

NII Today

80
June, 2018

National Institute of Informatics News

鼎談 医療のデジタル革命がもたらすもの

末松 誠氏 [日本医療研究開発機構 理事長]

喜連川 優 [国立情報学研究所 所長]

滝 順一氏 [日本経済新聞 編集委員]

対談 相次ぐ医療系研究センター設立の狙いとは

樋口知之氏 [統計数理研究所 所長]

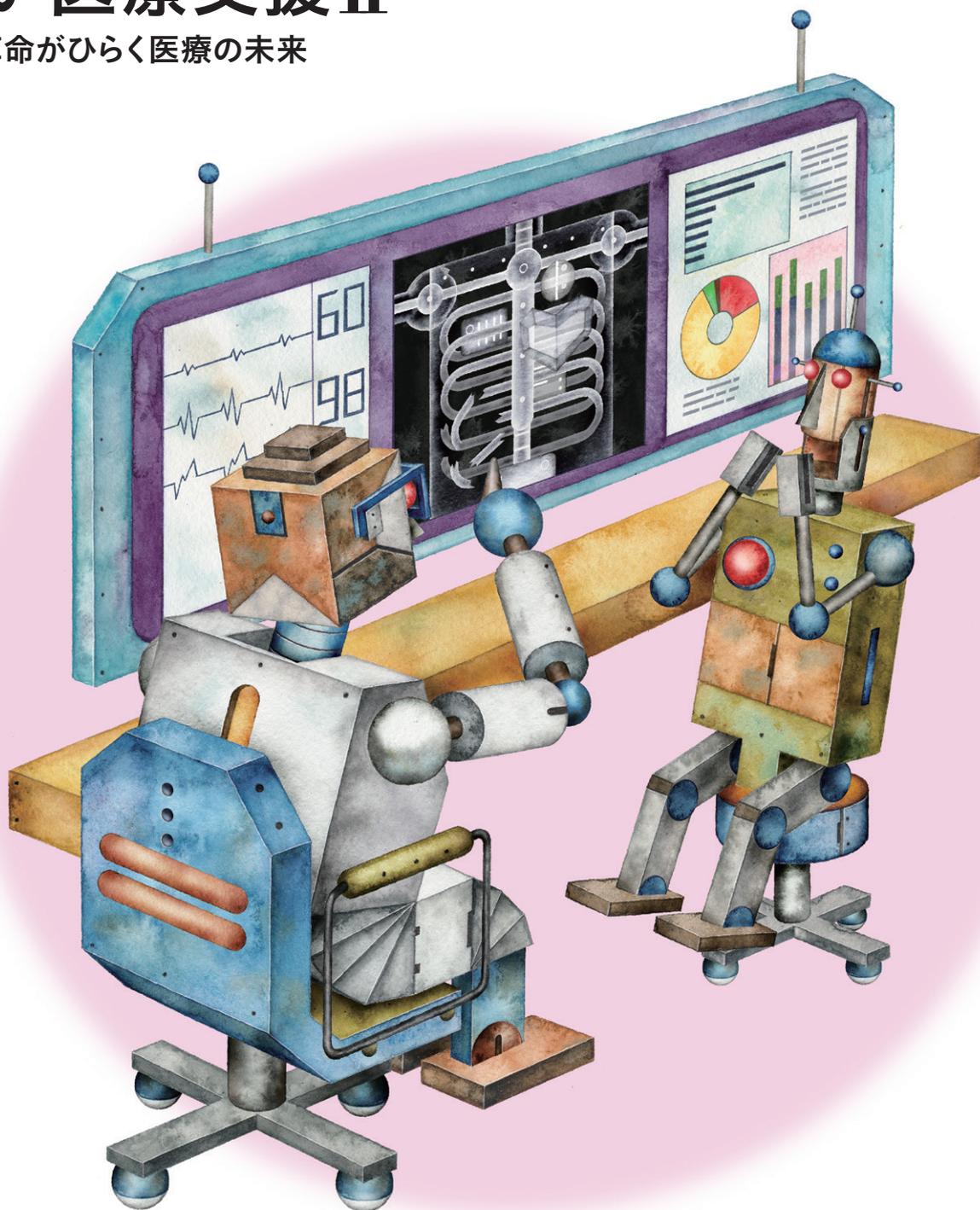
喜連川 優 [国立情報学研究所 所長]

機械学習で健康や医療、社会課題に挑む

Feature

ITによる 新しい医療支援II

デジタル革命がひらく医療の未来



医療のデジタル革命が もたらすもの

診断のスクリーニングや診断支援にITを活かす

末松 誠氏

日本医療研究開発機構 理事長

喜連川 優

国立情報学研究所 所長

聞き手：滝 順一氏

日本経済新聞社 編集局編集委員

国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (AMED) は「医療のデジタル革命」の旗印の下、情報技術の活用を通じて医療の現場を変え、医療サービスの質の向上をめざしている。国立情報学研究所 (NII) はこの試みに参画し「医療ビッグデータ研究センター」を新設した。末松誠 AMED 理事長と喜連川優 NII 所長に「デジタル革命」の背景や狙いなどを話していただいた。

滝 AMED は、医療分野での最先端の研究成果を1分1秒でも早く臨床現場で使えるようにすることを最大の使命としています。まず末松理事長に、AMED が進める「医療のデジタル革命の実現」についてうかがいます。いくつかの個別の事業を束ねて「デジタル革命の実現」をうたっているのだと思いますが、その背景と狙いについて教えてください。

末松 情報技術 (IT) や人工知能 (AI) などを医療現場で活かし、国民に提供する医療の質を上げることが大きな狙いです。わかりやすい例を一つ説明します。NII と協力していちばん力こぶを入れているプロジェクトは、私たちが内部で「画像四兄弟」と呼んでいるもので、医療画像のビッグデータを活用する基盤づくりをめざしています。「四兄弟」と称するのは、日本消化器内視鏡学会、日本病理学会、日本医学放射線学会、日本

眼科学会の4学会と全面的に協力して進めているからです。

端的に言って医療現場の労働環境には厳しいものがあり、医師や医療スタッフは非常に多忙です。一方で患者さんは診断を早く正確に行ってもらい、最適な治療を選びたいと希望しています。画像に基づく診断をより迅速に正確にし、医師や医療スタッフの負担を減らすために何ができるのか。医療画像ビッグデータの活用が一つの道だと考えています。

