

## レポート

## 会議録分析に基づく人工知能研究動向把握の試み

科学技術予測センター 研究員 小柴 等

## 概 要

本報では、人工知能分野の主要な国際会議 3 件と、国内会議 1 件の会議録を対象に人工知能分野における我が国の参画の度合い（発表件数の割合）や、研究の特徴（語）を分析した。

参画の度合いについては、今回調査した主要な国際会議においては、ここ数年の我が国からの発表は全体の 2% から 3% 程度で、特に増減をしている様子はみられなかった。一方で、国内会議である JSAI の発表数はここ数年増加を続けており、国内での発表増加が現状では国際会議での発表につながっていない様子が見えてきた。発表タイトルを用いた特徴の分析では、我が国の JSAI における研究はアプリケーション寄りであり、特にロボットなど物理世界を意識したものが多く可能性を示唆するデータを得た。

キーワード：人工知能，国際比較，会議録を用いた研究動向（参画の度合い）分析

## 1. はじめに

“人工知能”は第 5 期科学技術基本計画や平成 27 年度版科学技術白書でも言及されるなど、社会応用への期待が高まっており、文部科学省でも「AIP プロジェクト(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)」がスタートするなど、研究開発の支援に向けた取組が進められている。

“人工知能 (Artificial Intelligence : AI)”という言葉は 1956 年に開催されたダートマス会議で提案されたとされ、これを起源と考えると 2016 年は開始から 60 年目となる。我が国では 1986 年に「人工知能学会」が発足しており、これを国内における人工知能研究の起源と考えると 2016 年は開始から 30 年となる。

ところで、人工知能といってもその定義からして解釈の幅が広い<sup>注 1</sup>。また、その広い解釈の中で、世界的にはどのような箇所に注力されているのか、翻って、我が国の参画の度合いが強い箇所や特徴がどこにあるのか、といったことは必ずしも明らかではなかった。

これらの背景も考慮して、当研究所では人工知能に関する幾つかの国際会議を抽出し、その会議録に記載された情報に基づいて、各会議における我が国の参画の度合いや、特徴を簡易に分析している<sup>2)</sup>。本報ではこの分析結果のハイライトを紹介する。

## 2. 分析の概要

これまでも当研究所では、例えば共引用関係に着目した国際的な論文データベース分析を通じて「工学」や「計算機科学・数学」も含む研究分野における我が国の立ち位置を示し<sup>3)</sup>。また、IEEE のデータベースに基づいて電気電子・情報通信研究における日本や世界の存在感（参画の度合い）などを分析した<sup>4~9)</sup>。

ところで、情報系の分野は研究評価における国際会議の比重が大きいとみられ、原著論文をベースとした共引用関係分析だけでは研究動向を把握しづらい<sup>8)</sup>。そのため、会議録を用いた分析も重要と考えられる。また、“人工知能”に限った分析はこれまで行っていなかったほか、国内会議との比較なども

注 1 例えば、文献<sup>1)</sup>では 13 名の人工知能研究者が“それぞれ”人工知能とは何かを論じている。

行っていなかった。

これらの要件を考慮して、今回は 1. 人工知能研究における我が国の参画の度合い把握、2. 人工知能研究における我が国の特徴の把握、を目的として、人工知能に関する三つの国際会議と一つの国内会議を抽出して分析した。

### (1) 参画の度合いの把握

国ごとの参画の度合いは、国ごとの会議における発表件数の割合と定義し、国際会議の会議録に含まれる著者所属情報に記載された“国籍”を整数カウントすることで算出した。さらにこれを複数年で実施することで参画の度合いの推移を示した。

我が国との比較対象国は、韓国、中国、米国の3か国を設定した<sup>注2</sup>。

### (2) 特徴の把握

上述した三つの国際会議と一つの国内会議の発表タイトルから特徴語を抽出し、比較することで我が国の人工知能研究の特徴を簡易に把握した。

### (3) 分析対象とした会議

分析対象とする国際会議は文献<sup>10)</sup>などを参考に図表1に示す三つの会議、AAAI (Association of Advanced Artificial Intelligence)、AAMAS (Autonomous Agents and Multiagent Systems)、KDD (Knowledge Discovery and

Data Mining) を対象とした<sup>注3</sup>。分析期間はそれぞれ、2010年から2015年までの6年を設定した。

分析対象とする国内会議は人工知能学会全国大会 (JSAI: Japan Society of Artificial Intelligence) を設定した。分析期間は国際会議に併せて2010年から2015年までの6年を設定した。

