

NTT DOCOMO

テクニカル・ジャーナル

Technical Journal

Vol.27 No.2 | Jul. 2019

DOCOMO Today

- 令和時代の知的財産戦略

Technology Reports & Topics (特集)

豊かで多様性のある社会を支援するAI

Technology Reports

- 外国人の日本語会話学習を支援する「Japanese Language Training AI」
- 機械翻訳における利用ドメインの自動推定
- カスタマイズ性の高いチャットボットを実現する雑談対話技術
- 東京湾アクアラインの渋滞を「AI渋滞予知」で回避する
— 携帯電話ネットワークの運用データの統計処理に基づく未来予測の試み —

Topics

- 食の多様性を支える「食品判定システム」の開発
— 食の禁忌がある人々がアプリ上で簡単に食品を選ぶことができる —

Technology Reports

- オフィスリンク基盤を活用した新電話会議システム「オフィスリンク音声会議サービス」

令和時代の知的財産戦略



知的財産部 部長
あんどう ただのぶ
安藤 禎宣

元号が平成から令和に変わり、新しい時代の幕が開けました。携帯電話において平成の歴史を振り返ってみるとハンディタイプの携帯電話が世に出たのが平成の初めの頃ですから、その進化たるや驚愕すべきものです。しかし、そこで重要なのは、ドコモ自らがこの進化を生み出したということです。令和の時代が終わる頃、ドコモが何を生み出しているのか、今から非常に楽しみです。

さて、新元号への改元以外でも2019年は、ラグビーワールドカップの開催、楽天の携帯電話事業参入などイベントが目白押しです。中でも2019年にプレサービスが予定されている「5G」は、携帯事業者のみならず、人々のライフスタイルを一変させるほどのポテンシャルをもちます。本稿では、この「5G」という大きな流れを知的財産の目線から見ていきたいと思います。

「5G」すなわち「第5世代移動通信システム」は国際的な標準化団体3GPP（3rd Generation Partnership Project）において各種の技術やサービスなどが議論され、国際標準規格としてまとめられています。ドコモは1998年の設立当初から3GPPの活動に積極的に参加しており、移動通信の高度化やお客様の利便性向上などに多大な貢献をしています。またドコモはこの活動を通じて、3GおよびLTEにおいて多くの特許を取得し、公平、合理的、かつ非差別的な条件でライセンスしています。2019年3月時点で、ドコモの保有する特許数は約14,000件ですが、その4割を通信規格に関する標準必須特許^{*1}が占めています。

2015年より、3GPPにて「5G」の議論が始まり、ドコモは以前にもまして積極的に標準化活動に取り組んでいます。外部調査機関のレポート [1] によると、通信

オペレータの中で「5G」特許出願数は世界1位（全体では6位）です。他の企業と切磋琢磨する中で、ドコモはしっかりと存在感を放っています。

「5G」は、超高速通信、超低遅延通信、多数同時接続など、今までの常識をはるかにしのぐレベルを実現します。しかしながら私たちが「5G」のすごさを実感するのは、「5G」を用いたソリューションやサービスになると思われます。

ドコモにおいても法人のお客様と協創していく「5Gオープンパートナープログラム」が立ち上がっており、プレサービス開始に向けさまざまなソリューションの検討が進んでいます。

「5G」をフックに新たな技術が生まれれば、それが新たな特許、知的財産につながり、ドコモが世の中に貢献している1つの証になります。

通信規格の標準化活動への貢献は、ドコモの思いを標準化という形で具現化し技術の普及を図ることにつながりますが、副次的にはライセンス収入をもたらすという意味合いもあります。LTEまでの技術については、ドコモはスマートフォンメーカーなどとライセンス契約を結ぶことで適正な収入を得ており、今後「5G」が普及していくことで新たなライセンス収入も見込めます。

さらに、ドコモは「5G」の導入に加えて、携帯電話などの回線契約の有無にかかわらずポイントプログラム「dポイントクラブ」の「会員基盤」を軸とした事業運営に舵を切りました。これはドコモにとって大きな変化の始まりです。ドコモがお客さまとの関係を一層深めるというスタンスは変わりませんが、アプローチは大きく変わっていきます。そこにはデジタルトランスフォーメーション^{*2}による大きな変革があり、新たな技術の存在があります。

「5Gの導入」や「事業運営の変化」とともに、知的財産の分野においても「革新し実行する」ことが重要です。ドコモ知的財産部としても自らが進化し、関連するすべての皆さんと協力しながら、ドコモの新たな知的財産を作り上げることを通じて、事業貢献ひいては産業・社会の持続的発展へと貢献していきたいと思います。

文 献

- [1] サイバー総研：“「5G実現に資するETSI標準規格必須特許（5G-SEP）候補の出願動向と標準化寄書の提案動向」を分析,” Feb. 2019.
<http://www.cybersoken.com/blog/topics/2019/02/06/2467/>

^{*1} 必須特許：標準規格に準拠した製品を製造するうえで特許権者からライセンスを受けなければ特許権の侵害を回避することができない特許。

^{*2} デジタルトランスフォーメーション：ITの浸透が人々の生活をあらゆる面で良い方向に変化させること。

[Contents]



DOCOMO Today

令和時代の知的財産戦略 安藤 禎宣 1



特別寄稿

協創モバイルプラットフォームへの期待 峰野 博史 4

Technology Reports & Topics (特集)

豊かで多様性のある社会を支援するAI

Technology Reports

外国人の日本語会話学習を支援する「Japanese Language Training AI」 6

日本語 学習 AI

機械翻訳における利用ドメインの自動推定 13

自然言語処理 機械翻訳 文書分類

カスタマイズ性の高いチャットボットを実現する雑談対話技術 19

対話システム 雑談対話 チャットボット

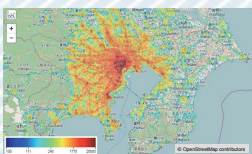
東京湾アクアラインの渋滞を「AI渋滞予知」で回避する
— 携帯電話ネットワークの運用データの統計処理に基づく未来予測の試み — 26

リアルタイム人口統計 渋滞予測 機械学習

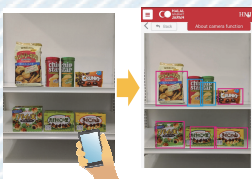
Topics

食の多様性を支える「食品判定システム」の開発
— 食の禁忌がある人々がアプリ上で簡単に食品を選ぶことができる — 34

画像認識 特定物体認識 食品判定



(P.26)



(P.34)



(P.39)



(P.47)



(P.52)



(P.53)

Technology Reports

オフィスリンク基盤を活用した新電話会議システム
「オフィスリンク音声会議サービス」 39

内線電話ソリューション

電話会議サービス

オフィスリンク

Activities

「ワイヤレス・テクノロジー・パーク2019」 出展 47

News

第64回「前島密賞」受賞 50

2019年「日本ITU協会賞」受賞 51

NTTが「Derwent Top 100 グローバル・イノベーター2018 - 19」を受賞
— ドコモのモバイル通信分野の特許出願活動が受賞に貢献 — 52

「iFデザインアワード2019 金賞」受賞 53

2018年度「グッドデザイン賞」受賞 54



日本語教育



業務の会話

教育と現実の
ギャップを
解決

発音判定 AI
相手に伝わる
発音か？

2つのサポート AI 機能で
判定 & アドバイス

表現判定 AI
適切な
表現か？

Technology Reports & Topics (特集) 外国人の日本語会話学習を支援する「Japanese Language Training AI」(P.6)
JLTの特徴

協創モバイルプラットフォームへの期待

静岡大学 学術院 情報学領域 教授 ^{みねの ひろし} 峰野 博史さん

社会構造の変化や人材不足がメディアなどで話題になっている昨今、さまざまな分野においてIoT (Internet of Things) やAI (Artificial Intelligence) を活用した生産性向上への取組みが注目されている。さまざまな新産業との協創を実現すべく協創モバイルプラットフォームを実現する技術が拡充されれば、事実を定量的に表現する膨大な「データ」を収集し、それらを目的に応じた処理によって質の高い「情報」として扱うことで、機械学習や深層学習といったAIの活用による効果的なモデル化が実現できる。これによって、価値と紐づく「知識」を見出せば、新産業との協創が叶う新たな意思決定や価値創造の「知恵」を創出できると考える。

当研究室でも5G/IoT本格時代を見据え、人間の振舞いやIoT機器のダイナミクスパターン、コンテンツの遅延耐性といったコンテキストを考慮しながら、セルラシステムの非対称上下方向の通信性能を最大化させる通信技術を研究開発している。具体的には、ローカルストレージをもつIoT機器において、数分から数時間といった遅延耐性をもつモバイルデータ通信に対し、時間的、空間的、通信路的にデータの送受信タイミングやハンドオーバーを適切に制御することで、空間利用効率を最大化させるモバイルデータ3Dオフローディング手法 [1] である。近年は、送信レート制御モデル構築時の学習方法として、強化学習*1の一種であるQ学習*2に深層学習を適用したDDQN (Double Deep Q-Network) を用いることで、制御対象ユーザのもつコンテンツ特性や、接続中基地局の負荷情報から帯域を割り当てるべきデータの優先度を決定し、適切な送信レート制御によって基地局負荷を分散させる手法が獲得できることを示した [2]。また、スマートフォンで通信されるような動画などのリアルタイムなデータや、ローカルストレージをもつIoT機器で通信されるような遅延を許容できるセンサデータなど、コンテンツに

よって異なる遅延耐性に着目し、トラフィックの収容効率向上だけでなく、遅延を許容できないリアルタイム通信を行う端末のQoSを向上させられるようなハンドオーバー制御によって、リアルタイムなデータの通信を行う端末の送信量を約30%向上させられることも確認した [3]。

このような遅延耐性を逆手に取った新たなモバイルデータオフローディング技術だけでなく、従来のネットワーク機能をより汎用化させ再利用性や利便性を向上させるマイクロサービス化や、高速大容量、超高信頼性低遅延、超大量端末の収容といった多様なトラフィック需要に柔軟に対応できるネットワークスライシングのような技術によって、さまざまな分野での協創が期待できる。

例えば、当研究室では、農業分野での協創を意識した研究開発に取り組んでいる。刻々と変化する植物の生育状態と環境要素に対し、熟練農家のように適切な時期に適切な農作業を実施できれば、光合成を促進させ生育を早めて収穫量を増加させるだけでなく、果実品質の向上や特定栄養価を高めた機能性植物生産実現の可能性も高い。そのため、農学だけでなく植物生理学や植物生態学といった異分野の知見も連携させながら、植物の生育・生理状態・環境応答に対し、IoTやAIといった情報科学的アプローチを活用することで、長年の経験と勘に基づいて習得したノウハウの効率的な伝承や、AIとの協働による生産性向上や競争優位性の実現をめざしている。

植物は、晴天時に葉の表面の気孔によって水を蒸散させ、根から水や養分の取込みを促進するが、取り込める水が少ないと植物体内の水分が蒸散によって失われ、茎が徐々に萎んで葉の重さに耐えきれなくなると垂れてくるようになり、この現象が萎れ具合を表現している。さらに、蒸散量に関係する気孔の開閉量は、明るさや温度、湿度で変化する。そこで、葉の量や茂り具合を示す植物群落上下部の明



Profile

1999年静岡大学大学院理工学研究科修士課程修了。同年日本電信電話(株)入社。NTTサービスインテグレーション基盤研究所を経て、現在静岡大学情報学部教授。2015～2019年JSTさきがけ研究者。知的IoTシステムに関する研究に従事。2007年船井情報科学奨励賞、2012年情報処理学会長尾真記念特別賞、2018年ドコモ・モバイル・サイエンス賞社会科学部門奨励賞受賞。電子情報通信学会、情報処理学会、IEEE、ACM各会員。博士(工学)。

撮影：JSTnews

るさ計測で、気孔の量や開閉量に関する特徴を得られるのではないかと推測した。また、蒸散によって失われていく植物体内の水分の様子は、小型定点カメラで周期的に撮影される草姿画像から把握できると考えた。時間的に連続する草姿画像から、各画素が時間的にどの方向にどれだけ動いたかを示すOptical Flowを用いて生成したマスク画像へCNN (Convolutional Neural Network)*3を用いて萎れ特徴量を抽出し、画像から把握しにくい環境情報を環境データ(温湿度、散乱光)で重畳し、蒸発散量に関係する茎径変位量に紐づけたマルチモデル深層学習*4によって、非線形で複雑な植物生理状態を、現実的な計測データと時間粒度で機械学習可能なことを確認した[4]。

さらに、IoTや無線通信技術を駆使した多様かつ長期間のデータセット拡充を進め、機械学習手法を改良して、本しおれ検知技術を用いて得られたデータを活用したAI灌水制御システムを構築した。数百株規模での栽培実証実験の結果、中玉トマト低段密植養液栽培にて、収穫期間における可販果率を低下させることなく、高糖度トマト(Brix*5 平均8.87, 最大16.9, サンプル数15,901)を機械的に低負担で大量生産可能なことを実証した。培地量や品種、養液濃度に関係なく、蒸散と吸水のバランスで決まる『萎れ』といった物理現象に基づき、植物の颜色をうかがった適切なタイミングで自動灌水制御可能なシステムを構築できれば、施設栽培における果菜類の品質制御や計画生産技術に加え、水の貴重な環境での節水栽培への適用も期待できる。

農業に協創モバイルプラットフォーム技術を活用することで、情報科学と農学といった異分野共同研究が促進され、それほど遠くない将来、いよいよ植物との対話ができるようになっていくかもしれない。まだまだ農業に重要な作業(例えば、育苗、定植、施肥、灌水、誘引、摘果、交配、摘葉、玉出し、病

害虫防除、収穫)のごく一部(灌水タイミングのみ)でしかないが、ヒトとAIの協働によって、自然への畏怖と感謝で培われてきた農作業の分業、および負担軽減が図れるだけでなく、多種多様なデータを収集し活用するデータ駆動型農業の延長線上には、人知を超えた革新的な農業の実現があると実感する。

協創モバイルプラットフォーム技術の拡充と連携は、農業分野に限ることなく、さまざまな新産業との協創と、社会的課題の解決や地方創生への貢献に大いに期待される。

文 献

- [1] 西岡 哲朗, 町田 樹, 荒井 大輔, 大岸 智彦, 峰野 博史: “モバイルデータトラフィックの時間的局所性を解消するモバイルデータオフローディングプロトコルの提案,” 情処論, Vol.58(1), Jan. 2017.
- [2] D. Mochizuki, Y. Abiko, T. Saito, D. Ikeda and H. Mineno: “Delay-tolerance-based mobile data offloading using deep reinforcement learning,” Sensors, 19(7), 1674, Apr. 2019.
- [3] 安孫子 悠, 望月 大輔, 齊藤 隆仁, 片桐 雅二, 池田 大造, 水野 忠則, 峰野 博史: “モバイルデータ負荷分散のための遅延耐性を考慮したハンドオーバー制御手法,” 信学論, Vol.J102-B(6), Jun. 2019.
- [4] Y. Kaneda, S. Shibata and H. Mineno: “Multi-modal sliding window-based support vector regression for predicting plant water stress,” KNOSYS, 134(15), pp. 135-148, Oct. 2017.

-
- *1 強化学習: ある環境内におけるエージェントが、現在の状態に対し、取るべき行動を決定する問題を扱う機械学習の一種で、一連の行動を通じて報酬が最も多くなるような方策を学習する。
 - *2 Q学習: 強化学習の代表的な手法の1つで、選択可能な行動の中でどれを選択するかの基準となるQ値を導入し、最も高くなる行動をとるように学習する手法。
 - *3 CNN: 畳込み層やプーリング層という操作を導入したニューラルネットワーク。
 - *4 マルチモーダル深層学習: 五感といった特性の異なる複数の情報を組み合わせた入力データに対し、深層学習を用いることで効果的な特徴量抽出や機械学習を実現する手法。
 - *5 Brix: 光の屈折率を利用して測定される値で、果実の甘さを表す指標としてよく使われる。

外国人の日本語会話学習を支援する 「Japanese Language Training AI」

移動機開発部 おぐり 小栗 しん 伸† たなか 田中 みさ 美紗

日本における外国人労働者は年々増加し、2017年には128万人に達した。しかしながら、従来の外国人向け日本語教育において正確とされてきた読み書きや発音、表現の習得と、実業務での実践的な日本語会話の間にはギャップが存在する。外国人労働者はこのギャップに戸惑い、業務上の支障や、職場での孤立に直面することもある。「Japanese Language Training AI」は、これらの課題を解決すべく開発した、日本語会話学習支援サービスである。

1. まえがき

日本における外国人労働者は年々増加し、2017年には128万人に達した [1]。一方、さまざまな産業で問題となっている人材不足解消のため、出入国管理法改正案が成立し [2]、2019年4月1日の施行以降、一定の専門性や技能を有する外国人労働者の受入範囲が拡大されることから、今後、外国人労働者、受入企業双方における日本語教育のニーズの高まりが予想される。

我々は外国人労働者へのヒアリングを実施した結果、来日前に母国で日本語を学習し、日本語能力試験に合格し、一定水準の日本語を身につけてはいるものの、日本語学校や教科書で学んだ日本語と、業

務の現場で使われている日本語のギャップにより、コミュニケーションがうまくいかず、業務上の支障や職場での孤立が生じ、母国への帰国につながるケースもあることを確認した。

そこで、従来の日本語教育と実業務での会話のギャップを埋めるべく、これまでの例文を覚えることが中心の語学教材とは一線を画す日本語会話学習支援サービス「Japanese Language Training AI」（以下、JLT）を開発した。本サービスは、利用者が実際に話したいと思う会話を自由に作成して練習できる機能を持ち、また、その会話が適切な「言い回し・表現」であるかの判定と、アドバイスも行う（図1）。

開発にあたっては、ドコモの研究開発部門と法人

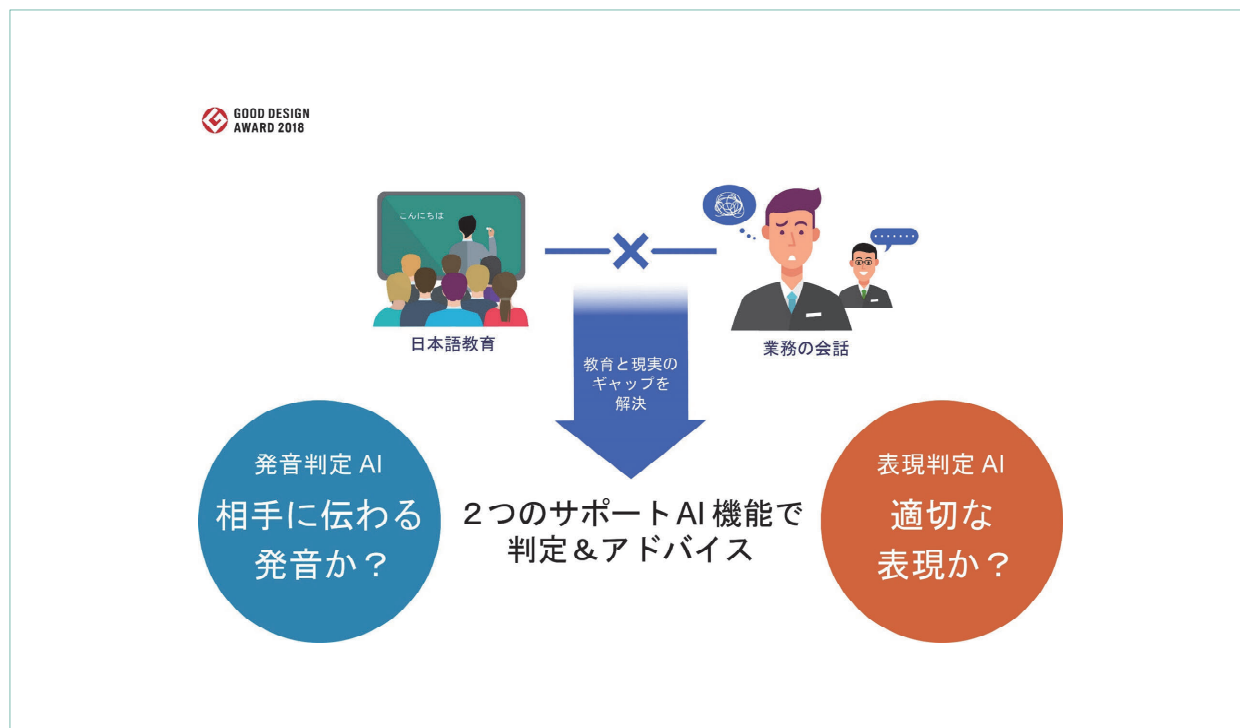


図1 JLTの特徴

営業部門が組織横断的に合同チームを構成し、社会や企業の課題解決に取り組む「トップガン」プロジェクトとして開発を行った。必ずしも実践的とは言えなかった日本語教育の問題点を解決すべく、実証実験を通じた仮説検証、アプリの改善を実施してきた。本稿では、「トップガン」プロジェクトでの取り組みも含め、JLTについて解説する。

2. JLT概要

JLTは、これまでの例文を覚えることを中心とした語学教材とは異なり、ドコモが独自開発したAI（発音判定、表現判定）を活用した機能により、利用者が実際に話したいと思う会話を自由に作成し、日本語ネイティブに伝わる実践的な日本語を学習することを可能にした。

