

研究評価委員会
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」(中間評価)分科会
議事録

日 時：平成29年10月23日(月)10:00~18:30

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

〒105-6103 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル 3階

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	細田 祐司	一般社団法人日本ロボット学会	事務局長
分科会長代理	小松崎 常夫	セコム株式会社	顧問
委員	浅川 和雄	株式会社富士通研究所	フェロー
委員	富田 浩治	株式会社安川電機	技術部 技術企画部 国際規格担当部長
委員	長竹 和夫	株式会社ADTech	顧問
委員	新村 嘉朗	サステナビリティ経営研究所	代表
委員	林 英雄	株式会社日刊工業新聞社	副部長

<推進部署>

関根 久(PM)	NEDO	ロボット・AI部	統括研究員
高木 宗谷	NEDO	ロボット・AI部	アドバイザー
後藤 哲也	NEDO	ロボット・AI部	知的財産プロデューサー
金山 恒二	NEDO	ロボット・AI部	主任研究員
石倉 峻	NEDO	ロボット・AI部	主任

<実施者>

辻井 潤一(PL)	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	研究センター長
麻生 英樹	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	副研究センター長
市川 類	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	副研究センター長

<評価事務局>

保坂 尚子	NEDO	評価部	部長
坂部 至	NEDO	評価部	主査
中井 岳	NEDO	評価部	主任

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明
 - 5.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 - 5.2 「研究開発成果」及び「成果の実用化に向けた取組及び見通し」
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
- <革新的ロボット要素技術分野>
6. 1. 全体概要
 6. 2. 「人検知ロボットのための嗅覚受容体を用いた匂いセンサ」
 6. 3. 「スライドラングマテリアルを用いた柔軟センサ及びアクチュエータの研究開発」
 6. 4. 「知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発」
- <次世代人工知能技術分野>
6. 5. 全体概要
 6. 6. 「人間と相互理解できる次世代人工知能技術の研究開発」
 6. 7. 「人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発」
 6. 8. 「計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発」
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

【公開セッション】

1. 開会、配布資料の確認
 - ・開会宣言（評価事務局）
 - ・配布資料確認（事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介（推進部署、評価事務局）

3. 分科会の公開について

評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「事業の詳細説明」、及び議題7.「全体を通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

(1) 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて

関根 ロボット・AI部 統括研究員 (PM) より資料5-1に基づき説明が行われた。

(2) 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

辻井 産業技術総合研究所人工知能研究センター 研究センター長 (PL) より資料5-2に基づき説明が行われた。

(3) 質疑応答

上記内容について以下の質疑応答が行われた。

(5.3 質疑応答)

【細田分科会長】 大変詳細なご説明をありがとうございました。

この中でもお話がありましたが、技術の各論の詳細につきましては、議題6で取り扱います。それで、ここでは主に事業の位置付け、それから、必要性、マネジメントについての議論をしたいと思います。

ただいま2件のご説明に対しまして、ご意見、ご質問等、よろしくお願ひいたします。いかがでしょうか。範囲が広いですが、よろしくお願ひします。

【長竹委員】 幾つか質問があります。まずこのプロジェクトの背景や、総論については、非常に丁寧なご説明を頂きましたのでよく分かりました。その中で引っかけたのが、アウトプットの目標とアウトカム目標という説明で、例えば、アウトプットイメージというと、平成32年度には次世代人工知能を実装した6種類のロボットの実現可能性を示すというふうに書かれていますが、これだけですとイメージが余り付かないです。

今回、このプロジェクトはいろいろな要素技術開発をやられているので、要素技術そのものというのは多分午後からいろいろと説明があり、冊子などにもいろいろ書かれていたと思いますが、最終目標というのは平成32年度で、あと3年ですから、この3年間の中でどういうものをお考えになられているかという、イメージをお聞かせ願えたらありがたいです。

それからもう一つ、アウトカム、これもロボットというと、よく何兆円規模と言われていています。この辺は2020年には関わるのですから、後は何とでも後付けできるのかもしれませんが、例えば30兆円の付加価値が創出できるとか、2035年にはロボットだけで例えば9.7兆円の創出ができるとかいうふうに書かれているのですが、この辺の可能性が気になります。もちろん2035年というはまだまだ先の話ですから、どうなるか分からないよというようなところもあろうかと思いますが、2020年という、あと3年ぐらいの間でこの30兆円というのは例えばどんなところで実現できるのかなというようなところをお聞かせ願ひたいと思います。

【関根 PM】 ご質問ありがとうございます。

2つあったと思います。1番目のアウトプット目標とアウトカム目標は19ページのスライドに載っており、アウトプットで6種類という置き方は、経済産業省の当初の予算要求の中にあって、私がお説明したように、ロボットと人工知能のコラボレーションです。

辻井研究センター長、PLからもお話があったように、知能だけではなくて、身体を持つものを動かすようなことから行います。しかし、それがなくても、AIの研究開発は、基礎研究からモジュールを作成するというのがあり、画像処理は要素技術ですし、アクチュエーションにAIをどう使うかということコラボレーションしなければならない、ということから6種類が置かれています。最後の方にあったイメージは何かというと、ハンドブックの中には書いてありますが、人混みの中をロボットがかき分けられるようなイメージで画像認識してぶつからないでものが運べるとか、人を案内できるとか、こういうようなところにおいては、今はインテグレーションを用いて、画像処理とGPS、Kinect等を用いて実行しているのですが、それらのモジュールをAIRC、つまり、産総研で行っているAIの画像処理技術と組み合わせる努力をしていきたいです。

私が、最初に答えたところの画像処理とものが動くということ、今はそれぞれ、基礎研究として分けて実施していますが、ロボットをイメージすることによって、具体的なアプリケーションを見出すことにより、実現できるということです。

次世代人工知能を実装したというのは、研究開発項目①から③までの、特に、②にあるモジュールというものが、どのように組み合わせられてロボットに搭載できるかという実用化に向けた道筋を作るために設定されています。

