ISSN 0915-2318　平成2年3月5日第三種郵便物認可
令和2年5月1日発行　毎月1回1日発行　第32巻第5号（通巻374号）

NTT 技術ジャーナル

NTTグループの環境エネルギーへの取り組み

Backup energy
Renewable energy
Power purchase agreement
System design technology for direct current power transmission and distribution
Energy flow control and optimization technology using cyber physical system
Energy policy
IOWN
Power conditioning system
Vehicle to everything
Total cost of ownership
Power supply
for telecommunication
Electric vehicle
Virtual power plant
Distributed energy system

■トップインタビュー
谷口 直行　NTTアノードエナジー 取締役 スマートエネルギー事業部長

■グループ企業探訪
エネット

■from NTTファシリティーズ
SNSチャットアプリとAIチャットボットで実現する
省エネルギーかつ快適なオフィス空調制御

5 2020
Vol.32 No.5

2020年5月号　CONTENTS

トップインタビュー

谷口　直行　NTTアノードエナジー　取締役　スマートエネルギー事業部長

No pain No gain
不得意なコミュニケーションこそが成長のチャンス …… 4

特集　NTTグループの環境エネルギーへの取り組み

…… 8

NTTアノードエナジーがめざすスマートエネルギー …… 10

NTTアノードエナジーの取り組むサービス …… 13

エネルギーの将来技術 …… 18

from★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

ドコモのサービスを支える加入者データベース仮想化 …… 23

挑戦する研究者たち

守谷　健弘　フェロー　NTTコミュニケーション科学基礎研究所　守谷特別研究室室長

最高のサービスと信頼を提供し続けよう
「音声・音響信号符号化の研究者」としてのポリシーを貫くことが私の責任である … 32

NTT技術ジャーナル

グループ企業探訪

株式会社エネット …… 36

NTTグループのシナジーとICT活用で環境に優しい電気と
付加価値サービスを提供する総合エネルギーサービス企業

from◆NTTファシリティーズ

SNSチャットアプリとAIチャットボットで実現する
省エネルギーかつ快適なオフィス空調制御 …… 40

Event Reports

DOCOMO Open House 2020
―ようこそ、5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。― …… 44

グローバルスタンダード最前線
■超高臨場ライブ体験を実現する通信技術の国際標準制定 … 49

Focus on the News …… 53

イベント …… 61

読者の声 …… 62

6月号予定

編集後記

本誌掲載内容についての
ご意見，ご要望，お問い合わせ先
一般社団法人電気通信協会内
NTT技術誌事務局
TEL （03）3288-0608
FAX （03）3288-0615
E-mail jimukyoku2008@tta.or.jp

本誌ご購読のお申し込み，
お問い合わせ先
一般社団法人電気通信協会
ブックセンター
TEL （03）3288-0611
FAX （03）3288-0615
ホームページ http://www.tta.or.jp/

■企画編集 日本電信電話株式会社
〒100-8116 東京都千代田区大手町1-5-1
大手町ファーストスクエア イーストタワー
NTTホームページ URL http://www.ntt.co.jp/

■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 FAX (03)3288-0615
URL http://www.tta.or.jp/

©日本電信電話株式会社 2020
●本誌掲載記事の無断転載を禁じます●
※本誌に掲載されている社名，製品およびソフトウェアなどの名称は，各社の商標または登録商標です．

■表紙デザイン：高橋デザインルーム

NTT技術ジャーナルはWebで閲覧できます．http://www.ntt.co.jp/journal/

トップインタビュー

谷口　直行　NTTアノードエナジー　取締役　スマートエネルギー事業部長

◆PROFILE：1989年日本電信電話に入社．2000年エネット 経営企画部部長，2006年NTTファシリティーズ 東海支店副支店長，2008年同ソーラープロジェクト本部副本部長，2010年エネット 経営企画部長，2019年ＮＴＴファシリティーズ 取締役 スマートエネルギー担当を経て，2019年９月より現職．

No pain No gain
不得意なコミュニケーションこそが成長のチャンス

東日本大震災以降，エネルギー・環境政策を白紙から見直すことを決めた日本は，原発のエネルギー需要を代替する再生可能エネルギーの導入，需要を低減する省エネルギー技術の導入を進めています．再生可能エネルギーをはじめとするグリーンエネルギーを導入・拡大することで経済成長を見込む動きであるグリーン成長は世界共通課題です．2019年6月にNTTグループのエネルギー関連を統括する戦略会社として設立されたNTTアノードエナジーの事業戦略について，谷口直行取締役に伺いました．

環境・エネルギーに関する社会的課題に新たな「スマートエネルギーソリューション」を提供

◆NTTアノードエナジーは2019年６月に設立されました．NTTグループでエネルギーを扱うグループ会社を設立するに至った目的等をお聞かせいただけますでしょうか．

NTTグループは新中期経営戦略「Your Value Partner 2025」に基づき，パートナーの皆様とICTを活用したお客さまのデジタルトランスフォーメーション（DX）を推進することで社会的課題の解決に取り組んでいます．

このような中，環境・エネルギーに関する社会的課題に対し，既存の交流系統網を補完する新たな「スマートエネルギーソリューション」の提供をめざしています．スマートエネルギーソリューションは，NTTグループの情報通信技術，直流給電等の電源技術，蓄電池等の通信ビルリソース等，技術・ノウハウ・資産を最大限活用した直流エリアグリッドなどによって構成し，エネルギー効率の向上，地球温暖化対策・再生エネルギー活用，耐災性（レジリエンス）向上などの新たな価値を提供するソリューションです．

こうした新たなスマートエネルギー事業，スマートエ

ネルギーソリューションを迅速に推進していくために，NTTグループのエネルギー関連を統括する戦略会社としてNTTアノードエナジーは設立されました．これまで，NTTグループにおけるエネルギー関連事業はNTTファシリティーズ，エネット，NTTスマイルエナジーを中心に展開し，ガス事業者様と連携することにより，3000億円規模まで売上を拡大してきました．これらの事業を継続推進するとともに，人・技術・資産を活用した事業創出，中長期的な持続的成長に向けたスマートエネルギー事業の取り組みを推進し，NTTアノードエナジーとそのグループであるエネット，NTTスマイルエナジーによるエネルギー関連事業の売上規模を2025年度に6000億円に倍増させることをめざしています．

◆具体的にはどんな領域に挑まれますか．

2019年11月に新たなエネルギー流通の仕組みを創出し持続可能な社会の実現をめざす，「NTTアノードエナジー中期ビジョン」を発表しました．その中で，再生可能エネルギーや蓄電池等の分散エネルギーリソースによるソリューションの提供を通じコネクテッド バリューチェーンを構築し，エネルギー利用の効率化・価値向上による産業活性化を実現していく「顧客価値創造」，ICTとデータを活用した自律的・最適な制御により，エネルギー利用の高度化を可能とする新たな分散型システムを構築し，既存の電力供給システムを補完することで，地域社会・コミュニティにレジリエントで安定したエネルギーを提供していく「社会基盤の強化」，そして，再生可能エネルギーを中心としたエネルギーを確保し，地産地消可能な環境価値の高い電源として最大限活用していくことで，エネルギーの循環型社会を実現していく「環境適合」の３点をNTTアノードエナジーの役割としています．

この役割を担うために，多拠点をコミュニティ化し地域レジリエンス強化を行う「バックアップ電源事業」，リソースを集約し需給調整を行う「VPP（仮想発電所）事業」，地産地消も含めて環境価値を生み出す「グリーン電力発電事業」，環境価値のあるエネルギーを提供していく「電力小売り事業」，そして，エネルギー×ICT×地域産業（農業等）貢献等を実現するエネルギーデータプラットフォームを提供する「新サービス事業」の５つの事業を展開していきます．

こうした事業の中で，具体的取り組みとして，自治体や医療関係といった公共性の高い機関に，太陽光電源やバッテリーを提供し，非常時にバックアップとして使えるエネルギーを提供するサービスを開始します．また，NTTグループが取り組むEV100の業務用EV車を活用した非常時の電源駆けつけサービス提供や，さらに，少し先のことになりますがエネルギー分野でIOWN（Innovative Optical and Wireless Network）を活用することも検討しています．街中にセンサやカメラ，5G（第５世代移動通信システム）等を設置することにより街の中のエネルギー利用に関する情報がデジタルな世界で把握できるようになります．停電などが発生したときに，デジタル上で把握している情報を確認し，実際に電気を必要とする人や施設がどこにあって，その施設や人を救うためにはどれくらいのエネルギーが必要か，そのエネルギーを賄うためにはどうすれば良いかをAI（人工知能）を含むIOWNの機能により一瞬でシミュレーションし，現実の世界にフィードバックすることができます．災害や事故等による停電が発生してから被害状況を調査して対処していたことが，即座に取るべき行動やエネルギーの分配を把握できるようになり，その影響を最小限に食い止めることができます．そのためにもバッテリーや太陽光電源などのエネルギーリソースを社会に普及させていくことが必要だと考えています．

このほか，エネットやNTTスマイルエナジーとも連携して，電気自動車のさらなる普及を見越して，電気自動車の充電をマネジメントし，電源の一部として活用する実証実験等，複数地域で実証実験を重ねています．

自分なりのシナリオを描いたらポリシーを持って動かしていく

◆会社立ち上げの時期に特に求められる力量や采配としてはどのようなことが求められるでしょうか．

私たちが担うエネルギーのビジネスは極めて足の長いという特徴があります．例えば再生可能エネルギーのプロジェクトを１つ企画しても，小さなものでも2，3年，大きなものになると10年というスパンが必要です．今の世の中は目まぐるしく変化していますから，10年後20年

後の世界は簡単に見通せないという難しさがあります．一方で，今判断していかないと10年後に思い描いているようなエネルギーは手に入りません．したがって，非常に不透明な状況でも，私たちが担っている役割をいち早く実現するために，迅速に判断していかなければならないのです．これが今の私にとって非常に大きな責任の伴う行動だと考えています．

また，こういった行動を価値あるものにしていくには，社会の動向をみながら，少なくとも確証は持てないながらも将来を想定し，自分なりにシナリオを立てていくこと，そしてそのシナリオに向かって動かしていく際には，大切にすべきは何かを自らに問いながらポリシーを持って判断していくことが大切だと思います．

例えば，環境問題であれば，「国連気候アクション・サミット2019」で，スウェーデンの16歳の少女グレタ・トゥーンベリさんが「あなた方は，その空虚なことばで私の子ども時代の夢を奪いました」と主張しましたが，これを受けて今後の地球温暖化防止策としては，単純に再生可能エネルギーを導入するだけで済むのか，あるいはもっと新たなエネルギー流通が登場して今までとは違うかたちでCO_2抑制の方法が生まれてくるのか，そもそもエネルギー使用量を減らすことでCO_2を抑制するのか，といったように選択肢はさまざまです．この問題は当社とも密接な関係がありますが，状況をかんがみ，これが最善であろうという自らの選択を信じて動くことが重要だと考えています．

◆決断の際の材料はどのようにつかんでいるのでしょうか．

私が大事にしているのは，業種業態が違う方々を含めたコミュニケーション・チャネルをいかに多くつくることができるか，ということです．人は不得意な環境・領域のコミュニケーションをつい避ける傾向があるので，自分たちの業種業態や仕事に直接的につながるような集まりが多くなると思います．しかし，世の中が変化するということは，これまでの価値観や社会の共通認識が変わるということですから，同じところにとどまるのではなくて，あえて自分の業種業態に直接関係しないところにも踏み出して情報を吸い上げるのです．ただ，時間は限られていますからこうした活動の範囲にも限界があります．少しでも自分のできる範囲を広げるため，休日などに自ら別の世界に飛び込むだけではなく非営利のサークルをつくって，目的意識を持った方々にお集まりいただく努力をしてきました．国籍や業界問わず意識の高い方が集うサークルの運営を手掛けて，素晴らしい情報交換をさせていただいています．

こうした活動を通じて，とある機会に米国人から「No pain No gain」という言葉をいただきました．英語圏ではよく聞く言葉なのですが，壁にあたったときや，落ち込んだときに自分に言い聞かせています．当時のシチュエーションもあったのか，この言葉は自分の心に深く響きました．

「相手の土俵に飛び込んで」ヒントをいただく

◆人を集めるとは逆転の発想ですね．また，不得意な環境・領域のコミュニケーションにもあえて挑むというのもユニークですね．こうした取り組みにより大きなチャンスにつながるのでしょうか．

チャンスというよりも，自分が抱えている問題意識について，自分で解決できるものであっても，あえて相手に問うてみたという経験はあります．海外で開かれたある会合で，全く違う業界の方にお目にかかりました．その方に，「私はこのことについてこう考えているのですが，あなたはどう考えますか？」とおもむろに伺ったのです．その方は一生懸命考えて，ヒントをくださった．それをきっかけに日本に戻ってマスメディアにも取り上げられるほどのビジネスモデルとして確立させることができたのです．議論を挑むというよりも，相手の懐に飛び込んで伺うことで，ヒントをいただくことができました．

◆こうしたご経験を通して，仕事，そしてトップとはどんな存在だとお考えでしょうか．

私自身は仕事を通じて自分が成長できたと感じています．会社の成長と歩調を合わせて自分もさらに成長できたら良いと思っています．そういう意味では仕事は自分を高めることができる場であり，社会に貢献できる非常に大きな手立てです．そして，トップとは…．私は，人それぞれ社会やその時代や環境に合った適正な役割分担があると思っています．自分が置かれた環境の下で，自

らが担うべき適切な役割を見出し，常に意識し，設定した役割を全うすべく粘り強く努力し続けることではないかと思うのです．

この先，NTTアノードエナジーは，エネルギーという目に見えない世界で活動を展開していきます．日本の電力は非常に安定的に供給されてきました．停電も諸外国に比べて発生しませんし，電気はいつでも使えることはある意味で常識となっていました．しかし，昨今の環境問題や各地で発生した災害によって不自由さが露呈しました．こうした中で，NTTグループが手掛けているからこそ，エネルギー利用を通じて利便性の向上が実感でき，安心して適切なエネルギー利用ができる社会をつくっていきたいと強く思っています．

情緒的な変化や世論にも目を向ける

◆ではエネルギー業界を支えるだろうと期待している技術や，技術者，研究者の皆さんに一言お願いいたします．

私自身がそうであったように，特に技術系の業務に従事していると，どうしても同じ業種業態でのネットワークづくりに偏りがちになります．IOWNや量子コンピューティング等，新しい技術の実現が迫る中，ある意味で第四次産業革命が結実する時代は目前であると考えます．社会はこれまでとはまるで違う変化をもたらし，現在の社会的共通認識や価値観すら変わっていく可能性があります．この変革期に潰れずに生き抜いていくには，単にこれまでの延長線上の価値観や経済合理性に基づいた行動や視座だけではなく，多様性や情緒的な社会動静，世論にもしっかりと目を向け，先を考えて行動していかなければ衰退しかねないとの危機感を持っています．一方で，ビジネスやゲームチェンジの機会がさまざまなところで出てくる可能性もあります．このような観点からも，さまざまな取り組みにチャレンジする基礎を高めるという意味で，一見無関係であると思える業種業態の多様な方々とのネットワークづくり・情報交換を大切にして，発想の範囲を広げる行動を起こすことを薦めます．自分の不得意な環境でのコミュニケーションは本当に大変です．しかし，そこから得られる情報や発想の中には自分の財産になるものが見つけられると思いますので，時代の変化に呼応した新しい技術や良い成果を生み出すためにも，是非とも新しい領域や関係性，場所に積極的に踏み込んでいっていただきたいと考えます．

（インタビュー：外川智恵／撮影：大野真也）

インタビューを終えて

忙しいトップのタイムマネジメントやリフレッシュには大いに学ぶところがあります．谷口取締役にも教えていただこうと，まずはご趣味を伺いました．すると，「海釣りと料理です」と即答くださいました．釣りも料理も子どものころから楽しまれており，なんとうどんは小麦粉を練って手づくりされるほどとか．インタビューでもご自身で価値を創造されることに挑む姿勢と，ビジネスとして確立されていくお話を伺ったとおり，ゼロから何かを築き上げ社会的な評価を得る，価値あるものに仕上げていくことを幼いころから実践なさり，その喜びの大きさをよくご存じなのだと納得させられました．高校時代の恩師が上梓された本には谷口取締役が登場すると伺いました．

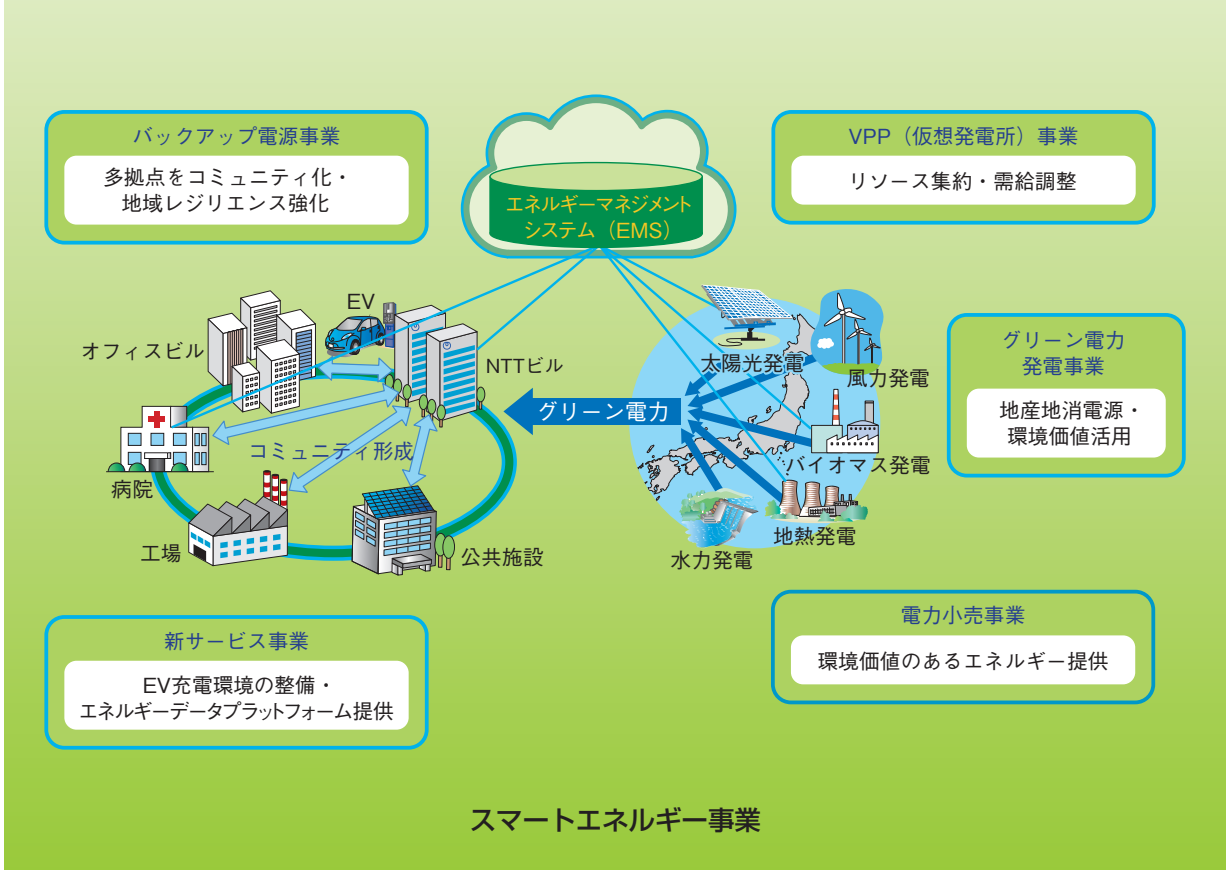
そこには必ずしも品行方正ではなかった谷口取締役が高校時代に優秀な友人ができたことをきっかけに変わっていく姿が描かれているそうです．あえて遠い世界や不得意な場所に身を投じれば何かをつかめるとおっしゃった谷口取締役の言葉を裏打ちするようなストーリー．取締役との対談は自らの新しい一面を見出す喜びを教えていただいたひとときでした．

特　集

NTTグループの環取り組み

分散型エネルギー　バックアップ電源　バーチャルパワープラント　直流送配電技術　IOWN

NTTグループでは，自身の持つ技術，資産を活用し，環境・エネルギーに関する社会課題解決への貢献をめざし，スマートエネルギー，事業の創出に取り組んでいる．本特集では，昨今のエネルギーを取り巻く課題を踏まえ，NTTグループでの現在の取り組みについて紹介する．



境エネルギーへの

■ NTTアノードエナジーがめざすスマートエネルギー 10

NTTアノードエナジーでは，NTTグループが今まで培ってきた再生可能エネルギーや直流給電技術，ノウハウとともに，ICTを活用したスマートエネルギー事業の実現をめざしている．本稿ではその背景となる日本のエネルギー事情と政策方針，NTTグループにおける今までの取り組みについて紹介する．

