

重点分野推進戦略専門調査会 情報通信研究開発推進プロジェクト 第6回会合

議事録(案)

日時: 平成 15 年 4 月 14 日(月) 15:00 ~ 17:30
場所: 中央合同庁舎第 4 号館 4 回共用第 4 特別会議室
出席者: 阿部、大山、各総合科学技術会議議員、
池上 重点分野推進戦略専門調査会専門委員、
石川、井上、佐藤、谷江、萩田、藤江、松日楽 各招聘者、
事務局(大熊政策統括官、上原、和田 各審議官、杉山参事官)
(敬称略)

議事

[事務局]

ロボットの課題と方向性について(議論のたたき台)(資料 1)を説明。

[石川]

資料 2 (ロボットの方向性について)をもとに説明。

ロボットは、アクチュエータだけでなく、センサ、コンピュータを含めた、認識し行動する
知能システムである。よって、アクチュエータのブレークスルーだけでなく、センサ・コンピ
ュータといった半導体産業に近い辺りの強化も必要。

要素技術に関して、今のロボットは実現レベルが低いのではないかと、人間を目標としている
こと自体、目標として低過ぎるのではないかと。これのブレークスルーとして、理論にかなった形
での限界の追及がありえる。たとえばビジョンシステムはビデオレートや CCD の性能に縛られ
る必要はないのではないかと。現状で 1 秒 1000 枚の画像処理が可能。これを使えば見えない速度
で動くロボットも不可能ではない。この見えないロボットで新しい分野を開拓。

[佐藤]

資料 4(これからのロボットの方向性:環境ロボット)をもとに説明。

ロボット(環境ロボット)とは、人間との関係を知能化した機械である。今、我々はさまざま
なメカトロニクス機器とか情報システムに取り囲まれて生活しているが、これらのものは人のた
めに総体として連携(Plug & Coordinated - Service 機能)してくれないし、Personalization 機能も
ない。環境ロボットはこれらの機能を実現するもの。

ロボティックルームをこれまで作ってきたが、このようなシステムを使えば、人間の行動情
報蓄積を行うことができ、非常にスムーズな介護ができるのではないかと。

ネットワークやユビキタス技術を取り入れ、日本が強みを有する非常にきめ細かで身近なメ
カトロ製品技術を行動蓄積情報と組み合わせることで、新機能製品群が作り、世界をリードし続
けられないか。それを確実なものにするために、早急に 10 年プロジェクトを開始し、5 年でベ
ース技術を固め、5 年で社会実験をやる必要がある。

[谷江]

資料 5(第 6 回会合・資料)をもとに説明。

今後のロボットというのは、生活支援など製造業以外のところで発展していくだろう。そう
なると、画一的なロボットではなくて、いろいろなロボットが必要になる。

いろいろなロボットを作るシーズは充実してきている。これからは、ニーズをみて使えるシ
ーズを組み合わせることを効率的に行えるようにすることが重要である。そのために、シーズを
一般の技術者が使える形でコンポーネント統合できるよう、インフラを整備していくことが非常
に重要である。

必要なことは、シーズをソフトウェア・ハードウェアともにできるだけオープン化することと、実ニーズに即したグランドチャレンジをやることである。

[萩田]

資料 6(コミュニケーション・ロボットの方向性について)をもとに説明。

自分の情報を蓄えてくれる、世の中の情報を教えてくれるメディアという視点でロボットをとらえている。一般のメディアとして違うところは、人とのコミュニケーション能力があるという点である。

コミュニケーションロボットとしては、3つの型、パートナー型、環境埋め込み型、バーチャルリアリティ型がありえ、互いにネットワークで結ばれている。その技術として最も大事ことは、ヒューマンロボットコミュニケーション技術、ロボットと人をうまく結ぶやり方を考えていくことである。

同様に、ロボット間通信プロトコル、制御・管理、環境への適応の標準化が必要である。

国の施策として望むのはヒューマンロボットコミュニケーション技術で、動作とか触覚コミュニケーションといったものの協調技術、エージェント技術との協調といった点でイニシアティブをとることである。

[藤江]

資料 7(医療・福祉への展望)をもとに説明。

医療ロボットは 21 世紀の日本の新産業、雇用の創出につながるものとなる。

ZEUS、da Vinci が医学会総会にも出品。ただし、数億円するのに低侵襲性以外は人間並みであることが問題。普及のためには大きな開発が必要。

福祉分野では、尊厳を確保した終末というキーワードがこれから大きなポイントになる。

高齢者の自立というものを支援するロボットがこれからのキーワード。たとえば、体に不調を来した方に対するリハビリを兼ねた支援や生活支援、加齢とともに低下する肉体的な能力のサポートをするロボットの開発が必要。