また、JLTでは、実業務で役立つ学習コンテンツ

を各業界や用途（飲食、宿泊、IT、小売、介護、就職活動）向けに提供する（図2）。個社ごとの業務に特化した日本語も学習できるように、学習コンテンツをドコモにてカスタマイズしてお客様へ提供することも可能である。

以下、発音判定機能、表現判定機能、会話作成機能について解説する。

2.1 発音判定AI

発音判定AIは、日本語の例文を読み上げさせ、正確な発音の日本語かどうかではなく、日本語ネイティブに伝わる発音かを判定し、アドバイスを行う機能である。例えば「荷物を お持ち いたします」を「にもつを おまち いたします」と言い間違えても、日本語ネイティブには伝わる。従来の日本語会話学習支援サービスではこれを誤りとしていたが、「Japanese Language Training AI」では文章とし

ては伝わるので「GOOD」と判定した上で、正しくは「おもち」だとアドバイスをを行う（図3）。

2.2 表現判定AI

表現判定AIは、学習者の母国語（現在は英語、ベトナム語に対応）で表示されたフレーズを日本語で発話させ、日本語ネイティブに伝わる表現・言い

回しかどうかを判定し、アドバイスをを行う。例えば「If you take this bus, you can get to the station.」を「このバスで駅に行けます」と表現すると、意味は伝わるので「GOOD」と判定した上で、「このバスに乗れば、駅に着きます」のほうがより良い表現であるとアドバイスをを行う（図4）。また、「このバスで駅に行けますよ」など、文意を正しく表現して



図2 業界や用途ごとの学習コンテンツ



図3 発音判定機能



図4 表現判定機能

いれば異なる表現でも高い評価になることが特徴である。

2.3 会話作成機能

会話作成機能は、利用者が練習したいフレーズを母国語（英語、ベトナム語）でスマートフォンに音声またはテキスト入力すると、オリジナルの学習コンテンツが作成できる機能である。プリインの学習コンテンツの学習だけでなく、「このシーンだったらこのようなことも言ってみよう」という利用者のニーズに応える機能である。

3. JLTの構成と技術

JLTの構成を図5に示す。JLTでは発音判定を端末アプリで処理し、表現判定はサーバにて処理を行っている。発音判定AI技術について解説する。

発音判定AIは、端末アプリ内で動作する点が最大の特徴である。利用者（外国人）の日本語音声から音響モデルを構築し、サーバ側で処理を行う方式もあるが、音響モデルの作成、サーバの構築にコス

トを要する課題があった。我々が開発した発音判定AIライブラリ^{*1}は、練習文のテキストと音声認識結果テキストを用いて、発音の判定を実施する。具体的には音声認識結果を単語ごとに区切り、それらの母音を除去して発音類似度を考慮した子音グループに置換し、正解文テキストに含まれる単語すべてと、音声認識結果テキストに含まれる単語すべてとの組合せに対して類似度を算出する（図6）。

また、JLTは、言淀みを除去して判定を行う機能も実装し、日本語ネイティブには本来伝わる言淀み混じりの発話も適切に判断することができる。外国人が発話した日本語には、言淀み（“Ah”など）および言直しなどが含まれることがあり、これがノイズとなって、日本語ネイティブには伝わる発話であっても判定結果が低くでることがある。例えば、「このバスで駅に行けます」を正解文とした場合、利用者の発話が「このバスで駅にah行けます」というものであったなら、音声認識結果は、そのまま「このバスで駅にあー行けます」になる。つまり、単純に正解文と、利用者の発話の音声認識結果とを比較した場合、「あー」が多いということになり、

^{*1} ライブラリ：汎用性の高い複数のプログラムを、再利用可能な形でひとまとまりにしたもの。

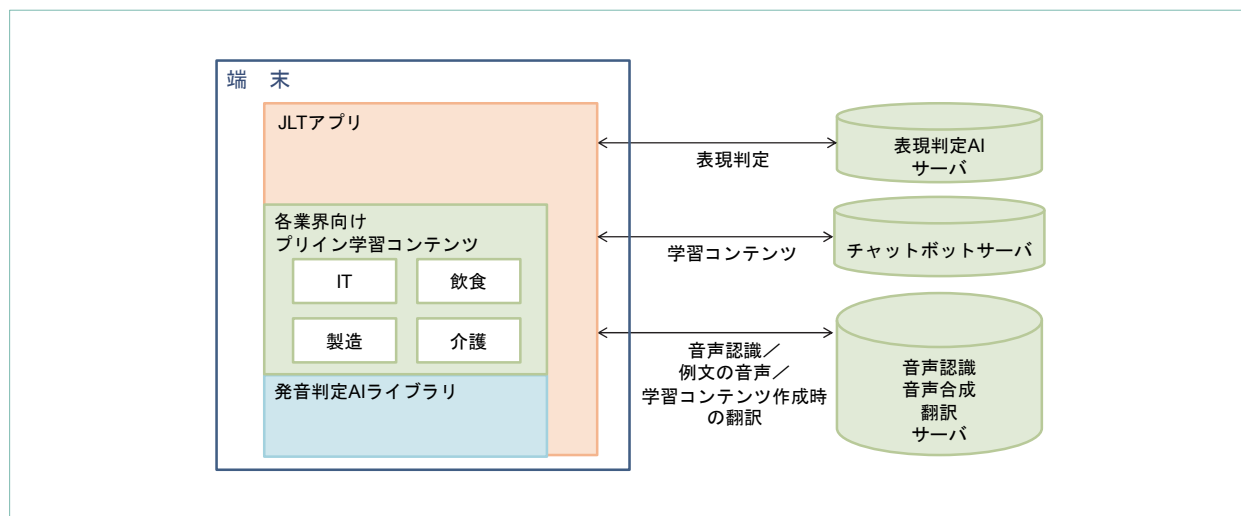


図5 機能構成

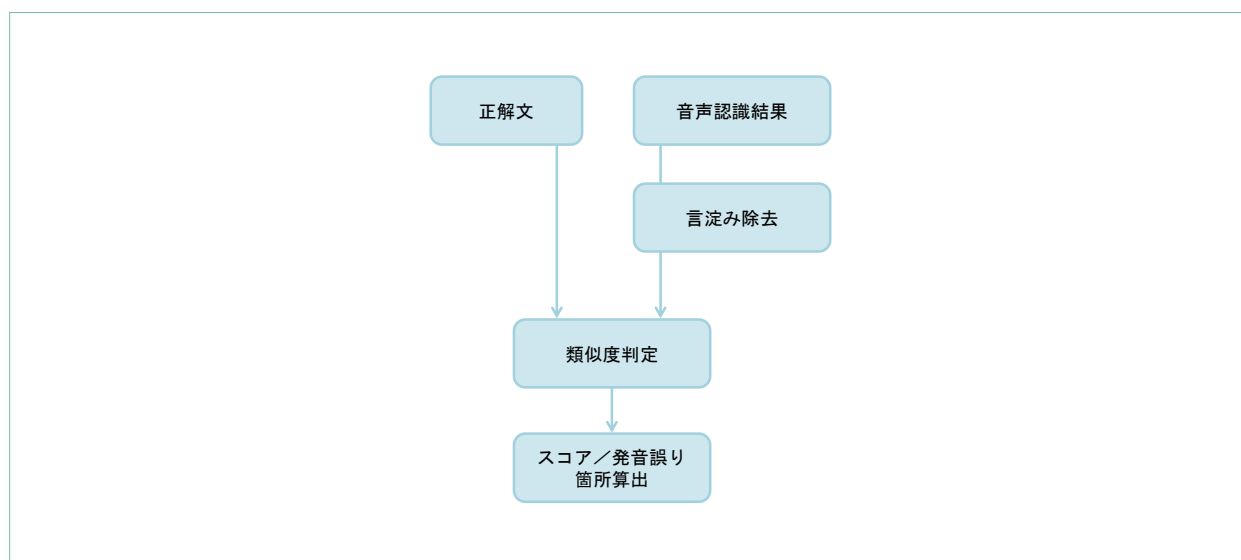


図6 発音判定処理

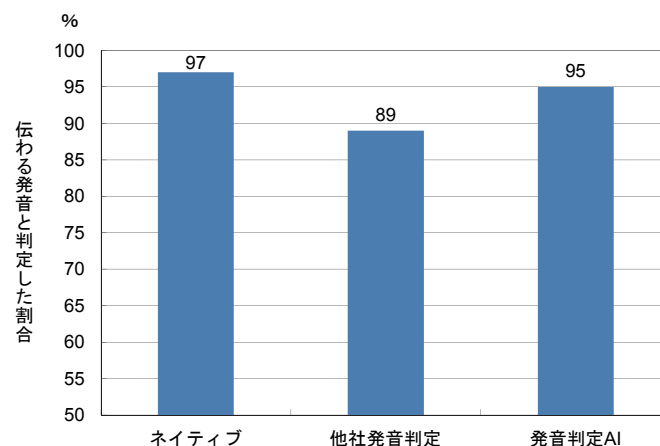
正解文に対して適切なものになっていない「誤り」と判定する。

一方、JLTは、言淀みおよび言直しの部分を除いて判定し、利用者の発話は、正解文に対して適切なものだと判断する。

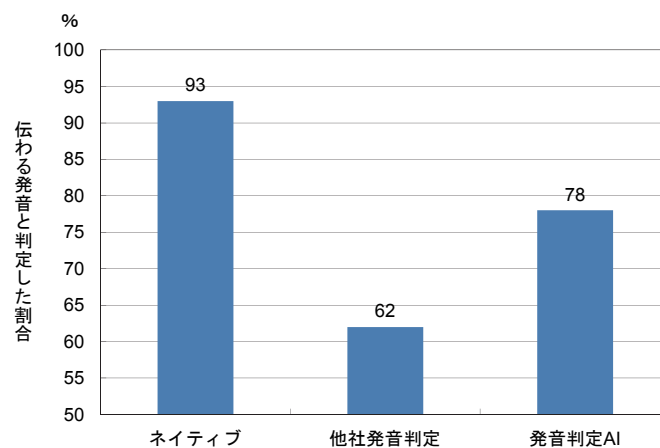
また、発音判定AIは外国人の日本語判定に加え、日本人の英語の判定にも対応している。

英語が得意（TOEIC 800点相当）な日本人と英語が苦手（TOEIC 400点相当）な日本人が英語の例文150文を発音し、英語ネイティブが判定した結果と、他社発音判定システムが判定した結果と、発音判定AIが判定した結果が図7である。

伝わる発音かの判定においては、他社発音判定システムに比べ、英語が得意な日本人発話に関しては



(a)英語が得意な日本人の発話



(b)英語が苦手な日本人の発話

図7 発音判定AI性能評価結果

約5%，英語が苦手な日本人の発話に関しては約16％性能が高い。本結果からも、伝わる発音かの判定において、本技術が有効であることが分かる。

4. FPTジャパンホールディングス株式会社との実証実験

現在JLTの学習支援効果の検証のため、ドコモの

トップガンプロジェクトとして、実証実験を行っている [3]。本稿ではその一例として、FPTジャパンホールディングス株式会社との実証実験を紹介する。

FPTジャパンホールディングス株式会社は、ベトナム最大のIT企業であるFPTソフトウェアの日本法人である。同社は、日本市場において顧客から安心して仕事を任せってもらうためには、技術力はもちろんだが、日本語でのコミュニケーションも非常

に重要だと考えている。そのため、ベトナム人従業員の語学習得に力を入れており、毎週末に日本語講師を招き、在日ベトナム人エンジニアに向けて無料の日本語会話のクラスを開講している。将来的には「FPT日本語学校」を都内にオープンする計画もある。同社の日本語教育に対する取組みの中で、JLT活用の可能性を探るために実証実験を開始した。

実証実験では、同社子会社のFPTソフトウェアジャパン株式会社で働くベトナム人システムエンジニア10名が、IT業界向けの学習コンテンツを組み込んだJLTを利用している。

また、JLTについて以下のような評価の声をいただいた。

- ・ 難易度や状況に合わせた数多くのコンテンツがあることで、社員それぞれに合わせた学習ができ、お客様と社員のコミュニケーションが活性化することが期待できる。
- ・ 自分で表現と言葉を考えなければならないので、会話能力が上がる感じがある。

5. あとがき

本稿では、「Japanese Language Training AI」の概要、および発音判定AI技術、FPTとの実証実験について解説した。JLTは2018年度グッドデザイン賞を受賞し、今後の展開が期待されている [4] [5]。現在、外国人スタッフ・技能実習生の日本語教育に取り組んでいる企業や、外国人の生活をサポートする企業、留学生を支援している団体などへJLTを提供し、外国人スタッフ教育や留学生の面接練習への学習効果に関する検証を進めている [6] [7]。今後

は、多言語対応を進めることで、海外で日本語を学ぶ外国人の方へご利用いただけるよう、対応を行っていく予定である。

文 献

- [1] 内閣府：「外国人労働力について」 Feb. 2018.
https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/minutes/2018/0220/shiryō_04.pdf
- [2] 法務省：「出入国管理及び難民認定法及び法務省設置法の一部を改正する法律案」.
http://www.moj.go.jp/nyuukokukanri/kouhou/nyuukokukanri05_00010.html
- [3] NTTドコモ：「「トップガン」コーポレートサイト「Japanese Language Training AI」」.
<https://www.nttdocomo.co.jp/biz/special/topgun/story06.html>
- [4] 公益財団法人日本デザイン振興会：「2018年度グッドデザイン賞受賞対象一覧「Japanese Language Training AI」」.
<https://www.g-mark.org/award/describe/47048?token=xWAmsMVeej>
- [5] 「2018年度「グッドデザイン賞」を受賞」 本誌, Vol.27, No.2, p.54, Jul. 2019.
- [6] NTTドコモ報道発表資料：「（お知らせ）外国人向け日本語会話トレーニングサービス「Japanese Language Training AI」のトライアル提供開始 ―日本語特有の「発音」や「言い回し」をAIが判定&アドバイス―」 Oct. 2018.
https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2018/10/03_00.html
- [7] NTTドコモ報道発表資料：「外国人向けの日本語会話トレーニング支援プラットフォーム「Japanese Language Training AI」を企業へ提供する実証実験開始～外国人スタッフの教育に活用して、学習効果を検証～」 Apr. 2019.
https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_190418_00.pdf#page=1

機械翻訳における利用ドメインの自動推定

サービスイノベーション部

むらかみ	そういちろう		
村上	聡一郎		
さわやま	あつき	なかむら	としみつ
澤山	熱気	中村	俊允
まつおか	ほうせい	うちだ	わたる
松岡	保静	内田	渉

機械翻訳においては、飲食業や宿泊施設、交通機関といったさまざまな利用ドメインごとの会話の内容や言回し、対訳が異なるため、翻訳性能の向上のためには、そのドメインに適したコーパスを用いて、各ドメイン専用の機械翻訳エンジンを作成することが一般的である。しかし、複数のドメインを対象とした場合、ユーザが複数の翻訳エンジンを選ぶ必要があり、利便性を損なうおそれがある。そこでドコモでは、機械翻訳エンジンの利用ドメインをユーザが入力したテキストから自動推定する技術を開発した。これにより、入力されたテキストに対して最適な機械翻訳エンジンを自動選択することが可能となった。

1. まえがき

近年、日本を訪れる外国人旅行者の数は右肩上がりに増え続け、インバウンド需要が急増している。これを背景に、レストランなどの飲食業や宿泊施設、交通機関などでは、外国人旅行者との円滑なコミュニケーションを図るため、音声認識技術と機械翻訳技術を活用した音声翻訳サービスを導入している。さらに、旅行中の病気や怪我の際に利用される医療

機関においても、診察・治療時の意思の疎通のために音声翻訳サービスが導入され、その利用シーンは広範にわたってきている。

そのような中、機械翻訳の分野では、ニューラル機械翻訳^{*1}が注目されている [1] [2]。ニューラル機械翻訳とは、対訳コーパス^{*2}を用いて大規模なニューラルネットワーク (NN: Neural Network)^{*3}の学習を行うもので、従来の統計的機械翻訳よりも流暢で正確な翻訳が可能となった [3]。

*1 ニューラル機械翻訳：機械学習の手法の1つであるニューラルネットワークを利用した機械翻訳技術。

*2 コーパス：テキストや発話を大量に収集してデータベース化した言語資料。

ニューラル機械翻訳では、ドメイン^{*4}に適した大量かつ高品質な対訳コーパスを用いることで、そのドメインにおける翻訳性能を向上させることができる。そのため、ニューラル機械翻訳をベースとした音声翻訳サービスでは、各ドメイン専用の機械翻訳エンジン^{*5}を用意することが一般的である。しかし、インバウンド需要の急増に伴い、音声翻訳サービスの利用が想定されるドメインも増える。そして、それぞれのドメインに適した機械翻訳エンジンが必要となるが、ユーザにとって利用するドメインごとにどの機械翻訳エンジンを使うか選択するのは煩雑である。

そこでドコモでは、入力したテキストから、そのドメインを自動で識別するドメイン自動推定技術を開発した。これにより、ユーザが音声やキーボードを介して入力した文のドメインを推定し、そのドメインに適した機械翻訳エンジンを自動的に選択して翻訳を行うことができる。

本稿では、音声翻訳サービスの利用シーンを自動推定するドメイン推定技術について解説する。

2. 音声翻訳サービスの課題

海外旅行や外国人旅行者との接客に特化した音声翻訳サービスとして、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT：National Institute of Information and Communications Technology）の音声翻訳アプリVoiceTra[®]^{*6}やログバー社の接客用オフライン翻訳デバイスiii[®]^{*7}、ソースネクスト社の翻訳デバイスPOCKETALK[®]^{*8}などがある。また、ドコモでは、海外旅行時のコミュニケーションや日本国内での外国人旅行者とのコミュニケーションが円滑となるように、スマートフォン用翻訳アプリ「はなして翻訳」を提供している。

このように音声翻訳サービスは、多様な展開をみせ、機械翻訳が幅広いドメインで利用されるように

なった。一方、飲食業や宿泊施設、交通機関などのドメインで翻訳が必要とされる内容、使われる単語や言い回し、およびその対訳はそれぞれ異なるため、ドメインごとに適した専用の機械翻訳エンジンを導入し、その翻訳性能の向上を図ってきた。しかしながら、ユーザが音声翻訳サービスを利用する際に、サービスごとに専用の機械翻訳エンジンを選択するのは手間がかかる。そこで、ユーザが入力したテキストのドメインを推定し、最適な機械翻訳エンジンを自動で選択することができれば、それを回避することができると考えた。

3. ドメイン自動推定

今回、開発したドメイン自動推定技術では、ユーザが入力したテキストから特徴抽出を行い、機械学習^{*9}による文書分類を行うことで、入力テキストの適切なドメインを推定する。

本システムの概要図を図1に示す。図1は、ユーザの入力文が、文書分類器によって、あらかじめ定められたドメインのいずれかに分類され、そのドメイン専用の翻訳エンジンへ翻訳リクエストを送信する流れを表している。ここでいう文書分類器とは、テキストをあらかじめ定められた分類先のいずれかに分類する装置のことである。

3.1 文書分類としてのドメイン自動推定

本技術では、入力テキストのドメインを推定するために、文書分類を行う。文書分類とは、音声翻訳サービスに入力されたテキストをあらかじめ定義したラベルのいずれかに分類することであり、ラベルは、音声翻訳サービスが対象とする飲食業や宿泊施設、交通機関などのドメインのことを指す。一般的に自然言語処理の分野では、文書とラベルがペアになった学習データを用いて機械学習モデルを訓練することで、文書分類器^{*10}を構築する。

^{*3} ニューラルネットワーク（NN）：人間の脳内にある神経細胞（ニューロン）とそのつながりを数式的なモデルで表現したもの。入力層、出力層、中間層から構成され、ニューロンや層の数、層の間のつながりの強さを変更することにより複雑な関数近似を行うことができる。

^{*4} ドメイン：機械翻訳の利用シーンに相当するもの。

^{*5} 機械翻訳エンジン：機械翻訳を行うソフトウェアのこと。

^{*6} VoiceTra[®]：（国研）情報通信研究機構の登録商標。

^{*7} iii[®]：（株）ログバーの登録商標。

^{*8} POCKETALK[®]：ソースネクスト（株）の登録商標。

文書分類器の分類例を図2に示す。この例では、音声翻訳サービスに入力された「再診の受付は5番カウンターになります」というテキストを文書分類器で特徴抽出し、あらかじめ定義したドメインのラベルの中から機械学習手法を用いて適切なドメイン「医療機関」を推定している。

3.2 文書分類器の学習データ

機械学習手法を用いた文書分類器を訓練するため

に、音声翻訳サービスの入力テキストとドメインのラベルがペアになった学習データを使用する。

一般的に機械学習手法では、学習データが多ければ多いほどモデル性能が向上する。また、学習データを構築する際には、ドメインによってペアとなるデータが多い・少ないなどの不均衡な学習データにならないように注意が必要である。これは、データが少ないドメインのテキストの分類精度が低下するという過学習の問題を防ぐためである。

