

情報通信審議会 情報通信技術分科会（第73回）議事録

第1 日時 平成22年4月20日(火) 16時00分～16時40分

於、総務省8階1特別会議室

第2 出席委員（敬称略）

坂内 正夫（分科会長）、酒井 善則（分科会長代理）、相澤 彰子、
青木 節子、荒川 薫、伊東 晋、鈴木 陽一、高畑 文雄、徳田 英幸、
広崎 膨太郎、村上 輝康（以上11名）

第3 出席専門委員（敬称略）

森川 博之

第4 オブザーバー（敬称略）

大岩 和弘（情報通信研究機構 神戸研究所所長）

第5 出席した関係職員

（情報通信国際戦略局）

奥 英之（技術政策課長）、山内 智生（技術政策課研究推進室長）

（総合通信基盤局）

桜井 俊（総合通信基盤局長）吉田 靖（電波部長）、
山田 真貴子（基盤局総務課長）、竹内 芳明（移動通信課長）

（事務局）

白川 政憲（情報通信国際戦略局情報通信政策課管理室長）

第6 議題

（1）答申事項

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「デジタルコードレス電話の新方式の技術的条件」

【平成14年9月30日付け 情報通信技術分科会諮問第2009号】

（2）報告事項

脳情報通信融合技術の動向

開 会

○坂内分科会長　それでは、そろそろ時間になりましたので、情報通信審議会第73回情報通信技術分科会を始めさせていただきます。

本日は、委員13名中11名が出席ということで、定足数を満たしております。

なお、審議事項の説明のために、森川専門委員にご出席いただいております。また、本日は報告事項の説明のために、情報通信研究機構の神戸研究所所長大岩和弘氏にもお越しいただいております。よろしくお願いたします。

本日の会議の様子は、インターネットにより中継しております。あらかじめご了承くださいと思います。

それでは、お手元の議事次第に従って議事を進めてまいります。

議 題

(1) 答申事項

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「デジタルコードレス電話の新方式の技術的条件」【平成14年9月30日付 情報通信技術分科会諮問第2009号】

○坂内分科会長　議題は2件でございます。

最初に、諮問2009号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち「デジタルコードレス電話の新方式の技術的条件」について審議をさせていただきます。

小電力無線システム委員会主査の森川専門委員からよろしくお願いたします。

○森川専門委員　それでは、小電力無線システム委員会の主査を務めております森川が「デジタルコードレス電話の新方式の技術的条件について」というタイトルでご報告させていただきます。説明はお手元の資料の1-1のスライドに基づいてさせていただきます。

おめくりいただきまして、スライド番号1でございますけれども、こちらは委員会、

作業班の開催状況でございます。親会が3回、作業班が6回、作業班の方々にはお忙しいところをお集まりいただきまして、非常に多角的な視点からご検討をいただきました。この場をおかりいたしまして御礼申し上げたいと思います。

続きますスライド番号2番でございますが、こちらが厚い資料1-2の報告書案の目次になってございます。

続く3枚目、3ページ目でございますけれども、検討の背景でございます。アナログコードレス電話から始まりまして、平成5年、1993年にデジタルコードレス電話の制度化が1.9GHz帯でなされております。今回検討したものは、1993年からもう17年経過しておりますので、そちらを広帯域にするという方式に関する検討を行いました。それとともに、コードレス電話としては平成15年に小電力データ通信システムとしてISMバンドを使ったコードレス電話も今現在使われております。こちらの1.9GHz帯のほうが事業所用で使われておりますコードレス電話でございまして、ISMバンドのほうが、いわゆる家庭で使われておりますコードレス電話になっております。そのため、今回は先ほどもお話しいたしましたとおり、平成5年のデジタルコードレス電話の制度化、これを広帯域にするという目的で検討を進めてまいりました。

続く4ページ目をごらんいただけますでしょうか。こちらの新しい方式につきまして、昨年の11月24日から1カ月間提案募集を実施いたしまして、その結果、こちらの表にございます2つの会社から提案をいただきました。その概要がこちらの表に書いてございます。左側がパナソニック株式会社とパナソニックコミュニケーションズ株式会社さんからのご提案でございまして、右側が京セラ株式会社からのSuper PHSに関するご提案でございます。続くスライドで、それぞれについて簡単な特徴をご説明いたします。

