

ビッグデータ×人工知能技術の挑戦

2017年8月31日

JST研究開発戦略センター(CRDS)

システム・情報科学技術ユニット

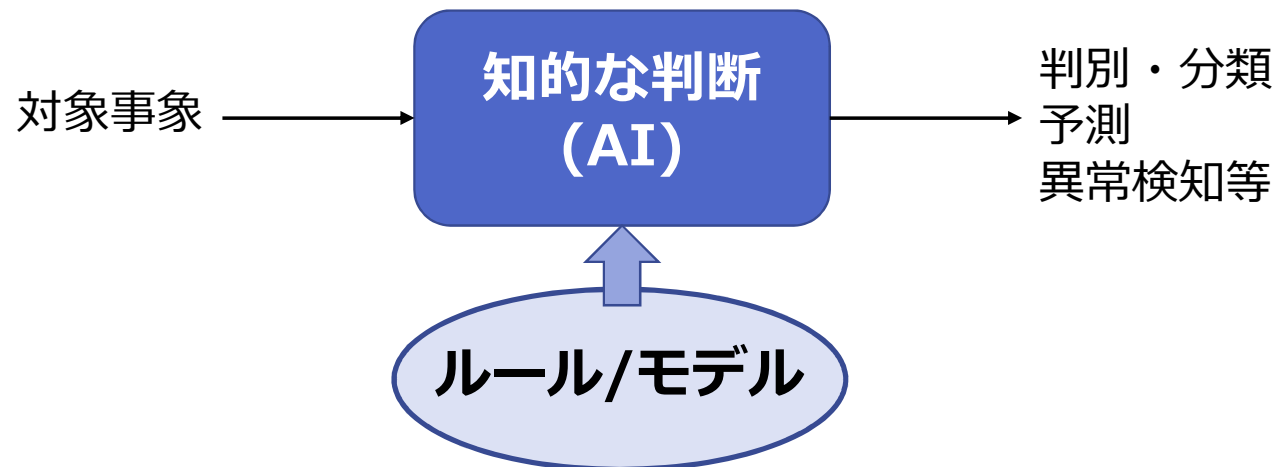
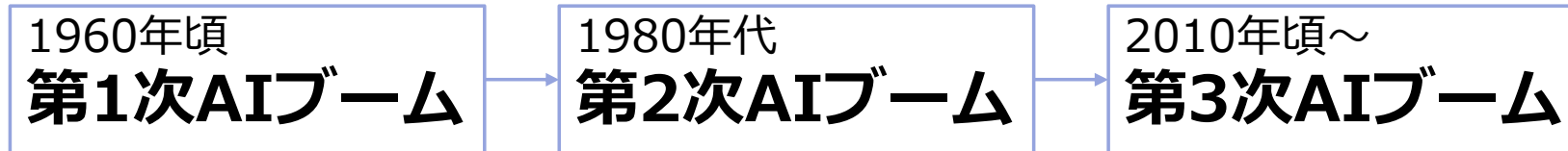
福島 俊一



