

次世代人工知能社会実装WG 報告書概要

情報通信審議会技術戦略委員会
次世代人工知能社会実装WG

- 米国、欧州、中国等の国々では、官民挙げて自然言語処理を含む人工知能に係る取組を進めている。
 - 米国では、2016年10月に「人工知能研究開発国家戦略計画」が策定され、人工知能の高度化に向けた研究開発・投資を進めていくことが示された。中国においても、2016年3月に公表された「第13次5ヵ年計画」において人工知能が重要分野と位置づけられ、2018年までに1,000億元（約1.6兆円）の級の人工知能活用市場を創出することが目標とされた。
 - 民間においても、Google、Apple、Facebook、Amazon、Microsoft、といった大手ICT事業者がこぞって音声対話型サービスを市場に投入し、市場が急速に形成されつつある。
- 我が国においても、総務省、文部科学省、経済産業省が連携し、人工知能技術の研究開発を推進していくことが示されるとともに、様々な民間企業が、自然言語処理を含む様々なサービスを市場に投入・展開しつつある状況。また、脳情報通信に関しても、CiNetや民間企業が研究開発やサービス導入に積極的に取り組んでいる。
- 特に海外における音声対話型サービスに関しては、自社サービスとして展開するのみならず、第三者にAPIを開放・提供することで、より多くのデータの収集・分析を可能とし、機能の高度化を図り、結果として利用者がさらに増えるといった好循環（プラットフォームの囲い込み）が形成されつつある。
- 脳情報通信に関しても欧米企業が様々な研究投資を発表しはじめている。

図. 民間の音声AIプラットフォームの比較

	Amazon	Google	LINE
デバイス	Echo (常時、音声認識起動) Amazon Tap (ボタンをタップで音声認識起動) Echo Dot (持ち運び可)	Google Home	WAVE FACE
AI-PPF	Amazon Alexa	Google Assistant	LINE Clova
価格 (1\$=110円換算)	Echo: \$180 (約19,800円) Amazon Tap: \$130 (約14,300円) Echo Dot: \$50 (約5,500円)	\$130 (約14,300円)	未定
特徴	・オンラインショッピング (Amazon shopping) が可能。 ・7,000種類以上 (2017.1時点) のスキル (ユーザー等が作ったプログラム) を通じて、家電の操作や食事のデリバリー注文等が可能。	・Googleの巨大な検索機能を活かしたWeb情報活用が可能。 ・様々なGoogleのサービス (メール、連絡先管理、スケジュール管理等) を利用可能。	・日本語及び韓国語での音声操作が可能。 ・LINEアプリを通じたアジアでの検索データ、サービス利用状況データの蓄積を活かしたサービスの提供が可能。
販売台数	約510万台 (2016.12時点)	未公表	(今年夏以降発売)
利用エリア	(各国のアカウントからのみ利用可)	制限なし	

図. 欧米企業が相次いでBMI研究への投資を発表





Elon Musk
SpaceX CEO
Tesla, Inc. CEO
PayPal創業者

2017年3月 Elon Musk氏が侵襲型BMIを目指すNeuralink社を発表。
→ 4年で臨床利用、8-10年で一般ユーザ向け埋込み型BMI実現を目指す。





Regina Dugan
Facebook "Building 8"所長
元Google ATAP副所長
元DARPA所長

2017年4月 Facebook社が非侵襲型BMIの開発を発表。
→ 2年で100words/minの情報伝達実現を目指す。

次世代人工知能社会実装WG(第5回会合)NICTプレゼン資料
「脳情報解析と人工知能の接点:シーズ・社会実装・課題」

- 現在主流のWebブラウザ等による情報収集が音声対話システムに置き換えられて「よりそい」型の対話アプリケーションが実現することで、自動車内の移動時間の価値の向上、高齢者のQOL向上、メンタルケアの提供、教育・いじめ等の若年者のケア、業務・スキルアップ支援、フィンテック応用、人と対話エージェントの共創によるイノベーション創出等が可能となったり、ユーザーが感じている心地良さや満足感等の言語で表しきれない情報を取得する脳情報モデルが構築されることによる、快適な空間・環境・サービスデザインや正確な製品・サービス価値評価等が可能となる社会の実現が期待される。
- さらに、将来的には、IoTやセンシング技術等の周辺技術も媒体として、上記のような自然言語処理技術と脳情報通信技術が融合されたヒトとマシンを繋ぐヒューマン・マシン・インターフェイス技術が実現され、対話や表情からその人の精神状態や体調のセンシングが可能な、より高度な介護支援や専門的な職業・スポーツ技能継承等が可能となる社会の実現が期待される。

自然言語処理技術・脳情報通信技術を活用したサービスアプリケーション

高精度な社会知解析技術を備えた、ユーザーに寄り添う対話ロボット

でも * 政権が不安定だからあぶないんじゃない？

* 銀行の定期預金が満額を迎えますね。* 投資信託が人気のようですが、どうですか？

そういう意見もありますが、一方で本日の新聞記事には面白い見解が書かれていますよ。後で送っておきますね。ところで、今日は少し疲れているみたいです。そのコンビニで一度休憩しませんか？

昨日から胃がキリキリする。熱はそれほど出てないけど、なんとなくだるい気がする...

