

ANNUAL REPORT 2018



ANNUAL REPORT 2018

大阪大学データビリティフロンティア機構

Annual Report
2018

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

八木 康史

ビッグデータ時代の幕が開け、我々が暮らす社会から最先端科学分野まで、広範な分野で、エクサバイトを超えるビッグデータが毎日のように生まれています。この溢れるデータから、いかに迅速に有用な情報を取り出すか、エクサバイトを超えるビッグデータの迅速な解析と効果的な活用が、その分野の発展において重要な鍵を握ります。すなわち、全ての学問分野で人工知能やデータサイエンスを活用することによるデータの統合利活用促進が、喫緊の課題といえます。

大阪大学では、「OU ビジョン 2021」の柱の一つである「オープンリサーチ」において、「データビリティ」つまり「利用可能な超大量データを将来にわたる持続可能性を保持しつつ責任をもって活用すること」により新たな科学の方法を探求し、既存の科学技術・学術の新たな地平を切り拓くと同時に新たな学際研究の基盤となることを掲げてきました。そして、これらの実現のため、平成 28 年 4 月に、全学の多様な分野において、高度なデータ利活用と知的価値創造の促進を目的として、データビリティフロンティア機構を設置しました。2018 年度は、22 名の専任に加えて 20 部局から 98 の兼任教員・協力教員が加わり、120 名体制で、データビリティサイエンスを推進してきました。

本機構のミッションは、全学問分野におけるデータ駆動型研究の推進、世界と差別化する高付加価値データベースの構築、Society5.0 未来社会のための実証実験フィールドの整備、データを使いこなすことのできるデータビリティ人材の養成です。これらの実現に向け、学内向け共創研究の推進、産学共創、教育活動、国際連携など、様々な事業を推進してきました。特に、平成 30 年度は、新規事業として、文部科学省 Society5.0 実現化研究拠点支援事業に採択され、「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」活動をスタートさせました。

そして、研究拠点の拠点本部をデータビリティフロンティア機構に設置しました。本事業は、Society 5.0 と呼ばれる、IoT やビッグデータ、人工知能等のイノベーションをあらゆる産業や社会生活に活用し、様々な社会課題が解決される社会の実現を目指す大学等の先端中核拠点を支援するものです。

ライフデザイン・イノベーション研究拠点では、個人の日常生活の様々な活動データをパーソナル・ライフ・レコード (PLR : Personal Life Records) という形で収集し、人々が健康で豊かに生きるための情報基盤技術の活用と (情報基盤)、社会に新しいライフイノベーションが生まれること (社会基盤)、社会課題の解決や経済発展の推進 (経済基盤) を目指します。本拠点で収集するデータは、全て本人同意の元でのデータ収集とデータ利用が可能な枠組みとし、心と体の健康増進や QOL の向上、学びや楽しみの実現に役立つような高付加価値 PLR データベースの構築を目標に、より一層、豊かな社会生活の実現に向けて全力を挙げて邁進致します。

本報告書は、データビリティフロンティア機構による平成 30 年度の研究・教育・国際連携等の成果の記録です。皆さまにご一読いただき、本機構のより一層の発展のために、ご叱正、ご批判を頂ければ幸いです。今後とも皆様の温かいご支援とご協力・ご鞭撻を心よりお願いいたします。



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	13
2.4	学際共創研究活動概要	14
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	63
4.1	会議開催実績	63
4.2	受託研究概要	65
4.3	研究活動報告	66
第 5 部	機構の主要研究プロジェクト	67
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）	67
5.2	Society5.0 実用化研究拠点支援事業「ライフデザインイノベーション拠点」	70
5.3	データバ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	77
第 6 部	ライフデザイン・イノベーション研究拠点	81
6.1	Society 5.0 実現化研究拠点支援事業について	81
6.2	プロジェクト概要	81
6.3	2018 年度活動概要	82
6.4	一般社団法人 データバリティコンソーシアム	84
第 7 部	教育	85
7.1	AI 人材教育プログラム（NEDO 講座）	85
7.2	ダイキン AI 講座	89
第 8 部	専任教員の研究活動	91
第 9 部	国際連携	143
9.1	グローニンゲン大学	143
9.2	HeKKSaGon Data Science WG	144
9.3	UCSD-OU Workshop on Information Science for Future Society	147

9.4	UCL-Osaka Kick-off Partnership Event	147
第 10 部	広報活動	149
10.1	IDS シンポジウム	149
10.2	Society5.0 がめざす未来社会ライフデザイン・イノベーション研究拠点キックオフシンポジウム	151
10.3	人文科学とコンピュータ研究会発表会	152
10.4	The Handai IDS-JFLI joint workshop on Media and Graphics	153
第 11 部	外部資金獲得状況	155
第 12 部	研究業績	159

第 1 部

機構組織構成

データバ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、データバリティ推進のための中心技術となる、データバリティ基盤部門 (3 部門) と、データバ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、データバリティ研究部門 (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・イノベーション拠点本部で構成される。

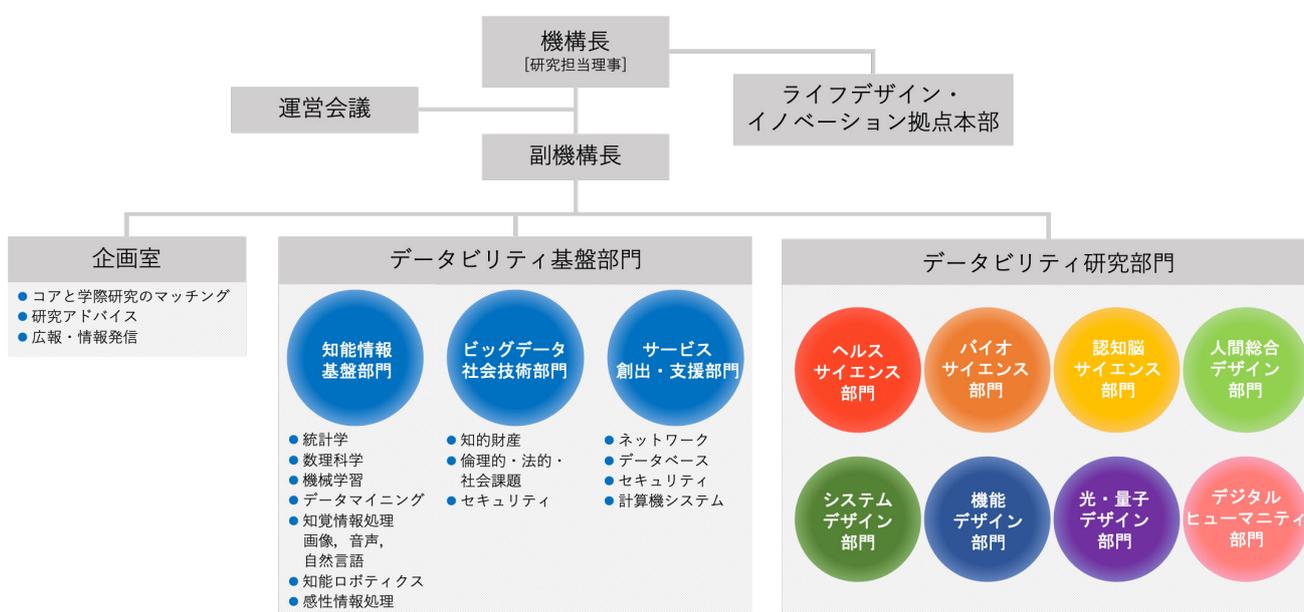


図 1.1: 組織図 (平成 31 年 3 月 31 日現在)

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

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

企画室

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

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

ライフデザイン・イノベーション研究拠点

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

教員組織 (平成 31 年 3 月 31 日現在)

【幹部】

機構長		理事・副学長	八木 康史
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	工学研究科	教授	馬場口 登
ビッグデータ社会技術部門長	CO デザインセンター	教授	平川 秀幸
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
企画室長	データビリティフロンティア機構	特任教授	北岡 良雄

【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
		特任講師 (常勤)	Benjamin Renoust
		特任助教 (常勤)	Chenhui Chu
		特任助教 (常勤)	上阪 彩香
		特任助教 (常勤)	Yichao Xu
		特任助教 (常勤)	Matthew J. Holland
		特任助教 (常勤)	梶原 智之
		特任研究員 (常勤)	Jacob Chan
		特任研究員 (常勤)	Feng Ding
		特任研究員 (常勤)	Manisha Verma
		特任研究員 (常勤)	Noa Gracia Docampo
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
サービス創出・支援部門		教授	春本 要
データビリティ研究部門	機能デザイン部門	特任准教授 (常勤)	福島 鉄也
	人間総合デザイン部門	特任研究員 (常勤)	丹羽 真隆
企画室		特任教授 (非常勤)	北岡 良雄
ライフデザイン・ イノベーション研究拠点		特任教授 (常勤)	魚森 謙也
		特任助教 (常勤)	高畑 裕美

【兼任教員】

データリティ 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	谷崎 久志
		経済学研究科	教授	福重 元嗣
		経済学研究科	准教授	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	前 泰志
		基礎工学研究科	准教授	岩井 大輔
		基礎工学研究科	准教授	黒田 嘉宏
		基礎工学研究科	准教授	田中 冬彦
		基礎工学研究科	准教授	西 竜志
		基礎工学研究科	講師	金澤 尚史
		基礎工学研究科	講師	鎌谷 研吾
		基礎工学研究科	助教	安積 卓也
		基礎工学研究科	助教	関 宏理
		基礎工学研究科	助教	吉田 大海
		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	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	助教	瀬尾 茂人
情報科学研究科	助教	畠中 利治		
産業科学研究所	教授	駒谷 和範		
産業科学研究所	教授	鷲尾 隆		
産業科学研究所	教授	沼尾 正行		
産業科学研究所	准教授	古崎 晃司		
産業科学研究所	准教授	榎原 靖		
産業科学研究所	准教授	村松 大吾		

		産業科学研究所	准教授	河原 吉伸
		産業科学研究所	准教授	福井 健一
		産業科学研究所	助教	大倉 史生
		産業科学研究所	助教	武田 龍
		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	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
		数理・データ科学教育研究センター	教授	鈴木 貴
	ビッグデータ社会技術部門	法学研究科	教授	大久保 規子
		工学研究科	教授	宮地 充子
		高等司法研究所	教授	茶園 成樹
		CO デザインセンター	教授	平川 秀幸
		CO デザインセンター	准教授	八木 絵香
	サービス創出・支援部門	情報科学研究科	教授	原 隆浩
		情報科学研究科	教授	東野 輝夫
		情報科学研究科	准教授	石原 靖哲
		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	長谷川 剛
		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
		サイバーメディアセンター	助教	樽谷 優弥
		経営企画オフィス	准教授	廣森 聡仁
データリテリ 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	高島 成二
		微生物病研究科	教授	飯田 哲也
		産業科学研究所	特任助教 (常勤)	Andrey Grushnikov
	バイオサイエンス部門	医学系研究科	教授	畑澤 順
		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

認知脳サイエンス部門	工学研究科	教授	浅田 稔
	基礎工学研究科	教授	石黒 浩
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
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
デジタルヒューマニティ部門	文学研究科（総合学術博物館）	教授	永田 靖
	文学研究科	教授	藤岡 穰
	工学研究科（附属図書館）	教授	藤本 慎司
	言語文化研究科	准教授	三宅 真紀
企画室	産業科学研究所	特任助教 （常勤）	加藤 久明
	経営企画オフィス	学術政策 研究員	菊田 隆

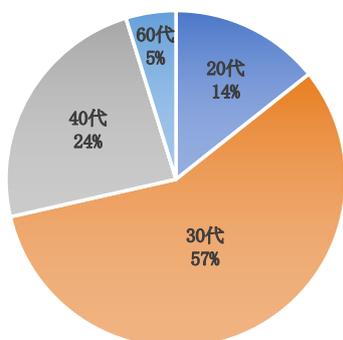
【協力教員】

データビリティ 研究部門	認知脳サイエンス部門部門	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
		CO デザインセンター	講師	小川 浩平

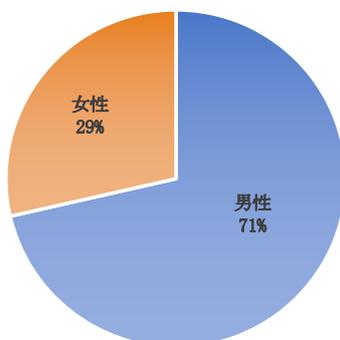
【職員】

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
事務補佐員	データビリティ基盤部門	梶原 悦子
派遣職員（研究補助）	株式会社 アウトソーシングテクノロジー	高岡 良太
技術補佐員	データビリティ基盤部門/サービス創出・支援部門	安井 豪基
	データビリティ研究部門/人間総合デザイン部門	井口 美香
		入江 洋子
		清見 弘美
		西村 順子
		松本 佳子
		森川 有美子
		吉村 由記
		井上 ともみ
		五十嵐 信乃 大河内 良美
技術補佐員 S	データビリティ基盤部門/知能情報基盤部門	佐藤 淳哉 志賀 幹夫 兼子 晃寛 Le Trong Nghia 山崎 翔平

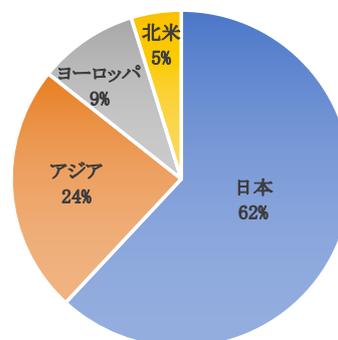
専任教員の構成



(a) 年齢

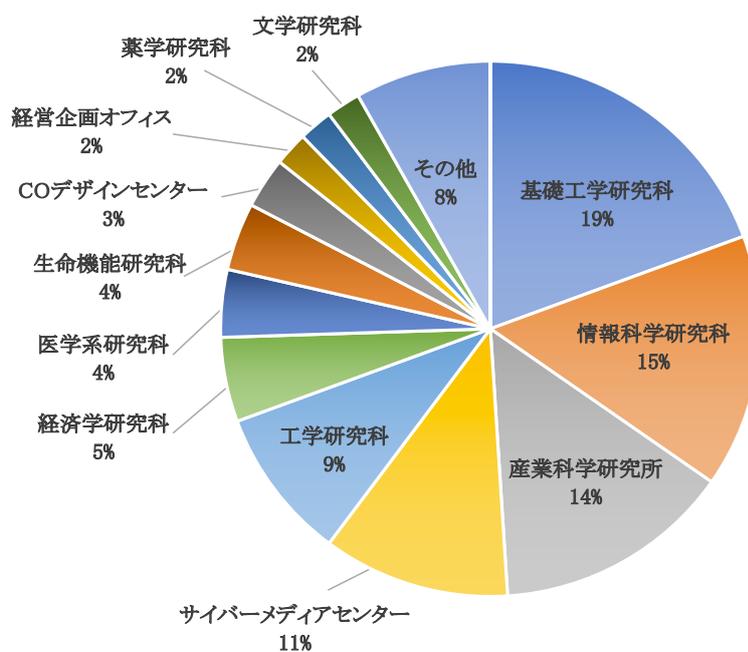


(b) 性別



(c) 国籍

兼任/協力教員の所属



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

2018 年度の倫理委員を表 2.2 に示す．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	八木 康史
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	工学研究科	教授	馬場口 登
ビッグデータ社会技術部門長	CO デザインセンター	教授	平川 秀幸
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
企画室長	データバリエティフロンティア機構	特任教授	北岡 良雄
知能情報基盤部門	データバリエ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	データバリエティフロンティア機構	教授	岸本 充生
サービス創出・支援部門	データバリエティフロンティア機構	教授	春本 要
副理事	文学研究科	教授	藤岡 穰
副理事	蛋白質研究所	教授	高木 淳一
副理事	接合科学研究所	教授	田中 学

表 2.2: 倫理委員会構成

産業科学研究所	教授	沼尾 正行
情報科学研究科	教授	尾上 孝雄
情報科学研究科	教授	原 隆浩
工学研究科	教授	渋谷 陽二
法学研究科	教授	大久保 規子
花水木法律事務所	弁護士	小林 正啓

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 2.3: 予算の推移

予算	平成28年度		平成29年度		平成30年度	
	金額(円)	件数	金額(円)	件数	金額(円)	件数
運営費交付金	0	(0)	102,008,000	(1)	5,000,000	(1)
科学研究費助成事業	0	(0)	56,316,521	(12)	29,315,000	(17)
その他補助金	9,000,000	(1)	222,163,000	(4)	253,871,000	(4)
受託研究	27,700,000	(4)	114,579,522	(12)	133,626,369	(12)
受託事業	0	(0)	12,500,000	(5)	6,600,000	(2)
共同研究	0	(0)	999,600	(2)	14,104,000	(4)
奨学寄附金	0	(0)	9,469,522	(4)	4,210,000	(2)
Society5.0 実現化推進事業	0	(0)	0	(0)	323,577,978	(6)
合計	36,700,000	(5)	518,036,165	(40)	770,304,347	(48)

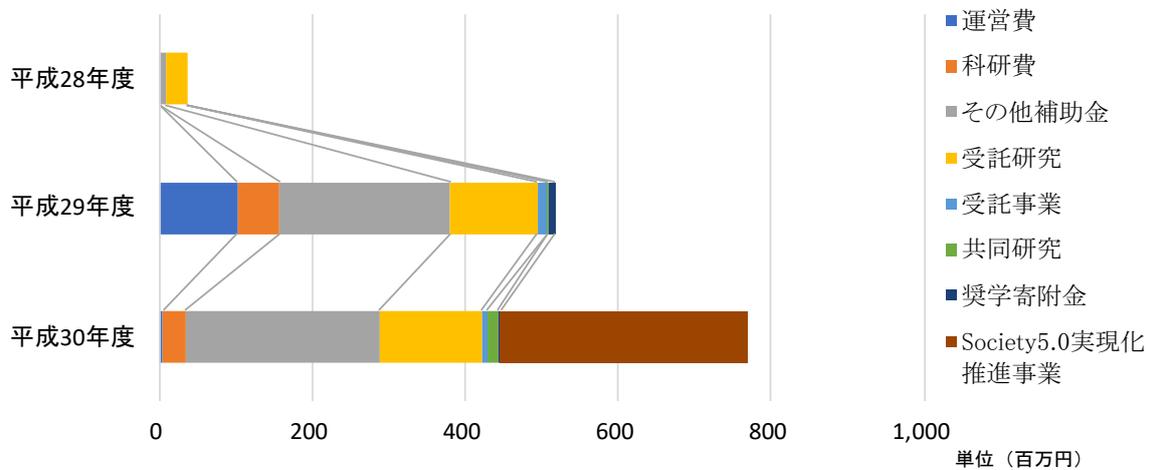


図 2.1: 予算の推移

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」の共創支援を実施している。

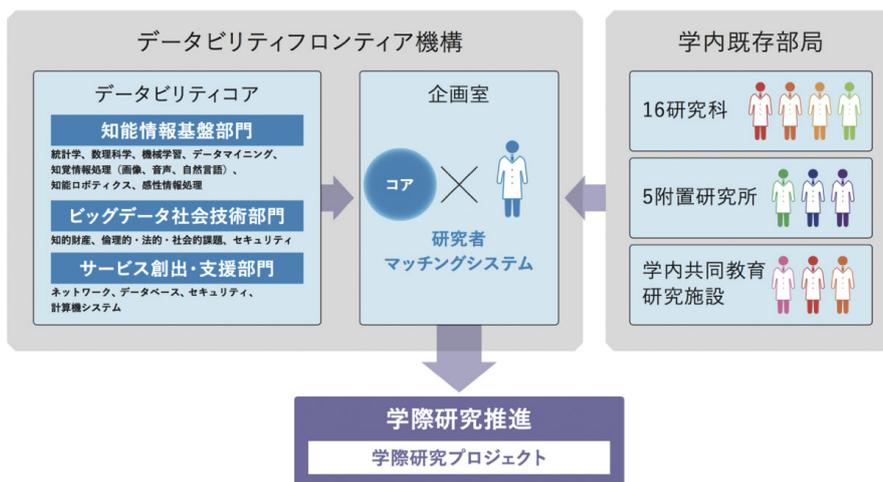


図 2.2: 研究者マッチングシステム

平成 30 年度は「阪大で始めるビッグデータ共創—〇〇学×データビリティサイエンス—」と題するシンポジウムを 6 月 27 日（水）に本学吹田キャンパスで開催し、共創相談会では未活用データをもつ研究者からの質問や相談を受け、データビリティフロンティア機構に所属する研究者との共創マッチングを実施した。この取組を含めて医歯薬系分野 4 件、理工系分野 1 件、人文社会系分野 2 件の合計 7 件の学際共創研究テーマが成立し、継続分と合わせて研究テーマは 25 件へとさらなる組織化を進めている。なお、平成 30 年度には学際共創プロジェクトを対象として総額 2,400 万円の研究活動費配分を実施した。

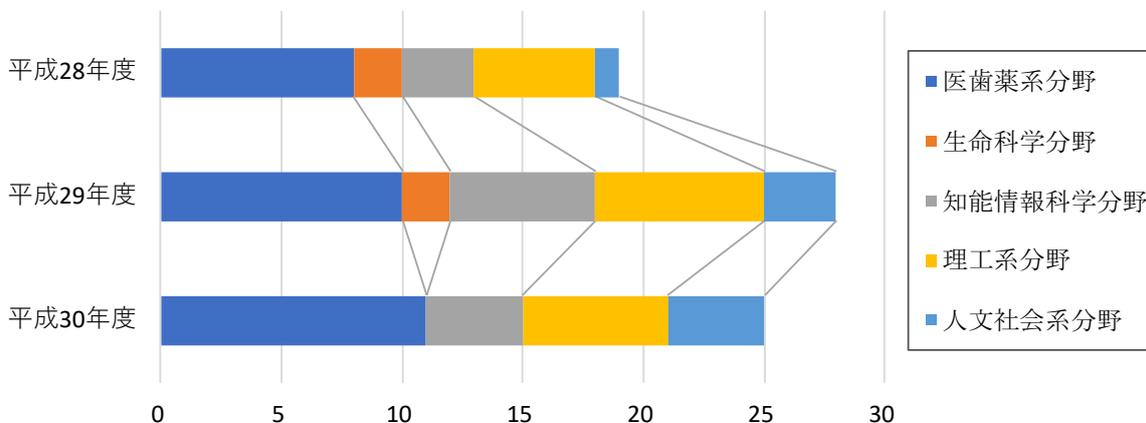


図 2.3: 学際共創プロジェクトの推移

第 3 部

学際共創プロジェクト

平成 30 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	医療データ駆動型数理工学による心筋病理組織 画像の新しい解析方法の確立	三善 (医), 鈴木 (数理), 板野 (基礎工)
	医療データ駆動型数理工学によるがん (肝がん, 膵がん) について診断できない画像	三善 (医), 鈴木 (数理), 板野 (基礎工)
	構造バイオインフォマティクスを用いた免疫配 列データ解析の機械学習による高度化	Standley (微研, IFRcC), 山下 (KOTAI バイオテクノロジーズ), 沼尾, 福井 (産研)
	ディープラーニングにもちいた蛋白質構造解析 技術に関する研究	中川 (蛋白研), Grushnikov (産研)
	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	若林, 天羽, 木林, 中村, 矢谷 (歯), 酒井 (大市大), 松下 (情報), 長原 (IDS)
	機械学習と睡眠科学の融合による睡眠異常検知・ 予測モデルの開発	加藤 (歯), 谷池 (連合小児発達), 福井, 沼尾 (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, 渡邊, 富山 (医), 新岡, 長原, 中島 (IDS), 三宅 (国際医工情報センター)

部門	題目	メンバー
	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)
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, Jacob(IDS)
	イメージングデータ駆動型ライフイノベーション	瀬尾(情報), 菊田(医), 堀(工)
	タンパク質構造上でのがん変異集積領域の同定 方法の開発	樋野, 土井(薬), 川端, 栗栖 (蛋白研)
人間総合デザイン部門	ACL 損傷の事前予測×関数データ解析の応用	中田, 小笠原(医), 寺田(基礎工)
	スマートシティプロジェクト	八木, 春本, 岸本, 丹羽(IDS), 馬場口(工), 榎原, 村松(産研), 平川, 八木(CO), 下條(CMC), 東野(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, 清水 (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	下田, 山口, 松岡(工), 東野, 山口, 廣森(情報)
	PM2.5 発生源・生成メカニズム究明にむけた PM2.5 単一微粒子ビッグデータ解析法の開発	豊田(理), 古谷(リノ), 沼尾, 福井(産研), 下條(CMC)
機能デザイン部門	データ駆動型マテリアルデザイン手法の開発と 新機能材料の探索	福島(IDS・INSD), 佐藤(工), 小口(産研)

部門	題目	メンバー
	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，坂和，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，Holland（IDS）
デジタルヒューマニティ部門	人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究	藤岡（文），大石（東大生研），長原，中島，Renoust，上阪（IDS）
	多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト	大久保，渡辺（法），長原，中島，Chu，梶原（IDS）
	機械学習モデルを応用したテキストアナリシス:テキストマイニングからデジタルヒューマニティーズへ	田畑，Bor，岩根，三宅，今尾（言文），上阪，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

医療データ駆動型数理工学による心筋病理組織画像の新しい解析方法の確立

医療データ駆動型数理工学によるがん（肝がん、膵がん）について診断できない画像

三善英知（医学系研究科）

鎌田佳宏（医学系研究科）

鈴木 貴（MMDS）

1 研究の背景

医用画像は、対象に関して様々な情報をもっている。これらの「目に見えない情報」を引き出すためには数理工学的解析に基づく画像処理技術を発展させ、医学と数理の両方の視点から画像を解析する必要がある。病理画像診断に数理工学的な視点を導入することは、大量のデータを高速に処理できるようになり、医療診断の客観性を向上することにつながり、社会的な貢献も大きい。鈴木研究室は数理的手法として医療画像の領域分割（セグメンテーション）の新規技術 [1] の開発に携わり、三善研究室では非アルコール性脂肪肝炎（NASH）についてさまざまなラベリングした病理画像を蓄積している。領域分割した画像からはさまざまな特徴量を抽出する手法が公開されており、医学研究室のデータを用いてこれらのツールを検証し、データ駆動型モデリングを実施することによって、病理の診断や予測が可能な状況が整えられてきた。これらの状況のもとで、三善研究室と鈴木研究室は共同して平成 29 年度 IDS プロジェクトを運営し、領域分割 [2] と、色情報・楕円形フィッティングによる NASH 自動判定法領域分割 [3] を特許として申請した。

2 研究の目的

本研究の目的は数理工学的な画像処理法によって、肝がん膵がんの大きなリスクである非アルコール性脂肪肝炎（NASH）と慢性膵炎の組織画像診断を自動化することである。NASH については ballooning hepatocyte という特徴的な細胞を検出・評価することが有効であるが、診断医による判定のばらつきが著しい。慢性膵炎についても、臨床的に症状がある、慢性膵炎以外に潜在性の慢性膵炎が多く存在すると考えられるが、膵臓の生検は極めて危険であり、実臨床ではほとんど行われていない。そこで数理的手法（混合ガウス分布による領域分割と外接楕円形フィッティング）によって悪性度を数値化し、診断の客観性を高め、標準的なソフトを開発して診断法を普及させる。次に数理的手法による組織画像診断法の拡大と確立をめざし、慢性膵炎をとりあげ、超音波をはじめとする各種検査データを比較してその特徴量を抽出する。

3 研究の方法

3.1 領域分割法の開発

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

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。ノイズ除去では、注目画素とその周辺の画素との間で平均値をとる平均フィルタの代わりにガウシアンフィルタが有効である。また、コントラスト強調処理では輝度分布の山を保持する正規化法が有効である。

領域分割

領域分割では 1 枚の画像を同じ特徴をもつ領域ごとに分割する。エッジ抽出法、閾値処理法、K-means 法よりも、輝度と色情報を利用した混合ガウス分布法が有効である。

3.2 特徴量の抽出

カラー画像に領域分割を行った後で、各領域の特徴量を抽出する。最初に大腸がんについて試行的な分析を行ったのちに、NASH 組織画像の特徴量を抽出した。

輝度と色情報

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

形状判定

NASH では ballooning hepatocyte という特徴的な細胞がある。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形フィッティングによって検出する。

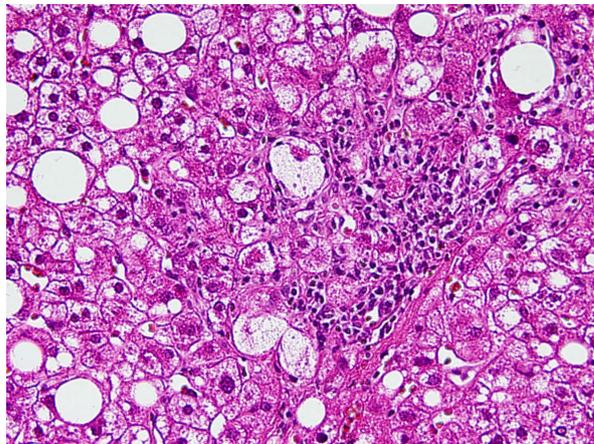


図 1: ballooning hepatocyte

4 研究成果

4.1 データ分析

大腸の内視鏡画像の分析では、カラーダイアグラムが癌の進行状況をよく反映している。特に各領域（病変部）の赤色画像措置青色画素値の比（RB比）や、カラーダイアグラムの面積が進行度の特徴量として捉えられる（産業財産権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②）。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繊維組織を抽出し、次に輪郭部位に外接楕円フィッティング処理を施して、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。正常な細胞質は輝度ヒストグラムにより、繊維化が進んだ組織は緑色ヒストグラムによって抽出することができる。これらのデータ分析によって形状判定と輝度・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、両者の組み合わせによって、実用化研究を進めることとした。

4.2 自動化ソフトの開発

（株）プロアシストの協力の下に2件の特許を用いた自動診断ソフトの開発を行い、試作品を完成させた。この試作品ではパラメータの設定状況によっては良好な結果が出ているが、領域分割におけるクラスター数、外接楕円型フィッティングにおける色情報の選択等でマニュアル操作をしなければならないところが残っている。この点を改善するための方策として、当面三善研究室において自動データ分析例の評価を行うこととした。

引用文献

- [a] 板野景子, 医用画像データの混合ガウス分布モデルによる分析, “はじめての数理モデルとシミュレーション”, 実験医学増刊, 羊土社, Vol. 35, No. 5, pp. 92-99, 2017
- [b] 医用画像における特徴量抽出方法及び病変評価装置, 板野景子他, 特願 2017-039716
- [c] 病理診断装置及び画像処理方法, 三善英知他, 特願 2017-167549

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

ディープラーニングにもちいた蛋白質構造解析技術に関する研究

中川 敦史 (蛋白研)

Andrey Grushnikov (産研)

1 Background

Machine Learning has seen great improvements in the past decade through the resurgence of Neural Networks accelerated by high-power consumer grade GPU hardware. Deep Learning in particular has proven its usefulness in many scientific areas by achieving state-of-the-art results in Big Data, Image Processing and Artificial Intelligence, amongst others.

One such field where Machine Learning would be of great assistance is the Organic Chemistry. An early estimation provided by Neural Networks could potentially shorten various labor-intensive experiments including the determination of protein structures.

2 Goal

Proteins are one of the basic blocks of life. They not only are used for construction of cells and work as transporters, but also play significant role in most of the processes occurring in the human body, such as: DNA replication and responding to stimuli.

Each protein consists of a sequence of amino acids that is folded into a three-dimensional structure. There are only 20 standard amino acids that each protein is built from. Determining the location of each amino acid would allow to reconstruct the entire structure of the protein, which would simplify analysis of experimental observations and obtained data.

The focus of this research project is the field of X-Ray Crystallography. As the leading method for protein structure determination, most of the publicly available data on protein structures has come from this experimental approach. Despite being widely used, the workflow of determining the structure of a given compound from raw experimental data, although assisted by programs and algorithms, remains a mostly manual process requiring a considerable amount of time and effort even from a trained professional with decades of experience.

The primary goal of this project is to create a machine learning based system capable of determining presence or absence and location of each type of amino acid. This information would allow reconstructing the 3D structure of a protein without significant effort.

3 Overview of the methodology

The task of determining protein's structure is a novel and challenging problem. Despite the availability of open

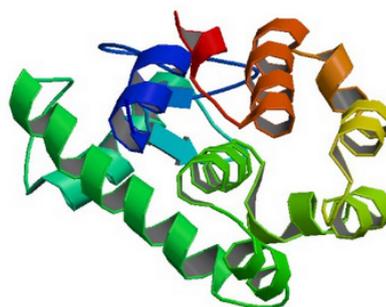


図1: Three-dimensional structure of the 104L - 332 AA protein. Proteins consist of folded amino acids linked together to form a chain.

source publicly available high volume databases of proteins no approaches tackling the problem of automatic reconstruction of structures have been proposed.

As any inter disciplinary research the difficulty of designing an efficient solution hindrance on the necessity of acquiring knowledge not only of the physical aspects of X-Ray Crystallography, but also engineering an adequate machine-learning algorithm that is capable of processing volumetric data efficiently and determining the target protein structure correctly.

There is only a few works that discuss techniques and introduced new approaches for protein reconstruction, yet they mostly focus on physical aspects of protein rather than of processing crystallography data for being used in machine learning methods. Therefore it was necessary to start building the system with designing efficient tool to be able to analyze and parse the existing data.

The scope of the project includes establishing a dataset from publicly available data, which covers filtering, cleaning and warehousing samples that are of sufficient quality to be used for training, testing and evaluating the performance of a machine learning system.

The acquired samples had to be cleaned to remove unwanted background noise or impurities before being ready to use. Furthermore, the possible variance in sample quality arising from the experimental method must also be normalized.

The structural information that is to later be extracted by the system had to be marked on the samples with high

fidelity.

The Protein Data Bank has been mined for relevant samples, and created a dataset of 7786 protein electron densities. These samples have been filtered and cleaned, with some of the unusable data discarded.

The differences arising from the experimental method have been normalized (included but not limited to the difference in crystallographic space-groups and scaling of signal values).

The problem of difference in sample size has been solved by generating windows from the original samples. To ensure the high-quality of these windows, they must adhere to several criteria such as their total signal level reaching a minimum value.

Ground truth has been generated for both presence/absence detection and segmentation/localization tasks for both whole protein electron densities and the cut windows as well.

The method of choice for tackling the task is the use of artificial neural networks. A network architecture which can achieve satisfactory performance has to be created. For preliminary experiment a simple 3D convolutional network has been chosen to predict absence or presence of each particular amino acid in a square 3D volume patch of the protein achieving promising results on proteins with simple structures.

The current objective of the project is the creation of a more complex neural network architectures derived from well-known models adapted to work on 3D volumetric data capable of handling the input data. Once an acceptable baseline performance has been reached through these models the project will proceed by either tweaking these architectures to boost performance or by designing architectures based on the well-performing baseline models that showed efficiency in solving tasks in other fields.

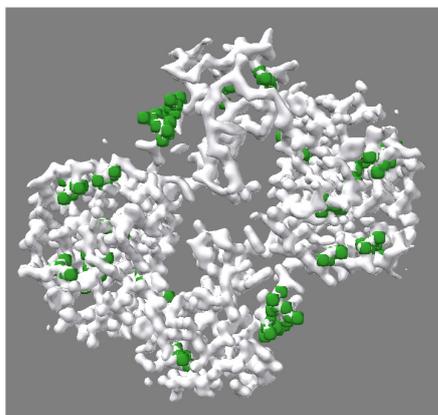


图 2: A 3D structure of a 104L protein represented as electron densities with alanine atoms marked in green.

ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション

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

若林一道 (歯学研究科)
 天羽康介 (歯学研究科)
 木林博之 (歯学研究科)
 中村隆志 (歯学研究科)
 矢谷博文 (歯学研究科)
 酒井英樹 (大阪市立大学)
 松下康之 (情報科学研究科)
 長原 一 (IDS)

1 研究の背景

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



図1: 支台築造体 (左) と歯冠補綴装置 (右)

近年、歯科治療において患者の口腔内の審美性に対する要求が高まっている。天然歯に近い光学特性を有する歯冠補綴装置を製作するためには、入射した光が歯および歯冠補綴装置の中でどのように振る舞うのかを分析することが重要である。しかし、補綴装置の製作に際して今なお歯科医師や歯科技工士の経験によるところが大きい。また、これまで歯の色調に関して数多くの研究がなされてきたが、天然歯や歯冠補綴材料の色調の観察など定性的な評価が多く^{3,4)}、どのような機序で天然歯や歯冠補綴材料が透過性や色調を発現しているのかを定量的に解析した研究はなされていない。そのためコンピュータシミュレーションを用い、光の振る舞いを定量的に解析することが可能となれば、より審美性の高い歯冠補綴治療を行うための多くの知見を得ることができる。

2 研究の目的

本研究では、シミュレーション方法の妥当性を検証するため、人工太陽照明灯を実際の支台築造体と歯冠補綴装置に照射し、輝度計で測定を行った。そして、これまでの研究で得られた光学特性と照明設計解析ソフトウェアにより、実測と同じ条件でシミュレーションを行い、結果を比較した。

3 研究の方法

歯冠修復材料として二ケイ酸リチウムガラスセラミックス (RosettaSM, HASS, 以下 Rosetta) を、支台築造材料とし



図2: 測定部位

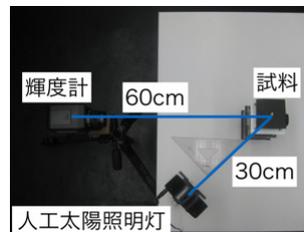


図3: 試料, 人工太陽灯および輝度計の位置関係

てコア用レジン (DC コアオートミックス ONE, クラレノリタケでんタル, 以下 DC) および金属 (チタン, 以下 Ti) を用い、Rosetta-DC, Rosetta-Ti の組み合わせにおいて LED 人工太陽照明灯 (SOLAX-iO, セリック) を照射した際の輝度を測定した。輝度計 (CS-160 クローズアップレンズ No135, KONICAMINOLTA) の測定径は直径 3 mm に設定し、歯冠部を図2のように9領域にわけて測定した。試料, 人工太陽照明灯および輝度計は図3のように配置した。

次に、上顎右側中切歯支台歯模型およびワックス製上顎右側中切歯を歯科用 3D スキャナー (KaVo ARCTICA Scan, KaVo) で計測し、3次元モデリングツール (RhinoCeros5, Applicraft) を用いて CAD モデルを作成した。歯冠補綴材料の二ケイ酸リチウムガラスセラミックス (Rosetta), と支台築造材料のコア用レジン (DC) および金属 (チタン) の光学特性でデータを照明設計解析ソフトウェア (LightTools8. 5. 0, CYBERNET) に入力した後、図3と同様の状況を再現し、輝度のシミュレーションを行った (図4)。

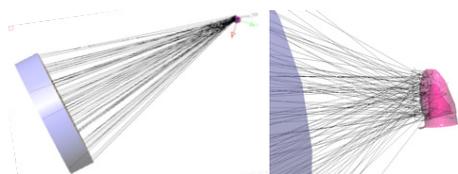


図 4: シミュレーション画面

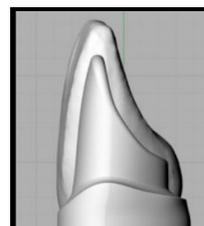


図 7: 歯冠補綴装置と支台築造体のイメージ図

4 研究成果

実測により得られた輝度値を下記の式からに変換した。

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{(1/3)} - 16$$

Y/Y_n は、(サンプル輝度)/(白色標準の輝度/0.99)

歯冠部を9領域に分けシミュレーションを行い、輝度を測定した結果と実測値の比較の1例を示す(図5)。①-⑨までの各部位における輝度値シミュレーション結果(図6)では、中央部、歯頸部では輝度が高く、切縁部で低くなった。また、光源から遠い側である①④⑦は輝度が高い結果となった。実測値と比較すると、中央部、歯頸部でシミュレーション結果の方が低い値となったが、シミュレーション結果で近似した傾向を示した。

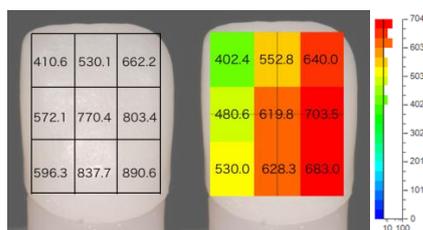


図 5: Rosetta-DC のシミュレーション結果(左)と実測値(右)の比較

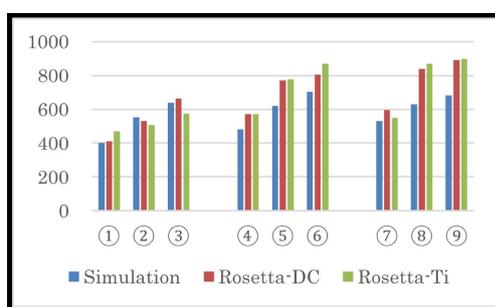


図 6: ①-⑨領域の輝度値

ΔL^* は切縁中央で大きくなる傾向にあったが、これは歯冠補綴装置、支台築造体の構造(図7)によるものと考えられる。切縁部は、透過性が高い材料で製作された歯冠補綴装置の厚みが厚く、一方で透過性の低い材料で製作された支台築造体の厚みは薄いため、照射された光が透過することによるものと考えられた。DCとTiを比較すると、部位によりTiがDCよりも

ΔL^* 値が大きい傾向にあった。これによりTiの方がよりも全体として暗く見えるものと考えられるが、その差はわずかであった。実際の治療では歯冠補綴装置と支台築造体の間には装着材料が介在するが、本実験では装着材料を使用していない。また、臨床では、咬合関係や歯の大きさにより歯冠補綴装置に十分な厚みを確保することができない場合、より支台築造体の色調の影響を受けるが、本実験では理想的に十分な材料の厚みを確保していることも差がわずかであった理由として考えられる。中央、歯頸部ではシミュレーションの結果は実測よりも低い値となったが、近似した傾向を示した。今後、使用した光学特性データと実測で使用した歯冠補綴装置の表面性状をより同一化することや、モデルの条件を詳細にすることで、シミュレーション精度を向上させることが可能であると考えられる。以上より、本研究手法で用いた光線追跡シミュレーションは、審美歯冠補綴治療における光の現象を解析するために有用であるものと考えられた。

引用文献

- [a] Sedanur Turgut, Bora Bagis: Colour stability of laminate veneers: An invitro study. Journal of Dentistry 2011 Dec; 39(3), 57-64.
- [b] Eva Niu, Marcus Agustin, R. Duane Douglas: Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickenss. J Prosthet Dent. 2014 Jan; 111(1): 42-50.

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] 天羽康介, 若林一道, 木林博之, 酒井英樹, 中村隆志, 矢谷博文, ” 審美歯科修復における光学的シミュレーション解析 —第3報 歯冠形態モデルにおける光線経路解析—”, 第9回日本デジタル歯科学会学術大会, 平成30年4月14日, 15日, 盛岡
- [2] 天羽康介, 若林一道, 中村隆志, 矢谷博文, ” 審美歯科修復における光学的シミュレーションの解析 —第4報 シミュレーション結果と実測との比較—”, 日本色彩学会第49回全国大会, 平成30年6月2日, 3日, 大阪
- [3] Amo K., Wakabayashi K., Sakai H., Kibayashi H., Nakamura T., Yatani H., ” In silico optical analysis of dental esthetic restorations”, 4th Annual Meeting International Academy for Digital Dental Medicine, Dec

10-11, Sh

〔外部資金〕

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

〔その他〕

- [1] 最優秀賞: 天羽康介, 若林一道, 木林博之, 酒井英樹, 中村隆志, 矢谷博文, ” 審美歯科修復における光学的シミュレーション解析 —第3報 歯冠形態モデルにおける光線経路解析—”, 第9回日本デジタル歯科学会学術大会, 平成30年4月14日, 15日, 盛岡
- [2] 発表奨励賞: 天羽康介, 若林一道, 中村隆志, 矢谷博文, ” 審美歯科修復における光学的シミュレーションの解析 —第4報 シミュレーション結果と実測との比較—”, 日本色彩学会第49回全国大会, 平成30年6月2日, 3日, 大阪

機械学習と睡眠科学の融合による睡眠異常検知・予測モデルの開発

加藤隆史（歯学研究科）

谷池雅子（連合小児発達学研究所）

福井健一（産業科学研究所）

沼尾正行（産業科学研究所）

1 研究の背景

日本は国際的にも短眠の国で、国民の約 20 %が睡眠不良を訴える。睡眠が心身の健康維持に重要であり、不良な睡眠による事故など社会的損害が認知され、医学・歯学の他、多彩な学術・産業分野で睡眠を知り、改善する方法に関心が高まっている。不眠症や睡眠時無呼吸症候群などの睡眠障害でなくても、睡眠は日中の活動に大きく影響を及ぼしているため、日々の健康管理の指標として睡眠状態を評価し、その異常を検知・予測することは重要である。

2 研究の目的

睡眠状態に応じて脳波、体温、呼吸、心拍などの生体活動が変化する。さらに、睡眠状態の変化や安定性と関連して、体動、いびき、無呼吸、歯ぎしりなど様々なイベントも睡眠中に生じている。医学領域では、異常な睡眠の評価にポリソムノグラフィ（Polysomnography; PSG）検査を用いる。この検査では、検査室内において、脳波、胸部/腹部呼吸運動、鼻腔内圧、脚やあごの筋電図、眼球運動、心電図、酸素飽和度など多数の生体信号を計測する。その後、専門技師が8時間にも及ぶ膨大な生体信号情報から目視で睡眠状態を判定し、異常なイベントを検出する。従って、個人の生体信号のビッグデータともいえる睡眠データから、異常なイベントを簡便な方法で効率よく検出・予測できれば、集団やコミュニティレベルでの異常検知と発生の抑止方法の開発、そして異常を生み出す生体機構の多様性の解明が可能となる。現在の個別対応の診断を異常が明確に顕在化する前の段階で、より広い範囲に活用できるようにする。

3 研究の方法

3.1 データベースの整備

日常環境の睡眠データ収集

これまでの睡眠実験室での PSG データの収集と並行して、自宅環境での睡眠データの収集を行う。睡眠中の音、脈拍と活動量、就寝前と起床時の健康・睡眠・環境に関するアンケート、



図 1: 日常環境の睡眠データ計測機器

寝室の室温・湿度・照度、および日中の脈拍と活動量を、1名につき基本的には4週間継続して測定・回答してもらう。これにより環境差、個人差、また個人内での偏差を検討可能なデータベースを構築する。また、基礎的な統計情報の分析を行った。実験的な睡眠変化点発生データの収集睡眠状態の変化点検知技術のアルゴリズム検証のため、振動刺激（持続時間2秒）を与えて睡眠を変化させる実験系の検証を実施した。PSG 検査の際に、自作モーターを身体に装着した。モーターを起動する間隔を 2.5~7.5 の3段階とし、各間隔の順はランダムにした。被験者に対して、まずスクリーニングとして2夜連続の PSG 検査を実施し、睡眠の内容を精査した。睡眠に問題がないと確認できた被験者について、後日に3夜連続で PSG 検査を実施した。3夜ともモーターを装着したが、振動刺激はそのうちの1夜で与えた。睡眠データはアメリカ睡眠医学会の基準に基づいて専門技師が解析した。

3.2 睡眠状態変化検知技術の開発

以前、産業科学研究所・福井らが提案した多次元事象系列データから発生相関を抽出するクラスタ系列マイニング（Cluster Sequence Mining: CSM）[1]を応用し、睡眠状態変化検知アルゴリズムを開発する。本年度は、基礎的なアルゴリズムの検討と人工データによる評価を行った。

3.3 正常睡眠構築のパターン化

歯学研究科において現在集積を続けている健康者 PSG 検査データバンクから、20代の健康な被験者78名分の睡眠データを抽出した。脳波・眼電図・オトガイ筋電図などをもとに睡眠段階、一過性のイベントを判定し、その発生状態を解析し、睡眠効率、各睡眠段階（ノンレム睡眠 Stage1-4 と REM 睡眠）の分布、覚醒反応（micro-arousal, awakenings）の発生頻度を算出した。睡眠周期はレム睡眠区間を定めた後、ノンレム・レム睡眠を区別して決定し、その発生数を求めた。

4 研究成果

4.1 データベースの整備

日常環境の睡眠データ収集

これまでに161名（男性93名、女性68名）のデータを収集した（H31年2月末時点）。我々の調べた範囲では自宅環境の睡眠データとしては世界最大規模である。初期的な分析として、寝床時間の分布をクラスタ分析により眺めたところ、日々のばらつきの少ないクラスタや寝床時間の短いクラスタなど大きく4つのクラスタが確認された。

実験的な睡眠変化点発生データの収集予備的実験から、刺激用モーターの装着部位を上腕前面とすると被験者の睡眠姿勢に影響を与えないことが分かった。また、振動刺激による感覚障害

などの影響を認めなかった。4名の被験者に振動刺激を行った。消灯後20分後に振動刺激を開始するプロトコールにすることで、被験者の睡眠の連続性を維持した状態で睡眠を変化させることができた。3名の被験者のデータを解析したところ、振動刺激を与えた夜は、そうでない夜と比較して、micro-arousal, awakeningが増加し、StageN3, StageN4の深睡眠が減少した。

4.2 睡眠状態変化検知技術の開発

CSMにより抽出したクラスタ系列パターンの発生・消滅を確率密度関数によりモデル化し、その変化を検出するアルゴリズムを考案した。数値実験では、ノイズを乗せた正規分布から発生させた時系列データに対して、時間窓方式の変化検出法と比較して本手法は検出精度が安定していることを確認した。本手法は確率モデルに基づくため、拡張性、理論保証、結果の見通しの良さを併せもっている。本成果は現在、フルペーパーで査読あり国際会議に投稿中である。

4.3 正常睡眠構築のパターン化

78名の睡眠全体の睡眠変数は表の通りであった。多くの睡眠変数が正規分布に近い分布様態を示した。

表1: 健常若年成人の代表的な睡眠変数

睡眠変数	平均値	睡眠変数	平均値
総睡眠期間(分)	461.6	Stage1 (%)	10.4
総睡眠時間(分)	439.9	Stage2 (%)	44.2
睡眠効率(%)	95.3	Stage3+4 (%)	22.2
Arousal Index(/hr)	9.8	REM (%)	18.5
Awakening Index(/hr)	3.9	WASO (%)	4.7

平均総睡眠時間461分に対して、睡眠周期が平均3.8回(2-6回)、レム睡眠期が4.3回(2-6回)発生し、周期的変動に比較的大きな個人差を認めた(表1)。以上の結果から、正常睡眠構築のパターン化には、睡眠周期の発生数を考慮する必要があると考えられた。

引用文献

- [a] Y. Okada, K. Fukui, K. Moriyama, and M. Numao, "Cluster sequence mining: Causal inference with time and space proximity under uncertainty," Proc. the 19th Pacific Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2015), LNAI 9078, pp. 293-304, 2015.

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] 加藤隆史, "深睡眠による活性化," 第7回大阪大学 COI シンポジウム, Oct. 2018.
- [2] 城田愛, 後野光覚, 上村真代, 原木真吾, 辻阪亮子, 谷池雅子, 加藤隆史, "若年成人の終夜ポリグラフ記録における第一夜効果," 第10回日本臨床睡眠医学会学術集会, Oct. 2018.

