

第3回 脳とICTに関する懇談会 議事要旨

1 日時 平成22年7月1日(木) 17:00~18:40

2 場所 総務省7階 省議室

3 出席者

(1) 構成員(主査・主査代理を除き五十音順、敬称略)

柳田 敏雄(主査)、川人 光男(主査代理)、石井 信、大岩 和弘、苧阪 満里子、金子 邦彦、北澤 茂、佐倉 統、鈴木 陽一、田中 啓治、土井 美和子、横澤 一彦、渡邊 武郎

(2) 総務省

原口総務大臣、小笠原総務審議官、田中官房長、利根川情報通信国際戦略局長、河内大臣官房総括審議官、原口参事官、奥技術政策課長、山内研究推進室長

4 議事

(1) 開会

(2) 挨拶

(3) 議事

(1) 米国における脳関連研究の現状とICTとの融合の方向性について

(2) 中間取りまとめの方向性について

(3) 自由討議

(4) その他

(5) 閉会

5 配付資料

資料3-1 渡邊構成員 発表資料

資料3-2 脳とICTに関する懇談会(中間取りまとめ記載項目案)

資料3-3 資料3-2についての各構成員からのコメント

参考3-1 「脳とICTに関する懇談会」第2回議事要旨

参考3-2 「脳とICTに関する懇談会」開催要綱

座席表

6 議事要旨

(1) 開会

(2) 挨拶

原口総務大臣から挨拶があり、渡邊構成員から自己紹介があった。

(3) 議事

(1) 米国における脳関連研究の現状と ICT との融合の方向性について

渡邊構成員より資料 3-1 について説明があった。

【質疑応答】

- 同じノイズを聞いていると脳で順応（アダプテーション）してノイズが聞こえなくなったりするが、サブリミナルに対してもそういうことはあるのか。
- サブリミナルについての順応はあるかないかも分かっていないと思う。可能性としても2つの全く逆のことが考えられるため正直言ってわからない。1つはサブリミナルがノイズとなる場合は前頭葉がそれを抑えられないため、非常に強いシグナルとして順応が強くなる可能性が考えられる。もう1つは順応が起こっているのが（議論を呼ぶところではあるが）脳の第一視覚野のあたりである場合は、今わたしが示した MT 野のあたりは前頭葉が抑えているのがわかっているが、その下の第一視覚野の辺りまで抑えているかどうかはわからないので、順応が同じロジックで起こるのかちょっとわからない。
- アメリカでは神経科学研究センターから神経科学部ができることだが、果たして神経科学部というのをつくって学生が卒業する時にどこに就職するのかという不安はアメリカでは起きないのか。
- 今のアメリカは、バイオロジストは引く手あまたなので、基本的に神経科学はバイオロジーの一環と見なされるのであまり問題はないと思う。また、大学の周りに幾つものベンチャー企業がとり囲みを始めていて、そういった意味では今後神経科学はいろいろなところで発展していく可能性がある。NIH もすごいお金を出しているし、アメリカ政府が神経科学に関してバックアップすると言っている。NIH というのは、基礎研究だけではなくて、ベンチャー企業を興すお金まで出しておりどんどん企業ができてくる。そういった意味ではアメリカでは神経科学部ができたときの学生の就職先に問題があるとはとても思えない。
- 今のベンチャーについてだが、具体的にどういうことを応用としてベンチャーを起こしているのか。
- 神経科学の場合は、いろいろな種類のベンチャー企業との関連がある。たとえば、教育関係では脳の可塑性からの知見をどのように幼児教育や、少し知的障がいが出た方に対しての治療・訓練の方法などに対して応用するかを研究している人がいる。あるいは、MRI を使った研究で fMRI を使って脳のある部分を BMI という形で実用化していくかという動きも非常に強く出てきている。あと、バイオに関してはあまり詳しくはないが、バイオのレベルに関してもかなりのベンチャー企業が出てきているようだ。
- 私の印象論であるが、日本ではドクター（博士号）をとった人がすごく増えているが、なかなかキャリアパスが築けないということがある。（もちろんアカデミアの側にも責任があると思うが）、一方で社会の側にそういう専門的な知識や技術を

使っていこうというような体制や意欲があまりないような気もする。アメリカやヨーロッパでは、目的を達成するためにそのような専門的な能力を非常にうまく、ある意味ドライに使っているような印象を受けるが、アメリカで長く暮らしている立場から見てこの見解に妥当性があるように感じるか、また日本はどうすればよいか。

- まさにその通りだと思う。日本の場合は終身雇用がある。今は大分崩れてはいるけれども、基本的には終身雇用制。だから、エリートがなかなかベンチャーのようなどころに行きにくいのではないか。アメリカの場合かなり優秀な人材がベンチャーに行く。優秀な人間は大企業に行くのではなく自分で企業をつくる。最近は大きな企業に行ったりもしているようだが、基本的にはそういう精神がある。また、日本の場合は社会が非常にきちっとしているから、ケアレスミスが少なくてまじめに働いているといういいところがある反面、逆に言うとフレキシビリティが低いという悪いところがあるように感じる。

