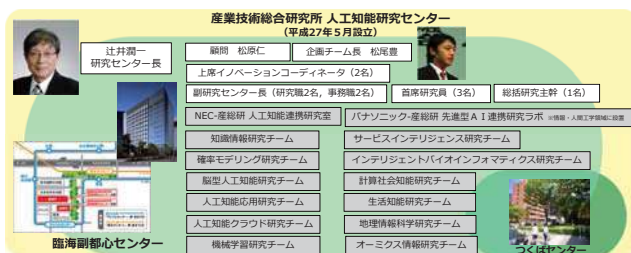


実世界に埋め込まれる人工知能 ～人工知能技術の発展と展望～

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
麻生 英樹
土研新技術ショーケース2017 in 東京
2017/9/05

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）
- 規模：405名（うち常勤研究員98名）（2017年6月現在）
- 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



今日おはなししたいこと

- 人工知能技術のこれまで
- 人工知能技術のこれから
- 土木分野への応用
- 日本政府の取組み

人工知能技術のこれまで

人工知能 Artificial Intelligence

- 人間のように賢いコンピュータやロボットを作りたい！
- 人間はどのように賢いのかを知りたい！
- 1950年代からずっと研究されてきた
- なかなか賢くならなかった (泣)
- 最近、だいぶ賢くなってきた
- 人間を超える性能を示す問題が増えた
- いろいろな実応用に使われ始めた

コンピュータ = 計算機

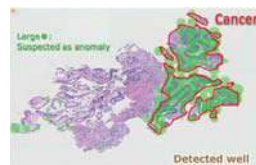
- 記憶と計算は得意
 - 記憶したデータを取り出す
 - 計算する
 - 計算結果を記憶する
 - 人間の情報処理はずっと幅広い
 - 定理を証明する
 - 文字を読む
 - 物や人を認識する
 - 車を運転する
 - 言葉を使う
- 記憶と計算で
どうやって
実現するか？
- 人間には簡単にできるのに
コンピューターにやらせるのは難しいことがたくさんある

「人工知能」と言えば？

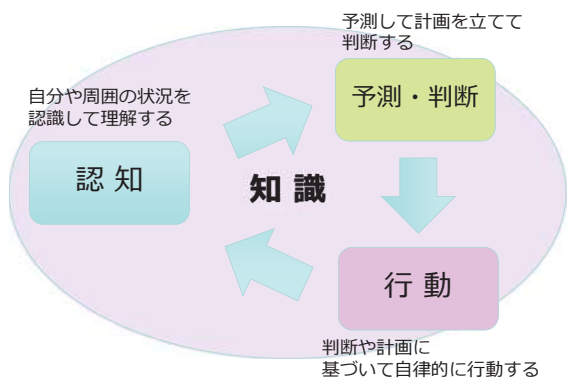
- ① チェス・将棋・囲碁プログラム
Deep Blue / Ponanza / AlphaGo
- ② 対話アシスタント・チャットボット
Apple Siri / Google Assistant
Microsoft Cortana, XiaoIce, りんな, Zo
- ③ 自動運転車
- ④ アトムのようなロボット
- ⑤ その他

いろいろな人工知能

- 検索、推薦、ナビゲーションシステム
- 質問応答システム
- 文字認識、音声認識、顔認識、指紋認証
- 異常検出
- 病気の診断支援
- 人や物の追跡・監視
- 機械翻訳、音声翻訳、翻訳電話



人工知能のコア技術



人工知能のコア技術

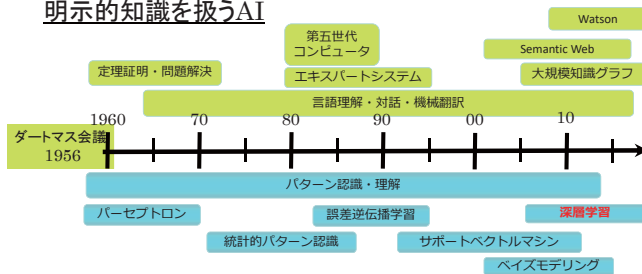
- **「知識」の利用**
知識：対象・世界のモデル
 - 認識する、推論・予測する
シミュレーションする、計画を立てる、
などが可能に
 - 見えているものから見えないものを推測する
 - 試行錯誤や探索を減らせる ⇒ 賢い行動
- 最大の課題：知識をどのようにして
コンピュータに教えるか？

