

## 日本の人工知能研究における動向と今後の発展に関する一考察

日大生産工 ○伊藤 愁, 水上 祐治

### 1 研究目的

人工知能研究分野は、2007年、アンドリュー・ングがディープラーニング法を提唱したのをきっかけとして、3度目のブームを迎えている。2017年現在、そのブームは続いており、各国で盛んに人工知能の研究と応用が行われている。

人工知能研究の規模を論文数でみた場合、2015年、英語論文数は、米国 2042 編、中国 4202 編に対して日本は 428 編であり、日本は、米国の 5 分の 1、中国の 10 の 1 でしかない。日本、中国、米国の論文数推移を図 1 に示す。

本稿は、日本の人工知能研究の発展のため、組織的傾向の把握が必要であるとの立場に立ち、共著情報をもとにした分析を施して、主要組織の傾向を示し、中心的研究者の特定を行うものである。

### 2 従来の研究と本研究の特徴

人工知能に関する論文は多数あるが、その

多くが、アルゴリズムと適用事例に関するものである。本稿は、人工知能の研究に従事する研究者とその組織の特徴に焦点を当てたものであり、研究 IR に関する論文である。

### 3 分析方法

本稿の分析データは、「WEB OF SCIENCE」(以降 WOS) 書誌データのコンピュータサイエンス人工知能、分野における論文 2000 年～2016 年までのデータを用い、分析を行った。この際 WOS の分野が「Computer Science, Artificial Intelligence」であり、抽出する際のドキュメントタイプが「Article」である。WOS の詳細検索で、各年代の「分野出稿編数」、「著者数」、「助成金数」、「所属数」、「著者リスト」を抽出し用いた。

本稿では、2 種類の分析を行い、多角的に組織の傾向を判断する。まずは、図 1 に示した 2005 年の数年前後の論文数の高まりについて、その要因を各分野の変化から示そうとするも

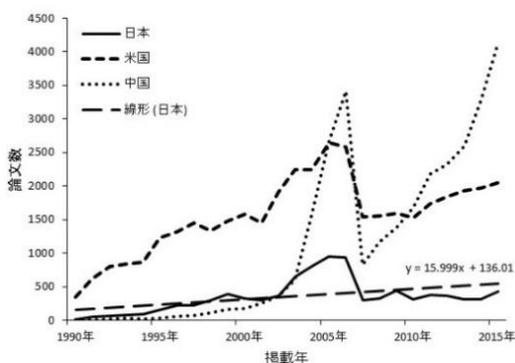


図 1 日中米各年度論文の推移

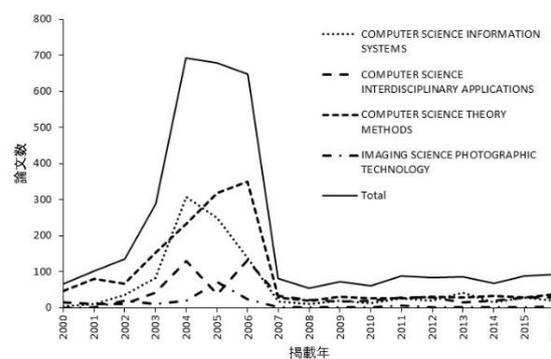


図 2 日本の主な分野の論文数推移

A Study on Grasp of Organizational Trend in Japanese Artificial Intelligence Research fields and its future  
Shu ITO, Yuji MIZUKAMI

表1 各年度媒介中心性 Top10

媒介中心性順位	2000年	2005年	2010年	2015年
1	0.529	0.490	0.532	0.653
2	0.488	0.355	0.515	0.244
3	0.401	0.199	0.485	0.223
4	0.337	0.188	0.421	0.075
5	0.320	0.173	0.336	0.075
6	0.319	0.159	0.292	0.067
7	0.309	0.155	0.281	0.063
8	0.309	0.138	0.211	0.063
9	0.299	0.126	0.187	0.056
10	0.283	0.123	0.186	0.029

のである。そして、著者を多く輩出している組織をデンドログラムにてクラスタリングを行い組織の傾向を見える化を行った。

抽出したデータをもとにクラスタ分析では、複数の著者間の繋がりのみとまりであるクラスタの人工知能分野における著者間の組織的傾向や繋がりを知るためこの分析を用いた。その際、階層クラスタ分析を用い、デンドログラムで分野間、組織間の繋がりをグラフ化した。デンドログラムでは、図3,4に示しており、クラスタとして結合されていく過程を見ることができる。

次に2000~2015年までの著者データを5年毎に抽出し、各年度の著者数が多い大きいものから順に上位3つのクラスタを抽出したものが表2である。

その上位3つのクラスタ内から著者間の繋がり強さを示した中心媒介性の得られた

表3 組織(分析機関中に著者が100名以上)

#	組織名	#	組織名
1	広島大学	13	大阪大学
2	北海道大学	14	理化学研究所
3	北陸先端科学技術大学	15	立命館大学
4	慶応義塾大学	16	東北大学
5	神戸大学	17	東海大学
6	京都大学	18	東京工業大学
7	九州工業大学	19	電気通信大学
8	九州大学	20	徳島大学
9	名古屋大学	21	東京大学
10	奈良先端科学大学	22	筑波大学
11	産業技術総合研究所	23	早稲田大学
12	国立情報学研究所	-	-

