KANSAI INSTITUTE OF INFORMATION SYSTEMS

VANSAIUNS TITLE OF INFORMATION SYSTEMS

Kri5

vol. 162 2021

特集:コロナ禍を受けたDXの現状と、

企業変革の方向性(DXレポート2の概要)

| Kii5 Vol.162

ごあいさつ

一般財団法人関西情報センター 会長 森下 俊三	1
、 特集:コロナ禍を受けた DX の現状と、企業変革の方向性	
り来・ココン同じ文がたられるのに、正木文子のからに	
経済産業省 商務情報政策局 情報技術利用促進課長 兼	
同局ソフトウェア・情報サービス戦略室長 田辺 雄史	2
インフォテック 2020 の実施報告	
「デジタルインテリジェンスの未来」	
~脳情報× Al ×ロボット×量子コンピュータが創る	
ハピネスドリブンの世界~	9
賛助会員企業のご紹介	
阪神高速道路株式会社	28
株式会社 イマイチ	31

ごあいさつ



一般財団法人関西情報センター 会長 森下 俊 三

賛助会員の皆さま方をはじめ関係の皆さまには、平素から弊財団の活動に格別のご高配を賜り厚く 御礼申し上げます。

さて、2021年は我が国の多くの分野でデジタルトランスフォーメーション(DX)への取り組みが本格化する年になりそうです。ここ数年における、ビッグデータ、AI、ロボット、自動運転、VR/XR、5Gといった技術の発展は目覚ましく、かつ社会実装が早いテンポで行われてきました。特にIoT技術を用いた産業構造の変革は第4次産業革命と呼ばれています。この動きは、産業分野のみならず、社会経済活動全般にデジタル化が進展するとともに、構造変革をもたらすデジタルトランスフォーメーションへと発展してきました。

今回の新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、企業ではテレワーク、大学ではオンライン講義、 医療ではオンライン診療、通販や宅配サービス等、リモートワークが否応なしに普及しました。ウイズ コロナ、アフターコロナを展望しますと、このリモートワークはデジタルトランスフォーメーション の導入と相まって社会基盤となり、いわゆるリモート社会(リモートワールド)の時代になると予想 されます。

こうした変革が進む中で、企業の経営者や行政・自治体関係者の方々にとってアフターコロナの 時代にリモート社会はどのようになるのか、デジタルトランスフォーメーションによって社会生活や 産業構造がどのように変化していくのか、技術はどのように発展していくのか、自分の会社或いは 行政・自治体はデジタルトランスフォーメーションにどのように取り組めば良いのか、どのように 舵取りしていけば良いのか、といった大変難しい課題に取り組んでいくことになると思います。

そうした中で、関西情報センターは「公益的・中立的」な立場のシンクタンクとして、また、皆さまにとっての「知恵袋」として、これらの課題を先取りした取り組みを行い、皆さまのお役に立てるよう、未来社会への橋渡しの役目を果たして参りたいと考えておりますので、一層のご支援、お引立てを賜りますようお願い申し上げます。

コロナ禍を受けたDXの現状と、企業変革の方向性 (DXレポート2の概要)

経済産業省 商務情報政策局 情報技術利用促進課長 兼 同局ソフトウェア・情報サービス戦略室長 田辺 雄史

1. DXの現状認識と

コロナ禍によって表出したDXの本質

DXレポートからの政策展開

経済産業省は、2018年に「DXレポート」を公表し、企業のDXの推進に取り組んできた。DXレポートでは、老朽化・複雑化・ブラックボックス化した既存システムがDXを本格的に推進する際の障壁とな

ることに対して、"2025年の崖"という見出しをもって警鐘を鳴らすとともに、2025年までにデジタル企業への変革を完了させることを目指し、レガシーシステム問題を解決し、計画的にDXを進めるよう促してきた。

その後、経済産業省においては、企業におけるDX 推進を後押しすべく、企業内面への働きかけ(DX 推進指標による自己診断の促進やベンチマークの提

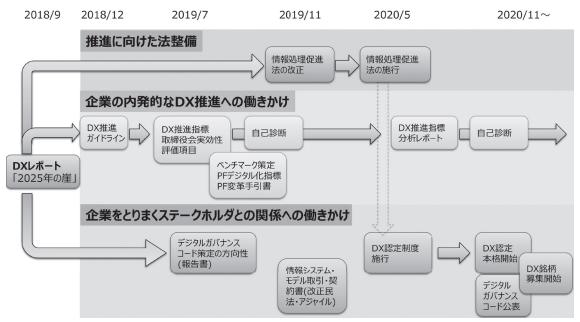


図 1. DX レポート以降の政策展開

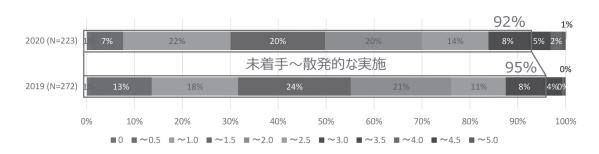
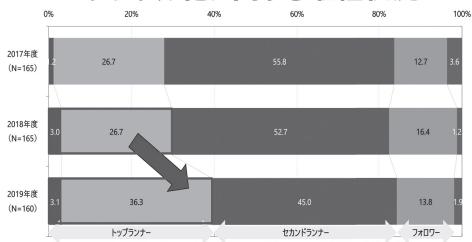


図 2. DX 推進指標自己診断結果

デジタル化に関する取組状況

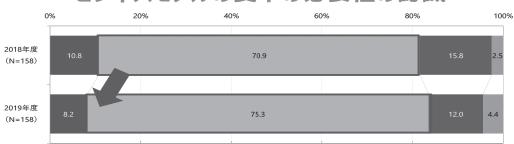


取組状況により「トップランナー」「セカンドランナー」「フォロワー」に分類し、傾向を分析

■他社と比べて、かなり進んでいる ■他社と比べて、ある程度、進んでいる■他社と比べて、あまり進んでいない

■他社と比べて、かなり遅れている ■判断できない、分からない

ビジネスモデルの変革の必要性の認識



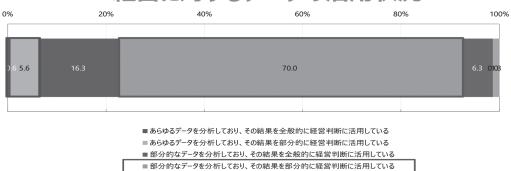
■既存ビジネスにおいて、サービス開発や業務効率化などデジタル化を推進するが、ビジネスモデル自体はこれからもあまり変わらない

■現在のビジネスモデルを継続しつつ、新しいビジネスモデルも開拓する必要がある

■現在のビジネスモデルを抜本的に変革する必要がある(顧客チャネル/サプライチェーンの改革など)

■ 現在のビジネスに拘らず、全く異なる新しいビジネスを創造する必要がある

経営に対するデータの活用状況



■ ほとんどデータを分析していない■ データを分析する必要性がないと考えている

■その他

(出典) 日本情報システム・ユーザー協会「デジタル化の取組みに関する調査2020」(2020年5月)

図 3. DX に対する危機感の現状

示)と、市場環境整備による企業外面からの働きかけ(デジタルガバナンス・コードやDX認定、DX銘柄によるステークホルダーとの対話の促進、市場からの評価等)の両面から政策を展開してきた。

DX推進指標により明らかとなったDXの現状

しかし、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)がDX推進指標の自己診断結果を収集し、2020年10月時点での企業約500社におけるDX推進への取組状況を分析した結果、実に全体の9割以上の企業がDXにまったく取り組めていない(DX未着手企業)レベルか、散発的な実施に留まっている(DX途上企業)状況であることが明らかになった(図2)。自己診断に至っていない企業が背後に数多く存在することを考えると、我が国企業全体におけるDXへの取組は全く不十分なレベルにあると認識せざるを得ない。

これらの分析に加えて、日本情報システム・ユーザー協会(JUAS)の調査からも企業の危機感の低さが垣間見られる。図3に示すように、デジタル化トップランナーと自己認識する企業が40%に達しているにもかかわらず、現在のビジネスモデルの抜本的な改革に取り組む必要性を感じている企業は少ない。さらに、データ分析に基づく経営判断についても部分的な活用にとどまっている。このような自己診断結

果等から明らかになった実態は、DXの推進、あるいは、デジタル化への取組は既存ビジネスの範疇で行っているということであり、経営の変革という本質を捉え切れていないということが言える。

このことは、先般のDXレポートによるメッセージは正しく伝わっておらず、「DX=レガシーシステム刷新」、あるいは、現時点で競争優位性が確保できていればこれ以上のDXは不要である、等の本質ではない解釈が是となっていたとも言える。

コロナ禍で起きたこととDXの本質

2020年に猛威を振るった新型コロナウイルスの影響により、企業は事業継続の危機にさらされた。コロナ禍への対応は、ビジネス環境の変化へ迅速に対応できるかのリトマス試験紙であると言える。従前から東京オリンピック・パラリンピックに向けて、テレワーク・デイズ等のテレワーク推進施策が講じられていたが、3月時点で都内企業のテレワーク導入率は24%であった。その後、4月7日の緊急事態宣言(7都府県)を受けて、導入率は1ヶ月間で2.6倍と大幅に増加し、6割を超えた(図4)。このように、危機下においては経営トップの判断と指示が社内全体に対して大きな行動変容を可能にした。このような動きを異なる角度からみれば、経営トップの判断は、どんな時であっても

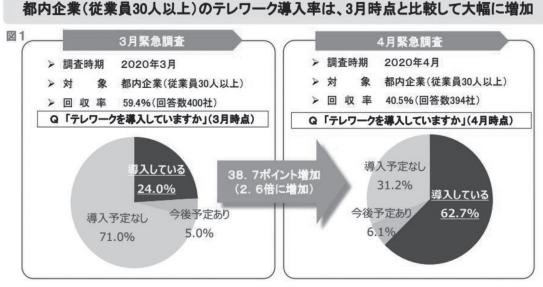


図 4. 東京都におけるテレワーク実施状況の調査(2020年)

大きな変革を短期間に達成できることが再確認されたと言える。コロナ禍において経営会議などの重要会議のオンライン化に挑戦したあるCIOからは「以前であれば『100%うまくいくのか?』と問われてうまく進められなかったが、今ならいろんなことを試してみることができる」との声も聞かれた。コロナ禍という危機を好機と捉え、経営トップのコミットメントの下で速やかにDXに取り組む契機とすることもまた同様に可能であることが明らかになった。

企業がこの危機に対応するなかで、テレワークを はじめとした社内のITインフラや就業に関するルー ルを迅速かつ柔軟に変更し環境変化に対応できた企 業と、対応できなかった企業の差が拡大している。 押印、客先常駐、対面販売等、これまで疑問を持た なかった企業文化、商習慣、決済プロセス等の変革 に踏み込むことができたかどうかが、その分かれ目 となっており、デジタル競争における勝者と敗者の 明暗がさらに明確になっていくことになろう。

製品やサービスを利用する企業においても、コロナ禍によって、テレワーク等をはじめとしたデジタル技術による社会活動の変化に対応し、新たな価値を次々と産み出している。これは、単なるコロナ環境下での一過性の現象ではなく、人々の固定観念が大きく変化したことを表しているのである。人々は新たな価値の重要性に気付き、コロナ禍において新しいサービスを大いに利用し、順応している。そのような人々の動きや社会活動はもはやコロナ禍以前の状態には戻らないことを前提とすれば、人々の固定観念が変化した今こそ企業文化を変革する絶好の機会である。

ビジネスにおける価値創出の中心は急速にデジタル空間へ移行しており、今すぐ企業文化を刷新しビジネスを変革できない企業は、デジタル競争の敗者としての道を歩むことになるであろう。そして、デジタル技術によるサービスを提供するベンダー企業も、受託開発型の既存のビジネスモデルではこのような変革に対応できないことを認識すべきである。

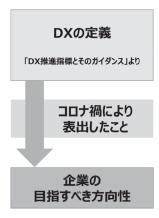
DXの定義として、2019年7月に取りまとめられた「DX推進指標とそのガイダンス」では、「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタ

ル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立する」こととしている。企業が競争上の優位性を確立するには、常に変化する顧客・社会の課題をとらえ、「素早く」変革「し続ける」能力を身に付けることが重要である。

