
情報通信研究機構における 人工知能技術の研究開発戦略

平成28年4月14日

国立研究開発法人 情報通信研究機構

理事 益子 信郎

AI技術を含む実用的なICT技術を社会実装



先進的音声翻訳研究開発推進センター (ASTREC)

多言語音声翻訳技術の研究開発を目的として、平成26年に開設*。

データ駆動知能システム研究センター (DIRECT)

インターネット上の大量の情報を自動的に解析し、質問者に有益な回答を提示するデータ解析技術等の研究開発を推進することを目的として、平成28年に開設*。

*ユニバーサルコミュニケーション研究所(平成12年設立)の研究成果を継承し、社会展開を加速させるために設立。



所在地: 京都府相楽郡精華町

脳情報通信融合研究センター (CiNet)

脳科学を情報通信技術(ICT)の研究に応用することを目的として、平成25年に開設。

脳機能計測技術や、脳活動から脳の処理情報を把握する技術、脳の仕組みを活用したネットワーク制御技術等の研究開発を推進。



所在地: 大阪府吹田市
(大阪大学内)

NICTは知能に関する多様な視点の研究をカバー

出口・実社会応用

ソーシャルなビッグデータから知能を理解する／作るアプローチ

- ・ フォーカス：知能の社会的側面
- ・ 実施機関：ASTREC, DIRECT
- ・ 自然言語処理(機械翻訳、質問応答)、画像認識、データマイニング、IoT、辞書・知識ベース構築方法論

東京オリンピック、防災減災、各種社会動向の調査・分析、教育、イノベーション支援、等々、システムの一般公開等多数実施中

実用化技術
VoiceTra、WISDOM X、DISAANA

- ・ 二つのアプローチは相補的
- ・ 将来的には統合して、真に社会に役立つ人工知能、ロボットを目指す

活力のある知識情報
社会の創造

脳機能から知能を理解する／作るアプローチ

- ・ フォーカス：知能の生物学的側面
- ・ 実施機関：CiNet
- ・ BMI、ニューロフィードバック、リハビリ支援技術、脳機能モデル、ロボット制御、バイオマーカ

現在:快適空間の創造、医療応用、高齢者対策、制御技術等々

実用化技術
脳に学ぶ機械学習手法、映像評価技術等

NICTのAI利活用技術の研究開発実績

VoiceTra, WISDOM X, D-SUMM, DISAANA



新バージョンをH27.10.22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。

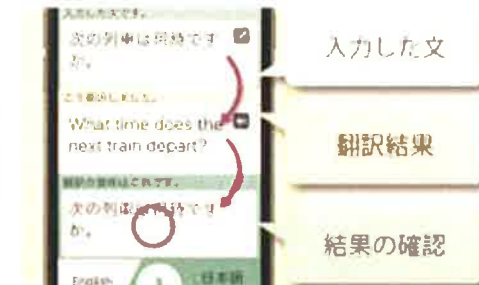
※本アプリケーションのご利用にはインターネット接続によるデータ通信を必要とします。その際の通信料はご利用者様負担となります。

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 (29 言語)

翻訳できる言語は 29 言語 (中国語、ポルトガル語の方言を含めると 31 言語) です。

※ 音声で入力できる (19 言語対応) ※ 音声で出力される (19 言語対応) ※ 拡張版には★マークがついています

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

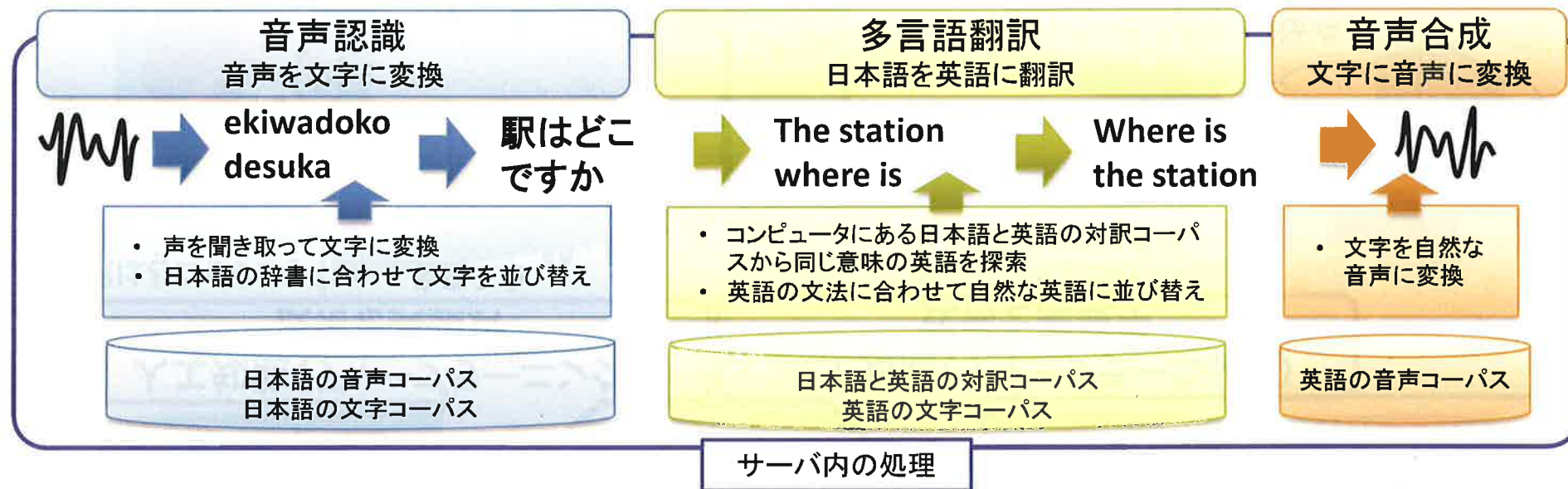
★試用版とは

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るため、通信環境やサーバーのメンテナンスの状況によっては、翻訳機能が停止したりすることがあります。

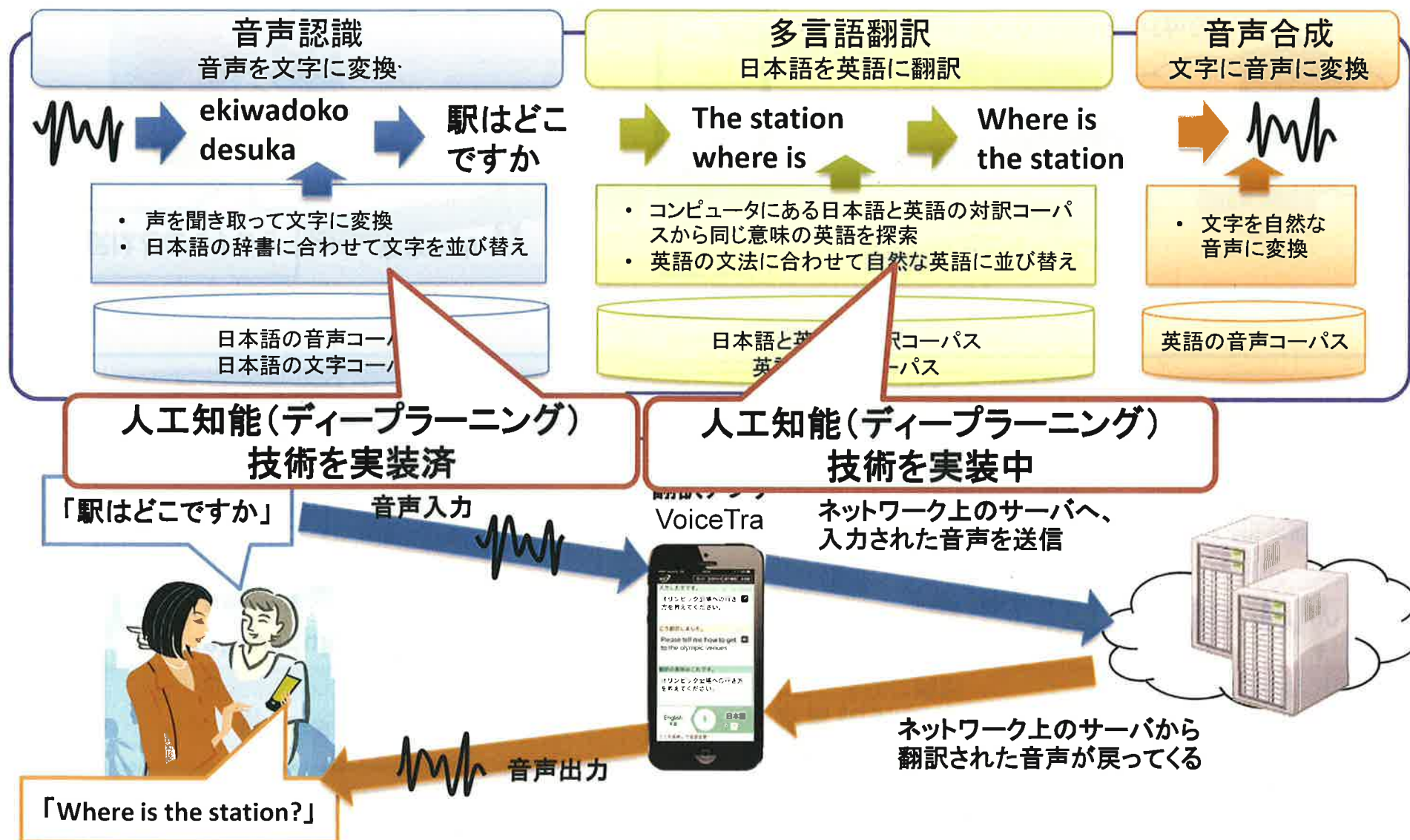
世界初

精度向上

多言語音声翻訳の仕組み



多言語音声翻訳の仕組み



Michael Sandel: Why we shouldn't trust markets with our civic life

14 37 Posted Oct 2013, Filmed Jun 2013

In the past three decades, says Michael Sandel, the US has drifted from a market economy to a market society; ...