〔著書〕

- [1] "Pythonと実例で学ぶ機械学習 識別・予測・異常検知," (4章 睡眠データの解析), 福井健一(著), オーム社, Nov. 2018年11月.

〔産業財産権〕

- [1] 福井健一, 呉洪楽, 加藤隆史, 沼尾正行, "睡眠の質判定システム, 睡眠の質モデル作成プログラム, および, 睡眠の質判定プログラム," PCT国際出願, 2018年8月7日.

〔その他〕

- [1] 福井健一, "人工知能による良質な睡眠の解析技術〜「いびき, 歯ぎしり, 体動」の音から睡眠の特徴を分析する〜," 人工知能の導入による生産性, 効率性の向上, 新製品開発への活用, 技術情報協会, pp. 259-268, 2018.
- [2] 福井健一, "睡眠環境音に基づく睡眠個性の可視化と良否判別," 大阪大学新技術説明会, JST 東京本部(東京), Feb. 2019.
- [3] 福井健一, "睡眠環境音に基づく睡眠個性の可視化と良否判別," 阪大と始めるビッグデータ共創, グランフロント大阪(大阪), Feb. 2019.

自然言語処理を用いた矯正自動診断システムの開発

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)

Chu Chenhui (IDS)

長原 一 (IDS)

1 研究の背景

矯正歯科臨床における診断および治療計画の立案とは、所見に基づき最適な治療結果をより低いリスクで得るために歯科医師がとるべき行動の全体を予測することとされる (高田ら, 2010)。歯科医師が適切な診断とそれに基づく最適な治療計画を行うためには、長年の経験と豊富な知識が必要であり、経験が浅い歯科医師にとっては問題の見落とし、論理の誤りという問題が存在した。専門医の長年の経験を実装したような Artificial Intelligence (AI) システムの構築が可能となれば、根拠に基づく医療を患者に提供する上で大きな意義を有する。また、矯正歯科臨床の中で矯正歯科診断の自動要約および必要な診断の自動提示が自動化できるならば、歯科医師にとっては大きな作業負担の軽減につながり、また、経験の浅い歯科医師にとって、問題の見落とし、論理の誤りを防止する上でも重要である。

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

専門家の診断の流れを数学的に言い換えると、上記の(ステップ1)は、患者情報を特徴量として捉えた場合、特徴量に重みづけを行うことで病状を表現し、病状ごとの類似性を発見することに相当する。さらに、上記(ステップ2)は、学習された病状ごとに対処法をさらに学習することに対応すると考えられ、自然言語処理をおこなうような AI システムによる問題解決が可能であることが予想された。そこで、本研究の目的は、当院に所蔵された各種画像および模型所見とそれに対応する治療計画書を用いて、自然言語処理を用いて、所見から自動的に診断を行い、さらに自動治療計画書の立案を行い、またその内容を患者の言葉に翻訳するような AI システムを開発することにある。

2 自然言語処理を用いた矯正自動診断システムの開発

2.1 システム概要

当院に蓄積された治療計画書 (テキストデータ) より、患者の病態を表現するような画像所見および模型所見を自然言語処理により抽出し、学習データとする。さらに、所見に対応する診断 (優先順位リスト) および治療計画についても抽出し、正解データとすることで、機械学習を行う。

2.2 所見の自動要約

治療計画書に含まれる各病状を整理し、約 400 種類の病状ラベルから成るマルチラベル分類問題として治療計画書の自動要約問題を定式化する。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テキストからの特徴量抽出を行い、SVM などの機械学習モデルや深層学習モデルによってマルチラベル分類問題を解く。所見に対応する画像を利用できる場合には、画像を併用したマルチモーダルな特徴量抽出を行い、より高精度にマルチラベル分類問題を解く。

2.3 治療計画書の自動立案

治療計画書に含まれる診断結果の優先順位リストを用いて、自動要約ステップによって抽出された各病状のランキング学習を行う。2.2 の病状抽出および 2.3 のランキングをまとめて、自動診断を実現できる。

2.4 患者向け説明文への自動平易化

対応する治療計画書の要約文と同意書の説明文のペアを用いて、系列変換モデルを学習する。まず、対応する文書対から、自然言語処理における文アライメントの手法を用いて、対応する文対を自動的に抽出する。続いて、統計的機械翻訳またはニューラル機械翻訳の技術を用いて、難解な文から平易な文への自動翻訳 (テキスト平易化) を行うことで、患者向けの平易な説明文を自動生成する。

3 実験

3.1 方法

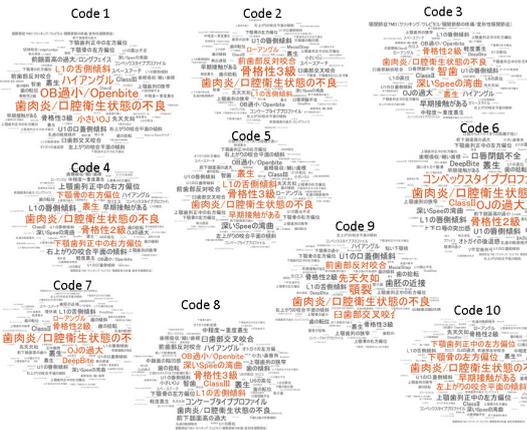
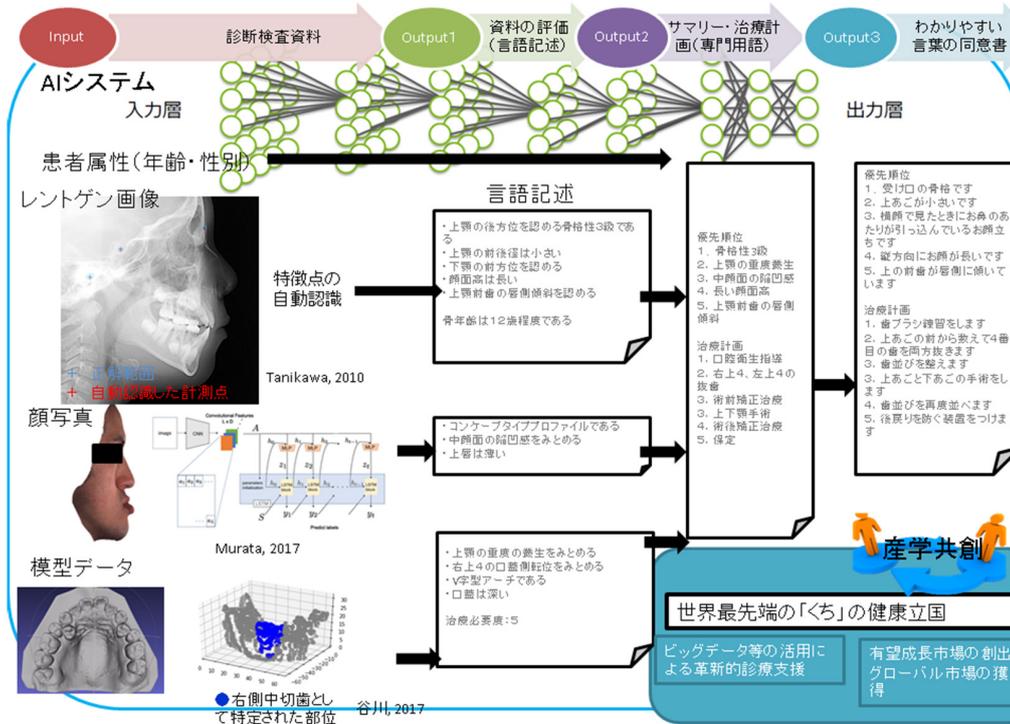
当院に蓄積された 995 人分の治療計画書 (テキストデータ) より、患者の病態を表現する画像所見および模型所見を自然言語処理により抽出し、頻度の高い 50 個の知識表現を用いて、k-means 法にて分類を行った。

3.2 結果

患者は 10 個の患者群に分類された。

コード 1 はハイアングル・下顎前歯の唇側・小さいオーバーバイトを呈する群であった。コード 2 はローアングル骨格性 3

自動矯正歯科治療診断AIシステム開発の全体像



級・下顎前歯の舌側傾斜を認める群であった。コード3は骨格性2級、深いSpee湾曲を認め、智歯を認める群であった。コード4は下顎と下顎歯列の右方偏位をみとめる骨格性2級の群であった。コード5は下顎前歯の舌側傾斜をみとめ、早期接触をみとめる骨格性3級の群であった。コード6はコンベックスタイププロファイルを呈するOJが大きい骨格性2級の群であった。コード7は骨格性過蓋咬合を認める骨格性2級の群であった。コード8はハイアングルを認める骨格性3級の群であった。コード9は口唇裂・口蓋裂と前歯部および臼歯部の交叉咬合を認め、歯胚の近接を認める群であった。コード10は下顎

前歯の左方偏位置と左上がりの咬合平面の傾斜を認め早期接触を認める群であった。

上記の群は、矯正歯科医の直観をよく表現している患者群であった。今後、治療方針との関連を検討することで、治療方針を出力するようなシステムを構築する予定である。

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, LEE Chonho, 山城 隆: 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence (AI) の開発 第77回日本矯正歯科学会学術大会 2018年10月30, 31, 11月1日 横浜
- [2] 谷川千尋, 山城隆, 矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [3] 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, Lee Chonho, 山城隆, 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence (AI) の開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [4] 谷川千尋, Chonho Lee, Jae-yeon Lim, 山城 隆, 側面位頭部 X 線規格写真における計測点の自動認識を行う AI システムの開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [5] Tanikawa C, Akcam MO, Takada K. Quantifying

faces three-dimensionally in orthodontic practice: two cases of Class III and jaw deviation underwent orthognathic surgeries, 2018 AAO Annual Session, Walter E. Washington Convention Center, Washington, DC, May 3-8, 2018. 2018年5月

- [6] 谷川千尋, 犬伏俊博, 相川友直, 新宅優子, 町博之, 野崎一徳, 南部恵理子, 中本将嗣, 岡綾香, 古郷幹彦, 山城隆, 大阪大学歯学部附属歯科技工士学校における3D デジタルサージェリー実習の取り組み, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 158-158 2018年5月
- [7] 新宅優子, 谷川千尋, 相川友直, 山城隆, 古郷幹彦. 上下顎移動術を行った顎変形症患者における三次元顔面形態変化のパターン化, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 190-190 2018年5月
- [8] 田中晋, 相川友直, 新宅優子, 伊藤慎将, 谷川千尋, 山城隆, 古郷幹彦, 口唇裂・口蓋裂治療における外科矯正手術について, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 68 - 69 2018年5月

〔著書〕

- [1] Tanikawa C, Akcam O, Takada K, quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice, Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery in press Apr 2019
- [2] Tanikawa C, Lee D, Oonishi Y, Haraguchi S, Aikawa T, Kogo M, Yamashiro T, The elimination of dental crowding and development of a proper dental arch by Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis for a patient with UCLP, The Cleft Palate-Craniofacial Journal 1055665618821831-in press Jan 2019
- [3] Oka A, Tanikawa C, Kurosaka H, Yamashiro T. Adult patient with bilateral cleft lip and palate treated using bone graft followed by lateral distraction: A case report. ORTHODONTIC WAVES 77(4) 232-239 Dec 2018.
- [4] Tanikawa C, Hirata K, Aikawa T, Maeda J, Kogo M, Iida S, Yamashiro T. Efficacy of Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis in Patients With Cleft Lip and Palate. The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association 55(10) 1375-1381 Nov 2018.
- [5] Tanikawa C, Takada K. Test-retest reliability of smile tasks using three-dimensional facial topography. The Angle orthodontist 88(3) 319-328 May 2018

〔その他〕

- [1] 谷川千尋, 日本矯正歯科学会 優秀賞受賞「矯正歯科治療後の三次元顔面形態を予測する人工知能システムの開発」
- [2] Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging and Artificial Intelligence in Orthodontics, Bioforum@Dental School, Okayama University, June 8, 2018

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）

Jacob Chan（IDS）

1 研究の背景

脳内では、個々の神経細胞間の投射を介して様々な脳領域が相互に連絡し、情報の処理・統合が行われている。そのため、特定の脳領域に着目して解析する従来の研究手法のみでは、脳全体としての神経ネットワークの制御機構や脳神経疾患における変調の機序を明らかにすることは難しい。そこで、脳を構成する全細胞の振舞いを捉えた全脳レベルの病態解析を行うために、我々は脳全体をサブセルラーレベルの空間分解能 ($0.7 \times 0.7 \times 5 \mu\text{m}$) で、マウス脳あたり最速 2.4 時間で画像を取得できる高精細全脳イメージング顕微鏡装置 FAST (block-face serial microscopy tomography) を開発してきた [1](図 1)。これにより、解析スループットの向上や、非ヒト霊長類の全脳、ヒト死後脳への応用に成功してきたが、脳全体を対象として細胞レベルの細かな病態を解析するためには、マウス脳あたり約 0.5~1 TB/色におよぶ大規模データの解析手法などの課題が残されている。昨年度までに画像上のアーティファクトを除く画像処理方法を確立してきたが、脳画像の正確な標準化や、高精細な脳領域分類のため、さらに画像処理方法を改良し、標準脳画像へのフィッティング方法を確立する必要がある。

2 研究の目的

高精細な三次元全脳データの解析では、個体差を含む脳の三次元構造を線形・非線形変換により標準化する手法や、脳領域の三次元的な分類を正確に実行する必要がある。本研究では、そのデータ処理方法を確立するために、①標準化に適した FAST 全脳データのの前処理方法の確立、②三次元の全脳データを効率的に標準化または脳領域分類する方法の確立を目指す。

3 三次元全脳データの標準化と、標準化に適した画像補正方法の確立

FAST ではスピニングディスク方式の共焦点顕微鏡を利用しており、多数のピンホール間のクロストークによる視野内のシグナル強度ムラや励起光の照射ムラなど、一般的な共焦点顕微鏡とは異なるアーティファクトが生じている。これらのアーティファクトは標準脳画像へのフィッティングに影響するため、改善する必要がある。そこで、FAST 特有のアーティファクトを改善し、より精度の高い標準脳画像へのフィッティング条件を探索する。とくにシグナル強度ムラは、励起光の強度によってその出現パターンが異なることが明らかになったため、励起光強度の調整により複数パターンの蛍光版画像を取得し、より適切な補正条件を探索する。

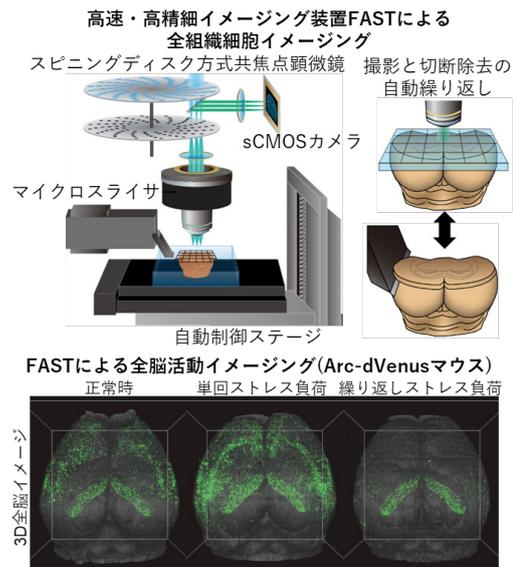


図 1: 高精細組織イメージング装置 FAST による全組織細胞イメージング

組織中の全細胞の空間分布を捉えるために開発した高精細組織イメージング装置。撮影速度に優れるスピニングディスク方式の共焦点顕微鏡による三次元イメージングと、マイクロスライサーによる撮影済み領域の切断除去を自動で連動させることにより、組織全体の三次元イメージを取得することに成功した。

4 研究成果

FAST で取得した画像に認められるアーティファクトの原因として、視野内の中央付近と四隅のシグナル強度差が、蛍光シグナル強度や励起光強度に応じて非線形に変化することが明らかになった。そこで、励起光強度を変化させた時の視野内のシグナル強度パターンに基づくルックアップテーブルを作成し、FAST で得られた脳画像に適した補正条件を見出した。これにより昨年度よりも鮮明な組織像を維持した補正に成功した (図 2)。

また、上記の画像データを用いて、オープンソースの脳アトラスである Allen Reference Atlas (<http://www.brain-map.org/>) にフィッティングさせることに成功した (図 3)。ただし、現時点では、一例のみの検証であり、フィッティングの精度は十分とは言えず、課題が残っている。今後は複数個体の画像データを用いてより正確なフィッティング条件の確立を目指す。引き続き、高精細全脳データへの適応や、標準化時に変形した変化量なども後の解析に適用するなどの解析法を目指す予定である。

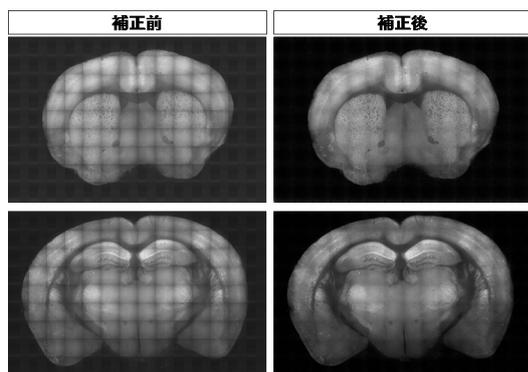


図2: アーティファクトを低減する補正方法の確立
画像取得時の励起光の照射ムラや、検出系に依存する視野内のシグナル強度差などにより、複数視野を連結して二次元画像を再構築すると格子状の影がアーティファクトとして生じる(左; 補正前)。組織イメージング時のシグナル強度パターンに基づいて輝度補正などを行い、アーティファクトの低減方法を確立した(右; 補正後)。

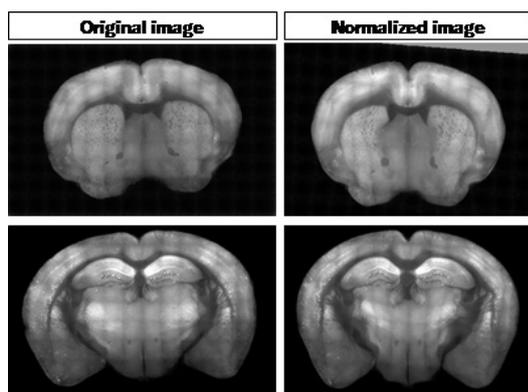


図3: 図3 補正後の画像を用いた標準脳画像へのフィッティング
標準脳画像として、Allen Reference Atlas (<http://www.brain-map.org/>) に公開されている画像データを用い、FASTにより取得した画像データをフィッティングさせた結果。現時点では、一部の脳領域では正確にフィットしていないこと、より画質をダウンサイズした画像データのフィッティングであること等の課題が残っているが、今後改善方法を検討していく。

引用文献

- [a] Seiriki K, Kasai A, Hashimoto T, Schulze W, Niu M, Yamaguchi S, Nakazawa T, Inoue KI, Uezono S, Takada M, Naka Y, Igarashi H, Tanuma M, Waschek JA, Ago Y, Tanaka KF, Hayata-Takano A, Nagayasu K, Shintani N, Hashimoto R, Kunii Y, Hino M, Matsumoto J, Yabe H, Nagai T, Fujita K, Matsuda T, Takuma K, Baba A, Hashimoto H. High-speed and scalable whole-brain imaging in rodents and primates. *Neuron* 96(6):1085-1100.e6, 2017

発表論文等

〔雑誌論文〕

- [1] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Niu M, Tanuma M, Igarashi H, Yamaura K, Hayata-Takano A, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain block-face serial microscopy tomography at subcellular resolution using FAST. *Nature Protocols*, published online, 2018

〔学会発表〕

- [1] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. Whole-brain analysis of the NMDA receptor antagonist-induced neuronal activation in mice using high-speed and high-resolution imaging system FAST. Cold Spring Harbor Asia Conference, Advances in Optical Imaging of Living Cells & Organisms: Focus on the Brain, 2018
- [2] 勢力薫, 笠井淳司, 丹生光咲, 田沼将人, 五十嵐久人, 中澤敬信, 山口瞬, 井上謙一, 高田昌彦, 橋本均. 高精細全脳イメージング技術 FAST の開発と精神疾患モデルマウスの病態解析. 第 68 回日本薬学会近畿支部総会・大会, 2018
- [3] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. Microscopic whole-brain imaging in rodents and non-human primates. 革新脳国際シンポジウム ISBM2019, 2019

〔外部資金〕

- [1] 2017-2019, 科学研究費助成金 基盤 B, 「全脳イメージング法により精神疾患の病態と治療機序の新たな薬理学的研究法の確立」, 17H03989, (代表) 橋本均
- [2] 2017-2018, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「独自の統合失調症多発家系患者の単一神経細胞解析の基盤技術開発および分子病態研究」 17K19488, (代表) 橋本均
- [3] 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グナリティ細胞の探索」, 18H05416, (代表) 橋本均
- [4] 2017-2020, 日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト, 「霊長類脳の高速・高精細全脳イメージング技術の開発」, 18dm0207061, (代表) 橋本均

〔その他〕

- [1] 勢力薫, 高精細全脳イメージング技術 FAST の開発と精神疾患モデルマウスの病態解析. 平成 30 年度日本薬学会近畿支部奨励賞
- [2] 橋本均. 脳疾患の病態解析と創薬に向けたアンバイアス全脳イメージング, 第 92 回日本薬理学会年会 特別講演, 2019
- [3] Hashimoto H, Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T. High-speed and high-resolution whole-brain imaging system FAST (block-face serial microscopy tomography). Cold Spring Harbor Asia Conference, Advances in Optical Imaging of Living Cells & Organisms: Focus on the Brain, 2018
- [4] 橋本均. 高速・高拡張性全脳イメージングシステム FAST : アンバイアスで仮説フリーに脳内のシグナリティを検出する手法へ. 第 56 回日本生物物理学会年会, 2018

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

瀬尾 茂人 (情報科学研究科)

菊田 順一 (医学系研究科)

堀 雄一郎 (工学研究科)

1 研究の背景

生体内において、病原体などの外敵から身を守る免疫システムは、時空間的に精緻にコントロールされた細胞遊走ネットワークを形成している。多種多様な免疫細胞は、まず骨髓腔内で生成され、血管内皮細胞の隙間を潜り抜けて血管腔へと移動する。その後、全身に張り巡らされた血管を介して体内を循環し、適切なタイミングで末梢組織に遊走する。生体内で感染や炎症が生じると、多くの免疫細胞が骨髓腔から炎症部位に動員され、細胞遊走が活発になる。免疫系の細胞遊走システムは、生体の恒常性維持だけでなく、生体防御反応においても必要不可欠な機能である。

種々の細胞がどのようにして目的の組織へと遊走するのか、またその破綻によって如何に疾患が誘導されるかを解析することは、医療や創薬にとって重要な知見をもたらすことが期待される。

2 研究の目的

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

3 研究の方法と成果

3.1 深層学習を用いた細胞追跡法の開発

大量に撮影された動画像から細胞動態の解析を行うためには、まず細胞の動きを自動で追跡することが基本的なタスクである。しかし、観察する対象や用いる技術に依存して画像の見え方や細胞の特徴や性質は大きく変化するため、追跡アルゴリズムや特徴量を個別に設計する必要がある。この問題に対して、追跡対象の物体の特徴を随時学習しながら追跡を行う教師あり学習による手法が提案されている。

本研究では、蛍光生体イメージングで得られた動画像での細胞追跡のために深層学習を用いた方法の開発を行った。特に、一般動画像群で訓練したネットワークに対して転移学習を行うことで、蛍光生体イメージングで得られた動画像での細胞追跡に応用が可能であること、また、3次元の細胞動画像の深度の情報を疑似的な深度マップとして入力に用いることで、細胞の追跡精度が向上することを確認した(図1, 発表論文 [2] より)。

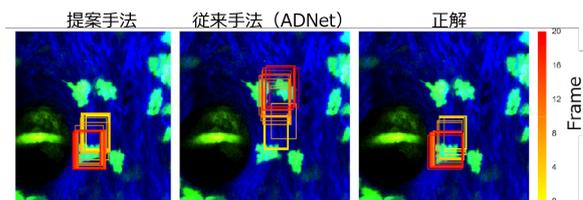


図1: 深層学習による細胞の追跡

3.2 好中球の生体イメージングを介した抗凝固薬の薬効評価

抗凝固作用を持つ薬剤がどのような機序で働いているかを調べるために、ライソザイム M のプロモーターの下流に EGFP を発現させたマウスを用いて、好中球を緑色に標識し蛍光生体イメージングを行った。LPS を局所投与することにより、急性炎症を誘導したのち、条件を変えた薬剤を静脈内投与した。血流に乗った細胞は速いスピードで流れているため、1フレームあたり 30ms という高速撮影可能な共焦点スキャノユニット CSUX-1 を用いて観察を行っている。

撮影した動画像群に対して細胞(好中球)の追跡を行い、その速度変化から好中球の血管内皮細胞への接着の時間的・空間的な変化の定量解析を行った(図2)。得られた知見は論文誌への投稿準備中である。

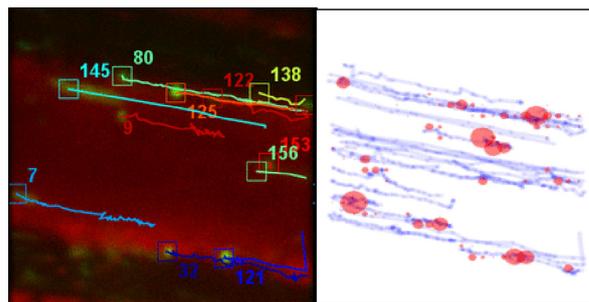


図2: 好中球の遊走と血管内皮細胞との接着頻度の可視化

発表論文等

【雑誌論文】

- [1] Benson S., et al. (Hori Y (13 番目, 総 15)), "SCOT-fluors: Small, Conjugatable, Orthogonal and Tunable Fluorophores for in vivo Imaging of Cell Metabolism", *Angew. Chem. Int. Ed.* (in press).
- [2] 嶋田彩人, 瀬尾茂人, 繁田浩功, 間下以大, 内田穰, 石井優, 松田秀雄, "生体蛍光観察動画像の深度を考慮した深層学習による細胞追跡精度の改善", 情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用 (採録決定).

- [3] Watanabe Y, Tsuchiya A, Seino S, Kawata Y, Kojima Y, Ikarashi S, Starkey Lewis PJ, Lu WY, Kikuta J, Kawai H, Yamagiwa S, Forbes SJ, Ishii M, Terai S. "Mesenchymal Stem Cells and Induced Bone Marrow-Derived Macrophages Synergistically Improve Liver Fibrosis in Mice", *Stem Cells Transl Med*, 8(3):271-284 (2019.3)
- [4] Hasegawa T, Kikuta J, Ishii M. Imaging the Bone-Immune Cell Interaction in Bone Destruction. *Front Immunol*, 26;10:596 (2019.3)
- [5] Kumar N, Hori Y, Kikuchi K, "Live Cell Imaging of DNA Methylation Based on Synthetic- Molecule/ Protein Hybrid Probe", *Chem. Rec.* 18, 1672-1680 (2018.12).
- 他 7 件
- 〔学会発表〕
- [1] Hori Y, "Chemical Probes with Fluorogenic Switch for Imaging Modified Protein and DNA", Institute for Protein Research International Seminar "Frontiers in Peptide Science 2018", Suita, Japan, Dec. 8, 2018 (招待講演).
- [2] Kikuta J, "In vivo visualization of osteoclastic bone resorption", Japan Imaging Conference, Tokyo, Japan, Oct. 13, 2018 (招待講演)
- 他 12 件
- 〔著書〕
- [1] 菊田順一, 石井優. 骨関節破壊の生体イメージング. *リウマチ科* 60(4):442- 446, 2018.
- [2] 菊田順一, 石井優. 骨の画像診断. *Loco CURE* 4(4):312-317, 2018.
- 他 3 件
- 〔外部資金〕
- [1] H30-33, 日本医療研究開発機構 革新的先端研究開発支援事業 (PRIME), 「4 D 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] H30-31, 科研費 挑戦的研究 (萌芽), 「シミュレーションとGAN を介した強化学習による細胞動画像処理の自動化技術の開発」, 18K19842, (代表) 瀬尾茂人
- [3] H30-31, 科研費 挑戦的研究 (萌芽), 「4D ケミカルヌクレオミクス基盤技術の開発」, 18K19402, (代表) 堀雄一郎
- [4] H30-31, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光スイッチ分子の化学デザインと生体イメージング」, 18H04735, (代表) 堀雄一郎
- [5] H29-33, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, 「実用化に向けた B 型肝炎新規治療薬の探索及び最適化」, (分担) 菊田順一
- [6] H29-31, 科研費 基盤 B, 「合成分子と蛋白質を駆使した膜蛋白質の動態解明技術の開発」, 17H02210, (代表) 堀雄一郎
- [7] H29-31, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, 「肝硬変に対する間葉系幹細胞およびマクロファージの線維化改善機序のイメージングおよびエクソソーム解析による解明とその応用」, (分担) 菊田順一
- [8] H29-30, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「ケミカルバイオロジーを基盤としたシグナル伝達可視化・制御技術の開発」, 17H06005, (代表) 堀雄一郎
- [9] H29-30, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光生体イメージングによる細胞競合制御メカニズムの解明」, 17H05620, (代表) 菊田順一
- [10] H29-30, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光生体イメージングで読み解くウイルス共生とその破綻」, 17H05815, (代表) 菊田順一
- 〔その他〕
- [1] 堀雄一郎 「化学で生命科学に挑む ー出会いから生まれた新技術」, 平成30年度きのくに科学オリンピック, 和歌山, 2018年11月11日 (招待講演)

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

国際的がんゲノム解析プロジェクト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、がん患者のカテゴライズやテーラーメイド医療へと応用されている。一方において、どのパターンにも当てはまらないがん種が存在や新規創薬ターゲットの枯渇などの問題もすでに指摘されており、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傾向にあ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すことができると期待される。本研究では、がんゲノム解析から見出される一群のミスセンス変異情報からタンパク質間相互作用に影響を及ぼしうる変異集積領域を特定し、その領域を介して生じる相互作用を「細胞内光クロスリンク法」という独自手法を用いて集中的に解析する [1]。これにより、これまで研究対象とならなかった中～低頻度の変異情報から、がん細胞で異常をきたすタンパク質間相互作用を効率よく見出すスキームを確立する。

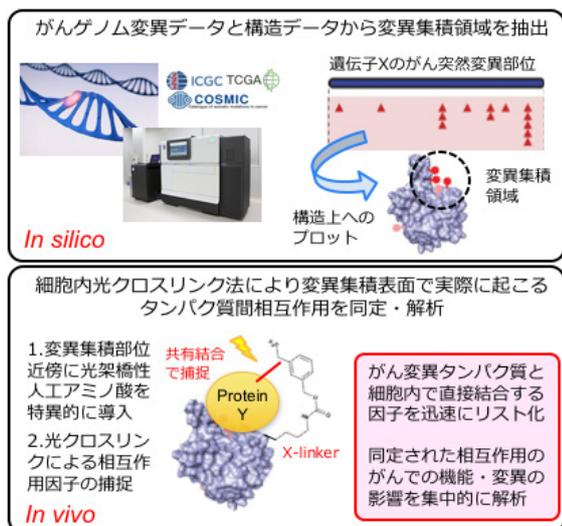


図1: がん変異集積領域に着目した相互作用解析の流れ

2 研究の目的

本研究では、①がんゲノムデータベースから取得した遺伝子のミスセンス変異部位をタンパク質の立体構造にプロットし、

②互いの変異部位の距離から変異が集中する構造領域を変異集積領域として抽出するプログラムの開発を行った。これまでにいくつかの同様のプログラムが開発・報告されているが、解析対象とするタンパク質の実構造が解かれていなければ変異のプロットができない、また、変異の重要性の指標となる変異頻度の情報が盛り込まれていない、といったクリティカルな問題点があった。そこで、別途開発していたタンパク質モデリングデータベース HOMCOS[2] を利用して上記問題点を克服し、汎用性の高いプログラムの構築を目指した。さらに、同定した変異集積領域を介して起こるタンパク質間相互作用を「細胞内光クロスリンク法」(図1)により実際に解析する上で、効率の良いクロスリンカー導入部位の選定を支援するプログラムも同時に実装した(図2)。

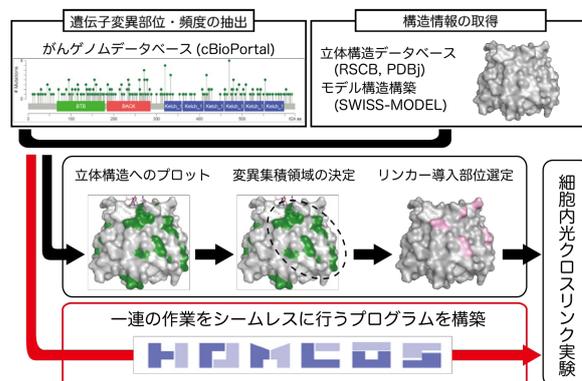


図2: がん変異集積領域抽出プログラムの全体像

3 研究の方法

3.1 データの入手

がんゲノム変異情報の取得

がんゲノムデータベースとして The Cancer Genome Atlas (TCGA) の公開データベースである cBioPortal (<https://www.cbioportal.org/>) を利用した。また、モデル遺伝子として多くの肺腺がん、非小細胞肺癌患者で変異が見出される KEAP1 を選択した。

HOMCOS によるモデル構造の取得

既に開発、公開している構造モデリングサーバー HOMCOS (<http://homcos.pdbj.org>) [2] を利用し、KEAP1 の構造を取得した。

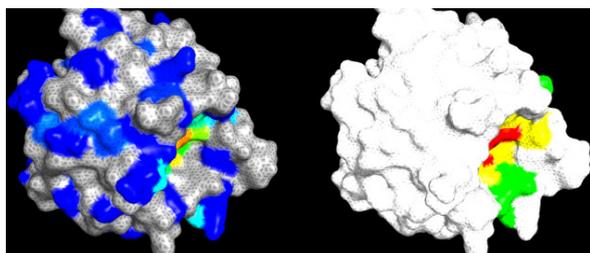


図 3: KEAP1 がん変異の集積部位 (左). 黄・オレンジの領域ほど統計有意に変異が集積している. クロスリンカー導入候補部位 (右). 赤が変異集積部位, 緑が変異周辺表面部位.

3.2 変異集積領域抽出プログラムの開発

プログラムは, 使用者が独自にパラメーターを変更できるような, 汎用構造描画アプリケーションである PyMOL 上で動作する Python スクリプトとして開発した.

4 研究成果

まず, がん変異部位をデータベースから読み込み, 変異集積領域の抽出を行うプログラムを開発した. タンパク質の立体構造上, がん変異が空間的に偏在している変異集積領域を機能的に重要な領域として抽出する. 必要な2つのパラメーター 3Dcluster (各残基の 3D での近接残基群の変異の総和) および 3Dpvalue (変異集積の統計的優位性) の計算は Gao J. らの方法 [3] に従った. さらに, データベース上に登録されている各残基の変異率を色分けして表示させるようにした. このプログラムを用い, 肺がん関連遺伝子 KEAP1 の変異集積領域の抽出を行ったところ, その Kelch ドメイン内に明確な変異集積が見られる領域を同定することに成功した (図 3 左). この領域は KEAP1-Cullin E3 ligase 複合体の既知の基質である NRF2 の結合部位として知られる領域であり, このプログラムの有効性が示される結果となった.

次いで, クロスリンカー導入部位選定支援プログラムを開発した. これまでの研究において, 細胞内光クロスリンク法による相互作用因子の同定を成功させるには, クロスリンカーとして機能する人工アミノ酸を, タンパク質間相互作用のインターフェースの近傍にあり, 且つ, 相互作用自体は阻害しない位置に導入するのが重要であることがわかっている [4]. そこで, 上記で抽出した変異集積領域を別のタンパク質との相互作用インターフェースであると仮定し, その近傍に存在し, 且つ, タンパク質表面上に露出している残基をクロスリンカー導入部位として提示させるようなプログラムとした. その結果, クロスリンカー導入部位は変異集積領域を取り囲むように点在する形で選定された (図 3 右). このように, これまで構造を見ながら手作業で行っていた選定作業が, 一定の判定基準をもとに迅速且つ正確に行えるようになったことで, 今後, 多様ながん変異タンパク質の相互作用解析を実際に行う上でその作業効率が飛躍的に向上することが期待される.

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] Kawabata T. HOMCOS: an update server to search and model complex 3D structures. *J.Struct.Funct.Genomics*. 17,83-99. (2016)
- [c] Gao, J. et al. 3D clusters of somatic mutations in cancer reveal numerous rare mutations as functional targets. *Genome Med.* 9, 4 (2017).
- [d] Yanagisawa, T. et al. Wide-range protein photo-crosslinking achieved by a genetically encoded N ϵ -(benzyloxycarbonyl)lysine derivative with a diazirinyl moiety. *Mol. Biosyst.* 8, 1131 - 1135 (2012).

発表論文等

〔外部資金〕

- [1] 2018-2019 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「ゲノム変異集積領域に着目したがん特異的タンパク質間相互作用解析」, 18K19403, (代表) 樋野展正

人間デザイン総合部門

ACL 損傷の事前予測×関数データ解析の応用

中田研 (医学系研究科)

小笠原一生 (医学系研究科)

寺田吉壺 (基礎工学研究科)

1 研究の背景

ハンドボールなどの球技では、非接触的に膝前十字靭帯 (ACL) 損傷という重篤なスポーツ外傷が発生する。ACL 損傷は、スポーツ中の着地などに伴う減速動作で好発する。ACL 損傷のリスクが高い選手を特定することは選手生命を脅かす重篤な怪我の予防につながるため重要な課題である。そこで、姿勢制御の特性を反映した床反力信号を解析することで ACL 損傷ハイリスク者の特定を試みる。床反力信号は、持ち運びの可能な装置で簡易に計測できるという利点がある。床反力の各信号は、連続的に観測された滑らかに変化するデータであり、ランダムな関数の実現値として捉えることができる。そのため、関数データ解析が有効に機能すると考えられる。前年度の研究では実際に怪我を負った選手をリスクの高い選手、それ以外の選手にはリスクの高い選手と低い選手が混在しているとして関数データに対する PU learning を適用した。一方で、PU learning の適用によってリスクの高いといわれている選手をすべて特定することはできておらず、リスクの高い選手内にも多様性があることが示唆されていた。そこで、本研究では、教師なし分類問題を中心に扱うことで、床反力信号のみから潜在的な分類構造を抽出することを試みる。そして、既存の手法を適用するのみでなく、適切な方法の開発や既存手法の理論的性質の解明を行う。潜在的なクラスタ構造を得ることができれば ACL 損傷のリスク以外にも、選手の能力など重要な情報の獲得を期待できる。

2 研究の目的

床反力信号の特徴のみから選手の潜在的なクラスタ構造 (分類構造) をみつけるための基盤技術の開発と理論的性質の解明を目的とする。既存の関数データに対するクラスタリング法では、教師あり判別で完全に分離可能なデータに対して適用しても、分類構造を得ることはできなかった。そこで、関数データ解析に関する基盤技術の開発として、関数データの特徴を上手く利用した部分空間クラスタリング法の開発し、床反力信号データへの適用を試みる。また、比較のため、既存のクラスタリング法の適用を考える必要がある。そこで、複雑なクラスタ構造も捉えることが可能なクラスタリング法として代表的な方法である spectral clustering の適用が考えられる。この方法は、データを特徴空間 (無限次元関数空間) へ埋め込みを考えているという点で関数データ解析とも関連が深い。また、データ間のノルムが計算できればどの様なタイプのデータにも適用できるため、関数データに対しても適用が可能である。一方で、spectral clustering は normalized cut (Ncut) と呼ばれる最適化が困難なクラスタリング法の relaxation であり、その最適性は不明瞭であるという問題点があった。近年、Dhillon et al.

(2007) によって Ncut の局所最適解を効率的に求めるアルゴリズムが提案されているが、その理論的性質が十分に明らかになっていないためあまり注目されていなかった。そこで、Ncut に関する詳細な理論的性質を明らかにすることで、Ncut の妥当性を検討する。

3 研究成果

3.1 関数データに対する部分空間クラスタリング法

ここでは、クラスタ数 K を 2 と設定した場合を考える。連続的に観測された関数データ X_1, \dots, X_n に対して、以下の目的関数の最大化を考える。

$$Q(U, \phi) := \frac{\sum_{i=1}^n (\langle X_i, \psi \rangle - \langle \hat{\mu}, \psi \rangle)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K (\langle X_i, \psi \rangle - \langle \hat{\mu}_k, \psi \rangle)^2} \quad (3.1)$$

ここで、 $U = (u_{ik})_{n \times K}$ はクラスタ帰属行列、 ψ は関数データ X_i を 1 次元の部分空間へ射影する関数、 $\hat{\mu} = \sum_{i=1}^n X_i / n$ 、 $\hat{\mu}_k = \sum_{i=1}^n u_{ik} X_i / \sum_{i=1}^n u_{ik}$ 、 $\langle f, g \rangle := \int f(t)g(t)dt$ である。図 1 は前年度のデータに対して、クラスタ数を 3、部分空間の次元数を 2 として提案手法を適用した結果である。各点は被験者の 1 回の着地に関する床反力信号に対応しており、記号は被験者に対応している (黒: ACL 損傷なし, 赤: ACL 損傷者)。この結果からクラスタラベルを与えていない状況においても ACL 損傷のリスクのある被験者がクラスタを形成していることがみてとれる。クラスタ数の設定に関しては、クラスタリングの安定性に基づく基準により選択することは可能であるが、今後より詳細な議論が必要である。本データに対しては、クラスタ数を 2 とする場合が最も安定する結果となった。

さらに、本研究では、適当な正則条件の下で、データの背後に平均関数の差の意味でクラスタ構造があるならば、提案手法によって推定したクラスタ構造の誤判率が 0 に (確率) 収束するというを示している。

3.2 Normalized cut (Ncut) の理論的性質

本研究では、Ncut が漸近的に母集団分布に対するある再生核 Hilbert 空間 (RKHS) 上の重み付き k-means 法の解に収束することを示した。また、真の degree 関数が既知の場合に、推定量の母集団分布に対する損失が $O(1/n)$ の早いレートで母集団分布に対する損失の最適値に収束することを示した。さらに、RKHS 上の母集団分布に対する重み付き k-means 法は、データ空間における母集団分布に対する normalized cut と同等であることを示した。これにより、Ncut によるクラスタリング結果は母集団分布に対する normalized cut (真の損失関数) の意味で最適な分割に収束することが明らかになった。Ncut の relaxation である normalized spectral clustering はこのような最適性を持たず一般に異なる解に収束する。

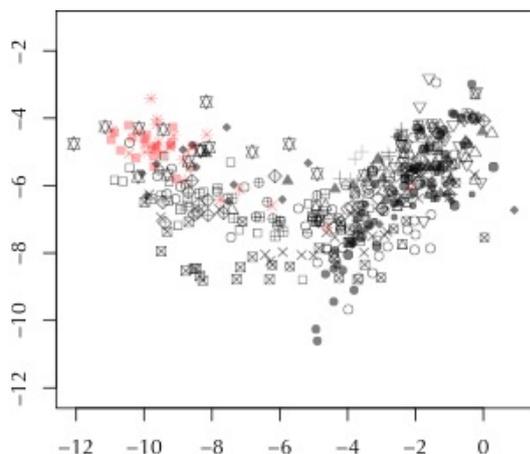


図 1: 提案手法の床反力信号データへの適用結果 (推定された部分空間)

図 2 は, 特定の分布から発生したデータに対して Ncut を適用した結果得られた分割の真の損失関数 (母集団分布に対する Ncut) の収束の様子を示している. 縦軸は Ncut により推定した分割の真の損失の値を表しており, サンプルサイズが増えるにつれて最適な分割に収束する様子が確認できる. また, Spectral clustering による分割が Ncut の意味での最適な分割には収束していない様子が見て取れる.

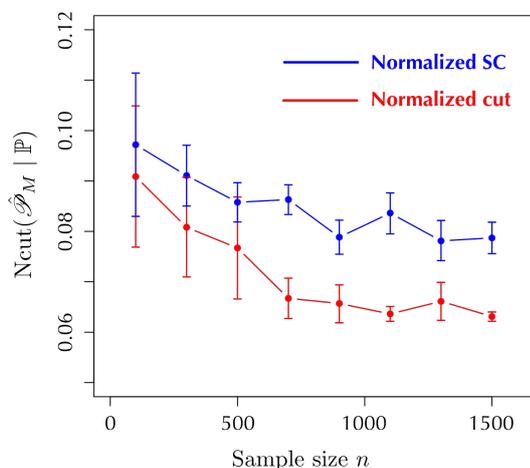


図 2: Ncut と spectral clustering (SC) の収束の様子 (± 2 倍の標準誤差)

図 3 は, 床反力信号間のノルムを利用して normalized cut (クラスター数 3) を適用した結果であり, クラスタリングを行っている部分空間 (2 次元) を特定し各床反力信号を布置した結果である. 図 1 の関数データによる方法と比較すると, ACL 損傷者の信号に対応する点がばらついている. ただし, この結果は Ncut を適用する際に類似度計算に用いたガウスクーネルにおけるチューニングパラメータの設定に依存しているため, 公平な比較にはより詳細な議論が必要である. また, 今回は被験者数の少ないデータであるため, より標本数の多いデータへの

適用と得られたクラスターの妥当性の検討が必要である.

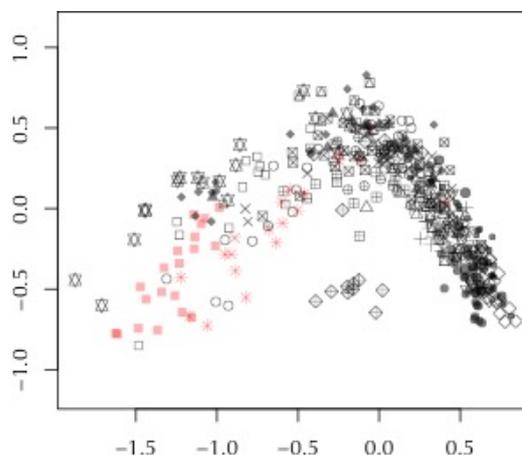


図 3: Ncut の床反力信号データへの適用結果 (Ncut によるクラスタリングを行っている部分空間の可視化)

引用文献

- [a] Dhillon, I., Guan, Y., and Kulis, B. (2007). Weighted graph cuts without eigenvectors: A multilevel approach. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29: 1944 - 1957.

発表論文等

〔雑誌論文〕

- [1] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2019) Kernel Normalized Cut: a Theoretical Revisit, In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML2019), to appear.

〔学会発表〕

- [1] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2018). Subspace clustering for functional data, The 2nd International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta2018).
 [2] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2018). Subspace clustering for functional data, The 314th meeting of Hiroshima Statistics Study Group.
 [3] 寺田吉壺, 山本倫生, 関数データに対する部分空間クラスタリング法とその性質, 2018 年度統計関連学会連合大会.

