

産総研における AI/IoT研究の展開

平成30年3月16日

AIRs ワークショップ

国立研究開発法人産業技術総合研究所

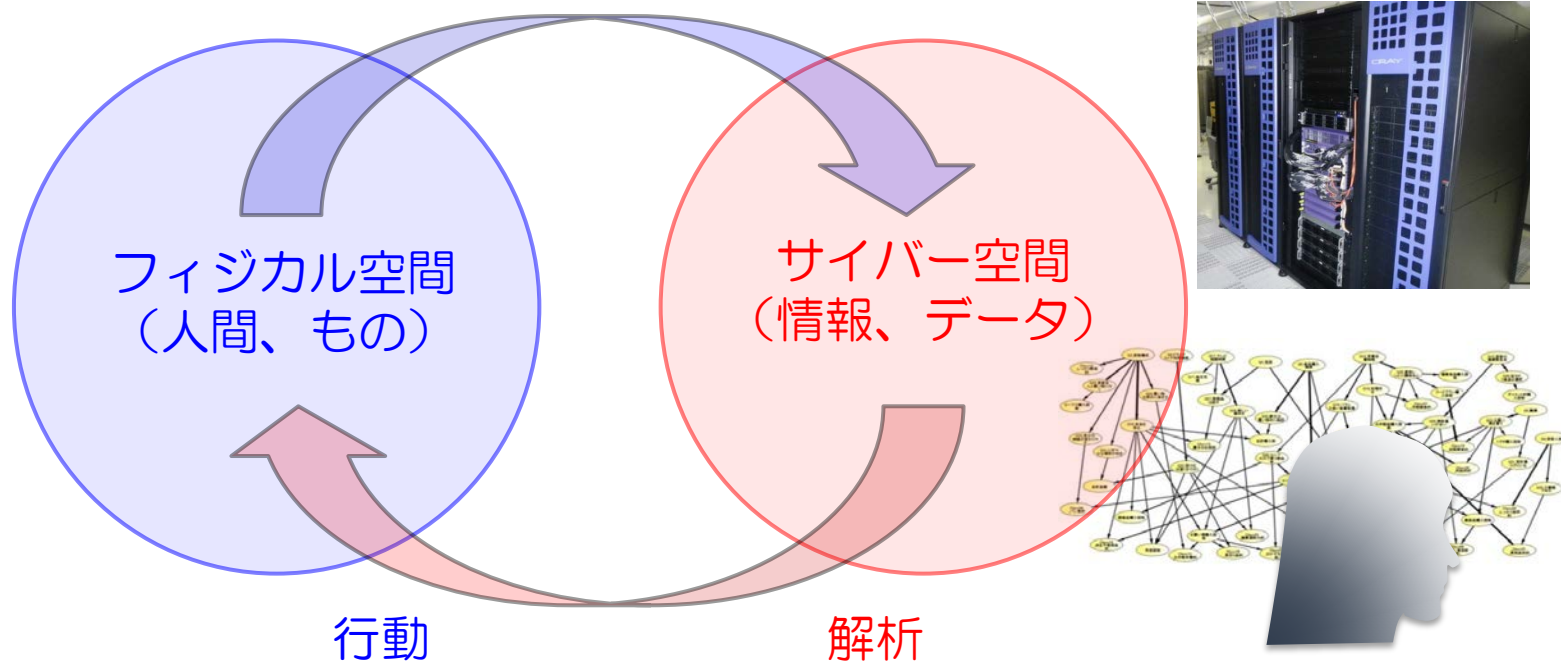
人工知能研究センター

AI/IoT 技術（知的社会インフラ）のインパクト

- データ・モデルに基づく社会全体のリソースのきめの細かい利活用（生産性向上）と新たな価値の創造
 - 個人の能力の部分的代替とエンパワメント
 - 需要と供給のマッチング・調整（適切な情報提供）
 - リスクの予測、事故・疾病予防、異常検知、災害対応
 - 教育、人材育成、知識継承
 - 新しい知識・価値の創造
- 第4次産業革命
 - Connected Industries (METI)
- Society 5.0 (CSTI)
 - 次々と新しい価値が創出され、豊かな暮らしがもたらされる「超スマート社会」を未来の姿として共有し、世界に先駆け社会課題の解決を実現する

産総研 情報・人間工学領域の概要・戦略：背景

AI/IoT (Internet of Things) 社会実現には
人間と共存する情報技術の分野横断的活用が必要

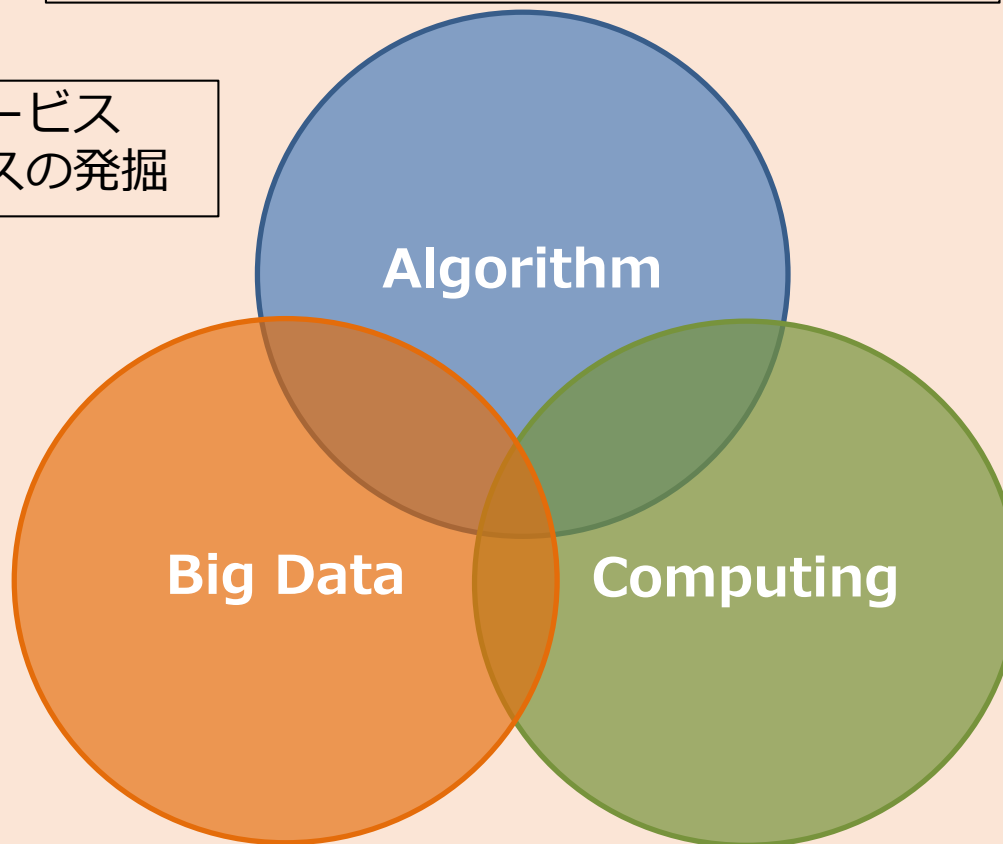


人間のフィジカル空間と情報のサイバー空間の相互の
知的情報の融和（デジタル・ツイン）が鍵となる

機械学習に基づく AI/IoT のドライビングフォース

深層学習（ディープラーニング）などの、
機械学習アルゴリズムの急速な進歩

新しいサービス
ユースケースの発掘



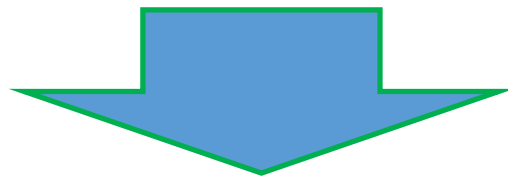
インターネットサービスなどを
通じた膨大な学習用データの集積

クラウドの普及やGPGPUの発展
による計算コストの劇的な低下

情報・人間工学領域の概要・戦略：重点課題

目標：産業競争力の強化と豊かな社会の実現

活動：人間に配慮した情報技術の研究開発



情報・人間工学領域 重点4課題

- 1.ビッグデータから価値を創造する人工知能技術
- 2.産業や社会システムの高度化に資するサイバーフィジカルシステム技術
- 3.快適で安全な社会生活を実現する人間計測評価技術
- 4.産業と生活に革命的变化を実現するロボット技術