2番目のご質問ですけれども、我が国の9.7兆円のロボット市場は、NEDOのロボット白書に書いてありますので、それをこの資料、そして、基本計画にも記載しています。

アウトプット目標、アウトカム目標も公表して進めるようになっていきます。

ご指摘のとおり、30兆円は概算です。スライドの5ページに名目GDP600兆円を2020年に目指すと記載してあります。ロボット・AI・IoT・ビッグデータで30兆円ということです。ご指摘のとおり、30兆円がロボットとAIで満たされるわけではありません。

ところが、ロボットというのはIoTと密接に関係するものと思っております。センサからの情報やセンサ自体がないとロボットもきちんと動かないと思いますし、併せて、第4次産業革命で30兆円の付加価値を創出ということなので、ロボット・AIは、要素技術の一つとして、ブレークしなければいけないわけです。当初、目標を設定したときに、日本再興戦略においては、ロボット・AI・IoT・ビッグデータをセットとして推進することとしておりますので、ご指摘を踏まえて、ロボット・AIでどれぐらいの付加価値を創出するかを分析して進める必要はあると思います。

加えて、2020年とのご指摘の部分は、NEDOのロボット白書の2035年との関係でフェーズがずれますので、それぞれテーマのステージゲート評価やテーマの実用化が見えてきたところで、どのような金額で付加価値が創出できるかを分析してみたいと思います。

【細田分科会長】 ありがとうございます。

私も今のアウトプットである6種類のロボットで反映するという、出口のかけ方がしっくりこなかったです。これは平成32年度ですから、最終年度後のアフターケアという話だと思うのですが、多分アフターケアだとこのプロジェクトに対してオブリゲーションはないのかもしれませんが、どういうことをこのプロジェクトのエンドでアウトプットと示せば実用の可能性を示したことになるか、その辺の判断がどうされるのかというのはよく分からなかったもので、よろしく願います。

【関根PM】 ご指摘ありがとうございます。

ワークショップ（現地調査会）でご説明したように、人工知能とロボットの融合を目指しています。例えば、この資料の59ページにありますように、これがイメージされているところです。どのように行かかは、先ほど申し上げた人工知能分野で研究開発されたモジュールをロボット分野の実施者と共に、ワークショップだけではなく、ハンドブックを深掘りしていただくイメージです。一つの例としては、画像

処理や人工筋肉のコントロールが AI で実現できるのではないかとということで、AIRC にロボットの要素技術を提供していきます。

ロボット分野には、テーマ毎に担当者がいます。担当者が、ステージゲート評価を通過したテーマについて、そのロボット要素技術を活用して、ロボットに AI を搭載するように進めています。AI を搭載することが難しい要素技術もありますが、極力 AI を活用する、かつ、AIRC の研究者にロボットの要素技術を提供して、コラボレーションができそうなモジュールは何か、先ほど申し上げた画像処理だけではなく、センサ情報やこれら进行处理するのは、機械学習なのか、ディープラーニングなのか、ニューラルネットワークをどのように活用するのかということを含めて、ステージゲート評価を通過したテーマから、これらを推進しているところです。

【長竹委員】 よく分かるのですが、ここで 6 種類のロボットの実現可能性と書かれて 6 という数字まで出ています。ということはあと 3 年間で、何かイメージとして例えばこういうもの、今の関根 PM のお話だと本当に概念のところまでこういうものを使ってこういうものを考えているみたいな話なのですが、もうそろそろ何かあってもよさそうではないのかなというふうに思ったので、ご質問させて頂いた次第です。

【辻井 PL】 先ほど関根 PM から説明があったように、視覚とかデータを外部環境から取り込む部分と、それを外部環境に働きかける行動に結び付けるというのが、全体の研究開発を位置づける大きな方向ですけれども、具体的な実現形というのは幾つかのタイプがあると考えられます。

一つのタイプはバイオの実験ロボットがあります。これは、いろいろな実験をこなす人型ロボットですが、実験の進行状況をセンスしながら、状況に合わせて操作を変えていくことができるロボットというのが考えられようと思います。生命系の実験というのは人間でも長い訓練期間が必要な難しいものと言われていますが、そういう熟練した人と同じように実験ができるロボットを作っていくということがあります。あるいは小売業で使うロボットの場合ですと、例えば、コンビニの中で品ぞろえを行うようなロボット。一種のロジスティックの自動化と絡んでくると思いますが、このようなコンビニの中でのロボットも一つのターゲットだろうと思います。

それから、製造業でのロボットというのは比較的幅の広い範囲のものが考えられると思いますが、ピッキング・アンド・アセンブリというタスクをこなすロボットの開発をしていますが、これを特定のタスクでのピッキング・アンド・アセンブリで意味のある仕事ができるロボットを開発するというのも考えています。あるいは、家庭環境の中でのロボット、言語理解の研究開発成果を取り込むことで、人間との対話をしながら家庭の中で人間を助けるロボットも考えられます。

そういう幾つかの少しタイプの違うロボットが考えられるので、少しずつテーマを絞りながらそういう、6 つという数となるのかという部分には議論の余地があると思いますが、6 種類ぐらいのかなり違ったタイプのロボットというのは、考えられると思います。現在、進行中のグローバル研究拠点の方でも幾つかタイプの異なるタスクを設定しています。

【関根 PM】 辻井 PL によるご説明は、AIRC で行っているモジュール構成からのアプローチです。モジュールは 4 つか 5 つぐらいあり、ハンドブックに掲載されていますので、ご覧ください。例えば、第 1 に、ロボットの要素技術である嗅覚センサは、災害救助用です。資料 6 ページの「事業実施の背景と目的」にあるように、災害への対応として、多数のドローンにセンサを付けて、災害救助することによって、災害現場で不明となっている人を発見できないかということで、AI をどのように搭載するかということを行っています。