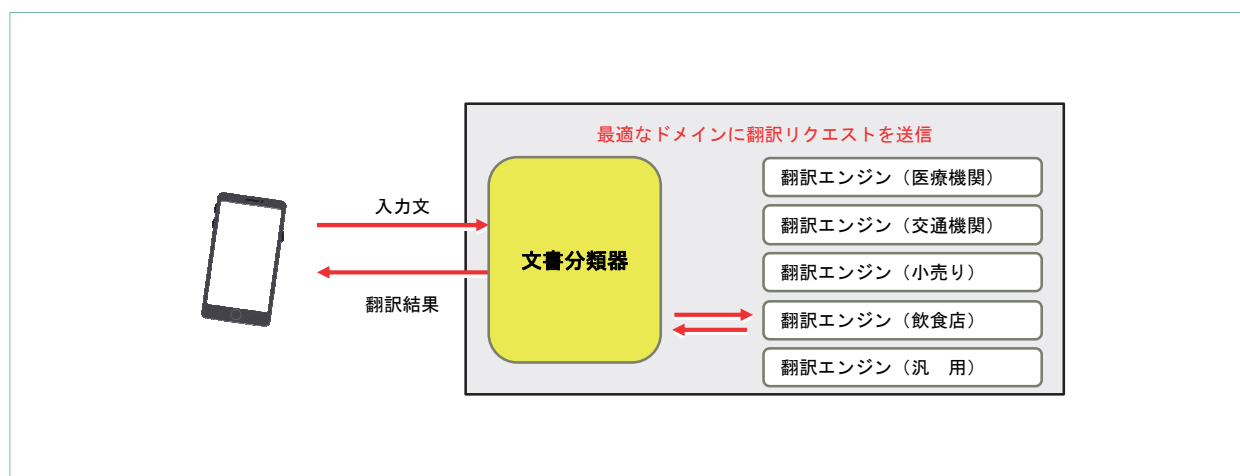


図1 システム概要図

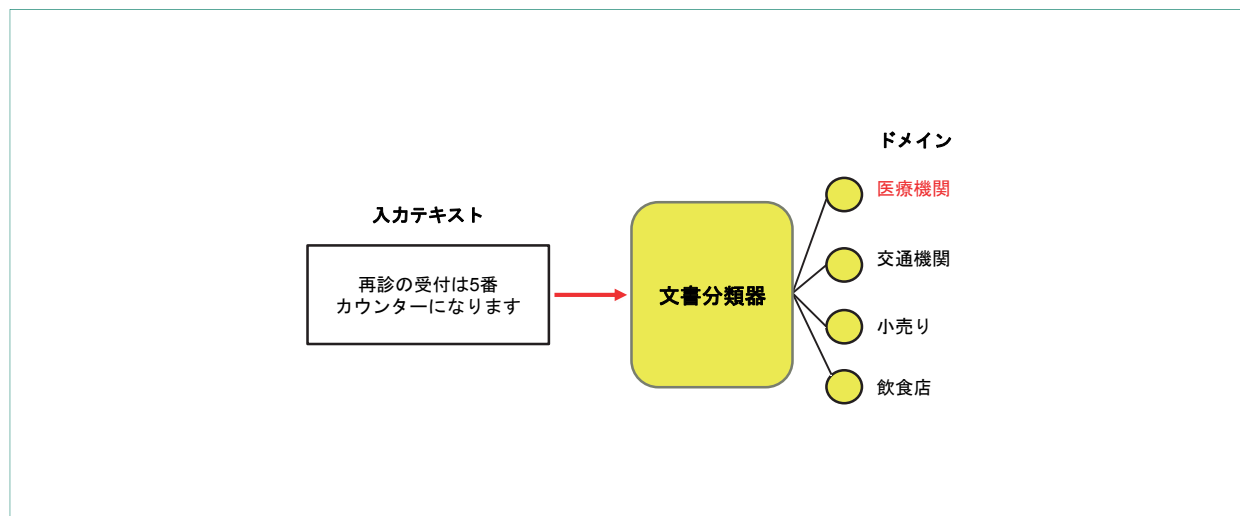


図2 文書分類器の概要図

-
- *9 機械学習：人間が、知覚、経験から知識や判断基準、動作などを獲得していくように、コンピュータにデータから知識や判断基準、動作などを獲得させる技術。
 - *10 分類器：入力を、その特徴量に基づいてあらかじめ定められた分類先のいずれかに分類する装置。

文書分類器の学習データの例を表1に示す。この例では、表中のテキスト「めまいがする場合に、冷や汗をかいたり悪寒を感じたりしますか？」のドメインとして「医療機関」がラベル付けされていることを表している。

3.3 文書分類器の機械学習手法

本システムで使用されるLSTM（Long-Short Term Memory）[4]を用いた文書分類器について

解説する。LSTMとは、NNに再帰結合^{*11}を導入したRNN（Recurrent NN）の一種であり、可変長のテキストを取り扱う自然言語処理の分野で広く使われている。順伝播型NN^{*12}と再帰型NNの概要図を図3に示す。ここで、LSTMおよびRNNは、再帰型NNに相当する。

LSTMやRNNのような再帰型NNでは、NNの中間層において、1つ前の時刻 $t-1$ の内部状態ベクトルを次の時刻 t で引き継ぐことができるため、テキス

表1 文書分類器の学習データの例

テキスト	ドメイン
先生に診てもらえますか？	医療機関
めまいがする場合に、冷や汗をかいたり悪寒を感じたりしますか？	医療機関
ICカードのチャージはできませんので事前にお願致します。	交通機関
天候や道路状況によっては時刻通りに到着しない場合もあります。	交通機関
返品・交換の際はレシートか領収書をお持ちください。	小売り
歯磨き粉はどこにありますか？	小売り
日本酒、焼酎を除いたメニューを全て飲み放題でお楽しみいただけます。	飲食店
ジュースは全て100%で砂糖などは使用しておりません。	飲食店

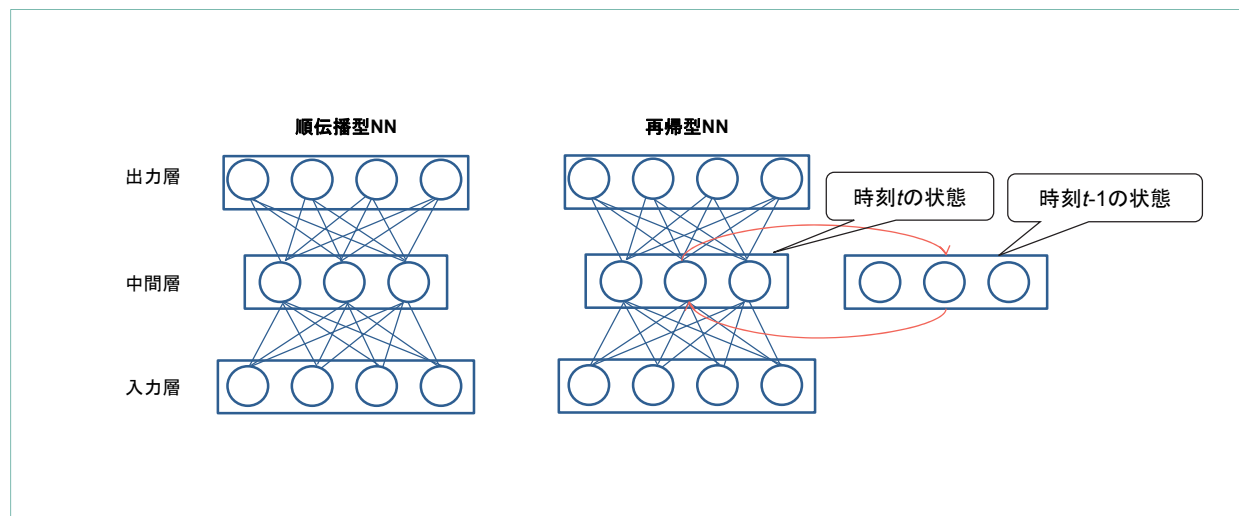


図3 順伝播型NNと再帰型NN

*11 再帰結合：再帰的に結合されること。

*12 順伝播型NN：ネットワークに再帰する結合を持たず、入力層、中間層、最終層の順に、単一方向へのみ信号を伝搬するニューラルネットワークのこと。

トのような可変長の入力を柔軟に取り扱うことが可能となる。また、テキストを時系列に入力できるため、テキストの文脈情報を文脈ベクトルとして、固定長のベクトルで表現することができる。つまり、再帰型NNを用いることで、入力テキストから文脈を表す特徴量^{*13}を抽出することが可能となる。

LSTMを用いた文書分類器の判定例を図4に示す。ここで、LSTMのベクトルの次元数は200とする。LSTMを用いた文書分類器では、NNを用いて入力テキストから作成した固定長の文脈ベクトルを基に、入力テキストがどのドメインに最も適合するかを判定する。まず、「頭が痛いです」という入力文を形態素解析^{*14}により単語分割した入力単語列「頭が 痛い です <EOS>」を獲得する。ここで、「<EOS>」は文の終わりを表す疑似トークン^{*15}である。次に、入力単語列の各単語をベクトル化した200次元の単語ベクトルをLSTMに1つずつ入力し、入力文の文脈情報を表す文脈ベクトルを計算する。最後に、この文脈ベクトルを基にSoftmax関数^{*16}を用いて、入力文がどのドメインに最も適合するかを表す尤度を算出し、ドメイン推定を行う。

3.4 ドメイン推定精度

テキストとラベルからなるペアデータを用いて、LSTMを用いた文書分類器の訓練を行い、テストデータに対する分類精度を計測した。実験では、ドメインとして医療機関、交通機関、小売り、飲食店を定義し、各ドメインのテストデータを1,000文ずつ用意した。

ドメイン推定精度を表2に示す。各ドメインの分類精度（ F 値^{*17}）をみると、おおむね高精度に分類できていることが分かった。また、1文あたりのドメイン推定にかかる平均処理時間は、約12msであり、実用に問題ない程度の処理時間でドメイン推定を行うことができることが分かった。

3.5 利用例

次に、本システムがドメイン推定技術を用いて機械翻訳を行う利用例について解説する（図1）。入力テキストとして、

「このレストランではカリフォルニア産の高級ワインが召し上がれます。」

を用いる。文書分類器を用いて、この文書のドメインの自動推定を行うと、「飲食店」というドメインに

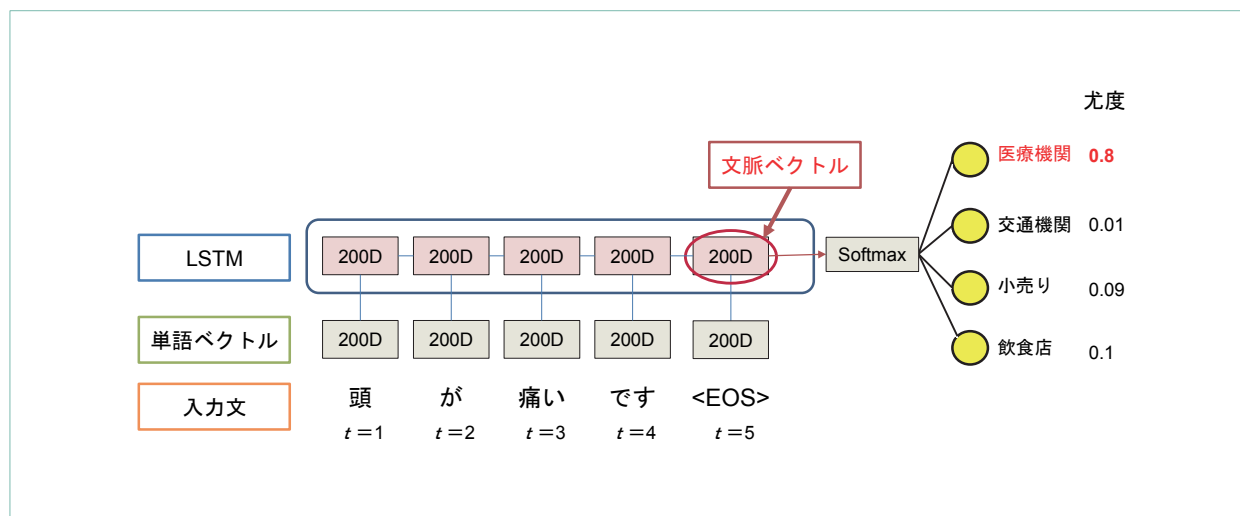


図4 LSTMを用いた文書分類器

*13 特徴量：データから抽出される、そのデータの特徴づける値のこと。

*14 形態素解析：自然言語で書かれたテキストを言語で意味を持つ最小単位である形態素に分割し、それぞれの品詞などを判別する操作。

*15 トークン：テキストの最小単位として扱われる文字や文字列のこと。

*16 Softmax関数：NNの出力の合計を1.0となるよう正規化し、確率値を計算する際に用いられる。

*17 F 値：正確性と網羅性の総合的な評価の際に利用される尺度であり、適合率と再現率の調和平均によって算出される。

表2 ドメイン推定精度

ドメイン	LSTM			事例数
	適合率	再現率	F値	
医療機関	0.99	0.92	0.95	1,000
交通機関	0.95	0.95	0.95	1,000
小売り	0.87	0.94	0.91	1,000
飲食店	0.92	0.92	0.92	1,000

※平均処理時間：1文当り12ms

推定される。次に、この入力テキストを飲食店ドメイン用の機械翻訳エンジンで翻訳を行うと以下のようになり翻訳される。

“You can enjoy California high-quality wine at this restaurant.”

また、この文を汎用の機械翻訳エンジンで翻訳した場合、以下のようになる。

“This restaurant has a high quality wine in California.”

飲食店ドメイン専用の機械翻訳エンジンと汎用の機械翻訳エンジンの翻訳結果を比較すると、専用の機械翻訳エンジンの方がそのドメインで通常使用されるであろうフレーズを用いて流暢に翻訳できることが分かる。

このように、ドメイン自動推定技術を用いて、入力テキストのドメインに対して最適な機械翻訳エンジンで翻訳をすることで、より高品質な翻訳を行うことが可能である。

4. あとがき

本稿では、さまざまなドメインで利用されている

音声翻訳サービスにおいて、ユーザが利用するドメインに合った機械翻訳エンジンで翻訳を行うために、ドメイン自動推定を用いて最適な機械翻訳エンジンを自動的に選択する技術を解説した。

今後の展望として、より高精度なドメイン推定技術の開発やテキスト以外の情報を用いたドメイン推定技術の開発などが考えられる。

文 献

- [1] I. Sutskever, O. Vinyals and Q. V. Le: “Sequence to Sequence Learning with Neural Networks,” Advances in neural information processing systems, pp.3104-3112, 2014.
- [2] D. Bahdanau, K. Cho and Y. Bengio: “Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate,” In Proc. of the 3rd International Conference on Learning Representations, 2014.
- [3] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N Gomez, L. Kaiser and I. Polosukhin: “Attention is All You Need,” In Proc. of Advances in Neural Information Processing Systems 30, pp.5998-6008, 2017.
- [4] S. Hochreiter and J. Schmidhuber: “Long Short-Term Memory,” Neural computation, Vol.9, No.8, pp.1735-1780, 1997.

カスタマイズ性の高い チャットボットを実現する雑談対話技術

サービスイノベーション部 つのもり 角森 ゆいこ 唯子 おおにし 大西 かなこ 可奈子

従来の雑談対話システムは、特定のドメインにしか応答できなかったり、カスタマイズが困難であったりと、利用シーンが限定されてしまう場合が少なくなかった。そこで、ドコモはキャラクター性の付与とシーンにそぐわない不適切発話の除去、システム発話生成部の優先度を変更可能な雑談対話技術を開発した。これにより、利用シーンに合わせたチャットボットのカスタマイズが可能となった。

1. まえがき

近年、スマートスピーカーや「my daiz (マイダイズ)*1」などの対話エージェントが普及している。これらは、主に「アラームをかけて」や「今日の天気は？」のような何らかの意図（タスク）をもったユーザ入力に対応するエージェントである。ユーザにとって対話によるタスク依頼ができることは非常に便利であり、ドコモが2012年3月にリリースした対話エージェント「しゃべってコンシェル」は、非常に多くのユーザに利用され、好評を博した。本アプリケーションは、タスクをもったユーザ入力に対応することを主な目的としていたが、実際にはそのような入力だけでなく、多くの雑談も入力されてい

た。しかしながら、「しゃべってコンシェル」には雑談に対して気の利いた返答を行うような機能はなく、ユーザを満足させるものではなかった。そこでこのようなユーザの雑談欲求に応えるために、ドコモではNTTメディアインテリジェンス研究所の技術に基づき、雑談対話APIを開発し、2013年よりdocomo Developers support [1] にて公開してきた。

一般に、雑談対話システムを搭載した玩具やロボットの利用シーンは多様で、利用ユーザに合わせた応答ができれば、ユーザが長期間利用し続けたいような、継続欲求の高い対話の実現できる可能性が高い。しかしながら、従来の雑談対話システムの多くは、特定のドメイン（対話のトピックの範囲）にしか応答できなかったり、カスタマイズが困難で

あつたりと、利用シーンが限定されてしまう場合が少なくなかった。例えば、子供向け玩具では難しい話題などは避けた方が良い場合があるが、利用シーンに応じてシステム発話にフィルタをかけることは困難であった。雑談対話APIにおいても、同様の課題があった。

そこで、ドコモは、利用シーンに合わせてカスタマイズ可能な雑談対話エンジンを開発した。雑談対話エンジンは「自然対話プラットフォーム」という共通プラットフォームの一部であり、Web上の大規模なデータを利用して発話することで、多様な話題に対応できるオープンドメインな対話を実現している。さらに、カスタマイズ性が高く、あらゆるシーンで利用可能である。具体的には、キャラクター性の付与とシーンにそぐわない不適切発話の除去、

システム発話生成部の優先度の変更により、カスタマイズを行うことができる。

本稿では、カスタマイズ性の高い雑談対話エンジンを実現するための技術について解説し、本エンジンを使用した雑談対話サービス「かたらい^{*2}」の活用例について紹介する。

2. 自然対話プラットフォーム概要

自然対話プラットフォームの構成図を図1に示す。自然対話プラットフォームは、「シナリオ対話」と「意図解釈^{*3}」「知識Q&A」「雑談対話」の4つの基本エンジンで構成されており、それぞれのエンジンを自由に組み合わせることで、あらゆる対話が実現できる。本プラットフォームの一部は「xAIML

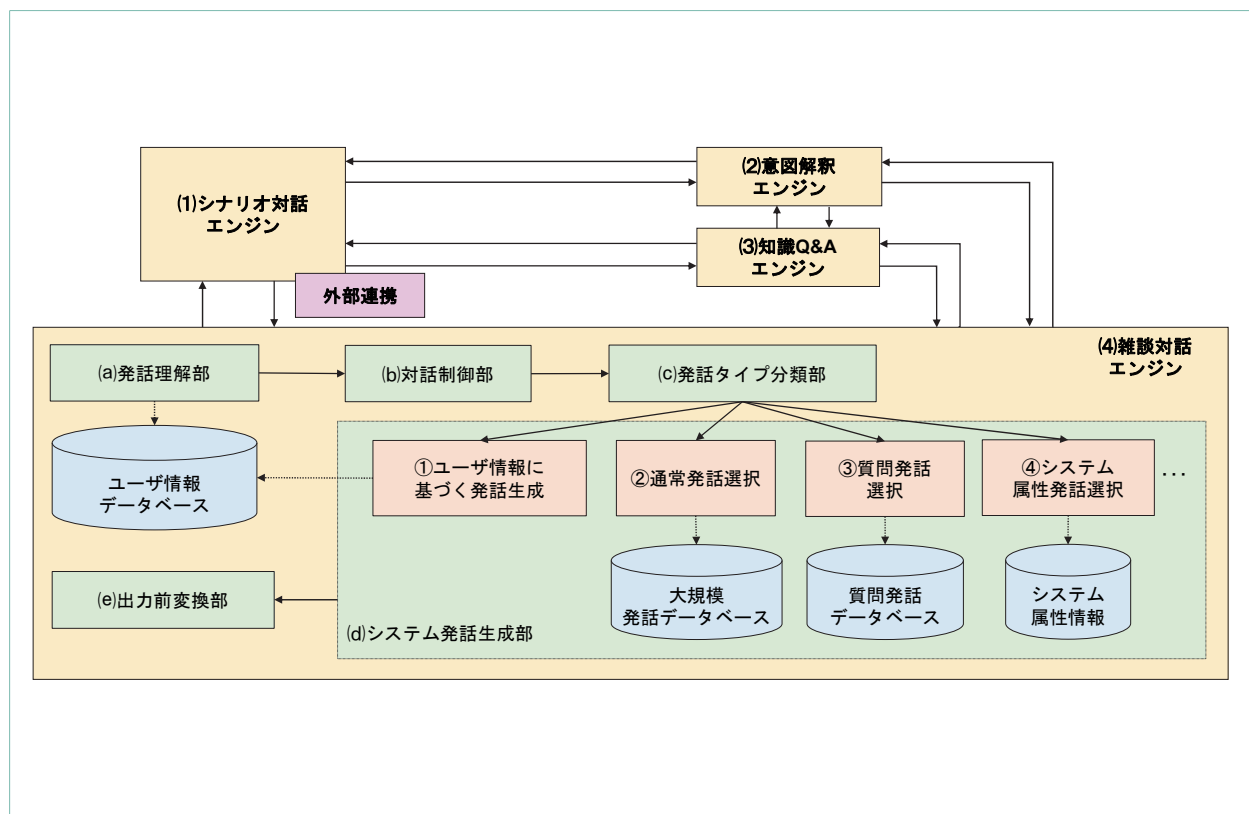


図1 自然対話プラットフォームの構成図

*2 かたらい：(株)NTTドコモの商標または登録商標。

*3 意図解釈：ユーザの発話文章（自然言語）からユーザが意図していることを機械学習などによって特定する技術。ユーザの意図を「タスク」と呼び、例えば、「明日の天気は」「明日は晴れるかな」「明日って雨？」などの文章はすべて天気タスクに判定される。