More »

Views: 109,039 Comments: 179
"Persuasive" "Inspiring" "Informative"



英語の講演音声を対象として 音声認識の能力を競うコンペ

<単語誤り率(%)による評価>

参加組織	2014の評価	2013の評価	2012の評価
NICT	8.4	13.5	12.1
EU(欧州)	9.8	-	-
MIT(米国)	9.9	15.9	-
KIT(欧州)	11.4	14.4	12.7
FBK(欧州)	11.4	23.2	16.8
LIUM(欧州)	12.3	-	-
UEDIN(英国)	12.7	22.1	14.4
IOIT(アジア)	19.7	-	-
RWTH(欧州)	-	16.0	13.6
NAIST(アジア)	-	16.2	-

NICTが3年連続で、1位を獲得。

《NICTの勝因》

- 優れた人工知能技術
- 拍手・笑い声などの抑圧技術

先進的音声翻訳研究開発推進センター

Panasonic FUJITSU NEC NICT NTT AR-Tran TOPPAN
 HITACHI SONY TOSHIBA KDDI FEAT NHK



約40名の研究者(企業:14名、NICT:26名)が集結してALL Japan体制で研究開発を推進中

- WISDOMX** は膨大なインターネット上の文字データ（40億ページ以上、原稿用紙220億枚相当）から構築した世界最大級の知識ベースによって、**仮説の推論や質問の提案まで行う事が出来る世界トップレベル・国内唯一の高性能な自然言語処理・AIシステム**

大規模Web情報分析システム **WISDOMX**（一般公開中）

質問「東京オリンピックで何を心配すべきか？」

質問を入力

回答を表示

資材高騰

建設費増加

宿不足

コミケ開催

関西の地盤沈下

工事費増

詐欺(架空の土地取引)

物流の支障

地方から関東への人材流出

人手不足

その他、猛暑による選手の体調不良、台風、放射能等の回答

検索エンジンでは、埋もれてしまう情報が発見できる。

質問「地球温暖化が進むとどうなる？」

450件の回答

- 海水温が上がる
- 台風が巨大化する
- プランクトンが減る
- 被害総額年100兆円

石炭利用の増大で地球温暖化が進み異常気象が発生する...

...低地のために地球温暖化が進むと深刻な被害を受けると...

...海面上昇が続き、...

このまま地球温暖化が進んでいけば、...うに深刻な山火事がより頻りに起こるようになるでしょう...

地球温暖化が進むと、...ある程度は雨が降らなくなったりして、食糧の生産に大きな悪影響が出ると...

回答8：地球温暖化が進むと砂漠化が進む...

回答10：地球...

科学者も想定していなかった仮説的シナリオを提示。その後、同趣旨の論文が発表された。

- *D-SUMM* 及び *DISAANA* は、WISDOM X の技術を活用し、SNS（ツイッター）上の災害関連情報をリアルタイムに深く分析・整理して提供し、一刻を争う中で状況把握・判断の支援を行うシステム

災害状況要約システム *D-SUMM*（今年度一般公開予定）

対災害SNS情報分析システム *DISAANA*（一般公開中）

【災害状況要約レポート（茨城県常総市の被害状況）】2015年12月21日 14:48 自動生成

エリア指定：茨城県常総市

三坂町
若宮戸
新石下

被災報告が深刻なエリアから順に表示。

通常の検索エンジンでは1万件以上の情報が表示される場合がある。

DISAANA

1クリックで救助要請地点を表示

1クリックで発信情報を表示

DISAANAで発見された救助要請のツイッター情報例

平成27年9月10日に発生した台風18号豪雨被害に対して、「どこで救助を待っているか？」の質問に対してツイッターから発信された情報の位置を表示した例

深刻な被災エリアにおける大量のSNS（ツイッター）情報から重要な情報を容易に発見できる

迅速な対応が可能

自然言語処理分野で権威ある出版物トップ3

ランキングの高い出版物 - Computational Linguistics [詳細](#)

出版物	h5-指標	h5-中央値
1. Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL)	65	99
2. Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)	56	81
3. North American Chapter of the Association for Computational Linguistics	48	71

※Google Scholar

- 20名前後の研究員が過去5年間で合計31本のLong paperを上記出版物で発表しており、**我が国ではトップの実績。**
 - NICTの採択論文数は、国内2位から6位までの研究機関の論文数の総和と同じ。
 - これらの研究員で論文執筆と並行し、大規模システム開発及び社会実装も実施。
- 人材育成：
 - 外部からの出向者で博士号取得者5名

万能対話ロボット(教育、高齢者)



ナナフシってオスなしでも繁殖するよ。

車いすで楽しめるダンスがあるそうです。



シンクタンク、社会調査

少子化で耕作放棄地が急増！

それでA地方の雇用を増やせますね！



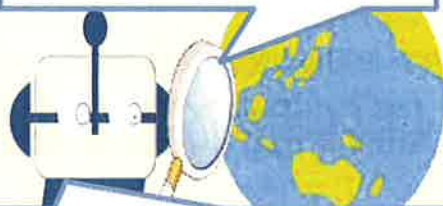
耕作放棄地で行うビジネスには、太陽光発電、魚類の養殖、植物性プランクトンの養殖。A地方に適しているには植物性プランクトンの養殖…



民間企業のイノベーション支援

南米でディーゼル油を生成する真菌(水虫の類似物)が発見される！

その作戦でいきましょう！



我が社のプラントによく適合しているので、プラントとセットで販売できるかも。



企業のコンプライアンス対策

排ガス試験検出のための条件分岐は…

排ガス試験に関する対策を施すことは法令違反です



自然言語処理を中心とした人工知能技術の研究センター



数百台規模の計算機クラスター、数十億ページ単位のWebデータ、大量のSNS情報等を日常的に利用可能な研究環境

NTTドコモ、NEC、NHK等

出向・人材育成

東京大学、京都大学、東北大学

データ・技術提供

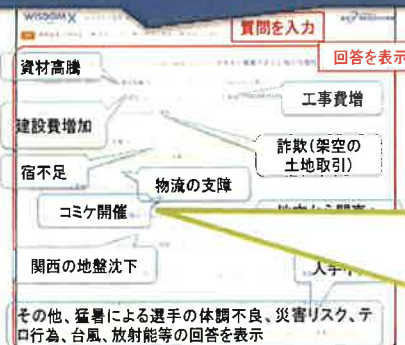


ALAGINフォーラム
企業会員125社
有識者会員 200名

大規模Web情報分析システム

WISDOMX

質問「東京オリンピックで何を心配すべきか？」



「コミケ開催」が心配だという回答に関してはその後、類似の新聞報道も。
(産経新聞、平成27年9月26日「東京『2019年問題』!? 大型展示場は軒並み五輪で使用 モーターショー、コミケはどうなる?」)