## 3. 分析の結果

### (1) 参画の度合い把握

我が国を含む国ごとの各会議に対する参画の度合いと、その推移を図表3から5に示した。

これらの図表からは、各会議とも全体の発表件数としては増加の傾向があることや、米国の参画の度合いが大部分を占めることが読み取れる。また、AAAIにおいては中国が急速に参画の度合いを増していることが読み取れる。同じく中国はKDDにおいても傾きは小さいながらも順調に参画の度合いを増している。

我が国の参画の度合いは各会議において、発表総数の2%から3%程度となっており、年によって増減があるため期間全体で見るとほぼ横ばいで、AAMASにおいてのみ微増と解釈することもできない、といった程度となっている。

あわせて、会議ごとの2010年から2015年の全データを用いて、国間の共著関係について図表6から8に示した (同一国籍のみで構成される発表は力

図表1 分析対象とした国際会議

会議名	主な範囲	参考 URL
AAAI	人工知能全般	<a href="http://www.aaai.org/Conferences/">http://www.aaai.org/Conferences/</a>
AAMAS	エージェント <sup>注4</sup>	<a href="http://www.aamas-conference.org/">http://www.aamas-conference.org/</a>
KDD	知識発見 <sup>注5</sup>	<a href="http://www.kdd.org/conferences">http://www.kdd.org/conferences</a>

図表2 分析対象とした国内会議

会議名	主な範囲	参考 URL
JSAI	人工知能全般	<a href="http://www.ai-gakkai.or.jp/">http://www.ai-gakkai.or.jp/</a>

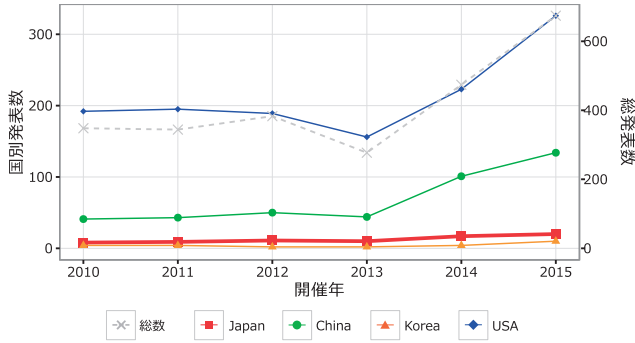
注2 本編<sup>2)</sup>では、上記に加えて英、独、仏など8か国についても分析を行った。

注3 本編<sup>2)</sup>ではこのほかに、IJCAI、NIPS、ICMLについても分析を行っている。

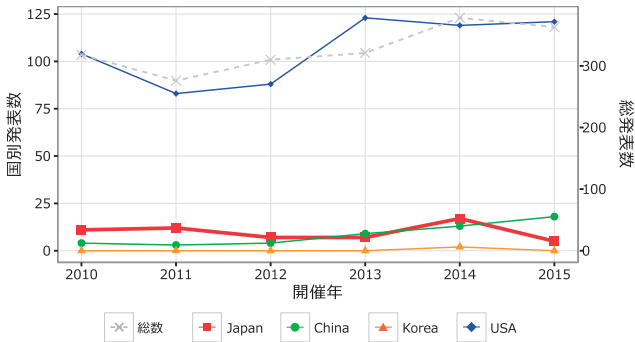
注4 ユーザーや他のソフトウェアとの仲介的関係において動作するソフトウェアに関する計算機科学上の抽象概念。ユーザーの代理としてある程度自律的に行動できる複雑なソフトウェアの一種。これを用いることで例えば複数の車両が自律的に行動しながら互いに影響を及ぼし合う交通流などの社会シミュレーションなどを実現できる。