国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

第3次AIブーム

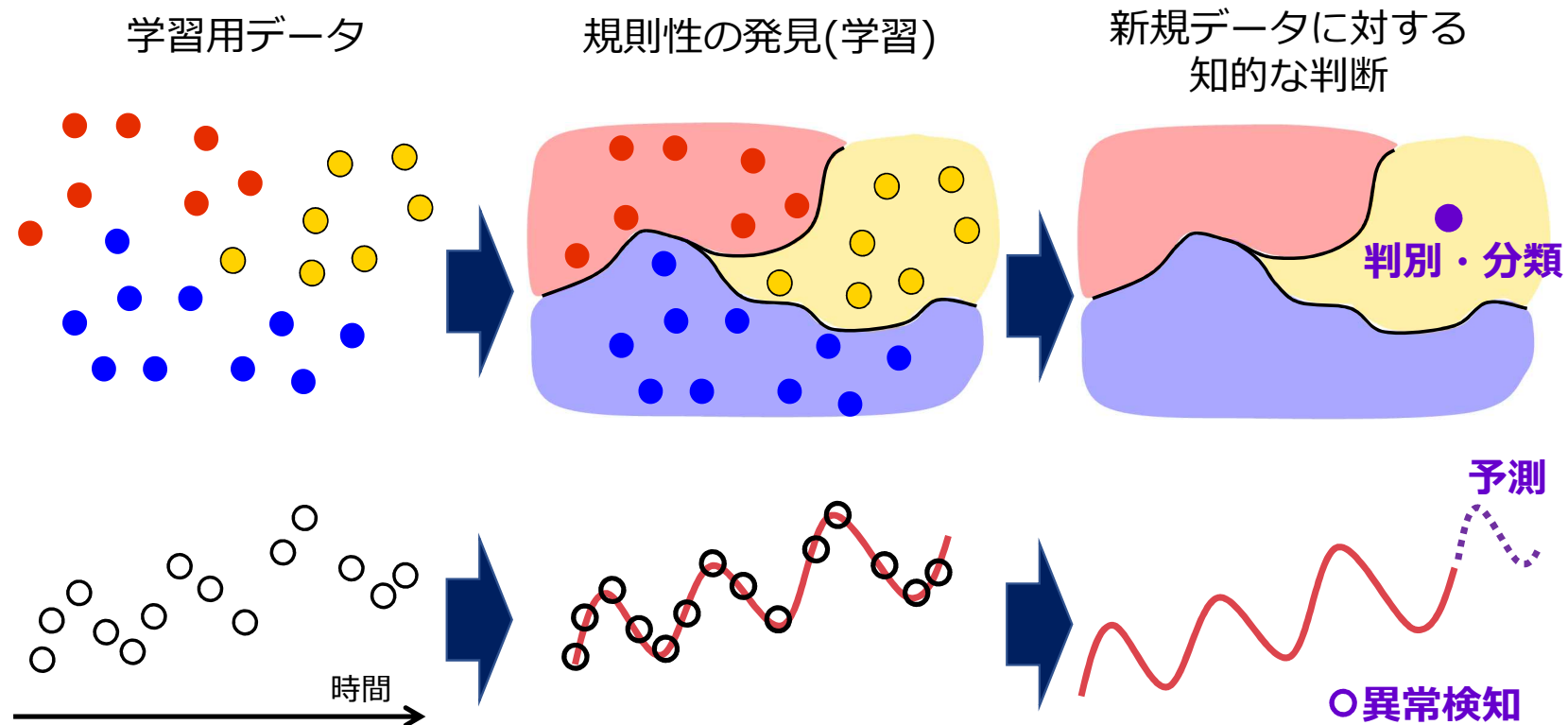
機械学習技術の進化×ビッグデータが牽引



第2次ブームのときは人手で記述
第3次ブームのいまは機械学習で作成

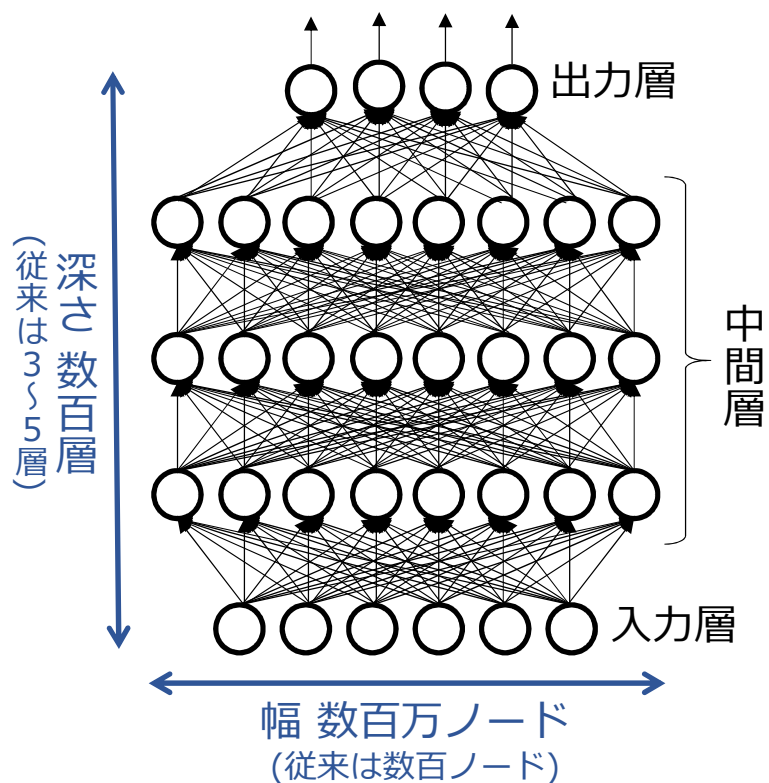
機械学習技術

データの背後に潜む規則性や特異性を発見することにより，人間と同程度あるいはそれ以上の学習能力をコンピュータで実現しようとする技術

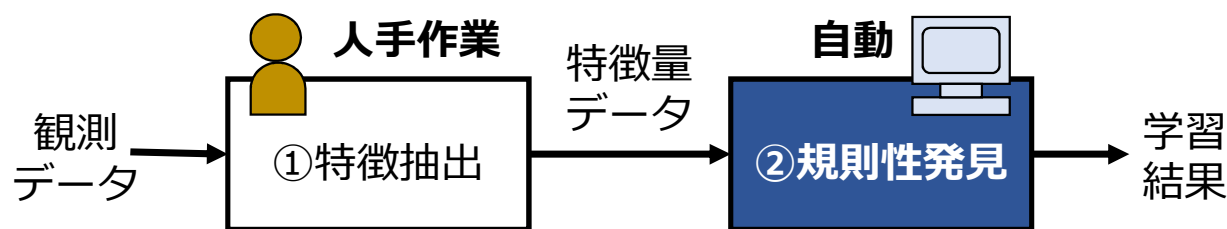


深層学習 (Deep Learning)