ここで、企業が変革を進めるにあたっては、レガシー化したシステムのみならず、従来から続く企業文化こそが「レガシー企業文化」として変革の足かせとなっている可能性に注意しなければならない。例えば、現在のビジネスモデルを継続しながら新しいビジネスモデルを開拓する、ということは、現行の業務と密接に結びついたITシステムを是とした検討にとどまってしまうことを意味する。従って、既存のITシステムに問題があったとしても、改善点があるのではないかという視点が欠如してしまい、機能追加や部分的な改修で可能となる範囲をDXとして取り組むことになってしまう。

従って、周囲の環境が変わっているにもかかわらず、これまで続けてきた業務形態やビジネスモデルは所与のものであるという固定観念に囚われてしまうと、抜本的な変革を実現することはできない。特に今般のコロナ禍を受けて社会の変化のスピードが格段に上がっている中、企業は生き残りのために、中長期的な課題も見据えながら短期間の事業変革を達成し続ける必要がある。そのためにはまず、短期間で実現できる課題を明らかにし、ツール導入等によって解決できる課題を明らかにし、ツール導入等によって解決できる足元の課題には即座に取り組み、DXのスタートラインに立つことが求められる。その上で、競争優位の獲得という戦略的ゴールに向かって繰り返し変革のアプローチを続けることこそが企業に求められるDXであると考えるべきである。

コロナ禍が事業環境の変化の典型であると考えると、DXの本質とは、単にレガシーなシステムを刷新する、高度化するといったことにとどまるのではなく、事業環境の変化に迅速に適応する能力を身につけること、そしてその中で企業文化(固定観念)を変革(レガシー企業文化からの脱却)することにあると考えられる。当然ながらこうした変革は誰かに任せて達成できるものではなく、経営トップが自ら変革を主導



「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」

- ✓ コロナ禍は一過性の特殊事象ではなく常に起こりうる事業環境の変化✓ これまでは疑問を持たなかった企業文化の変革に踏み込むことができたかが対応の成否を分けた
- 企業が競争上の優位性を確立するには、常に変化する顧客・社会の課題をとらえ、「素早く」変革「し続ける」能力を身に付けること、その中では ITシステムのみならず企業文化(固定観念)を変革することが重要

図 5. DX を通じて企業の目指すべき方向性

することが必要である(図5)。

ベンダー企業の目指すべき方向性

企業は事業環境の変化に対してデジタル技術を活用して迅速に対応し続けることが重要である。言い換えれば、顧客や社会の課題の変化にあわせ柔軟・迅速に企業のITシステムを変革していくことが必要である。これまで企業のITシステムを担ってきたのはベンダー企業であり、ベンダー企業は引き続き企業のDXを進める上で重要な役割を担う。

これまで多くのベンダー企業は、ユーザー企業が持つITシステムを個別に開発・納入する受託開発型のビジネスを展開してきた。一方で、デジタル社会においては、ベンダー企業とユーザー企業は共に、高収益な領域で利益率の高いビジネスへとDXを推進していく必要がある。そのために、現行ビジネスの維持・運営(ラン・ザ・ビジネス)から脱却する覚悟を持ち、価値創造型のビジネスを行うという方向性に舵を切るべきである。

価値創造型のビジネスにおいては、ユーザー企業は絶えず変化する顧客のニーズに対応するために自社のITシステムを迅速に更新し続ける必要がある。そのためには、最もニーズの高い機能を迅速に開発し、フィードバックしながら変化に迅速に対応できるアジャイル型に開発を変革しなければ変化の速さに対応できない。すなわち、従来のウォーターフォール開発による受託開発型のビジネスに固執す

るベンダー企業は、今後ユーザー企業のニーズ・スピード感に応えられなくなる可能性が高い。

顧客や社会の課題を正確にとらえるために、ベンダー企業はユーザー企業とDXを一体的に推進する共創的パートナーとなっていくことが求められる。米国では、システム開発をユーザー企業で行う等、ベンダー企業との分野の境目がなくなる形で変化が加速している。しかし、わが国ではIT人材がベンダー企業に偏り、雇用環境も米国とは異なるため、ベンダー企業自身が提供するITに関する強みを基礎として、デジタル技術を活用して社会における新たな価値を提案する新ビジネス・サービスの提供主体となっていくことも期待される。

以上を踏まえると、顧客のビジネス変化が速く、かつ、要求も変化し続ける中で、デジタル社会における将来のベンダー企業には、顧客企業と自社のDXをともに進めていくことが求められる。このようなことから、今後の新たなベンダー企業像としての形態を表すとすれば、主に以下の4つが考えられる。

(1)ユーザー企業の変革を共に推進するパートナー

- ・新たなビジネスモデルを顧客と共に創出する
- ・DXの実践により得られた企業変革に必要な知見 や技術を広く共有する
- ・レガシー刷新を含め、DXに向けた変革を支援する (2)DXに必要な技術・ノウハウの提供主体
 - ・最先端のデジタル技術等を習得し、特定ドメイン に深い経験・ノウハウ・技術を有する専門技術者

を供給する

- ・専門家として、技術、外部リソースの組合せの 提案を行い、デジタル化の方向性をデザインする
- (3)協調領域における共通プラットフォーム提供主体
 - ・中小企業を含めた業界ごとの協調領域を担う共 通プラットフォームをサービスとして提供する
 - ・高度なソフトウェア開発(システムの構築技術
 - ・構築プロセス・体制) を核にしたサービス化と エコシステムの形成を行う
- (4)新ビジネス・サービスの提供主体
 - ・ベンダー企業という枠を超え、デジタル技術を 活用して新ビジネス・サービスの提供を通して 社会への新たな価値提供を行う

2. 企業の経営・

戦略の変革の方向性と政府のアクション

企業がデジタル企業へと変革するためには、DXを 推進する関係者間での共通理解の形成や社内推進体 制の整備といった事業変革の環境整備に取り組む必 要がある。また、DXは個社だけで実現できるものとは限らず、競合他社との協調領域の形成や変革を対等な立場で伴走できる企業とのパートナーシップの構築にも取り組む必要がある。さらに、これらの変革を遂行する人材の確保も必要である。

DXレポート2においては、デジタル企業への変革に向け企業が今後行うべき取組を、超短期(直ちに)・短期・中長期の3つの時間軸に分けて示した。コロナ禍における事業継続といったとりわけ迅速な対応が要される変革については、既存の製品・サービスを積極的に活用することで超短期での対応を行う俊敏さが求められることから超短期のアクションを示した。一方で、こうしたツール導入が完了したからといってDXが達成されるわけではない。このため、より本格的なDX推進のための短期的、中長期的取組についても併せて示した。また、こうした企業のアクションを加速する政府の政策についても示した。(図6)

DXレポート2のサマリー(企業のアクションと政策)

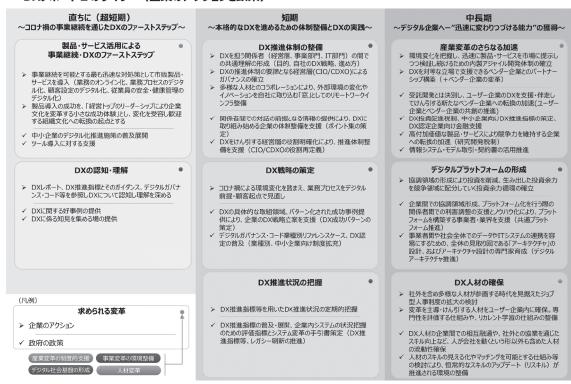


図 6. 企業のアクションと政府の政策

3. おわりに

カーボンニュートラルをはじめ企業をとりまく競争環境は急速に変化している。また、レガシーを持たない新興国企業がデジタル前提でのビジネスによって急速に成長することも見受けられるようになってきている。コロナ禍によって「変わること」が当たり前となっている今、企業変革の方向性を正しく見極めて迅速にアクションをとることは我が国企業の生き残りをかけた絶好かつ最後の機会とも言える。

DXレポート2では、枠組み論・あるべき論にとどまるのではなく、DX推進の本質はレガシー企業文化からの脱却にあるという認識の下、企業が取り組むべきアクションを具体的に示すことにより変革の加速を目指すとともに、企業の変革を後押しする政府の対応を示した。これにより、コロナ禍による急激な環境変化を契機とし、企業における経営改革の中心としてDX推進を位置づけ、その取組の加速されることに期待したい。



業務経歴

田辺 雄史

(経済産業省 商務情報政策局 情報技術利用促進課長 兼 同局ソフトウェア・情報サービス戦略室長)

▼プロフィール

1997年早稲田大学大学院理工学研究科修了後、通商産業省(現・経済産業省)に入省。2000年以降内閣官房、経済産業省、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)などにおいて、サイバーセキュリティ政策、IT政策に長年従事。2017年よりIPA産業サイバーセキュリティセンターの立上げ・運営を陣頭指揮。このほか、米国コロンビア大学院への留学、日本貿易振興機構(JETRO)デュッセルドルフセンターおよび在オーストラリア日本大使館への赴任など、幅広い海外経験を経て、2020年より現職。米国公認会計士。

KIIS事業紹介

ITシンポジウム インフォテック2020 の実施報告 「デジタルインテリジェンスの未来」

~脳情報×AI×ロボット×量子コンピュータが創るハピネスドリブンの世界~

一般財団法人関西情報センター イノベーション創出支援グループ

当財団は、11月26日(木)にオンライン(YouTube Live中継)によりITシンポジウムを開催致しました。近年、人工知能(AI)、IoT、ビッグデータなどを相互に融合させ活用してビジネス改革を実現することへの関心が高まっています。また、これらを使って実現される未来社会を描く中で、人との協調、人の能力の拡張を支える技術への展開が注目されています。

今年度は、脳情報や人工知能(AI)、ロボット、量子コンピュータなどの最新技術を活用してインテリジェンスを生み出し、人の幸福や豊かさを実現するために創出されるビジネス等について、講演やパネルディスカッションを実施しました。

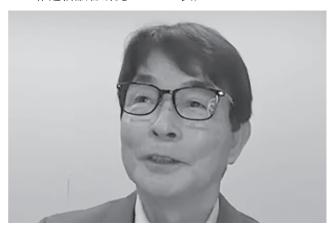
新型コロナウイルス感染予防対策のため、今回初めてオンラインにて開催いたしましたが、視聴者は487名(昨年比2倍)と大変盛況な中で、基調講演、招待講演、オープンディスカッションのいずれにおいても活発な意見交換が行われました。以下、シンポジウムの概要をご報告致します。

基調講演1

「おもろい社会を目指す脳型AI」

柳田 敏雄 氏

(大阪大学大学院生命機能研究科・情報科学研究 科特任教授 情報通信研究機構/大阪大学 脳情 報通信融合研究センター長)



私は、省エネで脳に優しい人工知能(AI)を開発し、「おもろい社会」を創りたいと考えています。しかし課題があって、AIは膨大なエネルギーを消費しますし、脳の負担になるような情報量の爆発的増加が起こっています。そこで本講演ではまず、生物に学ぶ省エネの仕組みについてお話しし、脳が本当

に知らせたい脳情報を読み解くことによって情報の量から質への転換を起こしたいという話をしたいと思います。

1. 生物に学ぶ省エネの仕組み

2015年に人工知能のAlphaGoが世界最高の棋士イ・セドルさんに勝ったことが大きな話題になりましたが、このときAlphaGoが消費した電力は20万Wでした。一方、私の研究グループの吉岡さんが開発したMRI、MRSを使った技術で脳の温度を0.1度の精度で計測し、ヒトが一生懸命にものを考えているときのエネルギー消費量を見積もったところ1Wでした。休止時も脳は働いているという議論もあるので、それを含めても最大20W程度です。一方、AIは20万Wですから桁違いの消費エネルギーです(囲碁に特化させると数キロWにまで減少しますが、脳は何かに特化せず多種多様な情報処理を行っても最大20Wです)。このことは、人工機械と生物機械の原理が根本的に異なることを示唆しています。

ITは一般的に大食漢です。科学技術振興機構 (JST) 低酸素社会戦略センターは、トラフィックス が年30%増加しているので、このままいくと2030年に は現在の全消費電力量をITだけで消費し、2050年には2030年の100倍以上になると予測しています。ITや AIを使おう、データをどんどんためて新しい社会を 創ろうと言っているのに、裏にはとても深刻な問題が あるのではないかと思います。一方、脳などの生物システムは、人工的なコンピュータやAIに比べて桁違いに省エネで働きます。そこで、生物からヒントを探るため、私は生物と人工機械のメカニズムの違いを ずっと研究してきました。

