

エディトリアル 「イノベーションと AI 研究」

イノベーションとAI研究

Innovation and Artificial Intelligence Research

清田 陽司
Yoji Kiyota

株式会社ネクストリッテルラボラトリー
Littel Laboratory, NEXT Co., Ltd.
KiyotaYoji@next-group.jp, <http://littel-lab.next-group.jp/>

谷田 泰郎
Yasuo Tanida

シナジーマーケティング株式会社
Development & Research Laboratory, Synergy Marketing, Inc.
tanida.yasuo@synergy101.jp, <http://lab.synergy-marketing.co.jp/>

榊 剛史
Takeshi Sakaki

株式会社ホットリンク
Hottolink, Inc.
t.sakaki@hottolink.co.jp

Keywords: innovation, artificial intelligence research, collaboration, seeds-oriented innovation, needs-oriented innovation, big data, industry-academia collaboration.

1. はじめに

コンピュータサイエンス分野の研究成果は、約 70 年にも及ぶ歴史の中で数多のビジネスの創造に活かされてきたが、中でも人工知能 (AI) は、21 世紀に入ってから研究成果のビジネス応用が特に盛んになっている領域ではないだろうか。今や数兆円規模の市場創出につながっている Web サーチエンジンの普及には、巨大なハイパーリンク構造から価値ある情報を抽出するアルゴリズムや、表記揺れなどを柔軟に吸収する自然言語処理技術などの果たした役割も大きい。音声認識や画像認識が機械学習技術の発達に伴い実用に耐える精度を達成しつつあることによって、多数の新たなビジネスがベンチャー企業として立ち上がりつつある。また、既存の大企業のみならず新興企業にも、AI の研究成果を生かしてビジネスを拡大することを目指し、産学連携に取り組んだり研究開発組織を設立したりするという動きが目立つようになってきた。表 1 に示すように、日本国内でも多くの新興企業が研究開発組織を設立して AI 関連分野での研究開発活動に着手している。本誌 2014 年 9 月号においても、特集「企業における AI 研究の最前線」が生まれ、企業の研究開発の現場で取り組まれている最先端の研究成果が紹介されている。

一方で、AI 研究の成果 (シーズ) がニーズと結び付いて新たなビジネスの創出につながるまでには、乗り越えなければならない「壁」がいくつも存在する。シーズを起点としてプロダクトを開発したものの市場を開拓できなかったり、既存ビジネスの新たなニーズの掘起こしのためにシーズの適用を試みたもののビジネスの発展に

つなげられなかったりという失敗はどうしても起きてしまう。

「イノベーション」という言葉は、「新たなアイデアや手法の導入によって価値を創造すること」から、「既存のビジネスを陳腐化させ市場に変革をもたらすこと」まで、さまざまな意味で用いられる。本特集では、「イノベーション」を「シーズとニーズが何らかの形で結び付いて新たな価値が生まれる現象」という意味で用い、「既存のビジネスの枠組み内でニーズがすでに顕在化しているもの」と、「シーズをプロダクト化して初めて潜在的なニーズが掘り起こせるもの」の両方のタイプを包括して扱う。

我々は、AI 研究のシーズとニーズの間にはどのような「壁」が存在するのか、「壁」を乗り越えてイノベーションを創出するためにどのような方法論が現場で実践されているのかを、俯瞰したいという意図で本特集を企画した。俯瞰軸としては、「イノベーション創出に関わる人々の役割」と「ビジネス発展のプロセス」という 2 種類の軸を設定することとした。この二つの軸を用いる意図について、以下に簡単に説明したい。

まず、「イノベーション創出に関わる人々の役割」としては、「研究」、「研究開発」、「プロダクト開発」、「マーケティング」、「経営」などがあげられるだろう。AI 研究のシーズからイノベーションを創出するためには、さまざまな役割にいる人々が連携して価値を創造していくプロセスが欠かせないと我々は考えている。一方で、イノベーションの現場では役割の違いから生じる意見の食違いが、連携を妨げる要因になってしまうことも多い。そこで、イノベーションの「壁」がどこにあるのか、異なる役割をもつ人々の間の共創をどのように進めていく

表1 新興企業のAI関連領域での研究開発への取り組み事例 (著者ら作成)