多層ニューラルネットワーク (Deep Neural Network) を用いた機械学習技術
第3次AIブームの中心



(A) 従来は①を人手で決めることが多かった



(B) 深層学習の場合は①②を通して自動化



深層学習のインパクト

一般物体認識のベンチマークILSVRCで2012年に衝撃的な性能改善を達成

一般物体認識

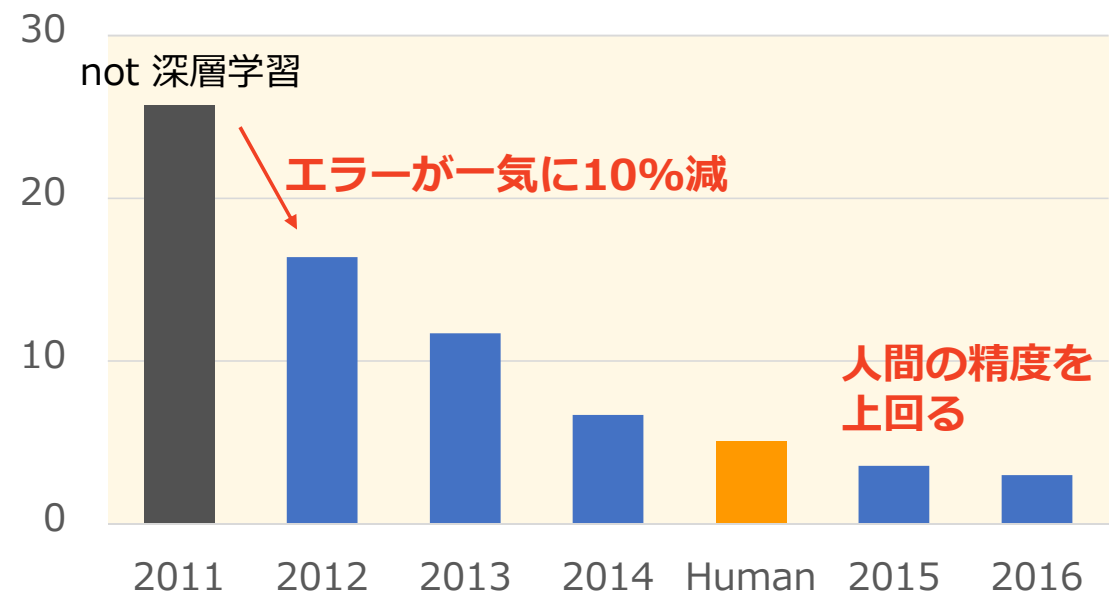
画像に写っているものを当てるタスク

大規模画像データセットImageNet

2万クラス以上, ラベル付き画像1400万枚



ILSVRCトップチームのエラー率の推移



【出典】 ILSVRC <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/>

深層学習の応用の広がり

実世界ビッグデータの活用

- 介護施設や病院等での見守り・介護ロボット
- 医療（X線、CT、皮膚、心電図、手術ロボット）
- 警備、防犯技術
- 顔による認証・ログイン
- 広告技術、表情読み取り技術（サービス業全般に重要）
- 国家の安全保障、入国管理、警察業務、輸出入管理業務における活用
- 防災系（河川、火山、土砂崩れを見張る）
- 重機系（掘削、揚重）、建設現場系（セメント固め、溶接、運搬、取り付け）
- 農業系（収穫、選果、防除、摘花・摘果）
- 自動操縦系（ドローン、小型運搬車、農機、建機）
- 自動運転系、物流・産業用ロボット系（特に組み立て加工等）
- 調理系（牛丼、炊飯、ファミリーレストラン、外食全般）
- ペットロボット系・片付けロボット（家庭、オフィス、商業施設）
- 新薬発見や新素材の開発（遺伝子の認識・分析、実験ロボット）
- 廃炉系（深海や鉱山、宇宙も含めた極限環境）

【出典】松尾豊「人工知能の現状と競争政策」<http://www.jftc.go.jp/cprc/conference/index.files/170331data02.pdf>