2種類の知識

- 言葉で言える知識（明示的知識）
 - 事実関係、物理法則、数学の定理
大阪城は豊臣秀吉が建てた
産総研はつくばにある
- 言葉で言えない知識（暗黙的知識）
 - 認識、運動
人の顔の見分け方
自転車の乗り方

人工知能研究の二つの流れ

明示的知識を扱うAI



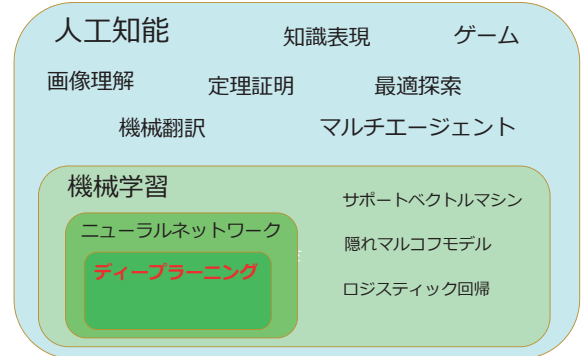
暗黙的知識を扱うAI

それぞれの夏と冬

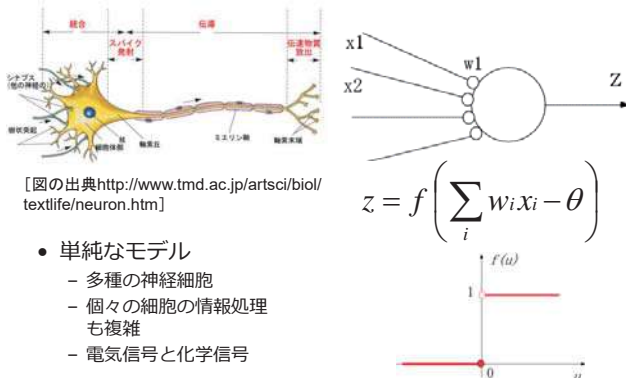
「機械学習」によるブレークスルー

- データを与えると、**コンピュータが自ら知識を学習する！**
- 明示的知識
 - 大量の Web テキストデータなどから学習
→ 大規模な知識グラフ
- 暗黙的知識
 - 大量の画像データなどから学習
→ ディープラーニングなど
 - 自分で試行錯誤しながら学習
→ 強化学習

ディープラーニング (深層学習)

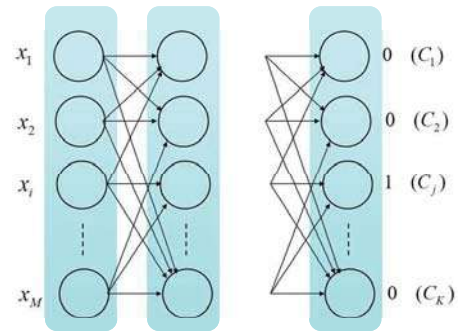


神経細胞の数理モデル (1943)



ディープラーニング

- たくさんの層を持つニューラルネットワークを使った機械学習

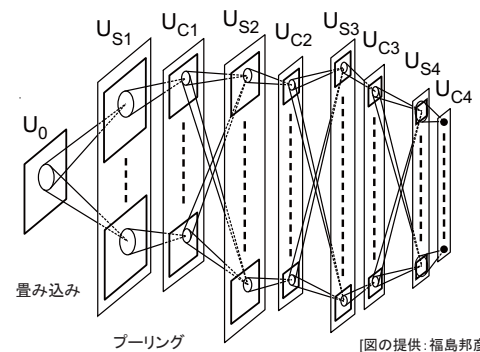


得意なことの例：画像の認識



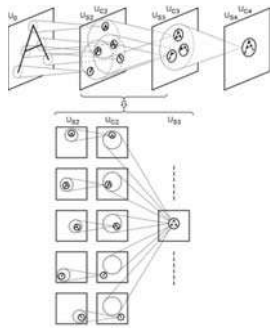
図の出典: ImageNet データセット

ネオコグニトロン [福島 1980]



データの特徴を捉える

- 入力に近い層では狭い範囲の特徴を抽出
- 出力に近い層では、より広い範囲の抽象的な特徴が抽出される
- 部分-全体関係の利用



[図の提供: 福島邦彦氏]

