

情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（第8回）議事録

第1 開催日時及び場所

平成28年2月16日（火） 15時58分～17時59分

於、総務省第1特別会議室（8階）

第2 出席した構成員（敬称略）

相田 仁（主査）、森川 博之（主査代理）、飯塚 留美、伊丹 俊八、
江村 克己、岡 秀幸、片山 泰祥、黒田 道子、近藤 則子、酒井 善則、
篠原 弘道、浜田 泰人、平田 康夫、松井 房樹、三谷 政昭、宮崎 早苗

第3 出席した説明者（敬称略）

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所長 川人 光男

株式会社三菱総合研究所 主席研究員 澤部 直太

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム 幹事長・事務局長 畑口 昌洋

エブリセンスジャパン株式会社 CEO 真野 浩

京都大学大学院 教授 原田 博司

一般社団法人情報通信技術委員会 代表理事専務理事 前田 洋一

第4 出席した関係職員

(1) 総務省

輿水 恵一（総務大臣政務官）、桜井 俊（事務次官）、

富永 昌彦（大臣官房総括審議官）

(情報通信国際戦略局)

山田 真貴子（情報通信国際戦略局長）、山内 智生（宇宙通信政策課長）、

荻原 直彦（研究推進室長）

(総合通信基盤局)

塩崎 充博（電気通信技術システム課長）、田原 康生（電波政策課長）、

中沢 淳一（移動通信課長）

(情報流通行政局)

久恒 達宏(放送技術課長)、中西 悦子(情報セキュリティ対策室調査官)

(2) オブザーバー

布施田 英生(内閣府 政策統括官(科学技術・イノベーション担当)付 参事官)
(代理:日高 浩太(内閣府 政策統括官(科学技術・イノベーション政策担当)
付 参事官付)

榎本 剛(文部科学省 研究振興局 参事官(情報担当))
(代理:重野 誉敬(文部科学省 研究振興局 参事官(情報担当)付 情報科学
技術推進官))

岡田 武(経済産業省 産業技術環境局 研究開発課長)
(代理:岡本 洋(経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 課長補佐))

(3) 事務局

野崎 雅稔(情報通信国際戦略局技術政策課長)
藤田 和重(情報通信国際戦略局通信規格課長)
小川 裕之(情報通信国際戦略局技術政策課統括補佐)

第5 議題

- (1) 第7回委員会議事録の確認
- (2) WGにおける検討事項等について
- (3) 人材育成、国際標準化の推進方策について
- (4) その他

開 会

○事務局 まだ何人かの委員の方はお見えになっておられないようでございますが、そろそろ定刻になりますので、委員会のほうを始めさせていただきたいと思います。

それでは、相田主査、よろしく願いいたします。

○相田主査 それでは、ただいまから、情報通信審議会情報通信技術分科会技術戦略委

員会の第8回会合を開催させていただきます。

まず、本委員会の開催に当たりまして、奥水総務大臣政務官にご出席いただいておりますので、ご挨拶をいただきたいと思っております。どうぞよろしくお願いいたします。

○奥水総務大臣政務官 皆様、こんにちは。総務大臣政務官の奥水恵一でございます。相田主査をはじめとしまして、技術戦略委員会の構成員の皆様方におかれましては、大変ご多忙の中をこのようにご参集を賜り、心より感謝を申し上げます。

前回の委員会におきまして、今後の我が国の経済の持続的成長にとって重要となる自動走行、自動制御等を実現する先端的なI o T技術や次世代の人工知能(A I)技術の分野について、2つのワーキンググループを設置して集中的に討議することになりました。この先端技術ワーキンググループとA I・脳研究ワーキンググループには、各分野の第一人者の方々にご参集いただき、精力的な検討を開始していただいております。その議論に大変大きく期待しておりますので、よろしくお願いいたします。

本日は、我が国のA I研究の現状と今後の展望等をあわせて、I o T時代の人材の育成や国際標準化について第一線でご活躍されている有識者の皆様方からさまざまな現状をご紹介いただくと伺っております。今後、多種多様な分野において、さまざまなユーザーによる膨大な数のI o T機器等の利用が想定されております。また、I o Tは広範な技術分野にわたり、インフラから共通プラットフォーム、アプリケーションに至るまで、世界中でさまざまな標準化活動が活発に行われております。このような本格的なI o T時代において、その開発や利用を支えるための人材の育成と、そのさまざまな環境の整備が必要であると認識しております。構成員の皆様方におかれましては本日も活発なご議論をいただくことをお願い申し上げます。私からの挨拶とさせていただきます。大変にお世話になりますが、よろしくお願いいたします。

○相田主査 ありがとうございます。

それでは、まず、本委員会の開催に当たりまして、本委員会の構成員に変更がございましたので、ご報告いたします。情報通信審議会の専門委員である一般財団法人マルチメディア振興センター電波利用調査部研究主幹の飯塚様に本委員会の構成員に加わっていただき、審議にご参加いただくことになりましたので、ご紹介させていただきます。本日、飯塚委員にご出席いただいておりますので、一言ご挨拶いただければと思います。

○飯塚構成員 初めまして。マルチメディア振興センターの飯塚と申します。本日より参加させていただきます。よろしくお願いいたします。研究所におきましては、海外の

電波政策、制度の調査をさせていただいておりますので、こちらの議論におきましても、そういった観点を踏まえまして、少しでもお役に立てればと思っております。どうぞよろしくをお願いいたします。

○相田主査　　どうぞよろしくをお願いいたします。

その他の出席者につきましては座席表をご参照いただければと思います。本日も総務省の関係部局からの出席がございます。また、本日の委員会においてプレゼンテーションをいただくために、株式会社国際電気通信基礎技術研究所の川人脳情報通信総合研究所長、それから株式会社三菱総合研究所の澤部主席研究員、モバイルコンピューティング推進コンソーシアムの畑口幹事長・事務局長、エブリセンスジャパン株式会社の真野CEO、京都大学の原田教授、それから、まだお見えでないようですが、一般社団法人情報通信技術委員会の前田代表理事専務理事にご出席いただいております。さらにオブザーバーとして、内閣府、文部科学省、経済産業省の皆様にご出席いただいております。

それでは、まず配付資料の確認を事務局からお願いいたします。

○事務局　　座席表の下、クリップどめのものが本日の資料でございます。1枚目の議事次第の下に書いてございますのが配付資料の一覧でございます。まず、資料8-1から8-7まで横長の資料を添付してございます。その下、参考資料といたしまして、参考資料8-1及び8-2、縦長の資料をおつけしているところでございます。過不足等ございましたら、お申しつけください。以上でございます。

○相田主査　　よろしゅうございますでしょうか。

議　　事

(1) 第7回委員会議事録の確認

○相田主査　　それでは、お手元の議事次第に従いまして、議事を進めてまいりたいと思います。まず最初が第7回委員会議事録の確認でございますけれども、参考資料8-1に議事録の案がございますが、各構成員におかれましては、事務局から既に電子メールによりお送りさせていただいておりますけれども、改めてご確認いただき、修正等があ

れば、今週金曜日、2月19日までに事務局にお知らせいただければと思います。その後、総務省のウェブサイトにて公開することといたします。何かこの場でご指摘いただく点はございますでしょうか。よろしゅうございますか。

(2) WGにおける検討事項等について

○相田主査　それで、続きまして、次の議題に移らせていただきますけれども、本日、大変たくさんのプレゼンをご用意いただいているということで、事前に事務局からお願いしたご説明時間を守っていただきますようお願いいたします。

それで、議題(2)といたしまして、まずワーキンググループにおける検討事項等についてということでございますけれども、前回の委員会において本委員会に新たに設置することとなった先端技術ワーキンググループ及びAI・脳研究ワーキンググループの検討事項について事務局から説明いただいた後、引き続き、先ほどご紹介させていただきました、AI・脳研究ワーキンググループにおける検討に関連して、我が国のAI研究の現状と今後の展望について、日本のニューラルネットワーク研究の第一人者であり、AI・脳研究ワーキンググループに参加いただいておりますATRの川人脳情報通信総合研究所長からご説明をいただき、それらをあわせた後で質疑応答の時間をとらせていただきたいと思います。それでは、まず事務局から説明をお願いいたします。

○野崎技術政策課長　資料8-1に基づきまして簡単にご説明いたします。

まず1ページ目でございますけれども、先ほどご紹介がありましたように2つのワーキンググループが設置されており、それぞれの第1回の会合を1月29日に開催しております。

1つ目の先端技術ワーキンググループの検討分野が3ページ目でございます。先端技術ワーキンググループでは先端的なIoTについて検討を進めているところでございます。図は様々な用途のIoTを示しておりまして、リアルタイム性が非常に厳しく求められるものを横軸の右に、ネットワークとの接続数が多く求められるものを縦軸の上に示しております。この中で大きく2つございます。1つ目が赤の①のところですが、ネットワークとの間の情報のやりとりに超低遅延が必要な分野ということで、機械制御、自動走行、自律型モビリティシステムを1つのターゲットとしております。2つ目が、黄色の②のところですが、膨大な数のセンサーとネットワークとの間の超

大量接続が必要な分野、スマートシティやスマート農業とかインフラ維持管理、これが2つ目の分野でございます。この2つの分野につきまして、3ページ目の二重線の箱の中に記載しておりますけれども、本格的なI o T時代はあらゆるものがネットワークとつながり、付加価値の源泉がネットワークの向こう側に、要するにソフトウェア側に移行していくことが予想されます。したがって、多様なI o Tサービスを創出し、産業全体の知識化・ソフトウェア化の動きに対応するため、超低遅延あるいは超大量接続を可能とする先端的な通信制御プラットフォームの早期実現を目指すということで、先端技術ワーキンググループで検討を始めております。

4ページ目でございますけれども、先端技術ワーキンググループで描いている自律型モビリティ社会の実現イメージでございます。「自律型モビリティ社会」とは、超高齢化社会を迎える中で、全ての人が寿命を迎えるまで、自律的な移動を可能とし、安全・安心で豊かな生活を送れる社会であり、また、人口減少により労働力の確保が難しくなる中で、自律的に稼働するロボットや産業機械等により生産性を確保し、持続的に経済成長する社会であるとしております。このような社会を目指そうということで、ワーキンググループでは、4つの例を示しておりますけれども、「自律型モビリティ・システム」としまして、例えばネットワークと連携した電気自動車、電動車椅子、ネットワークと連携した無人飛行機、コミュニケーションロボットや支援ロボット、さらに人間と共働したり無人で生産・監視を行うネットワークと連携した製造ロボットや産業機械をターゲットにして検討を進めております。絵の中で赤いところがありますが、このようなものをネットワークの向こう側あるいは個々のシステムの中で知能を持って制御するものとして次世代人工知能が必要となってきておりますので、もう一つのワーキンググループで検討しているところでございます。

5ページ目は、先端技術ワーキンググループにおける自律型モビリティシステムと移動系I o Tの論点の例でございます。例えばネットワークですと、情報の伝送遅延に対する要求条件や同時接続数に関する要求条件、セキュリティに関する要求条件を取りまとめているところでございます。また、(2)のプラットフォームですけれども、自動車やロボット、飛行機などのプラットフォームの共用は可能であるか、あるいは車両同士、車両とロボット同士のような協調制御は可能であるか、異なるベンダー間のコミュニケーションロボットの相互接続性・相互運用性をどのように確保すればよいのか、地図情報、位置情報をどのように取り込んでいくのか、また、研究開発、標準化の対象項目、

ロードマップなどについて議論しているところでございます。また、(3)のセキュリティ確保については、制御情報、地図情報が改ざんされた場合の対策方法について今後議論する予定でございます。

