

NTT DOCOMO

テクニカル・ジャーナル

Technical Journal

vol.24 No.3 | Oct.2016

DOCOMO Today

- ドコモの知財力強化に向けて

Technology Reports

- 2020年を見据えた
翻訳アプリケーションの開発：てがき翻訳
- 多様な利用シーンに対応する
話し言葉翻訳サービスの開発
- 環境および耐災害に対応した
グリーン基地局における天気予報連動制御とその実証
- O2Oマーケティングを実現する行動センシング技術
—省電力な位置推定・柔軟な情報配信制御・
顧客行動の可視化分析—

ドコモの知財力強化に向けて

皆さんはドコモの知財力をご存知ですか？ドコモはこれまでずっとR&Dに力を注いできており、その成果の1つとして特許も積極的に取得してきました。その結果、現在では約1万4千件の特許を世界中で保有するまでになっています。ただこれらの資産を事業に十分役立てているかと問われると、残念ながらまだまだ努力が必要です。

無線通信技術はドコモのR&Dの大きな強みで、特許でも全体の4割強を占める主要分野です。ご存知の通りこの分野ではW-CDMAやLTEなどの国際標準が定められており、こうした標準仕様を実現するために必要となる特許は「標準必須特許」と呼ばれています。一般に特許は自社技術の囲い込みなどに使われることが多いのですが、標準必須特許は標準の普及のため公正かつ合理的な条件で誰にでもライセンスすることが義務付けられています。こうした枠組みができたのは1994年頃で、以降さまざまな企業が通信機器を製造できるようになり市場が拡大しました。しかし、その後の2009年頃から「アップル対サムスン」のように標準必須特許に関する訴訟が急増し、通信市場のさらなる発展に向けてバランスの取れた改善策を探ることが課題になっています。

こうした中、ドコモは新たな通信技術の開発や標準化に大きく貢献してきており、結果として3Gや4Gなどの標準必須特許を多数保有しています。通信系のグローバルメーカが大半を占めるこの分野で常に上位のシェアを獲得しており[1]、オペレータとしても、また日本企業としても非常にユニークな存在です。私たち知的財産部はドコモの標準必須特許を世界に幅広くライセンス提供し収益化することをめざして、従来から特許プールに参加するとともに個別企業とのライセンス交渉にも積極的に取り組んできました。近年は特にグローバルな端末メーカとの交渉に力を入れており、少しずつですが成果も出始めています[2]。現在5G関連の出願が本格化していますが、5Gではドコモの標準必須特許などのシェアをさらに引き上げてライセンス活動を拡大できるよう、これまで以上に発明者の方々へのサポートを強化していきます。

一方で近年その重要性がますます高まっているのが、スマートライフなどサービス系の技術です。こちらは標準必須特許とは異なり、他社による模倣を防ぐ、アライアンスの材料にするなど、事業の自由度を確保するための武器としての活用が中心になります。そのため必ずしも新領域を創造するような革新的なアイデアでなくとも、自社サービスの強みとなるポイントを戦略的な特許群として権利化していくことが有効です。例えば「モバイル空間統計」では、サービス企画の初期段階から主管部と知的財産部がタッグを組んで取り組んだことで、さまざまなアプリケーションなど他社による模倣の影響が大きい分野で戦略的に特許化を進めることができ



知的財産部 部長 こもろ たかし
小師 隆†

ました。これから「+d」を推進する中で多様なパートナーとの連携が増えていきますが、「ドコモならではのアイデアや技術」をしっかりと守りながら活用していくために、これまで以上にサービス企画の早い段階から主管部と連携し、知的財産の創出から活用まで一体となって取り組んでいきたいと考えています。

知財力の話に戻ると、上記のようにドコモは潜在力の高い知的財産をたくさん創出しています。ただ、知財は持っているだけでは特許年金などの維持費がかかるばかりで事業への貢献はできません。私たち知的財産部はドコモの本当の意味での知財力を強化すべく、特許などの活用強化に向けて現在さまざまな取組みにチャレンジしています。とは言えどんな取組みも発明者や主管部の方々との緊密な連携がなければ機能しません。ということで、今後も私たちから積極的に働きかけながら、知的財産を活用して事業貢献ができるよう頑張っていきたいと思っています。

文 献

- [1] サイバー創研：“LTEに関するETSI必須特許調査報告。”
<http://www.cybersoken.com/interview/patentresearch/lte/>
- [2] NTTドコモ報道発表資料：“ファウウェイと必須特許のライセンス契約を締結,” Jun. 2016.
https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2016/06/10_00.html

† 現在、NTTソフトウェア株式会社 戦略ビジネス特区長

Contents

DOCOMO Today



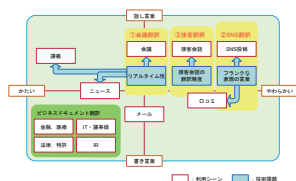
ドコモの知財力強化に向けて 小師 隆 1

特別寄稿



無線通信にできること 田野 哲 4

Technology Reports



(P.13)

2020年を見据えた翻訳アプリケーションの開発：てがき翻訳 6

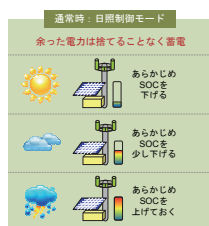
翻訳 文字認識 音声認識

多様な利用シーンに対応する話し言葉翻訳サービスの開発 13

機械翻訳 話し言葉翻訳 前処理技術

環境および耐災害に対応したグリーン基地局における
天気予報連動制御とその実証 22

天気予報連動 日照制御モード 自立復活運転モード



(P.22)

O2Oマーケティングを実現する行動センシング技術
—省電力な位置推定・柔軟な情報配信制御・顧客行動の可視化分析— 29

省電力位置推定 位置連動コンテンツ配信 顧客行動分析



(P.38)



(P.40)



(P.43)

電子情報通信学会 第77回「功績賞」・第53回「業績賞」受賞…………… 38

第27回電波功績賞「総務大臣表彰」受賞…………… 39

情報通信技術委員会 (TTC)

平成28年度「功労賞」受賞, 「感謝状」受贈…………… 40

2015年度情報処理学会「論文賞」受賞…………… 41

日本音響学会 第24回「技術開発賞」受賞…………… 42

VTC2016-Spring Best Paper Award受賞…………… 43

NGMN Allianceより「感謝状」を受贈…………… 44



はなしで翻訳



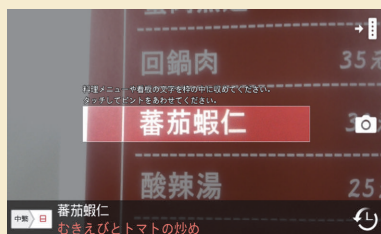
Jspeak



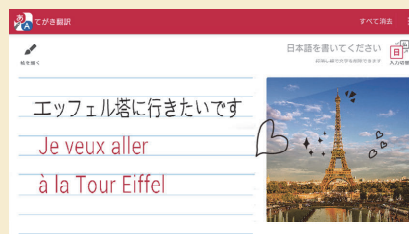
メール翻訳



はなしで翻訳 for Biz



うつつで翻訳



てがき翻訳

Technology Reports 2020年を見据えた翻訳アプリケーションの開発：てがき翻訳 (P.6)

各翻訳アプリケーションの画面

無線通信にできること

大学卒業後、全く無線のことなど知らぬ門外漢の私がNTT無線システム研究所に配属され、無線の研究に従事することになった。入社時の直接指導者であった佐和橋 衛研究主任（現：東京都市大学教授）には、基礎の基礎から教えていただいた。おそらく、何と手のかかる奴なのだろうと思われたと推察する。その後もNTT、ATR（Advanced Telecommunications Research institute international）、ドコモ、さらには大学の皆様のお世話になり現在に至っている。私が認識していないところでも、きっと多くの方のお手を煩わせてきたのだと思う。一時期私の上司であった京都大学の森広 芳照教授（故人）に「他人に迷惑はかけるものです。その分、お返しをしてあげれば良いのです」と言われたことを思い出し、今は私に何ができるのかを考えている。

無線通信でも電波を出せば他人に迷惑をかける可能性がある。無論、電波法の規定により、無線通信は他のシステムに迷惑をかけられない。さらに、他システムだけでなく自システム内の他ユーザにも迷惑をかけないように、セルラ無線通信システムでは適切に回線設計がなされていることは読者もご存知であろう。無線では迷惑をかけないことが是とされる。

一方、1990年代後半にドコモが世界に先駆けてモバイルインターネットサービス、i-modeを提供したことなどが契機となり、より高速なデジタル無線通信が望まれるようになった。しかし、そこには符号間干渉という迷惑者がいた。無線通信ではアンテナから放出された信号は、直接受信機に到着するばかりではなく、反射などによりさまざまな経路を通して受信機に到達する。符号間干渉とは、経路の長さにより信号が受信機に到着するタイミングがずれることで信号が重なり合ってしまう干渉を起こすことであり、これにより正しい信号受信が妨げられる。つまり、遠回りした信号が近道を通った（直接受信機に届いた）信号に迷惑をかけるのである。当時、符号間干渉が発生するため、高速デジタル無線通信は困難という話は至る所で聞かれた。ところが、受信機に波形等化器^{*1}を備えれば、伝送特性の劣化を補償するだけでなく、符号間干渉により伝送特性が改善されるという話を聞いて、大変驚いた。今では

常識になってしまったが、当時の研究者に大きなインパクトを与えたと思う。少なくとも私の中ではパラダイムシフトが起きた。よく調べると、京都大学の池上 文夫名誉教授や吉田 進名誉教授がスペクトル拡散^{*2}と同等の処理により同様の特性が得られることを、すでに示唆されていた。つまり、送信機や受信機で適切な信号処理を行えば、迷惑者はもはや迷惑者でなくなり、伝送特性の改善までしてくれるのである。信号処理が迷惑者を孝行者に変える。

高速デジタル無線通信を阻む要因が1つ取り除かれると、さらなる高速化が望まれた。すると飛び出してきたのが、第5世代セルラシステムのキーワードの1つであるMIMO（Multiple Input Multiple Output）である。通信速度を向上させるため、複数のアンテナから同時に同じ周波数で別々の信号を送信することで、例えば送信アンテナ数が2個になれば2倍、3個になれば3倍と、アンテナ数倍に通信速度を高速化できる。しかし、各々の信号から見れば、他のアンテナからの送信信号は干渉を引き起こす要因である。つまり、MIMOでは、他アンテナからの送信信号による干渉という迷惑者を自ら作り出している。一方、従来より受信機に複数のアンテナを配置すれば、他の送信機から発せられた干渉信号を抑圧できることは、よく知られていた。この技術の研究は、他のアンテナから送信される迷惑者が引き起こす劣化を補償するために、複数のアンテナを受信機に置こうという、今から考えると若干ネガティブな印象を受けるものであった。一方MIMOでは複数の送受信アンテナを配置し、同様の技術を利用することで、伝送速度を数倍に高速化する。似たような信号処理が適用されても、結果としてMIMOでは高速デジタル無線通信の達成というポジティブな結果が得られ、これがMIMOの研究を活性させ、無線通信技術の主役の1つに押し上げた。実際、MIMOのための新しい信号処理方法がいくつも提案されて、現在のLTEに貢献している。ここでも、信号処理が迷惑者を高速化に寄与させた。

電波は原理的にはどこまででも飛んで行く。ボージャーやガリレオなどの宇宙探査機との通信も電波が利用されている。このような特性を持つ電波を、

Profile

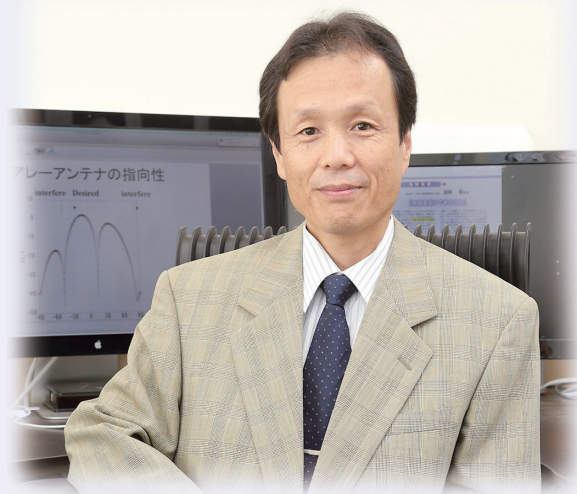
1988年京都大学工学研究科修了。同年日本電信電話株式会社、NTT無線システム研究所配属。1997年ATR出向、ATR環境適応通信研究所主任研究員。2000年株式会社NTTドコモ転籍、移動機開発部主任技師。2002年ドコモ欧州研究所出向、WSL (Wireless Solution Lab.) 研究室長。2004年京都大学大学院情報学研究所助教。2011年より現職。博士 (工学)。

我々は干渉が起きないように管理しようとしているが、これにより却ってさまざまな可能性を失ってしまうような気がしている。それよりも、無線通信の将来を拓くのは、干渉を許容する技術になるだろうと考えている。上記の技術は、これを証明しているように見える。

現在、第5世代のセルラ通信に向けて、Massive MIMO、分散アンテナ、スモールセル、モバイルエッジコンピューティングなどの多種多様な新しい技術に関する研究・開発が活発に進められている。現在の6GHz以下の周波数の逼迫を考えると、さらなる高速なデジタル無線通信の提供には、より高い周波数帯を活用することが重要である。高周波数帯の信号は、伝送路で大きく減衰するため、結果的にセル半径が短くなり周波数利用効率が向上すると言われている。また、このような周波数帯を利用している他システムは現在あまりなく、干渉問題も存在せず、より高速デジタル通信の提供が可能になると期待されている。しかし、いくら混雑しても電波伝搬特性に優れた6GHz以下の電波は、今後利用され続けていくだろう。例えば、スモールセルを利用した高周波数帯の通信においてさえ、制御信号伝送には6GHz以下の周波数帯の活用が検討されている。また、高周波数帯でも利用が増えれば、干渉問題が出てくる。無線通信においては、やはり干渉という迷惑者からは逃れることはできないのである。

そこで、迷惑者を許容できる技術として「端末連携無線通信方式」の研究を進めている。基本的なアイデアは京都大学の村田 英一准教授が提案され、それを上手く活用する方法を私や京都工芸繊維大学の梅原 大祐教授と一緒に研究している。この技術は、受信信号に干渉信号が含まれていても、複数の端末が連携してこの干渉をキャンセルする。干渉の数が増えたとしても、協調する端末数を増すことで、原理的には自由に干渉キャンセル能力を強化できるというスケラビリティがある。理論的にはこれにより干渉問題を完全に解決できる。

無論、信号処理技術により干渉を許容するという研究は我々だけでなく、さまざまなところで検討されてきている。コグニティブ無線*3もその1つであり、商用フェーズに近いと聞いている。ドコモでも第5世代セルラの基地局に干渉補償技術の適用が検



討されていると聞く。また、端末への干渉補償器の導入を前提とした非直交多元アクセス (NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access)*4も東京理科大学の樋口 健一教授とドコモで提案され、第5世代セルラ通信の周波数利用効率の向上に資すると考えられている。

無線通信では他人に迷惑をかけても、お返しは難しいが、信号処理を用いることでこれらを許容できる。さらに上手く利用すれば、時には通信品質や通信速度向上に寄与してくれる。実際、迷惑者を許容する研究がさまざまなところで行われている。今後そんな技術がより発展し、無線通信のあり方が根本から変わる日もそう遠くないように思っている。また、その牽引役としてドコモにも大いに期待したい。

*1 波形等化器：受信信号の周波数スペクトルを平坦にする装置。符号間干渉が発生すると、受信信号のスペクトルは周波数選択性をもつようになる。波形等化器はこれを平坦にすることで符号間干渉を除去する。

*2 スペクトル拡散：信号の周波数スペクトルを拡散符号により広帯域化する技術。第3世代セルラ無線システムで利用されているCDMAはスペクトル拡散信号を用いて多元接続を行っている。

*3 コグニティブ無線：電波環境などに応じて、最適な無線パラメータや通信方式を選択する無線通信。

*4 非直交多元アクセス (NOMA)：基地局が複数のユーザと同時に接続 (多元接続) する際、各ユーザ無線信号を、伝搬損失の大きさに応じて送信電力を変えつつ、同一の時間・周波数でそのまま重ねて (すなわち非直交の状態) 送信し、受信側において、ユーザ信号間の電力差を利用しながらお互いの干渉をキャンセルすることによって個々のユーザの信号を分離する方式。

2020年を見据えた翻訳アプリケーションの開発：てがき翻訳

ドコモはコンシューマ向け翻訳サービスとして、「はなして翻訳^{®*1}（音声認識翻訳）」の2012年リリースを皮切りに、「メール翻訳^{®*2}（テキスト翻訳）」「うつして翻訳（画像文字認識翻訳）」とさまざまなシーンで利用できるスマートフォン向け翻訳アプリケーションを提供してきた。本稿では、これらに続く新サービスである「てがき翻訳^{®*3}（手書き文字認識翻訳）」を中心に、ドコモの翻訳サービスについて解説する。

移動機開発部

おぐり しん いけはた よしのり
小栗 伸 池畑 嘉則
しおた まさよし たなか みさ
塩田 政義 田中 美紗

1. まえがき

円安や訪日ビザ発給要件の緩和、アジア圏における国際航空路線の拡充などにより、政府目標の「2020年に訪日外国人2,000万人」は前倒し達成が確実視され、新たな目標値が「2020年に4,000万人、2030年に6,000万人」となった[1]。急増する訪日外国人に「おもてなし」を提供するために必要となる、言語の壁を超えたコミュニケーションを実現する翻訳サービスのニーズが高まっている。

そのような状況の中、ドコモはコンシューマ向け翻訳サービスとして、「はなして翻訳」の2012年リリースを皮切りに、「メール翻訳」「うつして翻訳」「JSpeak^{®*4}」とさまざまなシーンで利用できるスマートフォン

向け翻訳アプリケーションを提供してきた。

また、訪日外国人の応対を支援する企業向けサービスとして、「はなして翻訳 for Biz」を提供している。本稿では、これらに続く新サービスである「てがき翻訳」を中心に、ドコモの翻訳サービスについて解説する。

2. 翻訳アプリケーション全体像

2.1 翻訳アプリケーション概要

各翻訳アプリケーションの入力手段は、「話す」「（キーボードで）打つ」「書く」「写す」の4つである。また、各翻訳アプリケーションはさまざまなドコモのアセット^{*5}を活用している（図1）。翻訳を行う際の

代表的なドコモのアセットとして、音声認識、翻訳技術がある。それぞれの入力データの認識・翻訳においては、語彙数に優れるクラウド型（通信を介してサーバ内で機能を提供）と通信が不要で即応性に優れたローカル型（通信を介さずアプリケーション単独で機能を提供）がある。ドコモでは、各翻訳サービスの機能特性に応じてクラウド型、ローカル型の選択を行っている。翻訳サービスを実現するアーキテクチャは図2の通りである。言語ごとの利用用途に適したエンジンを配備し、提供するサービスの特性に応じエンジンを使い分けている。

2.2 各翻訳サービスの概要

各翻訳サービスの概要を以下に述べる。各翻訳アプリケーションの画

サービス	入力手段	ドコモのアセット
 てがき翻訳	書く	手書き文字認識 (ローカル)
 はなして翻訳 for Biz	話す	音声認識 (クラウド)
 はなして翻訳		
 Jspeak		
 メール翻訳	打つ	翻訳 (クラウド)
 うつして翻訳	写す	画像文字認識 (ローカル)

