

AIネットワーク社会と人間の共進化

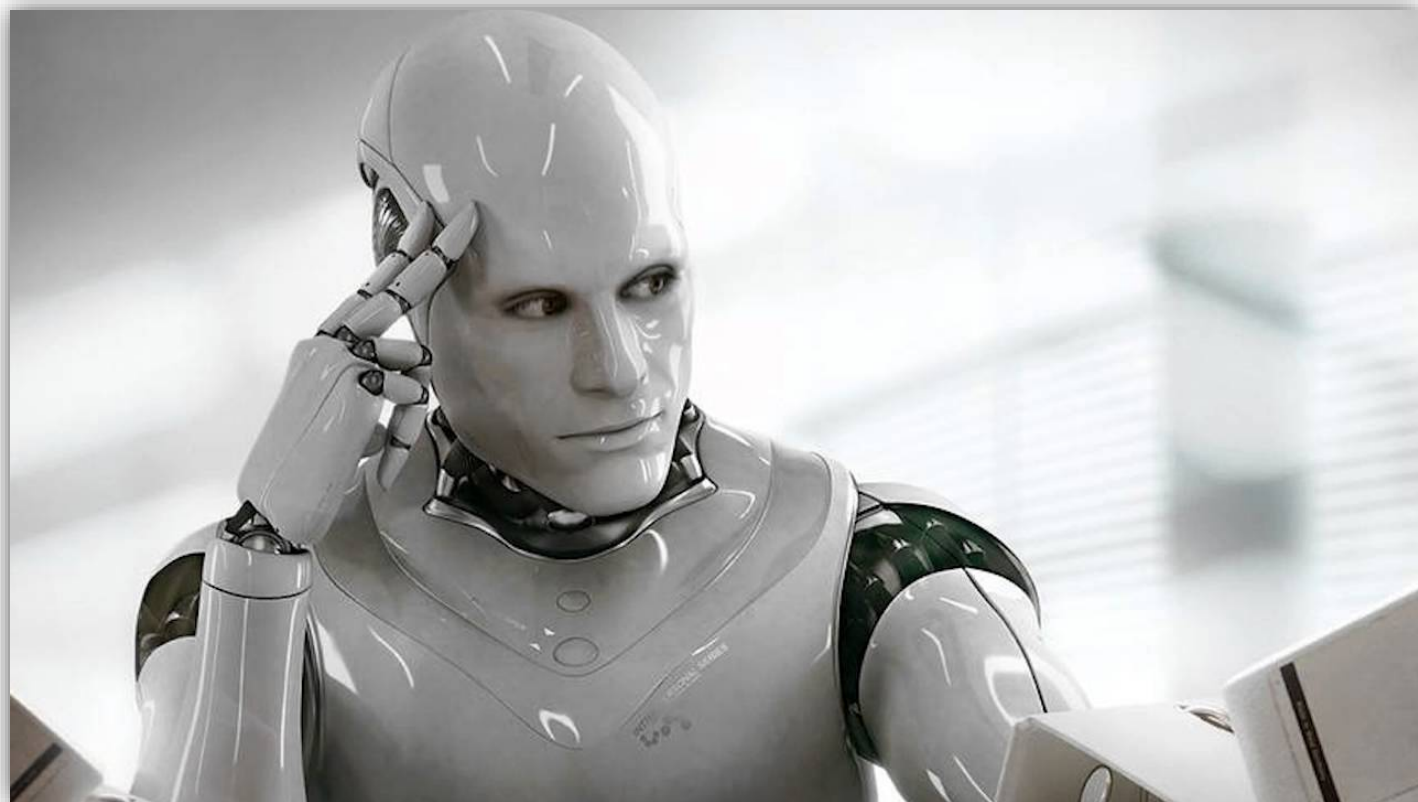
須藤 修

* 東京大学大学院教授

* 東京大学総合教育研究センター長

Osamu Sudoh, Prof. and PhD.,
The Univ. of Tokyo

AI研究開発のトレンド





I believe

over the next decade...
intelligence will become
ambient... made possible by
an ever-growing network of
connected devices, incredible
computing capacity from the
cloud, insights from big data,
and intelligence from
machine learning.

Satya Nadella
CEO, Microsoft

提供: Microsoft, 2016

Artificial Intelligence: Augmenting Human Intelligence

AI includes:

- Learning
- Reasoning
- Perceiving the environment
- Interacting with humans

Algorithms + Big data + Computing power

AI is already here:

- Web search
- Language translation
- Digital assistants
- Image understanding
- Text understanding and generation



Impact on all sectors:

- healthcare
- transportation,
- manufacturing,
- education
- ...

Machine learning use cases



Manufacturing

- Predictive maintenance or condition monitoring
- Warranty reserve estimation
- Propensity to buy
- Demand forecasting
- Process optimisation



Travel and Hospitality

- Aircraft scheduling
- Dynamic pricing
- Social media – consumer feedback and interaction analysis
- Customer complaint resolution
- Traffic patterns and congestion management



Retail

- Predictive inventory planning
- Recommendation engines
- Upsell and cross-channel marketing
- Market segmentation and targeting
- Customer ROI and lifetime value



Financial Services

- Risk analytics and regulation
- Customer segmentation
- Cross-selling and up-selling
- Sales and marketing campaign management
- Credit worthiness evaluation



Healthcare and Life Sciences

- Alerts and diagnostics from real-time patient data
- Disease identification and risk satisfaction
- Patient triage optimisation
- Proactive health management
- Healthcare provider sentiment analysis



Energy, Feedstock and Utilities

- Power usage analytics
- Seismic data processing
- Carbon emissions and trading
- Customer-specific pricing
- Smart grid management
- Energy demand and supply optimisation



OECD本部2017: Googleのデモ

AI の民主化

AI がより身近な存在に

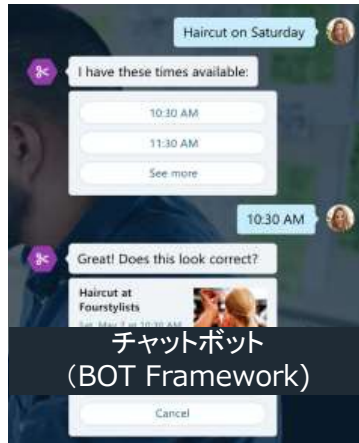
AI のスーパー・コンピューター化
圧倒的なAIのパワーを提供



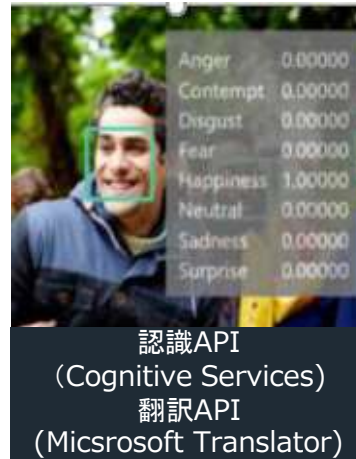
Eric Horvitz, MS Research



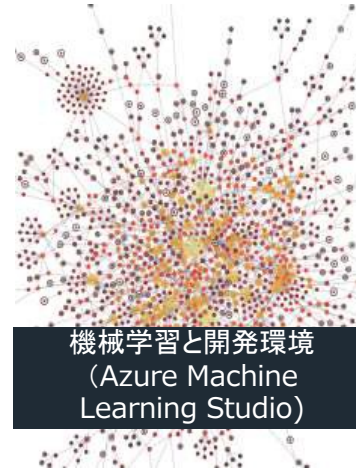
パーソナルアシスタント
(Cortana)



チャットボット
(BOT Framework)



認識API
(Cognitive Services)
翻訳API
(Microsoft Translator)



機械学習と開発環境
(Azure Machine Learning Studio)



深層学習フレームワーク
(Cognitive Toolkit)

提供: Microsoft, 2016

Microsoft's vision:
design AI to **amplify**
human ingenuity



提供: Microsoft, 2017

Satya Nadella, MS CEO, states on AI, 2016

- マイクロソフトAI開発原則を発表
 - 人間の代替よりも人間の能力拡張。
 - 雇用対策は今から議論しなければならない。
 - 大きな変化はすぐ近くに来ている。
-
- 総務省AIネットワーク化検討会議中間報告(座長:須藤)でAI開発原則案発表、2016年4月
 - 高市総務大臣AI開発原則発表、G7情報通信大臣会合(2016年4月、高松市)
 - Partnership on AI, Tenetsを発表(2016年9月28日)



Partnership on AI

to benefit people and society

<http://www.partnershiponai.org/>

- Establish best practices
- Advance public understanding
- Open discussion of AI and its influences on people and society



amazon.com



DeepMind

Google

facebook



Microsoft

OpenAI

est. September 2016

Source : Dr. Greg Corrado, Principal
Scientist,
Co-founder of Google Brain



PAI Goals

Develop and share **best practices**

Provide an **open platform** for discussion

Foster AI for **socially beneficial purposes**



More than 50 partner organizations
Industry, non-profits and academics
Meeting this week in Berlin

21st Century Science: The Age of Intelligent Algorithms?

