

経済産業省技術戦略マップの概要と人工知能学会への期待

～ロボット分野の技術戦略マップを事例として～

Outline of Strategic Technology Road Map (METI) and expectation for the Japanese Society for Artificial Intelligence –Focus on the Robot filed technology Road Map-

渡邊政嘉^{*1}
Masayoshi WATANABE

土屋博史^{*2}
Hiroshi TUSCHIYA

山根 正慎^{*3}
Masanori YAMANE

^{*1*2*3} 経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

METI formulated the Strategic Technology Roadmap (hereinafter referred to as "the STR") as a navigating tool for strategic planning and implementation of R&D investment in cooperation with industry, academia, and public institution. Formulating the STR is the first attempt ever not only by METI but also by Japanese government as a whole. A total of approximately 400 members were involved to study and discuss the STR under task forces, such as front-line junior researchers and those who actually use products and receive services, i.e., users, manufacturers, and medical/care workers, in order to reflect comments and advice of users' side. In addition, fundamental technologies, technology fusion and interdisciplinary issues were discussed. METI is going to keep road mapping activities ever year. METI is expecting for good communication with the Japanese Society for Artificial Intelligence through the road mapping so that activate national innovation system among academia, industries and government.

1. はじめに

経済産業省では同省の進める研究開発プログラムをより効率的・効果的に進めるため、研究開発マネージメントツールとして「技術戦略マップ」を策定した。平成 17 年 3 月に第一版となる「技術戦略マップ 2005」を公開した。その後、内容の一部見直し及び追加に関する活動を継続的に進め、平成 18 年 4 月に第 2 版となる「技術戦略マップ 2006」を公開した。技術戦略マップは、新産業の創造やリーディングインダストリーの国際競争力を強化していくために必要な重要技術を絞り込むとともに、それらの技術目標を示し、かつ研究開発以外の関連施策等を一体として進めるプランを総合的な技術戦略としてとりまとめたものである。技術戦略マップは、24 の産業技術分野を網羅している。これらは産学官によって構成された独立行政法人新エネルギー・産業技術総合研究機構(以下 NEDO)等に設置されたタスクフォース(約 400 名)のもとで作成された。経済産業省では、マップ策定の過程で抽出された重要技術を翌年度の新規研究開発プロジェクト採択への条件とする等、研究開発マネージメントツールとしての本格活用を始めている。経済産業省では技術戦略マップ策定プロセスにおける産学官のネットワークを重要な資産として考えており、構築されたネットワークをベースに毎年連続的な議論を進める方針である。また、検討結果を集大成した技術戦略マップは、産業技術に関するリファレンスデータとして幅広く産学官に提供し、産業活動や学協会での異分野連携等を促進する材料として提供を行っている。

2. 技術戦略マップの概要

2.1 目的

マップ策定の目的は以下の通りである。

連絡先: 渡邊政嘉, 経済産業省産業技術環境局, 東京都千代田区霞が関 1-3-1, Tell: 03-3501-9221, Fax:03-3501-7924, watanabe-masayoshi@meti.go.jp

(1) 技術戦略マップ及びその策定プロセスを通じて、当省が行っている研究開発投資に関し、その考え方、内容、成果等について国民に説明を行い理解を求めること。

(2) 技術動向、市場動向等を把握するとともに重要技術の絞り込み等を行い経済産業省が研究開発プロジェクトを企画立案するための政策インフラを整備すること。

(3) 専門化する技術、多様化する市場ニーズ・社会ニーズに対応するため我が国の研究開発に関し異分野・異業種の連携、技術の融合、関連施策の一体的実施等を促進するとともに産学官の総合力を結集すること。

2.2 内容

技術戦略マップは、導入シナリオ、技術マップ及び、ロードマップの3部構成とした。(Fig.1)

2.3 策定分野

(1) 情報通信分野

半導体、ストレージ・不揮発性メモリ、コンピュータ、ネットワーク、ユーザビリティ(ディスプレイ等)、ソフトウェア

(2) ライフサイエンス分野

創薬・診断、診断・治療機器、再生医療、癌対策等に資する技術

(3) 環境・エネルギー分野

CO2 固定化・有効利用、脱フロン対策、化学物質総合管理、3R、エネルギー

(4) 製造産業分野

ロボット、航空機、宇宙、ナノテク、部材、MEMS(Micro Electro Mechanical System)、グリーンバイオ、超電導、人間生活

2.4 策定プロセス

技術マップ及びロードマップについて、策定分野毎に NEDO 等に設置したタスクフォース等において原案を作成した。本タスクフォースには、大学、民間企業(製品、部品、材料、装置メー

