Real-world AI
Co-operation and Co-evolution with Humans

平成31年2月21日

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　辻井潤一

話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：説明できるAI、共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：説明できるAI、共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

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・研究機関との連携（招聘・客員研究員、クロアポ、ポスドク、RA等）
  ※産業界との連携（冠ラボ、資金提供型共同研究、技術コンサル、人工知能技術コンソーシアム等）
- 取組：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（応用面）
  実社会・人間協調型AIに必要な基盤技術の開発
- 規模：**研究職員 80名（ほか兼任35名）、全体では563名**（2019年1月7日現在）

産業技術総合研究所 人工知能研究センター
（２０１５年５月設立）

辻井潤一
研究センター長

顧問　松原 仁

副研究センター長（研究職2名，事務職2名）

首席研究員（2名）

総括研究主幹（2名）、研究主幹（１名）

臨海副都心センター
（別館、本館）

NEC-産総研 人工知能連携研究室

- 知識情報研究チーム
- 確率モデリング研究チーム
- 機械学習研究チーム
- 地理情報科学研究チーム
- デジタルヒューマン研究チーム※
- 人工知能クラウド研究チーム
- データプラットフォーム研究チーム

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）

- 人工知能応用研究チーム
- オートメーション研究チーム※
- サービスインテリジェンス研究チーム
- 生活知能研究チーム
- 社会知能研究チーム
- オーミクス情報研究チーム※
- 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

つくばセンター

臨海副都心センター
（サイバーフィジカルシステム研究棟）

※のチーム（一部）の構成で、人・機械協調AI研究を推進

（2019年1月7日現在）

背景

- 人工知能の広がりは、まだ、その黎明期
  - 製造業、医療・健康・介護、移動・物流、農業、科学・技術....
  - DX、Society5.0における人工知能の役割

- 日本の強みを活かし、それを増進する人工知能技術
  - すぐれた人材・専門家、データの収集の場
  - 日本社会が持つ豊かな人的資源とデータの活用

- 人間知能と人工知能の共存・共同から共進化へ
  - ２つの知能が相互に補完しあい、その能力を進化させる技術

研究開発のコンセプト

実世界AI

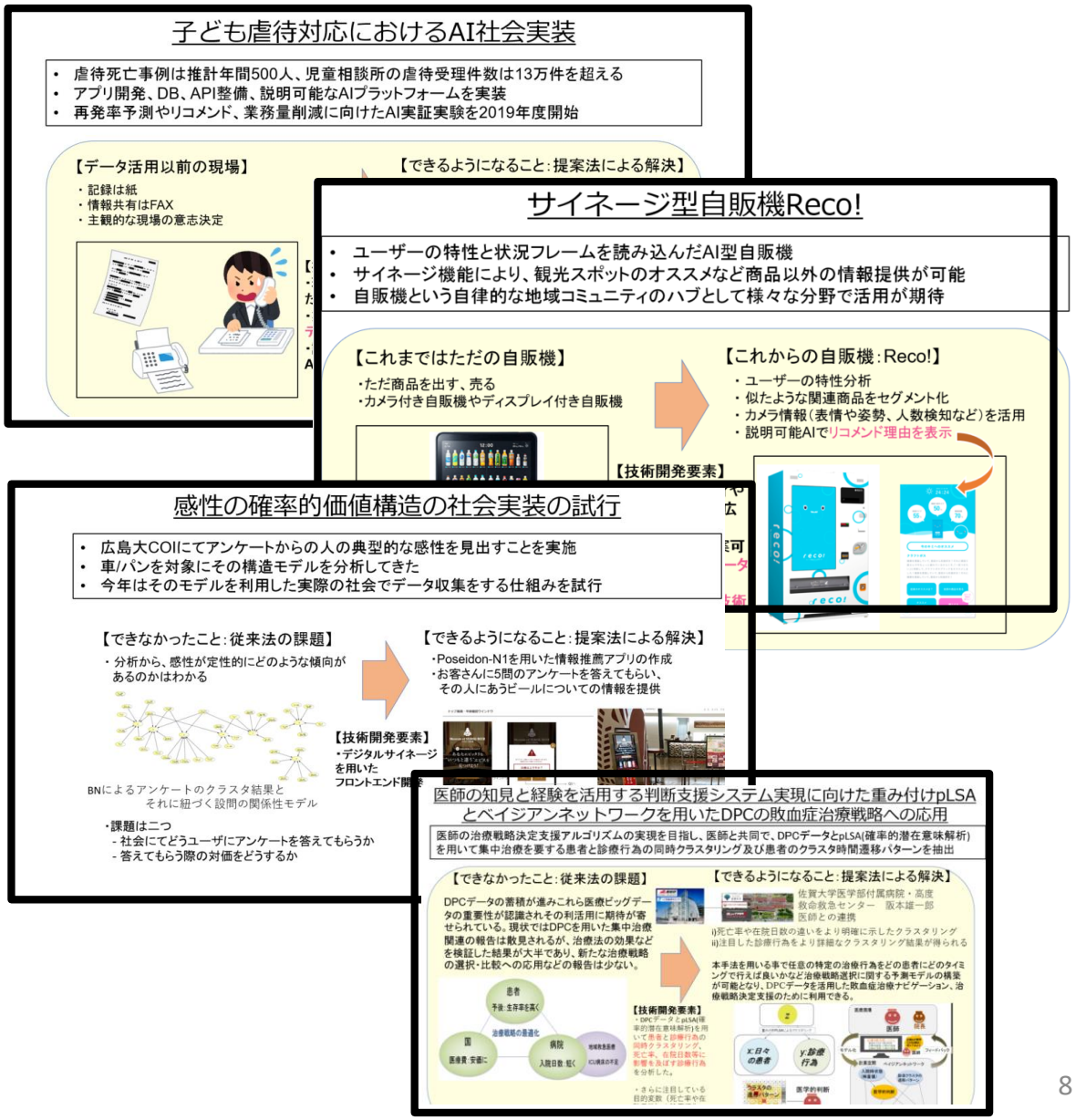
協調型AI、説明できるAI

話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：説明できるAI、共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

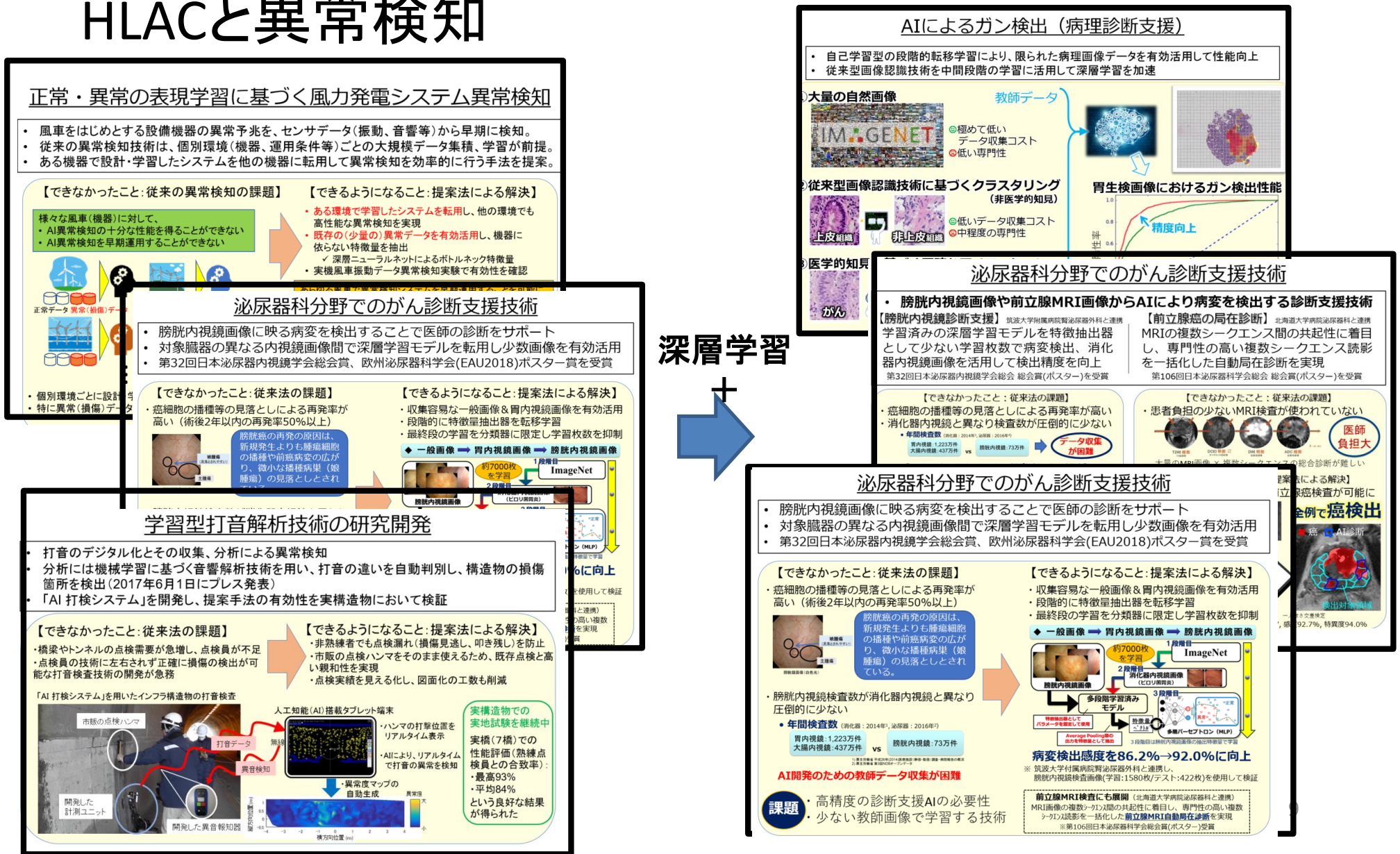
実世界に出ている技術（１）

LSA＋Bayesian Net



実世界に出ている技術（２）

HLACと異常検知

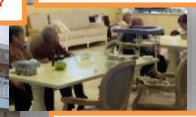


実世界に出ている技術（３）
リビングラボと生活知能

現場での実問題と繋がった リンクドリビングラボ

子ども病院
子どもの行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ



老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

産総研内リビングラボ
基本検証・実験室での行動データ

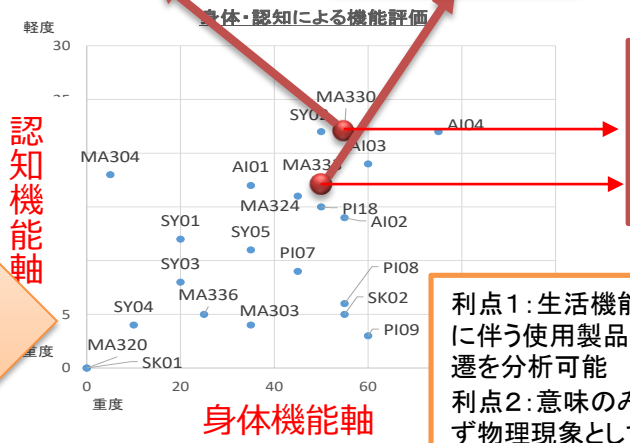
リハ病院
高齢者の行動変化データ

一般住宅
健常高齢者の行動データ

センサデータ
（例．RGBD（カメラ）、荷重センサー）

意味データ
（例．アンケート、行動記録）

行動ライブラリ
（リビングラボ応用例）



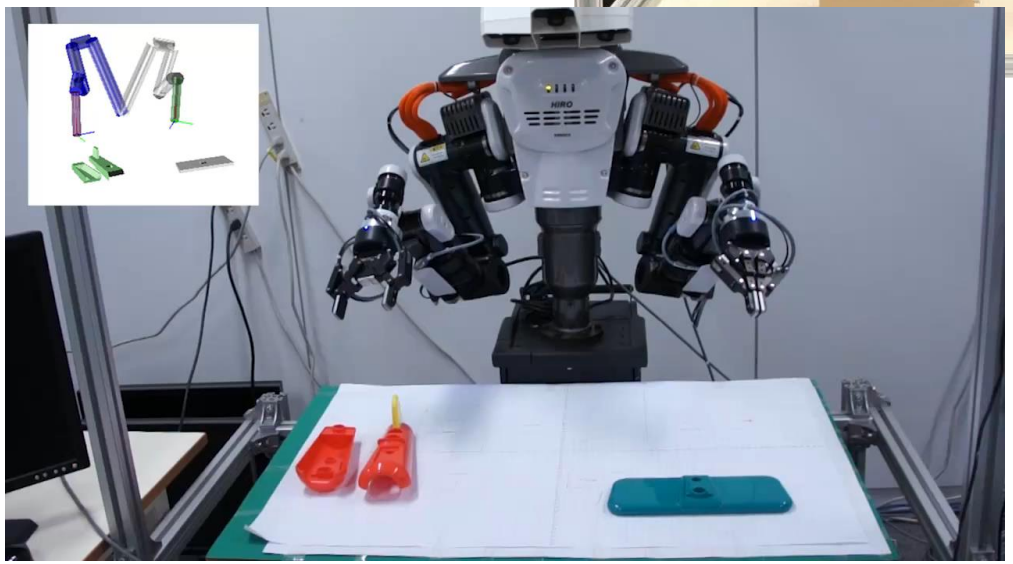
生活機能に差

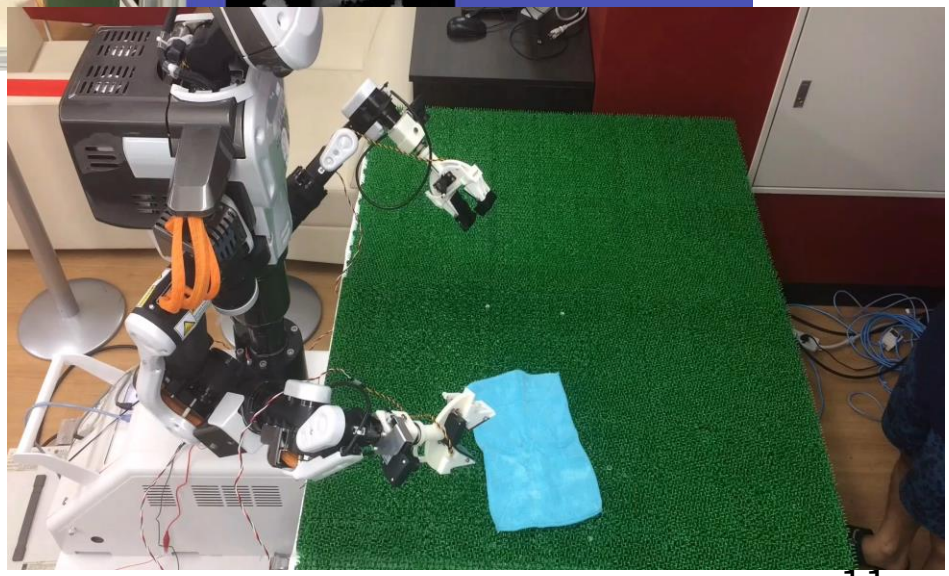
利点１：生活機能変化に伴う使用製品の変遷を分析可能
利点２：意味のみならず物理現象として分析可能

【NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発の成果】

実世界に出ている技術（４）

Data-Driven Robotics





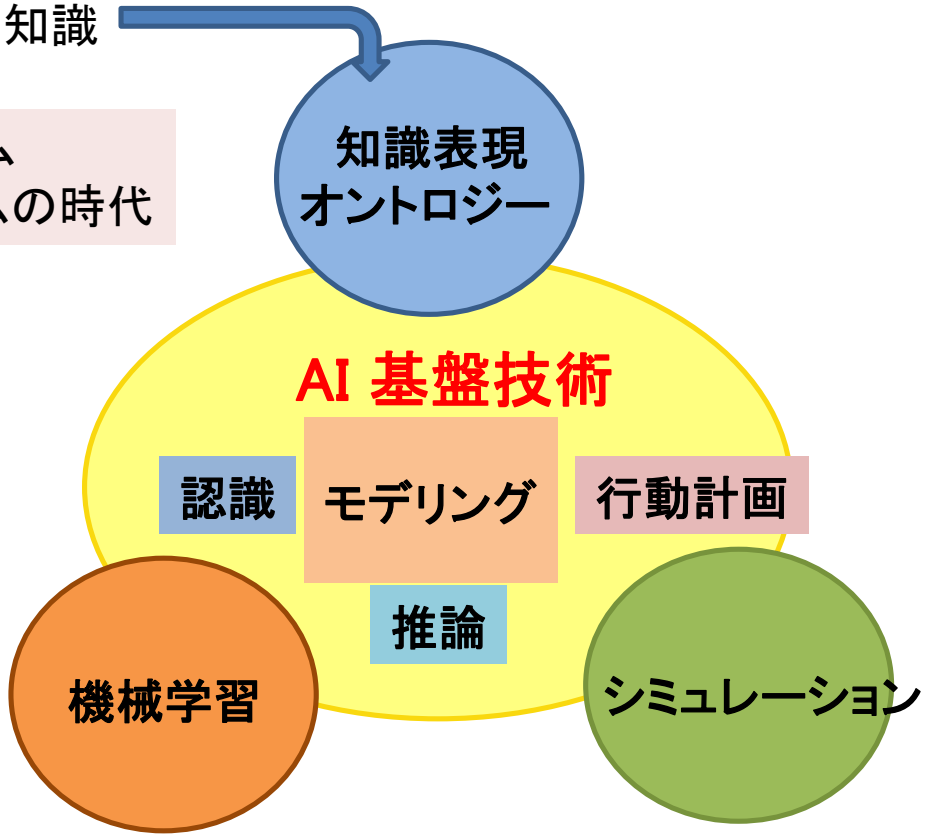
話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：説明できるAI、共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

