

# ライフサポート型ロボット 技術の研究開発

担当課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室  
実施研究機関：国際電気通信基礎技術研究所（株）、（株）日本電気、  
（株）日本電信電話、（株）東芝、（株）日立製作所  
研究開発期間：H21年度～H24年度

研究開発費：H21年 4.9億円、H22年 7.3億円、H23年(当初) 4.5億円、H23年(補正) 9.8億円 計26.5億円

## 1. 研究開発概要

### 【目的】

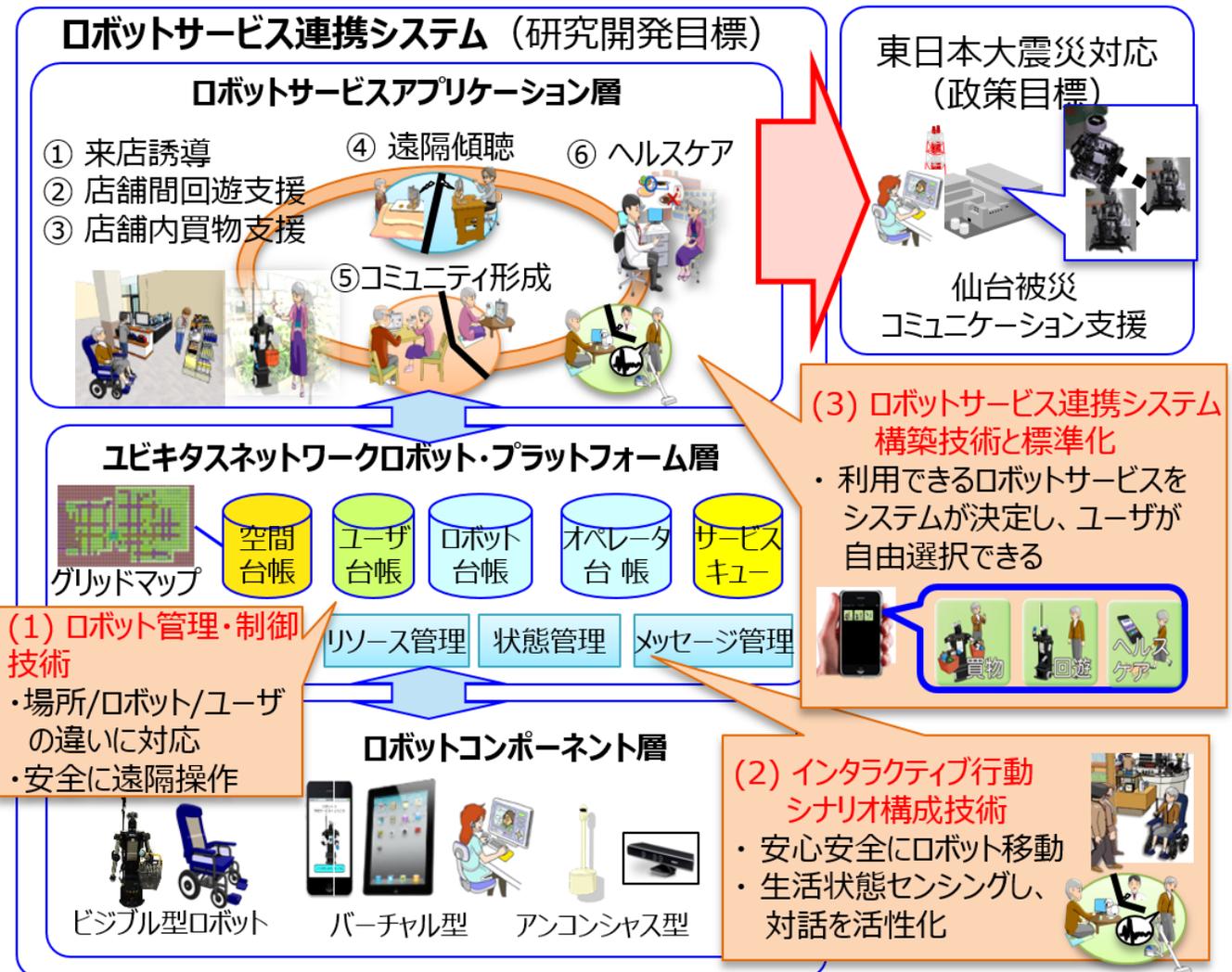
ユビキタスネットワーク技術とロボット技術の一層の融合を図ることによって、少子高齢化社会の中で、特に高齢者や障害者を対象としたロボットサービスに必要な機能を実現し、B2B（商業施設などにおける案内や情報提供等）からB2C（家庭内における見守りや生活支援等）まで、幅広い普及促進を図る。

