

EAJ NEWS

「AI×医療」特集号

No. 181
October 2019

(公社) 日本工学アカデミー広報委員会

Office : 〒101-0064

東京都千代田区神田猿樂町二丁目7番3号

HKパークビルⅢ 2F

Tel : 03-6811-0586

Fax : 03-6811-0587

E-mail : academy@ej.or.jp

URL : <http://www.eaj.or.jp/>



ブレイン BIG DATA が切り拓く未来 ～手軽な脳計測により Well-being 2050 を導く～

日本工学アカデミー 若手委員会 委員長、大阪大学名誉教授、大阪大学産業科学研究所教授
関谷 毅 / TSUYOSHI SEKITANI

はじめに

我が国は世界に先駆けて超少子高齢社会を迎えました。すでに人口の25%以上が65歳以上といわれている中で、今後もさらにこの傾向は加速していきます。およそ30年後の2050年には、第2次ベビーブームの世代(現在40歳台)も後期高齢者となり、さらなる“超”超少子高齢社会を迎えることになります。一方で、Aging(高齢化)は自然なことであり、世界で最も高い平均寿命を実現している私たちの国が豊かな国であることは言うまでもありません。すなわち、Agingに逆らうのではなく、これからの未来社会を如何に豊かな社会(Well-being)とするかが、極めて重要な視点となります。この時、科学技術の進化なくして豊かな社会の実現を語ることはできません。人工知能(AI)やエレクトロニクスの微細構造形成技術、高度集積化技術などいずれも指数関数的に進化しており、まさにヒトの想像をはるかに超えた進化を続けています。

来る2050年においてもなお、日本が国力を落とすことなく経済大国としての地位を維持するためには、科学技術はいったいどうあるべきなのでしょう？どのような研究開発が重要となるのでしょうか？

例えば「モノのインターネット(Internet of Things): 通称IoT」と「人工知能(Artificial Intelligence): 通称AI」は、労働者人口が激減する中で社会基盤を支える代表的な技術です。これらは私たちの住む実空間から得られる情報を直ちに信号処理し、可視化し、実空間をよりよく最適化する技術であり、現在の社会基盤の根幹となりつつあるものです。大容量の信号を蓄積解析する「クラウド」、データを高速に転送する「インターネット」、そして実空間からの確かな情報を得る「インターフェース」がすべて揃った今だからこそできる多くの取り組みがあり、大きな期待を集めています。これ以外にも、次世代医療、創業、ロボットなど、働く世代の経済活動を支える、まさに次世代の社会基盤を支える科学技術の開発に期待が寄せられています。

このような社会的背景の中、私の研究室では、2050年の我が国のあるべき豊かな姿を“Well-being 2050”と名づけ、ここに至るために必要な科学技術の研究開発を行っています。

“Well-being 2050”を支える科学技術の一つが、「脳活動の手軽な可視化」技術です。

少子高齢社会における一番の課題は、平均寿命と健康寿命のギャップであり、高齢化に伴い「要介護」となる期間が多くの方に発生することです。「2025年問題」と呼ばれる社会問題では、社会保障費は150兆円以上、必要な介護職員は260万人以上にのぼるとも言われており深刻です。この要介護となる主原因の半数以上が脳関連疾患であるという統計的なデータもあります。すなわち、もし「脳のセルフケア」をもっともっと簡単に、ご家庭で手軽に誰でも行うことが出来れば、脳関連疾患により早く気づくことが出来る可能性が広がり、大きな課題の克服が期待できます。

「脳」はとても身近な存在で、その活躍ぶりに気づくことは容易ではありません。特に、とても繊細なため、

例えば頭に計測機器を取り付けて測定を行うと、違和感、装着感から対象者の脳が「測られていること」を自覚し、計測結果にも影響が及びます。そのため、日常生活での脳計測は大変難しい取り組みと言えます。

もし、日常時の脳活動をいつでも、どこでも、手軽に計測することできるようになれば、生活はどのように変わるでしょうか？

例えば、ご家庭には「体温計」「体重計」「血圧計」といった“セルフケア機器”があり、ご自身の体調を数値として客観的に表示してくれます。医者のように診断をしてくれるものではありませんが、健康状態を毎日客観的に示してくれるため健康管理には欠かすことが出来ません。では、ご家庭内で、「脳の健康管理」の健康状態を知ることはできるでしょうか？読書をしたり、パズルを解いたり、脳にとって良いとされる「トレーニング方法」はたくさん提案されていますが、「体温計」のように数値的に、客観的に脳の健康状態を示してくれるセルフケア機器はご家庭内にはありません。これは、脳活動の信号が極めて小さいこと、そして脳に気づかれることなく“客観的に”計測することが難しいことによるものです。

私たちの研究グループでは、独自の材料・プロセス・システムの研究開発“エンドコグニティブデザイン”により、信号計測精度を落とすことなく正確に計測できる技術開発を進めております。その実用例として、2014年に“おでこにペタリッ”、とセンサシート一枚を貼り付けるだけで、脳活動を医療機器の精度で計測できるパッチ脳波センサシステムの開発に成功しました(図1および2)。

本稿では手軽に計測できる新しいセンサシステムと共に、いつでも手軽に脳が計測できる“ブレインログ”を実現した先に見えてくる未来社会についてご紹介します。

脳活動の偉大さ

人間の脳は、何百億、何千億個もの脳神経細胞が巨大な3次元ネットワークを構築し、相互に連携することで現在の最先端のコンピューティング技術をも凌駕する機能を有していることが分かっています。昨今の人工知能技術の進展はすさまじく、囲碁将棋など“厳密なルールがある特定の分野”においては、人間の脳を超えたと言われ注目されていますが、それは一側面にしか過ぎません。例えば、エネルギー効率の観点から言えば、最先端の超省エネルギーシリコンエレクトロニクス技術をもってしても、人間の脳のエネルギー効率にはまだまだ3～4桁及びません。単細胞として生命が誕生してから現在までに38億年もの月日が経ち、この間に最適化されてきた脳は現在の科学技術ではとても構築できない、そして理解さえできない「デバイス」であり、これを“知りたい、理解したい、模倣したい”というのは、すべての人が願うことであると思います。ところがこれまでのところ、脳には、その動作原理や信号処理の仕組みなど、未



図1 パッチ脳波センサ

おでこに貼り付けるだけで、医療機器の精度で脳波計測することができます。ヘルスケア、医療からニューロマーケティング（脳神経活動を活用した商品開発）など、さまざまな応用が期待されています。



図2 手軽な脳計測が切り拓く未来

手軽に脳波計測することで、脳活動に関するビッグデータを構築することができるようになります。これを解析、意味づけすることで、会話を超える新しいコミュニケーションができると期待されています。

だ理解できていないところがたくさんあります。

手軽な脳計測システム“パッチ脳波計”

私たちの研究室では、機能性有機材料をナノメートル寸法で精緻に積層化する技術を用いて、フレキシブル・ストレッチャブル電子デバイス・システムの研究開発を行っています。有機材料が本質的に持つ、柔らかさ、伸縮性、多様性、そして電氣的な性能を兼ね備えた高精度電子システムの研究開発を行っています。

この柔軟なエレクトロニクス技術を用いて、肌に貼り付けても装着感、違和感のない電極を創り上げることに成功しました。ただ、この先端IT社会、情報化社会において、電極などの部品を単体で作製したとしても、その価値は限定的と言わざるを得ません。どのような情報を獲得して、どのような役に立つのか、システムまで組み上げ、その価値を明確に提示する必要があります。

そこで、私たちの研究室では、柔軟な電極、信号源近傍で信号を増幅する回路、アナログ・デジタル信号変換回路、中央制御回路、薄膜電池と電源制御回路、ワイヤレス通信回路をすべて1枚のシート上に積層させました。その結果、厚さ5mm、重さ24g足らずのシート型生体活動電位計測システムの作製に成功しました。信号計測精度は0.1マイクロボルトに及ぶことから、生体活動電位の中でも最も信号が小さい「脳波」の計測ができる精度を有しています。

小さな信号を測ろうとすればするほど、外乱ノイズが見えてくることから、微小信号を計測することは容易ではありません。ところが、現在の科学技術の中には、リアルタイムにノイズを除去できる機械学習手法や低ノイズで信号を増幅、ワイヤレス伝送できる回路技術もあります。これらの材料×デバイス×回路×情報処理の包括的かつリアルタイムな計測により、脳波をシート一枚で計測できる技術が完成しました。

開発の重要な決め手の一つが、肌に貼り付けても装着感を感じることがない「柔軟なフレキシブル配線基板」です。ヒトの皮膚を無理なく覆うことが出来る伸縮性は、肩周辺で70%程度、おでこ周辺でも10%程度が必要になります。通気性、生体適合性、伝導性を有しながら柔軟かつ伸縮性があるという、わがまを叶えるすべての性能を兼ね備えた電極が出来たことで、無理のない自然な脳計測を行う準備が出来ました。

