



SEMINAR REPORT

脳情報通信が切り拓く未来



株式会社 NTT データ
経営研究所 ニューロノベーションユニット
シニアマネージャー

茨木 拓也 氏

脳情報通信技術の進展 ～進む人工知能(AI)と脳科学の融合～

初めの話題は、脳情報通信技術とは何かという話です(図1)。我々の脳は、頭蓋骨の中に大脳皮質があって、この大脳皮質だけで140~150億個ほどのニューロンがあります。ニューロンは、活動したりお互いのコネクションの強さを変えたりして情報表現をしています。

どのような情報を処理しているかという、例えば、光を見る、音を聞くという感覚の入力であったり、感覚と運動の間に何かしらのパターンを学習するのに必要な記憶であったり、スキルであったりです。そのようなことが脳の中で情報表現がされているのであって、140~150億個ほどのニューロンの活動やコネクションの強さを担っている情報表現を何かしらの方法で補足しようということで、fMRIや脳波などの脳の情報を読み取る計測技術を使って読み取って、今この人は赤色を感じているのだとか、今この人は右に行きたいのだとか、人の脳内の情報処理を読み取ります。この読み取る技術が脳情報通信技術の軸となるものです。

一旦脳の情報表現が理解できると、色々うれしいことがあります(図2)。1つは、ある脳の状態と因果関係で示された脳の有り様があるなら、それに向かって外部から刺激してコントロールすることができます。本日の講演前半では、アルファ波の周波数を変えとか、電気や磁気で刺激するとか、ニューロフィードバックのような刺激をしなくても、トレーニングできるとかのお話を天野氏がされました。緑色がブルブルする速度が変わるとか、グレーなのに赤色に見えるとか、意識が変えられるとかの話です。

私の話は、脳情報通信と呼ばれる分野が社会にどのように役に立っていくかご紹介したいと思います。

私自身は、脳科学を産業に役立てることなど全く興味がなくて、基礎研究者として生きていきたいと思っていました。たまたま自分の所属していた研究室がなくなるという事件が起きて、拾ってもらったのが今の会社で、それ以来、色々な企業の研究開発のお手伝いをさせていただいております。

脳科学の基礎研究領域ですばらしいシー

ズをお持ちの技術者や研究者の方々を見つけてきて、研究成果を社会に役立てること、発掘して企業に提案をしていくことに従事しています。また、産学連携のコーディネーター、関連した事業を自分自身で立ち上げることも行っています。

脳科学はまだマイナーな産業で、つらいことも多いのですが、意外と役に立つものだという事をお話するのも私の仕事だと思って、今日は演習も取り入れてお話ししたいと思います。

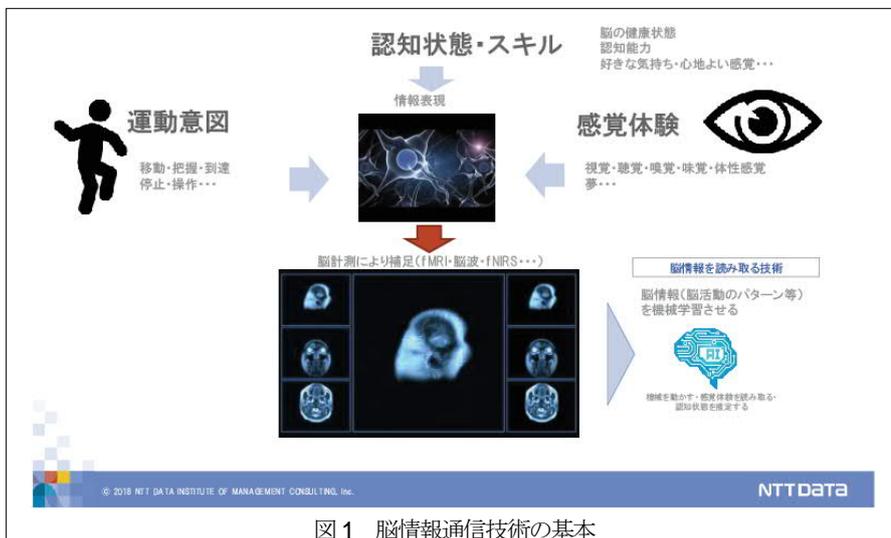


図1 脳情報通信技術の基本

応用分野としては、例えば、脳卒中後に腕の運動野のつながりが悪くなった患者がよくなるとか、何かしらスキルが上がっていくとか、そのようなこともできるようになってきます。

他の要素としては、脳情報処理のシミュレーション技術です。人間の脳はとてもコストエフェクティブで、わずかなカロリーでそこそこ知的な処理をしてくれます。脳の情報処理の様式がわかれば、それをモデルとしてコンピュータ上に実装できます。例えば、視覚認識です。「これは犬なのか猫なのか？」を分類したり学習したりするのは、すごくパフォーマンスがよくて、AIのような知的な情報処理モデルが実現できると思います。

脳情報通信技術を構成しているのは、主に読み取る技術であって、センシングの領域となります(図3)。侵襲型と呼ばれる体にダメージを負わせるようなやり方は、主に患者向けの方法であって、非侵襲型と呼ばれる脳波や fMRI などは、主に健常者を対象にした方法となります。

読み取り技術は、読み取った生データを何かしら信号処理したり機械学習させたりして、情報に意味を与えとか、それをさらに伝送、コミュニケーションすることで、機械や人に伝えていくとか、そのようなやり取りができるようになります。書き込み技術は、侵襲型、非侵襲型、ニューロフィ