防災

医療

センサー情報等から得られるマルチモーダルな情報と自然言語処理、脳情報通信技術を合わせた、高度な支援システム

問診内容に基づく医師の診断支援

情報理解に基づく組織への迅速な連携

脳情報を活用した症状理解

本日の避難者状況
負傷者 14名
16名

災害情報の整理・集約

I can not express symptoms well...

スポーツ、技能継承・向上

オープンインターフェース

サービスアプリケーションを支える基盤技術

人工知能技術

大規模データベース

目指す人物の脳活動の再現を目指すトレーニング

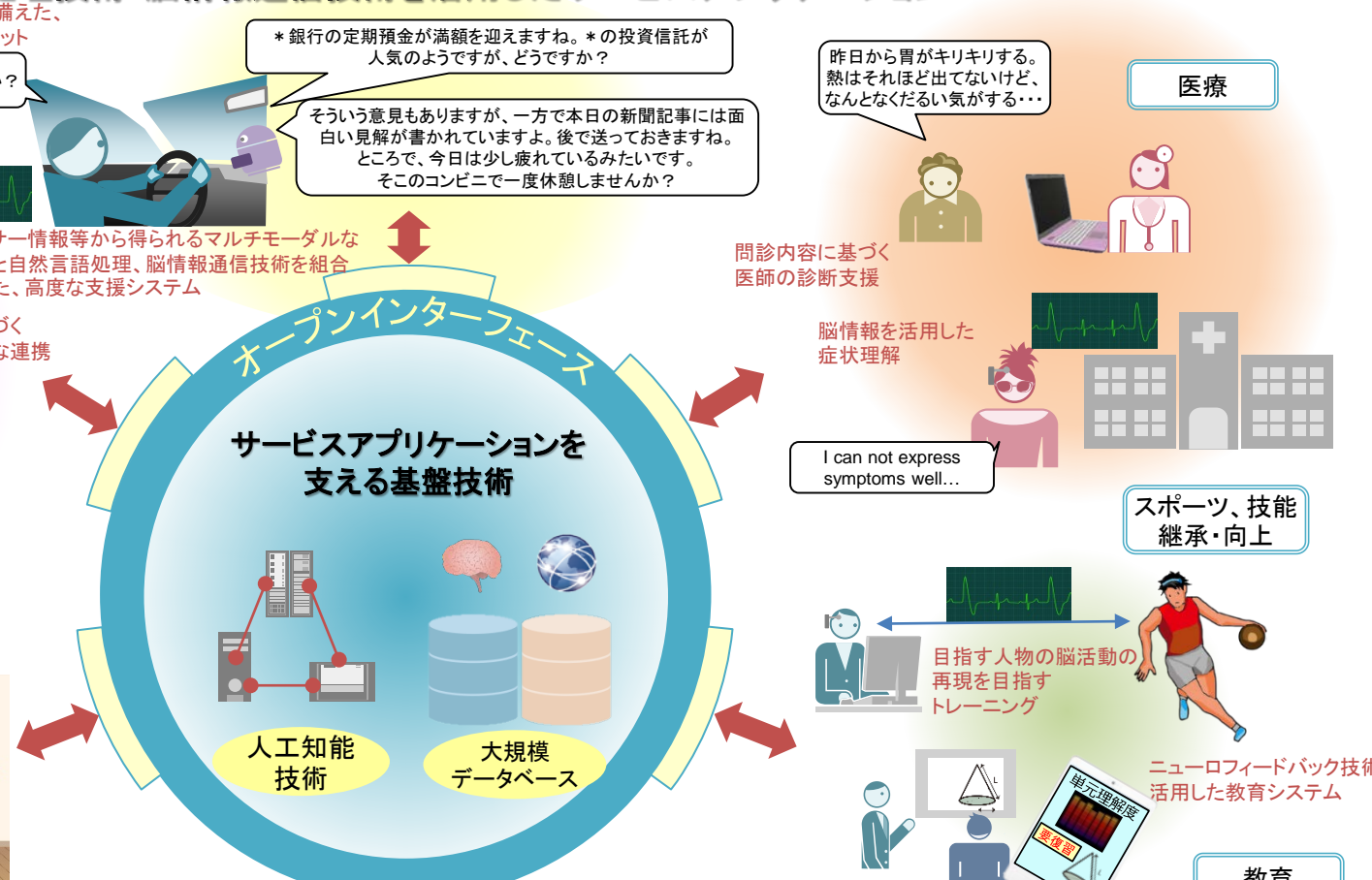
ニューロフィードバック技術を活用した教育システム

マーケティング

脳情報、その他センサー情報を活用した快適空間・快適環境評価

この部屋はとてもリラックスできるなあ。

教育



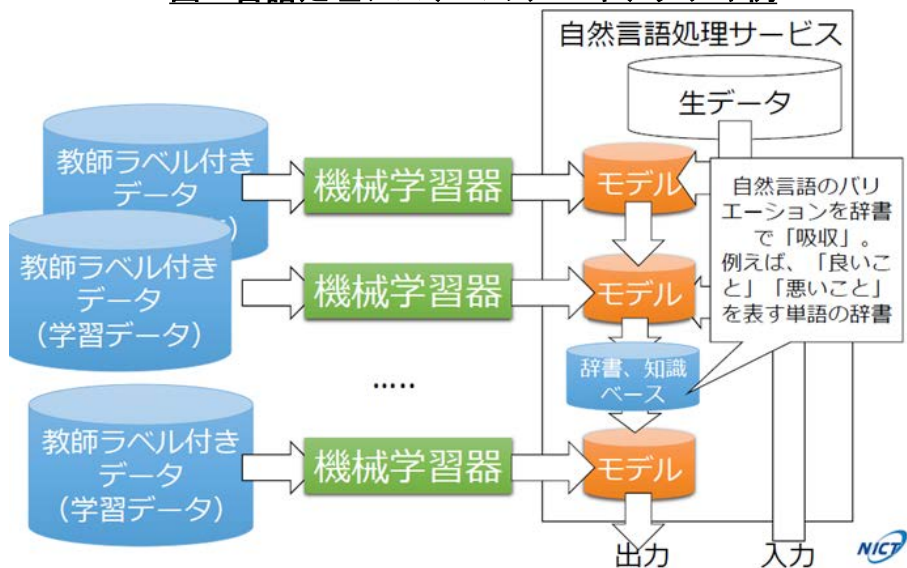
自然言語処理技術