カー等), 経済産業省(省内関係局担当課及び産業技術環境局), NEDO等, 独立行政法人産業技術総合研究所(AIST)等が参加し, 産学官の知見を結集した。また, 産業構造審議会産業技術分科会研究開発小委員会(委員長: 西尾茂文(国立大学法人東京大学理事副学長))に報告が行われとりまとめられた。

2.5 活用方法と運営方針

(1) 活用方法

官民における研究開発の戦略, 内容等を検討するための参考として幅広く産学官の活用供する。今後, 官民の役割分担, 個別企業の経営戦略, 知財の状況等を踏まえ, 当省として, 新規研究開発プロジェクトの企画立案, 実施中プロジェクトの検証等に活用を行う。政府ベースでの研究開発に係る資源配分のあり方について, 技術戦略マップという手法の活用を提案を行う。

(2) 運営方針

技術動向や市場動向等を踏まえ, 内容をブラッシュアップするため, ローリングを毎年行う。経済産業省, NEDO等のホームページに掲載(読み書き可能なエクセルファイル形式を含む)し, 広く外部からのアクセスを可能とした。上記プロセスにより, 研究開発に関する情報, 知見を継続的に蓄積するとともに, 人的ネットワークが形成・維持する。

2.6 特徴

技術戦略マップを策定・整備は, 政府としても, 初めての試みとして平成17年より開始されたものである。

内容面での大きな特徴は以下のとおりである。

- (1) 3部構成とし, 研究開発の成果が世の中へ出ていく道筋を階層的に示したこと
- (2) 必要となる要素技術, 技術的課題, 関連施策等を一覧的に取りまとめたこと
- (3) 各分野の重要技術の考え方を提示し, 重要技術を絞り込んだこと
- (4) 市場ニーズ, 社会ニーズの実現に必要な技術分野を包括的にカバー(24分野)していること

経済産業省, NEDO等のホームページに掲載し, 広く外部からのアクセスを可能にした。本マップは, 技術動向や市場動向等を踏まえ, 定期的に見直す方針である。

3. ロボット分野の技術戦略マップ

技術戦略マップは前述のように24分野で策定・公開しているが, 人工知能学会に関連が深いと思われるロボット分野の技術戦略マップの概要を一例として解説する。

3.1 基本的考え方

我が国の社会が直面する課題の解決に向け, ロボットに対する期待は大きい。少子・高齢化への対応, 労働力人口の減少, 安心・安全な社会の実現, 便利でゆとりある生活の実現のために, ロボットが生活, 公共の場でより身近な存在として役立つことが期待されている。しかしながら, 現状では市場に投入されている大半のロボットである産業用ロボットの市場規模は緩やかな成長にとどまり, また先に挙げたような非産業用の次世代ロボット, いわゆるサービスロボットの市場は確立したとは言えず, 実用化の事例も少ないのが現状である。このように我が国の社会ニーズへの対応及び我が国ロボット産業の競争力強化という観点から, 今後, 次世代ロボット市場を創出, 拡大していくことは重要であり, そのためには, 官公需を含む先進的なユーザーがロボットを導入・運用するための促進策や環境作りが必要である

ほか, 安全面などの制度に係る整備も市場拡大には必須事項となる。

他方で, ロボットは, 機械技術, エレクトロニクス技術, 材料技術, 情報通信技術等, 幅広い技術の統合システムであり, また, 技術も市場も十分に成熟していない現時点では, 個々の製品ごとに技術の擦り合わせを要する典型的な垂直連携型産業である。したがって, ロボット産業が発展するためには, 我が国の「高度部材産業集積地域」は大きな強みとなる。また, その発展は, 中堅・中小企業などの裾野産業に対して大きな波及効果をもたらすことが期待される。

このような背景から, 今後20年間程度を見据えたロボット分野の技術戦略マップを作成するに当たっては, 「近い将来に実現可能性が高い」, 「他分野への経済的・技術的な波及効果が大きい」, 「社会的なニーズを満たす」等の点からロボットの活躍が期待されている分野を選定した。具体的には, 一層の市場拡大が期待される「次世代産業用ロボット」, 前回検討したヒューマンサポートロボットを拡大した「サービスロボット」, 国民の安心・安全のニーズを満たす「特殊環境用ロボット」の3分野を選定し, 各分野における将来像の検討を行った。

技術の体系としては, 技術マップでは, 上記3分野のロボット分野の技術の特徴を捉え, 様々なニーズのロボットに必要な機能や環境を抽出し, その関係を整理するとともに, ロードマップにおいて, その実現時期を示している。

