

# 人工知能の未来

## - ディープラーニングの先にあるもの

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 主宰

- ◆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=30(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)受賞。
- ◆経済産業省 IT融合フォーラム有識者会議、情報経済小委員会、AI・ビッグデータによる産業革新研究会、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、金融庁(株価操縦対策)、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、SPYSEEなどのサービスを構築、運用している。

# Deep Learning

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - データをもとに、どこに注目すべきかという「特徴量」が自動的に獲得されている

## 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。

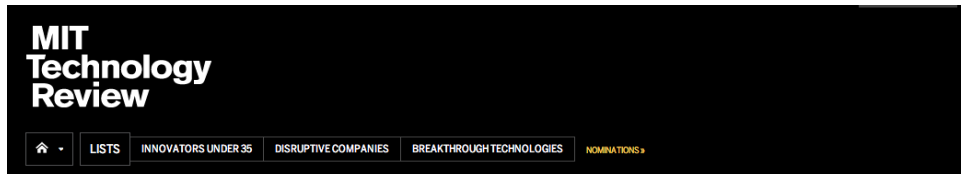
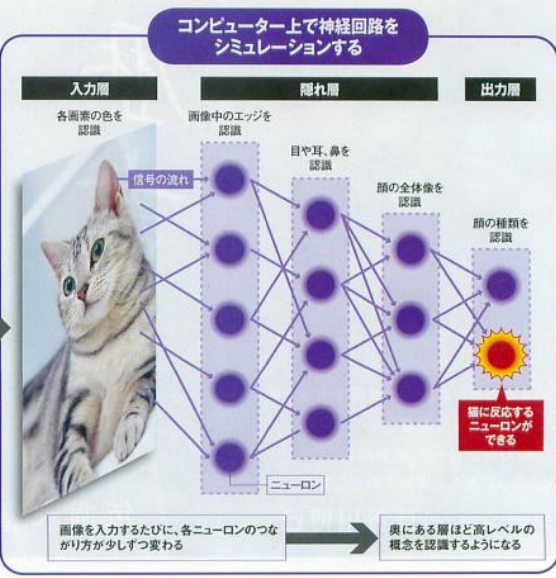
ここ1~2年、世界中の人工知能の研究者から大きな注目を浴びている技術がある。コンピューターに人間と同じように経験に基づいた行動をさせる機械学習の一種で、「ディープラーニング」と呼ばれる新手法だ。インターネット社会を支える画像認

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っている。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複製。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)



### 10 BREAKTHROUGH TECHNOLOGIES 2013

Introduction The 10 Technologies Past Years

<b>Deep Learning</b> With massive amounts of computational power, machines can now recognize objects and translate speech in real time. Artificial intelligence is finally getting smart.	<b>Temporary Social Media</b> Messages that quickly self-destruct could enhance the privacy of online communications and make people freer to be spontaneous.	<b>Prenatal DNA Sequencing</b> Reading the DNA of fetuses will be the next frontier of the genomic revolution. But do you really want to know about the genetic problems or musical aptitude of your unborn child?	<b>Additive Manufacturing</b> Skeptical about 3-D printing? GE, the world's largest manufacturer, is on the verge of using the technology to make jet parts.	<b>Baxter: The Blue-Collar Robot</b> Rodney Brooks's newest creation is easy to interact with, but the complex innovations behind the robot show just how hard it is to get along with people.
<b>Memory Implants</b> A maverick neuroscientist believes he has deciphered the code by which the brain forms long-term memories. Next: testing a prosthetic implant for people suffering from long-term memory loss.	<b>Smart Watches</b> The designers of the Pebble watch realized that a mobile phone is more useful if you don't have to take it out of your pocket.	<b>Ultra-Efficient Solar Power</b> Doubling the efficiency of a solar cell would completely change the economics of renewable energy. Nanotechnology just might make it possible.	<b>Big Data from Cheap Phones</b> Collecting and analyzing information from simple cell phones can provide surprising insights into how people move about and behave — and even help us understand the spread of diseases.	<b>Supergrids</b> A new high-power circuit breaker could finally make highly efficient DC power grids practical.

# 人工知能をめぐる動向

- 第1次AIブーム(1956～1960年代):探索・推論の時代

- ダートマスワークショップ(1956)
  - 人工知能(Artificial Intelligence)という言葉が決まる
  - 世界最初のコンピュータENIAC(1946)のわずか10年後
- 数学の定理証明、チェスを指す人工知能等

考えるのが早い人工知能

- ...冬の時代

- 第2次AIブーム(1980年代):知識の時代

- エキスパートシステム
- 医療診断、有機化合物の特定、...
- 第5世代コンピュータプロジェクト:通産省が570億円

ものしりな人工知能

- ...冬の時代

- 第3次AIブーム(2013年～):機械学習・ディープラーニングの時代

- ウェブとビッグデータの発展
- 計算機の能力の向上

データから学習する人工知能

### 将棋電王戦



### IBM ワトソン



## ディープラーニング(2007-)

- ILSVRCでの圧勝(2012)
- Googleの猫認識(2012)
- ディープマインドの買収(2013)
- FB/Baiduの研究所(2013)

## 機械学習

ウェブ・ビッグデータ

車・ロボットへの活用  
自動運転  
Pepper

統計的自然言語処理  
(機械翻訳など)  
検索エンジンへの活用

MYCIN(医療診断)  
DENDRAL

エキスパート  
システム

オントロジー

タスクオントロジー

ワトソン(2011)

LOD(Linked Open Data)

Eliza

対話システムの研究

Caloプロジェクト

Siri(2012)

bot

探索  
迷路・パズル

プランニング  
STRIPS

チェス(1997)  
Deep Blue

将棋(2012-)  
電王戦

囲碁

1956

1970

1980

1995

2010

2015

第一次AIブーム  
(推論・探索)

第二次AIブーム  
(知識表現)

第三次AIブーム  
(機械学習・ディープラーニング)

# 機械学習(第3次AIブーム)



膨大な棋譜データ



変数(40個)

教師データ

王将の位置	金の位置	銀の位置	...	指すべき手
8八	7八	5五	...	8六歩
5九	6七	7八	...	5四角
...	...	...	...	...

変数(数百万以上)

← どのような変数(特徴量)を使うかが最も大事

王将と金と銀の位置	王将と銀と角の位置	王将と銀と飛の位置	王将と銀と香の位置	...	指すべき手
(+2, -1)(+2, +3)	(+3, +1)(0, -1)	(-1, -2)(-3, +4)	(-1, +1)(-3, 0)	...	8六歩
...	...	...	...	...	5四角
...	...	...	...	...	...