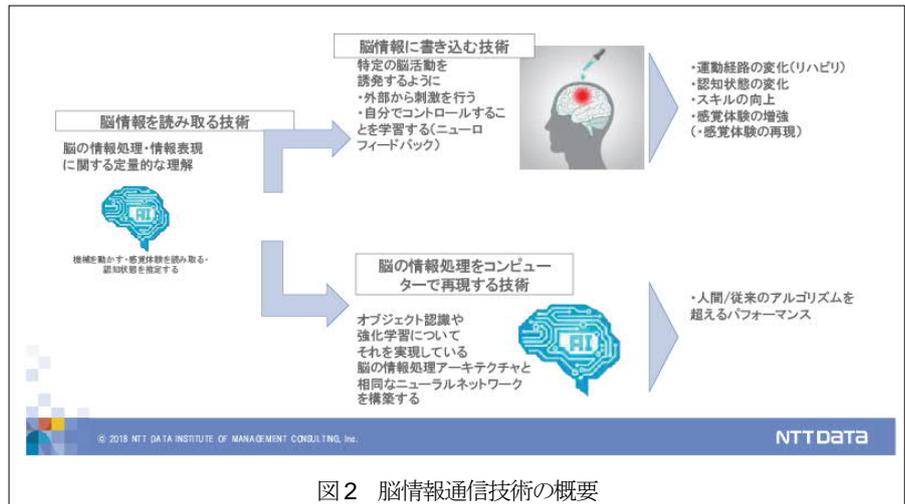


図2 脳情報通信技術の概要

ードバックがありますが、色々な方法で何かしら脳の状態を定義したものに近づけていくように介入していきます。

脳情報の読み取り、書き込み技術の応用例を図4にまとめました。このような技術が最初に進展していくのは、いわゆる臨床応用、病院で取り入れられるような技術が多いです。

読み取る技術に関しては、1つは運動機能の代替です。脳卒中で体が動かせなくなったら、その替わりをさせるといいます。例えば、手を動かしたければ、ロボットアームが動いてくれる。脳を読み取ってアームを動かすブレイン・マシン・インターフェースと呼ばれる運動の代替技術です。

もう1つは、運動機能の回復です。これはロボットで置き換えるのではなく、脳卒中で少し麻痺が残ってしまった患者が、筋肉をより動かせるようにリハビリテーションを促進するために、脳の活動と筋肉の活動のつながりを強くするような技術応用が進んでいます。

一般応用は、1つは人間の感覚体験です。何か製品とかサービスとかコンテンツとかを使っているとき、センサーを通して脳に何かしら情報表現が示されています。人間の体験なので意識で聞いても当てにならないので、そのような情報を読み取るというものです。もう1つは、インターフェースに使う。例えば、脳の状態が一杯一杯だった



図3 脳情報通信技術についてのまとめ (RW)

ら、自動運転からの切り替えを止める。脳の状態に基づいて、車だったり機械だったりを変えていく。そのようなインターフェースに使われていくと思っています。

書き込む技術に関しては、臨床で一番応用がうまくいっているのは感覚代替です。生まれつき耳が聞こえない子供が10歳ぐらいまでに人工内耳をつけると、音が少し聞こえるようになります。また、脳機能調整とあって、有名などころでは、脳のドーパミンニューロンが欠落して運動ができなくなっていくパーキンソン病の患者に、運動機能を回復するために脳の視床下核に深い電極を埋め込んで電気刺激をすとか、脳の情報処理に何らかの異常をきたしている鬱病の患者に、適切な方向に電気刺激・磁気刺激して治そうとする技術とかが挙げられます。米国では保険適用になっています。

一般用途は、脳機能のトレーニングです。ある理想的な脳の情報が定義できたなら、それに向けて自分でトレーニングして、身につけたかったスキルを身につけようというものです。このようなことができるようになっていくのが応用だと思っています。

続いて具体的に事例を見ていきましょう。図5は、運動意図を読み取る技術です。左の写真の人は、病気で首から下が全く動かなくなった人で、飲み物を取って、口に運んで飲みたいのです。運動野とか頭頂葉とか呼ばれているところで情報表現されているのですが、そのニューロンの活動を読み取って、関節が幾つもあるロボットアームで飲み物を取って、口に運ぶ情報を読み取れるまでのレベルになっています。

図6は、感覚体験です。感覚にも色々あって、おもしろいところでは夢です。夢は、寝ている間に目からも耳からも入力はないのに、頭の中で勝手に感覚体験をしているものです。脳の活動をfMRIで撮れば、夢の中身が解読できることが日本の研究者によって明らかにされています。他には、起きているときに見ている動画や脳からの再構成するもので、自分の意識の中で何を感じているかを再構成する技術です。これも日本の研究者によって明らかにされています。

最近、脳を読み取ることができて、それを伝送することができて、さらに書き込む技術と組み合わせることで、Brain-to-brain Interfaceの実現に近づいてきています。

図7は、少々古い事例ですが、遠く離れたところにいるAさんが右手を動かしたいと思うと、左の運動野で脳波が少し変わり、それをキャッチして、インターネットを介



図4 脳情報通信技術の臨床・一般領域における応用の実績・展望

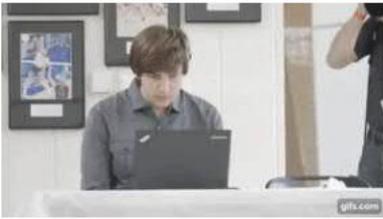
応用例(臨床):
麻痺患者のロボットアーム操作



頭頂葉に埋め込んだ電極で運動意図を読み取り、ロボットアームを操作して飲み物が飲めるように

<http://www.youtube.com/watch?v=57Fzj0u0>
Alfaro, F., Kellis, S., Klies, C., Lee, B., Shi, Y., Poles, K., ... & Richard, A. (2015). Decoding motor imagery from the posterior parietal cortex of a tetraplegic human. *Science*, 349(623), 1-5.

応用例(一般):
脳波でコントロールしたドローン・レース

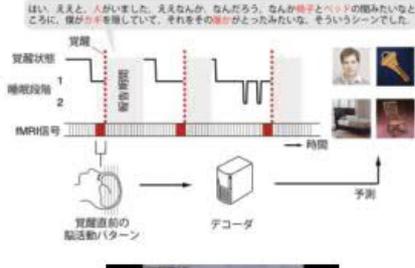


BCX brain-computer interface)のソフトウェアを利用してドローンを操作 世界初脳波でコントロールするドローンレースが開催 (2016年4月フロンタ大学)

<http://front.hokum/2016/04/25/dronego-brain-power-race/>

図5 運動意図の解読と機械との接続: Brain Machine Interfaceの最新線

睡眠中に見ている「夢」の内容や、実際にどんなものを見ているかを脳の視覚野などからの情報を基に、解読・再構成が可能になっている。



睡眠中の脳活動 (fMRI) を検出し、それをコンピュータで処理し、再構成された映像を生成する。

<https://www.youtube.com/watch?v=57Fzj0u0>
Hoshida, T., Tanaka, M., Miyawaki, Y., & Kamnitsi, Y. (2013). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, 340(6132), 639-642.

今日の研究の概略図

- 1 協力者に映像を見てもらい脳活動を記録
- 2 協力者の脳活動記録に合わせてコンピュータが映像を再構成



<https://www.youtube.com/watch?v=57Fzj0u0>
Shreef, H., An, T., Wu, T., Thomas, M., et al. (2011). Neural decoding of visual imagery during sleep. *Science*, 340(6132), 639-642.

