

特集 「研究会紹介」

# 計測インフォマティクス研究会 (MEI)

## Special Interest Group on Measurement Informatics

鷲尾 隆  
Takashi Washio

大阪大学産業科学研究所  
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University.  
washio@ar.sanken.osaka-u.ac.jp, <http://www.ar.sanken.osaka-u.ac.jp/~washio/washprjp.html>

岡田 真人  
Masato Okada

東京大学大学院新領域創成科学研究科  
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo.  
okada@k.u-tokyo.ac.jp, <http://mns.k.u-tokyo.ac.jp/~okada/>

**Keywords:** measurement, control, algorithms, informatics, statistics, machine learning.

計測インフォマティクス研究会 (SIG-MEI) (<http://www.ar.sanken.osaka-u.ac.jp/SIG-MEI/>), 主査: 鷲尾 隆, 主幹事: 岡田真人) は, 2018年4月に設立された若い本学会第2種研究会である。本稿では, その設立の背景と目的, 対象とする研究分野, 設立の経緯, 運営体制と過去2回の開催状況, 今後の展望などを記し, これらを通じて人工知能研究者の皆さんの参加を誘いたい。

### 1. 研究会設立の背景と目的

現実世界から必要な情報をデジタル化して収集する計測技術は, ネットワーク上の情報通信技術や計算機内の情報処理技術と並んで IoT 社会が必要とするコア技術である。そこでは, 従来型センサによる計測技術に留まらず, 自然や人間, 社会の動きを捉えるために, 全く新しい対象を測る計測技術やより高頻度, 高精度, 高分解能, 高信頼, 頑健でかつコンパクト, 低コストなセンシングを可能とする計測技術など, いわゆる先端的計測技術が多く必要とされている。また, これら大量のセンシング情報から中間ないし最終計測結果を導き, クラウドに転送可能なデータ量および形式に集約するエッジコンピューティング処理も必要とされている。

このような背景のもとで, 現在, 種々の先端的な計測デバイス・装置, エッジコンピューティングデバイス・装置の研究開発が行われている。これらの多くは, 極限の低濃度物質, 極限の微小な分子や生体, 極限の解像度の画像や物質分布, 極限の遠距離物体, 極限の高頻度・短時間, 極限のコンパクト性など, さまざまな極限条件での計測・情報処理を目指すものが非常に多く, 極端な条件下で複雑な過程から成る計測原理や計算原理を用いる。さらに, 測定対象も, 時間・空間の両ドメインで大きな揺らぎを含み, かつ非常に高次元な自由度を有する複雑なものであることが多い。そのため, 得られる測定

情報は大量であるが, 多くのノイズを含みかつ計測対象に関する不完全な情報しか含まないことが多い。したがって, 不完全な大量情報からの対象推定や複数測定情報の統合, 事前知識による補完など, 十分な計測結果を得るために高度な推定処理が必要とされる。さらに転送帯域・コストの制約から, これらの処理をエッジで実施する必要がある場合も多い。

一方で上記と並行して, 人工知能の基盤である高度な数理理論や統計理論に基づく機械学習やデータ構造・アルゴリズムの原理・技術が急激な発展を見せている。機械学習は, 上記のような不完全情報から高い精度や信頼性を有する推定を行うことに長けている。また, 高度なデータ構造・アルゴリズムは, エッジコンピューティングに要求される高速・高効率な処理の実現に極めて有用である。しかしながら, 機械学習や高度なデータ構造・アルゴリズムと先端計測技術を融合し, 最初に述べた IoT 社会で求められる計測を目指す研究開発は, これまででは個別課題について散発的に行われているに過ぎず, 先端計測を指向する機械学習原理, データ構造・アルゴリズム原理やそれを用いた新しい先端計測技術の体系的な研究を行うコミュニティは, 世界的にも存在しなかった。

このような背景から, 我々は計測インフォマティクス研究会を設立することとした。本研究会では, 先端計測を指向する情報, 物理, 化学, 生物などさまざまな面からの対象の推定原理, 計測原理, 制御原理, データ構造・アルゴリズム原理, そしてそれらを用いた先端計測デバイス・装置, エッジコンピューティングデバイス・アーキテクチャ, 情報処理に関する理論・手法・技術の基礎から応用までの幅広い研究課題のすべてを対象とし, 産官学の研究者と技術者が互いの研究成果を発表し, 討論する場を設けることを目的としている。そして, これらの活動を通じて, 当該研究分野において我が国を含む世界的な IoT 社会の発展に寄与することを目標としており, さらに, 今後関連する国際会議, ワークショップな

どの日本開催のための基盤づくりや、中長期的に当該分野の研究人材育成を視野に入れた活動を行っている。

## 2. 対象とする研究分野

先端的計測に関する研究は、計測に資する広範な情報処理原理から物理・化学・生物・各種工学的原理にまでわたる学際融合的研究分野である。そのため、当研究会で取り扱う理論や技術の範囲は、情報処理のみに限定せず、情報処理に関連する内容であれば、計測の物理・化学・生物・工学的原理やそれに基づくデバイス・装置の開発に関するものを網羅している。また、研究会という性格上、理論や技術に新規性を有する研究成果の発表や討論を対象としている。

