

情報通信審議会 情報通信技術分科会
技術戦略委員会 次世代人工知能社会実装WG 第7回会合
議事概要

1. 開催日時

平成29年5月30日（火）14:00～16:00

2. 場所

総務省11階 第3特別会議室

3. 出席者（敬称略）

主任：柳田 敏雄

構成員：東 博暢、麻生 英樹、荒牧 英治、池田 尚司、上田 修功、宇佐見 正士、臼田 裕一郎、
栄藤 稔、大岩 和弘、大竹 清敬、岡島 博司、加納 敏行、川鍋 一晃、栗本 雄太、
小林 哲則、相良 美織、鳥澤 健太郎、萩原 一平、西野 文人（原構成員代理）、春野 雅彦、
本田 英二、森川 幸治、八木 康史、山川 宏

ゲスト：益子 信郎（NICT）

オブザーバー：内閣府 日高上席調査員、文部科学省 石田推進官

事務局（総務省）：（大臣官房）

武田官房総括審議官

（情報通信国際戦略局）

技術政策課／野崎課長、中越企画官、寺岡補佐

研究推進室／越後室長、出葉推進官、中川補佐、皆川補佐

4. 議事概要

（1）第6回WGの議事概要の確認について

事務局より資料1に基づき第6回会合の議事概要（案）について説明があり、修正等がある場合には、6月5日（月）までに事務局まで連絡することとなった。

（2）事務局からのプレゼンテーション

事務局から資料2、資料3-1、資料3-2に基づき、それぞれ説明が行われた。
それぞれの説明における質疑等は以下のとおり。

■ 事務局プレゼンテーション（資料2）

加納構成員：私も出張のときにはVoiceTraをかなり利用している。8ページのところで、NICTの翻訳システムと海外のディープラーニングをベースにした翻訳システムとの比較がされているが、評価基準が曖昧になっていると思う。特にディープラーニングによる翻訳の特性とNICTのVoiceTraによる翻訳の特性といったものを技術的に比較することが重要ではないか。逆にNICTのものを強化していくためにはどういう技術課題が残るかという議論と、もう一つ、海外に情報が流れていくというのは、あくまでも運用の問題であって、技術的な問題ではないと思った。このあたりの評価基準を明確にして、分類して、比較したほうが、後々いいのかなという印象を受けた。

小林構成員：私は、むしろ運用と絡めた目標設定が重要と考える。性能だけの問題であれば、ずっと Google を使っていれば良い。Google を使えないのは、性能の問題ではなく、情報流出のところできちんとコントロールができないからである。データが回る仕組みと融合しながらデータの秘匿性をどのように保証するのか。それを運用面と絡めてやるのが日本でやることの意義だと思う。

加納構成員：そういう意味では、私も小林先生のおっしゃった主旨とほとんど同じである。

中川補佐：ディープラーニングは NICT も取り入れるということで、今作業を進めている。今ある計算機資源の範囲で、日本語と英語の言語対においてディープラーニングをまず試しに導入してみて、他の翻訳システムをまたちょっと引き離せるのではないかとということで準備していると現場からは聞いている。会話の秘匿性の話であるが、小林構成員がおっしゃるとおりで、選択肢を増やすということだと思う。秘匿性の大事なものであれば、このエンジンが選ばれるとか、日本語の対話のものだとこれを選ぼうかという気になる選択肢を増やすということを提供できればと考えている。データが回る仕組みというのは、まさしくそれもおっしゃるとおりであるが、その目的の中でどのようなログがとられたかということも解析はもちろんできると思うが、ログの取扱いも含めて、ちゃんとクローズドな環境で扱われて、それぞれが翻訳精度を上げていくというような形を整えることもできている。

野崎課長：事務局から補足する。今話題になった 8 ページの表であるが、これは後ほど報告書案の中で出てくる次世代の高度対話システムを考えると、非常に重要になってくる。Google も Amazon も日本語の対話システムを出すのだから、それを使っていればいいじゃないかといった話も出てくる中で、ではなぜ NICT をはじめとして、こういった次世代の高度対話システムに取り組む必要があるのか。ワンオブゼムの言語ではなくて、日本語の機微を含む色々なシチュエーションの会話をしっかりした対話に最適化したい、あるいは、介護施設での高齢者のやりとりの中で緊急時にはちゃんと病院に情報を送る、そういったカスタマイズ性が対話システムにも必要なのではないかと。他にも、行政における対話解析、例えばオリンピックでの群衆対策や人流対策を検討する際に、対話データがどこか外国の事業者のサーバの中に入っているのは解析ができないということでもいいのか。こういった重要な BtoB の領域もあるので国として取り組む必要性についての議論が出てくると思うので、この表は非常に参考になると思っている。

鳥澤構成員：1 点、補足になるが、会話データの秘匿性について、翻訳にせよ、対話にせよ、結局のところ、何か専門分野に特化しようと思えば、例えば民間企業の社内文書等を学習データとして使うということが必須になってくると思う。Google のようなところが、今、ありとあらゆる分野に進出しようとしている中で、そういった社内文書のような秘匿すべき文書を学習データとしてお渡しするかどうかの一つポイントになるのではないかと。

荒牧構成員：確認と質問であるが、Google 等が固有表現に対応する機能がないという部分は、固有表現に対応することができないのか、特に対応する気がないのかという部分も気になる。また、インターネット上では動いてスタンドアロンでは動かないというのは、スタンドアロンで動かせるけれど動かさないのか、現実的にその方式ではできないのかというのがちょっと分からなかった。

中川補佐：Google がどう考えているかというのは私どももなかなか分からないところではあるが、カスタマイズ性に関して言うと、Google は今のところ提供していない。例えばコミュニテ