学会の協力を得て、超音波やX線の断層撮影、MRI (磁気共鳴画像装置) の画像などたくさんの画像を集めます。AI の技術を使って、写っている画像がどの臓器のどの部位で、例えばそれが胆のうなら、そこに見えるものが何年か経過観察すればよいようなポリープなのか、そうではないのかを自動的に認識します。放射線診断などを担う医師は猛烈に忙しいので AI でできる判断を AI に任せれば、医師はもっと難しい診断に集中できます。これは間違いなく患者さんのベネフィットにもなります。

マルチモダリティでより正確な診断を

滝 医療以外の分野でも盛んに言われることですが、専門家の仕事はAIによって置き換えられていくのでしょうか。

末松 私は置き換わるとは思っていません。そうではなく、機械がやったほうが早くて正確な作業もあれば、さまざまな暗黙知や経験を備えた医師がやるのが望ましい微妙な診断もある。たくさんの画像から慎重な判断が必要だとみられるものを探すスクリーニングをAIでできるかどうかという段階です。ゲノム医療が始まり分子標的薬が登場したとはいえ、まだすべてのがんに対し画期的な治療法があるわけではない。画像による早期発見、早期診断は重要です。

滝 スクリーニングなら今の技術で実現可能だとみているのですね。

末松 最初は一見、良性と言われた膵臓のう胞が、何年かたって悪性になった事実が病理の研究でわかってくる。こうし

喜連川 優

Masaru Kitsuregawa



た記録の蓄積を活かして、最初にどんな特徴のう胞だったら注意が必要なのか、ディープラーニングによって初期診断の段階で将来はこうなると予想できる可能性があります。

滝 それには多数の患者さんの画像データを時系列で収集する必要がありますね。

末松 もう一つ、モダリティ（医用画像診断機器）も重要です。超音波ではこう写っているが、X線CTではこう見えた、一人の患者さんについて複数のモダリティで情報が積み上がっていくことが大切です。私は勝手に名前をつけて「バイオマーカー・シグニチャー」と呼んでいます、例えるなら、私の名前の「MAKOTO」のMやAだけ見て診断するのではなく、文字の配列全体で病態を確実に認識するようなことをやりたい。つなぎ役がいないと、学会ごとに独自のフォーマットで情報を積み上げ、それぞれ診断用AIを開発することになりかねません。超音波は超音波、病理は病理でと学会によって課題が違うので、それぞれが課題解決のために取り組むとそうなる。しかし、患者さんの目から見れば、何年か後に医療マイナーが実現したあかつきには、異なるモダリティを組み合わせる確実に診断して欲しいと思うでしょう。その時に「さあインテグレートしましょう」と言ってもうまくいくのかどうか。

滝 きっと、うまくいかないでしょう。

末松 わかりません。しかし、インテグレートがいずれ必要なら、初めからお互いに何がやりたいのか了解した上で、共通のプラットフォームをつくったほうがよい。そこをNIIの知恵を借りてうまくできないかということで、このプロジェクトが始まりました。

もう一言だけ言わせていただくと、総合病院にある超音波やCTの読影情報をAIに学習させれば診断はできると思いますが、そう簡単なことではありません。例えば、これは結核で、こちらはそうではないと白黒をつけられるものばかりではなく、結核ではないが、正常ではないかもしれないグレーゾーンがたくさん存在します。こうしたノウハウ、あるいは医師の暗黙知をどう機械に学習させるか。グレーゾーンのディープラーニングをどうするのか。臨床側からも、やり方がわからないとの声を聞いています。

医工のイコールフットिंगを実現

滝 難しい問題ですね。喜連川所長、医療のデジタル化のプロジェクトをNIIとしてはどう捉えていますか。

喜連川 ITそのものを研究する時代から、今はITでどうやって社会を変革できるかを研究する時代になった。Of ITからBy ITへの大きなシフトがあります。実際の応用を真摯に見て通じて、IT屋が真剣に解決しなくてはならない新しい課題が生まれてくる。2016年に京都賞を受賞された米カーネギーメロン大学の金出武雄教授は、自動走行という概念すらなかった時代に米国の東海岸から西海岸に自動走行で車を走らせました。将来、必ず必要となる自動運転に挑戦することで、そこからIT屋が解くべき問題をきっちり整理し、それに挑戦



末松 誠

Makoto Suematsu

1983年 慶應義塾大学医学部を卒業、慶應義塾大学医学部内科学助手を経て、1991年 カリフォルニア大学サンディエゴ校応用生体工学部に留学。2001年 慶應義塾大学医学部医化学教室教授、2007年より2015年3月まで医学部長。2015年4月より日本医療研究開発機構理事長。

されたのです。

今、臨床現場には膨大なデータが存在します。これを死蔵するのではなく積極的に活用して、現場で医師の方々が困っている課題が解けるのか。そこに挑戦しようというのがこのプロジェクトです。ITの研究者も大きな意欲を持って参加しています。これまで医工連携というと、医が上位にあって、工は医のために働くといった実情がなくなかった。しかし、このプロジェクトは完全な医工のイコールフットिंग（同等の条件）です。医師の目とほぼ同等の水準でものを見るITが実現し、ITの側も対等にものを言う時代になりました。

滝 末松理事長への質問と同じ問いです。AIで専門家の置き換えはできると思いますか。

喜連川 末松理事長がすでに問題をクリアに分割されましたが、いくつかの類型に分けられると思います。まず明らかに正常な場合と明らかに疾患があるケースは、医師にとってもITにとっても認識は簡単です。ところがグレーの部分は微妙な問題がたくさんある。専門医もわかっていて正常と判断しているのか、病変を見落として正常と言っているのかわからない。実際にプロジェクトの中で、医師が正常と判定されていた画像について、ITは正常でないと言った事例が出ました。「申し訳ありません。我々の技術のレベルがまだ未熟で」と申し上げると、専門医が画像をじっと見つめられたあと、「ちょっと待ってください。ひょっとすると我々の見方が不十分だったかもしれません」とおっしゃる。ここから僕たちは友達になれました。専門医にとっても微妙な判断になるところで、ITが「これは丁寧に見たほうがいい」とアドバイスができた。その瞬間



会でそれを匿名化してNIIのクラウドサーバーに送る。一連の作業には通信技術も入るし、セキュリティ技術もクラウド技術も必要になる。だれもがアクセスしてディープラーニングのアプリを実行できるプラットフォームをつくらねばならない。ソフトウェア工学が必須です。まさにITの総合力が求められます。

ディープラーニングの研究者は、ともすれば「ここにデータを

置いてくれたらちゃんと解析します。ただし、データをきれいに整理するのはお願いします」という姿勢になりがちです。実は解析は全体の仕事量の10%にも満たない。データを整えるのが大変で、一般に90%以上の労力がかかると言われています。そこに目をつぶってはいけません。エコシステムはできません。ITの総合力の勝負であり、NIIはエコシステムに必要な多様なIT研究者を擁しています。

