

小特集 「AIトレンド・トップカンファレンス NIPS 2017」 報告会

# NIPS 概要・今年の傾向

## Overview of the NIPS 2017 Conference

小宮山 純平 Junpei Komiyama	東京大学生産技術研究所 Institute of Industrial Science, The University of Tokyo. junpei@komiyama.info, <a href="http://www.tkl.iis.u-tokyo.ac.jp/~jkomiyama/index_jp.html">http://www.tkl.iis.u-tokyo.ac.jp/~jkomiyama/index_jp.html</a>
菊田 遥平 Yohei Kikuta	クックパッド株式会社 Cookpad Inc. yohei-kikuta@cookpad.com, <a href="https://github.com/yoheikikuta/resume">https://github.com/yoheikikuta/resume</a>
増井 紀貞 Norisada Masui	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. masui@ms.k.u-tokyo.ac.jp

**Keywords:** machine learning, neural network, neural information processing systems, international conferences.

### 1. 経緯

この記事は人工知能学会企画委員会により企画されたトップカンファレンス派遣レポート制度<sup>\*1</sup>で選ばれた三名による NIPS 2017 の参加報告である。以前に本誌 Vol. 33, No. 3 (2018年5月号, pp. 377-380) にも会議報告を掲載したが、それをより詳しく解説する内容になっている。

本稿では NIPS 2017 の全体的な概要や傾向を解説し、以降の記事でおのおのが特に興味をもったトピックについて個別に解説する。

### 2. NIPS の概要

本章では、機械学習のトップ会議である Neural Information Processing Systems (NIPS)<sup>\*2</sup> について、その歴史や現在の状況を概説する。NIPS は米国ユタ州で 1986 年に行われた Snowbird ワークショップを契機に 1987 年より開催されている機械学習に関する国際会議で、この分野では International Conference on Machine Learning (ICML)<sup>\*3</sup> と並び最難関会議と位置付けられている。第 1 回の 1987 年から 2013 年までの

NIPS はスキーリゾートで開催されてきたが、機械学習分野の隆盛と大規模化に伴い、2014 年以降はより都市部の大規模展示場で開催されるようになった。機械学習はデータからの学習可能性を探る分野であり、アルゴリズムや手法開発に主眼が置かれる。データマイニング、自然言語処理、画像認識、音響処理などの関連分野との関わりが深い<sup>\*4</sup>。また、データからの学習というパラダイムは多くの産業分野に影響を与え得ると考えられており、近年大きな注目が集まっている。

NIPS が開催される以前は、機械学習（とりわけニューラルネットワーク）に対して懐疑的な見方があった。Minsky と Papert はその著書「Perceptrons」[Minsky 88] で、ニューラルネットワークのもつ能力に対して悲観的な見解を述べ、多くの研究者に影響を与えた。その後多層パーセプトロンや誤差逆伝搬法による学習などが洗練されて昨今の繁栄にもつながっていきわけだが、NIPS の黎明期（1980 年代後半）はルールベース機械学習から統計的機械学習へのパラダイムシフトが行われた期間であり、NIPS の歴史はそのまま機械学習の歩んできた歴史といってもよいであろう。

NIPS 2017 は米国カリフォルニア州ロングビーチで 12 月 4～9 日まで開催され、初日がチュートリアル、2～4 日目が本会議、5～6 日目がワークショップであった。学会発表の動画は <https://nips.cc/Conferences/>

\*1 <https://www.ai-gakkai.or.jp/top-conference-reporter/>

\*2 <https://nips.cc/>

\*3 <https://icml.cc/>

\*4 関連分野との距離に関しては、神畷敏弘による概観図が参考になる。<http://www.kamishima.net/archive/MLDMAImap.pdf>