# これまでの人工知能の壁≡特徴抽出の壁

- 難しい問題1:機械学習における特徴量の設計 (Feature engineering)
  - 機械学習において、変数(特徴量)の設計が難しかった。
  - 人間が対象をよく観察して設計するしかなかった。
- 難しい問題2:フレーム問題
  - 人間が知識を記述することで、人工知能を動作させる。
  - そのときに、いくら知識を書いても、うまく例外に対応できない。
- 難しい問題3:シンボルグラウンディング問題
  - シマウマがシマのある馬だと、計算機が理解することができない。
  - シンボル(記号)がそれが指すものと接続(グラウンド)しておらず、シンボルの操作ができない。



結局のところ、いままでの人工知能は、

**人間が現実世界の対象物を観察し、「どこに注目」するかを見ぬいて(特徴量を取り出して)、モデルの構築を行っていた。**

その後の処理は自動で行うことができたが、モデル化の部分に人間が大きく介在していた。それが、唯一にして最大の問題であった。

# Deep Learning

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - データをもとに、どこに注目すべきかという「特徴量」が自動的に獲得されている

## 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。

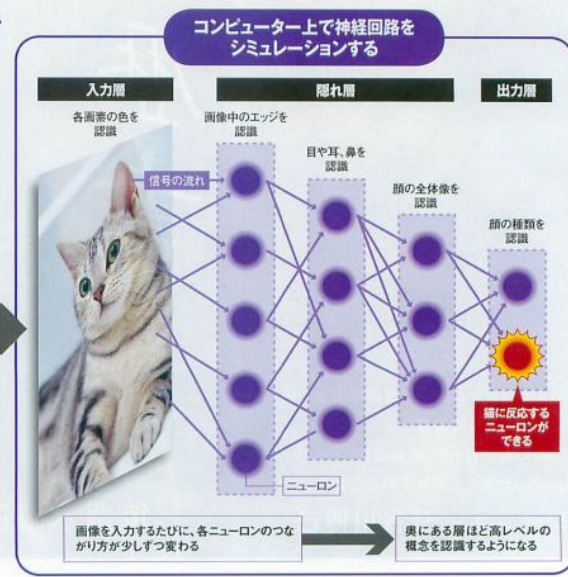
ここ1~2年、世界中の人工知能の研究者から大きな注目を浴びている技術がある。コンピューターに人間と同じように経験に基づいた行動をさせる機械学習の一種で、「ディープラーニング」と呼ばれる新手法だ。インターネット社会を支える画像認

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っている。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複製。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)