〔外部資金〕

- [1] H24-26, 科学研究費助成金 若手 B, 「予測的な運動スキルの学習による外傷予防効果の解明」, 24700716, (代表) 小笠原一生
 [2] H28-30, 科学研究費助成金 若手 B, 「ネットワークデータと関数データに対する教師なし学習を中心とした解析法の理論と応用」, 16K16024, (代表) 寺田吉壺

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 (IDS)

春本 要 (IDS)

岸本 充生 (IDS)

丹羽 真隆 (IDS)

馬場口 登 (工学研究科)

槇原 靖 (産研)

村松 大吾 (産研)

平川 秀幸 (CO デザインセンタ)

八木 絵香 (CO デザインセンタ)

下條 真司 (CMC)

東野 輝夫 (情報科学研究科)

1 研究の背景

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

2 研究の目的

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

3 研究の方法

3.1 実験方法

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

3.2 産業科学研究所

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

産業科学研究所では、40台の実験用カメラを設置している

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

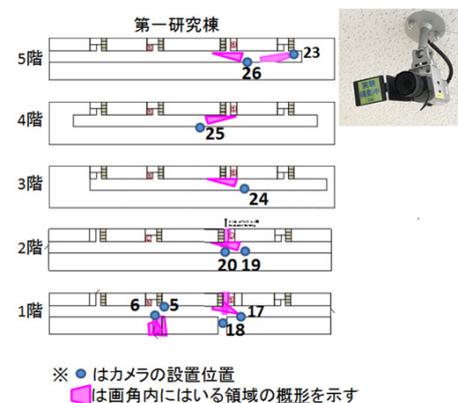


図1: 産業科学研究所における実験用カメラ設置場所 1

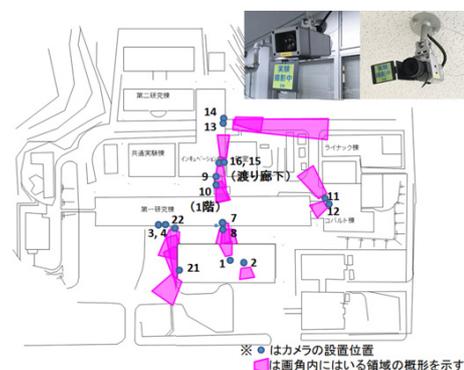


図2: 産業科学研究所における実験用カメラ設置場所 2

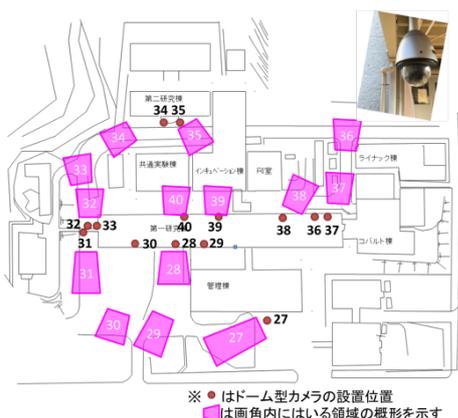


図 3: 産業科学研究所における実験用カメラ設置場所 3

3.3 生命科学図書館

大阪大学吹田キャンパス内にある生命科学図書館でも実験を実施した。生命科学図書館では実験専用のカメラを設置するのではなく、防犯目的でも利用できるように調整をし、実験兼防犯カメラとして設置した。実験兼防犯カメラは全部で 48 台設置し、実験に先立ち 2018 年 4 月から防犯目的で運用を開始した。実験兼防犯カメラを実験目的で利用する場合には、実験目的でも利用することを周知することが重要となるため、実験説明会を複数回開催するとともに、本格実験に先立ち、2018 年 6 月から 3 か月間、初期実験を実施し、実験実施しながら周知を行った。

4 研究成果

4.1 産業科学研究所

2017 年 3 月の実験開始時点では、実験用カメラ 3 台を 2 時間のみ稼働させた実験であったが、徐々に台数および稼働時間を拡張し、2017 年 8 月から日をまたいだ実験を開始している。産業科学研究所においては、月に平均 4 回程度継続的に実験を実施してきたが、特に大きな問題も生じることなかったため、2018 年度は稼働台数と稼働時間をさらに拡張していった。図 4 には 2018 年 5 月の実験計画を、図 5 には 2019 年 3 月の実験計画を示す。実験日によって実験用カメラの稼働時間が異なることより、稼働時間を赤矢印で示している。2018 年 5 月の実験では稼働したカメラは最大で 12 台であり、最長稼働時間は 5 月 22～25 日の 78 時間であった（この実験では実験用カメラは 9 台稼働させた）。また 2019 年 3 月の実験では、実験用カメラ 40 台を数日にわたって稼働させる実験にまで拡張している。なお、産業科学研究所においては定期的（4 月及び 10 月）に実験説明会を実施している。また、実験に関するアンケートも実施した。

4.2 生命科学図書館

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

している。

データ取得については、2018 年 12 月より、月に 4 回のペースで実験を開始した。利用者の数は曜日によって異なることが予想されるため、実験曜日を変更しながら実験を実施している。実験では、トイレの出入口が撮影エリアに入るカメラを除く 47 台を実験目的でも稼働させ、データを取得している。稼働時間は生命科学図書館の開館時間となる 9:00～21:00 としている。図 6 に 2019 年 3 月の実験実施日を示している。この図では、図 4～5 とは異なり、実験日のみを赤印で示している。実験実施日には、図書館の入館ゲートにデジタルサイネージを設置し、実験実施中であることを提示している。デジタルサイネージは、実験日以外には、実験予定を通知する目的にも利用している。



図 4: 産業科学研究所 2018 年 5 月実験計画



図 5: 産業科学研究所 2019 年 3 月実験計画

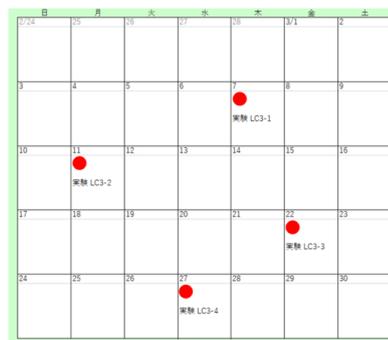


図 6: 生命科学図書館 2019 年 3 月実験計画

人間デザイン総合部門

打つ前に分かる，プレイヤーの画像解析と学習によるテニスの球種と軌道の予測

中田 研（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（CMC）

Lee Chonho（CMC）

吉川 隆士（CMC）

日田 雅美（CMC）

斎藤 英雄（慶應義塾大学情報工学科）

清水 友博（慶應義塾大学情報工学科）

1 研究の背景

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

2 研究の目的

本研究の目的はテニスにおけるサーブ、ストロークの方向と球質の事前予測を実現することである。また、これを選手のトレーニングのひとつに取り入れ、予測能力を身に着けることで、パフォーマンスの向上につなげることを目的とする。昨年度は全体フローを検討した結果、学習データ作成に時間がかかるという課題があった。この課題解決ため、下記の検討を行った。

1. 学習データ作成自動化
2. 少ないデータでの精度向上また 並行して、これまで未検討だった、選手のトレーニングに利用するまでのシステム全体構成を検討した。
3. トレーニングアプリの機能検討

3 研究の方法

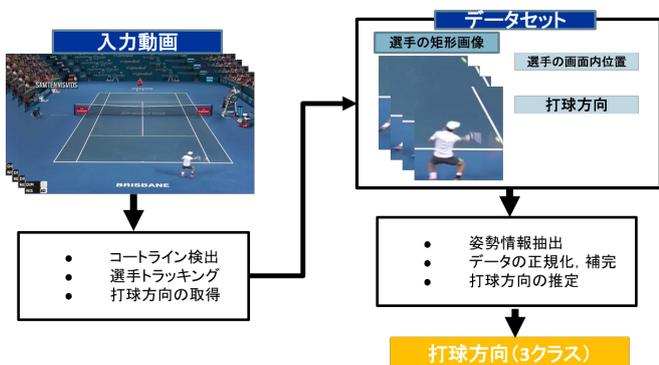


図1: データセット作成と打球推定

3.1 学習データ作成自動化

プロテニスの試合の動画を用いて、手前側選手のみ映した矩形画像、選手のコート内の位置、打球方向をデータセットとして作成した。

コートライン検出

2値化処理後ハフ変換を用いて直線を検出。相対位置関係から外側の4線を決定する。

選手トラッキング

パーティクルフィルタを用いる。追跡の精度を高めるために初めにフレーム差分による動物体抽出を行い、前フレームの対象物体の位置から特定の予測モデルに基づいてパーティクルを配置する。

打球方向の取得

選手トラッキングにより打球方向を判断する。ボールを打った選手の位置($X1$)と、そのボールをリターンした選手の位置($X2$)を利用することで打球方向を得る。 $X1$ の x 座標と、 $X2$ の x 座標の差を求め、その値と閾値を比べ、その結果により打球方向を3クラス(右方向へのクロス、ストレート、左方向へのクロス)に分類する。

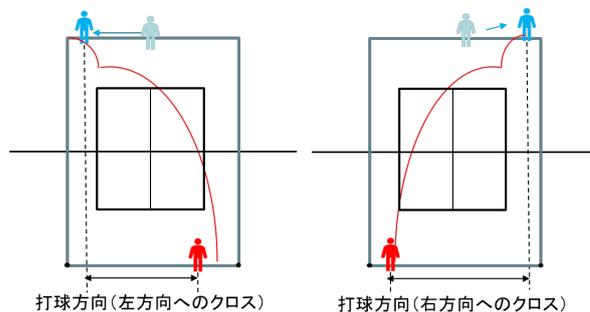


図2: 打球方向の決定

3.2 少ないデータでの精度向上

姿勢情報抽出

OpenPose を利用することで姿勢情報を抽出する。姿勢情報は図3 OpenPose の出力関節位置で表される18点の関節位置で得られる。18点のうち、5点は頭周辺の関節位置(両目、鼻、

両耳) であるため, 5つの平均値を頭の関節位置とし, 14点の座標データを姿勢情報として用いる. 得られた姿勢情報を打球方向推定に用いるため, 各関節位置を頭位置を基準に正規化. 検出されなかった関節位置は他データの関節位置に基づいて補完した.

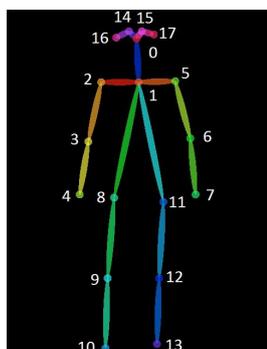


図 3: OpenPose の出力関節位置

姿勢情報による打球方向推定

時系列データの機械学習手法の 1 つである LSTM を用いて, 選手の姿勢情報と選手のコート内位置を入力データ, 打球方向を正解データとして学習を行った.

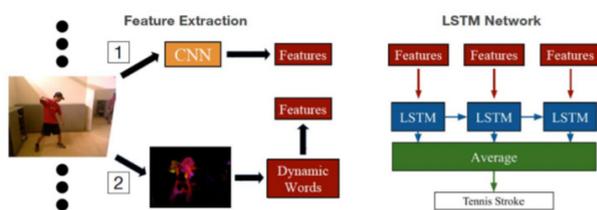


図 4: LSTM [Dibua et al., 2018]

ここで, 姿勢情報とは OpenPose によって得られる 18 点の関節位置を指す. このように学習されたネットワークに, 学習データを入力することにより, 打球方向の推定結果を得た.

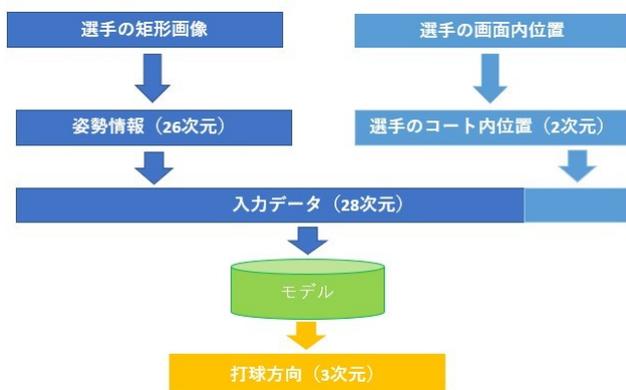


図 5: 打球方向推定の概要図

3.3 トレーニングアプリの機能検討

選手がテニスの動画を見ながら操作して予測の訓練を行う訓練システムを開発する. 選手が操作するフロントエンドと, その予測能力の向上や他者との比較などの統計, 可視化を行うバックエンドのアプリケーションを開発する. 選手に利用してもらいながら, 予測能力を向上し, 選手の能力の向上と疲労の低減, 並びに怪我の予防を行う事を目的とする. 全体構成

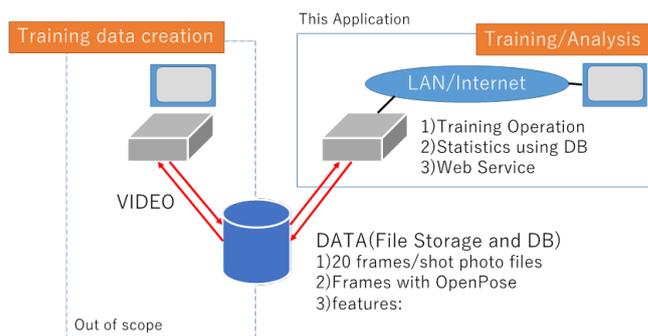


図 6: トレーニングアプリ全体構成

トレーニングデータ

各ショットはインパクト前 20 フレームで構成され, カメラビューは下記 3 種類がある. OpenPose は, 画像に加え 18 点の関節位置が DB に保存される.



図 7: 3つのカメラビュー

ユーザフロー

通常の利用シナリオは下記を想定.

1. 管理者がアカウント作成, 属性設定
2. コーチが選手にトレーニングタスクを発行.
3. 選手が動画をフレーム単位で見ながら, ボールの進行方向を予測して, 予測値を入力する. これを繰り返してトレーニングを行う.
4. コーチが各選手のトレーニングの進捗や正解率をモニター.

4 研究成果

研究方法 3.1, 3.2 の成果を述べる. 選手の姿勢情報が打球方向推定に有効か検証した. また, 時系列をずらして推定精度が高くなるデータを検証した.

OpenPose を用いて得られた姿勢情報から機械学習を用いて打球方向推定を行う手法を提案し, その他画像の特徴量を得る

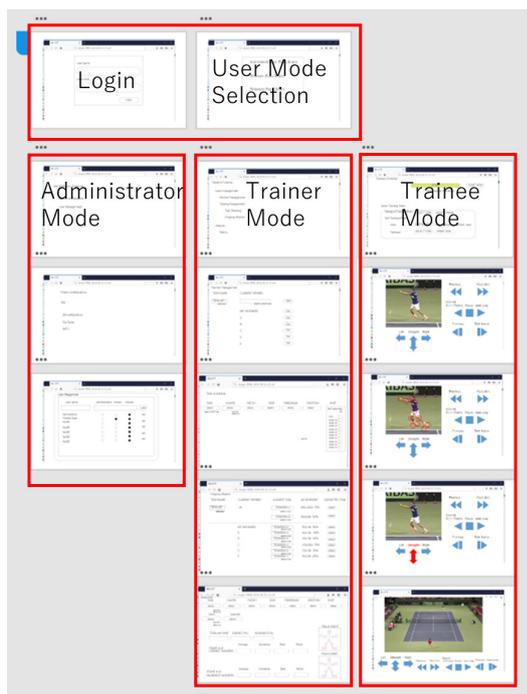


図 8: トレーニングアプリ ユーザフロー

入力情報	Accuracy(%)	Precision(%)	Recall(%)
姿勢情報+位置情報	64.2	61.0	64.1
VGG16	41.5	55.0	55.0
ヒートマップ	41.1	34.8	34.7
補完なし+位置情報	62.8	59.7	61.1
姿勢情報のみ	56.2	54.9	59.5

入力のフレーム数	Accuracy(%)	Precision(%)	Recall(%)
5フレーム	64.2	61.0	64.1
7フレーム	66.8	74.2	67.7
10フレーム	61.3	56.3	64.2
20フレーム	60.2	59.4	60.6

図 9: 打球方向の3クラス分類結果

手法よりも優位性を示した。また、打球方向推定の精度向上のために学習の手法の比較検討を行い、インパクトタイミング7フレーム前からの学習データを用いることで、打球方向推定で66.8%の精度を得た。今後さらなる精度向上と、トレーニングの実践を図っていく。

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 (CMC)

Lee Chonho (CMC)

吉川隆 (CMC)

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。しかしながら、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。一方、各分野において artificial intelligence (AI) の活用が進んでいる。専門医の長年の経験を実装したような AI システムの構築が可能となれば、根拠に基づく医療を患者に提供する上で大きな意義を有する。



図 1: 顔画像からの遺伝問題の検出例

そこで本研究の目的は、顔写真から患者の顔面画像所見を自動で生成し、遺伝疾患が疑われた場合にその情報を出力する AI システムを構築すること、さらに、歯の形態から遺伝の問題を推測するような AI システムを開発することにある。本報告では、AI システムの学習・評価データ作成を目的として、専門医が顔面を評価する際に共通して着目する内容を明らかにし、専門医ごとのおよび症例ごとの評価のばらつきを検討し、さらに、顔画像を入力とし関心項目を出力とする AI システムを開発したので報告する。

2 顔画像写真解析 AI システム

2.1 【実験 1】専門医が顔面を評価する際に共通して着目する内容、および専門医ごとのおよび症例ごとの評価のばらつきの検討

方法

当院矯正科に初診来院した患者 955 名よりランダムに選択した 100 名の患者の顔画像を、資料として用いた。10 年以上の矯正歯科臨床経験を有する女性歯科医師 4 名 (専門医 A, B, C, D) を被験者として用いた。実験は静かな室内で、17 インチノート型パーソナルコンピュータ (以下、PC) 上のカスタマイズされたソフトウェアを用いて行った。PC に側貌および正面画像を同時に表示し、①治療計画立案時に注目する項目 (側貌パターンなど; 以下、関心項目とする) および、②選択した関心項目の評価 (コンベックスタイププロファイルなど) をマウス

型光学式ポインティングデバイスを用いてプルダウンで被験者に選択させた (図 2)。被験者には、約 1~2 分で顔画像の評価を行うこと、および関心項目数に上限はなく、診療上必要と考える場合全て選択することを指示した。被験者ごとに「残りの 3 名のうち少なくとも 1 名の被験者が同じ関心項目を選んだ場合の関心項目の数」を「各被験者の一致項目数」と定義し、また、関心項目ごとに「(4 名の被験者のうち 2 名以上が共通して選択した症例数) を (少なくとも 1 名が選択した症例数) で除した値」を「各関心項目の専門医間一致率」と定義した。これらの各被験者の一致項目数および各関心項目の専門医間一致率を計算することで、専門医ごとのおよび症例ごとの評価のばらつきを検討した。

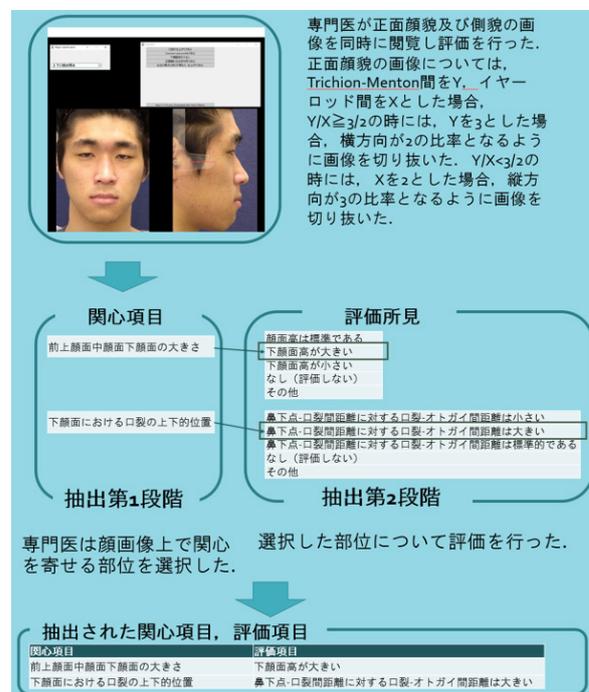


図 2: 顔画像から関心項目を抽出する手順

結果

各関心項目の専門医間一致率は最大で 67% (顔面高) であり、続いて側貌パターン (40%)、癍痕の有無 (35%)、鼻唇角 (33%) であった。専門医が顔画像を評価する際に注目する内容およびその数は、専門医によりばらつくことが示されたものの、症例

によっては顔面高、癍痕の有無など専門医が一致して着目する項目が存在した。また、図3に示す通り、症例ごとの関心項目数が多い症例と少ない症例が存在し、その傾向は専門医によらず一定していた。以上より、AIを構築する際に、第一段階として関心項目を抽出する必要性が確認された。また、AIを評価する際に、専門医間のばらつきを考慮するために、専門医間一致率を考慮する必要があると考えられた。

小括

専門医が顔面を評価する場合、関心項目の数と内容は、専門医および症例によってばらつきを認め、専門医間一致率は最大で67%であった。

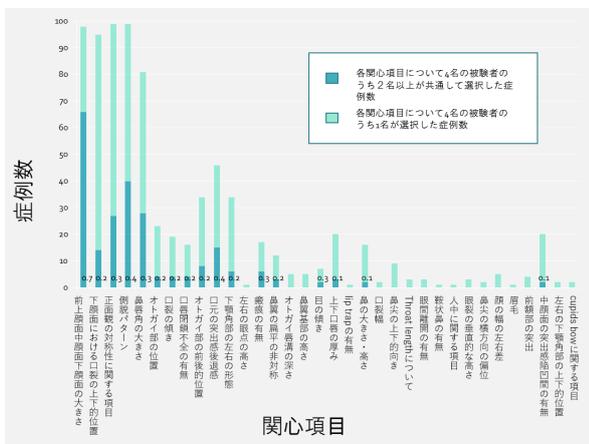


図3: 専門医 A,B,D が選択した各関心項目の一致率

2.2 【実験2】顔画像を入力とし、関心項目を出力とするAIシステムの構築

方法

実験1で用いた患者の顔画像995症例分を資料として用いた。実験1で一致項目数が最も多かった専門医Dについて、実験1と同様の方法で関心項目および対応する評価項目を選択させた。顔画像とそれに対応する関心項目の組み合わせは、重複を含め1269組存在し、そのうちランダムに選択された1049組を学習用データとし220組(122名分)を検証用データとして用いた。一般的に、機械学習時に発現頻度が高い場合には正答率は高く計算される傾向があり、また、発現頻度が低い場合には学習が困難であることが知られていることから、本研究では、全症例の2割から4割の発現頻度を有する5項目(口元の突出感、オトガイ部の前後的位置、オトガイの水平的位置、中顔面の陥凹、癍痕の有無)について、顔画像を入力とし関心項目を出力とするようなAIシステムの構築を行った。表5に示す方法を用いて、正答率、感度、特異度を計算し、構築したAIシステムの評価を行った。

結果

口元の突出感、オトガイ部の前後的位置、オトガイの水平的位置、中顔面の陥凹、癍痕の有無を抽出を行うAIシステムの正答率、感度、特異度を図4に示す。最大の正答率を示した項目はオトガイの前後的位置(0.6)であり、最小の正答率を示し

た項目は癍痕の有無(0.3)であり、専門医間一致率を考慮した場合、妥当な正答率であった。

	正答率	感度	特異度
口元の突出感	0.5	0.5	0.3
オトガイの前後的位置	0.6	0.8	0.3
オトガイの水平的位置	0.6	0.9	0.3
中顔面の陥凹	0.4	0.9	0.2
癍痕の有無	0.3	0.9	0.4

図4: AIシステムの各関心項目の正答率、感度、特異度

小括

顔画像を入力とし、関心項目を出力とするAIシステムの構築を行いその評価を行った。

2.3 今後の予定

今後、症例数を増やすことで、正答率の向上と学習可能な項目の追加を行いシステム性能の向上を図る。本システムと過去の我々のシステムを組み合わせることで、専門医が臨床で行うような画像所見記述文生成を行う。

発表論文等〔学会発表〕

- [1] 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, LEE Chonho, 山城 隆: 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence (AI) の開発 第77回日本矯正歯科学会学術大会 2018年10月30, 31, 11月1日 横浜
- [2] 谷川千尋, 山城隆, 矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [3] 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, Lee Chonho, 山城隆, 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence (AI) の開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [4] 谷川千尋, Chonho Lee, Jae-yeon Lim, 山城 隆, 側面位頭部 X線規格写真における計測点の自動認識を行う AI システムの開発, 第77回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018年10月
- [5] Tanikawa C, Akcam MO, Takada K. Quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice: two cases of Class III and jaw deviation underwent orthognathic surgeries, 2018 AAO Annual Session, Walter E. Washington Convention Center, Washington, DC, May 3-8, 2018. 2018年5月
- [6] 谷川千尋, 犬伏俊博, 相川友直, 新宅優子, 町博之, 野崎一徳, 南部恵理子, 中本将嗣, 岡綾香, 古郷幹彦, 山城隆, 大阪大学歯学部附属歯科技工士学校における3D デジタルサージェリー実習の取り組み, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 158-158 2018年5月
- [7] 新宅優子, 谷川千尋, 相川友直, 山城隆, 古郷幹彦. 上下顎移動術を行った顎変形症患者における三次元顔面形態変化のパターン化, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 190-190 2018年5月
- [8] 田中晋, 相川友直, 新宅優子, 伊藤慎将, 谷川千尋, 山城隆,

古郷幹彦, 口唇裂・口蓋裂治療における外科矯正手術について, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 68 - 69 2018年5月

〔著書〕

- [1] Tanikawa C, Akcam O, Takada K, quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice, Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery in press Apr 2019
- [2] Tanikawa C, Lee D, Oonishi Y, Haraguchi S, Aikawa T, Kogo M, Yamashiro T, The elimination of dental crowding and development of a proper dental arch by Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis for a patient with UCLP, The Cleft Palate-Craniofacial Journal 1055665618821831-in press Jan 2019
- [3] Oka A, Tanikawa C, Kurosaka H, Yamashiro T. Adult patient with bilateral cleft lip and palate treated using bone graft followed by lateral distraction: A case report. ORTHODONTIC WAVES 77(4) 232-239 Dec 2018.
- [4] Tanikawa C, Hirata K, Aikawa T, Maeda J, Kogo M, Iida S, Yamashiro T. Efficacy of Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis in Patients With Cleft Lip and Palate. The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association 55(10) 1375-1381 Nov 2018.
- [5] Tanikawa C, Takada K. Test-retest reliability of smile tasks using three-dimensional facial topography. The Angle orthodontist 88(3) 319-328 May 2018

〔その他〕

- [1] 谷川千尋, 日本矯正歯科学会 優秀賞受賞「矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発」
- [2] Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging and Artificial Intelligence in Orthodontics, Bioforum@Dental School, Okayama University, June 8, 2018

システムデザイン部門・環境イノベーション

新しいエネルギー性能評価指標の検証のための詳細行動データ取得技術

下田吉之（工学研究科）

山口容平（工学研究科）

松岡綾子（工学研究科）

東野輝夫（情報科学研究科）

山口弘純（情報科学研究科）

廣森聡仁（情報科学研究科）

1 研究の背景

地球温暖化対策のための民生部門の大幅な省エネルギーの達成や、太陽光など変動性のある再生可能エネルギーの大規模普及に伴う需要側の電力需給調整の必要性から、建築物のエネルギーマネジメントの重要性が高まっている。そのためには建物において、いつ、どこで、どのような目的で、どのような種類のエネルギーが使用されているのか、その実態を明らかにする必要があるが、現在のところその解明は進んでいない。近年、スマートメーター、BEMS(Building Energy Management System)、HEMS(Home Energy Management System)など従来に較べて飛躍的に粒度の高いエネルギー消費データの取得が可能なシステムの導入や、センシング技術の更なる高度化が進む中、これらから得られる大量のデータから省エネルギーやエネルギーマネジメントにつながる有用な知見を産み出す手法の開発が希求されている。

2 研究の目的

スマートメーター、BEMS、HEMS から得られる大量のエネルギーデータから、用途分解などの手法を用いて省エネルギーやエネルギーマネジメントの立案のために有用な情報を得ること、さらには行動センシングデータやエネルギーデータから高齢者の見守りサービスなど、新たな価値を見出すことを目的とする。

3 研究の方法と成果

3.1 新しいエネルギー性能評価指標の提案と検証

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はずである。しかしながら、これまでは建築の使われ方を計測することができなかつたため、例えば魅力があり多数の来客があつたり長時間運用されたりする建築ではエネルギー消費が大きくなってしまふことから、省エネルギー性能が低いと評価されてしまふなどの問題を有していた。本グループで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ており、新しい評価指標の提案を既におこなっている [a] [b] [c]。

本チームで、大阪市内に存在するサロンを対象に、人流や建築内環境の詳細計測をおこない、BEMS で計測されるエネルギー消費データと合わせ、「一人あたりエネルギー消費量」による評価を試みた。図-1 に全電力消費量と滞在人数の変化を示す。これを「一人あたりエネルギー消費」に換算すると図-2

のようになり、省エネルギーの観点からは値が大きくなる午前中に如何にして照明や空調のパーソナル化を図るか？という点が設計・運用上の課題となる。今後このような分析結果を大阪大学の新築建物で実証していく計画である。

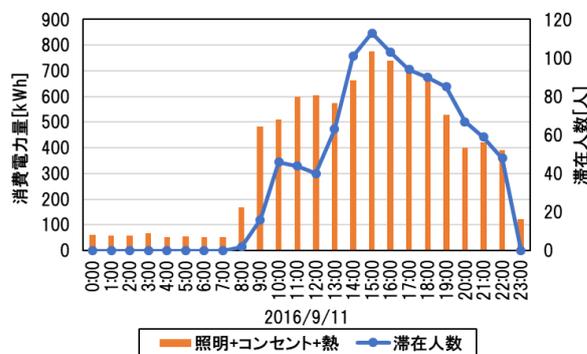


図1: 滞在人数と電力消費

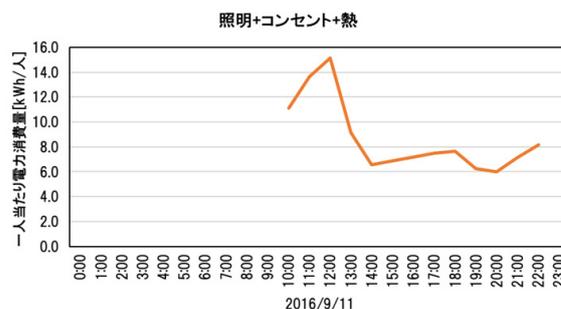


図2: 一人当たり電力消費

3.2 スマートメータデータを用いた分析

スマートメーターは電力料金の計量の省力化を目的に普及が進んでいるが、30分毎の計測により各建物のロードカーブなどこれまで得られなかった情報が得られるようになった一方、建物全体の電力消費のみ計測するため、省エネルギー対策立案やエネルギーマネジメントに必要な用途別電力消費が得られない問題がある。本研究ではデータ分析およびシミュレーションの併用により、このスマートメータデータを省エネルギー立案に用いる手法を検討した。(学会発表 [1][2])

大学キャンパスを対象とした電力消費データの分析と建物改修

による省エネルギーポテンシャルの計算

大阪大学では2011年よりキャンパス内主要建物のほとんど(約240棟)にエネルギー可視化システムを導入し、30分毎に建物全体の電力消費を計測している。これは、一般のスマートメータデータと同等である。分析のフローを図-3に示す。

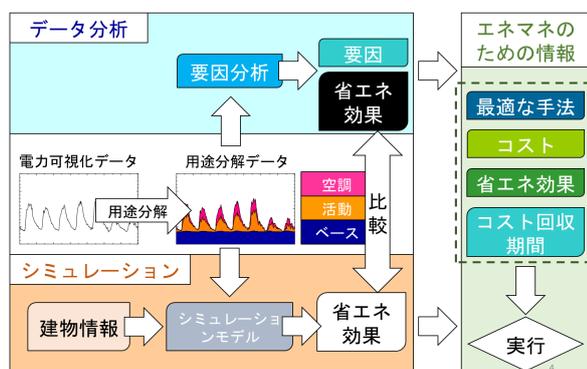


図3: 研究のフロー

電力可視化データを気温等の情報を用いて空調分・活動分・ベース分の3成分に分離する。この際、オフィスと異なり夏期休暇等が存在するためカレンダーから平日と休日の分離ができず、その分離法も別途開発している。次に、エネルギー消費量が大きく減少した建物のエネルギー消費データを分析し、多くの場合建物の耐震改修によるエネルギー性能の向上によるものであることを確認した。

次に、キャンパスの建物におけるエネルギー消費をシミュレートできるモデルを構築し、改修によりエネルギー消費が減少した建物を対象に、改修内容を反映した場合に改修前後のエネルギー消費が正しく再現されることを確認した後、可視化データから得られる指標を用いて可視化データの存在する全建物を15のクラスターに区分し、各クラスターの代表建物を選定してそのシミュレーションモデルを構築することで、クラスター毎のエネルギー消費を再現できるようにした。図-4はクラスター毎に照明をLEDに交換した場合の投資回収年数を見ているが、建物種類によって大きく異なることがわかる。

同じ改修工事を全キャンパスに対して実施した場合の省エネルギー効果について推計した結果を図-5に示す。全ての対策を実施することにより26%の省エネルギーが可能となることが示された。

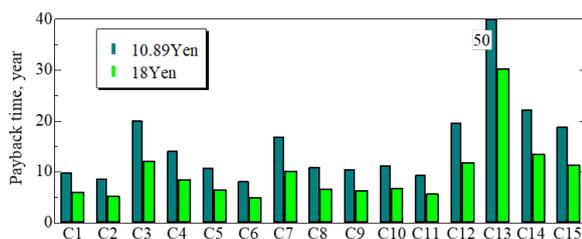


図4: 各クラスターの照明交換による回収年数

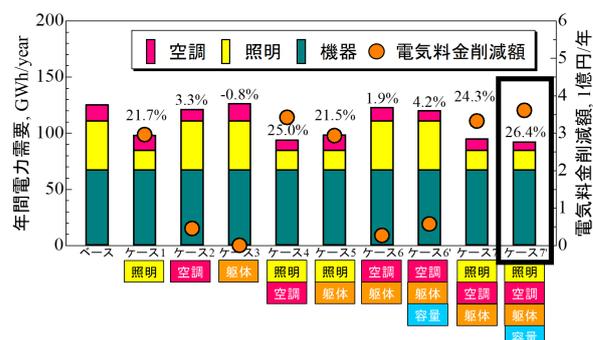


図5: 全キャンパスの省エネルギー推計結果

その他

その他、企業との共同研究により、新しい方法を用いたスマートメータデータの用途分解方法を開発し、事務所ビルに適用する研究を実施している。(発表論文[1])

引用文献

- [a] Hirozumi Yamaguchi, Akihito Hiromori and Teruo Higashino, “A Human Tracking and Sensing Platform for Enabling Smart City Applications”, Proceedings of the Workshop on Smart and Connected Communities: Technological Foundations, Challenges and Opportunities (SCC-2018), pp. 1-6, January 2018 (invited paper)
- [b] 下田吉之, 山口容平, 村井絢香, 東野輝夫, 山口弘純, 廣森聡仁, “居住者数やサービスを基準とした建物エネルギー効率評価指標の提案”, 第35回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集(2016)
- [c] Masao Chiguchi, Hirozumi Yamaguchi, Teruo Higashino and Yoshiyuki Shimoda, “Human Thermal Comfort Estimation in Indoor Space by Crowd Sensing.” Proceedings of International Workshop on SmartBuildings 2016, pp. 45-50, 2016

発表論文等〔雑誌論文〕

- [1] 大島弘暉, 下田吉之, 山口弘雅, 岸本卓也, 山口麻有, 中村和弘, “時刻別総電力量を用いた建物エネルギー使用実態評価手法開発”, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2018.9.12~14) CD-ROM, pp33-36

〔学会発表〕

- [1] 内田敦之, 宮坂房千加, 下田吉之, “データ分析と熱負荷・エネルギーシミュレーションを用いた大学施設の建物改修工事における熱負荷削減効果の検証”, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2018.9.12~14) CD-ROM, pp13-16
- [2] 内田敦之, 下田吉之, 宮坂房千加, “代表建物モデルを用いた大学キャンパスのエネルギー需要予測”, 第35回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集(2019.1.29-30), CD-ROM, pp586-591

〔外部資金〕

- [1] H29-32, 科学研究費 基盤 B, 「スマートシティの要件定義と評価手法の確立に関する研究」, 17H03354, (代表) 下田吉之
- [2] H27-31 JST-CREST JPMJCR15K4(分担) 下田吉之

データ駆動型マテリアルデザイン手法の開発と新機能材料の探索

福島 鉄也 (IDS, ナノサイエンスデザイン教育研究センター)

佐藤 和則 (工学研究科)

小口 多美夫 (産業科学研究所)

1 研究の背景

IoT・ビッグデータ・人工知能等の情報技術があらゆる分野において活用されている現代社会において機械学習やデータマイニング等の情報・データ科学を利用した材料開発は避けては通れない課題であり、データ駆動型マテリアルデザイン手法の開発は社会的急務となっている。高精度の第一原理電子状態計算によって構築される多次元の物性データベースと、それを利用したデータ科学的アプローチによる情報統合型デザイン手法により、優れた機能を有する新材料を探索し、それを実用段階に展開することが現状打破のブレークスルーに繋がる。

2 研究の目的

物質・材料研究の究極の目的は、望まれる物性・機能を有する物質・材料をデザインすることである。第一原理計算とデータ科学的手法を組み合わせることで、現在の材料開発で行われている順方向探索とは異なった「物性・機能」→「材料」に至る逆方向探索を可能にするデータ駆動型マテリアルデザイン手法を開発し、未知の新機能材料探索と物理的メカニズムの解明を行う。

3 研究の方法

3.1 オーダー N 遮蔽 KKR グリーン関数法の開発

我々はオーダー N 遮蔽 KKR グリーン関数法に立脚した独自のプログラムパッケージ「KKRnano」の開発・拡張を行った。KKRnano は原子数 N に対し計算量がオーダー N レベルで全電子計算が可能であり、スーパーコンピュータによる大規模並列計算を利用することで数千から数十万原子の系を取り扱うことが可能である。

3.2 多階層連結によるマルチスケールシミュレーション

KKR グリーン関数法は直接的に一電子グリーン関数を計算するため線型応答理論と組み合わせることにより、電気伝導率、磁気相互作用、フォノン・マグノン励起等を効率よく計算することができる。数理モデルに現れる物理パラメーターを定量的に計算し、モンテカルロ法や LLG シミュレーションと組み合わせることで、第一原理計算のみでは取り扱えない時間依存・マクロスケールの電子物性や磁気特性を精査する。

3.3 統計的機械学習に基づく材料物質の一般化有効モデルの構築

第一原理シミュレーションによって構成された高次元物性データベースから LASSO, Kernel Ridge, また独自に開発した高効率情報推定・抽出手法である LIDG を利用することで、物理的機構を決定する支配因子を推定し新機能物質の探索を行う。

4 研究成果

4.1 ホイスラー構造を有するスピギャップレス半導体 (SGS) の探索

SGS は高スピン偏極電子電流または正孔電流が生成可能なため希薄磁性半導体の代替物質として期待されている。しかし、SGS で期待される伝導特性は結晶中の歪み、欠陥、相分離等の不規則性によって阻害されてしまう。それゆえ、SGS を利用した次世代デバイスを実現するためには、上記の不規則性に強いホイスラー材料を見つける必要がある。我々は、そのような適切な材料を見つけるために、多数のスピギャップレス系等原子四元ホイスラー合金 (EQHAs) の第一原理計算を行い、高温キュリー温度を有する不規則性に対して強い新規 EQHA のデザインに成功した。

4.2 コヒーレントポテンシャル近似を利用した有限温度電子状態計算

KKR グリーン関数法では結晶中のグリーン関数はダイソン方程式を通じて参照系のグリーン関数とシングルサイトの t 行列から計算される。コヒーレントポテンシャル近似を用いることにより、この t 行列に局所フォノンによる原子変位の効果を加えることで有限温度の電子状態、磁性、伝導特性を第一原理計算の立場から調べることが可能である。我々はこの手法を用いて単純遷移金属の緩和時間の評価を行った (計算された緩和時間はボルツマン理論による伝導特性計算のインプットとしても使用できる)。また、ハーフメタル、スピギャップレス系ホイスラー合金 (Co₂MnSi や Mn₂CoAl) に適用し、ハーフメタル性やギャップレス状態の温度依存性を理論的に評価することに成功した。

4.3 KKRnano と機械学習による高エントロピー合金の局所構造解析

高エントロピー合金は 4, 5 種 (またはそれ以上) の元素がランダムに分布した固溶体であり、既存の合金にはない有益な特徴 (高硬度, 耐腐食性, 軟磁性等) を有しているため盛んに研究が行われている。一般の電子状態計算手法とは異なり、KKRnano では空間をボロノイセルに区切りグリーン関数を定義するため、各ボロノイセルで局所エネルギーを計算することが可能であり、スーパーコンピュータによる大規模並列計算と組み合わせることで膨大な量の局所エネルギーのデータを取得することができる。この局所エネルギーのデータベースに (3.3) で述べたデータ科学的手法を用いることにより局所構造の安定性をデータ駆動で予測することができる。

図 1 は LASSO を利用した CrFeCoNi の局所構造解析を示している。記述子としては第 1, 第 2 近接原子種の数を用いた。図からわかるように (a) Cr 原子に比べ (b) Ni 原子の局所エネ

ルギーの予測性能が高い。これは磁気モーメントが小さい Ni 原子とは異なり Cr 原子は他の原子と反強磁性的な相互作用を有するためであり、記述子として最近接原子種のみを用いるだけでは不十分であることを示している。この解析により、我々はデータ駆動で局所構造の安定性の議論に成功し、CrFeCoNi では第一近接（二近接）Cr 原子間には斥力（引力）的相互作用が支配的であることを解明した。さらに、大域的にはランダムな固溶体を形成するより、L12 構造を有した方が安定であることが判明した。

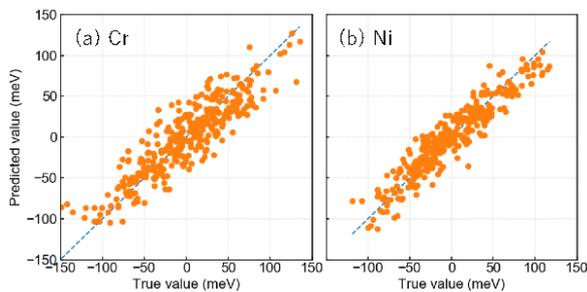


図 1: LASSO を用いた CrFeCoNi に対する局所エネルギー解析

発表論文等

〔雑誌論文〕

- [1] K. Arima, F. Kuroda, S. Yamada, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Anomalous Hall conductivity and electronic structures of Si-substituted Mn₂CoAl epitaxial films”, *Physical Review B*, Vol. 97, pp. 054427/1-6, 2018.
- [2] H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “First-principles prediction of the control of magnetic properties in Fe-doped GaSb and InSb”, *Journal of Applied Physics*, vol. 124, pp.103962/1-8, 2018.
- [3] A. Masago, H. Shinya, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “Magnetism of Eu-doped GaN modulations by spinodal nanodecomposition”, *Physical Review B*, vol. 98, pp. 214426/1-7, 2018.
- [4] S. Yamada, S. Kobayashi, F. Kuroda, K. Kudo, S. Abo, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Magnetic and transport properties of equiatomic quaternary Heusler CoFeVSi epitaxial films”, *Physical Review Materials*, vol. 2, pp. 124403/1-8, 2018.

〔学会発表〕

- [1] T. Fukushima, “First-principles design of ferromagnetic phase change materials, 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solid (PASPS-10), 2018
- [2] T. Fukushima, “Theoretical prediction of maximum Curie temperatures of Fe-based dilute magnetic semiconductors by first-principles calculations” *American*

Physical Society 2019

- [3] 福島鉄也, “Materials Design of Magnetic Materials”, PCoMS シンポジウム&計算物質科学スーパーコンピュータ共用事業報告会 2018, 2018
- [4] 福島鉄也, “First-principles investigations of high entropy alloys by all-electron order-N screened KKR Green’s function method”, NIMS 第 35 回 MaDIS 研究交流会, 2018

〔外部資金〕

- [1] H29-30, 委受託研究（ダイキン工業株式会社）, 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 I」, （代表）小口多美夫, （分担）福島鉄也
- [2] H30-33, 科学研究費助成金, 基盤 C, 「データ駆動型マテリアルデザインによる新奇高エントロピー合金材料の探索」, 18K04926, （代表）福島鉄也
- [3] H30-31, 委受託研究（ダイキン工業株式会社）, 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 II」, （代表）小口多美夫, （分担）福島鉄也

非翻訳 RNA を標的とした低分子創薬候補物質の探索

中谷 和彦 (産業科学研究所)

松下 康之 (IDS)

1 研究の背景

ヒトゲノム中にはタンパク質に翻訳される領域が僅か 3% しかなく、一方、翻訳されない領域、非翻訳 RNA が 76% もあり、非翻訳 RNA が生体機能維持に重要な役割を果たすことが明らかとなった。欧米では世界を代表する創薬企業、ベンチャー企業が、RNA を標的とした低分子創薬に人材と資金を続々と投入している状況にある。昨年、米国化学会広報誌に特集記事「RNA Gold Rush」が掲載され、RNA 標的創薬が大きな潮流であることを示した。ここ数年で創薬研究の対象は希少病や難治性疾患にシフトし、従来の蛋白標的創薬では対応できない遺伝子疾患への取り組みが加速し、我が国でもようやく RNA 標的創薬研究が進み始めた。

RNA 標的分子創成研究のボトルネックは、RNA-低分子複合体の具体例が少ないこと、そのうえ、複合体構造のシミュレーションが難しいことにある。低分子と RNA の複合体形成は、静的な構造同士が結合する「鍵と鍵穴」モデルではなく、動的な構造変化を伴う「誘導適合」モデル、即ち、RNA と低分子が接近しながら、両者それぞれに相手に形を適合させながら結合する過程を経る。そのため、熟練した研究者といえども直感や閃きだけでは、複合体構造を予測すること、即ち、RNA 結合分子の設計はほぼ困難である。誘導適合型の低分子-RNA 結合の本質的な理解と、研究者が気付かない複合体形成要因の解明無くしては、RNA 標的的低分子創成を加速させることができない。

2 研究の目的

低分子-RNA 複合体の形成は、タンパク質のような明確なレセプター構造へ結合するのではなく、RNA と低分子双方の構造が変化する。その際に、「誘導適合」型結合様式と「配座選択」型の結合様式がある。何れの結合様式を取るにせよ、結合する分子と結合しない分子を区別する、結合経路中の律速段階の存在が推測される。律速段階はその反応過程で最も活性化エネルギーの大きな段階であり、反応の成否を決定する特徴量が最もよく反映されている。低分子-RNA 複合体の形成経路、律速段階を解析・決定・理解することにより、研究者の直感を補完する特徴的記述子の抽出、分子設計へのフィードバックに繋げる。

3 研究の方法

3.1 低分子-RNA 複合体の形成経路の精密解析・律速段階の特徴量抽出

誘導適合型の低分子と RNA の複合体形成反応については、経験的な中間体の想定が現時点の知識ではほぼ不可能であることから、GRRM 法³⁾を用い、経路中に存在し得る中間体および遷移状態を探索し、従来の定性的な「結合する or しない」の構造活性相関データを、定量的な結合データとして取扱うこと

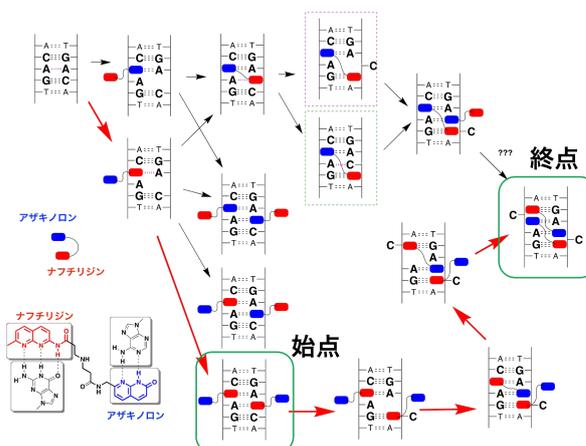


図 1: ナフチリジン-アザキノロンの CAG/CAG サイトへの結合の仮想経路

を可能とする。

GRRM 法による結合経路探索

昨年度に引き続き、反応経路中の任意の一つの構造から反応経路に存在し得る全反応中間体と遷移状態を全化学空間から探索する GRRM 法を、誘導適合型の低分子と RNA の複合体形成反応に適用した。

ナフチリジン-アザキノロンの CAG/CAG サイトへの結合の仮想経路設定

C-G 塩基対に挟まれた A-A ミスマッチ (CAG/CAG サイト) に、分子ナフチリジン-アザキノロン (以下、NA と略) 2 分子が特異的に、かつ、高い親和性で結合する²⁾。NA の結合により、2つのシトシンがフリップアウトした構造 (図 1 の終点と表示された構造) を形成することが、NMR 構造解析から明らかになっている。この終点構造に至る複合体形成経路を、図 1 のように仮定した。すなわち、左上の分子 NA が結合前の CAG/CAG 構造からスタートし、NA の複素環が随時結合していくモデルである。以下、この複合体形成経路モデルの妥当性を検討した。

3.2 RNA 結合分子の大規模スクリーニングデータの分類アルゴリズム構築

中谷研究室で先に実施している約 4 万 1 千化合物の RNA 3 種類への結合スクリーニングデータを用いて、ヒット化合物のクラスタリングによる、化合物の構造などの記述子による主成分解析の準備に取り掛かった。

スクリーニングデータの処理

東京大学創薬探索機構から提供された 41,119 化合物を蛍光ディスプレイメントアッセイ⁴⁾で評価した。評価基準は、蛍光回復率 (Frec) が、A.V. + 4SD ; Frec ; 150% に入る化合物

をヒットとした。対象 RNA は、pre-miR-29a, pre-miR-122, HIV-1 RRE の三種類である。

一方、ヒット化合物 1075 化合物（構造を開示された化合物）に対して、3000 化合物のヒットしなかった化合物を現在選定している。今後、これらの化合物の構造開示を依頼し、構造開示された 4000 化合物データから、構造要素を記述子とする主成分解析を実施する予定である。

4 研究成果

4.1 中間体探索

GRRM 計算コードのオプション、二点間中間体探索 (SCW) を用いて、NMR で同定された終点構造と、仮想経路中の中間状態（始点と表示した構造）間の中間構造を探索した。計算には計算時間の短縮のため、半経験的分子軌道法計算 (PM6) を使い、スタッキングの影響を評価するために、分散力を加味した。その結果、約 19 の中間体構造が生成した。図 2 に計算で求められた中間体の一部とその構造の模式図と想定される経路を示した。算出された構造は、計算レベル、溶媒効果、カウンターカチオン、分散力の考慮などにより変動することが予想されるため、今回得られた構造については今後の詳細な検討が必要である。それぞれの中間体についての考察はここでは控えるが、局所安定構造であるとしても、かなりエネルギー的に高い状態の構造も散見される。今後、これら仮想の中間体の存在をどのように検証するかが大きな課題となる。

4.2 分類アルゴリズムの構築

41000 件のスクリーニングデータを、機械学習用に用いられるようにデータ・フォーマットの修正を進めた。ヒットしなかった化合物の構造情報を手に入れられることが確認でき、学習データセットとしての利用にめどが付いた。

5 今後の予定

5.1 結合経路探索への機械学習の導入

上記の通り、結合経路を想定し、その経路上に存在しうる中間体（仮想）から終状態構造に至る経路を探索することが出来た。一方、中間体の存在はあくまでも仮想であり、想定される中間体構造は相当な数と考えられる。計算時間の短縮と仮想中間体の検証が必要である。

計算時間の短縮には、従来用いられている DFT 計算用のパラメータを核酸-低分子に特化したパラメータを機械学習により設定する手法が有力と考えられる。早稲田大学理工学術院の中井浩巳教授らのグループでは、高速な密度汎関数理論 (DFT) 計算における大きな課題である運動エネルギー汎関数の開発に AI を応用し、既存のものよりも高精度な汎関数を開発しており³⁾、我々の対称とする核酸-低分子相互作用の量子化学計算にも応用できるのではないかと考えている。

5.2 分類アルゴリズムの構築

分類アルゴリズムの構築では、化合物の構造情報を記述子として使う場合、フィンガープリンティングを用いる場合などに分けて、機械学習を進める予定である。

- [b] Small-molecule ligand induces nucleotide flipping in (CAG)_n trinucleotide repeats, Nakatani, K.; Hagihara, S.; Goto, Y.; Kobori, A.; Hagihara, M.; Hayashi, G.; Kyo, M.; Nomura, M.; Mishima, M.; Kojima, C. *Nature Chemical Biology* 2005, 1, 39 – 43.
- [c] J. Seino and H. Nakai, "Informatics-Based Energy Fitting Scheme for Correlation Energy at Complete Basis Set Limit", *J. Comput. Chem.* 37, 2304 (2016).
- [d] Zhang, J.; Umemoto, S.; Nakatani, K. *J. Am. Chem. Soc.* 2010, 132, 3660-3661

発表論文等

〔外部資金〕

- [1] H26-30, 科学研究費助成金 特別推進研究, 「リポット結合分子をプローブとするトリヌクレオチドリポット病の科学街生物学研究」, 26000007, (代表) 中谷和彦
- [2] H30, 企業 2 者と他大学からなる 4 者共同研究の実施. 課題名「核酸と低分子のフォールディングのシミュレーション」

〔その他〕

- [1] 核酸標的低分子創薬研究会 (代表) 中谷和彦

引用文献

- [a] <https://iqce.jp/GRRM/>

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）

坂和洋一（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

物理現象の中には、非線形性に起因する突発的な現象に支配されることが多くあり、中には巨大太陽フレアのように、地球環境への影響も甚大になることから、予測の必要性が唱えられている現象も多い。このような突発的な物理現象は、実験・観察、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主流であるものの、多くは予測は困難なのが現状である。シミュレーション技術と計算機の進歩によって大規模計算を必要とする時間、空間分解能の高い数値解析が可能になってきていることから、その結果を突発現象の予測に利用することが期待されてきた。しかしながら、多次元大規模シミュレーションによる解析では、出力されるデータ量が飛躍的に増加、時系列データの解析が重要性を増し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、データの解析に膨大時間を要するようになってきている。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手法の限界が見えている。一方で、情報・通信技術の進歩によって観測・計測によって得られたデータがリアルタイムで処理できるようになってきた。特に人工知能によるデータ処理技術の進展は大きい。このような現状を踏まえ、最新の情報工学を導入した人工知能によるデータマイニングによって、効率的な物理の解析手法の確立し、新しい物理現象を発見するとともに、非線形現象の予測、あるいは工学的な活用を目指す必要がある。

2 研究の目的

従来手法で解析しても予測不可能であった突発的な物理現象において、新たに情報科学を活用して非線形の突発現象を予測できる解析手法を探求する。特に、大規模シミュレーションによって得られるデータを情報科学に基づくディープラーニングによって事象との関連付けを探索し、かつ間接的な事象の変化を観察することによって突発現象を予測できる手法を開発することを目的とする。また、非線形物理を含む現象を産業用として活用する場合、非線形性の制御、最適化が求められている。そこで、これまでは取り扱いが困難であった非線形性現象に対し、本研究によるディープラーニング手法を活用することによって非線形現象を制御する技術の基礎研究も行う。さらに、これまでに培った機械学習をデータ解析だけでなく、データの信頼性向上、最適化に活用することも試みる。さらに、実験における作業効率、安全性向上にも寄与できる技術活用を図る。