注5 データの中から価値ある情報を見付ける技術、いわゆるデータマイニング。

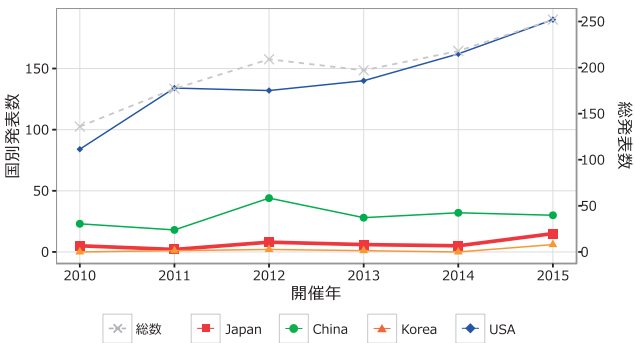
図表3 AAIの参画の度合い推移



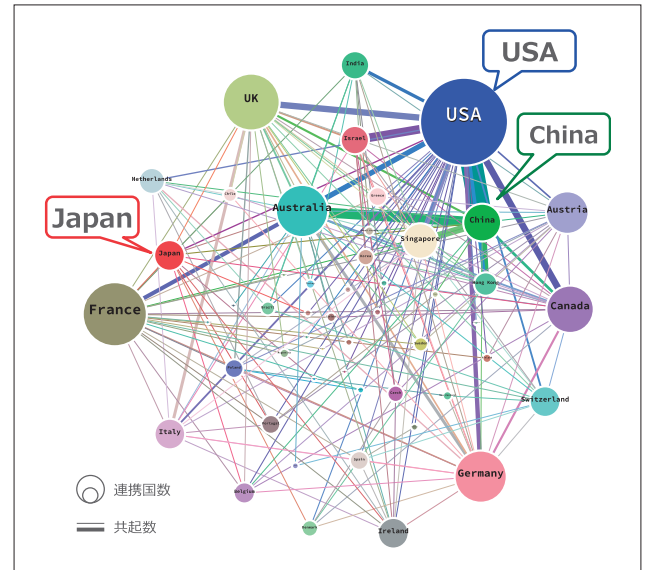
図表4 AAMASの参画の度合い推移



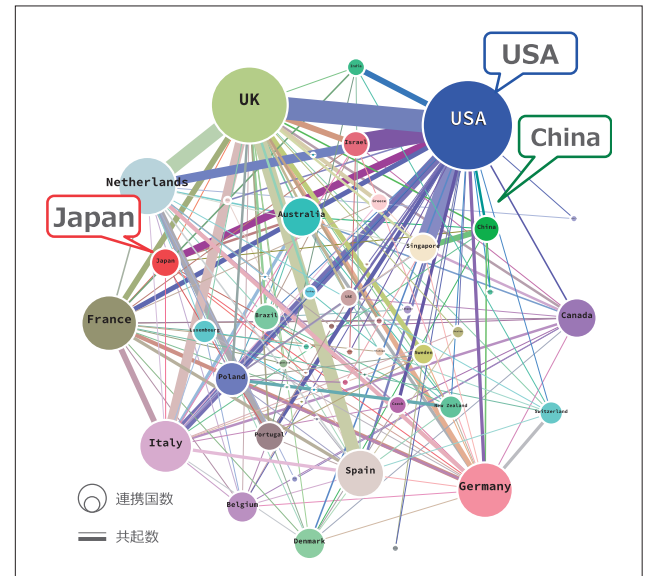
図表5 KDDの参画の度合い推移



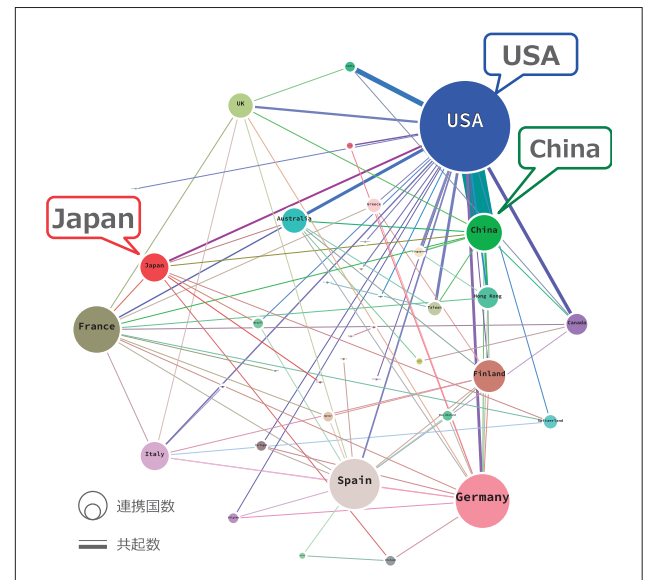
図表6 国間の共著関係 (AAAI, 期間通算)



図表7 国間の共著関係 (AAMAS, 期間通算)



図表8 国間の共著関係 (KDD, 期間通算)