SUNABA」[2]として、記述言語仕様と開発環境を公開している。

- (1)シナリオ対話エンジンは、あらかじめ用意したシナリオによって、ユーザとシステムとの対話を実現する。ユーザ発話にマッチするシステム発話を用意しておくことで、ストーリー性のある対話を実現できる。また、外部連携機能を使用することで、外部サービスと連携して複雑な対話シナリオを記述することも可能である。対話シナリオは、ソフトウェアエージェント記述言語AIML (Artificial Intelligence Markup Language)^{*4} [3] をドコモが独自拡張した「xAIML」により記述される。xAIMLでは、条件分岐を記述したり、文章の上位概念化や正規化をしたりすることで、より柔軟なマッチングを実現している。
- (2)意図解釈エンジンでは、曖昧な表現が含まれるユーザ発話を「タスク」と呼ばれる発話意図(例：天気、ニュース)に自動的に分類する。さらに、ユーザ発話より、各タスクに必要な情報(例：場所、日時)の抽出も行うことができる。
- (3)知識Q&Aエンジン [4] では、一般的な知識を問うユーザ発話に対して、データベースなどを利用して回答を行う。例えば、ユーザが「富士山の高さは？」と入力すると、システムは「3,776mです」と回答する。
- (4)雑談対話エンジンについては、後述する。

これらの各エンジンが連携することで、より自然な対話を実現している。

3. 雑談対話エンジン

雑談対話エンジンにおける処理の流れと、カスタマイズ機能について述べる。

3.1 処理の流れ

雑談対話エンジンは、ユーザ発話が入力されると、以下の処理を実行する。

- (a)発話理解部では、ユーザの入力文を解析し、焦点(話題を表す単語)と対話行為^{*5} [5] を推定する。また、ユーザ発話に、ユーザ自身に関する情報(趣味や嗜好など)が含まれる場合には、それを抽出してユーザ情報データベースに格納する [6]。
- (b)対話制御部では、これまでの対話の履歴から、次にシステムが出力すべき発話の対話行為を決定する。
- (c)発話タイプ分類部では、機械学習^{*6}のモデルとルールを併用し、次のシステム発話を出力すべきシステム発話生成部のモジュールを決定する。
- (d)システム発話生成部は複数のモジュールを保持しており、発話タイプ分類部で選択されたモジュールにおいて、出力すべきシステム発話を決定する。

ここでは、複数あるうちの4つのモジュールについて述べる。

①ユーザ情報に基づく発話生成

ユーザ情報データベースに格納された情報を使用した発話を出力する(例：「そういえば、読書が趣味って言っていましたよね？好きな本を読んでリラックスしてはいかがでしょうか。」)。

②通常発話選択

焦点と次にシステムが出力すべき対話行為の組合せで、大規模発話データベースから発話を選択する(例：「いちごは美味しいです」)。なお、大規模発話データベースは、焦点とそれに紐づく発話からなり、それらを約4,000万保持している。まず、大量のWebデータを解析することにより、焦点とそれに紐づく「何をどうした」などのような述語と

^{*4} AIML：対話型エージェントを構築するための記述手法の1つ。

^{*5} 対話行為：話者の意図による発話の分類。「共感」や「質問」などがある。

^{*6} 機械学習：サンプルデータから統計処理により、有用な判断基準をコンピュータに学習させる仕組み。

名詞のペアを抽出する。そのうち、一定以上の頻度で出現しているペアのみを採用することで、ノイズを除去する。次に、それらの述語と名詞のペアを平叙文^{*7}に変換し、各対話行為に即した発話文になるよう文末を変換して、発話データベースに格納する [7]。

③質問発話選択

ユーザ情報に関する質問（例：「趣味は何ですか？」）を行い、ユーザ情報を引き出すとともに、話題転換を行う。

④システム属性発話選択

システムの情報を問うユーザ発話（例：「あなたの名前は？」）に対して、システム属性情報を使用して発話を生成する（例：「名前はマリコです」）。

(e)出力前変換部では、選択されたシステム発話を指定したキャラクタの特徴をもつ語尾や特有のワードに変換 [8] し、システム発話として出力する。

3.2 カスタマイズ機能

本エンジンのカスタマイズを行うことで、利用シーンに合わせた雑談チャットボット^{*8}の開発が可能となる。以下、カスタマイズ機能を解説する。

(1)キャラクタ性の付与（システム属性情報，出力前変換部）

システム属性情報としてあらかじめ用意しておくことで、キャラクタのプロフィール情報を発話に使用することが可能である。さらに、キャラクタに関する文書（キャラクタのブログ記事など）があれば、そこから発話文を自動生成することができるため、大規模発話データベースに追加することで、よりキャラクタに特化したトピックに対応できる可能性が高まる。また、出力前変換部において、指定したキャラクタ風の口調にシステム発話を変換することができる。

(2)不適切発話の除去（大規模発話データベース）

利用シーンによって、不適切な発話の定義は異なると考えられる。ドコモは、NTTメディアインテリジェンス研究所の技術協力のもと、焦点とそれに紐づくシステム発話に対して、センシティブ情報のラベルを付与する技術を開発した。「センシティブ」とは、システムの発話として望ましくない可能性があることを表し、例えばモラルに違反する発話やタブー、デリケートな話題や発話が該当する。本エンジンでは、発話データベースに格納されているシステム発話に対して、センシティブ情報のラベル付与を行い、利用シーンに応じて削除するラベルを決定し、そのラベルに紐づく発話をデータベースから除去する。

(3)システム発話生成部の優先度の変更（発話タイプ分類部）

発話タイプ分類部において、次のシステム発話を出力すべきシステム発話生成部のモジュールを決定しているが、その優先度を変更することが可能である。また、複数のモジュールで選択された発話を連結し、1つのシステム発話として出力することも可能である。

4. 雑談対話サービス「かたらい」

雑談対話エンジンは、商用サービス「かたらい」[9]で使用されている。「かたらい」は雑談対話を行うAPI（Application Programming Interface）^{*9}として提供されており、メインの雑談対話エンジンのほか、シナリオ対話エンジンおよび知識Q&Aエンジンを組み合わせることで、より自然な雑談対話を可能にしている。「かたらい」は雑談対話エンジンのカスタマイズ機能を用いることで、さまざまなシーンで利用可能である。以下に、「かたらい」を利用した活用例を示す。

^{*7} 平叙文：疑問文や命令文、感嘆文でない主語・動詞を含む通常の文。

^{*8} チャットボット：音声やテキストチャットを介して、人との会話を自動的に行うプログラム。

^{*9} API：ソフトウェアの機能を他のプログラムから利用できるように切り出したインタフェース。

4.1 コミュニケーションロボットATOM

コミュニケーションロボットATOM^{®*10}（以下、ATOM）は株式会社講談社から発売されている音声対話が可能なロボットである（写真1）。ATOMはネットワークに接続していない状態でも対話を楽しむことができるが、ネットワークに接続することで、「かたらい」を利用したより幅広い対話が可能となる。ネットワークに接続した状態の対話は、シナリオ対話エンジンと「かたらい」を使用して実現している。例えば、ユーザが「流行語について教えて」と言えば、ATOMは何年の流行語が知りたいかを聞き返し、続けて、ユーザが「2000年」と答えれば、ATOMは2000年の流行語について話してくれるといったことが可能である。しかし、もしこの後ユーザが「もうすぐオリンピックだね」と発言した場合、この先はシナリオには記述されていないためシナリオだけでは応答できない。ATOMはシナリオに記述されていない発話が入力された場合に、

「かたらい」を用いて応答するように設計されており、シナリオには記述されていない入力にも応答を返すことができる。膨大なシナリオと「かたらい」に支えられて、ATOMは多様な発話に対して応答をすることができる。

4.2 ドコモオンラインショップ 「オンショ子ロイド」

ドコモオンラインショップに設置されているお問い合わせシステムは、「オンショ子ロイド」と呼ばれるキャラクターが、「予約したい」や「学割について教えて」といった、オンラインショップに関わる質問に対して回答する（図2）。質問応答にはドコモの「FAQチャットボット」が用いられているが、「お腹すいた」や「ハンバーグ食べたい」といった、FAQチャットボットで想定されていない入力がされることが少なくない。「かたらい」と組み合わせることで、FAQチャットボットで答えられない入



写真1 コミュニケーションロボットATOM
(© 2018 TEZUKA PRO / KODANSHA)

*10 ATOM[®]：(株)講談社の登録商標。



図2 ドコモオンラインショップ「オンショ子ロイド」

力に対しては、「かたらい」から回答することが可能である。また、本件のようなFAQチャットボットにはアイコンなどにキャラクタが設定されていることが多いため、名前・趣味などのプロフィールに関する質問をされることが多い。「かたらい」を導入することで、そのような質問にも適切に返答することが可能となる。

5. あとがき

本稿では、カスタマイズ可能な雑談対話エンジンの技術について解説した。本エンジンは、Web上の大規模なデータを利用してシステム発話データベースを構築することで、あらゆるユーザ入力に回答することができ、さらに、利用シーンに合わせた

カスタマイズが可能である。具体的には、キャラクタ性の付与とシーンにそぐわない不適切発話の除去、システム発話生成部モジュールの優先度の変更により、カスタマイズが可能になっている。

すでに展開している商用サービス「かたらい」も雑談対話エンジンを使用しており、カスタマイズ機能により、さまざまな利用シーンに対応している。今後は、実サービスで使われる中で課題を抽出していき、より自然な対話を行う雑談対話エンジンへと改良を続けていく予定である。

文 献

- [1] docomo Developers supportホームページ.
<https://dev.smt.docomo.ne.jp/>
- [2] xAIML SUNABAホームページ.
<https://docs.xaiml.docomo-dialog.com>

- [3] R. S. Wallace : “The anatomy of A.L.I.C.E.,” Parsing the Turing Test, Springer, 2009.
- [4] 内田, はか : “自然文質問への直接回答を実現する知識 Q&A,” 本誌, Vol.20, No.4, pp.6-11, Jan. 2013.
- [5] 目黒 豊美, 東中 竜一郎, 堂坂 浩二, 南 泰浩 : “聞き役対話の分析および分析に基づいた対話制御部の構築,” 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.12, pp.2787-2801, Dec. 2012.
- [6] T. Hirano, N. Kobayashi, R. Higashinaka, T. Makino and Y. Matsuo : “User Information Extraction for Personalized Dialogue Systems,” Proc. of SemDial, 2015.
- [7] C. Miyazaki, T. Hirano, R. Higashinaka and Y. Matsuo : “Towards an Entertaining Natural Language Generation System: Linguistic Peculiarities of Japanese Fictional Characters,” Proc. of SIGDIAL, 2016.
- [8] R. Higashinaka, K. Imamura, T. Meguro, C. Miyazaki, N. Kobayashi, H. Sugiyama, T. Hirano, T. Makino and Y. Matsuo : “Towards an open-domain conversational system fully based on natural language processing,” Proc. of COLING, pp.928-939, Aug. 2014.
- [9] kataraiホームページ.
<https://www.katar.ai/>

Technology Reports

リアルタイム人口統計

渋滞予測

機械学習

豊かで多様性のある社会を支援するAI

東京湾アクアラインの渋滞を「AI渋滞予知」で回避する —携帯電話ネットワークの運用データの統計処理に基づく未来予測の試み—

先進技術研究所

プラットフォームビジネス推進部

第一法人営業部

てらだ まさゆき あかつか ひろと
寺田 雅之 赤塚 裕人
ながた ともひろ
永田 智大
なかにし さとし
仲西 哲志

「AI渋滞予知」は、携帯電話ネットワークの運用データからほぼリアルタイムに作成される「リアルタイム人口統計」にAI技術を適用し、交通渋滞の発生やその規模・時間帯などを予測する技術である。その日の「人出」の状況に基づいて渋滞を予測するため、天候やイベント開催などによる影響を織り込んだ的確な予測を可能とする。本稿では、リアルタイム人口統計とAI渋滞予知の概要を解説するとともに、NEXCO東日本と共同で実施している東京湾アクアラインでの共同実証実験について、その概要と予測精度の評価結果、および共同実験の一環で実施したお客様アンケート結果について紹介する。

1. まえがき

日本国内で頻発する交通渋滞は、長年にわたり大きな社会課題となっており、その経済損失は年間で10兆円以上と試算されるなど [1]、経済活動に大きな悪影響を与えている。また、経済への影響にとどまらず、私たちの日常生活の質を下げる身近な問題でもある。例えば休日の外出の帰り道に渋滞に遭遇することで、せっかくの楽しい思い出も色褪せてし

まった、といった経験をする者も多い。

渋滞しやすい道や曜日・時間帯などは一般的に知られているものの、実際に渋滞するかどうか、渋滞するとしてどのくらいの規模か、いつ始まっていつ解消するか、状況はその日ごとに大きく異なる。例えば、人気がある行楽エリアからの帰り道は頻繁に渋滞する。また、普段はあまり渋滞のない地域でもイベントなどで多くの人が集まった日は、思いもよらない大渋滞に巻き込まれることがある。逆に悪天

©2019 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

※リアルタイム人口統計：モバイル空間統計をリアルタイム化したものの、エリアや属性ごとの集団の人数を示し、個人を特定できる情報は含まない。なお、本人口統計は、モバイル空間統計ガイドラインに従って作成されている。

候などで人出が少ないと、渋滞は小規模になったり、発生しなかったりする。

つまり、帰りの渋滞が実際にどうなるかを予測するためには、出掛けた先の周辺も含め、その日にどのくらいの人出があるかが要になる。この当日の人出を定量的に把握することができれば、帰りの時間帯に発生する渋滞を高精度に予測できるようになることが期待される。

AI渋滞予知は、上記の「人出と渋滞の関係」に着目して開発された、新しい交通状況予測技術である。ドコモの携帯電話ネットワークの運用データから日本全国の人口をほぼリアルタイムに推計する技術である「リアルタイム人口統計」を用いることによって当日の人出を把握し、それに基づいて帰路の渋滞の発生や規模、時間帯などを予測する。

本稿では、リアルタイム人口統計、およびAI渋滞予知の概要と、2017年12月より東京湾アクアラインをフィールドとして東日本高速道路株式会社（以下、

NEXCO東日本）と共同で実施している実証実験について解説する。

2. リアルタイム人口統計

リアルタイム人口統計は、2013年に商用サービス提供が開始されたモバイル空間統計^{*1} [2] のリアルタイム化に向けて研究開発中の新しい人口統計である。日本全国の人口分布を500mメッシュ^{*2}（政令指定都市中心部など一部地域は250mメッシュ）単位で、性年代別（5才刻み）、居住市区町村別などの属性別に推定し、その10分ごとの変動を約20分後に得ることができる。つまり、12:00時点の人口分布は12:20に、12:10時点の人口分布は12:30には知ることができる。

リアルタイム人口統計を可視化した表示例を図1に示す。これは、ある平日の正午時点での人口分布を図示している。各メッシュは人口密度によって色

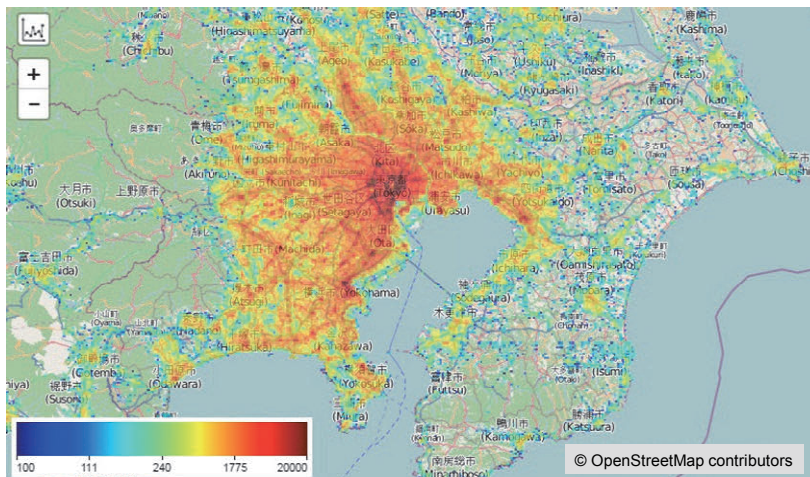


図1 リアルタイム人口統計の例

^{*1} モバイル空間統計：ドコモの携帯電話ネットワークの運用データから「モバイル空間統計ガイドライン」に従って生成される人口の統計情報。基地局エリアに在圏する携帯電話台数の推移に基づいて、基地局エリア情報やドコモの携帯電話の利用率などを加味することにより、個人が特定できない形でメッシュ（^{*2}参照）や市区町村ごとの人口の分布を推計する。

^{*2} メッシュ：緯度・経度に基づき、国土を網の目状に分けた区画。

分けされており、青色→緑色→黄色→赤色の順に人口密度が高くなることを意味する。

図2は、ある年の隅田川花火大会における20:00時点の来訪者数（ここでは通常時と比べたときの人口の増加分を来訪者数と定義する）を500mメッシュ単位で表している。この図では、来訪者の多さを赤色の濃さで表現しており、色が濃いほどそのメッシュに多くの人 coming いることを示す。

隅田川に沿って赤いエリアが固まっており、川沿いに見物客が多く集まっていることが分かるが、その他にも川から東のほうに少し離れたところに2カ所ほど人が集まっているエリアが存在する。後日調査したところ、これらは（少し川から遠いが）障害物が少なく花火が良く見える「穴場スポット」の1つと判明した。

このように「理由はわからないがなぜか人が多く集まっている」エリアの存在や、そこにどのくらいの人出があるかを含め、日本全国における人の集ま

り方の変動を、性年代・居住地などの属性別に、ほぼ即時で定量的に得られることがリアルタイム人口統計の特長である。

3. リアルタイム人口統計に基づく「未来」の予測

リアルタイム人口統計は、人の集まり方の推移、つまり人口分布のダイナミクス（動的に変遷する過程）の把握を可能とする。これは、人の動きと「相関」をもつ社会事象や経済動向に関するダイナミクスを、リアルタイム人口統計から推定できる可能性を示唆する。

相関とは、あるものが増えたり減ったりすると、別のものが増えたり減ったりする、という関係である。たとえば、夏場に気温が高くなるとアイスクリームの売上が増える。逆に涼しいと売上が減る。すなわち「気温」と「アイスクリームの売上」は相

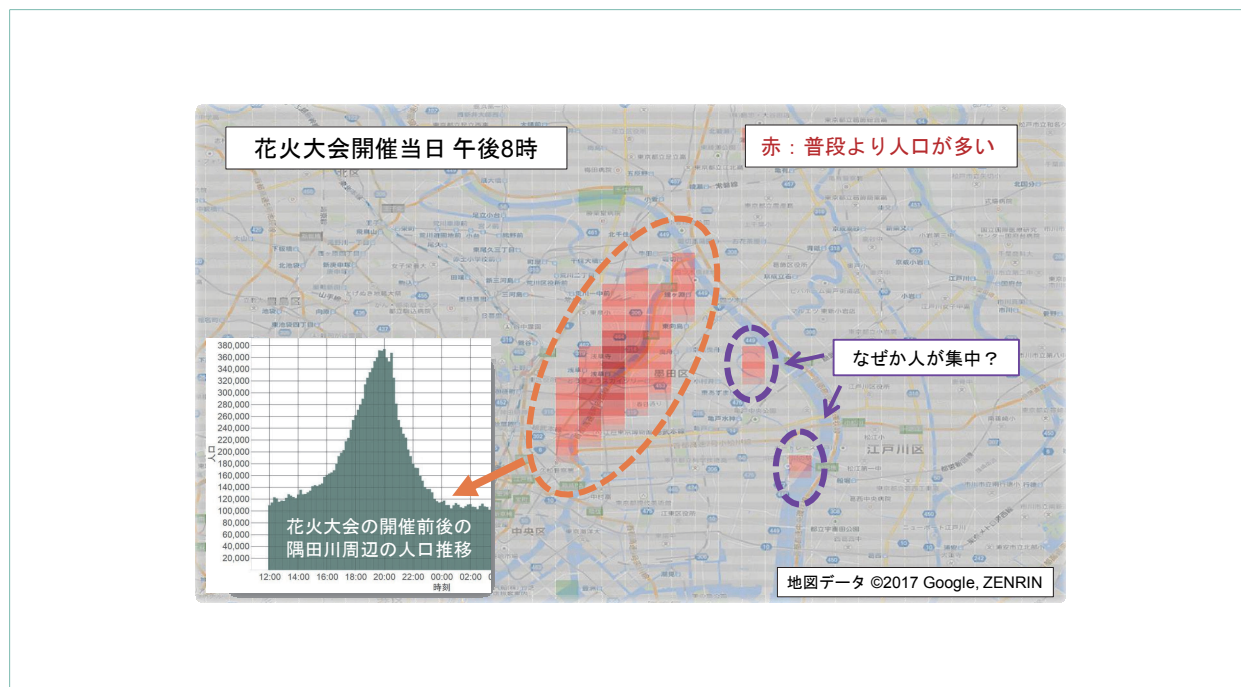


図2 ある年の隅田川花火大会における来訪者数の推計結果

関をもつ。過去の気温変化とアイスクリームの売上実績に基づいて定量的に計算すれば、片方の数値がわかればもう片方もおおむね推定できるようになる。

また、雨が降ると、しばらくしてから川の水位が上がる。雨がやめば、しばらくして水位は下がる。この「(流域の)降水量」と「川の水位」の関係のように、時間差で相関をもつ場合もある。先に変化するほうを「先行指標」と呼び、後に変化するほうを「遅行指標」と呼ぶ。降水量のほうが川の水位よりも先に変化することから、降水量は川の水位に対する先行指標となる。この場合、過去の降水量の変化と(時間差を考慮した)川の水位の変動に基づいてそれらの関係を計算すれば、いままでの降水量からこれからの川の水位の変動を予測できる。つまり、先行指標は遅行指標の「未来」を予測する能力を潜在的に内包している。

