

人工知能分野の現状と 理研AIPセンターの取組

理化学研究所 革新知能統合研究センター
東京大学 大学院新領域創成科学研究科



杉山 将



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

人工知能と機械学習

2

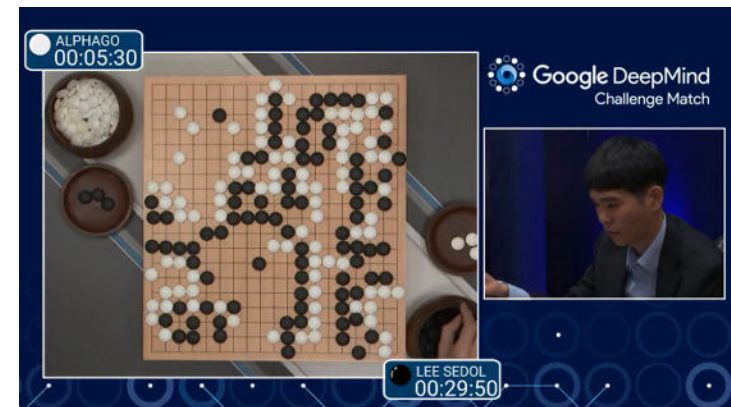
- コンピュータ囲碁, 自動運転車, 会話ロボットなど, 私達の身の回りの様々な場面で「人工知能」が利用されるようになってきた.



<http://www.cnn.com/2015/10/14/tesla-rolls-out-autopilot-technology.html>



http://www.softbank.jp/corp/group/sbr/news/press/2014/20141029_01/

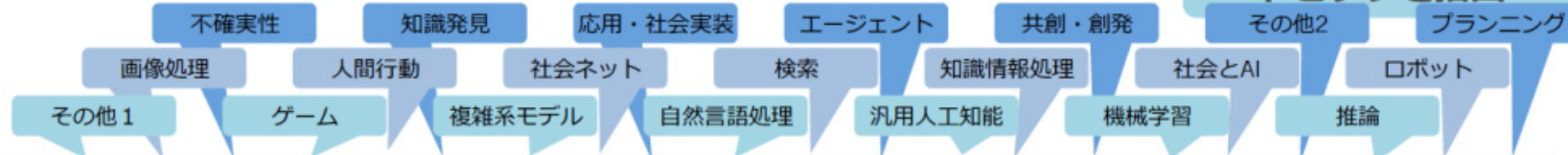


<http://gigazine.net/news/20160317-google-alphago/>

- 「人工知能」の背後では, コンピュータにヒトのような学習能力を持たせる**機械学習**の技術が用いられている.