■ NTTアノードエナジーの取り組むサービス 13

NTTアノードエナジーは，分散型エネルギーシステムを活用したバックアップ電源サービスの提供や，経済産業省資源エネルギー庁の補助事業である「VPP構築実証事業」への参画を行っている．本稿では，昨今のエネルギーを取り巻く課題を踏まえ，NTTアノードエナジーが今後取り組んでいくエネルギーサービスについて紹介する．

■ エネルギーの将来技術 18

NTTネットワーク基盤技術研究所では，昨年度より人・街の活動と再生可能エネルギーとの調和をめざし，エネルギー流通に関する研究を開始した．再生可能エネルギーの最大活用と電力品質の維持を両立する電力サービス提供に向け，本稿では取り組み概要を紹介する．

NTTアノードエナジーがめざすスマートエネルギー

NTTアノードエナジーは，NTTの持つ技術，資産を活用し，環境・エネルギーに関する社会課題解決への貢献を目的として，2019年6月3日にNTTから100％出資を受けて設立した会社です．今回，私たちの取り組む事業内容について紹介します．

伊達（だて） 新哉（しんや）　/鈴木（すずき） 直行（なおゆき）

NTTアノードエナジー

日本のエネルギー事情と政策方針

日本は，従前より化石燃料の埋蔵量が少ないためエネルギー自給率が低く，海外から輸入される燃料への依存度が高いなどの地政学上のリスクを低減するため，エネルギー政策として原子力発電所の建設や，豊かな自然環境を活用した水力発電，太陽光発電などの再生可能エネルギーの導入を推進し，エネルギーの自給率を高め，安定供給に寄与してきました．しかし，2011年3月11日の東日本大震災の影響による福島第二原子力発電所の事故を契機とした首都圏における計画停電の実施をはじめ，2018年9月6日の北海道胆振東部地震をきっかけとする全島停電，直近では2018年9月に近畿地方を襲った台風21号や2019年9月に房総半島に多大な被害を及ぼした台風15号，19号での送配電網のトラブルによる長期にわたった停電など，自然災害の大規模化によりその安定供給が脅かされる場面が増えてきています．

このような中，日本政府は2018年7月3日に第5次エネルギー基本計画を閣議決定し，エネルギー需給構造の改革を大胆に進め，「3E+S」，すなわち「安全性（Safety）を前提としたうえで，エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし，経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し，同時に，環境への適合（Environment）を図る」ことをめざす方針が出されています．

またパリ協定においては，2030年の日本の温室効果ガス排出量を2013年比で26%削減することを宣言しています．この目標を達成するため，徹底した省エネルギーと再生可能エネルギーをはじめとしたゼロエミッション電源比率を引き上げる基本方針が示されています．特に，再生可能エネルギーの導入については，2013年時点で発電量の約11％ですが，2030年には原子力発電を含めて44%まで比率を引き上げる目標設定がされています．

一方で，発電量が不安定な太陽光発電や風力発電については，導入ポテンシャルが大きいものの電力系統の制約により導入が制限されるケースも出てきています．電気は，需要と供給のバランスがくずれてしまうと，最悪の場合は大規模停電につながるため，常に需要と供給の量を一致させる必要があります．需給のバランスをとるため，需要の変動に合わせて発電量をコントロールしていますが，このコントロールできる許容量を超える場合，新規の発電所の系統への接続を制限したり，運用中の太陽光発電所等の出力を抑制する必要が出てくるため，再生可能エネルギーを大量に導入し，主力電源化する際の障壁となっています．

この課題を解決し，再生可能エネルギーを普及促進するため，蓄電池と組み合わせて需給バランスの変動の調整をしたり，小規模なエリアにてエネルギーを地産地消し，かつエネルギーの強靭化を実現するため，分散型電源に電気自動車（EV）や蓄電池を組み合わせて複数の施設で融通したり，エネルギーマネジメントシステムによりエネルギー消費量や消費パターンをコントロールすることが求められています．これらを実現するためには，電力の充放電が可能な蓄電池がキーデバイスとなってきます．

NTTグループにおける今までの取り組み

全国に約7300ビルある通信ビルで

は，通信事業を止めることなく提供し続けるため，100年以上にわたって積み重ねられた電力供給の仕組みを保有しています．電力会社から交流で受電した電力は，整流装置にて直流に変換され，通信装置に電力供給をしています．また，バックアップ電源として蓄電池，非常用発電装置をビルに備えており，長時間停電や非常用発電装置の故障に備え，移動電源車も保有しています．

通信ビルにおける特徴の１つである直流給電ですが，メリットは「信頼性」と「高効率」です．通常，データセンタ等で一般的に用いられている無停電電源装置（UPS）では，交流⇒直流⇒交流と電力を変換したうえでICT装置に電力を供給し，ICT装置の中でさらに交流⇒直流と３段階の電力変換を要します．直流給電の場合は，１段階の変換で済み，変換回数が少ないことにより故障率が低減され，信頼性が約10倍，変換ロスが最大20%低減されます．そのため，24時間365日電力供給を継続することが求められる通信事業においては直流給電が選択されてきました．

また，再生可能エネルギーの取り組みでは，1962年に公衆電話の災害対策を目的として，福岡県小呂島に32 Wの太陽光発電設備の導入をしたのが最初の取り組みです．その後，1989年には，当時日本最大級の10 kWの太陽光発電設備を北海道根北峠の公衆電話BOXへ導入，自然エネルギーの利用促進をめざしNTTグループのオフィスビル，研究所を中心に合計５MW以上の太陽光発電システムを導入してきました．また，NTTファシリティーズにおいては，大規模な太陽光発電所の構築に取り組んできており，2017年度末時点で日本トップクラスとなる80カ所，26.9万 kWの自社発電所を保有，その構築・運用ノウハウを活用し，全国約1400カ所，約88万 KWの発電所の構築，保守運用に携わっています．

その他，電力自由化後の1999年には，東京ガス，大阪ガス，NTTファシリティーズの３社共同出資にて小売電気事業を営むエネットを設立し，20年以上にわたり，新規参入の電力会社（新電力）のリーディングカンパニーとして事業を続け，現在，約９万件のお客さまに電力を供給しています．また，2011年には，オムロンとNTT西日本の合弁でNTTスマイルエナジーを設立し，太陽光設備の遠隔監視装置（エコめがね）の販売や小規模な再生可能エネルギー発電事業を展開し，太陽光発電の見える化サービスにおいては全国トップレベルのシェアを獲得しています．

NTTアノードエナジーがめざすスマートエネルギー

NTTアノードエナジーでは，前述の今まで培ってきた再生可能エネルギーや直流給電技術，ノウハウ，および，NTTグループが保有するICTを活用し，「蓄電・デジタル技術を活用した電力調整力の確保」，「再生可能エネルギーの主力電源化」，および「再生可能エネルギー，EV，マイクログリッド等を組み合わせた分散型エネル

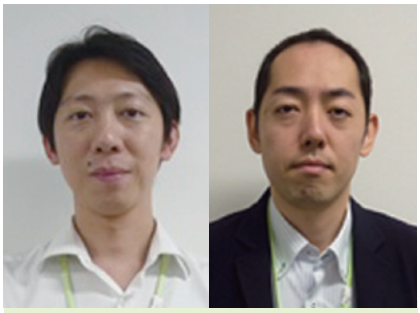
ギーシステムの構築」により，既存の電力系統を補完するスマートエネルギー事業として，バックアップ電源事業，バーチャルパワープラント（VPP）事業，グリーン発電事業，電力小売事業と，それらのデータ活用をサービス提供していく予定です．

このスマートエネルギー事業の推進体制を整えるべく，2019年9月にNTTスマイルエナジー，2019年10月にはエネットを子会社化しました．今後，他のパートナー等と連携し，B2B2Xモデルでのサービス提供を実施していきます．

私たちは，昨今の災害の大規模化を踏まえ，世の中ではバックアップ電源のニーズが高まっている中，防災×エネルギーとして，バックアップ電源サービスを活用した地域防災への貢献をめざしていきたいと考えています．想定を超える規模の災害による長時間停電が起きるケースが増加している中，電力会社の復旧や公的な支援（公助）を待つよりも，自衛の観点での自立電源の保有（自助）や，地域・コミュニティでの助け合い（共助）が重要となってきています．実際の事例として，2019年の台風15号，19号の際には，道の駅に構築された太陽光発電設備により停電時に地域の施設へ電源供給を行ったり，EVにより自治体避難所に電力供給が行われていました．

今後，分散型エネルギーとしての太陽光発電設備や蓄電池，EVの自治体の避難所等への導入提案を進めていきますが，非常時にはそれらを面的に制御し，停電時の限りあるエネルギーを必要な場所に届ける仕組みを提供していきます．また，将来的には，コグニティブ・ファウンデーション®やデジタルツインコンピューティングの技術を活用し，高度にエネルギーをコントロールし，非常時の電源供給を支える仕組みをつくり上げていく予定です．

現在の電気機器は，一般的に交流で動作をしていますが，PCやスマートフォン，その他USBにて動作する機器はすべて内部では直流で動作しており，このような機器は広く普及してきています．また，太陽光発電設備や蓄電池も直流であることから，これらの親和性をうまく活用した直流電力を活用したサービスの検討も進めていきます．



（左から）伊達　新哉/ 鈴木　直行

NTTアノードエナジーの役割は，スマートエネルギー事業を通じて，エネルギー流通を補完する新たな仕組みを創り上げ，持続可能な社会を実現することです．エネルギー効率の向上，地球温暖化対策・再生エネルギー活用，耐災性（レジリエンス）向上などの価値創出をめざします．

◆問い合わせ先
NTTアノードエナジー
スマートエネルギー事業部
TEL　03-6738-3211
E-mail　info@ntt-ae.co.jp

NTTアノードエナジーの取り組むサービス

近年，大規模自然災害により，大規模な停電が多発しています．その対策として，NTTアノードエナジーでは，分散型エネルギーシステムを活用したバックアップ電源サービスを提供しています．欧州では分散型エネルギーシステムを集め，１つの仮想的な発電所としての機能を持つバーチャルパワープラント（VPP）を構築する動きが出てきています．日本においても，経済産業省資源エネルギー庁の補助事業である「VPP構築実証事業」に対して，電力会社をはじめとしたさまざまなプレーヤーが参加しており，NTTグループでもその一員として実証に参加しています．本稿では，昨今のエネルギーを取り巻く課題を踏まえ，NTTアノードエナジーが今後取り組んでいくエネルギーサービスについて紹介します．

新居 丈司（あらい たけし）/渡邉 茂道（わたなべ しげみち）
宮崎 悠（みやざき ゆう）/菊地 範晃（きくち のりあき）
井上 裕子（いのうえ ゆうこ）
NTTアノードエナジー

はじめに

北海道胆振東部地震で発生したブラックアウトをはじめ，近年，大規模自然災害により，大規模な停電が多発しています（**図１**）．2019年に上陸した台風15号，19号は各地にさまざまな被害をもたらし，停電が長時間に及んだことから，日常生活にも大きな影響を与える結果となっています．その要因の１つとして，暴風に伴う倒木や飛来物により，電力会社のエネルギー供給に必要となる送配電設備が損傷し，断線したことがあげられます．従来のエネルギー供給システムは，大規模な発電設備による集中型エネルギーシステムであることから，発電したエネルギーをお客さまに送るための送配電設備は欠かすことができません．しかし，送配電設備が損傷すると，エネルギーを利用できない状況に陥ることになるため，設備損傷の影響を受けずに，お客さまがエネルギーを利用できる環境を構築することが必要となります．この課題に対して，NTTアノードエナジーは，送配電設備に依存せず，お客さまにエネルギーを供給できる分散型エネルギーシステムを活用したバックアップ電源サービスを提供していきます（**図２**）．ここでいう分散型エネルギーシステムとは，分散配置される小規模な発電設備を利用したエネルギー供給システムのことです．分散型エネルギーシステムを活用したバックアップ電源サービスを普及拡大することで，地域のレジリエンスを向上させることができます．

昨今の環境意識の高まりにより，再生可能エネルギーは，その普及が進むものの発電設備としては自然の影響を受けることから需給を調整することが難しく，既存の火力発電や水力発電と同様にエネルギーを安定供給する主力電源とみなすには大きな課題があります．その課題を解決する方法として，バーチャルパワープラント（VPP）に期待が寄せられています．VPPとは，発電設備や蓄電池，需要家側設備をコントロールし，あたかも１つの発電所として機能させる新たなエネルギー供給システムのことです（**図３**）．エネルギーの需給調整を可能とするだ

【地震】

2018年６月	大阪府北部地震	大阪府，兵庫県内で約17万戸が停電
2018年９月	北海道胆振東部地震	北海道全域で約295万戸が停電する ブラックアウトが発生

【風水害】

2018年９月	台風21号	関西，中部地方を中心に約240万戸が停電 （復旧時間：約120時間）
2018年９月	台風24号	中部地方を中心に全国規模で約180万戸が停電 （復旧時間：約70時間）
2019年９月	台風15号	千葉県内で約90万戸が停電 （復旧時間：約280時間）
2019年10月	台風19号	関東，中部，東北地方を中心に全国規模で 約50万戸が停電

出典：エネルギー白書2018

図１　大規模災害による停電被害の状況

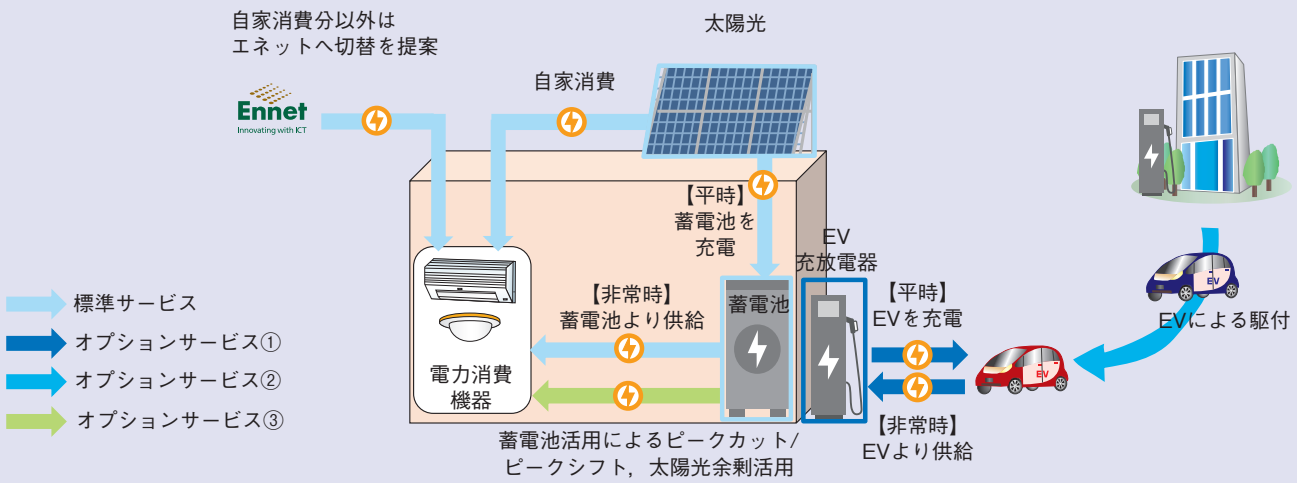


図 2　バックアップサービスのイメージ

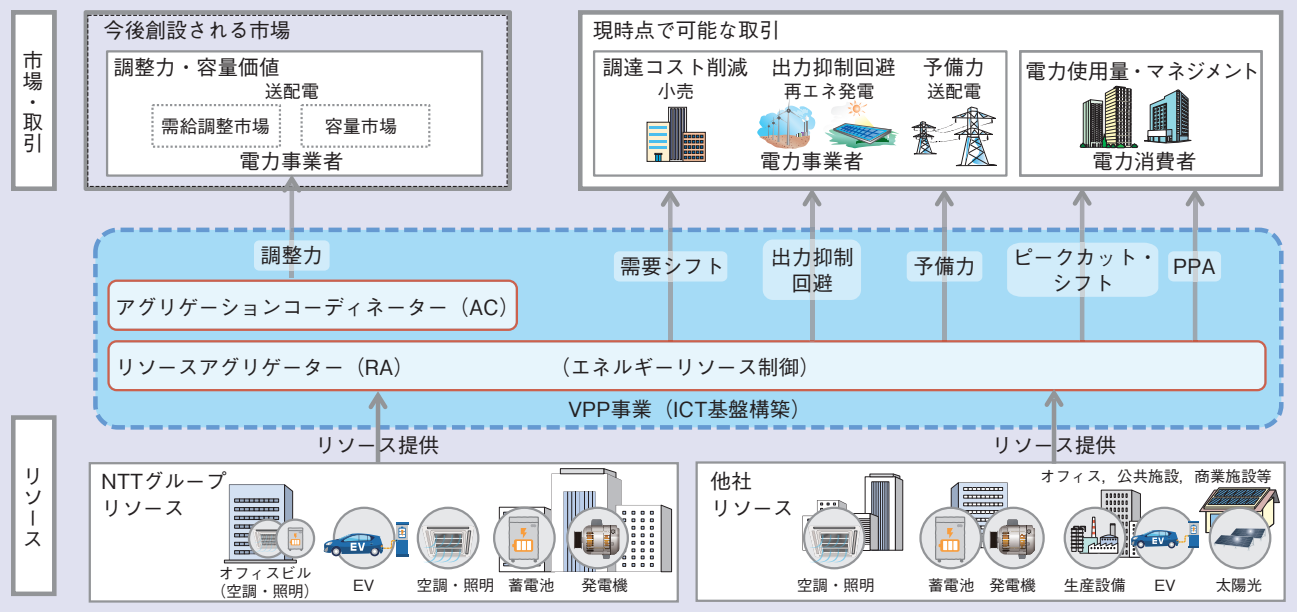


図 3　VPPビジネス事業

けではなく，取り扱うエネルギーの容量を大きくすることで，既存の火力発電所の代替としても期待できます．既存の火力発電所の中でも石炭火力発電所については，1960年代に建設されたものが多く，2020年代に更改の時期が到来します．石炭火力は国際的な非難にさらされていることもあり，石炭火力発電所を更改していくことは難

しくなると想定されています．また，地球温暖化対策に関する国際的な枠組みである「パリ協定」で目標として掲げられた脱炭素化に向け，経済産業省では2017年に16％であった再生可能エネルギーの比率を2030年には22～24％にする目標を掲げています．そのため，NTTアノードエナジーでは，再生可能エネルギーの主力電源化に不可欠なVPPの構築に取り組むことで，既存のエネルギー供給とは異なる新たなエネルギー供給の仕組みをつくっていきます．これにより，再生可能エネルギーの普及を後押しし，環境に配慮した社会を実現していきます．

バックアップ電源サービス

NTTアノードエナジーでは，地域のレジリエンス向上を図るため，自治体等のBCPニーズの高いお客さまに対して，バックアップ電源サービスを提供していきます．NTTアノードエナジーが提供するバックアップ電源サービスには，2つの取り組みがあります．

第1の取り組みは，レジリエンス強化が必要な建物に対して，分散型エネルギーシステムを導入していく取り組みです．分散型エネルギーシステムを活用することで，災害等で電力会社の保有する送配電設備が損傷した場合でも，分散型エネルギーシステムからエネルギーを供給することで，停電を回避することができます．具体的には，お客さまの建物の屋根等に太陽光パネルを設置し，太陽光パネルで発電したエネルギーを自家利用するとともに，蓄電池を合わせて設置し，余剰のエネルギーを貯蔵しておくことで，発電できない時間帯でもエネルギーを利用できるようにします．太陽光パネルは屋根の大きさに依存するため，お客さまが利用する電気量すべてを賄うことができるとは限りません．そのため，不足する電力量については，電力会社から供給する仕組みを残すことで，必要な電気量を確保します．バックアップ電源サービスは，PPA（Power Purchase Agreement）モデルという仕組みを活用します．PPAモデルとは，発電設備である太陽光パネル等を第三者に設置してもらう一方で，お客さまはその電気を購入する契約を締結するモデルです．そのため，お客さまは発電設備等の設置にかかわる初期費用の負担が不要であるとともに，メンテナンスにかかわる費用の負担も不要です．発電設備等のコストは，お客さまに長期で電気を購入いただいた料金で回収します．お客さまにとっては，電力会社からのエネルギー供給とお客さまの建物に設置した分散型エネルギーシステムからエネルギー供給の2つのルートを確保する環境が構築できることから，分散型エネルギーシステムがバックアップとしての役割を果たし，エネルギーレジリエンスを向上させることが可能となります．