生物の筋肉や心臓の拍動を担っているのは、分子モータというものです。分子モータがたくさん集まり、筋肉の収縮を起こしています。分子モータはミオシンと呼ばれるたんぱく質分子で約10ナノメートル(10億分の1m)という非常に小さいものです。それが働いている現場を直接観察するレーザー顕微鏡を開発しました。そして、分子モータを観察すると、ふらふらとゆらいで動いていることが分かりました。つまり、分子モータは、ブラウン運動(熱ノイズ)を遮断せずに、それをうまく利用して運動していることが分かったのです。

人工機械においては、このブラウン運動を使ってエネルギーを使わない永久機関を作ろうとしたのですが、全て失敗に終わりました。それで、熱ノイズを遮断して正確に速く動く戦略を採ったのです。コンピュータはこのノイズを遮断するために多くのエネルギーを使っています。この点が生物と人工機械の仕組みの決定的な違いになります。

ブラウン運動はふらふらした動きをするのですが、この運動を利用した仕組みをモデル化し、スーパーコンピュータ「京」を使って、ブラウン運動が筋肉の仕組みにどのように働くのかをシミュレーションしました。その結果、分子モータの一見曖昧な動きは、集団になると柔軟で自立的な動きになることが分かりました。一見曖昧なブラウン運動は集団の中では非常に有効に働くことが分かったのです。曖昧はマイナスのイメージがありますが、他を受け入れる余地を残して集団では協調できるというポジティブな意味もあるのです。

そういうわけで、生体素子は熱ゆらぎ (ノイズ) を 積極的に利用し、熱ノイズ程度の低いエネルギーで効 率よく働くことが分かりました。熱ノイズを使うと動 作は確率的で曖昧になります。しかし、この曖昧な動きこそ、集団になると柔軟な自律システムを作る重要な要素になることが分かりました。人工機械では熱ノイズを遮断していたのですが、うまく利用すれば非常に複雑なシステムを省エネで働かせる上で有効だったわけです。

そこで、この分子モータで得られたブラウン運動モデルをゆらぎモデルに拡張し、複雑なインターネットルーティングの制御に応用できないか、大阪大学の村田研究室やNTT、NECとともに調べてみました。すると、現在の消費電力を3000分の1にできることが分かりました。ITの消費電力の50%はネットワークやルータ、スイッチらしいので、それらに関係する消費電力の削減に非常に有効だと思います。

つまり、生物に学ぶ省エネメカニズムは存在するということです。生物はノイズ(ゆらぎ)を遮断せずに、ゆらぎを使って複雑なシステムを省エネで柔軟に制御していることが分かりました。ゆらぎを使った仕組みのモデル化に成功して、このゆらぎモデルによる複雑なインターネットルーティングの桁違いの省エネ制御の可能性を示すことができたのです。これら研究をまとめた"Yuragi"の本がSpringer(Fluctuation-induced control and learning. Murata & Leibnitzeds)から出版されます。ぜひ、ご覧になってください。

2. 脳とAIの違い

AIはあらかじめ膨大なデータで学習させる必要がありますが、ヒトの脳は少ないデータを学習するだけで働くことができます。それは「ひらめく」という仕組みを持っているからです。

ヒトの脳において何かが意識に上る(ひらめく)現象は非常に複雑なプロセスを経て起こるのですが、「アレニウスの式」という簡単な式で等価的に表すことができることを発見しました。アレニウスの式は化学反応の式ですから、私たちが意識に上るプロセスは化学反応と同等のことが起こっているのです。その化学反応は、分子が熱でゆらいでいてポテンシャルバリアをたまたま超えると起こります。つまり、熱ゆらぎを利用して化学反応が起こっているのです。

そして、温度が高ければよくゆらぐので、早くバリ

アを超え反応は早くなります。これと同じことが脳でも起こっていることを示唆しているのです。つまり、脳の温度が高い人はよくゆらいで閾値(隠し絵の難度)を超える確率が高いので、すぐにひらめくことになります。ここでの脳の温度は温度計で測る温度ではなく、認知温度ともいうべきもので、まだその実態は解っていません。脳の温度が測れるようになると、ひらめきの能力が定量的に測定できることになります。また、脳の温度を上げるトレーニング法がわかれば、ひらめきの能力を上げることができるようになると期待されます。

次に、脳の中でひらめく前に何が起こっているのかを調べるために、fMRI(機能的MRI)で脳活動を測定しました。脳では何かをひらめくときに、可能性があるものを想起し、その中でベストなものを選ぶ仕組みになっています。つまり、想起して、ゆらいで探索していいものを探すわけです。サッカーのネイマール選手に映像に映った相手と想像で対戦してもらい、その時の脳を測ってみると、シュートをする前にいろいろな運動パターンを想起していることが分かりました。そのパターンをゆらぎで探索し、最も外部条件に合ったものを即座に選んでいるのです。

このように、脳はゆらぎを使ったトップダウン方式で働いているのに対し、AIの場合は要素を逐次積み上げるボトムアップ型になっています。AIは要素の組み合わせの数が多いと膨大な時間と労力がかかりますが、脳の場合は組み合わせの数に関係なく、ほどほどにいいものを取り出すような非常にうまい方法(ゆらぎ)を使っているのです。

3. 省エネで脳にやさしいAIでおもろい社会を

通常、ヒト同士が意識に上った情報を言語や五感を 通してやりとり(コミュニケーション)するわけです が、ヒトの脳が本当に知らせたいことや伝えたいこと は無意識下にある場合も多いと思います。私たちは この無意識下にある情報も含めて「脳情報(脳こと ば)」と呼んでいます。

脳情報通信融合研究センター(CiNet)では、脳活動から脳ことばを読み解く研究を行っています。 CiNetは情報通信研究機構(NICT)と大阪大学、国際電気通信基礎技術研究所(ATR)の3者が2011年に 設立した研究センターで、2013年には1万㎡の研究棟が阪大吹田キャンパスに完成し、現在学生を含めて約300名の研究者がヒトの脳を中心に研究しています。

脳にはさまざまな情報が入力されます。そのときに 脳の活動をいろいろな方法で測定し、入力された情報 がどのように脳に表現されているかを調べます。それ を使ってエンコードモデルを作り、そのエンコードモ デルを使って、逆に脳活動から入力された情報を脳が どのように捉えているか、外界にどのように働き掛け るかを読み解く研究をしています。

研究の一例を紹介すると、被験者に動画を見せ、脳活動のパターンの変化を詳細に解析することで、脳が何を見ているかを動画として再構成しています。さらには高次機能を司る領野を解析し、意味内容や何を感じているかといった情動内容、さらには記憶、想像、判断といった高次認知に至る脳情報を読み解く研究も精力的に行っており、今ではかなり読み解くことができるようになりました。

CiNetの最終的な目標は、全脳解析による人工脳の 構築です。さまざまな複雑な情報を脳に入力して全脳 の活動を解析し、入力情報が脳にどのように表現され ているか、表現様式(エンコードモデル)を作り、そ れを使って人工脳を作るのです。そうすればもう脳活 動をいちいち測定する必要がなくなり、画像など情報 をコンピュータの中の人工脳に入力すれば、脳ことば をコンピュータから取り出せるようになります。

もちろん脳ことばは個人で異なりますから、年齢、 男女、文化、社会、DNA型の違いなど、さまざまな タイプのできれば数万人規模の脳活動ビッグデータを 取りたいと思っています。そうすれば没個性にならな い脳ことばを取り出すことができる人工脳の構築が可 能になると期待しています。例えば、さまざまな入力 情報をコンピュータ内に作った私の人工脳に見せれ ば、私が思っていることや感じていることなど高次の 認知に関するレベルまで脳ことばを取り出すことがで きるようになるのです。

新型コロナ後の世界では、脳ことばを情報媒体としてAIやxRによるサイバー世界を生成していくことが私たちの大きな挑戦です。脳ことばは、これまで埋もれていた他者の喜びや痛み、価値観、スキルといった情報を伝達・交換・予測・拡大することを可能にし、

脳に優しい省エネAIでおもろい社会を ?xq*#%&+? ΑI 脳の負担になる 5G 情報氾濫 B5G 脳情報の読み解き xR ビッグデ-脳が知りたい、 脳が知らせたい 脳情報を読み解く 情報の量から質への転換 ゆらぎを利用する生物原理の解明 物に学ぶ 2030年 膨大な ITが使う電力 =現総発電力量 エネルギ の15倍

個人や集団の新たな個性や能力開発、産業や芸術の発展を可能にすることが期待されます。人の脳や身体の健全な機能拡張です。そうすることで、人や社会をわくわくさせる「おもろいサイバー世界」を目指したいのです。

世界ではこの分野にかなり大規模に投資して、研究を進めようとしています。例えばイーロン・マスク氏は、テレパシーを実現するために1億米ドルともいわれる額を投資し、「脳で書き、肌で聞く」という脳情報をコンピュータに直接打ち込む研究を行うことを掲げています。ですから、日本も負けてはいられません。脳ことばの研究に関してはCiNetのメンバーがかなり世界をリードしていますので、海外からのそうした大きな波が押し寄せてきても対応できるのではないかと思っています。

今は機械が人に合わせる時代ですが、これからは人が機械を使える時代にしていかなくてはいけません。 非常に省エネな脳型コンピュータで脳に優しいAIを 作り、「おもろい社会」を創っていきたいと考えてい ます。

基調講演2

「人間拡張とInternet of Abilities (IoA) の未来」 暦本 純一 氏

(東京大学大学院情報学環 教授 ソニーコンピュータサイエンス研究所 フェロー・副所長)



1. 人間拡張とは

人間拡張(ヒューマンオーグメンテーション)という言葉が最近かなり一般的に使われるようになりました。ロボットやAIなどの技術を使って人間能力や社会に拡張する概念のことです。しかし、オーグメンテーション(augmentation)は新しい言葉ではなく、1950~1960年代、artificial intelligence(AI)

身体機能の拡張 外骨格・義足・ウェアラブル 身体 Machine PHYSICAL AR / VR ₩ Robotics Cyborg テレプレゼンス 感覚の拡張 PRESENCE > 体外離脱 知覚. O PERCEPTION 存在 感覚の置換 JackIn IoA Artificial Human Intelligence COGNITION Interface 認知 知能の拡張 AIと人間の融合 HUMAN AUGMENTATION

ヒューマンオーグメンテーション学

という言葉とともに、人間に対して相補的に人間能力を拡張するintelligence amplification/augmentation (IA) という言葉が登場し、双方が今も続いているといえます。

東京大学ヒューマンオーグメンテーション講座では、人間拡張を大きく身体・存在・知覚・認知という四つの方向で考えており、互いに交差しながら進化していくと考えられます。

「身体」は、義足などのように人間の身体能力自体 をメカニカル、ロボティックに拡張するものが含まれ ます。

「存在」は、仮想的に別の場所に移動したり、コミュニケーションを取ったり、現地の人間とコラボレーションしたり、人間の存在の限界を超えるようなことをしています。われわれは過去、体外離脱やジャックインの技術を使って、場所の制約を超えるな研究をしていました。

「知覚」は、いわゆる拡張現実(AR)のようなもので、何か装置を着けることでその人が持っている以上の感覚を拡張します。

「認知」は、知覚よりもう少し深くて、私たちが新 しいものを学び覚える部分も含めて人間能力を拡張し ようとすることです。

2. 人とAIの融合

最初の例は、SottoVoceというサイレントボイスのシステムです。サイレントボイスとは、実際に声帯を震わせることなく発声する技術です。われわれは超音波エコーを使って口の中の映像を撮ることで音声を取ろうとしています。

音声認識の性能が非常に上がってきているので、スマートスピーカーやカーナビゲーション、携帯電話の操作で使われるようになりました。ただ、音声認識は外で使うとみんなに聞こえてしまって迷惑になるので、公共環境ではあまり使えません。もしサイレントボイスで音声認識が使えるようになれば、コンピュータのインタラクションはキーボードやタッチから大きくシフトすると期待しています。それから、声帯損傷などで発声能力が阻害されている方にとっては、口を動かすことで話す能力を回復できるという期待もあります。