深層学習の技術課題

- ① ブラックボックス問題
- ② 機械学習から意思決定までのギャップ
- ③ 大量データと計算パワーが必要
- ④ 分析プロセス設計の難しさ

①ブラックボックス問題

深層学習を含むニューラルネット系の機械学習技術はブラックボックス型

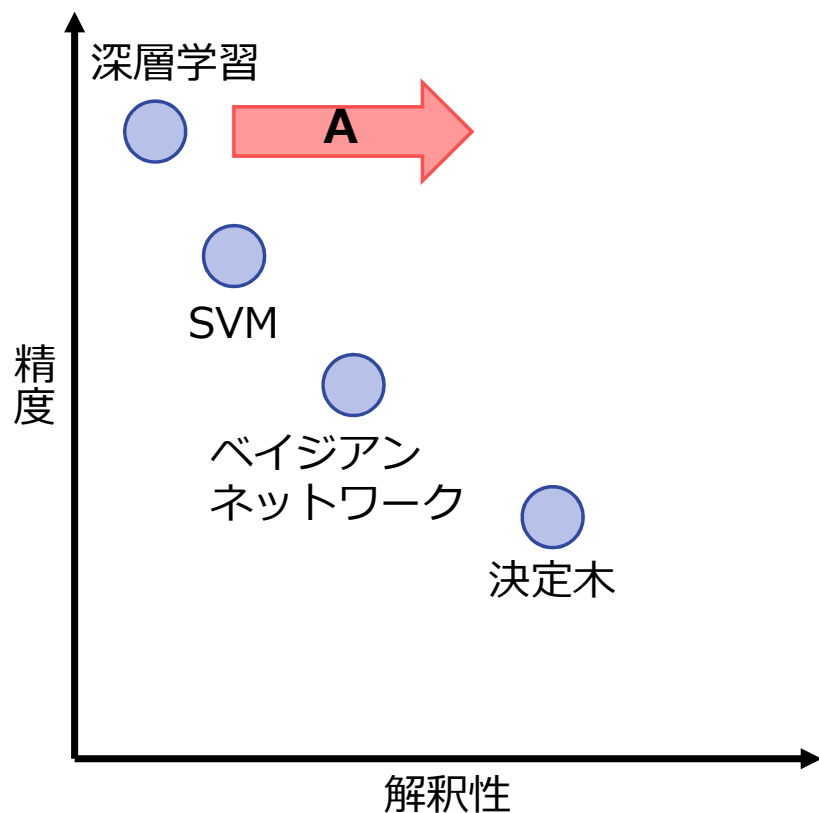
- 学習結果のモデル/ルールは人間が直接理解できる形では示されない
- 判別・分類, 予測, 異常検知について理由を説明できない

ブラックボックス型の懸念

- ビジネス応用における意思決定
- 医療等の人命・健康に関わるシーン
- 公的機関における人種・性別等による不平等がないことの担保

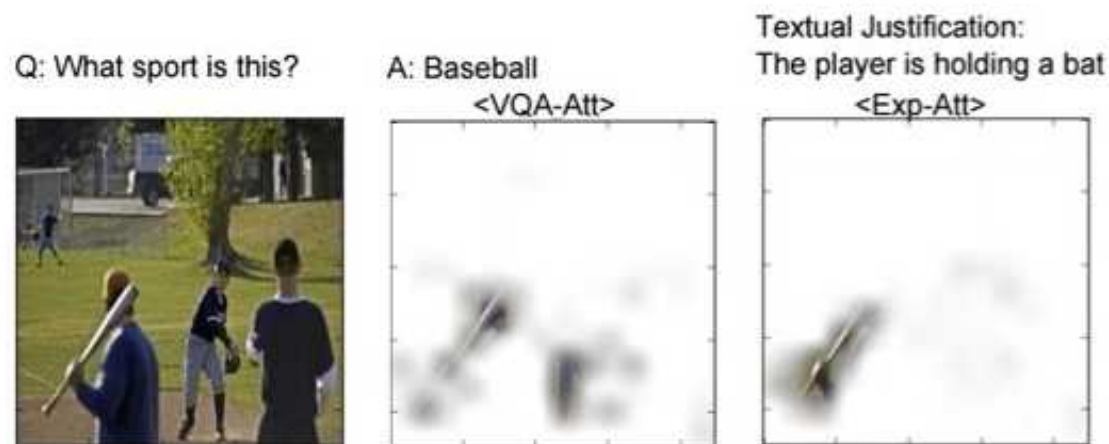
透明性や説明責任がAI開発ガイドラインで議論されている
米国DARPAでは説明可能AI(XAI)への投資を発表