もう一つの重要な技術が、AIです。脳から得られる微弱かつ膨大な電気信号とノイズを分離したり、そもそも信号の“意味”を読み解いたりすることは容易ではありません。ところが現在では、優れた機械学習により、ノイズの従来から病院にて使用されてきた大型の脳計測機器と比較しても、全く同等の信号精度が得られることが確認できています。

「ブレインログ」でつくる新しい未来

脳波が測れるだけではなく、その信号の“意味付け”すなわち“脳信号のリアルタイム可視化”技術が大切です。一般的にアルゴリズムという言葉で表されます。このようにお手軽で装着感のないパッチ脳波センサとそれを可視化する脳波アルゴリズムの組み合わせにより何が実現できるようになるのでしょうか？主として、以下に示す4つの応用が想定されています。

- ①睡眠ステージモニタリングや注意力(集中力)モニタリング
- ②スポーツ中の脳波計測によるトレーニング
- ③ヘルスケアや医療への応用
- ④脳波を活用した商品開発(ニューロマーケティング)

以下に各項目の取り組みと社会実装について紹介します。

睡眠ステージモニタリングや注意力(集中力)モニタリング

人生の三分の一は睡眠時間といわれており、“睡眠の質”は日々の生活に大きな影響をもたらします。ところが、日本人はその骨格の特徴から睡眠時に呼吸が止まる症状(睡眠時無呼吸症候群)を持つ方が大変多く、広義の意味での睡眠障害を含めると人口の60%以上が何らかの睡眠障害を持つと考えられています。自身の睡眠状態を手軽に把握し、その特徴を理解し、もし今より質の良い睡眠を確保するすべを見つけることが出来れば、生活はよりよくなるかもしれません。

パッチ脳波センサは、おでこに貼り付けるだけで大型医療機器と同じ精度で脳波を計測することができます。さらに、人工知能技術を用いることで睡眠ステージを正確に分類することが出来ます。

スポーツ中の脳波計測によるトレーニング

脳波は微小であるため外乱ノイズの影響を受けやすく、これまでは「安静時」しか計測が許されていませんでした。また、計測機械とヒトとがケーブルで繋がっていることや、ヒトの動きにより電極位置がずれることなども、その理由として挙げられます。

ところがパッチ脳波センサは、軽量なうえ、おでこにすべてを貼り付けることが出来ることから計測中のヒトの行動を制限しません。このため、活動中の脳波計測が可能です。例えばテニス中の脳波計測では、試合中の緊張度合いやサーブを打つ直前の集中度合いなどを計測することに成功しています。

ヘルスケアや医療応用

健康に過ごすことは誰にとっても最大の関心事といえます。重篤な認知症や脳梗塞などの脳関連疾患は治らない可能性が高いのが現状ですが、病気の兆候を早期に発見し、実施することが出来れば極めて有効な手段がたくさんあります。体温計や血圧計、体重計のように、気軽に日々の脳の状態を計測する手法として、パッチ脳波センサは有効です。額部分の脳波だけでも、認知症の兆候をとらえることが出来る可能性があり、この取り組みに大きな期待が寄せられています。

脳波を活用した商品開発：ニューロマーケティング

近年では「付度」という言葉が知られるようになりましたが、ヒトは高度な脳機能を有する生物であり、状況に応じて「本心とは異なる発言や行動」を取ることがあります。このようなある意味での“気遣い”がヒトの高度な社会生活を支えているともいえますが、場合によっては正直な反応を必要とすることがあります。その事例の一つが、商品開発です。商品開発は通常、アンケートの結果を重視して行うものですが、ヒトがアンケートに答えている以上、客観性を完全に確保することは難しいと考えられます。

一方で、脳波は偽ることが出来ません。脳は正直な反応をするため、これを活用した商品開発、すなわちニューロマーケティングが活用され始めています。従来の頭皮をすべて覆う脳波計では、その計測そのものが脳波を乱している可能性がありましたが、パッチ脳波センサは装着感がないことから、より精度の高いニューロマーケティングを可能にすると考えられます。

また、例えば赤ちゃんのように言葉を話せなくても、心地よい、不快であることは脳波に現れます。これを用いることで、赤ちゃんにさえマーケティングを行うことができるようになるかもしれません。

更なる応用の可能性

従来から脳波計は、頭全体を覆うもの(ヘッドギアタイプ)、ケーブルにつながっているもの(自由活動を制限される)、安静時に計測するものなど、固定概念にとらわれたものが多かったように思われます。一方で、現在の最新技術により、シート一枚を用いておでこだけを計測対象とすれば、脳波は実に簡単に

計測できる時代がやってきました。

介護の職にいらっしゃる方たちは、お年寄りと接するときに、どのタイミングで話しかけるとよいかを見定めるのに意識を注いでいると聞きます。話しかけるのに一番良いタイミングがわかれば、もっともっとより良いコミュニケーションができる可能性があります。

付け心地の良い、貼り付けるだけのパッチ脳波センサを実現したことで、子供や乳幼児の脳波までも容易に計測できるようになりました。子供たちの集中度を計測することで、好きな科目や苦手な科目がわかるようになるかもしれません。6歳までの乳幼児の睡眠時間は、視覚認知、言語理解、多動と密接に関係があることが医学的にわかっています。すなわち、6歳までの子供たちがどれだけ良い睡眠、深い睡眠を取れているかが極めて大切で、ここにもパッチ脳波センサの活用が期待されています。

課題と対処方法

最大の課題は、脳波計測をする際のヒトの肌状態の個体差であると感じています。脳波のように小さい信号を計測しようとすればするほど、外乱要因が増えます。肌の表面が乾燥しているか、汗で湿っているか、化粧をしているか、皮脂に覆われているか、などの状態に応じて、脳波信号には影響が出ます。これらの外乱要因を受けにくくするための柔軟な電極の開発が最も重要であると考えます。

一方で、ヒトとヒトとの脳波の違いもまた重要な個体差と言えます。ヒトの顔がそれぞれ違うように、脳波にも個体差があるのは当然のことです。他人の脳波と自分の脳波を比べることにどれほどの意味があるかは、今後の計測により得られる膨大な脳波から統計的に考えていく必要があります。脳波を統計的に扱った結果、普遍的な情報が得られる可能性もありますが、得られない可能性も大いにあります。それだけ個体差は大きいものであると思いますが、改めて大切なことは、「体温計や体重計のように、一人の人にとって連続的に計測することによって得られる日々の変化」であると思います。そのような意味において、家庭で誰でも手軽に計測できることの意義は極めて大きいと考えています。

脳波計測を手軽に行うことで実現される新しい社会を実現することを目的に、2016年に大阪大学発ベンチャー企業PGV株式会社を設立しました。「脳波を手軽に取得」し、「世界の人々へ展開」する。「脳活動をBIG DATA化」して、これに基づく「AI解析を提供」する。これにより、新たなコミュニケーションを創造するとともに、「頭の中に広がる“自分”という世界の探求」が可能になると期待しています。

将来展望

「脳活動のBIG DATA化」には大きな意味があると確信しています。例えば、脳神経ネットワークの解明や、脳が行っている超低省エネルギーの信号処理アルゴリズムの解明につながる可能性があります。これにより将来、脳のように複雑な信号処理を可能とするAIチップの開発も実現できるかもしれません。

さらには、個体差が大きい脳へ手軽にアクセスできるツールの存在により、

- 高次脳機能疾患の早期発見と治療
- 人間の脳活動の統合的理解
- 心と体のリンクに関する理解
- 健康的な生活を送るための日々の脳セルフケアツール

など、多くの理解と将来の安全安心につながると考えられます。

脳波は、全く新しいバイタルサインであり、コミュニケーションツールです。「脳信号の手軽な取得とリアルタイム解析・可視化」により様々な取り組みが加速しています。

終わりに

柔らかいからこそ、脳に負担をかけることなく長期間連続的な計測ができるのではないかとの着想から4年間、多くの共同研究プロジェクトに取り組ませていただいています。現在ではパッチ脳波センサのみならず、「次世代医療を目指した長期完全埋め込み型脳計測システムの開発」を進めています。

これからもあらゆる電子デバイス技術を駆使して、脳機能の理解とその活用に向けて精一杯取り組んでいきたいと考えています。脳活動こそが自分自身であり、脳研究こそが自分自身を知ることにつながると確信しています。

私たちが取り組んでいるWell-being 2050における技術開発の一つとして、脳を理解するための研究開発についてご紹介してきました。今後は、脳活動のビッグデータ化に取り組み、新しい価値の想像と共に、脳をより理解すること、そして脳型のAIチップを創る取り組みへと展開していきたいと考えています。2050年には誰もが豊かと感じられる世界が実現できているように、今から精一杯取り組んで参ります。



人工知能時代の医療を考える

名古屋大学大学院情報学研究科教授、名古屋大学情報基盤センター長、
国立情報学研究所客員教授 森 健策 / KENSAKU MORI

1. はじめに

人工知能技術が様々な分野で注目されている。マスコミ報道において、「AI」の文字を見かけない日はないと言っても過言ではない。猫も杓子も人工知能の感さえする。1950年代のダートマス会議で議論された人工知能であるが、いくつかのブームを経たのち数多くの社会的実装がなされるようになってきたと考えることができる。現在では、音声、画像・映像、テキストなどのパターン情報を取り扱う「パターン認識」「機械学習」が特に注目を集めている。写真等における顔認識に代表される画像認識やテキスト入力インタフェースとして利用される音声認識などが代表的な例である。このような技術はすでにスマートホンを含む数多くのスマートデバイスに実装され、社会に浸透している。