したがって、人口の変動と相関をもつ事象の変化は、それを直接観測しなくともリアルタイム人口統計に基づいて推定できる可能性がある。さまざまな社会活動や経済活動は「人の営み」として行われることから、各種の社会事象や経済動向は人々の動きと相関をもつことが多い。特に、降水量と川の水位の関係のように、この相関が時間差をもち、人口が先行指標となる場合には、その社会事象の未来における変化を予測できる可能性がある。

4. AI渋滞予知

「未来」の予測の一例として交通状況の予測がある。ドコモは、あるエリアにおける人口の増減が、そのエリアからの帰り道における交通需要の増減に対する先行指標となることに着目してAI渋滞予知を実現した。交通需要を生み出す源泉である「人口」の観測分布に基づいて予測することにより、従来では困難であった数時間後の交通状況の予測を高精度に実現することを特長とする。すなわち、例えば正

午前後までの人口に基づいて、その日の午後から深夜までの交通状況の推移を予測することができる。

これは、利用者の視点からは、昼食を終えた後などに予測情報をチェックして、その情報に基づいて午後や帰りの行動を考え直す機会が得られるということの意味する。つまり、本稿の冒頭で触れたような「外出の帰りに渋滞に遭遇して楽しい思い出が台無し」という不運を減らすことができる。予測情報に基づき渋滞を避けて行動する人が増えれば、交通需要が時間分散され、渋滞自体の緩和・解消になる。また、渋滞が発生する時間を避けるために例えば夕食を帰宅前にとろうとすると、周辺地域での滞在時間や消費額が増えることになる。このように、予測情報に基づく利用者の行動変容は、交通分散による渋滞緩和と併せ、周辺地域経済の活性化につながることも期待される。

4.1 技術の概要

AI渋滞予知における交通状況の予測は、リアルタイム人口統計により得られる人口分布と、AI技術の一種である機械学習^{*3}技術を応用した手法により実現される。具体的には、過去の一定期間における、ある日の人口分布とその日の交通実績の組合せをあらかじめ学習させ、人口と交通状況の関係を定式化した予測モデル(以下、渋滞予知モデル)を作る。毎日の予測時には、この渋滞予知モデルに対して、その日の昼時点の人口分布を適用することにより、帰りの時間帯における交通状況に関する予測結果を得る。構成イメージを図3に示す。

なお、ここで「人口」とは単に当該エリアにおける人の多さのみを表す数値ではなく、リアルタイム人口統計により得られる人口分布、つまりメッシュ単位の属性別人口であることに注意したい。

例えば、東京湾を横断して神奈川県川崎市と千葉県木更津市との間を結ぶ高速道路であり、後述の実証実験の対象となっている、東京湾アクアラインの

^{*3} 機械学習：事例をもとにした統計処理により、計算機に入力と出力の関係を学習させる枠組み。

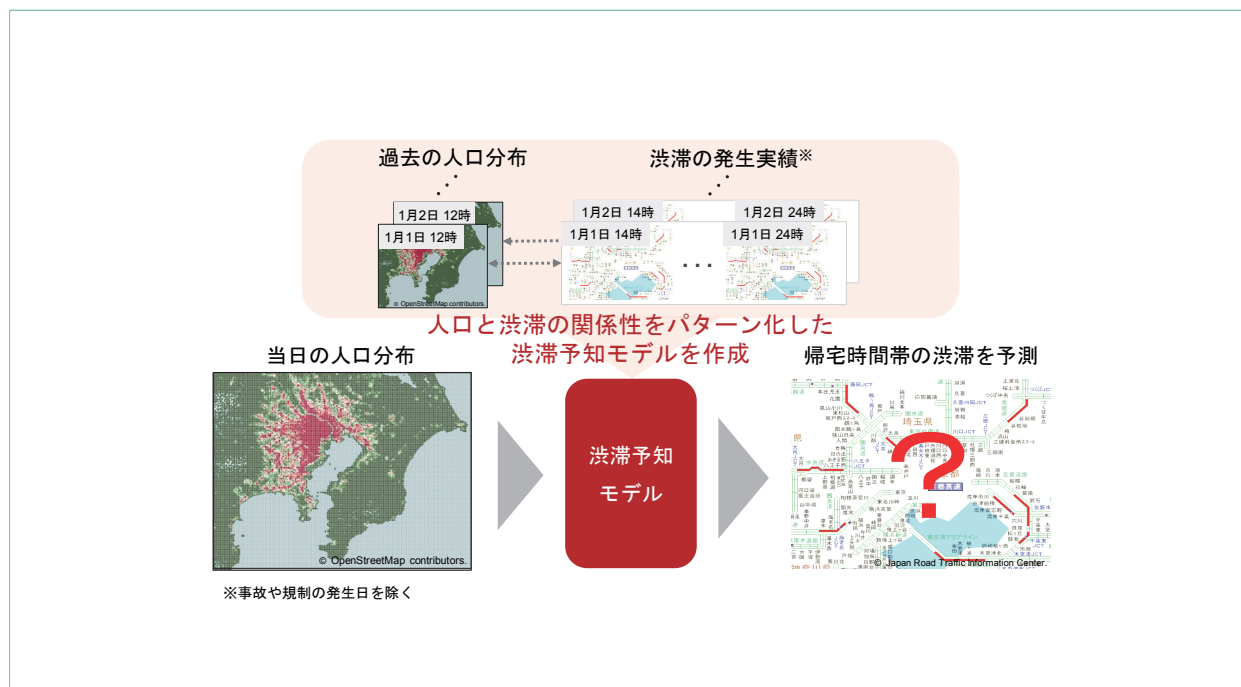


図3 AI渋滞予測の構成

渋滞を予測することを考える。

房総半島で人出が多くとも、それが千葉在住の方々ばかりであれば、それがアクアラインの渋滞に影響することはほとんどない。その一方で、東京や神奈川から来ている人が多ければ、帰宅時間帯のアクアラインの渋滞が激しくなることが予想される。また、同じ東京でも、東京都の東部から来ているのか、西部から来ているのかによって影響の大きさは異なる。

さらに、房総半島のどこに滞在しているかによっても影響の大きさに違いが出る。房総半島の北部にいる人は京葉道路など別の道路を使う人も多く、南端にいる人は東京湾フェリーの利用も考えられる。これらの割合は滞在場所の性質によっても変わりうる。例えば、ゴルフ場にいる人は、他の場所よりも車で来ている場合が多く、さらに早朝から来ているために早めの時間帯に帰路につく人が多いこと、つまり早めの時間帯における交通需要の増加に寄与す

る割合が高いことが予想される。

このように、人口の分布が渋滞にもたらす影響は、単に総人口が多いか少ないかで定まるものではなく、場所や属性ごとに大きく異なる。AI渋滞予測は、リアルタイム人口統計から得られる属性別の人口分布に基づいて渋滞への影響をAIで定式化することにより、それらの差異を織り込んだ予測を実現する。

4.2 東京湾アクアライン実証実験

AI渋滞予測の実用化に向けた有用性検証の一環として、NEXCO東日本と共同で東京湾アクアラインをフィールドとした実証実験を2017年12月から実施している [3]。

この実証実験では、主に休日の夕方から夜にかけて頻発する東京湾アクアライン上り線（川崎方面）の渋滞を昼の房総半島の人口分布から予測する。具体的には、正午時点の房総エリア一帯の居住エリアを含む属性別人口分布に基づいて、14時～24時の時

間帯に発生する渋滞の有無を予測する。さらに、渋滞発生が予想される場合は、その開始・終了時刻とピーク時刻、およびピーク時における渋滞距離を予測する。なお、2018年12月よりお客さまアンケートの結果に基づいて新たな予測方式を導入し、同時間帯における30分ごとの通過所要時間と交通需要を予測している。アンケートの結果と新たな予測方式の詳細は後述する。

AI渋滞予知の予測結果は、NEXCO東日本が運営する高速道路情報サイトである「ドラぷら」を通じて一般ドライバーの方々に毎日提供されている。なお、この実証実験では、渋滞予測の結果とともに、木更津などで食事やショッピングでの割引が受けられるクーポン（「ヨル得クーポン」と呼ばれる）を

併せて提供することにより、帰宅時間帯の分散による渋滞の緩和と地域経済の活性化を促している。本実験の全体イメージを図4に示す。

4.3 予測精度の評価

一般ドライバー向けの予測情報の提供に先立ち、AI渋滞予知の精度評価を実施した。本評価では、2015年1月～2017年4月までの2年4カ月（ただし事故や交通規制の発生日を除く）を評価対象期間とし、LOOCV（Leave-One-Out Cross Validation）^{*4}により期間内の各対象日の渋滞を予測した。なお、学習と検査に用いる正解データとしては、NEXCO東日本が保有する同期間内の交通実績データを用いた。

評価指標には渋滞の「見逃し率」と「空振り率」

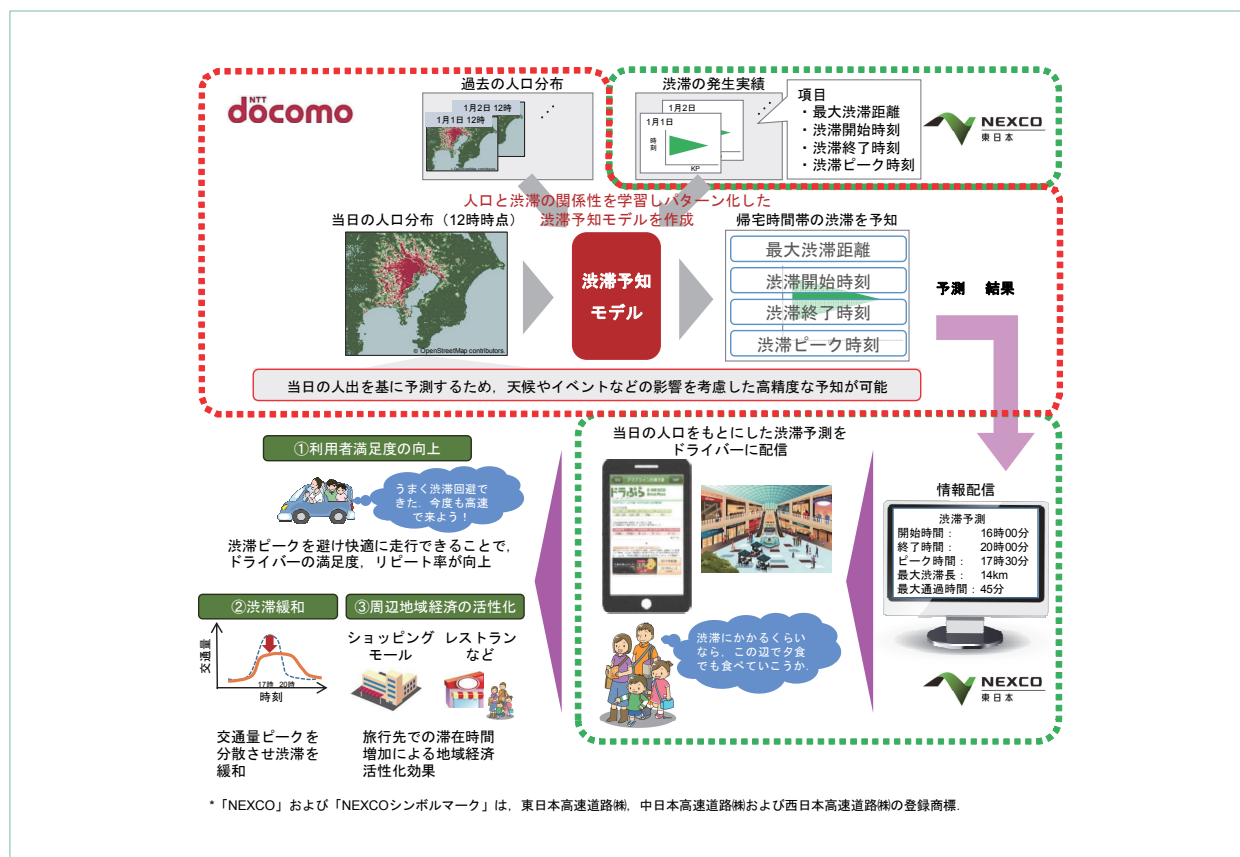


図4 NEXCO東日本との共同実験の概要

*4 LOOCV: 統計的予測器の精度を評価するための検証手法の一つ。一個抜き交差検証とも呼ばれる。

を用いている。渋滞の見逃し率とは、渋滞が発生した日のうち「渋滞しない」と予測した日の割合であり、偽陰性率（FNR：False Negative Rate）に相当する。渋滞の空振り率とは、「渋滞する」と予測したにもかかわらず実際には渋滞しなかった日の割合であり、偽発見率（FDR：False Discovery Rate）に相当する。AI渋滞予知の予測精度について、NEXCO東日本が従来から提供している「渋滞予報カレンダー」をベンチマークとして比較した結果を表1に示す。

渋滞予報カレンダーと比べて、たとえば10km以上の渋滞の見逃し率は6%→1%に、同じく空振り率は18%→0%に、それぞれ大幅な改善を見ることができた。また、特に空振り率について全体的に高い改善効果を得た。なお、この予測にあたっては、曜日や天候、イベント開催情報などの、人口以外の情報は用いていない。つまり、過去の実績を学習した渋滞予知モデルに対して、リアルタイム人口統計による当日の人口分布のみを与えて得られたものである。

4.4 アンケート調査結果と新方式の導入

共同実験の一環として、2018年3月20日から7月9日の期間において、実証実験に関するWebアンケート調査を実施した[4]。アンケートの対象は、東京湾アクアラインおよび千葉県内の観光施設に設置のチラシ、ドラぷら^{*5}ユーザ、ドラとら^{*6}メール配信、バナー広告などでアンケートを認知し、ご協力いただけた方である。アンケート結果の抜粋を表2、図5に示す。

アンケートの結果、全体の9割を超える回答者から「今後も活用したい」との活用意向が得られた。特に、アクアラインの利用頻度が高いと考えられる回答者（アクアラインを半年に1回以上、休日にレジャー目的で利用する、千葉県を除いた関東在住の方）からは、約95%という高い活用意向がみられた。その一方で、今後のAI渋滞予知への期待として、時間帯ごとの情報提供に対する強い要望を確認することができた。これらの活用意向や要望などを踏まえ、30分単位の時間帯別に、アクアラインの通過所要時間と交通需要を予測する新たな予測技術を開発

表1 AI渋滞予知の精度評価結果

(a)発生渋滞距離別の見逃し率			(b)予測渋滞距離別の空振り率		
渋滞距離	見逃し率		渋滞距離	空振り率	
	渋滞予報カレンダー	AI渋滞予知		渋滞予報カレンダー	AI渋滞予知
15km以上	2%	0%	15km以上	6%	0%
10km以上	6%	1%	10km以上	18%	0%
5km以上	7%	3%	5km以上	22%	6%

表2 「AI渋滞予知」の今後の活用意向

	活用したい	活用しない
全体 (n=12,538)	90.1%	9.9%
アクアラインの利用頻度が高いお客様 (n=1,784)	94.5%	5.5%

^{*5} ドラぷら：高速道路に関する情報を中心に、ドライブ旅行に役立つ情報を掲載するサイト。高速料金やルートの検索をすることが可能であり、高速料金や料金割引、サービスエリア、NEXCO東日本管轄エリアの地域などに関する情報を提供する。

^{*6} ドラとら：全国の高速道路の交通情報を掲載するサイト。主にリアルタイムの交通規制や交通渋滞、渋滞予測、交通規制の予定などの情報を提供する。

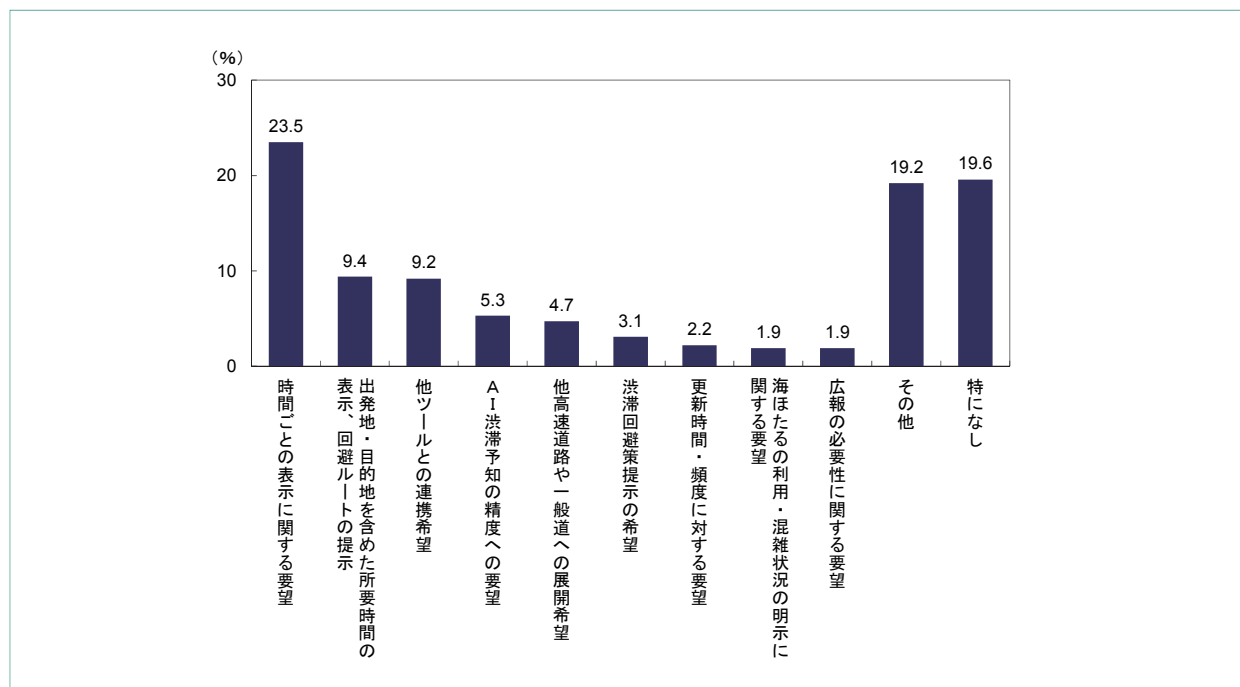


図5 「AI渋滞予知」に関するご意見・ご要望（自由記述欄に基づき集計）

するとともに、ドラぶらにおけるAI渋滞予知の予測情報提供サイトをリニューアルし、それらの情報を提供する新たな実証実験を2018年12月に開始している [4]。

5. あとがき

本稿では、携帯電話ネットワークの運用データに基づき日本全国の「いま」の人口分布を推計する技術であるリアルタイム人口統計、「いま」の人口分布から「未来」の渋滞を予測するAI渋滞予知、およびNEXCO東日本と共同で実施している東京湾アクアラインでのAI渋滞予知実証実験について解説した。

現在、AI渋滞予知は実証実験を通じ、その効果

や課題などの検証を進めており、これらの検証結果を踏まえて実用化に向けた改善と拡張を進めていく予定である。より多くのドライバーが渋滞を避けて快適にドライブができる世界の実現に向け、さらなる技術開発を進めていきたい。

文 献

- [1] 田中 陽菜：“さらば渋滞,” 日経コンピュータ, pp.44-51, Aug. 2018.
- [2] モバイル空間統計ホームページ.
<https://mobaku.jp/>
- [3] NTTドコモ報道発表資料：“（お知らせ）NEXCO東日本とNTTドコモ、東京湾アクアラインにおいて「AI渋滞予知」による渋滞予測実証実験を開始,” Nov. 2017.
- [4] NTTドコモ報道発表資料：“東京湾アクアラインの「AI渋滞予知」が30分ごとの通過所要時間提供へ,” Dec. 2018.