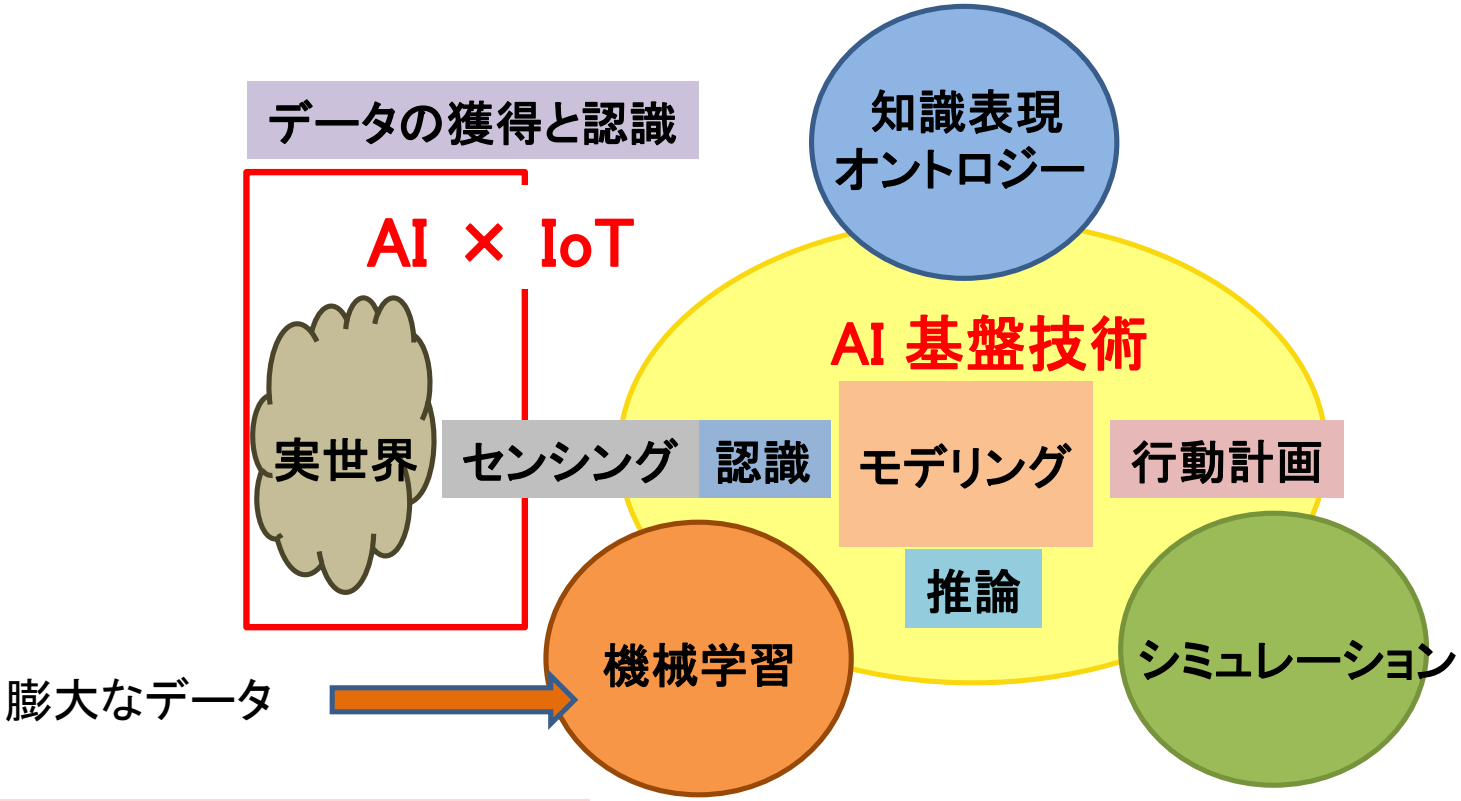
なぜ協調型AI、説明できるAIか？

人間（専門家）の知識

第２期AIブーム
エキスパートシステムの時代

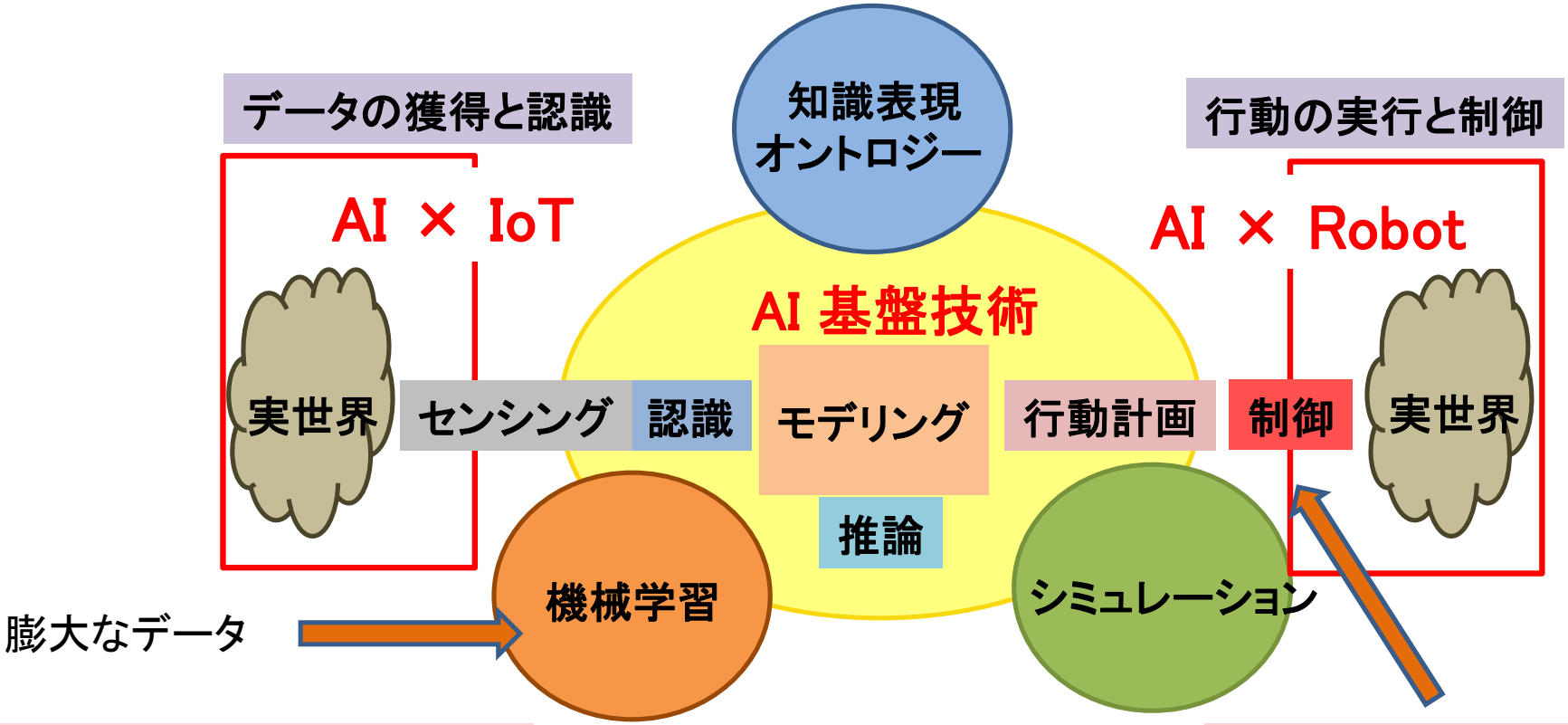


なぜ協調型AI、説明できるAIか？



第３期AIブーム（現在）
機械学習、深層学習の時代

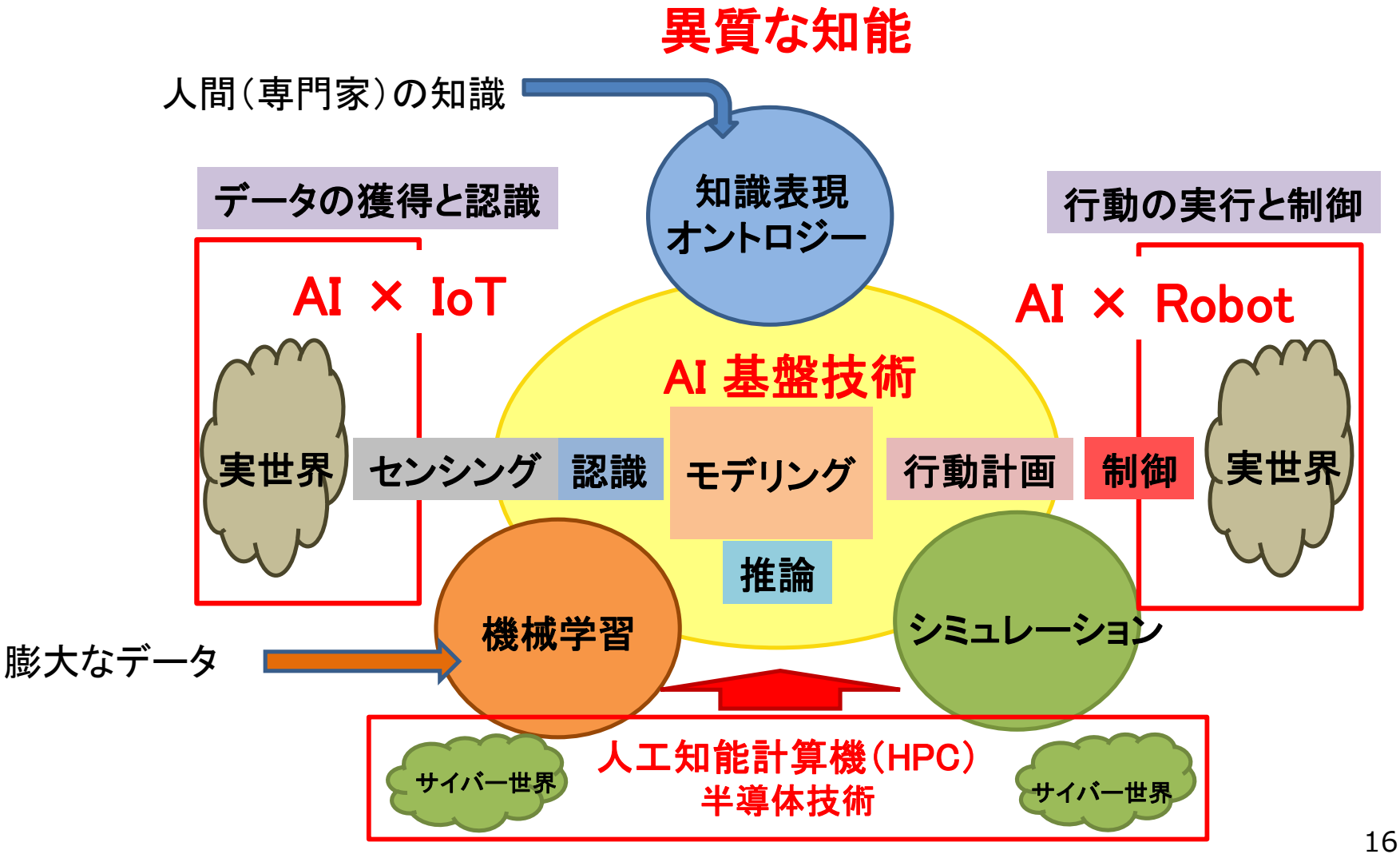
なぜ協調型AI、説明できるAIか？



第３期AIブーム（現在）
機械学習、深層学習の時代

第３期AIブーム（現在）
強化学習、逆強化学習

なぜ協調型AI、説明できるAIか？



実世界に出ている技術 ➡ 人間（専門家）を凌駕する人工知能

HLACと異常検知

正常・異常の表現学習に基づく風力発電システム異常検知

- 風車をはじめとする設備機器の異常予兆を、センサデータ（振動、音響等）から早期に検知。
- 従来の異常検知技術は、個別環境（機器、運用条件等）ごとの大規模データ集積、学習が前提。
- ある機器で設計・学習したシステムを他の機器に転用して異常検知を効率的に行う手法を提案。

【できなかったこと：従来の異常検知の課題】

様々な風車（機器）に対して、
- AI異常検知の十分な性能を得ることができない
- AI異常検知を早期運用することができない

【できるようになること：提案法による解決】
- ある環境で学習したシステムを転用し、他の環境でも高性能な異常検知を実現
- 既存の（少量の）異常データを有効活用し、機器に依らない特徴量を抽出
  - ✓ 深層ニューラルネットによるボトルネック特徴量
- 実機風車振動データ異常検知実験で有効性を確認

泌尿器科分野でのがん診断支援技術

- 膀胱内視鏡画像に映る病変を検出することで医師の診断をサポート
- 対象臓器の異なる内視鏡画像間で深層学習モデルを転用し少数画像を有効活用
- 第32回日本泌尿器内視鏡学会総会賞、欧州泌尿器科学会(EAU2018)ポスター賞を受賞

【できなかったこと：従来法の課題】
- 癌細胞の播種等の見落としによる再発率が高い（術後2年以内の再発率50%以上）

膀胱癌の再発の原因は、新規発生よりも腫瘍細胞の播種や前癌病変の広がり、微小な播種病巣（娘腫瘍）の見落としとされている。

【できるようになること：提案法による解決】
- 収集容易な一般画像＆胃内視鏡画像を有効活用
- 段階的に特徴量抽出器を転移学習
- 最終段の学習を分類器に限定し学習枚数を抑制

◆ 一般画像 ➡ 胃内視鏡画像 ➡ 膀胱内視鏡画像

約7000枚を学習 ImageNet

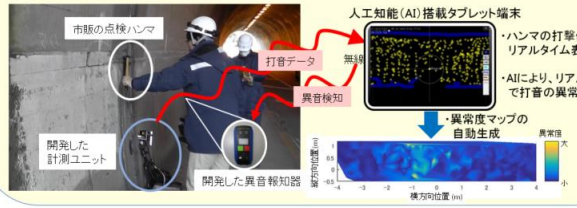
学習型打音解析技術の研究開発

- 打音のデジタル化とその収集、分析による異常検知
- 分析には機械学習に基づく音響解析技術を用い、打音の違いを自動判別し、構造物の損傷箇所を検出（2017年6月1日にプレス発表）
- 「AI 打検システム」を開発し、提案手法の有効性を実構造物において検証

【できなかったこと：従来法の課題】
- 橋梁やトンネルの点検需要が急増し、点検員が不足
- 点検員の技術に左右されず正確に損傷の検出が可能な打音検査技術の開発が急務

【できるようになること：提案法による解決】
- 非熟練者でも点検漏れ（損傷見逃し、叩き残し）を防止
- 市販の点検ハンマをそのまま使えるため、既存点検と高い親和性を実現
- 点検実績を見える化し、図面化の工数も削減

「AI 打検システム」を用いたインフラ構造物の打音検査



人工知能（AI）搭載タブレット端末
- ハンマの打撃位置をリアルタイム表示
- AIにより、リアルタイムで打音の異常を検知
- 異常度マップの自動生成

実構造物での実地試験を継続中

実橋（7橋）での性能評価（熟練点検員との合致率）：
- 最高93%
- 平均84%

という良好な結果が得られた

深層学習
＋

AIによるガン検出（病理診断支援）

- 自己学習型の段階的転移学習により、限られた病理画像データを有効活用して性能向上
- 従来型画像認識技術を中間段階の学習に活用して深層学習を加速

①大量の自然画像 — 教師データ
- ☺極めて低い データ収集コスト
- ☹低い専門性

②従来型画像認識技術に基づくクラスタリング（非医学的知見）
- ☺低いデータ収集コスト
- ☹中程度の専門性

③医学的知見

胃生検画像におけるガン検出性能 — 精度向上

泌尿器科分野でのがん診断支援技術

- 膀胱内視鏡画像や前立腺MRI画像からAIにより病変を検出する診断支援技術

【膀胱内視鏡診断支援】筑波大学附属病院腎泌尿器外科と連携
学習済みの深層学習モデルを特徴抽出器として少ない学習枚数で病変検出、消化器内視鏡画像を活用して検出精度を向上
第32回日本泌尿器内視鏡学会総会 総会賞(ポスター)を受賞

【前立腺癌の局在診断】北海道大学病院泌尿器科と連携
MRIの複数シークエンス間の共起性に着目し、専門性の高い複数シークエンス読影を一括化した自動局在診断を実現
第106回日本泌尿器科学会総会 総会賞(ポスター)を受賞

【できなかったこと：従来法の課題】
- 癌細胞の播種等の見落としによる再発率が高い
- 消化器内視鏡と異なり検査数が圧倒的に少ない
  - 年間検査数（消化器：2014年?, 泌尿器：2016年?）
    - 胃内視鏡：1,223万件 / 大腸内視鏡：437万件 vs 膀胱内視鏡：73万件
    - ➡ データ収集が困難

【できなかったこと：従来法の課題】
- 患者負担の少ないMRI検査が使われていない

医師負担大

泌尿器科分野でのがん診断支援技術

- 膀胱内視鏡画像に映る病変を検出することで医師の診断をサポート
- 対象臓器の異なる内視鏡画像間で深層学習モデルを転用し少数画像を有効活用
- 第32回日本泌尿器内視鏡学会総会賞、欧州泌尿器科学会(EAU2018)ポスター賞を受賞

【できなかったこと：従来法の課題】
- 癌細胞の播種等の見落としによる再発率が高い（術後2年以内の再発率50%以上）

膀胱癌の再発の原因は、新規発生よりも腫瘍細胞の播種や前癌病変の広がり、微小な播種病巣（娘腫瘍）の見落としとされている。

- 膀胱内視鏡検査数が消化器内視鏡と異なり圧倒的に少ない
  - 年間検査数（消化器：2014年?, 泌尿器：2016年?）
    - 胃内視鏡：1,223万件 / 大腸内視鏡：437万件 vs 膀胱内視鏡：73万件

AI開発のための教師データ収集が困難

【できるようになること：提案法による解決】
- 収集容易な一般画像＆胃内視鏡画像を有効活用
- 段階的に特徴量抽出器を転移学習
- 最終段の学習を分類器に限定し学習枚数を抑制

◆ 一般画像 ➡ 胃内視鏡画像 ➡ 膀胱内視鏡画像

約7000枚を学習 ImageNet

病変検出感度を86.2%→92.0%に向上

※ 筑波大学付属病院腎泌尿器外科と連携し、膀胱内視鏡検査画像(学習:1580枚/テスト:422枚)を使用して検証

課題
- 高精度の診断支援AIの必要性
- 少ない教師画像で学習する技術

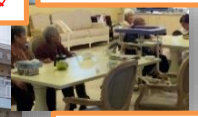
前立腺MRI検査にも展開（北海道大学病院泌尿器科と連携）
MRI画像の複数シークエンス間の共起性に着目し、専門性の高い複数シークエンス読影を一括化した前立腺MRI自動局在診断を実現
※第106回日本泌尿器科学会総会賞(ポスター)受賞