3.2 導入シナリオ

次世代ロボットは, 現時点でも少しずつ市場に投入されつつあるが, 実際に普及が始まるのは, 2010年頃と想定されている。普及を進めるためには, 単なる研究開発にとどまらず, ユーザーニーズを踏まえた開発・導入支援及び所要の制度整備を実施していくことが必要である。あわせて, ロボットの中長期的な潜在需要を踏まえた要素技術開発等研究開発の継続も重要である。

研究開発の支援としては, 次世代ロボットの市場創出を喚起するため, 実用化を目的としたロボット技術・システムを開発する, 先行的な用途開発が重要である。その際には, ユーザーがロボットを導入・運用することを前提として必要なスペックをメーカー側に提示し, ユーザーとメーカーがロボットの役割・機能, 周辺環境やコスト等について十分議論することが重要である。その上で研究開発・実証試験を通じて機能の確認・必要な技術の高度化を行うユーザー主導型の取組を支援していくことも必要となる。先行用途開発に際しては, 各府省, 自治体も連携して進めることが肝要である。

一方で, ロボット分野は, 基本的考え方でも示したとおり, 様々な技術の統合システムではあるものの, 単に個別の要素技術の集合ではロボットとして完成しても, 実際必要とされる機能・性能は必ずしも実現しないことがある。そのため, ロボットが必要とされる際の実際のロボットに求められる機能・性能を実現させるため, システムとして完成することが求められる。これに対応するため, ロボットの潜在需要を踏まえ, 10年度, 20年後に求められるロボットの将来像(ミッション)を見据え, ロボットが有する機能・性能に対し, 必要な要素技術を確立する必要がある。

さらに, 次世代産業用ロボットを含め, 将来のロボットは人に接する場面が多くなることが容易に考えられる。したがって, ロボットの導入普及を促進するためには, 安全に対する考え方を整理し, 周知することが重要となる。その意味で, 技術開発と並行して安全に係る制度・体制を整備することで普及をより現実化させることが必要である。

3.3 技術マップ及びロードマップ

導入シナリオを踏まえ、市場ニーズ、社会ニーズ(それに対応した製品イメージ)を実現する上で必要となる技術課題を抽出・俯瞰した技術マップを作成した。また、その解決に至るまでの要素技術やスペックの進展を時間軸に沿って展開し、ロードマップとして集約した。

(1) 技術マップ

第一に、ロボットの種類として、少子・高齢化、労働力人口の減少、安心・安全な社会の実現、便利でゆとりある生活の実現のためにロボットの活躍が期待される3分野「次世代産業用ロボット」、「サービスロボット」、「特殊環境用ロボット」を設定し、その主な用途毎に分類した。例えば、「次世代産業用ロボット」では、組立てロボットと搬送ロボットに大きく分けて、「セル生産対応」など、今後求められる機能を示している。

第二に、ロボット技術の特徴を踏まえ、各々のロボットに求められるニーズやタスクが異なる場合でも、分野を超えて共通に求められる機能を目的・必要機能として整理した。これらロボットのすべての機能を7項目(環境構造化・標準化、コミュニケーション、マニピュレーション、移動、エネルギー源・パワーマネジメント、安全技術、運用技術)に整理している。

第三に、これらの目的・必要機能を実現するための技術を大きく8項目(システム化技術、環境構造化、認識処理、センシング、制御、機構、アクチュエータ、標準化)に分類するとともに、今後各技術分類の中で求められる要素技術を抽出した。

(2) 重要技術の考え方

次世代ロボットの早期市場創出、拡大のためには、多様なニーズを満たす様々なロボットの開発時間短縮・コスト低減、参入企業の拡大が重要である。このため、ロボットの開発時間短縮、参入企業の拡大のための「共通基盤・標準化」、高いニーズに応えるロボット開発のための「ブレイクスルー」技術、さらに、他分野での応用によるロボット技術の市場拡大の観点での「市場のインパクト」及び「基礎技術の開発が必要」を整理した。また、このようなロボット市場における日本のシェアを確保するため、「日本の技術競争力強化」の観点が重要である。

「日本の技術競争力強化」

現在、研究レベル及び産業レベルでの技術力が優位な分野で、産業上、将来国際的な優位性を実現するために重要と考えられる技術。

「共通基盤性・標準化」

ロボット開発の時間短縮、低コスト化、ロボットの利便性向上、適用範囲拡大等の観点で、ロボット用のカスタマイズ化や標準化が共通基盤的に整備されることが必要となると考えられる技術・方式。

「ブレイクスルー度」

次世代のロボット開発にあたり、必要度が高く、技術的難易度が高いと考えられる技術。

「市場のインパクト」

次世代のロボット分野や自動車等の他分野への波及効果が大きく、市場インパクトが大きいと考えられる技術。

「基礎技術の開発が必要」

技術としては重要であるが、直ちに商品・市場化には結びつかない学術的研究段階にある技術。

(3) ロードマップ

ロードマップにおいては、3分野「次世代産業用ロボット」、「サービスロボット」、「特殊環境用ロボット」について、10年後以降の各ロボットの将来像(ミッション)を想定し、仕様、必要な技