イみたいなもので発言すると、それがある程度反映されるということはあるが、それを売りとして出しているわけではない。マイクロソフトの翻訳については、ある程度カスタマイズは対応しますと言ってはいるが、NICT でライセンスをするとき、NICT はとりあえず基礎的な翻訳システムをそのまま学習済みモデルとして渡すのと同時に、単語追加キットみたいなものも出して、それでイグザクトマッチをかけて、それがヒットすると、そのまま翻訳としてぱっと出るような形も提供できるという形にはしている。このような点で、カスタマイズ性については NICT としては一步踏み込んだ形で出せると考えている。クローズドな方の部分であるが、Google については、Google 翻訳のアプリのメモリの中に、ある程度の辞書データを入れ込むことはできるぐらいの程度で提供はしている。他方で、きちんと対応しているわけではなく、基本的に彼らのサーバにアクセスすることを前提としたシステムになっている。それが彼らの利益を生み出す源泉だと思うので、そこは外していないという形になっている。

荒牧構成員：それは何となく分かるが、Google がちょっとその気になったら、ぱっとこういうことができてしまうのだとすると、これを NICT が売りにする、形にするのはちょっと怖い面があると思った。スタンドアローンでも今は動かないのは分かるが、ちょっとそういう気持ちになれば一瞬でできることなのではないか。

中川補佐：どこで彼らがお金を儲けるかという戦略は彼らが考えることなので、なかなか我々も推測しかできない。基本的に彼らは、彼らのサーバにアクセスすることによって、どういう人がどのような内容にアクセスしたかということを利用しての源泉としていると思うので、そこは外さないのではないかと我々は思っている。

栄藤構成員：スライド 8 はよくまとまっていると思う。「みらい翻訳」という会社の社長を兼務している立場からいうと、Google 翻訳、NMT (Neural Machine Translation) が出たときに、オールマイティ化するのではないかという危惧もあったが、やはり専門性は活きるということがだんだん分かってきている。つまり、特定の分野のコーパスを集めれば、そこでは必ず勝てるということが分かっている。そういう意味では、こういう公共の場とか、社会問題解決型のところのコーパスを集めていって、彼らが集めようのないデータで勝負するというのはありかなと思う。この RNN (Recurrent Neural Network) でやっている、自然言語処理分野のモデリングというのはまだ始まったばかりで、今後、対話等、色々な応用を考えると、今、研究開発は止めないほうが絶対に良いと思う。これをやっていかないと、自然言語処理は次が出てこなくなるおそれが十分あるので、専門分野で翻訳ができるというところを伸ばしていって、次の次をまた考えていくということが重要だと思っている。

■ 事務局プレゼンテーション (資料 3-1、資料 3-2)

山川構成員：改めて全体がまとまって見えてくると、自然言語処理技術と脳情報通信技術が離れているのがもったいないなという気がする。研究者の観点からいうと、ある意味、人工知能のコンテキストで、自然言語処理はどちらかというシンボル処理に特化して、脳情報処理はどちらかというパターン処理やサブシンボルの技術となっている。今後、深い意味理解という世界に到達するには、この 2 つが統合していくことが非常に重要になってくると思う。この流れというのは非常に良い位置組みにいると思われるので、そこを統合して得られる深い意味理解とか、その辺をうまく強調できないか。よくよく見ると、深層学習から脳に学ぶ流

れというのは、ちょっと抽象度が高過ぎるが、ある意味、そこが押さえるべきところなのかと思う。ちょっと変えて「将来はつなげていく感」を出していくと、実際今、Google 翻訳等でも、言語に依存しないような内部情報ができ始めているのではないかということ等も踏まえて、そういった若干の組合せで結構変わるという期待がある。

柳田主任:実は同じような意見があり、別々にすることはないし、融合しようという意見はあるので、皆さんのご意見を頂き、そういう方向でまとめられたらと思う。

萩原構成員:追加で、山川構成員がおっしゃられたことと私も全く同じことを感じていたところである。1点だけ、パワーポイントの資料の7ページであるが、山川構成員も多分これをもう少し統合すべきではないかという主旨でおっしゃられたのではないかと思うが、これは脳の方の話からいくと、社会脳とか、感性脳とかという話と、こちらの自然言語処理側という社会知の解析技術のところはかなり密接に繋がっているので、これは矢印を真ん中につけて、最後、2030年にはゴールになる、こういう絵にさせていただくと、今回の価値が非常に高まるのではないかと。よろしくお願ひしたい。

柳田主任:是非お知恵を拝借し、意見を具体的に表にするなりしていただくと事務局も非常に助かる。大体そういう意見は事務局、私の方もよく理解したが、きれいに書くためには専門の皆さんの意見等で表現がうまくできるようにお願ひしたい。

加納構成員:おふたりがおっしゃったのと全く同じ意見である。ここには脳科学と書いていなくて、脳情報通信技術と書いてある。結局、脳活動の結果、アウトプットが言語になっているわけで、実は自然言語処理というのは脳活動の結果を、あるシンボルベースで処理する技術が発達してきたということもあって、この間で何かうまく繋げることができれば、つまり、脳活動をより可視化できたり、あるいは脳活動に対して、あるインプットをするための自然言語処理があったりというので、このあたりの処理のやりとりだとか、あるいは新しい境界技術といったようなものが出てくるところというのは非常に期待するところでもあるし、ぜひこういうような内容をこの報告書の中に盛り込んでいただけたらと思う。2つ目であるが、fMRIのような非常に高精細なデータ、後半のところに課題として記載されていたが、高精細なfMRIのデータだけではなく、今はどちらかというとなら波計だとか、fMRIだとか、それぞれ独立した計測結果として扱われているが、この間の関係性といったものをもう少し明確にすることで、社会で脳活動を利用するという観点で見れば、例えば寝起きしながら脳活動を取るだけで、fMRIを使って分析して確立してきた技術を利用することができるか、この間の翻訳といったものがこれから大きく社会実装においては期待される場所ではないかという印象を受けた。

