日経産業新聞
フォーラム
2009
広告企画
企画・制作＝日本経済新聞社
クロスメディア営業局

インテレクチャル・カフェ　シンポジウム2009

脳科学研究から新たな価値創造へ

日経産業新聞フォーラム「インテレクチャル・カフェ　シンポジウム2009」（主催・経済産業省、日本経済新聞社）が6月17日、秋葉原コンベンションホールで開催された。フォーラムでは、『「脳科学」と「知識の融合」による、新たな価値の創造』をテーマに、各界からエキスパートを講師に迎え、活発な議論が展開された。

主催者あいさつ

経済産業省
大臣官房審議官　西本　淳哉氏

推進の施策実施

日本は国内総生産（GDP）の約3・4％、約19兆円を研究開発に投資しており、比率は世界最大規模である。しかし、現実には研究開発投資がイノベーションに必ずしもつながっていない。研究開発を効率良く進めるためには、外部リソースを活用するオープン・イノベーションが不可欠である。

経済産業省はオープン・イノベーションを進めるための施策を実施している。

1つは多様な人材が集まる研究開発拠点の構築である。先鞭（せんべん）として、つくばでナノテクノロジーの研究開発を行う集積拠点の構築を進めている。

もう1つは「鉱工業技術研究組合法」の改正である。52年ぶりの改正の骨子は「鉱工業」を外し、サービスや医療、農業など、研究開発要素がある分野すべてにおいて、研究組合の形で研究ができ、研究成果はそのまま株式会社に転換できる点である。

「脳科学」をテーマに行う今日のシンポジウムが、わが国におけるオープン・イノベーション活性化に役立てば幸甚である。

基調講演

脳科学の未来

脳科学者　ソニーコンピュータサイエンス研究所　シニアリサーチャー　茂木　健一郎氏

脳が秘める無限の可能性

脳は約1千億のニューロンがそれぞれ数千から1万の結合でつながり、神経伝達物質も数十種類ある。このことは脳がいかに複雑なシステムかを示し、進化を遂げた現代のコンピュータと比べても、脳は無限の可能性を秘めている。

こうした脳が持つ可能性の解明に私は取り組んでいるが、その究極のテーマは物質である脳がなぜ心と意識を持つかということだ。そして意識の中にある質感の「クオリア」はいかに生み出されるのか、この解明が私のライフワークだ。

脳を理解する上で非常に重要な概念の一つに偶有性がある。予想できることとできないことが混ざった状態である偶有性に適応するため、脳は進化を遂げてきた。これは今後の日本のイノベーションを考える上でも重要で、ベンチャーのようにどうなるのか分からない不規則性に向き合うことが求められる。

脳の特質にはオープンエンド性、どんなに学習しても終わりがないこともある。何が起きるか分からない偶有性に適応するため、脳は常に余裕を残すことでオープンエンドを保っている。哲学者のカントは59歳で『純粋理性批判』を書いたが、このように人間には一生学び続けることができるなど、すばらしい環境適応力が備わっている。

記憶の意味が変化している。正確に覚えておくという意味での記憶力はもはや脳の仕事ではなくコンピューターに移行している。事務処理のような定型的な仕事はコンピューターにまかせ、コミュニケーションや創造性などの能力が人間に求められるようになっている。

脳に蓄えられた記憶はそのままの形でなく整理編集をされて呼び出される。こうした記憶の編集過程の最も劇的な例が「アハ体験」瞬時のひらめきによる発見と発明で、近代科学の登場から現代のインターネットまで科学技術の歴史を塗り替えてきた。どのようにしてこうしたひらめきが起きるのか解明も脳科学の一大テーマだ。

脳はドーパミンのような報酬物質を与えられることによって、神経回路の活動が強化される。また人間が何を欲しがるかは、不確実だがある程度報酬が予想できることとかかわっている。

ネットの世界の「クリックエコノミー」では、ユーザーがどのサイトに行くかのワンクリックがビジネスを左右する。このように不確実性との関連で欲望を解き明かす神経経済学（ニューロエコノミクス）も、脳科学の応用分野として今後可能性を増してくる。

プレゼンテーション

セッション1　化粧・美×脳科学

カネボウ化粧品　価値創成研究所
先端技術研究グループ　猿渡　敬志氏

カネボウ化粧品では多くのメークアイテムを発売している。メークアップは他人とのコミュニケーションで重要な役割を持つ表情や視線とかかわるが、それらは脳科学でも重要なテーマである。そこで従来のアンケートなどでは不可能であった、女性の美や化粧に対する意義を深く理解するために、脳科学の利用を試みた。

今回は国際電気通信基礎技術研究所（ATR）の3テスラの機能的磁気共鳴画像装置（fMRI）を使って、女性を対象に素顔と化粧顔の写真を見たときの脳活動の差を測定した。その結果を検証したところ、化粧顔は自分と他人との関係の橋渡しに寄与していることが分かった。

