# ANNUAL REPORT 2017

大阪大学データビリティフロンティア機構
Osaka University Institute for Datability Science

# 目次

巻頭言 ..... 2
1.　機構組織構成 ..... 3
2.　機構の活動概要 ..... 11
2.1. 運営 ..... 11
2.2. 予算 ..... 12
2.3. 学際共創研究活動概要 ..... 13
3.　学際共創プロジェクト ..... 14
4.　産学共創プロジェクト ..... 51
5.　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） ..... 52
6.　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 ..... 54
7.　教育 ..... 58
7.1. AI 人材教育プログラム（NEDO 講座） ..... 58
7.2. データ関連人材育成プログラム関西地区 6 大学コンソーシアム ..... 62
7.3. ダイキン AI 講座 ..... 62
8.　専任教員の研究活動 ..... 64
9.　国際連携 ..... 106
9.1. グローニンゲン ..... 106
9.2. HeKKSaGon ..... 107
9.3. 上海交通大・大阪大学ジョイントセミナー ..... 107
9.4. 日米デジタルイノベーション ..... 108
10. 広報活動 ..... 110
10.1. ウェブサイト構築 ..... 110
10.2. 物理インフォマティクスシンポジウム ..... 112
10.3. イノベーションストリーム ..... 113
10.4. First International Workshop on Symbolic Neural Learning (SNL-2017) ..... 114
11.　外部資金獲得状況 ..... 115
12.　研究業績 ..... 118

# 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利活用が，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．

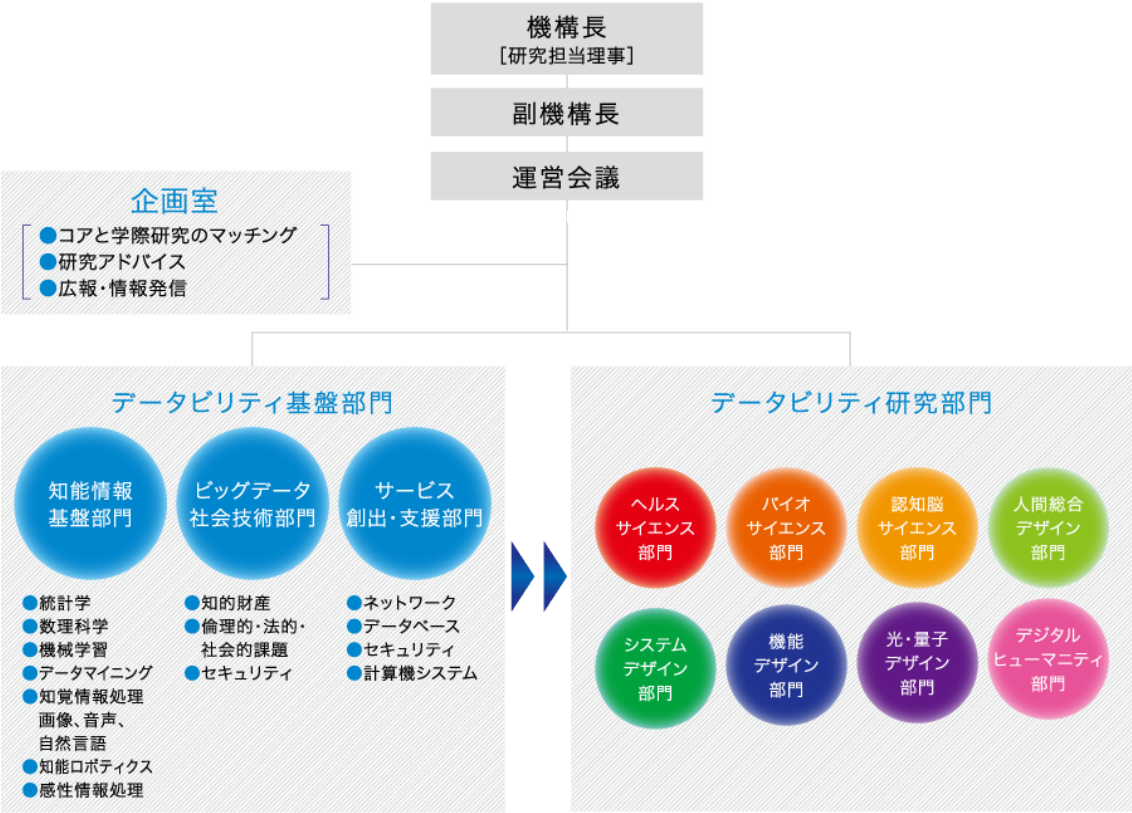
大阪大学では，「OUビジョン2021」の柱の一つである「オープンリサーチ」において，「データビリティ」つまり「利用可能な超大量データを将来にわたる持続可能性を保持しつつ責任をもって活用すること」により新たな科学の方法を探求し，既存の科学技術・学術の新たな地平を切り拓くと同時に新たな学際研究の基盤となることを掲げてきました．そして，これらの実現のため，平成28年4月に，全学の多様な分野において，高度なデータ利活用と知的価値創造の促進を目的として，データビリティフロンティア機構を設置しました．10部局から兼任教員が集まり，専任と合わせて123名が所属します．平成29年度，専任教員が15名加わり，データビリティ普及の臨戦態勢がまさに整いました．

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，Soceity5.0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．例えば，人材育成については，平成29年度の新規事業として，NEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）による特別講座「AIフロンティアコース」を平成29年10月から開講しました．社会人向けコースです．世界が求めるAI専門人材約100万人に対し，（ForbesJAPANの記事「2017グローバル人工知能人材白書」より），本コースは関西圏のAIリカレント教育として，人材育成に貢献しています．

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29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

# 1. 機構組織構成

データビリティフロンティア機構（IDS: Institute for Datability Science）の組織構成は，下図のとおりである．本機構は，データビリティ推進のための中心技術となる，データビリティ基盤部門（3部門）と，データビリティ基盤部門メンバーとの共創によりデータ駆動型研究を推進するための，データビリティ研究部門（8部門），および研究者マッチングや広報・情報発信を行う企画室とで構成される．




組織図（平成３０年3月31日現在）

<u>データビリティ基盤部門</u>

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 ビッグデータ社会技術部門
③ サービス創出・支援部門

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・社会的問題，環境リスク問題，知的財産問題を扱える教員からなり，個人情報やプライバシ問題など，社会との協働によるTransdisciplinary Researchにも取り組む．

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．

・教員組織（平成30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 |
| | | 特任研究員（常勤） | Jacob Chan |
| | | 特任研究員（常勤） | Xiaoxu He |
| | ビッグデータ社会技術部門 | 教授 | 岸本　充生 |
| | サービス創出・支援部門 | 教授 | 春本　要 |
| | | 特任研究員（常勤） | 石　芳正 |
| データビリティ研究部門 | ヘルスサイエンス部門 | 特任研究員（常勤） | Andrey Grushnikov |
| | 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 |

【兼任教員】

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| データビリティ基盤部門 | 知能情報基盤部門 | 経済学研究科 | 教授 | 大西　匡光 |
| | | 経済学研究科 | 教授 | 大屋　幸輔 |
| | | 経済学研究科 | 教授 | 谷﨑　久志 |
| | | 経済学研究科 | 教授 | 福重　元嗣 |
| | | 経済学研究科 | 准教授 | 松村　真宏 |
| | | 工学研究科 | 教授 | 馬場口　登 |
| | | 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 | 教授 | 鈴木　貴 |
| | | 基礎工学研究科 | 准教授 | 前　泰志 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 荒瀬　由紀 |
| | | 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 | 古崎　晃司 |
| | | 産業科学研究所 | 教授 | 駒谷　和範 |
| | | 産業科学研究所 | 教授 | 沼尾　正行 |
| | | 産業科学研究所 | 准教授 | 槇原　靖 |
| | | 産業科学研究所 | 准教授 | 村松　大吾 |
| | | 産業科学研究所 | 教授 | 鷲尾　隆 |
| | | サイバーメディアセンター | 教授 | 竹村　治雄 |
| | | サイバーメディアセンター | 講師 | 間下　以大 |
| | 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 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| データビリティ基盤部門 | 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 |
| | | 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 | 准教授 | 義久　智樹 |
| データビリティ研究部門 | ヘルスサイエンス部門 | 医学系研究科 | 教授 | 熊ノ郷　淳 |
| | | 医学系研究科 | 教授 | 西田　幸二 |
| | | 薬学研究科 | 教授 | 土井　健史 |
| | | 生命機能研究科 | 教授 | 髙島　成二 |
| | | 微生物病研究所 | 教授 | 飯田　哲也 |
| | 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 |
| | | 蛋白質研究所 | 教授 | 髙木　淳一 |
| | 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 |
| | 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 |
| | | レーザーエネルギー学研究センター | 教授 | 西村　博明 |
| | デジタルヒューマニティー部門 | 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　穣 |
| | | 工学研究科（附属図書館） | 教授 | 藤本　愼司 |
| | | 言語文化研究科 | 准教授 | 三宅　真紀 |
| 企画室 | | 経営企画オフィス | 特任学術政策研究員（常勤） | 池田　雅夫 |
| | | 経営企画オフィス | 学術政策研究員 | 菊田　隆 |

【協力教員】

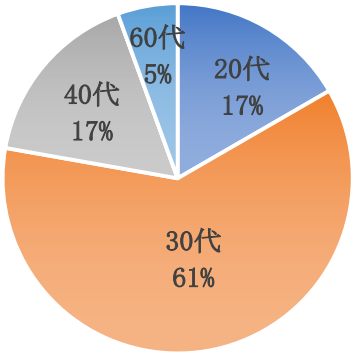
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| データビリティ基盤部門 | 知能情報基盤部門 | 工学研究科 | 助教 | 中村　和晃 |
| | | 工学研究科 | 准教授 | 新田　直子 |
| | | 基礎工学研究科 | 助教 | 安積　卓也 |
| | | 基礎工学研究科 | 准教授 | 岩井　大輔 |
| | | 基礎工学研究科 | 講師 | 金澤　尚史 |
| | | 基礎工学研究科 | 講師 | 鎌谷　研吾 |
| | | 基礎工学研究科 | 准教授 | 川村　新 |
| | | 基礎工学研究科 | 准教授 | 黒田　嘉宏 |
| | | 基礎工学研究科 | 助教 | 酒田　信親 |
| | | 基礎工学研究科 | 助教 | 関　宏理 |
| | | 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 | 助教 | 吉田　大海 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 梅谷　俊治 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 奥原　浩之 |
| | | 情報科学研究科 | 助教 | 瀬尾　茂人 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 竹中　要一 |
| | | 情報科学研究科 | 助教 | 畠中　利治 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 前川　卓也 |
| | | 産業科学研究所 | 助教 | 大倉　史生 |
| | | 産業科学研究所 | 准教授 | 河原　吉伸 |
| | | 産業科学研究所 | 特任准教授（常勤） | 清水　昌平 |
| | | 産業科学研究所 | 助教 | 杉山　麿人 |
| | 知能情報基盤部門 | 産業科学研究所 | 助教 | 武田　龍 |
| | | 産業科学研究所 | 准教授 | 福井　健一 |
| | | 産業科学研究所 | 助教 | 満上　育久 |
| | サービス創出・支援部門 | 情報科学研究科 | 准教授 | 石原　靖哲 |
| | | 情報科学研究科 | 助教 | 内山　彰 |
| | | 情報科学研究科 | 准教授 | 山口　弘純 |
| | | 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 | 准教授 | 伊達　進 |
| | | サイバーメディアセンター | 助教 | 樽谷　優弥 |
| | | サイバーメディアセンター | 准教授 | 長谷川　剛 |
| | | 経営企画オフィス | 准教授 | 廣森　聡仁 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| データビリティ研究部門 | 認知脳サイエンス部門 | 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 | 助教 | 小川　浩平 |

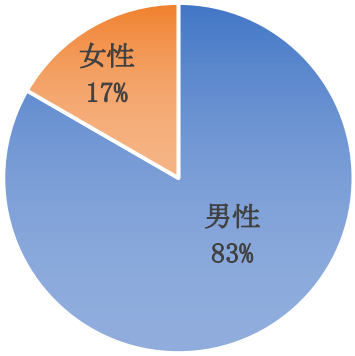
【補佐員】

| | | |
|---|---|---|
| 派遣職員（事務補佐） | パーソルテンプスタッフ株式会社 | 仲埜　梨沙 |
| | パーソルテンプスタッフ株式会社 | 井關　敦子 |
| | 株式会社パソナ | 梶原　悦子 |
| 技術補佐員 | データビリティ研究部門・人間総合デザイン部門 | 清見　弘美 |
| | | 山道　幸子 |
| | | 吉村　由記 |
| | | 五十嵐　信乃 |
| | | 西村　順子 |
| | | 森川　有美子 |
| | | 宮武　尚美 |
| | | 井上　ともみ |
| | | 松本　佳子 |
| | | 入江　洋子 |
| | | 飯山　亜弥 |
| | | 大河内　良美 |
| | | 井口　美香 |

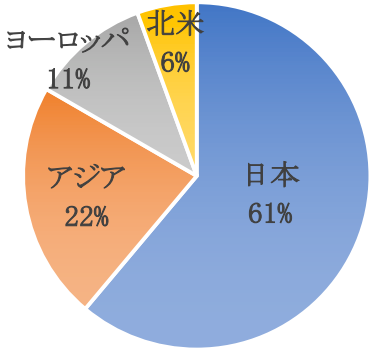
・専任教員の構成




年齢

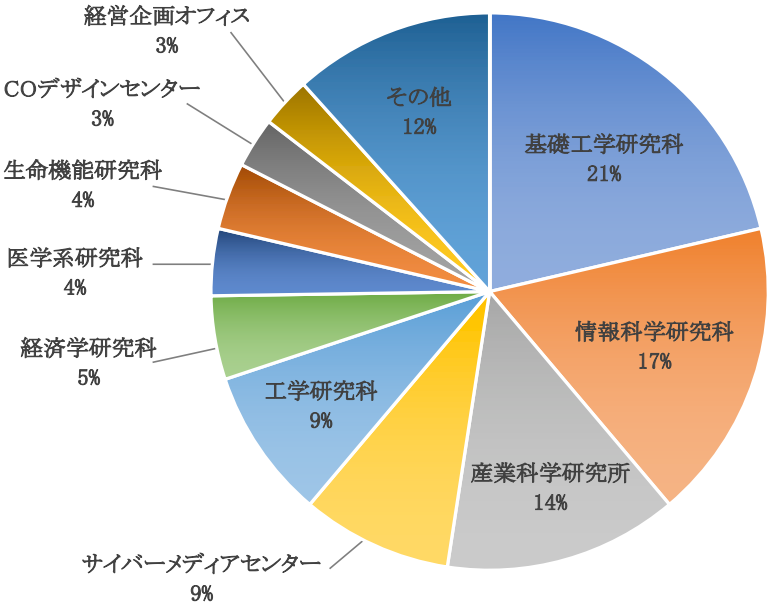



性別




国籍

・兼任/協力教員の所属



# 2. 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，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

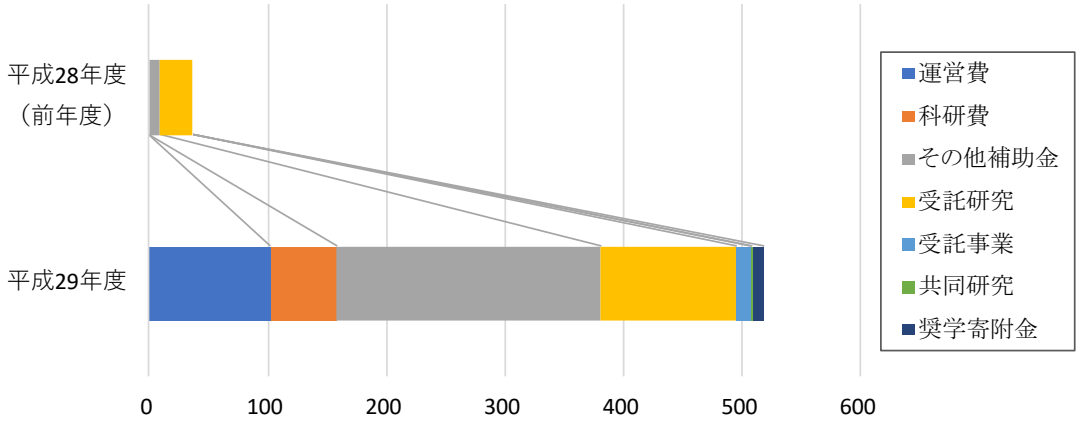
【運営会議】

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 |
| 知能情報基盤部門 | データビリティフロンティア機構 | 教授 | 長原　一 |
| ビッグデータ社会技術部門 | データビリ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 | データビリ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　穣 |
| 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 |

## 2.2. 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．前年度（平成28年度）からの予算の推移は以下のとおりである．

| 予算 | 前年度（平成28年度） | | 平成29年度 | |
|---|---|---|---|---|
| | 金額（円） | 件数 | 金額（円） | 件数 |
| 運営費交付金 | 0 | 0 | 102,008,000 | 1 |
| 科学研究費助成事業 | 0 | 0 | 56,316,521 | 12 |
| その他補助金 | 9,000,000 | 1 | 222,163,000 | 4 |
| 受託研究 | 27,700,000 | 4 | 114,579,522 | 12 |
| 受託事業 | 0 | 0 | 12,500,000 | 5 |
| 共同研究 | 0 | 0 | 999,600 | 2 |
| 奨学寄附金 | 0 | 0 | 9,469,522 | 4 |
| 合計 | 36,700,000 | 5 | 518,036,165 | 40 |

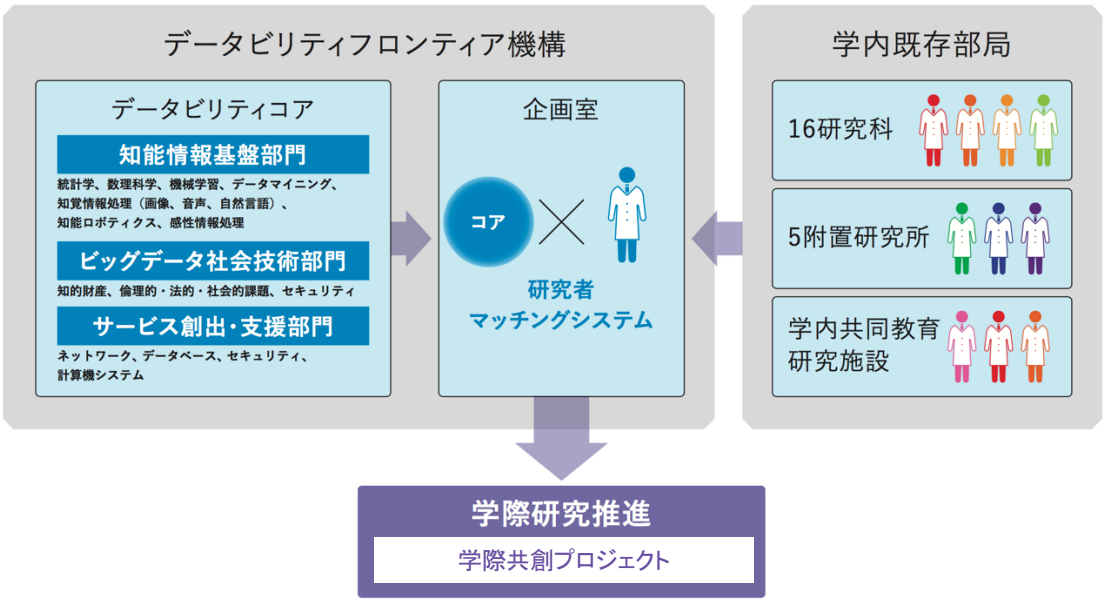



単位（百万円）

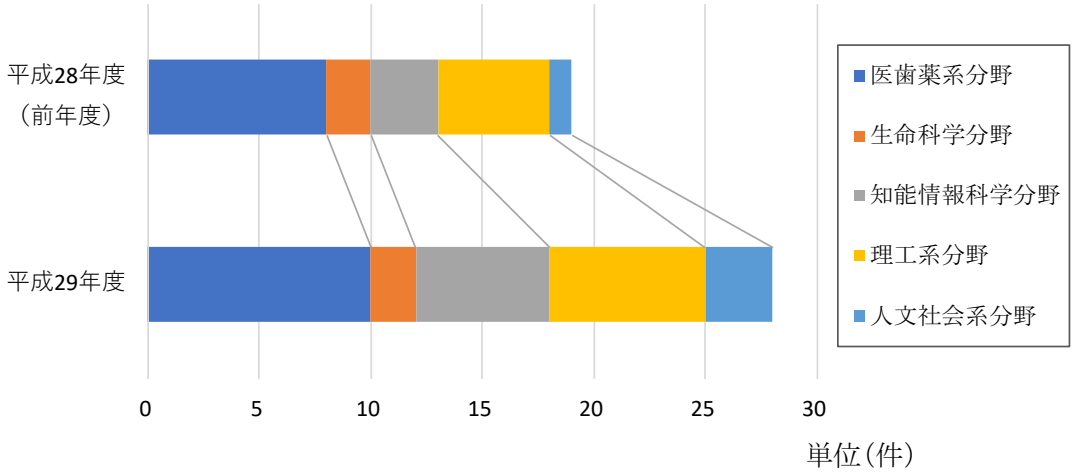
予算の推移

## 2.3. 学際共創研究活動概要

IDS所属研究者および学内既存部局の研究者をマッチングさせるシステムに基づき，学際共創プロジェクト成立のためのコーディネートを実施した．




平成28年度においては，医歯薬系分野8件，生命科学分野2件，知能情報科学分野3件，理工系分野5件および人文社会系分野1件の合計19件のプロジェクトが成立した．その後，平成29年度にかけて，医歯薬系分野10件，生命科学分野2件，知能情報科学分野6件，理工系分野7件，人文社会系分野3件の合計28件へとさらなる組織化を進めている．なお，平成29年度には学際共創プロジェクトを対象として総額3,200万円の研究活動費配分を実施した．




学際共創プロジェクトの推移

## 3. 学際共創プロジェクト

平成29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 | 坂田，三善（医），<br>鈴木，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 | 坂田，三善（医），<br>鈴木，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 | 山下（KOTAIバイオテクノロジーズ），<br>沼尾，福井（産研） |
| | 放射線画像自動診断の研究 | 松村, 杉本, 和田, 真鍋, 富山（医），<br>武田（医病），<br>青木，Grushnikov（産研），<br>長原，中島，Chu（IDS） |
| | 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），<br>酒井（大市大），松下（情報），<br>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），<br>福井，沼尾（産研） |
| | 統計数理科学による心筋病理組織画像の新しい統計的推測方法の確率 | 坂田（医），内田（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の強化 | Standley（微研，IFReC），<br>山下（KOTAI バイオテクノロジーズ），<br>松田，瀬尾（情報） |
| | 頭蓋内脳波及びMEGのビッグデータ | 柳澤（MEI），内田，前（基礎工） |
| | 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，渡邉，富山（医），<br>新岡，長原，中島（IDS），<br>三宅（国際医工情報センター） |

| 部門 | 題目 | メンバー |
|---|---|---|
| バイオサイエンス部門・生命システム領域 | 全組織細胞イメージング／分子病態解析 | 橋本（薬），長原，中島（IDS） |
| | イメージングデータ駆動型ライフイノベーション | 菊田（医），堀（工），瀬尾（情報） |
| 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），<br>内田，寺田（基礎工） |
| | スマートキャンパス情報基盤の構築／TrustedEnvelopの構築 | 下條（CMC），春本（IDS） |
| | スマートシティプロジェクト | 八木，春本，岸本，丹羽（IDS），<br>馬場口（工），槇原，村松（産研），<br>平川，八木（CO），下條（CMC），<br>東野（情報） |
| | アパレル通販向けの身体サイズ推測 | 下條（CMC），槇原，大倉（産研） |
| | 打つ前にわかる，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），<br>下條，Lee，吉川（CMC） |
| | 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，黒坂，清水（歯），<br>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 | 環境イノベーション | 下田，山口，松岡（工），<br>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），<br>沼尾，福井（産研），下條（CMC） |
| | スパコンを用いたビッグデータの機械学習・解析の高速化 | 豊田（理），古谷（科学機器リノ），<br>沼尾，福井（産研），下條（CMC） |

| 部門 | 題目 | メンバー |
|---|---|---|
| 機能デザイン部門 | マテリアルズ・インフォマティクス | 小口(産研), 福島(基礎工・INSD), 佐藤（工), 鷲尾（産研） |
| | 先端センシングデバイス： PU Classi-ficationによるナノデバイス出力信号からのDNA塩基パルスの抽出 | 鷲尾，谷口，大城，吉田，鷹合（産研） |
| | 非翻訳RNAを標的とした低分子創薬候補物質の探索 | 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），<br>松下（情報） |
| 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），<br>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），<br>Chu，長原，中島（IDS） |
| | 機械学習モデルを応用したテクストアナリシス：テクストマイニングからデジタルヒュマニティーズへ | 田畑，Bor，岩根，三宅，今尾（言文），<br>上阪，長原（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）

# 「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（肺がん，膵がん）について診断できない画像」

坂田泰史（医学系研究科），三善英知（医学系研究科），
鈴木貴（MMDS），板野景子（IDS）

## 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科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．鈴木研究室で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，坂田研究室，三善研究室では心筋，非アルコール性脂肪肝炎（NASH）ついてさまざまに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いる．

## 2．研究の目的

坂田研究室のもつ心筋画像と病歴データを用いて，画像から病歴を予測する特徴量を抽出する．また三善研究室が，診療画像分析の知見に基づいて得た，NASHの特徴的な形態を．自動的に抽出して数値化する手法を開発する．

## 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．

#### 3.1.1 前処理，統計的処理

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

#### 3.1.2 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．

#### 3.2.1 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．

#### 3.2.2 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型フィッティングによって検出する．

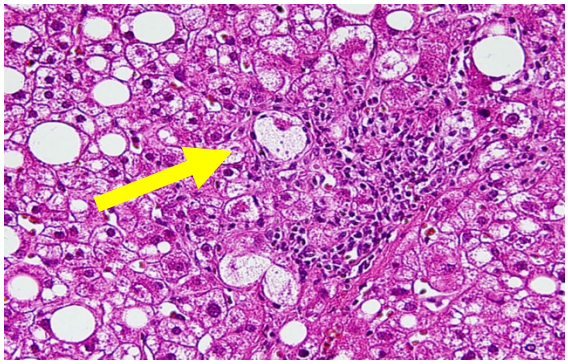


図1 ballooning hepatocyte

## 4．研究成果

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

**引用文献**

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

**発表論文等**

〔産業財産権〕

① 医用画像における特徴量週出方法及び病変評価装置，板野景子他，特願2017-039716

② 病理診断装置及び画像処理方法，三善英知他，特願2017-167549

# 「放射線画像自動診断の研究」

松村泰志，杉本賢人，和田聖哉，真鍋史朗（医学系研究科），武田理宏（医学部附属病院），
富山憲幸（医学系研究科），長原一，中島悠太（IDS），青木工太（産業科学研究所），
Andrey Grushnikov，Chenhui Chu （IDS）

## 1． 研究の背景

検査技術の進歩によって多くの疾患の診断，病状評価における画像検査の実施頻度が増えているが，放射線科医はそれに比例して増えることはなく，相対的に不足した状態が続いている．胸部単純X 線画像は健診や各種診療のルーチン検査として頻回に撮影されるが，これら全てを放射線科医が読影することは難しい状況となっており，診療を担当する医師により読影される場合が多くなっている．しかし，胸部単純X 線画像は臓器が重なって映るため，その読影は必ずしも容易ではない．近年，深層学習によって画像認識精度が飛躍的に向上してきたことから，それらの技術を応用した読影支援に対する需要が再び高まっている．

放射線画像の読影支援システムはコンピュータ支援診断 (Computer-Aided Diagnosis; CAD) と呼ばれ，1980年代から行われてきた．1990年代末には，マンモグラフィの診断支援において米国で初めて商用化システムが開発された．以降現在までに，様々な部位・モダリティの画像を対象としたCAD が開発され，胸部X線画像用CADも開発・商用化されている[1]．CAD技術は，デジタル画像の画質向上やコンピュータ処理能力の向上により，その後飛躍的に進歩してきた[1]が，実臨床で日常的に使用されるほど浸透していない．診断精度が臨床現場で求められるレベルには至っておらず，今なお，病変検出の感度向上，偽病変の検出抑制が重要な課題となっている[2]．

一方，深層学習手法はCADの領域でも応用され，成果を挙げつつあり，胸部単純X 線画像のCADにおいても成果が期待される．

## 2．研究の目的

本研究では，深層学習手法を用いた胸部単純X 線画像の読影支援システムの開発を目指す．

深層学習手法の成否はデータの量と質によるところも大きい．大阪大学医学部附属病院では，2000 年から画像管理システム (Picture Archiving and Communication Systems; PACS) を導入し，過去の画像データが保存されている．また，読影所見も電子化されて保存されており，データウェアハウスで検索が可能である．さらに，電子カルテデータやがん登録等のデータと連結させることにより，確定した診断症例の特定が可能であり，診断が確定した時の胸部単純X 線画像を抽出することが可能となっている．したがって，教師ラベルが付与された大規模な画像データセットの構築が可能である．このような大規模データセットの構築も本研究が果たす大きな貢献の1つである．

## 3．研究の方法

現在，画像と教師ラベルの収集を行って，データセットの規模を拡大しているところである．我々のデータセットに対して，まずは既存のニューラルネットワーク構造を用いた画像識別を試みる予定である．

インターネットで公開されているデータセットを用いて予備実験を行った．現在，わずかなデータセットが公開されているのみであり，また，そのサンプル数は限られている．ChestX-ray14[3]はそのようなデータセットの1つであり，30,000人分の胸部X 線画像をおよそ100,000枚，病理学的所見とともに含む．予備実験では，DenseNet[4]が2クラス分類問題に対してどの程度の精度を達成できるかを調べた．具体的には，ChestX-ray14[3]データセットから腫瘤影 (mass) を含む画像，結節影 (nodule) を含む画像，腫瘤影と結節影を含む画像，正常 (normal) な画像をそれぞれ抽出し，正常な画像を対照として2クラス分類の実験を行った．どれもAUC 0.8前後となり，比較的高い精度を達成した．

## 引用文献

[1] Giger, M. L., Chan, H.-P., and Boone, J. “Anniversary Paper: History and Status of CAD and Quantitative Image Analysis: The Role of Medical Physics and AAPM”, *Med. Phys.*, **35**(12), pp. 5799–5820 (2008)

[2] Suzuki, K. “A Review of Computer-Aided Diagnosis in Thoracic and Colonic Imaging”, *Quant. Imaging Med. Surg.*, **2**(3), (2012)

[3] Wang, X. et al. “ChestX-Ray8: Hospital-Scale Chest X-Ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases”, *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Pp. 3462–3471 (2017)

[4] Huang, G. et al. “Densely Connected Convolutional Networks”, *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, pp. 2261–2269 (2017)

# 「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，天羽康介，木林博之，中村隆志，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

近年，歯科医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．治療においては，天然歯に近似した色調・光透過性を有する修復が求められるが，色調の再現は歯科医師や歯科技工士の経験によるところが今なお大きい（図1）．

図1　支台築造体（左）と歯冠補綴装置（右）

歯は，エナメル質，象牙質，セメント質という3つの硬組織とそれに囲まれた歯髄からできており，そのいずれもが光を透過する．歯を透過する光は，拡散，散乱，屈折などの現象を生じ，さらにその程度は照明の強度，湿度，歯の解剖学的形態や表面性状などによって影響を受ける[1][2]．

補綴治療では，支台築造体，歯冠補綴装置ともに様々な歯科材料を用い，材料により審美性は大きく異なる． 歯冠補綴治療においては，歯の有する光学特性をいかに模倣するかが重要であり，材料が有する光の現象を再現できれば，天然歯に近い歯冠補綴治療が行えるものと考えられる．

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[3][4]，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，どのような機序で天然歯や歯冠補綴材料が色調を発現しているのかを定量的に解析した研究はこれまでなされていない．

## 2. 研究の目的

歯冠補綴装置における光の入射，反射，吸収，散乱に対するその経路や量，またその各々がどのように光学的に干渉しあうのかを光線追跡シミュレーションソフトウェアを用いて定量的に分析できれば，審美歯科修復に使用するガラスセラミックス，ジルコニア，ハイブリッドレジンなどの歯冠色材料に付与すべき光学特性について，きわめて有益な知見を得ることができると考える．

そこで本研究では，まず審美歯冠補綴治療に用いられる各種材料のBRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function)，BTDF (Bidirectional Transmittance Distribution Function)を求めるために光学特性の測定，解析を行った．

## 3. 研究の方法

### 3.1 試料作製

二ケイ酸リチウムガラスセラミックス，ハイブリッドレジン，コア用レジンについて30 mm×30 mmで4種類の厚み（1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm）の板状試料を各3枚ずつ作製した（合計36枚）．歯冠修復材料として，直径98 mm，厚み16 mmのガラスセラミックスディスク（Rosetta®SM　A1, HASS, Korea：以下Rosetta），および直径98 mm，厚み14 mmのハイブリッドレジンディスク（SHOHU DISK HC A2，松風，京都：以下HC）を高速精密切断機で板状に切断し，既定の厚みになるように#1200まで研磨を行った．その後，ガラスセラミックスは規定の温度で焼結し，片面を5％フッ化水素酸で20 秒処理した．ハイブリッドレジンは片面にアルミナサンドブラスト処理（0.3 MPa）を行った．支台築造材料として，コア用レジン（DCコアオートミックスONEデンチン，クラレノリタケデンタル，東京：以下DC）を用いた．30 mm×30 mmで4種類の厚みをもつ金属製の治具にコア用レジンを流し込んで重合させた後，1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mmの厚みになるように耐水ペーパーで#600まで研磨を行った．(図2)

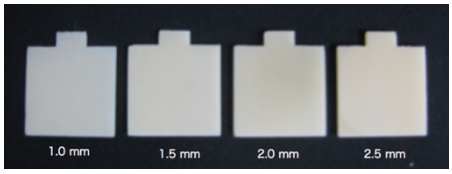



図2　4種類の厚みのコア用レジン

### 3.2 透過，反射の強度分布状態の測定

変角光度計(GP-200，村上色彩，東京)を用いて各試料の透過，反射の強度分布状態を入射角0°，30°，60°の条件で２回ずつ測定し，平均値を算出した．

## 4. 研究成果

図３にコア用レジン，歯冠修復用レジンおよびセラミックスの全透過率，全反射率の測定結果を示す．透過率ではどの試料も厚みが薄くなるにつれて透過率は高く，厚い試料ほど透過率は低くなった．長波長になるほど透過率は大きくなる傾向にあった．反射率では，短波長域においては厚みによる差は認められないが，長波長域では厚みの薄い試料ほど反射率が低く，厚い試料ほど高くなった．

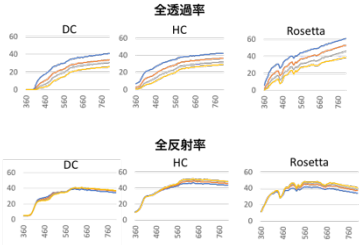



図３　各種歯冠修復材料の全透過率と全反射率

透過分布では，透過率の測定結果と同様に，厚みの薄い試料ほど透過率が高く,厚い試料ほど透過率は低かった.DC，HCは拡散性が高く，一方Rosettaは低い拡散性が認められ，直進する光の透過性が非常に高いものと考えられた．また，DC，HCでは厚みが厚くなるにしたがい，拡散性が高くなりピークが弱くなっていくのが認められたが，Rosettaは入射角30°60°の場合でも強いピークが認められ，光が多く透過しているのが認められた（図4）．

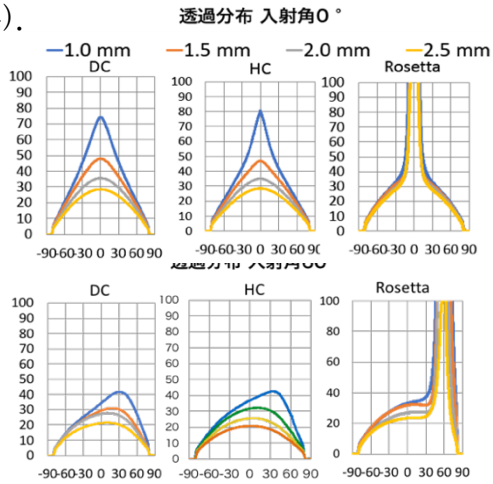



図4　各種歯冠修復材料の透過分布

反射分布は，各歯冠修復材料で試料の厚みが薄くなるほど拡散性は小さくなった．また，研磨号数の違いによる影響を強く受けていると考えられた（図5）．

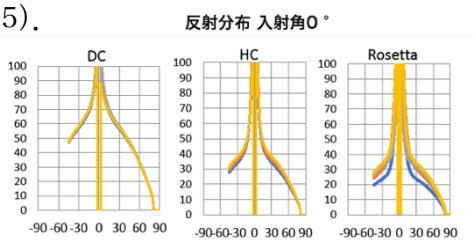



図5　各種歯冠修復材料の反射分布

## ５．今後の展望

本研究では,審美歯冠補綴装置のBRDF, BTDFを算出することを目的として光学特性の測定,解析を行った.今後は光線追跡シミュレーションソフトウェアを用いて,実際の歯科治療で行われるような支台築造材料および歯冠修復装置の3Dモデルを作成し,本研究で得られた解析データを代入することで,光の現象の解析を行っていく.

## 引用文献

[1] Corcodel, Helling S, Rammelsberg P, Hassel AJ. Metameric effect between natural teeth and the shade tabs of a shade guide. Eur J Oral Sci. 2010 Jun; 118(3): 311-6.

[2] Volpato CA, Monteiro S Jr, de Andrada MC, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. Dent Mater. 2009 Jan; 25(1): 87-93.