6ページ目は固定系のI o T、スマートシティなどに関する論点例でございます。

進んでいただきまして、2つ目のAI・脳研究WGでございます。こちらは8ページ目でございますように、今、人工知能研究は大きく脳科学と情報科学の2つの流れがございます。脳科学のほうは計算神経科学に基づく脳データ駆動型の人工知能です。情報科学のほうはディープラーニングの高度化が進んでおりますけれども、このAI・脳研究WGにおきましては、こういった脳の振る舞いのモデル化と脳の計算処理のモデル化をあわせまして、新しい次世代の人工知能の実現に向けた推進方策を検討しているところでございます。

9ページ目でございますけれども、論点例としまして、(1)人工知能の発展の方向性ということで、ディープラーニングの進化による人工知能の発展の方向性、また脳科学の発展の方向性とその知見を取り入れた次世代の人工知能の飛躍的な発展の可能性などを検討しているところでございます。

10ページ目が先端技術ワーキンググループの構成員でございます。主任は森川先生で、自動車メーカー、建機メーカー、農機メーカー、産業機械・重工メーカー、あらゆる機械メーカーに入っていただきまして議論を進めているところでございます。

11ページがAI・脳研究WGの構成員でございます。柳田先生を主任としまして、AI研究の主要大学、企業、産総研、理研、経産省、文科省にオブザーバーに参加していただいて議論を進めているところでございます。

ご説明は以上でございます。

○相田主査 ありがとうございます。

では、引き続きまして、ただいまございましたAI・脳研究ワーキンググループの構成員でもいらっしゃいます川人ATR脳情報通信総合研究所長からご説明をお願いいたします。

○(株)国際電気通信基礎技術研究所(川人) 川人でございます。資料8-2の1ページ目からご説明させていただきます。発表内容は大きく、2ページ目を見ていただきまして、今の第3次人工知能ブームをどう捉えるか、それから日本の研究の歴史、日本に勝ち目は残されているのか、それから最後に有望な研究・開発テーマについて順にお

話をしていきたいと思います。

皆様ご存じのようにグーグルのディープラーニングというのが非常に世の中を騒がせておりまして、多層の神経回路モデルで、4層目に例えば第1次視覚野の単純型細胞、あるいはもっと高次の層に人の顔とか猫の顔が表現されるというようなことがわかってまいりまして、従来の工学系の画像処理、物体認識に比べると誤差が半分になるというようなことで大きなブームになっております。

それから、ほんの2週間ほど前だったでしょうか。『nature』にグーグルが碁をマスターしたというので、このディープラーニングと強化学習というのを組み合わせますと、プロフェッショナルのヨーロッパチャンピオンに5戦5勝ということで、碁で人間が負けるのはもうちょっと先じゃないかと思われていましたけれども、その期待をいい意味で裏切ったことになっております。

深層強化学習とこのグーグルの成功を見ますと、いろいろな事態がすごく近いうちに起きるのではないかということを感じてはいるわけですが、こういう深層強化学習、ディープラーニングの母体になっている学会というのが、NIPS (Neural Information Processing Systems) という会議がありまして、2016年で30周年を迎える会議ですが、ここの実はスライド6枚を東大の杉山先生からご提供いただいたんですが、杉山先生もAI・脳ワーキンググループの一員として、先日の第1回の会合でお話しになられた資料をいただいております。この中で杉山先生、実は昨年12月にモンリオールで29回の会議があったんですけれども、その中でプログラム委員長をされておられまして、状況をよくおわかりになっておられます。この二、三年の間にこのNIPS会議に参加する人数が2倍に増えております。

発表の中身を見ますと、今、円グラフの分布図のあたりをごらんに入れていますが、8枚目をごらんに入れていますが、ディープラーニングの投稿数というのは全体の1割程度で、採択されるものも1割程度で、産業界における爆発的な深層学習ブームと比較しますと、深層学習というのが一番人気のトピックであることには間違いはないんですけれども、NIPS全体でいいますと、それほど支配的ではない。最適化や学習理論など、長期的に研究すべき基礎のトピックスを中心にして、機械学習に関するさまざまなトピックが幅広く研究されているというのが最も重要なNIPS会議の最近の動向です。

機械学習の研究軸というのは実は3つありまして、今、11ページをごらんになって

いただきたいんですけども、1つは、いろいろなモデルがありまして、線形、加法、カーネル、それから深層学習というふうにあります。それから、学習にどれだけ大きなデータを使うかということで、スモールサイズからビッグサイズまであります。また、学習法に関してもさまざまな学習法がございまして、現在の深層学習の成功というのは、実はモデルでいうと、もちろん深層、ディープラーニング、それからデータサイズはビッグ、それから学習法は教師あり学習というもので、ごくごくいろいろなやり方の一部にしかすぎないということをまずご理解いただきたいと思います。

次に12ページを見ていただきまして、こういった人工知能ブーム、ありがたいことでもあるんですけども、私などが不安になることを少し書かせていただいています。人工知能ブームは一般社会の視点がかかなりずれていて、hypeがきついと感じております。本当のところは、30年前のニューラルネットワークがネット上のビッグデータ、棋譜とか画像とかテキストで花開いたというのはかえって好意的な見方で、実はグーグル・ディープラーニングの例えば猫というのが出てくるんですけど、ネット上のビッグデータというのは猫の画像が異様に多くて、それに対して過学習しているだけなわけです。それから、先ほど少し持ち上げさせていただいたグーグル・ディープマインドの強化学習と深層学習を組み合わせるのは実は実機では行われておりませんので、そこに実は大きな落とし穴があるとか、抜け道があるとか、そういうことをご理解いただけたらありがたいと思います。

次に、13ページに行きまして、日本の研究の歴史というのを少しご説明したいと思います。私自身を今の第3次の人工知能ブームと第2次ニューロブームの視点から自己紹介させていただきますと、2つのブームは社会が大きな期待をしている。それから、たくさん省庁がファンディングを計画されている、あるいは既にされている。それから、そこで使われている技術の要素、それから社会のhypeというのは非常に大きな共通点があります。私自身は、1986年から7年に大阪大学の教官をやっておりましたときに、当時の文部省の学術調査官を兼任して、第2次のニューロブームを2カ月ぐらい米国で調査旅行をしまして学術月報に報告しておることですとか、その直後にネオコグニトロンの研究者であったNHK・ATRの三宅誠さんに誘われて、当時のニューラルネットワークブームのメッカだったATRに移ったというようなことがありまして、どうしても今の第3次の人工知能ブームと第2次のニューロブームというのを比較してまいります。

次のページ、15ページを見ていただきまして、1989年の第8回科学技術フォーラムというのがありましたけれども、そこで生駒俊明先生、甘利俊一先生に依頼されまして、当時のIBM東京基礎研究所の初代所長だった鈴木則久さんと人工知能対ニューロというので対決させられたことがあります。どちらが未来、技術として勝つんだろうかということで、もちろん鈴木則久さんが人工知能、私がニューロを担いで議論したんですけれども、議論自身に勝負はついていないと思いますが、30年間の歴史を見ますと、ニューロの技術が勝ったんだと言えるんですけれども、ふと気がつくと、その分野が人工知能という名前が変わってしまっていて、私なんかは研究分野名称がハイジャックされたような感じがしております。

それから、1999年には今のディープラーニングの大立て者のジェフリー・ヒントンのオフィス、クイーンズスクエアのUCLのギャツビー・コンピューショナル・ニューロサイエンス・ユニットのディレクターをしていたんですけれども、ここからグーグルが500億円で買ったディープマインドというベンチャーが大学院生とかポスドクを中心に出てきますけど、ここに私5週間滞在して、ジェフリーというのは非常に天才的な人で、ちょっと変わり者でして、私が行って1週間ぐらいは相手をしてくれたんですけれども、「この後、私はカナダのトロントに行くから、私のオフィスを使っていいよ」というので、私が4週間使っていたジェフリーのオフィスがここに写真で描かれております。

ATRとニューロの歴史を振り返りますと、ディープラーニングというのは実はネオコグニトロンに基づいているんですけれども、あるいは先ほどのヒントンが1980年代の終わりから90年代の初めにかけてATRで音声・言語処理用のタイムディレイニューラルネットワークを開発したりとか、あるいは脳とロボット強化学習、今16ページを説明しておりますけれども、17ページを見ていただきますと、ATRとニューロの歴史IIということで、機械学習の汎化ですとか、計算論的神経科学、あるいは脳情報デコーディング、デコーディッドニューロフィードバックというようなことを首尾一貫してATRでは行ってきております。

18ページ、これは東大の岡田真人先生が提供してくださったスライドなんですけれども、日本人として残念に思うことの1つに、ディープラーニングというのは実は日本の技術がもとになっておりまして、NHKの技研の研究者で、その後大阪大学の生物工学科の教授をされた福島邦彦先生がネオコグニトロンというパターン認識の神経回路モ

デルをつくられたんですけれども、その構造をそのまま保って、そこにバックプロパゲーションという教師あり学習を入れたのが今のディープラーニングでして、この福島先生に去年、日経BPがインタビューされているんですけれども、その福島先生のお言葉をここで読み上げますと、「生理学からはヒントをもらうが、開発時には実際の脳は一旦忘れて研究を進めることが重要だ。ただ、それだけではいずれ限界が来る。そのときはもう一度、生理学に戻って考える。これを繰り返すことで、前進していけるだろう」ということをおっしゃっています。

そういうわけで、先ほどディープラーニングが脳科学と関連ないかのようなご説明もあったと思うんですけれども、私たちにとっては大変心外でして、19ページで脳科学とニューロの循環ということを書かせていただいていますけれども、ニューロの根底には脳科学がありまして、特に脳科学の一部、計算論的神経科学というのは機械知能と一心同体になっています。30年前のニューラルネットワーク研究が機械学習とか機械知能の研究に昇華しておりまして、脳の研究から始まって、今や数学的な機械学習で大立者になっている人の名前をたくさん書いております。脳科学とその応用というのは既に30年前から循環しながら着実に進歩していて、片肺ではだめでしょうというふうに考えています。

次のページ、20ページ目を見ていただきまして、日本の脳研究と人工知能をまとめさせていただきますと、今ブームになっている人工知能というのは脳科学（計算理論、ニューラルネットワーク）に基づいていまして、脳科学はさらに進んだ人工知能のもとになるはずで、人工知能、あるいは機械学習と言いかえたほうがいいかもしれませんけれども、これは実は脳科学の研究にも十分利用されています。例えばATRの神谷之康さんなどのデコーディング技術というのはまさにそういうものです。それ以外に、ブレイン・マシン・インターフェースですとか、あるいは精神疾患のバイオマーカーですとか、ニューロフィードバック治療などにこういう機械学習というのは使われています。ビッグデータと複雑なモデルの機械学習というのは、実はスパースネスという考え方が、あるいはアルゴリズムが肝になっておりまして、ATRでもやっておりますけれども、岡田真人さん、東大教授が新学術領域でスパースモデリングというようなことを二、三年前からスタートされて、日本でも非常に研究が進んでおります。

次に、「日本に勝ち目は残されているのか」というちょっと刺激的な題ですけれども、ビデオをごらんになれない方は申しわけないですけれども、昨年、DARPAのロボテ

ミックチャレンジの最終、ファイナル、決勝というのがございまして、世界各国のよりすぐりのロボットが集合して、砂地を歩くとか、あるいは階段を上り下りするとか、ドアをあけるとか、車を操縦してその後おるとか、そういうことにチャレンジしたんですけども、今NGビデオをお見せしてございまして、その決勝の中で各国のすばらしいロボットが結構無残に失敗というか、転ぶわけですね。かつ、その転び方も人間とはかなり違う激しい転び方をしまして、これなんかも有力な候補だったんですけども、これは多分日本製だと思います。これはMITが開発していた、最強だと思われていたロボットなんですけど、ちょっとこれはヒューマンエラーと言われているんですが、倒れてしまった。