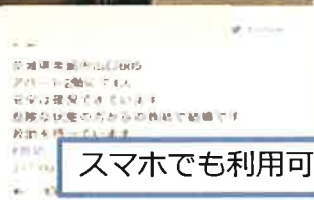
対災害SNS情報分析システム **DISAANA**

平成27年9月10日、台風18号豪雨の際、質問「どこで救助を待っているか？」に対してTwitterから発見された回答

救助要請が出されている地点をリアルタイムに地図表示。同様の情報は、通常の検索エンジンでは1万件以上の情報を人が見て初めて取得可能



DISAANAで発見された救助要請のTwitter情報

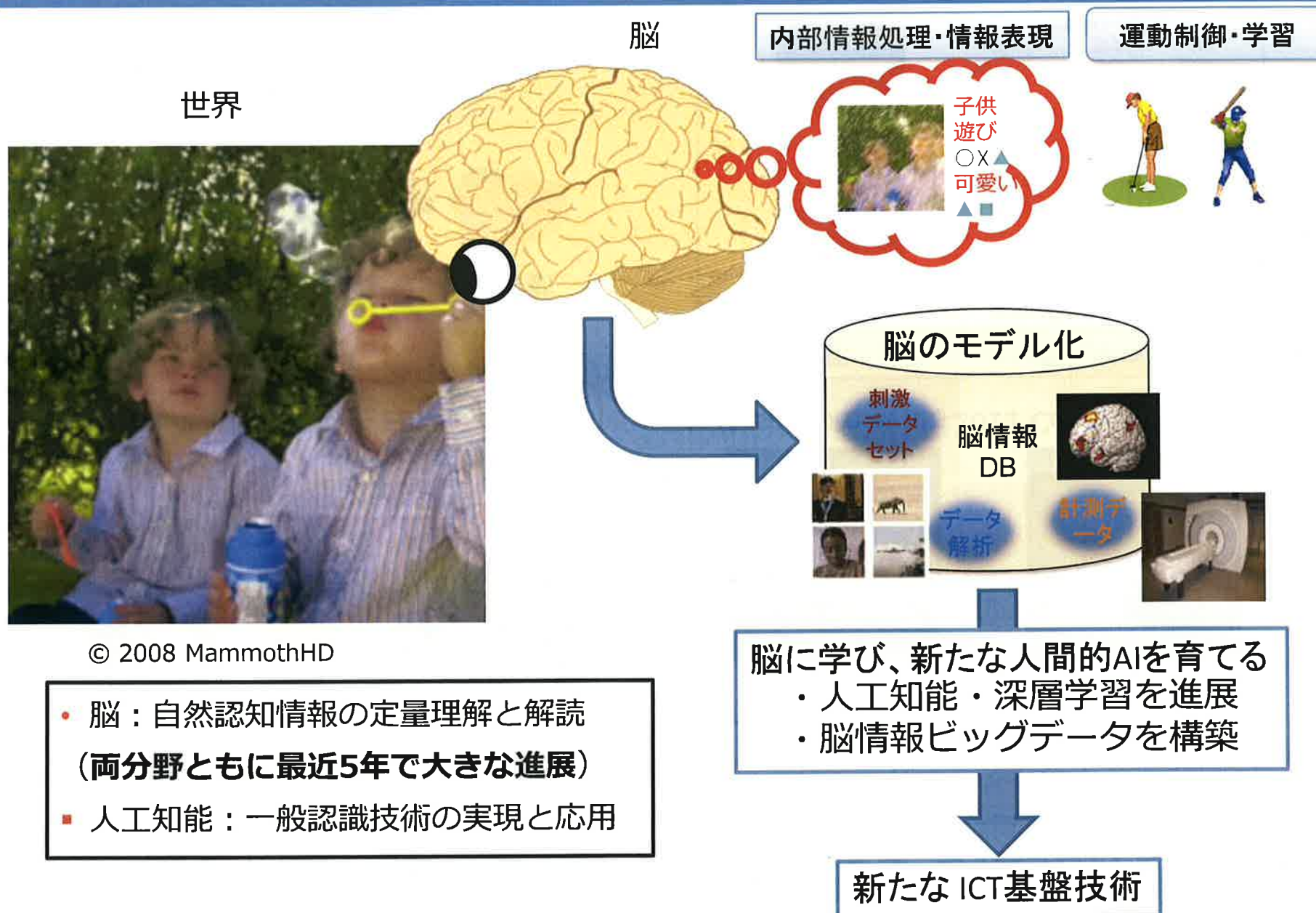


スマホでも利用可能

脳情報に基づくAI技術の研究

ビッグデータ処理技術で脳を解析

脳に学ぶ新たなAI技術の探求



(1) 人工脳訓練フェーズ



低次の認識から
高次の認識へ
順次モデルを高度化

(2) 脳活動解読フェーズ



脳活動の解読で知覚体験の映像化に（一定精度で）成功

実際の知覚体験



初期視覚野脳活動から
推定した知覚体験



(Nishimoto et al., 2011 *Current Biology*)

CM評価に応用、NTTデータが今年度中に商用化予定

被験者が見ていた動画	脳活動から推定した知覚意味内容		
	名詞	動詞	形容詞
	女性 男性 髪	着る 着ける 被る	若い 鋭い 短い
	文字 ラテン アルファベット	咲く 読める 書く	黄色い 白い 美しい
	海 広大 一帯	眺める 囲む 面す	深い 数多い 狭い
	(品詞別トップ3)		

- 将来の応用：画像を空想している時の脳活動から空想内容を推定
想起脳活動に基づくGoogle画像検索 (Naseleris et al., 2015 *NeuroImage*)

さらにその先のAI技術を目指して

人が機械に合わせる時代
限られた専門家が使う時代

機械が人に合わせる時代
全ての人が使える時代
脳型AI(<100ワット)

大量情報の蓄積

サーバ(300ワット)



入力・特徴・条件・動作
全てをプログラムで定義

エキスパートシステム
生産オートメーション

大量知識の蓄積

スパコン(2000万ワット)
ワトソン(20万ワット)

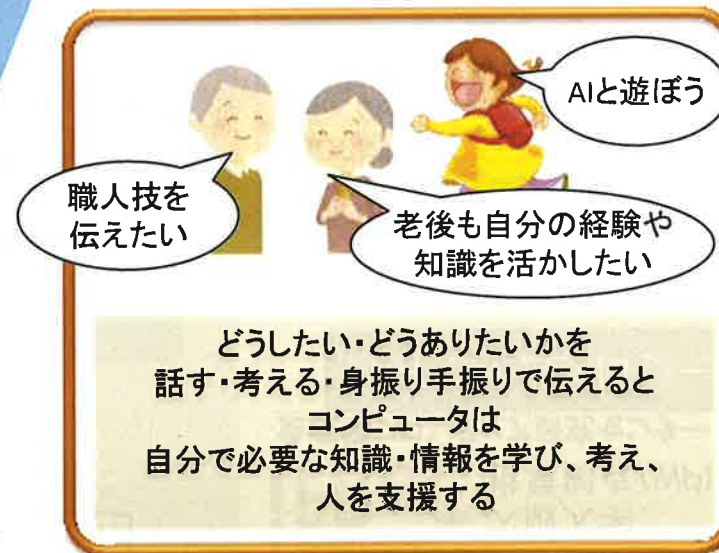


入力・条件・動作
をプログラムで定義し、
かつ特徴のあるデータを大量に
インプット

機械学習・ディープラーニング
ビッグデータ



環境・状況・制約を認知して
心配を安心に変え、
希望実現を助ける



職人技を
伝えたい

AIと遊ぼう

老後も自分の経験や
知識を活かしたい

どうしたい・どうありたいかを
話す・考える・身振り手振りで伝えると
コンピュータは
自分で必要な知識・情報を学び、考え、
人を支援する

脳に学ぶAI

過去(20世紀～2000年代)

現在(2010年代)

未来(2040年代)

ビッグデータ + 機械学習

脳に学ぶAI

NICT、大阪大学、ATRによる脳科学と情報通信の融合研究拠点



研究従事者 266名

うち女性38名、
外国籍21名、
常駐者 約200名

NICT	51名
大阪大学	63名
ATR	24名



理化学研究所
生命システム
研究センター

脳型コンピューター

WPI Osaka University



大阪大学
世界拠点 (WPI)

免疫学フロンティア研究センター

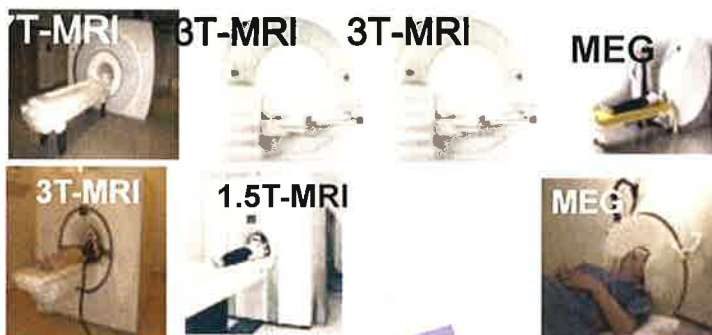
サイコイムノロジー

世界に通用する人材を育成

学生97名

外部研究者 (NICT受入) 35名

CiNetの脳機能計測機器(世界トップクラス)



人材交流・人材育成、共同研究・共同開発

(出向者1名、協力研究員等27名、共同研究契約22件)