小林構成員:自然言語処理と脳情報通信技術を結びつけて計画すべきとのご指摘は、長期スパンでは良く理解できる。ただ、今、社会実装というキーワードで、近々のところで手を打っていかねば大変になるという、そういうコンテキストがある。そうしたときに、自然言語処理技術が置かれているフェーズと脳情報通信技術が置かれているフェーズは違うと私は感じている。先取りして両者をつなげた線を引くことは簡単だと思うが、その辺をちゃんと踏まえながら、実際のところで必要とされているものは何かという観点で報告書をまとめてほしい。

鳥澤構成員:自然言語処理をやっている立場からであるが、もう皆さんご承知かと思うが、今ここに出てくるような計画も深層学習でやるということになると、要するに単語だとか、文の意味

等も全部ベクトルで表現するという話になるので、シンボリックか、サブシンボリックかというのは、もう区別としては意味をなさないという感じはしている。あと、要するに最終的に線を引っ張るのかどうかということであるが、今、小林先生からもおっしゃられたように、社会実装ということになると、どうしても精度的な話がメインになる。そうなると、脳科学の知見が必ずしも役に立たないというような状況が実際にはあるわけで、もちろん基礎研究としてそれは非常に興味のあるところであるし、我々としてもぜひやりたいところではあるが、何が何でもくつつかなければいけないという話でもないのかなという感じがする。

宇佐見構成員：ロードマップの7ページで、ちょっと違う視点のコメントである。横軸は時間軸で、かなり長期視点で2030年というところが書かれている。この上の自然言語処理系でいうと社会知の解析技術、社会実装であるから社会知とか、集合知とか、多分相手側にそういうものがあって、そこでのインタラクションというのは非常に期待されていると思うし、この進化というのはそのとおりかと思うが、横軸で、どんどん高度で、専門で、非常に細かく精度を高くという方向、これは技術の方向では全く正しいが、多言語翻訳でやった研究でいうと、非常に専門で、限定すればするほど、先ほど事務局からご説明していただいた軸として、精度とカスタマイズ性と秘匿性があつたとき、精度は下がる。精度が上がればいいという意味でいうところに行くが、実は逆の考えもあるのではないか。つまり、この社会知、集合知、進化するということは、どちらかというカスタマイズ性、秘匿性のほうに広がっていくほうが、難易度が上がる。そういう軸もあるのではないか。例えば、ある限定した社会知、集合知の会話で、だんだんパーソナライズ性とか、ローカライズ性が上がると、自分の癖とか固有のものまで対応してくれる。専門家でないので明確に言えないが、ちょっと違う軸のロードマップというのものもあるし、社会実装という点からいうと、そっちのほうが必要な場合もあるのではないか。

岡島構成員：5ページの自然言語処理のところ、欧米で進んでいる命令実行型のサービスとの差別化を図るためには、「おもてなし」とか「よりそい」型の対話ということで、大変前向きというか、よい表現がされていると思う。7ページのところでこれに関連するのを探してみたが、自然言語処理のところ、ユーザー属性推定技術みたいなところが、若干関連があるということで、ずっと続けてやるという話であるが、実際に社会実装されるサービスを考えたときに、まずユニバーサルなサービスというのが広く世の中に普及することでお金を稼いでいくが、その次にパーソナライズされた個別の「おもてなし」なのか、あるいはよりそったサービスがきつと必要になってくる。そのときに、個人個人のユーザーの、いわゆる生まれてずっと、ともに成長していくじゃないが、何らかの学習なり蓄積なりを持って、家族のように接するエージェントみたいなものを最終的に我々は作っていかないといけないと思いながら、そういうものの個別要素技術として何をやるべきかが具体的に書き切れていないなという気がする。この辺りで何か知見がある方があれば、お答えいただければありがたい。

柳田主任：今のコメントにお答えできる方はいるか。

鳥澤構成員：ご指摘は、宇佐見構成員も、岡島構成員もごもっともと思う。まずそもそも専門分野に特化してから開発したほうがいいのかという議論であるが、個人的には、その方策というのはあまり得策ではないと思っている。過去の自然言語処理のプロジェクトを見ても、大体ビッグデータが使えない時代というのは、そもそも辞書でも何でも手に余るので、ドメインに特化したものしかつくることができなかつた。そうなると、自然言語の特徴の一

つというのは、何に関してでも話ができるというところが一つ大きな話であり、ドメインに特化するのはいいが、一歩外れると途端に訳の分からないことになってしまうという印象を持っている。このロードマップは確かに一般の話か、2017 から 2020 までしないという印象を与えるかもしれない。これは岡島構成員への回答になるかと思うが、確かに現状、専門分野に絞り切れていないと思うが、同時並行してやるのかなと思っている。それを例示する一つの例が、我々はこれまで WISDOM X という一般用途のシステムと災害対応に特化したシステム、2 つを作っているが、一般ドメインのものが先にあったので、DISAANA の開発は非常に容易になったという側面がある。これも色々と角が立ってしまうかもしれないが、私が今まで研究者をやってきて、専門分野に特化して大成功したといえるようなシステムというのは、うちの VoiceTra ぐらいしかないのではないかと思っている。そういう側面もあるということを意見として申し上げたい。岡島構成員からのコメントであるが、確かにターゲットとなる分野、この文書には、はっきりとは書かれていないが、それも同時並行して考えていくということになるかと思う。

