



「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」

【平成27年度～平成31年度 5年間】

(中間評価)

プロジェクトの概要説明 (公開)

国立研究開発法人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／

「次世代人工知能・ロボット中核技術開発／次世代人工知能技術分野」

プロジェクトリーダー 辻井 潤一

平成29年10月23日

<評価項目>

I. 事業の位置付け・必要性について

- (1) 事業目的の妥当性
- (2) NEDOの事業としての妥当性



II. 研究開発マネジメントについて

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発の実施体制の妥当性
- (4) 研究開発の進捗管理の妥当性
- (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性



III. 研究開発成果について

- (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2) 成果の最終目標の達成可能性
- (3) 成果の普及
- (4) 知的財産権の確保に向けた取組



IV. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて

- (1) 成果の実用化に向けた戦略
- (2) 成果の実用化に向けた具体的取組
- (3) 成果の実用化の見通し

<発表者>

関根PM

【ロボット分野】

関根PM

【人工知能分野】

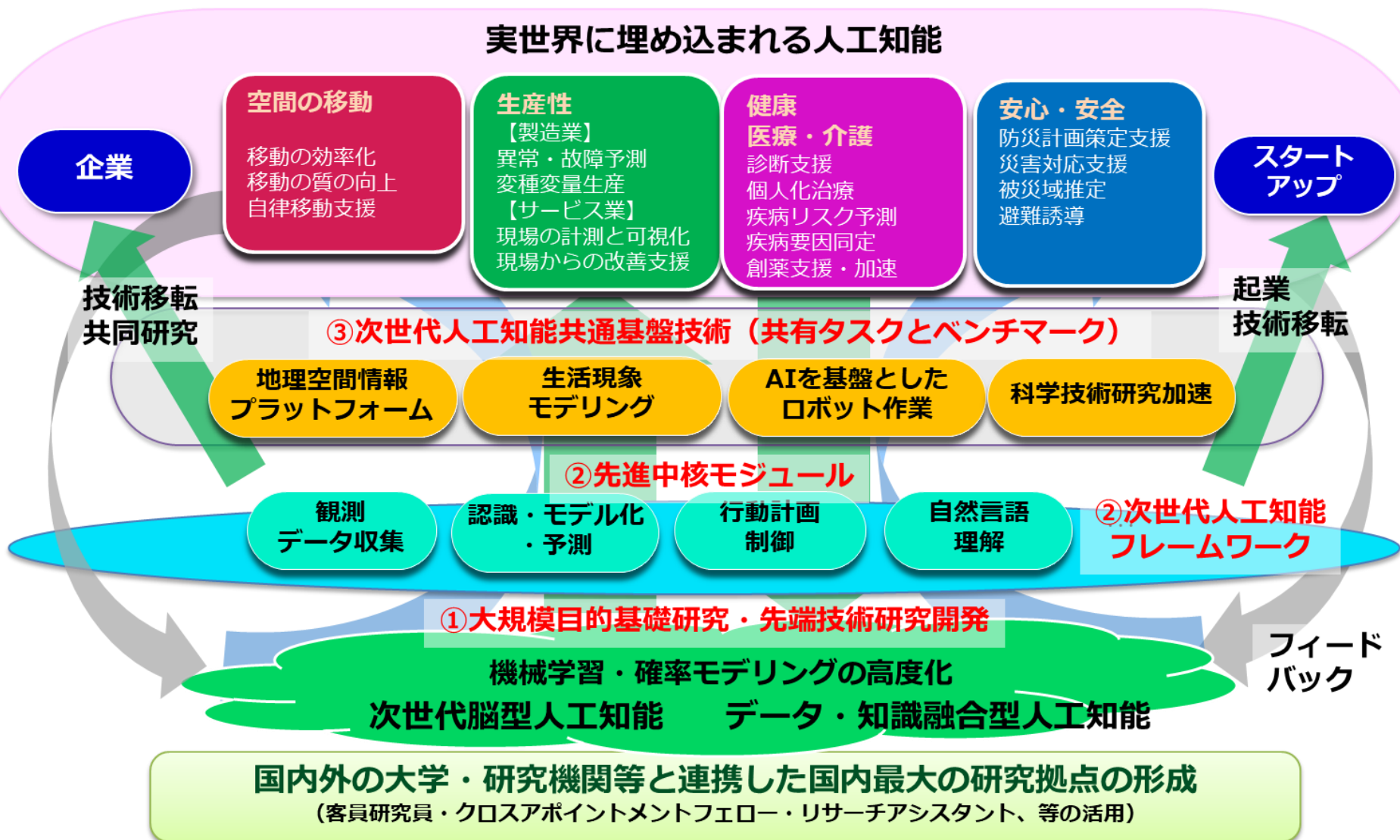
辻井PL

Ⅲ. 研究開発成果について

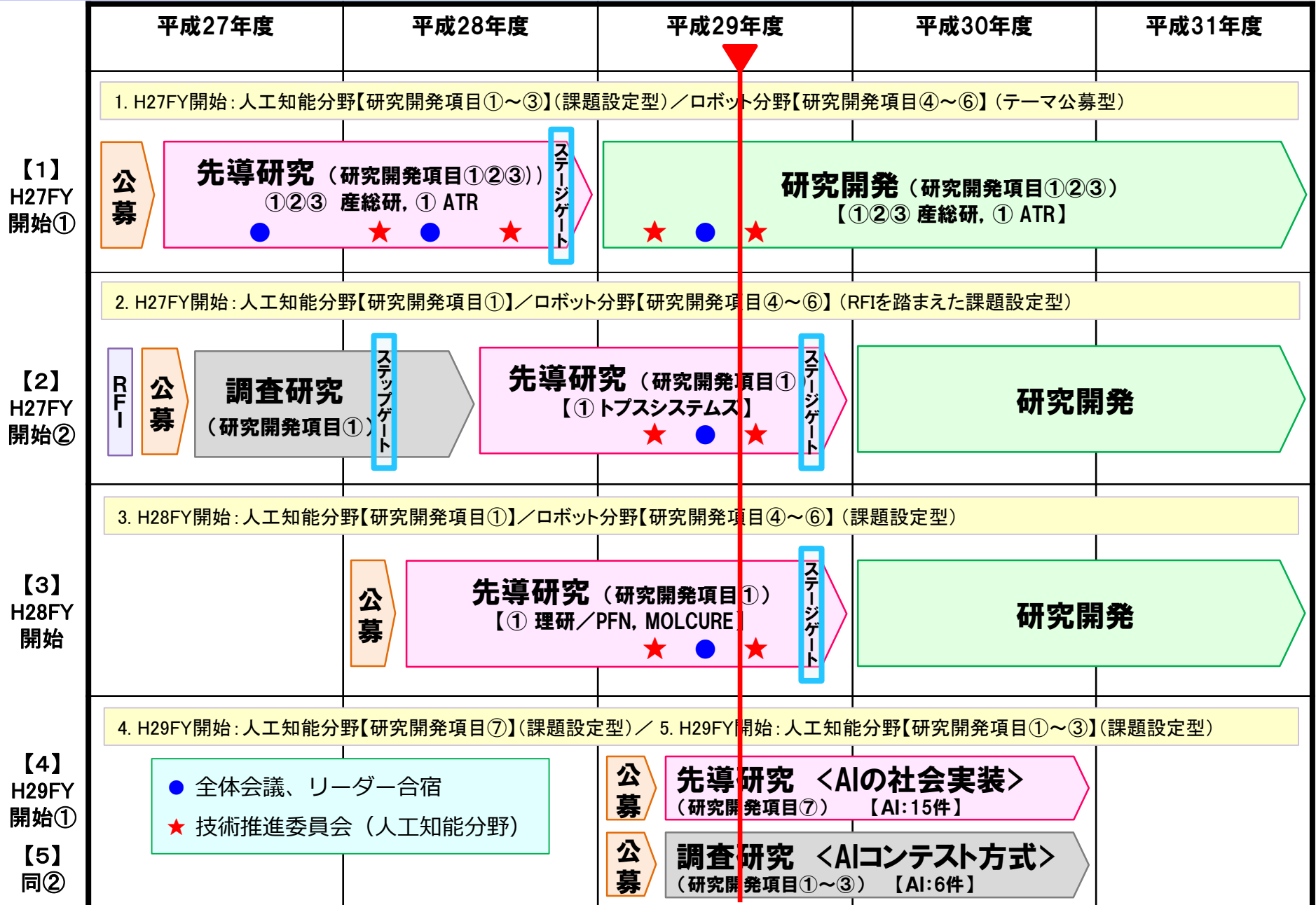
<次世代人工知能技術分野>

- 革新的・先端的な次世代人工知能技術の研究開発と社会実装の好循環の実現
 - ① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発
 - ② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発
 - ③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発

- 研究開発拠点の形成
 - 産学官の英知を結集した研究開発拠点の形成
 - 技術の普及・社会実装のための人材育成



次世代人工知能技術分野の研究開発の状況①

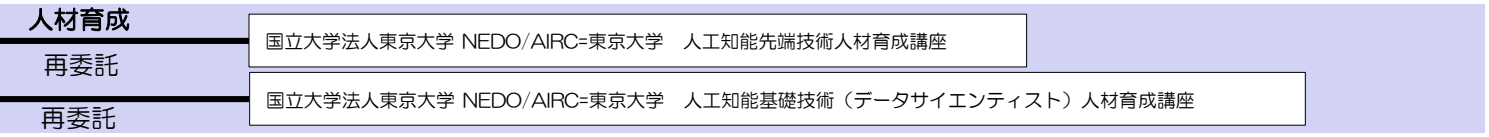
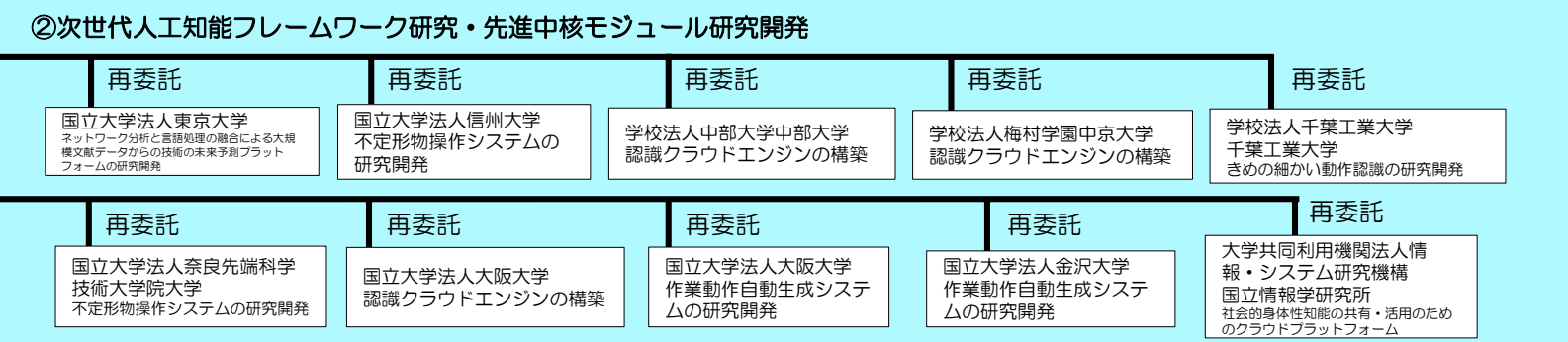
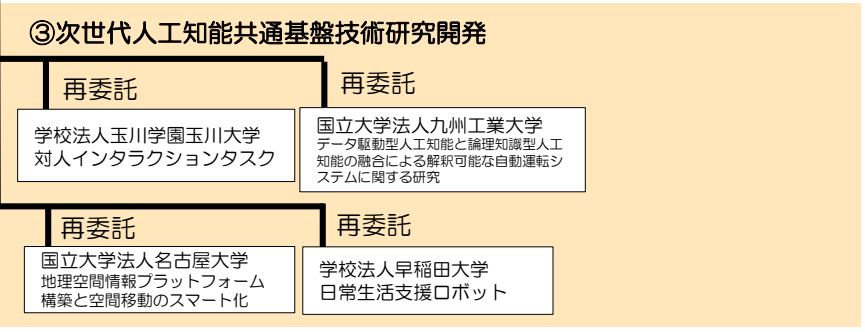
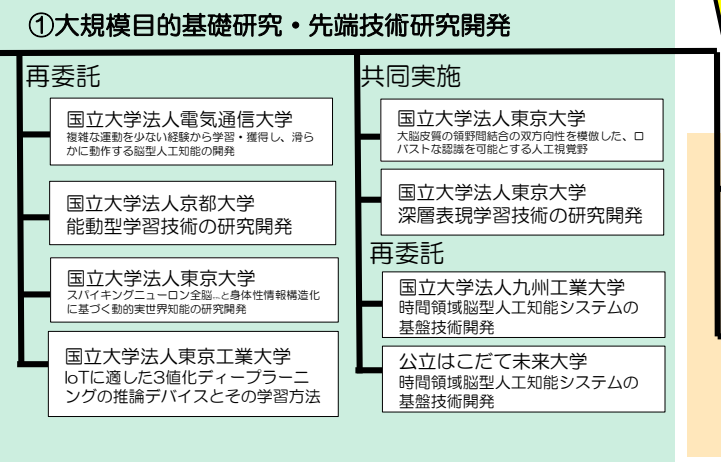
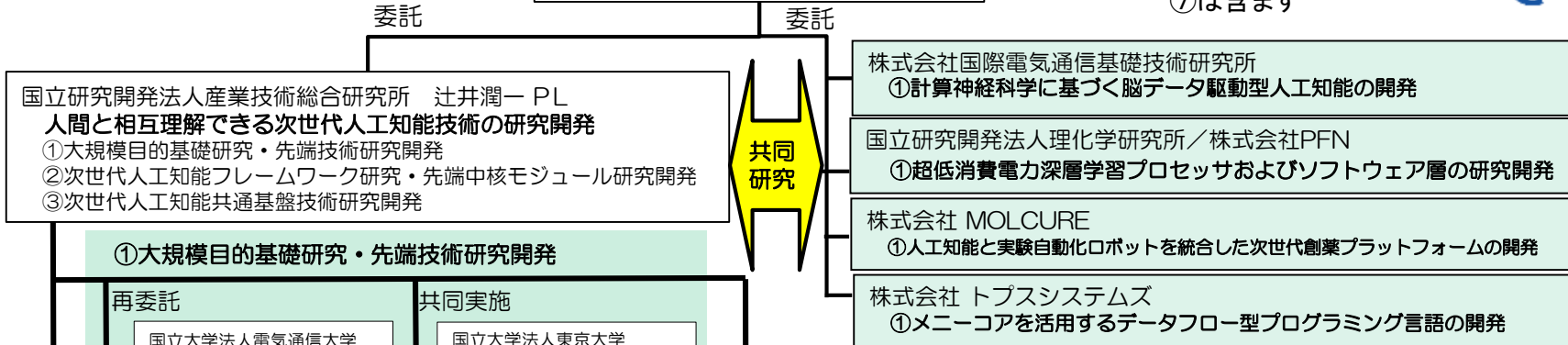