Stephen Roberts,

University of Oxford, Oct. 26th 2017

The era of human science has ended.

The era of the Automated Scientist has begun.

With particular thanks to

Mike Osborne, Suzanne Aigrain, Aris Karastergiou, Chris Lintott, Matt Jarvis, Edwin Simpson, Steve Reece and, of course, **the algorithm...**

The Automation of Science

**Ross D. King,
University of Manchester, Oct. 2017**



Conclusions

- n Science is a well suited application area for AI.
- n Automation is becoming increasingly important in scientific research e.g. DNA sequencing, drug design.
- n The Robot Scientist concept is the logical next step in scientific automation.
- n The collaboration between Human and Robot Scientists will produce better science than either can alone.

Society5.0 and AI

Oct. 26, 2017

Osamu SUDOH

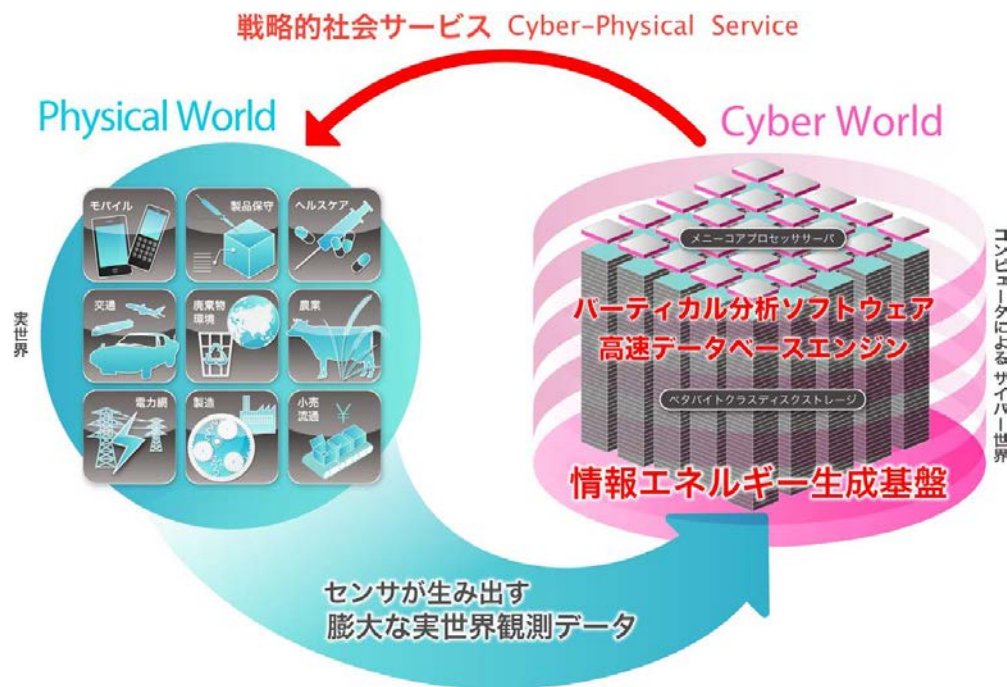
Chairperson, the Conference toward AI Network Society Gov. of Japan

Professor, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, the
University of Tokyo

Council of Science and Technology and Innovation

Society 5.0

- ✓ Cyber-Physical Service
- ✓ Based on Cloud and AI
- ✓ Intelligence will become ambient.



Source : Prof. M. Kitsuregawa, 2010

対話プラットフォームがもたらす変革

提供：総務省

チャットボットの重要性

- 現在のチャットボットは人工知能を本格的に活用しているとは言えない。
- 人工知能により高度化したチャットボットが、ユーザの意図を読み取りその手助けをしてくれる、サイバー空間と現実空間のユーザをつなぐ究極のインタフェースとなり、データを活用した最上のパーソナライズ・サービスを提供する。

＜現在のチャットボット＞ チャットボットとはテキストや音声等により 自動的な会話を行うプログラム



＜高度化したチャットボット＞

サイバー空間を通じたあらゆる活動がチャットボットに

- ・対話がアプリやwebサイトに代わるユーザとの新しい接点となる
- ・ユーザが情報を探すのではなく、対話を通してユーザに最適な情報を与え、価値ある体験を提供



AI音声自動応答スピーカーの例：
「アマゾン エコー」(現在は英・独語対応)
(米国では2014年以降、800万台以上を販売。
既に12,000以上のサービスが利用可能。)



【チャットボットがもたらす変革】

①会話が新たなOSでありインターフェースとなる

→対話データを蓄積・学習して自然会話が可能になったとき、テキストもしくは音声チャットがサイバー空間の「窓口」となる。

②これからのマーケティングは会話ベースになる

→商品やサービスを利用する際に店舗ではなくチャットボットが顧客との最初の接点になり、ブランド価値を体現する存在となる。

③自分の分身となり最上のパーソナライズサービスを提供する

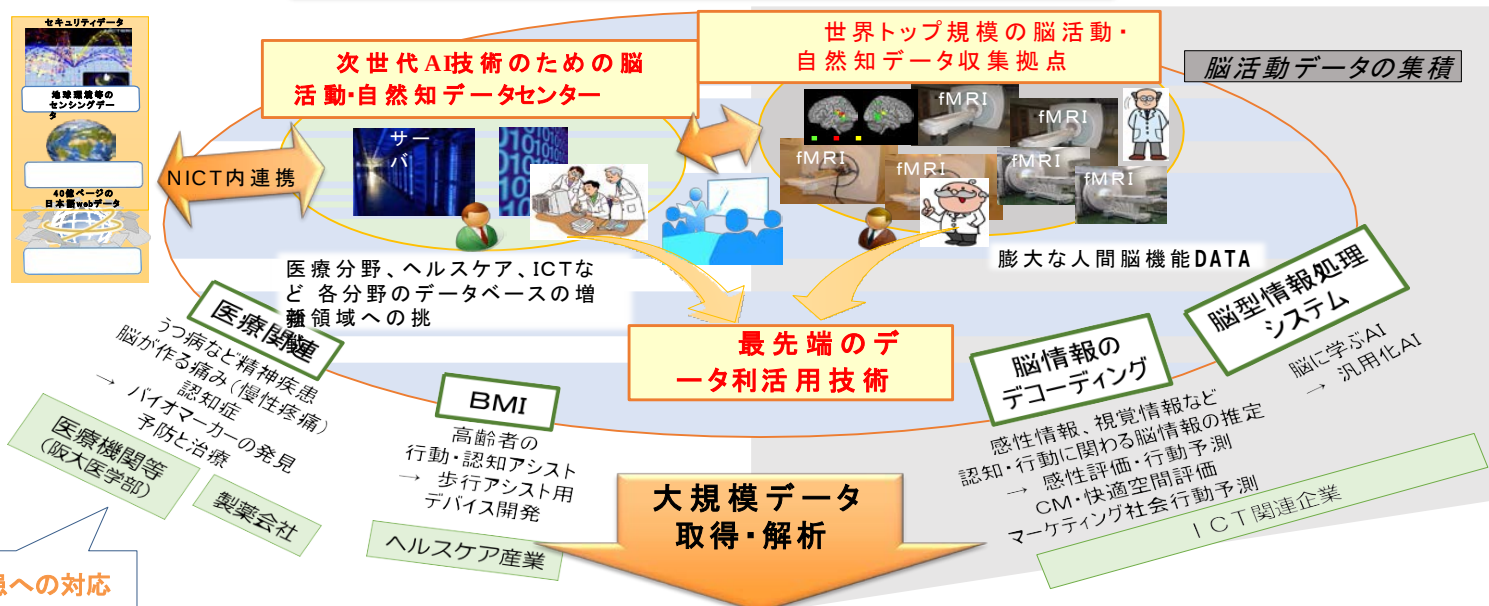
→アシスタントボットが登場し、利用者の行動パターンを理解し、あらゆる要望にサイバー空間で代わりに対応してくれる存在となる。