続く5枚目のスライドと6枚目のスライドでございますけれども、こちらはパナソニック、パナソニックコミュニケーションズ株式会社さんからご提案いただいたDECT準拠方式に関するものでございます。絵にかいてありますとおり、例えば家庭の玄関のカメラ、そこにお客さんが来られたときに、新しいDECT準拠方式のコードレス電話の端末で画像を確認するとか、そのようなアプリケーションシナリオが可能になるといったものでございます。

続く7枚目のスライドがSuper PHS方式の特徴でございまして、こちらは家庭・オフィス等でシームレスに通信可能とするものでございまして、こちらにも画像転送

等を容易に行うことが可能でございます。Super PHSもDECT準拠方式も本質的な機能としては一緒であるをご理解いただいて構わないかと思います。

それでは、続く8枚目でございますが、こちらがコードレス電話の国内動向、海外動向でございます。先ほどお話しさせていただきましたように、今現在、国内のコードレス電話として使用されている電波の方式は、アナログ、デジタル、小電力データ通信システムという3つがございますが、このうち今回検討いたしましたのは2つ目のデジタルのコードレス電話になります。今現在、合計約300万台の出荷台数があります。

続く9枚目でございますけれども、こちらが国外の情報でございます。下のほうに書いてございますが、国外では親機ベースの販売シェアとして、欧州のETSIの基準のDECT方式、こちらが61%、そのほかのデジタルコードレス電話が12%、アナログコードレス電話が27%といった状況でございます。

続く10枚目でございますけれども、今回新しいデジタルコードレス電話システムを検討するに当たりまして、一番初めに重要な考え方といたしましては、今既に使われている現行方式、公衆PHS、あるいは携帯電話、それらの技術条件を変更しないことというのがまず第一の条件として検討を進めました。それとともに、新たに新方式を導入することによりまして、新方式の帯域以外のシステムへの干渉は今までの干渉レベル以下とすると、そのようなことによりまして、今現在動いているシステムへの影響を最小限に抑えるという前提に基づきまして、技術基準の検討を進めてまいりました。こちらの表は、干渉を与えるほうと干渉を受けるほうとのマッピングでございます。1から1、2、3、4とずっとございますけれども、それぞれごとに干渉量について検討を行ったものでございます。

具体的な検討につきましては、続く11枚目のスライドからご説明したいと思います。続く11枚目のスライドは同じ帯域内でございます。先ほどの10枚目のスライドの真ん中のところにあります新方式というのが今回検討した新しい方式でございます。したがって、新しい方式を受け入れることによりまして、今現在使われているデジタルコードレス電話の現行方式、あと公衆PHS、それらとの干渉の影響を把握しなければいけない。

そういった観点のもとに、11枚目のスライドで、左側が家庭用の干渉モデル、右側がオフィス街の干渉モデルといった形で干渉モデルを定めまして、その際に具体的なキャパシティーがいかようになるのかというのを計算したものが12枚目のスライドにな

ります。同じ帯域を使っても、この12枚目の検討結果より、最繁時に現行方式、あるいは公衆PHS、それぞれ必要なチャネル数を確保できることを確認しております。

続く13枚目でございますけれども、こちらが、新しく導入する方式がそれ以外の帯域に与える影響を調べたものでございまして、それにつきましても、調査モデル1、調査モデル2、確率的な評価という3つのモデルに基づいてシミュレーション評価を行っております。

その結果が14枚目ございまして、細かい説明は省略させていただきますけれども、シミュレーション結果より、帯域外に与える影響も少なく、新しい方式を受け入れたとしても共用可能であるということを確認しているものでございます。

これらの検討を踏まえて、15枚目と16枚目が新しいデジタルコードレス電話システムの技術的条件を表形式でまとめたものでございます。この中のポイントとなりますのは、16枚目の下のほうで、キャリアセンス①、あとキャリアセンス②というのがございますけれども、これはそれぞれ現行のデジタルコードレス電話との干渉を避けるために、このようなキャリアセンス①、キャリアセンス②というものを設けてございます。