(2) 中間取りまとめの方向性について

資料 3-2 について事務局より説明があり、資料 3-3 について各構成員よりそれぞれ説明があった。

(3) 自由討議

- (資料 3-3-1 の発表を受けて) 多感覚情報処理過程を研究するにあたり、脳の計測をする際に、多感覚情報を刺激としてどのように被験者に与えるのか。
- 今つくっているのは、特に音響と映像の時間同期というのが非常に重要であるということで、非常に広い視野角で取り囲むような、音響だけで非常に厳密な 3 次元音響、あるいは、映像で非常に臨場感のある高精細画像、あるいは立体映像(最近民生化が進んでいるが)をもっと科学的に厳密に刺激的に使えるというものをまず 1 つつくろうとしている。ただ、非侵襲的な脳計測を行う場所にそういったものをどうやって導入していくかということは大きな問題で、そこについては今のところなかなか解を持っていない。
- (資料 3-3-2 の発表を受けて) 2 つの面白い論点を聞かせていただいた。1 つは大量に安価に脳活動データをとられる時代はすぐそこまできているということ。おっしゃるとおりだと思うのだが、やはり人間に関してはまだまだ難しい状態だとも思う。しかし、NIRS や EEG で起きている間中脳活動をはかれるような状況にはもう数年するとなるかもしれない。そうすると脳活動データのライフログがとれるようになり、脳活動研究も神経科学も心理学もがらりと変わるかもしれない。それをさらにデータドリブンな手法で解析していこうとおっしゃっていたかと思う。もう 1 つは、音声翻訳ソフトで実現しているように、どこかに大量の脳データがあり、将来的に携帯等で簡単に脳活動をはかれるようになると、それをサーバーに飛ばすと難しい計算をして解を戻してくれるという、脳活動データを使った応用に ICT が貢

献できる大きな道筋が考えられる。

- 自動音声認識に類似の成功例がある。日本を含め、コンピューターが言葉を理解する自動音声認識は、非常に精緻なモデルをつくって一生懸命やっていたところ、十数年前に IBM が世界一に躍り出たのは結局データベースを極めて巨大化したということ。それによって、係り受けの分析が統計的に非常に高精度に出来るようになって、これまでのすべての自動音声認識装置の性能を追い抜いた。
- 今の話は、統計的に解析するというのは大変面白いとおもうが、脳を中心としたデータでライフログをとると言うときに、生活のコンテキストとして、どこまでデータを集めればいいのかというのが問題になる。脳の中のデータだけとってそれで済むかということそうではない。恐らくプライバシーの問題などいろいろなことが絡んでくるので、研究の仕方自体が阻まれることも考えられるセンシティブな問題であると思うので、十分な議論が求められる。
- (資料 3-3-3 の発表を受けて) 今日のようなデータの話に標準化というのが必要になってくる。いろいろ誤解もあるので、標準化脳という表現は外す方向になると思うが、何か企業化するといった際には標準化がどうしても必要になると思うがいかがか。
- そのときどのようにデータがデータベース化されるかという点や、どのようにデータにアクセスできるかといった点においては標準化すべきであると考えるが、「これが標準の脳だよ。標準の頭の中なんだよ。」と決めることは危険ではないかというのが言いたかったことである。もう 1 点、資料には書き忘れたが、安全性に関して言及が必要ではないか。医学系の成果についてもそうだが、日本の企業でやろうとすると安全性に関してかなりセンシティブになっている。たとえば BMI で何か問題が起きた場合、人間の頭の中で問題が起きたのか、それを変換するところで起きたのか、アクチュエーターの方で問題があったのか、切り分けが難しい。しかし、この切り分けができないと誰がどこに何の責任を持つのが不明瞭で例え成果が上がったとしても製品化は難しい。その間にアメリカでベンチャーが先にやりましたということになる可能性がある。
- 標準脳というのがなぜ悪いかわたしには理解できない。神経科学的に言うと、我々全ての人間が持っている根源的なプロセスというのは基本的に一緒なわけで、その枠組みの中で個人差というのが出てくる過程が多いのである。もちろん個々人の尊厳は大事であるが、科学的に言うと、「脳の働きというのは人間の持っている標準的プロセスである。」というのが大事で、それを考えて行くことが原点だと考えている。
- 科学的なアプローチとして標準脳を追求することには異論はない。ただ、「研究をして標準脳モデルをつくりました」と外に出したときに、反応として標準から外れている部分がどこまで個人差として認められるものなのか、結局は受け手側の問題

