資料1

AIの技術革新の進展による社会への影響について

東京大学 松尾 豊

東京大学　松尾研究室について

松尾　豊

1997年　東京大学工学部電子情報工学科卒業
2002年　同大学院博士課程修了．博士（工学）
　　産業技術総合研究所 研究員
2005年　スタンフォード大学客員研究員
2007年～　東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 准教授
2014年～　東京大学 グローバル消費インテリジェンス寄付講座 共同代表・特任准教授

◆人工知能、ディープラーニング、Webマイニングを専門とする。
◆論文数と被引用数に基づき科学者の科学的貢献度を示すh-Index=31（ウェブ・人工知能分野最高水準）であり、2013年より国際WWW会議Web Mining部門のチェアを務める。
◆世界人工知能国際会議 プログラム委員。2012年より、人工知能学会 理事・編集委員長（それまでの慣例を大幅に更新し最年少で編集委員長就任）、2014年から倫理委員長。
◆人工知能学会論文賞（2002年）、情報処理学会長尾真記念特別賞（2007年）、ドコモモバイルサイエンス賞（2013年）、科学技術への顕著な貢献2015、大川出版賞（2015年）等受賞。
◆経済産業省 産業構造審議会 新産業構造部会 委員、情報経済小委員会 委員、IoT推進コンソーシアム 運営委員、厚生労働省「働き方の未来 2035」懇談会メンバー、内閣府 基盤技術の推進の在り方に関する検討会 構成員、総務省 インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会委員等。
◆近著に「人工知能は人間を超えるか？--ディープラーニングの先にあるもの」（角川、2015）。

＜研究室の実績＞
◆博士学生17人、修士・学部生10人が所属し、人工知能の基礎研究、ソーシャルメディアの分析、データ分析及びその実社会へのアプリケーションを多方面にわたって行っている。
◆これまでに、トヨタ、リクルート、マイクロソフト、CCC、経営共創基盤、ミクシィなどさまざまな企業と共同研究の実績がある。官公庁からも、経産省（アジアトレンドマップ等）、文科省（ビッグデータ活用）など相談多数。
◆卒業生の主な進路は、Google、DeNA、楽天、サイバーエージェント、光栄、ゴールドマンサックス、BCG、三井物産、電通など。起業した学生も多数。GunosyやREADYFORなどのサービスを構築、運用している。

Googleの人工知能が囲碁でプロ棋士を破る（2016年1月）

NHK NEWSWEB

ニュース詳細

グーグルが最新人工知能使い囲碁ソフト開発 プロに勝利

1月28日 3時00分

アメリカのＩＴ企業、グーグルの研究グループが最新の人工知能を使った囲碁のコンピューターソフトを開発し、人間のプロ棋士に勝利したと発表しました。囲碁でコンピューターが人間のプロに勝つのは初めてです。

これはアメリカのＩＴ企業、グーグルの研究グループが２８日発行のイギリスの科学雑誌「ネイチャー」に論文を発表したものです。
囲碁は、将棋やチェスと比べて打てる手の数が桁違いに多いことから計算が複雑で、コンピューターが人間のプロの実力に追いつくにはこの先、１０年以上かかるとされてきました。
論文によりますとグループが開発した囲碁ソフト「ＡＩｐｈａＧｏ」には膨大な可能性を計算して打ち手を探す従来の方法に加え、「ディープラーニング」と呼ばれるコンピューターがみずから学習する最新の技術が使われているということです。
そのうえで、碁石の位置データに基づいた戦況の見極めと、次に打つ手の選択を２種類の別々の人工知能を組み合わせて計算することで、より強い手を見つけ出す能力が格段に高まったということです。
グループによりますと、中国出身のプロ棋士と対局し、「ＡＩｐｈａＧｏ」は５戦全勝したということで、囲碁でコンピューターが人間のプロ棋士に勝つのは初めてだということです。
グループではことし３月には世界のトッププロ棋士の１人で韓国のイ・セドル九段と対局することにしています。
今回の成果についてグループでは「人工知能の開発に囲碁は最適なゲームだ。今後、この人工知能の技術を気象災害の予測から医療まで実社会のさまざまな場面に役立つものにしていきたい」としています。

囲碁ではこれまで人が優位

コンピューターと人間のゲームでの対戦は、すでにチェスや将棋で、コンピューターが人間のプロを上回る成績を収めています。
一方、囲碁はチェスや将棋と比べて盤が広く、石を置くことができる場所が桁違いに多いことから、コンピューターでは計算が難しく人間が優位を保ってきました。
たとえば対局のパターンは、チェスの場合は、およそ１０の１２０乗、将棋の場合は、およそ１０の２２０乗とされていますが、これが囲碁の場合、１０の３６０乗以上になるとされています。このため、これまでの囲碁ソフトではアマチュア有段者レベルが限界とされ、開発者などの間ではコンピューターがプロ棋士の実力に追いつくには、この先、１０年以上はかかると言われていました。

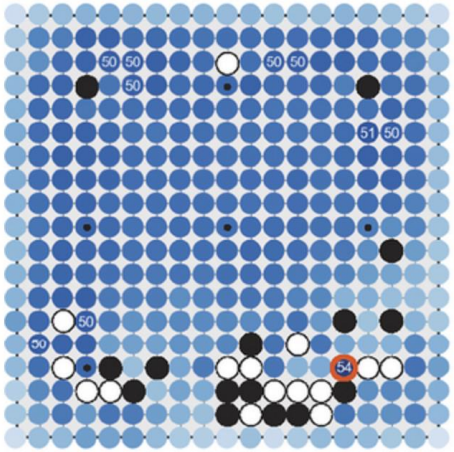
専門家「『大発見』過言ではない」

http://www3.nhk.or.jp/knews/20160128/k10010388481000.html

関係者の衝撃

- 思考ゲームの歴史
  - 1980年: オセロプログラムMoorが、世界チャンピオン井上博との六番勝負で1勝を挙げた
  - 1997年：チェスプログラムDeep Blue（IBM）が、世界チャンピオン（ガルリ・カスパロフ）に勝つ
  - 2012年：将棋プログラム ボンクラーズが、故・米長永世棋聖に勝つ
    - その後、2015年まで、プロ棋士と対局し、9勝5敗1分
  - 残るは囲碁のみ
    - 「将棋の10年遅れ」でまだ10年は大丈夫。解の空間が広く、難しいため。
    - 2015年当時、まだアマチュアレベル。日本は研究でリード

- Googleのプログラムがプロ棋士に勝ったとのニュース
  - Nature誌に掲載
  - Googleのチーム（DeepMind）が参入し、
    あっという間に（１年程度で）抜かれてしまった
  - ３月にトッププロの韓国のイ・セドルと対局。
    これに勝つとゲームオーバー。
  - 鍵となるのは、ディープラーニングを活用し、
    局面の「認識」技術を使ったこと