4. 産業と生活に革命的变化を実現する ロボット技術



物理世界への
作用

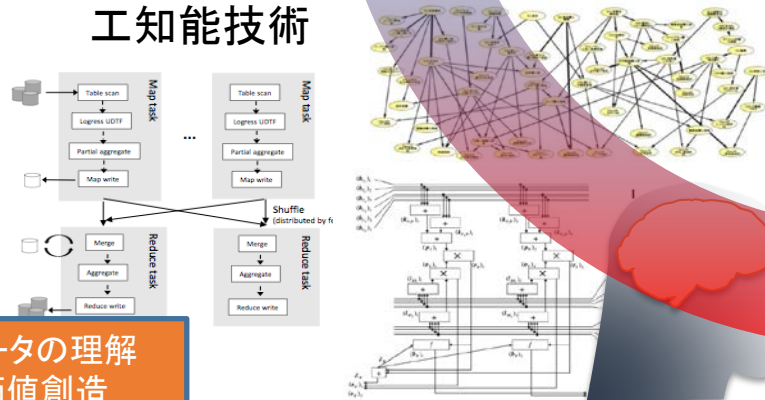
3. 快適で安全な社会生活を実現する人 間計測評価技術



人間計測
およびモデル化

**重点4 課題の関係：
それぞれが連携することでAI/IoT社会の実現が可能**

1. ビッグデータから価値を創造する人 工知能技術



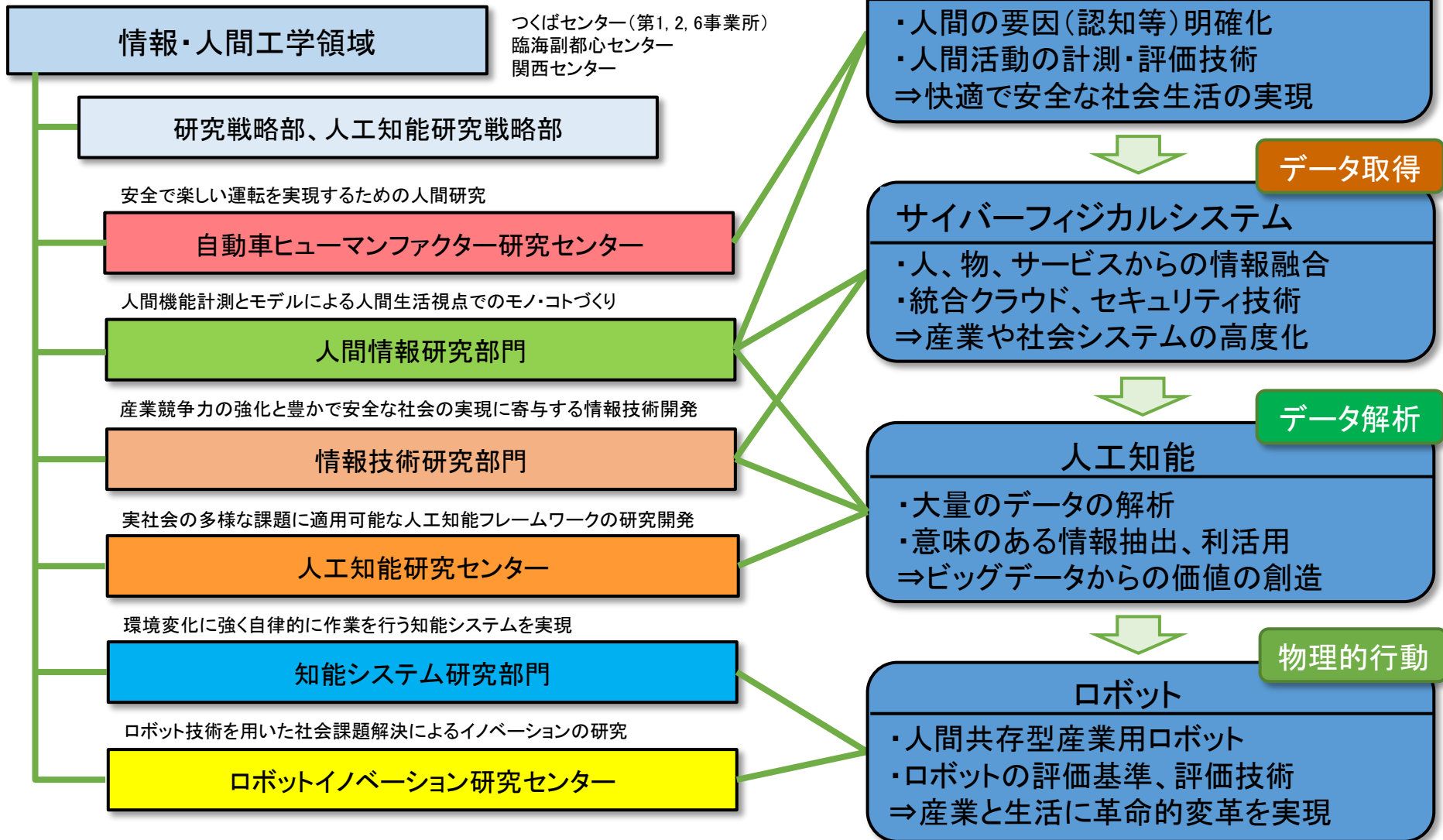
データの理解
価値創造

2. 産業や社会システムの高度化に資する サイバーフィジカルシステム技術



セキュアな
データ収集・管理

研究ユニットと重点課題の関係



産総研人工知能研究センター（AIRC）

産総研 人工知能研究センター（AIRC）

- 発足：2015年5月1日設立、産総研臨海副都心センター+つくばセンター
- 狙い：大規模研究を推進し、産学官連携を促進する国内最大の研究拠点
※国内外の大学・研究機関等と連携（客員・招聘研究員、クロスアポイントメント、リサーチ・アシスタント等）
- 取組（応用面）：AI技術の社会実装に向けて、優れたAI技術を企業等に橋渡し
- 規模：研究職員 69名（ほか兼任30名）、全体では466名（2018年2月現在）

産業技術総合研究所 人工知能研究センター (平成27年 5月設立)