海外研究機関

- Berlin Bershtein Center for Computer and Neuroscience (BCCN)
- The Computational and Biological Learning Lab, Department of Engineering, Cambridge University
- George Mason University
- University of California San Diego (UCSD)
- Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE)等

企業

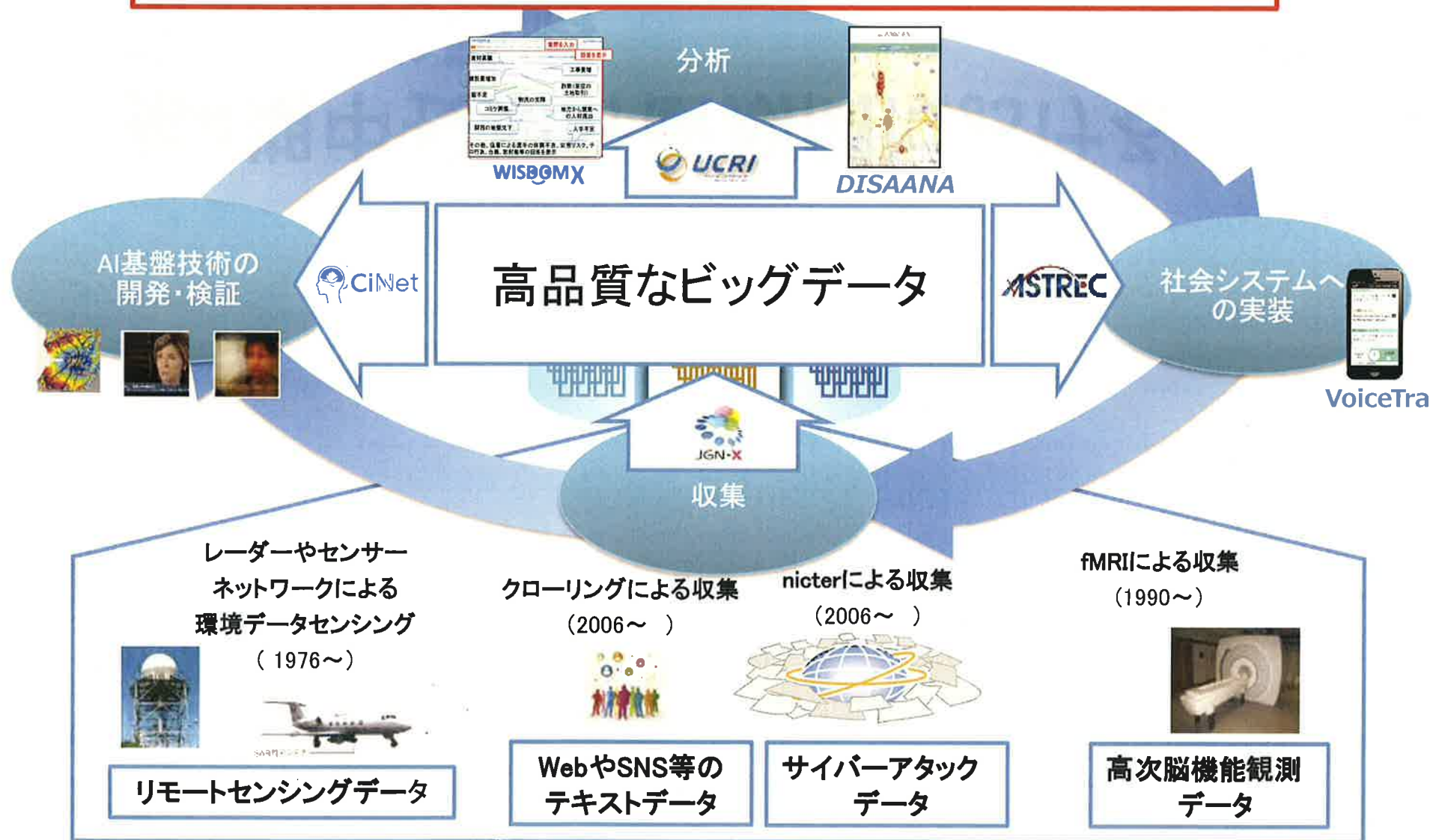
NTT、NEC、トヨタ、オムロン、オプトクエスト、竹中工務店、
デジテックス研究所、ユニークメディカル、
沢村義肢製作所、奈良医療センター、N/A 等