http://www.nature.com/nature/journal/v529/n7587/fig_tab/nature16961_F5.html

認識の難しさ

イヌ

ネコ

オオカミ

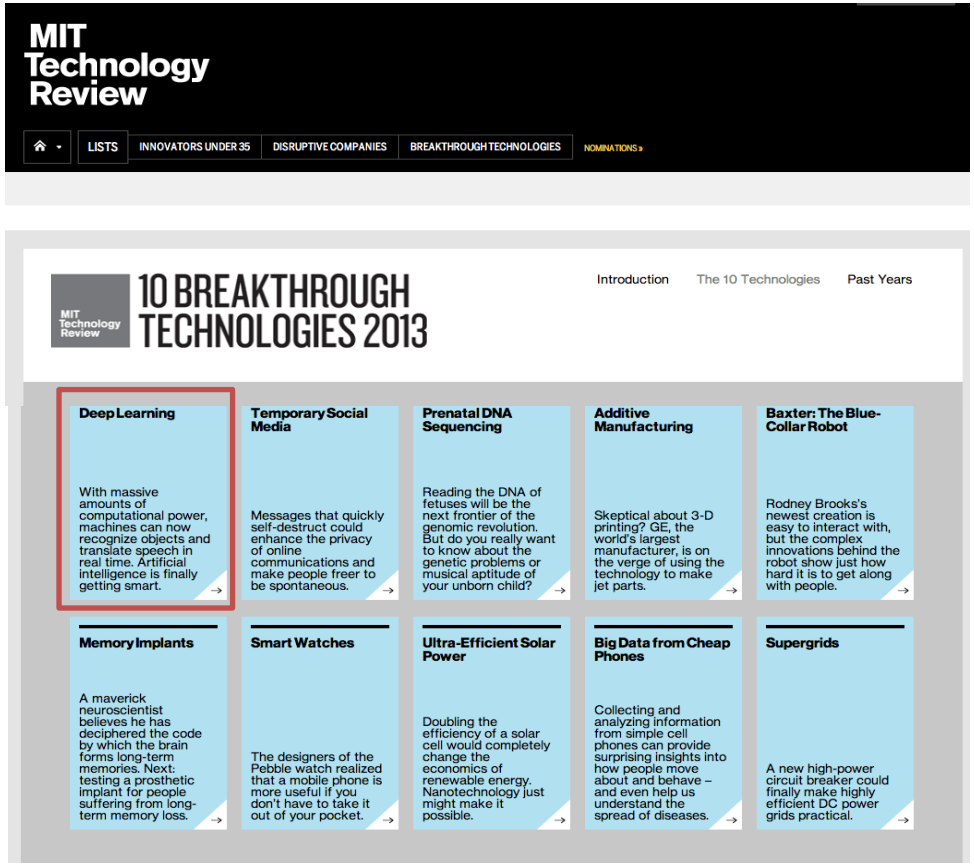
- これをコンピュータで見分けたい
  - 耳が垂れている、目が長い → イヌ
  - 耳がとがっている、目が丸い → ネコ
  - 耳がとがっている、目が長い → オオカミ

イヌ

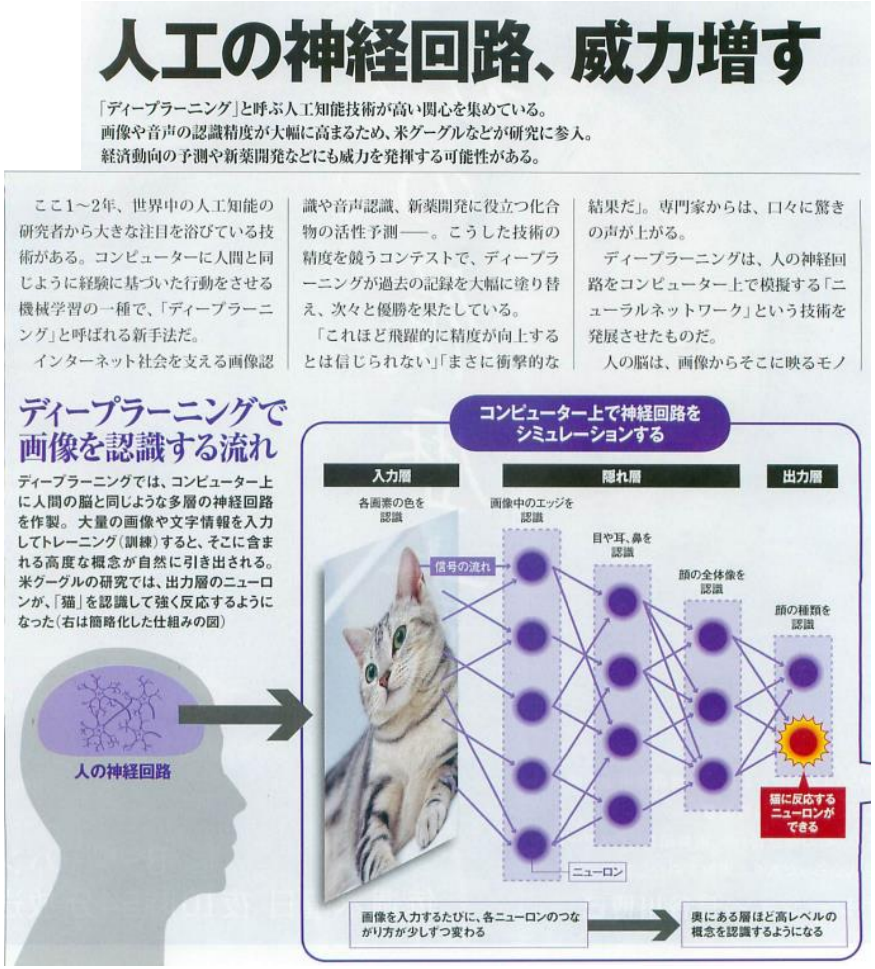
結局、「耳が垂れている」「目が長い」などの「特徴量」を人間が考えている限り無理。どんなに頑張っても、必ず例外がある。人間はなぜかうまくできる。

ディープラーニング

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - 特徴量を自動的に生成する技術。人間の脳を模した「ニューラルネットワーク」の一種
  - コンピュータが、「認識」と「運動の習熟」をすることができるようになった



MITで10個の革新的技術の筆頭に挙げられる（2013年）



人工の神経回路、威力増す

「ディープラーニング」と呼ぶ人工知能技術が高い関心を集めている。
画像や音声の認識精度が大幅に高まるため、米グーグルなどが研究に参入。
経済動向の予測や新薬開発などにも威力を発揮する可能性がある。

ここ1～2年、世界中の人工知能の研究者から大きな注目を浴びている技術がある。コンピューターに人間と同じように経験に基づいた行動をさせる機械学習の一種で、「ディープラーニング」と呼ばれる新手法だ。

インターネット社会を支える画像認識や音声認識、新薬開発に役立つ化合物の活性予測――。こうした技術の精度を競うコンテストで、ディープラーニングが過去の記録を大幅に塗り替え、次々と優勝を果たしている。

「これほど飛躍的に精度が向上するとは信じられない」「まさに衝撃的な結果だ」。専門家からは、口々に驚きの声が上がる。

ディープラーニングは、人の神経回路をコンピューター上で模擬する「ニューラルネットワーク」という技術を発展させたものだ。

人の脳は、画像からそこに映るモノ

ディープラーニングで画像を認識する流れ

ディープラーニングでは、コンピューター上に人間の脳と同じような多層の神経回路を作製。大量の画像や文字情報を入力してトレーニング（訓練）すると、そこに含まれる高度な概念が自然に引き出される。米グーグルの研究では、出力層のニューロンが、「猫」を認識して強く反応するようになった（右は簡略化した仕組みの図）

日本の一般誌で初めて紹介される。（日経ビジネス2013年4月15日号）

ディープラーニングによる画像認識の実績（2012）

- ILSVRC2012：Large Scale Visual Recognition Challenge 2012

ディープラーニング

長年の特徴量設計の工夫

Team name	Error	Description
SuperVision	15.315%	Using extra training data from ImageNet Fall 2011 release
SuperVision	16.422%	Using only supplied training data
ISI	26.602%	Weighted sum of scores from classifiers using each FC
ISI	26.646%	Naïve sum of scores from classifiers using each FV
ISI	26.952%	Naïve sum of scores from each classifier with SIFT+FV, LBP+FV, GIST+FV and CSIFT+FV, respectively
OXFORD_VGG	26.979%	Mixed selection from High-Level SVM scores and Baseline Scores, decision is performed by looking at the validation performance.
…	…	…