食の多様性を支える「食品判定システム」の開発 ―食の禁忌がある人々がアプリ上で簡単に食品を選ぶことができる―

サービスイノベーション部 こじま せいや 小島 誠也^{†1} ファティナ プテリ^{†2}

飲食において宗教上、文化上の理由により、特定の食材や食べ方をタブーとする食の禁忌がある。宗教により特定の食品の摂取を禁じている例は多く、代表的なものとしてムスリム^{*1}のハラール・ハラーム^{*2}があり、ムスリムには豚肉や豚由来のもの、アルコールなど飲食が許されない食材が多く存在する。また、宗教上、文化上の理由だけではなく、健康上の理由などから動物性食品の一部または全部を避ける食生活を実施しているベジタリアン^{*3}も世界中に多数存在している。

日本では2020年のオリンピックを契機に、さらなる訪日外国人の増加が見込まれ、そこには食の禁忌をもつ人々が多く含まれる。そのため、ハラール認証表示のある食品を増やすなど、これまで以上に食の多様性への対応が必要になってくると考えられる。

従来、日本語が読めないムスリムやベジタリアンが日本のコンビニやスーパーで食品を購入する際には、商品を1つずつ手に取り、日本語で書かれた原材料名を翻訳アプリで確認、もしくは、商品の写真をSNSなどで友人に送り「私はこの食品を食べてもよいのか」と確認して、口にしていよいかを判断し購

入する必要があった。このような不便さから、日本での滞在中の食料を自国からわざわざ持参して旅行に来るケースもある。

そこで、ドコモでは、食の禁忌をもつ人々がコンビニやスーパーで食品を購入する際に、商品棚をスマートフォンなどで撮影するだけで、対象の商品が口にできるか否かを判定することが可能な「食品判定システム」を開発した^[1]。

本システムは2つの機能から構成される。

- ・1つめはドコモの「商品棚画像認識エンジン」^[2]を活用した食品の認識機能である。本画像認識エンジンを用いることで、撮影した商品棚の画像から、陳列されている各商品がそれぞれ何であるかを特定することができる。
- ・2つめは食の禁忌をもつ人のための食品判定機能である。商品の原材料データと食の禁忌に関する情報を組み合わせること（食品判定ロジック）で、その食品がムスリムやベジタリアンなどの食の禁忌をもつ人が口にできるか否かを判定することができる。

©2019 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

†1 現在、ソリューションサービス部

†2 2019年6月末までサービスイノベーション部に在職。

*1 ムスリム：イスラム教の教徒のこと。

*2 ハラール・ハラーム：イスラム法で許された項目のことをハラール、禁じられた項目のことをハラームという。一般には、食材や料理の摂取可否を指す。

*3 ベジタリアン：健康、倫理、宗教などの理由から、動物性食品の一部または全部を避ける食生活を実践する人。

これら2つの機能によって、本システムでは、商品棚をスマートフォンなどで撮影するだけで、対象の商品が口にできるか否かを判定することが可能になる（図1）。本システムを利用することにより、利用者は、食品を手に取り、そのパッケージに書かれた情報を翻訳し、原材料に何が使われているのかを解説する必要がなくなるため、購入にかかる手間を減らすことが可能である。

本稿では、開発した食品判定システムの内容について解説する。

(1)画像認識技術による食品の認識機能

食品判定システムの実現には2つの画像認識技術を用いている。

①ディープラーニング^{*4}を用いた物体検出技術

1つめはディープラーニングを用いた物体検出技術であり、撮影した商品棚の画像の中から、各商品の位置情報を解析することができる（図2）。表示されたオレンジ枠が物体検出の結果であり、

各商品を囲む枠の左上と右下の座標を推定している。ドコモの物体検出技術はディープラーニングを用いているため、事前にどのような物体を検出したいかを物体検出エンジンに機械学習^{*5}させておく必要がある。機械学習用に、さまざまな実店舗の陳列状態の画像とアノテーションデータ^{*6}を数百～数千枚単位で用意した。このデータを学習させることにより、商品が狭いスペースに圧縮されて陳列されている場合であっても商品を高い精度で検出できる。本物体検出技術のアルゴリズム詳細については文献 [3] を参照されたい。

②局所特徴量^{*7}を用いた特定物体認識技術

2つめは局所特徴量を用いた特定物体認識技術であり、前述のように検出された商品領域の部分画像から、そこに写る商品が何であるかを特定する技術である（図3）。商品領域を対象画像として入力し、事前に画像データベースに



図1 食品判定システムの認識フロー

^{*4} ディープラーニング：多層のニューラルネットワークによる機械学習（^{*5}参照）手法。深層学習とも呼ばれる。
^{*5} 機械学習：人間が、知覚、経験から知識や判断基準、動作などを獲得してくように、コンピュータにデータから知識や判断基準、動作などを獲得させる技術。
^{*6} アノテーションデータ：ここでは画像データが何かを示すメタ

データを指す。
^{*7} 局所特徴量：データから抽出される、そのデータの特徴づける量（数値）のこと。本稿における特徴量とは特に画像特徴量とも呼ばれ、画像から検出された特徴点（コーナー点）においてその周辺の輝度分布を特徴づける量である。



図2 物体検出技術



図3 特定物体認識技術

登録された大量の商品画像データと比較し、入力画像と類似する登録画像を判別することによって、各物体領域がどの商品であるかを識別することが可能である。本画像データベースに

はあらかじめ各商品のさまざまな角度の画像を登録しており、登録されている各画像に対して、入力画像との類似度の計算を行っている。ところが、データベース中の画像が大量にあると、

総当りで類似度を計算していたのでは、1枚の棚画像に対して計算時間が数十秒、あるいはそれ以上の時間を要してしまい、実用性を損ねる恐れがある。それを解決したのが、ドコモの特定物体認識技術で、開発したアルゴリズムを用いることで、さまざまな角度の画像をあらかじめ数百万枚登録した大規模なデータベースから1秒以内に認識が可能であり、正面以外の商品画像であっても高速かつ高い精度で認識できることが特長である。本特定物体認識アルゴリズムの詳細については文献[4]を参照されたい。

これら2つの技術を用いて商品の位置とその商品が何であるかを認識している。

(2)食品判定機能

写真中の商品に対する、本画像認識エンジンの認識結果をデータベースと照合することで、食品判定が可能である。データベースには事前に登録した各商品の原材料情報を基にムスリムおよびベジタリアンが口にできるか否かの判定情報が格納されている。食品判定ロジックについては、国内の特にムスリムやベジタリアンに関する食の禁忌について取り組んでいるフードダイバーシティ株式会社の協力の下で実現している。商品の一次原料^{*8}の情報を基に、ムスリムやベジタリアンが口にできるものとできないものを判定している。

(3)アプリケーションの提供

前述の2つの機能を備えた食品判定システムを利用し、フードダイバーシティ株式会社が提供するムスリムやベジタリアン向けのレストラン検索アプリ「Halal Gourmet Japan^{*9}」に、前述の2つの機能を備えた食品判定システムを組み込み、アプリを利用した食品判定サービスのトライアル提供を実施している(図4)[5]。本アプリでは、商品棚を撮影した画像からムスリムやベジタリアンが食べられる食品を色分け表示し、赤枠のものはムスリムが口にす

ることができる食品、青枠のものはムスリムおよびベジタリアンが口にすることができる食品である。また、未登録もしくは口にできない食品については白枠で表示される。色分けされた商品をタップすることで食品の詳細を確認することができ、ムスリムが口にすることができる食品の場合は、「Muslim Friendly」といった情報が表示される。また、詳細画面において、ムスリムやベジタリアンが口にできるものとできないものの判定に加えて、人によって判断が分かれるもの^{*10}について、原材料名を明示したうえで口にできる可能性があることを伝えている(図5)。

本稿では、開発した食品判定システムの2つの機能について解説し、それらを用いた食品判定サービスのトライアル提供を紹介した。

本システムに用いているドコモの画像認識技術は、商品棚を撮影するだけで、そこに陳列されている食品を特定することができるため、各食品に紐づく情報を加えることで、ムスリムやベジタリアンだけでなくさまざまな食の課題を抱える人に対応が可能である。例えば、アレルゲン^{*11}の情報を加えることで、種々のアレルギーをもつ人が口にすることができる食品を判定することが可能であるほか、低たん

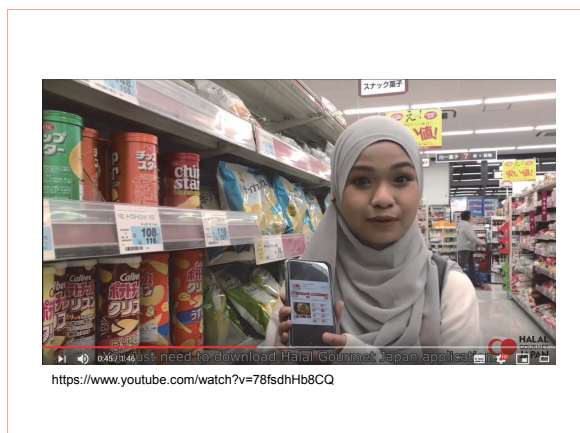


図4 食品判定サービスのトライアル提供

^{*8} 一次原料：最終製品を直接構成する原材料のこと。特に食品においては、製品ラベルに記載されている原材料。

^{*9} Halal Gourmet Japan：フードダイバーシティ株式会社が運営する、ムスリム向けレストラン情報の検索などが可能なスマートフォンアプリケーション。

^{*10} 人によって判断が分かれるもの：本システムでは生クリームなどを対象としている。ムスリムの判断は「アッラーと自分自身の間にある約束」に基づくものとされるため、食品を口にできるか否かは最終的に各個人に委ねられ、その基準は一律ではない。



図5 「Halal Gourmet Japan」の食品判定サービスの利用イメージ

ぱくや低糖質、さらには好き嫌いなどにまで対応した判定をすることも可能である。今後はこれらの判定に対応していく予定である。

また、現在は登録されている食品の種類や数が限定的であるが、今後、食品事業者および小売事業者との連携により本システムで判別できる食品の種類・数を拡大していく。

これにより、さらにスムーズに食に関するさまざまな制限に対応可能となり、増加する訪日外国人にとっても、日本が食に関して安心・安全な場であると認識してもらえることに大きく期待する。

文 献

- [1] NTTドコモ報道発表資料：“（お知らせ）ムスリムやベジタリアンが購入可能な食品がアプリ上でわかる「食

品判定システム」を開発 ―商品棚をスマートフォンで撮影するだけ―,” Sep. 2018.

https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2018/09/26_01.html

- [2] NTTドコモ報道発表資料：“（お知らせ）商品棚画像認識エンジンを開発 ―ドコモのAI技術により、商品棚の配置状況が一目でわかる―,” Mar. 2018.

https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2018/03/01_01.html

- [3] 赤塚，ほか：“画像認識を用いた商品棚解析ソリューション ―画像から商品の陳列情報を一括把握―,” 本誌, Vol.26, No.2, pp.22-30, Jul. 2018.

- [4] 赤塚，ほか：“高速大規模画像認識エンジンの開発とAPIの提供,” 本誌, Vol.23, No.1, pp.14-20, Apr. 2015.

- [5] HALAL MEDIA JAPAN：““Just Take a Picture” and You Will Know Which Products are “Muslim-Friendly”.” <https://www.youtube.com/watch?v=78fsdhHb8CQ>

*11 アレルゲン：アレルギー症状を引き起こす原因となる物質。食物性のもものでは、特に発症者数や症状の重症度が高い品目が特定原材料として定められており、えび、かに、小麦などがある。

Technology Reports

内線電話ソリューション

電話会議サービス

オフィスリンク

オフィスリンク基盤を活用した 新電話会議システム 「オフィスリンク音声会議サービス」

ネットワーク開発部

なかむら

中村

たく

拓

たかみ

鷹見

ともひろ

友博

はやかわ

早川

まさひろ

方博

ドコモ・テクノロジー株式会社 コアNW事業部

みよし

三好

じゅんぺい

淳平

ドコモの法人向け音声系サービスとして、法人ユーザの既設固定電話と業務用携帯電話間で内線通話を実現する「オフィスリンク」を提供している。本サービスは内線が企業オフィス内だけでなくFOMA/Xi (VoLTE) エリアにおいても利用可能なことから、ご好評いただいている。このたび、その付加サービスとして、オフィスリンク基盤上に新電話会議システムを組み込んだ、「オフィスリンク音声会議サービス」を開発した。本稿では、本サービスの概要・技術トピックを解説する。

1. まえがき

ドコモでは、2010年9月から、企業PBX (Private Branch eXchange)*1とFOMA網を接続し、ドコモの携帯電話でも企業内の内線を利用できるサービス「オフィスリンク」を提供してきた [1]。文字どおりオフィス以外の場所で内線が使用できるというものである。そして、近年、企業内の内線によるコミュニケーションも、一対一の通話だけではなく、多対多による会議にも対応できる形態へとニーズの拡がりをみせている。そこでドコモでは、すでに

ネットワークサービスとして実現している内線サービス、「オフィスリンク」のシステムに、新たに電話会議サービス機能を開発し、外線だけでなく内線による一斉同報サービス「オフィスリンク音声会議サービス」を提供する。本システム実装においては、ユーザ利便性の向上のためのWebカスタマーコントロール*2 (以下、Webカスコン) 機能の充実、および設備利用効率の最大化を考慮し、大人数会議を1つのサーバで処理する際の設備の分割損の軽減を図った。これにより、付加価値の高まった内線電話ソリューションの新たな展開が期待される。

©2019 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

*1 PBX：企業の構内交換機で、内線接続機能に加えて外線接続機能をもつもの。

*2 Webカスタマーコントロール：PC／スマートフォン／i-modeのブラウザからアクセス可能なオフィスリンク基盤内のWebサイト (Webカスタマーコントロールサイト)。Web画面からユーザが会議や会議開催設定・修正を行うことができる。

本稿では、「オフィスリンク音声会議サービス」の概要について、その実現方式とともに解説する。

2. オフィスリンク音声会議サービス提供内容

2.1 サービス概要

ドコモでは、全国のFOMA/VoLTE（Voice over LTE）^{*3}で内線を利用できる「オフィスリンク」の付加サービスとして、「オフィスリンク音声会議サービス」の提供を開始した。今までドコモにて提供していたボイスミーティング^{*4}サービスでは、外線からの会議参加のみを対象としていたが、本サービスでは、オフィスリンク基盤を活かして内線でも利用可能となる。本サービスにより、お客様は国内であれば場所を問わず内線番号で一斉同報が可能となり、その通話料はオフィスリンク定額料金に含まれるため、従来の外線発信による通話料金を削減することが可能となる。「オフィスリンク音声会議サービス」および各種サービスの特徴を表1に示す。

2.2 オフィスリンク音声会議サービスの提供機能

「オフィスリンク音声会議サービス」は、参加型および呼出型の電話会議形態でも利用可能で、オフィス内で利用される内線、および一般の携帯電話・固定電話からの外線、両方からの接続に対応する。本サービスで提供する参加型会議、呼出型会議について述べる。

(1)参加型会議

参加型会議は、各会議参加者が会議用番号へ発信することで参加可能となる会議形式である。事前に会議主催者がWebカスコン上で会議を予約する。会議開催時刻になったら、会議主催者は会議開催操作を実施する。会議開催の方法は、会議主催者の端末から会議用番号に発信する方式とWebカスコン画面から会議を開催する方式の2つがある。会議参加者は、会議開催後に各自の端末（自身の携帯電話、社内の内線など）からあらかじめ周知された当該会議番号へ発信すれば、会議への参加が可能となる。利用の流れを図1に示す。

参加型会議は、事前参加者登録が不要なため、参加者は任意の端末から参加が可能である。そのため、定例の会議や会議参加者が事前に決まっていない会議に利用できる。

(2)呼出型会議

呼出型会議とは、設定された参加者を会議開始時に呼び出す会議形式である。事前に会議主催者がWebカスコン上で会議予約をし、会議参加者の登録を行う。「オフィスリンク音声会議サービス」のシステム側から会議開始時に参加者リスト全員の端末へ一斉に呼出しを掛け、会議参加者が応答することで会議参加できる。会議開催の方法は、参加型会議と同様に会議主催者の端末から会議用番号に発信する方式とWebカスコン画面から会議を開催する方式の2つがある。利用の流れを図2に示す。

呼出型会議は、事前に会議参加者の登録が必要のため、緊急の情報共有会議など呼出しする参加者が明確に決まっている会議に利用できる。

表1 オフィスリンク同報サービス、ボイスミーティングサービス

サービス名称	会議タイプ	端末種別	最大参加メンバー数
オフィスリンク音声会議サービス	参加型／呼出型	内線／外線	200名
ボイスミーティングサービス	呼出型	外線	200名

^{*3} VoLTE：LTE無線を利用しパケット交換技術を用い、音声サービスを提供する機能。

^{*4} ボイスミーティング：外線発信で一斉同報が可能なサービスである。2019年1月7日から参加型の電話会議形態の提供を開始している。

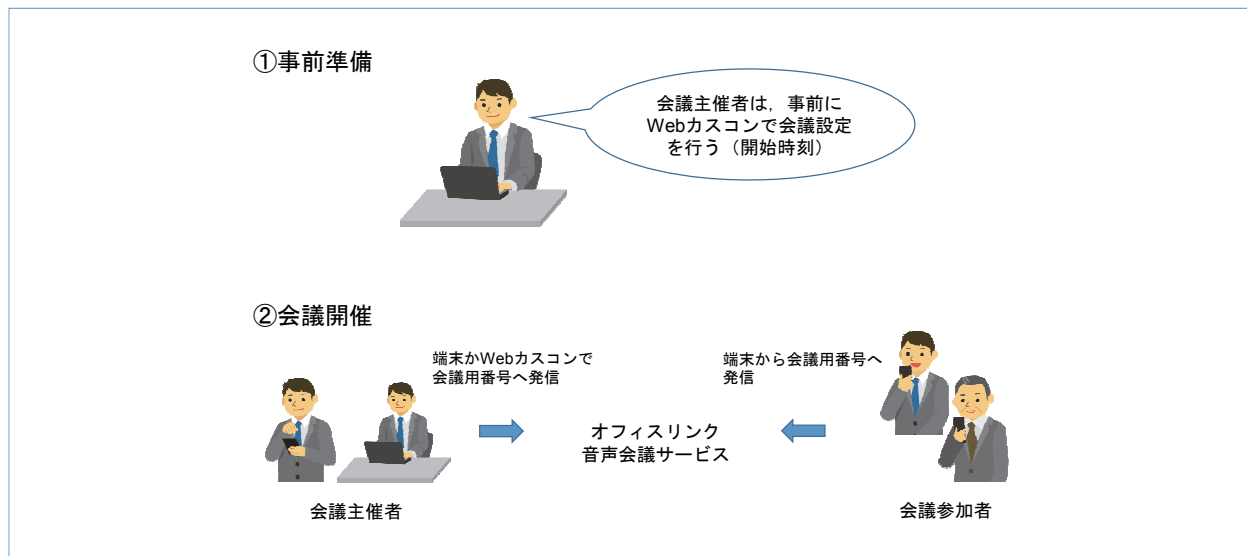


図1 参加型会議の利用の流れ

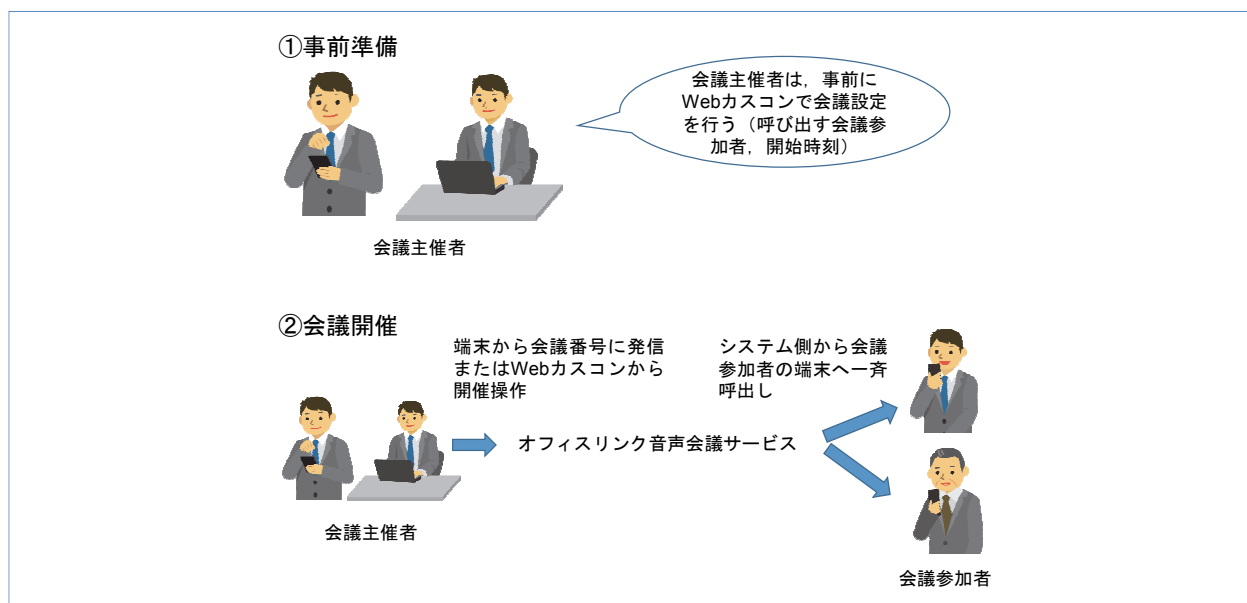


図2 呼出型会議の利用の流れ

3. オフィスリンク音声会議サービスのシステム概要

3.1 システム構成

「オフィスリンク音声会議サービス」のシステム

構成を図3に示す。

本サービスは、従来の内線電話を管理・ルーティングする①オフィスリンク基盤のシステム構成に、内線・外線どちらからもアクセス可能な電話会議サービスが提供可能な「②会議サーバ」「③会議情報管