[3] Sedanur Turgut Bora Bagis:Colour stability of laminate veneers:An in vitro study.Journal of Dentistry Volume 39, Supplement 3, December 2011, pages e57-e64

[4] 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，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1報 各種審美歯科材料のBRDF・BTDFの算出-”，日本色彩学会第48回全国大会[東京]'17，平成29年6月3日，4日，東京

② 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2報 歯冠形態CADモデルを用いた光線追跡シミュレーション-”，日本歯科審美学会第28回学術大会，平成29年9月17日，富山

③ Wakabayashi K., Amo K., Kibayashi H., Sakai H., Nakamura T., Yatani H., “In silico Optical Analysis of Dental Esthetic Restorations. – Evaluation of optical properties of dental materials -”, 2017 Korean Academy of Esthetic Dentistry Annual meeting, Dec 19, Seoul, Korea, 2017

〔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 Poster Awrd : 2017 Korean Academy of Esthetic Dentistry Annual meeting, Wakabayashi K., Amo K., Kibayashi H., Sakai H., Nakamura T., Yatani H., “In silico Optical Analysis of Dental Esthetic Restorations. – Evaluation of optical properties of dental materials -”, Dec 19, Seoul, Korea, 2017

# 「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科），
福井健一，沼尾正行（産業科学研究所），

## 1. 研究の背景

睡眠は覚醒時における身体的, 精神的, 社会的, 感情的な機能に影響を及ぼす生体現象である．厚生労働省が行ったH27年国民健康栄養調査[1]によると，成人男女の30～50%が「日中に眠気を感じた」と回答している．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することは重要である．

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．旧来，睡眠の評価は睡眠障害の診断やメカニズムの解明に重きが置かれており，睡眠の計測はポリソムノグラフィ検査（Polysomnography; PSG）によって行われるのが主であった．典型的には，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, 酸素飽和度などを計測する. そのため, PSGは被験者の負担が大きく，また専門家がいる専門の施設や病院でないと計測は難しい．

一方，近年フィットネス用のリストバンド型デバイスによる簡易睡眠計測計（心拍，活動量を計測）や，加速度センサを使ったアラームの自動設定などのスマートフォンアプリケーションソフトも存在する. しかしながら, 現在, 出回っている多くの睡眠関連製品やアプリケーションソフトは，科学的な根拠に乏しいとの報告[2]があり, 個人差にも対応していない．また，圧力センサや簡易脳波計を用いる方法などもあるが，接触型の専用デバイスを使用するため利用者の利便性を損なう可能性が十分ある. よって, 非接触に計測し, かつ個人の睡眠個性を反映した評価が可能な技術開発が必要である．

## 2. 研究の目的

本研究では, 非接触に簡便に収集できる睡眠環境音に着目した．音による解析は他のセンサと異なり，多種多様な情報が混在するためこれまであまり試みが少なかったものと考えられる．睡眠環境音には, 歯ぎしり, いびき, 体動等の生体活動に関するイベントに加えて，エアコンの作動音，外の車の音などの周囲の環境音も含まれている. 以前, 著者らは機械学習技術を活用し複雑な睡眠環境音データから適切に睡眠関連音のイベントを検出・自動分類し，個人の睡眠パターンの可視に成功した．本年度は，睡眠環境音から一晩の睡眠パターンを時系列モデリングし，睡眠の良否判別を行う人工知能技術の開発を行った．

## 3. 研究の方法

### 3.1 睡眠良否判別手法の概要

図1に提案睡眠良否判別法の流れを示す．まず, 一晩の睡眠環境音から生体活動や周囲の環境音に対応する音イベントの切り出しを行う. 音イベントの切り出しには，Kleinbergのバースト抽出法[3]を応用することで，任意の長さの音イベントの抽出が可能である. 各音イベントは周波数パワースペクトルを特徴ベクトルとして, 自己組織化マップ（Self-Organizing Map; SOM）[4]と階層型クラスタリングを組み合わせて主要なクラスタを得る．主要なクラスタは，いびき音，歯ぎしり音, 体動き音の生体活動, および環境音からなる. そして, 睡眠パターンとはこれら音イベントの時間的変化と捉え, 睡眠パターンの差異から良否を判別する．良否判別にはまず，良い睡眠と悪い睡眠の2群からなる睡眠音に対して，それぞれ睡眠パターンの確率モデルを構築する．そして，これら2つのモデルに対する尤度を入力として別途分類器を学習し，良否判別を行う．

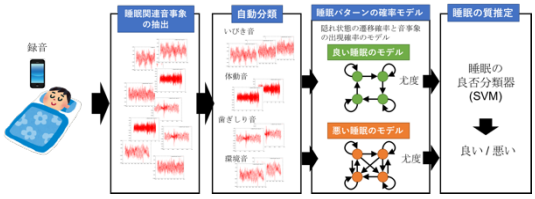



図 1 睡眠良否判別手法の概略

#### 3.1.1睡眠パターンのモデリング

睡眠パターンの時系列モデリングには隠れマルコフモデル（Hidden Markov Model; HMM）を用いた. HMMは観測されない隠れ状態の遷移確率と，各隠れ状態に記号の出力確率を持つ生成モデルである．睡眠環境音の場合，隠れ状態は睡眠ステージに相当（ただし一対一対応ではない）するものであり，各ステージに応じて音イベントの割合が変化する様子をモデル化している．

#### 3.1.2 睡眠パターンに基づく良否判別

新規睡眠音データの良否判別には, 上述のHMMによる睡眠パターンのモデルに対する尤度により判別を行う．その際，隠れ状態数の異なる複数のHMMを構築し，それらに対する尤度をベクトルとして，別途教師あり学習で分類器を構築し，

総合判定を行うようにした．

3.2 実験概要

被験者実験は，大阪大学大学院歯学研究科の睡眠実験室にて，一晩の音と共にPSGも同時に計測した．音は枕元から50cm付近に設置した普通騒音計（LA-1250,小野測器）およびレコーダ（R4-Pro, Roland）を使用して録音した．なお，本実験は大阪大学大学院歯学研究科の倫理委員会の承認を得て行われた．睡眠の良否は起床時のアンケートによる主観的な睡眠の質に基づいている．

4．研究成果

36名の被験者のデータについて，クロスバリデーションにより提案法の判別精度を検証した．表1のSVM(likelihood)は提案法であり，HMMの尤度ベクトルを入力としたSVM（隠れ状態数の種類3×良否2＝6次元），SVM(event count)は音イベントの頻度を入力ベクトルとしたSVM（イベント3種類の3次元），HMMの尤度ベクトルを入力とするAdaboost, HMM3種類の尤度比較の多数決により決定する方法（Majority），同じく合計尤度により決定する方法(Summation)とを比較した．その結果，提案法SVM (likelihood)の判別精度が最も高く，平均正答率77.5%となった．頻度ベクトルを入力とするSVMは平均48.3%とランダムな判別と同等であった．このことは，各音イベントの頻度だけでは睡眠の良否には関係がなく，HMMによる時系列モデリングの重要性を示している．また，多数決や合計尤度による方法よりも尤度ベクトルを入力とするSVMの精度が高いのは，6次元の尤度からなる空間上の非線形な境界をSVMにより学習した効果と考えられる．

表 1 睡眠の良否判別精度の比較

| 判別方法 | 平均精度 | | |
|---|---|---|---|
| | 全体 | 良い睡眠 | 悪い睡眠 |
| SVM(likelihood) | 0.755 | 0.767 | 0.783 |
| SVM(event count) | 0.483 | 0.531 | 0.435 |
| Adaboost | 0.615 | 0.583 | 0.647 |
| Majoirty | 0.722 | 0.757 | 0.687 |
| Summation | 0.694 | 0.667 | 0.722 |

**謝辞**

本研究の一部は，大阪大学COI拠点の支援の下で行われました．

**引用文献**

[1] 平成27年「国民健康・栄養調査」，厚生労働省，http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000142359.html

[2] J. Behar, A. Roebuck, J. S. Domingos, E. Gederi, G. D. Clifford, Physiological Measurement, Vol. 34, No. 7, pp. R29-R46, (2013)

[3] J. Kleinberg, Data Mining and Knowledge Discovery, Springer, Vol. 7, No. 4, pp. 373-397, (2003).

[4] T. Kohonen, Neurocomputing, Vol. 21, pp. 1-6, (1998)

**発表論文等**

〔雑誌論文〕

① Hongle Wu, Takafumi Kato, Tomomi Yamada, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, “Personal Sleep Pattern Visualization using Sequence-based Kernel Self-Organizing Map”, Artificial Intelligence in Medicine, Vol. 80, pp.1-10, 2017.

② Hongle Wu, Takafumi Kato, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, “Statistical Sleep Pattern Modelling for Sleep Quality Assessment based on Sound Events”, Health Information Science and Systems, Vol. 5, No. 11, 2017.

〔学会発表〕

① Hongle Wu, Takafumi Kato, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, “Sleep Pattern Modelling for Quality Prediction based on Sound Data” 電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会，信学技報, Vol. 117, No. 326, pp. 61-66, 2017.

② Wu Hongle, 加藤隆史，山田朋美，沼尾正行，福井健一，“Sleep Pattern Visualization via Clustering on Sound Data”，第31回人工知能学会全国大会, 2017.

〔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」，特願2017-158957

〔その他〕

① [招待講演] 福井健一,“眠っている最中の音から個人の睡眠パターンを可視化するAI技術”，人工知能の最前線が拓く新ビジネス創出セミナー,2017年9月.

② 福井健一,“音から睡眠の良否を判別する人工知能技術”,日経ビッグデータ,2017年10月.

③ 「AI，音で睡眠の特徴分析」，日経産業新聞,2017年4月6日.

④ 「音から睡眠の質を推定」，テレビ大阪，ニュースリアル，2017年12月5日.

# 「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，中島悠太（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．この神経ネットワークに，遺伝子変異や環境ストレスなどの影響が加わり，機能変調が生じることで精神疾患の発症に繋がると考えられているが，特定の脳領域に着目して解析する従来の研究手法では，脳全体としての神経ネットワークの変調の機序を明らかにすることは難しい．とくに，遺伝子やストレスの影響の程度は，脳領域レベルや個々の細胞レベルで異なることが予測されるため，脳を構成する全細胞の振舞いを捉えた上で，症状に関わる脳領域や細胞を特定することが必要である．このために，我々は脳全体をサブセルラーレベルの空間分解能(0.7×0.7×5 μm)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．

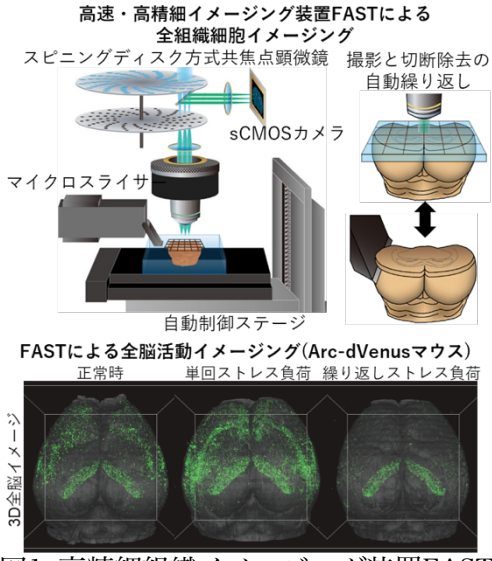



図1 高精細組織イメージング装置FASTによる全組織細胞イメージング

組織中の全細胞の空間分布を捉え，病態組織における変化を探索す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．そのデータ容量は成体マウスの脳あたり約0.5～1 TB/色におよぶ．

## 2. 研究の目的

高精細な全脳データを用いた病態解析における課題として，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方法や，解剖学的知見に基づいた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，脳などの全組織病態解析に適用可能なデータ処理方法を確立するために，①画像取得時または取得後の二次元画像にノイズ除去，シグナル強調，光源の照射ムラなどの補正により画像のアーティファクトを低減する方法の確立，②連続する二次元画像をもとに三次元再構築した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，標準化・脳領域分類の情報をもとに蛍光シグナルの分布や細胞数の変化などを統計学的に検出する解析手法の確立を目指す．

## 3. 研究の方法

二次元断層画像の補正方法の確立

三次元の全脳データを標準化および脳領域分類する際に，画像中にノイズや光源の照射ムラなどのアーティファクトが残存すると，これら処理の精度低下に繋がり得る．そこで，標準化法や脳領域の分類法の確立に先立ち，全脳イメージング装置FASTにより取得した脳の二次元画像に対して，蛍光版画像を用いたflat-field補正やフーリエ変換によるエッジ強調などの効果を検証し，適切な補正方法を探索する．

## 4. 研究成果

Flat-field補正に使用する補正用画像にとして一般に使用される蛍光版画像を用いた生データの除算などの他に，ガウス補正やフーリエ変換等を用いたものなど複数の補正方法を比較・組み合わせて検証し，アーティファクトの低減に優れた補正方法の確立に成功した．とくに，今回確立した方法により最も顕著かつ後の画像処理時に障害となりえる格子状の陰(図2)が解消され，後の解析方法の進展が期待できる．

今後は，高精細の全脳データをもとに解像度や階調数を低下させて圧縮した中間処理用の全脳データを作製し，オープンソースの脳アトラスで

あるAllen Reference Atlas (http://www.brain-map.org/)やMRI解析などに用いられる画像処理アルゴリズム等を応用した三次元脳データの標準化および脳領域の分類方法を確立する．低解像度の標本データとreferenceデータに対して相互の線形・非線形を適用して効率的な方法を検証しつつ，高精細全脳データへの適応も行う．また，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策を講じる予定である．

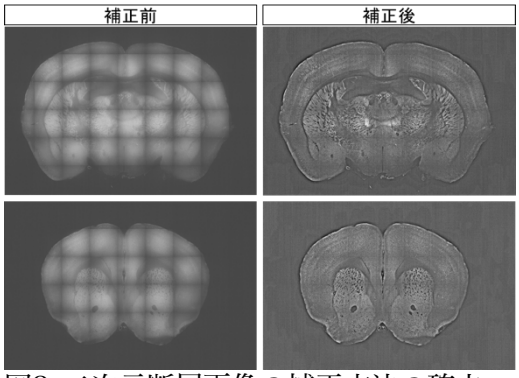


図2 二次元断層画像の補正方法の確立

光学顕微鏡による画像取得時の励起光の照射ムラなどにより，複数視野を連結して高精細かつ広範囲の二次元画像を作製すると格子状の影がアーティファクトとして生じる（左画像）．これは後の三次元脳データの標準化や脳領域の分類に障害を及ぼす可能性があるため，画像取得後の輝度補正などを組み合わせて低減する方法を確立した(右画像).

## 引用文献

[1] Seiriki et al., 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, 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

② 勢力薫，笠井淳司，橋本均．全脳イメージング法を用いた精神疾患モデルマウスの機能評価．日本生物学的精神医学会誌 Vol. 29, No.1, 2018

〔学会発表〕

① Seiriki K, Kasai A, Kuwaki T, Niu M, Naka Y, Igarashi H, Nakazawa T, Yamaguchi S, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain mapping analysis of the NMDAR antagonist-induced neuronal activity. Neuroscience 2017, 2017

② Kasai A, Seiriki K, Hashimoto T, Niu M, Yamaguchi S, Naka Y, Igarashi H, Tanuma M, Nakazawa T, Inoue K, Takada M, Fujita K, Hashimoto H. FAST, High-speed serial-sectioning imaging for whole brain analysis with high scalability. Neuroscience 2017, 2017

③ 中雄一郎，笠井淳司，片山雄太，勢力薫，山浦港生，田沼将人，中澤敬信，中山敬一，橋本均．全脳イメージング法を用いた発達障害モデルマウスの脳形態解析．日本薬学会第138年会，2018

〔外部資金〕

① H29-31，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 H29-30，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 H29-32，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」, 17dm0207061, (代表)橋本均

〔その他〕 （※受賞，基調講演など）

招待講演

① 橋本均，勢力薫，丹生光咲，笠井淳司．高速・高精細全脳イメージングによる精神疾患の分子病態研究．第741回生体防御医学研究所セミナー，2017

② 橋本均．精神疾患の分子病態解析と創薬：疾患モデルからの新たなアプローチ．生体機能と創薬シンポジウム, 2017

③ 橋本均．精神疾患の病態解析と創薬へ向けたモデル研究．第61回薬学会関東支部大会，2017

④ 橋本均．全脳イメージング法を用いた精神疾患モデルマウスの機能評価．第39回日本生物学的精神医学会・第47回日本神経精神薬理学会合同年会, 2017

# 「イメージングデータ駆動型ライフイノベーション」

菊田順一（医学系研究科），堀雄一郎（工学研究科），瀬尾茂人（情報科学研究科）

## 1. 研究の背景

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

## 2. 研究の目的

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．

種々の細胞が時空間的にどのような制御を受けて健康な状態を維持しているか，またその破綻によって如何に疾患が誘導されるかは，病態の解明や薬剤の開発に極めて重要な知見であり，本研究で開発する蛍光ライブイメージング系と情報解析の方法論は新規薬剤の開発や薬効評価の新たなスクリーニングシステムとして活用可能である．

## 3. 研究の方法

### 3.1 医工情報学の連携

個々の分野の独自性の高い研究技術をさらに発展させるとともに，連携してライブイメージング基盤技術を開発した．

#### 3.1.1 ライブイメージングによる細胞動態の可視化法の開発

生体深部の構造を高速かつ高精細に撮影することが可能とするため，独自のライブイメージング技術の改変・改良を行っている．免疫細胞を特異的に蛍光標識したマウスの血管腔を経時的に観察することにより，生体血管内における免疫細胞と血管内皮細胞の相互作用を可視化することができる．また，生体関節内部のイメージングにより，関節破壊の現場における破骨細胞の動態も観察することが出来る．

#### 3.1.2 新規蛍光プローブの開発

免疫細胞と血管内皮細胞の相互作用に関わる接着分子を特異的に標識する蛍光プローブを開発している．作製した蛍光プローブを用いれば，ライブイメージング実験によって，免疫細胞の遊走ダイナミクスを蛋白質レベルで解析することができる．

#### 3.1.3 細胞動画像解析技術の開発

様々な条件下で経時観察された細胞動画像を入力とし，細胞動態を定量的に評価するためのアルゴリズムの開発を行っている．深層学習を用いた細胞の自動認識手法の発展であり，シミュレーションで生成した疑似的な細胞画像を学習に用いることでデータ数の不足を補い，少ない学習データからの認識精度の改善を行う．また，複数種類の細胞の分布の変化を定量的に評価する方法を開発し，破骨細胞と骨芽細胞の形成するパターンの違いから，薬剤投与下における骨代謝のバランスの変化を定量的に評価することに成功した．

## 4. 研究成果

プロジェクトの一環として，骨リモデリングについての研究を行った．

骨の緻密な構造は，破骨細胞と骨芽細胞の協調した活動によって形作られている．骨の再構築は破骨細胞分化により開始され，破骨細胞により古い骨が溶かされる．その後，骨芽細胞により新しい骨が造られ，溶かされた部分が完全に覆われる．この一連のサイクルが繰り返されることで骨量が維持されており，この骨の再構築を骨リモデリングとよぶ．加齢や炎症などにより，骨芽細胞と破骨細胞のバランスが崩れると，骨粗鬆症や関節リウマチなどの骨が壊れる病気の原因となることから，骨芽細胞と破骨細胞の関係を正しく理解することが重要である．

本研究では，骨リモデリングにおける破骨細胞と骨芽細胞の細胞間コミュニケーションを可視化するため，それぞれの細胞を蛍光染色してライブイメージングを行った．その結果得られた動画像に対して，新たに開発した画像解析を適用することで，破骨細胞と骨芽細胞の集団が形成するパターンが骨粗しょう症治療薬の投与時には変化していることを定量的に示した（図1）．また，破骨細胞が出す酸を感知し蛍光がOnとなるpH応答性蛍光プローブを活用してライブイメージングを行い，その結果，骨芽細胞と接触している破骨細胞では，骨芽細胞と接触していない破骨細胞と比較して，骨を溶かす機能が低下していることが明らかになった．

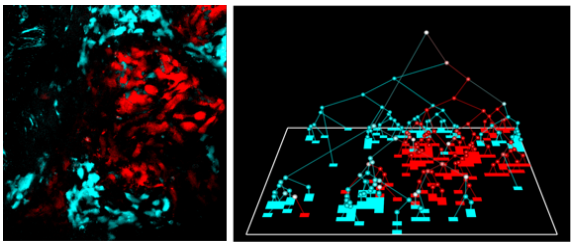


図 1. 階層型クラスタリングによる破骨細胞と骨芽細胞のパターンの定量化（文献③より）

**発表論文等**

〔雑誌論文〕

① Kikuta, J.,et.al., “Dynamic analyses of the short term effects of different bisphosphonates using intravital two photon microscopy”, JBMR Plus, online. (2018).

② Hori, Y., et.al., ”Synthetic Molecule/ Protein Hybrid Probe with Fluorogenic Switch for Live-Cell Imaging of DNA Methylation. J. Am. Chem. Soc. 140, 1686-1690 (2018)

③ Furuya, M., Kikuta, J., Fujimori, S., Seno, S., et.al., “Direct cell–cell contact between mature osteoblasts and osteoclasts dynamically controls their functions in vivo”. Nature Communications, 9(1), 300. (2018).

④ Babak EB, et. al., (Shigeto Seno (49番目，総61)), “Diagnostic Assessment of Deep Learning Algorithms for Detection of Lymph Node Metastases in Women with Breast Cancer”. JAMA, 318(22), 2199-2210. (2017).

⑤ Hori, Y., et.al., Development of Cyanine Probes with Dinitrobenzene Quencher for Rapid Fluorogenic Protein Labeling. Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A, 375. (2107).

⑥ 堀　雄一郎, 菊地　和也　「GLUT4の細胞内動態を可視化する 化学アプローチで明らかとなった糖鎖の役割」，化学と生物, 55, 659-660 (2017)

⑦ Shigeta, H., Mashita, T., Kikuta, J., Seno, S., et. al., "Bone marrow cavity segmentation using graph-cuts with wavelet-based texture feature." Journal of Bioinformatics and Computational Biology, 15(05), 1740004. (2017).

他21件.

〔外部資金〕

① H27-29，科研費 若手A,「蛍光生体イメージング技術による関節リウマチの病態解明と新規薬効評価系の開発」，15H05671，(代表)菊田順一

② H27-29，科研費　基盤C,「バイオイメージングデータの時空間解析のための情報処理技術の関発」，15K00403，(代表)瀬尾茂人

③ H28-29，科研費 新学術領域研究 公募研究,「蛍光制御分子の化学デザインと生体イメージング」，16H01428，(代表) 堀雄一郎

④ 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

⑤ 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) 菊田順二

⑥ 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

⑦ 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

〔その他〕

① 堀 雄一郎，2017年8月　The 2017 FASMI Young Investigator’s Award.

# 「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），内田雅之（基礎工学研究科），
小笠原一生（医学系研究科），寺田吉壱（基礎工学研究科）

## 1．研究の背景

膝前十字靭帯（ACL）損傷は，重篤なスポーツ外傷である．ACL損傷の特徴は，スポーツ中の着地や方向変換に伴う減速動作で好発し，その際，他者からの接触なく生じるというものがある．そのため，ACL損傷の大半は，減速動作中にきたしたアスリート自身の姿勢制御不良に起因するものと考えられてきた．

従来より，関節単体のバイオメカニクス的解析により，ACL損傷のリスク程度を把握しようとする研究は行われて来た[1]．しかし未だ，一定の見解を得ていない[2]．その背景には，ACL損傷は単一関節の挙動ではなくむしろ，全身的な姿勢制御特性が関与して生じる点にあると考えられる．

床反力は身体全セグメントの慣性力の総和であり，いわば，全身姿勢ダイナミクスの要約である．そのため，計測された床反力信号に含まれたACL損傷ハイリスク者に共通の全身的特徴量に基づくACL損傷予測は，単一関節の挙動に基づく予測よりも高確度であることが期待できる．

床反力信号は連続的に変化するデータであり，従来の多変量データとは異なる構造を持っている．このように，ある領域や区間上で連続的・断続的に観測されたデータをランダムな関数や確率過程の実現値として捉えたデータ解析は関数データ解析（FDA）と呼ばれ，統計科学分野を中心に盛んに研究が進められている．本研究においても，床反力データの背後に確率過程を考える．本研究の大きな目的の一つに，ACL損傷ハイリスク者の特定が挙げられる．この目的に対する1つのアプローチとして，関数データに対する教師あり判別法の適用が挙げられる．すなわち，ACL損傷者とそれ以外の選手の分類を行うということである．しかし，ACL損傷者以外にもACL損傷のリスクを持った選手がいる可能性がある．そのため，従来の判別法の適用は不適切であると考えられる．このような問題に対して，近年PU learning (Positive and Unlabeled learning) と呼ばれる枠組みが注目されている．一方で，PU learningに関する既存研究では多変量データを想定しており，これらの方法を床反力データに対して適用することは困難である．そのため，関数データに対するPU learning法を提案とその理論的性質の解明は重要である．

## 2．研究の目的

ACL損傷経験のある者から発症以前に取得した床反力信号を半教師あり学習のひとつであるPU learningにより特徴量を学習することで，ACL損傷の有無をどれほど正確に判別することができるかを検討すること．

## 3．研究の方法

### 3.1 対象

過去6ヶ月に下肢に整形外科的既往症のない健常成人女性22名を対象とした．これらの対象はいずれも高い競技レベルの大学ハンドボール選手であった．研究への参加に先立ち，武庫川女子大学研究倫理委員会の承認を得た文書で説明を行い，全ての対象より書面による同意を得た．

### 3.2 動作課題と床反力の計測

動作課題は20cmの台から片脚で前方に設置した床反力計（Type 9281B, Kistler, Switzerland）上に着地し，その後，床反力計上で5秒間の静止立位を保持する「片脚ドロップ着地課題」とした．課題遂行中，対象は腕を胸の前で組むよう求められた．視線は特に指定されなかった．左右脚とも20試行実施した（計40試行）．床反力信号は1000HzでA/D変換し，オフライン解析用にハードディスク内に保存した．

### 3.3 ACL 損傷のフォローアップ

片脚ドロップ着地課題実施後2年間で7名に非接触型ACL損傷を鏡視下的に確認した．

### 3.4 Positive and Unlabeled Classification

ACL損傷ハイリスク者が必ずACLを損傷するとは限らないため，ACL損傷を負わなかった選手の中にリスクの高い選手とリスクの低い選手が混在している可能性がある．そのため，ACL損傷を負った選手とACL損傷を負わなかった選手を分ける様な判別分析（教師あり判別）は不適切である．そこで，関数データに適したPU learningの方法を提案し，ACL損傷ハイリスク者の特定に応用した．また，提案手法の理論的性質についても明らかにした．

## 4．研究成果

図1には，22名の対象者の結果を示す．縦軸は判別空間での各試行の射影データを表す．また横軸は各対象を示している．赤のアスタリスクで示したS8およびS15が学習に用いたACL損傷者であり，縦軸はこれら2名の射影データを0として表記している．射影データが同程度であるということは，床反力鉛直成分の0～200ミリ秒区間の特徴が類

似していることを表す．ここで，S7およびS11が教師データ（S8,S15）と類似した結果を示した．このうち，実際にS7は床反力計測後にACL損傷を負った者であり，S11はACL損傷ではないが，極めて重篤な足関節捻挫を負った．この結果より，その他のACL損傷者はS2,S12,S19,S20であった．この中でS19,S20はACL損傷者であるものの教師データとはまったく類似しない結果であった．

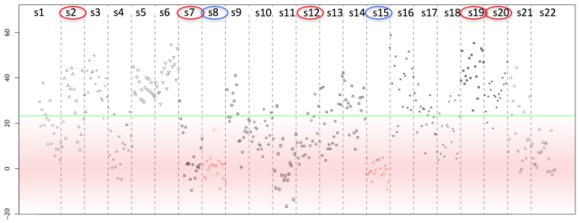



図1　PU分類の結果

図2は教師データ（S8,S15の床反力鉛直成分0-100ミリ秒区間）に学習した重み関数を重畳したものである．ここで重み関数の絶対値の大きさは，床反力鉛直成分の関心区間のうち，どの時間帯がPU分類に貢献したかを表している．図2の場合，接地直後の第1スパイクや，第2スパイクの立ち上がり，第2スパイクが低下した後に出現する低周波なピーク周辺で重み関数の絶対値が増大した．ところが100ミリ秒以降の区間では重み関数に目立った変化は見られなかった．ACL損傷は接地から17～105ミリ秒の間に損傷されるとの報告があり，この時間帯は，今回の重み関数が大きく変化した区間と一致する．このことは，片脚ドロップ着地で計測される床反力信号は，特に着地直後の区間において同時刻で好発するACL損傷の潜在的なリスクを表出しうる可能性が示唆された．

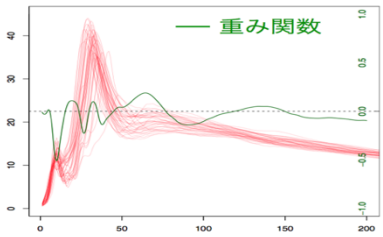



図2 学習した重み関数と元床反力データ

一方，図3は，関数データに対する教師あり判別を適用した結果である．縦軸は同様に判別を行う1次元空間であり，点線は判別境界を表しており，点線より上の点はACL損傷ハイリスク者とみなすことになる．また，黒と赤の点は，学習に用いたデータ（黒：ACL損傷なし，赤：ACL損傷者）であり，青はテスト用データである．この結果から，従来の教師あり判別法では，ACL損傷者とそれ以外との分類となっており，正しくACL損傷ハイリスク者を特定できていないことがわかる．

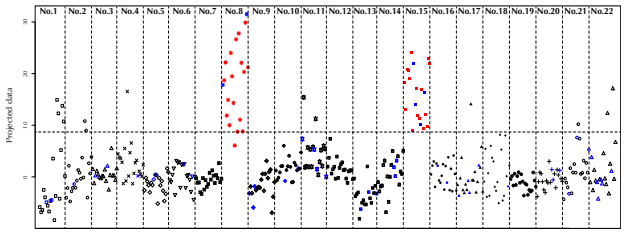



図3　従来の教師あり分類の結果

## 5．スポーツ場面への実装

ACL損傷は特の女子の球技選手に多い外傷である．本研究成果の一部は日本代表女子ハンドボールチームの2017年度メディカルチェックにて活用され，第23回女子ハンドボール世界選手権（ドイツ）に向けた強化戦略に貢献した．なお，2017シーズンでは代表活動中のACL損傷発生は0件である．ACL損傷のリスク予測に基づく効率的な予防介入が奏功したものと考えられる．

## 引用文献

[1]Hewett et al.，“Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study.”，Am J Sports Med，Vol.33，No.4，pp. 492-501，2005.

[2]Tron Krosshaug et al.”The Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players: A Prospective Cohort Study of 710 Athletes” Am J Sports Med，Vol.44，No.4，pp.874-883,2016.

## 発表論文等

〔雑誌論文〕

① 小笠原一生，中田研ほか，“片脚着地時の姿勢戦略に基づく非接触型前十字靭帯損傷の潜在的リスク同定”，日本臨床スポーツ医学会誌.25(3).346-353,2017.

〔学会発表〕

① Terada，Y.（2017）Semi-supervised learning for functional data. Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS2017).

② Terada，Y.（2017）Semi-supervised classification for functional data and its applications, The 10th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2017).

③ 寺田 吉壱，小笠原 一生，中田 研（2017）関数データ解析のスポーツ医学への応用，2017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（予定）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）寺田吉壱

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／ＴｒｕｓｔｅｄＥｎｖｅｌｏｐの構築」

下條真司（サイバーメディアセンター），春本要（IDS）

## 1. 研究の背景

現在、大阪大学では、産業科学研究所、工学部センテラス、豊中グラウンドなどを中心にカメラやLRなど様々なセンサーを備えてキャンパスを測定するスマートキャンパス基盤を構築中である。ここでは、セキュリティや情報の柔軟な処理に配慮した情報基盤の設計を行った。

## 2. データ収集・統合管理基盤の検討

スマートキャンパス情報基盤におけるデータ収集・統合管理基盤の検討を行った．

### 2.1 要求要件

(1) 迅速性

従来，情報の蓄積にはRDB(関係データベース)が使われてきた．RDBでは，最初にデータベースの構造を定義し，収集したデータをその構造に従って形式化し，蓄積していく．しかし，発展途上の研究においては，当初から構造を決めることが難しい場合が多く，研究が進むに従って構造を柔軟に変化させることが求められる．従って，構造を予め定めずにデータを蓄えていき，利用方法とともに構造を発展させていくような柔軟性をもったデータ管理が有効であると考えられる．例えば，Elasticsearchのような，あらかじめ構造を与えなくてもデータを蓄積して検索することができるデータストアとRDBとをうまく組み合わせ，それぞれの利点を活用できるようなデータ蓄積基盤が有効である．また，データを利用するアプリケーションも，プロジェクトの進行とともに容易に進化していくことを支えることのできるインフラでなければならない．

(2) 多様なステークホルダーからのアクセス

スマートキャンパス情報基盤で扱われるデータは，大学関係者のみならず，企業や自治体等の多様なステークホルダーからのアクセスを想定する必要がある．扱うデータの中には個人情報を含むものもあり，データにアクセスする人の属性や情報提供者の同意の状況に応じて適切に情報の流れを制御していく必要がある．

(3) セキュリティ・バイ・デザイン

常に進化していくシステムであり，多様なステークホルダーがアクセスするシステムであればこそ，最初からセキュリティ要件について考えたシステムデザインを行っておく必要がある．このことは，前項のアクセス制御と表裏一体である．

(4) ストリームとデータの融合

センサー情報などの多くは時間的に連続したデータであり，これらをストリームと呼ぶ．これに対して，通常のデータは単発であり，時間的な規則性はない．これら両方のデータを統合的に扱う必要がある．

### 2.2 システムアーキテクチャの検討

前項の要求要件に基づき，データ収集・統合管理基盤のシステムアーキテクチャの検討を行った．

まず，データ入出力のAPI (Application Program Interface)の形式としては，アプリケーションからの利用の容易性，および，Webシステムとの親和性を考慮し，REST APIを採用することとした．また，各種のデータを格納するストレージとしては，スケーラブルで事前の明示的なデータ構造定義が不要であることが重要であることから，Elasticsearchを採用することとした．さらに，API開発のためのツールとして，迅速なプロトタイピングが可能であり，センサー等のIoT機器との親和性が高い点から，Node-REDと呼ばれるビジュアルプログラミング環境を採用することとした．

図1に提案アーキテクチャを示す．データ統合部では，格納された多様なデータを結合するなどのデータ統合処理を行う．また，アクセス制御部ではアクセス元に応じたアクセス制御を行う．

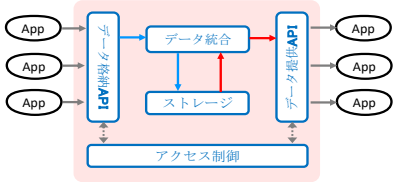



図1 アーキテクチャの概要

### 2.3 APIの実装例

センサデータの蓄積および提供のためのAPIを，Node-REDを用いて実装した．図2はデータ提供のためのREST APIの実装の一例である．Node-REDはJavascriptを基盤としたプログラミング環境であり，ノードと呼ばれるコンポーネントを連結していくことによってデータ処理フローを記述する．この実装例は，HTTPによるデータ提供要求を受け，要求されるデータをストレージから抽出した後，指定されたデータフォーマットに変換して提供するようなAPIの実装例である．

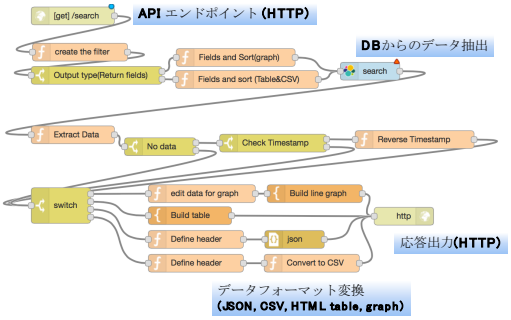



図2 Node-REDを用いたAPIの実装例

# 「スマートシティプロジェクト」

八木康史，春本要，岸本充生，丹羽真隆（IDS），馬場口登（工学研究科），
槇原靖，村松大吾（産業科学研究所），平川秀幸，八木絵香（COデザインセンター），
下條真司（サイバーメディアセンター），東野 輝夫（情報科学研究科）

## 1. 研究の背景

防犯カメラや見守りカメラといった名前で，近年街中には非常に多くのカメラが設置されている．これらのカメラは設置エリア周辺の人々の行動を撮影しているため，その映像を解析することで，人物の行動理解等が可能になり，見守りや防犯をはじめ，防災やマーケティング，社会サービス等の様々な分野での活用が期待される．従って，人々の日常を，センサにより観測し，それらを解析する人物行動解析技術の活用は，よりスマートな社会構築に貢献しうる．しかしながら，このような技術を活用するためには，二つの大きな課題が存在する．一つは，高精度な人物行動解析技術を構築することであり，もう一つは，カメラをはじめ各種センサを実社会に設置することや，人物行動解析技術が活用されることに対する社会の理解を得ることである．本プロジェクトでは，大阪大学吹田キャンパス内を実証フィールドとし，カメラを設置し，これらの課題に取り組む．

## 2. 研究の目的

本プロジェクトの目的は，人々が健康で豊かに生きるための様々な分野での製品やサービスの創出を見据え，センサを用いた人物行動解析技術を構築するために必要なデータの収集及び，センサや技術を社会実装する際の社会同意プロセスに関するデータの収集，である．本研究プロジェクトにおいては，人物行動解析技術として

- 実環境下での高精度 人流推定／人物認証／人物検出の実現
- 個人及び群衆行動解析，人物行動／動作／状態の認識等

を対象とする．

## 3. 研究の方法

### 3.1 プロジェクト内容

本プロジェクトでは，大阪大学吹田キャンパス内において実証実験場所を設定し，各場所において以下の内容を実施する．

- 設置したカメラ等のセンサにより，通路等で人々が自然に往来する様子のデータを取得
- 取得したデータを利用した，人物行動解析技術の開発や評価
- 実験説明会や一般参加型ワークショップを通して次のデータを取得
  - ➢ 人物映像解析に期待すること
  - ➢ カメラ運用への不安要因
- 聴取した意見の評価・分析，カメラ運用の在り方の検討

### 3.2 産業科学研究所での実験

大阪大学吹田キャンパス内にある産業科学研究所敷地内に40台の実験用カメラを図1～3に示す通りに設置した．設置した実験用カメラは図4に示すボックス型カメラとドーム型カメラであり，ボックス型カメラを屋外で利用する場合には，ハウジングを利用している．産業科学研究所に設置したカメラは実験専用のカメラであり，常時稼働はしていない．そのため，実験中と休止中がすぐにわかるような工夫を行っている．

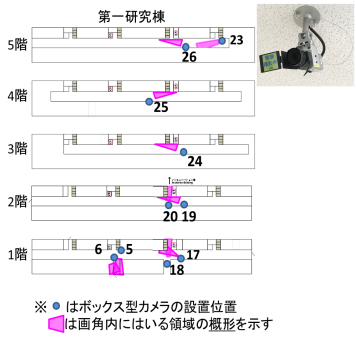



図 1 ボックス型カメラ設置位置①

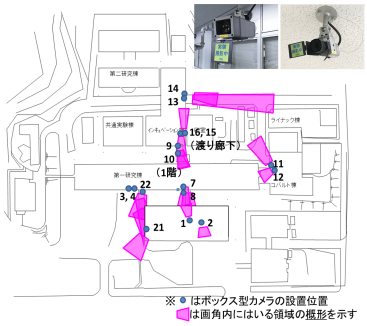



図 2 ボックスカメラ設置位置②

図3 ドーム型カメラ設置位置

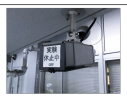
| | ボックス型カメラ<br>Panasonic WV-SP509J<br>寸法：75mm（幅）×65mm（高）×132.5mm（奥）<br>質量：約420g | | ドーム型カメラ<br>Panasonic WV-SW598J<br>Φ：229mm 高さ357mm<br>ドーム径 160mm<br>質量：約4.4kg |
|---|---|---|---|
| | ハウジング有 | ハウジング無 | |
| 不使用時<br>（非撮影） |  | | |
| 使用時<br>（撮影中） | | | |

図 4 産業科学研究所設置実験用カメラ

### 3.2 生命科学図書館での実験

大阪大学吹田キャンパス内にある生命科学図書館にて48台の防犯兼実験用カメラを用いた実験を実施すべく，準備を開始した．生命科学図書館は産業科学研究所とは異なり，設置カメラを実験専用で利用するのではなく，防犯カメラとして常時稼働しつつ，実験日には実験目的にも撮影をする運用とする．平成30年度末には48台のカメラが設置され，まずは防犯目的で4月からカメラの運用を開始する．設置したカメラは図5に示す3種類であるが，ドーム型PTZカメラを壁付けする際には壁取付金具を用いている．

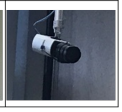
| カメラタイプ | ドーム型カメラ<br>Panasonic WV-S2130 | ドーム型<br>PTZ（パンチルトズーム）カメラ<br>Panasonic WV-S6130 | ボックス型カメラ<br>Panasonic WV-S1131 |
|---|---|---|---|
| 取付カメラ外観 | | |  |

図 5 生命科学図書館設置防犯兼実験用カメラ

## 4. 研究成果

産業科学研究所敷地内に設置した40台の実験用カメラを利用し，平成29年3月から人々の往来の様子を撮影している．実験を実施するために，まずは実験用カメラ設置前及び実験実施前にそれぞれ説明会を実施し，研究目的や実験目的などを説明する場を設けた．また，実験が開始された後には，定期的に実験説明会を実施するとともに，意見を聞くためのワークショップも開催した．データ取得については，2017年3月は同時稼働実験カメラ3台，稼働時間2時間とスモールスタートで開始をしたが，その後同時稼働台数を増やしたり，稼働時間を延ばしたりしてデータを取得している．

図6は2018年3月の実験実施日程である．2018年3月最後の実験では，8台の実験用カメラを同時稼働させ，3日間56時間の映像を取得している．

生命科学図書館においては，48台のカメラ設置が完了し，カメラの実験利用にむけて，図書館職員向けの説明会を実施した．これは，一般の利用者と異なり，図書館職員は，実験実施場所が職場であるため，映像に映る頻度が他の利用書よりも高くなると考えられるために，一般向け説明会に先駆けて実施した．一般向けの説明会は，今後実施予定であり，生命科学図書館では，一般向けの説明会を実施した後に，初期実験を一定期間実施し，その後説明会を再度実施した後に本格実験を実施予定である．

図 6 2018 年 3 月実施実験

## 発表論文等

〔雑誌論文〕

① 村松大吾，槇原靖，八木康史，“実環境下における映像に基づく人物行動解析技術実現に向けて -大阪大学に おける人物映像データ取得の取組み-”，IEICE Fundamentals Review, vol.11, no.2, pp.93-99, Oct., 2017.