企業名	主な事業	創業	株式公開	研究開発組織設立	研究開発組織設立の経緯	AI関連領域での主な研究開発テーマ	参考URL
(株) ホットリンク	ソーシャル・ビッグデータ活用を支援するクラウドサービスの提供	2000	2013	2004	blog関連技術の産学連携組織として「HottoLabo」設立	ソーシャルメディア解析, コミュニティ解析	http://www.hottolink.co.jp/company/lab
サイボウズ (株)	グループウェアの開発, 販売, 運用	1997	2000	2005	連結子会社としてサイボウズ・ラボ (株) を新規に設立	機械学習, 自然言語処理	http://labs.cybozu.co.jp/
楽天 (株)	ネットショッピングなどのインターネットサービスの提供	1997	2000	2005	楽天技術研究所を新規に設立	自然言語処理, 画像認識	http://rit.rakuten.co.jp/
ヤフー (株)	ポータルサイトYahoo!JAPANの運営	1996	1997	2007	Yahoo!JAPAN研究所を新規に設立	機械学習, 自然言語処理	http://research-lab.yahoo.co.jp/gaiyo/
(株) ネクスト	不動産情報サイトHOME'Sの運営	1995	2006	2011	東京大学発の産学連携企業であった(株)リッテルを買収し, リッテルラボラトリーを設立	情報推薦, ビッグデータ解析, ユーザエクスペリエンス	http://littel-lab.next-group.jp/
(株) サイバーエージェント	Webコミュニケーションサービス, Web広告など	1998	2000	2011	秋葉原ラボを新規に設立	ビッグデータ解析, 機械学習, 自然言語処理	http://www.cyberagent.co.jp/techinfo/labo/
(株) リクルートホールディングズ	生活領域全般におけるマッチングサービスの提供	1960	2014	2012	(株) リクルートテクノロジーズ内に, 新技術開拓部門としてAdvanced Technology Labを設置	ビッグデータ解析, 機械学習, 自然言語処理	http://atl.recruit-tech.co.jp/
シナジーマーケティング(株)	CRM製品・サービスの提供	1997	2007	2012	研究開発グループを新規に設置	マーケティングおよびコミュニケーション研究	http://lab.synergy-marketing.co.jp/
(株) ドワンゴ * 2014年 (株) KADOKAWA と経営統合	オンラインエンターテインメントサービスの提供	1997	2003	2014	ドワンゴ人工知能研究所を新規に設立	人工知能, 特に汎用人工知能や全脳アーキテクチャに関わる研究	http://ailab.dwango.co.jp/
サイジニア (株)	情報推薦システム, 広告プラットフォームの提供	2005	2014		(独立した研究開発組織の設置なし)	ビッグデータ解析, 機械学習	http://www.deqwas.com/service/technology.html

べきかを明らかにするために, それぞれの役割の視点からイノベーションの課題や解決策を俯瞰したいと我々は考えた。

次に, 「ビジネス発展のプロセス」とは, 「創業期」, 「成長期」, 「成熟期」といったビジネス (および企業) の成長サイクルのことであるが, ここでは「AI研究のシーズをビジネス発展のどの段階で取り入れるか」という意味で扱う。一般的には, イノベーションは「シーズ主導型」と「ニーズ主導型」という対立軸で扱われることが多い。AI研究のシーズを生かして創業したベンチャー企業はシーズ主導型, 既存のビジネスの問題解決のためにAI研究のシーズを適用している大企業はニーズ主導型の代表例であろう。しかし, 多くの事例を検討してみると, 日本国内の企業に限ってみても上記のような単純な分類では全体像を捉えられないことがわかる。「創業後にAI研究のシーズを導入した」という類型をとってみても, 創業から数年で産学連携の取り組みを開始した企業 (例: ホットリンク) もあれば, 上場後に数千億円の規模にビジネスが成長してから, さらにイノベーションを生み出

すために研究開発部門を新たに設立したという企業 (例: ヤフー, 楽天) もある。また, 既存企業の研究開発部門にも, シーズ主導型とニーズ主導型の双方のタイプを試しているところは少なくない。近年は, イノベーションを「シーズ主導型」と「ニーズ主導型」という対立した概念によって捉えるべきではなく, 「シーズ」と「ニーズ」はイノベーションを生み出すための対等な要素である, といった議論もなされている [Freeman 97]。そこで, シーズ主導型・ニーズ主導型の事例とともに, この分類に当てはまらないユニークな事例もカバーすることで, イノベーション創出プロセスの全体像を俯瞰したいと考えた。

本特集では, 上記の2軸の視点から, AI研究と密接な関わりをもつ領域においてイノベーションの創出にさまざまな役割から携わっている方々に, それぞれの視点から感じているイノベーションの課題や解決策について6編の記事をご寄稿いただいた。いずれの記事も, イノベーション創出の最前線である企業の研究開発, 新規事業立上げ, ベンチャー創業や産学連携などの現場におけ

る豊富な経験に基づいてご執筆いただいております。イノベーション創出のためのヒントを満載した内容となっている。単なる成功体験にとどまらず、イノベーションを生み出すために日々悩み、苦闘し、試行錯誤を続けられているプロセスをも披露していただいております。今後イノベーション創出に関わる人々にとって貴重な知見が数多く含まれていると感じる。失敗体験や困難への直面など、書きづらい事柄についても率直に書いていただいた著者の方々に、厚く御礼を申し上げます。企画者らが関わった2編も加えて8編からなる特集となり、「イノベーションに関わる人々の役割」、「ビジネス発展のプロセス」の二つの俯瞰軸を中心として、多様な課題や現場で実践されている方法論などを俯瞰できる内容になったのではないかと思います。多くの読者の方々がイノベーションへの新たな視座を得て、さまざまな形でイノベーション創出のプロセスに携わるきっかけとなれば幸いです。

本稿では、上記の2軸のほか、特集全体を通じて浮かび上がってきたいくつかのテーマについて、議論の整理を試みる。

●イノベーション創出に関わる人々の役割

役割の違いからくる視点の差異を乗り越えて共創するためのヒントとともに、産学連携や企業組織内におけるイノベーションを阻害する要因が提示されている。

●ビジネス発展のプロセス（シーズ主導とニーズ主導）

シーズとニーズのマッチングのプロセスにはいくつかの「型」があり、状況に応じて適した「型」が存在することが示唆されている。また、シーズ主導とニーズ主導のバランスをとる必要性も指摘されている。

