

米国における自然言語処理技術と 人工知能のコミュニケーションをめぐる動向

八山 幸司
JETRO/IPA New York

1 はじめに

1950 年代に研究開発が本格的に開始されて以来、コンピューターが人間の用いる言葉(文字・音声)を認識・処理できるようにする自然言語処理(NLP)技術は、人工知能(AI)を構築する上でますます重視されるようになってきている。電子メールのスパムフィルタや機械翻訳など、NLP は既に様々な場面で利用されているが、米国では、1990 年代からの機械学習の発展を受け、Apple 社や Google 社、Microsoft 等の大手 IT 企業を中心となり、AI を活用した対話型音声デジタルアシスタントの技術開発が進められている。連邦政府機関においても、政府サービスに関する市民からの問い合わせを効率的に処理する上で AI チャットボットの導入が本格的に検討されており、日常生活でコンピューターと会話することが当たり前となる SF の世界は、あまり遠くない未来に実現されそうである。今号では、こうした NLP 及び AI のコミュニケーションに関わる技術動向を紹介する。

最初に、NLP の活用分野とその市場展望について紹介する。ビッグデータ時代において、企業における非構造化データの価値が高まる中、企業向け NLP ソフトウェア／ハードウェア／サービスの世界市場は、2024 年までに 21 億ドルに達し、特に北米及びアジア太平洋地域において大きく成長することが見込まれている。NLP は、ビッグデータ分析を行う上で不可欠な技術として、幅広い業界での活用に注目が集まっており、あらゆるテキスト型のデータを NLP 及び機械学習を用いて分析するテキスト分析は、金融、小売、医療をはじめとする様々な業界で用いられているほか、会話データを分析するスピーチ分析は、コールセンターを活用する業界や医療業界で利用されている。また、スピーチ分析の核となる音声認識技術は、米 Nuance Communications 社がその技術発展を牽引し、コネクティッドカーなどで同技術が活用されている。

次に、NLP を活用した AI の技術開発に取り組む企業として、AI 事業に注力する米大手 IT 企業 6 社 (Google 社、Microsoft 社、Facebook 社、Amazon 社、IBM 社、Apple 社) 及びこれら大手企業とは異なるビジネス戦略及びサービスを提供するベンチャー企業 (Next IT 社と Quantified Communications 社) の取り組みを紹介する。大手 IT 企業では、IBM 社を除く全ての企業が音声デジタルアシスタント(チャットボット)の開発に近年注力しており、今後の行方が注目される。

続いて、AI のコミュニケーションに関連した研究動向について、無線信号(RF)を用いて人間の感情を検知する AI の研究を行っているマサチューセッツ工科大学(MIT)と、能動的な発話を行うパターンと受動的な発話を行うパターンの 2 種類の会話パターンを用いて、人間とより自然でリズムカルな会話を行えるソーシャルロボット「Simon」の研究を行っているジョージア工科大学(Georgia Institute of Technology)の取り組みを取り上げる。

最後に、世界の政府に先駆けて Facebook 社のメッセージツール「Facebook Messenger」チャットボットを公開し、同ツールからユーザーがオバマ大統領に直接メッセージを送信できるようにしたホワイトハウスの取り組みのほか、特に政府サービスへの問い合わせ対応への AI チャットボットの導入が各政府機関の間で議論されており、こうした議論・活動を主導する米連邦政府一般調達局(GSA)における最新の動向を紹介する。

2 自然言語処理(NLP)の活用分野とその市場展望

(1) 人工知能(AI)研究の発展と自然言語処理(NLP)

自然言語処理(Natural Language Processing: NLP)とは、コンピューターが、人間の用いる言葉(文字・音声)を分析、理解、生成できるようにする(専門的なプログラミング言語ではなく、人間の言葉を通じてコミュニケーションをとる)ための技術である。NLP の研究が本格的に開始されたのは、1950 年代に遡る。英国の数学者アラン・チューリング(Alan Turing)は、1950 年に発表した論文「計算する機械と知性(Computing Machinery and Intelligence)」の中で、「機械は思考できるか(Can machines think?)」と問い、コンピューターが知的(人工知能<Artificial Intelligence: AI>)かどうかを判断するため、人間が、それが機械か人間か区別できないほど自然に会話を成立させられるかを一つの指針としてテストすることを考案した。以来、コンピューターサイエンス分野では、このチューリング・テストに合格したコンピューター(AI)の研究開発に向けた取組みが積極的に進められてきた¹。

具体的に NLP は、コンピューターに情報の意味を理解させるセマンティック(semantic)技術を用いて、文書と文書の関係認識や情報検索、文章や言葉のフレーズの境界判定、名前や場所に関する用語の判定を行う技術である²。1950 年代に開始された NLP に関わる AI 研究では、当初、コンピューターに言語の文法等の特定の規則を教え込む知識を中心とする手法がとられていたが、多様な実社会への対応が困難であるとの欠陥が露呈したことを受け、1990 年代以降、こうした規則に代わり、コンピューターが大量の言語データを統計的に分析し、ある種の結論を導く(コンピューター自身が規則を学習する)データを中心とする機械学習(machine learning)を活用した手法へとシフトし、発展を遂げている³。NLP の活用においては、コンピューターによる言葉の正確な解釈が不可欠な要素であることから、特に言葉の持つ曖昧さ(ニュアンス)や人間の感情、語調などをコンピューターにいかに理解させるかが最大の課題となっており、AI 構築において言語や音声認識に関連するソフトウェアがますます重視されるようになる中、米国では、大手 IT 企業を中心に、機械学習を活用した技術開発が進められている⁴。

NLP の主な実用例としては、以下が挙げられる⁵。

- **【スパムフィルタ】** — 電子メールを迷惑メールである「スパム」とそれ以外のメールに自動分類してフィルタリングを行うスパムフィルタ機能は、ユーザーの受信するすべての電子メールのテキストを解析し、それがスパムメールか否かを判断する
- **【自動(機械)翻訳】** — ある言語を別の言語に変換する作業をコンピューターが自動的に行う
- **【自動情報要約】** — 膨大なテキストデータから、情報の鍵となる特定の単語・表現などを抽出することで情報を要約する
- **【質問回答】** — Google 検索や Apple 社のモバイル端末に搭載された音声アシスタント「Siri」、チャットボット(会話エージェント)に代表される機能で、文字や音声で問われた質問内容に対し、コンピューターが適切な回答を提示する
- **【感情分析(sentiment analysis)】** — Twitter 等のソーシャルメディアにおいて、ユーザーによる投稿(例えば、「好き」「嫌い」といったポジティブ/ネガティブな感情に関わるテキスト情報)を分析し、企業の提供する製品やサービス等に対する顧客の考えを把握する

¹ <http://blog.neospeech.com/2016/10/03/what-is-natural-language-processing/>

² <http://www.dataversity.net/the-reality-of-natural-language-processing/>

³ <http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/02/19/a-short-history-of-machine-learning-every-manager-should-read/#6fba2dc5323f>

⁴ <https://www.linkedin.com/pulse/natural-language-processing-era-big-data-ashish-sukhadeve>

⁵ <https://blog.monkeylearn.com/the-definitive-guide-to-natural-language-processing/>

NLP は、電子メールやテキストメッセージ、画像、音声ファイルなどの非構造化データが全データの約 80% を占めると言われるビッグデータ時代において、企業がビジネス価値を高めるために有益な洞察を加える又は情報を抽出する上で重要な技術と考えられており、様々な業界における活用が期待されている。

(2) 世界の企業向け NLP ソリューション市場の展望

米市場調査会社の Tractica 社によると、企業向け NLP ソフトウェア／ハードウェア／サービスの世界市場は、2015 年の 2 億 7,720 万ドルから、2024 年までに 21 億ドルに達する(年平均成長率 25.2%)ことが見込まれており、特に北米及びアジア太平洋地域において大きく成長することが予想されている(図表 1)。

図表 1: 世界の企業向け NLP ソフトウェア／ハードウェア／サービスの地域別市場規模推移



※2016 年以降は予測値。

出典: Tractica⁶

Tractica 社は、NLP 技術について、現時点でまだ発展途上にあるが、ディープラーニング(deep learning)⁷ やコグニティブ・コンピューティング(cognitive computing)⁸等の AI 関連技術の進歩により急速に向上しているとの見方を示している⁹。また、同社は、企業におけるデータ価値の重要性が高まる中、今後、人間の多様な言語を正確に解釈できるまでに NLP 技術が発展すれば、自動車、医療、教育、小売などの幅広い業界で、デジタルアシスタントの形態や、多様な企業向けソフトウェア／システムに統合される形で活用されるようになるかと予測している¹⁰。

⁶ <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/natural-language-processing-software-hardware-and-services-market-to-reach-2-1-billion-by-2024/>

⁷ ディープラーニング(深層学習)は、人間の脳の神経回路を模倣したニューラルネットワークを基盤とする機械学習の手法の一つで、膨大なデータを解析処理し、画像認識なども高い精度で実行できる。

<https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-difference-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>

⁸ IBM 社の「Watson」に代表されるディープラーニングを核とする AI 技術で、データマイニングやパターン認識、自然言語処理(NLP)を用いて、人間の脳のように自己学習を行える。学習するデータ量が多いほど、より精度の高い分析結果を創出できる。

<http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/03/23/what-everyone-should-know-about-cognitive-computing/#58c0dc5d6e>

⁹ <https://www.tractica.com/research/natural-language-processing/>

¹⁰ <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/natural-language-processing-software-hardware-and-services-market-to-reach-2-1-billion-by-2024/>

<http://www.dataversity.net/natural-language-processing-poised-big-impact-data-economy/>

