

## 第19回科学委員会

日時 平成28年11月11日(金)  
10:00～

場所 PMDA会議室21～25

<開会>

○永田委員長 おはようございます。定刻になりましたので、第 19 回科学委員会を始めます。雨の中、またお忙しい中、御出席いただきましてありがとうございます。また、本日は外部有識者の先生にも講演をお願いしております。本当に忙しい中、ありがとうございます。

<委員出席状況確認及び資料確認>

○永田委員長 出席状況と資料について御説明いたします。席次表が皆様のお手元にあります。そのとおりの出席状況です。議事次第は資料目録とともにお手元にあります。資料は資料 1~4 と 4 つあります。漸次必要なときに必要な資料を申し上げます。いつものとおりなのですが、皆様のお手元に、持って帰っていい資料、そうでない資料という区分があると思います。その中で、資料 3 については厳重管理に該当するということで、会議の終了後に事務局までお返しいただきたいということです。資料 3 の右上に「機密性 2」という記述がありますが、これは非公開の資料にしているということです。

<議題 1：専門部会 3（AI：人工知能）について>

（・筑波大学 山海 嘉之教授 ご講演～大江委員 ご講演～副部会長の選任）

○永田委員長 それでは、本日、第 3 期の 4 回目の委員会となりますが、議事次第を御覧ください。最初に専門部会 3 に関するレクチャーを 2 ついただきます。それから、この専門部会の副部会長の選任についての議論を行います。専門部会 2 については、専門部会の委員候補が挙がってきていますので、それについて議論します。専門部会 1 は、大変有り難いことに、もう活動に入っているようですので、活動状況についての御説明をいただくということにしております。

早速ですが、時間ももったいないので、専門部会 3 に関して、お二人の専門家からお話をお聞きします。最初に IoT、最近では Internet of Everything ということで IoE となっているかもしれませんが、IoT とビッグデータ及び AI を絡めて、医療にどのようにこれらが関与していくものかということについて、人・ロボット・情報系の融合複合という観点の第一人者ということで山海嘉之先生をお招きしています。筑波大学のシステム情報工学研究科の教授で、サイバニクス研究センター長、現在、内閣府 ImPACT の PM をこなしているようです。それでは山海先生、御講演のほうをよろしく願いいたします。

○筑波大学 山海教授 山海でございます。おはようございます。本日はこのような場に

お招きいただきまして、どうもありがとうございます。本日は、今どういう取組をしているのかという現状をお話して、そして、課題としてこういうものがあるのではないかということなどの話題を、とのことですので、その流れに沿ってお話させていただきます。

革新的な医療技術というものをいくつかこれから日本が創っていったときに、私自身は、革新技術をどうやって社会に実装していくか、そして輸出産業にまで持っていけるかと考えながら研究開発をしております。とにかく「医療イノベーションへの挑戦」というものが1つのキーワードです。今日はその中で、革新的なサイバニックシステムによる未来開拓についてお話させていただきたいと思います。現在、JST、AMED、NEDOといった色々な組織があり、「メディカル」というキーワードに注目したときには AMED などになってくるのですが、医療と非医療のグレーゾーンのところも、何をもって医療にするかという話が色々議論になってくると思いますので、そこに「重介護」というキーワードも入れながら考えていこうとしております。

先日、つくばでは G7 が開かれまして、そこで私が各国の大臣にグローバルヘルスについてインプットさせていただき役割で招待されました。そのときに重要だった内容の1つが、医療データをどう扱うかということの国際ハーモナイゼーションを推進していこうという話です。とにかくやらないといけないことは、どういうことを開拓するかということですので、まず、あるべき姿の未来に立ち、そこから、現在、私たちが抱えている問題を見るというバックキャストの手法を用いますと、課題とその解決方法の一つの例として、高齢化に伴って病気の方もどんどん増えてきますから、そういった方々への治療を含めた技術作りをしていこうということが見えてきます。あるべき姿の未来に一旦立ち、そして現在を見て、そして課題をクリアにして、その課題を解いていく。そうすると、自分の専門でないこともどんどん課題に入ってくるわけですから、そこも開拓していきます。

そのときに、病院で使うもの、家庭で使うもの、職場で使うもの、全てがちゃんと IoT としてつながっていくということが基本になりますので、これから作り出していくデバイスというものは、脳神経系の情報や身体の情報や生理の情報、そして生活の情報等をビッグデータとしてどんどん集められるようにしておくわけです。そうすると、診断をする場合でも、過去にどういうことがあったのかといった因果関係や、相関関係についてもさらに分析がしやすくなるのではないかと考えています。

そこで、情報を扱う1つの到達点としての人間の脳神経系や生理系、ま

た、物理的な身体系といったものを扱える技術、そして、日常的に病院で使うデータと、病院ではない所で使うデータとが基本的に同じであれば、非常にいいものですから、そのようなセンシング技術といったものを1つの固まりとして扱える技術として分野開拓をしています。

私自身はこれを扱いながら、原理を作り、そして、後でお話しますが、HALというサイバニックシステムの1つの形として、脳神経系の治療をする道具なども作ってまいりました。そのときに、どういう許認可のプロセスがあり、どこに課題があったかということがだんだんよく見えてきましたので、そこについても併せてお話できればと思っています。

ポイントとなってくるのは、人に対して、情報的なインタラクションと物理的なインタラクションが常に起きているので、こういうものを一緒にしてデータとして扱うということになるかと思えます。そのために、ここにあるような脳神経系、生理系、身体系に関わる情報のやりとりから、ロボットの力学的なやり取り、そして、生活の中に組み込んでいく先進技術まで含めて、そういったものを1つの固まりとして扱える技術になっていくと考えています。

これをデータとしてうまく扱う必要がありますので、身体、生理、生活に関わるビッグデータをどう集めるかということですが、実は、ここにあるHALというものに、やっと、保険が使われるようになりまして、病院等で使われ始めたところです。日本中、そしてドイツ、スウェーデンからのデータは今、つくばにどんどん集まっている状況です。ここで、今日のキーワードとしては「サイバニクス」「ソサエティ 5.0」「デジタルヘルス」「AI」「バイタルセンシング」「ロボティクス」「IoT」「ビッグデータ」「テクノ・ピアサポート」ということになるかと思えます。

ところで、初めての方もいらっしゃるのでHALの原理だけ申し上げますと、人が体を動かそうとしたときに脳から体に送られてくる脳神経系の情報、こういったものを使いながら体というものは動いているわけですが、一度、脳神経系に病気が出てくると、体がうまく動かなくなってしまう。そこを、この技術を使い、リアルタイムで体の末梢からこの脳神経系の活動情報をピックアップしながら、患者さんの初期状態から回復していく状態まで、全部取りながら治療していくというものです。これにより、神経と神経の間のシナプス結合や、神経と筋肉の間のシナプス結合でどんどん機能が改善する、機能が再生するというのが1つの狙いとなってきます。こういうデバイスが、ただのコンセプトではなく、基礎研究を経ながら、やっと医療機器になり、そして保険適用になったというプロセスです。これによって、人とロボットとの間でいつも

情報が回りながら、今、人間の体で何が起きているかということが見えるような状況になっています。

簡単に説明いたします。これを見ますと、センサーが体に貼り付けられています。健常者の場合は、体を動かそうとすると、その情報はロボットに伝わって、ロボットが動いてくれます。病気の患者さんの場合には体が動いてくれませんので、そのような状況下でも、体を動かそうとする意思を反映した微弱な生体電位信号さえ取ればロボットは動いてくれることになります。このセンサーがペタッと患者さんの体に貼り付いているので、人とロボットの間でその機能改善・機能再生ループを回していこうということになります。その際に、単独で使う場合と、薬との併用、あるいは再生医療との併用といったものも考えられるわけです。

ここをやっていく際に、HAL 内部の制御システムから情報管理システムまでをしっかりと作り上げてきました。今、ディープラーニングなどの学習系の研究開発や技術開発が盛んに行われていますが、実は私は、そういうものをかなり初期の段階から開拓しておりました開拓者の1人ではあります。そういったところで、こういう技術を投入しながら、人に適用していく技術といったものも組み込んでいこうと考えております。ただし、これを組み込みすぎることによって何が起きるかと言いますと、医療機器にしようとするときに、設計したクリアな流れを超えて学習が少し進みすぎて、設計者の意図を超えて勝手に動き始めたりしてしまうと、「それは一体何なのですか」という話になりかねません。このようにならないためにも、そういった部分は実際の治療という世界では、やはり削り取っていく形になります。

こういうプロセスを経ながら試験システムを作り、そして、一旦これを医療機器水準まで作り上げたもので臨床評価・研究をどんどんやっていくわけです。そこには基礎研究でやっていくプロセスと、企業と一緒にあってその部分をきちんと実際のシステムに仕上げていくプロセスがあるのですが、既存のものであると、もう既に諸外国にマーケットが見えていたりするので企業も動きやすいわけです。しかし、もし新しい、本当に世界にないものが出来てしまうと、大企業もそれをきちんと実用化して製品にまでしていこうということがなかなかしにくいので、結果的には、マーケットがない世界に対して分野開拓ということは非常にしにくくなっているのです。

それが最近、有り難いことに、こういう新しいチャレンジをしていくものに対して、投資をする人たちも含めて期待をしていきますから、開拓型の企業が参入してくれるようになります。そうすると、基礎の分野を

一緒に開拓しながら最後は出口まで持っていく。あとは、ものが出て、しっかりと動くようになって、データも取れてくるということになります。ポイントとなってくるのは、最後はそれが医療機器になるところで終わらせるのではなくて、保険適用まで持っていかないとはいけませんから、実は、そこまで考える必要があります。そうすると、政府や行政や規制当局、例えば厚労省、あるいは PMDA もその 1 つかもしませんが、関係する省庁とうまく連携を取っていくといったやり方での、革新技術を社会に流していくための連携プレーがかなり重要となってきます。

