ANNUAL REPORT 2020

Osaka University
Institute for Databability Science

大阪大学
OSAKA UNIVERSITY

OPEN 2021

大阪大学データビリティフロンティア機構

ANNUAL REPORT 2020

大阪大学データビリティフロンティア機構

Annual Report

2020

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きております．

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が，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きています．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

第 1 部　機構組織構成 1

第 2 部　機構の活動概要 11
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

第 3 部　学際共創プロジェクト 15

第 4 部　産学共創プロジェクト 69
4.1　会議開催実績 . . . 69
4.2　受託研究概要 . . . 69
4.3　研究活動報告 . . . 70

第 5 部　機構の主要研究プロジェクト 83
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） . . . 83
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研究拠点」 . . . 87
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 . . . 93

第 6 部　ライフデザイン・イノベーション研究拠点 97
6.1　Society 5.0 実現化研究拠点支援事業について . . . 97
6.2　事業概要 . . . 97
6.3　研究への取組み . . . 98
6.4　社会実装・実現化への取組み . . . 99
6.5　運営体制作りへの取組み . . . 99
6.6　まとめ . . . 100

第 7 部　教育 101
7.1　先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム . . . 101
7.2　ダイキン AI 講座 . . . 103

第 8 部　その他の活動 105
8.1　山梨大学並びに京都橘大学と連携協定を締結 . . . 105
8.2　Cyber HPC Symposium 2020 Online . . . 105

8.3 科学で楽する楽しい出産・育児！〜生誕 1000 日見守りプロジェクト 105
8.4 第 22 回大阪大学-上海交通大学学術交流セミナー 106
8.5 ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）第 3 回シンポジウム 106

第 9 部 専任教員の研究活動 107

第 10 部 外部資金獲得状況 161

第 11 部 研究業績 165

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．

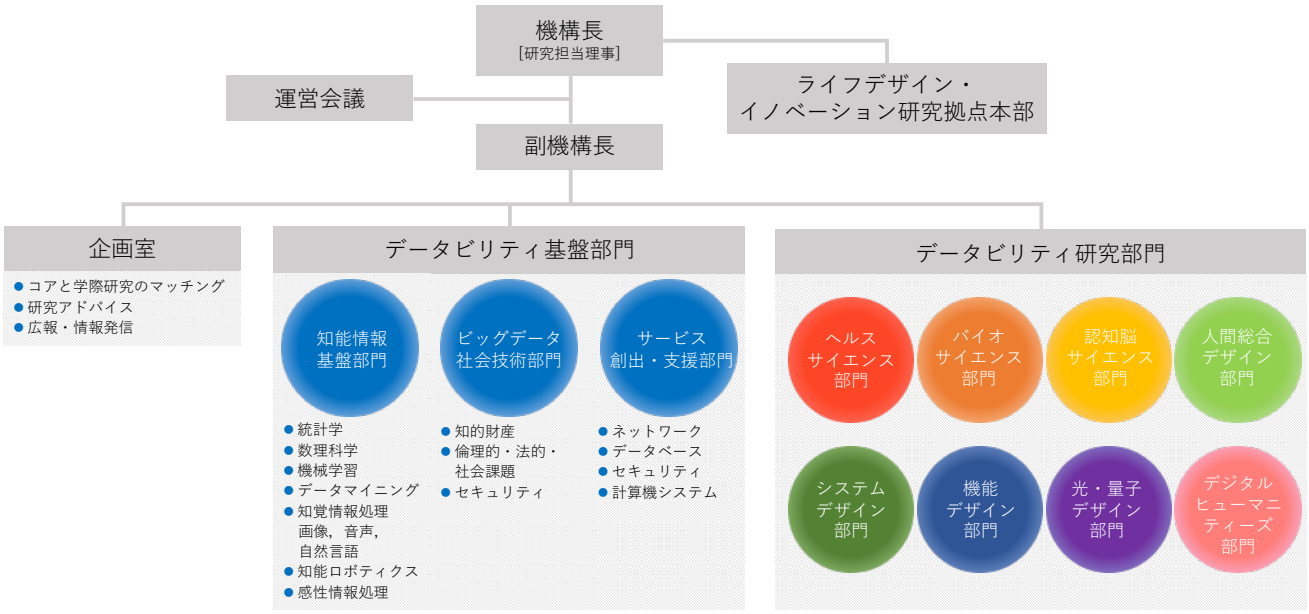


図 1.1: 組織図（平成 31 年 3 月 31 日現在）

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，ヒューマンインタ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. 認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ーズ部門: 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		教授	春本 要
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)	Ngo Thanh Trung
		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)	李 良知
		特任研究員 (常勤)	Kumawat Sudhakar
		特任研究員 (常勤)	Qian Yiming
		特任研究員 (常勤)	Kumar Saurabh
	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企画室		特任教授（非常勤）	北岡 良雄
ライフデザイン・		特任教授（常勤）	魚森 謙也
イノベーション研究拠点		特任助教（常勤）	高畑 裕美
		特任研究員（常勤）	吉川 則之
		特任研究員（常勤）	横山 美和
		特任研究員（常勤）	岡村 和男
		特任研究員（常勤）	竹谷 誠

【兼任教員】

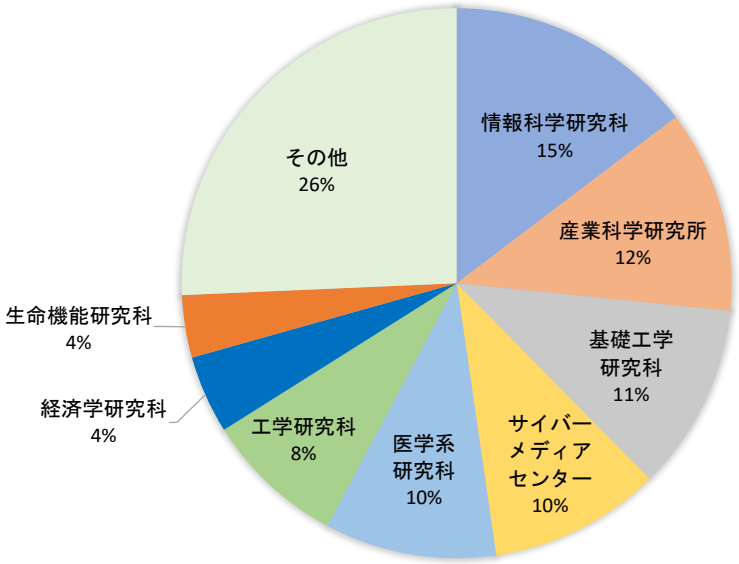
データビリティ基盤部門	知能情報基盤部門	経済学研究科	教授	大西 匡光
		経済学研究科	教授	大屋 幸輔
		経済学研究科	教授	谷﨑 久志
		経済学研究科	教授	福重 元嗣
		経済学研究科	教授	松村 真宏
		工学研究科	教授	馬場口 登
		工学研究科	准教授	新田 直子
		工学研究科	助教	中村 和晃
		基礎工学研究科	教授	飯國 洋二
		基礎工学研究科	教授	乾口 雅弘
		基礎工学研究科	教授	潮 俊光
		基礎工学研究科	教授	内田 雅之
		基礎工学研究科	教授	狩野 裕
		基礎工学研究科	教授	佐藤 宏介
		基礎工学研究科	准教授	岩井 大輔
		基礎工学研究科	准教授	田中 冬彦
		基礎工学研究科	助教	関 宏理
		情報科学研究科	教授	鬼塚 真
		情報科学研究科	教授	藤崎 泰正
		情報科学研究科	教授	松下 康之
		情報科学研究科	教授	松田 秀雄
		情報科学研究科	教授	森田 浩
		情報科学研究科	教授	大倉 史生
		情報科学研究科	准教授	荒瀬 由紀
		情報科学研究科	准教授	梅谷 俊治
		情報科学研究科	准教授	前川 卓也
		情報科学研究科	准教授	瀬尾 茂人
		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	教授	黒田 俊一
		産業科学研究所	教授	櫻井 保志
		産業科学研究所	准教授	福井 健一
		産業科学研究所	准教授	松原 靖子
		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
		サイバーメディアセンター	講師	白井 詩沙香

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
	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
		経営企画オフィス	准教授	廣森 聡仁
データビリティ研究部門	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	髙島 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）	畑澤 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	助教	仲田 佳弘
		先導的学際研究機構	特任教授（常勤）	浅田 稔
	人間総合デザイン部門	人間科学研究科	教授	吉川 徹
		医学系研究科	教授	中田 研
		人間科学研究科	准教授	平井 啓
		工学研究科	講師	武田 裕之

データビリティ研究部門	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	教授	奥村 光隆
		工学研究科	教授	中野 貴由
		産業科学研究所	教授	小口 多美夫
		接合科学研究所	教授	桐原 聡秀
	光・量子デザイン部門	工学研究科	教授	兒玉 了祐
		生命機能研究科	教授	井上 康志
		核物理研究センター	教授	中野 貴志
		核物理研究センター	特任准教授 (常勤)	岩崎 昌子
	デジタルヒューマニティーズ部門	文学研究科	教授	永田 靖
		文学研究科	教授	藤岡 穣
		文学研究科	教授	藤川 隆男
		工学研究科	教授	藤本 慎司
		言語文化研究科	教授	田畑 智司
		言語文化研究科	准教授	三宅 真紀
企画室		産業科学研究所	准教授	加藤 久男
		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	教授	中田 研
		医学系研究科	教授	坂田 泰史
		医学系研究科	教授	松村 泰志
		医学系研究科	教授	大薗 恵一
		医学系研究科	教授	池田 学
		医学系研究科	助教	横山 光樹
		医学系研究科	助教	近田 彰治
		医学系研究科	助教	金本 隆司
		医学系研究科	助教	小笠原 一生
		医学部附属病院	病院長	木村 正
		言語文化研究科	教授	大内 一
		工学研究科	教授	宮地 充子
		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
		情報科学研究科	教授	東野 輝夫
		情報科学研究科	教授	藤原 融
		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

ライフデザイン・イノベーション拠点本部	産業科学研究所	准教授	福井 健一
	キャンパスライフ健康支援センター	准教授	足立 浩祥
	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	槇原 靖
	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（常勤）	浅田 稔
	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
	ライフデザイン・イノベーション拠点本部	中西 智子
特任技術補佐員 S	データビリティ基盤部門	志賀 幹夫
		前蔵 遼
		兼子 晃寛
		Le Trong Nghia
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
		廣川 容子
	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随時開催している．

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
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

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		令和 2 年度	
	金額（円）	件数	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)	167,756,000	(1)
科学研究費助成事業	56,316,521	(12)	29,315,000	(17)	71,370,000	(21)	72,423,000	(17)
その他補助金	222,163,000	(4)	253,871,000	(4)	95,190,000	(5)	97,310,000	(8)
受託研究	114,579,522	(12)	133,626,369	(12)	148,537,915	(15)	50,770,000	(6)
受託事業	12,500,000	(5)	6,600,000	(2)	6,120,000	(2)	11,620,000	(3)
共同研究	999,600	(2)	14,104,000	(4)	17,330,000	(4)	2,200,000	(2)
奨学寄附金	9,469,522	(4)	4,210,000	(2)	4,500,000	(6)	11,600,000	(5)
Society5.0 実現化研究拠点支援事業	0	(0)	323,577,978	(6)	418,539,276	(5)	700,788,000	(1)
学内グラント	0	(0)	0	(0)	0	(0)	4,800,000	(2)
合計	518,036,165	(40)	770,304,347	(48)	935,790,191	(59)	1,119,267,000	(45)

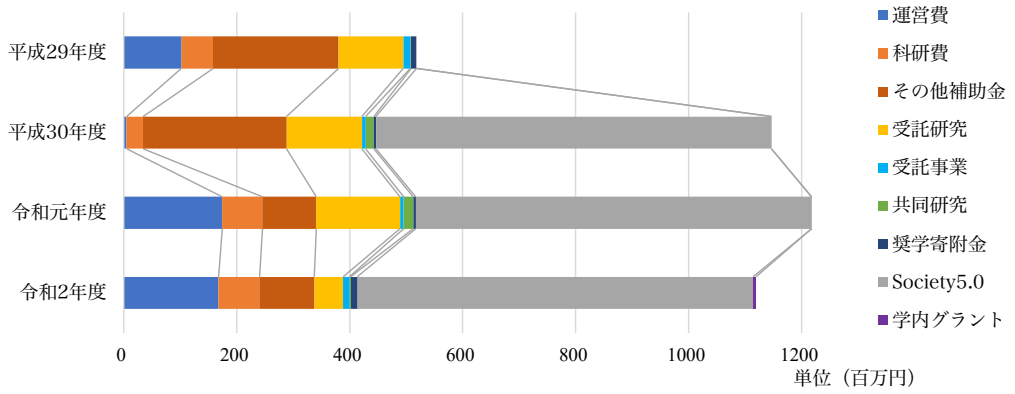


図 2.1: 予算の推移

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．

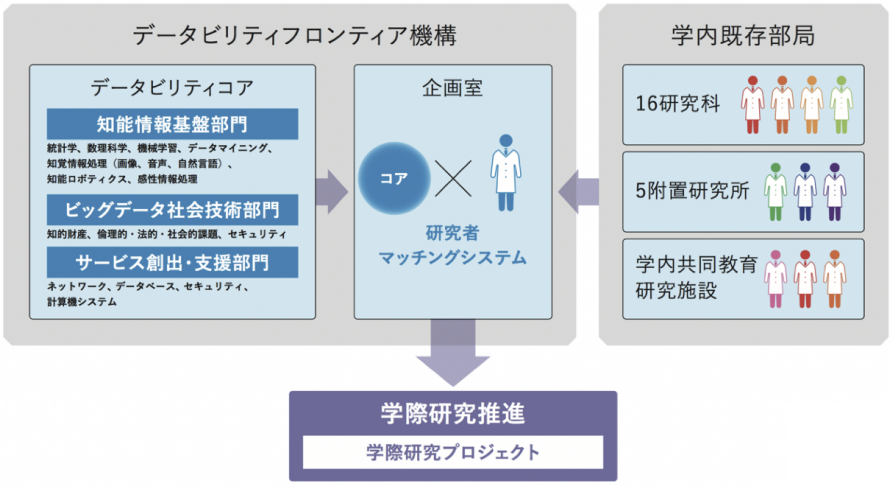


図 2.2: 研究者マッチングシステム

下記に平成 28 年度から令和元年までの 5 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平成 29 年度，平成 30 年度，令和元年度，令和 2 年度にはそれぞれ総額 3,200 万円，2,400 万円，2,400 万円，2200 万円の研究活動費配分を実施した．

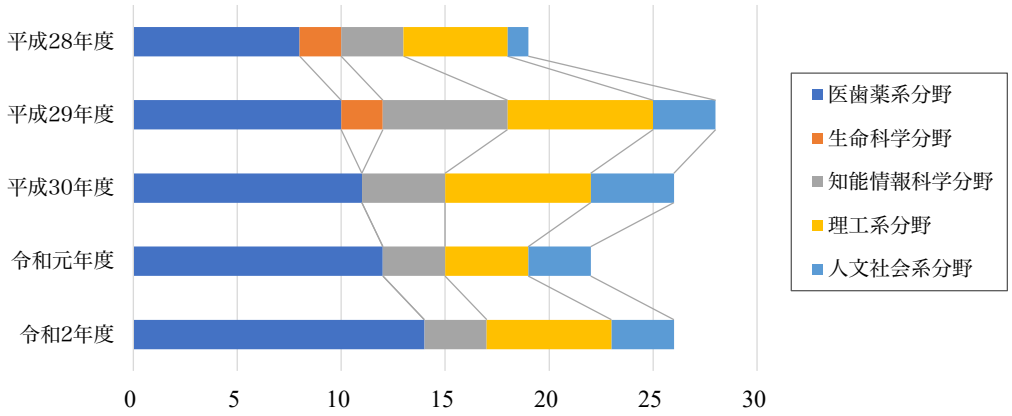


図 2.3: 学際共創プロジェクトの推移

第 3 部

学際共創プロジェクト

令和 2 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	鎌田，三善（医），鈴木（MMDS）
	画像認識技術および 3D マッチングを用いたインプラント体判別システムの開発	若林，王，石垣（歯），中村（大手前短大），長原（IDS）
	深層学習を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）
	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
	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, 多田（医）, 武村, 長原（IDS）
	深層学習を用いた子宮頸部病変診断システムに関する研究	青木（産研），上田（医）
	スピンを用いた新たなリアルタイム生体モーションセンシング手法の開発	千葉, 櫻井（産研）, 野村（基礎工）

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	橋本（薬），長原，中島（IDS）
	イメージングデータ駆動型ライフイノベーション	菊田（医），堀，簔島（工），瀬尾（情報）
	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）
	微生物人工生態系の情報解析基盤の開発	細田（国際共創），瀬尾（情報）
	多剤耐性菌のバイオメトリクス研究	西野，青木，西野（産研），古澤（東大）
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, 槇原, 新妻, 丹羽（産研），長原, 春本, 岸本, 中島，武村（IDS），馬場口（工），平川，八木（CO），下條，廣森（CMC），東野，義久（情報）
	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, 高畑, 近田（医），下條, Lee, 吉川，日田（CMC），斎藤（慶應）
	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	山城, 谷川, 清水（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	山口，東野（情報），下田（工）
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, 兒玉（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
光・量子デザイン部門	機械学習を活用する超高速ラマン分光システムの開発	畔堂，河野，藤田（工），浅井，山中，木村，加藤，櫻井（産研）
	機械学習を活用する新規円偏光発光材料の設計・合成システム	近藤, 鷲尾, 阿部（産研), 佐古（薬）
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（文），大石（東大），長原，中島, Renoust, Chu, Garcia, Qian, Lemarchant（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），Chu，梶原，中島，長原（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」

鎌田佳宏（医学系研究科）
三善英知（医学系研究科）
鈴木 貴（MMDS）

1　研究の背景

非アルコール性脂肪性肝疾患（NAFLD）は肥満人口の増加に伴い，世界中で増加している慢性肝疾患である．NAFLD の 1〜2 割の症例は非アルコール性脂肪肝炎（NASH）と呼ばれ，肝硬変，肝癌発症へと進行する．NAFLD から NASH を鑑別する方法は肝生検による組織診断がゴールドスタンダードである．その際，ballooning hepatocyte (BH) という膨化した肝細胞の存在診断が重要であるが，病理医によってその診断にバラつきがあることが問題である．

2　研究の目的

肝生検によって得られた肝生検組織像を元にして，数理モデルを用いて客観的に NAFLD 肝臓の BH 病理診断法の開発を行うことを目的とする．

3　研究の方法

(1) 前処理，統計的処理

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．

(2) 領域分割による形状判定（方法 1）

領域分割では混合ガウス分布モデルを適用して 1 枚の画像を同じ特徴をもつ領域ごとに分割する．

NASH では ballooning hepatocyte という特徴的な細胞がある（右上図，黄色矢印）．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，この細胞を外接楕円型フィッティングによって検出した．

(3) 細胞ごとのヒストグラム解析（方法 2）

上記と別にもう一つの方法も検討した．HE 染色図の画素値の閾値処理をして各細胞の核を見つけ，細胞核を中心にして四角に周辺領域を切り取った．そしてそれぞれの領域の RGB 別輝度値ヒストグラムを解析した．機械学習の手法として，マルチレイヤーパーセプトロン法で判定した．

4　研究成果

(1) 方法 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（産業財産権①）．形状判定では ballooning hepatocyte 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．最初に領域分割によって線維組織を抽出し，次に輪郭部位に外接楕円フィッティング処理を施して，

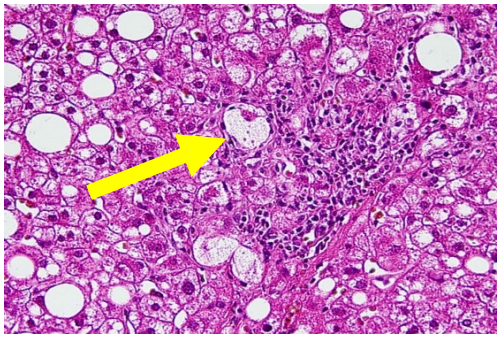


図 1: Ballooning hepatocyte（黄色矢印）

凝縮物を抽出する．また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．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．形状判定と輝度・色情報判定はいずれも有望なデータ解析法であることが確認されたため，両者を組み合わせ，実用化に向けてさらにデータ分析を進めることになった．

以上の手法を用いて株式会社プロアシストの橋本英樹氏との共同研究により，ballooning hepatocyte の自動判定ソフト（BH Detector）を開発した．このソフトを用いて現在，ballooning hepatocyte 判定の正確性を評価している．この方法での ballooning hepatocyte 検出率は感度 90% 以上，特異度 50% 以上とまずまずの結果となっている．現時点の特異性はまだ実用化レベルとは言えず，改善が必要である．特異性の向上のために現在，機械学習により，特異度を向上するために誤って認識した細胞の情報を収集し，学習させている．

(2) 方法 2

BH Detector に判定のための機能を組み込み，ballooning hepatocyte 判定の正確性評価を行っている．まだかなり ballooning hepatocyte 以外の細胞を BH として検出することが多いが ballooning hepatocyte の検出漏れはほとんどない．今後誤って判定している細胞の情報を機械学習によって学修させ，精度向上をしていく予定である．

5　結語

数理モデルを用いた ballooning hepatocyte 検出方法開発を行っている．病理医間での診断にバラつきの多い BH 診断を客観的に数理モデルで診断することは病理医間，施設間での診断

を均一化する上で極めて重要な試みである．今後さらなる精度向上を目指し，近いうちに実臨床で使用可能なモデルを構築していく予定である．

参考文献

[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

発表論文等

〔産業財産権〕

[1] 医用画像における特徴量週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

画像認識技術および３ D マッチングを用いたインプラント体判別システムの開発

若林一道（歯学研究科）
王　展越（歯学研究科）
石垣尚一（歯学研究科）
中村隆志（大手前短期大学）
長原 一（IDS）

1　研究の背景

インプラント治療は欠損補綴治療として有効な治療法であり，一般歯科診療においても広く用いられている（図 1）.

長期的に良好な予後を得るためには，定期的なメインテナンスや調整，時として歯科医師の最介入が必要となる.

一般的に，インプラント治療は歯科医院完結型を基本とし，通院可能な患者を対象として発展してきた．実際，治療前のインフォームドコンセントにおいても，日常的な口腔衛生の励行や定期検診によるメインテナンスが重要であると説明がなされる．しかし，この考え方は患者が常に健康かつ長期通院が可能であることを前提としたもので，現在の急速に進む高齢化社会に対応できているとは言い難い [a].

日本の人口は 2010 年をピークに減少傾向にあり，2046 年には一億人を割り込むと推定されているが，2025 年には 65 歳以上人口は総人口の 40%，75 歳以上人口も 25% を占めると予測される．また，平成 23 年度歯科疾患実態調査ではわが国の 35 歳以上のインプラント装着状況は 2.7% であり，2016 年には 7.0% と日本人の成人約 100 人に 7 人がインプラント治療を受けていることになる.

そのような社会環境の中で，新たなインプラント体が日々開発され患者に用いられる今日，通常の臨床の中で，インプラント体を判別し，専用のドライバーなど準備することが，より一層困難となっている（図 2）.

さらに，かかりつけ医院が閉院しているなど，患者からインプラントの情報を引き出すことが極めて困難となっている．加えて，インプラント体はメーカの違いのみならず，同一メーカーにおいても，その種類，構造は多岐にわたっている（図 3）.

そのため，歯科におけるデジタル化が進歩・発展する中，将来の歯科医療環境において，より簡便かつスピーディーにインプラント体を判別するシステムの開発は喫緊の課題であると考える.

2　研究の目的

本研究では，インプラント体の画像情報および三次元情報と，歯科用 X 線画像上のインプラント体をコンピュータ上で，画像認識およびマッチングさせることにより，インプラント体のメーカーや種類を判別するためのシステムを構築することを目的としている.

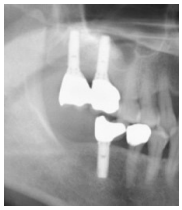


図 1: インプラント治療後のレントゲン画像

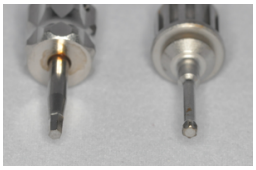


図 2: インプラントの種類によりドライバーの形態も異なる

図 3: 同一メーカーでもインプラント体の形態が異なる．(Nobel Biocare 社，Straumanns 社ホームページより引用)

図 4: MicroCT（R_mCT2，リガク）

3　研究の方法

インプラント体の三次元画像を構築するために，MicroCT (R_mCT2, リガク) (図 4) を用いて, Straumann 社製インプラント 2 種類 (ボーンレベル, テッシュレベル) の計測を行なった. そして，得られた DICOM データから三次元ボリュームレンダリングソフトウェア（Osirix Lite）を用い volume rendering 法により三次元データへ再構築を行った.

4　研究成果

MicroCT で構築した三次元画像を示す．MicroCT で計測することにより，インプラント体内部構造まで構築することができた（図 5）. しかし，計測ピッチが 40 μ m であるため，インプラント体のスレッド部分など，詳細な形態を再現することは

困難であると考えられた．計測ピッチを細かくすれば，詳細な形態を再現することが可能となるが，データ量が大きくなるため，マッチングの計算コストが大きくなるため，MicroCT を用いる場合はは適切な計測ピッチ，もしくはデータ量が少なく，かつ詳細な形態再現性が可能となる手法について，検討する必要があると考えられた．

(a) ボーンレベルインプラント（二次元）　(b) ティッシュレベルインプラント（三次元）

図 5: MicroCT で計測したインプラント体.

5　今後の展望

インプラント体の識別システムに関する研究は他の研究機関でも行われるようになっているが，他の研究では患者の X 線画像を用いて画像認識を行なっている．本研究では個人情報の観点から，加えて，新しいインプラント体が開発された際の速やかなアップデートができるようにインプラント体の三次元データを用いることを本判別システムの特徴と考えている．今後は，AI を用いた画像認識技術や，三次元形状マッチング技術などを応用して，より多くのインプラント体の判別や，精度の高い判別が行えるように，研究を進めていく．

引用文献

[a] 参考文献 1) 萩原芳幸，“超高齢社会におけるインプラント治療”，日補綴会誌 Ann Jpn Prosthodont Soc 10，314-321，2018.

発表論文等

〔外部資金〕

[1] R2-4 年度, 科学研究費助成金 基盤 C, “パターン認識技術を応用したインプラント体判別システムの開発”，(代表) 若林一道 (分担) 中野　環，中村 隆志，（協力者）長原　一

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

深層学習をもちいた蛋白質構造解析技術に関する研究

Ákos Godó（産業科学研究所）
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

Proteins are ubiquitous macromolecules and essential building blocks of life. Their function and role is defined by their three-dimensional structure which, once determined accurately, allows them to serve as a basis for future research making fast and accurate protein structure determination methods important.

X-ray crystallography is a widely-adopted method of protein structure determination. Beams of high-power X-ray radiation scattered by a protein crystal sample creating diffraction patterns on a detector plate. During a diffraction experiment, a protein crystal is targeted by a beam of X-ray radiation at multiple angles and the observed diffraction patterns are reconstructed into the three-dimensional electron density map.

A protein's primary structure is defined as the sequence of its constituting amino acid residues. The goal of our research is to create an automated, end-to-end method for protein primary structure segmentation (Fig. 1) in crystallographic electron density maps.

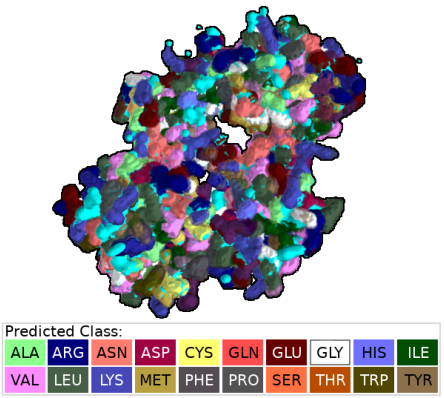


図 1: Semantic class predictions mapped onto a 2 Å protein electron density map.

2　研究の目的

The goal of our research is to create an automated, end-to-end method for protein primary structure segmentation in crystallographic electron density maps using deep neural networks.

We approach the task as a three-dimensional semantic segmentation problem. As no comprehensive data set exists yet for this task we establish a high-fidelity, well-balanced data set consisting of synthetic electron density maps represented as volumetric data.

3　研究の方法

We created data sets at 2, 3 and 4 Å resolution. This covers the resolution range of data samples acquired in diffraction experiments. Our data sets consist of 6990 protein electron density maps. Each data set contains the same proteins, the electron density map resolution is the only difference. 5-fold cross-validation is used to validate our results.

We extend the FC-DenseNet [a] architecture with modifications that allow it to handle three-dimensional volumetric data. This is achieved through the use of 3D convolutional layers, akin to the 3D U-Net [b]. We refer to our architectures as 3DFC-DenseNet.

The objective function is the multi-class Lovász-Softmax Loss [c] function, which we extend to handle three-dimensional volumetric data. The network optimizes it as a surrogate objective function for the intersection-over-union (IoU) score.

We measure the semantic per-class IoU score and the F1-score. Furthermore, the Rank-1 and Rank-3 per-class amino acid hit rates serve as metrics for the per-residue performance. Finally, the root mean square deviations (RMSD) of the predicted and expected residue centroids in Ångstroms are measured for Rank-1 hits.

For our 2 and 3 Å data sets we train the 57-conv-layer-deep FC-DenseNet57 model configuration using $48 \times 48 \times 48$ voxel input windows. For the 4 Å data set we use the shallower FC-DenseNet48 configuration. The input size for 4 Å samples is reduced to $36 \times 36 \times 36$ voxels.

For convenient data augmentation, networks are trained on windows cropped from the protein electron density maps. During inference, the networks are fed overlapping windows in sequence. The corresponding outputs are stitched together to form a global prediction for the uncropped electron density map. The performance metrics are evaluated once, over the global prediction, instead of being a mean over the windows.

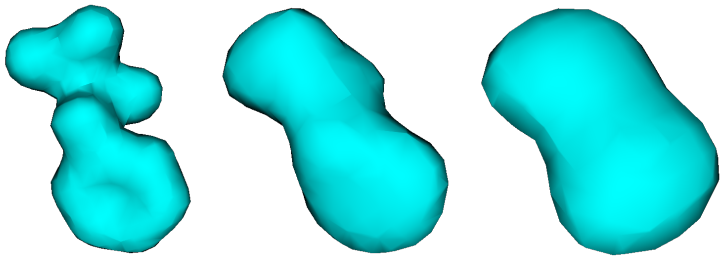


図 2: The amino acid residue Phenylalanine at 2, 3 and 4 Å resolution. The decrease in resolution increases the difficulty of the task.

4 研究成果

The results in Table 1 show that the networks are capable of handling the task at all resolutions, including the ability to deal with the reduced window sizes of the 4 Å data set. Performance decreases at lower resolutions due to the residues being harder to distinguish (Fig. 2).

表 1: Results over validation set proteins

	2A	3A	4A
IoU %	82.3186	67.5224	33.166
F1-Score	0.8845	0.7767	0.5224
Rank-1 Hit%	88.1476	79.0618	51.7186
Rank-3 Hit%	91.5444	84.7965	65.6392
RMSD (Å)	0.3561	0.3914	0.4455

We compare favorably to the performance of popular protein model building toolkits. *Seqqy* [d] in ARP/wARP [e] (60% accuracy above 3 Å, 50% or less below) with rank-1 hit percentages of approx. 88% at 2 Å and 79% at 3 Å resolution. Furthermore, our neural-network-based approach functions at lower, 4 Å resolutions as well (51% rank-1 hit rate).

The networks segment electron densities blindly, meaning we do not require information about the protein sequence. In comparison, RESOLVE [f] (a popular part of model building toolkits such as *Phenix's* [g] Autobuild [h]) or ARP/wARP[e] requires said sequence information to build models.

These currently popular iterative approaches require minutes in the best case and possibly hours in the worst. With a NVIDIA GTX1080Ti GPU, our approach segments a 2 Å resolution sample in 29 seconds on average. The processing time required by RESOLVE's [f] Superquick Model Building mode is approximately 2-3 seconds per residue. With the average Eukaryote protein containing 438 residues [i], it can be seen that our method can represent a significant speedup.

A full paper summarizing our approach and results is currently under review in the journal Machine Vision and Applications.

引用文献

[a] Simon Jégou, Michal Drozdzal, David Vázquez, Adriana Romero Yoshua Bengio, "The One Hundred Layers Tiramisu: Fully Convolutional DenseNets for Semantic Segmentation", CoRR, 2016.

[b] Çiçek, Özgün, Abdulkadir, Ahmed, Lienkamp, Soeren S, Brox, Thomas, Ronneberger, Olaf, "3D U-Net: learning dense volumetric segmentation from sparse annotatio", International conference on medical image computing and computer-assisted intervention, 2016.

[c] Maxim Berman, Matthew B. Blaschko, "Optimization of the Jaccard index for image segmentation with the Lovász hinge", CoRR, 2017.

[d] Chojnowski, G., Pereira, J., Lamzin, V. S., "Sequence assignment for low-resolution modelling of protein crystal structures", Acta Cryst. D, 2019.

[e] Langer, Gerrit, Cohen, Serge X., Lamzin, Victor S., Perrakis, Anastassis, "Automated macromolecular model building for X-ray crystallography using ARP/wARP version 7", Nat. Protoc., 2008.

[f] Terwilliger, Thomas C, "Automated main-chain model building by template matching and iterative fragment extension", Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography, 2003.

[g] D. Liebschner, P. V. Afonine et al., "Macromolecular structure determination using X-rays, neutrons and electrons: recent developments in Phenix", Acta Cryst., 2019.

[h] Terwilliger, Thomas C., Grosse-Kunstleve, Ralf W., Afonine, Pavel V., Moriarty, Nigel W., Zwart, Peter H., Hung, Li-Wei, Read, Randy J., Adams, Paul D., "Iterative model building, structure refinement and density modification with the *PHENIX AutoBuild* wizard", Acta Crystallographica Section D, 2008.

[i] Kozlowski, Lukasz P., "Proteome-pI: proteome isoelectric point", Nucleic Acids Res., 2017.

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）

1　研究の背景

肺癌は，最も一般的な悪性腫瘍であり，世界中の癌関連死亡者数の 25 %を占めており [a]，病理学的サブタイプとしては腺癌が最も一般的である．肺がんの TNM 分類第 8 版によると，肺がんの悪性度と予後を予測するためには，浸潤成分の評価が重要であるとされている [b]．肺部分固結結節，特に固結成分が 5mm 以上のものは，固結成分の範囲が大きいほど浸潤性腺癌と関連するため，悪性と考えるべきである [c]．これらの結節は，後々の CT 検査で縮小傾向がなければ，外科的切除などのより積極的な管理が可能である．したがって，浸潤成分を早期に診断することで，治療方針に影響を与え，予後を改善することができる [d]．しかし，CT で浸潤成分を正確かつ客観的に評価することは非常に困難である．畳み込みニューラルネットワーク（CNN）の開発により，深層学習システムを画像分類技術として利用できるようになり，医用画像のさまざまな分野に応用されている．肺がんの画像診断に関しては，肺結節の検出や良性病変と悪性病変の区別のために CNN を利用することが検討されており，画像の特徴を利用して，診断や治療方針の決定 [e]，予後の予測に有用な情報を抽出することが検討されている [f]．

2　研究の目的

我々は，CNN モデルが浸潤成分を正確に予測し，診断性能を向上させ，放射線科医をサポートすることができるという仮説を立てた．本研究の目的は，放射線科医（R1，R2，R3：経験年数はそれぞれ 9 年，14 年，26 年）が 3 次元 CNN（3D-CNN）を使用した場合と使用しなかった場合で，肺浸潤性腺がんの診断性能を比較することである．

3　研究の方法

3．1　データセットの作成

2009 年 1 月から 2011 年 12 月の間に各施設で孤立性肺がんの手術を受けた患者の胸部 CT データ 406 名のデータを特定した．これらのデータは以下の条件を満たすものであった．a）手術前 3 カ月以内の CT 検査，（b）肺に対する治療（手術，化学療法，および／または放射線療法）の既往がないこと，（c）CT 画像の断面の厚さが 0.5mm または 0.625mm であること，（d）患者の年齢が 20 歳以上であること，（e）2015 年世界保健機関（WHO）の肺腫瘍の分類に基づく非粘液性腺がんの病理診断を受けていること．406 名の患者のうち，腺癌以外の病理学的サブタイプの患者 45 名を除外した後，腺癌の患者 361 名を対象とした．この 361 人の腺がん患者のうち，術前の薄切 CT 画像がない患者，アーチファクトや画像ノイズのために解析できない薄切 CT 画像がある患者，肺に対する治療歴がある患者，2015 年の WHO 分類では診断に適さない病理標本がある患者を除外した．最終的に，285 人の患者（男性 136 人，女性 149 人，平均年齢 66 歳，年齢幅 22 - 89 歳）のデータを用いて，3D-CNN モデルを構築した．この 285 人の患者のうち，大阪大学附属病院の 90 人（男性 50 人，女性 40 人，平均年齢 66 歳，年齢幅 40 - 88 歳）は，放射線科医による目視評価で使用した．

教師ラベルは，2 人の独立した病理医が 2015 年の WHO による肺腫瘍の分類に従って，ヘマトキシリン・エオジンおよび/または弾性ファン・ギーソン染色で染色されたすべての肺標本をレビューした診断結果により準備された．腺がん（AIS），低浸潤性腺がん（MIA），浸潤性腺がん（IVA）の組織診断は，コンセンサス決定によって確認された．3D-CNN モデルの構築に使用された 285 名の患者のデータは，AIS（n=75），MIA（n=58），IVA（n=152）で構成されていた．放射線科医による目視評価に使用した 90 名のデータは，AIS（n=24），MIA（n=20），IVA（n=46）であり，組織学的サブタイプの分布は全データ（n=285）とほぼ同じであった．

3．2　用いた深層学習アルゴリズム

入力データは，結節とその周囲の正常な肺実質を含む，50 × 50 × 7 ボクセルの 3D-CT 画像とした．3D-CNN の構造は，7 つの convolution 層と pooling 層，2 つの max pooling 層，batch normalization，skip connection，global average pooling, full connect 層で構成されていた（図 1）．出力層には，予後に応じて 2 つの条件（AIS/ MIA, IVA）に対応する 2 つのノードを設けた．出力層以外の層の活性化関数には，ReLU を用いた．また，出力層では出力値を確率に変換するために softmax 関数を用いた．オプティマイザーには Adam（lr = 0.001, beta1 = 0.9, beta2 = 0.999）を用いた．データセットは 10 分割され，10-fold nested cross validation で学習が行われた．データ増強のため，x，y，z の各軸でランダムな反転処理のみを行った．また，データ増強のために画像の回転も行ったが，精度の向上には寄与しなかった．

4　研究成果

AIS/MIA と IVA を区別するための我々の 3D-CNN モデルの平均診断性能は以下の通りであった：平均精度，74.2 %（95 %信頼区間（CI），72.4-75.8 %），感度，80.3 %（95 %信頼区間，78.1-82.4 %），特異度，67.1 %（95 %信頼区間，64.3-69.7 %），陽性適中率 73.6 %（95 % CI，71.9-75.2 %），陰性適中率 74.9 %（95 % CI，72.7-77.0 %），曲線下面積（AUC）

表 1: 3D-CNN モデルを使用した場合と使用しない場合の 3 人の放射線技師の診断性能

Observer	Accuracy, %	p value	Sensitivity, %	p value	Specificity, %	p value	AUC value	p value
R1 without the 3D-CNN model	70.0 (59.4, 79.2)	< 0.0001*	52.1 (37.2, 66.7)	0.001♯	90.5 (77.4, 97.3)	0.002†	0.71 (0.61, 0.80)	0.897
R1 with the 3D-CNN model	72.2 (61.8, 81.2)		77.1 (62.7, 87.9)		66.7 (50.5, 80.4)		0.72 (0.61, 0.81)	
R2 without the 3D-CNN model	72.2 (61.8, 81.2)	0.008*	75.0 (60.4, 86.4)	0.063	69.0 (52.9, 82.4)	0.250	0.73 (0.63, 0.82)	0.889
R2 with the 3D-CNN model	74.4 (64.2, 83.1)		85.4 (72.2, 93.9)		61.9 (45.6, 76.4)		0.74 (0.63, 0.82)	
R3 without the 3D-CNN model	74.4 (64.2, 83.1)	0.125	89.6 (77.3, 96.5)	0.500	57.1 (77.3, 72.3)	0.500	0.73 (0.63, 0.82)	0.893
R3 with the 3D-CNN model	74.4 (64.2, 83.1)		93.8 (82.8, 98.7)		52.4 (36.4, 68.0)		0.73 (0.63, 0.82)	
3D-CNN model	74.2 (72.4, 75.8)		80.3 (78.1, 82.4)		67.1 (64.3, 69.7)		0.74 (0.72, 0.75)	

Values in parentheses are the 95% confidence interval

AUC area under the curve, 3D-CNN three-dimensional convolutional neural network, R1 = radiologist with 9 years of experience, R2 = radiologist with 14 years of experience, R3 = radiologist with 26 years of experience

*Accuracy with the 3D-CNN model was significantly higher than that without the 3D-CNN model

♯Sensitivity with the 3D-CNN model was significantly higher than that without the 3D-CNN model

†Specificity with the 3D-CNN model was significantly lower than that without the 3D-CNN model

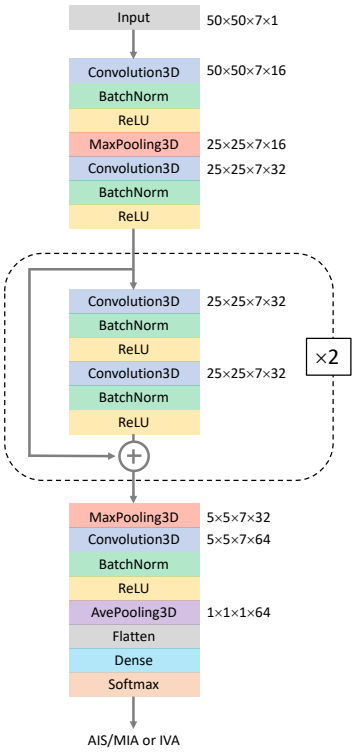


図 1: 用いた 3D-CNN の構造

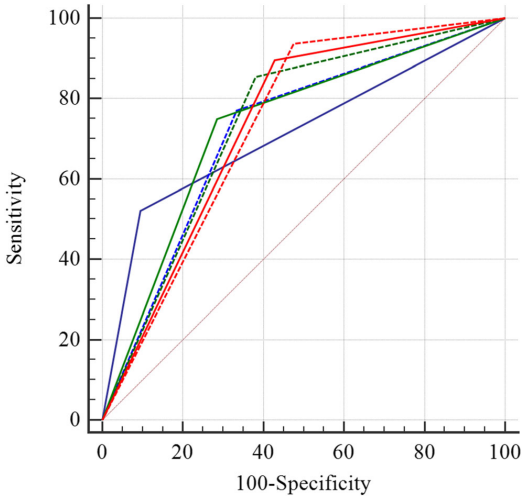


図 2: 3D-CNN モデルを使用した場合と使用しない場合の各放射線技師間の受信者動作特性分析の比較．実線は 3D-CNN モデルを使用しない場合の各放射線科医の結果を示す．R1(青)，R2(緑)，R3(赤) である．R1，R2，R3 の AUC 値は，それぞれ 0.71，0.73，0.73 である．破線は 3D-CNN モデルを用いた各放射線科医の結果を示す．R1（青），R2（緑），R3（赤）である．R1，R2，R3 の AUC 値はそれぞれ，0.72，0.74，0.73. 3D-CNN モデルを使用した場合と使用しなかった場合の各放射線技師（R1，R2，R3）の診断性能には，有意な差はみられなかった（それぞれ p = 0.897，0.889，0.893）．AUC: 曲線下面積，3D-CNN: 3 次元畳み込みニューラルネットワーク，R1: 経験年数 9 年の胸部放射線技師，R2: 経験年数 14 年の胸部放射線技師，R3: 経験年数 26 年の胸部放射線技師．

0.74（95 % CI，0.72-0.75）であった（表 1, 図 2）．
各放射線科医の精度，感度，特異度について，3D-CNN モデルを使用しない場合は，R1 では 70.0 %，52.1 %，90.5 %，R2 では 72.2 %，75 %，69 %，R3 では 74.4 %，89.6 %，57.1 %であった．3D-CNN モデルを用いた場合，放射線科医の精度，感度，特異度は以下の通りであった．R1 では 72.2 %，77.1 %，66.7 %，R2 では 74.4 %，85.4 %，61.9 %，R3 では 74.4 %，93.8 %，52.4 %であった．3D-CNN モデルを用いた場合と用いない場合の各放射線技師の診断能力には有意な差はなかったが（p > 0.88），R1 と R2 の精度は 3D-CNN モデルを用いた場合の方が有意に高かった（p < 0.01）．

5 まとめ

開発した 3D-CNN モデルは，CT 画像から肺浸潤性腺癌を予測する非侵襲的な手法である．このモデルを用いれば，経験の浅い放射線科医でも，肺浸潤性腺癌の診断精度を向上させることができ，感度も向上し，診断性能も低下しない．このよう

に，CNN モデルを応用することで，肺がん検診や病気の監視のために毎年行われる胸部 CT において，放射線科医の効率的な作業をサポートできる可能性がある．

引用文献

[a] Siegel RL, Miller KD, Jemal A, Cancer statistics, 2019. CA Cancer J Clin 69:7 - 34 (2019)

[b] Borczuk AC, Qian F, Kazeros A et. al., Invasive size is an independent predictor of survival in pulmonary adenocarcinoma. Am J Surg Pathol 33:462 - 469 (2009)

[c] Naidich DP, Bankier AA, MacMahon H et. al., Recommendations for the management of subsolid pulmonary nodules detected at CT: a statement from the Fleischner Society. Radiology 266:304 - 317 (2013)

[d] Maeshima AM, Tochigi N, Yoshida A et. al., Histological scoring for small lung adenocarcinomas 2cm or less in diameter: a reliable prognostic indicator. J Thorac Oncol 5:333 - 339 (2010)

[e] Katzman JL, Shaham U, Cloninger A et. al., DeepSurv: personalized treatment recommender system using a Cox proportional hazards deep neural network. BMC Med Res Methodol 18:24 (2018)

[f] She Y, Jin Z, Wu J et. al., Development and validation of a deep learning model for non-small cell lung cancer survival. JAMA Netw Open 3:e205842 (2020)

発表論文等

〔雑誌論文〕

[1] Yanagawa M, Niioka H, Kusumoto M, Awai K, Tsubamoto M, Satoh Y, Miyata T, Yoshida Y, Kikuchi N, Hata A, Yamasaki S, Kido S, Nagahara H, Miyake J, Tomiyama N, “Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network ”, European Radiology, 31(4):1978-1986 (2021).