A)ブラックボックス型に解釈性を与える



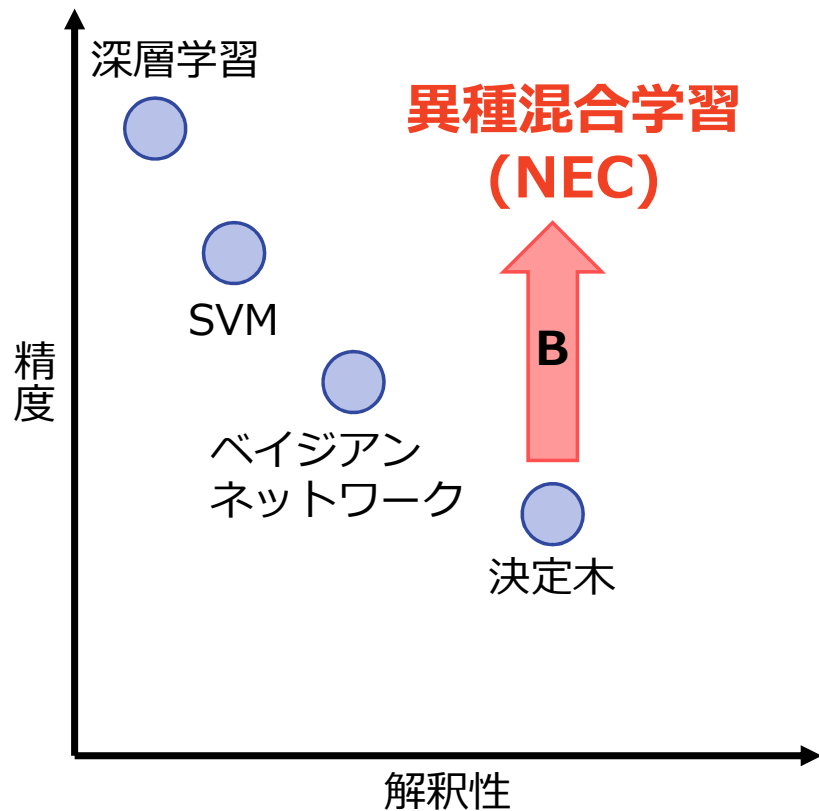
深層学習の理由説明の試み

カリフォルニア大学バークレー校とマックスプランク情報科学研究所による研究
【出典】 <https://arxiv.org/pdf/1612.04757v1.pdf>



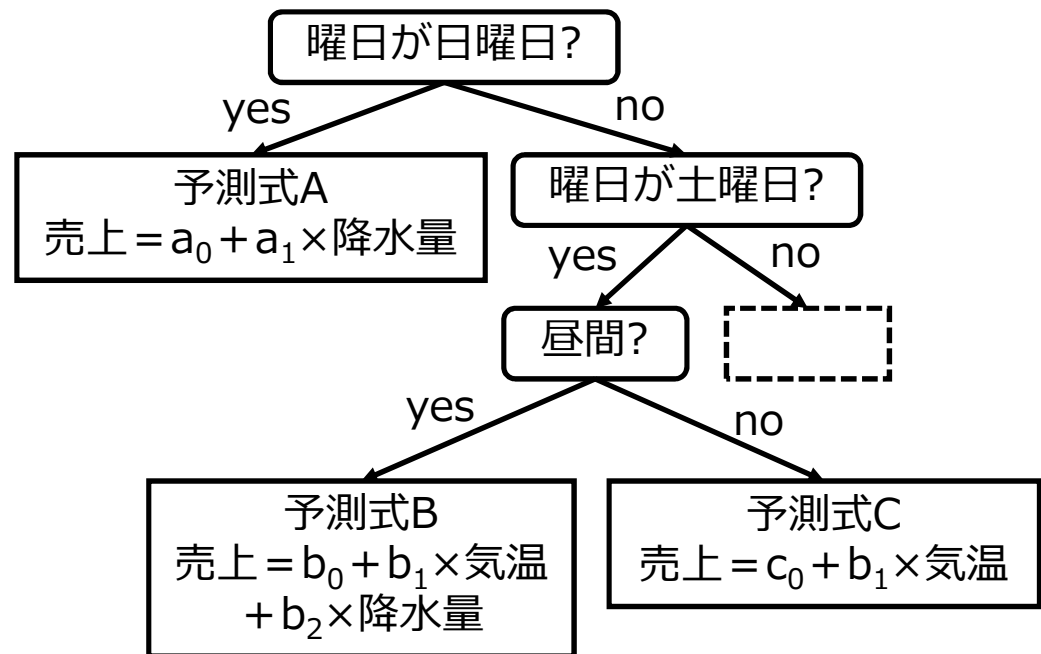
(左)質問「これは何のスポーツですか？」
(中)回答「野球」
(右)理由「選手がバットを握っている」