**MIT Technology Review**

HOME LISTS INNOVATORS UNDER 35 DISRUPTIVE COMPANIES BREAKTHROUGH TECHNOLOGIES NOMINATIONS

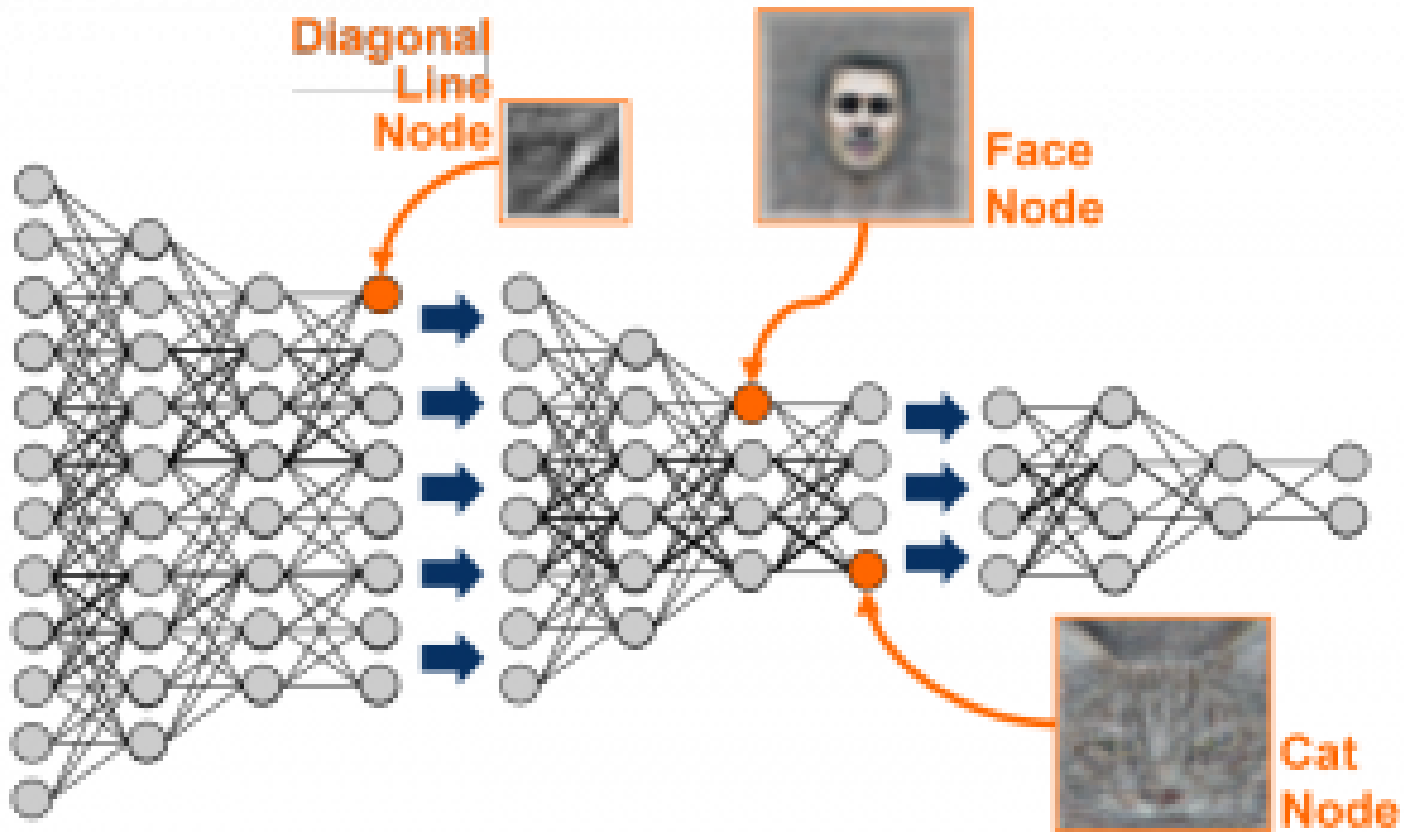
**10 BREAKTHROUGH TECHNOLOGIES 2013**

Introduction The 10 Technologies Past Years

<p><b>Deep Learning</b></p> <p>With massive amounts of computational power, machines can now recognize objects and translate speech in real time. Artificial intelligence is finally getting smart.</p>	<p><b>Temporary Social Media</b></p> <p>Messages that quickly self-destruct could enhance the privacy of online communications and make people freer to be spontaneous.</p>	<p><b>Prenatal DNA Sequencing</b></p> <p>Reading the DNA of fetuses will be the next frontier of the genomic revolution. But do you really want to know about the genetic problems or musical aptitude of your unborn child?</p>	<p><b>Additive Manufacturing</b></p> <p>Skeptical about 3-D printing? GE, the world's largest manufacturer, is on the verge of using the technology to make jet parts.</p>	<p><b>Baxter: The Blue-Collar Robot</b></p> <p>Rodney Brooks's newest creation is easy to interact with, but the complex innovations behind the robot show just how hard it is to get along with people.</p>
<p><b>Memory Implants</b></p> <p>A maverick neuroscientist believes he has deciphered the code by which the brain forms long-term memories. Next: testing a prosthetic implant for people suffering from long-term memory loss.</p>	<p><b>Smart Watches</b></p> <p>The designers of the Pebble watch realized that a mobile phone is more useful if you don't have to take it out of your pocket.</p>	<p><b>Ultra-Efficient Solar Power</b></p> <p>Doubling the efficiency of a solar cell would completely change the economics of renewable energy. Nanotechnology just might make it possible.</p>	<p><b>Big Data from Cheap Phones</b></p> <p>Collecting and analyzing information from simple cell phones can provide surprising insights into how people move about and behave — and even help us understand the spread of diseases.</p>	<p><b>Supergrids</b></p> <p>A new high-power circuit breaker could finally make highly efficient DC power grids practical.</p>



# Googleの猫(2012)



- ・YouTubeから取ってきた大量の画像をニューラルネットワークに学習させることで、下位の層のニューロンには線や点といった単純な特徴量が、上位の層には、人の顔や猫といったより複雑な特徴量が学習される。
- ・人間の視神経のモデルとして知られているものと極めて近い。

# ディープラーニングの実績(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%	Using the top 1000 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%
	Imagenet 2012 winner	16.4% (Krizhevsky et al.)
	Imagenet 2013 winner	11.7% (Zeiler/Clarifai)
	Imagenet 2014 winner	6.7% (GoogLeNet)
After ディープ ラーニング	Baidu Arxiv paper:2015/1/3	6.0%
	<b>Human</b> : Andrej Karpathy	5.1%
	MS Research Arxiv paper: 2015/2/6	4.9%
	Google Arxiv paper: 2015/3/2	4.8%

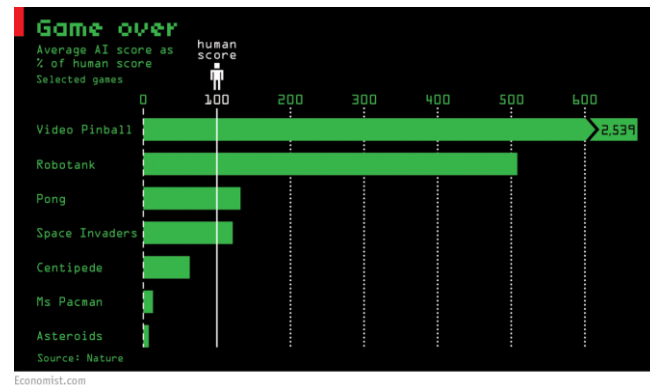
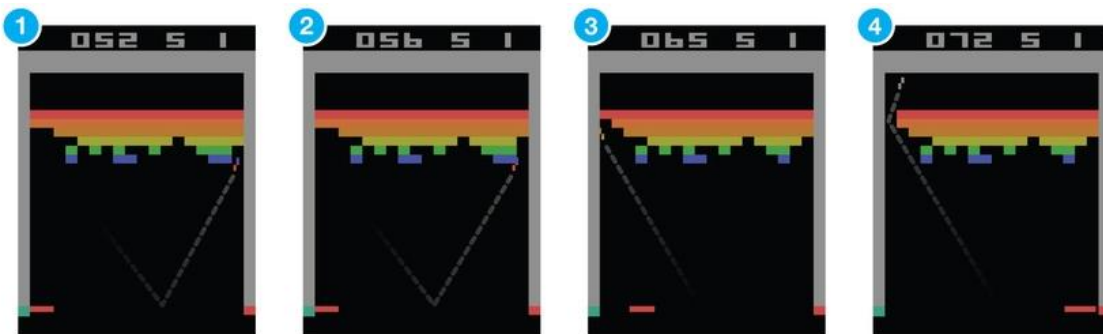
2015年2月には人間の精度を超えた

画像認識で人間の精度を超えるとは数年前には考えられなかった

# 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。これまでは、「状態」を人間が定義してきた。
- DeepMindの研究者(D. Hassabisら)
  - ディープラーニングによる画像の特徴量をつかって状態を定義した。
  - スコアを報酬とし、ゲームをプレイするAIとして実現(2013年)→2014年には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、うまくなっていく。
  - 最終的には、ブロック崩しでの通路を作る方法や、インベーダーゲームでの「名古屋撃ち」も身に付ける。
  - 「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

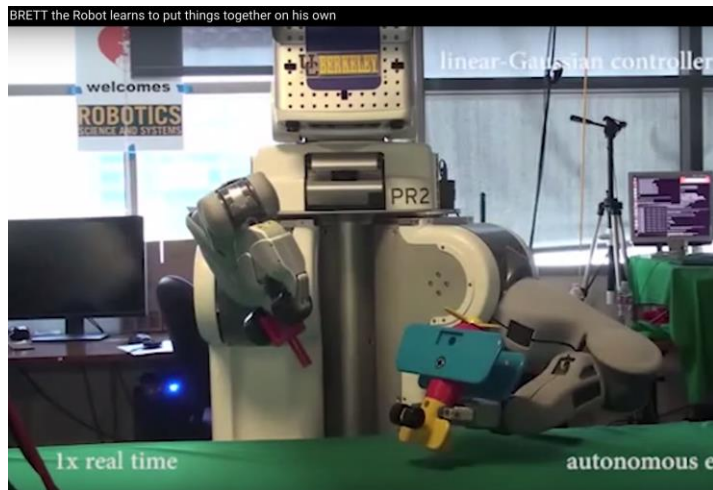
a



# ディープラーニング＋強化学習：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(PFI社, 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(特徴量の抽出)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。表象なき知能、身体性、認知発達ロボティクスなど。

