訳の品質推定”, 言語処理学会第26回年次大会, Mar. 2020.
- [2] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. 若手奨励賞. “文脈を考慮した単語ベクトル集合からの単語領域表現”, 言語処理学会第26回年次大会, Mar. 2020.
- [3] 梶原智之, 三浦びわ, 荒瀬由紀. 若手奨励賞. “スタイル変換のための折り返し翻訳に基づく事前訓練”, 情報処理学会第241回自然言語処理研究会, Aug. 2019.
- [4] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. スポンサー賞. “文脈化された単語ベクトルからの単語領域表現”, NLP若手の会第14回シンポジウム, Aug. 2019.
- [5] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. スポンサー賞. “文脈ベクトルと細分化した単語ベクトルを用いた語彙的換言”, NLP若手の会第14回シンポジウム, Aug. 2019.

## ビッグデータ社会技術部門 特任助教（常勤） 大橋 範子

### 【兼任】

- 医学系研究科

### 【研究活動】

- 倫理支援業務に関連した諸研究

現在、iLDi が資金支援する各研究（グランドチャレンジ公募研究及び阪大内プロジェクト）が、将来の二次利用に向けて倫理審査の申請をする際の支援業務に従事しており、これに関連して、様々なパーソナルデータを取り扱う際の倫理的・法的・社会的課題（ELSI）を研究している。具体的には、プライバシー保護、インフォームド・コンセントのあり方（被験者の同意能力をめぐる問題など）、ビジネス利用に伴う問題、今後予定されている「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」と「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」の改正（統合）に関する動向調査などである。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- 文部科学省「Society5.0 実現化研究拠点支援事業」ライフデザイン・イノベーション研究拠点

### 【教育活動】

- 兵庫医療大学 薬学部・看護学部・リハビリテーション学部 「法学」
- 京都女子大学 法学部 「生命倫理法」
- 大阪済生会中津看護専門学校 「倫理学」
- 大阪大学 「健康医療問題解決能力の涵養」教育プログラム 医学研究倫理・ガバナンス特論A

### 【社会貢献】

- 日本生命倫理学会 総務委員会委員
- 日本医学哲学・倫理学会 運営委員会委員
- 兵庫医療大学 ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理審査専門委員会委員

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] 山崎千里, 大橋範子, 小門穂, 加藤和人. ゲノム研究関連指針改正に関するアンケート結果報告— 指針改正に現場の声を届けるために—. 医療・生命と倫理・社会, 15, 23-33, 2019.
- [2] Aizawa Y, Nagami F, Ohashi N, Kato K. A proposal on the first Japanese practical guidance for the return of individual genomic results in research settings. Journal of human genetics, 65(3), 251-261, 2020.

#### 学会発表

- [1] Yamasaki C, Ohashi N, Kato K. A Study on Data Sharing Policies Among Human Gene/Variation Databases: Scopes on Commercial Uses. Human Genome Meeting 2019. 24-26th April, 2019. Ewha Womans University, Korea.

- [2] Yamasaki C, Ohashi N, Kato K. A Study on Data Sharing Policies Among Human Gene/Variation Databases: Data Accessibility, Usability and Disclaimers. American Society of Human Genetics 2019 Annual Meeting. 15-19th October, 2019. George R. Brown Convention Center, USA
- [3] 山崎千里, 大橋範子, 加藤和人. ヒト遺伝子・バリアント・疾患関連データベースにおけるデータ共有ポリシーに関する調査と分析の試み. 日本人類遺伝学会第65回大会, 6-9th November 2019.
- [4] Yamasaki C, Ohashi N, Thorogoodand A, Joly Y, Kato K. A Study on Data Sharing Policies of Human Gene/Variation/Phenotype Databases. 2020 GA4GH Connect virtual meeting, 25-26th March, 2020.

## 知能情報基盤部門 特任助教（常勤） TRUNG THANH NGO

### 【研究活動】

- 3D Reconstruction with Polarization and Shading

In this project, we extend a previously published conference paper. We conducted more experiments with different cameras and real-world objects and compared with their ground-truth geometries to further evaluate the proposed method. A journal paper is being submitted.

- Age and Gender Estimation with Wearable Sensors

In this project, we also extend a previously published conference paper about a competition in the International Join Conference on Biometrics 2019. A journal paper is being submitted.

- Dental Project

Dental implant surgery is an important medical treatment for human. The demand for dental implant surgery is getting higher in terms of quality and aestheticism. People need their tooth replaced not only when it is physically damaged or infected, they also want to have it replaced because it does not look good. One of the request for the implant teeth is that it must fit the remaining teeth in the. In term of visual quality, the implant teeth must have the similar reflectance characteristics of the original teeth. Our research is to support dentist to quickly choose a suitable material and prepare an implant tooth. We setup a goniophotometer to capture reflectance properties of tooth and search for a material of similar properties. The project is being conducted and there has not any outcome yet.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- Dental Project

### 【社会貢献】

- Reviewers: CVPR2020, ECCV2020, AAAI2020, IJCV, Pattern Recognition, Sensors, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, International Journal of Information Security, Remote Sensing

## 知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Jacob Chan

### 【研究活動】

#### • IDS Pharmacy Project - Brain Processing and Modeling

In collaboration with the Laboratory of Molecular Neuropharmacology, the objective of this project is to test the effects of pharmaceutical drugs on the brain. Upon receiving the brain images, our main task in IDS is to model and extract the deformation information due to the effects of drugs in 3-dimensional volumetric format using the data, and accurately identify the regions of the brain that are affected by the deformation for further analysis. This is to allow the pharmaceutical researchers to accurately determine the places of deformations in the brain after administering the drug.

We have successfully processed and removed most of the artifacts from the original microscopy slice images in FY2018, where problems such as vignetting, grid artifacts, and flickering were resolved. In FY 2019, we concentrated on non-linear registration where we extended the registration to deep-learning algorithms to speed up the processing time. Thus far, the results are not very promising due to problems such as intensity differences between the brain datasets.

#### • IDS Dental Project - Dental Implant Recognition

The objective of this project is to localize and recognize dental implants from X-Ray or CT images. Upon receiving the X-ray images and the 3D dental implant models, our main task in IDS first localize the implants in the X-Ray images and then conduct 3D to 2D recognition from a list of given 3D implant models.

In FY2018, we have successfully localized the implants using mask-RCNN and recognized the implants using 3D to 2D projection gradient descent. However, as the shapes of the implants are similar, we are discussing with the dentist to find out more features to detect. We have asked for more data from the dentist but there was no response from him.

#### • IDS Buddha Project - 3D Buddha Face Description

The objective of this project is to recognize and describe the buddha faces in 3D to identify them in their respective eras, location and various historical information.

Extracted 3D interpolation from 2D data, extracted 68 facial keypoints from 2D buddha faces, created buddha face proportions for facial proportion comparisons for SUMAC and International Conference on Multimedia publications. For 3D face comparisons, it is still in progress, thus far, we have projected the faces into 2D depth images and conducted PCA clustering for hierarchical agglomerative clustering.

#### • JSPS Start-Up - Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding

For complete scene understanding, there is a need to describe the interactions between objects. For this, we propose to pair objects and recognize their current interactive state. By achieving this, all object pairs will form a network of object interactions to describe the complete scene.

Currently, we have completed the network for recognizing individual actions of object and now moving on to the creating descriptors for the interaction between the objects.

---

【学際・産学共創プロジェクト】

- IDS Pharmacy Project - Brain Processing and Modeling
- IDS Dental Project - Dental Implant Recognition
- IDS Buddha Project - 3D Buddha Face Description

【外部研究費獲得状況】

- 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 研究活動スタート支援, “Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding”, (代表)Jacob Chan

【研究業績リスト】

学会発表

- [1] Renoust, B., Oliveira Franca, M., Chan, J., Le, V., Uesaka, A., Nakashima, Y., ... & Fujioka, Y. (2019, October). BUDA. ART: A Multimodal Content Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues. In Proceedings of the 27th ACM International Conference on Multimedia (pp. 1062-1064).
- [2] Renoust, B., Oliveira Franca, M., Chan, J., Garcia, N., Le, V., Uesaka, A., ... & Fujioka, Y. (2019, October). Historical and modern features for Buddha statue classification. In Proceedings of the 1st Workshop on Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents (pp. 23-30).

## 知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Manisha Verma

### 【研究活動】

- Facial expression analysis

Main motivation of this project is to evaluate subject's efficiency to learn and manipulate the room environment. A dataset, which is created using a reading task, is being used in this project work to evaluate subject's engagement. The task is focused on reading a specific text and recalling few specific and generic words. Facial videos of subject is being used to determine subject's concentration state. Two models are being trained, one is based on 3DCNN for whole videos and the other one uses a block-based input and utilizes 3DCNN and long-short-term memory units. Both networks work better than eye tracking data based evaluation for the same task.

- Retina vessel segmentation and classification

This project aims toward vessel segmentation and classification in artery and vein. Retinal imaging serves as a valuable tool for diagnosis of various diseases and vessel segmentation and A/V classification are very early operations towards this. A model, called IterNet, is proposed for vessel segmentation that uses multiple mini-Unets to refine the output of Unet and outperforms other methods as it identify large as well as very small vessels using refinery process. A classification model, called SeqNet, is proposed that performs segmentation and classification sequentially and perform a post processing method to refine the results by using neighboring vessel pixel information.

- Yoga pose classification

A new dataset called Yoga-82 for fine-grained human pose classification, is proposed aiming for Yoga poses. The dataset consists of 82 yoga pose classes and 28k images. Moreover, the dataset attains a hierarchy of three level with 6, 20 and 82 classes which helps in providing rich label information and consequently in classification. Hierarchy depends on appearance of pose. This is first dataset in Yoga classification with huge number of classes and hierarchy information. An evaluation study is performed using state-of-the-art classification models and a modified hierarchy model is proposed to utilize hierarchical labels and that outperforms baseline models.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- Daikin: Subject's engagement analysis using facial expression
- AI in medical imaging

### 【教育活動】

- Guiding an intern who is working in Daikin project for subject's engagement analysis using eye tracking data.

### 【社会貢献】

- Conference reviewer: in ECCV 2020, CVIP 2019
- Journal reviewer: MDPI Sensors, Elsevier JVCI

## 【研究業績リスト】

## 学会発表

- [1] S. Kumawat, M. Verma, and S. Raman. LBVCNN: Local binary volume convolutional neural network for facial expression recognition from image sequences. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2019.
- [2] M. Verma, H. Kobori, Y. Nakashima, N. Takemura, and H. Nagahara. Facial Expression Recognition with Skip-Connection to Leverage Low-Level Features. In IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 51-55, 2019.
- [3] L. Li, M. Verma, Y. Nakashima, H. Nagahara, and R. Kawasaki. IterNet: Retinal Image Segmentation Utilizing Structural Redundancy in Vessel Networks. In The IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, pp. 3656-3665, 2020.
- [4] L. Li, M. Verma, Y. Nakashima, H. Nagahara, and R. Kawasaki. Joint Learning of Vessel Segmentation and Artery/Vein Classification with Post-processing. In Medical Imaging with Deep Learning (MIDL), 2020.

## 知能情報基盤部門 特任教授（常勤） Noa Garcia

### 【研究活動】

- Visual Question Answering

This research studies techniques to understand the content of images and videos and perform human-like reasoning when answering questions about them. The projects involved in this research are primarily focused on understanding on how external knowledge can be leverage to improve language and vision representations.

- Automatic Art Analysis

This research is focused on applying computer vision techniques to extract high-level information from art. With this research, we study how to detect key attributes from paintings, such as the author, its year of creation, etc., as well as how to discover new attributes from studying each artwork style.

### 【社会貢献】

- Conference Reviewer: CVPR 2020, AAAI 2019, IJCAI 2019, ACMMM 2019
- Journal Reviewer: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Computer Vision and Image Understanding, Journal of Applied Science and Engineering
- Workshop Reviewer: Women in Computer Vision 2019

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, “ContextNet: Representation and Exploration for Painting Classification and Retrieval in Context”, Journal of International Journal of Multimedia Information Retrieval (Springer), pp. 17-30, 2019.
- [2] Noa Garcia, George Vogiatzis, “Learning Non-Metric Visual Similarity for Image Retrieval”, Journal of Image and Vision Computing (Elsevier), pp. 18-25, 2019.

#### 学会発表

- [1] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, “KnowIT VQA: Answering Knowledge-Based Questions about Videos”, In Proceedings of Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 2020.
- [2] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura. “BERT representations for Video Question Answering”, In Proceedings of IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2020.
- [3] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, “Context-Aware Embeddings for Automatic Art Analysis”, In Proceedings of ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), 2019.

#### その他

- [1] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Best paper award candidate, “Context-Aware Embeddings for Automatic Art Analysis”, 2019.

## 知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Li Liangzhi

### 【研究活動】

- Vessel Segmentation に関する研究

It is necessary to extract an accurate and complete vessel map from the raw retinal image. We adopted a modified U-Net model for this task. The proposed model can achieve state-of-the-art performances on all public datasets. A research paper about this research is accepted by IEEE WACV 2020 conference.

- Artery/Vein Classification に関する研究

An important procedure for automatic diagnosis of artery hardening is to observe how much influence the artery gives to the vein. Therefore, the system must have the ability to differentiate between the artery and vein. We upgrade the segmentation model with the power to conduct classification and write a paper about our work. The paper is accepted by MIDL 2020.

- Crossing Detection & Artery Level Prediction に関する研究

The objective is to detect the crossing from the vessel map and infer the level of artery hardening. The training data of level prediction are collected from the Osaka University Hospital. Also, we have submitted a paper to MICCAI 2020.

- Surgery Instrument Segmentation に関する研究

The objective is to find which instrument is in the video and where are they. Therefore, as the first step, a labeled dataset is necessary to train deep learning models. A labelling standard is made for the labeling process. The second step is to design a semantic segmentation model to find all the instruments in the video and output their locations and trajectories. We are preparing a paper to report this work. This paper will be submitted to BMVC 2020.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- AI Hospital Project

### 【教育活動】

- Give guidance to a PhD student on the research of Surgery Instrument Segmentation.
- Give guidance to a intern student from Wakayama University on the research of cardiac event prediction.

### 【社会貢献】

- Journal Reviewer

- IEEE Transactions on Industrial Electronics
- ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)
- IEEE Internet of Things Journal
- IEEE Network Magazine
- IEEE Communications Letters
- Cyber-Physical Systems (Taylor & Francis)
- Industrial Robot (Emerald)
- Sustainable Computing: Informatics and Systems (Elsevier)
- Sensors (MDPI)

- Conference Organizer (Technical Program Member)

- 2020 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), Dec 7-11, 2020, Taiwan.
- 2020 IEEE International Conference on Communications (IEEE ICC 2020), Jun 7-11, 2020, Ireland.
- 2019 Annual IEEE Middle East & North Africa Communications Conference (MENACOMM 2019), Nov 19-21, 2019, Bahrain.
- 2019 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT), Sep 22-23, 2019, Bahrain.
- 2019 IEEE 10th GCC Conference & Exhibition (IEEE GCC 2019), April 19-23, 2019, Kuwait.
- 2019 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2019), Dec 9-13, 2019, USA.
- 2019 IEEE International Conference on Communications (IEEE ICC 2019), May 20-24, 2019, China.