〔学会発表〕

① 丹羽真隆，村松大吾，槇原靖，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，徳島，7月，2017.

② 丹羽真隆，村松大吾，槇原靖，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，東京，11月 2017.

人間総合デザイン部門

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

中田　研，高畑裕美，近田彰治（医学系研究科）
下條　真司，Lee Chono，吉川　隆士（CMC）

## 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．

戦術解析に関してはグランドスラム大会のテレビ中継でなじみ深いボールの軌道を解析，記録する hawk eye がある．実際の試合の中でライン際のきわどい判定に用いられている．また，ボールの落下地点，ボールを打った位置などの情報を選手ごと，セットごと，フォアハンド，バックハンドごとに表示することで，「苦手なバックハンドを中心に攻めている」，「サービスラインより前に入って攻撃的にプレイしている」，などの，おおまかな戦術の解析も行われている．

Smart Court でもコート上のプレイデータを自動的に記録する．サーブのスピード、ストロークのフォア／バックの区別、ボールスピードや回転、ボールの着地点やネットを越えた高さ、選手の走行距離・消費カロリーなど、各種データを即座に確認できる。

プレイヤーの動きの解析に関してはグリップエンドやリストバンドに三次元加速度センサーを装着してスイングスピードや方向を測定するスマートセンターや POP がある．スマートセンサーでは対応するメーカーと型番を特定してキャリブレーションを行うことで，ラケットの面の中のどこにボールが当たったのかのインパクト位置やボールの初速と回転度合いまで表示される．

AI の利用も試みが始まっている．IBM では Watson Media の機械学習により観客や選手のアクションや表情などから試合の重要な場面を判別することで，全米オープンの試合のハイライト映像の自動作成を行った．

NTT 西日本でも同様に，ソフトテニスの練習場に２台の４K カメラを設置して，強豪校の練習を模範プレイとして学習させて，試合構成や戦略を分析，比較して練習に反映させようという試みを行っている．

## 2．研究の目的

背景に書いたように，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る．

元になる考えかたはテレビで放送された伊達公子選手の予測である．図１にその際の映像の一部を示す．伊達選手は相手が打つ前に，ストレートか，クロスかどちらに打ってくるかを予測し，先に動き始めることで余裕を持って対応できることが強さになっている．実際にデモンストレーションでは相手がボールを打つより１秒程度前の，構えた時点でクロスかストレートかを正確に言い当てて動き出していた．どこを見て遅くしてるのかについては，構え，身体の向き，バランス，顔，目の動きと答えている．すなわち，動画像からとれる情報のみで予測していることがわかる．したがって，これを AI で代替することが可能であると考えられる．

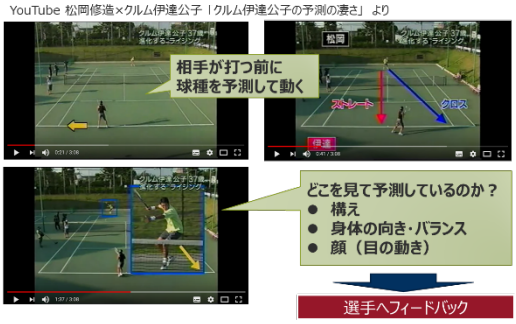



**図1　伊達選手の予測：相手が打つ前にストレートかクロスかを予測して動きだす**

以上より，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，伊達選手と同等の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．

## 3．研究の方法

### 3.1 Deep Leaning による連続画像の学習と判定

サービスの動画，ストロークの動画，それぞれについて，深層学習を用いてどちらに，インパクト前の連続画像から，その後，どちらの方向に打ったかを判別する．

全体の流れは図２に示す通りである．

教師データは動画から画像フレームを抽出しこれをインパクトの時点から何フレーム前かを基準にならべ，インパクト後にどちらへ打ったか，ならびにその球種に関してラベルをつけて作成した．

教師データの作成に非常に労力を要するため，教師データの自動作成と，データの前処理による少ないデータでの学習効率の向上の二通りを平行して試みた．

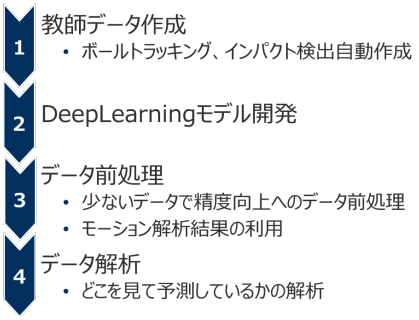



図2 Deep Lerning による打球方向予測のフロー

3.2 Deep Learning

動画像からフレームを切出し，インパクトから何フレーム前か，インパクト後にストレートかクロスのどちらに打ったかをラベルつけして教師データとして．

モデルは図３に示すとおり　時系列変化を考慮した RNN とした．このモデルではそれぞれのフレームごとに学習するとともに，時系列情報も加えられることで，一連の動作として学習されるため動作の解析に適していると考えられる．

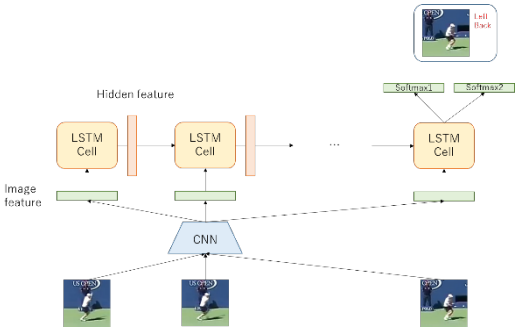



図3 Deep Lerning のモデル

3.3 前処理による学習効率の向上の試み

ストロークの予測に関して，切出した動画像をそのまま学習データとして用いる場合に対して，学習の効率を高めるために，図４に示す以下を試みた

・トリミング：選手の周りだけを長方形を切出し背景の観客などによる雑音をカットした．

・OpenPose を用いて選手の関節位置を表示し，関節位置の入っている写真を学習に用いることを検討した．

図４　トリミングと OpenPose の利用

現在学習用の動画データの収集と上記の前処理を行っている．

3.4 学習データ自動作成の試み

ボールの軌跡情報が得られればかなりの画像についてのラベル情報の自動抽出が可能になると考えられる一方で，ボールの軌跡情報を取るためには複数のカメラの設置とそこからのボールの軌跡の算出を行う処理が必要となるため，簡単には入手できない．

そこで単純なビデオ画像だけでできる学習データ作成用のラベルの自動抽出を検討した．いくつかの手法を試みているところで，まだ全体としての動作には至っていない．

ボールの軌道についてはパーティクル解析により可能である見通しを得たが，１点からの映像だと選手とボールが近づいたときに判別ができなくなることが分かった．そのような状態でもインパクト後にどちらに打ったかの自動抽出は可能であるとの見通しを得た．

選手の位置とサイズについてはＯｐｅｎＰｏｅｓｅを利用することで情報が得られる．これを用いてトリミングが実現できる見通しを得た．

4. 研究成果

サーブに関して，学習～評価の一連のフローが実際に行えるかを検討し実行した．サーブについては最終的には以下のラベル付けを考えている．

・選手が打った位置（アドバンステージサイド，ジュールサイド）

・打った方向（センター，ボディ，ワイド）

・球種（スピン，フラット，スライス，トップスライス）

3.2 章で述べたＲＮＮのモデルにインパクトの前の一連の画像を入力して学習を行った．そののちに，未学習の写真を順に入力していった．上記の判断の確率がある閾値を上回った時点で画面に予測結果をテキスト表示した．図５に示す通り，期待通りにある段階で予測結果が出力された．現時点では予測精度は非常に低く．今後，3.3 章，3.4章に述べた，前処理と学習データの自動作成を進めて，精度の向上を図っていく．

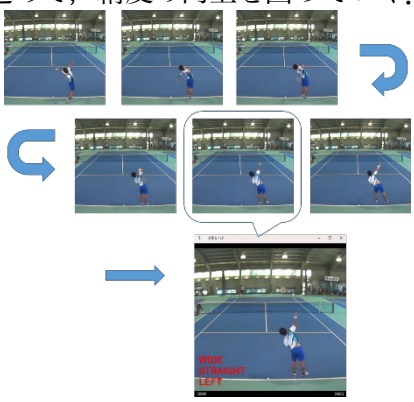


図5 サーブ球種予測の一連の動作結果

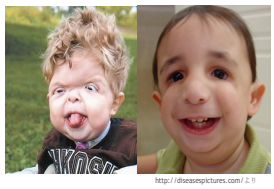
人間総合デザイン部門

# 「顔と歯の形態特徴抽出による遺伝疾患スクリーニングAIシステムの開発」

山城隆，谷川千尋，黒坂寛，清水優仁(歯学研究科),
下條真司，Lee Chonho，吉川隆（サイバーメディアセンター）

## 1.研究の背景

レントゲン検査や詳細な検査を実施する前に，臨床において顔や歯の形を観察し，考えうる遺伝的問題を推測することは歯科治療計画を立案する上で，非常に重要である．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．



http://diseasepictures.com/より

顔画像からの遺伝問題の検出例

そこで本研究の目的は，（1）顔写真から患者の顔面画像所見を自動で生成し，遺伝疾患が疑われた場合にその情報を出力するAIシステムを構築すること，さらに，（2）歯の形態から遺伝の問題を推測するようなAIシステムを開発することにある．本報告では，上記のうち主に目的（1）について報告し，さらに目的（2）については今後の予定について報告する．

## 2.顔画像写真解析AIシステム

専門医の医療用画像の評価は，関心項目の抽出を行う第一段階と，関心項目についての所見を記述する第二段階から構成される．

### 2.1.第一段階

#### 2.1.1.方法

大阪大学歯学部付属病院（以下，当院）所蔵の顔画像100名分を資料として用いた．専門医が着目する項目を明らかにするために，矯正歯科治療における臨床経験を20年以上の歯科医師3名を被験者とした．被験者はカスタマイズされたソフトウェアを用いて顔画像を閲覧し，①関心項目の抽出，②評価所見の抽出の二段階にて評価を行った．また，3名の歯科医師の全ての関心項目をラベルとした画像を学習用データとして深層学習を行い，関心項目の抽出を行うシステムを構築した．開発したシステムについてその性能を正当率として評価した．

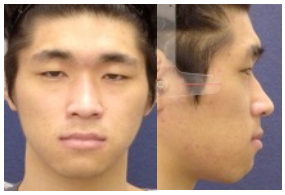


図 1 患者の顔画像例

#### 2.1.2.結果

各画像の平均ラベル数は，3名の歯科医師それぞれ，1.89個（最大5個），1.16個(4個)，1.93個（9個）であり，歯科医師および症例間に関心項目数のばらつきを認めた．得られた関心項目は36個であり，学習可能な症例数を有する5個の関心項目ラベルを検出するシステムを構築した．5個の関心項目ラベルの平均システム正答率は79％であった．

### 2.2.第二段階

#### 2.2.1方法

当院所蔵の顔画像400名分と対応する患者の治療計画書を資料として用いた．治療計画書から側面観および正面観に関する記述を抽出し，対応する顔画像と併せて，学習データとした．Neural Image Caption(図2)を基盤として画像の説明文を生成するAI技術（村田ら，2017）を用いて，患者の顔面画像所見を自動で生成するシステムを構築した(図3,4,5)．研究全体では，所見を全て自動表記させることを目的としているが，本発表ではまず，側貌評価の二分類（convex type，concave type）および左右対称性の正解率を求めた．評価には，10分割交差検定法を用いた．

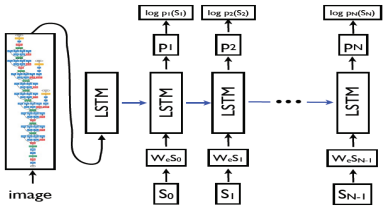



図 2 Neural Image Caption(NIC):CNN と RNN により構成される．LSTM は RNN の一種(改良版)である．

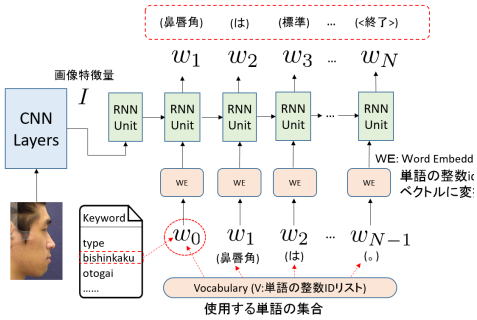



図 3 特徴記述文の生成過程:画像から画像

2.2.2　結果
側貌評価のうちconvex typeの正解率は76％，concave typeの正解率は48％であった．左右対称性の正解率は52％であった．
2.3　今後の予定
今後遺伝疾患に関連する専門医判断データを増やすことで，今後，顔の形態からの遺伝的問題を推定するようなAIシステムを開発する．

3.三次元歯形態AIシステムの開発
3.1．概要
　歯牙の形態形成は胎生期に行われ，一見すると全てのヒトの歯の形は類似しているように見える．しかし3次元的な形態計測を行うと人種間でも歯牙形態に微妙な違いが見られる事が知られている．また，特定の遺伝性疾患でも特徴的な歯牙形態が認められる事例が多く見られることから歯の3次元形態データと遺伝的情報を大規模に収集し比較検討する事により歯牙形態のgenotype-phenotype correlation を解明する事が可能である筈である．
　そこで，本年度においては先行研究として，遺伝的な影響が疑われている6歯以上の先天欠損を有する患者についてその前歯の形態的特徴を抽出し，その形態を健常者と比較し，両群の間の差異を検討した．

3.2 方法
当院所蔵の模型データ33名分を資料として用いた．（6歯以上の先天欠損を有する患者，患者群 n=5;健常者;健常者群 n=28）．過去に発表された方法(Kono etal., 2017)を用いて歯の形態の差異を検討した．

3.3 結果
図４に二群の歯の形態の差異を平均形態の差異として示す．

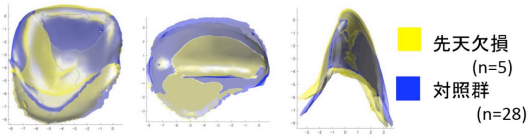


図 4. Preliminary Results

3.4　今後の予定
今後は更に大規模な人数の遺伝的情報と歯の3次元形態のデータの収集を行い，歯の形態形成が遺伝的バックグラウンドによってどう変化しうるのかを解明する予定である．

**発表論文等**
〔学会発表〕
① 谷川千尋, 石垣光昴, LEE Chonho, 竹内優斗, 清水優仁, 野崎一徳, 山城　隆：矯正歯科治療要否を判定するartificial intelligence(AI) システム　第76回日本矯正歯科学会学術大会 2017年10月18，19，20日　北海道.
② 谷川千尋, 石垣光昴, LEE Chonho, 竹内優斗, 清水優仁, 野崎一徳, 山城　隆：Artificial intelligence (AI)を用いた矯正歯科治療における顔画像特徴記述文生成の試み　第76回日本矯正歯科学会学術大会　2017年10月18，19，20日　北海道

〔著書〕
① Murata S, Ishigaki K, Lee C, Tanikawa C, Date S, Yoshikawa T: Towards a smart dental healthcare: an automated assessment of orthodontic treatment need, Proc. of International Conference on Informatics and Assistive Technologies for Health-Care, 2017
② Murata S, Lee C, Tanikawa C, Date S: Towards a fully automated diagnostic system for orthodontic treatment in dentistry, In Proc. Of IEEE eScience Conference, 2017
③ Kono, K., Tanikawa, C., Yanagita, T., Kamioka, H., and Yamashiro, T. (2017). A Novel Method to Detect 3D Mandibular Changes Related to Soft-Diet Feeding. Front Physiol. 8:567. doi: 10.3389/fphys.2017.00567

〔その他〕
① Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging and Artificial Intelligence in Orthodontics, Bioforum@Dental School, Okayama University, June 8, 2018
② Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging in Orthodontics, Oct 18, 2017, Sapporo, Satellite Seminar, Japanese Orthodontic Society.

# 「環境イノベーション」

下田吉之，山口容平，松岡綾子（工学研究科）
東野輝夫，山口弘純，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，新たな価値を見いだすことを目的とする．

## 3. 研究の方法と成果

### 3.1 スマートメーター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．

#### 3.1.1 気温感応度に基づくデータ分解

一つの分離手法として外気温と冷暖房用エネルギー消費に相関関係があることに着目し，外気温情報を使用して用途分解をおこなう手法がある．住宅用スマートメーターデータの分析（発表論文①），大学キャンパスにおける電力消費データの分析（学会発表①）等にこの手法を適用した．

住宅用スマートメーターデータの分析では，外気温データを援用することで，電力消費を冷房分，暖房分，活動分，ベース分の4つの用途別電力消費に分解する手法を構築した．また，冷暖房使用の目安となる外気温が節電意識の変化等により年度により異なること，冷暖房期間の前半と後半で冷暖房使用への馴化によりエネルギー消費が変化すること，節電活動により冷房分やベース分の電力消費の削減率を定量的に表したことなどの成果が得られた．大学キャンパスについては建物約150棟を対象として分析を行い，電力消費量をベース分，活動分，空調分に分離した上で，各建物のエネルギー消費の経年変化を分析し，耐震改修に伴って省エネ改修が実施された建物では大きなエネルギー消費削減が達成されていることを示した．

#### 3.1.2 大規模シミュレーションの精度検証

工学研究科下田研究室では従来より，多様な世帯毎のエネルギー消費をボトムアップ手法により詳細に再現し，それを都市や国土レベルで集計することでエネルギー消費を推計するエネルギーエンドユースモデルの開発をおこなってきた．スマートメータレベルやHEMSレベルのデータを得ることで，その詳細な精度検証が可能となり，地球温暖化対策の評価がより正しくおこないうるようになっている（発表論文③）．

### 3.2 BEMS, HEMSデータの分析

BEMSやHEMSのデータは，スマートメーターよりは詳細な用途別エネルギー消費量を得ることができる．現在できるだけ詳細なデータを収集し，その分析を進めている．

#### 3.2.1 BEMSデータの分析

企業と共同で大規模複合施設のかなり詳細な計測がおこなわれているBEMSデータを分析した．図1に示すように建物を対象にサイバーフィジカルシステムを考え，データ分析による建物のエネルギー消費傾向分析，運用上のフォルト検知や省エネルギーポテンシャルを有する事象の確認などをおこない，その後フォルト解消や省エネルギー項目の実行により，どの程度の省エネルギー効果が得られるかを，建築エネルギーシステム全体のシミュレーションとの連成により定量化する手法の開発をおこなった．（発表論文②）

加えて，環境共創イニシアチブが公開しているBEMSデータ[1]を解析し，建物の用途・業態別に延床面積，契約電力あたりの時刻別電力需要データベースを開発した．本データベースを電力システムの潮流解析・性能評価に活用した．（発表論文④）

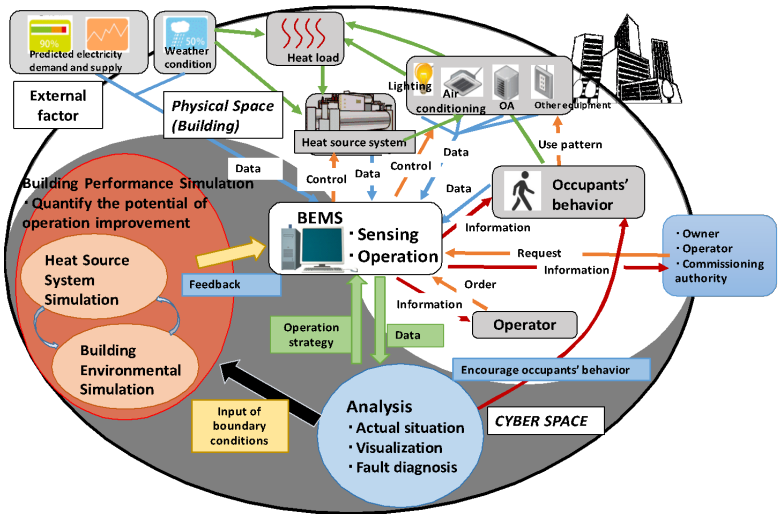



図 1. 建築におけるサイバーフィジカルシステムの概念図（発表論文②）

3.2.2 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ったため，例えば魅力があり多数の来客があったり長時間運用されたりする建築ではエネルギー消費が大きくなってしまうことから，省エネルギー性能が低いと評価されてしまうなどの問題を有していた．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（発表論文⑤），新しい評価指標の提案を既におこなっている[2] [3]．今後，人流や建築内環境の詳細計測を通じて，この指標を実際の建築に適用していくことを予定している．

## 引用文献

[1] 環境共創イニシアチブ：EMS公開データ概要，2016年， https://www.ems-opendata.jp/
[2] 下田ら：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)
[3] M. Chiguchi et al., “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 井上智樹，松岡綾子，下田吉之，寒川純一，“スマートメータデータの用途分会手法に関する研究”，日本建築学会環境系論文集，Vol. 83，No. 743，pp. 77-86, 2018

② Yoshiyuki Shimoda, Kazuki Mitamura, Yuki Mataga, Koki Oshima, Hiromasa Tanaka, Shingo Tanabe: Coupling of Building Data Analysis and Building Simulation - Case Study in Large-scale Complex Building -, the 15th IBPSA Conference, San Francisco, USA, August 7-9, 2017. pp.1908-1915

③ Takashi Momonoki, Ayako Taniguchi-Matsuoka, Yohei Yamaguchi and Yoshiyuki Shimoda, "Evaluation of the Greenhouse Gas Reduction Effect in the Japanese Residential Sector Considering the Characteristics of Regions and Households", the 15th IBPSA Conference, San Francisco, USA, August 7-9, 2017. pp.2377-2384

④ Hayashi, Y., Fujimoto, Y., Ishii, H., Takenobu, Y., Kikusato, H., Yoshizawa, Amano, Y., Tanabe, S. Yamaguchi, Y., Shimoda, Y., Yoshinaga, J., Watanabe, M., Sasaki, S., Koike, T., Jacobsens, H., Tomsovic, K. (2018). Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities. Proceedings of the IEEE, 106(4),594–612. https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2809468

⑤ 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)

〔学会発表〕

① 内田敦之，下田吉之，宮坂房千加: 大学施設におけるエネルギー消費変動の要因分析，第34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(2018)

〔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

# 「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」

豊田岐聡（理学研究科），古谷浩志（科学機器リノベーション・工作支援センター），
沼尾正行，福井 健一（産業科学研究所），下條真司（サイバーメディアセンター）

## 1. Introduction

Adaptive Resonance Theory 2-a (ART-2a) is a clustering algorithm in the ART family[1]. ART-family algorithms allow creation of new cluster without disturbing other clusters. Each cluster is controlled by the vigilance parameter that limits intra-cluster dissimilarity, instead of traditional fixed number of clusters and varying intra-cluster dissimilarity. ART-2a has been shown and used for analyzing single particle mass spectra data[2]. This is more effective than other methods due to the high dimensionality nature of the data with unknown number of clusters. But with ART-2a, the runtime performance is linear to the number of clusters. Since each instance could result in a new cluster, the number of clusters is proportional to the number of instances, thus the runtime performance becomes quadratic to the number of instances, which is infeasible to scale as data grows. We proposed a new clustering algorithm based on ART-2a called ART-2b, which solve the aforementioned performance problem. We then evaluate, on a large scale PM2.5 single particle mass spectra data, its runtime performance and quality of clustering result compared to ART-2a.

## 2. Proposed ART-2b

The proposed ART-2b has the same operation as ART-2a, but we also keep track of how many instances fall into each cluster. However, when the cluster limit constant CL is reached, all instances that cannot be classified are considered outliers during the current training iteration. As ART-2b finished each iteration, all outliers are clustered once using ART-2a. Then, we replace all cluster centers in ART-2b that has less instances with cluster centers from the outlier clustering. This allow us to bound the running time to be linear with number of instances, while still retain the quality of ART-2a clustering. The pseudocode can be found in Figure 1. The FINDWINNERINDEX procedure returns the index of cluster centers C that is the most similar to the instance Xi. Because with ART-2b, the number of cluster centers become O(CL) which can be considered constant, the complexity of ART-2b become O(N), whereas ART-2a is O($N^2$).

**Input:** $X \leftarrow$ Input instances to be clustered
$\rho \leftarrow$ Vigilance parameter
$\eta \leftarrow$ Learning rate parameter
$CL \leftarrow$ Cluster number limit
**Output:** List of cluster centers

```
C ← {} {List of cluster centers}
repeat
  for all X do
    Outlier ← {} {Outlier list}
    W ← FindWinnerIndex(C, X_i)
    if Similarity(C_W, X_i) ≥ ρ then
      C_W ← ηX_i + (1 − η)C_W
      C_W ← C_W / ||C_W||
    else if Size(C) + 1 ≤ CL then
      Append X_i to C
    else
      Add X_i to Outlier
    end if
  end for
  OutlierCluster ← ART-2a(Outlier, ρ, η)
  CombinedCenter ←
    Sort OutlierCluster and C
    by the number of members
  C ←
    First CL centers from
    CombinedCenter that has more
    than one member
until Convergence
return C
```

**Figure 1 ART-2a algorithm**

## 3. Experiments and result

### 3.1 Setting

We tested this method on PM2.5 ATOFMS (Aerosol time-of-flight mass spectrometry) data collected from Beijing in October, 2015. Our data has 700 features of mass spectra. During all experiments, the vigilance is set to 0.8 and the learning rate is set to 0.05.

### 3.2 Runtime performance

In the first experiment, we set CL to 1,000 to check runtime performance of varying number of instances. We ran each experiment for 10 iterations, and calculate the average runtime performance. The result is shown in Figure 2. We could see that the runtime of ART-2b is

linear with number of instances. With the same vigilance and learning rate, ART-2a did not finish even a single iteration after one week with 1,000,000 instances.

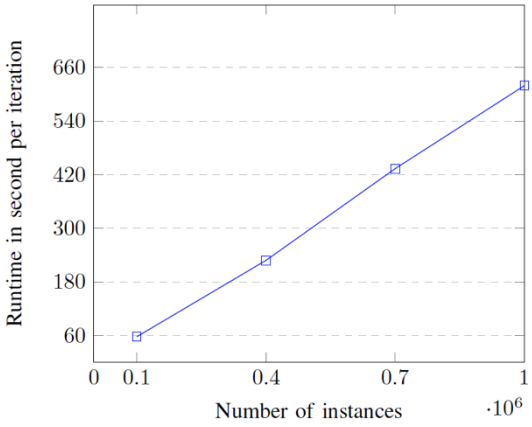



**Figure 2 Runtime performance of ART−2b**

3.3 Clustering quality

In this second experiment, we picked 10,000 instances from our data to compare the resulting cluster quality between ART-2a and ART-2b. In this comparison, we calculate Adjusted Mutual Information (AMI)[3], and also calculate the recall rate between ART-2a and ART-2b. The recall rate is calculated from pairwise confusion matrix.

The result is shown in Table I. We could see that, with sufficient number of clusters, ART-2a and ART-2b result is similar in both AMI and recall rate, while reducing the actual number of clusters.

Another interesting observation is that ART-2b may produce less number of clusters than the limit CL. This is due to the fact that our ART-2b implementation treat cluster with single instance as an outlier. We also believe that by restricting the number of clusters, we force each cluster to be more general, but we have not tested this hypothesis.

Table I
RESULT OF THE ART-2B COMPARED TO ART-2A

| Limit $CL$ | Actual # of clusters | AMI | Recall rate |
|---|---|---|---|
| 50 | 50 | 0.633 | 0.574 |
| 150 | 101 | 0.763 | 0.607 |
| 250 | 108 | 0.808 | 0.756 |
| ART-2a | 280 | 1.00 | 1.00 |

## 引用文献


[1] G. A. Carpenter, S. Grossberg, and D. Rosen, “ART 2a: an adaptive resonance algorithm for rapid category learning and recognition,” in IJCNN-91-Seattle International Joint Conference on Neural Networks, Vol. 2, pp.151–156,1991.

[2] X.-H. Song, P. K. Hopke, D. P. Fergenson, and K. A. Prather,“Classification of single particles analyzed by ATOFMS using an artificial neural network, ART-2a,” Analytical Chemistry,Vol. 71, No. 4, pp. 860–865, 1999.

[3] N. X. Vinh, J. Epps, and J. Bailey, “Information theoretic measures for clusterings comparison: Is a correction for chance necessary?” Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning, pp. 1073–1080, 2009.


## 発表論文等

〔学会発表〕

① Nat Pavasant, Hiroshi Furutani, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui. “ART-2b: Adapted ART-2a for large scale data clustering on PM2.5 mass spectra”, Proc. 2017 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData), pp. 4813-4815, 2017.

② 古谷 浩志, Pavasant Nat, 福井 健一, 前田 幸輝, 豊田 岐聡, 紀本 岳志, Ma Tao, Duan Fengkui, Ma Yongliang, He Kebin. “PM2.5化学組成解析のための個別粒子質量スペクトルのビッグデータ分析：北京市でのPM2.5観測を例に”, 第31回人工知能学会全国大会論文集, 2017

# 「先端センシングデバイス： PU Classificationによるナノデバイス出力信号からのDNA塩基パルスの抽出」

鷲尾隆，谷口正輝，大城敬人，吉田剛，鷹合孝之（産業科学研究所）

## 1. 研究の背景と概要

ナノセンシング，微量計測，量子計測など先端センシングデバイス開発分野では，微細・微量な対象を計測するためのデバイスが次々と開発されつつあり，この分野で日本は世界をリードする立場にある．しかしながら，これら多くのデバイスは，計測系や計測対象が微小であるが故に，対象の部分的な情報のみを出力し，かつ出力が熱雑音や量子ノイズなどの影響を受けることが多い．そのために，実用的に高精度な計測結果を得るには，出力情報に基づき時空間や特徴空間上で計測値の適切な推定を行い，不要なノイズを除去し有用な情報のみ取り出すということが不可欠である．

特に1分子計測技術を用いた次々世代DNAシークエンサーでは，このようなノイズ除去により塩基識別精度を向上させるニーズは顕著である．次々世代シークエンサーでは図１に示すナノギャップ[2, 3]などの計測デバイスによって，DNAの1塩基分子を電流パルスとして計測するが，計測されたパルスには塩基分子由来のものだけではなく電極表面の金属原子のゆらぎや不純物による電流パルスも含まれている．これらのノイズパルスのために，本来は塩基由来であるパルスを見逃したり，逆にノイズパルスであったのに塩基分子パルスが計測されたと誤判定する可能性が起こり，その結果，DNA塩基分子の識別が困難になる．

そこで，計測されたパルスの集合から適切にノイズパルスを除去し，高精度に塩基種類の識別を行うことを本研究の目的とする．そのために我々は「PU Classification (Classification from Positive and Unlabeled Examples)」と呼ばれる手法を用いて対象とする計測パルス集合からノイズパルスの除去を行い，その後に対象計測パルスの分類実験を行った．この結果，PU Classificationでノイズ除去をしなかった場合と比べて大幅に識別精度が向上した．

## 2. ナノギャップ電極と測定実験

次々世代DNAシークエンサーとして期待されるデバイスであるナノギャップ電極は，図１に示すように機械的破断接合と呼ばれる手法を用いて作成されたごく微細な隙間をもつ電極ギャップである．この電極ギャップに一定の電圧をかけると，ギャップ付近を物質が通過する際に量子力学的トンネル効果による電流（トンネル電流）が流れる．このトンネル電流が，物質が通過した瞬間のパルス電流として計測される．このナノギャップ電極によるトンネル電流パルスを計測することにより，DNA塩基分子の種類を1分子単位で識別する研究が進んでおり，既存技術では困難であったペプチドのアミノ酸配列や，疾病マーカーとなる修飾アミノ分子の識別などが可能になってきている．

我々は，このような約1nmの電極ギャップをもつナノギャップ電極を用いて，電極付近を通り過ぎる1分子に流れるトンネル電流パルスを計測した．計測分子として，人工核酸塩基であるジチオフェンウラシル誘導体（以下ではBithioU），TTFウラシル誘導体（TTF）を用いた．これらの分子は，識別を容易にするためにエピジェネティック部位（DNAメチル化などが起こる後天修飾部位）を化学的に修飾したものである．

測定により得られたパルス波形について解析を行い，ノイズパルスを除去した後に2種塩基BithioU，TTFのパルスの分類を試みた．これらの人工塩基の識別が可能となれば，DNA記憶媒体の情報圧縮技術や，人工塩基対を用いた医薬品創薬などへの応用が期待できる．

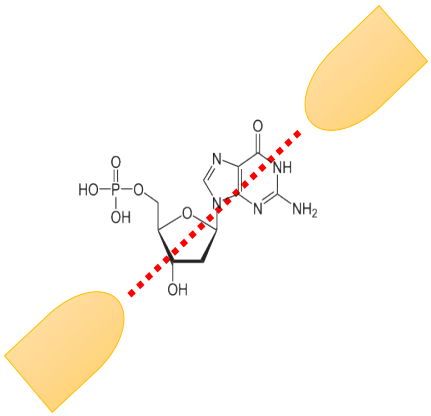



図1 ナノギャップ電極の概念図

## 3. 研究の内容

PU Classiffication[1]は，正例とラベルなしデータから学習し，正例/負例の2 値分類をするための半教師あり学習アルゴリズムの一種である．我々は実験的に得た計測パルス集合から，1) まず前処理としてPUCを用いてノイズ由来のパルスを除去して塩基由来のパルスのみの集合を取得し，2) そのようにして得た塩基由来のパルス集合に対して塩基種別の識別精度を評価した．

まず，あらかじめ塩基（BithioU，TTF）を含んでいない溶媒のみに対して，ナノギャップ電極により計測したトンネル電流パルスを取得してお

く．このパルス集合は塩基とは関係のないノイズ由来のパルスであり，「ノイズパルス集合」と呼ぶことにする．

次に，溶媒に塩基BithioUを混入したものについて計測した電流パルスを取得する．TTF についても同様に取得する．このパルス集合には，塩基由来の「塩基パルス」とノイズパルスの双方が含まれている．そこでこれを「塩基+ノイズパルス集合」と呼ぶことにする．

ノイズパルス集合中のパルスは必ずノイズパルスであるので，それを正事例集合とみなし，塩基＋ノイズパルス集合中のパルスはいずれのパルスであるか不明なので，それをラベルなし事例集合とみなせば，PUCによりノイズパルス（正例）と塩基パルス（負例）の識別ができ，正例であるノイズを除去することで，ほぼ塩基パルスのみからなる集合（塩基パルス集合）を得ることができる．

PUCはこのノイズパルスと塩基パルスの正負例分類のために1度使用するだけであり過学習による問題は起こらないので，全パルス集合を学習用データとして用いてPUC 分類器を作成し，それにより全パルス集合をノイズパルスと塩基パルスに分離した．このようにして，BithioU の塩基＋ノイズパルス集合からPUC によりBithioU の塩基パルス集合を取得，TTF の塩基＋ノイズパルス集合からPUCによりTTF の塩基パルス集合を取得した．

## 4. 研究の成果

識別実験は，パルス抽出パラメータ16通り×属性ベクトル8通り× 22分類器× PUC手法2 通りの全ての組合せのうちで，塩基パルス数が2塩基とも10以上であった3272ケースについて行った．ただし，今回は単純化のため，抽出したパルスに対して，1)BithioUのノイズ除去，2)TTFのノイズ除去，3) ノイズ除去後の2 塩基識別，のこれら3 者に用いた条件（パルス抽出パラメータ，属性ベクトル，分類器，PUC手法）は全て共通とした．また5.2節後半に記述した通り，同様な条件でPUC によるノイズ除去を用いないで塩基＋ノイズパルス集合に対しても識別実験を行った．