さらに化粧顔よりも素顔を見たときのほうがドーパミン放出にかかわる報酬系が活発化していることを確認し、このことにより、鏡の前で素顔を見ているとき、社会的な顔としての化粧顔を想像し期待や意欲がわいていることが示唆された。今後はより社会性を高めてくれる化粧や、年代による化粧の意義の違いなどについても、脳科学の手法を使って検証していきたい。

萩原　脳イメージング技術の進化は「脳の可視化」を可能にした。脳科学は産業分野に展開できる段階に達し、日本の産業に新たなイノベーションを起こす鍵と言っても過言ではない。

正木　ATR－Promotionsはこれからだが製品開発やニューロエコノミクスの研究に進む可能性は高い。その実現には、研究手法から解釈までを支援する組織が不可欠だ。それを支える人材育成と他分野との連携が推進の鍵となる。

萩原　脳科学は進化が速く領域も広く、オープンイノベーションと呼ぶのにふさわしく、今後は企業と研究機関を結び付けていくことが重要だ。

正木氏

萩原氏

セッション2　脳科学は産業界に新たなイノベーションをもたらすか

NTTデータ経営研究所　マネジメントイノベーションセンター長　萩原　一平氏
ATR-Promotions代表取締役社長
脳活動イメージングセンタ事業部部長
正木　信夫氏

産業分野へ展開可能な段階

人材育成、他分野との連携鍵

萩原　今までの活動を通じて感じたことは。

正木　脳科学の産業応用

セッション3　BMIの産業応用への可能性

理化学研究所　脳科学総合研究センター　適応知性研究チームチームリーダー
藤井　直敬氏

脳研究ツールの可能性も

ブレイン・マシン・インターフェース（BMI）は脳と外部のデバイスを人工的に直接結ぶコミュニケーションインターフェースである。失われた身体機能の補償、知覚機能のアシストや認知機能の拡張などを目的とし、頭で考えた通りに外部のデバイスを動かすことなどを可能にする技術だ。

BMIの手法には非侵襲的と侵襲的の2つがある。前者は外科的侵襲なしに皮膚や骨を介し間接的に脳活動を計測し、後者は外科的手法を用いて脳に直接電極を挿入する。

非侵襲的手法はfMRI・光トポグラフィー・脳磁計（MEG）などの記録技術を用い、2㍉程度の情報を読み取ることができる。これは比較的簡便にヒトに用いることができるが、読み取りスピードが遅いという制限がある。

一方、侵襲的手法も近年ヒトへの臨床応用が始まり、ロボットアームの操作に必要とされるような複雑な情報を素早く読み取ることが可能となった。侵襲的手法はその最大の問題点である侵襲性を低減させる技術が求められているが、ナノデバイス電極のような新しい技術の応用による解決が期待される。

BMIの応用分野の柱は失われた機能の再生だが、複雑な脳ネットワークを中から理解するための研究ツールとしての可能性にも期待したい。

セッション4　脳科学と産業の融合を推進するために

京都大学大学院医学研究科
認知行動脳科学分野教授　河野　憲一氏

マッチング機会の創出を

脳の神経細胞では電気パルスが流れて情報が伝わる。脳波はこれを計測して脳の働きを知る。磁気共鳴画像装置（MRI）は医療現場で脳の形の把握などに使われている。脳活動が活発になると神経細胞の代謝が増し、活動している脳の領域への血流量が増える。fMRIはこの量の変化を調べて脳活動を把握する。

脳科学の産業応用に期待が高まり、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では「脳科学の産業分野への展開に関する調査」を行い報告書をまとめたが、この調査に委員長として参加した。

調査によれば脳科学を産業応用した技術には、①脳活動の計測②脳活動を評価に利用③脳活動を外部機器の制御に利用④脳活動をユーザーに知らせる――などがある。①は脳波や血流をはかる機器、②は①で得た情報をもとに製品やサービスを評価する。③にはBMIがあり、④はニューロフィードバック技術と呼ばれる。計測で得られた情報をもとに本人が脳を意識的にコントロールするもので、居眠りの前兆を知らせる製品などが開発されている。これら産業応用を進めるには、基礎研究のシーズとユーザー企業のマッチング機会の創出の必要性などを調査では提案している。

特別講演

渋滞の科学と分野横断的研究

東京大学　先端科学技術研究センター　教授　西成　活裕氏

渋滞学は独自の理論必要

「渋滞学」という言葉も使っている。しかし渋滞研究の対象は心理的な力やルールで動く人や車、動物で、一般の力学とは違った独自の理論構築が求められる。

渋滞の理論はおよそ百年前に電話が登場したとき、回線の混雑防止対策から始まった。その結果登場したのが「待ち行列理論」だ。これは出入りのバランスの崩壊として渋滞をとらえるもので、オペレーションリサーチとして学問分野を形成した。現在でも混雑現象についての強力な理論となっている。

そしてさらに人間の行動の実態を反映できる数学的手法として私が用いたのが非対称単純排除過程（ASEP）だ。この単純排除と逆に伝わって行く。人や車、動物から物流まで渋滞を普遍的にとらえるには全体に共通する渋滞の定義が必要となる。