- Conference Reviewer

- 2020 European Conference on Computer Vision (ECCV 2020), Aug 23-28, 2020, UK.
- 2020 Winter Conference on Applications of Computer Vision (IEEE WACV 2020), Mar 1-5, 2020, USA.

【研究業績リスト】

学会発表

- [1] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Ryo Kawasaki, "IterNet: Retinal Image Segmentation Utilizing Structural Redundancy in Vessel Networks", In Proceedings of IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2020.
- [2] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, "Joint Learning of Vessel Segmentation and Artery/Vein Classification with Post-processing", In Proceedings of Medical Imaging with Deep Learning (MIDL), 2020.
- [3] Ryo Kawasaki, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Takayoshi Ohkubo, "A Fully Automated Grading for Retinal Arteriovenous Crossing Signs Using Deep Neural Network Models", In Proceedings of Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) Annual Meeting, 2020.

## 知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Thuong Nguyen Canh

### 【研究活動】

- Visual Privacy Protection

In this project, we design a visual privacy preserving camera via a lensless imaging system. Detection followed by protection in conventional privacy cameras is vulnerable to software attacks that threaten to expose image sensor data. By multiplexing the incoming light with a coded mask, a lensless camera removes the spatial correlation and captures visually protected images. However, lensless imaging suffers from poor reconstruction quality and pays no attention to the privacy of visual information. In this paper, we propose a deep learning-based compressive sensing approach to reconstruct and protect sensitive regions from secured lensless measurements. We predict sensitive regions via facial segmentation and separate them from the captured measurements. Our deep compressive sensing network was trained with simulated data, and was tested on both simulated and real lensless data.

However, lensless measurement is only visually secure and partially reveal object identity with simple clustering technique. Moreover, robust recognition with multiple masks further reduce the security capability, i.e. single decoder for multiple masks. This work focusses on designing masks that only decodable with a corresponding decoder. We model the lensless capturing process as a spatial variant convolution layers, thereby, enables an end-to-end learning framework. We design a straining scenario to maximize the number of distinguishable coded masks. A practical implementation is presented with masks represented by a spatial light modulator.

Outcome: 1 published workshop paper, 1 conference paper under submission, 1 submitted patent.

- Eye curve detection

In this project, we inspect the Optical Coherence Tomography (OCT) images of the human eyes to check the progress of some eye treatment. In order to do so, we need to extract a thin layer of the outermost area of the cornea then evaluate the intensity of that layer. To detect the outermost layer of the cornea, we detect at each local location with a local constraint. The local approach produces good enough results but not consider the smoothness constraint. Therefore, we implement active contour segmentation with the initialization from the local approach.

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- Society 5.0: Visual Security Camera
- AI Health: Eye Project

### 【社会貢献】

- Volunteer for IEEE International Conference on Computational Photography 2019
- Young Processional in Signal Processing Subcommittee member
- Special Session Chair, International Symposium on Communication and Information Technologies 2019.

## 【研究業績リスト】

## 学会発表

- [1] T. N. Canh and H. Nagahara, Deep compressive sensing for visual privacy protection in Flatcam Imaging, Proceeding of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshop, 2019.
- [2] T. N. Canh, T. T. Ngo, and H. Nagahara, Visual privacy preserving lensless imaging, submitted to ECCV 2020.

## 産業財産権

- [1] H. Nagahara and T. N. Canh, "Method and Device for Capture Visually Protected Images," Japan Intellectual Property Office 2019-190917, 2019. 10. 18.

## サービス創出・支援部門 特任研究員 岡家 豊

### 【研究活動】

- 分子通信に関する研究

分子通信とは、生物の通信方式にインスピアイアされた通信技術であり、情報通信分野において、新しい通信技術として注目を集めている。電気信号を用いる従来の通信技術と異なり、分子通信では化学信号を用いる。この研究では、分子通信の応用として、薬物輸送や構造形成について取り組んだ。

- 細胞生物学ビッグデータの分析

細胞生物学実験により取得したデータを分析した。具体的には、タイムラプス観察した生細胞の画像を分析することにより、生細胞同士に働く相互作用の理解に貢献した。

- 生体内バイオナノセンサネットワークに関する研究

生物由来の素材からなる数ミクロンから数十ミクロン程度の大きさの自律移動型センサを用いて構築される、生体内バイオナノセンサネットワークを、既存の情報通信ネットワークと統合することを目的とする研究である。生体内バイオナノセンサネットワークにおいて、生体内の重要かつ微弱な信号を検出し、それを外部機器に届けるための信号增幅伝播方式を設計し、計算機上のシミュレーションにより、性能を評価した。

### 【学際・産学共創プロジェクト】

- GLADIATOR: A paradigm shift in Oncology Research via externally controllable molecular communications for "bio-nano-machine diagnostics" <https://www.fet-gladiator.eu/>

### 【外部研究費獲得状況】

- 2020-2021 年度、学術研究助成基金助成金 若手研究、"生体内バイオナノセンサネットワークの構造制御方式"、(代表) 岡家豊
- 2018-2019 年度、学術研究助成基金助成金 若手研究、"生体内バイオナノセンサネットワークのための感染型信号増幅伝播方式"、(代表) 岡家豊

### 【社会貢献】

- 国際会議 BICT 2020 にて Workshop chair を務めた
- IEEE Communication Society の Molecular, Biological and Multi-Scale Communications Technical Committee で Web chair を務めた
- 国際会議論文の査読 (IEEE GLOBECOM / ACM NanoCom / EAI BICT など)、ジャーナル論文の査読 (Transactions on Mobile Computing / IEEE Transactions on Molecular, Biological, and Multi-Scale Communications / IEEE Transactions on NanoBiosciences など)

### 【研究業績リスト】

#### 雑誌論文

- [1] T. Nakano, L. Lin, Y. Okaie, C. Wu, H. Yan, T. Hara, K. Harumoto, "Random Cell Motion Enhances the Capacity of Cell-Cell Communication," IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications, Vol. 5, No. 2, pp. 158–162, Nov. 2019 (DOI: 10.1109/TMBMC.2020.2983909)

- [2] Y. Okaie, "Cluster Formation by Mobile Molecular Communication Systems," *IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications*, Vol. 5, No. 2, pp. 153–157, Nov. 2019 (DOI: 10.1109/TMBMC.2020.2981662)
- [3] T. Nakano, Y. Okaie, Y. Kinugasa, T. Koujin, T. Suda, Y. Hiraoka, T. Haraguchi, "Roles of Remote and Contact Forces in Epithelial Cell Structure Formation," *Biophysical Journal*, Vol. 118, No. 6, pp. 1466–1478, 2020 (DOI: 10.1016/j.bpj.2020.01.037).
- [4] T. Nakano, Y. Okaie, S. Kobayashi, T. Hara, Y. Hiraoka, T. Haraguchi, "Methods and Applications of Mobile Molecular Communication," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 107, No. 7, pp. 1442–1456, Jun. 2019 (DOI: 10.1109/JPROC.2019.2917625)

#### 学会発表

- [1] Y. Okaie, and T. Nakano, "Binary Concentration Shift Keying with Multiple Measurements of Molecule Concentration in Mobile Molecular Communication," In *Proceedings of 12th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT 2020)*, 10 pages (accepted), 2020.
- [2] K. Yonekura, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, and K. Harumoto, "Network formation model of bio-nanomachines based on directed migration and adhesion," In *Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2020)*, 6 pages, 2020.
- [3] S. Ishiyama, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, K. Harumoto, "Data-driven Simulation of Epidemic Information Dissemination in Mobile Molecular Communication," In *Proceedings of 6th Annual ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (ACM NanoCom 2019)*, 2 pages, 2020.

## 人間総合デザイン部門 特任講師（常勤） 新妻 弘崇

### 【研究活動】

- 観光ルート推薦の問題は巡回セールスマン問題と類似した問題である。しかし問題の自由度は巡回セールスマン問題よりも多く、設定しなければならないパラメータも多い。この問題には巡回セールスマン問題のような厳密な意味での最適解も存在しない。最終的に生成されるルートが妥当なものなのか、人間が判断する必要がある。そのため、最適化すべき目的関数を単純に移動距離に高い重みをもたせたものにするのか、何らかの形でユーザーの満足度を近似できそうな関数を仮定するなどの工夫が必要になる。ユーザーの満足度を近似する手法としてはtwitterで言及された回数を利用すると妥当な観光ルートが生成されることがわかっている。また最適化問題の解法の中にユーザーの満足度を近似する過程を入れてしまう手法なども考えることができる。本年度では、こういったユーザーの満足度の近似に注目した研究を行った。
- 家賃と地理情報の関係を分析することで、地価の予測などの応用に活用する研究を行った。単純な線型回帰ではこの問題を扱うのが厳しいことがわかっている。そこでグラフ構造を扱うニューラルネットを利用した分析を行った。グラフ構造としては市町村の隣接関係を利用した。
- 文章の感情極性を推定する問題は、様々な応用で重要なタスクである。特に重要な応用としてamazonのレビューから顧客の動向の分析する応用などが知られている。この感情極性を推定する問題をニューラルネットで高い精度で行う手法の研究を行った。

### 【研究業績リスト】

#### 学会発表

- [1] 観光スポットの訪問目的を考慮した観光ルート推薦の一手法/ 角上直哉 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学)/ /J1-1/ DEIM2020 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [2] 所在地情報と Graph Convolution による賃貸物件価格推定の一手法/ 加藤暢之 (岡山大学), 太田学 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学)/ J2-1/ DEIM2020 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [3] ユーザが入力した地点の近傍を優先する観光ルート推薦の一手法 中野翔子 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学) J3-4 DEIM2020 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [4] SE-ResNet Attention モデルによる観点付き感情極性推定の一手法 久保田大貴 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学) G8-3 DEIM2020 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム

## 人間総合デザイン部門 特任研究員（常勤） 丹羽 真隆

### 【研究活動】

#### • 映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究

本研究では、映像センサを用いたシステムの、社会の安心・安全の確保に係る分野（防災・防犯など）への適用にむけ、映像に基づく行動解析技術の構築を目指している。具体的には、実環境下での高精度人流推定、人物認証、人物検出、また個人および群衆の行動解析、人物の行動や動作、状態の認識などの実現を目指している。

これらの研究のためには、人々が自然に歩いている様子を撮影し、人物映像を取得する必要がある。そこで、大阪大学吹田キャンパス内の産業科学研究所、生命科学図書館、センテラスの3つのエリアに、研究倫理委員会の承認を受けて実験用カメラを設置し、実験に関する周知を十分行った上でデータの収集を実施・計画している。

しかし、防犯カメラと異なり、我々の様に研究目的でのカメラの設置（以下、研究目的でのカメラを実験用カメラと呼ぶ）や取得された映像を解析することは社会的な合意が得られているとは言いがたい。これは、取得される映像に個人を識別可能な情報が含まれていることに深く関係する。一般の人々をカメラで撮影するような実験は、同意を得られていない人々の個人情報を収集することとなるため、様々なことに注意して進めていく必要がある。また、実験用カメラで一般の人々を撮影する実験を、どの様な手順や手法を用いて進めていけば、理解を得つつ進めることができるかについて明確な指針は存在していない。そこで、我々は収集したデータを人物行動解析技術開発の目的に利用するだけでなく、実験用カメラによるデータ収集に対する社会的合意を得るために必要な過程や手法も本研究で模索する。

産業科学研究所（以下、産研）エリアでは、産研所内に40台の実験用カメラを設置し、所内を往来している一般の人々を対象としたデータ収集を開始している[1, 2]。産研では、実験説明会や実験用Webページ、デジタルサイネージを用いて実験実施を通知すると伴に、実験日当日は撮影エリアに入る手前に立て看板を設置していた。2017年度は、最大9台の実験用カメラを用い、最長48時間の連続撮影を実施していた。2018年度は、カメラの台数及び実験時間を延長し、設置している全てである40台のカメラを用い、最長101時間に渡る実験を実施した。2019年度は実験を休止しているが、実験説明会の実施などを通じて実験実施に関する周知を行えば、いつでも実験を実施できる状態である。

生命科学図書館エリアでは、2018年度に46台の実験用カメラの設置が完了し、そのカメラを利用し実験を実施している。生命科学図書館では、実験説明会や実験用Webページ、卓上のサイン、デジタルサイネージによって実験実施を周知している。産研と異なり入り口が限られているため、撮影エリアに入る前の立て看板は、図書館入り口と、通用口のみに設置している。2018年度は、月4回、平日の開館時間中に46台全てのカメラを使った実験を実施した。2019年度は前年度と同様に、定期的な説明会を実施した上で、月2-4回程度実験を行っている。前年度は平日のみであったが、今年度は土日にも実験を実施した。来年度も、今年度同様に、定期的な説明会を実施すると伴に実験を行う予定である。

センテラスエリアについては実験実施に向け準備中である。センテラスエリアでは、エリアに侵入できる箇所が無数にあり、全ての場所に実験実施の告知や実験当日に撮影エリアを通知する立て看板の設置などは困難である。そこで、主要な通路に常設の看板を設置すると伴に、撮影エリア内にデジタルサイネージを設置した。これらにより、日頃センテラスエリアの施設を利用する人々に周知を行った上で実験を実施する。また、他のエリアと同様に実験用Webページによる、実験実施の周知や通知なども行う。2018年度は、カメラの設置が完了し、実験開始に向けて実験の通知方法の検討や、意見交換会を実施した。2019年度は、図8.1に示す、常設の看板およびデジタルサイネージの設置が完了した。常設の看板には住所や電話番号も記載されており、問い合わせがあつた場合の応対の方法や、訪問者が来た場合に渡す研究および実験を説明するパンフレットを作成した。2020

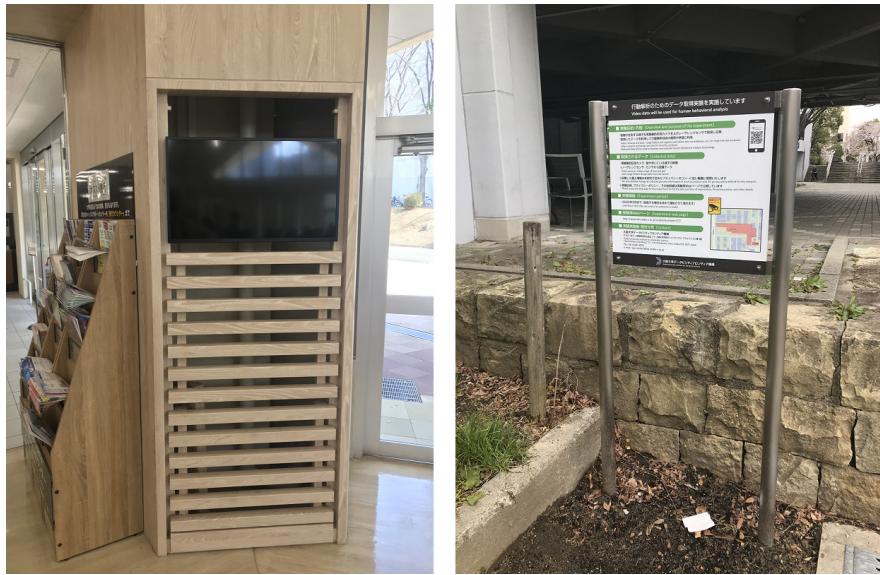


図 8.1: センテラスに設置されているデジタルサイネージ（左）と看板（右）の例

年度は、実験実施に向けた実験通知や実験説明会などを実施し、実験を開始する予定である。

また、2019 年度は実験用 Web ページをリニューアルした。従来の実験用 Web ページよりも見栄えを良くし、情報の見易さや、撮影の対象となる方の実験への安心感を増すことを期待している。また、これまで 3 つのエリアそれぞれのページのみであったが、3 拠点をへのリンクやそれぞれの新着情報を纏めて見ることができるページも追加した。

#### 【学際・産学共創プロジェクト】

- Smart City Project 「映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究」

#### 【社会貢献】

- 日本バーチャルリアリティ学会ニュースレター委員

#### 【研究業績リスト】

##### 学会発表

- [1] 丹羽真隆, 村松大吾, 槙原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 信学技報, Vol. 117, No. 164, pp. 77-82, 2017.
- [2] 丹羽真隆, 村松大吾, 槙原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 第 7 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2017), S4-27, pp. 1-2, 2017.