### 【政策目標】

複数ロボットの協調及び連携動作、Web上の知識情報と連携したインタラクティブな行動並びに必要なサービスの選択及び連携により、高齢者や障害者等の生活の利便性の向上、社会参加の拡大、安心・安全な社会づくりに貢献する。さらに、現在の日本が抱える社会課題の解決にも資する。

### 【研究開発目標】

ビジブル型、アンコンシャス型、バーチャル型の様々なタイプのロボットがネットワークを通じて相互に連携することにより、ロボット単体に比べて実世界の認識や人とのコミュニケーション能力について大幅な水準向上を図る。さらに、高齢者・障害者の生活支援・社会参加を実現するために、身体機能の補助や商業施設などにおける案内支援・情報提供、家庭での生活支援、介護者の負担軽減のための技術を確立する。



## 2. 研究開発成果概要

**基本計画にある研究開発目標を全て達成**し、政策目標として**東日本大震災に対応**して、原発建屋内モニタリングロボット実証実験、仙台被災地のコミュニケーション支援を実施し、効果を実証した。

### 【ロボット管理・制御技術】

場所の違いに対応する空間台帳、ロボット性能の違いを見分けるロボット台帳、ユーザ特性の違いに対応するユーザ台帳、無線が途切れても安全にロボットを遠隔操作するロボット安全性管理技術を確立。

### 【インタラクティブ行動シナリオ構成技術】

ロボットが安全に移動するための移動物体認識法(集団やショッピングカート等) (ATR)、日常生活状態をセンシングし、健康維持するなどの生活支援情報提示法(東芝)を確立。コミュニティ形成のためのサービス提供実験で活性化効果を実証(NEC)。

### 【ロボットサービス連携システム構築技術】

平成21年度は店舗内買物支援(ATR)、遠隔傾聴(ATR)、平成22年度は空間台帳(日立)と連携した来店誘導(ATR)、店舗間回遊支援(ATR)を、平成23年度はコミュニティ形成(NEC)、平成24年度(平成23年度補正)はヘルスケア(東芝)の成果を段階的に取り入れて、ロボットサービス連携システムの試作。実証実験で動作を確認し、技術仕様を作成。



買い物支援サービス実証実験

車いす型ロボットによる店舗間回遊支援実証実験

### 【国際標準化】

**ネットワークロボットフォーラム**(143会員(平成25年11月時点))を接続ハブとして、**合計5種類の国際標準を取得**。ロボットサービス連携システムとして、サービスアプリケーション層、ユビキタスネットワークロボットプラットフォーム層、ロボットコンポーネント層の3層アーキテクチャ(**ユビキタスネットワークロボットプラットフォーム(UNR-PF)**)を提案。その技術仕様を**ITU-T**<sup>※1</sup> SG16 Q25で勧告化を進め、平成25年3月に勧告成立(F.747.3(2016年にY.4106に改番))。**OGC**<sup>※2</sup>では、場所別のロボット可動領域地図(グリッドマップ)の記述法を規定した**CityGML2.0**を、**OMG**<sup>※3</sup>では、人の位置と向きを記述したロボット位置サービス(RLS)の技術仕様(**RLS1.0**および**RLS1.1**)が発行された。さらにOMGにロボットサービス開発の拡張がしやすくなるロボット対話サービス(**RoIS 1.0**)を提案し、ロボット対話に関する15種類の機能(個人同定など)を国際標準化。

### 【UNR-PFの普及】

UNR-PFは、**オープンソフトウェアとしてα版**(サンプルプログラム、マニュアル等)を平成24年7月、**β版**を平成25年1月に**Web公開**。チュートリアル(全5回)に11社が参画。本UNR-PFについて国内外の情報発信を平成24年7月から平成25年1月にかけて実施。

### 【東日本大震災への対応】

政策目標について、基本計画外であったが、東日本大震災に対応するため、空間台帳の成果(日立)を原子力発電所での災害復興ロボットに展開。**原発建屋内モニタリングロボットの実証システムを構築**。当該ロボットによる福島第一原子力発電所5号機を使用した通信および地図情報を用いた調査モニタリングロボットシステムの実証実験を実施。その結果、複数ロボット連携操作によりロボットの相互の無線中継を行うことで見通しのきかないエリアでのロボット活用可能なことを確認。また、コミュニティ形成の成果(NEC)を仙台市あすと長町仮設住宅でICTを活用した住民のコミュニティ活性化実験で効果を実証。