特に、先端的計測研究においては、計測過程や計測対象の物理・化学・生物・工学的原理そのものが本質的な研究対象であり、これらにしっかりと立脚しなければいくら優れた情報処理原理と組み合わせても、期待される計測性能を達成することはできない。多くの場合、計測過程のどの部分をどのように計測デバイスや計測装置ハードウェアで受けもち、どこから情報処理で受けもつかの分担設計が極めて重要である。そして、それらの分担に応じたデバイス・装置原理の開発、情報処理原理の開発が必要となる。単に、既存のデバイス・装置を既存の人工知能と組み合わせるだけでは、革新的な先端計測技術は生まれえないと言っても過言ではない。基礎的原理にまでさかのぼり、情報処理を指向するデバイス・装置原理の基礎研究、計測を指向する機械学習や統計的推定原理の基礎研究を行っていくことが重要である。当研究会は、けっして既存の各研究分野のテーマや価値判断の枠に捉われることなく、先端的計測に掛かるハードウェア・ソフトウェア両面からの科学的基礎から工学的応用に至るまでの幅広い研究を対象としている。

## 3. 研究会設立の経緯

現主査の大阪大学の鷺尾 隆は、上記の背景を踏まえて、2016年度および2017年度の本学会全国大会において、オーガナイズドセッション「OS-1 先端デバイス指向 AI」および「OS-10 先端情報計測指向 AI」を企画した。前者では8件、後者では9件の発表がなされたのに加え、2017年度の大会ではオーガナイズドセッションの枠に入りきらなかった4件の発表が一般セッション「機械学習 - 計測システム」で行われた。さらに、本研究会の連絡委員の一人である東京大学の北川源四郎特任教授を中心として、2017年10月に東京で開催された DSAA 2017: The 4th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics 2017 国際会議で“Advanced Informatic Measurement using Statistics, Machine Learning and Pattern Recognition”という特

別セッションが開催された。また、同じく発起人メンバであり、現主幹事の東京大学の岡田真人を中心に、2017年11月に物質・材料研究機構が主催する MI2I チュートリアルセミナーシリーズにおいて「計測インフォマティクス」というチュートリアルが開催された。このように、この2～3年の間に、先端計測技術と機械学習を融合する学際融合的研究への関心が急激な高まりを見せてきた。

さらに近年、以下の代表例をはじめとして公的に進められている関連研究プロジェクトの数が急激に増加し、本研究会の主査、各幹事、専門委員、連絡委員の多くが参加している。

- 2013年度～2017年度新学術領域研究「スパースモデリングと高次元データ駆動科学創成」：領域代表 東京大学 岡田真人（主幹事）
- 2014年度～2018年度革新的研究開発推進プログラム ImPACT「進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム」：情報系参加者 大阪大学 鷺尾 隆（主査）
- 2016年度～2022年度 CREST およびさががけ「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」：研究総括 東京大学特任教授 雨宮慶幸（連絡委員）、副研究総括 東京大学特任教授 北川源四郎（連絡委員）

以上のような各種の学会や公的研究プロジェクトに関わる関連活動の高まりを基盤とし、本研究会の対象分野とそれに関連する研究成果創出、発表およびそれらへの期待の高まりを受け、現主査と主幹事を中心に2017年夏から準備に取り掛かり、2018年4月に本研究会が人工知能学会第2種研究会として設立された。

## 4. 運営体制と開催状況

主査、主幹事の下に、直接に研究会運営に関わる9名の中堅、若手研究者からなる幹事団が置かれている。そして12人の専門委員に研究会運営に掛かる支援や助言をいただいている。さらに延べ79名に及ぶ連絡委員に研究会の広報や各種連絡支援をいただいている。具体的なメンバの詳細は、研究会 HP (<http://www.ar.sanken.osaka-u.ac.jp/SIG-MEI/taisei.html>) を参照されたい。本研究会の対象研究分野を反映して、情報系や統計系の研究者ばかりではなく、先端計測やそのデバイス、装置の科学的・工学的原理を探求する多くの分野の研究者がメンバに連なっている。また、先端計測は学術分野の研究に留まらず、産業分野での研究も盛んであるため、民間企業の研究者、技術者にも多数参加いただいている。この体制により、学際融合的な研究会運営を円滑に行うとともに、計測インフォマティクスという新しい研究コミュニティの構築を狙っている。

2018年度は、2回の研究会を開催した。第1回計測

インフォマティクス研究会は、2018年9月21日(金)に、大阪大学産業科学研究所にて開催された。4件の招待講演と3件の一般発表が行われ、その内容は生体蛍光イメージング、放射光計測、X線計測、1分子計測などに関する具体的な計測技術、およびそれらに関するパターン認識、スパース推定、正例とラベルなし事例による分類学習などの機械学習手法に関する最新の研究成果発表であった。第1回であるにもかかわらず41名もの参加者があり、そのうち、大学関係者は13名、国公立研究機関関係者は6名に限られ、他のほとんどが計測機器、電機・機械、素材、食品分野の民間企業からの参加者であった。昨今の人工知能ブームにより専門外の方々に参加いただいた面もあるが、実際の産業現場には高度な計測に関するさまざまな問題が存在し、それらを先端的な計測原理と情報処理原理の組合せにより何とか解決したい、という切実な期待が感じられた。