①でございますが、17枚目で周波数のスペクトラムの絵を示してございまして、このうち一番上の現行方式のグリーンの色のところは制御チャネルになっております。制御チャネルがつぶれるといろいろと支障が生じますので、制御チャネルのところはしっかりとキャリアセンスをして、現行方式の制御チャネルには影響を与えないように、キャリアセンス①といった形で制限を加えているものでございます。それとともに②に関しましては、3方式で先に使用されている通話チャネルに影響を与えないためのものでございます。

最後が18ページ目でございますけれども、将来の検討課題でございます。国内におきましてもスマートメーターの導入や家電機器のモニタリング等についての検討・実証実験が進展しつつある状況をかんがみまして、今回検討させていただいたデジタルコードレス電話につきましても、非常にコストが安いとか、IP伝送が可能であるとか、リアルタイム性を確保できるとかといった特徴がございますので、そのような新しい展開につきましても、これらの技術仕様が明らかになった時点で新しく技術的条件を見直すことが適当と考えられるというふうにまとめてございます。

簡単ではございますが、以上でございます。

○坂内分科会長 どうもありがとうございました。ただいまのご説明に、何かご意見と

かご質問はございますか。

○酒井分科会長代理　よろしいでしょうか。

○坂内分科会長　はい、どうぞ。

○酒井分科会長代理　このキャリアセンス①の影響なのですが、そうすると、例えばすぐそばに現行のものがあって、そちらが使っているとこれは動かないということになってしまうのでしょうか。

○森川専門委員　スライドの17枚目でございますけれども、キャリアセンス①のことでございますが、12チャンネルと18チャンネル、現行の緑色のところが制御チャンネルでございます。こちらにかぶさるものが、新しいDECT準拠方式でいきますとF2、F3、F4になりますので、制御チャンネルを使っている場合には、このF2、F3、F4は使わないと。Super PHSに関しては11チャンネル、19チャンネルのところは使わないということで、それ以外のところは使えるという形になります。

○坂内分科会長　よろしいですか。ほかに何かございますか。

ないようでしたら、本件はお手元の資料73-1-3の答申（案）のとおり答申したいと思いますが、よろしいでしょうか。

（「異議なし」の声あり）

○坂内分科会長　それでは、この案のとおり答申させていただきます。

では、ただいまの答申に対して、総務省から今後の行政上の措置についてご説明を伺えるということですので、よろしくお願いいたします。

○桜井総合通信基盤局長　基盤局長でございます。ただいま一部答申いただきまして、まことにありがとうございます。

先ほど森川主査のほうからお話ございましたように、デジタルコードレス電話、現行の方式が制度化してから十数年が経過しているということで、高速データ通信等への対応が課題となってきたということでございます。こういった課題に対応するというところで、具体的には高品質な音声通信を可能とするとか、高速データ通信への対応を可能とするとか、あるいはコードレス電話のみならず家庭内のネットワークとしての活用も期待されるものだと思っております。

総務省におきましては、この答申を受けまして速やかに技術基準の策定手続を進めてまいりたいと思っております。森川主査をはじめとします小電力無線システム委員会の先生方には、大変精力的なご審議をいただきました。改めて御礼を申し

上げたいと思います。

○坂内分科会長　　どうもありがとうございました。よろしいでしょうか。

(2) 報告事項

脳情報通信融合技術の動向

○坂内分科会長　　それでは、続いて報告事項に移らせていただきます。

脳情報通信融合技術の動向について、情報通信研究機構の神戸研究所所長の大岩氏から、ご説明をよろしくお願いいたします。

○大岩NICT神戸研究所所長　　よろしくお願いいたします。情報通信研究機構神戸研究所の大岩でございます。

本日はこのような貴重な機会をちょうだいいたしまして、まことにありがとうございます。脳情報通信融合技術の動向ということでご報告させていただきます。資料のほうもございますけれども、目の前のモニターをごらんになりながらお聞きいただければと思います。

まず、このスライドですが、お手元の資料にはございません。確度があまり高くない情報も入っていたり、古い数字が入っているために印刷しておりません。ここに書いてありますのは、世界の脳機能の研究費の状況といったものであります。脳機能研究というのは欧米各国が国家プロジェクトとして取り組み始めておりまして、その競争はかなり激化しております。