しかし，課題となるのは分散型エネルギーシステムによるエネルギー供給コストです．なぜならば，分散型エネルギーシステムによるエネルギー供給コストが高価であれば，お客さまは電力会社からのエネルギー供給のみを使い続ける可能性が高いからです．現状では，太陽光パネルによる発電コストが電力会社からのエネルギー供給コストと同等または下回る「グリッドパリティ」は実現されているものの，太陽光パネルと蓄電池を組み合わせた発電コストが電力会社からのエネルギー供給コストと同等または下回る「ストレージパリティ」には至っていません．グリッドパリティが実現した理由は，世界で太陽光パネルの市場が拡大したことにより，海外製品を中心にスケールメリットが働き，安価な製品が出てきたためです．ストレージパリティを実現するためには，グリッドパリティと同様，市場拡大が欠かせません．それによる蓄電池コストのさらなる低廉化と，周辺装置であるパワーコンディショナー（PCS）の低廉化が必要です．

第2の取り組みは，災害等で停電している重要拠点に対して，エネルギーを運搬する取り組みです．具体的には，停電している重要拠点に電気自動車（EV）で駆けつけ，EVに搭載されている蓄電池からエネルギーを供給することで，災害時でもお客さまがエネルギーを利用できるようにしていきます．しかし，EVが駆けつけても，そのままでは重要拠点の建物に直接エネルギーを供給することはできません．EVから重要拠点にエネルギーを供給するためにはPCSが必要です．

そこでNTTアノードエナジーでは，当面は，EVから供給するエネルギー

をEVと一緒に運搬した可搬型PCSで受け，給電が必要なお客さまの機器類をPCSに直接接続する方法によりサービスを提供していきます．将来的には重要拠点の建物に対してV2X（Vehicle to Everything）に対応したEVステーションを設置することでEVに貯めたエネルギーを建物に直接給電できるようにしていきたいと考えています．EVを活用したバックアップ電源サービスを提供するためには，EVの普及が必要不可欠です．そこで，NTTグループではEV100に加盟し，2030年までに保有する約1万台の社用車をすべてEVに更改する計画を掲げ，全国で年間約1000台のペースで導入していく予定です（**図4**）．NTTアノードエナジーでは社用車のEVへの更改に合わせ，EVを充電するためのEVステーションの整備を進めていきます．社用車用だけではなく，お客さまの重要拠点に対してもEVステーションの整備を進めていくことで，さらなるEVの普及拡大に寄与していきたいと考えています．

バーチャルパワープラント（VPP）

電気の貯蔵が可能な蓄電池やEVの普及が見込まれている中，欧州では再生可能エネルギーと蓄電池をネットワークで連携し，1つの発電所のように扱うVPPを構築する動きが出てきています．VPPでは発電側設備に加え，需要家側の設備も束ね（アグリゲーション），遠隔・統合制御することで，電力の需給バランス調整に活用することができます．需要家側のコントロールが中心ですが，VPPの構築を見据えたNTTアノードエナジーの3つの取り組みについて紹介します．

■VPP構築実証事業への参加

NTTアノードエナジーはNTTファシリティーズが参画する，経済産業省資源エネルギー庁の補助事業である「VPP構築実証事業」への業務支援をしています．現在取り組んでいる実証事業は，市場におけるVPPおよびディマンドリスポンス活用を見据え，早稲田大学からの指令に基づき，アグリゲーションコーディネータと連携して，リソースアグリゲータとして需要家側の空調や蓄電池等設備をコントロールし，需要家側の需要を抑制することで，指令で規定された調整電力量（ΔkW）を提供するというものです．課題は，遠隔でコントロールできる需要家側の設備を増やすことと，指令を受けてから応答するまでの時間を短くすること，指令されたΔkWを正確に提供できるよう，需要家側設備のコントロール精度を向上させること等があげられます．コントロールできる設備が増えれば，調整力を増すことができます．また，応答時間の短縮化，コントロール精度の向上が図れれば，より細やかな調整が求められる調整力電源として提供することができます．2021年度には電力を取引する市場の1つとして需給調整市場が開設されます．NTTアノードエナジーは，需給調整市場の開設を見据え，実証事業を通じて現在抱えている課題の解決に向けて取り組んでいきます．

■NTTビルを活用した電気料金削減施策の検証

NTTアノードエナジーでは，NTTビルで使用する電気料金削減を目的に需要家側の設備を遠隔でコントロールする取り組みを実施しています．もっとも電力使用の多い時間帯の電力使用

図4　社用車EV化計画のイメージ

を抑えることで，電気料金を削減するピークカット施策，削減可能な電力消費を抑制する省エネ施策により電気料金削減をめざします．具体的な取り組みとしては，需要家側に設備を遠隔でコントロールするためのゲートウェイ（GW）を設置し，電気の使用状況を監視するとともに，使用量がしきい値を超える場合には設備をコントロールし，抑えます．課題はGWの設置コスト低減と，コントロールできる設備の対象を増やします．コントロールできる設備が限定される中では，費用対効果も限定的になります．そのため，今後普及が見込まれる蓄電池と組み合わせ，エネルギーを使用する時間帯を変更するピークシフトにも取り組むことで，費用対効果を高めていくとともに，コントロール可能となったリソースを市場に活用することを志向していきたいと考えています．

■電源Ⅰ′ 厳気象対応調整力提供の取り組み

NTTアノードエナジーは，一般送配電事業者に対する電源Ⅰ′ 厳気象対応調整力の提供に関する取り組みを行っています．一般送配電事業者は，猛暑や厳寒等の稀頻度な需給の逼迫時における需給調整のために必要な調整力電源を確保する必要があります．電力会社は，調整力の調達の調達について，多くの電源等への参加機会の公平性確保，調達コストの透明性・適切性の確保の観点から，原則公募により調達を実施しています．NTTアノードエナジーでは，電力会社からの指令発動時にNTTグループ等が保有する常用発電機設備を活用した需要抑制により電源Ⅰ′ の提供に取り組んでいます．電源Ⅰ′ については，稀頻度かつ3時間前の発動判断があることから，需要家側の設備等の稼働計画を調整することで需要抑制（ネガワット提供）により収益を得ることができ，電力会社にとっても需要側にとってもメリットのある仕組みです．

NTTアノードエナジーは，上記の需要家側設備のコントロールの取り組みに加え，今後は再生可能エネルギーも需給調整の対象にしていく予定です．NTTグループは，全国津々浦々に多くの通信ビルと蓄電池を保有しているとともに，需給調整に必要となるICTを保有しています．NTTアノードエナジーは，NTTグループの持つリソースや強みを活かし，VPPに必要となるプラットフォームを構築していきたいと考えています．

今後の展開

地域のレジリエンスの向上が要望されている中，既存のエネルギーシステムの脆弱性を補う新たなエネルギーシステムが必要となっており，分散型エネルギーシステムはその解決策の1つであると考えています．NTTアノードエナジーで取り組むバックアップ電源サービスは，分散型エネルギーシステムの一形態であるため，全国に普及拡大することで，地域のレジリエンスの向上に貢献できると考えています．また，今後さらに再生可能エネルギーが普及していくためには，安定供給するための仕組みが必要であり，VPPの構築はその解決策の1つです．NTTアノードエナジーはVPPのプラットフォームを構築することで，再生可能エネルギーの普及拡大に貢献していきます．

（上段左から）新居 丈司/ 渡邉 茂道/ 宮崎 悠
（下段左から）菊地 範晃/ 井上 裕子

社会のレジリエンス向上，再エネ促進・環境負荷低減等のエネルギーを取り巻く課題解決に向けて，分散型エネルギーを活用した，バックアップ電源サービス，VPPサービス等のサービス開発を進めてまいります．

◆問い合わせ先
NTTアノードエナジー
スマートエネルギー事業部
TEL 03-6738-3211
E-mail info@ntt-ae.co.jp

エネルギーの将来技術

エネルギーに関する事情は急激に変化しており，NTTグループでもその対応を進めています．それらに寄与するためNTTネットワーク基盤技術研究所では，エネルギー流通に関する研究を開始し，再生可能エネルギーを活用しつつ商用電力と同等の品質を維持して給電する電力サービス提供に向けた研究開発を進めています．本稿ではその概要と将来のエネルギー事業の推進について紹介します．

かとう　じゅん　たかだ　ひでとし
加藤　潤　/高田　英俊
NTTネットワーク基盤技術研究所

日本を取り巻くエネルギー課題

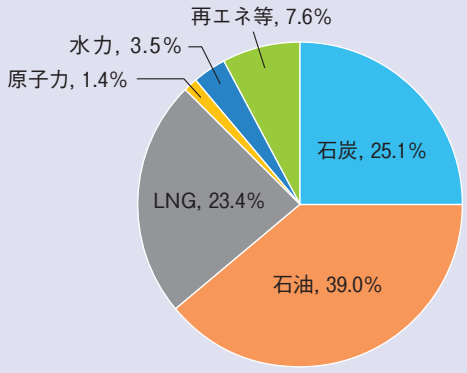
限りあるエネルギー資源を今後どのように利用するかは世界中で課題となっており，ここ数年で情勢が大きく変化しています．特に日本を取り巻くエネルギー課題は，主に以下の３つがあげられます．

① 国際的な環境の枠組みへの対応（パリ協定など）
② エネルギーセキュリティ（海外へのエネルギー依存度の低減）
③ エネルギーにおける国土強靭化（災害に強いインフラ）

まず，日本の一次エネルギーの供給構成比率を**図１**に示します[(1)]．一次エネルギーとは人が利用するエネルギーのうち，石炭，石油，天然ガス，水力，原子力，風力，地熱，太陽エネルギーなど自然から直接採取されるエネルギーです．日本では東日本大震災以降の原子力発電稼働低減により化石燃料への依存が高くなり，約90%を石炭，石油，LNGによって賄っています．化石燃料を用いるとCO_2排出量も多くなり，①の環境の枠組みへの対応が難しい状況となっています．

次に一次エネルギーの自給率について**図２**に示します．世界の各国と比較すると，自国のエネルギー使用量が多いが資源が乏しい日本の自給率は10%以下です．国際的有事の際や将来的な資源枯渇時に一次エネルギー源を集めることが困難となり，動力や電力不足が発生すると想定されます．さらに，昨年の北海道や千葉で発生したブラックアウト*1や長期間停電など災害時に発生する電力供給の喪失を防ぐ必要があります．

これらの解決に向けて，日本全体の使用電力における再生可能エネルギーの割合を高めてCO_2排出量低減とエネルギー自給率の向上を両立が必要であると考えます．



出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー 2018」より作成

図１　日本の一次エネルギー国内供給構成（2017年度）

NTTグループにおける エネルギー事業とその研究開発

NTTグループは日本の約１%の電力を消費しており，エネルギー利用について大きな責任を持っています．また，環境・エネルギーに関する社会的課題の解決に取り組むため，グループの保有する既存の電話局や基盤設備，直流送配電や蓄電等のノウハウおよびICTプラットフォームを組み合わせた「スマートエネルギー事業」[(2)]を展開することを目的とし，エネルギー事業にかかわるNTTグループの統括会社と

*1　ブラックアウト：地震や津波等の大災害時に発電所や送電線などが大きな被害を受けて，一瞬にして電力供給がなくなる状態．

して，2019年6月にNTTアノードエナジーが設立されました．NTTアノードエナジーの事業内容を**図3**に示します．今後NTTグループではグリーン電力発電事業，バックアップ電源事業，および電力小売事業などエネルギー事業に幅広く参入し，自社のエネルギーだけでなく他社への販売・サービスを実施する計画を立てています．また，太陽光発電・風力などの再生可能エネルギー，蓄電池，電気自動車（EV）関連など分散エネルギー基盤への投資も積極的に行うことも予定されています．

次にNTTネットワーク基盤技術研究所で行っているエネルギー分野の研究開発について紹介します．

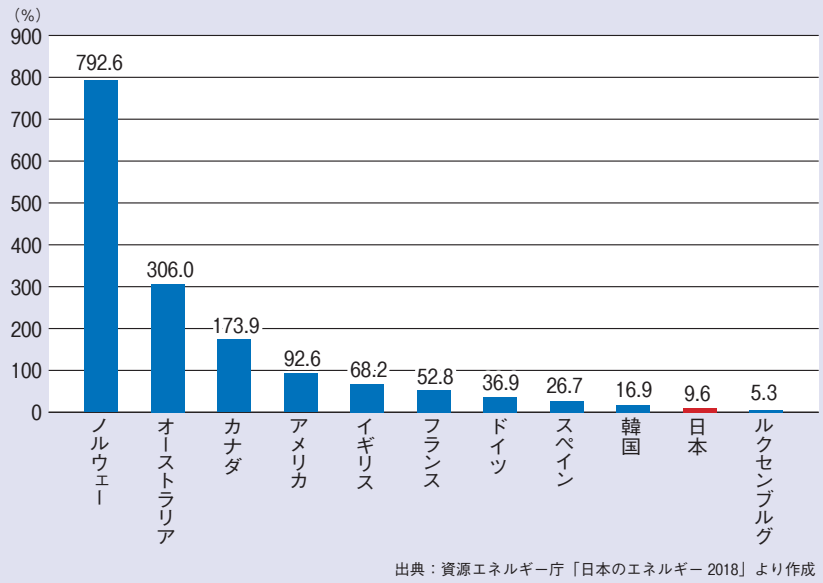


図2　主要国の一次エネルギー自給率（2017年度）

NTTのエネルギー研究

NTTのエネルギー研究の概要を**図4**に示します．私たちは研究の方針として，日本のエネルギー課題およびNTTグループのエネルギー事業拡大への貢献のため，直流技術や微小エネルギーを最大活用し，災害等による長時間停電でのネットワークと生活持続可能なシステム構築をめざします．

具体的には再生可能エネルギーを無駄なく使いこなし，かつ地域のエネルギー融通とレジリエンスを実現する「次世代マイクログリッド基盤技術」，日本全国に点在する数十万台レベルの電力リソースを監視・計測・制御し，現在他事業者でも実現できていない数秒以内に応動する数100 MWクラスの

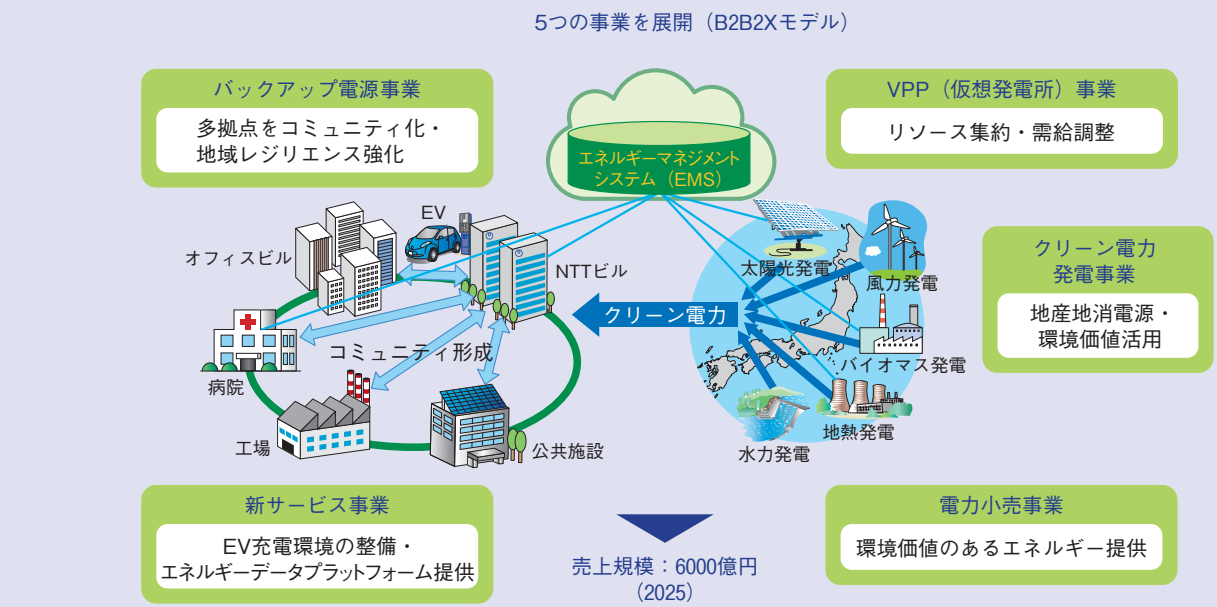


図3　NTTアノードエナジーの事業内容

仮想発電機能を有する「仮想エネルギー流通基盤技術」，場所や状況による制限がない通信を実現する「微小エネルギー活用技術」などの研究開発に取り組んでいます．

■次世代マイクログリッド基盤技術

次世代マイクログリッド*2とは，地域におけるエネルギーの自給自足を促進し自治体・企業のBCPを支援するため，直流技術を段階的かつ安全に導入することで，低コスト・シンプルな地域マイクログリッドです．次世代マイクログリッドについて**図5**に示します．このグリッドではNTT通信ビルの蓄電池などのアセットを活かし，グリッド内で電力を融通します．またグリッド内の再生可能エネルギーや蓄電池で出力される直流電力と商用電力の双方の利点を備えて電力融通する直交流連系型のマイクログリッドの構築をめざしています．そこで，まず直交流連系をするために重要な要素である直流送配電システムのアーキテクチャ，および直流送配電の電気安全を確保するための研究開発に取り組みます．

⑴　直交流連系型のマイクログリッドアーキテクチャ

直交流連系型マイクログリッドのアーキテクチャを検討するため，直流配電線，蓄電池，パワーコンディショナ，電力変換装置等の特性を考慮し，各構成要素の応動速度や需要変動特性を考慮した負荷分担制御技術および電

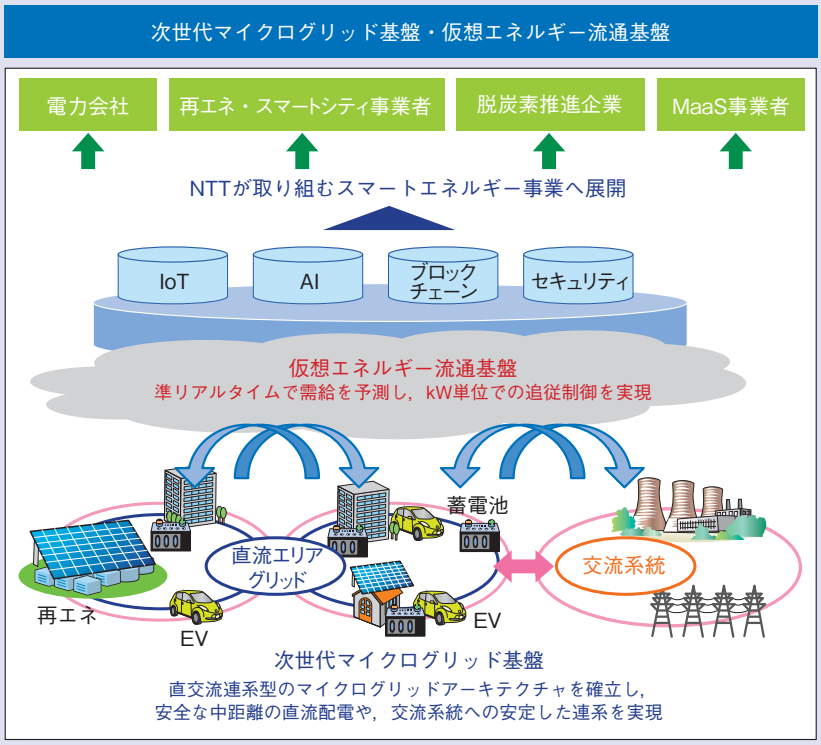
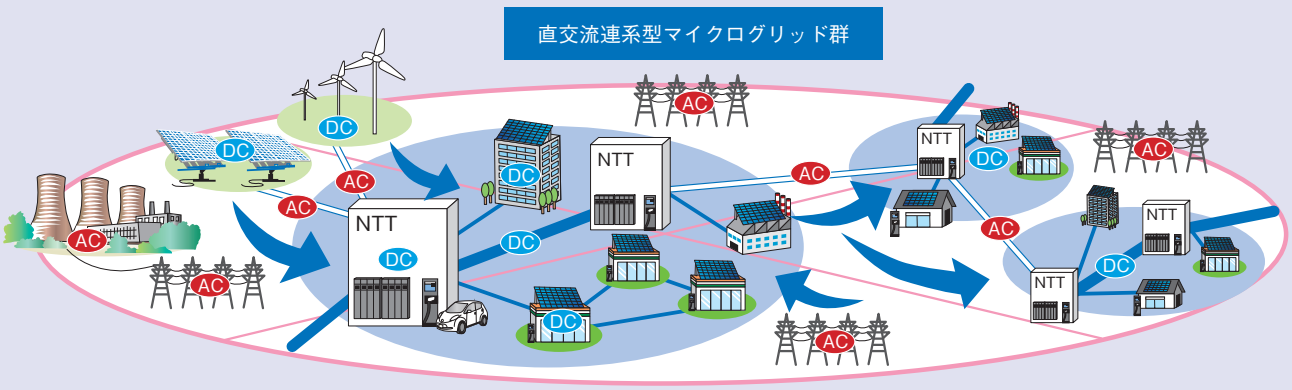