図1 翻訳アプリケーションとドコモのアセット

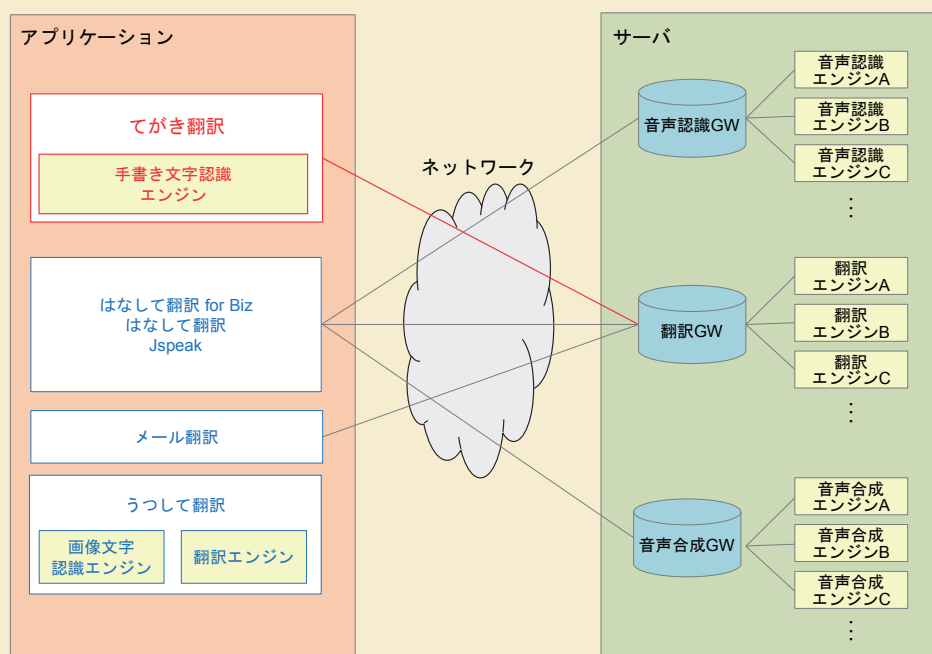


図2 翻訳サービスを実現するアーキテクチャ

面を図3に示す。なお、てがき翻訳については詳細を後述する。

(1) コンシューマ向け

① はなして翻訳

「はなして翻訳」は、スマー

トフォンを通じて会話を互いの言語に翻訳し合うアプリケーションであり、1台のスマートフォンを使った対面での会話を翻訳する「音声翻訳機能」と離

れた場所にいる相手との通話を翻訳する「電話翻訳機能」を具備する。

② Jspeak

「Jspeak」は、海外からの訪



図3 各翻訳アプリケーションの画面

日旅行者をターゲットとし、クーポンや観光地、店舗の情報など、日本の魅力をよく知ることのできる情報提供機能、フレーズ集・音声翻訳によるコミュニケーション支援機能を備え、訪日に関する活動をトータルにサポートするアプリケーションである。はなして翻訳の技術を活用して音声翻訳機能を実現し、加えて会話集を提供している。

③メール翻訳

「メール翻訳」は、他言語ユーザとのメールコミュニケーションを円滑にするアプリケーションである。メール作成時の翻訳、メール受信時の翻訳機能を有する。他アプリケーションとの連携を前提としたUIとなっており、

特にドコモメールとの連携を強化している。

④うつつて翻訳

「うつつて翻訳」は、料理メニューや地名など文字情報が含まれる対象をカメラで撮影すると、翻訳結果をリアルタイムに画面に表示するアプリケーションである。翻訳はアプリケーションに内包された画像文字認識エンジン、翻訳エンジンによって行われる。そのため、利用者はパケット通信を行わずに翻訳機能を利用することができる。

(2)企業向け（はなして翻訳 for Biz）

「はなして翻訳 for Biz」は、空港・鉄道などの運輸業、ホテル・旅館などの宿泊業、飲食業、小売業などをターゲットに、訪日外国人の応

対を支援するアプリケーションである[2]。

コンシューマ向け「はなして翻訳」にて培った音声翻訳機能、応対現場で使用頻度の高い文例を収録した会話集の提供、複雑なコミュニケーションにも対応可能なバイリンガルオペレータとのビデオ通話機能を統合して提供している。

各業界の企業と実証実験を繰り返し、応対者の使いやすさ・お客様の分かりやすさを追求し、カウンター越しの応対に加えて、お客様と横並びの形で画面を見ながらの応対を可能とした。対応言語数は10カ国語（英語・中国語・韓国語・イタリア語・フランス語・ポルトガル語・ドイツ語・スペイン語・タイ語・インドネシア語）である。

ドコモでは、はなして翻訳 for Biz

を含め、多様な利用シーンが想定される話し言葉の翻訳にも力を入れている。現在、ニーズの多い会議内容、SNS投稿の翻訳に適した技術とサービスを開発中である[3]。

3. てがき翻訳

3.1 てがき翻訳概要

てがき翻訳は、手書き文章を翻訳するアプリケーションであり、6カ国語（英語・中国語（北京）・中国語（台湾）・韓国語・フランス語・スペイン語）に対応する。手書き文字の認識は、アプリケーション内に搭載している認識エンジンにて、ペン先位置の軌跡と移動速度を解析し、文字情報に変換することで実現している。

また、手書き言葉・文章の翻訳機能に加え、イラスト描画機能を備えている。例えば、訪日外国人を道案内するとき、イラスト描画機能により地図を描き、その上に手書き文章を書けば、地図上に書き加えた文字がリアルタイムに翻訳されて表示される。

図4に変換例を示す。本図はイラスト描画機能により描いた地図上に日本語で文章を書き、英語に翻訳した例である。

このように言葉だけでは伝わりにくい場面でも簡単にコミュニケーションを取ることができる。

3.2 てがき翻訳開発の経緯

(1)はなして翻訳における課題

すでに提供済みの「はなして翻訳」に対するお客様の声を分析したところ、以下2点が課題として明らかになった。

- ①会話が困難な騒音環境では音声翻訳を利用できない。
- ②翻訳サービスを利用した事がない外国人にスマートフォン・タブレットへ音声入力してもらうハードルが高い。

(2)課題の解決方法

これら課題の解決をめざしたものがてがき翻訳であり、課題の解決方法は以下の通りである。

- ・課題①に対して：入力方式を音声から手書きに変更することで、

騒音環境の影響を排除した。

- ・課題②に対して：手書き文字で対話をするという自然な体験の延長で翻訳アプリケーションを利用可能とすることで、スマートフォンに話しかける仕草に抵抗があるユーザにも使いやすくなった。

検討当初、「手書き」の自然な動作を損なわないためにはどうすべきか、ガイドブックや地図に文字を書き込んで道を尋ねるといったコミュニケーションをどうサポートするかといった点を強く意識しUIを設計した。また、トライアル時には、海外旅行に行く機会がないお客様にも「てがき翻訳」を体験してもらいたいと考え、方言への翻訳などを備えたもので試してもらい、好評価をいただいた（ただし商用版では方言機能は対応していない）。

3.3 翻訳範囲判定ロジック

当初アプリケーション上に手書きされた文章の翻訳範囲の自動判定機

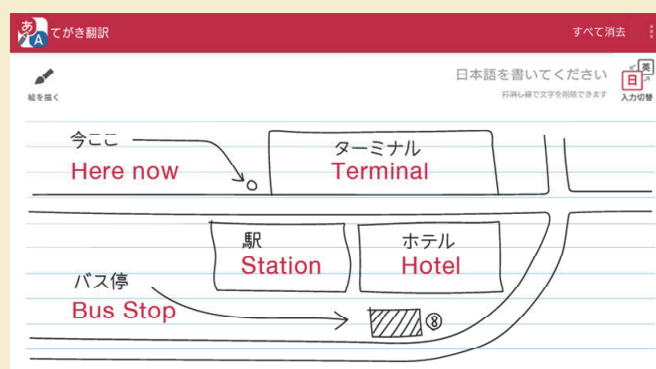


図4 てがき翻訳の変換例

能がなく、画面内に収まらず文章を折り返して書いた場合や、1行に2文書いた場合に、翻訳結果に誤りが出るケースがあった。そこで、手書きされた文字の位置座標を用いて、1文章として翻訳するか、複数文章として翻訳するかの翻訳範囲判定ロジックを実装した（図5）。処理フローは次の通りとなる。

- ①1行か複数行かの判定を行う。
- ②1行と判定した場合、左から順に右隣の1文字と比較し、文字

と文字の間隔から「1文章」か「複数文章」かの判定を行う。

なお、図5(a)の H は隣り合う文字の下端と上端の距離である。

また、 W は隣り合う文字列の右端と左端の距離である。

- ③複数行と判定した場合、1行めの文と2行めの文の位置座標を比較し、「1文章」か「複数文章」かの判定を行う。なお、図5(b)の H は1行めの文字の下端と2行めの上端の距離である。また、

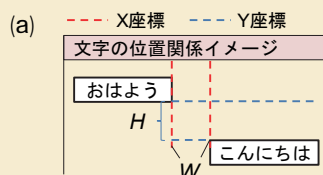
W は1行めの文字列の右端と2行めの文字列左端の距離である。

4. てがき翻訳の実証実験

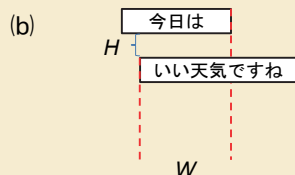
4.1 東京国際空港ターミナル株式会社

(1)実験概要

2015年9月より東京国際空港ターミナル株式会社と協力し、訪日外国人のお客様へのご案内の充実に目的に、羽田空港国際線旅客ターミナルのコンシェルジュが常駐する案内カ

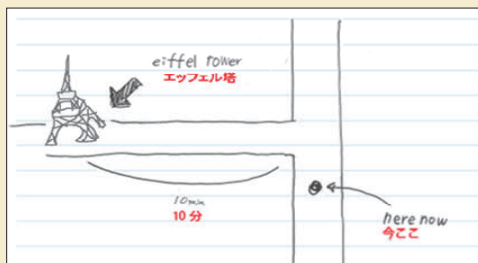


W , H の値が一定値以上であれば、**複数文章と判定**



W , H の値が一定値以内であれば、**1文章と判定**

複数文章の例



1文章の例



図5 翻訳範囲判定

ウンターに「てがき翻訳」を導入し、実証実験を行った[4].

本実証実験では、日本に到着し、行き先などに困っている外国人のお客様に「てがき翻訳」を用いて、滞在予定先への行き方や、地図を描いて空港内の施設案内などを行った。また、案内コンシェルジュの方に「てがき翻訳」を利用した感想をヒアリングした。

(2)実験結果による課題

実験の結果、雑音環境下や意思疎通が難しい場面で「てがき翻訳」は有効な手段であることは確認できたが、手書きによる入力と翻訳にかかる時間は、多数のお客様が訪れる中求められる対応スピードに対して遅すぎる場合があることが明らかとなった。

(3)改善策

対策として、頻繁に利用する定型

文を一覧表示し、ゆびさしで意思を表示、コミュニケーションを図る「ゆびさし会話集」や、手書きした単語から定型文を呼び出す「サジェスト機能」、音声での機械翻訳、オペレータによる通訳を可能とする「はなして翻訳for Biz」との連携機能を実装した。

これらの機能を対応者が状況によって使い分けることで、外国人との最初の対応では「ゆびさし会話集」による迅速な対応、「ゆびさし会話集」で解決が難しい場合は「てがき翻訳」で「書く」、または「はなして翻訳for Biz」で「話す」ことでコミュニケーションをとるといった使い方を可能とした(図6)。

また、スムーズにコミュニケーションができるよう画面回転機能の追加や、翻訳された文章の意図が理解できない場合にスムーズに再入力

を依頼できるUIへの変更なども行った。

4.2 東京海上日動火災保険株式会社

東京海上日動火災保険株式会社の医療法人財団親会・海上ビル診療所において、来院する訪日・在留外国人の受付、問診申込み場面にて「てがき翻訳」を活用する取組みを実施した[5].

本実証実験では、海上ビル診療所の業務ニーズに合わせたアプリケーション検討を行った。具体的には、現場で実際に使用された用語・文章の翻訳性能の評価を行い、アプリケーション開発の参考とした。

5. あとがき

本稿では、てがき翻訳を中心に、ドコモの翻訳アプリケーションの解



図6 東京国際空港ターミナル株式会社との実証実験アプリ

説を行った。今後も、2020年に向けて精度向上や対応言語の拡充を行い、お客様にさらなる価値を提供する翻訳サービスを提供していく。

文 献

- [1] 首相官邸：“明日の日本を支える観光ビジョン構想会議 第2回 議事要旨,” Mar. 2016.
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kanko_

vision/dai2/gijiyousi.pdf

- [2] NTTドコモ報道発表資料：“企業向け接客翻訳サービス「はなして翻訳for Biz」を提供開始,” Jun. 2016.
https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2016/06/01_00.html
- [3] 武市，ほか：“多様な利用シーンに対応する話し言葉翻訳サービスの開発,” 本誌，Vol.24, No.3, pp.13-21, Oct. 2016.
- [4] NTTドコモ報道発表資料：“「てがき

翻訳」のトライアルサービスを提供開始,” Sep. 2015.

https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2015/09/09_00.html

- [5] 東京海上日動火災保険株式会社：“訪日外国人ならびにインバウンドビジネス事業者向けの新商品・サービスの提供開始,” May 2016.
http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/company/release/pdf/160519_01.pdf

多様な利用シーンに対応する話し言葉翻訳サービスの開発

訪日外国人旅行者数は増加し続け、2020年には4,000万人になると言われており、多くの外国人のお客様が快適にコミュニケーションを図れることが期待されている。また、企業のグローバル化も進み、多言語でのコミュニケーションが行われる機会も増えている。

本稿では、ドコモが開発に取り組んでいる翻訳サービスのうち、多様な利用シーンが想定される、話し言葉を翻訳する会議翻訳、SNS翻訳、接客翻訳について、実現における課題と解決策を解説する。

サービスイノベーション部

たけいち まさと おの たかや
武市 真知 小野 隆哉
ちぢわ ゆうき じゃん いーしん
千々和 祐貴 姜 一欣

1. まえがき

2015年の訪日外国人旅行者数は、過去最高であった2014年をさらに上回り1,974万人に達した[1]。日本政府から発表された2020年のその目標数は4,000万人であり[2]、日本を訪れるすべての外国人旅行者が、ストレスなくコミュニケーションを図れる環境の実現が期待されている[2]。他方、国内全法人の海外現地法人従業員数は、2010年度には499万人であったが、2014年度には575万人まで増え[3]、企業のグローバル化も進んでおり、多言語でのコミュニケーションが行われる機会も増えてきている。

ドコモは、2020年に向けて言語や文化の壁を越えたコミュニケー

ションを実現するため、音声認識^{*1}技術、機械翻訳^{*2}技術の開発とそれを応用したサービス開発に取り組んでいる。

図1は、翻訳サービスを「話し言葉・書き言葉」と「文章表現のかたい・やわらかい」を表す軸上に分類し、技術課題を明確化したものである。ドコモは、訪日外国人旅行者向けに、図1右上の「話し言葉」かつ「やわらかい」領域を直近のターゲットとし、音声認識と機械翻訳の精度向上をめざしている。また現在、このターゲットに対して以下の3つのサービスを開発している。

①会議翻訳とは、異言語間の会議音声リアルタイムに母国語に翻訳・読み上げ・テキスト表示する翻訳サービスである。

②SNS翻訳とは、SNSで主に使われているフランクな表現の言葉をテキスト翻訳するサービスである。SNSの投稿は一見すると書き言葉に思えるが、「やわらかい」「話し言葉」の表現が多く含まれている。

③接客翻訳とは、店舗などでのお客様と店員との間での接客会話を音声翻訳するサービスである。簡単なコミュニケーションは音声認識と機械翻訳によって気軽に接客を行い、複雑なコミュニケーションは遠隔の通訳者と通話することで、正確で安心なコミュニケーションが行える。2014年試作開発に着手して以降、複数の企業と実証実験を行い、UI^{*3}改善および、音声認

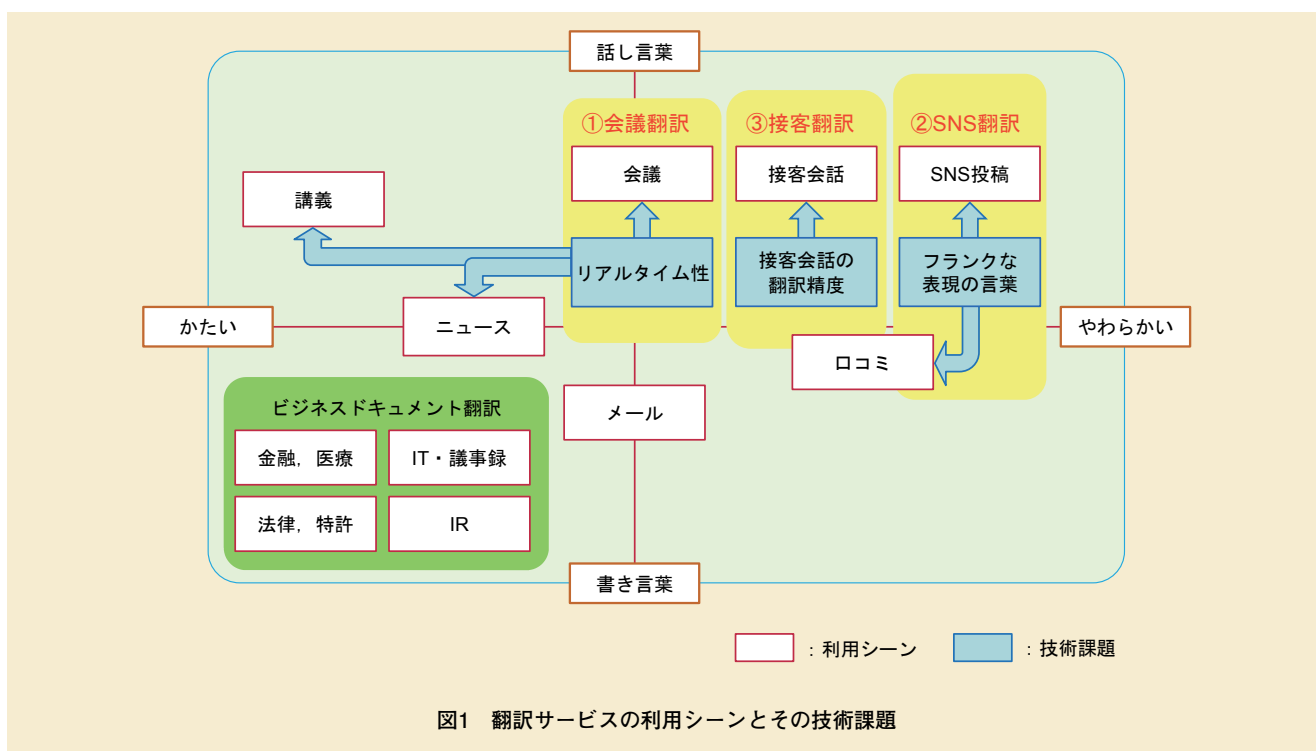


図1 翻訳サービスの利用シーンとその技術課題

識と機械翻訳の精度向上を繰り返した。そして2016年6月には、はなして翻訳® for Biz^{*4}として商用サービスが提供された。

本稿ではこれら3つのサービスの概要と課題を述べ、それらに対応するドコモの取組みについて解説する。

2. 各翻訳サービスの概要と課題

2.1 翻訳サービスの概要

翻訳サービスは、一般的に音声認識、機械翻訳、音声合成^{*5}の3つの技術から成り立っている。図2にそのシステム構成を示す。

- ①音声認識とは、音声をテキスト化する技術である。まず発話区間検知^{*6}にて発話部分を特定す

る。発話の終了は一定時間以上の無音区間^{*7}によって判定している。その後、雑音除去^{*8}にて背景雑音の除去を行い、音声認識エンジンの音響モデル^{*9}／言語モデル^{*10}を用いて、音声から認識結果テキストに変換する。