●人材・スキルをめぐる課題

イノベーションの現場において多様な専門性をもったメンバ同士をいかに連携させるかといったテーマや、メンバのモチベーションを向上させるためのマネジメントの在り方についての議論が提起されている。また、日本の大学の教育体制が抱える課題や、海外の教育体制の優れた点を取り入れるための現実解が提案されている。

●データをめぐる課題

AI研究の成果をビジネスの現場に適用するにあたって、いわゆるビッグデータをどのように活用していくかは避けられない課題となっている。データをステークホルダ間で共有できるか否かが、イノベーションの成否を大きく左右する可能性が示唆されている。また、データの多様性と量の問題に対処するため、分散処理やHPCなどの周辺技術を適用していく必要性も指摘されている。

●産学連携をめぐる課題

シーズとニーズのマッチングの機会を増やしていくという観点で、産学連携活動の重要性が注目されてから久しい。企業と大学が共同研究を行う際に必要とされることや、アカデミアから広く知見を集めるための

自社データ提供の取組み、大学のシーズを企業が取り入れる際に望まれる組織体制、などについての議論が提示されている。

●AIへの懸念をめぐる課題

フィクション作品などによって形成されたAIへの漠然とした不安や、AI技術のサービスへの適用が誘発する顧客の嫌悪感、AIの人間活動領域への進出による人間との競争、などが、イノベーションを妨げ得る懸念としてあげられている。顧客との丁寧なコミュニケーションや、人間にしか発揮できない創造性を活かすAI技術とのコラボレーションの在り方を考えることなどの必要性が議論されている。

最後に、上記の議論の整理を踏まえて、AI研究に期待されていることを俯瞰してまとめたい。

●要素技術を軸として、AI研究の発展とイノベーションの広がり互いに与えてきた歴史を振り返ることで、今後のイノベーション創出のヒントを探る。

●デジタル空間が急速に拡大する中で、今後のAI研究がイノベーションを創出することが期待される領域がどこかについての見通しを示す。

2. イノベーション創出に関わる人々の役割

本特集の企画にあたっては、さまざまな役割からイノベーション創出に関わっていらっしゃるの方々にご寄稿を依頼し、結果として主要な役割からの視点を網羅する構成とすることができた。

サイジニア（株）の吉井氏は、もともと大学の研究者として複雑系ネットワークやレコメンデーションなどのシーズを研究されていたが、そのシーズを生かして起業され、研究開発・営業・経営という役割を経て株式公開までのプロセスを経験されている。

楽天（株）の森氏は、AI技術とビッグデータに関連した領域のR&D組織の運営に携わっていらっしゃる。

（株）サイバーエージェントの福田氏、鈴木氏、善明氏、高野氏、藤坂氏は、自社の大量データの活用を主な目的としたR&D組織において、OSSを中心としたインフラ構築およびユーザ行動データ利用などの研究開発に取り組まれている。

（株）クロスコンパスの佐藤氏は、AI処理技術の商用化をミッションとした大学発ベンチャーを創業し、deep learningを中心としたAI処理技術を多くの企業の問題解決に適用される過程で、経営層、営業部門、技術部門などさまざまな役割の人々からの意見に日々接していらっしゃる。

シナジーマーケティング（株）の後迫氏は、マーケティングおよび営業の現場における潜在的ニーズの観察から生まれたシーズをもとに、製品開発、販売および新規事業の推進を担われている。

お茶の水女子大学の伊藤氏は、企業の研究員を経て、

現在は大学教員として産学連携研究や学生教育に熱心に取り組まれている。

(株) ホットリンクの内山氏は、ベンチャーとしての創業期から大学からの技術移転の重要性に着目し、数多くの技術移転の事例を経験されている。

シナジーマーケティング(株)の谷田は、コミュニケーションおよびマーケティング領域をターゲットとしたR&D組織のマネジメントに取り組んでいる。

なお、本特集の企画者である清田、谷田、榎の3名は、いずれも大学や研究機関での研究活動を経て、現在は新興企業のR&D組織において研究開発活動に取り組んでいる。本特集の企画は、自然言語処理技術や音声・画像処理技術などのコミュニケーション研究の成果をマーケティングの現場に適用するうえの困難さを乗り越えるための方法論を共有したいという意図で3名を中心に行ってきた非公式の研究会がきっかけとなったことを付記しておく。

本特集の8編の記事からは、イノベーションに関わる役割の違いによる視点の差異が浮き彫りになっている。例えば佐藤氏の記事では、企業内の経営、営業、技術の各部門でAI技術への期待が全く異なっている様子が描写されている。一方で、視点の差異を乗り越えるための共通のヒントもいくつか読み取れる。ここでは、役割の異なる人々が共創していくためのヒントを中心に、議論を整理してみた。

●ビジョンの共有

役割の異なる人々の間で、将来像として共有できるビジョンを明確化する必要性が強調されている。伊藤氏は、数多くの産学連携研究の経験をもとに、大学と企業の双方が最終的に満足できるような成果物がビジョンとしてある程度明確にイメージされていなければ、イノベーションの創出につながる成果を生み出すことは難しいと述べている。後迫氏も、イノベティブなサービスの事業化に適した組織の在り方として、ビジョンの共有と共感の必要性に言及している。谷田による記事も、営業・生産・研究開発などの各部門が同じ理解をもち一体となった状態をつくるための経営理念の重要性を述べている。