大学

東京大学、京都大学、神戸大学、奈良先端大、電気通信大学、
豊橋技科大、金沢工業大学、玉川大学、帝京大学、
岐阜聖徳学園大学 福井工業大学 等

第4期中長期計画期間における 研究開発戦略

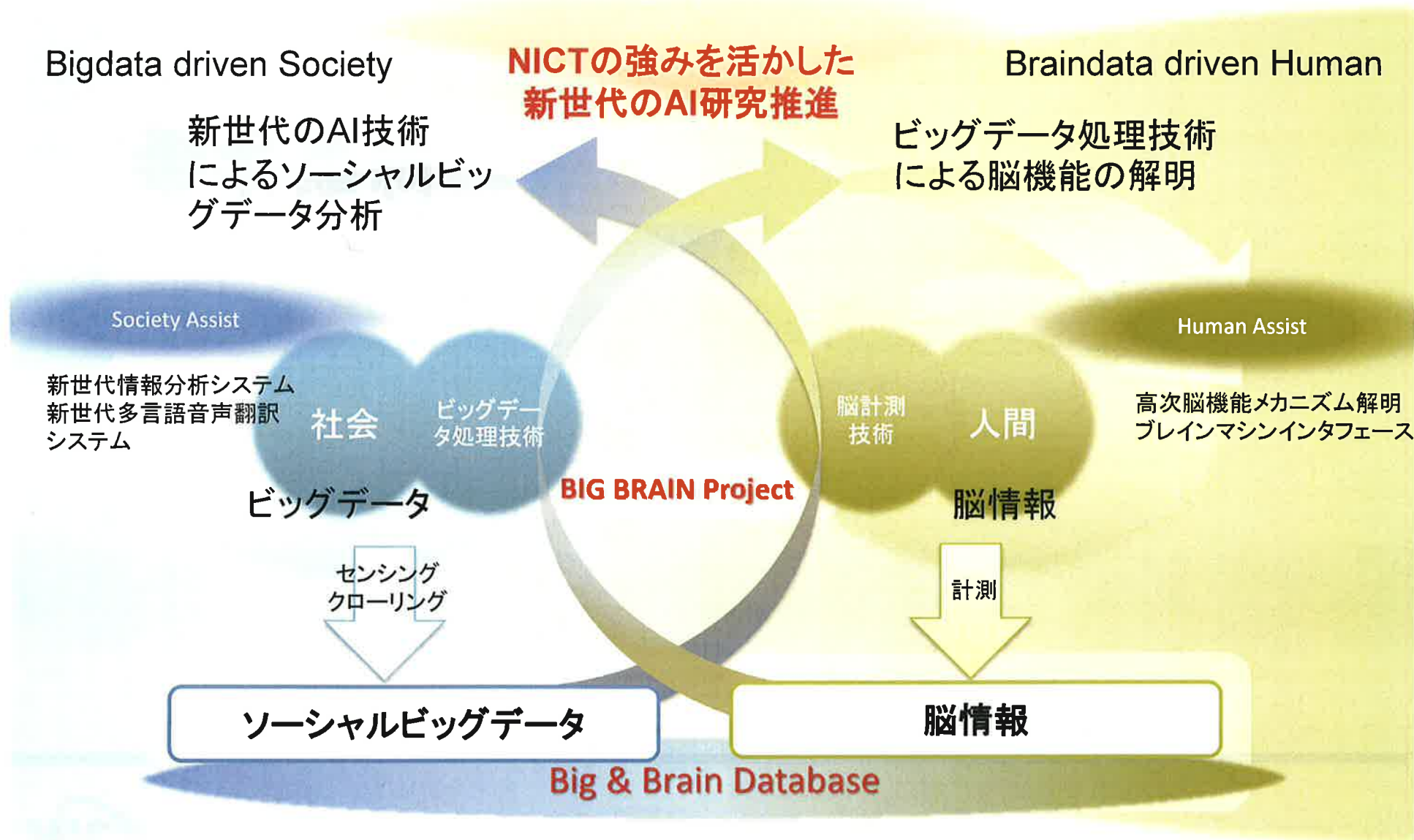
賢いAIシステムを作るには、質の高いビッグデータが不可欠である





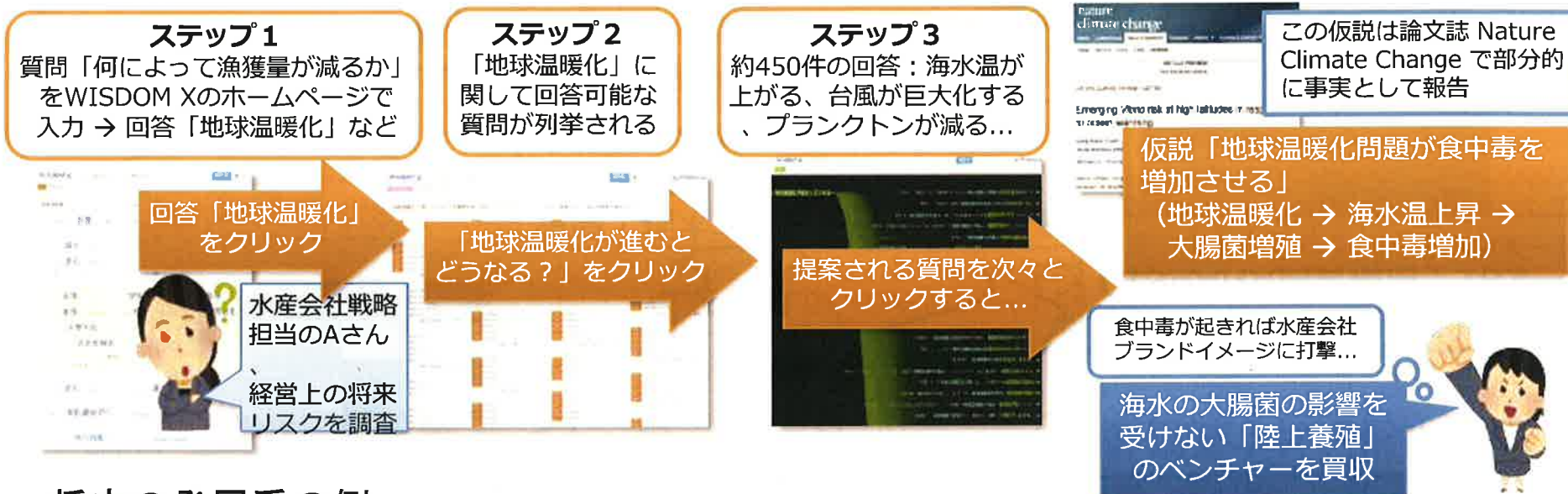
ビッグデータと脳情報の融合研究による新世代のAI研究へ

BIG BRAIN(BIGdata and Brain Research for AI and Network)

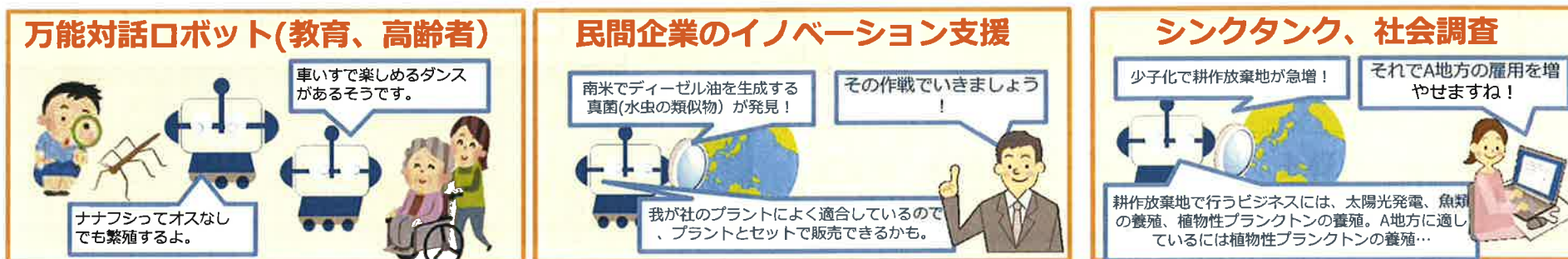


参考資料

活用シナリオの例:シナリオプランニングの支援



将来の発展系の例



対話技術に応用することで飛躍的に対話機能が向上。ロボットの話に感化されて、ノーベル賞の受賞も夢ではないかも?

民間企業やシンクタンクが活用することで、専門家でなくても、あらゆる技術、出来事、施策の膨大な組み合わせを、人間には実行不可能な規模でシミュレーション可能となり、この技術をきっかけにして将来有望な様々なアイデアが生まれる



フォーラムの狙い

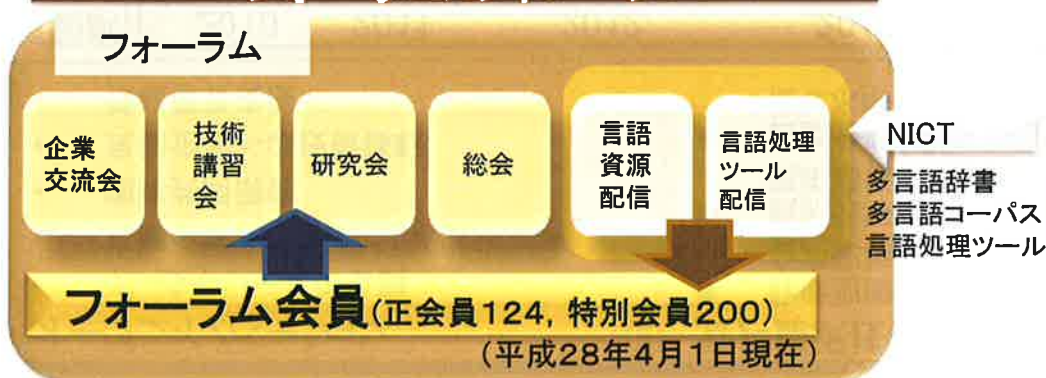
- × 依然として、コミュニケーションには**3つの壁**がある
 - + **言語の壁**: 外国語で話されたり、書かれた情報は理解不能！
機械と話が通じない！
 - + **情報の量の壁**: Web上の大量のマルチメディア情報を消化できず
本当に有用な情報が見つけれない
 - + **情報の質の壁**: Web上にはウソも一杯！
- × この3つの壁を乗り越えた時に、**スーパー・コミュニケーションの時代**が来る！
どの**言語**の話者でも、**信頼性が高く有用な情報**だけを**短時間、低コスト**で通信



フォーラムを組織し:

- ・3つの壁を乗り越える技術について議論
- ・産学官の協力体制を構築
- ・NICTで構築した言語資源、ツールの配信、共有、評価

フォーラムのイメージ



活動内容

企画推進委員会

フォーラム活動の企画案の策定等

技術開発部会

関連分野の研究者・技術者に指針を与え、
関連技術の研究開発を支援する

組織図



① オープンイノベーション

- データやツールの公開
- 民間企業との連携による実証実験
- 国際共同研究
- 民間企業への技術移転
- 情報弱者支援

② 音声翻訳技術の高度化

- 評価型国際ワークショップIWSLTの音声認識タスクで3年連続1位
- 観光分野(旅行会話): 民間企業へ技術移転可能な水準へ高度化
- 医療分野: 病院で臨床試験実施可能な水準へ高度化



東大病院での臨床試験



東京メトロの全170駅に導入



岡山県警が、地理案内、遺失物申請等に活用

音声翻訳技術の社会展開

2010

2011

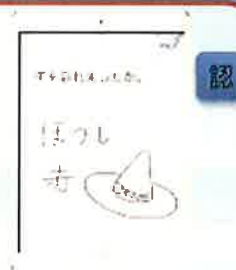
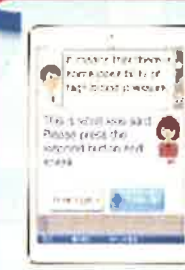
2012

2013

2014

2015

NICTでの技術開発

VoiceTra
(2010)VoiceTra4U
(2012)こえとら
(2013)SpeechCanvas
(2014)医療翻訳システム
(2015)新VoiceTra
(2015)