なぜこういうNGビデオを長々とお見せしたかという、これは実は、次のページのグラフを見ていただきまして、ニューラルネットワーク学習の最大の困難というのはオーバーフィッティング、オーバートレーニング、あるいは汎化能力の欠如と呼ばれているものなんです。教師あり学習を使いますと、モデルの複雑さを横軸にとり、モデルが生み出す誤差を縦軸にとりますと、モデルを複雑にしていけば複雑にするだけ学習データに対しては非常によい性能を上げる。誤差はどんどん減っていくわけです。ところが、学習に使われていない新しいデータを持ってきますと、モデルを複雑にしていくと、あるところまでは誤差は下がりますけれども、あるところは、これ、誤差がかえって上がり出すと。こういうのを、モデルが簡単過ぎる場合はアンダーフィットとかバイアスが大きいとかいいまして、モデルが複雑過ぎるときはオーバーフィットとかオーバートレーニングとか、あるいはバリエーションが大きいといいまして、モデルの複雑さというのは、学習データに合わせて、ちょうどいいところに合わせなきゃいけないんです。こういうわけで80年代のニューラルネットワークの学習というのはなかなかその後本格的にならなかったんですけども、じゃあ今と80年代90年代は何が一番違うかという、データの量が一番違うわけですね。

次にお見せするのは、これは今ATRの室長をしている森本さん、それからOISTの銅谷バيسプロボストが2000年ぐらいにやったロボットの起き上がりですけども、こういうことができるのは、実は非常に少ない学習回数でも学習できるような、そういうアルゴリズムを考えているからなんです。グーグルのディープラーニングで猫の顔が出てくるようなものでは数百万枚とか1億枚の学習用のサンプルを使っています。それから、チェスの対戦では、自分と自分が対戦するという形で、自己対戦というんで

すけれども、数千万回の対戦を自分で行って、それを学習用のサンプルにしているから、あれだけの性能が出るんです。しかし、実際のロボットは100回転べば必ず壊れます。普通、1回で壊れます。ですから、ロボットとか制御とか現実的な人工知能の応用の分野に行きますと、とても100万回とか1,000万回とか1億回というサンプルデータをとれるわけもないわけですし、そういう非常に少ない学習サンプルの中でどのようにうまく学習するかということをお私たちはずっと研究してきたわけです。

最後に、有望な研究・開発テーマというところを残り4分間ほどで説明させていただきますと、最近のマスメディアの取り上げ方とか、あるいは残念ながら一部の研究開発者の話を聞いていますと、ディープラーニングというのがこの10年ぐらいに出てきたと、これを学んで日本も頑張れば世界の先を越せるというような論調が見受けられるんですけれども、これは私から見ると非常に危ないお話でして、私の共同研究者はこういうことを言っている人を「周回おくれのトップランナー」と呼んでおりますけれども、実は今のディープラーニングというのは、1950年代のヒューベル&ウィーゼルの脳研究とか、パーセプトロンとか、第2次ニューロブーム、バックプロパゲーション、ホップフィールドネット、ボルツマンマシン、ネオコグニトロン、こういったものが全部積み重なってきて、技術要素は80年代にほとんどあったんですけれども、そこにビッグデータと非常に速いマシンとが組み合わさって、人間の能力を超えるとか、人間のチェスチャンピオンを負かすとか、そういうことができるようになったわけで、過去の技術集積をよく理解されていない方の発言が取り上げられているような気がいたします。

例えば夢のデコーディングで神谷さんが行っている研究とか、あるいは私どもが、あまりそれを説明する時間はありませんけれども、200人ぐらいの自閉症スペクトラム症候群の方たちの脳のデータから自閉症と健常者を分けるようなバイオマーカーを開発すると、そういう研究から、非常に少ないサンプル、200人とか1,000人とかいうサンプル、100万枚とか1,000万枚とか1億回とかそういうレベルとは全く違う少数サンプルで、しかも機械学習、人工知能を行うことができます。こういう研究をずっと続けると、結局、データの質と量が人工知能で最も大事で、データが一番大事、その次がモデリング、最後に機械学習のアルゴリズムがあるとまとめることができます。

そう考えて総務省様の関連のビッグデータベースの施策を過去30年にわたって思い出してみますと、確かに20年前から10年ぐらい前までは、ATRの自動翻訳あるいは音声翻訳研究所でATR音声・対話データベースというのを一生懸命つくっておられ

まして、当時はラベラーと呼ばれる、主に女性の方が音韻とか対話とかにラベリングをする、教師あり学習をするためのデータベースを非常に大量に蓄積されて、それが日本の音声翻訳あるいは音声研究の礎になっていたわけです。あるいは脳イノベのプロジェクトの中では、ATRのBMIハウスの中で日常生活の脳・行動をとるといようなこともさせていただいたわけです。

そういうわけで、脳に学ぶ人工知能の今後は何をしなきゃいけないかといいますと、32ページに行きますけれども、学習の汎化の困難は相変わらず解決されていなくて、一方、人間のほうは、子供がキリンと象を見分けるために100万枚の画像が必要かという、絵本で三、四回見ればわかるんですね。子供は砂浜で二、三回こけるかもしれませんが、100万回こけるということはないわけです。脳がどのようにこういう少数サンプルからの学習をしているかということをきちっと理解することで、十分これからも勝負ができる。

最後の提言、最後のページに参りますけれども、欧米巨大IT企業と同じ戦場では勝ち目がないと思っています。グーグルとかフェイスブックとかマイクロソフトとか、画像、テキスト、棋譜など、ユーザーが自分で勝手に上げてくるような、そういうデータは彼らが圧倒的に押さえていて、その部分で勝負しようとしてもいけない。それから、NIPSのような大きな学会に行きますと、やはり研究者の層とか幅とかが非常に違う。ディープラーニングもやはり圧倒的に欧米の研究は進んでいます。特に日本の問題は、いわゆる情報処理系の大学で機械学習の人材の育成がシステムチックに行われていないという問題があります。もう少し技術的に言いますと、少数個学習サンプル用の人工知能というのはこれから非常に重要になってくる。特にロボットとか制御とか脳、日常生活などのデータを獲得するということが大切で、日本の施策というのは何でもリアクティブで、欧米ではやっているから、負けちゃいけないから追っかけましょうという、もう既にその研究分野は終わっているということが非常に多いと思うんですけれども、やはり過去の日本のこういう人工知能の研究開発を見直す必要があって、ネオコグニロンというのは本当に日本のオリジナルですし、タイムディレーニューラルネットワークも、我田引水になりますけど、ATRのもの、それからATRの音声データベースとか、階層強化学習とか、デコーディングとか、BMIハウスとか、総務省さんの施策でサポートしていただいたビッグデータや人工知能、ニューラルネットワークに関するものはたくさんあるわけですから、こういうものをきちんと評価して、欧米のまねをして

後から追っかけて結局負けると、そういう愚かなことはぜひ避けていただきたいと思っています。

ちょっと時間をオーバーいたしましたけど、以上でございます。

○相田主査 ありがとうございます。それでは、ただいまから10分程度時間をとって意見交換をさせていただきたいと思います。どこからでも結構ですので、手を挙げてご発言いただければと思います。

先端技術ワーキンググループのほうの内容につきまして、何か森川先生のほうから特にご紹介いただくこととかございますか。

○森川主査代理 いや。

○相田主査 よろしいですか。

○森川主査代理 はい。

○相田主査 いかがでございましょうか。

○三谷構成員 1つよろしいでしょうか。日本にも勝ち目があると言われている、何ページかに書いてあるんですが、具体的なアプリケーション分野として挙げていただくとすると、どの辺の分野が今後勝ち目があると見られているのでしょうか。要するに、基本的な考え方は何となく、望洋ですけど、理解できるんですが、具体的にここだという分野ですね。この辺はいかがなんでしょうか。

○(株)国際電気通信基礎技術研究所(川人) 一言で言いますと、ビッグデータをとることがお金もかかるし手間もかかるし簡単じゃないと、そういう分野のほうで得意だろうと思うんです。ユーザーが放っておいてもアップするような写真とかテキストとか、そういったものは既にかなり囲い込みがされていますし、そういうところはビッグデータ用の機械学習、ディープラーニングが代表ですけども、そういうものを適用してすぐ結果が出ますから、そういう部分はGoogleやフェイスブックが非常に進んでいて、世界中の機械学習のトップの人たちはもう根こそぎ集めていますので、データという意味でも人という意味でもなかなか勝負しがたい。では、日本はどんなところが得意そうかという、1つは制御にかかわるようなものですね。先ほど申し上げたように、ロボットが代表ですけども、制御にかかわるようなデータはそんなにたくさん簡単にはビッグデータにならないわけですね。それから、日本人はやはり仕事が丁寧なので、例えば私たちの研究分野ですと、脳の画像のデータベースをとるということは何百人単位から何万人単位で世界でもやられるんですけども、アメリカでとられているヒューマ

ン・マクロ・コネクトームのデータとかは本当に汚い。一体ちゃんと画像を見てからアップしているのかというようなとんでもないデータが中にまじっているんですけども、日本の研究者がとるようなデータというのはやはり非常に丁寧でクオリティーが高い。そういう意味で、日本人の手間暇をかけるとか、どんな方でも丁寧に仕事をするとか、そういうところで勝負できるような、何百万枚とか何億枚というのではなくて、100枚、1,000枚、1万個ぐらいのデータで、しかし、ちょっとほかがなかなかとれないようなものをもっていくということが大切かなと。多分自動車メーカーさんはドライビングにかかわるようなビッグデータというのは放っておいてもとっくの昔から集めておられると思うので、そういうところは当然、ですから、勝負できる分野だろうなと思いますけれども、それに類するようなものはまだまだ勝負できると感じております。

○三谷構成員　ありがとうございます、どうも。

○相田主査　ほかにはいかがでしょうか。

○篠原構成員　よろしいでしょうか。今、川人先生からご説明いただいたお話を伺っていても、やっぱりAIという言葉と、いわゆる脳研究とか脳情報とかいう言葉には結構ギャップがあるのではないかと思っています。そうだとすると、この脳情報ワーキングの中で何を目標に議論していくんでしょうかと。要するに、AIというのが非常にマスコミでも騒がれているから、何かそれに匹敵するような、アメリカでもできていないようなことをやるのが目的なのか、もしくは、いわゆる脳の仕組みを解明することによって、これは例えばですけども、例えば加齢、年をどんどんとっていってできなくなることを何とかサポートできるようなことをやっていくのか、他にもいろいろあると思うんですけども、何を目標に置いているのか、このワーキングではどういう議論になっているんでしょうか。

○相田主査　はい、じゃあ。

○荻原研究推進室長　私が。先ほど技術政策課長の野崎のほうからも説明がございましたが、資料8-1の8ページをちょっとごらんいただきたいと思います。AI・脳研究ワーキングの中での、まだ第1回しか会合を開催しておりませんが、その中での議論では、まずこの資料の中に雲の絵が2つございますが、真ん中あたりに、AIの新しい方向性で、国際的な地位の確保ということを書いてございますけれども、これはこのワーキングの中では、今ディープラーニングの高度化によりましてAIというのが取り上げられてきていまして、いろいろな機器にAIという機能が盛り込まれているとい

うような状況になっている中で、我が国として、脳科学の知見もある中で、このAI（人工知能）という領域の中でこういったところをターゲットに取り組んでいったらいいのかと、そういうことをまず1つ。それからもう一つは、もっと将来的に見たときに、脳科学と人工知能、いわゆる情報科学の中で発展してきている人工知能との融合によって全く新しい基軸の次世代の人工知能というのを打ち出すことができるのかできないのか、そういったことを意見交換しながら議論を進めていきたいと思いますということでワーキングでは今議論を進めております。

○篠原構成員 当面は、これからの日本全体の方向観としてこういったあたりを狙っていけばいいかというところをまず皆さんでブラッシュアップしていきましょうというふうなことでよろしいですか。