社会への参加では、高齢者の安心と家族の安心の 2 つが必要。そのためには、ロボットのモニタリングと高齢者のモニタリングの両方ともができることが必要。

臓器の運動について工学的技術でモデリングさせるということもこれから大事。

この分野ではロボットというのは人間とコンピューターをネットワークでつなぐインターフェースである。

[松日楽]

資料 8(オープン化による生活支援ロボット市場の拡大)をもとに説明。

ロボット情報家電や新しい分野へ向けてロボット技術を適用していく場合、オープン化、標準化は非常に大事。多様な用途に対して、たくさんのロボットが早く安くできるといった仕組みが大事。

ネットワーク化された環境と人との間をつなぐインターフェースとしてのロボット、一人住まいの高齢者や病人の様子を見る動いていくカメラあるいは動いていく PC としてのロボットという形があるのではないかな。

ロボットを構成するのに必要な技術をモジュール化してシステム化しやすくすれば、いろいろな用途に対して早く、安くロボットを提供できる。このときに、1つのコアになっていくのがコントローラーおよび半導体技術である。

電機メーカー数社共同でこういうロボットのモジュール化、コントローラーのオープン化をすることで、いろいろなレベル、いろいろなところでコンポーネントとかソフトウェアなどロボット技術の開発ができるのではないかとということで取り組んでいる。

[井上]

資料 3-1(総合科学技術会議資料)、資料 3-2(総合科学技術会議プレゼンテーション資料)をもとに説明。

総合科学技術会議でロボテクノロジー(ロボット技術)を生産技術だけでなく情報通信関連分野に位置付けられたということは、新しいロボットの発展方向を示す上で大変意義深い。新しいジャンルの製品とかサービスというようなものを生み出すことになっていく。

ロボットを再定義すると、実世界に対しいろいろな処理をして働き掛けるようになる機械、**即ち**、将来のコンピューターの発展形であろうと考えられる。これに伴ってサービスも単に情報を伝えるだけのサービスから行動を伴ったサービスへとジャンルが広がってくる。

科学技術総合会議で、ロボットを将来の産業・技術として育てるときに、やはり5年、10年では短い。できれば20年、30年ぐらい、ロボットなどの技術がどのような明るい未来につながるかという絵を描く必要がある。

人間型のロボットのプロジェクトでは、プラットフォーム提供型研究開発をやってきた。汎用のロボットとその上でのアプリケーションを交互に開発して各々の技術を開拓していく、そういうサイクルを繰り返すことで、ロボットの技術とアプリケーションが相互に補完しながら育っていくという新しい方式をやってきた。

人間型のロボットの用途としては、ライフ・サポート・パートナーではないか。現在の日本の社会のキーワードは少子高齢化、成熟社会なので、このような社会で高齢者が幸福で生きがいのある私生活と社会参加を可能とすることにロボットの技術がどう貢献できるか。加齢に伴って、衰えていく物理的な能力、知力、記憶力などを補い、自力で自分のペースでやれることが、人間にとって非常に大事なことではなかろうか。

ロボット産業が20世紀の自動車産業のようなものになるとすれば、ロボットの設計・製造・販売・修理・ソフトウェア・コンサルティング・中古・リース・レンタルなどいろいろな産業にいろいろな人が参加して付加価値をつけていくバリューチェーン、産業形態がつくられるだろう。

国が長期的な少子高齢化、成熟社会における国民の生活まで考えて技術の開発計画を立てる際、戦略的にロボットの研究開発の**企画運営をする委員会のようなもの、即ち、戦略的ロボット開発イニシアティブ**を設置する必要がある。また、実際の応用をやりながら必要な技術を開発していく必要があるだろう。さらに、小型高性能のコンポーネントの開発、ソフトウェア・ミドルウェアとその標準化、システム化・知能化技術の開発ロードマップの設定などを実行すべき。

[阿部]

製品化に関して、産総研の癒しロボットに対して、非常に興味を示す人と全く示さない人がいる。現在の値段200万円は100分の1ぐらいに下げないといけないが、おもちゃレベルで癒しになる場合と、もっと高機能なものでないとダメな場合があるので、産業的にはいろいろと難しいところがある。

技術を高めていくために、国際競争、オリンピックのようなものをしていくのがいいかもしれない。

国としてやるべきことに関して、非常に大きいキーワードの1つはセキュリティだ。

[池上]

直立二足歩行がどれだけ意味があるか、15年ほど前に議論した時には、1つは人間理解に役立つだろうという話があった。直立二足歩行が必要だと考えているかどうか、その辺から議論に入りたい。