〔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である．歯科医師が，適切な診断とそれに基づく最適な治療計画の立案するためには，長年の経験と豊富な知識が必要であり，経験の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反映した自動診断システムの構築が可能となれば，歯科医師にとって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．

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を立案するプロセスは主に以下の３つのステップから構成される：（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）現実的な問題の解決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は一定の規則性が認められることから，医学診断と治療計画立案を自動化する試みは古くから存在してきた．歯科領域においても，エキスパートシステムや機械学習を用いて，診断を支援するＡＩシステムが開発されてきた．エキスパートシステムとしては，部分床義歯の設計を支援するＡＩシステム (Maeda Y et al., 1987) や，顎口腔機能異常の診断を支援するＡＩシステム (Kohno S et al., 1993) がある．しかしながら，矯正歯科分野において診断および治療計画を立案するシステムはいまだ実用化には至っていない．

専門家の診断の流れは以下のように言い換えることができる．すなわち，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，特徴空間の中で特徴量同士の距離の近さにより類似性を発見することに相当する．また，（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る．専門家の診断におけるステップ２の個々の問題別に解決法を考える過程，およびステップ３の現実的な問題の解決方法と手順を決定する過程は個々の問題別の解決法を表す複数の言語記述から現実的な解決方法と手順を表す言語記述への翻訳と捉えることができる．この翻訳の過程を自然言語処理の問題として捉え，自動診断のステップに組み込むことで少ない入力データを用いた学習で矯正歯科治療における自動診断と治療計画の立案を可能とするＡＩシステムの開発が期待できる．

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，自然言語処理の手法により所見から自動的に診断を行い，さらに治療計画の立案を行い，またその内容を患者向けの平易な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　研究の目的

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，矯正歯科治療における診断を自動化するシステムを構築する．

3　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，矯正歯科治療における診断を自動化するシステムを構築する．

3．1　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，所見からの師団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からの特徴量抽出を行い，SVM などの機械楽手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徴量抽出を行い，精度の改善を目指す．

3．2　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 400 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，本佐は自然言語処理における機械翻訳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．

3．3　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分アライン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 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．

4　研究成果

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．また，構築したシステムの生成した診断および治療計画について正答率，精度，感度，F 値を求め，4 人の専門医 A・B・C・D の作成した診断および治療計画について求めた正答率，精度，感度，F 値との比較を行った．

4．1　所見→診断

特徴量抽出として，文書に出現した単語を表現する Bag of Words（BoW）の手法を検討した．分類器としては Support Vector Machine（SVM）の手法を検討した．BoW+SVM の手法と 4 人の専門医の示した結果を表 1 に示す．

表 1: 所見からの診断の自動生成

	正答率	精度	感度	F 値
システム	0.97	0.65	0.55	0.59
専門医 A	0.96	0.49	0.22	0.31
専門医 B	0.96	0.50	0.35	0.40
専門医 C	0.96	0.39	0.39	0.38
専門医 D	0.97	0.56	0.39	0.38

4．2　診断→治療計画

SAN では入力の病態ラベルを一斉に読み込み，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．SAN を用いた手法と 4 人の専門医の示した結果を表 2 に示す．

表 2: 診断からの治療計画の自動生成

	正答率	精度	感度	F 値
システム	0.91	0.48	0.48	0.46
専門医 A	0.95	0.55	0.30	0.37
専門医 B	0.95	0.48	0.32	0.38
専門医 C	0.95	0.58	0.38	0.44
専門医 D	0.95	0.47	0.30	0.39

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

運動器疾患に対する人工知能を用いた歩行分析

森口 悠 (医学系研究科, 大阪南医療センター)
長原 一 (IDS)
武村 紀子 (IDS)
多田 智 (医学系研究科, 大阪南医療センター)

1 研究の背景

運動器において歩行は極めて重要な機能である．実際に整形外科を受診する患者においては，下肢痛や腰痛など歩行に支障をきたし得る症状を主訴とする比率は極めて高く，また人口の高齢化に伴いサルコペニアやロコモティブシンドロームを背景とした疼痛を伴わない歩行機能障害は現代人の健康において重要な課題となっている．一方で近年，人工知能の中でも機械学習の領域は，ディープラーニングの発展に伴い飛躍的な進歩を遂げ医療応用への期待が高まっている．画像認識では既に人間の目を凌駕し，顔認識機能として既に広く実用化されているが，ヒトの歩行パターンもまた重要なバイオメトリックス (生体認証) でありこの分野の研究も進められている．

2 研究の目的

本研究では歩行に異常が生じる神経・運動器疾患に罹患する患者の歩行映像データを用いて深層学習モデルを構築し，ヒトの歩容から疾患の有無，重症度や病期を明らかにし，運動器疾患の早期発見と治療ならびに歩行機能評価に資する新たな非侵襲的検査デバイスを開発する．令和 2 年度の進捗について，歩行データベースの構築，診断モデルの構築，技術シーズが解決し得る医療課題の観点から報告する．

3 研究の方法

3．1 データベースの構築

患者群の選定

歩行に強く影響を与え，頻度の高い整形外科疾病を対象とする前提のもと，変形性膝関節症，頚椎症性脊髄症，腰部脊柱管狭窄症，サルコペニアのうち 1 つないし複数を対象疾患と選定する．その際，本研究の解析手法であるデータの 2 次元化の影響が少ない (2 次元化で特性が失われにくいと考えられる) 疾患から優先的に対象患者群とする．

動画の撮影

被検者が平地を直線的に 10m 歩行する姿を側面から撮影する．その際，実際の歩き始めと歩き終わりの各 3m 撮影範囲に含めず定常歩行に達した中間 4m を撮影区域となるようにカメラ設置する (歩行路 5m 地点，被検者から 4m の距離)．手術を受ける患者は術前・後で同じ撮影をくり返す．健常ボランティアを正常コントロールとする．

3．2 診断モデルの構築

歩容特徴の抽出

側面から撮影した 2 次元の動画データから脚の動き等の歩容特徴を抽出し，深層学習による診断モデルの入力とする．歩容特徴から個体識別 [a] や属性識別 [b, c] が可能であることから，疾病の有無等に関しても高精度な識別が期待できる．

深層学習による歩行解析

歩行動画データから抽出した歩容特徴を用いて，深層学習により歩行解析を行うモデルを構築する．最初に疾病の有無，術前・後と 2 グループの判定での診断精度を検証する．次に人工知能による歩容カテゴリー分けを行い，個体が有する疾病と歩行パターンの関連を検証する．診断精度を下げる因子が存在する場合は撮影環境への制限を追加またはアルゴリズムの高度化を適宜行う．

4 研究の成果

4．1 データベースの構築

疾患歩行データベースの構築として，のべ脊柱管狭窄症 183 例，パーキンソン病 8 例，変形性関節症 20 例，健常者 60 例の歩行データを収集した．令和 2 年度はコロナ蔓延の影響が大きく，外来患者 (いずれの疾患においても入院患者の 5-10 倍の症例数) のリハビリ室へのアクセスが長期間制限され，得られたデータは当該施設に入院し手術を行う予定となった患者が中心となった．一方で，令和 2 年度前半に大阪大学神経内科多田智研究員が本研究チームに参加し，神経内科疾患のデータ収集を開始した．さらにコロナの感染動向と公衆衛生策に歩調を合わせながら，撮影拠点をひろげるために国立病院機構刀根山医療センター神経内科との共同研究を開始した．これにより神経内科疾患に関して疾患多様性とデータ収集効率が顕著に改善した．さらには全国 140 病院からなる国立病院機構ネットワークの共同研究課題として申請を行い (当該ネットワークの運動器疾患共通研究課題としては既に承認されている)，神経および運動器疾患の大規模歩行データベースの作成基盤を整備した．

4．2 診断モデルの構築

技術面の進歩としては，収集したデータから特徴量を抽出し，深層学習により疾病の有無を識別するモデルを構築した．現在，大阪大学と国立病院機構共同出願による特許申請の過程にあるため技術部分の詳述は避けるが，とりわけ 1 つの特定疾患については高精度で疾患有無の判定が可能と判明し，実用化試

作モデルまで作成した．さらに感度や特異度を改善させる特徴量抽出法や判定スコアの作成法について研究を進めた．

4．3　技術シーズが解決し得る医療課題

歩容から病気を診断するシーズの社会実装の可能性を検討するため，国立大阪南医療センターならびに地域医療連携ネットワークにおける医療ニーズの多視点調査を行った．対象は医療センター職員 (医師・看護師・理学療法士・メディカルアシスタント・事務員)，地域の開業医・関連病院医師，患者およびその家族として，医療・ヘルスケア領域における課題やニーズについて聞き取り調査を行った．この結果を医療機器開発のスタンダード手法として注目を浴びているスタンフォードバイオデザイン方式によるニーズの重要度分類を行い，歩行障害の効率的鑑別診断が最上位の医療ニーズに含まれていることを確認した．このことから本技術が解決し得る医療課題は患者とその家族のみならず，多種の医療従事者にとって極めて重要であることが明らかになった．さらに事業性を検証するために大阪大学産学共創機構と連動してスタートアップ起業の妥当性や投資市場における事業価値を検討し，産学共創機構のメンターや大阪大学ベンチャーキャピタル関連投資会社と打合せを反復して複数のビジネスモデルを立案した．

引用文献

[a] N. Takemura, Y. Makihara, D. Muramatsu, T. Echigo, Y. Yagi, “On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2019.

[b] A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi, “How Confident Are You in Your Estimate of a Human Age? Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation by Label Distribution Learning,” Proc. of the 4th Int. Joint Conference on Biometrics, 2020.

[c] C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niitsuma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu, “Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image,” Proc. of the IEEE Winter Conf. on Applications of Computer Vision, 2021.

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

深層学習を用いた子宮頸部病変診断システムに関する研究

青木 工太（産業科学研究所）
上田 豊（大学院医学系研究科）

1 研究の背景

Cervical cancer, the fourth leading malignancy among women, can be prevented with early detection and treatment. Detection through cervical screening not only aims to detect cancer but also cervical intraepithelial neoplasia (CIN), abnormal cell growth that could potentially progress into cancer [a]. A widely used screening program involves initial testing for cytology, followed by colposcopy and a confirmatory biopsy [b].

Colposcopy, is a non-invasive screening procedure where a specialist magnifies the cervix to search for abnormalities. In most cases, acetic acid is applied on the cervix which causes abnormal areas to turn white, or acetowhiten. Photos are routinely taken to observe this acetowhitening for further diagnosis [a].

Colposcopy is often combined with other screening procedures to compensate for low individual-screening accuracy [c]. In similar cases, deep learning has been used to produce high prediction accuracy with an objective data-driven approach, from object detection to disease diagnosis, using available data [d]. The said approach can be applied towards cervical screening wherein data such as colposcopy images can be used for abnormality detection.

2 研究の目的

This study aims to perform object detection on colposcopy images to localize intraepithelial lesions and further classify them as low-grade CIN, high-grade CIN or cancer which is essential in providing proper medical care to patients. The said approach not only aims to provide diagnostic support but also investigates the feasibility of applying object detection on medical images.

Furthermore, as screening procedures can be cumulatively costly, certain approaches are not feasible in resource-scarce areas. An alternative procedure is visual inspection (VI) which can be performed by regular health-care workers. However, VI alone is unlikely to achieve the accuracy of colposcopy as it involves subjective evaluation, requiring consistent training, quality control and experience to decrease inter-observer variability [e]. Thus, this study also aims to reduce the number of required procedures in hope of applying the algorithm on camera or mobile images taken during VI to address medical resource scarcity.

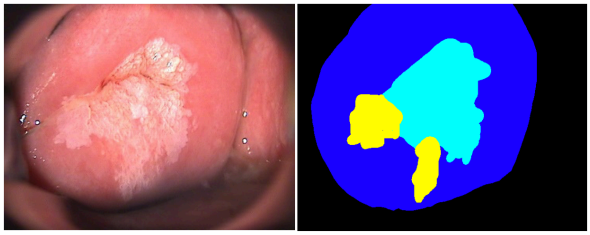


図 1: Cervix exhibiting acetowhitening over an area with high-grade neoplasia, and its corresponding annotation.

表 1: Classes used by OU Hospital medical staff to annotate colposcopy-taken images.

Class	Description
Excluded	shadows, vaginal wall, equipment
Normal	healthy portions of the cervix
Lesion	non-biopsied, can be CIN or cancer
CIN1	low-grade neoplasia
CIN23	CIN2 & CIN3, high-grade neoplasia
Cancer	carcinoma

3 研究の方法

3．1 Osaka University (OU) Hospital Dataset

The dataset of this study consists of 672 cervical images of size 480 × 640 taken during colposcopy, and collected and annotated pixel-wise by medical staff from OU Hospital. Images were annotated with the classes shown in Table 1 as requested by the medical staff.

3．2 Implementation

The dataset was divided into sets for training (444 images), validation (50 images) and test (178 images). Images with lesion annotations were used for test due to their unconfirmed diagnosis that could confuse the network during training.

You Only Look Once (YOLO) v3 [f] was used as the model for object detection, and classification for CIN1, CIN2 and 3 (CIN23), and cancer. Ground truth bounding boxes were generated from the pixel-wise annotations, with different classes taken as separate objects. K-means clustering was used to generate nine clusters from the width and height of training bounding boxes to determine the

表 2: Recall, precision and mAP scores of each class at confidence score thresholds of 0.001 and 0.01, averaged over four folds.

	0.001			0.01		
Class	Rec	Prec	mAP	Rec	Prec	mAP
CIN1	0.487	0.007	0.035	0.058	0.005	0.002
CIN23	0.631	0.010	0.053	0.175	0.089	0.028
Cancer	0.890	0.027	0.374	0.736	0.179	0.364

表 3: Recall and precision scores of each class at confidence score thresholds of 0.001 and 0.01, disregarding localization precision and averaged over four folds.

	0.001		0.01	
Class	Rec	Prec	Rec	Prec
CIN1	0.932	0.253	0.125	0.088
CIN23	1.000	0.309	0.712	0.462
Cancer	0.981	0.489	0.911	0.770

anchors. This follows the standard YOLO setup of nine anchors, divided among the three detection scales on the network. Data augmentation was performed to increase the variety in the data, mostly on orientation as lesions are orientation invariant, and with minimal changes on color which is an influential feature.

Batches of 64 were trained for 500 epochs with image rescaling by 50% to 150% for every ten epochs. Four-fold cross validation was also done to evaluate the performance of the model.

4　研究成果

Evaluation was performed for confidence thresholds at 0.001 and 0.01, and with the non-maximum suppression threshold constant at 0.5 intersection over union (IOU). As seen in Table 2, the model performs well in identifying objects that are positive for cancer, with an average recall of 89%, satisfactory for CIN23 at 63%, and rather poorly for CIN1 with a recall of 49% across all folds at a confidence threshold of 0.001. The precision scores, however, show that the model has a high rate of false positives on all classes, which also reflects on the mean average precision (mAP) scores. Evaluations using a higher confidence threshold of 0.01, removing less relevant detections, show that CIN1 objects have extremely low confidence scores for the model to consider.

The low metrics have led to further evaluation on the capability of the model to detect the presence of classes within an image regardless of the precision of localization. This gives overall better results for both thresholds. It can be seen in Table 3 that recall and precision scores are more stable showing that the model is capable of classifying objects, particularly cancer. It still, however, performs poorly for CIN1 at a threshold of 0.01 due to its extremely low confidence scores.

Detection was also performed on the test set which contained images with lesion annotation; however, due to the nature of the lesion class, the professional opinion of a colposcopist is necessary to validate the results.

引用文献

[a] R. Reid, F. Roberts, “Female Genital System and Breast”, Pathology Illustrated, 2011.

[b] L.S. Massad, M.H. Einstein, “2012 updated consensus guidelines for the management of abnormal cervical cancer screening tests and cancer precursors”, ASCCP Consensus Guidelines Conference, 2013. 2011.

[c] R.A. Mustafa, N. Santesso, “Systematic reviews and meta-analyses of the accuracy of HPV tests, visual inspection with acetic acid, cytology, and colposcopy”, International Journal of Gynecology & Obstetrics, 2016.

[d] D. Pavithra, A.N. Jayanthi, “A study on machine learning algorithm in medical diagnosis”, International Journal of Advanced Research in Computer Science, 2018.

[e] “Basic Information About Cervical Cancer”, Centers for Disease Control and Prevention, 2019.

[f] J. Redmon, A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement”, arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.

発表論文等

〔学会発表〕

[1] M. Manalo, 青木工太, 上田豊, 伊藤優, 八木康史, “Detection and Classification of Cervical Intraepithelial Lesions using Deep Learning”, 電子情報通信学会-医用画像研究会 MI, 2020.

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

スピンを用いた新たなリアルタイム生体モーションセンシング手法の開発

千葉 大地（産業科学研究所）
櫻井 保志（産業科学研究所）
野村 光（基礎工学研究科）

1　研究の背景

スピン (磁化) は外部磁界に敏感なベクトルであり，情報不揮発性を有する．そのため，スピントロニクスは磁気記録あるいは磁界センシングに主眼を置きつつ，高度な成長を遂げてきた．ところが，いわゆるフィジカル空間においては，磁界よりも力学量の方がより重要な物理量となる．スピントロニクスは力学量のセンシングとはこれまで無縁であった．

2　研究の目的

本研究では従来のスピントロニクスの主眼を 180o 転換し，スピントロニクス素子の高感度さとこれまで培われた技術を活かしつつも，力学量，特に生体モーションセンシングの高度化に焦点を当てる．これにより，人間生活の安全・安心や IoT 社会の発展などのより身近な社会課題解決に資する展開を切り拓く．これまでのスピントロニクス研究開発の流れをゲームチェンジする独創性とインパクトを有し，社会実装範囲を爆発的に広げるチャレンジングな取り組みであるだけでなく，学際的分野としての新未来を拓く学術的波及効果も期待できる．

3　研究の方法

我々が開発した，力を加えた「方向」を敏感にセンシング可能なスピン素子 [a] を，生体親和性の高いフレキシブルシート上に集積形成し，得られた多次元時系列データを収集してリアルタイム AI 解析を行う．これにより，例えば指先の感覚や動きを妨げることなく手の甲にセンサシートを貼り付けるだけで指の動きを推定し予測するなど，筋肉や皮膚等でつながる遠方の動作を高度に推定する技術を開発する．

例えば手の甲にセンサシートを貼って指の動作を妨げずに推定する，心臓周辺の皮膚に貼って心筋の動作を推定するなどの様々な活用場面を想定している．研究開始までに，単一の応力方向スピン素子を手の甲に貼り，どの指を曲げたかを同定することにすでに成功している [b]．VR グローブやスマートアパレルと異なり，センシング対象器官を直接センサで覆う必要のない (触覚や動作の自由度を犠牲にしない) 革新的なスピン生体モーションセンシングを実現したいと考えている．

従来のスピントロニクスが目指す情報記録と処理の高度化の旗印を変革し，医療や VR だけでなく，インフラモニタリング，ロボ，物流など新たな市場の開拓も視野に入れ，独創的な新ルートを切り拓きたいと考えている．

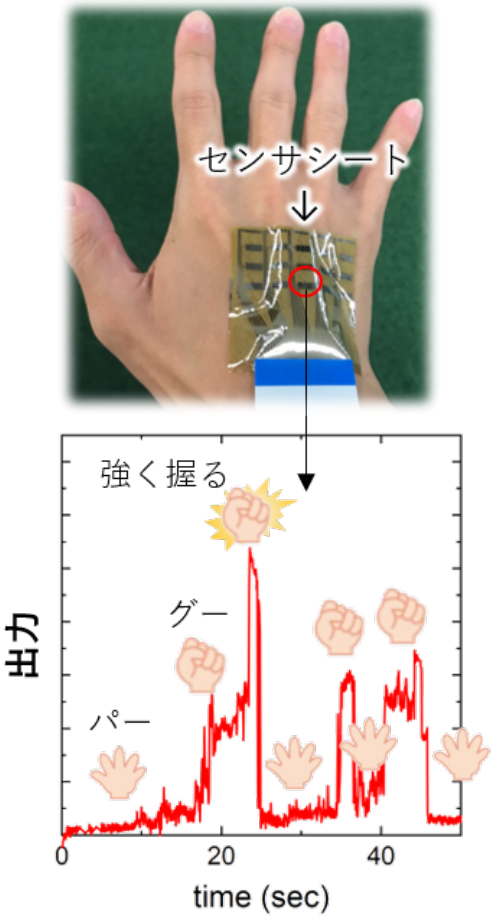


図 1: 手の甲に貼り付けたセンサーシート (上) と，一つのセンサの出力電圧の結果 (下)

4　研究成果

本年度は，フレキシブルシート上に集積形成するスピン素子単体の構造最適化と簡易的な集積化を進めた．後者について，具体的には 3 × 5 個のスピン素子が金属配線で接続された簡易的な集積スピンシートのプロトタイプを形成した．最終的には有機 FET と集積化する予定ではあるが，融合集積化は多くの製造ステップがあり，それを一つずつ確認し，乗り越えていく必要があるため，生体モーションを集積スピンシートで計測して AI 解析を行う準備へと速やかに接続できるよう，まずは簡易な金属配線集積化に注力した．

図 1 は作製した簡易センサシートを手の甲に貼り付けた様子と，一つのセンサの出力である．デモンストレーションとして，

パー→グー→パー…と手を握ったり開いたりしながら，センサの出力の時間依存性を取得した．一つのセンサの出力に注目すると，手を握ると出力が大きくなり，さらに強く握ることでより出力が強くなっていることが分かる．

本センサシートはこのような手の動きによって発生する手の甲の複雑なひずみの「分布」を電気信号に変換することができる．今後，このようにして取得した多次元時系列データをリアルタイム AI 解析することで，指先の動きや握り拳の力の入れ具合などを推定・予測するシステムを構築していくとともに，センサ単体の高感度化と，集積化技術の向上を進めていきたい．

引用文献

[a] S. Ota, A. Ando, and D. Chiba, “A flexible giant magnetoresistive device for sensing strain direction”, Nature Electron, 1, 124-129, 2018.

[b] H. Matsumoto, S. Ota, A. Ando, and D. Chiba, “A flexible exchange-biased spin valve for sensing strain directio”, Appl. Phys. Lett. 114, 132401, 2019.

発表論文等

〔雑誌論文〕

[1] H. Matsumoto, S. Ota, T. Koyama, and D .Chiba, “Control of magnetic anisotropy in a Co thin film on a flexible substrate by applying biaxial tensile strain”, Appl. Phys. Lett. 118, 022406(1)-(5), 2021.

[2] S. Ota, P. V. Thach, H. Awano, A. Ando, K. Toyoki, Y. Kotani, T. Nakamura, T. Koyama, and D. Chiba, “Strain-induced modulation of temperature characteristics in ferrimagnetic Tb – Fe films”, Scientific Rep. 11, 6237(1)-(7), 2021.

〔学会発表〕

[1] 千葉大地，“集積スピンサイバーフィジカルシステムによる力覚センシングに向けた取り組み”，日本物理学会　第 76 回年次大会, 2021.

[2] 千葉大地, “フレキシブル基板上のスピントロニクス素子における放射光計測”, SPRUC　ナノスピントロニクス研究会 2020 年度 第 1 回研究会, 2021.

〔外部資金〕

[1] 2020-2025 年度, (独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST, “集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築”，(代表) 千葉大地 (主たる共同研究者) 野村光

[2] 2020-2022 年度, (独) 科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産学共同 (育成型), “ゲージ率 1000 を超える超高感度フィルム型ひずみゲージの開発” (代表) 千葉大地

[3] 2019-2021 年度, 科学研究費助成事業 基盤研究 A, “フレキシブルスピンデバイスを用いた完全無電力 IoT レジスタ・論理演算素子の創製”, (代表) 千葉大地 (分担) 野村光

[4] 2020-2022 年度, 科学研究費助成事業 基盤研究 A, “ビッグデータからの材料特性の高速モデル学習と最適化”, (代表) 櫻井保志 (分担) 千葉大地

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，多数の神経細胞で構成される神経ネットワークの情報伝達を介して，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神経メカニズムを理解するためには，個々の神経細胞の活性化に伴うネットワーク間の情報伝達の変化を体系的に捉えることが重要である．そこで我々は，高速かつ高精細に全脳をイメージングする顕微鏡装置 FAST を開発し [a, b]，神経細胞の活性化に依存して蛍光蛋白質を発現するレポーターマウス脳を観察する手法で，刺激に応じて変化する全脳細胞活性化マッピングを実施している [a, c]．また，3 次元空間に再構築した全脳画像から，蛍光蛋白質で標識された細胞体の粒子形状認識を行い，その中心座標や軸径，配向性などを数値化する大規模画像解析ソフトをラトックシステムエンジニアリング社と共同研究により開発している [a]．これにより，脳全体からすべての活性化した細胞の情報を数値データとして取得し，複数の個体間の活動比較が容易にできるようになった．

2　研究の目的

脳の情報処理機構やその機能変調の神経メカニズムを理解するためには，実験動物であるマウスの特定の行動に対応する全脳細胞の活性化情報を取得し，体系的な解析を実施する必要がある．本研究では，これまでに確立した全脳細胞活性化マッピングと画像解析を用いて，脳疾患モデルマウスの行動異常とその時の神経細胞の活性化の情報から，行動異常発現の神経メカニズムを明らかにする新たな解析パイプラインを構築することを目指す．これにより，従来の仮説駆動型研究を脱却し，データ駆動型研究による脳研究を推進する．

3　研究の方法と成果

3．1　全脳の区画化と活性化神経細胞の分布

レポーターマウスである Arc-dVenus マウス [d] を用いて，精神疾患モデルを作製し，FAST により全脳画像を取得した．FAST の光学切断画像を z 方向につなぎ合わせて再構築した 3 次元画像を，Allen Reference Atlas（http://www.brain-map.org/）を参考に，脳の形態学的な特徴を基準にして 22 個の脳領域に分割し，各脳領域に存在する活性化した dVenus 陽性細胞を自動で計数した．個体ごとの dVenus 陽性細胞の割合を用いて z-score 化した値を算出し，各群（疾患モデル群と正常群）の全脳活動パターンとした．

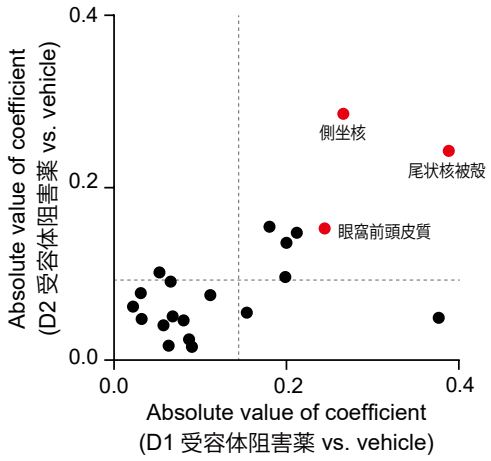


図 1: 薬剤性運動障害脳とコントロール脳を判別する各脳領域の異なる寄与度．各プロットは，受容体阻害薬投与脳と vehicle 投与脳の活動マップを判別分析した時の各脳領域の重みを示している．点線はすべての重みの平均値を示す．両判別に共通して重要な領域を赤色プロットで示した．

3．2　高用量ドパミン受容体阻害薬による運動障害時の脳活動の特徴となる脳部位の同定

運動などの脳機能や様々な脳疾患の病態に関わるドパミンシグナルの阻害薬により引き起こされる運動障害（薬剤性パーキンソニズム）の発現に関わる特徴的な脳活動を明らかにするため，scikit-learn(python ライブラリ) にある svm 関数を用いて，高用量ドパミン阻害薬 (D1 および D2 受容体阻害) 群とホームケージ飼育したコントロール群との全脳活動パターンの判別分析を実施した．サポートベクターマシンのハイパーパラメータである正則化係数 C は scikit-learn の GridsearchCV 関数を用いて最適化した．判別分析の結果，2 群の判別に重要な脳領域として，眼窩前頭皮質，尾状核被殻，側坐核を見出した（図）．これまでは，尾状核被殻と側坐核の神経活動が，薬剤性運動機能障害に重要であるとされてきたものの，全脳レベルのデータ駆動型解析により，眼窩前頭皮質も運動機能障害の発現に重要であることを見出した [c]．

3．3　全脳活動マップを用いた機能的ネットワーク解析

特定の刺激により活性化した神経細胞を蛍光標識するレポーターマウスを用いた全脳活動マッピングでは，時間分解能が低く，個体内の活動変化から算出される機能的なネットワーク解析が困難であった．そこで，複数個体の全脳活動データを統合

して脳領域間の相関係数 Pearson r を算出し，無相関の検定から求めた有意差のある相関 r>0.85 を示す脳領域間を機能的結合があるエッジとした．現在，この方法により既知の機能的ネットワークを検出できるかを明らかにするため，機能的結合が変化する疾患モデル動物等の全脳活動パターンから機能的結合性を解析している．今後は，データ駆動型の機能的な結合性の解析から，脳機能や脳神経疾患における神経メカニズムの解明につなげる計画である．

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

[c] Niu M, Kasai A, Seiriki K, Hayashida M, Tanuma M, Yokoyama R, Hirato Y, Hashimoto H. Altered functional connectivity of the orbital cortex and striatum associated with catalepsy induced by dopamine D1 and D2 antagonists. Biol Pharm Bull 44(3):442-447, 2021

[d] Eguchi M, Yamaguchi S. In vivo and in vitro visualization of gene expression dynamics over extensive areas of the brain. Neuroimage 44(4):1274-1283, 2009

発表論文等

〔雑誌論文〕

[1] Yoshinaga S, Shin M, Kitazawa A, Ishii K, Tanuma M, Kasai A, Hashimoto H, Kubo KI, Nakajima K. Comprehensive characterization of migration profiles of murine cerebral cortical neurons during development using FlashTag labeling. iScience 24(4), 102277, 2021

[2] Niu M, Kasai A, Seiriki K, Hayashida M, Tanuma M, Yokoyama R, Hirato Y, Hashimoto H. Altered functional connectivity of the orbital cortex and striatum associated with catalepsy induced by dopamine D1 and D2 antagonists. Biol Pharm Bull 44(3):442-447, 2021

[3] Kawaguchi C, Shintani N, Hayata-Takano A, Hatanaka M, Kuromi A, Nakamura R, Yamano Y, Shintani Y, Nagai K, Tsuchiya S, Sugimoto Y, Ichikawa A, Okuno Y, Urade Y, Hirai H, Nagata KY, Nakamura M, Narumiya S, Nakazawa T, Kasai A, Ago Y, Takuma K, Baba A, Hashimoto H. Commun Biol 3(1):557, 2020

〔学会発表〕

[1] Niu M, Kasai A, Seiriki K, Hashimoto H. Whole-brain mapping of activated neurons and circuits in brains after exposure to acute stressors. 第 94 回日本薬理学会年会. 2021

[2] Kasai A, Seiriki K, Hashimoto H. Monitoring neuronal activation at the local and global levels provides a new role of claustral neurons in the neuronal mechanisms of anxiety-related behaviors. 第 94 回日本薬理学会年会. 2021

[3] 勢力薫，前田駿介，平戸祐充，笠井淳司，橋本均. 単回および繰り返し社会的敗北ストレスによる神経活動変化の全脳イメージング解析. 第 63 回日本神経化学会大会. 2021

〔外部資金〕

[1] 2020-2022, 科学研究費助成金　基盤研究 (A),「脳疾患の解明と創薬へ向けた疾患モデル脳のマルチスケールデータ解析」, 20H00492, (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] 2021-2023, 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,「霊長類脳の高スケーラブルイメージングシステムの開発」, (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）
蓑島 維文（工学研究科）
瀬尾 茂人（情報科学研究科）

1　研究の背景

生体内において多彩な生命活動を維持するためには，多種多様な細胞が，適切な時間と場所で適切な活動を行うことが重要である．このようなシステムを理解するためには，生きた組織内を観察するための顕微鏡技術や，見たい現象を可視化するための蛍光標識技術，そして得られた大量の動画像データを客観的・定量的に解析するための情報処理技術が必要となる．

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　光変調蛍光スイッチングプローブの開発

蛍光強度を光照射により変調できる蛍光スイッチングプローブは，生体分子や細胞の in vivo トラッキングや超解像顕微鏡への応用の観点から極めて魅力的なツールとなる．これまで，蛍光タンパク質を改変した光活性化蛍光タンパク質が開発され，様々なイメージング研究に応用されてきた．一方，蛍光タンパク質は，光安定性の低さから長時間のイメージングにおいて光褪色する問題が指摘されてきた．本研究では，この問題を解決することを目的として，光安定な合成蛍光色素を利用した蛍光スイッチングプローブの開発に取り組んだ．プローブ開発のうえで，フォトクロミック分子に着目した．フォトクロミック分子は，特定波長の光を照射されることで化学構造が変化し異性化反応を起こす分子であり，近年，アリールアゾピラゾール（Arylazopyrazole, AAP）が報告された．この分子は通常のアゾベンゼンと比較して異性化効率が 98% 以上と極めて高く，熱安定性（t1/2 = ～10 days）に優れる分子である．このため，アゾベンゼンよりも厳密な分子構造の制御が可能であると期待される．

そこで本研究では，AAP を構造制御可能なリンカーとして用い，蛍光色素と消光基を末端に連結した分子を開発した．AAP が直線状の構造をしているときは，色素は蛍光性となり，光照射により AAP が折れ曲がった構造に変化すると，色素が消光基と相互作用し消光すると考えた．この原理に適する蛍光色素として光安定性の高い TMR を，その消光基としてジニトロベンゼンを選択した．この分子を合成し，実際に光照射を行ったところ，AAP 部位は異性化反応を引き起こし，50% を超える蛍光強度変化が観測された．更に，異なる二波長の光の照射を繰り返し行ったところ，光褪色することなく可逆的に蛍光強度の増減が見られた (発表論文 [1])．

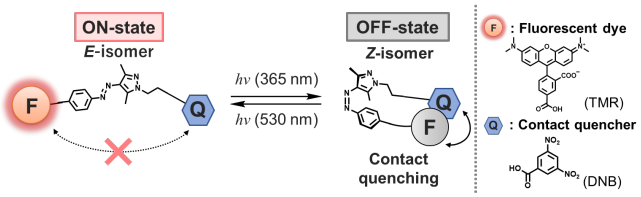


図 1: 光照射により蛍光強度を変調できる蛍光スイッチングプローブ

3．2　骨吸収機能の可視化のための pH 感受性蛍光プローブの開発

骨細胞は骨組織内部の骨小腔に広く分布しており，骨表面の骨芽細胞，破骨細胞とのコミュニケーションを介し骨組織の維持に寄与すると考えられている．しかしながらその機能には未解明な点が残されている．そこで骨細胞の機能を時空間解析するための蛍光プローブを新たに開発した．この蛍光プローブは pH 応答性色素として BODIPY 誘導体を有し，骨への親和性が比較的低い risedronate を導入することで，骨細胞の存在する骨組織内部にプローブが送達されるように設計した（図 2）．プローブをマウスに投与し二光子励起顕微鏡によるイメージングを行ったところ，いくつかの骨小腔の輪郭に沿って円盤状の蛍光シグナルが得られた．この観察結果は，骨細胞周辺で pH が低下していることを示しており，骨細胞が骨を溶解する説を支持するものと考えられる (発表論文 [3])．

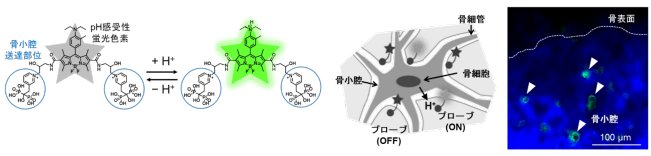


図 2: 骨の深部へ到達し酸性領域を可視化する蛍光プローブとそのイメージング結果

3．3　骨代謝の生体イメージングと画像解析

骨組織は，骨を壊す破骨細胞と骨を作る骨芽細胞が協調的に働き，常に古い骨が新しい骨に置き換わることで恒常性を維持している（骨リモデリング）．様々なホルモンや薬剤によってそのバランスが調節されており，副甲状腺ホルモン（parathyroid hormone; PTH）には，骨吸収から骨形成への移行を促して骨を修復する作用があるため，PTH 製剤は骨粗しょう症治療薬として用いられている．しかし，PTH が骨芽細胞と破骨細胞を協調的に制御する分子メカニズムについては，これまでその詳細な機序は明らかにされていなかった．

発表論文 [6] では，SLPI（secretory leukocyte protease inhibitor）が，骨を作る骨芽細胞の骨形成機能を上げると同時に，破骨細胞との相互作用を制御して骨吸収を抑制するバランサーであることが明らかにされた．破骨細胞と骨芽細胞が入り乱れると，骨吸収が抑制されることが知られており，その混在度を蛍光顕微鏡画像から定量的に評価するために Cell Mixture Index を用いた（図 3）．これはイメージング画像からまずそれぞれの種類の細胞領域を検出し，その近接関係を木構造で表現する．その木構造上で分割の解像度を変化させ，2 種類の細胞の混じり具合を 0 から 1 までの値として評価する方法である．

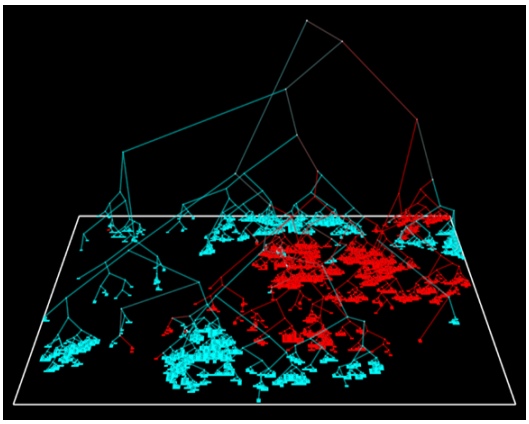


図 3: Cell Mixture Index の計算過程．赤が破骨細胞，青緑が骨芽細胞の位置を示している

発表論文等

〔原著論文〕

[1] Torii K, Hori Y, Watabe K, Kikuchi K, Development of photoswitchable fluorescent molecules using arylazopyrazole, Bull. Chem. Soc. Jpn., 93(7):821-824 (2020.4)

[2] Morimatsu M, Yamashita E, Seno S, Sudo T, Kikuta J, Mizuno H, Okuzaki D, Motooka D, Ishii M, ”Migration arrest of chemoresistant leukemia cells mediated by MRTF-SRF pathway.” Inflammation and Regeneration, 40(1):1-9 (2020.7).

[3] Hashimoto R, Minoshima M, Kikuta J, Yari S, Bull S.D, Ishii M, Kikuchi K. An Acid‐Activatable Fluorescence Probe for Imaging Osteocytic Bone Resorption Activity in Deep Bone Cavities. Angew. Chem. Int. Ed. (2020.8)

[4] Hasegawa T, Kikuta J, Sudo T, Yamashita E, Seno S, Takeuchi T, Ishii M, “Development of an intravital imaging system for the synovial tissue reveals the dynamics of CTLA-4 Ig in vivo, Scientific Reports, 10, 13480 (2020.12).

[5] Reja SI, Minoshima M, Hori Y, Kikuchi K, Near-infrared fluorescent probes: a next-generation tool for protein-labeling applications, Chem. Sci., 12(10): 3437 – 3447 (2021.3)

[6] Morimoto A, Kikuta J, Nishikawa K, Sudo T, Uenaka M, Furuya M, Hasegawa T, Hashimoto K, Tsukazaki H, Seno S, Nakamura A, Okuzaki D, Sugihara F, Ninomiya A, Yoshimura T, Takao-Kawabata R, Matsuda H, Ishii M. SLPI is a critical mediator that controls PTH-induced bone formation. Nat. Comm., 12(1): 1-14 (2021.4)

〔外部資金〕

[1] 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

[2] 2019-2020 年度, 文部科学省科学研究費補助金・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] 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

[4] 2019-2023 年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構・先端的バイオ創薬等基盤技術開発事業, 生体組織イメージングに基づいたバイオ医薬品の新規評価基盤技術の開発, (分担) 菊田順一,

[5] 2020 年度, 武田科学振興財団研究助成 (医学系研究奨励), 生体骨髄内の細胞社会を制御する分子メカニズムの動的解析, (代表) 菊田順一

[6] 2020 年度, かなえ医薬振興財団研究助成, 生体イメージングによる線維化疾患の新規病態評価系の開発, (代表) 菊田順一

[7] 2020 年度, 内藤記念科学振興財団研究助成, 赤色〜近赤外光照射による薬剤放出システムの開発, (代表) 蓑島維文

[8] 2020-2022 年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構・肝炎等克服実用化研究事業, 抗線維化・再生誘導剤の開発：臨床を見据えた肝硬変に対する間葉系幹細胞由来のエクソソームを用いた次世代治療法開発への基盤研究, (分担) 菊田順一

[9] 2020-2022 年度, 科研費基盤研究 (C) , 骨代謝に関わる細胞機能をイメージングする蛍光プローブの開発, (代表) 簑島維文

[10] 2020-2022 年度, 科研費基盤研究 (B), 蛍光制御技術が解き明かす代謝関連タンパク質の動態応答メカニズム, (代表) 堀雄一郎

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．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と期待される．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 [a][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解析スキームを構築する（図１）．

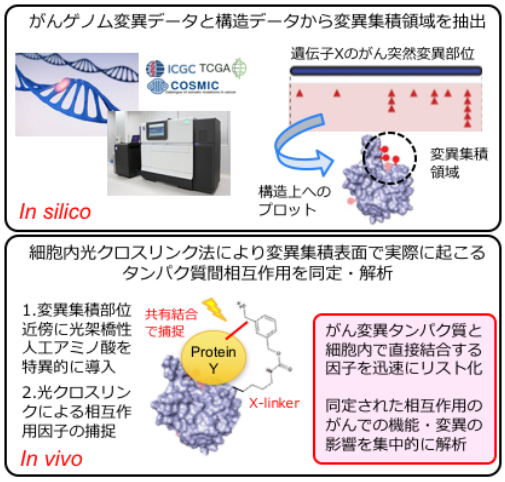


図 1: がん変異集積領域に着目した相互作用解析の流れ

2　研究の目的

本研究のコンセプトを図２に示す．これまでに，がんゲノムデータベースから取得した遺伝子変異情報と，構造モデリングサーバ HOMCOS[c] から取得したタンパク質立体構造情報を組み合わせ，タンパク質構造上のがん変異集積領域を半自動的に同定する in silico プログラムの構築に成功した（図２①）．さらに，このプログラムを用いて多くの肺がん患者で変異が見られる KEAP1 タンパク質の変異集積領域を見い出し，この領域に細胞内で直接結合する因子を独自の細胞内光クロスリンク法により網羅的に同定した（図２②）．その結果，複数の GTPase を KEAP1 の新規相互作用因子として同定することに成功し，これらの相互作用が実際にがん患者由来の KEAP1 点変異によって顕著に阻害されることを明らかにした（図２③）．すなわち，変異集積領域に着目し，がん変異により異常をきたす新規相互作用を効率よく見出すという当初のコンセプトの POC 取得に成功した．

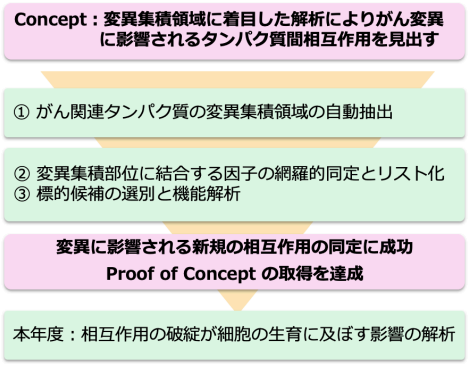


図 2: 本研究のコンセプトと進捗状況

そこで，本年度には，同定した GTPase が実際に細胞内で KEAP1 と相互作用するのか，また，両者の相互作用の破綻ががん細胞の生育にどのような影響を与えるのかについて解析した．

3　研究の方法

質量分析により同定した GTPase が実際に細胞内で KEAP1 と相互作用するのかについて，細胞内光クロスリンク法により検証した．また，KEAP1 と GTPase の相互作用およびその破綻ががん細胞の増殖・遊走能に及ぼす影響について，siRNA を用いた際の増殖能の変化ならびにがん変異体を用いた細胞突起伸展の変化を指標に検証した．

4　研究成果

まず，質量分析により同定した GTPase 群が実際に生細胞内で KEAP1 と相互作用するのかどうかを，細胞内での直接的なタンパク質間相互作用を検出可能な細胞内光クロスリンク

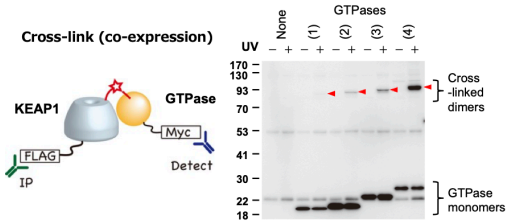


図 3: 細胞内光クロスリンク法により KEAP1-GTPase 間の直接的相互作用の検証．ふたつのタンパク質が細胞内で直接相互作用する場合，UV 依存的にクロスリンクが形成され，特徴的なシフトバンド（赤矢印）が検出される．

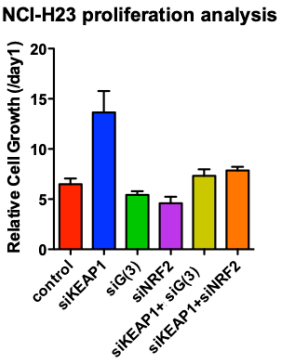


図 4: KEAP1 および GTPase の発現抑制が肺がん細胞増殖に及ぼす影響．

法により検証した．既に報告した手法 [1][2] に従い，光架橋性人工アミノ酸を導入した KEAP1 と GTPase 群を 293 細胞に共発現させ，細胞に UV を照射したところ，全ての GTPase (G(1)-(4) と表記）との間にクロスリンクが形成された．このことから，KEAP1 とこれらの GTPase が生細胞内で相互作用することが示された（図 3）．

さらに，がん細胞の増殖および遊走への関与が報告されている G(3) について詳細な解析を行なった．まず，肺がん細胞株 NCI-H23 中の KEAP1 の発現を siRNA で抑制したところ，細胞増殖能の亢進が見られた（図 4）．これらの増殖亢進は，既知の KEAP1 相互作用因子である NRF2 および G(3) に対する siRNA により顕著に抑制された．このことから，KEAP1 は G(3) の持つ細胞増殖促進活性を抑制する機能を持つことが示唆された．

また，前年度までに，KEAP1 のがん変異のひとつである R415C 変異が G(3) との相互作用を顕著に阻害することを明らかにした．そこで，この相互作用変化が細胞にどのような影響を及ぼすかを調べた．細胞に G(3) を過剰発現させると，細胞遊走能の亢進を示す突起伸展が確認された．この突起伸展は野生型 KEAP1 の共発現により有意に抑制される一方で，変異型 KEAP1 の共発現では抑制が解除されることがわかった．このことから，KEAP1 の R415C 変異により G(3) の活性が抑制できなくなると，細胞遊走活性が亢進する可能性が示された．以上より，変異集積領域に着目した解析から見出した新規

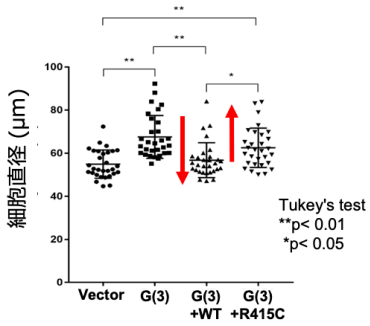


図 5: GTPase による細胞突起伸展と KEAP1 による抑制

KEAP-GTPase 間相互作用は，実際にがん変異により破綻し，がんの生育を増悪させる可能性が示された．本研究スキームは様々ながん変異により異常をきたす相互作用の同定に応用できると考えられる．変異集積領域抽出用 in silico プログラムは近々一般に公開する予定である．

引用文献

[a] 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.

[b] Kita, A. et al. Adenovirus vector-based incorporation of a photo-cross-linkable amino acid into proteins in human primary cells and cancerous cell lines. Sci. Rep. 6, 36946, 2016.

[c] Kawabata T. HOMCOS: an update server to search and model complex 3D structures. J.Struct.Funct.Gennomics. 17,83-99., 2016.

発表論文等

〔学会発表〕

[1] 樋野展正，“細胞内光クロスリンク法のがん関連タンパク質間相互作用解析への応用”，日本薬学会第 141 年会，Mar. 2021.

[2] 山本真実，重松知沙，山本紘義，川端猛，鳴海良平，足立淳，栗栖源嗣，樋野展正，土井健史，“がん変異に影響される FBXW7 αの新規タンパク質間相互作用の探索”, 日本薬学会第 141 年会，Mar. 2021.

[3] 高田理彩，樋野展正，山口卓男，深田宗一朗，土井健史，“タンパク質間相互作用界面の同定を可能にする新規光架橋性人工アミノ酸の開発”，日本薬学会第 141 年会，Mar. 2021.

[4] 重松知沙, 山本紘義, 川端猛, 栗栖源嗣, 土井健史, 樋野展正, “細胞内光クロスリンク法を用いたがん関連因子 FBXW7 αの相互作用解析”，第 70 回日本薬学会関西支部大会，Oct. 2020.

[5] 山本紘義，重松知沙，川端猛，栗栖源嗣，土井健史，樋野展正，“細胞内光クロスリンク法を利用した STK11 のがん関連相互作用の探索”，Oct. 2020.

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．

2　研究の目的

本研究では，単離・凍結保存が可能な既知生物のみから構成し，生産者・捕食性消費者・分解者を含んだ，生態系の複雑な性質を保持したモデル人工生態系 (gnotobiotic cryopreservable-microbial microcosms; GCMs) を開発する．本研究課題で扱う生態系は，モデル生物である大腸菌の培養のように，世界中で再現可能であり，一度に何千という条件を試験でき，かつ，生態系らしい複雑性を内包するモデル生態系である．さらに，実験操作のオートメーションを試みており，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行うことが可能となる．

加えて，上記実験系を非侵襲な顕微鏡で撮像し，深層学習などによる画像処理の技法を用いることで，顕微鏡による観察画像から各種微生物の特定と検出・計数を行うシステムを開発する．これにより大量かつ長期間にわたって撮影された画像データから各種微生物の個体数の推移を見積もることが可能となる．

最終的には，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

本研究では，12 種の微生物からなる GCM を開発した．この 12 種はすべて培養・凍結保存が可能であり，ゲノム配列も決定されている．この 12 種には生産者（他の生物に頼らずに光合成などで生存できる），捕食性消費者（主に他の生物を食べて生存する），分解者（他の生物の死骸や排出物を食べて生存する）を含み，種間には様々な相互作用が存在している．GCM では，完全に閉じた（クローズド）系，および，定期的な流入出がある開いた（セミオープン）系の両方で，長期間にわたって観察を行うことができる．

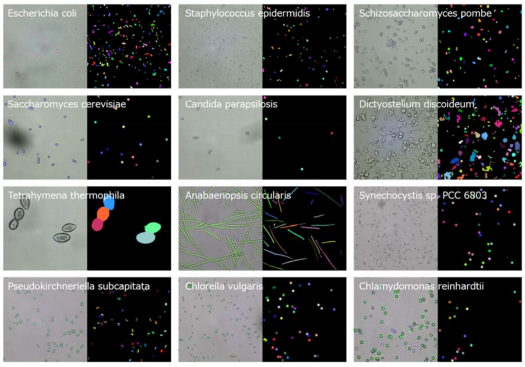


図 1: 単培養したウェルの観察画像からのセグメンテーション

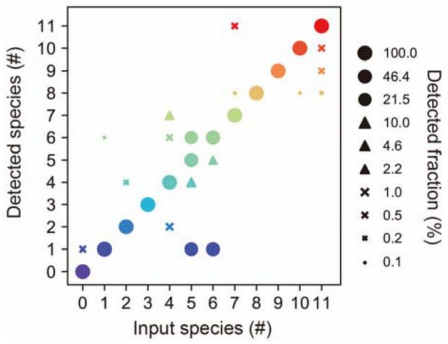


図 2: 微生物の個体の検出精度

深層学習によって微生物の認識・検出を行う際には，学習に用いる教師データをどのように準備するかが大きな問題である．本研究では，まず単一の生物種しか存在しないウェルを用意し，それぞれの微生物の特徴に合わせた画像処理ワークフローを構築して微生物の検出を行った（図 1）．それぞれの種はそれぞれ異なる形状（棒状/楕円状/糸状）や光学特性（透過光/蛍光）を持っている．

次に，このようにして作成した各微生物の情報を教師データとして，深層学習によって微生物を検出・分類を行うシステムを開発した．

図 2 は，教師データ作成時と同様に，ある 1 種類の生物種しかいないことがわかっている顕微鏡画像に対して，認識と検出を行った結果を示したものである．概ね良好な判別性能を示しているが，特定の生物種間で誤認識が生じることも判明した．また，別途個体数の濃度を変化させて撮影した画像の認識を行い，封入した濃度と推定個体数から，検出可能性の限界値を調

査した．生物の濃度が極端に低くなると画像に撮影されることが稀となり，これが検出下限となる．一方で密度が高すぎる場合は生物が重なりあってしまい，学習した生物種の特徴が見かけ上変化してしまうことから，検出できる個体数が大幅に低下してしまう．このような制限は存在するが，GCM で多くの場合を占める中間的な濃度であれば，実際の個体の濃度と画像処理による推定個体数に正の相関が見られた．

4　研究成果

すべての種が非侵襲的に観察可能な GCM を開発し，少なくとも 6 ヶ月間，多様性を維持できる実験条件を発見した．図 3 はセミオープンシステムの代表例であり，11 種からスタートしたものである．各生物種の個体数は，深層学習による各生物種の検出数と，蛍光プレートリーダーの出力や時間差で撮影した顕微鏡写真などからキャリブレーションを行った推定値である．長期間にわたって微生物の個体数の推移を追跡することができている．

この GCM はシンプルではあるが，すでにこの中での生物の進化や，生態学的に重要とされるキーストーン種による確率的現象などが観察されている．すなわち生態系らしい複雑性を持っているということであり，モデル生態系として有用であると考えられる．また，大自由度力学系の特徴を活かした生態系変化の新規予想法の開発をおこない，その適用範囲に対する理解が進んだ．さらに，様々な実験データと一貫性のある個体群ダイナミクスの数理モデルを構築できており，これにより実験と比較しながら理論的な理解を得ることができる．

このように GCM を用いることで，多くの種の組み合わせを，様々な環境条件で，再現性をもって検証することが可能となる．今後この人工生態系はさらに改善を続け，スタンダードとして世界中で無数に実験される「モデル生態系」として，生態系やその中の生物の仕組みの解明，およびそれらの制御のための知識と技術の獲得に貢献するだろう．

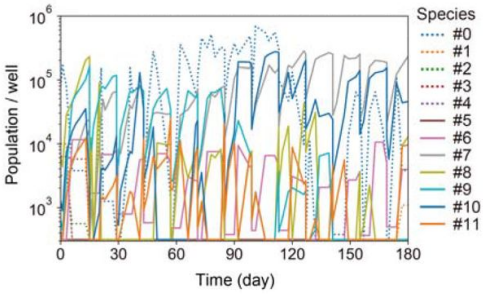


図 3: 長期培養時の各種微生物の個体数の推移

発表論文等

〔雑誌論文等〕

[1] Kazufumi Hosoda, Shigeto Seno, Naomi Murakami, Hideo Matsuda, Yutaka Osada, Michio Kondoh, “A model ecosystem of 12 cryopreservable microbial species allowing for a non-invasive approach”, *bioRxiv*, 2020 年 10 月.

