

情報通信分野推進戦略 PT ロボット WG 報告書（案）

2006年3月2日

ロボットWG 座長 谷江 和雄

ロボットWG 座長代理 佐藤 知正

家庭や街で生活に役立つロボット技術

- ロボットによるサステイナブル(持続的発展可能)なライフスタイルの確立 -
(Robot into Society)

．状況認識**【科学技術を巡る情勢分析】**

人口減社会が到来した。2005年から2030年までに、1500万人の労働人口（15-65才）が失われ、940万人近い高齢者（65才以上）が増加すると予想されている（国立社会保障・人口問題研究所推計より）。ロボット技術により、労働力を創出するとともに、高齢者や女性の社会参加を支援し、子育てが安心・快適にできる社会を創出すること、つまりロボットによりサステイナブル(持続的発展可能)なライフスタイルを確立することが社会から強く要請されている。

一方、自動車、家電、事務機器などのメカトロニクス製品は、わが国の輸出の半分を占め、日本の強みとして国際競争力に貢献している。ロボットは、メカトロニクス技術の最先端フラグシップであり、日本の技術は世界最高水準にある。ロボットを構成する中核シーズ技術であるロボット・テクノロジー（RT）の革新は、自動車や家電などの出口製品に大きなインパクトを与えるものと期待される。次世代ロボットの研究開発は、新市場創出として産業界からの要請でもある。

サステイナブルな社会を実現できるように、次世代ロボットを社会に普及するには、次世代ロボット産業を自動車のような大規模産業に発展させて行くことが不可欠である。日本の強みをさらに強化する戦略のもと、第3期では、家庭や街で生活に役立つロボット分野において、ミッションを明確にした実証実験をふくむ長期的展望にたったロボットプロジェクトの創成が必要である。そして、生活で役に立つロボット実現のためには、RTシステム統合連携技術、RTモジュール高度化技術、人間とロボットのインタラクション技術の三つの技術の革新のための集中的な研究開発投資が必須である。

．重要な研究開発課題**【重要な研究開発課題の選定】**

労働力を創出し、高齢者の社会参加を支援し、子育てが安心・快適にできるサステイナブル(持続的発展可能)な社会を創出するロボットとして、下記A～Eのミッションをもったロボットの開発と実証を、重要な研究開発課題として選定する。

- A．家庭や街で生活に役立つロボット (Robot into Home, Office and Town)
 - 煩わしい家事労働を支援してくれるロボット
 - 介助、介護を支援するロボット
 - 高齢者や女性が安心して働けるよう世話をしてくれるロボット
 - ゆとりある生活、潤いある生活を可能にしてくれるロボット
 - 自動車や家電を高度化し、それらと連携して人にサービスするロボット技術
- B．先端ものづくりのためのロボット (Robot for Advanced Production)
 - 多品種少量生産対応カスタム化生産システム、労働力を補う高度生産ロボット
 - 技能の伝承とフレキシブルに作業内容に対応出来るロボット
- C．安全・安心のためのロボット (Robot for Secure and Safety)
 - 医療行為を支援するロボット
 - 犯罪や災害から生活を守るロボット
- D．安全で快適な移動のためのロボット (Robot into Mobility)
 - 個人に移動補助を行うロボット化移動手段
 - 予防安全や自律運転補助を取り込んだロボット化自動車
- E．スムーズで直感的な対話が可能なコミュニケーションロボット (Robot for Communication)
 - 人の5感に訴えるなど、自然な対話を可能にするロボット
 - 人の状況や活動履歴を蓄積し、それを踏まえて人と対話するロボット

上記、重要なミッションを達成するロボットを実現するための要素技術は、センシング技術、認識技術、行動・作業計画技術、軌道計画技術、制御技術、機構、アクチュエータ技術、システム化技術、標準化、人間のモデル化・・・等多岐に渡るが、次の3つの技術課題を、重要な研究開発課題として選定する。

a) RTシステム統合連携技術 (環境の構造化技術、ネットワークロボット技術等共通プラットフォーム技術を含む)

RTシステム統合連携技術は、様々なロボットの要素機能を実現するモジュール (RTモジュール) を自由に組み合わせることで新たなロボットサービスやロボットシステムの実現を可能とするシステム統合連携技術である。ロボットが活動するために必要な情報をネットワークとやり取りするネットワークロボット技術や実環境におかれたセンサやタグ情報を統合して取得するための標準的なフレームワークを提供する環境の構造化技術、ロボット研究者が共通に利用できるロボットハードウェアや、ソフトウェアなどの共通プラットフォーム技術も、ロボットを実現するうえで重要な役割を果たすRTシステム統合連携技術の例である。その他、ロボットミドルウェア技術、ロボット統合データベース技術、ロボット統合サービス技術などがある。