術開発等を技術マップに示された重要技術から抽出し、時間軸に展開した。

「次世代産業用ロボット」では、生産システム、作業者とのワークシェアリング、教示等、主なキーワードに対して具体的な機能がどう実現していくか、「サービスロボット」では、福祉分野、公共分野等で具体的にどのようなサービスが実現できるか、「特殊環境用ロボット」では、廃棄物処理、土木工事、災害対応等の場面で、どのように貢献できるかを示した。

4. 学会への期待

今般の技術戦略マップは、経済産業省としても平成17年に第1版を策定してから、その後の技術の進歩をタイムリーに取り込み内容の見直しを行うために改訂を行った。今後より適切かつ有効なものへとバージョンアップする活動(=ローリング)を継続的に行う。ローリングプロセスには産学官のコミュニケーションの活性化が必要不可欠である。ナショナルイノベーションシステムは、産業界、大学等学術研究機関、行政の有機的な連携によって形成される。産学官の双方の関係者が技術戦略マップという共通の土台で議論を行うことによって、ナショナルイノベーションシステムが機能するための触媒になることを期待している。

(1) 技術戦略マップへの前向きなご意見・ご提案

現在の技術戦略マップには、人工知能技術の視点から見たときに、検討が不十分な点はないか、あるいは欠落している重要要素技術はないか。そんな議論を始められるベースが現在の技術戦略マップであると考えている。コミュニケーションは双方向のキャッチボールである。ボールを投げ返して頂けることを強く期待している。

(2) 人工知能に関するアカデミックロードマップの策定と公開

人工知能技術は我が国産業を支える基盤科学であることは明らかである。このような観点から我が国産業技術の国際競争力の強化、新たな産業の創出に繋がる技術シーズの発掘等に向け、人工知能学会としても人工知能技術に関するアカデミックロードマップが策定できないであろうか。これらをもとに学会活動の成果として経済産業省の策定する技術戦略マップへも新しい技術のシーズを送り込むサイクルを創ることができれば、学会活動、産業活動、産業政策がより一体的に進み、ナショナルイノベーションシステムの基盤を構築することにつながるのではないかと大きな期待をしている。

(3) テクノロジーロードマップをツールとして活用した継続的な産学官のコミュニケーション促進

今年次大会では、経済産業省技術戦略マップに関する取り組みの概要及び学会への期待を講演させていただく機会を得られたことに深く感謝を示したい。今後とも技術戦略マップを通じたコミュニケーションを継続的に行うことが必要不可欠であると考えている。

(4) マップに基づく戦略的研究開発プロジェクトのご提案等

経済産業省では、人工知能に関連したナショナルプロジェクトも数多く手がけてきた。今後学会活動から、ナショナルプロジェクトによる解決が適切であると認められる技術開発要素が明らかになるものがあれば、是非ともご提案を頂きたい。

参考文献

- [経済産業省, 2006] 経済産業省: 技術戦略マップ
<http://www.meti.go.jp/report/data/g50330bj.html>
 (技術戦略マップ 2005)