医療分野も例外ではない。「人工知能による自動診断実現」などのタイトルが新聞・Web、記事等をにぎわしている。例えば、CT画像などの医用画像から異常が疑われる個所を自動的に検出する技術開発が進められている。胸部を撮影したCT画像から、肺がんが疑われる場所を自動的に検出する技術などが注目されている。数多くの医学系論文の中から特定の疾患に関する情報を見つけ出す人工知能技術なども注目されてきた。医療分野における人工知能技術の社会実装を狙うベンチャー企業も数多く生まれている。

私たちの社会の中で、人工知能技術は切っても切れない関係に今後なるであろう。定型的な業務が人工知能を活用した技術に置き換えられていくことも、それほど遠くない未来である。

本稿では、人工知能技術と医療について考え、今後の社会のあり方がどのように変わっていくかについて簡単に論じたい。

2. 人工知能

1956年に開催されたダートマス会議は、人工知能に関する先駆的な会合として記憶されている。この会議では、コンピュータによる学習や知能などについて議論されたとされている。人工知能は、人の知的な活動をコンピュータにより模倣する仕組みである。人が持つさまざまな知的な能力を模倣する仕組みを兼ね備えたものが人工知能とされるわけである。

一方、人の持つ知的な能力は非常に幅広い。単なるパターン情報の認識だけにとどまらず、情報の理解、

知識の学習や獲得、演繹的、論理的な推論から機能的推論、意味的理解など、数多くの知的活動がある。現在、マスコミ等で多く取り上げられている人工知能の多くは、人の持つ知的な活動のごく一部を支えるものであることに注意をしないとイケない。

3. パターン認識技術と機械学習技術

画像・映像、音声、テキストなどの情報はパターン情報とも呼ばれる。パターン情報を認識する手法はパターン認識と呼ばれ、統計的パターン認識、昨今注目を集めるに至ったニューラルネットワーク、ランダムフォレストなど種々の手法がある。入力されるパターン情報を特徴ベクトルとして取り扱い、入力されるベクトルに対応するカテゴリを出力する系がパターン認識系と呼ばれる。入力される特徴ベクトルの統計的な性質に基づき出力カテゴリを決定する方法や生物の脳におけるニューロン構造を模擬することでパターン認識を実現する手法が実現されてきた。認識系が持つさまざまなパラメータを入力される学習データから学習処理によって最適化する方法は機械学習と呼ばれる。例えばニューラルネットワークの場合、同一のニューラルネットワーク構造で学習データセットを変更するのみで、異なる目的の認識系が構築できる。また、認識精度を向上させるには、ニューラルネットワークの構造の工夫の他に、解くべき問題が持つ本質的な特徴空間を十分にカバーできる学習データが必要となる。

Neocognitronを源とする畳み込みニューラルネットワークは、特に画像認識の分野において大きな進歩を遂げた。従来の画像処理に手法では困難であった複雑な画像認識もCNNを用いることで容易に解決できるようになった。入力画像とそれに対応する正解データを用意すれば、誰でも「そこそこ」の精度を達成できる画像認識系を実現できるようになった。

4. 医用画像分野における機械学習を用いた診断支援

X線写真、CT/MRI 画像などの医用画像分野では、1960年代からコンピュータを用いて自動診断（診断支援）を行う手法の開発が進められてきた。中でも名古屋大学の鳥脇らは、胸部X線写真から肺がんが疑われる領域を自動検出する手法の開発を行ってきた。このような技術の開発は、畳み込みニューラルネットワークを活用した近年の研究につながっている。医用画像分野における代表的な診断支援である、検出、抽出、定量化などを支援する数多くの診断支援システムが開発されてきた。

このような画像診断支援装置は、実際の診療現場でも利用され始めている。例えば、筆者らの研究グループが昭和大学の研究グループと開発を進めてきた超拡大内視鏡自動診断装置は、2018年に医機法に基づく製造販売承認を取得し、2019年より販売開始されている。この装置は、超拡大大腸内視鏡を用いた検査中に撮影されるポリープ表面の超拡大画像を解析し、そのポリープが腫瘍性のポリープであるか否かをリアルタイムで判断する装置である。リアルタイムで診断結果を出力する事で、大腸検査の医師の診断プロセスを補助するものである。大腸ポリープをコンピュータが発見することで、大腸内視鏡検査を支援するシステムの開発も進められている。このような装置の内部では、機械学習の手法によりパターン認識部が構築され、認識結果(分類結果)を基に診断支援情報をフィードバックするものである。

5. 医療を支援する真の意味での人工知能に向けて

現在の社会の中で取り上げられる「AI」の言葉はパターン認識の範疇から大きくは踏み出していないようにも思われる。「AIを用いた技術で〇〇を解析」と記されている場合でもその多くは機械学習などの人工知能分野の一部の技術を用いた手法であることが多いと考える。人工知能による真の医療支援をめざるのであれば、医師と共生できる人工知能技術の開発が必要であろう。現時点では、異常部位の検出やその病理型分類にとどまっている。人工知能による医療支援とするのであれば、医療の場を構成する患者とそ

の家族、医師、看護師などの医療スタッフなど共生できる人工知能技術の開発が不可欠であると考え。対話技術など数多くの試みの研究がなされてきているが、より一層の研究開発が必要である。

6. 知識の抽出と抽象化

現在注目されている人工知能技術、とりわけ、機械学習技術では、膨大な量の学習データを用意してパターン認識形が構築されている。しかしながら、膨大なデータがあるにもかかわらず、明示的に知識の抽出がなされているわけではない。例えば、胸部の画像診断の文献などを読むと、「大きさが10mm以上でスピキュラを伴うもの」などのような記述が見られる。膨大な量の学習データによる異常部位が検出されるようになって、先述のような形で肺がんに関する知識の集約や記述は現状できていない。大量のデータから抽出された知識を抽象化し記述する技術開発も道半ばである。現在のAIブームを確かなものとする上でも、「知識の抽出」「知識の抽象化」は避けて通ることのできない研究領域であろう。

7. むすび

本項では、医療における人工知能について現状を示すとともに、今後のあり方について一つのあり方を示した医療分野における人工知能技術が今後ますます発展することを期待する。



AIを活用した医療システム

東京大学 大学執行役・副学長、大学院工学系研究科 機械工学専攻 教授 光石 衛 / MAMORU MITSUISHI
東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 准教授 原田 香奈子 / KANAKO HARADA

近年の人工知能 (AI) 技術の発展に伴い、医療にAIを活用することが広く求められている。AI が活用される分野としては、診断・治療だけでなく、ゲノム医療や医薬品開発、介護など幅広い。この中でも医薬品・医療機器に該当するものは法規制の対象となる。医療機器は、「人若しくは動物の疾病の診断、治療若しくは予防に使用されること、又は人若しくは動物の身体の構造若しくは機能に影響を及ぼすことが目的とされている機械器具等であって、政令で定めるもの」と定義され、品質、有効性、安全性の確保が必要となる。このような医療機器の審査では、リスクとベネフィットのバランスが総合的に評価されることになるが、ここで注意すべきは、機械やシステムとしての性能が優れることが必ずしもベネフィットの向上やリスクの低減に直結しないことである。例えば、精度が高い機械を用いて治療しても治療成績が向上するとは限らないのが医療機器の難しいところであり、一般工業製品を扱う企業や研究者が困惑するところでもある。また、医療機器の研究開発は研究者や開発者(技術者)とユーザ(医師等の医療従事者)が異なるため、暗黙知を共有することが難しく、臨床面での効果や副作用などのリスクを理解することすら困難である。特にAIを活用した医療機器では、その応用形態によって考慮すべきリスクやベネフィットが変化する点に注意が必要となる。また、機器の適正な使用方法や運営方法についても従来とは異なる視点での議論が必要となる。医薬品・医療機器・再生医療等製品の承認審査を行う機関である独立行政法人 医薬品医療機器総合機構(PMDA)においても2017年に科学委員会専門部会としてAI専門部会が設置され、「AIを活用した医療診断システム・医療機器等に関する課題と提言」がまとめられた^[1]。この報告書では「AIとしての新要素」の特徴及びリスク、AIを利用するための留意点についてまとめられており、本稿ではその概要を紹介し、今後の展望について述べる。

医療分野においては、様々な診断・治療情報が電子データとして管理されており、AI活用において医療分野は大きな可能性を秘めている。特に近年はCTやMRI、顕微鏡画像の解析に深層学習を応用した画像診断支援システム（CAD: Computer-aided diagnosis）の研究が急激に増加している。具体的には、臓器ごとの領域を自動で認識するセグメンテーション、病変部位の自動検出、症例や病変の分類などが主な対象となっている。AIを用いた医療システムは米国食品医薬品局（FDA: Food and Drug Administration）のクリアランスを受けた製品もすでに出ており、国内でもサイバネットシステム（株）が大腸内視鏡画像をAIにより解析することで腫瘍の可能性を医師に提示するソフトウェア「EndoBRAIN（エンドブレイン）」を開発し、2018年12月に医療機器としての承認を得ている。