実世界に出ている技術
リビングラボと生活知能 → **発展の余地が大きい人工知能**

現場での実問題と繋がった リンクドリビングラボ

子ども病院
子どもの行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ



老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

産総研内リビングラボ
基本検証・実験室での行動データ

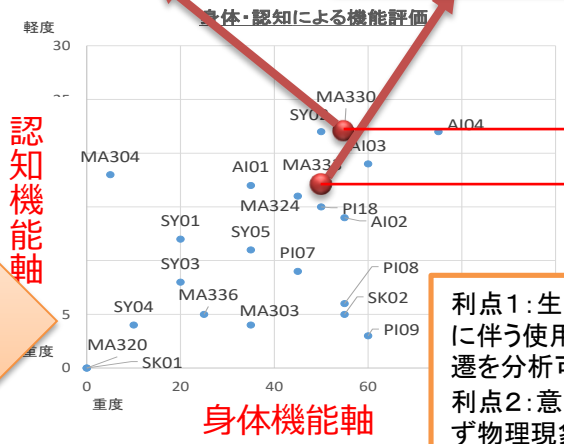
リハ病院
高齢者の行動変化データ

一般住宅
健常高齢者の行動データ

センサデータ
（例．RGBD（カメラ）、荷重センサー）

意味データ
（例．アンケート、行動記録）

行動ライブラリ
（リビングラボ応用例）



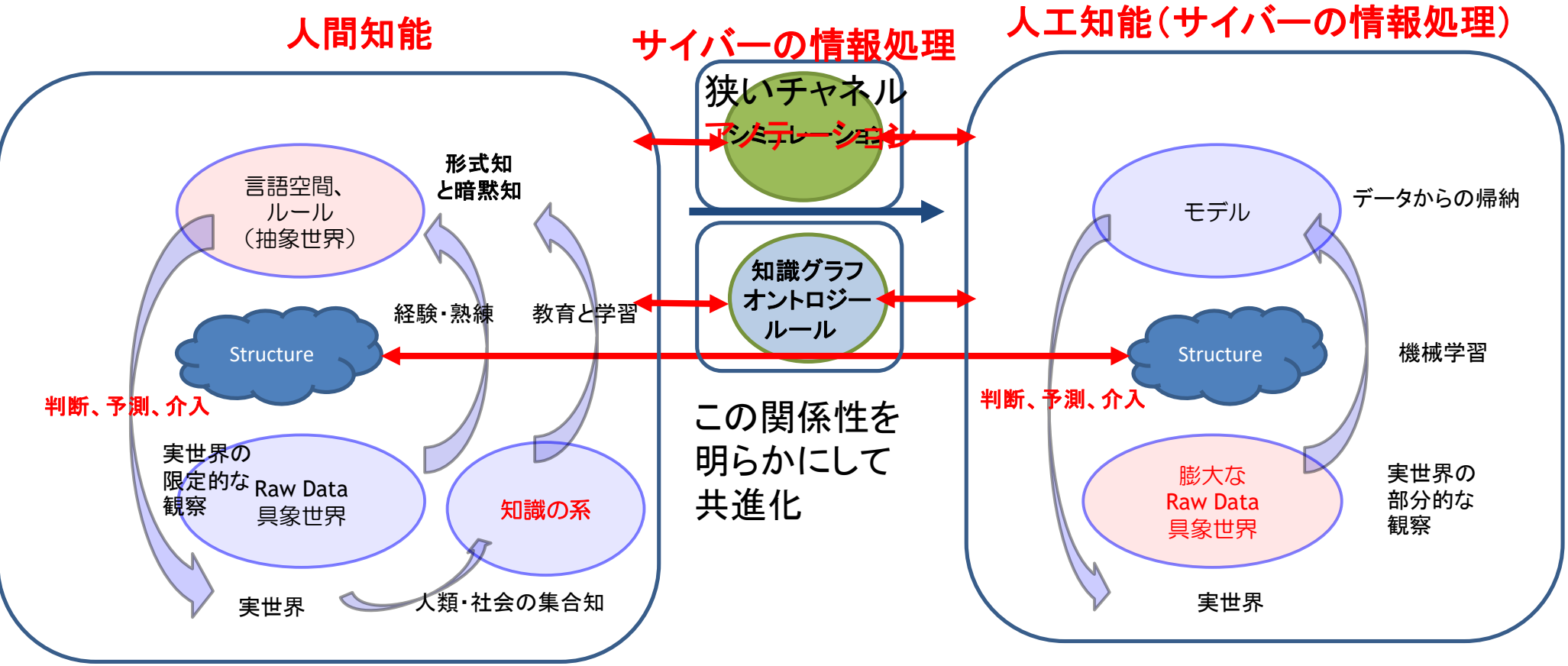
生活機能に差

利点1：生活機能変化に伴う使用製品の変遷を分析可能
利点2：意味のみならず物理現象として分析可能

【NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発の成果】

異質な知能の共同と共進化

- 人間は言語空間、ルールに基づく知識処理が得意。
- AI（サイバーの情報処理）はRaw Dataのビッグデータ処理が得意。
- 人間の思考もAIも具象、抽象、学習、シミュレーションにより価値のある情報を生成する。
- 具象、抽象の間をつなぐStructureは人間の思考もAI（機械学習）も不明点が多い。
- XAIはAIにおける、この構造を明らかにする。人間、AIの構造化をつないで、片方の進化を他方の進化につなげるのが共進化AI。



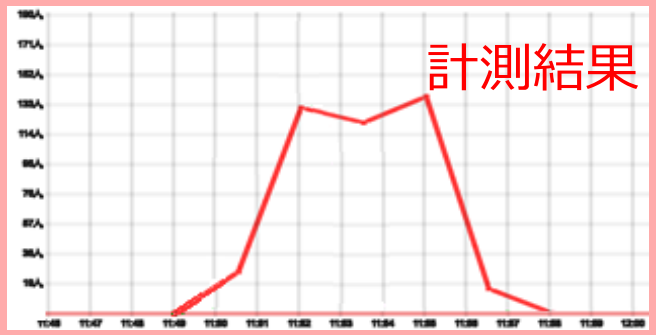
話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

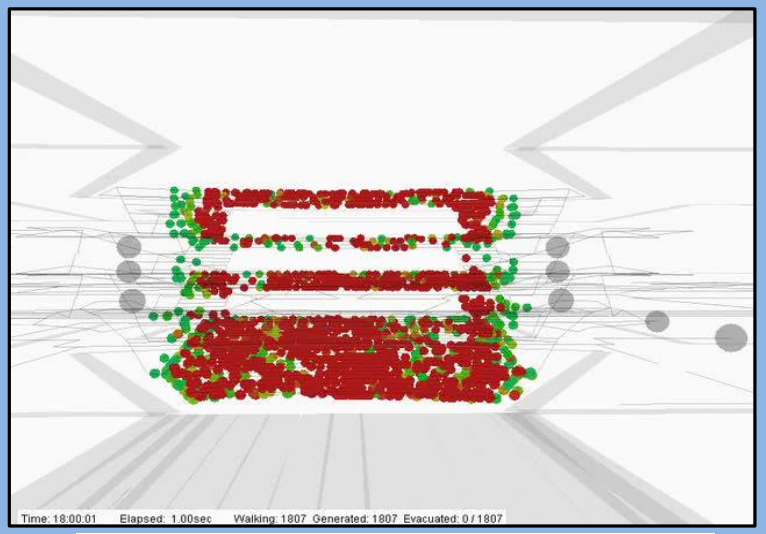
人工知能と人間知能の共同

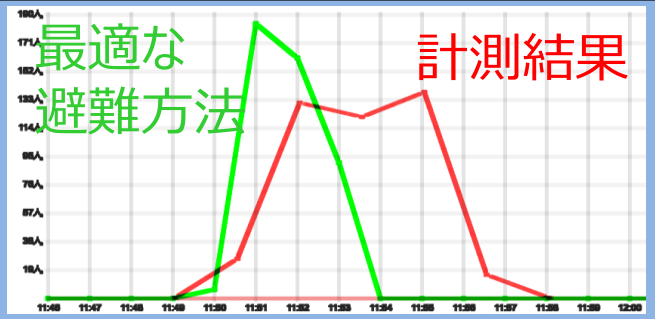
- 人の流れの計測とシミュレーション（予測）を融合・可視化
- 平常時の混雑緩和、賑わい創出、災害時の避難誘導の支援

混雑環境での人の流れの計測技術



人の流れの高速シミュレーション技術





避難体験オペラコンサート@新国立劇場

- コンサート中に震度5の地震によって火災が発生する想定
- 避難完了に再びコンサートの続きを鑑賞

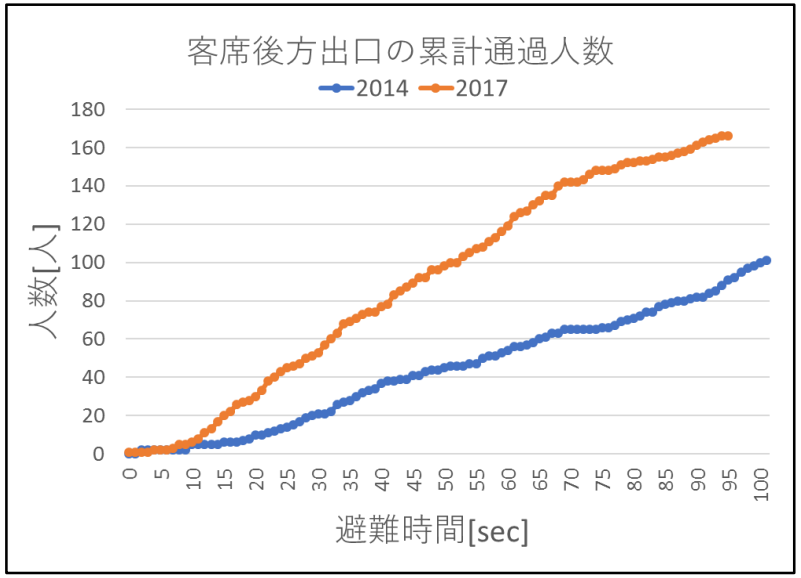
- 第1回目
  - 日程：2014年8月31日（日）11:30開演
  - 会場：新国立劇場オペラパレス
  - 参加人数：1300人

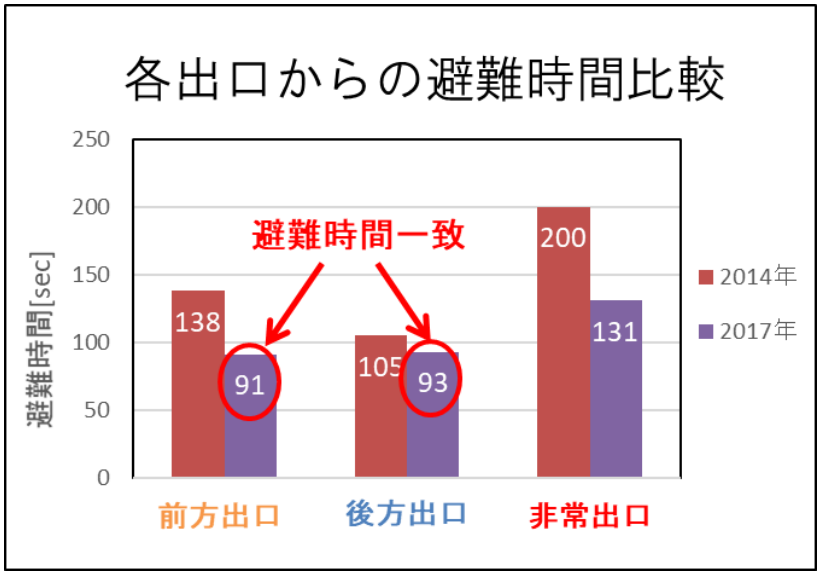
- 第2回目
  ※1回目の分析結果からの知見を
  避難方法に反映させて効果を評定
  - 日程：2017年9月7日（木）15:00開演
  - 会場：新国立劇場オペラパレス
  - 参加人数：1100人

2014年の結果からの施策の効果評定

- 施策①: 避難中は扉が開いた状態を維持
  - 流量が1.5倍から2倍程度に

- 施策②:特定(前方)の扉に集まらないように誘導
  - 前方に集まりすぎることなく各扉からの避難時間が均一に





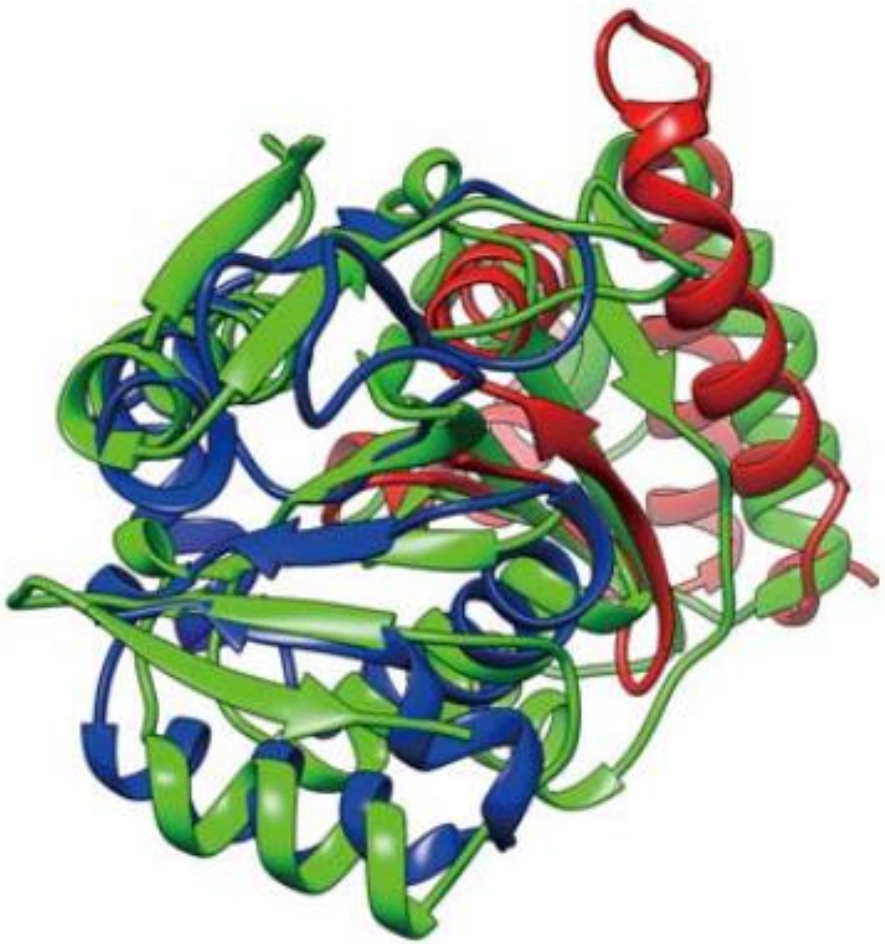
2014年に比べて、8%程度少ない人数が35%減の時間で避難完了

・テレビ:1件(日本テレビ)、新聞:10社(毎日新聞等)報道多数
・鹿島アントラーズとも共同研究へ

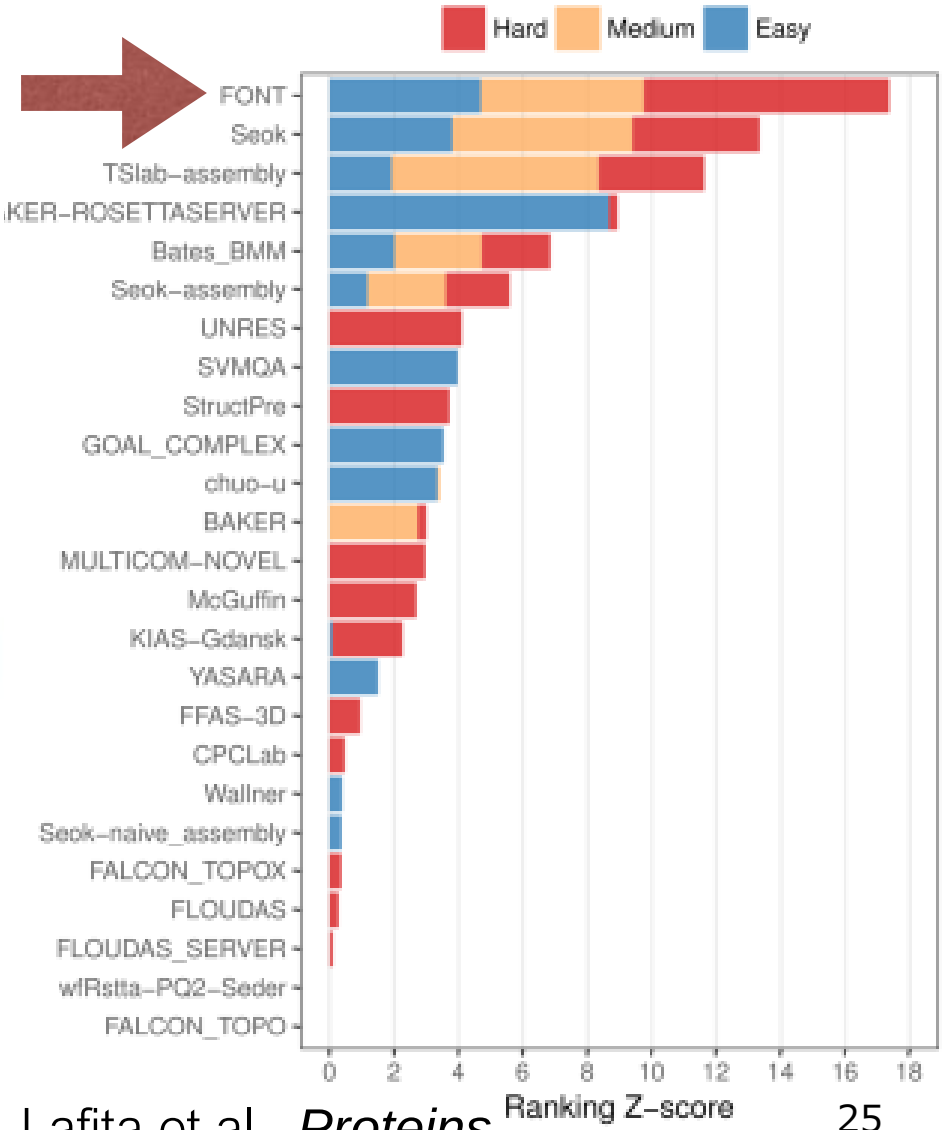
話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