第 2 に、スマートなウェアラブルロボットですが、作業現場で人の意思に従って的確にソフトアクチュエータが動く、つまり、人の行動を支援するような人工筋肉に AI を搭載して、操作者の意思に従った

知的制御を行おうとしています。

第3に、高度な家事支援ロボットとしては、ロボット要素技術開発にはハンドの研究開発が2件あるのですが、これらのハンドが家事支援に当てはまるような形になるかということで、食器の片付け、配膳等を行ったり、柔軟物を扱ったりすることを組み合わせて行おうとしています。

第4に、資料の47ページ以降に関連して、自律移動ロボット、第5に、過酷な環境作業ロボットとして、ロングアームを研究開発しています。これらについては、高速の3次元画像処理認識技術を用いて、ここにAIを適用しようとしています。

最後に、高度なものづくりロボットとして、知的作業を運動制御とすることによって、資料の48ページでご説明した高効率ギアについて、知的作業を生産プロセスに導入するときに、どのようにAIを活用するかということをしり合わせています。

内容に触れると、個々の機密情報となるので、概略に留めます。この場では、6種類をご紹介しましたが、実際には、一つ一つの要素技術テーマで具体的なAIの活用について、AIRCの研究者とテーマ担当者がすり合わせをしています。

【細田分科会長】 ありがとうございました。

【新村委員】 お二方から非常に詳細な説明を頂いたので、今の説明の内容に関するさらに細かな点に関しては午後にお伺いするとして、辻井先生にお伺いします。今のお役目はNEDOのプロジェクトリーダーと産総研の人工知能研究センター長をされている。恐らく日本ではトップレベルの研究をされているということで、政府の立場から見れば、一般の国民の人たちが非常に大きな期待をしているわけです。AIとか人工知能、これらの言葉は今盛んに使われているわけですが、大きな誤解があるように私は思っています、そういうその国民の認識をきちっと正しく伝えるというのも、お仕事の一つとして必要だと思います。

質問というのは、今後、AIがどんどん進んで、普通の仕事をしている人たちが要らなくなってしまう、2030年にはどんどん失業が増え、医者とか弁護士も要らないなんて説もあるという点です。将棋なんかもそうですけれども、プロフェッショナルと言われる分野ほどAIの方が人よりも優れるという話があります。一般の人たちの誤解だと私は思っているのですが、AIのメリットについては何となくは分かるのですけれども、リスクという点で、プロフェッショナルも含めて、どんどん仕事が奪われてしまうという状況に対して、どういうふうにお考えなのか、お聞かせください。

【辻井 PL】 今、AIに対する過剰な期待と恐怖感という、2つの極端な受け止め方があるのは確かだと思います。

一つの恐怖感は、超知能というか何か、人間の知能をはるかに超えるAIが出現するのではないかとこの恐怖ですね。今まで知能的な存在の頂点に人間というのがいた。ほかの動物から区別する特質として合理的な知能という能力があって、それを神によって与えられた人間が、神以外の現世的な存在の頂点にいたのに対して、今、AIの出現によって、人間を凌駕する存在があらわれた、合理的存在としての人間の存在そのものを脅かすAIという議論があるわけです。ただ、今のAIの現状から考えると、人間存在を脅かす存在としてのAIという議論は、行き過ぎた議論だろうと思っています。

まず、合理性とか知能というものがそもそも次元に並べて、より上だとか、下だといった議論ができるものかどうかという議論もあろうかと思っています。いろんな種類の異なった能力の総和で知能というものができていると思うので、AIと人間のどちらが勝つかか負けるかという話ではないと思っています。

ただ、人工知能に対する一つの不安感が、AIの持つ自律系という性質にあるということはあると思います。変化する環境に合わせて自分で判断をして、自分で行動するという自律性がある。それが意味でこれまでの機械、人間が目的に合わせて操作するこれまでの機械とは全く別のものという意識ですね。

人間も、状況に合わせて判断と行動を行う自律系だったのですけれども、そういう自律系をもった、人間以外の機械が持ち出したということ。AIの進展に伴って、自分で判断して自分で何かをやるという、この自律性の度合いが拡大しているというのは確かだと思います。

その制御できない自律性をもった機械に対する不安があるのは確かですし、特に、人間との対比でいうと、人間の場合には明らかにそういう自分で決めて自分で行動するという自律性を持っていることは確かですが、人間の場合には、自分以外にも自律性をもった存在（ほかの人間）がいるということを知っているわけですね。別の自律性をもった存在とお互いに議論しながら、自らの目標を変更、調整もできるし、自分の判断を相手に説明できるということもありますけれども、今のAIはそこが欠如していて、非常に閉じた自律系になってしまっているという恐怖感があるのだと思っています。

我々のプロジェクトが、人間と協働できる人工知能と言っているのは、閉じたAIから、開いた自律系にAIがなっていく必要があると考えています。そういう意味では、次のステップとしてコネクテッドAIというか、複数個ある自律系がお互いに交信しながら、他者の動きや目的に合わせて自らの動きを調整していくという研究開発があります。基本的には、その自律系の集団の中に人間も入っている。つまり、人間とAIが共存して協調し、課題を解いていくようなコミュニケーションできるAIを次の段階では考えていく必要があると思っています。

こういう考えが基本にあるので、我々のプロジェクトでは、人間と認識を共有するようなオントロジーをもつとか、別の自律系とコミュニケーションする技術とかいうものが、深層学習や機械学習だけではない、プラスアルファに入ってくるべきだろうというふうに思っています。そういう方向に研究開発は進めていくべきではないかというのが、私の考え方です。

それから、AIが社会に影響を持つもう一つの側面は、職が奪われることで、これは確実に起こることだと思います。かなり大きな社会変動が起こると思います。前の産業革命が肉体労働を機械に代替したときよりも、大きな変動がもっと早い速度で起こっていくというのは確かなので、そういう意味では教育だとか、人生の設計の仕方だとか、余剰になった人間をどういうふうにもリロケーションしていくかという、社会政策的な議論が必要になることは確かであろうと思います。これは技術の範囲を越えているので、我々のプロジェクトとしては関与していくものではないですが、社会政策的な面が出てくるというのは確かでしょう。