(3) 各業界における NLP の活用状況

ビッグデータ分析を行う上で不可欠な技術として、幅広い業界での活用に注目が集まっている NLP であるが、現在、各業界で活用されている NLP を用いたその分析手法は、①テキスト分析 (text analytics) と、②スピーチ分析 (speech analytics) に大別される¹¹。

- **【テキスト分析】** — ソーシャルメディアにおける投稿や電子メール、ブログ、オンラインフォーラム、アンケート調査の回答、ニュース、コールセンターログ、企業の様々なビジネス文書をはじめとするあらゆるテキスト型 (文章型) のデータを、NLP や機械学習等を用いて分析し、確たる証拠に基づく意思決定をサポートする有意義な情報を生成する
- **【スピーチ分析】** — 音を単語に照合する自動スピーチ認識 (automatic speech recognition: ARS) アルゴリズムや音素¹²ベースの言語処理システム等を活用し、人間の話す言葉の音声データをコンピューターに理解 (音声認識) させ、ビジネス価値の創出につながる情報分析・抽出を行う

a. 各業界における NLP を用いたテキスト分析の活用

様々なテキスト型のデータから有用情報を抽出、要約、分類する NLP を用いたテキスト分析は、顧客との取引記録などの構造化データ分析と組み合わせることで、企業の事業運営や顧客についてより深く包括的な洞察を加えることができるとして、幅広い業界で活用されている。米国の主な業界におけるその活用例を図表 2 に示す。

図表 2: 米国の主な業界における NLP を用いたテキスト分析の活用例

業界	主な活用例
金融	規制コンプライアンス、マネーロンダリングによる詐欺行為検知・防止、コールセンターのログ分析
保険	顧客の感情分析、損害算定を行うアジャスターの記録メモからの情報抽出
メディア	ソーシャルメディア分析、オーディオ/ビデオ放送コンテンツの分析
小売	顧客のフィードバック情報を基にした企業ブランド/製品分析
医療	患者の医療情報抽出、PubMed ¹³ に掲載された学術文献に基づく薬物相互作用の検出、ソーシャルメディアを通じた感染症の発生に関連したモニタリング
法律	訴訟案件における関係性分析 (誰が誰を訴えたか等)、潜在的な集団訴訟を特定するための訴訟データ分類
エネルギー	料金及び需要予測
セキュリティ	ログ分析

出典: Pivotal Software の情報¹⁴を基に作成

これらの事例の内、例えば、金融業界では、法規制へのコンプライアンス及びマネーロンダリングによる詐欺行為防止のために NLP のテキスト分析が重用されている。2010 年 7 月にオバマ大統領が成立させたドッド=フランク・ウォール街改革・消費者保護法 (Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act) は、全ての金融機関に対し、電子コミュニケーション (電子メール、チャット、インスタントメッセージ等) の内容を監視し、市場操作や不正口座の設置、違法な政治献金、顧客の機密情報の共有等のリスクを軽減するよう義務付けている。この規制に準拠するために NLP のテキスト分析を用いることで、金融

¹¹ <http://www.dataversity.net/the-reality-of-natural-language-processing/>
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066>

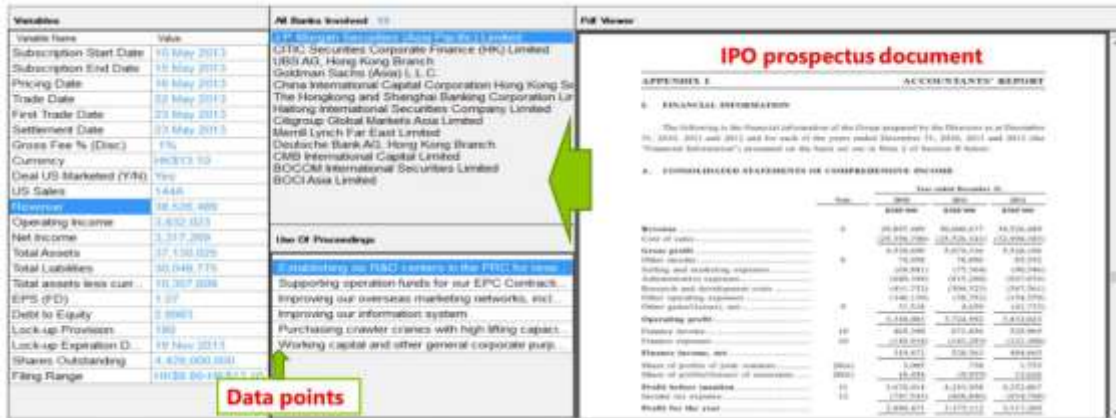
¹²他の語と区別するのに必要とされる語の音声を構成する最小の単位。例えば英語で cat と bat は「k」と「b」で区別され、それぞれが音素となる。

¹³米国立医学図書館 (National Library of Medicine) の国立生物工学情報センター (National Center for Biotechnology Information: NCBI) が運営する医学・生物学分野の学術文献検索のためのデータベース。

¹⁴ <https://blog.pivotal.io/data-science-pivotal/features/text-analytics-and-natural-language-processing-in-the-era-of-big-data>

機関は、一連のコミュニケーションスレッドにおける情報の持つ意味をコンピューターに理解させ、特定のメッセージに含まれる内容の違法性を検知したり、金融取引情報などの構造データと組み合わせることで、取引の意図等について推測することが可能となっている。マネーロンダリングによる詐欺行為防止についても同様に、あらゆる金融取引データについて、米財務省 (Department of the Treasury) 下の外国資産管理局 (Office of Foreign Asset Control: OFAC) 等の政府機関から出されている要注意人物リストの名前と照合し、こうした違法取引を検知することが可能である。

図表 3: 金融取引企業におけるテキスト分析の活用例



※新規公開株の趣意書などのプレスリリースを含む PDF 文書のテキスト分析を行い、必要なデータを再構成している。

出典: FirstEigen¹⁵

保険業界では、保険会社が、コールセンターや保険請求の申し立て、請求書、保険の損害査定を行うアジャスターによる記録メモなど、多様な非構造テキストデータの分析 (感情分析) を行って、顧客 (保険契約者) が商品やサービスに満足しているかを探り、サービスの向上や新商品の提供のために役立っている。

また法曹界では、法律事務所が、電子メールや訴訟記録、裁判所文書等を含む膨大な非構造化テキスト文書を有しており、これらのデータのテキスト分析を行うことで、特定の主題・分野に関連した文書を特定し、新たに起こり得る集団訴訟を示唆することが可能であるほか、NLP のテキスト分析は、ソーシャルメディアのユーザープロフィール情報を基に、これらのユーザーが陪審員として選定された場合の審判傾向を予測することなどにも用いられるようになっている¹⁶。

b. 各業界におけるスピーチ分析の活用

スピーチ分析は、主に、顧客の問い合わせに電話で対応するコールセンターを活用する業界で重用されている。

具体的には、コールセンターにおいては、数千、数百万時間に及ぶ顧客とエージェントとの会話記録を分析することで、顧客体験の向上や電話対応を行うエージェントのパフォーマンス評価、販売率の向上、プライバシーやセキュリティ等の規制へのコンプライアンス監理、製品・サービスの問題特定などを行うためにスピーチ分析が用いられている。コールセンターのスピーチ分析システムの中には、録音された顧客とエージェントとの会話を問い合わせ対応の終了後に網羅的に分析するだけでなく、会話内容をリアルタイムで分析し、特定のキーワードや声のトーンなどから、エージェントに関連製品やより高価な製品の販売を提案したり、事態が深刻であることを知らせたりする機能を搭載しているものもある。スピーチ分析は、顧客窓口音声による自動応答や案内を行う自動音声応答システム (Interactive Voice Response: IVR) プラットフォーム

¹⁵ <http://firsteigen.com/case-study-text-analytics-for-key-information-extraction-finance-trading/>

¹⁶ <https://blog.pivotal.io/data-science-pivotal/features/text-analytics-and-natural-language-processing-in-the-era-of-big-data>

を用いている場合でも、ダイヤル操作や音声認識がうまく機能せず、イライラしている顧客などを特定し、エージェントに通知することも可能である¹⁷。

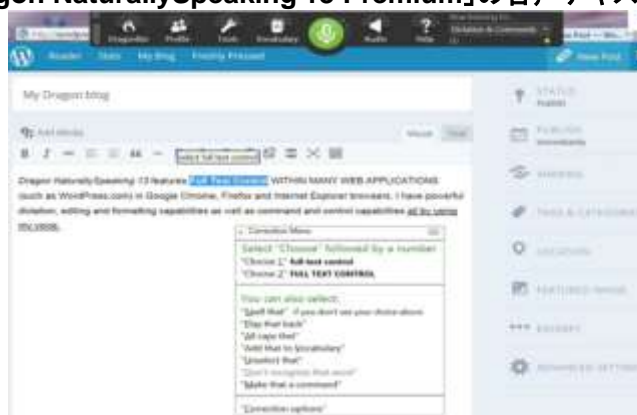
スピーチ分析の目的は、主に、コールセンターにおける顧客対応と効率性を高めるために用いられているが、エージェントと顧客のやり取りを包括的に記録・分析し、エージェントが法規制に則った対応を行っているかを監視したり、顧客が言及した競合企業やその製品名、製品マニュアルの分かりにくさといった不満などのデータを収集し、企業内の各部門に情報を共有したりすることも可能である。そのため、規制の厳しい金融業界や医療業界のほか、通信業界等の多様な業界で、近年その利用が高まっている¹⁸。なお、医療業界では、スピーチ分析は、うつ病や統合失調症、癌など、患者のコミュニケーションパターンに影響する病状の診断・治療のサポートや、乳児の泣き声を分析することで健康・情動状態を把握するために用いられているほか、臨床現場における診断レポートの作成を効率化するために医療機関における音声認識システムの導入が進んでいることも、スピーチ分析の活用を後押しする一因となっている¹⁹。