そういったことがしっかりと動き始めると、好循環のイノベーションということになりますが、実はこの段階であまり見えていないのが、データなのです。データは非常にデリケートな世界でして、個人情報などについての扱いが難しい話題もたくさんありますが、安全規格といったものの分野の中では、デバイスに関する情報というのは比較的取得しやすい状況になっています。

こういったことをしっかりと整えていくためには、国際的なルールも必要ですので、国際標準化機構 (ISO) という組織の中で、Medical Robot 分野という委員会が設置された段階で、私どもは、この ISO の Medical Robot のエキスパートメンバーになりまして、世界ルールを一旦作る側に回って、そして、こういった新しいデバイスについての規格作りをやっていきます。

メディカル分野でルール作りに参加し始めると、この委員会のメンバーはメディカル、福祉、生活に関わる全部の委員会の主要メンバーと同じになっており、結果的には、古い時代の工業用ロボットや軍事用ロボット以外の、医療、福祉、生活は全てこのような組織が扱えることになります。何がいいかという、次にこういうものをこういうふうにやりたいというときに、全ての議題にスッと載せやすいというところがあります。こういったところで、安全評価方法、メカニカルな部分の安全な設計、制御、データの取扱いまでを扱うということになってきます。

今まで申し上げたことを行いながら、世界で初めての国際認証を、医療分野や生活の分野で一つ一つ取りながら進めていきます。また、やはり政府との連携も重要で、政府もこういう分野開拓をどんどん推奨してくれるような状況になりまして、政権交代があった場合でもずっとそれは続いていきます。ちょうどこの写真は 2010 年のまだ民主党のときですが、当時の厚生労働大臣であった長妻大臣を含めた会議の場で一体どこを進めていったらいいかということでお話をさせていただいたりしましたが、この分野開拓のところにおいて、ここ数年間で薬事法が薬機法になった

り、AMED も出来上がったりと、色々なところでもものが動いているのだと思います。

政府のほうは、医療とはまた別の動きとして、こういったロボット分野を進めているのですが、実はこれは全て IoT と連動しておりまして、「インダストリー4.0」の生産という世界の中では、現在、ヨーロッパが旗を振っています。実はその辺りに普通に置いてある機器、データが全てネットワークでつながっていて、そして情報管理をしていくという世界です。他には例えば、アメリカの GE に至っては、工場で使われている機器が今どんな加工をしているか、顧客の企業間の中で何が起きるかまでが見えてしまうので、情報管理が難しい状況にきていますが、今はそういったものはコンソーシアムを作りながら進めていこうという流れになっています。

こういった状況で、治療という観点から、神経筋難病疾患に対して、ロボットスーツ HAL は、筑波大学で誕生し、企業の手を得て製品開発に成功、海外の企業とも連携し、欧州に展開する製品となったということが、国会の中でも施政方針演説で語られましたが、この流れが1つ動いていると思っております。

ところで、HAL には様々な適用事例がありますので、今、事例としてはこういうものを行っていますということを示してお示しします。脳卒中やポリオの患者さんなど、非常に難しい神経難病の方への適用事例や、お薬と一緒に適用して、カチカチになった体の運動神経と筋肉の間のシナプス結合を一旦弱めて、そして機能再生のループを回していこうという事例もあります。さらに、脳の状態なども1つの情報として得るわけです。

実は、どういうふうにして身体あるいは神経系の状態が変わってくるかという情報を含んだ全てのプロセスが、逐次、全部入手できるような状況になっており、これは人間というものを見た場合にはかなり画期的なものとなります。治療という介入と、それによって人がどう変わっていくかというプロセスが見えてきます。それと併せて脳の状態なども見える状況になっています。脳は MRI というものを使って通常は見るわけですが、そうすると、治療中に見えるわけではなく、ピンポイントで測りながら見ていくものですので、1つのデータとしては扱えますが連続的には扱えません。そのため、脳活動の情報も日常的にリアルタイムで取れるようになったらさらに良いので、そちらについては後でお話いたします。

HAL の治療はコネクトームの再構築を促す治療というふうに理解され、最近、日本神経学会でもそういうことを言うようになって先生が増えてきていて、治療する前と治療した後では、脳のコネクトームという機

能マップが徐々に変わってきていることも分かってきました。こうして、デバイス（HAL）の介入によって治療が出来る。そして、その間に、人の状態が変わってくるプロセスがどんどん情報としてコンピューターの中に蓄えられるという状況となっています。

この写真の方は脳卒中を起こしました。普通は、通常の医療を行って、それ以上には向上し得ない状態で退院なのですが、HAL を使うとさらに身体機能が改善・再生するといったことも分かってきました。そうすると、病院の中だけではなく、病院の中と外という世界も十分にあり得ると考えております。

PMDA で以前、薬事戦略フォーラムなどもありまして、そこでも色々お話させていただきましたが、治験を進めていくときの評価方法について、これまでなかったデバイスが出てきたときにどうやるのかというところは、かなり難しい状況でして、新しい点をどんどん説明として出していくのですが、結局は非常にトラディショナルな昔ながらの方法というところに一旦持っていかれてしまいます。そうすると、最も効果を出さなければいけない、評価してほしいところに対して、そうでないところで一旦勝負しないといけなくなります。

ですので、新しいデバイスなり医療技術が出来てきた場合には、それに見合った評価方法すらも新しく作り出していくというのが、このレギュラトリーという領域を推進していくときにはかなり重要なのではないかと考えています。つまり、レギュラトリーサイエンスを基盤とする PMDA 自身が、新しい医療技術に対する評価手法をどんどん提案してほしいと実は願っていたりします。

こういうプロセスを 2006 年ぐらいからずっとやってきておりましたが、画期的なことが起きました。まず、薬事戦略相談窓口が出来てきたときからは、PMDA の方々がとても優しい方に切り替わりまして、助言をしてくださるのです。それまでは、ほぼ禅問答のような世界で、「これは医療機器で申請したほうがいいのでしょうか。」と言うと、バンと分厚い冊子を出され、「日本の医療機器は全てこの中に入っています」と一言。それだけで、「ではどうしたらいいのでしょうか」と言う、「それはお考えください」といったやりとりだったのです。それが、薬事戦略相談窓口が出来てからは非常に温かいアドバイスを頂戴して、そして、実際にプロセスに入っていくと、実際の審査をやるところの方々も含めて、皆さん非常に温かく、どんどんと進めていただけるようになりました。それは医療機器化のプロセスの中で色々ある水準に対して、ヨチヨチ歩きから審査水準まで持っていけるようになるからだと思うのですが、こ



のように良い流れが出来てまいりました。

こういうプロセスを経ている一方、実はドイツでは一足先に公的な労災保険が使われるようになりまして、1回1時間から1時間30分の治療をすると500ユーロ(約7万円)が保険から100%支払われます。今はこれが、去年の10月末に当局のほうから治療のデータを増やさないと言われてまして、5,000データを追加しました。ドイツでは急性期、回復期、慢性期、全ての脊損患者さんに保険が使えるようにするために、通常の医療保険への手続きを進めています。しかしながら、日本では、保険価格を決める方が相談するお医者さんたちのグループが、神経の世界なのか整形の世界なのか、相談の分野によって、感覚がそれぞれ違っていますので、保険適用になったとき、ドイツではこれだけ高い価格を付けてくれているのですが、日本での保険償還価格は少し安くなってしまっているのです。

考えなければならないことは、輸出をしようとするとき、プライシングをすることで海外の値段を参照しますので、日本で生まれて日本で作り出したものが、これが一旦安価になってしまうと、ドイツは価格を高くしているのですが、海外の値段も引きずられて下がる可能性があるということです。そういったことも影響しますので、本当に医療産業として育てていくのであれば、その辺りの戦略も必要かなと思っています。

話は変わりますが、この写真の子どもも脊損で、完全脊損というふうに言われて、うちの医療関係の人も数十分そばにいたのですが、電位信号も何も出ないので、通常であれば、この11歳の男の子に「ごめんなさい」と言うしかないのですが、しばらく使っていましたら、とうとう信号も何も出なかった子が、3時間ぐらいすると、子どもがシャウトしているのです。HALを装着して脚を動かすことができたのです。果たしてこの子は本当に完全脊損だったかどうかというのは、動かなくなってしまった後は、信号も何も出なければ分からないわけです。ですから、そう診断せざるを得なかったのですが、HALのような新しい医療技術が出てくると、そういったところにまで道が拓けてきます。

この写真の方などはジストニアという病気の方で、歩行などを見ても杖がなければ潰れてしまうため、はいはいもできないぐらいですが、HALを3回使った後ぐらいになると、立って歩くこともできるようになっています。こういったことも臨床データをどんどん取りながらできるのですが、これから治験とかを終えて、デバイスを一旦社会に出していきますと市販後の使用成績調査などをやりますが、そういうデータも含め、全部集約させて集められる時代がやってきます。そうなりますと、非常にシス

テーマティックにもものが見えるかなと思います。

また、異分野との連携のときも、今は再生医療とデバイスと薬は、それぞれ独立して審査できるようになっているとは聞いておりますが、今度はまた連携してやる時代も見えてきておまして、再生医療の先生方と、こういったロボットという世界とがまた一緒になっていくところが一部見え始めてきております。こうなってきたときに、データがまた非常に重要でして、細胞レベルのところの情報も一部、そこに小さなセンサーさえポンと配置しておく基礎研究との連携もできてきますから、ここからまた開拓ができてくると考えています。