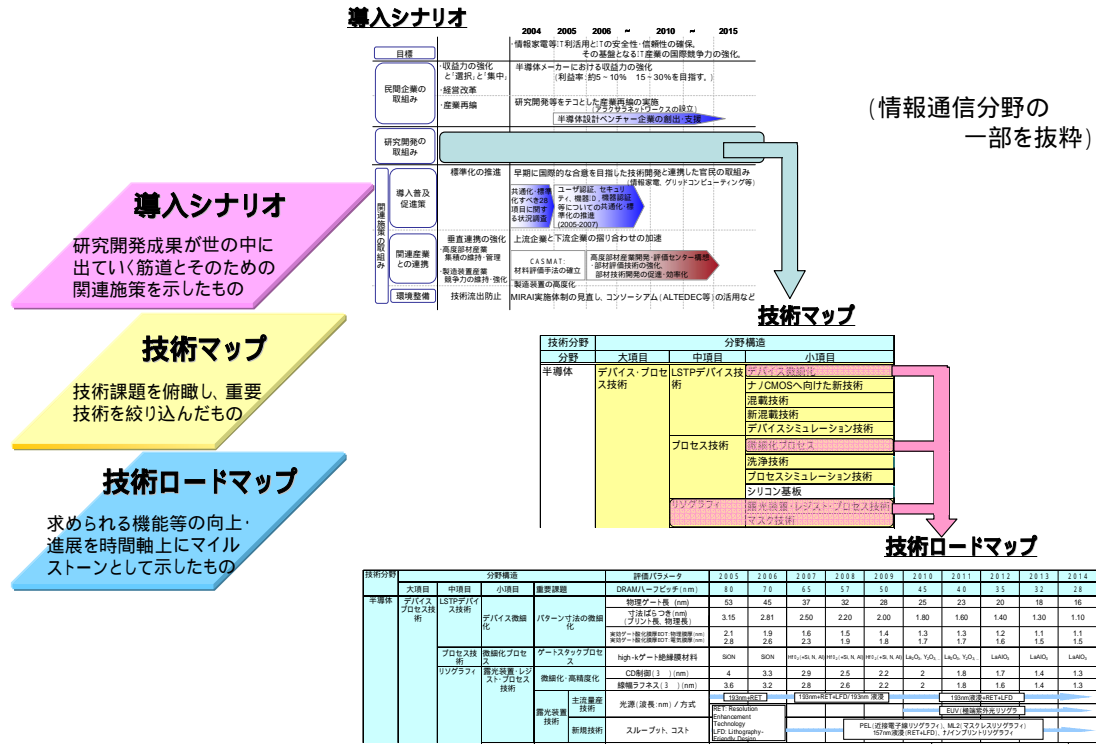


図1 技術戦略マップの構成

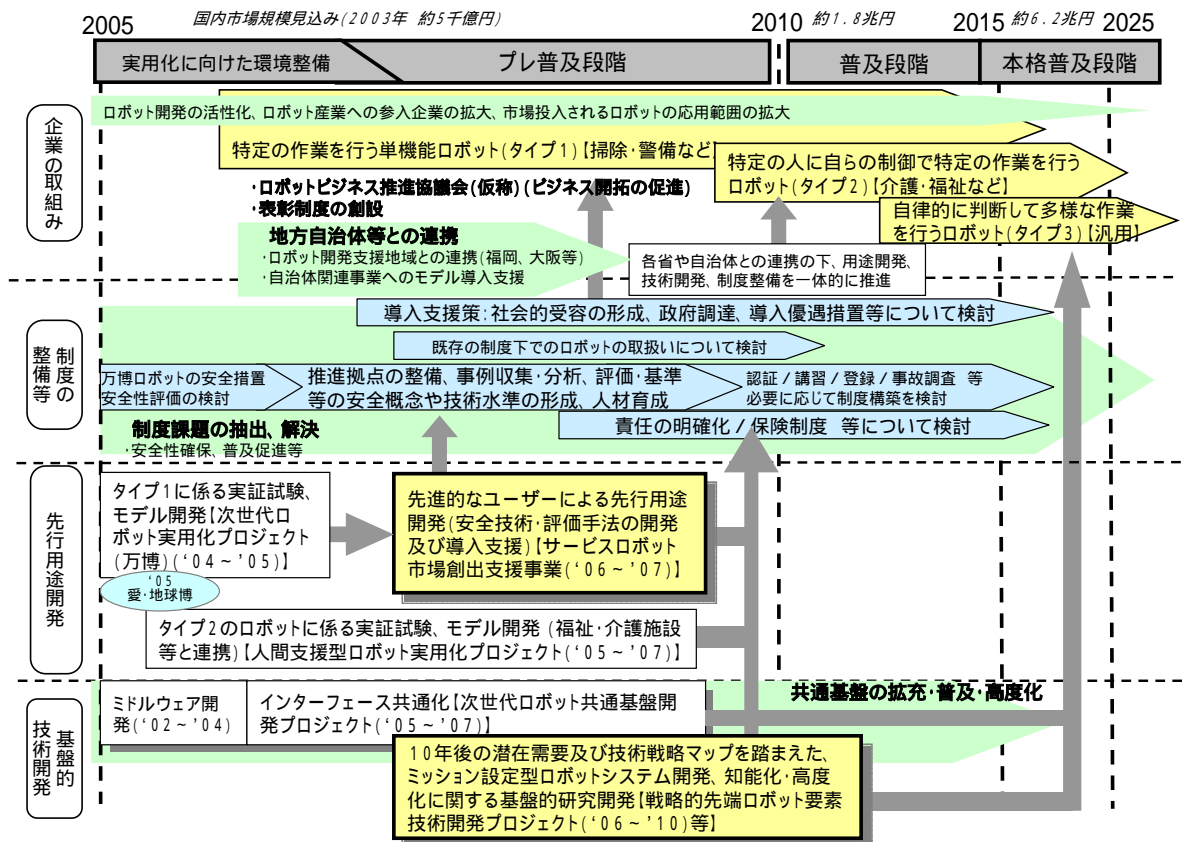


図2 ロボット技術分野の導入シナリオ (出所: 経済産業省技術戦略マップ 2006 より)