図6 感覚体験の解読と再構成: 脳情報解読技術の進展 (夢の内容・再構成可能)

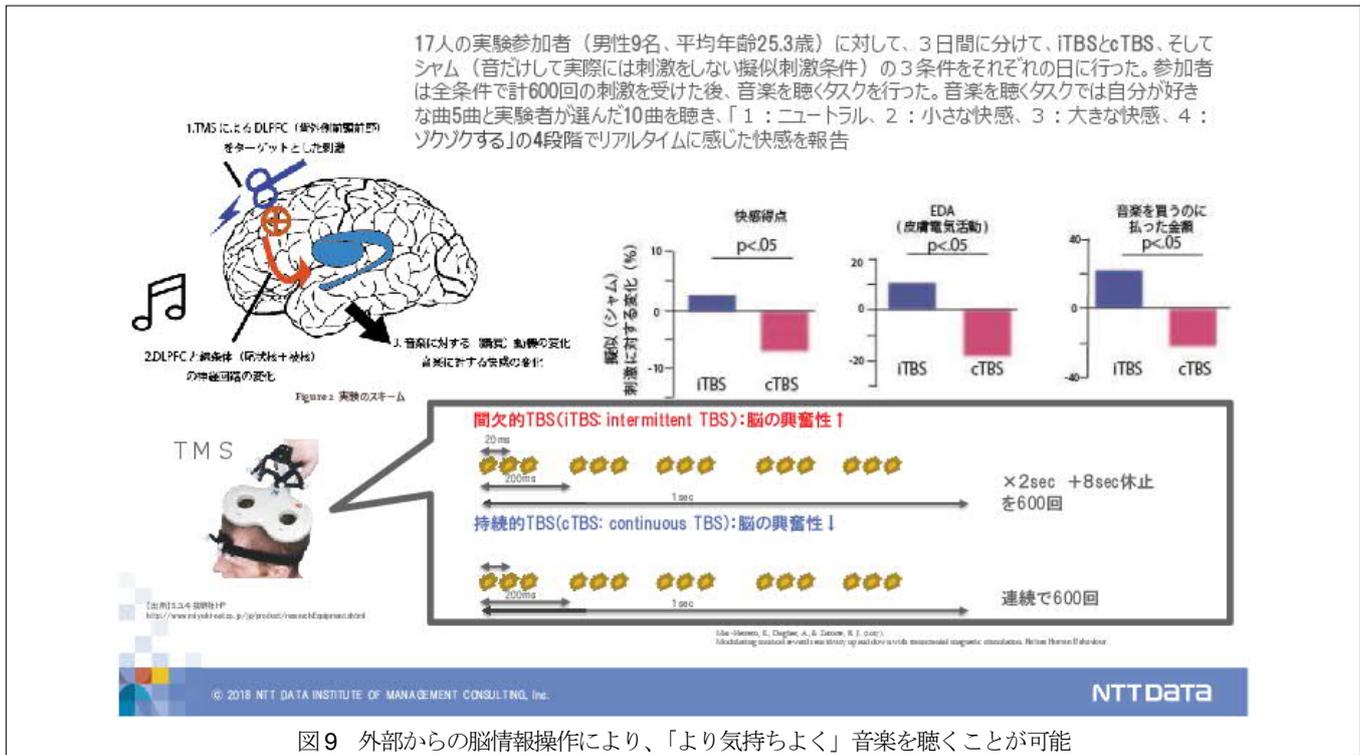


図9 外部からの脳情報操作により、「より気持ちよく」音楽を聴くことが可能

きと思うのは、帯状皮質で何かしらの脳活動パターンとして表現されて、そのパターンを変えることで好みも変えられるということです (図10)。

脳のシミュレーションに関して言うなら、ディープラーニングに代表される人工知能アルゴリズムは、脳の知覚処理に基づいているのであって、今後ますます発展していくのだろうと言われています (図11)。

古典的なところでは、5年前にMITの研究者から出された研究によると、人間の視覚野の処理を真似た多層ニューラルネットワークを構成すると、画像認識パフォーマンスがとてつもなくよくなって、しかも、人工のニューロン活動が猿の視覚野の脳活動に相当するレベルにまで達しています。どうやら、生物学的妥当性のあるAIアーキテクチャは、とてもパフォーマンスがよさそうです (図12)。

図13は、グーグルのディープマインドグループが目指してきたものです。1つ目の事例は空間定義です。例えば、自分はここにいると認知するときには、人間のGPSのような機能は、嗅内皮質 (Entorhinal cortex) というところに格子細胞 (Grid cell) が存在していて、この場所にいるときだけ活動するニューロンで処理されています。そのような処理のアーキテクチャを組んでみると、本当に格子細胞のような細胞が人工的につくり出せて、この人工のニューラルネットワークに迷路を解かせる、迷路を解くのが得意な達人よりパフォーマンス