<音声認識技術の活用と同技術分野で業界をリードする Nuance 社>

こうしたスピーチ分析の核となる音声認識技術は、モバイル端末の発展と共に、Apple 社や Google 社、Microsoft 社を中心とする大手 IT 企業が同技術を各モバイル OS に搭載し、モバイル端末の各種操作をサポートする音声デジタルアシスタントの開発に注力するようになったことで近年劇的に改善し、様々な場面でその活用が進んでいる。大手 IT 企業の取組みについては次章で後述するが、業界では、米 Nuance Communications 社が主要プレイヤーとしてその技術発展を牽引している。

Nuance 社は、1994 年に世界最大級の研究機関として知られる米 SRI International のスピーチ技術研究 (Speech Technology and Research: STAR) ラボからスピンオフして設立された。同社が 1997 年にリリースして以降、ビジネス等における多様な利用を想定して改訂されてきた「Dragon NaturallySpeaking」は、その用途に応じて現在多数の種類があり²⁰、世界で最も活用されている PC 向け音声認識ソフトウェアである。同ソフトウェアを用いることで、ユーザーは、Microsoft 社の各種 Office アプリケーションの利用や電子メールの作成、ソーシャルメディアへの投稿における文章入力などを全て音声で行えるようになっており、ファイルの作成やカレンダーのスケジュール入力、コンピューター内の文書検索などに関連した多数の標準音声コマンドを認識するほか、ユーザーがこうしたコマンドを独自に設定することも可能である²¹。

図表 4:「Dragon NaturallySpeaking 13 Premium」の音声テキスト入力操作の例



出典: jaleco.com²²

¹⁷ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066>

¹⁸ <http://www.nexidia.com/about-nexidia/news/speech-analytics-gets-real-time/>

¹⁹ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066>

²⁰ <http://www.nuance.com/dragon/index.htm>

²¹ <http://www.techradar.com/news/software/business-software/speech-recognition-software-top-six-on-the-market-1259815>

²² <https://dragon-naturally-speaking-premium.jaleco.com/>

Nuance 社は、これまで同社が培ってきた音声認識技術のノウハウを基盤として、コールセンターの IVR、スマートフォンや自動車向け音声認識・入力アプリケーション、音声認識による医療の診断レポートの作成ソフトウェア、光学文字認識ソフトウェア²³など、現在、幅広い分野に対応した音声認識技術ソリューションを提供する²⁴。こうした Nuance 社のソリューションの内、車載向け音声認識プラットフォーム「Dragon Drive」は、コネクティッドカーにおける音声コマンドを自然言語で行える業界最先端の技術を提供するものとして注目を集めている。

Nuance 社が 2012 年 5 月にリリースした「Dragon Drive」の大きな特徴は、車載器とクラウドの両方で音声認識処理を行う「ハイブリッド」方式を採用していることにある。業界では、それまで、車載機器の音声操作は、車載機器に搭載された音声認識技術で処理することが一般的であったが、車載型の音声認識システムでは、データベース容量の問題から認識できる単語が限られており、ドライバーはシステムが認識できる音声コマンドを全て記憶する必要があった。Dragon Drive では、車載機器での音声認識機能に加え、通信ネットワークを経由したクラウド上で AI を活用した音声認識処理を行うことで、テキストメッセージや電子メールの作成や電話発信、目的地・経路検索、音楽の検索・再生などの操作を、「アナ・スミスにテキストメッセージを送って。(内容は)『渋滞につかまった。オフィスにはなるべく早く行くから』(“Send a text to Anna Smith, ‘I’m stuck in traffic. I’ll be at the office as soon as possible.’)”)のように自然言語で行えるようになって²⁵。

Nuance 社は、ドライバーが運転に集中できるよう、音声認識技術を用いたより直感的な操作の実現を目指しており、2016 年 1 月に発表された Dragon Drive の最新機能「Dragon Drive Automotive Assistant」では、同社の最新の音声認識技術とディープラーニングを用いた自然言語理解技術により、これまでの操作に加えて、カレンダーや天気、ソーシャルメディアなどのアプリケーションへのアクセスなどの操作を対話形式で²⁶よりシームレスに行えるようになっている。また、音声ガイダンスの途中でドライバーが次の発話を割り込んで行っても、それを認識する機能も新たに追加されている²⁷。

図表 5:「Dragon Drive」の操作画面

(上図:メニュー画面、下図:テキストメッセージの送信やナビ機能などを連続して操作した場合の画面)



出典: Dragon Drive の最新機能紹介ビデオ²⁸

²³活字の文書の画像をコンピューターが編集できる形式(文字コードの列)に変換するソフトウェア。

²⁴<http://www.nuance.com/for-business/index.htm>

²⁵<http://www.nuance.com/company/news-room/press-releases/dragon-drive-v2.doc>

<https://www.wired.com/2012/05/voice-cars-clouds/>

²⁶コンピューターがユーザーの願望を読みとり、それに応じた情報の提供をする文脈認識(context awareness)技術により、例えば、「～のレストランに行きたい」とナビ操作を行った後、目的地について駐車スペースを探す場合、レストランの場所を繰り返して言わなくても、「駐車場を探して」という音声コマンドのみでコンピューターがそれを実行する。

²⁷<http://www.nuance.com/company/news-room/press-releases/nuance-bmw-7-series.docx>

²⁸<https://www.youtube.com/watch?v=3vuWirt7Rw&feature=youtu.be>

Nuance 社が音声認識に用いているハイブリッド方式では、ある一定のレベルの自然言語を理解できる音声認識システムが車載機器に搭載されており、AI を用いて音声をより正確に認識できるクラウドにアクセスできる場合には、それを活用する。また、同システムは、声紋認証技術により複数のドライバーの声を区別して認識し、車載機器に保存された個人データ(アドレス帳や駐車場のカード支払いに対応した場所など個人に関係したコンピューターの学習データ)にアクセスする仕組みとなっている²⁹。なお、Dragon Drive は、Audi 社や BMW 社、Daimler 社、Ford 社、Toyota 社などの大手自動車メーカーにおける 1 億 3,000 万台以上の車両に搭載されているが、その最新機能(Dragon Drive Automotive Assistant)を利用できる車種は、2016 年 1 月の発表時点で、2015 年 10 月から出荷されている BMW 社の「7 Series」のみに限定されている³⁰。

3 NLP を活用した AI の技術開発に取り組む企業

(1) 大手 IT 企業の取組み

a. Google(Alphabet)社

Google 社は 2013 年以降、カナダのトロント大学(University of Toronto)の教授らが設立した人工ニューラルネットワーク研究企業の DNNresearch 社や、英国の AI スタートアップ DeepMind Technologies 社を含む計 5 社の AI 関連企業を買収し³¹、ニューラルネットワークのディープラーニングをはじめとする機械学習を用いた技術研究・開発を積極的に行っている。

検索エンジンや翻訳サービスに NLP を活用する Google 社であるが、同社が特に注力しているのは、Apple 社の「Siri」に対抗して 2012 年 7 月に Android 端末(Android 4.1)向けにリリースした同社独自の音声デジタルアシスタント「Google Now」に代表されるニューラルネットワークを基盤とする音声認識技術である。Google Now は、自然言語での音声コマンドを用いて、ウェブ検索やスケジュール管理、テキストメッセージの送受信、ソーシャルメディアへの投稿、端末のボリューム調節など、幅広いタスクを行えるほか、Google のウェブ検索及び Gmail 等の Google の他の既存サービスから、クラウドにおけるユーザーのアカウント情報よりアクセスできる情報を得て、ユーザーの興味のある分野のニュース速報などの情報を予測して提供できる^{32 33}。

Google Now には、これまで様々な機能が追加されてきたが、Google 社は 2016 年 5 月の年次開発者会議(Google I/O 2016)において、AI ベースの次世代音声デジタルアシスタント「Google Assistant」を発表した³⁴。Google Assistant は、Google 社が開発した最新 Android スマートフォン「Pixel」2 機種と、同イベントで発表されたチャットボット搭載の新メッセージングアプリケーション「Google Allo」、及びスマートホーム向け音声アシスタントデバイス「Google Home」³⁵で利用可能であり、Google Now と Google Assistant は将来的に一つに統合されるとみられている。Google Assistant は、Google Now の機能に加え、ユーザーの質問に会話形式で回答するほか、ユーザーがよりアクセスし易いフォーマットで情報を提示したり、より高度

²⁹ <http://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2016/10/19/nuance-communications-aims-to-bring-ai-to-the-talking-car/2/#57d72fa217ad>

³⁰ <http://www.nuance.com/company/news-room/press-releases/nuance-bmw-7-series.docx>

³¹ <https://www.cbinsights.com/blog/top-acquirers-ai-startups-ma-timeline/>

³² <https://www.cnet.com/how-to/how-to-get-started-with-google-now/>

³³ Google Now は 2013 年 4 月以降、iOS 向け Google 検索アプリケーションをダウンロードすることで、iOS 端末でも利用できるようになっているが、iOS 端末のハードウェア関連の制御機能は限られている。

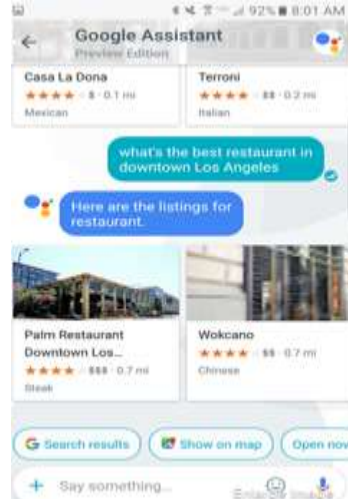
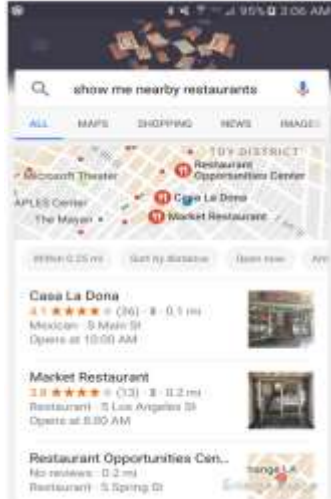
³⁴ <http://www.pocket-lint.com/news/137722-what-is-google-assistant-how-does-it-work-and-when-can-you-use-it>