例えば、米国国立衛生研究所、NIHの2006年の研究費ですが、神経科学に投資された研究費は48億ドルほどあります。また、英国では医学研究会議、MRCが、2005年には神経科学、メンタルヘルス関係で1億ポンドほど、240億ほどのお金が出ております。ドイツ、フランスでは共同研究体制が組まれておりまして、MRI、磁気共鳴装置という脳機能を測定する装置ですが、神経疾患に関するプロジェクトに5年間で300億のお金が投入されております。

人間のあらゆる活動が脳によって生み出されているということを考えれば、脳の機能の解明がもたらす知的財産の大きさやインパクトははかり知れないものがあると思います。そこで、国家戦略として脳機能を実施するという存在もうなずけるものであろうかと思えます。

脳機能の研究の中には大きく2つの流れがございまして、その1つが脳医学に関する研究開発です。ここに投資されている研究費の多くが、脳医学のための研究に使われています。一方で、脳を工学的に扱う、あるいは工学的に利用するという立場の研究が存在しまして、それが脳工学と呼ばれる分野になります。脳情報通信融合技術は幅広い研究領域を含む脳科学の1つの分野ではありますけれども、さまざまな研究アプローチがある脳科学の中で工学的なアプローチに力を入れていこうとするものであります。

大量のデータを瞬時に送信することができるようになった情報通信技術は、私たちの生活を非常に便利にしてくれています。一方で、この発達に伴って顕在化してきている幾つかの課題があると思います。その1つが、大規模になったネットワークの制御の問題でありまして、データ流通量が非常に大きくなっていく、やがてそこで消費されるエネルギーがだんだんと増大していきだろろうということがあります。また、高度に複雑化したネットワークの厳密な制御にも限界が来るという予測もあります。

一方でコミュニケーション技術としての情報通信ですけれども、あふれんばかりのデータの中で必要なデータが埋没してしまう、探し出せない、意味のある情報が取り出せない。そして、人間の脳の仕組みや能力を超してしまったような情報が出てくる。このようなストレスといったこれまでは考えられなかったような問題が出てきているように感じられます。

このような課題の解決を考えるとときにはお手本がありまして、それが脳なのであります。脳というのは非常に巨大で複雑なネットワークを持っておりまして、140億と言われるような神経細胞が50兆という大きな数のシナプスというノードを持っておりまして、しかし、これにもかかわらずこのシステムはわずかなエネルギーで非常に効率よく動く、不測の事態にも柔軟に対応する、ひらめきと呼ぶような創発的な情報補完を行うというわけでありまして。

幸いにして、現在、人の脳の機能を研究するためのツールが整い始めておりまして、脳機能の解明が非常によく進み始めております。この知見を、ICTに応用することで技術的なブレークスルーを期待しようではないかというものでありまして、脳科学と情報科学との融合研究で、上に挙げたような課題を解決していこうという研究の流れであります。

情報通信技術の革新的な発展に向けて技術的なブレークスルーを目指す工学的アプローチである脳情報通信融合研究は、実は3つの研究テーマを持っております。その1つ

の課題は、インターフェース技術としての脳と機械、ブレインとマシンをつなぐ技術、Brain-Machine Interface技術、略してBMIと呼びますが、その研究であります。知覚や認識、あるいは感情、運動意図、このようなものに対する脳活動の計測を通して、脳活動を外科的な処置をすることなくはかる技術を非侵襲計測技術といいますけれども、これを使って情報端末やロボットなどを動かすという新たなインターフェース技術であります。

2つ目の研究課題は、情報のわかりとか心、感情、情動など、人と人とのコミュニケーションを脳機能から研究していくという、コミュニケーション技術の改良を行っていく研究、Heart to Heart Scienceと呼んでおります。

これらの研究開発によりまして、現在の情報通信が大きく依存している視覚、聴覚などのインターフェースに加えまして、新たな情報通信インターフェースの可能性を検討していったり、あるいはユーザーにとってほんとうに必要な情報は何かということ、またそれを適切に伝える技術、わかりを導く情報提示の開発の方法など、コミュニケーションの質にかかわる研究開発をしていこうとしております。