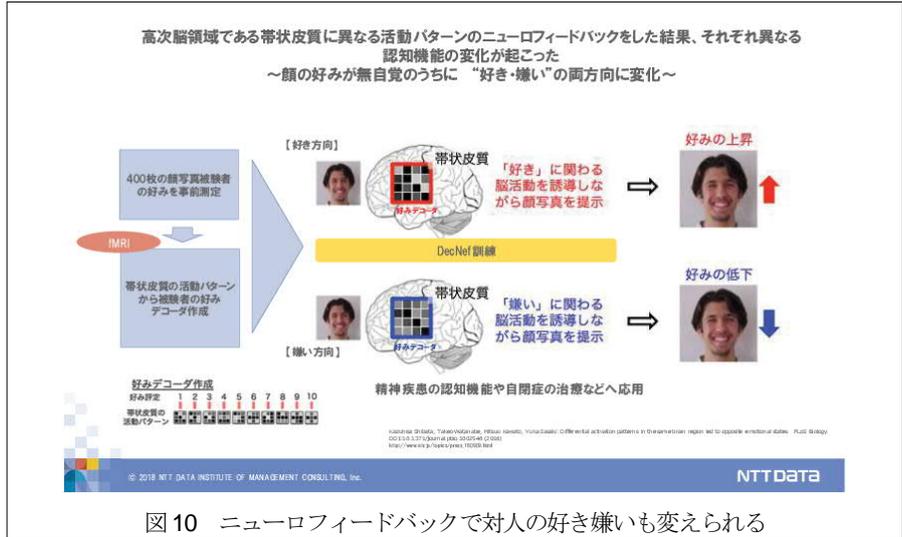


図10 ニューロフィードバックで対人の好き嫌いも変えられる

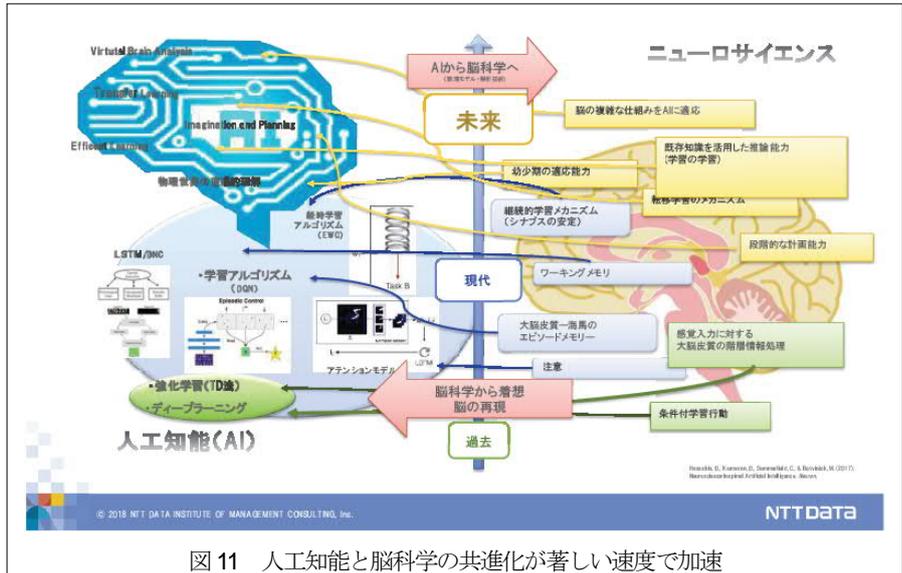


図11 人工知能と脳科学の共進化が著しい速度で加速

が凄くよくなりました。

2 つ目の事例は、強化学習 (Reinforcement learning) です。A と B の選択肢を選ばせて、A を押すと 80% 儲かるが、B を押すと 20% しか儲けられないので、だんだんと学習しながら A をたくさん選んでいくというものです。そのような役割を担う前頭前野と大脳基底核の回路を真似たアーキテクチャで学習させてみたら、この人工のネットワークも fMRI で捉えられたような人間の情報処理とすごく近い処理をしました。具体的に言うなら、80% 儲かっていたときに急に 20% に落ちると、人間はヤバイと思います。いわゆる Volatility が上がって学習率を変えないといけない状況です。このとき、自動的に学習するような Meta reinforcement learning と呼ばれているアーキテクチャが形成されて、これに処理を飛ばしてみたら、過去のアルゴリズムよりはるかに精度がよくて、最も儲かったということです。やはり、生物に近い神経系を持つアーキテクチャは、生物と似たような情報処理様式を持ち合わせていて、そのパフォーマンスはとても高いということです。

脳情報通信技術など口にする、まだまだ先の話かと思われてしまいそうですが、海外では、以外と実装技術が進んでいます。イーロン・マスクなど本気でテレパシーをつくらんと言っている人もいて、侵襲型で、頭蓋骨を開いて電極を埋め込むようなことを考えているようです。他には、非侵襲型で、光を使って何も組織にダメージを与えることなく意図を読み取り、1 分間に 100

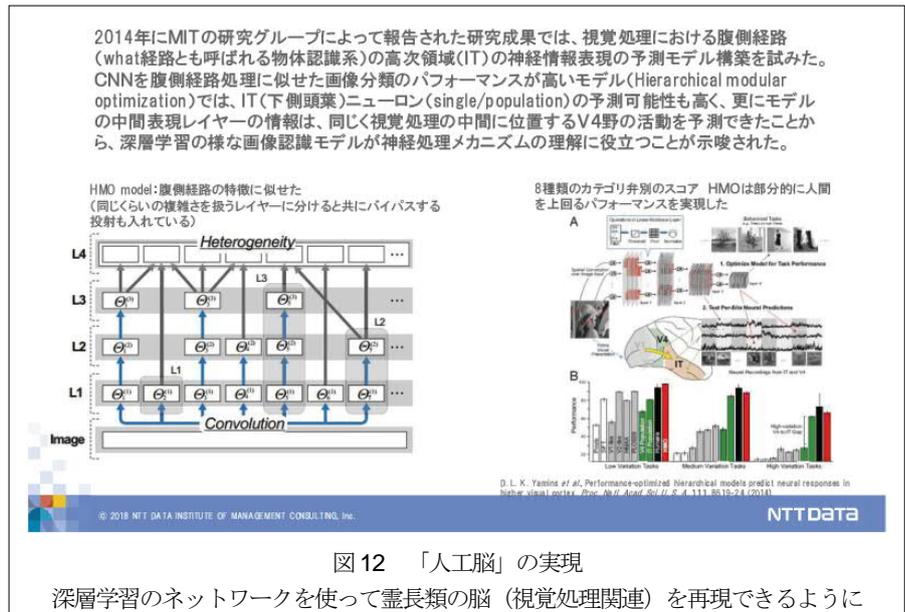


図 12 「人工脳」の実現
深層学習のネットワークを使って霊長類の脳 (視覚処理関連) を再現できるように

語ぐらい入力できないかとか、指で入力するのではなく脳でやろうぜみたいな感じで、脳情報通信を本気で取り組んでいる人もいます。国内では、脳情報通信に取り組んでいるのは、残念ながら NTT データグループぐらいしかなさそうで、ラボをつくって色々取り組んでいます。図 14 は事業関連の紹介で、脳関連のスタートアップ企業は、医療・ヘルスケアが多くて、能力開発やその他マーケティングが続いています。

Neuroelectrics社は、脳波を測りながら、かつ、特定の場所に電極を刺して刺激することもできる装置を医療・研究目的で販売しています。昔は脳波を測れるだけ、刺激

できるだけでしたが、今は測ってすぐに刺激することができます。こうすることで、例えば、てんかんの予兆を検知して、発作を抑えるような刺激を与えることができるようになります。

スイス連邦工科大学ローザンヌ校のスピンオフ企業 SensArs社は、神経機能代替デバイスを開発しています。事故で四肢を失った人は、幻肢痛に苦しめられたり、義肢をうまく使えなかったりという問題をかかえています。義肢の先端にセンサーをつけて、地面をどのぐらいの踏力で踏んだのかを末端の筋肉や神経接合部に電気信号を伝えることで、本当に自分の足のように動かせるというものです。いささかサイボーグみたいなイメージですが、事業として進