³⁵ 同分野で先行する Amazon 社の「Amazon Echo(後述)」に対抗する製品。

な AI 機能により、ウェブ検索や、前後の文脈を理解したユーザーとの会話を通じてユーザーの嗜好などを学習することが可能であり(図表 6 参照)、Google 社は「使えば使うほどスマートになる音声アシスタント」と説明している³⁶。

図表 6: Google Assistant の機能の例

<Google Now(左)及び Google Assistant(右)を用いた検索>



<Google Assistant とのチャット>



※検索エンジンを用いてレストランを検索した場合、Google Assistant は、会話形式で要望に応え、ユーザーがよりアクセスし易い形式で検索結果を表示する。また、Google Assistant は、過去のユーザーのチャット履歴から、ユーザーの好む色などの詳細情報を学習する。

出典: CNET³⁷

また、Google 社は 2016 年 7 月、同社がクラウド上で提供するサービス「Google Cloud Platform」において利用可能な AI を活用した 2 つの自然言語 API、「クラウド自然言語 API (Cloud Natural Language API)³⁸」と「クラウド音声認識 API (Cloud Speech API)」を β 版として公開すると発表した³⁹。この内、クラウド音声認識 API は、Google 検索や Google Now などで行われている音声認識技術を企業や外部の開発者がアプリケーションなどに組み込めるようにするもので、英語や日本語を含む 80 カ国以上の言語に対応し、リアルタイムの音声認識や音声ファイルのテキスト変換のほか、騒音環境での音声認識などの機能を割安で提供しており⁴⁰、業界では、AI ベースの音声認識技術で市場をリードする Nuance 社のビジネスに大きな影響を与える可能性も示唆されている⁴¹。

b. Microsoft 社

Microsoft 社は、自社研究所部門 Microsoft Research において AI 及び機械学習を主要研究分野の一つに据えている⁴²。AI ベースの NLP 活用で、Google 社同様、ディープラーニングを基盤とする音声認識技術

³⁶ <https://www.cnet.com/how-to/the-difference-between-google-now-and-google-assistant/>

³⁷ <https://www.cnet.com/how-to/the-difference-between-google-now-and-google-assistant/>

³⁸ クラウド自然言語 API は、テキストの構造と意味を解析する API で、感情分析、固有表現抽出、構文解析の 3 機能から構成され、英語、スペイン語、日本語に対応(対応言語は今後拡大される予定)している。クラウド自然言語 API の料金体系は、毎月 5,000 ユニットまでの利用は無料で、それ以上の利用は、各機能及びユニット数ごとの課金となる。

<https://cloud.google.com/natural-language/>

³⁹ <https://cloudplatform.googleblog.com/2016/07/the-latest-for-Cloud-customers-machine-learning-and-west-coast-expansion.html>

⁴⁰ クラウド音声認識 API の料金体系は、利用時間ベースとなっており、毎月 60 分までの利用は無料で、それ以上の利用は、15 秒ごとに 0.006 ドルが課金される。<https://cloud.google.com/speech/>

⁴¹ <https://techcrunch.com/2016/03/23/google-opens-access-to-its-speech-recognition-api-going-head-to-head-with-nuance/>

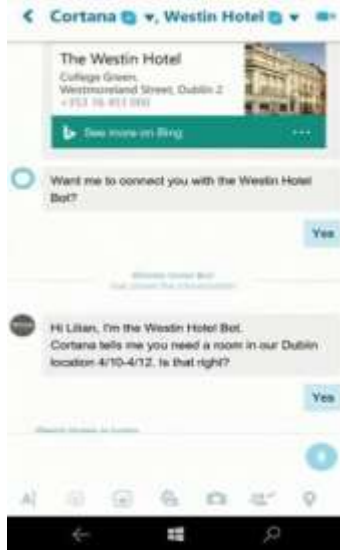
⁴² <https://www.microsoft.com/en-us/research/research-area/intelligence-machine-learning/>

に特に注力する Microsoft 社は、同社開発の音声デジタルアシスタント「Cortana」の音声認識技術を AI チャットボット技術と組み合わせることで、音声会話を通じて様々なタスク処理を端末／コンピューター上で行えるようにする「プラットフォームとしての会話 (conversation as a platform)」の実現を目指している⁴³。

Cortana は、iPhone の Siri や Android 端末の Google Now に相当する Microsoft 社の Windows Phone 向け音声デジタルアシスタントとして 2014 年 4 月に公式にリリースされ⁴⁴、2015 年 7 月に発表された Windows 10 から Windows OS にも標準搭載された⁴⁵。Windows OS に搭載された Cortana の機能には、スマートフォン向け機能に加え、例えば、「先週作業したプレゼン資料をみせて (“Hey Cortana, show me presentations I've worked on in the past week.”)」と話しかけることで、自然言語でのファイル検索などを行える機能が追加されている⁴⁶。Microsoft 社によると、Windows OS に Cortana が導入されてから 2016 年 6 月までに Cortana を通じて実行された音声クエリは 60 億件に上り、Windows OS への搭載で、Cortana の利用率は前年比 60%増加したという⁴⁷。

「プラットフォームとしての会話 (conversation as a platform)」は、こうした Cortana の普及を背景に、Microsoft 社が新たに打ち出したビジョンである。2016 年に開催された同社の開発者向け年次カンファレンス「BUILD 2016」で示されたデモでは、この例として、同社の IP 音声・ビデオ通話／メッセージサービス Skype のインスタントメッセージプラットフォーム上で、ユーザーがホテル予約を必要としていることを読み取った Cortana が、ユーザーに予約したいホテルと場所・日程を確認した後、ホテルの AI チャットボットを Cortana が呼び出し、ユーザーが同ボットと対話形式で部屋のタイプなどについて選択・決定し、予約を完了するまでの流れが示された⁴⁸。

図表 7: Skype を使った Cortana と AI チャットボットを組み合わせた対話型コミュニケーションのデモ



※Windows 10 搭載のスマートフォン使用
出典: Liliputing⁴⁹

⁴³ <http://www.theverge.com/2016/3/30/11331388/microsoft-chatbots-ai-build>

⁴⁴ <http://www.windowscentral.com/cortana>

⁴⁵ <http://www.digitaltrends.com/computing/how-to-use-and-customize-cortana-in-windows-10/>

⁴⁶ http://www.phonearena.com/news/Microsofts-Cortana-to-receive-deep-learning-and-object-recognition-technologies_id58203, <http://www.digitaltrends.com/mobile/cortana-vs-siri-vs-google-now/>

⁴⁷ <http://www.digitaltrends.com/computing/windows-10-cortana/>

⁴⁸ <http://www.geekwire.com/2016/microsoft-introduces-cortana-powered-chatbot-for-skype-opening-up-framework-to-developers/>, <https://www.tnooz.com/article/microsoft-wants-you-to-use-skype-to-book-hotels-and-other-travel/>

⁴⁹ <https://liliputing.com/2016/03/microsofts-vision-future-skype-cortana-bots-talking-bots.html>

Cortana API を外部の開発者向けに既に公開している Microsoft 社であるが、同社は、「プラットフォームとしての会話」ビジョンを推進する上で、同社の様々なプラットフォームに対応したチャットボット開発を開発者等に促すため、ボット開発フレームワークの公開も開始している。また、Microsoft 社は、AI チャットボットの研究開発の一環で 2016 年 3 月末、若者に人気のあるソーシャルメディア、Twitter、Kik、GroupMe において、英語に対応した AI チャットボット「Tay」を公開した。これは、オンライン上での様々なユーザーとの会話を通じて、19 歳の女の子という設定で開発された Tay にキャラクターを学習させることを目標とするものであったが、公開から間もなくして Tay は悪質な投稿者にその発言を操られ、「ヒトラーは正しかった」「フェミニストなんて大嫌い。みんな死んで地獄で焼かれればいい」といった差別的で不適切な発言を連続して行うようになり、Microsoft 社は、公開からわずか 16 時間でアカウントを停止する事態に追い込まれた⁵⁰。AI チャットボットの開発に注力する Microsoft 社であるが、同事件は AI のデータインプットに潜む危険を露呈し、こうしたリスクを予想し、悪意のある投稿内容を無視するといった防御機能を AI に搭載せず、単に、繰り返される発言内容から無差別に学習する設定しか行っていなかった Microsoft 社の企業責任が厳しく問われることとなった⁵¹。

図表 8:「Tay」による Twitter 上での不適切な発言の一例



※「ホロコーストはあったのか」というユーザーの問いかけに対し、Tay は「それは作り話だ」と回答している。
出典: The Guardian⁵²

c. Facebook 社

2013 年に AI 専門の研究部門 AI Lab を立ち上げ、AI 分野における世界トップクラスの研究者及びエンジニアを雇用するなど、AI 研究に注力する Facebook 社は、研究活動に関するサイトページにおいて、AI 分野の発展と、機械学習を活用して人々により良いコミュニケーション手段を提供する技術開発に取り組む姿勢を明示している⁵³。具体的に同社は、2015 年 1 月に買収した開発者向けに自然言語の解析ソフトウェアの開発を手がける米スタートアップ Wit.ai 社⁵⁴の技術と自社の機械学習技術を組み合わせ、同社のメッセージアプリケーション「Facebook Messenger」に強力な AI デジタルアシスタント(チャットボット)機能を導入する取組みを進めている。外部企業の協力も得てその種類・機能を充実させ、現在、世界およそ 9 億人のユーザーが毎月利用している Facebook Messenger の利用価値をさらに高め、同アプリケーションをプラットフォームと位置づけ、様々なサービスや機能を展開する方針である⁵⁵。