人間知能から人工知能へ



T0868-T0869



Lafita et al., *Proteins*.

CASP12 Assembly

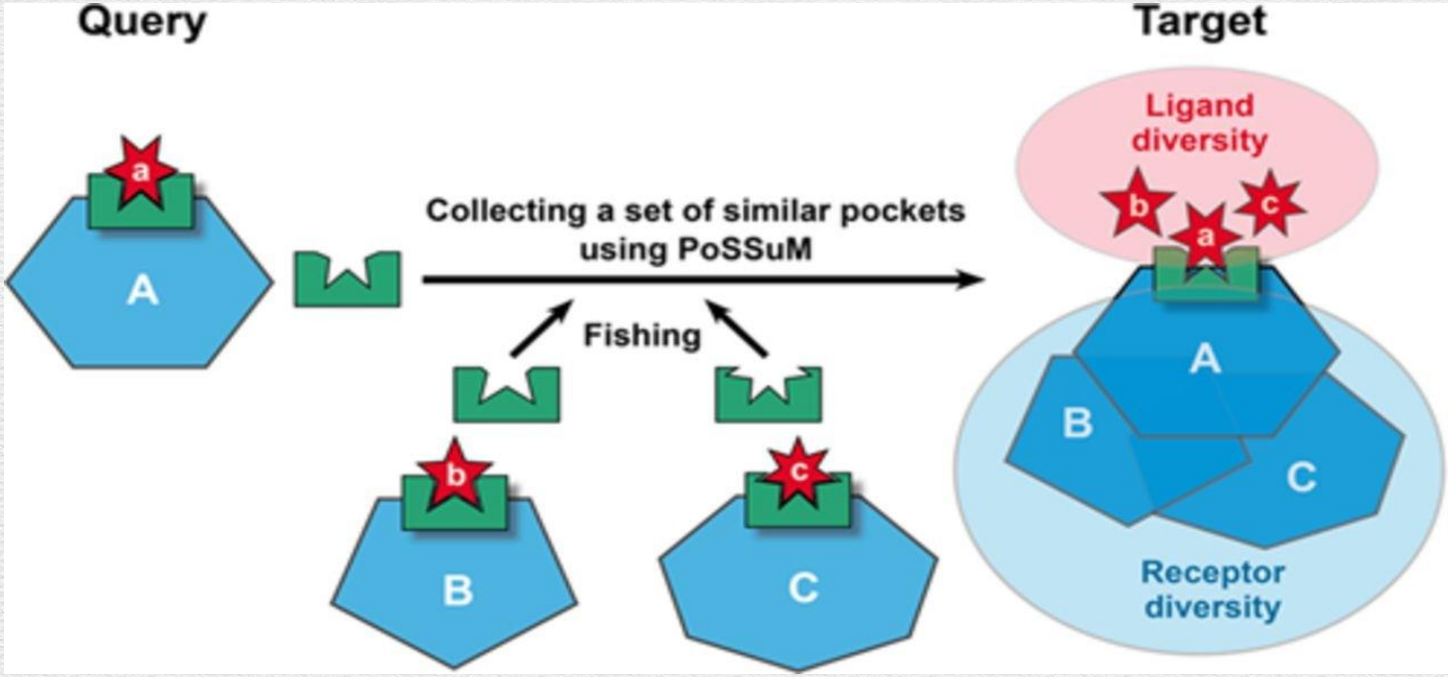
#	GR name	GR code	Targets Count	SUM Zscore (>-2.0)	Rank SUM Zscore (>-2.0)	AVG Zscore (>-2.0)	Rank AVG Zscore (>-2.0)	SUM Zscore (>0.0)	Rank SUM Zscore (>0.0)	AVG Zscore (>0.0)	Rank AVG Zscore (>0.0)
1	FONT	480	18	5.4973	1	0.8610	1	17.3689	1	0.9649	1
2	Seok	023	20	4.8916	2	0.5446	3	13.3378	2	0.6669	4
3	TSlab-assembly	356	21	3.5250	3	0.3583	6	11.6286	3	0.5537	7
4	Seok-assembly	495	20	-6.1520	4	-0.0076	12	5.5901	6	0.2795	16
5	BAKER-ROSETTASERVER	005	14	-10.4274	5	0.5409	4	9.7417	4	0.6958	3
6	Bates_BMM	001	20	-11.6093	6	-0.2805	20	6.8467	5	0.3423	13
7	chuo-u	188	11	-24.8693	7	-0.0790	15	3.4909	11	0.3174	15
8	KIAS-Gdansk	060	13	-25.4351	8	-0.4181	22	2.2524	17	0.1733	20
9	McGuffin	017	11	-26.6265	9	-0.2388	19	2.6808	15	0.2437	17
10	YASARA	446	8	-29.0499	10	0.1188	9	2.6797	16	0.3350	14
11	GOAL_COMPLEX	430	8	-29.5366	11	0.0579	11	3.5178	10	0.4397	10
12	BAKER	247	7	-29.8820	12	0.3026	7	3.4300	12	0.4900	9
13	UNRES	162	8	-30.3583	13	-0.0448	13	4.1110	7	0.5139	8
14	SVMQA	208	6	-31.0474	14	0.4921	5	3.9764	8	0.6627	5
15	StructPre	367	9	-32.7225	15	-0.5247	23	3.6996	9	0.4111	12
16	MULTICOM-NOVEL	345	5	-34.6434	16	0.2713	8	3.0968	13	0.6194	6
17	CPCLab	019	6	-36.0390	17	-0.3398	21	0.4686	21	0.0781	25
18	FFAS-3D	016	5	-36.8249	18	-0.1650	17	0.9440	19	0.1888	19
19	Seok-naive_assembly	284	9	-37.1690	19	-1.0188	30	0.3695	23	0.0411	27
20	MULTICOM-REFINE	434	4	-37.6402	20	0.0899	10	1.7449	18	0.4362	11
21	wfAll-Cheng	239	3	-38.1883	21	0.6039	2	2.6872	14	0.8957	2
22	FLOUDAS_SERVER	357	5	-38.9104	22	-0.5821	25	0.0973	28	0.0195	28
23	Wallner	073	3	-40.1553	23	-0.0518	14	0.3869	22	0.1290	21
24	Atome2_CBS	359	4	-40.2306	24	-0.5577	24	0.0000	29	0.0000	29
25	Spiders	399	3	-40.2970	25	-0.0990	16	0.3566	25	0.1189	23
26	Faraggi	363	3	-40.5294	26	-0.1765	18	0.2777	26	0.0926	24
27	FLOUDAS	040	4	-41.5340	27	-0.8835	28	0.2755	27	0.0689	26
28	wfRstta-PQ2-Seder	067	3	-41.7772	28	-0.5924	26	0.0000	29	0.0000	29
29	wfRosetta-ProQ-ModF6	252	3	-42.2565	29	-0.7522	27	0.6612	20	0.2204	18
30	FALCON_TOPO	077	3	-42.8186	30	-0.9395	29	0.0000	29	0.0000	29
31	KF-Consensus	420	3	-43.0620	31	-1.0207	31	0.0000	29	0.0000	29
32	MESHI	393	3	-43.3417	32	-1.1139	32	0.0000	29	0.0000	29
33	FALCON_TOPOX	425	3	-43.7584	33	-1.2528	33	0.3623	24	0.1208	22

http://www.predictioncenter.org/casp12/zscores_multimer.cgi

化合物とたんぱく質との結合

化合物の構造とたんぱく質の部分構造

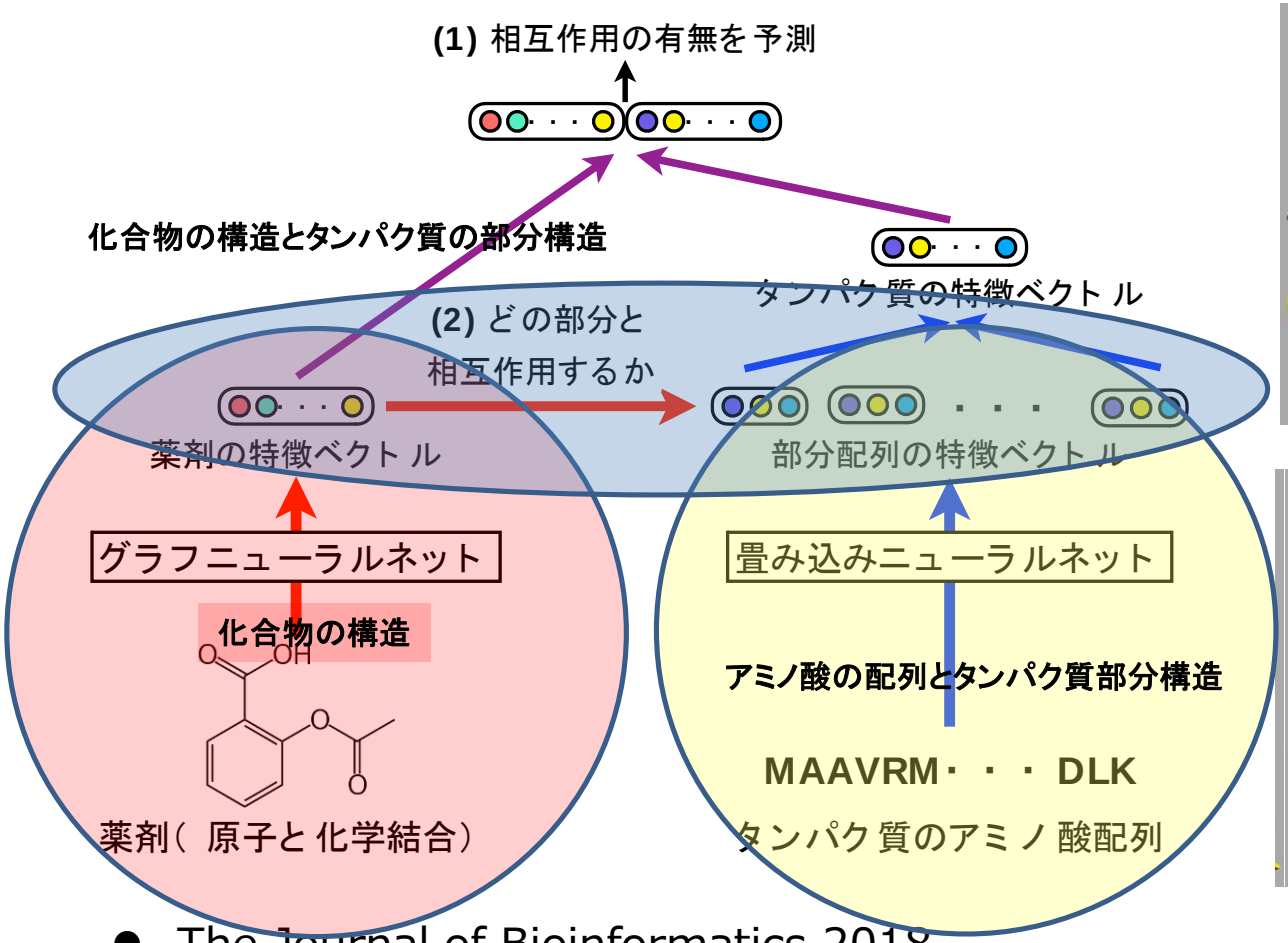
基質結合部位類似性検索

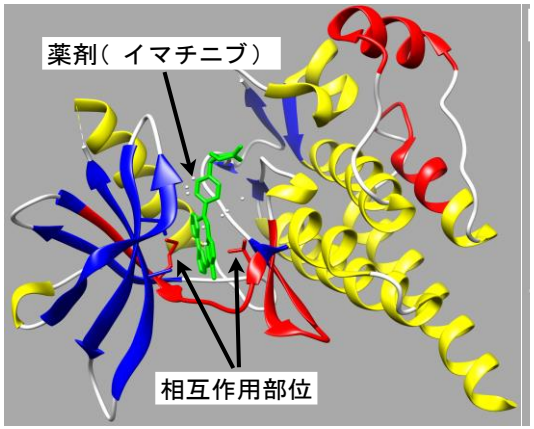


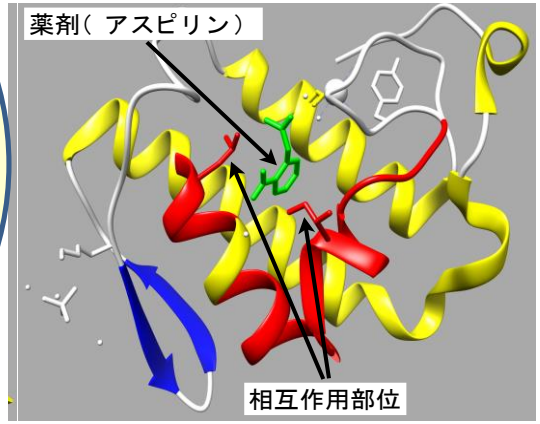
Pocket Similarity Search using Multiple-Sketches (**PoSSuM**)