研究開発体制

平成29年度9月現在
人育成項目を含む
⑦は含まず



NEDO 関根久 PM



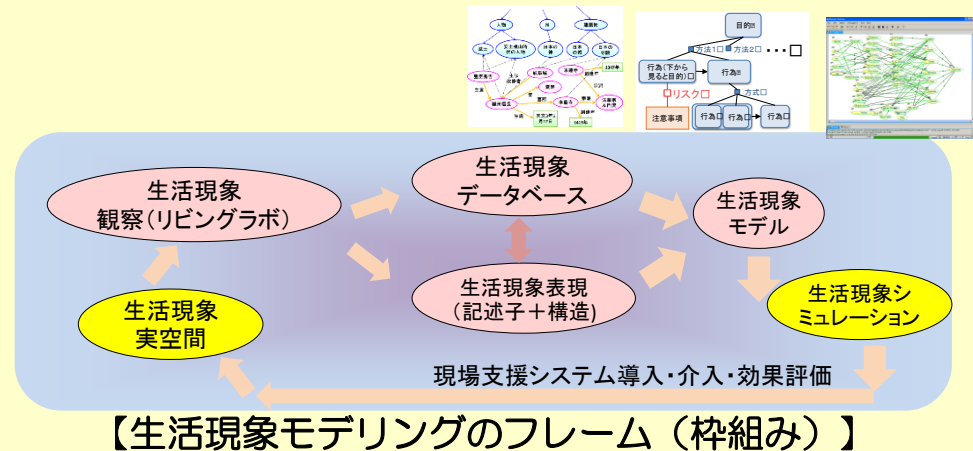
- 本プロジェクトは、研究開発3年目に中間目標はなく、基本計画に基づき、研究開発フェーズ（調査研究／先導研究／研究開発）毎に目標を設定し、ステージゲート（SG）評価において、目標の達成度、実用化への道筋等を評価している。
- 平成27年度から平成29年度の先導研究フェーズでは、研究開発項目①、②、③をあわせて37の研究開発小項目について、比較的ボトムアップな形で研究開発を進め、それらの成果に関してステージゲート評価を受けた。その結果、34の研究開発小項目がステージゲートを通過した。
- 平成29年度から平成31年度の研究開発フェーズでは、プロジェクトの基本計画および、人工知能技術戦略会議一産業連携会議が策定した産業化ロードマップの重点分野である「空間の移動」、「生産性」、「健康、医療・介護」を考慮し、研究開発全体のさらなる集約と連携を深めるために、以下の**4つの共有タスクを設定**し、それらを中心として研究開発を進めている。
 - (1) 生活現象モデリング（サービス産業の生産性、健康、医療・介護への貢献）
 - (2) 地理空間情報プラットフォーム構築と空間の移動のスマート化（空間の移動への貢献）
 - (3) AIに基づくロボット作業（製造業およびサービス産業の生産性への貢献）
 - (4) 科学技術研究加速のためのテキスト統合（健康、医療・介護への貢献）

多様な状況を含む**日常生活の中で人と相互理解して人を支援する人工知能**を実現するために、生活空間内で動作する人工知能・ロボットが将来必要とする、共通の生活現象の観測、モデル化、可視化、シミュレーション、制御を可能にする基盤技術を研究開発し、**消費者サービス、介護、教育などのサービス現場**に適用して有効性を示します。

<研究開発の概要>

生活現場で活躍するAI応用システムのための観測、モデル化、可視化、シミュレーション、制御の基盤

- 人間に理解可能な生活現象のモデル化
- サービス現場での知識発現、構造化、介入効果評価
- VR環境によるインタラクションデータの大規模収集
- 日常動作の認識

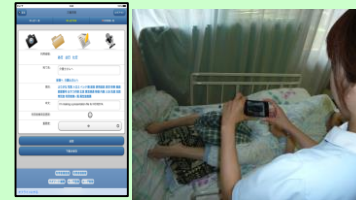


<想定される出口イメージ>

- 顧客サービス支援
個人や状況にあわせた情報提供
- 介護支援
介護知識構築、業務支援、人材教育
- 保育支援
- 生活機能にあわせた日常生活の
リスク予測と予防的介入