## 企画室 特任教授（非常勤） 北岡 良雄

### 【活動内容】

企画室の主たる業務は、データビリティサイエンス・エンジニアリングに関する多様な研究コーディネートにある。令和元年度には、バイオサイエンス部門・生命システム領域（1件）、ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション領域（4件）、人間総合デザイン部門（1件）で計6件の新規データ駆動型共創研究プロジェクトが立ち上がり、継続分を含めてプロジェクト総数24件となっている。なお、本年度は学際共創プロジェクトを対象として総額2,400万円の研究活動費配分を実施した。株式会社JR西日本テクシアとの【産学連携による鉄道事業技術変革プロジェクト】受託研究に関しては、平成30年1月から令和元年度まで受託研究期間中に課題別ワーキング（20回）および全体会議（6回）を開催した。受入教員は、IDS兼任教員 基礎工研究科3名、人間科学研究科1名、工学研究科1名である。

### 1. 学際共創研究プロジェクト

様々な分野にデータ駆動型研究を導入し、研究スタイルの変革を図る組織である「データビリティフロンティア機構」において企画室が中心となり当該機構内のデータビリティ基盤部門研究者と学内の様々な分野の研究者とのマッチングを企画し、「データ駆動型学際共創研究プロジェクト（下記参照）」支援を実施した。

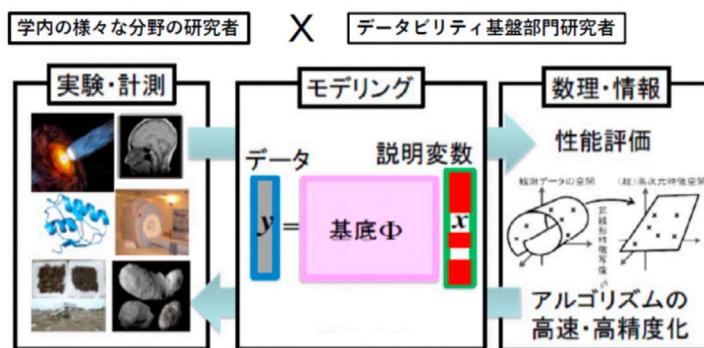


図8.2: データ駆動型学際共創プロジェクトの推進

### 2. 産学共創プロジェクト

令和元年度の株式会社JR西日本テクシアとの【産学連携による鉄道事業技術変革プロジェクト】に関しては、JR西日本テクシアからの産学共創ニーズに関する要望への対応を主体としてIDS研究者が持つシーズとのマッチングを試み、ワーキンググループ（WG 1,2,3,4）による受託研究活動を実施した。下記に、この2年間の取組概要を示す。

#### [平成30年度研究テーマ]

- ① データマイニングによる保全稼働データの分析（基礎工学研究科・教授・乾口雅弘）
- ② 音響分析による故障予知システムについて（基礎工学研究科・教授・飯國洋二）
- ③ 人間工学を活用した最適案内手法確立（人間科学研究科・教授・平井啓）

受託研究費：直接経費：8,846,152円、間接経費：2,653,848円、合計：11,500,000円

#### [令和元年度研究テーマ]

- ① データマイニングによる保全稼働データの分析（基礎工学研究科・教授・乾口雅弘）
- ② 音響分析による故障予知システムについて（基礎工学研究科・教授・飯國洋二）
- ③ 人間工学を活用した最適案内手法確立（人間科学研究科・准教授・平井啓）
- ④ 鉄道インフラを利活用した地域貢献に関わる初期検討（工学研究科・講師・武田裕之）

受託研究費：直接経費：4,200,000円、間接経費：1,800,000円、合計：6,000,000円

---

令和2年度も引き続き企画室が有しているネットワークを活用した受託研究や本学の研究シーズとのマッチングおよび企業間マッチングを試み、具体的な企業課題の解決に繋げることを目指す。

### 3. その他の活動

平成29年度後半から事業が開始された、文科省補助事業「データ関連人材育成プログラム」において採択された「データ関連人材育成関西地区コンソーシアム」実施責任者：研究担当理事、IDS機構長、実務責任者：鈴木貴数理・データ科学教育研究センター副センター長の実務体制における副実務責任者として当該事業のサポートを行っている。本事業では、データ駆動型社会における価値創造サイクルを回す能力を持つ人材を育成することを目的として関西地区において産官学が連携し、データ関連人材育成の広域拠点を形成し、データ関連人材の輩出を起点とした産業構造の変革の実現を目指している。

## ライフデザイン・イノベーション研究拠点 特任教授（常勤） 魚森 謙也

### 【兼任】

- 先導的学際研究機構附属 暮らしの空間デザイン ICT イノベーションセンター

### 【活動内容】

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点 (iLDi)」に関する主たる業務は、プロジェクト運営、管理、支援である。現在、政府から大学等の研究機関に向けて様々なプロジェクトが提示されているが、研究による新技術創出だけではなく、研究に加えて社会実証検証、早期の社会技術移転まで求められるものが多くなってきている。そのため、従来の研究体制を整えるだけではなく、社会実証検証の体制作りや、技術移転に備えた行政や経済界との協力関係構築などを業務として、プロジェクトの円滑な運営に取り組んだ。

### 【活動成果】

- グランドチャレンジ研究プロジェクトの運営業務

本プロジェクトは、ライフデザイン・イノベーション研究拠点が掲げるパーソナル・ライフ・レコード (PLR) を活用した新たな PLR 活用ソリューション、PLR プラットフォーム、実証フィールド整備に関する提案を広く公募している。PLR 情報を活用した新たな研究を 2 年間の研究期間と研究費を提供して支援し、付加価値の高い PLR データベースや新たなソルーションの創出を行うことにより、Society 5.0 実現に貢献する。

2019 年度は、新たに 15 件 (13 大学) のテーマを採択し、2018 年度と合わせて合計 29 件 (22 大学) の研究開発テーマの運営推進を行った。本取り組みは、データセキュリティ委員会や社会技術研究プロジェクトと連携し、パーソナルデータの第三者提供を円滑に行うしくみの確立を目指し、2020 年度も継続して実施する予定である。

### 【社会貢献】

- 電子情報通信学会 イメージ・メディア・クオリティ研究会 副委員長
- Vice-Co-Chair, The Tenth International Workshop on Image Media Quality and its Applications March 2020
- 日本視覚学会 世話人

## ライフデザイン・イノベーション研究拠点 特任助教（常勤） 高畠 裕美

### 【兼任】

- 医学系研究科

### 【活動内容】

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点 (iLDi)」に関する主たる業務は、プロジェクト運営、管理、支援である。現在、政府から大学等の研究機関に向けて様々なプロジェクトが提示されているが、研究による新技術創出だけではなく、研究に加えて社会実証検証、早期の社会技術移転まで求められるものが多くなってきている。そのため、従来の研究体制を整えるだけではなく、社会実証検証の体制作りや、技術移転に備えた行政や経済界との協力関係構築などを業務として、プロジェクトの円滑な運営に取り組んだ。

### 【活動成果】

- 予算管理、契約管理に関する業務

立ち上げ期（1～2年目前半）は運営全般を、2019年度は特に予算管理、契約関連を主担当とし、その他は支援活動に取り組んだ。適切な予算執行においては、当初配分予算の他、臨時の活動に備えた配分を進めた。四半期を目安として各活動グループの内容を確認し、新しい取り組みの価値や有意性、予算の追加配分提案のほか、各手続きの簡略化や契約書面統合、受託組織の部門活用などを試み、予算削減効果を狙った。

支援活動として担当した他組織との渉外活動や各ミーティング調整、国際シンポジウム開催などにおいては、主担当者との連絡を密に取ること、通常の連絡手段の他、複数の情報共有ツールなども用いて関係者による情報利用の簡便化を強く推進した。このことにより、研究グループと本事業代表責任者、プロジェクトマネージャーらと運営部門等の情報共有が進み、活動把握を容易にし、研究推進や社会実装・実用化推進の一層の向上が見込まれた。

## ライフデザイン・イノベーション研究拠点 特任研究員（常勤） 吉川 則之

### 【活動内容】

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業「ライフデザイン・イノベーション研究拠点 (iLDi)」に関する主たる業務は、プロジェクト運営、管理、支援である。現在、政府から大学等の研究機関に向けて様々なプロジェクトが提示されているが、研究による新技術創出だけではなく、研究に加えて社会実証検証、早期の社会技術移転まで求められるものが多くなってきている。そのため、従来の研究体制を整えるだけではなく、社会実証検証の体制作りや、技術移転に備えた行政や経済界との協力関係構築などを業務として、プロジェクトの円滑な運営に取り組んだ。

### 【活動成果】

#### ● 広報活動

PLR 実現に向け、人の多様なデータを獲得するための行動センシング基盤の構築に向けて、より幅広くデータを収集するための広報活動として、ホームページを運営中。また国際化を図るために英語のホームページの開設とリーフレットの英語版作成を行った。さらに実際にプロジェクトに参加していただく被験者を募集し、PLR にデータを登録していただくための準備として、被験者の皆様に、本プロジェクトの意義を容易に理解いただけるよう、説明用ショートビデオの作成に着手した。

## 第9部

---

### 国際連携

#### 9.1 HeKKSaGOn Data Science WG

Hekksagon (HeKKSaGOn German-Japanse University Network) とは、ドイツ側からの呼びかけに応じた日独6大学（ハイデルベルグ大学、ゲッティンゲン大学、カールスルーエ工科大学、京都大学、東北大学、大阪大学）の大学間協力ネットワークであり、2010年7月に発足した。主として、1年半で持ち回りで開催される学長会議や個別の研究テーマからなるワーキンググループ、サマースクールや大学院のジョイントプログラム設置などの活動を行なっている。現在9つのワーキンググループが活動している。2017年にData Science WGが立ち上がり、阪大からはデータビリティフロンティア機構が担当として活動を行なっている。このWGは精力的にVTCによるミーティングを行い、まずは研究に関する情報交換やゲッティンゲン大学で行われているサマースクールでの学生交流などが行われている。データサイエンスWGの活動に関しては、Webサイト (<http://hekksagon-data-science.wiki.gwdg.de/doku.php?id=start>) を参照されたい。

##### 活動内容

- 第7回日独6大学アライアンス（HeKKSaGOn）学長会議

2019年9月12日(木)～13日(金)、ドイツ・ハイデルベルク大学で開催された第7回日独6大学アライアンス（HeKKSaGOn German-Japanese University Alliance）学長会議に、大阪大学から西尾章治郎総長、河原源太理事・副学長、尾上孝雄理事（データビリティフロンティア機構長）・副学長をはじめ、データビリティフロンティア機構情報基盤部門の長原教授など計26名が参加した。2日間にわたり、各大学学長・副学長により今後のHeKKSaGOnのあり方について議論がなされ、コンソーシアムとしての更なる発展を目指すための共同声明文書が締結された。また、並行して、研究者によるワーキンググループのセッションや学生会議も行われ、2日目の全体会議において、各WG及び学生からも活動の成果発表が行われた。

HeKKSaGOnでは、第2期に重点的に取り組む「Priority Area」として、(1) Transcultural studies and the transformation of cultural heritage, (2) Data science, digitalization, and artificial intelligence, (3) Health, well-being, safe and resilient societies, (4) Engineering molecular systems and bioimagingの4つを設定し、これらに関連する研究を行うワーキンググループの公募・助成を行うこととなった。



図 9.1: HeKKSaGon 学長会議出席者による集合写真

- Summer School “Data Science”

2019年8月5~16日に、ゲッティンゲン大学において、サマースクールが行われた。修士および博士35名の学生に対し、データサイエンスに関する以下のトピックについて、講義および演習が行われた。

- Marcus Baum: “Statistical Sensor Data and Information Fusion”
- Tim Beissbarth: “Analytics of High Dimensional Biomedical Data”
- Sven Bingert: “Orange Workflow System”
- Marco Büchler: “Text Reuse Detection”
- Benjamin Eltzner: “Quantifying Uncertainty”
- Anas Emad: “Introduction to spatial data science”
- Pascal Hecker & Christopher Oates: “Feature extraction with openSMILE”
- Steffen Herbold: “Clustering”
- Matthew J. Holland: “Learning and inference”
- Dietmar Hübner: “Research Ethics and Data Science”
- Georgios Kaklamanos: “Reproducible Research: Practices and Tools”
- Faraz Moghaddam: “Security and Privacy of Data”
- Benjamin Saefken: “Regression”
- Ulrich Sax: “FAIR guiding principles for biomedical data management”
- Heidi Seibold: “Open Data Science”
- Johannes Söding: “The age of big data in Biology”
- Jakob Voss: “Wikidata”
- Philipp Wieder: “Working with research data”

- Webinar コース

HeKKSaGon 参画大学間の研究シーズや興味の共有のために、Webinar を用いた以下のオンライン勉強会を行った。

Date: 2019 年 11 月 19 日 (火)

Host: Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Speaker1: Eri Ono

Title: Open Science with Citizens: Approaches to Successful Research

Abstract: Currently, open science is progressing as seen in the transformation of academic information infrastructure such as open access and open data. In the context of open science, various citizen-participatory research projects are also being conducted on-line. In this presentation, I would like to introduce such research projects and discuss some trials to keep research quality and improve participants' motivation. Additionally, I would like to report the results of our attitude survey to online citizen science.