他には、超音波センサーを使ったものもあります。 口ではなく喉の下に着けて、顎の動きと話していると きの喉の動きを捉えるものです。人間の舌は発話のと きに動きますが、舌の運動をつかさどる舌筋が喉のあ たりに集中しているので、しゃべっているときに喉が 動いています。その動きを認識するというものです。

一つ面白いことを経験しました。今のお話からする と、サイレントボイスの動かし方を教師付き学習に よって学習すればいいので、ニューラルネット側が学習すれば、われわれは実際に声を発しなくても発声能力を拡張できると考えたのですが、人間側もうまくなるのです。子どもの頃は自分で「パパ、ママ」と言っている声を聞いて、今度はお父さんやお母さんが「パパ、ママ」と言っているのと比べて、ちゃんとしゃべっているかどうかを判断します。それと似た構造が起きて、ニューラルネットが話しているのを解釈して音にするという、人間の脳とニューラルネットがループになっているような構造ができ、ニューラルネットも学習するけれども人間側も学習するという状況になっています。

その点で興味深い事例が、GloveTalk IIです。トロント大学で1995年ごろに研究されていました。データグローブで取った人間の動きをそのままスピーチシンセサイザーに入れたらどうなるかという研究です。被験者は100時間ぐらい練習したそうですが、ジェスチャーを認識して声にしているというよりも、声そのものをこの人は体得しているので、声という楽器をこの人が100時間の練習で体得したともいえます。この人にとって動きそのものが自分の口や声帯になっているので、反射的に動いてしまうのです。ですので、人間の能力とAI・テクノロジーの能力が完全に一体化するということが、こうした研究からも垣間見られます。

今までのユーザーインターフェースは、主にデバイスと人間のインタラクションを良くしようとする研究でした。AIの時代になると二つの方向があって、一つはHuman-Robot Interactionといって、ロボットのような自律的に動く機械やソフトウェアとどうやって対話するかという人間とAIのインタラクションです。もう一つはHuman-AI Integrationといって、人間がAIと能力的に一体化していく方向性です。

別の見方をするとHuman-Computer Interaction (HCI) とAIの関係を二つの軸で考えることができると思います。一つはselfかotherか、つまり自分自身にあるのか環境にあるのかという軸です。もう一つはvisibleかinvisibleか、つまり明示的に外から見えるか見えないかという軸があります。

こうして分けると、パーソナルなインタラクション で、インターフェイスがvisibleなのは、ツールとして のAIということになり、これは現在のツールとしてのコンピュータの延長線上にあると思います。一方、IoTやSmart Environmentのように環境が自分の外にあり、しかもinvisibleなものとして環境がスマート化する方法もあります。残りの二つが先ほどのHuman-Robot InteractionとHuman-Augmentationです。今後、ディープラーニングに代表されるような知的なマシンやソフトウェアの能力と人間の結び付き方は、こうした軸でも捉えられると思います。

3. 時間調整による人間拡張

次に、時間を調整することによる人間拡張について 見てみたいと思います。もしもスポーツなどで自分だけが加速できれば、明らかに自分だけ上手くなれます。その点では、時間を変えられるということは、かなり能力拡張になるでしょう。例えば上手い人と下手な人がテニスをするときに、上手い人から下手な人のところに球が行くときだけ時間がゆっくりになり、下手な人から上手い人に行くときに時間が早まれば、お互いの能力の差を埋めるような拡張空間ができるかもしれません。

それを東大の研究室で実際に実験しました。ドローンを使って球をコントロールするのです。通常の球であればニュートンの法則に基づいて飛びますが、法則を書き換えたような、ふわっと飛ぶ球や絶対に落ちない球も作ることができます。ゆっくりした球を作れば、子どもや高齢者でも球技が楽しめるかもしれませ

この発想はすごく面白いと思います。しかし、ドローンを使うと一撃で壊れてしまうので、最近はバーチャルリアリティを使って、同じように時間を変える実験をしています。最近のヘッドマウントディスプレイは自分の中にもポジショントラックが入っているので、周りにポールやスタンドを立てなくてもそれだけで空間を認識し、空間の中で位置付けて練習ができます。もう一つのポイントは、仮想現実(VR)の中で練習しているため、球の軌道とラケットの関係を完全に記録することができる点です。そうすると、この人はどのぐらいきちんと返球できているか、かなり定量的に見ることができます。

時間の変化を語学の学習に適用しようとしているの

がWithYouというシステムです。これにはshadowing という技術が使われていて、英語の先生がスピーチするテキストに対し、そのままおうむ返しをしながら付いていくというものです。そうするとリスニングやスピーキング、英語を理解する能力自体も向上するといわれています。しかし、母国語でないなど練習者にとって語学の教材が難し過ぎると、途中で脱落してしまうという問題があります。

そこでWithYouでは、音声認識で常に練習者がどの ぐらいちゃんと付いてこられているかを見極め、うま くいかなければ止まってあげたり、繰り返してあげた り、ペースを落として話したりする教材に作り替える ことで、練習者にちょうどいい難易度になるようにし ています。

これを機械学習的な目で読み解くと、人間の技能学習の空間は非常に複雑なので、なかなか単純には学習できない点が能力獲得の難しさとなっています。もしそれが簡単にできるようになれば、何となく学習できそうな気がします。まさにバーチャルリアリティや時間を変える技術を使って空間を作り替えることで、その人にとってちょうどいい難易度の空間をつくっているのです。

4. Internet of Abilities (能力のインターネット)

ネットワークを介して他の人とコラボレーションしたり、つながったりすることは重要です。そこで、人間と人間がネットワークを介して、あるいは人間とロボットがネットワークを介してつながることができないかと考えました。それをわれわれはInternet of Abilitiesと呼んでいます。Internet of Things(インターネットにつながってスマート化する)だけでなく、人間やAIの能力が総合的につながることで拡張するというものです。

一例として、人間がドローンにジャックインできる Flying Headというものがあります。ドローンの視野 になっていて、自分がドローンになっているつもりで 動くとドローンも動くという装置です。それを使って テレプレゼンスで遠隔地に行けば、そこに専門家がい なくても空間を把握できます。これは人間とロボット の融合の非常にシンプルな例です。

JackIn Headという装置は、頭にかぶる360度カメラ

のようなもので、現場にいる人が全周囲の映像を送ると、他の人が追体験することができます。こうした画像処理技術とテレプレゼンス技術が融合することで、 人間の感覚により近い視野や快適な遠隔の存在が拡張できると考えています。

JackIn Spaceは、3次元融合技術と結び付けたものです。いわゆるデプスカメラで空間を撮像する技術と融合すると、空間全体を体外離脱して見ることもできます。一人称視点と三人称視点を非常にシームレスにすることで、空間を拡張して体験することができます。今はコロナ時代で移動の制約がありますが、移動できない向こう側で仮想的に自由に移動できるような技術を現在作っているところです。

福島県双葉町では現在も放射性物質の除染作業が続き、長時間立ち入ることができないのですが、IoAの技術を使うことで擬似的にバーチャルでふるさとに戻れるようにする実験を行いました。

ここまでは遠隔者の体験をリモート側でも体験できる取り組みでしたが、一方で人間の存在感を伝える方向性も重要だと思っています。

最近はテレプレゼンス型のロボットやアバターロボットが非常によく使われるようになりました。ただ、こうしたロボットはまだいろいろな制約があり、階段を上ったりドアを開けたりすることは難しいので、ロボットの能力を高める必要もあるのですが、われわれはちょっと変わった方法を使っています。人間に他の人間をジャックインさせると存在感を飛ばせるのではないかと考え、Chameleon Maskというシステムを作ったのです。

ヘッドマウントディスプレイの先に顔のディスプレイを着け、本人はカメラを使って外が見えているのですが、遠隔地にいる人の顔をそこに映し出すので、一時的にその人の存在感をすげ替えることが可能になります。他人の顔を装着することで遠隔地の人に自分の存在感をその人経由で伝えることができます。

5. 効率性と効能感

『PROFILES OF THE FUTURE』を書いたアーサー・C・クラークというSF作家は、「人間が技術を発明したという古い考えは、半分ぐらいミスリーディングな話である。本当は技術が人間を発明したという

べきだろう」と述べています。

われわれは自分たちの知能を使って道具を発明することで進化してきました。それはフィジカルな面での脳の発達もあるし、社会が進化するという点でも進歩しています。ですから、こうした人間拡張というのは、何か道具が出てきたときにわれわれはどのように拡張するのかを考える学問でもあるといえます。

そう考えるといろいろな論点があって、必ずしも進化視点や進歩視点では済まないこともあると思います。技術が進んで人間の代わりにいろいろやってくれるようになると、人間は退化してしまうのではないか、AIが人間に取って代わってしまうのではないか、技術の進化や人間拡張は人を幸せにするのか、といった命題が生まれるようになり、まだ全然解かれていません。いろいろな議論が必要だと思っています。

例えばデジタル健忘症といって、デジタルの地図ばかり使っているために空間認知能力が下がっていることが確認されています。従って、スマホを使うとばかになる、というのはあながち嘘ではないというネガティブな要素があります。

一方、ポジティブな要素としては、われわれは自分でものを作り出せると非常にストレスレベルが下がります。上手下手に関係なく、自分でできたという感覚が人間の幸福につながっているのです。Lift Labsというスタートアップ企業は、パーキンソン病患者用に揺れ防止機能が付いたスプーンなどを作りました。それによって、病気自体は治せないかもしれませんが、食べる行為を自分でできたという感覚は維持できるのです。そういうものが非常に重要だと思っています。つまり、われわれ自身が達成できたという感覚を維持することは、人間の幸福や尊厳につながると思っています。

そこは人間拡張と自動化の両方の可能性を見ながら考える必要があり、そのときにefficiency(効率性)とefficacy(効能感)という二つの軸が考えられます。自動運転や眼鏡のように効率性も効能感もある技術は、拡張アプローチが必須となります(クラス1)。Human AI Integrationのように拡張によって性能が向上するようなものもあるでしょう(クラス2)。一方、効率はそれほど上がっていないけれども、自分でできたという感覚をエンハンスしてくれる

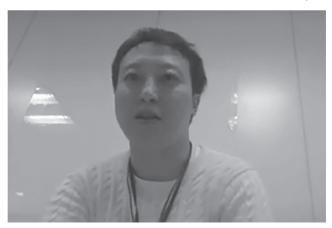
ようなものも非常に重要だと思っています(クラス 3)。クラス1~3は、何らかの人間能力を拡張する意味があると考えています。しかし、三つのどれにも該当しないもの、ルンバのように自動的に掃除をしてくれればわれわれは介在しなくてもいいというものもあり得ます。

東京大学では今年8月から「ヒューマンオーグメンテーション社会連携講座」を始めました。こうした人間拡張的な技術を社会にどんどん実装する活動を行っているので、ご興味があればぜひご支援をお願い致します。

招待講演 1

「ニューロテクノロジー〜人類の情報媒体の革命〜」 茨木 拓也 氏

(株式会社NTTデータ経営研究所 ニューロイノ ベーションユニット アソシエイトパートナー)



1. 四つのイドラ

哲学者のフランシスコ・ベーコンは1620年に書いた『ノヴム・オルガヌム』という本の中で、人間が陥りやすい錯誤・バイアスを四つの「イドラ」として類型化しました。

一つ目は、種族のイドラです。人として生まれたからには遺伝子的な制約があり、感覚や認知には限界があるというものです。

二つ目は、洞窟のイドラです。人は誰しも自分一人 の人生しか生きていないので、個人の経験に依存した 世界の見方しかできないというものです。

三つ目は、市場のイドラです。人間は言語を手にしたことでさまざまな技術や文化を生み出してきましたが、必ずしもそれを完璧に使いこなせないにもかかわ

らず人とコミュニケーションを取らなければいけない ので、他者との間で誤解や偏見、対立はなくならない というものです。

四つ目は、劇場のイドラです。権威や伝統などを無 批判に受け入れてしまうというものです。

ベーコンは、人類はこうしたイドラを克服すべきとし、そのためには経験や主観や見解に基づくのではなく、まずは科学研究(サイエンス)が必要であると述べ、『ノヴム・オルガヌム』をきっかけにさまざまな科学研究機関が生まれ、言論や表現の自由、大学、裁判制度、民主主義がシステムとしてつくられてきました。そのおかげで、この400年われわれはそこそこ進化したと思うのですが、果たしてこれらのイドラからわれわれは解放されたのだろうかと思うのです。