[井上]

我々が住んでいる環境で人間の生活を支援するということになると直立二足歩行というのは**接地**断面積が非常に小さい、狭いところでも行けるというのが非常に大きい。段差があってもよじ登ってでも行けるなど、どこでも動いていき、ものを持てることができる。

[池上]

わかりました。人間の住みやすい環境では、やはり人間の形に合わせた方がいいのではないかと。

[井上]

多分それが合理的なのだろうと思います。

[谷江]

直立二足歩行ということは、基本的に知能は別にして人間の形というものをどうしても必要とする分野、例えば、マネキンのような用途を発掘する必要がある。人間が生活する環境の中では、人間の形というものをそういう空間が必要とするだろうという前提がある。エンターテインメント、コミュニケーション・ロボットに対しても、やはり人の形をしたものと、だるまさんみたいな形をしたものとは、受ける人の印象が違う。そういうところに注目して、市場開拓なり製品開拓をするということになる。

[萩田]

コミュニケーションでは、目が一番大きい。身体性というのは重要なファクターだということを認知実験を通して痛感している。これがないと、コミュニケーションソフト自体がうまくつくれない。

[石川]

こういう議論をするときに重要なのは、使用目的と構造をペアで考えなければいけない。二足歩行の必要性というのは、現状の生活のレベルの中でロボットをどう使っていくかという場合には絶対的に必要な技術だが、工場の中では話が大幅違ってくる。

[松日楽]

産業界の方からすると、すぐにヒューマノイドを使うというアプリケーションはなかなかないが、ああいうプラットフォームを利用することで専用のいろいろなソフトウェアやハードウェアがどんどんできてくる。そうすると、マニピュレーションなどは、そのまま産業用ロボットにも使える、といった効果を非常に期待している。

[池上]

直立二足歩行で開発された、ある意味では要素技術がほかでも使えるということか。

[松日楽]

そうです。例えば、組み込み型のアクチュエータといったものは、あのようなロボットがないとなかなかできない。そういう意味では、非常に効果としては大きい。

[藤江]

体内LAN、組み込み型のアクチュエータ、スキル情報処理のやり方などを二足歩行というピークル、プラットフォームで開発していくことで、人間以上のことを部分的にでもロボットができるよう作りこむ込むことについては、非常に有効ではないか。

[佐藤]

我々はいろいろな機械に囲まれて生活しているが、必ずしもその機械は使いやすいものではないし、もっともっと人間の方を一生懸命見てほしい。個人のふだんの行動とか性向とかを踏まえて、人間に適切な機能を提供してくれる知能化機械としてロボットを考えた方が、建設的な議論ができる。

日本はメカトロに強い国なので、人に適合するような機能をメカトロニクスにつければ、例えば補聴器なども高度化して調整しやすいものを作ることができる。ロボットの本質であるハンドリングを広目にとらえて、ネットワークを含めて研究を進めていき、その先にヒューマノイドが出てくるのではないか？

ロボットが何の役に立つかという議論はやめようではないか。われわれはすでに機械から利便性を得ているので、それを知能化する方向で取り込んでみる方が今は大事。そのイニシアチブ

のために、10 年見据えて、最終的なところにヒューマノイドを持ってくるというのは当然。それには、強力なリーダーシップと 10 年間辛抱するということが非常に大事。日本のロボット技術の優位性を失わないためにも、飛び込むことが大事。

[池上]

大山議員のコメントの中で、国としてナンバーワン・ブレイクスルー戦略というのがあったが、今日の話では、技術は既に成熟しているという意見と、部品のレベルで非常に問題があるという意見があった。これは、最終的なねらいが違っているために違いが出てきていると思われるが、日本にとって世界に対するブレイクスルー戦略を立てるとすれば、どのようなことが考えられるか、意見をいただきたい。

[井上]

アメリカ、ヨーロッパには数は少ないが非常に性能のいいコンポーネントがある。それを使って日本はシステム化している。ロボットはシステムなので、コンポーネントと技術を開発するときに無目的にコンポーネントの高性能化を狙うのではなく、何に使うかという目的を絞った上でのコンポーネント開発をしていかなければいけない。

[池上]

今でもかなりコンポーネントは外国のものを使っているということか？

[井上]

はい。例えば、モーターギアは外国生まれが多い。これまで実施されてきた無目的にコンポーネントを作るプロジェクトの成果はあまり使われない場合が多い。例えばヒューマノイドのようなものを目標として、それに耐えるような高度化するキーとなるコンポーネントをつくってもらえるならば、ほかのところに技術的に波及するいい製品ができる。ヒューマノイドというのは誤解を招きやすいが、世界に対して自他共に認める日本の技術優位性を保つために、あの芽は絶やさないう方がいい。