このようなAIを搭載した医療システム（以下、AI 医療システム）が従来の医療機器等と異なるのは主に次の3点である。

- 1) AI 医療システムは学習により性能等が変化する（可塑性）。いつ、誰が、どのような学習データを用いて学習させるか、また、その学習によりAI 医療システムの性能が変化するかについての議論が必要となる。特に、AI 医療システムの出荷・サービス開始後の学習によりAI 医療システムの性能等が変化する場合には、その性能をどのように担保すべきかという点で注意が必要である。出荷・サービス開始後の学習は、当該システムの開発者ではなく、AI 医療システムの操作者となる医療従事者や使用者である患者が行う場合が想定され、その場合のデータセットのコントロールとリスク・マネジメントを審査時と同様に実施することが難しいと考えられる。
- 2) AI 医療システムの出力の予測や出力結果の解釈が難しく、ブラックボックスとしての性質をもつため、AIによる処理を論理的に理解することや修正することが困難である（ブラックボックスとしての性質）。学習データとは大きく異なる入力値に対する出力が想定できず、その結果としての診断や治療への影響を想定することが困難である。また、AIによる間違いの頻度が低い場合もその間違いが臨床的に許容されるか否かは別問題である。
- 3) AI 搭載医療システムが高度な自律能を有するようになると患者と医師等の関係性が変わり、法的・倫理的議論が必要になってくる（将来の高度な自律能）。現在のAI 医療システムはあくまで医師の診断や治療を支援する目的で使用されるが、将来的にはAIが単独で診断を確定したり治療方針の決定をしたりする能力を獲得する状況も想定されるなど、医師等と患者の関係が従来の社会・法制度の想定しないものとなりえる。

AI 医療システムは、今後、急速に医療の現場に導入され、医療のスピードや質の大幅な向上に寄与すると期待される。一方でAI 医療システムが身近になると専門的な知識を持たない医療従事者や患者がシステムの使用者となる機会も増えると想定される。AI 医療システムの研究開発においても同様に、従来とは異なる分野の研究者・技術者の参入が加速すると考えられ、分野横断的な技術開発が重要となってくる。AIを活用した医療の発展には、機器やシステムの性能向上だけでなく、リスク・ベネフィットの視点が不可欠であり、また、工学技術だけでなく、社会・法制度やその変化にも敏感である人材の育成も重要である。大学における教育においてもこのような視点が取り入れられつつあり、引き続き社会の変化に応じた柔軟な体制を構築してゆきたい。

参考文献

- [1] AIを活用した医療診断システム・医療機器等に関する課題と提言2017、独立行政法人医薬品医療機器総合機構科学委員会AI専門部会、2017。

多様化、複雑化する社会では、知性で扱える範囲でのデータ収集や処理能力の限界のため、課題そのものがわからず定式化できない、あるいは課題の認識、定式化の仕方が不適切である等の問題が顕在化している。この限界を超え、エビデンスに基づいて社会課題の発見やその解決のための必要条件を発見、設定し、解決策の選択肢の探索・発見と創造的提示、合意形成の支援を行うために、ビッグデータ、人工知能(以下、AI)などを利活用することが喫緊の課題となっている。この問題は民間部門のみならず、公共部門(行政等)でも起きている。民間は独自に挑戦・解決していくべき部分が多いと思われるが、意思決定支援などへのAIの適用は汎用基盤技術としての側面がある。また、公共部門ではその特性を踏まえつつ、産学官民が連携してその課題に挑戦していくことが求められる。

そこで、意思決定支援や公共政策分野を主対象として、社会的な受容性の高い、証拠に基づく創造的方法論について、試行的事例の調査等を通じてその可能性と克服すべき課題を明らかにし、実現の方策を産学官民で考察することを目的とするEAJ「政策立案のための科学」プロジェクトを2018年に発足した。新技術振興渡辺記念会のご支援を得て本格的な活動を開始し、これまでEAJ会員に広く意見募集を行うなど検討を進めてきた。今回、行政分野におけるAI等情報技術のあり方、利活用の可能性、行政自身の変革の必要性、克服すべき諸課題について検討すべく、「公共政策におけるAIの活用可能性を探る」と題する研究会を、御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンタで2019年8月1日に開催した。

会員15名、非会員9名の計24名の参加があった本研究会では、まず小林信一プロジェクトリーダー/EAJ会員から開会挨拶、趣旨説明が行われ、これまでの推進委員会、訪問調査、公開研究会を通じた、現状、ニーズの所在、課題などの論点が説明された。次いで、(1)「公共政策におけるAI等情報技術の活用事例」、(2)「基盤となるAI等情報技術の動向」に関する講演があった。

(1)の活用事例については、まず、京都大学こころの未来研究センター・教授 広井良典氏、日立京大ラボ・主任研究員 福田幸二氏から、AIを活用した分岐シミュレーション技術と、持続可能な日本、地域の未来、高等教育に向けた政策提言に向けた、京都大学と日立による活用事例が紹介された。次いで、文科省科学技術・学術政策研究所(NISTEP)・主任研究官 伊藤裕子会員から、ホライズン・スキャニングなど社会ビジョン構築型の科学技術予測に向けた、文科省科学技術・学術政策研究所の活用技術と事例が紹介された。

(2)の情報技術の動向については、科学技術振興機構(JST) 研究開発戦略センター(CRDS)・フェロー 福島俊一氏から、複雑社会における意思決定・合意形成支援技術の開発動向について、見落としリスク、デジタルゲリマンダー、エコーチェンバー、リアルなフェイクなど主体的意思決定を困難にしている事例の紹介、情報科学・AIによるリスク軽減、集合知の醸成など対策の方向性と技術俯瞰、膨大な可能性探索、自動意思決定、多様な価値観の把握、交渉・合意形成・集合知支援、フェイク対策など研究開発事例の説明、貢献可能なテーマへの示唆があった。

講演全体の最後に、講演者と、大土井智氏、山下恭範氏など参加者との活発な意見交換が行われた。AI活用が期待される行政分野は、課題発掘、抜けのない支援、横断的な大きなビジョンの創生などが指摘された。一方で、政策に使える正確なデータの必要性、データの二次利用の実現の方向性、行政では根拠を示すことが重要であるため根拠提示型AIへの期待があること、高い精度が求められること、政策運営の効率化のためにアジャイルなレビューが必要になること、実行時の責任の所在の明確化、人材の確保、等の課題が共有された。

休憩を挟み、(3)「公共政策におけるAIの可能性と限界を探る」と題して、小林会員をモデレータとし、文科省科学技術・学術政策局科学技術・学術戦略官/政策科学推進室参与 山下恭範氏、日立製作所研究開発グループ技術戦略室・シニアストラテジースタッフ 大土井智氏による対談、全参加者による全体討議が行われた。会場からは、田辺孝二会員、城石芳博会員、中山智弘会員、長井寿常務理事などからの問題提起、検討課題の提案があり、活発な質疑の結果、AIへの政策提言、経営などへの応用の期待は高く、手応えも出始めてはいるが、AIの有効な利活用に関しては、基になる情報の正確さ、政策と効果とのタイムラグ、など課題も多いことが改めて浮き彫りになった。

今回の議論などを基に、過去の事例の整理、中・長期を視野に入れた説明支援、経営・立法府支援など、公共政策におけるAI利活用の需要候補について整理し、再度討論会を開催してさらに議論を深め、具体的な提言として纏める方向で、本公開討論会は終了した。



小林信一
リーダー会員



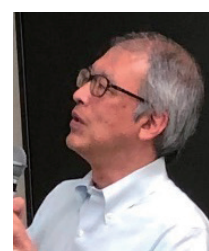
広井良典氏



福田幸二氏



伊藤裕子会員



福島俊一氏



山下恭範氏



大土井智氏



「公共政策におけるAIの可能性と限界を探る」討議の様子



第1回EAJ国際委員会フォーラムを開催(報告)

日本工学アカデミー国際委員会委員 東京大学先端科学技術研究センター教授
杉山 正和 / MASAKAZU SUGIYAMA

本年3月13日(水)に東京大学先端科学技術研究センター(RCAST)において、午後3時より日本工学アカデミー主催の第1回EAJ国際委員会フォーラムを、内外関係者67名の参加により、開催いたしました。

日本工学アカデミー(EAJ)は創立以来30年、日本代表組織として、国際工学アカデミー連合に加盟し活動して参りました。その活動を通じて、国内外のさまざまな組織との関係も、拡大しています。また、海外から得られる直接情報の質も高くなり、未報道の重要な潮流が見えて