さらに、もう一つの根源的な問題は、やはり倫理だとか哲学だとかいうことですが、こういうものはデータからの学習で自然発生的には出ないと思いますね。AIがデータを受け入れていくと倫理が自然に出てくるというのは多分幻想で、我々が持っている倫理だとか価値観というのは、非常に長い人間の歴史の過程で形作られたものだと思います。

倫理的な基準は設計する時点、AIを使う時点に、やっぱり設計者が外付けで入れていかざるを得ないのだろうと。道徳的なものだとか、倫理だとかという面に関しては、自発的に出てくる行動の原理ではなく、外からの規制ということで、やはりこれからの技術開発としては研究者や技術者が考えていく必要があるだろうと思います。

自動運転は多分こういう倫理や道徳的なものが一番端的に出る課題だと思いますが、ある種の外的な規制をAIに課するといったやり方を、やっぱり考えざるを得ないのではないかなというふうに思っています。

こういう倫理的な問題は折に触れ発信していかないと、AIの技術開発が変な方向に行くという危惧は持っています。

【小松崎分科会長代理】 実際にそのテクノロジーを人様のプライバシーに関わるところでサービスを提供している立場から申し上げたいと思うのですが、辻井先生のお話は何度も伺っているので、フィロソフ

イーも大事にされていच्छるし、倫理も大事にされていच्छるという点について、非常に有り難いという気持ちであります。

余り好意的に見ていない人とか、あおり過ぎている人というのがいるのは事実ですが、そこに対してどうするかということは大事です。しかし、多分今我々がやっていくこととは違うかなと。というのは、ほっておいても、このAIやロボットを産業化するというのは日本だけのテーマではないので、国際的に見れば各国がしのぎを削っています。そのときに私たちが将来外国製のAIや外国製のロボットしか使えない世の中というのは、できれば避けたいと思います。

端的に言うと、メンタリティが一致していないようなロボットが日常生活に入ってくるというのは、つらいです。

それから、もう一つは、これだけ大きな産業分野で、国際競争ですとか、産業振興という観点から見たら、やはり世界の方々から望まれるような良い人工知能、良いロボットを我が国が供給できることというのが非常に将来的には大事ではないかなという気がしております。

そういう観点から申し上げますと、まずは冷静にこれをやるべきためにやっておかなければいけないことは、多少勘が外れるものが入っても、ちゃんとやっておくという姿勢が大事ではないかなと思います。

そういう意味では、今日関根 PM がおっしゃったようなグランドデザインが非常に明確な中で、1個1個やっているという今の姿は非常に効果的だろうと感じます。

それから、技術を分らない方の共感というのもやはり大事なので、パブリケーションは研究者の方々や実施者の方々というよりも NEDO が、あるいはその上の経産省始め、国の機関が一生懸命力を入れなきゃいけない役割であると思います。実際にやる研究とそのこととは混ぜこぜにすると、効率的でないので、各々で役割分担するという今以上に進めることが非常に重要ではないかというのが私の意見でございます。以上です。

【細田分科会長】 よろしく申し上げます。

【関根 PM】 補足させていただきます。新村委員、小松崎委員、ありがとうございます。

資料の 55 ページに AI 白書が情報処理推進機構 (IPA) から出版されたと記載しました。ご指摘のとおり、役割分担ということから、NEDO から出版するのではなく、IPA から出版されています。私は、編集委員会にオブザーバー参加し、辻井 PL は、委員・執筆者となっています。研究開発の観点と倫理を含めた話も記載されています。

我々が担っているのは研究開発です。倫理については、人工知能学会に倫理委員会があり、委員長は松尾豊先生ですが、我々とコラボレーションしています。

ご指摘の部分は、2030 年というより、アメリカでは 2045 年にシンギュラリティとあって、特異点が起こり、AI が人間を超えるのではないかというのが指摘されています。

その中で、特に気になるところは、意味理解です。辻井 PL が発言されたように、人工知能が暴走するかどうかを含めて、意味理解をどのように解釈するかということが研究者に求められているところではありますが、小松崎委員のご意見にありますように、世界で望まれるものを目指すという基礎研究から今は立ち上げていますので、これを念頭に置きながら、研究開発を推進していくのではないかと考えています。私の考え方としては、人工知能は人間を支援するものだと思っています。支配されずに、支援されるということです。

したがって、支援されるとその支援のされ方が非常に重要で、どのように AI を使うか。足下では、専用の AI から始まって、AI が汎用になったときに、ご指摘の部分が始まるかもしれません。これらを踏まえて、このような事象を全く無視するわけではなく、それぞれの役割分担の中で進めていくべきであると考えています。

【細田分科会長】 ご回答ありがとうございました。よろしくお願いします。

【浅川委員】 辻井 PL に質問します。我々は、AI を長年やっていますと、その学習のアルゴリズムですとか、プログラムのコーディングとか、ソフトウェア志向にどうしてもならざるを得ないわけです。どういった形で実現していくかというのを考えると、ハードウェアの話も少し提案の中に入れておかないと、ただ理論だけ走って行って、なかなか実現できないという問題にぶち当たると思います。

先生たちが提案されているようなモジュールがあると思うのですが、そのモジュールはどういった形のハードウェアに乗せると一番その実用に近いところにくるのかとか、あるいはそのモジュールとモジュールをつなぐときのインターフェースは、先生たちのその先進的な技術でしたらどうあるべきか、というようなことを言わないと、なかなかものにならないというふうに思うのですが、その辺はどのようにマネージされているのでしょうか。

【辻井 PL】 我々は、人工知能の技術を次のステップにもって行こうと考えたときに、行動系をもったロボットのなものと、スマートセンサなど外部環境からデータを獲得するセンサの研究開発という、行動と感覚という 2 つ隣接分野とがあると思うのですが、もう一つ重要な隣接分野にハードウェアや、それを支えている計算機構の研究分野があると考えています。