図4　エネルギー研究概要

*2　マイクログリッド：既存の大規模発電所からの送電電力にほとんど依存せずに，エネルギー供給源と消費施設を持つ小規模なエネルギー・ネットワーク．



マイクログリッド内の地産地消＋マイクログリッド間の電力融通制御

図5　次世代マイクログリッド

力融通制御技術を確立するなど，任意のエリアの需給者間で電力融通するための技術に取り組んでいます．また将来の革新的な情報通信ネットワークのアーキテクチャおよび近年の気候変動による商用電源信頼性の変化を考慮し，必要十分な安定性を備えたマイクログリッドアーキテクチャを確立するため，信頼度とTCO（Total Cost of Ownership）*3のバランス最適化方法を検討します．

⑵　直流送配電の電気安全技術

屋外への配電を想定した直流送配電システムでは，雷によるサージ電流・電圧の影響を受ける可能性が高いため対策が必要です．また直流送配電システムの経年劣化や不慮の事故の際，漏電が発生することも考慮する必要があります．このため直流送配電の電気安全技術として，実際のビルに検証システムを構築・データ取得し，直撃・誘導雷への対策技術，想定されるトポロジーでの事故点検出技術の確立をめざしています．

■仮想エネルギー流通基盤技術

仮想エネルギー流通基盤とは，人や街の活動と再生可能エネルギーの調和による脱炭素社会実現に貢献するため，全国規模の物理的エネルギーリソースと仮想的な発電・需要リソースを連携・制御するためのエネルギープラットフォームで，大手電力会社の送配電網の電力品質を維持しつつ再生可能エネルギー供給を受け入れるための基盤システムです．仮想エネルギー流通基盤について**図6**に示します．再生可能エネルギーによる発電量は気象状況などにより急激に変化するため，基盤内の蓄電・需要リソースの最適制御を行う大規模高速応動VPP（Virtual Power Plant）*4制御技術により電力品質を維持することをめざします．また需要量についても人流・物流や大規模イベントなどを考慮して予測する高精度需要予測技術に取り組んでいます．

*3　TCO：機器やソフトウェア，システムなどの入手，導入から使用終了，廃棄に至るまでにかかる費用の総額．
*4　VPP：需要家側エネルギーリソース，電力系統に直接接続されている発電設備，蓄電設備の保有者もしくは第三者が，そのエネルギーリソースを制御することで，発電所と同等の機能を提供すること．

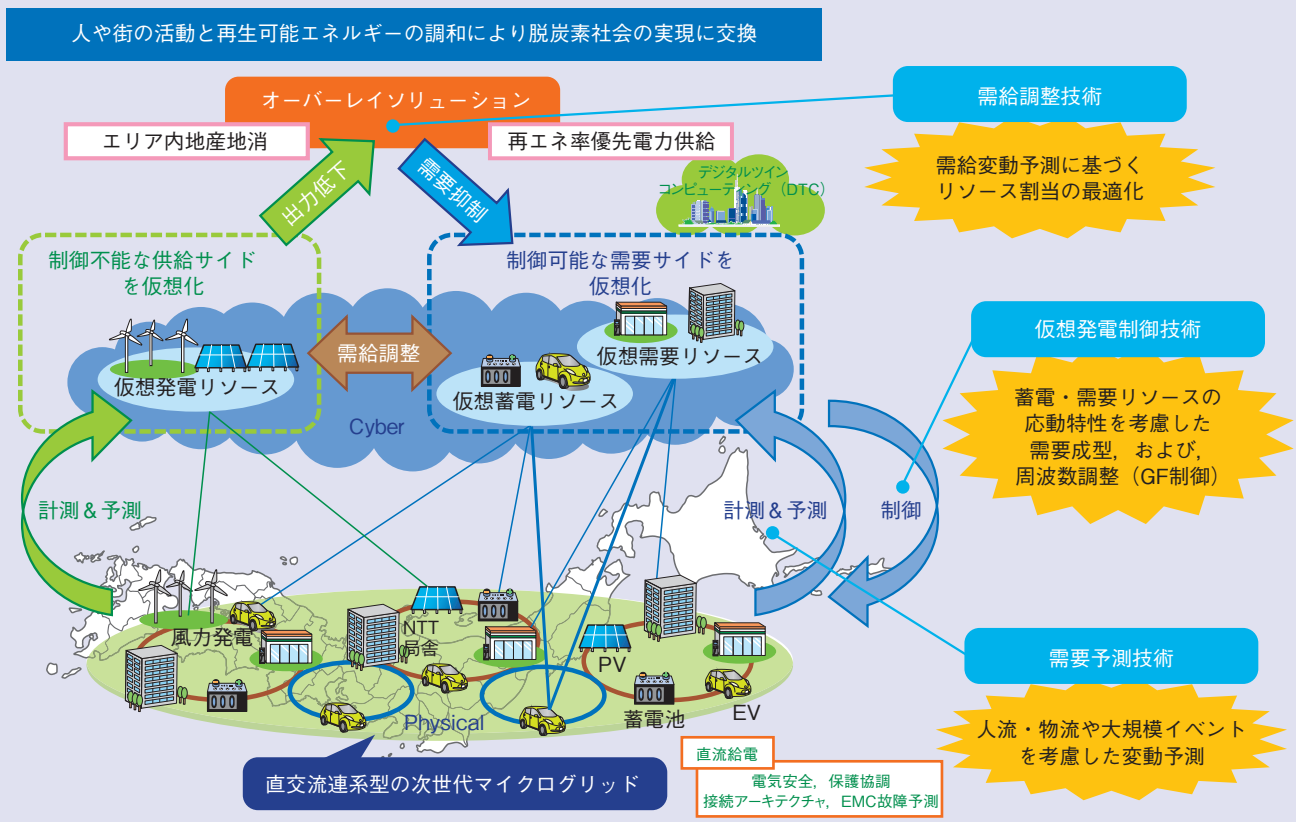


図6　仮想エネルギー流通基盤

⑴　大規模高速応動VPP制御技術

瞬時変化する再生可能エネルギーや蓄電池などの創蓄エネ機器群の入出力特性のモデリングと，ネットワーク装置等の電力需要群の入出力特性のモデリングから，瞬時に電力リソースの最適配分と制御を行う技術の確立をめざします．また全国規模の超高速ネットワークで連携して数100 MWの規模と電力品質制御にも対応できる応動性能を備えたVPPを構成する技術も検討します．

⑵　統合的エネルギー需給調整技術

さまざまな特性の電源や複数の需要家ポリシーに基づき，多様な要求タイミング・複合的な要求価値と調達可能な電力とを照らし合わせて要求レベルの最適化と需給マッチングを行い，数十万台の需給機器に対応できる大規模P2P電力取引技術の確立をめざします．

⑶　準リアルタイム需給予測技術

従来の気象情報を基にした太陽光発電・風力発電予測や電力エリアごとの需要予測を高精度化することに加え，NTTグループが保有する人流・物流データや社会的イベントの影響，EV等の要因によるローカルな需給変動まで準リアルタイムで予測する技術の確立をめざします．

■微小エネルギー活用技術

微小エネルギー活用技術では，周囲にある微小なエネルギー（光，圧力等）から微小電力に取り出して蓄積し，ある程度の量になったら使用する「鹿威し」のようなシステムを検討しています．例えば，環境エネルギー問題の解決手段の１つとして，植物の光合成を模して，太陽光から有用物質を生成する人工光合成技術に取り組んでいます．本技術の確立に向け，これまで情報通信分野を支えてきた半導体成長技術や触媒技術を活用して，進めています．

⑴　光エネルギー高効率利用技術

オールフォトニクス・ネットワークにおけるレジリエンスの向上を目的に，微小エネルギーである光エネルギーを可能な限り高効率で安全に利用する技術を検討しています．通信とともに伝送された光エネルギーを分離し，他のエネルギー形態へ変換し，停電時における使用条件を考慮して効率的に利用するための基礎的技術を研究します．

⑵　微小創蓄エネ技術

振動や熱，静電気等の身の回りにある微小エネルギーを取り出し，密度を上げる微小創エネに関する基礎研究を行います．微小創エネ技術を利用し，エネルギーを人体に纏うための微小蓄エネ技術の研究を行います．衣類やベルト，メガネ，端末等の装具を活用したエネルギー蓄積・放出技術の研究開発を実施します．

■IOWNについて

前述の研究開発において，エネルギーリソースの制御やオペレーションには高速，低遅延で高機能なネットワークが必須となります．現在NTTでは新たな世界を実現するIOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想を提案し，その実現に向けて取り組んでいます[3]．IOWNはネットワークだけでなく端末処理まで光化する「オールフォトニクス・ネットワーク」，サイバー空間上でモノやヒトどうしの高度かつリアルタイムなインタラクションを可能とする「デジタルツインコンピューティング」，それらを含むさまざまなICTリソースを効率的に配備する「コグニティブ・ファウンデーション®」の３つで構成されます．

大規模高速応動VPP制御で電力品質を維持するためには，エネルギーリソースの状態を常にリアルタイムで把握して制御するため，高速で低遅延で通信を行う必要があります．また数百万，数千万のエネルギーリソースを制御するためのオペレーションシステムも今までより格段に高機能なものが必要となります．このためエネルギー研究ではIOWNの重要なユースケースとしてエネルギーシステムの要件を検討し，新しいネットワークへの実装をめざします．

今後の展開

今後もNTTグループ各社と連携し，エネルギー事業拡大に貢献する研究開発を進めていきます．

■参考文献

⑴　https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/
⑵　https://www.ntt-ae.co.jp/pdf/press20191112.pdf
⑶　https://www.ntt.co.jp/about/r_d02.html

（左から）加藤　潤／ 高田　英俊

NTTグループだからこそ実現できるエネルギー×ICTの技術創出で，人と街と自然が調和する世界の実現に貢献していきます．

◆問い合わせ先
NTTネットワーク基盤技術研究所
環境基盤プロジェクト
TEL　0422-59-3822
E-mail　nt-kensui-ml@hco.ntt.co.jp

守谷健弘　フェロー　NTTコミュニケーション科学基礎研究所　守谷特別研究室室長

最高のサービスと信頼を提供し続けよう「音声・音響信号符号化の研究者」としてのポリシーを貫くことが私の責任である

PCやインターネット，電話を利用して業務や会議を行うことで，移動時間の削減やクラウド等の活用による仕事の効率化，働き方の多様化が加速しています．テレビ会議において音質が臨場感に与える影響が大きいといわれている中，テレワーク等で活用されるテレビ会議やテレビ電話に限らず固定電話，携帯電話等の音声の音質に関するNTTの研究成果が世界に大きく貢献しています．約40年にわたり音声・音響信号符号化の研究に携わるNTTコミュニケーション科学基礎研究所守谷健弘フェローに，現在取り組んでいる研究と研究者としての姿勢を伺いました．

ゴールは一番早く欲しがってくださるお客さまのニーズに合わせる

●これまで取り組んでこられた研究について教えてください．

私は，音声や音楽の信号をデジタル化し，それを効率良く，かつ再生時の再現性を高く情報圧縮する，音声・音響信号符号化の研究を約40年にわたり行ってきました．例えば，携帯音楽プレーヤやデジタル放送などから聞こえてくる音楽は，本来の信号ではなく情報量的には10分の1くらいに圧縮されたものが提供されています．音の品質を保ちながら信号を圧縮し，再現する方式に関する研究です．約50年前からデジタル信号処理による音声音響信号符号化技術が進展してきています（**図1**）．この図の詳細の説明は割愛しますが，世界の多くの研究者やエンジニアの努力によってこれらの技術が築かれました．1990年代からは電話や放送などのかたちで日常生活やビジネスに大きな貢献をしてきています．音声音響の多くの技術分野の中で圧縮符号化技術がもっとも大きな市場貢献をしてきていると思います．

1980年代前半には，固定網は高速光ファイバ，移動網（携帯電話）はアナログ伝送が主流でデジタル化の可能性は不透明でした．このため音声のデジタル圧縮符号化技術は応用用途を見失いつつありました．ところが1990年代には一転して世界の携帯電話がデジタル化に動き，デジタル圧縮符号化技術がにわかに重要になってきました．1990年代に低ビットで伝送符号誤りがあっても音質を担保できることなどの条件をクリアした成果はコンテストで日本標準方式に採用され，第二世代の携帯電話で使用されました．第三世代の携帯電話やIP電話においても私たちの要素技術が採用され，世界中の携帯電話の音声品質の向上に貢献しています．

その後2010年ごろ移動通信システムの国際標準化団体である3GPP（3rd Generation Partnership Project）

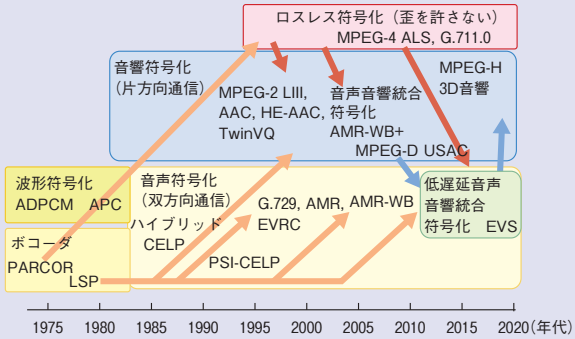


図1　音声音響符号化の開発経過

において，世界統一の第4世代の移動体通信ネットワークであるVoLTE（Voice over Long-Term Evolution）向けに新たな符号化の制定が強く望まれました．これにこたえてNTTグループも含む世界の多くの専門家による競争と協力によって，音声音響統合符号化方式としてEVS（Enhanced Voice Services）が国際標準化されました．

それまでの携帯電話向け音声符号化方式は人間の発声メカニズムにならったCELP（Code Excited Linear Prediction）という方式が用いられ，人間の声を低ビットレートで高品質に伝送してきました．EVSではCELPに加えて新たに開発された低遅延の音楽向け符号化を組み合わせることにより，それまで実現できなかった，背景雑音や背景音楽を含む音声あるいは音楽を高音質のまま低遅延で伝送することができます．標準化の過程で，第三者機関によってさまざまな条件・音源・言語での大規模な主観品質評価試験が行われ，従来方式よりも格段に高品質であることが確認されました．これにより，EVS方式は世界の電話会社，電話機メーカ，チップメーカに一斉に採用されるに至り，すでに日本国内で使っていただいているスマートフォンどうしの通話はこれまでの電話にないほど広帯域で高品質になっています．

●大きな成果を上げられたのですね．

約40年前から，電話の音質をどう高めるかという試行錯誤をNTTのチーム，世界中の有力な研究者やエンジニアとともに繰り返し，結果的に世界の人たちに使ってもらえるようになっているのは大きな喜びです．

現在はEVSを拡張するIVAS（EVS extension for Immersive Voice and Audio Services）標準規格を制定しようとしています．例えばバーチャルリアリティー（VR）やテレビ電話において，複数のマイクと複数のスピーカを用いて双方向で臨場感を持たせるような電話サービスをめざしています．

世界的な情報通信の会社であるNTT，特に電話の音声の研究については重厚な歴史を持つNTTの研究者として，ビジネスシーンに活かせるものをまずつくり上げたいと思います．あたかも同じ会議室で会議しているかのような臨場感に関する技術も望ましいし，映像も必要になるでしょうが，媒体に左右されない音質の良い通話を最優先にに実現したいのです．昨今，電話会議は，有料あるいは無料ソフトウェアを使ったアプリが普及しつつありますが，使うネットワークはベストエフォート型になり，遅延やパケットロスによる品質劣化は避けられません．またビジネス用の電話会議システムは従来からの固定電話を想定しており，これにスマートフォンやIP内線電話から接続すると品質が大きく劣化します．ネットワークの専門家がこれまでに構築してくれた，ひかり電話網やVoLTEのような音声通話に適した高信頼のネットワークにEVSの符号化が劣化なく使えるようにIVASをつくっていこうと考えています（**図2**）．

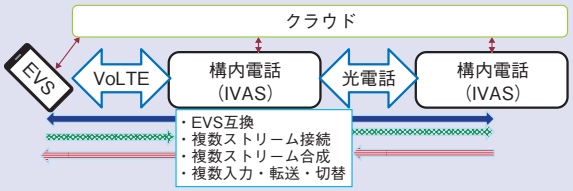


図2　IVASを使った内線電話構成例

これまで，世界の有力な電話会社の研究所は大きな力を持っていましたが，今はかつてのような力はなく，サービスの分野やプレーヤーも入れ替わってきています．こうした流れの中，NTTはNTTドコモも含め，携帯電話サービスも固定電話サービスも提供している会社として，音声関連の技術に対して責任を持って貢献していくことが大切であると思いますし，まさに私はその領域にいるのです．

最終的に使っていただく方の笑顔を想像する

●40年余りの研究活動を振り返って，どのような教訓が得られましたか．

研究者は自らの力で考え，さまざまなことに気が付き，それを現実のものとしてつくり上げることが大切だと考えます．その動機の半分は面白いと思うこと，活動する際も面白いと思っているかどうかがとても大切です．研究活動自体がワクワクすること，生きがいと思えるかどうかで

す．そのためにも研究活動の成果を喜んでもらえる人がいないといけませんから，喜んでもらえる人を想定し，その人に喜んでもらえることを想像しながら，息長く研究を続けていくのです．このような考えに至ったのは私が研究を始めた学生時代にさかのぼります．当時は今とは全く違う研究をしていました．もともと何かを考えて，形のあるものをつくるのが好きで，それを多くの人に使ってもらいたいと思っていました．しかし，どうしても自己満足の域から脱することができず，ほかの人に聞いても「それがどうしたの？」とつれない返事しかなかったのです．そのころは自分が苦労しているのに誰の役にも立たない，世の中に貢献できていないという漠然とした悲しさがありました．こんな思いもあって，就職したら「自分が何かアクションを起こせば世界が動いてくれる」ところで頑張ってみたいとNTTの門をたたきました．

入社後，1980年に電電公社が日本電信電話株式会社として民営化し，そのときに企業理念として『私たちは，世界的視野に立った技術開発をもとに，最高のサービスと信頼を提供しつづけ，豊かな生活・文化の創造に貢献します.』が掲げられました．私はこれに大きく勇気づけられ，NTTの研究者として大切なものとして，いまだに入館証の裏にこれを記した紙を入れてあります．私はこの言葉が非常に好きなのです．常に自分の方針，自分はこういう理念を持った会社の社員であり，今従事していることはこの考えに基づいているか，この方向であるかを考えながら研究を続けてきました．先にお話したような意見を集約できない等，難しい問題に直面したり，つらいことがあっても，この言葉がこれまでの私の研究生活を日々支えてくれました．大げさかもしれませんが，この言葉はまさに私の研究者としての生きがいなのです．

さて，私は同じテーマで40年間も研究を続けてこられたことが不思議だと思っています．世の中はどんどんと変わっていきますから，5年ほどすると，次の課題に取り組んだり，分野を変えていかなければならないことがほとんどで，40年間も同じテーマというのは非常に稀なことだと思います．ただ，研究者としては新しいことを発見，発明して論文を書いて世界に使ってもらうことが重要です．そのためにも成果を上げたら，分野を変えざるを得ないことが多々あります．こうした状況下において，息の長い基礎研究はともかく，実用に近いところにいる研究者は，成果に到達していない段階であっても，別の切り口を見出し，別の課題を上手に見つけていくことが大事でしょう．幸いにも私の場合は，例えば，1990年代に携帯電話のお客さまから音質に関する不満が多く寄せられ，その対策を研究中に，同じ技術を音楽の高音質再生に使えないかという発想（課題）が生まれましたが，それと同様に「通信と音」という1つのテーマのもとに次々と課題が見つかり，40年間もの長きにわたって研究を展開してくることができました．もちろんここに至るまでの40年の研究活動には，失敗もあり，競争に負けることもありました．