未松 それは医師とIT研究者の間にトラストが成立した瞬間ですね。お互いに認め合うのがトラストです。トラストが成立しないところでは人は情報を囲い込む。医療のデジタル化で大いに期待しているのは、医療現場で働く人たちがテクノロジーを介して、職種や組織を超えてトラストを成立させ情報の共有が進むことです。

研究者の「サイロ」が課題

喜連川 もう一つの類型はがんが転移した場合を考えてください。がんが異なる臓器に転移した場合、臓器ごとの専門医が専門外の臓器を診ることがあります。その読影力は自分の専門とする臓器を診る場合より若干落ちるでしょう。AIのほうがその先生より少し上の成績を出せると期待できます。つまりAIは医師を助けられそうです。

また、例えば最近のCTは数秒のうちに膨大なデータを生み出します。それをだれが見るのか。計測技術のほうが人間の能力よりはるかに進んでいる。実はこれは医学だけではなく他の分野でも同じですが、計測機器に画像を見る機能をつけないといけません。計測だけであとは人間にお任せという時代はもはや終わったのです。このように、いろいろな形で医師とITが共存すると考えられます。

滝 画像プロジェクトは、すでに人間と機械の判断を比較しあう段階まできているのですか。

喜連川 各学会から提供された画像データを収めるクラウドは2017年11月にオープンし、それから解析が正式にスタートしました。まだ始まったばかりです。データを扱うエコシステムが樹立されたので、これからご期待ください。

滝 時系列にマルチモダリティのデータを扱えるプラットフォームができてきたということですか。

喜連川 そこはIT本流の研究者がお手伝いできる一番コアな部分です。NIIとしてこのプロジェクトをやりたいと思ったのは、ITの総合力が試されるからです。病院にデータがあって学

会では、放射線や超音波は診断の方法論ですが、一方で病院には消化器の病気とかがんとか疾病領域ごとに専門の医師がおられます。方法論が専門の先生と疾病領域ごとの医師の方々との間でダイレクトにつながらない場合も多々あります。未松理事長にお願いして、疾病領域の専門の先生と計測の方法論の先生とを一緒にした一つのコミュニティーとしてお付き合いできるよう、考えていただいています。

滝 実際に臨床現場で使えるようになるのはいつごろですか。

喜連川 そこは少し微妙で複雑な事情があって、言いづらいなところだと思います。というのも、放射線や超音波は診断の方法論ですが、一方で病院には消化器の病気とかがんとか疾病領域ごとに専門の医師がおられます。方法論が専門の先生と疾病領域ごとの医師の方々との間でダイレクトにつながらない場合も多々あります。未松理事長にお願いして、疾病領域の専門の先生と計測の方法論の先生とを一緒にした一つのコミュニティーとしてお付き合いできるよう、考えていただいています。

また、病院によって違うのですが、例えばX線画像はだれのものなのか。もちろん患者さんのものなのですが、データは放射線診断の部門が持っているのか、臓器ごとの診療科が持っているのか、わかりにくいのも実情です。

未松 そこは非常に微妙ですが、避けて通れない課題です。病院のIT空間を考えると、電子カルテは病院長、あるいはその委嘱を受けたチーフインフォメーションオフィサー(CIO、最高情報責任者)が管理していると思います。ところが、患者さんからインフォームド・コンセントをいただいて撮った画像データを研究のために使う大学病院などでは、教室ごとに「サイロ」があって、自分たちの研究に必要な情報は研究室という「缶詰」に入っている。AMEDがやらねばならないのは、中核的な拠点病院において画像情報の共有・活用のコンセンサスを黒子になって調整していくことです。

滝 その点で、四つの学会を選んだのはなぜですか。

未松 横断的な横串を刺せる学会だからです。また、超音波で見たら気になるものが見えたのでCTを撮りましょう、生検をしましょうと、患者さんが経験する検査の流れでもある。これらが組んでデータを共有することが大事だと考えました。

また、眼科は他の三つの学会とは違い、一人の患者さんについて非侵襲で複数のモダリティでデジタルデータがすでにとられている。デジタル化の点では有望な領域です。先行する3学会は平成27年度からスタートし、眼科は29年度の発足で四男坊ですが期待は大きい。

滝 これからも増えるのですか。

末松 今年度から日本皮膚科学会と日本超音波医学会が参加します。予算がもっと増えるとよいのですが。

病院にもっとデータのプロを

滝 資金提供などで、民間の力の活用は考えられませんか。

末松 お金を出すということではなく、自分たちもやりたいと考える民間企業などを結集できる枠組みをつくることが大事です。大きな波にしたい。これまでに集めたデータで成功例を築き、あちらでもこちらでもやるぞという機運が出てくればしめたものです。

喜連川 みんなでデータを共有し、患者さんのためのベネフィットを生み出すための最初のステップ、できることを検証する段階では国立のニュートラルな研究機関が果たす役割は大きいでしょう。この試みで一定の成果が出た後にどのように開発した技術を民間企業に展開していくのか、学会をはじめ、病院組織、医師の方々、患者さんに違和感のない姿をどうつくっていくのか、それを協議する場を持つことについても AMED にお願いしています。簡単ではありませんが、これほどデータを持っている国は世界でも日本しかなく、私たちが自分自身で解かねばならない課題だと思います。

滝 NII が2017年11月に設立した「医療ビッグデータ研究センター」が、プラットフォームをつくる役割を担っているのですね。

喜連川 プラットフォームの専門家も、医療画像解析の専門家もそこに入ってもらっています。これまでのNIIのセンターと違って、東京大学、名古屋大学、九州大学などからとんとん来てもらっている。原則としてオールジャパンの取り組みです。

センターの一員になることで、集めたデータを見ることができます。これだけの膨大な画像を見る機会には他にはないでしょう。企業で医療機器を担当してきた人が、「夢のようだ」と言って会社を辞めて入ってきた例もあります。「四兄弟の串に私も刺してくれ」という医学分野も増えています。串だんごが長くなりそうです。

滝 医療の現場を変えるというだけではなく、日本の社会のあり方を変える動きにもつながっているように感じます。

末松 AMEDの仕事は医療ですが、データをうまく使い社会に役立てる人が病院にもっと入らないといけないと考えています。英国は、バイオメディカルリサーチセンターを国内30カ所に設け、10年かけて人材育成を進めました。データのプロが病院で働き、人間のデータをもとにどのような基礎研究に取り組むのがよいのかを考える「リバース TR (トランスレショナル・リサーチ)」をやっています。日本では、個々の疾病を扱う研究には資金を投じるのですが、人材育成にはあまり出してこなかったと思います。画像プロジェクトと並行して、病院の人材構成の変革をしなければいけないと考えています。