- 我が国においては、現状大きなデータ収集基盤を構築できている組織・企業はなく、各組織や企業がそれぞれ独自のアプリケーションに沿った形で、収集から前処理・ラベル付与まで、コストをかけてデータを保持している状態。
- オープンインタフェースによるプラットフォームを整備し、同プラットフォームにおいてデータを蓄積するとともに、プライバシー等にも配慮した利活用の在り方を技術面・ビジネス面という観点から検討していくことが課題。

自然言語処理技術に関する課題

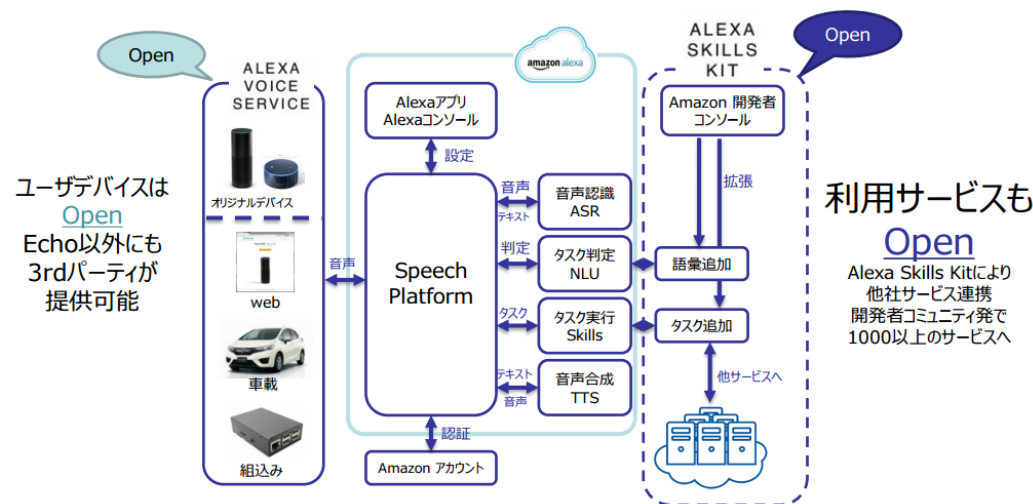
サービスアプリケーション（データ）に係る課題	サービスアプリケーションを支える基盤に係る課題
① クローズドなプラットフォームによる運用	① 対話エンジン及び翻訳エンジンの精度
② データの偏在性（ユーザバイアス）	② 大規模データの保管、効率的な提供基盤の整備
③ 会話データの活用の考え方	③ 対話・文脈における文意の把握・解釈技術の精度
④ 言語資源データの整備	④ 半教師あり学習や教師なし学習技術の確立