辻井潤一
研究センター長



企画チーム長 松尾 豊

顧問 松原 仁

上席イノベーションコーディネータ（2名）

副研究センター長（研究職2名，事務職2名）

首席研究員（3名）

総括研究主幹（2名）
研究主幹（1名）

NEC-産総研 人工知能連携研究室

パナソニック-産総研 先進型 AI 連携研究ラボ

※情報・人間工学領域に設置

知識情報研究チーム

オーミクス情報研究チーム

確率モデリング研究チーム

インテリジェントバイオインフォマティクス研究チーム

機械学習研究チーム

サービスインテリジェンス研究チーム

地理情報科学研究チーム

生活知能研究チーム

人工知能クラウド研究チーム

社会知能研究チーム

データプラットフォーム研究チーム

人工知能応用研究チーム



臨海副都心センター



つくばセンター

研究開発のコンセプト



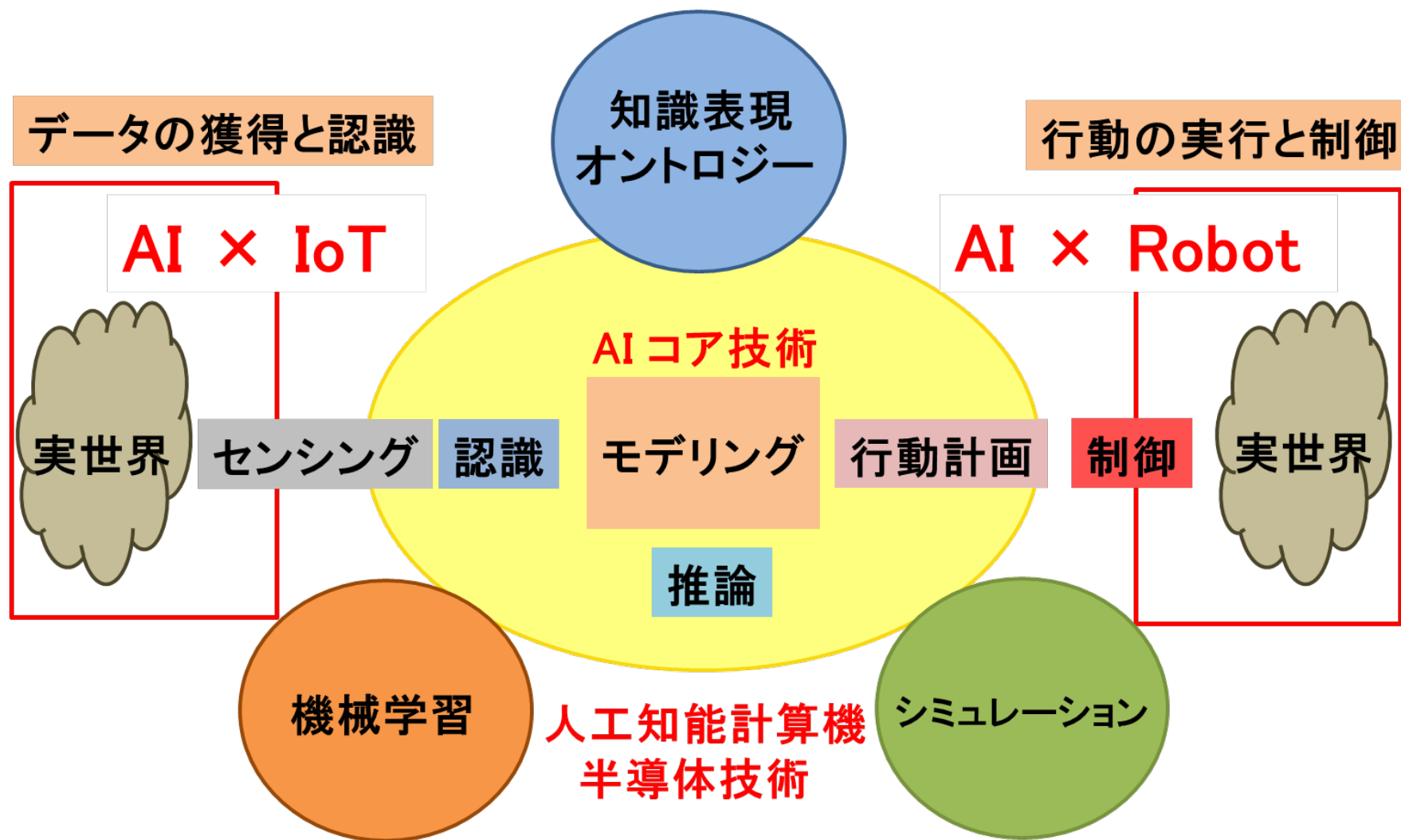
実世界に埋め込まれるAI



人間と協働して問題解決するAI
説明できるAI

実世界に埋め込まれるAI

～インターネットから実世界へ～



人工知能技術の研究開発と実用化の好循環の実現



主な公的研究プロジェクト

- NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発
 - ✓ 研究開発項目①：大規模目的基礎研究・先端技術研究開発
 - ✓ 研究開発項目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
 - ✓ 研究開発項目③：次世代人工知能共通基盤技術研究開発
 - ✓ 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
- SIPインフラ維持管理・更新マネジメント（管理法人 NEDO）
- NEDO 風力発電高度実用化研究開発
- JST CREST人工知能を用いた統合的ながん医療システムの開発（国立がん研究センター）
- 他

最近の成果事例

【自然言語処理・理解】

- Deep Learning による動画や経済時系列データの説明文生成モジュール【世界トップレベルの性能】
- 自然言語文をデータベース問い合わせクエリに変換するセマンティックパーズングモジュール
- テキストマイニングシステム ARGO を拡張した学術文献からのイベント抽出モジュール、等

【観測・データ収集】

- 多数の Kinectや生活埋め込み型の IoT センサを使う、リビングラボ用の屋内生活現象観測モジュール
- 自律移動ロボット用の移動体（人間、自動車等）検出・追跡モジュール
- 混雑環境での人流計測モジュール
- 部品の把持動作の計測モジュール
- サービス現場の申し送り等の情報収集モジュール（ライセンス中）
- 人間・ロボットインタラクションデータ収集用 VR環境構築モジュール（β版公開中）、等

【認識・モデル化・予測】

- 人・モノ・状況をPLSAにより分類し、それらの関係をバイジャンネットワークでモデル化する生活現象モデリングモジュール PLASMA-N【ライセンス中：2015-16年の実施契約36件】
- 画像、動画、時系列データから正常を学習し異常を検出する異常検知・予知モジュール【共同研究での利用多数】
- Deep Learning による日常動作の動画からの認識モジュール【公開予定】
- 日用品の3次元データの機能・品名同時認識モジュール【学会賞受賞多数】
- Deep Learning による、多視点の画像からカテゴリと姿勢の同時認識モジュール：Rotation Net【世界コンテスト2部門で1位】
- 衛星画像からの地上物体認識モジュール
- 大規模人流シミュレーションモジュール【屋内：避難訓練コンサート、屋外：花火大会等で実証】
- タンパク質の立体構造予測モジュール【世界コンテスト（多量体部門）で1位】、等

【行動計画・制御】

- Deep Learning により数回の教示からタオルを畳むなどの複雑な動作を模倣学習モジュール。【扱う対象の位置や種類などの変化に柔軟に対応した高速動作を実現】
- Deep Learning と強化学習による不定形な対象の操作行動の自動生成モジュール
- シャツのハンガーかけ、シートかけ、ゴムバンドかけ、等5種類の不定形物操作制御モジュール
- ランダムに積みあがった部品のピッキング計画・制御モジュール
- 蓄積した人の動作データを用いる部品組立作業の動作自動生成モジュール【世界トップレベルの動作計画性能】
- Deep Learning による移動ロボット用経路計画モジュール、等

実世界

実世界

【フレームワーク・テストベッド】

- 深層学習等の機械学習に特化したAIテストベッド：産総研AIクラウド（AAIC）を構築・運用。【省エネ性能の世界スパコンランキング（Green 500 List）で、世界3位（空冷式では世界1位）】、世界トップレベル性能のAI橋渡しクラウド（ABCI）を構築中
- AI フレームワーク：AI ワークロードを柔軟に並列実行するためのジョブ管理機能、機械学習の超パラメータ最適化モジュール、等
- 標準化：移動体の位置情報の迅速かつ高度な活用を促進するデータアクセス仕様の国際標準化への貢献
- AI 用高性能計算機向けの新たなベンチマーク指標：AIFLOPSの開発と新規システム構築への適用

研究事例の紹介（１）

【AIによる動画への説明文付与】

- リカレントニューラルネットワークにより、ビデオの内容を説明する文章を自動的に付与（従来より高精度化を実現）



回答=“A monkey is doing a karate with a man.”



回答=“A girl is doing makeup.”

【NEDO次世代人工知能・ロボット中核技術開発】

【深層学習による実世界の物体検索（日用品）】

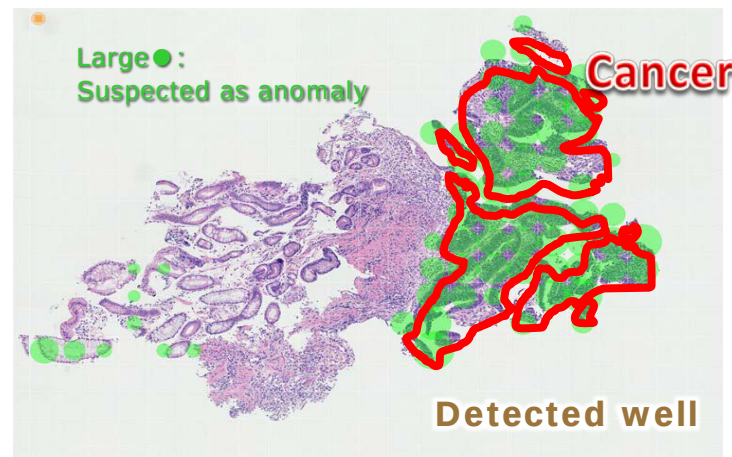
- 物体を見る角度を変えることで、徐々に認識精度が向上
- 姿勢推定モジュールを持つ深層学習。国際的コンペ一位。