- ②機械翻訳とは、テキストを機械的に他言語のテキストに翻訳するための技術である。翻訳前処理として翻訳前の言語を精度向上のために構文解析^{*11}や固有表現クラス化^{*12}といった処理を行い、それから機械翻訳エンジン^{*13}の翻訳モデル^{*14}／言語モデルを用いて指定の言語のテキストに翻訳する。その後、後処理にて辞書の対訳データを用いてクラス化した単語の置換な

どを行い、翻訳結果を作成する技術である。

- ③音声合成とは、翻訳結果テキストから人工的に音声データを作り出し、読み上げる技術である。

コーパスには、音声認識用のコーパスと機械翻訳用の対訳コーパスがある。音声認識用のコーパスとは、発話された音声とテキストをセットにしたデータであり、サービスで蓄積されたログなどから作成する。機械翻訳用の対訳コーパスとは、翻訳前の言語のテキストと翻訳後の言語のテキストを1文ずつ対にした対訳（例：いらっしゃいませ⇔May I help you?）である。

一般的に音声認識、機械翻訳の精度を向上させるには、図1の赤枠で

^{*4} はなして翻訳® for Biz：訪日外国人観光客と日本人店員の接客をサポートするドコモの法人向け翻訳サービス。2016年6月より提供開始。はなして翻訳は㈱NTTドコモの登録商標。

^{*5} 音声合成：テキストから人工的に音声データを作り出し、テキストを読み上げできるようにする技術。

^{*6} 発話区間検知：音声信号から音声が存在する区間とそれ以外の区間を判別する技術。

^{*7} 無音区間：音声が存在しないと判断される区間。

^{*8} 雑音除去：街頭の雑音や他者の発話など、特定の音声を認識するために他の音声を取り除く処理。

^{*9} 音響モデル：認識対象の音素がどのような

周波数特性を持っているかを集計した統計モデル。

^{*10} 言語モデル：形態素の並び方とその並び方の頻度情報を集計した統計モデル。

^{*11} 構文解析：解析対象となる文章の、文節間の係り受けの構造を解析して文法的な関係を明らかにする技術。

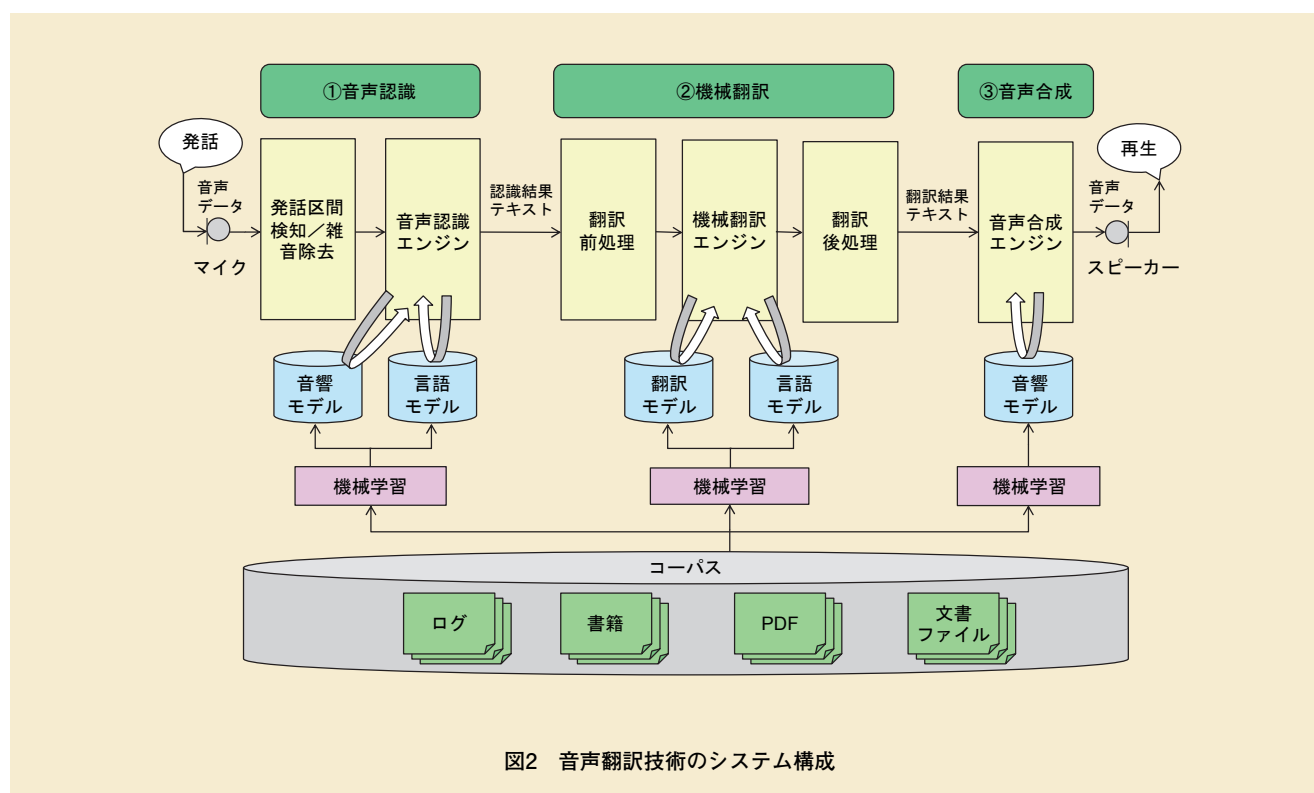


図2 音声翻訳技術のシステム構成

示した利用シーン（会議、SNS投稿、接客会話など）で頻繁に使用される文章を対訳コーパスとして、言語対^{*15}（日英、日中、日韓など）別に大量に収集することが必要である。この大量の対訳コーパスを学習用データとして機械学習^{*16}を行い、利用シーンに特化した翻訳モデルと言語モデルを作成する。同様に音声認識においても、利用シーンに応じたコーパスを学習用データとして、機械学習により音響モデルと言語モデルを作成し、音声合成においても、同様に機械学習による音響モデルを作成する。

2.2 各翻訳サービスの課題

次に各サービスで特有の課題につ

いて述べる。

- ①会議翻訳では、音声認識と機械翻訳の結果表示に「リアルタイム性」が求められるとともに、発話の区切りを正確に検出する必要がある。従前技術では、1人の会議参加者の発話を音声認識する場合に、発話が終了してから音声認識結果のテキストを表示するため、表示までの間は待たされている感覚が強く感じられた。
- ②SNS翻訳では、SNSの投稿において頻出する「フランクな表現の言葉」への対応に課題がある。従前技術では、「おたんじょーびおめでとぉー」や「これはヤヴァい」といった翻訳前のテキ

ストを分かち書きできない。

- ③接客翻訳では、店員による丁寧な接客と、お客様によるフランクな質問の両方に対応する必要がある。しかし、接客会話に必要な対訳コーパスが不足しているため「接客会話で話される対話文に則した機械翻訳精度の向上」が課題である。

3. 会議翻訳

会議翻訳は、図3のように、異なる言語で話す会議参加者の会話をリアルタイムで音声認識し、他言語に翻訳するサービスである。またキーボード入力によるテキスト翻訳も可能であり、発話ができない状況でもテキストによる会議参加が可能である。

^{*12} 固有表現クラス化：入力文の固有表現をあらかじめ固有名詞を表すラベルに置き換え、機械翻訳後、辞書を用いて置換する技術。

^{*13} 機械翻訳エンジン：機械翻訳向けに学習された言語モデルと翻訳モデルを利用して、統計的にテキストを翻訳するソフトウェア。

^{*14} 翻訳モデル：翻訳前の言語と翻訳後の言語の各文章について、それぞれの単語同士

が意味的に対応するかを計算するために利用される統計モデル。

^{*15} 言語対：翻訳元と翻訳先となる2言語の組合せ（英語・日本語など）のこと。

^{*16} 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。



(1)リアルタイム性の向上

テンポよく会議を実施するためには、音声認識も機械翻訳も会議参加者が体感する処理遅延を小さくし、「リアルタイム性」を高くすることが望ましい。

そこで、音声認識の処理において、形態素^{*17}ごとの最尤推定結果を逐次的に表示する処理を行っている。これにより会議参加者の発話と表示の遅延が小さくなり、体感的な「リアルタイム性」を向上させている。

(2)発話区間の自動検知

音声認識を利用するサービスの中には、ユーザが発話区間を明示的に示すために発話・終話をボタンによって制御する場合がある。しかし、会議翻訳の場合は、発話のやりとりが連続的に発生するため、発話・終話のボタンを設けずに発話区間を自動検出することが望ましい。

また、発話者が次の発話を考える際などに起こる間や、言いよどみに

よって音声の無音区間が続くことで、別の発話として区切られる場合がある。具体的には図4①の場合、「このアプリは音声認識の結果を」「リアルタイムに表示します」のように区切られてしまう。その結果、「機械翻訳」の結果も「This application is speech recognition results.」「Real-time display.」のように発話者の意図と異なる翻訳結果が出力されてしまう。

解決策として、会話中に言いよどみが発生しても連続した発話として検出するために、「無音区間」を判定するパラメータを調整した。具体的には、発話者の各会議会話から言いよどみで発生する途切れの「無音区間」を抽出し、各々の「無音区間」の平均値を算出した。この値を基に発話が区切られる時間として設定するパラメータを最適化し、会話が正しく区切られるか実証した。

これにより図4②の場合は、「こ

のアプリは音声認識の結果をリアルタイムに表示します」といったように、発話の区切れが解消され、「This application is displayed in real-time voice recognition results.」という正確な翻訳結果を出力することができる。

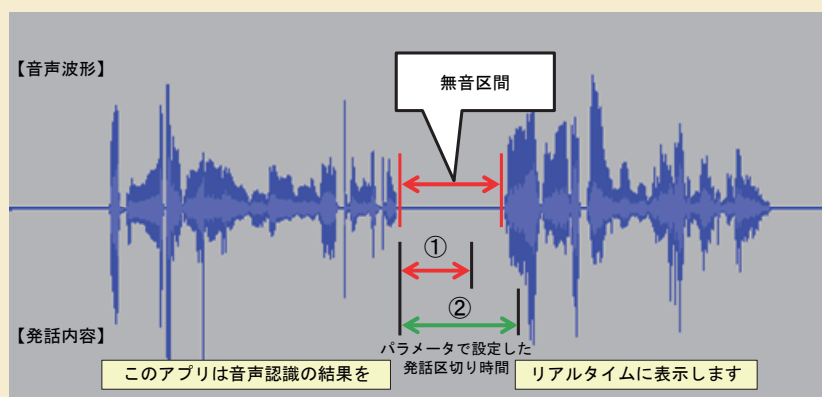
4. SNS翻訳

SNS翻訳とは、SNS投稿でのフランクな言葉を、他言語に翻訳することができるサービスである。このSNS翻訳システムの処理の流れを図5に示す。SNS翻訳システムは、他とは異なり、図2の機械翻訳機能部のみで構成されている。

SNS翻訳では、通常の機械翻訳機能における翻訳前処理に2つの機能を追加した。1つめは文分割機能、2つめは崩れ文字列正規化機能である。

・文分割機能では、一般的な文区切り文字判定に加えて1文中に

*17 形態素：ある言語において、意味を持つ最小の単位。



翻訳結果

【①の場合】
このアプリは音声認識の結果を → This application is speech recognition results.
リアルタイムに表示します → Real-time display.

【②の場合】
このアプリは音声認識の結果をリアルタイムに表示します
→ This application is displayed in real-time voice recognition results.

図4 言いよどみによる「無音区間」

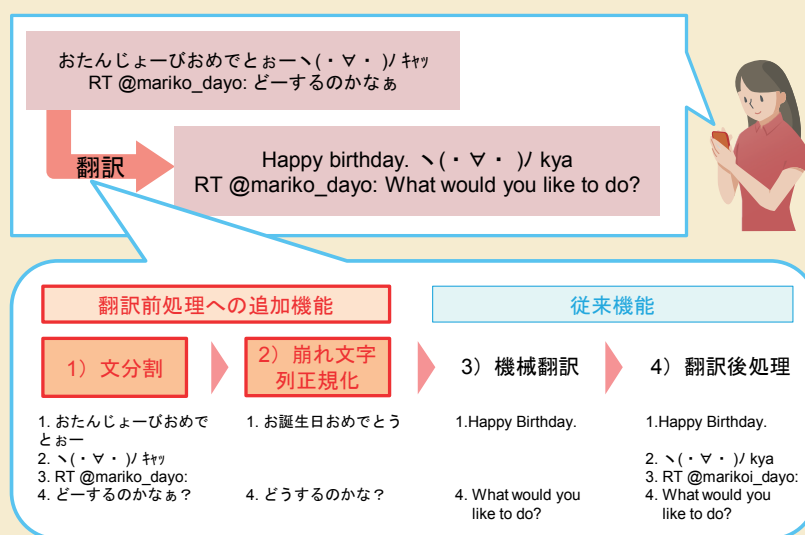


図5 SNS翻訳システムの処理の流れ

複数ある括弧判定，顔文字判定（例：\(\cdot\forall\cdot\)/ キャ），サービス固有記号判定（例：RT），URL判定，擬音語・擬態語の

判定などにより，文分割を実施している。その結果，翻訳対象とすべきテキストと認めた部分のみを，次の崩れ文字列正規化

機能で処理する。

・崩れ文字列正規化機能では，従前の整った日本語に対する形態素解析を強化し，フランクな表

現にも対応可能とした崩れ形態素解析[4][5]を用いて「表記」に分割する。ここでの表記とは、翻訳前の入力文を日本語の最小単位の単語に分割したものを表す。その後、表記ゆれ辞書と変換候補制御リストを用いて代表表記選択ラティス^{*18}を生成し、機械翻訳エンジンのモデル学習時に利用した膨大なコーパスを利用した言語モデルを用いて、崩れた表記を最適な表記に変換する。さらにネガポジ判定による置換処理により多義性に対応している。

- (1)代表表記選択ラティス生成と崩れた表記の変換の仕組み
代表表記選択ラティス生成と崩れ

た表記の変換を、図6を用いて解説する。

崩れ形態素解析の結果から入力文の表記と品詞と標準表記^{*19}のリストデータを作成する。入力文「おたんじょーびおめでとぉー」の場合、表記「お」「たんじょーび」「おめでとぉ」「ー」に分割される。またそれぞれに標準表記の「御」「誕生日」「おめでとう」「ー」を付与する(図6①②)。この標準表記とは新聞などで用いられる標準的な表記を表す。

次に、標準表記に着目し、標準表記に紐づく入力文に含まれない表記と変換されたくない候補や一意に変換したい候補を含む変換候補制御リストの表記を用いて、選択可能な表記のラティスを作成する。例えば標

準表記、「誕生日」に紐づく表記には「たんじょーび」「たんじょうび」「誕生日」があるため、これをすべて利用して、図6のように表記のラティスを作成する。表記のラティスとは選択可能な表記を列挙したグラフ構造を表す。この表記のラティスに対し、機械翻訳エンジンで利用している言語モデルを用いて表記の系列を探索し、最適な表記を決定する(図6③)。図6の場合には「お」「誕生日」「おめでとう」が最適解となる(図6④)。この代表表記変換によって崩れ文字列を正規化した結果を得る。

なお崩れ形態素解析機能と代表表記変換機能は、NTTメディアインテリジェンス研究所の技術支援・成

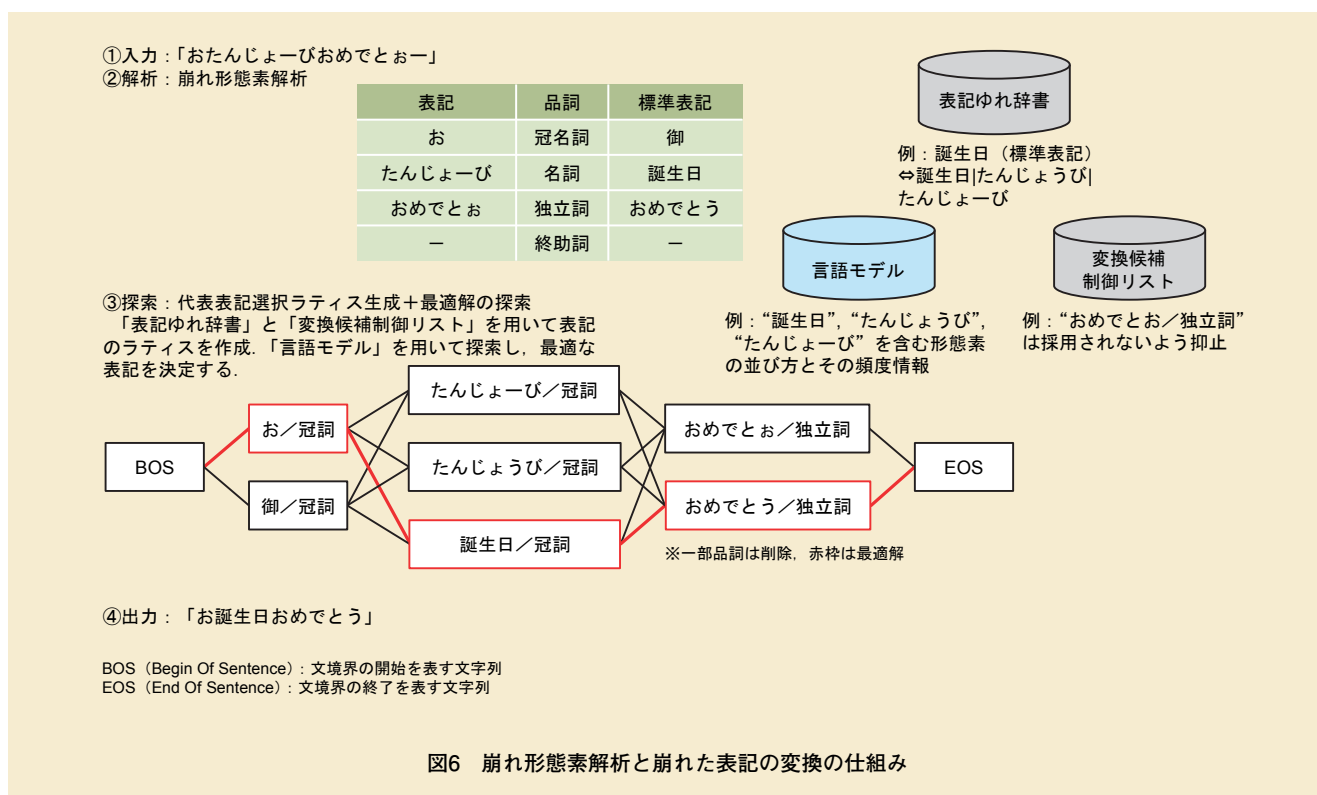


図6 崩れ形態素解析と崩れた表記の変換の仕組み

^{*18} ラティス: 横方向に形態素の系列を、縦方向に同じ意味であるが表記の異なる形態素を並べた格子状のデータ。

^{*19} 標準表記: ゆらぎのない文法に沿った標準的な書き方に従う字や記号で表された文字列。

果提供を基にして、ドコモで作成した言語モデルや変換候補制御リストを組み込み、翻訳前処理部に実装した。

(2)ネガポジ判定

日本語には多義性があり、ひとことや1文のみでは意図を特定するのが困難な場合がある。例えば、食べ物に関する評判で「これはヤヴァい」といったSNSの投稿を1文ずつ翻訳すると「美味しい」という意味と「不味い」という2通りの解釈がえられる。これを前後文章のネガポジ判定^{*20}を加えることで、ポジティブの場合には「これはすごい」、ネガティブの場合には「これはひどい」に置換する処理を実施する。このような置換処理によって多義性に対応している。