我々のプロジェクトの中でも最近幾つかのグループを付け加えているのですが、例えば、視覚処理も、学習時はクラウドで行っても、獲得されたモデルに基づく推論はエッジの方に移していくという方向が顕著になっています。

エッジでの処理の場合には、電力消費量をできるだけ下げるという技術が必要で、深層学習で作られたモデルを、性能をあまり劣化させることなく簡単にし、それを実行するチップ化するという研究開発を行っています。

また、実際にディープラーニングのためのハードウェアとしては NVIDIA が席卷しているわけですが、この部分にも日本発のものを出す必要があるということで、これも幾つかのグループが議論を始めていて、このプロジェクトの中に取り込んできています。

そういう意味では、日本の AI が次のステップで世界と戦っていくためには、ハードウェアや計算機アーキテクチャの部分が大きな戦場になると思っていて、このプロジェクトの中でも取り込もうとしていますし、我々のプロジェクトの中でやるかどうかは別にして、そういうところに焦点を当てたプロジェクトを日本でも立てるべきではないかと思っています。

【関根 PM】 補足すると、このプロジェクトにおけるハードウェアの話は、平成 28 年度に採択しています。

ハードウェアの研究開発が重点化すると、このプロジェクトの限界値を超えます。このプロジェクトの予算、つまり、基本計画にはそこまでは書かれていないので、NEDO の他の推進部や技術戦略研究センターを含めて、経済産業省に予算要求しているところです。

浅川委員のご指摘のとおり、ハードウェアとソフトウェアの融合というのが大事であり、これは、経済産業省からも、そのような話が出ています。新たなプロジェクトを立ち上げつつあるのですが、そのときには、仮に、その立ち上がったプロジェクトとコラボレーションしなくてははいけないと考えています。このプロジェクトで実施しているハードウェアである素子の研究開発は、拡大していくというような対応も考えています。

【細田分科会長】 補足ありがとうございました。

富田委員、よろしくお願いします。

【富田委員】 事業目的の妥当性のところで 2 つありまして、1 点目は、12 ページのプレゼンのところで、脳型 AI というところの最後にコメントがありまして、日本と海外では、言語の壁があるために、日本語に特化した事業展開では、日本語が優位性を持つと考えられるということと、最後に説明がありました

グローバル研究拠点という中で海外の話が余り出てこないというのと、先ほどの目標のところも何か国内に特化しているみたいに聞こえるので、AI の分野は当然ながら世界と競争しているので、そのグローバルの観点が若干少ないかなと思いました。

2 点目ですけれども、同じ事業目的の妥当性のところですが、米国で SCHAFT が買収されたという話がもともとの背景にあるのですけれども、背景が若干変わっているところもあるので、その辺も考慮してこの評価をしたかどうかと思いました。

【細田分科会長】 よろしくお願ひします。

【関根 PM】 1 番目の日本語に特化したというところは、このプロジェクトのキックオフ（立ち上げ）のときの状況が書かれていて、ご指摘のとおりです。

日本語が必ずしも英語や他の言語に通じないわけではなく、日本語に特化することによって、日本の社会が幸せになるのではないかということで、当初はこうしていました。

ただし、言語ですので、ブロック化して、主語・述語や目的語が分類できれば、それは実現できるのではないかというアプローチです。2 番目は、グローバル化とのご指摘ですが、これは、今年度（平成 29 年度）の先導研究としての新規採択内容であり、ご指摘のとおり、まだグローバル化は進んでいません。

一方、ここで言うグローバル化以外のグローバル化は、辻井 PL が研究センター長である AIRC では、イギリスやシンガポールの研究機関との連携を図っています。

それにより、研究者が何人か招聘されていたり、研究開発の具体的なコラボレーションまでには至っていませんが、イギリス発のモジュールを AIRC で活用したりしています。ご指摘のグローバル化については、キックオフしたばかりですが、このような取組を拡大していきたいと思ひます。

2 番目の SCHAFT の件ですが、これもプロジェクト立ち上げ時であり、「当時」と書いてあります。ご指摘のとおりですが、その後、ソフトバンクに買収されています。このことだけではなく、今は同じような事象として、日本の AI ベンチャー企業が、エンジェルの投資家を含めて、日本の中でどのように育てていけるかが課題です。このプロジェクトでは、平成 28 年度には、ベンチャー企業・若手研究者を支援する採択を行い、平成 29 年度には、コンテスト方式ということで、日本の 6 社の AI ベンチャー企業を採択して、研究開発を進めています。

一方、我々は、ロボット・AI 部ですが、NEDO には、イノベーション推進部もあり、ここで、一部の AI を研究開発している方々のうち、イノベーションフェーズに合うテーマを支援しています。

このプロジェクトの中でのご紹介はさせていただきますでしたが、このプロジェクトは、AI の研究開発拠点形成という大きな柱の中で、AI ベンチャー企業も参加して拠点形成し、AIRC の研究者と共に研究開発することをステージゲート評価以降に求めております。AIRC に参画することは、計算機環境が非常に恵まれた中での研究開発となる事業になっています。

イノベーション推進部でベンチャー育成された企業が、6 社の中の 1 社になっており、コラボレーションしています。

【細田分科会長】 ありがとうございます。

林委員、何かございますか。

【林委員】 成果の実用化のところを確認というか、コメントさせていただきます。具体的に幾つか成果の実用化に向けた達成度もそれぞれ入っておりましてアクチュエータの部分、例えば、48 ページの横浜国立大学ですね。日本電産シンポと具体的な達成度も入っておりまして、その後の実用化の見通しで、63 ページで各メーカーからも具体的に問い合わせというか引き合いがあつて進められているということですが、これは取組の中で NEDO がワークショップとかやられているのですけれども、その中での具体的に連携があつて、どういうふうな形でこれを実用化に向けて進めていくのかという点をお伺ひで