脳情報通信技術がもたらす変革

提供：総務省

- 脳空間は人類最大かつ最後のフロンティアであり、脳科学とICTを組み合わせた脳情報通信ではNICTが世界をリード。
- 米国の巨大ICT企業も本分野に莫大な研究開発投資を行う中で、脳活動データの取得・解析を推進するとともに、産学官で連携し、医療、ヘルスケア、ものづくり等の多様な分野での社会実装を推進(「脳×ICT産業」の創出)するべき。

NICT脳情報通信融合研究センター(CiNet)



例：精神疾患への対応

- ・精神疾患の患者数は300万人超
- ・診断は症候だけに依存し、脳科学による生物学的検査は存在しない
- ・過去30年で精神医学分野で大ヒットする薬物は開発されていない：メガファーマの撤退懸念

プロジェクトの例 企業連携(コンソーシアム)

痛みの可視化

脳波の多元利用

人間の感性評価

CiNetの先端計測技術

fMRI
脳波計

脳波計
fMRI

fMRI

脳活動BigData

CiNetの人間行動解析

痛み評価

ワークロード計測
習熟度計測等

心の計測
(認知内容など)

人間行動BigData

企業のセンサー技術 画像処理技術

生理計測センサー

生理計測センサー
ゲーム機技術
運動機能計測等

画像データ生成
自然言語処理技術
画像提示技術等

センサー等技術

AI活用データ解析

ネットワーク解析
活動パターン解析

脳機能簡易計測
ニューロフィードバック

脳活動デコーディング

AI

社会実装 (脳×ICT産業)の創出

新しい創薬
痛み軽減

効率的学習 適度な労働実現

感性の評価による
新しいものづくり
(CM評価等)

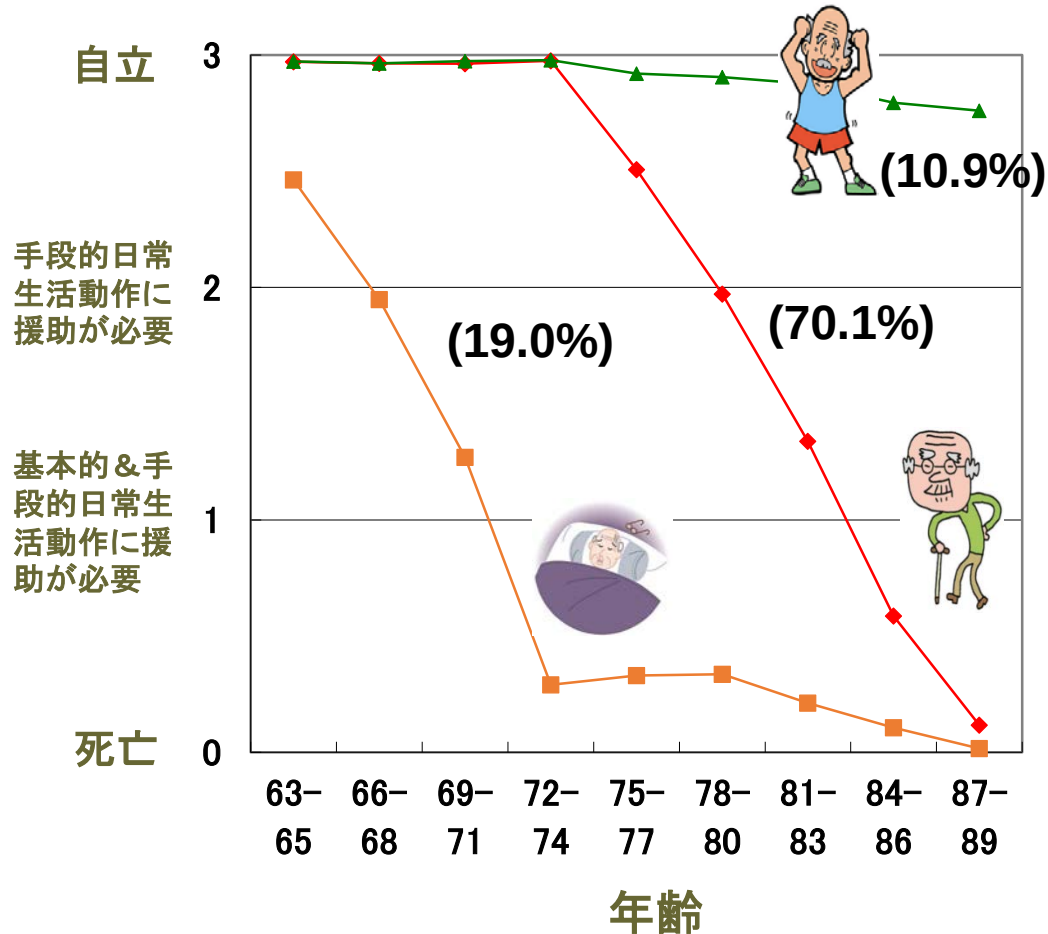
千葉市
ネットワーク理論を用いた
KDBレセプト疾病の可視化

千葉市・東京大学(須藤研究室)共同研究
村舘靖之(東京大学特任講師、現在NII特任研究員)