注) ※1 ITU-T: 国際電気通信連合 電気通信標準化部門、※2 OGC: Open Geospatial Consortium、

※3 OMG: Object Management Group

### 3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

#### 【終了評価用資料「今後の成果展開に向けた取組方針」に掲げた指標の状況（まとめ）】

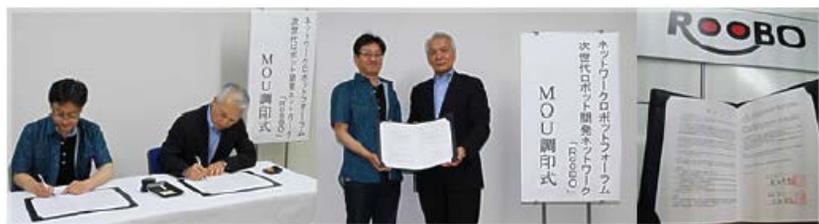
- 事業化数目標：H26までに2件以上→2件達成（日立・NEC）、他社による関連事業化数目標：H26までに2件以上→2件達成（ATR）、後継プロジェクト数目標：H26までに2件以上→5件以上達成（項目4参照）（ATR）、国際標準化の取得数目標：H26までに2件以上→2件達成（日立・ATR）

#### 【成果の社会展開に向けた取組状況】

- 社会展開に向けて平成25年6月に事業化支援分科会を設置したネットワークロボットフォーラム(NRF)は、平成24年7月にMOUを締結した次世代ロボット関連企業コンソーシアムRooBO（ローボ）と合併して、事業化支援機能を強化した新組織 **i-RooBO Network Forum** を設立（平成30年9月末現在 368会員、会長：設立時：徳田英幸氏（慶大）、現在：宮下(ATR)）。大阪市グローバルイノベーション創出支援事業、大阪トップランナー育成支援事業に加えて、スマートIoT推進フォーラム、大阪市IoT・RT関連ビジネス創出事業などと連携して、各企業の新規事業立ち上げ時にUNRの活用を促すなど、成果普及に貢献。

#### 【新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上】

- 東芝では、ユーザ状況検出技術を活用して事業部と店舗向けサインエージェンシーサービスの試作に着手。音声や画像情報を用いたサービス共創活動にデジタル型ロボットの知見を活用。
- NECでは、シナリオ構築技術及びコミュニケーション活性化技術の事業部への技術移管を進め、平成26年にオープンソース（複合イベント処理基盤Esper）を強化した製品として開発完了。
- 日立では、空間台帳管理技術の一部機能を平成25～26年度に関連会社GIS製品にて実装し事業展開中。原発建屋内モニタリングロボットは、福島第一原子力発電所での原子炉建屋内の環境調査に活用。その調査成果は、原子炉建屋内で必要となる現場作業計画（工事計画、被ばく低減検討等）に活用されている。
- ATRでは、平成26年から順次、デジタルサインエージェンシー会社、ドローンサービス会社、港湾内での船舶管理会社それぞれとUNR-PFをベースとしたシステム開発に着手。
- UNR-PFを含むATRの研究開発成果を活用した事業化を目的とする企業への投資ファンド「けいはんなATRファンド」（最大50億円）を平成27年2月に日本ベンチャーキャピタル株式会社が組成。UNR-PFを活用するドローンサービス事業、港湾内船舶管理事業、介護施設での見守り事業に**合計5.8億円出資**。



NRF(徳田会長)とRooBO(大和(Vstone)会長)のMOU調印式



日本電気製 CONNEXIVE (日本電気 HPより)



i-RooBOが運営するビジネス創出事業AIDORと拠点Robo&Peace



日立製作所製 GeoMation (日立ソリューションズ HPより)