(注)重点化の評価: 1.日本の技術競争力優位
2.共通基礎性
3.ブレークスルー技術
4.市場のインパクト
5.基礎技術の開発が必要

ロボットの種類	目的・必要機能	技術分類	要素技術	重点化の評価				
				1	2	3	4	5
<p>[次世代産業用ロボット]</p> <p>組立てロボット</p> <p>A B C D E F</p> <p>セル生産対応 人との共同作業 工具操作 簡単指示 柔軟物ハンドリング</p> <p>搬送ロボット</p> <p>A C D E F</p> <p>セル間を移動 セルへの部品供給 セルからの製品回収</p>	<p>A <環境適応・標準化></p> <ul style="list-style-type: none"> ロボット用コンテンツサービス 他のRT機器と通信できる 情報家電と通信できる 他のロボット要素と互換性がとれる 迅速な開発ができる 再利用性を高める 他標準規格と連携する(ex.医療情報交換規約) 施工情報連携(設計、施工対象、施工結果など) 施工工程間の施工情報交換 	<p><システム化技術></p> <p>A,B,C,D,E,F,G</p> <ul style="list-style-type: none"> 総合デザイン技術 インテグレーション技術(耐環境性、小型軽量) サービス科学 <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> RTプロセッサ RTミドルウェア 	<p>サービス開発ツール</p> <p>作業指示ツール</p> <p>モデリング・分析</p> <p>インターオペラビリティ</p> <p>開発環境・ツール</p> <p>RTミドルウェア組込デバイス</p> <p>ハンドリングデータベース利用技術</p>					
<p>[サービスロボット]</p> <p>搬送、案内ロボット</p> <p>警備(安全・安心)、お供(見守り)ロボット</p> <p>清掃ロボット</p> <p>A B C D E F G</p> <p>サービスプロバイダ経由の個人サービス</p> <p>メディアサービスロボット</p> <p>A B C D E F G</p> <p>情報支援 エンタテインメント 教育支援</p> <p>日常生活支援ロボット</p> <p>A B C D E F G</p> <p>対個人サービス</p> <p>介護・福祉従事者支援ロボット</p> <p>A B C D E F G</p> <p>移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援</p>	<p>B <コミュニケーション></p> <ul style="list-style-type: none"> 話者の方向を向く 対話できる ジェスチャを理解できる データベース情報を提供できる 人の状況が理解できる 人の意図が理解できる 人について学習し、適応できる 人にとって好ましいインターフェイス メディアとして働く オペレータ操作の補助、補充 オペレータ操作への情報提示 作業対象物の状況提示(視覚、力覚...) 複雑な作業装置(アーム等)の簡便な操作系 タスク的な作業指示 	<p><環境構成化></p> <p>A,G</p> <ul style="list-style-type: none"> ユビキタスセンサ 個人対応サービス ロボット同士の連携 機器シンプル化 外部情報連携(施工情報) 移動体高速通信インフラ アドホック通信とUWB通信の活用 <p><認識処理></p> <p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> 音声処理、対話処理 ジェスチャ、姿勢認識 状況・意図推定/理解 学習/適応技術 作業対象物状態認識 作業指示理解 最速情報提示 	<p>RFIDタグ</p> <p>センサーネットワーク(短期設置・高速通信)</p> <p>ユビキタスセンサ融合</p> <p>自動地図・軌道生成</p> <p>3D自動地図・軌道生成(SLAM)</p> <p>CAD情報利用目標生成</p> <p>音声認識アルゴリズム</p> <p>対話アルゴリズム</p> <p>ジェスチャ認識アルゴリズム</p> <p>身体モデル・姿勢推定アルゴリズム</p> <p>状況推定アルゴリズム</p> <p>メンタルモデル・意図推定アルゴリズム</p> <p>五感融合技術</p> <p>熟練者スキルの学習アルゴリズム</p> <p>作業対象状態・作業状況認識</p> <p>作業指示理解</p> <p>視覚・力覚・触覚・聴覚融合型情報提示</p> <p>屋内GPS、アドホック設置GPS</p>					
<p>[特殊環境用ロボット]</p> <p>建設ロボット</p> <p>A B C D E F</p> <p>土木建築施工 構造物解体、廃棄物処理 構造物組立 無人化施工</p> <p>水中作業ロボット</p> <p>A C D E F</p> <p>環境計測 漁業資源保全</p> <p>防災ロボット</p> <p>A B C D E F</p> <p>情報収集 救出支援 被害軽減</p> <p>プラント保全ロボット</p> <p>A B C D E F</p> <p>点検作業 補修作業</p>	<p>C <マニピュレーション></p> <ul style="list-style-type: none"> 複数のアーム等でのいるる形状のものをつとめる 安全な軽量化 組み立て分解作業ができる 道具を使って作業ができる 多様な形状のものを迅速かつ高精度・高信頼度でハンドリングできる 人間の動作をスケールアップした作業装置(大きさ、力...) 