

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

第2回 議事次第

〔 日時：平成27年3月10日(火) 10:00~12:00
場所：中央合同庁舎2号館10階 総務省第1会議室 〕

1 開 会

2 議 事

(1) 構成員からの発表

○カリフォルニア工科大学 ボルティモア冠教授 下條信輔
「ヒト・脳・社会の近未来」

○株式会社 Preferred Networks 代表取締役社長 最高経営責任者 西川 徹
「Internet of Things を加速する新しいコンピューティング」

(2) 意見交換

3 閉 会

【配布資料】

- 資料1 下條構成員 ご発表資料
- 資料2 西川構成員 ご発表資料
- 資料3 第1回研究会議事概要

ヒト・脳・社会の近未来 (総務省 0310 15)

The near future of human, brain, and society

下條信輔

Shinsuke Shimojo

カリフォルニア工科大学生物・生物工学部／計算神経系
Division of Biology & Biological Engineering/Computation & Neural Systems,
California Institute of Technology



JST.ERATO Shimojo "Implicit Brain Function" Project

Tamagawa-Caltech gCOE project

NIH, NSF, HFSP

JST.CREST "Implicit InterPersonal Information" Project

JST.CREST "Implicit Ambient Surface Information" Project

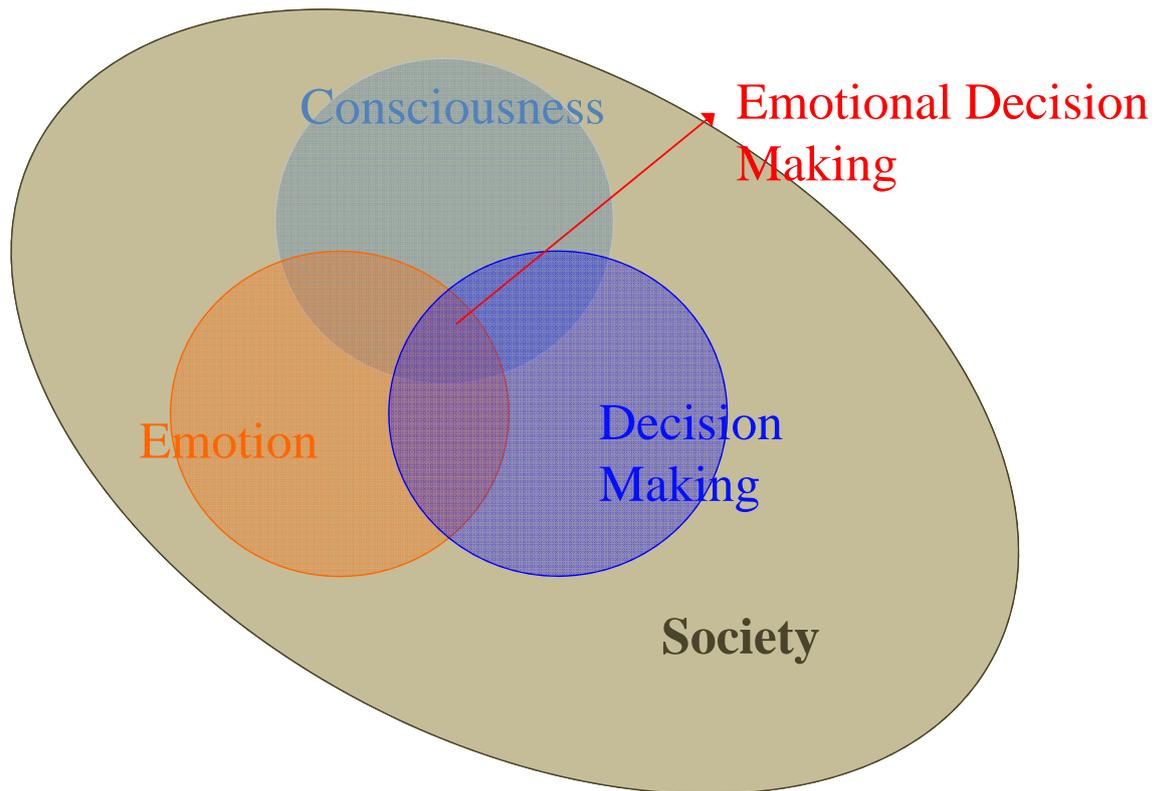


1

システム神経科学で今起きつつあること

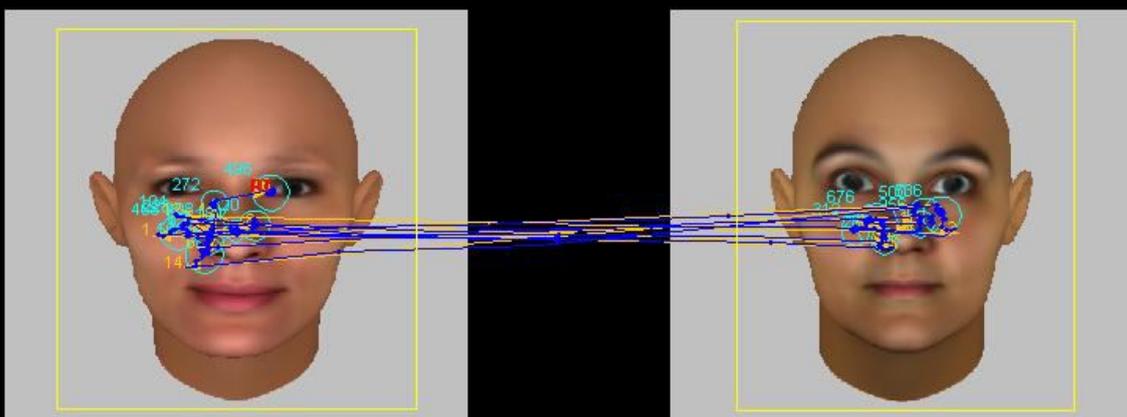
- * 潜在機能の解明（知覚、意思決定など）
- * 予測
- * 調節と操作（非侵襲）
- * 社会脳（1 → 1.5 → 2 brains）
- * 生物学、遺伝学、計算科学、工学とのクロスオーバー

The three final challenges in human neuroscience



3

視線と選好判断

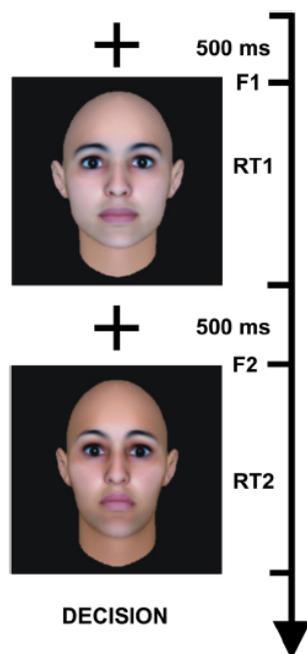


Facegen Modeller / EyeLink 2 : Raw data

- * 主観的な選好判断に先立って、視線のバイアスが生じる。
- * 視線のバイアスは自覚的には意識されていない。
- * 視線のバイアスを操作することで、選好判断を操作できる。

4

Preference of face : Sequential (fixed) presentation

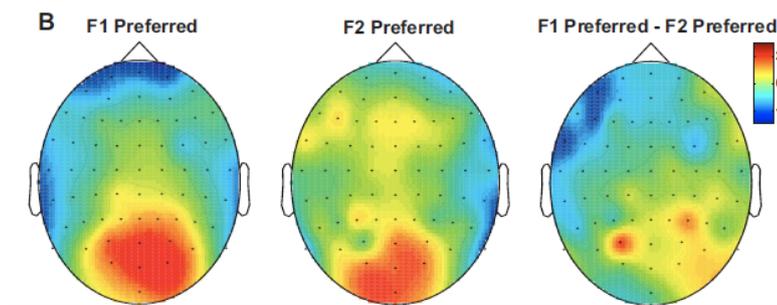


継時呈示

好きな方を選び
(選好判断)

(Lindsen, Shimojo & Bhattacharya, *NeuroImage*, '10)

ERPs after Face1 presented (200-400ms)



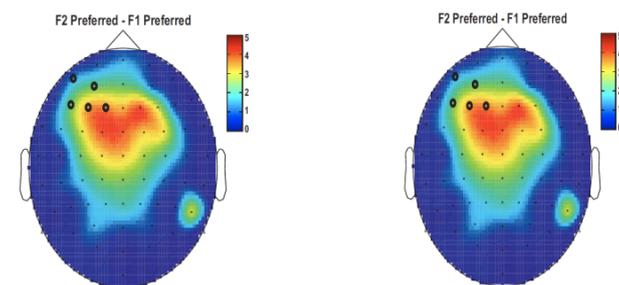
Wavelet-based time-freq. plot, after Face2 presented

Theta, 5-8 Hz (500ms)

Gamma, 40-60 Hz (650ms)

All before decision!

<予測力>
グループデータ: 74.3 %
個人データ: 91.4 %

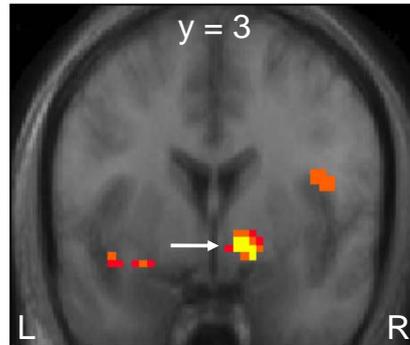
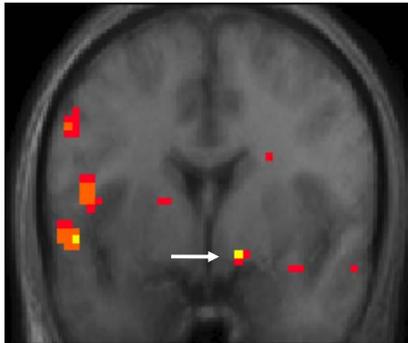


(Lindsen, et al., *NeuroImage*, '10)

側坐核が「第一印象」をエンコードしている

Implicit Preference 丸顔課題

Explicit Preference 選好課題



丸顔課題遂行中の脳活動を後の選好判断を使って解析

ただし初見の顔に限る！

7

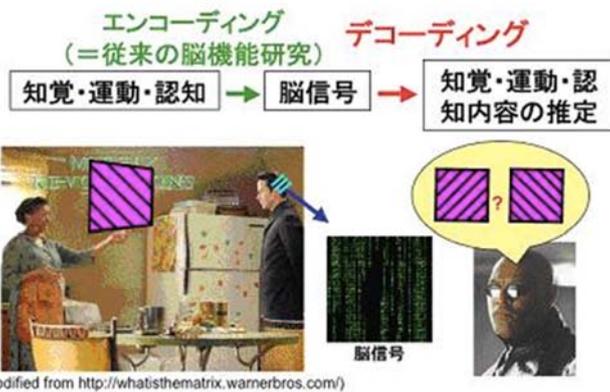
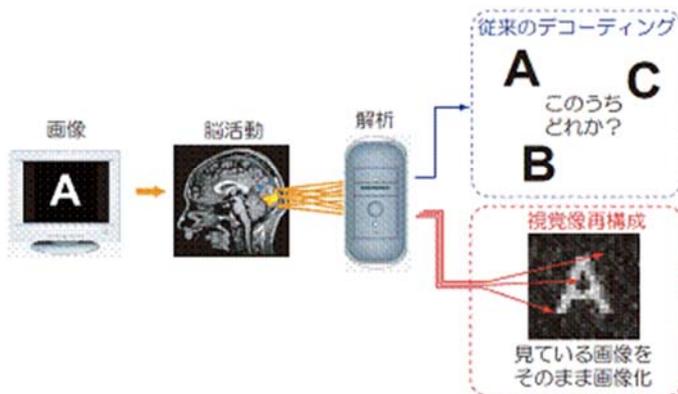


図1：エンコーディング vs. デコーディング

神経信号の解読

(Kamitani & Tong, *Nat. Neurosci.* '05)

- * 視知覚 (Y. Kamitani, ATR)
- * 対象/単語 (M. Just, CMU)
- * 夢 (Y. Kamitani, ATR)



(Miyawaki et al., *Neuron* '08)

(from ATR official site)

図3：従来型のデコーディングと視覚像再構成の違い

8

反応潜時が潜在過程を反映する性質を利用して...