B) ホワイトボックス型の高精度化



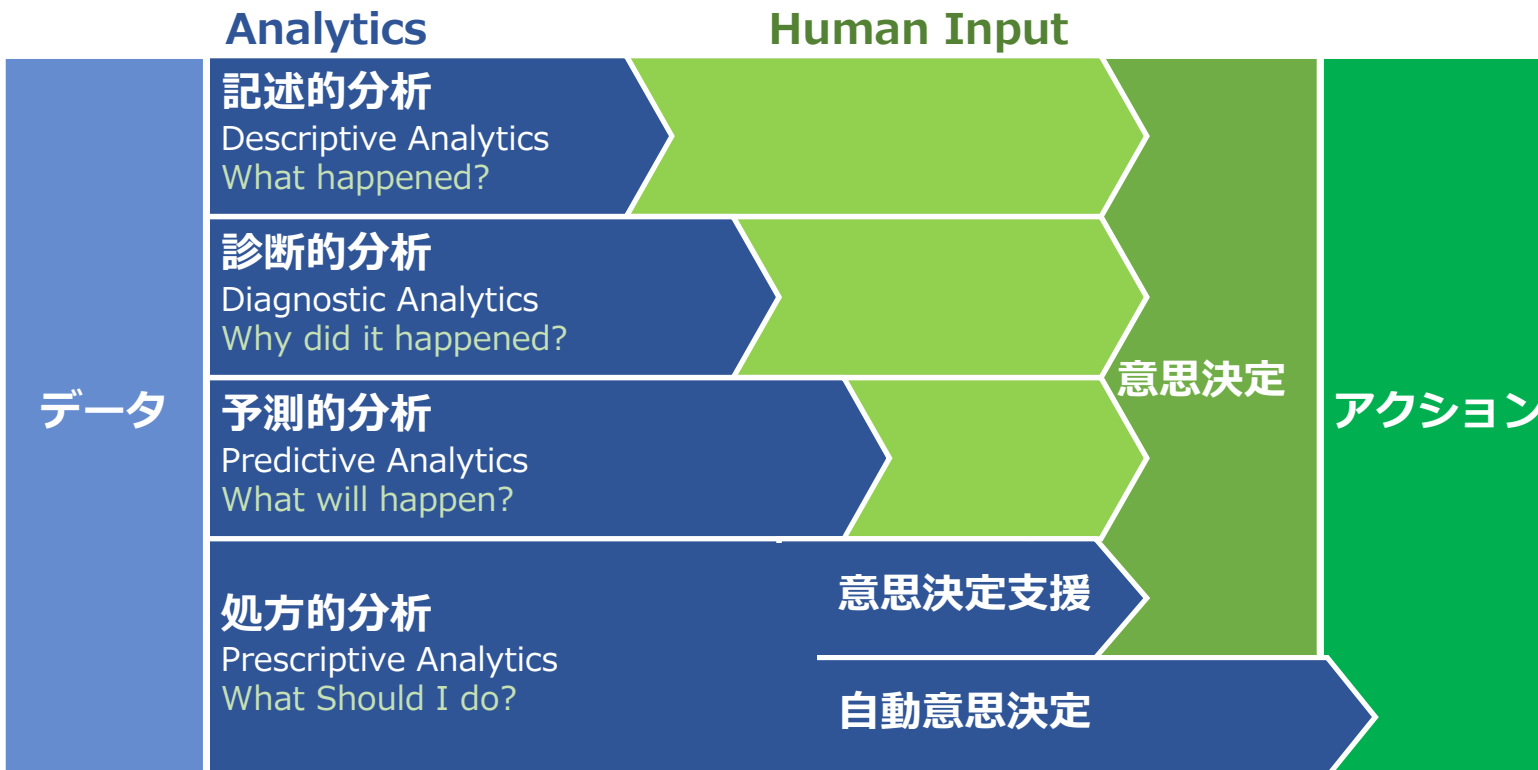
異種混合学習による売上予測モデルの例

場合分けして、場合毎の予測式は理解可能な表現形式をとることで、高い精度と解釈性を両立



②機械学習から意思決定までのギャップ

機械学習・深層学習による判別・分類，予測，異常検知は，それだけでは必ずしもリアルな問題を解決するまでに至らないことも多い



機械学習から意思決定まで通した解法の実現

- ① 深層強化学習
- ② 機械学習に基づく予測型意思決定最適化
- ③ 言語・知識処理と機械学習の融合

【出典】 Gartner

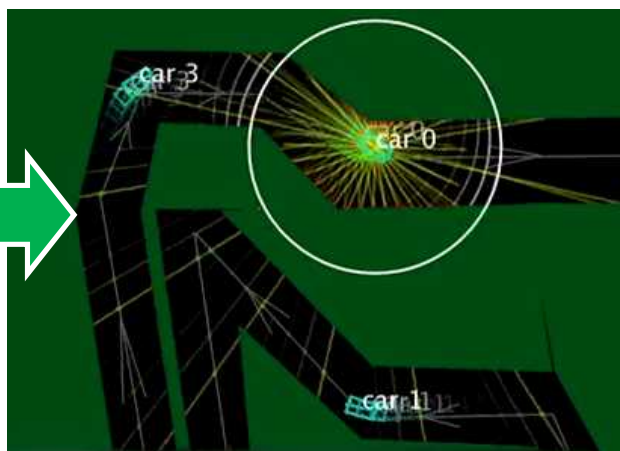
深層強化学習 強化学習+深層学習

強化学習

- アクション実行と報酬の受け取りを重ねながら学習
- より多くの報酬が得られるようにアクションを決定



速い速度で進む → 報酬を与える
壁や車にぶつかる → 罰を与える



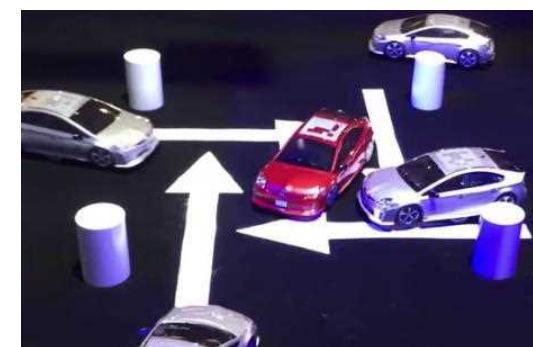
アウト・イン・アウトという
コーナーの走りを自然に学習

【出典】 <https://youtu.be/JGaHwOubY4Q>
<https://youtu.be/7A9UwxvgcV0>

Preferred Networksでの 取り組み事例



- 産業用ロボット
- 車の自動運転



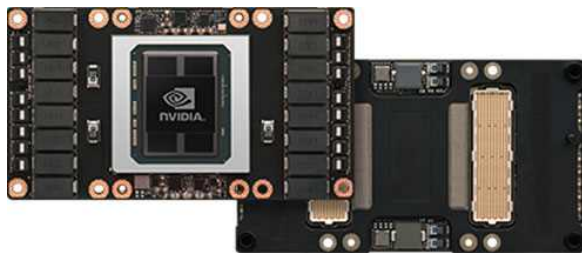