「ケタ」が違う

エラー率の変化：2012年以降

		Error
Before ディープラーニング	Imagenet 2011 winner (not CNN)	25.7%
After ディープラーニング	Imagenet 2012 winner	16.4% (Krizhesvky et al.)
	Imagenet 2013 winner	11.7% (Zeiler/Clarifai)
	Imagenet 2014 winner	6.7% (GoogLeNet)
	Baidu Arxiv paper:2015/1/3	6.0%
	Human: Andrej Karpathy	5.1%
	Microsoft Research Arxiv paper: 2015/2/6	4.9%
	Google Arxiv paper: 2015/3/2	4.8%
	Microsoft Research CVPR paper: 2015/12/10	3.6%

2015年2月には人間の精度を超えた

画像認識で人間の精度を超えることは
数十年間、実現されていなかった

人間を超える画像認識とは？

- Googleの研究（2015年3月）
  - ２枚の顔画像が、同じ人かどうかを見分ける「顔認識」
- 800万人の異なる人間の2億枚の顔画像で学習させる
- 22層の深いニューラルネットワーク
- 精度：99.63%±0.09（10分割交差検定）
  - ほとんど間違えない

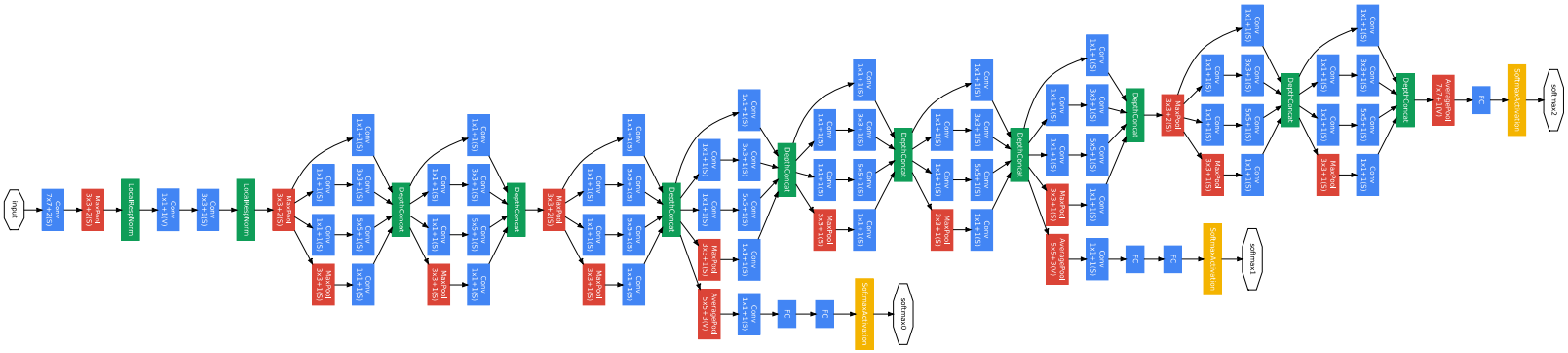


Figure 3: GoogLeNet network with all the bells and whistles

F. Schroff et. al: FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering, 2015

間違ったケースの全て（別人を同一人物と判定）

・人間が見ても判定が難しい

F. Schroff et. al: FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering, 2015

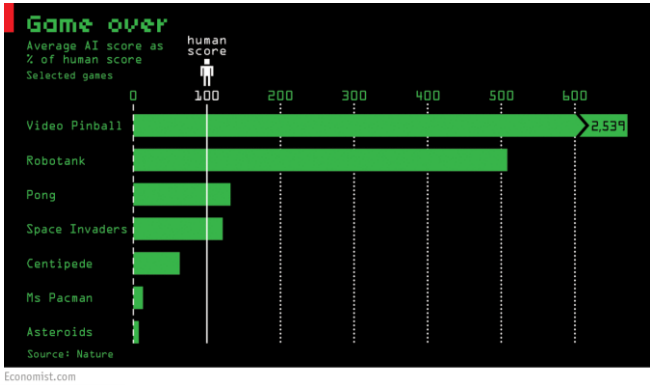
間違ったケースの全て（同一人物を別人と判定）

・正解データの信ぴょう性のほうが問われる。

F. Schroff et. al: FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering, 2015

運動の習熟：ディープラーニング＋強化学習（2013-）

- 強化学習とは、行動を学習する仕組み。
  - 「報酬」が得られると、事前の行動を強化する。
  - 「状態」「行動」→「望ましさ（報酬ありなし）」
  - 古くからある技術だが、これまでは、「状態」を人間が定義してきた。
- 運動の習熟が可能に
  - 状態の認識に、ディープラーニングを使う。
  - DeepMindの研究者（D. Hassabisら）。その後、Googleが買収。
- 試行錯誤することによって、運動が習熟する
  - 最初は下手。繰り返すうちに、うまくなってくる。
  - 最終的には、ブロック崩しでの通路を作ったり、インベーダーゲームでの「名古屋撃ち」も。
  - 「全く同じプログラム」で、異なるゲームを学習。半数のゲームで人間のハイスコアを上回る

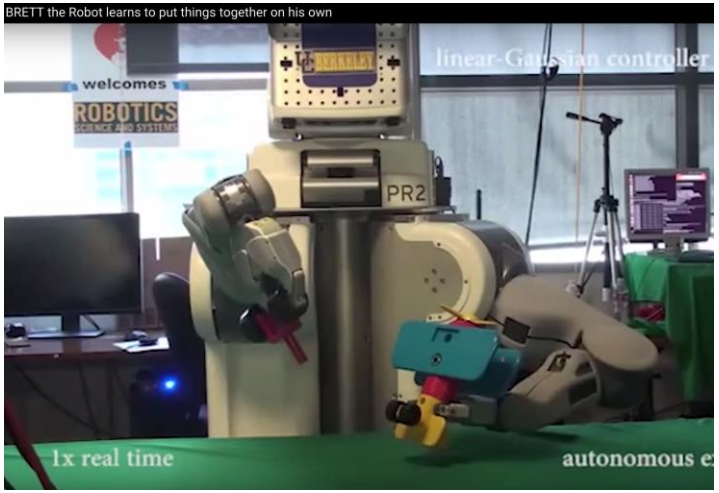


http://www.clubic.com/mag/actualite-756059-google-jeu-video.html
http://www.economist.com/news/briefing/21650526-artificial-intelligence-scares-peopleexcessively-so-rise-machines

運動の習熟：ディープラーニング＋強化学習が実世界へ（2015-）

- 実世界への適用
  - 2015年5月 試行錯誤で部品の取付を習熟するロボットの開発（UC Berkeley）
  - 2015年5月 試行錯誤で運転を習熟するミニカーの開発（PFN社, 日本）
  - 2015年12月 試行錯誤でピッキングが上達するロボットの開発（PFN・ファナック，日本）
  - その他、メリーランド大、EUのプロジェクト等も進展
- 考えてみれば当たり前
  - 犬や猫でもできる。高次な言語能力は必要ない。認識が問題だった。
  - 歴史的には、多数の人工知能研究者がこのことを主張してきた。

試行錯誤で作業学ぶロボット（UC Berkeley）



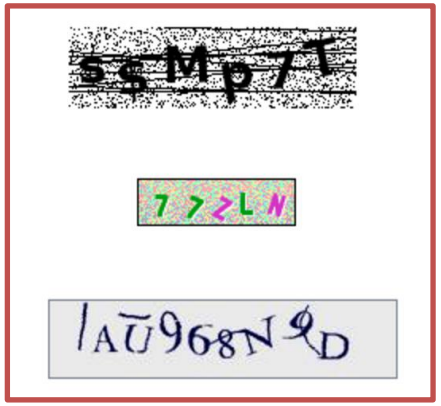
試行錯誤で運転を学習するミニカー（PFI社、日本）

https://research.preferred.jp/2015/06/distributed-deep-reinforcement-learning/
http://news.berkeley.edu/2015/05/21/deep-learning-robot-masters-skills-via-trial-and-error/
http://www.nikkei.com/news/print-article/?R_FLG=0&bf=0&ng=DGXMZO8384452O5A300C1000000&uah=DF170520127709