3 機械学習による非線形物理の解明

3.1 機械学習による非線形物理の解明

非線形現象に起因する突発現象を予測するために、人工知能を用いることによって3次元空間の膨大な物理量の時系列データを解析し、因果関係を特定する手法の確立を目指した。これによって、突発現象の予測に繋がる、従来の解析では認識されなかった新たな物理を発見できる可能性を秘めている。ここでは、地球環境に影響を及ぼすことでも知られている太陽フレアについて、太陽内部の磁気対流との関係からその発生につながるメカニズムの解明を進めている。

関連データ学習

相関関係を探索するいわゆる「教師なし」の課題である。特に、3次元空間に多変数の分布から相関関係を抽出するには膨大な計算資源が必要になることから、今年度は関連データ学習を導入し探索するデータをラベル化することによってデータの次元を削減し、ラベルの変化を関係データとして学習することによって法則を探索した。ラベル化することによって、特徴的なラベルが遷移する確率の評価を行うことが可能になり、ラベル遷移予測から突発現象の予測を行うことを試みた。ラベル遷移確率分布を求めることができ、手法の有効性が確認できた。今後、突発現象の予測に活用する予定である。

3.2 レーザーアブレーションのリアルタイム解析手法の開発

レーザー加工では、レーザーアブレーションなど複雑な非線形現象を包含しており、最適化のためには、例えば、レーザー強度、波長、照射時間など様々な照射条件の適正值を探索する必要がある。これまでは実験で得られる経験則に基づいて行われていることが多かった。今回、実験データ、シミュレーションデータ、および情報科学を融合させることによって、高効率なインテリジェント加工手法を確立させることを目指した研究に着手した。今年度は、噴出プラズマの分布から加工している物質構造を推定することを試みた。一例として、炭素(C)が埋め込まれたプラスチック(CH) (図1)にレーザーを照射したシミュレーションを行った。炭素の位置をランダムに与え、それらのシミュレーション結果を学習データとし、2段の畳み込みニューラルネットワークで学習させた。その結果、噴出プラズマ分布を与えると埋め込まれた炭素の位置をミクロン単位で高い確率で推定できるようになった。最終的には、このようにシミュレーションで学習させた結果を実験計測装置と連携させることによって、リアルタイムにフィードバック、制御を行える世界初のシステム開発を目指す。

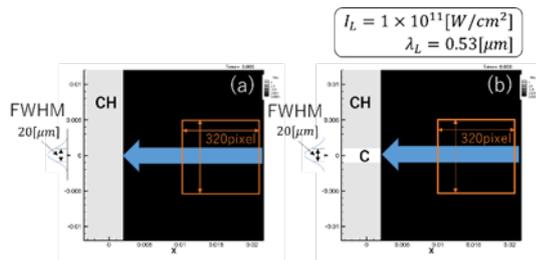


図1: シミュレーション条件

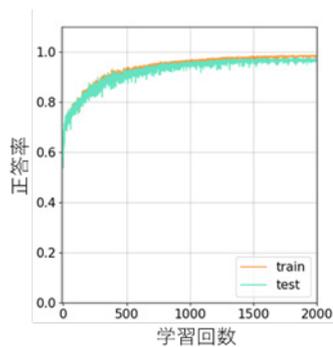


図2: 輻射温度データを与えた場合の正答率

3.3 デジタルラボノートの導入

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[1]を整備してきたが、今回は実験の準備状況から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」のシステム構築を試みた。図2にターゲットの製作記録をタブレットから入力するための画面の一例を示す。これまで、ターゲット製作の技術職員が個別にノートに記録していたデータも、ターゲット製作グループ、およびそのターゲットを使用するプラズマ実験グループのメンバーにも記録が閲覧できるようになる。製作プロセスや製作されたターゲット情報が共有されることによって、実験時のターゲット設置ミスの防止、論文化された実験データのトレーサビリティ確保などにおいて信頼性が高まった。同様に、大型レーザー実験におけるチャンパー作業用のラボノートも並行して開発をおこなっている。これによって、複数人が手掛けるチャンパー作業も作業後の確認作業が円滑に行われることから、効率よく実験が行えるようになるだけでなく、現場作業の安全性向上、失敗した実験の原因究明にも寄与できると期待する。

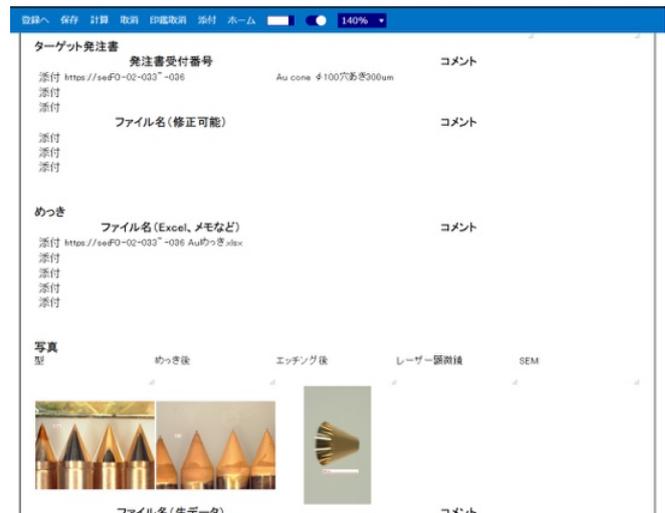


図3: ラボノートのタブレット入力画面

引用文献

- [a] 藤岡慎介 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, プラズマ・核融合学会誌 小特集 (投稿中)

発表論文等

〔学会発表〕

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

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)

Matthew J. Holland (IDS)

1 研究の背景

本研究の目的は、素粒子物理学実験において深層学習の適用研究を行い、物理実験の測定精度を大きく改善することである。深層学習を適用した物理データ解析技術、および加速器制御技術の開発を行い、様々なデータ処理技術を大きく改善させることを目指す。深層学習は、車の自動走行や、医療画像の自動診断などで注目されている、AIの基盤技術である。物体認識や翻訳など、おもに日常の自動化タスクにおいて発展してきた。大型素粒子実験の大量データ処理へ適用することで、従来の物理データ解析手法を上回る、より高性能なツールとして期待できる。また、深層学習は明確なモデルや事象の関連性が特定できなくても、学習によって入出力の関係をモデル化できるため、非線形な応答を高速に、高精度で得ることができる。したがって、深層学習の導入により、信号識別の飛躍的な性能向上、回帰処理（パラメータ測定）の高速化や高精度化が期待される。

2 研究の目的

加速器を用いた素粒子物理学実験では、

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

の手順を実施し、抽出された信号事象を用いて物理パラメータの測定を行う。本研究では、上記のうち1), 3), 4)における深層学習の適応研究として、加速器制御技術の開発、測定データ較正手法の開発、およびデータ解析における信号識別手法の開発を行う。

3 研究の方法

本年度は下記のプロジェクトについて、研究開発を実施した。

3.1 素粒子実験データ解析における信号識別手法の開発

このプロジェクトでは、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) における B ファクトリー実験、および ILC 将来実験計画のデータ解析における、信号識別能力を向上するための開発である。2012 年の中性ヒッグス粒子の発見以降、素粒子物理学の最大の課題は、標準理論を超える、より根源的な新原理（以下、新物理と呼ぶ）の探求である。B ファクトリー実験は、膨大な実験データを蓄積し、B 中間子の超精密測定を行うことで、新物

理を探索する。B 中間子の稀崩壊を精密に測定し、新物理由来の量子効果、例えば未発見の粒子である荷電ヒッグス粒子による量子効果の検出を目指す。このような信号事象が生成される確率は非常に低いため（分岐比約 10^{-8} レベル）、膨大なバックグラウンド事象を強力的に排除し、極めて微小な信号事象を効率よく抽出する必要がある。また ILC 実験計画では、より高いエネルギーで実験を行い、大量のヒッグス粒子を生成、蓄積する。ヒッグス粒子の精密研究を行うことで、新物理の発見を目指している。ヒッグス粒子の崩壊の特徴を精密に調べるためには、ヒッグス粒子崩壊時に生成されたクォークジェットの識別（b クォーク、c クォーク、u/d/s クォークの識別）が重要である。これまで素粒子実験で行われてきたデータ解析手法では、信号の特徴を示す物理量（特徴量）を計算し、特徴量を用いて信号識別を行ってきた。しかし、この手法では、データが持つ潜在的な能力を全て活用できないことが考えられる。特徴量を計算することで、データがもつ情報量を削減する可能性があること、また、複数の特徴量間での相関を正しく評価できない可能性があるためである。近年、深層学習の研究が進み、これらの問題を解決し、物理解析を大きく進展できる可能性が出てきた。本研究では、B ファクトリー実験での信号識別、および ILC 実験計画でのクォークジェット識別において、それぞれ深層学習を用いた信号識別手法を開発した。

3.2 電磁カロリメータ測定器のエネルギー較正手法の開発

本プロジェクトでは、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った。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している、つまり線形性を仮定してエネルギー較正を行う。しかし、先行研究により、入射粒子の種類、入射位置での測定器の形状等により、エネルギー較正係数の値が異なり、測定器の応答が非線形であることが明らかになった。これらの原因によって、エネルギーの測定精度が、デザイン値の 2 倍程度悪化することが明らかになった。そこで、深層学習によるエネルギー較正手法を開発してエネルギー測定精度の向上を目指す。具体的には、深層学習による回帰問題として定式化することで、入力に対して非線形な出力応答を、高速に、高精度で得ることができる。この特性を生かして、高精度なエネルギー較正を目指した。

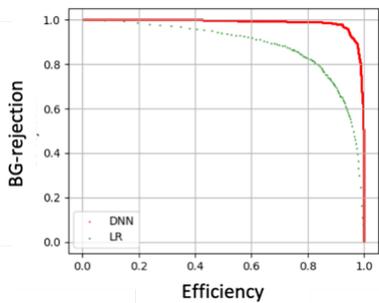


図1: 深層学習による手法 (DNN) と従来手法 (LR) の性能評価結果. 曲線が右上 ((1, 1) の点) に近いほど性能が高いことを示す.

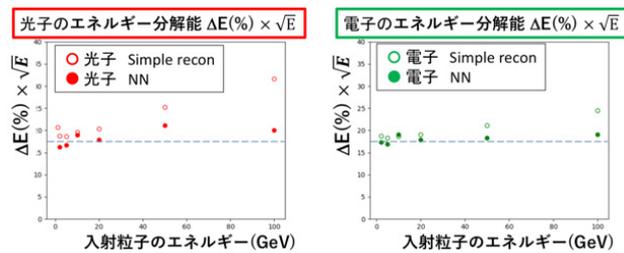


図2: 光子 (左), 電子 (右) について, 入射粒子のエネルギーに対するエネルギー分解能.

4 研究成果

4.1 素粒子実験データ解析における信号識別手法の評価結果

Bファクトリー実験, および ILC 実験の双方についてシミュレーションによって得られた観測データで評価実験を行った. 前者は2クラス, 後者は3クラスの分類タスクである. 図1に前者の結果を Efficiency 対 BG-rejection のグラフによって示す. この結果から, 本プロジェクトで提案する深層学習による手法が従来手法の性能を超えることがわかる.

ILC 実験についても同様に深層学習による3クラス分類問題として定式化したところ, 従来手法に比べて高い精度となることを確認した. 以上の結果から, 素粒子実験データ解析における信号識別手法において, 深層学習を利用した分類が有用であることが示せたと考える.

4.2 電磁カロリメータ測定器のエネルギー較正手法の開発

本プロジェクトで提案する深層学習によるエネルギー較正手法を, ILC SiD 電磁カロリメータ (ECL) のデータに適用して, その性能を既存手法と比較した.

図2に結果を示す. 従来手法 (Simple recon) に比べて, 様々な入射粒子のエネルギー値に対してエネルギー分解能が高くなることがわかる. ECL のエネルギー分解能のデザイン値は 17% (図中青色点線) となっており, 提案手法はこの値に近い分解能が得られた.

5 その他の活動

本研究に関連して, 名古屋大学宇宙地球環境研究所 田島教授を代表として新学術領域に申請している. 本研究は, 長原教授を代表とする計画研究の一つとして本申請に組み込まれており, 2019年3月の時点で, 面接審査に進むことが決定している. また, 本研究で実施した上記二つのプロジェクトについては, 日本物理学会 第74回年次大会で発表した. 加えて, 中島准教授が日本物理学会, および国際ワークショップ Interdisciplinary Approach of Applying Cutting-edge Technologies at the Frontier of Cancer Research にて物理学と情報学の共同研究に関する招待講演を行なった.

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] 岩崎昌子, 森川滉己, 山村晴菜, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbac, “機械学習を用いた SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発,” 日本物理学会 第74回年次大会, 14pK209-1, Mar. 2019.
- [2] 岸田直也, 岩崎昌子, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を用いたフレーバ識別用ツールの開発,” 日本物理学会 第74回年次大会, 14pK209-2, Mar. 2019
- [3] Yuta Nakashima, “Problems dealt with machine learning/deep learning and its applications to nuclear physics,” Interdisciplinary Approach of Applying Cutting-edge Technologies at the Frontier of Cancer Research, Mar. 2019.
- [4] 中島悠太, “情報学と物理学のクロスオーバー,” 日本物理学会 第74回年次大会 16pK305-9, Mar. 2019.

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 穰 (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)

上阪 彩香 (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、不確かさがつきまどってきた。

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かさがつきまど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、不確か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ーン朝において初めて作られたとみられており、以降、仏教の伝播とともに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続と作例があり、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、機械学習の結果、すなわちクラスター分析によるグループ分けや各データの類似度（距離）、主成分分析がしめす特徴量の統計的な差異やその距離について、各データの属性、すなわち地域や時代、作者等のほか、材質、尊格の種別等との関係性を検討する。その結果からは異なる属性間の共通性や、逆に同じ属性内における差異などが明らかになる可能性がある。そして、その意外性が様式研究に新たな展望を開くことが期待される。

「深層学習（ディープラーニング）」による様式判定システムの構築

様式を判断し、あるいはその系譜を明らかにするシステムの構築は、近年もっとも注目されている「深層学習」によって行う。美術史家や鑑定家は制作地や制作年代、作者等の属性が明らか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う、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ていないデータを併用する「半教師あり学習」によって効率を高める。

こうして創生された様式判定システムは、主観性等によってぶれることのない様式判断が可能であり、それに基づいた仏顔の新たな様式の系譜を形成することが期待される。

4 研究成果

本研究は平成30年度から4ヶ年の基盤研究（A）の獲得によって本格的に始められるようになったものである。平成30年度には、仏像研究部門において仏顔の2次元画像のアーカイブ化に着手するとともに、画像のマイニング、解析も進めている。隋唐彫刻の様式研究の成果を公表した他、薬師寺金堂薬師三尊、東院堂聖観音、正法寺（小浜）半跏思惟像、ジャワ寺院遺跡などで画像データを収集した。

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Faces in an Archive of Buddhism Pictures,” CH119, Feb. 2019.
- [2] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Exploration

and mining of 50,000 Buddha pictures,” MIRU 2018, Aug. 2018.

- [3] 藤岡穰, “日本における三国時代金銅仏の新発見,” The Academia Koreana International Conference, Reconsidering Korean Art: Identity and Aesthetics, 啓明大学, 2018.

- [4] “Fifty thousand Buddha faces: A big data take on an art history project,” Benjamin Renoust, Handai-IDS JFLI Workshop on Media and Graphics, May 2018.

〔著書〕

- [1] 肥田路美, 藤岡穰, 濱田瑞美ほか『アジア仏教美術論集 東アジアⅡ 隋・唐』中央公論美術出版, 2019

〔外部資金〕

- [1] 2018～2021, 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) 藤岡穰, (分担) 長原一, 中島悠太, 大石岳史ほか

多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳

大久保規子（法学研究科）

渡辺 理和（法学研究科）

長原 一（IDS）

中島悠太（IDS）

Chenhui Chu（IDS）

梶原智之（IDS）

1 研究の背景

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

2 研究の目的

本研究は、参加指標の作成を目的に、これまで対象国の法律の分析を進めてきたが、アジアと他地域との比較を進めるためには、新たに参加条約を交渉中の中南米の分析が重要であることが明らかになってきた。これに伴い、新たに当該地域の主な法令についても検討が必要となったが（3か国）、その数は膨大であり、人手で日本語または英語に翻訳するにはコストが高く時間もかかるため、コストを抑えつつ素早く翻訳できるようにするために機械翻訳システムを活用できれば研究を一層推進することができる。しかし、既存の機械翻訳システムは法律ドメインにフォーカスしていないため十分な精度が期待できない。

そこで、データドリフトフロンティア機構の機械翻訳専門の研究者と連携し、法律文章専用の機械翻訳システムの研究開発を行なう。高精度な法律ドメインの機械翻訳システムを導入し、より多くの法令の分析を進めたい。それにより、現在の指標の充実を図ることができ、さらに、法令のみならず、このシステムを判例の翻訳にも活用できれば、法令の運用実態の解明にもつながることが期待される。

3 研究の方法

今年度は高精度な機械翻訳システムを実現するために、以下の3つの方法で研究開発を行った。

3.1 単語報酬モデル

文を生成する反面、語彙選択誤りや訳抜け、繰り返しなどの正確性の問題を依然として抱えている [a]。この問題を緩和するために、自動で単語を予測しその翻訳確率に報酬を付加することで訳出しやすくする単語報酬モデルを提案する。図1にモデルの概要を示す。単語報酬モデルはデコーディング時に単語翻訳確率に報酬を付加するという仕組みであるため、既存のニューラル機械翻訳システムのデコーダを再訓練することなく適用できる。

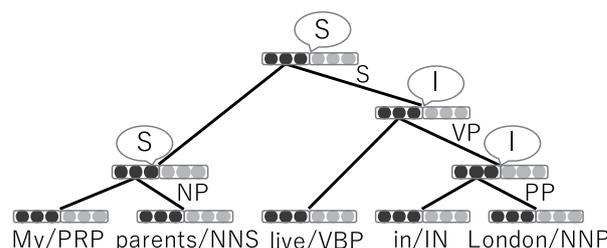


図1: 単語報酬モデル

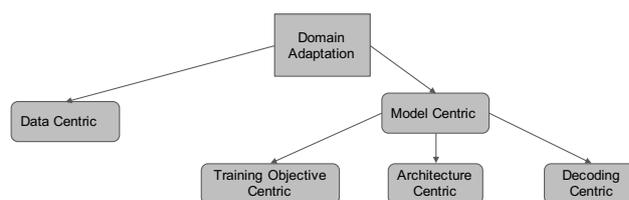


図2: RvNN を用いた事前並び替え

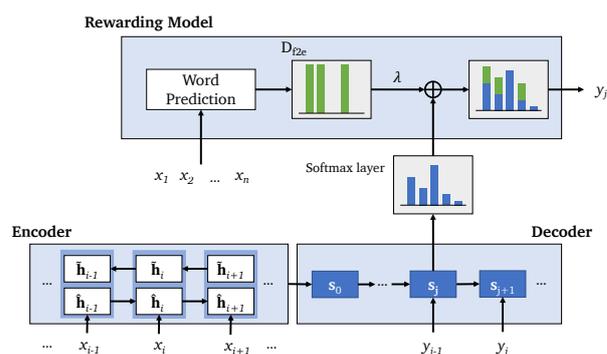


図3: ニューラル機械翻訳における分野適用

3.2 事前並び替え

統計的機械翻訳において、原言語と目的言語における語順の違いは翻訳精度に大きく影響することが知られている [b]。この問題に対して、人手での特徴量設計が不要な Recursive Neural Network (RvNN) を用いた事前並び替え手法を提案する。図2に提案手法のモデル例を示す。

3.3 分野適用

ニューラル機械翻訳は大規模な対訳コーパスが入手できる場合に最先端の翻訳精度を達成した。しかし、特定分野の対訳コーパスが大量に存在しない場面が数々ある。対訳コーパスが少量な場合、翻訳精度が低いことが知られている [c]。ニューラル機械翻訳分野適応は他分野の対訳コーパスや単言語コーパスを利活用することによって特定分野の翻訳品質を向上させる技術である。我々は今まで提案されてきた分野適応の手法を網羅的に比較し、図3のように最先端の技術を取りまとめる。

4 研究成果

4.1 単語報酬モデル

表1: 単語報酬モデル実験結果 (BLEU-4)

	日英	英日
ベースライン	27.21	39.50
単語報酬モデル	28.29	39.96

表1に示したように日英・英日言語対における評価実験の結果、単語報酬モデルが翻訳性能を有意に向上できることを示した。本研究は [学会発表 [4][7]] で発表した。

4.2 事前並び替え

英日・英仏・英中の言語対を用いた評価実験の結果、英日翻訳では人手の特徴量をせずに、最先端の手法と遜色ない精度を達成した。本研究は [雑誌論文 [1]] および [学会発表 [1][6]] で発表した。

4.3 分野適用

分野適応手法の比較論文は [雑誌論文 [2]]、サーベイ論文は [学会発表 [5]] で発表した。また、日本通訳翻訳学会で分野適応の最先端についての招待講演をした [その他 [1]]。

4.4 全体

上記の成果を取りまとめ、人文科学とコンピュータ研究会発表会で発表した [学会発表 [2]]。また、3つの手法を組み合わせることで翻訳のシェアタスク WAT2018 に参加した [学会発表 [3]]。

引用文献

- [a] Z. Tu, Z. Lu, Y. Liu, X. Liu, and H. Li, “Modeling coverage for neural machine translation,” In Proc. the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 76-85, 2016.
- [b] T. Nakagawa, “Efficient top-down BTG parsing for machine translation preordering,” In Proc. the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and International Joint Conference on Natural Language Processing, pp. 208-218, 2015.
- [c] P. Koehn and R. Knowles. “Six challenges for neural machine translation,” In Proc. the First Workshop on Neural Machine Translation, pp. 28-39, 2017.

発表論文等

[雑誌論文]

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “統計的機械翻訳のための Recursive Neural Network による事前並び替えと分析,” 自然言語処理, vol. 26, no. 1, Mar. 2019.
- [2] Chenhui Chu, Raj Dabre and Sadao Kurohashi. A Comprehensive Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation. 情報処理学会論文誌, vol. 26(1), pp. 1-10, (2018.6).

[学会発表]

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. ニューラル機械翻訳における事前並び替えの影響分析. 言語処理学会 第25回年次大会, pp.1455-1458, (2019.3).
- [2] Chenhui Chu, 梶原 智之, 中島 悠太, 長原 一, 渡辺 理和, 大久保 規子. 多国間法律の比較と統計分析のための多言語機械翻訳. 第119回人文科学とコンピュータ研究会発表会, (2019.2).
- [3] Yuki Kawara, Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Osaka university MT systems for WAT 2018: Rewarding, preordering, and domain adaptation,” In Proc. the 5th Workshop on Asian Translation, Dec. 2018.
- [4] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase, and Masaaki Nagata, “Word rewarding for adequate neural machine translation,” In Proc. the 15th International Workshop on Spoken Language Translation, pp. 14-22, Oct. 2018.
- [5] Chenhui Chu and Rui Wang, “A survey of domain adaptation for neural machine translation,” In Proc. the 27th International Conference on Computational Linguistics, pp. 1304-1319, Aug. 2018.
- [6] Yuki Kawara, Chenhui Chu, and Yuki Arase. “Recursive neural network based preordering for English-to-Japanese machine translation,” In Proc. the ACL 2018 Student Research Workshop, pp. 21-27, Jul. 2018.
- [7] 竹林 佑斗, Chenhui Chu, 荒瀬 由紀, 永田 昌明. “ニューラル機械翻訳における単語予測の重要性について,” 2018年度人工知能学会全国大会, Jun. 2018.

[外部資金]

- [1] マルチリソース適応によるローリソースニューラル機械翻訳の高度化. 日本学術振興会: 研究活動スタート支援. 研究期間: 2017/8-2019/3, 直接経費: 2,300千円, 代表: Chenhui Chu.
- [2] Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences. Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award. 研究期間: 2019/1-2019/12, 直接経費: 3,210千円, 代表: Chenhui Chu.

[その他]

- [1] Chenhui Chu. ニューラル機械翻訳における分野適応の最先端. 日本通訳翻訳学会第19回年次会, 招待講演,(2018.9)

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（IDS）

梶原智之（IDS）

中島悠太（IDS）

Benjamin Renoust（IDS）

1 研究の背景

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

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、ほとんど歴史的事実を踏まえたものではない。本研究は、歴史学のみならずこうした広範な研究領域に対して、パブリック・ミーティングに関する明瞭な実態、歴史的な事実を提示する。第 2 に、SNS 等はデジタル化されているので、解析が容易であり、ソシオグラム解析などを用いた人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クを解明する。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アスな社会関係を、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を膨大な史料に基づいて修正する。

3 研究の方法

1. 新聞広告からのデータの抽出

- (a) 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。
- (b) 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。
- (c) 日付／曜日／人名／地名／項目名などのキーワードを自動的に抽出し、時系列・地域別の変化を明らかにし、比較し、相関関係を検証して、翌年のシンポジウムの準備をする。キーワードは Stanford CoreNLP を用いて解析した上で自動抽出を行う。
- (d) データベース Trove の運営者（オーストラリア国立図書館）と協力関係を築く。

2. 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. 新聞広告とそれに関連する新聞記事の照合・分析

- (a) 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。

(b) イギリスのデータベースでの応用の検証。

4. 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

2018年7月5日に研究グループの会合を開いて以来、記事の自動抽出のための模範例を300例余り作成、8月に「Troveから自動的に public meeting の広告を抜き出す」手順を決定。「広告テキストの特定」という課題が明確になる。2018年9月に会合を持ち、科研基盤(B)の申請の準備を行い、申請し、平成31年度科研基盤研究(B)の獲得に成功する。これが今年度一番大きな成果である。大量のデータの収集と処理という大きな壁に阻まれて進展させることができなかったパブリック・ミーティングの研究を、約30年後に、データビリティフロンティア機構の協力で実現の目途を付け、それが学界の審査員に認められたというのは、既存の歴史ないしは人文系研究が発達しつつある情報技術を利用して飛躍する可能性を認められたということであり、今後、科研の申請書に従い、研究を実現する費用の目途が付いた。その後「広告テキストの特定」をさらに進めており、科研基盤研究の課題達成のための土台は整いつつある。自然言語処理による広告データ抽出に関しては、その中間的な成果が、本研究にRAとして協力している田中昂志が言語処理学会年次大会で報告している。

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 *Proc. ACL*, pp. 2363-2372, 2018.
- [c] *Social Media Mining: An Introduction*, Cambridge University Press, 2014.

発表論文等

〔学会発表〕

- [1] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築,” 言語処理学会第25回年次大会, 2019.

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、29年度から現時点までに課題別ワーキングにおいて技術相談を実施した。その結果、平成30年1月より株式会社 JR 西日本テクシアと受託研究が成立した。受け入れ教員は、基礎工研究科兼任教員3名、人間科学研究科教員1名となっている。平成30年1月より、課題別ワーキングおよび全体会議を開催して受託研究活動を実施中である。今後も企画室が有しているネットワークを活用した共同研究契約や本学の研究シーズとのマッチングおよび企業間マッチングを試み、具体的な企業課題の解決に繋げることを目指す。

4.1 会議開催実績

日時	会議体	議題・内容
2018/1/24-25	第1回定例会議 (キックオフ会議)	プロジェクト立ち上げ挨拶, 目的, ゴール, 組織体制等について説明
2018/2/19	第2回定例会議	活動テーマ検討
2018/3/14	個別 MT (WG-1,2)	活動テーマ検討⇒当社が有する情報資産および具体的テーマ案を提示
2018/3/26	第3回定例会議	活動テーマ検討⇒大学より研究内容についてプレゼンテーション
2018/4/20	第4回定例会議	活動テーマ決定⇒具体的活動方針の検討 WG-1:駅環境における旅客の時空間的行動モデルの構築 WG-2:鉄道情報資産を活用した予測モデルの構築 WG-3:保全管理業務の効率化 WG-4:音響分析による故障予知 WG-X:技術分野以外の研究分野のヒアリングによる新規価値の創出 (仮称)

日時	会議体	議題・内容
2018/5/8	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/5/10	個別 MT (WG-X)	睡眠科学福井先生の研究内容についてプレゼンテーション
2018/5/14	個別 MT (WG-1,2)	ロードマップ等の確認⇒大学側が有する技術等についての確認
2018/5/22	個別 MT (WG-4)	土屋先生と組み合わせテストのニーズについて打合せ
2018/5/23	第5回定例会議	活動進捗報告 【WG-1,2】画像等の情報資産開示についてJ R西日本内での調整が必要なため活動テーマを変更
2018/6/6	個別 MT (WG-X)	人間科学研究科平井先生の研究内容についてプレゼンテーション
2018/6/12	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/6/15	個別 MT (WG-4)	飯國先生と音響分析による故障予知テーマについて進め方検討
2018/6/20	個別 MT (WG-4)	関先生、学生に自動改札機器仕組み等説明
2018/6/20	第6回定例会議	活動進捗報告⇒ WG1:人間工学を活用した最適案内手法の確立
2018/7/4	個別 MT (WG-X)	人間科学研究科との共同研究について方針説明 仕掛学松村先生へのヒアリングを依頼
2018/7/5	個別 MT (WG-X)	仕掛学松村先生の研究内容についてプレゼンテーション
2018/7/10	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/7/11	個別 MT	個人情報、機密情報の取り扱いに関する管理体制について確認
2018/7/19	個別 MT (WG-4)	飯國先生と音響分析による故障予知テーマについて進め方検討
2018/7/19	第7回定例会議	活動進捗報告
2018/7/30	個別 MT (WG-1,2)	軌道転落検知システム概要説明および今後の活動方針の検討
2018/8/17	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/8/20	個別 MT (WG-4)	飯國先生と音響分析による故障予知テーマについて進め方検討
2018/8/28	第8回定例会議	活動進捗報告

日時	会議体	議題・内容
2018/8/31	個別 MT (WG-1)	最適案内文言のワークショップを開催
2018/9/19	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討 飯國先生と音響分析による故障予知テーマについて進め方検討
2018/9/20	第 9 回定例会議	活動進捗報告
2018/10/19	個別 MT (WG-4)	飯國先生と音響分析による故障予知テーマについて進め方検討
2018/10/22	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/10/26	第 10 回定例会議	活動進捗報告
2018/11/17	個別 MT (WG-1)	人間科学研究科平井先生に新規案件の協力要請
2018/11/26	個別 MT (WG-4)	乾口先生と稼働保守データ効率化テーマについて進め方検討
2018/11/29	第 11 回定例会議	活動進捗報告
2018/12/13	第 1 回 PJ 会議	活動進捗報告
2019/2/8	第 12 回定例会議	活動進捗報告

4.2 受託研究概要

研究題目：駅を中心とした安全・安心・快適なサービスの最適化に関する研究

研究目的および内容：

研究を通じて、世の中のあらゆる期待に対して“高レジリエンスな機能”を持った技術創出を求めテーマ議論を行う。具体的な技術フィールドを複数に分け、①最適化アプローチに基づくメンテナンス・効率化、②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、これらの中での「テーマ選定」を行う。当初は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することとし、あわせて、新たなテーマの創出をワーキング内で議論する。

表 4.2: 受託研究テーマおよび担当者

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

受託研究費：

直接経費：8,846,152 円，間接経費：2,653,848 円，合計：11,500,000 円

4.3 研究活動報告

①データマイニングによる保全稼働データの分析

- (1) 研究の背景 駅務機器の点検保守における自動化、最適化、効率化を目指して、データの自動収集に基づく状態監視保全システムが開発されてきた。このシステムによりデータ収集と解析に基づいた状態評価とそれに基づく定期点検周期の算出と故障予兆検知を実現している。しかし、現状では、一部のデータしか用いておらず、駅員の入力データにも依存する。データマイニング技法などの適用により、収集している多くのデータのみを活用したより良いシステムへの展開が望まれ、それによる駅務機器の品質向上や省力化、コスト削減が期待されている。
- (2) 研究の目的 種々の駅務機器があるが、研究を始めるに当り、自動改札機を取り上げる。すなわち、機器データなどの客観的データをデータマイニング手法により解析することにより、自動改札機の点検業務の高効率化に役立つ情報の抽出およびモデルの構築を目指す。具体的には、第1の課題として、各種機器データを用いて、機器の状態を表す種々の項目(属性)データから分離不能などのエラーを予測する if-then ルールの抽出を行う。これにより点検の必要な時期をうまく予測できないか否かを検討し、予測できれば最適点検時期の決定に役立てる。第2の課題として、各券種の紙詰まりデータと分離不能などのエラーデータの関係を求め、各券種のエラーへの影響度が均一か否か、どの程度の相違があるかを考察する。これにより、均一に扱われている現システムを改訂し、より適切な点検時期の算出法を考察する。

②音響分析による故障予知システムについて

- (1) 研究の背景 エスカレータ(ESC)が故障した際に発生する異常音を正確かつ高速に検出することは故障の予知につながり、利用者の安全性の向上のみならずコスト削減を図る上でも重要である。
- (2) 研究の目的 マイクでESC音を収集し、正常音と異常音の特徴の違いを分析することで次の可能性について検討する。
・故障発生時に速やかに監視センターに通知する
・重大な故障(ステップがラインティングプレートに衝突、ステップローラーが欠損したガイドレールを乗り越える)が発生した場合はESCを即時停止する
・ESC音の変調をいち早く捉えることで故障を予知する

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を研究・開発を進めるためには、実験データの収集及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・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及び実証実験を実施するためには、少なくとも二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) カメラ等による撮影および撮影された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・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・実験に必要なサーバ等を準備した。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た。(B)の整備については、産業科学研究所の教職員・学生等を対象とする説明会の開催や、Webやメール等における実験情報の周知を行った。その上で、実験開始時は、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、時間を掛け、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・実証実験を実施してきた。

図5.2に2019年3月のカメラ稼働日を示す。2017年3月には3台2時間のみで開始した実験であったが、2019年3月には設置した全ての実験用カメラを同時に複数日稼働させてデータの収集を行った。

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、防犯目的でも運用することとし、実験兼防犯目的のカメラ（以下「実験兼防犯カメラ」と呼ぶ）を48台設置するとともに、ネットワーク工事等を行い2018年3月に(A)の物理的な整備を完了した。図5.3に設置された実験兼防

犯カメラの例を示す。その後4月から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2018年6月から8月の3か月間、週に1回のペースで実施した。初期実験では、実験目的で撮影するカメラの台数を限定して実施した。その後、再び実験説明会を開催し、2019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を表5.1に示す通り、約週1回のペースで実施した。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。

	ボックス型カメラ Panasonic WV-SP509J 寸法: 75mm(幅) × 65mm(高) × 132.5mm(奥) 質量: 約420g		ドーム型カメラ Panasonic WV-SW598J Φ: 229mm 高さ357mm ドーム径 160mm 質量: 約4.4kg
	ハウジング有	ハウジング無	
不使用時 (非撮影)			
使用時 (撮影中)			

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

日	月	火	水	木	金	土
2/24	25	26	27	28	3/1	2
3	4	5	6	7	8	9
13:20-14:00 実験 C3-1		12:00 - 17:00 実験 C3-2				
10	11	12	13	14	15	16
		12:00 - 17:00 実験 C3-3				
17	18	19	20	21	22	23
		12:00 - 17:00 実験 C3-4				
24	25	26	27	28	29	30
		12:00 - 17:00 実験 C3-5				

図 5.2: 2019年3月の実験用カメラを稼働日時



図 5.3: 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日時

	実験実施日時			
	12月	12月3日 9:00-21:00	12月11日 9:00-21:00	12月19日 9:00-21:00
1月	1月11日 9:00-21:00	1月15日 9:00-21:00	1月21日 9:00-21:00	1月30日 9:00-22:00
2月	2月8日 9:00-22:00	2月14日 9:00-22:00	2月19日 9:00-22:00	2月25日 9:00-22:00
3月	3月7日 9:00-17:00	3月11日 9:00-17:00	3月22日 9:00-17:00	3月27日 9:00-17:00

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

5.2.1 SNS からのパーソナライズド感情分析

5.2.1.1 研究の背景

インターネットやスマートフォンの普及によって、多くの人が気軽に情報を受信および発信できる情報社会（Society 4.0）が実現された。我々は、これらの情報を有効活用できる超スマート社会（Society 5.0）の実現に向けて、自然言語処理や画像処理の技術を用いた SNS 解析に取り組んでいる。Twitter などのソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）では、各ユーザがテキストや画像を用いて現実世界の状況を発信している。我々は、これらの投稿を蓄積し詳細に分析することによって、仮想世界と現実世界を高度に融合させた新たな価値の創出を目指す。代表的な SNS 解析の先行研究には、Twitter の各投稿について投稿者の感情極性を 2 値（ポジティブ・ネガティブ）または 3 値（ポジティブ・ニュートラル・ネガティブ）で分類する極性判定 [1] がある。本研究では、SNS データの詳細な分析によって新たな価値の創出を目指すため、従来のポジティブ・ネガティブだけでなく、多様な感情を対象に分析する。例えば、同じポジティブな投稿でも、以下の 2 つの投稿はそれぞれ異なる感情を表す。

- やっとフルコンできた！【喜び】
- 映画観に行きたい～～～【期待】

5.2.1.2 研究の目的

本研究の目的は、SNS 上での各個人の多様な感情を自動的に推定するシステムを構築することである。そこで、先行研究とは異なり、投稿者自身によってラベルが付与された Twitter の感情ラベル付きデータセットを用いて、マルチラベル分類問題としての SNS 解析を行う。また、最終的には、投稿の時系列を考慮し、時間的な感情の変遷を推定する。

5.2.1.3 研究の方法

まず、データセットを構築する。クラウドソーシングを用いて広く日本語の Twitter 利用者を募り、感情ラベル付きの投稿を収集する。感情には、プルチックの感情の輪 [2] における基本感情（喜び・悲しみ・信頼・嫌悪・怒り・恐れ・驚き・期待）の中から、事前調査によって日本語の Twitter 上での投稿頻度が高かった 5 感情（喜び・期待・驚き・悲しみ・怒り）を選ぶ。各クラウドワーカーは、投稿時刻が連続する 10 件の投稿について、5 感情のそれぞれの強度（無・弱・中・強）をラベル付けする。

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

5.2.1.4 研究の成果

今年度は、試験的に小規模なデータセットを構築した。本稿の執筆時点で、約 50 人のユーザから合計約 3,000 件の投稿を収集できた。以下に例を示す。

表 5.2: 感情ラベル付き Twitter データセットの例（実際には、ユーザ ID も収集した）

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

来年度以降も、継続的にデータセットを拡大していく予定である。また、来年度は感情分類モデルの構築にも着手する。

引用文献

- [1] Sara Rosenthal, Noura Farra, Preslav Nakov, “SemEval-2017 Task 4: Sentiment Analysis in Twitter”, In Proceedings of the 11th International Workshop on Semantic Evaluations (SemEval-2017), pp. 502-518, 2017.
- [2] Robert Plutchik, “Emotion: Theory, Research, and Experience,” Academic Press, 1980.

5.2.2 未来の学習支援プロジェクト

5.2.2.1 研究の背景

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



図 5.4: 講義支援システムのイメージ

5.2.2.2 研究の目的

本年度は視線情報を用いたeラーニングシステムの構築を行う。視線というユーザの実世界行動情報を用いることで、学生の集中度や理解度、確信度などを検出し、それらをどのように効率的な講義や学習、また成績評価に反映できるのかを検証する。これまでマウスクリックやページめくりといったユーザアクションをもとに、学生が講義コンテンツのどこを見ているかを検出することで、学生が講義についてきているかや講義への集中度合いを検出しようとする研究があった。しかしながら、これらのマウスアクションなどは随意行動は、簡単に偽装できるため学生の本当の内界情報を反映しているとは言えなかった。視線情報は半不随意であり意図的なコントロールが難しく、視線の滞留やサッカド、瞬きなどの情報からより本質的な学生の集中度や理解度、確信度を知ることができるものとする。具体的に

は、講義中の学生の状態(怠けているや理解が追いついていない)を検出し、講師がこれらを把握するシステムに応用できる。また、テストにおける回答の確信度を視線の滞留などから検出することで、本質的に問題を理解をして回答できたかを測ったり(より高精度な成績評価)、苦手な課題や誤解している問題を検出し、それらを優先してフォローアップすることで効率的な復習が行えるシステムに応用できる。これらのパイロットシステムの構築や検証を行うことで、講義の活性化や学習の効率化を行うシーズ手法の開拓や選定を行う。

5.2.2.3 研究の方法

行動センシング

eラーニング時のユーザの行動センシングに基づいて推定した理解度・集中度に応じた教育・学習のパーソナライズ化の実現に向けて、平成30年度は、センサー情報を用いた集中度・理解度の推定手法モデル構築のための予備実験と生体データを含む学習データを保管・分析するための Learning Analytics(LA)基盤システムの構築を開始した。

センサー情報を用いた集中度・理解度の推定手法モデル構築のための予備実験では、15名の本学学生(19~24歳)に、学習管理システム(Learning Management System, LMS)上で情報リテラシーに関する講義動画(10分×3本)、理解度テスト、主観評価アンケートから構成されるeラーニングを受講してもらい、学習時の生体データ(眼球運動、椅子座面の座圧分布、皮膚電気反射、心拍、加速度、表体温、顔表情)を計測した。さらに、パーソナリティと学習時の生体データの関連性を分析するために、eラーニング受講前に主要5因子性格検査を実施した。また、eラーニング受講後は、動画教材と当該教材による学習時の顔表情を撮影した動画を見ながら、動画教材のスライド毎に、理解度・覚醒度・学習動機の3つの観点から4段階の評定尺度法に基づく主観評価を行ってもらった。得られた生体データ、LMS上の学習ログ(理解度テスト、主観評価アンケート)、主要5因子性格検査結果、スライド教材への主観評価結果を総合的に分析し、学習者の状態推定モデル構築に向けての予備検討を行う。

LA基盤システム

生体データを含む学習データを保管・分析するためのLA基盤システムについては、構築に向けて国立情報学研究所(NII)との共同研究を開始した。NIIでは、学認MoodleやJMOOCを通じて高等教育機関等で共通に利用できる教材の開発やこれら教材を利用するためのLMS、学術情報ネットワークSINET等の提供を行ってきた。このような基盤の1つとして、2018年に学習ログの蓄積と解析結果の可視化を実現するための包括的な学習ログ解析システム基盤(LA基盤システム)を発表した。このLA基盤システムは、(a)LMS(学認Moodle)、(b)学習ログの蓄積データベース(Learning Record Store, LRS)、(c)学習ログの解析プラットフォーム、(d)解析結果を提示するダッシュボードから構成される。本プロジェクトでは、NIIと連携し、当該LA基盤システムを学認Moodle以外のLMS(例えば、Blackboard)で利用できるように拡張すること、本プロジェクトで得られた生体データをLRSに蓄積し、学習ログの解析プラットフォームやダッシュボードで利用できるよう生体データの標準化規格の検討・提案を行うことを計画している。まずは本プロジェクトでLA基盤システムを利用できるよう、本学サーバへ当該システムを構築する必要があるが、既存システムは学認Moodleの利用を想定しているため、学術認証フェデレーションが採用されており、そのままでは利用できない。そこで、当該年度は、本プロジェクトでLA基盤システムを利用できるよう、上述の(a)、(b)にあたる学習ログサーバシステム部分のローカライズ化を行い、図5.5に示す学習ログ蓄積サーバシステムを構築した。

5.2.2.4 研究の成果

センサー情報を用いた集中度・理解度の推定手法モデル構築に向けた予備実験の実施

平成30年2月12日から22日にかけて、15名の被験者を対象にeラーニング学習中の視線情報、座圧センサー情報、皮膚電気反射情報、顔表情、理解度テスト、アンケート回答情報および被験者本人による理解度、覚醒度、学習動機に関する自己評価情報を収集した。理解度テストの正答率が53%と80%の被験者2名(被験者A、B)の理解度、覚醒度、学習動機に関する自己評価結果、椅子座面の圧力分布図を図5.6、図5.7に示す。それぞれ左から順番に視聴した動画教材における自己評価結果、圧力分布の推移を可視化したものである。どちらの被験者も動画教材1本目と比べ、

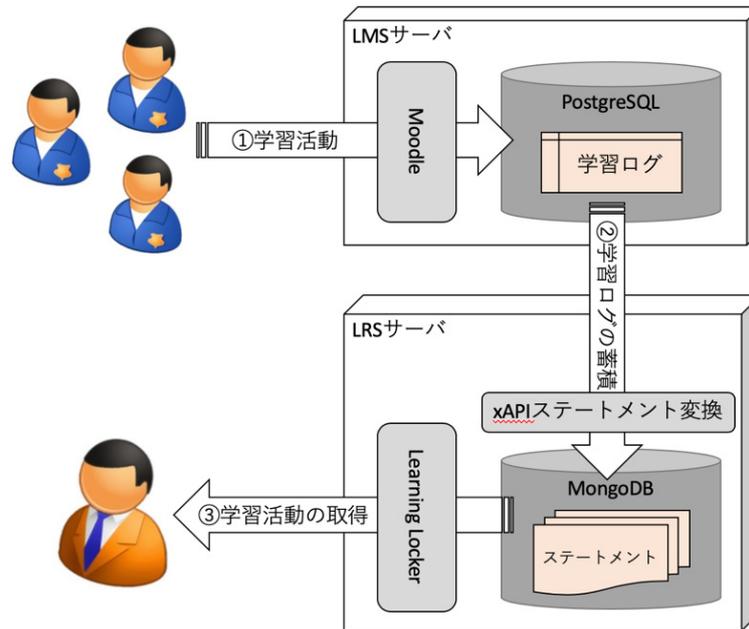


図 5.5: 学習ログ蓄積サーバシステムの概要

3本目の覚醒度（オレンジのライン）が低下していることがわかる。一方、座圧分布については、被験者 A の座圧分布は動画教材 1 本目と 3 本目では大きな変化が見られないが、被験者 B は重心移動の変化が大きくなることが観測された。同じ状況下であっても学習者によって反応が大きく異なることがわかる。このことから、状態推定モデルおよび適応学習システムの構築にあたっては、生体情報に加え、パーソナリティも考慮する必要性が示唆された。今後、残りの被験者のデータも含め、主要 5 因子性格検査、理解度テスト、自己評価の結果と視線情報、座圧分布、皮膚電気反射情報といった生体データとの関連性の分析を進める予定である。

LA 基盤システムのローカライズ化

当該年度は NII が開発した LA 基盤システムのうち、学習ログの抽出・保持基盤システム（学習ログ蓄積サーバおよび学習ログ蓄積データベース）のローカライズ化を行い、本学のサーバに構築した。具体的には、本学が用意したサーバに LMS として Moodle（図 5.8）を、LRS として学習ログに関する代表的な標準規格である Experience API（xAPI）および IMS Caliper に準拠した Learning Locker を導入した（図 5.9）。LMS と LRS の連携においては、LMS 内の PostgreSQL に LRS 上に配備した学習ログのステートメント生成スクリプトから直接接続する方式を採用している。変換スクリプトは 147 種の Moodle イベントに対応している。次年度は、学習ログの解析プラットフォームおよび解析結果を提示するダッシュボードの構築と本学でも採用し世界シェアトップクラスの LMS である Blackboard Learn に対応できるよう拡張することを予定している。

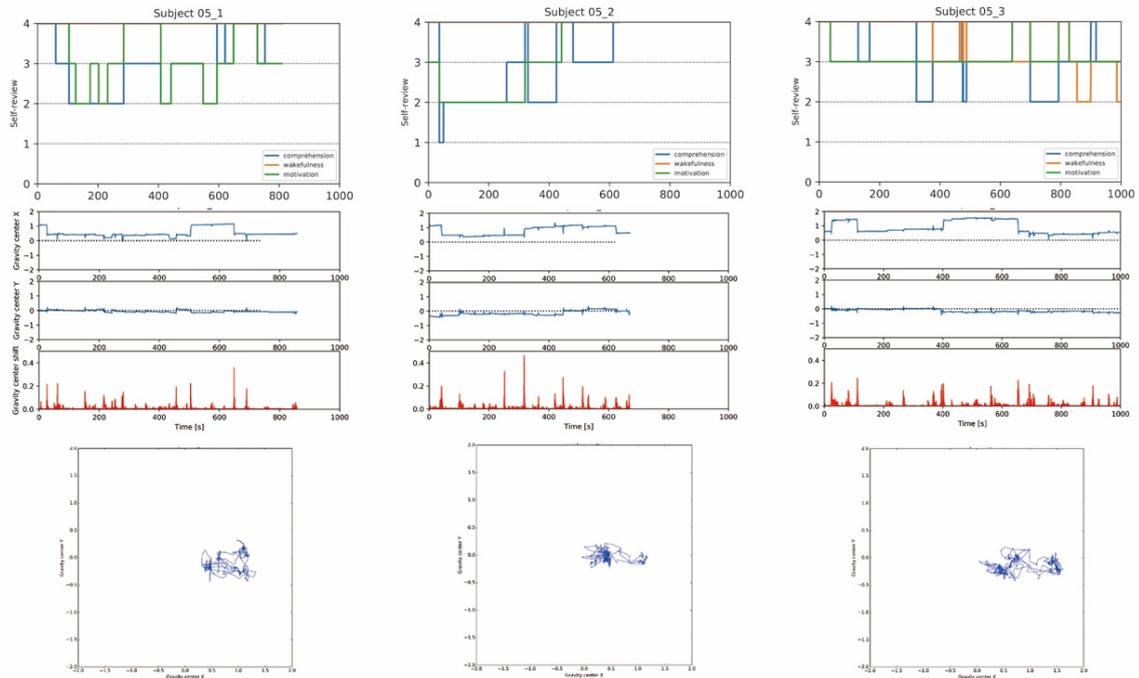


図 5.6: 被験者 A の主観評価および座圧データの推移

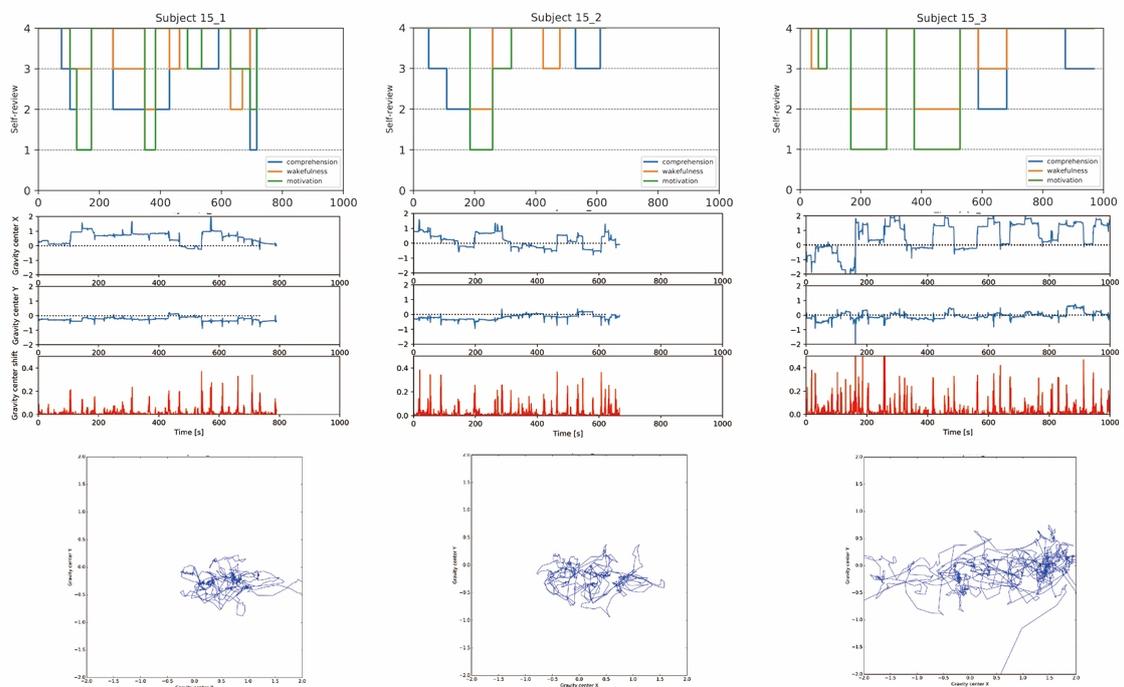


図 5.7: 被験者 B の主観評価および座圧データの推移

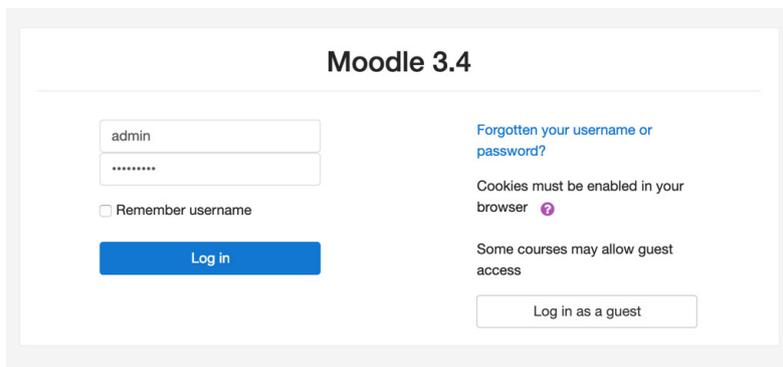


図 5.8: 導入した Moodle のログイン画面 (LMS)

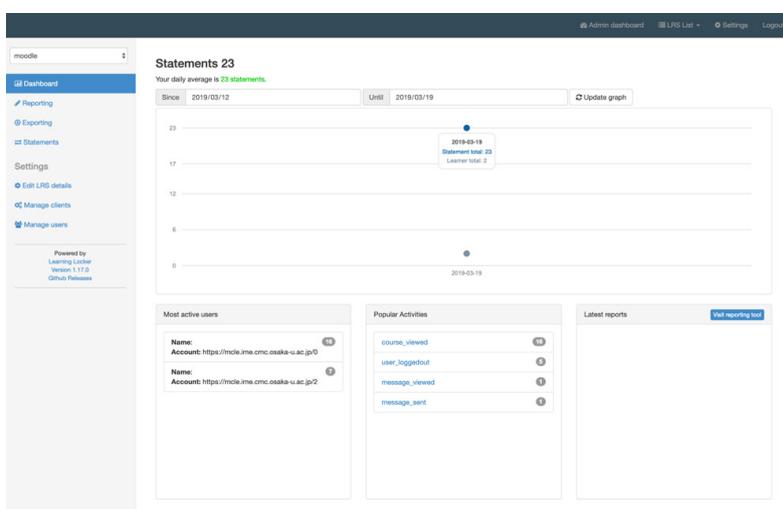


図 5.9: 導入した Learning Locker (LRS)

発表文献

- [1] Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Haruo Takemura, “Multimodal Learning Analytics: Society 5.0 project in Japan,” Companion Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, pp.170-171, Munich Tempe, Arizona, March, 4-8, 2019.
- [2] Shizuka Shirai and Tetsuo Fukui, “Evaluation of intelligent input interface for entering equations on smartphone,” IUI ’19 Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces: Companion, 9-10, LA, March, 16-20, 2019.
- [3] 白井 詩沙香, 竹中 一平, 長瀧 寛之, 兼宗 進, “データベース導入学習のためのマンガ教材の開発と評価”, 日本教育工学会論文誌, Vol.42(Suppl.), pp. 109-112, 2018.
- [4] 白井 詩沙香, 福井哲夫, “数式曖昧入力変換方式による音声入力機能の開発”, 研究報告教育学習支援情報システム (CLE), Vol.2019-CLE-27, No.19, pp.1-4, 2019.