栄藤構成員：あと、命令実行型というのも私が言ったが、文化の違いもあるのか、Amazon Echo、今日の日経新聞に出ていた Google も、やはり命令実行型である。要は過去の文脈は全然関係なく、そこは切り捨てて、例えば今日の天気は何か、今からウーバーを呼んでとか、それに対して答えるコマンド実行である。この簡略化が逆にスケーラビリティを担保していくことになるという話であるが、Amazon Echo は、しりとりはできるかというところできない。過去のことは全部切っていく。文脈依存型の技術だとか、日本語のハイコンテキストな解釈というのは、「あれはどうした」という、そんな命令でも何でもないような文脈依存のところの技術というのを今後やっていかないと、次のステップはないと思う。

小林構成員：日本の自然言語処理の研究というところ、違いを出そうとするあまり、目標が先に一人歩き始めてしまうことがある。しかし、結局何をやりたかったのかを考えることが重要である。揚げ足を取るような言い方で恐縮であるが、はたして、しりとりをやりたかったのかどうか。今成功している分野はマーケットとしては大きい。そこを外して、これが特徴だからといってマーケットの小さいところに逃げていくというのは得策ではない。今、マーケットの大きいところでも、使いたくても使えない人が一杯いるというところに応えてほしい。だからこそ社会実装して取り組むことに意味がある。先程からこだわるようで恐縮であるが、データを明かさずに性能が上がるというのはすごく重要なところである。そういったものが、このロードマップに書いていないというのがちょっと残念である。

栄藤構成員：今の発言の背景には、「しゃべってコンシェル」のサービスの形態があつてのことである。大きな問題点は、ユーザーが何をしたいかわからないというのが結構大きい。そこを突破するためには、システム側から何がしたいのかというユーザーの意図を取っていかねばいけないということが我々の経験では出ている。つまり、おばあさんが自然言語処理のインタフェースの前に座っても、何を言っているかわからない。そういうのは結構多い。命令実行型のインタフェースというのはメインであろうが、それはハイリテラシーの方の前で動いているだけの話であって、レイトマジョリティはほぼそれが使えないということで、そこを何とか改善したい。

荒牧構成員：今の話とあまり関係ないかもしれないが、前々回の会合で柳田主任が、1 つぐらい将来に向けての夢というか、これが入ったらおもしろいなという、そういった大きいことが欲し

いと言われた記憶がある。そういったことが最後のほうにあれば良いと思っている。私見であるが、一個人として考えてみた場合に、例えば iPS 細胞では筋萎縮性側索硬化症の人が自由に動けるようになるという、非常に大きい可能性が見えるのに対して、ここにあるロードマップを見ても、どう幸せになっていくのかちょっと分かりづらい。こうしてみると、iPS 細胞のほうが、具体性があるという感じがする。だからもうちょっと具体的な何か、大風呂敷でもいいから何か夢があってもいいなと思う。例えば、脳情報通信と自然言語処理を私なりにもし考えたとしたら、筋萎縮性側索硬化症等で体が動かない人でも脳は動くから、そういった人の心をくみ取ってコミュニケーションするような、どんな人でも、どんな人でもコミュニケーションするような技術とか、何か一つ大きなテーマ、夢があってもいいのかなと思った。

柳田主任：小林先生がおっしゃるように、ちょっとフェーズを変えて書くということであろうか。

萩原構成員：社会実装の Spann を、国の委員会ですどの程度見るのか。5 年先ぐらいの話であれば別にここで議論しなくても民間企業が勝手にどんどんやる。補助金をつければできるという話になると思う。これは 2030 年で捉えている。10 年以上先であるが、ご承知のとおり、カーツワイルが 2045 年にシンギュラリティが起きると言っているが、彼はその前に、2029 年にコンピュータが最も苦手としている感性、人間の感情を理解して、その垣根も取り払えることを予言している。2030 年はちょうどこの時期である。彼の言うとおりになるかどうかというのは別にしても、私は技術の進化とか科学の進化というのは 10 年の間で相当変わると考えるので、国としてはこの融合のところをしっかりと、そして荒牧先生がおっしゃるとおり、その具体的な例を絵姿でいいから見せるというのはすごく重要だと思っている。絵姿を見せて、そこをちゃんと一つのものにしていくのだということは、この委員会としては一つのメッセージとして重要ではないか。

柳田主任：聞いていたら、自然言語処理に脳情報通信が役立つかという観点で議論されている部分もあるので、違う方向性を生み出すということなのかなという気がする。皆さんに議論していただきたいのは、上の会に説明しに行かなければいけないという場合が来るかもしれないと思うが、よく AI の話をすると、最初に、欧米には 1 周おくれであるとか、予算規模は 100 倍違うとかいう議論があってこういう社会実装の話をするが、自然言語処理のところちょっと出てきて、今議論されていたが、日本特有のスペシフィックな問題に対しては、あまり Google 等は手を突っ込んでこないで、そういう分野で勝っていけば十分なのだという意見があったような気がするが、そういう世界の情勢で、それに対して規模感が全然違う日本がどう対処するかというところがここに書けていない。だからそこに皆さんのお知恵を頂きたいというか、助けてほしい。自然言語処理に関して例えば何かあるか。

鳥澤構成員：その手の議論というのは最近だとよくマスコミ等でも取り上げられる。これは以前どなたかがおっしゃっていたような気がするが、要するに Google もディープマインドを買ったので、碁のチャンピオンに勝ったといえるわけである。そういう例は幾らもあるわけで、Google の機械翻訳が上がったからといってフェイスブックが今やめるかと。もちろんフェイスブックは大きな会社であるので、日本企業とは比較にならないかもしれない。だから、やめないわけである。