そして3つ目なのですが、膨大な数の神経細胞から成る複雑ネットワークである脳、あるいは生命システムもそのネットワークでありますけれども、この精密な解析から得られた新しい概念を現在の情報処理や情報通信システムに応用していくものでありまして、情報通信技術に顕在化してきた問題について解決を与えていこうというものになっております。生命体の動作原理としての揺らぎといったものをもとにして、情報通信システムの効率化や自律性の付与などの可能性を検証していくものであります。これを、私たちはBrain-Function installed Information Network、BFIネットワークの研究と呼んでおります。

これらの研究の開発の基礎となりますのは、人の脳の機能を外科的な処置なく、つまり傷つけることなくはかる技術でありまして、非侵襲の脳機能計測技術といいます。これらの装置の開発をさらに進めていくことによりまして、脳の働きをより細かく、正確にはかれるようになっていこうというところです。

この技術の社会的還元といたしましては、5年後ぐらいには、脳と機器が通信するBMI技術によりまして、困難にチャレンジする人や情報弱者、あるいは高齢者の自立を支援したり、身体技能を補う、助ける、補強するといった機械が出てくるものと期待します。10年以降には、脳機能をインストールしたネットワークによりまして、けた違

いの省エネルギー性とか自律性、環境適応性などというような、高度なネットワークが実現されることも期待できます。

また、BMI技術が発展することによりまして、ユーザーが情報通信端末の入力機能を格段に向上させることができる。あるいは、ユーザー自身が全く別の空間にいるような感覚を擬似的に体験できるような、身体空間の拡張システムといったものが実用化されるやもしれません。

心と心の通信技術ということで、画像や映像や音声だけではあらわしがたいアイデアとかイメージ、感情などを伝えることができる、新しいコミュニケーションのパラダイムといったものが生まれてくることを期待した技術開発になっております。

具体的に、個別の研究課題についての現状をご紹介します。まず心を機械に伝えるBMIの技術開発でありまして、非侵襲脳計測技術を使って機械を動かす技術に関しては、日本は世界的にも競争優位にある研究開発分野になっております。

先ほどの繰り返しになりますけれども、脳機能の研究の基本というのは非侵襲の計測技術にあります。神経活動に伴って、脳の中の血流が変化します。血流変化を測定するMRIという大きな装置があります。人間ドック等で入ったことがある方もいらっしゃるかと思いますけれども、このような装置で脳機能をはかることができます。また、神経の活動というのは電気活動ですので、その電気活動から微小な磁場が生まれます。その微小な磁場をはかるMEGという装置があります。このような大型の装置を使うことによって空間的、時間的分解能を高めて、人の脳の機能をはかっております。

また、実際の活動をしている現場で、生活の中で使っていく上で小型化、可搬化した装置が必要でありまして、NIRS、あるいはEEG、脳波計ですけれども、このような装置も同時に開発されております。下のNIRS、EEGについては、大型装置に比べて時間的な、あるいは空間的な分解能が十分ありません。そのため限定的な使用になります。大型装置の研究開発を進めていくことによりまして脳機能のマップができて、そしてそれを小型化装置で実世界の中に応用していくといった動きが出てくることは間違いなく、両方が研究開発の両輪のように進んでいくことが望まれています。

さて、BMI技術なんですけれども、私たちの住む世界を内的世界と外的世界というものに分けてみたいと思います。外的世界からの情報というのは私たちの感覚器、目や耳、鼻を通して私たちの脳の中に入力されてきます。外界と内的世界のインターフェースにおいて、感覚情報が脳へどういうふうにコーディングされるのかといったことが1

つの研究テーマになります。

また、脳の中の私たちの内的な世界から、効果器、いわゆる筋肉を通して外的世界へ情報を発信することがありますが、脳の中の情報がどのようにデコードされて外へ出ていくのかといったことも研究開発になってきます。外界とのインターフェースに近いところでのコーディング、デコーディングに関する技術開発が、このBMI技術になります。

例えばどういうことができているかといいますと、私たちが風景をデジタルカメラで撮影するときのことを考えていただきたいと思いますが、CCD上に記録された画像は、画像圧縮などの方法をとってコンピューターに取り込まれます。その後、ソフトウェアがこの情報をデコードすることで、モニター上に画像を映し出すことになります。