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)



# モラベックのパラドックス(1988)

- 長年、人工知能の分野で言われていたこと:「子供のできることほど難しい。」
  - ハンス・モラベック、ロドニー・ブルックス、マービン・ミンスキーらが提唱。
- 高度な推論よりも、認識や運動スキルの方が難しい。
  - 1960年～70年代に、定理証明、チェス、医療診断などができている。
  - 一方で、画像認識や「積み木を上手に積む」ような人工知能は一向にできなかった。
- 「コンピュータに知能テストを受けさせたりチェッカーをプレイさせたりするよりも、1歳児レベルの知覚と運動のスキルを与える方が遥かに難しいか、あるいは不可能である」(モラベック)
- ところが、ここ3年くらいの間に
  - 画像認識で人間の精度を上回った。
  - 運動の習熟ができるようになった。

現実世界の森羅万象から、特徴量を抽出するところが、実は最も計算量が大きく大変だった。そこができるようになった。

- 最先端のGPUを用いてようやく可能に。
- 人間は赤ちゃんのとき(0～2歳)に。

# Deep LearningのAIにおける意味

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - データをもとに「特徴量」が自動的に獲得されている
  - 現実世界から何を取り出し、モデルを作るか(表現とするか)は人間が決めていた。
- 実はみんな思っていた。同種の考えは昔から多くあり。
  - 1980- ネオコグニトロン(福島)、1990- 野田(産総研)ら、2000前後- 山川や松尾
- その秘訣は、ロバスト性
  - ノイズを加える、コネクションを外すなど、いじめることによる「ロバスト性」だった
  - ぐらぐらの柱では2階建てにならない
- ロバスト性を高めるには、計算機パワーが必要だった
  - いまのマシンスペックでもGPUを使って100台並列とかで、ようやく精度が上がる
- 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？」
    - 人工知能の分野が当初目指していたこと
  - 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。
  - 潜在的には、産業としても、科学としても、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