AAAIトピックの変遷

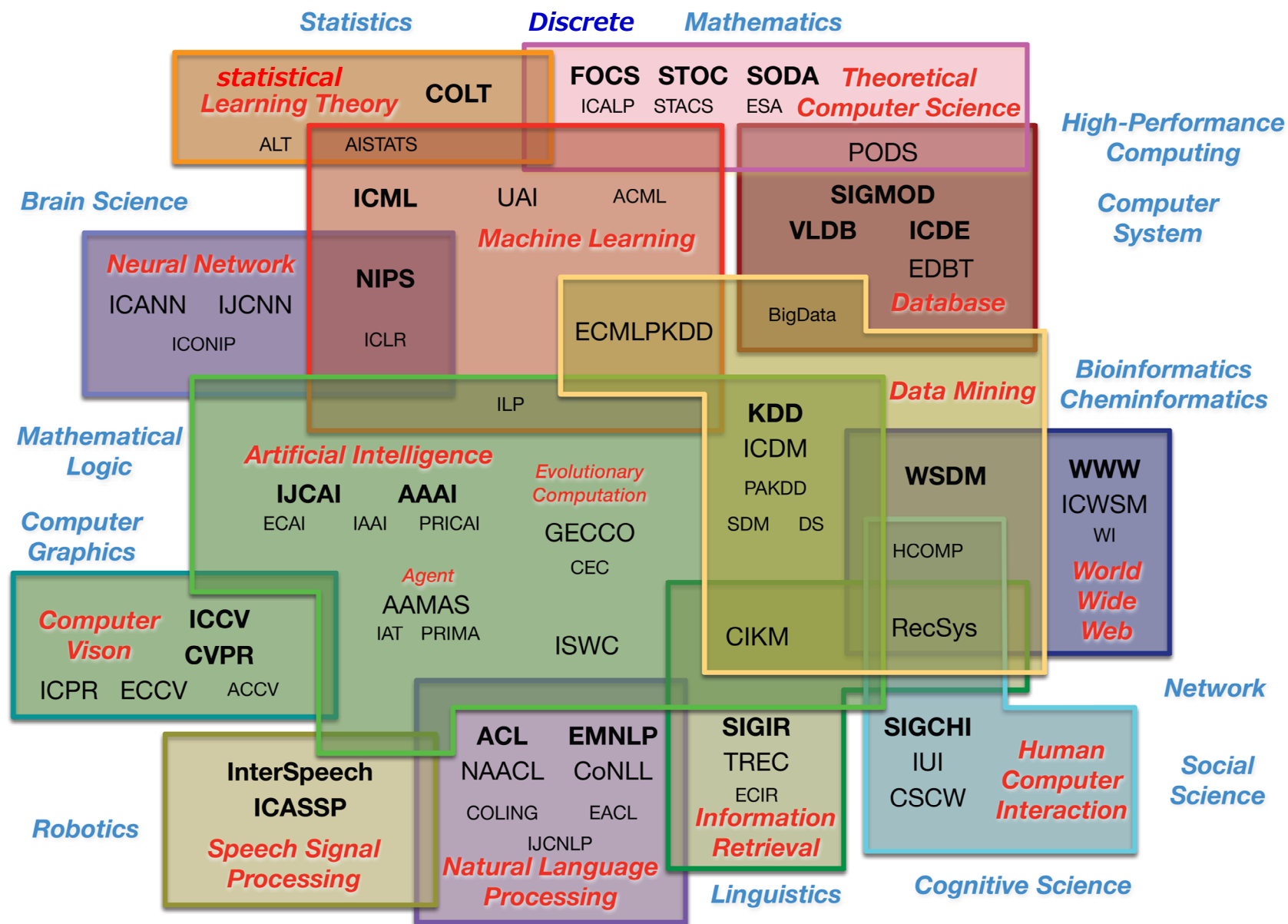
AAAIのセッション・発表タイトルからトピックを抽出



Year	Topic01	Topic02	Topic03	Topic04	Topic05	Topic06	Topic07	Topic08	Topic09	Topic10	Topic11	Topic12	Topic13	Topic14	Topic15	Topic16	Topic17	Topic18	Topic19	Topic20	Topic21
1980	4.7%	5.8%	4.0%	4.1%	3.9%	4.4%	5.6%	3.9%	5.0%	5.9%	3.4%	3.4%	3.7%	5.2%	5.9%	4.4%	6.4%	4.8%	8.1%	3.9%	3.5%
1982	3.7%	5.1%	4.0%	4.7%	4.1%	5.1%	5.0%	3.8%	3.6%	7.5%	5.0%	3.4%	4.3%	6.7%	4.3%	3.8%	6.0%	4.4%	7.0%	3.9%	4.9%
1983	3.4%	4.1%	4.0%	3.7%	5.2%	5.7%	5.6%	3.6%	4.4%	6.0%	8.0%	4.2%	4.8%	5.0%	3.6%	3.8%	3.7%	3.2%	10.7%	3.4%	3.9%
1984	3.7%	6.0%	4.0%	3.6%	4.1%	5.1%	4.5%	3.6%	4.0%	6.3%	3.8%	3.7%	4.2%	6.7%	3.2%	3.0%	5.7%	3.4%	9.7%	5.0%	6.7%
1986	2.7%	6.4%	4.5%	4.5%	2.4%	8.7%	4.3%	3.1%	4.1%	5.1%	4.0%	2.6%	3.1%	12.8%	5.7%	2.5%	4.3%	2.7%	9.6%	2.0%	4.8%
1987	3.6%	4.1%	4.2%	3.8%	3.8%	7.7%	3.7%	2.8%	3.7%	4.6%	5.6%	3.6%	4.0%	11.3%	3.7%	3.3%	4.3%	3.8%	11.0%	2.7%	4.9%
1988	4.4%	4.1%	4.2%	4.4%	4.7%	5.1%	4.5%	3.4%	4.7%	5.4%	4.8%	3.4%	3.5%	6.0%	4.5%	3.8%	3.9%	4.0%	10.5%	4.6%	6.1%
1990	4.3%	4.7%	3.8%	4.1%	3.6%	10.5%	3.1%	3.4%	3.2%	5.9%	4.3%	4.1%	3.7%	9.3%	4.2%	3.7%	4.9%	3.5%	6.9%	3.5%	5.2%