人が絵を見るときにはどのようなことになっているかといいますと、人は視覚情報を目でとらえます。そうしますとその映像は網膜に投射されて、さらに脳の視覚野、後頭部のこの辺なのですけれども、このあたりの脳活動を引き起こしてきます。この脳活動のパターンをMRIという装置で見ますと、このようなパターンが見えてまいります。計測された脳パターンから、見ている図形を画像として再構築する方法が開発されています。

下に示した図は被験者、実験協力者が見ている映像で、その下に示しているのが脳活動から再構成した画像でありまして、非常によく再構成されていることがおわかりになるかと思います。この研究というのは、複雑な知覚内容を脳からそのままの形で取り出せることを世界で初めて示した技術になっております。

また、非侵襲の機能計測を用いて、指先を動かすという私たちの運動意図を脳活動から読み出しまして、コンピューター上にリアルタイムで再現する技術も進めています。このような今示していますような大型の計測装置を用いまして、脳の活動を時間的、空間的にとらえて、そこからデコードします。そして何が起こるかという、指先の10センチ程度の動きなんですけど、これをほぼリアルタイムで、誤差1.5センチのところまで再構築できる。青い点で示した実際の指の動きと、脳の情報から再現された指の動きがよく一致していることがおわかりになるかと思います。

私たちは道具を使うことで身体空間を広げてきましたけれども、このBMI技術、ネットワークを使うことによって、身体空間を非常に大きく拡大することができるだろうと考えております。先ほどの研究が進みますと、言葉やイメージ、意図を思い浮かべる

だけで操作できるような情報端末機器やマシンが登場するかもしれません。BMI技術は既に医療現場での応用が期待されておりますけれども、情報通信技術として、身体空間の拡張技術、あるいは心の表現手段の拡大といったものにつながる研究開発が期待されますし、また高齢者にも優しい情報通信、機械システムを提供する技術になろうかと思えます。

次に、脳に学ぶ情報ネットワーク技術のお話でありますけれども、現在、大量のデータを瞬時に送受信できる情報通信技術でありますけれども、この情報通信システムの性能と規模は年2倍というスピードで増加しております。扱うデータ量はどんどん増えておまして、このために消費する電力も非常に増えております。また、システムが複雑化しておまして、厳密に制御するのがかなり難しいということも出てこようかと思えます。

これに対して、先ほどもご説明しましたように、人間の脳というのは超複雑なネットワークシステムであります。たかだか20ワットぐらいのエネルギーを使うだけで、かなりロバストに制御できるメカニズムを持っている。これを使って、バイオシステムを使って、新たな高機能なネットワークを実現しようという試みであります。

この背景にあるのは生命科学の研究なのですけれども、近年、たんぱく質の分子たった1つをつかまえてその機能をはかるという技術が開発されてきて、大きく進展してきました。生命科学というのはなかなか、緑色のぐにやぐにやしたものだというような感覚のものかもしれませんが、今や精密科学の仲間入りをしたと言えます。この研究から明らかになったことは、生命体のシステムは実は揺らぎというノイズを使っているんだということでもあります。

シリコンでできた今日のデバイスについては、熱による揺らぎ、あるいはノイズを非常に嫌います。これを除くために大きなエネルギーを使っているわけですが、生命体はむしろそのエネルギーを効率的に使うといったことをします。最初にこの揺らぎを数式にあらわすことができたのは分子レベルだったんですが、今はこれが一般化した揺らぎ方程式というものになってきています。

ひとたび数式になりますと、これは工学的応用が可能なのであります。応用が進んでいる1つはネットワーク制御の研究でございまして、複数のルーターが複雑に組み合わさったネットワークの制御に、この揺らぎ方式を応用しております。今のところはシミュレーションのレベルでありますけれども、準最適ルートを常に揺らぎで検索して、故

障や事故などの突発的な状況変化に柔軟に対応できるようなロバスト性が示されてきております。

また、揺らぎによる制御を用いますと、ルーティングの計算量を格段に減らすことができるだろうと考えられています。現在のインターネットの中で使われている方式は、その計算量はノード数の自乗でまいてまいます。しかし揺らぎ制御を使いますと、ノード数の1乗、比例する形になりますので、ノード数が約1万のところにおいて、これは日本のコンピューターネットワークの規模でありますけれども、計算量を3,000分の1程度にまで落とすことができるだろうという試算がございます。生命システムに学ぶ情報処理、制御の可能性が示されているところです。