これらノイズ除去あり/なしのそれぞれ3272ケースについて，F-measureのヒストグラムを図2に示す．この図からわかるように，ノイズ除去の効果により多くのパラメータ・条件下において顕著に全体的に精度が向上することが分かった．

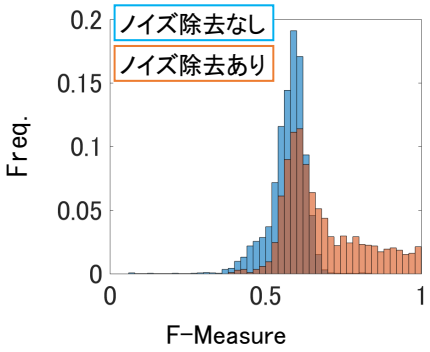



図２　識別精度のヒストグラム

## 引用文献

[1] Elkan, C. and Noto, K.: Learning Classifiersfrom Only Positive and Unlabeled Data, in KDD '08 Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pp.213-220, Las Vegas, Nevada, USA (2008)

[2] Ohshiro, T., Matsubara, K., Tsutsui, M., Furuhashi, M., Taniguchi, M., and Kawai, T.: Single-Molecule Electrical Random Resequencing of DNA and RNA, Scientifc Reports, Vol.2, No.501 (2012)

[3] Ohshiro, T., Tsutsui, K., Yokota, K., Furuhashi, M., Taniguchi, M., and Kawai, T.: Nature Nanotechnology, Vol. 9, pp. 835{840 (2014)

## 発表論文等

〔雑誌論文〕

① Patrick Blobaum, Takashi Washio and Shohei Shimizu, Error Asymmetry in Causal and Anticausal Regression, Behaviormetrika, Vol.44, No.2, pp.491-512 (2017)

〔国際会議論文〕

① Takahito Ohshiro and Masateru Taniguchi, Development of Single-Molecule Detection and Translocation Control by Electrophoresis of Nano-fluid Toward Biopolymer Sequencing, Proc. of the 21th Int. Conf. on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (microTAS 2017) (2017)

〔外部資金〕

① H28-33，科学技術振興機構CREST，「機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開」，JPMJCR1666（課題番号），(代表)鷲尾隆，(分担)谷口正輝

# 「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標的低分子創成を加速させることができない．

## 2. 研究の目的

複合体構造の予測やRNA結合分子の合理設計を実現するために，誘導適合型の低分子–RNA結合の本質的な理解と，研究者が気づかない要因の解明，複合体形成の成否を決定する特徴的な記述子の探索・抽出が不可欠である．

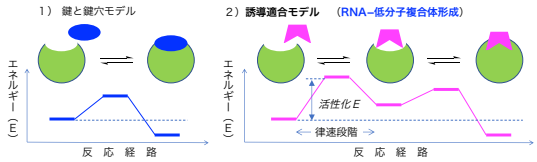



図1 「鍵と鍵穴」 v.s.「誘導適合」モデル

反応経路には必ずその全過程の速度を決定する段階「律速段階」がある．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を可能とする．

#### 3.1.1 GRRM法による結合経路探索

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する．GRRM法が持つ中間体・遷移状態探索能力を重視・活用し，有限時間内で実行可能で，且つ，論理的に意味のある計算精度でGRRM法を用い，経路中に存在し得る中間体および遷移状態を探索する．

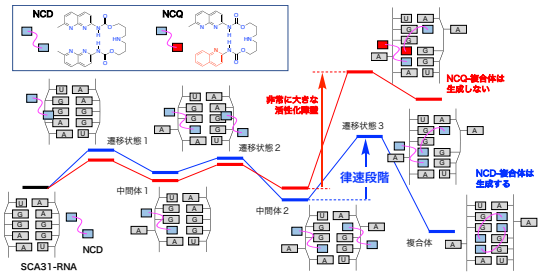



図２ 複合体形成経路解析イメージ

#### 3.1.2 超高精密エネルギー計算による複合体形成経路，律速段階の決定

GRRM法により探索される中間体ならびに，遷移状態のエネルギーをDLPNO-CCSD(T)法等を用いて超高精密に計算することにより，複合体形成経路，律速段階を同定する．

#### 3.1.3構造–律速段階相関データからの特徴的記述子の抽出と評価

標的RNAに結合する・結合しないを示す構造活性相関情報を，律速段階の活性化エネルギーをもとに定量的に表現し，律速段階を含む重要なステップでのエネルギー成分の変化量から特徴的記述子を抽出する．

### 3.2低分子–RNA複合体形成ペアの創出・複合体構造解析

できるだけ多くの低分子–RNA複合体形成ペア

を創出・複合体構造を解析して課題１）の題材として供し，形成経路計算法確立と律速段階の特徴量抽出に繋げる．

3.2.1創薬リード結合RNA配列の網羅的解析

標的RNAに対して化合物の結合を見る手法に対して，予め選定された化合物（例として，創薬企業が重点的に開発したい化合物群の代表化合物など）に対して結合するRNAを探索することで，低分子–RNA複合体の化学構造の多様性を確保するとともに，創薬企業の研究意欲を焚き付ける．対象化合物に結合するRNAが想定できないため，RNAライブラリーからの探索をおこなう．

3.2.2 化合物ライブラリーの拡充と探索，記述子の有効性検証

核酸に結合する要素（水素結合相補性，平面性，静電相互作用）を多数持つ独自の化合物ライブラリーから，標的RNAに結合する分子を探索する．結合する化合物をグラフ構造として取扱い，グラフ構造を直接学習させる手法などを検討する．抽出した特徴的な記述子を分子設計にフィードバックし，その有効性を検証する．

## 4. 研究成果

H29年度に措置していただいた予算を活用して，GRRMの実行環境ならびに機械学習に適したGPUを装備した計算機を購入，運用を開始した．

GRRMの全探索は，計算する系が大きくなるに従い，膨大な計算時間が必要となるため，まず低分子の配座について全探索を実施した．中谷研究室において，特徴的なDNA/RNA配列に結合することが明らかとなっている分子**1-NHR** ($C_{21}H_{21}N_7O$)を対象として，その配座についてGRRM全探索を実施した．以下に設定の一部を示す．

```
# GRRM/PM6 EmpiricalDispersion=GD3
0 1
N   3.798381828180   1.461237820185    0.861803620900
C   3.777358924542   0.513534628940   -0.145149771595
C   4.920182839285   0.245817513126   -0.970681061269
C   6.104240235245   1.009905695407   -0.746194906207
C   6.132467623232   1.965065095786    0.233555950408
C   4.940467309549   2.177791424662    1.022488401609

          中略

H   0.618080335078 -2.265421344415    3.431433295221
H   2.048672277796 -1.194577355688    3.390583600588
Options
GauProc=12
LADD=3
NoBondRearrange
```

全探索の結果，当初計算レベルを DFT/B3LYP-D/6-31G(d)に設定し実施したが，設定した上限の計算時間（１６８時間，約１週間）では平行構造（EQ）を全く得ることができなかった．計算設定を種々検討した結果，計算レベルと半経験的レベルPM6を用い，経験的な分散力（核酸構造にはスタッキング相互作用の考慮が不可欠なため）を考慮する設定にし，かつ，もとの分子構造の組み換えが起こらない設定（option = NoBondRearrange）を用いることにより，EQならびに遷移状態構造（TS）を求めることができた．設定した上限の計算時間内に全探索計算は終了しなかったが，EQ 100構造，TS 253構造を得ることができた．また，TSのうち，同じEQ間のTS，すなわち，メチル基の回転など本質的に意味のないTSを除くと，TS154構造が得られた．現在詳細に解析中である．下のテーブルに再安定EQ構造から１０個のEQを示す．

表１．１–NHRのGRRM全探索結果

| structure | Energy (au) | Energy (kcal/mol) | delta E (kcal/mol) |
|---|---|---|---|
| EQ13 | 0.075774222 | 47.55 | 0.00 |
| EQ14 | 0.076775221 | 48.18 | 0.63 |
| EQ19 | 0.07728479 | 48.50 | 0.95 |
| EQ24 | 0.077568549 | 48.68 | 1.13 |
| EQ28 | 0.077601134 | 48.70 | 1.15 |
| EQ41 | 0.077695058 | 48.75 | 1.21 |
| EQ91 | 0.078497711 | 49.26 | 1.71 |
| EQ29 | 0.078583356 | 49.31 | 1.76 |
| EQ5 | 0.078637098 | 49.35 | 1.80 |
| EQ40 | 0.07878834 | 49.44 | 1.89 |

## 5. 今後の計画

今回のGRRM計算では，低分子かつ計算レベルを相当落として実行したにもかかわらず，計算が予定時間内に終了しなかった．もっとも，更に長時間の計算を実行することで計算を完遂することは可能ではあるが，RNA—低分子複合体では実行が難しいと思われる．今後，計算時間の短縮に向けた方法論を見出すことが必要である．

一方，分子構造のグラフ化の手法について，既に多数の研究例があるが，低分子のみならず，RNA構造のグラフ化については，ほとんど手付かずの状態である．低分子のグラフ化に基づく，標的RNAに結合する，結合しないの振り分け問題を解くことを，直近の目標として進める予定である．

**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，「リピート結合分子をプローブとする鳥ヌクレオチドリピート病の科学街生物学研究」，26000007，(代表)中谷和彦

〔その他〕

核酸標的低分子創薬研究会　（代表）中谷和彦

# 「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，千徳靖彦，坂和洋一，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る．例えば，巨大太陽フレアは予測不可能な突発現象であるが，地球環境への影響も甚大になると言われており，予測の必要性が唱えられている．このような突発的な物理現象はその実験・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り，多くは予測する段階に達していないのが現状である．シミュレーション技術の進歩によって大規模計算を必要とする時間，空間分解能の高い数値解析が可能になってきていていることから，その結果を突発現象の予測に利用することが期待されてきた．

しかしながら，多次元大規模シミュレーションによる解析では，出力されるデータ量が飛躍的に増加する．特に，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が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ンイングによって，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，予測手法を用いた例として，地球にも多大な影響を与えるとされる太陽活動の突発現象を予測するために，重力下での磁気流体の対流を考慮したシミュレーションにディープラーニングを組み合わせ，データ探索の予測への有効性を示す．

一方，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．

## 3. 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につながる手法の開発に着手した．

### 3.1 太陽活動における非線形現象の探求

太陽の重力下での磁気流体運動による対流運動は，太陽フレアのような突発的な現象と密接な関係があるとされている．しかしながら，その予兆を見つけるのは困難である．これは，太陽表面から得られる情報だけでは，実際の太陽内部で起こっている非線形現象を把握するのが難しいためである．そこで，太陽表面データと内部運動の因果関係をシミュレーションデータから導き出すことによって予測が可能になる可能性がある．

ただし，太陽内部の対流は時間的空間的スケールが極めて大きな現象であるものの小さな渦も無数に存在し，MHD流に影響を及ぼしていることから高い空間解像度を必要とする．また，太陽フレアは極めて短時間に発生することからシミュレーション時間と時間解像度の調整も難しい．今回はMasadaらの計算結果[1]を用いて太陽対流と黒点発生との関係に焦点を絞りデータマイニングを試みた．

図１は，太陽内部の対流についてMHDシミュレーションを行った結果の一例である．今回は，対流の結果生じた太陽表面のパターンと内部流れの大規模・高次元データについて，低ランク表現，オートエンコーダを活用した機械学習によって，相関関係データを取得できることを確認した．ただし，複数の物理量も考慮した高次元データ処理については計算機リソースの制約から行えなかった．今後は，重要データの抽出，特性量の同定なども含めたデータマイニングを試みる予定である．

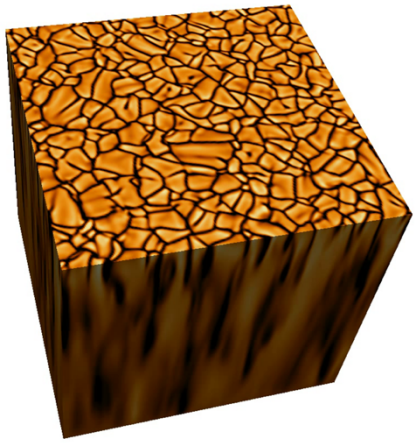


図１　太陽内部対流の電磁流体シミュレーション (Masada and Sano PASJ 2014[1])

4．機械学習による非線形物理の活用

産業応用としては，物理現象の線形領域を利用する方が容易で一般的である．しかし，非線形物理に支配される現象を自在にコントロールできるようになれば応用範囲が大きく広がり，これまで十分利用されてこなかった技術を活用できるようになる．ここでは，このための基礎技術を確立させることを目的として，レーザー加工の制御，最適化に関する基礎研究に着手した．

4.1 機械学習によるレーザー加工・プロセスの高効率化に関する研究

レーザーを用いた加工・プロセスでは，レーザー光の吸収プロセス，物質溶融，衝撃波伝搬など非線形現象が複雑に影響を及ぼしあう．しかしながら，実際の加工プロセスにおいては，内部の様子をリアルタイムで把握することができない．例えば，穴あけ加工の場合，貫通するまで加工している内部の状態を正確に把握することはできない．一方，シミュレーションは内部の状態を正確に理解することができる．図２は部材にレーザーを照射している様子を輻射流体シミュレーションコード[2]を用いてレーザー加工の条件を与え計算した際の，密度，および温度を示したものである．部材内部に衝撃波が伝搬し，表面からデブリが飛散する様子がとらえられている．

このようなシミュレーションデータと，実験で計測できる可視光，X線とのパターンとを機械学習させることによって，加工中にリアルタイムでシミュレーション結果との同定化を行うことを目指している．現在，レーザーの照射条件，材質などのパラメータを変化させたシミュレーションを多数実行してデータベースの構築を行っている．その後，実際のレーザー加工データとの関連付けを行うことによって，リアルタイムで状態の把握，さらには制御することも視野にいれた研究に展開する予定である．

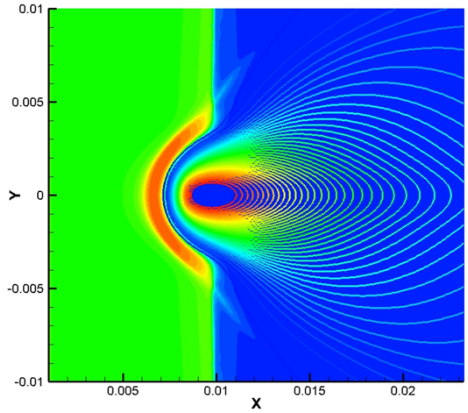



図２　レーザーを照射されたターゲットの密度（塗りつぶし），および電子温度（等高線）

5．まとめ

非線形物理の理解と応用のために，機械学習に基づく画像認識を利用した大規模・高次元データからの情報を抽出する手法の開発に着手した．特に，今回は基礎物理研究として太陽対流シミュレーション，および応用研究としてレーザー加工シミュレーションを課題として取り組んだ．

**引用文献**

[1] Y. Masada, and T. Sano, Publ. Astron. Soc. Japan (2014) 66 (SP1), S2 (1–7).
[2] H. Nagatomo *et al.*, Nucl. Fusion 57 (2017) 086009.

# 「人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究」

藤岡穣（文学研究科），大石岳史（東京大学生産技術研究所），
長原一，中島悠太，Benjamin Renoust，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，不確実さがつきまとってきた．

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

ところが近年，情報科学の分野において，とりわけ仏像の顔に特化して解析を行う研究が試みられている(文献[1･2]．解析するデータが不十分なために，必ずしも有効な成果とは言えない一面もあるが，クラスター分析や主成分分析といった機械学習によって美術作品を解析することによって，様式研究の曖昧さ，不確実さといった弱点を補う可能性をしめしている点において注目すべき試みである．

## 2. 研究の目的

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

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

4～6世紀に隆盛したグプタ朝美術は広くアジア各地に伝播し，東アジアの5～8世紀の美術の展開にも大きな影響をあたえた．この系譜に属する仏顔の分析からは，各地域の仏顔の相互関係，たとえばグプタ文化圏と唐文化圏との様式の対比，唐から周縁地域への様式波及の様相などが浮き彫りにされることが期待される．

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

## 3. 研究の方法

### 3.1 仏顔への注目

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

#### 3.1.1 仏顔画像データのアーカイブ

本研究では仏顔の様式解析にあたり 3Dデータを用いる．2次元画像にはカメラの特性による歪みが生じる，被写体に対するカメラの位置とアングルが一定でない，陰影によって形状が正確に把握できないといった欠点があり，画像データの比較に限界があるからである．そこで，新規に3Dデータを取得し，あるいは既存の3Dデー

タを活用する一方で，近年発達が著しい2次元画像を3次元化する技術を導入あるいは開発し，既存の2次元画像から3Dデータを生成する．2次元画像はすでに大量にあり，その活用によって本研究に必要なデータ量が確保できる．

3.2 仏顔の様式解析

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

3.2.1 「教師なし学習」による統計的分析とその解釈

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

3.2.2 「深層学習（ディープラーニング）」による様式判定システムの構築

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

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

4. 研究成果

本研究は平成30年度から4ヶ年の基盤研究（A）の獲得によって本格的に始められるようになったもので，平成29年度までは主に美術史学と情報科学からなるプロジェクトメンバーで意見交換を行い，科研申請のための準備を進めてきた．ただし，その間も新たな3Dデータの取得，2次元画像に基づく解析も進め，すでにその成果の発表を行っている．

**引用文献**

[1]美濃順亮「仏像の顔の画像解析」『京都光華女子大学短期大学部研究紀要』48･49, 2010･2011.
[2]久保文乃･村上征勝「同時代仏師との比較による快慶作品の特徴について―様式と法量からみる―」『情報処理学会研究報告』2011-1.

**発表論文等**

〔外部資金〕
① H30-33，科学研究費補助金 基盤A,「3次元データに基づく人工知能による仏顔の様式研究」, 18H03571, (代表)藤岡穣, (分担)長原一，中島悠太，大石岳史

# 「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，渡辺理和（法学研究科），長原一，中島悠太，Chenhui Chu（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，日本の参加法制の強みと弱みを比較法的な観点から分析し，環境民主主義の確立に向けた提言を行うことを目的とする．

## 2. 研究の目的

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

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

## 3. 研究の方法

### 3.1 機械翻訳の仕組み

機械翻訳は対訳コーパス（文単位の対訳テキスト）から翻訳知識を獲得するため，大規模な（数十万から数百万文対）対訳コーパスが不可欠である（文献[1]）．図1に機械翻訳の仕組みを示す．

### 3.2 インドネシア語–英語法律ドメイン対訳コーパスの構築

対象言語であるインドネシア語-英語では法律ドメインの対訳コーパスが存在しない．そのため，インドネシア語-英語の法律ドメインの対訳コーパスの構築に取り込んでいる．具体的には今まで収集した文章単位のインドネシア語–英語の法律文章対からアルバイトを用いて文単位の対訳コーパスを作成する．図２に対訳コーパスの構築の手法を示す．

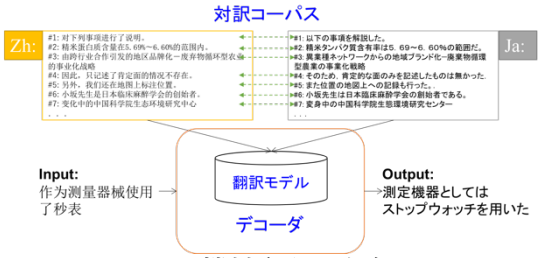



図1 機械翻訳の仕組み

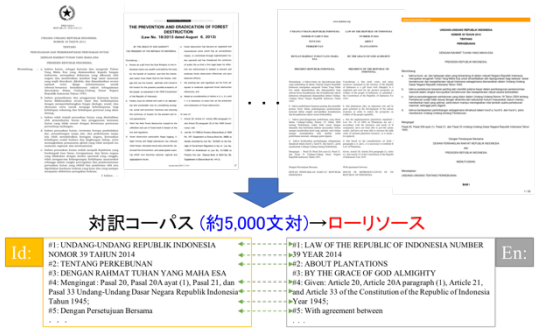



図2 対訳コーパスの構築

現状5000文対ほど揃ったが対訳コーパスとしては規模が極めて小さい．そのようなローリソースな設定で，従来の技術では高精度な機械翻訳を実現するのは困難である．

### 3.3 ローリソース言語対への適応

インドネシア語-英語の法律ドメインの対訳コーパスはないものの，スペイン語-英語などの他の言語対なら大量に入手できる．また，単言語のコーパスは億文単位でウェブから入手できる．それらの複数のリッチなリソースをローリソース言語対へ適応することによって，ローリソース言語対翻訳の精度向上を図る．図３にマルチリソース適応の手法を示す．

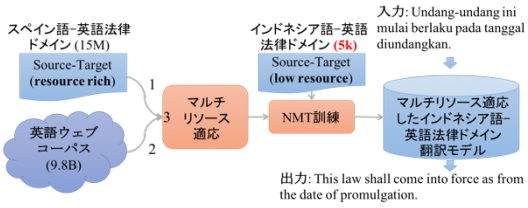



図3 マルチリソース適応によるローリソース機械翻訳

## 4. 研究成果

### 4.1 スペイン語-英語の機械翻訳結果

大規模な(1500万文対)スペイン語-英語の法律ドメインの対訳コーパス（文献[2]）を用いて最先端のニューラル機械翻訳技術（文献[3]）でGoogle翻訳より精度の高い翻訳エンジンを実現できた．表１にスペイン語→英語の法律翻訳結果例を示す．

表１　スペイン語→英語の法律翻訳結果例

| | | |
|---|---|---|
| 入力 | relativo a la aplicación, a las instituciones y a los organismos comunitarios, de las disposiciones del Convenio de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente | 人手評価 (1-5) |
| 参照訳 | on the application of the provisions of the Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters to Community institutions and bodies | - |
| 我々のシステム | **On the implementation of the provisions of the Aarhus Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters to community institutions and agencies** | 5 |
| Google翻訳 | concerning the application, to institutions and Community bodies, of the provisions of the Aarhus Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in the field of the environment | 3 |

### 4.2 ローリソース言語対への適応結果

マルチリソース適応の有効性を検証するために，翻訳実験を行った．表２に実験で用いたデータを示す．なお，ALT-JEはin-domainタスクで，訓練データは18k文対しかなくローリソース設定である．

表２　マルチリソース適応実験データ

| コーパス（単位：文対） | 訓練 | 開発 | テスト |
|---|---|---|---|
| ALT-JE (Wikinewsドメイン) | 18k | 1,000 | 1,018 |
| KFTT-JE (Wiki-Kyotoドメイン) | 440k | 1,166 | 1,160 |
| IWSLT-JE (対話ドメイン) | 223k | 871 | 1,549 |
| IWSLT-CE (対話ドメイン) | 209k | 887 | 1,570 |

表３にマルチリソース適応実験の翻訳結果を示す．評価にはBLEUスコア（文献[4]）を用いた．BLEUスコアは参照訳との一致度合いを表す評価尺度であり，高い方が良い．赤い数字は最も良いシステムとそれらと統計的有意差がないシステムを表している．表３に示した通り，適応することによってin-domainタスクのALT-JEのBLEUスコアが8ポイントから24ポイントまで大幅くに上がった．BLEUスコア8ポイントは人手5段階評価中の１ぐらいで，24ポイントは5段階評価中の３ぐらいである．さらに，out-of-domainタスクのKFTT-JE, IWSLT-JEとIWSLT-CEの翻訳精度も向上した．今後はマルチリソース適応の手法をインドネシア語–英語法律翻訳へアプライする予定である．

表３　マルチリソース適応実験結果

| System | ALT-JE | KFTT-JE | IWSLT-JE | IWSLT-CE |
|---|---|---|---|---|
| ALT-JE NMT | 8.47 | (1.66) | (1.75) | (0.28) |
| KFTT-JE NMT | (5.44) | 18.70 | (2.15) | (0.00) |
| IWSLT-JE NMT | (10.65) | (2.30) | 11.09 | (0.62) |
| IWSLT-CE NMT | (0.21) | (0.32) | (0.46) | 16.89 |
| KFTT-JE-IWSLT-JE | 24.29 | 25.33 | 12.33 | (0.51) |
| IWSLT-JE-IWSLT-CE | 19.35 | (1.70) | 10.91 | 14.89 |
| KFTT-JE-IWSLT-JE-IWSLT-CE | 24.04 | 26.00 | 11.77 | 16.40 |

## 引用文献


[1] Koehn Philipp. 2008. Statistical Machine Translation. Cambridge University Press.

[2] Michał Ziemski, Marcin Junczys-Dowmunt, and Bruno Pouliquen. The United Nations Parallel Corpus v1.0. In Proceedings of the 10th Conference on International Language Resources and Evaluation, pp.3530-3534, (2016).

[3] Dzmitry Bahdanau, Kyunghyun Cho, and Yoshua Bengio. Neural machine translation by jointly learning to align and translate. In Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations, (2015).

[4] Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward and Wei-Jing Zhu. Bleu: a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation. In Proceedings of 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 311-318, (2002).


## 発表論文等

〔学会発表〕

① Chenhui Chu, Raj Dabre and Sadao Kurohashi. An Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2017 short), Vancouver, Canada, (2017.7).

② 瓦祐希，Chenhui Chu，荒瀬由紀．Recursive Neural Networkを用いた事前並び替えによる英日機械翻訳．言語処理学会 第24回年次大会，pp.33-36，岡山，(2018.3).

③ Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual and Multi-Domain Adaptation for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing (NLP 2018), pp.909-912, Okayama, Japan, (2018.3).

〔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

## 4. 産学共創プロジェクト

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「データ駆動型学際研究」の共創支援に加えて，IDSの重要なミッションとして，民間企業の要望に応えてIDS所属の専任・兼任研究者との「産学共創プロジェクトおよび技術相談」マッチングを実施している．平成28年度当初から多くの民間企業からの産学共創ニーズに関する問い合わせへの対応として，IDS研究者が持つシーズと企業ニーズのマッチングを試みた（企画室）．このなかでの実績としては，①アパレル通販売向け身体サイズ推測（中島），②保険業務に関わるデータ利活用（長原，チョ，鈴木），③旅客等の位置測位に資するシーズの構築（東野，山口，内山，廣森）等，に関わる技術相談ヒアリングを実施した．さらに，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10回以上の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月よりに株式会社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，IDS専任教員3名，基礎工研究科兼任教員4名，情報科学研究科兼任教員1名となっている．平成30年1月より，課題別ワーキング6回，および全体会議3回を実施して，受託研究活動を実施中である．

【受託研究獲得状況】

対象企業名：株式会社JR西日本テクシア

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，メンテナンス・ＣＢＭ化に関する研究

研究代表者： ﾃﾞｰﾀﾋﾞﾘﾃｨﾌﾛﾝﾃｨｱ機構長・八木康史

研究担当者：

①データビリティフロンティア機構・教授・長原 一，准教授・中島 悠太，准教授・武村 紀子

②基礎工学研究科・教授・乾口 雅弘，准教授・西 竜志，助教・関 宏理

③基礎工学研究科・教授・飯國 洋二

④情報科学研究科・教授・土屋 達弘

これ以外にも，基礎工学研究科所属の兼任教員と共同研究契約が成立している．さらに産学共創活動においては，平成30年当初にはIDS企画室に加藤企画室員（産業科学研究所・産学連携室兼任）が加わり，本学の研究シーズとのマッチングが難しかった課題についても加藤企画室員が有しているネットワークを活用した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ている．

今後もIDSでは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を掘り起し，社会のご期待に応えていく．

## 5. 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）

産研スマートシティ

産業科学研究所の実験においては，人物行動映像解析の実験専用に40台のカメラを準備し，産業科学研究所敷地内に設置をした．これらのカメラの使用目的は実験専用ではあるが（以下実験専用のカメラを「実験用カメラ」と呼ぶ），カメラ自身は特別なものではなく，防犯目的で設置される一般的な防犯カメラと機能的には同様のものである．したがって，設置されたカメラの外見からのみでは，防犯目的で設置されている防犯カメラなのか，実験用カメラなのか，の判断をすることは不可能である．またカメラを人物行動解析の目的で映像が撮影される場合には，萎縮効果を与える可能性も指摘されている[1]．萎縮効果を防ぐ方法として，報告書［1］では，実験用カメラが設置されていること及びそれが稼働していることが，一目でわかる対応をすること，が挙げられており，その具体的な実施策も示されている．そこで，産業科学研究所における実験においては，報告書の内容を参考に，次の対応を取っている．

A.　実験用カメラ設置事実の周知

実験用カメラ設置の事実を周知するために，実験用Webページ[1)]を準備し，実験用カメラの設置台数，設置位置及び撮影エリアの概形を公開するとともに，実験用説明会を実施する．図1は実験用Webページで公開している，実験用カメラの撮影エリア概形である．実験説明会は，実験用カメラ設置前と，実験開始前に実施し，その後は定期的に半年に1度のペースで実施をしている．　また，設置した実験用カメラの本体には，実験目的であること等がわかるラベルを貼付し，カメラ設置の周知をしている．

B.　実験用カメラ稼働状況判断を容易とする対応

実験用カメラの稼働状況は，実験計画を事前に実験用Webページで公開する，また所内のメーリングリストを利用して月毎の実験計画を産業科学研究所関係者向けに通知をする，ことで周知を行っている．また，実験実施時には，実験実施中であることが現場で分かるように立て看板を設置している．さらに，実験カメラについては図2に示すように，実験カメラが撮影中でない場合にはカメラレンズをカバーで隠す，あるいは実験用カメラ自体をカバーで覆うなどして，撮影していないことがわかるような対応を取っている．

1)　http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/SankenExperiment/index-jp.html

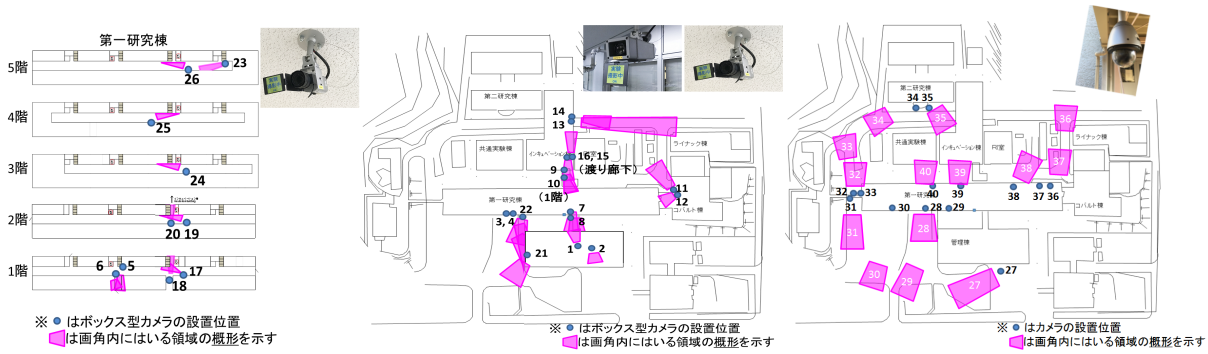



図 1　産業科学研究所における実験用カメラ撮影エリア概形

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">ボックス型カメラ<br>Panasonic WV-SP509J<br>寸法：75mm（幅）×65mm（高）×132.5mm（奥）<br>質量：約420g</td><td rowspan="2">ドーム型カメラ<br>Panasonic WV-SW598J<br>Φ：229mm　高さ357mm<br>ドーム径　160mm<br>質量：約4.4kg</td></tr>
<tr><td>ハウジング有</td><td>ハウジング無</td></tr>
<tr><td>不使用時<br>（非撮影）</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>使用時<br>（撮影中）</td><td> </td><td> </td><td> </td></tr>
</table>

図 2　産業科学研究所に設置された実験用カメラと運用方法

工学部生協におけるセンサ設置

大阪大学吹田キャンパス内において，人の往来が多く観測される場所の一つとして，大阪大学工学研究科エリアがある．このエリアには，大阪大学生協が運営する学生食堂や売店等があり，昼休みなどは，多くの学生や教職員が利用する．そのため，このエリアを実験実施場所として選定した．

工学研究科エリアでの実証実験においては，エリアを管轄する工学研究科と調整を行うとともに，撮影エリアが勤務場所となる大阪大学生協とも調整の上，実験の準備を進めている．大阪大学生協との調整の一つとして，生協職員向けに実験に関するワークショップを開催し，カメラを用いた人物行動解析に関する意見等を聴取した．

生命科学図書館におけるカメラセンサの設置

大阪大学吹田キャンパス内にある生命科学図書館において人物行動解析の実験を実施すべく準備を進めた．生命科学図書館では，産業科学研究所の実験とは異なり，設置するカメラを実験専用で利用するのではなく，防犯目的でも利用する，防犯兼実験用カメラとして運用することで，生命科学図書館側と合意をし，設置カメラ台数や設置位置，運用方法を調整しつつ準備を進めた．最終的に，生命科学図書館内に48台のカメラを設置した．設置カメラは，防犯，実験，という異なる目的で利用することになるが，防犯目的での映像利用は生命科学図書館が，実験目的での映像利用はデータビリティフロンティア機構が責任を持つこととし，映像データはそれぞれ別々に管理することとした．

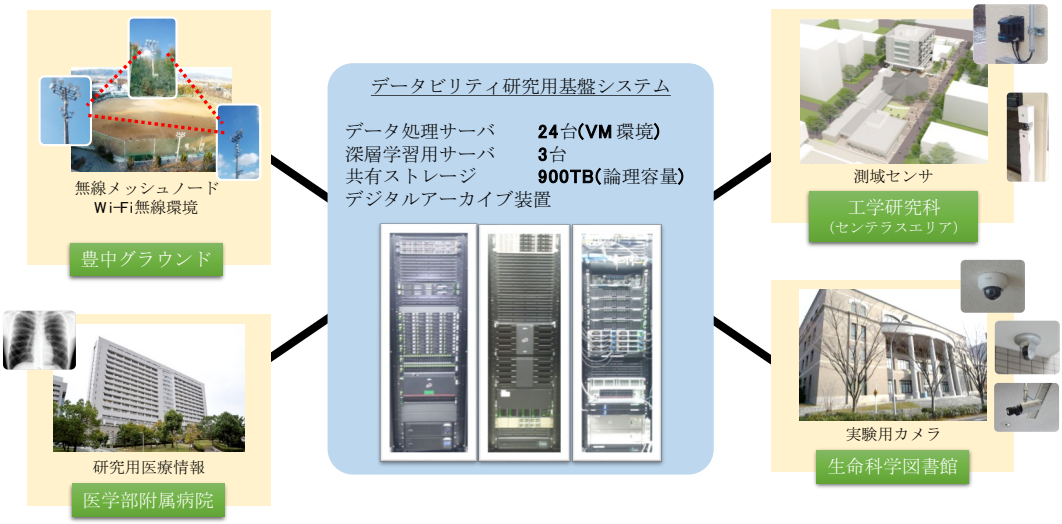
防犯兼実験カメラの運用においては，生命科学図書館の職員や利用者等の関係者に，設置の事実や実験実施の事実の周知が重要となる．そのため，まずは生命科学図書館に関係する職員向けの説明会を複数回実施することで，職員に説明を行うとともに，実験利用に関する意見を聴取した．これらの意見を踏まえた上で，今後生命科学図書館関係者向けの説明会を実施し，実験での利用を進めていく．なお，生命科学図書館においては，2018年4月より，まずは防犯目的での運用を開始する予定である．

**参考文献**

[1] 映像センサー仕様大規模実証実験検討委員会，“調査報告書”，2014年10月20日
https://www.nict.go.jp/nrh/iinkai/report.pdf

## 6. 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

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いる．このような研究推進のために，大量かつ多様性をもつデータを収集・蓄積し，AI技術等により分析することを可能にするプラットフォームの整備を進めている．平成28年度には，AIを用いたデータ分析サーバとして，GPGPUを8基搭載した深層学習用サーバ1台を整備した．また，大量のデータをアーカイブとして記録・保管するための装置として，光ディスクを用いたデジタルアーカイブ装置が整備されている．平成29年度は，さらに大規模なデータ収集・蓄積・処理を可能とするデータビリティ研究用基盤システムの整備を行った．また，大学キャンパスを対象とした実証実験フィールドの整備と，それらの環境をデータビリティ研究用基盤システムとセキュアに接続するネットワークシステムの構築を推進した．以下，それぞれの整備内容を紹介する．




データビリティ研究用基盤システム

データビリティ研究用基盤システムは，大量データの高速な分析処理を可能にするためのデータ処理用サーバ24台，AIを用いたデータ分析研究の推進を加速するための深層学習用サーバ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から構成されている（平成28年度導入分を含む）．主な装置の性能等を以下の表に示す．

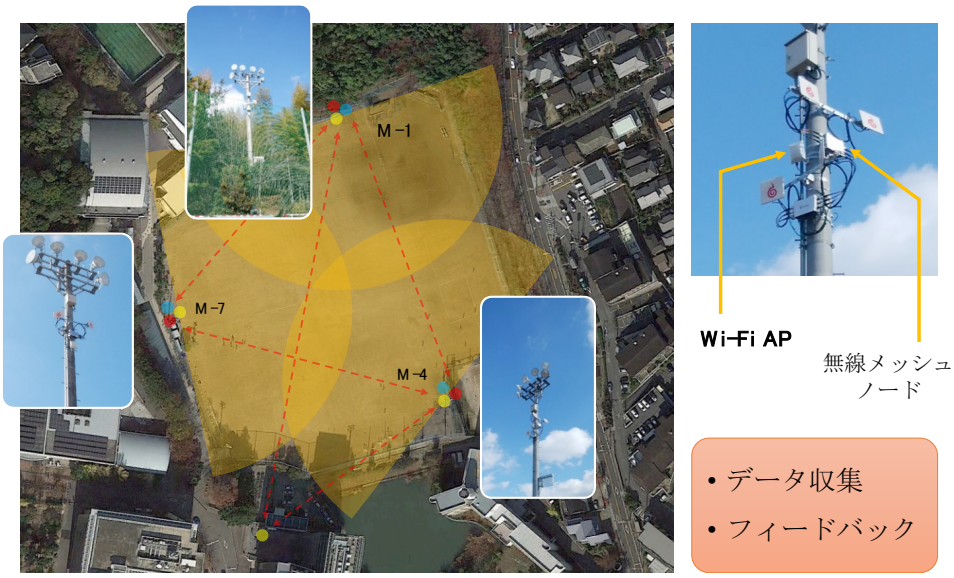
| | |
|---|---|
| データ処理用サーバ（24台） | モジュラー型サーバ<br>CPU: Intel Xeon E5-2650v4 (2.20GHz, 12C24T) ×2<br>Memory: 256GB, Disk: 1TB HDD ×2<br>Network I/F: 10GBASE-T ×2 |
| 深層学習用サーバ（2台） | CPU: Intel Xeon E5-2650v4 (2.20GHz, 12C24T)×2<br>Memory: 384GB, Disk: 1TB HDD ×2<br>Network I/F: 10GBASE-T ×2<br>GPU: NVIDIA Tesla P100 SMX2 ×4 (NVLink) |
| 共有ストレージシステム | 論理容量: 約900TB<br>SAN (Fibre Channel, iSCSI), NAS (NFS, CIFS)に対応 |