種族のイドラに関しては、人間は目の前に危ないものが来ると恐怖反応を起こします。20年前に同時多発テロが起き、アメリカ国民は飛行機が怖いと思ってしまったことで自動車を運転する人が増え、交通事故で亡くなる人が増えました。つまり、正しく恐れることができていないのです。新型コロナウイルスも、どの程度まで正しく怖がればいいのか全く分かりません。皆さんの脳は、長年の進化の中で勝手に怖いと思って反射的に動いてしまい、結果的に死んでしまうようなことをしてしまうリスクがあるのです。

洞窟のイドラに関しては、生きてきた分だけ皆さんの目には垢がこびり付いて世界をゆがめています。科学的な根拠が存在していても、人は政治的見解に固執して、矛盾した結論を導いてしまうことがあります。

市場のイドラに関しては、言葉に依存し過ぎることで悪いこともあるという話です。言語哲学者のヴィトゲンシュタインは、「自らを言語で表現しているものを、われわれは言語で説明できない」と言っています。言葉を生成する作業には言語以外のプロセスが介在しているわけです。そして、痛みや幸せが人によってどんなものなのかというのは、脳みそを取り替えられない限り理解できません。言葉では伝達できない情報があるということです。

劇場のイドラに関しては、今のコロナ危機の状況において、自称専門家という人たちがいろいろなことをメディアで発信していますが、問題だと思うのは発信内容が正しく検証されたりフィードバックされたりし

ていない点です。専門家が言っていることが実は間 違っている可能性もあるわけです。

こうしたイドラを克服することこそが人類発展には 必要なのではないか、そこに貢献するのが脳を知るこ とではないかと思っています。

私が実現したいのは、人間のココロの世界と、産業や社会がつくり出すモノの世界を結び付けている情報処理臓器「脳」を理解し拡張して、そのインターフェースや情報媒体を手に入れることです。それによって、もっと人を幸せにする製品作りが実現できるのではないかと思うのです。

2. ニューロテクノロジーとは

皆さんの大脳皮質には140億個のニューロンがあり、情報表現を担っています。情報表現とは何かというと、皆さんの感覚体験や運動意図、そして感覚と運動を結び付けるスキルや認知状態のことであり、それらが皆さんの脳内に表現されています。

ニューロテクノロジーというのは、そうした脳情報 の読み取りや脳情報への書き込み、脳の情報処理をコンピュータ上で再現することによって、脳情報を工学 的に利用する分野のことをいいます。

そうした脳の情報処理はさまざまな分野で応用が進んでいて、大きいところではブレイン・マシン・インターフェース (BMI) といわれるような、体が動かなくなってしまった患者を対象に脳の情報を読み取って車椅子を動かしたり、家電を操作したりする分野への応用がとても進んでいます。

一方、一般の人たちにも脳の情報の読み取りはとても有益で、言葉にはならないような自分たちの体験を脳情報を介して人に伝えることで、より良い製品やコンテンツをつくるような技術ができていますし、自分の脳の状態を定量化して、親指でフリックすることなく脳の情報からスマホで送信するなど、BMIの一般用途への応用が進んでいます。

書き込み技術に関しては、聴力を失った人に人工内 耳を埋めたり、脳の一部に障害を持っている人たちに 電気刺激をすることによる治療効果のエビデンスがか なり示されるようになりました。一般用途としても、 やる気を上げたり、理想的な脳状態に誘導したり、そ うした技術を使って自分の脳の情報を書き換えること が現実に可能になってきています。

こういった分野は、国際競争が激しくなっています。主軸となるのはアメリカ企業で、良くも悪くも目立つのはイーロン・マスクですしFacebookもBMIに大規模投資して、脳を直接読み取って操作するようなインターフェイスにかなりの金額を突っ込んでいます。残念ながら日本にはイーロン・マスクやFacebookのような企業がないので、国際競争力という意味では非常に危険な立ち位置におり、積極的な参入が望まれています。

3. ニューロテクノロジーでビジネスはどう変わるか

ここからは、私自身の仕事も含めて、ニューロテク ノロジーがビジネスをどう変えていくのかという話を します。

まず、脳情報を使うことでマーケティングを変えていくケースです。実務をしていると、やはり経験と勘と度胸に頼ってしまう面があります。そこで私は、動画広告に対する人間の反応を、脳情報を取ることによって一切の主観を排除して定量化しています。そうした情報をためることで、私たちはCiNetという研究機関とともに脳の仮想化に成功しました。

こういう動画や音声を見聞きすると人間はこういう 脳活動をするというのを、実際にfMRIでスキャニン グしなくても脳の活動を推計できるのです。そうすれ ば、「こういう動画を見ると、人はこういう脳情報表 現をする」というのが分かります。人は何を感じて行 動するのかというデータと結び付けることで、動画を 見てから行動するまでの一連の人間の情報処理をモデ ル化することができるのです。

それを使って、キューサイと一緒にテレビ通販番組で需要分析を行いました。キューサイから約300万件の電話のデータを頂き、どのような番組を流しているときにどれだけ電話がかかってきたか、どの番組を見たときに人はどのような脳活動をするのかというのを、仮想化した脳を使って定量化し、お客さんの反応を学習した予測モデル(仮想のお客さん)をつくります。そうすると、かなり多くのテストができるようになるので、数千~数万パターンのいろいろな構成案を自動生成し、それをこの仮想のお客さんに見せることで、数万というパターンの中から一番いい番組を選ぶ

ことができます。この実験によって作られた番組を放送したところ、電話が27.6%増えました。

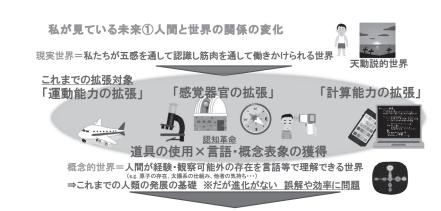
それから、音楽の世界でも脳情報を使っています。 同じ技術を使って脳情報空間上に楽曲をマッピング し、人間が聴いたときに類似した脳活動を示した曲を 探索、リコメンドするものです。音楽という捉えどこ ろのないものを脳情報に落とし込むことで数字として 処理できるので、Billboard JAPANのチャートデータ を使って、毎週どのような脳活動を起こした曲が売れ るのかを予測することができます。

そうすると、時間とともにダイナミックに変化するような特徴があるのではないかということで、これをLong short – term memory(LSTM)と呼ばれる時系列パターンを予測する機械学習モデルに突っ込み、未来のチャートの予測にチャレンジしました。こうした脳情報を使うことによって、皆がどのような音楽を聞きたいと思っているのかを予測しながらアーティストが新しい作品を生み出せないか、ということを考えていたりします。

それから、医療分野でも活用しています。脳神経に 関連する疾患はとても多いですが、脳関連の薬はいろいろなファーマが撤退をしています。今まで西洋医学 で成功を収めてきたような、1分子をターゲットにし た成人治療薬ではなかなかうまくいかないのです。そ の原因の一つは、脳が複雑な情報処理臓器だからで す。一つの分子を与えたからといって何か変わるわけ ではありません。であれば、脳の情報処理のメカニズムを知って改善していくアプローチが必要です。それ が、ニューロテクノロジー的なアプローチです。

乗り物酔いに関しても、ニューロテクノロジーであれば酔いの中枢のようなものに関する先行研究があって、脳の頭頂葉に電極を当て、その部分の脳活動だけ抑えると酔いにくくなることが分かっています。薬を飲むよりも、酔うことに関連する脳の部位だけに介入することで酔い止めのような効果があるのです。

それから、感情の調整も非常に大きな話題です。うつ病や更年期障害、認知症はなかなか治せない病気ですが、一つ提案されているのが、自分の脳波を取って脳活動パターンから感情状態を推定・解読する試みです。例えば、その状態に基づいて音楽を流してあげると、本人は「私は今、悲しい脳波が出ている」と思っ



次の世界:見えないインクで記述された人間と世界のありようの記述様式(脳情報)獲得

「人間同士の思いやりの拡張」:他者が何をしたら喜びや痛みを感じるか言語を介さず理解 「人間同士のスキルの交換」:言葉や動画では伝わらなかったスキルの交換 「世界の理解と想像様式の拡張」:言葉に依存しない外界の正確なリスク判断や可能性の創造

© 2020 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

38

NTTDATA

て、頑張って楽しい気分になるように自分でコント ロールし、だんだん楽しい脳波を出せるようになって いきます。

4. 私が見ている未来

最後に、私たちの社会はこうしたニューロテクノロジーと共にどう進化していくのか、私のビジョンを話したいと思います。

一つ目に、人間と世界の関係の変化という観点では、人間はこれまで運動能力や感覚器官や計算能力の拡張が、認知革命や人間拡張の基軸だったと思うのです。ただし、この系譜は人類発展の基礎ではあったものの、現時点で頭打ちになっており、情報自体の効率にも問題があると思っています。

しかし、今まで私たちが扱えなかった人間の脳内に 眠るような情報を獲得できれば、リスクを正しく恐れ ることができるし、相手が何をしたら喜び悲しむのか が分かり、思いやりが拡張できて人は優しくなるだろ うし、企業はもっと人を幸せにできると思います。

それから、今までスキルや知識もある程度格差があったと思うのですが、そうしたものが脳情報化されれば、言語に依存しないで人が成長できるし、言葉や動画では伝わらなかったスキルの交換ができるようになると思います。また、言葉に依存しない世界の正確なリスク判断や可能性の創造ができると考えています。

二つ目に、情報媒体の観点では、われわれが今まで 伝達している情報は、量や速度は進化しても、質に限 界が来てしまっています。ですから、言葉にできない ような脳の情報を交換し合えることで、個人が知るこ とができる世界を広げたり、体験できる視点を増やし たり、できるスキルを増やしたり、共有できる幸福や 悩みを増やしたりできるのではないでしょうか。

三つ目に、公共の社会資本に関しても、これからは 脳の情報をやりとりできるものが必要になってくるで しょう。

こうした世界を実現するために、サイバーブレインインターフェース (CBI) という構想を実現できればと考えています。2025年ごろには、いろいろなスキルを持つ人たちの脳情報をデジタル化したもの(ゴースト)を介して、他の人にトランスファーする仕組みをつくり、2030年ごろにはゴースト同士を会話できるようにして、2050年ごろには皆さんの脳情報がネットワークを介していろいろな外界の情報やスキルを学んだり、アバターやロボットにインストールしたり、言語が異なる人たちともコミュニケーションができるような社会をつくりたいと思っています。

そのためには脳科学の研究だけでは無理で、多様な皆さんが日常生活において幸せになったり、成長したりしているときの脳の情報処理を集めなければなりません。そうした多様で複雑な情報をためていって、リアルな現実社会の脳情報をつくり、それをサイバー世

界上で遣り取りする技術もつくる構想が必要ではない かと考えています。

招待講演 2

「量子コンピュータの最新動向」

小野寺 民也 氏

(日本アイ・ビー・エム株式会社 技術理事 東京基礎研究所副所長)



1. 量子コンピュータの歴史

世界の主要国が今、国家戦略として量子コンピュータに大規模投資しています。アメリカは2019年から5年間で13億ドルという投資をしていますし、EUや中国も同程度の規模を投資しています。日本はQ-LEAPというプログラムが昨年から10年間で総額220億円という当初計画でしたが、今年は増額されて32億円の投資額となっています。

量子コンピュータの源流は、1981年5月に開催された弊社IBMとマサチューセッツ工科大学(MIT)の共催によるPhysics of Computationというカンファレンスだといわれています。当時、半導体の微細化がどんどん進み、このままいけばプロセッサの作製にも量子的な効果を考えなければならないとして、計算機科学者と物理学者が集まって開かれた会議です。物理学者のリチャード・P・ファインマン氏が今の量子コンピュータのアイデアを提唱したのが始まりといわれています。量子化学のシミュレーションをするには、電子数が増えれば計算量が指数関数的に増加するので、同じように量子現象を用いた量子コンピュータを使うべきだと言っています。