[2] 細田一史, 瀬尾茂人, ”生命システムにおける複雑ネットワークとその制御について”,「システム／制御／情報」, Vol.65, No.5,「複雑ネットワーク研究の最前線」特集号（in press）

[3] 細田一史, ”人工生態系の生物物理”,「生体の科学」, Vol.72, No.3, 特集「生物物理学の進歩—生命現象の定量的理解へ向けて」(in press)

〔招待講演〕

[1] 細田一史, ”今や簡単に家管理，ラボ管理，実験機器連携が低コストかつ思いつきで自動化できる”, Laboratory Automation 勉強会, オンライン, 2020 年 6 月 27 日

[2] 細田一史, 村上なおみ, 瀬尾茂人, 長田穣, 松田秀雄, 近藤倫生, 古澤力, ”生物進化と生態系変化の制約にモデル人工生態系で迫る”, 日本進化学会第 22 回大会企画シンポジウム「システム頑健性と進化可能性」, オンライン, 2020 年 9 月 7 日

[3] 細田一史, ”1 万を超える人工生態系により生態系と生命の謎に迫る”, 生態研セミナー, オンライン, 2020 年 11 月 20 日

[4] 細田一史, ”無数の小世界をつくって生命の法則にたどり着きたい”, 京都大学 MACS セミナー, オンライン, 2020 年 11 月 25 日

[5] 細田一史, ”無数の実験生態系から生命の法則を探る”, 脳情報通信融合研究センター BFI セミナー, オンライン, 2021 年 2 月 4 日

〔学会発表〕

[1] Kazufumi Hosoda, Naomi Murakami, Shigeto Seno, Yutaka Osada, Hideo Matsuda, Michio Kondoh, “Do you want to use time series data of a large number of ”model experimental ecosystems” like this, if it is open?”, 第 36 回個体群生態学会大会, 2020 年 11 月

[2] 細田一史, 村上なおみ, 瀬尾茂人, 長田穣, 松田秀雄, 近藤倫生, “1 万個の生態系をつくって分子から生態系まで全部見る”, 第 43 回日本分子生物学会年会, 2020 年 12 月

〔その他〕

[1] “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”, 毎日新聞（朝刊 19 面）, 2020 年 4 月 8 日

[2] ”公募シンポジウム S-B1: 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”, 個体群生態学会第 25 回大会, 京都大学, 2019 年 9 月 26 日（シンポジウム企画）

〔外部資金〕

[1] 2020-2021 年度, 新学術領域研究 (研究領域提案型), “実験生態系の摂動と継代による生態系の揺らぎ応答関係の解明 “, （代表）細田一史

[2] 2020-2021 年度, 新学術領域研究 (研究領域提案型), “実験生態系を用いた生態系変化の情報物理学的理解 “, （代表）細田一史

[3] 2020-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究（C）, “生物群集全体と各 2 種間相互作用との関係を人工生態系での総当たり実験により解明する “, （代表）細田一史

バイオサイエンス部門・生命システム領域

多剤耐性菌のバイオメトリクス研究

西野　邦彦（産業科学研究所）
青木　工太（産業科学研究所）
西野　美都子（産業科学研究所）
古澤　力（東京大学大学院，理化学研究所）

1　研究の背景

複数の抗生物質への耐性をもつ病原菌（多剤耐性菌）の出現が世界的に大きな問題となっている．特に，今回の新型コロナウイルス感染症治療では，抗生物質使用が増えたため，細菌の多剤耐性化が促進され，その病原体が「憂慮すべき数」に上っていることが WHO でも指摘されており，医療現場において，簡便かつ迅速に多剤耐性菌が検出できる方法や，耐性菌の出現を逸早く予測し感染拡大防止を講じる対策法の開発が急務な課題となっている．これまで長い間，多剤耐性化に関して，１つの遺伝子や因子の変異や変化に基づいて説明がなされてきた [a, b]．しかしながら，細菌の多剤耐性化へのプロセスは，ゲノムや複数の耐性化に関わる因子，細胞状態の変化が複雑に絡み合っており，これからは，１遺伝子や因子に基づかない複雑系生命として理解することが必要である．このような背景の中，我々は実験室にて作成された薬剤耐性大腸菌株が遺伝子のみならず形態学的にも非耐性菌株から変化していることに着目した．

2　研究の目的

本研究では，病原細菌の薬剤耐性化プロセスにおいて，遺伝子のみならず形態学的にも変化していることに着目し，エボリューション解析 [c] で得られた様々な種の薬剤耐性菌株の網羅的形態情報「ミクロモルフォミクス情報」を取得する．深層学習によるこれら耐性菌株の画像判別と特徴抽出を行うためのアルゴリズムを構築する．さらに，薬剤耐性獲得の過程で生じる遺伝子的，形態学的変化について，進化実験で得られた様々な薬剤耐性菌株と，臨床・環境から分離された耐性菌株を用いて，バイオインフォマティクス解析とミクロモルフォミクス解析を行い，機械学習によるこれら情報の融合とモデル化を行い，多剤耐性菌自動推定法の技術開発を目指す（図１）．

3　研究の方法

研究室で保有されている複数種類の異なる薬剤耐性株と非耐性菌株（親株）を用いて，まず光学顕微鏡による概形の観察と解析を行った．続いて，非耐性菌株と比較して最も顕著な概形変化が認められたエノキサシン (ENX) 耐性菌株を用いて，透過型電子顕微鏡（TEM）による詳細な観察を行うため，急速凍結固定法を用いた試料作成を行った．ENX 耐性菌株と非耐性菌株についてそれぞれ複数回凍結固定を行い，オスミウム-アセトン溶液に置換後，エポキシ樹脂包埋を行い，試料ブロックを各株複数個作成した．試料ブロックより厚さ 80 nm の切片を切り出し，支持膜を張ったグリッド上に回収した．グリッドを重

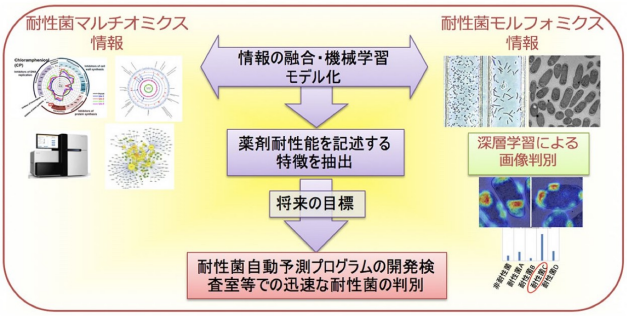


図 1: 研究の目的

金属で染色し TEM で試料を観察した．固定が良好と判断された試料ブロックを選び，深層学習判別のための画像データを取得した．画像判別は畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いて行い，耐性菌株と非耐性菌株の２クラス判別を行った．

4　研究成果

光学顕微鏡を用いた観察より，薬剤耐性菌株の多くが非耐性菌株と比較して細胞の概形が変化していることが判明した．実験で用いている大腸菌は通常，桿菌様 (rod-shaped) の形状を有しているが，特に ENX 耐性菌株は球形に近い概形に変化していた．TEM を用いて細菌細胞の断面像を詳細に観察した結果，非耐性菌株は比較的滑らかな外膜を有しているのに対し，ENX 耐性菌株は外膜の形状が波打ったように見えるものが多く，一部でブレブ様構造が認められた（図２）．次に深層学習を用いた２クラス判別および，得られた識別モデルから ENX 耐性菌株に特有な画像特徴を明らかにすることを試みた．深層学習による TEM 画像の判別について，試料作成から起因する画像データのバラツキが判別精度に影響を与えてしまうことが明らかとなったため，画像データのバラツキに対して頑健性をもつ識別モデルを構築することが重要となった．そこで，ENX 耐性菌株，非耐性菌株についてそれぞれ複数個の試料ブロックと，各ブロックから作成された複数枚のグリッドを用いて TEM 画像のデータセットを取得し，バラツキを含んだ画像データを学習させることにした．TEM 画像から細菌の一部を含んだパッチを作成し，およそ１００万枚のパッチから３分割交差検証を行い，各分割に対して精度および，感度，特異度を求めモデルの評価を行った．その結果，全ての項目について 0.9 以上の評価精度を得ることに成功した．次に，画像識別モデルを用いて Grad-CAM 法により ENX 耐性菌株に固有の形態学的特徴を

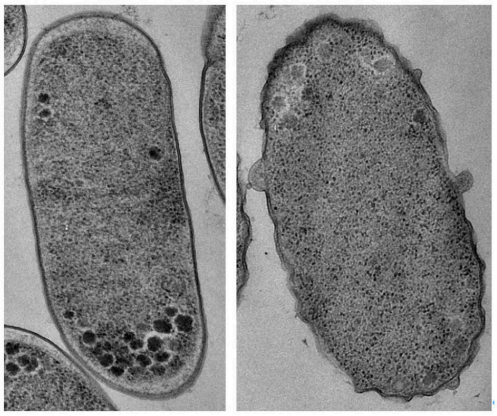


図 2: 非耐性菌（左）と薬剤耐性菌（右）の電子顕微鏡像

可視化した．その結果，ENX 耐性菌株の特徴は主に外膜領域に集中していることが明らかとなった．さらに，同モデルによって抽出した画像特徴と遺伝子発現量 [c] の相関係数計算から，形態変化に関与した可能性がある遺伝子が複数個抽出された．興味深いことに，これら遺伝子の多くが，膜の構成や代謝に関わるもの，またはストレス応答に関与するものであった．画像情報と高い相関をもつこれら遺伝子は，複合的に画像特徴に関与していると考えられた．

以上，得られた成果について，現在論文を執筆中である．

引用文献

[a] Nishino, K., T. Latifi, E.A. Groisman, “Virulence and drug resistance roles of multidrug efflux systems of Salmonella enterica serovar Typhimurium”, Mol Microbiol, 2006.

[b] Nakashima, R., et al., “Structures of the multidrug exporter AcrB reveal a proximal multisite drug-binding pocket.”, Nature, 2011.

[c] Suzuki, S., T. Horinouchi,C. Furusawa, “Prediction of antibiotic resistance by gene expression profiles”, Nat Commun, 2014.

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，槇原 靖，新妻 弘崇，丹羽 真隆（産研），長原 一，春本 要， 岸本 充生，中島 悠太，
武村 紀子（IDS），馬場口 登（工学研究科），平川 秀幸，八木 絵香（CO デザインセンター），
下條 真司，廣森 聡仁（CMC），東野 輝夫，義久 智樹（情報科学研究科）

1　研究の背景

超スマート社会が到来する中，IoT やビッグデータ等の活用により，人々が健康で豊かに生きるための様々な分野の新しい製品・サービスを創出が求められている．

2　研究の目的

大阪大学構内での実証実験を通じて，屋内外における人物行動解析のためのデータ，ならびに防犯カメラ等の IoT 技術を社会実装する際の社会同意プロセスに関する以下のデータを収集する．

1. エキストラ対象データベース（実験用カメラデータ・各種センサデータ，各被験者の識別用 ID（匿名化（氏名，住所等）），人物属性情報（国籍，性別，年齢，身体測定データ，基本映像データ（顔，全身，基本動作（直線歩行等））等）
2. 一般対象（エキストラを含むケースも有り）データ（実験用カメラデータ，エキストラ被験者を含む場合は，エキストラ被験者の位置・加速度情報も提供（タイムスタンプによる同期））
3. 社会実装のためのデータ（実験用カメラ導入のための説明プロセス，説明プロセスを通じた実験用カメラ利活用における障害要因と容認レベルの分析結果）

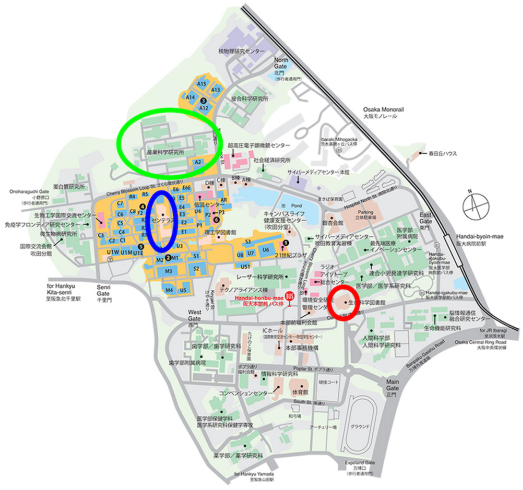


図 1: 大阪大学吹田キャンパス

3　研究の方法

Smart city project では，国立大学法人大阪大学吹田キャンパス内（図 1）で本実験を実施する．

平成 29 年より，吹田キャンパスの北側に位置する産業科学研究所（図 1）に実験用カメラを設置し，実験を実施してきたが，平成 30 年は，実験実施場所を拡張すべく，産業科学研究所に加え，生命科学図書館（図 1 の赤丸）及び工学研究科エリアにある生協食堂周辺（図 1 の青丸）にカメラを設置し，実験の準備を進めた．工学研究科エリアにある生協食堂周辺は，吹田キャンパスの中で，非常に人の往来が多い場所であり，時間によっても人の流れが大きく異なる場所である．そのため，人流解析等を実施する上で興味深いデータが取得できる場所である．一方で，生命科学図書館は，産業科学研究所や工学研究科エリアとは異なる人物行動映像を取得することが可能であると考えられる．また図書館は，人の知る権利と大きく関係する場所であり，利用者の自由が強く要請される場所であるため，映像を用いた実験実施を実施する上では，他の実験場所とは異なる意見等の聴取が期待できる．

これまで産業科学研究所では，実験専用のカメラを設置して実験を実施してきた．しかしながら，生命科学図書館及び工学研究科では，実験専用のカメラではなく，防犯兼実験用カメラとしてカメラを運用することとし，実験及び手続きを進めた．

4　研究成果

4．1　エキストラ実験

構築した実験設備を用いて，エキストラ対象データベース構築用の実験をすすめた．エキストラ実験では，実験シナリオの作成，現場監督選定を含めた実験実施体制の構築，被験者募集を行い，実験を行う．エキストラ対象データについては，2020 年 9 月，2020 年 12 月，2021 年 2 月に産業科学研究所を実験場所として実施した．

実験に利用するセンサ

エキストラ実験においては，産業科学研究所に設置したカメラ以外に次のセンサを利用する．これらの多くのセンサは前年度までのエキストラ実験に使用したものと同じものであるが，2020 年には新たにネットワークカメラによる基本歩行を別角度から撮影するデータを追加した．

1. 一眼レフカメラ（Nikon D5300）：全身画像撮影
2. USB カメラ（Point grey Firefly）：基本歩行撮影
3. ネットワークカメラ (AXIS P1346) ：基本歩行を別角度から撮影
4. ビデオカメラ（Sony　FDR-AX60）：歩行映像撮影
5. RGB-D センサ（Microsoft Kinect V2）：特定場所での行動撮影
6. 赤外線センサ（Panasonic VX980M）：特定場所での行動撮影（第 8 回でのみ試験運用）

7. 体組成計（Inbody270）を用いた計測データ
8. ウェアラブルセンサ：
9. ZenPhone（ASUS）：ZenPhone には以下のセンサが内蔵されているため，これらのセンサからの情報を，専用ソフトを用いて記録し，保存する．
   （a）位置情報（GPS）
   （b）加速度
   （c）ジャイロスコープ
   （d）電子コンパス
   （e）心拍センサ H10（ポラール）：心拍センサの情報は，上述の ZenPhone を通して記録，保存する．

4．2　一般対象実験

構築した実験設備を用いて，一般人物を対象としたデータを撮影する．この実験ではエキストラ被験者ではなく，自然な人々の往来を撮影し，解析に利用できるデータを取得する．エキストラ被験者とは異なり，すべての被験者に対する同意取得は不可能であるため，カメラ設置の事実を周知した上で，カメラの稼働状況を通知することで実験を実施する．2021 年 3 月 1 日現在，人物撮影に利用できるカメラは産業科学研究所，生命科学図書館，センテラスに設置済であるが，設置場所においてそれぞれ異なる運用状況にある．

4．3　産業科学研究所のおける実験

産業科学研究所では 2017 年 3 月から 2019 年 3 月まで一般対象実験を実施し，　現在は実験を休止している．今後実験実施を再開する際には，半期に一度の実験説明会の実施，実験用 Web ページでの実験実施の周知，実験計画の事前公開，実験実施時に立て看板の設置を行う予定である．

4．4　生命科学図書館における実験

生命科学図書館に設置した実験兼防犯カメラは，2018 年 4 月より稼働しており，防犯目的での運用を開始している．また，一般対象実験に向け，実験説明会を半期に一度実施している．本年度は昨年度に引き続き，トイレの出入口を向いているカメラを除く全てのカメラを利用し，データ収集を行っている．2020 年 9 月以降は表 12 に示す日時に実施もしくは実施を予定している．ネットワーク機器のトラブルの影響で 10 月よりデータ収集を再開できたが，また症状が再発し 1-2 月のデータが取得できていない．3 月からデータ収集を再開できる見込みである．また新型コロナウィルス感染症対策として，説明会は 11 月 20 日にオンラインで実施した．

4．5　大阪大学吹田キャンパスにおける実験用カメラの社会実装プロセス

新型コロナウイルスの感染拡大を受けて延期されていたセンテラスエリアでの実験に関する意見交換会と生命科学図書館での実験に関する定期説明会をオンラインで以下の 2 回実施し，参加者との意見交換を行った．

センテラスエリアでの実験に関する意見交換会
研究題目：映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究
内容：研究目的や実験内容，カメラの設置場所や実験方法，皆さまへの通知方法，映像データの取り扱い方法，等
日時：2020 年 11 月 17 日（火）14:00〜14:30 ころ，② 18:00〜18:30 ころ

生命科学図書館での実験に関する定期説明会
研究題目：映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究
内容：研究目的や実験内容，カメラの設置場所や実験方法，皆さまへの通知方法，映像データの取り扱い方法，等
日時：2020 年 11 月 20 日（金）13:00〜13:30 ころ

〔学会発表〕

[1] C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niitsuma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu, “Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image,” Proc. of the IEEE Winter Conf. on Applications of Computer Vision 2021 (WACV 2021), online, pp. 1-11, Jan. 2021.

人間総合デザイン部門

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（医学系研究科）
高畑 裕美（医学系研究科）
近田 彰治（医学系研究科）
下條 真司（サイバーメディアセンター）
Lee Chonho（サイバーメディアセンター）
吉川 隆士（サイバーメディアセンター）
日田 雅美（サイバーメディアセンター）
斎藤 英雄（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．テニスについてはボールの軌道やセンサーのデータをもとにした解析が大規模に取り組まれている．我々はこれまで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深層学習により予測することに注力して研究を進めてきた．2017 年度には初めにストロークの予測に取組んだ．テニスの試合を撮影した動画から画像処理技術を用いて選手の位置や打球方向などの情報を自動で抽出することに成功した．2018 年度に学習を行い 66.8 %の精度でクロスかストレートかの打球方向の予測を実現した．　2019 年度にはストロークより動作が速く，かつ，球種によるフォームの変化が小さいサーブの予測に取組んだ．インパクトの瞬間が捉えられるよう高速カメラを用いて計 80 本のサーブを撮影し，特定のポーズを抽出してそのタイミングでの関節位置などのデータセットを用いることで，単に時系列のフレームを学習させるより，精度が高くなるのではないかという見込みを得た．本年度もコナミスポーツクラブの協力を得て計 240 本のサーブの撮影を行った．この高速カメラ動画を用いてサーブ予測技術の詳細検討を行い，フラットかスライスかの 2 つの球種×センターかワイドかの 2 つの方向の 4 クラスの予測で 64 %，球種だけの 2 クラスの予測では 88% の精度を得た．

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て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．実際にテニスの上級者では初心者に比較してショットの予測を行っているとの調査結果がある．

動作の速いサーブでは高速カメラを用いないとインパクトの瞬間が捉えられない．通常の動画では 24fps 程度であるがサーブのインパクトを捕えるには最低でも 240fps での撮影が必要であった．単純にデータ量が 10 倍となり計算機での処理時間が増加してしまう．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．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順番に AI モデルに入力しても学習効果は上がらない．

そこで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を定義し，ポーズをベースとした連続動作のモデルにより予測を行えると考えた．これにより処理しなければならないデータ量（フレーム数）を低減し，かつ，予測の精度も向上することを目的とする．

3　研究の方法

ジュースコートからのサーブを行ってもらい対向側のコートエンドのセンターにカメラを設置して撮影した．球種についてフラットとセンターの 2 種類，打球方向についてはセンターとワイドの 2 方向とした．この 4 種類のサーブをそれぞれ 60 本ずつ，合計 240 本のサーブを撮影した．これを画像処理や OpenPose によりインパクトフレーム番号や骨格点座標などのデータを自動的に抽出し，昨年度に定めた 9 個のポーズを抽出した．このポーズを用いる効果を予測精度で評価した．

詳細な処理フローを図 1 に示す．

4　研究成果

我々な提案であるポーズを使っての予測を含めて以下の 4 つのパターンで学習，予測を行った．

パターン１： インパクトの２２フレーム前からインパクト後の５フレームまで，等時間間隔に抽出した 10 フレームを用いた判定

パターン２： 手首が見え始めた後で右肘角度が最低になるフレームを起点としてインパクトまでの間で等時間間隔に抽出した 10 フレームを用いた判定

パターン３： 肘の角度や腕の位置，膝の角度から定義した９個の Pose 点と Pose 点の間で一番間隔が広い区間の中間点からなる 10 フレームを用いた判定

パターン４： インパクトの 22 フレーム前から撮影した全フレームを使用

結果を図 2 に示す．

＜画像から抽出したラケット位置をデータセットに用いた場合（青色）と用いない場合（オレンジ色）の違い＞図 2 の取り結果が割れた．これはラケットの検出を行っている segmentation の段階での精度が低く，正しいラケット位置がデータとして抽出てきていないことに起因していると考えている．ラケットの segmentation の精度が低いのは Segmentation のための学習データの数が数 10 と小さいためと考えている．今後，アノテーションを進めて学習データを増やし，正しいラケット位置の抽出ができてから，改めて評価したい．

＜１フレーム数を半分に間引く効果＞フレームをだいたい半分程度に間引いたパターン 1 と全フレームを用いたパターン 4 を比較すると，判定に用いるフレーム数を半分程度にまびいても差は現れなかったことがわかる．

＜ポーズ点の効果＞全フレームを用いたパターン 4 に比較してポーズ点を用いたパターン 2 や 3 の方が精度の向上が見られることから，ポーズ点の利用により推論時の計算量を半分に減らしつつ精度も向上できたと言える．

＜ポーズ点だけを用いた学習と予測＞単に時系列にデータを入力したパターン 1（あるいは 4）とポーズ点を使ったパターン 3（本提案）の比較からポーズ点利用により精度が 0.56 から 0.64 に 14% 向上した．これにより処理にかけるフレーム数を半分にしつつ精度の向上ができることがわかった．

今回の評価においては，図 1 の工程④におけるポーズ点の定義がまだ不十分と考えている．その原因はサーブのフォームに若干のゆらぎがあること，さらにはポーズ点の定義に運動学的な考察をそれほど行えていないことにあると考えている．次に，2 球種× 2 方向の 4 クラスと，球種だけの 2 クラス，方向だけの 2 クラスでの予測を行った．結果を図 3 に示す．

ワイド/センターの 2 方向×フラット/スライス 2 球種の 4 クラスの判定が 0.6 程度の精度の時にフラットとスライスの 2 クラスの判定にした場合は 0.88 とまずまずの精度で判定が実現できた．一方で，2 球種を混ぜてワイドかセンターかの方向の判定を行った場合の精度 0.7 程度であった．さらにワイドへのサーブについてのフラットかスライスかの予測，及び，センターへのサーブについてのフラットかスライスかの予測については精度がそれぞれ 90% および 97% とじゅうぶんな予測が実施できた．今後，ポーズ点の定義の詳細検討を行い，さらにラケット位置に関する情報抽出の精度もあげることで，打球方向の予測精度の向上を図る．

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．

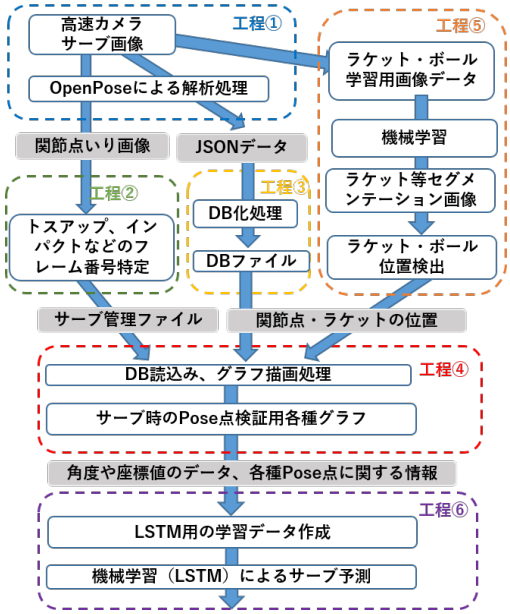


図 1: 高速写真データから深層学習までの処理フロー

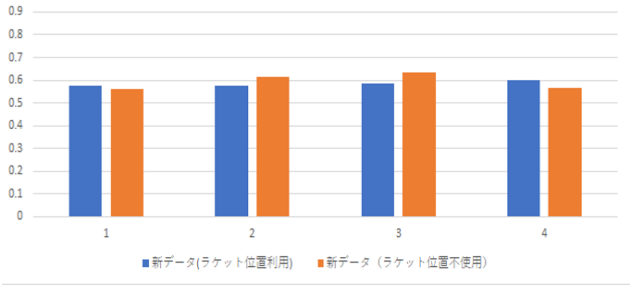


図 2: 球種×方向の 4 クラスでの予測精度

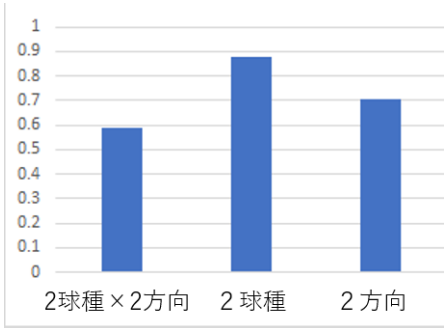


図 3: 2 球種，2 方向の 2 クラスでの予測精度

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

山城 隆（歯学研究科）
谷川 千尋（歯学研究科）
清水 優仁（歯学研究科）
下條 真司（サイバーメディアセンター）
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）

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反映した AI システムの構築が可能となれば，歯科医師にとって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，問題の見落としを防止する上でも重要である．

2 研究の目的

顔画像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にある．

3 顔画像所見を自動で生成する AI システムの開発

当院に蓄積された 1000 件の患者の顔画像を資料として用いた．900 症例をシステムの学習に用い，残りの 100 症例を評価用に用いるものとした．顔の評価における解は有限種類の表現の組合せであり，そのため顔の評価の際に注目する項目とその正解ラベルを事前に用意することで顔画像に対するマルチラベル分類問題として解くことができる．本研究では顔画像を入力データとし，対応する顔の評価結果をベクトル化したものを出力データとして学習を行うことによりＡＩシステムを構築するものとした．13 年の矯正歯科臨床経験を有する専門医 A に 17 インチラップトップ型パーソナルコンピューター上に表示した側貌および正面画像を同時に閲覧させ，治療計画立案時に注目する項目（以下評価項目）をマウス型光学式ポインティングデバイスにより選択させ，続いて評価項目の評価を同様に選択させた．

専門医Aには，約１～２分で顔画像の評価を行うこと，および評価項目数に上限はなく，診療上必要と考える場合は全ての項目を選択するように指示した．学習に用いるアルゴリズムには畳み込みニューラルネットワークの一つである ResNet50(He K et al., 2016) をベースとした Faster R-CNN（Ren S et al., 2017）を選択した．学習率は最初の 10 回を 0.001 とし，10 回の学習ごとに 0.1 倍するものとした．過学習を避けるため，損失関数が収束し，精度の明らかな上昇が認められなくなった段階で学習を終えるものとした．システムの構築に用いなかった 100 症例分の顔画像を用いてシステムの正答率，精度，感度，F 値の平均値を求めた．

4 研究成果

構築したシステムについてサンプル全体の正答率，精度，感度，F 値を表 1 に示す．精度，感度についてはそれぞれ 0.36 および 0.39 であり，専門医が存在すると判断した所見のうち約 6 割は見落とされていたものの，高い正答率を示した．学習回数については 50 回の段階で喪失関数及び制度が収束したことから過学習を避けるため 50 回で学習を終了した（図 1，2）．また顔画像の大きな異常を認めない症例の顔画像にシステムを使用した例を図 3（a）（b）に，口唇裂・口蓋裂を有する症例について使用した例を図 3（c）（d）に示す．

表 1: 顔画像からの顔画像所見の自動生成

	正答率	精度	感度	F 値
システム	0.95	0.36	0.39	0.37

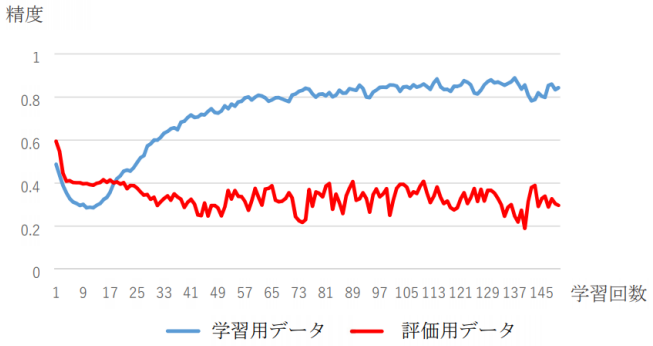


図 1: 学習回数の増加に伴う患者の顔画像より顔画像所見文を作成するＡＩシステムの精度の変化

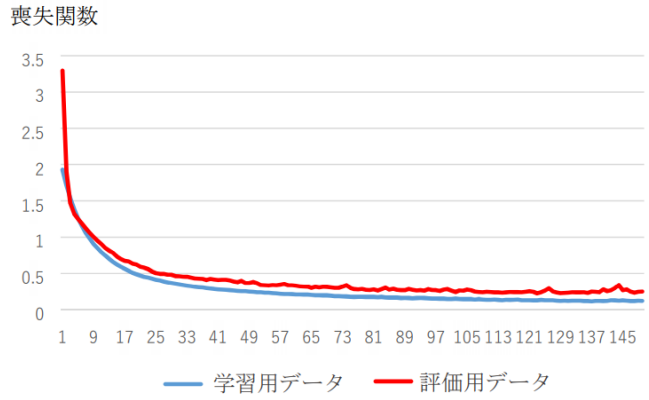


図 2: 学習回数の増加に伴う患者の顔画像より顔画像所見文を作成するＡＩシステムの喪失関数の変化

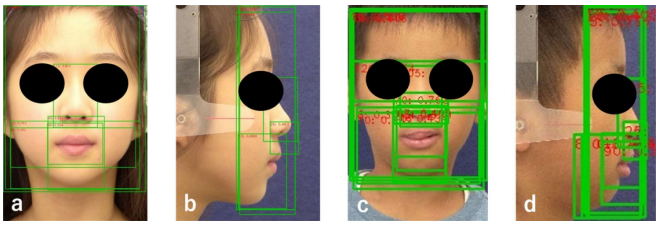


図 3: 顔形態について主な異常のない症例（ａ）（ｂ）ならびに口唇裂・口蓋裂を有する症例（ｃ）（ｄ）に対して患者の顔画像より顔画像所見文を作成するＡＩシステムを顔画像に用いた例

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

カーボンニュートラル，およびその後のカーボンフリー社会の実現に向けて，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いる．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おり，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ビエントな照明空調システムの導入も考慮されている．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が，これまでは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

我々はこれまでに，三次元深度センサーから得られる点群データを使って，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を取得する方法を検討してきた．本年度はこの方法においてカルマンフィルターによる複数人物のトラッキング手法を導入するとともに，簡易な実証実験を行ってその性能評価を行ったためそれらについて報告する．

4　研究成果

提案手法の概要を図 1 に示す．提案手法では，単一の三次元深度センサから得られる毎フレームの三次元の深度データを三次元の点群に変換し，前景点群の抽出とクラスタリングによりフレーム内の歩行者により生じる点群（歩行者セグメント）を検出する．三次元深度センサは通路脇などの壁面に設置される一般的な状況を想定しているため，センサ座標系の前方（奥行き）

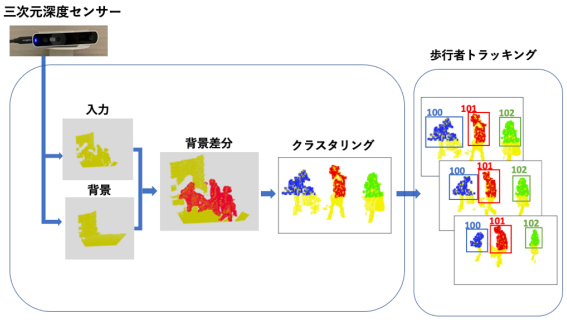


図 1: 歩行者トラッキング

方向が通行者の主な移動方向と直交することが多い．したがって，センサ近傍を通過する通行者によるオクルージョンが発生し，他の通行者の全部または一部の点群が観測できない場合が多く発生する．特に，ベビーカーなどを押す人は一般通行者よりも大きなセグメントとして検出されるが，オクルージョンが発生するとその一部が遮蔽されることによりセグメントが矮小化し，一般歩行者と誤って認識されることも少なくない．こういったいわゆる「欠落した観測データ」がカルマンフィルタの予測精度を低下させるといった問題があった．本研究では，三次元点群から人に相当する点群をセグメント化する際に，高さ情報を積極的に活用したクラスタリングを行うことで，セグメント化の性能を向上させるとともに，オクルージョンによる点群の欠落を検出し，カルマンフィルタ適用時における誤差の発生を抑制する手法を開発している．

具体的には，各フレームに対し，2019 年度に開発した，歩行者に相当する点群のセグメント（歩行者セグメント）検出を実施しておく．k 番目のフレームが得られた際，$k-1$ 番目のフレームにおける歩行者セグメントの集合 T_{k-1} をもとに，現在のフレームでの歩行者セグメントの予測値 P_k を求めておく．P_k が空の場合，現フレームで観測された歩行者セグメントすべてをトラッキングの対象としてこのフレームの処理を終了する．T_{k-1} が空でない場合，まず前フレームからの現在フレームでの歩行者セグメントの予測値の集合 P_{k-1} と今回の観測セグメント集合 O_k の対応付けを求める．P_k と O_k のセグメントのすべての組み合わせに対して，セグメントの位置と体積を用いてコストを計算しそれが最小となる組み合わせから順に割り当てることで決定する．観測セグメントと P_k 中の歩行者セグメントの組については，その観測セグメントとカルマンフィルタを用いて，対応する T_{k-1} 中の歩行者の現在位置を更新し，T_k に追加する．カルマンフィルタの更新時，割り当てられている観測セグメントの体積の絶対値およびその歩行者の直前の

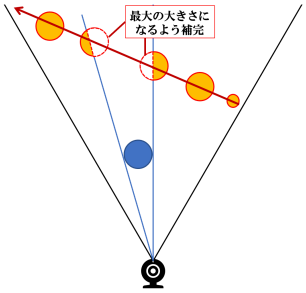


図 2: オクルージョン時の予測

(a) シーン A　(b) シーン B　(c) シーン C

図 3: 各シーンの状況

5 フレームに対する体積の相対値を元にカルマンゲインを変更する．

なお，公共空間では複数人が同時にセンサの前を通過することがあるため，ある歩行者によって発生する死角となる範囲を別の歩行者が通行することで，セグメントが欠損するオクルージョンが発生することがある．このオクルージョンに対応するため，オクルージョンが発生した観測に歩行者が割り当てられた場合，図 2 のような観測補完を行う．観測補完では，その観測の x 軸および y 軸の長さを，その歩行者の過去の x 軸および y 軸方向の長さの最大値に変更し，それに対応するようにその観測を x 軸の正の方向と負の方向のうちのオクルージョンをしている方向に移動させる．x 軸の正方向と負方向の両方でオクルージョンが発生している場合，移動は行わず観測の長さのみ変更する．その後，割り当てた観測と予測される歩行者の位置や体積が大きく異なる場合はその割り当てを棄却する．

評価のため，以下のシーン A から C に対応するデータセットを作成した．シーン A（図 3(a)）は，センサ位置からの奥行方向（センサ座標系の Z 軸正方向）において最奥部の歩行者が高さ 1m 程度の台車を押しながら左から右（同座標系で X 軸正方向）へ移動しており，その約 2m 背後に別の歩行者が追随して移動している．その手前を 3 人の歩行者が右から左へ並んで移動している．このシーンには Z 軸方向に最大 4 名の歩行者が並び，かつ最奥部の歩行者は台車を押していることからオクルージョンによりセグメント検出が極端に不安定である．シーン B（図 3(b)）も，シーン A と同様に最奥部の歩行者が高さ 1m 程度の台車を押しているが，シーン B では 5 人の歩行者が集団でその手前を通過するため，歩行者や台車のセグメント検出の不安定さはシーン A よりも高い．シーン C（図 3(c)）では，6 人の歩行者がバラバラのタイミングでセンサ観測領域に進入し，6 人のうち 2 人がスーツケースを引いて歩行した．進入方向は 3 名ずつで左および右とし，あえて進行方向が重なるように進入した．したがって各歩行者は衝突回避行動を頻繁にとった．

表 1: 評価結果

名前	MOTA	MOTP
シーン A	0.891	0.510
シーン B	0.862	0.526
シーン C	0.964	0.543

また評価指標として以下を用いた．

- MOTA: 複数人のトラッキングにおける人検出および ID 割当ての精度．式 (3.1) で与えられる．

$$MOTA = 1 - \frac{\sum_t (FP_t + FN_t + IDsw_t)}{\sum_t GT_t} \tag{3.1}$$

  FP_t，FN_t，$IDsw$，GT_t は，フレーム t での ID 割当ての誤り数（ただし $IDsw$ に相当する場合は除く），検出の失敗（見逃し）数，ID 割当てにおける ID 入替わり数，およびフレーム t での真の人数をそれぞれ表す．

- MOTP: 複数人のトラッキングにおける位置予測の精度．式 (3.2) で与えられる．

$$MOTP = 1 - \frac{\sum_{i,t} d_t^i}{\sum_t c_t} \tag{3.2}$$

  d_t^i，c_t は，フレーム t の i 番目の歩行者に対応する観測バウンディングボックスと推定されたバウンディングボックスの積（intersection）として得られる直方体の体積，およびそれらの和（union）として得られる直方体の体積をそれぞれ表す．

表 1 に結果を示す．どのシーンでも MOTA は 0.85 以上であり，検出と割当ての精度は十分高いことがわかる．また MOTP は 0.5 を超えており，推定バンディングボックスの多くが正解のそれに含まれているとみなすことができることから，高精度に軌跡推定ができていることがわかる．

発表論文等

〔学会発表〕

[1] 山口弘純，Society5.0 に求められるスマートセンシングと超知性ネットワーク技術，電子情報通信学会論文誌，Vol. J104-B , No. 3, pp. 129-139, 2021 (招待論文)

[2] Kotaro Ishizu, Teruhiro Mizumoto, Hirozumi Yamaguchi and Teruo Higashino, Home Activity Pattern Estimation Using Aggregated Electricity Consumption Data, Sensors and Materials, Vol. 33, No. 1, pp. 69-88, 2020

[3] Motoki Ougida, Hirozumi Yamaguchi and Teruo Higashino, Trajectory-Assisted Robust RFID-tagged Object Tracking and Recognition in Room Environment, Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems, pp. 11-15, 2020

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 和彦（産業科学研究所）
松下康之（IDS）

1　研究の背景

非翻訳 RNA が生体機能維持に重要な役割を持つことが判明し，欧米では RNA 標的低分子創薬が急速に進みつつある．RNA 標的低分子創薬のボトルネックは， RNA －低分子複合体の具体例が少ないこと，低分子と RNA の複合体形成が動的な 構造変化を伴うため複合体構造の予測が困難である点等にある．これまで，RNA 標的低分子創製のボトルネック解消に向けて，低分子－ RNA 複合体の形成経路解 析・律速段階の特徴量抽出（H29,30），低分子－ RNA 複合体形成ペアの創出・複合体構造解析 (H29)，スクリーニングデータ分類アルゴリズム構築 (H30,R1) を，松 下，中谷で進め，科研費挑戦的萌芽研究，基盤研究（A），製薬企業との共同研究（2 件）に繋げてきた．

これまで中谷グループでは，表面プラズモン共鳴（SPR）センサーを用いて， RNA と低分子の相互作用をスクリーニングしてきた [a]．SPR 解析はスル ープットが高くないため企業では採用されないが，結合における静的，動的挙動 が SPR 結合プロファイルから抽出できるため，化合物の特徴量解析に豊富な情報 を提供する．この特徴量情報を製薬企業のメディシナルケミスト（創薬化学者） が理解できる化合物構造へ紐付ける（フィードバック）ことにより，RNA －低分 子複合体の化学的理解の深化，創薬企業が持つ大規模化合物の集団（ライブラリ）から RNA 結合性化合物を抽出した小集団（フォーカストライブラリ）の構築， さらには，メディシナルケミストによる標的 RNA に特化した化合物構造最適化 の加速が期待される．

2　研究の目的

RNA 標的フォーカストライブラリ構築のアルゴリズムは，創薬企業にとって将来必須のツールとなり，その知財価値は極めて高い．上記の戦略を進めるために，本研究では中谷研究室が収集しつつある核酸－低分子相互作用 SPR データの情報科学的解析による，RNA 標的低分子選別アルゴリズムの開発を進めた．

SPR 解析では，複合体形成速度，複合体解離速度，結合定数，結合信号強度，標的選択性等の情報が得られる．実際の測定では，①複合体形成過程（通常 0 ～200 秒，横軸，時間）の間，時間経過とともに SPR 強度（縦軸）が大きくなり，②複合体解離過程においては（200 秒以降），表面に結合した化合物の解離が観察される．（図 1）この結合と解離の際に，複合体形成もしくは解離速度定数，複合体の安定性などにより，レスポンスカーブの形状が異なる．これらの複合体形成・解離情報が構造記述子によりどのように表現されるか，また，その記述方法に一般性が見いだされれば，その記述方法が標的核酸に対する化合物選択アルゴリズムとして有効なツールとして利用できるはずである．

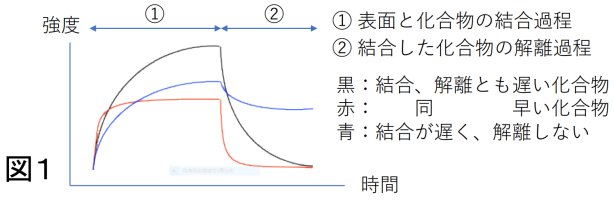


図 1

3　研究の方法

令和元年度に，標的核酸に対する創薬 企業提供 2000 化合物の SPR プロファイ リングデータの分類を開始し，SPR 解析で同時に取得可能な複合体形成速度，複合体解離速度，結合定数，結合信号強度，標的選択性等の情報の，化合物ごとの分 類を行い報告した（令和元年度報告書参照）．

今年度はこのデータに基づいて，SPR プロファイリングと化合物の構造情報 （構造記述子）を紐付けるために，分子構造シミュレーションソフトウェアを用 いて，1 化合物につき 284 の構造記述子を発生させた．SPR 解析結果の目視分類 により，2000 化合物を結合と解離の遅いヒット（hSK）33 化合物，速い結合と解 離を示すヒット（hFK）71 化合物と non-hit1896 化合物に選別した．

4　研究成果

4．1　hSK33 化合物の PCA 解析

33 化合物の PCA 解析フローを図 2 に示した（赤のライン）．SPR プロファイルの形状を目視分析で分類し，hSK33 化合物を，284 構造記述子を用いて主成分解析を実施した．得られた主成分軸（PCn－ PCn+1）に対して，hFK 化合物，non-hit 化合物の記述子データを，hSK のデータと同時に展開した．

その結果を PCn-PCn+1 でプロットした図 3 に示した．

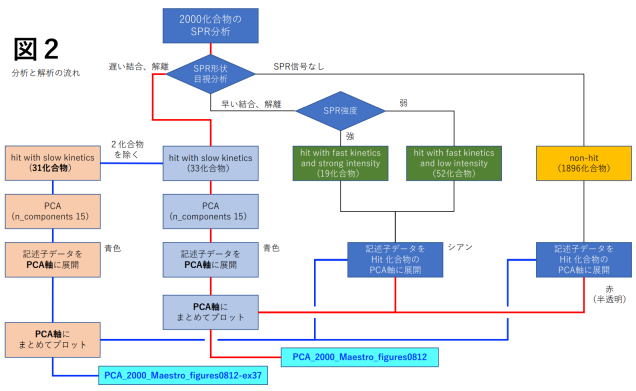


図 2
分析と解析の流れ

図 3

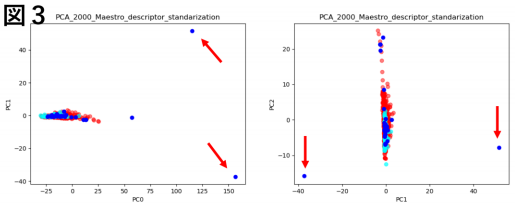
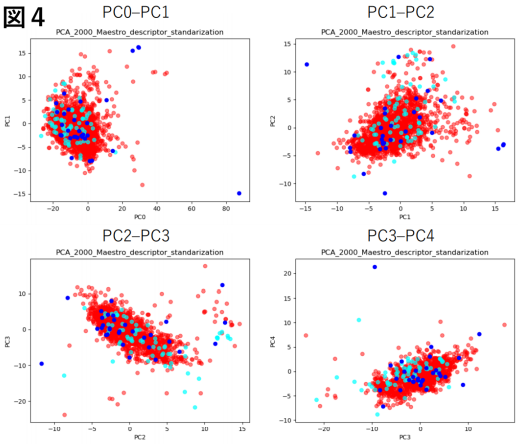


図 4



(hSK（青），hFK（シアン），non-hit（赤））．この解析結果からわかるように，主成分が二つの外れ値（赤→）に影響されていることがわかった．外れ値を示す化合物については，別途解析することとし，この二つの化合物を除いて，再度 PCA 解析を実施した．

4．2　hSK31 化合物の PCA 解析

hSK33 化合物から外れ値を示した 2 化合物を除いた 31 化合物を改めて，PCA で解析した（図 2 の青のライン）．

図 4 に，PC0 – PC1 PC3 – PC4 を示した．これらのプロットから明らかなように， hSK，hFK を non-hit から，また，hSK を hFK から分離する主成分を見出すこと は出来なかった．

4．3　大規模記述子を用いた PCA 解析

上述の通り，284 記述子を用いた PCA 解析では，外れ値を除いた hSK31 化合物 を他の化合物から分類することは出来なかった．記述子数が不足しているのでは ないかと考え，別途共同研究先の企業からおおよそ 5000 の記述子の提供を受け， 同様に解析を実施したが，hSK31 化合物を特徴づける主成分ならびに，構造記述 子を同定することが出来なかった．本解析のデータについては，共同研究中であ るため，示すことが出来ない．

5　考察と今後の予定

5．1　PCA 解析について

hSK, hFK, non-hit を分類する主成分を， 284 構造記述子から取得すること，取得 できた主成分を構成する記述子を特定し，分子構造の特徴として分子設計にフィードバックすることを目指したが，現時点では分類することが出来なかった．その理由として，1）hSK と hFK の目視分類の手法が不適当である，2）構造記述子 が核酸と低分子の複合体を表現出来ないなどの可能性が考えられる．1）につい ては，分類を人為的行うことを排除する方法を検討している．2）については， 核酸—低分子を表現する記述子の必要性を認識しており，今後の検討課題である．

5．2　他の解析について

PCA 解析を用いたのは，主成分は記述子の線形結合により表現されるため，化合 物を分類する主成分から，その主成分の重要な構成記述子を同定することにより， 分子設計に情報をフィードバックすることが出来る点にある．一方，目的に示した RNA フォーカストライブラリの抽出では，その抽出原理を説明する必要が無 いため，他の unexplainable な解析手法を用いることが可能である．現在，決定 木，ランダムフォレスト等により，解析を進める予定である．また，データ量が 決定的に少ないことから，さらなる SPR 解析を検討する．

謝辞

本研究には，理学研究科化学専攻博士課程 1 年生 Qingwen Chen さん，産業科学 研究所山田剛士助教が参画している．また，Python による PCA 解析は，情報科 学研究科の真壁莉里花さんの協力を得た．

引用文献

[a] T. Shibata, K. Nagano, M. Ueyama, K. Ninomiya, T. Hirose, Y. Nagai, K. Ishikawa, G. Kawai, K. Nakatani, “Small molecule targeting r(UGGAA)n disrupts RNA foci and alleviates disease phenotype in Drosophila model”, 2021, 12, 236.