ディープラーニングの人工知能における意味

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - 認識や運動の習熟は、何十年もずっとできなかった。
  - それがここ3年くらいのあいだに一気にできるようになった

- 現在のコンピュータのパワーでようやく可能に
  - GPUを数十台並列に並べて、
    数日～数ヶ月計算させてようやく精度が上がる
  - 人間は赤ちゃんのころ（0歳-2歳）に視覚的な特徴抽出をしている



CAPTCHA：人間判定器

- アイディアは昔からあった。もともとは日本発
  - 1980年当時、NHK放送技術研究所にいた福島邦彦先生によるネオコグニトロン

- 初期仮説への回帰
  - 初期仮説「なぜ知能をコンピュータで実現することはできないのか？」
  - できると思っていた→できない理由があった→それが解消された→だとしたら、もう一度できるという仮説を取るべきでは。
  - 産業として非常に大きい可能性を秘めている。

ディープラーニングの今後の発展

① 画像

画像から、特徴量を抽出する

画像認識の精度向上

② マルチモーダル

映像、センサーなどのマルチモーダルなデータから
特徴量を抽出し、モデル化する

動画の認識精度の向上、行動予測、異常検知

③ ロボティクス（行動）

自分の行動と観測のデータをセットにして、特徴量を抽出する。
記号を操作し、行動計画を作る。

プランニング、推論

④ インタラクション

外界と試行錯誤することで、外界の特徴量を引き出す

オントロジー、高度な状況の認識

⑤ 言葉とのひもづけ（シンボルグラウンディング）

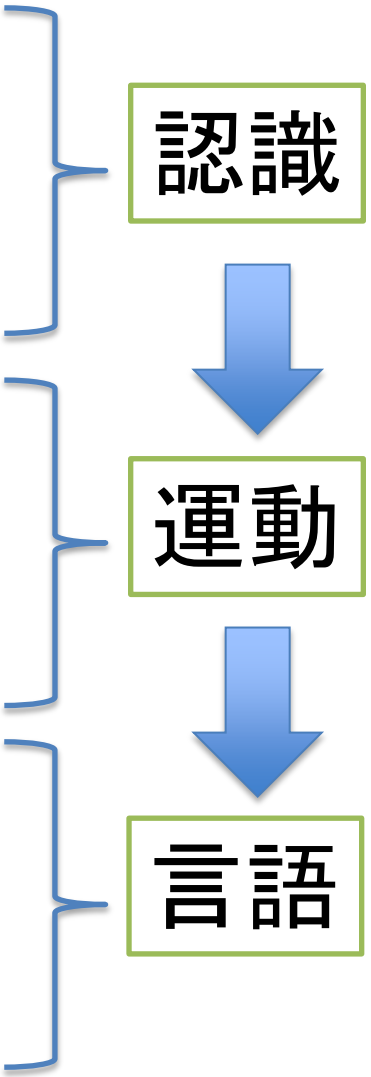
高次特徴量を、言語とひもづける

言語理解、自動翻訳

⑥ 言語からの知識獲得

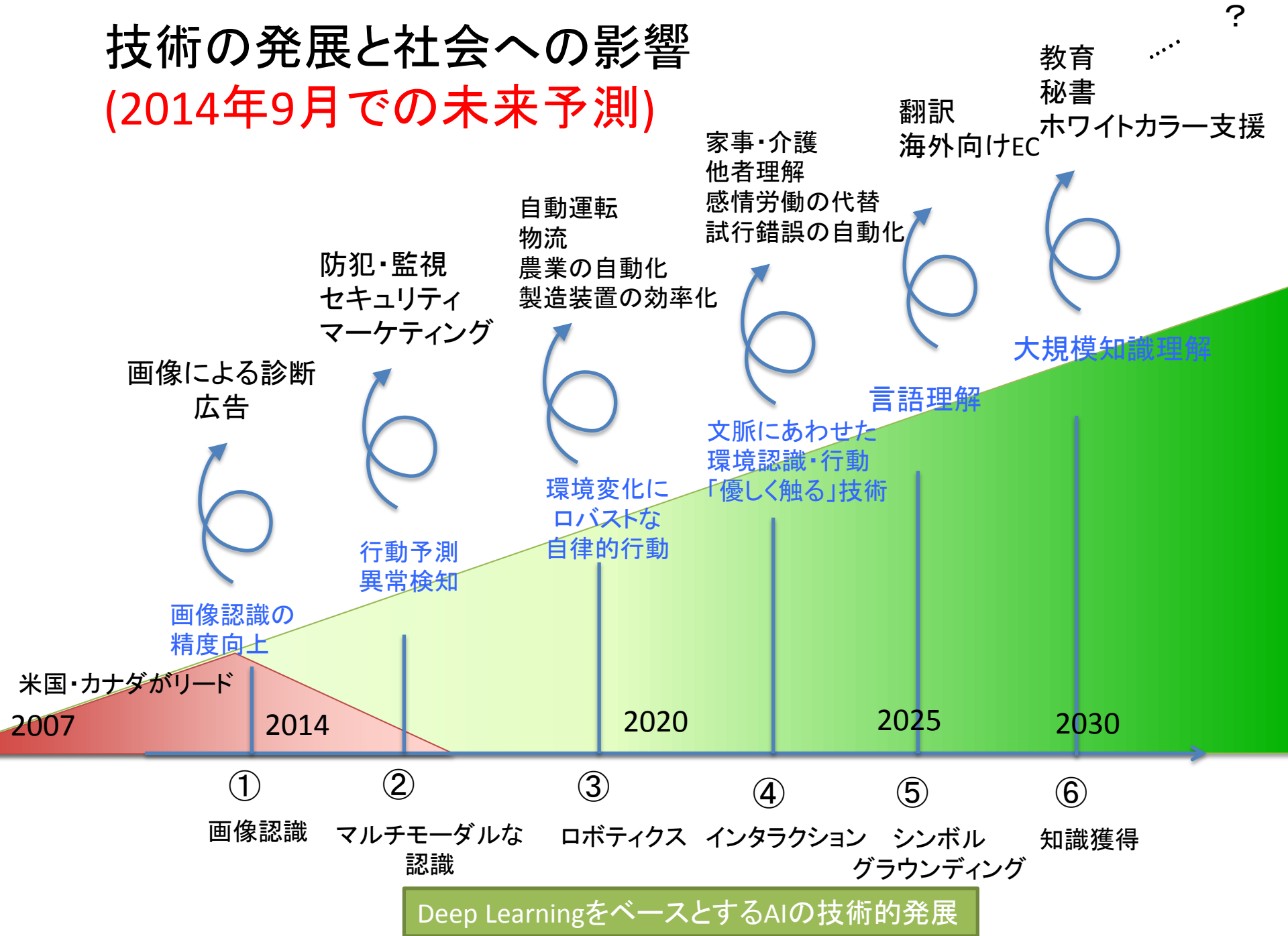
グラウンディングされた言語データの大量の入力により、さらなる抽象化を行う

知識獲得のボトルネックの解決

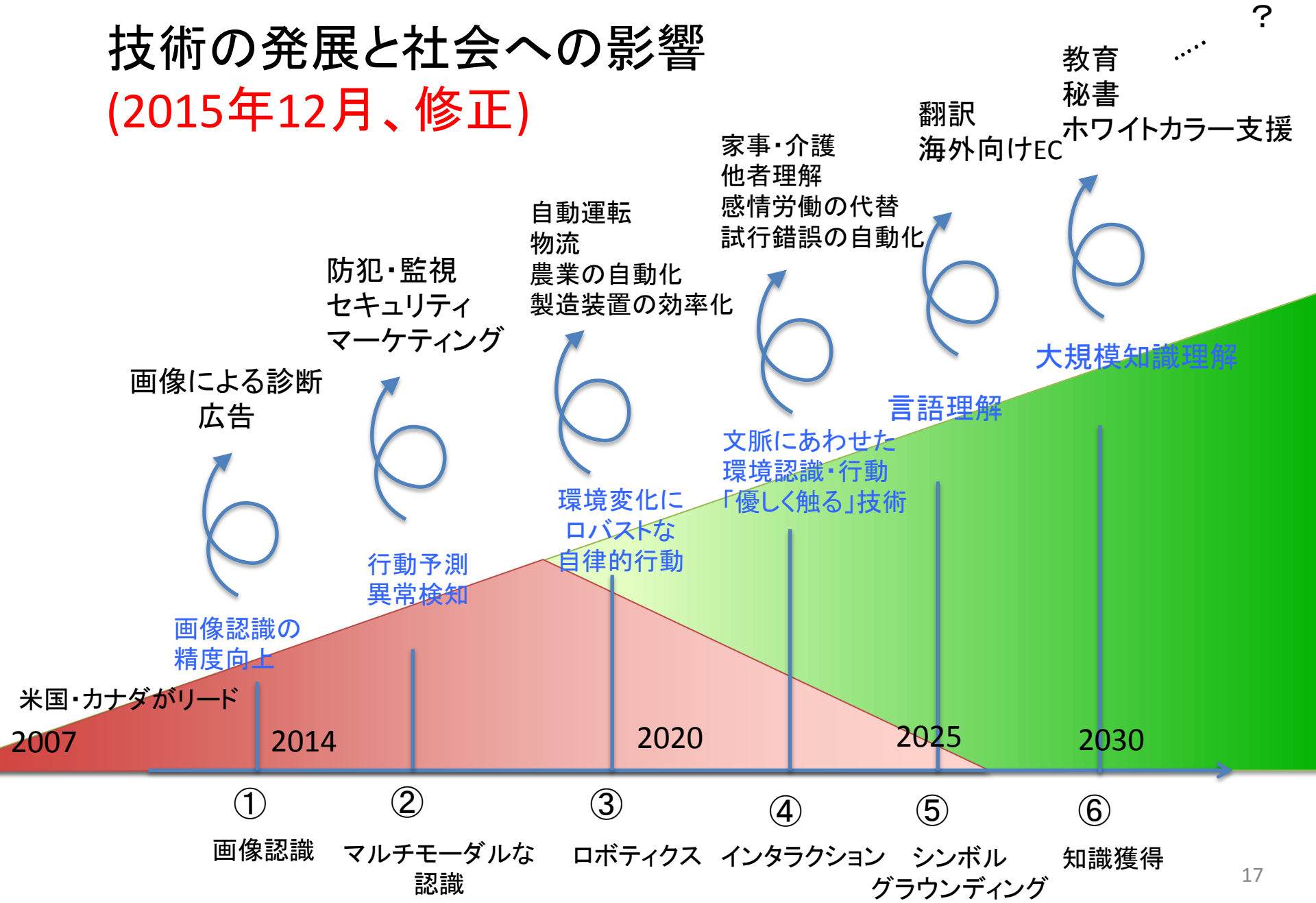


ディープラーニングがすごいというより
その先に広がる世界がすごい

技術の発展と社会への影響