あとは予防などで、動脈硬化や不整脈に対しても、色々な医療技術を作り出していきます。生体生理の情報を得る技術はこれから更に進んでいきます。その情報をただのデータとして保管するだけにしないで、診断や治療に使おうとすると、もう医療の世界にポンと入っていくわけです。

この図には、脳波を測る装置や脳血流を測る既存の高価な装置がありますが、半導体をウエハーから作り直して、血液だけに特化させて分析できるチップを一旦作って、15mm 角のモジュールで、脳波と脳血流が同時に計測できるようなものを作りました。すると、脳にちょっとした負荷、例えば、赤い文字で「青」と書いてあるものの色を答えるという課題で「赤」と言わなくてはいけないなどという負荷をかけたときに脳の活動が見える。つまり、先ほどのMRIを使いながらというのは時々見るしかありませんでしたが、人間の情報をどんどんと取っていける状態になると、治療の状態そのものについて、もっとデータが増えてきます。こういう情報をこれからコンピューターの中にどう入れるかという話になってきます。

ところで、私どもはつくば地区におりますが、今、北関東最大級のショッピングセンターの北隣に東京ディズニーランドの中核エリアぐらいの場所がありまして、そこの3分の1を確保しました。ここにサイバニックシティを作るとともに、研究開発を進めてきた革新技術を投入し、患者さん、そして、退院した後のこと、生活をしている状況や通院状況といったことも含めて、街全体の情報を扱っていくということをやっているとしております。すると、ここにバイタル情報といった、早期発見や健康増進に関わるもののデータをどんどん集めていくことになります。そこは筑波大学から車で10分程度の所にありますし、私が筑波大学のメンバーですので、こういったいくつかの機能をこのエリアに加えながら、一緒に分野開拓をしていこうかなと考えています。

そのときには、こういったロボットの技術などでお買物もできる時代が

やってきます。例えば、認知症の方をロボットの椅子が運んでいくことにより、自分で買い物に行くことができますし、荷物を運ぶことをすっかり忘れてしまっても、ロボットが安全に配達してくれる、といったようなものです。また、普通の電動車椅子という世界から、ロボットの車椅子を操作する世界になる。例えば、操縦している方の反応がだんだんとおかしくなってきた場合に、その方の認知の水準がどうなっているかといったことが見えてきます。あるいは、先ほどの HAL の技術には特別な靴がありまして、今は、脳活動がだんだん低下して認知の程度がよろしくなくなってきましたと、その人の動きもこの靴の技術を組み込んだ普通の靴に見えるようにしています。このような技術も投入して、早期発見や健康増進を見ていこうということになります。

そのために、仮称ですが「革新的医療産業創出拠点」というものを今、準備しようとしており、先進医療や治験といったものに特化したフロアを設けて、そこで医療機器の開発とデータの処理といったものが同時にできるような場を作ろうとしています。ただ、これをやろうとすると相当なお金が必要なのですが、残念なことに、今は市場から調達してきて拠点を投入することを投資家の方々も納得していただけるように進めるしかないのです、今は何とか頑張ろうとしております。

ここでは、世界トップクラスのスーパーコンピューターをこの3年ぐらいの間に入れ込んで、そして、この先進医療、治験、データ分析ということでやっていきます。生体に関わる電位信号から、動き、血圧、動脈硬化、さらにその他、ずらっといきますと、こういったデバイスでデータを取って、そしてコンピューターで分析をして、こういったものを使いながら、医療解析等、色々な方式もありますが、因果関係、相関関係も含めた結果をスパコンで出力していきます。

これは、計算機が非常に早くなってきましたので、極端な言い方をすると、とにかくその関係を総当たり戦で計算させておきますと、「へえ、こんな関係もあるんだ」という、私たち人間がある程度のロジックで導き出すことは困難ではあるが、因果関係や相関関係は認められるといった結果も出てくると思っています。疾患の発症の予測や、重介護を回避する条件の特定、脳卒中や心疾患の早期発見、認知症の早期発見、睡眠障害の特定、あるいは長寿の条件といったものを非常に大きなデータ、ビッグデータから発見することができるよう、デバイス全部が IoT 化され、そして得られるビッグデータを AI 処理していく、あるいは高速演算をしていくという、そういったものをセットにして今、作ろうとしています。

データのサイズも、本当に簡易的な試験をやろうとしても、時間を少し

長く取ろうとすると、すぐペタバイトぐらいのオーダーが入ってきます。今後は計算機でそういったデータを扱いながら開拓する必要があるのです。

実は先日、フランスからもドイツからも厚生大臣が来られて、ドイツの大臣とは3時間ぐらい塩崎大臣を交えて色々お話をさせていただきました。これから、そういったデータを日本だけでやってしまうと、日本が浮いてしまうことになりかねませんので、国際ハーモナイゼーションという形でしっかりとマネージしていければと思います。

それから、こういったプロセスそのものについて逸早くピンと敏感に反応するのが、意外にハーバードビジネススクールやコロンビアのビジネススクールといったビジネススクールの人たちでして、日本の大学の方々は恐らく数年後にきっとコンタクトを取られるのではないかとは思いますが、ただ、海外はそれぐらいデータに対しては非常に敏感ですので、この辺りの医療ということを中心にとすると、社会の課題そのものに直結しますので、しっかりと開拓ができればいいかなと思っています。

ということで、ここまでのところは、今、開拓が進んでいるというところ。そして、データについては、先ほどの時系列のビッグデータや一つ一つ診断されたデータが集められてきているという状況です。以上です。

○永田委員長

どうもありがとうございました。大変面白い、興味深いお話だったと思います。もう一方、大江先生も御発表いただくのですが、今この際、まず山海先生のほうに御質問という形で何かある方はお受けしたいと思えます。その後、大江先生からお話を聞いて、また御質問をいただいて、最終的にお二人のお話に対しての意見交換等をしたいと思えます。どうでしょうか。山海先生の御発表に対して、もう少しこのところを詳しく教えてほしいとか、この辺りは一体どうなっているのかといったような御質問はありますか。

○光石委員

どうもありがとうございます。東京大学の光石です。HALのコア技術のところの信頼性が、多分、高いと言われるとは思いますが、そうは言ってもリスクが多少ないとは限らないと思うのです。その辺りはどういうふうにされたのでしょうか。

○山海教授

まず1つは、データを正確に取ってくるというところですね。基本的に医療機器として満たさなければいけないところについては、データのところは満たした上で、更にそのオーダーのもう1つ下のオーダーとかまでを扱うものとして、基本的な評価方法というものをまた作りました。それ自体を今度はつくばにある安全検証センターなどにも配置して、評価をしてもらうということをやって、不思議な話ですが自分たちで作った

評価方法を参照してもらいながら、国の機関の方々がそこをもう一回自分たちで準備して、そしてその評価をしていただくという方法で、検証していただいております。

仕上がったシステム全体に対しても、私たちの組織だけで、そのシステム全体を評価してはいけないので、それもやはり別の組織のほうで同じように作っていただいて、そこで一旦評価してもらっています。

もう1つは、第三者認証機関のチュフラインランドより医療機器 CE マーキング (CE0197) を取得するなど、普通の安全のところも見ることはもちろん、リスクマネジメントのところについても、適切に進めてきております。

○光石委員            どうもありがとうございます。

○永田委員長        そのほかいかがですか。

○許委員            東京都健康長寿医療センターの許と申します。我々の病院は入院患者さんの平均年齢が 80 歳ぐらいで、大体、認知症を 40% ぐらい軽いものを伴っているわけですが、そういう患者さんを家に帰し、自立した生活をしてもらうのに、先生のロボットによる介護、移動、その他見守り、非常にいいかと思うのです。我々の東京の西北二次医療圏の 65 歳の人たちの生活を見ますと、3分の2は独居か老々介護という状況です。こういう見守りのシステムを作り、介護のシステムを作るわけですが、それを支える社会基盤のほう、これは先生のビッグデータを使ってどういうふうに構築していくか。これからのお話でしょうが、そちらのほうのソフトがないと、データはあってもなかなか実用にならないというところがあります。その辺りのアイデアはいかがでしょう。

○山海教授            ありがとうございます。実はその点は非常に大切なところで、社会基盤を作り上げようとする、システムなしにはきっと動かないと思います。そのために、あるべき姿の未来社会モデルはこうだという場を一回作りまして、そこに、若い方も高齢の方で要介護の方も一緒になって住める場所を作ろうと思っております。実はそのエリアが、先ほど申し上げました、つくばにこれから準備しようとするサイバニックシティという場になると思います。そこに、先ほどのような色々な技術を入れることによって、そろそろ人の介護が必要な時期が来始めているかとか、そういった時系列のデータなども、例えば地域のコミュニティのコンセルジュのようなものを準備して、行政などとも連携し推進していかなければいけないと思っております。

そこに至るまでのところで、今は、地域でお話をして、いくつかのマンションやビルには、車椅子で生活されている方、高齢者の方がいらっし

やるので、そういった所でまず試験的な運用をしますが、このようなシステムも、恐らくここ5年以内には何とかまとめてみたいと思っています。データに関しては、やはり個人情報をどういうふうにもうまく管理しながらパブリックな世界で成り立たせられるかというのは、この場でも何度も議論されていると思いますが、データの確保の部分についてはかなりそろそろと思っています。

問題は、個人が自分の情報を自分で管理するといっても、認知症になったときにどうするのかという難しいところにまた来てしまうと思っています。実はそこは社会の中では、今はメールなどで通知する水準の話ぐらいが日常で使われているものだと思いますが、生体認証のようなものをセットにするのも1つありかなと思っています。

○永田委員長

ほかにもあるかもしれません。大江先生のお話を聞いた後に、また総合討論で、なるべくいられるだけいていただくというお願いをしていますので、そのようにしたいと思っています。