共通プラットフォーム技術：ロボットの各応用分野において、研究開発の効率を向上させるために、共通で利用できるようにしたハードウェア・ソフトウェア技術。特に、環境

の中でロボット自身の位置や作業の情報をロボットの応用分野によらず取得できる仕組みや、ロボットを構築する際に再利用可能なロボット用のソフトウェアライブラリおよびシミュレーション環境等が重要である。

b) RT モジュール高度化技術

ロボットの目、手、足などに相当するロボットの要素機能を、蓄積および組合せ可能なモジュールとして、社会に浸透できるレベルにまで高度化する技術。ロボットの移動機能、ハンドリング機能、視覚機能、触覚機能、対話機能、人の追跡・認識・行動理解・模倣機能やロボットコンテンツ技術が、RTモジュールとして高度化されねばならない。

一方、このようなモジュールの高度化を実現するには、以下のようなロボット要素の高度化が強力な武器になる。つまり、高機能なセンサやアクチュエータ技術、高機能ハンド技術、柔らかな皮膚を可能にする技術、ロボットプロセッサ技術の研究開発が、その基盤として重要な役割を果たす。

c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術*）

ロボットの行動をより人にとって親和的なものとし、信頼性の高いものにするためのインタラクション技術。ブレインインターフェースを含む神経や脳接触界面、ウェアラブルロボットと人間との身体接触界面、人間とヒューマノイド界面、人間-ロボット人間界面（ロボットを介した人間間コミュニケーション界面）、人間とユビキタスロボット界面など、新しい研究開発分野が広がっている。

人間・ロボット界面の科学技術*：人間とロボットがインタラクションすることで生起する現象に関する科学技術。介護や手術などでは、人間の神経や細胞組織が、ロボットと接触を通してインタラクションすることが重要テーマであり、人間とロボット間の対話では、社会的距離からのインタラクションが中心テーマとなる。

以下に、AからEまでのミッションをもつロボットを実現するうえで特に重要となるa)からc)の技術課題を整理して示す（詳細は添付資料参照）。

A．家庭や街で生活に役立つロボット（Robot into Home, Office and Town）

a) RT システム統合連携技術：

位置情報と作業情報を統合した作業環境構造化技術

ネットワークロボット技術（サービス発見・結びつけ・統合プロトコル、インターミドルウェア情報流通技術）

高い信頼性と作業能力を有するロボット実現のための共通プラットフォーム技術

b) RT モジュール高度化技術：

安全で人にやさしいRTモジュール高度化技術とロボットシステム安全技術

人間行動のセンサおよびセンシング技術

- c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）：
 - 人間行動とロボットサービスのモデル
 - 人間の日常生活行動分析

B．先端ものづくりのためのロボット（Robot for Advanced Production）

- a) RT システム統合連携技術
 - 人間情報と作業情報を統合した環境情報の構造化技術
- b) RT モジュール高度化技術
 - 多様な機械や工具の組み合わせを可能とする RT コンポーネント技術
 - 柔軟物や複雑組み立て作業のためのロボットスキル技術
- c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）
 - 人間とロボット協調作業の定量把握

C．安全・安心のためのロボット（Robot for Secure and Safety）

- a) RT システム統合連携技術
 - ロボットによる安全制御技術（モニタリング・診断・治療・ケアおよび統合化）
- b) RT モジュール高度化技術
 - 安全・安心センサおよびモニタリング技術
 - 安全・安心のための機構・制御技術
- c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）
 - 人間の安全・安心の認知科学的分析
 - 人間の物理的特性（健康状態等も含む）の定量的解明（フィジオーム技術）
 - フィジオーム技術：細胞、器官、個体といった階層の異なる生理機能の総体をフィジオームと呼ぶ。各階層の個々の機能モジュール自体の性質を解析するとともに、モジュール間の関係を明らかにし、生体機能の包括的かつ統合的な理解を目指すもの。

D．安全で快適な移動のためのロボット（Robot into Mobility）

- a) RT システム統合連携技術
 - 位置情報と支援情報を統合した環境情報構造化技術
 - 広域ネットワークロボット技術
- b) RT モジュール高度化技術
 - 移動環境の認識とプランニング技術
 - ロボットの安全保証機器とロボットシステム安全技術
- c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）
 - 人間の安全・安心の認知科学的分析
 - 人間や環境との関係を把握し行動するロボットの研究