複数の研究テーマや切り口を両輪ととらえ，常にバランスを取りながら進む

●より良い研究生活を送るために若い研究者の皆さんにアドバイスをお願いいたします．

研究テーマを複数持って並行して進めていくことです．現在，例えば私のチームは研究テーマを2つ持っています．1つは電話屋としてのスマートフォンなどの音質や機能改善で，もう1つは光を使って音などの信号を計測したりすることです．光による計測はすぐに役に立つかどうかは分かりませんが，これまでにない切り口としてトライアルを重ね，いずれNTTの高速ネットワームを生かしたサービスに貢献できると期待しています．さらに個人の研究テーマとしても少し違う側面（例えば理論と実験，短期的課題と長期的課題など）からの切り口を持ってほしいと思っています．なぜならば，社会の風潮，情勢が動くこともあります．外部条件が異なれば，いくら研究成果が優れていても，それが使われることのない技術になることもあります．論文は書けるけれど，それが条件に合わず使ってもらえないこともあれば，ライバルが多くて競争に負けて使ってもらえないこともあります．世の中の動きや技術の進歩を鑑みて，時に思い切って片方を捨てる覚悟も持ちつつ，バランスを考えて長く研究を続けていくことが大事です．

若い研究者の皆さんは，この先20年は研究を続けていくことになると思います．研究活動は山も谷も多いですか

ら，この数年はこのテーマに集中する，そしてこちらは長期的に取り組むというように，取り組む時間や手法等が違うものを複数抱えて進んでいくことが良いと思います．研究以外でも同様かもしれませんが，1つのことに集中できることは稀で，さまざまな仕事に取り組みながら部下を携え，ステークホルダーも増えてくることもある中であっても，研究者は主たるテーマに勤しみつつ，周辺領域にも興味を持たなければいけません．なぜならば，今取り組んでいる主たるテーマがなくなることもあるからです．

信念を持って研究意義を訴え，理解者を増やそう

●テーマの選択はどうしたら良いでしょうか．

流行に流されることはやめたほうが良いです．多くの人が取り組んでから追随するということは，常に誰かの後ろにいることだと思います．他者が取り組んでいる競争に乗り出したところで，自身の成果を社会に訴えるのは難しいです．それよりも，自身の知見やスキルと社会のニーズを結び付けて独自のテーマを設定しましょう．

私は電話サービスを提供している会社の研究者として，世界の何億人という人が電話を使うとき，どうしたら喜んでくれるだろうかと常に考えています．自分の研究成果を誰が使うか分からないまま競争に入っていくことは得策ではないでしょうね．ゴールが分からないで走っているのと同じです．ただ，研究分野にはそれぞれ特性があります．基礎研究でしたら，今得られた成果が後世で役に立つ，あるいは教科書に反映されることや，未来の社会を良くすることがゴールになると考えられます．

また，研究を進めていくうえでは，設備やメンバー確保といった部分で予算がかかわってきますが，それを確保するためにも，その研究意義を理解してくれる人がいないと難しいでしょう．特に基礎研究の場合は研究スパンも長くなるので，将来にわたっての研究意義の理解者を求めることになります．信念を持って研究意義を訴えて理解していただけるかどうかが重要です．

私も理解者を求めて苦労した時期がありました．2000年ごろは，世界的に音楽の信号を低ビットで圧縮する技術がほぼ完成し，圧縮符号化の意義はなくなったと認識されていました．私は「いくら伝送容量が大きくなっても，音質を全く劣化させない条件なら情報量を減らす技術は役に立ち，その標準規格をつくるべきだ」という信念を持っていました．しかしこの構想はNTTの研究所内でも反対され，標準化団体からも拒否されました．海外の専門家と協力してメリットを訴え，NTT内や標準化団体の参加者からも次第に賛同を得て，音楽業界からの要望による軌道修正もして，ようやく2005年に国際標準を制定することができました．

標準化制定から15年経て，ようやくNTTグループの高音質音楽配信ビジネスなどで広く使っていただけるに至っています．研究者としての 競争の場は世界です．米国，欧州，中国の人たちは非常に主張が強く，私はよく言い負かされてしまいます．しかし，技術は真実なので，信念を持って技術で競争していくことが本質だと思います．そして，迷ったときには私の研究の原点である，企業理念に立ち返ってそれに従います．そして，それが心の支えにもなっています．

●今後の抱負をお聞かせください．

携帯電話を含めて電話サービスは飽和状態にあり，ビデオや人工知能など新しい技術によるサービスが情報通信の世界のみならず，GAFAのようなプラットフォーマや多くの分野で注目を浴びてきています．こうした新しい分野には多くの研究課題がありますし，NTTもこうした分野の研究に積極的に取り組んでいます．こうした環境の中，電話における研究課題は少なくなってきていますが，例えば，携帯電話，固定電話，内線電話のように異なる電話網が存在したり，端末数の多いときの電話会議の音質劣化対策のような，世の中の役に立つ研究課題も残っており，40年間この分野の研究者であった者として，電話屋の社員として，音声・音響信号符号化に関する研究を最後まで責任を持ってやろうと思っています．

さらに，最近では，若手研究者にアドバイスをする機会が増えてきていますが，その中で40年の蓄積は参考にならないことも多いです，伝授というより，どんどん新しいところでチャレンジしてもらいたいと思います．

株式会社エネット

https://www.ennet.co.jp/

おかげさまで20周年

Ennet
Innovating with ICT

NTTグループのシナジーとICT活用で環境に優しい電気と付加価値サービスを提供する総合エネルギーサービス企業

エネットは，2000年の電力自由化のスタートとともに設立．これまで約20年間にわたり，国内電力市場に新しい風を吹き込み，新電力（新規参入の小売電気事業者）の電力市場におけるシェア拡大を先導することで，電力自由化の進展に貢献してきた．電力市場の特徴と事業状況，会社創立20周年を迎えた今後の事業展開について川越祐司社長に話を伺った．

エネット　川越祐司社長

国内電力事業に新しい風を吹き込み お客さまへ環境に優しい電気と付加価値サービスを提供する

◆設立の背景と目的について教えてください．

エネットは，地域独占であった国内電力事業に対し新風を吹き込み，既存の電気事業者（旧一般電気事業者：旧一電）と同品質かつ低価格な電気をお届けするべく，NTTファシリティーズ，東京ガス，大阪ガスが出資し，2000年7月に設立しました．2001年に特別高圧（契約電力2000 kW以上）のお客さまを対象に東京電力エリアと関西電力エリアで事業を開始し，その後自由化の範囲拡大（2004年に契約電力500 kW以上，2005年に契約電力50 kW以上，2016年に家庭用を含むすべての需要家が対象）に合わせ事業エリアを拡大しながら，日本全国10電力会社エリアの約9万4000件（2020年1月末現在）の法人のお客さまにサービスを提供しています．

2019年5月の増資によりNTTグループの連結子会社となり，現在はNTTスマイルエナジーとともにNTTアノードエナジーグループの一員として，NTTグループ各社，東京ガス，大阪ガスとの連携により，小売電気事業のみならずさまざまな付加価値サービスを提供しています．

◆電力自由化により，市場はどのようになっているのでしょうか．

電力自由化前は，全国10電力会社エリアにおいて旧一電による地域独占で事業が行われてきました．2000年3月に電気事業法が改正され，電力自由化が始まりました．2000年度は新電力が7事業者だったものが，その後の自由化の対象範囲拡大，2016年4月の全面自由化を経て，2020年2月末現在で新電力は632事業者と約90倍に増加しています．

新電力の販売電力量のシェアについては，2001年度は0.1%，2010年度は約2%，全面自由化開始当初の2016年4月で約5%であったものが，2019年10月には15.1%となっており，それを電圧別にみると，特別高圧が5.5%，高圧が22.1%，低圧が16%と，全面自由化により新電力のシェアが急伸してきています．

新電力の中の勢力図は，上位11社のシェアが48.9%（2019年10月），上位3社で24.9%と混戦状態にある中，当社は18年間首位を維持してきましたが，旧一電の子会社の販売が伸びており，2019年10月現在では東京電力100%の子会社であるテプコカスタマーサービスに僅差で2位となっています．また，新電力ではありませんが，大手旧一電の域外進出分（自エリア域外における販売）のシェアも伸びています．

付加価値でお客さまに選ばれ続ける総合エネルギーサービス企業をめざす

◆事業の概要と取り組みのポイントについてお聞かせください．

当社の基本事業である電力小売は，株主の両ガス会社をはじめ，全国の発電事業者や日本卸電力取引所（JEPX）から電力を調達し，それをお客さまに小売する事業です．電気は，蓄電池等に貯蔵できるものの流通量に比べて容量規模が非常に小さく，蓄えて在庫として持つことが難しいため，調達・販売価格はその時々の電気の需給状況で変動する市場価格に依存せざるを得ません．

こうした環境の中，当社は，脱炭素社会の実現に向け，ICTや再生可能エネルギー等を活用した付加価値サービスの提供を進め，お客さまに選ばれ続ける総合エネルギーサービス企業をめざして，①付加価値サービスの提供，②営業力強化，③需要予測・需給調整技術のさらなる向上の3点を重点ポイントとして事業に取り組んでいます．

①主な付加価値サービスについてご紹介します．

・人工知能（AI）を活用した省エネルギーサービス「Enneteye®」．お客さま施設の電力データをスマートメーターを通じて自動的に収集し，AIを活用して解析，問題点の抽出や省エネ方法のレポートをお届けするサービスです．このサービスにより，2019年12月に，一般財団法人省エネルギーセンターが主催する「省エネ大賞」において最高位の経済産業大臣賞を受賞しました．

・CO_2排出量低減メニュー「EnneGreen（商標登録出願中）」．お客さまの再生可能エネルギー調達やCO_2排出量の低減をサポートするサービスです．建物改修や省エネ工事などの大掛かりな対策を実施することなく，環境先進企業が加盟するRE100のような国際イニシアチブや“再エネ100宣言 RE Action”のような国内の取り組み，地球温暖化対策推進法などへの対応をスピーディに行えます．

・オンサイト型太陽光発電による電力供給サービス「EnnetSolar（商標登録出願中）」．お客さまの初期費用ゼロで敷地内にオンサイト型太陽光発電設備（当社資産）を設置，太陽光発電の電気と系統の電気をセットで提供するサービスです．

・NTTグループをはじめ，EV100〔企業による電気自動車（EV）の使用や環境整備促進をめざす国際イニシアティブ〕を宣言する企業や自治体のEV導入を支援し，EVと充電器を低需要・低コストのタイミングで当社が遠隔充電制御する，EVスマート充電サービス「EnneEV（商標登録出願中）」を2020年度下期にサービス開始予定です．

②営業力強化については，直販営業とともにアライアンスパートナーとの連携営業の強化に取り組みます．直販営業では，これまで以上に地域に密着した営業を展開するため，2020年度に北海道支店，信越支店，北陸支店を開設し，本社を含め10拠点体制とするとともに，お客さまへの付加価値サービス提案強化に向け，ソリューション部門の強化を図ります．アライアンスパートナーとの連携営業では，これまでの特定業種・業界に強みを持つ企業や，地域の法人とつながりを持つ企業との連携に加え，NTTグループ連携での販売拡大に向け，通建会社様やNTT代理店・特約店様，光コラボ事業者様との営業連携やアライアンスパートナー化を進めます．

③需要予測・需給調整技術のさらなる向上については，電力の需給状況と市場調達・販売価格が連動しているため，需要予測・需給調整の精度向上を図ることで市場調達コストの上昇リスク回避，利益拡大をめざします．需要予測・需給調整を行う需給オペレーション業務では，これまで蓄積してきた電力需要の実績データを基に，天気予報やカレンダー情報やイベント情報等を用いて，日々大きく変動するエリアごとの電力需要を予測しています．電力需要予測の精度向上に向け，予測サービスや予測技術の調査や検証を進める中で，NTTグループの「corevo®」をはじめとする各種のAIや最新の気象予測技術等を活用し，新たな電力需給調整技術の確立に取り組むとともに，電力先物市場や需給調整市場，容量市場等，新たに立ち上がる市場やDR（Demand Response）*1，VPP（Virtual Power Plant）*2なども含めて，電源調達コストを抑えるオペレーション技術を確立していく予定です．

◆今後の展開について教えてください．

当社は，2020年7月に創立20周年を迎えますが，再生可能エネルギーの主力電源化，脱炭素ニーズの高まりといった電気事業を取り巻く変化を踏まえて，ICTを活用した新サービス開発を精力的に進めるとともに，株主やパートナー企業との連携を強化しながら，お客さまに選ばれ続ける総合エネルギーサービス企業をめざします．

さまざまなバックグラウンドの人が集まる当社において，社員の想い・ビジョン・価値観の一体感をより高めるために，企業ビジョンを2019年7月に制定し，使命，めざす姿，行動指針を明確化しました．

また，企業を取り巻く情報漏洩問題やサイバー攻撃によるシステム障害，これらに伴うサービス・事業の停滞など，セキュリティリスクが日々高まりつつある中，引き続きお客さまに安心してサービスをご利用いただけるよう，情報セキュリティの維持および継続的な改善に取り組んでいくことを目的に，2019年12月に小売電気事業者では他社に先駆けて，ISO 27000シリーズで規定されている情報セキュリティマネジメントシステム（ISMS）の認証を取得しました．

NTTアノードエナジーグループとして中期ビジョンで2025年度に6000億円の売上を掲げている中，企業ビジョンやISMS認証取得をはじめ，事業基盤をしっかりと固め，東京ガス，大阪ガスとこれまで同様に連携し，ICTを活用した付加価値サービスを拡充するとともに，NTTアノードエナジーが開発する新たなソリューションも活用して事業規模を拡大することで，4000億円程度の売上をめざします．

---

*1　DR：需要家側エネルギーリソース（需要家が設置している発電設備，蓄電設備，需要設備の総称）の保有者もしくは第三者が，需要家側エネルギーリソースを制御することで，電力需要パターンを変化させること．

*2　VPP：分散型エネルギーリソース（需要家側エネルギーリソースに加え，系統に直接接続される発電設備，蓄電設備の総称）の保有者もしくは第三者が，分散型エネルギーリソースを制御することで発電所と同等の機能を提供すること．

需給オペレーションが事業のコア 需要予測技術を確立し新たなビジネスに

需給本部
需給オペレーション室
担当部長
島陰　豊成さん

◆担当されている業務について教えてください．

私は需給本部で需給オペレーション業務を行っています．小売電気事業者の責務として，販売する電力の計画と実績および調達する電力の計画と実績を30分単位で一致させる計画値同時同量を達成するため，全国を10ブロックに分けて需要予測，電源調達，計画策定，当日調整といった業務を24時間365日の体制で実施しています．

具体的には，発電事業者や他の小売電気事業者から調達した電源をお客さまの需要の予測結果に応じて配分し，過不足分をJEPXのスポット市場における売買（30分単位）で調整します．こうして策定した翌日の販売・調達の計画を，電力の安定供給確保と全国の需給状況と系統運用状況を監視する電力広域的運営推進機関（OCCTO）に提出します．当日には，計画値と実績値の乖離の解消をめざして制限時間までJEPXの時間前市場で過不足を調整し，それを反映した変更計画をOCCTOに再提出する，ということを繰り返します．

◆ご苦労されている点を伺えますか．

JEPXのスポット市場は価格変動が大きく，猛暑や厳冬で需給がひっ迫すると価格が高騰する市場価格変動リスクがあります．また，計画値と実績値の乖離には，インバランスとしてスポット市場よりも不利な条件で行われる精算リスクがあり，事業に与えるインパクトが非常に大きくなります．これらのリスクを低減するためには精度の高い需要予測が求められ，需給オペレーション室では目標とする予測精度の達成に向けて総力を挙げて取り組んでいます．

需要予測は，これまで蓄積してきた電力需要の実績データを基に，天気予報やカレンダー情報やイベント情報等を用いて，日々大きく変動する需要家の翌日の電力需要を正確に予測することが求められます．需要予測を難しくする原因としては，大きな需要家である工場の自家発電設備のトラブルによる電力需要の変動，天気予報が大きく外れて気温が上昇した結果として生じるオフィスや商業設備の冷房需要の増加，台風上陸など特異な気象状況により平常時と大きく異なる電力需要の変化などがあります．

◆今後の展望について教えてください．

需要予測の面では，外部の需要予測サービスの導入やNTTグループの持つAI技術や最新の気象予測技術等の活用を視野に，さらなる精度の向上に取り組んでいきたいと思います．また，市場価格変動リスクへの対応としては，

島陰豊成さん

AIによる市場価格予測，電源ポートフォリオの最適化，天候デリバティブや電力先物商品によるリスクヘッジ手段の活用も考えています．

需給調整における需要側の調整手段としては，DRの活用に力を入れていきたいと考えています．現在も，電力需給逼迫時に当社からの節電要請に応じてお客さまに節電いただくことで，電気料金が割引になるデマンドレスポンスサービス「EnneSmart®」を提供していますが，これを発展させ，DRサービスの高度化・高付加価値化にも取り組んでいきます．将来的には，電気自動車と充電器を低需要・低コストのタイミングで当社が遠隔充電制御する「EnneEV（商標登録出願中）」をDRリソースとしても活用していくことを視野に入れています．

また，新たな取り組みとして，小売電気事業者向けに当社の需給オペレーションや電源調達等の各種機能をプラットフォームとして提供するサービスを2020年4月に開始しました．スポット市場からの電力調達割合が高く市場価格変動リスクにさらされている，あるいは本業を別にお持ちで需給オペレーションにかけられる社内リソースが限定的である方々に，小売電気事業におけるリスクとリソースを小さくして事業環境を安定化させる手段として利用していただきたいと考えています．

エネット ア・ラ・カルト

■省エネ大賞受賞

AIを活用した省エネルギーサービス「Enneteye®」が，2019年度省エネ大賞 製品ビジネスモデル部門経済産業大臣賞（節電分野）を受賞しました（**写真1**）．エネットとしては2012年度の省エネ大賞 経済産業大臣賞に続く2度目の受賞だそうです．開発に携ったメンバーは，結果発表前は相当のプレッシャーを感じていたそうですが，結果は見事に最高位の賞にあたる経済産業大臣賞．すっかり肩の荷も下り，別の日に行われた表彰式で，牧原秀樹経済産業副大臣より川越社長に表彰状とトロフィーが授与されたときには，その場の雰囲気を思う存分楽しめたそうです．

写真1

■城南信用金庫様

東京都と神奈川県に合わせて86店を展開する城南信用金庫様は，2012年からエネットの電力をご利用いただいているとのことです（**写真2**，**3**）．2018年に企業が自社で消費するエネルギーを100%再生可能エネルギー化する運動であるRE100に，国内金融機関としては初加盟しました．そして，2019年1月に使用電力の全量をエネットの「EnneGreen（商標登録出願中）」に切り替えたことで，100%再生可能エネルギー化を実現し，国内企業初のRE100を達成したそうです．エネットのサービスがこのようなかたちでお客さまに貢献できたことは，とても光栄なことと社員一同大喜びだそうです．

写真2　城南信用金庫本店の屋上に設置されている太陽光発電パネル

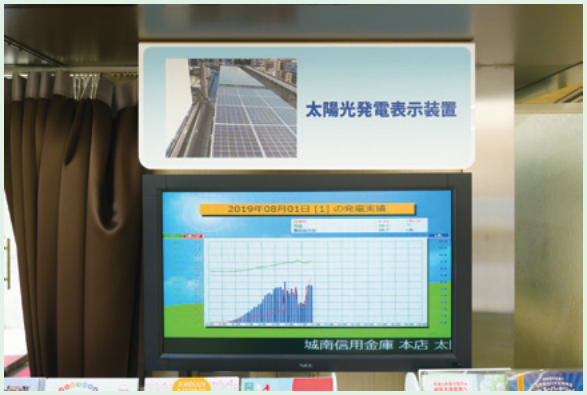


写真3　屋上の太陽光発電状況を示す表示盤．お客さまに見てもらえるように店内1階に設置

SNSチャットアプリとAIチャットボットで実現する省エネルギーかつ快適なオフィス空調制御

オフィスにおいて，従来の一定・一律・一様な空調運用では快適性に限界があり，省エネルギーの観点からワーカーに我慢を強いる傾向にあります．NTTファシリティーズでは，個人のスマートフォンのSNSチャットアプリを通じてオフィスの空調を制御できるシステムを構築し，ユーザに空調温度を操作させることで，省エネルギー性を損なうことなく，ワーカーの快適性や満足感が高まることを確認しました．

オフィスにおける空調の課題

皆さんは,「空調」と聞いて何を思い浮かべるでしょうか．エアコンは動いているのに，夕方になると西日が当たって暑くて耐えられない会議室のクーチョーでしょうか．それとも，クールビズとかでちっとも涼しくないけど，隣の○○さんはいつも「寒い」とこぼしているし，我慢するしかないオフィスのクーチョーでしょうか．

空調とは，人間の快適性の向上等を目的に，ある場所の空気の温度や湿度，清浄度，気流などを調整することです．一般的にイメージされるのは，一定・一律・一様な温熱環境を維持するようエアコン等の建築設備を設置，運用することではないでしょうか．その善し悪しは，人体の熱収支モデルに基づく温冷感を指標化した，PMV（Predicted Mean Vote：予測平均温冷感申告）で評価されることが多いです．