ウトしていない)。

ここでも米国が最も多くの国との連携をしていることが読み取れる。

中国は AAAI 及び KDD の両会議では米国との共著が多い一方、AAMAS では特定の国との連携は強くないよううかがえる。

我が国も特定の国との連携はうかがえず、広く薄く様々な国と連携している様子うかがえる。

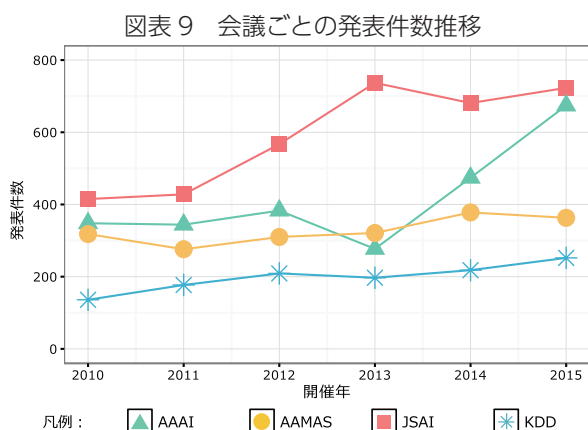
さらに、我が国の国内会議である JSAI を含めて四つの会議の総発表件数を比較したものを図表9に示した。

JSAI は原則的に査読のない国内会議であるため、AAAI や AAMAS、KDD とは性質が大きく異なり、単純に比較することは適当とは言い難い。しかしながら、あえて分析を試みると、国内でも人工知能に

関する発表件数が伸びているものの、その伸びが今のところ国際会議での発表・参画には結び付いていない様子がうかがえる（回帰直線の傾きを算出した場合に JSAI では 70.4 に対し、AAAI, AAMAS, KDD における日本の発表件数ではそれぞれ、2.4, -0.4, 1.6。）。

## (2) 特徴の把握

各国際会議について開催年ごとの発表タイトルが



ら単語を抽出し、TF/IDF と呼ばれる手法を用いて特徴的な語（特徴語）を抽出した。国内会議である JSAI については、形態素解析器を用いて名詞を抽出した上で、同じく TF/IDF によって特徴語を抽出した<sup>注6</sup>。

前述したとおり、JSAI は国際会議と性質が大きく異なるが、これらの特徴語を比較することで、我が国の人工知能研究が有している特徴を簡易に把握できると考えた。

ここで、AAMAS、KDD については人工知能の分野の中でも特定の話題を取り扱っており、意味・内容的にも異なることを考慮して、本報では JSAI と同じく人工知能全般の話題を取り扱う AAAI のみを紹介する。

結果を図表 10 及び図表 11 に示した。

図表 10 をみると、AAAI では近年「learning (学習)」と「planning (計画)」が上位に多いことが読み取れる。Learning は「Machine Learning (機械学習)」や「Deep Learning (深層学習)」の「Learning」が切り出されたもので、近年の機械学習を中心とした人工知能研究の盛り上がりを考える

図表 10 AAAI の特徴語

AAAI	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	learning 0.026	learning 0.025	learning 0.018	learning 0.021	learning 0.022	learning 0.023
2	planning 0.010	planning 0.013	planning 0.009	planning 0.007	planning 0.007	model 0.008
3	search 0.009	search 0.008	games 0.008	search 0.007	social 0.007	data 0.008
4	model 0.008	approach 0.007	approach 0.007	approach 0.006	model 0.007	planning 0.008
5	social 0.007	games 0.006	search 0.007	games 0.006	online 0.007	approach 0.006
6	approach 0.007	networks 0.006	models 0.006	data 0.005	search 0.007	models 0.005
7	models 0.005	social 0.005	systems 0.005	knowledge 0.005	models 0.005	social 0.005
8	games 0.005	programming 0.005	social 0.005	clustering 0.005	networks 0.005	prediction 0.005
9	reinforcement 0.005	model 0.005	data 0.005	model 0.005	data 0.005	networks 0.005
10	data 0.005	semantic 0.005	dynamic 0.004	programming 0.005	image 0.005	representation 0.004

表中の数値は TF/IDF 値

図表 11 JSAI の特徴語

JSAI	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	システム 0.033	システム 0.022	システム 0.027	システム 0.026	システム 0.027	システム 0.024
2	情報 0.021	ロボット 0.020	手法 0.019	情報 0.018	情報 0.020	モデル 0.021
3	手法 0.018	モデル 0.018	情報 0.017	手法 0.013	モデル 0.017	情報 0.020
4	データ 0.015	手法 0.015	モデル 0.013	モデル 0.013	データ 0.017	データ 0.016
5	モデル 0.013	データ 0.014	データ 0.011	データ 0.008	手法 0.016	手法 0.016
6	エージェント 0.012	情報 0.014	ロボット 0.011	知識 0.008	構造 0.012	ロボット 0.010
7	知識 0.011	環境 0.012	ユーザ 0.008	構造 0.007	ロボット 0.008	構造 0.009
8	ロボット 0.010	構造 0.012	環境 0.008	環境 0.007	環境 0.008	エージェント 0.008
9	ユーザ 0.010	知識 0.009	オノマトベ 0.008	ロボット 0.006	エージェント 0.008	ネットワーク 0.007
10	環境 0.008	オノマトベ 0.008	構造 0.008	効果 0.006	人 0.007	環境 0.006

表中の数値は TF/IDF 値

注6 ストップワード（一般的かつ頻出するもので、そのままではノイズとなるため分析に際して除外する単語）として、以下を設定した。[a, an, and, at, based, by, for, from, in, of, on, the, to, using, via, with.]