くるケースも現れてきました。そのような情報をEAJ内部に留め置くだけではなく、海外展開に傾注している国内の種々の組織とも連携し、情報を共有する活動を展開し、世界の中での日本のプレゼンス向上を目指したいと考えてまいりました。そこで、いままでのアカデミーの成果と、各所との提携の発表の場として、東京大学先端科学技術研究センターにて両組織が連携して開催をいたしました。同センターの教授で所長でもある神崎亮平氏はアカデミーの会員でもあり、また今回プレゼンテーションを行った杉山正和教授は、国際委員会のメンバーでもあります。

今回は、東京大学先端科学技術研究センターとの共催という形となりました。プログラムの内容としては、小泉英明EAJ国際委員長（上級副会長）より「挨拶-EAJ国際活動の方向性」として始まり、ひきつづき「EAJの現況と今後の活動方針」として、長井寿EAJ常務理事が話しました。その後、「EAJ壮年会員の国際活動」を杉山正和RCAST教授・EAJ国際委員、「RCASTの国際活動の現況」を神崎亮平RCAST所長より報告があり、「国際情勢と科学技術外交の現状」と題した岸輝雄外務省参与、外務大臣科学技術顧問・RCAST元所長からの基調講演の後、パネリストによる「EAJ国際活動の方向性」についてパネル討議を行い閉会しました。

終了後、参加者との意見交換の場として交流会を開催し、活発な議論、交流を深めることが出来ました。

今後の活動としても、工学を含む科学技術分野は、イノベーションの担い手として重要であるだけでなく、文化の担い手としても期待されています。政治から独立して多くの個人が、海外と多様に繋がり、互いに他国の文化を尊重し、理解を深耕することも可能であると考えています。今後は、高校生などの若い方々にも積極的に参加して戴き、国際活動に興味を抱いて戴く契機となれと思います。



第7回EAJ中部レクチャー 「超伝導直流送電システムの開発 ―石狩プロジェクトの概要と展望―」報告

中部支部幹事長 水谷 法美 / NORIMI MIZUTANI

日本工学アカデミー中部支部では、第7回EAJ中部レクチャーを4月12日（金）に福井大学文京キャンパスにて開催した。講演いただいた山口作太郎教授が所属する中部大学藤原洋記念超伝導・持続可能エネルギー研究センターでは、多くの企業の協力のもと液体窒素冷却による超伝導直流送電ケーブルの開発をすすめる、経産省の支援により北海道石狩市に500m及び1000mの実験線を建設され、GW（ギガワット）クラスの電力を極めてコンパクトかつ従来に比べて格段に低い電圧で長距離送電できる技術の見通しを得ている。今回の中部レクチャーではこれらの研究を含め、超伝導直流送電システムの詳細について、山口先生に「超伝導直流送電システムの開発 ―石狩プロジェクトの概要と展望―」と題して講演いただいた。本稿にてその報告をさせていただく。

講演では、まず、今世紀エネルギーのトレンドについて、過去からの変遷の中で、消費面では今後電気へのシフトがこれまで以上に進むことが見込まれること、さらに生産面では再生可能エネルギーの普及が非常に大きくなっており、そのコストも安くなる方向に向かっていることを海外の事例も交えて紹介された。一方で、不安定な性格の再生可能エネルギーについては、今後の技術でそ



中部支部・
石塚副支部長の挨拶



山口作太郎教授による
講演

れを使いこなす方向に向かうこと、そして、再生可能エネルギーは作る側と使う側のいずれも電気であるという特徴から、その間のエネルギー輸送としての送電の重要性が指摘され、ヨーロッパでは蓄電よりも広域の送配電網を整備して平均化する方が効率がよいとの考えになっていることが述べられた。

ついで、送電について、ガスや石油などの輸送と比べて技術的に距離を長くできないという課題が指摘された。その際、ロスが小さく長距離に利点のある直流送配電について、中国で開発されているような超高圧送電と、電圧を低い状態で送電可能な超伝導直流送電について、それぞれのメリットとデメリットを交えながら超伝導直流送電の有効性が説明された。超高圧送電については架空送電線の下での樹木の伐採など環境問題が生じることや地中や海底での送電の制約があること、またトータルのコストを踏まえると、発電所から超高圧変電所や一時変電所を経由せずに一気に配電変電所まで配電できる超伝導送電の方が安くなる可能性があることが示された。特に樹木の伐採などが不要になるなど環境面での利点も述べられた。これらの評価については、超伝導に必要な冷却コストなど様々な具体的項目と数字をあげて詳しく説明いただくとともに、前述の石狩プロジェクトにより世界で始めて超伝導伝送システムに期待される値をクリアしたことも紹介され、その意義が熱く語られた。併せて現在の大きな超伝導直流電送に対する課題は長距離の電送に必要となる長いケーブルの開発で、それに対する検討状況も説明された。

また、昨年北海道で生じた北海道胆振東部地震の際のブラックアウトについて、何故そのような事態に陥ったのかについても解説があり、直流送電システムがこのような事象に対して有効であることも紹介された。このような非常に将来の可能性の高い直流伝送システムについて、先進国のみならずロシア、中国、インドなど、とりわけ広域の送電網の構築が今後必要とされる海外の国々から大きな注目を集めていること、一方、日本では超伝導伝送システムに関する研究は縮小傾向にあることなど、課題も示された。

そのような中で、高速道路を利用した検討が動きだしていることも紹介された。日本が半導体の二の舞にならないようこの分野で先行するために関係者の応援を期待され講演は終了となった。

その後、質疑の時間を設けたが、参加者からかなり多くの質問があり、参加者の強い関心がうかがわれた。

講演会終了後、場所を移して山口先生を囲んで懇親会を行った。大きなテーブルを囲んで着席で行ったが、話題が途切れることなく非常に充実した懇親会となった。

最後に、貴重な講演を行っていただいた中部大学・山口作太郎教授、ならびに会場の準備等に多大な協力をいただいた福井大学・岩井会員をはじめ福井大学の関係各位に感謝の意を表します。



講演会の様子



懇親会後の記念撮影



EAJ NEWS “第2回EAJフォーラム” 報告 —これからの工学が果たすべき役割を考える—

EAJ フォーラム 2019 企画委員会 委員長 中西 友子 / TOMOKO M. NAKANISHI
企画推進グループリーダー 城石 芳博 / YOSHIHIRO SHIROISHI (文責)

我が国の持続的成長に向けた社会課題と、科学と技術の役割について洞察し、そこでの工学の役割についての理解を深めることが益々重要になっている。日本工学アカデミー (EAJ) はこうした課題を広く議論する場として、昨年第1回EAJフォーラムを開催した。今回、技術を巡る様相が世界的に大きく変わりつつある現状を踏まえ、国際的な視点を重視して工学をめぐる課題を考えることをテーマに、2019年6月4日(火)14:00-17:30にホテル 東京ガーデンパレスで第2回フォーラムを開催した。

会員82名、賛助・客員会員6名、非会員10名の計98名の参加があったフォーラムは、辻 篤子 理事の総合司会で開始した。まず、阿部 博之 会長から、来賓、講演者、参加者らへの御礼と、政策提言や本フォーラムなど工学を通じたEAJの更なる貢献が重要であるなどの開会挨拶があり、次いで来賓の細田 博之 衆議院議員のご挨拶では、日本には優れた面も多いが、その動きは世界の潮流とは異なっており価値が流出しているとして危機感を表明した上で、悲観的にならず、見直すべきところは見直し、我が国の技術をのばして発展を図ることが必要であり、そのための政策の在り方などについて議論を深め、政策提言や発信をして欲しいと、EAJへの強い期待を述べられた。

次いで、世界160か国以上に会員約42万人を抱える世界最大級の電気・電子関係の専門家組織IEEEにおいて、米国以外からは初の会長に選ばれた福田 敏男 会員から、「アジアから初のIEEE会長に選ばれて」と題し、2020年の会長就任を前に特別講演があった。若い時から専門のロボット工学の分野で時代を先取りした研究テーマに着手し、その実現に向けた組織構築の提案をするなど、前例にとらわれない活動を展開したこと、それゆえ色々な困難にも直面したが、リーダーとしての活躍の場を与えられ、フォロワーを作っているか厳しくチェックされたことなどで成長できたご経験を熱く紹介戴いた。この経験から、ヒューマンネットワーク、新しい人の流れ、コミュニティをつくることの重要性を痛感したという。e-Learningを活用したIEEE大学なども活用し、会員に真に役立つIEEEにして約42万人の会員を400万人にするという高い目標に挑戦されるとのことである。

続いて、特許取得件数11,353件のギネス記録認定の実績(2016年6月30日時点)を持つ半導体エネルギー研究所 代表取締役 山崎 舜平氏による、「デジタル革命をリードする半導体」と題した講演があった。Normally-off MCUなどの世界に先駆けた実現に向け、自らがリードして開発中の、超低リーク電流を活用した半導体素子の詳細な説明があった。データ駆動型社会にあって我が国の半導体、部品産業、知財戦略はどうあるべきかなど核心に迫る質疑応答を含め、開発中の最新のデモ展示もあり、活発な議論がなされた。