【NEDO次世代人工知能・ロボット中核技術開発】

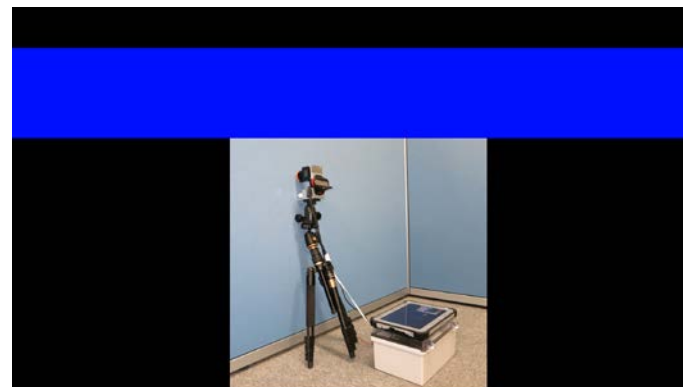
【病理画像を用いたAIによるがん診断】

- 正常を学習することにより、異常を検知



【インフラ管理用AI打音検査支援システム】

- 通常の点検ハンマーで叩くだけで異常を通知・可視化
- 騒音の大きいトンネル内等でも可能



【SIPインフラ維持管理・更新マネジメント
（管理法人 NEDO）】

研究事例の紹介（2）

【衛星情報からのメガソーラーの検出】

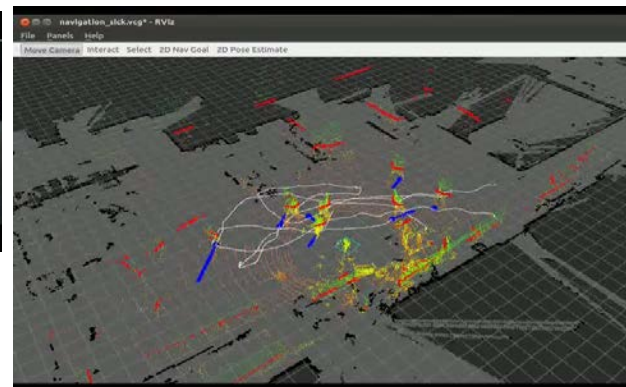
- 衛星ビッグデータへのディープラーニングの適用



【NEDO次世代人工知能・
ロボット中核技術開発】

【3次元周辺環境をモデル化するロボット】

- 人の動きを追跡し、モデル化することが可能
- 自動運転への適用も可能



【ディープラーニングを用いた模倣学習】

- 柔軟な物体を取り扱うことが可能
- 少数回の教示から学習させることが可能



【NEDO次世代人工知能・
ロボット中核技術開発】

【NEDO次世代人工知能・
ロボット中核技術開発】

NEC-産総研人工知能連携研究室

研究体制

連携研究室長：鷲尾 隆（大阪大学産業科学研究所）

副連携研究室長：鶴岡 慶雅（東京大学大学院工学系研究科）

人員：約30名（産総研、NEC、大学）

場所：産総研 人工知能研究センター@臨海センター

期間：3年間



研究テーマ

- ① シミュレーションと機械学習技術の融合
- ② シミュレーションと自動推論技術の融合
- ③ 自立型人工知能の挙動を調整

未知の状況での意思決定支援

十分なデータの蓄積がない課題に
シミュレーションで対応



AI間の挙動調整

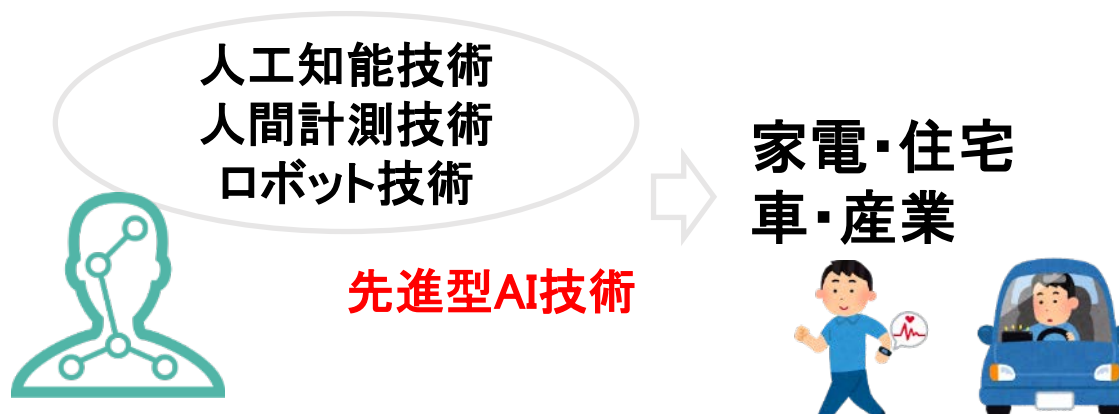


パナソニック-産総研先進型AI連携研究ラボ

H29.2.1設立

ラボ長
小澤 順
(パナソニックからの出向者)

研究テーマ

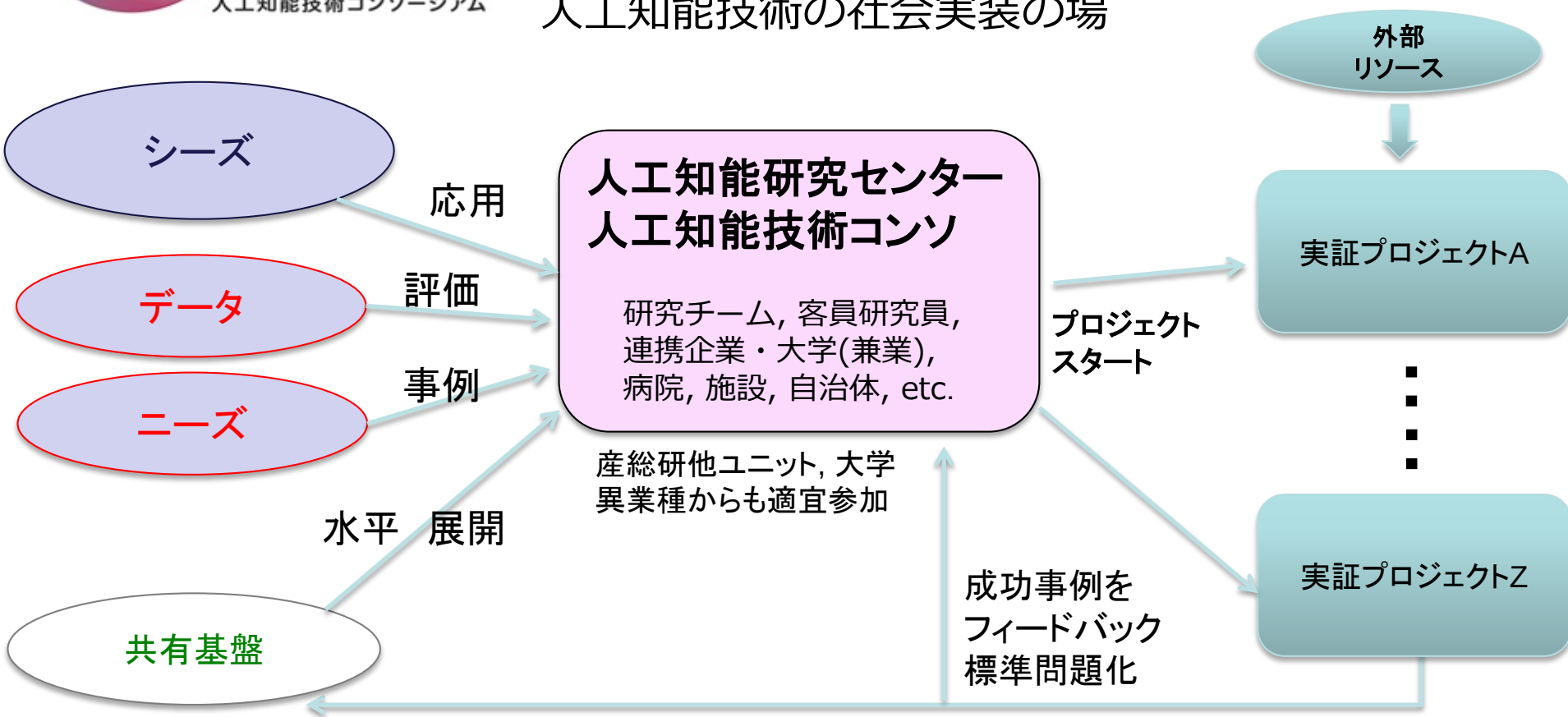


- 1) データ規模増大を解決するための、クラウドを用いたAIアルゴリズムの高度化に関する研究
- 2) ロボット分野のAI応用による、業務支援に関する研究
- 3) 少子高齢化に伴う労働力不足を解消するための、健康・介護分野のAI応用に関する研究
- 4) AIを用いた、人と機械の間の対話技術の高度化に関する研究

産総研人工知能技術コンソーシアム



シーズ/データ/ニーズをマッチングして
ビッグデータの成長スパイラルを回す
人工知能技術の社会実装の場



幅広い業種から 150社以上が参加、地方支部(関西・九州)も設立

AIのグローバル拠点を目指して

- 産総研 AIRCは、国内大学や研究機関との連携、民間企業との共同研究等を推進。
- 海外の主要研究機関との具体的な共同研究等に向けた連携を推進するとともに、海外卓越研究員の招聘等を開始。

【理研・NICTとの連携】

- 人工知能技術戦略を踏まえた分野の設定
- 基礎研究から社会実装まで一貫した取組

【関係研究機関との連携】

- 国立がん研究センターとの連携
- 国交省、農水省、厚労省研究所等との連携を調整中。

【産業界との連携】

- NEC等との冠ラボ
- 民間企業との共同研究等：
約40件（累計約80件）
※技術コンサル含む。その他手続中約10件
- 人工知能技術コンソーシアム：約150社（拡充中）、
関西、九州、東海に支部。

産総研人工知能研究センター



【国内大学等との連携】

- 80名以上の大学研究者等とのネットワーク。
- 国内約20の大学（東大、阪大、東工大等）、国立研究所、民間基礎研究所等
- 学生受入：約80名

【海外研究機関との連携】

- 海外卓越研究員の招聘（英マンチェスター大学：2017年11月開始）
- 米CMU、UCSD、独DFKI等との連携強化、シンガポール、台湾、タイなどのアジア拠点等との連携
- 外国人研究者：3割弱（兼任除く）、海外研究者・学生等：約60名（約20か国）