○荻原研究推進室長 はい、おっしゃるとおりです。

○相田主査 ほかにいかがでしょうか。

では、私から、ちょっと感想めいたものなんですけれども、日本が強いだとか、そういう話は全部抜きにして、私の印象として、今はやりの人工知能に欠けているものはやっぱり説明性だと思うんです。将棋も囲碁も強くなったけれども、そのプログラムに、何でここにこういう手を指したのかと聞いても、全然それは説明できない。全く同じ構造を持った別のマシンならば、全部ビットをトランスファーして技術伝承できるんだと思うんですけど、例えば今の人工知能の強い将棋なり囲碁のプログラムが人間相手に、こういうときにはこれを打ったほうがいいんだよと教えられるかということ、全然教えられない。それは先ほどありましたように、すごくたくさん例から、この中ではこれを打つのが一番あれだということはあれだけれども、そこがきちんとしたルール化みたいなものがされていないということで、やっぱりそういう演繹的なのというんでしょうか、こうすればこうなるだろうというようなところと学習とを上手に組み合わせていかないと、特に人に教えるというようなことはいつまでたっても人工知能にはできないんじゃないかなというのが私の日ごろ持っている印象で、ちょっと、本当に感想でしかないんですけれども、発言させていただきました。

○近藤構成員 全然、突拍子もなかったら申しわけないんですけれども、一般に日本で一番有名なロボットにドラえもんというのがあるんですけど、世界中で有名で、お友達のロボットですよね。私は、これから超高齢社会になって、みんなとても孤独でお友達がなくて、おうちを出かけるのが大変になってくる。そうすると、VoiceTra

のような技術がもっと進んで、本当にお友達になってくれる、コミュニケーションができる、そこにそういう本当に会話のビッグデータみたいなものがドラえもんになってくると、動かなくても、4次元ポケットはなくても、お話し相手になってくれると、すごくそこは日本は既に知名度という点でとても勝っているのです、いいんじゃないかなと、そういうのがあったらいいなと思います。済みません。

○相田主査　ほか、よろしゅうございますでしょうか。

(3) 人材育成、国際標準化の推進方策について

○相田主査　それでは、時間も押しておりますので、次に進めさせていただきたいと思っております。続きまして、議題(3)、人材育成、国際標準化の推進方策についてということで、都合5件のプレゼンをご用意いただいております。5件のプレゼンをまとめていただいてから質疑応答ということで進めさせていただきたいと思っておりますけれども、大変案件が多いため、説明時間はお一人8分ということで、事務局のほうで8分経過したところでベルをチンと鳴らしてくださるそうですので、ぜひそれに。あと10分ですか。10分で2度目のベルを鳴らすということですので、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

それでは、まず初めに、I o T時代に求められる人材像と人材育成にかかわる現状と今後の課題等につきまして、株式会社三菱総合研究所の澤部主席研究員からご説明をお願いいたします。

○(株)三菱総合研究所(澤部)　三菱総研、澤部でございます。それでは、資料8-3に基づきまして、人材育成に関する現状と今後の課題についてご説明させていただきます。

めくっていただきまして2ページ目、こちらは、昨年の電波政策ビジョン懇談会において人材育成の課題が提示されておりました、それを受けまして昨年7月から11月にかけて調査検討会を開かせていただきました。その中で、市場の現状ですとか、技術、標準化の動向、それから人材育成への取り組みの現状と課題について調査させていただいて、本日はそのうちの人材育成についてご説明させていただきます。

前段としまして、まず4ページをめくっていただきまして、この辺は皆さんご存じのことかと思っておりますけれども、I o T/I o Eデバイスの成長性について、まず個数につ

きましては、2011年に100億個程度と言われているものが、2020年までに500億個程度まで増加すると、数についても非常に増えると。また、その内容についても、産業用途ですとか自動車向けのものが急増するということが言われているところがございます。

5ページ目、こちらは市場の成長性についてでございます。こちらもよく数字として出てきますけれども、2014年度に9.4兆円だったものが2019年に16.4兆円、これは国内の市場でございますが、こういったものが示されているところがございます。特に分野としましては、いろいろなサービスの分野ですね。適用分野がいろいろ広がって、そういった分野で非常に市場が増えるということが言われているところがございます。

次のページ、6ページ目、こちらはI o Tで利用される無線の標準化の技術について少し説明したのになっております。大きく分けて、ネットワークの上位と下位に分けて、下位層につきましては国際標準化としてIEEEを中心に行われているところがございます。さまざまなものが使われていると。一方、最近のI o T / I o Eにおける標準化につきましては、上のほう、ネットワーク層以上のところで主に標準化が進められていて、特にその標準化も民間企業でコンソーシアムですとかアライアンス等で決められていると。分野によって、こちら、絵の中でスマートメーターですとか宅内家電と書いてございますけれども、分野によっていろいろな標準がつけられているところで、こういったものを今後I o Tのアプリケーションをつくる上では活用しなくてはならないということで、多種多様にわたっているところをご提示させていただきました。

続きまして、本日の本題であります人材育成について、まず現状と課題について説明させていただきます。

8ページ。これはI o Tに限らず、ICT人材を取り巻く既存の課題としまして、これまでもいろいろなことが言われておまして、イノベータ、エンジニア、それから研究者・科学者に対する課題、それからさらにそれを支える大学の学生に対する課題についていろいろ言われておまして、当然、このあたりについては国でさまざまな施策がとられているところがございます。

9ページに進んでいただきまして、一方、その上でさらにI o T / I o E時代における新たな課題としまして、実はI o T時代にはいろいろな技術が必要になってくる。先

ほども出てきましたが、ビッグデータみたいなものもございませし、クラウドを活用する、それから無線の技術もさまざま出てきておりますし、あるいは最近ですとセキュリティは必須と言われておりますので、こういったものを組み合わせて使わなくてはいけないということが言われているところがございます。当然、こういった人材を育成するに当たっては、産業構造の問題もございまして、日本の産業構造の課題も解決しなくてはならないんですけれども、それと両輪で人材育成についても解決していかないと、新たな世界に進み出せないということが言われているということを認識しております。

さて、10ページに進んでいただきまして、こちら、人材育成、現状の国内外の取り組みについて少し説明させていただいております。事例の具体的なものについては、後ろのほうの参考資料につけておりますので、あわせてご参照いただければと思います。大きく一般、大学・高専、それから企業等に分けさせていただいておりますけれども、一般におきましては、初等中等教育でプログラミング教育が行われているですとか、あるいは高専や大学にもものづくりの体験型の教材が提供されているなんていう取り組みもございませし、一方、海外におきましては、メイカースペースといったようなものが設置されてございまして、具体的に物を見ながら、さわりながら学習できるというような環境が整備されつつあります。大学・高専につきましては、プロジェクトベースの実践型の教育プログラムが随分導入されつつあるということを実感しておりますし、あとは最近、ハッカソンといったイベントについてもございまして、これも人材育成を目指したものの1つだと感じております。海外においても同様にさまざまなプロジェクトベースのものですとか、そういった実践的な取り組みが進められているところがございます。

こういったさまざまな取り組みが行われている中、11ページに少し課題を書かせていただいております。同じく一般、それから大学・高専、それから企業における課題でございますけれども、一般の中で少し色をつけさせていただいているところがございますが、やはり基本的なIoTに係るリテラシーを習熟することが非常に効果的と。そこから学習したことが先の学習につながっていくということでございませけれども、特に最近ですと、電波は非常に普遍的にあつて、あまり体感できないということがあるんですけれども、電波や無線技術の恩恵を身近なものとして感じて学習につなげるということも必要じゃないかと感じております。大学や高専につきましては、やはりいわゆる技術系だけではなくて、実践的な教育をしながらイノベータですとかプロデューサーという人材の育成をする必要があるということで、こういったカリキュラムの整備が急務で

はないかと感じております。それから、人材育成の場として産官学連携というプロジェクトがいろいろ実施されておりますけれども、そういったところで若手が伸びるような人材育成の場として有効に活用したらどうかということも1つ案としてあると感じております。それから、あとは企業につきましては、やはり大学から企業に就職されてどういったものを活用するかということで、特にI o Tの分野においてはアプリケーションの活用というのが非常に重要だと感じておりまして、そういったアプリケーションを性能ですとかコストを考えながら最適な技術を融合できる。先ほど無線の技術もさまざまな標準化が進められていると申しましたけれども、それを活用できる、融合できる人材が必要じゃないかということをご提示させていただいております。

そして、12ページに少しまとめた資料を作成させていただいておりますけれども、この人材像あるいは人材育成の方向性ということで、一般、大学、それから企業について少し説明させていただきますと、若干繰り返しになりますけれども、一般につきましては、基礎的な知識を持った人を育成するためのさまざまな取り組みが必要ではないか。大学や高専につきましては、いわゆる「エンジニア」の卵を生み出すようなもの。それから、後ほど少し説明しますが、「イノベータ」と言われる人、あるいは「プロデューサ」と言われているような人たちの卵を生み出すような教育が必要ではないかと感じております。企業の中の人材育成も非常に重要でございまして、やはり基盤を担うような人材、それから企業の企画やサービスができるような人材をそれぞれ育成するためにさまざまな施策が必要だと感じておりまして、基盤につきましては、やはり非常に高度な技術、それからあとは応用技術をどうやってできるかということ。企画・サービスにつきましては、やはり先ほど申し上げましたように、イノベータですとかプロデューサといった人材の育成が必要だと感じております。

それで、13ページにそういった人材像のスキルセットを少し説明させていただいているところでございます。こちら、3つの人材像、エンジニア、プロデューサ、イノベータと三角形で書いておりますけれども、こういった方々を、1人の人が全部やるということではなくて、それぞれ担うような人材を育成する必要があるんじゃないかと感じております。エンジニアにおきましては、やはり個別の技術だけではなくて、チームで対応できるような能力が必要。プロデューサにつきましては、俯瞰的に物事が考えられるような能力。イノベータにつきましては、やはり発想力といったものを中心に、さまざまなサービスをビジネスに応用できるような人材が必要ではないかということを感じて

おります。こういったものは実際に最近ですと既に取り組みが進められておりますので、そういったものを参考にしながら今後の施策につなげられればということを感じているところでございます。

ちょっとオーバーしましたが、以上でございます。

○相田主査 ありがとうございます。何かこのプレゼンテーションについて、この場で確認しておきたいというようなことはございますでしょうか。

では、続きまして、通信事業者やメーカー等から多くの受検者を有するモバイルシステム技術検定を実施しているモバイルコンピューティング推進コンソーシアムの畑口幹事長・事務局長から、I o T / ビッグデータ / A I 時代の I C T 人材育成等について説明をお願いいたします。

○モバイルコンピューティング推進コンソーシアム（畑口） M C P C、畑口と申します。よろしく申し上げます。

まず、私どもの組織について若干触れさせていただきたいと思えます。1 ページでございます。会長は安田靖彦先生です。1 9 9 7 年設立、今年で1 9 年目になりますけれども、現在の会員数は1 5 9 社ということで、こちらのほうに主要な会員会社の名前を挙げさせていただきました。幹事会社は8 社で、移動体通信会社と、メーカー / システムインテグレーターでございます。それから、以下正会員あるいは賛助会員ということで、多数の方々にお集まりいただいて、モバイルシステムの活用を推進しているところでございます。

次に、今日の課題の I o T の技術分野の人材育成ということで、2 ページ目に参りまして、ここでは8 種類の業種と、それから8 個の技術分野ということを挙げさせていただきました。業種としましては環境・エネルギー、運輸、社会インフラ、製造、農業、流通、医療、自然環境（防災）、それからセキュリティというのは各業種共通でございます。次に、I o T システムに必要な技術を示しております。こちらも8 個の技術分野に分類させていただきました。これらの共通的な考え方の上に乗っての人材育成ということになるかと思えます。

次に、I o T システムを構築するということになりますと、右にございますけど、電波の有効利用が I o T の基本になっているということ、関係する方々に周知徹底することが必要です。「電波は産業の米」であるということ、これを機会に再度、社会全般に理解していただくことからスタートするべきだと考えます。その電波を使います一般