なのだとは思いますが、「標準脳」と表現した際にどう受け取られるかという心配をしたところである。

○企業化の可否に関して、今、世の中ですでに実用化されている BMI には、人工内耳と脳深部刺激があるが、すべて国外からの輸入である。オーストラリア、カナダ、アメリカの会社に 100% 握られている。比較的簡単な回路だが、日本は高額な代金を支払っている。ただし、日本で研究していなかった訳ではなく、例えば、脳深部刺激による慢性疼痛の改善は、当時大学・企業とも努力をしていたが、結局厚生省や経産省の様々な規制の問題があり、全て外国に持って行かれた。BMI に限らず、ペースメーカーや人工心臓等の企業化も日本の中には根付いていない。これには、1 つには大企業が、危険なところに手を出さず、逆に小さな企業は薬事の許認可を通す体力は無いという両方の事情があった。このような状況を鑑み、BMI に関してはニューロモジュレーションのワーキンググループが設立され、経産省と厚生省が一緒になって、バイオと先端科学技術の融合など、今後大きなマーケットが期待されるものの開発に際し、日本がマーケットをとれるよう動いている。難しい問題はたくさんあるが、ここでみんなが怖じ気づいてまたマーケットをとられるようなことがあると本当に取り返しのつかないことだと思っている。

○私たちがすごく頑張ったとしても結局は資力をアメリカ等外国に持っていかれるとなると非常に深刻な問題である。こういった問題はここで議論しても仕方なく、大臣レベルで議論していただき、施策として入れていただければと思う。

○政治の政策的な部分は、はっきりと遅れていたと思う。つまり、政治の意思、この部分で明らかに劣っている。しかし、それは今回新しい政権に変わった。総務省では ICT の共同教育ということで、お互いが常時つながっていることによる解決型の教育プロセスをやっていく。教育をもとから変えていこうとしている。また、税制も変えようとしている。アメリカは、企業化する手前のまだ卵の段階で、ベンチャー、エンジェルも含めて多くの寄附を集めて、そこで様々なことができる。日本は資金の流れそのものも、この 20 年間経済成長していないのでシュリンクする形になっているので、今、NPO 税制を国家の意思として変えようとしているところである。

○脳が理解に至るモデルというのは本当に知りたいところである。今日のコメントの中で超感覚統合という言葉が出てきた。脳が局在した感覚と機能をどのように統合して、「ひらめき」とか「わかり」といった状態に至るのかを知りたいと改めて強く感じた。また、脳活動の大量のデータと人間の行動の対応関係を調べて素早く抜き出すことで、実時間で応用可能な役に立つ装置が作れるだろう、というご提案に感銘を受けた。ICT の研究を進めていく上では、「わかる」ということの本質を突き詰めていく基礎科学と、実際に実時間で人の役に立つものを作るという応用と、2 つのアプローチを明確に意識しながら、共同していくことが重要だろう。

- 現在ワーキングメモリーの研究を進めているが、その1つのアプローチとして個人差を手がけている。複数の大学で協力をいただき、個人差研究を進めているが、ほとんど同じ学力でセンター試験を数点の差で入学した人たちでも非常に大きな個人差がある。その個人差というものは実は言語理解と非常に関係があるということが国際的なデータでも得られている。このワーキングメモリーの高、低群を比較すると、言語の読解力テストに成績差が出る。一方でそれは記憶力の差かということ、そうではない。こういった事を教育の中で、例えば単に記憶力を伸ばすとか、知識の量を増やすというのではなくて、「わかる」ということに要点を絞っていけるような教育が重要であると考えます。
- 最後に BFI に関して、情報ネットワークは非常に複雑になってきており、ロバスト性も低く、エネルギーも大量に消費している。それに対して脳は例えば1ワットくらいで複雑なものをどうしてロバストに制御できているのかという問題もある。今後、複雑な脳がどうしてちゃんと制御できているのかといったようなメカニズムを応用することが、今後の情報ネットワークの制御に非常に有用な知見を与えるだろうということで、中長期的に非常に重要な課題であると認識している。
- 我が国が排他的であったり、あるいはリスクに対して後ろ向きであったりという時代は日本の歴史を見るとそれほど長くはない。むしろバブル崩壊後の話で、1989年は世界の10大銀行のうち9割が日本の銀行であった。この20年間の日本をモデルとするのではなく、もう少し長い期間での私たちの知的生産のやり方をモデルにした1つの方向性という物を教えていただいた気がする。わたしはここから、日本の夜明けというのができるんだと思っている。クリエイティブなさらなる議論をいただけるとありがたい。

(4) その他

第3回の議事要旨は次回にまとめて提示すること、次回のスケジュールについて8月6日（金）夕刻を予定している旨、事務局から報告があった。

(5) 閉会

以上