Speaker2: Takaaki Aoki

Title: Trend of research data management and open research data at Japanese universities

Abstract: Research data management (RDM) is the activity to describe and practice what kind of data will be used / acquired / generated, and how is such data analyzed / stored / shared / release. In recent years, the importance of RDM has been addressed in various aspects, such as promoting open science and strengthening research fairness. In Japan, the activities of RDM and open science are rapidly developed by the leading research institutes and communities following those in overseas. In this talk, we will review the recent progress of RDM environment in Japanese universities from the view of the development policy, system, and organization.

## 9.2 University College London との戦略的パートナシップ協定

### ● 戦略的パートナシップ協定調印式

2019年10月7日(月)，グローバルナレッジパートナーであるUniversity College London (UCL)からMichael Arthur学長，Nicola Brewer副学長をはじめとする一行が，本学との戦略的パートナシップに関する協定の調印式のため来学された。西尾章治郎総長，河原源太理事，Michael Arthur学長，Nicola Brewer副学長が協定書に署名し，地球規模の社会的課題への解決という共通目標へ向けた，両大学の強固な繋がりを確認し合った。調印の後は，河原理事から連携に関する経緯や現状が説明され，続いて各連携分野の代表者が進捗状況の報告を行った。データビリティフロンティア機構からは，知能情報基盤部門の長原教授が参加し，現在連携しているUCL Knowledge labのRosa Luckin教授らのグループと行っているマルチモーダルラーニングアナリティクス研究の連携状況に関して説明を行った。なお，当日は，NHKの取材を受け，その日のうちにニュースで取り上げられた。



図 9.2: UCL との戦略的パートナシップに関する協定の調印式参加者による集合写真

### ● UCL-OU workshop

2019年11月2日に，UCL-OU workshopを行った。UCLからはRose Luckin教授，Mutlu Cukurova講師，阪大からはデータビリティフロンティア機構知能情報基盤部門の長原教授，中島教授が参加した。その他，阪大からはサイバーメディアセンター や全学共通機構などの学部教育に携わる先生方にも参加をいただいた。このワークショップにおいて，情報科学や機械学習を利用した教育応用研究についての研究紹介が行われ，今後のさらなる共同研究に関しての議論が行われた。なお，長原教授とCukurova講師は，共同でUCL-OU partnership Fundを申請・受給しており，本ワークショップおよび共同研究は，このファンドのサポートにより行われた。

### 9.3 韓国大邱慶北科学技術院との研究協力ワークショップ

2019年7月2日(火), 韓国大邱慶北科学技術院(DGIST)からProf. Sang Hyuk Sonら5名の研究者の阪大への訪問があり, 研究交流のためのワークショップを行った. DGISTからは, サイバーフィジカルシステムに関係した研究発表が, データビリティフロンティア機構からは, 知能情報基盤部門の長原教授が参加し, Society5.0プロジェクトについての発表を行った.

### 9.4 US-Japan Workshop on Bioengineering and Information Science

2019年9月9(月)~10日(火), 米国カリフォルニア大学サンディエゴ(UCSD)と大阪大学が主催し, Japan Society for the Promotion of Scienceが協賛する US-Japan Workshop on Bioengineering and information Science and Information ScienceがUCSD The Village West Building 1, 15th Floorにて開催された. データビリティフロンティア機構からは, 知能情報基盤部門の新岡特任准教授が参加する予定であったが生憎台風による天候不順のためフライトがキャンセルとなり, 大阪大学からZOOM経由でAIを用いたバイオイメージングデータ解析に関する研究発表を行った.

### 9.5 ソルボンヌ大学訪問

2019年10月25日(金), ソルボンヌ大学を訪問し, Sorbonne Center for Artificial Intelligence(SCAI)のディレクターを務めるGérard Biau教授を訪問, 協働の可能性について議論した. 2020年度中にワークショップを開催すること, また活発な人材交流を実施することに非公式ではあるが合意が得られた.

### 9.6 Montreal Declaration for Responsible AI Symposium

2019年7月にパリでU7+が開催され, その中の作業グループ4において, データ科学の推進に伴うELSI(Ethical, Legal, and Social Issues)について, モントリオール大学が議長となり, 今後の方向性をU7+として示すことが合意され, 大阪大学西尾総長が参加を表明した. ポジションペーパー草稿をもとに11月のオンラインでの会議を経て, 2020年2月にRegis教授が来日し, 2月19日(水)には報告書案について意見交換を行った. 翌日は, Regis教授による講演会「The Montreal Declaration for Responsible AI」が実施された.



図9.3: モントリオール大学による講演会の様子



## 第 10 部

### 広報活動

#### 10.1 ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）国際シンポジウム

開催日： 2019 年 11 月 1 日（金）

開催場所： 大阪国際会議場（グランキューブ大阪）

参加者： 209 名

主催： ライフデザイン・イノベーション研究拠点

要旨： ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）の活動を広く社会に周知するとともに理解を求め、民間企業、自治体等の関係者との連携による一層の推進や、世界の最新動向、最先端活動の情報収集等を行うため、本国際シンポジウムを開催した。当日は、本事業に参画する大学、研究所、大阪府等の自治体や民間企業から 209 名の参加があった。シンポジウムでは、西尾総長（拠点長）及び小寺理化学研究所理事（拠点副本部長）から主催挨拶があり、橋爪文部科学省研究振興局参事官（情報担当）から来賓挨拶があった。引き続き、基調講演が行われ、ペンシルベニア大学 Insup Lee 教授及び、ロンドン大学 Rosemary Luckin 教授から世界における最新研究が紹介された。次に、八木産業科学研究所教授（拠点本部長）から iLDi 研究拠点の全体紹介が行われたのち、iLDi 研究拠点プログラム紹介として、6 つの拠点プロジェクト及び 14 のグランドチャレンジ研究プロジェクトから発表が行われた。また、会場内では各プロジェクトのポスター発表も行われ、活発な意見交換が行われた。



図 10.1: iLDi 国際シンポジウムの様子（左：会場の様子、右：ポスター発表の様子）

## 10.2 データビリティフロンティア機構シンポジウム「学内で始めるビッグデータ共創」

開催日： 2020年1月30日（木）

開催場所： 大阪大学豊中キャンパス 大学会館アセンブリー・ホール

参加者： 57名

主催： 大阪大学データビリティフロンティア機構

要旨： 本シンポジウムは、大阪大学内の研究者にIDSの活動を広く知ってもらい、学際共創研究を推進していくために開催された。10～12時の第一部では、機構長の挨拶の後、知能情報基盤部門の長原部門長から機構全体と部門の紹介があり、続いて、同部門が実施している学内共創「○○学×データビリティサイエンス」の「○○学」の事例として、芸術学、歴史学、物理学、医学の4つが紹介された。その後は、これらの共創を支える情報基盤、社会基盤、人材育成の3つの視点を、サービス創出・支援部門の春本教授、ビッグデータ社会技術部門の岸本部門長、知能情報基盤部門の新岡特任准教授から報告があった。

第二部は12～13時に同会場で共創相談会が開催され、IDSのメンバー全員がポスターを展示し、共創の相談を受けた。



図 10.2: IDS シンポジウムの様子（左：第一部、右：第二部）

### 10.3 Society5.0 社会に向けた健康×スポーツへのアプローチ（第 2 回 CSC シンポジウム）

開催日： 2019 年 5 月 28 日（火）

開催場所： 大阪大学中之島センター 佐治敬三メモリアルホール

参加者： 約 160 名

主催： 大阪大学

共催： 大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）

公益財団法人 ワールドマスターズゲームズ 2021 関西 組織委員会

要旨： スポーツ・ヘルスケアへの関心が高まる社会状況の中、大阪大学では Society5.0 社会の到来に向けて、「サイバースポーツコンプレックス構想（Cyber Sports Complex: CSC 構想）」を立案し、スポーツ・ヘルスケアに関連する様々な教育研究活動、産学連携による社会実装の促進、次世代型グラウンドへの発展など、社会課題を総合的に捉え、新たな社会的価値・収益事業価値を持つための取り組みを始めている。本シンポジウムでは「CSC から始める Society5.0 社会への取組み」と題して様々な分野の専門家を招き、Society5.0 社会の実現に向けた新たな価値創出について講演していただいた。

### 10.4 シンポジウム「ELSI 対応なくして、データビジネスなし - 産学共創でとりくむ倫理的・法的・社会的課題 -」

開催日： 2019 年 12 月 17 日（火）

開催場所： グランフロント大阪 ナレッジキャピタルコンベンションセンター

主催： 大阪大学データビリティフロンティア機構、株式会社電通

要旨： 2019 年 9 月より大阪大学データビリティフロンティア機構が、株式会社電通と組織している「データビジネス ELSI 研究会」において、データビジネスに携わる企業の担当者と、E（倫理）、L（法律）、S（社会）各領域の研究者とともに研究を重ねてきた。本シンポジウムは、パーソナルデータを利活用したビジネスを実現するに当たって必ず課題となる個人情報保護やプライバシーといった問題に対して、法学、経済学、倫理学といった人文社会科学系研究がどのように貢献できるか、そして実際にデータビジネスの従事者と研究者が共同研究した成果の紹介を行い、これから の産学競争に向けた討議を実施した。本シンポジウムは「うめきた 2 期みどりとイノベーションの融合拠点形成推進協議会」の主催する「イノベーションストリーム KANSAI」内で実施された。



## 第 11 部

---

### 外部資金獲得状況

- [1] 2017-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 S, “多元コンピュテーション光計測による手術支援”, (代表) 長原一 (分担) 香川景一郎 他
- [2] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), “ディープコンピュテーションフォトグラフィ”, (代表) 長原一
- [3] 2018-2020 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), “ダイナミック光線空間の圧縮撮像”, (代表) 高橋桂太 (分担) 長原一
- [4] 2018-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 A, “3 次元データに基づく人工知能による仏顔の様式研究”, (代表) 藤岡穣 (分担) 長原一 中島悠太, 大石岳史ほか
- [5] 2019-2022 年度, 科学研究費助成金 基盤 B, “オーストラリアの世論形成の歴史的解明：自然言語処理による公開集会データの解析”, (代表) 藤川 隆男, (分担) Chenhui Chu、長原一、梶原智之、中村武司
- [6] 2018-2023 年度, 文部科学省 Society5.0 実現化拠点事業, “ライフデザイン・イノベーション研究拠点”, (拠点長) 西尾章治郎, (拠点本部長) 八木 康史, (分担) 長原一, 春本要, 岸本充生, 他
- [7] 2017-2022 年度, JST CREST 「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」, “3D 画像認識 AI による革新的癌診断支援システムの構築”, (代表) 諸岡健一 (分担) 長原一 他
- [8] 新学術領域シンギュラリティ生物学, 総括班, 研究協力者
- [9] 2017-2020, 科研基盤 A「新たな情報技術・バイオテクノロジーの国際的ガバナンス－情報共有・民間主体の役割」, (代表) 城山英明, (分担) 岸本充生, 他
- [10] 2019, 日本経済団体連合会 環境対策推進財団, 環境規制の影響評価に関する調査研究の委託, (代表) 岸本充生
- [11] 2019, 株式会社電通「行動データ駆動型ビジネスの ELSI (倫理的、法的、社会的配慮)」, (代表) 岸本充生
- [12] 2018-2019 年度, NEDO 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」次世代人工知能技術の日米共同研究開発, “パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発”, (代表) 浅田稔 (分担) 中島悠太 他
- [13] 2018-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 B, “知識ベースを活用した視覚情報に関する質疑応答システムの実現”, (代表) 中島悠太 (分担) Jin-dong Kim
- [14] 2018-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 B, “修復と観測の融合に基づく隠消現実感の高度化”, (代表) 河合紀彦 (分担) 中島悠太 他
- [15] 2019-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 C, “循環器検診における眼底細動脈硬化所見自動判定システム開発と予測能評価”, (代表) 川崎良 (分担) 中島悠太 他
- [16] 2017-2021 年度, 卓越研究員事業, “能動的センシングに基づくヒトの内部状態推定”, (代表) 武村紀子

- [17] 2019年度, ダイキン工業株式会社 共同研究, “学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定”, (代表) 篠原一光, (分担) 沼尾正行, 長原一, 中島悠太, 武村紀子
- [18] 2019-2020年度, AMED 異分野融合型研究シーズ, “深層学習モデルを用いた歩行機能診断と疾患検出ツールの開発”, (代表) 武村紀子, (分担) 森口悠, 長原一
- [19] 2019-2020年度, 富士通研究所 共同研究, “行動持続性を向上させる適応的なインターラクションの研究”, (代表) 武村紀子
- [20] 2019-2021年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “マンガ教材学習過程の生体情報解析に基づく個別適応型学習システムの構築”, (代表) 白井詩沙香, (分担) 間下以大, Orlosky Jason, 長瀧寛之, 武村紀子, 上田真由美
- [21] 2019-2020年度, 公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団 開発研究助成, “To be announced”, (代表) 新岡 宏彦
- [22] 2019-2021年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究(萌芽), “第3生体窓の光で誘起する非線形光学効果を用いた深部高空間分解能光音響イメージング”, (代表) 山中 真仁
- [23] 2019-2021年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策実用化研究事業, “光干渉断層イメージングのAI解析に基づく急性心筋梗塞発症予測法の開発”, (代表) 上村 史郎
- [24] 2018-2020年度, 科学研究費助成金 基盤研究C, “肺癌の組織診断および悪性度予測の為の人工知能(深層学習)システムの確立”, (代表) 梁川 雅弘
- [25] 2018-2020年度, 科学研究費助成金 基盤研究C, “ラマンスペクトル変化の深層学習による細胞の力学応答解析手法の開発”, (代表) 安國 良平
- [26] 2017-2021年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) 再生医療実現拠点ネットワークプログラム(疾患特異的iPS細胞の利活用促進・難病研究加速プログラム), “難治性心筋症疾患特異的iPS細胞を用いた集学的創薬スクリーニングシステムの開発と実践”, (代表) 宮川 繁
- [27] 2017-2019年度, 総務省 「IoT/BD/AI情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業, “革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの開発”, (代表) 谷口 達典
- [28] 2017-2019年度, 科学研究費助成金 基盤研究B, “NIR-II蛍光イメージングによる移植幹細胞の炎症組織・臓器への生着機構の解明”, (代表) 湯川 博
- [29] 2017-2019年度, 科学研究費助成金 基盤研究B, “ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断”, (代表) 橋本 守
- [30] 2017-2019年度, 科学研究費助成金 若手研究A, “第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用”, (代表) 新岡 宏彦
- [31] 2019-2021年度, 科学研究費補助金 国際共同研究強化A, “バイオナノマシンによる分子通信を介した自己組織的な形態形成,” (代表) 中野 賢
- [32] 2017-2021年度, 科学研究費助成金 基盤研究A, “分子通信の国際標準化と医療応用,” (代表) 中野 賢
- [33] RISTEX「人と情報のエコシステム」研究開発領域 研究開発プロジェクト「ヘルスケアにおけるAIの利益をすべての人々にもたらすための市民と専門家の関与による持続可能なプラットフォームの設計」(代表: 山本ベバリーアン、R1-R4) (研究分担者: 山本奈津子)
- [34] AMED 令和元年度中央IRB促進事業「多様な多施設共同非介入臨床研究における中央IRBの基盤整備とその効率的運用に関する研究」(代表: 木村正、H31) (研究分担者: 山本奈津子)
- [35] JSPS二国間交流事業(日独)「患者の役割の変化に注目した日独間の新しい医学データガバナンスの枠組み構築」(代表: 加藤和人、H30-31) (研究分担者: 山本奈津子)
- [36] 2019-2021年度, マルチモーダルデータからの対訳資源の抽出によるニューラル機械翻訳. 日本学術振興会:若手研究. 代表: Chenhui Chu
- [37] 2019-2020年度, 視覚に基づく言い換えのセマンティック類型. 科学技術振興機構: ACT-I 加速フェーズ. 直接経費: 20,000千円. 代表: Chenhui Chu