重い(大きい)対象物を安全に思い通りにハンドリング 土などのように性質の変化にも安定した掘削に思い通りにハンドリング 	<p><センシング></p> <p>B</p> <ul style="list-style-type: none"> 話者方向センサ ビジョンセンサ <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> 触覚センサ ビジョンセンサ <p>大型構造物姿勢位置センシング</p> <p>作業対象性質(土質)センシング</p> <p>センサの小型化</p> <p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> ビジョンセンサ 測位センサ 環境認識センサ 挙動検出センサ 	<p>音源分離(アレイマイク)</p> <p>多自由度アクティブビジョン</p> <p>フレキシブル2次元触覚センサ</p> <p>3次元位置検出センサ</p> <p>高精度角度・方位センシング</p> <p>土質センシング(リアルタイム)</p> <p>スマートセンサの小型化</p> <p>広帯域・高解像度・高感度ビジョンセンサ</p> <p>感度自律調整ビジョンセンサ</p> <p>高速画像処理アルゴリズム・チップ</p> <p>距離画像センサ</p> <p>屋内測位センサ(スードライト、ビーコンなど)</p> <p>足場センシング・認識</p> <p>材質センシング・認識</p>					
<p>D <移動></p> <ul style="list-style-type: none"> 障害物の識別 オープンエリアでの測位 人の動きの検出 環境認識と把握 衝突の回避 行動の学習と計画 自分の位置が解る 必要に応じて高精度で停止できる ラフロード・ラフロード、瓦礫上での安定な姿勢での作業、瓦礫上での効率よい移動 	<p>E <エネルギー源・パワーマネジメント></p> <ul style="list-style-type: none"> 長寿命・省電力 電源コードが不要 重量物可搬なアクチュエータ 重量物可搬な動力系 	<p><制御></p> <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> マニピュレータ制御 大型重量物マニピュレータ制御 作業計画 <p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> 経路計画 自律移動制御 全天候自律移動 多数ロボットの協調制御 人とロボットのハイブリッド制御 <p>E,G</p> <ul style="list-style-type: none"> 自己エネルギー管理 <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全予測制御 接触安全制御 	<p>多自由度協調制御</p> <p>力制御</p> <p>大型重量物ハンドリング制御</p> <p>作業計画(簡単指示で掘削・積込等)</p> <p>テレオペレーション</p> <p>人間との協働</p> <p>環境対応移動機構・制御</p> <p>人従移動制御</p> <p>省電力制御</p> <p>瞬間充放電・回生制御</p> <p>バッテリー制御</p> <p>コンプライアンス調整制御</p> <p>五感フィードバック制御</p> <p>階層・重畳制御</p> <p>転倒・荷崩れ防止制御</p>					
<p>F <安全技術></p> <ul style="list-style-type: none"> ぶつかっても危険でない 人に対して安全である 高い信頼性を持つ 再び同じ事故を起こさない 故障予知をすることができる 周囲の人員、物体にぶつからない 足下崩壊など危険な作業環境認識 	<p>G <運用技術></p> <ul style="list-style-type: none"> LCAができる サービスモデル(ユーザ、開発者、サービス提供者の役割分担)が規定できる 	<p><機構></p> <p>C</p> <ul style="list-style-type: none"> アーム ハンド <p>D</p> <ul style="list-style-type: none"> 2足~多足 脚車輪 不整地、段差、狭隙地、狭窄空間でのモビリティ 	<p>軽量マニピュレータ</p> <p>テザーマニピュレーション</p> <p>多機能ハンド</p> <p>教示用ハンド</p> <p>小型独立関節機構</p> <p>不整地・段差・狭隙地・狭窄空間等でのモビリティ</p> <p>冗長可変剛性機構(人の関節)</p> <p>一体型小型プラグインアクチュエータ</p> <p>負荷予測過負荷適合制御</p> <p>大容量アクチュエータ(電動・油圧動力系)</p>					
<p>コンポーネント</p> <p>プロファイリング</p> <p>技術要素流出監視システム</p> <p>RTプラットフォーム</p> <p>無線技術(超音波通信、アドホック通信を含む)</p> <p>単純動作利用方法蓄積技術</p> <p>ネットプラグイン(ex.UPnP拡張)</p> <p>スーパークャパシタ</p> <p>小型・軽量電池</p> <p>燃料電池</p> <p>軽量機構</p> <p>フェイルセーフ</p> <p>ログ蓄積・解析</p> <p>性能評価法・評価基準・オントロジー</p>	<p><アクチュエータ></p> <p>A,C,D,E,F</p> <ul style="list-style-type: none"> ロボット適合アクチュエータ 過負荷適合制御 重量物可搬アクチュエータ、動力系 	<p><標準化></p> <p>A</p> <ul style="list-style-type: none"> 要素互換性 標準規格互換 <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー供給 <p>F,G</p> <ul style="list-style-type: none"> 事故原因解析 						