それでは、最後にハート・トゥー・ハート、心と心をつなぐ科学について簡単にご説明したいと思います。先ほどお話ししましたように、膨大なデータによってユーザーがストレスを感じるような状況や、伝えたいことが伝えられないというコミュニケーションの巧拙、あるいは手段の制約など、さまざまな課題があろうかと思えます。これを突き詰めていきますと、人のコミュニケーション能力が本質的に抱える問題なんだということになろうかと思えます。これを助ける手だてがないかということで、脳機能研究を進めていくわけです。

人間らしい情報解釈の1つとして、ここに示すような隠し絵のひらめきというものがございます。左上に出ているこの絵を見ていただいて、一見無意味な、白黒のパターンのように見えるかと思えますけれども、しばらく見ていらっしやると、「あっ」と思い浮かぶのではないかと思います。脳というのは、不十分な情報であっても意味のある対象を柔軟に見つけ出すことができます。これは、脳の中で私たちの神経細胞が図形の要素に伴って活発に活動しています。その自発的な活動が、不足している情報を補完してくれます。補完すると、この絵なんだというひらめきを持ってくることになるわけです。

計算機ではこれがなかなか難しいわけでありましてけれども、脳で起こっている自発的な組み合わせの確率理論といったものを私たちはつくりました。この結果、脳の情報の表現というのは極めて独特なものであって、神経の自発活動という自由度を利用して、かつ数個程度の神経集団の組み合わせで物体を表現するという単純さも兼ね合わせているシステムなんだということです。このメカニズムの解明が進めば、人間のコミュニケーション能力が本質的に抱える課題を解消できる。そして、コミュニケーションの効率や能力を拡張することができるだろうと期待して進めております。

今、隠し絵という一個人のものに限定してお話をしましたけれども、そもそもコミュニケーションというのは対人、複数の人間の間で行われるものですから、双方向性のインターアクションが必要だと思います。コミュニケーションの最小単位である2人の間の会話を、脳機能を測定しながら行うといった実験装置も開発しております。

また、会話の中では情動音声の機微といったものがありまして、感情や情動的な要素というのが極めて大事です。例えば、こんな音を聞いていただきたいんですが、「オガワさん」、非常に明るい声で声かけをしております。では、こちらはどうでしょう。「アサミさん」「エガミさん」、とても不満を言われそうな感じの声なのですが、こういった情動の音声に対して、人間の脳はうまく反応してくれます。こういったところを脳活動からきちっときれいにとらえる、定量的にとらえることができますと、コミュニケーションというのはどういうものか、あるいはコミュニケーション技術への大きな改良点を見出すことができるだろうと考えております。

人間的なコミュニケーションの理想像というのは、三人寄れば文殊の知恵と言われるような、創発的なコミュニケーションシステムだと思われまます。例えば、この場で「ボールペンをお持ちですか」と聞いたときに、論理的に正しい答えというのは「はい、持っています」「持っていません」だと思いますが、場の状況を考えると、「はい、どうぞ」というのが気のきいた答えかもしれません。人間というのは文脈や場、あるいは雰囲気といったものを共有できるわけでありまして、コミュニケーションにおいても、このような人間的なインテリジェンスの起源をきちっと把握できれば、コミュニケーションの効率、質を高めることができる。脳についての理解を深めることが極めて重要であるとと考えております。

以上、次の時代にやってくると思われるコミュニケーションの人間的課題、あるいは脳情報通信技術について目指しているものをご説明しました。脳研究というのは、この性質上、倫理的に十分な検討をする必要がある研究分野でもありますので、総合的な研究開発が必要だろうと考えておりますが、また、課題もたくさんあります。研究自体は非常に長いスパンで考えるものだとは思いますが、研究開発の途中で発生してくる多くの知見、技術といったものは、情報通信技術の技術革新等につながるシーズとして重要な役割を果たすのではないかと考えて、現状として研究開発が進んでいるところでございます。