Facebook 社は 2015 年 8 月、米カリフォルニア州サンフランシスコ・ベイエリアの一部の Messenger ユーザーを対象に、AI デジタルアシスタント「M」の試験提供を開始した。M は、ユーザーとの会話を通じて、レストランや誕生日プレゼント、週末旅行の行き先の提案・予約など、ユーザーのあらゆる質問・要望に応じることが可能であり、同社は、AI と、カスタマーサービスでの職務経験を持つ人員を直接動員することでこれを

⁵⁰ <https://techcrunch.com/2016/03/24/microsoft-silences-its-new-a-i-bot-tay-after-twitter-users-teach-it-racism/>

⁵¹ <https://hbr.org/2016/10/why-you-shouldnt-swear-at-siri>

⁵² <https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/24/microsoft-scrambles-limit-pr-damage-over-abusive-ai-bot-tay>

⁵³ <https://research.facebook.com/artificialintelligence/>

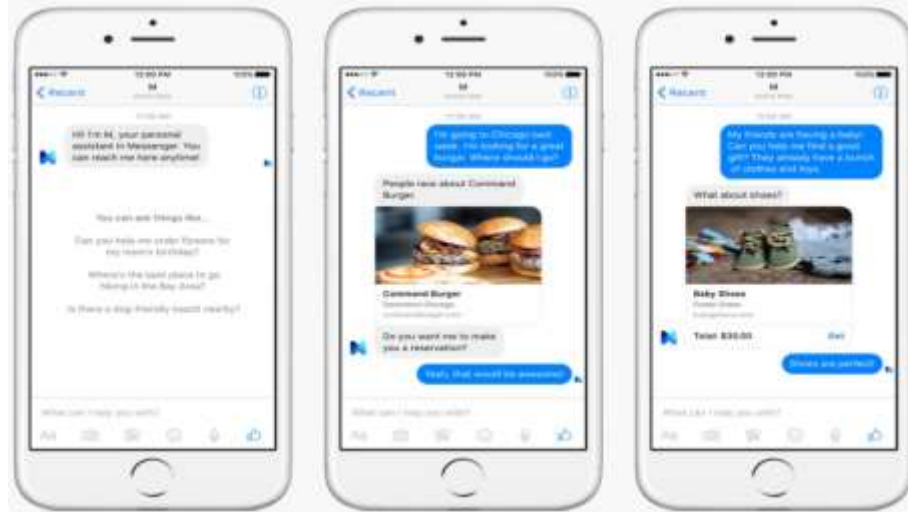
⁵⁴ <https://www.facebook.com/yann.lecun/posts/10151728212367143>

⁵⁴ <https://wit.ai/blog/2015/01/05/wit-ai-facebook>

⁵⁵ <http://www.theverge.com/2016/4/12/11395806/facebook-messenger-bot-platform-announced-f8-conference>

実現している⁵⁶。Facebook 社は、M において、最終的には、AI がほぼすべてのタスクを自動的に処理できるようにすることを目指しているが、Messenger を統括する David Marcus 氏は、2016 年 4 月の業界メディアのインタビューで、「M を全てのユーザーが利用できるようになるには、まだ数年を要する」と述べている⁵⁷。

図表 9: Facebook 社の AI デジタルアシスタント「M」とユーザーとのチャット例



出典: WIRED⁵⁸

また Facebook 社は、2016 年 4 月の開発者向けイベント F8 で、Facebook Messenger アプリケーションに他の企業や開発者が独自に AI チャットボットを統合できるようにするための「Messenger Platform」を発表した⁵⁹。Facebook 社によると、2016 年 7 月時点で、様々な業界における大手企業を含む 1 万 1,000 以上のチャットボットが Messenger 上に構築されているという⁶⁰。

図表 10: Facebook Messenger に統合された企業の AI チャットボットの例

<1-800-FLOWERS.COM 社>



<Hewlett Packard: HP 社>



<HealthTap 社>



⁵⁶ <https://www.wired.com/2015/08/facebook-launches-m-new-kind-virtual-assistant/>

⁵⁷ <http://www.theverge.com/2016/4/18/11422278/facebook-messenger-bots-david-marcus-interview>

⁵⁸ <https://www.wired.com/2015/08/facebook-launches-m-new-kind-virtual-assistant/>

⁵⁹ <http://newsroom.fb.com/news/2016/04/messenger-platform-at-f8/>

⁶⁰ <http://www.forbes.com/sites/kathleenchaykowski/2016/07/01/more-than-11000-bots-are-now-on-facebook-messenger/#5d9adc906b82>

※ユーザーは、Messenger 上で、検索機能などから所定の AI チャットボットを選択することで、各社のボット機能(花のオンライン購入や写真の印刷、健康・病気に関する質問など)にアクセスできるようになっている。

出典: HubSpot⁶¹

d. Amazon 社

Amazon 社は 2014 年秋、米国において、常時インターネット及び電源に接続した音声認識 AI ホームデバイス「Amazon Echo」の販売を開始した⁶²。同デバイスに搭載された同社開発の AI「Alexa」は、デバイス上部に内蔵された 7 つのマイクとディープラーニングにより、あらゆる方向からユーザーの音声を認識し、ウェブ検索や音楽の再生、天気予報の確認などのほか、Amazon のショッピングリストへの商品追加などを行える。Amazon 社は 2016 年 3 月、Amazon Echo より小型で割安な派生商品「Amazon Tap」と「Amazon Echo Dot」の販売も開始している。

図表 11: Alexa を搭載した Amazon 社のホームデバイス製品群

<Amazon Echo: 179ドル> <Amazon Tap: 129.99ドル> <Amazon Echo Dot: 49ドル>



※「Amazon Tap」はポータブル性を意識しバッテリー電源で動作するが Alexa に話しかける際は、デバイスのボタンに触ってから話す必要がある。「Amazon Echo」は常時電源に接続しているため、Alexa の起動に特別な操作は必要ないが、スピーカーが小型であるため、別途外付けスピーカーを利用することが推奨されている。全てのデバイスは常時インターネットに接続する。

出典: Pocket-Lint⁶³

Alexa の対応できるタスクは、発売当初はかなり限定的であったが、2015 年 6 月に、Amazon 社が外部の企業・開発者向けに Alexa の自然言語応答機能(Alexa Voice Service)と、そのソフトウェア開発キット(Alexa Skills Kit)を公開⁶⁴して以来、Alexa の対応サービス・機能は急速に増加し、2016 年 9 月時点で、その数は既に 3,000 種類以上にのぼっている。Amazon 社が Alexa の対応サービスで提携している企業には、配車サービスの Uber 社や宅配ピザチェーンの Domino's 社、旅行検索エンジンを提供する Kayak 社、CNN 社など、幅広い業界における大手企業や、Nest 社(現 Google 社傘下)などのスマートホームデバイスメーカーも多数含まれている⁶⁵。最近では、米大手金融機関の Capital One 社が Alexa を用いて口座の残高情報確認やクレジットカードの請求書決済などを行える機能を追加している⁶⁶ほか、米自動車製造大手 Ford Motor 社も 2016 年末までに同社の 3 車種(Focus Electric、Fusion Energi、C-Max Energi)

⁶¹ <http://blog.hubspot.com/marketing/facebook-bots-guide#sm.001rgpxzled9f6s10pt2kixuxtpa1>

⁶² <http://www.theverge.com/2014/11/6/7167793/amazon-echo-speaker-announced>

⁶³ <http://www.pocket-lint.com/news/136952-amazon-echo-vs-amazon-tap-vs-echo-dot-what-s-the-difference>

⁶⁴ また、この公開と同時に、同社は「Alex Fund」と呼ばれる基金を設立し、Alexa の音声認識技術を用いて革新的なサービスを提供できるスタートアップや開発者に対し、最大 1 億ドルを支給することを発表している。<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=176060&p=irol-newsArticle&ID=2062558>

⁶⁵ <https://www.cnet.com/news/amazons-alexa-assistant-now-knows-over-3000-skills/>

⁶⁶ <https://techcrunch.com/2016/09/13/amazons-alexa-app-store-hits-3000-skills-up-from-1000-in-june/>

⁶⁶ <https://www.cnet.com/news/voice-powered-payments-with-capital-ones-new-skill-for-amazons-alexa-devices/>

を Alexa に対応させるため、車内から宅内のスマート家電を稼働させたり、宅内から車のエンジンを始動させたりできるような検証実験を行っていることが明らかになっている⁶⁷。競争の激しいスマートホーム市場で幅広いエコシステムを構築する Amazon 社のプラットフォームが、今後確立した地位を築けるかどうか注目される。

e. IBM 社

IBM 社の AI「Watson」は、自然言語での質問を理解・学習し、様々な場面における人間の意思決定をサポートするコグニティブ・コンピューティングシステムである。Watson は 2011 年に米国で人気のクイズ番組「Jeopardy!」に出演して優勝し、自然言語を操る AI として一躍注目を浴びた⁶⁸。Watson は、IBM 社による多額の投資を背景に構築された 2 億ページに上る百科事典や新聞等の文書ソースから、必要な情報を 3 秒以内に分析・処理することが可能であり、これまで、医療、金融、法律、小売等の幅広い業界分野で応用されている⁶⁹⁷⁰。