2017/Videos で閲覧することができるため、詳細が気になる読者はぜひご覧いただきたい。NIPS 2017 の特長として、以下の点をあげることができる。

- **大規模化・産業化**：今年の参加登録者は 8 000 人近くに達し、2013 年から見て 4 倍の増加になった。投稿・採択論文数も 3 240 件・679 件となり、過去最大規模での開催となった。NIPS 2017 のスポンサーは 84 社にものぼり合計 1,760,000 ドルのスポンサー収入を得ており、大規模なスポンサーブースによる展示、リクルート活動が行われていた。スポンサーブースのみに限らず本会議に関しても、ゲーム AI での成功で注目される米 DeepMind 社など、企業研究者の存在感が去年に増して大きかった点もあげられる。
- **プレプリントサーバの活用**：NIPS を含む機械学習の多くの学会はダブルブラインド（投稿者、査読者の名前が査読中匿名化される）であるが、ここ 1～2 年は投稿締切とともに arXiv.org<sup>\*5</sup> などのプレプリントサーバに論文を投稿するという動きが活発化しており、ダブルブラインド性の基盤が危うくなっている。実際、arXiv に投稿された論文の採択率（29%）は投稿されない論文のそれ（15%）より高いというデータが示された。有名な研究者は arXiv に投稿するモチベーションがあるというバイアスがあるため、arXiv への投稿がプラスに働くかどうかはこの統計だけでは断言ができないことに注意が必要である。
- **ニューラルネットワークの隆盛**：大規模ニューラルネットワークである深層学習がここ数年急増しているが、これは 2010 年頃に音声認識や画像認識などのパターン認識分野で深層学習によるイノベーションがあったことが背景にある。ニューラルネットはカーネルマシン（サポートベクターマシンなど）と異なり、モデルの学習について未知の点が多く、ニューラルネットがなぜ実データをうまく学習できるかのメカニズムの解明は近年最もホットなトピックの一つである。関連して、最適化問題も大域的最適解が得やすい凸最適化（convex optimization）から、最適解の計算が難しいニューラルネットの学習などの非凸最適化（nonconvex optimization）への興味の発展が起きていると考えられる。

次回の NIPS 2018 は 2 年振りにカナダ・モントリオールで開催される。近年の拡大傾向が続くかが一つの興味となる。地理的な面から NIPS 2018 は厳冬が予想されるが、モントリオールは機械学習分野の有名研究者が所属していることなどを生かし、AI 産業の誘致などを行っており<sup>\*6</sup>、北米の機械学習研究のハブとして最も「ホッ

トナ」都市の一つといえるのではないだろうか。

### 3. 招待講演・チュートリアル

招待講演は以下の 7 件であった。これらの招待講演は、トレンドを踏まえつつもバランスを配慮してスピーカを選別したものであるように感じられた。

- **Energy Strategies to Decrease CO<sub>2</sub> Emissions**：エネルギー供給に関する米 Google 社の John Platt 氏のキーノートであった。太陽光や風力発電が天候に左右され安定的電力供給が難しい点などを指摘していた。また、同社の核融合発電への取組みについて語っていた。
- **Why AI Will Make It Possible to Reprogram the Human Genome**：加 Toronto 大学の Brendan Frey 氏が生物科学分野（創薬）における人工知能技術の重要性の増加について語っていた。
- **The Trouble with Bias**：米 Microsoft 社の Kate Crawford 氏の機械学習の公平性についての講演であった。近年の機械学習の多くはトレーニングデータでの精度を表す目的関数の最適化であるが、そもそも目的関数が正しくない場合、どれだけ良い学習器も意味がないという問題提起が印象に残った。
- **The Unreasonable Effectiveness of Structure**：米 UC Santa Cruz 大学の Lise Getoor 氏による、データに先天的に備わる構造をどのように扱うか、が主題の講演であった。モデルとしては Probabilistic Soft Logic とその発展が中心に議論されていて、中心的な働きをした学生を紹介しながら説明をする教育的な内容だった。
- **Deep Learning for Robotics**：米 UC Berkeley 大学の Pieter Abbeel 氏が、深層強化学習における解決すべき課題とその現状に関して講演した。特に Meta Learning に注目をして、豊富なシミュレーション結果を紹介しながら近年の発展を概説した。
- **Learning State Representations**：米 Princeton 大学の Yael Niv 氏が、少数のデータから複雑な問題をいかにして解くかということを脳の働きに関する仮説と対応付けながら紹介した。脳が獲得すると思われる“推測された状態”に関して、脳科学や生物学的な観点から示唆に富んだ事例を提供した。
- **On Bayesian Deep Learning and Deep Bayesian Learning**：英 Oxford 大学と DeepMind 社の Yee Whye Teh 氏が、深層学習とベイジアン融合に関して講演をした。ベイジアン枠組みでの分散学習、Variational Auto-encoder と離散分布の連続化緩和、ELBO の拡張の Filtered variational objectives に関する解説を行った。

チュートリアルは以下の 9 件であった。これらのチュートリアルは、近年重要性の増しているトピックに

\*5 <https://arxiv.org/>

\*6 <http://www.montreal.ai/>

関しての概説という印象であった。詳細は割愛するので、気になる読者は発表動画をご覧いただきたい。

- A Primer on Optimal Transport.
- Deep Learning : Practice and Trends.
- Reinforcement Learning with People.
- Statistical Relational Artificial Intelligence : Logic, Probability and Computation.
- Fairness in Machine Learning.
- Deep Probabilistic Modelling with Gaussian Processes.
- Differentially Private Machine Learning : Theory, Algorithms and Applications.
- Geometric Deep Learning on Graphs and Manifolds.
- Engineering and Reverse-Engineering Intelligence Using Probabilistic Programs, Program Induction, and Deep Learning.