認識



運動

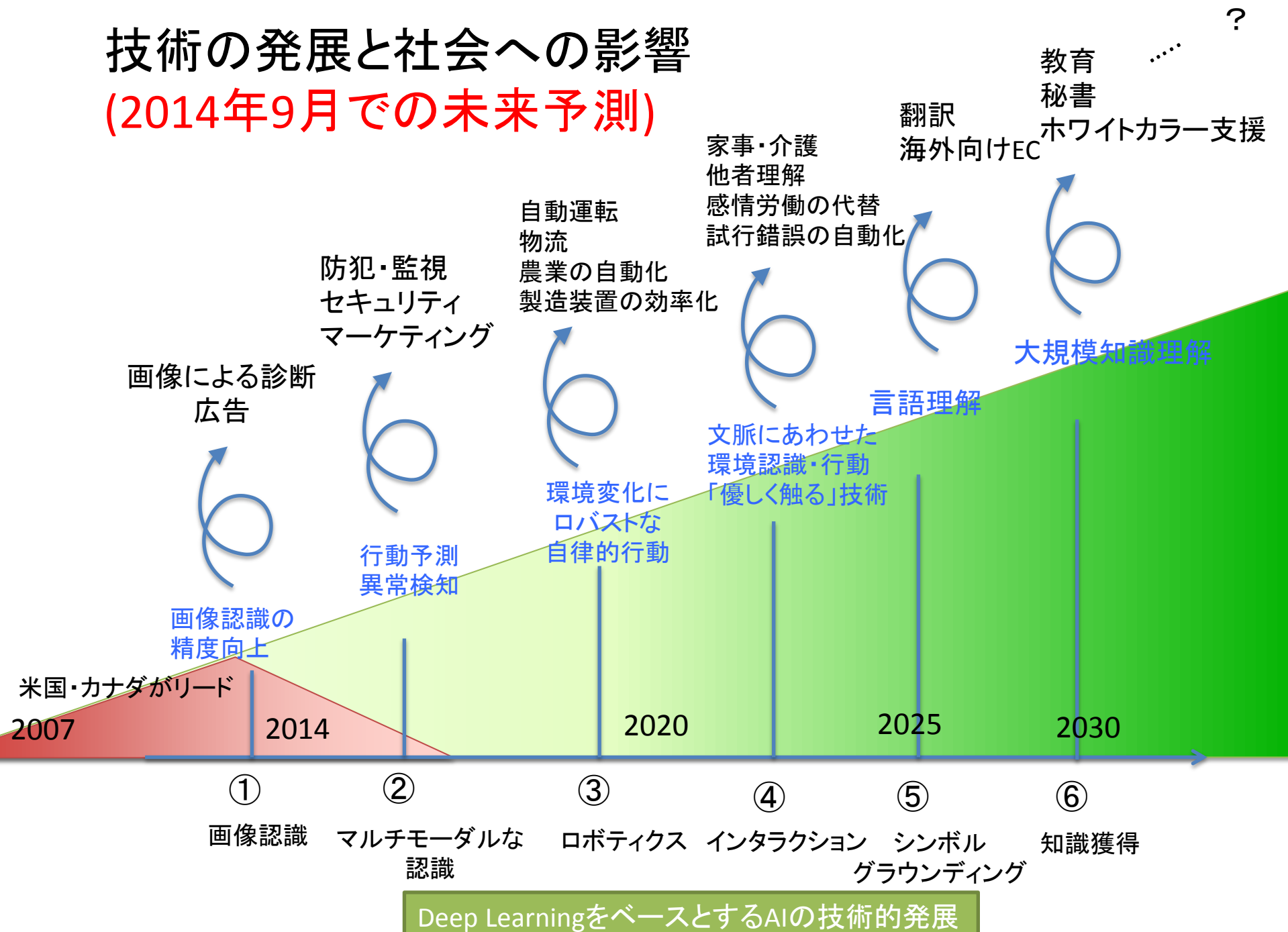


言語

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

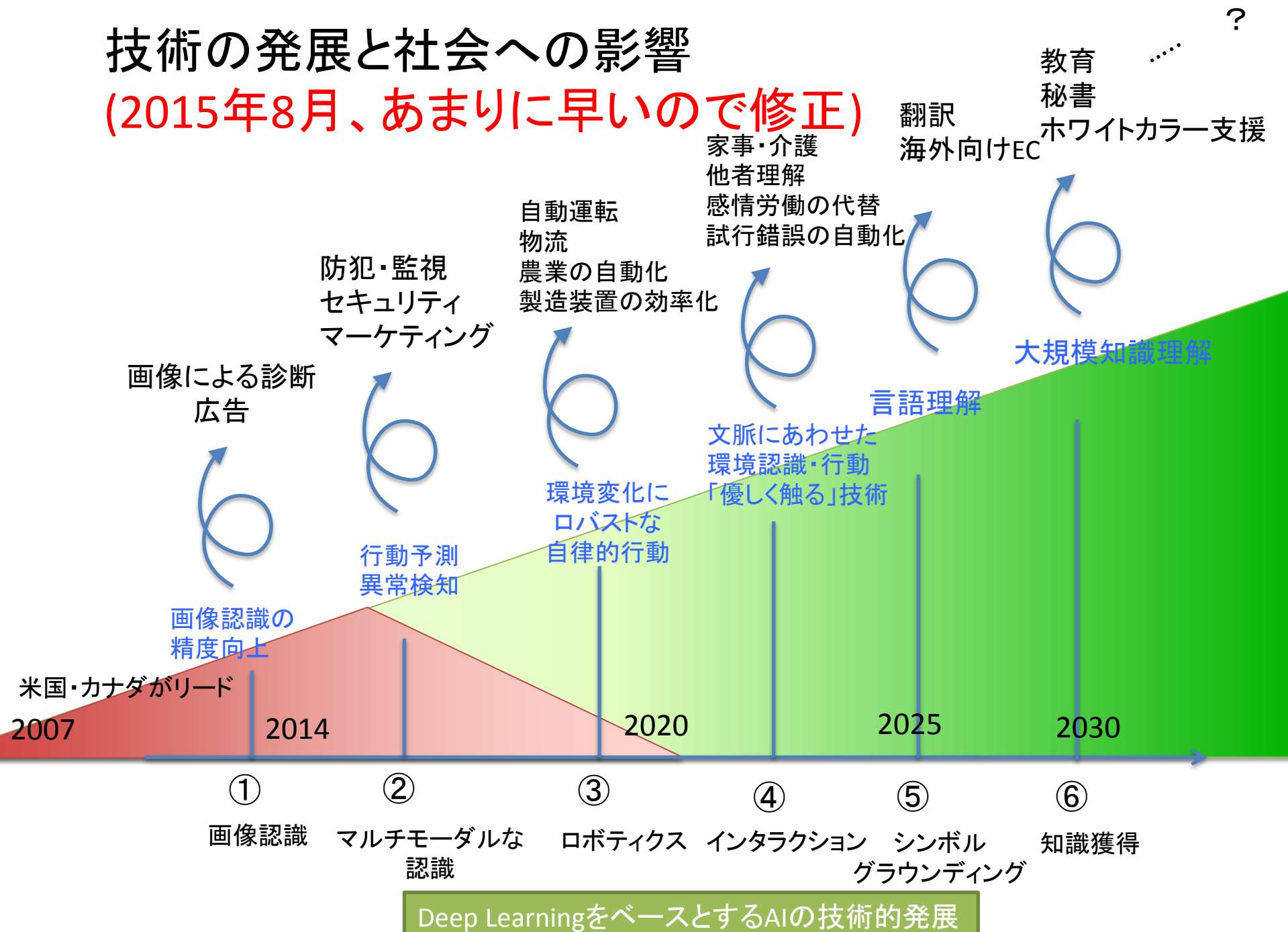


# 技術の発展と社会への影響 (2014年9月での未来予測)



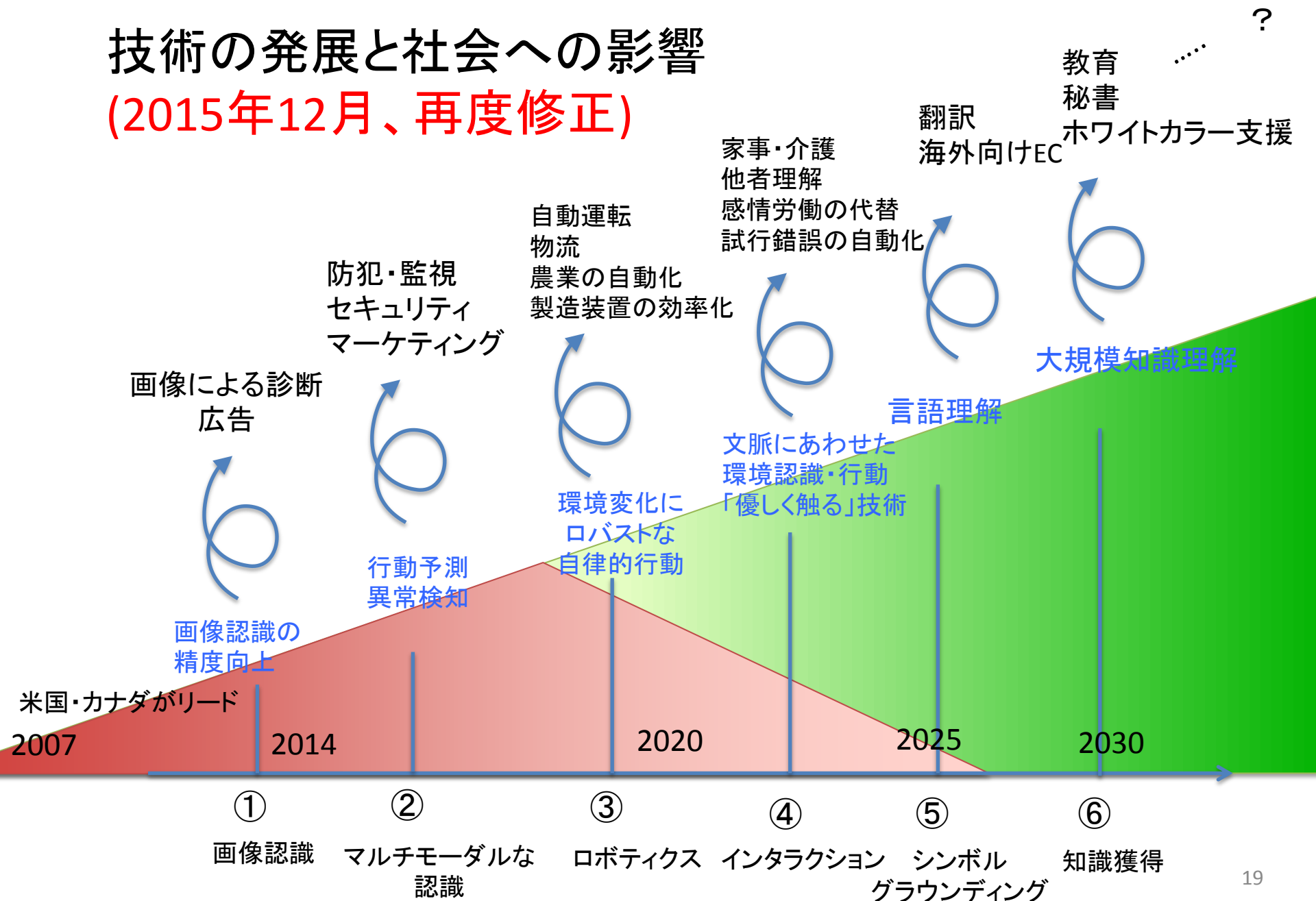
# 技術の発展と社会への影響

(2015年8月、あまりに早いので修正)