ディープラーニングのブレイクスルー

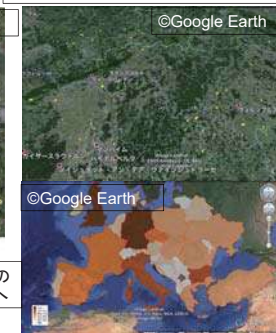
- 音声の認識 (2011~)
 - Google 音声認識、MS 音声認識、Yahoo 音声認識・・・
- 画像の認識 (2012~)
 - 一般物体認識、顔認識、医用画像認識、画像検索
- ゲーム (2014~)
 - コンピュータゲーム、AlphaGo
- 翻訳 (2016~)
 - Google ニューラル翻訳
- 動画の認識 (2017~)
 - Google Video Intelligence API
- 画像、動画、文章の生成、・・・

衛星画像からの地上物体検出

日本のメガソーラを学習し、霞ヶ浦・利根川周辺のメガソーラを検出



同じ学習結果を地球全体に適用可能 (南ドイツでの探索結果)



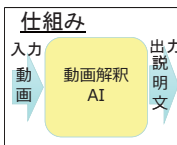
各国のメガソーラの状態モニタリングへ

[図の提供: 中村良介研究チームリーダー (産総研人工知能研究センター)]

ビデオの説明文の生成



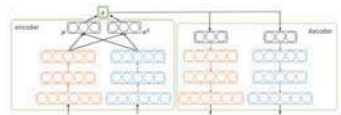
[ビデオ出典: YouTube]



回答="A monkey is doing a karate with a man."
「猿が男の人と空手をしている」

[資料提供: 宮尾祐介招聘研究員 (産総研人工知能研究センター/国立情報学研究所)]

ディープラーニングによる画像の変換



たくさんの人の顔と属性 (性別、年齢、ひげの有無、等) のデータを学習



画像の様々な属性 (性別、年齢、ひげの有無、等) を変化させる



表情 = 笑っている



性別 = 男性



年齢 = 若い



口ひげ = あり

まとめ

- インターネット上の大量のデータから知識の学習が可能になり、人工知能の性能が向上
- 特に、ディープラーニングが、これまでの方法より大幅な性能アップを実現
- 自分で試行錯誤するなど、データを作って学習することも始まっている

人工知能技術のこれから ～実世界に埋め込まれる人工知能～

人工知能技術のこれから

- **実世界に埋め込まれる人工知能**
 - インターネット・人工世界から実世界へ
 - 人工知能 × IoT・ロボット
- 少ないデータで学習するために
- 人間と相互理解するために
 - 明示的な知識と暗黙的な知識の融合
- より人間に近づくために
 - 創造性 絵画、小説、音楽（作詞、作曲）
 - 感情、意識、・・・

IoT：モノのインターネット

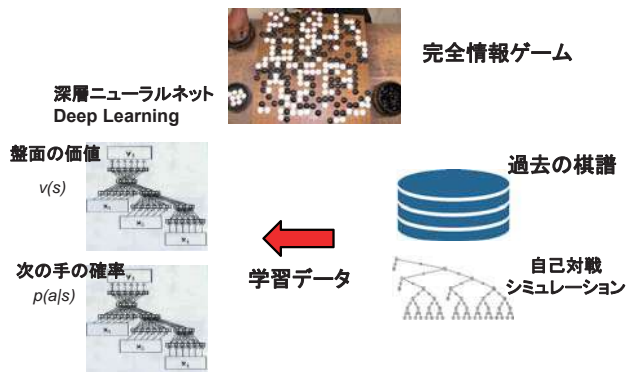
- **Internet of Things (IoT)**
モノのインターネット
- **インターネット**
= コンピュータのネットワーク
- **あらゆるモノがネットワークにつながる**
 - そのものに関する現象の**データが使える**
 - 社会全体を通じた改善、効率化が可能になる