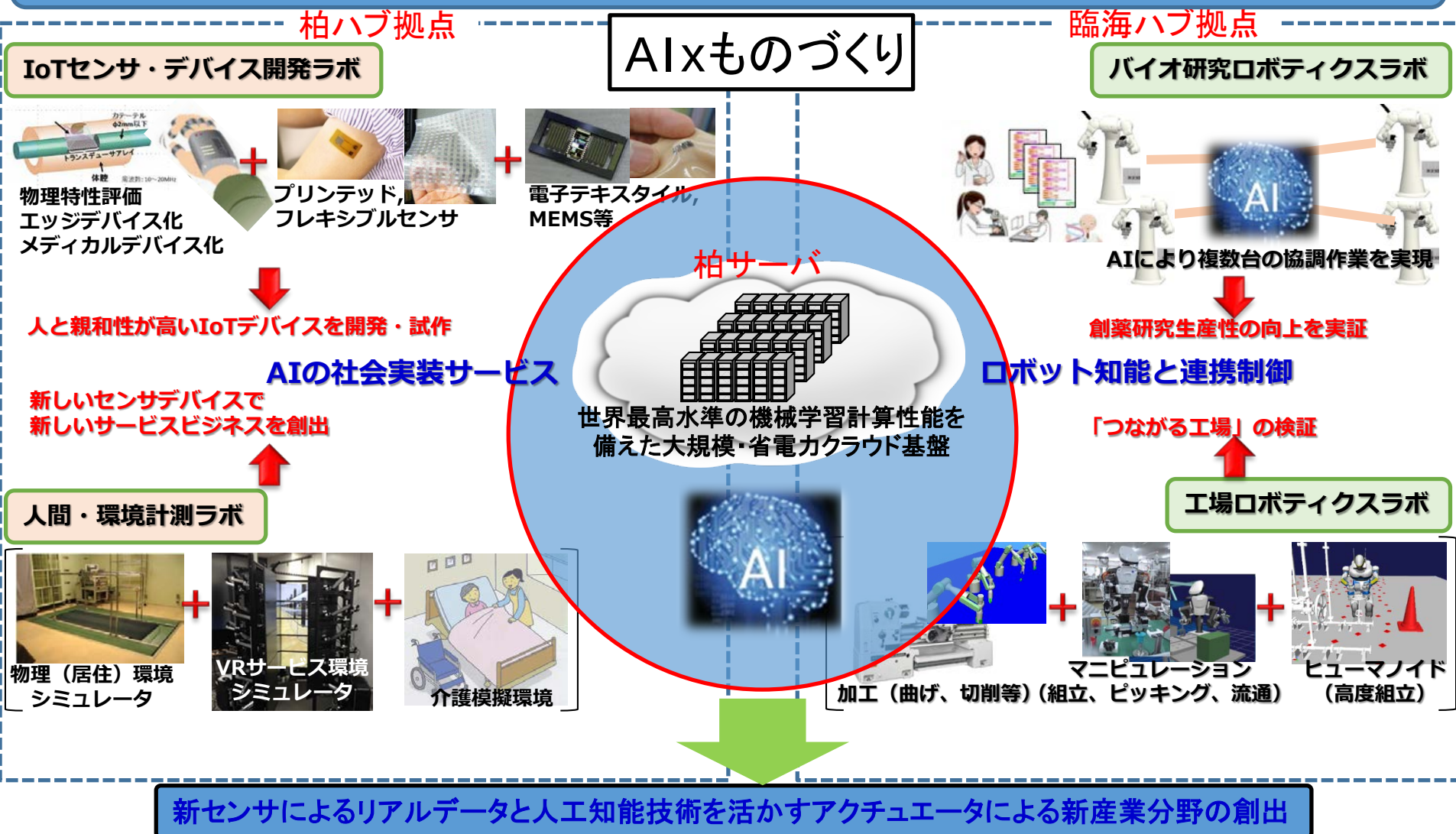
【セミナー開催・人材育成活動】

- 人工知能セミナーの開催（計25回）、各種地方・民間向けセミナー等での講演（昨年1月以降、幹部のみで、計60回以上）
- 人材育成に向けた大学との連携（東大、阪大、早稲田、東京医科歯科大）

人工知能に関するグローバル研究拠点整備

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



AI × ロボット

- 匠の技の「量産」研究
- 連携する自律作業ロボット
- 人と機械の融合のための知能とロボット

小売店模擬環境

AIxロボットによるマテリアルハンドリングを実施。
目標：店舗管理の省力化



バイオ研究ロボティクス

AIロボットバイオサイエンティスト開発により創薬研究生産性の向上を実証
目標：創薬等の研究開発費を1/10に！

人型汎用ロボットによる正確な「匠」作業の繰り返し



AIにより複数台の協調作業を実現

小型半導体製造模擬環境

半導体製造ラインを小型化してAIで最適制御



工場ロボティクス

工場の生産ラインを模擬し、AI技術を用いて一連の行程を様々なロボットを連携させて、モノと情報の流通の先進モデルを実証



加工（曲げ、切削等）



マニピュレーション
（組立、ピッキング、流通）



ロボット知能
と連携制御



「つながる工場」
の検証を
可能とする

**「我が国共有の
テストベッド」**

東大・地域(柏市、千葉大等)との連携拠点

**AI/IoT
×
サービス**



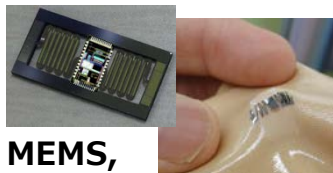
- ・強みのナノ加工技術を活かしたIoTデバイスの開発
- ・IoTデバイスの物理特性からユーザビリティまで評価できる基盤構築
- ・センシング技術+AIを活かすサービス開発、特に介護に注力

**IoTセンサ・
デバイス開発**

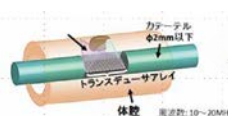
- ・フレキシブル、プリンテッド、MEMS技術を中心とした人間装着および環境センシングをインテリジェントに実施するデバイス開発を目指す



プリンテッド、
フレキシブルセンサ



MEMS,
電子テキスタイル等



物理特性評価
エッジデバイス化
メディカルデバイス化



**人と親和性が高い
IoTデバイスを開
発・試作**

人間・環境計測

- ・試作センサデバイスを「使える」デバイスに仕上げ、AIを活用した業務効率化や行動変容を起こすデータの活用サービスを開発
- ・特に介護サービスの様々な課題解決に結びつける