他人のパスコード(数字)を盗めるか？

さまざまな数字の配列に対して素早く反応するゲーム。
たとえば4個の数字、四則演算で10を作る。

自分のパスコードに近いほど、反応が遅れる(どつきり効果)。

大量のデータから逆演算で、パスコードを解読できるか？

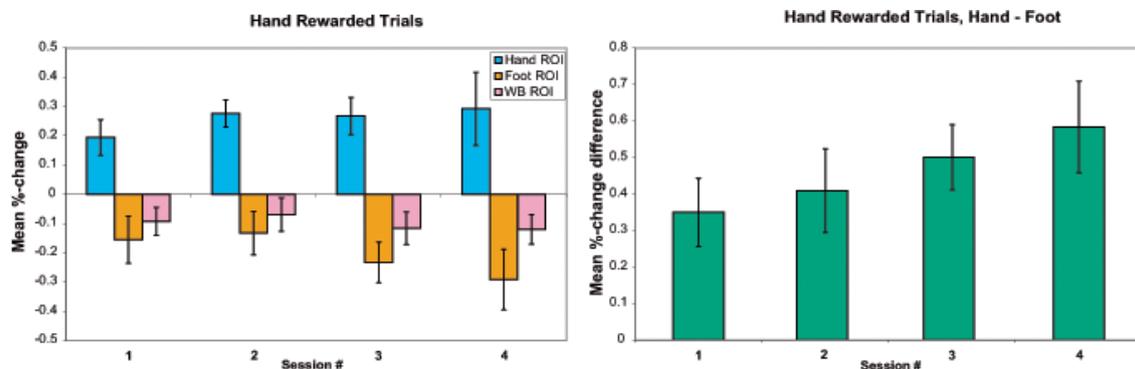
→ 可能性はイエス！ (UCB)

9

Neural feedback/conditioning by real-time fMRI

神経フィードバック／条件付け

Group %-chg: hand rewarded (vs. foot)



(Bray et al., *JNS* '07)

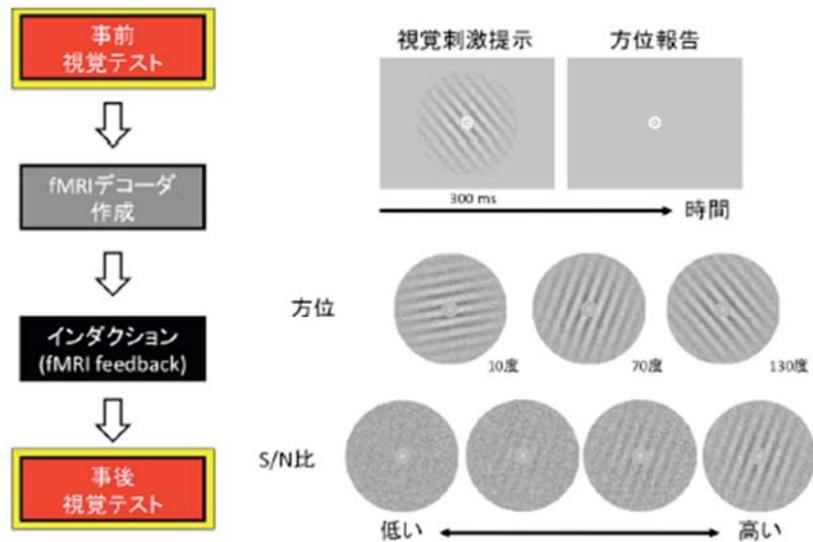
- * 運動皮質の手／足の運動領域を、選択的に促進／抑制できた
- * その効果で、手／足の反応潜時が予想通りに変化した

10

デコーディング + ニューラル・フィードバック

→ 努力や自覚無しの視覚学習

(Shibata et al. @ATR, *Sci.* '11; from ATR official site)



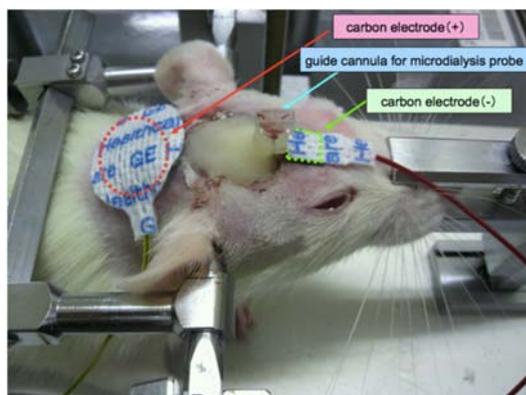
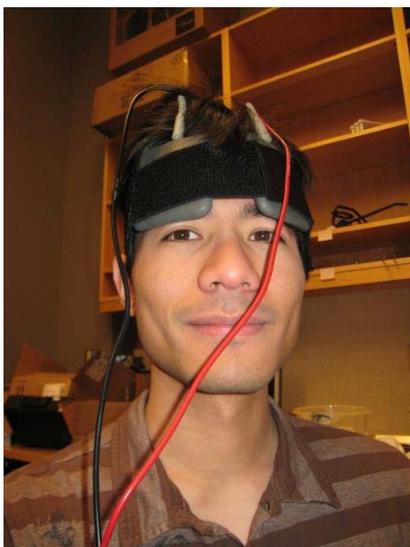
知覚学習のプリとポスト三方向弁別課題

11

脳を直接刺激する

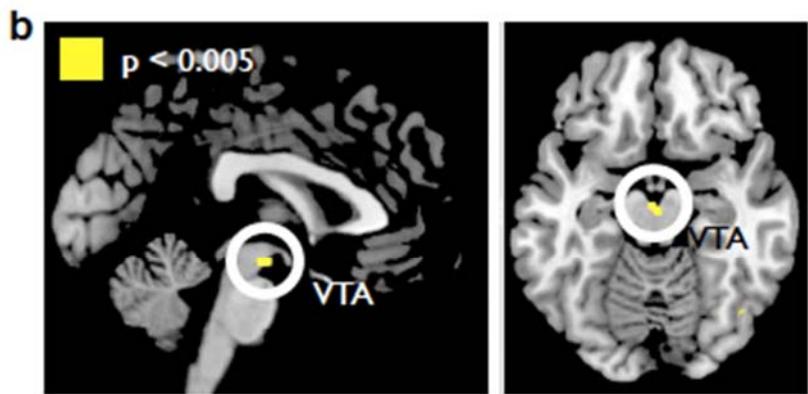
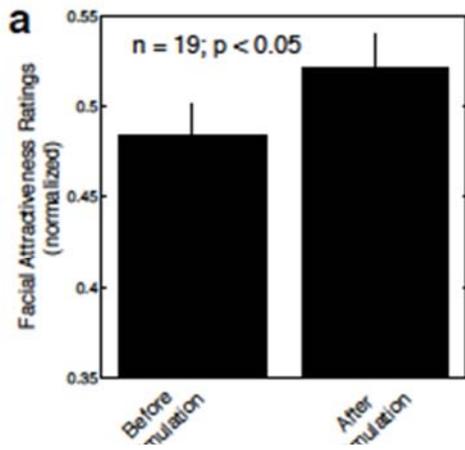
tDCS → fMRI

経皮直流電気刺激



ヒトの皮質下報酬系を、遠隔に非侵襲的に制御できるか？
(動物実験との比較から) ドーパミン系に作用と特定できるか？

12



VTA is activated by tDCS

腹側被蓋野 : ドーパミン系の最上流

(Chib, et al., *Transl. Psychiat.*, '13)

報酬系を遠隔・非侵襲に活性化
眼窩前頭皮質の、顔に対する感受性増大

13

TMS (Transcranial Magnetic Stimulation)

経皮磁気刺激



* 人工盲点、 * 知覚内容の「リプレー」、 * 機能ブロック

14

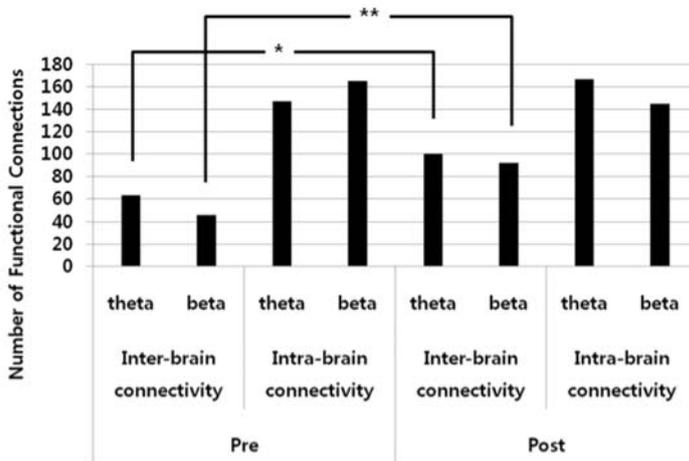
ソーシャル・ブレイン

身体の動きと神経活動の、潜在的な同期

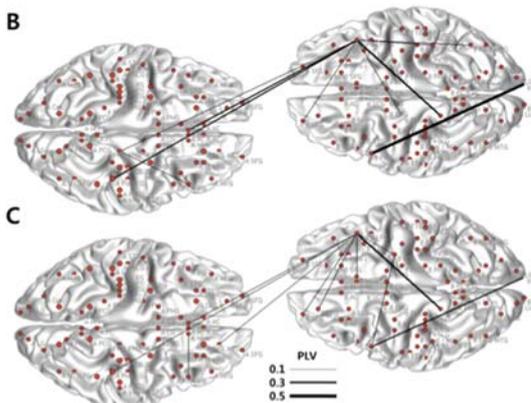


協調的な行動によって、身体と脳が同期する！

15



社会脳 ↔
クラウド & ユビキタス
コンピューティング



Interbrain
connectivity ↑

(Yun, et al., Sci. Rep., '12)