UNR技術の関連製品

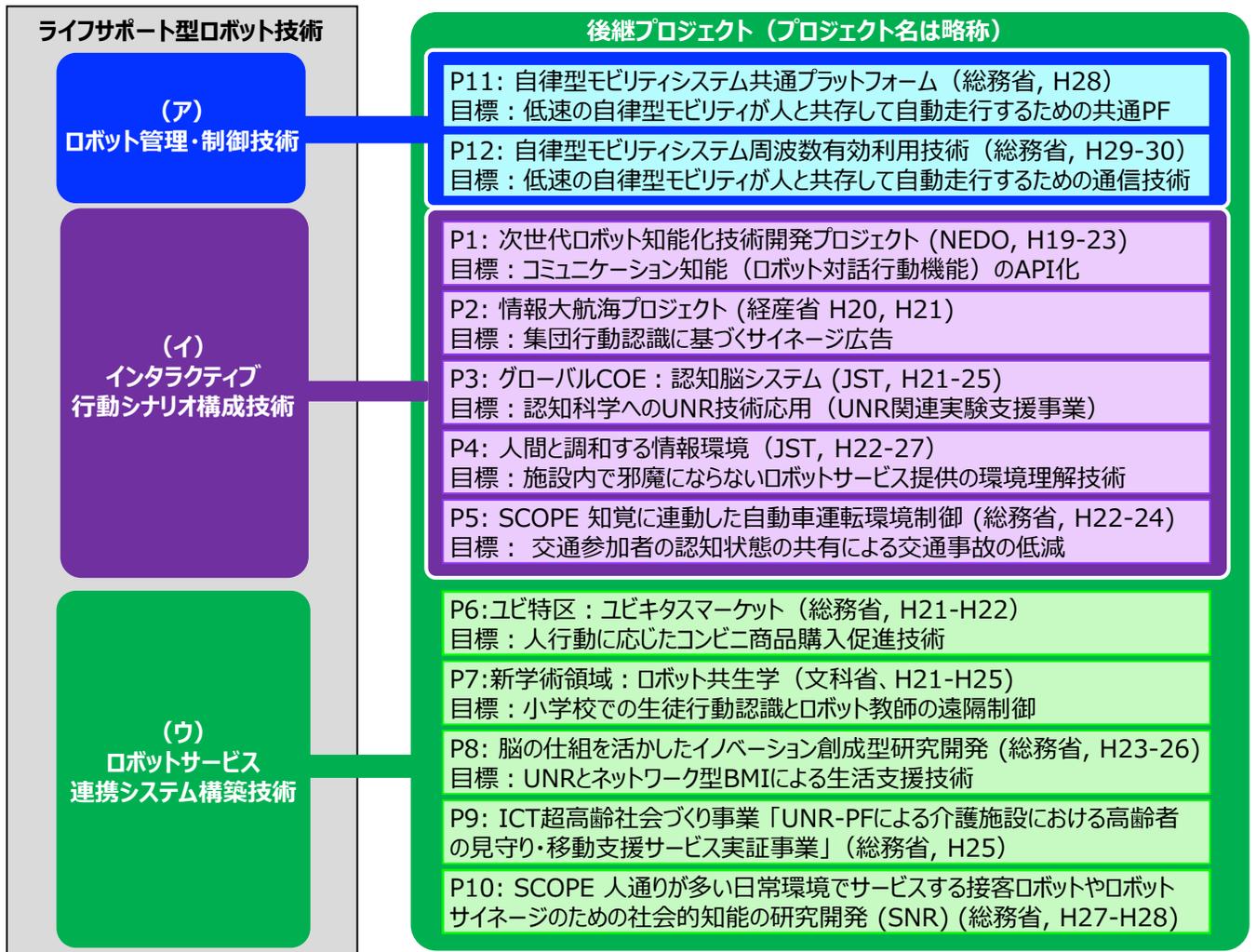
#### 【知財や国際標準獲得等の推進】

- 平成25年度以降の特許出願4件（海外2件を含む）、特許取得30件（海外4件を含む）、標準化完了2件、（標準化活動中3件）
- OGCにて、空間台帳の内容を包含したIndoorGML 1.0が平成26年12月に成立（日立）。
- OMGにて平成25年度に立ち上げたRobotic Interaction Service (RoIS) 1.1 改訂タスクフォースより、平成27年12月に最終報告を提出し、同月に技術部会にて承認完了。平成28年3月に成立し、同8月に発行（ATR）。
- OMGにて Robotic Interaction Service (RoIS) 1.2 改訂仕様を平成29年12月に提出。平成30年3月に成立し、同7月に発行（ATR）。
- OMGにてRoIS関連仕様として、RoSO(Robotic Service Ontology)の標準化活動を開始。平成29年9月にRFI(request for information)を発行(ATR)。
- 平成28年度よりISO TC299 WG6 国内委員会に参加して活動中（ATR）。