最後に、岸 輝雄 会員が「科学技術外交の現在とこれから」と題して講演した。グローバルな科学技術外交活動を通じて、科学・技術とイノベーション、産業競争力のポテンシャルがあることが外交上重要であること、世界からの日本への高い評価と期待がある一方で、日本の課題が見えてきたこと、特に、過去30年にわたり多くの施策が実施されてきたが、結果として成果が見え難く、技術は人と共に移転することを考えると心配なこと、などが述べられた。今後、対話と自律を促進し、技術流出の防止と国際連携のバランスをとり、日本の良さを生かした、日本ならではのグローバルな科学技術システムの構築、さらには科学・技術・イノベーション省を設立すべき、など、検討すべき重要な提言があった。

活発な質疑はなかなか尽きなかったが、最後に、企画委員長の中西 友子 副会長からの参加者への御礼と閉会挨拶があり、フォーラムは閉会した。

続いて交流会が、井上事務局長の司会で開催された。正会員64名、賛助・客員会員3名、非会員5名の計72名が参加し、阿部会長の挨拶、次期会長として三菱ケミカル 小林 喜光 取締役会長の抱負、富浦 梓会員の乾杯の音頭で始まった交流会は、早くも第3回のEAJフォーラムへの期待が話題になるなど非常に盛り上がり、中村道治会長代理の閉会の辞をもって、名残惜しく閉会した。

最後に、本フォーラムの開催に当たりご尽力いただいた関係者各位に厚く御礼を申しあげる。

EAJフォーラム



辻会員 総合司会



阿部会長 挨拶



細田議員
来賓挨拶



福田会員
特別講演



山崎氏 講演



岸会員 講演



会場の様子



中西副会長
閉会挨拶

交流会



井上事務局長
司会



阿部会長 挨拶



小林次期会長
挨拶



富浦会員
乾杯音頭



交流会の様子



中村会長代理
閉会の辞

日本工学アカデミー(EAJ)では、工学及び科学技術全般の進歩と新たな社会的価値の創生を目指し、幅広いステークホルダーとの連携強化を図ってきている。今回その一環として、7月24日に如水会館「富士の間」、および、同「けやきの間」において、第3回日本工学アカデミー・賛助会員ラウンドテーブル、および懇親会を開催した。

ラウンドテーブルでは、28社34名の賛助会員に参加していただいた。まず阿部博之会長から、政府からは予算を貰っていないEAJが果たすべき役割などの紹介と、豊かな社会実現に向けて、EAJ、賛助会員間の交流、議論を深めたい旨の本会趣旨の説明があった。続いて、中村道治会長代理からEAJの2018年度主要活動に関する、関西支部発足、緊急提言、第1回EAJフォーラム開催、第2回ジェンダーシンポジウム開催、会員メリット増強活動など特記事項、更に、2019年度の主要事業予定の紹介があり、最後に若手リーダー人材育成に向けてEAJで企画中の国内研修に対する意見募集の案内があった。

続いて「データ駆動型社会における人工知能の開発・利活用・社会原則のあり方」と題する意見交換会が開催された。まず、東京大学教授 松尾豊会員から、「人工知能技術の研究開発の現状と展望」と題する講演が行われた。ハードに詳しい高専生にディープラーニングを学んで貰い、課題解決型事業を提案、投資家に価値を評価して戴く、と言う地方活性化の試みや、カプセルネットワーク、宝くじ仮説や、人間の知能に係る仮説(動物OS+言語アプリ)、動物から進化してきた人間が理解・知ることの出来る限界と、多数パラメータを扱える科学、世界へのパラダイムシフトへの展望など、ワクワクする内容で、会場からも、データ駆動型社会での新たな価値創造に向けた活発な質疑があった。

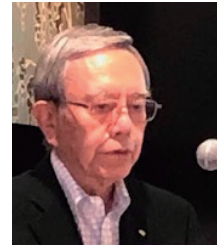
次いで渥美坂井法律事務所 三部 裕幸 弁護士から、「経営課題としてのAI・データの法と原則 —データ駆動型社会に向けて、グローバルな観点から」と題する講演が行われた。AIの広がりで見えにくい想定困難な事態が発生した場合には、AIの登場を想定していない現行法が適用され、人間が長い歴史の中で築いてきた価値観として法に取り込まれている倫理が重要となること、このため、各国の現行法と各種AI原則・ガイドラインの全体像を理解してリスクマネジメントを早期に実施することが、グローバルなAIビジネス遂行上の経営課題であることなどが述べられ、会場からは、応用、経営、グローバル開発など、多様なビジネス視点での活発な質疑があった。

最後に政策研究大学院大学講師 桑原 輝隆会員から、「工学アカデミー緊急提言2019で訴えたこと—我が国が生き残るためには何をすべきか—」と題する特別講演があった。我が国の工学と科学技術の凋落を食い止めるための提言骨子である、大学の研究力の強化、産業と大学の連携の深化、若手人材の育成強化と人材流動化の促進、新領域へのチャレンジ、主要な改革や政策の総合レビューの実施、などについて、エビデンスに基づく説明がなされた。会場からは、活性化に向けた活発な質疑があり、最後に、日本を代表する会員の会費で運営されるEAJは、中立組織として世界的にも存在意義は高く、賛助会員の支援を今後ともお願いしたい旨の小泉英明上級副会長からの閉会挨拶があった。

ラウンドテーブル終了後、場を移して、中村会長代理からの挨拶、乾杯の音頭で、賛助会員34名と会場が一杯となるご参加を戴いた懇親会が開催され、予定を超過して活発な議論、交流を深めた。最後に、永野専務理事からの御礼の挨拶があり、ラウンドテーブル、懇親会は盛会裏に閉会した。



ラウンドテーブルの様子



阿部会長 挨拶



中村会長代理
活動報告



松尾会員 講演



三部氏 講演



桑原会員
特別講演



小泉上級副会長
挨拶



中村会長代理
乾杯挨拶



懇親会の様子



永野専務理事
閉会の辞

▶ 顕彰・叙勲

2019年春の叙勲・褒章受章者が発表されました。その栄に浴された会員の方々に、心よりお祝い申し上げます。

NEWS

2019 年春の会員の叙勲 瑞宝大綬章受賞の白井克彦一会員のご業績

早稲田大学特任研究教授・名誉教授 逢坂 哲彌 / TETSUYA OSAKA

本アカデミー会員の白井克彦先生におかれましては、令和元年春の叙勲で瑞宝章の最高位である瑞宝大綬章を受賞されました。心よりお祝い申し上げます。

白井先生は、2002年より2010年まで2期8年間 早稲田大学第15代総長を務められ、早稲田大学の発展に尽力されました。その後、放送大学学園理事長(2011~2017)を務めておられます。



専門は情報工学(音声コミュニケーション科学)で工学博士を1973年授与され、本分野、特に日本における音声認識の第一人者であります。早稲田大学のロボット研究WABOT 1,2の開発に関わり、特にWABOT 2は科学万博 つくば'85政府出展テーマ館においてエレクトーンをひくロボットとして展示されましたが、その音声処理システム開発などに関わって来られました。本分野の業績に対しまして、第56回NHK放送文化賞および高柳健次郎賞等をお受けになられています。

早稲田大学第15代総長時代には、先導的な大学再編、学部大学院新設を積極的に進め、スポーツ科学部、国際教養学部、政経学部国際政治経済学科を新設、また、大学院新設では、大学院公共経営研究科、大学院情報生産システム科、大学院法務研究科、大学院会計研究科、大学院スポーツ科学研究科を新設しています。更に、総長二期目には、文学部を再編統合し、文化構想学部と文学部を新設、また、理工学部を三分割し、基幹、創造、先進の各学部として再編しています。

逢坂は白井総長時代に新設の研究推進部の初代部長として招聘され、総長指示のもと、研究大学としての改革推進を進めさせていただきました。特に、2004年(H16年)からの5年間、文科省のスーパーCEOである先端科学・健康医療融合プロジェクト(44億円)としての「医工連携」を、総長が機構長として逢坂が事務長として大学改革の先導的な特区として押し進めた事を懐かしく思い出されます。白井先生の決断力と先読みは鋭く、研究大学として必要な多くの新しい改革をこのプロジェクトでもなされ、東京女子医科大学との共同キャンパス購入による共同研究連携、生命医科学科の創設、また、東京農工大学との初めての国私連携大学院など、このプロジェクトから発信した事を思い起こします。また念願であった医学部構想をも更に進めましたが、残念ながら医工連携でとどまってしまったのを記憶しています。

また、満州・大連市出生である事から、国際化の展開、留学生の大規模受け入れを進め、特にアジア、中国への展開を強く進めてこられました。その結果、現在では5,000名以上の留学生が早稲田大学に在学し、日本における留学生最多の大学となっています。

今の早稲田大学の発展に繋がる基礎を白井克彦先生は大きく展開されて来られ、この叙勲を期に、更に我々後輩を益々ご指導下さり、現在の難しい世界情勢の中を、早稲田大学にとどまらず、日本の発展に、更には世界の発展のためにご尽力下さることを願ってやみません。

新入正会員のご紹介

(2019年入会者)

[第1分野]