的な I o T デバイスの図を掲げてございますけれども、ここで重要なことは、こちらにおられる方は皆さん電波の専門家ですからご理解されておられるかと存じますが、一般的に 250 万人いると言われる I T 関係者、あるいはシステムインテグレーターと言われる方々は、電波についての知識というのを、持ち合わせていないと言うと失礼ですけども、電波特性の知識などに関心が薄いということもかもしれません。現に、学校に 802.11 をインストールしてうまくいかないというケースが沢山ありまして、教室に隣の授業の内容が入ってくるというようなプリミティブなエラーが起こることもあります。そのようなことを I o T のデバイスの中でプロテクトしていくということを考えますと、図にありますような干渉、ノイズ、ふくそう、回折といったような電波の特性をきちんと現場技術者に習得戴く必要があります。先ほどの澤部さんのご説明でいいますと、エンジニア、プロデューサーサなどの方々に理解していただく必要があるかと思えます。それと、こういうものが、先ほど話がございましたとおり、2020年、100億台以上ということになりますと、車とか家屋、スマホを含めまして、大変なトラフィック量が発生し、無線トラフィックの爆発が起こるということも言われております。課題として、電波利用システムの選定とか、活用に係る電波の逼迫への対応をきちんとしていく。これらが現場で行われていく必要があるということになります。

次に、多様なビジネス分野における I o T 利用のためのリテラシー向上です。この課題は、従来の I T、I C T の人たちで、無線について一定の理解がある人たちのいない分野に対してどういうふうに電波の有効性とか、あるいは性質というものを理解していただくかが課題です。要するに電波のリテラシーが極めて重要になってくるということです。私どもは I o T を支える技術分野ということで、これを 3 ランクに分けた中で、今回は基本に相当するリテラシーとして無線特性などを修習していただく、あるいは教育していく必要があると考えます。その上に立っての応用分野、さらに個別の業種・業務単位の I o T のエンジニアを育てていく必要があると考えています。ここで、特に一番下の基本の部分での電波の特性、エンベデッド技術をしっかり定義していく必要があります。

次のページに参りまして、同じようなことですが、I o T 利用に係る周波数に関するリテラシー向上のための周知、啓発の必要性ということで、膨大な I o T 機器の導入が予想され、極めて深刻な周波数逼迫や混信が発生する懸念があります。これをリテラシーとしてきちんと整頓された形で対応していかなければなりません。3つの例が

ございますけど、1つは農業、農業の人で電波がわかるという人は、いないと言うと失礼ですが、そういうところをサポートされるエンジニアの方にきちんと課題、問題を認識戴く必要があるという事です。同様に、都市等における大量のスマートグリッド、交通制御、インフラ管理システムが導入された場合の周波数逼迫や混信の発生というものについても配慮が必要です。以下同様に、医療機器等においても大量のウェアラブル端末とかセンサー機器、ホームネットワークが使われるということで、いずれにしましても電波の特性というものをきちんと理解した人たちが前線のサポートを行わなければIoTシステムが稼働しないと考えます。これは経験則に基づくものでもあります。

次に、こういうことを前提として、IoT、電波のリテラシーというものをきちんとスキルセットに組み立てていく必要があると思っています。それら技術項目をカテゴライズして、それぞれの難易度レベルをきちんと定義されるべきと考えます。そうしますと、電波についてのみならず、センサーとかアクチュエーター、あるいはネットワークとかプロトコルとか、通信モジュールとか、エンベデッド、セキュリティ/プライバシーというような関連する主要な技術項目について、どういう内容を、どこまで理解すればいいのかということを、まずビジブルにするということを、各分野の人たちに集まっていたいで明確に定義しておかないと、アンバランスになるということになります。まずその指針になるべきもの、あるいはスタディーするべき項目とレベルをきちんと関係者で定義したいと思っています。IoTスキルセットと下に書いてございますけれども、これをスタートする前に、リテラシーという言葉では簡単には済みませんので、それをきちんと、明示しビジブル化にするところからスタートさせるべきと考えます。そのようなIoTスキルセットに基づいて、さまざまな分野のIoTの利用希望者に対して講習会や検定試験等も展開していくのがよろしいのかと思います。

最後に、ご参考に掲げさせていただきました、私どものモバイルシステム技術検定の実績ということです。ちょうど10年やらせていただきまして、延べ6万人の方々に受験していただき、国内の多方面の方からと、日本が一番モバイルコンピューティングが進んでいると、中国、韓国の政府系の方からも、どうして、日本はそんなにうまくいったのかということの評価いただきました。MCPC検定試験はなかなか大したものだとの評価です。自慢になって申しわけないですけど、そういう実績のもとに申し上げているということをご理解いただければよろしいかと思えます。

ありがとうございます。

○相田主査 ありがとうございます。ただいまのプレゼンテーションに関して、何かこの場で確認しておきたいことはございますでしょうか。

○近藤構成員 済みません。先ほどの隣の教室の電波のことというのは誰に相談すればいいのでしょうか。

○モバイルコンピューティング推進コンソーシアム（畑口） 文科省のほうからガイドラインは出ているんですけども、現状で相談するのに、一番いいのはWi-Bizという団体がございますので、そちらのほうでよろしいかとおもいます。文科省のほうも1年ぐらい前にガイドラインを出されたのですが、現場の人がそれを十分理解しているかどうかというのは私どもでは、ちょっと定かではありません。

○近藤構成員 ありがとうございます。Wi-Bizですね。

○相田主査 ほか、よろしゅうございますでしょうか。

では、今度は国際標準化関連ということで、まず初めに、無線LANの高速認証の標準化を行っているIEEE 802.11a i タスクグループ議長を務めておいでのエブリセンスジャパン株式会社の真野CEOから、国際標準化の戦略的取り組みについてご説明をお願いいたします。

○エブリセンスジャパン（株）（真野） それでは、資料8-5に基づきまして、エブリセンスジャパン真野が、802.11というところで行っている標準化に基づきまして、今後日本のとるべき国際標準化の戦略についてのご提言というか、プレゼンテーションをさせていただきます。

お手元の資料が既にありますので、私の紹介は飛ばさせていただきます。

いささか手前みそになりますが、なぜ標準化が必要なのかというのを少し、みずからの経験に基づいてお話しさせていただきます。私、1993年にベンチャーを始めまして、日本で今でいうWi-Fiというものの原形になるものをつくりました。当時まだWi-Fiの規格はありません。802の規格もございません。関門海峡の下関と門司の間を電波を飛ばしてIPをつなぎました。これはかなり注目をいただきました。いい技術だったので、これは世界中に広がるんだろうなと思いました。実際に日本では数百町村の学校インターネットをつなぎましたし、ベトナム等でもいろいろとルーラルで使いました。ところが、やはりそれは世界の標準ではなかったんです。したがって、なかなかそのままではいかなかった。

1999年にIEEEというところで国際標準ができます。同じ技術の延長でござい

ました。であるならば標準を使ったほうがいだろうということで、戦略を変えて、できた標準にのっとった製品をつくってみました。これであれば当然ながら競争ができないので、差別化しようということで、標準を使いながら、その上で幾つかの新しい技術を入れました。例えば時速300キロの車が切れずにつながりますなんていう技術を入れました。こういったものをやってみたんですが、例えば香港の地下鉄でこれを採用しました。日本でも国交省が採用しました。しかし、残念ながら、それだけでは市場を形成できませんでした。

そこで、2009年ぐらいから、その前もやっていたけれども、もう一回見直そうということで、国際標準化団体の中で一番元気のいいところはどこだろうという中で、このIEEEというところに着目して、そこで、世の中の課題として何があるんだ、その課題を解決するのにこの技術が有効なのかというプレゼンテーションをすることによって賛同を得て、標準化を進めようということになりました。ここでわかったことは、市場形成は、単独では残念ながら無理でしょうと。それから、社会的な課題をまず明確にして共有して、それを解決するということが後から来ます。道具を持って標準化するのではなくて、問題があって解決するための手法を標準化していく。協調してコミュニティをつくっていくということが非常に重要です。実際に国際標準で勝つためには、リードしていくためにはリーダーになる必要がありますが、リーダーになるためには、リーダーシップになり、フェアな運用をしていくことが非常に重要であるということになります。

802.11で、私は実際どういうことをやっているかということ、今の無線LANは残念ながらつながるのに時間がかかって、混んでいるところではなかなかつながりません。じゃあ、それをさくっとつながるようにしましょう、安全にということで、この技術は1999年に日本で第一種通信事業をやったときにつくった技術です。日本では残念ながら日の目を見ませんでした。標準化をやることによって、今、世界中の携帯とかをやっているチップベンダーを含めてほとんどが採用を決定して、来年ぐらいから携帯電話に実際に入ってくる状態になりました。残念ながら、日本では今、無線機をつくったりチップをつくるベンダーがほとんどいなくなりましたので、非常に悔しいんですが、実際使うのは外国のメーカーになっています。とはいえ、それをよりアプリケーションの上で使いましょうということで、自動車の通信にやろうとか使おうとか、歩行者と自動車の通信に使うということで広げていこうと。あるいは今後のIoTの中でも、さく

とつながって安全ですというのは非常に大きなファクターになります。したがって、IoTの分野で期待されている802.15.4、Wi-SUNですとか、あるいは今後展開が期待されるミリ波とか、そこでもこの技術を使ったらどうだろうかという水平展開を今狙っているという状況でございます。

さて、標準化に実際取り組んでいて明確にわかることは、今日もお話の中に出てくるのは、推進するために技術を育てよう、技術者を育てていかなきゃ、この辺が日本の場合は大体メインになります。残念ながら、欧米を見ていると、企業として行動して育てているのは、リーダーはマーケティングの人間です。チームアップです。あるいはコミュニケーションをつくること。要するにマネジメントなんですね。個々の技術は、持っているよき技術屋を使えばいい。あるいは問題をロジカルに考えて判断していく、そういうことに一生懸命やっている場合が多いです。研究というよりは、標準化というのは、言葉は悪いですが、大きな談合組織みたいなものですから、そのマネジメントが非常に重要になってきます。かつては国内の標準をつくって国際標準に持っていくというのをやっていたんですが、それよりは最初から強いSDOの中で立場をつくっていくということが非常に重要じゃないかなと思います。

一例ですが、あるチップベンダーでは、リーダーをしているのはマーケティングのマネジャーです。スペシャリスト、エンジニアが2人サポートしています。それから、もうちょっと細かいことをやる人がいます。それから、アプリケーションの立場の人がいます。こんなチームをつくって、これが1つのSDO、標準化団体だけではなくて、関連する、先ほど三菱さんのにもありましたけど、下のほうはIEEE、上のほうは民間のアライアンス、その両方に行っています。年間、ほとんど毎月のようにこのチームが国際舞台を飛び回っているわけです。マーケティング主導でやっています。

意思決定がいろいろと違います。デジュールかフォーラムかという議論がよくあるんですが、これはステレオの話ではありません。両方必要です。それぞれのSDOによってやり方が違います。IEEEとかは完全に評決をします。IETFは、ラフコンセンサス&ランニングコードといって、評決しないし、キングがいません。それから、ITUは全会一致のコンセンサス。W3Cもコンセンサスですね。IPR、知財の取り扱いもそれぞれに特徴があります。必ずしもフォーラムは知財を捨ててくださいなどということは言っていない。知財を持っている方にはゲインが出る、汗水かいた人にはゲインが出る仕組みをちゃんと持っています。

参加企業のもくろみのところは少し飛ばさせていただきます。私的な推論ですので。

標準化したら物は売れるんですかとよく聞かれます。標準化するという事は、その標準にのっとって物をつくれれば誰でも同じものがつくれますので、他社よりたくさん売れますかという、後から同じものをつくったのでは売れません。でも、早くに標準化してマーケットをつくっていく人たちには先行者利益が出るわけです。これは一時的なヒットというよりは、やはり長期的なマーケットをつくるのがメリットなんです。企業のプレゼンスをつくることなんです。IoTといえばどこの会社、インターネットはどこの会社という名前をつくり、そして粗製乱造を防いで健全な市場をつくっていく、これが標準化のマネタイズ、モデルだと思えます。個々の技術、個々の製品にとらわれた標準化では勝てないと思えます。