●議論のプラットフォームづくり

ビジョンの共有と合わせて、異なる役割の人々の中での議論を成り立たせるプラットフォームをつくる必要性も強調されている。森氏は、多様なスキルをもった人材が互いの専門領域を理解し合う難しさに対処するため、組織横断的な情報共有の仕組み(情報共有ツールや社交クラブ的な仕組み)を提供し、課題・問題意識を共有する取組みを行っていることを紹介している。後迫氏は、新たな思想をマーケティング現場に浸透させるためには、漠然とした暗黙知的な共通理解ではなく、定量化、可視化されたデータを「軸」として共有することで、議論を成り立たせることが必要だと述べている。

●多様なステークホルダーを「巻き込む」仕掛けづくり
ビジョンの共有および議論のプラットフォームの整備によって異なる役割の人々の中での相互理解が進んでいることを前提として、多くのステークホルダーを巻き込んでいく仕掛けづくりについても、複数の著者の方々が言及されている。後迫氏は、事業立上げの経験をもとに、製品開発のプロセスにおいてコンセプトづくり→プロトタイプング→本開発という段階を踏みながら賛同者を増やしていくこと、案件を通じて販売部門・生産部門を巻き込んで共同の体験を重ねていくこと、セミナーや広報を通じた地道な情報発信の継続によるブランディング、などの取組みを紹介している。榎、内山氏による記事は、大学から企業への技術移転の成功・失敗事例の分析を通じて、フィードバックと改善のプロセスが迅速に行われる体制が整備される必要性に言及している。伊藤氏は、大学がインターンシップ、ハッカソン、セミナーなどの開催に積極的に協力することで、学生が理解、共感を得る機会を得て、独自性の高いイノベーションの醸成につながるという期待を述べている。

他方で、役割間での相互理解の不足がイノベーションを阻害する「壁」となり得ることについても、いくつかの言及があった。

●伊藤氏は、産学連携研究においてイノベーションが滞る原因を示し、産業界への要望を提示している。前述のビジョン共有の不足のほか、成果物が使われるコンテキストなどの情報が企業側から十分に開示されないこと、学会発表が大学における重要なミッションであることが理解されていないことなどが、産学連携の阻害要因になると述べている。

●後迫氏は、企業内での新規事業推進において、既存事業が強力である場合に「肩身の狭さを感じる」ケースがあることを述べたうえで、Govindarajanらの論[Govindarajan 05]を引いて、既存事業の過去の成功体験がイノベーションを阻害する危険性に言及し、「忘却」、「借用」、「学習」という三つの課題をクリアする必要性を示している。

●谷田による記事は、社内でのインタビューをもとに、組織の肥大化に伴うエンジニア-営業間のチャネルの分断、時間軸の違い、研究への社内の関心の低さ、などの内部組織的なコミュニケーションの問題がイノベーションの阻害要因となると論じ、これを改善するには、経営理念の理解、企業風土の醸成、経営戦略と研究開発戦略の一貫性、研究開発体制を考慮した人材・人事戦略などの複合的なアプローチが必要とされると述べている。また、研究開発部門特有の事情として、独立性を注意深く保つ必要性にも言及している。単に内部コミュニケーションの量を増やすことにフォーカスしてしまうと、結果が見えやすい業務にリソースが割かれ、研究者の創造性をむ

しばみ、結果として内部コミュニケーションの質を落とす危険性があると指摘している。

3. ビジネス発展のプロセス (シーズ主導とニーズ主導)

本特集において寄稿を依頼するにあたっては、シーズをビジネス発展プロセスのどの時点で取り入れたか、あるいはシーズ主導またはニーズ主導の研究の取組みについて言及していただくよう、おのおのの著者の方々にお願いした。結果として、イノベーション創出プロセスについて、いくつかの「型」が浮かび上がってきた。以下に、本特集全体を通しての議論の整理を試みる。

●シーズを出発点とした循環型

シーズが出発点となって小さなニーズを引き出すところからスタートし、その事例から導かれたニーズが新たなシーズの発掘につながるという循環が生まれているプロセスは、複数の著者の方々が言及されている。福田氏らは、**Hadoop** というシーズが企業内の大量データを活用したいというニーズにマッチしたことでプロジェクトがスタートし、データが集まることで別のニーズを発掘し、そのニーズを満たすために新たなシーズを発掘するというサイクルが生まれたプロセスに言及している。後迫氏は、営業やマーケティングの現場における潜在的課題の発見から生まれたコンセプトをシーズとして開発した製品の企業向け展開によって企業のニーズを少しずつ満たしていき、さらに価値観モデルという新たなシーズを取り込んでいくプロセスを描写している。佐藤氏は、既存の **state-of-the-art** な機械学習手法（シーズ）をさまざまな企業のニーズに適用する試行錯誤のプロセスの中で、最適な特徴量を見つける困難性を認識したからこそ、**deep learning** という新たなシーズの可能性に早い段階で気付き、限られた資源を集中投入することができたと述べている。