先ほど光石先生が言われたことは、今日は主にHALの話を中心にした後の話があって、最後のところに出てくる色々なビッグデータから、例えば脳卒中がどうのという話があったと思います。あれも全て同じプロセスを経るとすると、そのデータはあの段階を経て、使えるか使えないかとやっている場合かどうかという問題です。しかも、そこには私たちが今まで知らなかった疾患が出てくる可能性があって、それは日々データがそろえばそろほど、実は我々が知らない領域に足を踏み込んでいくということなのです。分かっていることであれば、1個ずつ検証をして、もとに戻してやっていけばいいのかもしれませんが、本当にそれがかなうかどうか。今度はAIのコア技術の話が大江先生から出てくるかもしれません。また、色々とお意見を後で賜ります。

それでは大江先生、委員なので御紹介は省かせていただきます。お願いいたします。

○大江委員

お手元の資料で御説明したいと思っていますので、そちらを御覧いただきたいと思っています。医療におけるAIの活用を総論的に話してほしいということですので、比較的表面的な話も多いですが、私なりの考えを御紹介したいと思っています。

資料1の上ですが、御存じのようにAIは今、第3次ブームだといわれているのですが、ちょっと自己紹介も兼ねて言いますと、私は1980年代の第2次AIブームのときに、ちょうど医学部の学生で5年生ぐらいをやっています、第5世代コンピューター事業というものが国内であったものですから、きっと私が医者になる頃には、もう医者はなくなるだろう

と、思って、この世界に入って以来 30 年ですが、いまだにお医者さん不足といわれている状況ですし、私も大分歳を取ってきましたので、さっきの山海先生のお話を聞くと、老後は私はつくばに引っ越したほうがいいかなと、今、ちょうど正に思っていたところです。

2010 年頃から、例えば IBM ワトソンだとか、ごく最近ではディープラーニング (Deep Learning) を用いたアルファ碁が棋士に勝つというようなことも起こってきてまして、また今ブームが来ているという状況のようですけれども。長く 25 年から 30 年間、医療現場の情報化と、その医療から出てくる電子化データをどうやって医療現場にフィードバックできるようなシステムを作るかということで、実際にソフトウェアシステムを開発したりしてきた者から見ると、今回の人工知能ブームで主流を占めている、データベースドリブンの AI の技術というのは、非常に大きな影響を与えるだろうと感じています。

ここに人工知能のレベル分類というのは、東京大学の松尾豊先生が 4 段階に分けたものを書かれていますけれども、医療においてこういうソフトウェアシステムを使うという視点で考えると、当然、もう昔から様々なものがあるわけで、典型的には、例えば、今、普通に使われている 12 誘導心電図の中に組み込まれている、様々な虚血性心疾患の診断だとか、不整脈の診断機能などは、ごく普通に使われているわけです。そういうものと、これから人工知能の技術が入ってきたシステムと何が違うのかというのを、この機会をいただきましたので、私も今考えているところで、結論があるわけではないのですが、このレベル分類を見ると、少し考えるネタになるかなと思いました。

レベル 1 には、基本的には周りの変化に応じて、非常に多い変数の組合せの状態に応じて、挙動が変わるということなのですが、その程度がそれほど多くはないです。レベル 3 ぐらいになると、それをそもそも学習して変化していく機能を持っています。レベル 4 になると、更に何をどう学習すればいいのかも自力で学習していくというような分類になっているわけです。

つまり、状況の変化、医療の場合ですと、患者さんの状態も含めた状況の変化、それから、その組合せパターンに対するシステムやソフトへの挙動がある程度予測できるだろうかと、あるいは検証できるだろうかというようなことが、多分、従来のソフトウェアシステムを組み込まれた機器等とは少し違うのかなと感じているところです。あるいはその挙動が説明できるかということも大事なのかもしれません。

下のスライドですが、「医療における AI 活用の場面」で、非常に素朴

に考えると、まず患者さんが来て、臨床情報の収集をします。それで様々な診断戦略、情報収集戦略を立てて、得られる情報を解釈します。それでどういう病気か仮説形成して、診断名を決定し、治療計画を立てて、実際に実施するという流れがあらゆる場面に導入される可能性があるわけです。もちろん全体的に、全人的な観点で、あるいは医療経済的な観点で、医療手段を選ぶということになると、患者個人の情報だけでは判断できなくなるわけですし、そういったベースに当然医学知識の生成というプロセスが必要になります。

次のスライドは、私も関わっている幾つかのプロジェクトの構想といえますか、デザインをちょっと簡単に説明したものです。例えば患者さんから情報を収集するというのは、非常に臨床では重要なプロセスなわけですが、こういったときに、いかに的確に患者さんが持っている情報を、患者さんが気付いていない情報を取り出すかというところは、もちろん様々なウェアラブルセンサーがこれから開発されますけれども、一方でその表現から様々な情報を収集するということは、まだまだ重要だろうと思っています。そういったときに、右上にあります、どういう疾患を想定して、どういう質問をして、どういう情報収集をすれば効率がいいかというようなことは、そのベースになる様々なこれまでの知識がデータベース化されている必要があるというわけです。

さらにそこから検査戦略を立てて検査をしますと、例えばその下のスライドのように、画像が得られるわけです。今の医療では医療画像から正しく所見を解釈して読み取るというのは、それほど単純なプロセスではないですし、診療現場の様々な医療者の様々なレベルの中で経験量も違いますから、異常を見落とすということはたまにあると書いてありますけれども、たまなのかどうかもデータがあまりないのですが、比較的起こり得ることなのです。非常に起こらないこともあります、起こることもある。見てみたら1年前の写真にも写っていましたというようなことは、実際にはそれなりにあるわけです。そういったことをディープラーニングのような技術を使って、異常所見をできる限り判定しようというのは当然、今、考えられているわけです。

次のスライド2枚は、よその資料から取ってきたものですが、今、よく言われているディープラーニングというのは、基本的に分かりやすく言えば、人間の網膜上の画像がどう認識されるかといったような、脳神経の階層的なプロセス、抽象化のプロセスと非常に近いと考えていただくといいのではないかと思います。人間よりも恐らく今の時点では、非常に多くのラベル付きデータ、正解データといいますが、どういう画像は



どういう所見だとか、どういう画像はどういう疾患だと。あるいはどれがイヌで、どれがネコだというようなことをきちんと付けた大量な情報が、計算機処理可能な形で必要であるという点だろうと思います。

次のスライドですが、さらに実際の医療診断ではマルチモーダル医療診断システムと書いてありますが、単に1つの検査画像だけではなくて、さっき山海先生のスライドにもありましたが、非常に色々な種類のデータを大量に組み合わせて解析することで、診断につなげるということが必要になります。当然そこにはそれだけではなくて、ベースにある様々な既存の医学知識というものも、組み合わせて診断がなされるということになってくるだろうと思います。

次のスライドは、最近 IBM ワトソンが、東京大学医科学研究所で診断に苦慮していた血液系の疾患の診断を、非常に短時間でデータベース検索によって言い当てたということで話題になっていますが、あのプロセスも実際には大量の医学系のデータベース、PubMed などの論文から厳選されたもので、きちんと自然言語処理をして、更に人手によってある程度のキュレーションとアノテーションもして精度を上げたデータベースを作って、それと臨床表現系と遺伝子の変異との関係データベースと組み合わせた形で検索して、診断が得られているということなわけです。

同様に、奈良先端科学技術大学院大学の荒牧先生という、医療系のビッグデータの自然言語処理を専門にされている方からいただいているスライドです。SNS 上にある様々な患者さんのつぶやきデータ、右側だと患者さんの闘病記といったようなもの、あるいは左側の柱だとブログでの情報などのつぶやきといった情報を、リアルタイムで自然言語処理で解析することで、左下だと感染症の拡大の立ち上がりを早期に予測します。闘病記の中から非常に希な副作用の存在徴候を発見します。

例えば、患者さんが、「私が昨日こうこうこんな症状でこんな薬を投与して3日間入院したが、その後何か全身がかゆくなったのです」と。「それで止めてみたら治ったみたいです」みたいなことを書いている文章があったときに、それを見つけてくることで、副作用の可能性を早期に発見するといったようなものも、インターネット上の大規模データを自然言語処理することで、新たな知見を得る仕組みと。あるいはそれを更にどうつなげていくかは課題なわけですが、こういったことも行われ始めているわけです。

下のスライドですが、私どもも、荒牧先生をはじめ全国的に医療情報に関わっている研究者と AI 研究者、ビッグデータ研究者とともに、AMED の医用知能情報システム基盤の研究開発をして、そこに4つのテーマで取り

組んでいるところです。

次のスライドで、そのうち私が特に担当しているのは、東大病院の電子カルテの構造化データを大規模に高速エンジンに放り込んで、これは喜連川研究室との共同でやっているシステムですが、今、目の前にいる患者さんの電子カルテのデータと、過去の大規模データとのマッチングを取って、下の図にありますように、患者さんの特性と、患者さんに現在起こっていることのいくつかを自動抽出して、それに比較的近い臨床所見を示している過去データの今後の推移を示すといったような形で、これは診断補助、あるいは治療計画の作成補助のようなシステムに挑戦しているところです。

次の7ページの上側ですが、ある類似疾患の患者さんが過去に見つかったときに、その患者さんがどういう病態で推移していったかといったようなことを、更にマッピングすることで、その患者さんの予後予測をします。予測といいますか、今後起こり得るような病態変化を推測するといったような、臨床医学オントロジーの上に現在の患者さんの情報をマッピングする形で予測するというシステムです。このようなことも、これから可能性としては出てくるだろうと思います。