人材の育成ですが、やはりOJTは大事なんですけど、中国が何をやっているかという、シャドーコミッティーをやっています。標準化の会議と同じことを中国国内でやっています。韓国も前はやっていたんですが、最近は韓国はやめまして、標準化をやっている人たちを全部アメリカに移して、アメリカで民間会社をつくったりとか、そういう取り組みをしたりしています。それから、SDOとの間で直接的な交流をして誘致をしています。ただ前提は、企業が、標準化つてもうかるんだとか、マーケットがつくれるんだな、価値があるんだなという認識を持っているかどうかです。これは企業の経営トップが残念ながらそこを持っていない限りは、標準化はコストがかかるな、時間がかかるな、何やっているんだ、あいつらはという評価をやっている限りは、残念ながら、人材も育たないのではないかと思います。

どうやって人材が育つか。個々の企業がもし力が十分でないならば、呉越同舟、あまりいいとは思いませんが、そういう人材バンクを使うのも手だと思います。欧米の企業はほとんど専門家を使っています。自前主義じゃありません。日本の企業は日本の従業員が標準化の会議に行きます。欧米は専門家を雇います。これは大きな違いがあります。個々がそれを雇えないんだったら、複数の企業で使うこともできます。それから、シンクタンクをもっとアグレッシブな立場で使うというのもよくやられています。大体、日本の場合はどちらかというとロジスティック側に大きなウエートを置いていると思いますが、そうじゃないと思います。就労前の技術屋というよりは、やはり外交交渉能力をどうやって育てていくかが重要になります。それは語学以外に、ロジカルシンキングができるようになるのか、ディベートができるようになるのか、あるいは議事の運営規則がちゃん

とわかっているのか、それからテキストが、英語のテキスト1つとっても、shall、may、そういうものの使い分けができるのか、ノマティブテキストが書けるのか、この辺の教育というのは非常に重要なものになってくるかと思えます。

学術研究の方は非常に寄与していただいていますので、何とも言えないんですが、ただし、研究ではなくて、もうちょっとマーケティングセンスが要るのかなと思っています。ですから、学術の方は学術の方、民間は民間の方で、お互いに持ち寄るリーダーシップが必要かと思っています。

時間ですので、まとめます。市場形成をリードすることが標準化だということです。標準化というのは、常に市場成長モデルを最初に示すことから始まります。タイミングをコントロールして、自社に優位な形で持っていく。ICT分野においては、残念ながら、Proprietaryで囲い込みをしてはもう生き残れないと思います。それから、特定の技術があるから、この無線方式だからIoTは全部勝つんだよと、よく宣伝文句がありますが、そんなことは絶対にありません。複数のものがつながるからIoTです。それから、標準化はやはり優位な組織でやるべきだと。特定の組織でやるというよりは、優位なところを複数使うということが重要だと思います。アライアンスは、民間アライアンスと国際組織、両方使わないとだめです。SDOは複数ありますから、それぞれに同時に展開していく必要がある。専門家をやはり使う、スペシャリストを使うことが必要ですし、ロードマップを自社の優位な形に誘導していく、それが技術戦略として、経営戦略に重要なことだと思います。

非常に駆け足で申しわけないんですが、以上がIEEEでやってきた立場からの提言になります。

○相田主査 ありがとうございます。なかなか耳の痛いことが含まれていたような気がいたしますけど、何かこの場で質問しておきたいことはございますでしょうか。

では、続きまして、ダイナミック・スペクトラム・アクセスのIEEE標準化委員会議長などを務められ、Wi-SUNの標準化活動をリードされた京都大学の原田教授から、IEEE国際標準化活動の経験から見た今後の標準化戦略についてご説明をお願いいたします。

○京都大学大学院（原田） 京都大学の原田でございます。私はもともと情報通信研究機構に2年前までおりましたので、国研の立場からなぜ標準化に行く必要性があったのかということも含めて、標準化の必要性を少しお話しさせていただきたいと思えます。

まず、標準化なのですが、「良い標準化」というところに書いていますが、各企業が持つ知的財産を共有して、できるだけ相互接続を可能にして、それをもとに仕様を決めて、低廉化させて、マーケットを広げていこうというのがポイントです。なので、知的財産がない人が標準化に行っても全く意味はなく、やはり知的財産をきっちり持っている人がそれぞれ持ち寄るところが重要になります。

基本的には今回ここで参考として挙げさせていただきますのはIEEEの802の標準化です。802.11、これはWi-Fiでご存じの無線LANです。あと今日お話しするのが802.15、これがPAN (Personal Area Network)。何が違うかというところ、15は主に直接通信です。皆さんご存じのBluetooth、これが802.15で標準化されているものの例です。今まで私のグループ、これは30名ぐらいのグループだったんですけど、この15の標準化に参加していました。その中で、特にこの赤字で示す部分は全部私がついていた標準化でのポジションになっています。標準化にただ参加するだけではなく、やはりリーダーシップをとるところが重要です。標準化にやみくもに参加しているのではなく、一応グループ内できっちりポリシーを決めていました。重要なのは、(1) まずそれが世界で初めての標準化であることと、あと(2) 日本企業がそんなに入っていないのに重要性が感じられる標準化。なぜならば、我々は国研であったためです。(3) 研究開発の要素が含まれているということです。研究開発機関ですので、やはり研究開発の項目があるところでないはずということになります。このポリシーを元に大きく分けると、ミリ波の通信及び周波数を自動的に探してそこで通信をするというホワイトスペース、ダイナミック・スペクトラム・アクセス通信が主な私が参加していた標準化です。

標準化の手順を次のスライドで書いていますけれども、ポイントは何かといいますと、先ほど真野さんがお話しされたように、基本的には75%の承認が得られればどんどん先に進んでいくというところなんです。では、多数派が勝つのかというと、そうではなく、25%で否決できるというおもしろいゲームができます。なので、自分の特許を入れた場合は、多数派につくか、少数派に移るか、25%で勝負に出るか、75%で勝負に出るかという、この2つのゲームができます。しかし、ゴールは1つで、自分の知的財産を入れ込むというゴールさえ達成すれば標準化としては成功になります。

しかし、75%付近、例えば73.2%で遊んでいると、なかなか標準化が終わりません。これが続くと、この標準化はどうなるかというところ、標準化ごと潰されてしまいま

す。単純な話ですがこれは非常に大きな問題です。標準化は大体スタートからエンドまで3年間ぐらいかかります。そして毎年2カ月に1回アメリカに行きます。例えば標準化要因として10名ぐらい人を送るとすると、大体1人1回の出張で40万円ぐらいかかるとすると単純計算で、10人行くと400万、1年間に6回なので2,400万、それが3年かかると7,200万出張費だけでかかってしまいます。このように1億円ぐらいのお金をかけてやる壮大なるゲームそれが標準化です。このゲームに何とか勝って、かつマーケットをつくるというのがポイントになります。標準化がなくなってしまうたら困るので、最近の標準化はどうなっているかという、標準化ドキュメント内にマダトリーという強制規格以外にオプションをたくさんつくっています。オプションをたくさんつくって、自分がそのオプションの中に入れば、標準化として会社に帰ったときに報告ができるので、とりあえずこれで何とか100%の承認が得られるというのが今の現状です。でも、よく見ないといけないのは、自分の会社の入れた技術が強制規格なのかオプションなのかということなのです。オプションというのは誰も使わない可能性があります。でも、会社に帰ってきたら、僕の技術は標準化に入っていたと、そういうことを報告する人がいる可能性があるということです。そういう危険性があるのでご注意くださいというのがこのスライドです。

自分の技術提案がやはり採用されるためには、25%にしろ75%にしろ、ゲームをきっちり構成し、進めていかないとはいけません。そのためにはできるだけ標準化の初期段階から参加しておく。かつ、できるだけリーダーシップ、議長、副議長、あとはテクニカルエディター、セクレタリー等に入って、自分で会議をコントロールする。人に言われる会議じゃなくて、自分でコントロールする会議をしないといけないということになります。また、一番最後に書いていますけれども、悪い標準化になりそうな、要するにみんなの知財が集まらなさそうな、1つの企業の特許で支配されるような標準化になってきたらさっさと撤退すると、その撤退が重要だと思います。そのあたりをきっちり会社で判断できるかというのが重要な点になります。

標準化においてはマーケットができる標準化をつくるのが重要になります。今、IEEEとかいろいろなところで標準化されていますけど、標準化が成功するかしないかは多分この4点の観点から標準化をチェックすれば問題ないかと思います。1つはまず、欧米のチップベンダーがきっちり対象標準化の主要提案者の中に入っていること。あと2点目は、標準化終了予定の3年後に「複数のチップベンダー」で「商用レベル」の「低

価格」なものが販売されること。3つ目は、標準化内にアメリカ、ヨーロッパ、アジアが満遍なく参加していること。4つ目は、標準化が終了した後に仕様策定団体のサポートを得られることということです。この4点が入っていないと、まず今のところIEEEでちゃんと成功しないと私は思っています。あくまでも私見です。

では、少しケーススタディーをしてみます。まず1つ目は、これはミリ波のブロードバンドのテレビモニターとセットトップボックスの間をつなぐような規格IEEE802.15.3cです。この標準化は2003年にスタートして、2009年に終わっています。最終的には日本の提案がきっちり入り込んだ、いい標準化であったとは思いますが、問題は幾つかありまして、チェックシートに照らし合わせてみると、1点目に関してはチップベンダーは確かに参加していたのですが、ベンチャーしかいなかった、大手がいなかったという問題がありました。2点目に関しては、標準化終了したときに商用レベルのチップが1個もなかったという問題がありました。3点目に関しては、標準化内にアメリカ、ヨーロッパ、アジアから満遍なくは参加していました。4点目に関しては、標準化が終わった後に、Wi-Fiアライアンスとか、そういう民間団体がサポートするという体制はなかったわけです。なので、マーケットの観点でいうと、実はこれは失敗になります。ただ、研究開発の観点では成功です。実はこの時期にミリ波をやっていたということが非常に重要で、今、2015年からスタートしているような第5世代移動通信システム(5G)の検討において、5Gはミリ波を使うことが検討されていますけれど、今から特許をつくっても基本特許を押さえることは難しく、この802.15.3cの時期の特許がほとんど生きているというのが現状です。従って、世界で初めての標準というのはやはり投資しないといけないというのが非常に大きな点になります。

次のケーススタディーはIEEE802.15.4gです。これは現在電力会社のスマートメーターに導入されている無線機の標準規格です。これは大体2008年からスタートして2012年、やはり4年かかっています。この標準化なのですが、実は標準化が終わったときには4社以上もチップを開発していました。それも全て商用レベルでした。また、日、米、欧から参加がいました。また、標準化終了後のアライアンスのサポートが少し疑問なところがあったのですが、最終的にはWi-SUNアライアンスというアライアンスがサポートして、この標準化をプロモーションすることになります。基本的にはこのチェックシートの検討項目は全部クリアになっているので、実は結果としてこの規格が今のスマートメーターの標準規格として入って、大体1億台以上のスマー

トメーターに今後入っていくこととなります。こういう“当たり”の標準化というのも出てくるということです。

では、当たる率はどれぐらいなのかというところを次のスライドを用いてお話しします。まず802.11、これは無線LANの標準規格です。11aから始まって、アルファベット、11b、c、dと続いていて、11zまで来て、アルファベットがなくなり、今、11aa、ab、ac、adと来て、azまであります。すなわち、11の中で52個の標準化があるのですが、皆さんご存じなのはa、b、g、n、ac、ad、大体6つです。実は当たる確率はほぼ1割ということになります。すなわち標準化が終わったからといって、全てマーケットができるかどうかはわからないというのがこのスライドのポイントです。ということで、802.15の中で新しい標準化ができたときにも、やはりその規格をベースにして、実際アプリケーションとのインターフェースをつくって、かつ相互接続を行うための試験仕様をつくるアライアンスの存在が必要になってきます。15.4gの場合はWi-SUNアライアンスという団体を我々、日本で立ち上げてみました。