とはいえ、当時はハードウェアをどう作るか、ソフトウェアはどのように構成するのかよく分かっていな

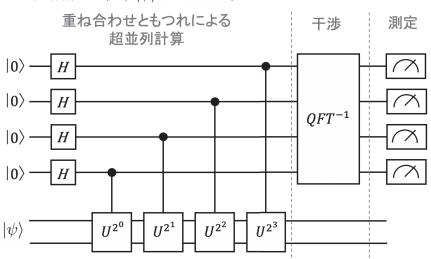
かったのですが、だんだんソフトウェアの研究が進み、量子アルゴリズムの作り方が分かってきて、1985年にデイヴィッド・ドイッチュ氏が、量子重ね合わせやもつれなどを使用してアルゴリズムを組めば超並列計算ができることを明らかにしました。1994年にはピーター・ショアという当時AT&Tのサイエンティストが、大きな数の素因数分解の量子アルゴリズムを発明し、非常に話題になりました。

今のインターネットはRSAの暗号からできていて、素因数分解が難しいことに立脚して構成されていますが、2048ビットのラインが推奨されていて、今のコンピュータとアルゴリズムではどうしても準指数時間的に計算時間が増えていくので、ブレークするのに数億年とかかかってしまいます。ショア氏の発見は、多項式時間で解けるというものですので、一番いい条件の見積もりでは100秒くらいでブレークできてしまうため、非常に大きな発見でした。

ショア氏の発表に刺激される形で量子ビットの製作も成功し始め、1999年、当時NECにいた中村泰信先生のグループが、超伝導回路ベースの量子ビットの製作に世界で初めて成功しています。2016年5月には、弊社がIBM Q Experienceということで、5量子ビットの量子コンピュータを世界中の誰でも使えるようにしました。

それから4年がたちますが、改めて量子コンピュータが騒がれているのは、n量子ビットあれば2[®]の並列計算ができる可能性があるからで、これが10だと1000ぐらいでたいしたことないのですが、30になると10億並列(スーパーコンピュータ並み)、40になると1 兆、50になると1000兆という倍々ゲームの驚異的な成長となるため、非常に期待が懸けられているのだと思います。それだけの計算能力があるので、先ほどのように10億年かかる難しい問題は、量子コンピュータを持ってくれば解くことができます。

1981年のPhysics of Computationが出発点だと言いましたが、その後は主に物理学者の世界で量子コンピュータが育ってきました。ですので、これまでの計算機科学者が見てきたようなコンピュータとはハードウェア的にもソフトウェア的にも全く異なっていて、そういう意味で別の人材が必要になっていると思います。



量子位相推定 $(U, |\psi\rangle \longrightarrow e^{2\pi i \phi})$

有望なアプリケーション領域としては、ファインマン氏が最初に提唱した量子化学や、最近はAIなどの機械学習、組み合わせ爆発を起こすような最適化問題が挙げられています。

弊社が追求しているはゲート式の量子コンピュータですが、現状は小規模(small)で、ノイズあり(noisy)という形容詞が付きます。エラー訂正のアルゴリズムは知られているので、いずれそのエラーも取れて、エラーに対して寛容で大規模な量子ビットを持つものができるだろうといわれていますが、それは30年、40年先という見立てが大方です。今のnoisy small - scaleではたいしたことはできないのですが、もうすぐnoisy medium-scaleのものが出てくるといわれていて、そのときに何か役に立つアプリケーションで現在不可能なことが可能になるのではないかと期待されています。弊社はその状態をquantum advantageと呼んでいます。

2. 量子アルゴリズム

ここで量子アルゴリズムの話を少ししたいと思います。量子アルゴリズムは、ちょうど五線譜のように左から右に時間が流れていって、量子状態を操作するゲートが置かれ、中身が実は細かいゲートの集まりであるサブルーチンを置いたりして構成します。

大きく三つの段階に分かれていて、先ほどデイヴィッド・ドイッチュ氏に関するところで、重ね合わ

せともつれを使えば「超並列計算」ができると言いましたが、前半がまさにそうで、アダマードゲートで重ね合わせを作り、べき乗が異なる制御付きユニタリを何種類か並べてもつれを作ると、超並列計算が起こります。その後、ここではまだ計算結果が混じった状態なので、それらを欲しい状態へと「干渉」させ、最後に「測定」して結果を得るという構成になっています。

この回路では量子位相推定を行っていて、いかに普通のプログラムと違うかということさえ分かっていただければいいと思います。

ショア氏のアルゴリズムも普通に動く時間で処理しようとしたら数百万規模の量子ビットが必要なので、 実際にブレークされるのはまだまだ先なのですが、現 在非常に活発に研究が行われているのは、ノイズのあ る量子コンピュータをどう使いこなすかということで す。この研究自体は2014年ごろからでまだ日が浅いの で、産業界学術界では活発に研究がなされているとこ ろです。

柳田先生のお話で、生物はノイズをうまく利用しているという話がありましたが、そうした方向のアプローチも最近は出てきていて、ノイズの作り出すゆらぎを積極的に利用してリザバーコンピューティングに使ったり、ノイズがあるところをうまく利用して局所最適化から脱出することができるのではないかというアプローチも登場しています。

ここからは弊社のハードウェア、ソフトウェア、エコシステムの話をします。

3. 弊社のハードウェア

量子ビットの作り方はいろいろ知られていて、演算の速さや正確性でトレードオフがあるのですが、弊社は超伝導回路を採用していて、他にもGoogleやRigetti、Alibabaなどの企業がこの方式を追求しています。それと並んで有力視されているのがイオントラップ型で、HoneywellやIonQといった企業が追求しています。

量子コンピュータは筒状になっていて、全体が冷却 塔になっています。内部を見ると、量子ビットと共振 器が載ったチップが手のひら大の基板上に入ってい て、それが冷却塔の先端に装着されています。装着さ れているところの温度は、いろいろな冷却技術を駆使 して15ミリケルビンまで下げています。15ミリケルビ ンはほとんど絶対零度ですが、外の宇宙(アウタース ペース)よりも100倍冷たくなっています。ここまで の低温を作れる冷却塔は世界で3、4社ぐらいしかあり ません。量子状態を制御するために超高精細なマイク 口波を作り出しているので、マイクロ波の制御装置も 非常に大事なデバイスとなります。

2018年9月にはmelbourneというデバイスが登場し、2019年にかけて20量子ビットのものをいろいろな配線で作っています。配線が密であれば2量子ビットゲートの状態操作を直接できるのですが、配線が密だと量子状態も壊れやすくなってしまいます。昨年10月には、数としては当時で一番多い53量子ビットのRochesterというマシンを公開しています。

今年6月には65量子ビットのHummingbirdというプロセッサを公開しましたが、来年には127、再来年には433、2023年には1000量子ビットを超えたプロセッサを発表するというロードマップを9月に発表しました。さらに2023年以降は、中期目標として100万ビットを目指しており、そこから先はまた異なる冷却塔が必要となるため、冷却塔の研究開発も始めています。

4. 弊社のソフトウェア

続いて、弊社のソフトウェアを紹介します。量子プログラミングとは結局、回路を作ることなのですが、

弊社では入門者向けにGUIでプログラムを作成できるように、いろいろな量子状態を操作するゲートを置いていくプログラムを提供しています。大きな回路になるとGUIではやっていられないので、PythonのAPIで回路を作れるQiskitというソフトウェアも提供していて、開発キットをオープンソースとして2016年当初から公開しています。これまでにクラウドから3000億回プログラムが投げられ、レジスター登録者数は25万人、ダウンロード数が43万回に上り、広く使われています。

先ほど量子コンピュータや量子アルゴリズムはこれまでのものと全然違うという話をしましたが、やはり人材育成も大事で、YouTubeやブログなどでたくさんの学習教材を公開しています。Qiskit Tokyoという日本語チャンネルも準備しており、毎週何かしら新しいものが出ています。

5. IBM Q Network

最後に、IBM Q Networkについて紹介をします。 先ほど数年をめどにquantum advantageを達成すると いう目標について話しましたが、それは実用的なアプリケーションで今の不可能を可能にすることです。し かし、実用的なアプリケーションはお客さまが知っ ているので、お客さまと一緒に2017年12月、IBM Q Networkというエコシステムを作りました。フォー チュン500級の企業や国立研究所、学術機関などと連 携して推進しています。日本では慶應義塾大学にハブ として非常にお世話になっていますが、グローバルで は他に、オックスフォード大学やオークリッジ国立研 究所、メルボルン大学等にハブの形でメンバーに加 わってもらっています。ハブの下にお客さんが参画し て、IBM、ハブ、メンバー企業の3層で量子の未来を 創る形になっています。

ミッションは、研究の加速、quantum advantage のための商用アプリケーションの開発、人材育成の三つが柱となっています。

慶大のハブは2018年5月、JSR、三菱UFJフィナンシャルグループ、みずほフィナンシャルグループ、三菱ケミカルの4社でスタートしました。当時、理工学部長の伊藤公平先生は、「実際の問題を解いていく道筋を示すことが私たちの大切な使命である」と意気込

みを語りました。

2019年6月にはシンポジウムを開催しました。ハブの中では、化学班と金融班、共通の関心としてAI班の三つの班ができ、それぞれが成果を発表しました。 慶大の山本直樹量子コンピューティングセンター長は、「IBM製の量子コンピュータの実機で研究できるのがポイント」と当時語っています。ノイズのある量子コンピュータを使いこなすノウハウがなければ、明日いきなり1000量子ビットのマシンが出てきても何もできないので、現在は開発途上の量子コンピュータを操作しながらノウハウを蓄積しているところです。

今年7月には、東京大学と弊社が量子イノベーションイニシアティブ協議会を設立しました。これは慶大とハブの4社に加え、日立製作所、東芝、トヨタ自動車、DICの4社にもIBM Q Networkに参画してもらい、量子コンピュータの社会実装を産官学で推進していきます。

協議会には大きな柱が三つあります。一つ目に、実機を日本に持ってくることです。日本に据えられた実機を使ってアプリケーションを開発していきます。二つ目に、周辺機器の開発のためにもう一つ実機を持ってくる予定です。それから三つ目に、量子コンピュータを使って基礎的な物理を推進するためにコラボレーションセンターを設置する予定です。この3本柱で産官学が連携しながら量子の社会実装を促進することになっています。

オープンディスカッション

ファシリテーター:原 隆浩 氏

(大阪大学大学院情報科学研究科 副研究科長・教授)



パネリスト:

柳田 敏雄 氏

(大阪大学大学院生命機能研究科・情報科学研究科 特任教授 情報通信研究機構/大阪大学 脳情報 通信融合研究センター長)

暦本 純一 氏

(東京大学大学院情報学環 教授 ソニーコン ピュータサイエンス研究所 フェロー・副所長)

茨木 拓也 氏

(株式会社NTTデータ経営研究所 ニューロイノ ベーションユニット アソシエイトパートナー)

小野寺 民也 氏

(日本アイ・ビー・エム株式会社 技術理事 東京 基礎研究所副所長)

ハピネスドリブンにどう貢献するか

(原) 今回のシンポジウムはハピネスドリブンが非常 に重要なキーワードになっています。

「ハピネスドリブンの世界に脳情報、AI、ロボットや量子コンピュータがどのように貢献できるのでしょうか。」

(柳田) CiNetのメインテーマは「おもろい研究」をすることです。イノベーションをしなくてはいけない、という話が研究者にまで強く言われる時代になっているのですが、研究者は自由な発想で研究したい、という気持ちがあり、「役に立て」「企業と組め」と言われるとなかなかつらいので、CiNetでは「おもろい研究」をしたいと考えています。

大阪では心の底からわくわくするようなことを「おもろい」というのですが、体の芯から「おもろい」ことは無意識下になってしまうので、われわれCiNetでは無意識の中にある楽しさや幸せを脳情報として取り出し、それを媒体にしてコミュニケーションをしていけば、情報爆発するような世界でも楽しくいろいろなことを創造的にできる社会になるのではないかと考えています。そのためには、本人が「おもろい研究」をしていなければならないので、CiNetでは「おもろい研究」を目指しています。

(暦本) 人間拡張の背景にも、AIやロボットが全て人

間の代わりにやってしまうとあまりハッピーではないという考え方があります。人間は語学でも音楽でも仕事でも達成できればハッピーであり、自分が成長できることがハピネスの原動力となります。いろいろなハンディキャップがあって思いどおりにならないときにはテクノロジーがサポートすると思いますが、あくまでも自分で自分を拡張できたという実感があることがハッピーなのではないかと思います。