下のスライドですが、総合的にまとめますと、医学・医療の知識の類型というのは、古典的には教科書や論文、それから臨床ガイドラインといったような比較的变化しない、変化のスピードが遅い体系的な知識というものが非常に重視されてきているわけです。それに加えて外科系などでは経験的な知識、それから知識をどう戦略的に使うかという知識の適用力に関する知識。それから、最近の AI ブームでは特に話題に取り上げられている機械学習や、ディープラーニングなどによる直感的なパターン認識力、類型化力、こういったものがこれまでの医療者にも総合的に使われてきたわけです。これをいかに AI のシステムで置き換えるか、あるいは支援するかという方向に向かっているのだろうと思います。

次のページの上側ですが、よく言われていますように、既に教科書1つ取っても、ガイドライン1つ取っても、今の医療者が膨大な医学知識を集め切って体系化して頭の中に入れておくことは、ほぼ不可能になっていることは皆さん分かっているわけで、当然こういう状況では、それに代わるシステムが必要ということはもう分かっていたわけです。それがようやく実現する光が見えてきている、ということだろうと思います。

下のスライドですが、まとめますと、結局私が思う今の医療用 AI のシステム、あるいは今後出てくるもののかなりの部分は、変化し続ける多様な巨大なデータベースに頼って挙動していくだろうと感じています。

それによってシステムの挙動自体も変容し続けていくことになるだろうと思います。変容していくことが予測できないことが、多分これから起こってくるわけで、それはつまり、非常に頭の良い知識収集力のある天才的な医師がいたときに、この人が明日何をしようとしているのか予測できないみたいなことが、きっと感性的に言うところであろうと感じています。そういうシステムを審査で承認するということが、誰ができるのだろうかということを、これからこの科学委員会でも考えないといけない。そういう問題なのだろうと認識しています。

この図にありますように、基本は左側にある様々なデータベース、しかもそれが短時間で急速に変化していく大量のデータベースを複数に組み合わせて、意思決定支援をするシステムが現実化しつつあるというところに、フォーカスを当てるべきだろうと思っています。

最後のスライドは、これは AI ではないという議論もよくされていますが、これは実験的なシステムの話ですが、今年の5月に Microsoft の AI の、何か話しかけると話し返してくれるというシステムが試験的に公表されたのですが、それに対して、「repeat after me」ということを言うようにどんどん付いてくるような仕組みが隠されていて、それを悪用する形で様々な不当発言を急速に覚えさせられてしまって、不当発言を繰り返すようなシステムがあつという間に 16 時間ほどで誕生してしまったということで、この種のサービスが停止されたというような事象がありました。

このシステム自体は AI ではないと言っている人も多いのですが、こういう予測しないデータがどんどん与えられて、そのデータの変質をきっちりチェックされないまま、どんどん詰め込まれたものを学習して、自己変異をしていくシステムがどういう挙動をするかということが、開発者にも予測できないということを考える上では、1 つの良い例ではないかということで、最後に御紹介して私の話を終わります。ありがとうございます。

○永田委員長

ありがとうございました。それでは、大江先生の御発表に関して、もう少し教えてほしいことや分からないことがあれば、まずお聞きして、その後、両先生を交えて、色々な観点から議論をさせていただこうと思います。何かありますでしょうか。なかなか理解が難しかったとか、あるいは、そうなんだということばかりかもしれませんが。

最後の部分はだいぶ問題だと思いますけれども、先ほどの大江先生の患者さんのように自覚症状があつて、病院に来る方、山海先生の健常者というのもあつて、さらに未病という方が間ぐらいにいて、全部データが

入ってくるようになるわけです。そのときに、生まれてから3か月ぐらい経ったら、あなたは病気が始まりましてなるかもしれません。そういう世界になるのだと思うのです。そのときのことを悪い形で言うと、先ほどの SNS の話になるのですが、ある意味ではどうにでもなる可能性があります。申請を勝手に作り得ることすら可能なわけです。

よろしいですか。それでは、お二人に対して先生方からどのような疑問でも、どのような議論でもしていただいて、我々の認識を深めたいと思います。どうぞ御自由にお聞きください。あるいは、我々の中での議論でも結構です。

○許委員

私も学生の頃、ちょうど東大で計量診断というものが随分はやっていて、最終的には破綻したと思うのですが、この AI の世界で、恐らくかつてそのように思った計量診断的なものが医者を駆逐してしまうというか、先生が最初におっしゃったように、もう医者は要らなくなるようなことになるかもしれないという危惧は持っているのですが、例えば大江先生の資料の2ページの3で、自動問診補助システムというものがあります。

これで我々医者が問診をしているときに、この人は本当のことを言っているだろうか。それとも、どうも言っていることがおかしいということも考えながら問診するわけです。例えば、ある症状でも、本当にこれが正しい症状を示しているのか、あるいはこの人が演技しているのかということをおもいますと、最後の SNS の話ではないですが、本当にこの自動問診補助システムで正しいことを言っているか、言っていないか、この辺はやはり嘘発見器などとリンクさせて、それを判断していくようなシステムを考えておられるのでしょうか。

○大江委員

まず1つは、やはり問診補助と書いていますとおり、専門家なしに、その情報収集だけで次のステップに行くことは多分無理だろうと、私自身は考えているのです。

○許委員

では、そこまで御本人が本当のことをおっしゃっているか、何か本当のことでないことをおっしゃっているかの判断までは、まだ AI では考えていないのですか。

○大江委員

いや、でも、かなりの部分、できる可能性はあると思っています。どこまでできるか、その評価そのものが非常に難しいのですが。例えば、現在もう既に一部のロボットでは感情認識エンジンというものが入っていて、相手の言い方の抑揚だとか、質問の内容によって答えるまでのかかる時間だとか、スピードだとか、色々なことを、そもそも色々なパターンで機械学習しておいて類型化することで、正しさを予測するというようなことは、十分技術的に可能性が出てきていると思います。

それから、これはバッググラウンドのデータがかなりないといけないのかもしれませんが、患者さんが普段どのような情報を出しているかという情報があれば、それと比較することで、今、答えていることの不整合のようなものを出すということで、今、専門家が「あれ、これ、ちょっと何か本当のことを言っていない」と思う程度の気づきというのは、十分可能だろうと思います。ただ、それを最終的にどう判断するかは、やはり医療者が必要だろうと私は思っているところです。

○許委員                    ありがとうございます。

○山海教授                ちょっと関連して、実は一昨日、ある所で講義をしてきました。その分野では尋問というものがあまして。

○許委員                    そうですね。同じですね。

○山海教授                普通は言葉を使いながらという世界に対して、ちょうど今、先生が言われたように、言葉ではないちょっとした生理的な反応の違いということを見るわけだと思いますが、最近のように色々なテクノロジーが出てきますと、私どもが今やっているような、大体 50cm ぐらいのところにシステムを置きますと、これで大体、何も触らなくても心拍変動が見える時代がだんだん見えてきました。

それから、顔色にも表れてくる微弱な交感神経や副交感神経などがパツと変動したときに、末梢系がどう変わるかというのは、安価な CCD カメラといったものでも捉えられる時代になってきておりまして、さらに、私どもが開発したシステムとセットにすると、もう少し正確さが増すのかなという気がします。要は、不思議なもので、テクノロジーがクルクルと色々スパイラルを描きながら動いている中で、「あっ、これ使おう」と気が付いて、今のようなお話が、逆に開発者のほうに戻りますと、そのテクノロジーが進化して行って、かわいらしいロボットだと思ったら、そのロボットにはこのテクノロジーが搭載されていて、こと細かく相手の意図を推定していたという世界がありえるかと思います。そういった世界もどうかと思いますけれども、実はテクノロジーはだんだんとそこに近付いているのも確かだと思います。

○許委員                    ありがとうございます。

○山根委員                非常にためになる話をありがとうございました。今のお話は診断のリアルタイムのことだと思うのですが、診断を始める前のデータベースというところが気になっております。今、大江先生のお話にも出てきました「自己変異をし続けるデータベース」という言葉に大変心配があります。それは変化する医療機器も含めるのですかというところが、ズバリの疑問点です。

それから、信頼性あるデータベースとはどうやって定めるのか、何なのか。専門部会で考えなければいけないのか。少しでもサジェスチョンいただければ有り難いと思います。

○山海教授

まず、私のほうから。これは実はかなり本質的な難しい御質問だと思います。例えば、医療機器も含めて、世界で色々な国際規約やレギュレーションなどがありますけれども、ハードについてはかなり明確で、そのリスクアセスメントも非常にしっかりとできるのですが、ソフトウェアに関しては、たかだか知れたオペレーションシステムですら、かなり微妙な世界に入っていきます。

ましてや、それが今度は、もう1段階進んで、学習型で、中のアルゴリズムまでもが進化するという話になってきますと、ここで語っていいかが分からないぐらいのところ、今、実は山根先生のご質問が入っているのではないかと考えております。恐らく大江先生が難しさと、こうやればいいのではないかと語ってくださるのではないかとしますのでバトンタッチをしたいと思います。

○大江委員

多分、このことこそが、専門部会を作って議論して、結論は出なくても、考え方の何か目安というものを作らないといけないテーマだろうと想像しているところです。あまり話を長くしても中身はないのですが、例えば医学文献をベースにということを考えてときに、やはり、その文献データベース自体の質というのは、なぜ担保できているのかということに、もう一度立ち戻らないといけないのではないと思うわけです。例えば、PubMed から自動的に知識抽出処理をして、データベースを作ったとしたときに、そのデータの品質のクオリティ・インデックスというのはどうやって作るべきだろうかというのは、実は非常に難しい問題だろうと思うのです。