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．深層学習用サーバは，深層学習を高速に実行するためのGPUを4基搭載しており，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900TBの容量を有している．現在は，データビリティ研究において分析すべきビッグデータの格納や，次節以降で述べる実証実験フィールドから収集される映像データや各種センシングデータの格納に活用している．これらのサーバやストレージシステムは10Gbpsの高速ネットワークで相互接続されており，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．

豊中グラウンドにおける実証実験フィールド整備

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．

豊中グラウンドにおける実証実験フィールド整備は，特に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研究開発及び実証実験を推進するためのものである．平成29年度は第一弾として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タブレット端末等にリアルタイムにフィードバックできるようにするための無線環境整備を行った．具体的には，豊中グラウンドに設置されている投光器のうちの3本にWi-Fiアクセスポイントを設置してグラウンド全体でWi-Fiアクセスを可能にしており，その上流接続は無線メッシュノードを用いてサイバーメディアセンター豊中教育研究棟に接続される構成となっている．また，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システムと接続されており，計測データの蓄積や分析，フィードバックが可能になっている．



工学研究科センテラス周辺エリアにおける実証実験フィールド整備

現在，国内外において超スマート社会の実現が求められている．データビリティフロンティア機構は，超スマート社会の実現において求められる各種技術の研究開発を推進しているが，その実証実験フィールドの一つとして，キャンパス内で多数の人々が集う工学研究科センテラス周辺エリア（食堂・購買エリア）を選定し，各種センサの設置を推進している．平成29年度は，吹田キャンパス工学研究科センテラスエリアに計15台の測域センサ（レーザーレンジセンサ）を設置した．写真は，左から屋内ポール型2Dセンサ，屋外型2Dセンサ，屋内型3Dセンサである．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．

これらのセンサは，データビリティ研究用基盤システムに10Gbpsの高速専用ネットワーク回線で接続されている．

生命科学図書館における実証実験フィールド整備

超スマート社会の実現に向けたもう一つの実証実験フィールドとして，公共性が高くプライバシーへの配慮が特に必要となる図書館を選定し，平成29年度は生命科学図書館内に計48台の実験用ビデオカメラを整備した．このシステムもまた，データビリティ研究用基盤システムに10Gbpsの高速専用ネットワーク回線で接続されている．

この実証実験フィールドは，プライバシー性が非常に高い空間にビデオカメラを設置する際の社会合意形成プロセスに関する実証的研究や，顔認証を用いた書籍のスマート貸出し・返却システムの研究開発，防犯を目的とした行動分析技術の研究開発等に活用し，将来のスマート図書館の実現に向けた実証実験を推進する予定である．

医学部附属病院との連携

データ駆動型研究の中でも，AI技術による医療の高度化は非常に重要な研究分野である．データビリティフロンティア機構では医療情報を対象とする複数の学際共創研究プロジェクトを推進しているが，それらのプロジェクトでの対象データをデータビリティ研究用基盤システムにスムースかつセキュアに転送できるようにするため，高速専用ネットワーク回線を敷設した．

今後の予定

本稿では，平成29年度に整備した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について紹介した．これらは全て高速ネットワーク回線によってデータビリティ研究用基盤システムのサーバや共有ストレージシステムに接続されているが，個々のプロジェクトにおいてアクセスできる機器やデータの範囲を厳格に制限できるように設計されている．

今後は，様々な学際共創研究プロジェクトでデータビリティ研究用基盤システムを活用して頂くための取り組みを進めたい．また，実証実験フィールドの整備をさらに推進していく予定である．豊中グラウンドにおいては，グラウンド内での授業やクラブ活動等の映像データの取得・分析およびフィードバックを可能にする映像システム等を整備していく予定である．工学研究科センテラス周辺エリアにおいては，ビデオカメラによる映像取得環境を整備し，測域センサと併用した高度な人物行動解析技術の研究開発に活用していく．また，これらの実証実験フィールドを新たな学際共創研究や産学共創研究の創出に活用していく予定である．

# 7. 教育

## 7.1. AI人材教育プログラム（NEDO講座）

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．

講座全体の内容

上記の講義はいずれも平日の6限に実施した．順序としては，まず，ＡＩ関係講義より先に，計算機科学の基礎学力を計測するためのプレースメントテストを行い，条件を満たさない受講生に対しては，放送大学の授業を活用して補習を行った．後期は，知能システム概論・マシンビジョン・知識情報学の３科目を座学として開講した．ここでは，パターン認識と機械学習に関する基礎をしっかりと学び，さらに，画像に焦点を当て，画像処理，動画像解析，３次元獲得，画像認識に一連の処理を学ぶことができる構成となった．また，演習科目は，それぞれの講義に連結する形で，講義で習った抽象的な概念や手法を自らの手で動かして，実世界の課題とデータに適用することで，新たな知識の上において，汎用性の高いスキルを身につけてもらえるような流れであった．前期と後期の講義を一覧化したものが図１である．

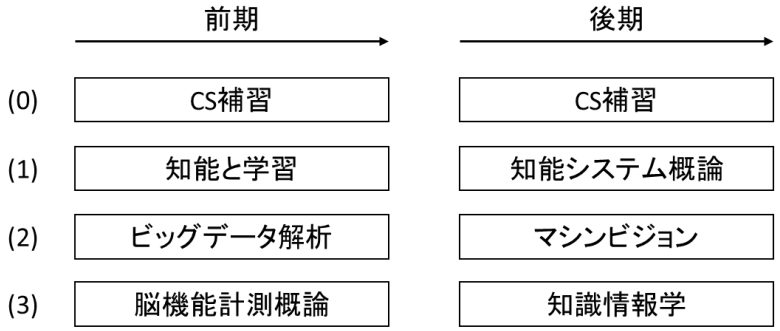



図1　AI関係講義

講義内容

| | |
|---|---|
| **知能システム概論**<br>パターン認識の基礎理論であるベイズ決定則を中心とした輪講形式の講義を実施した．具体的には，以下の内容を実施した． | |
| ・ パターン識別の概要<br>・ ベイズ決定則の概要<br>・ 最小誤り識別則<br>・ 正規分布に対する識別関数誤差確率<br>・ 離散特徴，欠損・ノイズデータに対する扱い<br>・ 最尤推定法 | ・ ベイズ推定<br>・ ベイズパラメタ推定<br>・ 十分統計量<br>・ 次元の問題<br>・ 主成分分析，線形判別分析<br>・ EM (expectation-maximization) アルゴリズム |
| **マシンビジョン**<br>機械に人の視覚機能を持たせるための技術であるマシンビジョンについて取り上げ，具体的に，以下の内容を実施した． | |
| ・ マシンビジョンの概要<br>・ 画像生成過程<br>・ フィルタリング<br>・ 特徴抽出と照合<br>・ 幾何変換<br>・ モデル当てはめ<br>・ ステレオ視 | ・ Structure from Motion<br>・ 照度差ステレオと陰影からの形状復元<br>・ オプティカルフロー<br>・ 物体検出<br>・ 物体認識<br>・ マシンビジョンのための機械学習 |
| **知識情報学**<br>ビッグデータ解析やデータサイエンスにおいて，データ解析技術として必須となる機械学習やデータマイニング技術を中心に取り上げ，具体的には，以下の内容を実施した． | |
| ・ 機械学習概要<br>・ 機械学習の基本的な手順<br>・ 決定木学習<br>・ ベイズ学習<br>・ 生成モデルと識別モデル<br>・ ニューラルネットワーク<br>・ サポートベクトルマシン<br>・ 線形回帰，回帰木 | ・ アンサンブル学習<br>・ クラスタリング，異常検出<br>・ 可視化と自己組織化マップ<br>・ パターンマイニング<br>・ 系列データのラベリングと識別<br>・ 半教師あり学習<br>・ 深層学習 |

リアルコモンデータ演習の内容

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．受講生が演習を行うための計算機環境として，GPGPUサーバ8台とファイルサーバを導入した．大阪大学においては，リアルコモンデータ演習を担当する特任教員を新たに雇用し，各講義と関連する演習を設けた．

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，視覚情報の脳内処理機構を模倣したエンコーダの学習を主な課題とした．具体的には，自然動画から視覚的な特徴を抜き出すためにガボールフィルタバンクを設計し，多数のフィルタをかけた上で脳活動の指標とされるBOLD信号（fMRIで計測）を推定する．学習アルゴリズムとして座標降下法を使用し，全体的にはCurrent Biologyに掲載されたNishimoto et al. (2011)のmotion energy modelを簡略化したものを目指す課題であった．自らの手を動かして学習機を実装することで，抽象化されたモデルの数式から，実装に際してのソースコードへと変換し，講義で習った概念を明確なスキルとして実らせることが大きな狙いだった．

演習の後半では，ディープラーニングによる画像分類技術を実践的に学ぶことを目的とした．CNN(Convolutional Neural Network)を用いた画像分類アルゴリズムの実装を基礎とし，VGG16などILSVRCで高い成績を出している最新のアルゴリズム実装や，皮膚ガン画像分類を行った論文(Andre Esteva et al., Nature (2017))で扱われているアルゴリズムの実装を行なった．課題としては，公開されている病理画像データ(CAMELYEON16)を扱い，癌細胞と正常細胞の分類を行った．

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．

成果

平成29年度後期では24名の受講生が参加した．受講生の専門分野やプログラミング経験年数は様々であったが(下記表参照)，最終回の受講生アンケートでは，授業も演習も高く評価され，受講生の声からすると一定の教育効果があったことは窺える．その回答結果を次頁に示す（アンケートを回収できた17名分）．

○受講生のプログラミング経験年数

| 1年未満 | 1～5年未満 | 5～10年未満 | 10～15年未満 | 15年以上 |
|---|---|---|---|---|
| 8人 | 7人 | 4人 | 2人 | 1人 |

○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 | ９人 | ４人 | ４人 |

○全体の満足度はどうでしたか？

| 1.不満 | 2.やや不満 | 3.どちらでもない | 4.やや満足 | 5.満足 |
|---|---|---|---|---|
| １人 | ０人 | ０人 | 4人 | １２人 |

また，その理由を教えてください．

・講義と演習のバランスがちょうど良かった．
・力がついた実感がある．
・理論やアルゴリズムプログラミングなど様々角度から学ぶ事が出来ました．
・本講義受講前と比べ，できることが非常に増えたため．
・機械学習を使えるようになり良かった．
・実践的な内容が多く実力がついたと思う．

○会社の同僚や知人に本講座を勧めたいと思いますか？

| 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 | 2人 | ５人 | 10人 |

また，その理由を教えてください．

・結構大変だったため．
・データ分析をやり始めている人にとっては，他で学ぶことができる内容だと思います．
・スキルを増やすことができるため．
・しっかりと勉強するならとても良い場と思う．初心者には少し厳しい部分もあるかも知れない．
・情報学の専攻でなくてもなんとかやっていけるレベルでした．実際に同僚に勧めました．
・実務に使えるから．
・多岐にわたるAIの各分野について勉強するきっかけになった．
・AI人材を増やしていきたい．
・ユーザーは多いが，開発者は少ないと感じるため，また，ユーザーであっても有用だと思います．
・データ分析の基礎部分について，しっかりと学ぶことができ，他業種の人と交流を深めることができるため．
・勉強になり本を読むより理解が深まるから．

## 7.2. データ関連人材育成プログラム関西地区6大学コンソーシアム

データ関連人材育成プログラム関西地区６大学コンソーシアムは，文部科学省平成２９年度科学技術人材育成費補助事業「データ関連人材育成プログラム」に選定され，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すものである．この事業では，①課題設定力・価値想像力，②データ活用能力（データ収集・統合，データ分析，データ解釈）を理解し，自身が持つ専門的知識にデータサイエンスの価値創造プロセスの理解力，あるいはそれぞれの要素技術を深堀できる力を持つ人材を育成するために，基礎コースとしての座学講習（Aコース），実践コースとしてのPBL・インターンシップ・共同研究型研修プログラム（Bコース），医療従事者を対象とした短期コース（Cコース）を実施している．

これまでのところ，コンソーシアムには情報系，医学系，工学系，理学系からだけでなく，法学，経済，国際文化など多岐にわたる人文社会科学系の学生が合計４２名受講者登録をしている（2018年7月31日現在）．また２９年度にパイロット授業として二日間にわたって行った公開講座には，両日２００名を超える参加があり，その半数が社会人であった．更にCコースで作成しているE-learningコンテンツの登録者は２５名に及び，その登録者数の半数も社会人であることから，この事業への期待や需要及び重要性は大きいものと言える．

## 7.3. ダイキンAI講座

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．2017年12月～2018年4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（23名）およびR&D部門（20名）でAI活用を推進するキーマン43名である．

講座内容

計算機科学（アルゴリズム，データ構造，ネットワーク，データベース），AI啓発（デジタル変革とAI，科学技術と社会），AI活用（データマイニング，自然言語処理，画像処理，オントロジーなど）の講義およびリアルコモンデータ演習を20名の教員で担当した．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 |
|---|---|---|
| CS補講１ | アルゴリズム，データ構造 | 長原 教授 |
| CS補講２ | 「計算機システム，ネットワーク，データベース」 | 伊達 准教授<br>長谷川 准教授<br>春本 教授 |
| 啓発講義 | 講義① 「デジタル変革とAI」 | 栄藤 教授 |
| | 講義② 「科学技術と社会」 | 岸本 教授 |
| AI活用 入門編<br>オムニバス講義 | ①データマイニング | 鷲尾 教授 |
| | ②コンピュータビジョン | 松下 教授 |
| | ③異常検知 | 河原 准教授 |
| | ④自然言語処理 | Chu 特任助教 |
| | ⑤音声対話システム | 駒谷 教授 |
| | ⑥オントロジー | 古崎 准教授 |
| | ⑦クラウド | 下條 教授 |
| AI活用 応用編 | ①知識情報学 | 福井 准教授<br>沼尾 教授 |
| | ②画像処理 | 槇原 准教授<br>村松 准教授 |
| リアルコモンデータ演習 | | 中島 准教授<br>Matthew 特任助教<br>新岡 特任准教授 |

課題

今期の受講生から，「授業の技術内容については概ね理解できるが，一部はよく理解できないところがある．数学（統計分析，線形代数）知識が不足している事を実感した」との意見があった．また，知識・技術の習得やモチベーションの維持にばらつきがあるため，各自に対する期待やその後の会社への貢献を意識できるような工夫が必要である．

ダイキン情報技術大学 開講式の様子

# 8. 専任教員の研究活動

## ❑ 知能情報基盤部門 教授 長原 一

【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超次元ライフイメージング研究部門
- 先導的学際研究機構共生予知システム研究センター

【研究活動】

- コンピュテーショナル光計測に関する研究

近年，開腹手術とくらべて患者の負担が少なく快復が早いことから内視鏡手術が注目され，適用数は増加の一途をたどっている．しかし，一般的な内視鏡で得られる情報はモニタに表示される視野の狭い2次元画像のみで腹腔へ挿入しているため視点の自由も限定的である．その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，正弦波でモジュレーションされた光を物体に投影し，物体上で反射した光をセンサで計測する．その反射光の位相差から求まる光の到達時間の遅れから物体の距離や形状を計測する手法である．従来のTOFでは，図 1 に示す直接反射のみを想定しているが，実際の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．これらの直接反射とその他の反射の成分が分離できず，推定距離や形状に大きな誤差を生じる．そのため，臓器などの生体組織は，複雑な反射を起こすことから，これまでTOFによる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．図2に研究提案の概要と要素について示す. 光コム干渉カメラは, 光周波数コム光源と光干渉光学系, 時間変調CMOSセンサを備え，光コム光源を投影光として物体に照射し，物体からの反射光を捉える．反射光は，ビームスプリッタを経由してカメラ内部に備わる参照光源から発せられる光と干渉することで，センサ上に光干渉画像を生じる．この干渉画像を新規開発する時間変調CMOSセンサによりデジタルデータとして計測する. 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．

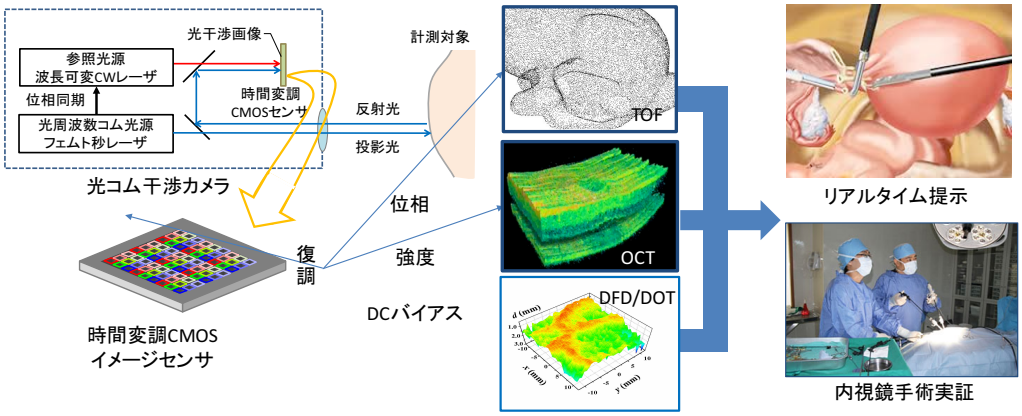



図1: コンピュテーショナル光計測システムとその内視鏡手術支援

- ライトフィールドカメラを用いた物体の形状と反射率推定に関する研究

コンピュータビジョンにおいて，画像からの物体の3次元形状計測は古くからのテーマであり，多くの形状推定手法が提案されてきた．典型的な3次元計測手法であるステレオ法では，2画像間の視差を画像中の対応点から求める必要がある．画像間の対応点を求めるには，画像中で物体上での対応点の見えが同じである必要がある．すなわち，見る方向が変わっても物体上の点の色や輝度が変化しないランバーシアン反射面であることが仮定されている．しかしながら，ランバーシアン反射は理想的な反射モデルであり，一般的な物体のほとんどはこれに従わない．たとえば，金属やプラスチックなどスムースな面の物体は強い鏡面反射を持ち，光源とカメラの方向に大きく依存して見え方が変化する．一般的なステレオマッチングでは，このような見えの変化の影響を避けるためにエッジやコーナー，テクスチャなどのパターンを利用して対応点を推定している．しかし，そもそも物体表面にこの様なパターンがない物体は計測出できないという問題があった．

本研究では，このような従来のランバーシアン反射を仮定またはテクスチャが対応点として必要であった画像による形状推定の問題を解決し，金属などの強い反射をもつテクスチャのない物体の画像からの形状計測を可能にする手法を提案する．提案手法[(2)-4, (2)-8, (2)-22]は，これまで取り扱えなかった物体を対象にする点がチャレンジングで，計測できる適用物体を広げることから実用性も高い．具体的には，入力としてライトフィールド画像と全天球画像を用いる．ライトフィールド画像は，ライトフィールドカメラによりワンショットで多視点画像として得られる．提案手法では，この多眼画像情報を用いて対象物体の形状と反射率分布(BRDF: Bidirectional Reflectance Distribution Function)を同時推定する．本手法では，ステレオ対応と反射率から想定される見かけの変化の対応が矛盾無く一貫するような，形状(奥行き視差と法線方向)と反射率を冗長な視点情報から同時推定しようとするところが一般的なステレオと異なる．これにより，推定された反射率自体が特徴点として働くため，テクスチャが全くない物体においても密な形状を推定できる．特徴点探索とステレオ手法のいちばんの不安定要因を解決できることから，この手法により図3に示す様に一般環境下においてより安定にカメラによる3次元計測が可能となった．

図2: 入力ライトフィールド画像(左)と全天球画像(右)

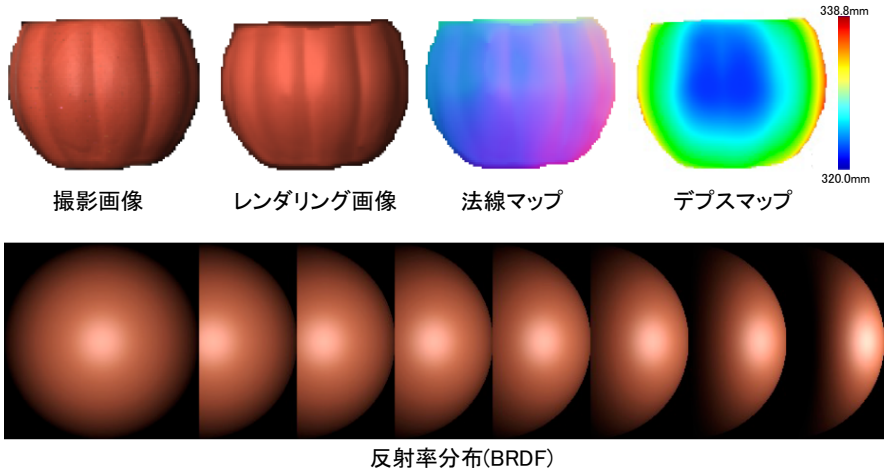



図３: 3次元形状(法線・デプスマップ)および反射率の推定結果

- プログラマブルセンサによるコンピュテーショナルフォトグラフィに関する研究

一般的なカメラに用いられるセンサは，グローバルシャッタと呼ばれる電子シャッタを持つ．グローバルシャッタを備えた通常センサは，いずれもナイキストサンプリングに基づく均等サンプリングを前提としているため，すべての画素は均等な間隔でサンプリングされ，時間的にも均等な時間間隔でサンプリングされることを前提に設計されている．つまり従来のイメージセンサでは，これらの設計上の想定から外れる露光パターンやタイミングでの画像取得は事実上不可能であった．一方で，圧縮センシングによる動画撮影やTime-of-Flight(TOF)型デプスカメラなどの高機能画像センシングが注目され，これらを対象とした特殊なCMOSイメージセンサが提案されている．本研究では，これらの新しい露光制御が可能なイメージセンサをプログラマブルセンサと呼び，その新しいセンサを用いたコンピュテーショナルフォトグラフィの応用について研究した[(2)-19 , (2)-26].

我々は現実的なプロセスによりより自由度の高い露光タイミングを設定できるCMOSイメージセンサの提案し，このセンサを用いた擬似ランダム露光を実現する手法を提案した[(2)-12, (2)-14, (2)-16 ]．試作センサ（図 4）では，画素の露光開始信号を8列毎に，露光終了信号を8行毎に共有して持つ．これにより8×8画素ブロック中の隣接画素毎に異なる露光タイミングやパターンを設定できる．この試作センサに提案した疑似ランダム露光手法を用いて動的シーンを撮影することにより，1フレーム中に16回の時間露光パターンを切り替えて得られるランダム露光による符号化画像の取得を可能とした．この符号化画像は，一枚の画像に16サブフレームの時間情報が多重化された形で得られていることになる．深層学習により得られたデコーダにより一枚の画像から16フレームの動画像情報を復元した．図5に実際に撮影した符号化画像とそれより再構成により得られた16サブフレームの

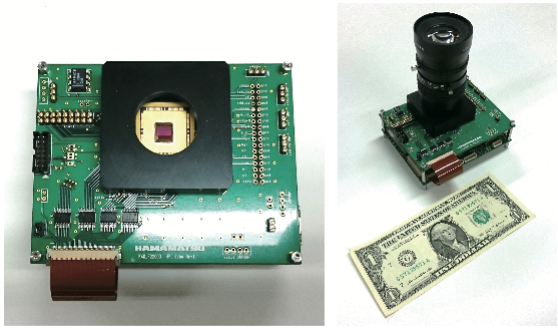


図4: 試作センサとカメラ

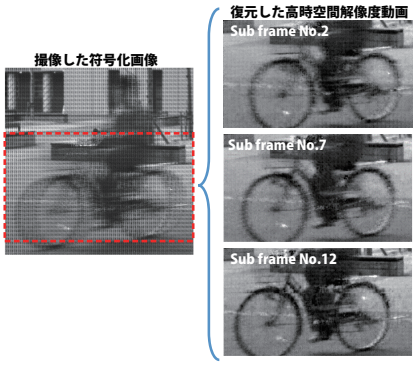



図5: 圧縮ビデオセンシングの結果

うち3フレームを例として示した．提案手法により，低時間解像度で撮像し，撮像後の復元処理により高フレームレートなシーンの動き情報が復元できていることが確認できた．

画像から3次元情報を計測する手法は，ステレオ法やTOFなど様々な手法が提案されている．その中でも1つのイメージセンサと複数の光源を用いて3次元形状を計測する照度差ステレオ法は，光源の切り替えによる物体の陰影を用いることで，被写体の詳細な表面形状を法線マップとして求めることができる．しかし，照度差ステレオ法は入力として異なる光源で照らされた複数枚の画像が必要であるため，対象物体の移動や形状変化するような動的シーンには従来，用いることができなかった．本研究ではマルチタップCMOSイメージセンサを用いることで，動的シーンでも法線ベクトルを推定できる照度差ステレオ法について提案した[(1)-3，(2)-7，(2)-15]．マルチタップCMOSイメージセンサは１ピクセルあたり４つのゲート(G1～G3, GD)と３つの電荷蓄積部であるフローティングディフュージョン(FD1～FD3)を備えており，各ゲートのOn/Offを切り替えることで電荷を蓄積するFDを切り替えることができる．単一の露光時間を$\mu$sレベルに設定すると３つのFDから読み出される３枚の画像の時間差は，光源を切り替えるには十分遅く，物体の動きに対してはほぼ無視できることになる．つまり，マルチタップイメージセンサを用いることで，照度差ステレオ法が要求する光源方向の異なる複数枚の画像をほぼ同時に撮影できる．この試作カメラで撮影された動画像に従来の照度差ステレオ法[5]を適用することで動的シーンであっても法線ベクトルの推定を可能にした．図6に落下するボールを撮影した画像を示す．図6(a)-(c)は通常のカメラ撮影した画像で，イメージセンサの露光に対してシーンの変化が高速であるため物体がずれて撮影されている．そのため，異なる対応点により復元されることから図6(d)し示すように法線が間違って推定された．それに対して，本稿で提案するシステムで撮影した画像(図6(e)-(g))ではずれなく撮影することができており，図6(h)に示したとおり被写体の法線ベクトルが正しく推定できていることが確認できた．

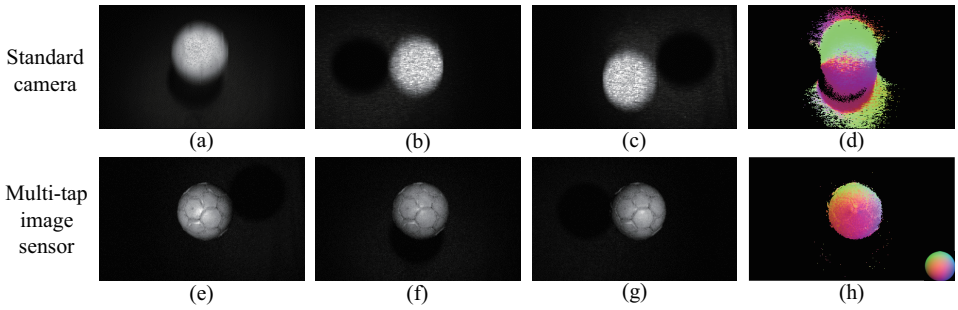



図6: 通常カメラと提案手法での物体形状推定結果の比較

【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,「放射線画像自動診断の研究」
- 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」
- 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」
- 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」
- 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」
- デジタルヒューマニティ部門「多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳プロジェクト」

【産学共創プロジェクト】

- 株式会社 JR西日本テクシア「産学連携による鉄道事業技術変革プロジェクト」
- 保険業務に関わるデータ利活用に関する研究プロジェクト
- ダイキン工業株式会社「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」

【外部研究費獲得状況】

- H29～H33,　科学研究費助成金　基盤研究S,「多元コンピュテーショナル光計測による手術支援応用」,（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
- H27～H29，科学研究費助成金　国際共同研究加速,「ライトフィールドビジョン　-画像理解のためのコンピュテーショナルフォトグラフィ-」,（代表）長原一
- H28～H29，科学研究費助成金　新学術領域(研究領域提案型)「多元質感知」公募研究,「ワンショットBRDF計測と質感解析」,（代表）長原一
- 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～H29，科学研究費助成金，基盤研究A,「次世代農業支援のための高機能センシング技術の開発」,(代表)谷口倫一郎，(分担)長原一，林健司，島田敬士，内山英昭，吉永崇，光藤雄一
- 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

【教育活動】

- ダイキンAI教育「アルゴリズムとデータ構造」
- 九州大学大学院システム情報科学研究院　集中講義「映像解析特論II」

【社会貢献】

- 情報処理学会CVIM研究会プログラム担当幹事
- Program Chair, International Conference on Quality Control by Artificial Vision2017
- 査読委員, CVPR2017, ICCV2017, MIRU2017, IEEE Trans. PAMI, IJCV他

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. 安木俊介，グエン カン，河村 岳，長原 一，“Depth from Defocus 法およびそのオートフォーカスへの応用”，日本光学会　光学，Vol. 46, No. 10, Oct., 2017.
2. Chao Ma, Ngo Thanh Trung, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada and Rin-ichiro Taniguchi, “Adapting Local Features for Face Detection in Thermal Image”, MDPI Sensors, Vol. 17, No. 12, Nov., 2017.
3. Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi and Shoji Kawahito, " The Dynamic Photometric Stereo Method Using a Multi-Tap CMOS Image Sensor", MDPI Sensors, Vol. 18, No. 3, Mar., 2018.
4. Rafael Alves Roberto, Hideaki Uchiyama, João Paulo Lima, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Veronica Teichrieb, “Incremental Structural Modeling on Sparse Visual SLAM”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, Vol. 5, Mar., 2018.

(2) 学会発表

1. Rafael Roberto, Hideaki Uchiyama, João Lima, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Veronica Teichrie, “Incremental Structural Modeling on Sparse Visual SLAM”, IAPR International Conference on Machine Vision Applications, No. 02-04, Nagoya, Japan, May, 2017.
2. Makoto Ohsaki, Hajime Nagahara, Tetsuo Ikeda, Rin-ichiro Taniguchi, “Hyperspectral imaging using flickerless active LED illumination”, The 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, Tokyo, Japan, May, 2017.
3. Chao Ma, Ngo Thanh Trung, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, “Mixed features for face detection in thermal image, The 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, Tokyo, Japan, May, 2017.
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”, British Machine Vision Conference, London, UK, Sep., 2017.
5. Yusuke Yagi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, “PCA-Coded Aperture for Light Field Photography”, International Conference on Image Processing, Beijing, China, Sep., 2017.
6. Hajime Nagahara, “Diverse Cameras for AR/MR Applications”, Workshop on Highly Diverse Cameras and Displays for Mixed and Augmented Reality, Nantes, France, Oct., 2017[Keynote speech].
7. Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Dynamic Photometric Stereo Method using Multi-tap CMOS Image Sensor”, The 13th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics, Beijing, China, Oct., 2017.

8. 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 Workshop on Robust Computer Vision, Nara, Japan, Jan., 2018.
9. Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “How does CNN grasp transparent object features?”, The International Workshop on Frontiers of Computer Vision, Hakodate, Japan, Feb., 2018.
10. Makoto Ohsaki, Hajime Nagahara and Rin-Ichiro Taniguchi, “Hyperspectral imaging for measuring vegetation indices”, The International Workshop on Frontiers of Computer Vision, Hakodate, Japan, Feb., 2018.
11. 八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，”主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間取得の検討”,電子情報通信学会技術研究報告, Vol. IE2017-15No. 48, pp. 75-79, May, 2017.
12. 長原　一, “コンピュテーショナルフォトグラフィ　-符号化撮像，ライトフィールド，圧縮センシングなどの新しい画像センシングとその応用-“,画像センシングシンポジウム　, Jun., 2017.
13. 八木 祐亮, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 園田 聡葵, 長原 一, “主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間の取得　　画像の認識理解シンポジウム”, , No. PS2-13, Aug., 2017.
14. 吉田 道隆, 長原 一, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 谷口 倫一郎, “圧縮センシング動画のデコーディング手法の検討”, 画像の認識理解シンポジウム, No. PS2-14, Aug., 2017.
15. 依田 拓也, 長原 一, 谷口 倫一郎, 香川 景一郎, 安富 啓太, 川人 祥二, “マルチタップCMOSイメージセンサを用いたダイナミック照度差ステレオ法”,画像の認識理解シンポジウム, Aug., 2017.
16. 吉田 道隆, 長原 一, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 谷口 倫一郎, “Deep Learningによる圧縮ビデオセンシングの再構成　　情報処理学会研究報告”, Vol. CVIM208, No. 19, Sep., 2017.
17. 香川景一郎, 宮城亮太, 村上裕太, 安富啓太, 長原　一, ソ ミンウン, 川人祥二, “時間周波数解析と高時間分解CMOSイメージセンサを組み合わせたTOF距離画像計測”,映像メディア学会情報センシング研究会, Sep., 2017.
18. 八木祐亮, 高橋桂太, 藤井俊彰, 園田聡葵, 長原一, “光線空間取得のための主成分分析を用いた符号化撮影”, 電気･電子・情報関係学会東海支部連合大会, Sep., 2017.
19. 長原一, コンピュテーショナルフォトグラフィ -センシングとプロセッシングの融合-“, 日本光学会情報ホトニクス研究会秋合宿, Sep., 2017[招待講演].
20. 依田拓也. 長原一, 谷口倫一郎, 香川景一郎, 安富啓太, 川人祥二, “マルチタップCMOSイメージセンサを用いたダイナミック照度差ステレオ法”, 日本光学会年次学術講演会, No. 2aDS1, Oct., 2017.
21. 宮城亮太, 村上裕太, 香川景一朗, 安富啓太, 長原一, ソミンウン, 川人祥二, "光時間分解電荷変調イメージセンサと周波数領域析を用いた光飛行時間距離画像計測”, 日本光学会年次学術講演会, No. 1aD2, Oct., 2017.

22. Thanh Trung Ngo, Hajime Nagahara, Ko Nishino, Rin-ichiro Taniguchi, Yasushi Yagi, “Reflectance and Shape Estimation with a Light Field Camera under Natural Illumination”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM209, No. 20, Nov., 2017.
23. 濵﨑弘樹，中居謙太郎，竹下真悟，前原　武，園田聡葵，三鴨道弘，川崎　洋，長原　一，小野智司, “電子透かしの抽出を目的とした符号化開口の設計に関する実験的検討”，電子情報通信学会技術研究報告, Vol. EMM, No. 1, Nov., 2017.
24. 稲垣安隆，八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，“ニューラルネットワークを用いた符号化開口法による光線空間取得”, 2017年度画像符号化シンポジウム, Nov., 2017.
25. 八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，“NMFを用いた符号化撮影による光線空間の取得”, 2017年度画像符号化シンポジウム, Nov., 2017.
26. 長原　一，“プログラマブルセンサによるコンピュテーショナルフォトグラフィ”,情報センシング研究会, Nov., 2017.
27. 橋場康人，望月敬太，佐野恵美子，長原一，“トンネル壁面の走行撮影点検に向けた像ぶれ補正技術の開発”，第18回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, Dec., 2017.
28. 郭 熠博，島田 敬士，内山 英昭，馬 超，長原 一，谷口 倫一郎, “CNN for face detection with thermal image”,知覚情報／次世代産業システム合同研究会, Mar., 2018.

(3) 産業財産権

1. 長原一，池田哲夫，大崎誠，堤亮介，“ヘモグロビン天領装置，ヘモグロビン定量方法及びヘモグロビン定量プログラム”，特願2017-071837.

(4) その他

1. [2017年度 IE特別賞] 電子情報通信学会画像工学研究会，八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，”主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間の取得”.
2. [Keynote speech] Hajime Nagahara, “Diverse Cameras for AR/MR Applications”, Workshop on Highly Diverse Cameras and Displays for Mixed and Augmented Reality, Nantes, France, Oct., 2017.
3. [チュートリアル講演] 長原　一, “コンピュテーショナルフォトグラフィ　-符号化撮像，ライトフィールド，圧縮センシングなどの新しい画像センシングとその応用-“,画像センシングシンポジウム, Jun., 2017.

## ❑ 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】

- 情報技術のガバナンスと規制に関する研究
  顔認識技術を中心としたバイオメトリクスの利用に伴う様々なリスクについて，それらの早期発見の手法，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について，海外動向調査も含めて調査・研究する．
- データハンドリングの作法の確立に関する研究
  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，利活用，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】

- H28～H30，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

【教育活動】

- ダイキンAI教育「科学技術と社会」
- 東京大学公共政策大学院　講義「Risk and Regulatory Policy」
- 東京大学公共政策大学院　講義「医療イノベーション政策」

【社会貢献】

- 日本リスク研究学会理事
- 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
- 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. Shineha, R., Inoue, Y., Ikka, T., Kishimoto, A. and Yashiro, Y. “Comparative analysis of attitudes toward stem cell research and regenerative medicine between the public and the scientific community.” STEM CELLS Translational Medicine 7(2), pp. 251-257, 2017
2. Sugiyama, M., Deguchi, H., Ema, A., Kishimoto, A., Mori, J., Shiroyama, H, and Scholz, R. W. “Unintended side effects of digital transition: perspectives of Japanese experts.”, Sustainability 9(12), 2193, 2017.
3. Shineha, R., Inoue, Y., Ikka, T., Kishimoto, A. and Yashiro, Y. “Science communication in regenerative medicine: Implications for the role of academic society and science policy.” Regenerative Therapy 7, pp. 89-97.
4. 松尾真紀子，岸本充生，“新興技術ガバナンスのための政策プロセスにおける手法・アプローチの横断的分析”．社会技術研究論文集 Vol.14, pp. 84-94, 2017.
5. 藤井 健吉，河野 真貴子，井上 知也，平井 祐介，永井 孝志，小野 恭子，岸本 充生，村上 道夫．“レギュラトリーサイエンス（RS）のもつ解決志向性とリスク学の親和性―薬事分野・食品安全分野・化学物質管理分野の事例分析からの示唆―”．日本リスク研究学会誌 27 (1), pp. 11-22, 2017.

(2) 学会発表

1. 岸本充生，エマージングリスクの早期発見と対応に関する取り組み，日本リスク研究学会第30回年次大会，2017年10月29日，滋賀大学.
2. 岸本充生，スポーツ対決：野球 vs. サッカー，日本リスク研究学会第30回年次大会，2017年10月28日，滋賀大学.