道路、車、信号、駐車場、…がつながる

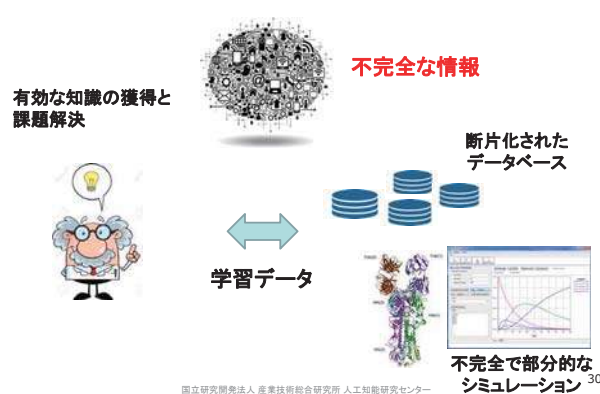


図の出典: ITS Japan <http://www.its-jp.org/>

実世界に埋め込まれる人工知能



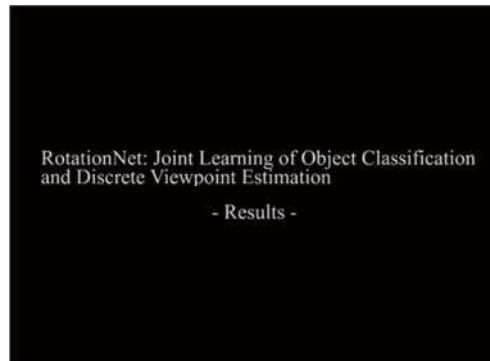
実世界に埋め込まれる人工知能



実世界に埋め込まれる人工知能

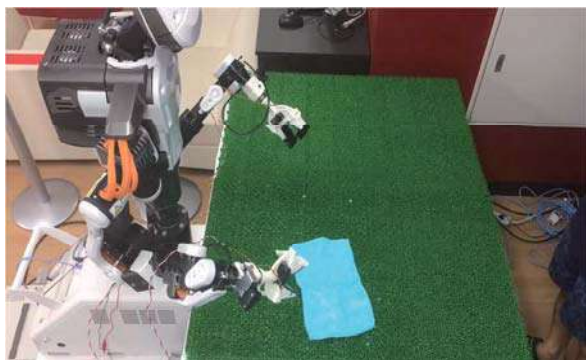
- 実世界のデータ・課題への適用
 - センサーデータ：移動、監視、・・・
 - ロボットの制御
 - ヘルスケア、医療、介護等のデータ
- ロボット作業
 - 3次元物体・環境の認識
 - 行動計画、運動生成

3次元の物の名前と向きへの認識



[ビデオ提供：金崎朝子研究員（産総研人工知能研究センター）]

柔らかい布の操作の模倣学習



[ビデオ提供：尾形哲也招聘研究員（産総研人工知能研究センター／早稲田大学）]

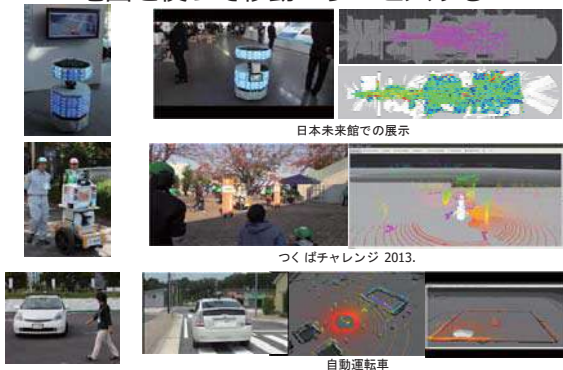
汎用なピックアップ動作の学習



最大14台のロボットマニピュレータを2か月間動かして800,000試行のデータを収集。

図の出典：Sergey Levine, Peter Pastor, Alex Krizhevsky, Deirdre Quillen: Learning Hand-Eye Coordination for Robotic Grasping with Deep Learning and Large-Scale Data Collection, 2016

3次元の地図を作り 地図を使って移動・サービスする



日本未来館での展示

つくばチャレンジ 2013.

自動運転車

広がる AI

- 多様なデータに基づく判断支援・改善
 - 社会の効率化
 - 使われていない人、モノ、時間を活用
 - 例：おすすめ（レコメンド）ナビゲーション
 - シェアリング（オンデマンド）・エコノミーの促進
 - 経験と勘の客観化
 - データに基づく判断・最適化
 - 熟練者並みのパフォーマンスを誰でも
 - 例：ナビゲーション、カスタマサービス応答支援
 - 医療診断支援
 - イノベーションの支援

AI が仕事を奪う？

- マイケル・A・オズボーン、カール・ベネディクト・フライ：『雇用の未来—コンピューター化によって仕事は失われるのか』，2014
 - 702の職種について、それがコンピューターに取って代わられる確率を試算

レジ係
電話オペレータ
スポーツの審判
銀行の融資担当者
...