E．スムーズで直感的な対話が可能なコミュニケーションロボット（Robot for Communication）

- a) RT システム統合連携技術
人間とロボット間コミュニケーションプロトコル
- b) RT モジュール高度化技術
ロボットメディアと高次対話機能
音声・画像融合コミュニケーション技術
- c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）
人間とロボットの対話作用の解明と応用技術。

【新興・融合領域への対応】

ロボット技術（RT）は、1)MEMS センサや高性能モータ、高度機構を含む機械技術（MT）や電気・制御技術（ET）に加え、2)神経・脳から認知におよぶ生物学的な科学技術（BT）3)超高速コンピューティングや柔軟なネットワークや膨大なデータベースなどを扱う情報通信技術（IT）などの技術の高度化融合化（IRT）と、人を支援する知能化がイノベーションの核となる。このような新興・融合領域を積極的に取り込んだ RT 基盤創出としてのロボット研究開発が求められる。その一方で、それを通じたもとの領域へのフィードバックも重要である。

ロボットは情報通信のみならず、他の科学技術分野の全てとも密接に関係する融合領域に属するものである。特に今後の実用化の期待される分野は、ロボットを利用する立場にある。

理科離れが叫ばれる中、ロボットに魅せられる若者は多い。若者にとってロボットは、夢を託せる対象であり、自分の手によるものづくりの喜びと達成感を体験できる格好の対象である。ロボットづくりは、ハードウェアとソフトウェアを一挙に習得できるえがたい教材である。このように、ロボット教育はロボットの重要な応用分野のひとつでさえある。ロボットを教材とする教育は、人材育成の有効な手段であるとともに、国際親善の重要な機会も提供する。別途、PT等において、検討すべき事項である。

・研究開発の目標

【政策目標の明確化】

以下に、個別政策目標と重要な研究開発課題の対応関係を示す。

生活に役立つロボットを家庭や街に普及する。

（大政策目標：＜目標4＞イノベーター日本、中政策目標：（6）世界を魅了するユビキタスネット社会の実現）

A．家庭や街で生活に役立つロボット（Robot into Home and Town）

年齢や障害に関係なく享受できるユニバーサル生活空間・社会環境を実現する。

(大政策目標：＜目標5＞生涯はつらつ生活、中政策目標：(10)誰もが元気に暮らせる社会の実現)

- A．家庭や街で生活に役立つロボット (Robot into Home and Town)
- B．安全・安心のためのロボット (Robot for Secure and Safety)

革新部材、バイオテクノロジーやITを駆使する先端ものづくりの実現(旧)
他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる。

(大政策目標：＜目標4＞イノベーター日本、中政策目標：(7)ものづくりナンバーワン国家の実現)

- C．先端ものづくりのためのロボット (Robot for Advanced Production)

安全で快適な新しい交通・輸送システムを構築する。

(大政策目標：＜目標6＞安全が誇りとなる国、中政策目標：(11)国土と社会の安全保障)

- D．安全で快適な移動のためのロボット (Robot into Mobility)

誰でもストレスなく簡単に使えるやさしいコミュニケーションできる次世代の情報通信システムを家庭に普及する。

(大政策目標：＜目標4＞イノベーター日本、中政策目標：(6)世界を魅了するユビキタスネット社会の実現)

- A．家庭や街で生活に役立つロボット (Robot into Home and Town)
- E．スムーズで直感的な対話が可能なコミュニケーションロボット (Robot for Communication)

【研究開発目標の明確化】

現時点では、連携施策において、ロボット開発環境としての共通プラットフォーム技術(蓄積再利用可能なソフトウェア基盤技術、および、環境の構造化技術の確立)の研究開発を実施している。これを利用することで、単機能およびネットワーク化されたサービスロボットの開発が可能となる。

将来的にはミッションを明確化したRTモジュール高度化技術、RTシステム統合連携技術、および、人間とロボットとの界面技術の研究開発により、人間共存下での多機能サービスロボットを実現し、家庭や街で広く生活に役立つロボット市場の創出を目指すべきである。また、RT要素技術の自動車、情報家電など他分野への融合推進も重要である。