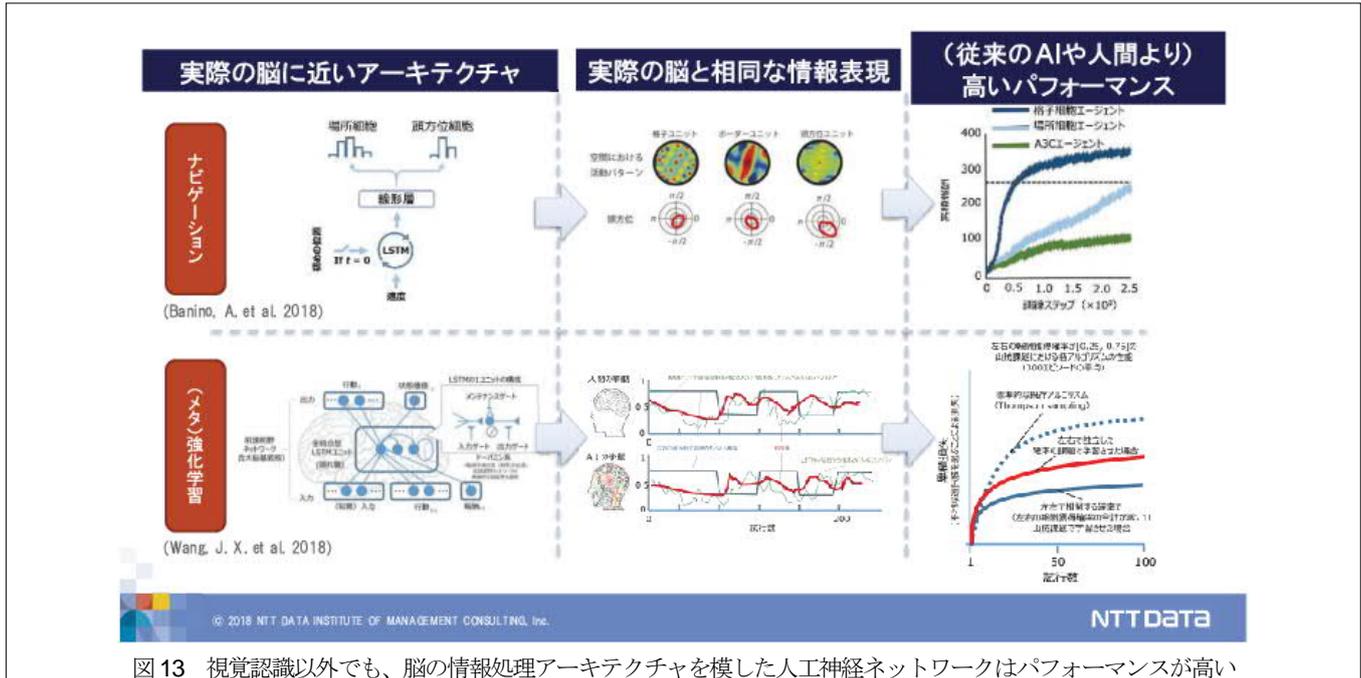


図 13 視覚認識以外でも、脳の情報処理アーキテクチャを模した人工神経ネットワークはパフォーマンスが高い

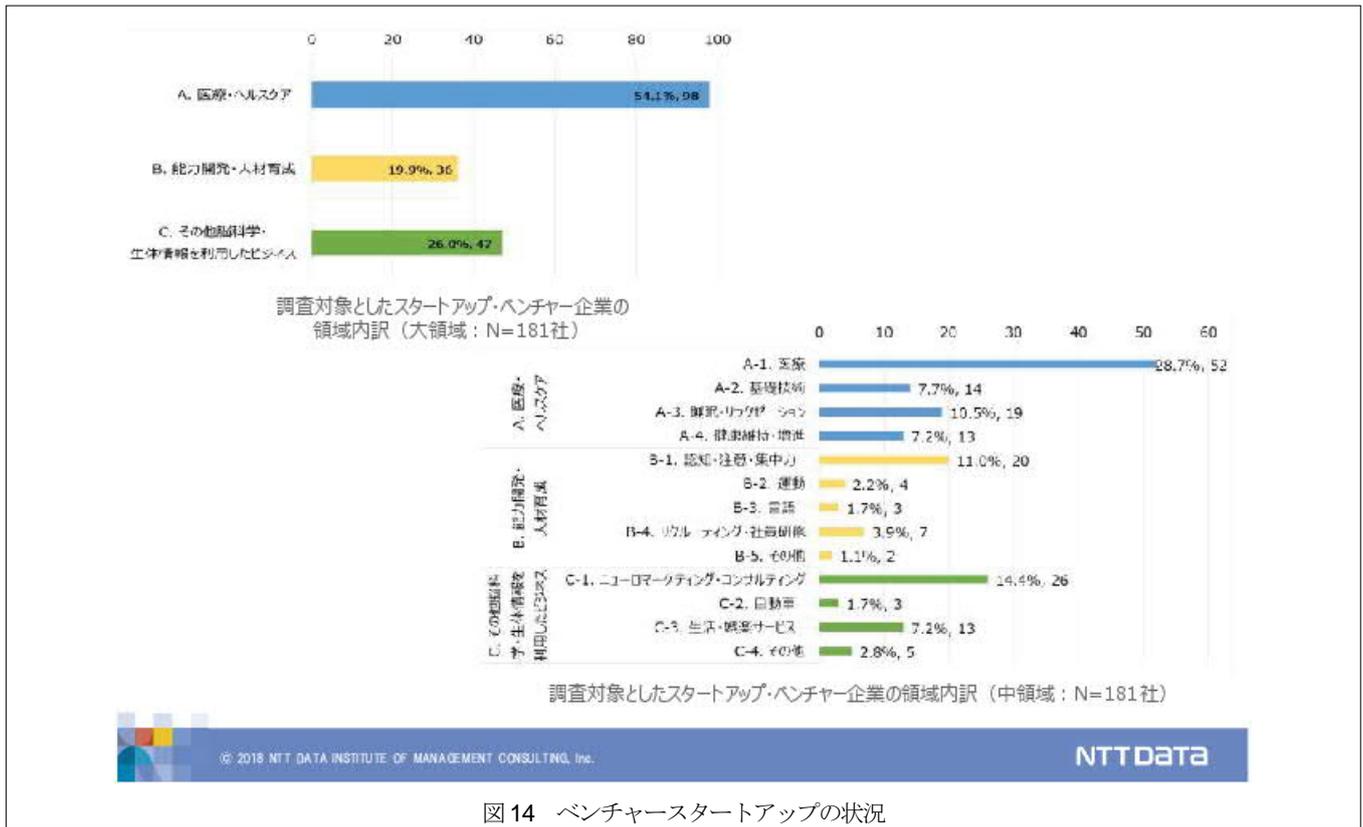


図 14 ベンチャースタートアップの状況

めています。

同じくローザンヌ校のスピノフ企業 MindMaze 社は、VR を使ったリハビリテーションシステムに取り組んでいて、脳卒中で手足に麻痺が残った人に VR 機器を取り付けてもらって、手を動かしたいと思うと手が動くようなことを体験させて、リハビリを促進しようという試みが注目されています。