第2回計測インフォマティクス研究会は、2019年3月6日(水)に、つくば市の物質・材料研究機構にて開催された。人工知能研究者には比較的なじみの薄い国立研究開発法人であるが、我が国においてマテリアルインフォマティクスや計測インフォマティクス研究の一大中心地となっている。4件の招待講演と5件の一般発表が行われ、そのほとんどが電子顕微鏡、X線計測などの具体的な計測技術、およびスパース推定、データ同化や最尤推定による計測情報処理に関する内容であった。その中で、特に触媒反応に関して計測のみならず最適な実験条件の予測にまで踏み込んだ研究が目をつけた。参加者数は140名に達し、会場は研究会というより一定規模のシンポジウムという雰囲気であった。その内訳は、大学関係者が31名、国公立研究機関関係者が18名、それ以外は民間企業を中心とする方々であり、参加者割合としては第1回研究会と同様の傾向であった。特に民間企業の方々から活発な質問が飛び、第1回と同じく計測インフォマティクスに関する切実な期待が感じられた。

## 5. 今後の展望

計測インフォマティクス研究は、今後、IoT社会のコア技術として重要な役割に担うと期待される。最近、数千万光年先の銀河中心に存在するブラックホールの計測画像イメージングが大きなニュースとなったが、科学分野ではすでにこのような分野融合による新しい先端計測技術が大きな成果を上げている。今後は、産業界や我々の生活環境においても、学際融合的な新しい先端計測技術が広く使われていくと予想される。

特に、我が国は、米国や中国などのように数億人を超える大規模市場を抱える地域とは異なり、自国内でGAFに代表される大規模情報サービス産業を育成することが難しい。したがって、引き続き世界に先駆けてデバイスや装置、システムなどの優れた製品を開発して世

界市場に提供していく経済活動が求められる。このような環境において、計測インフォマティクスの果たす役割は特に大きい。当研究会に産業界から多くの方々に参加いただいている事実は、その反映であると思われる。

当研究会の今後の学術的な課題は、先に述べたように単なる既存のデバイス・装置と既存の人工知能との組合せではなく、おのおの基礎的原理にまでさかのぼり、情報処理を指向するデバイス・装置原理の基礎研究、計測を指向する機械学習や統計的推定原理の基礎研究を推進していくことである。そのためには、特に既存の各研究分野のテーマや価値判断の枠にとらわれずに、いかに柔軟でかつ学術的レベルの高い研究を誘発する環境を提供していくかが問われる。

また、計測関連の研究は、首都圏や関西圏の大学や研究機関に留まらず、全国的広がりをもって大学や研究機関において広範な分野で取り組まれている。また、地方の民間企業でも多くの計測関連製品の開発・製造が行われている。したがって、地方での研究会開催を積極的に推進することが望まれる。このような観点から、本稿執筆時点で第3回計測インフォマティクス研究会は、2019年9月18日(水)～19日(木)に熊本大学にて開催予定である。今後、より多くの方々に発表、参加いただき、世界に先駆けた研究コミュニティとして育っていくことを期している。

最後に、計測インフォマティクス研究会を献身的に支えていただいている幹事の方々、多くの支援をいただいている専門委員、連絡委員、本学会研究会運営委員会の方々に深く謝意を表すとともに、今後ともご支援を継続いただけるよう希望する次第である。

2019年6月25日 受理

## 著者紹介



鷲尾 隆 (正会員)

1983年東北大学工学部原子核工学科卒業。1988年同大学院工学研究科原子核専攻博士課程修了(工学博士)。同年、マサチューセッツ工科大学原子炉研究所客員研究員。1990年株式会社三菱総合研究所研究員。1996年大阪大学産業科学研究所助教授。2006年同教授(現在)。2016年産業技術総合研究所人工知能研究センター NEC-産業技術総合研究所連携研究室室長クロスアポイント(現在)。機械学習・計測インフォマティクス・シミュレーション機械学習融合の基礎研究に従事。2009年本学会功績賞、2016 IBM Faculty Award 受賞。



岡田 真人 (正会員)

1985年大阪市立大学理学部物理学科卒業。1987年大阪大学大学院理学研究科前期博士課程修了。1987年株式会社三菱電機。1991年大阪大学大学院基礎工学研究科後期博士課程中退。同年、大阪大学基礎工学部助手。1996年科学技術振興事業団川人学習動態脳プロジェクト研究員。2001年4月理化学研究所脳科学総合研究センター脳数理研究チーム副チームリーダー。2004年東京大学大学院新領域創成科学研究科教授(現在)。統計力学に基づく複雑系基礎理論、脳科学、情報統計力学の基礎研究に従事。