16

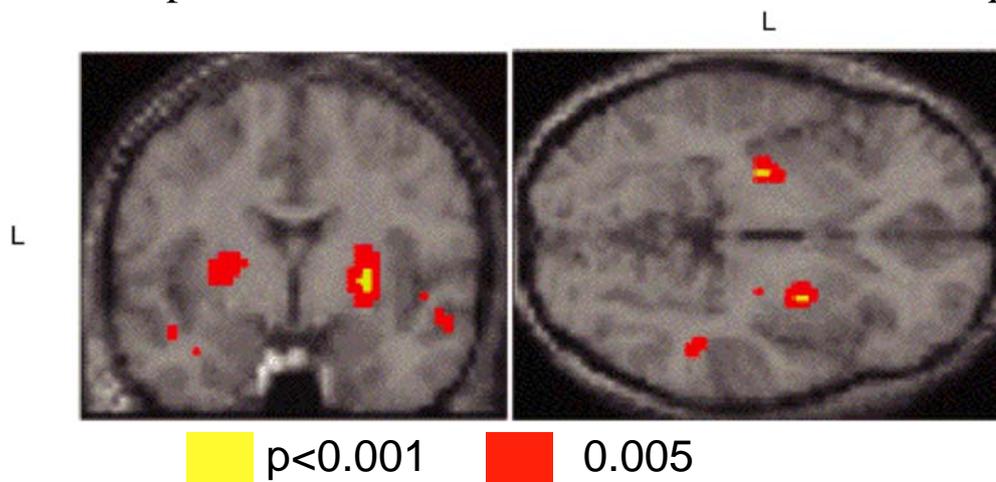
今後さらに進むこと、可能になること

- * 脳／遺伝スクリーニング（遺伝学とのクロスオーバー）
- * 脳と身体の拡張（ウェアラブル、BMI）
- * ネットワーキング、潜在マーケティング
- * 計測だけではなく、調節、刺激
- * 携帯機器／エンターテインメントとの連結
- * 感覚補綴と代行（人工感覚、ヒト磁気感覚？）

17

CMはなぜ「効く」のか - 神経生物学的基盤？

Choice compatible with the Pavlovian cue - Choice incompatible



(Bray et al., JNS '08)

Peak in *ventrolateral putamen* @ [27 -3 -3] 被殻腹外側部

--> common between the human and the rat!

18

スマホ基盤のtDCS Neurofeedback

- * 脳の状態モニタ
(BigMax for brain)
- * ムード調節
- * ゲームの快増幅

19

Sensory Substitution (SS)

感覚代行：盲人に視覚を与える

- * 視覚情報を変換し別の感覚モダリティに入れる
- * 触覚型／聴覚型
- * 第6感、磁気感覚？

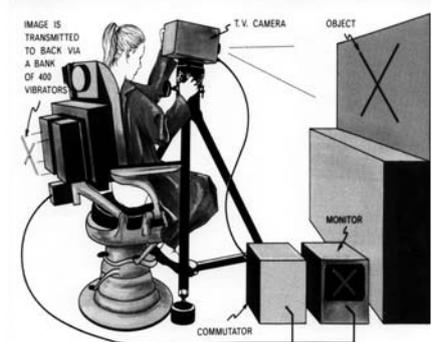


Image of the Brainport prototype

20

日本の強みをどう活かすか？

* 先行ニーズを活かす

高齢者、老老介護、認知症対策、災害復興対策 (Big Data & Disaster Management)、食料問題、エネルギー問題 (マーケティング)

* 職人ワザ／暗黙知の訓練、その自由な応用 (実験心理学)

* シェアド・リアリティが高い (比較文化心理学者)

* トップダウンが効きやすい (経営学マーケティング)

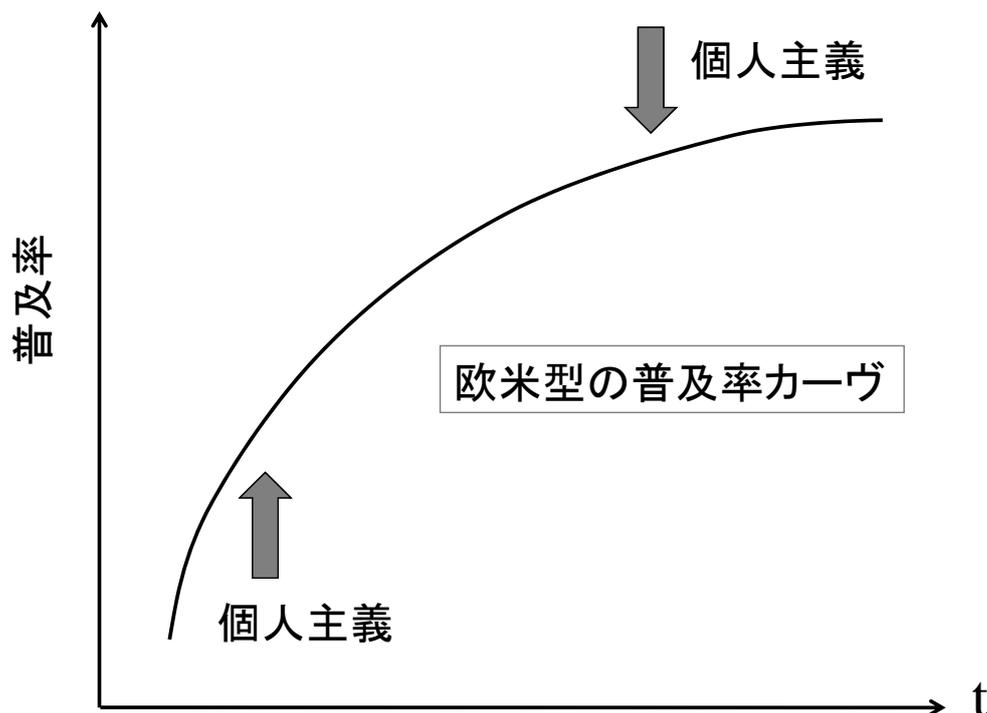
一度目標が決まれば、学際的に専門家を集約できる (認知神経科学)

<ただし基礎科学には不適？ - 基礎科学でも目標が設定できれば>

* 学問的環境の優位性 - ヒト神経科学、ヒト型ロボティクス、計算科学など。 日本版ブレインイニシアチブ「革新脳」 (マームセット、文科省、30億円x10年)

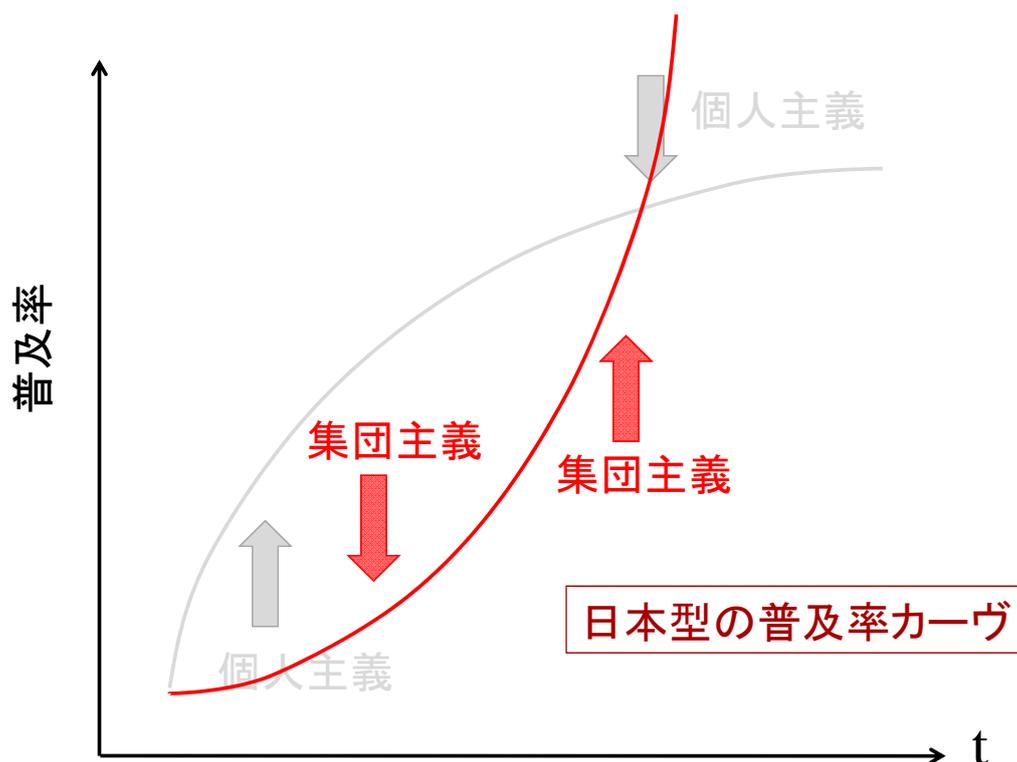
21

比較文化的に見ると・・・



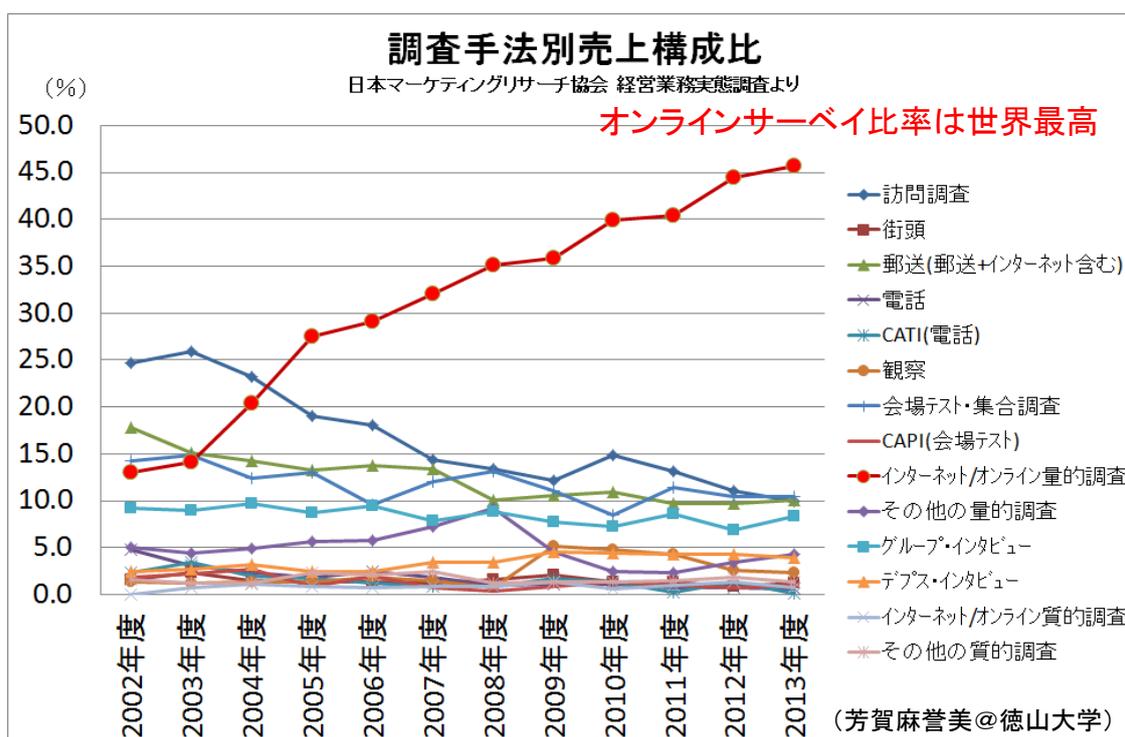
22

比較文化的に見ると・・・



23

一度市場に導入されると、 一気に新規手法が広がりやすいのが日本の特徴



24

Issues?