[大山]

今の井上先生のお答えで、そうしたコンポーネントの開発のドライブフォースは何か。例えば、宇宙とかあるいは国防とかそういう技術なのか。

[井上]

外国は多分それで来たのだと思う。

また、あまり売れないが性能を追求したもの、たとえば、ビデオは民生用はソニーだが、衛星用は異なる、そういった極端なチャンピオンデータになるような研究をどのお金でやっていくのか。これは官需のようなものでやらないと難しい。

[池上]

確かに、例えば、結晶成長関係のバルブ類は当初全部アメリカのベンチャーから輸入していたが、それは宇宙開発用に使われたと聞いた。

[井上]

新しい技術を開発するときの開発部隊としてアメリカのベンチャーがプロジェクトの中の委託をうけている。日本でやるときにも、そういう仕組みをつくらないと、難しいのではないかな。

[佐藤]

日本は非常に身近なものがどういうふうに使われるかという知恵が、たくさん製品に入っている。ある製品の使われ方を残せるようになると、次の製品をつくる時に役に立つ。そういうのが、製品の差別化の究極の姿になっている。人間中心技術としてロボットというものをやっていくというのが落ちているのではないかな。人の自然な行動というコンテンツを蓄えて、それから

ロボットの知能を引き出していくようなアプローチ、技術開発が要るのではないかな?

[萩田]

ネットワークとロボットを一緒にすることによって、今まで見逃していた暗黙のようなものを補えられる可能性がある。そのためにロボットを知的に高度化して、そういった情報の抽出、体験を知識として記録していく技術が、イニシアチブをとるべき最大のポイントではないか。その際にはソフトウェアが重要。

[池上]

その辺は、日本は世界の中で強いと考えているか。

[萩田]

コミュニケーションで演出、しぐさの研究というのは世界でもやっていないので、日本が先陣を切ってやれるところではないか。フィールド実験をやればやるほど人間の振る舞い方がわかり、それをソフトウェアにフィードバックしていくと、どんどん新しいいいものになっていく。そうやってソフトウェアのところの基盤技術を頑張っている。

[池上]

人間理解という点でもこの研究自体は非常にプラスになっている、それをうまくフィードバックさせていくといったことは日本は強い、外国は目的を絞ってやるということか。

[萩田]

そうですね。ヒューマノイド自体が余り海外ではやっていないので、先陣を切れる。韓国の例では家庭に入るのは2005年からということだが、日本は2005年までにどんどんやっていってフィードバックデータを反映させていきたい。

[藤江]

30年間企業でやってきて一番感じているのは、日本はプロジェクトを国策としてやるようなとき、ものをつくり、データをとるところまではやるが、そのデータを生かしていくプロジェクトがなかった。これからは実証プロジェクトをやっていく状況になった。

[池上]

実証というのは、単にデモンストレーションではなくて、もう少し先までやるという話か。

[藤江]

はい。現場に持ち込んでいろいろな使い方をしてもらって、その中で実証して言うということだ。

[池上]

阿部議員からの指摘にあったロボコンの延長のようなコンテスト的なものも一つの評価として有効と考えるか? ロボコンよりもうちょっとレベルが上の、例えば da Vinci と何かを競争させるというのはどうか。

[藤江]

競争させるのがいいのか、ロボコンと一緒にすると話が難しくなると思う。

実証にもっとお金を掛けるような形でプロジェクトを進めなければいけないのではないかな。

[阿部]

おっしゃるとおりだ。

売れるかどうかばかりで開発を進めていくとやはり抜けるところがあるので、技術の高度化というのを別途に図っていく必要があることがいいかった。実証は実証で大切なことだ。

[池上]

要素技術的なものもそうか。

[阿部]

システムとしての競争を一方でやっていけば、非常に波及効果もあるようなものが出てくるのではないか。

[谷江]

基本的に日本とアメリカと違うところは、アメリカの場合にはかなり実務運用を、産業的に効果がないかもしれないが、実際に使うことを目的としてチャレンジする。日本は要素技術レベルは世界初のものもあるが、実験のための実験で終わったらその後は途絶えてしまっている。極限作業ロボットもいち早く日本で最高級といわれるロボット技術ができたが途絶え、JCOの時にはロボットがない。一方フランスなどは要素技術はシンプルだが使えるロボットを持っている。フランスにしてもアメリカにしても実ニーズに即して使うことを目的として一種のグラウンドチャレンジをやる。