なぜ立ち上げたかということ、もし、海外で立ち上げられると相互接続の試験をするときにわざわざ海外まで行く必要が出てきます。しかし、それぞれのメーカーが海外出張する旅費というのは絶対少ないはずなので、日本で立ち上げたほうがいろいろな意味で絶対得だろうと考えました。最初は9社で立ち上げました。このアライアンスは元来802.15.4gという規格をフォローしていくアライアンスの団体です。この団体を立ち上げるときにメンバーを募集するために国内外に行きました。アメリカの会社は非常におもしろく、「メンバーになりますが、積極的にアライアンスとしてはこういうことをやってください」とよく言われました。ただ、日本の会社というのはおもしろくて、最初、大体3つ目の質問は、「ほかにどこの会社が入っていますか」ということを聞いてきます。他に入る会社名を言わないと自分は入らないというのは謎でありわけがわからないと感じました。また、横の会社を見ないと投資、賭けができないというのは非常に大きな問題と感じました。しかし、このアライアンス、9社でスタートしましたが、3年間でついに90社になりました。メンバーの内外国比率は、最初は実は日本8割、それ以外2割だったのが、今は残念ながら日本6割、海外が4割になってきています。Wi-SUNアライアンスを立ち上げたときはガラパゴスだというようなことを言う人がいましたが、実は皆さんが知らないうちにだんだんとグローバル化していきました。

今後ますますこのままグローバル化していったときには、残念ながら日本は離されていくという結果になっていく可能性が私はあると思っています。さあ、どこまで日本の会社をフォローするのかというのが今からのアクションだと思っています。

アライアンスの仕事ですが、具体的には1層、2層で標準化した802の標準をベースにして、その上の層にIPとかセキュリティ機能を加えて、ちゃんと商品になるような形で出すのがアライアンスの仕事になります。あと相互接続性を確認する仕様を整えるということも重要になります。

実際、今このWi-SUNアライアンスで制定した仕様が日本の全電力会社のスマートメーターとして入っています。今、Wi-SUNアライアンスはアメリカに全部母体を移しまして、アメリカのスマートメーター市場を今狙っているところがあります。さらにインドにも最近進出しているところがございます。

以上、いろいろと話をさせていただきましたが、結論として言いたいことは、標準化を意味なく、戦略なく山のようにつくるのは時間とお金の無駄です。なので、戦略をきっちりつくったほうがいいと考えます。それはやはり知的財産をきっちり入れる構図をつくっていくということです。先ほど私、802.15の標準化に参加したというお話をしましたけれども、実はその間に取得した特許は200、出願した特許は350ございます。じゃあ、その200の特許は今どうしているのかというと、NICTの中に残っているのですけれども、それを戦略的に利活用できる、そういう母体というのは日本にあるのかというのも少し大きな問題です。やはりそういった、死蔵じゃないけど、死蔵っぽく見えている特許をどのように今から復活させて、5Gとかそういうところに展開していくのかということもきっちり考えていく必要があるのではないかと考えています。

以上でございます。

○相田主査　　ありがとうございました。プレゼンテーション時間にご協力いただきまして、ありがとうございました。現在、17時35分ぐらいですので、最大20分くらいかけて、ただいまプレゼンいただきました人材育成、それから国際標準化関係につきまして意見交換をしてみたいと思います。ご質問、ご意見、コメント等ある構成員の方はどうぞ発言いただければと思います。

○酒井構成員　　数年前、私が前勤めていた大学で、東京工業大学ですが、標準化人材の育成のために大学がすることがあるんだろうとかかなり議論したことがあるんです。た

だ、正直言って、やはり標準化はOJTが中心でしょうから、標準化はこういうことが非常に重要なんだということと、あと友人から、何が大事だと聞きましたら、英語でのディベートだと、大学はそれをやってくれればいいんじゃないかという話を聞きまして、そんなことかなと思っていただけですけども、何かもしご意見がありましたら、よろしくお願いいたします。

○相田主査　　どなたかございますでしょうか。

○（一社）情報通信技術委員会（前田）　　もちろん先生が今言われたところは最重要な要素だと思いますけれども、やはり国際会議にはルールというものがありますので、会議規則、そしてそのプロセスの仕掛けというのも組織ごとに違います。最低限、標準化参加のためのリテラシーというようなものは、やはり標準パックのような形で教材化して、繰り返し伝授していくのが必要ではないかなと。TTCでは総務省さんの調査受託の中で、そういったミニマムセットとなる標準化知識、英語表現力も含めたテキストのようなものをつくってウェブで公開していますけれども、今後はそれを実際の大学の授業に活用していただくなど、広めるほうでもう少し頑張りたいなと思っています。そういった最低限の基礎知識というのは、OJTで何年もかかるものを1週間ぐらいでマスターできるものは用意したいと思っています。

○相田主査　　関連して、真野様のプレゼンでしたか。標準化専門の人材派遣みたいなものがあるというお話だったんですけども、そういう職業標準化というんでしょうか。そういう方というのは一体どういうキャリアパスの方なのか、ご存じだったら教えていただければと思うんですけども。

○エブリセンスジャパン（株）（真野）　　IEEEの802.11、いわゆるWi-Fiの世界では、今300人ぐらい投票権を持っているボーダーというのがいます。このうち、この人たちは実は発言するときに、エンプロイド・バイドこととは言いません。アフィリエイトドこと言います。実は、インテルに雇われているインテルの人間ですというよりは、インテルに頼まれてやっている専門のコンサルタントですと。ですから、今日はインテルの看板でしゃべっていますと。次の会議に行くと、違う看板でしゃべっていると。こういう方たちが半分以上いらっしゃいます。日本の企業は、プロパーの社員が2人ぐらい来て情報収集して帰るか、あるいはコントリビューションをちゃんとやる数十人の規模というのがありまして、今、一番多いところではクアルコムが38人の投票権者を持っています。原田さんが頑張られていたNICT、あの当時は本当に

そういうチームをつくられていたの、ものすごい人数がいました。今、大分減りました。原田さんのところもそうですが、やはりできる人を雇っています。この人たちは、2年に1回とか1年に1回、次に会うと、名札が変わっています。この前までインテルだった人が、次に会うとファーウェイになっています。残念ながら、これは人材の流動性があるということなんです。シリコンバレーはほとんどそれなんです。ですから、そういうことをやっていると、「最近、何をやっているんだ」、「これをやっている」、「それはもう終わるだろう。次の標準化、うちでやらないか」というお声がかかるわけです。この人たちを、プロパーのビジネスマーケティング、ビジネスディベロップメントをしている人たちがうまく使っていくわけです。これがI E E Eの世界とかではかなり多いです。この人たちを雇うときの条件は何かというと、技術を知っていることというのはもちろんありますが、先ほど先生が言われたように、ディベートをし、ブレーンストーミングをし、ヒアリングをし、課題を整理し、じゃあこの件はあなたがこっちをやりなさい、この件はというマネジメントをしていく人材、これがまず大きな位置を占めます。ですから、その辺は教育とまさに一体になっているのかな。ビジネススクールで教えているようなことをやっていると思ったほうがいいのかもかもしれません。そういう職業がかなりいます。欧米の企業に雇われている中国人、インド人、たくさんいます。欧米の企業に雇われている専門職の日本人は残念ながらいないです。1回やると、お声がかかるんですね。次からという世界があるということをご理解いただいたほうが良いと思います。

○京都大学大学院（原田） 私は別にディベートができるとかそういうのは、日本語でちゃんとできればいいと思っているのですけれども、一番重要なのは、日本の学生さんは普通のことが普通にできないところが問題であると思います。標準化を行っていた頃の私のグループは30人いて、そのうちの最大44%を日本人ではない研究者を雇ったのですが、なぜそうしたかという、やっぱり当たり前のことが当たり前にできない。どういう意味かという、日本人の研究者はプロジェクトベースの仕事をあまりやっていない。学生時代に企業連携とかもやっていない。あと、少し、無線系のところですけども、無線系のシミュレーションをぱぱっとやって、それをまとめてきれいに、ある一定の期間までにレポートを出す、これもできない。すなわち学生時代に企業で生きていく能力が十分に備わってないのです。では、大学で何をやってきたんだろうという話になってくるわけです。基本的なことができないのに、標準化の話をして多分無理だと思ふんです。それにプラスして、もう一つ欠けているのは、今の標準化が例えばI E

EE、ITU、いろいろありますけど、それがどういう流れで、先ほど私がお話したような流れになっていて、それがどこに問題点があるのかという授業もほとんどない。なので、流れもわからない。基礎的な力もない。それで会社に入ってきて、外国のプロジェクトベースでやっている人と比べられると、どうしても後者を採用してしまうのが今の現状になってしまう。当時はそういうふうになっていました。なので、まず当たり前のところからかなと私は思っています。

○(一社)情報通信技術委員会(前田) お二人のおっしゃっていることはそのとおりの部分は当然ございますけれども、いわゆるフォーラム系の標準化に対して、私の深くかかわっているITUのデジュールの場合は、その厳しさがもっと緩やかな環境だと思っております、そもそもの会議規則なりITUの憲章の中に、「会議での発言はゆっくりとわかりやすく」というような基本原則が書いてあるような場です、やっぱりネイティブの方とほんとうに戦わなきゃいけないIETFとか幾つかのフォーラムで、そこで勝ち残れる日本人の方はほんとうにすばらしい方で、でも、それは非常に大変ではないのかなと。それに対して、技術的な正当性と支持さえ得られれば標準に反映できるという、こういったデジュールの機関の活用というのもあわせて、どの課題はどこでやるかというようなことも選択しないといけないと思います。多分先生お二方のバリアは非常に高く、それに対抗できるような日本人の方がどれだけおられるかというほうが大変ではないかと思えます。そうでない世界で、最終的には国のレベルが投票権を持っていて決議ができるという、デジュール標準機関も活用することで、日本人の苦手な語学力とかそういったものを技術力や中身でカバーできる、そういう場も活用したほうがいいかなと思っております。

○エブリセンスジャパン(株)(真野) 済みません、1点だけ。デジュールかフォーラムかというのは僕はあまりステレオチックな話をする気はないんですが、1つだけ、すごく単純な例なんです、初等教育で学校のクラブで意思決定をしましょう、そのときにどうやって意思決定をしますかというところが教育としてあるかないかの差だと思います。これはアメリカの全部の公立学校がやっているわけではありませんが、それなりの学校では議事運営を教えています。多数決の原理を教えています。日本も、私が昭和30年代に小学生だったころは、たしか小学校で道徳の時間に民主主義というのは教えていただきました。同じことを教えています。ロバートズ・ルールズ・オブ・オーダーというのがあります。これにのっとって議事を運営すると。サッカークラブでもテニス

クラブでもやる。だから、そういうものがあるので、そういう教育を受ける。標準化でやったら、それが生かせるわけです、教育されたことが。これは、1つの教育のカリキュラムとして重要なものは、採決する、意思決定のルールを守るとというのが結構大きなところかと思っています。

○相田主査 森川さん。

○森川主査代理 ありがとうございます。原田先生と真野先生にちょっとお伺いしたいんですけど、おそらくこういう場でこういう話題になるというのは非常に私としてはいいと思っていまして、すばらしい現状認識をお教えたいただきましたが、じゃあこれから何をすればいいのかというアイデアですね。初等教育のお話がありましたけど、これからそれに向けてどうしていけばいいのかというののお考えというか、アイデアリストみたいなものがあれば、ぱんぱんぱんご紹介いただけるとうれしいなと思った次第なんですけど、いかがでしょうか。