柳田主任：事情は分かるが、要するに、今の日本の現状としてはクリアに、こういう戦略でいけば十分なのですよということをもし皆さん、簡単におっしゃっていただければ私としては非常にありがたい。ぜひコメントを頂きたい。

鳥澤構成員：リスクは取らないといけない。

柳田主任：それは当然のことである。

池田構成員：今の話とは直接関係ないが、例えば自然言語処理のところで、とがった技術、例えば2つ目の高度対話技術等にフォーカスが当たっているが、1つ目の対話プラットフォームのところはやはり重要だと思う。プラットフォームや標準化といったところである。アプリケーションを増やす努力、少しでもそれを加速するような努力はしないといけない。そのために標準化や、インタフェースの整理、あるいはプログラムインタフェースだけではなくて、そのデータを増やして、学習して、きちんと性能を上げるという、その辺りまで含めたツール化、部品化というものを含めて整備していかないと、なかなか日本独自のアプリケーションの開発促進は進まないと思う。プレゼンテーションでもあったと思うが、データの整備、ツール化、部品化というところをもう少し強調していただければ良いと思う。

栄藤構成員：先週、阪大で人工知能のシンポジウムがあった。私を感じたのは、結局 AI をどうふうにするのかといったときに、GAFA の領域で勝負しますかということ、出ている方がみんなおっしゃっていたのは、結局、日本独自の産業、強いところの産業を AI で武装化する、武装という言葉は過激であるが、いわゆる IT 化で進めていくという話だった。そういう多産業、いわゆる AI が出させる、例えば農業で本当にいいのかとかよく言われるが、医療だとか、そういったところの平等を図っていくというのが、先週の阪大で、方向として議論されたと思う。

森川構成員：脳情報通信について発言すると、データがあればいいのだということをやっている、いっぱいあればいいというのがメッセージになっている。それは音声でいえば、音声の録音したのが大量にあればよいということになっていて、翻訳でいえば、日本語と英語の両方あれば、初めて対話ということで学習にかけられるが、脳の話でいうと、脳のデータが大量にあったときに、では何と対応づけるかというのが必要になる。それは応用という話でいうと、マーケティングだったらマーケティングの「いいね」や「悪いね」のような話になるし、BMI でいえば、これは右に行きたいのだ、左に行きたいのだ、ということになって、要は何のアンノテーションをつけるのかという話と、それがデータを深めるときに、何を貯めるのですかといった話とがすごく直結していて、そこが言えたら一番いいが、なかなか難しいというのが一番大きいと思う。なぜ医療が先行して応用が進んでいくかというと、お医者さんが何かの基準を持って、これは何とかなだと言いつけるということがあって、それがラベルになっていて医療応用が進んでいる。私たちがやっているのも結局、医療応用のような形になるが、そういうので見ると、医療は、そのままは難しいかもしれないが、健康な人がどんな状態かみたいなのを、同じ脳データをとるのであれば、なるべく多様に集めておく、それが方針になったときに、なるべく多様に集めやすいような仕組みをつくっておくみたいなのが、多分ここのデータを大量に集めるための仕組みの部分だろうと思う。

柳田主任：西本様がプレゼンした内容なので補足すると、なぜ脳情報を読めたかということ、データをためたからではなくて、色々な刺激、7,700 個ぐらいの刺激を与えたときの脳活動を全部とって、それをモデル化したからである。何十億という刺激をモデル化に入れて脳活動をコン

コンピュータの中で予想したから、ああいうふうにとれた。おっしゃるように、対応データを取れば良いというわけではなくて、ここにもあったが、脳の場合はモデル化ができないと次には進まないというところはある。おっしゃるように、それにアノテーションをつけていく。エンコードモデルができるかどうかである。

森川構成員：何に対してデコードさせるかというところで応用が決まってくる。そのまま対応の刺激に対するモデルというのだと、この人は何を見ているとか、何を聞いているみたいな話になって、応用がきかなくなる。多分、基本技術としてのエンコードモデルの作り方みたいなものがベースになっているが、そこから先の応用みたいなものがもう一段ある。

柳田主任：そういうモデル化が言語にもいけば、鳥澤構成員が言うように、何十年後か知らないが、使いものになるということだ。小林構成員も多分、そのモデル化まで進まないのにと感じるのではないかと。対応データだけとれば良いという問題ではないというのは確かであるが、その辺はどこかに簡単に書いてあったが、それはちゃんとスペシフィックに、やはりサイエンスなので、サイエンスベースでないと社会実装はできないので、その辺はきちんと書いていただきたいと思う。

川鍋構成員：今のところに関連して、概要の4ページのところ、「エンコーディング・デコーディング技術の精度」を上げるということに対応するところとして報告書の80ページがあるが、そこにちょっと書き加えていただき、タイトルも「脳情報モデル化技術の高度化」というふうに変えている。今のエンコーディングモデルを高度化したものとして、「バーチャルブレイン」という技術があり、それも取り込んで、より高精度のモデルをつくる必要があるというように書きかえをお願いした。この修正について、これでいいのかどうか確認していただきたい。