1991	3.3%	4.0%	4.8%	3.5%	4.1%	7.9%	5.0%	3.6%	3.2%	5.7%	3.7%	3.3%	5.0%	9.0%	3.8%	6.0%	3.6%	4.1%	8.9%	3.4%	3.9%
1992	4.3%	4.2%	4.1%	3.7%	3.8%	5.9%	4.4%	4.3%	4.9%	5.3%	5.8%	3.8%	4.2%	5.7%	4.4%	4.1%	5.0%	4.5%	5.6%	5.7%	6.2%
1993	4.0%	4.5%	4.1%	4.1%	4.4%	5.8%	4.6%	4.6%	3.9%	6.3%	7.1%	3.9%	3.9%	7.6%	4.0%	4.0%	4.5%	3.9%	5.1%	3.9%	5.8%
1994	4.5%	4.4%	4.5%	4.3%	4.0%	6.8%	3.5%	3.6%	4.1%	4.9%	7.0%	4.7%	4.3%	7.2%	3.4%	4.0%	5.2%	4.2%	6.0%	5.4%	4.3%
1996	3.3%	4.1%	4.4%	4.2%	3.4%	6.2%	4.1%	4.1%	4.1%	3.8%	5.9%	4.0%	3.7%	7.6%	4.1%	5.1%	4.5%	3.7%	5.3%	8.2%	6.1%
1997	4.4%	4.9%	4.1%	3.8%	4.4%	4.8%	4.4%	3.6%	4.2%	5.0%	8.8%	5.2%	3.8%	7.5%	4.0%	3.7%	4.6%	4.5%	5.1%	5.8%	6.6%
1998	3.8%	3.7%	4.4%	4.8%	4.3%	4.6%	3.8%	4.9%	3.7%	6.6%	5.4%	6.4%	3.9%	6.8%	3.6%	4.9%	4.5%	4.3%	4.7%	5.1%	6.0%
1999	4.3%	4.1%	3.8%	4.2%	3.7%	4.9%	3.6%	4.3%	4.2%	4.6%	8.2%	5.5%	3.7%	6.2%	3.6%	4.4%	7.3%	4.1%	4.7%	4.8%	5.6%
2000	4.8%	6.1%	4.1%	5.2%	3.7%	4.2%	4.3%	4.6%	3.6%	3.6%	9.3%	5.2%	3.3%	5.3%	3.8%	5.1%	5.8%	3.4%	3.9%	5.6%	5.0%
2002	3.7%	4.3%	6.4%	3.9%	4.0%	4.5%	4.3%	5.0%	5.0%	4.8%	8.5%	5.7%	3.7%	5.2%	3.8%	5.8%	4.3%	3.5%	3.5%	4.4%	5.7%
2004	3.4%	4.0%	6.7%	3.6%	3.2%	3.4%	4.3%	6.7%	3.8%	3.9%	8.1%	6.8%	3.8%	6.0%	3.1%	6.8%	4.2%	3.2%	4.2%	5.5%	5.4%