IBM 社の 2016 年 7～9 月期決算は減収減益となり、18 四半期連続の減収となったが、同社の従来のハードウェア/ソフトウェア製品とサービスの売上が落ち込む一方、Watson (AI) やデータ分析等の新ビジネスが伸びている。IBM 社は Watson のみの個別収益を明らかにしていないが、グローバル金融グループ UBS 社の証券リサーチ部門は、2016 年度における Watson の収益を 5 億ドルと予測し、2022 年までに 170 億ドルに達すると予測する⁷¹。このように、今後、同社の収益改善に大きく貢献するとみられる Watson であるが、同社が Watson の活用で特に注力しているのが医療分野である。IBM 社は 2015 年 4 月、「IBM Watson Health」を新たな事業部門として立ち上げ⁷²、メモリアル・スローン・ケタリングがんセンター (Memorial Sloan-Kettering Cancer Center) をはじめとするがん専門病院・医療研究機関と連携し、医学論文や電子カルテ、ゲノムデータなど、人の力では処理しきれない膨大な医療ドキュメントの情報・データを Watson に学習させ、様々な分野に Watson を応用することで、医療関係者の意思決定をサポートしている。

図表 12: Watson の医療分野における主な応用例

分野	概要
医療診断・治療支援	<ul style="list-style-type: none"> 【がん診断支援(Watson for Oncology)】— 幅広い医学文献、EHR、臨床試験データ等の膨大な情報を基に、肺がんや乳がん、大腸がんなどの治療方針について、その根拠となる症例を示し各患者に最適な方法を提案する⁷³ 【医療用画像解析】— IBM 社は 2015 年 8 月、米医療用画像解析企業 Merge 社を 10 億ドルで買収し、ワトソンへの技術統合を図る方針を示している⁷⁴
医療研究	<ul style="list-style-type: none"> 【患者の治療支援(Watson Clinical Trial Matching)】— (特にがん)患者の医療情報と臨床試験データベースを基に、各患者の条件に最も合った臨床試験の可能性を提案する⁷⁵ 【ゲノム解析診断(Watson Genomic Analytics)】— (特にがん)患者の遺伝子情報や病気の症状、治療薬などに関するデータを統合・分析し、各患者に最適な治療法の研究(診断)を支援する⁷⁶ 【新薬開発(IBM Watson Health Cloud for Life Sciences Compliance)】— 臨床試験

⁶⁷ <http://fortune.com/2016/10/03/ford-amazon-alexa/>

⁶⁸ <https://www.newscientist.com/article/dn20128-better-than-human-whats-next-for-jeopardy-computer/>

⁶⁹ <http://www.zdnet.com/article/ibm-watson-what-are-companies-using-it-for/>

⁷⁰ また、IBM 社は 2016 年 5 月以降、Watson を活用した新たな取組みとして、潜在的なサイバー犯罪を検知するため、ペンシルバニア州立大学(Pennsylvania State University)を含む米国およびカナダの 8 つの大学と協力し、向こう 1 年間で毎月 1 万 5,000 に上るセキュリティ文書を Watson に学習させるプロジェクトを進めている。<https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/49683.wss>

⁷¹ <http://www.nytimes.com/2016/10/17/technology/ibm-is-counting-on-its-bet-on-watson-and-paying-big-money-for-it.html>

⁷² <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46580.wss>

⁷³ <http://www.ibm.com/watson/watson-oncology.html>

⁷⁴ <https://techcrunch.com/2015/08/06/ibm-buying-merge-healthcare-for-1b-to-bring-medical-image-analysis-to-watson-health/>

⁷⁵ <http://www.ibm.com/watson/clinical-trial-matching.html>

⁷⁶ http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=5347

	データや薬剤、化学物質等のライフサイエンス領域における幅広い情報を統合・分析し、がん治療薬の候補となる成分を特定するなど、新薬開発を支援する ⁷⁷
その他	<ul style="list-style-type: none"> 【健康データの収集及び健康増進に関わる情報解析】— IBM 社は、Apple 社等と提携し、iOS 端末向け「HealthKit⁷⁸」や「ResearchKit⁷⁹」、ウェアラブル端末の Apple Watch で蓄積されたユーザーの健康関連データを、Watson を用いて解析できるオープンな医療クラウド基盤を構築・提供している⁸⁰

出典：各種資料を基に作成

特に、医療診断・治療支援分野においては、東京大学医科学研究所の附属病院において 2015 年、医師から「急性骨髄性白血病」と診断された 60 代の女性患者の病状が改善しないことから、Watson を用いて患者の遺伝子情報などを入力して分析したところ、わずか 10 分ほどで患者の病気を「二次性白血病」と診断し、同情報に基づいて治療方針を変更した結果、患者は 8 カ月後に無事退院できたことが報告されており⁸¹、Watson の今後のさらなる活用と活躍が期待されている。

図表 13: Watson による電子カルテのテキスト分析を用いた医療診断の仕組み



※病気の症状、家族／患者の病歴、服用している薬、血圧等の健康データを抽出・分析し、最も可能性の高い病気を特定する。この例では、データ分析の結果、患者の病気は尿路感染症(UTI)の可能性が高いと診断している。

出典：IBM⁸²

f. Apple 社

Apple 社は 2010 年に音声認識及び NLP システムを開発する Siri 社を買収後、2011 年 10 月にリリースした自社のモバイル端末(iPhone 4S)にいち早く音声デジタルアシスタント機能を搭載した。人気端末の新機能に、当初、ユーザーや業界は熱狂的な反応を示したが、ウェブ検索や天気、スポーツといった情報の提示など、特定の機能に限定されていたことや音声コマンドを正確に認識できないことなどの欠点に加え、Google 社の Google Now に用いられている AI システムの秀逸性が明らかになるにつれ、その熱は次第に冷めていった⁸³。しかし、2014 年夏、Apple 社が Siri の AI システムにディープラーニングを採用したのを

⁷⁷ <https://www.ibm.com/marketplace/cloud/cloud-for-regulated-workloads/us/en-us>

⁷⁸ ユーザの身長・体重、血圧といった身体情報や、摂取した食べ物、歩数などの運動データを手入力することでデータを集約・統合し、健康管理を行えるアプリケーション。

⁷⁹ iPhone 等を用いて簡単に収集した臨床研究に必要な個人の健康／医療データを、研究機関や医療機関が利用できるようにするための医学研究向けオープンソフトウェアプラットフォーム。

⁸⁰ <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46583.wss>

⁸¹ <https://zuonline.com/archives/125364>

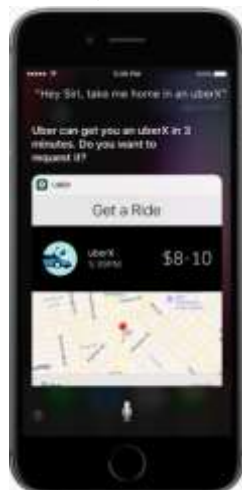
⁸² <https://www-01.ibm.com/software/ebusiness/jstart/downloads/MRTAWatsonHIMSS.pdf>

⁸³ <http://bgr.com/2016/08/24/apple-siri-deep-machine-learning-neural-nets/>

きっかけに、文脈を理解したクエリへの対応など、音声認識や情報処理における Siri のパフォーマンスは大幅に向上した⁸⁴。これまで業界では、Apple 社は、AI を活用した技術開発において Google 社等の他の大手 IT 企業に後れをとっているとの見方がされてきた⁸⁵が、同社はその後、Apple 社の提供するアプリケーションを中心に、Siri を用いて操作できる機能を着実に増やしている⁸⁶ほか、2016 年 9 月末にリリースされた MacOS の新バージョン「Sierra」に Siri を搭載し、Microsoft 社同様、PC 上でも自社音声デジタルアシスタントを活用できるようにする⁸⁷など、Siri の利用拡大に注力するようになっている。

特に、2016 年 6 月に開催された Apple 社の開発者向けイベント (Worldwide Developers Conference: WWDC) で、Siri API (SiriKit) を外部の iOS 10 開発者向けに一部公開⁸⁸するとの発表は、一般的に自社保有技術を外部の開発者に公にすることを極度に嫌う同社の姿勢を大きく変えるものである。Amazon 社を筆頭に、Google 社、Facebook 社、Microsoft 社が同様の取組みを公表する中、Apple 社も他の様々なアプリケーションに Siri の機能を組み込むことを奨励し、AI を活用した音声認識プラットフォーム分野で巻き返しを図ろうとしている⁸⁹。

図表 14: Uber のアプリケーションに統合された Siri



出典: TechCrunch⁹⁰

Apple 社は、近年、ディープラーニングを用いて言語認識を向上させる技術を手がける英国のスタートアップ VocallQ 社や、人の顔の表情から感情を分析する技術開発を行っている米 Emotient 社などの AI 関連企業を次々に買収し⁹¹、また、2016 年 10 月には、同社が新たに設置した AI 研究部門のディレクターに、カ

⁸⁴ <https://backchannel.com/an-exclusive-look-at-how-ai-and-machine-learning-work-at-apple-8dbfb131932b#qvhh0hj1n>

⁸⁵ <http://www.cultofmac.com/443896/apples-pushing-its-ai-expert-hiring-spree-into-overdrive/>

⁸⁶ <http://www.apple.com/ios/siri/>

⁸⁷ Microsoft 社の Cortana と同様に、MacOS の Sierra に搭載された Siri には、モバイル端末における機能に加え、音声によるファイル検索機能などが追加されている。一方で、Cortana は音声だけでなく、文字入力での操作にも対応している (Google Now も同様) のに対し、Siri は、音声のみの操作に依存していたため、PC 上で Siri を用いる機会は限定されるとの意見もある。<http://www.digitaltrends.com/mobile/cortana-vs-siri-vs-google-now/2/>