図. 言語処理システムのアーキテクチャ例



次世代人工知能社会実装WG(第2回)NICTプレゼン資料
「自然言語処理のためのデータ整備について」

図. Amazon Echo (Alexa) に見られる対話システムの典型



次世代人工知能社会実装WG(第1回会合)NTTドコモプレゼン資料
「自然言語処理応用の現状と今後～対話・翻訳を中心に～」

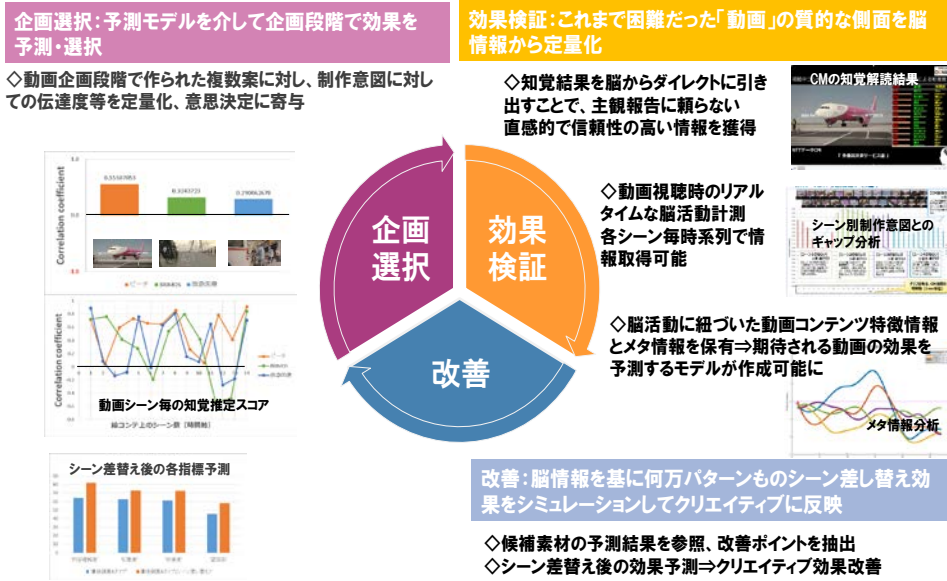
脳情報通信技術

- 脳情報通信技術は、マーケティング分野をはじめ、一部領域において実用化が開始されつつある状況。一方で、現状では、fMRI等高度かつ重厚な装置による計測が必要なため、脳情報データベースの拡充やそれを活用した利活用が十分には進んでいない。
- 脳情報通信技術を活用したサービスを社会実装していくためには、簡易かつ高度な脳機能計測装置・技術を確立した上で、脳情報データベースの構築や、利活用領域の拡充を図っていくことが課題。

脳情報通信技術に関する課題

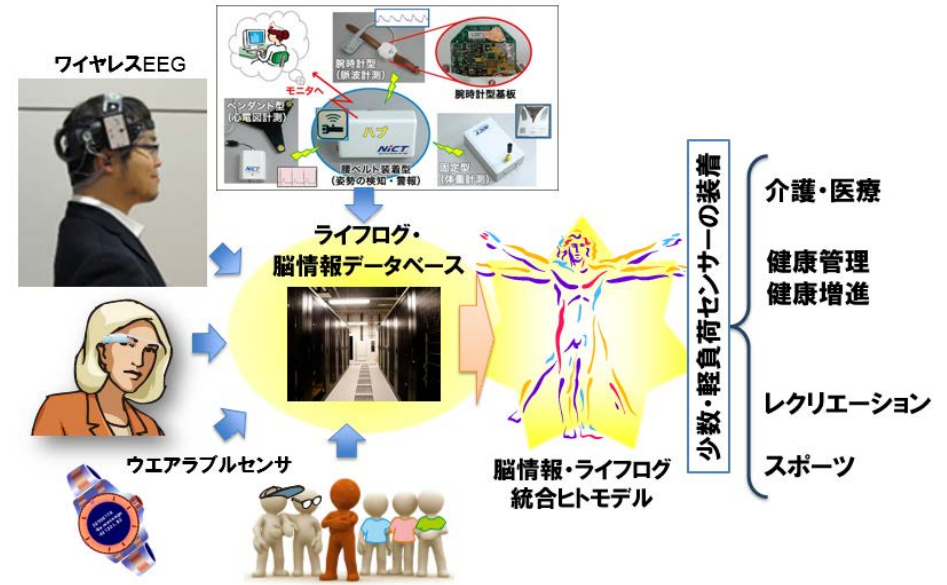
サービスアプリケーション（データ）に係る課題	サービスアプリケーションを支える基盤に係る課題
① 脳活動データベースの質的・量的不足	① 脳機能計測技術の精度の向上
② 脳情報を活用したユースケースの未成熟	② 脳情報モデル化技術の高度化
③ 多領域の産学官連携	③ BMIにより車椅子等の機器を操作する技術の高度化