国際共同研究

情報弱者支援

技術の高度化

ツールの公開

ALL Japan体制で社会実装を加速

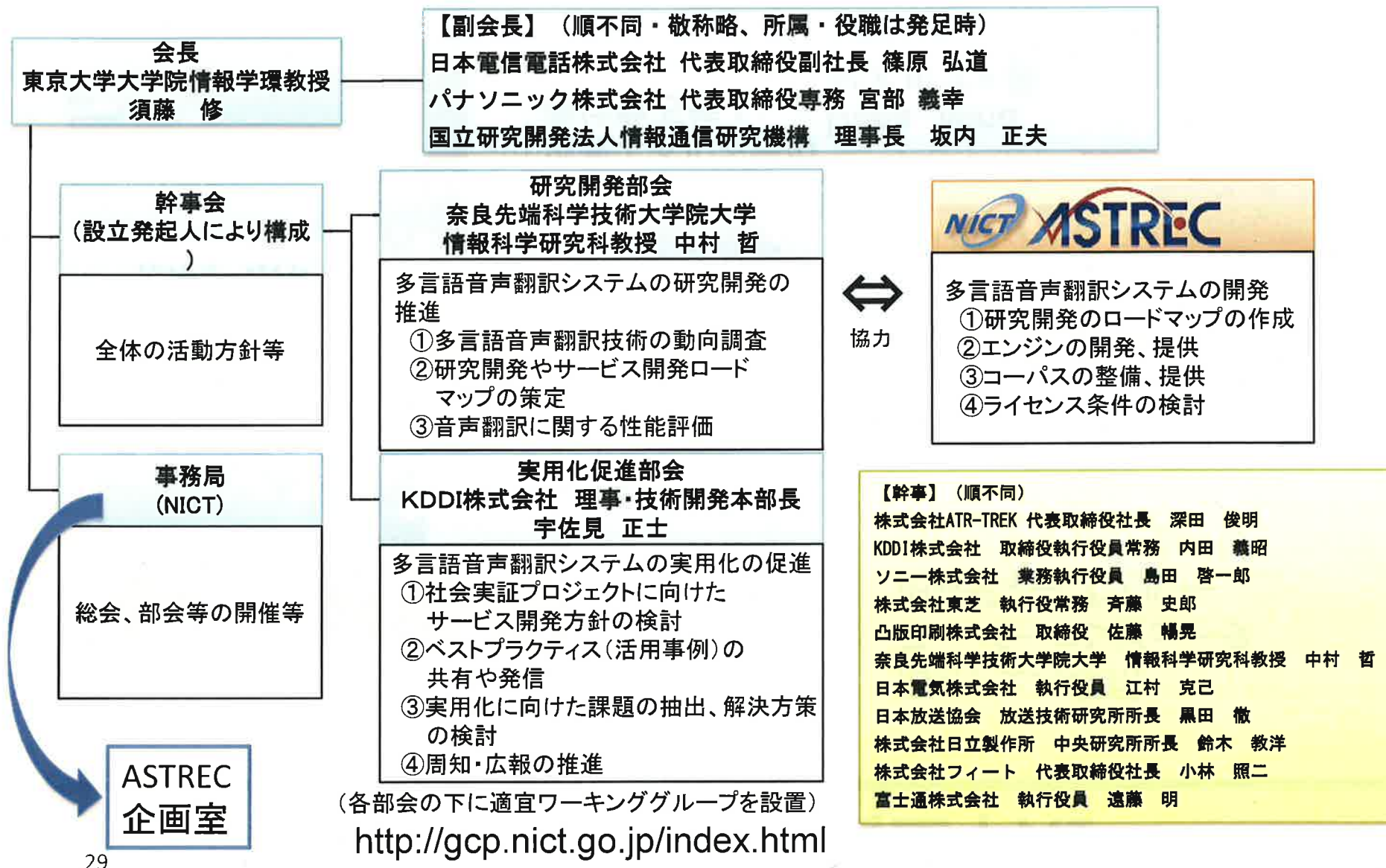


成田空港専用翻訳

利用されている
音声翻訳技術

- 認 音声認識
- 翻 多言語翻訳
- 合 音声合成

民間企業への
技術移転(例)成田空港
NariTra
(2011)NTT docomo
しゃべって
コンシェル(2012)FEAT
VoiceTra+
(2011)AU
おはなしアシスタント
(2013)グローバル
コミュニケーション
計画発表
(2014.4.11)FEAT
こえとら(商用版)
(2014)Panasonic
ペンダント型端末
(試作品)(2014)Panasonic
ホテル等受付端末
(試作品)(2014)民間企業との連携
による実証実験YAMAHA
おもてなしガイド
(実証実験)
(2015)



脳に学ぶ桁違いの省エネAI



1995年
世界チャンピオン
ガルリ カスパロフ

1ワット

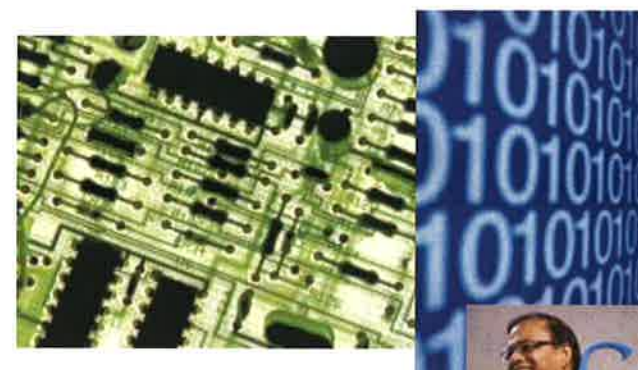
(思考時と休止時の差)



2016年
世界最高の棋士
イ・セドル九段

消費エネルギーの
差は数万倍！

IBMチェス専用
スーパーコンピュータ
IBMディープブルー
50,000ワット



Deep Mind
AIアルファ碁
(2000CPU、300GPU)
250,000ワット
使用料;30億円？

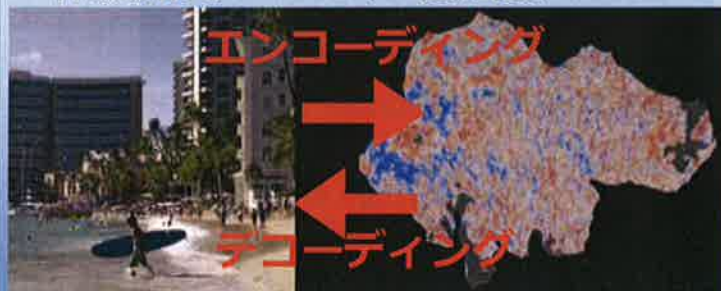


デミス・
ハサビス

自然な知覚体験と脳活動の解析

体験知覚

脳活動



- ・知覚体験の映像化
- ・知覚意味内容の解読
- ・脳内の概念体系の視覚化

被験者が見ていた動画



名詞

女性

男性

髪

動詞

着る

着ける

被る

形容詞

若い

鋭い

短い



文字

ラテン

アルファベット

咲く

読める

書く

黄色い

白い

美しい



海

広大

一帯

眺める

囲む

面す

深い

数多い

狭い

(品詞別トップ3)

多様な年齢・性別などの脳活動の分析から、
知覚・印象・想起内容などを推定し、人に優しいコミュニケーション技術を実現

新しい脳機能モデルの提案 → AIの新しい活用環境を拡張

感情・印象などを含めた
情報伝達手段の研究開発
BMIへの応用

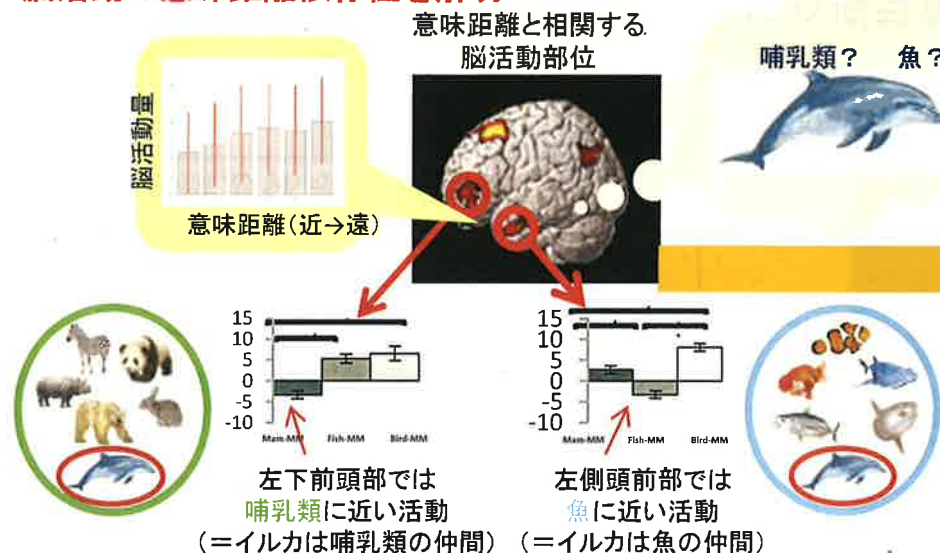
認知的意味概念を用いた映像解析技術、
人に優しい情報検索(イメージ検索)の開発
イメージを映像化する技術の開発

脳内情報表現のデコード

情報要素間の主観的距離の行動学的調査データと合わせて、将来的な高次脳情報の利用技術のためのデータベース(10 程度のカテゴリとそこに含まれる概念群で構築され、脳活動データ等の周辺情報とのクロスリファレンスができるもの)を構築する。