顧客サービス支援



介護支援



保育支援

人工衛星、航空機、ドローン、自律走行車、自律移動ロボット、リビングラボ、定点カメラ等から得られる膨大な2次元画像データや3次元点群データ及びそれらに内在する物体や変化を認識・抽出・記述した結果を、**スケールを問わず統一的に活用できる地理空間情報プラットフォームを構築**するとともに、**人やモノの移動のスマート化に適用**して有効性を示します。

<研究開発の概要>

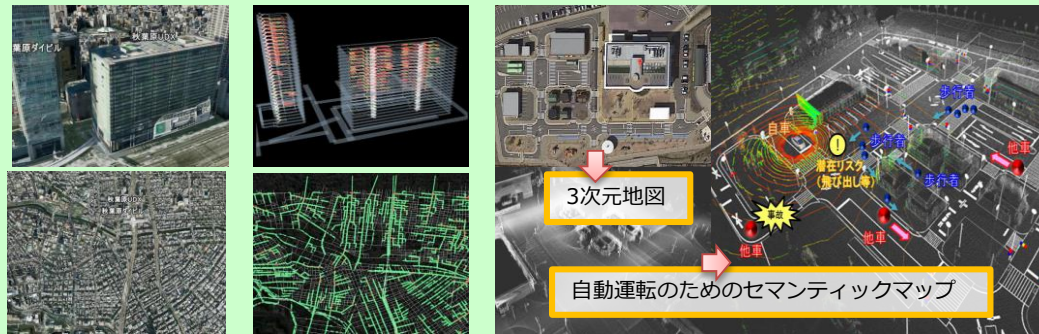
あらゆる人流・物流・エネルギーの流れを最適化する基盤の構築

- ・人などの移動体検出・計測
- ・マルチスケールな地理空間情報の統合的扱い
- ・地物認識、変化認識等によるセマンティック情報の付与



<想定される出口イメージ>

- ・様々なサービスの基盤となる地理空間情報プラットフォーム
- ・大規模人流シミュレーション等による避難計画や街づくり支援
- ・データ駆動と論理知識駆動の融合による説明可能な自動運転



【シミュレーションによる避難計画や街づくり】

【スマートで安全な移動】

組み立てや調理等の複雑な作業を**人から学び、人と協調して実行する**ための人工知能基盤として、幅広い物体を認識可能な認識クラウドエンジン、自動的に動作計画を生成する行動計画・制御モジュール、人から学ぶ模倣学習モジュール等を構築し、**日用品や組み立て部品のピッキング、組み立て作業、柔軟物の操作、食品の操作等に適用**して有効性を示します。

<研究開発の概要>

工場から家庭までさまざまな環境での作業をロボットで実現

- 人間の作業の観測とデータ化
- 作業計画と動作生成
- 人間の作業の模倣学習
- 汎用性の高い認識クラウドエンジン



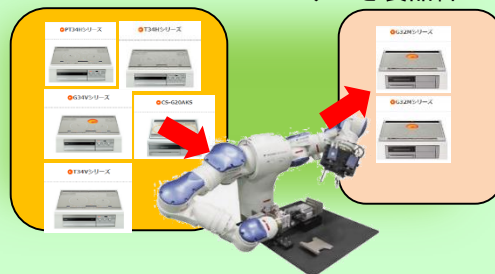
【複雑な作業を人から学び、人と協調して実行する】

<想定される出口イメージ>

- 変種変量生産に対応したセル生産へのロボット導入による製造業の生産性向上
- 衣類や食品等の操作を伴う日常生活支援

組み立て動作を取得するための製品群

組み立て動作を類推すべき製品群



新たな製品に対する組み立て作業動作を類推可能なシステムの実現



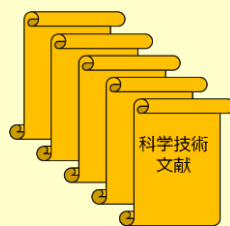
学習により家庭における料理の動作を自動的に獲得可能なシステムの構築

科学技術研究の加速のための人工知能技術の研究開発、特に、**科学技術に関する膨大な文献情報を解析・集約・可視化・モデル化し、それらから知識を抽出したり、科学技術の未来予測をするための基盤技術を研究開発し、酵素反応等の重要な生命科学現象、科学技術政策立案支援等に適用して有効性を示します。**