一方で、正確なデータだけ選ぶなどということは、できるはずがないわけですから。そのようなことができるぐらいなら手作りすればいいわけですから。非常に少ない件数の知識が手に入ったときに、そのクオリティ・チェックをするという方法と、非常に大量の中で同じようなケースなのに1つだけちょっと変わったものがあるのであれば、それはもしかしたらノイズかもしれない。ノイズ処理のような手法を使うことも考えられるのではないかと、個人的には思っています。是非その辺りは専門部会で、御専門の方々にも議論いただかないといけないだろうと思います。

○山海教授

恐らく、どんどん変化してくるシステムには、きっと大きく分けて2つあって、1つは自己学習でどんどんとアルゴリズムを調整するタイプと、もう1つは、アルゴリズムや計算手法は同じですけどもデータが入るこ

とによって出てくる結果が変わってくるという、この2つのタイプだと思います。医療機器として、許認可を出そうとしたときには、アルゴリズムあるいはその計算手法のステップがきれいに明確であれば、あとはデータをどうするかというところに行くので、少し絞り込み項目は減っていくかなという気がいたします。ただ、ルールやアルゴリズムそのものを自分で作っていくような学習型になってきますと、ここについては恐らく今の医療の枠を少し超えてしまうのかなと思います。

もう1つ思うのは、医療機器の許認可を当局や認証機関などから得る世界と、それを参照するだけであればいいという世界と、2つきつとあると思うのです。つまり、治療や診断ではなくて、これはあくまでデータを参考のために出しています、ぐらいのことですと、実は出荷ができてしまうのではないかということも、チラッと思ったりもします。ですから、その辺りまでだんだん頼っていくような時代が来たときに、どこまで被せて網を張るかという話は、正にこういった場で議論されることかなと思っています。以上です。

○永田委員長

どうもありがとうございます。そのほかいかがでしょうか。

○後藤委員

非常に面白い話で、特に診断、それから診断の後の治療法の提示というところが一番、ロボティクス IoT も含めての話だと思うので、ちょっと違う立場から、暗黙知を形式知にしていくということで、1つ知りたかったのは、形式知にされて出てきたアウトプットというのは、リプレイスが可能なかどうかというのが1点です。

もう1つは、小児のケースなどでは、新手という、今までやったことではないものがありますよね。それと同じように、多分これは発明のほうに行ったときに、私が考えたのは創薬のほうなのですけれども、どういう議論ができるのかというのを教えていただけたらと思います。

○大江委員

十分に答えられるほど今まだ頭の中がまとまっていないのですが、暗黙知から形式知に変換する部分というのは、実は私の理解では、正にそれはビッグデータから非常に多変量で構成されるパターンを、暗黙知というのは無意識に抽出していたのではないかと思います。むしろ、それは今回、AI の仕組みの中では、実は形式知にできていない部分もかなりあるのだらうと思うのです。それは、ニューラルネットワークの中にノード間の重みなどで形成はされているのですが、それ自体が記述できるかということ、説明的な記述がほとんどできない状態に、要するにブラックボックス的になっています。そういう意味では、暗黙知のままでネットワークの中に知識が形成されているものを使っていると、私は感じているのです。

なぜ、こういう結果が出たかと説明させようとする、そのシステムは説明ができない部分が、医療で使う分には障害になるということをおっしゃっている方もおられるので、うまくそれは組み合わせて使うことなのではないかと思えます。

それから、2番目のほうの御質問は、私は創業を想定していてあまり考えたことがまだないので、ちょっと考えさせていただきたいと思えます。

○永田委員長

いかがでしょうか。

○山海教授

本当に、こういう場はいいですね。この場で色々考えることができますから。この場合、例えば、次のようなことはどうでしょうか。結局ディープラーニングのようなパターンをやろうとすると、ロジックで構成されていなかったりする、やはり人間の中でどういうことが起きているかは、そのデータをきれいに見ても、結局その写像関数を見ているだけなので、よく分からないわけです。

ただ、1つ言えることは、入口と出口についての反応は明確なので、よくあるのは、医療機器もそうですが、例えば、使う半導体デバイスの中身が分からない、あるいはオペレーションシステムが分からない場合でも、入口と出口でそこをしっかりと規定して、アンノウンなものについては、こうやるのですよというプロセスがありますので、そういうやり方をちょっと参考にすることです。例えば、変な話ですが、人工知能に対して、試験問題をちゃんと準備しておきまして、こういうものが来れば基本的にはこうなのだというような、その辺をきちんと解けるかどうかをみます。解けるか解けないか、そこが1つ判断基準にもなるかなと思えます。以上が1つです。

あとは、発明についてのお話がありましたが、これは先ほどの闇雲にガーッと何かやっているところから出てくる結果の中で、人間が見たときにその価値をパンと見出すようなものが出てくるだろうということは確かだ、そういう意味では発明プロセスの中に人間支援という形で入ってくると思えます。計算機自体は発明について価値をあまり認識していません。ただ結果を出力するだけのことだと思えます。まだ、今のこの時代では、その価値の評価の部分は人が行うので、発明のところも機械がある程度支援する仕組みの中で、人間がどのように引っ張っていくかという話になるかと思えます。

○永田委員長

いかがでしょうか。

○石塚委員

今のお答えの中に、多分、解答が一部入っているのではないかと思ったのです。先ほどもクオリティ・インデックスの話も出ていて、クオリティの検証の方法として、例えば、アルゴリズムが変化している場合を、



ポジティブなものは多分アウトプットとして分かりやすく検証できるのだと思うのですが、ファジーなものに対してどのように担保する方法が具体的にあるかどうかということをお尋ねしたいと思います。

○山海教授

だんだん話をしながら頭の中で整理いたします。これではどうでしょうか。許認可を得ようとする、そこにはかなりのリスクアセスメントを求められるわけです。あるシステムを医療機器にしようとするときに、これだけリストアップされたものを全部クリアして OK であれば、医療機器になれるわけですが、そういうものをこういった学習型のシステムでは、中に内在しておかなければいけなくて、仮に学習で色々変わっていった場合でも、少なくともリスクアセスメントのところをいつも検証しながら動くシステムにしておく、やっではいけないリストみたいなところは、全部そこでブロックできると思うのです。

そうすると、その工夫の中でいいものが飛び出てきたときに、活用できるという話になると思います。結局、リスクアセスメントはこれまで人間が行ってきているわけですから、そういったデバイスが社会に出ていく時代に、人工知能が社会の中で生きていこうとすると、いつもそこには人間フィルターという形でのリスクアセスメントのしっかりしたものを通過させるというやり方を、セットにしてしまうといいかもしれません。

○大江委員

ちょっとまだ夢物語ですが、私が思っているアウトプットの評価のシステムというのは、恐らくそのシステム同士の合議制になっていくのではないかと思うのです。例えば、作られた微妙な時期の違いだとか、使っているリソースのデータベースの違いだとか、もし仮にニューラルネットワークを使っているとすると、そのノードの数の違いだとか、色々なことで同じインプットを与えてもその結果が変わってきますので、その中には非常に過激に学習して、割と過激な方向に発現するシステムも出てくれば、非常にコンサーバティブな治療法しか出さないようなシステムも出てきます。

恐らく人間社会で見ても、専門家同士で最終的にディスカッションすることによって、誰か議長は必要でしょうけれども、決めることになるので、そういう形の相互チェックによる評価システムというものが、多分、実際に医療の臨床の場で適用するときには、ある程度必要になってくる時代になるのだろうなと思っています。

○門田委員

我々のように古いタイプの外科医ですと、お話がすごいなと思って聞かせていただきました。そんなことができたら本当にすごいことになるのだなということと、半面、例えば、先ほどの大江先生の資料の2枚目で、

ほとんど分かるのですが、下から2番目の紫色になっている所、全人的観点とか、あるいは医療経済的な観点ということも、医療選択の中に含んでいくようなことも記載していただいているわけですが、こういうことは具体的にある程度、今までお話を伺ったことのように、色々と動き始めているのでしょうか。

○大江委員 具体的なシステムの開発という面ではまだできていないと思うのですが、どういうデータベースを入手して、どのようにやれば、こういうことも含めた観点の判断ができるだろうということはもう既に議論されていて、プロトタイプまではいっていないのですが、設計のレベルというかデザインのレベルは結構されています。

○門田委員 一番感じますのは、今、医療の現場にいて、その全人的医療が果たして今の医師たちにできているかという辺りも、一種まだまだ課題があるような感じになっているものに対して、どのようにできていっているのかという疑問があります。

○大江委員 これはあくまでも、こういうことも取り込んで判断すると、医学的な判断とは違う結果もありますよということを、出力として提示することは技術的に可能であると。あとはそれをどう組み合わせる最終的な判断をするというのが、本当は究極的な全人的な判断で、それが医療者がやるべきかどうかは分かりませんが、機械ではなく、やはり人がやり続けるだろうと、私は思っています。

○門田委員 ありがとうございます。

○永田委員長 よろしいですか。よろしければ、先生方には本当にありがとうございましたと申し上げます。私も聞こうと思ったことを順番に聞いていただきました。本当に漫画の世界ではありませんが、最後にコンセンートを抜くか抜かないかという、その判断しか私たちには残らないような気がします。私たち科学者としては、暗黙知がそのまま不可知でとどまるかどうかというのは、一般サイエンスとしてのチャレンジなので、そうでないという立場にいるはずなのです。ないとすれば、ないことを証明しなければいけません。

ですから、そういう意味合いでは、今、先生方がおっしゃった回答というのは、すごくまだ柔らかいと思います。この分野にはもっと過激な分野の方々も当然いて、善意があるから今の回答になっていますけれども、そうならないということも当然あるわけです。先ほどのスクリーニングを入れるにしても、人が入れているものを今度はAIが解除することも当然可能になるのです。ですから、最後にコンセンートを抜くか抜かないかという非常に難しい判断を、それこそ昔の映画や漫画の世界に近いわけ