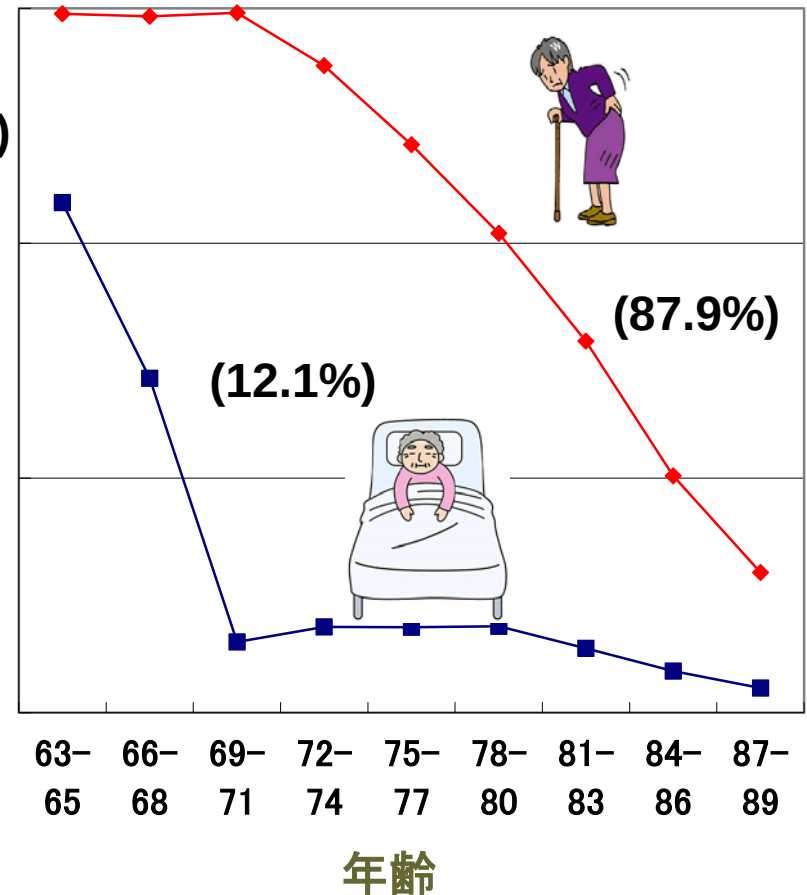
高齢者の増加と多様なパターン

— 全国高齢者20年の追跡調査 —

男性



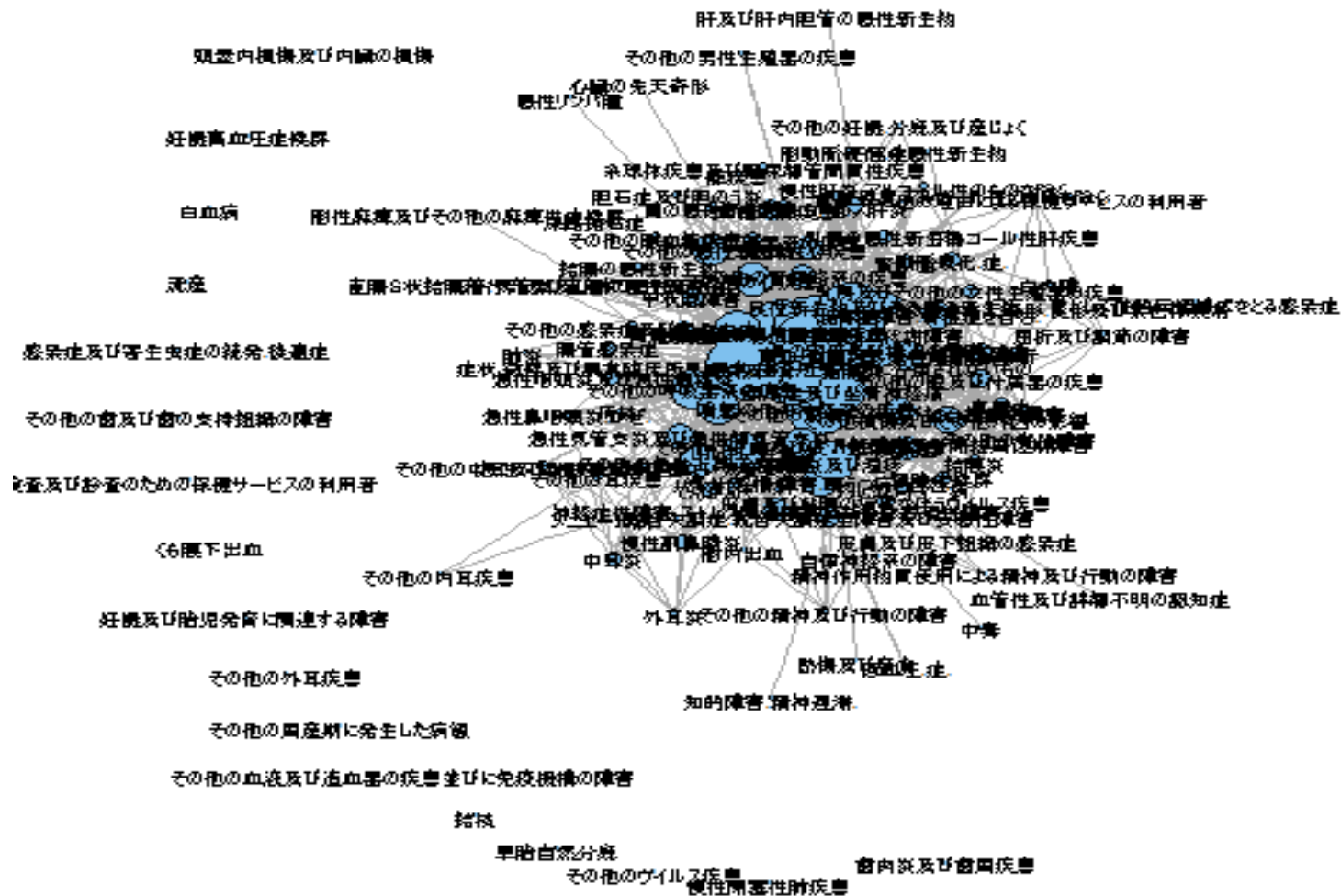
女性



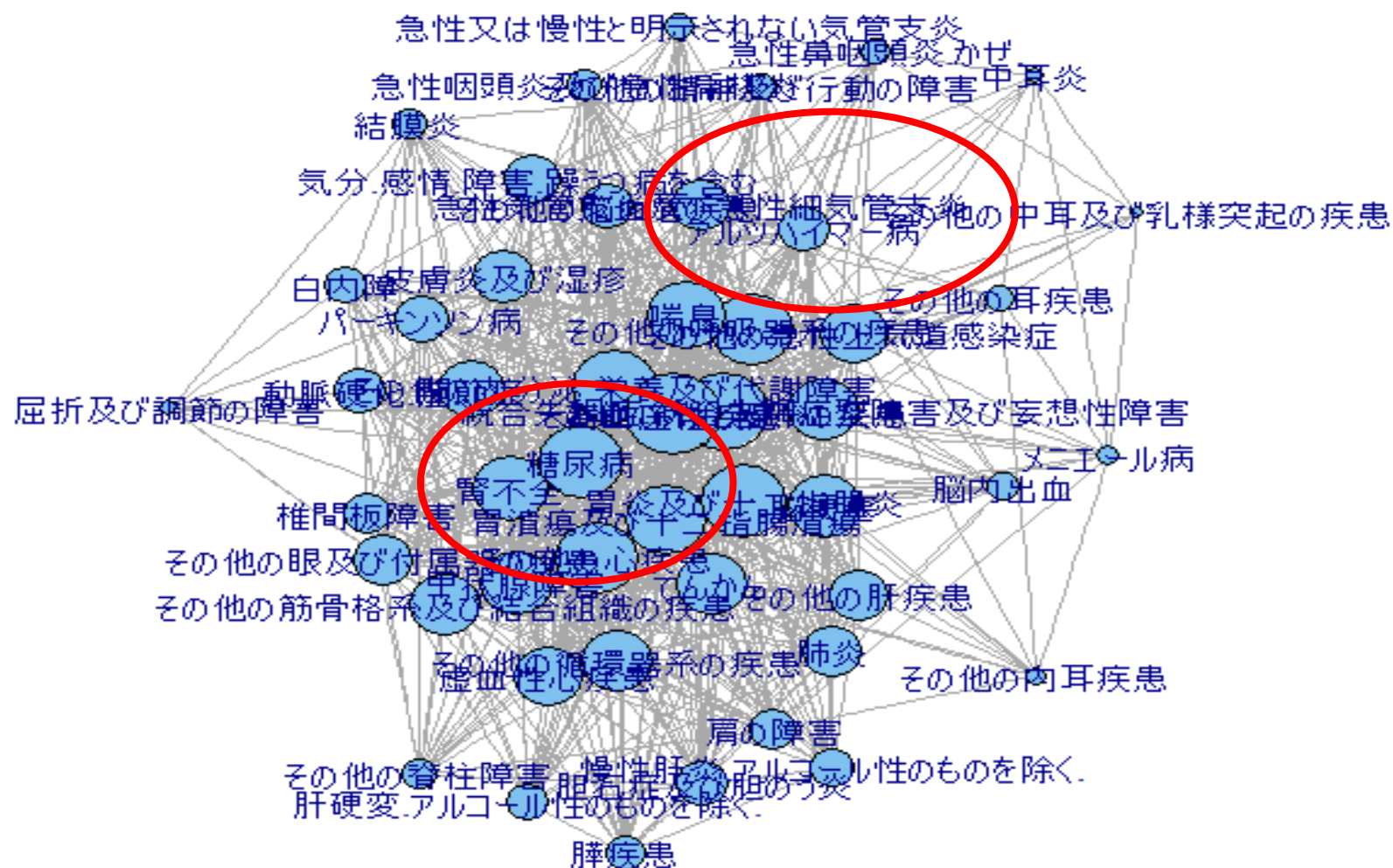
千葉市と東大のビッグデータに関する 共同研究

- 2014年7月から千葉市と東京大学（須藤研究室）のビッグデータに関する共同研究がはじまった。
- 目的は千葉市の進める課題抑制型事業を、東京大学のノウハウを利用して、ICTを活用したビッグデータ解析によって推進することにある。
- 共同研究の過程で、千葉市の国勢調査個票や、健康保険課からの分析依頼で、特定健診・保健指導や国保データベース（KDB）などの有用なデータを統計課チームで分析した。