<研究開発の概要>

大量文献からのテキスト情報の包括的解析により科学技術研究を加速

- 文献の内容と引用関係のデータを統合的に利用
- 分散表現知識と記号的知識の統合的な扱い
- 重要な生命科学現象への適用



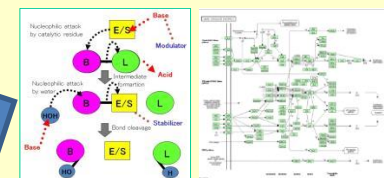
科学技術文献

①-(2)-(b) 分散表象知識と記号的知識の相互変換技術の研究開発

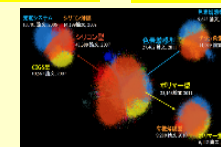
③-(4)-(a) 生命科学文献キュレーション支援技術の研究開発

データ整備
テキスト解析
実体抽出、関係抽出
文献ネットワークのクラスタリング・可視化

②-(1)-(d) ネットワーク分析と言語処理の融合による大規模文献データからの技術の未来予測プラットフォームの研究開発



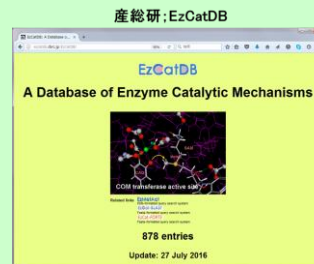
酵素反応DB 生体内情報伝達 pathway



学術分野の動向の俯瞰

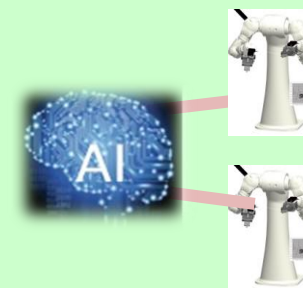
<想定される出口イメージ>

- 科学技術研究の俯瞰・未来予測と政策立案支援
- 酵素反応データベース等の構築支援
- 実験ロボットとの統合による創薬等の加速



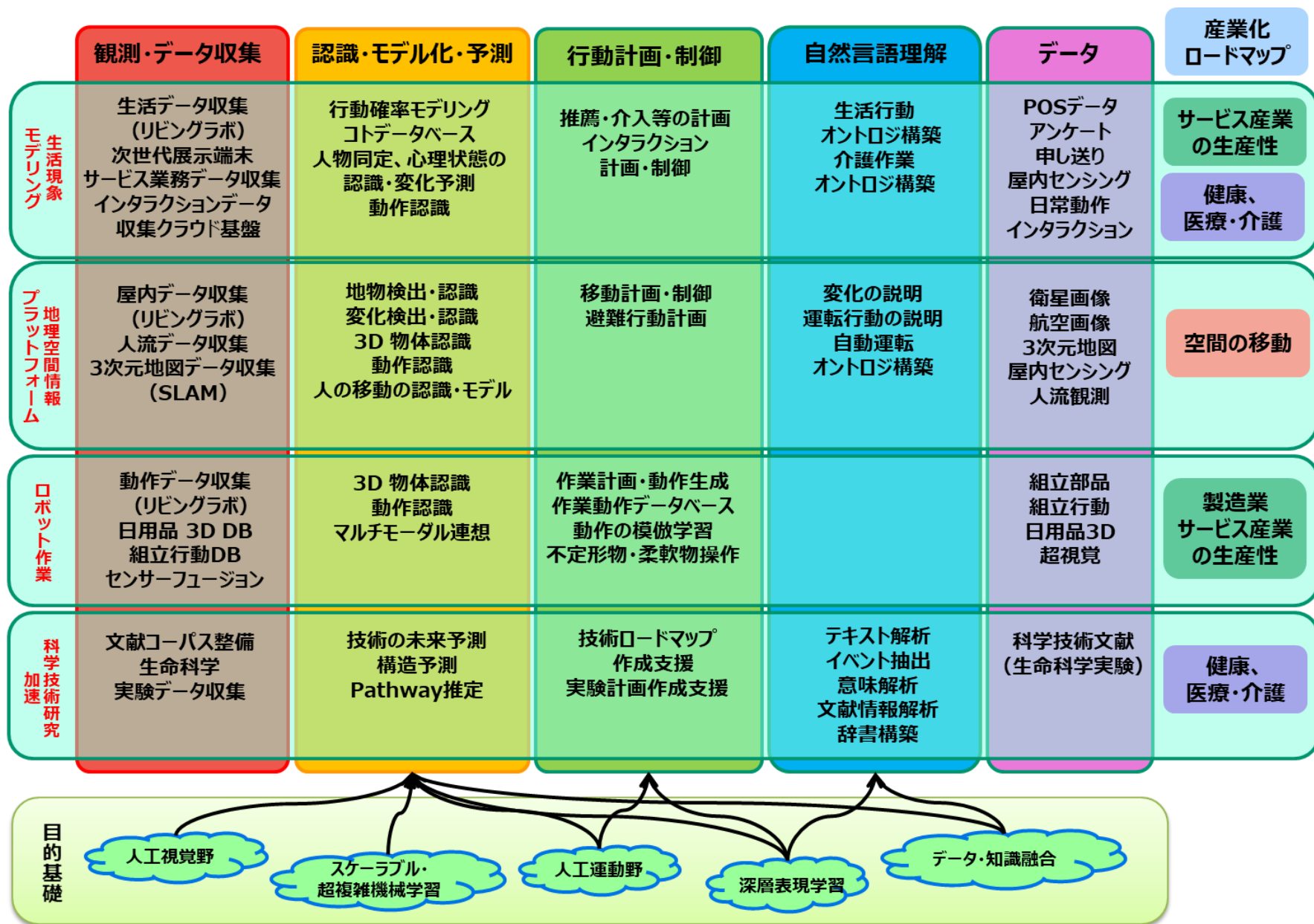
酵素エントリ数: 878

【酵素反応データベース構築】

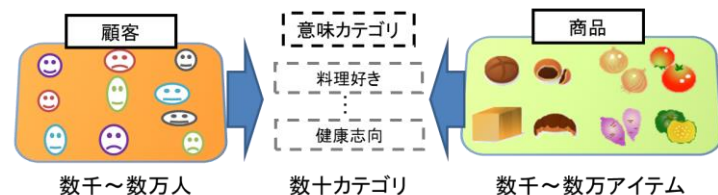


【実験ロボットとの融合】

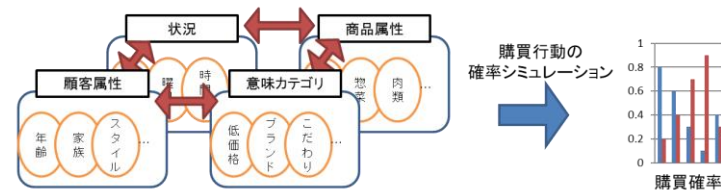
4つの共有タスクに沿ったモジュールとデータの構築



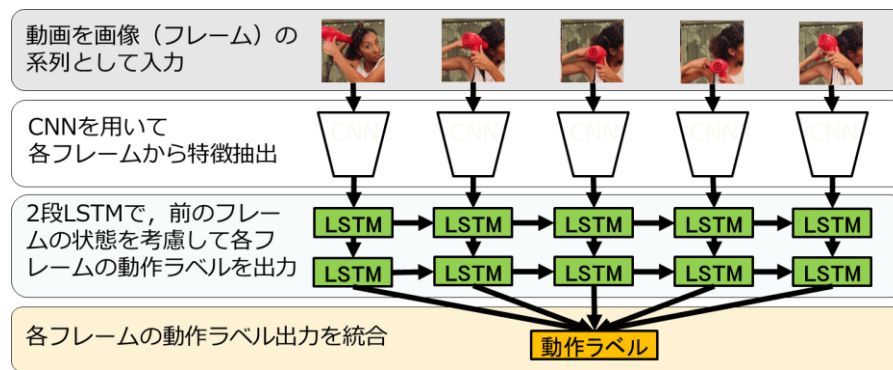
- 生活現象モデリングモジュール
 機能：生活現象の確率モデリング
 技術：pLSA+ベイジアンネット
 入力例：商品に関するアンケート結果
 出力例：顧客、商品のクラスタリング結果とクラスタ間の関係の確率モデル