2005	3.4%	4.9%	7.5%	3.4%	3.6%	4.5%	3.4%	3.7%	3.7%	4.3%	6.6%	6.9%	4.1%	7.9%	3.7%	6.0%	4.0%	3.2%	3.6%	6.0%	5.7%
2006	3.6%	4.1%	5.8%	3.2%	3.9%	3.7%	4.0%	7.1%	4.4%	5.0%	7.1%	5.3%	4.3%	5.8%	3.6%	7.2%	4.9%	3.5%	3.3%	5.8%	4.4%
2007	3.4%	3.8%	5.7%	4.9%	3.7%	4.2%	3.9%	5.9%	5.1%	5.0%	5.3%	6.6%	3.4%	6.2%	3.8%	7.7%	5.9%	3.3%	3.5%	4.4%	4.1%
2008	4.2%	4.8%	5.6%	3.7%	4.0%	5.4%	5.8%	6.0%	5.4%	5.4%	3.5%	4.4%	3.9%	4.4%	4.2%	9.4%	4.4%	4.6%	3.5%	3.1%	4.1%
2010	3.6%	4.8%	5.4%	4.0%	4.1%	4.6%	3.8%	8.2%	4.9%	4.9%	5.0%	6.7%	3.4%	5.1%	3.6%	8.8%	5.1%	3.7%	4.1%	3.0%	3.2%
2011	4.1%	4.0%	4.8%	4.0%	3.7%	3.2%	4.9%	8.7%	5.4%	3.2%	3.9%	6.4%	3.5%	6.5%	4.0%	7.4%	3.9%	3.5%	4.3%	6.0%	4.7%
2012	3.5%	3.6%	6.5%	4.7%	3.2%	3.3%	3.8%	7.8%	5.4%	4.4%	3.9%	7.6%	3.6%	5.5%	2.9%	10.6%	4.1%	4.0%	3.8%	4.1%	3.8%
2013	2.2%	3.5%	3.5%	2.5%	4.6%	2.8%	3.3%	11.6%	10.1%	3.8%	6.4%	3.3%	2.9%	3.5%	2.9%	6.5%	6.3%	3.6%	3.7%	5.3%	7.9%
2014	3.2%	4.8%	5.8%	4.7%	3.3%	3.9%	4.1%	7.0%	5.1%	4.0%	6.4%	6.7%	3.9%	5.4%	3.3%	11.0%	3.0%	3.1%	3.3%	3.3%	4.7%
2015	3.3%	3.8%	6.1%	4.1%	3.8%	4.3%	4.4%	7.2%	5.5%	3.3%	5.7%	6.6%	3.3%	4.5%	3.9%	11.2%	3.7%	3.8%	3.9%	3.9%	4.0%
2016	4.0%	4.5%	5.0%	4.0%	3.9%	4.7%	5.3%	8.7%	5.8%	5.4%	4.6%	4.8%	3.6%	4.2%	4.3%	6.9%	4.9%	3.9%	4.2%	3.8%	3.7%