* コンピュータと意識

コンピュータは意識を持つことができるか ?
人間の意識をコンピュータにインストール可能か ?

A: 1) 誰が判定するか (「本人」ではない) *cf.* Turing test
2) 来歴による (ペットの例)

* 人間とコンピュータの共存はどうか

コンピュータの(予知)能力が大幅に高まっていく中、
人間とコンピュータの(主従)関係はどうか、共存の道はどのようなものか

A: 1) そもそも主従という発想が遅れている(境目が薄れる)
2) 例: 創造性の帰属 (*eg.* 佐村河内事件)

25

* 神経倫理 / 社会倫理

開発に及び腰である国は、結局は倫理コードでも遅れる (*eg.* バイオエシックス)

* 短期戦術 / 長期戦略、分けて考えよ

短期: トップダウンのビジネスモデル適用

長期: 分野だけ明確に定義し、目標を指定しないスーパーポスドク

オンライン: リアルタイム処理とVersatility

オフライン: 更新が命

26

Internet of Thingsを加速する 新しいコンピューティング

西川 徹

(株)Preferred Networks / (株)Preferred Infrastructure

代表取締役 最高経営責任者

<nishikawa@preferred.jp>

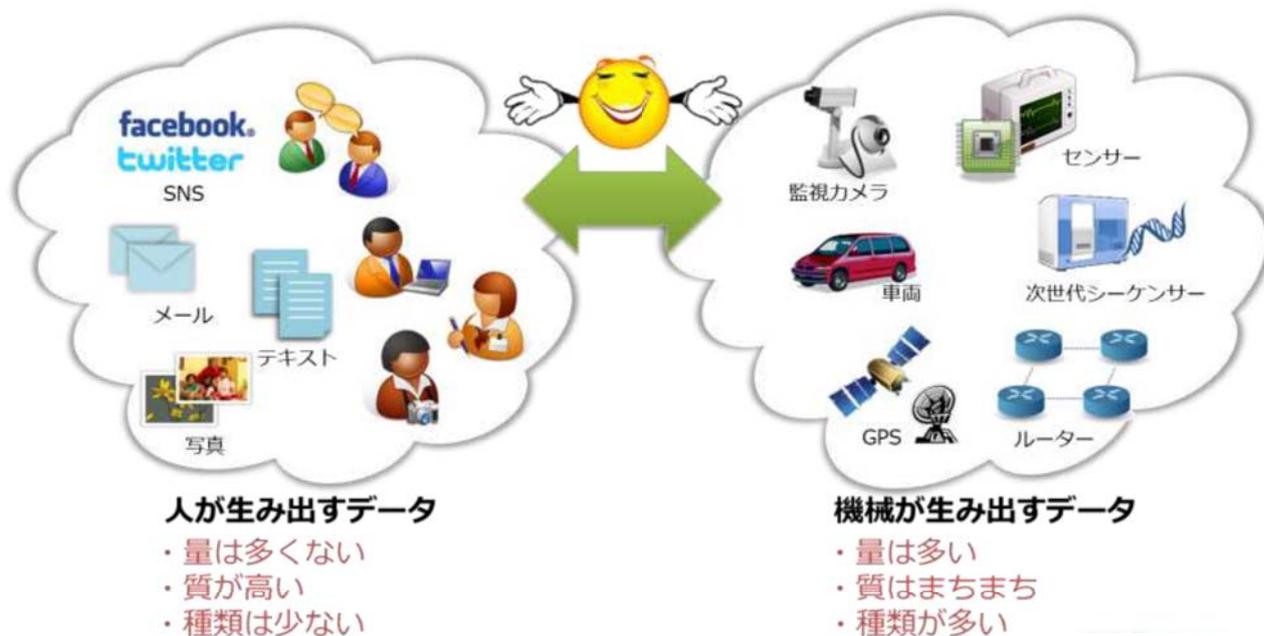
**IoT時代に向けた新しいコンピュータを創造する
あらゆるモノに知能をもたせ、分散知能を実現する**



IoT時代の到来で発生する課題

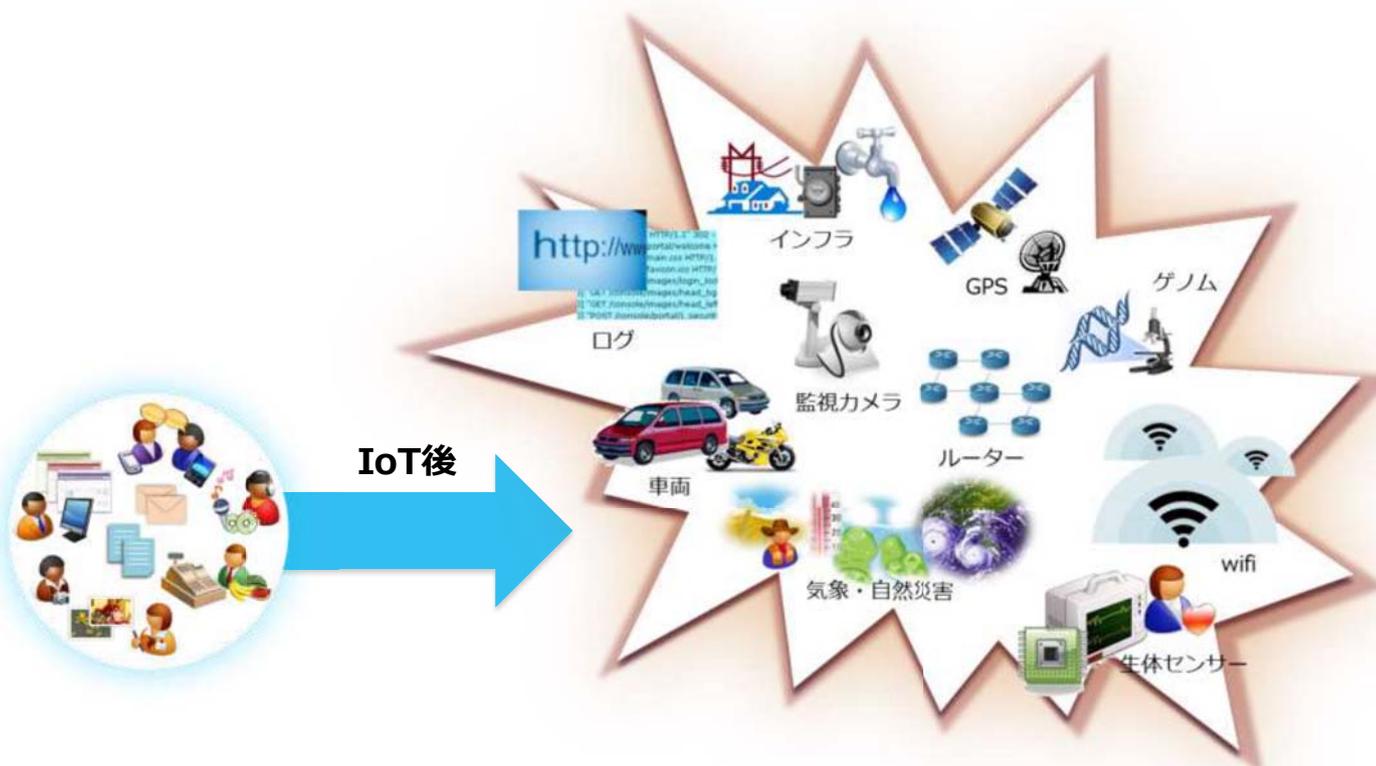
- 膨大なデータがエッジ側で生成されるようになる

例：映像はカメラ1台で年間100TB、タービンセンサ、ポイントクラウド



3

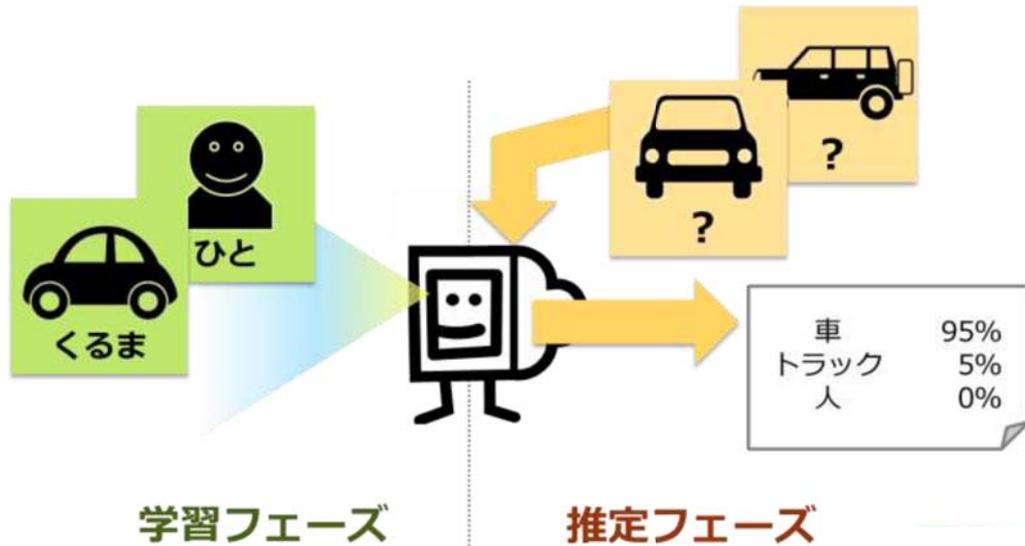
課題：データの多様性、環境の多様性の増大



4

機械学習 (Machine Learning)