② 変換した意味カテゴリと顧客属性、商品属性、状況を表すベイジアンネットを構築
 ⇒ 個性、状況依存性を因果的にモデル化し、確率推論により購買行動が予測できる



- 日常動作認識モジュール
 機能：ヒトの多様な日常動作を高精度で認識
 技術：深層ニューラルネット
 入力：動画
 出力：動作の名称



● 地物検出モジュール

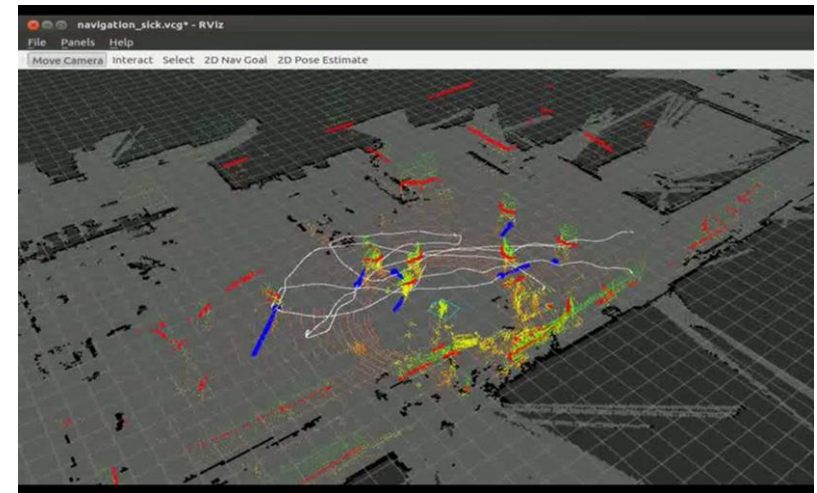
機能：地上の対象物体を検出
技術：深層ニューラルネット
入力：衛星・航空画像チップ
出力：対象地物の有無



メガソーラーの検出結果

● 3次元環境理解モジュール

機能：3次元地図構築
自己位置同定
人の検出と追跡
移動のモデル化と予測
技術：SLAM
入力：レーザーレンジ
ファインダ計測データ
出力：3次元地図、人の位置、等



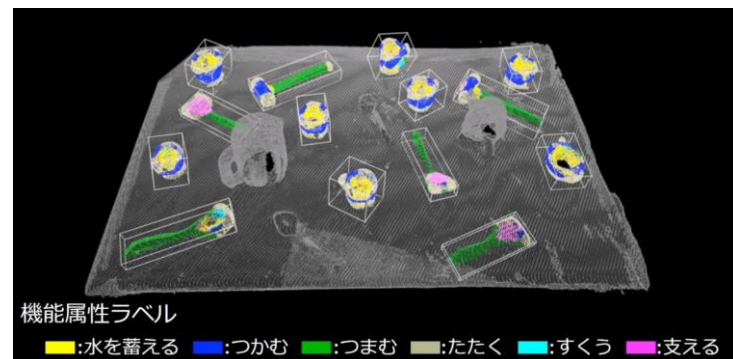
3次元地図構築と自己位置同定
人の追跡と移動予測

- 3次元物体・機能認識モジュール

機能：物体名と機能の同時認識

入力：3次元計測結果

出力：物体名と機能ラベル



形と機能の同時認識

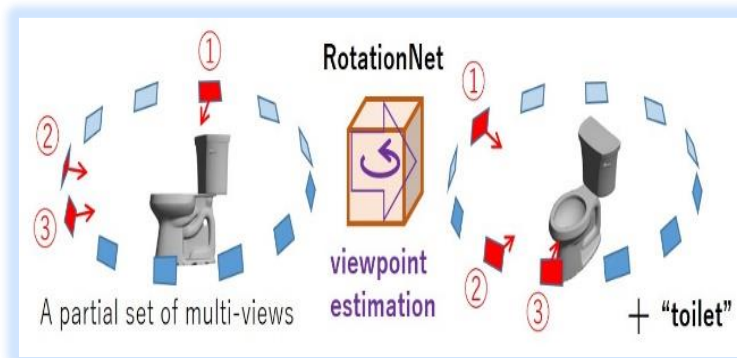
- 3次元物体・姿勢認識モジュール

機能：物体名と姿勢の同時認識

技術：深層ニューラルネット

入力：画像

出力：物体名と3次元の姿勢



形と姿勢の同時認識

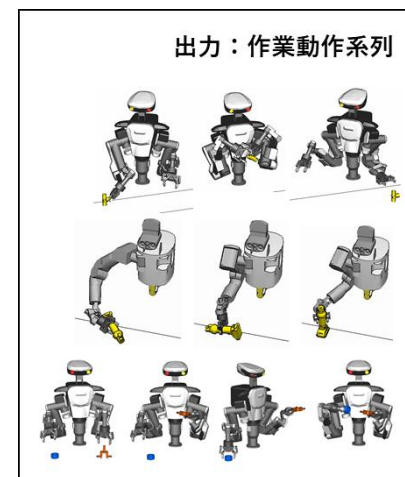
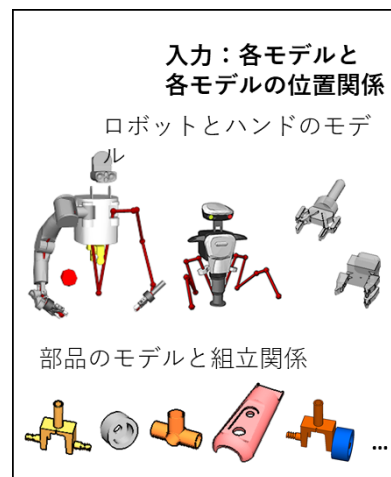
● 組立作業行動計画モジュール