図. 脳情報解読技術によるマーケティングプロセスの変革



次世代人工知能社会実装WG(第6回)NTTデータ経営研究所プレゼン資料「脳情報通信産業の展望」

図. ライフログ・脳情報統合システム



次世代人工知能社会実装WG(第1回)NICTプレゼン資料「脳情報通信の現状と今後の展望」

自然言語処理技術

- 我が国の自然言語処理技術を活用したサービスは、日本独自の社会課題に根付いて、様々な分野（医療、防災、顧客対応、介護支援、観光等）において、個々の民間企業がNICTや大学、ベンチャー企業等と連携しながら個別のシステムを構築し展開している。
- 今後もこういった個々の民間企業による社会実装をさらに誘発させ、それぞれがサービスを発展させていく一方で、将来的には各民間企業が同じ目的に向かってオープンに連携していく体制を構築していくことが有効。その際、「おもてなし」に代表される我が国の対人関係観を反映した「よりそい」型対話を実現することで、「命令実行」型サービスとの差別化を図ることが有効。

① 次世代対話プラットフォーム技術の研究開発及び標準化

個々の民間企業が、最新の対話エンジン（チャットボット等）や翻訳エンジン等のモジュールをそれぞれの対話プラットフォームに容易に取り込んで最新の対話プラットフォームを維持可能にするような環境を構築するため、柔軟に外部のシステムと接続可能な機能実装の仕組みの開発を推進し、標準化と技術を共有化するための環境作りを進めていくことが必要。また、大規模計算機や大規模データを扱うことのできる環境の整備を推進

② 次世代高度対話技術の実現

- a. 自律的社会知解析技術の研究開発
社会に存在する大量の知識（社会知）を前もって抽出・整理して対話に活用するための質問応答技術、知識獲得技術の高度化や自動的に推論した仮説に基づいて発話を生成するための仮説推論技術、ソーシャルメディアの情報をリアルタイムに分析して、対話で活用するための研究開発を推進
- b. 対話エンジンの高度化のための研究開発
ユーザの意図、情動等の属性の推定および対話における活用技術、社会知を活用して対話を行う社会知活用型対話エージェント、擬似的人格を持ちユーザに長期的によりそえる対話エージェント、多様なデバイス上で対話エージェントを活用する技術の研究開発を推進
- c. 翻訳エンジンの高度化のための研究開発
多言語音声翻訳技術の研究開発／高度化を推進

③ 社会的な利活用ニーズに応じたアプリケーション・サービスを想定した新たな学習データの整備

- a. 学習データの整備
最新の教師付学習データが収集できるような枠組みの構築を推進するとともに、処理の内容（例えば構文解析等）によっては適用範囲の広い汎用のデータの作成を推進
- b. 少量データ活用技術の研究開発
少量でも質の良いデータを作成・収集した上で半教師あり学習等の人工知能によってデータを有効活用する研究開発等を推進
- c. パーソナルデータ利活用のための研究開発
利用価値の高いパーソナルデータ等を、データの有効性を保ちつつ匿名加工情報に加工する技術の研究開発を推進するとともに、個人データに対する第三者提供の同意を得やすくするための暗号化処理やユーザーから利用目的や利用範囲を容易に取得・反映するための仕組み（プライバシーポリシー管理）の研究開発を推進

脳情報通信技術

- 我が国においては、現在、企業や大学・研究所と連携をして世界最先端の研究を進めている状況。一方で、脳情報通信においては、多量のデータの収集・分析に基づき、共通項を見出し、モデル化するというデータ・ドリブン型のアプローチが重要なところ、脳情報のデータが圧倒的に不足している。
- 今後も脳情報通信技術の分野において世界最先端の技術として競争力を維持していくためには、マーケティング分野への社会実装を呼び水として、優れた基礎研究成果の迅速な社会実装により、脳情報通信技術をマーケティング以外の様々な分野に対して利用を拡大させていくような取組が有効。
- こうした取組を促進するためには、脳情報データの収集、共通利用を加速化し、研究者と企業が一体となって社会実装に向けた研究を進めることのできる環境を整備することが必要。

① 脳情報通信技術の社会実装を加速化させるための推進体制の整備

脳情報通信技術の社会実装を加速化させるための体制の一つとして、「応用脳科学コンソーシアム」のような情報共有や人材育成のための取組を進めているところ、さらなる社会実装に向けた研究を行うため、研究を技術的・ビジネス的にサポート出来る人材の育成や、利活用を円滑に進めるための研究と市場をタイムリーにつなぐ双方向のシステムを構築すべき。

② 脳情報データの収集・共通利用の加速化

fMRI計測技術者等の育成を推進するとともに、どのようなデータをどのように増やしていくのかという観点と、環境、条件、目的をどのように設定していくかという観点で、体系化されたデータベースを構築する取組を推進