## 4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

本成果は後継ファンド12件（P1～P12）に発展。

- 「**ロボット管理・制御技術**」の成果であるロボット台帳・空間台帳・複数ロボット操作技術は、自動運転技術が注目されているモビリティ分野に特化し、低速の自律型モビリティ（自動運転機能を持つ電動車いす、案内ロボット、運搬ロボットなど）の管理・制御技術(P11)へ発展。ロボット安全管理技術は、安全・高効率の通信技術(P12)へと発展している。
- 空間台帳**は、屋内測位技術と組合せた屋内空間での人のナビゲーションや行動分析技術の研究開発や実証が進んだ。人や車などの移動体（Moving Features）に関するビッグデータを業界横断で迅速かつ高度に処理・分析するための、データアクセス仕様の研究開発や国際標準化に繋がった。（日立）
- 「**インタラクティブ行動シナリオ構成技術**」の成果であるユーザ行動情報・生活履歴情報分析・状況検出技術は、他の分野での利活用を促すためのモジュール化（P1）、動的にコンテンツを変化させるデジタルサイネージ(P2)、認知科学分野での被験者の行動計測(P3)、人と調和する情報環境(P4)、運転している人の認知状態(P5)等の研究開発に発展している。
- 「**ロボットサービス連携システム構築技術**」の成果であるUNR-PFおよび標準化された記述方式は、P1～12の全てで活用。特に、リテール分野(P6)、学習科学分野(P7)、BMI活用分野(P8)、介護分野(P9)、次世代デジタルサイネージ分野(P10)において、複数のロボット、およびロボットサービスを連携させるコンセプトをベースにした新たな研究開発へと発展している。



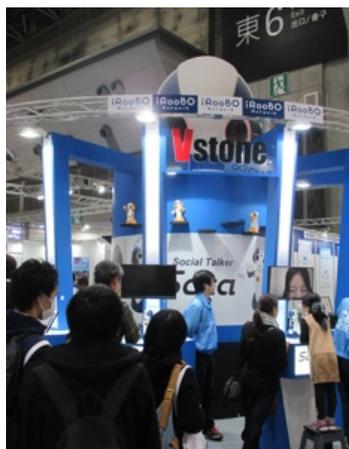
## 5. 副次的な波及効果

### 【研究開発成果以外の波及的な効果】

- ユビキタスネットワークロボット（UNR）に関する研究会として、平成23年から電子情報通信学会に**クラウドネットワークロボット研究会**（第1種研究会）が発足。
- UNRが関連するEUフレームワークプログラム（**DustBot**（聖アンナ大学院大学(イタリア)）、**CoTeSys**、**RoboEarth**（ミュンヘン工科大学(ドイツ)））と平成24年にユビキタスネットワークロボットに関する包括協定（Memorandum of Understanding, MOU）を締結。その後、同プログラムにおける**RoboLaw**、**Ambient Assisted Living**、**RoboEarth**等で連携。

### 【複数企業連携】

- ネットワークロボットフォーラム(NRF)は、平成24年7月にMOUを締結した次世代ロボット関連企業コンソーシアムRooBO（ローボ）と合併して、事業化支援機能を強化した新組織 **i-RooBO Network Forum** を設立（平成30年9月末現在 368会員、会長：設立時：徳田英幸氏(慶大)、現在：宮下(ATR)）。平成27年12月に一般社団法人化。会員企業、大阪市、近畿経済産業局などが連携して、ロボットビジネス創出プログラム（AIDOR）、ビジネスインキュベーション、オープンイノベーション拠点（Robo&Peace）、関西ロボットSierネットワーク事務局などを運営。



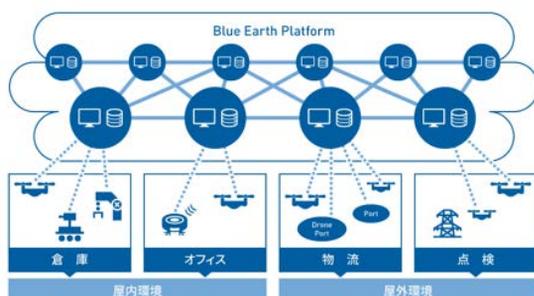
i-RooBO会員企業との国際ロボット展への共同出展の様子

### 【研究人材の育成】

- 代表研究機関では、提案時のポスドク数は3名であったが、研究開発期間4年でのべ15カ国102名の研究者（ポスドク+実習生）が本研究開発に参加。平成30年10月現在でも14カ国88名が関連研究に従事。