野崎課長：パワーポイントの7ページ目のロードマップであるが、2030年とかなり先のほうまで見通したロードマップである。例えば先ほど柴藤構成員からも出たが、大阪で行われた人工知能の3省合同のシンポジウムも、確かに今、ビッグデータ処理とか、そういうのでは全然アメリカに負けているけれども、あの場ではコミュニケーション系の先生も多かったのかもしれないが、感情を理解するといった人間とAIとのコミュニケーションというのがこれから一層重要になってきて、そういう意味でもロボットとの組合せとか、色々な機械と組み合わせればまだまだ日本は勝ち目があって、今はこういう状況だが、きっと巻き返せるといった話が大きなメッセージとしてあったような気がする。2030年はかなり先なので、これを読んだ小学生や中学生が夢を持てるように、確かに下の脳情報通信技術のほうには身体性やロボットがあるが、上の方は、ロボットは社会知解析技術の中の一要素になってしまっている。結局、自然言語処理にしても、脳情報通信にしても、人間とサイバー空間とのインタフェースになる。人口はどんどん減っていくが、ロボットが家庭や職場に入ってきて、世界に冠たるロボットとの協働モデルみたいなものを、対話技術や脳情報通信技術のようなインタフェースを通して実現するといったような、かなり先を見通した格好いいメッセージを出さないとだめかなという気がする。

柳田主任：社会実装、社会実装と言うから、今の言語処理や脳情報だと、医療に使えますとかいう話になっているので、10年後ということで、もうちょっと夢を書いてほしい。

岡島構成員：関連して、自動車やロボットの用途の中で、コマンド型がそれほど重要か、使われるかというところ、車の運転操作であれば、空調とか、音楽とかは多分、ご自身が手でスイッチとか

タッチパネルを触ってやれる。そっちの方が早いので。一方で、我々、これをやりたいというのは、ドライバーの状態を推定し、あるいは働きかけを対話でやらないと、センシングも含めてやり切れない部分があって、それを自然言語処理の対話でやりたい。自然な雑談の中で感情を推定し、例えば、割り込まれてイライラしているといった感情を察知して、車で何らかのアクションを取りたい。あるいは介護現場等で雑談をしながら、肉体的よりも、むしろメンタル的なケアというのをやり、介護現場の負担を軽減するようなことを実はやりたいと思っている。そういう意味で、先ほど書いてあった「おもてなし」とか「よりそい」、そういったところに非常に期待をしているし、ぜひその辺りもう少し、我々がアメリカと対峙していくためには、その先にはここまでやるということをメッセージとして挙げていただきたい。

大岩構成員：今、働きかけということがあったが、脳情報通信は、社会実装にはまだちょっと距離があるという感覚が少しあるようだが、ここ10年あたりの進み方は非常に速いものがあると思っている。例えば西本様の脳の読み出しのようなことも、あと、BMI関係の脳波計の進み方も非常に速い。そうすると、30年と書いているものが、実は25年ぐらいにふっと実用化する可能性もあると思う。特に働きかけの中で、ソニーの方がセンシング技術を紹介していたと思う。その中で感情といったようなもの、あるいは表情筋の動きなどが非常にはっきり分かって感情も読めるというようなこともあった。感情というのはイコール脳の活動であり、脳の活動イコール身体的な運動に表現されているということになれば、この関連をきちんと作っておくと社会実装が非常に早くできる。また、コンテキストの中でいくということになれば、単なる言語の翻訳というだけではなく、感情とか、色々な情報も入ったような形で、場面、場面に応じた翻訳といったものも可能になってくるということになれば、センシングと脳情報と言語処理というようなものの組合せの像というのが一つ書けるのではないか。それを30年ぐらいに作っておいて、実際技術がぐっと入ってくると、25年ぐらいに一つの形として出せると私は思ったので、そういうようなものも少し検討していただければと思う。

柳田主任：それは東構成員がおっしゃっていたか。

東構成員：先ほど野崎課長おっしゃったとおり、結局、社会実装に一番合っているのはインタフェース側である。一般的に普及するとしたときに、今、スマホがあって、AmazonがAlexaのようなものを出してきたように、ああいったインタフェースがどんどん増えてきている。一般人、それこそマジョリティからしたら、まず人工知能との接点は、何かしらの物のインタフェースになってくる。そこのある種のロボットのロードマップとかなりシンクロさせていくと、入り口としてのインタフェース、実装が読めるのではないか。その裏に自然言語処理があって、その裏に脳情報通信があるという形で、実装までのプロセスにおいて、そこを上げていって考えるのが一つ重要なこと。そういう意味では日本のインタフェースのガジェット自体が結構多様なものがある。ソニーもおもちゃを出されたりとか、コミュニケーションロボットを出されたりとか、こういうところの多様性というところ、色々な人々に対するインタフェースの窓口というところは、日本のアセスメントとしては大きい。特にフィジカルは大きい。そことどうやって融合させるのかというのが一つポイントだと思う。

麻生構成員：最初に山川構成員が言われた話、全体の話とも関係するが、産総研のセンターでも人間と相互理解できる人工知能ということで、少なくともインタフェースの高度化が大事だと思う。

っている。そういう観点で見たときに、私のプレゼンでもちょっと言ったが、自然言語処理の部分が言語に閉じている印象が強くて、もうちょっとマルチモーダルのな、例えば画像と動画の結びつきのような話も今後重要になってくると思う。そうすると、脳の話、必然的にディープラーニングのような話に繋がっていくので、脳の話とも関係がついてくるのではないかと個人的には思う。社会実装という観点からは、それがどのぐらい重要になってくるのかというのが、対話ロボットみたいなものの中で、マルチモーダル情報の利用というのが、今現在は Amazon の Echo もカメラがついたようであるし、あまり重要でないのかもしれないが、どのぐらい重要になっていくのかというのがよく分からないところはあるが、そういう方向性は一つあるのかなと思う。