③ 脳情報通信技術の社会実装に向けた研究開発の推進

- a. 高次脳機能の認識と応用に関する研究（感性支援技術）
外界から受ける刺激とそれにより変化する脳活動情報の相関分析に基づく、外界の情報から人間の脳活動をシミュレートする技術（エンコードモデル）、及び人間の脳活動情報から外界の情報をシミュレートする技術の研究開発と社会実装
- b. 身体性・ロボットに関する研究（身体支援技術）
BMI等簡易型計測装置による運動時の脳活動計測データの蓄積、および、簡易計測装置による計測データとfMRI等の高精度の大型計測設備による計測データとの相関関係の分析。これらを可能とする各装置での計測データの大量の蓄積・データ整備
- c. 脳科学に学ぶAIの実践
認知判断機能を低コストかつ高精度に実現する人間の脳を模した次世代人工知能技術の確立、及び人工知能間連携による更なる高度化の実現

社会実装に向けたロードマップ

2017

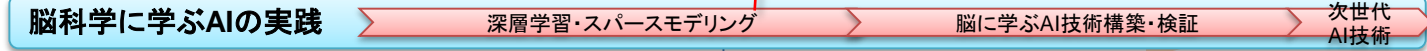
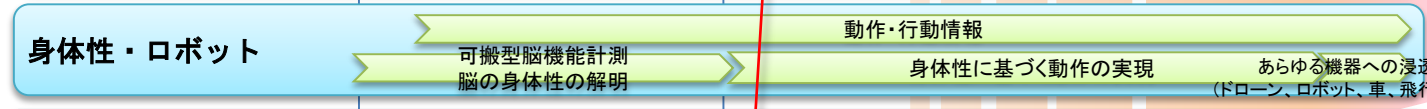
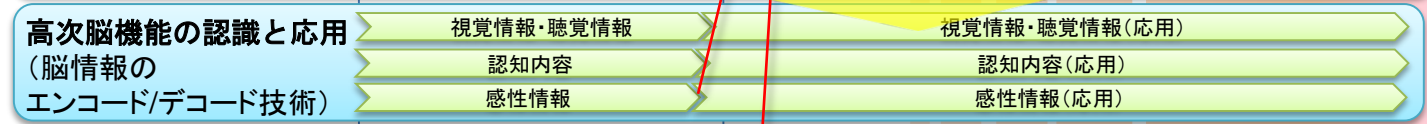
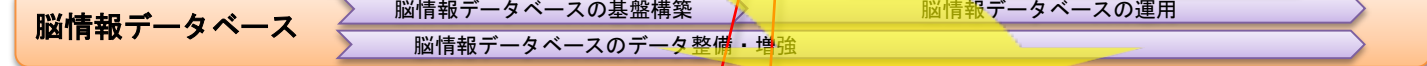
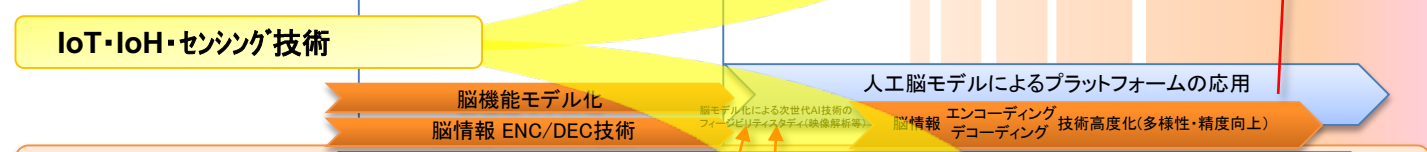
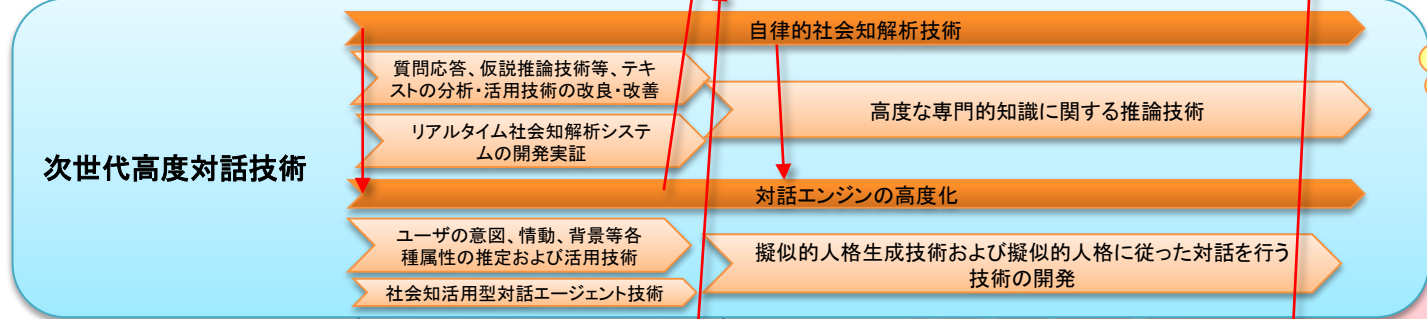
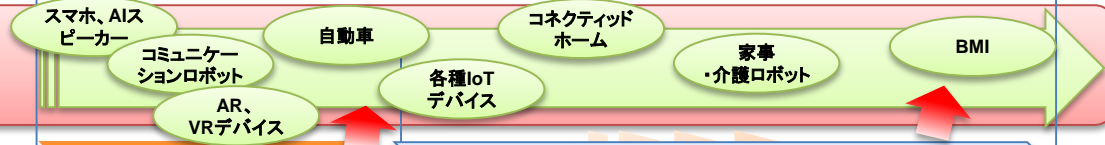
2020