SNS翻訳では、これらの文分割機能と崩れ文字列正規化機能によって正規化された翻訳すべき文章のみを機械翻訳し、翻訳後処理にて入力文の構造に翻訳結果を埋め戻して、ユーザ側に翻訳文として応答している。

また、この翻訳前処理によって、日本語から英語／中国語／韓国語への翻訳における「やわらかい」「話し言葉」の翻訳精度は代表的な他社エンジンに比べて高い性能を確認した。図7にSNS翻訳の日英翻訳における精度比較結果を示す。評価文はSNSのグルメ／コスメ／旅行に関する投稿文を無作為に100文抽出した。それを評価者3名による主観評

価にて次の基準の平均値により評価した。「○評価（3点）：正しく訳されている」と「△評価（2点）：一部誤りが見受けられるが、意味は通じる」の合計が、SNS翻訳エンジンは他社エンジンよりも45点上回った。

5. 接客翻訳

接客翻訳では、日本語を話す店員の丁寧な接客文章を多言語に訳す場合と、お客様の外国語での必ずしも丁寧ではない質問を日本語に訳す場合の両方に対応する高い機械翻訳精度が必要である。接客対応で頻繁に話される文章を対訳コーパスとして集め、翻訳エンジンに学習させることで接客会話専用の翻訳モデルを作成した。また、この対訳コーパスを音声認識エンジンの言語モデルに適

用することで、音声認識エンジンも接客会話に対応させる取組みを行った。

以下に対訳コーパス収集について解説する。

(1)一般的な対訳コーパスの収集

一般的に考えられる対訳コーパス収集の流れを図8に示す。まず、以下の方法で対訳コーパスの元となる対訳データを収集する。

- ・サービス利用規約に則り、商用サービス（はなして翻訳、メール翻訳など）のログを書き起こし、収集する。
- ・販売されている対訳コーパスを利用する。

これらの方法で収集した対訳データに対して、以下の整形を行うことで対訳コーパスを作成する。

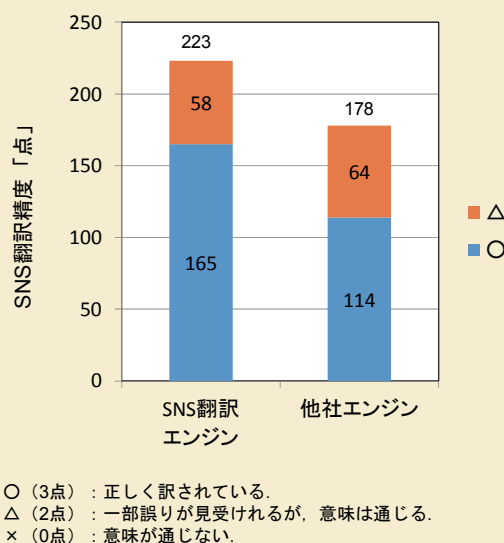


図7 SNS翻訳精度の主観評価結果（日英翻訳）

^{*20} ネガポジ判定：文書による筆者の意図がネガティブ（negative）かポジティブ（positive）かを判定する手法。

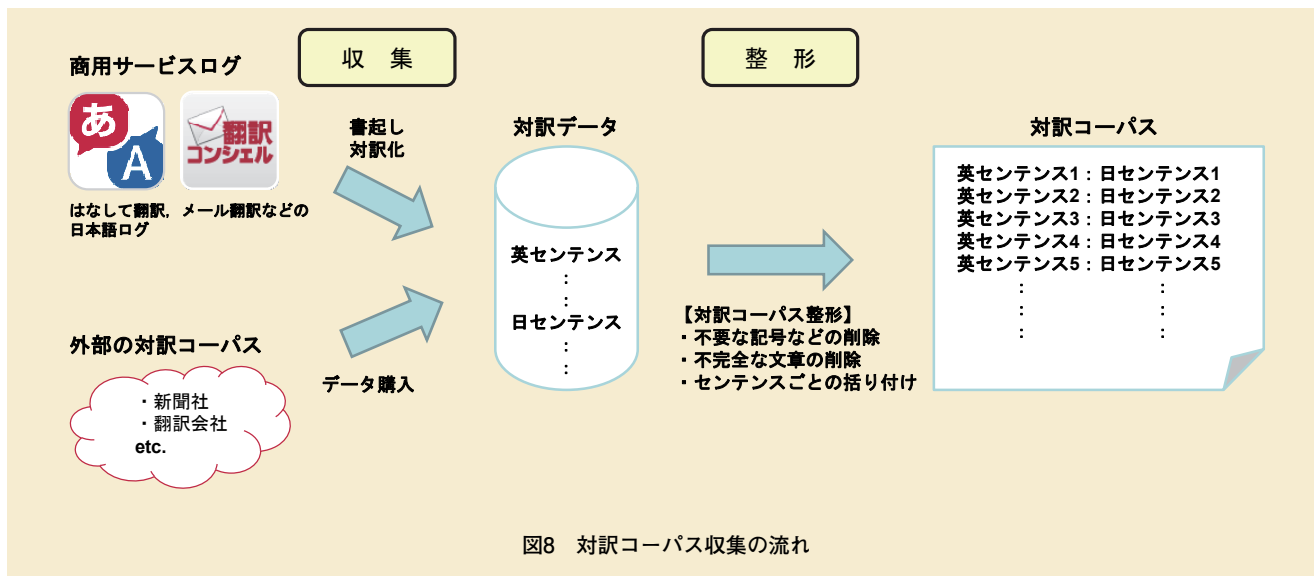


図8 対訳コーパス収集の流れ

- ・収集したコーパスに含まれている不要な記号などの削除
- ・文章として不完全なコーパスの削除
- ・センテンスごとの括り付け

(2) 人手による対訳コーパスの作成

今回は一般的な収集方法に加え、利用シーンに特化したコーパスを増やす取組みとして、クラウドソーシング*21などを活用し、人手で接客会話を想定した対訳コーパスを作成する作業を行った。この取組みで得られた対訳コーパスを用い、接客用の翻訳モデル、音声認識の言語モデルを作成した。

この結果、各言語ともに音声認識、機械翻訳精度が向上した。図9に日英翻訳での精度比較結果を示す。評価文は書籍やログから無作為に抽出した接客会話200文を作成した。それを評価者5名によって主観評価した。今回、作成した接客会話の音声

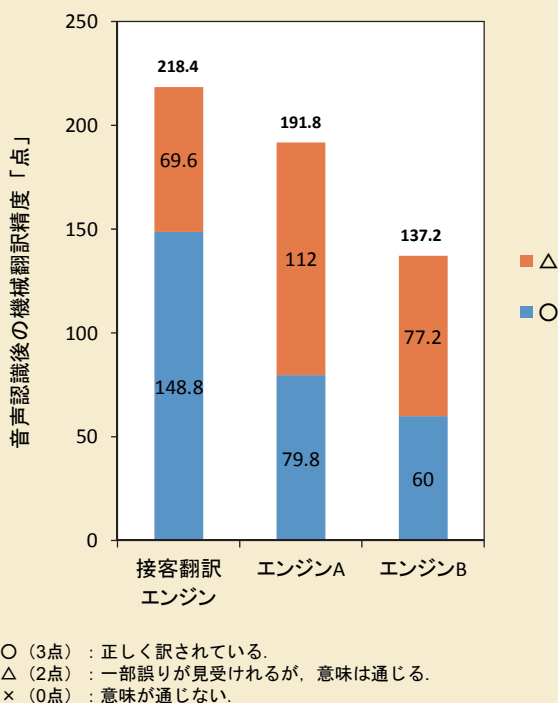


図9 接客会話文の翻訳精度の主観評価結果（日英翻訳）

認識、機械翻訳の結果の平均値は218.4点となり、代表的な他社エンジンの評価を上回っていることが確認できた。

6. あとがき

本稿では、話し言葉の翻訳とその技術課題を解決するための取組みと

*21 クラウドソーシング：クラウドソーシングは群衆（crowd）と業務委託（sourcing）を組み合わせた造語で、多数の人に分散して業務を委託するという新しい雇用形態。

して、会議翻訳、SNS翻訳、接客翻訳の各種取組みについて解説した。

今後は本技術にさらに磨きをかけて実用性を一層高めるとともに、翻訳文の単語を事前に並べ替えることで翻訳元の言語と翻訳先の言語の語順相違による精度低下を改善する「翻訳事前並べ替え技術」や、話し言葉で頻出する省略語を埋めるための自然対話技術などを取り入れていくことで、さらなる翻訳精度向上を達成できるよう研究開発を進めてい

く予定である。

文 献

- [1] 観光庁：“観光白書（2016年版）。”
- [2] 首相官邸：“明日の日本を支える観光ビジョン,” Mar. 2016.
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kanko_vision/
- [3] 経済産業省 大臣官房調査統計グループ企業統計室 貿易経済協力局貿易振興課：“第45回海外事業活動基本調査結果概要—平成26（2014）年度実績—,” Jul. 2015.
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kaigaizi/>

result/result_45/pdf/h2c45kaku1.pdf

- [4] 齊藤 いつみ, 貞光 九月, 浅野 久子, 松尾 義博：“正規—崩れ文字列アライメントと文字種変換を用いた崩れ表記正規化に基づく日本語形態素解析,” 言語処理学会第20回年次大会発表論文集, pp.777-780, Mar. 2014.
- [5] 齊藤 いつみ, 貞光 九月, 浅野 久子, 松尾 義博：“崩れ表記語の生成確率を用いた表記正規化と形態素解析,” 言語処理学会第21回年次大会発表論文集, pp.51-54, Mar. 2015.

環境および耐災害に対応したグリーン基地局における 天気予報連動制御とその実証

近年、環境貢献や災害対策として、ソーラーパネルやリチウムイオン電池などの環境機器を適用したグリーン基地局が本格展開されてきている。本稿では、グリーン基地局の機能向上の一環として開発し、相反する環境貢献と災害対策を両立する「天気予報連動制御」について解説する。本技術では天気予報の情報を基にしたリチウムイオン電池制御を実現しており、商用電力削減効果を向上させるとともに、停電時のサービス時間のさらなる延長を可能としている。

先進技術研究所

なかむら まさき きむら かずあき
中村 祐喜 木村 和明
たけの かずひこ
竹野 和彦

1. まえがき

近年、災害時などの停電に備えて、無線通信用の電力バックアップ強化などの重要性が増している。無線基地局では、電力系統の停電時のバックアップ用に蓄電池を備えているが、これを従来の鉛蓄電池からリチウムイオン電池（LiB：Lithium-ion Battery）へ変更して電池の満充電容量を増大することによる強化が考えられている[1][2]。

一方、環境貢献として自然エネルギーへの移行についても検討が進んできている。特に、太陽光発電の導入が最も注目されている。これは電力需要の高い日中の時間帯に発電できるため、商用電力需要のピーク時の需要量削減にもつながる。今後は無線基地局にも太陽光発電などの自

然エネルギーを導入し、それらと蓄電池を有効利用して環境負荷低減に貢献できる「グリーン基地局」が効果的であると言われている[3]。

ドコモは、グリーン基地局の有効性と信頼性を立証するため、現在までに関東甲信越地方にフィールド試験局として10局を設置済みであり、その実績から、全国に商用局としてのグリーン基地局を44局設置し、試験局と合わせ全都道府県での運用を開始している。

グリーン基地局は昼間に発電した余剰電力を効率的に蓄電するパワーシフト制御を備えることで、自家発電率^{*1}の向上を実現している[6]。しかしながらソーラーパネルの発電電力は天候により発電不足や発電余剰状態が発生するため、余剰電力を損失することなく蓄電するためには、

LiBの容量を増やすか、あらかじめ充電率（SOC：State Of Charge）を十分低く保つ必要がある。一方、災害対策の観点からは、停電など非常時の電源確保のためなるべくSOCを高く保つ方が望ましい。ただしLiBの容量を増やすにはコストや設置スペースの制限があることから、SOCを低く保つことが実効的には必要となり、そのため環境貢献と災害対策が両立できない課題があった。そこでドコモはこれを解決する技術として天気予報連動制御を開発した。本稿では、グリーン基地局の構成と本技術の概要を解説し、フィールド試験局にて実施した試験の結果を報告する。

2. グリーン基地局の構成

グリーン基地局の構成例を図1に

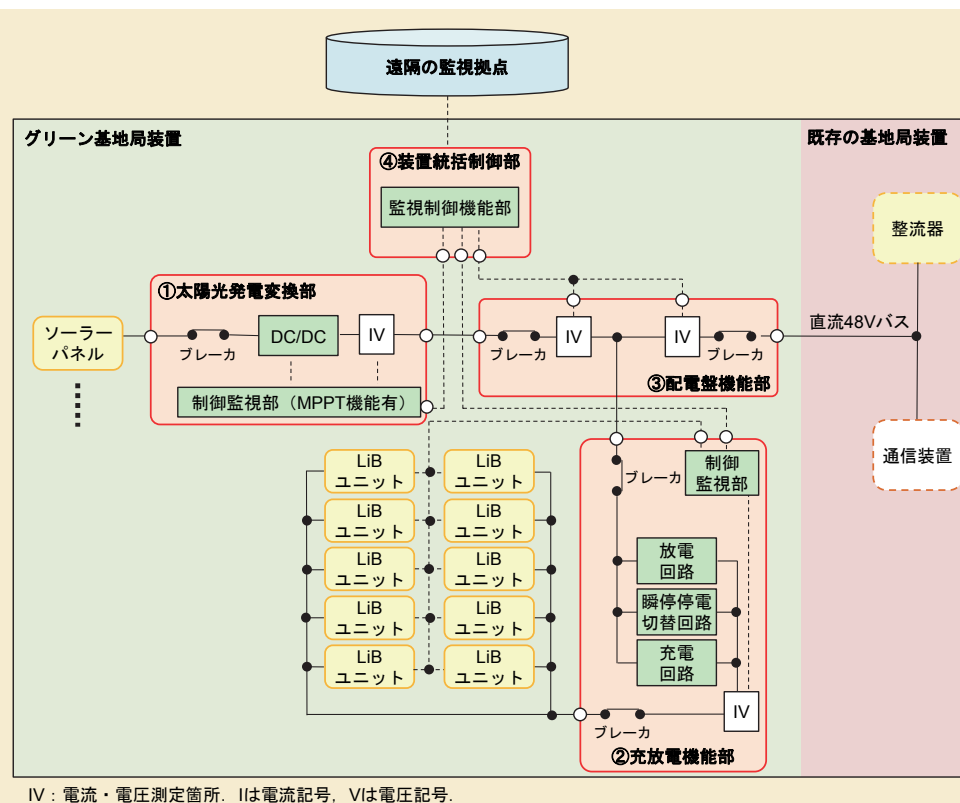


図1 グリーン基地局の構成例

示す。従来の無線基地局の電源設備である整流器^{*2}に加え、鉛蓄電池の代わりにLiBを導入し、停電時にも発電電力を活用できるようにソーラーパネルを直流48Vバス^{*3}（以下、直流バス）に並列に接続する。グリーン基地局はこれら3つの電源を高効率に制御する電源制御部を備えることで、自然エネルギーの有効活用や電力需要のピーク時への対応を実現する。

電源制御部は①太陽光発電変換部、②充放電機能部、③配電盤機能部と④装置統括制御部から構成される。

①太陽光発電変換部は最大電力点追従制御（MPPT：Maximum Power Point Tracking）^{*4}機能

を備えており、最大発電効率で発電させる[4] [5]。また、DC/DC（Direct Current-to-Direct Current）変換後の出力電圧を整流器やLiBの電圧より高く設定することで、通信装置へ太陽光発電の電力を優先して供給する。

②充放電機能部は充放電用の回路をそれぞれ備えており、制御監視部の指令により、それぞれ所定の充放電量で動作する。瞬停停電切替回路は、直流バスの電圧低下を検出する回路を備えており、停電時に瞬断なく蓄電池から供給する。

③配電盤機能部は直流バスとの連結部であり、非常時に各装置を

直流バスから切り離す。

④装置統括制御部では、電流・電圧測定箇所であるIV部で測定した発電量や電池ユニット情報など各種測定情報を一元管理し、遠隔の拠点に通知する監視機能と、遠隔からの制御指令に応答する機能を備えている。

3. 天気予報連動制御の概要

天気予報連動制御の概要を図2に示す。天気予報連動制御は通常時の日照制御モードと停電時の自立・復活運転モードの2つを備えている。

・日照制御モードでは、天気予報の情報を基に蓄電池のSOCを

^{*2} 整流器：交流の商用電力を直流の通信装置向け電力に変換する装置。

^{*3} 直流48Vバス：整流器から通信装置間の電力線。無線基地局では直流48Vの電圧が使用される。

^{*4} 最大電力点追従制御（MPPT）：ソーラーパ

ネルの電圧制御により発電電力を最大化する制御。

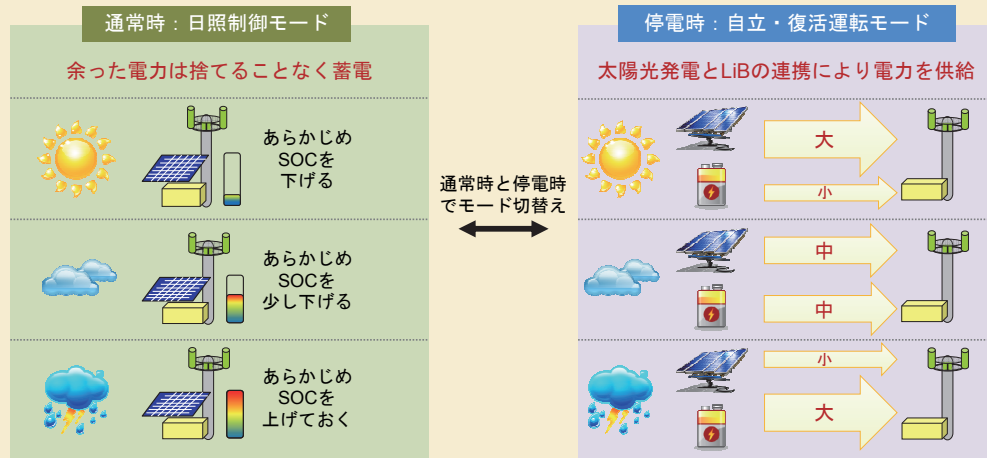


図2 天気予報連動制御の概要

柔軟に変更して、発電量を最大限活用する。ソーラーパネルの発電電力が天候に大きく依存することを利用して、例えば晴れが予報される際には、あらかじめ夜間などに放電して通信装置に電力を供給しSOCを下げておくことで、余剰電力を損失することなく日中に蓄電することを可能とする。