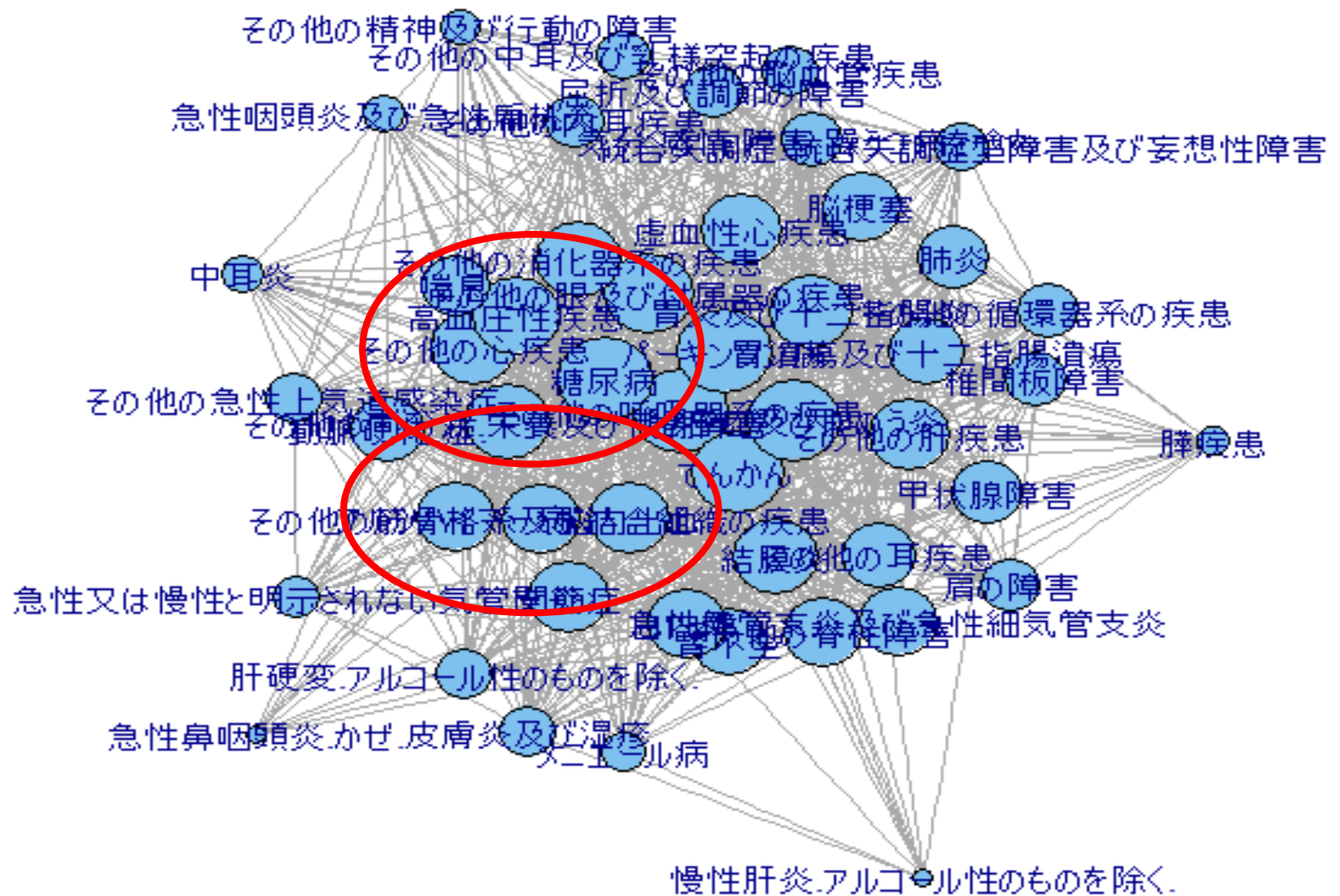
出所)村館による計算結果



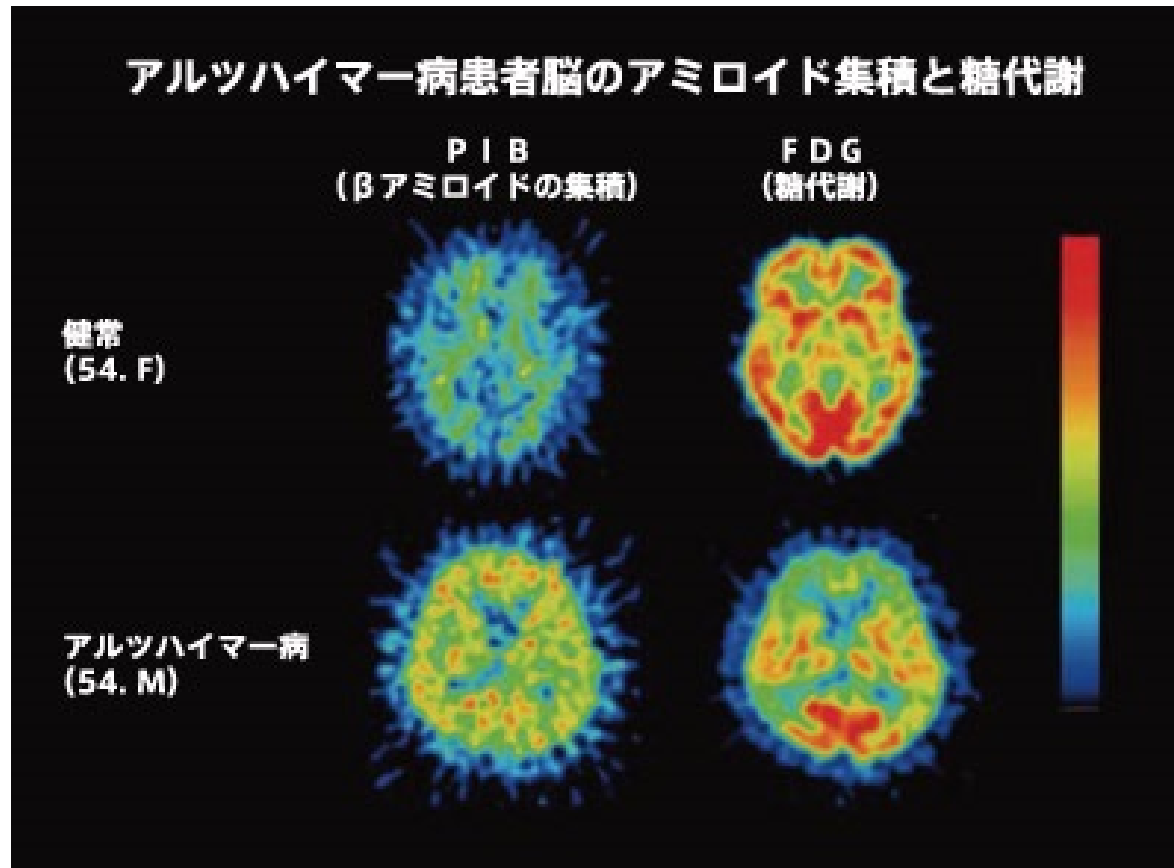
60代



70代(70-74)