●シーズ主導とニーズ主導の併用型

状況に応じたシーズ主導とニーズ主導の組合せ方についても言及されている。榊、内山氏による記事は、大学から企業への技術移転事例について、「研究体制」、「シーズの状態」、「ニーズの状態」という要因にフォーカスし、小規模組織ではシーズとニーズの両方を理解できる人材が組織内にいること、大規模組織ではコンサルティングチームの配置や研究者の意向などによってニーズのコントロールと **R&D** へのフィードバックを担保することが必要だと考察している。谷田による記事は、シーズ主導型研究は小さな戦力で夢を追い、ニーズ主導型研究は企業親和性が高く近い将来に投資対効果が期待できるテーマを選ぶのがよいだろうと述べている。

●ニーズを軸とした多数のシーズの結集型

森氏は、**E-commerce** の現場において、多種多様な

AI シーズ（自然言語処理、画像認識、音楽・音声認識、機械学習など）がさまざまな場面で実際に活用されていることを述べている。一方で、**AI** シーズ自体を進展させて人間の知能を模倣することを目指したバーチャルアシスタントの事例にも言及したうえで、現状でのバーチャルアシスタント的なアプローチの限界も指摘している。**E-commerce** のようにプラットフォームとして発展していく形態のサービスでは、シーズ主導のアプローチ（バーチャルアシスタントのように **AI** シーズを統合的に発展させる）よりもニーズ主導のアプローチ（個別の **AI** シーズを別々に発展させる）になりやすく、結果として個別の **AI** シーズ適用がビジネスの経済圏として全体協調する方向に進化していく傾向にあると述べている。

吉井氏は、シリコンバレーのベンチャーキャピタル（**VC**）からの資金調達を経験をもとに、**VC** の視点では最も優先順位が高いのは「どんな問題を解決しようとしているのか」すなわちニーズの定義であり、技術シーズは必要に応じて調達すればよいと考えられている、と述べている。世界で最もイノベティブな地域とみなされているシリコンバレーにおいて、シーズは極論すればコモディティであり、「誰も考えつかなかった問題」を見いだすことがより重要視されている、という議論は非常に興味深い。

このように、シーズとニーズのマッチングのプロセスには唯一の「正解」と呼べるものはなく、状況に応じて適した「型」を選択する必要性が、多くの著者の方々によって示唆されている。

シーズ主導とニーズ主導のバランスをとる必要性も指摘されている。伊藤氏は、日本の大学と海外の大学の研究教育を比較したうえで、日本の大学の研究教育はシーズ主導の傾向が強く、ニーズ主導の研究がフォーカスされる仕組みが不足していることが、イノベーションを生む実力の不足につながっているのではないかと論じている。シーズ主導の研究では新規性が非常に重視されるが、「まず与えられた要求を満たすことをゴールにして研究を始動し、新規性はその過程で後から付いてくる」というニーズ主導の研究体制も認めるような価値観の多様化こそが、イノベーションを促進するのではないかと考察が示されている。一方で、谷田による記事は、あるテーマが生む成果や効果を予測するのは難しいことから、研究開発テーマの設定にあたっては、ニーズ主導を徹底し実利主義を重視した研究開発だけでなく、研究者個人が信じる方向に走らせてみる、といったアプローチも必要だと述べている。

4. 人材・スキルをめぐる課題

イノベーションの現場における人材の確保や、どのようなスキルが必要とされるか、メンバをどのように動

機付けるかについても、多くの著者の方々が言及している。

- 伊藤氏は、日本の大学と海外の大学の比較に基づき、ニーズ主導のイノベーションに必要とされるスキルを考察している。日本の大学の学生には「現実社会から問題を発見し解決手段を導く能力が足りない」傾向があるのではないかとしたうえで、海外の大学の教育体制の優れた点を日本の大学に取り入れるための現実解を示している。具体的には、海外の教育体制の優れた点として「演習科目の充実」、「インターンシップ体験の重視」、「基礎教育の充実」をあげ、日本の大学でも予算制約の問題はあるものの、インターンシップで実習体験を積ませたり、基礎教育の重要性を理解させたりする、といった工夫ができるのではないかとしている。また、イノベーションの多様性という観点では、IT分野において女子学生コミュニティを形成するような取組み（インターンシップやハッカソン）を行うことが、女子学生のモチベーションを高めることにつながるのではないかと期待を述べている。
- 森氏は、ビッグデータ時代のビジネスへのAI技術の適用には、多岐にわたる技術・知識をもった人材の確保と連携が必要であるが、多様な人材を一組織に集めることは慣例上難しく、領域が異なる専門家同士が相互理解することにも困難が伴うとしている。こういった障害を乗り越えるため、横断的な情報共有の仕組みを整備したり、多様な人材が交流できる社交クラブ的な仕組みを提供したりすることで、連携力を底上げする取組みを続けていると述べている。
- 後迫氏は、イノベティブなサービスを事業として成立させるためのスキルを列挙している。特に、イノベーションにつながる課題の発見には「定性的な知見を多数集めて定量化」できるスキル、多様なステークホルダの巻き込みには「共同体験や支援を通じて関連メンバをモチベート」できるスキル、が必要とされることを、経験をもとに論じている。
- 谷田による記事は、イノベーションに関わる研究者の「やる気」と「創造性の発揮」というテーマに、一章を割いて考察を示している。「やる気」の源となる貢献につながる社会性の部分が見えにくいことから、人間を全人的に捉えたマネジメント、すなわちそれぞれの研究者の欲求を注意深く観察したうえでのマネジメントが必要とされるとしている。また、創造性を高めるための意識のコントロールや習慣付けについても言及している。