最近の10年間においては、機械学習のトレンドが顕著となっている。

「人工知能」に関する国際会議 4



※産総研・神島先生資料より抜粋（一部改変）

世界と日本の現状

国際会議の参加者数は急速に拡大

- ▶ NIPS (ML) 2013 : 1200 → 2014 : 2400 → 2015 : 3800
- ▶ ICML (ML) 2013 : 900 → 2014 : 1200 → 2015 : 1600

→ 2016: 6000+

→ 2016: 3000+

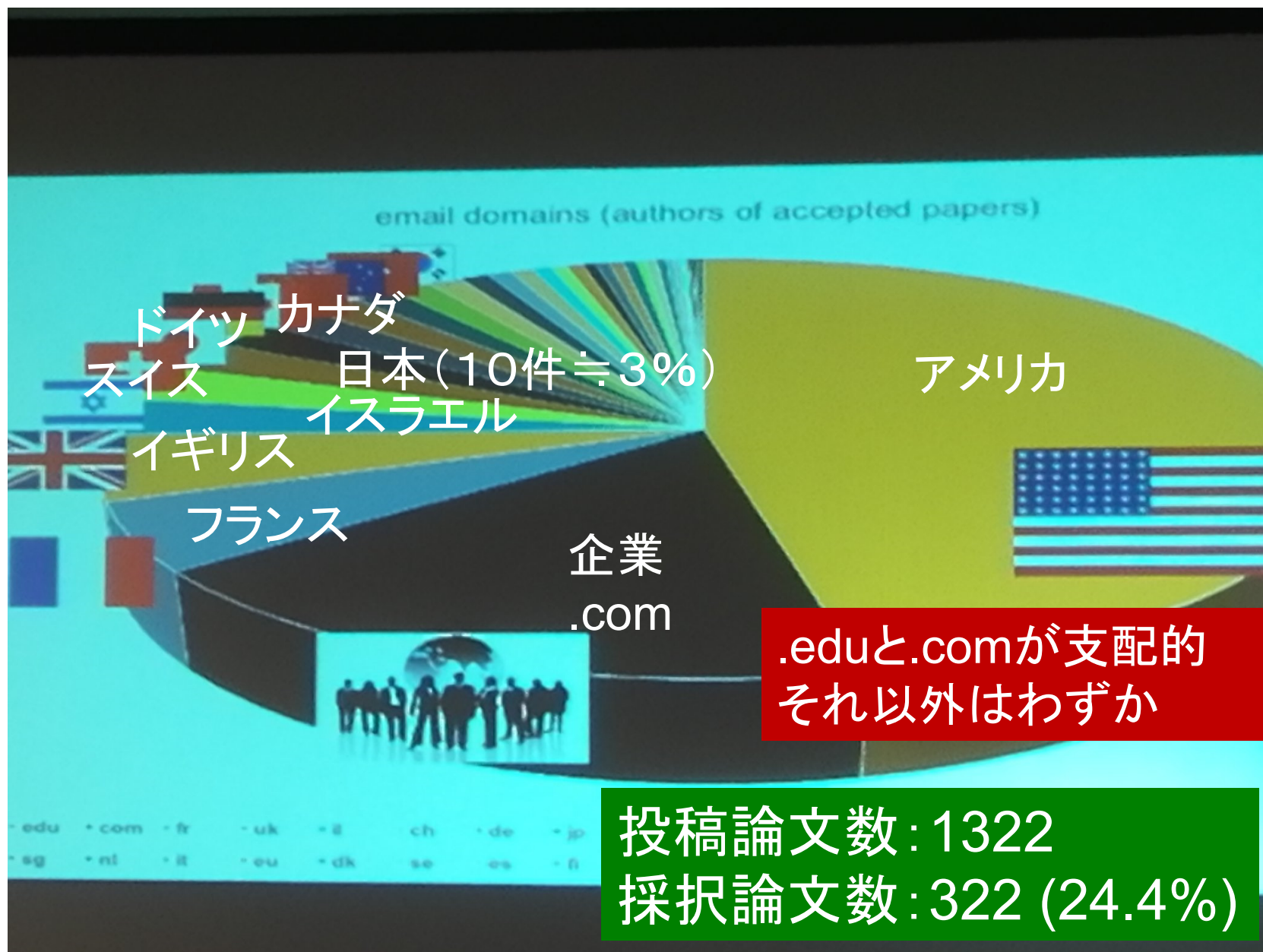
企業スポンサーの動向

- ▶ 00年代前半はGoogle, IBM, Yahoo!, Microsoftなどの研究部門
 - 00年代末に Amazon, Facebook, LinkedIn など, さらに中国系のネット企業 Tencent や Huawei やロシアのYandex などが加わる
 - ここ数年は非ネット系 BOSCH, VISA, Bloomberg, Goldman Sachs などにも広まる
- ▶ NIPS2013は Facebook のザッカーバーグさんみずから乗り込んできてラボの設立を宣言し求人活動