発表論文等

〔外部資金〕

[1] R2, 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”, (代表) 中谷和彦

[2] R2, 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”, (代表) 中谷和彦

[3] R2, 学内共同研究 2 件（分担）

[4] R2, 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・空のふち”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．また，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，実験とシミュレーションのデータ同化を通して新しい物理現象を発見するとともに，非線形現象の予測，制御，による工学的な活用も目指す必要がある．

一方，研究におけるデータへのアクセシビリティ，リポジトリの重要性が増しており，特に大型装置を用いた共同研究の推進においてはそれらの役割の重要性が増している．

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．さらに，共同利用・共同研究拠点として保有するデータベースのアクセシビリティ向上，リポジトリを担保した次世代のデータベースの在り方を提案する．

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) リポジトリを担保した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

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つの取り組みのうち，進展が顕著であった (ii)-(iv) の成果を，4.1-4.3 にそれぞれまとめた．

4．1　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

ここでは，レーザー加工実験におけるリアルタイム計測のために，機械学習を介して輻射流体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 [1]．前年度までの研究で，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の開発を行うとともに，レーザー加工実験において，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．それらの

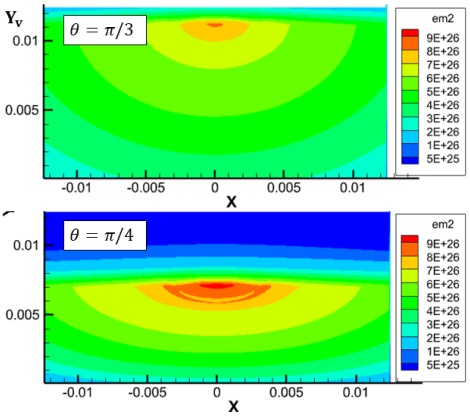


図 1: シミュレーション結果から発光・吸収を考慮した光線追跡によって構築した計測器の観測イメージ．視点が真横から（上図）60°，および（下図）45° の場合

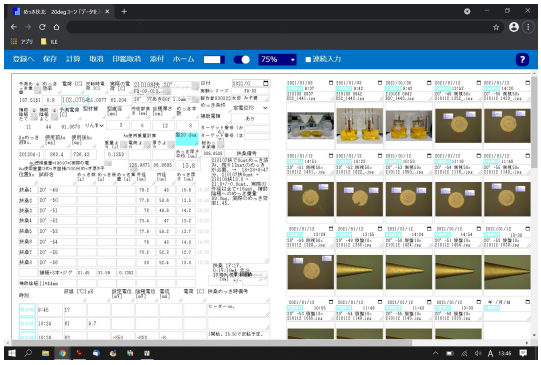


図 2: 金コーン製作作業における各種パラメータと仕上がり写真の記録

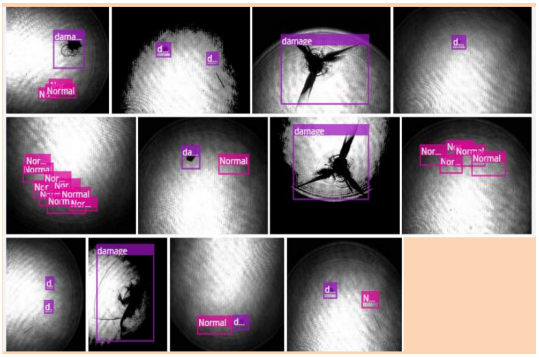


図 3: 機械学習によってレーザー損傷と認識された画像と損傷個所．紫色が損傷個所，桃色は損傷なしと判断された

研究を通して，シミュレーションおよび実験では各々に機械学習を適応してその有効性を確認することができたことから，今年度はシミュレーションと実験データを連携した照合するためのポストプロセスとして最適な手法を提案し，その開発に着手した．必要となる手法の一つとして，シミュレーションで得られたデータから，分光計測器等の各種計測器からから見る画像を構築するポストプロセスがある．特に，レーザー加工では空間に分布するプラズマの温度，密度等の状態に応じて光の波長毎の発光率・吸収率，発光量が定まる．シミュレーションデータにはこれらの状態量が含まれることから，発光率・吸収率の正確なデータベースが有れば実験での計測器と同じ画像を構築することが理論的には可能である．今回はレーザー加工を想定したシミュレーションにおいて，任意視点からの観測画像を構築するためのツールを構築した．この手法の精度を向上させたことによって，シミュレーションデータと実験データの直接比較が可能になり，シミュレーションデータと実験データを連携した機械学習によってリアルタイム計測にも結びつける手法が得られた．

4．2　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，不必要な作業の削減，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共同利用・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]，および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が，詳細な製作過程，パーツ情報などの記録も可能になった．これらのデータは製作者，ユーザーで共有され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．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示す．

このシステムは，現在阪大レーザー研を含む国内の複数機関が提唱している共創プラットフォーム「パワーレーザー DX プラットフォーム」における中心的なデータベースシステムへの展開を目指している．

4．3　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は多くの光学部品が用いられている．多くの光学部品には光学薄膜が施されているが，高出力レーザーの光学部品においては光学薄膜の損傷が避けられない．このような光学部品の保守，点検は熟練した技術職員の目視作業に頼っている．これを人工知能による画像分類手法を導入することによって作業効率の向上を試みた (b)．目視によって損傷が確認できた光学部品の画像を収集，タグ付けした．Renom を用いた機械学習によって 85% の正答率が得られた．損傷があると判断し，損傷個所を特定した画像例を図 3. に示す．

サンプルデータの数が少ない (261 枚) ものの，今後データ数を増やすことによって正答率の向上が期待できる．これによって実際のレーザー光学部品の保守作業効率の改善を図る予定である．

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.

[b] 日高翔，椿本孝治，大阪大学レーザー科学研究所, 年末報告会 (2020).

発表論文等

〔雑誌論文〕

[1] 長友英夫，畑昌育，佐野孝好，弘中陽一郎，尾崎典雅，“光量子科学によるものづくり CPS 化拠点 CPS 型レーザ加工を目指したシミュレーション”, レーザ加工学会誌，Vol.28, No.1 pp.9-12 (2021).

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

本研究では，深層学習，環境駆動型機械学習（強化学習）等，情報分野における最先端機械学習技術を素粒子・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．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いる．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，再構成処理を行う，
4) 蓄積・較正・再構成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，再構成，データ解析) の開発を行い，性能向上を目指す．

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　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) で稼働中の，電子・陽電子入射器，Linac 加速器の入射効率向上を目標として，機械学習を用いた運転調整システムの開発（加速管の RF 位相調や，ビーム位置補正のためのステアリング電磁石の調整）を行う．

Linac 加速器の運転調整には以下の問題がある．

- 加速器構成機器の温度変化や振動，潮汐力による影響等，環境変化に応じて，常時運転調整を行う必要がある．
- 調整に関連するパラメータの数が多く (数百〜数千程度)，相関が複雑であるため，パラメータ調整が困難である．パラメータ調整の最適化の速さや精度が，加速器運転員の技能によって異なる．

以上の問題点を解決するために，複数パラメータ間の相関関係の記述に強みを持つ多層ニューラルネットワークを用いた機械学習（深層学習，DNN）の適用が有効であると考えられる．

我々は，加速器調整時間の高速化や調整性能の向上，安定化を行うために，機械学習を導入した加速器運転調整手法の開発を行った．具体的には，1) 変分オートエンコーダー (Auto-Encoding Variational Bayes, VAE) を用いた次元削減により，数百パラメータの加速器環境データを二次元データで可視化し，また，2）加速器環境データ入力すると最適な運転パラメータ値を出力するニューラルネットワークをデザインし，性能評価を行った．これらの開発は全て，Linac 加速器運転の実データを用いて行った．

3．2　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が，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（回帰問題）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した．我々の先行研究によって，深層学習によるエネルギー較正により，エネルギー分解能が向上することが示された．さらに高精度なエネルギー較正を行うため，本研究では，低特徴データを用いた機械学習の開発を行った．

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　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用いて以下の開発を行った．

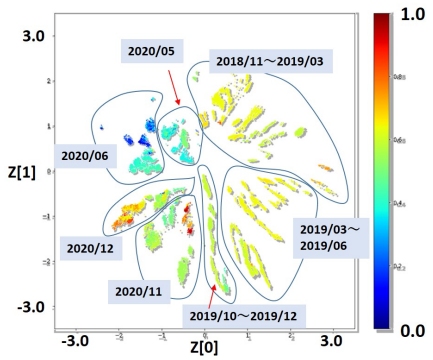


図 1: VAE からの出力結果．潜在変数の分布が，運転時期によって異なっていることが示されている．

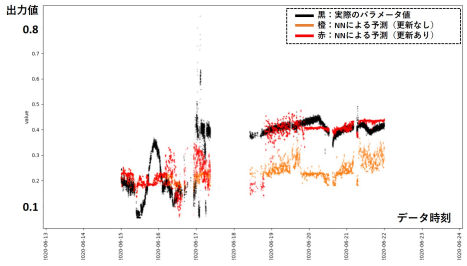


図 2: 機械学習による運転パラメータの予測値と，実際の運転パラメータ値との比較．直近一日分のデータで学習更新を行うことで予測精度が向上している．

1) 変分オートエンコーダー (Auto-Encoding Variational Bayes, VAE) を用いた次元削減を用いて，数百パラメータの加速器環境データを二次元データで可視化した．図 1 に結果を示す．加速器環境データの振る舞い (潜在変数の分布) が，時期によって異なっていることが明らかになった．したがって，加速器運転調整を行うためには，周囲の環境変化に応じた運転調整が重要であることが示された．

2) 加速器環境データ入力すると最適な運転パラメータ値を出力するニューラルネットワークをデザインし，性能評価を行った．図 2 に結果を示す．直近 10000event の加速器データ（直近 1 日分のデータ）で学習更新を行うことで，周囲の環境変化に対応可能であることが示された．

4．2　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低特徴データ，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高特徴データとした．我々が開発した低特徴データを用いた機械学手法を使用すると，エネルギー分解能が向上することが示された．

4．3　機械学習を用いた崩壊点再構成の開発

ILC 実験計画での崩壊点検出器での崩壊点再構成手法の開発を行った．ILC 実験では，生成されたクォークジェットのフレーバーを識別するために，高精度な崩壊点再構成重要である．低特徴データを用いた再帰型機械学習にる，崩壊点再構成手法

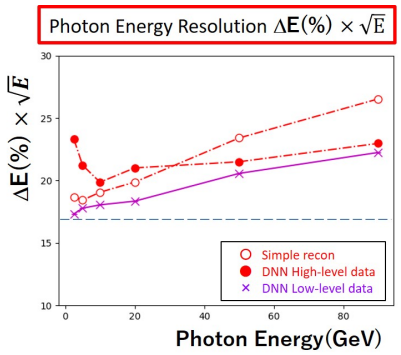


図 3: 低特徴データを用いた機械学習により，エネルギー分解能が向上した．

の開発を行った．

発表論文等

〔学会発表〕

[1] 久野 彰浩, 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”強化学習を用いた KEK Linac 運転調整のための準備研究”, 第 17 回日本加速器学会年会, Sept, 2020.

[2] 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 2020 年秋季大会, Sept. 2020.

[3] 中 祐介, 岩崎 昌子, J. Barkeloo, J. Brau, L. Braun, C. Potter, A. Steinhebel, J. Strube, M. Breidenbach, 武村紀子, 中島悠太, 長原 一, ”機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発 (3)”，日本物理学会 2020 年秋季大会, Sept. 2020.

[4] 後藤 輝一, 末原 大幹, 川越 清以, 吉岡 瑞樹, 倉田 正和, 長原 一, 中島 悠太, 武村 紀子, ”深層学習を用いた ILD 崩壊点検出アルゴリズムの改良”，日本物理学会 2020 年秋季大会, Sept. 2020.

[5] 久野 彰浩, 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, ”強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”，日本物理学会第 76 回年次大会, Mar. 2021.

[6] M. Iwasaki, “R&D of the Machine Learning Application to the Collider Experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders, Mar. 2021.

[7] K. Goto, T. Suehara, “Development of a Vertex Finding Algorithm using Recurrent Neural Network” International Workshop on Future Linear Colliders, Mar. 2021.

〔外部資金〕

1. 2020 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）」, “機械学習を用いた物理学実験データ処理技術の開発 ”, (代表) 岩崎 昌子（共同研究者）深澤 優子, 住浜 水季, 谷口 七重.

2. 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

光・量子デザイン部門

機械学習を活用する超高速ラマン分光システムの開発

畔堂一樹（工学研究科）
河野省悟（工学研究科）
浅井歩（産業科学研究所）
山中卓也（産業科学研究所）
木村輔（産業科学研究所）
加藤久明（産業科学研究所）
櫻井保志（産業科学研究所）
藤田克昌（工学研究科）

1　研究の背景

試料に入射にした際に波長と異なる波長を散乱する現象であるラマン散乱は試料の分子振動情報を反映する．この散乱光を分光器などを通して波長ごとに分光し，ラマンスペクトルとして光検出機で検出することで，試料を構成する分子の組成や量を分析することができる．ラマン散乱光は非染色・非侵襲な試料そのものの状態を反映する．近年ではラマン散乱光顕微鏡も一般的に使われるようになっており，微小領域のラマン散乱によるイメージングも行われている [a-b].

しかし，ラマン散乱は効率が低く，イメージングのような多点分析には非常に長い時間（数分/測定点 1 点×観測点）を必要とする．イメージングの際に高い信号対雑音比（SN 比）で取得しようとすると，より長い時間，高いレーザーパワーを照射すればよいが，試料へのダメージを考慮しなければならない．特に，観察対象が生きた細胞のような場合，撮像条件が SN 比のボトルネックとなる場合が多い．

一方で，特に細胞のような複雑な組成をもつ試料からの膨大な観測点（約 1,000 点）から得られるスペクトル情報は複雑であり，現状では多変量解析などの手法によってデータごとに試行錯誤を繰り返しながらデータハンドリングを行なっており，特徴量抽出が困難である．このように，ラマン分光には計測・分析に課題が山積している．

2　研究の目的

本研究では，スペクトル情報への特徴量付与・探索・分類と科学者による手作業で蓄積をされてきた最適な計測に必要なパラメータ情報を機械学習によって関連付けることで，計測・分析の場面における独創的な超高速ラマン分光システムを実現する．また，さらに，得られた学習済みモデルの活用だけでなく，画像情報に依拠しない測定対象物の判断という点では，バイオ分野だけでなく幅広い諸分野への知見応用が可能である．（図 1）

3　研究の方法

3．1　データの取得

ラマン散乱のデータセットは自作のスリット共焦点ラマン顕微鏡を用いて取得した．励起光の波長は 532nm である．今回は生きた HeLa 細胞のイメージングデータを用いた．1 つのラマンイメージングデータは『空間点数』x『スペクトル点数』からなる．今回用いたデータは（X=90 点,Y=400 点，λ=1,340 点）言い換えると，1,340 次元のスペクトルが 36,000 個あるデータセットである．機械学習では特徴量抽出と，デノイズの大きく 2 つの処理を行うアルゴリズムの構築を目的とした．

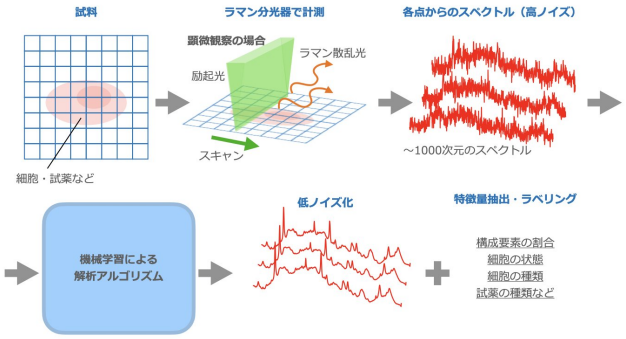


図 1: 研究の概念図

3．2　特徴量抽出（ラベリング）

得られたラマンデータセットから，細胞質，細胞核，細胞外のそれぞれのスペクトルを予想する深層学習アルゴリズムの構築を行った．あらかじめスペクトルの形状から任意にラベリングを行い，それぞれ，細胞質，細胞核，細胞外スペクトル郡を用意した．ラベリングのための分配器のアルゴリズムは 6 層からなる全結合層とし，特徴量抽出ののち，ラベリングを行った．教師データはそれぞれ細胞質 1,720，細胞核 1,167，細胞外 640 スペクトルを用意し，予想結果を検証した．深層学習のモデルの正答率はデータを 81：15 の割合で分けたのち，それぞれ訓練データ，テストデータとしてエポック数を変えて検証を行った．

3．3　デノイズ

同じ領域を，1 回の露光 (/400 スペクトル) あたり，3 秒と，10 秒の露光時間の異なる条件でラマンイメージングし，取得したデータセットを用意した．10 秒露光の低ノイズスペクトルデータセットを教師データとし，3 秒露光の高ノイズスペクト

表 1: 特徴量抽出（ラベリング）の結果．%は正答率．

エポック数	細胞外	細胞核	細胞質
10	90.2%	66.7%	78.3%
100	96.7%	94.2%	91.1%
300	98.5%	98.6%	81.0%
500	99.7%	99.7%	76.1%
1000	100.0%	99.1%	60.2%

ルデータセットを訓練データとして用いた．いずれのデータも（X=90 点,Y=400 点，λ=1,340 点）からなる．デノイズのためのアルゴリズムは全結合層からなるオートエンコーダを用いた．

4　研究成果

4．1　特徴量抽出（ラベリング）

特徴量抽出の結果を表 1 に示す．表 1 ではエポック数を変更した際の各スペクトル群へのラベリングの結果を示している．細胞外と，細胞核のスペクトルに関しては，エポック数 100 以上の条件で 94 %を超える高い正答率となった．一方で，細胞質の正答率はエポック数が 100 以上になると減少する結果となった．これは過学習による結果だと思われる．選択するスペクトルの形状や，ラベリングの数によって，分配器の層数や，エポック数を検証していく必要がある．

4．2　デノイズ

得られた結果から，ラマン散乱光の 2 次元強度マップを図 2 に示す．この強度マップは細胞内の cytochrome C に帰属する 750cm−1 の信号を基に作成した．オートエンコーダにより，ノイズ成分が抑えられ，画像が平滑化されている様子がわかる．また，スペクトルをみると，全体的にノイズが抑えられつつも，ラマンスペクトルの特徴的なピークは観察できることを確認した．今後は入力データのノイズレベルを変えながら，出力データにおける情報の欠損を評価していき，測定における，適当な露光時間の検証を行う予定である．

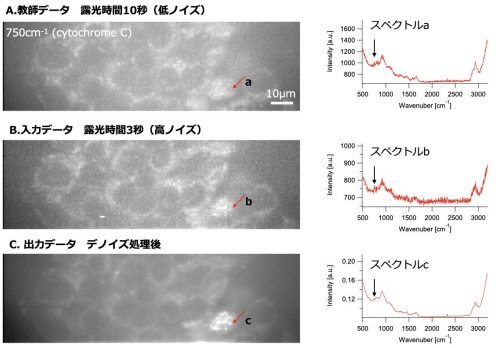


図 2: デノイズの結果　細胞の cytochrome C(750cm-1・スペクトル中の矢印）に相当する強度マップと矢印の位置のスペクトルを示す．それぞれ（A）教師データ（B）入力データ（C）出力データ．

引用文献

[a] Keisaku Hamada, Katsumasa Fujita, Nicholas Smith, Minoru Kobayashi, Yasushi Inouye, and Satoshi Kawata,, “Raman microscopy for dynamic molecular imaging of living cells”, J. Biomed. Opt., 2008.

[b] Almar F. Palonpon, Jun Ando, Hiroyuki Yamakoshi, Kosuke Dodo, Mikiko Sodeoka, Satoshi Kawata, Katsumasa Fujita,, “Raman and SERS microscopy for molecular imaging of live cells,”, Nat. Protoc., 2013.

光・量子デザイン部門

機械学習を活用する新規円偏光発光材料の設計・合成システム

近藤　健（産研）
佐古　真（薬学研究科）
鷲尾　隆（産研 AI センター）
阿部　司（産研 AI センター）

1　研究の背景

新規機能性物質の創製においては，高度な専門知識や技術だけでなく，物的・人的資源が不可欠であり，１つの製品の上市には膨大な時間やコストを必要とする．また，高い性能を発現する化合物であっても大量生産が困難であり，製品として供給できない場合も少なくない．先端研究においては分子設計・合成が高度化・複雑化しており，従来の化学者の試行錯誤による研究開発では限界を迎えつつある．さらにマテリアル合成においても SDGs(持続可能な開発目標) が重要視されており，省人化，省エネ化，スピードアップを実現する次世代型プロセスを早急に創出する必要がある．このような背景の下，円偏光発光（CPL）特性を有する新規ヘテロヘリセンの開発を目的として，機械学習活用による効率的なマテリアルデザインやその効率的合成を実現できると着想した．CPL 材料は，省エネルギー型 3D ディスプレイ用光源，植物成長制御用 LED，がん細胞の検出法など多岐に渡る応用が期待されている（図 1）．特に，CPL 特性を持つ化合物は，偏光フィルターを必要とする材料と比較すると発光強度が高く，注目を集めている．しかし，CPL 分子のデザインや効率的合成は難しく，実用化に向けた課題が山積している．

2　研究の目的

本研究では，CPL 分子としてヘテロヘリセンに着目し，「機械学習と計算化学を利用する新規円偏光発光分子設計システム」を開発する．また，設計した分子を合成する際にも「データ活用による合成経路や反応条件の予測」を行い，データビリティによる研究促進を実現する．

3　研究の方法

3．1　ベイズ最適化による電解反応の効率的最適化

本研究ではヘテロヘリセンを合成する際に，非効率な熱合成反応プロセスではなく，電気によって試薬を効率的に活性化する電解反応に着目した．電解反応は，電気化学由来のパラメータを最適化する必要があり，反応条件検討が煩雑になる傾向がある．本研究では，ベイズ最適化を活用するマルチパラメータスクリーニングによる迅速最適反応条件予測を検討した．まずは，モデル反応としてアミンの電解反応を選択し，次にヘテロヘリセンへの展開も目指した．

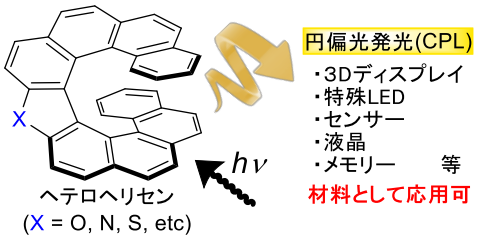


図 1: ヘテロヘリセンと CPL の応用例

3．2　量子化学計算による CPL 特性の予測およびアルゴリズムの作成

CPL 特性の評価指標の１つである g 値は目的分子の磁気遷移双極子モーメントと電子遷移双極子モーメントから数学的に見積もることが可能であるため，量子化学計算によって，ヘテロヘリセンの g 値を算出した．また，ヘテロヘリセンの分子構造と g 値からアルゴリズムを作成し，未知化合物の g 値予測システムの開発に着手した．

4　研究成果

環状アミン 1 をイミン 2 に変換する電解酸化反応をモデルに，1 および電解質の濃度，電流値，反応温度，反応時間の 5 つのパラメータについて，まず 5 例の学習データを収集した後，ベイズ最適化によって次に検討すべき反応条件を予測し，実験によって評価した．ベイズ最適化による予測と実験による評価を繰り返したところ，計 12 回の実験によって目的生成物であるイミン 2 を良好な収率で与える反応条件を見出した（図 2）．今回，電解反応を利用するヒドロキシカルバゾール 3 と 2－ナフトール 4 のカップリング/脱水環化連続反応による窒素原子と酸素原子を含むヘテロヘリセン 5 の効率的合成にも成功した（図 3）．現在，本反応にも上述したベイズ最適化を適用してさらなる収率の向上を図っている．合成したヘテロヘリセン 5a の g 値を DFT（密度汎関数理論）計算によって算出したところ，大きな誤差なく予測することに成功した（図 4）．現在，他のヘテロヘリセンの g 値予測や予測精度の向上を図っている．また，化合物の構造を文字列化（SMILES）し，本記述子を活用して g 値をシミュレーションにて予測するシステムを開発中である．

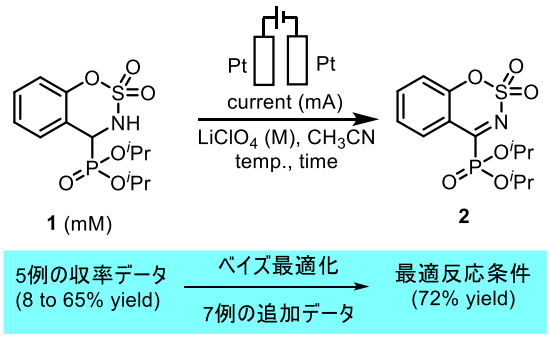


図 2: アミンの電解酸化反応の効率的最適化

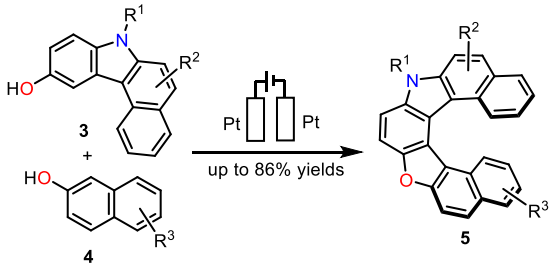
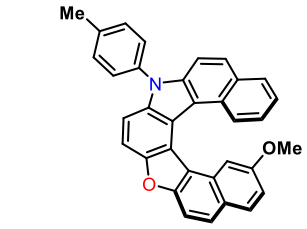


図 3: ヘテロヘリセンの電解合成



5a

g値（予測値）＝2.3 × 10^{-3}

g値（実験値）＝6.0 × 10^{-4}

5aのSMILES表記

CC(C=C1)=CC=C1N2C(C=CC3=C4C5=C(C=CC6=C5C=C(OC)C=C6)O3)=C4C7=C2C=CC8=C7C=CC=C8

図 4: g 値の予測システム

発表論文等

〔学会発表〕

[1] 近藤 健, “機械学習を活用する反応条件検討の効率化”, 計測展 2020 OSAKA, 2020 年.

[2] Salem, M. S. H.; Khalid, Md. I.; Sako, M.; Takizawa, S.; Sasai, “Electrochemical Synthesis of Azaoxa[7]helicenes via Oxidative Hetero-coupling/Dehydrative Cyclization Sequence of Arenols”, 日本化学会　第 101 春季年会, 2021 年.

〔特許〕

[1] 滝澤 忍, 笹井 宏明, 佐古 真, 近藤 健, カーリド エムディ イムルル, “新規なデヒドロヘリセン化合物およびその製造方法”, 特願 2020-189525, 2020 年

〔受賞〕

[1] 近藤 健,　公益社団法人 有機合成化学協会 カネカ研究企画賞, “有機電解反応・フロー合成反応開発の加速を志向するデータ駆動型反応条件スクリーニング法の開発”, 2020 年

〔外部資金〕

[1] 2020-2021 年度, 科学研究費補助金 若手研究, ‘‘電気化学的手法によるキラルヘテロヘリセンの簡便合成’’, 20K15281, （代表）佐古 真

[2] 2020 年度-2025 年度　JST CREST, ‘‘電気・光・磁場で誘導する革新的分子変換法の創成’’, JPMJCR20R1, （代表）垣内 史敏（分担）笹井 宏明 他

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 穣（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）
Chenhui Chu（IDS）
Noa Garcia（IDS）
Yiming Qian（IDS）
Hugo Lemarchant（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, 美術作品が観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きていること, 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にはどうしても主観的な一面や不確実さがつきまとう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（プレ・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, 解剖学的にも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, 彫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・眼窩・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，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．

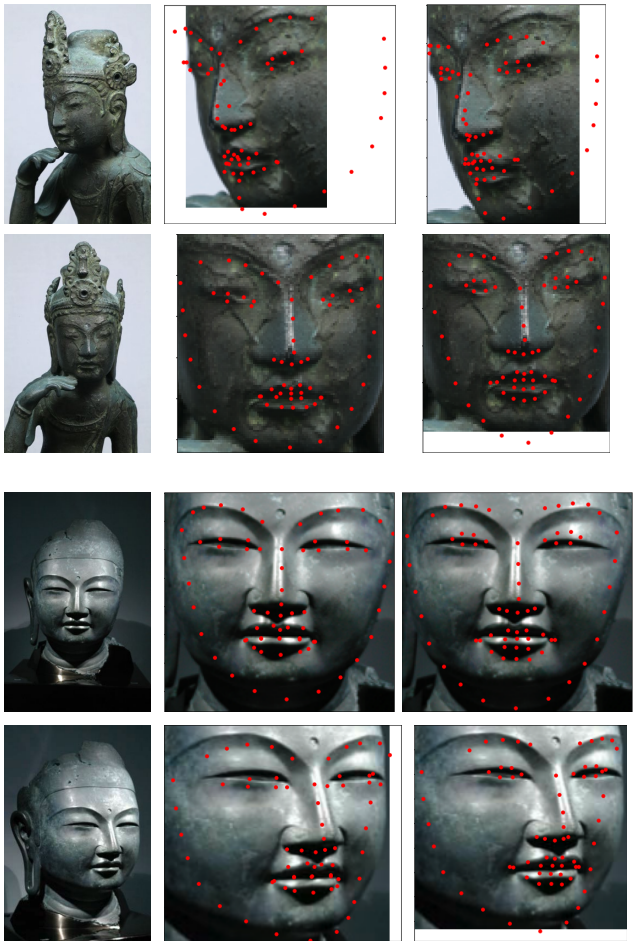


図 1: 2 体の仏像（上 2 段，下 2 段，異なる角度から撮影したもの）について（左），手作業で付与したランドマーク点（中央）と人の顔のためのランドマーク点検出モデルの出力（右）．

4　研究成果

4．1　仏顔画像データのマルチビューランドマークデータセットの整備

仏顔画像データのアーカイブ構築の一環として，画像データ内の仏顔に目・鼻・輪郭などのランドマーク点を手作業で付与したデータセットを構築した（図 1（中央））．同一の仏像を撮影した複数の画像データにランドマーク点を付与しており，仏像は静止物体であることから，適当な仮定を導入することにより，これらランドマーク点の 3 次元情報を復元できる．このデータは，それ自体が仏顔の様式解析に利用可能であることに加え，ランドマーク点の自動検出のためのモデル学習にも資するものとなる．

4．2　仏顔のランドマーク点自動検出

顔のランドマーク点は，顔の主要な器官の位置を表すもので，顔の幾何的な特徴を捉えるために極めて有用である．人の顔におけるランドマーク点検出は広く研究されているが（[a] など），我々の知る限り仏顔に適用した結果は報告されていない．ここ

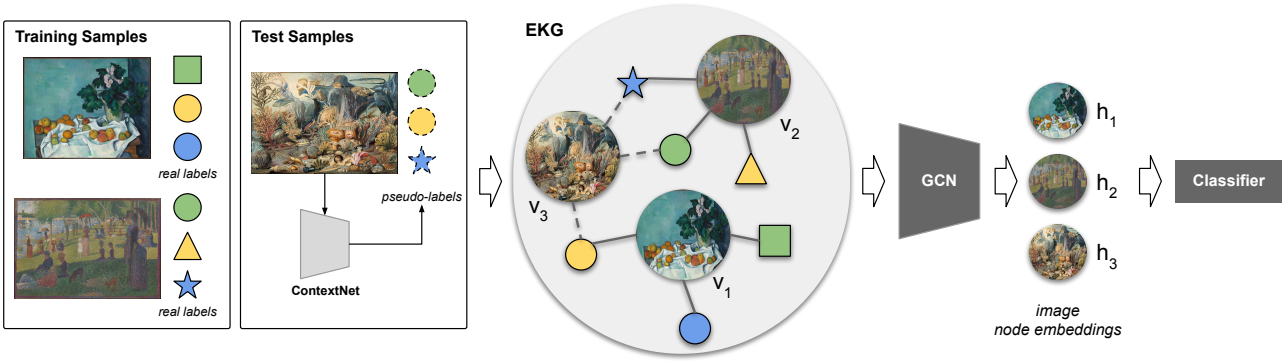


図 2: GCN による属性識別のためのモデルの全体像（図中の画像は仏像ではなく絵画）.

では，仏顔からランドマークを自動検出する手法の実現に向けて初期的検討を行った．具体的には，人の顔で訓練されたランドマーク点検出のためのモデルを仏顔に適用した．結果の例を図 1（右）に示す．ここから，モデルを仏顔に向けて再学習するとともに，3 次元点の復元までを含む全てのパイプラインによってモデルを訓練することも検討する．

4．3　GCN による画像からの属性識別

画像データ自体を利用した属性識別についても検討を進めた．これは，仏像の様式，大きさ，年代などを識別するもので，この属性識別のタスクで訓練されたディープラーニングモデルは，少なくとも当該タスクに必要な特徴を抽出できることになる．ランドマーク点による特徴の記述は，目鼻などの器官の配置に様式を解析するために必要な情報が含まれるだろう，という専門家の知識に基づくものである一方，属性識別タスクから得られる特徴の記述は，データに基づくものであるといえる．高精度な属性識別の実現を目指し，本研究では，図 2 に示す，Graph Convolutional Network（GCN）と呼ばれる構造のディープラーニングモデルを用いる．このモデルでは，データセット内のすべての仏像の各種属性に基づいて画像データを接続することによりグラフを構成する．これにより，同様の属性を持つ画像データから効率的に特徴を抽出できる．実験の結果，既存のディープラーニングモデルによる識別性能がその多くの属性で 80% 弱の性能であったのに対して，提案するモデルでは，すべての属性で 90% 以上の精度となることが確認できた．

5　その他

米国シンシナティ大学の Dr. James Lee らの研究グループから，本研究の成果物である仏顔画像データのデータセットを利用したい旨，問い合わせがあり，同グループとの当該データセットの共有に関して秘密保持契約（Non-Disclosure Agreement）を締結するに至った．

引用文献

[a] Roberto Valle, José M. Buenaposada, Antonio Valdés, and Luis Baumela, “A Deeply-initialized Coarse-to-fine Ensemble of Regression Trees for Face Alignment”, European Conference on Computer Vision, 2018.

発表論文等

〔雑誌論文〕

[1] 藤岡穣，“西湖周辺における呉越-南宋の仏教石刻”，「西湖周辺における呉越～南宋の仏教石刻」『アジア仏教美術論集東アジア IV（南宋・大理・金）』，2020.

[2] 藤岡穣，“様式・技法・金属組成からみた興福寺と薬師寺の古代金銅仏―薬師寺金堂本尊像の移坐・非移坐問題への一視点―”，待兼山論叢 (54)，芸術篇，2020.

[3] Fujioka Yutaka and Andrea Castiglioni, “The Cult and Statuary of Zaō Gongen”, Defining Shugendō: Critical Studies on Japanese Mountain Religion, Bloomsbury Academic, 2020.

〔学会発表〕

[1] Cheikh Brahim El Vaig, Noa Garcia, Benjamin Renoust, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, “GCNBoost: Artwork Classificationby Label Propagation through a Knowledge Graph”, ACM International Conference on Multimedia Retrieval, 2021（to appear）.

〔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

デジタルヒューマニティーズ部門

「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）
Chu Chenhui（京都大学/IDS）
梶原　智之（愛媛大学/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多くの場合，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的関係の増大から，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直すことが新たな課題となろう．

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圏形成が並行的に進んだことを示した [a]．しかし，19 世紀中期以降のパブリック・ミーティングの歴史像を俯瞰する研究は存在しない．

第 1 の理由は，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．第 2 の理由は，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．

本研究では，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，世論形成の全体像の解明を試みる．

2　研究の目的

第 1 に，日本では公開集会に関しては，実用的な側面に傾注した社会学的・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，ほとんど具体的な事実を踏まえたものはない．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・ミーティングの在り方に関する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的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と，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，世論形成とマスメディア研究における直線的な歴史観の修正を試みる．

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 [b] 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．

3．2　開催目的の抽出

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圏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連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．こちらは 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 The British Newspaper Archive での応用の検証.

3．4　世論形成と公共圏の全体像

民主的公共圏にかかわ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

Covid-19 の感染拡大により，一部研究の停止・報告の延期などがあったが，OCR の読み取り精度の向上に引き続き取り組む一方，Trove から抽出したパブリック・ミーティングのコーパスから，日付，時間，場所，目的，招集者，被招集者を抽出する作業を行い，その制度の向上を図った．その成果については，計画に従い第 70 回日本西洋史学会大会におけるシンポジウム（藤川主催）で，藤川・Chu が報告を行った．また，論文や学会報告でも適宜，その成果の発表を行った．

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「公共圏の歴史的構造 : 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」『Clio』34 号, pp.126-32, 2020/07/

[2] Koji Tanaka, Chenhui Chu, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Takao Fujikawa. Constructing a Public Meeting Corpus. In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp. 1934-1940, (2020.5).

〔学会発表〕

[1] 田中昂志, 芦原和樹, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. 公開集会記事からの情報抽出. 2019 年度人工知能学会全国大会, (2020.6).

[2] Chenhui Chu, Felix Giovanni Virgo, Koji Tanaka, Takaya Ogawa, Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa. Public Meeting Corpus Construction and Information Extraction. 第 70 回日本西洋史学会大会, (2020.12).

〔その他〕

[1]『第 70 回日本西洋史学会大会報告要旨集』小シンポジウム V，藤川, Chu, 中村他, pp.76-82, 2020.12.

[2] 藤川隆男/小風尚樹「Digital History Insights」『西洋史学』269 号, pp.76-77, 2020/6/1

[3] 森井一真「パブリック・ミーティングをめぐる研究動向：アメリカ・カナダを中心に」『パブリック・ヒストリー』18 号, pp.39-47, 2021.2.

〔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) チョ シンキ, 長原 一, 梶原 智之, 中村 武司

第 4 部

産学共創プロジェクト

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，受け入れ教員は，基礎工研究科兼任教員，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．令和 2 年 7 月より，課題別ワーキング 3 回，および全体会議 4 回を実施して，受託研究活動を実施した．

4.1 会議開催実績

日時	会議体	議題・内容
2020/9/3	第 1 回定例会議	活動進捗報告（新型コロナ感染拡大による緊急事態宣言発令に伴いキックオフ会議を延期）
2020/10/8	個別 MT（WG-1,2）	【岡山支社案内】＜現地調査＞ L 空間の安全対策
2020/10/13	個別 MT（WG-1,2）	リスクテイキングヒアリング（人間科学研究科）
2020/10/21	第 2 回定例会議	活動進捗報告
2020/12/1	個別 MT（WG-1,2）	【岡山支社案内】就実大学打合せ（L 空間の安全対策について）
2020/12/16	第 3 回定例会議	活動進捗報告
2021/2/5	第 4 回定例会議	活動進捗報告

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	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
②	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・准教授・平井啓
③	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：2,300,000 円、間接経費：700,000 円、合計：3,000,000 円

4.3　研究活動報告

①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

エスカレータが故障した際に発生する異音を高速かつ正確に検出することは，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となる．そのためには，(a) 正常音，(b) 歩行音など故障ではないが正常音とは異なる雑音，(c) 故障に起因する異音，を適切に識別する必要がある．

(2) 研究の目的

評価対象音と正常音の振幅スペクトルの絶対誤差の和に基づいて，(a), (b), (c) を正確に識別するためには以下をどのようにすればよいかを明らかにする．

- 振幅スペクトルの絶対誤差を評価する周波数区間 [k1, k2], [k3, k4]
- 異音の可能性が高いと判定するための絶対誤差和に対する閾値
- 絶対誤差和の時間変化に基づいて異音と最終判定するための規範

(3) 研究の方法

(a), (b), (c) の音をそれぞれ収集する．そして，１フレームのデータ数を N として，次の離散フーリエ変換（Discrete Fourier Transform, DFT）を計算する．

ただし，FFT (Fast Fourier Transform) で効率よく計算するために，N は 2 の冪乗にしておく．なお，サンプリング周波数を fc とすると，整数の周波数 k と一般の周波数 f (Hz) との間には $f = fc \cdot k/N$ なる関係がある．

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

次に，離散フーリエ変換 $X(k)$ の絶対値である振幅スペクトル $|X(k)|$ を評価する．（実信号の場合は $k = 0, 1, \cdots, N/2 - 1$ の場合にのみ意味を持つ．）そして，評価対象音の振幅スペクトル $|X(k)|$ と正常音の振幅スペクトル $|X(k)|st$ との誤差をデシベル値で評価する．その際，異音の特徴的な周波数成分が特定の周波数区間に局在している場合は，その区間でのみ誤差を評価することで雑音の影響を軽減することが期待できる．具体的には，特定の周波数区間を $[k1, k2]$, $[k3, k4]$ として，次の絶対誤差の総和 E を評価する．

$$E = \frac{1}{(N/2)} \left(\sum_{k=k1}^{k2} |20\log_{10}(|X(k)|) - 20\log_{10}(|X(k)|_{\mathrm{st}})| + \sum_{k=k3}^{k4} |20\log_{10}(|X(k)|) - 20\log_{10}(|X(k)|_{\mathrm{st}})| \right)$$

そして，閾値 T に対し $E > T$ であれば，そのフレームのフラッグを $F = 1$ として，異音を含む可能性が高いと判断する．しかし，このようにフレームごとに独立に判定する方法では，故障ではない雑音と故障による異音を区別するには不十分であり，また閾値 T を適切に設定することが困難であった．この問題を解決するために，E の時間変化に着目し，$F = 1$ となるフレームがある程度継続して発生する場合にのみ異音と最終判定する．具体的には，最新の p フレームのうち，$F = 1$ となるフレーム数が q 個以上ある場合にのみ異音と判定する．例えば，$p = 7, q = 4$ の場合は，最新の 7 フレームのうち 4 フレームの E の値が閾値 T を超える場合に異音とする．この場合，着目するフレーム数 p を大きくするほど，継続的に発生する異音をより正確に検出できるものの，判定までに最大 $p - 1$ フレームの遅れが生じるという欠点がある．

(4) 研究の結果

図 4.1 は，正常音の振幅スペクトル（実線），異音の振幅スペクトル（点線）の例である．ただし，E で考慮する周波数区間を $F1 = [2\text{kHz}, 9\text{kHz}]$, $F2 = [9.8\text{kHz}, 13\text{kHz}]$，サンプリング周波数を $fc = 44100[\text{Hz}]$ としている．この時，赤線の部分の面積が E に相当する．

図 4.2 は，90 フレーム過ぎに，人工的な異常音を発生させた場合の E の時間変化を表す．ただし，1 フレーム当たりのデータ数を N =8192 (約 0.2[s]) とている．図 4.2(a) は $T = 4$ の場合，図 4.2(b) は $T = 3.2$ の場合である．$(p, q) = (7, 4)$ として異音と判定したフレームを x 軸上に∗で示す．$T = 4$ の場合は異音を検出できず，$T = 3.2$ の場合は 5, 82, 120 フレーム周辺で，正常であるにもかかわらず異音と誤判定していることがわかる．

図 4.3 は，雑音として歩行音が入った場合の E の時間変化を表す．図 4.3(a) は $T = 4$ の場合，図 4.3(b) は $T = 3.2$ の場合である．$T = 4$ の場合はすべて正しく正常と判定しているものの，$T = 3.2$ の場合は複数のフレームで正常であるにもかかわらず異音と誤判定していることがわかる．以上の結果から，正しく異音のみを検出するためには，(p, q) を $(7, 4)$ 以外の適切な値に設定しなければならないことがわかる．その際，E の時間変化を表す図 4.2, 4.3 は，パラメータ T, p, q の適切な設定に対する知見を与えるものと思われる．

ここでは E が閾値 T を超えるフレーム数 q に着目して異音を判定したが，p フレーム分の E の累積値に基づいて判定する方法も考えられる．また，E を評価する周波数区間 $[k1, k2]$, $[k3, k4]$ を異音や雑音の性質に応じて適切に設定する方法も考えられる．

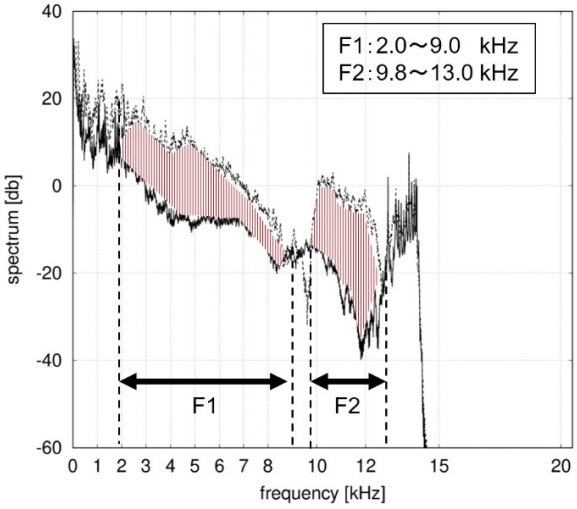
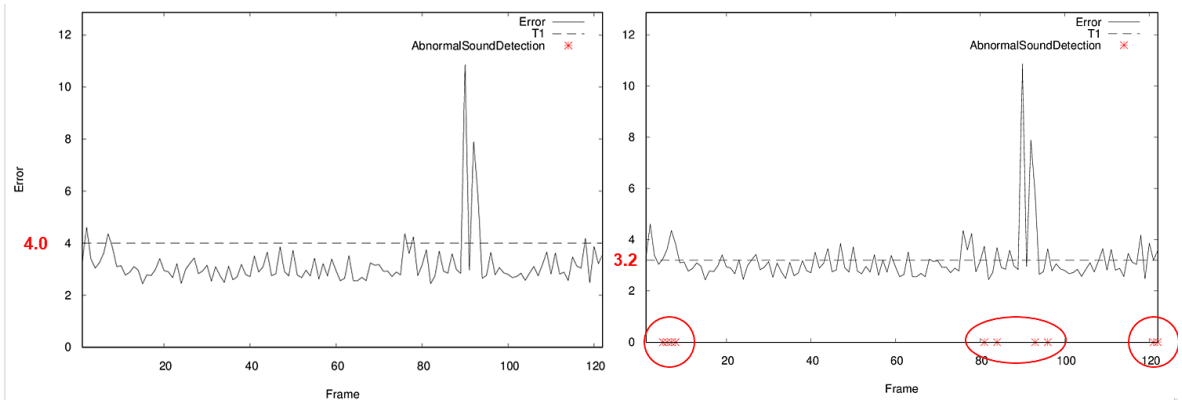
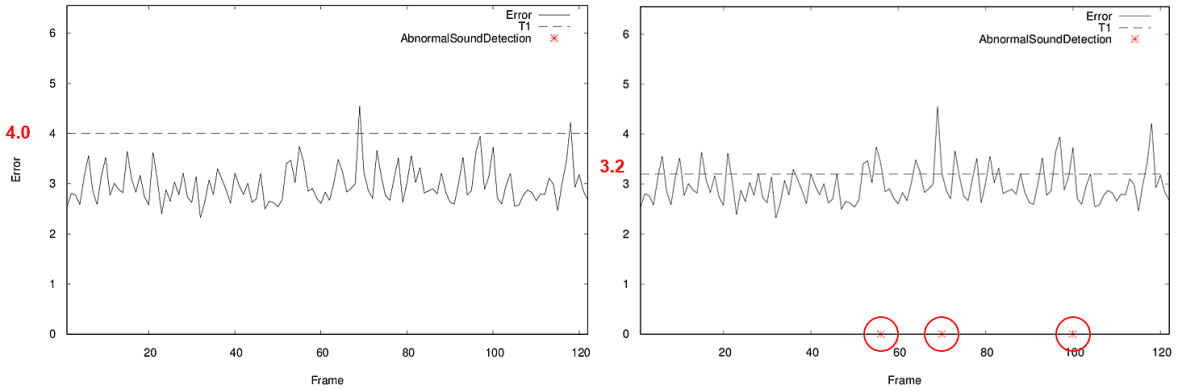


図 4.1: 正常音と異音の振幅スペクトル



(a) $T = 4.0$　　(b) $T = 3.2$

図 4.2: 90 フレームで突発的な異音が発生した場合の E の時間変化



(a) $T = 4.0$　　(b) $T = 3.2$

図 4.3: 歩行音を含む場合の E の時間変化

②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事故予防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、それに基づく行動変容の研究知見を得ることが重要である。

(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、駅における事故を誘発する行動の中でも危険度の高い行動に焦点を当て、駅利用者の認知行動科学的特徴を明らかにするための調査を行った。

(3) 研究の方法

近畿圏（大阪府、京都府、兵庫県、奈良県、和歌山県、滋賀県）および岡山県、広島県在住で月に 1 回以上鉄道を利用する者を対象とした。20 代以下、30 代、40 代、50 代、60 代の各年代 120 名ずつ、計 600 名に対し、無記名式のインターネット質問紙調査を実施した。質問内容は、性別や年齢、居住地域、鉄道の利用目的などの基本属性の他、駅構内における行動の頻度（例：エスカレーターを歩いたり走ったりして利用してしまう）、「エス

カレーターは立ち止まってご利用ください」などの注意アナウンスが鳴った際の行動、駅での行動における考え（例：駅のエスカレーターを駆け上がることが利得になるか）、これまでの鉄道利用時の経験（例：酔っ払ったまま、電車に乗る）、新型コロナウイルス流行下における、鉄道利用時の考え・行動（例：鉄道に乗っている最中に、新型コロナウイルスに感染することをどれほど心配しているか）、普段の生活における行動（例：普段出かける時に、傘を持って行くのは降水確率が何%以上のときか）、普段の鉄道利用時の行動（例：乗る予定の電車に乗り遅れることがある）、現在の体調であった。注意アナウンスが鳴った際の行動は、6 種類のアナウンスを用意し、それぞれについて 100 名ずつ割り当てて回答を得た。