- [38] 2018-2019 年度, Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences、Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award, 代表: Chenhui Chu
- [39] 2017-2019 年度, 科学研究費助成金 若手研究 B, “文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究”, (代表) 上阪彩香
- [40] 2019-2021 年度, 戰略的創造研究推進事業 (JST, ACT-X「数理・情報のフロンティア」), “自然言語処理の真価を引き出す言い換え生成”, 代表: 梶原智之, 直接経費 : 450 万円
- [41] 2018-2019 年度, 戰略的創造研究推進事業 (JST, ACT-I「情報と未来」), “語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成”, 代表 : 梶原智之, 直接経費 : 400 万円
- [42] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 (研究活動スタート支援), “マルチモーダル品質推定に基づく機械翻訳モデルの高度化”, 代表 : 梶原智之, 直接経費 : 210 万円
- [43] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 研究活動スタート支援, “Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding”, (代表) Jacob Chan
- [44] 2020-2021 年度, 学術研究助成基金助成金 若手研究, “生体内バイオナノセンサネットワークの構造制御方式”, (代表) 岡家豊
- [45] 2018-2019 年度, 学術研究助成基金助成金 若手研究, “生体内バイオナノセンサネットワークのための感染型信号増幅伝播方式”, (代表) 岡家豊
- [46] H29-31, 科学研究費助成金 基盤 C, 「マルチスケールモデルを用いた歯の光学的シミュレーションに関する研究」, 17K11781(課題番号), (代表) 木林博之, (分担) 若林一道, 中村 隆志, 矢谷博文, 酒井英樹
- [47] 2017-2019, 科学研究費助成金 基盤 B, 「全脳イメージング法により精神疾患の病態と治療機序の新たな薬理学的研究法の確立」, 17H03989, (代表) 橋本均
- [48] 2018-2022, 科学研究費助成金 新学術領域研究 (研究領域提案型), 「組織全細胞イメージング法を用いた精神疾患発症起点となるシンギュラリティ細胞の探索」, 18H05416, (代表) 橋本均
- [49] 2017-2020, 日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト, 「霊長類脳の高速・高精細全脳イメージング技術の開発」, 19dm0207061, (代表) 橋本均
- [50] 2019-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 (B), “細胞動画像とオミクスデータの統合的情報解析技術の開発”, (代表) 瀬尾茂人
- [51] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), “シミュレーションとGANを介した強化学習による細胞動画像処理の自動化技術の開発”, (代表) 瀬尾茂人
- [52] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 新学術領域研究 (研究領域提案型 公募班), “生態系の揺らぎ応答関係と内部進化の実験的解明研究”, (代表) 細田一史
- [53] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), “ゲノム変異集積領域に着目したがん特異的タンパク質間相互作用解析”, (代表) 横野展正
- [54] R1, 科学研究費助成金 基盤研究 (A), 「リピート配列を特異的に化学修飾するリピート結合分子の創成」, 19H00924, (代表) 中谷和彦
- [55] R1, 科学研究費助成金 挑戦的萌芽研究, 「核酸-低分子複合体形成過程同定への計算科学的挑戦」, 19K22254, (代表) 中谷和彦
- [56] 2019 年度, 大阪市立大学 戰略的研究 (基盤研究), “素粒子物理学実験への深層学習の適用研究－物理データ解析技術および加速器制御技術の開発－”, (代表) 岩崎 昌子 (共同研究者) 中島 悠太, 佐藤 政則,
- [57] 2019 年度, 文部科学省 文部科学省補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ (牽引型)」, “物理学実験への深層学習の適用研究: データ処理技術開発および教育教材開発”, (代表) 岩崎 昌子 (共同研究者) 深澤 優子, 住浜 水季, 谷口 七重.

[58] 2019-2020 年度 山田科学振興財団 研究援助, “素粒子・原子核実験および関連分野への深層学習の適用と発展”,  
(代表) 岩崎 昌子

## 第 12 部

---

### 研究業績

#### (1) 雜誌論文

- [1] Jung Un Yun, Hajime Nagahara, and In Kyu Park, “Classification and restoration of compositely degraded images using deep learning”, Journal of Broadcast Engineering, Vol 24, No. 3, pp. 430-439, May, 2019.
- [2] 藤川隆男, Chenhui Chu, 梶原智之, 長原一, “歴史研究におけるビッグデータの活用”, 西洋学史, 2019.
- [3] Yichao Xu, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, “TransCut2: Transparent Object Segmentation from a Light-Field Image”, IEEE Transactions on Computational Imaging, Vol. 5, No. 3, pp. 465 - 477, Sep., 2019.
- [4] Ryosuke Tsutsumi, Tetsuo Ikeda, Hajime Nagahara, Hiroshi Saeki, Yuichiro Nakashima, Eiji Oki, Yoshihiko Maehara, Makoto Hashizume, “Efficacy of novel multispectral imaging device to determine anastomosis for esophagogastrostomy”, Journal of surgical research, No. 242, pp. 11-22, Oct., 2019.
- [5] Michitaka Yoshida , Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, and Rin-ichiro Taniguchi, “High-Speed Imaging Using CMOS Image Sensor With Quasi Pixel-Wise Exposure”, EEE Transactions on Computational Imaging, Vol. 6, pp. 463-476, 2020.
- [6] 岸本充生, いま問われるエマージングリスクへの取り組み. リスクマネジメント TODAY, 118, pp.4-7, 2020
- [7] Kishimoto, A. BOOK REVIEW Takehiko Hashimoto, ed. 橋本毅図編, Anzen kijun wa dono yō ni deki te ki ta ka 安全基準はどのようにできてきたか [How Have Safety Standards Been Constructed?] Tokyo: University of Tokyo Press, 2017. 330 pp. hardcover. East Asian Science, Technology and Society: An International Journal, 13, pp.481 - 484, 2019.
- [8] 岸本充生, 科学的知見と政策的対応の間のギャップを埋めるレギュラトリーサイエンス, セイフティ・エンジニアリング, 46(2), pp.4-9, 2019.
- [9] Yuta Nakashima, Takaaki Yasui, Leon Nguyen, Noboru Babaguchi, “Speech-driven face reenactment for a video sequence,” ITE Trans. Media Technology and Applications, vol. 8, no. 1, Jan. 2020.
- [10] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, “ContextNet: Representation and exploration for painting classification and retrieval in context,” International Journal on Multimedia Information Retrieval, Dec. 2019.
- [11] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced”, Frontiers in Psychology Environmental Psychology, 2020

- [12] Md. Zasim Uddin, Daigo Muramatsu, Noriko Takemura, Md. Atiqur Rahman Ahad, Yasushi Yagi, "Spatio-temporal silhouette sequence reconstruction for gait recognition against occlusion", IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 11:9, 2019
- [13] Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi, "On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 29, Issue 9, 2019
- [14] Atsuya Sakata, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, "Gait-based age estimation using multi-stage convolutional neural network", IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 11:4, 2019
- [15] Tatsuya Matsumoto, Hirohiko Niioka (equally contributed), Yasuaki Kumamoto, Junya Sato, Osamu Inamori, Ryuta Nakao, Yoshinori Harada, Eiichi Konishi, Eigo Otsuji, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, "Fluorescence microscopy with deep neural network analysis for detection of lymph node metastasis", Scientific Reports, 9, 16912, 12 pages (2019)
- [16] Masahiro Yamanaka, Hirohiko Niioka\*, Taichi Furukawa, Norio Nishizawa, "Excitation of Erbium-doped nanoparticles in 1550 nm wavelength region for deep tissue imaging with reduced degradation of spatial resolution" Journal of biomedical optics, 24(7), 070501-1-070501-4 (2019)
- [17] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Akinori Hata, Noriko Kikuchi, Osamu Honda, Hiroyuki Kurakami, Eiichi Morii, Masayuki Noguchi, Yoshiyuki Watanabe, Jun Miyake, Noriyuki Tomiyama, "Application of deep learning (three-dimensional convolutional neural network) for the prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma" , Medicine, Volume 98, Issue 25, e16119 (2019)
- [18] T. Nakano, L. Lin, Y. Okaie, C. Wu, H. Yan, T. Hara, and K. Harumoto, "Random Cell Motion Enhances the Capacity of Cell-cell Communication," IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multiscale Communications, 2020.
- [19] H. Hiraoka, T. Nakano, S. Kuwana, M. Fukuzawa, Y. Hirano, M. Ueda, T. Haraguchi, and Y. Hiraoka, "Intracellular ATP levels influence cell fates in Dictyostelium discoideum differentiation," Genes to Cells, 2020.
- [20] T. Nakano, Y. Okaie, Y. Kinugasa, T. Koujin, T. Suda , Y. Hiraoka, and T. Haraguchi, "Roles of Remote and Contact Forces in Epithelial Cell Structure Formation," Biophysical Journal, vol. 118, issue 6, pp. 1466 – 1478, March 2020.
- [21] T. Nakano, Y. Okaie, S. Kobayashi, T. Hara, Y. Hiraoka, and T. Haraguchi, "Methods and Applications of Mobile Molecular Communication," Proceedings of the IEEE, vol. 107, no. 7, pp. 1442–1456, July 2019.
- [22] C. Yao, Z. He, T. Nakano, Y. Qian, and J. Shuai, "Inhibitory-autapse-enhanced Signal Transmission in Neural Networks," Nonlinear Dynamics, vol. 97, no. 2, pp. 1425–1437, July 2019.
- [23] "Movienet: A Movie Multilayer Network Model using Visual and Textual Semantic Cues" Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Olivier Roupin, Van Le, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni Applied Network Science, Springer, (50 pages), 2019
- [24] Toshinori Tanaka, Nobukazu Tanaka, Yukio Nagano, Hirotaka Kanuka, Daisuke S. Yamamoto, Natsuko Yamamoto, Eiji Nanba, Takumi Nishiuchi, "Efforts to enhance safety measures for CRISPR/Cas-based gene drive technology in Japan" , Journal of Environment and Safety,( [Advance publication] Released: October 07, 2019)

- [25] Jan Charbonneau, Dianne Nicol, Don Chalmers, Kazuto Kato, Natsuko Yamamoto, Jarrod Walshe & Christine Critchley, "Public reactions to direct-to-consumer genetic health tests: A comparison across the US, UK, Japan and Australia" , European Journal of Human Genetics vol. 28, pp339 - 348,2020 ( Published: 23 October 2019)
- [26] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase and Masaaki Nagata. Word Rewarding Model with Bilingual Dictionary for Neural Machine Translation (in Japanese). Journal of Natural Language Processing (JNLP), vol. 26, no. 4, pp. 711-731, (2019.12).
- [27] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “多義語分散表現の文脈化”, 自然言語処理, Vol.26, No.4, pp.689-710, Dec. 2019.
- [28] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “事前学習された文の分散表現を用いた機械翻訳の自動評価”, 自然言語処理, Vol.26, No.3, pp.613-634, Sep. 2019.
- [29] 山崎千里, 大橋範子, 小門穂, 加藤和人. ゲノム研究関連指針改正に関するアンケート結果報告— 指針改正に現場の声を届けるためにー. 医療・生命と倫理・社会, 15, 23-33, 2019.
- [30] Aizawa Y, Nagami F, Ohashi N, Kato K. A proposal on the first Japanese practical guidance for the return of individual genomic results in research settings. Journal of human genetics, 65(3), 251-261, 2020.
- [31] Noa Garcia, George Vogiatzis, "Learning Non-Metric Visual Similarity for Image Retrieval", Journal of Image and Vision Computing (Elsevier), pp. 18-25, 2019.
- [32] Y. Okaie, "Cluster Formation by Mobile Molecular Communication Systems," IEEE Transactions on Molecular, Biological and Multi-Scale Communications, Vol. 5, No. 2, pp. 153–157, Nov. 2019 (DOI: 10.1109/TMBMC.2020.2981662)
- [33] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Niu M, Tanuma M, Igarashi H, Yamaura K, Hayata-Takano A, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain Block-Face Serial Microscopy Tomography at Subcellular Resolution Using FAST. Nat Protoc 14 (5), 1509-1529, 2019
- [34] Baba M, Yokoyama K, Seiriki K, Naka Y, Matsumura K, Kondo M, Yamamoto K, Hayashida M, Kasai A, Ago Y, Nagayasu K, Hayata-Takano A, Takahashi A, Yamaguchi S, Mori D, Ozaki N, Yamamoto T, Takuma K, Hashimoto R, Hashimoto H, Nakazawa T. Psychiatric-disorder-related behavioral phenotypes and cortical hyperactivity in a mouse model of 3q29 deletion syndrome. Neuropsychopharmacology 44(12), 2125-2135, 2019
- [35] Matsumura K, Seiriki K, Okada S, Nagase M, Ayabe S, Yamada I, Furuse T, Shibuya H, Yasuda Y, Yamamori H, Fujimoto M, Nagayasu K, Yamamoto K, Kitagawa K, Miura H, Gotoda-Nishimura N, Igarashi H, Hayashida M, Baba M, Kondo M, Hasebe S, Ueshima K, Kasai A, Ago Y, Hayata-Takano A, Shintani N, Iguchi T, Sato M, Yamaguchi S, Tamura M, Wakana S, Yoshiki A, Watabe AM, Okano H, Takuma K, Hashimoto R, Hashimoto H, Nakazawa T. Pathogenic POGZ mutation causes impaired cortical development and reversible autism-like phenotypes. Nat Commun 11(1):859, 2020
- [36] Nishizawa S, Kikuta J, Seno S, Kajiki M, Tsujita R, Mizuno H, Sudo T, Ao T, Matsuda H, Ishii M, "Thrombomodulin induces anti-inflammatory effects by inhibiting the rolling adhesion of leukocytes in vivo", Journal of Pharmacological Sciences, 2020.
- [37] Hashimoto K, Kaito T, Furuya M, Seno S, Okuzaki D, Kikuta J, Tsukazaki H, Matsuda H, Yoshikawa H, Ishii M, "In vivo dynamic analysis of BMP-2-induced ectopic bone formation", Scientific Reports, 2020.
- [38] 嶋田彩人, 瀬尾茂人, 繁田浩功, 間下以大, 内田穂, 石井優, 松田秀雄, “生体蛍光観察動画像の深度を考慮した深層学習による細胞追跡精度の改善”, 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用, 2019.