物理(居住)環境
シミュレータ



VRサービス環境
シミュレータ



介護模擬環境



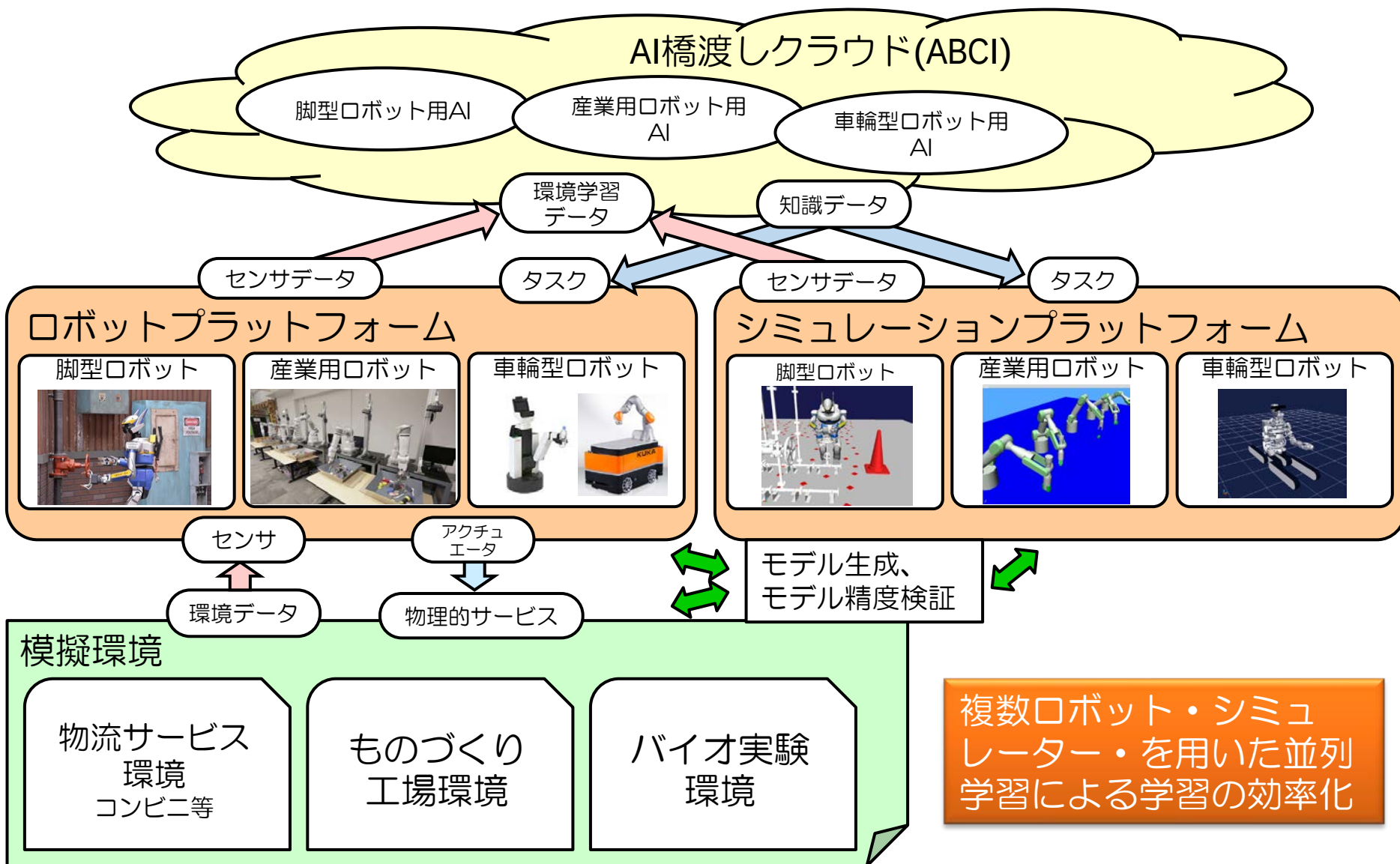
**新しいセンサデ
バイスで
新しいサービス
ビジネスを創出**

臨海ハブ拠点

AI×ロボット ものづくり

ロボット等による物理サービスを目指すためのAI技術開発

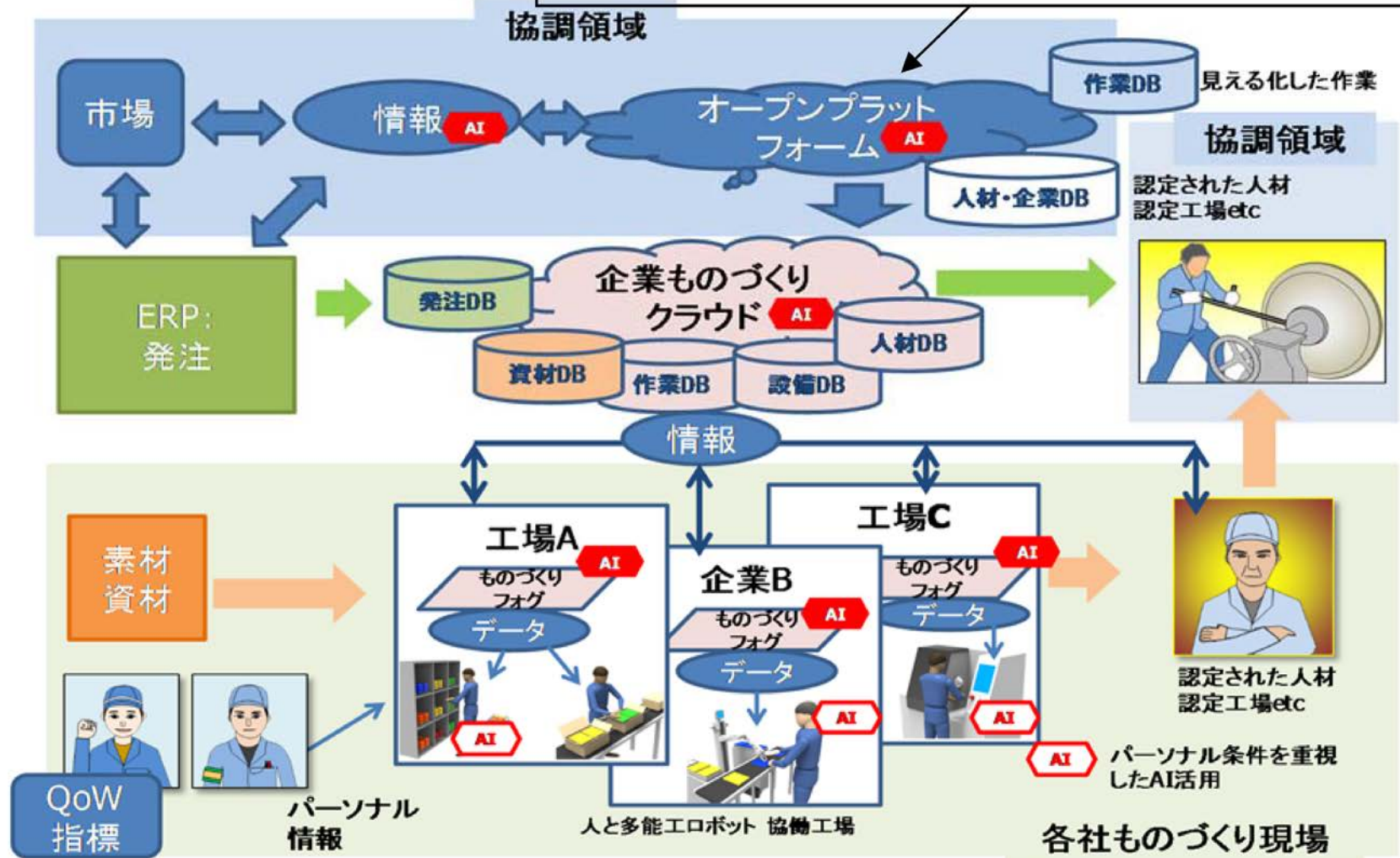
- AI技術は情動的サービスについて大きく活用されている。今後はロボットをエッジデバイスとして活用し物理的なサービスにAI技術を活用できるよう高度化していくことが必要
- ロボットを介した物理的サービスには、ロボットの身体性に沿った、そのロボットに依存するAI学習が必要
- ロボットの身体性に基づくセンシング情報から、AIがその身体性に適した学習を行い、その知識に基づきロボットがその身体性に適した物理的サービスを行うというサイクルを構築できるAI×ロボット学習プラットフォームが必要
- 身体的特徴を有するロボットプラットフォームと物理的な模擬環境およびAI学習加速化のシミュレーション環境となる模擬環境のバーチャル空間（CPS環境）をAIクラウド上に用意することで、AIクラウドを活用し、身体性を有するロボット用AIが効率的に学習できるAI×ロボット学習プラットフォームを構築



物理的実験環境とそれをバーチャル空間に反映したシミュレーション環境

[COCN【「人」が主役となる新たなものづくり】最終報告より]

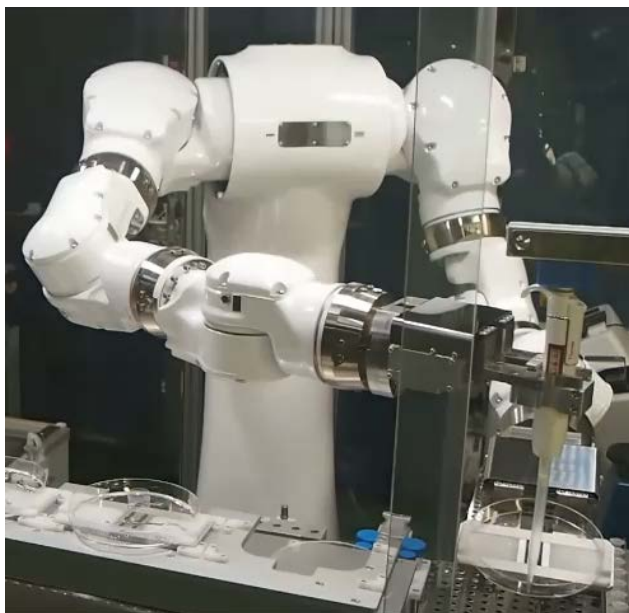
ニーズに応じて分野横断的に強みを生かす生産連携基盤プラットフォーム
高度技術を保有する中小企業の活用促進
コンパクトな工場(ミニマム投資)で大きな価値



AI×ロボットによるバイオ研究加速

- 産総研(創薬分子プロファイリング研究センター)は、バイオメディカル分野におけるベンチワークの自動化を目指し、汎用ヒト型ロボット「まほろ」を開発。
- 人間とロボットの協働によって、研究の生産性向上と高度化を実現-創薬のコストを1/10に。