喜連川 その際、データサイエンティストとともにデータエンジニアの重要性も認識しておく必要があるでしょう。そして、特に社会に成果を還元するという意味では、後者の工学の分野が重要になる。なぜなら、データを集め、整え、活用できるように創意工夫することで初めて、データに価値を生み出すことができるからです。

なお、我々は医学のみならず非常に多くの分野から同様の依頼を受けています。一例として、農業では遺伝子と環境因子の掛け合わせから多様なフェノタイプ (表現型) を生んできた。今はこの関数を逆解析しようという方向があります。リンゴの新種開発に30年かけるという時代ではありません。すべての科学と産業がデータに基づく発想にシフトしているのです。このことに早く気づいて、そこに重点投資をした分野はグローバルにみてとんとん強くなっている。これは国家全体の課題でしょう。 (写真 = 佐藤祐介)

インタビューからのひとこと

編集部からは「鼎談」を求められたが、見識豊かで話し上手のお二人に対抗できるはずもなく、モデレーターの役割を担う結果になった。短時間だったが、示唆に富む話が多く、紙幅の制約で本編に盛り込めなかった話題をここで補いたい。

データを扱うプロフェッショナルの話である。喜連川所長が、画像内の腫瘍と考えられる部分を四角で囲う「アノテーション」を担う人材の重要性に触れられた。「彼らの貢献を評価しないとエコシステムが回らない」と、論文にはアノテーションを担った人たちの名前を何百人であろうと載せると語られた。末松理事長も、「4月からAMEDのすべての公募案件でデータマネジメントポリシーを書いてもらい、データを扱う研究者がどんな貢献をしているのかわかるようにした」と述べられた。ビッグデータが医療や世の中を変えていく流れを実感するやりとりだったように思う。

医療の歴史は長く、医師の五感を通じた診断、優れた手技による治療、温かいコミュニケーションが常に求められてきた。このアナログの世界のデジタル化に抵抗がないはずがない。ただここでも触れられているように、「置き換え」ではなく、より質の高いサービスのために「変革」が求められている。



滝 順一
Jun-ichi Taki

日本経済新聞社 編集局編集委員

1956年生まれ。早稲田大学政治経済学部卒業後、日本経済新聞社に入り地方支局や企業取材を経て、1980年代半ばから科学技術や環境分野を担当してきた。著書に『エコうまに乗れ!』(小学館)、共著に『感染症列島』(日本経済新聞社)など。

相次ぐ医療系研究センター 設立の狙いとは

システム構築・解析、教育の場として医療を支える

樋口知之氏
統計数理研究所 所長



喜連川 優
国立情報学研究所 所長

聞き手：永山悦子氏 毎日新聞社 オビニオングループ編集委員

情報・システム研究機構の研究所に、相次いで医療のデータサイエンスに取り組む研究センターが設立された。2017年に開設された国立情報学研究所（NII）の「医療ビッグデータ研究センター」と、今年4月に誕生した統計数理研究所（統数研）の「医療健康データ科学研究センター」だ。両研究所トップに、医療分野に乗り出した意義と今後の連携の方向性を聞いた。

永山 医学研究や医療の実用化において、ビッグデータを活用したり、収集したデータを適切に解析したりすることが欠かせなくなっています。医学界のデータサイエンスへの期待も高まっているのではないのでしょうか。

喜連川 医学系の論文が採択されるためには、きちんとしたデータに基づかなければなりません。ですから、ITとは縁が薄かったと思われる医療分野の研究者の方々も、データサイエンスに前向きに取り組み始めておられると思います。日本医療研究開発機構（AMED）からの大規模な支援に対応してNIIが開設した「医療ビッグデータ研究センター」では、医学系学会が病院などから大量の医療画像を収集し、NIIが構築したクラウドに投入するとともに、診断を支援するシステムを開発しています。内視鏡画像については、すでに限定した疾病に関して高い診断精度が得られています。ネットワーク、クラウド、セキュリティなどITの専門家が結集し、システムの構築も進めています。4月の日本消化器病学会総会にて現況を講演しました

が、好評でした。とりわけ、AIが医師の職を奪うのではなく、医師とAIが共存する点を強調しました。

樋口 科学的根拠に基づく医療（Evidence-Based Medicine：EBM）を推進するには、データ解析が果たす役割は大きいのです。患者の皆さんが納得して治療を受けるためにも正しいデータが必要です。ところが、日本ではデータ解析に欠かせない統計学があまり重視されてきませんでした。臨床研究などを巡る残念な事件も起きました。これからは「データの時代」です。特に、医学・健康科学分野では大量のデータが集積されるようになっており、この領域における先進的なデータサイエンスの研究・教育を推進しようと、「医療健康データ科学研究センター」をつくりました。

永山 なぜ医学・健康科学分野における統計学の地位が高くなかったのでしょうか。

樋口 研究者自身は重要性を理解していたと思いますが、人材育成は研究室ごとの自助努力に任されてきました。そのせいか統計学は「医学研究の一部品」のような位置づけでした。今年度から、AMEDのプロジェクトとして、東京大学と京都大学の大学院で臨床研究や治験のデータ解析を担う「生物統計学」の専門家育成コースが始まり、ようやく本格的かつ大規模な取り組みがスタートしました。それほど人材育成の体制は脆弱でした。

そこで、私たちのセンターには系統的な「教育コース」を開設します。博士後期課程の大学院生、ポスドク、現場の若手医師を対象に、基礎的な知識を学ぶ講座から具体的な課題解決をめざすOJT（On the Job Training：仕事を通じた教育訓練）まで計画しています。

永山 NII、統数研の動きは、医学界側にとって「渡りに船」となるのではないのでしょうか。

喜連川 私たちは「一緒に頑張りましょう」という姿勢です。例えば、画像診断の支援システムを構築するには、1枚1



喜連川 優

Masaru Kitsuregawa

枚の画像について、がんなどの異常な部位を示すことが必要です。その仕事は医療者にしかできません。医学界側の多大な作業と努力が不可欠であり、私たちがメインプレーヤーになるということではなく、両者が協力して初めて実現するのです。

樋口 私たちは昨年秋、センターの開設前に「健康科学研究ネットワーク」（現在は「医療健康データ科学研究ネットワーク」に名称を変更）をつくり、参加を呼びかけました。すると、全国の大学や製薬企業など66機関があつという間に集まりました。教育センターの取り組みや、AI（人工知能）、ビッグデータ解析、臨床研究などに関する研究開発プロジェクトへの関心の高さを感じました。新しいセンターの活動を通じて、医学・健康科学における統計学の位置づけを変えていきたいと考えています。