きればと思います。

【関根 PM】 ご指摘ありがとうございます。

この件につきましては、ワークショップに来場されて、コラボレーションが始まりました。このテーマには、幾つかの課題があり、例えば、軽量化やコスト面等が問題となります。そのため、アプリケーションが設定されることにより、ギアの効率が明確になりますが、さらに、トルクや使い方について、日本電産シンポが横浜国立大学とコラボレーションして進展すると考えています。

その際に、生産コストの問題があると思います。開発予算が必要であるということであれば、技術推進委員会に諮って、実用化に向けて、それが必要であるかどうかということを審議した上で、それぞれの予算配分を実施するということとなります。

ワークショップを現在までに2回開催していますが、昨年は36件のマッチングが発生し、今年は、何件かは現在精査中です。さらに、午後にご紹介しますが、大学発ベンチャー企業の立ち上げ支援も行っています。

先ほど申し上げたNEDOのイノベーション推進部があり、ここの予算の併用、これらとどのようにコラボレーションするかということも進めているところです。

【細田分科会長】 ありがとうございます。

【長竹委員】 44ページのところに「知財戦略策定に係る取組」とありますけれど、これは多分午後に最初ご説明いただけるのだと思いますが、要は知財戦略って一体何なのということですね。これは午後聞かせていただけるということでよろしいですね。

【関根 PM】 機微な内容のため、午後の非公開セッションにおいて説明します。

【長竹委員】 はい、分かりました。ありがとうございます。

【細田分科会長】 どうもありがとうございました。

ちょうど予定の時間がまいりましたので、これで一応質疑、午前の部を終わらせていただきます。

どうも活発なご討論をありがとうございました。

【非公開セッション】

6. プロジェクトの詳細説明

<革新的ロボット要素技術分野>

省略

<次世代人工知能技術分野>

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

【公開セッション】

8. まとめ・講評

【細田分科会長】 それでは、課題8、全体に対するまとめ・講評です。委員の皆様お一人ずつ総評をよろしくお願いします。

それでは、林委員から始めて、最後に私という順番で講評をさせていただきますので、よろしく願いいたします。

【林委員】 ありがとうございます。

まず、全体的なプロジェクトについては、非常にステージゲートとかについても、各プロジェクトの達成目標はそれぞれ異なって目標を設定していきまして、評価を下しているというところは、非常に良いというふうに思っております。

また、独自の知財のディレクターの方も配置して、各テーマとも適切に評価をしていると感じました。市場化に向けたアドバイスや、製品化に向けたアドバイスというのも評価できるのではないかなというふうに思っております。

そのほか、実用化に向けたマッチングですとか、ワークショップ、企業との連携という部分を非常に意識して、ユーザーや事業者からのニーズをくみ取って、研究開発と実装化に向けて取り組んでいってやるということは、非常によく分かりました。

今後の期待についてですけれども、この要素技術と人工知能の開発については、相互で非常に連携できたり活用できたりする点が非常に多くあると思いますので、今取り組んでいってやる研究開発拠点などを中心に、ユーザーやメーカーと連携するということも意識して取り組んでいただきたいと思っております。

AI とかロボットの分野については各国で研究開発が進んでいますので、これは要望ですけれども、NEDO はいろんな海外でも拠点を持っていていらっしゃいますし、産総研とかいろいろ持っていていらっしゃいますので、そういった海外動向も調査し、動向を逐次つかんで、後れを取らないようにプロジェクトに反映していただきたいというふうに思っております。

そのほか、最終的には中間評価が終わってこれから具体的な研究開発に向かっていくと思いますが、コアな技術になりますので、一般の方々などに対して、この研究開発がどのように使われていくかというところをより分かりやすく出すということも、発信するということでも大切な点だと思いますので、それに向けても取り組んでいただきたいと思っております。

以上です。ありがとうございます。

【細田分科会長】 では、次に新村委員、よろしくお願いいたします。

【新村委員】 今日はどうもありがとうございました。非常に勉強になりました。

辻井プロジェクトリーダー、それから、関根プロジェクトマネージャーが非常に良いコンビネーションでお話ししていただいたので、分かりやすく理解できました。

全般ですが、このプロジェクトはAI をロボットに積み込んで、日本の社会課題を解決しようと、これは良いキャッチフレーズですばらしいなと思いました。これを是非実現すべく、これからあと残りの 3 年間で是非頑張ってください。

最終的にこのイノベーションにつながるようになるのを国民は望んでいるわけですから、研究とかそういう段階で終わってしまうと、残念ながらイノベーションまでなかなか繋がらないです。今回のプロジェクトは既存の技術とかそういうものの延長線上ではなくて、非連続であると。非常にブレークスルーして、非常に革新的なものの上に成り立ったプロジェクトなので、5 年間という短い期間で基礎研究にも目を配り、その上に積み重ねて実装までするという、非常に広い範囲を短い時間でいろんな段階的に難しいところをどんどん上っていくという、非常にスピードを要求される場面が多いと思います。普通、5 年間だと R&D だけで終わってしまうような期間だと思っているのですけれども、5 年間で実装してこの次にバトンタッチすると、見える成果を出したいというのは、これはかなりハードルが高いだろうと思います。あえてそれに多くの方がチャレンジしていることに、非常に敬意を表します。不安というか、懸念材料とすれば、ここに掲げている全てのことを 5 年間で全部初期のゴールまで達成するのは、これは至難の技だろうなと私は個人的に思います。やっぱり優先順位を付けるなり、これとこれは絶対

やるぞというようなことをして、結局、国民というか第三者はその結果で判断するので、あれもやりました、これもやりました。これから、でも、また続けますということも当然必要になってきますが、ここである程度成果を出すには、そこに優先順位を付けてできれば更に次の5年間につながるような、そういうスキームで進められたら、更に良いのではないかというのは私の感想です。