- 一方、停電時の自立・復活運転モードでは、蓄電池が太陽光発電の供給不足分を補い通信装置に電力を供給しつつ、太陽光発電の余剰電力が発生したときには瞬断なく充電動作に切り替わることで、停電時でも通常時と同様にして発電電力を最大限に活用する。

この2つのモードにより、環境貢献と災害対策を両立することが可能となる。具体的には、晴れが予報されSOCを下げたときに停電が発生

した場合でも、通常時と同様にソーラーパネルの発電電力を最大限活用することで、高いバックアップ効果が期待でき、LiBのバックアップ能力の低さを補うことができる。一方、雨が予報されSOCを上げたときに停電が発生した場合は、発電電力は期待できないが、LiBのバックアップ能力の高さでソーラーパネルのバックアップ能力の低さを補うことができる。

3.1 日照制御モード

(1) 概要

日照制御モードにおける天候別の動作イメージを図3に示す。天気予報情報からソーラーパネルの余剰電力量を推定して、余剰発電の開始時刻Tにその分を放電し終えることで、停電時のバックアップ分以外に十分な容量が確保できない電池であっても、従来廃棄していたソーラーパネルの発電電力を有効に活用しつつ、停電など非常時にも、自立・復活運

転モードに切り替わったソーラーパネルのバックアップ効果により、所定の時間通信サービスを継続することが可能となる。

(2) 日照制御モードの制御手法

次に日照制御モードの制御手法について述べる。

前日の天気予報情報をもとに、天候別SOC値（SOC晴、SOC曇、SOC雨）と放電開始時刻（ $t_{晴}$ 、 $t_{曇}$ ）を決定する。雨天時はソーラーパネルの余剰電力が期待できず、あらかじめ放電する必要がないことから、SOC雨は停電時の通信確保のために必要なバックアップ分として決定され、SOC晴は過去1カ月間で発生した最大の余剰電力が充電できるように決定され、SOC曇はSOC晴とSOC雨の平均値から決定される。余剰発電開始時刻Tは過去1カ月間の余剰発電開始時刻の実績から最も早い時刻に決定され、電池の満充電容量と負荷電力を用いて余剰発電開始時刻Tに天気予報に応じたSOCとなるよ

うに、放電開始時刻 t を求める。基地局の天気予報情報は t 晴以前に取得する。余剰発電開始時刻 T 以降はソーラーパネルの余剰電力を充電するように動作する。余剰電力が発生しない日没など夕方以降に設定される夕方放電開始時刻に到達すると、SOC雨（バックアップ分）になる

ように電池は放電を開始し、SOC雨到達後は待機状態となる。ただし、天気予報情報に災害のおそれがある場合には、災害に備え、電池を満充電状態にし、災害予報が解除されるまで同様の動作を続ける。また実際に災害が発生し停電状態となった場合は、電池から通信装置に対して電

力を供給し、停電状態が回復した後は、SOC雨になるまで電池を充電する。

3.2 自立・復活運転モード

(1) 概要

自立・復活運転モードの動作イメージを図4に示す。従来では、災

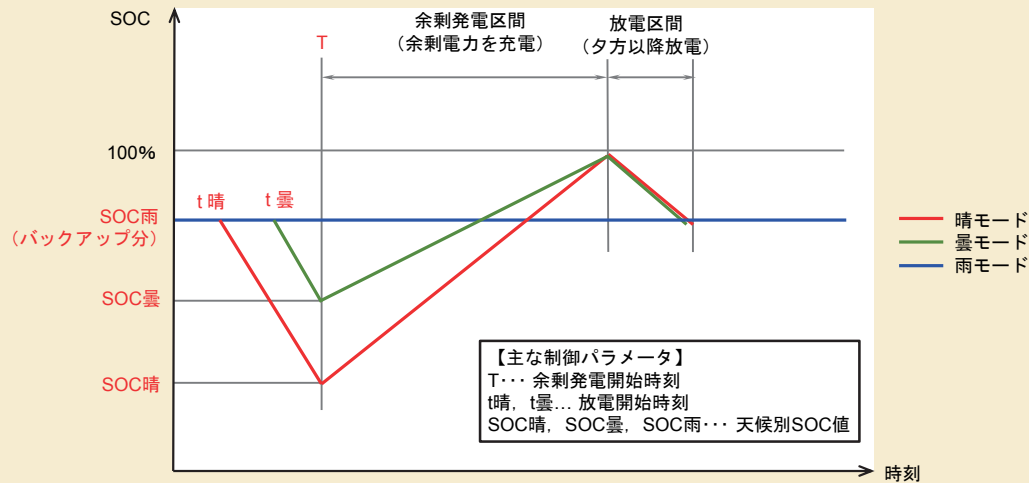


図3 日照制御モードの動作イメージ

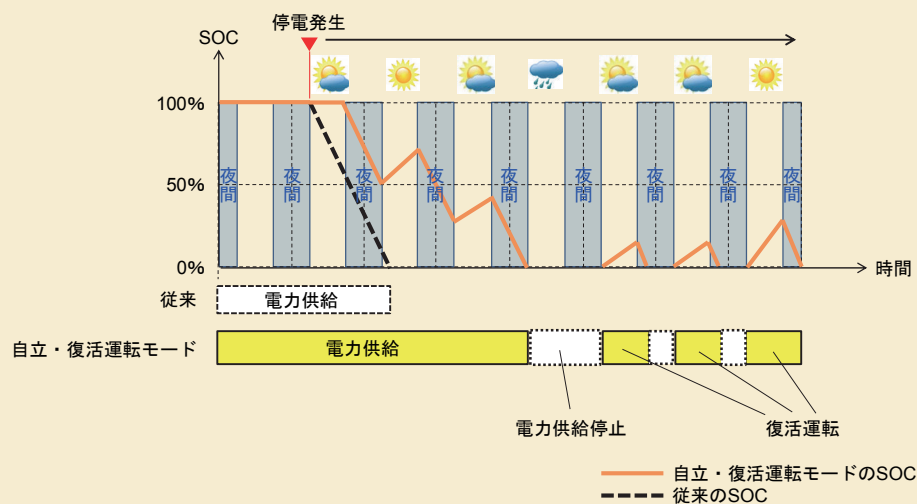


図4 自立・復活運転モードの動作イメージ

害など停電時には通信装置の負荷がおよそ一定であることからLiBのSOCが単調に減少し、電池残量が枯渇次第サービス断となる。一方、自立・復活運転モードでは、晴れの日の日中にはソーラーパネルの発電電力を通信装置に供給しつつ、余剰電力を充電することでサービス時間の延長が可能となる。また、LiBが枯渇してから、同様の動作により復活運転が可能となる。

(2) 自立・復活運転モードの制御手法

次に自立・復活運転モードの制御手法について述べる。

停電時に、太陽光発電の余剰電力を充電するにあたって、余剰電力以上の電力を充電することによる通信機器への供給電力の喪失を防ぐ必要がある。通常時では余剰電力以上の電力を蓄電池に充電する場合、超過分（通信機器への不足分）について整流器から通信機器に電力が供給されるが、停電状態にある自立・復活運転モードでは整流器からの電力供給は望めない。そのため自立・復活運転モードでは余剰電力以上の電力を充電しないように、余剰電力量の推定技術が求められる。

余剰電力量の推定には、発電電力と消費電力を把握する必要がある。発電電力の把握として日射量予測データを基に計算する技術があるが[7]、実際にはソーラーパネル上に発生する部分影の影響など局地的な日射量の変動があり、正確な推定は難しい。また、通信装置の消費電力も通信トラフィックに応じて若干変動があるため余剰電力量を正確に推

定することは困難である。

そこで自立・復活運転モードでは、山登り法^{*5}という局所探索法による余剰電力量の推定技術を適用している。具体的には、整流器の出力が0となり、余剰電力が発生しているときとみなせるときに充電量を微少量増加させ、余剰電力が発生していないときに充電量を微少量減少させる。これを小刻みに繰り返すことで余剰電力量を推定し、余剰電力のみ充電することが可能となる。また、晴れの日であっても雲など一時的な影による急激な発電量の低下が考えられるが、その際充放電機能部が通信装置への電力供給が途切れないよう充電状態から放電状態に切り替わり、次の余剰電力の充電に備えて充電量を最小値にリセットすることで対応している。

4. 実証試験

定格1.4kWの太陽光発電を備えるグリーン基地局を、群馬県にある無線基地局にフィールド試験局として設置した。フィールド試験局の通信装置の消費電力は約0.5kW程度である。試験中の電源システムの各種測定データや電池温度異常などのシステム警報は、通信回線を介して遠隔の監視拠点に送信されることとなっている。なお、試験期間中にシステム警報は発生せず、良好な動作を確認している。

4.1 日照制御モードの試験結果

日照制御モードの試験結果を図5に

示す。検証のために、容量3.75kWhのLiBを用いて2015年12月4日から2016年1月3日にかけて長期試験を実施し、グラフは結果を重ね合わせてある。図5(a)SOCの推移では、明け方の放電によるSOC減少の様子から、所定の3パターンのモード（晴、曇、雨）に応じた制御ができていることが分かる。また、図5(b)発電量の推移から、日中はおおむね通信装置の消費電力以上の発電を確認でき、余剰電力を有効に活用できた。試験結果から、同条件で従来のパワーシフト制御を実施したときと比較して約11%の自家発電率向上効果が期待できることを確認した。

4.2 自立・復活運転モードの試験結果

自立・復活運転モードの試験結果を図6に示す。検証のために、容量13.5kWhのLiBを用いてフィールド試験局の整流器の電源をオフにすることで停電状態を再現し、試験を行った。グラフはそれぞれ停電発生からの太陽光発電の発電状況（茶色の線）とLiBのSOC（緑色の線）の推移である。停電時にもLiBへの充電が確認され、これにより通信装置の消費電力以上の余剰電力を含む発電がなされたことが分かる。その結果同容量のLiBのみを非常用電源として使用したときと比較して、自立運転時間が約2.4倍になった。さらに、日中に蓄えた電力に応じて日没後もLiBからの電力供給により一定時間の無線基地局の運転を確認した。

^{*5} 山登り法：関数の極値を探索するアルゴリズム。

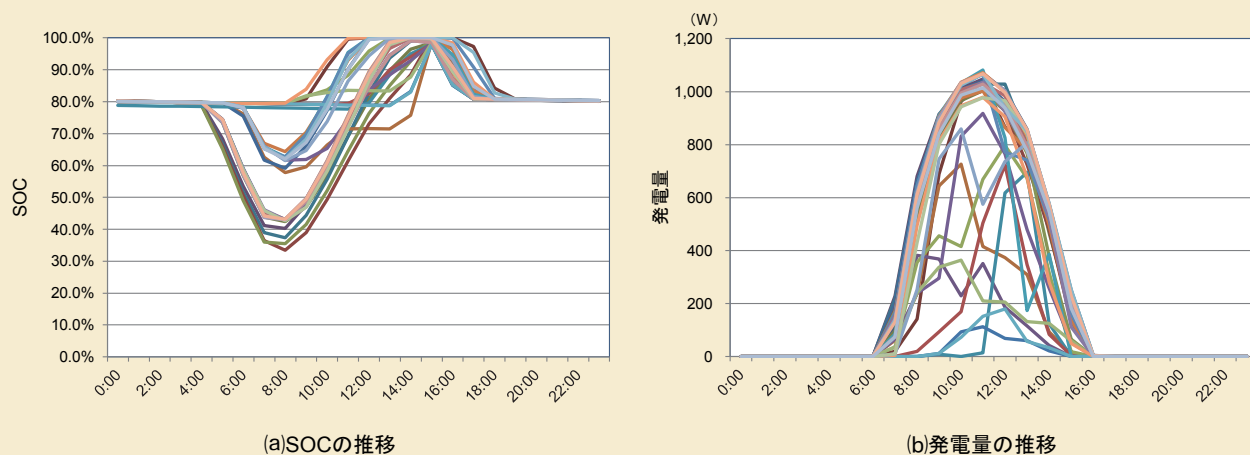


図5 日照制御モードの試験結果

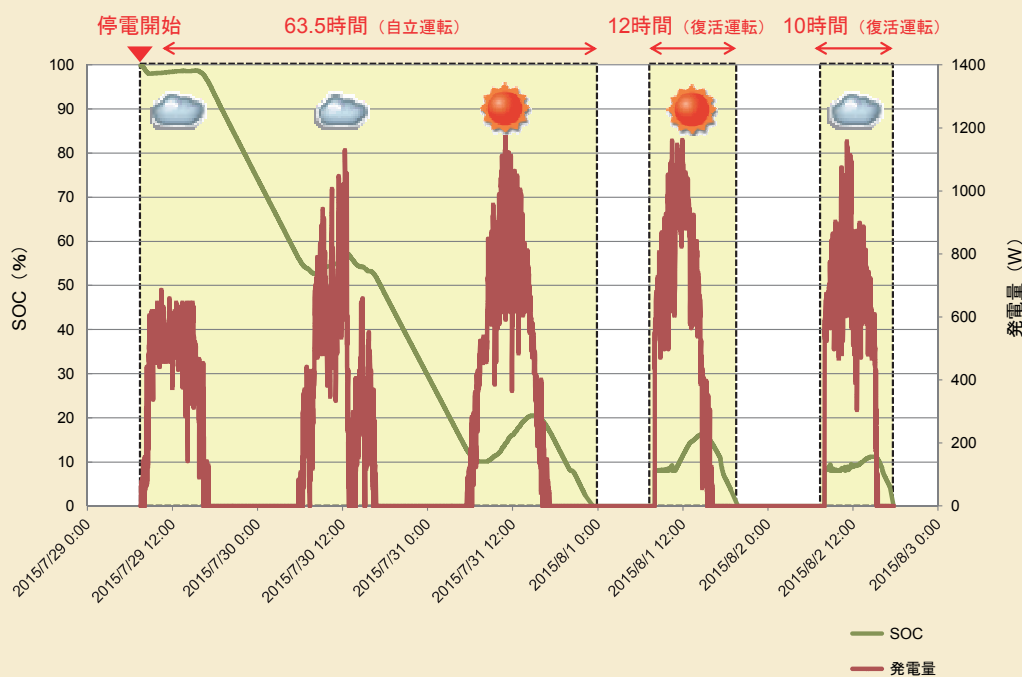


図6 自立・復活運転モードの試験結果

5. あとがき

本稿では、グリーン基地局において環境貢献と災害対策を両立する天気予報連動制御について解説した。

本制御技術の導入により、自家発電率向上がなされ商用電力使用量削減および停電時のサービス時間の延長効果が期待できる。今後は、制御・運転モードの細分化により、LiBの

バックアップ時間を底上げすることで、自家発電率を損なうことなく、停電時のサービス時間の延長効果をさらに高めていくとともに、グリーン基地局の拡大に合わせて、本技術

の導入を進める予定である。

文 献

- [1] I. Suzuki, T. Shizuki and K. Nishiyama: "High power and long life lithium-ion battery for backup power sources," Proc. of INTELEC '03, pp.317-322, Yokohama, Oct. 2003.
- [2] 松島 敏雄: "通信用大容量リチウムイオン電池と直流給電システムの特徴," 信学論 (B), Vol.J91-B, No.12, pp.1725-1734, Dec. 2008.
- [3] 竹野 和彦: "グリーン基地局の展開," 電気設備学会誌, Vol.34, No.2, pp.110-113, Sep. 2014.
- [4] G.J. Yu, Y.S. Jung, J.Y. Choi and G.S. Kim: "A novel two-mode MPPT control algorithm based on comparative study of existing algorithms," Proc. of Solar Energy, Vol.76, No.4, pp.455-463, 2004.
- [5] T. Tafticht, K. Agbossou, M.L. Doumbia and A. Cheriti: "An improved maximum power point tracking method for photovoltaic systems," Proc. of Renewable Energy, Vol.33, No.7, pp.1508-1516, Apr. 2008.
- [6] 中村 祐喜, 大友 康宏, 竹野 和彦: "グリーン基地局におけるパワーシフト制御の開発," 信学総合大会, B-9-12, Mar. 2015.
- [7] 鈴木 孝宣, 後藤 悠主, 寺園 隆宏, 若尾 真治, 大関 崇: "Just-In-Time Modelingに基づく日射量予測手法の開発," 電気学会論文誌B, Vol.131, No.11, pp.912-919, Nov. 2011.

020マーケティングを実現する行動センシング技術 —省電力な位置推定・柔軟な情報配信制御・顧客行動の可視化分析—

スマートフォンによって取得した顧客の位置情報に基づき、実店舗への来店促進や販促施策を行うO2Oマーケティングサービスが注目されている。O2Oマーケティングサービスにおいては、スマートフォン内の各種センサを用いた高いユーザ位置推定精度の実現と消費電力削減の両立、情報配信契機の制御、および顧客行動分析を通じたマーケティング施策の検討が課題となる。

今回ドコモが開発した行動センシング技術では、抽象化マップ情報を用いた位置推定と、顧客の行動状態などに対応した柔軟な情報配信制御、顧客行動分析のための可視化を実現し、この一部をAir Stamp[®]*1へ導入することにより、タイムリーかつ省電力での位置連動型情報配信や詳細な顧客行動分析を可能とした。

先進技術研究所

さの ひろゆき こにし てっぺい
佐野 博之 小西 哲平かわさき さとし つかもと まさかつ
川崎 仁嗣 塚本 昌克

スマートライフ推進部

まえばたけ まさる†
前島 大

1. まえがき

スマートフォン内の各種センサの活用によって顧客の屋内外における位置情報を活用したサービスの提供が可能となり、顧客の現在地付近にある店舗の電子クーポンをスマートフォンへ配信することで来店を促したり、店舗内でおすすめ商品の情報を配信するサービスが提供されている。このようなO2O（Online to Offline）マーケティングサービス*2は、今後も市場拡大が予想されており、その規模は、2020年には約2,360億円に成長すると言われている[1]。

O2Oマーケティングサービスは、店舗や商品情報、クーポンなどの情報接触をきっかけに、顧客に来店や購買、回遊などの行動をとってもらうことを目的としている。1人ひとりの顧客のニーズや嗜好に合わせた内容、顧客の位置や滞在時間などの状況に合わせ、タイムリーに情報を届けることで、その効果を向上させることができると考えられる。

ドコモはO2Oマーケティングサービスを提供する基盤技術として、①省電力な位置推定、②柔軟な情報配信制御、③顧客行動の可視化分析の3つの開発を行い、これらを統合し

た行動センシングシステムを開発した。本システムは、ドコモが提供する位置情報プラットフォーム「Air Stamp」[2]に導入されている。本稿ではO2Oマーケティングのユースケースを示し、行動センシングシステムの概要とAir Stampへの導入事例について解説する。

2. ユースケース

行動センシングシステムを用いたO2Oマーケティングを提供するにあたってドコモは、ショッピングモールや百貨店、駅ビルなどの複数の店舗が集まった商業施設と、スーパー

マーケットやホームセンター、コンビニエンスストアなどの店舗における、来店促進、販売促進、回遊促進の3つのユースケースを想定している。情報配信先は個人所有のスマートフォン（以下、端末）を主に想定するが、例えばスーパーマーケットやホームセンターのショッピングカートに付けたタブレットも考えられる。