possum.cbrc.jp/PoSSuM/

- 実応用課題への適用
  - タンパク質－化合物結合予測と結合部位可視化
  - ２種類の深層ニューラルネットを組合せ

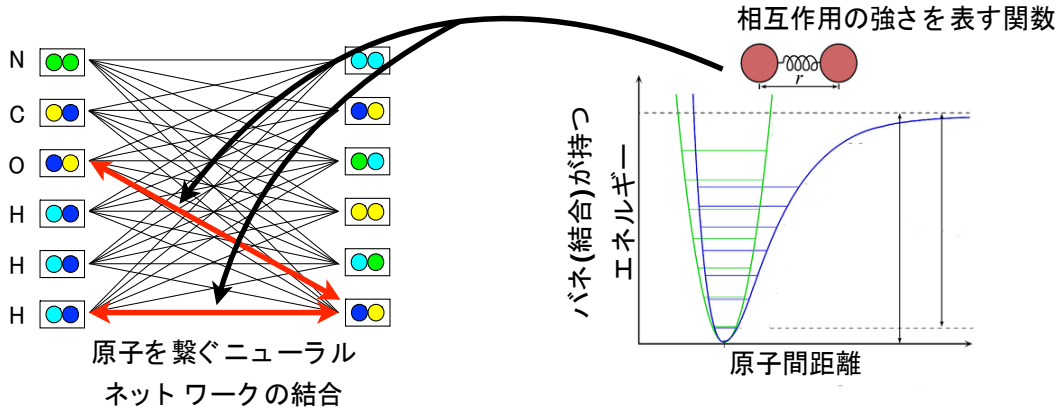




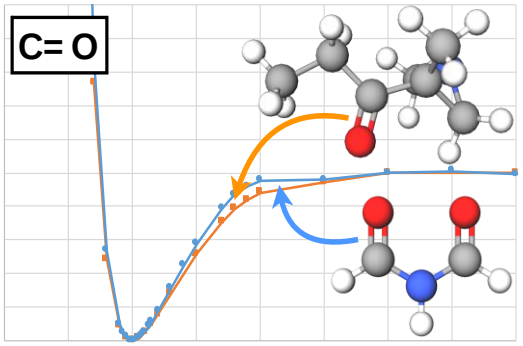


- The Journal of Bioinformatics 2018
- 8/29 AIST+AMED プレスリリース

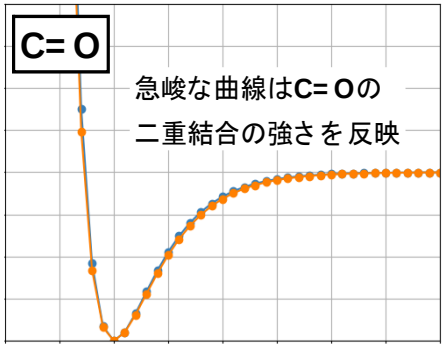
- 実応用課題への適用
  - 化合物の物性値予測とポテンシャル推定
    理論計算より 1万倍高速でほぼ同じ精度＋学習結果の検証可能



理論計算のポテンシャル曲線



機械学習で得られたポテンシャル曲線



- The Journal of Physical Chemistry Letters 2018
- 8/29 AIST-東大 プレスリリース

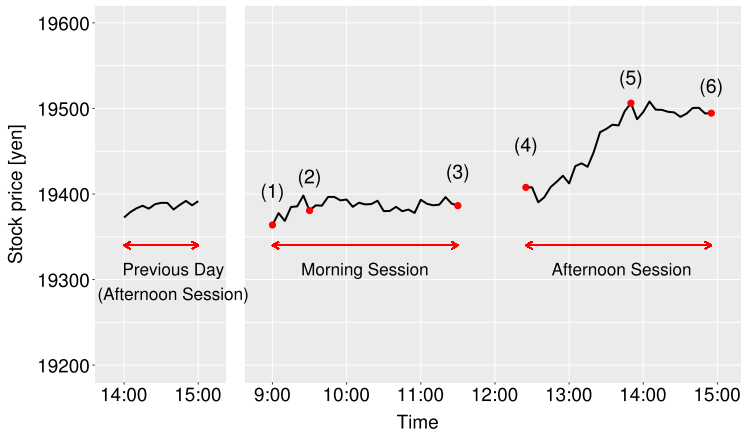
話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

データの解釈 ー データと知識

Characteristics of the task

Numerical time series data
(Nikkei stock average)



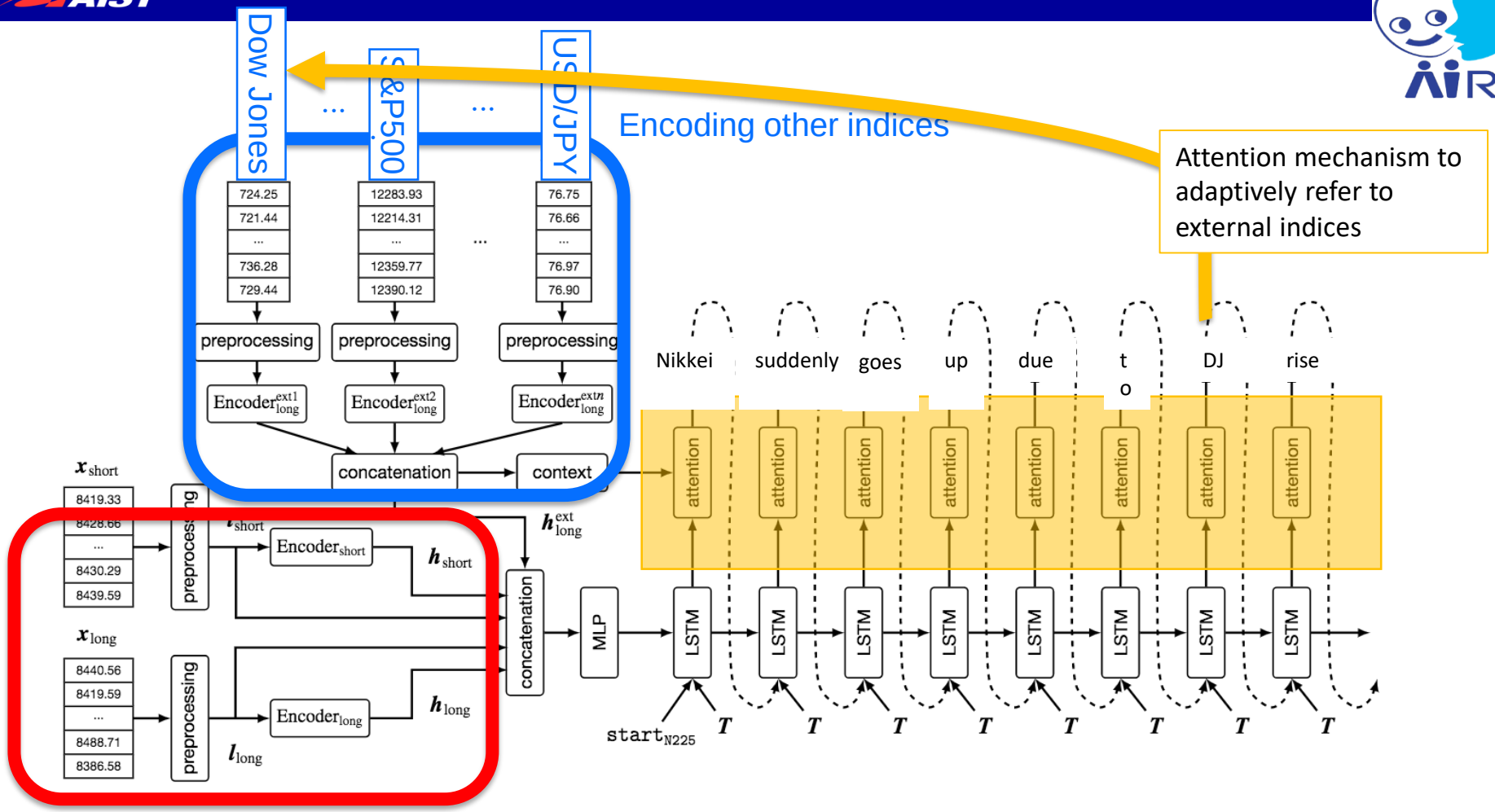
Generate

Market comments

(1)	09:00	Nikkei opens with a continual fall
(2)	09:29	Nikkei turns to rise
(3)	11:30	Nikkei continues to fall. The closing price of the morning session decreases by 5 yen to 19,386 yen
(4)	12:30	Nikkei rises at the beginning of the afternoon session
(5)	13:54	Nikkei gains more than 100 yen.
(6)	15:00	Nikkei rebounds and closes up 102 yen to 19,494 yen

Characteristics of market comments

1. Both short- and long-term changes are described
2. Some expressions depend on their delivery time
3. Numerical values are often mentioned



円高が進んだため、輸出関連株が下落し、日経は反落して始まった。

話の流れ

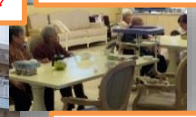
- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

実世界に出ている技術
リビングラボと生活知能 → **発展の余地が大きい人工知能**

現場での実問題と繋がった リンクドリビングラボ

子ども病院
子どもの行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ



老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

老人ホーム
要介護高齢者の行動データ

産総研内リビングラボ
基本検証・実験室での行動データ

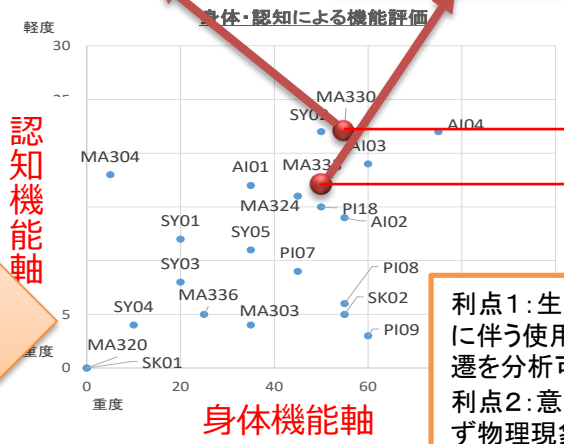
リハ病院
高齢者の行動変化データ

一般住宅
健常高齢者の行動データ

センサデータ
（例．RGBD（カメラ）、荷重センサー）

意味データ
（例．アンケート、行動記録）

行動ライブラリ
（リビングラボ応用例）



生活機能に差

利点1：生活機能変化に伴う使用製品の変遷を分析可能
利点2：意味のみならず物理現象として分析可能

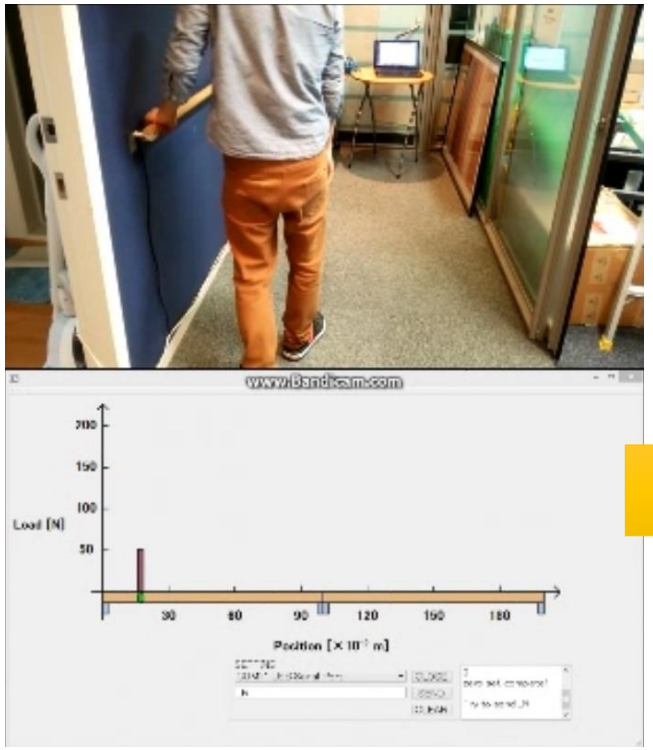
【NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発の成果】