個々のデータベース構築に代えて、脳内の意味空間を定義し、脳活動と視覚刺激に含まれる情報とのマッピングを構築

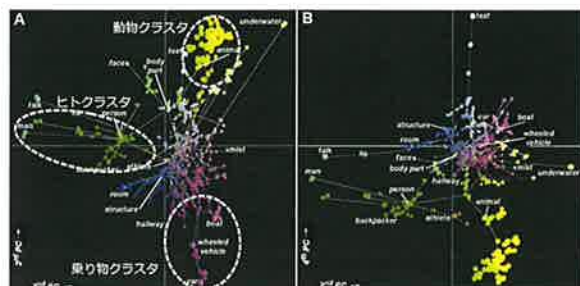
脳活動の意味距離依存性を解明



脳内の意味情報構造の可視化



エンコーディングモデルからの脳内意味空間の可視化



脳内意味空間のワープを可視化

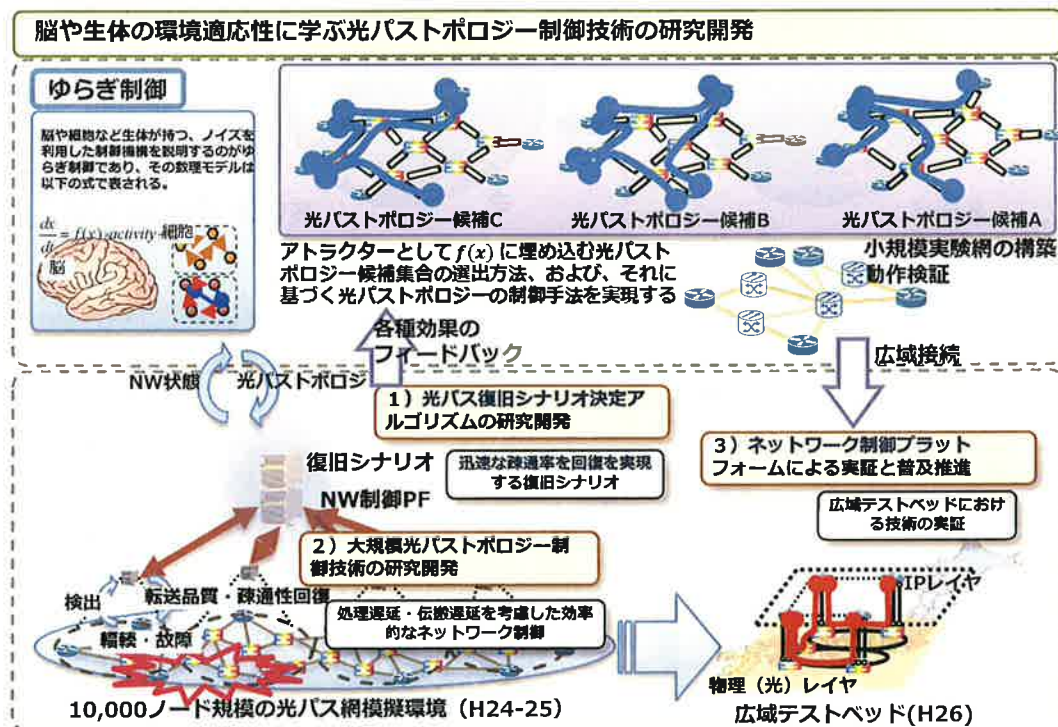
課題設定により
脳内意味空間が
動的に変化



(Huth, Nishimoto, Vu, Gallant, 2012 (H24) Neuron)

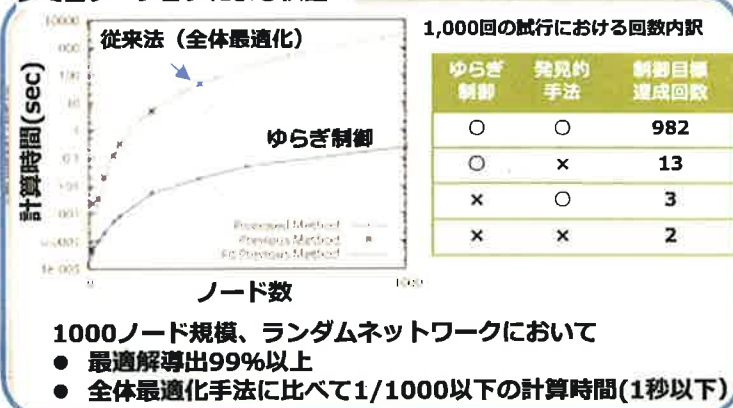
脳内ネットワーク制御の解明と応用

脳内ネットワーク制御手法をモデル化

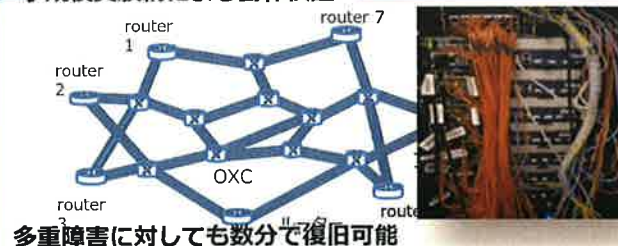


物理的なネットワーク制御に応用
実用化に向けた省エネな制御機構を検証

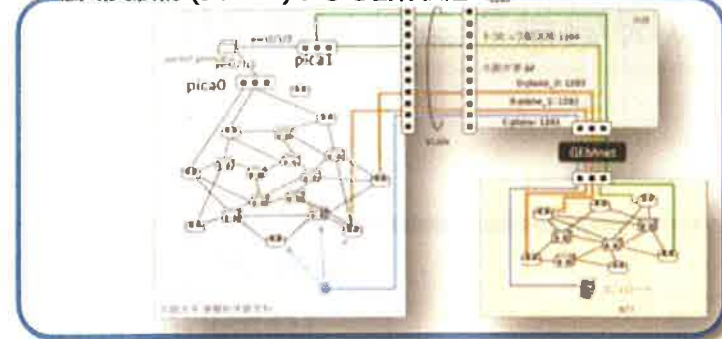
シミュレーションによる検証



小規模実験網による動作検証



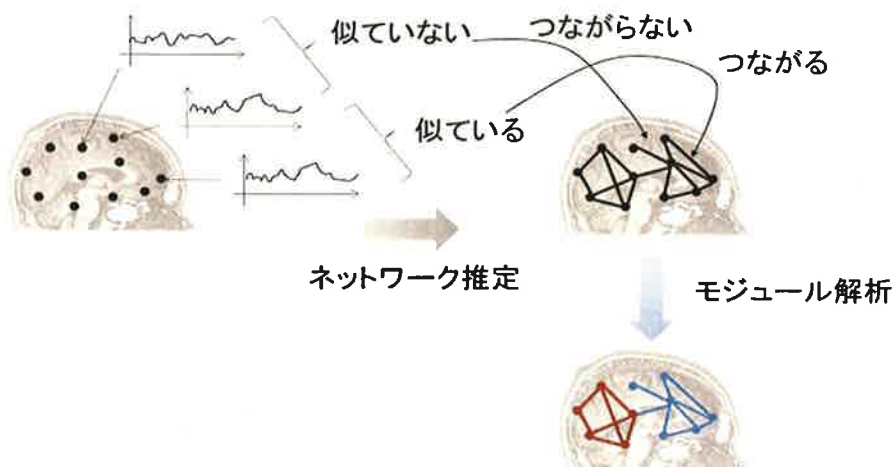
広域実験網 (JGN-X) による動作検証



脳内ネットワークの持つ特徴を分析

モジュール性、フラクタル特性:

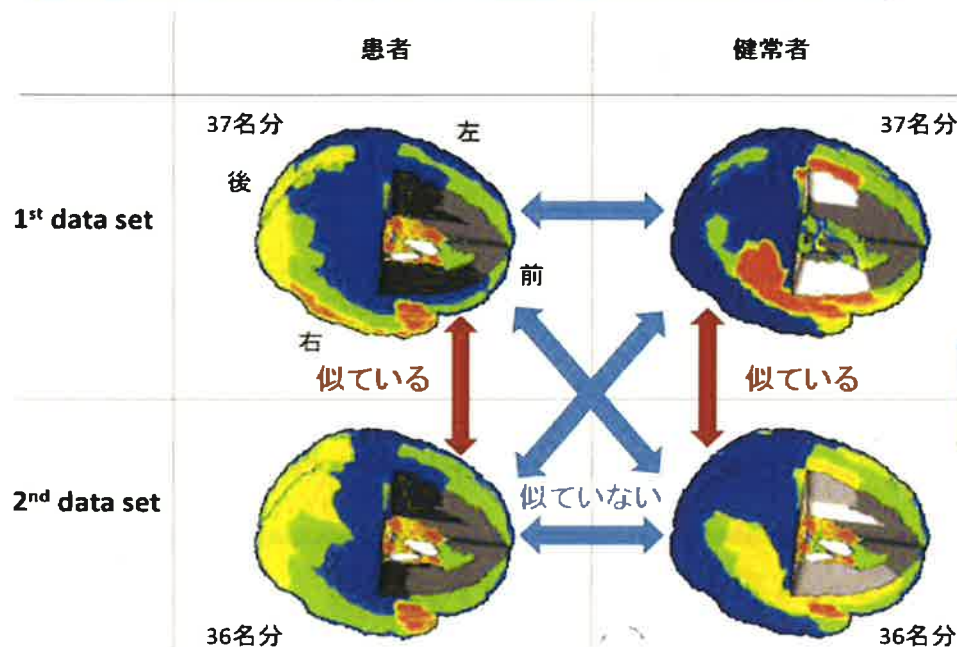
脳内ネットワークの優れた特性を
物理的なネットワークに応用



統合失調症患者群と健常者群に特徴的な脳部位モジュールを推定する手法を開発

統合失調症判別手法としての有効性: 大

脳活動解析による新しい価値創造



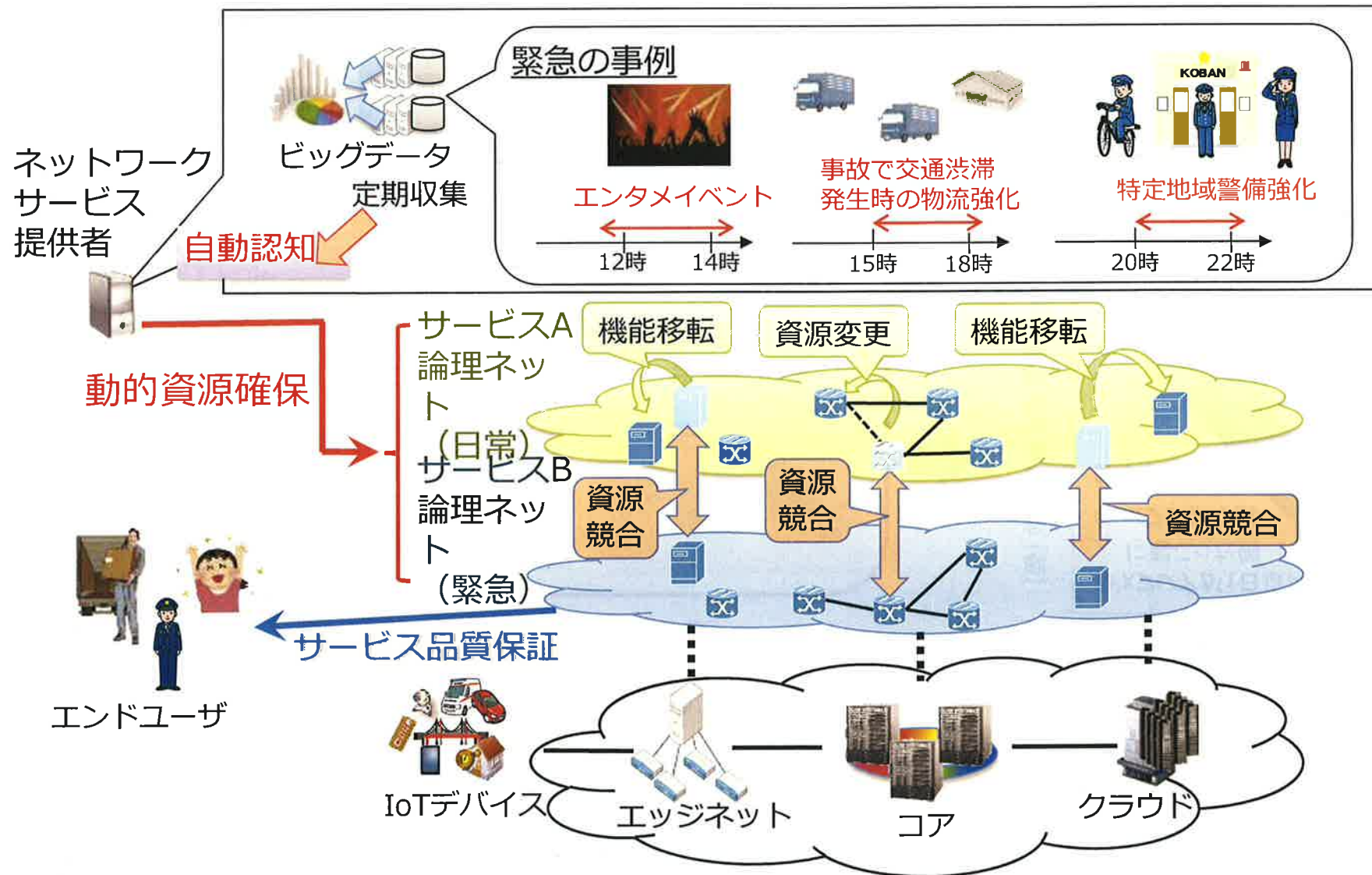
脳機能ネットワークの解析
から精神疾患や痛みなど
バイオマーカーの発見

慢性疼痛等
へも応用

医療の現場で医師の診断を
補完する自動診断システム
の開発への第一歩

NICTにおける機械学習を利用した研究事例 ～人工知能を活用した情報通信ネットワークの自動制御～

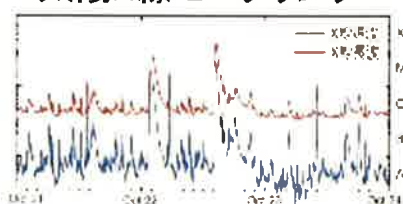
情報流通量の変動や新たなサービスの出現等に対応もしくは予測し、限りあるネットワーク資源を各サービスへ適時適切に自動的に配分することを可能とする研究開発



Yohkoh衛星, 軟X線



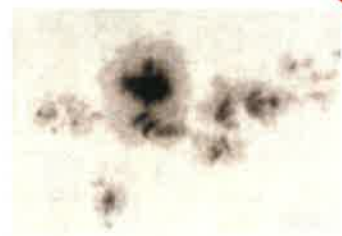
太陽X線モニタリング



衛星データは1日に1.5TB以上取得され、
(10年前の約1000倍)、観測データが膨大。
人の処理能力を超えている。



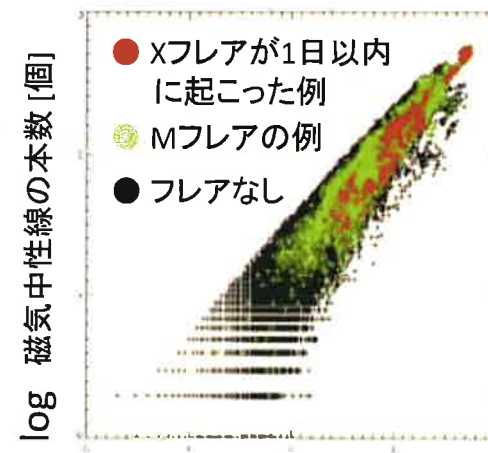
単純な黒点
穏やか



複雑な黒点
フレアを起こしやすい

・・・のような判断を、AIにさせる。

抽出した特徴量の分布と
フレア発生の関係



log 磁気中性線の合計長さ [pix]

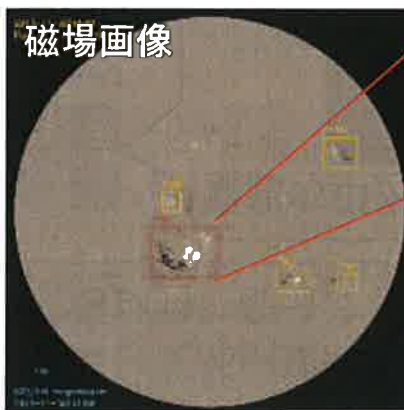
太陽フレアが発生すると、
宇宙環境が乱れ、航空無線
や衛星測位に影響がある。

現在はフレア発生後から地球
への影響を予測。



**フレアが発生する前に予測
したい！**

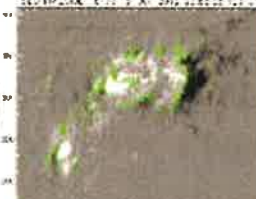
磁場画像



ベクトル磁場



磁気中性線



過去5.5年分の 3×10^5 枚の太陽画像を学習データとする。
黒点領域を自動検出し、判断材料(特徴量)を抽出する。

**機械学習
(A.I.)**

従来: $TSS = 0.5$



A.I.: $TSS = 0.79$

($TSS = 1$ で100%的中)