# 技術の発展と社会への影響

(2015年12月、再度修正)

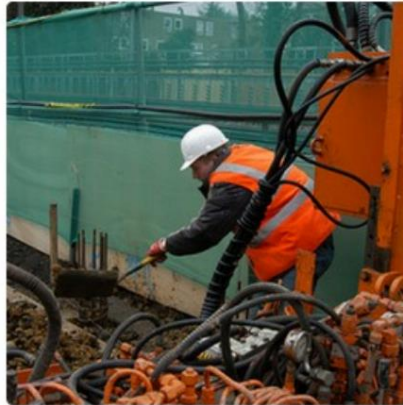


Deep LearningをベースとするAIの技術的発展

# Automated Image Captioning (2014-)



"man in black shirt is playing guitar."



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



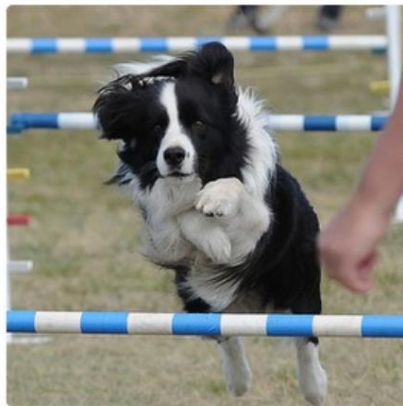
"two young girls are playing with lego toy."



"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."

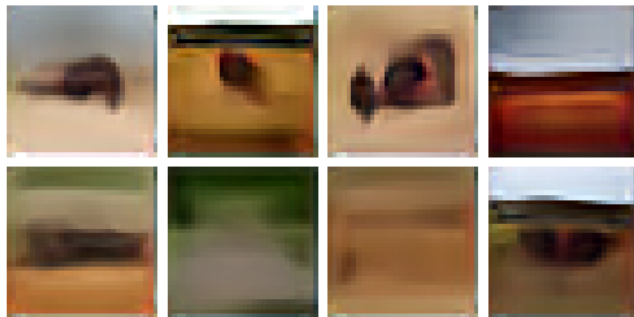
# Generating Images (2015.12-)



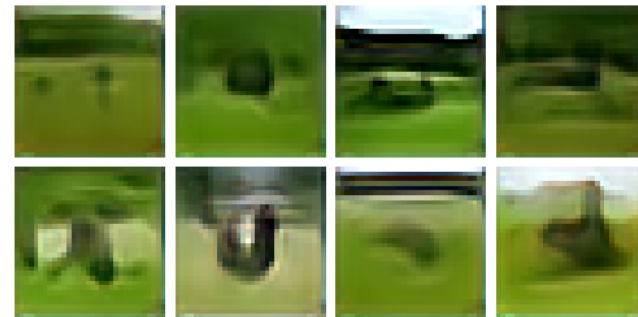
A very large commercial plane flying in blue skies.



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.

# 技術の発展と社会への影響 (2015年12月、新バージョン)

哲学・言語学の諸問題の解決  
意識のアップロード化？

2-3年の産業化のラグがともなう。  
(ハードが関係するとさらに遅くなる。  
社会制度が関係するともっと遅くなる。)

経済・社会予測精度の向上  
AIによるノーベル賞

ビッグデータ分析の自動化  
マーケティングの自動化

人間の認知・  
知能の解明

科学的発見  
経済・社会現象の予測

自動プログラミング  
数的な特徴量の生成

大規模  
知識理解

言語理解

文脈にあわせた  
環境認識・行動  
「優しく触る」技術

環境変化に  
ロバストな  
自律的行動

行動予測  
異常検知

画像認識の  
精度向上

画像による診断  
広告

防犯・監視  
セキュリティ  
マーケティング

自動運転  
物流  
農業の自動化  
製造装置の効率化

家事・介護  
他者理解  
感情労働の代替  
試行錯誤の自動化

翻訳  
海外向けEC  
教育  
秘書  
ホワイトカラー支援

米国・カナダがリード

2007 2014 2015 2020 2025 2030

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

⑧

⑨

画像認識

マルチモーダルな  
認識

ロボティクス

インタラクション  
シンボル  
グラウンディング

知識獲得

数的操作

対象の  
モデル化

意識・自己・  
再帰

Deep LearningをベースとするAIの技術的發展

# 「子どもの人工知能」と「大人の人工知能」

- **大人の人工知能:ビッグデータから人工知能へという持続的イノベーション**
  - ビッグデータ全般、IoT全般、ワトソン、Siri、Pepper...
  - 一見すると専門家(大人)ができることができるが、人間が裏で作りこんでいる。
  - 販売、マーケティングなど。今後は、医療、金融、教育など
- **子どもの人工知能:ディープラーニングを突破口とする破壊的イノベーション**
  - ディープラーニングを中心とする発展
  - 子どものことができるようになるようになっている
  - 人間の発達と同じような技術進化:認識能力の向上、運動能力の向上、言語の意味理解という順で技術が進展する
  - ものづくり中心。

特徴量の設計を人間がやらないといけないのが大人の人工知能、  
やらなくてよいのが子どもの人工知能

# 既存産業の発展

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、  
外装内装作業等の  
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