【政策目標達成に向けた道筋の明確化】

2008年までにネットワークロボットの基盤技術を確立し、ロボットの連携技術、ロボットの協調制御技術、人にやさしいコミュニケーション技術を実現する。

2010年までに公共空間や施設において人の行動を支援するロボットを実現する。

2015年までに通信やミドルウェアなどの標準化や安全性などの法制度の整備を行う。

2025年までに家庭や街で生活を支援する多機能なホームロボットの導入を目標とする。例えば、片づけや洗濯、乳児の見守りなどの家事を手伝い、食事や入浴の手助けなど介護のできるロボットなど。

・研究開発の推進方策 ~ 「活きた戦略」の実現

長期的なロボット研究開発の推進戦略を立案し、これに基づいた整合性のある研究開発計画を策定する。その策定にあたっては、産学官の有機的な連携が図れる体制を整える。

研究開発においては、不必要な重複をさけ、抜けをなくし、各省庁において効率的なロボット開発が可能となる共通プラットフォーム技術の確立(RTシステム統合連携技術、環境の構造化技術)を推進するとともに協調体制をつくる。そのための組織を設置する。

スパイラル研究開発モデルに基づいた発展型の反復的な研究開発への取り組みと、実証実験により完成度を向上させる。研究の出口管轄省庁との連携強化を強化し、その需要を喚起するなど、ロボットの実用化を推進する。さらに、各段階に応じた目標設定により継続的な研究開発を推進する。

ロボットのミッションを明確にし、それに向けたロボットシステムおよび要素技術の開発を進める。開発された先端要素技術にて技術優位性を維持するとともに、半導体、情報家電、自動車など実用化先行している技術との交流により互いの相乗効果を高め、競争力の強化を図る。

ロボット技術は、出口に近い研究開発領域と認識されがちであるが、特定の出口のみを意識したロボットの研究開発、応用研究のみのロボット開発はいきづまる。というのは、産業用ロボットを除けば、掃除ロボットにしてもエンターテイメントロボットにしても、そのような研究が可能な企業を支えるだけの市場規模を現時点ではもち得ないからである。これに対し、複数の機能が統合されたロボットが家庭に一台導入されるようになれば、自動車産業に匹敵する産業領域を形成することが期待される。そこへの道のりは、ニーズを意識した企業によるロボットの研究開発と、シーズに基づく大学の先端研究と、その両者を強力に結び付け、抜けている領域を埋める官による強力なイニシアチブ、それら3者の研究開発の真の連携なくしては、達成されない。

ロボットはシステムインテグレーション技術であり、半導体、通信技術など個々の要素技術の技術向上により、達成性能が大きく左右される。したがって、適時、革新的な要素技術の開発に応じて、戦略を見直すことが必要である。

ユーザを取り込んだコンソーシアム化により実用ロボットの開発を確実に推進する(ロボットビジネス推進協議会等)。

アメリカは宇宙や医療など先端的なミッションに関してロボット技術が強く、欧州は理論および知能ソフトウェアに強みを有する。日本はものづくりをベースとしたロボット技術に強みを有する。これらの独自分野に強みを有する3者の国際交流がRT技術高度化に不可欠である。一方、韓国、中国は政府主導でロボット開発に注力している。日本はその強いロボット技術でこれらアジアの国々をリードし、信頼性の高いソフトウェア技術を取り込みつつ新市場を育てて行く必要がある。これらの国々との国際協力がわが国の将来にとって重要である。

．戦略重点科学技術

戦略ミッションとして、家庭や街で生活に役立つロボットをとりあげ、戦略重点科学技術の選定にあたっての考え方を、以下に説明する。

V.1 戦略重点科学技術選定の考え方

<なぜ、家庭や街のロボットの研究開発に国がイニシアチブを取るのか？> 少子高齢化社会、団塊世代の一線からの退陣による労働力不足、それを埋める意味も含めて、男女を問わずビジネスに参画する時代の到来を考えた場合、それを支援する技術として家庭や街で種々サポートする手段、すなわちロボットが必要であり、こうしたロボットに対する潜在ニーズが存在するところに、この分野の産業が成長する可能性がある。また、社会問題を解決する上でも育成しなければならない。

ここで、家庭用ロボットで具体的にどのようなサービスをユーザに提供するかは、各企業がユーザと議論しつつ自らのビジネスの中で解決すべき課題であるが、そのサービスを実現しやすくする技術をそろえるのが国の役割である。「家庭と街で生活に役立つロボットが花とすると、その幹に相当する技術」として、以下の3つの技術がある。