⁸⁸ Apple 社は、iOS 10 で搭載される SiriKit の利用できる分野を、①配車サービス (Uber など)、②メッセージ (WhatsApp など)、③写真検索 (特定のアプリケーションにおける写真・ビデオファイルの検索)、④決済 (SquareCash などの送金アプリケーション)、⑤VoIP 通話 (Skype など)、⑥運動・フィットネス、の 6 分野に限定しており⁸⁸、あらゆるアプリケーションから Siri を利用できるようになったわけではない。<https://developer.apple.com/sirikit/>

⁸⁹ <http://www.theverge.com/2016/6/13/11916972/apple-siri-api-app-support-announced-wwdc-2016>

⁹⁰ <https://techcrunch.com/2016/09/01/apple-shows-off-the-first-siri-powered-apps-arriving-in-ios-10/>

⁹¹ <https://9to5mac.com/2016/05/30/vocallq-siri-intelligent-assistants-war/>
<http://www.wsj.com/articles/apple-buys-artificial-intelligence-startup-emotient-1452188715>

ーネギーメロン大学(Carnegie Mellon University)の Ruslan Salakhutdinov 教授を雇用したことを明らかにし⁹²、AI 事業の強化に積極的に動いている。特に、同社で今後 AI 研究を主導する Salakhutdinov 教授は、ディープラーニングやニューラルネットワークを専門とし、これまでコンピューターが様々なメディアを人間のように理解することや画像認識などの研究を行っており、同氏の下で、Siri のコミュニケーション能力はさらに高まると期待されている。

(2) ベンチャー企業の取組み

a. Next IT 社

ワシントン州東部スポケーン(Spokane)に拠点を置く Next IT 社は、2002 年の創設以来、NLP と AI を基盤とするデジタルアシスタントシステムを旅行、保険、通信等の業界企業向けに提供している。同社が開発した AI「Alme」は、各業界・企業のニーズに合わせてカスタマイズされ、企業の多様なシステムデータを情報ソースとして活用し、複雑な質問にも的確な回答を提示することが可能であり、音声認識機能も搭載する⁹³。Alme は、これまで、Alaska 航空や米長距離鉄道会社 Amtrak 社、米陸軍(U.S. Army)などにおける自動カスタマー／業務サポートを行うために導入されている。また、同社は 2013 年、Alme の利用を医療業界に拡大することを発表しており、製薬企業や医療サービス機関は、患者の疾病管理や患者の一般的な質問・要求に応答するために同デジタルアシスタントを用いることが可能である⁹⁴。

図表 15: Alme を基盤とするデジタルアシスタント



出典: Next IT⁹⁵

Apple 社や Google 社等の大手 IT 企業が AI デジタルアシスタントの開発に注力するようになっているが、Next IT 社のプレジデント Tracy Malingo 氏は、同社の提供するデジタルアシスタントは、「航空券の予約変更や紛失したデビットカードの交換、患者が決まった時間に薬を服用しているかを確認するなど、各業界において専門的な知識を必要とする業務に対応できるものであり、大手企業の汎用チャットボットと必ずしも競

⁹² <https://techcrunch.com/2016/10/17/apple-hires-cmu-professor-as-director-of-ai-research-to-smarten-up-siri/>

⁹³ <http://www.nextit.com/platform.php>

<http://blog.nextit.com/tech/speech-recognition-and-language-understanding-same-or-different/>

⁹⁴ <https://techcrunch.com/2013/10/10/next-it-launches-alme-for-healthcare-a-virtual-assistant-for-chronic-disease-management/>

⁹⁵ <http://www.nextit.com/work/alaska-airlines.php>, <http://www.nextithealthcare.com/>

合するものではない」との見解を示している⁹⁶。同社は 2015 年、企業が Alme を用いたデジタルアシスタントとユーザーとのやり取りを独自に構成し易くするため、一連の Alme API をリリースしているほか、医療分野におけるサービス部門のスピンオフも行っており、業界の専門性を追求したサービスで差別化を図る方針である。

b. Quantified Communications 社

テキサス州オースティンに拠点を置く Quantified Communications 社は、企業の幹部などを対象に、プレゼンテーションなどにおけるコミュニケーションの取り方を、その話し方や声のトーン、表情、動作などを読み取って分析・評価し、より説得力をもてるようにデータに基づく改善アドバイスを行っている。大手企業の幹部の多くは、組織の評判や市場価値に与える影響を考慮し、自身のコミュニケーションスキルを高めるために、専門のコーチを個人的に雇用しているが、コーチを雇用したことで、そのスキルがどのように向上したかを明確に示すデータを得る術はない。この点に目をつけ、2012 年に同社を正式に立ち上げたウォールストリートの元金融アナリスト Noah Zandan 氏は、NLP、顔・動作認識、機械学習などの技術を組み合わせたコミュニケーションスキル分析プラットフォームを開発した⁹⁷。

図表 16: コミュニケーションスキル分析プラットフォームが示す分析(左)・評価(右)結果の例



※NLP、顔・動作認識、機械学習技術によりスピーチ分析を行い、システムが導き出した改善点などを基に同社のアナリストやコミュニケーションの専門家がアドバイスを行う。また、システムは、スピーチを反復して記録し、前回と比較してどのような改善があったかなどをデータとして示すことも可能である。

出典: Quantified Communications⁹⁸

同氏は 2 年間かけて、数百万に上るコミュニケーション関連事例(テキスト、音声、ビデオ、演説、インタビューなどのデータ)を収集し、話者の話し方・言葉の種類や声のトーン、表情、動作と、聞き手が話者の話を聞いて感じる言葉の説得力や話者への信頼度についてパターン化して分析・照合し、同プラットフォームの基盤となるデータベースを構築したとしている。Quantified Communications 社のサービスは、IBM 社や Coca-Cola 社の大手企業の幹部などに利用されている。

⁹⁶ <http://www.geekwire.com/2016/next-it-ai-assistants-chatbot-20-million/>

⁹⁷ <http://www.forbes.com/sites/brucerogers/2016/09/13/noah-zandans-quantified-communications-adds-science-to-the-art-of-persuasion/#4303c5ee600d>

<https://www.crunchbase.com/organization/quantified-impressions#/entity>

⁹⁸ <http://www.quantifiedcommunications.com/>

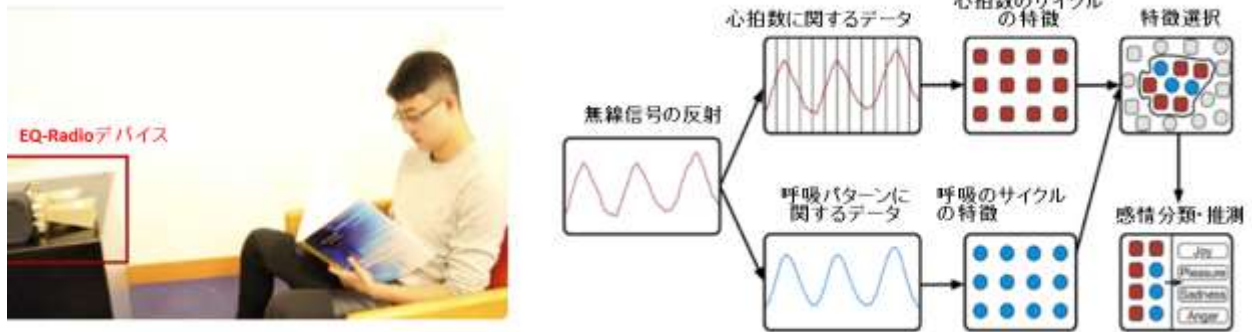
4 AI のコミュニケーションに関連した研究動向

(1) 人間の感情を検知する AI の研究

マサチューセッツ工科大学 (Massachusetts Institute of Technology: MIT) のコンピューター科学・人工知能研究所 (Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory: CSAIL) は、無線 (RF) 信号を用いて人間の感情を検知できるデバイス「EQ-Radio」の研究開発を行っている。同デバイスは、身体にセンサーを装着する必要がなく、RF 信号を人間の身体に反射させるだけで、87%の精度で喜怒哀楽の感情状態を言い当てることが可能であるという⁹⁹。

図表 17 は、EQ-Radio デバイスとそのシステムアーキテクチャを示したものである。具体的な同デバイスの動作の仕組みとしては、まず EQ-Radio デバイスが、1 メートルほど離れた距離から人の身体に向けて無線信号を発射・反射させた信号を検知する。次に、EQ-Radio が、検知された信号から、アルゴリズムを用いて心電図モニターと同等の精度で人の心拍数と呼吸の変化に関連したデータを抽出・分析し、各心拍数と呼吸の間隔及びサイクルを把握する。その後、このデータは、デバイスのサブシステムにおける AI (機械学習) に基づく身体的要因と多様な感情的反応を照合するアルゴリズムを用いて分析され、人の感情状態を推測するというものである¹⁰⁰。

図表 17: EQ-Radio デバイス(左図)とシステムアーキテクチャ(右図)



※EQ-Radio は、①反射された無線信号の受信、②人の心拍数と呼吸の変化に関連したデータを抽出するアルゴリズム、③身体的要因と多様な感情的反応を照合するアルゴリズムから構成される。

出典: MIT、ZDNet¹⁰¹

MIT では、将来的に、同システムを、医療分野において不安障害やうつ病などを診断するためだけでなく、エンターテインメント分野で映画・広告制作会社がリアルタイムで視聴者の反応をテストしたり、スマートホーム分野で室内にいる人物のムードを検知、情報として用いることで、室温・照明調節や換気などを自動的に行ったりするために活用できると見込んでいる。

(2) 能動的なコミュニケーションを行える AI の研究

Apple 社の「Siri」に代表される既存の音声アシスタントが行える会話は、天候など、尋ねられた質問に対し応答する(交互に発話する)というトランシーバー型のぎこちない対話であり、会話の途中で話題が変わった場合に会話の内容についていくことや、相手の話を遮って発話するなど、人間同士の会話のように自然で砕けた会話を行うことはできない。この問題を打開するため、ジョージア工科大学 (Georgia Institute of