#### 4. ワークショップ・シンポジウム

NIPS 2017 では、チュートリアルと本会議に加えて、招待講演や論文の口頭・ポスター発表などから構成される 53 件のワークショップと 4 件のシンポジウムも開催された。シンポジウムは NIPS 2015 から始まって今回で 3 年目の試みで、一部のワークショップの大規模化のためワークショップから別日程に分化したという経緯があり、本会議の最終日に行われる。シンポジウムは以下の 4 件であった。

- Interpretable Machine Learning** : 機械学習を応用するにあたってその結果の透明性・解釈性をどう担保するかという問題についてのシンポジウムであった。
- Deep Reinforcement Learning** : 強化学習と深層学習の融合、という近年注目を浴びているトピックを扱った。近年の目覚ましい発展に加えて、どのように実験の再現性を担保するべきかという機械学習の実験全般においても重要なトピックが議論されていた。
- Metalearning** : 機械学習モデルの選択という“機械学習の学習”をテーマにしたシンポジウムであった。進化戦略、ハイパーパラメータ最適化など、機械学習のトピックとしてはやや主流から外れている内容から、勾配法、強化学習など機械学習学会でおなじみのテーマまで扱われた。
- Kinds of Intelligence : Types, tests and meeting the needs of society** : 近年の機械学習キー人物のホール講演・ディスカッションといった様相であった。他のシンポジウムと異なり、論文発表などはなされない特徴的なものであったため、興味がある方は HP をチェックされたい。内容は機械学習のみならずより広い人工知能一般に及ぶ内容に見えた。

ワークショップについては数が多いため省略する。トピックごとに本会議より先鋒的な発表が行われ、ワークショップで発表された論文が次年度の ICML で発表されることも少なくないため、ある意味で NIPS ワークショップは“半年後の機械学習の学会”だともいえる。

#### 5. 一般発表・受賞

一般発表ベストペーパーは以下の 3 論文であった。強化学習、最適化、カーネル法という機械学習の代表的なトピックの論文が選ばれた。カーネル法は注目の多くを深層学習に譲った形となっているが、ベストペーパーとしてカーネル法の論文が選ばれているというのは興味深い。

- Noam Brown and Tuomas Sandholm: Safe and Nested Subgame Solving for Imperfect-Information Games [Brown 17]
- Hongseok Namkoong and John Duchi: Variance-based Regularization with Convex Objectives [Namkoong 17]
- Wittawat Jitkrittum, Wenkai Xu, Zoltan Szabo, Kenji Fukumizu and Arthur Gretton: A Linear-Time Kernel Goodness-of-Fit Test [Jitkrittum 17]

また、Test of time award として 10 年前の NIPS 発表のうち現在最も引用されている以下の論文が選ばれた。

- Ali Rahimi and Benjamin Recht: Random Features for Large-Scale Kernel Machines [Rahimi 08]

Rahimi らの論文は、定常カーネルの有限次元近似の理論解析論文であった。カーネルの有限次元近似はカーネル SVM などのよく使われている手法をビッグデータにスケールさせるために極めて重要である。

#### 6. その他の情報

機械学習、特に NIPS 2017 に関する情報を含む Web サイトを以下に示す。日本国内においても NIPS の注目度は高く、多くの大学や企業において論文の読み会が開催され、知見共有がなされている。もちろん、これらの情報源はすべての論文を網羅的に紹介しているわけではないため、良い論文を探すには自分で論文を見つける技術が必要と感じる。

- Talking Machines**<sup>\*7</sup>: Neil Lawrence と Katherine Gorman によって開催されているポッドキャスト (インターネットラジオ)。NIPS 会場での研究者へのインタビューなどが行われていた。前期パーソナリティーの Ryan Adams はノンパラメトリックベイズなどで有名な研究者だが、NIPS を“ホームカンファレンス”と称していた。英語。