③大量データと計算パワーが必要

- 過学習を抑えるためには大量の学習データが必要
- ニューラルネット構造の大規模化・複雑化により学習時間は増加の一途

プロセッサ/ハードウェアによる高速化

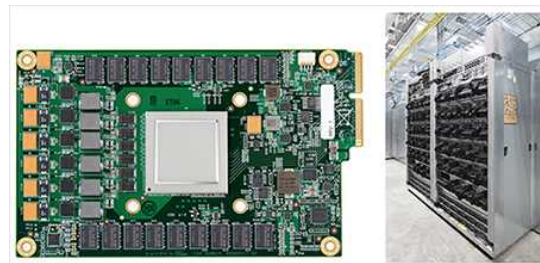
深層学習に適したプロセッサ
単精度・半精度での計算等も

NVIDIAのGPU



【出典】 <http://www.nvidia.co.jp/>

GoogleのTPU



【出典】 <https://cloud.google.com/>

アルゴリズムの改良による高効率化

ニューラルネット構造の改良

階層を深くしても効率よく学習(ResNet)

学習用データの工夫

少ないデータ, 偏ったデータでも高精度に
(転移学習, ドメイン適用, 能動学習,
シミュレーション融合等)

④分析プロセス設計の難しさ

深層学習は使いこなしが難しい

- なぜ高い精度が得られるか、その理論的解明ができていない
- 構造設計や学習のさせ方はノウハウや経験則の積み上げ

ニューラルネット構造設計(三菱電機)

AiS(add-if-silent)方式を用いた中間層の自動生成技術

機械学習(一般)の適用は試行錯誤の繰り返し

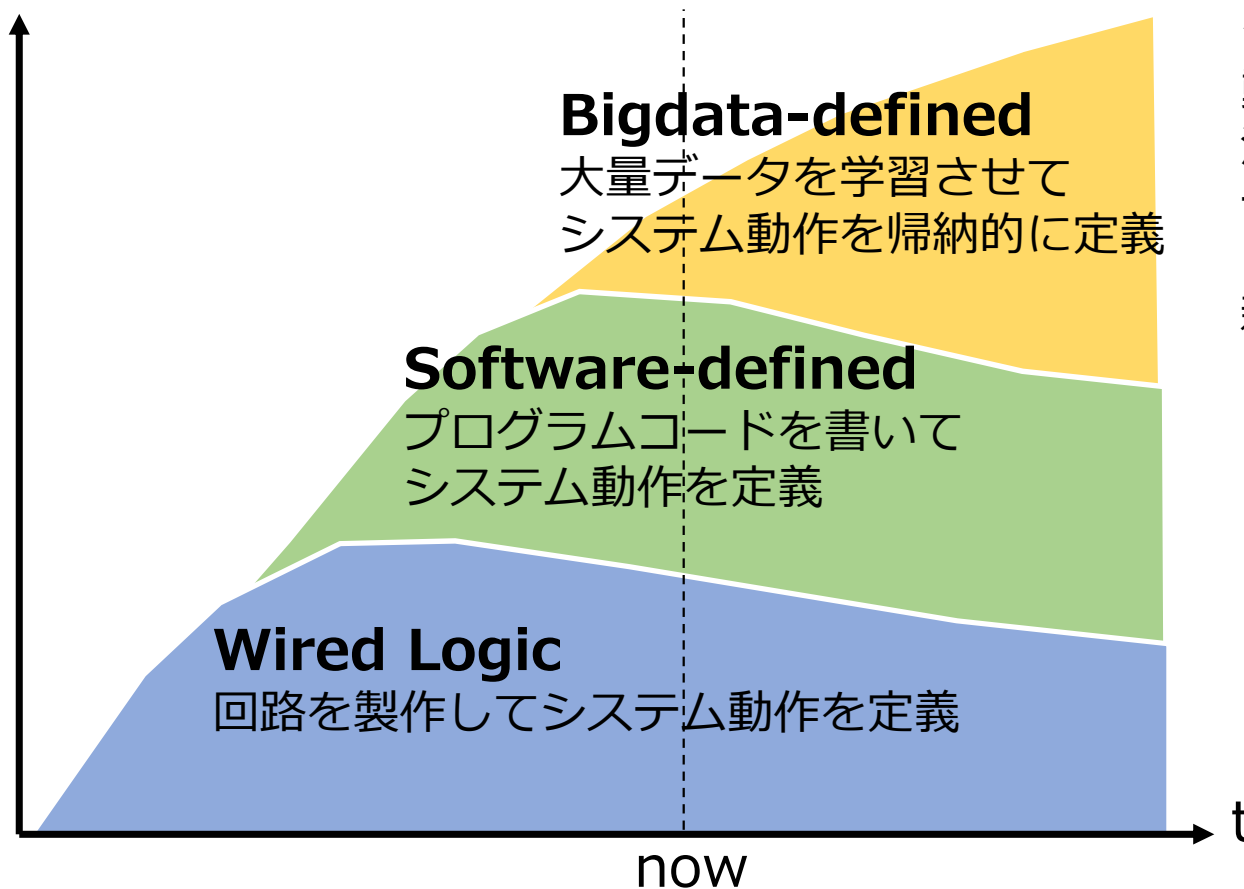
- 手法やモデルの選択, 特徴量やパラメータの決定, 学習のさせ方について, 分析者が仮説を立てて試す
- 数ヶ月を要する試行錯誤, 専門的スキルも要する