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、2018年度の整備内容を中心に、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。2017年度までに、大量データを並列分散処理により解析するためのデータ処理用サーバ24台からなるプライベートクラウド環境、AIを用いたデータ分析研究のためのGPGPU搭載サーバ3台、大量データの蓄積および高速なアクセスを可能にする共有ストレージシステム、デジタルアーカイブ装置、ならびにそれらを接続するネットワーク装置を整備した。2018年度は、GPGPU搭載サーバ4台を新たに整備するとともに、共有ストレージシステムの記録容量の拡充を行った。これらの設備は、許可された者以外が立ち入ることができないよう、入退室に生体認証を必要とするサーバルームに設置されている。

データ処理用サーバにはVMware社の仮想化ソフトウェアが導入されており、多様なデータ分析要求を満たすための分散型データ処理環境を柔軟に構築できるようになっている。また、共有ストレージシステムとはFibre Channelにより接続されており、大量データへの高速なデータアクセスが可能である。GPGPU搭載サーバは、NVIDIA Tesla P100またはV100が4基あるいは8基搭載されており、共有ストレージシステムにはNFSを用いてアクセス可能である。共有ストレージシステムは、論理容量として約1.3PBの容量を有している（2018年度に約400TBの容量を追加）。現在は、データビリティ研究において分析すべきビッグデータの格納や、次節以降で述べる実証実験フィールドから収集される映像データや各種センシングデータの格納に活用している。これらのサーバやストレージシステムは10Gbpsの高速ネットワークで相互接続されており、多数のサーバによる分散型データ処理を行う場合においても高速なデータ転送が可能になっている。

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。2018年度は、産業科学研究所、工学研究科センテラス周辺エリア、豊中グラウンドの各実証フィールドにおいて設備の拡充整備を行った。

産業科学研究所実証フィールドとデータビリティ研究用基盤設備との接続

産業科学研究所には屋内外に実験用カメラ48台が設置されており、その映像記録のためのサーバ設備等が整備されている。この環境は、主に映像解析技術を用いた行動解析技術の研究開発のための実証フィールドとして活用されており、映像取得実験が頻繁に実施されている。

2018年度には、この実証フィールドとデータビリティ研究用基盤設備を40Gbpsの専用高速ネットワークで接続し

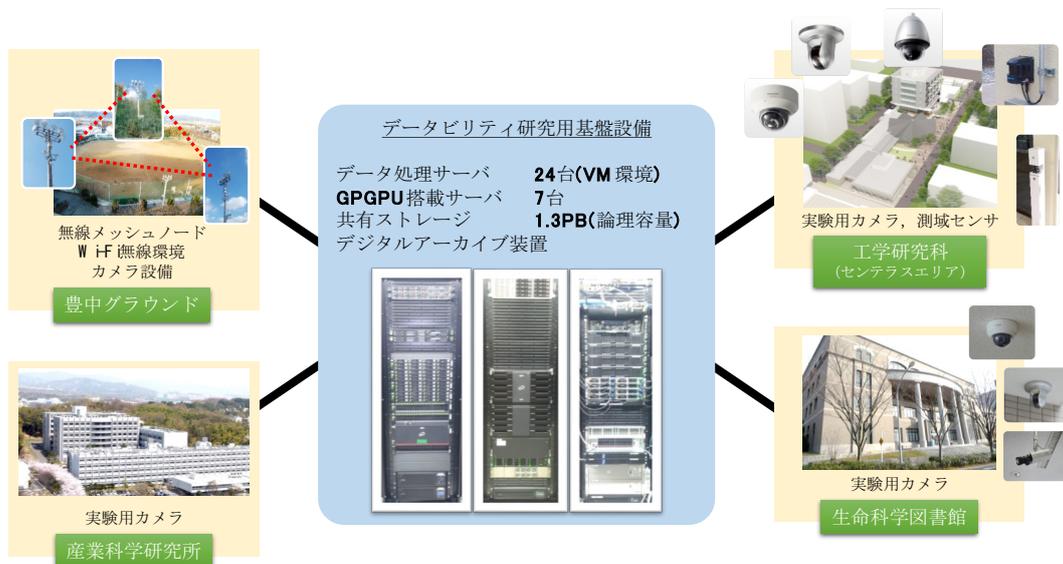


図 5.10: データビリティ研究用基盤設備と実証フィールド

た。これにより、映像データの高速転送、蓄積、デジタルアーカイブ装置による光ディスクへのアーカイブなどが可能になった。

工学研究科センテラス周辺エリアの実証フィールド整備

工学研究科センテラス周辺エリア（食堂・購買エリア）には、2017年度に計15台の測域センサ（レーザーレンジセンサ）を設置した。また、これらのセンサには小型計算機（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。

2018年度には、工学研究科や大阪大学生協の協力のもと、屋内（通路を含む）に11台、屋外に5台の計16台の実験用カメラを整備した。これらの測域センサや実験用カメラは、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いる。

実験用カメラによって取得する映像データは、測域センサの計測データと併せて、センテラス周辺エリアに集う人々の行動解析技術の研究開発等に活用していく予定である。



図 5.11: 左から屋内ボール型 2D センサ, 屋外型 2D センサ, 屋内型 3D センサ

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。2017年度にはグラウンド内での計測データをWi-Fi（無線LAN）で収集・蓄積し、収集されたデータやその分析結果をリアルタイムに



図 5.12: 屋外に設置した PTZ カメラ (一部)

フィードバック可能にするための無線環境整備を行った。

2018 年度には、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 12 台整備するとともに、カメラ操作端末、映像データの記録のための映像レコーダーおよび外部ストレージ、映像データを高度に解析するための GPGPU 搭載サーバの整備を行った。PTZ カメラは、豊中グラウンドを囲む照明塔 8 基のうちの 7 基にそれぞれ 2 台または 1 台設置し、スイッチを介して光ファイバケーブルで接続されている。また、サイバーメディアセンター豊中教育研究棟の屋上にも PTZ カメラを 1 台設置し、グラウンド全体を俯瞰した映像を取得可能である。

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

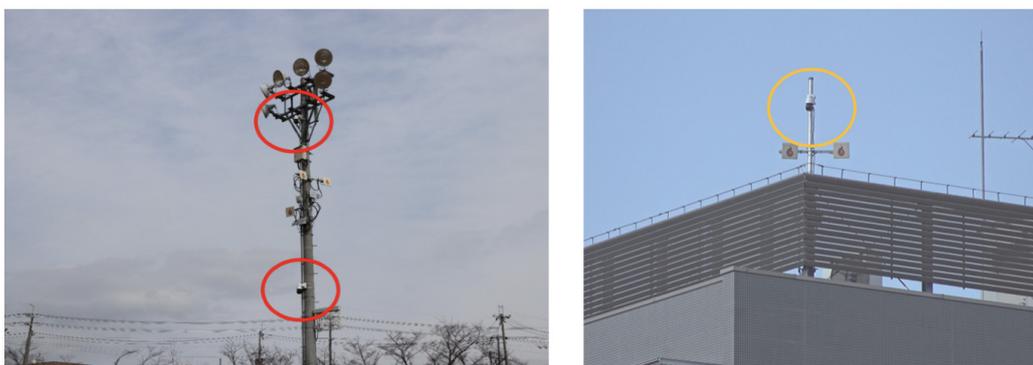


図 5.13: 左：照明塔に設置した PTZ カメラ (2 台) 右：サイバーメディアセンター豊中教育研究棟屋上の PTZ カメラ



図 5.14: サイバーメディアセンター豊中教育研究棟屋上の PTZ カメラでの取得映像

5.3.4 おわりに

本稿では、データバ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、2018年度の整備内容を中心に紹介した。これらの設備はすで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バ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

平成30年9月19日、文部科学省が実施する「Society 5.0 実現化研究拠点支援事業」に大阪大学が申請した「ライフデザイン・イノベーション研究拠点」が全国で唯一採択され、拠点活動をスタートした。本事業は、学長等のリーダーシップの下、情報科学技術を基盤として事業や学内組織の垣根を超えて研究成果を統合し、社会実装に向けた取組を加速することにより、Society 5.0 (IoT, ビッグデータ, 人工知能等のイノベーションをあらゆる産業や社会生活に活用することで、様々な社会課題が解決される社会) の実現を目指す大学等の先端中核拠点を支援するものである。本拠点では研究機関や地方自治体、企業と協働し、情報科学技術を基盤として、Society5.0 実現に不可欠な技術等の実証を行う。

6.2 プロジェクト概要

6.2.1 ライフデザイン・イノベーション研究概要

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

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

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

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

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

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



図 6.1: ライフデザイン・イノベーション研究拠点概要

6.2.2 研究プロジェクト

研究プロジェクトは4つの未来創生研究、2つのデータバリエティ基盤研究、4つの社会実装のためのプロジェクトにより構成する。未来創生研究は、個々の人間の課題を具体的に解決し、ライフデザイン・イノベーションを創生するソリューションを実現することにより、新たな市場、新たなビジネスの創出を行う。データバリエティ基盤研究は、人々が安心して安全にしくみを利用可能なパーソナルデータハンドリング基盤と、IoT デバイスを用いた実世界行動センシング基盤を構築する。社会実装のためのプロジェクトは、データハンドリングやプライバシー・バイ・デザインの研究により、実証実験や社会実装を円滑に実現するための方策を実現する。グランドチャレンジ研究プロジェクトは、開発基盤をベースにした新たな研究を世界の若手研究者から公募することにより多様な成果を創出し、更に新しく革新的な価値を生み出すことを目指す。

本プロジェクトの成功のためには、未来創生研究による価値創出と、データバリエティ基盤研究による安全安心で利用が受け入れられるような基盤の社会実装実現、の両方が成立することが必須である。

6.3 2018 年度活動概要

2018 年度は初年度であり採択後の研究実施期間が短く、2 年目の研究成果を見据えた準備を主に実施した。具体的には、研究拠点の立ち上げ（組織整備・委託契約締結・研究予算マネジメント・テクノアライアンス C 棟環境立ち上げ等）・プロジェクト始動（研究計画作成・全体計画作成）・広報活動・グランドチャレンジ公募・プログラムオフィサーとの定期的なコミュニケーション等を推進した。これにより、各プロジェクトは2019 年度での研究活動（実験データ



図 6.2: 研究プロジェクト

収集・データハンドリング実証実験等) に向け必要な環境を整えることができた。

広報イベントとしては、11月に研究拠点のホームページを立ち上げ、1月に企業説明会を実施(22社参加)、2月にキックオフシンポジウムをグランフロント大阪にて開催した(参加者210名)。これにより、国内外における大学・研究所・民間企業・自治体・公共団体に広く本拠点の活動について周知することができた。また、グランドチャレンジ公募では日本全国に渡り21件の応募が集まり、14件のテーマを採択し当該年度の研究成果を得た。本プロジェクトのプログラムオフィサーとの定期的なコミュニケーションとして、12/10にキックオフ会議(サイトビジット)、1~3月に合計4日間に渡りPO会議を実施し、本研究プロジェクトの目的(ビジョン)・目標・課題・戦略の明確化についてご指導を頂いた。

次年度では、個々のプロジェクトからのデータ収集を本格的に開始し、未来創生研究による価値創出およびデータビ

リティ基盤研究による実証実験・社会基盤の構築を進める予定である。

6.4 一般社団法人 データビリティコンソーシアム

大阪大学とは別組織であるが、一般社団法人 データビリティコンソーシアムの設立が進められている。この法人は、データ利活用に関する事業を主たる目的とし、主にデータハンドリング事業とデータビリティ分野の人材育成事業を行う予定である。今後、本拠点と連携した運営推進を行い、参加企業との共創によって、本拠点や大学など研究機関の成果を実社会にスムーズに実装展開していく方針である。

参考情報

- ライフデザイン・イノベーション研究拠点 ホームページ
<http://www.ids.osaka-u.ac.jp/sorep/index.html>
- 文科省の採択課題決定ページ
http://www.mext.go.jp/b_menu/boshu/detail/1409348.htm
- 一般社団法人 データビリティコンソーシアムのホームページ（準備中）

第7部

教育

7.1 AI人材教育プログラム（NEDO 講座）

7.1.1 概要

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

7.1.2 プログラムの流れ

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

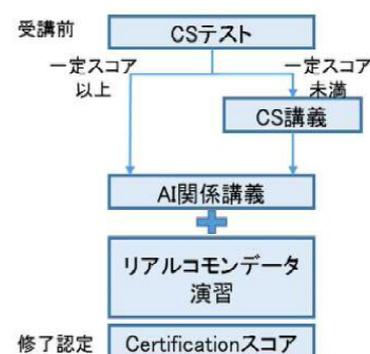


図 7.1: プログラムの流れ図

7.1.3 大阪大学での実施内容

人工知能の基礎から始まり、脳画像データや細胞データを対象にした、実データからの学びの場を提供しました。受講者は春～夏学期 32 名，秋～冬学期は 30 名であった。講義はいずれも平日の 6 限に実施した。

7.1.4 講義内容

平成 30 年度春～夏学期

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

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

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

平成 30 年度秋～冬学期

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

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

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

リアルコモンデータ演習（前期および後期）

リアルコモンデータ演習：異なるドメインのデータに触れ，価値創造力を高める演習である。受講者は画像等のデータに実際に触れ，解析の方針や手法，具体のプログラム等について指導助言を受けながら解析を行う。演習の前半では，機械学習の基礎を実践的に学ぶことを目的として，昨年度の内容に加えて，機械学習の手法を受講生が自ら実装する序盤の演習課題として，教育用のプロトタイプづくりの枠組みを新たに開発した。プログラミング経験の浅い人でも理解しやすい「モデル」「アルゴリズム」「データ」という3つのオブジェクトを基軸に，併用している自作の教材の数式との対応付けを促すように演習問題を工夫した。さらに，上記の枠組みで作った線形モデルを非線形化して，表現力を高める方法として，Chainer という著名な深層学習 API を導入し，実データを用いた課題で，線形と非線形の性能上の差異，学習過程の安定性等々を入念に調べる演習も追加した。さらに，現代の深層学習の基盤技法ともいえる逆伝播による勾配降下法を理解してもらえるように，まずは演習の序盤で受講生各自が一から設計・実装した線形モデルを，先述の Chainer で再構築し，その働きを再現する演習課題した。Chainer のソースコードはすべて公開されているため，自身の実装したものとの挙動が異なる場合の原因究明が容易で，逆伝播が数式の上でどのように「動くはず」なのか，実際にどのように動いているか，それを手を動かしながら確かめてもらう演習も新たに加えた。最後の新しい目玉の一つには，SVRG という著名な学習アルゴリズムを提案した論文の実データを用いた数値実験を完全に再現するこ

とを目標とした演習課題も実施した。リアルコモンデータの事例としては、前年度の課題をさらに拡張し、fMRI で計測した脳活動 (BOLD 信号) を用いた種々の学習課題を出した。具体例としてたとえば、自然動画を見ている被験者の一定間隔の活動の特徴から、どの被験者なのかを予測する課題や、動画データに基づいてそれを見ている被験者の脳内領域ごとの活動度合を予測する課題などが主な題材であった。演習の後半では、画像を対象としたディープラーニングを実践的に学ぶことを目的とした。座学で計算内容や応用例、論文などを説明した後、実際にコードを読み実行し、演習問題を解くことで理解するという内容で演習を行なった。初めは、MNIST データを MLP や CNN で分類するというところからスタートし、FC 層、畳み込み層、活性化関数、損失関数、softmax 関数、optimizer、過学習などの基本的な概念を理解できるようにした。また、過学習を防ぐことや、正答率を上昇させるための方法として dropout や batch normalization などの手法を演習に取り入れた。その後、実践的な内容として、ILSVRC で有名な画像分類アルゴリズムを用いて、転移学習による癌細胞画像と正常細胞画像の分類を行った。feature map の出力、スレットスコアによる評価、Grad-CAM を用いてモデルが注目している箇所の出力を行った。さらに実践的な課題として、residual connection を応用した画像の denoising や、スペクトログラムによって二次元画像化された音声データの CNN による分類、U-Net を用いて Pascal VOC データの segmentation を行った。演習修了時の能力評価: 講座の受講実績だけでは、実際にどのような力がどの程度身についたか、即戦力人材としての評価が難しい。そこで、本教育プログラムでは、CS テストのスコア、ならびに、すべての演習のスコアを修了認定の Certification スコアとして明示した。すなわち、演習スコアを示すことで、どのタイプのデータに対して、良い結果を出せるのか、また、複数のデータ演習を受講することで、どのようなドメイン知識、ターゲット知識を持つ人材であるかも判断することができる。

7.1.5 人的交流などの展開 (大阪大学, 東京大学)

人材育成拠点と受講者の所属企業・大学・研究機関等の人的交流を促進するため、交流会を東京大学とともに大阪大学において平成 30 年 7 月 28 日 (春~夏学期)、および平成 31 年 3 月 22 日 (秋~冬学期) に実施した。大阪大学の受講者によるプレゼンテーションを行い、また両拠点の教員や受講者間の交流を深めた。

7.1.6 周辺研究の実施

教育目的において汎用的に活用可能なリアルコモンデータのためのデータ収集を開始した。作成するデータのドメインについては、人工知能技術戦略会議データ整備・オープンツールTFが実施した産業界のニーズ調査結果に基づき、健康・医療・介護、ものづくり・生産性、インフラ、防災・防犯、モビリティの各分野から優先的に作成することとした。具体的には、健康・医療分野を想定し、脳機能や睡眠から得られる生体号や生体活動、それらと感情・健康・精神状態とを紐付けた大規模なマルチモーダル関係データセットを構築する。各被験者につき1ヶ月継続して睡眠中の生体信号や加速度をアクチグラフにより取得、及び睡眠環境音を取得すると共に日々の睡眠の質・健康・精神状態の主観的なアンケートも取得する。また、音楽刺激に対するMRI/MEGを計測することで日常の感情や精神状態に応じた反応を得る。これまでに睡眠データに関しては125名(内今年度89名)、MRI/MEGについては35名(内今年度19名)のデータを収集した。来年度もデータ収集を継続すると共にリアルコモンデータ演習で収集したデータを活用する。

7.1.7 受講生アンケートの結果（リアルコモンデータ演習について）

平成 30 年度春～夏学期（回答者：15 名）

Q: 演習の難易度はどうでしたか？

1. 易しい	2. やや易しい	3. 適当	4. やや難しい	5. 難しい
0 人	1 人	3 人	4 人	7 人

Q: 講義の内容は今後仕事や研究開発に役立つと思いますか？

1. 全く思わない	2. あまり思わない	3. どちらでもない	4. やや思う	5. おおいに思う
0 人	1 人	1 人	1 人	11 人

平成 30 年度秋～冬学期（回答者：18 名）

Q: 演習の難易度はどうでしたか？

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

Q: 講義の内容は今後仕事や研究開発に役立つと思いますか？

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

7.2 ダイキン AI 講座

7.2.1 概要

ダイキン工業において情報科学分野を活用したさらなる事業拡大を狙うため、情報科学系人材を教育するダイキン情報技術大学を設立した。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。2018年9月-2019年1月において、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

基礎数学（数学，数理計画），AI啓発（科学技術と社会，デジタル変革とAI），AI活用（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（2018年9月-10月），既存社員2期生向け（2018年11月-2019年1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
啓発講義	科学技術と社会	岸本
	デジタル変革とAI	栄藤
基礎	数学	寺田，田中，狩野
	数理計画	森田
AI 入門編オムニバス	データマイニング	鷺尾，松村
	コンピュータビジョン	松下，長原
	異常検知	河原
	自然言語処理	Chu
	音声対話システム	駒谷
	オントロジー	古崎
	クラウド	下條
AI 応用編	知識情報学	沼尾，福井，Holland
	画像処理	村松，槇原

第 8 部

専任教員の研究活動

知能情報基盤部門 教授 長原一

【兼任】

- 大阪大学情報科学研究科
- 先導的学術研究機構 超次元イメージング研究部門
- 先導的学術研究機構 共生知能システム研究センター

【研究活動】

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

- ディープコンピュータショナルフィットグラフィ

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

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

- 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。

【学際共創プロジェクト】

- 放射線画像自動診断の研究
- 全組織細胞イメージング/分子病態解析
- スマートシティプロジェクト
- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究
- 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- 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
- 自然言語処理法を適用した矯正歯科治診断自動プロセスの高度化

【外部研究費獲得状況】

- H29～H33 年度, 科学研究費助成金 基盤研究 S, 「多元コンピューショナル光計測による手術支援応用」, (代表) 長原一, (分担) 早崎芳夫, 香川景一郎, 西館泉, 小室孝, 池田哲夫。
- H30～31 年度, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「ディープコンピューショナルフォトグラフィ」。(代表) 長原一。
- H30～H34 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」, 「未来の学校支援プロジェクト」 「センシング基盤プロジェクト」 プロジェクト責任者。
- H29～H31, 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, 大野英治。
- H27～H30, 科学研究費助成金, 基盤研究 B, 「分野横断的な最適化を可能とする適応型共進化法と電子透かし用

符号化開口設計への応用」, (代表) 小野智司, (分担) 長原一, 川崎洋.

- H30～32, 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) 高橋圭太, (分担) 長原一.
- 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)
- 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

【社会貢献】

- Program Chair, International Conference on Computational Photography 2019
- Area Chair, IEEE International Conference on Computer Vision 2019
- Associate Editor, IEEE Transaction on Computational Imaging
- 画像の認識・理解シンポジウム 2018 実行委員長
- 情報処理学会 CVIM 研究会主査
- 電子情報通信学会 EMM 研究会専門委員
- 査読委員, CVPR2017, ICCV2017, IEEE Trans. PAMI, IJCV, MIRU2018 他

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Chao Ma, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Fall detection using optical level anonymous image sensing system” , Optics & Laser Technology, July, 2018.
- [2] Yusuke Yagi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, “Designing Coded Aperture Camera Based on PCA and NMF for Light Field Acquisition”, IEICE Transactions, Vol. E101-D, No. 9, Sep., 2018.
- [3] Yichao Xu, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, “TransCut2: Transparent Object Segmentation from a Light-Field Image” , IEEE Transactions on Computational Imaging, 2019.
- [4] Trung Thanh Ngo, Hajime Nagahara, Ko Nishino, Rin-ichiro Taniguchi, Yasushi Yagi, “Reflectance and Shape Estimation with a Light Field Camera under Natural Illumination” , International Journal of Computer Vision, 2019.

(2) 学会発表

- [1] Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Dynamic Photometric Stereo Method using Multi-tap CMOS Image Sensor” , International Conference on Computational Photography, May, 2018, Pitsuburg , PA, USA
- [2] Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-Ichiro Taniguchi, “CNN based approach for Transparent Object Classification” , International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization, May, 2018, Fukuoka, Japan
- [3] Hajime Nagahara, Toshiki Sonoda, Dengyu Liu, Jinwei Gu, “Space-Time-Brightness Sampling Using an Adaptive Pixel-Wise Coded Exposure” , CVPR workshop on Computational Cameras and Displays, June, 2018, Salt Lake City, Uta, USA
- [4] Yasutaka Inagaki, Yuto Kobayashi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara , “Learning to Capture

- Light Fields through a Coded Aperture Camera” , European Conference on Computer Vision, Sep., 2018, Munich, Germany
- [5] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, ”Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints” , European Conference on Computer Vision, Sep., 2018, Munich, Germany
- [6] Ryota Miyagi, Keiichiro Kagawa, Yuta Murakami, Hajime Nagahara, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, ”Visualization of time-of-flight signals with normalized and calibrated phasor plot, International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan
- [7] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, ”Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints”, International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan
- [8] Hiroki Hamasaki, Shingo Takeshita, Kentaro Nakai, Toshiki Sonoda, Hiroshi Kawasaki, Hajime Nagahara, Satoshi Ono, ”A Coded Aperture for Watermark Extraction from Defocused Images” , Asian Conf. Computer Vision, Dec., 2018, Perth, Australia
- [9] Yibo Guo, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Chao Ma, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, ”Face Detection in Thermal Image Based on Two-Stage CNNs” , 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM212, No. 2, May, 2018, 大阪
- [10] Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, ”Transparent Object Classification using 4D CNN” , 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM212, No. 3, May, 2018, 大阪
- [11] 竹下 真悟, 濱崎 弘樹, 前原 武, 中居 謙太郎, 園田 聡葵, 三嶋 道弘, 川崎 洋, 長原 一, 小野 智司, ”2次元コード用電子透かしと符号化開口の共進化的同時設計に関する基礎検討”, 人工知能学会全国大会, No. 4Pin1-51, June, 2018, 鹿児島
- [12] 稲垣 安隆, 小林優斗, 高橋桂太, 藤井俊彰, 長原一, ”深層学習を用いた符号化開口カメラによる光線空間の取得”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. OS5-L1, Aug., 2018, 札幌, [MIRU 学生奨励賞]
- [13] 吉田 道隆, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 遠藤 健太, 杉山 行信, 谷口 倫一郎, 長原 一, ”ハードウェアの制約を考慮した圧縮ビデオセンシングにおける圧縮と再構成の同時最適化” , 画像の認識・理解シンポジウム No. PS3-33, Aug., 2018, 札幌
- [14] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Yutaka Fujioka, ”Exploration and Mining of 50,000 Buddha Pictures” , 画像の認識・理解シンポジウム, Aug., 2018, 札幌
- [15] 正木駿也, ホエルセルバンテス, 早崎芳夫, 香川景一郎, 長原一, ”光干渉断層法と飛行時間法との統合型光計測システム”, 日本光学会, Oct., 2018, 東京
- [16] 宮城亮太, 村上裕太, 香川景一郎, 長原一, 川嶋健嗣, 安富啓太, 川人祥二, ”光飛行時間に基づく距離画像計測の内視鏡応用におけるマルチパスの影響の検討” , 日本光学会, Oct., 2018, 東京
- [17] 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, ”符号化開口カメラを用いた視差推定手法の深層学習による最適化”, 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム, No. P-1-20, pp. 56-57, Nov., 2018, 御殿場
- [18] 丸山 敬太, 稲垣 安隆, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 長原 一, ”深層学習を用いた符号化開口カメラからレイヤ型ディスプレイへの3次元表示”, 画像符号化シンポジウム/映像メディア処理シンポジウム, No. P-5-19, pp. 206-207, Nov., 2018, 御殿場, [学生論文賞, ベストポスター賞]
- [19] 志礼田賢人, 徐軼超, 長原一, 谷口倫一郎, ”ライトフィールドレンダリングを用いた距離変化にロバストなLFD特徴量” , 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 23, Jan., 2019, 京都

-
- [20] 大河原 忠, 吉田 道隆, 長原 一, 八木康史, ”符号化露光画像を用いた人物の行動認識”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 4, Jan., 2019, 京都
- [21] 山口貴大, 長原一, 諸岡健一, 中島悠太, 浦西友樹, 倉爪亮, 大野英治, ”多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の3次元形状復元 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 33, Jan., 2019, 京都, [CVIM 発表奨励賞]
- [22] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, ”歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会全国大会, Mar. 2019, 名古屋

(3) その他

- [1] Hajime Nagahara, ”Computational photography using programmable sensors” , International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan, Invited talk
- [2] Hajime Nagahara, ”Coded Computational Photography”, Korea-Japan workshop on Digital Holography and Information Photonics, Dec., 2018, Osaka, Japan, Keynote talk
- [3] Hajime Nagahara, ”Coded Computational Photography”, International Workshop on Advanced Image Technology, Jan., 2019, Singapore, Keynote talk
- [4] 諸岡健一, 倉爪亮, 宮内翔子, 長原一, 中島悠太, 浦西友樹, 大野英治, ”三次元形状情報生成装置, 細胞判定システム”, 特願 2019-002165
- [5] 長原一, 大河原忠, 吉田道隆, ”動画像処理方法及び動画像処理装置”, 特願 2019-001491

ビッグデータ社会技術部門 教授 岸本 充生

【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 共生知能システム研究センター

【研究活動】

- 情報技術のリスクガバナンスに関する研究顔認識技術を中心とした生体認証技術の利用に伴う様々なリスクについて、技術の応用可能性、潜在的なリスクの種類、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。
- 取得から廃棄までの責任あるデータハンドリングの手続きに関する研究 IDS で実施されている学際研究プロジェクトや企業との共同研究を題材に、データの取得から保持、二次利用、廃棄にいたるまでのライフサイクルにおける、倫理的法的社会的課題（ELSI）を抽出したうえで、多様なケースに適用可能な指針を作成する。

【学際共創プロジェクト】

- スマートシティプロジェクト

【外部研究費獲得状況】

- 2016～2018, 科学研究費助成金 基盤研究 B, 「グローバルヘルス・ガバナンスの構造変容とマネジメント上の課題」, (代表) 城山英明, (分担) 岸本充生, 他
- 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ー情報共有・民間主体の役割」, (代表) 城山英明, (分担) 岸本充生, 他
- 2018, 国立国会図書館, 「分析型 B (調査テーマ: 生体認証技術の動向と活用をめぐる課題)」 (代表) 岸本充生
- 2018, 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】

- ダイキン AI 教育「科学技術と社会」(11月27日)
- 東京大学公共政策大学院 講義「Risk and Regulatory Policy」(A1A2)
- 東京大学公共政策大学院 講義「医療イノベーション政策」(A1A2)
- 大阪大学「科学技術社会論入門」(5月17日)
- 大阪大学「情報探索入門」(10月24日)
- 大阪大学「環境・エネルギー経済基礎」(1月17日, 24日)
- 東京大学「科学技術イノベーション政策」(11月14日)

【社会貢献】

- 日本リスク研究会理事
- ISO TC229 ナノテクノロジー標準化国内審議委員会「環境・安全」分科会委員
- 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」専門委員

- 総務省「政策評価制度部会」専門委員
- 総務省「規制評価ワーキンググループ」委員
- 公正取引委員会「競争評価検討会議」委員
- 内閣府「交通安全基本計画の総合的な効果分析手法に関する調査」検討委員会委員
- 東京都環境局「大気中微小粒子状物質検討会」委員

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] 岸本充生, リスク学の発展と原子力技術の深い関係, 日本原子力学会誌, 61(3), pp.185-187, 2019
- [2] 岸本充生, 環境規制における規制影響分析(RIA)の進展と課題: 米国の石炭火力発電所規制を例に, 環境情報科学, 48-1, pp.49-54, 2019
- [3] 岸本充生, 規制影響評価(RIA)の活用に向けて: 国際的な動向と日本の現状と課題, 関東学院大学経済経営学会研究論集「経済系」, 275, pp.26-44, 2018
- [4] 岸本充生, リスクを巡る意思決定とレギュラトリーサイエンス, 日本LCA学会誌, 14(4), pp. 277-283, 2018
- [5] 岸本充生, エマージング・リスクの早期発見と対応ー公共政策の観点からー, 保険学雑誌, 第642号, pp.37-60, 2018

(2) 学会発表

- [1] 岸本充生, 2018年の日本のリスクを俯瞰する(「今年のリスク」選定TG報告), 日本リスク研究学会第31回年次大会, 2018年11月9~11日, コラッセ福島
- [2] 岸本充生, リスクのフレームを設定することの意義: 新しい技術にどう向き合うか, 第18回日本再生医療学会総会, 2019年3月22日, 神戸国際会議場

(3) 著書

- [1] 国立国会図書館 調査及び立法考査局, 科学技術に関する調査プロジェクト2018報告書「生体認証技術の動向と活用」, 2019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 マルチメディア工学専攻
- 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。特に、テニス競技を対象としたメディカル情報収集・統合管理システムを構築し、関西ジュニアテニス選手権、全日本ジュニアテニス選手権、世界スーパージュニアテニス選手権等において実運用を行った。また、アスリートの動的バランス計測データについて、データ収集・統合管理システムの検討を推進し、プロトタイプシステムの構築を進めた。
- スマートシティ実現のためのデータ利活用技術に関する研究自転車や歩行者に対するナビゲーションシステムとして、記憶しやすく視認性の高いランドマークを活用した方式について研究を推進した。特に、視認性の高い建物や大通りなどのランドマークに加え、バス等の動くランドマークをナビゲーションにおいて活用する可能性について詳細な検討を行った。

【IDS 研究基盤整備】

- データビリティ研究用基盤設備の整備（サーバ、ストレージ等）及び利活用の推進 GPGPU 搭載サーバを新たに4台整備するとともに、映像データをはじめとする多様かつ大量のデータを格納する共有ストレージシステムの記憶容量の拡充（約400TB）を行った。
- 実証フィールドの整備
 - － 産業科学研究所エリア
屋内外に実験用カメラ48台が設置されている産業科学研究所の実証フィールドと、データビリティ研究用基盤設備を40Gbpsの専用高速ネットワークで接続した。これにより、映像データの高速転送、蓄積、解析などが可能になった。
 - － 工学研究科センテラス周辺エリア
センテラス周辺エリアに集う人々を対象とした実証フィールドとして、これまでに整備した15台のレーザーレンジセンサに加え、屋内に11台、屋外に5台の計16台の実験用カメラを整備した。
 - － 豊中グラウンド
健康・スポーツに関連する研究の実証フィールドとして、豊中グラウンドを囲む照明塔にパン・チルト・ズーム (PTZ) が可能な実験用カメラを計12台整備するとともに、約440TBの容量をもつ映像レコーダー、約400TBの容量をもつ外部ストレージ、および映像解析のためのGPGPUサーバを整備した。

【学際共創プロジェクト】

- 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採択された文部科学省平成 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実現イニシアティブ（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委員として貢献した。特に、日本学術会議と連携して実施した全国の大学等を対象とする男女共同参画等に関するアンケート調査において、その調査結果の分析方法ならびに可視化方法に関する検討を行った。

【教育活動】

- 工学部電子情報工学科 2 年次担当「データベース工学」（12 回）
- 工学部電子情報工学科 2 年次担当「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】**(1) 学会発表**

- [1] 菖蒲谷 まい, 秋山豊和, 河合由起子, 新井イスマイル, 山本 寛, 春本 要, “動くランドマークとしてのバスの活用可能性の調査”, 第 11 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2019) 論文集, D6-1, 2019 年 3 月.

知能情報基盤部門 准教授 中島 悠太

【兼任】

- 情報科学研究科
- 先導的学際研究機構 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: 知識ベースを利用した視覚情報に関する質疑応答 (Visual Question Answering; VQA) に関するプロジェクトを実施している。既存の VQA に関する研究は、その多くが質問文と回答のペアを大量に含むデータセットを利用してディープニューラルネットワーク (Deep Neural Network; DNN) を学習することで、与えられた画像と質問文に対して尤もらしい回答を生成するものであった。既存の VQA タスクには、(i) 回答に必要な「知識」は全てデータセットから獲得される、(ii) データセットには偏りがあり、回答生成に利用されている可能性がある、という二つの問題がある。本プロジェクトでは、これらの問題を解消する知識ベースを利用した VQA に取り組んでいる。現在、新たな VQA データセットの収集が完了し、このデータセットに適した回答生成手法の開発を目指して研究開発を進めている。データセットの構築では、クラウドソーシングを利用して、質問文と回答のペアを収集した。このとき、既存の VQA タスクとは異なり、質問に回答する際になんらかの知識を要求するようワーカーに指示し、質問文と回答に加えて要求される知識も自然言語テキストとして入力するインターフェイスを構築した。最終的に、24,000 件以上のデータが収集できた。また、上記 VQA のような、視覚情報と自然言語処理の応用に取り組む際に、自然言語の言い換え (パラフレーズ・共参照) が問題となる。特に字句としては全く異なるにも関わらず同じ対象を表すようなパラフレーズや共参照の場合、自然言語テキストのエンコーディングも大きく異なる可能性がある。そこで、本プロジェクトでは、パラフレーズ・共参照の解決についても研究を進めている。
- 学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定: ダイキン工業との共同研究プロジェクトでは、人間科学研究科 篠原教授を中心として、環境と学習効率の間の関係を明らかにするための研究に取り組む。中島は、長原教授とともに Photometric Stereo 法を用いた顔のセンシングと DNN による時系列変化のモデル化による微表情計測を中心に、各種センサを用いた学習効率指標推定に取り組む。本プロジェクトで推定する学習効率の指標は、実験参加者が受けるテストにより 10 分に一度程度の頻度で得られるものである一方で、実験参加者の顔はカメラにより連続的に観測されるものであることから、モデル化においては教師データがサンプル数より少ない半教師あり学習的なアプローチが必要になると考える。本年度は、学習効率推定に向けたデータ獲得のための計測プラットフォームを構築した。また、計測プラットフォームを利用したデータの収集を開始しており 10 名以上の参加者からセンサデータを獲得した。検討の結果、視線追跡と脳波の 2 種のデータについて、学習効率との相関が高いと考え、これらのデータの解析を実施中である。同時に、Photometric Stereo 法によって得られる法線マップ映像からの表情認識についても研究開発を実施しており、基本となる DNN の構成などを検討している。

【学際共創プロジェクト】

- 放射線画像自動診断の研究
- 全組織細胞イメージング/分子病態解析
- スマートシティプロジェクト
- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究
- 素核物理実験および関連分野への深層学習の適用

- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- 文学研究科 藤川教授プロジェクト

【外部研究費獲得状況】

- NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」次世代人工知能技術の日米共同研究開発: パーソナルインタラクシオンに向けた共感知能技術の研究開発 (1,550 万円)
- ダイキン工業株式会社受託研究「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」(515 万円)
- AI 人材養成プログラム (450 万円)
- 科研費基盤 B (代表): 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 (290 万円)
- 科研費基盤 B (分担): 修復と観測の融合に基づく隠消現実感の高度化 (50 万円)
- 科研費基盤 A (分担): 3次元データに基づく人工知能による仏顔の様式研究 (30 万円)

【教育活動】

- 博士前期課程学生指導 (情報科学研究科 1 名, 継続中)
- 博士後期課程学生指導 (情報科学研究科 1 名, 継続中)
- ダイキン工業株式会社 リアルコモンデータ演習 (6 月に実施済み)

【社会貢献】

- 各種査読
 - IEEE Transactions on Circuit Systems for Video Technology 4 件
 - IEICE Transactions on Information Systems 4 件
 - IEICE Transactions on Fundamentals 1 件
 - Image and Visual Computing Journal 1 件
 - IEEE International Conference on Multimedia and Expo 8 件
 - ACM International Conference on Multimedia Retrieval 6 件
 - ACM International Conference on Multimedia 6 件
 - IAPR International Conference on Pattern Recognition 1 件
- 学会活動
 - 映像メディア学会会誌編集委員
 - 第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019) 組織委員長
 - CVIM 研究会ローカルアレンジメント

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Mayu Otani, Atsushi Nishida, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, Naokazu Yokoya, “Finding important people in a video using deep neural networks with conditional random fields,” IEICE Trans. Information Systems, vol. E101.D, no. 10, pp. 2509-2517, Oct. 2018.
- [2] Takahiro Tanaka, Norihiko Kawai, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, “Iterative applications of image completion with CNN-based failure detection,” J. Visual Communication and Image Representation, vol. 55, pp. 56-66, Aug. 2018.
- [3] Antonio Tejero-de-Pablos, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, Naokazu Yokoya, Marko Linna, and Esa Rahtu,

“Summarization of user-generated sports video by using deep action recognition features,” *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 20, no. 8, pp. 2000-2011, Aug. 2018.

(2) 学会発表

- [1] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Rethinking the evaluation of video summaries,” *Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jun. 2019 (to appear).
- [2] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, “Context-aware embeddings for automatic art analysis,” *Proc. Int. Conf. Multimedia Retrieval (ICMR)*, Jun. 2019 (to appear).
- [3] 安井崇朗, 中島悠太, 馬場口登, “音素・口形素の特徴表現と敵対的生成ネットワークによる発話顔生成,” *電子情報通信学会技術研究報告*, PRMU2018-157, 8 pages, Mar. 2019.
- [4] Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Haruo Takemura, “Multimodal learning analytics: Society 5.0 project in Japan,” *Proc. 9th Int. Conf. Learning Analytics and Knowledge (LAK19)*, 2 pages, Mar. 2019.
- [5] 竹林佑斗, Chenhui Chu, 中島悠太, “画像内物体間の視覚的関係の真偽判定データセット,” *言語処理学会 第25回年次大会*, Mar. 2019.
- [6] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築,” *言語処理学会 第25回年次大会*, Mar. 2019.
- [7] Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 長原一, 渡辺理和, 大久保規子, “多国間法律の比較と統計分析のための多言語機械翻訳,” 第119回人文科学とコンピュータ研究会発表会, Feb. 2019
- [8] 山口貴大, 長原一, 諸岡健一, 中島悠太, 浦西友樹, 倉爪亮, 大野英治, “多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の3次元形状復元,” *情報処理学会研究報告*, CVIM, 8 pages, Jan. 2019.
- [9] Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “iParaphrasing: Extracting visually grounded paraphrases via an image,” *Proc. 27th Int. Conf. Computational Linguistics (COLING 2018)*, 14 pages, Aug. 2018.
- [10] Ryosuke Kimura, Akihiko Sayo, Fabian Lorenzo Dayrit, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, and Katsushi Ikeuchi, “Representing a partially observed non-rigid 3D human using eigen-texture and eigen-deformation,” *Proc. Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR 2018)*, 6 pages, Aug. 2018.
- [11] Akihiko Sayo, Ryosuke Kimura, Fabian Lorenzo Dayrit, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, Katsushi Ikeuchi, “Synthesis of human shape in loose cloth using eigen-deformation,” *21st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2018)*, 4 pages, Aug. 2018 【学生奨励賞】.
- [12] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, “Phrase localization-based visually grounded paraphrase identification,” *21st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2018)*, 4 pages, Aug. 2018.
- [13] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Exploration and Mining of 50,000 Buddha Pictures,” *21st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2018)*, 4 pages, Aug. 2018.
- [14] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, “Visually grounded paraphrase extraction via phrase grounding,” *Proc. Workshop on Language and Vision at CVPR 2018*, 3 pages, Jun. 2018.
- [15] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkilä, and Naokazu Yokoya, “Linking videos and languages: Representations and their applications,” *情報処理学会研究報告*, CVIM-212-38, 16 pages, May 2018.