(3) 著書

1. 岸本充生，“第10章 ナノテクノロジーのリスクコミュニケーション”，平川秀幸，奈良由美子 編『リスクコミュニケーションの現在―ポスト3.11のガバナンス』放送大学教育振興会, 2018.
2. 岸本充生，“第9章 化学物質のリスクコミュニケーション”，平川秀幸，奈良由美子 編『リスクコミュニケーションの現在―ポスト3.11のガバナンス』放送大学教育振興会, 2018.
3. Kishimoto, A. “Public attitudes and institutional changes in Japan following nuclear accidents”, in Balleisen, E., Bennear, L., Krawiec, K. and Wiener, J. B. eds. Policy Shock: Recalibrating Risk and Regulation after Oil Spills, Nuclear Accidents and Financial Crises. Cambridge University Press. 2017.

## ❑ 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．特にウェアラブルセンサ等から得られるデータや，アスリートのメディカル情報を収集し蓄積するプラットフォームについてプロトタイプシステムを設計し実装した．

【IDS研究基盤整備】

- データビリティ研究用基盤システムの整備（サーバ，ストレージ等）
- 実証実験フィールドの整備
  - 工学研究科センテラス周辺エリア（レーザーレンジセンサ等）
  - 生命科学図書館（ビデオカメラ等）
  - 豊中グラウンド（Wi-Fi無線環境）

【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」

【教育活動】

- 工学部電子情報工学科2年次配当「データベース工学」(12回)
- ダイキンAI人材養成プログラム「データベース」(集中講座，７回)

【社会貢献】

- 第86回産研テクノサロン（2018年2月2日）における講演
  「データビリティフロンティア機構と共創イノベーション」
- 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

## ❑ 知能情報基盤部門　准教授 中島 悠太

【兼任】

- 産業科学研究所
- 情報科学研究科
- 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

【研究活動】

- 大量の映像群からテキストの内容に沿った映像を生成する映像要約手法の開発
  長映像とテキストを共通の特徴空間に写像し，それらの類似度を考慮して要約映像を生成する手法を提案した [文献(1)-1,3，文献(2)-3,5,8,9]．また関連して，与えられた2つの名詞句が画像中の同一のオブジェクトを表すかを識別する手法を提案した [文献(2)-1,2,7].
- 自由視点画像生成に関する研究
  人物の自由視点画像生成とそのアプリケーションを中心に取り組んだ [文献(2)-4,6]．また，その周辺技術として，ヘッドマウントディスプレイでの自由視点画像の提示 [文献(2)-10] や，拡張現実感におけるマーカの不可視化技術 [文献(1)-2] を発表した.

【学際共創プロジェクト】

- ヘルスサイエンス部門「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」
- バイオサイエンス部門「全組織細胞イメージング/分子病態解析」
- 人間総合デザイン部門「スマートシティプロジェクト」
- 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」

【外部研究費獲得状況】

- 2016～2018,　科学研究費助成金　若手研究B　「大量の映像群からテキストの内容に沿った映像を生成する映像要約手法の開発」,（代表)中島悠太
- 2017，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」,（代表）篠原一光,（分担）沼尾正行，武村紀子，中島悠太

【教育活動】

- ダイキンAI教育「リアルコモンデータ演習」

【社会貢献】

- 査読委員/Program Committee: ACM Multimedia, OKBQA Workshopなど
- 論文誌査読: IEEE Trans. Multimedia, IEEE Trans. Information Forensics and Securityなど

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. 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, 12 pages, Jan. 2018.
2. Norihiko Kawai, Tomokazu Sato, Yuta Nakashima, and Naokazu Yokoya, "Augmented reality marker hiding with texture deformation," IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, vol. 23, no. 10, pp. 2288-2300, Oct. 2017.
3. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, "Video summarization using textual descriptions for authoring video blogs," Multimedia Tools and Applications, vol. 76, no. 9, 12097-12115 pages, May 2017.

(2) 学会発表

1. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, "Visually grounded paraphrase extraction," 言語処理学会 第24回年次大会, pp. 979-982, Mar. 2018.
2. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, "Extracting paraphrases grounded by an image," 情報処理学会 研究報告, CVIM-211-6, 8 pages, Feb. 2018.
3. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkila, "Finding video parts with natural language," 情報処理学会 研究報告, CVIM-211-7, 7 pages, Feb. 2018.
4. 中島悠太, 大倉史生, 河合紀彦, 川崎洋, 池内 克史, ブロンコ アンブロージオ, "自由視点画像生成のためのEigen-Texture法における係数の回帰," 情報処理学会研究報告, CVIM-209-39, 8 pages, Nov. 2017.
5. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, "Fine-grained video retrieval for multi-clip video," Proc. Workshop on Closing the Loop Between Vision and Language (CLVL) at ICCV, 2 pages, Nov. 2017.
6. Yuta Nakashima, Fumio Okura, Norihiko Kawai, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, and Katsushi Ikeuchi, "Realtime novel view synthesis with eigen-texture regression," Proc. British Machine Vision Conference, 12 pages, Sep. 2017.
7. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, "画像ピボットパラフレーズ抽出に向けて," NLP若手の会 第12回シンポジウム, 1 pages, Sep. 2017.
8. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkilä, and Naokazu Yokoya, "Unsupervised video summarization using deep video features," 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU) Extended Abstracts, PS3-35, 4 pages, Aug. 2017.
9. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, "Video question answering to find a desired video segment," Proc. Open Knowledge Base and Question Answering Workshop (OKBQA) at SIGIR (demo paper), 2 pages, Aug. 2017.

10. Thiwat Rongsirigul, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, “Novel view synthesis with light-weight view-dependent texture mapping for a stereoscopic HMD,” Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo, 6 pages, Jul. 2017.

(3) その他

1. 電子情報通信学会 教育功労賞 「関西支部 ICT 基礎講座「画像処理講座」への貢献」, 2018年3月

## ❑ 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

【研究活動】

- 能動的センシングに基づき，照明に対する快不快を推定した．照明を微小変動させ，ヒトの無意識的行動変化を様々なセンサでセンシングすることで，照明条件一定の場合よりも推定精度が大幅に向上した．（文献(1)-5,(2)-3）
- 顔画像に基づいた疲労推定を行った．顔画像の時間的・空間的な画像特徴を統合することで，従来手法よりも推定精度が大幅に向上した．（文献(1)-4）

- CNNを用いた視点変化に頑健な歩容認証手法を提案した．観測方向の違いの大きさや認証タスク（個人識別，本人認証）に応じて適切なネットワーク構造を提案し，これらを統合することで，汎用的で認証性能の高いCNNモデルが実現した．（文献(1)-3,(2)-1,2，(3)-2-21）
- 視点変化が異なる場合について歩容認証手法を評価するために，14方向から撮影した歩容（1万人分）についてデータベースを構築し，公開した．（文献(1)-2）

- 荷物所持の状態が異なる場合について歩容認証手法を評価するために，様々な荷物を所持している場合，荷物を所持していない場合について約6万人分の歩容データベースを構築し，公開した．（文献(1)-1）

【産学共創プロジェクト】

- 「産学連携による鉄道事業技術変革プロジェクト」（JR西日本テクシア）
- 「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)

【外部研究費獲得状況】

- 2015～2017，　科学研究費助成金　若手研究B　「ユーザ状態推定のための能動的アンビエントセンシング」，（代表)武村紀子
- 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
- 2017，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」，（代表）篠原一光，（分担）沼尾正行，中島悠太，武村紀子

【教育活動】

- 基礎セミナー「知能とコンピュータ」

【社会貢献】

- シンポジウム「HANDAIロボット展から始めるロボットとの共生社会」，大阪大学，パネリスト
- ジェンダーサミット10・理工チャレンジ（リコチャレ），女子中高生向けサテライトイベント，JST，パネリスト

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. 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, 2018（Accepted）
2. 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”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 10:4, 2018
3. Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi：“On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition”, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2018（Accepted）
4. 川村亮介，武村紀子，佐藤宏介：“顔画像における強度の時空間変化特徴に基づく疲労推定", 電子情報通信学会和文論文誌，Vol. J100-B, No. 12, pp. 1014-1022, 2017
5. 菊川剛，武村紀子，佐藤宏介：“照明の微小変動に誘発される無意識的行動に基づく快不快推定”，システム制御情報学会論文誌，Vol. 30, No. 5, pp. 183-190, 2017
6. 武村紀子，白神康平，槇原靖，村松大吾，越後富夫，八木康史：“深層学習による高精度歩容認証”，画像ラボ，Vol. 29, No. 1, pp. 40-48, 2018

(2) 学会発表

1. Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi, “Appropriate Network Architecture According to a Situation for Convolutional Neural Network-based Cross-view Gait Recognition”, Proc. of the 12th International Workshop on Robust Computer Vision, 2018
2. 武村紀子，槇原靖，村松大吾，越後富夫，八木康史，“CNNを用いた視点変化に頑健な歩容認証における入出力構造の一検討”，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，情報処理学会，vol.2017-CVIM-209, No. 9, pp. 1-8, 2017
3. 菊川剛，武村紀子，佐藤宏介，“照明環境に対する快不快推定のための能動的アンビエントセンシング”，第22回日本顔学会大会（フォーラム顔学2017），2017

(3) その他

1. Kai Wang, Noriko Takemura, Daisuke Iwai, Kosuke Sato：日本バーチャルリアリティ学会論文賞，“A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor”, 2017

2. 産業科学研究所 定例記者会見（第53回），プレスリリース，「未来科学捜査」歩容鑑定～深層学習でどんな向きの人物も認証可能に～，2017年11月7日
3. 読売新聞夕刊 「歩き方で個人識別，精度を大幅向上…犯罪捜査に」，2017年11月8日
4. 読売新聞ウェブ版 他5件 「歩き方で個人識別，精度を大幅向上…犯罪捜査に」，2017年11月8日
5. Science Daily Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
6. Phys.org Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
7. Technology News Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
8. Pepe420 Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
9. HD IAC Homeland Defense & Security Information Analysis Center Walk this Way? A Better Way to Identify Gait Differences，2017年11月9日
10. 日刊工業新聞ウェブ版 「深層学習で歩き方解析，個人識別を高精度化－阪大が歩容認証技術」，2017年11月9日
11. Science Newsline (2017/11/10) Walk This Way: A Better Way to Identify Gait Differences，2017年11月10日
12. Yahooニュース 「「歩き方」によりAIで個人認証」，2017年11月10日
13. 大学ジャーナル 「「歩き方」で個人認証，誤り率４％のAI技術を大阪大学が開発」，2017年11月12日
14. マイナビニュース 他1件 「歩き方」で個人識別が可能に! - 犯罪捜査やマーケティングへの応用も期待，2017年11月13日
15. Communications of the ACM Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月13日
16. J-CAST ニュース 他1件 「歩く姿」認証，96％の確率で個人を特定　防犯カメラ映像から犯人捜査，テロ予防も，2017年11月14日
17. 朝日新聞 「ＡＩ，歩き方で人物特定 識別率95.8% 犯罪捜査で期待」，2017年11月15日
18. 神戸新聞 「AI 歩く姿で犯人見極め 阪大グループ新システム」，2017年11月27日
19. 毎日新聞 「科学の森AIで歩き方を鑑定」，2017年12月14日
20. TBS 未来の起源 「1秒歩けば誰だかわかる」，2018年2月4日
21. BS-TBS 人工知能が未来を変える！ＡＩ大解剖スペシャル　パート２ あなたは最強の ボディガード「安全を守るAI」，2018年3月31日

## ❑ 知能情報基盤部門　特任准教授（常勤）　新岡 宏彦

【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に関する研究

  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い，その予測結果と放射線科医3人(R1, R2, R3経験年数7，8，25年)の予測結果を比較した．結果として，AISかMIA/IVAの2群分別の診断率は，人工知能が73.3%，R1が80%，R2が74%，R3が83.3%と有意差なし．AIS，MIA，IVAの3群分別の診断率は，人工知能が51%，R1が61%，R2が53%，R3が64%と有意差なし．ROC曲線のArea under curve（AUC）は人工知能が0.712，R1が0.665，R2が0.574，R3が0.714と，人工知能と経験年数豊富なR3はほぼ同等．経験年数の少ないR2に比して有意に勝った（$p<0.04$）．CT画像は3次元データであるため，深層学習アルゴリズムとして3D-CNNを用いた．診断に用いたデータは，肺腺癌と診断された90症例（男50，女40）は，AIS24例，MIA20例（病理学的浸潤成分≦5mm)，IVA46例（病理学的浸潤成分＞5mm)．術前薄層CT画像（0.625mm厚）であった．

- 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に関する研究

  心筋に分化した細胞のクラス分けを行うCNNを作製し，分化率50%以下の細胞と分化率70%以上の細胞の分類に成功した．

- 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に関する研究

  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．

- 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に関する研究

  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．本内視鏡は非染色で臓器を観察することが可能であり，今後，様々な生体組織のイメージングを行う．さらにAIを組み合わせることで従来の病理画像では不可能な，病気の診断や特定の細胞のセグメンテーションなどを行う．

- 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に関する研究

  マウスの背中に移植した脂肪組織由来幹細胞の近赤外光第二領域イメージングに成功した．

- 深層学習を用いた統合的画像解析による細胞種および状態の識別に関する研究

  筋芽細胞が筋管細胞へ分化する際に伴う形態変化を指標とし，CNNを用いて91.8%の精度で分類に成功した．[文献4]

- 内部構造および力学性状の異なる血栓の形成理由に関する研究

  血栓を透明化する試薬を用いて，蛍光顕微鏡観察をすることで，可視光でも内部奥まで観察することに成功した．また，FIB-SEMを用いた観察により，電子顕微鏡の空間分解能で，血栓の内部構造を観察することに成功した．

【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29-33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”
- 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”
- 公益財団法人 栢森情報科学振興財団: 第21回助成事業，研究代表者：新岡 宏彦
  “深層学習を用いた統合的画像解析による細胞種および状態の識別”
  助成期間：2017年1月～2018年12月まで
- 平成28-29年度　挑戦的萌芽研究，研究代表者：新岡 宏彦
  “深層学習を用いた非侵襲細胞分化判別”
- 平成27-29年度　挑戦的萌芽研究，研究分担者(研究代表者：和田 成生)
  “内部構造および力学性状の異なる血栓はどうして形成されるのか”

【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「顕微鏡バイオイメージングとディープラーニングによる画像解析」
- 大阪大学基礎工学部システム科学科　生物工学コース　生物工学実験 B (電気回路実験)　平成29年度前期分担当

【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(https://www.facebook.com/groups/ai.medical/)の顧問
- 人工知能研究会(https://air-osaka.tumblr.com)の顧問

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. 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. J. Miyake, Y. Kaneshita, S. Asatani, S. Tagawa, H. Niioka, T. Hirano, “Graphical classification of DNA sequences of HLA alleles by Deep learning”, Human cell, 31, 2, 102-105 (2018)
3. H. Niioka*, S. Asatani, A. Yoshimura, H. Ohigashi, S. Tagawa, and J. Miyake, (* corresponding author) “Classification of C2C12 cells before and after differentiation with convolutional neural network and phase contrast images”, Human cell, 31, 1, 87–93 (2018)
4. T. Minamikawa, Y. Murakami, N. Matsumura, H. Niioka, S. Fukushima, T. Araki, and M. Hashimoto, “Photo-induced cell damage analysis for single- and multi-focus coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy”, Journal of Spectroscopy, Vol. 2017, Article ID 5725340, 8 pages (2017)
5. 三宅淳, 田川聖一, 新岡宏彦, “人工知能 Deep Learning の医学応用”, 医用画像情報学会誌 Vol. 34, No. 3, 120-125 (2017)
6. 三宅淳，山本修也，島林真人，田川聖一，新岡宏彦, “ディープラーニングのバイオテクノロジーへの応用可能性”, 公益財団法人 日本化学会 バイオテクノロジー部会 NEWS LTTER Vol. 21, No. 1, pp.3-8 (2017)

(2) 学会発表

1. Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Akinori Hata, Noriko Kikuchi, Osamu Honda, Noriyuki Tomiyama, Hironori Ohigashi, Seiichi Tagawa, and Jun Miyake, “Radiologists v.s. Deep learning system (3D Convolutional Neural Network): radiological prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma” Radiological Society of North America 103th Scientific Assembly and Annual Meeting (RSNA2017) (Chicago, USA, November 26 to December 1)
2. A.I. Adiba, S. Asatani, S. Tagawa, H. Niioka, and J. Miyake, “Gaze Tracking in 3D Space with a Convolution Neural Network "see what I see"”, The 46th Annual IEEE the Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (Washington DC, United States, October 9-11, 2017)

3. Hirohiko Niioka, Shoichiro Fukushima, Taichi Furukawa, Masayoshi Ichimiya, Takumi Sannomiya, Masaaki Ashida, and Mamoru Hashimoto, “Multi-scale bio-imaging with cathodoluminescence microscopy and near-infrared light imaging”, The International Nanophotonics Symposium (INP-2017) (Kawana Hotel, Ito, Shizuoka, Japan, August 25-26, 2017) (poster)
4. Shin-Ichi Tanaka, Hirohiko Niioka, “Development of Near-Infrared-Emitting Platinum Nanoclusters aimed at in vivo Imaging and Biomedial Application”, The International Nanophotonics Symposium (INP-2017) (Kawana Hotel, Ito, Shizuoka, Japan, August 25-26, 2017) (poster)
5. N. Sugita, H. Hirakata, K. Inoue, K. Tatsumi, S. Ii, H. Niioka, S. Wada, and K. Koike, “The blood components strongly affect thrombus structure formed in a novel microfluidic device”, XXVI Congress of the International Society on Thrombosis and Haemostasis and 63rd Annual Scientific and Standardization Committee (SSC) Meeting (Berlin, Germany, July 8-13, 2017)
6. Daiki Sato, Masahito Yamanaka, Taichi Furukawa, Hirohiko Niioka, Jun Miyake, and Norihiko Nishizawa, “Fluorescence imaging using upconversion fluorescence emission in 480-nm wavelength region from $Y_2O_3$: Tm, Yb nanoparticle”, The 6th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS’17) (Yokohama, Japan, Apr. 18 - Apr. 21, 2017) (poster)
7. 梁川雅弘，新岡宏彦，大東寛典，田川聖一，本多修，秦明典，菊地紀子，宮田知,三宅淳，富山憲幸，“人工知能（深層学習）を用いた肺癌の画像診断：上皮内腺癌（AIS），微小浸潤性腺癌（MIA），浸潤性腺癌（IVA）の鑑別”，第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会(2018/2/2-3，大阪国際会議場)(ポスター)
8. 佐藤大暉，山中真仁，古川太一，新岡宏彦，西澤典彦，“高次非線形なアップコンバージョン蛍光発光を用いた蛍光イメージング”，レーザー学会第511回研究会「ファイバレーザー技術」(2017/11/10，名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 3階ベンチャーホール，愛知)
9. 梁川雅弘，新岡宏彦，大東寛典，田川聖一，本多修，秦明典，菊地紀子，野口雅之，新谷康，奥村明之進，三宅淳，富山憲幸，“放射線科医v.s.人工知能：肺腺癌の病理学的浸 潤成分の画像学的予測”，第58回日本肺癌学会学術集会 (2017/10/14-15，パシフィコ横浜)
10. 若槻 祐貴，小島 慶之，中根 英昭，岩井 尚晴，田川 聖一，新岡 宏彦，三宅 淳，“ディープラーニングの環境分野への応用—降水現象を例として—”，第20回記念（2017年度）日本環境共生学会学術大会 (2017/9/22-24，高知工科大学，永国寺キャンパス，高知)
11. 山中真仁，佐藤大暉，古川太一，新岡宏彦，三宅淳，西澤典彦，“Er 添加ナノ粒子の高次非線形応答を用いた蛍光イメージング”，第78回 応用物理学会秋季学術講演会 講演奨励賞受賞講演 (2017/9/5-8，福岡国際会議場，国際センター・福岡サンパレス)
12. 佐藤大暉，山中真仁，古川太一，新岡宏彦，西澤典彦，“励起光強度変調による$Y_2O_3$:Tm,Yb ナノ粒子の高次非線 形なアップコンバージョン蛍光発光”，第78回 応用物理学会秋季学術講演会 (2017/9/5-8，福岡国際会議場，国際センター・福岡サンパレス，福岡)

13. 平方秀男，杉田尚子，井上京，巽和也，栗山怜子，伊井仁志，新岡宏彦，和田成生，小池薫，村井俊哉，“静脈血栓フィブリン構造変化−血小板数，ヘマトクリット値の影響”，第40回日本バイオレオロジー学会年会 (2017/5/27-28，川﨑祐宣記念講堂，岡山)
14. 新岡宏彦，柳本舎那，浅谷学嗣，田川聖一，椙村春彦，三宅淳，“人工知能を用いた胃癌の病理画像診断(Artificial intelligence and image analysis in pathological gastric cancer diagnosis )”，第106回 日本病理学会総会 (2017/04/27-29，京王プラザホテル，東京) (ポスター)
15. 三宅 淳，浅谷 学嗣，吉村 愛菜，大東 寛典，田川 聖一，○新岡 宏彦，“人工知能・ディープラーニングと位相差顕微鏡像による細胞分化識別 (Recognition of differentiation and canceration of cells by phase-contrast images and deep learning)”，第106回 日本病理学会総会 (2017/04/27-29，京王プラザホテル，東京)

(3) その他

1. H. Niioka, “Technologies of Deep Learning for Medical Applications”, The 9th MEI[3] Center International Symposium -AI Medicine: Revolution- (Icho Kaikan 3F Hall, Osaka University, Osaka, Japan, 2018/3/13) (Invited)
2. 新岡宏彦，“生体イメージングデータに対する深層学習の応用”，平成29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ダイナミカルバイオインフォマティクスの展開 (統計数理研究所，東京都，2017/10/26) (招待講演)
3. 新岡宏彦，田川聖一，三宅淳，“ディープラーニングをバイオメディカルに如何に使うか”CBI学会2017年大会 データ駆動型研究が拓く創薬 (タワーホール船堀，東京都，2017/10/4) (招待講演)
4. 第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会　ポスターセッション優秀賞
   梁川雅弘[1]，新岡宏彦[2]，大東寛典[3]，田川聖一[4]，本多修[1]，秦明典[1]，菊地紀子[1]，宮田知[1],三宅淳[5]，富山憲幸[1]
   [1]大阪大学医学研究科 放射線統合医学講座 放射線医学教室，[2]大阪大学データビリティフロンティア機構，[3]大阪大学大学院基礎工学研究科，[4]大阪大学先導的学際研究機構，[5]大阪大学国際医工情報センター
   “人工知能（深層学習）を用いた肺癌の画像診断：上皮内腺癌（AIS），微小浸潤性腺癌（MIA），浸潤性腺癌（IVA）の鑑別”
   第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会　(2018/2/2-3，大阪国際会議場12階，大阪)

## ❑ 知能情報基盤部門　特任講師（常勤）　Benjamin Renoust

【兼任】

- Institute for Datability Science
- Visiting scholar at JFLI CNRS UMI 3527

【研究活動】

- Studies on graph visual analytics
  Visual analytics allows to help users understand and explore their data through the use of visual representation and interaction. Graph are good object to help support understanding (we can easily draw them) while providing a strong ground in analytics (with the support of graph theory). This helps for example provide better trust to users [5-1]. By focusing on the relationships between entities, graphs can also be used as models to capture the properties of a wide panel of different application data from multimedia data to humanity data. Supporting Visual Analytics requires the design of specific algorithms on graph drawing, graph analysis and interaction. I am especially interested in the subclass of "multiplex graphs" (e.g. heterogeneous graphs).

【学際共創プロジェクト】

- 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」

【教育活動】

- Advising Haolin Ren, Ph.D. student with Pr. Guy Melançon (U. Bordeaux, Bordeaux, France) and Dr. Marie-Luce Viaud (INA, Paris, France). Analysis of multiplex graphs with news data, hierarchy extraction and visualization. Submission to ICMR (rejected with positive reviews, not positive enough).
- Advising Youssef Mourchid, Ph.D. student with Pr. Mohammed El Hassouni (U. Mohammed V, Rabat, Marocco), Pr. Hocine Cherifi (U. Bourgogne, Dijon France) : deriving story-networks from movie analysis.

【社会貢献】

Reviews/PC Member (Springer LNSN 2018, ATSIP 2018, ICPR 2018, Elsevier COMPAG 2018, IEEE VIS 2018, PacificVis 2018, French ANR project reviews)

【研究業績リスト】

(1) その他

1. Bias and Trust in Visual Analytics: Challenges and Opportunities for Effective Human Machine Intelligence, David Gotz, Steffen Koch, Zhicheng “Leo”Liu, Ross Maciejewski, Benjamin Renoust, Guodao Sun, Jing Yang, Ye Zhao, NII Shonan Meeting 120: “Visual Analytics: Towards Human Machine Intelligence”, Mar. 2018

## ❑ 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 (ACT-I)
  概要：パラフレーズとは同じ意味の異なるテキスト表現です．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します．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ます．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します．
  成果：Before the official start of the ACT-I project, we presented our research plan with some preliminary results for noun phrase-region and phrase-phrase alignments at the 12th NLP YANS Symposium [文献(1)-5], and discussed the possible research directions with natural language processing (NLP) researchers. After that we have been mainly studying on noun VGP extraction. Upon a survey on the baseline models for phrase-region alignment, we proposed the novel task of VGP extraction, and a supervised model based on neural networks with image attention that achieved the state-of-the-art performance for this task. We presented our work at CVIM 211 [文献(1)-4] and NLP 2018 [文献(1)-3].
- 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 (研究活動スタート支援)
  概要： In Japan, because of the rapid increase of foreign tourists and the host of the 2020 Tokyo Olympic Games, translation needs are rapidly growing, making machine translation (MT) indispensable. In MT, the translation knowledge is acquired from parallel corpora (sentence-aligned bilingual texts). However, as parallel corpora between Japanese and most languages (e.g., Japanese-Indonesian) and domains (e.g., medical domain) are very scarce (only tens of thousands of parallel sentences or fewer), the translation quality is not satisfied. Improving MT quality in this low resource scenario is a challenging unsolved problem. We aim to address this problem based on the state-of-the-art neural MT (NMT). Our core idea is adapting knowledge from multiple resources, including parallel corpora of resource rich languages (such as French-English) and domains (such as the parliamentary domain), and large-scale monolingual web corpora to improve low resource NMT.
  成果： In FY2017, we established model adaptation technologies using resource rich language and domain parallel corpora. Specifically, we obtained the following achievements:
  - Single language/domain adaptation. We developed novel methods and conducted a comprehensive empirical comparison of previous studies. Our research achievements have been published at ACL 2017 (the top conference in NLP) [文献(1)-6].
  - Multiple language/domain adaptation. We also developed methods for domain adaptation using multilingual and multi-domain corpora, and presented our work at NLP 2018 [文献(1)-2].

【学際共創プロジェクト】

- デジタルヒューマニティ部門,「多国間法令の比較と統計分析のための多言語機械翻訳」
- ヘルスサイエンス部門・医療イノベーション,「放射線画像自動診断の研究」

【外部研究費獲得状況】

- 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人材養成プログラム (自然言語処理)

【社会貢献】

- 学会活動： MT Summit XVI 2017セッションチェア
- 査読委員： OKBQA 2017, MT Summit XVI 2017, PSLT 2017, WAT 2017, ICMR 2018, LREC 2018, IJCAI-ECAI 2018, ACL 2018, Journal of Information Processing (JIP), Computational Linguistics (CL) Journal

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

1. 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. Recursive Neural Networkを用いた事前並び替えによる英日機械翻訳. 言語処理学会 第24回年次大会, pp.33-36, 岡山, (2018.3).
2. Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual and Multi-Domain Adaptation for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing (NLP 2018), pp.909-912, Okayama, Japan, (2018.3).
3. Chenhui Chu, Mayu Otani and Yuta Nakashima. Visually Grounded Paraphrase Extraction. In Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing (NLP 2018), pp.979-982, Okayama, Japan, (2018.3).
4. Chenhui Chu, Mayu Otani and Yuta Nakashima. Extracting Paraphrases Grounded by an Image. IPSJ SIG Technical Report, CVIM 211 (6), (2018.3).
5. Chenhui Chu, Mayu Otani and Yuta Nakashima. Towards Image-pivoted Paraphrase Extraction. YANS 2017, Naha, Japan, (2017.9).
6. Chenhui Chu, Raj Dabre and Sadao Kurohashi. An Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2017 short), Vancouver, Canada, (2017.7).

## ❑ 知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　Andrey Grushnikov

【兼任】

- 産業科学研究所

【研究活動】

- コンピュータ支援診断によってX線画像から肺がん診断についての研究

  肺がんは世界に第一の死亡原因であり，世界中に肺がんによって160万人が死亡します．日本では男性のがん死亡人の中には約２５％が肺がんの原因である．肺がんの生存率が非常に低い．　肺癌は検出が困難であり，後半段階で発見するので治療も複雑になる．X線画像の分析は，肺癌のスクリーニングのための1つの主要な方法である．本研究の目標はX線画像からニューラルネットワークによって肺がんがあるかどうかを自動的に推定できる方法とシステムを開発することである．今まで先行実験として10万枚画像公開データベース（ChestX-ray14）を使用してDenseNetと言うネットワークを学習した．結果は2項分類化の正確さが高かった．本研究は阪大病院と共同研究であり，今度阪大病院にはもっとも大きいデータベースが集中されていて，実験を続けるよてい．

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. Grushnikov A., Niwayama R., Kanade T., Yagi Y., 3D Level Set Method for Blastomere Segmentation of Pre-implantation Embryos in Fluorescence Microscopy Images, MVaP, pp. 1-11, 2017 XX,
2. Grushnikov A., Kikuchi K., Matsumoto Y., Kanade T., Yagi Y., Automatic Image Analysis for Rapid Drug Susceptibility Testing, ABE, vol. 6, pp. 76-82, 2017

## ❑ 知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　上阪 彩香

【研究活動】

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

  本研究課題では，西鶴質疑本への疑問，西鶴工房説の有無の解明を数量的な観点から試みることを目標としている．井原西鶴（1642～1693），有力な弟子の北条団水（1663～1711）をはじめとした西鶴周辺の作家の文章の特徴把握を試み，西鶴質疑本をはじめとした著者への疑問が提出されている作品について検討する．分析には，構築済みの西鶴浮世草子24作品，団水浮世草子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．2017年には，①『好色三代男』，『椀久二世の物語』，『眞實伊勢物語』，江島其磧『大尽三ツ盃』，西村市郎右衛門『新撰咄揃』『小夜衣』のデータ化，②『嵐は無常物語（1688）』の文章の数量的比較分析，③章単位での西鶴遺稿集『西鶴置土産（1693）』，『西鶴織留（1694）』，『西鶴俗つれづれ（1695）』，『西鶴名残の友（1699）』の著者についての疑問の解明に重点を置き，研究を行った．

- 二国間交流事業「文学テクストにおけるコンプレク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)）

  English・German・French ・Spanish・American Spanish・Chinese・Japanese・Koineの主に文学作品を対象に，文章のコンプレクシティを計量言語学の手法で検討している．2017年9月12日～22日の期間，ドイツ側研究者の大阪大学言語文化研究科での受け入れ，共同研究の打ち合わせを行った．また2017年11月12日～12月3日にかけて，University of Würzburg（ドイツ）に訪問し，シンポジウムへの参加と共同研究の打ち合わせをおこなった．

【学際共創プロジェクト】

- 実データで学ぶ人工知能講座(NEDO特別講座)
- 人工知能による仏顔の様式解析とその系譜に関する研究

【外部研究費獲得状況】

- 2017～2020，若手研究(B)「文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究」，（代表）上阪彩香

【教育活動】

- 定性的データ分析演習，同志社大学・文化情報学部
- 社会調査演習，同志社大学・文化情報学部

【社会貢献】　※学会活動，査読，ボランティアetc.

(1) 学会活動

- 情報処理学会　人文科学とコンピュータ研究会　幹事
- 情報処理学会　じんもんこん2017　実行委員
- 論文査読（Digital Humanities2017，情報処理学会 じんもんこんシンポジウム2017）

(2) 講演

- 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」－日本学術振興会特別研究員（ＤＣ）を目指して－，講師

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

1. Ayaka Uesaka, Verifying the Authorship of Saikaku Ihara's Arashi ha Mujyō Monogatari in Early Modern Japanese Literature: A Quantitative Approach, Digital Humanites2017: Conference Abstracts. Montreal: McGill University and the Université de Montréal. pp.635～637, 2017（査読有）
2. 上阪彩香,「KH Coderチュートリアル」，国立歴史民俗博物館企画セッション 歴史研究と人文研究のためのツールを学ぶ，人文科学とコンピュータシンポジウム，於大阪市立大学，2017年（依頼講演）
3. 上阪彩香,「テキストマイニングを用いた近世浮世草子の検討」，東西学術研究所 第23回研究例会 言語接触研究班 KU-ORCAS ユニット1 研究集会 第2部 デジタルアーカイブと言語分析，於関西大学，2018年（招待講演）
4. 上阪彩香,「『万の文反古』 における版下の系列と文章の特徴」，言語研究と統計2018，於統計数理研究所，2018年

(2) その他

1. Digital Humanites2017にて，The Alliance of Digital Humanities Organizations Bursary Awardを受賞

## ❑ 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
  New optical imaging techniques for measuring 3D shape of organ tissues are developing in this project. We are trying to obtain direct, scattering and multipath reflections from a single captured image, and utilize all the information for 3D shape measurement.

【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」

【社会貢献】

- Demos chair, EAI International Conference on Robotic Sensor Networks 2017,
- Program Committee, International Symposium on Artificial Intelligence and Robotics 2017

【研究業績リスト】

(1) 著書

1. Yichao Xu, Miu-ling Lam, Light Field Imaging for Artificial Intelligence, Artificial Intelligence and Computer Vision, pp.189-209, 2017.

## ❑ 知能情報基盤部門　特任助教（常勤）　Matthew J. Holland

【研究活動】

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

  概要　本研究では，学習アルゴリズムのバックエンドの進化を図って，安定性を追求してこそ，学習効率を上げることができることを示すことが最大の目的である．理論保証付きの新しい学習アルゴリズムを提案し，ユーザーの微調整無しで既存手法よりも多様なデータに使える手法を提供することで，機械学習自体が使いやすくなり，現場での試行錯誤が減り，自ずと利用者層の拡大につながると期待する．

  成果　このプロジェクトの最初の半年の成果として，学生の頃から研究開発してきたロバスト勾配降下法を，膨大な数のパラメータを持つモデル（多層ニューラルネットワークなど）に適用した場合でも計算効率を保持するように改良したこと，その理論解析にあたって新しい結果を得たこと，改良版を実装して数値実験を実施しはじめたことなどが挙げられる．

- 計算効率とデータ分布に対する頑健性を兼ね備えた学習則の研究（個人研究テーマ）

  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　このテーマで着任前から注目してきた一次情報を利用した算法（勾配降下法など）にとどまらず，疑似ニュートン法や反復的な重み調整それぞれに関するサーベイを行い，有望な学習則の初期的な設計，基本的な定式化と理論解析を開始しており，特に前者のニュートン法に関しては，解析手法および算法の具現化ができて，この研究を展開していく路線を明確にしたことが主な成果である．

- カーネル中央値による分布の符号化とカーネル法の効率化（個人研究テーマ）

  概要　ここ数年で深層学習が注目を浴びるなか，強力な理論基盤と長い歴史を有するカーネル法はデータサイエンスの現場では今でも重要な一角を担う．密度推定，二標本比較，次元削減など一見して違うように見える「カーネル化」された手法の多くは，確率分布の「カーネル平均」という関数パラメータを求めることに帰着できるが，既存手法の近似が粗く，データセットごとのアドホックな正則化によって行われており，効率が悪い．本研究では，正則化に頼らない新しいカーネル平均の近似を担う方法を新たに提案し，その性能を理論と実験の両面で捉えることを目的とする．

  成果　カーネル平均が関数空間上の期待二乗誤差の最小化に相当することを踏まえ，同一空間上の絶対誤差の最小化を経て，「カーネル中央値」という新しい関数パラメータを考案し，その効率的な計算方法を新たに求めて実用性の高い反復的なアルゴリズムを導出したこと，更新則の強い単調性や，従来のカーネル平均の近似では不可能なロバスト性をカーネル中央値が持つことなどを証明したこと，性能評価のための数値実験を開始したことが主な成果である．

【学際共創プロジェクト】

- 医用画像等の分類に適した機械学習手法の新規開発

  概要　特定のプロジェクトではなく，共通の課題を抱える複数のプロジェクトでも使える汎用的な学習アルゴリズムの開発を2018年3月頃より着手している．ラベルの信頼性が不確かな状況（例：体内の細胞画像を基に，早期のうちにがん細胞と断定することが困難）やラベルの不均衡（例：特定の

部位で，がん細胞を早期に捉えた電子画像が圧倒的少数）への調整がアルゴリズムのバックエンドで自動的に行われる手法を目指している．

進捗と成果　第一歩として二値分類に限定し，識別マージンの分布自体を制御対象とする，機械学習の文献上でも新規性の高い新手法を提案し，理論解析およびシミュレーションと実データによる体系的な数値実験を開始した．（H30年度に入ってから，この解析による初期成果を論文にまとめ，NIPS2018に投稿している）

【外部研究費獲得状況】

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

  課題名　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

  金額　全期間で300万円＋約150万円の総括裁量経費

【教育活動】

- 実データで学ぶ人工知能講座(NEDO特別講座)

  活動内容　NEDO特別講座の受講生に対して，90分×15回の演習をデータビリティフロンティア機構の新岡特任准教授と分担し，実施した．前半の「基礎編」を担当した私はクラウドサービス（今回はMS Azure）を利用した開発環境の構築，データの整理，モデルの構築，学習アルゴリズムの設計といった機械学習の各ステップを，オープンデータを用いた課題を通じて体系的に受講生に伝えることを心掛け，これらを統合した教材を新たに作成した．すべてをPython 3.6で実装し，Jupyterノートブックという形式で数式と図表と言葉を交えた教材を提供した．主要の学習課題はCiNetの西本伸志先生の著名な論文に沿って，fMRI経由の脳活動のエンコーダを学習タスクとした．論文内容を簡略化しながらも，現実の機械学習の応用と現実のデータに触れて，機械学習の本質をつかんでもらうことを優先した演習になった．

- ダイキンAI 人材養成プログラム

  活動内容　NEDO特別講座の演習を踏まえて，2018年4月に実施予定のダイキンAI人材養成プログラム向けの教材を用意した．基軸となる学習課題はNEDO演習と同じであるが，難易度を大幅に下げて，より端的に重要な技法とアイディアを優先的に習得してもらうために教材と演習構成を改変した．

- 実データを用いた機械学習の基礎的教材の一般公開

  活動内容　上記のNEDO特別講座やダイキン向けの演習の内容のみならず，一般向けの機械学習の実践的教材を堅実に作成しており，そのすべてを英語と日本語で用意し，インターネット上でソースコードを順次にGitHubにて公開している（URL: https://github.com/feedbackward/learnml）．データはすべて公開リポジトリで使えるもので，モデルは著名な論文を事例として取り上げて再現することを目標とし，学習アルゴリズムに関しては自身の専門領域に近いので，理論と数値実験の両面でその振る舞いを捉えることを目標として，自身の研究と連動して教材を作っている．

【社会貢献】

- 頑健な学習アルゴリズムの産業応用促進活動
  NEDO特別講座の受講生（民間企業の社員）から，社内プロジェクトで学習アルゴリズムを利用するにあたっての相談を受けた．データが限られている状況下での機械学習の手法は私が学生時代から研究してきたロバストな学習則が有用であろうと考え，データサイエンスの現場での問題解決につなげる良い機会として協力関係を築くよう，先方の実験状況に応じて，学習アルゴリズムの設計や基本的な問題定式化についてアドバイスを提供している．

【研究業績リスト】

- Robust regression using biased objectives.
  Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda.
  口頭発表： *ECML-PKDD 2017*, Skopje, Macedonia.
  同会議のジャーナル論文として選ばれた（採択率約20%）
  学術雑誌：*Machine Learning*, 106(9):1643-1679, 2017.
- Memory, Bias, and Variance Reduction
  Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda.
  ポスター発表：*First International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL)*
- Feedback, computation, and robust learning algorithms
  Matthew J. Holland
  博士論文（奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科）
  学位授与年月日：2017/12/22
  学位の種類：博士(工学)

## ❑ 知能情報基盤部門　特任研究員（常勤）　Jacob Chan

【研究活動】

1. Pharmaceutical Brain Image Processing and Modeling (Primary)

   Abstract: The overall objective of this project is to test the effects of pharmaceutical drugs on the brain. Pharmaceutical researchers at the Laboratory of Molecular Neuropharmacology would first administer drugs to non-living animal brain tissues and take images of it to find out if the drug has altered or deformed any part of the brain physically. Images are taken using the lab's newly proposed microscopic cameras specially designed to take brain images in high-speed in a grid-like manner.