上田構成員：皆さんが色々コメントされているように、少なくとも概要資料の5ページとロードマップの対応がよく分からない。本当に何がマーケットになるか。何か奇をてらったように、そういうことをバッシングすることを趣味にしている方もいるが、そういう意味で、その分析もはっきりしていないし、かつ、ここで音声翻訳というのは、これはもう確実にビジネスというか、色々な場面で使われることもあるので、これはいいが、高度な専門知識の質問応答であるとか、知識獲得だとか、それは今もある話で、30年経ってもこういうことを言っているのか。30年後は、自分たちは関係ないから、とりあえず載せる、そういうふうに見られても不思議でないような資料。これで本当に予算をつけられるのか。さっき色々な方が夢を語ると言っていたが、例えば医療だとか、防災だとか何とかという観点で見たときに、自然言語処理はどう貢献するのかということはもっと明瞭に言わないと、質問応答でいいというなら、NICTのあれでいいじゃないですかという話になりかねない。最後のロードマップになった段階で、せっかくその前には色々書いてあったのに、すごくデフォルメされているのが気になる。だから何をどうコメントしていいか分からない、そんな印象を受けた。

柳田主任：ぜひ、コメントを頂いて、こういうふうに直したらどうですかと言っていただくと非常にありがたい。

上田構成員：そういう意味では、理研のAIPでは、自然言語処理に関しては、割と質問応答云々というのは、NICTとか、産総研とか、そういうところに投げられている。だから我々のほうは、例えば対話によって認知症のレベルを把握して改善するようなものだとか、医療の色々な文献だとか、あるいはものづくりの文献だとか、それを自然言語処理によって無駄な研究をできるだけ排除するような、そういう基礎的なところをやろうとはしている。ただ、それをロードマップに反映するかどうかというのはまた別の議論なので、そこも難しいとは思っている。

山川構成員：この図で、線を引くということをもし他に考えるとすると、脳情報通信を使って自然言語処理をどうにかしようというのは割と考えやすいのではないかなと思う。逆はないのかと考えてみたが、ある程度の年齢になると、当然ながら人間の場合は言語環境によって考え方や嗜好とかが育てられることになる。何らかのデフォルメされた、自然言語環境か何か分からないが、そういうものによって脳がいかにつくられるかとか、そういう教育的な観点というのがもし入れられるとすると、それはちょっと飛び過ぎているか。日本の強みを出したいというところを考えていた。やはり言語環境で考えると、欧米は基本的にSVO型の文型で、日本とか韓国とかはSOV型の文型ということで、文法体系の違いによってかなり思考パターンに違いが出てくるということがある。となると、先ほどの岡島構成員のように、感情とか、そういうものがあるが、論理的な部分に関しても、日本的な思考法というのを強化

していくということが非常に大事である。明らかに今後の AI の時代は、個人の論理的能力とか想像力が大事であるというところは他の委員からも出ている。となってくると、日本人の思考能力を、AI ではよく言われる IA、インテリジェントアンプリファイア的な意味で、どのような自然言語処理技術をうまく応用することによって日本人の脳をより高みに上げられるかというような観点が、ちょっと夢があるのではないかなということ、提案である。

西野様：ロードマップのところ、2030 年のところに必要な学習データの例というのがありますが、これはどういう根拠で出ているデータなのか。具体的に 40 億ページの Web アーカイブ等があるが、これは今の必要なデータの確度であって、2030 年の必要なデータの例ではないように思う。データが、今、対話翻訳のデータ例となっているが、先ほどからあったように、もっとマルチモーダルのようなものであるとか、もっと違う処理、「おもてなし」のためのデータであるとか、そういうような、もっとここに出る学習データの例が違う種類のものがあるのではないかと思った。

鳥澤構成員：おっしゃることはよく分かる。ただ、そもそも 2030 年にどういう学習データが必要なのか。夢を語ってしまうと、さっぱり分からない。この案を出したのは私であるが、これはボトムラインであるとお考えいただければ良いのではないか。これは資料の組立てにもよるが、社会実装ということなので、どこまで夢を語るべきなのかという話もあろうかと思う。例えば機械翻訳にしても、80 年代には華々しい夢が語られていて、ロードマップも恐らく今ごろはすっかりネイティブ並みに翻訳ができるというような夢が語られていたと思うが、現状そうっていない。だからその辺はどういうふうな位置づけにすべきなのかというような話もあろうかと思う。

西野様：この線が 2030 年ではなくて、もっと 2017 年の手前あたりにあるのだとするとわかったが、2030 年のところにある。

鳥澤構成員：この吹き出しを指しているということが分かった。ちょうどいい機会であるので上田さんのコメントに対して、全くおっしゃるとおりだと思うが、例えば今現在、コンピュータサイエンスに関して、質問を聞いて答えてくれる質問応答システムがあるか、ないと思う。私の感覚でいくと、これはあと 5 年とか、そこから出るかと言われると、恐らくできないだろうと思う。この表現の仕方がちょっとおざなりというのは全くそのとおりかもしれない。そういう意味で、この辺も地道にやっていって、これが 2030 年に脚光を浴びている日本の ICT の代表かと言われるとそうじゃないかもしれないが、裏では少なくともやっつけていかないとダメなのではないか。そんな位置づけもあると思う。

上田構成員：恐らくそういうことだと思うが、資料的に、要するにこれを使う側が一般の人なのか、お医者さんであるのか、専門と言うぐらいだから専門領域の人なのか、そういうのを目指したときには、ロードマップというのは多少リスクを取りながらも夢を語るものではないか。これが研究線表なら、やると宣言してやっつけていなかったらレスポンスビリティがあるということで慎重に書くが、30 年までのスパンで見るのであれば、これはあくまでビジョンである。それならぜひお医者さん向けだったらこうとか、そういうのを吹き出しに何か入れるとか、意図を。あるいは一般の人だったら、どんな対話がここで生まれるという。

荒牧構成員：違う観点から翻訳と脳を重点的にするという認識に対するコメントである。翻訳を進めるというのが非常によく分かると思う理由の一つとして、日本人ほど英語が苦手な人たちはいないという、そういう一見ピンチの部分チャンスをするという意味で、潜在的なニーズ