⋮

A: 画像認識

B: 運動の習熟

C: 計画立案を伴う運動



# 変化の本質は何か

- 画像・映像認識

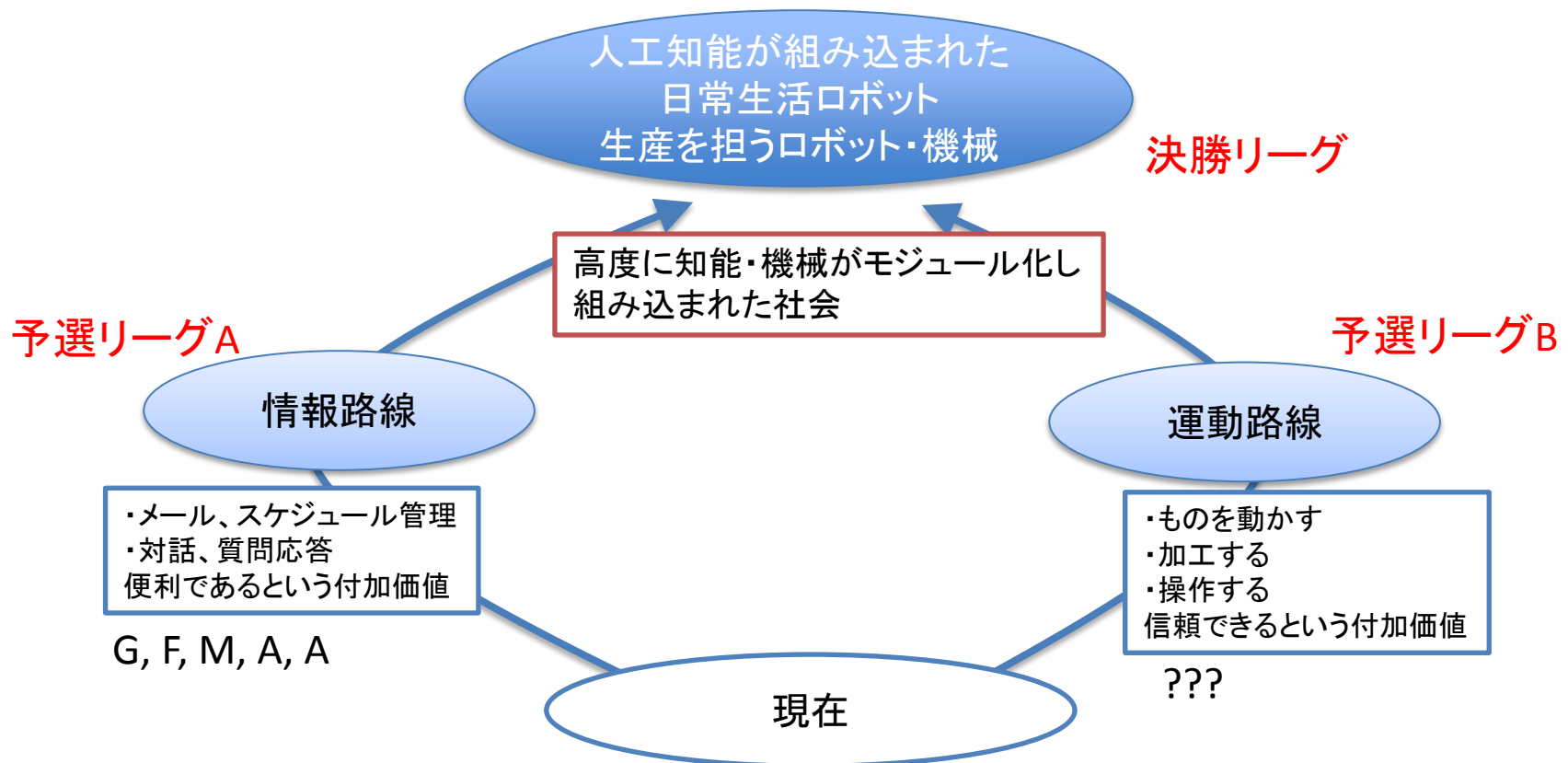
- 世の中に、画像認識ができないから人間がやっている仕事がたくさんある。そこが自動化される。
- コストが下がる。監視のコストは100分の1以下になる。
  - 新たな事業が次々と。

- 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「ロボットの動き」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。

# 産業としてみたときの方向感

- 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、特徴量生成の能力がない状況では対応できなかった。この自動化にどう至るかが鍵。
- 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: cf) 2015 ICML deep learning workshop panel
- 予選を勝ち進んだ企業が決勝に進むイメージ



# 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。

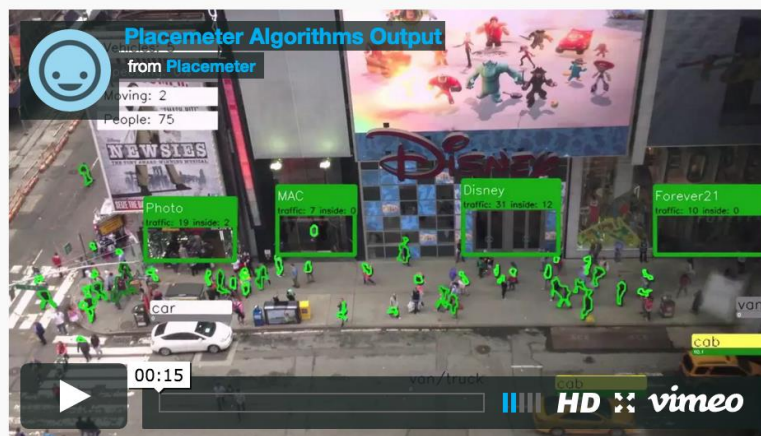
カメラの上には大型の白色ライトが付いていて、車庫前の照明としても機能する。すでに照明を設置している人は、Netatmo Presenceに置き換えるだけでよい。しかし、Presenceのカメラは赤外ビデオの撮影もできるので、明るい照明を使わずに録画することもできる。

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。

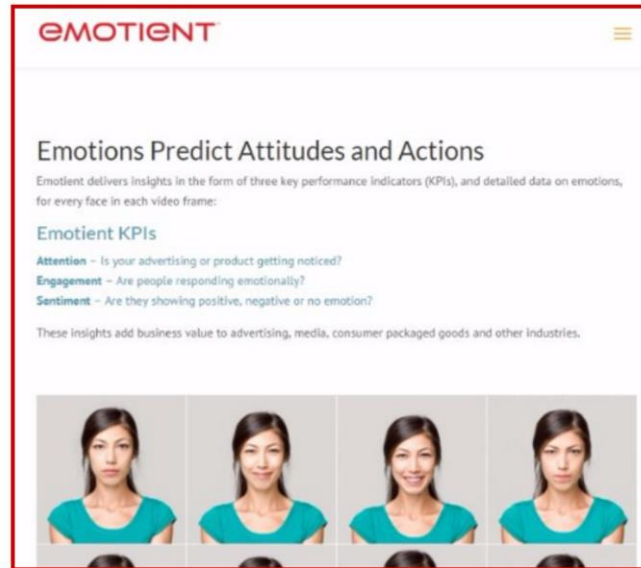
Placemeterの設定方法は簡単だ。まず、交通量を測定する道が映るようにIPカメラを設置する。Placemeterのアカウントを開設し、設