渋滞の定義づけでは例えば車の場合、1㌔あたりに走行中の台数と、そこのある場所を一定時間内に通過する台数には法則性がある。このパターンは車だけでなく人や動物などの行動にも広く当てはまることから、渋滞の発生とその解決のための研究の出発点となるまでの全体像を明確化する必要がある。従来は、基礎から応用へというサプライサイドの視点であったが、需要側の視点から、グローバルな課題達成のために科学技術政策を展開していくことが重要になる。

知識の融合には難しい側面があり、企業の研究者と大学の研究者では、行動パターンが異なる。基礎研究から産業として開花するまでのデザインづくりも重要なテーマとなる。

中島　パネリストの方々に一言ずつお願いしたい。

樋口　脳科学的な研究手法や、情報収集など苦労することが多いが、明確なビジョンを持って、アプローチを広げていきたい。

猿渡　人の研究である以上、脳科学を用いた研究だけでなく、心理学、認知科学など広範な分野にわたる研究を総合的に組み合わせた理解が重要になる。

泰羅　脳科学には実験でも制約が多く難しい側面が多い。先行事例を検証しながら、議論していく過程が必要だ。

奈須野　税制面や補助金など研究支援につながるツールがあり、産業分野への応用に活用できるよう注力していきたい。

白石　コラボレーションに加え、科学的なバックボーンに基づく研究を進めることが肝要で、国が果たす役割も重要だ。

中島　パネリストの方々に貴重な意見をいただき、御礼申し上げたい。

パネルディスカッション

『「脳科学」と「知識の融合」による、新たな価値の創造』

活発な議論をするパネリストたち

中島　本日は脳科学と知識の融合による新たな価値の創造をテーマに議論を進めていきたい。初めにパネリストの方々に問題提起をお願いする。

泰羅　脳科学の研究成果により、膨大な知見が得られている。また、fMRI、近赤外光脳計測装置（NIRS）などハードの進化に伴い、脳の活動の可視化も可能になっている。しかし、これらの方法で紹介されているデータは膨大な知見のほんの一部であり、また、この研究方法の限界もある。

脳科学の産業への応用も進展しており、脳科学技術自体の応用ではBMIなどが挙げられる。研究者は、脳に関する知見とその研究方法について、正確に開示していく努力も必要だと考えている。

樋口　当社では、「人にやさしい空間づくりに関する研究」をテーマに、人間の心理・生理に基づく執務空間を研究している。従来、オフィスは均質な環境が提供されてきたが、これからは個々の環境に配慮し知的生産性、創造性のパフォーマンス発揮に寄与する必要があると発生し、進行方向とは

猿渡　当社が脳科学に取り組み始めた背景は、化粧品の価値を深く掘り下げて把握する必要があったからである。化粧品の価値は見えにくく、使用感や満足度など感覚的な要素も多い。化粧の複合的な価値をきちんと知り、消費者心理を深く理解するには、言葉では表しきれない価値をとらえる可能性がある脳科学が重要な役割を担っている。

奈須野　脳科学の知見は世界が抱えている問題に対してソリューションを提供する可能性がある。高齢社会において、人間の認知能力、行動力が低下した際に、それを補う機能が脳科学の知見の活用で実現すれば、福祉にも寄与するとともに国際競争力向上にもつながる。

さらに省資源、省エネルギーの分野でも脳科学の知見は可能性を秘めており、産業界で応用するための環境づくりに取り組んでいく所存である。

白石　科学技術政策の方向性において、科学技術がイノベーションにつながることがポイントで、基礎研究からイノベーションに至る。

研究方法の情報開示を

創造性評価との関係追求

福祉や省資源への活用も

泰羅　脳科学の研究成果により、膨大な知見が得られている。また、fMRI、近赤外光脳計測装置（NIRS）などハードの進化に伴い、脳の活動の可視化も可能になっている。しかし、これらの方法で紹介されているデータは膨大な知見のほんの一部であり、また、この研究方

樋口　当社では、「人にやさしい空間づくりに関する研究」をテーマに、人間の心理・生理に基づく執務空間を研究している。従来、オフィスは均質な環境が提供されてきたが、これからは個々の環境に配慮し知的生産性、創造性のパフォーマ

猿渡　当社が脳科学に取り組み始めた背景は、化粧品の価値を深く掘り下げて把握する必要があったからである。化粧品の価値は見えにくく、使用感や満足度など感覚的な要素も多い。化粧の複合的な価値をきち

全体像の明確化が必要

▲白石氏　▼猿渡氏

多分野での研究を総合的に

パネリスト

内閣府総合科学技術会議　議員　**白石　隆**氏
日本大学大学院総合科学研究科　教授　**泰羅　雅登**氏
竹中工務店　技術研究所　建設技術研究部　環境・計画部門　マネージャー　**樋口　祥明**氏
カネボウ化粧品　価値創成研究所　先端技術研究グループ　**猿渡　敬志**氏
経済産業省　産業技術環境局　技術振興課長　**奈須野　太**氏

モデレーター

日経サイエンス　編集長　**中島　林彦**氏

この特集は日経アドネットからもご覧になれます。
http://www.nikkei.co.jp/adnet

経済産業省