永山 医療分野のデータサイエンスを推進するうえで、両センターはどのように連携していきますか。

喜連川 データマイニングが流行った時代がありました。必要とする全体の時間を100とすると、通常、90くらいはデータの準備にかかります。残りの10がデータのマイニング、あるいは解析の部分に当たります。これは現在もそれほど変わりません。データを収集・整理し、システムを構築する仕事は地味で大変な作業ですが、それがあってデータ解析が可能になります。ただし、この90の作業はデータの科学というより工学という気もします。すなわち、データエンジニアリングも重要だということ。東大には情報科学と情報工学がありました。どこからがサイエンスでどこからがエンジニアリングかははっきりしないところも多々ありますが、統数研との連携は、データサイエンスという言葉が出てきたからではなく、それ以前から、そしてこれからも、当然と言えるでしょう。

樋口 私たちはデータがなければ仕事ができせんから、NIIの力は欠かせません。一方、医学研究や臨床研究・治験の分野は、世界で約束事が決まっており、それに従って正確にデータを解析しなければなりません。データ解析のプロフェッショナルがきちんと仕事をしなければ論文にはなりませんし、成果物として世の中に出すことができないのです。そのための基盤づくりが、私たちの役割だと考えています。

永山 まさに医療分野におけるデータサイエンスの両輪ですね。

樋口 これからは、学問も産業も戦略をマトリクス化することが必要です。基盤となる方法論と応用の両方を並行して進めるという考え方です。そうしなければ、現代の変化のスピードにはついていけません。人材育成も同様にマトリクス型が求められます。大学では基盤的な素養を身につけ、企業や研究機関に入って、具体的な課題を解決する経験を積み重ねながらさらに力をつけていくという方法です。そのようなコンセプトに基づいて、センターを設立しました。

喜連川 NIIが一方の輪を支えるとする、それはITの総合力でしょうか。統数研の本流は数理です。私は日本で最大のIT系学会である情報処理学会の会長を務めていましたが、分野は約40あります。AIはその一つにすぎません。システムを開発するには広範なIT力が必要であり、NIIはITの多様な技

インタビューからのひとこと

ある疫学研究の取材で、統計学の専門家が「なぜこのような結果を導き出したのか理解できない」とあきれていたことを思い出す。解析対象のデータの集め方も問われる。結果は、治療効果や政策決定にもかかわるから重大だ。両研究所の取り組みによって「データサイエンス」という強力な援軍を得た日本の医療が、どのように変わるのか。今後の展開への期待が膨らむ。



永山悦子 Etsuko Nagayama

1991年、慶應義塾大学法学部卒業、毎日新聞社入社。科学環境部、医療福祉部などを経て、2017年からオビニオングループ編集委員。

術をカバーしています。

永山 両センターの研究が始まったことで、患者の皆さんはどのようなメリットを期待できますか。

喜連川 日本ほど医療機関がきちんと検査データを取得し、蓄えている国はないと聞いています。良質なデータが大量にある環境を活かせば、画像診断での見落としのリスクを減らしたり、医師の負担を軽くしたりすることにつながるはずです。すなわち医師は簡単な診断に多くの時間をかけることがなくなり、判断が難しい診断により多くの時間をかけることができるようになる。全体として、医療の質の向上につながると思っています。

樋口 先ほど紹介したネットワークの狙いは「オールジャパン」で進めるということです。まず、ネットワークを通じてデータサイエンスの重要性への認識を広げます。そして、現代社会は常にダイナミックに変化しており、新たなテクノロジーや、ビッグデータをはじめとする新しいタイプのデータが次々と生まれています。オールジャパン体制で、患者の皆さんの期待に応えられるような現代的な治験のあり方などを研究し、新たな制度づくりにもつながる成果を生み出していきたいと考えています。（写真=佐藤祐介）

樋口知之

Tomoyuki Higuchi

1989年、東京大学理学系研究科博士課程修了（理学博士）、文部省統計数理研究所に入所。2011年より情報・システム研究機構理事／統計数理研究所長。専門はベイジアンモデリング。日本学術会議の数理科学および情報学分野の連携会員。



機械学習で健康や医療、 社会課題に挑む

関連を探り、定量化することで見えてくるもの

二宮洋一郎

国立情報学研究所 医療ビッグデータ研究センター 特任研究員

2017年11月1日に発足した「医療ビッグデータ研究センター」は、主に医療画像解析のためのAI開発とクラウド基盤開発を目的としている。2018年4月に「コグニティブ・イノベーションセンター(CIC)」から異動し、現在は医療ビッグデータ研究センターで、医療用画像データについて病変か正常な範囲なのかを見極めるための診断補助AIを開発している二宮洋一郎特任研究員に話を聞いた。

めざすは「表現型の定量化」

生物学の世界でもゲノムが研究対象になってからは爆発的に情報量が増えており、機械学習など計算機を使って各種データを解釈することが必須になりつつある。

二宮洋一郎特任研究員は、もともとは顎の発生の研究者だ。顎の骨が発生過程に伴って発達していく中で、成長ホルモンの分泌や細胞内シグナル伝達など、どこかのパスウェイ（生物学

的過程・経路）で何か^{いきち}が閾値を超えると、形成異常が発生する。すなわち、外見上の形態に異常が生じる「表現型」の異常となる。二宮特任研究員は、特にこの「表現型」と、生物個体を持つ遺伝子の構成である「遺伝子型」の相関関係の解析に、機械学習を使って研究を行ってきた。

「例えば顎のX線写真から、骨の角度や長さ、位置、関節の中心点などいくつものパラメータがわかります。顎の病気にもさまざまな症状がありますが、どこがどうおかしいのか、まずは表現型を定量化するために、その特徴量を抽出します。同時に、患者さんの遺伝子についてゲノム解析をします。そして、遺伝子型と表現型の相関関係を調べ、具体的にどういう遺伝子の変異によるものなのかを調べていくのです」と、二宮特任研究員は語る。

発生過程のどこにどんな変化がどの程度あったのかがわかれば、治療方針も立てやすい。新たな治療法の発見にもつながるかもしれない。

基本的な考え方は「表現型の定量化」だ。バイオインフォマティクスの研究者だった二宮特任研究員にはつねづね、遺伝子型の定量化は進んでいる一方で、表現型の定量化は遅れているという思いがあった。そこで、表現型の定量化をやりたいと考えて、2016年にNIIのコグニティブ・イノベーションセン