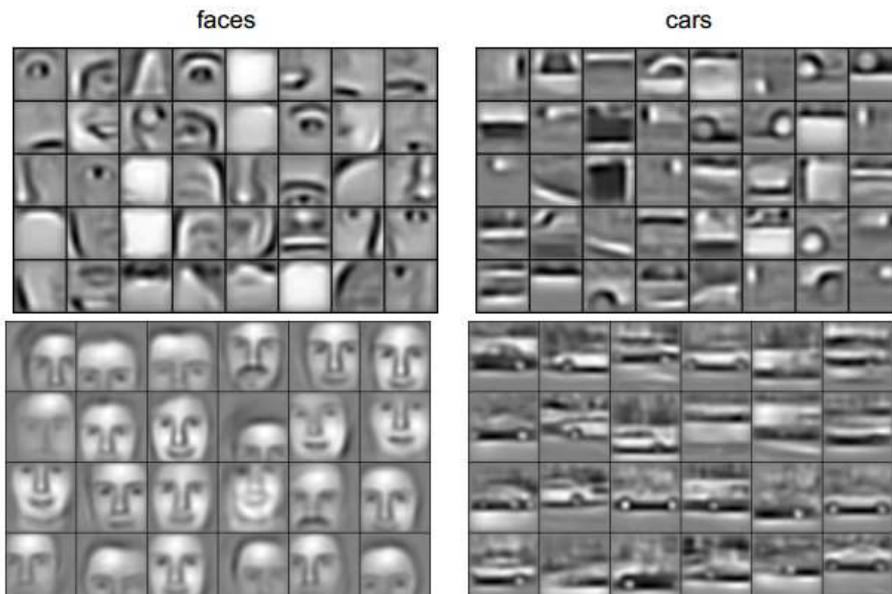
- ◆ 機械自体が学習し、認識、識別、判断、予測、行動をするようになる
- ◆ 膨大なデータを与えることで人並に学習することができるようになる
- ◆ 未知の現象への対応、導入コストの低減、人を超える判断



5

深層学習 (Deep Learning)

- ◆ これまでの機械学習は分野毎に専門家による特徴抽出がされていた
- ◆ 特徴抽出すらも学習により獲得し、生のデータから直接認識できるようにする
- ◆ 人を超えるような認識、識別、判断、予測を実現する



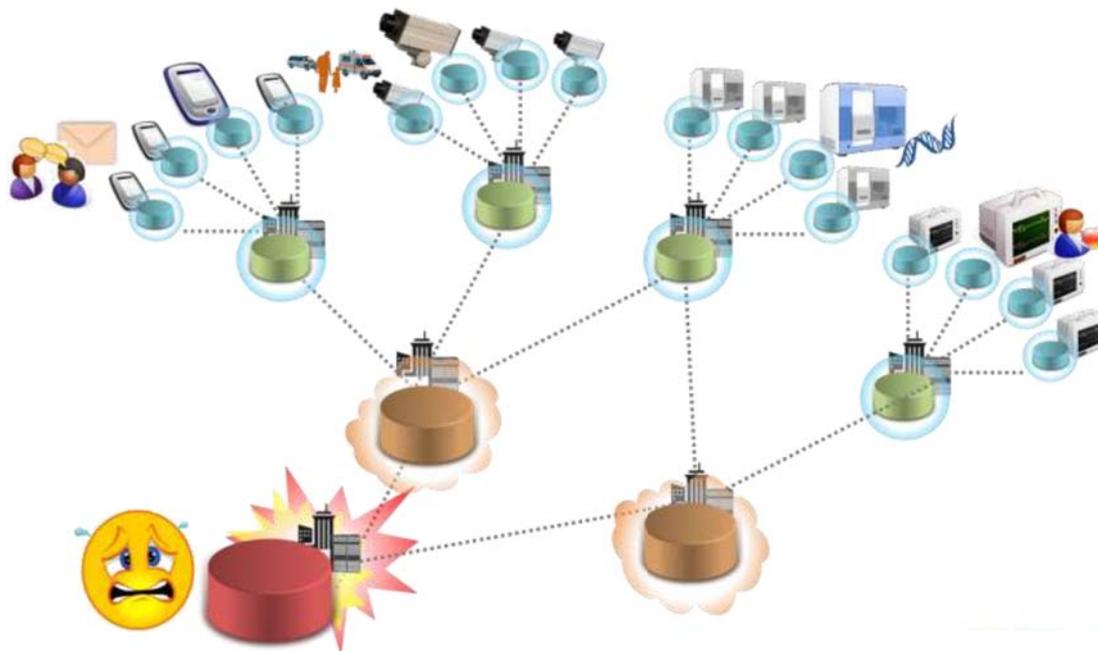
<http://ai.stanford.edu/~ang/papers/icml09-ConvolutionalDeepBeliefNetworks.pdf>

6

課題：データの「量」の爆発

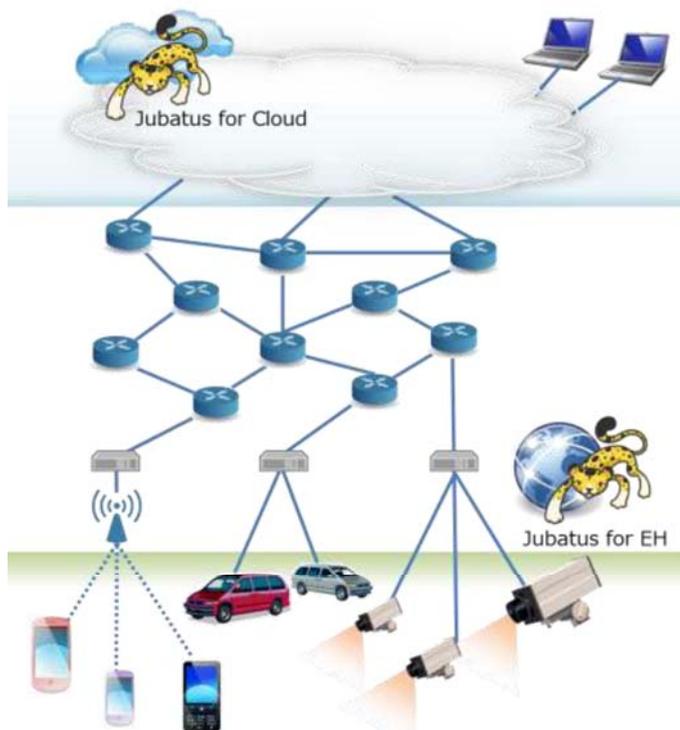
- これらのデータはクラウドに送るのはコスト的に困難である

データの価値密度が低く、コストに見合わない



7

Our Position in Machine Learning: From View Point of Computing Architecture



Cloud: Collective Intelligence

Player: Google, Facebook, Amazon,
SaaS ML vendors(BigML, grok, wise.io, etc)
Technologies: Hadoop families(including Spark),
MPP databases, Stream processors, CEP, **Jubatus**

Network: Distributed & Cooperative Intelligence

(like human nervous system)
Player: **Preferred Networks**, (others are rule-based)
FA or Network security solution providers
Technologies: Stream processors, CEP
(these are mostly rule based), P2P databases,
Jubatus(MIX based cooperative machine learning)

Smart Devices: Autonomous Intelligence

Player: Robot companies, Healthcare
companies, Google (glass), Apple (watch)
Devices: Cameras, Smartphones, sensors,
wearable, automobiles

8

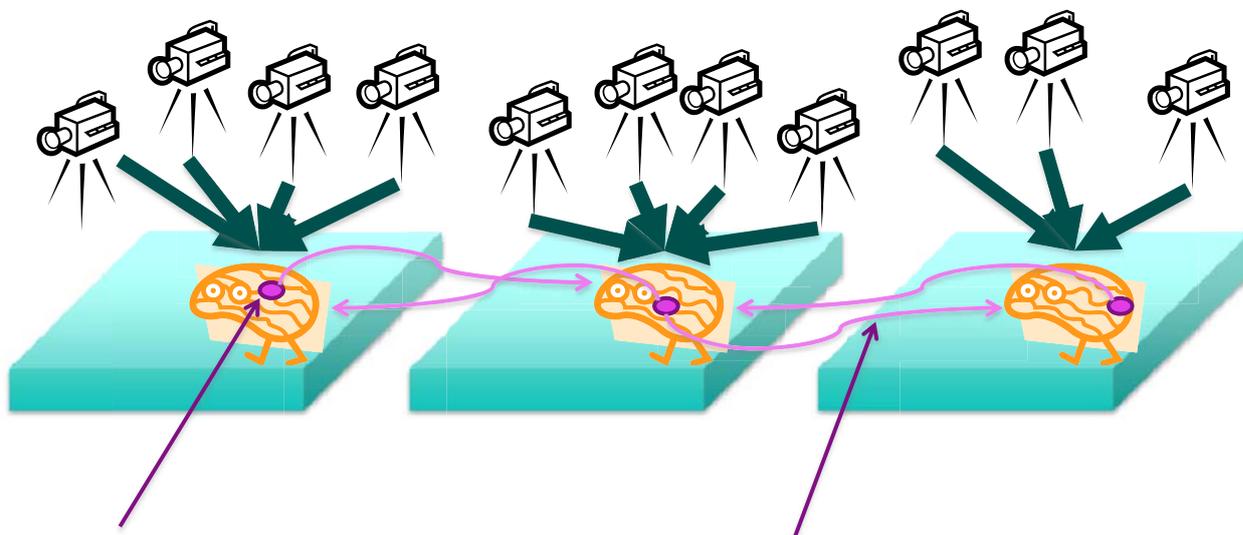
エッジヘビーでの深層学習ベース映像解析



9

Jubatus supports Scalable Parallel Machine Learning

“Loose Model Sharing”



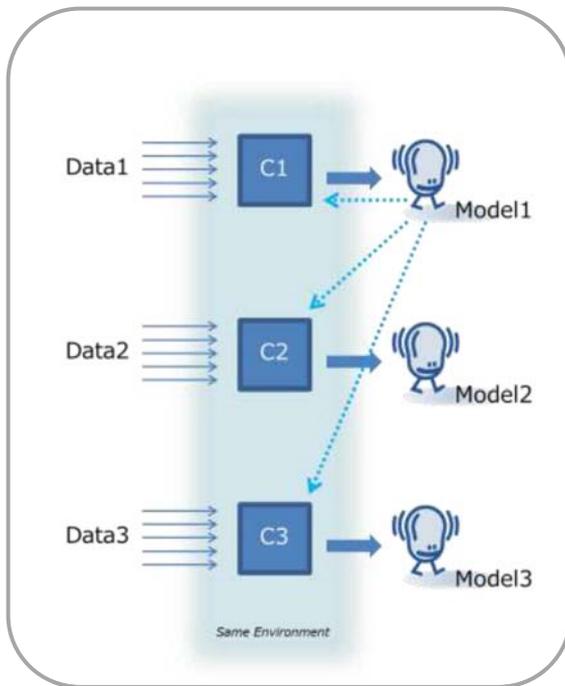
Each node updates its model incrementally by learning from raw data