機能：組立行動の計画

技術：グラフ経路探索

入力：部品の初期状態と
組立完了状態

出力：組立行動系列



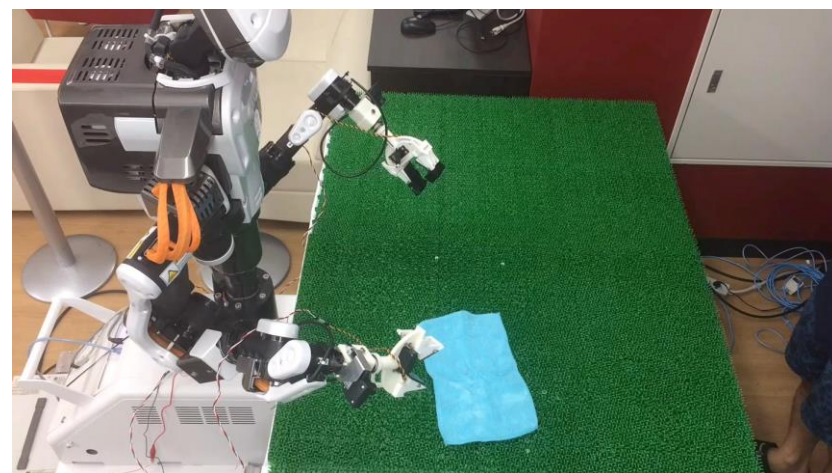
● 模倣学習モジュール

機能：複雑な作業の模倣学習

技術：深層ニューラルネット

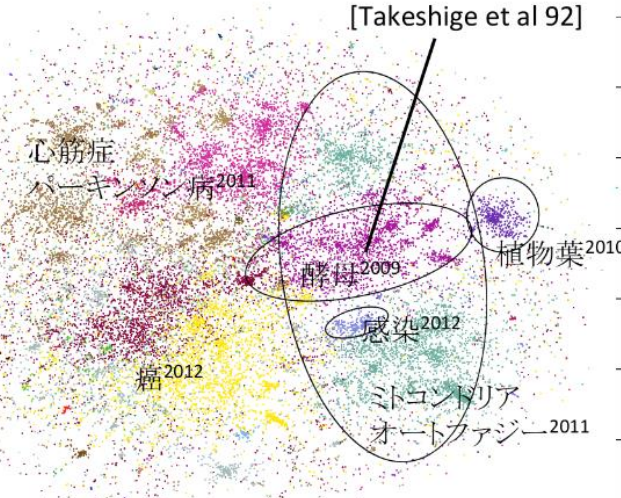
入力：画像系列

出力：作業動作系列



● 文献情報分類・可視化モジュール

機能：大量の文献情報を分類・可視化
 技術：ニューラルネット
 入力：文献引用関係ネットワーク
 出力：文献可視化表示



● 酵素反応イベント抽出モジュール

機能：テキスト中のイベント抽出
 技術：サポートベクトルマシン
 入力：科学技術文献テキスト
 出力：テキスト中のイベントのリストと場所

...the action of
 Fhit on
 phosphoruschira
 l substrates...

文献可視化結果

ID	型と位置
T4	Enzyme 63 67
T5	FunctionalGroup 71 81
T6	EntityProperty 71 99
A1	EntityAttribute T6 ReactionState
...	
T59	ReactionStep 53 59
...	
ID	イベント
E9	ReactionStep:T59 Agent:T4 Theme:T6
ID	イベント属性
A22	Speculation E9
...	

出力：テキスト位置に対応した
 エンティティ， イベント， 属性

【生活現象モデリング】

- リビングラボ(生活現象計測)データ
- 介護現場の申し送りデータ
- 介護知識ベース(構造化マニュアル)
- 日常動作動画データ(公開予定)

【地理空間情報プラットフォームと空間の移動のスマート化】

- 津波被害推定データ(公開済)
- 衛星画像からの地物検出データ(公開済)

【AIを基盤としたロボット作業】

- 日用品 3Dスキャン+機能ラベルデータ(公開予定)
- 日用品多視点画像データ(公開予定)
- 組立作業観測データ
- 模倣学習用データ

【科学技術研究加速のためのテキスト情報統合】

- 大規模科学技術文献データ
- 酵素反応に関するデータベース

- 査読つき論文・プロシーディングス発表 100件、学会発表等 325件 計425件
 - IJCAI, ICPR, EMNLP, COLING, IEEE BigData, ICONIP 等
各分野の代表的国際会議での発表、招待講演を含む
 - IJCAI, AAI, ICRA 等でのチュートリアル、ワークショップ開催
- ソフトウェアモジュール・フレームワークの構築
 - リビングラボ、生活現象モデリングモジュール、
衛星画像からの地物認識モジュール、一般物体認識エンジン、
行動認識モジュール、作業計画モジュール、自然言語処理モジュール、
等の要素機能モジュールを構築中
- 学習・ベンチマーク用データの構築
 - 衛星画像データベース 2種類公開
 - 日用品画像データベース、日常生活動作動画データベース、等を公開予定
- プレスリリース、新聞報道 計21件
 - 現場主体の構造化マニュアルの構築法（プレス発表）
 - 衛星画像の認識（読売）、説明可能な自動運転（産経）、等
- 受賞 計17件
 - 3次元物体検索の国際コンペ SHREC2017 2部門優勝
 - IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors
2017 Best Paper Award
 - 人工知能学会研究会優秀賞・全国大会優秀賞、等

● プロジェクト成果の普及活動

- 展示会出展 20件
- 人工知能セミナー・ワークショップ開催 22回
- 中間成果報告会開催（平成28年3月）
- プロジェクト紹介パンフレット・ホームページの作成
- 人工知能センターパンフレット・広報誌作成
- 人工知能技術に関する記者懇談会開催 4回
- 人工知能技術コンソーシアムとの連携

● 知的財産権の確保に向けた取組

- 知財合意書の締結
- 知財運営委員会の運営
- 知財調査の実施
- 特許申請 1件（検討中 2件）
- ソフトウェア 8件

● 人材の集積

- 常勤研究員 H27/5 設立当初 33名 → H29/9 98名（兼務を含む）
- 非常勤も含めた全体では H27/5 77名 → H29/9 438名（兼務・客員等を含む）

● 国内外の大学・研究機関との連携推進

- クロスアポイントメント 5名、招聘研究員 18名、客員研究員 54名
- 研究開発の再委託 13組織
- 産総研－東工大 実社会ビッグデータ活用オープン・イノベーション・ラボへの参画
- ドイツ DFKI、英国マンチェスター大学、シンガポールA*STARと MOUを締結
- 米国CMU、TITC とLOI を取り交し

● 民間企業との連携推進

- 特定集中研究専門員受け入れ 21名
- 資金提供型共同研究締結 47件（センター全体）
- 連携研究室・連携研究ラボ 2件（うち 1件は 情報・人間工学領域に設置）
- 人工知能技術コンソーシアム運営（120社以上が参加、関西、九州支部も設立）
- ベンチャーアウトリーチ会の開催

● 研究インフラ整備

- AI研究用クラスター Nairobi+ の構築・運用
- 産総研AIクラウド（AAIC）、AI橋渡しクラウド（ABCI）構築への貢献
- 産総研内リビングラボの構築・運用