RT モジュール高度化技術

RT システム統合連携技術

人間とロボットのインタラクション技術

また、上記で具体的サービスを展開する家庭用ロボットの実用化は企業の課題としたが、実際は、家庭用ロボット分野は、潜在市場はあるものの、具体的な市場は未開拓で新商品開発は企業にとってはリスクの高い分野であり、国として、立ち上げ部分でのサポートが必須である。その際には、真のユーザを特定したミッション指向の研究開発が必要で、ここに国の強力なイニシアチブが関与する意義がある。また、この分野へのロボットの応用は多様性に富んでおり、国主導での標準化の推進や共通プラットフォーム技術の研究開発も必要とされている。

<なぜ、ロボットのモジュールを高度化するのか？> 家庭や街は、ロボットのフロンティアである。現状のロボットは、人間がさりげなくこなしている日常作業を満足に出来るレベルにはない。ロボット技術において日本は世界をリードしているとはいえ、人が扱うような多様な物体の把持・操作、日常環境での安定な歩行、対

象物の認識、人とのコミュニケーションなどは、まだまだ未発達であり、それらを実現するためにRTモジュール高度化技術の研究・開発が不可欠である。その際には情報通信技術とロボット技術の融合技術(IRT)など領域融合が新たな基盤技術を創成する。

RTモジュール高度化技術を研究開発する際に留意すべき点は、従来のように常にゼロからこれらの技術開発を開始するのではなく、積み上げがきくように必要とされるロボット機能を、適切なRTモジュールとして切り出し、その高度化をその技術を他の人が利用できるように蓄積してゆくことを意識し実行すること(共通ハードウェア&ソフトウェア技術)、ロボットミッションを可能にするモジュールを実際の社会に利用できるまでの完成度が得られるまで研究開発を繰り返し実施することである(社会適用可能なRTモジュール高度化技術)。

RTモジュール高度化技術の研究開発は、一言でいうと、ある程度の大きさを持ち、人の身の回りで、自律的に人を支援できる知能機械モジュール技術の高度化であり、この分野における尖った技術は、日本の輸出を支えているメカトロニクス製品の高度化および圧倒的な国際競争力に大いに貢献する。

<なぜ、ロボットには、システム統合連携技術が求められるのか?> 人の生きる世界は複雑である。その中で働くロボットは、実世界の複雑さを構成する要素に対抗できるメカニズム群を具備せねばならない。ロボットは統合技術システムとして実現される。要素機能のどれが欠けても、ロボットはミッションを果たしえない。それゆえに、ロボットの研究開発においては、明確なミッションを達成するのに必要な要素技術の体系的な研究開発とともに、それらを統合するための科学技術、つまり、RTシステム統合連携技術が不可欠となる。環境の構造化技術は、タグや環境に埋め込んだセンサ情報などを統合することにより実世界をコンピュータリーダブルにする統合技術の一つである。RTモジュールをいくつか組み合わせることで他の人が利用できるようにする共通プラットフォーム技術も、ロボット研究を加速する際に重要な役割を果たすRTシステム統合技術である。

RTシステム統合連携技術は、一言でいうと、RTモジュールの自由な結合を可能とするいわばロボットブラウザ技術である。この技術により、ロボットは単体売りのみでなく、その組み合わせによる新サービスの自在な創出が可能となる。これにより、多様なビジネスモデルが開花、ビジネスチャンスが生まれる。RTシステム統合技術は、労働力不足を補い、安心安全な社会のためのロボット市場を広げること、世界をリードし続けることに資する。

<人にサービスするロボットには、何が求められるのか?> 家庭や街で生活に役立つロボットは、人間をその対象としている。これまでの産業用ロボットとは違って、人間とロボットのインタラクション技術(人間とロボット界面科学技術)が、コア技術となる。人とロボットは、さまざまな距離でインタラクションする。医療やウェアブルのロボットは、人の体内や人との接触界面で人と接する(体内/体表界面)。ヒューマノイドロボットは、人と個人距離でインタラクションすることにな

る(個体距離界面)。環境型ロボットは、環境として人とインタラクションする(社会距離界面)。界面に応じた研究が求められ、それに対応した応用領域が開ける。人間とロボット界面に関する深い理解なしには、人に対するサービスは可能にならない。個人情報など、情報倫理の問題に留意しながらの研究開発が求められる。また、これからのロボット研究は、それを通して人を知る科学の分野としても追及されるべきである。

V.2 戦略重点科学技術の候補

家庭や街で生活に役立つロボットを実現するための

RT システム統合連携技術(環境の構造化技術、ネットワークロボット技術等共通プラットフォーム技術を含む)