(2014年9月での未来予測)



技術の発展と社会への影響
(2015年12月、修正)



Deep LearningをベースとするAIの技術的発展

Automated Image Captioning (2014-)

"man in black shirt is playing guitar."

"construction worker in orange safety vest is working on road."

"two young girls are playing with lego toy."

"boy is doing backflip on wakeboard."

"girl in pink dress is jumping in air."

"black and white dog jumps over bar."

"young girl in pink shirt is swinging on swing."

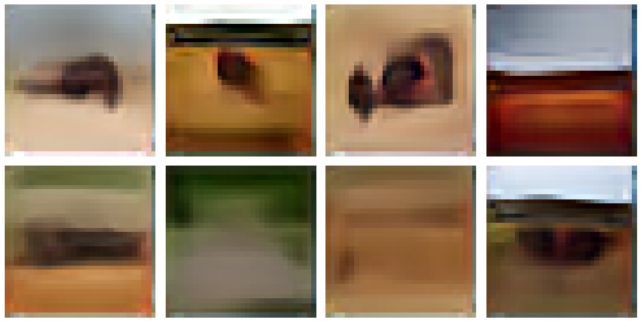
"man in blue wetsuit is surfing on wave."

http://cs.stanford.edu/people/karpathy/sfmltalk.pdf

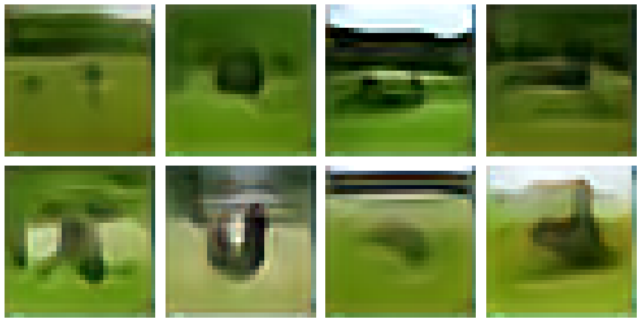
Generating Images (2015.12-)

A very large commercial plane flying in blue skies.

A very large commercial plane flying in rainy skies.



A herd of elephants walking across a dry grass field.



A herd of elephants walking across a green grass field.

Elman Mansimov et. al: “Generating Images from Captions with Attention”, Reasoning, Attention, Memory (RAM) NIPS Workshop 2015, 2015