いくしま なおとし
生島 直俊



武蔵エンジニアリング株式会社 常務取締役

1974年生まれ。1996年名古屋大学工学部材料プロセス学科卒業。1998年同大学院工学研究科材料プロセス専攻修了。NTTアドバンステクノロジー株式会社での次世代通信ソフトウェアの研究開発を経て、2004年武蔵エンジニアリング株式会社に入社。同社にて、液体塗布制御技術、空圧・ロボット制御技術、画像処理技術等をベースに、生産技術の塗布アプリケーションに対する研究開発、製品開発をリードする。

かわの つねお
川野 常夫



摂南大学 理工学部長・特任教授

1953年生まれ。1982年神戸大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。同年、神戸大学助手、摂南大学助教授、教授などを経て、2016年より理工学部長、2018年より特任教授。専門は人間工学、生体・生理計測、バイオメカニクスなど。介護者・被介護者の筋活動・脳血流の同調研究、職業性腰痛のバイオメカニクス研究、デジタルヒューマンの開発などに従事。日本人間工学会関西支部長(2014-2015)、精密工学会関西支部長(2018)などを歴任。

こすげ かずひろ
小菅 一弘



東北大学 ロボティクス専攻 教授

1955年生まれ。東京工業大学卒業(1978)。東京工業大学修士課程修了(1980)。日本電装株式会社入社(1980)、東京工業大学助手(1982)、工学博士(東京工業大学、1988)、名古屋大学助教授(1990)、東北大学教授(1995)、東北大学ディステイングイッシュトプロフェッサー(2018)。2019 IEEE Vice President-elect for Technical Activities (2020 IEEE Vice President for Technical Activities)。ロボティクスおよびその実世界展開に興味がある。

に けいせい
倪 慶清



信州大学繊維学部 教授

複合材料工学全般、特に機能性材料や材料構造体設計、ナノ材料からマクロの材料設計まで材料のスマート化、防音材料、電磁波遮蔽材料、材料のヘルスマニタリング技術及び力学・物性評価技術などの研究を行っている。人材育成には博士学生30名余りを輩出し、現在も博士学生が多く在籍。国際人材交流にも積極的である。社会活動には日本材料学会複合材料部門委員長、日本材料学会北陸信越支部長、日本複合材料学会評議員、理事、フェロー、日本機械学会代表会員など学会活動に社会貢献をしている。

はたけやま ともゆき
畠山 友行



富山県立大学 准教授

1979年生まれ。2003年東京工業大学工学部機械科学科卒業。2008年同大学院理工学研究科機械制御システム専攻修了、博士(工学)。同大学院で1年間の博士研究員を経て、富山県立大学に赴任。富山県立大学で助教、講師を経て、2018年より現職。専門は、電子機器の冷却・熱設計を中心とした熱流体工学。

よこの やすゆき
横野 泰之



工学博士 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 特任教授

1985年より(株)東芝 研究開発センターにて、電子機器の熱設計・エネルギー機器に関する研究開発、および、6sigmaによる研究開発プロジェクトマネジメントに従事。1992年-1994年に東京工業大学精密工学研究所客員助教授、2009年より東京大学特任教授、次世代を牽引する人材の育成に関する企画・実践、大学院教育手法とその評価に関する研究がテーマ。

[第2分野]

かとう しんぺい
加藤 真平



東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授

1982年生まれ。平成20年に慶応義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程を修了。カーネギーメロン大学とカリフォルニア大学の研究員を経て、平成24年4月から平成28年3月まで名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授。平成28年4月から現職。平成27年12月に大学発ベンチャーとして株式会社ティアフォーを創業。自動運転技術に関する研究開発成果を利活用し、完全自動運転システムの認知・判断・操作に必要な機能モジュールや、その情報処理に必要なプラットフォームを提供する。

きたむら まもる
北村 守



NTT-ATアイピーエス株式会社 代表取締役社長

1957年生。1985年東大院・理・博士課程修了(理博)。
NTT研究所にて、通信用素子、光アクセスシステムの大規模開発および標準化活動に従事。また、技術戦略、産学官連携、人材育成にも長く従事しました。2009年NTTマイクロシステムインテグレーション研所長。2012年NTTアドバンステクノロジー取締役。2017年常務。現在は、NTTグループ企業の経営者の立場で研究開発や人材育成、人材交流を支援しています。

たにくち ともひこ
谷口 智彦



株式会社富士通研究所 特任研究員

1960年生まれ。1982年東京大学工学部電気工学科卒業、同年、富士通研究所入社。スタンフォード大学客員研究員(1987-88)、米国富士通研究所(1996-2000)。信号処理、情報通信技術の研究開発に従事、博士(情報理工学)。北京郵電大学顧問教授(2013-18)、ズイタン大学客員教授(2014-)、南京郵電大学客員教授・国際諮問委員(2016-)。富士通研究所特任研究員。電子情報通信学会フェロー、IEEE Fellow。

なめき ようこ
行木 陽子



日本アイ・ビー・エム株式会社 技術理事

日本IBMに入社後、SEとして製造業の顧客を担当。サービス事業を経てソフトウェア事業へ異動。コラボレーション分野における最新テクノロジーのエバンジェリスト(伝道師)として活動すると共に、エグゼクティブITスペシャリストとして大規模顧客の次世代コラボレーション基盤の設計・導入に従事。2016年技術理事に就任。現在、AIなど最新テクノロジーを使った働き方改革ソリューションを牽引。

ふじわら ひろし
藤原 洋



株式会社ブロードバンドタワー 代表取締役会長兼社長CEO

1954年福岡県生まれ。1977年京都大学理学部卒業。東京大学工学博士（電子情報工学）。日本アイ・ビー・エム(株)、(株)日立エンジニアリング、(株)アスキーを経て、1996年12月、(株)インターネット総合研究所を設立。同社代表取締役所長に就任、2012年4月、(株)ブロードバンドタワー代表取締役会長兼社長CEOに就任。現在、(一財)インターネット協会 理事長、慶應義塾大学環境情報学部特別招聘教授、SBI大学院大学副学長など兼務。

まつお ゆたか
松尾 豊



東京大学大学院 工学系研究科 教授

1975年生まれ。1997年東京大学工学部電子情報工学科卒業。2002年同大学院工学系研究科電子情報工学専攻修了、博士（工学）。産業技術総合研究所研究員、スタンフォード大学客員研究員、東京大学准教授、特任准教授を経て、2019年より現職。専門は、人工知能、ウェブマイニング、深層学習。

もり ゆうすけ
森 勇介



大阪大学大学院工学研究科 教授

阪大院・工・博士課程中退(1993)。工博(阪大)(1996) 阪大・工・電気工助手(1993)、同助教授(2000)、同教授(2007)、(株)創品代表取締役(2005)、(株)創品應心代表取締役(2013)、(株)創品超光代表取締役(2016)活動分野:窒化物半導体・非線形光学材料・有機タンパク質などの各種結晶技術の事業化、心理学的アプローチによる潜在能力活性化とイノベーション創出に取り組む。

[第3分野]

おおむら なおと
大村 直人



神戸大学大学院工学研究科 工学研究科長

1962年生まれ。1985年神戸大学工学部化学工学科卒業。1987年同大学院工学研究科化学工学専攻修士課程修了、1997年博士(工学)。同年日本板硝子株式会社入社、1990年神戸大学助手、1999年助教授、2004年より教授。2015年より工学研究科副研究科長、2018年より評議員を経て、2019年より工学研究科長就任。専門は化学工学で、攪拌・混合操作のプロセス強化に関する研究に従事。近年創造性教育に力を入れるため、神戸大学内に「未来道場」を主宰。

しゅう いーびん
徐 一斌



国立研究開発法人物質・材料研究機構 プラットフォーム長

1988年南京大学物理学部卒業。1994年中国科学院上海硅酸盐研究所博士課程修了、工学博士。2007年名古屋大学情報学博士。2002年物質・材料研究機構研究員、主任研究員、主席研究員などを経て、2016年により現職。材料データベースの開発と運用に従事し、MatNaviや、AtomWork Adv.などを構築。研究分野は、ミクロ、ナノスケールにおける熱輸送と材料熱物性。

ちん いん
陳 迎



東北大学 工学研究科 教授

1982年北京師範大学物理学科卒業、1986年北京科技大学物理学専攻修士課程修了、1996年東京大学工学系研究科博士課程修了。1996-2002年JST研究員。2002年東京大学工学系研究科助教授。2009年東北大学へ移り、2013年東北大学工学研究科教授。専門：計算材料物理。第一原理電子論計算に基づく材料構造、物性、材料設計の基礎研究。大学の教育国際化に取り込む。

むらまつ あつし
村松 淳司



東北大学 多元物質科学研究所 副理事、所長、教授

1959年愛知県生まれ。1983年東京大学工学部卒業、1988年東京大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。1988年東北大学助手（選鉱製錬研究所）、2001年東北大学教授（多元物質科学研究所）、2015年東北大学多元物質科学研究所長・併任、2019年東北大学副理事（次世代放射光計画担当）・併任。超精密にサイズや形態、構造などを、オーダーメイド仕様に制御したナノ粒子の液相法合成研究をメインに研究を展開。趣味はスポーツとその後の飲酒。