(茨木) 私の専門の神経科学から言えば、絶対的な幸福は脳にとってあり得ないので、われわれは常にそれを追い続けなければなりません。不幸にならなければ幸せもないので、その波の中でハピネスはあると思うのです。それを追い続けるための情報媒体として、脳情報は役に立つと思っています。人の誕生日プレゼントを選ぶとき、選ぶ側は「これはあの人がとても喜ぶだろう」と思っても、もらう側はあまりうれしくない物だったことがあると思います。つまり、誰かを幸せにするためにその人のことを知りたいけど、分からないというもどかしさがあるような気がするのです。そうした面で脳情報が媒体になることは、ミクロな世界でもマクロの世界でも貢献できるのではないかと思っています。

(小野寺) Society5.0では量子コンピュータを一つの重要なテクノロジーと位置付けており、データが爆発して計算パワーが指数関数的に必要になる世界では、量子コンピュータの出番という気がします。持続可能な開発目標(SDGs)の向こうにハピネスドリブンの世界があるというふうに無理やりこじつければ、量子コンピュータは炭素固定をしたり、アンモニアの効率的な製造方法を見つけたりすることに使えるといわれているので、驚異的な計算パワーを人類が使ってSDGsの幾つかを解決できるのではないでしょうか。それから、柳田先生の講演で消費電力の話が出ましたが、量子コンピュータは消費電力が非常に少ないので、その点からも人類の未来に貢献するのではないでしょうか。

(原)「ハピネスの基準自体もどんどん変性していく 中で、私たち技術者や科学者はハピネスをどう捉え、 どのように研究開発を進めればいいのでしょうか。」

(暦本) 人間拡張の技術があれば能力格差は縮まるかというと、ハンディキャップのある方の能力を押し上げられる側面はありますが、人間のキャパシティが広がっていろいろなことができるようになれば、能力格差は広がると考えていいでしょう。その中で、一つの座標軸で考えてしまうと格差が広がる発想になるのですが、多方向に広がっていけば、自分はどこにすみ分けるか、何が大事かということが幸福感の源泉になると思います。達成感があるのも重要だと思いますが、例えばコロナでフィジカルな移動をあまりしなくて済むようになって、生まれた余白にどんな価値を見いだすかというのがとても重要だと思います。ですので、幸福の方向性がどんどん広がっていくと思っています。

(茨木) 技術で幸せにするのは難しそうなのですが、 科学や技術というのは多少の誤りを認め、漸次的に社 会を良くしていくための媒体であるべきだと思ってい ます。クローズドになるのではなく、やってみてうま くいきそうであればもっとやって、駄目そうなもので あれば改良していくようなプロセスが社会の改良には 大事だと思いました。

(柳田) 何となくハピネスというのは無意識の部分にかなりあるような気がするので、口ではなかなか言い表せないし、どうしたらいいかも分からない領域があるような気もします。そういうものを読み解くのは幸せなのかどうか分からないのですが、脳情報を測れば無意識に含まれるような情報も多少は取れるようになるので、それをうまく使っていくといいと思います。

エンジニアの場合、こうしてあげたらいい、ああしてあげたらいいというふうにプラスの方向を目指す傾向にありますが、日本の文化には「わびさび」のように引き算の文化というか、シンプリファイすることが幸せにつながる面があります。最近のICTは大量の情報を早く送るという方向に進んでいる気がするのですが、そういう方向ではGAFAには勝てません。ですから、日本の文化に根差した情報の量ではなく、質をあげるという方向は結構大切なように思います。

主観的な幸福と客観的データの関連性

(原) 脳科学の専門家の方々に聞きたいのですが、 「人間が感じる主観的な幸福と客観的に数値で表れ る脳データとの関連性は解明されているのでしょう か。」

(茨木) 今のところ主観的なところしか定義できていません。ただ、主観的な幸福がどういう脳の計算によって生まれるかというのはある程度分かっています。例えば絶対的な報酬では人は幸せにならず、期待と報酬の誤差によって、期待より結果が良ければ人は幸せになるし、期待値が高過ぎると幸せになれないという計算原理は分かってきてはいます。

(原) 意外と人の主観や達成度合いは客観的なデータと全く合わないことが多いです。例えばディスカッションをコンピュータがファシリテートするときも、ユーザーにとって満足度が高くないはずの数値を示す結果の場合でも、しっかりとした議論の過程で結論に達したものは非常に満足度が高かったりして、幸福や満足度を客観的なデータから測ることは非常に難しいと感じています。

暦本先生も長年そうした研究をされていると思うのですが、技術的な観点で人の満足や幸福を観測する方法はあるでしょうか。

(暦本)以前、笑わないと開かない冷蔵庫を作ったことがありました。その裏付けは、身体心理学的に表情をつくるとそれが脳に作用してハッピーになるというものなのですが、実際に作って見ると想像以上にそうなのです。つまり、行動を誘発するということは脳に大きく影響します。瞑想して突如幸福になるよりも、幸福になるような動き方や姿勢を考えることが有効であり、そのようなシステムも作れるような感じがします。

量子コンピュータの可能性

(原) 今日の話を伺うと、暦本先生の分野である人間 拡張と脳科学はとても相性が良いという印象を受けま したので、今回を機に何かコラボレーションするとこ ろを私も見てみたいと思いました。 一方で、量子は少し分野が遠い感じがあるのですが、量子科学や量子コンピュータで、人間拡張や脳科学の分野に何か革命的なことが起こる可能性はあるでしょうか。

(柳田)量子コンピュータが人工脳のようなものを作る上で非常にいいコンピュータになれそうだという期待があります。大脳には150億ぐらいの神経細胞があって1個の神経細胞に1万個近くのシナプス(ノード)がある超複雑ネットワークシステムですから、ほぼ無限大の組み合わせのルーティングを制御していることになります。普通のコンピュータでシミュレーションをしようとしたら世界中の全スパコンを使っても計算不能ということになると思います。でも、量子コンピュータなら適当にやってもいいという観点を入れられそうなので、相性がいいのではないかと期待をしているのですが、いかがでしょうか。

(小野寺) 非常に面白い切り口だと思いますし、そういう可能性も大いにあると思います。

(原)確かにノイズが多い対象を扱うという特徴が共通である点では非常に相性がいいかもしれません。逆に(量子コンピュータではない)普通のコンピュータでやるとノイズをしっかりとモデル化しなければいけません。一方、量子コンピュータであれば、そもそもノイズを含んでいるので、ものすごく小さいコストで作れる可能性があると思いました。

(柳田) そういうふうに進むとうれしいですよね。脳はものすごく高度な情報処理をしているのに使っているエネルギーは1ワット(休止状態を加えても最大20ワット)しかないのです。そんなところに普通の今のデジタル的なアルゴリズムが走っているわけがありません。量子コンピュータはその点で、生体の非常に複雑で大量の情報処理をしているところに使うことができるのではないかと思いますし、それは生命の仕組みを解明する研究の上でかなり大きな変革にもなるかもしれないので、量子コンピュータには頑張っていただきたいと思います。

(暦本) アルゴリズムの時代は1行書き間違えたらバグなのですが、ディープラーニングはバグという概念が今までと全く異なるので、誤差ありきの計算で圧倒的にエネルギーが少ないのは非常に大きな可能性があると思っています。

(原) 今回、3分野の研究者・技術者の皆さまの話をいるいろ聞いて、最初の段階では全く予期していなかった関連性や今後の発展が見えてきたのは非常に大きな成果だと思います。もちろんハピネスドリブンの観点でのいろいろなご示唆も頂きましたが、技術がそれぞれ発展するという意味でも非常にいい機会だったのではないかと思います。

視聴者からの質問

(原) ここからは皆さまのご講演に対する視聴者の皆さまからの質問を一つずつピックアップしていきます。

柳田先生に質問です。「脳のゆらぎが創造性を生むというお話も聞くのですが、そのメカニズムやコンピュータへの活用の可能性について教えてください。」

(柳田) 講演の中で、ひらめきというのは無意識下にあるゆらぎで正解を探して意識に上るものだという話をしたのですが、創造性のような意識に上って説明できないような事柄が突然湧いてくるようなものだとすると非常によく似ているので多分、脳のゆらぎは創造性とかなり結び付いているとは思うのです。現象論的にはモデル化に成功して、それをインターネットのネットワークの制御に使えるかもしれないというところまでは行っているのですが、創造性を生み出せるようなアルゴリズムは何かというと、それはまだ研究していかないと分かりません。

しかし、可能性としては無限大の組み合わせの中からゆらぎを使って何かを取り出すという仕組みになっているので、今まで思いもよらなかったことを生み出す源にもなっていると思います。そこを何とかモデル化していきたいのですが、量子コンピュータができたらそういう計算はできるだろうというレベルにとどまっています。

(原) 続いて暦本先生にお聞きします。「能力拡張が幸福感の増幅につながる場合とマイナス面に働く場合を分けるポイントは何でしょうか。」

(暦本) 自分で自分の能力を拡張した、何かを達成で きた、できないことができるようになったというのは 非常に強いポジティブな感覚なので、それは明らかに 幸福感の増強につながると思うのですが、問題は拡張 された能力を外したらどうなるのかという問題があり ます。今はスマホがなければ道が分からないというよ うなことも既に起きています。テクノロジーによって 増強された能力を外されたときに、もとよりも下がっ ているのではないかというのは結構いろいろなエビデ ンスが出ているので、そこはマイナス面といわざるを 得ないでしょう。そこはかなり注意深く考えていかな いといけないのですが、スマホも何もなしで生きてい けと言われても無理なわけです。例えば、靴がないと われわれは歩けませんから、靴を履くという前提で生 きているという点ではテクノロジー前提で歩いている ともいえます。そこはバランスとして組み合わされる ことを考えないといけないと思います。

(原) 「逆に、能力を拡張することで、主観的な幸福 度がマイナスに働いたケースはありますか。|

(暦本) 今のところありませんが、ヒューマンウーバーというのは、自分の顔に着けた「カメレオンマスク」に他人が憑依するシステムで、他人にコントロールされるわけです。自分がアバターロボットのように動いて、遠隔地から「前に進んでください」「ドアを開けてください」などと指示されるのですが、自由意思をあえて捨てると非常に人間は楽だということを発見しました。自分で判断して行動するのは結構責任があって負担なのですが、自由意思を返上してしまうと純粋に他人の役に立っているという感覚だけが自分の中にあるので意外に楽しいのです。それはいいのだろうか、悪いのだろうかと今でも考えています。

(原) 続いて茨木さんへの質問です。「脳情報を外から書き込めることに驚きました。これが発展すると他人の記憶や経験、感情をコントロールできてしまうの

でしょうか。|

(茨木) よくないことに使おうと思えば使えるので、 可能性としてはあります。ただ一方では、今まで抗う つ薬などの薬でやってきたプロセスを、脳の情報処理 を直接変えることで行っているだけと思っているの で、あまりアレルギーにならないでほしいと思ってい ます。

一方で、自分の脳情報を人に見せること、与えることが極めて怖いと思うのは当然です。どこまでが自分自身なのか、どこまでが他人からインストールされたものなのかという問題は絶対に付きまとってくるので、その辺りの法整備などをしなければならない時代が来ると思います。どこまで自分の脳情報を操作してもよいかというのを自分自身で判断していくような社会にしないといけないと思っています。

(原) 続いて小野寺さんへの質問です。「量子コンピュータの本格的な実用化は20年後という報道もありますが、当面は最速で何年後くらいにどの分野で実用化されるのでしょうか。」

(小野寺) 講演でquantum advantageと言ったものは、4~6年ぐらいでやって来てほしいと期待しているのですが、今のAIのように世界中に広まっているような状態は20年後くらいかもしれません。

分野については、各国の投資もなされて、まさに人がどんどん入ってきているところなので、新しい考え方もどんどん生まれると思います。また、量子コンピュータのノイズをどう取り除くかというところが焦点でしたが、柳田先生のお話にありましたように、ノイズを積極的に使おうと考える人たちも出てきているので、ブレークスルーが突然起こる可能性もあると思います。

(原) 最後に皆さまから一言ずつ、豊かで幸せな未来 への提言を頂きたいと思います。

(柳田) 「おもろい生活」をすることが最もハッピー に近づくと思います。 (暦本) デジタルとフィジカルの両方にいいところがあるので、それぞれの特質をつかめば豊かになれると思っています。