変化の本質

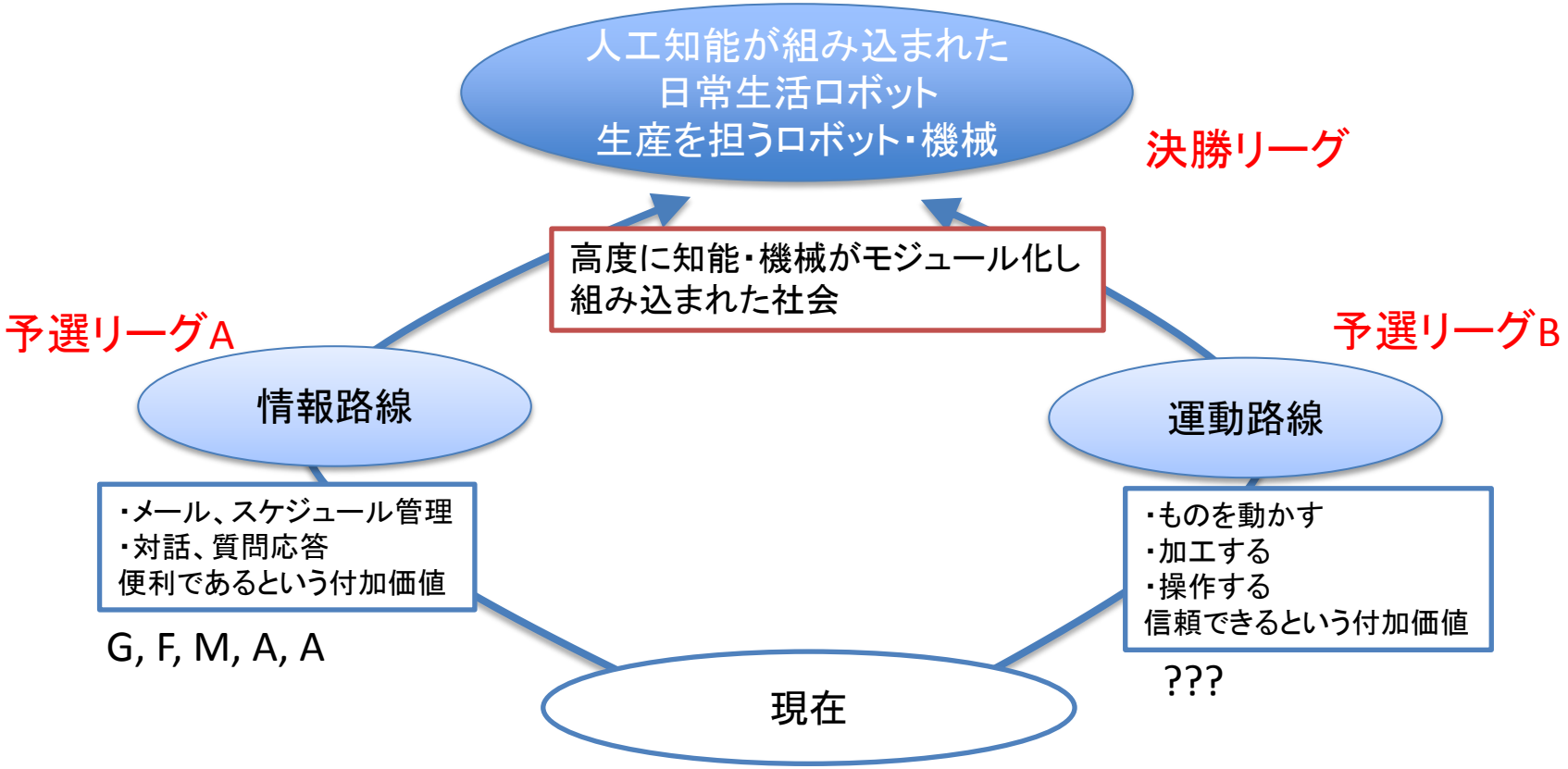
- 認識（画像・映像）
  - 世の中に、画像認識ができないから人間がやっている仕事がたくさんある。そこが自動化される。
  - コストが下がる。監視のコストは100分の1以下になる。
    - 森林の管理や災害の監視も。新たな事業が次々と。
- 運動の習熟
  - 我々は、機械は「機械的な動き」しかできない、ロボットは「ロボット的な動き」しかできないと思い込んでいる。（まさにこの形容詞が表している。）
  - 機械も習熟するし、ロボットも上達するようになる。
    - 自然物を相手にしているものは場面場面で状況が異なるので、そもそも自動化が難しかった。それが自動化される。
    - 例えば、農業、建設、食品加工。
    - さらには、日常生活のロボット、生産・仕事を担う機械・ロボットが実現される。

既存産業の発展

	A: 画像認識	B: 運動の習熟	C: 最終的に
農業	収穫判定	トラクター、コンバインの適用範囲拡大、効率向上 選別調製等の自動化	自動での収穫 自動での耕うん
建設	測量	掘削、基礎工事、溶接、内装作業等の効率向上	多くの作業の自動化・効率化
食品加工	振り分け確認	カット、皮むき、解体等の自動化	多くの加工工程の自動化
組み立て加工	目視確認の自動化	動作効率の向上	段取りの自動化 セル生産の自動化
⋮			

日本は運動路線のほうが戦いやすい

- 最終的には、日常生活、仕事におけるロボット・機械の活用。状況ごとに個別性があるので、認識能力がない状況では対応できなかった。ここにどう至るかが鍵。
- 情報路線で行く道（Google, Facebook系）と、運動路線で行く道があるのではないか。
- 海外企業・研究者は機械・ロボットに苦手意識
- 予選を勝ち進んだ企業が決勝に進むイメージ



http://jp.techcrunch.com/2015/09/24/placemeter-measures-retail-shop-conversion-rates/
http://jp.techcrunch.com/2016/01/05/20160104netatmo-makes-outdoor-security-cameras-suck-less/

世界の動きは早い：画像の世界

Netatmo、Deep Learningを使った屋外用監視カメラを発表(2016/1/5)

Netatmoはつい先ほど、Netatmo Presenceを発表した。実用的な機能を備えた新しいスマート屋外用監視カメラだ。具体的には車庫の前にいる車や、外で待っている人、あるいは庭を走り回るペットを検出することができる。

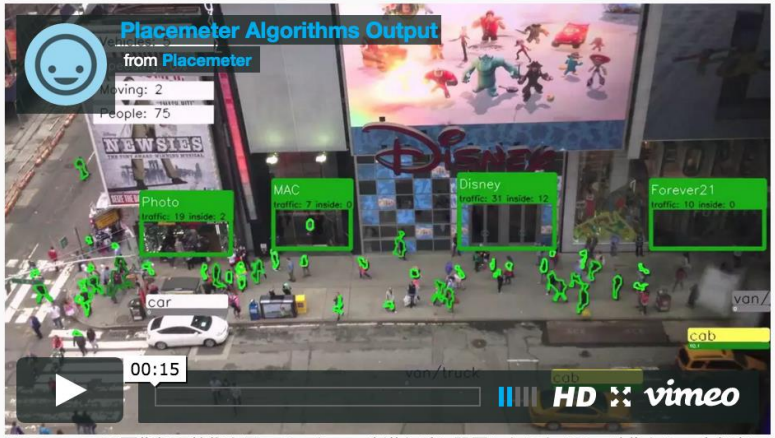
Wi-Fiネットワークと繋がっていれば、スマートフォンに通知を送り、家の前で起きていることをビデオストリームで見ることができる。通知画面では、外に人がいるのか、車がいるのか、動物なのかも知らされる。

カメラの上には大型の白色ライトが付いていて、車庫前の照明としても機能する。すでに照明を設置している人は、Netatmo Presenceに置き換えるだけでよい。しかし、Presenceのカメラは赤外ビデオの撮影もできるので、明るい照明を使わずに録画することもできる。

あらゆる部分がカスタマイズ可能だ。例えば通知をオフにしたり、誰かが家の前にいるときだけビデオを録画することができる。ビデオは1080pで記録され、micro SDカードに保存される。利用料金は不要で、ビデオが会社のサーバーに保管されることもない。

このカメラの利用場面はいろいろ考えられるが、これは何よりもまず監視カメラである。配達人が玄関前に荷物を置いていったときにも役にたつだろう。あるいは、部屋の掃除に誰かが来るのをモニターすることもできるし、パーティーを開いたとき、うるさすぎてドアチャイムが聞こえないときにも貴重な存在だ。

Placemeterは歩行者数を計測し、実世界のコンバージョン率を導き出す(2015/9/24)



Placemeterは画像処理技術を用いることで、歩道などに設置したIPカメラの映像から、歩行者数、自転車、車の交通量などを算出するサービスだ。計測したデータは、例えば、都市計画や小売店の出店場所の選定などに役立てることができる。今回TechCrunch Japanは、PlacemeterのCEOで連続起業家のAlexandre Winterに話を伺った。

Placemeterは2012年に創業し、ニューヨークに拠点を置いている。CEOのWinterはフランス出身で、Placemeterを立ち上げる前は、LTU Technologiesという画像認識技術の会社を共同ファウンダーとして立ち上げ、2005年にソフトウェア開発企業のジャステックに売却した。これまで培った画像認識の技術を活かし、Placemeterを創業したという。

「ニューヨークは人が多く、とても混雑しています。都市設計を見直すべきなのですが、計画時にも計画後にも交通量のデータが必要です。しかし、それをコストを抑えて実施するのは難しかったのです」とWinterは言い、そこに多くの需要があることに気づいたことがPlacemeterを創業した理由だと説明する。