\*7 <https://www.thetalkingmachines.com>

- TWiML.AI<sup>\*8</sup>: Sam Charrington によって開催されているインターネットラジオ。NIPS ベストペーパー受賞者へのインタビューなどがある。英語。
- NIPS 2017 読み会<sup>\*9</sup>: ABEJA 社, 理研 AIP センター, NVIDIA 社による NIPS 2017 論文の解説会。資料スライドなどが公開されている。
- NIPS 2017 読み会<sup>\*10</sup>: Cookpad 社, NVIDIA 社による NIPS 2017 論文の解説会。資料スライドなどが公開されている。
- NIPS 2017 読み会<sup>\*11</sup>: Preferred Networks 社による NIPS 2017 論文の解説会。資料スライドなどが公開されている。
- NIPS + 読み会・関西<sup>\*12</sup>: 立命館大学情報理工学部 創発システム研究室による NIPS 2017 論文の解説会。資料スライドなどが公開されている。

## 7. 大阪・東京での発表について

2018 年 2 月 12 日 (大阪大学中之島センター), 2018 年 2 月 28 日 (早稲田大学西早稲田キャンパス) にて NIPS 参加報告会 (第 74 回人工知能セミナー<sup>\*13</sup>) を実施した。NIPS 本会議では 600 以上の発表があり, 内容も多岐にわたるので網羅的な報告は難しかったため, 発表者の興味も勘案して, 近年の機械学習で著しい発展を見せる以下 3 分野に注目して報告を行った。

- 深層学習の深化と展開について (菊田)
- 機械学習による意思決定について (小宮山)
- 機械学習の解釈性について (増井)

これらの報告の内容に関して, 以降の記事で解説する。

### 謝 辞

NIPS 2017 に派遣していただいた人工知能学会企画委員会御中に感謝致します。NIPS への参加機会とその内容を報告する場をご提供いただき, 参加者として知見を深めることができたとともに報告者としてその知見を共有できたことは非常に良い経験となりました。また, 人工知能学会の新しい取組みの一助となれたことも嬉しく思います。来年以降もこのような活動が継続され, 人工知能学会の取組みがますます発展をしてこの分野が盛り上がっていくことを祈念しております。

## ◇ 参 考 文 献 ◇

- [Brown 17] Brown, N. and Tuomas, S.: Safe and nested subgame solving for imperfect-information games, *Advances in Neural Information Processing Systems* (2017)
- [Jitkrittum 17] Jitkrittum, W., et al.: A linear-time kernel goodness-of-fit test, *Advances in Neural Information Processing Systems* (2017)
- [Minsky 88] Minsky, M. L. and Papert, S. A.: *Perceptrons*, MIT Press (1988)
- [Namkoong 17] Namkoong, H. and John, C. D.: Variance-based regularization with convex objectives, *Advances in Neural Information Processing Systems* (2017)
- [Rahimi 08] Rahimi, A. and Benjamin, R.: Random features for large-scale kernel machines, *Advances in Neural Information Processing Systems* (2008)

2018 年 6 月 15 日 受理

## 著 者 紹 介



小宮山 純平

2009 年 4 月～2012 年 6 月まで株式会社ドワンゴにソフトウェア・エンジニアとして勤務。2012 年 10 月より東京大学大学院情報理工学系研究科数理情報学専攻に入学, 2016 年 3 月に博士 (情報理工学) を取得。2016 年 4 月より東京大学生産技術研究所助教。機械学習・データマイニング分野の研究が専門で, ICML, NIPS などの機械学習の国際会議に論文を発表している。2015 年 IBISML 研究会賞 (IEICE TC-IBISML Research Award) を受賞。好きな食べ物はほうに井。



菊田 遥平 (正会員)

2014 年 3 月総合研究大学院大学五年一貫博士課程を修了。博士 (理学)。コンサルティングファームにて機械学習案件に従事し, 2016 年 12 月よりクックパッド株式会社に入社。研究開発部にてサービス開発を推進しており, 専門は画像分析および推薦アルゴリズム。好きな食べ物は焼き餃子とお寿司とハンバーグ。



増井 紀貞 (学生会員)

2016 年 4 月東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻に入学, 2018 年 3 月に修士 (工学) を取得。同年 4 月より同大学院新領域創成科学研究科複雑理工学専攻博士課程に進学。研究の興味は機械学習の解釈性。また, コンサルティングファームにてリサーチアシスタントとして機械学習案件に関わる。好きな食べ物はお寿司と焼肉。

\*8 <https://twimlai.com/>

\*9 <https://abeja-innovation-meetup.connpass.com/event/75189/>

\*10 <https://cookpad.connpass.com/event/74937/>

\*11 <https://connpass.com/event/76552/>

\*12 <https://connpass.com/event/86005/>

\*13 [https://www.ai-gakkai.or.jp/no74\\_jsai\\_seminar/](https://www.ai-gakkai.or.jp/no74_jsai_seminar/)