- ・来店促進：屋外の位置情報を使って顧客が商業施設や店舗の周辺にいる際に情報を配信する。また、来店したらウェルカムメッセージを配信、店舗を出たら来店アンケートを配信する。
- ・回遊促進：商業施設内の各店舗や店舗内の各売場を多く回ってもらうため、顧客がまだ訪問していない店舗や売場、顧客におすすめの店舗や売場の情報を配信する。スタンプラリーのように指定店舗をすべて訪問したら特別なクーポンを配信する。
- ・販売促進：店内で屋内位置情報を使って売場や商品棚に応じた情報を配信する。商品棚のちょうど前でその商品動画を再生して注意をひきつけたり、ある売場に一定時間滞在して商品購入を迷っている際に、その売場で使えるクーポンを表示する。

商業施設や店舗の事業者は、現状の顧客の来店行動や店舗内行動が可視化された情報を見て課題を認識し、施策を検討（Plan）・実施（Do）し、その効果測定（Check）を行い、情報配信の内容やタイミングを改善

（Act）し、効果の最大化をはかるというPDCA（Plan, Do, Check, Act）サイクル^{*3}を回す。

3. 行動センシングシステム

3.1 システム構成

前述のユースケースに対応したシステムを実現するには、①省電力な位置推定機能、②柔軟な情報配信制御機能、③顧客の来店行動や店内行動の可視化分析機能が必要である。これら3つの機能を統合的に備えたものとして開発されたのが行動センシングシステムである。その概要を図1に示す。

①省電力な位置推定機能（図1

①）：端末の位置推定を行うためには、端末に内蔵されたGPS、Wi-Fi^{*4}、BLE（Bluetooth[®] Low Energy）^{*5}などの各種センサ値を取得し、取得結果に対して各種演算を実施することによって位置情報へと変換することが一般的である。屋内外の位置や滞在などの顧客の状況を継続的に把握したり、店内で棚レベルの詳細な位置検出や滞在時間を把握するためにはセンサスキャンによる位置推定を定期的かつ高頻度を実施しなければならない。その結果、顧客の端末のバッテリー消費が増加する問題がある。商業施設などでは顧客の買い物行動は数時間に渡る可能性があり、その間に消費する端末の電力を少なくする必要がある。しかし、一般に推定精度と

省電力性はトレードオフの関係にあり[3]、消費電力を低減させるためにはセンサ値取得間隔を延伸すればよいが、位置推定精度が低下する。そこで開発した位置推定エンジン（ALE：Abstract Location Engine）は、端末上で動作し、低頻度でのセンサ値取得に起因する位置推定誤差を、後述するノード・リンク構造によって抽象化されたマップ情報を用いて補正および経路補間することにより、屋内では棚レベル、屋外では店舗レベルの位置推定精度と省電力を両立する。

②柔軟な情報配信制御機能（図1

②）：情報配信を柔軟に行うためには、店舗会員カードの登録情報から得られる顧客の性・年代などの属性や、店舗のPOS（Point Of Sales）情報から得られる購買履歴などを分析することでニーズや嗜好に合わせて情報を出し分けたり、顧客の位置や滞在時間に連動して情報配信を行う機能が必要である。さらに、新たな施策を迅速に実施したり、施策の効果測定を行いながら情報配信の内容やタイミングを変更したいという商業施設や店舗事業者の要求にも対応する必要がある。そこでECA（Event Condition Action）ルールを用いることによって、そのような要求に対応可能とした。ECAルールはEvent文、Condition文、Action文から構成さ

^{*3} PDCAサイクル：業務を円滑に進めるための手法のこと。PDCAサイクルでは、①Plan（計画）、②Do（実施）、③Check（効果測定）、④Act（改善）の4つのステップを継続的に繰返し実施することが求められる。

^{*4} Wi-Fi[®]：Wi-Fi Allianceの登録商標。

^{*5} BLE：近距離無線通信規格Bluetoothの拡張仕様であり、Bluetoothバージョン4.0において追加された。低消費電力の通信を特長とする。Bluetoothは米国Bluetooth SIG Inc.の登録商標。

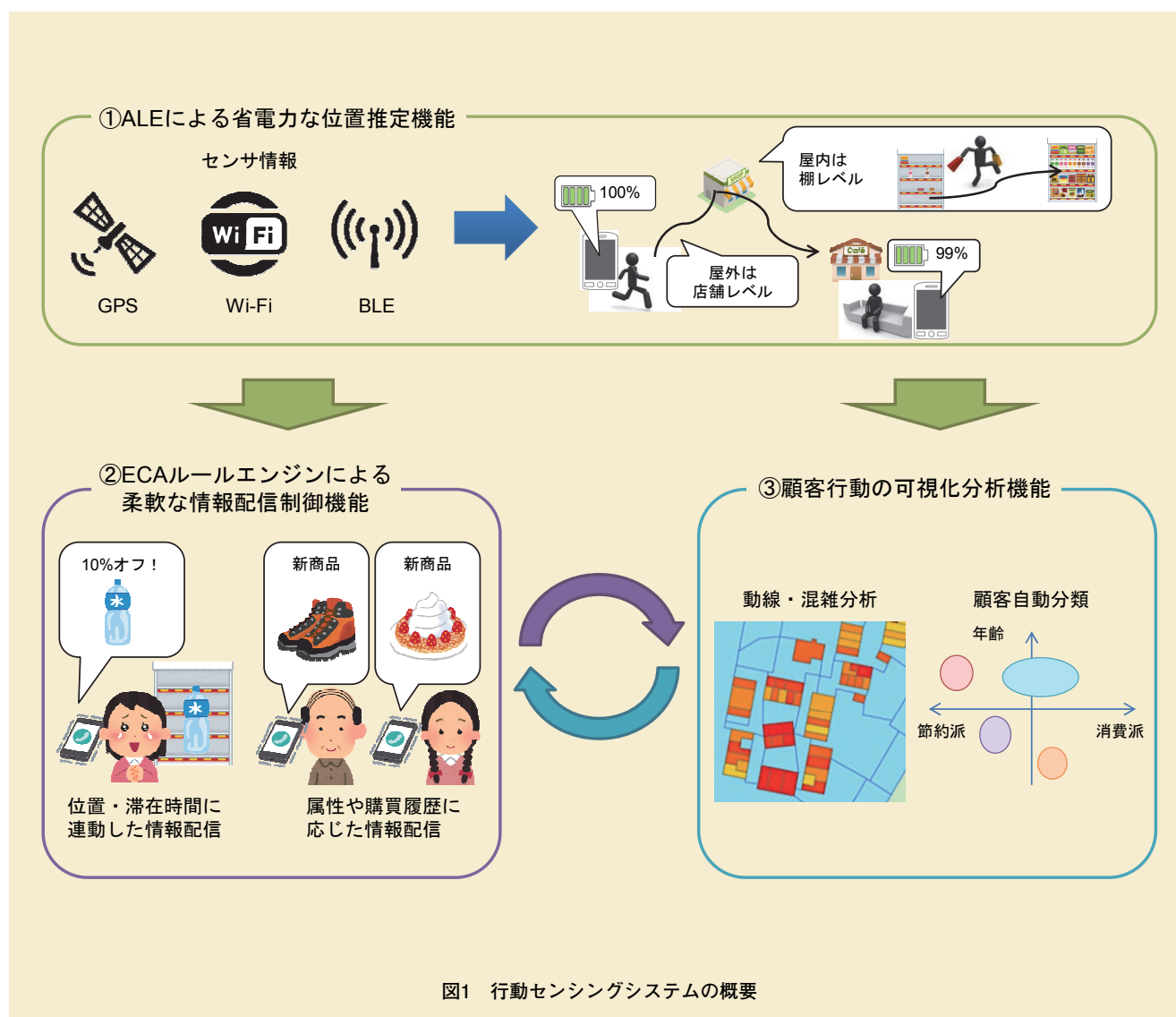


図1 行動センシングシステムの概要

れ、前述のユースケースで述べたような配信制御を実現する。ECAルールを実行するためのECAルールエンジンは端末上で動作し、位置情報、時間情報、アプリケーション操作履歴などの端末状態と、記述された配信条件のルールとを比較し、指定した条件に合致していればコンテンツの表示やサーバへの通知などを行うものである。サーバ

で設定したECAルールは即座にアプリケーションに反映されるため、端末のアプリケーションのアップデートをすることなく新規施策や施策の変更に迅速に対応可能である。

③顧客行動の可視化分析機能（図1③）：施策の検討や効果測定のため、顧客の来店行動、動線や混雑状況などの店舗内行動を可視化する機能が必要である。顧

客行動の可視化分析機能は、年月日や時間帯、デモグラフィック属性*6を指定した来店者数や再来店したりピータ数、滞在時間などの基本的な情報をリアルタイムに表示する機能に加えて、個別動線や混雑状況、動線パターンに基づく顧客の自動分類による分析を可能としている。

以下に、これら3つの機能の詳細

*6 デモグラフィック属性：人口統計において顧客特徴を表す情報のこと。性別・年齢・職業・家族構成人数などがデモグラフィック属性に含まれる。

を解説する。

3.2 ALEによる省電力な位置推定機能

(1) ALEの概要

ALEは、ユーザの端末上で動作するアプリケーションに組み込まれ、GPS、Wi-Fi、BLEなどの各種センサ値を複合的に利用して対象端末の位置推定を実施する。

① ノード・リンク構造

ALEでは、低頻度でのセンサ値取得やセンサ値の観測ノイズに起因する位置推定誤差をノード・リンク構造によって抽象化されたマップ情報を用いて補正した上で、ノードと呼ばれる抽象化された単位で位置推定結果を出力する。

ALEで用いる抽象化マップ

では店舗や商業施設など、位置推定対象エリアをノードとリンクによるグラフ構造で表現する。商業施設の地図をノード・リンクへと変換し、抽象化マップを作成した例を図2に示す。

・ ノードの設定

O2Oマーケティングサービス提供者は、ユーザの通過や滞在といった行動についての情報を取得したい場所、たとえばセール商品が置かれた棚の前や通路の交差点などを、抽象化マップのノードとして設定する。ノードには屋外ノードと屋内ノードの2種類が存在する。屋外ノードの滞在はGPSの測位結果から判定する。GPS電波が届かない屋内ノードにはWi-FiアクセスポイントやBLEタグ

などの近距離無線通信デバイスを設置し、それらから発信される電波強度を用いて滞在している屋内ノードを決定する。

・ リンクの設定

抽象化マップの各リンクは通路を表しており、人が物理的に直接移動可能なノード間のみに対してリンクが設計される。例えば図2において、店舗Aから店舗Bへ直接移動する通路は存在せず、店前通路のノードを通ることになる。この場合、店舗A内と店舗B内のノードを接続するリンクは設定されず、店舗A入口と店前通路、店前通路と店舗B入口を接続するリンクが設定される。また、リンクに対しては重みが設定される。この重みは人がノード間を移動する

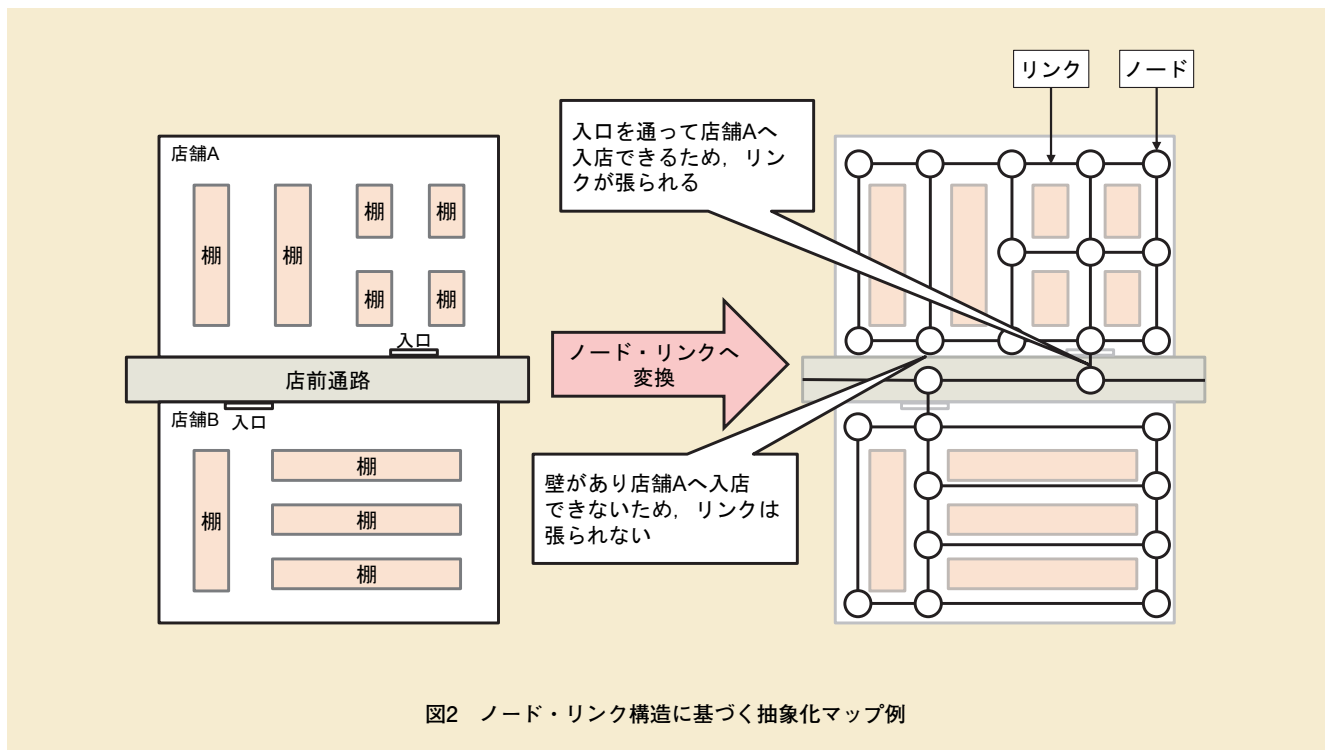


図2 ノード・リンク構造に基づく抽象化マップ例

ために必要なコストを表し、重みが大いほど移動するために時間がかかる。重みの値の例として、それぞれのノードの中心間の物理的な直線距離が考えられる。この重みは次に述べる位置補正で用いられる。

②ノード・リンク情報を用いた位置補正

ALEでは、これらノード情報とリンク情報を用いて位置推定性能の低下を抑制している。リンクの重みと人の平均移動速度を用いることによって、ノード間を遷移するために必要な時間を算出している。ALEのノード遷移結果と測位結果を比較することにより、ALEの位置推定結果が異常なものでないか判定し、誤りの位置推定結果の出

力を防止できる。

③ノード補間

一方、センサ値取得間隔を延伸したことにより、ユーザが滞在するノードをALEで検出できない事象（検出漏れ）が発生する可能性が高まる。ALEはノード補間の機能を備えており、リンク構造上直接遷移不可能なノード遷移を検知した際、リンク構造に基づいて最適な経路を予測し補う。

(2)ALEの評価実験

ALEでは上記のように抽象化マップ情報を用いた位置補正およびノード補間を実施することによって、屋内では柵レベル、屋外では店舗レベルの位置推定精度と省電力を両立している。2014年度に実施した実証実験において、商業施設用アプリ

ケーションにALEを実装し、その電力評価実験を行った。センサ取得周期を2倍にしても位置推定性能はほぼ低下せず、約36～40%の消費電力削減に貢献できることを確認した。

3.3 ECAルールエンジンによる柔軟な情報配信制御機能

(1)ECAルールエンジンの概要

ECAルールエンジンの概要を図3に示す。これは、Event文、Condition文、Action文を記述したECAルールと呼ばれるXML (eXtensible Markup Language) ^{*7} ファイルを解釈し、実行する端末上の機能である。表1に示すようなALEによる位置推定結果の変化や端末の画面状態変化などをEventとして扱っており、これらの状態変化を契機としてECAルールを実行する。

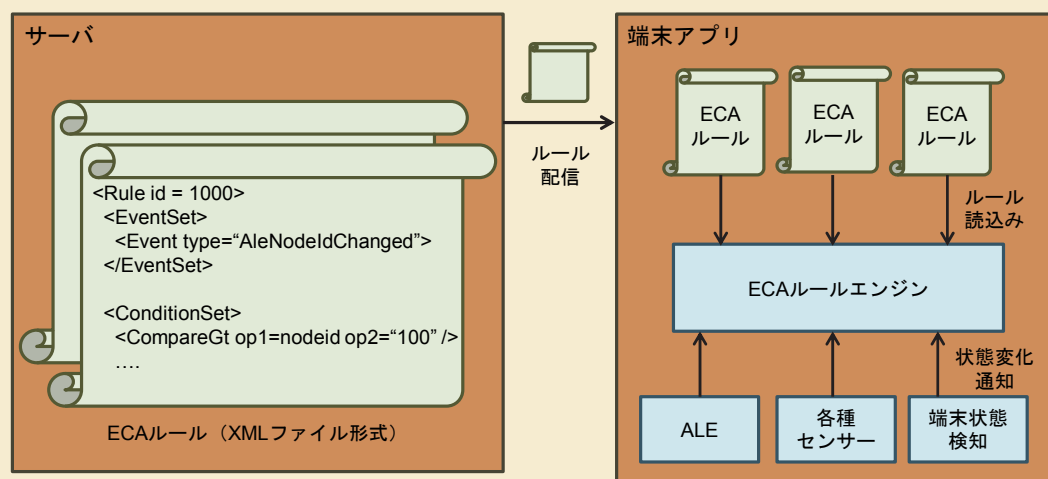


図3 ECAルールエンジンの概要

*7 XML: W3C (World Wide Web Consortium) が提案した文書やデータの意味や構造を記述するためのマークアップ言語の1つ。拡張可能であり、ユーザが独自のタグを指定できる。

表1 ECAルールエンジンにおけるEvent一覧

Event一覧（一部）
画面状態変化
画面ロック解除
ALE推定ノード変化
登録領域（Region）入出圏
GPS取得座標変化

図4にECAルールの処理フローを示す。状態変化が発生すると、ECAルールエンジンはその状態変化がECAルール内のEvent文に記述されたEvent（状態変化）であるかを確認し、該当のEventの記載があるECAルールについて、表2に示すようなCondition文に記述された条件

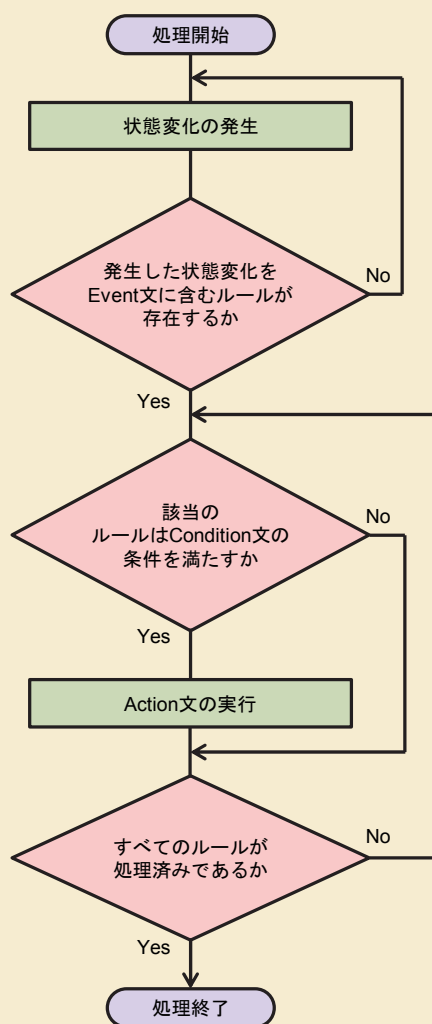


図4 ECAルールの処理フロー

を判定する。条件には、ALEによる推定ノードのIDや端末状態との比較のように現在の状態の判定だけでなく、他のECAルール>Actionにより設定された変数の値との比較など、過去の状態との比較も可能である。条件を満たしている場合には、Action文に記述された処理を実施する。Action文では、表示するコンテンツの識別子を指定し、条件に応じた情報の出分けが可能である。また、指定されたコンテンツの表示以外にも、来店などのEventのサーバ通知や、来店回数などの状態を変数へ設定するなど表3に示す動作を指定できる。