二宮洋一郎

Youichirou Ninomiya

ターの研究グループに参画した。それは、現在の医療ビッグデータ研究センターでの仕事、すなわち AI による画像診断補助開発においても共通している視点である。

「機械が何をどう見たかを明らかにしたいのです。単に正常と異常の違いを見分けるだけではなく、機械はどこに着目しているのか、それを数値にするとどのくらいなのか、つまり表現型の定量化がしたい。医療ビッグデータ研究センターでさらに研究を深めたいと思っています」

四つの塩基対で表現されている遺伝子は、デジタルで定量化しやすい世界だ。一方、遺伝子発現の帰結である表現型は、顔のかたちひとつをとっても、みんな異なる。多種多様で定量化が難しい世界なのである。

「でも、人は見るだけで個々の顔の違いが見分けられる。それに、相手がどんな表情をしていても同じ人だと認識できます。しかし、それは機械には難しい。人はどの特徴を見ているのか。何が違うのかを明らかにしたいのです」

「未病」の予兆にアプローチ

二宮特任研究員が2年間在籍した「コグニティブ・イノベーションセンター（CIC）」は、日本アイ・ピー・エム株式会社と研究契約を結び、IBMの「Watson」や「Bluemix」など新しいコグニティブ・コンピューティング技術を使って、高齢化や労働・生活環境などの社会課題の解決に挑んでいるセンターだ。20社程度の業種の異なる民間企業と協業しており、実データを使って研究を進めている点に特徴がある。

CICには、健康や子育て支援、消費行動に関する研究など、五つのテーマがある。二宮特任研究員はそのうち、健康保険データと人事データを使って、未病の予兆を捉える研究を進めていた。初年度は、5年間2万人分の参画企業のデータを用いたが、残念ながらデータに大きなばらつきがあって、予定どおりに研究は進められなかった。

そこで2年目には、労働者の健康格差の実態とメカニズムを解明することを目的に、北里大学医学部公衆衛生学教室が中心となって実施した多目的パネル調査「J-HOPE」のデータを用いた。「J-HOPE」には、5年間1万人分のコホート（集団に対する疫学的な観察調査）のデータがあり、職場環境を計測するためのパラメータや健康診断データなどが各職場ごとにわかる。

このJ-HOPEを使って職場の環境問題と個人の健康問題の関係を、特に高血圧、糖尿病、うつ病に焦点をあてて機械学習技術を使って解析し、どの因子がどう関わっているかを見てみた。すると、働き方によって身体的疾病リスクが高まることや、実際にエビデンスとして示された。

その結果を踏まえて、改めて参画企業の経時データをきちんと取得しなおし、働き方や職場の環境が疾病の悪化や改善にどうつながっているのかを調べたのが2018年の研究だ。対象としたのは健康経営を標榜する会社だが、局所的に疾病が悪化し

ている職場があることがわかったという。

なお、NII側が受け取っているのはコード化されているデータなので、健康が悪化しているのが具体的にどのような職場なのかはわからない。「そこから先は各企業が産業医と一緒に、個人ではなく職場に対してアプローチすることになると思います」と二宮特任研究員。

なおこのときは、ディープラーニング（深層学習）ではなく、一般的な機械学習の手法を用いた。「1万人、2万人規模のデータならば既存の伝統的な機械学習手法を使ったほうが良い結果が得られやすい」と言う。今後、遺伝子や生活習慣などの分野において、さらに大規模なデータを集められるようになった場合には、また別の適切な手法を使うことが必要になるかもしれない。

二宮特任研究員がCICで手がけたもう一つの研究は、ものづくり企業における「技能継承」に関するものだ。熟練工が持っている身体知や暗黙知を定量化し、ポイントを抽出することをめざした。具体的には、部品の目視検査などの作業の様子を動画撮影し、統計学的に次元圧縮とクラスタリング（グループ分け）を用いて、熟練者がどのような手順で一連の作業を行っているのか、どのような作業単位に分けられるのか、各々どのくらいの時間をかけて実行しているのか抽出した。その結果をもとに、どのような手順で作業を行えばいいのか、初心者に対して機械が指示してくれるシステムをつくることをめざす。この研究はCICで継続されている。

伝統的な機械学習方法にも利点

医療ビッグデータ研究センターで開発中の画像診断補助技術のモデルケースの一つは「胃がん」だ。日本消化器内視鏡学会、日本病理学会、日本医学放射線学会、日本眼科学会をパートナーとして、全国から10万枚以上の医療画像を収集する。例えば、内視鏡検査では一般に、1回あたり40枚程度の画像を撮影する。そして診断を行って標準化されたテキストをつけて報告書にする。それを教師データとして用いる。

昨今、各所で開発されているAIを使った画像診断補助技術の多くは、ディープラーニングを用いている。医療ビッグデータ研究センターの画像解析も、ほとんどがディープラーニングを用いたものだ。

だが、二宮特任研究員は「ディープラーニングは分類する能力は高いが、プロセスがブラックボックスになっていて、どういふところを見ておかしいと判断しているのか全くわからない」と課題を指摘する。そのため自身は、伝統的な機械学習の手法を使うことで「機械が、何をどう見たかを明らかにしたい」と強調する。つまりここでもめざすのは定量化であり、それを画像診断の精度向上に役立てたいという。あくまで二宮特任研究員の目標は、「表現型の定量化」なのである。

（取材・文＝森山和道 写真＝佐藤祐介）

LINEを活用した社会課題解決手法の研究を実施

兵庫県、尼崎市、丹波市、LINE、京都大学大学院情報学研究科と連携協定を締結

国立情報学研究所は4月12日、兵庫県、尼崎市、丹波市、LINE株式会社、京都大学大学院情報学研究科とコミュニケーションアプリ「LINE」を活用した社会課題の解決に取り組むべく、連携協定を締結しました。

この締結に先立ち、NIIとLINEは、「Robust Intelligence (ロバストインテリジェンス)」と「Social Technology (ソーシャルテクノロジー)」を主軸とした社会課題解決のための強靱な知識基盤の研究のために、2018年4月1日より共同研究部門を設け、その研究拠点として「ロバストインテリジェンス・ソーシャルテクノロジー研究センター (Center for Robust Intelligence and Social Technology, 略称 CRIS)」を設置しました。センター長は喜連川 優 NII 所長、副センター長は黒橋禎夫 京都大学大学院情報学研究科教授 (NII 客員教授) が務めています。本研究プロジェクトでは、市のホーム



〔LINEを活用した社会課題解決手法の研究に関する連携協定〕締結式
(左から) 協定締結式に出席した黒橋禎夫 京都大学教授、出澤 剛 LINE 代表取締役社長、喜連川 優 NII 所長、井戸敏三 兵庫県知事、稲村和美 尼崎市長、谷口進一 丹波市長