知能情報基盤部門 准教授 武村 紀子

【兼任】

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

【研究活動】

● 効果的な e-learning システムの構築

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、学習時の行動をセンシングすることで、集中度や理解度を推定可能かどうか検証を行った。Web 上でビデオ講義を受講している学生の視線、座圧、心拍、発汗、顔表情を計測し、受講生本人が申告したスライドごとの覚醒度・理解度・やる気度との関係を調べた。実験の結果、人により傾向が異なるものの、覚醒度等の学習者の状態とセンシングデータとの間である程度相関があることが確認できた。今後は、さらなるデータ収集を行い、機械学習により、学習者の状態推定を行う。

● 道路舗装面の異常検知に関する研究

交通インフラの多くは高度経済成長期に建設されており、経年劣化による保守点検の需要増加と少子高齢化による労働力不足から、保守点検作業の効率化が喫緊の課題となっている。そこで、本研究では、画像処理による道路舗装面の異常検知の自動化を目指す。道路舗装面の異常検知では、正常/異常の識別モデルを学習する手法が一般的であるが、正常データに対して異常データが極端に少なく、また異常の種類も亀裂、湧出、陥没など多岐にわたるため、識別問題として高精度に異常検知を行うのは容易ではない。本研究では、深層学習を用いて、異常箇所が正常だった場合の画像を生成し、原画像と差分をとることで高精度な異常検知を目指す。

● 歩容による年齢推定に関する研究

歩き方は人によってその特徴が異なるため、歩容特徴を用いた人物認証の研究が盛んに行われてきた。さらに、歩容には個人の特徴だけではなく、性別や年齢などの属性の情報が含まれていると考えられる。本研究では、深層学習を用いて歩容特徴から年齢を推定する手法を提案する。歩容特徴は遠方から撮影した低解像度の映像から抽出可能であるため、歩容による年齢推定が可能になると、ショッピングモール等の大型施設におけるマーケティングや、属性による犯人のスクリーニングなどの科学捜査等に用いることが可能となる。歩容特徴は年代・性別により大きく異なるため、性別推定、年代推定、年齢推定を階層的に行うことによって、高精度な年齢推定を行った。

● 隠蔽に頑健な歩容認証に関する研究

歩容特徴は遠方から撮影した低解像度の映像から抽出可能であるため、歩容特徴を用いた個人認証は実用的な認証技術として非常に注目されている。しかし、歩容認証の精度は、隠蔽や観測方向の違い、服装の違いなどの共変量の影響を大きく受けるといった問題がある。本研究では、隠蔽に対して頑健な歩容認証手法を提案する。GAN を用いて、歩容画像の隠蔽されている箇所を補間し、隠蔽のない画像を再構築することで、隠蔽がある場

合についても高い精度で歩容認証を行うことが可能となった。

【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）

【外部研究費獲得状況】

- H29-32, 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
- H31, 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

【社会貢献】

- Women in Computer Vision (WinCV) in Japan (CVIM 後援), 相談研究員
- 映像情報メディア学会学会誌「輝けリケジョ!」, Vol. 72, No. 3 (2018), 「女性の幸せってなんだろう？」
- 科学技術・学術政策研究所, 専門調査員
- 第22回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019), 実行委員

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] 柳川由紀子, 越後富雄, 宮崎祐太, 武村紀子, 八木康史: “イントラフレーム学習による Convolutional Neural Networks を用いたカプセル内視鏡画像における病変領域の追跡”, 人工知能学会論文誌, Vol. 33, No. 6, 2018
- [2] Md. Zasim Uddin, Trung Thanh Ngo, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Xiang Li, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi, “The OU-ISIR Large Population Gait Database with Real-Life Carried Object and its performance evaluation”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 10:5, 2018

(2) 学会発表

- [1] Naoya Kishida, Masako Iwasaki, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Takashi Nakano, “R&D of the Flavor-tag Method based on Machine Learning for High Energy Experiments”, The 2nd KMI school, 2019
- [2] Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Haruo Takemura, “Multimodal learning analytics: Society 5.0 project in Japan,” Proc. 9th Int. Conf. Learning Analytics and Knowledge (LAK19), 2 pages, Mar. 2019.
- [3] Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi: “Multi-view large population gait dataset and its performance evaluation for cross-view gait recognition”, Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [4] Md. Zasim Uddin, Trung Thanh Ngo, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Xu Li, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “The OU-ISIR Large Population Gait Database with Real-Life Carried Object and its performance evaluation”, Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [5] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “Gait-based Age Estimation using a DenseNet”, Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [6] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “Gait-based Age

Estimation using a DenseNet” , International Workshop on Attention/Intention Understanding, 2018

- [7] 岸田直也, 岩崎昌子, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を用いたフレーバ識別用ツールの開発”, 日本物理学会第 74 回年次大会, 2019
- [8] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築,” 言語処理学会 第 25 回年次大会, Mar. 2019.
- [9] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “CNN に基づいた歩容クラス識別における中間出力の個人性評価”, 第 8 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2018
- [10] 阪田篤哉, 西川博文, 武村紀子, 榎原康史, 村松大吾, 八木康史, “歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察”, 第 8 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2018
- [11] 阪田篤哉, 西川博文, 武村紀子, 榎原康史, 村松大吾, 八木康史, “歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察”, 電子情報通信学会バイオメトリクス 10 月研究会, 2018
- [12] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “CNN の基づいた歩容クラス識別における中間出力の個人性評価”, 電子情報通信学会バイオメトリクス 10 月研究会, 2018
- [13] 森直幸, 武村紀子, 八木康史, “Convolutional Neural Network-based Road Damage Detection” , 第 21 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2018
- [14] Atsuya Sakata, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, “Gait-based Age Estimation via Multi-Stage Convolutional Neural Network” , 第 21 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2018
- [15] 阪田篤哉, 武村紀子, 八木康史, “多段階畳み込みニューラルネットワークを用いた歩容に基づく年齢推定”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, vol. 2018-CVIM-212, No. 23, pp. 1-5, 2018

知能情報基盤部門 特任准教授（常勤） 新岡 宏彦

【兼任】

- 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、病理診断(上皮内腺癌(AIS), 微小浸潤性腺癌(MIA), 浸潤性腺癌(IVA))を予測する深層学習アルゴリズムの構築を行なった。3D および 2D の CNN モデルを様々作製し、分類精度が上昇した。
- 難治性心筋疾患特異的 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細胞のラマンスペクトルを用いて、1次元 CNN を用いて各細胞由来のラマンスペクトル分類に成功した。
- 第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用生体への透過率が高い近赤外第二領域で励起/発光が可能な蛍光ナノ粒子プローブの作成を行い、顕微鏡下でのイメージングに成功した(国際学会2, 3)。
- ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断非線形ラマン効果を用いた内視鏡を作製し、ウサギの前立腺内にある神経細胞のイメージングに成功した(論文1, 2)。さらに AI を組み合わせることで画像ノイズ低減に成功した。
- 深紫外顕微鏡を用いた病理切片の観察と AI による自動診断深紫外顕微鏡を用いて病理切片画像データを準備し、CNN を用いて癌の分類に成功した(国際学会1)

【学際共創プロジェクト】

- ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション, 「胸部(肺癌)CT 画像データの機械学習による画像診断の高度化」

【外部研究費獲得状況】

- 平成30-令和2年度 基盤研究(C), 研究分担者(研究代表者: 安國 良平) “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”
- 平成30-令和2年度 基盤研究(C), 研究分担者(研究代表者: 梁川 雅弘) “肺癌の組織診断および悪性度予測のための人工知能(深層学習)システムの確立”
- 平成29-令和3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), 研究分担者(研究代表者: 宮川 繁) “難治性心筋疾患特異的 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”
- 平成29-31年度 総務省: 「IoT/BD/AI 情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業, 研究分担者(研究代表者: 谷口 達典) 革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの開発
- 平成29-31年度 若手研究(A), 研究代表者: 新岡 宏彦 “第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用”
- 平成29-31年度 基盤研究(B), 研究分担者(研究代表者: 橋本 守) “ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断”
- 平成29-31年度 基盤研究(B), 研究分担者(研究代表者: 湯川 博) “NIR-II 蛍光イメージングによる移植幹細胞の炎症組織・臓器への生着機構の解明”

【教育活動】

- ダイキン AI 教育「アルゴリズムとデータ構造」にて実習を担当
- 実データで学ぶ人工知能講座（NEDO 特別講座）にて実習を担当
- 大阪大学医学部共同研機器分析セミナー「ディープラーニングによる医療画像解析」
- 京都府立医科大学 大学院特別講義 (1 コマ) (タイトル：深層学習技術と医療画像応用)

【社会貢献】

- 日本顕微鏡学会, 様々なイメージング技術研究部会, 幹事
- 阪大 AI メディカル研究会顧問 (facebook: <https://www.facebook.com/groups/ai.medical/>, twitter: https://twitter.com/ou_aims)
- AI Medical High School 2019～春の陣～ :高校生と高専生を対象とした体験型 AI 学習 (<http://ai-medical-high-school.conso-kansai.or.jp/2019/spring/>)
- AI Medical High School 2018～夏の陣～ :高校生と高専生を対象とした体験型 AI 学習 (<http://ai-highschool-2018.conso-kansai.or.jp>)

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Keigo Hirose, Shuichiro Fukushima, Taichi Furukawa, Hirohiko Niioka, and Mamoru Hashimoto, “Label-free nerve imaging with a coherent anti-Stokes Raman scattering rigid endoscope using two optical fibers for laser delivery” , APL Photonics, 3, 092407, 8 pages (2018)
- [2] Keigo Hirose, Takuya Aoki, Taichi Furukawa, Shuichiro Fukushima, Hirohiko Niioka, Shinji Deguchi, and Mamoru Hashimoto, “Coherent anti-Stokes Raman scattering rigid ednoscope for robot-assisted surgery” , Biomedical Optics Express, 9, 2, 387-396 (2018)

(2) 学会発表

- [1] Tatsuya Matsumoto, Yasuaki Kumamoto, Hirohiko Niioka, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, “Deep-UV excitation fluorescence imaging for rapid and accurate detection of lymph node metastasis in human gastric cancer” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [2] Masahito Yamanaka, Yoshiki Akino, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Near-infrared fluorescence imaging by using high nonlinear fluorescence responses of Er³⁺-doped nanoparticles under the excitation at 1520-1600 nm wavelength region” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [3] Yoshiki Akino, Masahito Yamanaka, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Near-infrared fluorescence imaging at 1030 nm wavelength region with Yb doped nanoparticles” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [4] 田中 慎一, 新岡 宏彦, “生体イメージング応用を目指した近赤外蛍光性金属ナノプローブの開発” (Near-Infrared Luminescent Platinum Nanoclusters for in vivo Imaging and Biomedical Application), 日本化学会第 99 春季年会 2019 (2019/3/16-19, 甲南大学, 岡本キャンパス, 兵庫県)
- [5] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場電気泳動法の創成” , 日本化学会第 99 春季年会 2019 (2019/3/16-19, 甲南大学, 岡本キャンパス, 兵庫県)
- [6] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質膜内での電気泳動法に関する研究” , 化学工学会 第 84 年会 (2019/3/13-15, 芝浦工業大学, 豊洲キャンパス, 東京都)

- [7] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “CARS 硬性鏡による術中神経イメージングを目指した深層学習によるイメージング速度の高速化”, 第1回日本メディカル AI 学会学術集会 (2019/01/25-26, 国立がん研究センター新研究棟 1 階・大会議室/セミナールーム, 東京都)
- [8] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場電気泳動分離法の開発”, 第38回 キャピラリー電気泳動シンポジウム (SCE2018) (2018/12/5-7, I-site なんば (大阪府立大学), 大阪府)
- [9] 新岡宏彦, “深層学習によるバイオ・メディカル画像データの解析”, 第16回 医用分光学研究会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22) (招待講演)
- [10] 橋本守, 大和尚記, 新岡宏彦 “コヒーレントアンチストークスラマン散乱硬性鏡の開発と神経イメージングへの応用” 第16回 医用分光学研究会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22) (招待講演)
- [11] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “深層学習を用いた非線形ラマン散乱イメージングの高速化”, 第16回 医用分光学研究会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22)(ポスター)
- [12] 新岡宏彦 “医療画像への人工知能技術の応用” 第二十一回最先端医療イノベーションセンター 定例セミナー (大阪大学最先端医療イノベーションセンター, 大阪府, 2018/11/9)(招待講演)
- [13] 新岡宏彦 “深層学習とバイオメディカル画像データへの応用” 第49回中化連秋季大会 (名古屋大学工学研究科, 愛知県, 2018/11/3-4) (招待講演)
- [14] Hirohiko Niioka “Development of nanophosphors for dual-modal cellular imaging with cathodoluminescence microscope and near-infrared light microscope” 公益社団法人日本顕微鏡学会第61回シンポジウム -新時代へと深化する顕微鏡学 Microscopy Advancing to New Frontier- (富山国際会議場, 富山県, 2018/11/1-3) (招待講演)
- [15] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性鏡のイメージング高速化を目指した畳み込みオートエンコーダの導入”, 第57回日本生体医工学会北海道支部大会 (2018/10/20, 北海道大学情報科学研究科 A21 講義室, 北海道)
- [16] 新岡宏彦 “Deep Learning のバイオ・医療画像応用” 平成30年度統計数理研究所共同研究集会 生体信号・イメージングデータ解析に基づく医療・健康データ科学の展開 (統計数理研究所, 東京都, 2018/10/18-19) (招待講演)
- [17] 新岡宏彦 “特別企画 若手1 研究格差社会をどう生きるか” 第77回日本癌学会学術総会 (大阪国際会議場 リーガロイヤルホテル大阪, 大阪府, 2018/9/27-29) (パネリスト)
- [18] 大和尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “畳み込みオートエンコーダを用いたコヒーレントアンチストークスラマン散乱イメージの高画質化 (Improvement of coherent anti-stokes Raman scattering image quality by convolutional autoencoder)”, 第79回 応用物理学会秋季学術講演会 (2018/9/18-21, 名古屋国際会議場, 愛知県)
- [19] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Y2O3:Yb 粒子を用いた近赤外域蛍光発光イメージング (Near-infrared fluorescence imaging with Y2O3:Yb nanoparticles)”, 第79回 応用物理学会秋季学術講演会 (2018/9/18-21, 名古屋国際会議場, 愛知県) (ポスター)
- [20] Jun Miyake, ○ Shunsuke Baba, Masato Shimabayashi, Shuya Yamamoto, Seiichi Tagawa, Hirohiko Niioka, “Graphical Classification of DNA Sequences of by Deep Learning (深層学習を用いたゲノムシーケンスのクラスター解析)”, 日本生物物理学会第56回年会 The 56th Annual Meeting of the BSJ (2018/9/15-17, 岡山大学津島キャンパス, 岡山県)
- [21] 馬場俊輔, 島林真人, 新岡宏彦, 三宅 淳, “ディープラーニングを用いた遺伝情報の解析”, 日本バイオマテリアル学会関西ブロック 第13回若手研究発表会 (2018/8/31, 京都工芸繊維大学 60周年記念館, 京都府)
- [22] 新岡宏彦, 吉村愛菜, 大東寛典, 浅谷学嗣, 三宅 淳, “ディープラーニングを用いた培養細胞の分化解析”, 日本バイオマテリアル学会関西ブロック 第13回若手研究発表会 (2018/8/31, 京都工芸繊維大学 60周年記念館, 京都府)
- [23] 新岡宏彦 “データサイエンティスト養成の取り組み” コンソーシアム関西 第七回 臨床医工情報学連携セミナー (大阪大学中之島センター, 大阪府, 2018/7/27) (招待講演)
- [24] 新岡宏彦 “深層学習によるバイオメディカルデータ解析” 第57回日本生体医工学会大会 (札幌コンベンションセン

ター, 北海道, 2018/6/19-21) (招待講演)

- [25] 山中真仁, 秋野善紀, 新岡宏彦, 古川太一, 西澤典彦, “希土類添加ナノ粒子の非線形応答を用いた蛍光イメージング”, 科学研究費補助金新学術領域「レゾナンスバイオ: 共鳴誘導で革新するバイオイメージング」平成 30 年度班会議 (2018/6/16-17, 湘南国際村センター 国際会議場, 神奈川県)
- [26] 三宅淳, 田川聖一, 新岡宏彦, “人工知能ディープラーニングの医療への応用” 第 61 回 (平成 30 年度) 日本腎臓学会学術総会 (2018/6/8-10, 朱鷺メッセ, ホテル日航新潟, 新潟県)

(3) 著書

- [1] 三宅淳, 大東寛典, 新岡宏彦, 朴啓彰, “人工知能・深層学習の医学応用”, Brain and Nerve 2019 年 01 月号 (通常号) (Vol.71 No.1) 特集 人工知能の医療応用 Update
- [2] 三宅淳, 田川聖一, 新岡宏彦, “ディープラーニングの医療応用に向けた期待”, インナービジョン 2018 年 7 月号

(4) その他

- [1] NVIDIA DLI (Deep Learning Institute) Certificated Instructor の資格を取得

知能情報基盤部門 特任講師（常勤） Benjamin Renoust

【研究活動】

- Exploratory Analysis with Networks
This generic research applies to any type of application. This research is based on the use of graph structure to explore the content of data sources. It implies the development of visualization, interaction, and metrics for multilayer graphs, for dynamic graphs, and their combination. Outcome of this research applies to all IDS projects.
- Content-based Search Engine for Multimedia Archives
This research applies to multimedia databases such as art history. It proposes to hyperlink data, and use the structure of hyperlinking so users may consult the database under many forms, regardless of the modality of interest. Outcome of this research applies to art history project at IDS.
- Analysis of Quantum Networks
This research specializes in the analysis of networks that result of noise-intermediate scale quantum process, considering the specific properties and requirements for these networks. Outcome is the understanding of fundamental physics phenomenon such as time crystals, states of condensed matter found in black holes, with contribution also to quantum computing.

【学際共創プロジェクト】

- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- 文学研究科 藤川教授プロジェクト

【教育活動】

- Graduated 14 March 2019, Haolin Ren, University of Bordeaux/INA, Ph.D. student, co-adviser with Guy Melancon (University of Bordeaux) and Marie-Luce Viaud (INA), Visualizing media with interactive multiplex networks
- July 31, 2018, Zhejiang University, Hangzhou, China, ZJU Summer School, “Graph and Tree Visual Analytics” - master class
- September 2018-March 2018 Van Le, VNU-HCM UIT (Vietnam National University, Ho Chi Minh City, University of Information Technology) Ho Chi Minh City, engineer intern, CBIR for Buddhism statues
- May 2018-August 2018 Amel Negra, IMAC (Image Multimedia Audiovisual Communication) Paris, engineer intern, 3D capture of Buddhism statues
- May 2018-August 2018 Noemie Pierre-Jean, IMAC (Image Multimedia Audiovisual Communication) Paris, engineer intern, Face analysis of a Buddhism pictures archive

【社会貢献】

- Handai IDS-JFLI Joint Workshop on Media and Graphics, Osaka University, Osaka, Japan, Apr. 2018, general organizer
- ACM Multimedia 2019, Area chair
- PC Member: PacificVis, MMedia, AICCSA, ATSIP, Complex Networks, ISVC

- Reviewer: Springer Applied Network Science, JOVI, PlosOne, ChinaVis, QSQW, IEEE Vis, EuroVis
- Participation to Dagstuhl 19061 Visual Analytics of Multilayer Networks Across Disciplines.
- Participation to Shonan meeting 127 Reimagining the Mental Map and Drawing Stability
- Coordination of IDS international intern students with IDS (2 students from IMAC - Paris, France, 2 students from VNU, Ho Chi Minh City, Vietnam, 1 student from Institut d'Optique, Paris, France).

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, Kae Nemoto, and William J. Munro, “Ergodic-localized junctions in periodically driven systems,” *Physical Review B*, 98, 224307, 2018.

(2) 学会発表

- [1] Tomo Osada, Marta P. Estarellas, Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, William J. Munro, and Kae Nemoto, “Floquet Gauge transformations and the dynamics of percolation in graphs: application to time crystals,” *Time Crystals and Related Phenomena*, Sep. 2019 (accepted).
- [2] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, “Context-Aware Embeddings for Automatic Art Analysis,” *ICMR* Jun. 2019 (accepted).
- [3] Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni, “Movie script analysis based on a multilayer network,” *Net. Sci.*, May 2019 (accepted).
- [4] Benjamin Renoust, Haolin Ren, and Guy Melançon, “Animated drag and drop interaction for dynamic multi-dimensional graphs,” *IEEE PacificVis*, Apr. 2019 (accepted).
- [5] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Faces in an archive of Buddhism pictures,” *CH119*, Feb. 2019.
- [6] Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni, “Multilayer network model of movie script,” *Complex Networks, Complex Networks & Their Applications VII*, Dec. 2018.
- [7] Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, Kae Nemoto, and William J. Munro, “Ergodic-localized junctions in periodically-driven spin chains,” *Quantum Simulation and Quantum Walks (QSQW)*, Dec. 2018.
- [8] Haolin Ren, Benjamin Renoust, Marie-Luce Viaud, Guy Melançon, and Shin’ichi Satoh, “Exploring temporal communities in mass media archives,” *ACM Multimedia (ACM MM)*, Oct. 2018.
- [9] Haolin Ren, Benjamin Renoust, Marie-Luce Viaud, Guy Melançon, and Shin’ichi Satoh, “Generating visual clouds’ from multiplex networks for TV news archive query visualization” *IEEE International Conference on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI)*, Sep. 2018.
- [10] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Exploration and mining of 50,000 Buddha pictures,” *MIRU* 2018, Aug. 2018.

(3) 書籍

- [1] Marie-Luce Viaud, Agnès Saulnier, Nicolas Hervé, Benjamin Renoust, and Jérôme Thièvre, “OTMedia : outils de fouille multimodale transmedia de l’actualité” (“OTMedia: Tools for multimodal transmedia search of news”) In *En quête d’archives: bricolages méthodologiques en terrains médiatiques*, Sarah Lécossais et Nell Quenemer, Ina Editions, Apr. 2018.
- [2] David Auber, Romain Bourqui, Maylis Delest, Antoine Lambert, Patrick Mary, Guy Melaçon, Bruno Pinaud, Benjamin Renoust, and Jason Vallet, “Tulip 5,” In *Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining*,

Springer, 2018, ISBN 978-1-4939-7132-9.

その他

- [1] Benjamin Renoust, Toshihiko Yamasaki, and Yusuke Matsui, 「ACM Multimedia (ACMMM) 2018 参加報告」 “Report on ACMMM 2018,” ITE IPSJ Mar. 2019.
- [2] “Interacting with multilayer networks,” Dagstuhl Seminar 19061 on Visual Analytics of Multilayer networks, Feb. 7, 2019.
- [3] “Fifty thousand Buddha faces: A big data take on an art history project,” Handai-IDS JFLI Workshop on Media and Graphics, May 5, 2018.
- [4] “A Journey to multimedia analytics,” The Second China-Japan Joint Visualization Workshop, Apr. 10, 2018.

ビッグデータ社会技術部門 特任講師（常勤） 山本 奈津子

【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】

- 日本医療研究開発機構（AMED）「ゲノム医療実現推進プラットフォーム事業（先導的 ELSI 研究プログラム）」平成 28 年度採択研究課題「学際連携に基づく未来志向型ゲノム研究ガバナンスの構築」（研究代表者：大阪大学 加藤和人）、「ゲノム・オミクス・臨床データの保護と共有に関する ELSI 研究」（研究分担者：山本奈津子）

【教育活動】

- 関西医科大学 看護学部 2 年必修 「倫理学」

【社会貢献】

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

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] 関係ないと思いませんか？臨床研究法について知るべきこと。（英語タイトル：Get to know the Clinical Trials Act.）山本奈津子, 川嶋実苗. 実験医学 37(1), 81-85, 2019.
- [2] <続>改正個人情報保護法でゲノム研究はどう変わるか？山本奈津子, 川嶋実苗, 清水佳奈, 片山俊明, 荻島創一. 実験医学 36(13), 2260-2268, 2018.

(2) 学会発表

- [1] ヒトデータを用いる医学系研究における倫理的・法的手続きと、個人情報保護について. 山本奈津子生命医薬情報学連合大会 (IIBMP) 2018 年大会 (AMED スポンサーセッション「生命医薬情報学領域における倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) を考える」), 2018 年 9 月 19 日, 鶴岡.
- [2] オミクスデータの保護と利活用に関する法的・倫理的論点整理の取り組み. 山本奈津子日本人類遺伝学会第 63 回大会 (シンポジウム 14, ゲノム研究と医療に関する倫理的・法的・社会的課題), 2018 年 10 月 13 日, 横浜

(3) 著書

- [1] 「生命倫理と生物科学」山本奈津子『新しい生物科学』（弥益恭, 中尾啓子, 野口航共編, 培風館）第13章 2018年5月11日発行

(4) その他

- [1] 「生体認証技術の動向と活用」（山本奈津子担当：第1部III, 第4部（共著））. 科学技術に関する調査プロジェクト 2018 報告書 調査資料 2018-6 (国会図書館調査及び立法考査局編集, 国会図書館), 2019年3月29日発行

知能情報基盤部門 特任助教（常勤） Chenhui Chu

【兼任】

- 情報科学研究科

【研究活動】

- 画像をピボットとしたパラフレーズの抽出による自然言語と画像理解の高度化に関する研究: パラフレーズとは同じ意味の異なるテキスト表現である。本研究では、画像と関連する複数のテキストから、画像領域をピボットとしてパラフレーズを抽出する。画像をピボットすることによって特に具体的な概念を表すパラフレーズを正確に抽出できる。抽出したパラフレーズは情報検索などの自然言語処理タスクだけではなくビジュアル質問応答などのマルチモーダルタスクの精度向上に大きく貢献する。
- マルチリソース適応によるローリソースニューラル機械翻訳の高度化に関する研究: ニューラル機械翻訳は大規模な対訳コーパスが入手できる場合に最先端の翻訳精度を達成した。しかし、特定言語対や分野の対訳コーパスが大量に存在しない場面が数々ある。対訳コーパスが少量な場合、翻訳精度が低いことが知られている。本研究では、他言語や分野の対訳コーパスと単言語コーパスを利活用することによって特定言語対や分野の翻訳品質の向上を目指す。

【学際共創プロジェクト】

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

【外部研究費獲得状況】

- Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences, Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award, 研究期間: 2019/1-2019/12, 直接経費: 3,210 千円, 代表: Chenhui Chu
- 画像をピボットとしたパラフレーズの抽出による自然言語と画像理解の高度化, 科学技術振興機構: ACT-I, 研究期間: 2017/10-2019/3, 直接経費: 5,000 千円, 代表: Chenhui Chu
- マルチリソース適応によるローリソースニューラル機械翻訳の高度化, 日本学術振興会: 研究活動スタート支援, 研究期間: 2017/8 -2019/3, 直接経費: 2,300 千円, 代表: Chenhui Chu

【教育活動】

- ダイキン AI 教育「自然言語処理」

【社会貢献】

- NLP 若手の会 (YANS) 運営委員
- COLING 2018 Session Chair
- 査読委員, ACL 2018, EMNLP 2018, IJCAI-ECAI 2018 他

【研究業績リスト】

雑誌論文

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “統計的機械翻訳のための Recursive Neural Network による事前並び替えと分析,” 自然言語処理, vol. 26, no. 1, Mar. 2019.
- [2] Chenhui Chu, Raj Dabre, and Sadao Kurohashi, “A Comprehensive empirical comparison of domain adaptation methods for neural machine translation,” 情報処理学会論文誌, vol. 26, no. 1, pp. 1-10, Jun. 2018.

学会発表

- [1] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “ニューラル機械翻訳における事前並び替えの影響分析,” 言語処理学会 第25回年次大会, pp. 1455-1458, Mar. 2019.
- [2] 竹林佑斗, Chenhui Chu, 中島悠太, “画像内物体間の視覚的関係の真偽判定データセット,” 言語処理学会 第25回年次大会, pp. 1383-1386, Mar. 2019.
- [3] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築,” 言語処理学会 第25回年次大会, pp. 1065-1068, Mar. 2019.
- [4] Chenhui Chu, 梶原 智之, 中島 悠太, 長原 一, 渡辺 理和, 大久保 規子, “多国間法律の比較と統計分析のための多言語機械翻訳,” 第119回人文科学とコンピュータ研究会発表会, Feb. 2019.
- [5] 野本英梨子, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “テキストに基づく単一オブジェクト画像生成における描画の高品質化,” 第5回自然言語処理シンポジウム, Dec. 2018.
- [6] Yuki Kawara, Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Osaka university MT systems for WAT 2018: Rewarding, preordering, and domain adaptation,” In Proc. the 5th Workshop on Asian Translation, Dec. 2018.
- [7] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase, and Masaaki Nagata. “Word rewarding for adequate neural machine translation,” In Proc. the 15th International Workshop on Spoken Language Translation, pp. 14-22, Oct. 2018.
- [8] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “ニューラル機械翻訳における事前並び替え手法の効果の検証,” NLP 若手の会 (YANS) 第13回シンポジウム, Aug. 2018.
- [9] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “医療ドメインにおける単語分散表現を用いた文単位の言い換え認識,” NLP 若手の会 (YANS) 第13回シンポジウム, Aug. 2018.
- [10] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, “Phrase localization-based visually grounded paraphrase identification,” The 21st Meeting on Image Recognition and Understanding, Aug. 2018.
- [11] Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “iParaphrasing: Extracting visually grounded paraphrases via an image,” In Proc. the 27th International Conference on Computational Linguistics, pp. 3479-3492, Aug. 2018.
- [12] Chenhui Chu and Rui Wang, “A survey of domain adaptation for neural machine translation,” In Proc. the 27th International Conference on Computational Linguistics, pp. 1304-1319, Aug. 2018.
- [13] Yuki Kawara, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Recursive neural network based preordering for English-to-Japanese machine translation,” In Proc. the ACL 2018 Student Research Workshop, pp. 21-27, Jul. 2018.
- [14] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima. “Visually grounded paraphrase extraction via phrase grounding,” Proc. Workshop on Language and Vision at CVPR, Jun. 2018.
- [15] 竹林佑斗, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, 永田昌明, “ニューラル機械翻訳における単語予測の重要性について,” 2018年度人工知能学会全国大会, Jun. 2018.

著書

- [1] Using Comparable Corpora for Under-Resourced Areas of Machine Translation. Inguna Skadiņa, Robert Gaizauskas, Bogdan Babych, Nikola Ljubešić, Dan Tufiş, Andrejs Vasiljevs (edited) (担当:分担執筆, 範囲: Chenhui Chu, Toshiaki Nakazawa and Sadao Kurohashi, Chapter 7.3: Chinese-Japanese Parallel Sentence Extraction from Quasi-Comparable and Comparable Corpora), Springer, (2018 .11).

その他

- [1] Chenhui Chu, “ニューラル機械翻訳における分野適応の最先端,” 日本通訳翻訳学会第 19 回年次会, 招待講演, Set. 2018.

知能情報基盤部門 特任助教（常勤） 上阪 彩香

【研究活動】

- 文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究（若手研究 B，代表：上阪彩香）

概要: 本研究課題では、西鶴質疑本への疑問、西鶴工房説の有無の解明を数量的な観点から試みることを目標としている。井原西鶴（1642～1693）、有力な弟子の北条国水（1663～1711）をはじめとした西鶴周辺の作家の文章の特徴把握を試み、西鶴質疑本をはじめとした著者への疑問が提出されている作品について検討する。分析には、構築済みの西鶴浮世草子 24 作品、国水浮世草子 3 作品、同時代に活躍した浮世草子作家 4 名の浮世草子 13 作品、新たに構築した 6 作品のテキストデータを用いる。

成果: 30 年度は、①バギング法、ランダムフォレスト法、アダブースト法により西鶴、国水の文章の間に差異がみられた分析項目を用い、章単位での西鶴遺稿集『西鶴置土産』、『西鶴織留』、『西鶴俗つれづれ』、『西鶴名残の友』のそれぞれの文章が、西鶴と国水のどちらの文章と類似しているのかを検討した結果の成果を公表した（業績 1-1）。②近世文学研究者の協力を得て作成された形態素解析済みデータ、mecab of 0.996 を使用し IPA 辞書を用いた形態素解析の結果、近世口語（洒落本）UniDic を用いた形態素解析の結果をもとに、著者判別という側面から検討を行った（業績 2-4）。③西鶴によって 1682～1686 年に出版された『好色一代男』、『諸艶大鑑』、『西鶴諸国はなし』、『椀久一世の物語』、『好色五人女』、『好色一代女』の 6 作品と、神保（1990）が代作者・助作者の作品が混入されている可能性を誰しもが持つ作品として挙げた 1686～1688 年に出版された『本朝二十不孝』、『男色大鑑』、『懐硯』、『武道伝来記』、『日本永代蔵』、『武家義理物語』、『嵐は無常物語』、『色里三所世帯』、『好色盛衰記』、『新可笑記』の 10 作品とを主成分分析を用い、比較検討し、1682～1686 年に出版された 6 作品と 1686～1688 年に出版された 10 作品には、異なった文章の特徴があることを示した（業績 1-2）。④西鶴、国水、および同時代に活躍した浮世草子作家の文章の特徴を比較検討し、作家ごとに文章の特徴が異なることを示した（業績 2-1）。

- デジタルヒューマニティーズ部門「学習モデルを応用したテキストアナリシス：テキストマイニングからデジタルヒューマニティーズへ」

概要: 本研究では、19 世紀に出版された英語、フランス語、ドイツ語、スペイン語による小説コレクション、20 世紀に出版された英語、フランス語、ドイツ語、中国語、日本語による小説コレクションを作成した。これらの多言語にわたる小説コレクションを用い、テキストの complexity の測定を Standardized Type Token Ratio 等の手法を用いて試みた。

成果: 2017.4～2019.3 二国間交流事業「文学テキストにおけるコンプレキシティの計量言語学的研究」（代表：田畑智司先生・大阪大学言語文化研究科、Prof. Fotis Jannidis・University of Würzburg(Germany)）に参加し、本交流事業において、大阪大学では 2018 年 4 月 1～10 日にドイツ側の受け入れを行い、共同研究打ち合わせ及び Osaka-Würzburg Collaborative Workshop: Cross-Linguistic Perspectives on Lexical Diversity in Literary Texts への参加・発表を行った（研究業績 2-5）。大阪大学より 2018 年 9 月 13～24 日にかけて、University of Würzburg に訪問し、共同研究打ち合わせ、DARIAH-DE Grand Tour 2018 at TU Darmstadt への参加・聴講を行った。最終的な研究成果に関して、University of Würzburg と共同で、論文として発表するため、分析・執筆を進めており、来年度、投稿の予定である。

【学際共創プロジェクト】

- 「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ」

概要: 本事業は、女性研究者を取り巻く研究環境整備、研究リーダーへの積極的登用・すそ野拡大、機関内の意識改革や働き方改革等に取り組む全国の諸機関をつなぎ、国内外の取組動向の調査やその経験、知見の全国的な

普及・展開等を図る全国ダイバーシティネットワークを構築することを目指している。この枠組みの中で、全国の大学・研究機関への調査データの分析を行っている。成果: 関連する講演会および会議に参加し、本プロジェクトにおいて問題となっている課題・プロジェクトの進捗について理解を深めてきた。本課題において、キーワードとなるのは、アンコンシャスバイアス、グッドプラクティス、ロールモデルであり、アンコンシャスバイアスに関しては、サイバーメディアセンターおよびデータビリティフロンティア機構にて、女性研究者ミーティングを行っている。さらに、全国の大学・研究機関より回答いただいた調査データの解析をワーキンググループにて進めており、来年度、報告予定である。

- 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」

概要: 本研究プロジェクトでは、ビッグデータの観点から仏教芸術の歴史を探索し、仏顔の 2D・3D データを用いた数値アプローチにより、仏像の作成場所、宗派、種類などの推測を行うことを目的としている。

成果: 本年度は、メタデータの項目に関する情報収集・検討を行い、整理方法の検討・ガイドの作成を行った。さらに、Benjamin Renoust 講師と共に、薬師寺 金堂・東院堂における 3D データ収集（予備調査・本調査）を行った。

- ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション「機械学習と睡眠科学の融合による睡眠異常検知・予測モデルの開発」

概要・成果: 睡眠データを取得する際に取得しているデータ（睡眠前アンケート、睡眠時音声データ、起床時アンケート）を用いて、基礎的な統計解析を行った。

【外部研究費獲得状況】

- 2017.4～2020.3 若手研究 (B) 「文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究」(代表: 上阪彩香)
- 2018.4～2019.3 統計数理研究所一般研究 2 「機械学習型テキストマイニング方法論の比較研究: トピックモデリングとワードエンベディング」(代表: 田畑 智司准教授・大阪大学)

【教育活動】

- コーパス言語学研究 A, 大阪大学, 言語文化研究科
- コーパス言語学研究 B, 大阪大学, 言語文化研究科
- 知能とコンピュータ, 大阪大学, 全学教育推進機構
- 大數據時代日本語料探勘の革新, 静宜大学 (台湾), 教師專業學習社群

【社会貢献】

(1) 学会活動

- 2017.4～2019.3 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会 幹事
- 2017.4～現在 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会 運営委員
- 2018.9～現在 Japanese Association for Digital Humanities Co-opted Member
- 2018 情報処理学会 じんもんこん 2018 実行委員
- 2019.2 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会 119 回 開催校
- Session Chair : Japanese Association for Digital Humanities
- 査読 : The Alliance of Digital Humanities Organizations, 情報処理学会 じんもんこんシンポジウム, The Association for Computers and the Humanities

(2) 講演

- 2018.6.9～10 大數據時代日本語料探動的革新 (静宜大学, 台湾) 專題演講 (Invited)
- 2018.12.6～7 Digital Approaches: Episode III (Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, ドイツ) (Invited)
- 2019.1 同志社大学研究開発推進機構ガイダンス「アカデミック・キャリアパス」ー日本学術振興会特別研究員(DC)を目指してー, 講師(依頼講演)

(3) その他

- 2018.3～現在 人間文化研究機構国立国語研究所 共同研究員プロジェクト:「通時コーパスの構築と日本語史研究の新展開」
- 2017.4～2019.3 二国間交流事業「文学テキストにおけるコンプレキシティの計量言語学的研究」(代表:田畑智司准教授・大阪大学, Prof. Fotis Jannidis・University of Würzburg(Germany))
- 学内プロジェクト交流会において入手されたデータの分析手法について相談を受け, 研究事例の紹介及び関連ソフトウェア情報の提供, データをまとめられた結果に関し, 確認を行った.
- 実データで学ぶ人工知能講座(NEDO 特別講座)において, MEG/MRI を用いたデータ収集のための打ち合わせおよびデータの取得を行った. 30年度は, MRI 10名, MEG21名のデータを取得した.

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] 上阪彩香, 「アンサンブル学習モデルを用いた西鶴遺稿集の著者に関する検討」, 行動計量学, 第45巻第2号(通巻89号), 原著, pp.135～151, 日本行動計量学会, 2018(査読有)
- [2] 上阪彩香, 「西鶴浮世草子の文章の特徴と出版時期」, 言語研究と統計2019, 統計数理研究所共同研究レポート424 実践計量文体学Ⅱ 語彙, 意味, 文体へのアプローチ, pp.37～48, 統計数理研究所共同研究, 2019(査読無)

(2) 学会発表

- [1] 上阪彩香, 「数量分析を用いた近世浮世草子における著者判別の試み」, Sixth International Conference at Feng Chia University Exploring the Uncharted Territories: Foreign Languages and Literature Teaching in Taiwan and Southeast Asia, pp.139-152, Feng Chia University(Taiwan), 2018(査読有)
- [2] Ayaka Uesaka, Verifying the Authorship of Saikaku Ihara's Arashi ha Muji o Monogatari Using a Quantitative Approach, Japanese Association for Digital Humanities2018: Conference Abstracts. Tokyo: Hitotsubashi-Hall, pp.171～174, 2018(査読有)
- [3] Ayaka Uesaka, Authorship analysis Ihara Saikaku and his environment, Digitale Japanologie Frankfurt Digital Approaches: Episode III, Johann Wolfgang Goethe University Frankfurt, 2018(Invited talk)
- [4] 上阪彩香, 「著者判別分析における形態素解析辞書選択」, 日本行動計量学会, 於慶応義塾大学, 2018
- [5] Bor Hodošek and Ayaka Uesaka, Issues in high- and lowbrow classification of Japanese literature, Osaka-Würzburg Collaborative Workshop: Cross-Linguistic Perspectives on Lexical Diversity in Literary Texts, Osaka university(Japan), 2018
- [6] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Yutaka Fujioka, Exploration and Mining of 50,000 Buddha Pictures, MIRU2018,2018
- [7] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara and Yutaka Fujioka, Faces in an Archive of Buddhism Pictures, 一般社団法人情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会 119, 2018

(3) その他

- [1] 上阪彩香, 「日本行動計量学会」, よろん, 日本世論調査協会報, 第 122 号, pp.15~16, ISSN 2189-4531, 2018 (依頼原稿)

知能情報基盤部門 特任助教（常勤） Yichao Xu

【研究活動】

- Computational Optical Imaging for Endoscopic Surgery We are developing new optical imaging techniques for measuring 3D shape of organ tissues in this project. All the information from direct illumination, scattering and multipath reflections will be utilized for recovering the 3D shape and understanding the structure of the target object. I have developed a method by using spatial and temporal illumination coding to separate the direct and global illuminations for Time-of-Flight sensing, to deal with the multi-path problem. Computer simulation and real experiments are carried out for verifying the proposed method. The results show that multi-path and scattering effects are successful eliminated, and the correct shape of the target object can be recovered.
- Light Field Vision for Transparent Object Recognition We propose light field vision, a new approach that uses light field cameras in research of visual recognition. We also established a technique for recognizing transparent and specular objects as one of the applications for supporting the advantage of the proposed approach. I have developed a method to localize the transparent object in a light field image. Which is using light-field consistency and distortion properties in a light-field image. The light-field linearity is used to estimate the likelihood of a pixel belonging to the transparent object or Lambertian background, and the occlusion detector is used to find the occlusion boundary. Graph-cut optimization is applied for the pixel labeling problem. Light field datasets are acquired from both camera array and lenslet camera for the transparent object, and these datasets are used for evaluation. The results demonstrate that the proposed method successfully segments transparent objects from the background under various conditions.
- In silico optical analysis of dental esthetic restorations There is a growing demand for aesthetics in the oral cavity. Particularly in front teeth, it is required to not only restore their function but also repair them with natural color tone and light permeability. Treated teeth look different depending on the material used for crown restoration and abutment. By analyzing various optical properties of dental restorative materials and tissues of teeth and performing optical simulation, we visualize and analyze the behavior of light in natural teeth and crown restorations. I have investigated the optical characteristics of teeth from measured data and established optical simulation to estimate the optical properties of the false teeth material.

【学際共創プロジェクト】

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

【教育活動】

- Co-supervising Kento Shireida, Master student of Kyushu University with Prof. Hajime Nagahara.
- Co-supervising Olivier Roupin, intern student from France, working for the dental project.

【社会貢献】

- Program Committee, International Symposium on Artificial Intelligence and Robotics, November 2018

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

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

(2) 学会発表

- [1] Yichao Xu, “Transparent Object Segmentation in a Light-field Image” , Handai IDS-JFLI joint Workshop on Media and Graphics, May 2018, Osaka, Japan.
- [2] Yichao Xu, “Light Field Vision for Transparent Object Segmentation” , The Workshop of Artificial Intelligence and Its Applications on Next Generation of Internet of Things, August 2018, Kitakyushu, Japan
- [3] Kento Shireida, Yichao Xu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, LFD feature robust to distance change using light field rendering, IPSJ SIG-CVIM: Computer Vision and Image Media, Jan. 2019, Kyoto, Japan.

知能情報基盤部門 特任助教（常勤） Matthew James Holland

【研究活動】

- 識別マージンの分布を最適化の対象とした学習アルゴリズムの設計と解析

関連研究費:

- 科研費（研究活動スタート支援）代表，2018年8月～2020年3月
- 栢森情報科学振興財団（研究助成）代表，2019年1月～2020年12月

概要: 本研究の本質的な特徴は，識別課題で重要な役割を果たすマージンの確率分布を統制することにある。従来の手法では，マージンの分布に着目した研究は多数あるが，その着眼点は例外なく「マージンの平均が一定の水準を上回るかどうか」である。これだけでは，分布のおおむねの位置以外は何もわからないため，必然的に学習機への性能保証が弱くなる。一方の本研究では，分布の持つ広がり，裾の減衰度合い，対称性や多峰性といった複合的な特性を生かしたフィードバックにより，既存の手法とはまったく異なる働きが可能な学習アルゴリズムを追求している。

成果: 最初の取り口として，マージン分布の裾に引っ張られにくいパラメータを新たに特徴づけて，そのパラメータをデータから推定し，それを最大化しようとする新しい学習アルゴリズムの理論解析および入念な数値実験を行った。この研究成果は機械学習のトップカンファレンスの一つである AISTATS (2019) に採択された。

- ロバスト化された勾配降下法の理論解析と高速化の研究

関連研究費:

- JST ACT-I「情報と未来」(代表，2017年10月～2019年3月)

概要: 自身の研究の中核をなす大きいなテーマとして，学習課題に合わせて，統計的学習能力，実装しやすさ，計算資源の有効活用といった多面的な評価に基づいて，独自の学習アルゴリズムを設計し，理論解析および実験的性能検証を行う研究である。

成果: 同じ研究問題に対して，異なるアプローチをとる仕事を平行して進めてきた。一つ目は，反復的な演算が必要となる M 推定量をリスク勾配の推定時に導入し，更新方向を定めるロバスト最急降下法の提案である。もう一つは解析的に求められる手法として，soft truncation およびノイズ平滑化を施した勾配推定方法を導入した降下法の提案である。いずれも厳密な理論解析（凸性のもとでのリスク上界の導出など）および入念な数値シミュレーションと実データを用いた実証的性能検証を行った。前者は機械学習のトップジャーナルの一つ Machine Learning に採録決定された。後者は AISTATS (2019) に採択された（先述とは別件）。

- データ分布の弱い仮定の下での PAC-Bayes 解析

概要: 事前知識を学習機の性能解析に取り入れる仕組みとして，PAC-Bayes は 20 年ほど前から大いに注目されてきた。また，PAC-Bayes 解析を経て得られる汎化誤差の上界を直接最小化する学習アルゴリズムの実用性の高さも広く確認されており，ベイズ統計学と従来の統計的学習理論を結びつける重要な研究領域である。しかし，その解析の範囲は依然として限定的で，役に立つ性能保証を導く出すには，潜在データ分布に対して sub-Gaussianity 等の強い仮定を置く必要がある。本研究では，分散の有限性以外，何も仮定しなくても使えるような PAC-Bayes 枠組みの拡張を目指している。

成果: まだ初期段階ではあるが，高い頑健性と計算しやすさを併せ持った新しい期待損失の推定量を独自に設計し，それを取り入れた PAC-Bayes 解析の代表的な結果を大幅に拡張することができた。従来の性能上界よりもタイトであることが理論的にも示せて，現在は数値実験でのさらなる根拠を求めているところである。理論的な成果はジャーナル論文をまとめており，初期的な理論成果の論文文化は終わっており，NeurIPS2019 に投稿する予定である。

- 高次元かつ heavy-tailed データでの sub-Gaussian 期待値ベクトル推定の性能限界と効率的算法の設計

概要: データ分布の共分散行列の存在のみ仮定し, 正確な高次元パラメータ推定はここ数年で目まぐるしく研究が進んでおり, 著しい発展を見せている研究領域である. 多くの知見は統計的な原理に基づいた推定量の「存在」を示した研究であって, その推定量を求める「算法」を提示した研究ではない. むしろ, 最適性を有する推定量はほぼ例外なく効率的に計算できないことが知られている. そこで, 本研究では, 統計的性能と効率的計算の可能性のトレードオフに着目し, 前者を極力落とさずに容易に求められる新しい推定量の設計方法と性能解析を目指す.

成果: 研究開始から間もないが, すでにここ数年の研究成果を入念に調査し, それをまとめたサーベイ論文を書いているところである. 推定精度がデータの次元に直接依存しない推定量を既存の文献とまったく異なる方法で計算する手法の糸口を見出し, その収束と計算効率に関する基本的な性質の証明は終えているが, 困難な最適化を含むサブルーチンが今の手法では不可避であるため, 次の課題はその最適化問題を緩和し, 実用性を高めることである.

【外部研究費獲得状況】

- 2019 年～2020 年 栢森情報科学振興財団 研究助成 「マージン分布制御による機械学習の安定化および信頼性向上の研究」(代表) M. J. Holland
- 2018 年～2020 年 科学研究費助成金 研究活動スタート支援 「識別マージンの強い分布的統制による頑健化と効率化の研究」(代表) M. J. Holland
- 2017 年～2019 年 JST ACT-I 情報と未来 「安全な AIこそ効率的: ロバスト学習による汎化性能向上の研究」(代表) M. J. Holland

【教育活動】

- 実データで学ぶ人工知能講座 (NEDO 特別講座)

リアルコモンデータ演習: 異なるドメインのデータに触れ, 価値創造力を高める演習である. 受講者は画像等のデータに実際に触れ, 解析の方針や手法, 具体のプログラム等について指導助言を受けながら解析を行うが, 私の担当分は演習の前半で, 「機械学習の基礎」編に相当する部分である. 演習の前半では, 機械学習の基礎を実践的に学ぶことを目的として, 昨年度の内容に加えて, 機械学習の手法を受講生が自ら実装する序盤の演習課題として, 教育用のプロトタイプづくりの枠組みを新たに開発した. プログラミング経験の浅い人でも理解しやすい「モデル」「アルゴリズム」「データ」という3つのオブジェクトを基軸に, 併用している自作の教材の数式との対応付けを促すように演習問題を工夫した. さらに, 上記の枠組みで作った線形モデルを非線形化して, 表現力を高める方法として, Chainer という著名な深層学習 API を導入し, 実データを用いた課題で, 線形と非線形の性能上の差異, 学習過程の安定性等々を入念に調べる演習も追加した. さらに, 現代の深層学習の基盤技法ともいえる逆伝播による勾配降下法を理解してもらえるように, まずは演習の序盤で受講生各自が一から設計・実装した線形モデルを, 先述の Chainer で再構築し, その働きを再現する演習課題した. Chainer のソースコードはすべて公開されているため, 自身の実装したものとの挙動が異なる場合の原因究明が容易で, 逆伝播が数式の上でどのように「動くはず」なのか, 実際にどのように動いているか, それを手を動かしながら確かめてもらう演習も新たに加えた. 最後の新しい目玉の一つには, SVRG という著名な学習アルゴリズムを提案した論文の実データを用いた数値実験を完全に再現することを目標とした演習課題も実施した.

- ダイキン AI 人材養成プログラム

「知識情報学」という座学形式の講義を, 大阪大学産業科学研究所の福井健一准教授と一緒に担当した. 機械学習の基本的な考え方からスタートし, 基礎的な統計的学習理論と典型的なモデルとアルゴリズムの性能分析および簡単な演習課題を盛り込んだ授業を実施した. マッシュ担当分は7コマ×90分.

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda, “Efficient learning with robust gradient descent,” *Machine Learning* (to appear).

(2) 学会発表

- [1] Matthew J. Holland, “Robust descent using smoothed multiplicative noise,” *International Conference on AI and Statistics (AISTATS 2019)*, Apr. 2019.
- [2] Matthew J. Holland, “Classification using margin pursuit,” *International Conference on AI and Statistics (AISTATS 2019)*, Apr. 2019.

知能情報基盤部門 特任助教（常勤） 梶原 智之

【兼任】

- 情報科学研究科

【研究活動】

- 言い換え生成に関する研究（語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成）
難解→平易（業績 (1)-1, (1)-8, (2)-1）およびカジュアル→フォーマル（業績 (1)-12, (2)-2）の言い換え生成に関する研究に取り組んだ。前者では、積極的な編集を促進する手法を提案し、先行研究における些細な編集ばかりに頼る問題を解決した。後者では、小規模な教師データしか利用できない状況における効率的な訓練手法を提案した。
- 言い換え認識に関する研究（マルチモーダル品質推定に基づく機械翻訳モデルの高度化）
機械翻訳において、より人手評価に近い高品質な自動評価を実現するために、翻訳文と正解文の言い換え認識に関する研究（業績 (1)-2, (1)-6, (1)-10, (1)-15）に取り組んだ。事前学習された文の分散表現によって、文間の大域的な関係を先行研究よりも上手く捉えることに成功し、業績 (3)-1 のコンペでは全言語対において 1 位を記録した。

【学際共創プロジェクト】

- Society 5.0: SNS からのパーソナライズ感情分析
- 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
- 多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト
- オーストラリアにおけるパブリック・ミーティング新聞記事の自然言語処理解析による世論形成過程研究の高度化

【外部研究費獲得状況】

- 2018/10-2020/03, 戦略的創造研究推進事業（JST, ACT-I「情報と未来」）, 「語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成」, 代表: 梶原智之
- 2018/08-2020/03, 科学研究費補助金（研究活動スタート支援）, 「マルチモーダル品質推定に基づく機械翻訳モデルの高度化」, 代表: 梶原智之

【社会貢献】

- プログラム委員: 人工知能学会第 33 回全国大会
- 査読: 言語処理学会論文誌, 人工知能学会論文誌, 情報処理学会論文誌データベース, EMNLP-2018, COLING-2018, WMT-2018, NLPTEA-2018, NAACL-2019

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

- [1] 梶原智之. “負の語彙制約に基づくニューラル言い換え生成” 言語処理学会第 25 回年次大会, pp.691-694, Aichi, Japan, 2019.
- [2] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “BERT を用いた機械翻訳の自動評価” 言語処理学会第 25 回年次大会, pp.590-593, Aichi, Japan, 2019.

- [3] 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度と部分文字列を用いた未知語分散表現の生成手法” 言語処理学会第25回年次大会, pp.1049-1052, Aichi, Japan, 2019.
- [4] Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 長原一, 渡辺理和, 大久保規子. “多国間法律の比較と統計分析のための多言語機械翻訳” 情報処理学会第119回人文科学とコンピュータ研究会, pp.1-3, Osaka, Japan, 2019.
- [5] Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase, Satoru Uchida. “Contextualized Word Representations for Multi-Sense Embedding” In Proceedings of the 32nd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 32), pp.??-??, Hong Kong, 2018.
- [6] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “RUSE: Regressor Using Sentence Embeddings for Automatic Machine Translation Evaluation” In Proceedings of the Third Conference on Machine Translation (WMT 18), pp.751-758, Brussels, Belgium, 2018.
- [7] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “依存構造に基づく単語から語義の分散表現への細分化” 情報処理学会第237回自然言語処理研究会, pp.1-7, Hokkaido, Japan, 2018.
- [8] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “テキスト平易化における難易度の制御” NLP 若手の会第13回シンポジウム, P02, Kagawa, Japan, 2018.
- [9] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. “医療ドメインにおける単語分散表現を用いた文単位の言い換え認識” NLP 若手の会第13回シンポジウム, P06, Kagawa, Japan, 2018.
- [10] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “RUSE: 文の分散表現を用いた回帰モデルによる機械翻訳の自動評価” NLP 若手の会第13回シンポジウム, P16, Kagawa, Japan, 2018.
- [11] 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度を考慮した未知語分散表現” NLP 若手の会第13回シンポジウム, P21, Kagawa, Japan, 2018.
- [12] 三浦びわ, 梶原智之, 荒瀬由紀. “スタイル変換のためのリファレンスなし教師あり学習” NLP 若手の会第13回シンポジウム, P39, Kagawa, Japan, 2018.
- [13] Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Complex Word Identification Based on Frequency in a Learner Corpus” In Proceedings of the 13th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA 13), pp.195-199, New Orleans, USA, 2018.
- [14] Masahiro Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMU System for SLAM-2018” In Proceedings of the 13th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA 13), pp.365-369, New Orleans, USA, 2018.
- [15] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Metric for Automatic Machine Translation Evaluation based on Universal Sentence Representations” In Proceedings of the NAACL 2018 Student Research Workshop (NAACL 2018 SRW), pp.106-111, New Orleans, USA, 2018.
- [16] 高田理功, 梶原智之, 奥村紀之. “再現が容易な単語の平易化判定手法” 人工知能学会第32回全国大会, pp.1-4, Kagoshima, Japan, 2018.