5. データをめぐる課題

AI研究の成果活用におけるデータ利用の観点につい

ても、多くの著者の方々が言及している。森氏は、現代のインターネットビジネスの文脈においてAI研究とビッグデータが密接な関係にあると述べている。また、福田氏らはHadoopを中心としたデータプラットフォームのエコシステムが、コンシューマ向けサービスのイノベーションに大きな役割を果たしていることを示している。

「データを共有できるか否か」がイノベーションの成否に大きく関わることが、複数の著者の方々によって示唆されている。佐藤氏は、企業間で学習データを共有するときの障害や、プライバシー保護の観点で学習モデルの共有ができないことがイノベーションを妨げる可能性を指摘している。後迫氏は、役割が異なる人々の間での議論を成り立たせるための「軸」としてのデータの重要性に言及している。榊、内山氏による記事は、技術移転の成功例において「大規模データが社内ですぐに利用可能な形で蓄積されていたこと」が成功要因の一つであったとしている。

吉井氏は、科学の方法論のパラダイムが「データの科学」の時代に移り変わってきているという観点から、企業の研究開発の在り方自体も変化しているという議論を展開されている。具体例としてNetflix Prizeの成果がサービスに採用されなかった事例を紹介し、研究用に一部取り出されたデータセットに対して最適化を図ったとしても、サービス運用の過程でユーザの行動パターンが変化することから、実用に耐えないという理由をあげている。「データの科学」の時代にAI研究が実世界のイノベーションにつながるためには、最初から実環境、すなわちマーケットからのリアルタイムなフィードバックが得られる環境での研究開発が重要になるだろうとしている。

ビッグデータ時代のデータの多様性と量が、AI技術の可能性を推進するとともに困難も生み出していることが、森氏によって指摘されている。機械学習の適用にあたって過学習やノイズの影響を回避するために試行錯誤を繰り返す必要性や、計算量の爆発的増大に対処するため、アルゴリズム上の工夫とともに、分散処理技術・HPC技術などを適用していく必要性などがあげられている。

6. 産学連携をめぐる課題

榊・内山氏の記事で言及されているように、研究開発を経済活動に直接結び付けている産学連携活動が活発になって久しいものの、AI分野に関していえば、日本ではまだまだ大学でのシーズを十分に生かしきれていない現状がある。本企画では、AI分野において産学連携活動が直面している課題を明らかにすることで、イノベーションに関わる人々の間での議論を活性化することを一つのねらいとして、産学連携に深く関わっていらっしや

る伊藤氏、森氏、内山氏にご寄稿をお願いした。

- 伊藤氏は、大学教員として企業との多数の共同研究に関わった経験から、共同研究においてイノベーションを創出するための産業界への提言として、「ビジョンを共有する」、「情報を共有する」、「学会発表を妨げない」の3点をあげている。また、ニーズ主導のイノベーションの促進と学生への有益な体験の提供という観点で、インターンシップなどの連携はもっと増えてよいのでは、としている。そのために、企業と大学は批判しあうのではなく、お互いに歩み寄って建設的に行動することが必要だろうと述べている。
- 森氏は、データの多様さから一企業では所有データをどう活用できていない実情に言及し、広く知見を集めるために、プライバシー保護や権利関係をクリアしたうえで、アカデミアにデータを研究目的で提供する取組みを紹介されている。国立情報学研究所のリポジトリを通じて、楽天、ヤフー、ドワンゴ、リクルートなどの企業が自社のデータを研究目的で提供しており、楽天のデータに関しては、すでに70以上の大学・研究機関にて活用されていると述べられている。
- 榎、内山氏による記事は、大学から企業への技術移転の成功・失敗事例において、R&D チームへの適切なフィードバックがなされる体制であったか否かが要因の一つであったとしている。その考察をもとに、研究者および企業の行動指針案として、「研究シーズとビジネスニーズの両方を理解できる人材を配置する」あるいは「R&D チームからシーズについて学び、顧客のニーズをコントロールするコンサルチームを配置する」などを提案している。

一方で、吉井氏は大学における研究から産業応用に軸足を移してこられたご経験をもとに、アカデミアの価値とビジネスの価値を結び付けるための一つのアプローチを提案されている。実環境とセットの研究開発姿勢、マーケットと直接リンクした実データに基づく企業活動を実践することによって、アカデミアとビジネスの軸を互いに近づけて重なる領域をつくるというアプローチは大変興味深い。また、吉井氏は大学から、マーケットニーズを鑑みながら産業応用にチャレンジする研究者が今後登場することへの期待も述べられている。

7. AI への懸念をめぐる課題

AI への漠然とした不安がイノベーションを妨げる可能性についても言及されている。

佐藤氏は、フィクション作品などによって形成されたイメージによって、AI 技術の急速な発展に人々が抵抗感を抱くことが、イノベーションの障壁になり得ることへの懸念を示されている。同様に、森氏も E-commerce

サービスなどに AI 技術を適用することが顧客目線で見ると嫌悪感を誘発しかねないことや、AI 技術が人間の活動領域に進出することで雇用が奪われることへの懸念に言及されている。