(4) 研究成果

対象者の基本属性

本研究の調査対象者の性別および居住地域の内訳を表 4.3 に示す。対象者の平均年齢は 44.5 歳（標準偏差 13.9 歳）であった。

表 4.3: 基本属性

		n	%
男性		341	56.8
居住地	大阪府	295	49.2
	兵庫県	132	22.0
	京都府	59	9.8
	奈良県	25	4.2
	滋賀県	17	2.8
	和歌山県	9	1.5
	広島件	42	7.0
	岡山件	21	3.5
鉄道利用目的	通勤	317	52.8
	通学	20	3.3
	買い物	169	28.2
	通院	17	2.8
	その他	17	12.8

駅における危険行動

普段の駅構内における行動の頻度について尋ねた結果、エスカレーターの利用について、危険行動をとりやすい傾向があった（図 4.4）。「エスカレーターの片側をあけて利用してしまう」という項目に対し、「よくある」と回答した人の割合は、76.7% に上った。

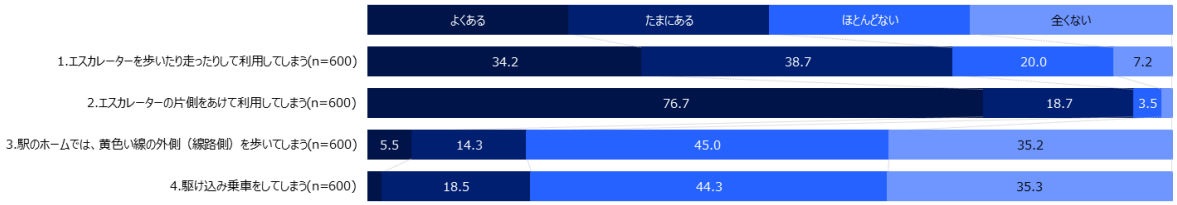


図 4.4: 駅構内における行動の頻度

上記の 4 つの危険行動に関する注意アナウンスに対して、どのような行動をとろうと思うかについて尋ねた結果を図 4.5 に示す。エスカレーターの利用に関するアナウンスは、ホームの歩行に関するアナウンスに比べ、アナ

ウンスに従おうとする人の割合が低い傾向がみられた。

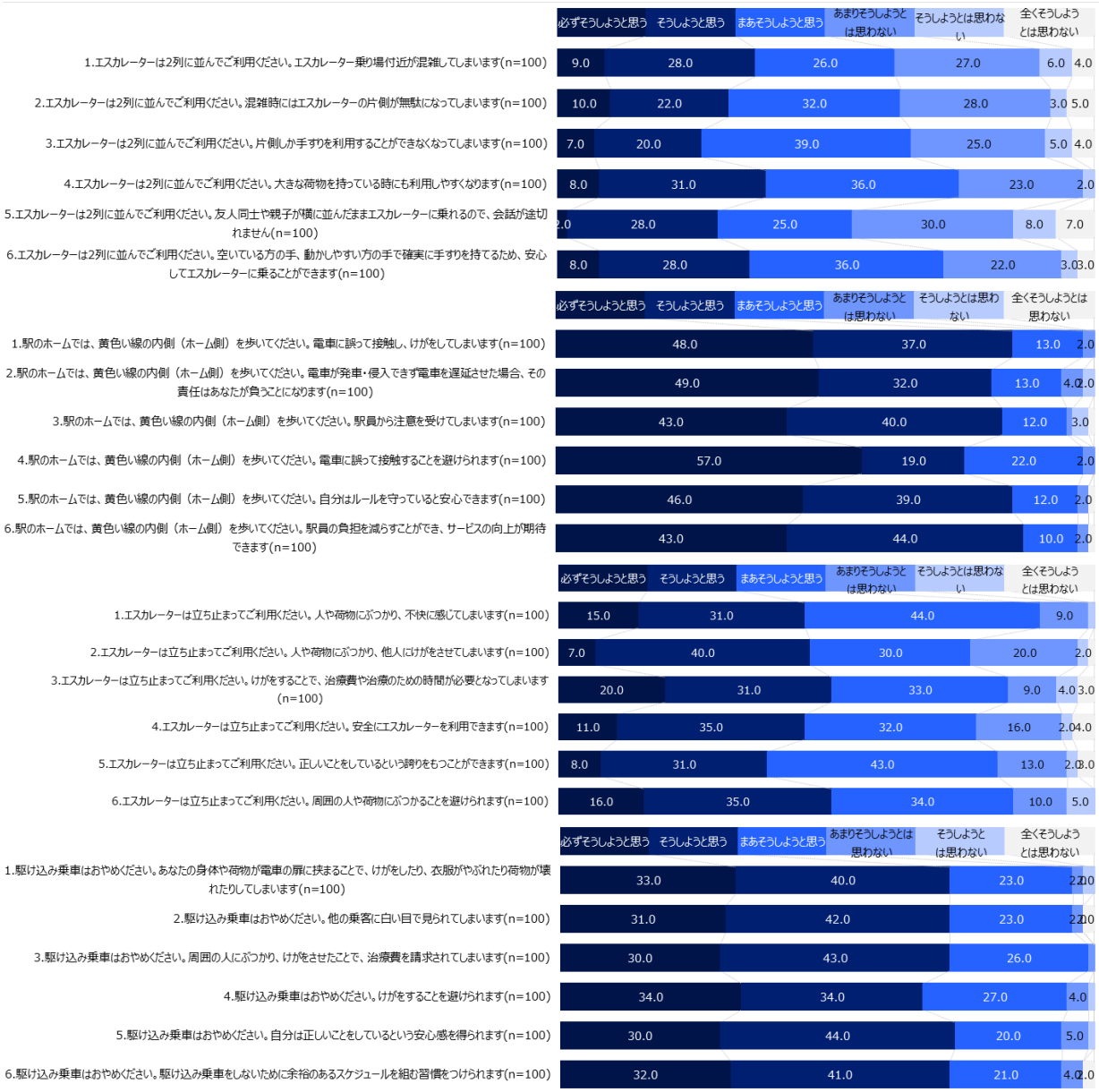


図 4.5: 注意アナウンスが鳴った際の行動

次に、駅での行動が、自身にとってどのような利得あるいは損失をもたらすかについて尋ねた結果を図 4.6〜4.13 に示す。具体的な行動の内容は、エスカレーターを駆け上がる（駆け下りる）こと、エスカレーターに立ち止まって乗ること、エスカレーターに 2 列に並んで乗ること、エスカレーターに 1 列に並んで乗ること、黄色い線の外側（線路側）に出ること、黄色い線の内側（ホーム側）を歩くこと、駆け込み乗車をすること、駆け込み乗車をしないことの 8 種類であった。

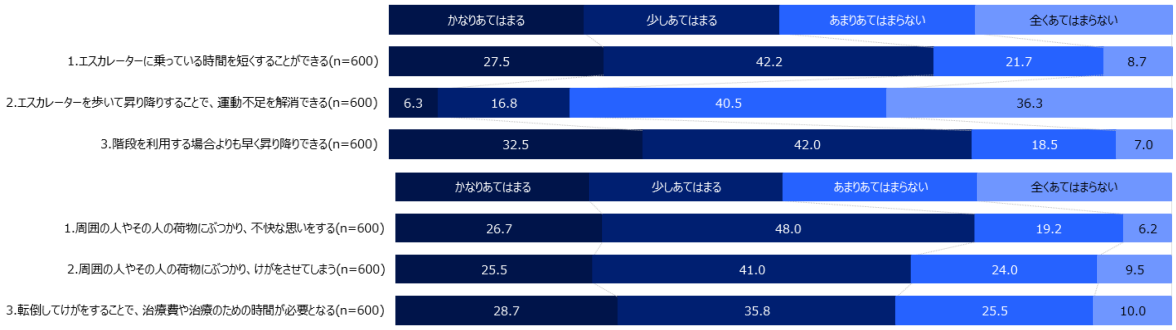


図 4.6: 駅のエスカレーターを駆け上がる (駆け下りる) ことの利得（上）と損失（下）に対する考え

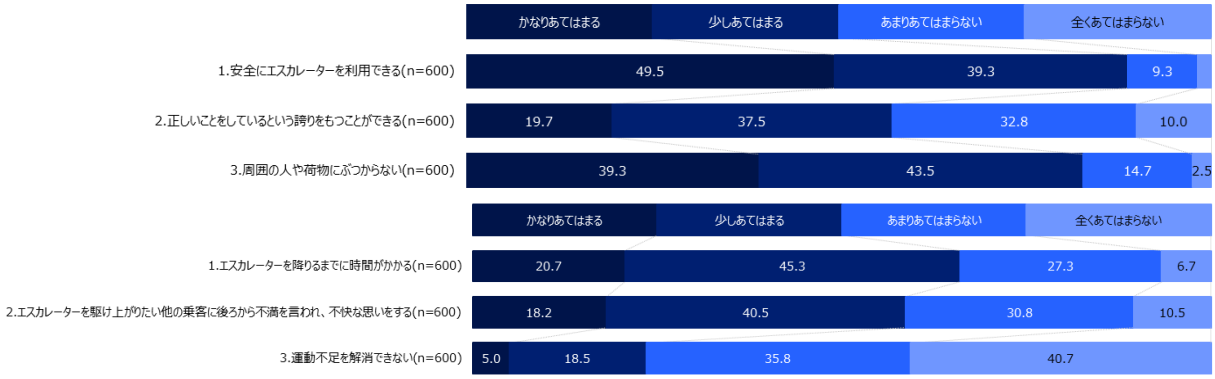


図 4.7: 駅のエスカレーターに立ち止まって乗ることの利得（上）と損失（下）に対する考え

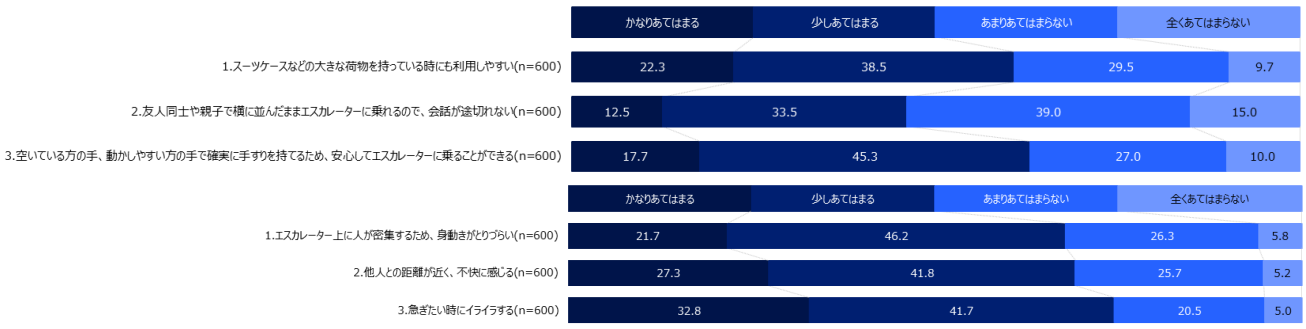


図 4.8: 駅のエスカレーターに 2 列に並んで乗ることの利得（上）と損失（下）に対する考え

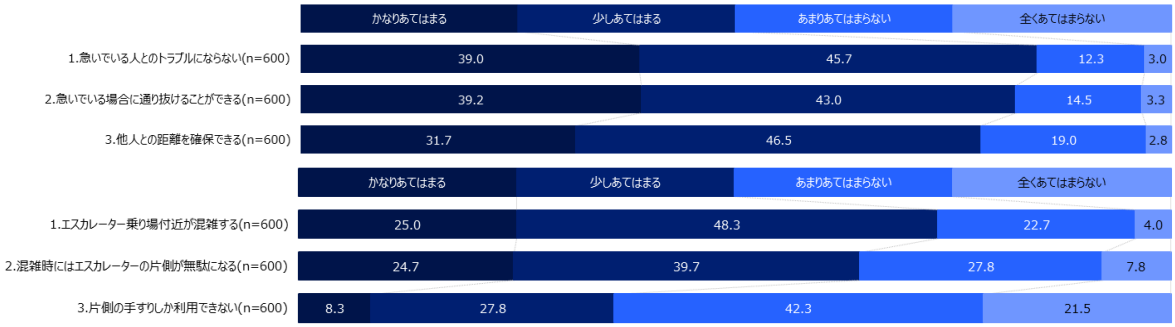


図 4.9: 駅のエスカレーターに 1 列に並んで乗ることの利得（上）と損失（下）に対する考え

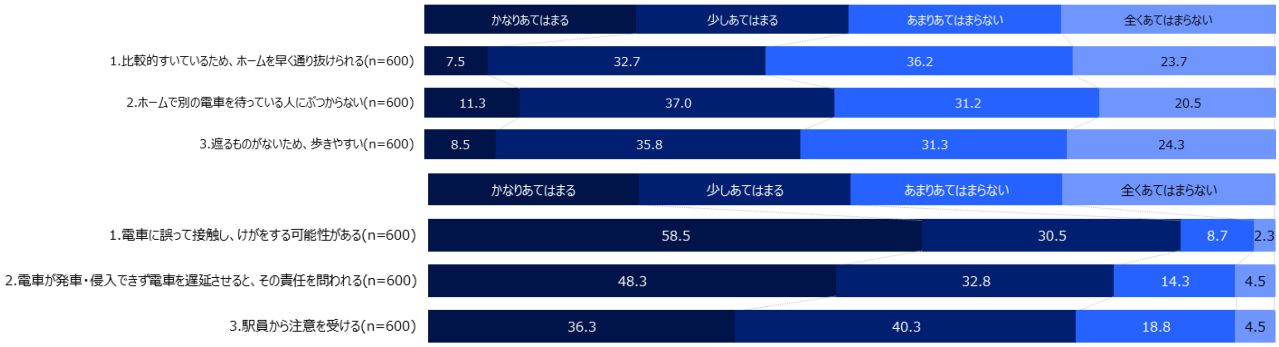


図 4.10: 駅のホームにて、黄色い線の外側（線路側）に出ることの利得（上）と損失（下）に対する考え

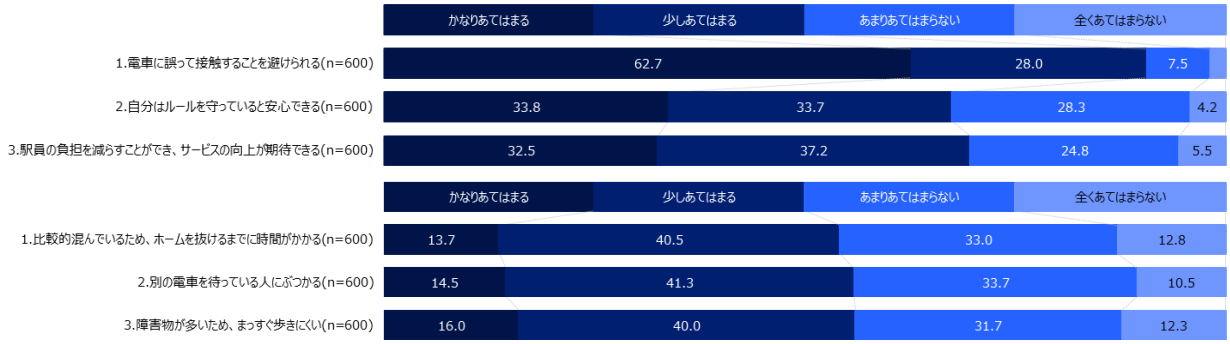


図 4.11: 駅のホームにて、黄色い線の内側を歩くことの利得（上）と損失（下）に対する考え

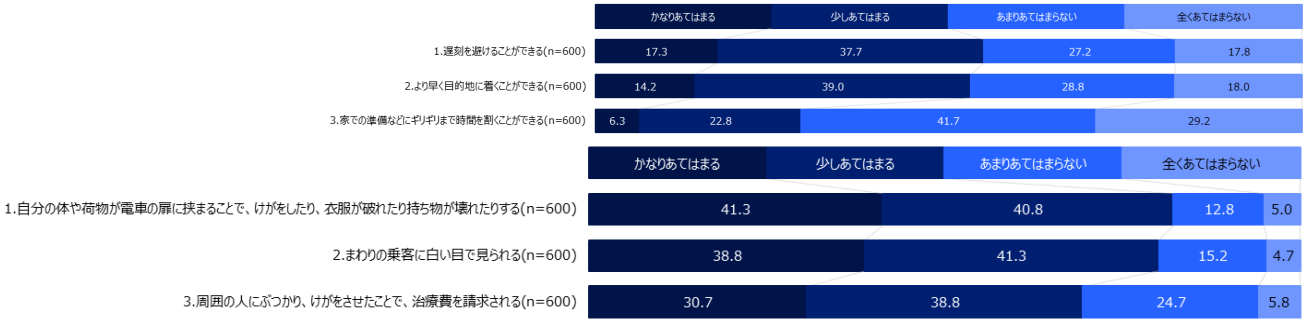


図 4.12: 駆け込み乗車をすることの利得（上）と損失（下）に対する考え

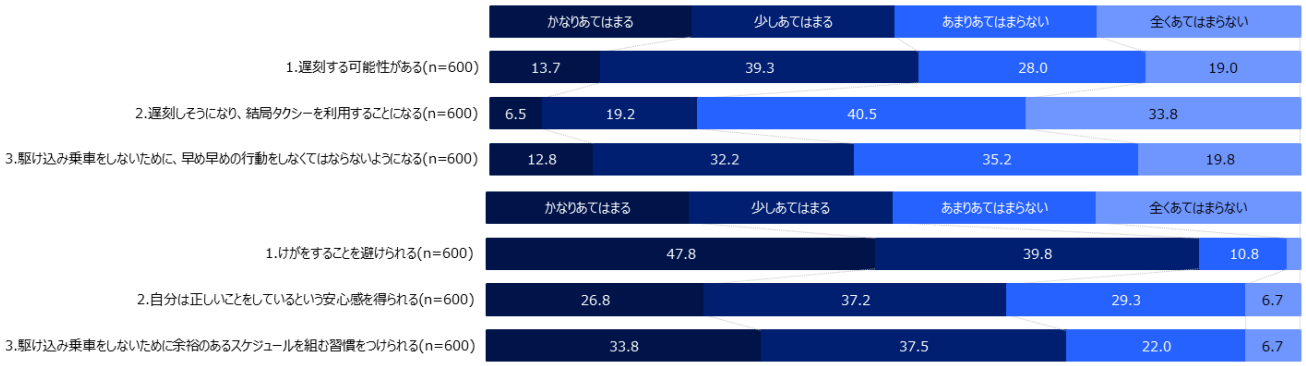


図 4.13: 駆け込み乗車をしないことの利得（上）と損失（下）に対する考え

上記の結果は、単純集計のみであるため、次年度は多変量解析を行い、どのような属性、認知・行動パターンを持つ人が、どのようなメッセージに反応するのかなどについて詳細を解析する予定である。

③鉄道インフラを利活用した地域貢献に関わる初期検討

(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，本年度については昨年度実施したアンケートを分析することで、上記の①②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

昨年度はアンケートの実施に留まっていたため、本年度はそのアンケート分析を行う。アンケートについての詳細は昨年度の報告書を参照されたい。分析にあたっては、都市規模と駅からの距離から、アンケート回答者を分類し（表 4.4）、各グループの特徴を明らかにする。また、設問中にある自由記述については、テキストマイニングソフトである KH-Coder を使用した。アンケートは各グループで 103、計 927 の回答を得た（表 4.4）。

表 4.4: 地域分類とアンケート回答者数

		居住地の駅からの距離					
		600m 以内		601–3,000m 以内		3,001m 以上	
		ID	度数	ID	度数	ID	度数
都市規模	政令市＋中核市（6+22 市）	101	103	102	103	103	103
	その他の市（167 市）	201	103	202	103	203	103
	町村（141+20 町村）	301	103	302	103	303	103

(4) 研究の成果

回答者属性

回答者の性別・年齢・職業を図 4.14，4.15，4.16 に示す。各グループで多少の違いがあるが、性別・年齢については概ね同程度となっている。年齢については、25〜65 歳が 80% 超を占めており、1 日当たりのトリップ数が多い年代からの回答を得ていると考える。職業では、60% 程度が有職者であり、15% 前後が専業主婦・主夫、10% 前後が無職となっている。

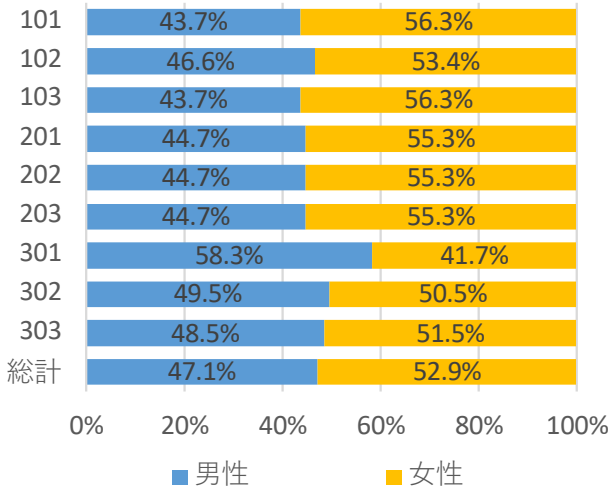


図 4.14: 性別

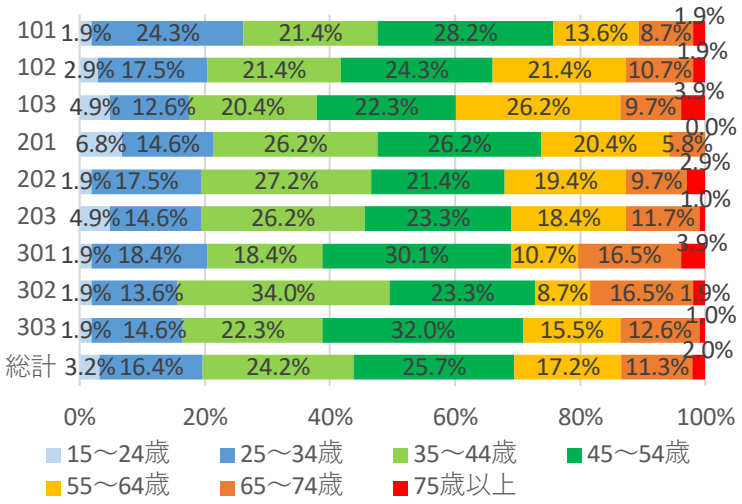


図 4.15: 年齢

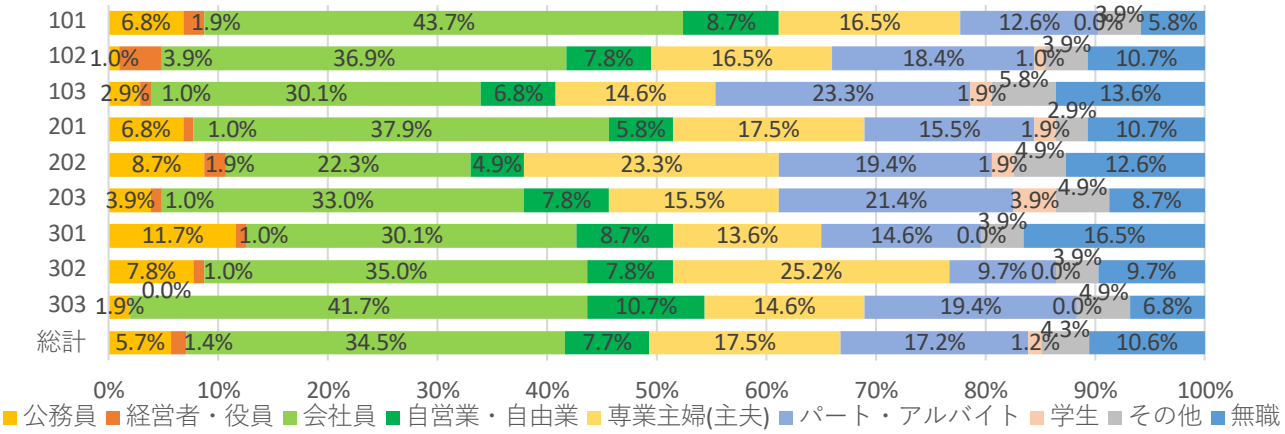


図 4.16: 職業

まとめ

本年度については、アンケート結果の分析を行い、都市規模別・駅からの距離別に分けたグループのそれぞれの特徴について明らかとした。①代表交通手段、②鉄道と地域との関係性、③バスと地域との関係性、④駅の無人化によって困ること、⑤現在の鉄道インフラの評価、⑥現在のバスインフラの評価、⑦地域活性化のために鉄道に期待するサービス・設備・システムをまとめたものを表 4.6 に示す。その他の分析も含め、各グループの特徴を下に述べる。　政令市＋中核市かつ駅から 600 m以内のグループである 101 では、交通手段の選択肢も多く、都市機能が駅周辺に集積していることから、徒歩や自転車も代表交通手段としては多くなっている。鉄道・バスともに現状の評価が高く、将来についてもポジティブに変化すると考えている。鉄道に求めるものとしては、設備や快適性の向上である。　政令市＋中核市かつ駅から 600～3,000 mのグループである 102 では、代表交通手段としては、自動車が最も多いが、鉄道や自転車の割合が高い。鉄道・バスともに現状の評価が高く、将来についてもポジティブに変化すると考えている。鉄道に求めるものとしては、設備や快適性の向上である。このグループは 101 の傾向と似ており、駅周辺の利便性の高さを享受している地域であると考えられる。　政令

市＋中核市かつ駅から 3,001 m以上のグループである 103 では、代表交通手段としては、自動車が中心であるが、徒歩、鉄道も 10% 超選択されている。評価については、バスは比較的高いが、鉄道は低い。ただし、バスの将来についてはネガティブな評価も 20% 程度見られる。駅からの距離があることから、駅周辺への自動車でのアクセス性の向上を期待している。駅が無人化した場合には、困りごとも多く発生すると考えている。　その他の市かつ駅から 600 m以内のグループである 201 では、代表交通手段としては、自動車が最も多いが、徒歩や鉄道の割合も高い。鉄道に対する現状の評価は高いが、バスについてはやや低い。将来の評価の変化については、鉄道は 60% 程度がポジティブであるが、バスについては変わらないと考えている。鉄道に求めるものとしては、設備や快適性の向上である。駅の無人化に対しては、困りごとの発生は少ないと考えられる。　その他の市かつ駅から 600〜3,000 mのグループである 202 では、代表個通手段としては、自動車が中心であるが、徒歩も選択されている。地域との関係性では、鉄道もバスもやや高く、公共交通機関を身近に感じている地域である。鉄道に対する評価は中程度で、バスについてはやや低いが、将来の評価の変化については、鉄道の方がポジティブな変化の割合が高いものの、他地域と比較するとバスに対するポジティブな変化の割合も高く、ややバスへの期待が高いグループと考えられる。駅の無人化に対しては、「困る」との回答の割合も高く、また割合が高い項目数も多い。この点からは最も駅が無人化することに対する不安感が高いといえる。　その他の市かつ駅から 3,001 m以上のグループである 203 では、表交通手段としては、自動車が中心である。公共交通を身近に感じていないグループであり、現状における鉄道・バスともに評価が低い。特にバスは唯一マイナスの評価となっている。将来の評価の変化についても、鉄道・バスともに最もポジティブな変化の選択率が低く、ネガティブな変化の選択率が高い。地域活性化において鉄道に期待するものについては、利便性の維持・向上と観光列車の運行である。

町・村かつ駅から 600 m以内のグループである 301 では、代表交通手段としては、自動車が最も多いが、徒歩や鉄道の割合も高い。地域との関係性については、鉄道は高いが、バスはやや低い。鉄道に対する現状の評価は高いが、バスについてはやや低い。将来の評価の変化については、鉄道は半数以上がポジティブな変化を選択しているが、バスについては変わらないと考えている。鉄道に求めるものとしては、利便性の維持・向上と観光列車の運行である。また、駅の無人化に対しては、「困る」との回答の割合も高く、また割合が高い項目数も多く、無人化することに対する不安感は高いと考えられる。　町・村かつ駅から 600〜3,000 mのグループである 302 では、代表個通手段としては、自動車が中心であるが、徒歩や鉄道も選択されている。地域との関係性では、鉄道もバスもやや高く、公共交通機関を身近に感じている地域である。鉄道に対する評価は中程度で、バスについては低いが、将来の評価の変化については、鉄道の方がポジティブな変化の割合が全体でも 3 番目に高く、一方でバスは変化なし・ポジティブ・ネガティブが同程度にみられることから、鉄道への期待感が高いグループである。駅の無人化に対しては、「困る」との回答の割合が高い項目数が少なく、駅の無人化に対しては寛容なグループである。　町・村かつ駅から 3,001 m以上のグループである 303 では、表交通手段としては、自動車が中心である。公共交通を身近に感じていないグループであり、現状における鉄道・バスともに評価が低い。将来の評価の変化についても、鉄道・バスともに最もポジティブな変化の選択率が低く、ネガティブな変化の選択率が高い。地域活性化において鉄道に期待するものについては、駅周辺での生活サービスの向上と駅周辺への自動車でのアクセス性の向上を期待している。

鉄道については、駅からの距離が強く影響しており、地域との関係性やインフラ評価も 3,000m を境に大きな開きがあることから、3,000m が駅勢圏である可能性が高いことがわかった。一方でバスについては、都市規模と駅からの距離が混ざっており、地域との関係性においては市規模で駅から 601〜3,000m のグループ（102・202）、評価としては政令市＋中核市（101・102・103）が高くなっている。また、鉄道・バスを合わせて考えると、政令市＋中核市以外で駅から 3,001 m以上のグループ（203・303）では、鉄道・バスともに評価が悪く、地域との関係性も希薄であるという結果となった。特に 203 では、鉄道・バスともに評価点が最低となっており、鉄道に関しては利用頻度が週 1 日以下のライトユーザーが少ないことから、新たな利用者の開拓が必要である。一方でバスに関しては、駅からの距離が同じである 102 や 302 よりも週 1 日以上の利用頻度のあるユーザーが

少ないことから、利用頻度の増進策が必要であると考えられる。公共交通を考える際、鉄道・バスと地域との関係性や現状のインフラ評価は地域による違いがみられたが、必ずしもポジティブな評価が多いからといってネガティブな評価が少ないという訳ではないため、地域ごとに対応していく必要があると考えられる。今後は地域をより詳細にしながら、地域の課題とともに公共交通のあり方や新たなサービスの可能性を見出していく必要がある。

表 4.5: 結果のまとめ（その１）

		駅からの距離		
		600m 以内	601–3,000m 以内	3,001m 以上
都市規模	政令市＋中核市	**101**	**102**	**103**
		①鉄道（30.1）＋徒歩（28.2）	①自動車（36.9）＋鉄道（20.4）＋自転車（19.4）	①自動車（57.3）＋徒歩（13.6）＋鉄道（10.7）
		② 74.8-5.8	② 68.9-6.8	② 52.4-15.5
		③ 60.2-15.5	③ 58.3-11.7	③ 54.4-9.7
		④乗場や改札の位置（57.3），鉄道の遅延（69.9），災害発生時（77.7）	④乗場や改札の位置（51.5），乗換・目的駅（52.4），鉄道の遅延（68.0），災害発生時（78.6）	④乗場や改札の位置（57.3），乗換・目的駅（62.2），最寄の改札の位置（50.5），駅からの交通手段（51.5），鉄道の遅延（64.1），災害発生時（81.6）
		⑤ 81.6-5.8，0.96	⑤ 64.1-9.7，0.74	⑤ 53.4-16.5，0.43
		⑥ 54.4-19.4，0.37	⑥ 47.6-23.3，0.30	⑥ 45.6-20.4，0.26
		⑦設備・快適性の向上	⑦設備・快適性の向上	⑦生活サービス・駅周辺への自動車アクセス性の向上
	その他の市	**201**	**202**	**203**
		①自動車（42.7）＋徒歩（19.4）＋鉄道（16.5）	①自動車（64.1）＋徒歩（12.6）	①自動車（73.8）
		② 75.7-4.9	② 62.1-2.9	② 44.7-15.5
		③ 50.5-18.4	③ 58.3-10.7	③ 43.7-12.6
		④鉄道の遅延（69.9），災害発生時（85.4）	④乗場や改札の位置（62.1），乗換・目的駅（61.2），最寄の改札の位置（53.4），鉄道の遅延（74.7），災害発生時（91.3）	④乗場や改札の位置（51.5），乗換・目的駅（54.4），駅からの交通手段（50.5），鉄道の遅延（69.9），災害発生時（83.5）
		⑤ 71.8-8.7，0.83	⑤ 64.1-14.6，0.58	⑤ 48.5-21.4，0.23
		⑥ 35.9-19.4，0.17	⑥ 39.8-25.2，0.17	⑥ 29.1-30.1，-0.06
		⑦設備・快適性の向上	⑦利便性の維持・向上，観光列車の運行	⑦利便性の維持・向上，観光列車の運行
	町・村	**301**	**302**	**303**
		①自動車（58.3）＋徒歩（17.5）＋鉄道（16.5）	①自動車（52.4）＋徒歩（17.5）＋鉄道（13.6）	①自動車（88.3）
		② 74.8-3.9	② 67.0-7.8	② 39.8-19.4
		③ 43.7-20.4	③ 52.4-13.6	③ 54.4-14.6
		④乗場や改札の位置（56.4），乗換・目的駅（54.4），駅からの交通手段（57.3），鉄道の遅延（62.2），災害発生時（78.6）	④鉄道の遅延（74.8），災害発生時（83.5）	④乗場や改札の位置（65.1），乗換・目的駅（55.3），鉄道の遅延（67.9），災害発生時（82.5）
		⑤ 65.0-10.7，0.70	⑤ 65.0-14.6，0.62	⑤ 46.6-20.4，0.30
		⑥ 38.8-28.2，0.13	⑥ 36.9-24.3，0.10	⑥ 34.0-25.2，0.04
		⑦利便性の維持・向上，観光列車の運行	⑦利便性の維持・向上，観光列車の運行	⑦生活サービス・駅周辺への自動車アクセス性の向上

表 4.6: 結果のまとめ（その 2）

表の凡例
①代表交通手段 ※各項目の上位 3 つ、かつ割合が 10% 以上，括弧内は割合
②鉄道と地域との関係性 （「大いに関係がある」「関係がある」の合計，「関係性はない」の割合）
③バスと地域との関係性 （「大いに関係がある」「関係がある」の合計，「関係性はない」の割合）
④駅の無人化によって困ること ※各項目で「大変困る」「困る」の合計が 50% 以上，括弧内は「大変困る」「困る」の合計値
⑤現在の鉄道インフラの評価 （「とても良い」「良い」の合計，「良いものでない」「全く良いものでない」の合計，評価点）
⑥現在のバスインフラの評価 （「とても良い」「良い」の合計，「良いものでない」「全く良いものでない」の合計，評価点）
⑦地域活性化のために鉄道に期待するサービス・設備・システム
※数値の色 ・評価点については、上位 3 つを赤字、下位 3 つを青字で表現 ・ポジティブなものについては、上位 3 つを赤字、下位 3 つを青字で表現 ・ネガティブなものについては、下位 3 つを赤字、上位 3 つを青字で表現

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ず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

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．

2020 年度は表 5.1 に示す通り，おおよそ月に 2 回のペースで実施した．新型コロナウィルス感染症やネットワーク機器のトラブルの影響で取得できていない月も多い．

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，撮影エリアに出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 にような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 年度については新型コロナウイルスの感染拡大を受けて大学キャンパスにおける人の出入りが制限されていたため，実験そのもの及びその意見交換会や説明会などが実施されなかった．2021 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．

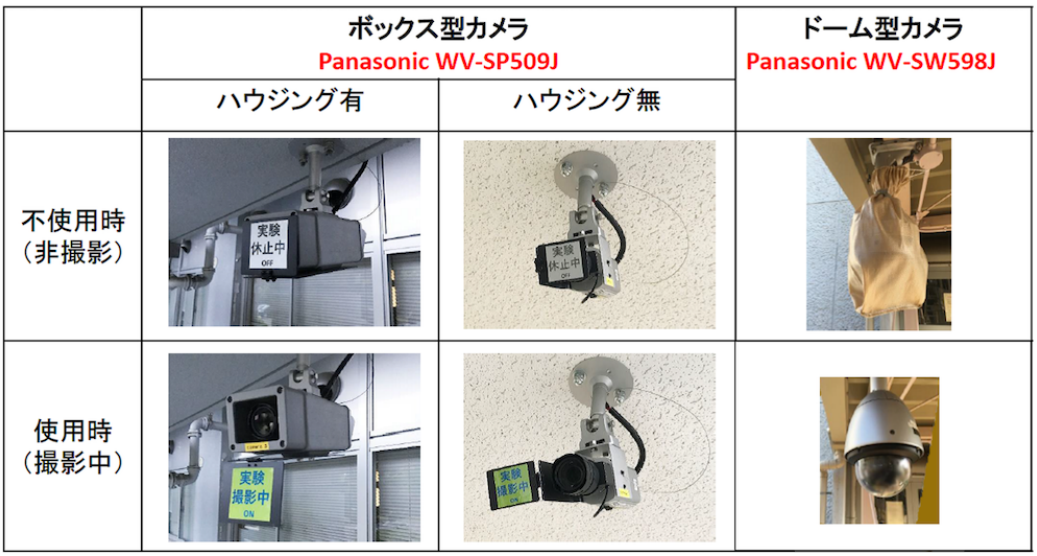


図 5.1: 産業科学研究所に設置されている実験用カメラの例（使用時と不使用時が現場で分かるようにしている）

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

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			
8 月	27 日	28 日	-	-
	9:00-17:00	9:00-17:00	-	-
10 月	26 日	27 日	-	-
	9:00-19:00	9:00-19:00	-	-
11 月	25 日	26 日	-	-
	9:00-20:00	9:00-20:00	-	-
12 月	21 日	22 日	–	–
	9:00-20:00	9:00-20:00	–	–
1 月	18 日（土）	26 日（日）	–	–
	10:00-17:00	10:00-17:00	–	–

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

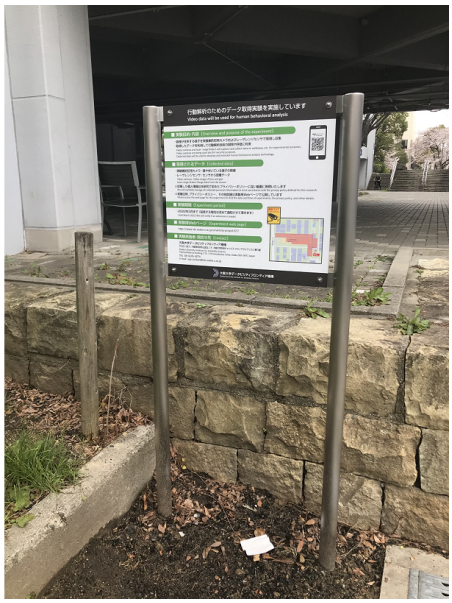


図 5.4: センテラスに設置されているデジタルサイネージ（左）と看板（右）の例

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研究拠点」

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，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，感情分析がある．Twitter の各投稿について，投稿者の感情極性を 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研究されてきた．近年では，英語を中心に，詳細な感情の識別や感情強度の推定も試みられている．ただし，既存の感情分析データセットでは，感情ラベルを付与する注釈者とテキストの投稿者が異なるため，感情分析の先行研究は客観的な感情強度の推定に焦点を当ててきた．

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 の感情強度ラベル付きデータセットを構築し，各感情の主観的な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サービスのランサーズを通じて広く日本語の Twitter 利用者から自身の過去の投稿を収集し，主観的な感情強度のラベルを付与してもらう．プルチックの基本 8 感情（喜び・悲しみ・信頼・嫌悪・怒り・恐れ・驚き・期待）を対象に，各投稿についてそれぞれの感情の強度を 4 段階（無・弱・中・強）で付与してもらう．投稿者ではない作業者もクラウドソーシングを通じて雇用し，各投稿について同様に客観的な感情強度のラベルを付与してもらう．

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（BERT）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

2020 年度は，図 5.5 に示すような投稿と感情強度ラベルの組を，80 人から合計 43,200 件収集した．各投稿には，投稿者自身による主観的な感情強度ラベルに加えて，3 人のクラウドワーカによる客観的な感情強度ラベルも付与した．投稿者には，性格 5 因子モデルに基づく 60 項目の性格診断も実施した．この性格診断は，「陽気な」「素直な」などの 60 種類の性格形容語に対する自身の該当度を 7 段階評価で申告し，各項目の該当度の足し引きによって，調和性・外向性・情緒不安定性・開放性・誠実性の 5 種類の性格指標を計算するものである．本データセットは，GitHub にて公開中[*1]である．また，本データセットの一部（50 人からの 17,000 件）について，発表文献 [1] にて学会発表を行った．

感情強度の一致度について Quadratic Weighted Kappa を求めたところ，3 人のクラウドワーカによる客観評価同士には 0.547-0.585 の moderate agreement が見られた一方で，主観評価と客観評価の一致度は 0.439-0.465 の fair agreement であった．この結果から，投稿者自身による主観的な感情と他人による客観的な感情には乖離があることがわかる．特に，怒りの感情では，客観評価同士には 0.581-0.630 の一致が見られたものの，主観評価と客観評価の一致度は 0.363-0.386 と，大きなギャップが存在した．このような不一致の内訳を分析したところ，全体的に客観的な感情

[*1] https://github.com/ids-cv/wrime

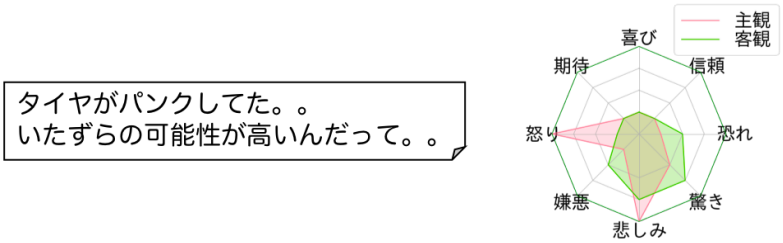


図 5.5: 収集したデータの例

強度は主観的な感情強度よりも弱く評価される傾向があることがわかり，他人は本来の主観感情を過小評価しやすいと言える．怒りの感情の例では，主観的な感情強度が強である投稿の 58.6% について，客観的な感情強度は無であった．

深層学習に基づくテキスト分類モデルによる感情強度推定の実験からは，主観的な感情強度よりも客観的な感情強度の推定性能が高い傾向が見られ，主観的な感情強度の推定がより難しい問題であることがわかる．また，主観的な感情強度を推定する際にも，主観的な感情強度のラベル付きデータで学習したモデルよりも，客観的な感情強度のラベル付きデータで学習したモデルの方が，より良い推定性能を得た．今後は，投稿者の性格情報や過去の投稿履歴を考慮し，より高性能な主観感情の推定モデルを開発したい．

発表文献

[1] 梶原智之, Chenhui Chu, 武村紀子, 中島悠太, 長原一. “主観感情と客観感情の強度推定のための日本語データセット”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.523-527, March 2021.

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

近年，Society5.0 時代の学びの実現に向けたさまざまな取り組みが推進されている．2019 年 6 月 25 日に文部科学省より発表された「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策（最終まとめ）」では，次世代の学校・教育現場に期待されることとして，『学びにおける時間・距離などの制約を取り払った遠隔・オンライン教育の実施』や『個別に最適で効果的な学びの支援』が挙げられている．具体的には，動画教材を用いた e ラーニング 形式での家庭内学習などが述べられており，授業内容の最適化・質の向上や様々な事情で通学での教育を受けることが困難な生徒への学習支援が期待されている．また，高等教育機関においては，近年，全大学生への数理・データサイエンス教育の強化が進められており，その際にも時間的・空間的制約なしに良質な講義を受講できる e ラーニングの活用が期待されている．一方で，e ラーニングは受講中止率の高さが長年の課題となっている．高い受講中止率の原因として，エンゲージメント（授業への背極的な関与）の維持が困難であることが指摘されている．対面授業の場合は，教員が学習者の様子を見て，授業の進度や内容を適宜調整することが可能であるが，動画教材による講義ではそれが難しく，その結果，眠気や疲労の度合い，理解度合いに合致しないまま授業が進み，エンゲージメントを低下させていると考えられる．

また，前述の文部科学省の資料では，次世代の学校・教育現場に期待されることとして，『可視化が難しかった学びの知見やこれまでにない知見の生成』も挙げられ，協調学習時の活性度合いの可視化などが具体例として示されている．近年，知識習得型学習から知識活用型学習への改革が推進されており，協調学習を用いた学習方法が注目されている．一方で，協調学習は授業中に複数のグループが同時に並行して学習を進めるため，教員が個々の学習者やグループの様子を把握することが困難であり，課題となっている．学習者の表情や顔の方向，発話データを用いた協調学習への貢献度の推定など，様々な研究が進められているが，実際の授業で簡単に取り入れることができる手法や技術の開発が喫緊の課題である．

5.2.2.2 研究の目的

本プロジェクトでは，Society5.0 時代の学びの実現に向けて，e ラーニングや協調学習を対象に，学習時のユーザ行動およびバイタルデータを用いた学習者の内界状態の解析に基づく個に合わせた教育・学習の実現することを目的とする．2020 度は 2019 年度から引き続き，学習者の行動センシングに基づく内界状態推定モデルの構築，およびアダプティブラーニングシステムの構築を行った．

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，視聴ログなど）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

①学習者の状態推定モデルの構築

1. **顔画像データを用いた学習者の覚醒度推定**

   2019 年度に収集した e ラーニング時の顔画像データを用いて，学習者の覚醒度推定モデルを構築した．推定モデルへの入力は，顔画像データから抽出した目領域画像の時系列データとし，短期間および長期間データから特徴を抽出する階層型の CNN-GRU モデルにより，将来の覚醒状態を推定した．また，本モデルには，教師モデルで学習した知識を生徒モデルの学習に利用する，蒸留の枠組みを採用した．

2. **視線データを用いた学習者の難易度推定**

   視線データを用いた学習者の難易度推定手法の構築を行うために，外部環境の影響を受けづらいアイトラッキング機能を搭載した HMD を用いたデータ収集実験を行った．なお，本取り組みは別プロジェクトと連動しており，データ収集実験に利用した学習教材は漫画教材である（Society5.0 プロジェクトはデータ収集を主目的として参画している）．抽出した視線情報（瞳孔径，注視，瞬き等）を入力とし，サポートベクターマシンを用いて， 2 段階（学習教材が簡単/難しい）の難易度を推定した．

3. **姿勢情報に基づく協調学習時の活性度推定** 2019 年度に収集した協調学習時のカメラ映像データを用いて，協調学習時の学生の活性度推定を行った．撮影動画から深層学習を用いた姿勢推定モデル (openpose) を用いて，骨格特徴を抽出し，グラフ構造を考慮した深層学習モデルである，グラフ畳み込みネットワークを用いて，アクティブ/パッシブの 2 段階の活性度を推定した．

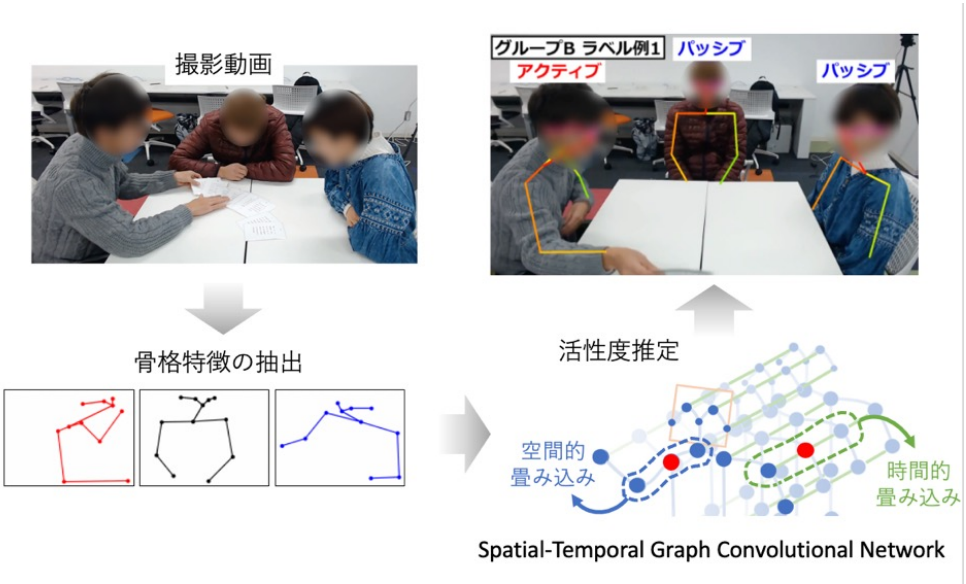


図 5.6: 姿勢情報に基づく活性度推定手法の概要

②アダプティブラーニングシステムの開発

1. **マイクロコンテンツビデオ視聴システムおよび教員用ダッシュボードの開発**

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（教員によるルーブリック評価）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．

図 5.7: マイクロコンテンツビデオ視聴システム

2. **集中度に応じたフィードバック手法の構築**

前述のマイクロコンテンツビデオ視聴システムに，構築中の集中度（覚醒度やエンゲージメント）推定モデルの推定結果に基づくフィードバックの仕組みを実装するために，有効なインタラクション手法の検討を行った．

5.2.2.4　研究の成果

①学習者の状態推定モデルの構築

1. **顔画像データを用いた学習者の覚醒度推定**

18 名の学生のデータについて 4-分割交差検証を行った結果，提案手法では平均 F1 マクロスコアが約 0.7 となり，AU(Action Unit) や頭部姿勢等の特徴から推定した場合と比較し，高精度での推定が可能となった．

2. **視線データを用いた学習者の難易度推定**

11 名の学生のデータについて，3 分割交差検証を行った結果，提案手法では平均 F1 マクロスコアが約 0.75 となり，視線情報と文書情報の両方を用いた場合と同程度の高精度での推定が可能となった．

3. **姿勢情報に基づく協調学習時の活性度推定**

13 グループのデータに対して，Leave-One-Group-Out 交差検証を行った結果，提案手法では平均 F1 マクロスコアが約 0.72 となり，グラフ構造を考慮しない従来手法と比較し，高精度での推定が可能となった．

②アダプティブラーニングシステムの開発

1. **マイクロコンテンツビデオ視聴システムおよび教員用ダッシュボードの開発**

2021 年 3 月末に本システムが完成し，2021 年度春学期（4〜6 月）開講の全学共通教育科目の一般情報教育科目において，視聴ログの収集を開始した．新型コロナウイルス感染症の影響により，本授業と連動した実験の実施ができないため，2019 年度のように生体データの収集ができていないが，事態が改善次第，実験を再開し，視聴ログと生体データとの関係性の調査を進める．

2. **集中度に応じたフィードバック手法の構築**

検討したインタラクション手法の有効性を検証するために，ユーザ実験の準備を進めた．当初の予定では，2021 年 3 月に実験を開始する予定であったが，新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い，実験が延期となった．

発表文献

[1] Mehrasa Alizadeh, Tomomi Omae, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, “Evaluating a Collaborative Learning Card Game for Pre-Intermediate Language Learners in Face-to-Face and Online Settings,” Studies in e-Learning Language Education, 2021

[2] Ryosuke Kawamura, Shizuka Shirai, Mehrasa Aizadeh, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Estimation of wakefulness in video-based lectures based on multimodal data fusion.” In Adjunct Proceedings of the 2020 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020 ACM International Symposium on Wearable Computers, pp. 50-53, 2020.