ありがとうございました。

【細田分科会長】 ありがとうございました。

それでは、長竹委員、お願いします。

【長竹委員】 本日はどうもありがとうございました。

正直に申し上げまして、かなり多岐にわたるプレゼンテーションでしたので、頭が飽和しているというのが正直なところでございます。

プロジェクトの概要につきましても、研究開発の内容につきましても、非常に中身のあるテーマだと思えます。

私やここに座っている人は、この分科会の中間報告に対する、ある意味コメントを出すというのが多分ミッションだというふうに思いますので、そういった視点でずっとプレゼンテーションというのを聞かせていただけてきました。

そういった意味では、この次世代の人工知能、ロボット中核技術開発という、背景や意義につきましては、全く異を唱えるようなところはございません、どんどん進めるべきだと思っています。それから、テーマの採択ですとか、ステージゲートでもかなり著名な先生方にも評価を頂いているということですので、研究開発のテーマの中身について何も申し上げることはないのですけれども、中間評価ということであるならば、やはり最終ゴールを見定めて、それに対して現状はどうなのだということと、そこに当然課題があるはずだと思います。

従って、できたことだけを要するにプレゼンテーションしていただくのではなく、どちらかという困りごとみたいなところをもっと出していただいて、次の研究に向けて、やっぱりこういうふうにしたいと、お金が足りないならそれも一つだと思いますし、そういったところも研究開発をされている方々からもお聞きできればよかったなと思っています。

このプロジェクトのゴールというのは実用化ということで、関根 PM の定義の中にも研究開発に係る試作品だとか、サービス等の社会的利用が開始されることということで、多分そのコンセプトモデルというのが研究目標のところ、午前中にご説明ありましたけれども、6体のロボットを例えば作る。これは多分コンセプトですよ。今ここでいろいろとあるテーマの集大成をしてみると、六つぐらいのコンセプトモデルというのはできるでしょうねということであるならば、ある程度見えているのであるならば、できたらそういうものは少しオープンにさせていただいて、こういうものを考える。それは、例えば修正されれば修正されても全然問題はないと思いますし、今の段階でやっぱり考えられるものはこういうものだと。

そうすると、多分そこに不足しているものというのが出てくると思います。不足しているものというのが次につながるのか、または追加で何かを考えなきゃいけないのかというようなところも見えてくるのではないかとこのように思います。

ということなので、プロジェクトはやっぱり最後は成功したということで終わりたいわけですから、中途半端な形で終わらないで思い切ってやっていただければよろしいのではないかとこのように思います。

そういった意味では、本日は非常に勉強になりました。こんな機会を与えていただきまして、どうもありがとうございました。

【細田分科会長】 ありがとうございました。

それでは、富田委員、お願い申し上げます。

【富田委員】 どのテーマも全体的にですが、出口をかなり意識されてやっておられるというのは非常に感銘を受けております。

小さいことなのですけれども追加予算を付けられたという点ほうまいやり方だなと思いました。最初に抑えて途中で付け加えるというのは皆さんのやる気をかなり上げているのではないかというふうに感じ、是非これは続けてほしいなと思っております。

今後の期待については、プロジェクトが非常に大きいので、長竹さんも言われたのに関係するのですけれども、コンセプトモデルというか全体感でこんな世界になるよというような絵を全体で一つ見せていただくと、非常に理解できやすいかなと思っております。

以上です。どうもありがとうございました。

【細田分科会長】 ありがとうございました。

それでは、浅川委員、お願いします。

【浅川委員】 今日はいろいろ聞かせていただきまして、ありがとうございました。

感想としては、今回のこのプロジェクトでは、基礎から応用まで非常に幅広いところをプロジェクトマネジャーとプロジェクトリーダーがうまくその全体をコントロールしてやっているということがよく分かりました。

特に、技術を開発しただけで終わるのではなくそれを如何に実用化していくかというところで、開発した技術は自分で使うというあの言葉は大変印象的で、そのために特許を創設するのだとか、あるいは企業と一緒にやるのだといったところをはっきりと目標の中に入れて取り組んでいるというところは非常に感心した次第です。

個別な技術になりますけれども、AIの技術というのはともすると透明性が問題になって、非常に曖昧な結果としてまとめなきゃいけないというところが問題だったのですけれども、そこを透明性、特にオントロジーをうまく使ってやっていくといった、明確な説明を頂いたところは非常に将来性を感じたところでございます。

あと、いろいろ実際の皆さんの発表、細かいテーマの発表の中でやれることだけやっているなどというのが見られるところも一部あったような気がします。

やれるところだけやるのは、論文書くのは良いかもしれないけれども、実用性の上で問題も起きてきますので、やっぱりオープンイノベーションの中でうまく仲間づくりをしながら、本当に広く使われる技術として全体のゴールをまとめていただけると、すごく良い成果が出るのではないかというふうに思った次第です。

今日はどうもありがとうございました。

【細田分科会長】 ありがとうございました。

小松崎分科会長代理、お願いします。

【小松崎分科会長代理】 今日はどうもありがとうございました。

何年か経ったら、あのおかげで今、日本は元気なのだ、こういうふうに言われるようなアクションになったら良いなと願っています。その中の一員に加えていただいていること、大変有り難いですし、誇りを感じます。本当に嬉しいと思います。

ただ、少し考えてみると、もう少し失敗を恐れずにいろいろ研究者の方々がやられた方が良いのかという感じもしました。

というのは、今回のプロジェクトは、すごく良いデザインでスタートしたと感じます。フレームワークが良いと。ですから、失敗はそんなに心配しなくても良いかなと思いました。

あと、非連続ですとか、不連続ですとか、革新というふう考えたときに、ここに失敗というものがないか無理です。やはり革新にはポジティブな失敗というのは付きものだと思いますし、そこに対する寛容な気持ちがないければ前に進むエネルギーはそがれてしまうだろうと思います。