- [39] Minoshima M, Kikuta J, Omori Y, Seno S, Suehara R, Maeda H, Matsuda H, Ishii M, Kikuchi K, "In vivo Multicolor Imaging with Fluorescent Probes Revealed the Dynamics and Function of Osteoclast Proton Pumps", ACS Central Science, 2019.
- [40] Reja SI, Minoshima M, Hori Y, Kikuchi K. "Development of an effective protein-labeling system based on smart fluorogenic probes", J Biol Inorg Chem. 2019
- [41] Lee C, Tanikawa C, Lim JY, Yamashiro T. "Deep Learning based Cephalometric Landmark Identification using Landmark-dependent Multi-scale Patches", <http://arxiv.org/abs/arXiv:1906.02961>, 2019.
- [42] Kajiwara T, Tanikawa C, Shimizu Y, Chu C, Yamashiro T, Nagahara H. "Using Natural Language Processing to Develop an Automated Orthodontic Diagnostic System", arXiv:1905.13601, 2019.
- [43] Tanikawa C, Takata S, Takano R, Yamanami H, Edlira Z, Takada K. "Functional decline in facial expression generation in older women: A cross-sectional study using three-dimensional morphometry.", PloS one, 14(7), e0219451, 2019.
- [44] 「古代寺院の仏像」『シリーズ古代史をひらく 古代寺院』岩波書店、2019
- [45] 「東大寺法華堂伝来の天平期諸像に関する一考察」『古代寺院史の研究』思文閣出版、2019

## (2) 学会発表

- [1] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, and Hajime Nagahara, "Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [2] Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Michitaka Yoshida, Hajime Nagahara, Kento Kaneta, Keisuke Uchida, Yasuhito Yoneta, and Masaharu Muramatsu, "Functional CMOS Image Sensor with flexible integration time setting among adjacent pixels", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [3] Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, and Hajime Nagahara, "Learning-Based Framework for Capturing Light Fields through a Coded Aperture Camera", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [4] Jung Un Yun, Hajime Nagahara, and In Kyu Park, "Classification and Restoration of Compositely Degraded Images using Deep Learning", International Conference on Computational Photography, Tokyo, Japan, May, 2019.
- [5] Keiichiro Kagawa, Tomoya Kokado, Yuto Sato, Futa Mochizuki, Hajime Nagahara, Taishi Takasawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, "Multi-tap macro-pixel based compressive ultra-high-speed CMOS image sensor", International Image Sensor Workshop, Snowbird, Utah, USA, June, 2019.
- [6] Shunya Masaki, Yoshio Hayasaki, Joel Cervantes, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, "Integrated optical measurement system of optical coherence tomography and time of flight", OSK-OSA-OSJ Joint Symposium, Busan, Korea, July, 2019.
- [7] Yuki Shimamoto, Yoshio Hayasaki, Francisco JOEL Cervantes Lozano, Quang Duc Pham, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, "Integration of optical coherence tomography and frequency comb measurement", OSK-OSA-OSJ Joint Symposium, Busan, Korea, July, 2019.

- [8] Keita Maruyama, Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, "A 3-D DISPLAY PIPELINE FROM CODED-APERTURE CAMERA TO TENSOR LIGHT-FIELD DISPLAY THROUGH CNN", International Conference on Image Processing, Taipei, Taiwan, Sep., 2019.
- [9] Manisha Verma, Hirokazu Kobori, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, "FACIAL EXPRESSION RECOGNITION WITH SKIP-CONNECTION TO LEVERAGE LOW-LEVEL FEATURES", International Conference on Image Processing, Taipei, Taiwan, Sep., 2019.
- [10] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Juereng Wang and Yutaka Fujioka, "BUDA.ART: A Multimodal Content Based Analysis and Retrieval System for Buddha Statues", ACM Multimedia, Nice, France, Oct., 2019.
- [11] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Juereng Wang and Yutaka Fujioka, "Historical and Modern Features for Buddha Statue Classification", The 1st workshop on Structuring and Understanding of Multimedia heritAge Contents, Nice, France, Oct., 2019.
- [12] Thuong Nguyen Canh and Hajime Nagahara, "Deep Compressive Sensing for Visual Privacy Protection in FlatCam Imaging", ICCV workshop learning for computational imaging, Seoul Korea, Nov., 2019.
- [13] Yuki Shimamoto, Francisco JOEL Cervantes Lozano, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, Yoshio Hayasaki, "Integration of optical coherence tomography and frequency comb measurement", Student Conference on Light 2019, Osaka, Japan, Nov., 2019.
- [14] Kazuki Ashihara, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara, "Legal Information as a Complex Network: Improving Topic Modeling through Homophily", Complex Network, Lisbon, Portugal, Dec., 2019.
- [15] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Ryo Kawasaki, "Retinal Image Segmentation Utilizing Structural Redundancy in Vessel Networks", IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Corolado, USA, March, 2020.
- [16] Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Ryota Takaoka, Noriko Takemura, Tsukasa Kimura, Hajime Nagahara, Masayuki Numao and Kazumitsu Shinohara, "Toward Predicting Learners' Efficiency for Adaptive e-Learning", International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Frankfrut, Germany, March, 2020.
- [17] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, "Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced", 27th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, Boston, USA, March, 2020.
- [18] 島本 裕基, ホエル セルバンテス, ファム ド クアン, 香川景一郎, 長原一, 早崎 芳夫, "光コーヒレンストモグラフィと周波数コム計測の統合", 第 13 回新画像システム・情報フォトニクス研究討論会, June, 2019.
- [19] 小林 照之、新岡 宏彦、牧野 知紀、山崎 誠、田中 晃司、梁川 雅弘、長原 一、三宅 淳、森 正樹、土岐 祐一郎, "Artificial Intelligence を用いた食道癌右反回神経リンパ節の CT 転移診断能の検討", 第 73 回日本食道学会学術集会, June, 2019.
- [20] 小林 照之、新岡 宏彦、牧野 知紀、山崎 誠、田中 晃司、梁川 雅弘、長原 一、三宅 淳、森 正樹、土岐 祐一郎, "Deep learning による CT 画像を用いた食道癌リンパ節転移診断能の検討", 日本消化器外科学会総会, July, 2019.
- [21] 坂井 康平, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, "符号化開口カメラによる動的な光線空間の取得にむけて", 画像の認識・理解シンポジウム, No. OS1B-4, July, 2019.
- [22] 松田 嘉男, 小室 孝, 依田 拓也, 長原 一, 川人 祥二, 香川 景一郎, "動的フォトメトリックステレオカメラを用いた手のひらの向きで操作するユーザインタフェース", 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-2, July, 2019.

- [23] 吉田 道隆, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 遠藤 健太, 杉山 行信, 谷口 優一郎, 長原 一, “DNNにより最適化されたピクセルコーディング CMOS イメージセンサによるハイスピード撮像”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-4, July, 2019.
- [24] 大河原 忠, 吉田 道隆, 長原 一, 八木 康史, “符号化露光画像を用いた人物の行動認識”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-64, July, 2019.
- [25] 山口 貴大, 長原 一, 諸岡 健一, 中島 悠太, 浦西 友樹, 宮内 翔子, 倉爪 亮, 大野 英治, “多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の透過率分布推定”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-79, July, 2019.
- [26] Benjamin Renoust, Matheus Oliveira Franca, Jacob Chan, Van Le, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Jueren Wang, Yutaka Fujioka, “Buddha Statues Archive Retrieval System”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. DS-5, July, 2019.
- [27] Yasutaka Inagaki, Yuto Kobayashi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “Learning to Capture Light Fields through a Coded Aperture Camera”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. IT1B-1, July, 2019. Hiroki Hamasaki, Shingo Takeshita, Kentaro Nakai, Toshiki Sonoda, Hiroshi Kawasaki, Hajime Nagahara, Satoshi Ono, “A Coded Aperture for Watermark Extraction from Defocused Images”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. IT1B-2, July, 2019.
- [28] Yukihiko Sasagawa, Hajime Nagahara, “YOLO in the Dark - Domain Adaptation Method for Merging Multiple Models -”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. PS1-4, July, 2019.
- [29] 城庵 颯, 岩崎 昌子, 佐藤 政則, 佐武 いつか, 中島 悠太, 武村 紀子, 長原 一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本加速器学会, July, 2019.
- [30] 岸田直也, 岩崎昌子, 石川明正, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, 他, “Belle 実験における  $B^0 \rightarrow \gamma\gamma$  崩壊過程の研究-機械学習を用いた新しい解析手法の開発-”, 日本物理学会秋季大会, Sep., 2019.
- [31] 城庵 颯, 岩崎昌子, 佐藤政則, 佐武いつか, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を使用した KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会秋季大会, Sep., 2019.
- [32] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, “温熱環境・学習効率・精神負荷の関係”, ヒューマンインターフェースシンポジウム, Sep., 2019.
- [33] 稲垣安隆, 高橋桂太, 藤井俊彰, 長原一, “CFA を考慮した符号化開口法による光線空間取得”, 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム, Nov., 2019.
- [34] 古角友也, 香宇, 佐藤祐人, 望月風太, 沖原伸一朗, 高澤大志, 安富啓太, 川人祥二, 長原一, 香川景一郎, “マルチタップ・マクロ画素構造を用いたコンピュテーション超高速 CMOS イメージセンサ”, 高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム, No. 12-1, Nov., 2019.
- [35] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, 人文科学とコンピュータシンポジウム, Dec., 2019.
- [36] 長原一, “AI 利活用研究の現況”, 第6回数理・データ教育研究会, Jan., 2020.
- [37] 長原一, “データビリティサイエンスが開く新たな学際研究の形”, 第一回 阪大スピノセンター異分野交流研究会, Jan., 2020.
- [38] 長原一, “データ駆動型研究が開く新たな学際研究の形”, 高エネルギー密度科学のシミュレーションとデータビリティに関する研究会, Jan., 2020.
- [39] 清水 優仁, 梶原 智之, 谷川 千尋, Chenhu Chu, 長原一, “矯正歯科治療における所見文を自動要約する人工知能システムの開発”, 日本メディカル AI 学会, Jan., 2020.
- [40] 梶原 智之, 谷川 千尋, 清水 優仁, Chenhu Chu, 長原一, “矯正歯科治療における治療計画を自動立案する人工知能システムの開発”, 日本メディカル AI 学会, Jan., 2020.

- [41] 田中昂志, Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “OCR 誤り訂正を用いた歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会, No. P3-3, March, 2020.
- [42] 中祐介, 岩崎昌子, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbach , 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリーメータエネルギー較正の開発（2）”, 日本物理学会, March, 2020.
- [43] 岸本充生, ELSI 概念とリスク学の関係, 日本リスク研究学会第 32 回年次大会, 2019 年 11 月 22~24 日, 東京工業大学大岡山キャンパス
- [44] Shinya Ishiyama, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, “Data-driven Simulation of Epidemic Information Dissemination in Mobile Molecular Communication,” in Proc. of 6th Annual ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (NANOCOM 2019), Article no. 34, Sep. 2019.
- [45] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, “BERT representations for video question answering,” Proc. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, Mar. 2020.
- [46] Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, “KnowIT VQA: Answering knowledge-based questions about videos,” Proc. AAAI Conf. Artificial Intelligence, Feb. 2020.
- [47] Akihiko Sayo, Hayato Onizuka, Diego Thomas, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Katsushi Ikeuchi, “Human shape reconstruction with loose clothes from partially observed data by pose specific deformation”, Proc. Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology, 14 pages, Nov. 2019.
- [48] Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, “Adaptive gating mechanism for identifying visually grounded paraphrases,” Proc. MDALP (at ICCV 2019), 2 pages, Oct. 2019.
- [49] Yuta Nakashima, “Using external knowledge in the deep learning framework,” Physics Seminar, KEK, Oct. 2019.
- [50] 木村司, 武村紀子, 中島悠太, 小堀寛和, 長原一, 沼尾正行, 篠原一光, “学習効率が向上しても熱環境は潜在的精神負荷を増大させる,” 日本心理学会第 83 回大会, Sep. 2019.
- [51] 小林 良輔, 中島 悠太, 馬場口 登, “GAN を用いた顔の RGB 画像と奥行画像の同時生成,” FIT Sep. 2019.
- [52] Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “Video meets knowledge in visual question answering,” MIRU 2019, Aug. 2019.
- [53] Mayu Otani, Kazuhiro Ota, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkila, and Yoshitaka Ushiku, ”Collecting relation-aware video captions,” MIRU 2019, Aug. 2019.
- [54] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, and Haruo Takemura, “Video question answering with BERT,” MIRU 2019, Aug. 2019.
- [55] 萱谷 勇太, 大谷まゆ, Chenhui Chu, 中島 悠太, 竹村 治雄, “コメディドラマにおける字幕と表情を用いた笑い予測,” 2019 年度 人工知能学会全国大会, Jul. 2019.
- [56] 中島 悠太, “AI/機械学習/深層学習入門,” 第 16 回日本加速器学会年会 技術研修会, Jul. 2019.
- [57] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, “Context-aware embeddings for automatic art analysis,” Proc. Int. Conf. Multimedia Retrieval (ICMR), 9 pages, Jun. 2019.
- [58] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Rethinking the evaluation of video summaries,” Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 7596-7604, Jun. 2019.
- [59] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, “Understanding art through multi-modal retrieval in paintings,” Language and Vision Workshop at CVPR 2019, 4 pages, Jun. 2019 .