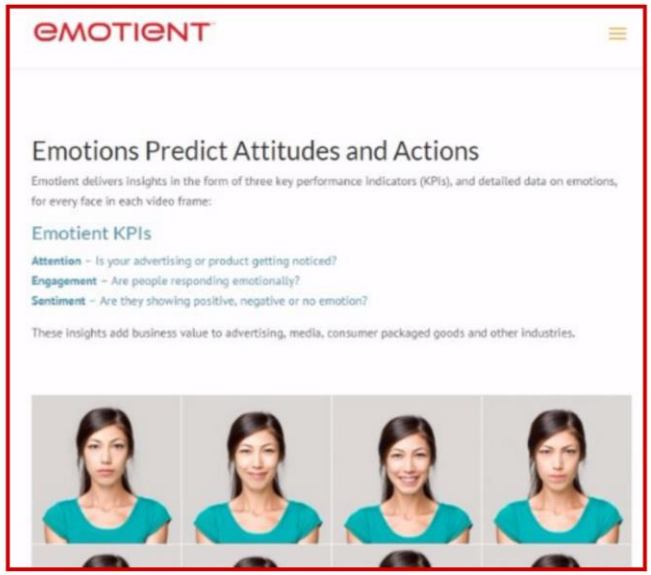
Placemeterの設定方法は簡単だ。まず、交通量を測定する道が映るようにIPカメラを設置する。Placemeterのアカウントを開設し、設定画面でカメラのIPアドレスを入力すると、カメラとダッシュボードが連携する。後は、カメラの映像に何を計測したいかを指定するだけだ。例えば、歩道の通行人の数が知りたい場合は歩道を選択し、店舗への入店者数を計測したい場合は店舗の入り口を選択する。IPカメラでない通常の監視カメラを使用している場合でも、リアルタイムではないが、交通量の分析が可能だ。

http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1601/08/news093.html
http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/061500148/122400043/?ST=bigdata&P=2

インタフェースや医療も変わる

Apple、感情認識のAI企業Emotientを買収(2016/1/8)

米Appleが、感情認識の人工知能を手掛ける米新興企業Emotientを買収したと、米Wall Street Journalが1月7日（現地時間）、Appleの広報担当者が認めたとして、そう報じた。



Emotientのトップページ

Emotientは2012年創業のカリフォルニア州サンディエゴに拠点を置く非公開企業。マシンラーニング、顔の表情からの感情認識などの技術を手掛け、動画を解析して顧客の感情を調査する「Emotient Analytics」を企業向けに提供している。2015年9月には匿名性を保ちながら表情解析だけが可能な技術の特許を取得している。

ディープラーニングの肺がん検出率は人間より上、米Enlitic (2016/1/5)

同社は悪性腫瘍の検出システムを放射線医師向けに提供する（**写真2**）。米国では放射線医師は、医療画像診断サービス会社や医療機関が雇用しており、そういった企業や機関が顧客となる。2015年10月にはオーストラリアの医療画像診断サービス会社であるCapitol HealthがEnliticのシステムを採用すると発表した。これがEnliticにとって、初めての採用事例となった。同時にCapitol HealthはEnliticに対して1000万ドルを出資している。

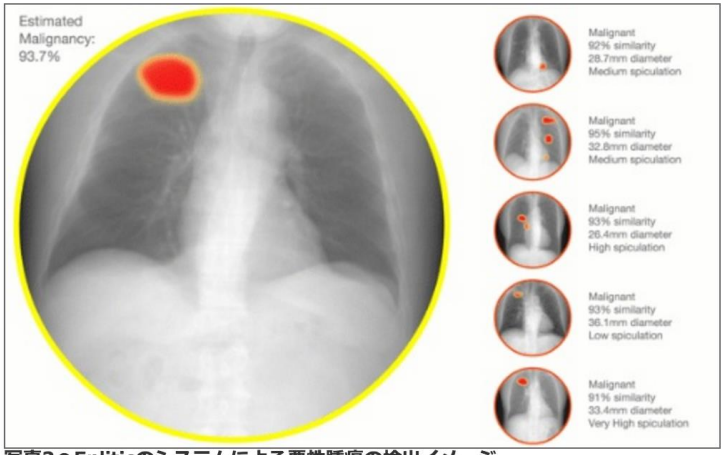


写真2●Enliticのシステムによる悪性腫瘍の検出イメージ
出典：米Enlitic
[画像のクリックで拡大表示]

EnliticのChild氏は「放射線医師は1人の患者のCTスキャンを診断するのに10～20分、その診断レポートを執筆するのに10分程度を費やしている。当社のシステムを利用すれば、CTスキャンの診断時間を半分にすることが可能だ」と説明する。「画像認識技術によって悪性腫瘍の有無が分かるようになるからといって、規制などの問題から放射線医師が不要になることはあり得ないだろう。しかし放射線医師の作業時間が2倍になることで、発展途上国に住む患者がCTスキャンなどを利用しやすくなるようになるはずだ」。Child氏はこのようにもくろみを語る。

http://www.businessinsider.sg/robotic-chef-cooks-for-you-2015-12/?r=US&IR=T#.VpOYnJOLTMU
http://newswitch.jp/p/2981

機械・ロボットも変わる

料理から後片付けまですべて請け負う全自動ロボティックキッチン(2015/12/14)

If you don't have time to cook yourself a gourmet meal, or lack the skills, the Moley Robotics Kitchen is for you.

UK-based company Moley Robotics created this concept kitchen prototype, which includes an oven, stove, touchscreen unit, and robotic arms and hands. The hands are equipped with tactile sensors, and can chop, stir, pour, use a blender and utensils, and turn the stove on and off.

MasterChef winner Tim Anderson had his cooking skills recorded in 3D, which were then translated into instructions for the robot chef, who can now replicate Anderson's movements on its own.

The kitchen operates via built-in touchscreen or smartphone app. While it can currently only make crab bisque, users will be able to choose from an iTunes-style library of over 2,000 recipes from around the world once the consumer version launches in 2018.

"Food is the basis of a good quality of life. You need to have proper nutrition. My goal is to make people's lives better, healthier, and happier," Moley founder Mark Oleynik said in a Moley Robotics video.

産業用ロボット向けAIベンチャーにペイパル・ヤフー・ナップスター創業者が出資(2015/12/18)

（Osaroのサイトから）

おもに産業用ロボット向けに、「深層強化学習」といわれる先進的な機械学習ソフトウエアを開発する人工知能（AI）関連スタートアップの米オサロ（Osaro）が、330万ドルのシード資金を獲得した。出資者には、『ゼロ・トゥ・ワン』の著者でもあり、今やシリコンバレーでもっとも注目される投資家のピーター・ティール氏ら錚々たる面々が名を連ね、期待の高さをうかがわせる。

オサロが開発するのは、大量のセンサーによる知覚機能と意思決定機能とを融合し、コンピューターやロボットが試行錯誤しながら、複雑な作業を自ら効率的に学習するAIソフト。特許も出願中だ。最終的には技能レベルの高くない作業者でも、ロボットをセットして訓練させられるAIを目指すという。

デリック・プリドモア社長兼COOへのTechCrunchのインタビューによれば、産業用ロボットに狙いを定めたのは、「知能がなく、フレキシブルでもないため」。最近のトレンドとしてロボットによる製品製造までの立ち上げ期間が短くなっている。同社の技術を使え

日本の社会課題を人工知能で解決する

- 農業分野に「習熟したロボット」を適用することで
  - 休耕地が耕せる
  - 無農薬化ができる
  - 収量が増える
- 介護分野に適用することで
  - 介助も楽に。移動したりトイレにいけるようになる。
  - より自立した生活ができる。
- 廃炉作業に適用することで
  - 危険な状況で人が作業しなくてよくなる
  - 廃炉の工期を短縮できる
- 河川や火山を見張ることで
  - 河川の氾濫や土砂崩れ、噴火などの危険な状態・予兆を早期に発見できる
- こうした技術を使った製品を海外に展開していくことで
  - グローバルな産業競争力が高まる
  - GDPの増加につながる