と整合する。Planning も人工知能研究では古くからの話題であり、納得できる。

一方、図表 11 をみると JSAI では「システム」が上位にある。全体的な傾向として理論や手法そのものより、アプリケーションに寄った発表が多い可能性が推察される。また、「ロボット」や「環境」といったキーワードがみられる。人工知能研究において記号接地問題など身体性の有無も重要な問題の一つである。また、身体性を有すると必然的に環境の認識や相互作用などを考慮する必要が出てくる。また「環境知能」といった考え方も存在する<sup>1, 11)</sup>。その意味では、機械学習などデータの積み上げに基づく帰納的アプローチに対して、演繹的なアプローチの研究がなされている可能性も読み取れる。

ただ、実際の発表タイトルを眺めてみると、ロボットやそこで必要な環境のセンシングに関する話題も多いことから、やはり JSAI はアプリケーション寄りであり、特に物理世界に影響を及ぼすような種類のアプリケーションが多いものと推測される。

言うまでもなく AAAI も JSAI もあまたある人工知能関連の会議の一つであり、一般化可能性には多

くの留保がつくものの、昨今の我が国の人工知能研究が有する特徴として、アプリケーション寄りであり、特にロボットなど物理寄りである可能性が挙げられる。

#### 4. おわりに

本報では、人工知能分野の会議を対象に我が国の参画の度合いや、研究の特徴を分析した。

参画の度合いについては、今回調査した主要な国際会議においては、ここ数年の我が国からの発表は全体の 2% から 3% 程度で、特に増減をしている様子はみられなかった。一方で、国内会議である JSAI の発表数はここ数年増加を続けており、国内での発表増加が現状では国際会議での発表につながっていない様子うかがえた。

発表タイトルを用いた特徴の分析では、我が国の研究はアプリケーション寄りであり、特にロボットなど物理世界を意識したものが多く可能性を示唆するデータを得た。

#### 参考文献

- 1) 人工知能学会 (監修)、人工知能とは、近代科学社 (2016 年 5 月)
- 2) 小柴、国際・国内会議録の簡易分析に基づく我が国の人工知能研究動向把握の試み、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.253 (2016 年 8 月) : <http://doi.org/10.15108/rm253>
- 3) 阪、他、科学研究のベンチマーキング 2015 —論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.239 (2015 年 8 月) : <http://hdl.handle.net/11035/3072>
- 4) 白川、他、IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の国別概況、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.169 (2009 年 7 月) : <http://hdl.handle.net/11035/900>
- 5) 白川、他、IEEE 定期刊行物における電気電子・情報通信分野の領域別動向 —日本と世界のトレンドの差異—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.176 (2010 年 2 月) : <http://hdl.handle.net/11035/899>
- 6) 古川、他、著者経歴を用いた研究者の国際流動性評価 —コンピュータビジョン領域における事例研究—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 DISCUSSION PAPER No.061 (2010 年 3 月) : <http://hdl.handle.net/11035/468>
- 7) 白川、他、IEEE のカンファレンスと刊行物に関する総合的分析 —成長・激変する世界の電気電子・情報通信研究と日本—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.194 (2011 年 6 月) : <http://hdl.handle.net/11035/876>
- 8) 古川、他、研究者国際流動性の論文著者情報に基づく定量分析 —ロボティクス、コンピュータビジョン及び電子デバイス領域を対象として—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 調査資料 No.199 (2011 年 8 月) : <http://hdl.handle.net/11035/932>
- 9) 古川、他、国際学会に注目した萌芽的研究の発展過程分析 —World-Wide Web Conference の事例分析—、文部科学省科学技術・学術政策研究所 DISCUSSION PAPER No.110 (2014 年 11 月) : <http://hdl.handle.net/11035/3014>
- 10) 神鷹、ML, DM, and AI Conference Map. (2016 年 5 月) : <http://www.kamishima.net/archive/MLDMAImap.pdf>
- 11) 中島、知能の物語、公立はこだて未来大学出版会 (2015 年 5 月)