将棋の世界で起こっていること

- 将棋上達法の変化
 - 棋譜データベース世代 羽生善治三冠
 - ネット将棋世代 里美香奈女流四冠
 - 将棋ソフト (AI) 世代 藤井聡太四段
- AI を使った将棋の研究
 - 将棋の戦法のイノベーション
 - AI による人間の先入観の打破
 - AI による人間の能力の増強

AI が仕事を奪う？

- 今まででも無くなった仕事は多い
- 技術の進歩で、人がやらなくても良い仕事が増えるのは自然なこと
- 新たに生まれてくる仕事もある
- そもそも、今の日本は人手不足
- これまでより急激に変化する？
- 人でなくてはできない仕事は？
 - 人とのコミュニケーション
 - 創造性？
 - AI の仕組みを知り、使いこなすこと
- 社会の富の分配の方法を変える必要がある？

シンギュラリティ（技術的特異点）？

- 人工知能が人間を超える？
 - 「原理的には」ありえる（学習法の学習など）
 - 既に、限られた課題（囲碁など）では超えている
- 全体的に超えるのはまだまだ先（だと思ふ）
 - 身体を持つことが必要？
 - 感情や意識は？
 - 消費電力（エネルギー）の壁
 - 全体的に超えなくても十分役に立つ
- AI 研究者の倫理、AI に倫理感を持たせる、なども議論は始まっている

土木分野への応用

土木関連分野への応用

- 土建機器の運用効率化・維持管理
- インフラ点検・維持管理
- 現場の危険管理・資材管理・工程管理
- 安心・安全な街づくり
- 機械学習による異常検知技術の応用
 - 舗装面の下の損傷検出
 - コンクリート壁面の打検
 - 風力発電用風車の異常検知

社会インフラ点検における打音検査

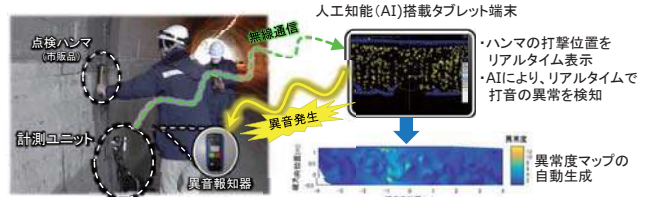
- トンネルや長さ2m以上の道路橋などを5年に1回の頻度で点検することの義務化（国土交通省、2014年）
 - トンネルは約1万箇所、約4,444km^[注]
 - 長さ2m以上の橋梁は約73万橋（72%が市町村道、15%が都道府県道）^[注]
- 近接目視検査が基本（⇔ 遠望目視検査）^[注]
 - 目視検査：表面上のひび割れや疑わしい箇所の発見
 - 内部損傷（浮き、空洞、ひび割れなど）を高精度かつ簡便に検知



[スライド作成：産総研人工知能研究センター人工知能応用研究チーム] 43
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打検システムの概要

- 点検ハンマーによる打音の違いを機械学習し、構造物の異常箇所をリアルタイムで提示
- 異常検知箇所を自動で図面化して工数削減、点検結果の見える化が可能
- 市販の点検ハンマをそのまま使えるので、既存点検フローとの親和性が高い



[スライド作成：産総研人工知能研究センター人工知能応用研究チーム] 44
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

打音検査の課題と方策

【課題】

- 低い作業効率（近接目視点検の課題）
- 熟練点検員の不足と減少
 - 高齢化により今後急速に減少傾向
- 経験や個人差に起因する「判断のバラツキ」や「客観性の不足」



【方策】

損傷箇所を自動検出できる打音検査装置
 ⇒ 機械学習を用いた独自の音響解析手法
 ⇒ 正確性、安定性、客観性

[スライド作成：産総研人工知能研究センター人工知能応用研究チーム] 45
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打検システムの構成

計測ユニット



[スライド作成：産総研人工知能研究センター人工知能応用研究チーム] 46
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

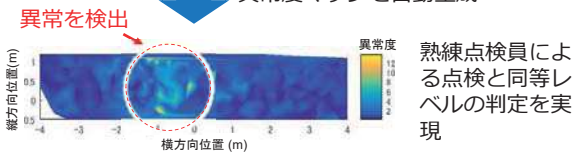
AI打検システムによる検出結果事例

検査対象（トンネル壁面）写真



騒音の大きいトンネル内でも異常箇所を検出可能

異常度マップを自動生成



熟練点検員による点検と同等レベルの判定を実現

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（管理法人：NEDO）にて実施中。 [スライド作成：産総研人工知能研究センター人工知能応用研究チーム] 47
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