○京都大学大学院（原田） それは本当は森川先生から聞かないといけないと私は思っています。というのは、基幹となる日本の大学はやはり教育のことを真剣に考えて実践しなければならないと思っています。私の研究室では来年初めて卒業生を出していくこととなりますが、現在先ほど述べたことを少し実践し始めています。まずプロジェクトベースに変えるということと、レポートをきっちり出すこと。22歳で会社に入った人がやる企業のOJTと同じような形でやること。確かにきつい等の不平不満は言うてくれるんですけども、22歳のほかの人は働いている人がいっぱいいるので、同じ年の人がやっていることができないというのはおかしいよねという共感を持ちながらちゃんと育てていくしかない。あと、できるだけ企業連携を増やして、企業との会合ではこういう発言をしていいんですよ、ここまでは言ってもいいけれども、ここは言うてはいけない。企業との共同研究のレポートはこうつくる。それは全部が全部じゃないですけども、まずはやると。あとはやはり標準化の流れ、先ほどお話があったようにIEEEの標準化の現状等をきっちり伝えて、英語を勉強する上でも、何の英語を勉強すれば一番早いのかというところの話をしています。あとは先ほどお話したように、一定の時間で一定のことができて、ちゃんとレポートを書ける。かつ、無線でいうと、今はやりのものだけじゃなくて、古いものから新しいものまでちゃんと知識として持っているということ。要するに、新しいもの食いだけするのではなく、きっちりと知識量を増やしていくと。昔からやっていたことをやっているだけなんですけど、それがやっぱり、皆

さん、先生方が忙しくなられて、ちょっと欠けてきているのが現状かなというのは、私の認識としてはあります。

○エブリセンスジャパン(株)(真野)　　ちょっと技術の話は置いておいて、まさに私が今具体的にやっていることでいうと、大学で非常勤ですが、ベンチャー経営を教えています。その学生にある時間を割いて何をやるかという、ロジカルシンキングをしています。書いてきたレポートを見て、アウトラインになっているかなっていないかをまず判断します。パワーポイントの書き方、べた書きしている学生はまずダメです。作書能力、思考、構成をつくって、組み立てをして、修飾をして、そういう道具の使い方をまず教えます。道具を使えば訓練になります。それから、ディベートをやります。ディベートのルールを決めます。あるいは投票をします。評決をします。そのためには、リーダーが評決ルールを最初につくってあげることが。ですから、今、インターネット協会でIoTのワーキンググループをやれというので1つやっています。ここで最初に何をやったかといったら、ワーキンググループの運営規則をつくりました。ドラフトを出しました。ところが、問題が起きました。上の組織には明確な投票ルールも評決ルールもなかったんです。そうすると、そこにそごが出るんです。なので、そこは直してくださいと。実際にそういうオープンな意思決定ルールを明確にしたことを実践してやっていく。それが多分標準化になれていくことだと。今まで日本人はどうしてもハイコンテキストな世界ですから、文字が24種類しかなくて、それで全てを表現している世界の人たちと違って、日本人は漢字1つで全て伝えられるんですね。ですから、あうんが成り立つんです。でも、あうんが成り立たないことはグローバルに行くといっぱいあるわけで、だとしたら、あうんが成り立たない部分を全部文字にし、数字にし埋めていくという作業が必要なので、そういうやり方をやってみせることだと思います。

○近藤構成員　　近藤は10年ほど前、早稲田大学で5年間ほど客員研究員で、加納貞彦先生という標準化の先生のところにお邪魔していたんですけど、加納先生たちはITUの方たちと、企業も学生も一緒になって、国際会議で戦うためにというお勉強会をやっていたらして、とてもそれが好評で、今もやっていたらいいなと思うんですけども、コーヒータイムの駆け引きの仕方とか、前日の根回しの仕方とか、本当に細かいところを、こういうことは英語で言っちゃいけないんだとか、この人に攻めるんだとか、そういうコツみたいなものをとても伝授していらして、あれはよかったんじゃないでしょうか。続いておられるといいと思います。済みません。

○(一社)情報通信技術委員会(前田) 今言われた加納先生が始められたものは我々一応引き継いでおりまして、現在はITU協会さんとTTCで同様の勉強会を企画しております。ただ、それにはいろいろ人材も必要ですし、運営も必要ということで、いろいろと総務省さんにもご支援いただきながら、これから発展できればなと思っております。

○相田主査 ほかにいかがでございましょうか。

○宮崎構成員 初等教育の段階からやっていくのが重要じゃないかというお話が出ていたと思うんですけども、結局、先ほど日本はあうんの呼吸でわかるような文化というお話があったと思うんですが、標準化の活動というのは欧米のそういうあうんじゃない文化の中でできてきた制度というか、仕組みじゃないかと思うんです。初等教育からというのは、それを本当は日本の中でやるのは非常に難しいのかなと思います。というのは、やっぱり周りの文化があうんの文化の中で、お話しいただいた先生方が時々教育とかをなさってくれるとしても、それはまず数が少ないですね。だから、本当は若いうちから海外に出て、そういう文化の中で育っていく中でディベートとか標準化とかというのに行くのがいいんじゃないかと思って、国がそういうことをサポートするような制度ができればいいかなと思います。例えばなんですけども、最近クラシックバレエの世界は、昔は絶対不可能だと言われていた、日本人が国際大会で優勝し始めているんですね。それを見ていると、中学ぐらいから海外で戦っている。海外に住んで、海外のバレエ学校とかに入っているんです。そこで何年か勉強してきて戻ってくると、それが日本にどんどん、そこで学んだ人たちが教え始めると、今度は日本がそういう文化にだんだんなってくると。多分この標準化とかというのも、一番手っ取り早いやり方というのは、若いうちに海外に送り込んで、その人たちを戻して、その人たちが教育者になっていくということじゃないかなというのが私の個人的な意見です。

○京都大学大学院(原田) 今のご質問に対しての私の考えは2つあります。おっしゃる方法か、日本で同じような環境をつくるかの2つしかないと思います。私自身、海外で住んでいたこともあります。海外に出ることのメリットは他の国の人との“あたりかた”、例えばどこまで言うと怒り始めるのかとか、どこまで言うとけんかし始めるのかとか、その辺を体で習得するためにはやはり海外に出たほうがいいかと思います。でも、1年間いた後に思ったのは、この環境を日本でつくれば、別にここまで来なくてもいいかなと思ったのです。だから日本に戻りました。実は、研究室のメンバー30人の中

の44%を日本人以外にしたのもそれが理由です。それができれば、全部英語になって、レポートも英語になって、そのできあがった英語のドキュメントをそのまま標準化にも出せるので楽なのですね。アジアだけではなく、ロシアも入れましたし、トルコも入っていましたし、ヨーロッパの人も入っていましたし、とりあえずマルチカルチャーな環境にしてしまいました。このようにマルチカルチャーな環境を日本の中につくるか外でそれを体験するか、多分2つしかないと思っています。

○近藤構成員　　すごい。すばらしい。

○エブリセンスジャパン(株)(真野)　　よろしいですか。ちょうど私もきのうまでシリコンバレーにいたんですけど、やはり一番の違いは人材の流動性なんです。シリコンバレーで今圧倒的に多いのはインドの方と中国の方です。CEOも、とんがっている企業のトップは大体今インドの方になっています。ご飯を食べに行っても、いらっしゃるのはそうです。日本人の方は、駐在と言われている、お仕事のほとんどをアテンドに割いている方が多いんですけども、そこにまず差があります。まさに、じゃあ日本人がどんどん向こうに行けばいいじゃないか。たまたま食事をしていた中学生の男の日本人の子ですが、「真野さんってエンジニアなんですか。教えてください」と言って横に座られて、コンピューターをあけてハッキングを始めて、「ここをこうやってアタックしているんだけど、ここができないんだけど、これはどうやったらいい？」みたいな、「いやいや、そういうことをやっちゃだめでしょう」みたいなことを言いながら、でも、そうやって聞いていくという姿勢は、じゃあ彼はどこで学んだんだ。彼は向こうで生まれたから。まさに文化だと。なので、そういう文化に送り込んでいく、早いうちに。これは早いうちです。あるいは今原田先生の言われたように日本で文化をつくる。実際にうちは今、ジャパンという名前がついているエブリセンスのほうは、アメリカの会社で、日本は子会社なんです。日本でエンジニアを雇ってみました。インド人とドイツ人です。そうすると、必然的に彼らと仕事をするには、私の意思を明確にし、ルールを決め、説明をしないと、動いてくれないんです。違う、あうんじゃない人たちなので。でも、それをやったら、日本人もだんだんそれをやらなきゃいけないなというふうになってくると思います。だから、原田先生が言われたように、両方の方法でトライはできるのかなと思っています。

○相田主査　　ほかにいかがでしょうか。

日本はあうんでいっているのかということ、例えば小学校なんかではもう今、平気で授

業中に席を立っていく子供が続出しているというので、少なくとも30年前までのあうんの世界というのは日本人の間でも通用しなくなっている嫌いはあるのではないかなというところで、やはり初等教育からということになるのかもしれませんが、ちょっと本格的に立て直さないといけない時期になっている気はいたします。

ほかにいかがでしょうか。それでは、大体予定した時間になりましたので、まだいろいろ言い足りなかったことがあるかと思しますので、もしよろしければ、お帰りになって、言い足りなかったことがございましたら、事務局のほうまでご連絡いただければと思います。本日プレゼンいただいた方々には、もしかするとそれで追加の質問等を文書で差し上げることがあるかもしれません。その節はどうぞよろしくお願いいたします。

ということで、これで全体を通しまして、本日まで出席いただいている政務官のほうから、もしコメント等ございましたらお願いしたいと思います。

○興水総務大臣政務官 本当に白熱したご議論、ありがとうございます。標準化、非常にやっぱりいろいろな角度からの議論だと思いますし、人材育成といっても、どういう人材を育成するか。先ほど、いろいろな特許の問題にしても、特許をどれだけ幅広くどう入れるか。でも、その入れる標準化の中で、じゃあ全体として何%入れればいいのか悪いのかとか、あるいはマーケティングから入って、社会的な問題の中でどう解決するか、そうやって入るかということで、基本的にはみんなが共有できるか共通の認識のもとで、これでやっていきましょうという合意をどう形成するかと、そういう非常に、その人材が一体どういう場面でどうやってできるのかなという、これからさらに皆様方にいろいろ議論していただいて、まさに日本の文化とか日本人の考え方を大きく、それが新しい世界の標準になるような、そんなご議論もいただければ、この中からそういったことが何か期待されるような、そういった議論の場であると感じました。また、先ほど最初AIの話もいただいたんですけども、これからIoTの時代になってきて通信量も相当増えると。100億台、そういう世界の中で、どう省エネでというか、そういったことが、AIにしても大量なデータを高速で、そしてやっていく。それをどう省エネでやるかという部分では、先ほどの脳科学を活用したあり方だとか、その標準化にしても、お金をかければ何でもできるんだけど、どう省エネでやっていくか、そういった視点も持ちながら、新しい視点を持った、そういったアプローチもぜひ、ここの皆さんがいれば何かきっとすばらしいことができるのかなと。また、先ほどドラえもんの話がありまし

たけど、科学者でいきなりドラえもんができるとは誰も言わないんですが、芸術家がドラえもんというものが、ああいったイメージができるということは非常に私は大事で、ドラえもんを実現するためにどんな技術が必要かでやってしまいましたと、イメージを共有して、それに向けて何か進める、そういった視点も非常に大事だと思ひまして、一つ一つのご意見に大変感動させていただきまして、さらなる活発なご議論をよろしくお願ひ申し上げまして挨拶とさせていただきます。今日は本当にありがとうございました。

(4) その他

- 相田主査　それでは、今後のスケジュール等につきまして、事務局のほうから説明をお願いいたします。
- 事務局　次回会合は3月18日金曜日の13時からの開催を予定しております。場所等については別途ご案内させていただきます。以上でございます。

閉　　会

- 相田主査　それでは、全体を通しまして、皆様方のほうから何かございますでしょうか。よろしゅうございますか。ございませんようでしたら、本日の会合はこれで終了させていただきます。どうもありがとうございました。