Nodes only exchange differences between models in each node

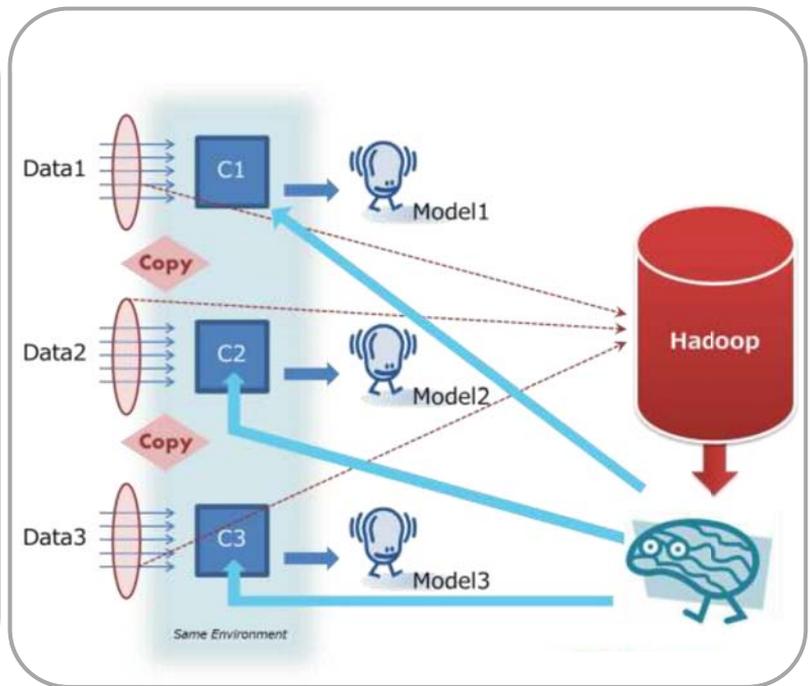
10

CEP/Stream Processing Machine Learning

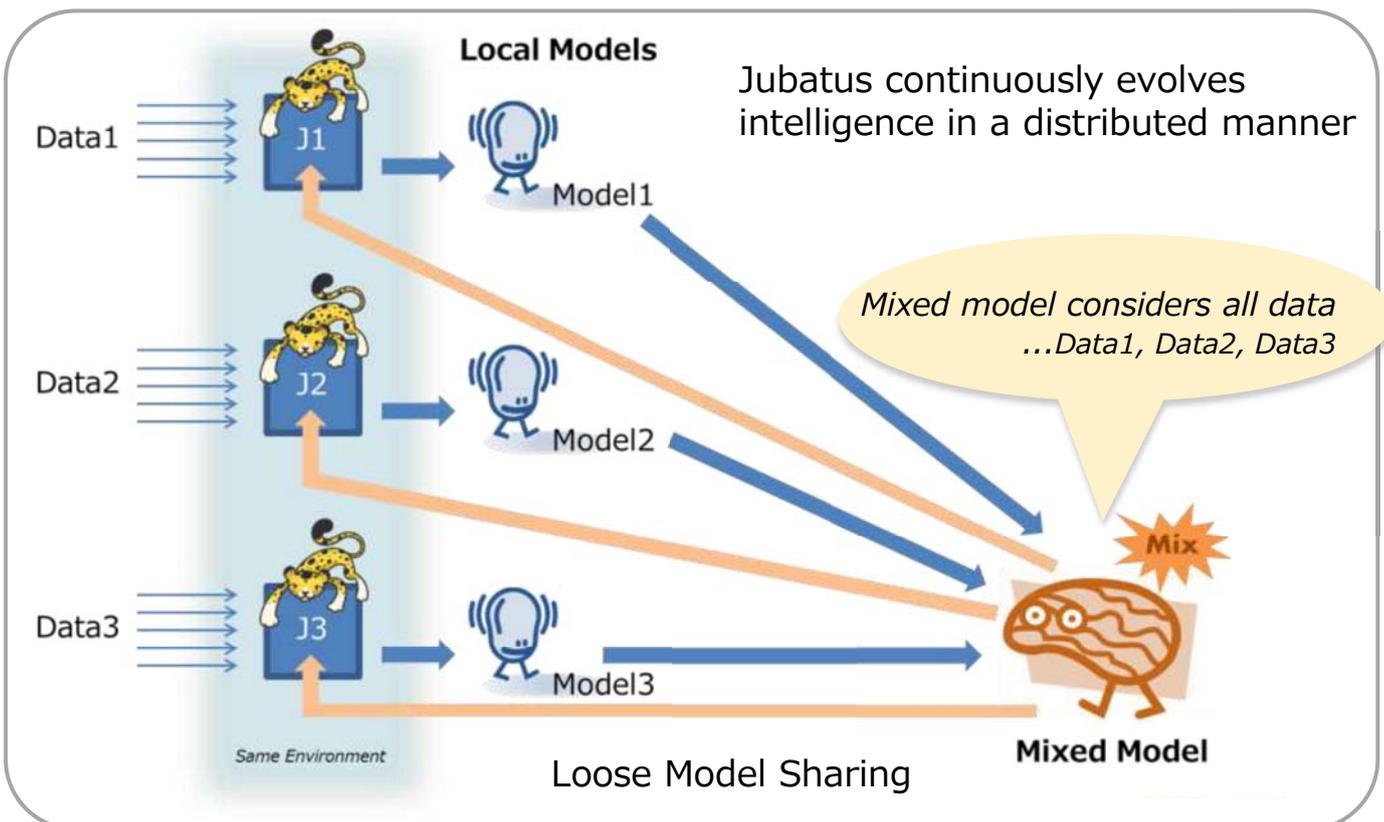
【 CEP/Stream Processing 】



【 CEP/Stream Processing + Hadoop 】

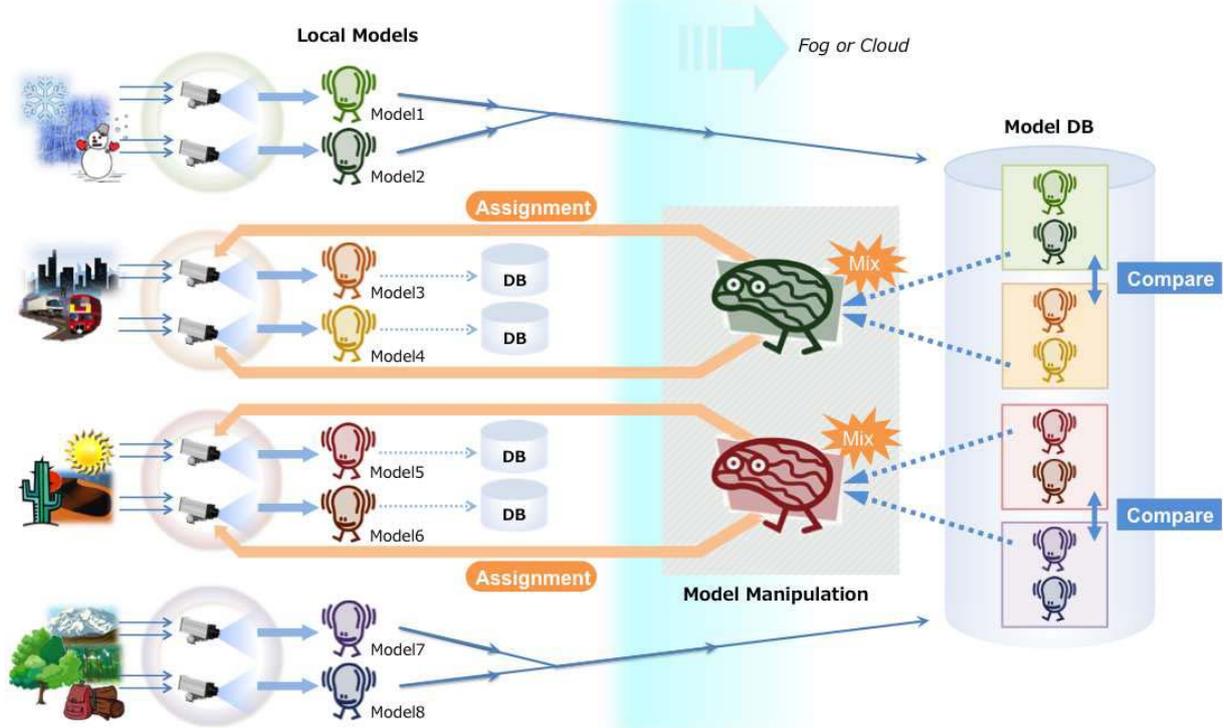


Jubatus: Distributed Real-Time Machine Learning



Evolution of Jubatus (1/2)

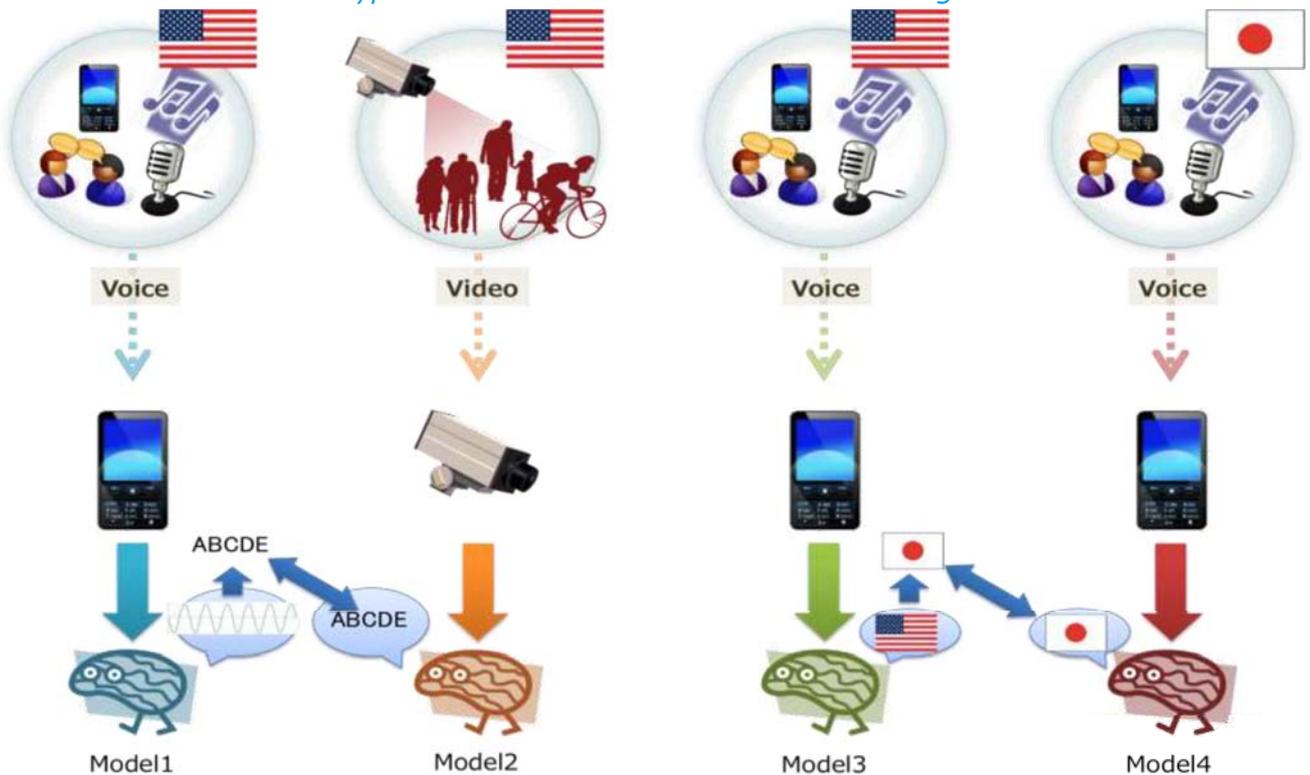
Adaptation to Heterogeneous Environments