   Outcome: Currently, we have pre-processed the original datasets and registered them to the model atlas for deformation detection, but result is imperfect due to "ringing" effect from Fourier transform filtering. Also, we have successfully conducted PCA on the pointcloud datasets to obtain the principal components for deformations. Finally, we have recently received original gridded data for self-stitching, where we have stitched the dataset after pre-processing, and registered the stitched dataset to the atlas. Presently, we are working with the pharmaceutical researchers to adjust the machine parameters to obtain better images.

2. Real-Time Texture-less Object Recognition

   Abstract: The objective of this research is to recognize objects with little or no textures in real time. Even though with the advances in AI, neural network techniques are still mainly more suitable for classifying object types or groups. This is due to their need for large amount of data, which object may not always be possible for unique or specific objects with very little data. Therefore, this research aims to create algorithms to recognize objects with just one input data model, while being able to recognize objects with little or no textures with the added challenge of real time detection.

   Outcome: Presently, we have already published 2 texture-less based object recognition algorithms coined BORDER [1] and BIND [2] in the top conference CVPR, one related paper [3] in ACCV, and an upcoming paper regarding real-time object recognition termed BIND-Lite [4] in ICPR2018.

【学際共創プロジェクト】

- Pharmaceutical Brain Image Processing and Modeling
- Daikin Project – Real-Time Sensor Data Collection

【社会貢献】

- CVPR 2018 Reviewer
- Invited ACCV 2018 Reviewer

【研究業績リスト】

(1) 学会発表

1. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. "*Border: An oriented rectangles approach to texture-less object recognition.*" In *Proc*. CVPR, 2016.
2. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. "*BIND: Binary Integrated Net Descriptors for Texture-less Object Recognition*." In *Proc*. CVPR, 2017.
3. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. *"F-SORT: An Alternative for Faster Geometric Verification."* In *Proc* ACCV, 2016.
4. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. *"Real-Time Texture-less Object Recognition on Mobile Devices."* In *Proc* ICPR, 2018.

## ❑ サービス創出・支援部門　特任研究員（常勤）　石 芳正

【兼任】

- サイバーメディアセンター

【研究活動】

- センサデータストリーミングに関する研究

  通信環境の制約のため，周期的な観測を行うセンサが取得するデータを逐次送信することが困難な環境において，概要把握に必要なデータを優先送信し，その他の詳細情報は優先送信されるデータの余剰帯域を利用することで，異常検出など概要情報のみから判断可能な処理の開始遅延を削減する手法の検討を進めた．

## ❑ 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】

- データ駆動型マテリアルデザインに関する研究
  高速・大規模電子状態計算手法とデータ科学による仮想スクリーニングを組み合わせた独自のデータ駆動型マテリアルデザイン環境を開発し，出口を見据えた新・高機能（スピン機能や格子機能）を有する希薄磁性半導体，ホイスラー化合物，高エントロピー合金材料の探索を行った．
- 大規模電子状態計算パッケージの開発
  全電子・フルポテンシャル・オーダーN遮蔽KKRグリーン関数法に基づいたプログラムパッケージKKRnanoの開発を行った．KKRnanoは「京」や「Blue Gene/Q」等で最適化されており大規模並列計算と組み合わせルことで，スピン・構造・配置不規則系を含むナノスケールサイズのシステムの電子状態と磁気特性を高精度で計算可能である．[文献2, 5]
- Geベース希薄磁性半導体のデザイン
  第一原理計算の立場から，既存のSi-CMOS技術と整合性が良い新規Geベースの希薄磁性半導体のデザインを行った．またMnやFeをドーピングした系における強磁性発現の微視的メカニズムを理論的に解明した．[文献4]

【学際研究プロジェクト】

- 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】

- H28～H29，科学研究費助成金　若手研究(B),「 オーダーN遮蔽KKRグリーン関数法による局所エネルギー解析」，（代表）福島鉄也
- H27～H34　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・低消費電力スピンデバイスへの応用，（代表）田中雅明，（研究参加者）福島鉄也，他
- H29，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」，（代表）小口多美夫，（分担）佐藤和則，福島鉄也

【教育活動】

- 第31～32回（2017年9月，2018年3月）コンピュテーショナル・マテリアルズ・デザイン（CMD®）ワークショップ　（講師担当）
- 平成29年度産業科学特論（講師担当）

【社会貢献】

- Focusイベント（MI²I・PCoMS主催），Pythonを使ったマテリアルズ・インフォマティクス講習会（チューター，2017年7月7日）
- （国際会議運営）Junjiro Kanamori Memorial International Symposium –New Horizon of Magnetism–, The University of Tokyo, Japan, September 27th-29th, 2017.

【研究業績リスト】

(1) 雑誌論文

1. A. Masago, M. Uemoto, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “Computational materials design for efficient red luminescence: InGaN codoped Eu along with the donor-acceptor pair of Mg and O”, Japanese Journal of Applied Physics 56, 021001/1-5 (2017).
2. M. Ogura, T. Fukushima, R. Zeller, and P. H. Dederichs, “Structure of the High-Entropy Alloy Al*x*CrFeCoNi: Fcc versus Bcc”, Journal of Alloys and Compounds 715, 454-459 (2017).
3. H. Shinya, A. Masago, T. Fukushima, and H. Katayama-Yoshida, “Theoretical investigation of phase separation in thermoelectric $AgSbTe_2$”, Japanese Journal of Applied Physics 56, 081201/1-6 (2017).
4. H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, “First-principles calculations on the origin of ferromagnetism in transition-metal doped Ge”, Physical Review B 96, 104415/1-8 (2017).
5. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, and P. H. Dederichs, “Local Energies and Energy Fluctuations - Applied to the High Entropy Alloy CrFeCoNi”, Journal of Physical Society of Japan 86, 114704/1-7 (2017).
6. K. Takase, T. Fukushima, K. Sato, C. Moriyoshi, and Y. Kuroiwa, “Charge density study of layered oxyarsenides (LaO)MAs (M = Mn, Fe, Ni, Zn)”, Applied Physics Express 10, 123001/1-4 (2017).

(2) 学会発表

1. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Large scale density functional calculations for high entropy alloys by order-N all-electron screened KKR Green's function method, SpinTECH IX, Fukuoka International Congress Center, June 6th, 2017.
2. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, First principles studies of hgih entropy alloys by order-N screened Korringa-Kohn-Rostoker Green's function method, ICDS-29, Kunibiki Messe, Shimane, August 3th, 2017.
3. 福島鉄也，佐藤和則，吉田博，小倉昌子，Peter H. Dederichs, Rudolf Zeller高エントロピー合金の大規模電子状態計算，日本金属学会，北海道大学，2017年9月7日

4. T. Fukushima, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Local Energies and Energy Fluctuations - applied to the High Entropy Alloy CrFeCoNi, Junjiro Kanamori Memorial International Symposium, Koshiba-Hall, September 28th, 2017.
5. （招待講演）福島鉄也，Geベース強磁性半導体の第一原理計算，東京大学，2017年10月28日
6. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, H. Fujii, E. Rabel, R. Zeller, P. H. Dederichs, W. Zhang, R. Mazzarello, First-principles study of magnetic interactions in 3d transition metal-doped phase-change materials, 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」平成29年度第2回公開シンポジウム，京都大学，2017年12月7日
7. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Large-scale first-principles calculations of high entropy alloys, APS March meeting 2018, Los Angeles, March 7th, 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を収集することとなるため，様々なことに注意して進めていく必要がある．また，実験用カメラで一般の人々を撮影する実験を，どの様な手順や手法を用いて進めていけば，理解を得つつ進めることができるかについて明確な指針は存在していない．そこで，我々は収集したデータを人物行動解析技術開発の目的に利用するだけでなく，実験用カメラによるデータ収集に対する社会的合意を得るために必要な過程や手法も本研究で模索する．

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，前年度末取り付けられた実験用カメラでテスト撮影を実施し，その後，撮影時間や撮影に使用するカメラを段階的に増やしながら実施した．　2017年度末では最大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る．

また，定期的に実験説明会を行い，実験の周知や実験に関する意見交換を行うことで，実験への理解や，実験用カメラに対する意見の収集を行った．得られた意見などを基に，実験の通知方法などについて工夫・修正を行った．

【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，槇原靖，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，槇原靖，八木康史，“大学キャンパスにおける実験用カメラを用いた人物行動映像取得 〜大阪大学産業科学研究所での実施例〜”，第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2017), S4-27, pp. 1-2, 2017

## ❑ 企画室　特任教授（非常勤）　北岡 良雄

【活動内容】

企画室の主たる業務は，データビリティサイエンス・エンジニアリングに関する多様な研究コーディネートにある．

【成果】

世界に先駆けた新しいデータ駆動型の共創研究プロジェクトとして，平成28年度から現在にかけて多様な研究コーディネートを実施した．

1) 「学際共創研究プロジェクト」

「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おり，世界に先駆けた新しいデータ駆動型の共創研究プロジェクトとして，平成28年度においては，医歯薬系分野8件，生命科学分野2件，知能情報科学分野3件，理工系分野5件および人文社会系分野1件の合計19件のプロジェクトが成立した．その後，継続分も含めて，平成29年度および30年度現時点までの間に，医歯薬系分野10件，生命科学分野2件，知能情報科学分野6件，理工系分野7件，人文社会系分野3件の合計2件へとさらなる組織化を進めている（２章:企画室活動報告参照）．なお，平成29年度には学際共創プロジェクトを対象として総額3,200万円の研究活動費支援が実施された．

2) 「産学共創プロジェクト」

平成28年度から現時点（平成30年度）にかけて，多くの民間企業からの産学共創ニーズに関する問い合わせへの対応を主体として，IDS専任研究者および兼任研究者が持つシーズと企業ニーズのマッチングを試みた．その結果，平成29年度および平成30年度に株式会社JR西日本テクシアとは受託研究が成立した．その受け入れ教員は，IDS専任教員3名，基礎工研究科兼任教員4名，情報科学研究科兼任教員１名となっており，29年度から現時点までに10回あまりの個別ワーキング，また，3回の全体会議を実施し，受託研究活動を実施中である．また，それ以外にも，基礎工学研究科兼任教員と共同研究契約が成立している．さらに産学共創においては，度重なる検討の結果，本学の研究シーズとのマッチングが難しかった課題についても，企画室が有しているネットワーク（加藤企画室員：産業科学研究所・産学連携室兼任）を活用した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ている．

【受託研究獲得状況】

対象企業名：株式会社JR西日本テクシア

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，メンテナンス・ＣＢＭ化に関する研究

研究代表者：ﾃﾞｰﾀﾋﾞﾘﾃｨﾌﾛﾝﾃｨｱ機構長・八木康史

研究担当者：

①データビリティフロンティア機構機構・教授・長原 一，准教授・中島 悠太，准教授・武村 紀子

②基礎工学研究科・教授・乾口 雅弘，准教授・西 竜志，助教・関 宏理

③基礎工学研究科・教授・飯國 洋二

④情報科学研究科・教授・土屋 達弘

【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IDS機構長，実務責任者：鈴木貴数理・データ科学教育研究センター副センター長の実務体制における副実務責任者として当該事業のサポートを行っている．本事業では「課題設定」「データ収集・統合」「データ分析」「データ解釈」が繋がった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．

# 9. 国際連携

## 9.1. グローニンゲン

グローニンゲン大学学長一行が大阪大学を訪問

オランダ，グローニンゲン大学の学長Elmer Sterken教授，情報技術センター長Donald Stolk教授以下，総勢6名が2017年10月5日に大阪大学を本学本部事務機構を訪れ，西尾章治郎総長表敬訪問，大学間協定更新の調印式，両大学の交流全般及び今後のInformation Science分野での交流についての意見交換をした．翌6日にはStolk教授が，データビリティフロンティア機構，産業科学研究所，医学系研究科，情報科学研究科を訪問し，Information Science分野での共同研究や共同事業実施の可能性について教育研究現場での情報収集と意見交換を行った．

Data Workshop Osaka-Groningen

2018年3月28～29日にグローニンゲン大学において“Data Workshop Osaka-Groningen”が開催された．大阪大学からは本機構の機構長である八木理事・副学長，尾上情報科学研究科長以下23名が，グローニンゲン大学からはRonald Stolk教授（Director Center for Information Technology）以下40余名が参加した．

情報科学分野での日蘭両国の政策や両大学の研究動向等を紹介するプリナリーセッションと，具体的な共同研究の実施やプロジェクトの立案のために3つのパラレルセッション（Data Science, Nuclear Physics, Bioinformatics/Medical Science）を設けて，個別集中的な研究発表と議論が行われた．また，共同研究のための日蘭の研究資金制度の紹介もあり，日本学術振興会のロンドン研究連絡センターからは糸井智佳副センター長が参加された．

ワークショップの様子

## 9.2. HeKKSaGon

HeKKsaGOn Data Science WG

Hekksagon (HeKKsaGOn German-Japanse University Network, http://www.hekksagon.net/)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，ゲッチンゲン大学，カールスルーエ工科大学，京都大学，東北大学，大阪大学）の大学間協力ネットワークであり，2010年７月に発足した．主として，１年半で持ち回りで開催される学長会議や個別の研究テーマからなるワーキンググループ，サマースクールや大学院のジョイントプログラム設置などの活動を行なっている．現在９つのワーキンググループが活動している．前回のミーティングでData Science WGが立ち上がり，阪大からはデータビリティフロンティア機構が担当として活動を行なっている．このWGは精力的にVTCによるミーティングを行い，まずは研究に関する情報交換やゲッチンゲン大学で行われているサマースクールでの学生交流などが行われている．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．

## 9.3. 上海交通大・大阪大学ジョイントセミナー

概要

2018年2月27日，グランフロント大阪コングレコンベンションセンターにおいて，大阪市主催のうめきた地区開発のイベント「イノベーションストレイームKANSAI 2018」が開催され，そのイベント内で，上海交通大学・大阪大学ジョイントセミナーを実施した．本セミナーでは，「スマートシティ実現に向けた大学の役割，市民や社会との関わり」をテーマにスマートエネルギー，スマート交通，スマートデータの3つの観点から，姉妹都市である大阪市と上海市にある大学として，実現可能なスマートシティの形は何かをパネルディスカッション形式で議論した．

セミナー内容

上海交通大学からは，機械与動力工程学院院長の杜朝輝教授を筆頭に，機械与動力工程学院の代顔軍教授（スマートエネルギー），船舶与海洋工程学院の彭仲仁教授（スマート交通），電子情報与工程学院の過敏意教授（スマートデータ）の４名が登壇し，上海市での取り組み実例を挙げながら紹介した．

大阪大学からは，本機構の機構長である八木康史研究担当理事がファシリテーターとなり，副機構長の下條真司教授（スマートデータ），大学院工学研究科の山口容平准教授（スマートエネルギー），土井健司教授（スマート交通）が本学での取り組み事例や，両都市の相違点や共通点から考えられる実現可能なスマートシティの形についての紹介を行った．

民間企業，官公庁及び大学等の研究機関から１００名近くの参加があった．今後は，従来の学術交流セミナーを継続すると共に，新たにスマートシティの分野でさらなる学術交流の輪を広げていく．

セミナーの様子

## 9.4. 日米デジタルイノベーション

日米ディジタルイノベーション（https://www.jst.go.jp/report/2017/180330.html）とは，「日米の大学や研究機関がデータ科学，AI，サイバーセキュリティ等デジタル分野における共同研究の実施やデジタル時代に必要とされる教育プログラムの開発において，国際協力を推進するためのプラットフォーム（ハブ）構築を目指すこと」「「デジタルをキーワードに両国研究機関の協力関係の強化を推進すること」を目的として」を目的として，現在（日本8大学：東北大学，筑波大学，早稲田大学，慶應義塾大学，名古屋大学，大阪大学，広島大学，九州大学，米国8大学：Ohio State University，Case Western Reserve University，University of Maryland， Baltimore County，Washington University in St. Louis，North Carolina State University，Arizona State University，John Hopkins University，University of Delaware（順不同））によって推進されているものである．

<u>活動内容</u>

- 日米デジタルイノベーションハブ構想に向けた準備会合としてBHEFに参加する活動があった．BHEF(Business Higher Education Forum: http://www.bhef.com/about)は米国で最も古くからトップ企業のCEOと大学，カレッジの学長が集まって，学部生の新たなキャリアパス構築のための対話の場である．平成29年度夏季の会合は，6月28日，29日の日程で実施された．今回，文科省参与　武田様のアレンジにより，日本の大学（東北大学，名古屋大学，大阪大学，筑波大学）企業（富士通，清水建設），JST, NEDO,NICTなどの使節団が夏の年次ミーティングに参加することができた．BHEFは大学側はどちらかというとState UniversityやCommunity Collageが中心であるが，いわゆるSTEM教育を企業と大学の教育により，共に進めてきた実績がある．ディジタル化による社会変革によって未曾有の人材ギャップが生まれる可能性があり，それを解消すべく企業とともにいち早く教育プログラムを生み出すべく動きだしている．我が国の大学群も企業と大学の教育における協力をもっと進め，スピード感を持って対処する必要があると感じた．

- 平成29年6月29日，BHEFの会合が終了した後，場所をCosmo Clubに移して，日本の参加者との意見交換会の場が持たれた．武田文科省参与より，これまでの取り組み，政治的背景を考慮した現在の日米の協力関係の構築しやすさなどについて，ご意見をいただいた．組織レベルでの協力関係の構築に加え，それらに関する情報共有による組織間での競争を通じて日米の協力関係をより深いものにしていく必要がある．また，来年2月に米国の学術会議でワークショップの準備を進めておられることなど，ご紹介いただいた．

- 平成29年9月11日，日米イノベーションハブ構想に関する会合が東京で開催された．アメリカの大学からは，オハイオ州立大学の副学長Matt McNair教授をはじめ3名が参加し，日本の大学からは，慶応大学，名古屋大学，筑波大学，東北大学の副学長や研究科長が参加していた．日米の大学間で，大学・研究科レベルでの交流を持つこと通じて，日本の大学のプレゼンスを向上させるための取り組みについて議論を行った．

- 平成29年11月2日（木）科学技術振興機構東京本部別館にて開催された国内連絡会議に出席した．筑波大学学長およびAIセンター長により，筑波大学のAI研究および国際連携教育の事例紹介があり，それを基に国際教育連携の議論を行った．

- 平成29年12月5日（火）　科学技術振興機構東京本部で行われた国内連絡会議に出席した．ジョンホプキンス大学のAssociate dean for researchのNagahara教授の講演があり，日米の共同研究の可能性についての意見交換を行った．

- 平成30年3月20日（火）　筑波大学東京キャンパスにて行われた日米デジタルイノベーションハブ・ワークショップに出席した．本ワークショップは国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）および国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）の共同で主催され，福田康夫元首相，Michael Chertoff元米国国土安全保障長官，Joe Young米国大使館首席公使による特別講演，加藤宣明デンソー会長からのビデオ講演，外務省，経済産業省，理化学研究所，情報通信研究機構，産業技術総合研究所，OECDによる基調講演など，日米間のデジタルイノベーション協力についての講演があった．また，パネルディスカッションでは，「人工知能とデータアナリシス分野での産学連携」，「人工知能とサイバートラスト」，「デジタル時代の教育」のテーマで活発な議論が行われた．

成果

八木機構長を中心に国際連携活動に関する議論を行い，データビリティフロンティア機構を含む大阪大学内の複数の組織を中心にNEDOの「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）へ応募し，米国University of Washington, Carnegie Mellon University, Michigan State Universityの3大学との共同研究が採択されている（2018年度）．

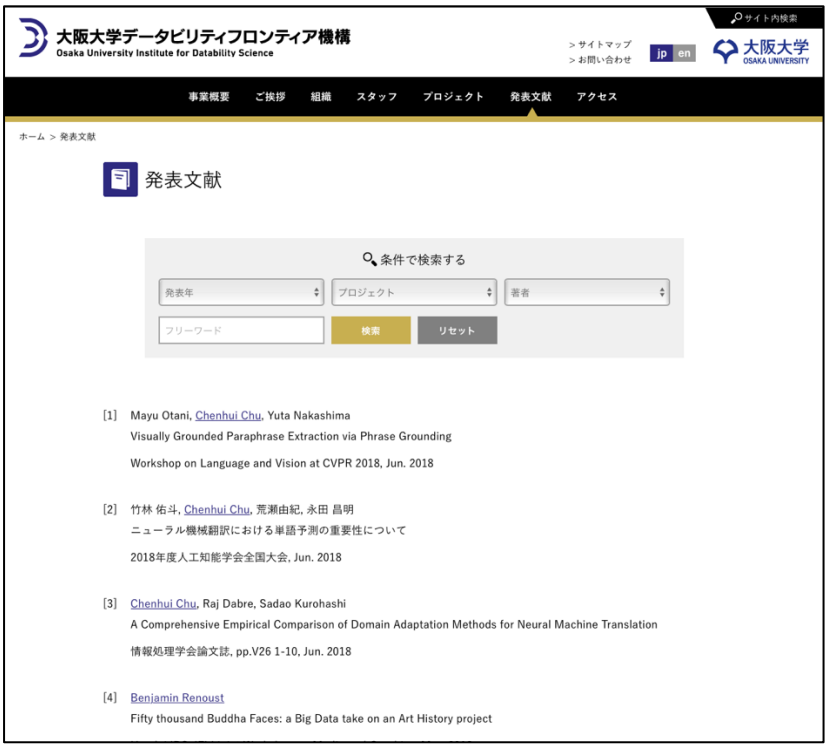
# 10. 広報活動

## 10.1. ウェブサイト構築

データビリティフロンティア機構の取り組みやその魅力を最大限にPRすることを目的とし，データビリティフロンティア機構のウェブサイトからわかりやすく学内外に向けて発信するため，データ駆動型研究スタイルを導入した事業や関連する多くの情報を，高い頻度で更新できる広報ツールとして，既存のウェブサイトにプロジェクト紹介ページと発表文献ページを追加した．

上図は，今年度追加したプロジェクト一覧ページである．各項目をクリックすることで，下図のようにプロジェクトの詳細を閲覧できる．

発表文献ページでは，専任教員が発表した文献を一覧として表示する．また関連するプロジェクトや発表年，著者に加えて，キーワードでの簡易な検索機能を備えている．



## 10.2. 物理インフォマティクスシンポジウム

概要

開催日：2018年3月7日（水）

開催場所：千里ライフセンター６F千里ルーム

参加者人数：64名（内訳：大阪大学２７名，企業２８名，学外の大学・研究機関9名）

主催： 大阪大学データビリティフロンティア機構，大阪大学先導的学際研究機構

共催： 大阪大学レーザー科学研究所

協賛： レーザー学会

目的

地球環境に影響する太陽活動に関係する物理実験・観測やシミュレーションなどから得られる膨大なデータの中には未発見の真理が埋もれている．また，レーザー加工のような既存技術や実用化された技術の中にも未解明の真理が潜んでいる．複雑すぎて理解できにくい現象や極端に多くの階層にまたがる現象に対しては，従来のアプローチでは理解が困難で予測・制御がほとんどできていないのが現実であり常識となっている．

このような状況において，複雑な物理現象を解き明かす新たなツールとして人工知能技術が注目されている．本シンポジウムでは，太陽からレーザー加工，血液の流れなど，幅広い分野に横たわる物理課題として乱流や複雑な流れの現象に着目し，人工知能という新たなツールが切り拓く物理の解明と共に，それに基づく新たな予測・制御技術への可能性を議論する．

要旨

主催者を代表して，下條真司大阪大学データビリティフロンティア機構副機構長から，機構の活動を踏まえて，物理学が情報科学を活用して発展することへの期待が述べられた．来賓として杉浦博明氏（三菱電機）と小川立夫　（パナソニック）から，大学主導による，企業では取り組めない新しい物理学の創成への期待の言葉が述べられた．

講演セッションでは，大阪大学の6名の教員による機械学習を用いた物理研究の現状の紹介があった．各講演の概要は以下の通りである．

大阪大学情報科学研究科の松下康之氏からは，「物理データと人工知能」　と題して，機械学習の基礎的な手法の紹介とそれを物理問題に適応させた事例，さらにはデータ駆動型科学に向けた動向について説明があった．大阪大学レーザー科学研究所の佐野孝好氏は，「インフォマティクスによる太陽活動の予測」　と題し，3次元太陽対流のシミュレーション結果から黒点発生など太陽活動を予測する試みの紹介があった．大阪大学工学研究科の梶島岳夫からは，「乱れを検知して流れを予測する」　と題し，乱流の予測に機械学習を活用することによって従来の解析手法では見いだせなかったパターンを発見できる可能性が示された．大阪大学基礎工学研究科の後藤晋氏からは，「乱流の中の秩序と人工知能」　と題し，機械学習により演繹的には導出が困難な『法則』を見いだすことが可能で，さらに自由度の大幅な低減をすることによって効率的に発見できる可能性があることが紹介された．大阪大学レーザー科学研究所の長友英夫からは，「レーザー加工を人工知能で読む」と題し，レーザー加工においてシミュレーションによるデータで機械学習を行いながら，実験データとの学習を得ることによって効果的な加工の最適化が

できる可能性を示した．

引き続き行われた意見交換会には，学内外からの参加があった．主催者を代表して八木康史理事・副学長の挨拶の後，講演セッションでは議論することができなかったより実務的な情報交換の場となった．

シンポジウムの全景

## 10.3. イノベーションストリーム

概要

うめきた2期区域では，関西一円の研究開発拠点や大学等で生み出された新たな技術と産業・ユーザが垣根を越えて繋がり，新たな価値を生み出すイノベーションのハブ機能の実現を目指している．2018年2月26～27日においてグランフロント大阪コングレコンベンションセンターにて開催されたイノベーションストリームKANSAI2018では，関西の研究開発拠点として，JST支援プログラム（センターオブイノベーション（COI）・リサーチコンプレックス）採択の5つの拠点をはじめ，他の大学やNEDOが出展した．

出展内容

大阪大学の出展の１つとして，本機構および産業科学研究所が共同で，体験型の展示「アルクダケでわかるあなたの健康度～認知能力計測～」を出展した．

体験者が足踏みをしながら，目の前に次々と表示されるクイズに答える様子をカメラで撮影し，「歩く」・「考えて答

える」の2つの動作を同時にうまくこなせているかを歩き方に基づいて解析することで，「脳の健康度」を判定する．

本技術により，カメラで撮影するだけで認知症の判定やリハビリへの活用が期待できる．

## 10.4. First International Workshop on Symbolic Neural Learning (SNL-2017)

概要

開催日：2017年7月7日（金）, 8日（土）

開催場所：名古屋国際会議場

発表件数： 24件（基調講演： 4件, 口頭発表： 12件, ポスター発表： 8件）

主催： 豊田工業大学 TTIC (Toyota Technological Institute at Chiago)

協賛： 東京工業大学情報理工学院，理研AIPセンター，産総研AIセンター，統計数理研究所，
大阪大学データビリティフロンティア機構

要旨

第一回のSymbolic-Neural Learningに関する国際会議が開催された．Symbolic-neural learningとは，深層ニューラルモデルと記号的構造情報が融合したものである．
ポスターセッション，3つのオーラルセッションに加え，モントリオール大学のYoshua Bengio教授，CMUのWilliam Cohen教授，理研/東大の杉山将教授，産総研 人工知能研究センター長の辻井潤一氏による基調講演が行われた．

## 11.　外部資金獲得状況

1. H29～H33,　科学研究費助成金　基盤研究S,「多元コンピュテーショナル光計測による手術支援応用」,（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. H27～H29, 科学研究費助成金　国際共同研究加速,「ライトフィールドビジョン　-画像理解のためのコンピュテーショナルフォトグラフィ-」,（代表）長原一
3. H28～H29, 科学研究費助成金　新学術領域(研究領域提案型)「多元質感知」公募研究,「ワンショットBRDF計測と質感解析」,（代表）長原一
4. 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
5. H27～H29, 科学研究費助成金, 基盤研究A,「次世代農業支援のための高機能センシング技術の開発」,(代表)谷口倫一郎,(分担)長原一，林健司，島田敬士，内山英昭，吉永崇，光藤雄一
6. 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
7. H28～H30,　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
8. H28-H30,　科学研究費助成金　若手研究B,「大量の映像群からテキストの内容に沿った映像を生成する映像要約手法の開発」,（代表)中島悠太
9. H29, 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」,（代表）篠原一光,（分担）沼尾正行，武村紀子，中島悠太
10. H27-H29,　科学研究費助成金　若手研究B　「ユーザ状態推定のための能動的アンビエントセンシング」,（代表)武村紀子
11. H29-H33, 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
12. H29-H33, 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED): 再生医療実現拠点ネットワークプログラム　(疾患特異的iPS細胞の利活用促進・難病研究加速プログラム)，「難治性心筋症疾患特異的iPS細胞を用いた集学的創薬 スクリーニングシステムの開発と実践」，（代表）宮川繁，（分担）新岡宏彦
13. H29-H31, 総務省: 「IoT/BD/AI情報通信プラットフォーム」社会実装推進事業，「革新的遠隔管理型心臓リハビリテーションシステムの開発」，（代表）谷口達典，（分担）新岡宏彦
14. H29-H31, 科学研究費助成金 若手研究(A), 「第2近赤外窓領域を用いた生体深部1細胞イメージング技術の開発と再生医療への応用研究」,（代表）新岡 宏彦
15. H29-H31, 科学研究費助成金　基盤研究(B), 「ハイパースペクトル非線形ラマン散乱イメージングによる人工知能病理診断」，（代表）橋本守，（分担）新岡宏彦
16. H29-H31, 科学研究費助成金　基盤研究(B),「NIR-II蛍光イメージングによる移植幹細胞の炎症組織・臓器への生着機構の解明」,（代表）湯川博，（分担）新岡宏彦

17. H27-H28, 公益財団法人 栢森情報科学振興財団: 第21回助成事業,「深層学習を用いた統合的画像解析による細胞種および状態の識別」, （代表）新岡宏彦
18. H28-H29, 科学研究費助成金　挑戦的萌芽研究,「深層学習を用いた非侵襲細胞分化判別」, （代表）新岡宏彦
19. H27-H29, 科学研究費助成金　挑戦的萌芽研究,「内部構造および力学性状の異なる血栓はどうして形成されるのか」,（代表）和田成生, （分担）新岡宏彦
20. H29-H30, 科学技術振興機構：ACT-I,「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」,（代表）Chenhui Chu
21. H29-H30, 日本学術振興会：研究活動スタート支援,「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」,（代表）Chenhui Chu
22. H29-H31, 科学研究費助成金　若手研究(B),「文章の数量分析に基づく西鶴質疑本の著者及び成立年に関する総合的研究」,（代表）上阪彩香
23. H29-H30, 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）Matthew J. Hollande
24. H28～H29, 科学研究費助成金　若手研究(B),「 オーダーN遮蔽KKRグリーン関数法による局所エネルギー解析」, （代表）福島鉄也
25. H27～H34, 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・低消費電力スピンデバイスへの応用」,（代表）田中雅明, （研究参加者）福島鉄也, 他
26. H29, 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」, （代表）小口多美夫, （分担）佐藤和則, 福島鉄也
27. H29-H31, 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」,（代表)木林博之, (分担)若林一道, 中村隆志, 矢谷博文, 酒井英樹
28. H27-H29, 科学研究費助成金 若手A,「蛍光生体イメージング技術による関節リウマチの病態解明と新規薬効評価系の開発」, (代表)菊田順一
29. H27-H29, 科学研究費助成金　基盤C,「バイオイメージングデータの時空間解析のための情報処理技術の関発」, (代表)瀬尾茂人
30. H28-H29, 科学研究費助成金 新学術領域研究 公募研究,「蛍光制御分子の化学デザインと生体イメージング」, (代表) 堀雄一郎
31. H29-H30, 科学研究費助成金 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」, (代表) 菊田順一
32. H29-H30, 科学研究費助成金 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」, (代表) 菊田順一
33. H29-H30, 科学研究費助成金 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」, (代表) 堀雄一郎

34. H29-H31，科学研究費助成金 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」，(代表) 堀雄一郎
35. H29-H32，科学研究助成金費 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」，(代表)下田吉之,
36. H27-H31 科学技術振興機構CREST 「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」,「分散協調型EMSにおける地球科学情報の可用性向上とエネルギー需要モデルの開発」，（代表）中島孝，(分担)下田吉之
37. H28-H33，科学技術振興機構CREST「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用」,「機械学習と最先端計測技術の融合深化による新たな計測・解析手法の展開」，(代表)鷲尾隆，(分担)谷口正輝
38. H26-H30，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鳥ヌクレオチドリピート病の科学街生物学研究」，(代表)中谷和彦
39. 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
40. 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）寺田吉壱

## 12.　研究業績

### (1) 雑誌論文

1. 安木俊介，グエン カン，河村 岳，長原 一，“Depth from Defocus 法およびそのオートフォーカスへの応用”，日本光学会　光学，Vol. 46, No. 10, Oct., 2017.
2. Chao Ma, Ngo Thanh Trung, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada and Rin-ichiro Taniguchi, “Adapting Local Features for Face Detection in Thermal Image”, MDPI Sensors, Vol. 17, No. 12, Nov., 2017.
3. Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi and Shoji Kawahito, " The Dynamic Photometric Stereo Method Using a Multi-Tap CMOS Image Sensor", MDPI Sensors, Vol. 18, No. 3, Mar., 2018.
4. Rafael Alves Roberto, Hideaki Uchiyama, João Paulo Lima, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Veronica Teichrieb, “Incremental Structural Modeling on Sparse Visual SLAM”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, Vol. 5, Mar., 2018.
5. Shineha, R., Inoue, Y., Ikka, T., Kishimoto, A. and Yashiro, Y. “Comparative analysis of attitudes toward stem cell research and regenerative medicine between the public and the scientific community.” STEM CELLS Translational Medicine 7(2), pp. 251-257, 2017
6. Sugiyama, M., Deguchi, H., Ema, A., Kishimoto, A., Mori, J., Shiroyama, H, and Scholz, R. W. “Unintended side effects of digital transition: perspectives of Japanese experts.”, Sustainability 9(12) , 2193, 2017.
7. Shineha, R., Inoue, Y., Ikka, T., Kishimoto, A. and Yashiro, Y. “Science communication in regenerative medicine: Implications for the role of academic society and science policy.” Regenerative Therapy 7, pp. 89-97.
8. 松尾真紀子，岸本充生，“新興技術ガバナンスのための政策プロセスにおける手法・アプローチの横断的分析”．社会技術研究論文集 Vol.14, pp. 84-94, 2017.
9. 藤井 健吉，河野 真貴子，井上 知也，平井 祐介，永井 孝志，小野 恭子，岸本 充生，村上 道夫．“レギュラトリーサイエンス（RS）のもつ解決志向性とリスク学の親和性―薬事分野・食品安全分野・化学物質管理分野の事例分析からの示唆―”．日本リスク研究学会誌 27 (1), pp. 11-22, 2017.
10. 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, 12 pages, Jan. 2018.
11. Norihiko Kawai, Tomokazu Sato, Yuta Nakashima, and Naokazu Yokoya, “Augmented reality marker hiding with texture deformation,” IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, vol. 23, no. 10, pp. 2288-2300, Oct. 2017.
12. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, “Video summarization using textual descriptions for authoring video blogs,” Multimedia Tools and Applications, vol. 76, no. 9, 12097-12115 pages, May 2017.