予測分析自動化技術(NEC)



【出典】 http://jpn.nec.com/press/201612/20161215_06.html

システム開発のパラダイムシフト



システムの要件定義、
動作保証・品質保証の考え方、
混在時の境界最適化、
データ収集・投入効率を含む「学習工場」
としてのオペレーション最適化等
新しい方法論の確立・整備が必要

まとめ：技術的チャレンジの方向性

ブラックボックス
問題

1

学習結果の
解釈性の確保

深層学習結果解釈，異種混合学習

機械学習から
意思決定までのギャップ

2

機械学習から意思決定
まで通した解法の実現

深層強化学習，予測型意思決定最適化，他

大量データと
計算パワーが必要

3

深層学習の
高速化・高効率化

深層学習向けチップ，学習データ利用効率化

分析プロセス設計の
難しさ

4

機械学習システム開発
方法論の確立

プロセス設計自動化，帰納的システム開発

<http://www.jst.go.jp/crds/report/report02/CRDS-FY2016-FR-04.html>

【研究開発の俯瞰報告書】 システム・情報科学技術分野（2017年）

3.3 ビッグデータ 3.3.2 機械学習技術

業界動向

機械学習技術の応用の広がり

画像認識、音声認識、医療診断、文書分類、スパムメール検出、広告配信、商品推薦、囲碁・将棋等のゲームソフト、商品・電力等の需要予測、与信、不正行為の検知、設備・部品の劣化診断、ロボット制御、車の自動運転、等々

- 大規模データ&計算パワーを有する巨大IT企業が先導(Google、Facebook等)
- AI・深層学習の研究所設立、中核人材の争奪戦(GoogleによるDeepMind買収、FacebookのAI研究所、Baiduの深層学習研究所、Toyota Research Institute等)
- 機械学習のOSS普及(Torch、TensorFlow、Chainer等の深層学習フレームワーク)、これを活用したスタートアップによる応用・ビジネスの拡大
- 非営利団体OpenAI: 連携・オープン化、巨大IT企業支配への対抗も睨む
- 北米はすべての面で大きな強み、中国が上向き、欧州はGoogle DeepMindに大きな存在感、日本は各社組織強化・政策強化するも北米の投資規模とは隔たり大

技術動向

1950年代 パーセプトロン
1980年代 バックプロパゲーション
1990年代 カーネル学習器(SVM)
1970年代後半 ネオコグニトロン
2006年 深層学習 Deep Learning (多層ニューラルネットワーク)

機械学習技術の次のチャレンジ

- ① 複雑化・深層化する構造に対する高効率・高速化
 - 複雑化・深層化を効率よく扱うアルゴリズム
 - 深層学習・機械学習向きのプロセッサ、脳型計算機構
- ② 分析プロセス設計の自動化
 - 構造設計やパラメーター設定の自動化
 - そのための理論、道具立ての整備
- ③ 学習結果の解釈性の確保
 - 深層学習等のブラックボックス型機械学習の振る舞い分析、理論的解明
 - 高精度なホワイトボックス型機械学習(例:異種混合学習)
- ④ 機械学習から意思決定まで通した解法の実現
 - 大量事例に基づく深層強化学習(例:AlphaGo、PFN運転制御)
 - 機械学習-ORパイプライン(例:異種混合学習による大量予測器生成に基づく予測型意思決定最適化)
 - 自然言語処理・知識ベースと機械学習の融合(例:Watson)

深層学習のインパクト

- 従来は人手で設計されていた特徴抽出まで自動化し、精度向上
- 2010年代 画像認識・音声認識のコンテストで従来法を大幅に上回る圧倒的性能を達成
- 様々な分野で深層学習による従来法の置き換えが進行

深層学習の課題

- 大規模データ&計算パワーを必要とする
- ノウハウやヒューリスティックスの積み上げで使いこなしが難しい
- ブラックボックスでモデルの解釈や結果の理由説明が困難
- 学習結果から意思決定までにはギャップあり

<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/johokanri/-char/ja/>

情報管理 JOHO
KANRI
Journal of Information Processing and Management

2017年11月号（60巻8号）に掲載予定

『ビッグデータ×機械学習の展望』

福島 俊一 （科学技術振興機構 研究開発戦略センター）
藤巻 遼平 （NEC データサイエンス研究所 主席研究員）
岡野原 大輔 （Preferred Networks 取締役副社長）
杉山 将 （理化学研究所 革新知能統合研究センター長／
東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授）