プロアクティブ医療に向けて



出所: 浜松ホトニクス, 2016

* 浜松ホトニクスと須藤研究室は、医療に関する予測プロジェクトを準備しています。

アルツハイマー型認知症

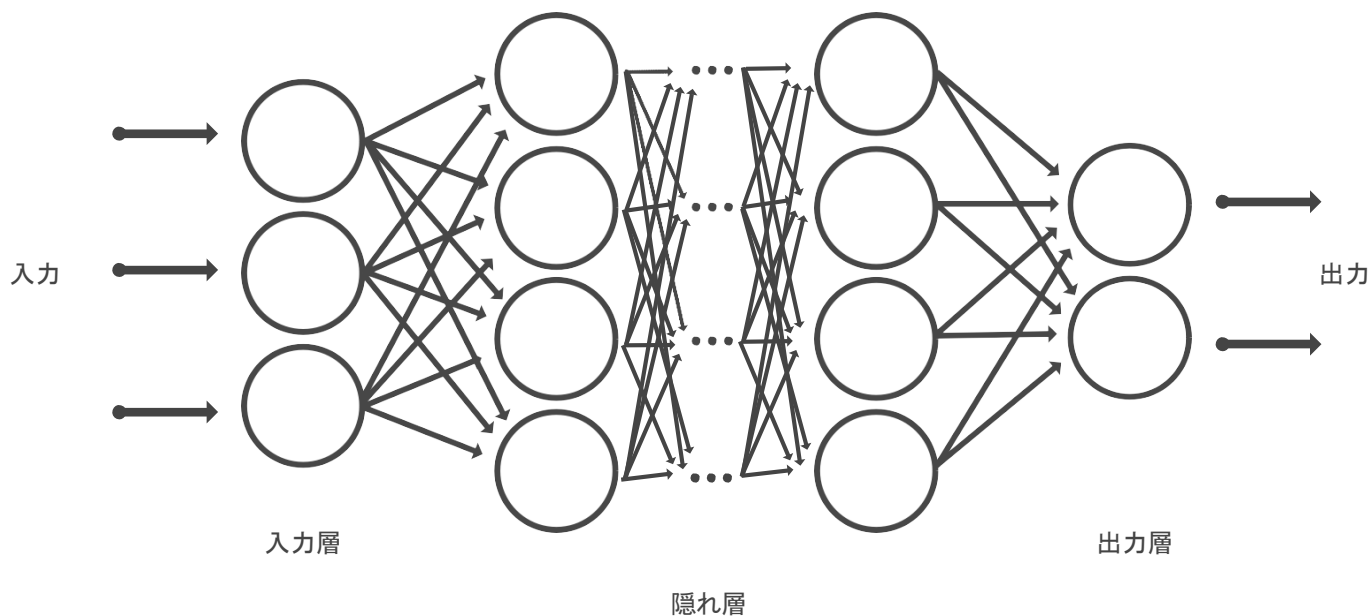
Lisa Genova talked at TED

- アミロイド β は脳の清掃細胞**ミクログリア**（免疫担当細胞）により代謝され除去される。
- アミロイドプラークが臨界点まで蓄積すると、**ミクログリア清掃細胞は超活性化され、炎症や細胞へのダメージを引き起こす物質を放出する。そしてシナプス自体を除去し始めると考えられる。**
- **一晩眠らないとアミロイド β が増える。そしてアミロイド β の蓄積は睡眠を阻害することが確認されており、これが更にアミロイド β の蓄積に繋がる。**
- **高血圧、糖尿病、肥満、喫煙、高コレステロール値、これらはすべてアルツハイマー病発症のリスクを高めることが確認されている。ある病理解剖研究ではアルツハイマー病患者の80%に循環器疾患が見られた。**



ディープニューラルネットワークの仕組み

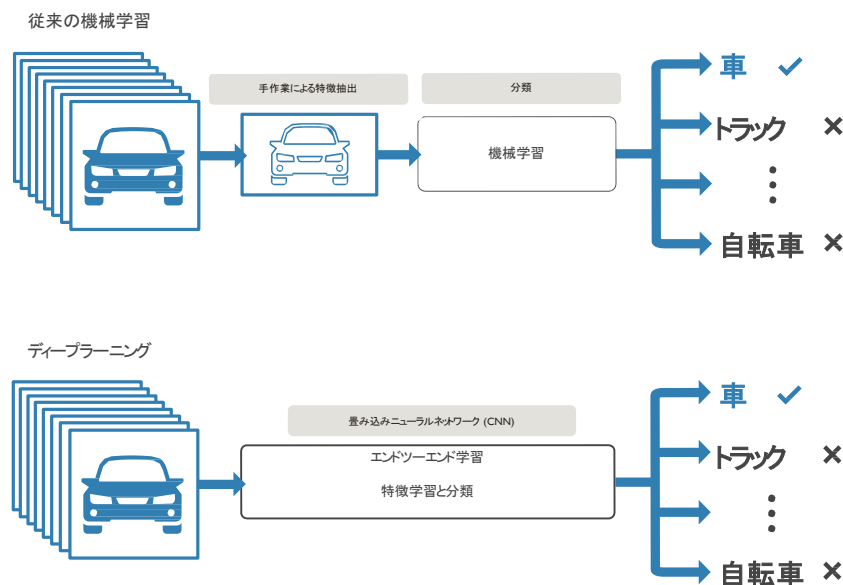
ディープニューラルネットワークは、非線形な処理を行う複数の層からなる。各層はシンプルな要素毎の演算を並列で実行するが、これらの演算は生物の神経系にインスパイアされたものとなっている。このネットワークは、入力層、複数の隠れ層、出力層で構成され、各層はノードまたはニューロンを経由して相互接続されている。隠れ層はそれぞれ、前の層の出力をその入力として使用する。



ディープラーニングと機械学習の違いとは？

ディープラーニングは、機械学習の特殊形と言うべきもの。機械学習では、画像に含まれる特徴を手作業で抽出するが、ディープラーニングでは、生の画像データをディープニューラルネットワークに直接入力することで、ネットワークが自動的に特徴量の抽出方法を学び取る。

ディープラーニングで優れた結果を得るには、何十万、あるいは何百万もの画像がしばしば必要となる。また、計算量が多いため高性能なGPUも欠かせない。



機械学習	ディープラーニング
+ 小さなデータセットでも良い結果が得られる	ー 非常に大規模なデータセットが必要
+ モデルの学習が高速	ー 計算量が多い
ー 最良の結果を得るには、さまざまな特徴量と分類器を試す必要がある	+ 特徴量と分類器を自動的に学び取る
ー 精度に上限がある	+ 精度に上限がない

コーパスとディープラーニングを使った
多言語音声翻訳

VoiceTra

グローバルコミュニケーション開発推進協議会

1 目的

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)を中心に産学官の力を結集して、多言語音声翻訳技術の精度を高めるとともに、その成果を様々なアプリケーションに適用して社会展開していくために必要な検討を行い、「グローバルコミュニケーション計画」の推進に資することを目的として設立(平成26年12月17日)。

2 概要

(1) 主な活動内容

多言語音声翻訳に関する次の事業を行う。

- ・研究開発及び標準化の推進
 - ・社会実装及び実用化の促進
 - ・情報の収集、交換及び提供
 - ・関係機関との連携
 - ・普及啓発
- 等

(2) 協議会の構成

本推進協議会の目的に賛同し、NICTの多言語音声翻訳技術を中心に実現する「グローバルコミュニケーション計画」の推進に協力する意思を有することを要件とする。

(3) 事務局

情報通信研究機構(NICT)

3 役職・会員

○ 会長

須藤 修

東京大学大学院情報学環・教授

○ 副会長

篠原 弘道 日本電信電話株式会社代表取締役副社長

宮部 義幸 パナソニック株式会社代表取締役専務

徳田 英幸 国立研究開発法人情報通信研究機構理事長

○ 会員:171会員 (平成29年7月現在)

通信事業者、通信機器メーカー、医療機関、公共交通機関、流通業者、旅行代理店、自治体 ほか



新バージョン(5.4.3)を
H28.12.6にリリース

音声翻訳アプリ『VoiceTra』は、話しかけたことを翻訳します。
ダウンロード、ご利用もすべて無料※です。

※本アプリケーションのご利用にはインターネット接続によるデータ通信を必要とします。その際の通信料はご利用者様負担となります。

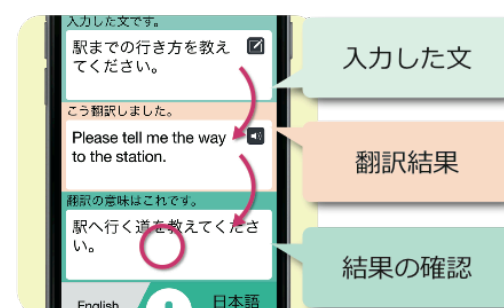
使い方がわかりやすい

シンプルな画面なので操作も簡単です。
ガイドも表示されていて、すぐに使い方が
わかります。



翻訳結果が正しいかがわかる

翻訳結果を自分の言語に翻訳しなおして表示
する、便利機能です。意図が正しく伝わって
いるか確認できるから安心です。



翻訳できる言語 (31言語)

翻訳できる言語は 31言語* です。

*中国語、ポルトガル語の方言を含みます

🔊 音声で入力できる (20言語*対応)

🔊 音声が出力される (16言語*対応)

※試用版には★マークがついています

🔊 日本語	🔊 ス페인語	🔊 台湾華語	🔊 ポーランド語
🔊 英語	🔊 ミャンマー語	🔊 デンマーク語	🔊 ポルトガル語
🔊 中国語	🔊 アラビア語	🔊 ドイツ語	🔊 ポルトガル語 (ブラジル)
🔊 韓国語	🔊 イタリア語	🔊 トルコ語	🔊 マレー語
🔊 タイ語	🔊 ウルドゥ語	🔊 ネパール語	🔊 モンゴル語
🔊 フランス語	🔊 オランダ語	🔊 ハンガリー語	🔊 ラオ語
🔊 インドネシア語	🔊 クメール語	🔊 ヒンディ語	🔊 ロシア語
🔊 ベトナム語	🔊 シンハラ語	🔊 フィリピン語	