(2) その他

- [1] 言語処理学会2018年度最優秀論文賞梶原智之, 小町守: 平易なコーパスを用いないテキスト平易化
- [2] NLP 若手の会第13回シンポジウム奨励賞三浦びわ, 梶原智之, 荒瀬由紀: スタイル変換のためのリファレンスなし教師あり学習
- [3] WMT-18のMetrics Shared Taskに参加し, 全7言語対で1位 Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “RUSE: Regressor Using Sentence Embeddings for Automatic Machine Translation Evaluation”
- [4] BEA-13のShared Task on Complex Word Identificationに参加し, 12トラック中の5トラックで1位 Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Complex Word Identification Based on Frequency in a Learner Corpus”

-
- [5] BEA-13 の Shared Task on Second Language Acquisition Modeling に参加し, 15 チーム中の 4 位 Masahiro Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMU System for SLAM-2018”

知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Jacob Chan

【研究活動】

● **IDS Pharmacy Project - Brain Processing and Modeling**

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

Outcome We have successfully processed and removed most of the artifacts from the original microscopy slice images. Problems such as vignetting, grid artifacts, and flickering were resolved. Both linear and non-linear registration were also completed to a certain extend.

● **IDS Dental Project - Dental Implant Recognition**

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

Outcome Currently, we have successfully localized the implants using mask- RCNN and recognized the implants using 3D to 2D projection gradient descent. However, as the shapes of the implants are too similar, we are discussing with the dentist to find out more features to detect.

● **IDS Buddha Project - 3D Buddha Face Description**

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

Outcome As this project is still new and its beginning stages, no real outcomes have been produced yet.

● **JSPS Start-Up - Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding**

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

Outcome Currently, we are still at the starting phase of the project where we are collecting action images of different objects to train a deep neural network for recognition of the object's action within a given image.

【学際共創プロジェクト】

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

【外部研究費獲得状況】

- 2018.8-2020.3, 研究活動スタート支援, Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding, Jacob Chan

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

- [1] J.Chan, J.A. Lee, K, Qian. "Real-Time Texture-less Object Recognition on Mobile Devices." 2018 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE, 2018.
- [2] J.Chan, J.A. Lee, K, Qian. "Robust and efficient techniques for texture-less object recognition." 2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT). IEEE, 2018.

知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Manisha Verma

【研究活動】

• **Facial expression recognition**

Abstract: Facial expressions reveal human emotions via facial part movements. Recognizing facial expressions is one of the central problems in computer vision. Objective of this research is to develop robust facial expression recognition system to analyze deep features in video sequences using deep neural networks. Temporal image sequences have useful spatio-temporal features for recognizing expressions. Minute or subtle facial expression features may be expressed more through normal maps. In this work, facial expressions will be explored using deep convolutional neural networks applied on normal maps. Outcome: Two papers (one accepted [1] and one submitted [5]) are under process in this work. Local binary volume convolutional neural network (LBVCNN) proposes a new local binary volume convolutional layer that reduces number of trainable parameters and gives comparable performance for facial expression recognition [1]. In [5], we have considered facial expressions as low level features and proposed a CNN architecture to extract deep low level features using skip connections and facial landmark motion trajectories. Moreover, we are working on utilizing normal maps of facial expression sequences in order to get subtle expression information from videos.

• **Motion magnification for interest region**

Abstract: Human eyes can visualize the motion of objects which are significant. However, motion which can not be visualized by eyes might be important. Video motion magnification is a research area focused on enhancing or magnifying the motion present in video and synthesizing a video where small motions are made perceptible to the eyes. Main focus of this work is to propose methods which can concentrate only on the interest region for magnification and reduce the artifacts because of large motions in the background. Outcome: Three papers have been published. In [4], it requires to have a bounding box for interest of object and [2] extracts region of interest based on saliency detection and perform motion magnification only on region of interest and combine it with original video. In [3], we proposed a method to reduce noise in motion magnified video using edge-aware local Laplacian filtering.

【学際共創プロジェクト】

- Daikin Project

【社会貢献】

- Reviewer at many International Conferences and Journals

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

- [1] Sudhakar Kumawat, Manisha Verma, and Shanmuganathan Raman, "LBVCNN: Local binary volume convolutional neural network for facial expression recognition from image sequences", in the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) - 9th International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures (AMFG), Long Beach, US, Jun. 16-20, 2019.
- [2] Manisha Verma, Ramyani Ghosh and Shanmuganathan Raman, "Saliency Driven Video Motion Magnifica-

-
- tion”, 6th National Conference on Computer Vision, Pattern Recognition, Image Processing and Graphics (NCVPRIPG), pp. 89-100, Mandi, India, 2018.
- [3] Manisha Verma, and Shanmuganathan Raman, ”Edge-Aware Spatial Filtering-Based Motion Magnification.” International Conference on Computer Vision & Image Processing (CVIP), pp. 117-128, Roorkee, India, 2018.
- [4] Manisha Verma and Shanmuganathan Raman, ”Interest Region based Motion Magnification”, 19th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP), Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol. 10484, pp. 27-39, Catania, Italy, 2017.
- [5] Manisha Verma, Hirokazu Kobori, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Hajime Nagahara, “Facial Expression Recognition with Skip-Connection to Leverage Low-Level Features” , International Conference on Image Processing 2019. (Submitted)

知能情報基盤部門 特任研究員（常勤） Noa Garcia Docampo

【兼任】

- Aston University

【研究活動】

- Automatic Art Analysis

Automatic art analysis aims to classify and retrieve artistic representations from a collection of images by using computer vision and machine learning techniques. We propose to enhance visual representations from neural networks with contextual artistic information. Whereas visual representations are able to capture information about the content and the style of an artwork, our proposed context-aware embeddings additionally encode relationships between different artistic attributes, such as author, school, or historical period. We design two different approaches for using context in automatic art analysis. In the first one, contextual data is obtained through a multi-task learning model, in which several attributes are trained together to find visual relationships between elements. In the second approach, context is obtained through an art-specific knowledge graph, which encodes relationships between artistic attributes. An exhaustive evaluation of both of our models in several art analysis problems, such as author identification, type classification, or cross-modal retrieval, show that performance is improved by up to 7.3

- Knowledge-Based Visual Question Answering in Videos

We propose a novel video understanding task by fusing knowledge-based and video question answering. First, we introduce KnowIT VQA, a video dataset with 24,282 human-generated question-answer pairs about a popular sitcom. The dataset combines visual, textual and temporal coherence reasoning together with knowledge-based questions, which need of the experience obtained from the viewing of the series to be answered. Second, we propose a video understanding model by combining the visual and textual video content with specific knowledge about the show. Our main findings are: (i) the incorporation of knowledge produces outstanding improvements for VQA in video, and (ii) the performance on KnowIT VQA still lags well behind human accuracy, indicating its usefulness for studying current video modelling limitations.

【社会貢献】

- Conference Reviewer: IJCAI 2019.
- Workshop Reviewer: Workshop on Computer Vision for Fashion, Art and Design (ECCV 2018), Women in Computer Vision (CVPR 2019).
- Journal Reviewer: Journal of Applied Science and Engineering.

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] Noa Garcia, George Vogiatzis (2019). Learning Non-Metric Visual Similarity for Image Retrieval. In: Image and Vision Computing. DOI: 10.1016/j.imavis.2019.01.001.

(2) 学会発表

- [1] Noa Garcia, Benjamin Renoust and Yuta Nakashima (2019). Context-Aware Embeddings for Automatic Art

Analysis. In: ICMR, to appear.

- [2] Noa Garcia, George Vogiatzis (2018). How to Read Paintings: Semantic Art Understanding with Multi-Modal Retrieval. In: ECCV Workshops, pp. 676-691.
- [3] Noa Garcia, George Vogiatzis (2018). Asymmetric Spatio-Temporal Embeddings for Large-Scale Image-to-Video Retrieval. In: BMVC, pp. 1-13.
- [4] Noa Garcia (2018). Temporal Aggregation of Visual Features for Large-Scale Image-to-Video Retrieval. In: ICMR, pp. 489-492.

機能デザイン部門 特任准教授（常勤） 福島 鉄也

【兼任】

- ナノサイエンスデザイン教育研究センター
- 先端強磁場科学研究センター

【研究活動】

- **KKRnano と機械学習による高エントロピー合金の局所構造解析**
高速・高精度第一原理電子状態計算パッケージ「KKRnano」とスーパーコンピュータによる大規模並列計算を組み合わせることで、高エントロピー合金における局所エネルギーのデータベースを構築した。この局所エネルギーのデータベースに情報科学的手法を用いることにより局所構造の安定性をデータ駆動で予測することに成功した。
- **コヒーレントポテンシャル近似を利用した有限温度電子状態計算**
コヒーレントポテンシャル近似を用いることにより局所フォノン効果を KKR グリーン関数法に取り込み、物質の有限温度における電子状態、磁性、伝導特性を精査した。我々は上記の手法を用いてハーフメタル、スピンギャップ系ホイスラー合金（Co₂MnSi や Mn₂CoAl）のハーフメタル性やギャップ状態の温度依存性を理論的に評価した。
- **ホイスラー構造を有するスピンギャップ半導体（SGS）の探索**
我々は結晶中の歪み、欠陥、相分離等の不規則性に強い SGS を探索するために、多数のスピンギャップ系等原子四元ホイスラー合金（EQHAs）に対して第一原理電子状態計算を行い、高温キュリー温度を有する不規則性に対して強い新規 EQHA のデザインを行った。

【学際共創プロジェクト】

- 機能デザイン部門「マテリアルズ・インフォマティクス」

【外部研究費獲得状況】

- H29-34, CREST, 「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出, 強磁性量子ヘテロ構造による物性機能の創出と不揮発・低消費電力スピンドバイスへの応用」, JPMJCR1777, (代表) 田中雅明, (研究協力者) 福島鉄也
- H29-30, 委受託研究 (ダイキン工業株式会社), 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 I」, (代表) 小口多美夫, (分担) 福島鉄也
- H30-33, 科学研究費助成金, 基盤 C, 「データ駆動型マテリアルデザインによる新奇高エントロピー合金材料の探索」, 18K04926, (代表) 福島鉄也
- H30-31, 委受託研究 (ダイキン工業株式会社), 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 II」, (代表) 小口多美夫, (分担) 福島鉄也
- H30-35, CREST 「ナノスケール熱動態の理解と制御技術による革新的材料・デバイス技術の開発, 異常電子熱伝導度と異常格子熱伝導度の制御」, JPMJCR18I2, 代表 (竹内), 研究協力者 (福島鉄也), 平成 30-35 年度

【教育活動】

- 第 33~34 回 (2018 年 9 月, 2019 年 2 月) コンピューテーショナル・マテリアルズ・デザイン (CMD®) ワークショップ, 講師担当

- 日本鉄鋼協会・日本金属学会主催材料セミナー「材料系のための第一原理マテリアルデザイン入門」, 2018年11月29日～30日, 講師担当

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

- [1] K. Arima, F. Kuroda, S. Yamada, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Anomalous Hall conductivity and electronic structures of Si-substituted Mn_2CoAl epitaxial films” , *Physical Review B*, Vol. 97, pp. 054427/1-6, 2018.
- [2] H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “First-principles prediction of the control of magnetic properties in Fe-doped GaSb and InSb” , *Journal of Applied Physics*, vol. 124, pp.103962/1-8, 2018.
- [3] A. Masago, H. Shinya, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “Magnetism of Eu-doped GaN modulations by spinodal nanodecomposition” , *Physical Review B*, vol. 98, pp. 214426/1-7, 2018.
- [4] S. Yamada, S. Kobayashi, F. Kuroda, K. Kudo, S. Abo, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Magnetic and transport properties of equiatomic quaternary Heusler $CoFeVSi$ epitaxial films” , *Physical Review Materials*, vol. 2, pp. 124403/1-8, 2018.

(2) 学会発表

- [1] T. Fukushima, “First-principles design of ferromagnetic phase change materials, 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solid (PASPS-10), 2018
- [2] T. Fukushima, “Theoretical prediction of maximum Curie temperatures of Fe-based dilute magnetic semiconductors by first-principles calculations” American Physical Society 2019
- [3] 福島鉄也, “Materials Design of Magnetic Materials” , PCoMS シンポジウム&計算物質科学スーパーコンピュータ共用事業報告会 2018, 2018
- [4] 福島鉄也, “First-principles investigations of high entropy alloys by all-electron order-N screened KKR Green’s function method” , NIMS 第35回 MaDIS 研究交流会, 2018

人間総合デザイン部門 特任研究員（常勤） 丹羽 真隆

【研究活動】

- 映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究本研究では、映像センサを用いたシステムの、社会の安心・安全の確保に係る分野（防災・防犯など）への適用にむけ、映像に基づく行動解析技術の構築を目指している。具体的には、実環境下での高精度人流推定、人物認証、人物検出、また個人および群衆の行動解析、人物の行動や動作、状態の認識などの実現を目標としている。これらの研究のためには、人々が自然に歩いている様子を撮影し、人物映像を取得する必要がある。しかし、防犯カメラと異なり、我々の様に研究目的でのカメラの設置（以下、研究目的でのカメラを実験用カメラと呼ぶ）や取得された映像を解析することは社会的な合意が得られているとは言いがたい。これは、取得される映像に個人を識別可能な情報が含まれていることに深く関係する。一般の人々をカメラで撮影するような実験は、同意を得られていない人々の個人情報収集することとなるため、様々なことに注意して進めていく必要がある。また、実験用カメラで一般の人々を撮影する実験を、どの様な手順や手法を用いて進めていけば、理解を得つつ進めることができるかについて明確な指針は存在していない。そこで、我々は収集したデータを人物行動解析技術開発の目的に利用するだけでなく、実験用カメラによるデータ収集に対する社会的合意を得るために必要な過程や手法も本研究で模索する。これらの目的のために、大阪大学産業科学研究所に研究倫理委員会の承認を受けて、40台の実験用カメラを設置し、所内を往来している一般の人々を対象としたデータ収集を開始している [文献 (1)-1,2]。2017年度は、最大9台の実験用カメラを用い、最長48時間の連続撮影を実施していた。2018年度は、昨年度からさらにカメラの台数及び実験時間を延長し、最大40台のカメラを用いた実験、及び最長101時間に渡る実験を実施した。また、これまで通り4月と10月に新着任者を主な対象とした定期的な実験説明会も実施している。また、2018年度は産業科学研究所に加えて、大阪大学吹田キャンパスの生命科学図書館の実験を開始している。生命科学図書館では、5月に実験説明会を行い、設置した46台のカメラを利用し、まず6-8月に予備実験を行った。そして、本実験開始前の10月に再び説明会を実施し、12月より本実験を開始している。本実験では月4回、開館時間中に46台全てのカメラを使った実験を行っている。生命科学図書館では、実験の告知及び周知を、卓上サインやデジタルサイネージなどによって行っている。2019年度も引き続き実験を実施していく予定である。また、大阪大学吹田キャンパスのセンテラスエリアについても実験を行う予定である。2018年度は、カメラの設置が完了し、実験開始に向けて実験の通知方法の検討や、意見交換会を実施した。2019年度には、実験実施に向けた実験通知や実験説明会などを実施し、実験を開始する予定である。

【学際共創プロジェクト】

- Smart City Project ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション、「映像解析技術を用いた行動解析に関する実証的研究」

【社会貢献】

- 日本バーチャルリアリティ学会ニューズレター委員

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

- [1] 丹羽真隆, 村松大吾, 榎原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得 ～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 信学技報, Vol. 117, No. 164, pp. 77-82, 2017
- [2] 丹羽真隆, 村松大吾, 榎原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得 ～大

阪大学産業科学研究所での実施例～” , 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2017), S4-27, pp. 1-2, 2017

企画室 特任教授（非常勤） 北岡 良雄

【活動内容】

企画室の主たる業務は、データドリフトサイエンス・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。平成30年度も引き続き新規データ駆動型共創研究プロジェクトが7件、立ち上がった。

【成果】

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「データドリフトフロンティア機構」において企画室が中心となり当該機構内のデータドリフト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」の共創支援を実施している。平成30年度は「阪大で始めるビッグデータ共創—〇〇学×データドリフトサイエンス—」と題するシンポジウムを6月27日（水）に本学吹田キャンパスで開催し、共創相談会では未活用データをもつ研究者からの質問や相談を受け、データドリフトフロンティア機構に所属する研究者との共創マッチングを実施した結果、医歯薬系分野4件、理工系分野1件、人文社会系分野2件の合計7件の共創学際研究テーマが成立し、継続分と合わせて共創学際研究テーマは25件へとさらなる組織化を進めている。なお、平成30年度には学際共創プロジェクトを対象として総額2,400万円の研究活動費配分を実施した。

2. 産学共創プロジェクト

○受託研究題目：駅を中心とした安全・安心・快適なサービスの最適化に関する研究

○研究目的および内容：

研究を通じて、世の中のあらゆる期待に対して“高レジリエンスな機能”を持った技術創出を求めテーマ議論を行う。具体的な技術フィールドを複数に分け、①画像に基づく安心、安全、安定、②最適化アプローチに基づくメンテナンス・効率化、③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、これらの中での「テーマ選定」を行う。当初は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することとし、あわせて、新たなテーマの創出をワーキング内で議論する。

(a) データマイニングによる保全稼働データの分析

(b) 音響分析による故障予知システムについて

(c) 人間工学を活用した最適案内手法確立

研究担当者（所属・職・氏名）：

研究代表者：データドリフトフロンティア機構長・八木康史

(a) 基礎工学研究科・教授・乾口雅弘

(b) 基礎工学研究科・教授・飯國洋二

(c) 人間科学研究科・教授・平井啓

○受託研究経費：

直接経費：8,846,152 円

間接経費：2,653,848 円

合計：11,500,000 円

【その他の活動】

平成29年度後半から事業が開始された、文科省補助事業「データ関連人材育成プログラム」において採択された「データ関連人材育成関西地区コンソーシアム」実施責任者：八木康史機構長、実務責任者：鈴木貴数理・データ科学教育研究センター副センター長の実務体制における副実務責任者として当該事業のサポートを行っている。本事業では、

データ駆動型社会における価値創造サイクルを回す能力を持つ人材を育成することを目的として関西地区において産官学が連携し、データ関連人材育成の広域拠点を形成し、データ関連人材の輩出を起点とした産業構造の変革の実現を目指している。図 8.1 にプログラム概要を示す。

Bコースでは、データ科学の具体的な適用のための実習経験を積むことを目的として企業の方と直接会ってインターンシップを実施している。関西経済界のご支援のもと多種多様な企業とインタラクティブ・マッチングを通じて、これまでにない産学共創人材育成の実を挙げるべく、工学研究科、基礎工学研究科、経済学研究科、人間科学研究科、文学研究科、の教育支援担当者に学生・院生への周知広報活動の働きかけを行った。



図 8.1: データ関連人材育成プログラム概要

第9部

国際連携

9.1 グローニンゲン大学

9.1.1 Data Workshop Groningen–Osaka

2019年3月12日、13日の2日間、昨年度に引き続き Data Workshop Groningen–Osaka が開催された。オランダ・グローニンゲン大学からは、Center for Information Technology の Director である Ronald Stolk 教授，Faculty Campus Fryslân の Dean である Andrej Zwitter 教授をはじめとする8名が，大阪大学からは，八木康史 理事・副学長，河原源太 理事・副学長をはじめとする10名が参加した。グローニンゲン大学と大阪大学から，IoT や人工知能に関連する技術を基盤とする社会を目指す取り組みとしてそれぞれ Digital Society と Society 5.0 や，関連するプロジェクトについて紹介があった。両大学の取り組みは，その目指すところや技術的基盤など共通する部分も多く，データの相互利用や要素技術の共有などについて活発な議論が交わされた。ヨーロッパで2018年から適用されているEU一般データ保護規則（GDPR）を念頭にデータの相互利用に向けた問題点や，情報基盤の相互利用など，具体的な取り組みに繋がるワークショップとなった（図9.1）。



図9.1: Data Workshop Groningen–Osaka の様子

9.2 HeKKSaGon Data Science WG

HeKksagon (HeKKSaGOn German-Japanese University Network) とは、ドイツ側からの呼びかけに応じた日独 6 大学（ハイデルベルグ大学、ゲッチング大学、カールスルーエ工科大学、京都大学、東北大学、大阪大学）の大学間協力ネットワークであり、2010 年 7 月に発足した。主として、1 年半で持ち回りで開催される学長会議や個別の研究テーマからなるワーキンググループ、サマースクールや大学院のジョイントプログラム設置などの活動を行なっている。現在 9 つのワーキンググループが活動している。前回のミーティングで Data Science WG が立ち上がり、阪大からはデータバリティフロンティア機構が担当として活動を行なっている。この WG は精力的に VTC によるミーティングを行い、まずは研究に関する情報交換やゲッチング大学で行われているサマースクールでの学生交流などが行われている。その中で、2018 年 4 月 12, 13 日と大阪大学を主催校として 1 と周りめ最後の学長会議が行われる機会を捉えて、今回、WG8 の数学グループと合同でワークショップを開催することとなった。

活動内容

- HeKKSaGon Multidisciplinary Joint Workshop toward Fusions between Data and Mathematical Sciences
HeKKSaGon におけるデータサイエンスと数理の共同研究のさらなる進展を目指して、HeKKSaGon Multidisciplinary Joint Workshop toward Fusions between Data and Mathematical Sciences が 2018 年 4 月 11 日に、MMDS とデータバリティフロンティア機構の協力により、サイバーメディアセンター Mishite で開かれた。ワークショップでは、機構長の八木理事によるデータバリティフロンティア機構の紹介や本機構の研究者からの発表を含め、日独双方でのデータサイエンスの取り組み、数学グループでの研究などが紹介された。



図 9.2: HeKKSaGon のワークショップ参加者による集合写真

- HeKKSaGon Data Science WG
2018 年 4 月 13 日には、Data Science WG が引き続き開催された。データサイエンスに関する興味は高く、また、Heidelberg 大学、Gottingen 大学ともに CMC と同じようないわゆる計算センターから参加していることから、データサイエンスを支えるインフラについても共通の興味があることがわかった。今後は、IDS としては、インフラを中心に共同研究テーマの発掘を進めることになった。また、MMDS はすでに Gottingen のサマースクールと MMDS のスプリングスクールを中心に学生交流、講師派遣などを進めており、今後も継続する。データサイエンス WG の活動に関しては、Web サイト (<http://hekksgon-data-science.wiki.gwdg.de/doku.php?id=start>) を参照されたい。

- Summer School "Data Science"

2018年8月2-16日に、ゲッチンゲン大学において、サマースクールが行われた。35名の修士および博士の学生に対し、データサイエンスに関する以下のトピックについて、講義および演習が行われた。

- Data management, Data sharing and Data publication
- Open Science
- Legal and ethical aspects (e.g. Licensing, Copyright)
- Infrastructures and Platforms (HPC, CloudComputing, CloudStorage)
- Mathematical and Statistical Methods
- Data processing I (eg. Text, Image and Database Analysis)
- Data processing II (eg. Visualization & storytelling)
- Application Examples

- Webiner コース HeKKSagon 参画大学間の研究シーズや興味の共有のために、今年度は定期的に4回のWeinarを用いたオンライン勉強会を行った。下記に講演の概要を示す。

第一回目 (2018年10月9日)

Speaker: Matthew J. Holland, Institute for Dataability Science, Osaka University

Title: Learning to teach machines to learn: bridging the gap between formulas and code
Abstract: With the popularity of machine learning techniques in recent years, and further reinforced by the wide availability of high-quality open-source software libraries, the demand for machine learning educational materials has grown substantially. Textbooks are predominantly focused on high-level concepts and abstract models, while "applied" materials using real-world data typically glaze over the details, and provide ready-made examples using pre-existing machine learning libraries. In this webinar, I would like to discuss our efforts at Osaka University to bridge this gap, by providing comprehensive, detailed examples for students to work through in a bottom-up fashion, using real data and real learning problems. The idea is to work step by step, encouraging students to develop a sense for linking up the equations written on paper, and the code used to implement each element of the system. I hope to share some lessons learned and engage in discussion with other participants, ideally leading to some joint initiatives as we further develop our data science education program.

第2回目 (2018年11月9日)

Speaker: Steffen Herbold, University of Göttingen

Title: Introduction to classification

Abstract: Classification is one of the central topics of machine learning. Examples for problems that are addressed through classification algorithms are spam detection, image recognition, or the identification of churning customers. Within this session, we will specify classification problems, learn how to use machine learning to solve classification problems.

第三回目 (2018年12月14日)

Speaker: Zubair Fadlullah, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

Title: Introduction to Deep Learning For Communication Networks

Abstract: Recent research trends involving big data indicate an inter-disciplinary area involving computing

systems, computer/communication networks, and machine intelligence such as deep learning. Particularly, network traffic control systems are becoming robust and intelligent owing to the advancement in CPU/GPU technologies and deep learning, respectively. Even though deep learning techniques have been extensively exploited in various computing areas, researchers have, to date, not been able to effectively utilize deep learning based route computation for high-speed core networks. In this session, we will introduce how deep learning can be used to intelligently approach some classic networking tasks like route computation.

第四回目 (2019年3月22日)

Speaker: Hartwig Anzt, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Title: Sustainable Software Development in an Academic Setting

Abstract: A healthy software development cycle is one of the central pillars for enabling research productivity and software sustainability. In this web seminar we learn about some of the central guidelines, tools, and mechanism that promote healthy software development. The web seminar is designed as a hands-on experience where we will introduce software versioning via Git; we will learn what continuous integration is and try it out ourselves; we will introduce software documentation based on Doxygen; and learn about the concept of automated software testing, from unit testing over integration tests to end-to-end tests, and set up unit tests using the Googletest framework.

9.3 UCSD-OU Workshop on Information Science for Future Society

2019年3月14日～15日に University California San Diego 校において、UCSD-OU Workshop on Information Science for Future Society が行われた。UC と大阪大学はグローバルナレッジパートナーシップ協定校であり、これまでも同様のワークショップを行ってきた。今回のワークショップには、主にビッグデータやIoTに関する応用研究やそれを支える高度計算処理に関する研究の発表や事例の共有が行われた。IDSからは服機構長の下条と知能情報工学部門の長原が参加し、IDSの紹介およびIDSで行っている学際共同研究やAI人材教育について発表を行った。



図 9.3: UCSD-OU ワークショップ参加者による集合写真

9.4 UCL-Osaka Kick-off Partnership Event

2019年3月28日～29日に University College London にて UCL-Osaka Kick-off Partnership Event が行われた。UCL と大阪大学は、グローバルナレッジパートナーシップ提携校であり、本イベントでは、今後の共同研究や連携を進めるために研究発表や興味共有を行うことを目的としている。今回のワークショップでは、Global Health and Wellbeing, Sustainable Urban Design, Education の3つのテーマについて平行にワーキンググループにて議論を行い、最終日にそれらワーキンググループごとに議論の結果や今後の連携について報告された。本ワークショップにIDSからは知能情報工学部門の長原が参加し、Education ワーキンググループにおいて、Society5.0 プロジェクトにおける、マルチモーダルラーニングに関する計画や予備実験の結果を発表した。UCLのProf. Rosa Luckinが率いるKnowledgeLabグループからは、同様にAIやセンサを用いたラーニングアナリティクスの研究事例やゲームを用いた学習システムの事例が紹介された。このように、研究プロジェクトや興味がオーバーラップしていることから、IDSとKnowledge Labとの共同研究について議論を行った。

第 10 部

広報活動

10.1 IDS シンポジウム

10.1.1 「阪大で始めるビッグデータ共創 –〇〇学×データビリティサイエンス–」

開催日： 2018 年 6 月 27 日（水）

開催場所： 大阪大学吹田キャンパス 共創イノベーション棟

参加者： 約 100 名

主催： 大阪大学データビリティフロンティア機構

要旨： 本シンポジウムは、大阪大学内の研究者に IDS の活動を広く知ってもらい、学際共創研究を推進していくために開催された。10～12 時の第一部では、機構の概要に続いて、「〇〇学×データビリティサイエンス」の「〇〇学」の事例として、人文学、社会科学、医学、スポーツ科学、薬学、理学をとりあげ、さらには「データビリティサイエンス×〇〇」の「〇〇」の事例として、人材育成、社会技術、大学キャンパスを取り上げた。第二部は 12～13 時に同会場で共創相談会が開催され、IDS のメンバー全員がポスターを展示し、共創の相談を受けた。

10.1.2 「阪大と始めるビッグデータ共創 –データビリティサイエンスでビジネス改革を！–」

開催日： 2019 年 2 月 21 日（木）

開催場所： グランフロント大阪

参加者： 79 名

主催： 大阪大学データビリティフロンティア機構

要旨： 本シンポジウムは、学外の企業の方々に IDS の活動を広く知ってもらい、産学共創研究を推進していくために開催された。10～12 時の第一部では、共創の基盤として、「ビッグデータ活用の可能性と課題」「データ活用社会を支えるインフラ」「データ活用のための規制と倫理」の三題の講演、共創の事例として、スポーツデータ、画像診断データ、睡眠データ、芸術データの 4 事例の紹介、最後に共創人材の育成として人材育成プロジェクトの紹介が行われた。第二部は 12～13 時に同会場で共創相談会が開催され、IDS のメンバー全員がポスターを展示し、共創の相談を受けた。

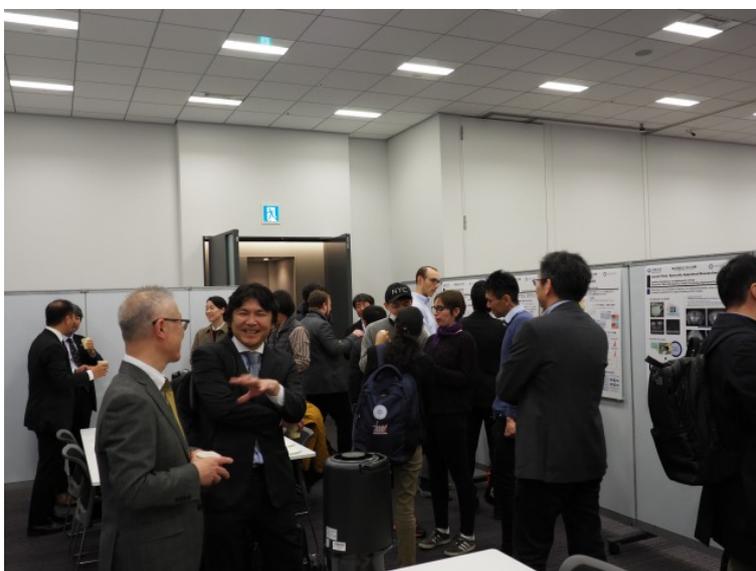
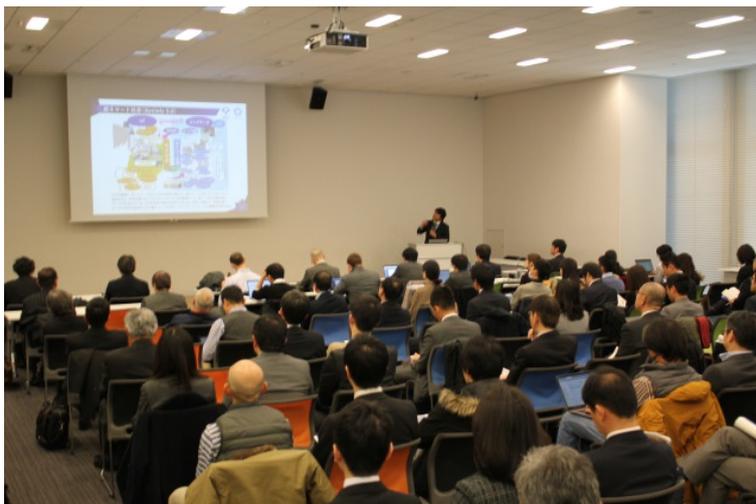


図 10.1: IDS シンポジウムの様子（上：第一部，下：第二部）

10.2 Society5.0 がめざす未来社会ライフデザイン・イノベーション研究拠点キックオフシンポジウム

開催日： 2019年2月21日（木）

開催場所： グランフロント大阪

参加者： 約300名

主催： 大阪大学、大阪大学データビリティフロンティア機構

要旨： 本シンポジウムは、大阪大学が全国で唯一採択された平成30年度 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」の一環として、初めて開催されるものである。開会后、講演に先立ち、西尾章治郎大阪大学総長（拠点長）、松本紘国立研究開発法人理化学研究所理事長、原克彦文部科学省研究振興局参事官（情報担当）からのご挨拶があった。続いて、八木康史大阪大学理事・副学長（拠点本部本部長）からライフデザイン・イノベーション研究拠点の紹介が行われた。また、株式会社スーパーステーション代表取締役社長 内閣府本府政策参与（政策統括官（科学技術・イノベーション担当）付）の野村卓也氏、日本電気株式会社代表取締役執行役員社長 兼 CEO の新野隆氏、NTT コミュニケーション科学基礎研究所フェロー 国立研究開発法人理化学研究所革新知能統合研究センター副センター長の上田修功氏からの講演が行われた。最後に、モデレータとして東野輝夫大阪大学大学院情報科学研究科教授（拠点副本部長）、パネリストとして、Hongbin Zha 北京大学信息科学技术学院教授、石黒浩大阪大学大学院基礎工学研究科教授（大阪大学栄誉教授）、前述の上田修功氏、長谷山美紀北海道大学総長補佐 北海道大学大学院情報科学研究科教授から、題目「Society 5.0 がめざす未来社会」に関する発表が行われた。これらのパネルディスカッションでの発表をもとに東野輝夫教授が総括し、Society 5.0 がめざす未来の可能性を、多くの参加者に向けて発信できたとともにさらに弾みがついた、キックオフシンポジウムとなった。



図 10.2: Society5.0 キックオフシンポジウムの様子

10.3 人文科学とコンピュータ研究会発表会

開催日： 2019年2月16日（土）

開催場所： 大阪大学豊中キャンパス 南部陽一郎ホール

発表件数： 17件（ショート：7件，ロング：4件，企画：5件，趣旨説明1件）

参加者数： 53名（IPJSJ・CH研会員：29名，IPJSJ会員：12名，IPJSJ学生会員：7名，一般：4名，ジュニア会員：1名，大阪大学：10名）

主催： 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会，大阪大学データバリティフロンティア機構，大阪大学大学院言語文化研究科

要旨： 情報処理学会 人文科学とコンピュータ研究会は，情報処理学会 メディア知能情報領域に属する研究会のひとつあり，1989年の設立以降，学際的に研究を進めることによる人文科学分野へのコンピュータ応用をめざした活動を行っている．第119回人文科学とコンピュータ研究会発表会では，大阪大学データバリティフロンティア機構および大阪大学大学院言語文化研究科との共同主催により，一般セッション3件，企画セッション2件（データバリティフロンティア機構「人文科学×データバリティサイエンス」，言語文化研究科「Digital Literary Stylisticsの現在」）が行われた．



図 10.3: 人文科学とコンピュータ研究会の様子

10.4 The Handai IDS-JFLI joint workshop on Media and Graphics

概要： In conjunction with the next CVIM meeting in Osaka, and in celebration of the 160 Anniversary of Japan-France relationships, we organize a workshop gathering Japanese and French experts on Media and Graphics.

開催日： 2018年5月9日（土） - 2018年5月10日（日）

開催場所： 大阪大学 中之島センター

発表件数： 23 scientific presentations + 3 introductions

参加者数： 39 attendees

主催： Osaka University Institute for Datability Science (Benjamin Renoust) main organizer

要旨： summary of the conference This workshop co-organized by the CNRS Japanese-French Laboratory for Informatics (JFLI) and the Osaka University Institute for Datability Sciences (IDS). The program is designed to bring together experts in Media/Graphics, Visualization and Artificial Intelligence/Data Science in Osaka and promote collaborations and work communication. Topics are Visualization / Multimedia, Computer Vision / Graphics, Data Science / Artificial Intelligence. We have 6 sessions: Forensics, 3D, Visualization and Graphics, Image Analysis, Networks and Graphs, Visualization and Analytics.

Organizers:

- Benjamin Renoust - Osaka University, Institute for Datability Science / JFLI
- Hajime Nagahara - Osaka University, Institute for Datability Science
- Vincent Nozick - JFLI / UPEM / Keio University



図 10.4: Handai IDS-JFLI joint workshop の様子

第 11 部

外部資金獲得状況

- [1] 2017–2021, 科学研究費助成金 基盤研究 S, 「多元コンピューショナル光計測による手術支援応用」, (代表) 長原一, (分担) 早崎芳夫, 香川景一郎, 西舘泉, 小室孝, 池田哲夫.
- [2] 2018-2019, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「ディープコンピューショナルフォトグラフィ」. (代表) 長原一.
- [3] 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」, 「未来の学校支援プロジェクト」「センシング基盤プロジェクト」(プロジェクト責任者) 長原一.
- [4] 2017–2019, 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, 大野英治.
- [5] 2015–2018, 科学研究費助成金, 基盤研究 B, 「分野横断的な最適化を可能とする適応型共進化法と電子透かし用符号化開口設計への応用」, (代表) 小野智司, (分担) 長原一, 川崎洋.
- [6] 2018–2020, 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) 高橋圭太, (分担) 長原一.
- [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) 長原一
- [8] 2016–2018, 科学研究費助成金 基盤研究 B, 「グローバルヘルス・ガバナンスの構造変容とマネジメント上の課題」, (代表) 城山英明, (分担) 岸本充生, 他
- [9] 2017–2020, 科研基盤 A 「新たな情報技術・バイオテクノロジーの国際的ガバナンスー情報共有・民間主体の役割」, (代表) 城山英明, (分担) 岸本充生, 他
- [10] 2018, 国立国会図書館, 「分析型 B (調査テーマ: 生体認証技術の動向と活用をめぐる課題)」(代表) 岸本充生
- [11] 2018, 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
- [12] NEDO 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」次世代人工知能技術の日米共同研究開発: パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発, 中島悠太
- [13] AI 人材養成プログラム, 中島悠太
- [14] 科研費基盤 B, (代表) 中島悠太, 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
- [15] 科研費基盤 B, (分担) 中島悠太, 修復と観測の融合に基づく隠消現実感の高度化
- [16] 2017–2021, 卓越研究員事業 「能動的センシングに基づくヒトの内部状態推定」, (代表) 武村紀子
- [17] 2018, ダイキン工業株式会社 共同研究, 「学習効率に対する環境要因の影響評価と各種センサを用いた学習効率指標推定」, (代表) 篠原一光, (分担) 沼尾正行, 長原一, 中島悠太, 武村紀子
- [18] 2018–2020, 基盤研究 (C), 研究分担者 (研究代表者: 安國 良平) “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”

- [19] 2017–2020, 基盤研究 (C), (代表) 梁川雅弘, (分担) 新岡宏彦, “肺癌の組織診断および悪性度予測の為に人工知能 (深層学習) システムの確立”
- [20] 2017–2021, 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), (代表) 宮川繁, (分担) 新岡宏彦, “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”
- [21] 2017–2020, 総務省: 「IoT/BD/AI 情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業, (代表) 谷口達典, (分担) 新岡宏彦, 革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの開発
- [22] 2017–2019, 若手研究 (A), (代表) 新岡宏彦, “第 2 近赤外窓領域を用いた生体深部 1 細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用”
- [23] 2017–2019, 基盤研究 (B), (代表) 橋本守, (分担) 新岡宏彦, “ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断”
- [24] 2017–2019, 基盤研究 (B), (代表) 湯川博, (分担) 新岡宏彦, “NIR-II 蛍光イメージングによる移植幹細胞の炎症組織・臓器への生着機構の解明”
- [25] 日本医療研究開発機構 (AMED) 「ゲノム医療実現推進プラットフォーム事業 (先導的 ELSI 研究プログラム)」平成 28 年度採択研究課題「学際連携に基づく未来志向型ゲノム研究ガバナンスの構築」(代表) 加藤和人, 「ゲノム・オミクス・臨床データの保護と共有に関する ELSI 研究」(分担) 山本奈津子
- [26] 2018–2019, Neural Machine Translation with Image Region Pivoted Comparable Sentences, Microsoft Research Asia: Collaborative Research 2019 Award, (代表) Chenhui Chu
- [27] 2017–2018, 画像をピボットとしたパラフレーズの抽出による自然言語と画像理解の高度化, 科学技術振興機構: ACT-I, (代表) Chenhui Chu
- [28] 2017–2018, マルチリソース適応によるローリソースニューラル機械翻訳の高度化, 日本学術振興会: 研究活動スタート支援, (代表) Chenhui Chu
- [29] 2017–2019, 若手研究 (B) 「文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究」(代表) 上阪彩香
- [30] 2018, 統計数理研究所一般研究 2 「機械学習型テキストマイニング方法論の比較研究: トピックモデリングとワードエンベディング」(代表) 田畑智司, (分担) 上阪彩香
- [31] 2019–2020, 栢森情報科学振興財団 研究助成 「マージン分布制御による機械学習の安定化および信頼性向上の研究」(代表) M. J. Holland
- [32] 2018–2020, 科学研究費助成金 研究活動スタート支援 「識別マージンの強い分布的統制による頑健化と効率化の研究」(代表) M. J. Holland
- [33] 2017–2019, JST ACT-I 情報と未来 「安全な AIこそ効率的: ロバスト学習による汎化性能向上の研究」(代表) M. J. Holland
- [34] 2018–2019, 戦略的創造研究推進事業 (JST, ACT-I 「情報と未来」), 「語彙制限に基づくパーソナライズされたテキスト生成」, (代表) 梶原智之
- [35] 2018–2019, 科学研究費補助金 (研究活動スタート支援), 「マルチモーダル品質推定に基づく機械翻訳モデルの高度化」, (代表) 梶原智之
- [36] 2018–2019, 研究活動スタート支援, Object Interaction Recognition for Complete Scene Understanding, Jacob Chan
- [37] 2017–2022, CREST, 「量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出, 強磁性量子ヘテロ構造による物性機能の創出と不揮発・低消費電力スピンドバイスへの応用」, JPMJCR1777, (代表) 田中雅明, (研究協力者) 福島鉄也

- [38] 2017–2018, 委受託研究 (ダイキン工業株式会社), 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 I」, (代表) 小口多美夫, (分担) 福島鉄也
- [39] 2018–2021, 科学研究費助成金, 基盤 C, 「データ駆動型マテリアルデザインによる新奇高エントロピー合金材料の探索」, 18K04926, (代表) 福島鉄也
- [40] 2018–2019, 委受託研究 (ダイキン工業株式会社), 「熱電・磁気冷凍材料に関するデータ科学を用いた物質探索手法の開発 II」, (代表) 小口多美夫, (分担) 福島鉄也
- [41] 2018–2023, CREST 「ナノスケール熱動態の理解と制御技術による革新的材料・デバイス技術の開発, 異常電子熱伝導度と異常格子熱伝導度の制御」, JPMJCR18I2, 代表 (竹内), 研究協力者 (福島鉄也), 平成 30–35 年度
- [42] 2016–2018, 科学研究費助成金 若手 B, 「ネットワークデータと関数データに対する教師なし学習を中心とした解析法の理論と応用」, 16K16024, (代表) 寺田吉壺
- [43] 2017–2019, 科学研究費助成金 基盤 B, 「全脳イメージング法により精神疾患の病態と治療機序の新たな薬理学的研究法の確立」, 17H03989, (代表) 橋本均
- [44] 2017–2018, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「独自の統合失調症多発家系患者の単一神経細胞解析の基盤技術開発および分子病態研究」 17K19488, (代表) 橋本均
- [45] 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グナリティ細胞の探索」, 18H05416, (代表) 橋本均
- [46] 2017–2020, 日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的技術による脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト, 「霊長類脳の高速・高精度全脳イメージング技術の開発」, 18dm0207061, (代表) 橋本均
- [47] 2018–2021, 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) 藤岡穰, (分担) 長原一, 中島悠太, 大石岳史ほか
- [48] 2018–2021, 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
- [49] 2018–2019, 科研費 挑戦的研究 (萌芽), 「シミュレーションと GAN を介した強化学習による細胞動画像処理の自動化技術の開発」, 18K19842, (代表) 瀬尾茂人
- [50] 2018–2019, 科研費 挑戦的研究 (萌芽), 「4D ケミカルヌクレオミクス基盤技術の開発」, 18K19402, (代表) 堀雄一郎
- [51] 2018–2019, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光スイッチ分子の化学デザインと生体イメージング」, 18H04735, (代表) 堀雄一郎
- [52] 2017–2021, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, 「実用化に向けた B 型肝炎新規治療薬の探索及び最適化」, (分担) 菊田順一
- [53] 2017–2019, 科研費 基盤 B, 「合成分子と蛋白質を駆使した膜蛋白質の動態解明技術の開発」, 17H02210, (代表) 堀雄一郎
- [54] 2017–2019, 日本医療研究開発機構 肝炎等克服実用化研究事業, 「肝硬変に対する間葉系幹細胞およびマクロファージの線維化改善機序のイメージングおよびエクソソーム解析による解明とその応用」, (分担) 菊田順一
- [55] 2017–2018, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「ケミカルバイオロジーを基盤としたシグナル伝達可視化・制御技術の開発」, 17H06005, (代表) 堀雄一郎
- [56] 2017–2018, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光生体イメージングによる細胞競合制御メカニズムの解明」, 17H05620, (代表) 菊田順一
- [57] 2017–2018, 科研費 新学術領域研究 公募研究, 「蛍光生体イメージングで読み解くウイルス共生とその破綻」, 17H05815, (代表) 菊田順一
- [58] 2017–2020, 科学研究費 基盤 B, 「スマートシティの要件定義と評価手法の確立に関する研究」, 17H03354, (代表) 下田吉之

- [59] 2015–2019, JST-CREST JPMJCR15K4(分担) 下田吉之
- [60] 2018–2019, 科学研究費助成金 挑戦的研究 (萌芽), 「ゲノム変異集積領域に着目したがん特異的タンパク質間相互作用解析」, 18K19403, (代表) 樋野展正
- [61] 2014–2018, 科学研究費助成金 特別推進研究, 「リピート結合分子をプローブとするトリヌクレオチドリPEAT病の科学街生物学研究」, 26000007, (代表) 中谷和彦
- [62] 2018, 企業 2 者と他大学からなる 4 者共同研究の実施. 課題名「核酸と低分子のフォールディングのシミュレーション」
- [63] 2017–2019, 科学研究費助成金 基盤 C, 「マルチスケールモデルを用いた歯の光学的シミュレーションに関する研究」, 17K11781(課題 番号), (代表) 木林博之, (分担) 若林一道, 中村 隆志, 矢谷博文, 酒井英樹

第 12 部

研究業績

(1) 雑誌論文

- [1] Chao Ma, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Fall detection using optical level anonymous image sensing system” , Optics & Laser Technology, July, 2018.
- [2] Yusuke Yagi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, ”Designing Coded Aperture Camera Based on PCA and NMF for Light Field Acquisition”, IEICE Transactions, Vol. E101-D, No. 9, Sep., 2018.
- [3] Yichao Xu, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, ”TransCut2: Transparent Object Segmentation from a Light-Field Image” , IEEE Transactions on Computational Imaging, 2019.
- [4] Trung Thanh Ngo, Hajime Nagahara, Ko Nishino, Rin-ichiro Taniguchi, Yasushi Yagi, “Reflectance and Shape Estimation with a Light Field Camera under Natural Illumination” , International Journal of Computer Vision, 2019.
- [5] 岸本充生, リスク学の発展と原子力技術の深い関係, 日本原子力学会誌, 61(3), pp.185-187, 2019
- [6] 岸本充生, 環境規制における規制影響分析 (RIA) の進展と課題: 米国の石炭火力発電所規制を例に, 環境情報科学, 48-1, pp.49-54, 2019
- [7] 岸本充生, 規制影響評価 (RIA) の活用に向けて: 国際的な動向と日本の現状と課題, 関東学院大学経済経営学会研究論集「経済系」, 275, pp.26-44, 2018
- [8] 岸本充生, リスクを巡る意思決定とレギュラトリーサイエンス, 日本 LCA 学会誌, 14(4), pp. 277-283, 2018
- [9] 岸本充生, エマージング・リスクの早期発見と対応—公共政策の観点から—, 保険学雑誌, 第 642 号, pp.37-60, 2018
- [10] Mayu Otani, Atsushi Nishida, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, Naokazu Yokoya, “Finding important people in a video using deep neural networks with conditional random fields,” IEICE Trans. Information Systems, vol. E101.D, no. 10, pp. 2509-2517, Oct. 2018.
- [11] Takahiro Tanaka, Norihiko Kawai, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, “Iterative applications of image completion with CNN-based failure detection,” J. Visual Communication and Image Representation, vol. 55, pp. 56-66, Aug. 2018.
- [12] Antonio Tejero-de-Pablos, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, Naokazu Yokoya, Marko Linna, and Esa Rahtu, “Summarization of user-generated sports video by using deep action recognition features,” IEEE Trans. Multimedia, vol. 20, no. 8, pp. 2000-2011, Aug. 2018.

- [13] 柳川由紀子, 越後富雄, 宮崎祐太, 武村紀子, 八木康史: “イントラフレーム学習による Convolutional Neural Networks を用いたカプセル内視鏡画像における病変領域の追跡”, 人工知能学会論文誌, Vol. 33, No. 6, 2018
- [14] Md. Zasim Uddin, Trung Thanh Ngo, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Xiang Li, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi, “The OU-ISIR Large Population Gait Database with Real-Life Carried Object and its performance evaluation”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 10:5, 2018
- [15] Keigo Hirose, Shuichiro Fukushima, Taichi Furukawa, Hirohiko Niioka, and Mamoru Hashimoto, “Label-free nerve imaging with a coherent anti-Stokes Raman scattering rigid endoscope using two optical fibers for laser delivery”, APL Photonics, 3, 092407, 8 pages (2018)
- [16] Keigo Hirose, Takuya Aoki, Taichi Furukawa, Shuichiro Fukushima, Hirohiko Niioka, Shinji Deguchi, and Mamoru Hashimoto, “Coherent anti-Stokes Raman scattering rigid endoscope for robot-assisted surgery”, Biomedical Optics Express, 9, 2, 387-396 (2018)
- [17] Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, Kae Nemoto, and William J. Munro, “Ergodic-localized junctions in periodically driven systems,” Physical Review B, 98, 224307, 2018.
- [18] 関係ないと思いませんか？臨床研究法について知るべきこと。(英語タイトル: Get to know the Clinical Trials Act.) 山本奈津子, 川嶋実苗. 実験医学 37(1), 81-85, 2019.
- [19] <続>改正個人情報保護法でゲノム研究はどう変わるか？山本奈津子, 川嶋実苗, 清水佳奈, 片山俊明, 荻島創一. 実験医学 36(13), 2260-2268, 2018.
- [20] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “統計的機械翻訳のための Recursive Neural Network による事前並び替えと分析,” 自然言語処理, vol. 26, no. 1, Mar. 2019.
- [21] Chenhui Chu, Raj Dabre, and Sadao Kurohashi, “A Comprehensive empirical comparison of domain adaptation methods for neural machine translation,” 情報処理学会論文誌, vol. 26, no. 1, pp. 1-10, Jun. 2018.
- [22] 上阪彩香, 「アンサンブル学習モデルを用いた西鶴遺稿集の著者に関する検討」, 行動計量学, 第45巻第2号(通巻89号), 原著, pp.135~151, 日本行動計量学会, 2018(査読有)
- [23] 上阪彩香, 「西鶴浮世草子の文章の特徴と出版時期」, 言語研究と統計 2019, 統計数理研究所共同研究リポート 424 実践計量文体学II 語彙, 意味, 文体へのアプローチ, pp.37~48, 統計数理研究所共同研究, 2019(査読無)
- [24] Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda, “Efficient learning with robust gradient descent,” Machine Learning (to appear).
- [25] Noa Garcia, George Vogiatzis (2019). Learning Non-Metric Visual Similarity for Image Retrieval. In: Image and Vision Computing. DOI: 10.1016/j.imavis.2019.01.001.
- [26] K. Arima, F. Kuroda, S. Yamada, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Anomalous Hall conductivity and electronic structures of Si-substituted Mn₂CoAl epitaxial films”, Physical Review B, Vol. 97, pp. 054427/1-6, 2018.
- [27] H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “First-principles prediction of the control of magnetic properties in Fe-doped GaSb and InSb”, Journal of Applied Physics, vol. 124, pp.103962/1-8, 2018.
- [28] A. Masago, H. Shinya, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “Magnetism of Eu-doped GaN modulations by spinodal nanodecomposition”, Physical Review B, vol. 98, pp. 214426/1-7, 2018.
- [29] S. Yamada, S. Kobayashi, F. Kuroda, K. Kudo, S. Abo, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Magnetic and transport properties of equiatomic quaternary Heusler CoFeVSi epitaxial films”, Physical Review Materials, vol. 2, pp. 124403/1-8, 2018.
- [30] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2019) Kernel Normalized Cut: a Theoretical Revisit, In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML2019), to appear.