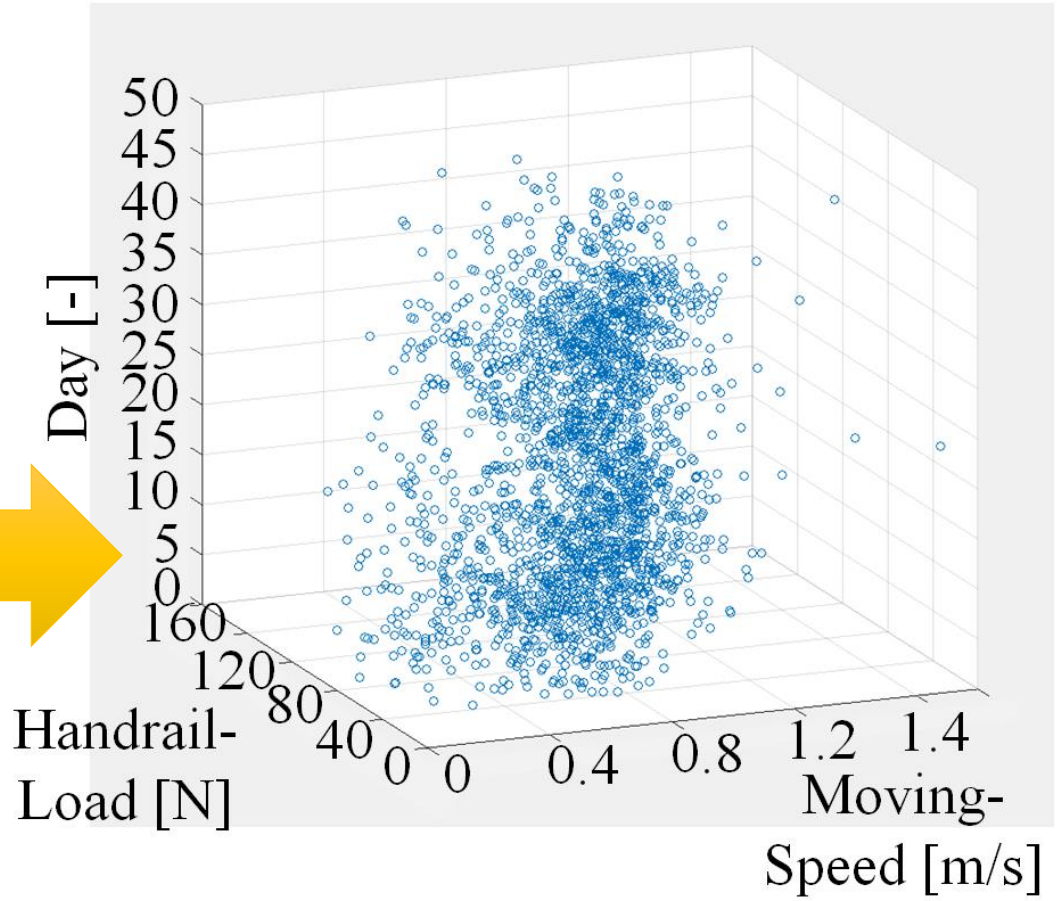
高齢者行動ライブラリ公開

「高齢者行動ライブラリ」　URL： http://www.behavior-library-meti.com/

H28: 高齢者等製品安全基盤情報収集事業
H29: ビンテージ ソサエティの実現に向けた高齢者等の行動データ取得事業

観測と対象の理解





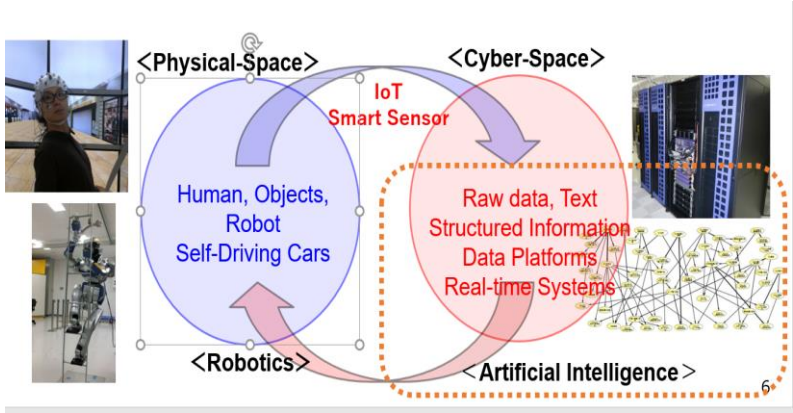
人間の筋肉モデル
人間の認知機能のモデル

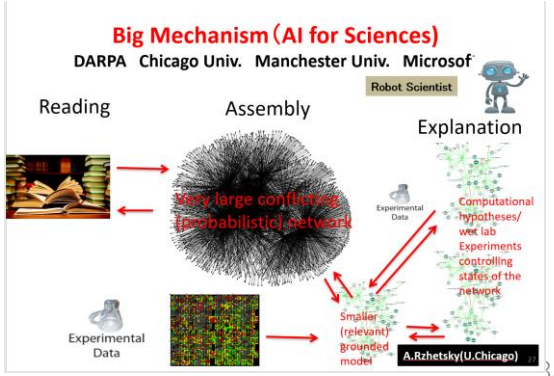
話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間から人工知能へ
  - データと解釈
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

DXと人工知能

- **ソサエティ5.0：情報化社会の次段階**
  - Digital Twin, Cyber-Physical System, Industry 4.0, Connected Factory, Connected Health, Precision Medicine, Robot Co-Workers, Connected Logistics, …
- **サイエンス5.0：科学の新たな方法論**
  - Computational Science (Simulation) + 4th Paradigm (Big Data Analytics)
    -> 5th paradigm (**Simulation** + **ML/Big Data** + **Knowledge**)





モデルに基づく判断、予測、介入

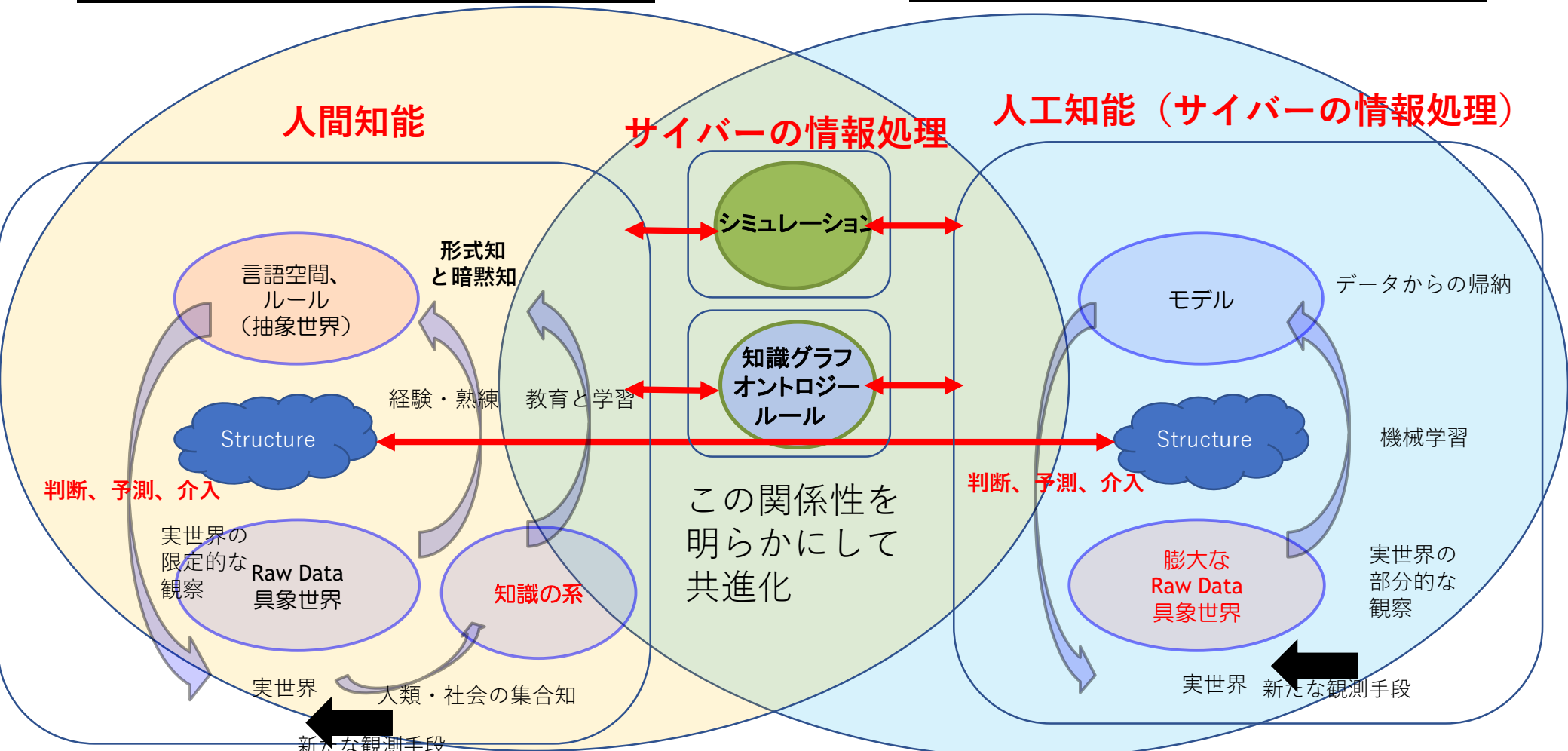
対象を理解するためのモデル構築

共進化

人・車の流れ、熟練工の技術、大規模化学プラント、老齢者の行動、経済現象、気候変動

対象を理解するためのモデル構築
Science5.0

モデルに基づく判断、予測、介入
実世界AI

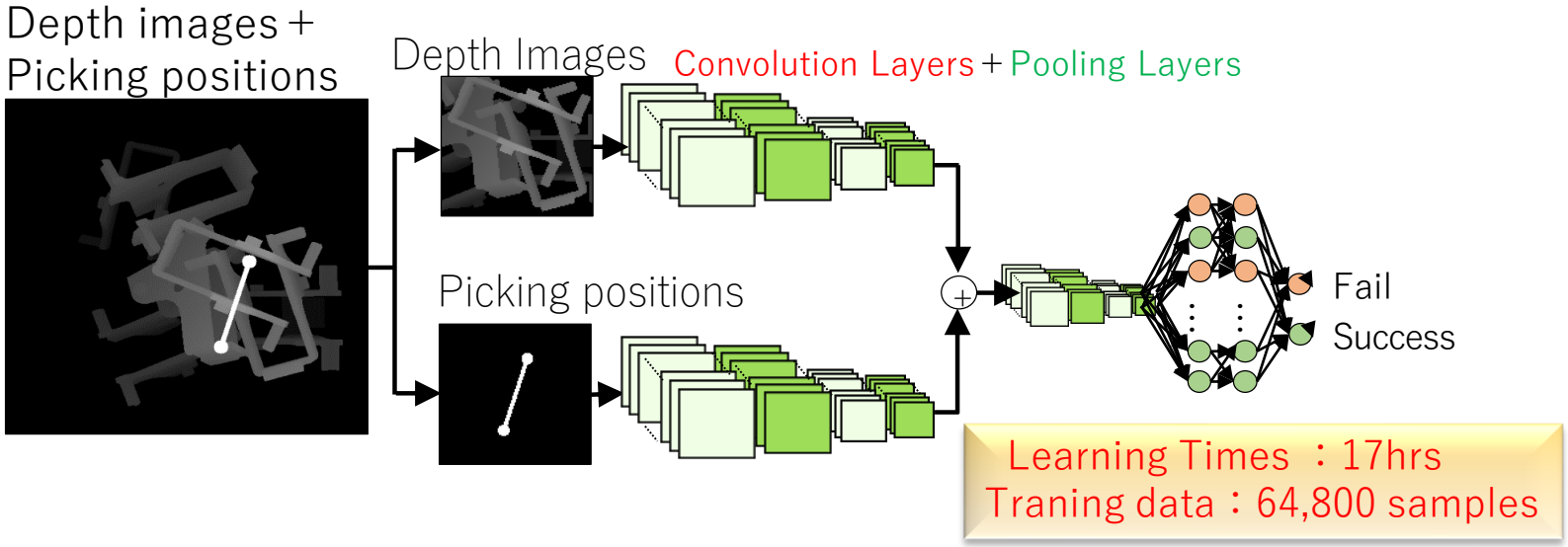


Data-Driven Robotics

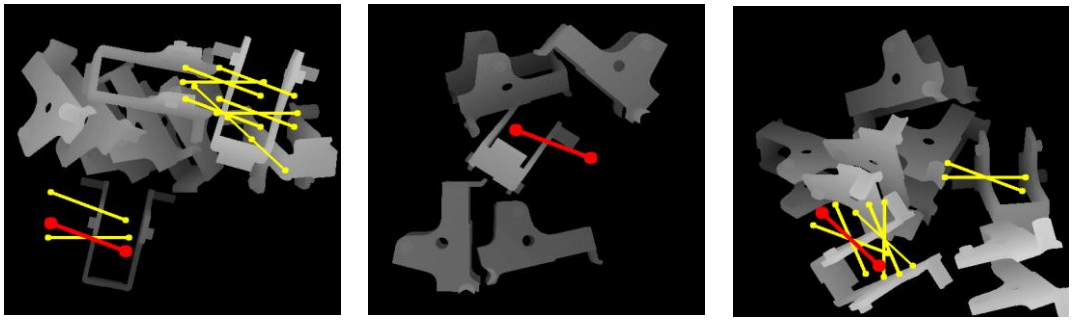
アノテーション → シミュレーションによる学習データ

From Simulation to a Real Robot

Learning of the best picking positions



Red：Best
Yellow：90%



ML, Simulation and Knowledge

NEC-AIST
AI Cooperative
Research Laboratory

NEC-産総研 人工知能連携研究室 での取り組み

高度化する社会ニーズを満たすために
出口を見据えた基礎原理研究から産業応用研究開発ま

シミュレーション技術とＡＩの融合領域

シミュレーションと機械学習（AI）を融合

シミュレーションと自動推論（AI）を融合

シミュレーションと自律型AI制御を融合

基礎原理の探求

実世界で信頼できるAI

人間と協調できるAI

実世界で信頼できるAI

特殊・極限・不測事象を知る予測

過去データを超えたリアルタイム意思決定

多数AIシステム間挙動調整技術

具体例

PJ1

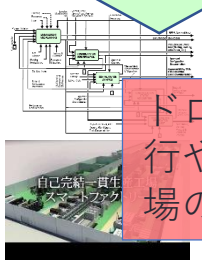
PJ2

PJ3

産業応用研究開発

高度・高効率な自動製品設計・自動生産計画

プラント運転支援ガイダンス



ドローン運行や複数工場の協調

話の流れ

- 背景
- 実世界AI
- 協調型AI：共同と共進化
  - 共同
  - 人間知能から人工知能
  - データから言語
  - 観察と対象の理解
- Society5.0とScience5.0
  - シミュレーション、知識、機械学習
- おわりに