13. 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, 2018（Accepted）
14. 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”, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 10:4, 2018
15. Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi：“On Input/Output Architectures for Convolutional Neural Network-Based Cross-View Gait Recognition”, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2018（Accepted）
16. 川村亮介，武村紀子，佐藤宏介：“顔画像における強度の時空間変化特徴に基づく疲労推定"，電子情報通信学会和文論文誌，Vol. J100-B, No. 12, pp. 1014-1022, 2017
17. 菊川剛, 武村紀子, 佐藤宏介：“照明の微小変動に誘発される無意識的行動に基づく快不快推定”, システム制御情報学会論文誌，Vol. 30, No. 5, pp. 183-190, 2017
18. 武村紀子，白神康平，槇原靖，村松大吾，越後富夫，八木康史：“深層学習による高精度歩容認証”，画像ラボ，Vol. 29, No. 1, pp. 40-48, 2018
19. 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)
20. J. Miyake, Y. Kaneshita, S. Asatani, S. Tagawa, H. Niioka, T. Hirano, “Graphical classification of DNA sequences of HLA alleles by Deep learning”, Human cell, 31, 2, 102-105 (2018)
21. H. Niioka*, S. Asatani, A. Yoshimura, H. Ohigashi, S. Tagawa, and J. Miyake, (* corresponding author) “Classification of C2C12 cells before and after differentiation with convolutional neural network and phase contrast images”, Human cell, 31, 1, 87–93 (2018)
22. T. Minamikawa, Y. Murakami, N. Matsumura, H. Niioka, S. Fukushima, T. Araki, and M. Hashimoto, “Photo-induced cell damage analysis for single- and multi-focus coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy”, Journal of Spectroscopy, Vol. 2017, Article ID 5725340, 8 pages (2017)
23. 三宅淳，田川聖一，新岡宏彦, “人工知能 Deep Learning の医学応用”，医用画像情報学会誌 Vol. 34, No. 3, 120-125 (2017)
24. 三宅淳，山本修也，島林真人，田川聖一，新岡宏彦, “ディープラーニングのバイオテクノロジーへの応用可能性”，公益財団法人 日本化学会 バイオテクノロジー部会 NEWS LTTER Vol. 21, No. 1, pp.3-8 (2017)

25. Grushnikov A., Niwayama R., Kanade T., Yagi Y., 3D Level Set Method for Blastomere Segmentation of Pre-implantation Embryos in Fluorescence Microscopy Images, MVaP, pp. 1-11, 2017 XX,
26. Grushnikov A., Kikuchi K., Matsumoto Y., Kanade T., Yagi Y., Automatic Image Analysis for Rapid Drug Susceptibility Testing, ABE, vol. 6, pp. 76-82, 2017
27. Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda, "Robust regression using biased objectives", *Machine Learning*, 106(9):1643-1679, 2017.
28. A. Masago, M. Uemoto, T. Fukushima, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, "Computational materials design for efficient red luminescence: InGaN codoped Eu along with the donor-acceptor pair of Mg and O", Japanese Journal of Applied Physics 56, 021001/1-5 (2017).
29. M. Ogura, T. Fukushima, R. Zeller, and P. H. Dederichs, "Structure of the High-Entropy Alloy Al*x*CrFeCoNi: Fcc versus Bcc", Journal of Alloys and Compounds 715, 454-459 (2017).
30. H. Shinya, A. Masago, T. Fukushima, and H. Katayama-Yoshida, "Theoretical investigation of phase separation in thermoelectric $AgSbTe_2$", Japanese Journal of Applied Physics 56, 081201/1-6 (2017).
31. H. Shinya, T. Fukushima, A. Masago, K. Sato, and H. Katayama-Yoshida, "First-principles calculations on the origin of ferromagnetism in transition-metal doped Ge", Physical Review B 96, 104415/1-8 (2017).
32. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, and P. H. Dederichs, "Local Energies and Energy Fluctuations - Applied to the High Entropy Alloy CrFeCoNi", Journal of Physical Society of Japan 86, 114704/1-7 (2017).
33. K. Takase, T. Fukushima, K. Sato, C. Moriyoshi, and Y. Kuroiwa, "Charge density study of layered oxyarsenides (LaO)MAs (M = Mn, Fe, Ni, Zn)", Applied Physics Express 10, 123001/1-4 (2017).
34. Hongle Wu, Takafumi Kato, Tomomi Yamada, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, "Personal Sleep Pattern Visualization using Sequence-based Kernel Self-Organizing Map", Artificial Intelligence in Medicine, Vol. 80, pp.1-10, 2017.
35. Hongle Wu, Takafumi Kato, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, "Statistical Sleep Pattern Modelling for Sleep Quality Assessment based on Sound Events", Health Information Science and Systems, Vol. 5, No. 11, 2017.
36. 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
37. 勢力薫，笠井淳司，橋本均．全脳イメージング法を用いた精神疾患モデルマウスの機能評価．日本生物学的精神医学会誌 Vol. 29, No.1, 2018

38. Kikuta, J, et.al., “Dynamic analyses of the short term effects of different bisphosphonates using intravital two photon microscopy”, JBMR Plus, online. (2018).
39. Hori, Y., et.al., “Synthetic Molecule/ Protein Hybrid Probe with Fluorogenic Switch for Live-Cell Imaging of DNA Methylation. J. Am. Chem. Soc. 140, 1686-1690 (2018)
40. Furuya, M., Kikuta, J., Fujimori, S., Seno, S., et.al., “Direct cell–cell contact between mature osteoblasts and osteoclasts dynamically controls their functions in vivo”. Nature Communications, 9(1), 300. (2018).
41. Babak EB, et. al., (Shigeto Seno (49番目，総61)), “Diagnostic Assessment of Deep Learning Algorithms for Detection of Lymph Node Metastases in Women with Breast Cancer”. JAMA, 318(22), 2199-2210. (2017).
42. Hori, Y., et.al., Development of Cyanine Probes with Dinitrobenzene Quencher for Rapid Fluorogenic Protein Labeling. Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A, 375. (2107).
43. 堀　雄一郎, 菊地　和也　「GLUT4の細胞内動態を可視化する 化学アプローチで明らかとなった糖鎖の役割」, 化学と生物, 55, 659-660 (2017)
44. Shigeta, H., Mashita, T., Kikuta, J., Seno, S., et. al., "Bone marrow cavity segmentation using graph-cuts with wavelet-based texture feature." Journal of Bioinformatics and Computational Biology, 15(05), 1740004. (2017).
45. 井上智樹，松岡綾子，下田吉之，寒川純一，“スマートメータデータの用途分会手法に関する研究”，日本建築学会環境系論文集，Vol. 83，No. 743，pp. 77-86, 2018
46. Yoshiyuki Shimoda, Kazuki Mitamura, Yuki Mataga, Koki Oshima, Hiromasa Tanaka, Shingo Tanabe: Coupling of Building Data Analysis and Building Simulation - Case Study in Large-scale Complex Building -, the 15th IBPSA Conference, San Francisco, USA, August 7-9, 2017. pp.1908-1915
47. Takashi Momonoki, Ayako Taniguchi-Matsuoka, Yohei Yamaguchi and Yoshiyuki Shimoda, "Evaluation of the Greenhouse Gas Reduction Effect in the Japanese Residential Sector Considering the Characteristics of Regions and Households", the 15th IBPSA Conference, San Francisco, USA, August 7-9, 2017. pp.2377-2384
48. Hayashi, Y., Fujimoto, Y., Ishii, H., Takenobu, Y., Kikusato, H., Yoshizawa, Amano, Y., Tanabe, S. Yamaguchi, Y., Shimoda, Y., Yoshinaga, J., Watanabe, M., Sasaki, S., Koike, T., Jacobsens, H., Tomsovic, K. (2018). Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities. Proceedings of the IEEE, 106(4), 594–612. https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2809468
49. 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)
50. Patrick Blobaum, Takashi Washio and Shohei Shimizu, Error Asymmetry in Causal and Anticausal Regression, Behaviormetrika, Vol.44, No.2, pp.491-512 (2017)

51. 村松大吾，槇原靖，八木康史，“実環境下における映像に基づく人物行動解析技術実現に向けて -大阪大学に おける人物映像データ取得の取組み-”，IEICE Fundamentals Review, vol.11, no.2, pp.93-99, Oct., 2017.
52. Kono, K., Tanikawa, C., Yanagita, T., Kamioka, H., and Yamashiro, T. (2017). A Novel Method to Detect 3D Mandibular Changes Related to Soft-Diet Feeding. Front Physiol. 8:567. doi: 10.3389/fphys.2017.00567
53. 小笠原一生，中田研ほか，“片脚着地時の姿勢戦略に基づく非接触型前十字靭帯損傷の潜在的リスク同定”，日本臨床スポーツ医学会誌.25(3).346-353,2017.

(2) 学会発表

1. Rafael Roberto, Hideaki Uchiyama, João Lima, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Veronica Teichrie, “Incremental Structural Modeling on Sparse Visual SLAM”, IAPR International Conference on Machine Vision Applications, No. 02-04, Nagoya, Japan, May, 2017.
2. Makoto Ohsaki, Hajime Nagahara, Tetsuo Ikeda, Rin-ichiro Taniguchi, “Hyperspectral imaging using flickerless active LED illumination”, The 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, Tokyo, Japan, May, 2017.
3. Chao Ma, Ngo Thanh Trung, Hideaki Uchiyama, Hajime Nagahara, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, “Mixed features for face detection in thermal image, The 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, Tokyo, Japan, May, 2017.
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”, British Machine Vision Conference, London, UK, Sep., 2017.
5. Yusuke Yagi, Keita Takahashi, Toshiaki Fujii, Toshiki Sonoda, Hajime Nagahara, “PCA-Coded Aperture for Light Field Photography”, International Conference on Image Processing, Beijing, China, Sep., 2017.
6. Hajime Nagahara, “Diverse Cameras for AR/MR Applications”, Workshop on Highly Diverse Cameras and Displays for Mixed and Augmented Reality, Nantes, France, Oct., 2017[Keynote speech].
7. Takuya Yoda, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Dynamic Photometric Stereo Method using Multi-tap CMOS Image Sensor”, The 13th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics, Beijing, China, Oct., 2017.
8. 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 Workshop on Robust Computer Vision, Nara, Japan, Jan., 2018.

9. Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, “How does CNN grasp transparent object features?”, The International Workshop on Frontiers of Computer Vision, Hakodate, Japan, Feb., 2018.
10. Makoto Ohsaki, Hajime Nagahara and Rin-Ichiro Taniguchi, “Hyperspectral imaging for measuring vegetation indices”, The International Workshop on Frontiers of Computer Vision, Hakodate, Japan, Feb., 2018.
11. 八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，”主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間取得の検討”,電子情報通信学会技術研究報告, Vol. IE2017-15No. 48, pp. 75-79, May, 2017.
12. 長原　一, “コンピュテーショナルフォトグラフィ　-符号化撮像，ライトフィールド，圧縮センシングなどの新しい画像センシングとその応用-“,画像センシングシンポジウム　, Jun., 2017.
13. 八木 祐亮, 高橋 桂太, 藤井 俊彰, 園田 聡葵, 長原 一, “主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間の取得　　画像の認識理解シンポジウム”, , No. PS2-13, Aug., 2017.
14. 吉田 道隆, 長原 一, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 谷口 倫一郎, “圧縮センシング動画のデコーディング手法の検討”, 画像の認識理解シンポジウム, No. PS2-14, Aug., 2017.
15. 依田 拓也, 長原 一, 谷口 倫一郎, 香川 景一郎, 安富 啓太, 川人 祥二, “マルチタップCMOSイメージセンサを用いたダイナミック照度差ステレオ法”,画像の認識理解シンポジウム, Aug., 2017.
16. 吉田 道隆, 長原 一, 鳥居 秋彦, 奥富 正敏, 谷口 倫一郎, “Deep Learningによる圧縮ビデオセンシングの再構成　　情報処理学会研究報告”, Vol. CVIM208, No. 19, Sep., 2017.
17. 香川景一郎, 宮城亮太, 村上裕太, 安富啓太, 長原　一, ソ ミンウン, 川人祥二, “時間周波数解析と高時間分解CMOSイメージセンサを組み合わせたTOF距離画像計測”,映像メディア学会情報センシング研究会, Sep., 2017.
18. 八木祐亮, 高橋桂太, 藤井俊彰, 園田聡葵, 長原一, “光線空間取得のための主成分分析を用いた符号化撮影”, 電気･電子・情報関係学会東海支部連合大会, Sep., 2017.
19. 長原一, コンピュテーショナルフォトグラフィ -センシングとプロセッシングの融合-“, 日本光学会情報ホトニクス研究会秋合宿, Sep., 2017[招待講演].
20. 依田拓也. 長原一, 谷口倫一郎, 香川景一郎, 安富啓太, 川人祥二, “マルチタップCMOSイメージセンサを用いたダイナミック照度差ステレオ法”, 日本光学会年次学術講演会, No. 2aDS1, Oct., 2017.
21. 宮城亮太, 村上裕太, 香川景一朗, 安富啓太, 長原一, ソミンウン, 川人祥二, "光時間分解電荷変調イメージセンサと周波数領域析を用いた光飛行時間距離画像計測”, 日本光学会年次学術講演会, No. 1aD2, Oct., 2017.
22. Thanh Trung Ngo, Hajime Nagahara, Ko Nishino, Rin-ichiro Taniguchi, Yasushi Yagi, “Reflectance and Shape Estimation with a Light Field Camera under Natural Illumination”, 情報処理学会研究報告, Vol. CVIM209, No. 20, Nov., 2017.

23. 濵﨑弘樹，中居謙太郎，竹下真悟，前原　武，園田聡葵，三鴨道弘，川崎　洋，長原　一，小野智司, “電子透かしの抽出を目的とした符号化開口の設計に関する実験的検討”，電子情報通信学会技術研究報告, Vol. EMM, No. 1, Nov., 2017.
24. 稲垣安隆，八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，“ニューラルネットワークを用いた符号化開口法による光線空間取得”, 2017年度画像符号化シンポジウム, Nov., 2017.
25. 八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，“NMFを用いた符号化撮影による光線空間の取得　2017年度画像符号化シンポジウム”, Nov., 2017.
26. 長原　一，“プログラマブルセンサによるコンピュテーショナルフォトグラフィ”,情報センシング研究会, Nov., 2017.
27. 橋場康人，望月敬太，佐野恵美子，長原一，“トンネル壁面の走行撮影点検に向けた像ぶれ補正技術の開発”，第18回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, Dec., 2017.
28. 郭 熠博，島田 敬士，内山 英昭，馬 超，長原 一，谷口 倫一郎，“CNN for face detection with thermal image”,知覚情報／次世代産業システム合同研究会, Mar., 2018.
29. 岸本充生，エマージングリスクの早期発見と対応に関する取り組み，日本リスク研究学会第30回年次大会，2017年10月29日，滋賀大学.
30. 岸本充生，スポーツ対決：野球 vs. サッカー，日本リスク研究学会第30回年次大会，2017年10月28日，滋賀大学.
31. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “Visually grounded paraphrase extraction,” 言語処理学会 第24回年次大会, pp. 979-982, Mar. 2018.
32. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “Extracting paraphrases grounded by an image,” 情報処理学会 研究報告, CVIM-211-6, 8 pages, Feb. 2018.
33. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkila, “Finding video parts with natural language,” 情報処理学会 研究報告, CVIM-211-7, 7 pages, Feb. 2018.
34. 中島悠太，大倉史生，河合紀彦，川崎洋，池内 克史，ブロンコ アンブロージオ，“自由視点画像生成のためのEigen-Texture法における係数の回帰,” 情報処理学会研究報告，CVIM-209-39，8 pages, Nov. 2017.
35. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Fine-grained video retrieval for multi-clip video,” Proc. Workshop on Closing the Loop Between Vision and Language (CLVL) at ICCV, 2 pages, Nov. 2017.
36. Yuta Nakashima, Fumio Okura, Norihiko Kawai, Hiroshi Kawasaki, Ambrosio Blanco, and Katsushi Ikeuchi, “Realtime novel view synthesis with eigen-texture regression,” Proc. British Machine Vision Conference, 12 pages, Sep. 2017.
37. Chenhui Chu, Mayu Otani, and Yuta Nakashima, “画像ピボットパラフレーズ抽出に向けて,” NLP若手の会 第12回シンポジウム, 1 pages, Sep. 2017.
38. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, Janne Heikkilä, and Naokazu Yokoya, “Unsupervised video summarization using deep video features,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU) Extended Abstracts, PS3-35, 4 pages, Aug. 2017.

39. Mayu Otani, Yuta Nakashima, Esa Rahtu, and Janne Heikkilä, “Video question answering to find a desired video segment,” Proc. Open Knowledge Base and Question Answering Workshop (OKBQA) at SIGIR (demo paper), 2 pages, Aug. 2017.
40. Thiwat Rongsirigul, Yuta Nakashima, Tomokazu Sato, and Naokazu Yokoya, “Novel view synthesis with light-weight view-dependent texture mapping for a stereoscopic HMD,” Proc. IEEE Int. Conf. Multimedia and Expo, 6 pages, Jul. 2017.
41. Noriko Takemura, Yasushi Makihara, Daigo Muramatsu, Tomio Echigo, Yasushi Yagi, “Appropriate Network Architecture According to a Situation for Convolutional Neural Network-based Cross-view Gait Recognition”, Proc. of the 12th International Workshop on Robust Computer Vision, 2018
42. 武村紀子，槇原靖，村松大吾，越後富夫，八木康史，“CNNを用いた視点変化に頑健な歩容認証における入出力構造の一検討”，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，情報処理学会，vol.2017-CVIM-209, No. 9, pp. 1-8, 2017
43. 菊川剛，武村紀子，佐藤宏介，“照明環境に対する快不快推定のための能動的アンビエントセンシング”，第22回日本顔学会大会（フォーラム顔学2017），2017
44. Masahiro Yanagawa, Hirohiko Niioka, Akinori Hata, Noriko Kikuchi, Osamu Honda, Noriyuki Tomiyama, Hironori Ohigashi, Seiichi Tagawa, and Jun Miyake, “Radiologists v.s. Deep learning system (3D Convolutional Neural Network): radiological prediction of pathological invasiveness in lung adenocarcinoma” Radiological Society of North America 103th Scientific Assembly and Annual Meeting (RSNA2017) (Chicago, USA, November 26 to December 1)
45. A.I. Adiba, S. Asatani, S. Tagawa, H. Niioka, and J. Miyake, “Gaze Tracking in 3D Space with a Convolution Neural Network "see what I see"”, The 46th Annual IEEE the Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (Washington DC, United States, October 9-11, 2017)
46. Hirohiko Niioka, Shoichiro Fukushima, Taichi Furukawa, Masayoshi Ichimiya, Takumi Sannomiya, Masaaki Ashida, and Mamoru Hashimoto, “Multi-scale bio-imaging with cathodoluminescence microscopy and near-infrared light imaging”, The International Nanophotonics Symposium (INP-2017) (Kawana Hotel, Ito, Shizuoka, Japan, August 25-26, 2017) (poster)
47. Shin-Ichi Tanaka, Hirohiko Niioka, “Development of Near-Infrared-Emitting Platinum Nanoclusters aimed at in vivo Imaging and Biomedial Application”, The International Nanophotonics Symposium (INP-2017) (Kawana Hotel, Ito, Shizuoka, Japan, August 25-26, 2017) (poster)

48. N. Sugita, H. Hirakata, K. Inoue, K. Tatsumi, S. Ii, H. Niioka, S. Wada, and K. Koike, “The blood components strongly affect thrombus structure formed in a novel microfluidic device”, XXVI Congress of the International Society on Thrombosis and Haemostasis and 63rd Annual Scientific and Standardization Committee (SSC) Meeting (Berlin, Germany, July 8-13, 2017)
49. Daiki Sato, Masahito Yamanaka, Taichi Furukawa, Hirohiko Niioka, Jun Miyake, and Norihiko Nishizawa, “Fluorescence imaging using upconversion fluorescence emission in 480-nm wavelength region from $Y_2O_3$: Tm, Yb nanoparticle”, The 6th Advanced Lasers and Photon Sources (ALPS’17) (Yokohama, Japan, Apr. 18 - Apr. 21, 2017) (poster)
50. 梁川雅弘，新岡宏彦，大東寛典，田川聖一，本多修，秦明典，菊地紀子，宮田知,三宅淳，富山憲幸，“人工知能（深層学習）を用いた肺癌の画像診断：上皮内腺癌（AIS），微小浸潤性腺癌（MIA），浸潤性腺癌（IVA）の鑑別”，第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会 (2018/2/2-3，大阪国際会議場)(ポスター)
51. 佐藤大暉，山中真仁，古川太一，新岡宏彦，西澤典彦，“高次非線形なアップコンバージョン蛍光発光を用いた蛍光イメージング”，レーザー学会第511回研究会「ファイバレーザー技術」 (2017/11/10，名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 3階ベンチャーホール，愛知)
52. 梁川雅弘，新岡宏彦，大東寛典，田川聖一，本多修，秦明典，菊地紀子，野口雅之，新谷康，奥村明之進，三宅淳，富山憲幸，“放射線科医v.s.人工知能：肺腺癌の病理学的浸 潤成分の画像学的予測”，第58回日本肺癌学会学術集会 (2017/10/14-15，パシフィコ横浜)
53. 若槻 祐貴，小島 慶之，中根 英昭，岩井 尚晴，田川 聖一，新岡 宏彦，三宅 淳，“ディープラーニングの環境分野への応用—降水現象を例として—”，第20回記念（2017年度）日本環境共生学会学術大会 (2017/9/22-24，高知工科大学，永国寺キャンパス，高知)
54. 山中真仁，佐藤大暉，古川太一，新岡宏彦，三宅淳，西澤典彦，“Er 添加ナノ粒子の高次非線形応答を用いた蛍光イメージング”，第78回 応用物理学会秋季学術講演会 講演奨励賞受賞講演 (2017/9/5-8，福岡国際会議場，国際センター・福岡サンパレス)
55. 佐藤大暉，山中真仁，古川太一，新岡宏彦，西澤典彦，“励起光強度変調による$Y_2O_3$:Tm,Yb ナノ粒子の高次非線 形なアップコンバージョン蛍光発光”，第78回 応用物理学会秋季学術講演会 (2017/9/5-8，福岡国際会議場，国際センター・福岡サンパレス，福岡)
56. 平方秀男，杉田尚子，井上京，巽和也，栗山怜子，伊井仁志，新岡宏彦，和田成生，小池薫，村井俊哉，“静脈血栓フィブリン構造変化−血小板数，ヘマトクリット値の影響”，第40回日本バイオレオロジー学会年会 (2017/5/27-28，川﨑祐宣記念講堂，岡山)
57. 新岡宏彦，柳本舎那，浅谷学嗣，田川聖一，椙村春彦，三宅淳，“人工知能を用いた胃癌の病理画像診断(Artificial intelligence and image analysis in pathological gastric cancer diagnosis )”，第106回 日本病理学会総会 (2017/04/27-29，京王プラザホテル，東京) (ポスター)

58. 三宅 淳, 浅谷 学嗣, 吉村 愛菜, 大東 寛典, 田川 聖一, ○新岡 宏彦, “人工知能・ディープラーニングと位相差顕微鏡像による細胞分化識別 (Recognition of differentiation and canceration of cells by phase-contrast images and deep learning)”, 第106回 日本病理学会総会 (2017/04/27-29, 京王プラザホテル, 東京)
59. 瓦祐希, Chenhui Chu, 荒瀬由紀. Recursive Neural Networkを用いた事前並び替えによる英日機械翻訳. 言語処理学会 第24回年次大会, pp.33-36, 岡山, (2018.3).
60. Chenhui Chu and Raj Dabre. Multilingual and Multi-Domain Adaptation for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing (NLP 2018), pp.909-912, Okayama, Japan, (2018.3).
61. Chenhui Chu, Raj Dabre and Sadao Kurohashi. An Empirical Comparison of Domain Adaptation Methods for Neural Machine Translation. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2017 short), Vancouver, Canada, (2017.7).
62. Ayaka Uesaka, Verifying the Authorship of Saikaku Ihara's Arashi ha Mujyō Monogatari in Early Modern Japanese Literature: A Quantitative Approach, Digital Humanites2017: Conference Abstracts. Montreal: McGill University and the Université de Montréal. pp.635～637, 2017（査読有）
63. 上阪彩香,「KH Coderチュートリアル」, 国立歴史民俗博物館企画セッション 歴史研究と人文研究のためのツールを学ぶ, 人文科学とコンピュータシンポジウム, 於大阪市立大学, 2017年（依頼講演）
64. 上阪彩香,「テキストマイニングを用いた近世浮世草子の検討」, 東西学術研究所 第23回研究例会 言語接触研究班 KU-ORCAS ユニット1 研究集会 第2部 デジタルアーカイブと言語分析, 於関西大学, 2018年（招待講演）
65. 上阪彩香,「『万の文反古』 における版下の系列と文章の特徴」, 言語研究と統計2018, 於統計数理研究所, 2018年
66. Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda, “Robust regression using biased objectives”, *ECML-PKDD 2017*, Skopje, Macedonia
67. Matthew J. Holland and Kazushi Ikeda, “Memory, Bias, and Variance Reduction”, *First International Workshop on Symbolic-Neural Learning (SNL)*
68. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. “*Border: An oriented rectangles approach to texture-less object recognition.”* In *Proc*. CVPR, 2016.
69. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. “*BIND: Binary Integrated Net Descriptors for Texture-less Object Recognition*.” In *Proc*. CVPR, 2017.
70. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. *“F-SORT: An Alternative for Faster Geometric Verification.”* In *Proc* ACCV, 2016.
71. J. Chan, J. A. Lee, and K. Qian. *“Real-Time Texture-less Object Recognition on Mobile Devices.”* In *Proc* ICPR, 2018.

72. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Large scale density functional calculations for high entropy alloys by order-N all-electron screened KKR Green's function method, SpinTECH IX, Fukuoka International Congress Center, June 6th, 2017.
73. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, First principles studies of hgih entropy alloys by order-N screened Korringa-Kohn-Rostoker Green's function method, ICDS-29, Kunibiki Messe, Shimane, August 3th, 2017.
74. 福島鉄也，佐藤和則，吉田博，小倉昌子，Peter H. Dederichs, Rudolf Zeller高エントロピー合金の大規模電子状態計算，日本金属学会，北海道大学，2017年9月7日
75. T. Fukushima, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Local Energies and Energy Fluctuations - applied to the High Entropy Alloy CrFeCoNi, Junjiro Kanamori Memorial International Symposium, Koshiba-Hall, September 28th, 2017.
76. （招待講演）福島鉄也，Geベース強磁性半導体の第一原理計算，東京大学，2017年10月28日
77. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, H. Fujii, E. Rabel, R. Zeller, P. H. Dederichs, W. Zhang, R. Mazzarello, First-principles study of magnetic interactions in 3d transition metal-doped phase-change materials, 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」平成29年度第2回公開シンポジウム，京都大学，2017年12月7日
78. T. Fukushima, H. Katayama-Yoshida, K. Sato, M. Ogura, R. Zeller, P. H. Dederichs, Large-scale first-principles calculations of high entropy alloys, APS March meeting 2018, Los Angeles, March 7th, 2018.
79. 丹羽真隆，村松大吾，槇原靖，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
80. 丹羽真隆，村松大吾，槇原靖，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
81. 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解析-第1報 各種審美歯科材料のBRDF・BTDFの算出-”，日本色彩学会第48回全国大会[東京]'17，平成29年6月3日，4日，東京
82. 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2報 歯冠形態CADモデルを用いた光線追跡シミュレーション-”，日本歯科審美学会第28回学術大会，平成29年9月17日，富山
83. Wakabayashi K., Amo K., Kibayashi H., Sakai H., Nakamura T., Yatani H., “In silico Optical Analysis of Dental Esthetic Restorations. –Evaluation of optical properties of dental materials -”, 2017 Korean Academy of Esthetic Dentistry Annual meeting, Dec 19, Seoul, Korea, 2017

84. Hongle Wu, Takafumi Kato, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui, “Sleep Pattern Modelling for Quality Prediction based on Sound Data” 電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会, 信学技報, Vol. 117, No. 326, pp. 61-66, 2017.
85. Wu Hongle, 加藤隆史, 山田朋美, 沼尾正行, 福井健一, “Sleep Pattern Visualization via Clustering on Sound Data”, 第31回人工知能学会全国大会, 2017.
86. Seiriki K, Kasai A, Kuwaki T, Niu M, Naka Y, Igarashi H, Nakazawa T, Yamaguchi S, Ago Y, Hashimoto H. Whole-brain mapping analysis of the NMDAR antagonist-induced neuronal activity. Neuroscience 2017, 2017
87. Kasai A, Seiriki K, Hashimoto T, Niu M, Yamaguchi S, Naka Y, Igarashi H, Tanuma M, Nakazawa T, Inoue K, Takada M, Fujita K, Hashimoto H. FAST, High-speed serial-sectioning imaging for whole brain analysis with high scalability. Neuroscience 2017, 2017
88. 中雄一郎, 笠井淳司, 片山雄太, 勢力薫, 山浦港生, 田沼将人, 中澤敬信, 中山敬一, 橋本均. 全脳イメージング法を用いた発達障害モデルマウスの脳形態解析. 日本薬学会第138年会, 2018
89. 谷川千尋, 石垣光昴, LEE Chonho, 竹内優斗, 清水優仁, 野崎一徳, 山城　隆：矯正歯科治療要否を判定するartificial intelligence(AI) システム　第76回日本矯正歯科学会学術大会　2017年10月18, 19, 20日　北海道.
90. 谷川千尋, 石垣光昴, LEE Chonho, 竹内優斗, 清水優仁, 野崎一徳, 山城　隆：Artificial intelligence (AI)を用いた矯正歯科治療における顔画像特徴記述文生成の試み　第76回日本矯正歯科学会学術大会　2017年10月18, 19, 20日　北海道
91. 内田敦之, 下田吉之, 宮坂房千加: 大学施設におけるエネルギー消費変動の要因分析, 第34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(2018)
92. Takahito Ohshiro and Masateru Taniguchi, Development of Single-Molecule Detection and Translocation Control by Electrophoresis of Nano-fluid Toward Biopolymer Sequencing, Proc. of the 21th Int. Conf. on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (microTAS 2017) (2017)
93. Nat Pavasant, Hiroshi Furutani, Masayuki Numao, and Ken-ichi Fukui. “ART-2b: Adapted ART-2a for large scale data clustering on PM2.5 mass spectra”, Proc. 2017 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData), pp. 4813-4815, 2017.
94. 古谷 浩志, Pavasant Nat, 福井 健一, 前田 幸輝, 豊田 岐聡, 紀本 岳志, Ma Tao, Duan Fengkui, Ma Yongliang, He Kebin. “PM2.5化学組成解析のための個別粒子質量スペクトルのビッグデータ分析：北京市でのPM2.5観測を例に”, 第31回人工知能学会全国大会論文集, 2017
95. Murata S, Ishigaki K, Lee C, Tanikawa C, Date S, Yoshikawa T: Towards a smart dental healthcare: an automated assessment of orthodontic treatment need, Proc. of International Conference on Informatics and Assistive Technologies for Health-Care, 2017
96. Murata S, Lee C, Tanikawa C, Date S: Towards a fully automated diagnostic system for orthodontic treatment in dentistry, In Proc. Of IEEE eScience Conference, 2017
97. Terada, Y. (2017) Semi-supervised learning for functional data. Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS2017).

98. Terada, Y. (2017) Semi-supervised classification for functional data and its applications, The 10th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics (CMStatistics 2017).
99. 寺田 吉壱，小笠原 一生，中田 研 (2017) 関数データ解析のスポ゜ーツ医学への応用, 2017年度統計関連学会連合大会.

(3) 著書

1. 岸本充生, “第10章 ナノテクノロジーのリスクコミュニケーション”，平川秀幸，奈良由美子 編『リスクコミュニケーションの現在―ポスト3.11のガバナンス』放送大学教育振興会, 2018.
2. 岸本充生, “第9章 化学物質のリスクコミュニケーション”，平川秀幸，奈良由美子 編『リスクコミュニケーションの現在―ポスト3.11のガバナンス』放送大学教育振興会, 2018.
3. Kishimoto, A. “Public attitudes and institutional changes in Japan following nuclear accidents”, in Balleisen, E., Bennear, L., Krawiec, K. and Wiener, J. B. eds. Policy Shock: Recalibrating Risk and Regulation after Oil Spills, Nuclear Accidents and Financial Crises. Cambridge University Press. 2017.
4. Yichao Xu, Miu-ling Lam, Light Field Imaging for Artificial Intelligence, Artificial Intelligence and Computer Vision, pp.189-209, 2017.

(4) 産業財産権

1. 長原一，池田哲夫，大崎誠，堤亮介, “ヘモグロビン定量装置，ヘモグロビン定量方法及びヘモグロビン定量プログラム”，特願2017-071837.
2. 医用画像における特徴量週出方法及び病変評価装置，板野景子他，特願2017-039716
3. 病理診断装置及び画像処理方法，三善英知他，特願2017-167549
4. 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」，特願2017-158957

(5) その他

1. [2017年度 IE特別賞] 電子情報通信学会画像工学研究会，八木祐亮，高橋桂太，藤井俊彰，園田聡葵，長原一，”主成分分析を用いた符号化撮影による光線空間の取得”.
2. [Keynote speech] Hajime Nagahara, “Diverse Cameras for AR/MR Applications”, Workshop on Highly Diverse Cameras and Displays for Mixed and Augmented Reality, Nantes, France, Oct., 2017.

3. [チュートリアル講演] 長原　一, “コンピュテーショナルフォトグラフィ　-符号化撮像，ライトフィールド，圧縮センシングなどの新しい画像センシングとその応用-“,画像センシングシンポジウム, Jun., 2017.
4. 電子情報通信学会 教育功労賞 「関西支部 ICT 基礎講座「画像処理講座」への貢献」, 2018年3月
5. Kai Wang, Noriko Takemura, Daisuke Iwai, Kosuke Sato：日本バーチャルリアリティ学会論文賞，“A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor”, 2017
6. 産業科学研究所 定例記者会見（第53回），プレスリリース，「未来科学捜査」歩容鑑定～深層学習でどんな向きの人物も認証可能に～，2017年11月7日
7. 読売新聞夕刊 「歩き方で個人識別，精度を大幅向上…犯罪捜査に」，2017年11月8日
8. 読売新聞ウェブ版 他5件「歩き方で個人識別，精度を大幅向上…犯罪捜査に」，2017年11月8日
9. Science Daily Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
10. Phys.org Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
11. Technology News Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
12. Pepe420 Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月9日
13. HD IAC Homeland Defense & Security Information Analysis Center Walk this Way? A Better Way to Identify Gait Differences，2017年11月9日
14. 日刊工業新聞ウェブ版 「深層学習で歩き方解析，個人識別を高精度化－阪大が歩容認証技術」，2017年11月9日
15. Science Newsline (2017/11/10) Walk This Way: A Better Way to Identify Gait Differences，2017年11月10日
16. Yahooニュース 「「歩き方」によりAIで個人認証」，2017年11月10日
17. 大学ジャーナル 「「歩き方」で個人認証，誤り率４％のAI技術を大阪大学が開発」，2017年11月12日
18. マイナビニュース 他1件「歩き方」で個人識別が可能に! - 犯罪捜査やマーケティングへの応用も期待，2017年11月13日
19. Communications of the ACM Walk this way: A better way to identify gait differences，2017年11月13日
20. J-CAST ニュース 他1件 「歩く姿」認証，96％の確率で個人を特定　防犯カメラ映像から犯人捜査，テロ予防も，2017年11月14日
21. 朝日新聞 「ＡＩ，歩き方で人物特定 識別率95.8% 犯罪捜査で期待」，2017年11月15日
22. 神戸新聞 「AI 歩く姿で犯人見極め 阪大グループ新システム」，2017年11月27日
23. 毎日新聞 「科学の森AIで歩き方を鑑定」，2017年12月14日
24. TBS 未来の起源 「1秒歩けば誰だかわかる」，2018年2月4日
25. BS-TBS 人工知能が未来を変える！ＡＩ大解剖スペシャル　パート２ あなたは最強の ボディガード「安全を守るAI」，2018年3月31日

26. H. Niioka, “Technologies of Deep Learning for Medical Applications”, The 9th MEI[3] Center International Symposium -AI Medicine: Revolution- (Icho Kaikan 3F Hall, Osaka University, Osaka, Japan, 2018/3/13) (Invited)
27. 新岡宏彦, “生体イメージングデータに対する深層学習の応用”, 平成29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ダイナミカルバイオインフォマティクスの展開 (統計数理研究所, 東京都, 2017/10/26) (招待講演)
28. 新岡宏彦, 田川聖一, 三宅淳, “ディープラーニングをバイオメディカルに如何に使うか”CBI学会2017年大会 データ駆動型研究が拓く創薬 (タワーホール船堀, 東京都, 2017/10/4) (招待講演)
29. 第10回呼吸機能イメージング研究会学術集会　ポスターセッション優秀賞. 梁川雅弘, 新岡宏彦, 大東寛典, 田川聖一, 本多修, 秦明典, 菊地紀子, 宮田知, 三宅淳, 富山憲幸, “人工知能 (深層学習) を用いた肺癌の画像診断：上皮内腺癌 (AIS), 微小浸潤性腺癌 (MIA), 浸潤性腺癌（IVA）の鑑別”
30. Bias and Trust in Visual Analytics: Challenges and Opportunities for Effective Human Machine Intelligence, David Gotz, Steffen Koch, Zhicheng “Leo”Liu, Ross Maciejewski, Benjamin Renoust, Guodao Sun, Jing Yang, Ye Zhao, NII Shonan Meeting 120: “Visual Analytics: Towards Human Machine Intelligence”, Mar. 2018
31. Digital Humanites2017にて，The Alliance of Digital Humanities Organizations Bursary Awardを受賞
32. Poster Award: 2017 Korean Academy of Esthetic Dentistry Annual meeting, Wakabayashi K., Amo K., Kibayashi H., Sakai H., Nakamura T., Yatani H., “In silico Optical Analysis of Dental Esthetic Restorations. –Evaluation of optical properties of dental materials -”, Dec 19, Seoul, Korea, 2017
33. [招待講演] 福井健一,“眠っている最中の音から個人の睡眠パターンを可視化するAI技術”,人工知能の最前線が拓く新ビジネス創出セミナー,2017年9月.
34. 福井健一,“音から睡眠の良否を判別する人工知能技術”,日経ビッグデータ,2017年10月.
35. 「AI，音で睡眠の特徴分析」，日経産業新聞,2017年4月6日.
36. 「音から睡眠の質を推定」，テレビ大阪，ニュースリアル，2017年12月5日.
37. 橋本均, 勢力薫, 丹生光咲, 笠井淳司. 高速・高精細全脳イメージングによる精神疾患の分子病態研究. 第741回生体防御医学研究所セミナー, 2017
38. 橋本均. 精神疾患の分子病態解析と創薬：疾患モデルからの新たなアプローチ. 生体機能と創薬シンポジウム, 2017
39. 橋本均. 精神疾患の病態解析と創薬へ向けたモデル研究. 第61回薬学会関東支部大会, 2017
40. 橋本均. 全脳イメージング法を用いた精神疾患モデルマウスの機能評価. 第39回日本生物学的精神医学会・第47回日本神経精神薬理学会合同年会, 2017
41. 堀 雄一郎，2017年8月　The 2017 FASMI Young Investigator’s Award.

42. Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging and Artificial Intelligence in Orthodontics, Bioforum@Dental School, Okayama University, June 8, 2018
43. Tanikawa, C. Clinical Application of Three-Dimensional Craniofacial Imaging in Orthodontics, Oct 18, 2017, Sapporo, Satellite Seminar, Japanese Orthodontic Society.