ロボコンはシーズは開拓されるかもしれないが、やはりアプリケーションそのものについてはゲームだ。

外国では宇宙や原子力の背景にあるのはやはり軍事だが、日本の場合はそれに対応するグラウンドチャレンジ目標を政府がつくって、シーズを磨く研究をやるべきだ。

もう一つ、製品開拓が自由にできるようなインフラ整備というのは別枠でやる必要がある。その二本立てはどうしても必要ではないか。

[池上]

今のは研究開発システムに関連した話という感じがする。研究を受託している研究者、技術者が悪いのかもしれない。金だけもらって好きなことをやって、それ以上はやらない。

[谷江]

アメリカの宇宙開発で言えば、まず NASA が目標をさだめて大学研究所レベルでアイデアのある人に金を出して評価し、次に実務的な研究セクション、さらにフィールドテスト、最後はジョンソン・スペースセンターと徐々にセクションしていくことをやる。それは 10 年、15 年前から最初の研究というのは始まっている。日本も例えば、極限作業ロボットは 1983 年にやった。それを伸ばして知能ロボットでもって本当にプラントのメンテナンスをするというのは、非常に画期的なグランドチャンスだ。

[池上]

例えばアメリカでは、国の方が金がないということで、火星に着地するのに変なボールみたいなものでロボットをつくった。そういうように、具体的な目標を提示した場合に、いろいろな提案が日本で上がってくるのか。

[谷江]

実際は例えば、今レスキューロボットプロジェクトをやっているが、提案は出てこない。

提案を十分拾い上げ、プラクティカルなものを絞り込んで、ファンディングして高度化していくというようなメカニズムが必要だが、そこまではつながらない例が多い。

[池上]

どこまでやったらあなたたちは本当に社会の役に立つ仕事をしてくれるのかという気持ちがないわけではない。

[谷江]

結局それを引き受けるところがない。アメリカの場合は宇宙では NASA がある。

[阿部]

34 ページの表では、極限環境が日本は「 」か「×」になっている。この関連をもう少し広げたセキュリティは民需の部分はあるかもしれないが、多くは官需、つまり国策に関係するところで、そこが発注をしないと進まない分野ではないか。

[池上]

時間が迫ってきたので、今後ロボットの研究開発の進め方、国への要望について、一言ずつ発言をいただきたい。

[松日楽]

ロングレンジでストーリーつくって、順番にこういう形でやる、このプロジェクトではこういうことをやる、そういうスキームをしっかりとつくった形でやってほしい。

[萩田]

イニシアチブとしては、やはり人に学ぶというコミュニケーション、自然に人間がやっていることを科学技術としてしっかりやるべき。

標準化としては、ロボット同士のコミュニケーション、ロボットと場所、環境との関係を管理するシステムの標準化技術が必要。

[池上]

松日楽さんが言われた標準化はハード、萩田さんが言われた標準化は上のレベルの標準化が必要ということか。

[松日楽]

ソフトウェア、ハードウェア、両方の側面からオープン化、標準化していくべき。

[谷江]

基本的なシーズを追及するところはグランドチャレンジ目標を国が設定して、それに向けて技術を磨く。産業発展のためにはインフラづくりである。ソフトウェアの標準、それから、コンポーネントの標準化、共通に使えるコンポーネントの整備が必要。

[佐藤]

インフラの1つとして個人コンテンツがこれから大変大事な要になる。日本がやるべきは、「社会情報」、分散していく人間の情報を集め利用する枠組みをつくることだ。そういうものが今後のメカトロニクスやロボットの高度化に非常に不可欠。

[井上]

日本は技術的にほかの国に完全に優位になっているわけではない。しかし、目を引くオンラインの技術はあるのだから、それを大事に育てていく必要がある。その際、ロボットの研究開発を広い眼で戦略的に指揮する委員会のようなもの、即ち戦略的ロボット開発イニシアチブを設置し、全国に実証的研究を行うリサーチのセンターをネットワークしたような仕組みが欲しい。その仕組みのもとで、コンポーネント開発とシステム実証を如何に組み合わせるビジネス展開していくかという、将来の10年、20年後までの道筋を描くかが重要。

[石川]

ロボット技術は総合化の技術、システムインテグレーションの技術になる。そういうものに対するプロジェクトとしては、高い目標を掲げて、それに対して要素技術をきちんとつくり上げていくということが重要。異分野からの参入できる形、長期的な視点に立って総合化技術、しっかりした目標に対して必要な技術をセクションして集中投資して外国がまねできないような要素技術の上にロボット技術を育てていく必要がある。