Geoff Hinton, Yann LeCun, Yoshua BengioなどもNIPSが主戦場

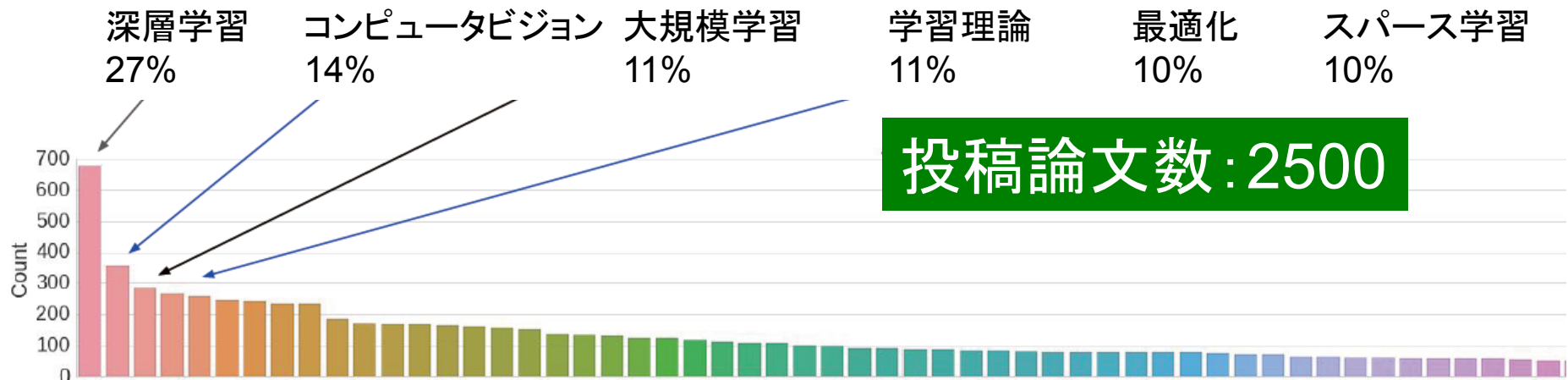
ICML2016の採択論文の分布

6

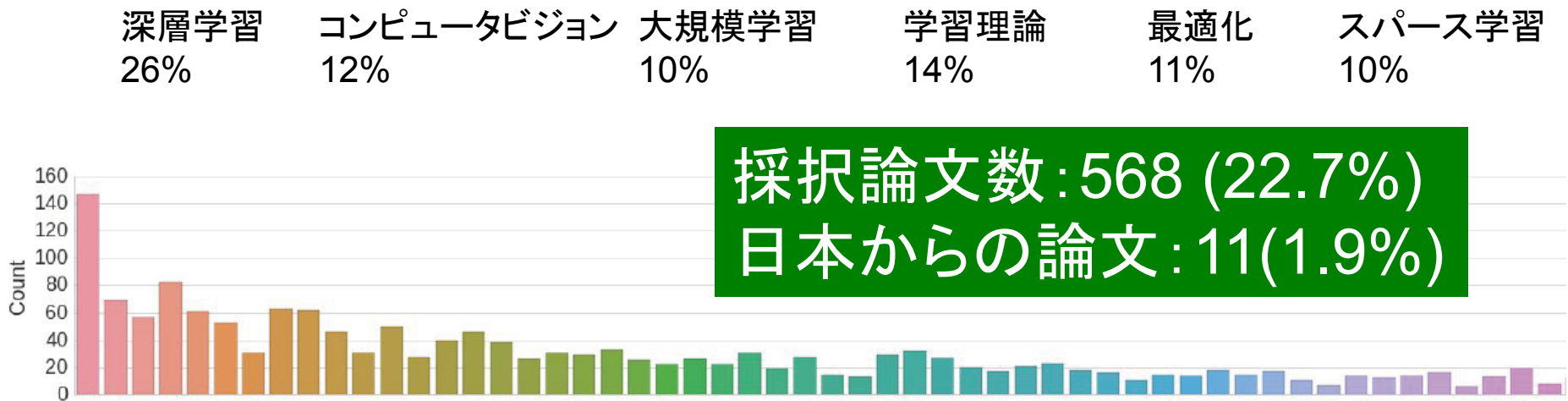


NIPS2016の論文カテゴリ

7



- ロングテールで無数のトピックが続く
- 各カテゴリでの採択率はそれほど変わらない



研究業界の動向のまとめ

- 機械学習・画像処理・自然言語処理など、広い意味での「人工知能」の国際会議で、日本の存在感は薄い
 - 国際会議での論文占有率は数%程度
 - 中国・韓国は、欧米の大学・企業に所属している学生・研究者が多数いるため、かなりコミュニティに溶け込んでいる
- 世の中は、ビッグデータ＋深層学習ブームだが、理論系の学会では必ずそうでもない
 - 様々なアプローチが切磋琢磨

AIP: Advanced Integrated Intelligence Platform Project

人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト

平成29年度政府予算案 7,109百万円
 (平成28年度予算 5,448百万円)
 ※運営費交付金中の推計額含む

国際的な動向

- 人工知能に50年来の大きな技術的ブレークスルー(自ら特徴を捉え進化する人工知能が視野)
- 各分野でのビッグデータの集積、センサーの量的・質的拡大(IoT: Internet of Things)
- 一方、高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの確保(ますます巧妙化)