★試用版とは

NICTと共同研究を行っている海外の研究機関が開発し、サーバーを運用しています。共同研究の実証実験を目的とした運用のため、通信環境やサーバーのメンテナンスの状況によっては、翻訳に時間がかかったり、長時間サービスが停止したりすることがあります。



多言語音声翻訳技術の 社会実装に向けた取り組み



国立研究開発法人情報通信研究機構
先進的音声翻訳研究開発推進センター

2020年に向けた技術的進化

～ニューラルネットを導入した高度なアルゴリズム～

- GC計画対象の10言語について商用利用可能
- 国際コンペ3連勝 (2012-2014年)
- 精度もさらに改善

- 日英をニューラルネット化 (2017年6月末) → 順次拡張
- 精度・流暢性改善
- 書き言葉 (特許等) 用の稼働

- 日本語をニューラルネット化 (2017年9月中旬)
- 自然性向上

音声認識

音声を文字に変換



駅はどこですか

- 声を聞き取って文字に変換
- 日本語のコーパスを参照して文字を並び替え

日本語の音声・文字コーパス

自動翻訳

日本語を英語に翻訳



The station
where is



Where is
the station

- コンピュータにある日本語と英語の対訳コーパスから同じ意味の英語を探索
- 英語の文法に合わせて自然な英語に並び替え

日本語と英語の対訳コーパス

音声合成

文字を音声に変換



- 文字を自然な音声に変換

英語の音声コーパス

サーバ内の処理

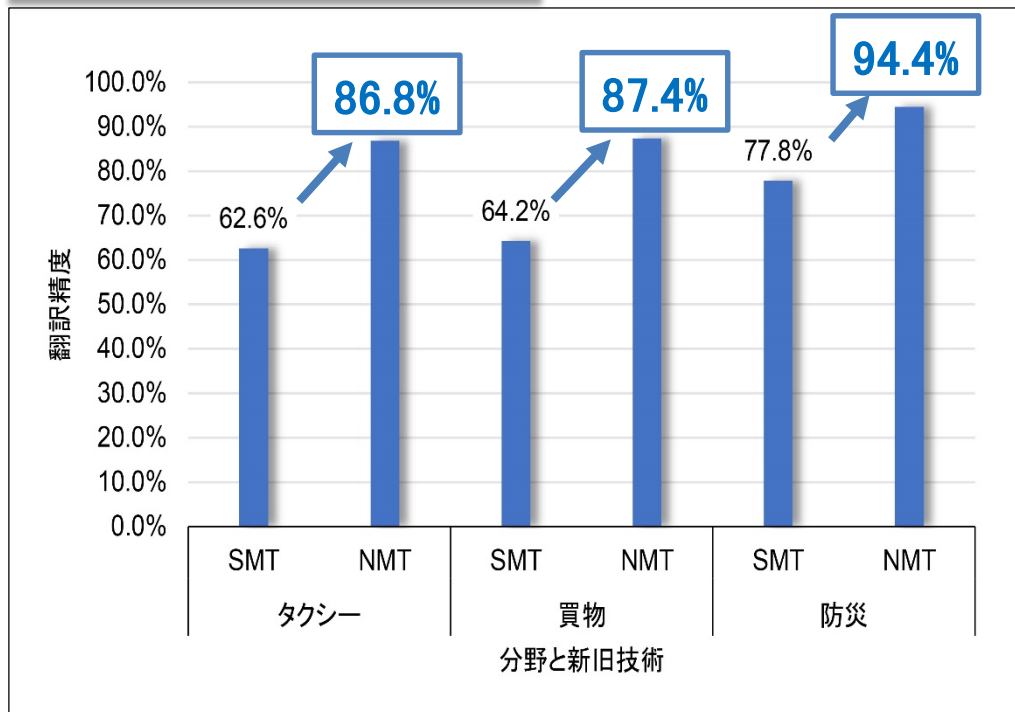
VoiceTraの日本語・英語間のニューラル機械翻訳

- 単語や文の「意味」を抽出し、「意訳」のような翻訳を実現。

改善例

タクシー	原文	Yes, you can't take a reserved taxi or a pickup taxi.
	従来	はい貸切タクシーの送迎タクシーに乗ることはできませんか。
	NMT	はい貸切タクシーや送迎タクシーはご利用いただけません。
買物	原文	There are more and more shops which accept electronic money even though credit cards are not acceptable.
	従来	電子マネーカードは使えないものでも受け付けている店も増えています。
	NMT	クレジットカードが使えなくても電子マネーを使える店は増えてきています。
防災	原文	This area is the area where inundation has been assumed in the Great Kanto Earthquake type.
	従来	この地域は浸水想定地域は関東大震災のタイプです。
	NMT	この地域は関東大震災型で浸水が想定されている地域です。

翻訳性能評価 (NICT調べ)



- 訪日客対応で想定されるタクシー、買物、防災等の各分野の計300文でテストを実施。翻訳精度(意味が通じる割合)が大幅に改善。

VoiceTra技術を活用した実証実験・技術移転例

VoiceTra技術を活用した共同研究・実証実験例(20件以上)

防災 総務省消防庁



札幌市消防局

全国の消防本部で
救急隊用音声翻訳アプリ
「救急ボイストラ」の活用

鉄道 京急電鉄、ブリックス、
日立、日立超LSI



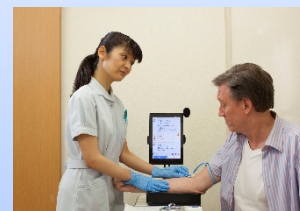
多言語音声翻訳と
電話通訳の
ハイブリッド翻訳サービス

タクシー KDDI



訪日外国人向け
観光タクシーでの活用

医療 東大病院、富士通



ハンズフリー端末
(共同研究・臨床試験)

民間企業での実サービス例(ライセンス20件以上)

音声翻訳アプリ



凸版印刷
音声翻訳アプリ
TabiTra
(2017)

翻訳サービス



凸版印刷-NTT東日本
インバウンド翻訳サービス
ジャパリンガル
(2017)

専用端末



ログバー
ウェアラブル翻訳機
ili
(2017)



Panasonic
対面ホンヤク
(2017)



NEC
小型端末の外観
(2017)

2020年
どこにでもある
技術へ

様々な分野でVoiceTra技術を活用及び実証実験中

- 民間企業への技術移転が進み、各企業が様々な音声翻訳の試作・実証実験を実施
- 警察・消防だけでなく、厚労省、文科省、法務省等の公的機関との連携の可能性大



自治体



京都府、京都市、ヤマハ、NICTプレスリリース (H28.5.25)



静岡県(富士山) KDDIプレスリリース (H28.8.10)



前橋市・凸版印刷 プレスリリース (H29.1.25)



警察・消防



岡山県警 平成28年度 警察白書P.14



札幌市消防局 総務省 北海道総通局HP



総務省 消防庁、NICT プレスリリース (H29.4.18)



医療・金融



富士通研究所 プレスリリース (H29.9.19)



京都銀行 VoiceTraとこえとらの設置プレスリリース (H28.7.14)



観光



ログバー ii プレスリリース (H30.1.25)

旅行時の”パニック”がリアルに体験できる「PANIC BOX」が登場



iVacation プレスリリース (H29.6.22)



交通機関



JR東海 プレスリリース (H28.7.20)



近畿日本鉄道HP



京急、ブリックス、NICT プレスリリース (H28.2.17)



東京都交通局 プレスリリース (H28.3.23)



東京地下鉄 プレスリリース (H27.7.23)



JR西日本 プレスリリース (H29.5.10)



企業独自システムへ発展



フュートレック プレスリリース (H29.8.31)

ダイキンの空調製品製造業務向け「音声翻訳システム」をフュートレック子会社のATR-Trekが開発



NTT東日本 リリース (H29.7.3)