- **人工知能の広がりは、まだ、その黎明期**
  - 製造業、医療・健康・介護、移動・物流、農業、科学・技術
  - DX、Society5.0における人工知能の役割
- **日本の強みを活かし、それを増進する人工知能技術**
  - すぐれた人材・専門家、データの収集の場
  - 日本社会が持つ豊かな人的資源とデータの活用
- **人間知能と人工知能の共存・共同から共進化へ**
  - ２つの知能が相互に補完しあい、その能力を進化させる技術

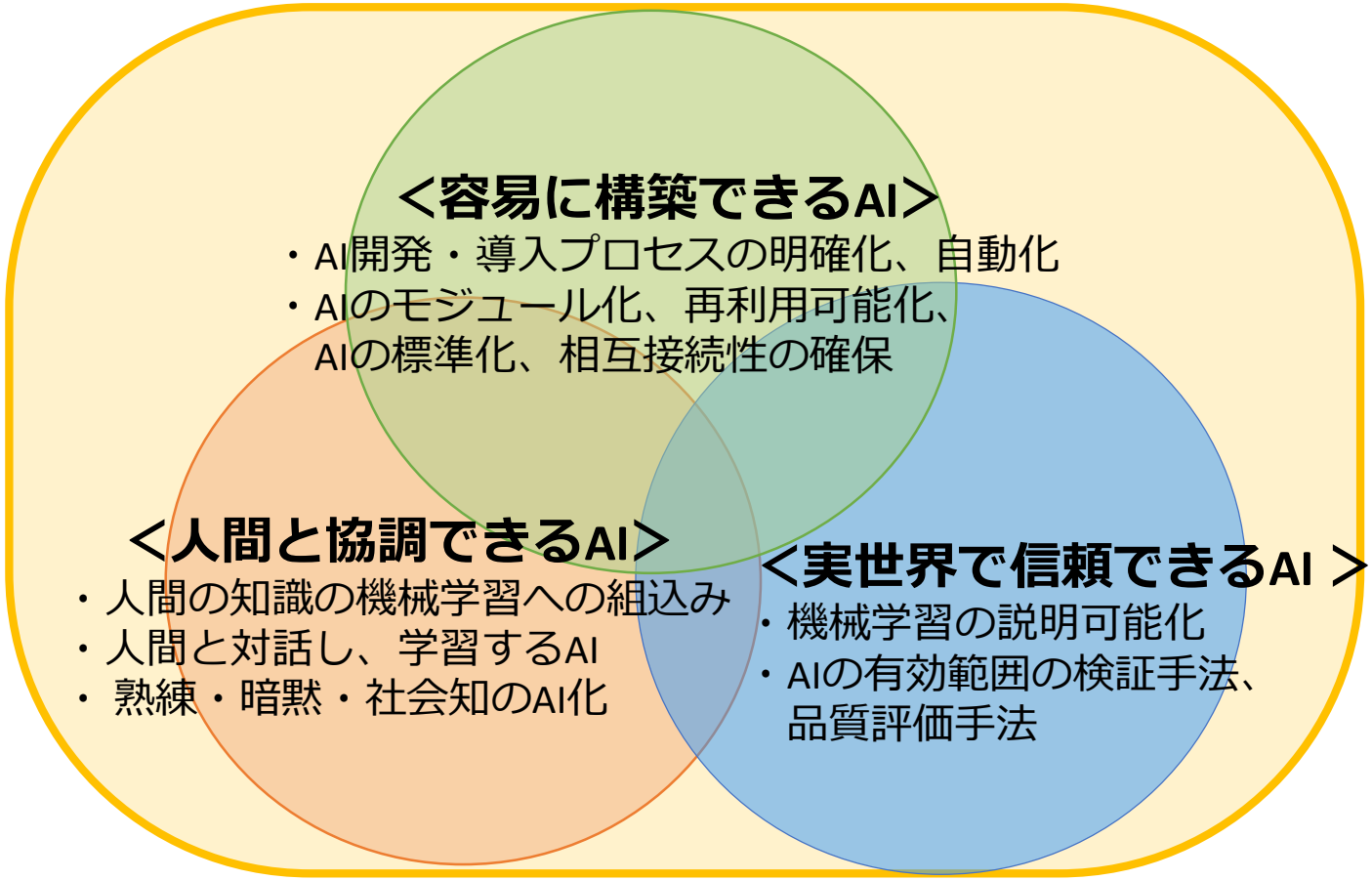
研究方向

- （不完全な）シミュレーション、知識とML/DLの融合
  - 製造業のModel-Driven DevelopmentとAIの融合
  - 大規模化学プラントの制御、工場での製造ワークフローの設計
- 暗黙知の形式知化、観測データから知識へ
  - 医師や介護士の診断や介護プロセスの形式化・効率化、人材の教育
  - 模倣学習、（逆）強化学習、マルチメディア・オントロジー、オントロジー・知識グラフのEmbedding
- 大規模知識に基づくデータの解釈
  - 新たな巨大科学：気象変動、ゲノム・オミックス・病理学の統合、新物質の設計

日本が取り組むべき今後のAI基盤技術

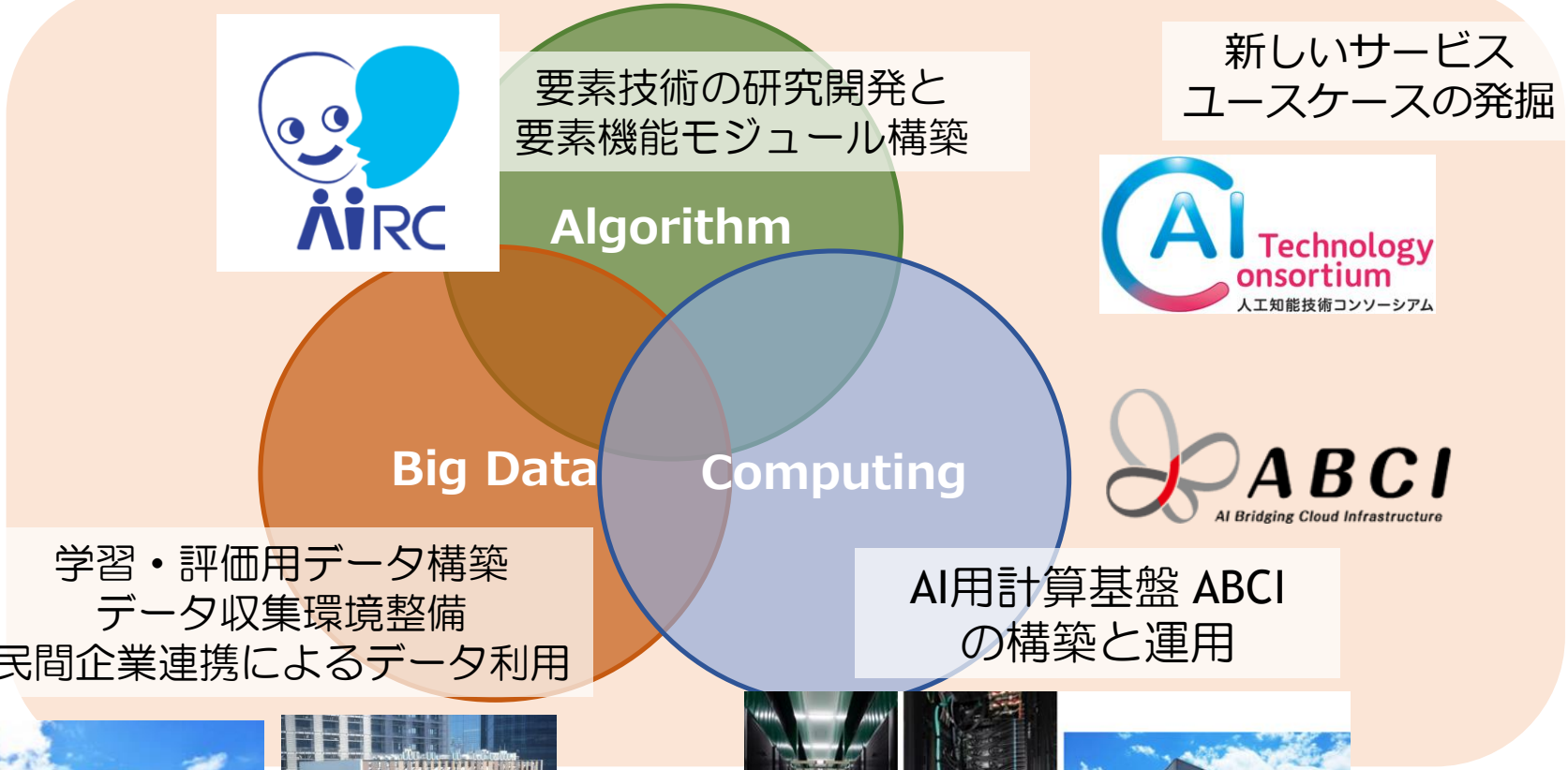
- AIRCは、2018年5月、今後、日本が取り組むべき世界最高水準のAI基盤技術としては、**「人間と協調できるAI」**（データ・知識融合等）、**「実世界で信頼できるAI」**（説明できるAI、AIの品質保証）、**「容易に構築できるAI」**（AI工学）を提案。
- 産総研AIRCは、機械学習分野だけでなく、幅広い分野の人工知能研究者を擁し、データ・知識融合に優位な立場。また、ソフトウェアの品質・工学・標準化などの技術も、産総研の得意分野であり、これらの技術確立に向けて積極的に取り組む。

AI基盤技術



AIRCにおける三位一体の取組み

- 人工知能の研究、社会実装のためには、単に、アルゴリズム（A）の研究だけではなく、ビッグデータ（B）を収集に係る研究、多量の計算基盤（C）の構築・活用が不可欠。
- 産総研AIRCでは、2018年8月に運用開始されたABCI、2019年春に本格開始されるAIグローバル拠点と密接に連携しながら、AIの研究開発・社会実装を推進する。



ネットワーク型のオープン・イノベーション

- 産総研AIRCは、特定企業との連携研究室の設置に加え、民間企業との共同研究、各種普及啓発活動等についても積極的に推進。
- 海外研究機関との連携を推進するとともに、海外卓越研究員の招聘を実施。

【理研・NICTとの連携】

- 理研-産総研合同シンポジウム等
- HPC利用に係るNICTとの連携　など

【関係研究機関との連携】

- 国立がん研究センター、農研機構、JAXA等との連携。
- 国交省研究所等との連携等。

【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50件（累計約170件）
  ※技術コンサル、技術移転含む。
- 人工知能技術コンソーシアム：約170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30の大学（東大、阪大、東工大等）、国立研究所（NII,統数研）、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】

- 欧米有力拠点（独DFKI、米CMU、UCSD、TTIC、英ATI等）との連携、海外卓越研究員の招聘（英マンチェスター大学）
- アジア拠点（シンガポール、台湾、タイ、インド等）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80名（約20か国）

【普及・人材育成活動】

- 人工知能セミナーの開催（1～2月に1回）、各種地方・民間向けセミナー等での講演
- 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）

ご清聴、ありがとうございました。

Thank you!

ご挨拶

金出武雄先生 (Chair)

CMU　ワイタカー冠全学教授

Scientific Advisory Board (SAB)

金出武雄（CMU）　**Chair**
岡島博司（豊田中央研究所）
喜連川優（NII、東大）
小谷元子（東北大）
古井貞熙（TTIC）
丸山宏（Preferred Networks）
美濃導彦（理化学研究所）