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。

# 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。

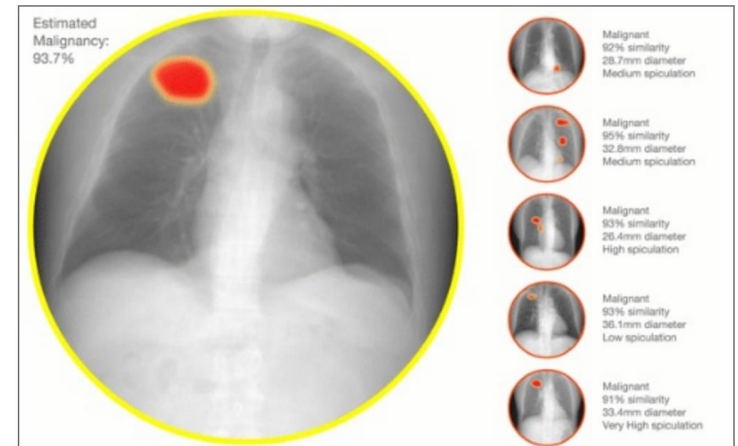


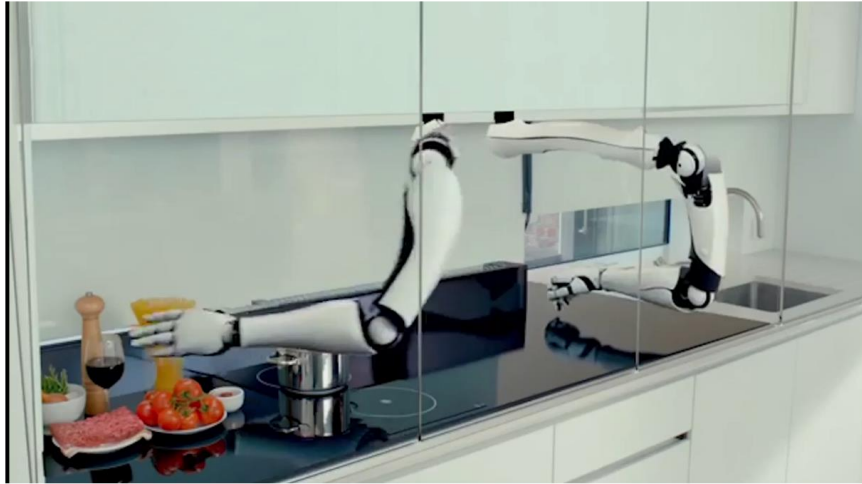
写真2●Enliticのシステムによる悪性腫瘍の検出イメージ

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。

# 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ェ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・ブリドモア社長兼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

# 囲碁でもディープラーニングでプロ棋士を破る(2015.1)

NHK NEWSWEB

トップページ > 科学・医療ニュース一覧 > **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**

## 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年以上かかると言われてきました。

論文によりまずとグループが開発した囲碁ソフト「AlphaGo」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。

グループによりまずと、中国出身のプロ棋士と対局し、「AlphaGo」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。

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」

# 変わりゆく社会

- 倫理や社会制度の議論がもう一度必要になる
  - 自動運転で危険回避のときは？人の命の重さは？
- 人工知能システムが社会に広がったときの不具合の問題
  - 製造者責任？
  - 保険や社会保障のほうが適切では
- 心をもつように見える人工知能を作ってよいか
  - プログラムの停止させると悲しむ？
  - 恋愛させるビジネスなど(映画「Her」の世界)
- 人工知能を使った軍事
  - ロボット兵士やドローン
  - 権力者を倒す、心を操る？
- 人工知能が知財を生み出す場合の権利
  - 著作権や特許は認めるべきか
- 実は人間が本来的にもっている権利がもっとあるのではないか
  - 忘れられる権利、いいところだけを見せる権利、悪いことをする権利、大目に見られる(警告を受ける)権利、好きになる権利、...



人工知能学会 倫理委員会  
(松尾が委員長)で議論。  
社会全体で議論していきたい。

# 人工知能は人間を襲うのか？： 人工知能のサブシステム性

- 人間＝知能＋生命
- 知能は、目的を与えられたときの問題解決の力。
- 生命は、目的を持つ。
  - 自己保存、自己複製、仲間を守るなど。
  - そうしないものは、進化の過程で滅んできたため。
- 人間は生命としての目的を、非常に高い知能を使って実現している
- 知能の技術が向上しても、生命性を持つわけではない。
  - 仮に持たせたとしても、非常の表面的で弱いものにすぎない。
- したがって、人工知能システムは、人間社会の「サブシステム性」を本来的にもっている。
  - したがって、人工知能が人間を襲う話は現実的ではないが、人工知能の悪用はよっぽど注意すべき課題。
  - OpenAI: イーロン・マスクなどの団体



# 重要になる「人文社会学的」議論

- 人工知能技術が進めば進むほど、「与えられた目的」に対して、それを実現する手段は賢くできるようになる。
- そうすると、与える目的自体の是非の議論のほうがより重要になる。
- なにが社会で大事なのか？
- 個人の幸せや社会全体の幸せはどのように考えればいいのか？
- 異なる価値観のものをどのようにバランスさせればいいのか？
- 人文社会学系の議論が今後、重要になる。
  - 特に、哲学、政治学、社会学、法学、心理学、経済学など。

# 人間の人間性とは？

- 助け合い、協力、共感、他者理解
- それに反対するものとしてのフリーライダーへの制裁、戦いのための協調
- 職業がなくなる？生産を担わなくてよくなっても、働きたいのでは。
- 何かの役に立つと実感したいのでは。
- 人間社会が持続可能であることは重要な目標では。

我々は、どういう社会を作りたいのか？  
幸せで持続可能な社会とは？

# 日本の社会課題を人工知能で解決する

- 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
- 子どもの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
- 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
  - 移動やトイレに自立的にいけるようになる
  - 介助も楽に
- 廃炉作業に適用することで
  - 廃炉の工期を短縮できる
  - 危険な状況で人が作業しなくてよくなる
- こうした技術をグローバルに売ることによって
  - 産業競争力を高められる
  - 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

- 「子どもの人工知能」は、広い意味でものづくりと相性がよい
  - 日本の強みを活かせる
  - 素材や駆動系も強い
- 人工知能は、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
  - 事業がどう変わるかを早期に検討
  - 社会全体で新しい社会の未来像を描いていくこと