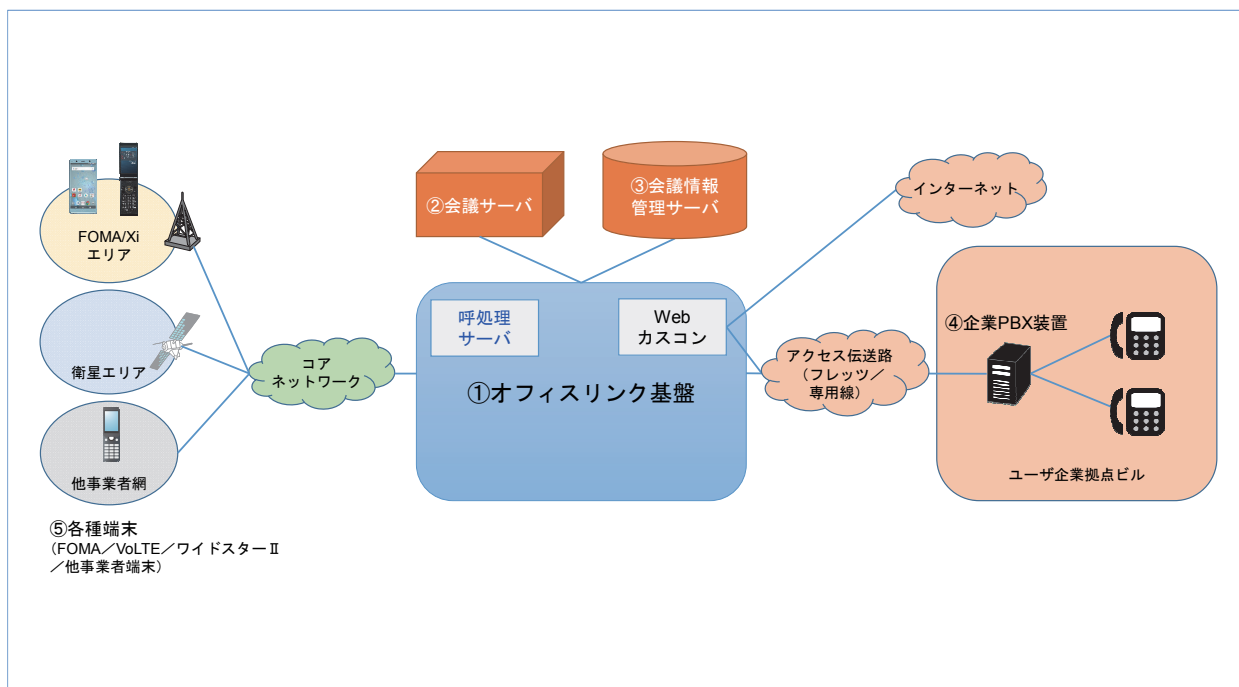


図3 オフィスリンク音声会議サービス システム構成概要図

理サーバ」を、新たに組み込んでいる。電話会議サービスの呼制御・音声転送は従来の「オフィスリンク」と同様にコアネットワーク^{*5}とオフィスリンク基盤を利用し、会議サーバでは接続された端末の音声のミキシング・配信を行う。

3.2 機能分担

①オフィスリンク基盤

オフィスリンク基盤の呼処理サーバで提供している発着信呼制御、音声転送制御機能を「オフィスリンク音声会議サービス」にも機能提供する。また、参加型会議における参加者リスト登録などの会議設定は、オフィスリンク基盤にて従来より提供しているWebカスコンで機能提供する。

②会議サーバ

会議サーバは、電話会議を管理し会議開催要求を受け、会議の開設を行う。

会議開催後は、電話会議のU-Plane^{*6}処理として「オフィスリンク音声会議サービス」における音声のミキシング、参加端末への同報配信、DTMF（Dual-Tone Multi-Frequency）音^{*7}検出を行う。

③会議情報管理サーバ

会議情報管理サーバは、会議主催者によるWebカスコンからの予約に基づく会議情報の管理・承認や、参加者リストに基づき呼処理サーバへ会議呼出しなどを行う。

④企業PBX装置

アクセス伝送経路でオフィスリンク基盤に接続し、お客様拠点内のIP内線電話を用いて「オフィスリンク音声会議サービス」の利用を可能とする。

⑤各種端末（FOMA/VoLTE/ワイドスターII^{*8}/他事業者端末）

「オフィスリンク音声会議サービス」利用時は、

^{*5} コアネットワーク：交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワーク。移動端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。

^{*6} U-Plane：制御信号の伝送路であるC-Plane（Control Plane）に対し、ユーザデータの伝送路。オフィスリンク基盤におけるユーザデータはVoIP通話音声（RTP/RTCP）を指す。

^{*7} DTMF音：プッシュ信号とも呼ばれる。0から9までの数字と*、#、AからDまでの高音と低音のそれぞれ4種類の組み合わせで計16種類の信号送出ができる。

^{*8} ワイドスターII：ドコモが提供する衛星電話サービスの名称。

各端末番号への発着信による会議サーバへの接続およびDTMF音送出による会議操作（発言権の取得など）を行う。いずれも既存の電話機能で利用が可能。ドコモ網在圏のFOMA/VoLTE端末はオフィスリンク内線番号においても発着信が可能である。各種端末とオフィスリンク基盤間の通信はすべてVoIP通信で、回線交換などの非VoIP通信はコアネットワークにて終端されVoIP通信に変換される。

3.3 会議サーバ多段接続方式

「オフィスリンク音声会議サービス」では、同じ会議のメンバの音声を会議音声としてミキシングする必要がある。本サービスは最大200人同時接続が可能のため、同時に複数の大人数会議を処理する場合、単一の会議サーバでは接続チャンネルが不足し会議開催ができず、残余チャンネル数を超える人数の会

議が発生した場合、単一の会議サーバの接続チャンネルを100%使いきれず設備利用効率が低下する懸念がある。

そこで、1会議の参加メンバ人数分のチャンネルを1台の会議サーバで賄えない場合、複数の会議サーバを多段接続して会議を開催することを可能とした。本接続方式を図4に示す。本方式で各会議サーバの少ない残余チャンネルを多段接続し、大きな会議を提供可能とし、これにより、会議サーバの接続チャンネルの利用効率を最大限にでき、接続チャンネル不足で会議開催不可を回避できるようになった。

4. 新サービスの実現方式

4.1 同一会議における内線と外線の混在方式

「オフィスリンク音声会議サービス」が提供する電話会議は、それぞれ会議用番号を設定できる。会

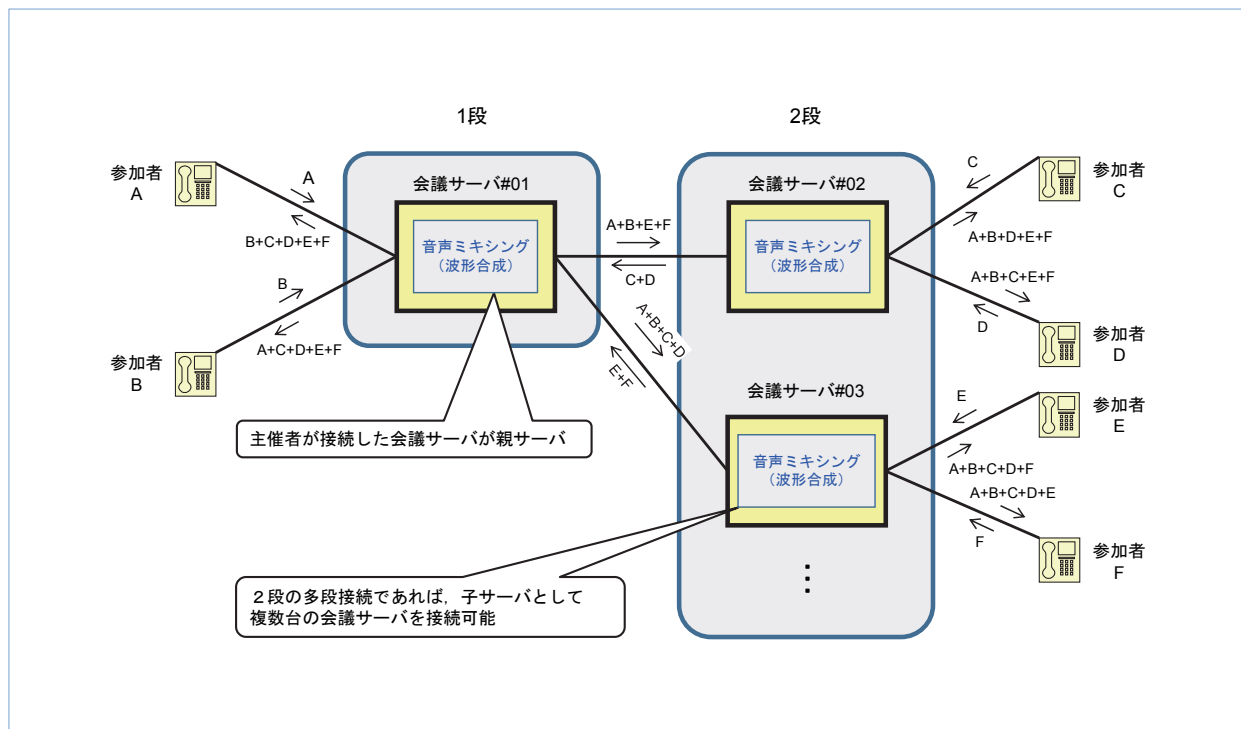


図4 多段接続方式

議用番号は参加型会議時の発信先番号、呼出型会議時の発信元番号となる。

会議用番号は会議ごとに利用者により任意に設定される内線番号およびドコモから一時的に利用者に払い出される050番号により構成されている。内線番号の設定は会議参加者がWebカスコンから会議設定画面より設定することができる。これにより会議参加者の所持する端末に応じて、内線および外線

両方から同一の電話会議に参加が可能となった。

4.2 参加型会議のシステム動作

参加型会議の開催シーケンスを図5に示す。「オフィスリンク音声会議サービス」に接続可能な端末はオフィスリンク基盤上ではすべてVoIPにて処理されるため、開催シーケンスは端末種別によらず同一となる。

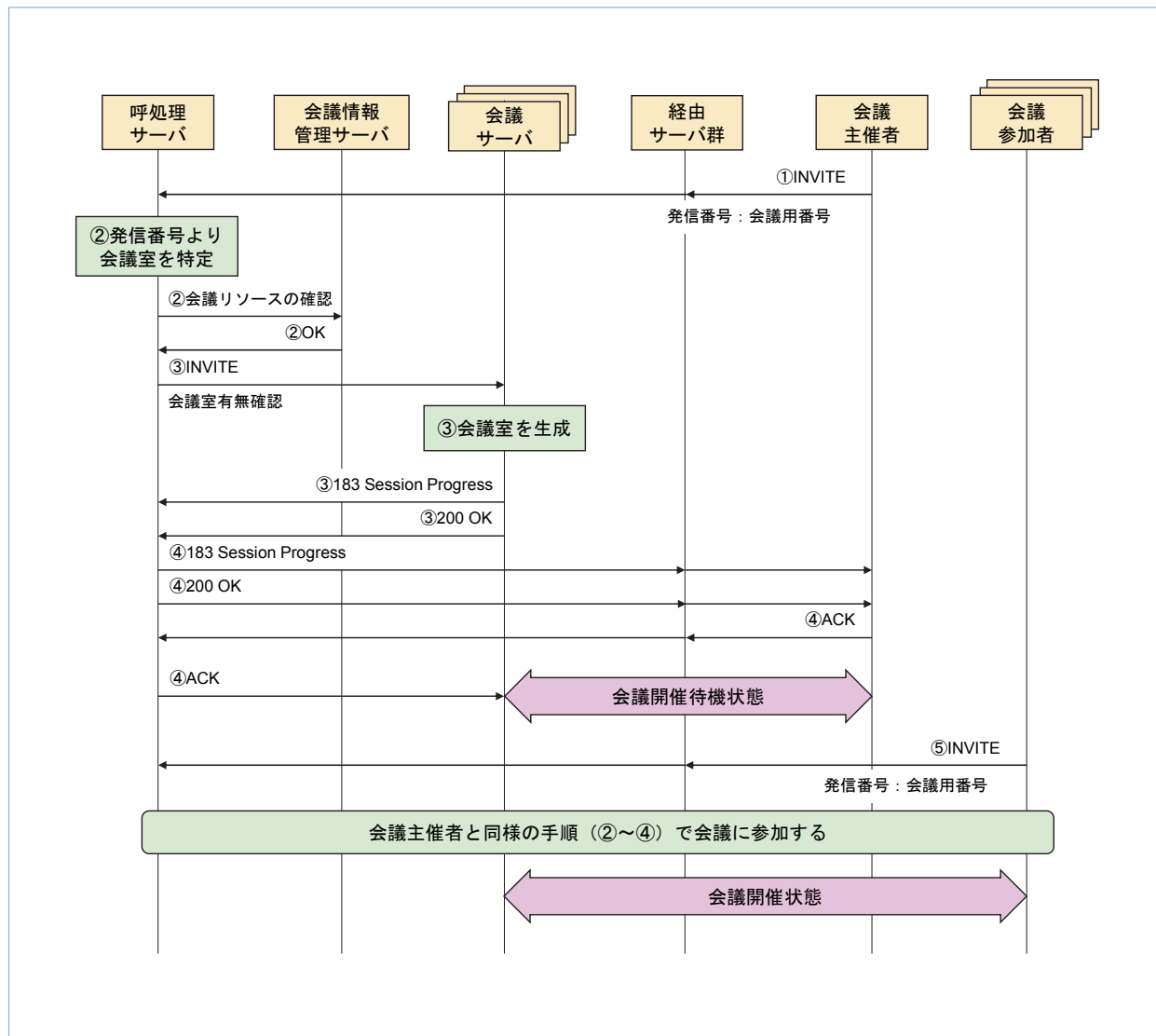


図5 参加型会議開催シーケンス

- ①会議主催者が会議用番号に発信すると、システム内の呼処理サーバにSIP（Session Initiation Protocol）*9信号INVITE（セッション*10開始要求）が届く。
- ②INVITEを受信した呼処理サーバはINVITEに付属している会議情報（会議用番号）を基に事前に予約された会議かどうかを確認する。確認後、正常な要求であることが確認できれば、会議のリソース確認を会議情報管理サーバにて行う。
- ③リソースの空きが確認できれば、呼処理サーバは会議サーバに対し、会議の有無を確認する要求を送る。会議主催者発信時は会議がまだ生成されていないため、会議を生成して呼処理サーバに対しSIP信号183：Session Progress/200：OKを送信する。
- ④この信号を受信した呼処理サーバが会議主催者に同信号を送信して、これに会議主催者が応答することで主催者～システム間の接続が確立する。
- ⑤これ以降、会議参加者も会議用番号に発信し、会議主催者と同じ手順により会議に参加する。

4.3 呼出型会議のシステム動作

呼出型会議には、開催日時を指定して会議主催者からの発信契機で開催されるパターンとWebカスコン契機で即時開催されるパターン（以下、Webカスコン発）がある。前者は、会議主催者～システム間の接続確立までは、参加型会議と同様のシーケンスで動作する。その後、事前に登録された参加者リストに従って呼処理サーバが会議参加者に対して発信し、会議参加者は応答するだけで会議に参加することができる。

Webカスコン発の会議について開催シーケンスを図6に示す。本開催パターンは呼処理サーバから会議主催者と会議参加者に対して発信を行う。

- ①会議主催者が、Webカスコン上にて会議情報

を事前に入力した上で会議開催のボタンを押下すると、システム内で処理が行われる。

- ②Webカスコン機能を提供しているサーバ（Webカスコンサーバ）が会議開催の条件を満たしているかどうか会議情報を確認する。条件を満たしていれば、会議情報管理サーバに会議予約情報を書き込む。ここで会議リソースの確認を行い、空きがあれば呼処理サーバが会議主催者の呼出しを行う。
- ③続いて呼処理サーバは、会議サーバに対して会議有無の問合せを行うが、このタイミングではまだ会議が生成されていないため、会議の生成が会議サーバにて行われる。
- ④正常に会議が生成されたら、呼処理サーバが会議主催者に対してINVITEを送信し、主催者が応答することでシステム～会議主催者間の接続が確立する。
- ⑤その後、呼処理サーバは会議情報管理サーバが保持する参加者リストを参照し、会議参加者に対して発信を行い、これに応答することで会議が開催される。

5. あとがき

ドコモの法人向け内線サービスの多様化に際し、オフィスリンク基盤を開発し、内線でも利用が可能な一斉同報サービスである「オフィスリンク音声会議サービス」の提供を開始した。これにより、オフィスリンク契約ユーザにおける内線電話を活用した新電話会議サービスの利用が可能となり、法人ユーザの多様なシーンでのビジネスサポートを可能としている。

今後は、オフィスリンクシステムとサードパーティとの連携を始めとした、ドコモの中期戦略である「パートナーとの価値・協創」*11である「+d*11」の取組みを推進すべく、社内外のサービスと「オ

*9 SIP：VoIPを用いたIP電話などで利用される、IETF（Internet Engineering Task Force）で規格化された通話制御プロトコルの1つ。

*10 セッション：データのやり取りを行うための仮想的な通信路、またはそのやり取りそのもの。

*11 +d：ドコモがパートナーの皆様とともに新たな価値を協創する取組みの名称。

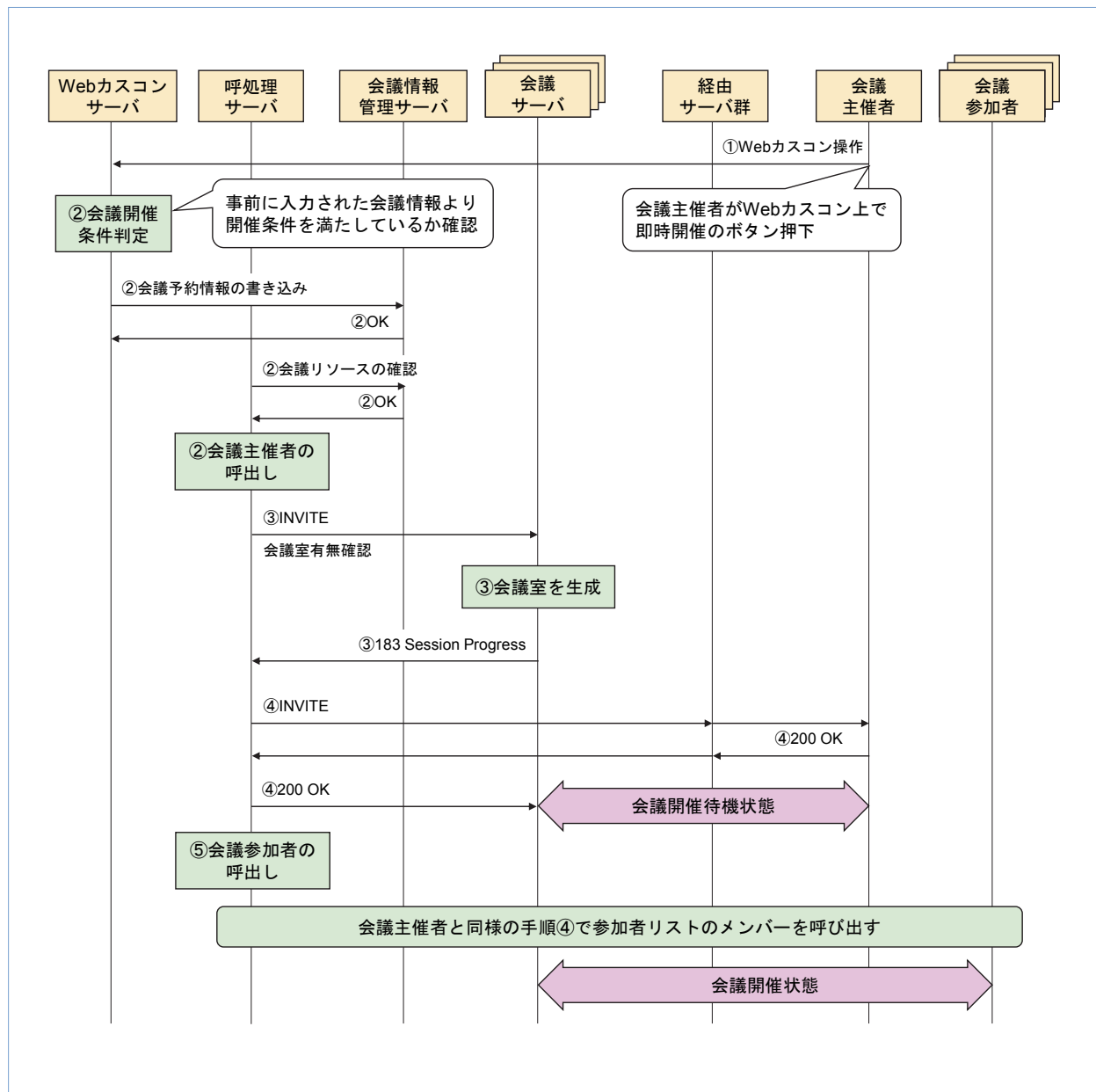


図6 呼出型会議（Webカスコン発）開催シーケンス

フィスリンク」を連携可能なシステム構成へ進化させることで、さらなる付加価値のある法人サービスの展開を実現していく。

文 献

- [1] 古賀，ほか：「FOMA内線接続を実現するオフィスリンクシステムの開発，」本誌，Vol.17，No.4，pp.31-36，Jan. 2010.