ですが、それが分かって皆さんで共有できると、この専門部会 3 は大変な議論をこれからするのだらうということになります。

よろしいですか。それでは、もう一度拍手をお願いいたします。どうもありがとうございました。

また必要があれば、この手の類の勉強会は我々素人にとっては大切なことなので、またさせていただくとして、本日、議題の後半のほうを進めさせていただきます。それでは、山海先生、御退席されます。どうもありがとうございました。

(山海教授退席)

○永田委員長 専門部会 3 の話を聞いてきたわけですが、前回覚えていらっしゃると思いますけれども、光石先生に部会長をお引き受けいただいています。今回は光石先生から簡単なこれからの展望を御説明いただくとともに、副部会長の御指名をお願いしたいと思います。それでは光石先生、よろしくをお願いいたします。

○光石委員 まず、展望というか、スコープの説明なのですが、資料 2 を御覧ください。「AI 専門部会のスコープ(案)」ということなのですが、まず、これを読ませていただきます。「近年、AI すなわち人工知能を活用した新技術が活発に検討されており、医療関連分野への応用についても検討が進んでいる。一方、AI といっても様々な技術があり、単なる『従来技術の応用』から『まったく新しいコンセプト』までかなりの幅があることを考えている」。まず、ここの部分の最後のところの「単なる『従来技術の応用』から『まったく新しいコンセプト』まで」というところなのですが、これは、例えば今日の大江先生のお話の資料 1 の、松尾先生の言われているレベル 1 というのは、どちらかという従来技術かもしれないのですが、それ以降のレベル 2、3、4 というところになると、新しいところということになる。これが全く新しいかどうかというのはまた別ですが、そういったものまで色々幅があるということでございます。

後半のパラグラフのところですが、「専門部会は、AI 専門家や医療情報の専門家にお越しいただき、AI 全般について俯瞰して整理するとともに、従来技術と異なる『AI としての新要素』を検討することにより、将来の医療機器審査や相談等に役立てる」ということで、先ほどももうだいたい議論していただきましたが、このようなところを議論していきたいということ。これも議論しているうちにスコープがだんだん変わってくるかもしれないのですが、とにかく何か最初に文章が必要かなということで、例えばこういったものを作らせていただいて議論を始めていて、議論をしているうちに場合によっては変えることもあり得る、と

いうことで進めさせていただければと思います。取りあえず、案として示させていただきます。

○永田委員長 今御説明いただいたとおりで、私もそう思います。進歩が速くて問題点もどんどん変わっていく中で、それでも、私たちとしては、PMDA の特に医療関係についてのベストを尽くそうということなので、当然、変遷をしていっても仕方ないだろうと思います。そういうことを念頭に置いた上で、部会長のほうから副部会長の御指名をいただければと思います。

○光石委員 はい。副部長なのですが、先ほど講演もしていただきました大江先生に、是非ともお願いできればと思っております。医療情報並びに AI についても長年研究をされている先生かと思しますので、お願いできればと思います。

○永田委員長 大江先生も今うなずかれましたので、お引き受けいただけるということだと思います。それでは、御挨拶を簡単にいただきたいと思います。

○大江委員 ありがとうございます。先ほど、講演の最初にもお話ししたように、長年この領域で仕事をさせていただいていますので、少しでもお役に立てる機会と捉えまして、お引き受けさせていただきたいと思います。何せ、AI という言葉がカバーしている範囲が非常に曖昧でもありますし、今、急速に変化しつつある技術でもありますので、それを、できる限り先生方を含め多くの方々から御意見、御助言をいただきながら、やっていく必要があると思っております。よろしく申し上げます。

○永田委員長 どうもありがとうございます。お引き受けいただきました。この専門部会 3 については、次にそこを形成する委員の候補を選んでいくというプロセスになります。これが、この親委員会でやると次回は 1 月になってしまいます。これではとてもではありませんが、AI のスピードどころではなくて遅滞を招きかねないということなので、提案なのですが、書面でこの委員候補を親委員会のほうに諮っていただいて、メール等で皆様に御了解が得られるかどうかを問い合わせるというプロセスでいかがでしょうか。御承認いただけますでしょうか。

では、部会長と副部長の間で、事務局とも相談していただいて、ベストの委員のコアを選んでいただいて、書面で諮らせていただくことにさせていただきます。先ほどの光石部会長からのお申出では、内容も変わる可能性もあるということであれば、委員については、途中での追加等もできればお認めいただきたいということ、今、併せて申し上げておいて、まずは体制を御検討いただいて、書面で議論させていただきたいと思います。よろしいですか。それでは、異議なしということで、そういう形で進めさせていただきます。今月中にいけそうですか。

○事務局(江原) 書面で、11月中には委員会を開催させていただく方向で、検討いたしたいと思います。

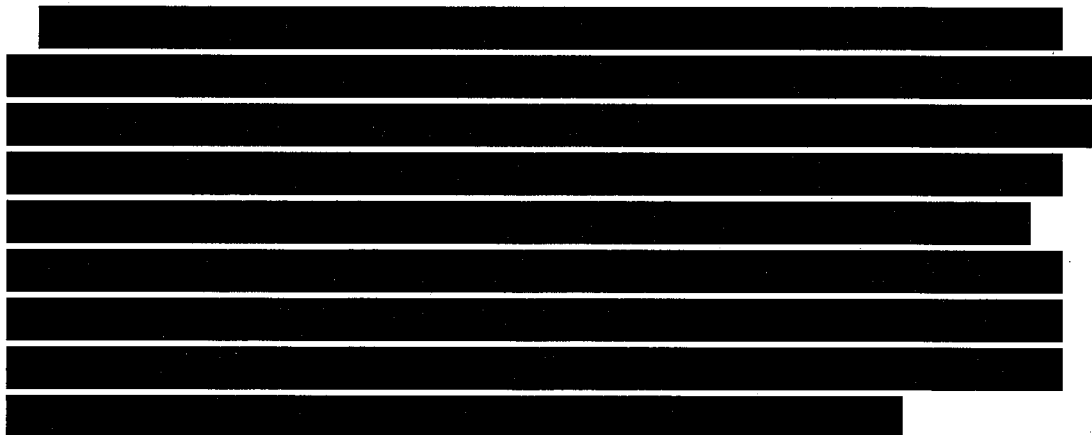
○永田委員長 ありがとうございます。毎回申し上げていますが、親委員会の先生方はどこかの専門部会に入るわけですから、御自分で入りたいと思うところに、自らお手を挙げていただかないと、行きたくなかったところに最後に配属されるという事態になるやもしれませんので、できれば先生方の御希望の分野に自分から積極的に手を挙げて、事務局に申し出ていただきたいと思います。専門部会1(希少がん対策専門部会)が決まりました。専門部会3はこれから委員を決めていくわけですから、この専門部会1、専門部会3に御希望の先生方は、是非とも事務局を通じて、若しくは部会長に直接でもいいですが、お申出を頂きたいと思います。今のノータイスを含めて、事務局からもまたお送りすることにしております。

#### <議題2：専門部会2(医薬品開発)について>

(・専門部会委員について)

○永田委員長 それでは、続きまして残っている部分があります。専門部会2、これは医薬品開発ですが、これは井上部会長にこれから専門部会2でやるためのメンバー表を作っていただきたいとお願いしておりました。井上部会長から報告をお願いいたします。

○井上副委員長 専門部会のメンバーについては、親委員会のメンバーに加えて、アカデミア等から専門家を招へいするという事になっております。まず、招へいする専門家については案を作成いたしました。お手元の資料3を御覧ください。この部会は、もともと「アカデミア創薬のボトルネック」というタイトルになっておりまして、そういう意味では、基礎研究から創薬に携わっている方、あるいは、そういうプロセスをいくつも例を見られる方、そういう方に委員になっていただくという考えがあって選んでおります。



[REDACTED]

○永田委員長      ありがとうございました。井上部会長からは、今の御提案でございます。多分、御異論はないかと思えます。お認めいただいたということにさせていただきます。今の井上先生の部会についても、積極的に御参加を募りたいと思えます。今、事務局とも相談をしましたが、専門部会1のほうもまだ御参加の表明が少ないということなので、もう一度、事務局から先生方に、専門部会1、2、3のどれかに必ず御参加くださいという形でメールを差し上げようと思えます。必ず御回答いただきたいと思えます。2つでも3つでもいいそうなので、積極的に御参加いただければと思えます。よろしいでしょうか。事務局から、いつ頃送りますか。

○事務局(江原)    1週間めどで、お送りいたします。

○永田委員長      1週間以内に、お送りいたします。今度はマストで、返事をお返しいただきたいと思えます。それでは、専門部会1に話を移します。こちらは早速、活動が始まっております。上田部会長から、その進行状況について御報告をいただきます。よろしくお願ひいたします。

<議題3：専門部会1（希少がん）について>

（・活動状況報告）

○上田委員      報告をさせていただきたいと思えます。資料4を見ていただければと思えます。第1回目として、専門部会を10月19日に開かせていただきます。

た。そのときの骨子を簡単にまとめております。

まず、親委員会からのミッションを皆さんと共有するということから始まりまして、この前段に書いているようなことを皆さんと共有して、専門部会の設置の意義を了解していただきました。まず、色々な立場の人に参加していただいているものですから、現在どういう状況で希少がんというものが捉えられているかという学習から始めました。第1回目は成川委員より、平成26年度の厚労省の科学研究費補助金（医薬品等規制調和・評価研究事業）で行われました「患者数が特に少ない希少疾病に対する医薬品の有効性・安全性評価のためのガイダンス作成に関する研究」という研究会を持っておられたものですから、その骨子について御説明いただき、質疑応答をさせていただきました。また、現場で希少がんを担当している安藤委員から、希少がんの日本での現状と、米国における希少がんに対する医薬品開発、本邦での取組について話題提供をしていただきました。そのあと、ディスカッションに移りまして、第1回目ですから、希少がんでは今後どのようなことを骨子に議論し、まとめるかという整理を、少しさせていただきました。