[3] 坂下晴哉, 武村紀子, 白井詩沙香, アリザデメラサ, 長原一, “複数ウェアラブルカメラ映像の人物識別とセグメンテーション”, 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア（CVIM）, vol. 2021-CVIM-224, no. 1, Jan. 2021, pp. 1-8.

[4] 白井詩沙香, “デジタル・トランスフォーメーションによる学生の教育・生活支援 〜未来の学校支援プロジェクトの事例紹介〜”, 日本教育工学会 2021 年春季全国大会・シンポジウム「デジタル・トランスフォーメーション が変える教育の未来」, 2021.

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．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．これまでに，大量データを解析可能に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，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てきた．

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，データ分析処理のみならず、Web インタフェースによるデータ管理システムなど，様々な用途の仮想サーバを自由にデプロイすることができる．また，共有ストレージシステムとは FibreChannel 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，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ている（図 5.8）．

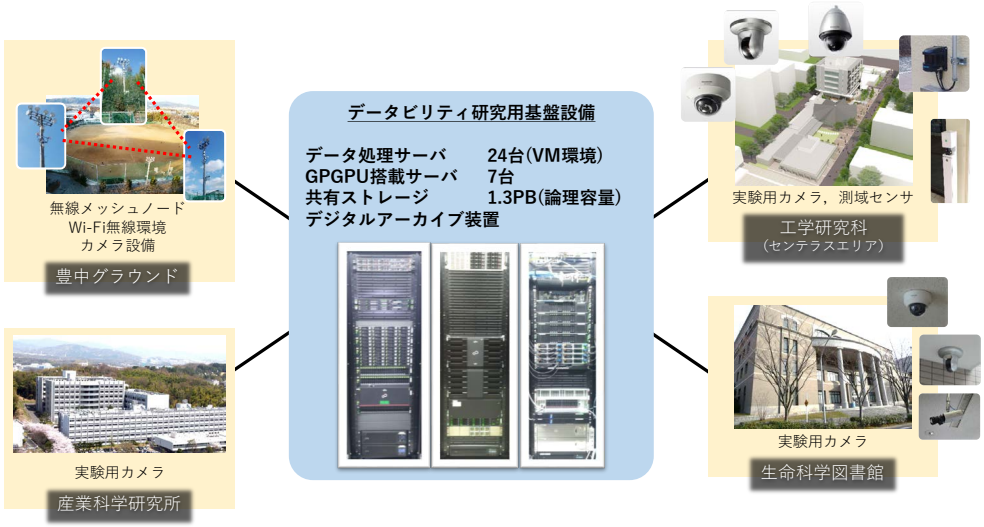


図 5.8: データビリティ研究用基盤設備と実証フィールド

図 5.9: センテラス食堂内外に設置したデジタルサイネージ

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．また、2021 年 4 月に開学の箕面新キャンパスにおいても実証フィールド整備を進めており，2020 年度にはその準備として実証実験用のネットワーク機器及びサーバ機器の整備を進めた．

工学研究科センテラス周辺エリアの実証フィールド

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．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，実証実験実施の告知・周知を行うための看板をセンテラスエリア周辺 5 か所に設置しており，また，デジタルサイネージをセンテラスエリアの食堂内 2 か所，食堂外通路に 1 か所設置している（図 5.9）．

2020 年 12 月からは，学際共創プロジェクト「スマートシティプロジェクト」において 16 台の実験用カメラの映像取得実験を開始し，毎週 1 回の頻度で映像取得を行っている．映像取得実験にあたっては，実験内容や映像データの取り扱いについて実験説明会を開催して周知するとともに，デジタルサイネージによって実験内容やデータ取得の日程，取得される映像の内容などを表示させている（図 5.10）．

また，9 台の二次元測域センサから得られる距離データを分析し人流データとして可視化するシステムの構築を進めている．このシステムは，測域センサ近くに設置した小型計算機で距離データの取得や背景除去などの処理を行い，それらの距離データをデータビリティ研究用基盤設備上に構築した仮想サーバ群で処理・蓄積する構成としている．この可視化システムの画面をデジタルサイネージで流すことを計画しており，どのように取得されるデータが利活用されているのかをセンテラスエリアの利用者に理解してもらうのに役立てる予定である．

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．

図 5.10: デジタルサイネージ表示画面（2021 年 4 月撮影）

これまでに，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，4K 解像度で映像を取得可能な PTZ カメラをグラウンド周辺の照明塔などに 12 台整備するとともに，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 搭載サーバが整備されている．また，グラウンド内で利用可能な Wi-Fi 環境も整備されており，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．この実証フィールドを用いて，2020 年 12 月には 78 名の被験者を集めたランニング映像収集が実施された．

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）の構築を推進している．このプラットフォームは，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ことを目指しており，豊中グラウンドの実証フィールドとしての利活用を推進していく予定である．

箕面新キャンパスの実証フィールド整備

箕面新キャンパス（外国学研究講義棟）が 2021 年 4 月に開学するにあたり，学生の教育・生活支援をはじめとする IoT を活用した実験が計画されている．そのような実験におけるデータ収集及びデータ蓄積管理の基盤となる設備の整備を行った．具体的には，約 600TB の容量を有するストレージサーバ，CPU サーバ 2 台，セキュリティを確保するためのファイアウォール装置を整備した．ストレージサーバは，箕面新キャンパスで行う予定の各種の実証実験で収集されるデータの蓄積に活用可能である．CPU サーバは顔認証技術を用いた出席管理システムでの利用を予定している．

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．

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

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も多くなってきている．そのため受託研究機関は，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が求められることとなる．

本章では，2018 年 9 月に発表された文部科学省「Society 5.0 実現化研究拠点支援事業」を例に挙げ，新しいプロジェクトの運営や仕組みづくりについて述べる．

6.2 事業概要

Society 5.0 実現化研究拠点支援事業は，超スマート社会：Society 5.0 が，IoT，ロボット，人口地用，ビッグデータ等の技術を様々な産業や社会生活に取り入れ，イノベーションから新たな価値を生み出すことで誰もが快適で活力に満ち溢れた質の高い生活を送る社会を目指すための補助金事業である．すでに海外では，スマート社会実現への取組みとして，モニタリングカメラを含む 1,000 個のセンサを街中に設置する取り組みや，医療利用の記録を国家で管理し，個人の健康向上へのフィードバック利用に加え，それらの統計情報から戦略的な疾病治療，予防体制の構築などを進めている例もある．

しかし，各センサや診療記録，街中モニタリングカメラ映像からのデータには特定の条件下などの偏りや，一定の期間などに限定されるなど，人々の日常を幅広く捉えているものではなく，またプライバシーや個人情報保護等の観点や利用規定も十分ではなく，様々なデータを安全に取り扱う技術と体制が整っていないと思われる．

本事業受託機関では，同事業の方針としてテーマを「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」と定め，目指す社会構築に向けた技術の創出と，安全安心なデータ利活用プラットフォームを構築し，若者，子育て世代，中高年が豊かで安心して生活できるイノベーション技術の創出と，それらの活動時に創出されるデータ類を再利用する「データ流通機能の社会実証検証」を目的としている．同事業は，その活動期間を 2018 年から 2022 年の 5 年間とし，活動費については年間約 7 億円 (期間合計約 35 億円) としている．

6.3　研究への取組み

ライフデザイン・イノベーション研究拠点事業では，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) に，日常生活，職場や学校での活動，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 (PLR：Personal Life Records) を新しく提案し，収集した日常活動データから疾病予知や予防，早期発見を目指した研究を実施する．

事業実施にあたり，新しい技術創出を目指した未来創生研究として４つのテーマ「保健・予防医療研究プロジェクト」,「健康・スポーツ研究プロジェクト」,「未来の学校支援研究プロジェクト」,「共生知能システム研究プロジェクト」を設定し，このテーマに含まれる社会課題の解決に取り組み，未来技術を創出するソルーションプロジェクトとした．各プロジェクトは，各グループ 7 名〜44 名，４テーマの延べ合計約 100 名の研究者で構成した．この４つのプロジェクトは，それぞれの社会課題の方向性に応じて２〜３個のサブテーマで構成されており，サブテーマ数は合計 10 個としている．　さらにまた，ソルーションデータや PLR データを取得・蓄積技術を支えるデータビリティ基盤研究として,「行動センシング基盤技術プロジェクト」と「情報システム基盤 (PLR プラットフォーム基盤)」の２つを立ち上げ，延べ約 40 名を超える研究者で構成している．この基盤研究は，各テーマを横断する形での取組みとなっており，複数のセンシング・モニタリング技術の同時取得や精度向上，安心安全に取り扱うための技術提供を目的としている．

さらにまた社会実装を円滑に進めるための研究プロジェクトとして，実証実験を支援する「実証フィールド整備プロジェクト」，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研究活動を行う「社会技術研究プロジェクト」，そしてこれら未来技術を取り扱うための人材育成を行う「データビリティ人材育成プロジェクト」を立ち上げた．加えて本事業が拠点形成であることから，全国から新たな研究テーマを募る「グランドチャレンジ研究プロジェクト」も設置した．この社会実装プロジェクトには約 40 名の研究者が取り組むこととなった．

図 6.1: ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）事業概要図

6.4　社会実装・実現化への取組み

また社会実装・実現化への準備として，本事業開始当初に「協力機関団体」として，行政，企業，研究機関を含む約 20 団体からなる協力団体を設置した．さらに事業 2 年目には，ソルーションデータや PLR データの利活用を専門とする「一般社団法人 データビリティコンソーシアム」を設立し，社会実装・実現化活動は，本事業受託の研究機関ではなく専門の団体が取り組めるように整備を行い，2020 年度も継続した活動を行っている．

6.5　運営体制作りへの取組み

運営体制づくりとして，研究取り組みを主とする研究 PJ 部門と，本事業の運営に取り組む拠点運営部門の 2 つを置き，さらに，細かな調整総括を担当する企画・運営室を設置した．企画・運営室は，初年度から 2 年目にかけては運営本部との定期ミーティング (1 回/2 ヶ月) など情報共有・活動推進調整を担当するグループ，予算の適切な執行提案を行うグループ，研究および社会実証や他機関との活動時の取り決めや契約書提案を担当するグループ，社会実装や技術移転での交渉を行う渉外を担当するグループ，その他にも社会周知を進める広報グループを構築し，延べ約 180 名で構成される研究者グループと，約 20 団体から成る社会実装を円滑に進めるためのグループそれぞれに向けた運営に取り組んだ．2 年目以降には，行政・経済界への技術移転調整など行う戦略担当グループなども新たに設置し，研究ソルーションの創出だけでなく，本事業の主旨である「成果の実現化」の推進を図った．　その他，全体運営やデータ取り扱いに関して，中立の立場から助言を行う第三者員会や，知的財産および，データセキュリティに関する取り扱いなど専門的知見からの検討を進めるための専門委員会を複数設置し，それぞれ専門知識を持つ人材による構成とした．

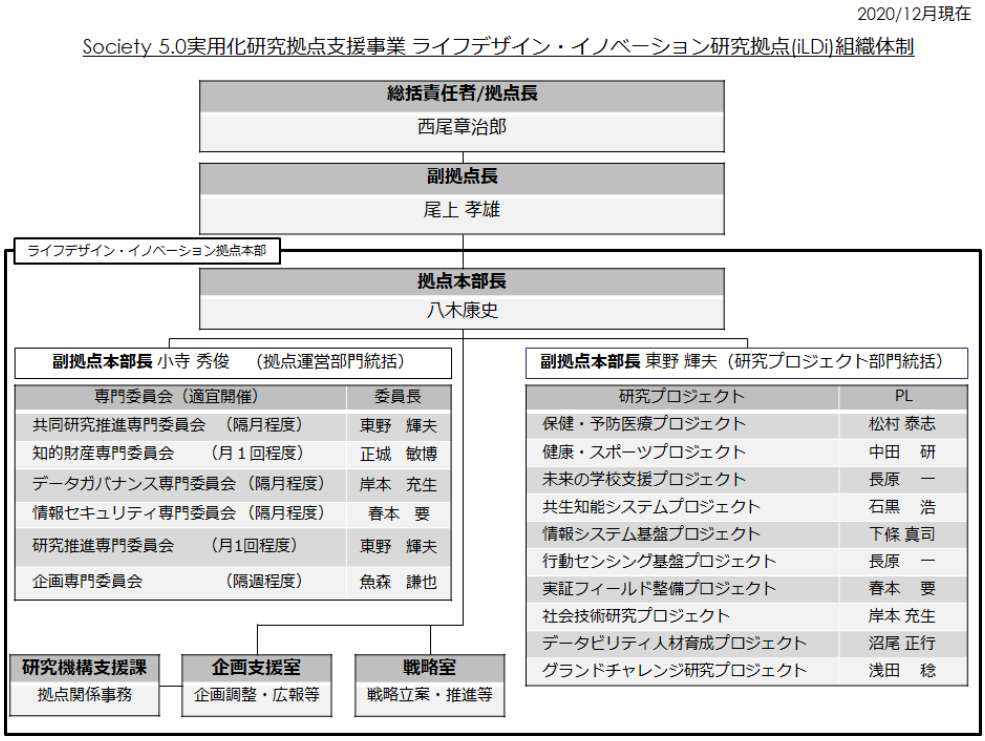


図 6.2: 運営体制図

6.6　まとめ

本事業の，社会実装および実現化活動の一環としては，一般社団法人データビリティコンソーシアムによる総会の開催が行われた．また社会周知として，IT 連携フォーラムなどで 1 件の活動および，本事業主催によるオンラインシンポジウムが開催された．シンポジウムでは約 300 名の参加申し込みがあり，特別講演者 2 名による最新動向の紹介や，本事業の成果などが報告された．　　本章では，近年の公募プロジェクトにみられる，研究による新技術創出だけではなく社会実証検証，早期の社会技術移転まで求められる新形態に対応したプロジェクト運営体制作りについて，2018 年から 2020 年度の整備内容を中心に紹介した．本事業は 2021 年には事業 4 年目になることから，さらに多くの研究成果および各データ創出が見込まれること，そして社会実装・実現化に向けてはより具体的活動取組みや体制見直しなど，本格的な改善取組みが必要な時期に差し掛かると思われる．今後は，5 年目終了時へのマイルストーンを含めたスケジュール見直しと，5 年目以降の本事業の社会重要性からの継続活動も視野に入れ，このような複合型事業の運営体制作りに取り組んでいく予定である．

第 7 部

教育

7.1 先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラム

7.1.1 概要

本プログラムは，理学，医学，情報科学の分野の学生を対象に，量子ビーム応用技術を社会実装できる人材を育成する 5 年一貫の博士課程教育プログラムです．国内外のトップ研究機関・企業との連携によるカリキュラムを通じて，量子ビーム応用技術を創出し豊かな健康長寿社会や安全な超スマート社会の実現を担う人材を育てることを目的としています．

7.1.2 カリキュラム概要

大阪大学内の関連部局による連携，量子ビームに関わる国内外のトップレベル機関・企業との連携によるカリキュラムを通じて，多彩な経験を積むことができます．所属専攻以外での研究活動（国内研修）や海外連携機関等での研究活動（海外研修）など，異分野融合や国際連携による共同研究を通じて，高度な専門性と多分野を俯瞰する力，国際的に活躍できるリーダーシップを効率よく身に着け，人的ネットワークなどを築く機会を得られます．

7.1.3 機械学習実践演習

データビリティフロンティア機構では機械学習実践演習の講義 8 コマを担当しました．2021 年 1 月 21，22 日にそれぞれ 4 コマずつ講義を行いました．受講登録者数は 19 名でした．内容について，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ました．座学では計算内容や応用例， 論文などを紹介した後，実際にソース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いました．初学者のために Python の基礎から導入を行い，第一次人工知能ブームから現在の第三次人工知能ブームの流れに沿って，パーセプトロン，マルチレイヤーパーセプトロン (MLP)，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ました．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ました．その後，実践的な内容として，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，特徴マップの出力，スレットスコアによる評価を行いました．さらに発展的な課題として，skip 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，GAN による MNIST 画像データ生成を行いました．

「1 限目」 Python の基礎

キーワード：計算環境構築方法，CPU と GPU，Google colaboratory

演習：Python の基礎文法

「2 限目」 深層学習の基礎 1

キーワード：Perceptron，MLP，MNIST データ，softmax 関数，損失関数，勾配降下法，誤差逆伝播法

演習：勾配降下法

「3 限目」 深層学習の基礎 2

キーワード：訓練データ，検証データ，テストデータ，過学習，Optimizer，Dropout，Batch Normalization

演習 ：1. MLP で MNIST データを分類する，2. Dropout や Batch Normalization を使う

「4 限目」 畳み込みニューラルネットワーク (CNN)

キーワード：畳み込み層，プーリング，特徴マップ

演習 ：CNN で MNIST データを分類する

「5 限目」 クロスバリデーションとデータ拡張

キーワード：クロスバリデーション，データ拡張，CIFAR-10

演習 ：1. クロスバリデーションを使う，2. データ拡張を使う

「6 限目」 VGG16 などの有名モデルと転移学習を用いた画像分類

キーワード：ImageNet，VGG16，InceptionV3，転移学習，スレットスコア，F 値，Grad-CAM

演習 ：VGG16 と転移学習を用いて病理画像を分類する

「7 限目」 画像のノイズリダクションと音声分類

キーワード：skip connection，PSNR，SSIM，スペクトログラム，SE ブロック，Global Average Pooling

演習 ：1. ごま塩ノイズ付加によるデータセット作成とノイズリダクション，2. 音声データを CNN で分類する

「8 限目」 GAN と画像生成

キーワード：Generator，Discriminator，DCGAN，Pix2Pix

演習 ：DCGAN を用いた MNIST 画像データ生成

図 7.1: 講義の様子

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（2020 年 9 月–11 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	栄藤
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，大倉
	自然言語処理	梶原
	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

その他の活動

8.1 山梨大学並びに京都橘大学と連携協定を締結

大阪大学データビリティフロンティア機構に設置するライフデザイン・イノベーション拠点本部は，「健康・教育・都市生活などのライフデザイン分野に関連するイノベーションの創出」を目指し，2020 年 4 月 1 日に山梨大学研究推進・社会連携機構，2020 年 5 月 1 日に京都橘大学と相互に連携・協力を行っていく協定を締結した．

これは「Society 5.0 実現化研究拠点支援事業」に大阪大学が代表機関として採択された「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」事業における，パーソナル・ライフ・レコードデータ（PLR）の収集加速・利活用の範囲拡充などの研究推進や，山梨大学並びに京都橘大学が有するそれぞれの強みを活かし，AI 時代にふさわしい教育研究を推進するものである．

大阪大学は，山梨大学，京都橘大学との研究プロジェクトを深化させ，2020 年度から 2022 年度まで，健康・教育・都市生活などのライフデザイン分野の共同研究や学生および教職員の交流などに提携を行う．

8.2 Cyber HPC Symposium 2020 Online

2020 年 9 月 28 日（月）に大阪大学サイバーメディアセンターが主催，大阪大学データビリティフロンティア機構が共済する Cyber HPC Symposium 2020 がオンラインで開催された．

本シンポジウムでは，ストレージ，データ基盤の研究開発に携わる産学の専門家を迎え，サイバーメディアセンターの大規模計算機システムの利活用事例，および最新の研究開発動向を踏まえつつ，高性能計算・高性能データ分析を支えるデータ基盤の今後の課題と将来について議論が行われた．

8.3 科学で楽する楽しい出産・育児！〜生誕 1000 日見守りプロジェクト

2020 年 10 月 3 日（土）に大阪大学 Society5.0 保健・予防医療プロジェクト 生誕 1000 日見守り研究（研究責任者：木村正（データビリティフロンティア機構兼任））が主催するセミナー「科学で楽する楽しい出産・育児！〜生誕 1000 日見守りプロジェクト」がららぽーと EXPOCITY 光の広場で開催された．

生誕 1000 日見守りプロジェクトでは，「孤育てから子育て，そして個育てへ」を合言葉に，出産・育児を社会全体で温かく見守りサポートできるよう研究を進めている．育児困難感や育児不安といった「孤育て」を，Society5.0 の技術によって解消し，さらに，その人らしい豊かな「個育て」へつなげてゆけるよう，本セミナーが開催された．Mommy Tummy による妊娠体験，出産体験シミュレーションをはじめとした最新の研究解説や体験，妊娠育児相談会，医師・助産師・臨床心理士・育児支援を積極的に行う企業による座談会が行われた．

8.4　第 22 回大阪大学-上海交通大学学術交流セミナー

2020 年 11 月 27 日（金）に第 22 回大阪大学-上海交通大学学術交流セミナーがオンラインで開催された．本セミナーでは，「材料・接合」，「情報」，「核物理」，「レーザ」，「船舶海洋」，「産業バイオテクノロジー」，「歴史」，「燃焼工学」，「スマートシティ」，「化学」の計 10 分野を交流分野に設定し，各分野代表者から概要説明が行われた．データビリティフロンティア機構からは下條副機構長が参加した．

8.5　ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）第 3 回シンポジウム

2021 年 1 月 19 日（火）に大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）が主催する第 3 回シンポジウム「パーソナルデータが作り出す未来社会」が Zoom オンライン開催された．

ライフデザイン・イノベーション研究拠点では，パーソナルデータの流通を通じて，人々の心と身体の健康のみならず，楽しみや学びから生き生きとした生活，さらに，社会とつながることでの安心，そして，安全で快適な居住環境が得られている未来を同時に考え，人生の QoL の向上をデザインする未来社会，ワクワクする未来社会の構築を目指している．

本シンポジウムでは，本研究拠点で構築中のデータ取引市場 MYPLR を中心に研究活動を紹介するとともに，特別講演者の喜連川優 国立情報学研究所長/東京大学教授および安宅和人 慶應義塾大学教授からデータ駆動型社会の現状と未来について講演いただいた．さらに，パネルセッションでは，パーソナルデータが創り出す未来社会について議論が行われた．

第 9 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】

- **コンピュテーショナル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.
- **暗号カメラと暗号画像認識によるセンサレベルビジュアルプライバシー保護**
  Society5.0 社会実現が叫ばれる中，ビッグデータ活用はサイバースペースにとどまらず，実世界でのユーザの行動履歴をカメラなどで取得し，活用することが期待されている．現在，携帯電話やスマートスピーカなどの様々な IoT 機器はカメラを搭載し，深層学習による画像認識の精度が向上したことから，このような実世界情報のセンシングや活用が現実味を帯びてきている．一方で，カメラで人を観測することでのプライバシー問題も社会

問題化している．本研究ではセンサ (撮像素子) 上の光学像そのものをスクランブルする暗号カメラを提案する．センサでのサンプリング前にシーンを第三者に理解できない形へ光学的にスクランブル化し，符号化読み出しを行うことで，画像がデジタル化される前のセンサレベルでのビジュアルプライバシー保護を実現する．また，暗号カメラで撮影された暗号画像から復元を介さず，直接認識する新たな画像認識フレームワーク「暗号画像認識」を提案し，そのモデルや学習手法についての研究をおこなう．

- **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
- 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
- AI ホスピタル
- 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
- 2020-2023 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (開拓), “暗号カメラと暗号画像認識によるセンサレベルビジュアルプライバシー保護”，(代表) 長原一，(分担) 日浦真作 他
- 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) 藤岡穣 (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
- 2020-2022 年度，厚生労働科学研究費，“『AI の眼』による医療安全確保に関する研究’, (代表) 大鹿哲郎，(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「コンピュータビジョン」
- 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】

- IEEE Transaction on Computational Imaging Associate Editor
- Asian Conference on Pattern Recognition 2021 Program chair
- Asian Conference on Computer Vision 2020 Demo Chair
- Asian Conference on Computer Vision 2020 Area Chair
- European Conference on Computer Vision 2020 Area Chair
- International Conference on Intelligent Robotics and Systems 2020 Area Chair
- 情報処理学会代表会員
- 情報処理学会 MI 領域財務委員
- 情報処理学会 CVIM 研究会運営委員
- 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
- 画像センシング技術研究会組織委員
- 査読委員：CVPR2021, MVA2021, 3DV2021, IEEE Trans. PAMI, IJCV, MIRU2021 他

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao and Kazumitsu Shinohara, “Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced”, Frontiers in psychology - Environmental psychology, Apr., 2020.

[2] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Masahiko Kusumoto, Kazuo Awai, Mitsuko Tsubamoto, Yukihisa Satoh, Tomo Miyata, Yuriko Yoshida, Noriko Kikuchi, Akinori Hata, Shohei Yamasaki, Shoji Kido, Hajime Nagahara, Jun Miyake, Noriyuki Tomiyama, “Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network”, European Radiology, Sep., 2020.

[3] Kazuki Ashihara, Cheikh Brahim El Vaigh, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima and Hajime Nagahara, “Improving topic modeling through homophily for legal documents”, Applied Network Science, Vol. 5, No. 77, 2020.

[4] Kohei Sakai, Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “CFA Handling and Quality Analysis for Compressive Light Field Camera”, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 9, No. 1, pp. 25-32, Jan., 2021.

[5] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, Yasushi Yagi, “Noisy-LSTM: Improving Temporal Awareness for Video Semantic Segmentation”, IEEE access, 2021.

[6] Trung Thanh Ngo, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Surface Normals and Light Directions from Shading and Polarization”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Apr., 2021.

学会発表

[1] Tadashi Okawara, Michitaka Yoshida, Hajime Nagahara, Yasushi Yagi, “Action Recognition from a Single Coded Image”, International Conference on Computational Photography, Sent Louis, USA, April, 2020.

[2] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, “Joint optimization for compressive color video sensing and reconstruction under hardware constraints”, International Conference on Computational Photography, Sent Louis, USA, April, 2020.

[3] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, and Hajime Nagahara, “Joint learning of Vessel Segmentation and Artery/Vein Classification with Post-processing”, Medical Imaging with Deep Learning Conference, Montreal, Canada, July, 2020.

[4] Yukihiro Sasagawa, Hajime Nagahara, “YOLO in the Dark - Domain Adaptation Method for Merging Multiple Models -”, European Conference on Computer Vision, Grasgow, UK, Aug., 2020.

[5] Kohei Sakai, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “Acquiring Dynamic Light Fields through Coded Aperture Camera”, European Conference on Computer Vision, Grasgow, UK, Aug., 2020.

[6] Yoshio Matsuda, Takashi Komuro, Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Shoji Kawahito, and Keiichiro Kagawa, “Palm-Controlled Pointing Interface Using a Dynamic Photometric Stereo Camera”, International Conference on Human-Computer Interaction , pp. 19-24, Copenhagen, Denmark, July, 2020.

[7] Ryosuke Kawamura, Shizuka Shirai, Mehrasa Aizadeh, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Estimation of wakefulness in video-based lectures based on multimodal data fusion”, ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing, Sep., 2020.

[8] Juan Manuel Franco Sanchez, Shunya Masaki, Yuki Shimamoto, Joel Cervantes, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, Yoshio Hayasaki, “Integration of time-of-flight distance measurement and optical coherence tomography for extending its operating range”, SPIE/COS Photonics Asia Digital Forum, Oct., 2020.

[9] Juan Manuel Franco Sanchez, Yuki Shimamoto, Shunya Masaki, Joel Cervantes, Quang Duc Pham, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, Yoshio Hayasaki, “Integrated optical measurement system: optical time-of-flight and optical coherence tomography”, OSJ-OSA-OSK Joint Symposia on Optics, Nov. 2020.

[10] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, “IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identication of informative COVID-19 English tweets”, Workshop on Noisy User-generated Text, Nov., 2020.

[11] Kyuho Bae, Andre Ivan, Hajime Nagahara, In Kyu Park, “5D Light Field Synthesis from a Monocular Video, International Conference on Pattern Recognition, Jan., 2021.

[12] M. Yanagawa, H. Niioka, S. Yamasaki, T. Miyata, Y. Yoshida, A. Hata, Y. Satoh, J. Miyake, H. Nagahara, N. Tomiyama, “Elucidation of a Black Box using Gradient-Weighted Class Activation Maps (Grad-CAMs): What Aspects of CT Images Does Deep Learning See?”, 日本放射線学会, May, 2020.

[13] 久野彰浩, 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, “強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整のための準備研究”, 日本加速器学会年, Sep., 2020.

[14] 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（３）”, 日本物理学会, Sep., 2020.

[15] 後藤輝一, 末原 大幹, 川越 清以, 吉岡 瑞樹, 倉田 正和, 長原 一, 中島 悠太, 武村 紀子, “深層学習を用いた ILD 崩壊点検出アルゴリズムの改良”, 日本物理学会, Sep., 2020.

[16] 長原　一, “ライトフィールドビジョン’, デジタルイメージング技術研究部会, Sep., 2020[[招待講演].

[17] 長原　一 , “ディープセンシング -深層学習による画像センシングと処理の同時最適化-”, 映像情報メディア学会 情報センシング 11 月研究会, Nov., 2020[招待講演].

[18] 田村高基, 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “脳波を用いた機械学習による怒り情動検知システムの構築”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[19] 原地絢斗, 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “ニューラルネットワークを使用した脈波解析による恐怖状態の判別手法の開発”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[20] 村松歩, 山本祐輔, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野（松本） 由子, 下條真司, “スマートフォンを用いた情動刺激時における脳波の次数中心性”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[21] 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “視聴覚刺激後の脳波を用いたニューラルネットワークによる情動判別評価”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[22] 坂下晴哉，武村紀子，白井詩沙香，Alizadeh Mehrasa，長原一, “複数ウェアラブルカメラ映像の人物識別とセグメンテーション”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM-224, No. 1, Jan., 2021.

[23] 水俣友希，石田祥馬，濱崎弘樹，川崎洋，長原一，小野智司, “符号化開口を鍵とする情報秘匿方式の基礎検討”, 情報処理学会全国大会, March, 2021.

[24] 宮内翔子，渡邉匠吾，板谷響，谷川千尋，谷村百和子，山城隆，長原一，諸岡健一, “Graph Convolutional Network による口唇口蓋裂患者の咬合評価”, 電子情報通信学会技術報告, No. MI-5, March, 2021.

産業財産権

[1] 長原一, グエンカイン　トゥオン，“カメラおよびイメージングシステム”，PCT/JP2020/3920

その他

[1] 長原一, “ライトフィールド撮影のためのコンピュテーショナルフォトグラフィ”, 画像ラボ (日本工業出版), Vol. 31, No. 6, pp. 28-32, June, 2020.

ビッグデータ社会技術部門　教授　岸本　充生

【兼任】

- 社会技術共創研究センター
- 社会ソリューションイニシアティブ
- 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
- 放射線放射線科学基盤機構

【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・産学共創プロジェクト】

- ライフデザイン・イノベーション研究拠点事業
- 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
- 2018-2020，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

【教育活動】

- 大阪大学「科学技術社会論入門」（5 月 14 日）
- 大阪大学「共創型社会開発論」（8 月 7 日）
- 大阪大学「データ科学特別講義」（8 月 10 日）
- 東京大学「科学技術イノベーション政策」（12 月 2 日）

- 東京大学「公共政策の経済評価」（12 月 15 日）
- 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（8 月 22 日，12 月 19 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「政策評価審議会」「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
- 国立国会図書館客員調査員

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] 岸本充生，トランプ政権における規制改革 —規制影響分析（RIA）とレギュラトリーサイエンスの役割—．季刊評価クォータリー 53(3), pp.3-13，2020.

[2] 八代嘉美, 標葉隆馬, 井上悠輔, 一家綱邦, 岸本充生, 東島仁, 日本再生医療学会による社会とのコミュニケーションの試み．科学技術社会論研究 (18), pp.137-146, 2020.

[3] 岸本充生，エマージングリスクという新知見 —どう発見し，どう社会に生かすか，学術の動向 25(12), pp.26-29, 2020.

[4] 岸本充生, デジタル技術の社会実装には規制影響分析とテクノロジーアセスメントの一体化を．月刊経団連 12 月号, pp.24-25, 2020.

学会発表

[1] 岸本充生，接触確認アプリと ELSI に関する 10 の視点，科学技術社会論学会 第 19 回年次研究大会，2020 年 12 月 5 日，オンライン．

著書

[1] 岸本充生，新興技術を社会実装するということ，国立国会図書館 調査及び立法考査局編集．ゲノム編集の技術と影響 （令和 2 年度科学技術に関する調査プロジェ クト報告書）, 国立国会図書館 2021 年 3 月．

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.
- **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.
- **スマートシティプロジェクトにおける人流可視化システムの構築に関する研究**
  スマートシティプロジェクトにおけるセンテラスエリア周辺の実証実験フィールドを対象として，測域センサで得られるデータを分析し，人流データとして可視化する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，2019 年度に実施した研究者向けアンケート調査の集計・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] Shogo Matsui, Yasuhiro Watashiba, Susumu Date, Jason Liu, Kaname Harumoto, Shinji Shimojo, "Architecture of Job Scheduling Simulator for Demand Response Based Resource Provision," International Symposium on Grids & Clouds 2021 (ISGC 2021), March 2021.

[2] Shinya Ishiyama, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, "Cooperative Signaling and Directed Migration of Bio-nanomachines in Mobile Molecular Communication," Proceedings of the 7th ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (NANOCOM 2020), Sep. 2020.

[3] Kazuki Yonekura, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, "Network Formation Model of Bio-nanomachines Based on Directed Migration and Adhesion," Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2020), May 2020.

知能情報基盤部門　准教授（常勤）　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た．このシステムでは，映像自体を回答モジュールの入力とするのではなく，映像の内容を説明するテキストを生成し，このテキストを入力とする．これにより，近年性能向上が顕著な言語モデルを利用した映像の解析が可能となる．実験により，精度の向上を確認した．この成果は，コンピュータビジョン分野のトップ国際会議である ECCV 2020 で発表した．また，テレビドラマにおけるユーモアの検出と，部分映像検索に関して，それぞれコンピュータビジョン分野の国際会議である WACV 2021 と BMVC 2020 で発表した．
- **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んでいる．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，システム利用者を撮影した映像から，その人物が集中できていたかを識別するモデルを構築した．このモデルは，主に利用者の顔に着目し，時間方向の依存性も考慮することで，前年度の視線を利用したモデルを超える精度での識別を可能とした．この成果は，画像処理に関する国際会議 ICIP 2021 に投稿している．

【学際・産学共創プロジェクト】

- 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】

- 2018-2021 年度，科学研究費補助金基盤研究 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，科学研究費補助金 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，科学研究費補助金 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) 中島悠太 他
- 2019-2021 年度，科学研究費補助金 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
- 2020 年度，厚生労働省科学研究費 『AI の眼』による医療安全確保に関する研究，(代表) 大鹿哲郎 (分担) 中島悠太 他

【教育活動】

- 学生指導
  - 博士前期課程学生指導 (情報科学研究科 2 名)
  - 博士後期課程学生指導 (情報科学研究科 2 名)
- 一般社団法人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「コンピュータビジョン」

【社会貢献】

- 映像メディア学会編集委員
- 各種査読（IEEE Trans. PAMI，IEEE Trans. Multimedia，CVPR，ECCV，ACM Multimedia など）

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, and Yasushi Yagi, “Noisy-LSTM: Improving temporal awareness for video semantic segmentation,” IEEE Access, vol. 9, pp. 46810–46820, Mar. 2021.

[2] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, “A comparative study of language Transformers for video question answering,” Neurocomputing, vol. 445, pp. 121–133, Mar. 2021.

[3] Wenjian Dong, Mayu Otani, Noa Garcia, Yuta Nakashima, Chenhui Chu, “Cross-lingual visual grounding,” IEEE Access, vol. 9, pp. 349–358, Dec. 2020.

[4] Kazuki Ashihara, Cheikh Brahim El Vaigh, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara, “Improving topic modeling through homophily for legal documents,” Applied Network Science, vol. 5, article no. 77, Oct. 2020.

[5] Noboru Babaguchi, Isao Echizen, Junichi Yamagishi, Naoko Nitta, Yuta Nakashima, Kazuaki Nakamura, Kazuhiro Kono, Fuming Fang, Seiko Myojin, Zhenzhong Kuang, Huy H. Nguyen, Ngoc-Dung T. Tieu, "Preventing fake information generation against media clone attacks," IEICE Trans. Information and Systems, vol. E104-D, no. 1, pp. 2–11, Jan. 2021.

[6] Noboru Babaguchi, Isao Echizen, Junichi Yamagishi, Naoko Nitta, Yuta Nakashima, Kazuaki Nakamura, Kazuhiro Kono, Fuming Fang, Seiko Myojin, Zhenzhong Kuang, Huy H. Nguyen, Ngoc-Dung T. Tieu, "Generation and detection of media clones," IEICE Trans. Information and Systems, vol. E104.D, no. 1, pp. 12–23, Jan. 2021.

[7] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, "Visually grounded paraphrase identification via gating and phrase localization," Neurocomputing, vol. 404, Sep. 2020.

[8] Ryo Kawasaki, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Takayoshi Ohkubo, Kohji Nishida, "A fully automated grading system for the retinal arteriovenous crossing signs using deep neural network," Investigative Ophthalmology & Visual Science, vol. 61, no. 7, pp. 1930–1930, Jun. 2020.

[9] 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.

学会発表

[1] Yuta Kayatani, Zekun Yang, Mayu Otani, Noa Garcia, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, "The laughing machine: Predicting humor in video," Proc. Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Jan. 2021.

[2] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, "IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identification of informative COVID-19 English tweets," Proc. Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT), Nov. 2020.

[3] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, "Uncovering hidden challenges in query-based video moment retrieval," Proc. British Machine Vision Conference (BMVC), Sep. 2020.

[4] Noa Garcia, Chentao Ye, Zihua Liu, Qingtao Hu, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, and Teruko Mitamura "A dataset and baselines for visual question answering on art," Proc. European Conference on Computer Vision Workshops (VISARTS), Aug. 2020.

[5] Nikolai Huckle, Noa Garcia, and Yuta Nakashima, "Demographic Influences on Contemporary Art with Unsupervised Style Embeddings," Proc. European Conference on Computer Vision Workshops (VISARTS), Aug. 2020..

[6] Noa Garcia and Yuta Nakashima, "Knowledge-based video question answering with unsupervised scene descriptions," Proc. European Conference on Computer Vision (ECCV), Aug. 2020.

[7] Zhiqiang Guo, Huigui Liu, Zhenzhong Kuang, Yuta Nakashima, Noboru Babaguchi, "Privacy sensitive large-margin model for face de-identification," Proc. Neural Computing for Advanced Applications, pp. 488-501, Aug. 2020.

[8] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, and Hajime Nagahara, "Joint learning of vessel segmentation and artery/vein classification with post-processing," Proc. Medical Imaging with Deep Learning (MIDL), Jun. 2020.

[9] Manisha Verma, Sudhakar Kumawat, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, "Yoga-82: A new dataset for fine-grained classification of human poses," IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, Jun. 2020.

[10] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, "Knowledge-based visual question answering in videos," Workshop on Women in Computer Vision (WiCV), Jun. 2020.

[11] Koji Tanaka, Chenhui Chu, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, "Constructing a public meeting corpus," Proc. Language Resources and Evaluation Conference, pp. 1934–1940, May 2020.

知能情報基盤部門　准教授（常勤）　武村 紀子

【兼任】

- 情報科学研究科
- 産業科学研究所
- 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】

- **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，パーソナ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 2019 年度に収集した e-learning 時の顔画像データを用いて，学習者の覚醒度推定モデルを構築した．推定モデルへの入力は，顔画像データから抽出した目領域画像の時系列データとし，短期間および長期間データから特徴を抽出する階層型の CNN-GRU モデルにより，将来の覚醒状態を推定した．また，本モデルには，教師モデルで学習した知識を生徒モデルの学習に利用する，蒸留の枠組みを採用した．
- **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**
  協調学習は人と人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 2019 年度に収集した協調学習時のカメラ映像データを用いて，協調学習時の学生の活性度推定を行った．撮影動画から深層学習を用いた姿勢推定モデル (openpose) を用いて，骨格特徴を抽出し，グラフ構造を考慮した深層学習モデルである，グラフ畳み込みネットワークを用いて，アクティブ/パッシブの 2 段階の活性度を推定した．
- **複数ウェアラブルカメラ間における人物同定**
  ウェアラブルカメラで撮影した一人称視点映像を解析することで，人の興味や注意の対象が推定可能である．さらに，複数人の一人称視点映像を解析することで，誰が誰に注意を向けているか等，人同士のコミュニケーションの理解が期待できる．そこで，本研究では，複数の一人称視点映像間の人物の同定および追跡を行う．MaskTrackRCNN モデルをベースとした，単一カメラ内で人物追跡を行うローカルトラッキングモジュールと，複数カメラ間での人物同定を行う，グローバルマッチングモジュールの 2 つのモジュールからなる枠組みを提案し，フレームイン・フレームアウトが頻繁に生じる，実環境を想定したデータを用いて評価実験を行った．

【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
- 2020 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
- 2020 年度，国際医工情報センター MEI Grant2020, Grant A, “深層学習モデルを用いた歩行障害疾患鑑別ツールの開発”，（代表）武村紀子
- 2020 年度，大阪大学 Innovation Bridge グラント，“深層学習モデルを用いた歩容立脚型疾患診断機器の開発”，（代表）武村紀子

【教育活動】

- 学生指導
  - 学部 4 年生学生指導 (工学部 1 名)
  - 博士前期課程学生指導 (情報科学研究科 3 名)
  - 博士後期課程学生指導 (情報科学研究科 1 名)
- 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」

【社会貢献】

- 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）
- 各種査読（CVPR, RA-L, IEEE ACCESS など）

【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] Kazuki Ashihara; Cheikh Brahim El Vaigh; Chenhui Chu; Benjamin Renoust; Noriko Okubo; Noriko Takemura; Yuta Nakashima; Hajime Nagahara, “Improving Topic Modeling through Homophily for Legal Documents,” Applied Network Science, 2020.

[3] Mehrasa Alizadeh, Tomomi Omae, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, “Evaluating a Collaborative Learning Card Game for Pre-Intermediate Language Learners in Face-to-Face and Online Settings,” Studies in e-Learning Language Education, 2021.

学会発表

[1] Koji Tanaka, Chenhui Chu, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Constructing a Public Meeting Corpus,” Proceedings of the 12th Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), 2020.

[2] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Heat environment increases mental workload even if learning efficiency is enhanced,” 27th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, 2020.

[3] Ryosuke Kawamura, Shizuka Shirai, Mehrasa Aizadeh, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Estimation of Wakefulness in Video-based Lectures based on Multimodal Data Fusion,” Adjunct Proceedings of the 2020 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC), 2020.

[4] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi, “How Confident Are You in Your Estimate of a Human Age?Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation by Label Distribution Learning,” 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB), 2020.

[5] 久野彰浩, 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, “強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整のための準備研究”, 日本加速器学会年会, 2020.

[6] 後藤輝一, 末原大幹, 川越清以, 吉岡瑞樹, 倉田正和, 長原一, 中島悠太, 武村紀子, “深層学習を用いた ILD 崩壊点検出アルゴリズムの改良”, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020.

[7] 中祐介, 岩崎昌子, J. Barkeloo, J. Brau, L. Braun, C. Potter, A. Steinhebel, J. Strube, M. Breidenbach, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発 (3)”, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020.

[8] 田村高基, 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “脳波を用いた機械学習による怒り情動検知システムの構築”, 日本臨床神経生理学会学術大会, 2020.

[9] 原地 絢斗，山本 祐輔，村松 歩，長原 一，武村 紀子，中島 悠太，水野 (松本) 由子，下條 真司, “ニューラルネットワークを使用した脈波解析による恐怖状態の判別手法の開発”, 日本臨床神経生理学会学術大会, 2020.

[10] 村松歩，山本祐輔，長原一，武村紀子，中島悠太，水野（松本）由子，下條真司, “スマートフォンを用いた情動刺激時における脳波の次数中心性”, 日本臨床神経生理学会学術大会, 2020.

[11] 山本 祐輔, 村松 歩, 長原 一, 武村 紀子, 中島 悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “視聴覚刺激後の脳波を用いたニューラルネットワークによる情動判別評価”, 日本臨床神経生理学会学術大会, 2020.

[12] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, “IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identification of Informative COVID-19 English Tweets,” 6th Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT), 2020.

[13] Chenhui Chu, Felix Giovanni Virgo, Koji Tanaka, Takaya Ogawa, Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Public Meeting Corpus Construction and Information Extraction,” 第 70 回日本西洋史学会大会, 2020.

[14] 坂下晴哉，武村紀子，白井詩沙香，Alizadeh Mehrasa，長原一, “複数ウェアラブルカメラ映像の人物識別とセグメンテーション”, コンピュータビジョンとイメージメディア研究会（IPSJ-CVIM）, 2021.

[15] 久野彰浩, 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, “強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会第 76 回年次大会, 2021.

[16] 梶原智之, Chenhui Chu, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “主観感情と客観感情の強度推定のための日本語データセット”, 言語処理学会第 27 回年次大会, 2021

その他

[1] Haruya Sakashita, Christoph Flothow, Noriko Takemura, Yusuke Sugano, “DRIV100: In-The-Wild Multi-Domain Dataset and Evaluation for Real-World Domain Adaptation of Semantic Segmentation,” arXiv:2102.00150

[2] Kiichi Goto, Taika Suehara, Tamaki Yoshioka, Hajime Nagahara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Masako Iwasaki, “Development of Vertex Finding Algorithm using Recurrent Neural Network,” arXiv:2101.11906

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.
- **機械学習を用いた細胞診画像診断支援に関する研究**
  細胞診画像から正常細胞と癌細胞の診断予測を行い，さらに癌の種類を分類する研究.
- **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.
- **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.
- **第 2 近赤外窓領域を用いた生体深部超解像イメージング技術の開発と再生医療への応用**
  波長 900 〜 1600 nm 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，細胞組織内部の超解像イメージングを可能にする技術の開発研究.

【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
- 機械学習を用いた細胞診画像診断支援に関する研究

【外部研究費獲得状況】

- 2020-2022 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 (B), “第 2 近赤外窓領域を用いた生体深部超解像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
- 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, “近赤外第二領域の光と希土類蛍光プローブを用いた生体深部超解像イメージング”, (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

【教育活動】

- 大阪大学大学院情報科学研究科「情報数理学特別講義 I」の講義 10 コマを担当
  日時：令和 2 年 5 月 12, 19, 26 日, 6 月 2, 9 日 13:30 - 16:40
  対象：大学院生
  場所：オンライン
- 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 2 年 11 月 17 日 10:30 - 12:00, 12:50-14:20, 11 月 24, 31 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
- 大阪大学 先導的量子ビーム応用卓越大学院プログラムにて「機械学習実践演習 」の講義 8 コマを担当
  日時：令和 3 年 1 月 21, 22 日 10:30-12:00, 13:30-18:20
  対象：大学院生
  場所：大阪大学吹田キャンパス, テクノアライアンス B 棟 B205 室
- 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 3 年 2 月 6 日 10:30-12:00, 12:50-14:20, 2 月 13, 20 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

【社会貢献】

- 第三回全国医療 AI コンテスト
  日時：令和 3 年 3 月 26-27 日
  主催：東京医科歯科大学 医療 IT・数学同好会 T/T (tea party), 東京医科歯科大学 M&D データ科学センター
  共催：大阪大学 AI & Machine learning Society/ AI Medical Society (AIMS), 阪医 Python 会, 一般社団法人日本循環器学会, 一般社団法人 臨床医工情報学 コンソーシアム関西
  協賛：日本ユニシス株式会社
  特別協力：Knowledge capital
  対象：中学生，高校生，大学生，大学院生，研修医，医師
  場所：パシフィコ横浜 (オンライン参加も可能)
  ポスター：https://researchmap.jp/Hirohiko_Niioka/social_contribution/31607305/attachment_file.pdf
  報告書：https://zenn.dev/tpt_ochanomizu/articles/dad722d9410f0a

- 第二回全国医療 AI コンテスト
  日時：令和 2 年 9 月 26-27 日
  主催：大阪大学 AI & Machine learning Society/ AI Medical Society (AIMS)
  共催：阪医 Python 会, 一般社団法人 臨床医工情報学 コンソーシアム関西
  協賛：日本ユニシス株式会社, Biogrid
  特別協力：Knowledge capital
  対象：大学生，大学院生
  場所：オンライン
  ポスター：https://researchmap.jp/Hirohiko_Niioka/social_contribution/29984813/attachment_file.pdf
  報告書：https://seele10.hatenablog.com/entry/2020/10/21/213014
- 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
- 大阪大学 AI&Machine learning Society/AI Medical Society (AIMS)(大学内サークル) 顧問
  URL：https://twitter.com/ou_aims

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Masahiko Kusumoto, Kazuo Awai, Mitsuko Tsubamoto, Yukihisa Satoh, Tomo Miyata, Yuriko Yoshida, Noriko Kikuchi, Akinori Hata, Shohei Yamasaki, Shoji Kido, Hajime Nagahara, Jun Miyake, and Noriyuki Tomiyama,“Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network”, European Radiology 31(4):1978-1986 (2021).