PMVは，人間の温冷感が，温度，湿度，放射温度，風速，代謝量，着衣量の6要素で決定され，1500人もの被験者試験に基づき，PMV=0では不満足者率が最小値5%をとるとされています．つまり，PMV=0になる環境であれば95%の人は不満を訴えないので，それを目標に空調しましょう，というのが従来の空調の考え方です．

しかし，先の例のように，一律な空調温度設定では屋外環境の変化により快適性が大きく変化し，一様な温度環境であっても，暑いと感じる人と，寒いと感じる人が同時に存在します．不満を訴えるほどではないにせよ，必ずしも満足しているわけではありません．

■地球環境保護VS知的生産性向上

近年は地球環境保護の観点から省エネルギーを図るために，夏期は不満足者が大幅に増えるギリギリの線であるPMV=+0.5程度をねらって，空調の設定温度を高めに設定する場合が多く，暑がりの人にはやや厳しめの環境になる傾向があります．一方，知的生産性向上の観点からは，一般的にいわれている「冷房28 ℃設定」よりも低めに設定したほうが良いとの知見が，学術界からも発表されています[(1)]．

空調にはエネルギーを要するので，一般に，快適性を追求することはエネルギー消費量を増加させます．また，落ち着いて仕事に集中できないような，暑すぎる，または，寒すぎる環境が知的生産性を高めるとは考えにくいので，知的生産性の向上には快適性の向上が必要であろうと考えられます．したがって，知的生産の場であるオフィスにおいては，省エネルギー性と快適性という，相反する条件の下で，快適性を高めるにはどのようにして個人の特性や状況へ対応するかが課題であるといえます．

■個人の特性や状況にどのように対応するか

オフィスにおいてもIoT（Internet of Things）の波は訪れており，通信機能を備えたさまざまなセンサのコストが下がり，多数のセンサが用いられるようになってきています．これらのセンサによるデータは，客観情報として人の周囲環境を時間的，空間的にきめ細かく把握することを可能にしています．しかし，人がそれをどのように感じているかといった主観情報は，センサでは直接把握することはできないため，客観情報から間接的に推測するしかありません．

私たちは，もっと直接的な方法として，スマートデバイスを用いて人から主観情報を直接取得することを考えました．現時点において，時間的，空間的に人にもっとも近いデバイスはスマートフォンであり，そのアプリケーションであるSNSチャットアプリを用いて，現在の状況を把握しました．具体的には，SNSチャットアプリ上でAI（人工知能）チャットボットに対して，「暑い」「寒い」といった申告をさせ，申告者の場所の情報を加えることで，オフィス内のどの位置で誰がいつ，どのような温冷感であったかを把握することが可能になります．

さらに，それらの申告に応じて空調を制御し，個人の

スマートフォンを空調のリモコンとして使用可能にしました．

温熱環境適応

ところで，人には温熱環境に積極的に適応しようとする性質があります．この温熱環境適応には，「体が慣れる」といった生理的適応と，ネクタイを外したり，日陰に入ったりといった行動的適応に加え，「寒がっている人もいるからこのくらいの涼しさが適当なのだ」と考えるといった心理的適応があります（**表**）．これらによって，温熱環境に適応できた状態は，積極的な評価としての「快適」とは限りませんが，不満ではない環境であると考えられます．

人には，自ら積極的に考えたことや行動したことをプラスに評価しようとする特性があります．また，自らの行動の効果に対しても，積極的に満足を感じる傾向があります．

スマートフォンからの「暑い」との申告に対し，そのエリアの空調設定温度を下げ，温度が下がったことを感じると，人は実際に下がった温度以上に，涼しくなったように感じます．

新大橋ビルでの実証試験

当社の研究開発オフィスがあるNTTファシリティーズ新大橋ビルに，SNSチャットアプリから実際の空調制御を行うシステムを構築し，実証試験を行っています（**図1**，**2**）．ユーザは，SNSチャットアプリ上で，「友だち」関係になったAIチャットボットを通じて，温冷感の申告や直接指定による空調設定温度の変更や，設定値の確認が可能になっています．システムとしては，個人のスマートフォンからアプリを通じてクラウド上のSNSチャットサービスに接続し，別のクラウドにあるAIチャットボットエンジンと会話を行います．ビル側には専用サーバを置き，AIチャットボットエンジンからの問い合わせや制御要求にこたえます．専用サーバは，ビルシステムとの通信を行うほか，ユーザの温冷感申告履歴の管理や，BASを通じた照明や空調の制御，設定値の管理を行います．

夏期に行った実証試験では，ユーザに自由に空調の温度設定を変更させました．ただし，それだけでは快適だけを追い求めることになり，省エネルギー性が犠牲になることが予想されたため，一定の制限と制御を行いました．具体的には，デフォルトの設定温度は28 ℃とすること，設定温度の設定可能範囲は24～30 ℃とすること，連続した制御要求を制限すること，一定時間経過後はデフォルト

表　温熱環境適応

生理的適応	遺伝的，季節的
行動的適応	着衣調節，代謝調節，姿勢調節，環境調節等
心理的適応	とらえ方，期待の修正，自己効力感

図1　SNSチャット画面イメージ

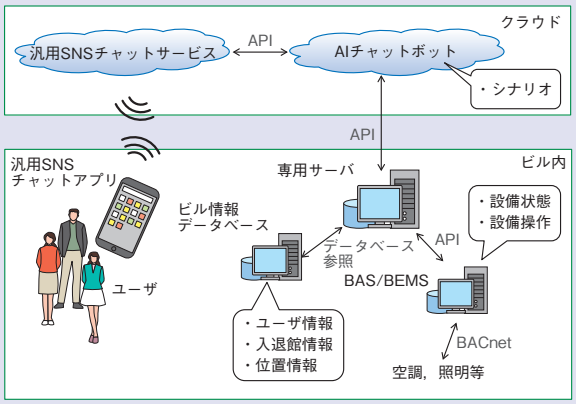


図2　システム概略図

の設定温度に徐々に戻すよう制御すること，などを行いました．

これにより，過度に低い温度を設定することや，重複リクエストにより過度に温度が下がるのを回避することができます．ユーザが希望を出さない（または不在の）エリアはデフォルトの設定温度となり，緩やかな冷房状態で省エネルギーにも寄与することになります．

実証試験では，ユーザからの空調操作を許可せず，27 ℃一律設定であった前年夏期をベースとして，アンケートやユーザの設備操作履歴，BASによるエネルギー消費量データを用いて評価を行いました．

■実証試験で分かったこと

対象エリアの社員80名のうち，40名が実証に参加しました．アンケートの回答では，約9割が前年と比べて，自席温度が「涼しくて良かった」「ちょうど良かった」，または「どちらでもない」と回答（**図 3** (a)）し，前年以上の快適性が得られたようです．また，約8割が本システムについて「満足」，または「やや満足」と回答（図 3 (b)）し，作業性を含めた満足度は高かったです．

短期的にも，本システム運用前と比べて運用後には，「どちらでもない」「涼しい」「寒い」といった回答が約3割から約8割に増加し（**図 4**），「快適」「やや快適」との回答者は約1割から約7割に増加しました（**図 5**）．温冷感は涼しい側にシフトし，快適性が向上したと考えられます．

一方，エネルギー消費量の観点では，８月の営業日の平均値を比較すると，外気温は前年の28.1 ℃に対して当年は28.4 ℃とほぼ同等でしたが，当該エリアの空調の消費電力は前年に比べ19%低下しました（**図 6**）．オフィス活動が同等かどうかは不明ですが，少なくとも消費エネルギーが大幅に増えることはなかったと思われます．

本実証試験では，ユーザが空調設定温度を低下させた際の実際の室温が，指定した設定温度まで低下していないケースが多数でした．これは，空調システムの性能上の限界として，仕切りがない広いオフィスにおいて一部の空調エリアの設定温度を低下させても，ねらったとおりには温度差がつかないことを表しています．

しかし，アンケートの結果からは，ユーザが自らの意思で空調の設定温度を低下させ，結果として涼しさを感じ，あるいは，満足感を得ており，心理的な温熱環境適応が寄与したと思われます．

今後の展開

これからのオフィス空調は，省エネルギーを図りつつ，ワーカーの満足度を高めることが求められます．スマートフォンのSNSチャットアプリを通じて個人の主観情報を把握し，空調制御に反映することで，人の温熱環境適応をうまく活用できると考えられます．

なお，スマートフォンやAIチャットボットを使ったオフィス向けサービスは，空調制御だけにとどまらず，ABW（Activity Based Working）*オフィスでのコミュニケーションを活性化させる座席リコメンドや，スケジューラと連動した会議室予約管理，オフィス内での人探しなど，さまざまなサービスを提供できます．近未来オフィ

＊ ABW：仕事内容に合わせて働く場所や机などを選ぶ働き方．

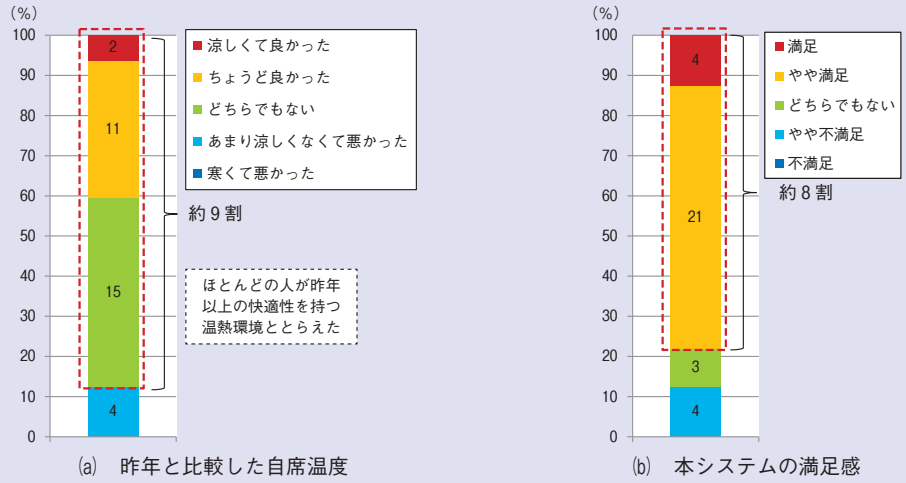


図 3　前年と比較した自席の温冷感と，本システムの満足感

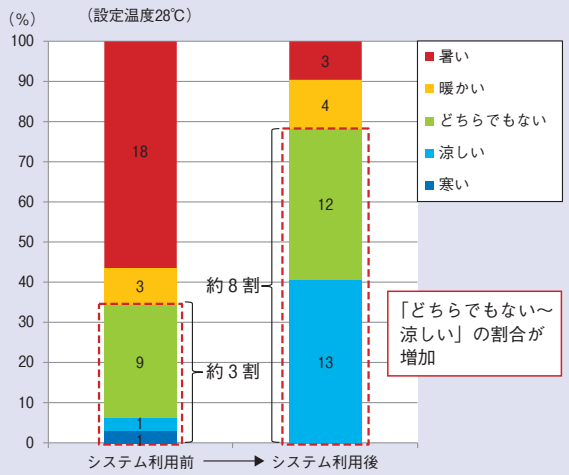


図4　システム利用前後の温冷感

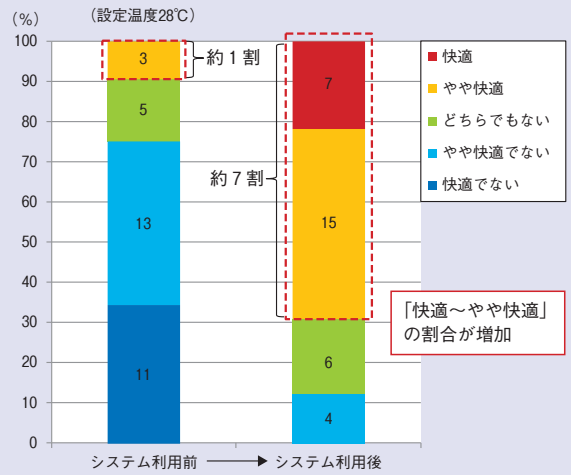


図5　システム利用前後の快適性

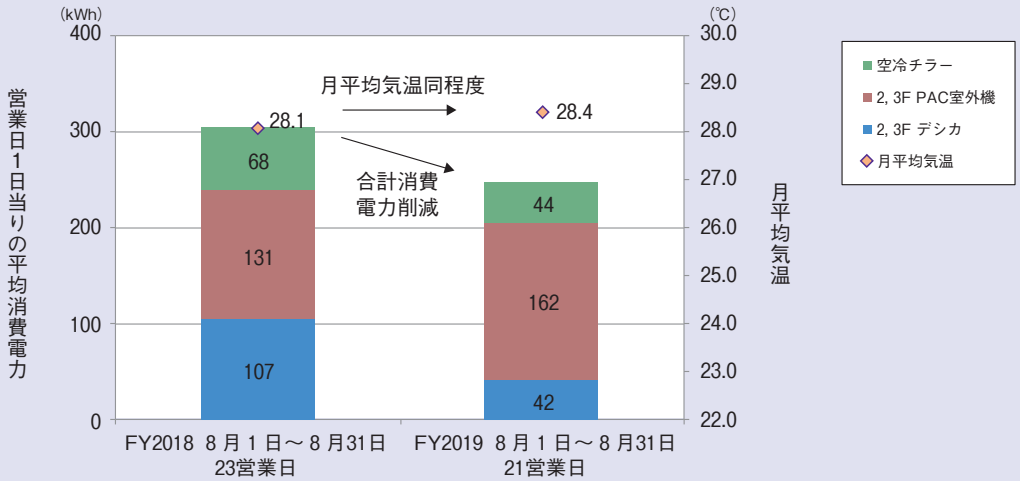


図6　前年との空調消費電力の比較

スにおける標準的なインフラとして，発展していくのではないでしょうか．

当社としては，このような仕組みを取り入れたオフィスビルを設計提供することで，お客さまの知的生産性向上と，地球温暖化防止に貢献していきます．

■参考文献

⑴　http://www.shasej.org/iinkai/gamanwoshinaisyouene/amanwoshinaisyouene.pdf

◆問い合わせ先

NTTファシリティーズ
研究開発部　ファシリティ部門　環境ソリューション担当
TEL　03-5669-0742
FAX　03-5669-1650
E-mail　minoyo22@ntt-f.co.jp

DOCOMO Open House 2020 ―ようこそ、5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。―

たまおき　まさひろ
玉置　真大
NTTドコモ

2020年1月23，24日の2日間にわたり，東京ビッグサイトにて「DOCOMO Open House 2020 ―ようこそ、5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。―」が開催されました．ここでは，本イベントの開催模様の紹介，ならびに主だった展示の詳細について解説します．

まえがき

NTTドコモは，2020年1月23，24日の2日間にわたり，東京ビッグサイトにて「DOCOMO Open House 2020 ―ようこそ、5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。―」を開催しました（**写真1**）．

ドコモは2020年のさらにその先を見据え，ビジネスパートナー（以下，パートナー）の皆様とともにお客さまの期待を超えることにより，お客さまへの「驚き」と「感動」の提供，パートナーとの「新しい価値」の協創をめざしています．本イベントは従来，さまざまな分野のパートナーとの協創事例などを基に先進性・技術力を世の中に広く伝え，新たな協創を生む場という位置付けでしたが，今回はこれに加え，来場者に利用者目線でドコモの描く未来観が伝わるよう趣向を凝らしました．会場では，協創を進めているパートナーの皆様とともに，5G（第5世代移動通信システム），AI（人工知能）やIoT（Internet of Things）などの最新技術と，それらを活用したビジネスソリューションについて紹介し（**写真2**），また多彩な講演やプログラム，ドコモの考える未来の暮らしを体現した「DOCOMO 202X CONCEPT」も紹介しました．5G商用サービスの提供元年ということで本イベントは注目され，来場者数は昨年度と比較し，約1万人増の約2万4000人と盛況でした．

本稿では，本イベントにおける主だった展示の詳細について解説します．

イベント概要

展示は286件にのぼり，「AI」「デバイス・UI/UX」「デジタルマーケティング」「IoT」「事業創出」「グローバル」「5G Vision」「5G Lifestyle」「5G Business」「5G Future & Technology」の10カテゴリに分類しました．各展示では，実際に動作可能な実機による体験やデモを通して，来場者にドコモの描く未来観を伝えました．

講演においては，初日の基調講演にて，吉澤和弘NTTドコモ代表取締役社長が「5G，より豊かな未来

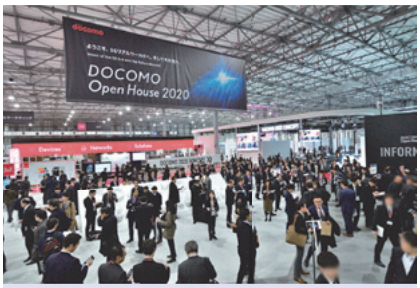


写真1　DOCOMO Open House開催模様

写真2　事業創出

※ 本記事は「NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル」（Vol.28 No.1，2020年4月）に掲載された内容を編集したものです．

写真 3　吉澤社長による基調講演

写真 4　中村常務による特別講演

写真 5　DOCOMO 202X CONCEPT
スポーツ観戦

の到来」と題して，5G時代に向けたドコモがめざす未来や中期戦略について紹介し（**写真 3**），2 日目には，中村寛取締役常務執行役員が「5G時代の幕開けとサスティナブルな社会の実現」と題して，5G，およびその先の通信技術やAIなどが普及するであろう未来において，現実世界とサイバー空間が融合することで実現される社会について講演しました（**写真 4**）．その他，ドコモだけではなく，冨田直美氏（hapi-robo st社，ハウステンボス株式会社），Rony Abovits氏（Magic Leap社），大畑大介氏（元ラグビー日本代表，神戸製鋼コベルコスティラーズ，アンバサダー）などによる，多彩なテーマに沿った講演も開催しました．

DOCOMO 202X CONCEPT

本パビリオンは，会場内の展示の一部をピックアップして，ドコモの考える未来の暮らしを「HOME」「MOBILITY」「CAFE」「LIBRARY」「HALL」「ARENA」の 6 シーンで表現しました．技術的な説明は極力省いた体験型展示とし，各シーンそれぞれが組み合わさった際に，いったいどのような未来のユーザ体感が得られるのかを紹介しました．

例えば「HOME」では，居住者が朝起きるとAIが体の状態を把握し，気分や状態に合わせて室内の環境を心地良いものに切り替えるシーンがあります．これらは，下記の展示物が組み合わされています．

① 「高齢者見守りソリューション」：プライバシーに配慮し，ビデオカメラを使わずに居住者の健康状態・位置・姿勢を取得可能とするソリューション．

② 「スマートホーム」「未来の家プロジェクト」：各種IoTセンサが居住者のデータを集め，AIに基づいてユーザへのリコメンドやIoTデバイスを制御するソリューション．

その他にも，「カフェ」に入店すると「長距離ワイヤレス充電*1技術」を用いて自動でスマートフォンの充電が始まり，UWB（Ultra Wide Band）*2と各種無線規格を連携させた「おサイフケータイのタッチレス対応」技術により，レジの前に立つだけでポケットの中のスマートフォンが支払いを完了させるシーンがあります．

このパビリオン内で示したすべての生活シーンは決して夢物語ではなく，ドコモとパートナーが持つ技術を基にすることで実現可能な未来です（**写真 5**）．

カメラで人の動きを三次元デジタル化「VMocap」

本ブースでは，会場内に設置された円形のステージ上で，特殊な装置やスーツを用いずに，広い空間における複数人のモーションキャプチャを行うデモを行い，多数の来場者の関心を集めました（**写真 6，図 1**）．

本技術は東京大学 情報理工学系研究科 中村・山本研究室との共同研究で開発された技術で，同研究室

＊1　ワイヤレス充電：電気的な接点を介さずに電力を送る技術．電磁気的な方式，光による送電，音波による送電などがあります．
＊2　UWB：500 MHz以上の広い周波数帯域に拡散して送受信を行う無線通信方式．

の開発したカメラ映像だけからモーションキャプチャを行う技術「VMocap（ブイモーキャプ）」を応用することでこちらを実現しています．

一般的にモーションキャプチャを行うためには特殊な装置やスーツが必要で，計測場所や利用シーンが限定されるが，本技術は解析に用いるべき最適な映像を，複数のカメラから自動的に選択して切り替えることで，広い空間における複数人のモーションキャプチャを行います．また，人どうしの体が映像上で重なって見える状況下でも，人の骨格構造と運動の連続性，そして最新の画像認識技術を活用することで頑強に運動を推定することができ，フットサルのように複数の選手が激しく動き回るようなシーンでも，高精度で滑らかなモーションデータや骨の動きを取得できます（**図2**）．