人工知能による「ものづくり」の復権へ

- 少子高齢化しており、労働力が不足している。
  - 頭脳労働は不足していない。「運動を伴う労働」のニーズが高い。
  - 農業従事者、建設・物流、介護、廃炉、熟練工の後継者、etc
- 人工知能が解決策になり得る。
  - ディープラーニングによる認識技術、行動の習熟ができる機械・ロボット
  - ものづくりと相性がよく、日本の強みを活かせる。素材や駆動系も強い
- 日本にとって良い条件が揃っている
  - 人工知能研究者の人数が多い：知能の本質を考え続けた人が多い。
  - 世代を通じた理解：大きな組織も動きやすい
  - 言語がハンデにならない：アルゴリズムを製品とすり合わせる世界
- チャンスを捉えるには、正しく早く動いていくことが重要
  - DL人材の育成
  - 事業・産業がどう変わるかを早期に検討
  - 社会全体で新しい未来像を描いていくこと

個人にとって：職業の変化

- 10年～20年で、日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に（NRI調べ、2015年12月）
- 新しい仕事が出てくる。

人工知能やロボット等による代替可能性が高い100種の職業（50音順、並びは代替可能性確率とは無関係）

※職業名は、労働政策研究・研修機構「職務構造に関する研究」に対応

IC生産オペレーター
一般事務員
鋳物工
医療事務員
受付係
ＡＶ・通信機器組立・修理工
駅務員
ＮＣ研削盤工
ＮＣ旋盤工
会計監査係員
加工紙製造工
貸付係事務員
学校事務員
カメラ組立工
機械木工
寄宿舎・寮・マンション管理人
CADオペレーター
給食調理人
教育・研修事務員
行政事務員（国）
行政事務員（県市町村）
銀行窓口係
金属加工・金属製品検査工
金属研磨工
金属材料製造検査工
金属熱処理工
金属プレス工
クリーニング取次店員
計器組立工
警備員
経理事務員
検収・検品係員
検針員
建設作業員
ゴム製品成形工（タイヤ成形を除く）
こん包工
サッシ工
産業廃棄物収集運搬作業員
紙器製造工
自動車組立工
自動車塗装工
出荷・発送係員
じんかい収集作業員
人事係事務員
新聞配達員
診療情報管理士
水産ねり製品製造工
スーパー店員
生産現場事務員
製パン工
製粉工
製本作業員
清涼飲料ルートセールス員
石油精製オペレーター
セメント生産オペレーター
繊維製品検査工
倉庫作業員
惣菜製造工
測量士
宝くじ販売人
タクシー運転者
宅配便配達員
鍛造工
駐車場管理人
通関士
通信販売受付事務員
積卸作業員
データ入力係
電気通信技術者
電算写植オペレーター
電子計算機保守員（ＩＴ保守員）
電子部品製造工
電車運転士
道路パトロール隊員
日用品修理ショップ店員
バイク便配達員
発電員
非破壊検査員
ビル施設管理技術者
ビル清掃員
物品購買事務員
プラスチック製品成形工
プロセス製版オペレーター
ボイラーオペレーター
貿易事務員
包装作業員
保管・管理係員
保険事務員
ホテル客室係
マシニングセンター・オペレーター
ミシン縫製工
めっき工
めん類製造工
郵便外務員
郵便事務員
有料道路料金収受員
レジ係
列車清掃員
レンタカー営業所員
路線バス運転者

人工知能やロボット等による代替可能性が低い100種の職業（50音順、並びは代替可能性確率とは無関係）

※職業名は、労働政策研究・研修機構「職務構造に関する研究」に対応

アートディレクター
アウトドアインストラクター
アナウンサー
アロマセラピスト
犬訓練士
医療ソーシャルワーカー
インテリアコーディネーター
インテリアデザイナー
映画カメラマン
映画監督
エコノミスト
音楽教室講師
学芸員
学校カウンセラー
観光バスガイド
教育カウンセラー
クラシック演奏家
グラフィックデザイナー
ケアマネージャー
経営コンサルタント
芸能マネージャー
ゲームクリエーター
外科医
言語聴覚士
工業デザイナー
広告ディレクター
国際協力専門家
コピーライター
作業療法士
作詞家
作曲家
雑誌編集者
産業カウンセラー
産婦人科医
歯科医師
児童厚生員
シナリオライター
社会学研究者
社会教育主事
社会福祉施設介護職員
社会福祉施設指導員
獣医師
柔道整復師
ジュエリーデザイナー
小学校教員
商業カメラマン
小児科医
商品開発部員
助産師
心理学研究者
人類学者
スタイリスト
スポーツインストラクター
スポーツライター
声楽家
精神科医
ソムリエ
大学・短期大学教員
中学校教員
中小企業診断士
ツアーコンダクター
ディスクジョッキー
ディスプレイデザイナー
デスク
テレビカメラマン
テレビタレント
図書編集者
内科医
日本語教師
ネイル・アーティスト
バーテンダー
俳優
はり師・きゅう師
美容師
評論家
ファッションデザイナー
フードコーディネーター
舞台演出家
舞台美術家
フラワーデザイナー
フリーライター
プロデューサー
ペンション経営者
保育士
放送記者
放送ディレクター
報道カメラマン
法務教官
マーケティング・リサーチャー
マンガ家
ミュージシャン
メイクアップアーティスト
盲・ろう・養護学校教員
幼稚園教員
理学療法士
料理研究家
旅行会社カウンター係
レコードプロデューサー
レストラン支配人
録音エンジニア

http://www.nri.com/Home/jp/news/2015/151202_1.aspx

重要になる仕事

- 対人間のコミュニケーション
  - 低付加価値のサービスは機械化・ロボット化
  - 高付加価値のサービスは人間が
  - コミュニケーション力や人間力が重要に（時代を超えて重要）
- 人工知能、ロボットを使う仕事
  - プログラム、システム開発
  - 教える（教師データを与える）、補完する
  - 判断、指示、責任
- 創造性や価値に関する仕事
  - 「生命」由来のもの
  - ものまねではない創造性
  - ニーズを捉える企画や経営

労働環境の変化

- ロボット・AIにより人口が増えたのと同じ効果を生み出せる
  - →企業数が増える
  - →より細かいニーズに対応した事業が生まれる
- 掃除や調理などの家事、介護等がロボット・機械化できる
  - → 誰もが働ける環境に
- ホワイトカラーの労務管理が、よりやりやすくなる可能性
  - 1924年 ホーソン実験に遡る生産性の分析が可能に
  - ゲーミフィケーションで動機づける仕組みの発展
  - → よりクラウドソーシング的な分業の体制が可能に

より「個」が独立して働くような方向に変化が進むのでは

今後の日本にやってくる大きな2つの変化

- 認識・運動能力の向上の波（今後5-10年）
  - ディープラーニングによる認識技術、行動の習熟ができる機械・ロボット
  - 農業、建設、食品加工等に大きな変化
  - その後、日常生活（掃除、調理等）や職場環境にも変化
  - この技術を日本から生み出し、輸出産業にできるかどうかが鍵

- 自動翻訳の波（今後10年-20年）
  - 研究レベルでは5-10年、実用化レベルでは10-15年
  - ビフォア自動翻訳とアフター自動翻訳で世界はがらっと変わる
  - 人口の流動性が急激に高まる：学校や会社の選択に大きな影響
  - 諸制度を変えないといけなくなる
    - 「日本だけルール」が通用しなくなる
  - 日本にとって大きな影響、経済成長にはプラス