Evolution of Jubatus (2/2)

Translation of heterogeneous data types

Translation of heterogeneous models

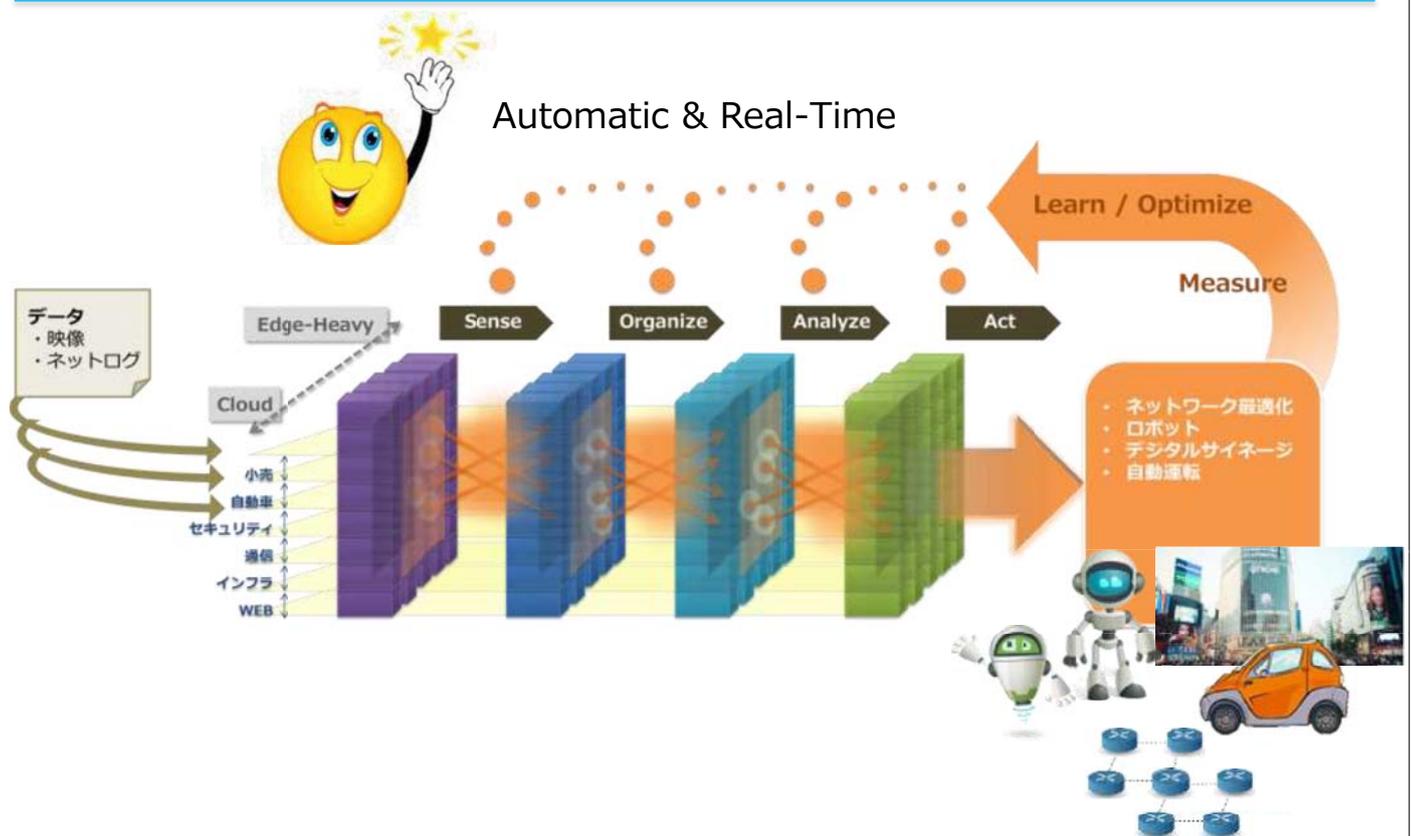


ネットワークの新しい役割

- デバイスと知能を「リアルタイム」で結ぶ神経系となる
- デバイスからデータを集めるだけでなく、デバイスと知能との間の双方向のインタラクションを司る
- データを送るのではなく、知見・知識等より抽象化された情報をやり取りする
 - そのためには、ネットワークプロトコルの革新が必要となるだろう
- IoT・オンライン双方に対し透過的なセキュリティを実現しなければならない
 - スケーラブル
 - かつ、免疫系のように多様・急速に変化する脅威に対処可能でなければならない
- 知能の交換・融合・分離や、知能の適切な環境への配布を管理する
 - ノーフリーランチ定理

15

IoTと機械学習により、システム全体において「全自動での」最適化が可能となる



16

日本に様々なチャンス

- 「協調」「学習」するデバイスという概念は、デバイスの設計そのものを大きく変える
 - 製造プロセス・生産管理・品質管理等も大きく変わる。
 - 様々なノウハウやデータが既にあり、それをベースにした研究を即座に進めることができる。ネットワークでつながることの価値、機械学習の価値を正しく理解し取り込むことができれば、一番優位な立場である。
 - 深層学習は、データを分析するだけでなく、モノの設計自体を、近い将来実現してしまうようになるだろう。
- ライフサイエンス分野、特に創薬の分野においてIoT・機械学習の価値は更に重要になる
 - データを無限に、自由に取得するための手段が確立され得る。
 - 高度なロボティックス、微細化の技術を取り込むことにより、実験そのもののプロセスをすべて自動化・高度化することも可能であるし、そうするべきである。

「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」

第1回 議事概要

1. 日 時

平成27年2月6日(金) 16:30~18:30

2. 場 所

中央合同庁舎2号館11階 総務省第3特別会議室

3. 出席者(敬称略)

【構成員】村井座長、荒木構成員、岩田構成員、川上構成員、川妻構成員、下條構成員、
関口構成員、松尾構成員、森川構成員、岡野原代理(西川構成員代理)

【総務省】阪本総務審議官、武井官房総括審議官(国際担当)、
南政策統括官(情報通信担当)、泉情報通信政策研究所長、小津調査研究部長

4. 議事要旨

(1) 総務省挨拶

開会に当たり、阪本総務審議官より挨拶が行われた。

【要旨】

- ・ コンピュータが加速度的に発達することによって、その能力が人間の能力を上回る、いわゆるシンギュラリティに達すると言われている。その状況を迎えるにあたり、人間と機械・コンピュータの関係と共存について根本的な議論が必要になってきていると考える。
- ・ 本研究会では経済、情報通信、人工知能、脳科学、認知心理学といった多様な分野の専門家で横断的にこの問題を議論する世界でも最先端の試みではないかと思う。本研究会が契機となり、世界的・日本的に関連問題についての議論が加速することを祈念する。

(2) 構成員紹介及び総務省出席者紹介

(3) 開催要綱・議事運営等

開催要綱及び検討の背景について事務局から説明し、了承された。

また、村井構成員が座長に選任された。

(4) 座長挨拶と研究会の概括（村井座長）

【要旨】

（挨拶）

- ・ インターネットの状況が整い、地球上であらゆるものが繋がるイメージが持てるようになってきた。今後はそのイメージを夢ではなく、本当に作っていく時代になる。それが 2015 年のタイミングである。
- ・ 本日の研究会では、人工知能などの技術進化が予想を超えた状況になっているという前提で、人間とインテリジェンス、コンピュータの関係について議論されることを期待する。
- ・ 高度な情報通信環境が整備された日本で議論すべきテーマである。また、国の研究会としてこういった議論ができることは画期的である。

（概括）

- ・ デジタルデータの無限共有、光化によるネットワークの高速化、クラウド化によるネットワークの最適化、並列計算による計算能力の向上、IoT 等が進展している。
- ・ さらにグリッドコンピューティングの並列処理から進んで、ブラウザ同士が連結して計算する流れになってきており、ブラウザのアーキテクトでウェブの世界を作ることができるようになってきている。
- ・ インターネット上で新しいインテリジェンスが出てきて、それがシンギュラリティを生み出すというのが大体の SF 的な視点。その中で、コンピュータが人間を超える（シンギュラリティ）ようになっていくときに、人間はどのようになるか、人間の中心的な役割・責任は何かということは大変重要な側面となる。
- ・ AI による知的なオペレーションが実現すれば産業的にもインパクトがあるが、社会が新技術を受け入れる過程で出てくるであろう慎重な、あるいは、ネガティブな反応も含めて本研究会では議論すべきだろう。

(5) 「人工知能の現在と未来」（松尾構成員）

【要旨】

- ・ **人工知能のブレイクスルー**：人工知能における 50 年来のブレイクスルーとして、ディープラーニング（深層学習）がある。ディープラーニングによって、データを基に「何を特徴表現とすべきか」ということが自動的に獲得できるようになってきている。現在、ディープラーニング関連で海外企業の投資が相次いでおり、Google、Facebook、Baidu 等の企業が数百億円単位の投資を行っている。
- ・ **人工知能の発展段階**：人工知能は、振る舞いから見て以下の 4 つの段階に分類できる。
レベル 1：単なる制御（例：温度が上がったらスイッチを切る）
レベル 2：対応のパターンが非常に多い（例：将棋や診断で探索や知識を使って解を

出力)