- [60] Mehrasa Alizadeh, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Shogo Terai, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “A Survey of Learners’ Video Viewing Behavior in Blended Learning”, 1st International Workshop on Addressing Dropout Rates in Higher Education (ADORE’ 20)
- [61] Shogo Terai, Shizuka Shirai, Mehrasa Alizadeh, Ryosuke Kawamura, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “Detecting Learner Drowsiness Based on Facial Expressions and Head Movements in Online Courses”, IUI 2020
- [62] Kenya Sakamoto, Shizuka Shirai, Jason Orlosky, Hiroyuki Nagataki, Noriko Takemura, Mehrasa Alizadeh and Mayumi Ueda, “Exploring Pupilometry as a Method to Evaluate Reading Comprehension in VR-based Educational Comics”, kelvar2020
- [63] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Constructing a Public Meeting Corpus”, Language Resources and Evaluation Conference, 2020
- [64] Masako Iwasaki, Yusuke Naka, Jim Brau, Martin Breidenbach, Koki Morikawa, Hajime Nagahara, Yuta Nakashima, Amanda Lynn Steinhebel, Jan Fridolf Strube, Noriko Takemura, “R&D of the Energy Calibration for the SiD EM Calorimeter based on Machine Learning”, The third edition of the Calorimetry for High Energy Frontier Conference, 2019
- [65] Naoya Kishida, Masako Iwasaki, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takashi Nakano, “R&D of the Flavor-tag Method based on Machine Learning for High Energy Experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders, 2019
- [66] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “追加ラベルを組み込んだ歩容特徴抽出器”, 第9回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2019【学生奨励賞受賞】
- [67] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “追加ラベルを組み込んだ歩容特徴抽出器”, バイオメトリクス研究会, 2019
- [68] Kosuke Moriwaki, Daigo Muramatsu, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, “Incorporation of extra pseudo labels for CNN-based gait recognition”, 第22回画像の認識・理解シンポジウム, 2019
- [69] 西川博文, 青木工太, 村松大吾, 槙原靖, 武村紀子, 八木康史, “保養による疲労判定に向けて:データ収集と基礎解析”, 第22回画像の認識・理解シンポジウム, 2019
- [70] 岸田直也, 岩崎昌子, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を用いたフレーバ識別用ツールの開発”, 日本物理学会第74回年次大会, 2019
- [71] 新岡宏彦, “人工知能とバイオメディカルイメージング機器開発”, AI、ダイバシティー、そして医薬, 2020 [Invited]
- [72] Tatsuya Matsumoto, Yasuaki Kumamoto, Hirohiko Niioka, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, “Fluorescence microscopy with deep neural network analysis for detection of lymph node metastasis”, SPIE Photonics WEST BiOS2020, 2020
- [73] 新岡宏彦, “深紫外励起蛍光顕微鏡画像と人工知能による癌リンパ節転移検出”, 第二回メディカルAI学会, 2020
- [74] 新岡宏彦, “深層学習の基礎とバイオ・メディカル画像データへの応用”, ポストLEDフォトニクス講演会, 2020 [Invited]
- [75] 大和尚記, 新岡宏彦, 三宅淳, 橋本守, “複数の深層学習モデルによる非線形ラマン散乱硬性内視鏡のイメージング高速化”, 第5回応用物理学会北海道支部/第16回日本光学会北海道支部合同学術講演会, 2020
- [76] 新岡宏彦, “人工知能を搭載した光イメージング機器の開発”, MDF(次世代医療システム産業化フォーラム)第6回医工連携マッチング例会, 2019 [Invited]
- [77] 大和尚記, 松谷真奈, 工藤信樹, 新岡宏彦, 三宅淳, 橋本守, “非線形ラマン散乱硬性内視鏡と深層学習による神経イメージング”, 第32回日本内視鏡外科学会総会, 2019 [Invited]

- [78] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Yb<sup>3+</sup> と Nd<sup>3+</sup> の第 2 生体窓発光を用いたデュアルカラーライメージング”, 日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2019, 2019
- [79] 新岡 宏彦, “深層学習と医療用光イメージング機器開発”, 令和 1 年度統計数理研究所共同研究集会 生体信号・イメージングデータ解析に基づく医療・健康データ科学の展開 2, 2019
- [80] M. Hashimoto, N. Yamato, M. Matsuya, H. Niioka and J. Miyake, “Nerve imaging and segmentation used by coherent Raman endoscopy and deep learning”, Biomedical Raman Imaging 2019, 2019
- [81] 新岡宏彦, “深層学習と医療応用を目指した光イメージング機器開発”, 第 94 回産研テクノサロン, 2019 [Invited]
- [82] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性内視鏡と深層学習による末梢神経イメージング”, 第 5 回 北海道大学部局横断シンポジウム, 2019
- [83] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 工藤 信樹, 三宅 淳, 橋本 守, “2 段階転移学習を用いた深層学習による非線形ラマン像からの神経領域抽出”, 日本生体医工学会第 58 回北海道支部大会, 2019
- [84] 新岡宏彦, “人工知能 × 医療画像 × 光イメージング機器開発”, MMDS 公開講座 医療 × AI, 2019 [Invited]
- [85] 新岡宏彦, “人工知能とバイオメディカルイメージング機器開発”, バイオグリッド研究会 2019 「IoT 時代のデジタルメディアン」, 2019 [Invited]
- [86] 大和尚記, 新岡 宏彦, 三宅 淳, 橋本 守, “深層学習による CARS 硬性鏡イメージング高速化の評価 一実時間術中神経イメージングを目指してー (Imaging speed estimation of CARS endoscopy by noise reduction using deep learning for intraoperative real-time nerve imaging)”, 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [87] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 三宅 淳, 橋本 守, “転移学習を用いた深層学習による非線形ラマン像からの神経セグメンテーション (Nerve segmentation from coherent anti-Stokes Raman scattering images by using transferred deep learning)”, 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [88] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Yb<sup>3+</sup> と Nd<sup>3+</sup> の近赤外励起を用いた第 2 の生体窓デュアルカラーライメージング”, 第 80 回 応用物理学会秋季学術講演会, 2019
- [89] 新岡宏彦, “ディープラーニングとバイオメディカルイメージング技術 (Deep learning and biological imaging technology)”, 第 71 回日本生物工学会大会, 2019 [Invited]
- [90] 安國 良平, 井出 敬佑, 山田 壮平, 新岡 宏彦, 細川 陽一郎, “蛍光タンパク質の蛍光スペクトル変化を利用した細胞状態の評価”, 2019 年光化学討論会, 2019
- [91] 東谷 悠平, 永井 正也, 芦田 昌明, 磯山 悟朗, 新岡 宏彦, 尾崎 典雅, “部分安定化ジルコニアの THz 誘起相変態現象 (Terahertz induced phase transition of Yttria-stabilized zirconia)”, 日本物理学会 2019 年秋季大会 (物性)(領域 5 : 光物性), 2019
- [92] H. Niioka, “Bio-Medical Optical Imaging Using Deep Learning”, US-Japan Workshop on Bioengineering and Information Science,, 019 [Invited]
- [93] 新岡宏彦, “医療 AI の現状と未来”, 第 25 回日本心臓リハビリテーション学会学術集会 -行動医学から ICT まで-, 2019 [Invited]
- [94] H. Niioka, “Bio-Medical imaging supported by deep learning”, International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL-2019), 2019 [Invited]
- [95] 新岡 宏彦, 大和尚記, 三宅 淳, 橋本 守, “Deep Learning と転移学習を用いた CARS 硬性内視鏡イメージングの高速化”, レーザ顕微鏡研究会第 44 回講演会・シンポジウム, 2019
- [96] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “イッテルビウム発光を利用した近赤外発光イメージング”, レーザ顕微鏡研究会第 44 回講演会・シンポジウム, 2019
- [97] 新岡宏彦, “AI の医療画像応用と医療用光イメージング機器開発”, 第 58 回日本生体医工学会大会, 2019 [Invited]
- [98] 松本 辰也, 新岡 宏彦, 熊本 康昭, 三宅 淳, 田中 秀央, 高松 哲郎, “深紫外励起テルビウム蛍光画像の人工知能解析による癌リンパ節転移検出”, 第 58 回日本生体医工学会大会, 2019

- [99] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性鏡による神経イメージングの転移学習を用いた高速化”, 第58回日本生体医工学会大会, 2019
- [100] 新岡宏彦, “人工知能(深層学習)の医療画像データへの応用”, 関西医科大学内科学第二講座同門会, 2019 [Invited]
- [101] 松谷 真奈, 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “蛍光画像を教師データとした深層学習によるコヒーレントアンチストークスラマン画像からの神経抽出 (Nerve segmentation from coherent anti-Stokes Raman scattering images using deep learning with fluorescence images as training data)”, 日本分子イメージング学会第14回学会総会・学術集会, 2019
- [102] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場における電気泳動法の有用性”, 日本分析化学会 第79回分析化学討論会, 2019
- [103] Yoshiki Akino, Masahito Yamanaka, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Fluorescence imaging with  $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb}$  nanoparticles in the second near-infrared window”, The 8th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS' 19), 2019
- [104] K. Yonekura, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, and K. Harumoto, “Network Formation Model of Bio-nanomachines Based on Directed Migration and Adhesion,” in Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (IEEE WCNC 2020), 6 pages, South Korea, April 2020.
- [105] P. He, T. Nakano, D. Wu, B. Yang, H. Liu, and X. Han, “Calcium Signaling in Mobile Molecular Communication Networks,” in Proceedings of 2019 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2019), 6 pages, USA, Dec. 2019.
- [106] T. Suda and T. Nakano, “Modeling the Stochastic Behavior of Kinesin-Coated Beads,” in Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Communications (IEEE ICC 2019), 7 pages, China, May 2019.
- [107] “Introducing multilayer stream graphs and layer centralities” Pimprenelle Parmentier, Tiphaine Viard, Benjamin Renoust, and Jean-Francois Baffier. Complex Networks 2019, Lisbon, Portugal, Dec. 2019
- [108] “Patterns of Multiplex Layer Entanglement across Real and Synthetic Networks” Blaz Skrlj and Benjamin Renoust. Complex Networks 2019, Lisbon, Portugal, Dec. 2019
- [109] “Ranking movies using multilayer networks” Majda Lafhel, Youssef Mourtchid, Hocine Cherifi, Benjamin Renoust, and Mohammed El Hassouni MARAMI 2019, Dijon, France, Nov. 2019
- [110] “Evaluating Face Tracking for Political Analysis in Japanese News Over a Long Period of Time” Haolin Ren, Fan Yang, Benjamin Renoust, Yusuke Matsui, Tetsuro Kobayashi, and Shin’ichi Satoh. ABCSS (ACM WI) 2019, Thessaloniki, Greece, Oct. 2019
- [111] “Movie Script Analysis based on a Multilayer Network” Youssef Mourtchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi and Mohammed El Hassouni Net. Sci. 2019, Burlington, Vermont, USA, May 2019
- [112] “Animated Drag and Drop Interaction for Dynamic Multidimensional Graphs”, Benjamin Renoust, Haolin Ren, Guy Melançon IEEE PacificVis 2019, Bangkok, Thailand, Apr. 2019
- [113] 山本奈津子, “AI時代を見据えた健康・医療分野での個人データ利用のためのルール作り”, 第39回医療情報学連合大会, 公募ワークショップ8「ゲノム・オミクス情報の収集と利活用に向けて」, 幕張メッセ, 2019
- [114] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替え位置表現を用いた Transformer による日英機械翻訳. 言語処理学会第26回年次大会, (2020.3).
- [115] Raj Dabre, Atsushi Fujita and Chenhui Chu. Exploiting Multilingualism through Multistage Fine-Tuning for Low-Resource Neural Machine Translation. In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP 2019), pp. 1410-1416, (2019.11).

- [116] Chenhui Chu and Rui Wang. Domain Adaptation for Neural Machine Translation (Tutorial). The 15th China Conference on Machine Translation (CCMT 2019), (2019.9).
- [117] Mishra Vipul, Yuki Kawara, Chenhui Chu, Yuki Arase. Comparison and Analysis of 2-to-2 and Hierarchical RNN Models on Japanese-to-English Context-Aware Translation. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).
- [118] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. 事前並び替えによる英日 Transformer モデルの翻訳精度向上. NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, (2019.8).
- [119] Ayaka Uesaka, Exploration of the Seventeenth Century Japanese Authors' Writing Style Using a Quantitative Approach, Digital Humanites2019: Conference Abstracts. Utrecht: Utrecht University, 2019 (査読有, Acceptance Rate: 42
- [120] Matheus Oliveira Franca · Benjamin Renoust · Jacob Chan · Ayaka Uesaka · Yuta Nakashima · Hajime Nagahara, “A Content Based Retrieval System for Buddha Statues”, (The 3rd Japanese-French Laboratory for Informatics (JFLI) Workshop2019, Tokyo Institute of Technology (Japan), 2019
- [121] 田畠智司、上阪彩香、岡部未希「デジタルヒューマニティーズと近代日本文学；トピックモデリングによる遠説」、第 4 回大阪大学豊中地区研究交流会、於大阪大学、2019
- [122] Kento Shireida, Yichao Xu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “LFD feature robust to distance change using light field rendering”, IPSJ SIG-CVIM: Computer Vision and Image Media, 2019.
- [123] Tomoyuki Kajiwara, Biwa Miura, Yuki Arase. “Monolingual Transfer Learning via Bilingual Translators for Style-Sensitive Paraphrase Generation”, In Proceedings of the Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2020), Feb. 2020.
- [124] Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase, Satoru Uchida. “Contextualized context2vec”, In Proceedings of the 5th Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT 2019), pp.397-406, Nov. 2019.
- [125] Daiki Nishihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “Controllable Text Simplification with Lexical Constraint Loss”, In Proceedings of the ACL 2019 Student Research Workshop (ACL 2019 SRW), pp.260-266, July 2019.
- [126] Tomoyuki Kajiwara. “Negative Lexically Constrained Decoding for Paraphrase Generation”, In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019), pp.6047-6052, July 2019.
- [127] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Machine Translation Evaluation with BERT Regressor”, arXiv:1907.12679, July 2019.
- [128] 中町礼文, 梶原智之, 荒瀬由紀. “深層強化学習によるテキスト平易化における文難易度報酬の適用”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.225-228, Mar. 2020.
- [129] 吉仲真人, 梶原智之, 荒瀬由紀. “単語分散表現に基づく単一言語内フレーズアライメント手法”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.581-584, Mar. 2020.
- [130] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “事前学習された多言語の文符号化器を用いた機械翻訳の品質推定”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.913-916, Mar. 2020.
- [131] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. “文脈を考慮した単語ベクトル集合からの単語領域表現”, 言語処理学会第 26 回年次大会, pp.953-956, Mar. 2020.
- [132] 梶原智之, 三浦びわ, 荒瀬由紀. “スタイル変換のための折り返し翻訳に基づく事前訓練”, 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, No.16, pp.1-8, Aug. 2019.
- [133] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region”, 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, No.18, pp.1-7, Aug. 2019.