文化観光業界特化型 AI翻訳サービス「ひかりクラウドcototoba」を提供開始



パナソニック 展示会発表 (H29.7.12) 対面ホンヤク

訪日外国人に言葉の壁を感じさせない世界を実現



NTTコミュニケーションズ リリース (H30.1.15) ビジネスにおける実用性を追求した、AIによる超高精度な翻訳ソリューションの提供を開始

生活会話を対象としたコーパスの構築

～日本語を中心とする生活会話に関する高品質・大規模な学習データ～

各言語100万文以上の対訳、1000時間以上の音声を対象としたコーパスを構築中

- 対象言語(GC計画整備対象の10言語)
 - 日本語、英語、中国語、韓国語、タイ語、インドネシア語、ベトナム語、ミャンマー語、フランス語、スペイン語
- 対象分野(GC計画整備対象の4分野)
 - 観光、医療、防災、生活

- 日英中韓の整備先行
- タイ語も前倒しで強化
- その他も順次拡張中

コーパスの質と量が重要！

音声認識
音声を文字に変換

音声合成
文字を音声に変換

- 声を聞き取る
- 日本語のコーパスを参照して文字を並べ替え

- 文字を自然な音声に変換

日本語の音声・文字コーパス

日本語と英語の対訳コーパス

英語の音声コーパス

サーバ内の処理

将来の社会実装イメージ(1)

医療

診療

①我的肚子疼

②おなかが痛い

③所服用的药吃完了

④いつも飲んでいる薬がなくなっていました

看護

自動音声翻訳で通じないときはHELPボタンを押すと通訳者に接続

Help!

①痛みはありますか？

②你有疼痛嗎？

処方箋説明

一天三次饭后吃药
(1日3回食後に薬を飲みます)

主な検討課題

- ✓ 対面通訳・電話通訳サービス等との役割分担
- ✓ 医師や看護師の手をふさぐことなく利用できる端末

ショッピング

商品候補選定



アプリで
自動翻訳

商品説明パネル(タグ)を
元に自動翻訳 or
クラウド上の多言語翻訳
データを参照

ハンズフリーでの対応

①Apakah anda memiliki
warna lain?

③お調べします。赤色があり
ます。



②色違いはありますか。



④Mari saya periksa.
Ada merah.

HELPボタンを押すと
通訳者に接続



商品／在庫検索、
商品説明・推薦

主な検討課題

- ✓ 商品に対するQ&A対応(色・サイズ・在庫)を基本的な用途として想定
- ✓ 見映えの観点から店員が所持する端末のデザイン性の配慮
- ✓ 小規模な店舗で利用しやすい端末

将来の社会実装イメージ(2)

観光

街中での案内(ボランティアなど)のサポート



主な検討課題

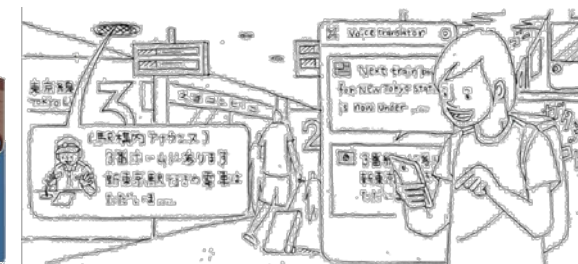
- ✓ 分からない言語で話しかけられた時に言語を自動判別する機能
- ✓ 地図機能や案内用コンテンツとの連携

鉄道

駅構内等



案内業務



構内アナウンスの自動翻訳

主な検討課題

- ✓ 駅構内、電車内のアナウンスの多言語化サポート
- ✓ 駅係員の手や耳をふさぐことなく利用できる端末

タクシー

車載ディスプレイで会話サポート : 鳥取で実証事業



▽ カーナビ

▽ タブレット端末(後部座席)

■ 多言語コールセンター



主な検討課題

- ✓ 運転中、ヘッドセットの装着やスマホの操作は不可
⇒ カーナビ等と組み合わせた端末が必要
- ✓ 電話通訳サービスや多言語コールセンターとの連携

これからの社会と職能

ベーシックインカムを検討

- 経済学者でノーベル賞受賞者のクリストファー・ピサリデス(2010年受賞)は、グローバル化のほか、**ロボットや人工知能(AI)の登場によって生じる不平等の解決策になるとして、ベーシックインカムの導入を提唱した。**技術を必要とする仕事を含め、多くの雇用が危険にさらされていると警告するとともに、自動化がもたらす社会的・政治的な問題には、技術の進歩を妨げることのない政策対応が必要だと指摘している。
- 「ベーシックインカムは、生活の基本的ニーズに対応するための簡単な方法だ。(最低レベルの生活を保障すれば、)医療保険や教育などの社会サービスは市場を通じて提供することができるだろう。」

■Forbes 2017/9/8



ベーシックインカムを検討

- 市場を通じて医療や教育といったサービスを提供するという考え方には、全ての人が同意することはないだろう。だが、**国民の基本的なニーズを満たすために十分なお金を提供し、それぞれのお金の使い方は自ら決めてもらうというのは、ベーシックインカムの基本的な考え方である。**
- 必要な財源は？ :ピサリデスは、高額所得に対する高率の課税を提唱している。そして、財産税(資産課税)の導入を提唱している。
- ピサリデスは住宅の売却益などを含む、財産の取引から得た利益に課税するキャピタルゲイン税を提案している。
- Forbes 2017/9/8

Artificial Intelligence and Coevolution of Mankind

Dr. Grady Booch talked about at TED

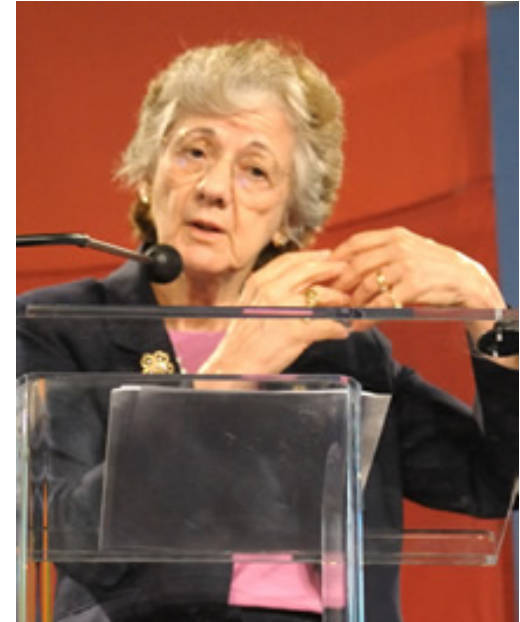
- ❑ We are on an incredible journey of coevolution with our machines. The humans we are today are not the humans we will be then.
- ❑ How shall I best organize society when the need for human labor diminishes? How can I bring understanding and education throughout the globe and still respect our differences? How might I extend and enhance human life through cognitive healthcare?
- ❑ And that's the exciting thing. The opportunities to use computing to advance the human experience are within our reach, here and now, and we are just beginning.



Dr. Grady Booch

Dr. Rita Colwell (全米科学財団元長官)

- Across the science and engineering enterprise, boundaries are increasingly difficult to distinguish between and among disciplines, especially information technology, nanotechnology, and many areas embracing biocomplexity, the complexity of life itself.
- But it is true also for the social sciences in this new era of “Big Data”, when computational capacity reaches beyond imagination.
- **The most exciting areas are in these fuzzy connections between disciplines where knowledge in one field answers questions in another field.**



分野横断的高度研究アプローチ教育の提案

□基礎的教育

- 認識論(Epistemology)
- 存在論(Ontology)
- 論理的思考(Logical Thinking)

□数理的アプローチの教育

- Machine Learning Algorithms

Linear Regression, Logistic Regression, Support Vector Machine (SVM), **Neural Networks**, **Naïve Bayes**, **Decision Trees**, K-means nearest neighbor, K-Means Clustering, Component Analysis, Monte Carlo, **non-Euclidean Geometry**, **Deep Learning**, etc.

□計算機資源(特に人工知能)利活用の基礎

今後、企業との連携を行いつつ、さまざまな分野で、Project-based Active Learningを行うことを考えている(特に医療データサイエンス分野)。

イノベーションとは何か？

■ イノベーションとは、経済活動の中で生産手段や資源、労働力などの要素をこれまでとは異なる仕方で新しく結合させて価値を生み出すことである。

✓ Joseph A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development*, 1926