「ワイヤレス・テクノロジー・パーク2019」 出展

2019年5月29日（水）～31日（金）の3日間にわたってドコモは、東京ビッグサイト®*1で開催された「ワイヤレス・テクノロジー・パーク2019（WTP2019）」[1]に出展を行いました。ワイヤレス・テクノロジー・パークは、国内最大級のワイヤレス専門イベントであり、ドコモはこれまでも毎年研究開発の成果を出展しています。会場には国内外の企業や大学、報道機関などから3日間で計30,992名の方が来場されました。

開催日の午後には、基調講演における「5G到来！ワイヤレスによるデジタル革新へ」として、ドコモからは無線アクセス開発部 安部田 貞行部長が「5Gが実現する協創イノベーション」と題した講演を行いました。この講演は開催前の事前聴講申込みの段階周知で満員となるほど注目度が高く、当日は報道関係者も集まり、幸先の良いスタートを切ることができました。

通常展示としては、「ネットワーク高度化の取り組み」「セルラードローンの送信電力最適化機能」の2つの展示を行い、現行のネットワークで速やかに提供可能な新しいインフラやサービスについて紹介を行いました。

さらにWTP2019内で各社・各団体が参加するパビリオンとして、国内最大の5G関連の専門イベント「5G Tokyo Bay Summit 2019」を開催しました。ドコモは昨年に引き続き、イベントの企画運営に携わるとともに、セミナー講演やパビリオン出展を行いました。

5G Tokyo Bay Summitのセミナーに関して、ドコモからは2種類の対応を行いました。5時間にわたるセミナーを第一部・第二部へ分割し、第一部では「5Gのめざす未来」として、5Gイノベーション推進室 中村 武宏室長をはじめ、株式会社ワントゥー



写真1 安部田部長による基調講演



写真2 5G Tokyo Bay Summit正面入口

テン代表取締役 澤邊 芳明氏も招き、5Gが今後10年間でめざす未来についての講演を行いました。また第二部では「5Gのソリューション協創」として、5G・IoTソリューション推進室 本高 祥一室長による5Gサービス商用化に向けたドコモのソリューション協創の取組みの紹介を、ドコモ5Gオープンパートナープログラムに参加いただいているパートナー、株式会社H2L 玉城 絵美氏、株式会社ABAL 金丸 義勝氏を交えたパネルセッションなどとともに行いました。これらは5Gに関する最新の情報が入手できる好機であったため、多くの来場者が立ち寄り、講演に聞き入っていました。

また5G Tokyo Bay Summitの展示では、ドコモとパートナーが研究開発を進めている5Gに関する29件に合わせ、パートナー単独での6件と、合わせて35件の展示を行いました [2]～[4]。今回の展示会ではこれまでとは異なり、法人部門が進める2020

年に提供をめざす協創ソリューションや5G時代にふさわしい新体感コンテンツを多く展示し、5Gの世界が遠い未来ではなくすでに目前に来ていることをお客様に伝えることができました。

期中を通じてパビリオン内は来場者で常に満員と



写真3 CYBER WHEEL2 × 5G

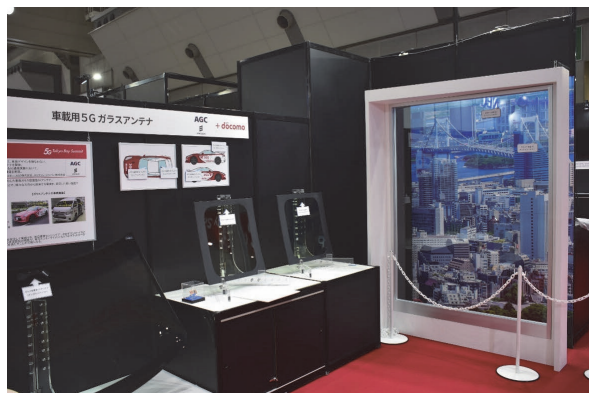


写真4 5G用ガラスアンテナ



写真5 Invisible-to-Visible技術

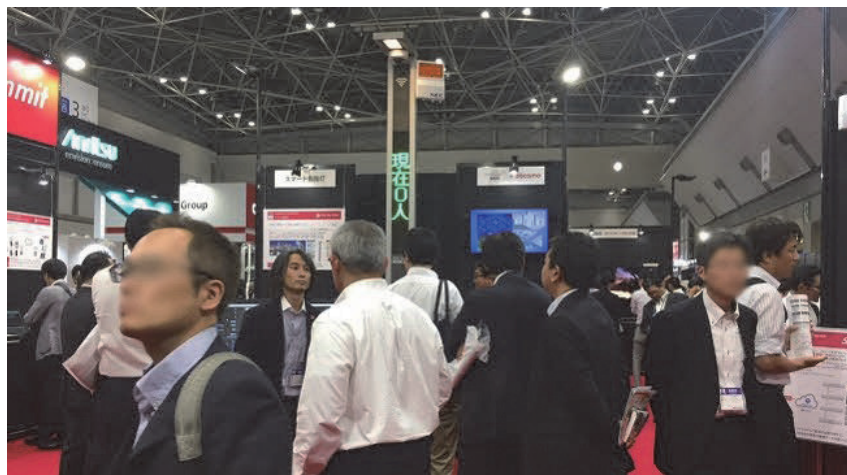


写真6 スマート街路灯

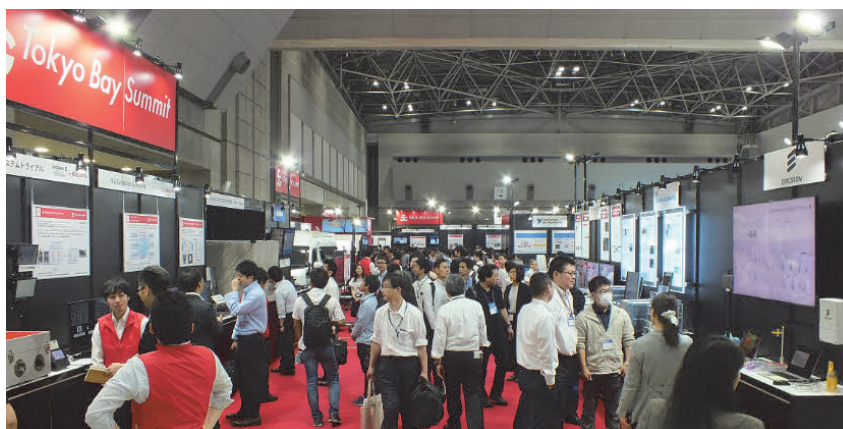


写真7 5G Tokyo Bay Summit当日模様①



写真8 5G Tokyo Bay Summit当日模様②

なり，5Gへの期待が昨年以上に高まっていることがうかがえました．今年ワイヤレス・テクノロジー・パーク2019は，この様にして盛況のうちに幕を閉じました．

❖ 文 献

- [1] ワイヤレス・テクノロジー・パーク2019ホームページ，
<https://www.wt-park.com/2019/index.html>
- [2] NTTドコモ報道発表資料：“ワントゥーテンが開発した「CYBER WHEEL」にドコモの5Gで遠隔プレイを実現，” May. 2019.

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_190529_00.pdf

- [3] NTTドコモ報道発表資料：“世界初，28GHz帯に対応する5G端末向けのガラスアンテナで通信に成功，” May. 2019.

https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/05/29_00.html

- [4] NTTドコモ報道発表資料：“日産自動車とNTTドコモ，「Invisible-to-Visible」技術の5G走行実証実験を開始，” May. 2019.

https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_190312_00.pdf

第64回「前島密賞」受賞

ネットワーク開発部の音 洋行、内山 靖之、NTT 未来ねっと研究所の尾花 和昭氏は、「複数ベンダの EPC ソフトウェアが動作可能なネットワーク仮想化技術の実用化」への功績が認められ、2019年4月10日に公益財団法人通信文化協会より第64回「前島密賞」を受賞しました。

前島密賞とは、通信事業の創始者「前島 密」氏の功績を記念し、その精神を伝承発展せしめるため、1955年に設けられ、情報通信および放送の進歩発展に著しい功績があった者に、公益財団法人通信文化協会より授与されるものです。ドコモは、昨年の「FDD方式とのCA（キャリアアグリゲーション）を実現した3.5GHz帯TD-LTEサービスの実用化」

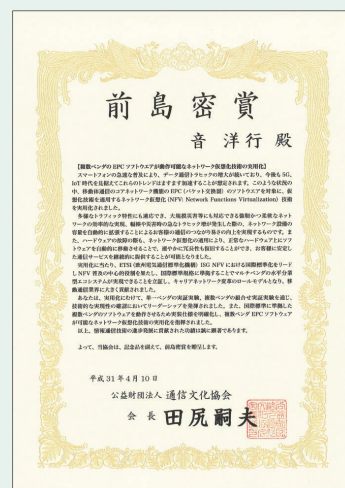
に続いての連続の受賞となりました。

受賞の対象となった「複数ベンダのEPCソフトウェアが動作可能なネットワーク仮想化技術の実用化」は、大規模災害にも強い社会インフラとしての信頼性を確保し、産業のデジタル変革を支える通信インフラとして、いつでもつながる移動通信ネットワークサービスをリーズナブルなコストで提供するために、通信キャリアのコアネットワーク機能のEPC（パケット交換器）のソフトウェアを対象に、仮想化技術を適用するネットワーク仮想化（NFV：Network Functions Virtualisation）を実用化したものです。受賞した音、内山、尾花氏は、ネットワーク仮想化技術に関する国際標準化活動をリードし、複数ベンダでの実証実験を通じて技術の実現性を確立することで、複数ベンダのEPCソフトウェアが動作可能なネットワーク仮想化技術を2016年3月に世界で初めて実用化しました。

この実用化はネットワーク仮想化における世界の先事例であり、国際標準化をリードしNFV普及の中心的役割を果たし、国際標準規格に準拠することでマルチベンダの水平分業型エコシステムが実現できることを立証するなど、キャリアネットワーク変革のロールモデルとなっており、移動通信業界への貢献は誠に顕著であることが評価され、今回の受賞となりました。



（左から）尾花氏、内山、音



2019年「日本ITU協会賞」受賞

2019年5月17日に開催された「第51回世界情報社会・電気通信日のつどい」において、無線アクセス開発部の河原 敏朗とネットワーク部（一般社団法人電波産業会に出向中）の加藤 康博が日本ITU協会賞「功績賞」を、R&D戦略部の石井 美波、ネットワーク開発部の久野 友也と村上 雅英、元5Gイノベーション推進室の武田 一樹が日本ITU協会賞「奨励賞」を受賞しました。日本ITU協会賞は、電気通信／ICTと放送分野に関する国際標準化や国際協力の諸活動において、これまでに優れた功績を遂げられた者並びに今後の貢献が期待される者に贈呈されるものです。なかでも、功績賞は、世界情報社会サミットにおける基本宣言および行動計画の実現および国際標準化、国際協力に関するITUなどの活動または我が国のITUなどに関連する諸活動に貢献し、その他情報通信および放送の発展に寄与し、その功績が著しい者に贈られます。また、奨励賞は、功績賞に該当する諸活動にすでに参加し、今後これらの領域において継続して寄与することが期待される者に贈られます。

河原は、移動通信におけるマルチメディア通信の実現のため、ITU-Tにおいてマルチメディア通信プロトコルの移動通信拡張標準化、ならびにMPEG-4における誤り耐性映像・音響符号化の標準化に積極的に寄与し、また3GPP（3rd Generation Partnership Project）ではLTE標準化および実用化、新規の移動通信プロトコル標準化団体O-RAN（Open Radio Access Network）の立上げに貢献するなど功績が認められ、功績賞を受賞しました。

加藤は、ITU-R WP5D（Working Party 5D）/APT（Asia-Pacific Telecommunity）会合などに、日本代表団として電波利用の産業界を代表する立場で参加し、主にIMT（International Mobile Telecommunication）に関する各種勧告などの策定やWP5Dの第三地域（APT地域）ラポータとしてAPT各国の連携の推進に寄与するとともに、3GPPのマネジメント活動に継続的に関与し、5G方式の名称の国内合意形成などで貢献した功績が認められ、功績賞を受賞しました。

石井は、2016年から日本代表団の一員としてITU-R WP5Dの全7会合に参加し、IMT-2000など

に関するITU-R勧告・レポートの策定、改訂の促進および日本提案の勧告・レポートへの反映に貢献したことで、今後、ITU-R以外の会合でも国際標準化活動への貢献が期待され、奨励賞を受賞しました。

久野は、オペレーションシステムやネットワーク仮想化（NFV：Network Functions Virtualization）システムの商用開発経験や知識を活かし、実運用を考慮したマルチベンダNFVシステム構成でのI/F議論を推進し、I/F仕様の早期締結の実現、相互接続性確認を容易に実施するためのテスト仕様の議論推進に貢献したことで、将来、本標準化I/Fに準拠したNFVシステムによる商用網構築が加速すると期待され、奨励賞受賞となりました。

村上は、GSMA（Global System for Mobile communications Association）においてVoLTEローミング方式に関わるドキュメント改版およびIP相互接続に関するドキュメント策定を主導し、世界に先行してVoLTEローミングを運用した際に発生した接続性の問題を積極的に提示するなど、ドキュメントの質の向上に貢献したことで、今後の移動通信技術の国際標準化活動への貢献が期待され、奨励賞を受賞しました。

武田は、3GPPにおいて、5Gの根幹ともいえる物理レイヤ制御チャネルの仕様策定リーダーを務め、商用要望を考慮した5Gの標準仕様化に大きく貢献するとともに、5G標準仕様エディタを務め、5G物理レイヤ要素技術の取纏めに寄与することで、今後のモバイル技術・産業の発展に貢献することが期待され、奨励賞を受賞しました。



（左上から）河原，加藤，石井，久野，村上

NTTが「Derwent Top 100 グローバル・イノベーター2018-19」を受賞 —ドコモのモバイル通信分野の特許出願活動が受賞に貢献—

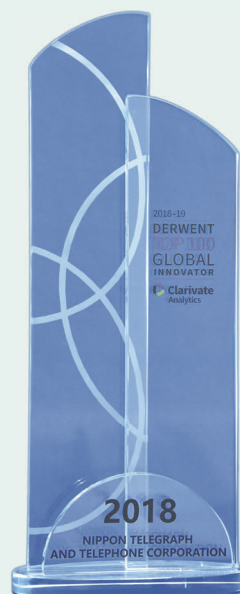
2019年1月、NTTはクラリベイト・アナリティクス社（本社：米国フィラデルフィア）が選考する「Derwent Top 100 グローバル・イノベーター2018-19」を受賞しました。旧「トムソンロイターTop100グローバル・イノベーター」から引続き8年連続の受賞となります。

この賞は、クラリベイト・アナリティクスが独自に特許の「数量」「成功率（特許庁に出願したものが特許と認められる割合）」「グローバル性」「影響力」の4つの指標を評価した上で、「革新的であること、知的財産保護の遵守に努めていること、また、

世界に影響を及ぼすような発明をもたらした企業」として世界中から選んだ100社に与えられるもので、8年連続での受賞となりました。

本賞の受賞は、NTTグループ全体が取り組む研究開発の先進性と、それによって生み出される発明・成果の価値がグローバルに認められたものです。

ドコモは、NTTグループの一員として5G・LTEなどのモバイル通信分野の基本技術をワールドワイドに多数特許出願しております。今回の受賞において、ドコモのR&D活動の取組みも重要な要素として評価されています。



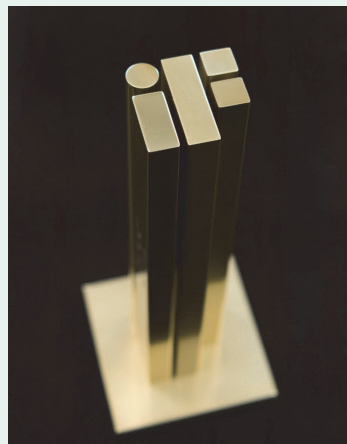
「iFデザインアワード2019 金賞」受賞

ドイツ現地時間の2019年3月15日（金）に、プロダクト部が企画開発を行った「カードケータイ KY-01L」が、世界3大デザイン賞の1つである「iFデザインアワード2019」の最優秀賞「iFデザインアワード2019 金賞」を国内の移動通信事業者（MNO：Mobile Network Operator）として初めて受賞しました。

「iFデザインアワード」は、ドイツの国際ショナル・フォーラム・デザイン（iF：International Forum Design）が主催し、全世界の工業製品などを対象に優れたデザインを表彰するデザイン賞です。今回は52カ国、6,375件の応募の中から厳正な審査を経て、わずか66件に最優秀デザインとして最も栄誉ある「iFデザインアワード2019 金賞」が授与されました。

「カードケータイ KY-01L」は、世界最薄・最軽量※カードサイズの携帯電話で、これ1つで高音質のVoLTE通話が可能なほか、ブラウザやSMSなど、携帯電話としての基本機能も搭載しています。審査員は「かつてない発想の携帯電話。私たちの生活の一部となっている携帯電話に全く異なる発想のアプローチを試みた、画期的な製品です。大切なデータが満載のスマートフォンを持ち歩きたくない場面などで、このスタイリッシュかつスマートな「カードケータイ」が活躍するでしょう」と講評しました。本端末は2018年11月に発売しています。

※2016年1月～2018年8月末に発売、発表された4G対応携帯電話端末（スマートフォンは除き、ストレート形状のものに限る）において、2018年9月5日現在、京セラ株式会社調べ。



2018年度「グッドデザイン賞」受賞

2018年10月3日に、移動機開発部の小栗 伸[†]、日田 勝、椿 達也、田中 美紗、島 杏奈、サービスイノベーション部の松岡 保静が企画開発した「Japanese Language Training AI」[1]と移動機開発部の小栗 伸、椿 達也、日田 勝、国際事業部の高宮 正明、田中 威津馬、内田 敦、小牧 徹夫が企画開発した「Menu Translator AR」が公益財団法人日本デザイン振興会の2018年度グッドデザイン賞を受賞しました。

グッドデザイン賞とは、さまざまに展開される事象の中から「よいデザイン」を選び、顕彰することを通じ、私たちの暮らしを、産業を、そして社会全体を、より豊かなものへと導くことを目的とした「総合的なデザインの推奨制度」です。創設以来半世紀以上にわたり、「よいデザイン」の指標として、その役割を果たし続けています。

Japanese Language Training AIは日本に興味をもつ外国人や、日本で働く外国人向けの日本語会話

トレーニング支援サービスで、「語学を学ぶ上で、従来型の決まりきった例文を覚える方法ではなく、一般的に難しいとされる自由な会話や表現の判定などを行う学習ツールとして高く評価された。会話学習のためにAI技術を活用した点は適切な使われ方の好例であり、また外国人支援を積極的に行う事は今後の日本を考えた場合、大変意味がある」という点が評価され、今回の受賞となりました。

現在は、トップガンのプロジェクトとして、パートナー企業と商材化に向けた実証中です。

また、Menu Translator ARは訪日旅行者向けスマートフォンアプリで、文字だけの料理メニューにカメラをかざすと、料理の写真や食材など、内容がわかる・見えるものとなっており、「画像から文字認識と翻訳を行うサービスとしてはすでにGoogle翻訳アプリがあるが、本対象では料理メニューに特化することで、ただ文字が翻訳されるだけではなく、メニューの写真も提示することにより外国人の理解を深める」という点が評価され、今回の受賞となりました。

文 献

- [1] 小栗、ほか：“外国人の日本語会話学習を支援する「Japanese Language Training AI」,” 本誌, Vol.27, No.2, pp.6-12, Jul. 2019.



(左から) 島、田中、小栗、日田、椿



[†] 現在、ソリューションサービス部

NTT DOCOMO
テクニカル・ジャーナル Vol.27 No.2

2019年7月発行

企画編集 株式会社NTTドコモ R&D戦略部
〒100-6150
東京都千代田区永田町 2-11-1
山王パークタワー39階
TEL. 03-5156-1749

発行 一般社団法人 電気通信協会
〒101-0003
東京都千代田区一ツ橋 2-1-1
如水会ビルディング6階
TEL. 03-3288-0608

本誌掲載内容についてのご意見は
e-mail: dtj@nttdocomo.com宛

本誌に掲載されている会社名、商品名などは、各社の商標
または登録商標です。

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

© 2019 NTT DOCOMO, INC.