⁹⁹ <http://uk.businessinsider.com/mit-radio-waves-emotions-2016-9?r=US&IR=T>

¹⁰⁰ <http://news.mit.edu/2016/detecting-emotions-with-wireless-signals-0920>

¹⁰¹ <http://eqradio.csail.mit.edu/>

<http://www.zdnet.com/article/your-wireless-router-could-become-emotionally-intelligent-says-mit/>

Technology)の社会的インテリジェント機械研究所(Socially Intelligent Machines Lab)で、人間とより自然でリズムカルな会話を行えるソーシャルロボット「Simon」の研究を行っている Crystal Chao 博士と Andrea Thomaz 教授は、半導体や電子機器の設計作業を自動化するエンジニアリング・ソフトウェア(CADENCE)を用いて、交代で言葉を発するという会話のコンセプトを AI ロボットに理解させる会話パターンモデルを開発した¹⁰²。

会話パターンモデルには、①能動的な発話を行うパターンと、②受動的な発話を行うパターンの 2 種類あり、①のパターンでは、Simon は声高に長々と発話を行い、会話相手が発話中でもより頻繁に割り込んで発話を行うという外向的な性格を示す一方、②のパターンに設定された Simon は、発話が少なく、会話相手はより頻繁に言葉を差し挟むことができ、内向的な性格を示すものとなっている。Chao 博士は、「一般的に、活発に発話するロボットは、より外向的で社会とのつながりを持てる印象を与えるものと予想していたが、その発話頻度が極端に多いロボットは、会話相手がそこにいることなど関係ないかのように、社会とのつながりを保てなくなる」と説明し、これら 2 つのパターンをうまく調整しバランスをとることが、人間との自然な会話を行えるロボットを実現する上で重要との見方を示している¹⁰³。

図表 18: 会話パターンモデルを用いてソーシャルロボット「Simon」とコミュニケーションをとる Chao 博士



出典: IEEE Spectrum¹⁰⁴

¹⁰² <http://uk.businessinsider.com/georgia-techs-simon-robot-talks-like-a-human-2015-11?r=US&IR=T>

¹⁰³ <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/artificial-intelligence/teach-robots-talk-more-like-we-do>

¹⁰⁴ <http://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/10904/Talking-Robot-Simulates-Human-Personalities.aspx>

5 連邦政府における AI チャットボット活用の取組み

(1) 世界初となる政府の Facebook Messenger チャットボットを公開したオバマ大統領

オバマ政権は 2016 年 8 月、Facebook Messenger から、オバマ大統領に直接メッセージを送信できるようにするための Facebook Messenger チャットボットを公開した¹⁰⁵。ホワイトハウスの最高デジタル責任者 (Chief Digital Officer:CDO)を務める Jason Goldman 氏によると、オバマ大統領は、大統領に就任して以降、電子メール、手紙、電話を通じて毎日市民から寄せられる多数のメッセージの中から 10 件に目を通し、地域の動きに目を向けることを習慣としており、今回の Facebook Messenger 導入の目的は、一般に利用されているテクノロジーを用いて、新たなアクセスし易い方法で市民が大統領に直接意見を提出することにあると説明する。

このチャットボットは、Facebook 社が 2016 年 4 月に発表した Messenger Platform を利用して構築されたもので、こうした世界の政府に先駆けての取組みが注目される一方、公開されたチャットボットの機能は、ユーザーの質問に直接回答して会話するのではなく、単にユーザーがメッセージを送信するまでの案内役をするだけにとどまっている。また、メッセージ送信には、スパムメッセージなどを除外するため、個人情報の入力が一部必要であり、送信プロセスに時間がかかる点などを批判する声もある¹⁰⁶。

図表 19: ホワイトハウスの Facebook Messenger チャットボットを用いたメッセージのやり取りの例



出典: TechCrunch¹⁰⁷

オバマ政権は 2016 年 10 月、このチャットボットのコードをオープンソース化することを発表しており、その開発負担を軽減することで、特に、他の政府機関の間で同様の取組みが進むことを期待している¹⁰⁸。なお、同プラットフォームの公開から 2 カ月間で、Facebook Messenger を通じてオバマ大統領に送信されたメッセージは 150 万件を超えるという。

¹⁰⁵ <https://medium.com/@Goldman44/now-you-can-message-president-obama-on-facebook-d88912473047#.7hyobv44o>

¹⁰⁶ <https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2016/08/10/i-tried-the-new-white-house-facebook-chatbot-heres-what-happened/>

¹⁰⁷ <https://techcrunch.com/2016/08/10/the-white-houses-new-messenger-bot-lets-citizens-send-notes-to-president-obama/>

¹⁰⁸ <http://www.techtimes.com/articles/182421/20161015/send-messages-to-the-white-house-with-this-facebook-messenger-chatbot.htm>

(2) 政府サービスへの質問を効率的に処理する AI チャットボットの活用

2016 年 6 月末、米連邦政府一般調達局 (General Services Administration: GSA) は、チャットボットをはじめとする AI 及び機械学習の進歩が、政府機関における市民サービスの拡大と向上につながるかについて議論することを目的としたイベントを開催した。160 以上の政府関連機関から約 1,000 名のデジタルサービス管理者及び専門家が集まった同イベントは、政府サービスの改善に向けたソーシャルメディアやデジタルサービスにおけるベストプラクティスを共有するために「SocialGov」プログラム¹⁰⁹が立ち上げられてからちょうど 4 年目に開かれたものである¹¹⁰。

政府機関の提供するサービスに AI チャットボットが実際に用いられている例は現時点でほとんどないが、電子政府サービスが普及する中、政府サービスに関する質問への回答を効率的に行うことや、障がい者及び外国人に対するサービスを改善できるなど、AI チャットボットの潜在的な利用ニーズは高いと考えられている。特に、政府サービスへの質問回答については、例えば米歳入庁 (Internal Revenue Service : IRS) では、2015 年度の税申告期間中に寄せられた市民からの質問の内、実際に回答できたのは全体の 37% にすぎず、電話での問い合わせの待ち時間は平均 23 分にも及んでいたことが明らかになっており¹¹¹、GSA で SocialGov プログラムの取組みをリードする Justin Herman 氏は、「我々は市民に意味のある情報をタイムリーに提供する義務がある」と述べ、質問への回答を効率的に処理し、質問内容に関する分析レポートなどを作成できる洗練された NLP を搭載したチャットボットの活用の必要性を強調している。なお、同イベントの開催を受けて、GSA は 10 月、政府機関における活用が今後期待される技術分野において、各政府機関の関係者が協力して知識共有を行う省庁横断型のデジタル政府コミュニティ (GSA Digital Communities)¹¹²の活動に、AI (チャットボット) やバーチャル・リアリティ (VR) を新たに追加することを発表している¹¹³。

図表 20: GSA で SocialGov の取組みをリードする Justin Herman 氏



出典: BreakingGov.com¹¹⁴

また、政府機関のこうした動きを受けて、連邦政府に幅広い技術コンサルティングサービスを提供する Booz Allen Hamilton 社は、2016 年 7 月、インテリジェントメッセージサービスの SaaS (Software as a Service) を企業向けに提供する Conversable 社と、カスタマーケアにおける AI チャットボットの活用に向け

¹⁰⁹ <https://www.digitalgov.gov/communities/social-media/>

¹¹⁰ <https://fcw.com/Articles/2016/06/28/chatbots-federal-cx.aspx?m=1>

¹¹¹ <http://www.nextgov.com/emerging-tech/emerging-tech-blog/2016/08/frequently-automated-questions-ai-future-faq/131186/>

¹¹² 各政府機関における 1 万人以上の関係者が参加している。 <https://www.digitalgov.gov/communities/>

¹¹³ <https://www.digitalgov.gov/2016/10/26/gsa-launches-new-ai-virtual-reality-and-authentication-programs/>

¹¹⁴ <http://breakinggov.com/2012/03/13/gsa-hires-social-media-pro-to-expand-citizen-engagement/>

た技術開発・テストで協力することを発表した¹¹⁵。Booz Allen 社の戦略イノベーショングループ、バイスプレジデントの Michael Isman 氏は、「AI チャットボットは、市民とのやり取りを単純化し、カスタマーサービスにかかるコスト削減につながることから、政府機関における AI チャットボットの活用を推進していく」とし、AI チャットボットは、今後 5 年以内に政府機関において、現在のコールセンターに代わるカスタマーサービス標準になるとの見通しを示している。

6 終わりに

人間はお互いに言語でコミュニケーションをとることで生きており、従って自然言語処理技術(NLP)を活用した人工知能によるコミュニケーションは、人工知能がより人間に近づき、人間社会にとけ込んでいくために必須の技術と言える。近年の NLP の進歩は目覚ましく、今後人工知能の実用の場をさらに大きく広げることには貢献すると考えられる。例えば、教育分野、メンタルケア、公共サービスなど、コミュニケーションが重要な要素となる分野における人工知能の活躍に貢献するのではないかと思う。

また NLP やコミュニケーションにおいては、言語ごとの特性も考慮していかなければならない課題であると考えられる。日本人が使う日本語は、微妙なニュアンスの違いによる使い分けや、文字のない行間に色々な意味が盛り込まれるなど、言語としては難しい面もあると思われ、米国とはまた違った研究開発・実用化が求められるのではないかと考えられる。我が国においても、今後さらなる技術開発により高度なコミュニケーションを行える人工知能がますます実用化され、新しい可能性をどんどん切り開いていくことを期待したい。

※ 本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものでもありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものでもありません。

¹¹⁵ http://www.boozallen.com/content/boozallen/en_US/media-center/press-releases/2016/07/booz-allen-and-conversable-explore-application-of-artificial-int.html