RT モジュール高度化技術

人間とロボットのインタラクション技術(人間とロボット界面科学技術)

. 添付資料

重要な研究開発課題リスト・マップ

研究開発が目指す成果目標の主な例

参考文献

ロボットビジョン政策研究会中間報告書～ロボットで開くビジネスフロンティア～, 2005年5月(経済産業省)

ロボット分野における「技術戦略マップ」に関する調査研究 成果報告書, 2005年3月((財)製造科学技術センター)

戦略イニシアティブ IRT - ITとRTの融合 -, 2005年3月((独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター 生駒グループ)

技術戦略マップ 2-4 製造産業分野 ロボット, 2005年3月(経済産業省)

「次世代ロボットビジョン懇談会」報告書, 2004年4月(経済産業省)

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査: ヒューマノイド技術の発展シナリオ (井上博允)

日本発新 IT「ネットワークロボット」の実現に向けて～「ネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会」報告書, 2003年7月(総務省)

次世代ロボットにおける重要な研究開発課題リスト・マップ

	A. 家庭や街で生活に役立つロボット	B. 先端ものづくりのためのロボット	C. 安全・安心のためのロボット	D. 安全で快適な移動のためのロボット	E. スムーズで直感的な対話が可能でコミュニケーションロボット
a) RT システム統合連携技術	<p>位置情報と作業情報を統合した作業環境構造化技術</p> <p>ネットワークロボット技術（サービス発見・結びつけ・統合プロトコル、インターモドルウェア情報流通技術）</p> <p>高い信頼性と作業能力を有するロボット実現のための共通プラットフォーム</p> <p>ロボットサービスインフラストラクチャ技術（人間行動モデル化、サービス記述方式、分散コンポーネント統合制御技術）</p> <p>ロボットと身の回り支援機械や情報アプライアンスとの結合技術</p>	<p>人間情報と作業情報を統合した環境情報の構造化技術</p> <p>人間とロボットとの協調作業システム</p>	<p>ロボットによる安全制御技術（モニタリング・診断・治療・ケアおよび統合化）</p> <p>人間の位置情報と行動情報を統合した環境情報構造化技術</p>	<p>位置情報と支援情報を統合した環境構造化技術</p> <p>広域ネットワークロボット技術（サービス発見・結びつけ・統合プロトコル、インターモドルウェア情報流通技術）</p>	<p>人間とロボット間コミュニケーションプロトコル</p> <p>人間と行動をともにするユビキタス知能</p>
b) RT モジュール高度化技術	<p>安全で人にやさしいRTモジュール高度化技術とロボットシステム安全技術</p> <p>人間行動のセンサおよびセンシング技術</p> <p>環境や動作認識に基づくロボット支援技術</p> <p>ロボットの安全保証機器とロボットシステム安全技術</p>	<p>多様な機械や工具の組み合わせを可能とする RT コンポーネント技術</p> <p>柔軟物や複雑組み立て作業のためのロボットスキル技術</p> <p>柔軟なロボット作業教示システム技術</p>	<p>安全・安心センサおよびモニタリング技術</p> <p>安全・安心のための機構・制御技術</p> <p>ロボットの安全保証機器とロボットシステム安全技術</p>	<p>移動環境の認識とプランニング技術</p> <p>ロボットの安全保証機器とロボットシステム安全技術</p> <p>移動のための RT コンポーネント技術</p> <p>環境に適応した型移動機構・制御技術</p>	<p>ロボットメディアと高次対話機能</p> <p>音声・画像融合コミュニケーション技術</p> <p>自然な音声発話技術</p>
c) 人間とロボットのインタラクション技術（人間・ロボット界面の科学技術）	<p>人間行動とロボットサービスのモデル</p> <p>人間の日常生活行動分析</p> <p>人と関わるロボットの社会情報倫理の研究</p>	<p>人間とロボット協調作業の定量把握</p> <p>人間の心理面を含む作業分析</p>	<p>人間の安全・安心の認知科学的分析</p> <p>人間の物理的特性の定量的解明（健康状態等も含むフィジオーム技術）</p>	<p>人間の安全・安心の認知科学的分析</p> <p>人間や環境との関係を把握し行動するロボットの研究</p> <p>操縦行動における人間とロボットの相互作用の解明</p> <p>ロボットに関する社会倫理の研究</p>	<p>人間とロボットの対話作用の解明と応用技術</p>