脳情報通信技術のマーケティングへ適用

後半は、脳情報通信の応用として、私自身が手掛けているマーケティング分野の適用の話をしていただきたいと思います。

マーケティングは、科学とは遠く離れた分野なのですが、科学的なアプローチが最も有効な手段であると考えられています。Amazon や Booking.com などは、オンライン上で科学的な実験を行っています。実験群と比較するための統計群を置いて、これらに差があるのかどうかを見て、効果があるようなら採用するというプロセスです。例えば、クレジットカードのオファーをどの画面上で出すとか、マイクロソフトの Bing 検索サービスで明るさを変えるとかがです。Bing 検索結果のタイトルの青い文字のカラーコードを 0033cc から 0044cc に微妙に暗くただけで、なぜか広告のクリッ

ク率が少し上がって、年間 8,000 万ドルほど売り上げが伸びました。これぐらいの明るさの変化は人間に知覚できないから嘘だろうということ、100 万人対 100 万人の実験群と統計群で実験してみたら、確かにクリック率が上がったという報告がされています。

もっとも、ウェブ上で色々な仮説テストはできますが、動画分野の広告にはなかなか難しいところがあります。たくさんの仮説を立てて検証しまくれば、どれが一番売り上げを増やせるかはわかりそうですが、テストをするための金や時間などないです。被験者集めて予備調査するには金がかかるし、テストを何パターンも繰り返していたのでは、膨大な時間を費やして全然間に合わないということになります。

さらに、ビジネスの世界、特にマーケティングの世界では、求められることが意外と多いのです。

1 つ目は再現性です。1 回だけうまくいっても、それ以外でうまくいかなかったら、そのようなものにクライアントは金を払ってくれないです。再現性がないからです。

2 つ目は因果と相関の分離です。これは、ビジネスの世界ではすごく大事です。例えば、広告の世界では、猫を出したら CM の好感度が上がると言われても、ただの相関かもしれない、本当にそれが因果だとしたら、何もなくて猫を出しても本当

に結果が変わるのかどうかをしてみる必要があります。それから、因果の証明の仕方としては弱いのですが、膨大な仮説の候補を挙げて、それらの仮説の中で一番相関するものが最も因果に近いのではないかと断言するのかもしれませんが、どちらにしても、因果がわからないことには、クライアントは投資してくれません。

3 つ目は、抽象的な概念を扱う場合、その意義とか客観性を定義する必要があります。最近の流行りの話では、脳波で興味がわかるとか、表情認識で笑顔になっているとかです。これはこれで立派なソリューションなのですが、「それでどうなの？」という話になります。何で興味を持っていると言えるのか、笑顔になっているからどんな意味があるのか、機能的な意義がないと全く役に立たないです。基礎研究の世界では、天野氏の講演にあったような「グレーなものを見て赤色だと思う」という判断があったとしても、行動が伴っていないと科学的な知見とはならないです。ビジネスの世界では、何か広告を打っても、モノを買う人が増えないと意味がないです。笑顔とか興味とかは別にどうでもよいことで、最終的に行動を伴っているかどうかです。

4 つ目は、課題解決に至るかどうかです。猫が出ているシーンを見て脳波のアルファ波が増えているといっても、結局のところ、今後何をすれば目的に近づけるのかという

ところまで話を進めていかないと意味がないです。ニューロベンチャーの人たちの話は、脳波が出ています、興味がわきます、といった類のものが多いので、気を付けないといけないです。

図 15 は、我々のアプローチを示したものです。動画の広告は、網膜と鼓膜から入力があって、脳で感覚処理がされて、価値の表象であったり記憶になったりして、最終的には検討の段階で見たから買おうという筋肉の運動に変換されます。これらの処理は全て脳で行われていることであって、それを何かしらモデリングすることができたなら、役に立つのではないかと考えたものです。

そこで、脳情報通信融合研究センター (CiNet) と研究・事業化を進めて行ったのですが、彼らの元々の研究は、動画を見ているときの脳活動から、その人が見ている内容を当てるといえるものです。その技術を発展させて、脳活動から何か意味的な情報を解釈することを目指しました。

fMRI で 1 秒おきに 4 万ボクセルほどの大脳皮質の脳活動を測って、ボクセルの活動パターンから、その人がどのようなことを感じているのか、過去の学習データに基づいて 1 秒おきに解釈しました。これは見ている人の脳の知覚内容となっています。

広告動画のクリエイティブなど主観評価でしかなかったのが、目と耳から入ってきた情報が脳の中でどのように表現されるのか、定量的に数値化できるようになりました。数値化できたことで、行動との紐づけができるようになりました。

ただし、この方法には欠点があって、fMRI 計測は費用がかかみます。そこで、我々の取ったアプローチは、1 人当たり 3 日間ほどかけて大量に動画を見てもらって、被験者の脳活動を 60~70 人分ぐらい集めました。エンコードモデルと呼ばれているもので、動画に含まれているピクセル情報や音の周波数情報を基に、動画を見た人の脳活動を予測するモデルを作りました。これは、fMRI で測らなくても脳活動をシミュレーションできる技術です (図 16)。

どうして脳活動情報が役に立つのかというと、去年出された論文によると、犬なのか、動物なのか、それ以外なのかといったような画像分類をさせるとき、普通の機械学習に加えて、画像を見ているときの脳活動から動物らしい脳活動が起きたかどうかを教師データとして与えて学習させることで、古典的な HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を使った学習に比べると