● 3省連携の取組

● 普及・人材育成活動

- NEDO/AIRC=東京大学 人工知能基礎技術／先端技術人材育成講座の実施
- 人工知能セミナー・ワークショップ開催

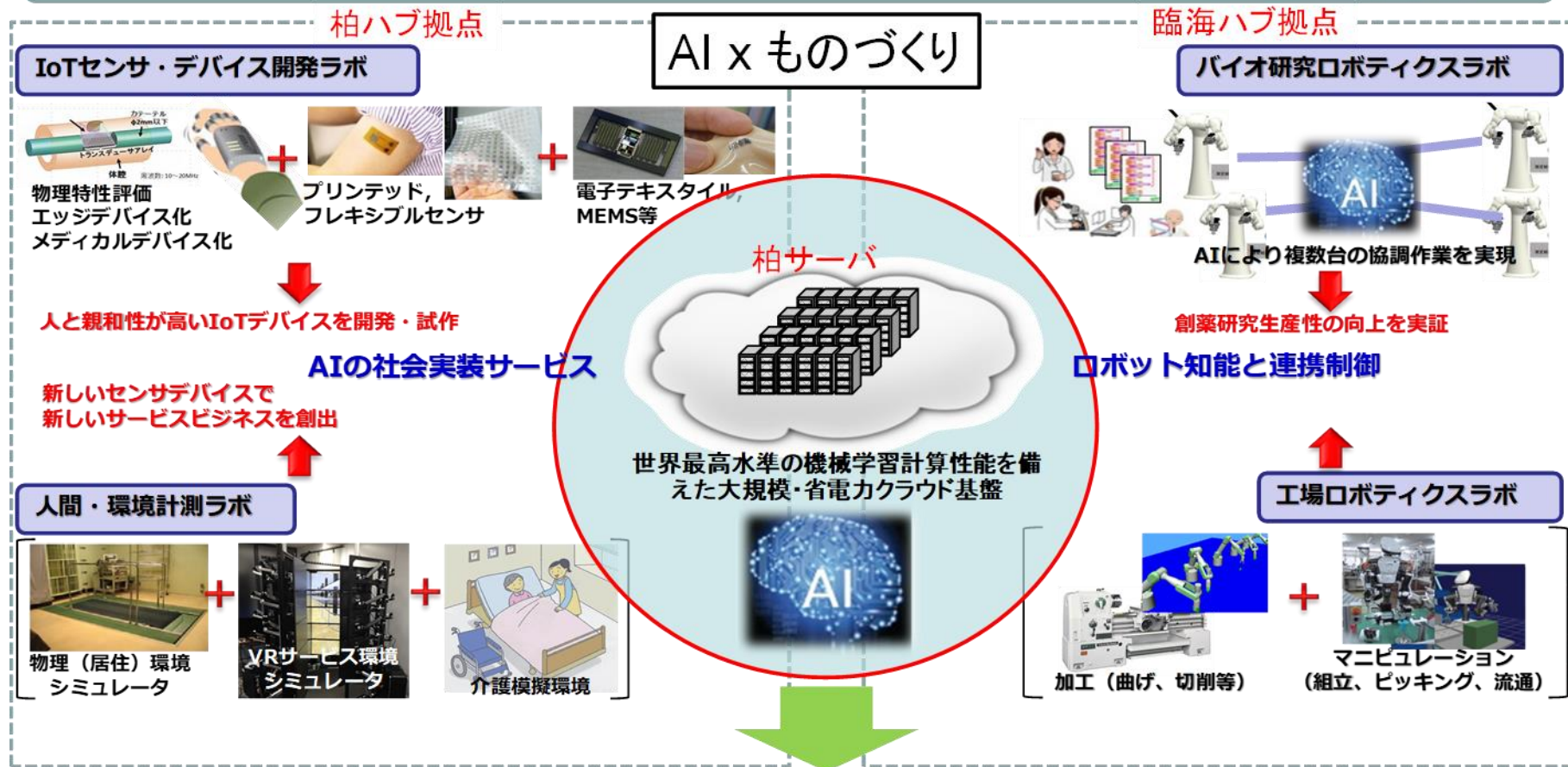
IV. 成果の実用化に向けた取組及び 見通しについて

＜次世代人工知能技術分野＞

- 人工知能技術は汎用性が高く、今後、産業の様々な分野に浸透してゆくことが予想されている。一方で、現在の人工知能技術で必要なデータを得るためにも、実用化領域を想定して研究開発を進める必要がある。
- そこで、本プロジェクトでは、成果の実用化領域として、人工知能技術戦略会議が策定した産業化ロードマップを踏まえた、4つの共有タスクを設定して、共有タスクを軸とした要素機能モジュール・データの構築と、オープン・クローズ戦略に基づく利活用の推進による実用化を目指している。
- その戦略の下で、実用化候補企業との早期の連携を図るために、民間企業からの研究員の受け入れ、ビジネスマッチングに向けたワークショップの実施、研究開発成果を利用した共同研究契約締結、ベンチャー企業との意見交換会（アウトリーチ会）実施などの取組を行っている。
- また、今後臨海副都心および柏地区に整備される予定の「人工知能に関するグローバル研究拠点事業」との連携として、模擬工場環境でのデータ収集と大規模実証を想定した研究開発を進めるとともに、研究開発項目⑦次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発の先導研究を開始した。今後整備される予定の AI用計算基盤上への展開を想定して、研究用 AIクラウド Nairobi や産総研 AI クラウド AAIC の構築と運用を進めている。
- さらに、人工知能技術コンソーシアム会員企業との連携や、人工知能技術の社会実装シナリオの調査も実施している。

人工知能技術と我が国の強みであるものづくり技術の融合により、我が国発の新たな付加価値を創出するため、国内外の叡智を集めた産学官一体の研究拠点を構築し、人工知能技術の社会実装を加速化する

経産省PR資料より



新センサによるリアルデータと人工知能技術を活かすアクチュエータによる新産業分野の創出

- プロジェクトの成果の実用化の道筋としては
 - プロジェクト参画企業による実用化
 - ソフトウェアモジュールやデータ等の知財のライセンスングやそれらに基づく共同研究を通じた実用化
 - グローバル研究拠点での大規模実証や、AI 計算基盤上への成果の展開を通じた実用化
 - 他の公的プロジェクトとの連携を通じた実用化等を想定している。
- 既に、構築したソフトウェアモジュールのライセンス、成果を使った共同研究も一部始まっている。
- 今後、構築される予定のグローバル研究拠点とも連携して成果の実用化に向けた取組を進めてゆく。