- [31] 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. *Nature Protocols*, published online, 2018
- [32] 嶋田彩人, 瀬尾茂人, 繁田浩功, 間下以大, 内田穰, 石井優, 松田秀雄, “生体蛍光観察動画像の深度を考慮した深層学習による細胞追跡精度の改善”, *情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用 (採録決定)*.
- [33] Watanabe Y, Tsuchiya A, Seino S, Kawata Y, Kojima Y, Ikarashi S, Starkey Lewis PJ, Lu WY, Kikuta J, Kawai H, Yamagiwa S, Forbes SJ, Ishii M, Terai S. “Mesenchymal Stem Cells and Induced Bone Marrow-Derived Macrophages Synergistically Improve Liver Fibrosis in Mice”, *Stem Cells Transl Med*, 8(3):271-284 (2019.3)
- [34] Hasegawa T, Kikuta J, Ishii M. Imaging the Bone-Immune Cell Interaction in Bone Destruction. *Front Immunol*, 26;10:596 (2019.3)
- [35] Kumar N, Hori Y, Kikuchi K, “Live Cell Imaging of DNA Methylation Based on Synthetic- Molecule/ Protein Hybrid Probe”, *Chem. Rec.* 18, 1672-1680 (2018.12).
- [36] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “統計的機械翻訳のための Recursive Neural Network による事前並び替えと分析,” *自然言語処理*, vol. 26, no. 1, Mar. 2019.
- [37] Chenhui Chu, Raj Dabre and Sadao Kurohashi. A Comprehensive Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation. *情報処理学会論文誌*, vol. 26(1), pp. 1-10, (2018.6).
- [38] K. Arima, F. Kuroda, S. Yamada, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Anomalous Hall conductivity and electronic structures of Si-substituted Mn₂CoAl epitaxial films”, *Physical Review B*, Vol. 97, pp. 054427/1-6, 2018.
- [39] H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “First-principles prediction of the control of magnetic properties in Fe-doped GaSb and InSb”, *Journal of Applied Physics*, vol. 124, pp.103962/1-8, 2018.
- [40] A. Masago, H. Shinya, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “Magnetism of Eu-doped GaN modulations by spinodal nanodecomposition”, *Physical Review B*, vol. 98, pp. 214426/1-7, 2018.
- [41] S. Yamada, S. Kobayashi, F. Kuroda, K. Kudo, S. Abo, T. Fukushima, T. Oguchi, and K. Hamaya, “Magnetic and transport properties of equiatomic quaternary Heusler CoFeVS_i epitaxial films”, *Physical Review Materials*, vol. 2, pp. 124403/1-8, 2018.
- [42] 大島弘暉, 下田吉之, 山口弘雅, 岸本卓也, 山口麻有, 中村和弘, “時刻別総電力量を用いた建物エネルギー使用実態評価手法開発”, *空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (2018.9.12~14) CD-ROM*, pp33-36

(2) 学会発表

- [1] Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Dynamic Photometric Stereo Method using Multi-tap CMOS Image Sensor”, *International Conference on Computational Photography*, May, 2018, Pitsuburg, PA, USA
- [2] Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-Ichiro Taniguchi, “CNN based approach for Transparent Object Classification”, *International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization*, May, 2018, Fukuoka, Japan
- [3] Hajime Nagahara, Toshiki Sonoda, Dengyu Liu, Jinwei Gu, “Space-Time-Brightness Sampling Using an Adaptive Pixel-Wise Coded Exposure”, *CVPR workshop on Computational Cameras and Displays*, June, 2018, Salt Lake City, Uta, USA

- [4] Yasutaka Inagaki, Yuto Kobayashi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Hajime Nagahara, “Learning to Capture Light Fields through a Coded Aperture Camera”, European Conference on Computer Vision, Sep., 2018, Munich, Germany
- [5] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, “Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints”, European Conference on Computer Vision, Sep., 2018, Munich, Germany
- [6] Ryota Miyagi, Keiichiro Kagawa, Yuta Murakami, Hajime Nagahara, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Visualization of time-of-flight signals with normalized and calibrated phasor plot”, International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan
- [7] Michitaka Yoshida, Akihiko Torii, Masatoshi Okutomi, Kenta Endo, Yukinobu Sugiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Hajime Nagahara, “Joint optimization for compressive video sensing and reconstruction under hardware constraints”, International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan
- [8] Hiroki Hamasaki, Shingo Takeshita, Kentaro Nakai, Toshiki Sonoda, Hiroshi Kawasaki, Hajime Nagahara, Satoshi Ono, “A Coded Aperture for Watermark Extraction from Defocused Images”, Asian Conf. Computer Vision, Dec., 2018, Perth, Australia
- [9] Yibo Guo, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Chao Ma, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Face Detection in Thermal Image Based on Two-Stage CNNs”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM212, No. 2, May, 2018, 大阪
- [10] Roland Sirejzol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “Transparent Object Classification using 4D CNN”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM212, No. 3, May, 2018, 大阪
- [11] 稲垣 安隆, 小林優斗, 高橋桂太, 藤井俊彰, 長原一, “深層学習を用いた符号化開口カメラによる光線空間の取得”, 画像の認識・理解シンポジウム, No. OS5-L1, Aug., 2018, 札幌
- [12] 吉田 道隆, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 遠藤 健太, 杉山 行信, 谷口 倫一郎, 長原 一, “ハードウェアの制約を考慮した圧縮ビデオセンシングにおける圧縮と再構成の同時最適化”, 画像の認識・理解シンポジウム No. PS3-33, Aug., 2018, 札幌
- [13] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, Yutaka Fujioka, “Exploration and Mining of 50,000 Buddha Pictures”, 画像の認識・理解シンポジウム, Aug., 2018, 札幌
- [14] 正木駿也, ホエルセルバンテス, 早崎芳夫, 香川景一郎, 長原一, “光干渉断層法と飛行時間法との統合型光計測システム”, 日本光学会, Oct., 2018, 東京
- [15] 宮城亮太, 村上裕太, 香川景一郎, 長原一, 川嶋健嗣, 安富啓太, 川人祥二, “光飛行時間に基づく距離画像計測の内視鏡応用におけるマルチパスの影響の検討”, 日本光学会, Oct., 2018, 東京
- [16] 志礼田賢人, 徐軼超, 長原一, 谷口倫一郎, “ライトフィールドレンダリングを用いた距離変化にロバストな LFD 特微量”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 23, Jan., 2019, 京都
- [17] 大河原 忠, 吉田 道隆, 長原 一, 八木康史, “符号化露光画像を用いた人物の行動認識”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 4, Jan., 2019, 京都
- [18] 山口貴大, 長原一, 諸岡健一, 中島悠太, 浦西友樹, 倉爪亮, 大野英治, “多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の 3 次元形状復元”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM215, No. 33, Jan., 2019, 京都
- [19] 田中昂志, Chenhui Chu, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 藤川隆男, “歴史新聞データからのコーパス構築”, 言語処理学会全国大会, Mar. 2019
- [20] 岸本充生, “2018 年の日本のリスクを俯瞰する (「今年のリスク」選定 TG 報告)”, 日本リスク研究学会第 31 回

年次大会, 2018年11月9~11日, コラッセ福島

- [21] 岸本充生, “リスクのフレームを設定することの意義: 新しい技術にどう向き合うか”, 第18回日本再生医療学会総会, 2019年3月22日, 神戸国際会議場
- [22] 菖蒲谷 まい, 秋山豊和, 河合由起子, 新井イスマイル, 山本 寛, 春本 要, “動くランドマークとしてのバスの活用可能性の調査”, 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2019) 論文集, D6-1, 2019年3月.
- [23] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Rethinking the evaluation of video summaries,” Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Jun. 2019 (to appear).
- [24] Noa Garcia, Benjamin Renoust, and Yuta Nakashima, “Context-aware embeddings for automatic art analysis,” Proc. Int. Conf. Multimedia Retrieval (ICMR), Jun. 2019 (to appear).
- [25] 安井崇朗, 中島悠太, 馬場口登, “音素・口形素の特徴表現と敵対的生成ネットワークによる発話顔生成”, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2018-157, 8 pages, Mar. 2019.
- [26] Shizuka Shirai, Noriko Takemura, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Haruo Takemura, “Multimodal learning analytics: Society 5.0 project in Japan,” Proc. 9th Int. Conf. Learning Analytics and Knowledge (LAK19), 2 pages, Mar. 2019.
- [27] 竹林佑斗, Chenhui Chu, 中島悠太, “画像内物体間の視覚的関係の真偽判定データセット,” 言語処理学会 第25回年次大会, Mar. 2019.
- [28] Chenhui Chu, 梶原智之, 中島悠太, 長原一, 渡辺理和, 大久保規子, “多国間法律の比較と統計分析のための多言語機械翻訳,” 第119回人文科学とコンピュータ研究会発表会, Feb. 2019
- [29] 山口貴大, 長原一, 諸岡健一, 中島悠太, 浦西友樹, 倉爪亮, 大野英治, “多重焦点顕微鏡画像列からの細胞の3次元形状復元,” 情報処理学会研究報告, CVIM, 8 pages, Jan. 2019.
- [30] Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “iParaphrasing: Extracting visually grounded paraphrases via an image,” Proc. 27th Int. Conf. Computational Linguistics (COLING 2018), 14 pages, Aug. 2018.
- [31] Ryosuke Kimura, Akihiko Sayo, Fabian Lorenzo Dayrit, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, and Katsushi Ikeuchi, “Representing a partially observed non-rigid 3D human using eigen-texture and eigen-deformation”, Proc. Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR 2018), 6 pages, Aug. 2018.
- [32] Akihiko Sayo, Ryosuke Kimura, Fabian Lorenzo Dayrit, Yuta Nakashima, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, Katsushi Ikeuchi, “Synthesis of human shape in loose cloth using eigen-deformation,” 21st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2018), 4 pages, Aug. 2018 【学生奨励賞】 .
- [33] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, “Phrase localization-based visually grounded paraphrase identification,” 21st Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU 2018), 4 pages, Aug. 2018.
- [34] Mayu Otani, Chenhui Chu, and Yuta Nakashima, “Visually grounded paraphrase extraction via phrase grounding,” Proc. Workshop on Language and Vision at CVPR 2018, 3 pages, Jun. 2018.
- [35] Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkilä, and Naokazu Yokoya, “Linking videos and languages: Representations and their applications,” 情報処理学会研究報告, CVIM-212-38, 16 pages, May 2018.
- [36] Naoya Kishida, Masako Iwasaki, Yuta Nakashima, Noriko Takemura, Takashi Nakano, “R&D of the Flavor-tag Method based on Machine Learning for High Energy Experiments”, The 2nd KMI school, 2019
- [37] Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi: “Multi-view large population gait dataset and its performance evaluation for cross-view gait recognition”, Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [38] Md. Zasim Uddin, Trung Thanh Ngo, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Xu Li, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “The OU-ISIR Large Population Gait Database with Real-Life Carried Object and its performance

- evaluation” , Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [39] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “Gait-based Age Estimation using a DenseNet” , Proc. of the 13th International Workshop on Robust Computer Vision, 2019
- [40] Atsuya Sakata, Yasushi Makihara, Noriko Takemura, Daigo Muramatsu, Yasushi Yagi: “Gait-based Age Estimation using a DenseNet” , International Workshop on Attention/Intention Understanding, 2018
- [41] 岸田直也, 岩崎昌子, 中島悠太, 武村紀子, 長原一, 中野貴志, “機械学習を用いたフレーバ識別用ツールの開発”, 日本物理学会第74回年次大会, 2019
- [42] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “CNNに基づいた歩容クラス識別における中間出力の個人性評価”, 第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2018
- [43] 阪田篤哉, 西川博文, 武村紀子, 榎原康史, 村松大吾, 八木康史, “歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察”, 第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 2018
- [44] 阪田篤哉, 西川博文, 武村紀子, 榎原康史, 村松大吾, 八木康史, “歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察”, 電子情報通信学会バイオメトリクス10月研究会, 2018
- [45] 守脇幸佑, 村松大吾, 武村紀子, 八木康史, “CNNの基づいた歩容クラス識別における中間出力の個人性評価”, 電子情報通信学会バイオメトリクス10月研究会, 2018
- [46] 森直幸, 武村紀子, 八木康史, “Convolutional Neural Network-based Road Damage Detection” , 第21回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2018
- [47] Atsuya Sakata, Noriko Takemura, Yasushi Yagi, “Gait-based Age Estimation via Multi-Stage Convolutional Neural Network” , 第21回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2018
- [48] 阪田篤哉, 武村紀子, 八木康史, “多段階畳み込みニューラルネットワークを用いた歩容に基づく年齢推定”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, vol. 2018-CVIM-212, No. 23, pp. 1-5, 2018
- [49] Tatsuya Matsumoto, Yasuaki Kumamoto, Hirohiko Niioka, Hideo Tanaka, Jun Miyake, Tetsuro Takamatsu, “Deep-UV excitation fluorescence imaging for rapid and accurate detection of lymph node metastasis in human gastric cancer” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [50] Masahito Yamanaka, Yoshiki Akino, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Near-infrared fluorescence imaging by using high nonlinear fluorescence responses of Er³⁺-doped nanoparticles under the excitation at 1520-1600 nm wavelength region” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [51] Yoshiki Akino, Masahito Yamanaka, Hirohiko Niioka, Taichi Furukawa, Norihiko Nishizawa, “Near-infrared fluorescence imaging at 1030 nm wavelength region with Yb doped nanoparticles” , Proc. SPIE Photonics WEST BiOS2019 (2019)
- [52] 田中 慎一, 新岡 宏彦, “生体イメージング応用を目指した近赤外蛍光性金属ナノプローブの開発” (Near-Infrared Luminescent Platinum Nanoclusters for in vivo Imaging and Biomedical Application), 日本化学会第99春季年会 2019 (2019/3/16-19, 甲南大学, 岡本キャンパス, 兵庫県)
- [53] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場電気泳動法の創成” , 日本化学会第99春季年会 2019 (2019/3/16-19, 甲南大学, 岡本キャンパス, 兵庫県)
- [54] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質膜内での電気泳動法に関する研究” , 化学工学会 第84年会 (2019/3/13-15, 芝浦工業大学, 豊洲キャンパス, 東京都)
- [55] 大和 尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “CARS 硬性鏡による術中神経イメージングを目指した深層学習によるイメージング速度の高速化” , 第1回日本メディカル AI 学会学術集会 (2019/01/25-26, 国立がん研究センター新研究棟1階・大会議室/セミナールーム, 東京都)
- [56] 岡本 行広, 西野 遼, 新岡 宏彦, 菅 恵嗣, 馬越 大, “脂質ナノ膜場電気泳動分離法の開発” , 第38回 キャピラリー電気泳動シンポジウム (SCE2018) (2018/12/5-7, I-site なんば (大阪府立大学), 大阪府)

- [57] 新岡宏彦, “深層学習によるバイオ・メディカル画像データの解析”, 第 16 回 医用分光学会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22) (招待講演)
- [58] 橋本守, 大和尚記, 新岡宏彦 “コヒーレントアンチストークスラマン散乱硬性鏡の開発と神経イメージングへの応用” 第 16 回 医用分光学会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22) (招待講演)
- [59] 大和 尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “深層学習を用いた非線形ラマン散乱イメージングの高速化”, 第 16 回 医用分光学会 (北海道大学 フロンティア応用化学研究棟, 北海道, 2018/11/21-22)(ポスター)
- [60] 新岡宏彦 “医療画像への人工知能技術の応用” 第二十一回最先端医療イノベーションセンター 定例セミナー (大阪大学最先端医療イノベーションセンター, 大阪府, 2018/11/9)(招待講演)
- [61] 新岡宏彦 “深層学習とバイオメディカル画像データへの応用” 第 49 回中化連秋季大会 (名古屋大学工学研究科, 愛知県, 2018/11/3-4) (招待講演)
- [62] Hirohiko Niioka “Development of nanophosphors for dual-modal cellular imaging with cathodoluminescence microscope and near-infrared light microscope” 公益社団法人日本顕微鏡学会第 61 回シンポジウム -新時代へと深化する顕微鏡学 Microscopy Advancing to New Frontier- (富山国際会議場, 富山県, 2018/11/1-3) (招待講演)
- [63] 大和 尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “非線形ラマン散乱硬性鏡のイメージング高速化を目指した畳み込みオートエンコーダの導入”, 第 57 回日本生体医工学学会北海道支部大会 (2018/10/20, 北海道大学情報科学研究科 A21 講義室, 北海道)
- [64] 新岡宏彦 “Deep Learning のバイオ・医療画像応用” 平成 30 年度統計数理研究所共同研究集会 生体信号・イメージングデータ解析に基づく医療・健康データ科学の展開 (統計数理研究所, 東京都, 2018/10/18-19) (招待講演)
- [65] 新岡宏彦 “特別企画 若手 1 研究格差社会をどう生きるか” 第 77 回日本癌学会学術総会 (大阪国際会議場 リーガロイヤルホテル大阪, 大阪府, 2018/9/27-29) (パネリスト)
- [66] 大和 尚記, 新岡 宏彦, 橋本 守, “畳み込みオートエンコーダを用いたコヒーレントアンチストークスラマン散乱イメージの高画質化 (Improvement of coherent anti-stokes Raman scattering image quality by convolutional autoencoder)”, 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会 (2018/9/18-21, 名古屋国際会議場, 愛知県)
- [67] 秋野 善紀, 山中 真仁, 新岡 宏彦, 古川 太一, 西澤 典彦, “Y2O3:Yb 粒子を用いた近赤外域蛍光発光イメージング (Near-infrared fluorescence imaging with Y2O3:Yb nanoparticles)”, 第 79 回 応用物理学会秋季学術講演会 (2018/9/18-21, 名古屋国際会議場, 愛知県) (ポスター)
- [68] Jun Miyake, ○ Shunsuke Baba, Masato Shimabayashi, Shuya Yamamoto, Seiichi Tagawa, Hirohiko Niioka, “Graphical Classification of DNA Sequences of by Deep Learning (深層学習を用いたゲノムシークエンスのクラスター解析)”, 日本生物物理学会第 56 回年会 The 56th Annual Meeting of the BSJ (2018/9/15-17, 岡山大学津島キャンパス, 岡山県)
- [69] 馬場俊輔, 島林真人, 新岡宏彦, 三宅 淳, “ディープラーニングを用いた遺伝情報の解析”, 日本バイオマテリアル学会関西ブロック 第 13 回若手研究発表会 (2018/8/31, 京都工芸繊維大学 60 周年記念館, 京都府)
- [70] 新岡宏彦, 吉村愛菜, 大東寛典, 浅谷学嗣, 三宅 淳, “ディープラーニングを用いた培養細胞の分化解析”, 日本バイオマテリアル学会関西ブロック 第 13 回若手研究発表会 (2018/8/31, 京都工芸繊維大学 60 周年記念館, 京都府)
- [71] 新岡宏彦 “データサイエンティスト養成の取り組み” コンソーシアム関西 第七回 臨床医工情報学連携セミナー (大阪大学中之島センター, 大阪府, 2018/7/27) (招待講演)
- [72] 新岡宏彦 “深層学習によるバイオメディカルデータ解析” 第 57 回日本生体医工学学会大会 (札幌コンベンションセンター, 北海道, 2018/6/19-21) (招待講演)
- [73] 山中真仁, 秋野善紀, 新岡宏彦, 古川太一, 西澤典彦, “希土類添加ナノ粒子の非線形応答を用いた蛍光イメージング”, 科学研究費補助金新学術領域「レゾナンスバイオ: 共鳴誘導で革新するバイオイメージング」平成 30 年度班会議 (2018/6/16-17, 湘南国際村センター 国際会議場, 神奈川県)
- [74] 三宅淳, 田川聖一, 新岡宏彦, “人工知能ディープラーニングの医療への応用” 第 61 回 (平成 30 年度) 日本腎臓学

会学術総会 (2018/6/8-10, 朱鷺メッセ, ホテル日航新潟, 新潟県)

- [75] Tomo Osada, Marta P. Estarellas, Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, William J. Munro, and Kae Nemoto, “Floquet Gauge transformations and the dynamics of percolation in graphs: application to time crystals,” *Time Crystals and Related Phenomena*, Sep. 2019 (accepted).
- [76] Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni, “Movie script analysis based on a multilayer network,” *Net. Sci.*, May 2019 (accepted).
- [77] Benjamin Renoust, Haolin Ren, and Guy Melançon, “Animated drag and drop interaction for dynamic multi-dimensional graphs,” *IEEE PacificVis*, Apr. 2019 (accepted).
- [78] Benjamin Renoust, Ayaka Uesaka, Yuta Nakashima, Hajime Nagahara, and Yutaka Fujioka, “Faces in an archive of Buddhism pictures,” *CH119*, Feb. 2019.
- [79] Youssef Mourchid, Benjamin Renoust, Hocine Cherifi, and Mohammed El Hassouni, “Multilayer network model of movie script,” *Complex Networks, Complex Networks & Their Applications VII*, Dec. 2018.
- [80] Victor M. Bastidas, Benjamin Renoust, Kae Nemoto, and William J. Munro, “Ergodic-localized junctions in periodically-driven spin chains,” *Quantum Simulation and Quantum Walks (QSQW)*, Dec. 2018.
- [81] Haolin Ren, Benjamin Renoust, Marie-Luce Viaud, Guy Melançon, and Shin’ichi Satoh, “Exploring temporal communities in mass media archives,” *ACM Multimedia (ACM MM)*, Oct. 2018.
- [82] Haolin Ren, Benjamin Renoust, Marie-Luce Viaud, Guy Melançon, and Shin’ichi Satoh, “Generating visual clouds’ from multiplex networks for TV news archive query visualization” *IEEE International Conference on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI)*, Sep. 2018.
- [83] ヒトデータを用いる医学系研究における倫理的・法的手続きと、個人情報保護について. 山本奈津子生命医薬情報学連合大会 (IIBMP) 2018 年大会 (AMED スポンサーセッション「生命医薬情報学領域における倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) を考える」), 2018 年 9 月 19 日, 鶴岡.
- [84] オミクスデータの保護と利活用に関する法的・倫理的論点整理の取り組み. 山本奈津子日本人類遺伝学会第 63 回大会 (シンポジウム 14, ゲノム研究と医療に関する倫理的・法的・社会的課題), 2018 年 10 月 13 日, 横浜
- [85] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “ニューラル機械翻訳における事前並び替えの影響分析,” *言語処理学会 第 25 回年次大会*, pp. 1455-1458, Mar. 2019.
- [86] 野本英梨子, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “テキストに基づく単一オブジェクト画像生成における描画の高品質化,” *第 5 回自然言語処理シンポジウム*, Dec. 2018.
- [87] Yuki Kawara, Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Osaka university MT systems for WAT 2018: Rewarding, preordering, and domain adaptation,” *In Proc. the 5th Workshop on Asian Translation*, Dec. 2018.
- [88] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase, and Masaaki Nagata. “Word rewarding for adequate neural machine translation,” *In Proc. the 15th International Workshop on Spoken Language Translation*, pp. 14-22, Oct. 2018.
- [89] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “ニューラル機械翻訳における事前並び替え手法の効果の検証,” *NLP 若手の会 (YANS) 第 13 回シンポジウム*, Aug. 2018.
- [90] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, “医療ドメインにおける単語分散表現を用いた文単位の言い換え認識,” *NLP 若手の会 (YANS) 第 13 回シンポジウム*, Aug. 2018.
- [91] Chenhui Chu and Rui Wang, “A survey of domain adaptation for neural machine translation,” *In Proc. the 27th International Conference on Computational Linguistics*, pp. 1304-1319, Aug. 2018.
- [92] Yuki Kawara, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Recursive neural network based preordering for English-to-Japanese machine translation,” *In Proc. the ACL 2018 Student Research Workshop*, pp. 21-27, Jul. 2018.

- [93] 竹林佑斗, Chenhui Chu, 荒瀬由紀, 永田昌明, “ニューラル機械翻訳における単語予測の重要性について,” 2018 年度人工知能学会全国大会, Jun. 2018.
- [94] 上阪彩香, 「数量分析を用いた近世浮世草子における著者判別の試み」, Sixth International Conference at Feng China University Exploring the Uncharted Territories: Foreign Languages and Literature Teaching in Taiwan and Southeast Asia, pp.139-152, Feng Chia University(Taiwan), 2018 (査読有)
- [95] Ayaka Uesaka, Verifying the Authorship of Saikaku Ihara’s Arashi ha Muji ō Monogatari Using a Quantitative Approach, Japanese Association for Digital Humanities 2018: Conference Abstracts. Tokyo: Hitotsubashi-Hall, pp.171~174, 2018 (査読有)
- [96] Ayaka Uesaka, Authorship analysis Ihara Saikaku and his environment, Digitale Japanologie Frankfurt Digital Approaches: Episode III, Johann Wolfgang Goethe University Frankfurt, 2018 (Invited talk)
- [97] 上阪彩香, 「著者判別分析における形態素解析辞書選択」, 日本行動計量学会, 於慶応義塾大学, 2018
- [98] Bor Hodošek and Ayaka Uesaka, Issues in high- and lowbrow classification of Japanese literature, Osaka-Würzburg Collaborative Workshop: Cross-Linguistic Perspectives on Lexical Diversity in Literary Texts, Osaka university(Japan), 2018
- [99] Yichao Xu, “Transparent Object Segmentation in a Light-field Image” , Handai IDS-JFLI joint Workshop on Media and Graphics, May 2018, Osaka, Japan.
- [100] Yichao Xu, “Light Field Vision for Transparent Object Segmentation”, The Workshop of Artificial Intelligence and Its Applications on Next Generation of Internet of Things, August 2018, Kitakyushu, Japan
- [101] Matthew J. Holland, “Robust descent using smoothed multiplicative noise,” International Conference on AI and Statistics (AISTATS 2019), Apr. 2019.
- [102] Matthew J. Holland, “Classification using margin pursuit,” International Conference on AI and Statistics (AISTATS 2019), Apr. 2019.
- [103] 梶原智之. “負の語彙制約に基づくニューラル言い換え生成” 言語処理学会第 25 回年次大会, pp.691-694, Aichi, Japan, 2019.
- [104] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “BERT を用いた機械翻訳の自動評価” 言語処理学会第 25 回年次大会, pp.590-593, Aichi, Japan, 2019.
- [105] 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度と部分文字列を用いた未知語分散表現の生成手法” 言語処理学会第 25 回年次大会, pp.1049-1052, Aichi, Japan, 2019.
- [106] Kazuki Ashihara, Tomoyuki Kajiwara, Yuki Arase, Satoru Uchida. “Contextualized Word Representations for Multi-Sense Embedding” In Proceedings of the 32nd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 32), Hong Kong, 2018.
- [107] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “RUSE: Regressor Using Sentence Embeddings for Automatic Machine Translation Evaluation” In Proceedings of the Third Conference on Machine Translation (WMT 18), pp.751-758, Brussels, Belgium, 2018.
- [108] 芦原和樹, 梶原智之, 荒瀬由紀, 内田諭. “依存構造に基づく単語から語義の分散表現への細分化” 情報処理学会第 237 回自然言語処理研究会, pp.1-7, Hokkaido, Japan, 2018.
- [109] 西原大貴, 梶原智之, 荒瀬由紀. “テキスト平易化における難易度の制御” NLP 若手の会第 13 回シンポジウム, P02, Kagawa, Japan, 2018.
- [110] 大橋空, 高山隼矢, 梶原智之, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. “医療ドメインにおける単語分散表現を用いた文単位の言い換え認識” NLP 若手の会第 13 回シンポジウム, P06, Kagawa, Japan, 2018.
- [111] 嶋中宏希, 梶原智之, 小町守. “RUSE: 文の分散表現を用いた回帰モデルによる機械翻訳の自動評価” NLP 若手の会第 13 回シンポジウム, P16, Kagawa, Japan, 2018.

- [112] 五十川真生, 梶原智之, 荒瀬由紀. “大域的な類似度を考慮した未知語分散表現” NLP 若手の会第 13 回シンポジウム, P21, Kagawa, Japan, 2018.
- [113] 三浦びわ, 梶原智之, 荒瀬由紀. “スタイル変換のためのリファレンスなし教師あり学習” NLP 若手の会第 13 回シンポジウム, P39, Kagawa, Japan, 2018.
- [114] Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Complex Word Identification Based on Frequency in a Learner Corpus” In Proceedings of the 13th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA 13), pp.195-199, New Orleans, USA, 2018.
- [115] Masahiro Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMU System for SLAM-2018” In Proceedings of the 13th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA 13), pp.365-369, New Orleans, USA, 2018.
- [116] Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Metric for Automatic Machine Translation Evaluation based on Universal Sentence Representations” In Proceedings of the NAACL 2018 Student Research Workshop (NAACL 2018 SRW), pp.106-111, New Orleans, USA, 2018.
- [117] 高田理功, 梶原智之, 奥村紀之. “再現が容易な単語の平易化判定手法” 人工知能学会第 32 回全国大会, pp.1-4, Kagoshima, Japan, 2018.
- [118] J.Chan, J.A. Lee, K, Qian. “Real-Time Texture-less Object Recognition on Mobile Devices.” 2018 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR). IEEE, 2018.
- [119] J.Chan, J.A. Lee, K, Qian. “Robust and efficient techniques for texture-less object recognition.” 2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT). IEEE, 2018.
- [120] Sudhakar Kumawat, Manisha Verma, and Shanmuganathan Raman, “LBVCNN: Local binary volume convolutional neural network for facial expression recognition from image sequences” , in the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) - 9th International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures (AMFG), Long Beach, US, Jun. 16-20, 2019.
- [121] Manisha Verma, Ramyani Ghosh and Shanmuganathan Raman, “Saliency Driven Video Motion Magnification”, 6th National Conference on Computer Vision, Pattern Recognition, Image Processing and Graphics (NCVPRIPG), pp. 89-100, Mandi, India, 2018.
- [122] Manisha Verma, and Shanmuganathan Raman, “Edge-Aware Spatial Filtering-Based Motion Magnification.” International Conference on Computer Vision & Image Processing (CVIP), pp. 117-128, Roorkee, India, 2018.
- [123] Manisha Verma and Shanmuganathan Raman, “Interest Region based Motion Magnification”, 19th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP), Lecture Notes in Computer Science, Springer, vol. 10484, pp. 27-39, Catania, Italy, 2017.
- [124] Noa Garcia, George Vogiatzis (2018). How to Read Paintings: Semantic Art Understanding with Multi-Modal Retrieval. In: ECCV Workshops, pp. 676-691.
- [125] Noa Garcia, George Vogiatzis (2018). Asymmetric Spatio-Temporal Embeddings for Large-Scale Image-to-Video Retrieval. In: BMVC, pp. 1-13.
- [126] Noa Garcia (2018). Temporal Aggregation of Visual Features for Large-Scale Image-to-Video Retrieval. In: ICMR, pp. 489-492.
- [127] T. Fukushima, “First-principles design of ferromagnetic phase change materials, 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solid (PASPS-10), 2018
- [128] T. Fukushima, “Theoretical prediction of maximum Curie temperatures of Fe-based dilute magnetic semiconductors by first-principles calculations” American Physical Society 2019
- [129] 福島鉄也, “Materials Design of Magnetic Materials” , PCoMS シンポジウム & 計算物質科学スーパーコンピュー

タ共用事業報告会 2018, 2018

- [130] 福島鉄也, “First-principles investigations of high entropy alloys by all-electron order-N screened KKR Green’s function method”, NIMS 第 35 回 MaDIS 研究交流会, 2018
- [131] 丹羽真隆, 村松大吾, 榎原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得 ～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 信学技報, Vol. 117, No. 164, pp. 77-82, 2017
- [132] 丹羽真隆, 村松大吾, 榎原靖, 八木康史, “大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得 ～大阪大学産業科学研究所での実施例～”, 第 7 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2017), S4-27, pp. 1-2, 2017
- [133] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2018). Subspace clustering for functional data, The 2nd International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta2018).
- [134] Terada, Y. and Yamamoto, M. (2018). Subspace clustering for functional data, The 314th meeting of Hiroshima Statistics Study Group.
- [135] 寺田吉壺, 山本倫生, 関数データに対する部分空間クラスタリング法とその性質, 2018 年度統計関連学会連合大会.
- [136] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. Whole-brain analysis of the NMDA receptor antagonist-induced neuronal activation in mice using high-speed and high-resolution imaging system FAST. Cold Spring Harbor Asia Conference, Advances in Optical Imaging of Living Cells & Organisms: Focus on the Brain, 2018
- [137] 勢力薫, 笠井淳司, 丹生光咲, 田沼将人, 五十嵐久人, 中澤敬信, 山口瞬, 井上謙一, 高田昌彦, 橋本均. 高精細全脳イメージング技術 FAST の開発と精神疾患モデルマウスの病態解析. 第 68 回日本薬学会近畿支部総会・大会, 2018
- [138] Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T, Hashimoto H. Microscopic whole-brain imaging in rodents and non-human primates. 革新脳国際シンポジウム ISBM2019, 2019
- [139] 藤岡穰, “日本における三国時代金銅仏の新発見,” The Academia Koreana International Conference, Reconsidering Korean Art: Identity and Aesthetics, 啓明大学, 2018.
- [140] “Fifty thousand Buddha faces: A big data take on an art history project,” Benjamin Renoust, Handai-IDS JFLI Workshop on Media and Graphics, May 2018.
- [141] 谷川千尋, Chonho Lee, Jae-yeon Lim, 山城 隆, 側面位頭部 X 線規格写真における計測点の自動認識を行う AI システムの開発, 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018 年 10 月
- [142] Tanikawa C, Akcam MO, Takada K., “Quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice: two cases of Class III and jaw deviation underwent orthognathic surgeries”, 2018 AAO Annual Session, Walter E. Washington Convention Center, Washington, DC, May 3-8, 2018. 2018 年 5 月
- [143] 谷川千尋, 犬伏俊博, 相川友直, 新宅優子, 町博之, 野崎一徳, 南部恵理子, 中本将嗣, 岡綾香, 古郷幹彦, 山城隆, 大阪大学歯学部附属歯科技工士学校における 3D デジタルサージェリー実習の取り組み, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 158-158 2018 年 5 月
- [144] 新宅優子, 谷川千尋, 相川友直, 山城隆, 古郷幹彦. 上下顎移動術を行った顎変形症患者における三次元顔面形態変化のパターン化, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 190-190 2018 年 5 月
- [145] 田中晋, 相川友直, 新宅優子, 伊藤慎将, 谷川千尋, 山城隆, 古郷幹彦, 口唇裂・口蓋裂治療における外科矯正手術について, 日本顎変形症学会雑誌 28(2) 68 - 69 2018 年 5 月
- [146] 谷川千尋, 山城隆, 矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発, 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018 年 10 月
- [147] 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, Lee Chonho, 山城隆, 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence (AI) の開発, 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集 2018 年 10 月

- [148] Hori Y, “Chemical Probes with Fluorogenic Switch for Imaging Modified Protein and DNA”, Institute for Protein Research International Seminar “Frontiers in Peptide Science 2018”, Suita, Japan, Dec. 8, 2018 (招待講演).
- [149] Kikuta J, “In vivo visualization of osteoclastic bone resorption”, Japan Imaging Conference, Tokyo, Japan, Oct. 13, 2018 (招待講演)
- [150] 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. ニューラル機械翻訳における事前並び替えの影響分析. 言語処理学会 第 25 回年次大会, pp.1455-1458, (2019.3).
- [151] Yuki Kawara, Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, and Yuki Arase, “Osaka university MT systems for WAT 2018: Rewarding, preordering, and domain adaptation,” In Proc. the 5th Workshop on Asian Translation, Dec. 2018.
- [152] Yuto Takebayashi, Chenhui Chu, Yuki Arase, and Masaaki Nagata, “Word rewarding for adequate neural machine translation,” In Proc. the 15th International Workshop on Spoken Language Translation, pp. 14-22, Oct. 2018.
- [153] Chenhui Chu and Rui Wang, “A survey of domain adaptation for neural machine translation,” In Proc. the 27th International Conference on Computational Linguistics, pp. 1304-1319, Aug. 2018.
- [154] Yuki Kawara, Chenhui Chu, and Yuki Arase. “Recursive neural network based preordering for English-to-Japanese machine translation,” In Proc. the ACL 2018 Student Research Workshop, pp. 21-27, Jul. 2018.
- [155] 竹林 佑斗, Chenhui Chu, 荒瀬 由紀, 永田 昌明. “ニューラル機械翻訳における単語予測の重要性について,” 2018 年度人工知能学会全国大会, Jun. 2018.
- [156] T. Fukushima, “First-principles design of ferromagnetic phase change materials, 10th International School and Conference on Physics and Applications of Spin Phenomena in Solid (PASPS-10), 2018
- [157] T. Fukushima, “Theoretical prediction of maximum Curie temperatures of Fe-based dilute magnetic semiconductors by first-principles calculations” American Physical Society 2019
- [158] 福島鉄也, “Materials Design of Magnetic Materials”, PCoMS シンポジウム & 計算物質科学スーパーコンピュータ共用事業報告会 2018, 2018
- [159] 福島鉄也, “First-principles investigations of high entropy alloys by all-electron order-N screened KKR Green’s function method”, NIMS 第 35 回 MaDIS 研究交流会, 2018
- [160] 内田敦之, 宮坂房千加, 下田吉之, “データ分析と熱負荷・エネルギーシミュレーションを用いた大学施設の建物改修工事における熱負荷削減効果の検証”, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (2018.9.12~14) CD-ROM, pp13-16
- [161] 内田敦之, 下田吉之, 宮坂房千加, “代表建物モデルを用いた大学キャンパスのエネルギー需要予測”, 第 35 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集 (2019.1.29-30), CD-ROM, pp586-591
- [162] H. Nagatomo, S. Hirayama, Y. Matsushita, “Real-time sensing of laser ablation plasma using deep learning system”, OPTIC & PHOTONICS International Congress 2019, April 22-26, Yokohama Japan (口頭発表予定)
- [163] 岩崎昌子, 森川滉己, 山村晴菜, J. Strube, J. Brau, A. Steinhebel, M. Breidenbac, “機械学習を用いた SiD 測定器電磁カロリメータエネルギー較正の開発,” 日本物理学会第 74 回年次大会, 14pK209-1, Mar. 2019.
- [164] 中島悠太, “情報学と物理学のクロスオーバー,” 日本物理学会第 74 回年次大会 16pK305-9, Mar. 2019.
- [165] 加藤隆史, “深睡眠による活性化,” 第 7 回大阪大学 COI シンポジウム, Oct. 2018.
- [166] 城田愛, 後野光覚, 上村真代, 原木真吾, 辻阪亮子, 谷池雅子, 加藤隆史, “若年成人の終夜ポリグラフ記録における第一夜効果,” 第 10 回日本臨床睡眠医学会学術集会, Oct. 2018.
- [167] 天羽康介, 若林一道, 木林博之, 酒井英樹, 中村隆志, 矢谷博文, “審美歯科修復における光学的シミュレーション解析 一第 3 報 歯冠形態モデルにおける光線経路解析一”, 第 9 回日本デジタル歯科学会学術大会, 平成 30 年 4

月 14 日, 15 日, 盛岡

- [168] 天羽康介, 若林一道, 中村隆志, 矢谷博文, “審美歯科修復における光学的シミュレーションの解析 —第 4 報 シミュレーション結果と実測との比較—”, 日本色彩学会第 49 回全国大会, 平成 30 年 6 月 2 日, 3 日, 大阪
- [169] Amo K., Wakabayashi K., Sakai H., Kibayashi H., Nakamura T., Yatani H., “In silico optical analysis of dental esthetic restorations”, 4th Annual Meeting International Academy for Digital Dental Medicine, Dec 10-11, Sh

(3) 著書

- [1] 国立国会図書館 調査及び立法考査局, 科学技術に関する調査プロジェクト 2018 報告書「生体認証技術の動向と活用」, 2019 年 3 月
- [2] 三宅淳, 大東寛典, 新岡宏彦, 朴啓彰, “人工知能・深層学習の医学応用”, Brain and Nerve 2019 年 01 月号 (通常号) (Vol.71 No.1) 特集 人工知能の医療応用 Update
- [3] 三宅淳, 田川聖一, 新岡宏彦, “ディープラーニングの医療応用に向けた期待”, インナービジョン 2018 年 7 月号
- [4] Marie-Luce Viaud, Agnès Saulnier, Nicolas Hervé, Benjamin Renoust, and Jérôme Thièvre, “OTMedia : outils de fouille multimodale transmedia de l’actualité” (“OTMedia: Tools for multimodal transmedia search of news”) In En quête d’archives: bricolages méthodologiques en terrains médiatiques, Sarah Lécossais et Nell Quenemer, Ina Editions, Apr. 2018.
- [5] David Auber, Romain Bourqui, Maylis Delest, Antoine Lambert, Patrick Mary, Guy Melaçon, Bruno Pinaud, Benjamin Renoust, and Jason Vallet, “Tulip 5,” In Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining, Springer, 2018, ISBN 978-1-4939-7132-9.
- [6] 「生命倫理と生物科学」山本奈津子『新しい生物科学』(弥益恭, 中尾啓子, 野口航共編, 培風館) 第 13 章 2018 年 5 月 11 日発行
- [7] Using Comparable Corpora for Under-Resourced Areas of Machine Translation. Inguna Skadiņa, Robert Gaizauskas, Bogdan Babych, Nikola Ljubešić, Dan Tufiş, Andrejs Vasiljevs (edited) (担当:分担執筆, 範囲: Chenhui Chu, Toshiaki Nakazawa and Sadao Kurohashi, Chapter 7.3: Chinese-Japanese Parallel Sentence Extraction from Quasi-Comparable and Comparable Corpora), Springer, (2018 .11).
- [8] 肥田路美, 藤岡穰, 濱田瑞美ほか『アジア仏教美術論集 東アジアⅡ 隋・唐』中央公論美術出版, 2019
- [9] Tanikawa C, Akcam O, Takada K, quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice, Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery in press Apr 2019
- [10] Tanikawa C, Lee D, Oonishi Y, Haraguchi S, Aikawa T, Kogo M, Yamashiro T, The elimination of dental crowding and development of a proper dental arch by Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis for a patient with UCLP, The Cleft Palate-Craniofacial Journal 1055665618821831-in press Jan 2019
- [11] Oka A, Tanikawa C, Kurosaka H, Yamashiro T. Adult patient with bilateral cleft lip and palate treated using bone graft followed by lateral distraction: A case report. ORTHODONTIC WAVES 77(4) 232-239 Dec 2018.
- [12] Tanikawa C, Hirata K, Aikawa T, Maeda J, Kogo M, Iida S, Yamashiro T. Efficacy of Maxillary Anterior Segmental Distraction Osteogenesis in Patients With Cleft Lip and Palate. The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association 55(10) 1375-1381 Nov 2018.
- [13] Tanikawa C, Takada K. Test-retest reliability of smile tasks using three-dimensional facial topography. The Angle orthodontist 88(3) 319-328 May 2018
- [14] 菊田順一, 石井優. 骨関節破壊の生体イメージング. リウマチ科 60(4):442- 446, 2018.

- [15] 菊田順一, 石井優. 骨の画像診断. *Loco CURE* 4(4):312-317, 2018.
- [16] “Python と実例で学ぶ機械学習 識別・予測・異常検知,” (4章 睡眠データの解析), 福井健一(著), オーム社, Nov. 2018年11月.

(4) 産業財産権

- [1] 諸岡健一, 倉爪亮, 宮内翔子, 長原一, 中島悠太, 浦西友樹, 大野英治, “三次元形状情報生成装置, 細胞判定システム”, 特願 2019-002165
- [2] 長原一, 大河原忠, 吉田道隆, “動画像処理方法及び動画像処理装置”, 特願 2019-001491
- [3] 福井健一, 呉洪榮, 加藤隆史, 沼尾正行, “睡眠の質判定システム, 睡眠の質モデル作成プログラム, および, 睡眠の質判定プログラム,” PCT 国際出願, 2018年8月7日.

(5) その他

- [1] Hajime Nagahara, “Computational photography using programmable sensors”, International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems, Nov., 2018, Tokyo, Japan, Invited talk
- [2] Hajime Nagahara, “Coded Computational Photography”, Korea-Japan workshop on Digital Holography and Information Photonics, Dec., 2018, Osaka, Japan, Keynote talk
- [3] Hajime Nagahara, “Coded Computational Photography”, International Workshop on Advanced Image Technology, Jan., 2019, Singapore, Keynote talk
- [4] Hirohiko Niioka, NVIDIA DLI (Deep Learning Institute) Certificated Instructor の資格を取得
- [5] Benjamin Renoust, Toshihiko Yamasaki, and Yusuke Matsui, 「ACM Multimedia (ACMMM) 2018 参加報告」 “Report on ACMMM 2018,” ITE IPSJ Mar. 2019.
- [6] “Interacting with multilayer networks,” Dagstuhl Seminar 19061 on Visual Analytics of Multilayer networks, Feb. 7, 2019.
- [7] “Fifty thousand Buddha faces: A big data take on an art history project,” Handai-IDS JFLI Workshop on Media and Graphics, May 5, 2018.
- [8] “A Journey to multimedia analytics,” The Second China-Japan Joint Visualization Workshop, Apr. 10, 2018.
- [9] 「生体認証技術の動向と活用」(山本奈津子担当: 第1部 III, 第4部(共著)). 科学技術に関する調査プロジェクト 2018 報告書 調査資料 2018-6 (国会図書館調査及び立法考査局編集, 国会図書館), 2019年3月29日発行
- [10] Chenhui Chu, “ニューラル機械翻訳における分野適応の最先端,” 日本通訳翻訳学会第19回年次会, 招待講演, Set. 2018.
- [11] 上阪彩香, 「日本行動計量学会」, よろん, 日本世論調査協会報, 第122号, pp.15~16, ISSN 2189-4531, 2018 (依頼原稿)
- [12] 言語処理学会 2018 年度最優秀論文賞梶原智之, 小町守: 平易なコーパスを用いないテキスト平易化
- [13] NLP 若手の会第13回シンポジウム奨励賞三浦びわ, 梶原智之, 荒瀬由紀: スタイル変換のためのリファレンスなし教師あり学習
- [14] WMT-18 の Metrics Shared Task に参加し, 全7言語対で1位 Hiroki Shimanaka, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “RUSE: Regressor Using Sentence Embeddings for Automatic Machine Translation Evaluation”
- [15] BEA-13 の Shared Task on Complex Word Identification に参加し, 12トラック中の5トラックで1位 Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “Complex Word Identification Based on Frequency in a Learner Corpus”
- [16] BEA-13 の Shared Task on Second Language Acquisition Modeling に参加し, 15チーム中の4位 Masahiro

Kaneko, Tomoyuki Kajiwara, Mamoru Komachi. “TMU System for SLAM-2018”

- [17] 勢力薫, 高精細全脳イメージング技術 FAST の開発と精神疾患モデルマウスの病態解析. 平成 30 年度日本薬学会近畿支部奨励賞
- [18] 橋本均. 脳疾患の病態解析と創薬に向けたアンバイアス全脳イメージング, 第 92 回日本薬理学会年会 特別講演, 2019
- [19] Hashimoto H, Seiriki K, Kasai A, Nakazawa T. High-speed and high-resolution whole-brain imaging system FAST (block-face serial microscopy tomography). Cold Spring Harbor Asia Conference, Advances in Optical Imaging of Living Cells & Organisms: Focus on the Brain, 2018
- [20] 橋本均. 高速・高拡張性全脳イメージングシステム FAST: アンバイアスで仮説フリーに脳内のシンギュラリティを検出する手法へ. 第 56 回日本生物物理学会年会, 2018
- [21] 谷川千尋, 日本矯正歯科学会 優秀賞受賞「矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発」
- [22] Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging and Artificial Intelligence in Orthodontics, Bioforum@Dental School, Okayama University, June 8, 2018
- [23] 堀雄一郎 「化学で生命科学に挑む ―出会いから生まれた新技術」, 平成 30 年度きのくに科学オリンピック, 和歌山, 2018 年 11 月 11 日 (招待講演)
- [24] Chenhui Chu. ニューラル機械翻訳における分野適応の最先端. 日本通訳翻訳学会第 19 回年次会, 招待講演,(2018.9)
- [25] 福井健一, “人工知能による良質な睡眠の解析技術～「いびき, 歯ぎしり, 体動」の音から睡眠の特徴を分析する～,” 人工知能の導入による生産性, 効率性の向上, 新製品開発への活用, 技術情報協会, pp. 259-268, 2018.
- [26] 福井健一, “睡眠環境音に基づく睡眠個性の可視化と良否判別,” 大阪大学新技術説明会, JST 東京本部 (東京), Feb. 2019.
- [27] 福井健一, “睡眠環境音に基づく睡眠個性の可視化と良否判別,” 阪大と始めるビッグデータ共創, グランフロント大阪 (大阪), Feb. 2019.
- [28] 最優秀賞: 天羽康介, 若林一道, 木林博之, 酒井英樹, 中村隆志, 矢谷博文, “審美歯科修復における光学的シミュレーション解析 ―第 3 報 歯冠形態モデルにおける光線経路解析―”, 第 9 回日本デジタル歯科学会学術大会, 平成 30 年 4 月 14 日, 15 日, 盛岡
- [29] 発表奨励賞: 天羽康介, 若林一道, 中村隆志, 矢谷博文, “審美歯科修復における光学的シミュレーションの解析 ―第 4 報 シミュレーション結果と実測との比較―”, 日本色彩学会第 49 回全国大会, 平成 30 年 6 月 2 日, 3 日, 大阪



大阪大学データバ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