ECAルールは一種のプログラム言語のように汎用性が高く、ECAルールエンジンはサーバから適宜取得し同期する仕組みをとっている。キャンペーン施策をECAルールとして記述し、各端末に配信することで、アプリケーションの更新と再配布なしに、即時に施策を実施できる。またユーザIDに応じて配信するECAルールを切り替えることで、各ユーザで異なる施策を実施可能である。

(2)ユースケース

ECAルールの応用例として2つのユースケースを示す。

- ・第一のユースケースは、ユーザがある商品棚で購入を迷っている場合に、購入の決断を促す値引きクーポンの配布である。ALE推定ノード変化をEvent文、商品棚に対応するノードに指定時間以上滞在していることをcondition文、クーポンのコンテンツ表示をAction文に記述する

表2 ECAルールエンジンにおけるCondition一覧

Condition一覧（一部）
変数と指定された定数が等しい
変数が指定された定数より小さい
指定した2つの変数同士が等しい
指定したConditionをすべて満たす
指定したConditionのうち少なくとも1つを満たす

表3 ECAルールエンジンにおけるAction一覧

Action一覧（一部）
コンテンツ表示
サーバ通知
指定ECAルール有効・無効化
領域（Region）の登録
変数への値設定

ことで実現できる。

- ・第二のユースケースは、スタンプラリーのように特定の店舗をすべて訪問した場合の特別クーポンの配布である。ECAルールにおいて、ALEによる位置推定結果から特定店舗への訪問を条件として、特定の変数に値を書き込むAction文により、訪問有無を状態として保持する。さらに、特定の店舗のすべてに訪問済みかどうかをCondition文で判定して特別クーポンの配信を制御できる。

3.4 顧客行動の可視化分析機能

本機能は年月日や時間帯、デモグラフィック属性を指定した来店者数や再来店したりピータ数、滞在時間などの基本的な情報をリアルタイム

に表示する機能に加えて、以下の3つの特徴的な機能を備える。

- ①個別動線の可視化：時系列で各個人の動線の特徴を分析
- ②混雑度の可視化：性別・年代／日時／動線パターンごとの滞在傾向を分析
- ③動線パターン特徴の可視化：自動的に動線パターンを分析

これらの機能の活用例を以下に解説する。

- ①個別動線の可視化により、各顧客の入店から退店までの経路や情報配信への反応を把握できる。例えばある売場のお得情報を店舗入口やその売場周辺で配信する施策を実施する前後での顧客ごとの経路を比較できる。
- ②混雑度の可視化は、顧客の各ノードの滞在時間をヒートマッ

プとして、よく滞在するエリアを赤く、あまり滞在しないエリアを青くなるよう店舗マップ上に表示する。本機能を活用して、特定の曜日や時間帯における各売場の混雑状況を踏まえ売場イベント施策の実施・効果測定をしたり、レジの混雑状況に応じて店舗スタッフ配置を変更して滞在時間の変化を評価することが考えられる。

- ③動線パターン特徴の可視化は、ユーザの動線を文書分類の技術を用いて分類して、ワードクラウド*8で表示する。文書分類では、各文書の単語の発生頻度に基づき文書を分類する。あらかじめ各ノードに陳列されている商品名をノード名と対応付けておき、一回の来店におけるノード名履歴を文書、ノード名を単語とみなして、LDA (Latent

Dirichlet Allocation)*9により動線をクラスタに分類する。図5ではあるユーザの動線として惣菜、食パン、揚げ物、お弁当などのノードによく滞在するクラスタ2が自動で生成され、ヒートマップ表示で右上の売場によく滞在していることが示されている。この分析結果に基づき、右上の売場で特にクラスタ2に訴求する販売促進施策、クラスタ2の訪問が少ないエリアへ誘導する回遊促進施策や店舗レイアウト変更施策などを検討することが考えられる。

4. Air Stampへの技術導入

行動センシングシステムのALEを、ドコモが提供する位置情報プラットフォーム「Air Stamp」に導入した。Air Stampは、スーパーマーケット

や飲食店などの店舗や商業施設に向けて、位置情報と連動したリアルとネットの融合サービスの展開を目的としており、スマートフォンの位置推定結果に基づいてユーザにクーポン情報や館内情報、イベント情報などを配信するものである。

行動センシング技術の導入により、タイムリーかつ省電力での位置連動型情報配信と詳細な顧客行動分析が可能となる。図6(a)に示すように、複数の商品が配置された連続した棚において、特定の商品が配置された棚の前でのピンポイントな情報配信ができる。また、図6(b)のように駅の商業施設において物理的に存在し得ない動線を補正することにより、顧客行動分析精度の向上をはかることができる。これらに対応したAir Stampは、現在リリースに向けた検討を進めている。

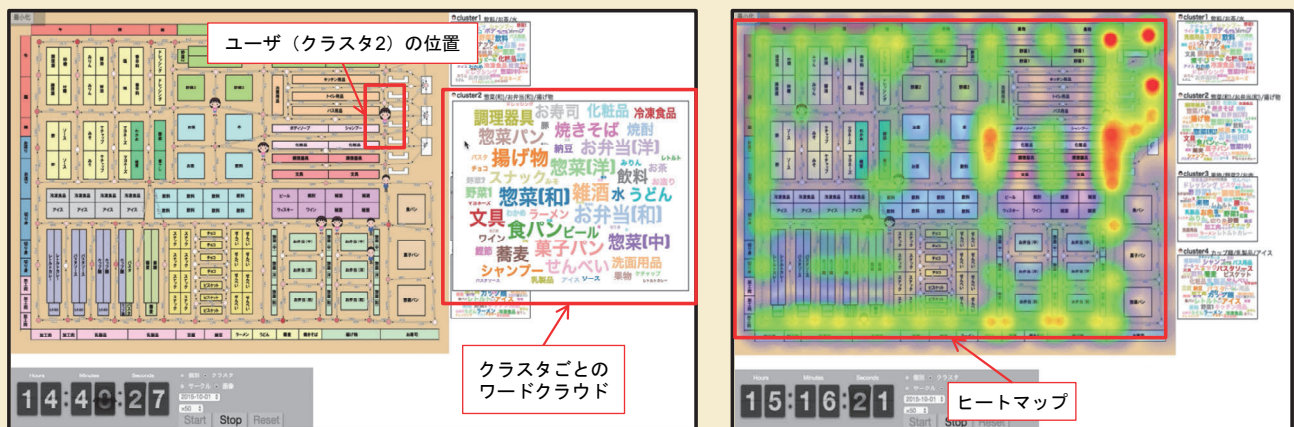


図5 顧客行動の可視化・分析

*8 ワードクラウド：単語の出現頻度を文字の大きさで表示する可視化手法で、文字が大きいほど出現回数が多いことを表す。

*9 LDA：文書中に出現する各単語のトピック（話題）に基づき文書分類を行う機械学習手法。

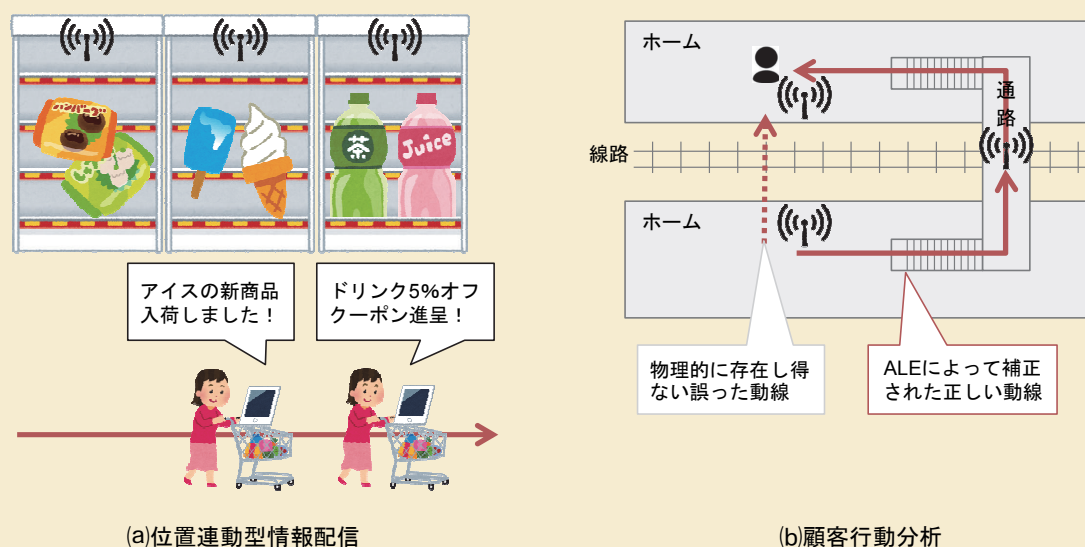


図6 行動センシング技術の導入による位置連動型情報配信(a)と顧客行動分析(b)

5. あとがき

本稿ではO2Oマーケティングサービスに必要な機能を統合した行動センシング技術とそのシステム概要について解説した。本システムにより商業施設や店舗事業者は各種施策のPDCAサイクルを迅速に実施することができる。

今後はさまざまな商業施設や店舗

へAir Stampサービスを展開し、その結果で得られる知見やデータを活用することで、システム運用の効率化に向けた検討や顧客行動の分析に取り組む予定である。

文 献

- [1] 株式会社シード・プランニング：“O2Oビジネスの現状と今後の方向性2013,” 2013.

- [2] Air Stampホームページ.
<http://www.airstamp.jp>

- [3] H. Liu, H. Darabi, P. Banerjee and J. Liu: “Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems,” IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS, Vol.37, No.6, pp.1067-1080, Nov. 2007.

電子情報通信学会 第77回「功績賞」・第53回「業績賞」受賞

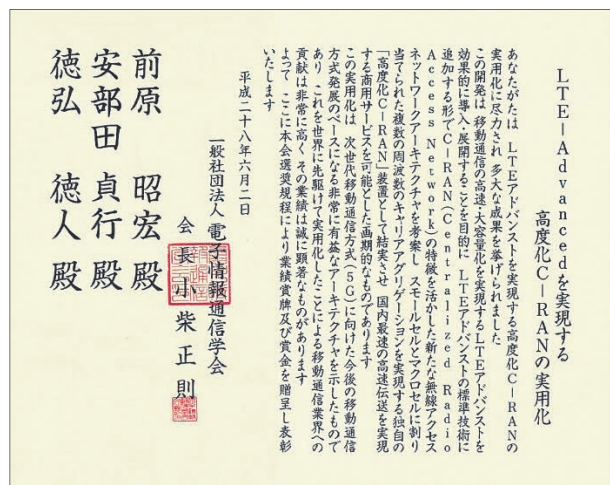
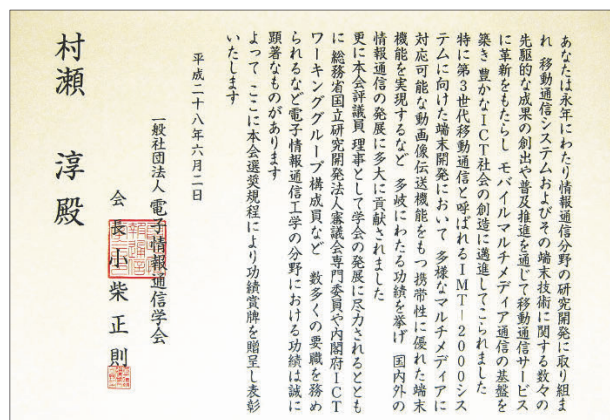
2016年6月2日に一般社団法人電子情報通信学会より、ドコモ・テクノロジー株式会社の村瀬 淳氏は功績賞を、また無線アクセス開発部の前原 昭宏氏、安部田 貞行氏、移動機開発部の徳弘 徳人氏は、「LTE-Advancedを実現する高度化C-RANの実用化」の功績により業績賞（口）項（実用化）を受賞しました。

功績賞とは、電子工学および情報通信に関する学術または関連事業に対し特別の功労があり、その功績が顕著であるものに対して、業績賞（口）は電子工学および情報通信に関する新しい機器、または方式の開発、改良、国際標準化でその効果が顕著であり、近年その業績が明確になったものに対して贈られるものです。

功績賞を受賞された村瀬氏は、永年にわたり情報通信分野の研究開発に取り組み、移動通信システムおよ

びその端末技術に関する数々の先駆的な成果の創出や普及推進を通じて移動通信サービスに革新をもたらし、モバイルマルチメディア通信の基盤を築き、豊かなICT社会の創造に邁進しました。特に第3世代移動通信と呼ばれるIMT-2000システムに向けた端末開発において、多様なマルチメディアに対応可能な動画像伝送機能をもちながら、携帯性に優れた端末機能を実現するなど、多岐にわたる功績を挙げ、国内外の情報通信の発展に多大に貢献したことが評価されました。

業績賞（口）項（実用化）受賞の対象となった「LTE-Advancedを実現する高度化C-RANの実用化」は、移動通信の高速・大容量化を実現するLTE-Advancedを効果的に導入・展開することを目的に、LTE-Advancedの標準技術に追加する形でC-RAN（Centralized Radio Access Network）の特長を活かした新たな無線アクセスネットワークアーキテクチャを考案したものです。これにより、スモールセルとマクロセルに割り当てられた複数の周波数のキャリアアグリゲーションを実現する独自の「高度化C-RAN」装置として結実させ、国内最速の高速伝送を実現する商用サービスを可能としました。またこの実用化は、次世代移動通信方式（5G）に向けた今後の移動通信方式発展のベースになる非常に有効なアーキテクチャを示したものであり、これを世界に先駆けて実現したことで移動通信業界への貢献による功績が非常に顕著であることが評価されたものです。



第27回電波功績賞「総務大臣表彰」受賞

2016年6月27日に開催された第27回電波功績賞表彰式において、高度化C-RAN開発グループ（代表 前原 昭宏氏）が「効果的なLTE-Advancedの展開を実現する高度化基地局（高度化C-RAN装置）の実用化」について総務大臣表彰を受賞しました。

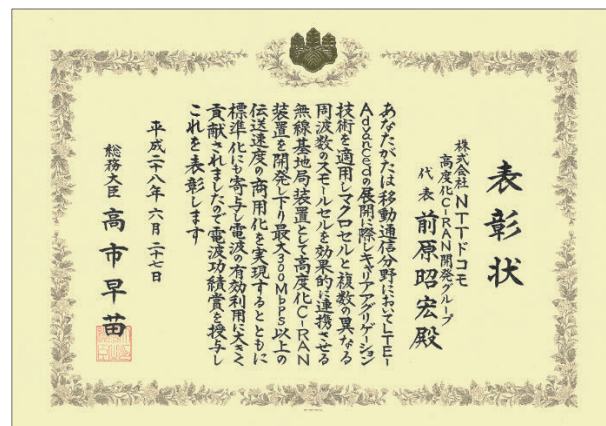
電波功績賞は、一般社団法人電波産業会（ARIB：Association of Radio Industries and Business）により、電波の有効利用に関する調査、研究、開発において画期的かつ具体的な成果をあげた者、あるいは電波を有効利用した新しい電波利用システムの実用化に著しく貢献した者に対して授与されるものです。

総務大臣表彰の「高度化基地局（高度化C-RAN装置）の実用化」では、前原氏らが移動通信分野において、LTE-Advancedの展開に際し、キャリアアグリゲーション技術を適用しマクロセルと複数の異なる周波数のスモールセルを効果的に連携させる無線基地局装置として高度化C-RAN（Centralized Radio Access Network）装置を開発し、下り最大300Mbps以上の伝送速度の商用化を実現するとともに、標準化にも寄与し、電波の有効利用に大きく貢献したことが評価されました。

LTE-Advancedでは、複数の周波数を同時に用いることで高速化を実現するキャリアアグリゲーション、および既存のマクロセルのエリアにスモールセル（セル半径の小さなセル）を高密度に展開し共存させ大容量化を実現するヘテロジニアスネットワークが重要な技術ですが、キャリアアグリゲーションの導入にあたっては、同時に利用する周波数の信号を同一無線基地局装置内で処理する必要があります。しかし、従来の無線基地局装置では、同一無線基地局サイトのマクロセル同士、またはスモールセル同士でしかキャリアアグリゲーションをすることができず、高速化・大容量化を実現させたいエリアに、ヘテロジニアスネットワークを利用して柔軟かつ効率的に展開することができないという課題がありました。また、ヘテロジニアスネットワークによりスモールセルを多数展開した場合には、端末の移動に伴うセルの切替えが頻発し、

モビリティの品質が劣化するという課題もありました。

そこで、これらの課題を解決し、高速・大容量かつ安定したネットワークを提供するため、マクロセルと複数のスモールセルを異なる周波数で連携する高度化C-RANコンセプトを考案し、そのコンセプトを実現する無線基地局装置（高度化C-RAN装置）の開発に2013年より着手しました。本装置は2015年3月に商用化され、当時国内最速となる225Mbps（一部エリアでは262.5Mbps）の下り最大伝送速度を実現しました。また、同年10月には300Mbps、2016年5月には国内最速である375Mbps（一部エリア）を実現し、LTE-Advancedの発展に貢献しています。



情報通信技術委員会（TTC） 平成28年度「功労賞」受賞、「感謝状」受贈

平成28年6月21日に開催された情報通信技術委員会（TTC：The Telecommunication Technology Committee）による情報通信技術賞・功労賞表彰式、感謝状贈呈式において、ネットワーク開発部の笹部 晃秀氏[†]が「IMS網間相互接続を実現するENUM/DNSインタフェース標準化活動にかかわる功績」により功労賞を受賞し、ネットワーク開発部の岡川 隆俊氏が「5Gモバイル推進に向けた技術調査及び戦略分析活動にかかわる功績」による感謝状を、ネットワーク開発部の榮 浩三氏、輿水 敬氏、巳之口 淳氏ほかから構成される43名のメンバを代表して受贈しました。

TTCの活動は、情報通信ネットワークに関わる標準の作成とその普及を図ることを目的としており、その目的に沿う事業の遂行に多大な貢献をした者に対して毎年表彰が行われています。本年度は、情報通信技術賞総務大臣表彰（2名）、情報通信技術賞TTC会長表彰（4名）、功労賞（18名）、感謝状（43名）が授与されました。功労賞は、情報通信技術の分野において、TTCの活動を通し相当の期間、貢献が認められた者、特に、情報通信技術標準作成や国内標準の維持などに積極的に参画し、著しい功績を挙げた者に対し、贈られる賞です。また、感謝状は、TTCの組織の運営を支援し、これに特に寄与した者に対し、贈られる賞です。