### 【異分野融合】

- UNR-PFをベースとして、異なる4つの分野に波及
  1. 次世代のデジタルサイネージ（ロボットサイネージ）プラットフォームをデジタルサイネージ企業と開発
  2. ドローン管制システムをドローンサービス企業と開発
  3. 港湾内の船舶管理システムを船舶管理サービス企業と開発
  4. 看護・介護用見守りシステムを見守りサービス企業と開発



(ブルーイノベーション株式会社HPより)



(アイディア株式会社・ATRの報道発表資料より)

デジタルサイネージ会社／ドローンサービス会社／船舶管理サービス企業との連携（ATR）

## 6. その他研究開発終了後に実施した事項等

### 【周知広報活動の実績】

- 研究開発終了後（平成25年度以降）の成果数は右表のとおり。（括弧内は海外分のみ再掲）
- 後継プロジェクトとして P1～P12（「4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果」参照）を実施。後継プロジェクトそれぞれにおいて公開実証、報道発表を実施。
- 本研究開発に関連する招待講演多数（100件以上）

### 【その他特記事項に係る履行状況】

（研究開発終了後も行うべきものについて）

- 基本計画書「6. その他」には、研究開発終了後も行うべきものについての記載はない。ただし、「家、病院、商業施設等のサービス提供要求条件の異なる3地点以上を移動するユーザを対象に複数のビジブル型ロボット含むネットワークロボットを用いて、情報提供や日常活動支援を行うサービスを提供する実証システムの構築と実証実験を行う」に関しては、後継プロジェクトの実証においても実施されている。特に、P10では、家、商業施設、観光地を連携させた実証に発展している。

	研究開発期間中の成果（抜粋）	研究開発終了後の成果
査読付き論文	34 (15)	4 (3)
その他誌上発表	27 (3)	9 (1)
口頭発表	304 (101)	29 (2)
特許出願	56 (2)	4 (2)
特許取得	9 (0)	30 (4)
国際標準提案	85 (85)	2 (2)
国際標準獲得	5 (5)	3 (3)

## 7. 政策へのフィードバック

### 【国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性】

- 国際標準化は、ロボットの空間台帳の記述方法は新規性があり、4年以内に標準化を達成できた。当初の基本計画にはなかったロボット対話サービス(RoIS)についても、サービス開発者とロボット開発者が独立で開発できるという画期的な国際標準化になった。今後のロボットサービスを生み出す基本的な機能として、世界に先駆けて開発できたことは、国主導で実施されたことの妥当性を示すものであると考える。
- 本研究開発におけるこれらの国際標準化は、本プロジェクトに参画した5社だけで決められるものではなく、その実現には、産業界、学界、各国との調整が不可欠であった。UNR-PFは、ITU-T SG16 Q25で国際標準が成立した。これはロボットサービス事業創出の促進に大きく貢献できるもので、汎用性・公共性の高さから、本研究開発が国主導で実施されたことの妥当性を示すものとする。
- ITU-T は今後ともIoT (Internet of Things) やM2MをSG20で扱うことから、これらの技術に関わる多くの企業、複数の関連分野とも連携して発展していくことが予想されるため、今後とも国が関与する必要がある。
- 複数ロボットサービス連携システム全体のアーキテクチャに着目した研究開発は先導性が高く、ITU-T SG16 Q25で勧告成立しただけでなく、IEEE Network誌にもアーキテクチャの概念、実証実験などを掲載でき、取り組み時期の早さで成功したことから、問題設定や研究開発期間も適切であり、国家プロジェクトとして妥当だったと考える。

### 【今後の政策へのフィードバック】

- 高齢者・障がい者に対象を絞って生活支援・社会参加促進に資するロボットサービスのための研究開発、実証実験を推進し、有効性を示してきた。後継プロジェクトでは、具体的な分野において、持続可能なビジネスモデルを伴うソリューションの構築を目指すものもあり、これらの社会還元を加速する動きが出始めている。そのため、高齢者・障がい者が、このようなネットワークロボットサービスを利用しやすくするサービスの普及促進が重要となる。
- 我が国が抱える社会課題解決にも資するという政策目標に則り、東日本大震災に対応して原発建屋内モニタリングロボット等の実証実験を実施し注目を集めたが、技術開発のみでは現場導入が困難なことも明らかになった。社会課題解決のための技術・サービスの現場導入を目的に、行政や企業など多くのステークホルダを巻き込み、組織の垣根を越えるソリューションづくりが不可欠である。