汎用ヒト型ロボット「まほろ」



煩雑な手作業を延々と繰り返すベンチワーク
大規模実験での手作業のバラツキ
危険なウイルスの取り扱い

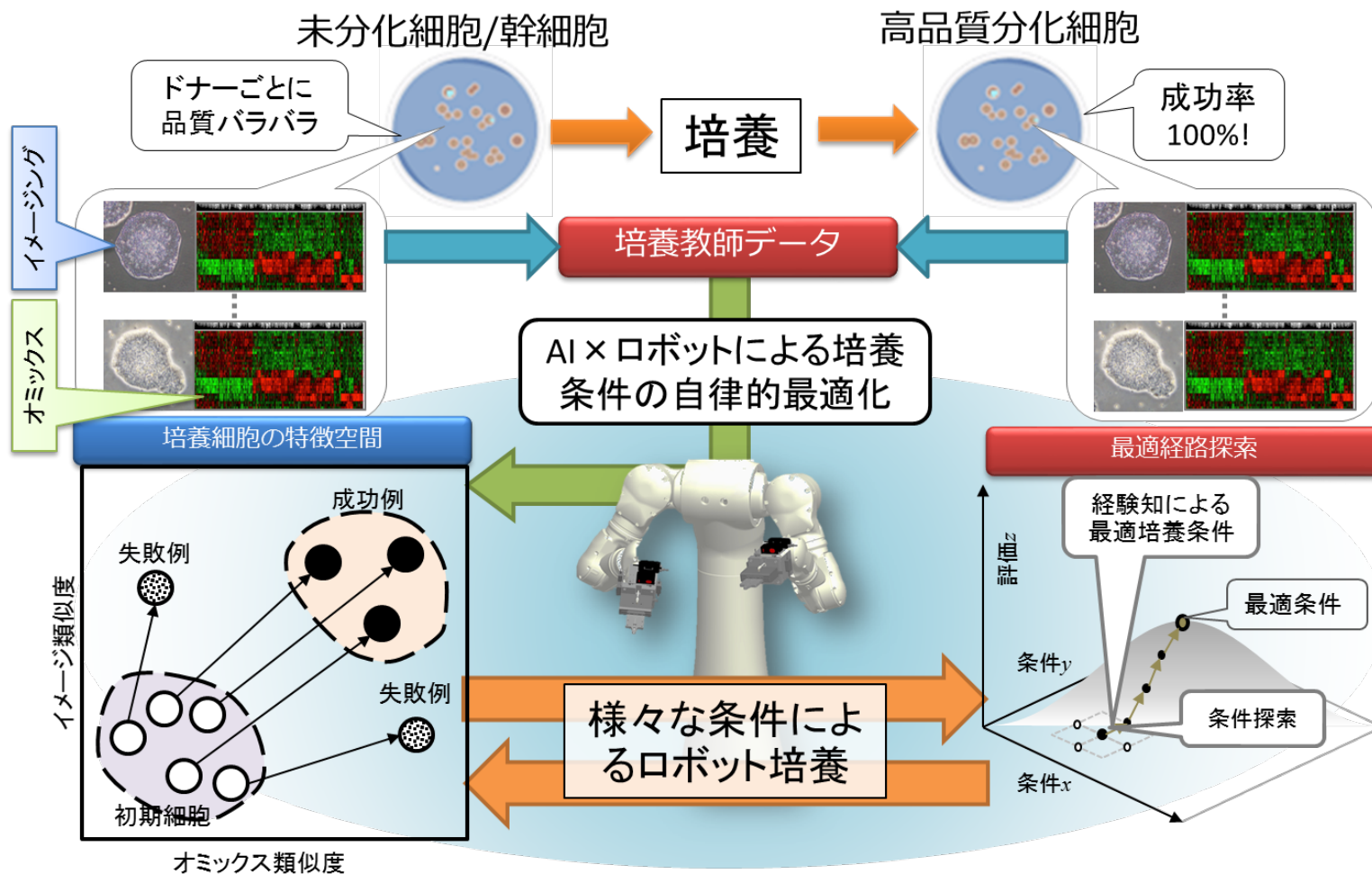
汎用ヒト型ロボット「まほろ」の特徴

- ◆ **高精度**
熟練者以上の、実験精度と再現性
- ◆ **コンパクト**
ヒトと同じワーキングスペース
- ◆ **フレキシブル**
手持ち周辺機器・ツールをそのまま使用
- ◆ **簡単**
誰でも使えるティーチング・インターフェース

研究生産性を革新的に向上
捏造改竄の完全防止、技術経験を可視化・共有
プロトコルの標準化
新薬開発のコストを1/10に、バイオ成長戦略の基盤

AI×ロボットによるバイオ研究加速

- 「まほろ」と画像認識等のより高度なAIを組み合わせることにより、細胞培養条件の自律的最適化を行うための研究開発を H29年度から開始。
- 実験用の高品質細胞を迅速・安定に供給可能にし、創薬研究等を飛躍的に加速。



[NEDO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の社会実装に関するグローバル研究開発」]

柏ハブ拠点 AI/IoT×サービス

東京大学柏キャンパス

2016.5.11



第 7 回TIAシンポジウム 武田東大副学長(当時)の発表資料よりhttps://www.tia-nano.jp/events/2016/pdf/11_soukatsu.pdf

AI/IoT× サービス

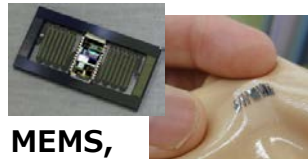
- 強みのナノ加工技術を活かしたIoTデバイスの開発
- IoTデバイスの特性からユーザビリティまで評価する計測基盤
- センシング技術+AIを活かすサービス開発

IoTセンサ・ デバイス開発

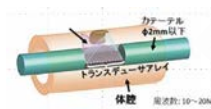
- フレキシブル、プリンテッド、MEMS技術を中心とした人間装着および環境センシングをインテリジェントに実施するデバイス開発を目指す



プリンテッド,
フレキシブルセンサ



MEMS,
電子テキスタイル等



物理特性評価
エッジデバイス化



**人と親和性が高いIoTデバイス
を開発・試作**

人間・環境計測 およびサービス開発

- 試作センサデバイスを「使える」デバイスに仕上げ、AIを活用した業務効率化や行動変容を起こすデータの活用サービスを開発



物理（居住）環境
シミュレータ



VRサービス環境
シミュレータ



**新しいセンサ・
デバイスで
新しいサービス
ビジネスを創出**

1. 地域でお試し → グローバルに発信 を目指す 「地域連携」
2. センサデバイスの試作環境と利用評価環境が同居した
「サービス開発」環境
3. AI/IoT技術が散りばめられた研究棟「センサビル」で
開発デバイスをすぐにお試し可能
- (4. 現場ニーズの掘り起こしからビジネス化までを見据えた
人材育成)



AI/IoT技術の開発・実証とビジネス化を地域とともに支える拠点

Technology in Society, for Society

ABCI

AI Bridging Cloud Infrastructure

人工知能橋渡しクラウド

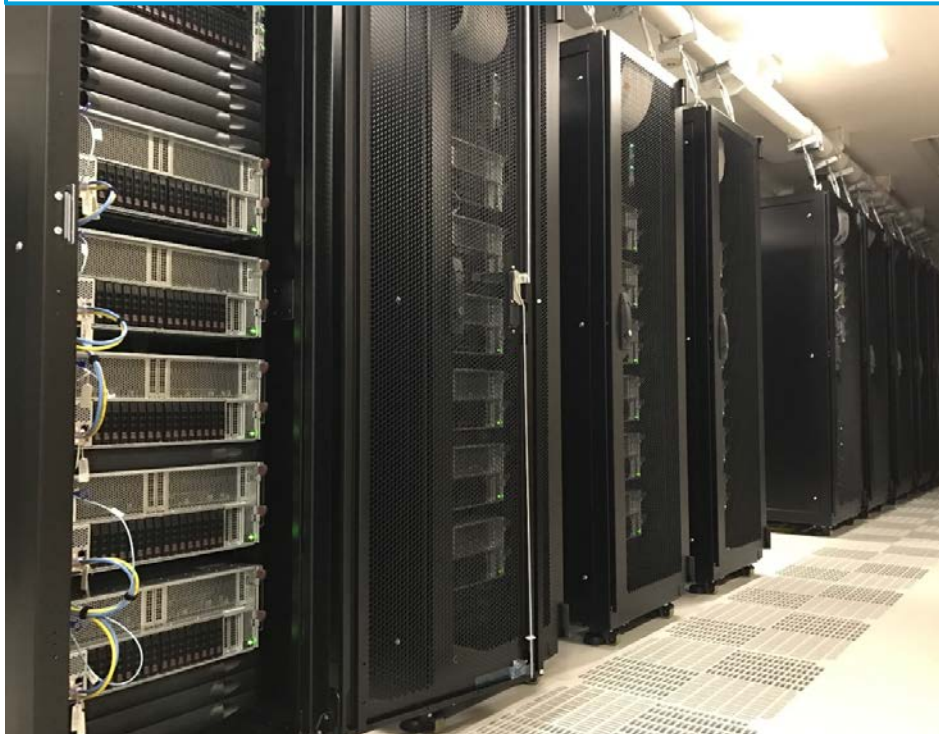
産総研における AI 計算基盤の整備



DL性能	0.5 PFlops	約16倍	8.6 PFlops	約64倍	550 PFlops ※半精度演算のピーク性能
HPC性能	0.2 PFlops	約10倍	2.1 PFlops	約18倍	37 PFlops
ストレージ	23 TiB	約200倍	4.5 PiB	約5倍	22 PiB