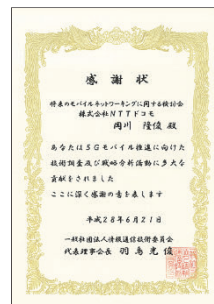
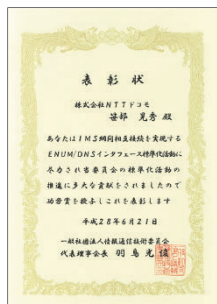
笹部氏は、TTCの信号制御専門委員として平成24年よりIMS（IP Multimedia Subsystem）事業者間相互接続の標準化活動に参加。今後導入が想定されるIMS事業者間相互接続の番号解決方式であるENUM（E.164 NUmber Mapping）^{*1}/DNS（Domain Name System）^{*2}の実用化に向けた標準化活動において、移動網における条件確認のため、GSMA（Global System for Mobile Communications Association）など他の組織との情報交換にも取り組み、積極的に仕様の明確化に貢献したことが認められ今回の功労賞受賞となりました。

また、岡川氏、榮氏、輿水氏、巳之口氏は、平成26

年に発足した「将来のモバイルネットワーキングに関する検討会」において、国内外の研究動向、検討動向、および、日本独自のモバイル通信ビジネスの観点から、将来のモバイルネットワークの実現に必要な技術課題を抽出し、国内外の研究機関、標準化団体で検討されている要素技術との関係を整理することで、今後の2020年以降の将来モバイルネットワークの方向性に関する考察をまとめました。また、主に標準化活動の観点から課題の優先度付けなどの分析をし、さらなる無線技術の発展にとどまらず、本格的なIoT（Internet of Things）や新たなユースケースを可能とする近い将来のモバイルネットワークの標準化に向けた、コアネットワーク、MBH（Mobile BackHaul）^{*3}/MFH（Mobile FrontHaul）^{*4}、網管理に関する技術調査および戦略分析を行った貢献が認められ、今回の感謝状の受贈となりました。

† 現在、企画調整室

- *1 **ENUM**：電話番号からネットワーク上で使うアドレス情報を検索する仕組み。ENUMにて取得されるアドレス情報はドメイン名とホスト名の組合せで表現される。
- *2 **DNS**：インターネット上でドメイン名やホスト名と、IPアドレスとの対応関係を管理するシステム。IMS事業者間相互接続では、ENUMで取得したアドレス情報から、DNSを利用して信号送信先のIPアドレスを特定する。
- *3 **MBH**：基地局の親局とコアネットワークを結ぶ回線。
- *4 **MFH**：光張出し基地局の子局と親局を結ぶ回線。



2015年度情報処理学会「論文賞」受賞

先進技術研究所の寺田 雅之氏、鈴木 亮平氏[†]、山口 高康氏は、北海道科学大学の本郷 節之教授と共同で、情報処理学会論文誌 Vol.56, No.9 (2015年9月) に採録された論文「大規模集計データへの差分プライバシーの適用」が優秀な論文と認められたことにより、2016年6月3日の情報処理学会2016年度定時総会にて「2015年度 情報処理学会論文賞」を受賞しました。

情報処理学会論文賞は、同学会の機関誌に発表された論文のうち特に優秀な著者に授与されるものとして、1970年に創設されました。2015年度は対象論文458編から論文賞委員会による審議と理事会の承認により7件が選考されました。

今回受賞対象となった論文は、2015年度情報処理学会山下記念研究賞の受賞論文「差分プライバシーに基づく情報秘匿方式の一考察」[1]を発展させたものであり、引き続いての受賞となりました。昨今のビジネスで重要な役割を果たしつつあるビッグデータを、数学的安全性が保証され、海外で注目を集めるプ

ライバシ基準である「差分プライバシー (differential privacy)」に基づいて活用する方式を提案し、その安全性や有用性を数学的に証明しています。また、地理空間データなどの高次元データへの適用時の有用性向上を目的として、局所性保存写像 (locality preserving mapping)*¹の一種であるMorton順序写像 (Morton order mapping)*²を導入し、従来手法に対する優位性を国勢調査に基づく人口データを用いて評価しています。

提案方式のアルゴリズムや安全性、計算量が理論的に定義、証明されていることや、実問題への適用例として地理空間データへの適用について述べられ、その評価結果も従来手法より計算効率および精度ともに優れていることが示されていることから、ビッグデータにおけるセキュリティ分野の研究として、これからの研究分野全体の方向性をも変えかねない可能性をもっており、重要な論文として位置付けられるとの評価を受け、今回の受賞となりました。

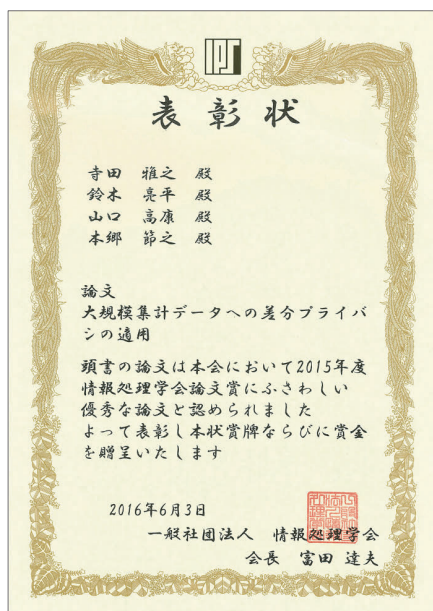
今後は、本研究により得られた知見を、携帯電話の在圏状況から推計された人口情報である「モバイル空間統計」をはじめとした、ドコモのビッグデータ活用における安全性と有用性の両立に活かしていく予定です。

文 献

- [1] NTTドコモ: “情報処理学会「山下記念研究賞」受賞,” 本誌, Vol.24, No.2, p.79, Jul. 2016.

† 現在, IoTビジネス部

- *1 **局所性保存写像 (locality preserving mapping)**: 多次元空間のデータを一次元空間のデータに変換する全単射 (一対一の写像) であり、データの局所性を保存する (変換前の多次元空間で「近い」場所にあるデータを、変換後の一次元空間でもなるべく「近い」場所に配置する) 性質をもつ。
- *2 **Morton順序写像 (Morton order mapping)**: 1966年にIBMのG. M. Mortonにより提案された局所性保存写像。二次元空間を再帰的に“Z”字上に走査した順序で一次元空間に射影することから、Z-曲線順序写像 (Z-curve order mapping) とも呼ばれる。ヒルベルト曲線やペアン曲線などを用いた他の局所性保存写像に比べ、単純なビット操作のみで高速に射影を計算できる特徴をもつ。



日本音響学会 第24回「技術開発賞」受賞

先進技術研究所の菊入 圭氏、仲 信彦氏、堤 公孝氏[†]、サービスデザイン部の大崎 慎一郎氏は、「低遅延音声響統合符号化システムの開発と3GPP EVSの標準化」の業績により、2016年5月28日に一般社団法人日本音響学会から第24回技術開発賞を受賞しました。同賞は、音に関するあらゆる分野をカバーした世界第2位の規模を誇る日本音響学会より、「音響に関する工学技術の進歩発展に特に貢献した」と認められたものに対して授与されます。

今回は、次世代の携帯電話向けの音声符号化方式であるEVS (Enhanced Voice Services) の要素技術群の考案、および国際協力によりそれらの技術を統合して3GPP標準規格を制定したことが評価され、NTTコミュニケーション科学基礎研究所、パナソニックAVCネットワークス社、パナソニックシステムネットワークス開発研究所と共同で受賞しました。

EVSは、超広帯域音声信号を従来と同等の情報量まで圧縮しつつFMラジオ並みの高音質を実現する方式です。また、従来の音声符号化方式が苦手としていた音楽信号も高音質・高効率に圧縮します。2014年12月に3GPPにおいて標準化され、ドコモでもVoLTE (HD+) (2016年5月よりサービス開始) にて採用されています。

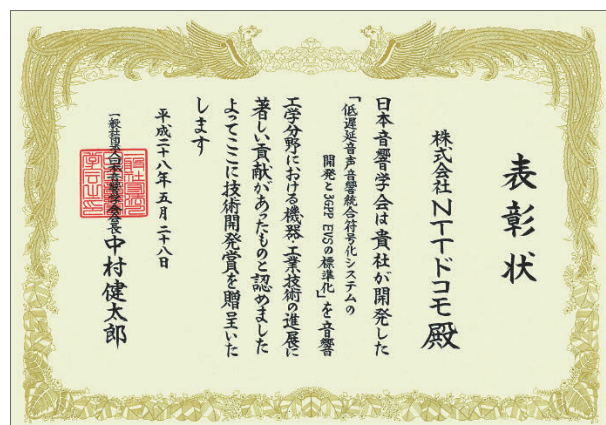
ドコモは2010年よりEVSの標準化活動に参画し、EVSの早期の広範な普及をめざして、VoLTEへの導入によるネットワーク変更を最小にするような設計条件の設定に貢献しました。さらに、音声サービスと音楽サービスの融合による将来のVoLTEサービスの進展を見据えて音楽信号に対する性能の重要性を主張し、EVSの特長の1つでもある音楽についても高音質を目標に標準化を推進しました。

また、EVSの要素技術開発においても、超広帯域の信号を高音質に圧縮するために必要な高周波数帯域成分の改善技術、および音声を送信するうえで発生するパケットロスへの耐性を高める技術、などに貢献しました。高周波数帯域成分改善技術は、入力信号の高周波数帯域成分の時間方向のパワー分布に応じて、平坦化処理や立ち上がりを強調する処理を行い、歪みを抑制して音質を改善しました。パケットロス耐性技術は、パケットロス区間における音声のピッチ周期^{*1}の推定精度の向上や、音声の開始区間でのパケットロスによる歪みの抑制により、音質劣化を低減しました。これらのことが評価され、今回の技術開発賞受賞となりました。

日本以外においても、高品質化に向けEVSを採用した音声通話サービスが開始されており、今後の新しいモバイル音声コミュニケーションの実現のため世界中に広く普及していくことが期待されます。

[†] 現在、NTTサービスエボリューション研究所

^{*1} ピッチ周期：類似の波形が繰返し現れる周期。



VTC2016-Spring Best Paper Award受賞

先進技術研究所5G推進室室長の中村 武宏氏と同5G推進室の今井 哲朗氏、およびDOCOMO Innovations, Inc.の柿島 佑一氏とHaralabos Papadopoulos氏が、2016年5月17日に中国・南京にて開催されましたIEEE 83rd Vehicular Technology Conference (VTC2016-Spring) においてBest Paper Awardを受賞しました。対象となった論文は「5G 3GPP-like Channel Models for Outdoor Urban Microcellular and Macrocellular Environments」です[1]。なお本論文は、ドコモが主導して、社外の大学・企業（Aalto University, BUPT, CMCC, Ericsson, Huawei, Intel, KT Corporation, Nokia, NYU WIRELESS, Qualcomm, Samsung, University of Bristol, University of Southern California, AT&T）と共同で開発した、第5世代移動通信システム（5G）の評価用チャンネルモデルに関するものです。

チャンネルモデルは移動通信システムの設計に必要な電波伝搬特性をモデル化したものであり、近年は伝搬損失に加えて伝搬遅延、出射・到来方向、偏波などの特性がモデル化の対象となっています。第4世代（4G）用のモデルとしては、ITU-Rで標準化されたIMT Advancedモデルや3GPPで標準化された3Dチャンネルモデルが挙げられます。5Gでは新たに、

- ・適用周波数の高周波化：既存周波数に加えて、6GHzから100GHzまでが対象
- ・アレーアンテナ技術の高度化：Massive MIMO技術などへの対応
- ・システムの構築シナリオの多様化：既存のシナリオに加えて、D2D（Device to Device）やV2V（Vehicle to Vehicle）などのシナリオの追加

が検討されていることから、チャンネルモデルにおいても、これらが新たな要求条件として加えられます。ドコモでは、5Gシステム用のチャンネルモデルを効率よく開発するために、2014年からおよそ2年かけて上記の大学・企業と検討を進めてきました。その結果はホワイトペーパー “5G Channel Model for bands up to 100 GHz” にまとめられています[2]。本チャンネルモデルの特長は、既存の3GPPチャンネルモデルと親和性が高く、かつ各大学・企業にて実施された多くの実測データ・シミュレーションデータに基づいてモデル化されていることが挙げられます。

このたび受賞した論文は、ホワイトペーパーの中から特に市街地のマクロセル環境とマイクロセル環境におけるモデルについて概説したものとなっており、その成果がVTC2016-Springにて評価されました。なお、屋内環境のモデルについてはIEEE ICC2016にて報告しています[3]。また、これらのチャンネルモデルの詳細についてはホワイトペーパーをご参照ください。

文 献

- [1] K. Haneda, L. Tian, Y. Zheng, H. Asplund, J. Li, Y. Wang, D. Steer, C. Li, T. Balercia, S. Lee, Y. Kim, A. Ghosh, T. Thomas, T. Nakamura, Y. Kakishima, T. Imai, H. Papadopoulos, T. S. Rappaport, G. R. MacCartney Jr., M. K. Samimi, S. Sun, O. Koymen, S. Hur, J. Park, C. Zhang, E. Mellios, A. F. Molisch, S. S. Ghassamzadeh and A. Ghosh: “5G 3GPP-like Channel Models for Outdoor Urban Microcellular and Macrocellular Environments,” 2016 IEEE 83rd Vehicular Technology Conference (VTC 2016-Spring), May 2016.
<http://arxiv.org/abs/1602.07533>
- [2] 3rd Workshop on Mobile Communications in Higher Frequency Bands (MCHFB): “White paper on “5G Channel Model for bands up to 100 GHz.””
<http://www.5gworkshops.com/5GCM.html>
- [3] K. Haneda, L. Tian, H. Asplund, J. Li, Y. Wang, D. Steer, C. Li, T. Balercia, S. Lee, Y. Kim, A. Ghosh, T. Thomas, T. Nakamura, Y. Kakishima, T. Imai, H. Papadopoulos, T. S. Rappaport, G. R. MacCartney Jr., M. K. Samimi, S. Sun, O. Koymen, S. Hur, J. Park, J. Zhang, E. Mellios, A. F. Molisch, S. S. Ghassamzadeh and A. Ghosh: “Indoor 5G 3GPP-like Channel Models for Office and Shopping Mall Environments,” IEEE ICC2016-Workshop, pp.694-699, May 2016.



NGMN Allianceより「感謝状」を受贈

NGMN (Next Generation Mobile Networks) Allianceは、2015年3月に、第5世代移動通信システム (5G) のビジョンや要求条件に関するホワイトペーパー[1]を発表しました。本ホワイトペーパー作成にあたって、ドコモの積極的な貢献が評価されたため、ドコモを代表してドコモ欧州研究所 (DOCOMO Communications Laboratories Europe GmbH) の岩村 幹生氏が、NGMNより、2016年6月21日に“Certificate of Appreciation”を受贈しました。

NGMNは、次世代移動通信システムのビジョン・要求条件をオペレータ観点で策定することをミッションに、世界の主要オペレータによって2006年に設立されました。ドコモは、設立当初からメンバーとして、移動通信システムが社会の多様な活動を支え、新たなコミュニケーション文化を育む基盤として継続的に発展するよう、NGMNの活動に貢献してきました。

現在、NGMNには、世界のオペレータ28社が参加し、世界の主要ベンダ36社をコントリビュータ、25の大学・学術機関をアドバイザに加え、5Gの実現に向けて活動しています。2014年3月には、「NGMN 5G Initiative」が発足し、1年間かけて、5Gを多角的に議論し、ホワイトペーパーにまとめました。特に5Gの技術やシステムアーキテクチャを議論するグループをドコモ欧州研究所がリードし、NGMNに参加する世界のオペレータの議論をまとめ上げて5Gの技術コンセプトや設計指針を確立し、業界浸透させることに大きく貢献しました。このような貢献がNGMNから高く評価され、5G Initiativeを共にリードしたDeutsche Telekom, Bell Mobility, AT&T, Telecom Italia, Telefonica, China Mobile Communications, Orange, Vodafone Group, British Telecommunicationsなどの中心メンバーとともに、今回の受賞に至りました。

NGMN 5Gホワイトペーパーは、オペレータを取り巻く事業環境の変化や技術の発展などを見据えて、2020年以降の通信業界のエコシステム*1形成に向けた5Gビジョンとして、以下の点を掲げています。

- ・社会的なデータ需要増大への対応と、シームレスなユーザ体験の実現
- ・社会の生産性向上に欠かせない、セキュアで信頼

できるICT環境の提供

- ・ICTの力を活用した、IoTへのパラダイム転換
- ・ソフトウェア・クラウド技術を活用した、多様なサービスの効率的な実現
- ・多様なパートナーと力を合わせた、価値創造の促進

これらの方向性を支えるインフラとして、データレート、容量、遅延、接続デバイス数など、システム性能の飛躍的な向上と、それらの性能・機能をサービスに応じて柔軟に組み合わせ、迅速・効率的にサービス展開することができる、ネットワークの実現を提唱しています。これには、周波数利用効率がさらに向上し、ミリ波などの新たな周波数帯域の利用を可能とする無線アクセス技術と、仮想化・ソフトウェア技術を駆使したフレキシブルなクラウド技術を組み合わせ、システムに統合していくことが必要です。

多様な技術コンセプトを関連付け、システムとして統合していくためには、技術への造詣と、事業環境変化にタイムリーに応えるための、ビジネス的な洞察が必要です。NGMN 5G Initiativeでは、世界のオペレータの叡智を結集し、グローバルな5Gエコシステムの形成に向けて、ホワイトペーパーにビジョンを集約・結晶化させることができました。

NGMN 5Gホワイトペーパーは、5Gエコシステム形成に向けた礎として、世界的に広く認識され、現在そのビジョンの実現に向けて、国際標準化や商用開発が活発化しています。また、2015年6月から2016年6月にかけては、NGMNにて、さらにビジネス観点[2]やバーティカル産業観点[3]での5G要求条件や、無線システムの詳細な要求条件[4]などが検討され、各種ホワイトペーパーが発表されています。これらの活動にもドコモは議論の牽引役・まとめ役として積極的に取り組み、5Gの実現に向けて一歩ずつ前進しています。

文 献

- [1] NGMN: “5G White Paper.”
https://www.ngmn.org/fileadmin/ngmn/content/downloads/Technical/2015/NGMN_5G_White_Paper_V1_0.pdf
- [2] NGMN: “5G Prospects – Key Capabilities to Unlock Digital Opportunities.” Jun. 2016.
https://www.ngmn.org/uploads/media/160701_NGMN_BPG_Capabilities_Whitepaper_v1_1.pdf
- [3] NGMN: “Perspectives on Vertical Industries and Implications for 5G.” Jun. 2016.
https://www.ngmn.org/uploads/media/160610_NGMN_Perspectives_on_Vertical_Industries_and_Implications_for_5G_v1_0.pdf
- [4] NGMN: “Recommendations for NGMN KPIs and Requirements for 5G.” Jun. 2016.
https://www.ngmn.org/uploads/media/160603_Annex_-_NGMN_Liaison_to_3GPP_RAN_72_v1_0.pdf



*1 エコシステム：複数の企業が事業活動などの分野で連携して、お互いの技術や資産を活かし、消費者や社会までも巻き込んで、研究開発から販売、宣伝、消費にいたる一連の流れを形作る共存共栄の仕組み。

NTT DOCOMO
テクニカル・ジャーナル Vol.24 No.3

平成28年10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
〒163-1455
東京都新宿区西新宿 3-20-2
東京オペラシティタワー13階
(東京オペラシティ郵便局私書箱2522号)
TEL. 03-5353-0184

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。

© 2016 NTT DOCOMO, INC.