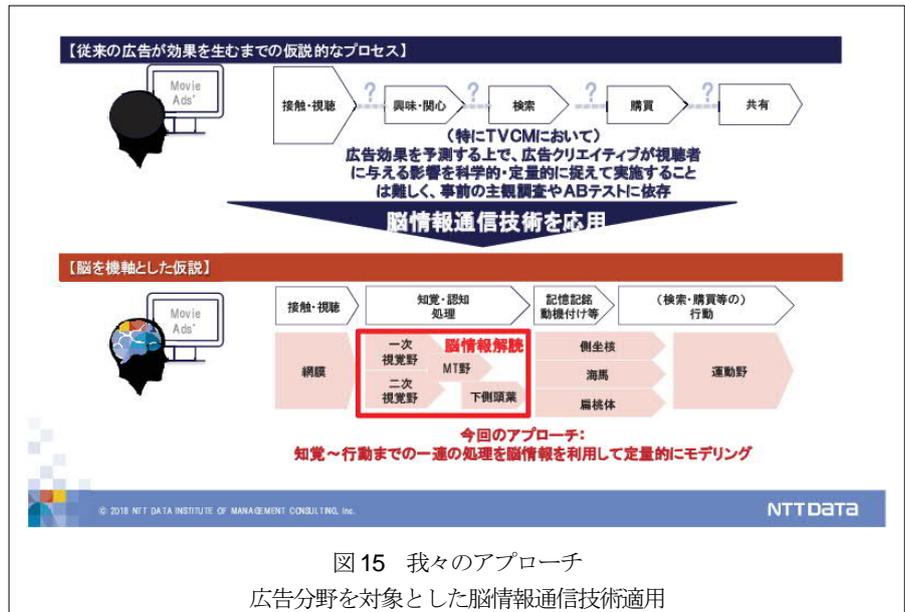


図 15 我々のアプローチ
広告分野を対象とした脳情報通信技術適用

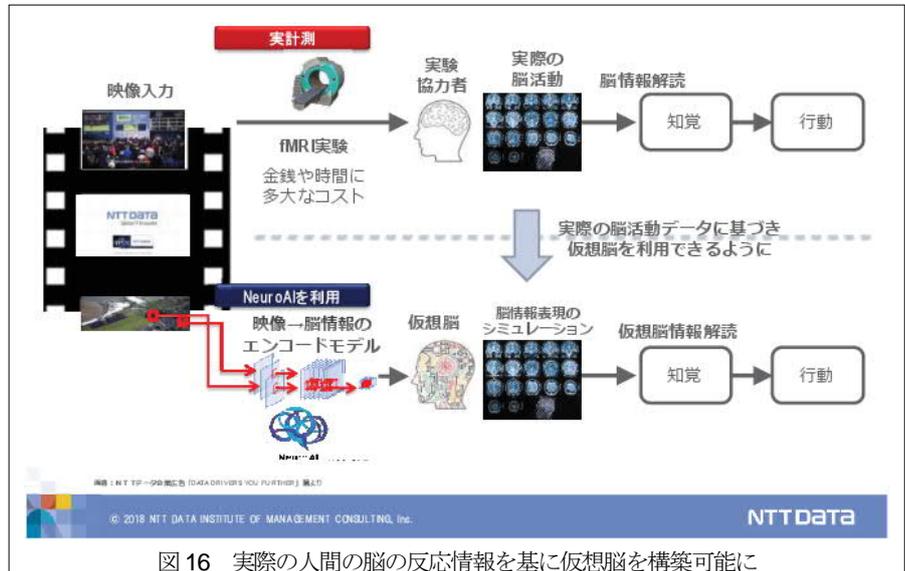


図 16 実際の人間の脳の反応情報を基に仮想脳を構築可能に

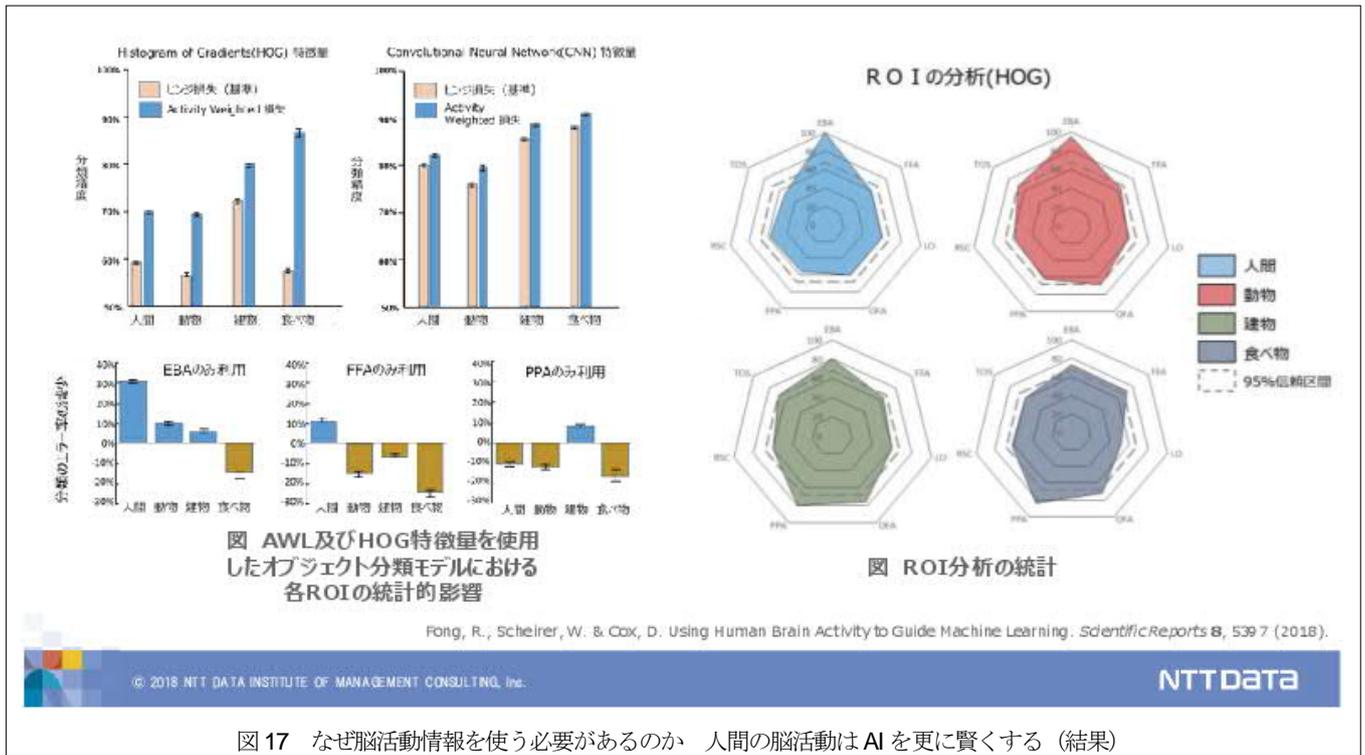
精度がかなり向上します。ディープラーニングと呼ばれている畳み込みニューラルネットワークは、元々性能はよいのですが、人間の脳活動も使うことでさらに精度が上がります。図 17 の棒グラフのピンク色が HOG または人工知能だけ、青色がそれに脳活動を加えた分類精度です。しかも、例えば人間の顔情報なら、それを処理する脳情報を使うとより精度が上がるというように、結構ドメイン指向なところもあって、生身の人間が世界をどのように表象しているかという情報は、機械学習のモデルにも有益なようです。