2030

マン・マシン・
インターフェイス

自然言語処理技術
技術周辺

脳情報通信技術



目指すべき社会

「会話」と「快適」を結ぶ
「未来コミュニケーション」

ヒトとマシンが
よりそう社会

グローバルに
活躍できる社会

若者に受け入れられる
高齢化社会

楽しい人や天才
を育てる社会

自然言語処理技術と
脳情報通信技術の融合

あらゆる機器への浸透
(ドローン、ロボット、車、飛行機等)

参考資料

自然言語処理技術の国内外の導入事例

カテゴリ	概要	導入事例
質問応答	<p>➢ Web上のデータや、顧客の保有するFAQ、問合せ履歴等のデータを活用し、音声認識技術と組み合わせることによるコールセンター業務の高度化、情報の抽出・集約等の効率化を実現するシステムが企業で実運用されるケースが増えつつある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NEC：声の高さや声色等から相手の感情を認識する「会話解析」の技術によりコールセンター等の高度化を実現。さらに、テキスト含意認識技術によって、要管理案件等を抽出することで業務を効率化。 ● 富士通：ユーザの要望を理解し、必要な情報を自然に聞き出しながら自律的に対話する技術を開発し、一部の顧客対応業務で技術検証中。さらに、音声分析により、満足や不満に感じる箇所を特定する技術も開発。 ● トランスコスモス：コールセンターへのユーザーの問い合わせ内容を分類、さらに現状のFAQや注文書等のカバー率を分析し、FAQや注文書、カタログの改善に活用。 ● PKSHA Technology：汎用型対話エンジン「BEDORE」コールセンター等の一次受付をAIが担うことによって効率化。AIで対応しきれないケースでは、有人オペレータへ繋ぐことも可能。 ● NICT：大規模Web情報分析システム「WISDOM X」、対災害SNS情報分析システム「DISAANA」WISDOM Xは、Webの40億ページの情報を基に様々な回答を整理して表示。DISAANAは被災状況に関する質問にツイッターをベースに回答。
翻訳	<p>➢ 多言語音声翻訳の精度が向上。訪日観光客の増加に対応すべく、観光や防災の分野で様々な事業者と提携し、実用化が進められている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NICT：実サービスとして、成田国際空港が公開する多言語音声翻訳アプリ「NariTra」やKDDIが提供する「おはなしアシスタント」の音声翻訳機能として採用されている。（多言語音声翻訳アプリ「VoiceTra」） ● Google：100以上の言語に対応。2016年9月、新たにGNMTと呼ばれるディープラーニングを用いた技術を導入し、精度を向上。（翻訳サービス「Google翻訳」） ● Microsoft：Skypeのリアルタイム自動翻訳機能「Microsoft Translator」において、日本語を含む10言語で音声翻訳とテキスト翻訳を提供。
チャットボット	<p>➢ 2016年以降、FacebookやMicrosoft、LINE等がチャット開発環境の提供を始めたことにより、様々な企業や開発者がチャットボット開発に取り組み、急速に拡大。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Facebook：チャットボットの開発が可能なMessengerプラットフォーム。独自の技術に加え、買収した自然言語処理技術の開発企業であるWit.aiの技術を活用。（Facebook Messenger Platform） ● Microsoft：チャットボット「女子高生りんな」2015年7月にLINEアカウントとして登場した人工知能。2016年9月には、この技術とMicrosoft Azureをベースにローソンが独自のLINEアカウント「あきこちゃん」を提供開始。
パーソナルアシスタント	<p>➢ スマホや家電への搭載等により、ユーザーの日常行動データを収集し、嗜好を学習。近年では特にサードパーティによる採用が進むAmazonのAlexaが注目されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Amazon：クラウドベースの音声認識サービスAlexaを搭載した、スピーカー型スマートデバイス。音楽の再生や質問回答等、様々な機能を果たすことができ、2016年12月時点で既に500万個が販売されたと推定されている。（音声アシスタント内蔵スピーカー「Echo」） ● Google：自然言語で会話可能なアシスタント機能。2016年12月、メッセージアプリ「Allo」にて日本語の利用が可能となった。本機能を搭載した家庭用高音質スピーカー「Google Home」も2016年11月に発売開始。（対話型アシスタント機能「Googleアシスタント」）
医療	<p>➢ 症例データや論文等の医療関連データの蓄積を診断支援等へ活用できる可能性があり、社会実装に向けて研究開発が進められている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NAIST：学会や大学病院等の保有する症例データを活用し、自然言語処理によって診断支援システムを開発。さらに、SNSのデータと医療データを組み合わせ、感染症の発症状況を検出するシステムも検討。 ● FRONTEO：精神疾患患者の支援記録を解析し、症状悪化の予兆を発見するシステムを開発。 ● IBM：2000万件以上の癌に関する論文を学習した人工知能「Watson」が、特殊な白血病患者の病名を診断し、適切な治療法を提示したことで患者の命を救うことに成功。