- [134] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. “文符号化器のマルチタスク学習によるテキスト分類モデルの頑健化”, 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, No.25, pp.1-8, Aug. 2019.
- [135] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Region”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P02, Aug. 2019.
- [136] 中町礼文, 梶原智之, 荒瀬由紀. “強化学習を用いた難易度制御可能なテキスト平易化”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P14, Aug. 2019.
- [137] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. “ニューラル NLP モデルの前編集としての言い換え生成の検討”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P19, Aug. 2019.
- [138] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. “文脈化された単語ベクトルからの単語領域表現”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P34, Aug. 2019.
- [139] 吉仲真人, 梶原智之, 荒瀬由紀. “言い換えエラー分析のための言い換え分解ツールの試作”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P61, Aug. 2019.
- [140] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “文脈ベクトルと細分化した単語ベクトルを用いた語彙的換言”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, P76, Aug. 2019.
- [141] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “ソフトな語彙制約によるテキスト難易度制御の検討”, 情報処理学会第 240 回自然言語処理研究会, No.8, pp.1-6, June 2019.
- [142] Yamasaki C, Ohashi N, Kato K. A Study on Data Sharing Policies Among Human Gene/Variation Databases: Scopes on Commercial Uses. Human Genome Meeting 2019. 24-26th April, 2019. Ewha Womans University, Korea.
- [143] Yamasaki C, Ohashi N, Kato K. A Study on Data Sharing Policies Among Human Gene/Variation Databases: Data Accessibility, Usability and Disclaimers. American Society of Human Genetics 2019 Annual Meeting. 15-19th October, 2019. George R. Brown Convention Center, USA
- [144] 山崎千里, 大橋範子, 加藤和人. ヒト遺伝子・バリエント・疾患関連データベースにおけるデータ共有ポリシーに関する調査と分析の試み. 日本人類遺伝学会第 65 回大会, 6-9th November 2019.
- [145] Yamasaki C, Ohashi N, Thorogoodand A, Joly Y, Kato K. A Study on Data Sharing Policies of Human Gene/Variation/Phenotype Databases. 2020 GA4GH Connect virtual meeting, 25-26th March, 2020.
- [146] S. Kumawat, M. Verma, and S. Raman. LBVCNN: Local binary volume convolutional neural network for facial expression recognition from image sequences. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2019.
- [147] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, “Joint Learning of Vessel Segmentation and Artery/Vein Classification with Post-processing”, In Proceedings of Medical Imaging with Deep Learning (MIDL), 2020.
- [148] Ryo Kawasaki, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Takayoshi Ohkubo, “A Fully Automated Grading for Retinal Arteriovenous Crossing Signs Using Deep Neural Network Models”, In Proceedings of Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) Annual Meeting, 2020.
- [149] T. N. Canh, T. T. Ngo, and H. Nagahara, Visual privacy preserving lensless imaging, submitted to ECCV 2020.
- [150] Y. Okaie, and T. Nakano, “Binary Concentration Shift Keying with Multiple Measurements of Molecule Concentration in Mobile Molecular Communication,” In Proceedings of 12th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT 2020), 10 pages (accepted), 2020.

- [151] 観光スポットの訪問目的を考慮した観光ルート推薦の一手法/ 角上直哉 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学)/ /J1-1/ DEIM2020 第1 2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [152] 所在地情報と Graph Convolution による賃貸物件価格推定の一手法/ 加藤暢之 (岡山大学), 太田学 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学)/ J2-1/ DEIM2020 第1 2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [153] ユーザが入力した地点の近傍を優先する観光ルート推薦の一手法 中野翔子 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学) J3-4 DEIM2020 第1 2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [154] SE-ResNet Attention モデルによる観点付き感情極性推定の一手法 久保田大貴 (岡山大学), 新妻弘崇 (大阪大学), 太田学 (岡山大学) G8-3 DEIM2020 第1 2回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム
- [155] 丹羽真隆, 村松大吾, 槙原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 信学技報, Vol. 117, No. 164, pp. 77-82, 2017.
- [156] 丹羽真隆, 村松大吾, 槙原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2017), S4-27, pp. 1-2, 2017.
- [157] 天羽康介, 若林一道, 酒井英樹, 木林博之, 中村隆志, 矢谷博文, “審美歯科修復における光学的シミュレーション解析”, 第128回日本補綴歯科学会学術大会, 令和元年5月10-12日, 札幌
- [158] 梁川雅弘, 新岡宏彦, 渡邊嘉之, 本多修, 秦明典, 菊地紀子, 宮田知, 吉田悠里子, 三宅淳, 富山憲幸, “Prediction of Prognosis in Part-solid Ground-Glass Nodules using Deep Learning System: Validation Analyses of Prognostic Results by Automated Volumetric Analysis”, 第78回日本医学放射線学会総会, 2019
- [159] 梁川雅弘, “人工知能は肺癌のどこを見て診断しているのか? - ブラックボックスからホワイトボックスへの架け橋”, Idiopathic Pulmonary Fibrosis Seminar, 2019 (招待公演)
- [160] 梁川雅弘, 「講演1 テーマ: 胸部領域の診断」 “胸部腫瘍性病変の画像診断 Up-To-Date”, 第22回関西 Radiology Update 講演会, 2019 (招待公演)
- [161] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. High-speed and scalable whole-brain imaging for finding singularity in the brain. Neuro 2019 (Niigata, Japan), 2019
- [162] 笠井淳司、橋本均. 全脳活動マッピングを用いた情動行動制御機構の解明. 生体機能と創薬シンポジウム 2019. 2019
- [163] 勢力薫、橋本均. 蛍光全脳イメージングのための連続断層イメージング法 FAST. 第57回日本生物物理学会年会. 2019
- [164] 細田一史, “1000個以上の大規模人工生態系実験による個体群動態の網羅的解析”, 第35回個体群生態学会大会生物や生態系全体の動態をとらえる網羅的実験の新展開, 2019年9月.
- [165] 細田一史, 村上なおみ, 濑尾茂人, 長田穂, 松田秀雄, 古澤力, 近藤倫生, “1万個の人工生態系をつくり生態系ダイナミクスの理解に挑む”, 日本生態学会第67回全国大会, 2020年3月.
- [166] 扇田幹己, 山口弘純, 東野輝夫, 人間行動を活用したRFIDによるモノの位置と種別推定, 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 28-38, 2019年11月
- [167] 崎貴幸, 廣森聰仁, 山口弘純, 東野輝夫, 歩行者による背景隠蔽の継続時間及び位置に基づく移動軌跡推定手法, 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 68-75, 2019年11月
- [168] H. Nagatomo, S. Hirayama, Y. Matsushita, “Real-time sensing of laser ablation plasma using deep learning system”, OPTIC & PHOTONICS International Congress 2019, April 22-26, Yokohama Japan
- [169] M. Iwasaki, “Application of the Machine Learning to the collider experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS 2019), Oct. 2019.

- [170] 中祐介, 岩崎昌子, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbach, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリーメータエネルギー較正の開発(2)”, 日本物理学会第75回年次大会, Mar. 2020.
- [171] 岩崎昌子, “ILCが切り拓く機械学習とその応用”, 日本物理学会第75回年次大会, Mar. 2020.
- [172] 「美術史とAIー仏像の顔の様式分析をめざしてー」(日本学術会議公開シンポジウム「科学的知見の創出に資する可視化(3):新しい文理融合研究を創出する可視化」)2019
- [173] 藤川隆男. 21世紀の歴史学とパブリック—IMBY/【インターネット・アニメ・モノ・アート・デジタル】・ヒストリー. 九州西洋史学会2019年度春季大会, (2019.4).
- [174] Takao Fujikawa. Public History and Digital History in University Education. Global History Education Conference, (2019.8).
- [175] 藤川隆男. 自然言語処理による新聞データの分析を通じた19-20世紀オーストラリアの公開集会と世論形成の構造の解明. 2020 Spring Tokyo Digital History Symposium, (2020.2).

### (3) 著書

- [1] 岸本充生, 1-1 リスク学とは何か, 1-2 リスクの概念と定義の多様化, 1-3 リスク学の歴史(注1), 1-8 リスクの社会実装—行政編, 3-1 リスクガバナンスの概念と枠組み, 3-5 リスク管理の基準とリスク受容(注2), 3-6 リスク削減対策の多様なアプローチ, 3-12 社会経済分析の制度化, 13-1 新興リスク(Emerging risk)の特徴, 13-4 ナショナルリスクアセスメント, 日本国際リスク研究会編「リスク学辞典」丸善出版. (注1 広田すみれと共に著、注2 東海明宏、小野恭子と共に著)
- [2] 山中真仁, 新岡宏彦, 古川太一, 西澤典彦, “エルビウム添加ナノ粒子の波長1550 nm 帯励起によるアップコンバージョン発光を用いた深部イメージング”, 分光研究, vol.68, No.5, pp.175-177, 2019
- [3] 村上征勝 監修／金明哲・小木曾智信・中園聰・矢野桂司・赤間亮・阪田真己子・宝珍輝尚・芳沢光雄・渡辺美智子・足立浩平 編、『文化情報学事典』、上阪彩香、執筆範囲:「西鶴遺稿集の著者問題」、pp.29~31、勉誠出版、ISBN 9784585200710、2
- [4] 上阪彩香、“Innovative Foreign Language Education and the New South-Bound Policy”、執筆範囲:「数量分析を用いた近世浮世草子における4作家を対象とした著者判別の試み」、pp.467~487、ISBN 978-986-5843-63-2、2019(査読有)
- [5] 菊田順一, 松井崇浩, 石井優, “次世代の生体イメージング技術開発”, 臨床免疫・アレルギー科 72(3):1-6, 2019.
- [6] 宮本佑, 菊田順一, 石井優. “イメージング技術と細胞・組織ダイナミクス”, 炎症と免疫 27(3):192-198, 2019.
- [7] 菊田順一, 石井優. “骨リモデリングに関する最新のトピック(1) — in vivo イメージングから得た新知見—”, The BONE 33(1):49-53, 2019.
- [8] 菊田順一, 石井優. “様々な組織・臓器における適応・修復機構の動的イメージング”, 別冊 BIO Clinica 8(1):10-14, 2019.
- [9] 藤岡穣, 安永拓世ほか『もっと知りたい薬師寺の歴史』東京美術、2020

### (4) 産業財産権

- [1] 長原一, グエンカイン トゥオン, “カメラ及びモニタ”, 特願2019-190917
- [2] 医用画像における特徴量抽出方法及び病変評価装置、板野景子他、特願2017-039716
- [3] 病理診断装置及び画像処理方法、三善英知他、特願2017-167549

## (5) その他

- [1] 坂井 康平, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, 画像の認識理解シンポジウム, MIRU 優秀賞, “符号化開口カメラによる動的な光線空間の取得にむけて”, 2019 年.
- [2] 長原一, 科学研究費助成金審査委員表彰, 2019 年.
- [3] 長原一, 情報処理学会研究会功労賞, 2020 年.
- [4] 長原一, “コンピュテーションナルフォオグラフィ”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 73, No. 3, pp. 460-468, May, 2019.
- [5] 長原一, “コンピュテーションナルフォトグラフィとライトフィールド”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 73, No. 5, pp. 831-834, Sep., 2019.
- [6] Akihiko Sayo, Hayato Onizuka, Diego Thomas, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, and Katsushi Ikeuchi, Best Paper Award, “Human shape reconstruction with loose clothes from partially observed data by pose specific deformation”, 2019.
- [7] Chenhui Chu, Koji Tanaka, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, じんもんこん 2019 ベストポスター賞, “Public Meeting Corpus Construction and Content Delivery”, 2019.
- [8] (Outreach article) 「お猪口にワイン」 Sake in a Wine Glass , Benjamin Renoust, ITE IPSJ Aug. 2019
- [9] (Award) ICMR 2019, Ottawa, Canada, Jun. 2019, Best paper candidate session
- [10] (Talk) May 16, 2019, “Interacting with Multilayer Networks” , TokyoTech JFLI workshop, Tokyo, Japan
- [11] (Talk) October 15, 2019, “Two years at IDS” , INRIA seminar, Sophia-Antipolis, Japan
- [12] Raj Dabre, Chenhui Chu, Anoop Kunchukuttan. A Comprehensive Survey of Multilingual Neural Machine Translation. arXiv:2001.01115, (2020.1).
- [13] Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual Multi-Domain Adaptation Approaches for Neural Machine Translation. arXiv:1906.07978, (2019.6).
- [14] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. 若手奨励賞. “事前学習された多言語の文符号化器を用いた機械翻訳の品質推定”, 言語処理学会第 26 回年次大会, Mar. 2020.
- [15] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. 若手奨励賞. “文脈を考慮した単語ベクトル集合からの単語領域表現”, 言語処理学会第 26 回年次大会, Mar. 2020.
- [16] 梶原智之, 三浦びわ, 荒瀬由紀. 若手奨励賞. “スタイル変換のための折り返し翻訳に基づく事前訓練”, 情報処理学会第 241 回自然言語処理研究会, Aug. 2019.
- [17] 山内崇史, 梶原智之, 荒瀬由紀. スポンサー賞. “文脈化された単語ベクトルからの単語領域表現”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, Aug. 2019.
- [18] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. スポンサー賞. “文脈ベクトルと細分化した単語ベクトルを用いた語彙的換言”, NLP 若手の会第 14 回シンポジウム, Aug. 2019.
- [19] Noa Garcia, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Best paper award candidate, “Context-Aware Embeddings for Automatic Art Analysis”, 2019.
- [20] 橋本均、中澤敬信. 脳内シンギュラリティ細胞の探索を目指した全脳イメージングとアンバイアス解析. 第 19 回日本蛋白質科学会年会・第 71 回日本細胞生物学会大会 合同年次大会, 招待講演. 2019
- [21] 橋本均. “高速・高拡張性全脳イメージングシステム FAST : アンバイアス、仮説フリーでの薬物の有効性と安全性の評価へ”. 第 46 回日本毒性学会学術年会, 招待講演. 2019
- [22] 橋本均、中澤敬信、勢力薰、笠井淳司. 全脳イメージングシステム FAST を用いたアンバイアスで仮説に依らない脳内シンギュラリティの検出. 第 57 回日本生物物理学年会, 招待講演. 2019

- [23] 細田一史, クラウドファンディング, “1万個の人工生態系をつくり非平衡で非線形な生態系の理解に挑む！”, 2019年.
- [24] 細田一史, 毎日新聞(朝刊19面), “ひと人 人工生態系を研究 人間の謎に迫る挑戦 大阪大特任准教授 細田一史さん”, 2020年4月8日.
- [25] 谷川千尋, 日本口蓋裂学会 優秀ポスター賞, “片側性唇顎口蓋裂患者における長期予後因子の検討”, 2019.
- [26] 扇田幹己, 山口弘純, 東野輝夫, 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ優秀論文賞, 「人間行動を活用したRFIDによるモノの位置と種別推定」, 2019年11月
- [27] 崎貴幸, 廣森聰仁, 山口弘純, 東野輝夫, 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ奨励賞, 「歩行者による背景隠蔽の継続時間及び位置に基づく移動軌跡推定手法」, 2019年11月
- [28] 岩崎昌子, 大阪市立大学 第6回女性研究者特別賞[岡村賞], 2019



## 大阪大学データビリティフロンティア機構

Osaka University Institute for Datability Science

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2番8号テクノアライアンスC棟 5階

TEL : 06-6105-6074 FAX : 06-6105-6075 Email : contact@ids.osaka-u.ac.jp

2020年6月発刊