「未来投資に向けた官民対話」(平成28年4月12日)における総理指示(※)を受け、政府全体の司令塔である「第4次産業革命官民会議」の下に位置付けられた「人工知能技術戦略会議」を通じて、総務省・文科省・経産省の3省が連携して人工知能技術の研究開発・社会実装に向けた取組を推進。

(※)「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップを、本年度中に策定します。そのため、産学官の叡智を集め、縦割りを超えた『人工知能技術戦略会議』を創設します。」

データプラットフォーム 拠点形成事業

平成29年度政府予算案
1,722百万円(新規)

- 特定国立研究開発法人をはじめとした国立研究開発法人において、我が国が強みを活かせるナノテク・材料、ライフサイエンス、防災分野で、膨大・高品質な研究データを利活用しやすい形で集積。
- 産学官で共有・解析することで、新たな価値の創出につなげるデータプラットフォーム拠点を形成。

各研究機関等と連携

革新知能統合研究センター (理化学研究所)【拠点】

平成29年度政府予算案 2,950百万円
(平成28年度予算 1,450百万円)

- 世界をリードする革新的人工知能基盤技術を構築。革新的アルゴリズムにより現在の人工知能技術が適用できない高度に複雑・不完全なデータにも対応し、幅広い分野に適用可能な統合的な基盤技術を実現。
- 総務省・経済産業省等、データプラットフォーム拠点、COI拠点等との連携により、サイエンスや実社会などの幅広い“出口”に向けた応用研究を推進。

3省
連携

総務省

経産省

戦略的創造研究推進事業(一部) (科学技術振興機構)【ファンディング】

平成29年度政府予算案 4,159百万円
(平成28年度予算 3,998百万円)

JST AIPネットワークラボ (ラボ長: 有川節夫)

ACT-I

立命館

CRIST

情報と未来
(後藤総括)

新しい社会システム
デザインに向けた情報
基盤技術の創出
(黒橋総括)

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
(末藤総括)

社会情報基盤
(安浦総括)

知的情報処理
(萩田総括)

ビッグデータ基盤
(喜連川総括)

ビッグデータ応用
(田中総括)

ビッグデータ基盤
(喜連川総括)

一体的
に実施

- 人工知能やビッグデータ等の分野における独創的な若手研究者や、新たなイノベーションを切り開く挑戦的な研究課題の支援を実施。
- 関連する領域で「AIPネットワークラボ」を構築。一体的な運営体制により、課題選考から研究推進までの幅広いフェーズでの研究領域間連携を促進。

AIPセンターの研究拠点

10

日本橋一丁目
ビルディング15階
(東京駅徒歩6分,
日本橋駅直結)



COREDO
日本橋の上



入口

自由にディスカッションできるスペースを設置



AIPセンターの研究体制

11

- 人工知能の応用範囲は基礎科学からビジネスまで多岐にわたるため、**様々な外部組織と連携**
 - 企業・大学・研究所・国プロ・理研内コラボ
- 3つの研究グループ：
 - **汎用基盤技術**研究グループ：
理論に基づく汎用的な基盤技術を開発
 - **目的指向基盤技術**研究グループ：
特定の応用分野に特化した基盤技術を開発
 - **社会における人工知能**研究グループ：
人工知能の普及に伴う社会的影響を議論
- 応用プロジェクトを通して3研究グループが連携

理研AIPセンターの取組

12

- **短～中期の取組**: 現在のAI先端技術を活用して
 - **日本が元々強い分野を更に強化** (iPS, モノづくり等)
 - **国内で行う必要のある社会課題を解決** (ヘルスケア, 防災・減災, インフラ検査, 観光等)
 - **国内大学・企業の人材育成** (先端研究OJT, 教育)
 - **深層学習の原理を解明し, 更なる性能・効率の向上**
- **中～長期の取組**: 次世代のAI基盤技術を開発して
 - **深層学習で太刀打ちできない難題を解決** (限定情報学習, オンライン学習, ロバスト学習, 因果推論等)
 - **新産業の創生** (産業界と連携して, 高度な数学に基づく次世代AI基盤技術をいち早く実用化)