レベル3：対応のパターンを自動的に学習（例：この病気とこの病気はこういう相関があるということを機械学習）

レベル4：対応のパターンの学習に使う「特徴量自体」も学習（例：ある症状群が、患者の血糖異常を表し、複数の病気の原因になっていることを推論）

ディープラーニングによってレベル4の人工知能が可能になりつつある。知能が人間を超えて大きく発展する可能性があるという初期仮説に、今、戻ってもいい段階と考える。

- ・ **ディープラーニングの今後**：ディープラーニングは今後、①画像特徴の抽象化②センシングデータのマルチモーダルな抽象化③人間の行為と帰結の抽象化④行為を介しての抽象化⑤言語理解、自動翻訳⑥バインディングされた言語データの大量の入力による高度な抽象化・知識獲得・高次社会予測 分野で発展し、産業的にもインパクトも与えると考えられる。⑥までいくと、教育・秘書・ホワイトカラー支援といった業務ができるようになるのではないかと考える。
- ・ **人工知能と雇用**：オックスフォードの研究で、金融・会計などの仕事が人工知能に代替される確率が高いと報告されているが、仕事の変化は時系列で違ってくると考えている。5年以内の短期では法律・医療・会計・税務に人工知能の利用が進む。中期では（特徴量抽出が応用しやすい）監視系の業務、監視員・警備員・設備の管理・維持・保守も人工知能に代替される。長期では、人工知能に代替される・されない仕事が2極化し、経営等大域的判断を必要とする仕事や、営業など対人間のインターフェースの部分が人間の役割として残ると考える。
- ・ **シンギュラリティと課題**：シンギュラリティのコンセプトとして、人工知能が自分よりも1%でも賢いものを再生産できるようになると、それが無限に繰り返されることによって知能のレベルが無限大になるという議論がある。知能がコンピュータでほぼすべての部分を実現できるということと、そのコンピュータが自らの人工知能のプログラムを再生産する、再設計するというにはかなりの隔たりがあるため、分けて考える必要がある。コンピュータが自らを超えるものを作り出していくというシナリオを考えることは難しい。ただし、非常に高い知能を人間がいかに活用するかを考えることは重要である。それを軍事目的で活用することもできてしまうし、1つの企業が独占することもできてしまう。国レベルでの競争優位性にも非常に関わってくるため、技術開発や活用策を考える必要がある。
- ・ **ビッグデータから人工知能時代の産業競争力**：リアルからのデータ取得→処理→リアルへのアクションという構造を考えると、ビッグデータ時代にはデータ取得というところが大きく膨らんできた。次に人工知能の時代には処理のところが膨らんでくると考えている。ビッグデータはある種の目の誕生と同じで、人工知能は脳の発達（抽象化能力の向上）と考えられ、これらが生存上有利になると同様、産業の競争力に

なっていくと考える。

- ・ **ネットワーク・通信と人工知能**： ネットワークの発達により知能が分散・最適設置することができ、その間のインタラクションも設計することができる。センサ、アクチュエータ、知能、人間という4つが組み合わせられて、進んでいく社会になるのではないかと考える。また、通信との関係については、最適な通信と人工知能による最適な抽象化は極めて関連が深く、インテリジェンスとICTの関係、今後、非常に重要なテーマになる。

(6) 「ICTインテリジェント化により実現する世界のイメージ」(荒木構成員)

【要旨】

- ・ **演算能力の進化と未来社会**： コンピュータが加速度的に進化して、コンピューティング能力が高まって、更に応用であるソフトウェアの性能が高まってきたときに何が起きるかというところが今後の未来を考える上でのポイントと考える。過去の未来予測を見ても、情報工学やコンピュータに関するものは、基本的に過去の未来予測を超えて進化し続けている。
- ・ **様々な分野でのインテリジェント化事例**： 自動運転車、無人戦闘機などの軍事応用、エンタメ業界におけるバーチャルリアリティ、医療分野での遠隔手術、自動翻訳など、ICTのインテリジェント化は実サービスとして登場してきている。
- ・ **10年・20年未来に起こり得ること**： 携帯でタクシーを呼ぶと、無人タクシーが来るというサービスも近い未来に実現する。人工知能との恋愛にもリアリティが出てきている。視覚、聴覚、触覚デバイスなどのバーチャルリアリティ技術が進めば、現実との境目は極めて曖昧になってくる。
- ・ **労働環境の無人化と人間の価値**： 人工知能・ロボットの普及によって、労働環境の無人化が起きている。工場の荷物のピックアップや警備にロボットは利用されている。警備ロボットでは、ネットワーク経由でSNSに接続して顔認識とメディア上での行動を照合して、対象人物のリスクを分析するところまで来ている。そのように人間の仕事が置き換えられていく中で、人間でなければできない仕事とか、人間が出すべき付加価値は何なのかというところを真剣に考えなければいけない時代になっていると考える。
- ・ **倫理の問題**： 単に人工知能にできる・できないという話を超えて、やらせていいのかという問題がたくさん起きてくると考えられる。例えば、人工知能に制御された自動運転車による事故発生が不可避な状況で、誰かを犠牲にしなければいけない場面となったときに、犠牲にするのを決めるのは誰なのか、被害の責任を誰がとるのかといった法規制に直結するトピックが出てくると考える。
- ・ **来るべき未来に向けた課題**： 非常に近い事例から極めてSF的な世界観も含めて色々なことを考えなければいけない。技術への反発もあるだろうし、実際にリスクとし

て表れてくる事象も出てくるという中で、今から議論しなければいけないことは単に拒絶したり、抑え込むのではなく、そういうものが実現されるという前提の下で、人工知能などの重点分野の選定、投資を行い、変革によって生じる副作用への対策の議論とガイドライン整備の開始など、産官学の競争力を高めていくことであると考える。

(7) 意見交換

- ・ (森川構成員) シンギュラリティが本当に起こりえるかということを議論しなければいけない。また、遺伝子は情報学と非常に関係が深いので、遺伝子関連分野への投資も必要。更に、技術を問わず身体能力を強化したオーグメント・ヒューマンのオリンピックを開催することは意義深いと考える。課題に関しては、過去参考になるのは原子力の議論である。それを復習して備えていくのが良いと考える。
- ・ (岡野原代理) 人工知能はかなり人間に近づいてきて、コンピュータが人間を超えらるということは何らかの方法で可能になってきている。それを実現するためには、世の中の情報を大規模に集められるセンシングの部分と世の中に対してアクションを起していくアクチュエータの部分を作っていく必要がある。これらのセンサ、アクチュエータが繋がる世界がもうすぐにそこに来ているので、そこに対してどのように人工知能を実現するかということを追求していきたい。喫緊の課題として、世界の競争はすでに熾烈に始まっている。Google 等の企業では数百億規模の予算をつけている。また Google が 6 ヶ月間学習を続けられるような安定したシステムを稼働するなど、インフラ面でも差がついてきている。自動運転やロボット、ドローンなど、競争力の持てる可能性が残っている I o T の分野を注力していきたいと考える。
- ・ (関口構成員) インターネットの歴史が昨年ぐらいから大きく変わった印象がある。IoT (インターネット・オブ・シングス) や Industry 4.0 (独) のように、従来のフィジカルな世界とインターネットが急速に接近してきた。日本はものづくりで優位性があったので、こうした分野では米国に勝てるのではないかなと思って期待していたが、実際のところ、見ていると、日本はものづくりとインターネットとの融合でも相当乗り遅れている。欧米の IT や家電の見本市などを見ても、その流れが急速に加速している中で、日本は既存製品の延長線上でものづくりをやっていることが問題と考える。更に、日本の問題として、規制の厳しさによって新技術の開発に鍵をかけてしまうこと、縦割り構造による情報共有の不足、データアナリティクス分野での人材不足が挙げられる。この研究会では、それらを踏まえて、日本の戦略

を描ければと思う。

- ・（下條構成員）社会と脳が繋がる、そこに爆発的な進化が起きるといふ未来像には同意できる。その実現に貢献するとともに、専門家としての勤を働かせてセーフガードになりたい。特に、認知の側面での無意識の働き（暗黙知）は身体性と社会性を持っていて、これが爆発的な進化によってどうなるのかに興味がある。人工知能などが脳科学といち早く連携することによって、大きなメリットを叩き出せるのではないかという見通しを持っている。また、仮想恋人など、人工知能との恋愛が若い世代の感覚にどういう違いを生じさせるのか、もっと言えば、テレビゲームを幼少時から無制限に与えてもよいのかという問題は提起しておきたい。
- ・（川妻構成員）機械学習について、ディープラーニングも含めてラーニングの限界があるのか、ないのか、その辺のところに興味がある。また、「糖尿病を当てる」ということと「糖尿病を当てよう」、その辺の境目がどのような技術でクリアできるのかにも興味がある。そういう意味では、脳とか人間性とか人間側の理解も含めまだ技術のことが実はよくわかっていないのが課題と考える。
- ・（川上構成員）シンギュラリティは来ない、来る必要がないということが一番認識しなければならない。既にコンピュータは人間の知性を超えているのは明らかであって、データ化されていないものに関してのみ、人間がまだ勝利できている。これから日本にとって何が重要なのかと言うと、1つは現状外資系企業に流出している優秀なソフトウェア人材の国内産業への配分である。未来的な人工知能を創造すること以前に、データを分析する人材を国内企業に配分することが非常に重要。そして、欧米と比べ消極的な関連ベンチャー企業への投資など資金が集まる構造をつくることと考える。
- ・（岩田構成員）（自動運転車による事故においてどう責任を問うかが好例だが）倫理と技術の関係はアリストテレスの時代から存在する本質的な課題。技術の進歩は倫理観をも変えるが、機械の時代に人間の役割はどのようなものか、本質的な問いを精査することが大きな課題。また、世界経済の長期停滞が話題となっているが、日本では、技術の進歩は指数関数であるにも関わらず20年にも及ぶ停滞が続き、ICT投資に見合う形で生産性が伸びず、ソローパラドックスが解消したと言われるアメリカとは明暗が分かれている。技術をいかに上手く活用するかが今後の日本にとって死活問題。研究会ではこの点についての議論に期待。

- ・ （荒木構成員）コンピュータや人工知能に置き換えられやすい部分と置き換えられにくい部分があると考える。私の展望として、ゲーム、映画、舞台、スポーツといったエンタメ分野を始めとして、文化や個人個人に依存して感情を想起させるようなものは、人間の仕事として存在し続けるのではないかと考える。課題としては、今後、IoT や産業の情報化にともなって、ソフトウェア技術者のニーズが高まり続けるにも関わらず、日本においては優秀な技術者の人材プールが乏しいことが挙げられる。また、ソフトウェア技術者が活躍できる、あるいは面白いと思う舞台をより増やしていかないと、空洞化していく。
- ・ （松尾構成員）ディープラーニングで表現学習ができるようになった今となつては、従来コンピュータが苦手だったものが逆に得意になるということが起こってくると考えている。また、シンギュラリティの議論で最も重要な点として、コンピュータの知能のレベルがどこまで上がるかという話と、それが本能を持って生命としての欲望を持つかということは、分けて議論しなければならない。

(8) その他

次回会合は3月10日（火）10時からの開催を予定。場所は総務省第1会議室（中央合同庁舎2号館10階）。

以上