[第4分野]

きたじま まさあき
北島 正章



北海道大学 助教

1984年生まれ。2006年東京大学工学部都市工学科卒業。2011年同大学大学院工学系研究科都市工学専攻博士課程修了、博士（工学）。2011年日本学術振興会海外特別研究員（アリゾナ大学）、2014年Singapore-MIT Alliance for Research and Technology 博士研究員を経て2016年より現職。専門は水環境工学、環境ウイルス学。

せとぐち つよし
瀬戸口 剛



北海道大学大学院工学研究院長 工学部長 教授

1962年生まれ。1991年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了。博士（工学）。1990年早稲田大学理工学部助手、1991年北海道大学工学部助手、1995年同助教授を経て、2010年より同教授。2017年より同大学工学研究院副工学研究院長、2019年より現職。2001年カリフォルニア大学バークレイ校客員研究員。日本建築学会賞（2014）、文部科学大臣表彰科学技術賞（2015）、国土交通大臣表彰国土技術開発賞（2016）、公共建築賞（2018）。専門は建築学、都市計画学、都市デザイン学。

[第5分野]

さかにし きんや
坂西 欣也



産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所(FREA)所長代理

1960年生まれ。1985年九州大学大学院修士課程修了。1989年九州大学（工学博士）。九州大学助手を経て1999年より資源環境技術総合研究所・主任研究官、2001年より産業技術総合研究所・主任研究員、2005年より同バイオマス研究センター長などを歴任。専門は石炭化学、石油・触媒化学、バイオマス転換工学。炭化水素資源と再生可能エネルギーの共生に取り組む。

ところ ちはる
所 千晴



早稲田大学 理工学術院創造理工学部 環境資源工学科・教授

1975年生まれ。2003年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了（博士（工学））。2004年早稲田大学理工学部助手、2007年同大学理工学術院専任講師、同准教授を経て、2015年より同教授。2016年より同大学創造理工学部／大学院創造理工学研究科教務主任、2018年より同大学ダイバーシティ推進室長。2017年東京大学生産技術研究所特任教授（兼担）。専門は資源循環工学、化学工学。資源循環のための分離濃縮技術の高度化に取り組んでいる。

[第6分野]

たかなし こうき
高梨 弘毅



東北大学金属材料研究所 所長・教授

1958年生まれ、1986年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了（理学博士）。東北大学金属材料研究所助手、助教授、同時に独ユーリヒ研究センター客員研究員などを経て、2000年から同所教授、2014年から同所所長、2018年から総長補佐兼任。2013年IEEE Magn. Soc. Distinguished Lecturer。専門は磁性材料学。

[第7分野]

あさの やすひさ
浅野 泰久



富山県立大学 生物・医薬品工学研究センター所長、工学部生物工学科教授

1952年生まれ。1975年京都大学農学部農芸化学科卒業。1982年同大学院農学研究科農芸化学専攻修了、農学博士。米国パデュー大学、オハイオ州立大学、（財）相模中央化学研究所を経て、1990年富山県立大学開学時に助教授、1995年より現職。専門は、酵素有機化学、応用微生物学など酵素の産業利用、タンパク質工学研究。日本農芸化学会フェロー

さかき としゆき
榊 利之



富山県立大学工学部医薬品工学科 教授

1956年生まれ。1978年 京都大学理学部生物物理学科卒業、1980年 同大学院理学研究科生物物理学専攻終了。同年住友化学工業(株)宝塚総合研究所、1986年 理学博士号取得（京都大学）1994年 住友製薬(株)総合研究所に移籍、1997年 京都大学大学院農学研究科食品工学専攻 助教授、2004年 富山県立大学工学部生物工学科 教授、2017年同医薬品工学科 教授 現在に至る。 専門：遺伝子工学、生化学

[第8分野]

いずみ ようすけ
泉 陽介



日立化成株式会社 部長代理

1975年生まれ。2003年 北陸先端科学技術大学院大学 材料科学研究科修士課程終了、2007年 芝浦工大 MOT終了、2014年 総合研究大学院大学 統計科学博士課程終了。学術博士（Ph.D）。1996年より国内メーカー勤務を経て、(株)東大総研にて製造改善サポートに従事。2018年 日立化成(株)に入社し現在に至る。専門は、熱電材料の設計、経営工学・統計数理モデルの研究。近年の興味は、製造プロセスで得られるデータの統計解析と作業負担低減のための改善計画など。

かじかわ ゆうや
梶川 裕矢



東京工業大学 環境・社会理工学院 教授

1976年生まれ。1999年東京大学工学部化学システム工学科卒業。2004年同大学院工学系研究科化学システム工学専攻修了、工学博士。東京大学助教、特任講師、東京工業大学准教授を経て現職。専門は技術経営学および科学技術イノベーション政策。名古屋大学イノベーション戦略室客員教授、文部科学省COI STREAM構造化チームメンバー、内閣府SIP評価WG委員等として、イノベーション創出活動に携わっている。

たかぎ まさひと
高木 真人



公益社団法人日本工学会 理事

1958年東京生まれ。1984年横河北辰電機株式会社入社。高速LSIの研究開発に従事。マサチューセッツ工科大学 客員研究員、横河電機 ITS（高度道路交通システム）研究室 室長、経済産業省（国家公務員）、東京農工大学 客員教授、横河電機 産学官連携・標準化戦略室 室長、オープンイノベーション・グループ長、経団連 産学官連携推進部会 委員、等を歴任。現在、科学技術・学術審議会 臨時委員、横幹連合 理事、研究・イノベーション学会 理事、等を兼任。

新入客員会員のご紹介

（2019年入会者）

リ ケツ
李 頔



筑波大学 名誉教授

1959年生まれ。1982年浙江大学計算機学科卒、1985年中国北京郵政省科学研究院大学院修士課程、1993年電気通信大学大学院後期課程了。博士（工学）。同年筑波大学助手。以降講師、助教授、教授を経て、名誉教授。国際学会IEEEのBig Data Technical Community, Chair、IEEE通信学会Technical Committee on Big Data, Chair 等を歴任。専門はビックデータ、クラウド、人工知能、情報ネットワーク、OS及び情報システムアーキテクチャ。

ワン ハツブ
汪 発武



島根大学総合理工学部 教授

1965年中国湖北省生まれ。1986年中国長春地質学院卒業、1999年京都大学大学院博士後期課程修了。京都大学博士（理学）。金沢大学講師、助教授、京都大学助手／助教、島根大学准教授を経て2012年より現職。2018年から自然災害軽減教育研究センター長を兼任。ユネスコチェア「地球環境災害軽減」代表、国際地盤災害軽減機構理事長、国際学術誌「Geoenvironmental Disasters」創刊編集長。専門は斜面防災、自然災害軽減。

終身会員

永野 博
藤原 洋

（2019年8月付）

（2019年8月付）

※終身会員制について、詳しくは次の URL をご参照ください。<https://www.eaj.or.jp/?name=keisai>

能澤 正雄 会員

2019年 7月15日逝去 92歳

日本原子力研究所理事

謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

1951年 3月 大阪大学理学部物理学科卒

1960年 2月 同大学理学部助教授

1962年 3月 理学博士

1983年 4月 日本原子力研究所東海研究所 副所長

1985年 3月 日本原子力研究所 理事

1987年 4月 EAJ入会

伊藤 早苗 会員

2019年 7月18日逝去 67歳

九州大学名誉教授

謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

1979年 3月 東京大学大学院理学研究科物理学専門博士課程
修了(理学博士号)

1992年 4月 九州大学応用力学研究所教授

1993年 第39回仁科記念賞受賞

1998年 Humboldt research Award受賞

2007年 7月 EAJ入会

2012年 4月 九州大学副学長

2019年 7月 正四位叙位・瑞宝中綬章

編集後記

第8回EAJ中部レクチャーが7月半ば、名古屋大学で開かれ、天野浩名古屋大学教授が「次世代に繋ぐゼロエミッション社会」と題して講演した。その冒頭、いくつか例を挙げながら、「工学はもっとアピールすべきでは」と問いかけた。ノーベル賞受賞者が集まるリンダウ会議でも集まるのは理学が中心、気候変動の議論でも省エネが出てこない。本来ならもっと工学の存在感があるべきなのに、というわけだ。また、2度目のタッチダウンに成功して大いに注目を集めた小惑星探査機はやぶさ2は、工学なのか理学なのか。生命の起源に挑む理学が好奇心をかき立てることは間違いないが、10万回を超えるシミュレーションを経たうえでの「100点満点で1000点」という見事な着陸は明らかに工学の成果だ。だが、初号機がトラブル続きによって感動のドラマになったのと比べれば、プロジェクトマネージャーがいうように「きちんとできている技術はドラマにはならない」。工学はうまくいって当たり前、ともすれば縁の下の力持ちと見なされがちだ。どうアピールするのか。その点で、青色LEDを一挙に社会に知らせたノーベル賞の効果は絶大だが、EAJでもさらに知恵を絞っていく必要があると思う。

(辻 篤子)