図3 ロボット技術分野の技術マップ(出所:経済産業省技術戦略マップ2006より)

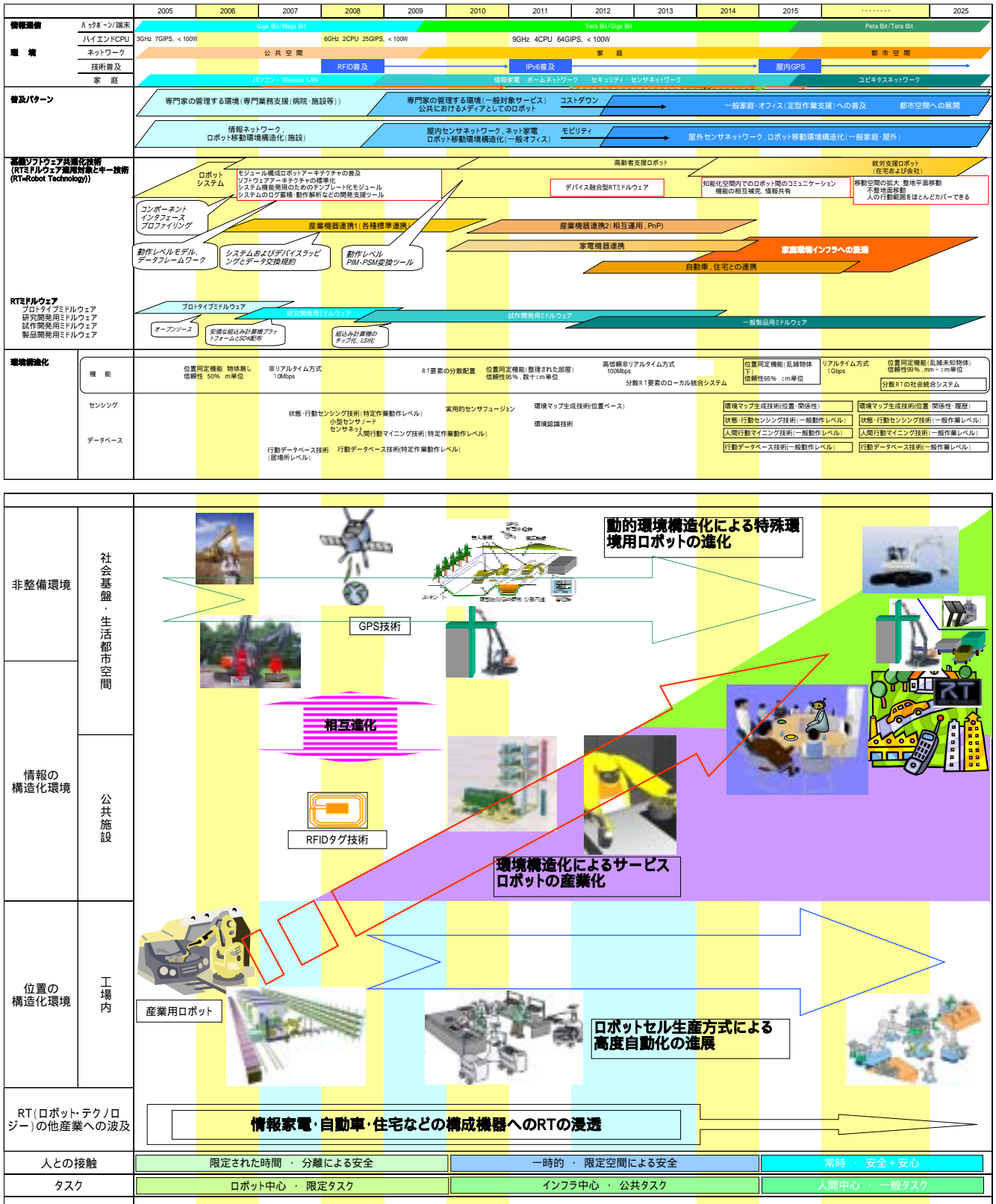


図4 ロボット技術分野のロードマップ(3分野に共通な技術)
(出所: 経済産業省技術戦略マップ2006より)