風力発電用風車の故障予兆検知

各種センサの設置 (IoT) 各環境での正常状態を機械学習し、そこからの逸脱を異常として検出

振動データ、音響データ、発電量データ → 異常状態モデル → 正常なデータが共通しても性質、正常から離れたデータを「異常」と判定

パラメータが多い場合は、閾値処理よりAIの方が得意 → 振動、音響、発電量などのパラメータの微妙な変化を総合的に判断、異常と判定

【背景】 今後洋上風力の増加が見込まれ、遠隔状態監視が必須

【センターの取組】 国内41基の風車にモニタリング装置を設置し大規模実証実験中

【期待される効果】 メンテナンスの「事後対応」から「予防保全」「予測対応」へのパラダイムシフト

実機での検証実験事例：現場感覚よりも早期に異常を発見

[スライド作成：産総研人工知能研究センター緒方淳主任研究員] 48
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

日本政府の取組み

- 第4次産業革命
 - 新産業構造ビジョン（経済産業省 METI）
 - AI や IoT を活用して、産業構造を大きく転換させる
 - 第1次：動力獲得（蒸気機関）
 - 第2次：動力革新（電力、モーター）
 - 第3次：IT化・自動化（コンピュータ）
 - 第4次：自律的最適化・学習（AI, IoT）

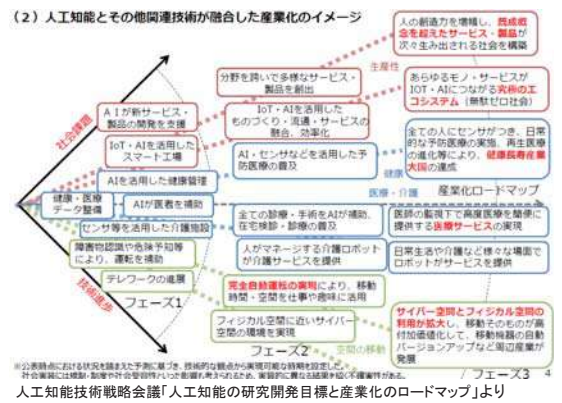
日本政府の取組み

- Society 5.0
 - 第5次科学技術基本計画（内閣府総合科学技術・イノベーション会議）
 - 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
 - 狩猟社会 - 農耕社会 - 工業社会 - 情報社会 - 超スマート社会（Society5.0）
- Connected Industry（経済産業省）

日本政府の取組み

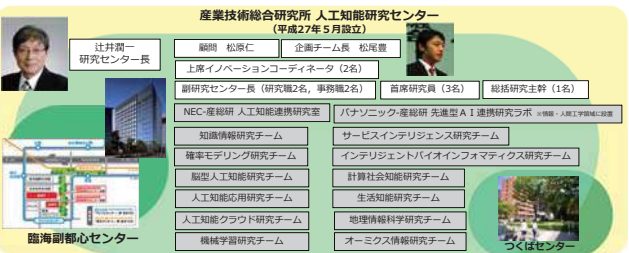
- 人工知能技術戦略会議（内閣府）
 - 技術連携会議
 - 産業連携会議
- 研究拠点
 - 人工知能研究センター（経産省 産総研）
 - 統合革新知能研究センター（文科省 理研）
 - 知能科学融合研究開発促進センター・脳情報通信融合研究センター（総務省 NICT）
- 省庁連携の取組み

産業化ロードマップ



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）
- 規模：405名（うち常勤研究員98名）（2017年6月現在）
- 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※社会実装を進める企画チームを設置



研究開発のコンセプト

実世界に埋め込まれるAI



人間と協働して社会課題を解決するAI
人間と相互理解できるAI



人を活かす AI

- 社会全体の資源のいっそうの活用
 - 個人の能力のエンパワメント
 - 需要と供給のマッチング（情報・機会の提供）
 - リスクの予測、事故予防、異常検知
 - 教育、人材育成、知識継承
- 人がやらなくて良いことを代替する
- 人との調整を支援する
- 新しい価値の創造を支援する
- 人間と相互理解し、
人・モノ・国土を見守り、支援し、活かす



人工知能のある社会像

- AI for your life
~暮らしに広がる人工知能~
- AI: Dynamic value creation

YouTube 産総研公式チャンネル
でご視聴ください



まとめ

- 人工知能の歴史と現在
 - 大規模なデータからの知識の学習が可能になり、人工知能の性能が向上
 - 特に、ディープラーニングが、これまでの方法より大幅な性能アップを実現
 - 自分で試行錯誤したり、データを作って学習することも始まっている
- 人工知能と社会の未来
 - インターネット・人工世界から実世界へ
 - AI × IoT、ロボット
 - 脅威ではなく道具 人を活かす AI
 - 社会課題の解決や新しい価値の創造を支援