ページなど既存のサービスからの情報をベースに、人工知能を活用して、「LINE」上で市民からの、子育てや防災などの市政情報に関する問い合わせに對話型で即座に回答するシステムの開発を進めます。さら

に、問い合わせ傾向を解析して潜在的ニーズを把握し、住民サービスの向上や地域の活性化に資する新たなサービスの創出に役立てていきます。

「社会的課題の解決に貢献を」

総研大情報学専攻 学位授与記念メダル贈呈式・優秀学生賞表彰式

国立情報学研究所は3月22日、総合研究大学院大学(総研大) 複合科学研究科情報学専攻の修了生に対する学位授与記念メダル贈呈式と優秀学生賞表彰式を行いました=写真。本研究所は総研大に参画し、5年一貫制博士課程および3年次編入学博士課程の大学院教育を行っています。

平成29年度春期の学位授与対象者は、本研究所で学んだ同専攻の修了生、FENG, Jingyun さん、河野 進さん、TRUONG, Thao Nguyen さんの3人です。

式典では、それぞれの指導教員が3人の業績紹介を行ったあと、喜連川 優所長が一人ひとりに学位授与記念のメダルを贈呈しました。また、優秀学生賞を受賞した

蛭子琢磨さん、NGUYEN, Phi Le さんに対しても、喜連川所長が記念盾を手渡しました。

喜連川所長は祝辞の中で、未診断疾患分野におけるデータサイエンスの寄与について触れ、データ収集時のプライバシー問題など、課題そのものを解決するのも困難だが、課題を取り巻くさまざまな要因が、解決をより困難にしており、それが社会的課題における現実だと述べました。最後に“Of course you have to keep researching your own topic. However, I sincerely



hope that you will use your 10-20% energy to think about how you can solve these real societal problem”と修了生に向けてメッセージを送り、修了生が今後、社会的課題の解決に貢献していくことに期待を寄せました。

「これいいね!」 Facebook、Twitter アカウントの最も注目を集めた記事 (2018年3月~2018年5月)

NII 国立情報学研究所 NII (公式) Facebook
www.facebook.com/jouhouken/

数学を体験できる3Dパズルアクションゲーム「INFOMANIA」を公開
詳細は以下のページをご参照ください。
<https://bigdata.nii.ac.jp/wp/pr/infomania/>
(2018/4/16)

NII 国立情報学研究所 NII (公式) Twitter
[@jouhouken](https://twitter.com/jouhouken)

研究紹介 2018
「マッチングアルゴリズムと組合せ最適化」
横井優 #情報研 YouTube (2018/3/29)

つぶやくビット君 Twitter
[@NII_Bit](https://twitter.com/NII_Bit)

「科学技術分野の文部科学大臣表彰」の表彰式に来たびっと。科学技術賞を受賞した山地教授の取材だびっと。(2018/4/17)

*記事の本文は一部編集・省略しています。

山地一禎教授が「科学技術賞」を受賞

平成30年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰

文部科学省が科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者を顕彰する「平成30年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰」の表彰式が4月17日、文部科学省講堂で行われました。NIIからは、機関リポジトリ (Institutional Repository: IR) ^[1] のクラウドサービス構築の貢献により「科学技術賞」(開発部門)を受賞した、山地一禎 コンテンツ科学研究系教授/オープンサイエンス基盤研究センター長に表彰状が授与されました=写真。

山地教授は、CMSを活用した機関リポジトリシステムを、クラウド型のサービス「JAIRO Cloud」として、大学や研究機関に提供する運用モデルを開発しました。こ

れにより、大学や研究機関はそれぞれ特色あるIRを簡単に構築できるようになり、日本のIR構築数は世界第一位になりました。今回の受賞は、日本のオープンサイエンスの発展に寄与する新しい学術情報流通基盤を開発したことが評価されたものです。

山地教授は、「リポジトリシステムの開発により、このような賞をいただけるのは夢にも思っておりませんでした。機関リポジトリの重要性を認めていただけたこと、大変うれしく思います。2017(平成29)年度より、オープンサイエンス基盤研究センターのセンター長として、センターのメンバーととも



に、リポジトリシステムを含めた新しい研究データ基盤の研究開発に取り組んでいます。日本のオープンサイエンスはまだこれからです。すばらしい賞をいただいたことを励みに今後もがんばっていきたくと思います」と受賞の喜びを語りました。

[1] 機関リポジトリ (Institutional Repository: IR): 大学・研究機関とその構成員が創造したデジタル資料の管理や発信を行うために、大学・研究機関がそのコミュニティの構成員に提供する一連のサービス。

効率的なネットワーク構成を示すグラフの発見を競うコンペを開催

スパコン内のCPU、あなたならどう接続しますか?

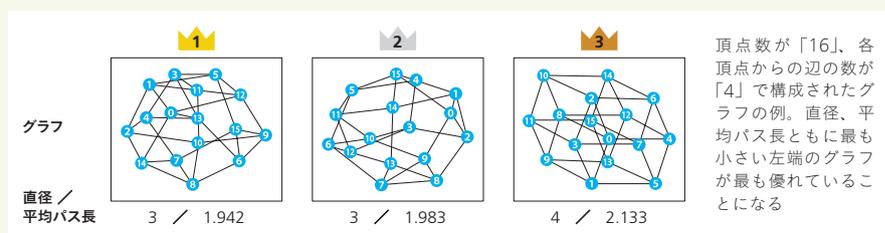
NIIは、スーパーコンピュータ(スパコン)などで使われている複雑なネットワーク構成を簡単なグラフ^[1]におきかえ、CPUチップ内およびCPUチップ間のネットワークの効率的な設計につながるような単純な構成のグラフの発見を競うコンペティション「グラフゴルフ」を開催します。

最近のコンピュータは大規模で複雑になってきており、スパコンでは数百万のプロセッサコアが相互に接続されています。膨大な数のコアをいかに効率的に相互接続するかというネットワーク構成(ネットワークトポロジー)の設計は、スパコンの処理能力に大きく影響します。本コンペでは、コアを「頂点」、コアとコアをつなぐ

配線を「辺」とみなしたグラフとして、ネットワークトポロジーをモデル化しました。一つの頂点から最も離れた頂点までのホップ数(経由した頂点+終点の頂点の合計数)を「直径」、各頂点間のホップ数の平均値を「平均パス長」と呼び、指定された条件で直径と平均パス長が最も小さいグラフを発見することが問題です。

応募は、10月14日まで専用ウェブサイト(<http://research.nii.ac.jp/graphgolf>)で受け付けます。優れたグラフの発見者は11月に岐阜県高山市で開催されるコンピュータシステムとネットワーク技術に関する国際シンポジウム「CANDAR2018」で表彰します。