何があるがたいかということ、これで仮想的な脳が作れます。仮想的な脳は疲れませんが、謝礼を払わなくても済むし、たくさん動画を見て、どのような脳表現をして、どのぐらいモノを買うのかといった仮想モデルが作れるので、膨大なシミュレーション

ができるようになります (図 18)。AB テストのような金と時間がかかっていたものが、膨大な候補を仮想脳に処理させて選べるようになります。

その他のドメインにおける脳情報通信技術事業開発事例

同じく、CiNet が主体の研究です。日本人は英語の L と R の発音が聞き取れません。しかし、脳波を見てみると、「right」、「right」、「right」と続けているときに、たまに「light」と入ると、「おや、ちょっと違うぞ！」みたいな信号が出ています。日本人の意識ではわからないのですが、脳波には微妙に違いが出ています。その脳波の違いを可視化して緑色の丸の大きさとして表現してあげると、被験者は色々と工夫しながら丸を大きくしようと努力します。このトレーニング



Fong, R., Scheirer, W. & Cox, D. Using Human Brain Activity to Guide Machine Learning. *Scientific Reports* 8, 5397 (2018).

© 2018 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

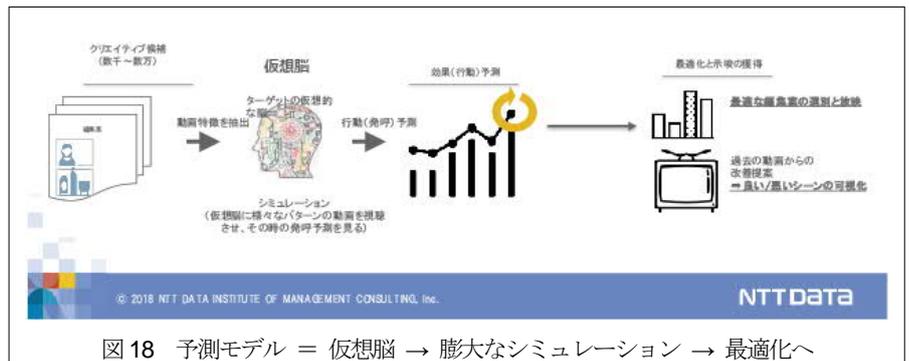
NTT DATA

図 17 なぜ脳活動情報を使う必要があるのか 人間の脳活動はAIを更に賢くする (結果)

グを1日20~30分、3~4日ぐらい続けると、不思議なことにLとRが聞き取れるようになります。今までCiNetと当社と当社のグループ会社でニューロフィードバックを使った教育事業の研究開発を続けてきて、2019年4月から本格的にトライアル事業として展開しています。もっとも、緑色の丸が大きくなるだけでは不出来で、事業化にはもっとかっこよく見せないとイケないです。つぼみの花が開くみたいになると、けっこう楽しみながら自分の脳波を変えられるようになるのではないのでしょうか。

さらには、「RとLがわかっただけで、英語が喋られると思うな！」というすごい批判にさらされて、他の子音を対象にしたり、発音を良くしようと発音を分析する会社と組んだりして、ニューロフィードバックを使ってトータルリスニング&スピーキング力の向上を目指した事業を展開しています(図19)。ご興味がありましたら、ぜひ被験者として申し込んでいただくとありがたいです。ニューロフィードバックの体験がこの4月からできるようになっています。

本日は、時間がなくて語り尽くせなかったですが、私はこのような仕事に従事しております。すばらしい基礎研究をシーズとして、何か社会に役立てられないかと「応用脳科学コンソーシアム(<https://www.nttdata-strategy.com/can/>)」なる活動にも取り組んでいます。皆様方には、脳科学の研究はここまで進んでいるという情報を自社に持ち帰っていただいて、



© 2018 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

事業化や共同研究の何かのきっかけ作りをしていただけるとありがたいです。また、今日お話ししたような脳情報通信の研究や応用が世界ではどこまで進んでいるのか調査したレポートが出ているので、よろしかったらお問い合わせください。

まとめ

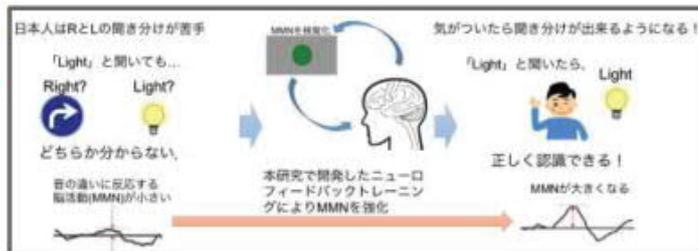
私は念願かなって脳科学の仕事をしてきたのですが、University College London (UCL)にも我々と同じような考えの、脳科学は万能ではないかと考えている人達がいて、英国でも結構話題になっています。怪しげなベンチャー企業も多くて、正しいニューロサイエンスの社会応用を考える国際カンファレンスを一緒にやらないかという話を彼らと去年あたりから始めて、頑張ってグラント応募したら、情報通信研究機構(NICT)がファンディングしてくれて開催が決まりました。世界で初めての、基礎

科学を正しく社会に応用するための学会というのを2019年9月26~28日まで横浜で開催します。そこはマーケティングフェアが中心となりそうですが、第一線級のニューロエコノミクスとか、人間のバリューベースデジジョンメイキング(価値に基づく意思決定)をする研究者とか、Amazon Audibleのビジネスマンとかを呼んで、国内の企業人も集めて、国際的なディスカッションの場にしたいと思っています。また、倫理面の問題も色々出てくると思いますので、日本と英国が主導して、世界におけるニューロサイエンスの応用に役立てていきたいと思っています。皆様方には情報ウオッチしていただけたら幸いです。

今回ご紹介した話は、CiNetの先生方や当社の事業メンバーのお力添えがあつてのことです。また、学会に関しては、UCLや資生堂に大変お世話になりました。

私の講演は以上です。ありがとうございました。

JSOL社とNTTデータ経営研究所が2017年10月に、NICT・阪大と共同ニューロフィードバック技術を応用した英語教育ソリューション開発の実用化に着手。



<https://www.nict.go.jp/press/2017/06/15-1.html>

ビジネスユースを想定した
実証実験を実施中

© 2018 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

図 19 マーケティング分野以外での事業開発 (ニューロフィードバックによる英語教育)

本講演録は、平成 31 年 3 月 8 日に開催された SCAT 主催「第 104 回テレコム技術情報セミナー」のテーマ、「脳情報通信」の講演内容です。
*掲載の記事・写真・イラストなど、すべてのコンテンツの無断複写・転載・公衆送信等を禁じます。