表2 著者間クラスタの大きさ順位

クラスタ順位	2000年	2005年	2010年	2015年
1	212	520	31	33
2	35	33	26	27
3	17	36	18	22

値の大きさ順に Top10 まで抽出したものを表1に示した。

3つのクラスタから得られた著者 Top10の研究分野を示すべく、異分野融合の調査を行った。表5より23分野での分野間繋がりを見える化を行った。

#### 4 分析結果

まず、図1に示した2005年の数年前後の論文数は大きく伸びているが、その要因を図2に示す。図2では、人工知能関連全38分野から4分野がこれら論文数増加の要因であることを支援している。

2000~2016年にかけて、論文の著者が所属している100名以上の組織は表1のように23組織ある。

論文数を多く出している組織は、表3からなる組織であることがわかる。その組織の中からより繋がりが見られた17組織が抽出されたものが図3のデンドログラムにより分類できる。

次に人工知能分野におけるサブ分野は38分野あり、その中でも表4の17分野が抽出され図4のように繋がり結合が見られる。

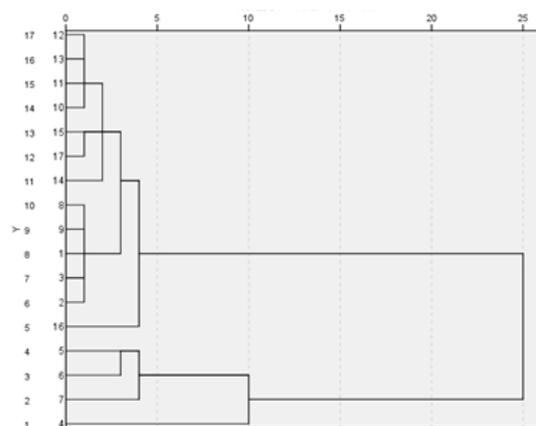


図3 デンドログラム(組織間)

表4 コンピュータサイエンス内のサブ分野

#	分野名
1	自動制御システム
2	生化学研究
3	生物学
4	分析化学
5	コンピュータサイエンス
6	コンピュータハードウェア構築
7	コンピュータサイエンス情報システム
8	コンピュータサイエンスインターシビリティアプリケーション
9	コンピュータサイエンスソフトウェアエンジニアリング
10	コンピュータサイエンス理論
11	エンジニアリング生物医学
12	エンジニアリング文化
13	エンジニアリング電気電子
14	エンジニアリング製造
15	機械エンジニアリング
16	多分野エンジニアリング
17	人間工学

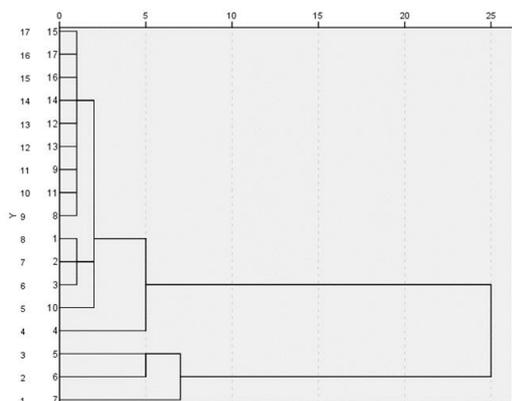


図4 デンドログラム(論文数)

表1では、媒介中心性の値を用いて、中心的研究者の特定を行った。抽出したデータから2000~2015年を比較すると、2005年に関しては図1、表2示されており、論文数が多く、クラスターも大きい。だが媒介中心性は、高い値

表5 WOS 究分野の分野

#	内訳	#	内訳
1	農学	13	微生物学
2	生物学&生化学	14	分子生物&遺伝子学
3	科学	15	総合
4	臨床医学	16	神経科学&行動
5	コンピュータサイエンス	17	薬理学&毒物学
6	経営学&ビジネス	18	物理学
7	工学	19	植物&畜産学
8	環境/生態学	20	心理学/精神医学
9	地球科学	21	社会科学、一般
10	免疫学	22	宇宙科学
11	物質科学	23	人文芸術学
12	数学	-	-