以上、ご清聴ありがとうございました。

○坂内分科会長　　ありがとうございました。ただいまのご説明について、何かご意見と
かご質問はございますか。では、荒川委員。

○荒川委員　　私は脳科学と情報通信の技術に興味があって期待しているのですが、先ほ
どのfMRIで何を考えているかがわかるというのは大変おもしろいのですが、そこ
から11ページの図のように、車の中で、こう考えたら機械が理解できるとなるまでには
かなりハードルが高いですね。要するに、あの装置の中にがーっと人を入れて計測
していますので、ほんとにこういう空間で計測できることになるのは難しいと思うので
すが、そこら辺への見通しはどうでしょうか。

○大岩NICT神戸研究所所長　　大型装置を使うことによって脳機能の機能マップをつ
くっていきます。その機能マップが正確にできてくれば、現在の小型の、例えば脳波計
であるとか、NIRS系の小型化は進んでいるのですが、そういった小型の装置で特異
的な部分を取り出すことが可能になろうかと思っております、全部の機能をすべてや
れというとなかなか時間がかかるかと思えますけれども、特定機能について注目すれば、
さほど長い時間がかかる研究開発にはならないだろうと思えます。

○荒川委員　　どうもありがとうございました。

○鈴木委員　　よろしいでしょうか。

○坂内分科会長　　どうぞ。

○鈴木委員　　大変興味深い研究で、最後のところで大岩さんがおっしゃったように、非
常に息の長い研究としてやらなくちゃいけない反面、ここまで進んできたことを的確に
情報通信に応用していくことも必要だということで、やはりもので終わらないように、
ぜひ息が長く、しかしながらインパクトを次々と出していける、そういう研究分野に育
っていただければと思います。

もう一つ、私は聴覚や視覚などの複数の感覚が一緒に人間に入力される多感覚情報処
理に興味を持って研究しているのですが、その立場から言いますと、このヒューマン・
トゥー・ヒューマンサイエンスの部分で、今日のお話は、伝えたいことが伝わりにくい
とか、膨大なデータでユーザーにストレスが発生するからそれを解決するという、マイ
ナスをゼロにする技術として書かれていますけれども、総務省、情報通信という意味で
は、今、一定の実現ができて臨場感をさらに極めて高い臨場感、超臨場感として実
現するような、プラスをプラスプラスにする技術としても、この脳情報通信技術という
のは非常に見通しがあるというか、有望なんじゃないかと考えております。どうかそん

な視点でも、今後検討していただければと思います。

○大岩NICT神戸研究所所長　ありがとうございます。

○坂内分科会長　ほかに何かございますか。どうぞ。

○村上委員　非常に夢のある研究で、興味を持って聞かせていただきました。80年代にバイオミメティクスという分野が出ましたが、これが脳のところまでいくと、情報通信にとって大きな意味を持ち始めるということをお聞きさせていただきました。大きなポテンシャルがある分野だという印象を受けております。

具体的な応用ということでこの分野では、エネルギー消費を格段に削減できるようなメカニズム、あるいはアルゴリズムについての研究が行われているということなのですが、この種の研究はどのくらいまで来ているものなののでしょうか。データセンターの省エネなどには、すぐ応用したい分野なのですが。

○大岩NICT神戸研究所所長　そうですね。今のところはシミュレーションレベルなんですけれども、ある企業との共同研究が進んでいるところでありまして、できるだけ早い時期に実際にテストしてみたいと思います。アルゴリズムとして抽出すれば応用範囲はかなり広いはずですので、そこがポイントかと思います。ご指摘のとおりだと思います。

○村上委員　ありがとうございます。

○坂内分科会長　ほかに何かございますか。それでは、どうもありがとうございました。

○大岩NICT神戸研究所所長　ありがとうございました。

閉　　会

○坂内分科会長　それでは、以上2件が今日の予定でございましたが、委員の皆さんから何かございますか。よろしければ、今日の議題を終了させていただきます。

事務局から、何かご連絡等々ございますか。

○白川管理室長　ございません。

○坂内分科会長　それでは、今日の会議を終了させていただきます。次回の日程は確定してからご連絡いたしますので、よろしくお願いいたします。

どうもありがとうございました。