脳情報通信技術の国内外の導入事例

カテゴリ	概要	導入事例
マーケティング	<p>➤ 企業が自社広告や製品に対する消費者の印象を分析する際、アンケートでは取得できない深層心理の把握手段として脳情報の活用が期待されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NTTデータ他：TVCM等の動画広告・コンテンツに対する視聴者の評価を、視聴中の複雑な脳活動のパターンから可視化する脳情報解読技術を開発。2016年8月、マーケティング支援サービスとして実用化。 ● 資生堂：化粧品使用時のユーザーの感性を脳情報を利用して検出したり、化粧の方法による対人印象研究に取り組み、自社商品・サービス開発に活用している。 ● 本田技研：運転中のドライバーの「楽しさ」等の感覚を、脳波を含めた生体データや運転行動・車両データ・周辺情報から予測する研究に取り組み成果を挙げている。
技能継承・向上	<p>➤ 優れた技能を持つ人の脳活動を解明することで新たな学習アプローチの確立を目指したり、脳活動をフィードバックすることで効果的な学習を実現する取り組みが行われている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NICT/CiNet：優れた技能を持つスポーツ選手の脳活動を解明し、技能の再現・獲得支援を目指す研究や、英語の発音の違いを脳波を用いたニューロフィードバックによって効率的に学習する仕組みを提案。 ● NTT：2017年1月、「スポーツ脳科学プロジェクト」を発足。アスリートのパフォーマンスと脳情報処理の特性の関係を明らかにし、新たなトレーニング手法の確立を目指す。
生活支援	<p>➤ 主に日常生活が困難な患者を対象とした、意思把握のためのシステムが開発されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 産総研：患者が画面上に表示された意思伝達メニューの中から選んだ項目を、簡易脳波計から取得した脳波を解析することで推測可能な「ニューロコミュニケーター」を開発。 ● Facebook：2017年4月、思い浮かべただけで文字が書ける入力技術「Direct Brain Interface」や、皮膚を通して言語を伝達する仕組みの構築への取り組みを発表。
医療 (治療、リハビリ)	<p>➤ 脳活動の解明とニューロフィードバックの活用により、脳の状態をコントロールし、主に精神・神経疾患の治療やリハビリに活用する取組が進められている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● CiNet他：2016年、被験者につらい経験を思い出させることなく、記憶によって引き起こされる恐怖反応を弱める技術を開発したことを発表。 ● 大阪大学：2016年10月27日、開発したBMI義手を使うことで、幻肢痛の患者が痛みをコントロールできることを発見したと発表。 ● ATR他：精神疾患患者と健常者の脳の差異を示すバイオマーカーの開発、及びその情報をフィードバックしてトレーニングすることによる治療への応用に取り組んでいる。 ● パナソニック：慶応大学との連携により、ワイヤレス脳波ヘッドセットとニューロフィードバックによる、脳卒中のリハビリ機器を開発。現在臨床評価の準備中。
脳機能の再現	<p>➤ 脳機能を解明し、コンピュータ上で再現することによって、新たなICT技術の創出を目指している。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NEC：大阪大学と共同で、「NECブレインインスパイアードコンピューティング協働研究所」を開設。脳の振る舞いをコンピュータ上で再現することによって、新たなコンピューティングの基盤を目指す。また、東京大学と共同で、アナログ回路の活用により本物の脳を再現する「ブレインモルフィックAI技術」の研究開発を進めると発表。 ● CNRS（仏）他：脳の学習プロセスをもとに、人工シナプス「メモリスト」を開発したと発表。人工NNの学習プロセス改善にむけた活用が期待されている。
計測機器	<p>➤ 負担の少ない可搬の脳情報計測技術の開発と、大型計測器の信号と可搬機との対応を調べる動きが始動。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● CiNet：ドライ型電極を装着した携帯型脳波計を開発、市販済み。日常生活空間での脳活動計測を実現。 ● パナソニック：低消費電力化・ノイズの耐性強化等を実現し日常生活で計測可能なワイヤレス脳波計を開発。 ● 大阪大学産業科学研究所：2016年8月、パッチ式脳波センサの開発を発表。