これらの懸念に対して、森氏はいくつかの提言を示されている。AI 技術を適用しようとする企業は、顧客へのデータ活用状況の開示や利用許諾の明確な取得などのコミュニケーションを怠らせずに実行すること、技術適用の仕方や内容に制限を設けることなどが必要だろうとしている。また、人間にしか発揮できない創造性にフォーカスを当てて、AI 技術と人間の新たなコラボレーションの形を探ることも重要だろうとしている。

8. イノベーションと AI 研究の関わりの歴史

ビジネスに用いられる AI 技術をあげつつ、それらがどのように発展してきたかについて簡単に述べたい。ビジネスに活用可能な AI 技術は、パターン認識から機械学習、自然言語処理、情報検索、レコメンデーション、機械翻訳などさまざまな技術があげられるが、いずれもビジネス上で生じるさまざまなデータを処理するために用いられている。それぞれの AI 技術は相互に影響しあっており、整然と系統だった形で分類することは困難であるが、ここでは便宜上、データからの特徴抽出、データに対する全体俯瞰、データのモデリング（抽象化）、データの応用という四つの観点から整理していきたい。

特徴抽出とは、個別のデータについてさまざまな特徴を定量化することである。自然言語処理の形態素解析や評判分析、画像処理のエッジ検出、音声解析のスペクトル解析、ネットワーク分析の中心性計算などが用いられる。これらの技術は、以前は定性的であったデータ（テキスト、画像、音声など）を定量的に扱うために必須のものであり、それぞれの分野において古くから研究が行われてきた。従来はヒューリスティックなルールや数理的なモデルを中心に発達してきたが、データの量が増加するにつれて、統計・確率モデルを用いて機械学習をするアプローチが一般化した。

全体俯瞰とは、あるデータ全体の状態を見ることで直感的に理解することである。ビジネスにおいて全体俯瞰を行う目的は、複雑な事柄全体の状態を客観的に理解することで、意思決定や知見獲得を行うことである。具体的には、ある商品を購入する顧客の属性を把握して販売戦略を立てることが全体俯瞰に当たる。このような俯瞰に用いられる技術は、クラスタリング、トピックモデルなどがあげられる。これらはそもそも大規模データを前提とした技術であり、データの量や種類の増加とともに発展した技術であると考えられる。そのような意味で当初は、学術的な側面よりも工学的な側面が強かったといえる。その後、多くの分野において理学的知見が入ることによって分野は発展している。例えばネットワーク分

析では物理学者によるクラスタリング手法が、トピックモデリングでは確率によるモデリング手法が提案されることで、大きな発展が行われた。

モデリングとは、あるデータに対して汎用的に適合する抽象的なモデル（多くの場合は数学的モデル）を構築することである。ビジネスにおけるモデリングを行う目的は、課題解決や知見獲得を行うことである。具体的には、商品売上データを分析して売上低下に寄与する要因を明らかにして対策を講じたり、機器の稼働データと故障時期について時系列分析を行って故障の予兆を発見したりすることである。このようなモデリングに用いられる技術は相関分析や回帰分析、時系列解析などであり、個別の手法は数学、物理学、経済学、生物学、国勢学などさまざまな学問から端を発する。しかし、いずれも複雑な現象を抽象化し、汎用的な形式で記述することを目指すホワイトボックス化されたアプローチであり、「現象を記述し説明する体系を構築する」という理学的な思想に端を発するものであると考えられる。しかし、解析対象となるデータの増加以後は、サポートベクタマシンに代表されるカーネル法、近年 **deep learning** という名前で再び注目されるようになったニューラルネットワークなど、入力から実用的な出力を得ることを目指す、ブラックボックス化されたアプローチによる研究が増加している。これらは、「与えられた目的関数を最大化する」という工学的な思想に近いものであるといえる。

最後に応用とは、要素技術を用いてさまざまな実用的なサービスを構築することである。例えば機械翻訳や情報検索、エージェントシステム、レコメンデーション、デザイン最適化などが当たる。これらの技術が登場した経緯はさまざまであり、機械翻訳、情報検索、エージェントシステムなどは要素技術が発達する以前から解決すべき課題として長きにわたり研究されてきており、これらの研究の過程で要素技術が発達した側面もある。個別に述べていくと、情報検索で従来は言語処理を用いたアプローチが用いられてきたが、**Web** の登場により大規模ネットワーク構造を用いたアプローチが適用することが可能になったために大きく発達した。機械翻訳は、単語ベース翻訳、用例翻訳、構文木翻訳などのアプローチが用いられていたが、コンピュータの高速化および用例コーパスの大規模化に伴って統計的機械翻訳が一般的に用いられるようになった。一方、レコメンデーションや評価値予測、**A/B** テストによるデザイン最適化などは、以前から提唱はされていたものの研究が大きく進んだのは、データが増加し、要素技術がある程度発達した段階からであった。レコメンデーションやデザイン最適化などはユーザの **Web** サイト閲覧行動や商品購入などの履歴が多量に蓄積されることによって、手法の評価ができるようになり、それにより発達したと考えられる。