[2] Arno Germond, Yulia Panina, Mikio Shiga, Hirohiko Niioka, and Tomonobu M. Watanabe, “Following embryonic stem cells their differentiated progeny and cell-state changes during iPS reprogramming by Raman spectroscopy”, Analytical Chemistry, 92, 22, 14915-14923 (2020).

[3] Naoki Yamato, Hirohiko Niioka*, Jun Miyake, and Mamoru Hashimoto*, (* corresponding author)“Improvement of nerve imaging speed with coherent anti-Stokes Raman scattering rigid endoscope using deep-learning noise reduction”, Scientific Reports, 10, 15212, 11 pages (2020).

[4] Shin-ichi Tanaka, Hiroki Wadati, Kazuhisa Sato, Hidehiro Yasuda, and Hirohiko Niioka, “Red-Fluorescent Pt Nanoclusters for Detecting and Imaging HER2 in Breast Cancer Cells”, ACS Omega, 5, 37, 23718-23727 (2020).

[5] Naoki Yamato, Mana Matsuya, Hirohiko Niioka*, Jun Miyake, Mamoru Hashimoto*, (* corresponding author) “Nerve segmentation with deep learning from label-free endoscopic images obtained using coherent anti-Stokes Raman scattering”, Biomolecules, 10(7), 1012 (2020).

[6] Kiminori Yanagisawa, Masayasu Toratani, Ayumu Asai, Masamitsu Konno, Hirohiko Niioka, Tsunekazu Mizushima, Taroh Satoh, Jun Miyake, Kazuhiko Ogawa, Andrea Vecchione, Yuichiro Doki, Hidetoshi Eguchi, Hideshi Ishii, “Convolutional Neural Network Can Recognize Drug Resistance of Single Cancer Cells”, International journal of molecular sciences, 21(9), 3166, 7 pages (2020).

学会発表

[1] 新岡 宏彦，三宅 淳，上村 史朗“Prediction of Coronary Plaque Vulnerability Using OCT Images and Deep Learning”第 85 回日本循環器学会学術集会 (2021/3/26-28, パシフィコ 横浜, オンサイト/オンラインハイブリッド開催) [Invited]

[2] 大和 尚記，松谷 真奈，新岡 宏彦，三宅 淳，橋本 守“CARS 硬性内視鏡の神経イメージングと深層学習による神経抽出－実時間イメージングに向けた短時間露光神経画像の画像解析－”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 (2021/3/16-19，オンライン開催)

[3] Arno Germond, Yulia Panina, Mikio Shiga, Hirohiko Niioka, Tomonobu Watanabe, “Raman Spectroscopy and Machine Learning for Prediction and Characterization of Stem Cells during IPS Reprogramming”65th Biophysical Society Annual Meeting BPS2021 (Online, 22-26 February, 2021)

[4] 山中真仁，河内彰宏，秋野善紀，古川太一，新岡宏彦，西澤典彦“希土類添加ナノ粒子と生体窓を用いた深部・高空間分解能蛍光イメージング (High-resolution deep tissue fluorescence imaging by using rare earth doped nanoparticles and near-infrared optical tissue windows)”レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会 (2021/1/18-20, オンライン開催) [Invited]

[5] 新岡 宏彦“「フォトニクス× AI」～AI を用いた画像処理とその応用について～”, フォトニクスセミナー (2020/12/13，大阪大学フォトニクスセンター) [Invited]

[6] 東谷 悠平，永井 正也，芦田 昌明，草部 浩一，新岡 宏彦，服部 梓，田中 秀和，磯山 悟朗，尾崎 典雅“THz パルス励起による正方晶ジルコニアのマルテンサイト変態”, 第 31 回光物性研究会 (2020/12/11-12, オンライン開催)

[7] 小林 照之，新岡 宏彦，牧野 知紀，山崎 誠，山崎 翔平，梁川 雅弘，長原 一，三宅　淳，江口 英利，土岐 祐一郎“Artificial Intelligence 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”, 第 74 回日本食道学会学術集会 (2020/12/10-11，JR ホテルクレメント徳島，徳島県，オンライン/オンサイトハイブリッド開催)

[8] 東谷 悠平，永井 正也，芦田 昌明，草部 浩一，新岡 宏彦，服部 梓，田中 秀和，磯山 悟朗，尾崎 典雅“正方晶ジルコニアの THz 誘起マルテンサイト変態”, テラヘルツ科学の最先端 VII (2020/11/19-20，オンライン開催)

[9] 新岡 宏彦，松本 辰也，熊本 康昭，高松 哲郎“深紫外励起蛍光顕微鏡と深層学習を用いた迅速リンパ節転移癌検出”, Optics & Photonics Japan 2020 (OPJ2020)(2020/11/14-17，オンライン開催)

[10] 河内 彰宏，秋野 善紀，山中 真仁，古川 太一，新岡 宏彦，西澤 典彦“希土類イッテルビウム添加ナノ粒子の第 2 の生体窓 (NIR-II) 発光を用いた近赤外共焦点蛍光イメージング”, Optics & Photonics Japan 2020 (OPJ2020)(2020/11/14-17，オンライン開催)

[11] 林 芳矩，新岡 宏彦，牧野 知紀，小林 照之，山崎 翔平，梁川 雅弘，山崎 誠，長原 一，三宅 淳，江口 英利，土岐 祐一郎“Artificial Intelligence 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”, 第 82 回日本臨床外科学会総会 (2020/10/29-31，オンライン開催)

[12] 大和 尚記，松谷 真奈，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無染色な末梢神経イメージングの検討”, 日本蛍光ガイド手術研究会第 3 回学術集会 (2020/10/16-17, オンライン開催) [Invited]

[13] 大和 尚記，松谷 真奈，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装置の開発”レーザー学会第 547 回研究会「光・レーザーの医学・医療応用」(2020/10/9，オンライン開催)

[14] 東谷悠平，永井正也，芦田昌明，磯山悟朗，新岡宏彦，尾崎典雅“正方晶ジルコニアの THz 誘起相変態”日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020/9/14-17，オンライン開催)

[15] 新岡宏彦“人工知能がバイオメディカルイメージングを加速する？”第 11 回 PhotoBIO ワークショップ (大阪大学フォトニクスセンター，2020/9/4，大阪府) [Invited]

[16] 大和 尚記，新岡 宏彦，三宅 淳，橋本 守“ノイズ除去のアンサンブル学習による非線形ラマン硬性内視鏡神経イメージングの高速化 (Ensemble learning for improvement of imaging speed with coherent Raman scattering rigid endoscopy)”, 第 59 回日本生体医工学会大会 (2020/5/25-27，オンライン開催)

[17] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Shohei Yamasaki, Tomo Miyata, Yuriko Yoshida, Akinori Hata, Yukishita Satoh, Jun Miyake, Hajime Nagahara, Noriyuki Tomiyama,“Grad-CAMs を用いたブラックボックスの解明：人工知能は肺癌 CT 画像のどこをみているのか？ (Elucidation of a Black Box using Gradient-Weighted Class Activation Maps (Grad-CAMs): What Aspects of CT Images Does Deep Learning See?)”, 第 79 回日本医学放射線学会総会 (2020/5/15/-6/14，オンライン開催)

[18] 新岡宏彦“深層学習 AI を搭載した光イメージング医療機器の開発”AI Optics 研究会 (Zoom 遠隔発表, 2020/5/13) [Invited]

著書

[1] 坂田泰史，片岡雅晴，野村征太郎，新岡宏彦“循環器 Precision Medicine が開く未来”, CARDIAC PRACTICE, 31(1) (2020) (2020 年 10 月号)

[2] 新岡宏彦，大和尚記，三宅淳，橋本守“ AI によるバイオメディカル画像解析と光イメージング装置開発”, O plus E 42(4) 517-522 (2020) (2020 年 7 月号)

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】

- Society 5.0 **実現化に関する研究**
  本プロジェクトでは，健康スポーツ研究に有用なデータを収集することを目的として，本学豊中キャンパスにおいて被験者実験を行った．被験者実験では，クラブ活動を行う学生が５０mを疾走する様子をカメラで撮影し，映像データを収集した．
- **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．本年度は，上皮細胞の集団が特徴的な幾何学的構造を形成することに着目し，上皮細胞間の分子通信が構造形成において果たす役割を理解するための研究を進めた．

【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】

- 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] Y. Okaie and T. Nakano, “Mobile Molecular Communication through Multiple Measurements of the Concentration of Molecules,” *IEEE ACCESS*, vol. 8, pp. 179606 – 179615, Sept. 2020.

[2] Z. He, C. Yao, J. Shuai and T. Nakano, “Enhanced Vibrational Resonance in a Single Neuron with Chemical Autapse for Signal Detection,” *Chinese Physics B*, vol 29, no. 12, Nov. 2020.

学会発表

[1] K. Yonekura, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, and K. Harumoto, “Network Formation Model of Bionanomachines 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] Y. Okaie and T. Nakano, “Binary Concentration Shift Keying with Multiple Measurements of Molecule Concentration in Mobile Molecular Communication,” in Proc. *12th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT 2020)*, 10 pages, online, July 2020.

[3] S. Ishiyama, T. Nakano, Y. Okaie, T. Hara, and K. Harumoto, “Cooperative Signaling and Directed Migration of Bio-nanomachines in Mobile Molecular Communication,” in Proc. *7th ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (ACM NANOCOM 2020)*, 7 pages, USA, Sept. 2020.

[4] T. Nakano, Y. Okaie, N. Dietis and A. D. Odysseos, “Growing Bio-nanomachine Networks: Application to Malignant Tumor Evolution and Progression,” in Proc. 2020 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 6 pages, Taiwan, Dec. 2020.

[5] T. Nakano and T. Suda, “Communication, Migration and Energy in Bio-nanomachine Functionality Differentiation,” in Proc. 2020 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 6 pages, Taiwan, Dec. 2020.

その他

[1] Best Paper Award, IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 2020.

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）
- RISTEX「科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への包括的実践研究開発プログラム」研究領域「遺伝子差別に対する法整備に向けての法政策の現状分析と考察」（代表：瀬戸山晃一，R2）（研究協力者：山本奈津子）
- AMED 臨床ゲノム情報統合データベース整備事業「ゲノム医療の実装に資する臨床ゲノム情報統合データベースの整備と我が国の継続的なゲノム医療実施体制の構築」（代表：加藤和人，H28-R2）（研究協力者：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] M. N. Cabili, J. Lawson, G. Kerry, T. Boughtwood, A. Thorogood, P. Alper, S. R. Bowers, R. R. Boyles, A. J. Brookes, M. Brush, T. Burdett, H. Clissold ,S. Donnelly, S. O.M. Dyke, M. Freeberg, M. Haendel, F. Jeanson, A. Jene, C. Hata, M. Kawashima, S. Kawashima, M. Konopko, I. Kyomugisha, H. Li, M. Linden, L. L. Rodriguez, M. Morita, N. Mulder, J. Muller, S. Nagaie, J. Nasir, S. Ogishima, V. O. Wang, L. D. Paglione, R. N. Pandya, H. Parkinson, A. Philipakis, F. Prasser, J. Rambla, K. Reinold, G. Rushton, A. Saltzman, G. Saunders, H. J. Sofia, J. D. Spalding, M. A. Swertz, I. Tulchinsky, E. J. van Enckevort, S. Varma, C. Voisin, N. Yamamoto, C, Yamasaki, L. Zass, J. G. Auvil, T. Nyronen, M. Courtot, “The Data Use Ontology to integrate and streamline access to ethically and legally diverse datasets,” Cell Genomics. (submitted)

学会発表

[1] Chisato Yamasaki, Satoshi Nagaie, Minae Kawashima, Chihiro Hata, Shuichi Kawashima, Yuichi Kodama, Mizuki Morita, Natsuko Yamamoto, Akio Nagano, Keiko Katsui, Takako Takai, Soichi Ogishima and DURI Work Stream in GEM Japan, “GA4GH DURI Work Stream in GEM Japan 2020; localizing the Data Use Ontology and Machine-Readable Consent in the local research community”, GA4GH 8th Plenary Meeting, 2020.9.20, ポスター, 国外 (オンライン).

その他

[1] 山本奈津子, 「AI の開発研究において懸念される倫理的な課題 」, 厚生労働省令和 2 年度臨床研究総合促進事業「倫理審査委員会・治験審査委員会委員養成研修」, 2020.8.8, 講演,（オンライン）.

[2] 山本奈津子, 「研究データの産業界での利用と本人同意」, 2020 年度第 2 回「ヒトゲノム研究倫理を考える会〜二次利用における同意を考える〜」, 2020.8.25, 指定発言,（オンライン）.

知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　Chenhui Chu

※京都大学 特定准教授 (2020 年 7 月〜)

【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】

- 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」

【外部研究費獲得状況】

- 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. 研究期間：2019/4-2023/3. 分担金：3,350 千円. 分担
- 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
- 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. 研究期間：2019/4-2021/9. 直接経費：20,000 千円. 代表

【教育活動】

- データビリティコンソーシアム講義「自然言語処理」

【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
- SNL 2020 Web Chair
- COLING 2020 チュートリアル

- IJCAI-PRICAI 2020 Session Chair
- CCL 2021 Area Chair
- WAT 2021 Organizer
- 査読委員： ACL 2020, EMNLP 2020, COLING 2020, AAAI 2020, IJCAI 2020, TPAMI, TASLP, CL 他

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura. A Comparative Study of Language Transformers for Video Question Answering, Neurocomputing, (2021.3).

[2] Yuki Kawara, Chenhui Chu and Yuki Arase. Preordering Encoding on Transformer for Translation. IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 29, pp. 644-655, (2021.1).

[3] Wenjian Dong, Mayu Otani, Noa Garcia, Yuta Nakashima, Chenhui Chu. Cross-Lingual Visual Grounding. IEEE Access vol. 9, pp. 349-358, (2020.12).

[4] Kazuki Ashihara, Cheikh Brahim El Vaigh, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara. Improving Topic Modeling through Homophily for Legal Documents. Applied Network Science, vol. 6, no. 1, pp. 1-20, (2020.10).

[5] Raj Dabre, Chenhui Chu, Anoop Kunchukuttan. A Survey of Multilingual Neural Machine Translation. ACM Computing Surveys, vol. 53, no. 5, pp. 1-38, (2020.9).

[6] Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima. Visually Grounded Paraphrase Identification via Gating and Phrase Localization. Neurocomputing, vol. 404, pp. 165-172, (2020.9).

[7] Chenhui Chu, Rui Wang. A Survey of Domain Adaptation for Machine Translation. Journal of Information Processing, vol. 28, pp. 1-14, (2020.8).

学会発表

[1] Kak Soky, Sheng Li, Masato Mimura, Chenhui Chu, Tatsuya Kawahara. Comparison of End-to-End Models for Joint Speaker and Speech Recognition. 電子情報通信学会音声研究会, (2021.3).

[2] Yongmin Kim, Chenhui Chu, 加藤 圭造, 黒橋 禎夫. ソーシャルメディアのための柔軟なビジュアルグラウンディング. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[3] Weiqi Gu, Haiyue Song, Chenhui Chu, Sadao Kurohashi. Video-guided Machine Translation with Spatial Hierarchical Attention Network Encoder. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[4] Haiyue Song, Raj Dabre, Chenhui Chu, Sadao Kurohashi, Eiichiro Sumita. Self-supervised Dynamic Programming Encoding for Neural Machine Translation. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[5] Zhuoyuan Mao, Prakhar Gupta, Chenhui Chu, Martin Jaggi, Sadao Kurohashi. Learning Cross-lingual Sentence Representations for Multilingual Document Classification with Token-level Reconstruction. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[6] 瓦 祐希, Chenhui Chu, 荒瀬 由紀. Non-Autoregressive Translation モデルにおける事前並び替え適用手法の検討. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[7] 梶原 智之, Chenhui Chu, 武村 紀子, 中島 悠太, 長原 一. 主観感情と客観感情の強度推定のための日本語データセット. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[8] Shuichiro Shimizu, Chenhui Chu, Sheng Li, Sadao Kurohashi. End-to-End Speech Translation with Cross-lingual Transfer Learning. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[9] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. Neural Machine Translation with Semantic Relevant Image Regions. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[10] 中尾 亮太, Chenhui Chu, 黒橋 禎夫. 日本語話し言葉書き言葉変換による大学講義の日英翻訳の精度向上. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[11] Yuta Kayatani, Zekun Yang, Mayu Otani, Noa Garcia, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Haruo Takemura. The Laughing Machine: Predicting Humor in Video. In Proceedings of the IEEE 2021 Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV 2021), pp. 2073-2082, (2021.1).

[12] Raj Dabre, Chenhui Chu and Anoop Kunchukuttan. Multilingual Neural Machine Translation (Tutorial). In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp. 16-21, (2020.12).

[13] Chenhui Chu, Felix Giovanni Virgo, Koji Tanaka, Takaya Ogawa, Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa. Public Meeting Corpus Construction and Information Extraction. 第 70 回日本西洋史学会大会, (2020.12).

[14] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara. IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identification of Informative COVID-19 English Tweets. In Proceedings of the 6th Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT), pp. 428-433, (2020.11).

[15] Yusuke Hirota, Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Ittetsu Taniguchi, Takao Onoye. How Far Can We Go with Scene Descriptions for Visual Question Answering? IPSJ SIG Technical Report CVIM, (2020.11).

[16] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Regions. In Proceedings of the 22nd Annual Conference of the European Association for Machine Translation (EAMT 2020), pp. 105-114, (2020.11).

[17] Noa Garcia, Chentao Ye, Zihua Liu, Qingtao Hu, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Teruko Mitamura. A Dataset and Baselines for Visual Question Answering on Art. ECCV 2020 Workshop on Computer VISion for ART Analysis, pp. 92-108, (2020.8).

[18] Sora Ohashi, Junya Takayama, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu and Yuki Arase. Text Classification with Negative Supervision. In Proceedings of the 2020 Annual Conference of the Association for Computational Linguistics (ACL 2020), pp. 351-357, (2020.7).

[19] 田中昂志, 芦原和樹, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. 公開集会記事からの情報抽出. 2019 年度人工知能学会全国大会, (2020.6).

[20] Yuki Arase, Tomoyuki Kajiwara and Chenhui Chu. Annotation of Adverse Drug Reactions in Patients' Weblogs. In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp. 6769-6776, (2020.5).

[21] Koji Tanaka, Chenhui Chu, Haolin Ren, Benjamin Renoust, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara and Takao Fujikawa. Constructing a Public Meeting Corpus. In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp. 1934-1940, (2020.5).

その他

[1] Vinay Damodaran, Sharanya Chakravarthy, Akshay Kumar, Anjana Umapathy, Teruko Mitamura, Yuta Nakashima, Noa Garcia, Chenhui Chu. Understanding the Role of Scene Graphs in Visual Question Answering. arXiv:2101.05479, (2021.1).

[2] Andrew Merritt, Chenhui Chu, Yuki Arase. A Corpus for English-Japanese Multimodal Neural Machine Translation with Comparable Sentences. arXiv:2010.08725, (2020.10).

[3] Vipul Mishra, Chenhui Chu, Yuki Arase. Lexically Cohesive Neural Machine Translation with Copy Mechanism. arXiv:2010.05193, (2020.10).

[4] Chenhui Chu, Yuto Takebayashi, Mishra Vipul, Yuta Nakashima. Constructing a Visual Relationship Authenticity Dataset. arXiv:2010.05185, (2020.10).

[5] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima. Knowledge-Based Visual Question Answering in Videos. arXiv:2010.05185, (2020.10).

知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　梶原 智之

※愛媛大学 助教 (2021 年 1 月〜)

【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（雑誌論文 [2,3], 学会発表 [1,9,11]）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（学会発表 [14]）ことによってユーザの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（学会発表 [14]）ことによって，翻訳文の品質を改善することができる．2019-2021 年度は，JST ACT-X の研究助成を受け，言い換え生成の研究に取り組んでいる．
- **生成文の自動評価に関する研究**
  自然言語処理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自動評価モデルに関する研究を行っている．特に，機械翻訳（学会発表 [4]），テキスト平易化（学会発表 [1]），文法誤り訂正（学会発表 [3]）のタスクを対象に，モデルによる生成文の自動評価に取り組んでいる．先行研究では，正解文と翻訳文の語句の一致率に基づく，局所的かつ表層的な尺度が利用されて来た．2020-2023 年度は，科研費（若手研究）の研究助成を受け，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でいる．
- **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，単語や文のベクトル表現に関する研究を行っている．今年度は特に，単語のベクトル表現（雑誌論文 [1], 学会発表 [2]）について，性能を保持しつつモデルサイズを削減した．2020-2023 年度は，科研費（基盤研究 B）の研究助成を受け，テキストのベクトル表現の研究に取り組んでいる．

【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】

- 2020-2023 年度, 科学研究費助成金（若手研究）, “品質推定に基づく半教師あり機械翻訳”, 代表：梶原智之, 直接経費：310 万円
- 2020-2023 年度, 科学研究費助成金（基盤研究 B）, “Scholar2Vec：研究者の多様な活動情報を埋め込める深層潜在空間の構築”, 代表：桂井麻里衣, 直接経費：1,390 万円

- 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

【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」（2 回）
- データビリティ人材育成講座「自然言語処理」（4 回）
- ダイキン工業（株）AI 人材養成プログラム「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：AAAI, IJCAI, ACL, EMNLP, COLING, AACL, ACL-SRW, AACL-SRW, BEA

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] 大橋空, 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度に基づく単語分散表現の圧縮”, 自然言語処理, Vol.28, No.1, pp.235-252, March 2021.

[2] 梶原智之, 西原大貴, 小平知範, 小町守. “日本語の語彙平易化のための言語資源の整備”, 自然言語処理, Vol.27, No.4, pp.801-824, December 2020.

[3] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “テキスト平易化における語彙制約に基づく難易度制御”, 自然言語処理, Vol.27, No.2, pp.189-210, June 2020.

学会発表

[1] Akifumi Nakamachi, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “Text Simplification with Reinforcement Learning using Supervised Rewards on Grammaticality, Meaning Preservation, and Simplicity”, In Proceedings of the AACL-IJCNLP 2020 Student Research Workshop (AACL-IJCNLP 2020 SRW), pp.153-159, December 2020.

[2] Sora Ohashi, Mao Isogawa, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “Tiny Word Embeddings Using Globally Informed Reconstruction”, In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp.1199-1203, December 2020.

[3] Ryoma Yoshimura, Masahiro Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “SOME: Reference-less Sub-Metrics Optimized for Manual Evaluations of Grammatical Error Correction”, In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp.6516-6522, December 2020.

[4] Akifumi Nakamachi, Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMUOU Submission for WMT20 Quality Estimation Shared Task”, In Proceedings of the Fifth Conference on Machine Translation (WMT 20), pp.1037-1041, November 2020.

[5] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara. “IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identification of Informative COVID-19 English Tweets”, In Proceedings of the 6th Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT 2020), pp.428-433, November 2020.

[6] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Regions”, In Proceedings of the 22nd Annual Conference of the European Association for Machine Translation (EAMT 2020), pp.105-114, November 2020.

[7] Sora Ohashi, Junya Takayama, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Yuki Arase. “Text Classification with Negative Supervision”, In Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2020), pp.351-357, July 2020.

[8] Yuki Arase, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Annotation of Adverse Drug Reactions in Patients’ Weblogs”, In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp.6771-6778, May 2020.

[9] Daiki Nishihara, Tomoyuki Kajiwara. “Word Complexity Estimation for Japanese Lexical Simplification”, In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp.3107-3113, May 2020.

[10] Masato Yoshinaka, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “SAPPHIRE: Simple Aligner for Phrasal Paraphrase with Hierarchical Representation”, In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp.6863-6869, May 2020.

[11] 中町礼文, 梶原智之. “事前訓練済み系列変換モデルに基づくやさしい日本語への平易化”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.607-608, March 2021.

[12] 西原大貴, 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, 長原一. “矯正歯科治療における所見文書からの自動診断に向けて”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.591-592, March 2021.

[13] 梶原智之, Chenhui Chu, 武村紀子, 中島悠太, 長原一. “主観感情と客観感情の強度推定のための日本語データセット”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.523-527, March 2021.

[14] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. “言い換えラティスを用いたテキスト生成の性能改善”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1729-1733, March 2021.

[15] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, 荒瀬由紀. “ラベル間の意味の違いを考慮した Few-shot テキスト分類”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.50-54, March 2021.

[16] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Neural Machine Translation with Semantically Relevant Image Regions”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1443-1448, March 2021.

[17] Koji Tanaka, Chenhui Chu, Tomoyuki Kajiwara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa. “Public Meeting Corpus Construction and Information Extraction”, 第 70 回日本西洋史学会大会, pp.81-82, December 2020.

その他

[1] 西原大貴, 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, 長原一. 学生奨励賞. “矯正歯科治療における所見文書からの自動診断に向けて”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.591-592, March 2021.

[2] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. スポンサー賞. “言い換えラティスを用いたテキスト生成の性能改善”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1729-1733, March 2021.

知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　Trung Thanh Ngo

【研究活動】

- Scattering Parameters Estimation for Translucent Material
  Translucent material is popular for human life, which can be the tissue of human organism, plants, or material that is used to make up our tools, equipment. Understanding the translucent material visually under lighting condition can help us manufacture the material or understand its physical conditions, quality, and characteristics. The research can be employed in various of applications for medical, aesthetics, product control.
  In our current approach, we study the problem in simulation which emulates the photon transportation inside the material using Monte Carlo simulation method. We employ a differentiable computer-graphic render to estimate the scattering parameters of the material. Initial results showed that we can robustly estimate the parameters under the laboratory condition. Our next stage is to apply the method for real-world situation.
- Visual Privacy Preserving Lensless Imaging
  Visual privacy is emerging concern recently. 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. My task is to setup and conduct the experiments to evaluate the proposed method.
- 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 was submitted and we have to revised it three times.

【教育活動】

- Co-supervising a bachelor student with Prof. Hajime Nagahara.

【社会貢献】

- Reviewer for conferences: CVPR-2021, ICPR-2020, AAAI-2021, RIVF-2021, MVPR-2021, ABC-2020
- Reviewer for journals: International Journal of Computer Vision; Pattern Recognition; Pattern Recognition Letters; Sensors; Expert Systems with Applications; IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science; Transactions on Information Forensics & Security; Informatica; Optical Review.

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Md Atiqur Rahman Ahad, Trung Thanh Ngo, Anindya Das Antar, Masud Ahmed,Tahera Hossain, Daigo Muramatsu, Yasushi Makihara, Sozo Inoue, Yasushi Yagi, Wearable Sensor-Based Gait Analysis for Age and Gender Estimation,MDPI Sensors, 20(8), 2424 (2020)

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
- 社会技術共創研究センター

【研究活動】

- **倫理支援業務に関連した諸研究**
  大阪大学ライフデザイン・イノベーション研究拠点（iLDi）が資金支援するグランドチャレンジ公募研究及び大阪大学内研究プロジェクトが，PLR 基盤における二次利用を想定した形で倫理審査を申請する際の，ELSI（倫理的・法的・社会的課題）面での支援業務に従事している．そのため，本業務に関連して，様々なパーソナルデータを取り扱う際の ELSI について研究している．研究の主な内容は，インフォームド・コンセント（アセントの問題を含む）とその取得をめぐる問題，パーソナルデータのビジネス利用に伴う問題，今春（2021 年 3 月）に策定された「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に関する動向調査などである．
- **偶発的所見・二次的所見をめぐる諸問題に関する研究**
  医学系研究科在職時（2013 年 4 月〜2019 年 6 月）より携わってきた偶発的所見および二次的所見の取り扱いをめぐる様々な問題に，研究・臨床それぞれの観点から取り組んでいる．

【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

【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」
- 大阪大学大学院医学系研究科　「医学研究倫理総論」

【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] 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, Thorogoodand A, Joly Y, Kato K. A Study on Data Sharing Policies of Human Gene/Variation/Phenotype Databases. 日本人類遺伝学会第 65 回大会, 2020

知能情報基盤部門　特任研究員（常勤）　Manisha Verma

【研究活動】

- Facial behavior analysis for education
  This work aims to improve e-learning by using facial behavior analysis. While taking online courses or online exams using a laptop, a webcam is used to record student's facial activities and this data is used to compute the efficiency of subject by performing a test of memory recall. Along with RGB videos, eye trajectory data and normal maps computed using a photometric stereo are used for evaluation. In future, same target of learning efficiency computation will be investigated using subjective labels obtained via multiple human annotators.
- Medical Imaging
  This work targets solution for retina disease diagnosis using deep learning. Artery hardening which is observed on crossing of artery and vein can cause many diseases and a solution is targeted in this work to measure the severity of the hardening.
- Action recognition
  This research work focuses on action recognition in videos using 3D convolutional networks. Non-learnable filters based on short-term Fourier transform are proposed in combination of point wise convolutions in this work.

【学際・産学共創プロジェクト】

- Society 5.0
- AI Hospital

【教育活動】

- Guided an intern student on eye-tracking based engagement prediction.

【社会貢献】

- Jornal reviewer: MDPI Mathematics, MDPI Sensors, MDPI Applied Sciences, Journal of Visual Communication and Image Representation Elsevier.
- Conference reviewer: CVIP 2020, CVPR 2021, AAAI 2021.

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Sudhakar Kumawat, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, "Depthwise Spatio-Temporal STFT Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition", IEEE TPAMI, 2021.

学会発表

[1] Bowen Wang, Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, “Match Them Up: Visually Explainable Few-shot Image Classification”, In CVPR Workshop 2021.

[2] Manisha Verma, Sudhakar Kumawat, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, “Yoga-82: a new dataset for fine-grained classification of human poses”, In Proceedings of CVPR Workshop, 2020.

知能情報基盤部門　特任研究員（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.

【学際・産学共創プロジェクト】

- Buddha statues recognition

【外部研究費獲得状況】

- FY2020-2021, 若手研究, “Understanding Concrete and Abstract Representations in Art”, (代表) Principal Investigator

【社会貢献】

- Conference Reviewer: ACMMM 2020, ECCV2020, WACV 2021, AAAI 2021, CVPR 2021
- Journal Reviewer: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Computer Vision and Image Understanding, Journal of Applied Science and Engineering, Sensors
- Workshop Reviewer: Women in Computer Vision 2020, Computer Vision for Art 2020, Workshop on Computer Vision for Fashion, Art and Design 2020
- Funding Proposal Reviewing: 13th Cyclone Call for Production Access

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura. A Comparative Study of Language Transformers for Video Question Answering. In: Neurocomputing (Elsevier), vol. 445, pp. 121-133, March 2021.

[2] Wenjian Dong, Mayu Otani, Noa Garcia, Yuta Nakashima, Chenhui Chu. Cross-Lingual Visual Grounding. In: IEEE Access (IEEE), 349 – 358, December 2020.

[3] Noa Garcia, Benjamin Renoust and Yuta Nakashima. ContextNet: Representation and Exploration for Painting Classification and Re-trieval in Context. In: International Journal of Multimedia Information Retrieval (Springer), pp. 17-30, 2020.

学会発表

[1] Cheikh Brahim El Vaigh, Noa Garcia, Benjamin Renoust, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara. GCNBoost: Artwork Classification by Label Propagation through a Knowledge Graph. In: ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), Taipei, Taiwan, 2021.

[2] Yuta Kayatani, Zekun Yang, Mayu Otani, Noa Garcia, Chenhui Chu, Yuta Nakashima and Haruo Takemura. The Laughing Machine: Predicting Humor in Video. In: IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Online, pp. 2073-2082, 2021.

[3] Noa Garcia and Yuta Nakashima. Knowledge-Based Video Question Answering with Unsupervised Scene Descriptions. In: European Conference on Computer Vision (ECCV), Online, pp 581-598, 2020.

[4] Nikolai Huckle, Noa Garcia, Yuta Nakashima. Demographic Influences on Contemporary Art with Unsupervised Style Embeddings. In: 5th Workshop on Computer Vision for Art Analysis, 2020.

[5] Noa Garcia, Chentao Ye, Zihua Liu, Qingtao Hu, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima and Teruko Mitamura. A Dataset and Baselines for Visual Question Answering on Art. In: 5th Workshop on Computer Vision for Art Analysis, 2020.

[6] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu and Yuta Nakashima. Knowledge-Based Visual Question Answering in Videos. In: Women in Computer Vision Workshop, 2020.

[7] 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.

[8] 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.

その他

[1] Invited talk at CAI+CAI Workshop. Understanding Fine-Art Paintings through Visual and Language Representations March 2021, online.

[2] Invited talk at Carnegie Mellon University. Vision and Language Challenges. February 2020, Pittsburgh, USA.

[3] Outstanding reviewer CVPR 2021.

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 designed a new segmentation model that could utilize the structural redundancy in retinal images. The proposed model could achieve state-of-the-art performances on all public datasets. A research paper about this work was published in the IEEE WACV 2020 conference.

- Artery/Vein Classification に関する研究

  Artery/vein classification is an important procedure for the diagnosis of many retinal diseases. We empowered the aforementioned segmentation model with the power to conduct classification. Moreover, we proposed a post-processing algorithm to refine the classification results. A research paper about this work was published in the MIDL 2020 conference.

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

  The objective was to detect the crossing from the vessel map and infer the level of artery hardening. The training data as well as the labels were collected from the Osaka University Hospital. Inspired by the concept of the multi-discipline team, we designed a new diagnosis model that can automatically recognize the signs of arteriolosclerosis and grade their levels of severity. This work is presented at ARVO 2020.

- Semantic Segmentation に関する研究

  We designed a semi-supervised segmentation model as well as a noisy-training strategy to help surgical instrument segmentation. Then we demonstrated that the proposed method outperformed existing approaches in both medical datasets (robotic nephrectomy) and general datasets (street-view). The paper is published in the IEEE Access journal.

- Explainable Artificial Intelligence (XAI) に関する研究

  We proposed a slot attention-based classifier called SCOUTER for transparent yet accurate classification. Two major differences from other attention-based methods include: (a) SCOUTER's explanation is involved in the final confidence for each category, offering more intuitive interpretation, and (b) all the categories have their corresponding positive or negative explanation, which tells "why the image is of a certain category" or "why the image is not of a certain category." We designed a new loss tailored for SCOUTER that controls the model's behavior to switch between positive and negative explanations, as well as the size of explanatory regions. Experimental results showed that SCOUTER could give better visual explanations while keeping good accuracy on small and medium-sized datasets. This paper was submitted to ICCV 2021.

- Explainable Few-shot Learning に関する研究

  We revealed a new way to perform few-shot learning for image classification, which is able to output visualized attention maps that can serve as an informative hint for the few-shot learning process. We proved that the proposed method could achieve both good accuracy and satisfactory explainability on three mainstream datasets. This paper will be presented at CVPRW 2021.

【学際・産学共創プロジェクト】

- AI Hospital Project

【外部研究費獲得状況】

- PI 研究活動スタート支援 2020-2021 Removing the Burden of Data Labeling: Automatic Surgical Video Understanding with Unsupervised Learning
- PI 若手研究 2021-2022 Explainable Artificial Intelligence for Medical Applications

【教育活動】

- Give guidance to a PhD student on the research of surgery instrument segmentation and explainable few-shot learning.
- Give guidance to a intern student from Wakayama University on the research of explainable multi-label classification.

【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)

- Conference Organizer (Technical Program Member)

- IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), 2020.
- IEEE International Conference on Communications (ICC), 2020.

- Conference Reviewer

- IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), 2021.
- IEEE/CVF Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2021.
- European Conference on Computer Vision (ECCV), 2020.
- IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2020

  .

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, Yasushi Yagi, “Noisy-LSTM: Improving Temporal Awareness for Video Semantic Segmentation”, in IEEE Access, vol. 9, pp. 46810-46820, 2021.

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.

[4] Bowen Wang, Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, “MTUNet: Few-shot Image Classification with Visual Explanations”, in IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Responsible Computer Vision Workshop, 2021.

[5] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Takehiro Yamamoto, Hiroaki Ohshima, Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Noriko Kando, “Image Retrieval by Hierarchy-aware Deep Hashing Based on Multi-task Learning”, in ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), 2021.

知能情報基盤部門　特任研究員（常勤）　Sudhakar Kumawat

【研究活動】

- Privacy Preserving Action Recognition
  Nowadays cameras are playing an important role in our daily lives whether it is for surveillance, monitoring, or assisted living. Such a large-scale prevalence of smart cameras has given rise to the privacy debate, since in most cases the visual data captured by the camera device is uploaded to the cloud servers for further analysis and processing. In this project our aim is to develop computational cameras that capture subject information that is relevant for the task only and discard all other information that may contain privacy related information of the subject.
- Resource Efficient Video Understanding
  This research work focuses on developing resource efficient alternatives to existing primitives in 3D Convolutional Neural Network (CNNs) for the task of action recognition in videos. For efficient action recognition, a 3D CNN model must capture spatial and temporal features in videos with high accuracy and at low computational and memory costs. In order to achieve this, we propose to use various combinations of non-trainable filters that are based on Short Term Fourier Transform (STFT) and trainable convolutional layers for efficiently capturing the spatial and temporal information in videos using 3D CNNs.

【学際・産学共創プロジェクト】

- Privacy Preserving Action Recognition

【社会貢献】

- Jornal reviewer: Journal of Visual Communication and Image Representation Elsevier.
- Conference reviewer: ECCV 2020, AAAI 2021, WACV 2021, ICCV 2021.

【研究業績リスト】

雑誌論文

[1] Sudhakar Kumawat, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, “Depthwise Spatio-Temporal STFT Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), 2021.

学会発表

[1] Sudhakar Kumawat and Shanmuganathan Raman, “Depthwise-STFT based separable convolutional neural networks”, In Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2020.

[2] Manisha Verma, Sudhakar Kumawat, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, “Yoga-82: a new dataset for fine-grained classification of human poses”, In Proceedings of IEEE/CVF CVPR Workshop On Towards Human-Centric Image/Video Synthesis and the 4th Look-Into-Person Challenge, 2020.

知能情報基盤部門　特任研究員（常勤）　Qian Yiming

【研究活動】

- Buddha Face Analysis に関する研究
  Developing a machine learning technology to identify the type, built year, material, and height from buddha face images. This technology would contribute to the culture education which helps students or researchers study the historical transition in the Buddha construction. The challenge of this project came from the imbalance data and missing label in the dataset which introduce bias and negatively impact on the classification results. We are developing a multi-task learning algorithm that utilize all the feature input to handle the missing label problem. Resampling and data augmentation algorithms was applied to mitigate impact from imbalance data.
- UKBioBank Retinal Eye Image Analysis に関する研究
  Developing a machine learning algorithm to estimate the cardiovascular risk given only eye image. It is a quick, non-invasive diagnose tool to help patients monitor their health conditions. In this project, two machine learning model were developed. One taking the retinal eye image and estimate human identify such as age, smoke status, gender, body mass index(BMI), systolic blood pressure(SBP), diastolic blood pressure (DBP),HbA1c, HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides. The other model took the estimated feature to estimate the major cardiovascular event(MACE) in 5-year time frame.
- Microsoft Azure Kinect Data Collection Software に関する研究
  Developing a software that collect RGB image, depth image, IR map, from a Microsoft Azure kinetic sensor. Such information were collected and supplied to a skeleton estimation algorithm to trace the movement of human body. Such human body movement information could be used to evaluate human motor functions and provide early warning on many diseases.

【学際・産学共創プロジェクト】

- AI Hospital Project

【教育活動】

- Provide guidance to a PhD student on research on Buddha face project.

【社会貢献】

- Conference Paper Reviewer: International Conference on Computer Vision

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パ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．
- **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増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．

【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

【社会貢献】

- 国際会議 BICT 2021 にて TPC chair を務める
- 国際会議 BICT 2020 にて Workshop 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] Y. Okaie and T. Nakano, “Mobile Molecular Communication Through Multiple Measurements of the Concentration of Molecules,” IEEE Access, 2020.

学会発表

[1] T. Nakano, Y. Okaie, N. Dietis, and A. Odysseos, “Growing Bio-nanomachine Networks: Application to Malignant Tumor Evolution and Progression,” In Proceedings of 2020 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2020), 6 pages, 2020 (Best Paper Award).

[2] 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, 2020.

[3] 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.

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ピリティサイエンス・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．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」の論文発表支援や競争的資金獲得支援を試みた．本年度は産業科学研究所の AI 技術センター IDS 兼任教員の学際研究プロジェクト 5 件を実施し，継続分を含めてプロジェクト総数 27 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 2,200 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】に関しては，受け入れ教員は基礎工研究科兼任教員，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．令和 2 年 7 月より，課題別ワーキング 3 回，および全体会議 4 回を実施して受託研究活動をおこなった．

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．

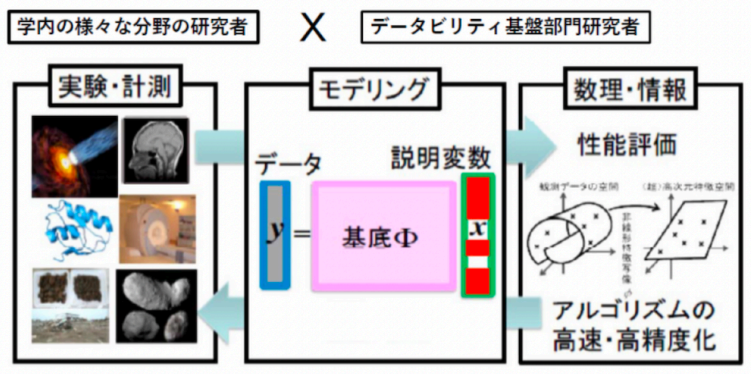


図 9.1: データ駆動型学際共創プロジェクトの推進

2. **産学共創プロジェクト**

   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，受け入れ教員は基礎工研究科兼任教員，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．令和 2 年 7 月より課題別ワーキング 3 回，および全体会議 4 回を実施して，受託研究活動を実施した．

   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

   ① 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）

   ② 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・准教授・平井啓）

   ③ 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）

研究担当者（所属・職・氏名）：

研究代表者：データビリティフロンティア機構長・尾上孝雄

① 基礎工学研究科・教授・飯國洋二

② 人間科学研究科・准教授・平井啓

③ 工学研究科・講師・武田裕之

受託研究経費：直接経費：2,300,000 円，間接経費：700,000 円，合計：3,000,000 円

3. **その他の活動**

兵庫県警手持ちの交通事項関連データを有効利用して分析システム，特に，事故様態の特徴事項を見極めて将来に向けた交通事故分析システムの構築に関して基礎工乾口研室とのマッチングを試みた．令和 3 年度は現存データだけでは不十分な場合は行政からオープンデータを取り込んで分類の精度を向上できるかの検討や事故様態の特徴量を絞り込み AI 技術による事故予測（場所，地域，時間帯など）システムの検討を予定している..

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．

2020 年度は，新たに 15 件（10 大学）のテーマを採択し，2019 年度と合わせて合計 30 件（22 大学）の研究開発テーマの運営推進を行った．COVID-19 の影響により被験者実験の実施が困難となる研究テーマが発生したが，オンラインによる実験に置き換える等の工夫により，年度末の時点で 28 の研究テーマが研究を実施した．

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，2021 年度は価値あるデータをより多く収集できるテーマを中心に継続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・クォリティ研究会　副委員長
- 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）　高畑 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，それ以降から 2020 年度にかけて，特に予算管理，契約関連を主担当とし，その他は事業運営支援に取り組んだ．適切な予算執行においては，当初配分予算の他，臨時的活動をリサーチし，研究活動拡大のための配分再検討の提案などに取り組んだ．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

iLDi の活動では MYPLR というパーソナルデータを安全に扱うプラットフォームを構築中である．大学における様々な研究プロジェクトに被験者として参加いただいた一般の方々に，安心して MYPLR の仕組みにも参加いただいて研究で取得したパーソナルデータを二次利用のためにご提供頂く同意を得る事が必要になる．そのために当拠点の活動の意義や，安全性を判りやすく説明するアニメーションビデオを作成した．また，MYPLR の仕組みを使ってパーソナルデータが安全に二次利用できる仕組みや，実際の仕事の流れを説明するビデオも作成し，広く参加者を募る準備が出来た．また MYPLR の仕組みの安全性を担保するべく，大阪大学の中でデータを一時保管するサーバーシステムに係る業務において情報セキュリティに関する認証（ISMS）を取得した．

会議運営等

iLDi の拠点内では，多くの研究プロジェクトが機能しており，拠点本部ではそれらの研究プロジェクトの活動を統括する必要がある．そのため拠点総会，運営会議，企画連絡会議と言った会議体を運営し，拠点本部としての意思決定とその共有を図った．また，意思決定にあたり，支援金の提供元である文部科学省との連携も行った．

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）　横山 美和

【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】

データ流通企画，運営補佐，広報，に関する業務

2020 年 6 月に着任し，主にデータ流通企画，運営補佐，広報関連を主担当とし，その他支援活動に取り組んだ．データ流通企画においては，本事業で創出されるデータ類の調査，活用方法のリサーチを行い，事業活動拡大に取り組んだ．またシンポジウムや本部主要会議などの運営補佐，および本事業社会周知のための広報作成，新規提案などを推進した．

データ流通企画活動としては，データ創出となる各研究者や，それらデータを用いて事業活動に取り組んで頂きたい民間企業の訪問や，行政機関への QoL 向上を図るためのデータ解析などの利活用方法の提案などの活動を行った．これらの活動により，研究グループと創出データ，および事業拡大を検討する民間企業や住民サービスを検討する行政機関などへの本事業活用周知が広がり，本事業の推進や社会実装・実用化推進の一層の向上が見込まれることとなった．

ライフデザイン・イノベーション研究拠点　特任研究員（非常勤）　竹谷 誠

【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，支援終了後も自律的にイノベーションの創出に向けた事業を継続できる基盤を整備する為に，一般社団法人データビリティコンソーシアムとも連携しながら産業界との密な関係を構築することである．本年度は，本支援事業の研究で収集したデータを購入し，商業二次利用する企業を誘致するための取り組みを進めた．

【活動成果】

産業界との関係構築に関する業務

2020 年 4 月に着任直後から積極的に産業界との関係構築を試みた．具体的には 2020 年 4 月には 17 社，さらに 6 月以降にも 29 社（重複含む）に個別勧誘を行い，その中から 7 社が新たにコンソーシアム賛助法人会員となった．

新たに賛助法人会員となった日本総合研究所からはスポーツワーケーション構想が提案され，コンソーシアムにそれを推進する部会を設立した．また，拠点側ではスポーツワーケーションを新しいプロジェクトとして立上げ，2021 年 3 月には長野県野沢温泉村にて企業 6 社から 21 名の被検者が参加して実証実験を行った．また博報堂からは「生誕 1000 日見守り研究」のデータ収集をサポートする為に日本有数の保育所グループを紹介頂き，既に吹田市にある保育所に於いて実証実験が開始しつつある．さらに JR 西日本からは「熱中症の予兆検知と改善のための知的基盤の創出研究」の被検者を紹介頂けることになり，まもなく実際の作業中のデータ測定を開始する予定である．

第 10 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

[2] 2020-2023 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (開拓), “暗号カメラと暗号画像認識によるセンサレベルビジュアルプライバシー保護”，(代表) 長原一，(分担) 日浦真作 他

[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] 2018-2023 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”，(代表) 西尾章治郎， (分担) 長原一 他

[5] 2020-2022 年度，厚生労働科学研究費， “『AI の眼』による医療安全確保に関する研究’, (代表) 大鹿哲郎，(分担) 長原一 他

[6] 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

[7] 新学術領域シンギュラリティ生物学，総括班，研究協力者

[8] 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

[9] 2018-2020，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

[10] 2018-2021 年度，科学研究費補助金基盤研究 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

[11] 2018-2021 年度，科学研究費補助金 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

[12] 2019-2021 年度，科学研究費補助金 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

[13] 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

[14] 2020 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

[15] 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

[16] 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

[17] 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

[18] 2020 年度，国際医工情報センター MEI Grant2020, Grant A, “深層学習モデルを用いた歩行障害疾患鑑別ツールの開発”，（代表）武村紀子

[19] 2020 年度，大阪大学 Innovation Bridge グラント，“深層学習モデルを用いた歩容立脚型疾患診断機器の開発”，（代表）武村紀子

[20] 2020-2022 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 (B)，“第 2 近赤外窓領域を用いた生体深部超解像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

[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，“近赤外第二領域の光と希土類蛍光プローブを用いた生体深部超解像イメージング”，(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] 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

[28] 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

[29] 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）

[30] RISTEX「科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への包括的実践研究開発プログラム」研究領域「遺伝子差別に対する法整備に向けての法政策の現状分析と考察」（代表：瀬戸山晃一，R2）（研究協力者：山本奈津子）

[31] AMED 臨床ゲノム情報統合データベース整備事業「ゲノム医療の実装に資する臨床ゲノム情報統合データベースの整備と我が国の継続的なゲノム医療実施体制の構築」（代表：加藤和人，H28-R2）（研究協力者：山本奈津子）

[32] 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）Chenhui Chu.

[33] 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. 研究期間：2019/4-2021/9. 直接経費：20,000 千円. （代表）Chenhui Chu.