そういう意味では、多少の失敗は良いなという雰囲気は今でもあるので、これも更に良いことだなと感じました。もっと強化していただきたいなという気もあります。

実際にうまくいかなかったことが将来出てくるかもしれませんが、私はそれもアウトカムの一つだと思うのは、このプロジェクトで採択されたテーマというのは皆さん関心を持つので、そこに対して社会が非常に関心を持っているんな方のアクティビティが活発になるということも一つの社会へのアウトカムだと思えば、やはりチャレンジすること自体もアウトカムの一つだというふう考えられたら良いかなと思います。

長くなりましたが、非常に良いデザインで、あと、実際に採択された方々の真摯な態度で、非常に前に進んでいるなと思います。ですから、もっとポジティブに、失敗を恐れずに、更に3年間皆さんにやっていただければ、もっともっと良い成果が出るのではないかなと、大いに大きな期待を感じた1日でございました。

どうもありがとうございました。

【細田分科会長】 どうもありがとうございました。

最後に私の方から感想を述べさせていただきます。

本当に実のある議論をいただきまして、ありがとうございました。

最近、うちの学会運営でもそうですが、実用化、社会実装というのは非常にこの数年旗頭になって、逆にそれで萎縮しているところもあるのかなという危惧がありました。

実用化、実用化という話で、一、二年で成果が出ないものはみんな駄目よと。研究者は少し萎縮し始めているのではないかという逆のおそれがあって、今回のプロジェクトを全体的に見るとニーズ志向ではなくて、これはシーズ志向のプロジェクトのように見えます。

それはそれである意味、最近の行き過ぎた方向性に対して、少し活性の味を出してくれているのではないかということで、少し安心しているというところはあります。

先ほど何回かありましたように、とんがったシーズというのも非常に多く散りばめられていて、大変頼もしい限り。シーズ志向である限りはとんがって、デファクトスタンダードなり、パラダイムシフトを起こすというのが、イノベーティブな結果を出し、日本の競争力を上げる上では多分不可欠だと思います。

ただ、糸の切れた凧というのはやはり困るので、徹底的に汎化できる、潰しの利くもの、すごく一般的な技術であるよということが証明できると一番嬉しいと思います。

そのシーズができた暁には何が起きるかという、シーズの位置付けとか、そのインパクトみたいなものを、周りの皆さんに十分理解できるような形で、十分にPRしていただけると嬉しいと思います。

その説得のために、それを使ったアプリケーションはどうなりますかというのはもちろん気になると思いますが、ただ、何回か紹介がありましたように、まだビジネスモデルなり市場というのはないところもいっぱいあって、それはそこでこの技術革新があったら世の中こう変わるといぐらいの大鉦を振るような形の弁術でも良いですが、是非積極的にPRしていただければ良いのかなと思います。

プロジェクトは非常に範囲が広いので、中には直近でも成果が出るというものも、ステップ・バイ・ステップでやるものと一緒に並べてありますので、いろいろなステージの結果をうまくプロジェクトの成果として世の中にちゃんとPRできるか、そこら辺のやり方をこれからあと3年間、どんどん積み上げていただいて、先ほどありましたように後世に誇れるプロジェクトとして、成果を挙げていただければ

というふうに思います。

今日は本当に大変勉強をさせていただきました。ありがとうございました。

本日の分科会のご提言を踏まえ、PM、PLから一言ございましたら、よろしく願いいたします。

【辻井 PL】 今、いろんなコメントを頂きまして、確かに思い当たるところが多々あります。

実際に少し幅が広いプロジェクトになっているというのは確かにそうですし、それから、どうしてもこういうプロジェクトをやらせてもらえると、僕自身も少し安全サイドに振るといふか、余り飛び跳ねて失敗するのが嫌だといふので、萎縮している面もあるかなといふふうに思いながらコメントを聞いていました。

プロジェクトとしてきっちりまとめを作っていくということも大事ですし、何人かの先生方からコメントがありましたように、余り失敗を恐れずに新しいフレームワークを作るのだといふ面も持ちながら、これからプロジェクトを推進していきたいといふふうに思っています。

どうもありがとうございました。

【関根 PM】 今日はどうもありがとうございました。そして、現地調査会では、わざわざ幕張までお越しいただき、ありがとうございました。今日は、それぞれの委員からコメントを頂きましたが、ご指摘の中で、研究開発の成果目標をどのように見せて進めるかが重要であると感じました。様々なシンポジウムや発表の場で、このプロジェクトについて説明してきており、先導研究の目標や最終目標は、基本計画に書いてはありますが、成果目標について具体性が少し弱いという点は、ご指摘のとおりです。今後、具体的なものが出てきた折には、発信していきたいと思います。

私が、ハンドブックに書きましたが、次世代の人工知能とロボットが人を豊かにするというキャッチフレーズにより、チーム SamuRAI という名称で推進しています。本日は、中間評価分科会ですが、本プロジェクトは、研究開発 3 年目に中間目標を立てているわけではなく、研究開発フェーズ毎に目標を設定し、ステージゲート評価において実用化への道筋等を評価しています。そして、先導研究から本格的な研究開発にフェーズを変えることにより、分科会長からも最後にご指摘のあった実用化に向けて、研究開発を推進しています。

また、このプロジェクトについては、産官学連携での委託費となっているので、積極的にベンチャー企業等も支援していきたいと思います。残り 2 年間ですが、今日のご指摘を真摯に受け止めて、次世代人工知能技術分野は、辻井 PL と共に、そして、革新的ロボット要素技術分野は、それぞれの担当者と共に、チーム一丸となり、両分野では、アドバイザー、知財プロデューサーを含めて邁進していきたいと思います。今日は、どうもありがとうございました。

【細田分科会長】 どうもありがとうございました。それでは議題 8 を終了いたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

以上

配布資料

- 資料1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料4-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料4-2 評価項目・評価基準
- 資料4-3 評点法の実施について
- 資料4-4 評価コメント及び評点票
- 資料4-5 評価報告書の構成について
- 資料5 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料6 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
- 資料7 事業原簿（公開）
- 資料8 今後の予定