上記のように個々の **AI** 技術を振り返ってみると、各技術の発展とビジネスは複雑に絡み合っているように見

受けられる。ある **AI** 技術が発展することで、新たなビジネスが可能になる。そのビジネスにより新たなデータが生成され、それにより異なる **AI** 技術が適用可能となり、その技術が発展する。またあるビジネスとして発達してきた工学的な課題を理学的な視点から捉えることで、新たな **AI** 技術が勃興する。その **AI** 技術によりサービスが普及することでデータが増大し、新たな課題が生まれる。このように **AI** 研究の発達とビジネスの発達は切っても切れない関係にあるといえるだろう。

9. イノベーションと **AI** 研究のフロンティア

デジタル情報空間の拡大が **AI** 研究に与える影響は大きい。森氏のご指摘のとおり、**AI** 技術の活用とビッグデータには密接な関係がある。ビッグデータを活用できることで **AI** 技術は進化し、**AI** 技術が進化することでビッグデータ活用が進む、まさに切っても切れない関係である。

直近の人工知能学会全国大会のチャレンジセッションやオーガナイズドセッションであげられている研究テーマを眺めると、技術的なキーワードもその適用範囲も多彩で広範な領域に及ぶ。ロボットや脳科学応用、ビッグデータ、複雑系、集団知能、自然言語処理、音声認識、画像認識、あるいは機械学習やリンクトデータ、オントロジーというような技術が単体であるいはネットワークのように集団化して別の観点の研究領域を形成し、適用領域を拡大しているように見える。適用範囲の比重としてはインターネットビジネスに直結しそうなもの、あるいはインターネットを活用することが想定されるものが多いが、それらの研究テーマや要素技術が現実のものとなったとき、どこに利益がもたらされるのかと問いかけると、社会全体、あるいは社会の隅々まで利益がもたらされるのでしょうか、という答えが返ってきそうだが、**AI** 研究の適用範囲の中心に浮き上がってくるのは、やはりヒトなのだ。つまり、ヒトが動くところには必ず適用可能性がある、というのが適用範囲に関する大雑把な答えであり、また、実現しやすいところから適用していき、その範囲を拡大し続けているというのが実態なのだろう。

そもそも、ビッグデータはヒトが生きて行動することで生まれるものである。昔からあった情報空間が急速にデジタル化され、そのデジタル化された部分を活用する技術が進化してきた。しかし、ヒトの行動は、デジタル化されていない部分のほうが圧倒的に多いのだ、ということを忘れてはならない。ヒトは唯一自分がロボットであることに気が付いた生き物である。ヒトそのものが、ロボットなのである。デジタル化されていない、あるいはデジタル化するのが限りなく困難な部分にこそ本質的な答えが含まれているに違いない。

今回、編集に携わりながら感じたのは、新興 **IT** 企業

の R&D において、その部分の研究に投資するのは難しいだろう、ということだ。つまり、非デジタル空間に存在するはずの本質的なシーズが新興 IT 企業の R&D から生まれる可能性は低い。しかしながら、ビジネスサイドからの、あるいは市場からのニーズは大きいだろう。

こういった類の適用範囲が現れたとき、大学と新興企業の R&D がスムーズに連携できるような土壌が形成されていけば、さらに AI 技術は進むのではないだろうか？

◇ 参 考 文 献 ◇

[Freeman 97] Freeman, C. and Soete, L.: *The Economics of Industrial Innovation*, MIT Press (1997)

[Govindarajan 05] Govindarajan, V. and Trimble, C.: *Ten Rules for Strategic Innovations: From Idea to Execution*, Harvard Business School Press (2005), 三谷宏治 監修, 酒井泰介 翻訳: ストラテジック・イノベーション 戦略的イノベーターに捧げる 10 の提言, 翔泳社 (2013)

2015 年 4 月 7 日 受理

著 者 紹 介



清田 陽司 (正会員)

京都大学大学院情報学研究所博士課程在学中に産学連携にて対話的情報検索システムの研究に従事後、2004 年から 2012 年まで東京大学情報基盤センター助手・助教・特任講師を務め、Wikipedia などを活用した図書館情報ナビゲーションシステム研究に取り組む。2007 年に東京大学発ベンチャーの株式会社リッテルの創業に関わり、図書館をターゲットとした情報ナビゲーションシステムの実用化、Hadoop ベースの大規模データ処理技術の展開などに取り組む。2011 年より株式会社ネクストリッテルラボラトリーにて、住まい探しユーザをターゲットとした情報レコメンデーションの研究開発に従事している。博士 (情報学)。



谷田 泰郎 (正会員)

1987 年から 2006 年まで、ATR 国際電気通信基礎技術研究所、独立行政法人情報通信研究機構にて、自然言語処理の研究開発支援業務、2007 年より産業技術総合研究所ベンチャーにてマーケティング・サイエンス関連のコンサルティング業務に携わる。2011 年よりシナジーマーケティング株式会社、システム開発部 R&D 統括兼研究企画グループマネージャ。



榎 剛史 (正会員)

2004 年東京大学工学部電子情報工学科卒業。2006 年同大学院工学系研究科修士課程修了。電力会社通信部門での勤務を経て 2009 年東京大学大学院工学系研究科博士課程入学。2014 年博士課程修了。博士 (工学)。2015 年 1 月より株式会社ホットリンク主任研究員および東京大学大学院工学系研究科客員研究員。専門は、人工知能、自然言語処理、Web マイニング、社会ネットワーク分析。