今後は本技術を，サッカー・野球・体操・フィギュアスケートなどのスポーツに適用し，トレーニングや戦術解析，けがや故障の予防，運動のアーカイブ化などに役立てます．また，エンタテインメント領域における3Dアニメーション作成や，介護・リハビリ現場での運動評価などにも活用していく予定です．

写真6　デモンストレーションの様子

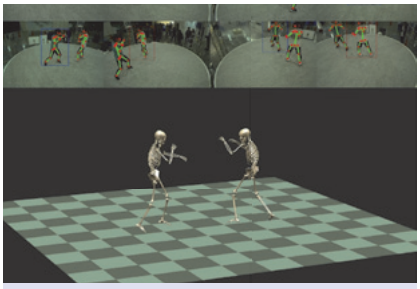


図1　ビデオモーションキャプチャのイメージ

ARクラウドで実現する未来の生活スタイル

新体感コミュニケーションとして期待されるAR（Augmented Reality）*3/MR（Mixed Reality）*4について，「ARクラウド」の技術を活用し，未来の生活スタイルを想起させるデモの展示を行いました．

ARクラウドとは，あらかじめ展示ブース内の空間構造データを収集

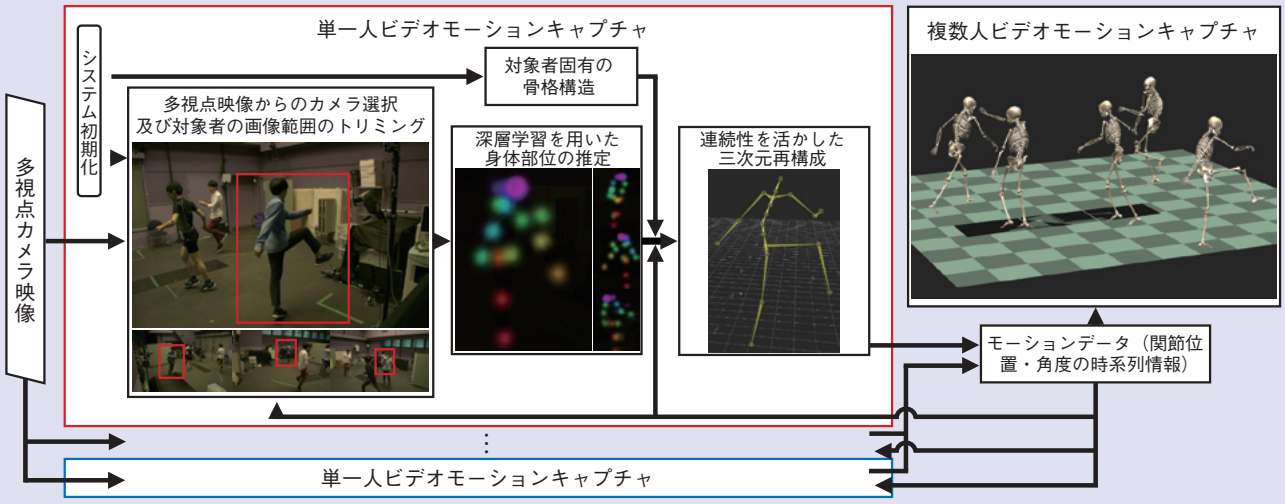


図2　VMocap概略図

図3　展示ブース全体概要

し，現実空間のコピーであるデジタルツイン*5を構築，特徴点群マップ*6による現実空間とデジタルツイン内の位置合わせを行う自己位置推定技術により，ARグラス/VR（Virtual Reality）*7ゴーグル/タブレットなどの異なる複数のデバイス間で共通のAR/MR体験を提供可能とする技術です．

展示では，古都をイメージした屋外の街並み，屋内のリビングの2つのエリアを模擬しました（**図3**）．来場者には，自分の位置に応じて近くの（模擬）店舗などのクーポンを提供する，複数の折り鶴がのれんから飛び出してくる，バス停の上に渋滞情報などを加味した到着予定時刻を表示する，人の動きに追従して頭の上にテキストメッセージを表示する，バーチャルペットや，リビングが一瞬にして美しい砂浜に変化するなど，さまざまなコンテンツをMagic Leap 1*8，Mirage Solo，iPad*9の3つの端末でサイバーとフィジカルが融合した体験をしてもらいました（**写真7，図4**）．

来場者からは，Magic Leap 1を体験したいとの要望が多く，最先端の空間コンピューティングデバイスで体験するARクラウドの世界観に，共感の声が多く聞かれた．

透明動的メタサーフェスによる柔軟な5Gエリア形成

5G以降の世代で利用されるミリ波帯の柔軟なエリア整備に向けて，ドコモとAGC株式会社が開発した

*3　AR：現実世界を写した映像に，電子的な情報を実際にそこにあるかのように重ねて，ユーザに提示する技術．

*4　MR：現実世界を写した映像に，電子的な情報を重ねて，ユーザに提示する技術．ARと異なり，自由視点での表示など情報を実際にそこにあるかのように提示します．

*5　デジタルツイン：現実世界のありとあらゆるものの位置や形状，各種センサ情報などをデジタルの世界にリアルタイムに再現されたもの．

*6　特徴点群マップ：現実空間とデジタルツインとの位置合わせ（自己位置認識）を行うために必要となる，カメラ画像が抽出された，画像の特徴点の集まり．

*7　VR：まるであたかも仮想世界にいるかのように錯覚を与える技術．近年はHMDを用いて主に視覚に働きかけ，このような錯覚を実現する手法が主流です．

*8　Magic Leap 1：「MAGIC LEAP」「MAGIC LEAP 1」，Magic Leapのロゴおよびその他のすべての商標は，Magic Leap, Inc. の商標．

*9　iPad：Apple，Appleのロゴ，iPadは，米国および他の国々で登録されたApple Inc. の商標．TM and © 2020 Apple, Inc. All rights reserved.

写真７　デモを体験いただいたお客さまの様子

図４　iPadに表示された実際のコンテンツ

「透明動的メタサーフェス*10」のプロトタイプを展示するとともに，実証実験の様子を動画で紹介しました．ドコモは昨年，同イベントで反射波の方向やビーム形状が設計可能なメタマテリアル*11反射板の展示を行いましたがいくつかの課題がありました．まず，メタマテリアル反射板はエリア拡大に有効である一方，設置場所に合わせた設計が必要となる点，反射板の裏が見通し外となり通信品質が劣化する点，加えて景観に影響を与える点です．そこで，ドコモが新たに原理提案・設計をし，AGCが材料・微細加工技術の検討および製造を行ったのが今回展示した「透明動的メタサーフェス」です．

写真８　展示した透明動的メタサーフェス

本透明動的メタサーフェスは，透明化したメタサーフェス基板に重ねたガラス基板のμmオーダの微小な動きによって，メタサーフェス基板の透過/反射特性が大きく変化するよう設計することにより“透明性を維持したまま透過/反射率の動的制御”および“基板の大面積化”を実現しています（**写真８**）．

会場では，2020年１月に実証した28 GHz帯における400 MHz以上の帯域幅の電波をほぼ損失なく透過/反射制御した際の動画展示も実施し，透明動的メタサーフェスにより景観を損なうことなく動的に電波伝搬を制御することで，よりきめ細やかで柔軟な5Gエリア構築が可能となることを示しました．

＊10　メタサーフェス：波長に対して小さい構造体を周期配置して任意の誘電率・透磁率を実現する人工媒質（メタマテリアル）の一種で，構造体の周期配置を2次元とした人工表面技術．

＊11　メタマテリアル：電磁波に対して自然界の物質にはない振舞いをする人工物質のこと．

あとがき

ここでは，2020年１月23，24日に開催された「DOCOMO Open House 2020　―ようこそ、5Gリアルワールドへ。そしてその先へ。―」の開催模様の紹介，および展示について解説しました．

ドコモでは，5Gの本格商用サービスを開始しており，将来に向けてお客さまの生活スタイルやコミュニケーションを革新する，楽しさ，驚きのあるサービスを創り出し，また，日本の成長と豊かな社会の実現をめざして，社会課題の解決に取り組んでいきます．

◆問い合わせ先
NTTドコモ
R&D戦略部
TEL　03-5156-1749
E-mail　dtj@nttdocomo.com

超高臨場ライブ体験を実現する通信技術の国際標準制定

長尾 慈郎（ながお じろう）
NTTサービスエボリューション研究所

2019年11月，ITU-T（International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector）にて，離れた場所のイベントをリアルタイムに伝送し，非常に高い臨場感で再現する「超高臨場ライブ体験（ILE）」に関する標準が制定されました．ILEに関する一連の標準によって，超高臨場なライブ中継を世界中どこにいても楽しめるようになることが期待されます．ここでは，ILEに関する標準について紹介します．

超高臨場ライブ体験

近年，注目度の高い音楽コンサートやスポーツイベントをリアルタイムに会場外の映画館や大型スクリーンなどに中継し，本会場と同時に遠隔の視聴会場においても多数の観客がイベントを観覧する，いわゆる「パブリックビューイング」がさかんに行われるようになってきました．パブリックビューイングの特徴は，会場が遠いなどの理由で本会場に行けない人々が，より便利な場所（視聴会場）に集まって，中継映像を見ながらお互いに感動を共有できることです．

しかし，パブリックビューイングによる視聴会場での観覧は，本会場に比べると臨場感が低くなりがちであるという課題があり，より高い臨場感で観覧を楽しめる技術が求められています．例えば，本会場でパフォーマンスしている人物があたかも視聴会場にいるかのように表示されたり，映像中の物体の位置から音が聞こえてきたり，さらには振動や熱気といった雰囲気が再現されたりすれば，パブリックビューイングの臨場感を高められると考えられます．このように映像や音声などの状況が，あたかもその場にいるかのように感じられることを「超高臨場感」と呼び，これを実現するための技術の研究開発が進められています．特にリアルタイムに超高臨場感を体験することを「超高臨場ライブ体験（ILE: Immersive Live Experience）」と呼びます．ILEによって，世界中のどこにいても，世界のどこのイベントもその場にいるかのように体験することが可能になります．結果を知ってからでは観覧の楽しさが損なわれてしまうスポーツ競技のような，リアルなイベントとの同時性が感動の重要なファクターである場合に，ILEは特に効果的です．

ILEの実現のためには，映像や音声だけではない，本会場のさまざまな状況（環境情報）を詳細にセンシングし，リアルタイムで遠隔地の視聴会場に伝送して再現する技術が必要です．センシング対象の例としては，例えば人物の3次元位置や，音の発生位置，照明制御情報などがあります．また，リアルタイム性を確保するためには，異なるシステム間でのフォーマット変換の負荷を軽減するとともに，遠隔地までのコンテンツ伝送の相互接続性を確保する必要があります．世界のどこへでもリアルタイムで伝送し再現するために，国境を越えた相互接続性を確保する国際標準が求められていました．しかし，映像や音声とともに環境情報をリアルタイムに伝送し，視聴会場で超高臨場に再現することに特化した国際標準はこれまでありませんでした．

ILEの国際標準

本会場側システムと視聴会場側システムを国際的に接続し，世界のどこにいてもリアルタイムで多くの観客に同時に超高臨場感を提供することを目的とし，2016年にITU-T（International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector）SG（Study Group）16*1にILEを研究課題とするQ（Question）8が設置され，検討が進められてきました．その結果制定されたのがITU-T H.430シリーズです(1)～(4)．これまでに制定されたILE関連のITU-T標準を**表1**に示します．

■H.430.1

H.430.1ではILEの定義と要求条件が規定されています．ILEの要求条件を**表2**に示します．要求条件には，再現された情景が目の前で起きているかのように感じるための映像の実物大表示や音像定位*2，人物等を視聴会場で再現するための物体像のリアルタイム抽出，映像音声その他の情報を時間

*1 ITU-T SG16：ITUは国連の専門機関であり，ITU-Tは電気通信を世界規模で標準化する部門です．SG16はマルチメディアに関する標準化を行っています．
*2 音像定位：複数のスピーカーなどを使って，音の方向を再現すること．

表 1　ILE関連ITU-T標準

番号	タイトル	制定年月
H.430.1	Requirements for immersive live experience（ILE）services （ILEのための要求条件）	2018/ 8
H.430.2	Architectural framework for immersive live experience（ILE）services （ILEのためのアーキテクチャフレームワーク）	2018/ 8
H.430.3	Service scenario of immersive live experience（ILE） （ILEのサービスシナリオ）	2018/ 8
H.430.4	Service configuration, media transport protocols, signalling information of MPEG media transport for immersive live experience（ILE）systems （ILEのためのサービス構成，メディア伝送プロトコル，MMTシグナル情報）	2019/11

表 2　ILEの要求条件

要求条件	内容	必須／推奨／オプション
1	実物大の表示	推奨
2	音声方向の再現	必須
3	照明等の効果による雰囲気の再現	推奨
4	視聴会場の端末の性能・3次元位置に合わせた，空間環境の再現	必須
5	複数資産（映像，ビデオ，位置情報，構成情報等）の同期表現	必須
6	拡張情報の表示機能	オプション
7	物体のリアルタイム抽出	必須
8	空間情報の計測	推奨
9	映像，音声，照明，空間，構成情報の同期伝送	必須
10	映像，音声，照明，空間，構成情報の同期データの蓄積	オプション
11	再構築のための複数メディア（映像，音声，照明，空間情報等）の処理	必須
12	リアルな音像定位	推奨
13	ワイド映像生成	オプション

ずれなくリアルタイムに会場間で伝送するための同期伝送などが盛り込まれています．

■H.430.2

H.430.2は，ILEの基本アーキテクチャと一般的な役割モデルを規定するとともに，ILEの機能を実現するための候補技術を紹介しています．ILEの基本アーキテクチャを**図1**に示します．アーキテクチャは以下の要素から構成されています．

⑴　環境情報取得

本会場の映像，音声，人物の位置，照明状態等をカメラ，マイク，センサ等で取得します．

⑵　同期メディア伝送

同期メディア伝送機能は，複数のメディアを同期して配信する機能です．

⑶　伝送レイヤ

コンテンツ保護やネットワーク遅延を考慮しつつ，本会場から視聴会場にメディアを伝送します．

⑷　ILEアプリケーション

映像処理では例えば，映像から人物像を抽出したり，複数の映像を統合してより臨場感の高い映像を生成したりします．コーデックでは，コンテンツのエンコード・デコード処理を行います．空間情報処理では，例えばカメラから得られた人物の位置情報と，センサで計測した人物の3次元位置情報を統合したりします．同期情報処理では，表示機能での再現に向けて，ビデオ，音声，照明，センサ情報などのコンテンツを同期させる処理を行います．

⑸　表示機能

視聴会場において，映像の表示，音声方向の再現，照明の再現などを行います．これらを視聴会場で同期して実施することで，視聴者は超高臨場感を得られます．

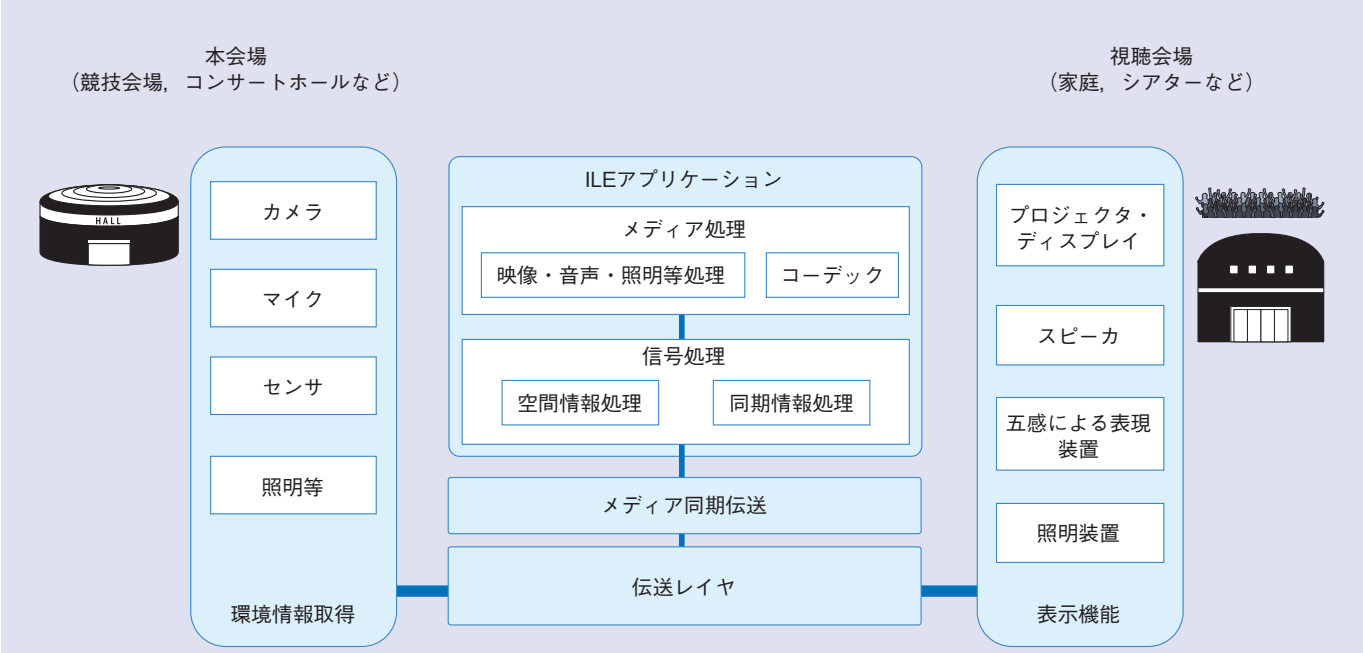


図１　ILEの基本アーキテクチャ

■H.430.3

H.430.3ではサービスシナリオが類型化され，それぞれにユースケースが例示されており，ILEサービスによって可能となる新しい体験を具体的にイメージしやすくなっています．例えば以下のようなサービスシナリオが示されています．

⑴　選手目線映像

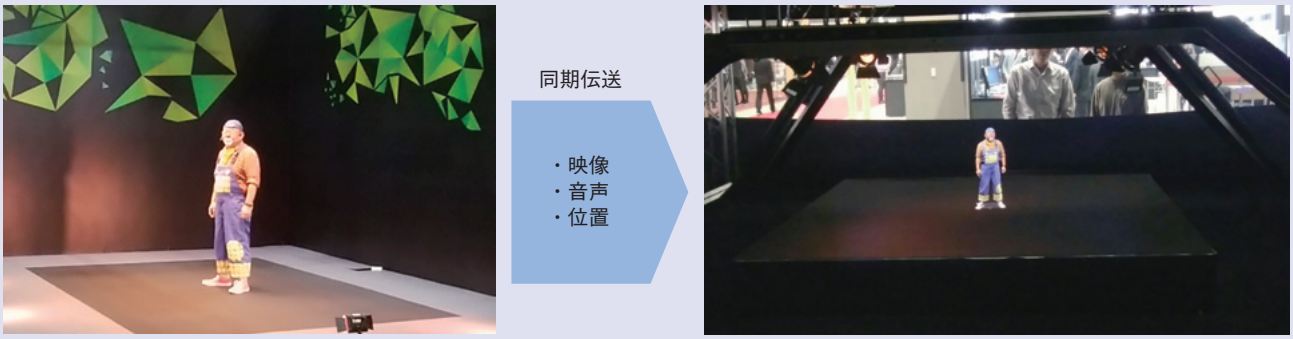
レーシングカーのドライバー目線の映像をリアルタイム伝送し，視聴会場に再現します．さらにレーシングカーのスピードや加速度，順位や残り走行距離などの追加情報を表示することで，レースを盛り上げます．

⑵　音楽コンサートの立体表示

音楽コンサートを複数の高精細カメラ，高音質マイク等によって収録します．収録したデータを（超高臨場感を与えるように）処理し，視聴会場に同期伝送します．視聴会場では，伝送されたデータを基に３次元映像や擬似３次元映像を表示し，高音質な音声や特殊効果を用いて本会場にそっくりのイベントを再現することで超高臨場感を提供します．

⑶　全周囲観覧体験

スポーツ選手やコンサートのアーティスト等の高精細な映像を複数の角度から撮影し，高音質な音声，人物の３次元位置情報等とともに遠隔地の視聴会場に伝送します．視聴会場には人物像などを全周囲から観覧できる特殊な表示装置が設置されており，伝送されてきた３次元位置情報を用いて映像を表示し，どの方向からでもイベントを観覧することができます．複数のスピーカーを用いて，音声の方向も忠実に再現されます．このシナリオに



本会場　　視聴会場

図２　全周囲観覧体験のプロトタイプシステム例

従って構築されたプロトタイプシステムの例を**図２**に示します．視聴会場の表示装置は，正面から観覧するだけでなく，横から見た場合は横からの映像を観覧することができ，あたかも本会場を歩き回りながら観覧しているかのような感覚を得られます．