6点ほどありますが、希少フラクション化の現状と医療の影響及び社会における影響を、どのように捉えるかということ。それから、将来を考える場合に、今の希少がんの考え方が従来の考え方でいいのかどうかということ、例えばがん免疫療法の個別化の問題、ゲノム解析等による希少フラクションを希少がんに関連するものとして捉えていくという点も含めた希少がんなのか、従来の疾患名毎に10万人に何人かを希少がんという捉え方で本当に現代に合うのかどうか、そういう言葉の定義から皆さんと一緒に少し整理することにしました。希少がんに対する臨床試験の在り方に関しては、日本でも骨軟部肉腫などは歴史的にも随分研究は進んでいるのですが、そのアプローチが今のままで将来の創薬に結び付くのかどうかとか、そういう問題意識をもう一回整理をし直そうということが議論されました。

それから、革新的な科学技術による希少集団の医薬品開発、次世代シーケンサーの解析からのがん医薬の開発とか、iPSの活用が行われています。こういうものも、ターゲットは希少がんに向けて行われているものが非常に多くございます。以前の科学委員会でもiPSの勉強会は色々なされたと思いますが、これを創薬の立場から見たときに、希少がんとして今のプロトコル化でよろしいのかどうかというようなことも、是非一度、組上に載せたいという意見もございました。

それから、より現実的な話としては、希少がんの登録が本当はがん登

録の中で完璧に行われるか。登録が行われたものが今後、有機的に利用できるパスウェイは整備されているのかどうか。そういうところが希少がんを扱う場合に非常に大切であるし、また、臨床試験の体制が、本当に拠点化をしてやるべき希少がん、ある程度均てん化して見るべき希少がん、両方あるのではないだろうか。その辺のことを考えたときに、現在の医療体制がバリアになっているようなものがないのか、あるのか。そういうことも是非整理して、親委員会に持ってこられればいいのではないかと考えております。

また、最後には、診断の標準化とか、具体的な問題として、中央化と臨床情報のひも付けしたバイオバンクの整理など。これが先ほどの診療体制と同じように、マテリアルをどのようにするかということ、社会的な倫理、道徳との兼ね合わせの中で、どのように具体化していけるかというようなことを議題にしていきたいということで、話し合いを行ったところです。

これは、まだ1回目でのアウトラインでして、これから肉付けと、本当に集中すべきことかどうかということ、次回から検討していくこととなります。また、専門部会の名称を「希少がん対策専門部会」としてはどうかということ、皆さんの了承を得られましたので、報告をさせていただきます。

○永田委員長 早速、どうもありがとうございました。活発な議論が始まっているという御報告でございました。1点、最後に提案いただきました「希少がん対策専門部会」という名前にするということについてですが、これは御賛成いただけますでしょうか。よろしいですか。部会の中での議論ですから、そのようにさせていただければと思います。それでは、皆様の御了解を得られたということで、専門部会1は「希少がん対策専門部会」ということにさせていただきます。

<その他>

○永田委員長 そのほかですが、一応予定していたのはここまでなのですが、先ほどの、AIというだけではなくて、IoT、ビッグデータも全部含めた情報と医療の話ですが、言い足りない方もいらっしゃるかもしれません。少しだけ余裕があります。御意見を賜ればと思います。光石先生や大江先生の専門部会にでの検討になりますが、その前に、こんな注文とか、こんなことを是非考えてほしいと、先ほどいくつかも出ていましたが、御意見をいただきたいと思います。

○石塚委員 非常に基本的な質問で恐縮なのですが、先ほどもちょっと話題に出たの



ですが、AI の定義がちょっと分からない部分があります。

○大江委員

実は AI の定義というのは人によってみんな違ってしまっていて、違っているのが AI だと言う人もいるぐらいの領域なのです。それで、今日私が 4 つのレベルを御紹介した基になっている東京大学の松尾先生が、AI の定義も含めて来年御講演くださることになるのではないかと思いますので、それについては、その議論をお聞きしてからのほうが、私から申し上げるよりはいいかと思えます。

○光石委員

全く科学的な回答ではないのですが、昔、第 5 世代コンピューターというのがあったと思います。あの頃、AI というのは随分議論された。ただ、その時代に、やっていた人には怒られるかもしれないのですが、AI というのは何となく役に立たないのではないかという結論が出て、その後しばらく鳴りをひそめていたのですが、最近になって、また AI ブームになって、俺も俺も AI をやっているというような人が出てきている状況で、また 5 年もするとどうなのかという感じもしないでもない。先生方から、むしろ広く捉えておくべきだとか、狭くしておいたほうがいいのではないかという御意見がありましたら、いただいておいたほうがいいかなという気もするのですが、いかがでしょうか。

○永田委員長

そうですね。専門家ではない方から意見を聞いておくことが重要かもしれませんね。今の光石先生へのお答え、いかがでしょうか。どんな意見でもいいと思います。

○荒川委員

AI をどういう方面で利用していくかという点で、医療やヘルスケアの領域で考えると、診断を目的にするものなのか、治療補助を目的にするものか、ケアを目的にするものかで、それに必要な情報などが違ってく

るような気がするのです。ですから、少し整理していかないと散漫になってしまうのではないかという気はします。

○光石委員      どうもありがとうございます。例えば診断か治療か、ロボットなども含めてかというようなところだと、私は、それは領域としては全部含めたいなと思っています。

○永田委員長      そのほか、いかがですか。まあ、3歳の子は人間じゃないみたいな議論なのですが、十分ソフィスティケートされた人は人間だけれども、そうではないと。だから反対も起こるわけで、こういうディープラーニングの初歩のようなものを使って起こったことすら、初期的な段階ではないかと言っている方がいるわけです。ですから、PMDAが扱うものとしての観点からは、絞るというよりは、これだけあるのだ、その中からこういう見方をそれぞれに対してやっていく、ということに多分なるのではないかとはいっています。よろしいですか。

○荒川委員      情報のソースなのですが、大江先生が一番それで苦しんでいらっしゃると思うのですが。診療情報というのは、信頼できるという点では限られている部分があるので、積極的に臨床試験やレジストリーという形で集めてあるものを利用していき、あるいは、PMDAで今後申請に伴って入ってくるデータを使っていくということもあるとは思うのですが、それが必ずしも母集団のサンプルではない。代表するものではないので、結束するデータとか不確実なデータが世の中にはいっぱいあるだろうと思うのです。それから、ノンバーバルな部分というか、まだまだ情報にはなり得ていないものがいっぱいあると思うのです。それを今後どのように整理していくのかというのは、是非、御議論いただきたいと思います。

○永田委員長      ありがとうございます。例えば、研究教育の世界ランキングなどがあるわけでしょう。そうすると、文部科学省などでも色々なデータ整理をしてと言うのですが、無理ですよ。つまり、メタデータが日々増えているので、この世界は整理している暇などないのです。ですから、何が正しいデータソースかというのはなくて、そういう認識が念頭になればいけない時代に入ってしまったっていて、データ整理をしてアノテーションしていると、あっという間に過去のことになってしまう。そういうスピード感です。ですから、これから、光石先生、大江先生は、大変難しい扱いをされることになるのだと思います。理事長の前ですが、この部分は、厚生労働省は比較的遅れていると思います。 [REDACTED]

[REDACTED] という  
わけで、この国が非常に遅れているのだと思います。ですから、専門部

会 3 は、かなりチャレンジングにやっていただくことになるのではないかと  
思っていて、少しだけ時間があつたので、議論を振ったということな  
のです。是非とも、人の命に関わる厚労省が、前進的に進めていただき  
たいと思います。その火をつける役が PMDA の立場だと思っています。こ  
れで一応、予定していた議事は全部終わりなのですが、先生方から、全  
体に関して何か御意見、お問合せ等ございますでしょうか。よろしいで  
すか。

それでは、今から事務方からいくつか申し上げますが、1 つだけ先に申  
申し上げます。今、松尾豊先生に専門家として1月にレクチャーに来ていた  
だいて、みんなでまたこの分野については知識を深めたいということ  
です。もう一方、事務方と私で選びつつあつたのですが、先ほどの光石先  
生からの御要望を全うするために、つまり、どういう方向にいくか、ま  
だ今のところはっきり分からない、これからも変わり得る可能性がある  
ということなので、光石先生と大江先生で、松尾先生以外に次にインバ  
イトする方を、産業界でも何でも結構ですから、御相談いただければと  
思います。色々な方々がいると思いますので、そこは、私と事務局側  
ではなくて、先生方の御提案を待つということにさせていただこうと思  
います。それでは、残りの観点について、事務局から御説明ください。

○事務局(江原) 事務連絡ですが、次回の予定は1月13日(金)の10時からというこ  
とで、よろしく願いいたします。先ほどのお話のとおり、東大のAIの専  
門家の松尾豊先生に御講演をいただければと考えております。こちらは  
調整させていただきたいと思っております。もう一方、光石部会長、大  
江副部会長と御相談させていただければと思います。

2 点目ですが、専門部会の参加希望につきましては、先ほどのお話のと  
おり、メールで御連絡を差し上げますので、どうぞよろしく願いいた  
します。最後に、嚴重管理の資料が1つございます。資料3でございます。  
こちらは、お手数ですが、表紙に御記名の上、机上に残してくださいま  
すよう、よろしく願いいたします。以上でございます。

<閉会>

○永田委員長 それでは、予定より若干早いのですが、今日の議論はここまでにさせて  
いただきます。先生方、どうもありがとうございました。