産総研AIクラウド（AAIC）

- FY27補正「人工知能・IoT研究開発加速のための環境整備事業」の一環
- 人工知能・IoT研究開発のための共用プラットフォーム
- 複数の産・学・官のユーザがすでに利用を開始
 - NEDO次世代人工知能PJ／IoT横断PJ等での利用
 - NICT、JST／CREST、パナソニック-産総研 先進型AI連携研究ラボ、東工大OIL、等
- ABCIのテストベッドとして要素機能・ベンチマーク開発
- 2017/3/31納品→4/19試験運用開始、6/1より本運用、**Green 500において世界3位獲得**



ディープラーニングを含むAI処理の高速実行を可能に

→NVIDIA社の最新GPU (Tesla P100)を400基搭載したサーバを高速ネットワークで結合

ビッグデータの収集・蓄積、高度なビッグデータ分析を可能に

→4.5PBの高速共有ストレージと、最新のビッグデータ処理環境を提供

省電力設計(150kW)、次世代ファイアウォールによる安全な利用環境を提供

ABCI概要

- ABCI=AI Bridging Cloud Infrastructure (AI橋渡しクラウド) の略称
 - ▶ 「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」の一環
 - ▶ アルゴリズム(Algorithm)、ビッグデータ(Big Data)、計算能力(Computing Power)の協調による、オープンイノベーションプラットフォームを構築
- 世界最大級の計算・データ処理能力を有するAI・BD計算インフラ
- 産学官連携によるAI・BD研究開発・社会実装を推進
- システム、ソフトウェア、温水冷却をベースとした冷却設備、サーバ室等の設計を一律オープン化し、技術移転を容易に
- AIに特化したシステムを評価するための世界初のベンチマークを策定し、ベンダ提案を技術評価

設置場所：東京大学柏IIキャンパス
柏拠点サーバ棟(仮称)

稼働予定：来年度春以降



柏拠点サーバ棟（仮称）



ABCIの全体構成

計算ノード 1,088台
ピーク演算性能550ペタAI-FLOPS、倍精度37ペタFLOPS)

臨海研究棟(仮称),
つくば本部・情報棟,
商用クラウドなど



外部接続ネットワーク
(SINET5 100G)



ファイアウォール



柏研究棟
(仮称)



サービスネットワーク (10G Ethernet)



高性能計算システム

計算ノード (1,088台)

- 最新GPUを各4枚搭載した高性能サーバ群

マルチプラットフォームノード (10台)

- 新しいHWを持込み、テストできるワークベンチ環境

インタラクティブノード (4台)

- ユーザインタフェース等を提供するサーバ群



ノードあたり200Gbps

計算ネットワーク (InfiniBand EDR)



大規模ストレージシステム

- 実効容量22PBの大容量、高速ストレージ
- 柏拠点、臨海拠点、商用クラウド等とのデータ連携機能

まとめ

機械学習に基づく AI/IoT のドライビングフォース

深層学習（ディープラーニング）などの、
機械学習アルゴリズムの急速な進歩

新しいサービス
ユースケースの発掘

人工知能技術
コンソーシアム

要素技術の研究開発
とモジュール化

Algorithm

Big Data

学習・評価用データ構築
グローバル拠点の
データ収集環境整備

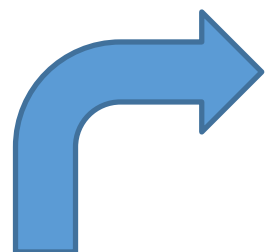
Computing

AAICや
ABCIの構築

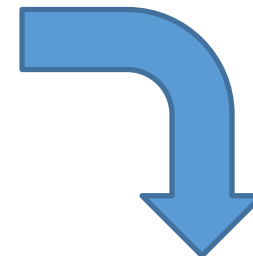
インターネットサービスなどを
通じた膨大な学習用データの集積

クラウドの普及やGPGPUの発展
による計算コストの劇的な低下

AI 技術とビッグデータとサービスのスパイラル

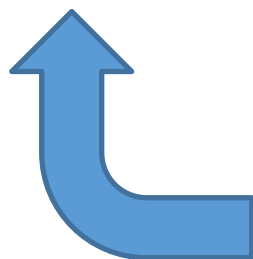


ニーズに応える・満足度向上
(ユーザー数大・高ベネフィット
・低リスク・低コスト)

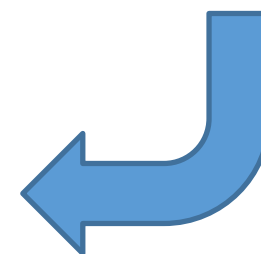


サービス・アプリケーションの高度化

データが大量に生成される

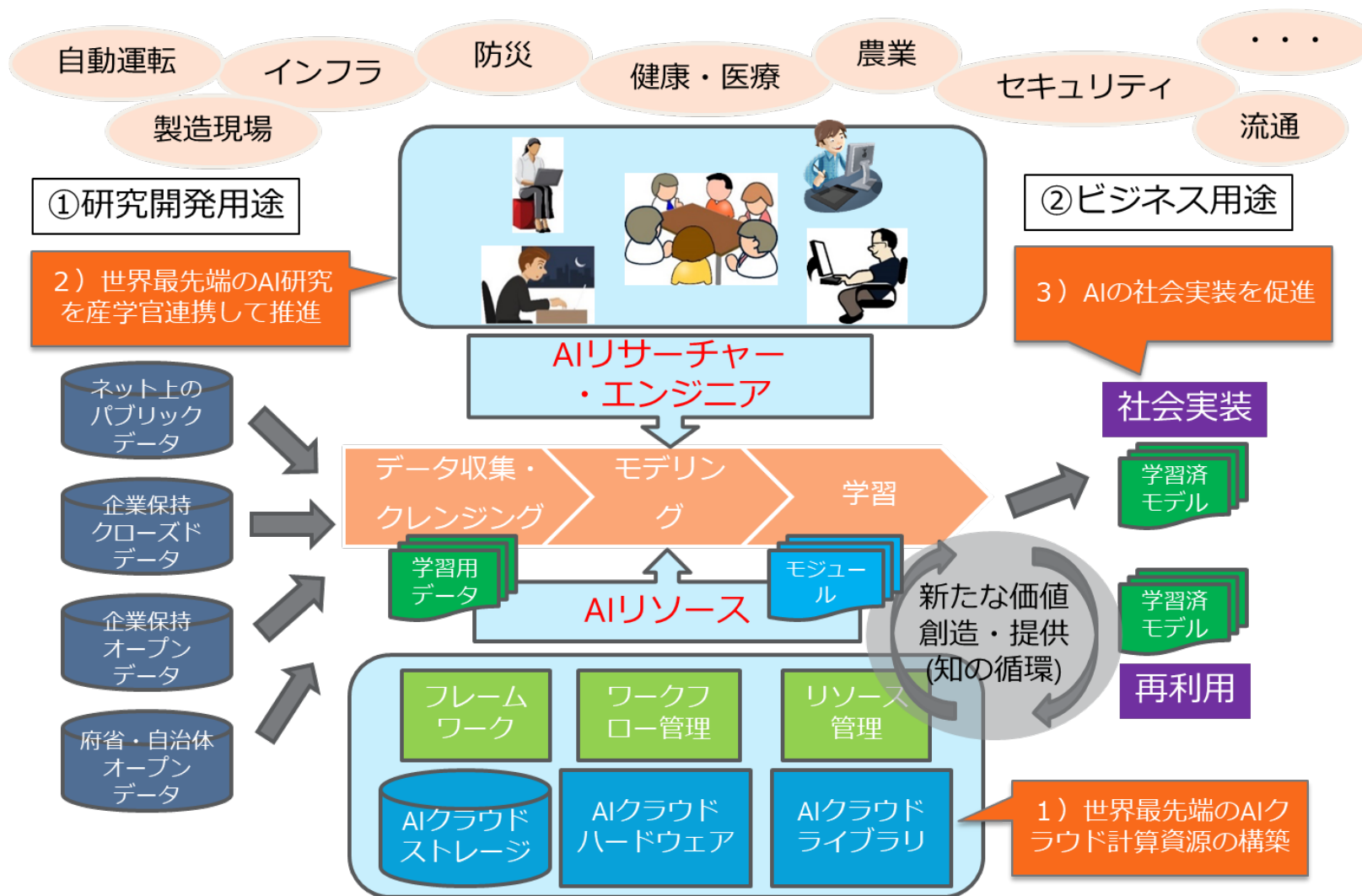


シーズ(機械学習)により
人工知能が高性能化



AIの社会実装のために、このスパイラルを回して社会に良循環を

ビッグデータ人工知能技術の研究開発と社会実装を促進する、大規模データの集約・活用、要素技術の研究開発・応用実証のためのエコシステム構築を目指して





ご清聴ありがとうございました
<http://airc.aist.go.jp/>