[1] グラフ:「頂点」と頂点間の連結関係を表す「辺」の集合で構成される型のこと。



予定 平成30年度 市民講座「情報学最前線」7月スタート

国立情報学研究所の研究者らが「情報学」に関連したさまざまなテーマについて、一般向けにその最前線を解説する、市民講座「情報学最前線」の平成30年度の日程、プログラムが決まりました。詳細、お申し込みは、NII公式サイト以下のページをご覧ください。

<https://www.nii.ac.jp/event/shimin/>

(後援: 千代田区)

第1回 7月10日(火)

講師: 橋爪宏達 (アーキテクチャ科学研究系 教授)
テーマ: 屋内測位・ナビゲーション技術
— GPS 電波の来ない建物内でも道案内 —

第2回 8月24日(金)

講師: 宇野毅明 (情報学プリンシプル研究系 教授)
テーマ: 理解発見データマイニング
— AI はなんでもしてくれるわけじゃない —

第3回 9月13日(木)

講師: 安東遼一 (コンテンツ科学研究系 助教)
テーマ: 流体力学で描くデジタルアートの世界
— 幸運をもたらすシーンのCG、美しさは数学? —

第4回 10月24日(水)

講師: 金子めぐみ (アーキテクチャ科学研究系 准教授)
テーマ: 将来の無線アクセスネットワーク
—今のままでは周波数が足りない!—

第5回 11月20日(火)

講師: 大山敬三 (コンテンツ科学研究系 教授/データセット共同利用研究開発センター長)
テーマ: リアルデータの「共同利用」
— あなたの情報が学術研究に!? でも大丈夫 —

第6回 12月11日(火)

講師: 岩田陽一 (情報学プリンシプル研究系 助教)
テーマ: 計算の理論と現実
— 難しいはずの計算が実はいとも?簡単に —

第7回 平成31年1月23日(水)

講師: 平川一彦 (東京大学生産技術研究所 教授/国立情報学研究所 量子情報国際研究センター 新学術領域「ハイブリッド量子科学」研究メンバー)
テーマ: テラヘルツ電磁波の新展開
— 遠赤外線はコーヒー豆を煎るだけではない —

イノベーション について 考える

石塚 満

Mitsuru Ishizuka

国立情報学研究所 特任教授/
コグニティブ・イノベーションセンター長

近年、社会を動かす原動力として「イノベーション」が必要であるという考えから、国をはじめ大学や企業の部門名によく取り入れられるようになってきました。昨今、特にその数が増えてきており、変革の時代の中で大きな期待が寄せられています。他人事ではなく、私も2016年2月に日本IBMの資金提供により設立された「コグニティブ・イノベーションセンター（CIC）」のセンター長を務めています。

日本では産業技術総合研究所や理化学研究所にAI研究センターが設立されており、研究者数では太刀打ちできないことから、同センターでは、日本IBMの協力を得て企業を巻き込んで実課題にチャレンジすることで、日本企業にコグニティブやAIの面でイノベーションをもたらそうという方針を採ってきました。そういった意味でイノベーションという用語をセンター名につけたのですが、その際は深く考えた訳ではありませんでした。

研究には有用性もありますが新規性が重要で、論文の採録もそのような基準で評価されます。これはインベンション（発明）ではありますが、これだけではイノベーション（革新）とは距離があります。イノベーションは社会、人の生活、産業に変革をもたらすような時に用いられ、社会的影響も大です。インベンションがイノベーションにつながるケースは最も幸せですが、そういったケースが稀なもの事実です。イノベーションは、実世界の課題（近い将来の課題も含めて）にチャレンジし、解決法を得るところから創出されることが多いからでしょう。

ここで難しいのは、イノベーションには必

ずしも技術的な新規性は必要な要件ではなく、そのチャレンジには研究とは様態の異なる仕事が多いことです。私は長く大学で研究をしてきたので、イノベーション指向の仕事は慣れないことが多く、苦勞もあります。一人が指向性の異なる二つの仕事をするのは至難のことで、中途半端になり、インパクトが薄いものになることに気をつける必要があるでしょう。もっとも、技術的新規性をめざすインベンション指向も（別人によってイノベーションに使用されることもあるので）価値があり、決して否定的に述べている訳ではありません。ただ、両者は違う方向性を持つという認識を述べている次第です。一人で両者を指向するのは至難とすると、チームワークでチャレンジするのが戦略となるでしょう。

ところで今日、イノベーションと言うと、クリステンセンの『イノベーションのジレンマ』を思い浮かべますが、このイノベーションの概念を辿ると、経済学者ヨーゼフ・シュンペーターに立ち至ります。シュンペーターが、イノベーションを資本主義経済を動かす基本的で最重要な機能と位置づけ、イノベーションを「新結合」とも呼んだのは、今日でも何か示唆的です。20世紀の大経済学者ケインズは、シュンペーターとは同年の1883年生まれで、ライバルでした。長く主流であったケインズ経済学が静的状態を扱う経済学であったのに対し、シュンペーターの営みは動的経済学とすることができます。昨今の変化の時代においては、シュンペーターの提唱したイノベーションの考え方、意義について再考するのも良いかと思います。

今後の予定

7月21日 | 平成30年度 軽井沢土曜懇話会 第2回「明治150年と平成30年—元号で近代日本を振り返る—」(講師:御厨 貴 東京大学名誉教授、東京都立大学名誉教授)

9月8日 | 平成30年度 軽井沢土曜懇話会 第3回「動物のコミュニケーションと言語の起源」(講師:岡ノ谷 一夫 東京大学大学院 総合文化研究科教授)

詳細は、NII公式サイト以下のページで。 <https://www.nii.ac.jp/event/karuizawa/>

表紙の言葉

検診の結果をドクターから聞いて驚く患者ロボット。
背後のディスプレイには、患部のレントゲン写真が映し出されています。

情報から知を紡ぎだす。

国立情報学研究所ニュース [NII Today] 第80号 平成30年6月

発行 | 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所
〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号 学術総合センター
発行人 | 喜連川 優 編集長 | 佐藤 一郎
表紙画 | 城谷俊也 編集 | 田井中麻都佳
制作 | 株式会社マツダオフィス / サイテック・コミュニケーションズ

本誌についてのお問い合わせ | 総務部企画課 広報チーム
TEL | 03-4212-2028 FAX | 03-4212-2150 e-mail | kouhou@nii.ac.jp

「NII Today」で
検索!



情報犬ビット
(NIIキャラクター)

<http://www.nii.ac.jp/about/publication/today/>