の著者は見られなく、全体として低い値で示されている。

2000年、2015年のクラスターは、同じような3つ大きさであるが、媒介中心性からみると2000年は、全体的に高い値が表れ、2015年では3位以下の値が低い。

さらに2000年、2015年の1位は、抜けて大きなクラスターがあり、2000~2015年の2位以下のクラスターはともに同じ程度の大きさに示されている。

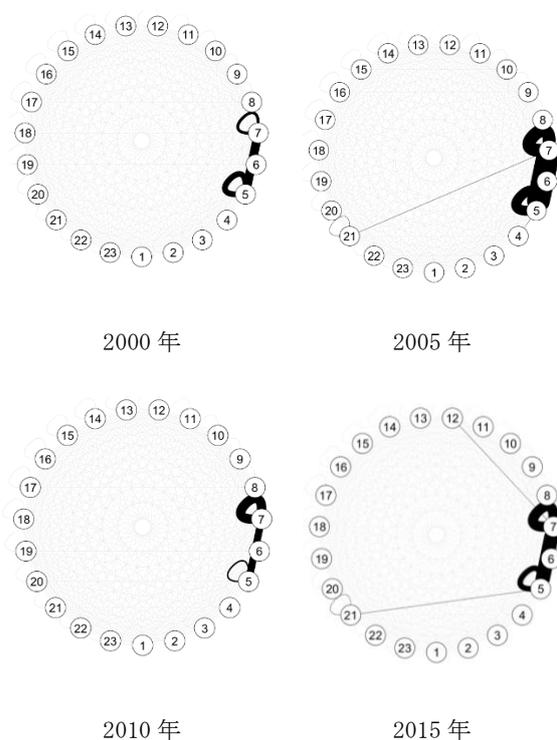


図5 媒介中心性Top10の23分野異分野融合度

図5は、中心媒介性が高い著者Top10の中での23分野の異分野融合度であり、どの年度でも5番(コンピュータサイエンス)と7番(工学)に強く繋がりを持っており、その他にも社会科学、数学に繋がりがあることがわかる。

### 考察

論文数の急激な増加は時代背景の要因として高性能コンピュータの普及でビックデータを容易に扱えるようになったことであると考

えられる。

図2の4つの分野の高まりに比例して、論文増加していることから、論文数増加の要因を生んでいると考えられる。それらの動向の経過をたどれば今後の傾向をも予測できると考える。

著者数の傾向は、東京大学の論文編数が多いが、図2によれば、他の組織とは類似しておらず、独自の傾向があることがわかる。また、その他の組織は、その類似性からいくつかのクラスターに分類することができた。

サブ分野図4の傾向からは図5の異分野融合度からもわかるように工学とコンピュータサイエンスとの繋がりが示されている。コンピュータの性能やシステム構築が背景にあると考えられる。そのため工学の研究分野発展は必然的に人工知能、コンピュータサイエンス分野にも影響すると考えられる。

媒介中心性から2000～2010年では、中心的研究者はあまり見られなかった。2005年ではクラスターは大きいものの、値は高くなく、人工知能ブームの先駆けの年であることから著者が全体的に大きなグループで大きな研究が行われていたのではないかと推測する。

2000年から2015年では、同じようなクラスターの大きさであるが、1位の媒介中心性の値が高く表されており、中心的研究者が現れ、研究が行われていると考えられる。

異分野融合度では、どの年度でも工学、コンピュータサイエンスと繋がりが強く、同じ傾向から専門分野に特化し、研究を行っていることがわかる。人工知能ブームでの高まりがあることから今後、他の分野への応用で、異分野融合が増えてくると考えられる。

今後の研究として、それら組織の類似性が、研究の類似性に起因しているのか、その要因を調査と中心的研究者の特定をすることが必要である。

## 謝辞

本研究は科学研究費補助金 - 基盤研究(C)「共著情報を用いた研究成果の評価指標開発とその検証」の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] 北村行伸, 一橋大学経済研究所, Rによるパネルデータモデルの推定  
[http://userkeio.ac.jp/~nagakura/R/R\\_panel.pdf](http://userkeio.ac.jp/~nagakura/R/R_panel.pdf)
- [2] 北村行伸, 一橋大学経済研究所, パネルデータ分析  
<http://www2ierhit-uacjp/~kitamura/PDF/A229.pdf>
- [3] 北村行伸, 一橋大学経済研究所, パネルデータ分析の新展開  
[http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/20303/1/keizaike\\_nkyu05401074.pdf](http://hermes-ir.lib.hit-u.ac.jp/rs/bitstream/10086/20303/1/keizaike_nkyu05401074.pdf)
- [4] Yuji Mizukami, Keisuke Honda, Shigenori Suzuki, Junji Nakano, Akira Otabe, Coautho Information and Authors' Affiliation Information in Scientific Literature Using Centralities The Researchers who Act as Mediators between Organizations-, International Journal of the Japan Association for Management Systems, Vol. 8, No. 1, pp. 1-8, 2016
- [5] Yuji Mizukami, Yosuke Mizutani, Kesuke Honda, Shigenori Suzuki, Junji Nakano, An International Research Comparative Study of the Degree of Cooperation between disciplines within mathematics and mathematical sciences: proposal and application of new indices for identifying the specialized field of researchers, Springer, Behaviormetrika, Vol. 1, 19pages, On line, 2017
- [6] 大和尚弥, 水上祐治, 「国内86国立大学における中心的研究者と3つの枠組みの関係に関する一考察:共著関係の中心性に着目したネットワーク分析.」、日本経営システム学会 第58回全国大会研究発表大会 講演論文集, pp. 266-267, 2017
- [7] 水上 祐治, 本多 啓介, 中野 純司, ホスピタリティ分野の研究動向に関する一考察, 日本ホスピタリティ・マネジメント学会 第26回 全国大会, pp. 34-39, 2017