が多いということはすごく大事にして、そういったのが非常に有効かなと思っている。だからこそ日本で機械翻訳をやっている人が非常に多いのだと思う。その一方で、なぜ日本で脳の研究が進んでいるかという理由が私はちょっとよく分からないが、それは何なのか。それがすごく、今後そこに投資するための大きな理由のような気がする。もしかしたら、5ページにある「おもてなし」とか「よりそい」とか、若干空気を読む的な脳みたいなのをすごく日本人は好きだから、だからそれは脳に関係する。そういう日本的な文化といったものが通じるように、脳の研究に密接に結びつくみたいなの、そういった側面もあるかなと思った。

栗本構成員：柳田主任から、世界に、GAFAにどう対峙していくのかという観点で、皆さんから技術であったり、今日は発言があまりなかったが人材の問題であったり、このあたりはずっと語られてきたところである。何回か議論にも出ているように、資金、リスクマネーの供給に関して、ここが圧倒的に米国に対して日本が負けているところである。先日、日経新聞等の記事で、ベンチャー企業の昨年の資金調達額がようやく2,000億円になったと。一方で米国は既に、毎年そうであるが、6兆、7兆円がベンチャーキャピタル、その裏には年金の基金があるが、エンジェルから入ってきている。ここにも30倍近い差がある。ここをどうにか変えていくという観点で、今、企業も金融資産、1,000兆円持っているということで、そこをどう使っていくのか。そこはしっかりリスク・リターンをプロジェクトごとに見て、このAIについてもプロジェクトごとのリスク・リターンをしっかりと進めていけるようにしていくことというのは大切だと思う。個人の金融資産が今、1,700から1,800兆円あると言われて、この資金をどうこういったAIの分野に活かしていくかという観点でいうと、これも一つは先ほど申し上げたリスク・リターンのところをきちんと説明できるようになることが大切であるし、またそれと同じぐらい必要なのが、先ほどからあるようなビジョン、個人のマネーであれば何に応援したいかというところが非常に大切である。最近手法としてクラウドファンディング等もあるので、しっかりと、こういった30年ごとの話があるのであれば、自然言語処理、脳情報通信を使ってこういう世界が達成されるという、先ほどからあるこのビジョン、夢の議論、ここは非常に大切なところだと思うので、それプラス、もちろん説明責任みたいなのところ、こういったものをうまく両立させて、ビジョン、技術、人、金、こういったところが両立できれば、欧米との差というところも近づいていく可能性は高まっていくと思う。

柳田主任：企業の方から見ると、社会実装といいながら、ビジョンと戦略をあまり議論せず、テクノロジーばかり議論している部分があるのではないかと。研究者ばかり集めているのがほとんどであるが、社会実装である以上は、おっしゃるようにビジョンと戦略と夢に投資して下さるような形にする。いいビジョンと戦略を立てれば、十分欧米にも勝てる。

加納構成員：今の柳田先生の話であるが、企業としても、自然言語処理技術は大分近いところに来ているが、脳情報通信技術は遙か遠いところであって、これが自分たち企業のどういう成長戦略に貢献してくれるのかが全く分からない状況である。ところが、世の中、もう人工知能と脳というのがかなり大騒ぎになっていて、企業の経営から見ると、何かやらなければいけない、一方で何をすればいいか分からないというこのギャップを、企業側なのか、あるいは研究者側なのか、何かしら埋めるようなことをしていけないと、恐らく技術研究、テクノロジーロードマップの話で終わってしまうような気がする。このあたりを一つの今回の課題として残していただくというのものもあるかなと思う。

萩原構成員：おっしゃるとおりだと思います。先ほど来のご意見の中で、東構成員のご意見とか、上田構成員のご意見とか、岡島構成員のご意見、榮藤構成員のご意見を伺っていて感じたのは、この自然言語処理と脳情報、カチッと決めるのが社会実装では実はなくて、社会実装は、当然であるが、色々なものが固まってできてくる。その中で、このロードマップは結構重要で、せっかくここまで作っていただいたので、これをどうやってきれいに見やすくするかである。大変難しいことを言ってしまうような気がして申し訳ないが、きれいに見やすくすることは非常に重要ではないかと考える。その中で自然言語処理技術、脳情報通信技術とあるが、先ほど来のお話を伺っていると、センサー技術とか、ヒューマンマシンインタフェース技術が色々なモダリティに関わってくる。そういうものをここで詳しく調べろということをお願いしているのではなくて、そういうものとの関連で自然言語処理技術、脳情報通信技術が進化するという絵姿にすることが、周辺領域も含めてこの分野が重要だということを確認いただくためには、絵としてあってもいいのかなど。細かく調べ出すと、これはとてつもなく大変なことになるが、さらっとでもそういう流れがあると、この両方の技術の位置づけというのはもう少しクリアに見えるのではないかと。

柳田主任：主任としても、このロードマップにビジョンと戦略という視点がちょっと欠けているのではないかと。技術っぽいことを書き過ぎているということなのではないかということであろう。でもそれは難しい。それが書けたら、私もベンチャーを立ち上げようという気になる。皆さんも、これだけの技術はあるという前提で、自分がベンチャーを立ち上げるなら何をしたらいいかという視点で、こういうご意見を頂くと非常に嬉しい。今日は本当に活発な意見を頂き感謝する。これを事務局がまとめるのはなかなか大変であるが、非常に貴重なご意見、良いご意見を頂いた。最終的にいい報告書にしたいと思うので、よろしくお願ひしたい。

(4) その他

事務局より、構成員に対して6月5日までに報告書案の修正意見を受け付ける旨の連絡があった。