[34] 2020-2023 年度, 科学研究費助成金（若手研究）, “品質推定に基づく半教師あり機械翻訳”, 代表：梶原智之, 直接経費：310 万円

[35] 2020-2023 年度, 科学研究費助成金（基盤研究 B）, “Scholar2Vec：研究者の多様な活動情報を埋め込める深層潜在空間の構築”, 代表：桂井麻里衣, 直接経費：1,390 万円

[36] 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

[37] FY2020-2021, 若手研究, “Understanding Concrete and Abstract Representations in Art”, (代表) Noa Garcia.
[38] 2020-2021, 研究活動スタート支援, Removing the Burden of Data Labeling: Automatic Surgical Video Understanding with Unsupervised Learning, Liangzhi Li.
[39] 2021-2022, 若手研究, Explainable Artificial Intelligence for Medical Applications, Liangzhi Li.
[40] 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
[41] R2-4 年度, 科学研究費助成金 基盤 C, “パターン認識技術を応用したインプラント体判別システムの開発”, (代表) 若林一道 (分担) 中野　環, 中村 隆志, （協力者）長原　一
[42] 2020-2025 年度, (独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST, “集積スピンサイバーフィジカルシステムの構築”, (代表) 千葉大地 (主たる共同研究者) 野村光
[43] 2020-2022 年度, (独) 科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産学共同 (育成型), “ゲージ率 1000 を超える超高感度フィルム型ひずみゲージの開発” (代表) 千葉大地
[44] 2019-2021 年度, 科学研究費助成事業 基盤研究 A, “フレキシブルスピンデバイスを用いた完全無電力 IoT レジスタ・論理演算素子の創製”, (代表) 千葉大地 (分担) 野村光
[45] 2020-2022 年度, 科学研究費助成事業 基盤研究 A, “ビッグデータからの材料特性の高速モデル学習と最適化”, (代表) 櫻井保志 (分担) 千葉大地
[46] 2020-2022, 科学研究費助成金　基盤研究 (A), 「脳疾患の解明と創薬へ向けた疾患モデル脳のマルチスケールデータ解析」, 20H00492, (代表) 橋本均
[47] 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
[48] 2021-2023, 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, 「霊長類脳の高スケーラブルイメージングシステムの開発」, (代表) 橋本均
[49] 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
[50] 2019-2020 年度, 文部科学省科学研究費補助金・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
[51] 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
[52] 2019-2023 年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構・先端的バイオ創薬等基盤技術開発事業, 生体組織イメージングに基づいたバイオ医薬品の新規評価基盤技術の開発, （分担）菊田順一,
[53] 2020 年度, 武田科学振興財団研究助成（医学系研究奨励）, 生体骨髄内の細胞社会を制御する分子メカニズムの動的解析, （代表）菊田順一
[54] 2020 年度, かなえ医薬振興財団研究助成, 生体イメージングによる線維化疾患の新規病態評価系の開発, （代表）菊田順一
[55] 2020 年度, 内藤記念科学振興財団研究助成, 赤色〜近赤外光照射による薬剤放出システムの開発, （代表）蓑島維文
[56] 2020-2022 年度, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構・肝炎等克服実用化研究事業, 抗線維化・再生誘導剤の開発：臨床を見据えた肝硬変に対する間葉系幹細胞由来のエクソソームを用いた次世代治療法開発への基盤研究, （分担）菊田順一
[57] 2020-2022 年度, 科研費基盤研究（C）, 骨代謝に関わる細胞機能をイメージングする蛍光プローブの開発, （代表）簔島維文
[58] 2020-2022 年度, 科研費基盤研究（B）, 蛍光制御技術が解き明かす代謝関連タンパク質の動態応答メカニズム, （代表）堀雄一郎

[59] 2020-2021 年度, 新学術領域研究 (研究領域提案型), “実験生態系の摂動と継代による生態系の揺らぎ応答関係の解明 “, （代表）細田一史

[60] 2020-2021 年度, 新学術領域研究 (研究領域提案型), “実験生態系を用いた生態系変化の情報物理学的理解 “, （代表）細田一史

[61] 2020-2021 年度, 科学研究費助成金 基盤研究（C), “生物群集全体と各 2 種間相互作用との関係を人工生態系での総当たり実験により解明する “, （代表）細田一史

[62] R2, 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”, (代表) 中谷和彦

[63] R2, 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 ”, (代表) 中谷和彦

[64] 2020 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)」, “機械学習を用いた物理学実験データ処理技術の開発 ”, (代表) 岩崎 昌子（共同研究者）深澤 優子, 住浜 水季, 谷口 七重.

[65] 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

[66] 2020-2021 年度, 科学研究費補助金 若手研究, ‘‘電気化学的手法によるキラルヘテロヘリセンの簡便合成’’, 20K15281, （代表）佐古 真

[67] 2020 年度-2025 年度　JST CREST, ‘‘電気・光・磁場で誘導する革新的分子変換法の創成’’, JPMJCR20R1, （代表）垣内 史敏（分担）笹井 宏明 他

[68] 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

[69] 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) チョ シンキ, 長原 一, 梶原 智之, 中村 武司

第 11 部

研究業績

(1) 雑誌論文

[1] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao and Kazumitsu Shinohara, “Warmer Environments Increase Implicit Mental Workload Even If Learning Efficiency Is Enhanced”, Frontiers in psychology - Environmental psychology, Apr., 2020.

[2] Kazuki Ashihara, Cheikh Brahim El Vaigh, Chenhui Chu, Benjamin Renoust, Noriko Okubo, Noriko Takemura, Yuta Nakashima and Hajime Nagahara, “Improving topic modeling through homophily for legal documents”, Applied Network Science, Vol. 5, No. 77, 2020.

[3] Kohei Sakai, Yasutaka Inagaki, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “CFA Handling and Quality Analysis for Compressive Light Field Camera”, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 9, No. 1, pp. 25-32, Jan., 2021.

[4] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, Yasushi Yagi, “Noisy-LSTM: Improving Temporal Awareness for Video Semantic Segmentation”, IEEE access, 2021.

[5] Trung Thanh Ngo, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Surface Normals and Light Directions from Shading and Polarization”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Apr., 2021.

[6] 岸本充生，トランプ政権における規制改革 —規制影響分析（RIA）とレギュラトリーサイエンスの役割—．季刊評価クォータリー 53(3), pp.3-13，2020.

[7] 八代嘉美, 標葉隆馬, 井上悠輔, 一家綱邦, 岸本充生, 東島仁, 日本再生医療学会による社会とのコミュニケーションの試み．科学技術社会論研究 (18), pp.137-146, 2020.

[8] 岸本充生，エマージングリスクという新知見 —どう発見し，どう社会に生かすか，学術の動向 25(12), pp.26-29, 2020.

[9] 岸本充生, デジタル技術の社会実装には規制影響分析とテクノロジーアセスメントの一体化を．月刊経団連 12 月号, pp.24-25, 2020.

[10] Zekun Yang, Noa Garcia, Chenhui Chu, Mayu Otani, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, “A comparative study of language Transformers for video question answering,” Neurocomputing, vol. 445, pp. 121–133, Mar. 2021.

[11] Wenjian Dong, Mayu Otani, Noa Garcia, Yuta Nakashima, Chenhui Chu, “Cross-lingual visual grounding,” IEEE Access, vol. 9, pp. 349–358, Dec. 2020.

[12] Noboru Babaguchi, Isao Echizen, Junichi Yamagishi, Naoko Nitta, Yuta Nakashima, Kazuaki Nakamura, Kazuhiro Kono, Fuming Fang, Seiko Myojin, Zhenzhong Kuang, Huy H. Nguyen, Ngoc-Dung T. Tieu, "Preventing fake information generation against media clone attacks," IEICE Trans. Information and Systems, vol. E104-D, no. 1, pp. 2–11, Jan. 2021.

[13] Noboru Babaguchi, Isao Echizen, Junichi Yamagishi, Naoko Nitta, Yuta Nakashima, Kazuaki Nakamura, Kazuhiro Kono, Fuming Fang, Seiko Myojin, Zhenzhong Kuang, Huy H. Nguyen, Ngoc-Dung T. Tieu, "Generation and detection of media clones," IEICE Trans. Information and Systems, vol. E104.D, no. 1, pp. 12–23, Jan. 2021.

[14] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, "Visually grounded paraphrase identification via gating and phrase localization," Neurocomputing, vol. 404, Sep. 2020.

[15] Ryo Kawasaki, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Takayoshi Ohkubo, Kohji Nishida, "A fully automated grading system for the retinal arteriovenous crossing signs using deep neural network," Investigative Ophthalmology & Visual Science, vol. 61, no. 7, pp. 1930–1930, Jun. 2020.

[16] Mehrasa Alizadeh, Tomomi Omae, Shizuka Shirai, Noriko Takemura, "Evaluating a Collaborative Learning Card Game for Pre-Intermediate Language Learners in Face-to-Face and Online Settings," Studies in e-Learning Language Education, 2021.

[17] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Masahiko Kusumoto, Kazuo Awai, Mitsuko Tsubamoto, Yukihisa Satoh, Tomo Miyata, Yuriko Yoshida, Noriko Kikuchi, Akinori Hata, Shohei Yamasaki, Shoji Kido, Hajime Nagahara, Jun Miyake, and Noriyuki Tomiyama, "Diagnostic performance for pulmonary adenocarcinoma on CT: comparison of radiologists with and without three-dimensional convolutional neural network", European Radiology 31(4):1978-1986 (2021).

[18] Arno Germond, Yulia Panina, Mikio Shiga, Hirohiko Niioka, and Tomonobu M. Watanabe, "Following embryonic stem cells their differentiated progeny and cell-state changes during iPS reprogramming by Raman spectroscopy", Analytical Chemistry, 92, 22, 14915-14923 (2020).

[19] Naoki Yamato, Hirohiko Niioka*, Jun Miyake, and Mamoru Hashimoto*, (* corresponding author) "Improvement of nerve imaging speed with coherent anti-Stokes Raman scattering rigid endoscope using deep-learning noise reduction", Scientific Reports, 10, 15212, 11 pages (2020).

[20] Shin-ichi Tanaka, Hiroki Wadati, Kazuhisa Sato, Hidehiro Yasuda, and Hirohiko Niioka, "Red-Fluorescent Pt Nanoclusters for Detecting and Imaging HER2 in Breast Cancer Cells", ACS Omega, 5, 37, 23718-23727 (2020).

[21] Naoki Yamato, Mana Matsuya, Hirohiko Niioka*, Jun Miyake, Mamoru Hashimoto*, (* corresponding author) "Nerve segmentation with deep learning from label-free endoscopic images obtained using coherent anti-Stokes Raman scattering", Biomolecules, 10(7), 1012 (2020).

[22] Kiminori Yanagisawa, Masayasu Toratani, Ayumu Asai, Masamitsu Konno, Hirohiko Niioka, Tsunekazu Mizushima, Taroh Satoh, Jun Miyake, Kazuhiko Ogawa, Andrea Vecchione, Yuichiro Doki, Hidetoshi Eguchi, Hideshi Ishii, "Convolutional Neural Network Can Recognize Drug Resistance of Single Cancer Cells", International journal of molecular sciences, 21(9), 3166, 7 pages (2020).

[23] Y. Okaie and T. Nakano, "Mobile Molecular Communication through Multiple Measurements of the Concentration of Molecules," *IEEE ACCESS*, vol. 8, pp. 179606 – 179615, Sept. 2020.

[24] Z. He, C. Yao, J. Shuai and T. Nakano, "Enhanced Vibrational Resonance in a Single Neuron with Chemical Autapse for Signal Detection," *Chinese Physics B*, vol 29, no. 12, Nov. 2020.

[25] Yuki Kawara, Chenhui Chu and Yuki Arase. Preordering Encoding on Transformer for Translation. IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 29, pp. 644-655, (2021.1).

[26] Raj Dabre, Chenhui Chu, Anoop Kunchukuttan. A Survey of Multilingual Neural Machine Translation. ACM Computing Surveys, vol. 53, no. 5, pp. 1-38, (2020.9).

[27] Chenhui Chu, Rui Wang. A Survey of Domain Adaptation for Machine Translation. Journal of Information Processing, vol. 28, pp. 1-14, (2020.8).

[28] 大橋空, 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度に基づく単語分散表現の圧縮”, 自然言語処理, Vol.28, No.1, pp.235-252, March 2021.

[29] 梶原智之, 西原大貴, 小平知範, 小町守. “日本語の語彙平易化のための言語資源の整備”, 自然言語処理, Vol.27, No.4, pp.801-824, December 2020.

[30] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “テキスト平易化における語彙制約に基づく難易度制御”, 自然言語処理, Vol.27, No.2, pp.189-210, June 2020.

[31] Md Atiqur Rahman Ahad, Trung Thanh Ngo, Anindya Das Antar, Masud Ahmed,Tahera Hossain, Daigo Muramatsu, Yasushi Makihara, Sozo Inoue, Yasushi Yagi, Wearable Sensor-Based Gait Analysis for Age and Gender Estimation,MDPI Sensors, 20(8), 2424 (2020)

[32] 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

[33] Sudhakar Kumawat, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, “Depthwise Spatio-Temporal STFT Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition”, IEEE TPAMI, 2021.

[34] Noa Garcia, Benjamin Renoust and Yuta Nakashima. ContextNet: Representation and Exploration for Painting Classification and Re-trieval in Context. In: International Journal of Multimedia Information Retrieval (Springer), pp. 17-30, 2020.

[35] H. Matsumoto, S. Ota, T. Koyama, and D .Chiba, “Control of magnetic anisotropy in a Co thin film on a flexible substrate by applying biaxial tensile strain”, Appl. Phys. Lett. 118, 022406(1)-(5), 2021.

[36] S. Ota, P. V. Thach, H. Awano, A. Ando, K. Toyoki, Y. Kotani, T. Nakamura, T. Koyama, and D. Chiba, “Strain-induced modulation of temperature characteristics in ferrimagnetic Tb – Fe films”, Scientific Rep. 11, 6237(1)-(7), 2021.

[37] Yoshinaga S, Shin M, Kitazawa A, Ishii K, Tanuma M, Kasai A, Hashimoto H, Kubo KI, Nakajima K. Comprehensive characterization of migration profiles of murine cerebral cortical neurons during development using FlashTag labeling. iScience 24(4), 102277, 2021

[38] Niu M, Kasai A, Seiriki K, Hayashida M, Tanuma M, Yokoyama R, Hirato Y, Hashimoto H. Altered functional connectivity of the orbital cortex and striatum associated with catalepsy induced by dopamine D1 and D2 antagonists. Biol Pharm Bull 44(3):442-447, 2021

[39] Kawaguchi C, Shintani N, Hayata-Takano A, Hatanaka M, Kuromi A, Nakamura R, Yamano Y, Shintani Y, Nagai K, Tsuchiya S, Sugimoto Y, Ichikawa A, Okuno Y, Urade Y, Hirai H, Nagata KY, Nakamura M, Narumiya S, Nakazawa T, Kasai A, Ago Y, Takuma K, Baba A, Hashimoto H. Commun Biol 3(1):557, 2020

[40] Torii K, Hori Y, Watabe K, Kikuchi K, Development of photoswitchable fluorescent molecules using arylazopyrazole, Bull. Chem. Soc. Jpn., 93(7):821-824 (2020.4)

[41] Morimatsu M, Yamashita E, Seno S, Sudo T, Kikuta J, Mizuno H, Okuzaki D, Motooka D, Ishii M, ”Migration arrest of chemoresistant leukemia cells mediated by MRTF-SRF pathway.” Inflammation and Regeneration, 40(1):1-9 (2020.7).

[42] Hashimoto R, Minoshima M, Kikuta J, Yari S, Bull S.D, Ishii M, Kikuchi K. An Acid - Activatable Fluorescence Probe for Imaging Osteocytic Bone Resorption Activity in Deep Bone Cavities. Angew. Chem. Int. Ed. (2020.8)

[43] Hasegawa T, Kikuta J, Sudo T, Yamashita E, Seno S, Takeuchi T, Ishii M, “Development of an intravital imaging system for the synovial tissue reveals the dynamics of CTLA-4 Ig in vivo, Scientific Reports, 10, 13480 (2020.12).

[44] Reja SI, Minoshima M, Hori Y, Kikuchi K, Near-infrared fluorescent probes: a next-generation tool for protein-labeling applications, Chem. Sci., 12(10): 3437 – 3447 (2021.3)

[45] Morimoto A, Kikuta J, Nishikawa K, Sudo T, Uenaka M, Furuya M, Hasegawa T, Hashimoto K, Tsukazaki H, Seno S, Nakamura A, Okuzaki D, Sugihara F, Ninomiya A, Yoshimura T, Takao-Kawabata R, Matsuda H, Ishii M. SLPI is a critical mediator that controls PTH-induced bone formation. Nat. Comm., 12(1): 1-14 (2021.4)

[46] Kazufumi Hosoda, Shigeto Seno, Naomi Murakami, Hideo Matsuda, Yutaka Osada, Michio Kondoh, “A model ecosystem of 12 cryopreservable microbial species allowing for a non-invasive approach”, *bioRxiv*, 2020 年 10 月.

[47] 細田一史, 瀬尾茂人, ”生命システムにおける複雑ネットワークとその制御について”, 「システム／制御／情報」, Vol.65, No.5, 「複雑ネットワーク研究の最前線」特集号（in press）

[48] 細田一史, ”人工生態系の生物物理”,「生体の科学」, Vol.72, No.3, 特集「生物物理学の進歩—生命現象の定量的理解へ向けて」(in press)

[49] 長友英夫，畑昌育，佐野孝好，弘中陽一郎，尾崎典雅，“光量子科学によるものづくり CPS 化拠点 CPS 型レーザ加工を目指したシミュレーション”, レーザ加工学会誌，Vol.28, No.1 pp.9-12 (2021).

[50] 藤岡穣，“西湖周辺における呉越-南宋の仏教石刻”,「西湖周辺における呉越～南宋の仏教石刻」『アジア仏教美術論集東アジア IV（南宋・大理・金)』，2020.

[51] 藤岡穣，“様式・技法・金属組成からみた興福寺と薬師寺の古代金銅仏—薬師寺金堂本尊像の移坐・非移坐問題への一視点—”，待兼山論叢 (54)，芸術篇，2020.

[52] Fujioka Yutaka and Andrea Castiglioni, “The Cult and Statuary of Zaō Gongen”, Defining Shugendō: Critical Studies on Japanese Mountain Religion，Bloomsbury Academic，2020.

[53] 藤川隆男「公共圏の歴史的構造：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」『Clio』34 号, pp.126-32, 2020/07/

(2) 学会発表

[1] Tadashi Okawara, Michitaka Yoshida, Hajime Nagahara, Yasushi Yagi, “Action Recognition from a Single Coded Image”, International Conference on Computational Photography, Sent Louis, USA, April, 2020.

[2] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, “Joint optimization for compressive color video sensing and reconstruction under hardware constraints”, International Conference on Computational Photography, Sent Louis, USA, April, 2020.

[3] Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, and Hajime Nagahara, “Joint learning of Vessel Segmentation and Artery/Vein Classification with Post-processing”, Medical Imaging with Deep Learning Conference, Montreal, Canada, July, 2020.

[4] Yukihiro Sasagawa, Hajime Nagahara, “YOLO in the Dark - Domain Adaptation Method for Merging Multiple Models -”, European Conference on Computer Vision, Grasgow, UK, Aug., 2020.

[5] Kohei Sakai, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “Acquiring Dynamic Light Fields through Coded Aperture Camera”, European Conference on Computer Vision, Grasgow, UK, Aug., 2020.

[6] Yoshio Matsuda, Takashi Komuro, Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Shoji Kawahito, and Keiichiro Kagawa, “Palm-Controlled Pointing Interface Using a Dynamic Photometric Stereo Camera”, International Conference on Human-Computer Interaction , pp. 19-24, Copenhagen, Denmark, July, 2020.

[7] Ryosuke Kawamura, Shizuka Shirai, Mehrasa Aizadeh, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Estimation of wakefulness in video-based lectures based on multimodal data fusion”, ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing, Sep., 2020.

[8] Juan Manuel Franco Sanchez, Shunya Masaki, Yuki Shimamoto, Joel Cervantes, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, Yoshio Hayasaki, “Integration of time-of-flight distance measurement and optical coherence tomography for extending its operating range”, SPIE/COS Photonics Asia Digital Forum, Oct., 2020.

[9] Juan Manuel Franco Sanchez, Yuki Shimamoto, Shunya Masaki, Joel Cervantes, Quang Duc Pham, Keiichiro Kagawa, Hajime Nagahara, Yoshio Hayasaki, “Integrated optical measurement system: optical time-of-flight and optical coherence tomography”, OSJ-OSA-OSK Joint Symposia on Optics, Nov. 2020.

[10] Sora Ohashi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, “IDSOU at WNUT-2020 Task 2: Identication of informative COVID-19 English tweets”, Workshop on Noisy User-generated Text, Nov., 2020.

[11] Kyuho Bae, Andre Ivan, Hajime Nagahara, In Kyu Park, “5D Light Field Synthesis from a Monocular Video, International Conference on Pattern Recognition, Jan., 2021.

[12] 後藤輝一, 末原 大幹, 川越 清以, 吉岡 瑞樹, 倉田 正和, 長原 一, 中島 悠太, 武村 紀子, “深層学習を用いた ILD 崩壊点検出アルゴリズムの改良”, 日本物理学会, Sep., 2020.

[13] 長原　一, “ライトフィールドビジョン’, デジタルイメージング技術研究部会, Sep., 2020[[招待講演].

[14] 長原　一 , “ディープセンシング -深層学習による画像センシングと処理の同時最適化-”, 映像情報メディア学会 情報センシング 11 月研究会, Nov., 2020[招待講演].

[15] 田村高基, 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “脳波を用いた機械学習による怒り情動検知システムの構築”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[16] 原地絢斗, 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “ニューラルネットワークを使用した脈波解析による恐怖状態の判別手法の開発”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[17] 村松歩, 山本祐輔, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野（松本） 由子, 下條真司, “スマートフォンを用いた情動刺激時における脳波の次数中心性”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[18] 山本祐輔, 村松歩, 長原一, 武村紀子, 中島悠太, 水野 (松本) 由子, 下條真司, “視聴覚刺激後の脳波を用いたニューラルネットワークによる情動判別評価”, 日本臨床神経生理学会学術大会, Nov., 2020.

[19] 坂下晴哉，武村紀子，白井詩沙香，Alizadeh Mehrasa，長原一, “複数ウェアラブルカメラ映像の人物識別とセグメンテーション”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM-224, No. 1, Jan., 2021.

[20] 水俣友希，石田祥馬，濱崎弘樹，川崎洋，長原一，小野智司, “符号化開口を鍵とする情報秘匿方式の基礎検討”, 情報処理学会全国大会, March, 2021.

[21] 宮内翔子，渡邉匠吾，板谷響，谷川千尋，谷村百和子，山城隆，長原一，諸岡健一, “Graph Convolutional Network による口唇口蓋裂患者の咬合評価”, 電子情報通信学会技術報告, No. MI-5, March, 2021.

[22] 岸本充生，接触確認アプリと ELSI に関する 10 の視点，科学技術社会論学会 第 19 回年次研究大会，2020 年 12 月 5 日，オンライン.

[23] Shogo Matsui, Yasuhiro Watashiba, Susumu Date, Jason Liu, Kaname Harumoto, Shinji Shimojo, “Architecture of Job Scheduling Simulator for Demand Response Based Resource Provision,” International Symposium on Grids & Clouds 2021 (ISGC 2021), March 2021.

[24] Shinya Ishiyama, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, “Cooperative Signaling and Directed Migration of Bio-nanomachines in Mobile Molecular Communication,” Proceedings of the 7th ACM International Conference on Nanoscale Computing and Communication (NANOCOM 2020), Sep. 2020.

[25] Kazuki Yonekura, Tadashi Nakano, Yutaka Okaie, Takahiro Hara, Kaname Harumoto, “Network Formation Model of Bio-nanomachines Based on Directed Migration and Adhesion,” Proceedings of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2020), May 2020.

[26] Yuta Kayatani, Zekun Yang, Mayu Otani, Noa Garcia, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Haruo Takemura, “The laughing machine: Predicting humor in video,” Proc. Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), Jan. 2021.

[27] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Uncovering hidden challenges in query-based video moment retrieval,” Proc. British Machine Vision Conference (BMVC), Sep. 2020.

[28] Noa Garcia, Chentao Ye, Zihua Liu, Qingtao Hu, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, and Teruko Mitamura “A dataset and baselines for visual question answering on art,” Proc. European Conference on Computer Vision Workshops (VISARTS), Aug. 2020.

[29] Nikolai Huckle, Noa Garcia, and Yuta Nakashima, “Demographic Influences on Contemporary Art with Unsupervised Style Embeddings,” Proc. European Conference on Computer Vision Workshops (VISARTS), Aug. 2020..

[30] Noa Garcia and Yuta Nakashima, “Knowledge-based video question answering with unsupervised scene descriptions,” Proc. European Conference on Computer Vision (ECCV), Aug. 2020.

[31] Zhiqiang Guo, Huigui Liu, Zhenzhong Kuang, Yuta Nakashima, Noboru Babaguchi, “Privacy sensitive large-margin model for face de-identification,” Proc. Neural Computing for Advanced Applications, pp. 488-501, Aug. 2020.

[32] Manisha Verma, Sudhakar Kumawat, Yuta Nakashima, Shanmuganathan Raman, ”Yoga-82: A new dataset for fine-grained classification of human poses,” IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, Jun. 2020.

[33] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, “Knowledge-based visual question answering in videos,” Workshop on Women in Computer Vision (WiCV), Jun. 2020.

[34] Tsukasa Kimura, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hirokazu Kobori, Hajime Nagahara, Masayuki Numao, Kazumitsu Shinohara, “Heat environment increases mental workload even if learning efficiency is enhanced,” 27th Annual Meeting of the Cognitive Neuroscience Society, 2020.

[35] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi, “How Confident Are You in Your Estimate of a Human Age?Uncertainty-aware Gait-based Age Estimation by Label Distribution Learning,” 4th Int. Joint Conference on Biometrics (IJCB), 2020.

[36] 久野彰浩, 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, “強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整のための準備研究”, 日本加速器学会年会, 2020.

[37] 中祐介, 岩崎昌子, J. Barkeloo, J. Brau, L. Braun, C. Potter, A. Steinhebel, J. Strube, M. Breidenbach, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “機械学習を用いた ILC SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発 (3)”, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020.

[38] Chenhui Chu, Felix Giovanni Virgo, Koji Tanaka, Takaya Ogawa, Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, Takao Fujikawa, “Public Meeting Corpus Construction and Information Extraction,” 第 70 回日本西洋史学会大会, 2020.

[39] 久野彰浩, 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, “強化学習を用いた KEK Linac 加速器運転調整システムの開発”, 日本物理学会第 76 回年次大会, 2021.

[40] 梶原智之, Chenhui Chu, 武村紀子, 中島悠太, 長原一, “主観感情と客観感情の強度推定のための日本語データセット”, 言語処理学会第 27 回年次大会, 2021

[41] 新岡 宏彦、三宅 淳、上村 史朗“Prediction of Coronary Plaque Vulnerability Using OCT Images and Deep Learning”第 85 回日本循環器学会学術集会 (2021/3/26-28, パシフィコ 横浜, オンサイト/オンラインハイブリッド開催) [Invited]

[42] 大和 尚記、松谷 真奈、新岡 宏彦、三宅 淳、橋本 守“CARS 硬性内視鏡の神経イメージングと深層学習による神経抽出－実時間イメージングに向けた短時間露光神経画像の画像解析－”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 (2021/3/16-19、オンライン開催)

[43] Arno Germond, Yulia Panina, Mikio Shiga, Hirohiko Niioka, Tomonobu Watanabe, “Raman Spectroscopy and Machine Learning for Prediction and Characterization of Stem Cells during IPS Reprogramming”65th Biophysical Society Annual Meeting BPS2021 (Online, 22-26 February, 2021)

[44] 山中真仁、河内彰宏、秋野善紀、古川太一、新岡宏彦、西澤典彦“希土類添加ナノ粒子と生体窓を用いた深部・高空間分解能蛍光イメージング (High-resolution deep tissue fluorescence imaging by using rare earth doped nanoparticles and near-infrared optical tissue windows)”レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会 (2021/1/18-20, オンライン開催) [Invited]

[45] 新岡 宏彦“「フォトニクス× AI」～AI を用いた画像処理とその応用について～”, フォトニクスセミナー (2020/12/13、大阪大学フォトニクスセンター) [Invited]

[46] 東谷 悠平、永井 正也、芦田 昌明、草部 浩一、新岡 宏彦、服部 梓、田中 秀和、磯山 悟朗、尾崎 典雅“THz パルス励起による正方晶ジルコニアのマルテンサイト変態”, 第 31 回光物性研究会 (2020/12/11-12, オンライン開催)

[47] 小林 照之、新岡 宏彦、牧野 知紀、山崎 誠、山崎 翔平、梁川 雅弘、長原 一、三宅　淳、江口 英利、土岐 祐一郎“Artificial Intelligence 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”, 第 74 回日本食道学会学術集会 (2020/12/10-11、JR ホテルクレメント徳島、徳島県、オンライン/オンサイトハイブリッド開催)

[48] 東谷 悠平、永井 正也、芦田 昌明、草部 浩一、新岡 宏彦、服部 梓、田中 秀和、磯山 悟朗、尾崎 典雅“正方晶ジルコニアの THz 誘起マルテンサイト変態”, テラヘルツ科学の最先端 VII (2020/11/19-20、オンライン開催)

[49] 新岡 宏彦，松本 辰也，熊本 康昭，高松 哲郎“深紫外励起蛍光顕微鏡と深層学習を用いた迅速リンパ節転移癌検出”, Optics & Photonics Japan 2020 (OPJ2020)(2020/11/14-17、オンライン開催)

[50] 河内 彰宏，秋野 善紀，山中 真仁，古川 太一，新岡 宏彦，西澤 典彦“希土類イッテルビウム添加ナノ粒子の第 2 の生体窓 (NIR-II) 発光を用いた近赤外共焦点蛍光イメージング”, Optics & Photonics Japan 2020 (OPJ2020)(2020/11/14-17、オンライン開催)

[51] 林 芳矩、新岡 宏彦、牧野 知紀、小林 照之、山崎 翔平、梁川 雅弘、山崎 誠、長原 一、三宅 淳、江口 英利、土岐 祐一郎“Artificial Intelligence 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”, 第 82 回日本臨床外科学会総会 (2020/10/29-31、オンライン開催)

[52] 大和 尚記、松谷 真奈、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無染色な末梢神経イメージングの検討”, 日本蛍光ガイド手術研究会第 3 回学術集会 (2020/10/16-17, オンライン開催) [Invited]

[53] 大和 尚記、松谷 真奈、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装置の開発”レーザー学会第 547 回研究会「光・レーザーの医学・医療応用」(2020/10/9、オンライン開催)

[54] 東谷悠平、永井正也、芦田昌明、磯山悟朗、新岡宏彦、尾崎典雅“正方晶ジルコニアの THz 誘起相変態”日本物理学会 2020 年秋季大会 (2020/9/14-17、オンライン開催)

[55] 新岡宏彦“人工知能がバイオメディカルイメージングを加速する？”第 11 回 PhotoBIO ワークショップ (大阪大学フォトニクスセンター、2020/9/4、大阪府) [Invited]

[56] 大和 尚記、新岡 宏彦、三宅 淳、橋本 守“ノイズ除去のアンサンブル学習による非線形ラマン硬性内視鏡神経イメージングの高速化 (Ensemble learning for improvement of imaging speed with coherent Raman scattering rigid endoscopy)”, 第 59 回日本生体医工学会大会 (2020/5/25-27、オンライン開催)

[57] Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Shohei Yamasaki, Tomo Miyata, Yuriko Yoshida, Akinori Hata, Yukishita Satoh, Jun Miyake, Hajime Nagahara, Noriyuki Tomiyama, “Grad-CAMs を用いたブラックボックスの解明：人工知能は肺癌 CT 画像のどこをみているのか？ (Elucidation of a Black Box using Gradient-Weighted Class Activation Maps (Grad-CAMs): What Aspects of CT Images Does Deep Learning See?)”, 第 79 回日本医学放射線学会総会 (2020/5/15/-6/14、オンライン開催)

[58] 新岡宏彦“深層学習 AI を搭載した光イメージング医療機器の開発”AI Optics 研究会 (Zoom 遠隔発表、2020/5/13) [Invited]

[59] Y. Okaie and T. Nakano, “Binary Concentration Shift Keying with Multiple Measurements of Molecule Concentration in Mobile Molecular Communication,” in Proc. *12th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies (BICT 2020)*, 10 pages, online, July 2020.

[60] T. Nakano, Y. Okaie, N. Dietis and A. D. Odysseos, “Growing Bio-nanomachine Networks: Application to Malignant Tumor Evolution and Progression,” in Proc. 2020 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 6 pages, Taiwan, Dec. 2020.

[61] T. Nakano and T. Suda, “Communication, Migration and Energy in Bio-nanomachine Functionality Differentiation,” in Proc. 2020 IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 6 pages, Taiwan, Dec. 2020.

[62] Chisato Yamasaki, Satoshi Nagaie, Minae Kawashima, Chihiro Hata, Shuichi Kawashima, Yuichi Kodama, Mizuki Morita, Natsuko Yamamoto, Akio Nagano, Keiko Katsui, Takako Takai, Soichi Ogishima and DURI Work Stream in GEM Japan, “GA4GH DURI Work Stream in GEM Japan 2020; localizing the Data Use Ontology and Machine-Readable Consent in the local research community”, GA4GH 8th Plenary Meeting, 2020.9.20, ポスター, 国外 (オンライン).

[63] Kak Soky, Sheng Li, Masato Mimura, Chenhui Chu, Tatsuya Kawahara. Comparison of End-to-End Models for Joint Speaker and Speech Recognition. 電子情報通信学会音声研究会, (2021.3).

[64] Yongmin Kim, Chenhui Chu, 加藤 圭造, 黒橋 禎夫. ソーシャルメディアのための柔軟なビジュアルグラウンディング. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[65] Weiqi Gu, Haiyue Song, Chenhui Chu, Sadao Kurohashi. Video-guided Machine Translation with Spatial Hierarchical Attention Network Encoder. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[66] Haiyue Song, Raj Dabre, Chenhui Chu, Sadao Kurohashi, Eiichiro Sumita. Self-supervised Dynamic Programming Encoding for Neural Machine Translation. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[67] Zhuoyuan Mao, Prakhar Gupta, Chenhui Chu, Martin Jaggi, Sadao Kurohashi. Learning Cross-lingual Sentence Representations for Multilingual Document Classification with Token-level Reconstruction. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[68] 瓦 祐希, Chenhui Chu, 荒瀬 由紀. Non-Autoregressive Translation モデルにおける事前並び替え適用手法の検討. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[69] Shuichiro Shimizu, Chenhui Chu, Sheng Li, Sadao Kurohashi. End-to-End Speech Translation with Cross-lingual Transfer Learning. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[70] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. Neural Machine Translation with Semantic Relevant Image Regions. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[71] 中尾 亮太, Chenhui Chu, 黒橋 禎夫. 日本語話し言葉書き言葉変換による大学講義の日英翻訳の精度向上. 言語処理学会第 27 回年次大会, (2021.3).

[72] Raj Dabre, Chenhui Chu and Anoop Kunchukuttan. Multilingual Neural Machine Translation (Tutorial). In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp. 16-21, (2020.12).

[73] Yusuke Hirota, Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, Ittetsu Taniguchi, Takao Onoye. How Far Can We Go with Scene Descriptions for Visual Question Answering? IPSJ SIG Technical Report CVIM, (2020.11).

[74] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. Double Attention-based Multimodal Neural Machine Translation with Semantic Image Regions. In Proceedings of the 22nd Annual Conference of the European Association for Machine Translation (EAMT 2020), pp. 105-114, (2020.11).

[75] Sora Ohashi, Junya Takayama, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu and Yuki Arase. Text Classification with Negative Supervision. In Proceedings of the 2020 Annual Conference of the Association for Computational Linguistics (ACL 2020), pp. 351-357, (2020.7).

[76] 田中昂志, 芦原和樹, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男. 公開集会記事からの情報抽出. 2019 年度人工知能学会全国大会, (2020.6).

[77] Yuki Arase, Tomoyuki Kajiwara and Chenhui Chu. Annotation of Adverse Drug Reactions in Patients' Weblogs. In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp. 6769-6776, (2020.5).

[78] Akifumi Nakamachi, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. "Text Simplification with Reinforcement Learning using Supervised Rewards on Grammaticality, Meaning Preservation, and Simplicity", In Proceedings of the AACL-IJCNLP 2020 Student Research Workshop (AACL-IJCNLP 2020 SRW), pp.153-159, December 2020.

[79] Sora Ohashi, Mao Isogawa, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. "Tiny Word Embeddings Using Globally Informed Reconstruction", In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp.1199-1203, December 2020.

[80] Ryoma Yoshimura, Masahiro Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. "SOME: Reference-less Sub-Metrics Optimized for Manual Evaluations of Grammatical Error Correction", In Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2020), pp.6516-6522, December 2020.

[81] Akifumi Nakamachi, Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMUOU Submission for WMT20 Quality Estimation Shared Task”, In Proceedings of the Fifth Conference on Machine Translation (WMT 20), pp.1037-1041, November 2020.

[82] Daiki Nishihara, Tomoyuki Kajiwara. “Word Complexity Estimation for Japanese Lexical Simplification”, In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp.3107-3113, May 2020.

[83] Masato Yoshinaka, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase. “SAPPHIRE: Simple Aligner for Phrasal Paraphrase with Hierarchical Representation”, In Proceedings of the 12th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2020), pp.6863-6869, May 2020.

[84] 中町礼文, 梶原智之. “事前訓練済み系列変換モデルに基づくやさしい日本語への平易化”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.607-608, March 2021.

[85] 西原大貴, 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, 長原一. “矯正歯科治療における所見文書からの自動診断に向けて”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.591-592, March 2021.

[86] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. “言い換えラティスを用いたテキスト生成の性能改善”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1729-1733, March 2021.

[87] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, 荒瀬由紀. “ラベル間の意味の違いを考慮した Few-shot テキスト分類”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.50-54, March 2021.

[88] Yuting Zhao, Mamoru Komachi, Tomoyuki Kajiwara, Chenhui Chu. “Neural Machine Translation with Semantically Relevant Image Regions”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1443-1448, March 2021.

[89] Yamasaki C, Ohashi N, Thorogoodand A, Joly Y, Kato K. A Study on Data Sharing Policies of Human Gene/Variation/Phenotype Databases. 日本人類遺伝学会第 65 回大会, 2020

[90] Bowen Wang, Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, “Match Them Up: Visually Explainable Few-shot Image Classification”, In CVPR Workshop 2021.

[91] Cheikh Brahim El Vaigh, Noa Garcia, Benjamin Renoust, Chenhui Chu, Yuta Nakashima, and Hajime Nagahara. GCNBoost: Artwork Classification by Label Propagation through a Knowledge Graph. In: ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), Taipei, Taiwan, 2021.

[92] 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.

[93] 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.

[94] 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.

[95] Bowen Wang, Liangzhi Li, Manisha Verma, Yuta Nakashima, Ryo Kawasaki, Hajime Nagahara, “MTUNet: Few-shot Image Classification with Visual Explanations”, in IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Responsible Computer Vision Workshop, 2021.

[96] Bowen Wang, Liangzhi Li, Yuta Nakashima, Takehiro Yamamoto, Hiroaki Ohshima, Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Noriko Kando, “Image Retrieval by Hierarchy-aware Deep Hashing Based on Multi-task Learning”, in ACM International Conference on Multimedia Retrieval (ICMR), 2021.

[97] Sudhakar Kumawat and Shanmuganathan Raman, “Depthwise-STFT based separable convolutional neural networks”, In Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2020.

[98] M. Manalo, 青木工太, 上田豊, 伊藤優, 八木康史, “Detection and Classification of Cervical Intraepithelial Lesions using Deep Learning”, 電子情報通信学会-医用画像研究会 MI, 2020.

[99] 千葉大地, “集積スピンサイバーフィジカルシステムによる力覚センシングに向けた取り組み”, 日本物理学会　第 76 回年次大会, 2021.

[100] 千葉大地, “フレキシブル基板上のスピントロニクス素子における放射光計測”, SPRUC　ナノスピントロニクス研究会 2020 年度 第 1 回研究会, 2021.

[101] Niu M, Kasai A, Seiriki K, Hashimoto H. Whole-brain mapping of activated neurons and circuits in brains after exposure to acute stressors. 第 94 回日本薬理学会年会. 2021

[102] Kasai A, Seiriki K, Hashimoto H. Monitoring neuronal activation at the local and global levels provides a new role of claustral neurons in the neuronal mechanisms of anxiety-related behaviors. 第 94 回日本薬理学会年会. 2021

[103] 勢力薫, 前田駿介, 平戸祐充, 笠井淳司, 橋本均. 単回および繰り返し社会的敗北ストレスによる神経活動変化の全脳イメージング解析. 第 63 回日本神経化学会大会. 2021

[104] 樋野展正, “細胞内光クロスリンク法のがん関連タンパク質間相互作用解析への応用”, 日本薬学会第 141 年会, Mar. 2021.

[105] 山本真実, 重松知沙, 山本紘義, 川端猛, 鳴海良平, 足立淳, 栗栖源嗣, 樋野展正, 土井健史, “がん変異に影響される FBXW7 αの新規タンパク質間相互作用の探索”, 日本薬学会第 141 年会, Mar. 2021.

[106] 高田理彩, 樋野展正, 山口卓男, 深田宗一朗, 土井健史, “タンパク質間相互作用界面の同定を可能にする新規光架橋性人工アミノ酸の開発”, 日本薬学会第 141 年会, Mar. 2021.

[107] 重松知沙, 山本紘義, 川端猛, 栗栖源嗣, 土井健史, 樋野展正, “細胞内光クロスリンク法を用いたがん関連因子 FBXW7 αの相互作用解析”, 第 70 回日本薬学会関西支部大会, Oct. 2020.

[108] 山本紘義, 重松知沙, 川端猛, 栗栖源嗣, 土井健史, 樋野展正, “細胞内光クロスリンク法を利用した STK11 のがん関連相互作用の探索”, Oct. 2020.

[109] Kazufumi Hosoda, Naomi Murakami, Shigeto Seno, Yutaka Osada, Hideo Matsuda, Michio Kondoh, “Do you want to use time series data of a large number of ”model experimental ecosystems” like this, if it is open?”, 第 36 回個体群生態学会大会, 2020 年 11 月

[110] 細田一史, 村上なおみ, 瀬尾茂人, 長田穣, 松田秀雄, 近藤倫生, “１万個の生態系をつくって分子から生態系まで全部見る”, 第 43 回日本分子生物学会年会, 2020 年 12 月

[111] C. Xu, Y. Makihara, R. Liao, H. Niitsuma, X. Li, Y. Yagi, J. Lu, “Real-Time Gait-Based Age Estimation and Gender Classification from a Single Image,” Proc. of the IEEE Winter Conf. on Applications of Computer Vision 2021 (WACV 2021), online, pp. 1-11, Jan. 2021.

[112] 山口弘純, Society5.0 に求められるスマートセンシングと超知性ネットワーク技術, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J104-B , No. 3, pp. 129-139, 2021 (招待論文)

[113] Kotaro Ishizu, Teruhiro Mizumoto, Hirozumi Yamaguchi and Teruo Higashino, Home Activity Pattern Estimation Using Aggregated Electricity Consumption Data, Sensors and Materials, Vol. 33, No. 1, pp. 69-88, 2020

[114] Motoki Ougida, Hirozumi Yamaguchi and Teruo Higashino, Trajectory-Assisted Robust RFID-tagged Object Tracking and Recognition in Room Environment, Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems, pp. 11-15, 2020

[115] 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 2020 年秋季大会, Sept. 2020.
[116] M. Iwasaki, “R&D of the Machine Learning Application to the Collider Experiments”, International Workshop on Future Linear Colliders, Mar. 2021.
[117] K. Goto, T. Suehara, “Development of a Vertex Finding Algorithm using Recurrent Neural Network” International Workshop on Future Linear Colliders, Mar. 2021.
[118] 近藤 健，“機械学習を活用する反応条件検討の効率化”，計測展 2020 OSAKA, 2020 年.
[119] Salem, M. S. H.; Khalid, Md. I.; Sako, M.; Takizawa, S.; Sasai, “Electrochemical Synthesis of Azaoxa helicenes via Oxidative Hetero-coupling/Dehydrative Cyclization Sequence of Arenols”, 日本化学会　第 101 春季年会, 2021 年.

(3) 著書

[1] 岸本充生，新興技術を社会実装するということ，国立国会図書館 調査及び立法考査局編集. ゲノム編集の技術と影響 （令和 2 年度科学技術に関する調査プロジェ クト報告書）, 国立国会図書館 2021 年 3 月.
[2] 坂田泰史、片岡雅晴、野村征太郎、新岡宏彦“循環器 Precision Medicine が開く未来”, CARDIAC PRACTICE, 31(1) (2020) (2020 年 10 月号)
[3] 新岡宏彦、大和尚記、三宅淳、橋本守“ AI によるバイオメディカル画像解析と光イメージング装置開発”, O plus E 42(4) 517-522 (2020) (2020 年 7 月号)

(4) 産業財産権

[1] 長原一, グエンカイン　トゥオン，“カメラおよびイメージングシステム”，PCT/JP2020/3920
[2] 滝澤 忍, 笹井 宏明, 佐古 真, 近藤 健, カーリド エムディ イムルル，“新規なデヒドロヘリセン化合物およびその製造方法”，特願 2020-189525, 2020 年
[3] 中島悠太他，“効率推定装置”，特願 2021-002281, 2021 年

(5) その他

[1] 長原一, “ライトフィールド撮影のためのコンピュテーショナルフォトグラフィ”, 画像ラボ (日本工業出版), Vol. 31, No. 6, pp. 28-32, June, 2020.

[2] Haruya Sakashita, Christoph Flothow, Noriko Takemura, Yusuke Sugano, “DRIV100: In-The-Wild Multi-Domain Dataset and Evaluation for Real-World Domain Adaptation of Semantic Segmentation,” arXiv:2102.00150

[3] Kiichi Goto, Taika Suehara, Tamaki Yoshioka, Hajime Nagahara, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Masako Iwasaki, “Development of Vertex Finding Algorithm using Recurrent Neural Network,” arXiv:2101.11906

[4] Best Paper Award, IEEE Global Communications Conference (IEEE GLOBECOM 2020), 2020.

[5] 山本奈津子, 「AI の開発研究において懸念される倫理的な課題 」, 厚生労働省令和 2 年度臨床研究総合促進事業「倫理審査委員会・治験審査委員会委員養成研修」, 2020.8.8, 講演,（オンライン）.

[6] 山本奈津子, 「研究データの産業界での利用と本人同意」, 2020 年度第 2 回「ヒトゲノム研究倫理を考える会〜二次利用における同意を考える〜」, 2020.8.25, 指定発言,（オンライン）.

[7] Vinay Damodaran, Sharanya Chakravarthy, Akshay Kumar, Anjana Umapathy, Teruko Mitamura, Yuta Nakashima, Noa Garcia, Chenhui Chu. Understanding the Role of Scene Graphs in Visual Question Answering. arXiv:2101.05479, (2021.1).

[8] Andrew Merritt, Chenhui Chu, Yuki Arase. A Corpus for English-Japanese Multimodal Neural Machine Translation with Comparable Sentences. arXiv:2010.08725, (2020.10).

[9] Vipul Mishra, Chenhui Chu, Yuki Arase. Lexically Cohesive Neural Machine Translation with Copy Mechanism. arXiv:2010.05193, (2020.10).

[10] Chenhui Chu, Yuto Takebayashi, Mishra Vipul, Yuta Nakashima. Constructing a Visual Relationship Authenticity Dataset. arXiv:2010.05185, (2020.10).

[11] Noa Garcia, Mayu Otani, Chenhui Chu, Yuta Nakashima. Knowledge-Based Visual Question Answering in Videos. arXiv:2010.05185, (2020.10).

[12] 西原大貴, 梶原智之, 谷川千尋, 清水優仁, 長原一. 学生奨励賞. “矯正歯科治療における所見文書からの自動診断に向けて”, 情報処理学会第 83 回全国大会, pp.591-592, March 2021.

[13] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀, 藤田篤. スポンサー賞. “言い換えラティスを用いたテキスト生成の性能改善”, 言語処理学会第 27 回年次大会, pp.1729-1733, March 2021.

[14] Noa Garcia, Invited talk at CAI+CAI Workshop. Understanding Fine-Art Paintings through Visual and Language Representations March 2021, online.

[15] Noa Garcia, Invited talk at Carnegie Mellon University. Vision and Language Challenges. February 2020, Pittsburgh, USA.

[16] Noa Garcia, Outstanding reviewer CVPR 2021.

[17] 細田一史, ”今や簡単に家管理，ラボ管理，実験機器連携が低コストかつ思いつきで自動化できる”, Laboratory Automation 勉強会, オンライン, 2020 年 6 月 27 日

[18] 細田一史, 村上なおみ, 瀬尾茂人, 長田穣, 松田秀雄, 近藤倫生, 古澤力, ”生物進化と生態系変化の制約にモデル人工生態系で迫る”, 日本進化学会第 22 回大会企画シンポジウム「システム頑健性と進化可能性」, オンライン, 2020 年 9 月 7 日

[19] 細田一史, ” 1 万を超える人工生態系により生態系と生命の謎に迫る”, 生態研セミナー, オンライン, 2020 年 11 月 20 日

[20] 細田一史, ”無数の小世界をつくって生命の法則にたどり着きたい”, 京都大学 MACS セミナー, オンライン, 2020 年 11 月 25 日

[21] 細田一史, ”無数の実験生態系から生命の法則を探る”, 脳情報通信融合研究センター BFI セミナー, オンライン, 2021 年 2 月 4 日

[22] “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”, 毎日新聞（朝刊 19 面), 2020 年 4 月 8 日

[23] ”公募シンポジウム S-B1: 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”, 個体群生態学会第 25 回大会, 京都大学, 2019 年 9 月 26 日（シンポジウム企画）

[24] 近藤 健, 公益社団法人 有機合成化学協会 カネカ研究企画賞, “有機電解反応・フロー合成反応開発の加速を志向するデータ駆動型反応条件スクリーニング法の開発”, 2020 年

[25]『第 70 回日本西洋史学会大会報告要旨集』小シンポジウム V, 藤川, Chu, 中村他, pp.76-82, 2020.12.

[26] 藤川隆男/小風尚樹「Digital History Insights」『西洋史学』269 号, pp.76-77, 2020/6/1

[27] 森井一真「パブリック・ミーティングをめぐる研究動向：アメリカ・カナダを中心に」『パブリック・ヒストリー』18 号, pp.39-47, 2021.2.

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
URL: http://www.ids.osaka-u.ac.jp/

2021 年 9 月発刊