(茨木) 脳の情報を扱えるようになることは、人間に とって言葉を発明したことと同じぐらいのインパクト があると思うので、それを使ってぜひ幸せや儲かるビ ジネスをつくっていただきたいと思います。

(小野寺)量子コンピュータが本格的に実用化すれば、今のデジタル社会とはまた違ったデジタル社会ができると思うので、そこはきっとハピネスにあふれていると信じて頑張っていきたいと思います。

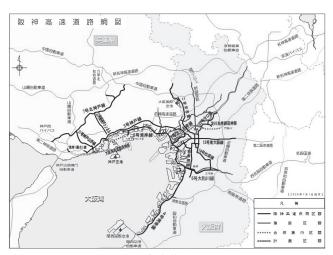
(原) それでは、以上をもちまして本日のインフォテック2020の全ての講演およびディスカッションを終わりにしたいと思います。ありがとうございました。



賛助会員企業のご紹介

阪神高速グループデジタルトランスフォーメーションによる「新たな価値の創造」に向けて

阪神高速道路株式会社



阪神高速道路網図

1. はじめに

阪神高速道路は、関西都市圏への急激な産業と人口の集中による深刻な交通渋滞などの社会問題に対応するために整備が始められ、1964年(昭和39年)に現在の1号環状線土佐堀~湊町間2.3kmが開通しました。その後、大阪万博や関西国際空港の開港などを節目として、円滑な車両交通の確保のための道路整備を着実に進めてきました。

現在の阪神高速道路ネットワークの延長は258.1km。1日あたり71万台のお客さまにご利用いただき、阪神間の貨物輸送の約50%を担う関西の大動脈としてヒトやモノの流れを担い続けています。

2. 企業理念『先進の道路サービスへ』

阪神高速グループの企業理念は「先進の道路サービスへ」です。

「先進」とは、"今まで以上に良いこと、進歩していること"。施設等のハード面だけでなく、やさしさ

やあたたかさ、そして技術やノウハウといったソフト 面についても、これまでの阪神高速を超え続けていく ことを目指します。

「道路サービス」とは、"高速道路を通じてお客さまにとって役立ち、お客さまの期待を超えて満足していただくこと"。ヒトやモノと一緒にココロも届けることで、ビジネスの発展や文化の交流など、地域をもっと元気に。豊かな明日に貢献することを目指します。

「へ」に込められた想いは、"昨日よりも今日、今日より明日、目指すべき方向へ常にあゆみ続けているということ"。変わり続ける社会の中で、一歩先を行き、やさしさに満ちたサービスを生み出し続けるため、私たちは常にあゆみ続けます。

このように、私たちの企業理念「先進の道路サービスへ」には、長年培ってきた道路事業に関する技術ノウハウの伝承はもちろんのこと、たえず先進の技術を活用し、創意工夫を働かせることにより、可能性を広げ、新しい価値を生み出したいという私たちの想いが込められています。

3. 阪神高速グループの取り組み

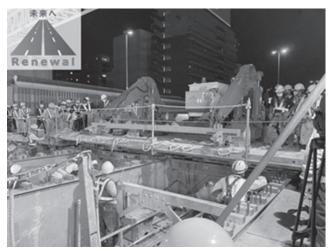
阪神高速グループは、阪神高速道路ネットワークの 建設・管理を担うことで関西のくらしや経済発展に貢献し、お客さまの安全・安心・快適を実現するため、 さまざまな施策に取り組んでいます。

まず、ネットワーク整備については、関西都市圏の 高速道路ネットワークのミッシングリンクを解消し、 渋滞の緩和や物流機能の強化等により地域の持続的発 展に寄与するために淀川左岸線(2期・延伸部)及び 大阪湾岸道路西伸部の整備を進めています。

次に、道路の維持管理については、既存のネット



開削トンネル工事における掘削状況(神戸市長田区)



RC 床板取替工事における新床板設置状況(大阪市北区)

ワークの機能を100年後のお客さまにも安全・安心にご利用いただけるよう、高速道路リニューアルプロジェクト(大規模更新・修繕)を推進するとともに構造物等の補修、交通事故や逆走・誤侵入の防止といった交通安全対策、南海トラフ地震や近年頻発化・激甚化している自然災害に備えた防災対策などに取り組んでいます。

さらに、お客さまに安全・安心・快適を心から感じていただけるよう、「お客さま満足アッププラン」を 策定し、渋滞対策やきめ細やかな情報のご提供等、さまざまな施策を実施することで、お客さま満足の向上に努めています。

加えて、これらの多様な取り組みを進める前提として、業務の効率化、業務の進め方の見直し、多様な働き方の実現等、業務の生産性と品質の向上を図るため



デジタルトランスフォーメーションの取組みイメージ

の働き方の改善・改革の取組みのほか、2025年大阪・ 関西万博を見据えた取組みも進めています。

同時に、国連が定めた持続可能な社会の実現に向けたSDGsについても自らの経営課題として積極的に取り組んでいます。

4. デジタルトランスフォーメーションに向けた取り組み

さまざまな取り組みを着実に推進しつつ、将来の生産年齢人口の減少やデジタル社会の急激な進展など、グループを取り巻く環境の変化に対応していく必要があります。そこで、阪神高速道路株式会社では保有するデータや情報を「重要組織資産」ととらえ、一元的な戦略を策定してマネジメントを推進していくデジタル技術戦略室(DXO: Digital Transformation Office)を2020年7月に設置しました。現場からトップまでの阪神高速グループ社員ひとりひとりがデジタルトランスフォーメーション(DX)を推進していく気持ちを持てるような環境の構築に取り組み、デジタル技術を用いたデータの利活用を推進することで、

「生産性向上と省力化」、「業務の品質向上と高度 化」、「お客さまサービスの更なる向上」など、業務 の変革や「先進の道路サービスへ」に資する新たな価 値の創造を目指します。

主たる業務のひとつである道路構造物や付属物の建設管理においては、測量調査、設計、施工、供用開始後の点検、補修など様々な場面で生成・蓄積・分析・活用されるデータを、一連のものとしてマネジメントを推進していきます。さらに、交通管理、料金収受、お客さまサービスといった高速道路運用に関するデータや、経営企画、総務人事、経理といった間接部門に関するデータを網羅的に取り扱うことで、これにまでない新しい価値

が創造できるのではないかと考えています。

5. 終わりに

阪神高速グループでは、2030年のありたい姿を示した『阪神高速グループビジョン2030』の実現に向け、日々新たな挑戦を続けております。関西の発展に貢献し、地域・社会から愛され信頼される阪神高速となるよう、「徹底したお客さま目線」を基本姿勢とし、グループの総力を挙げて積極的に取り組んでまいりますので、今後とも深いご理解と温かいご支援、ご指導を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

[企業情報]

会社名	阪神高速道路株式会社 Hanshin Expressway Company Limited
代表者	吉田 光市
設立	平成17年10月1日
本社	大阪市北区中之島3-2-4
社員数	約700名
資本金	100億円(+資本準備金 100億円)
目的	高速道路の新設、改築、維持、修繕その 他の管理を効率的に行うこと等により、 道路交通の円滑化を図り、もって国民経 済の健全な発展と国民生活の向上に寄与 することを目的とする
事業内容	高速道路の新設・改築 高速道路の維持・修繕・その他の管理 高速道路の休憩所等の運営 国・地方公共団体等からの委託による道 路の建設・管理・調査等 その他の事業
営業路線	258.1km
建設中路線	26.5km

賛助会員企業のご紹介

株式会社 イマイチ

はじめに

弊社は1921年5月に今市帳簿製造所として創業しましたが、第2次世界大戦勃発により休業。終戦の後、1949年1月今市印刷社として印刷業を再開、1974年3月に現社名、株式会社イマイチを設立しました。今年5月で創業100周年を迎えます。

創業当時から帳簿や伝票などの事務印刷を生業としてきましたが、銀行の紹介によりカーディーラー様との取引が始まりました。クルマならではの広告の知見が必要で、そのノウハウを蓄積していきました。企業規模は大きくありませんが、伝票や冊子等の事務印刷事業とカーディーラー様に特化した販売促進支援事業の2事業体制にし、全てのステークホルダーが幸せになるよう、経営ビジョンであるすべては「エエヤン」のためにを合言葉に日々営業しております。

印刷機も時代と共に変化し、創業当時は活版印刷機で 印刷を行っておりましたが、現在では大ロットの印刷物 にはオフセット印刷機、小ロット多品種の印刷物にはデ ジタル印刷機と機械を使い分けています。オフセット印 刷では、印刷するための版には現像レス、インクはベジ タブルインクを使用し、環境にも配慮してしています。

プライバシーマーク取得

販売促進の印刷物を受注していく中で、個人情報保護法が設立され、「プライバシーマークは取得しているの?プライバシーマークを取得していないと、DMの仕事を発注するわけにはいかない。」が決まり文句のようになりました。

弊社もプライバシーマーク指定審査機関を探し、一般財団法人関西情報センター様のご提案が一番安心でき、依頼することにしました。当時は認証などの取得を行ったことがない弊社でしたので四苦八苦しましたが、一般財団法人関西情報センター様の丁寧なご指導のおかげで、プライバシーマークを取得できました。もちろん現在も7回更新し継続しています。

紙とデジタルの融合

昨今、広告がインターネットによる広告の割合が大きくなりつつあり、印刷会社として印刷とデジタルの融合を考えてきました。印刷とデジタルの融合として生まれた弊社サービスのひとつであります、デジタルスクラッチを紹介させていただきます。

今までのDMは顧客に送った後、開封か未開封かな ど顧客の行動が不明で効果測定ができませんでした。 そこで顧客1人1人に異なるQRコードを印字したDM を送付することで、QR読込(デジタルスクラッチ参加)でDM開封率、キャンペーンサイトへの移動によるホームページ移動率、来店特典進呈で来店率のアクセスログが記録でき、効果測定できるようになりました。また、併せてメールアドレスを取得することで、メールマガジンの配信によるエンゲージメント強化やメールマーケティンも可能になります。

デジタルスクラッチの流れは次ページをご覧ください。

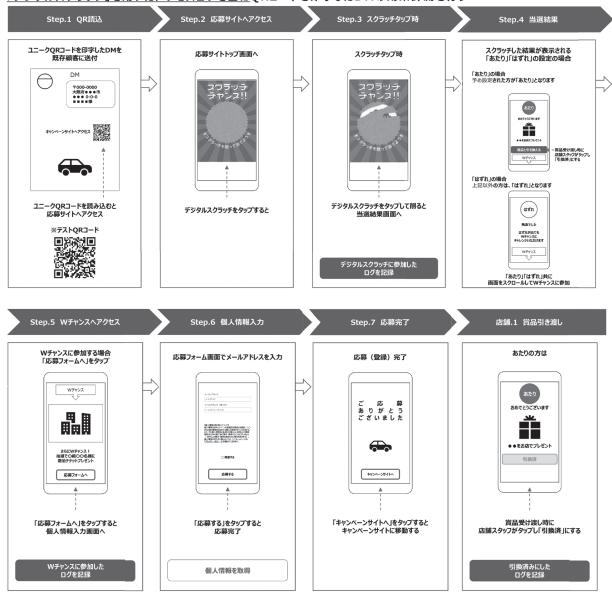
今年の新春DMで採用されました新バージョンのデジタルおみくじで、ぜひ運試しをしてみてください。 最後に、寄稿の機会をいただきましたことに心より御礼を申し上げます。

デジタルおみくじ



デジタルスクラッチの流れ

<u>「デジタルスクラッチ」を用いたアクセスログを基にQRコードを印字したDMの効果計測を行う</u>



[企業情報]

L112/K113/1K3	
会社名	株式会社 イマイチ
代表者	今市 靖大
設立	1974年3月13日
本社	大阪市西区京町堀1丁目17番4号
社員数	20名

KIIS Vol.162 ISSN 0912-8727

2021年3月

発行人 田中 行男

発行所 一般財団法人 関西情報センター

〒540-6305 大阪市中央区城見1丁目3番7号

松下IMPビル5F

TEL.06-6809-1093

定価¥500+税(送料込)

(ただし、一般財団法人関西情報センター会員については、年間購読料は年間会費に含まれております。)



KANSAI INSTITUTE OF INFORMATION SYSTEMS