■H.430.4

H.430.4では具体的な通信技術として，映像と音声に加え臨場感を高めるために必要な，物体の位置等の空間情報も同期伝送するために，MMT（MPEG Media Transport）*3を拡張したメディア伝送方式が規定されています．

伝送される空間情報には，以下の項目が含まれています．

・本会場のサイズ（幅，奥行き，高さ）
・本会場の機材の情報（機材の種類，３次元位置，向き，サイズ）
・ステージ上の人物等の３次元位置，画像上での位置，外接矩形情報

視聴会場においてこれらの空間情報を利用することで，本会場と視聴会場のサイズや機材の配置の違いを吸収しながら，人物等の位置を再現することが可能になります．

今後の展開

今後もITU-Tでは，視聴会場での表示機能の構築に関する参照モデルおよびガイドラインの整備や，VR（Virtual Reality）等の関連技術の取り込みなど，他の標準化機関とも連携してITU-T勧告のさらなる拡充を検討していく予定です．

■参考文献

⑴ https://www.itu.int/rec/T-REC-H.430.1/en
⑵ https://www.itu.int/rec/T-REC-H.430.2/en
⑶ https://www.itu.int/rec/T-REC-H.430.3/en
⑷ https://www.itu.int/rec/T-REC-H.430.4/en

*3　MMT：国際標準化団体である，ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 MPEGで制定するメディアトランスポート規格です．

NTT Comが，敷島製パンの店舗において利用者の匿名行動履歴を活用するデジタルマーケティングの実証実験を開始

NTTコミュニケーションズ（NTT Com）は，敷島製パン株式会社の直営店舗内における利用者の行動を匿名のデータとして取得し，敷島製パンのデジタルマーケティングに活用するスキームの実証実験を，2020年２月１日より開始しました．

NTT Comは，本実験において，従来定量的な把握が難しかった実店舗における利用者の行動を匿名データとしてデジタル化し，セキュアな蓄積・分析を行います．これにより，データに基づいた店舗運営の効率化，新製品開発などのスキームを検証し，マーケティングのデジタルトランスフォーメーション（DX）実現をめざしていきます．

■背　景

一般にECサイトにおいては，購買あるいはキャンセルに至るまでの利用者の行動を把握することが容易ですが，実店舗においては利用者の行動をデータとして把握することが難しく，この点がマーケティングのデジタル化を阻む大きな課題となっていました．NTT Comは，この課題を解決するため「人流解析ソリューション」を活用し，実店舗におけるマーケティングのデジタル化に向けた実験を行います．

■本実験の概要

本実験では，NTT Comの「人流解析ソリューション」を活用します．敷島製パンの実店舗において取得したデータをクラウド上にアップロードし，行動の解析を実施します．敷島製パンは，このデータを活用し，直営店舗のPasco北海道プレミアム（新千歳空港内）・Pasco夢パン工房野幌店におけるマーケティング戦略の立案を行います．

⑴　各社の役割

・NTT Com：データ収集・蓄積・分析機能（ビーコン，クラウドサービスなど）の提供

・敷島製パン：実証実験店舗の提供・データ活用施策の実施

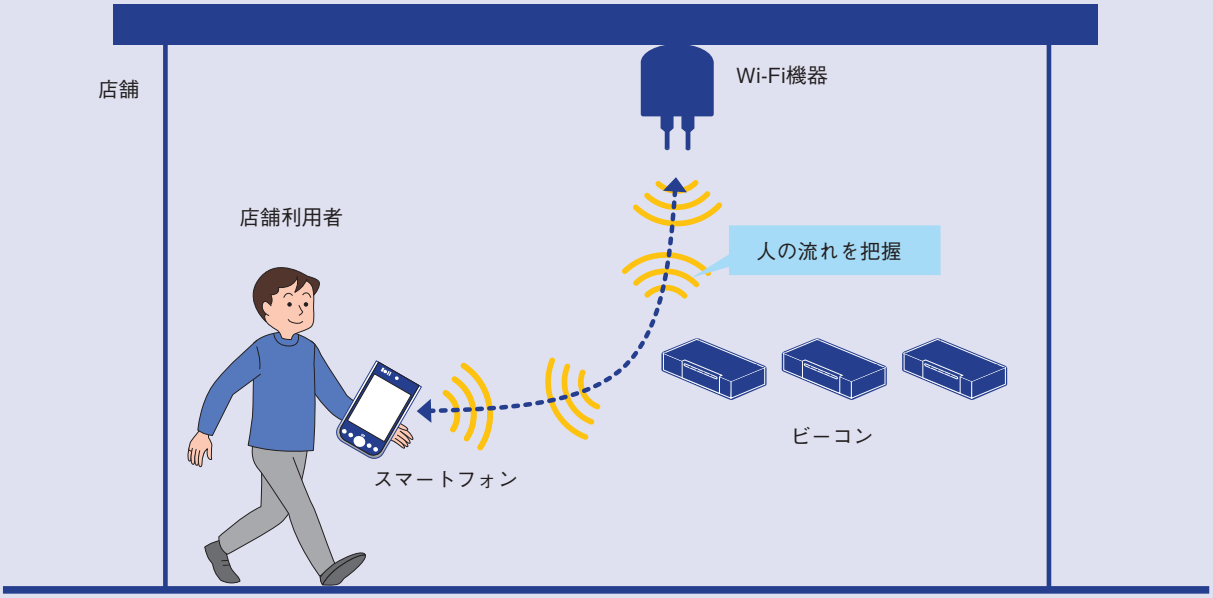


図　本実験のイメージ図

⑵　実施場所

北海道　Pasco北海道プレミアム（新千歳空港 国内線ターミナルビル2F）

Pasco 夢パン工房　野幌店（江別市西野幌　複合施設「ゆめちからテラス」1F）

⑶　期間

2020年２月１日から2020年12月末まで（予定）

■特　長

⑴　導入が容易

「人流解析ソリューション」では，来店した利用者のスマートフォンが発する信号を利用して，人の流れを把握します．店舗内に設置したビーコンが，スマートフォンの匿名位置情報を自動で収集・解析する仕組みとなっています．小型のビーコンを使用し，設定も簡単なため，店舗側は容易に導入することが可能です．

さらに，店舗利用者も，専用のアプリをインストールしたり登録作業をしたりする必要がありません．

⑵　プライバシーを守る匿名の行動解析

店舗利用者の名前や住所といった個人情報を一切取得せず，匿名データとして行動を解析することができます．店舗に来店した人数はもちろん，来店頻度，店舗内の回遊パターンなどを分析することが可能です．

なお，クラウドにデータをアップロードする際には，認証サーバーを用い，セキュアに蓄積や分析を行います．

■今後の展開

両社は，取得したデータを店舗の混雑状況の把握や予測，売れ筋の商品を置く場所の最適化に活用するほか，人員配置の最適化や出店計画などにも活用していきます．

またNTT Comは，データ分析に基づいたカスタマージャーニー作成支援なども行っていくことで，「人流解析ソリューション」を通じたデジタルマーケティングの提案力を強化していきます．

◆問い合わせ先

NTTコミュニケーションズ
経営企画部　広報室
TEL　03-6700-4010
E-mail　pr-cp@ntt.com
URL　https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2020/0130.html

むつ市，NTT Com，NTTレゾナント，高齢者向け見守りサービスの実証事業に関する連携協定を締結

青森県むつ市，NTTコミュニケーションズ（NTT Com），NTTレゾナントは，通信SIMを内蔵したLED電球（IoT電球）を用いた「高齢者を対象とした見守りサービスに係る実証事業の連携協定」（本協定）を2020年２月12日に締結しました．

３者は，むつ市在住の高齢者宅のトイレに設置したIoT電球の点灯記録をクラウドに蓄積・解析し，離れた場所にいる家族や行政職員のスマートフォンなどに通知します．これにより，家族や行政職員は，高齢者の生活・健康状況におけるさまざまな変化を把握できるようになり，効率的な見守り活動を実現します．

なお，自治体の福祉業務におけるIoT電球の活用は，日本初の取り組みです．

■背景と目的

高齢化社会の急速な進展により地域コミュニティが希薄になり，高齢者の社会的孤立などが問題になっています．そのため，特に一人暮らしの高齢者については，家族や行政職員などによる定期的な訪問・連絡により，生活状況を十分に見守ることが求められています．

むつ市は，地域全体で高齢者などを見守り・支える仕組みづくりのため，市内115の事業者と「むつ市高齢者等見守りネットワーク」に関する協定締結を進めています．これにより，自助・共助・公助のバランスのとれた地域づくりを進め，高齢者などが住み慣れた場所で安心して暮らし続けられる地域をめざしています．

NTT Comは，データを利活用するデジタルトランスフォーメーション（DX）を推進し，社会的課題の解決を通じた「Smart World」の実現を推進しています．今回NTT Comは，NTTレゾナント提供のIoTサービス「goo of things」を活用したIoT電球による高齢者見守りサービスを提供し，サービスの利用実態の調査と効果測定を通じて，むつ市の将来像である「笑顔かがやく 希望のまち むつ」の実現に貢献していきます．

■本協定に基づく連携事項

① 家族や行政職員などによる高齢者の見守り活動の

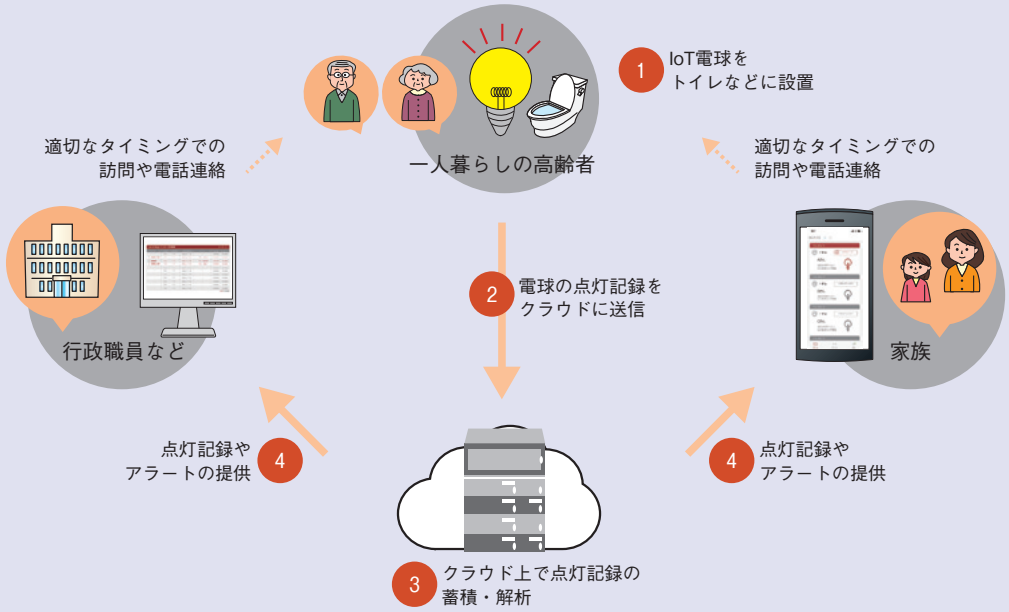


図　実証事業のイメージ

効率化に関すること

② 家族や行政職員などに対する高齢者の安心安全に関する情報提供に関すること

③ その他本協定の目的を達成するために必要な事項

■実証事業の概要

NTT ComとNTTレゾナントは，2020年２月12日～６月30日において，むつ市在住の一人暮らしの高齢者宅（25世帯）に「goo of things でんきゅう」を提供し，利用実態の調査と効果測定を行います（**図**）.

「goo of things でんきゅう」は，NTTレゾナントが提供するIoTサービス「goo of things」における，IoT電球を活用した高齢者見守り機能の１つです．トイレなど毎日利用する場所に設置したIoT電球経由で電球の点灯記録をクラウドへ送信し，データを蓄積・解析します．さらに，「goo of things」アプリにおいて，例えば「５時間連続で点灯している」など任意に指定できるタイミングで，アラート通知を家族や行政職員などのスマートフォンで受け取ります．NTT Comは，実証事業のマネジメントに加えて，取得したデータとむつ市の医療や福祉データとの連携に関するコンサルティングを実施します.

これによりむつ市は,高齢者の生活や健康状況を推察し,家族と連携して，適切なタイミングでの訪問や電話連絡などを実施でき，見守り活動の効率化を実現します.

■今後について

むつ市は，本協定で得られた成果をもとに，福祉業務の効率化と拡充に取り組むことで，市民のさらなる安心して暮らせる街づくりを追求していきます.

NTT ComとNTTレゾナントは，本実証事業で得られた知見を活かし，企業や自治体，コンシューマーに向け商用化を実現することで，高齢化社会における安心安全な街づくりに貢献していきます.

◆問い合わせ先

NTTコミュニケーションズ
経営企画部　広報室
TEL　03-6700-4010
E-mail　pr-cp@ntt.com
URL　https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2020/0212_2.html

超低遅延処理のための高性能な光論理ゲートを実現

NTTは，超低遅延処理のための高性能な光論理素子を実現しました．

電子演算回路は論理ゲートによって構成されますが，演算遅延（レイテンシ）の増大が消費電力と同様に問題となっています．本研究グループは，「光の干渉」だけで動作する小型な光論理ゲート“Ψ（プサイ）ゲート”の低損失かつ高速な動作に世界で初めて成功しました．この技術により，単一のΨゲートだけで代表的な論理演算（AND/XNOR/NORなど）が，超低遅延かつ波長無依存に実施できます．高速な光変調器との集積により，波長チャネルごとに独立した演算を割り当てること（波長分割演算）が可能になります．今後パタンマッチング処理や光ニューラルネットワークなど，特定の機能において従来にない超低遅延性を実現し得る，新たな光電子融合情報処理基盤の要素技術となることが期待されます．

本研究成果は，2020年３月６日に英国科学誌「Communications Physics」のオンライン版で公開されました．

なお，本研究の一部は，科学技術振興機構（JST）CREST「集積ナノフォトニクスによる超低レイテンシ光演算技術の研究」の支援を受けて行われました．

■研究の背景

CMOS（相補型金属酸化膜半導体）電子回路技術による情報処理基盤は，主に作製技術の進化と集積密度の増大によって，これまで成長を維持してきました．しかし，電子回路の微細化によって，もれ電流や配線抵抗の増加が引き起こされることで，成長が頭打ちになりつつあります．これを受け，各科学技術分野で新しい情報処理基盤の探索が加速しています．さらに配線抵抗の増大は，電子回路の応答速度を制限するため，演算遅延（レイテンシ）はすでにどんどん悪化しています．このような演算遅延の限界を克服するため，「超低遅延なナノフォトニックプロセッサ」と「ハイエンドなデジタル電気信号処理」を融合させた，「超低遅延かつ超低消費電力な光電子融合アクセラレータ」の実現が期待されています．低遅延化の原理は，「光信号がプロセッサ内をほぼ光速で伝わること」に尽きますが，プロセッサ内の回路長をさらに短くする，つまり回路内の光ゲートの小型化が進むほど，さらなる低遅延化が見込めます．

本研究グループでは，これまでに培ってきたナノフォトニクス技術を駆使することで，上記のナノフォトニックプロセッサの要素技術である「ナノ受光器」「ナノ光変調器」，またこれらの高度な組み合わせである「光トランジスタ」を実現してきました．しかしながら，「光トランジスタ」だけで光の低遅延性を損なわずに演算回路を組むことは容易ではなく，実際にはさまざまな要素を協調させることで，初めて具体的な機能を持つ低遅延かつ低消費電力なナノフォトニックプロセッサが実現できます．特に光の低遅延性に的を絞った光ゲートについてはこれまで未検討でした．

■研究の成果

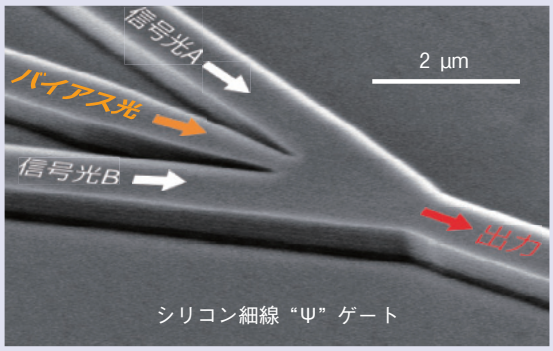
本研究グループは，上記のシリコンフォトニクス技術を前提とした素子構造を探索することで，３μm長の低損失かつシンプルなシリコン細線 Ψゲートを見出し，これによる低損失・高速・波長無依存な論理演算動作を世界で初めて実験実証しました．本成果のポイントを次に説明します．

⑴　シリコン細線Ψゲートによる低損失かつ高速な光論理演算の実現

光波シミュレーションによって最適化されたシリコン細線Ψゲートを作製し，20 Gbit/sの高速なランダム光信号ビット列A，B，およびバイアス光の３つを同時入力する実験を実施しました（**図**上）．その結果，適切な振幅のバイアス光を入力することで２階調の明瞭なAND動作が観測されました（図下）．このようなオンチップの微小な素子において光の干渉を用いた高速かつ明瞭なAND動作の観測は世界初で，シリコン細線Ψゲートの低損失性がもたらした結果です．光AND演算に要する演算遅延はおよそ30フェムト秒であることが素子長から推測されます．電子回路でのゲート遅延は10ピコ秒程度であることが知られるため，極めて低遅延です．

⑵　単一素子における光論理演算機能の切り替え動作の実現

上記と同じ素子に対して，各位相関係を保ちつつバイアス光の入力強度を適切に増大したところ，光XNOR動



・小型（< 3 μm）
→ ゲート遅延
～30フェムト秒
・低損失かつシンプル
・性能が入力強度や
波長によらない

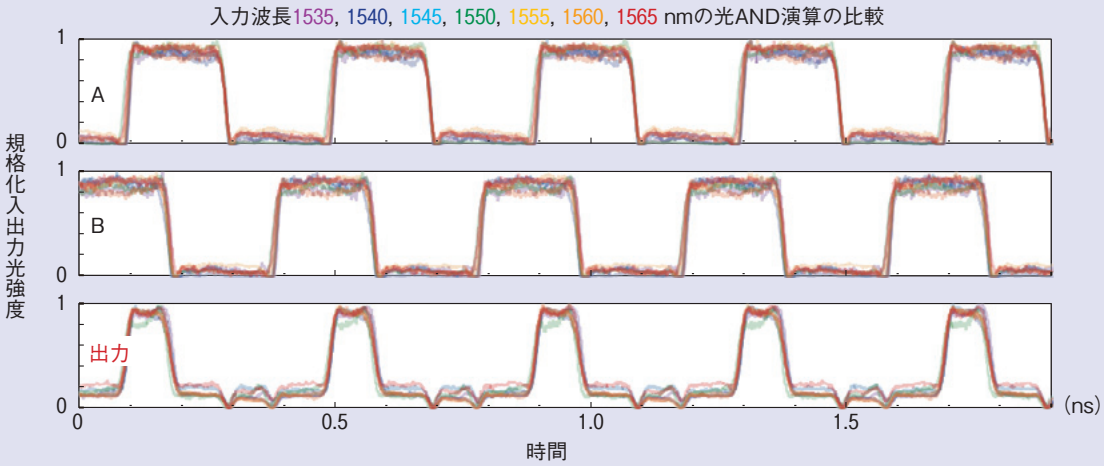


図　シリコン細線Ψゲートによる高速かつ波長無依存な光AND演算動作の実証

作および光NOR動作への動作の切り替えに成功しました．光AND動作同様，これらの高速な光論理演算の動作の観測も世界初です．

⑶　入力波長に無依存な光論理演算動作の実現

上記と同じ素子に対して，入力光の波長を1535から1565 nmまで5 nmずつ変更し，計7波長それぞれに対する光AND動作の結果を重ね合わせたところ，ほぼ波長無依存な動作が可能であることを確認しました（図下）．このような明瞭な光AND動作での確認例は本成果が初です．異なる波長を同時に入力したとしても，波長間で相互作用はほとんどありませんので，最終的には「波長チャネルごとに異なるビット列と異なる論理演算を割り当てたうえで，独立した演算を単一のゲートで同時に実行できる機能」（波長分割演算）が可能になることが期

待されます．これは非線形光学ゲートを用いた場合では実現が極めて困難な動作の１つです．

■今後の展開

シリコン細線Ψゲートは，従来では成し得なかった小型化（低遅延化）と低損失化のトレードオフを打破する光論理素子として世界初で，従来の電子回路技術のみでは悪化する一方であった演算遅延を，光演算技術を組み合わせることで抜本的に解決できる可能性を示すものです．今後，パタンマッチングやベクトル（積和）演算といった応用で光電子融合アクセラレータの要素技術となることが期待されます．

◆問い合わせ先
NTT先端技術総合研究所
広報担当
TEL　046-240-5157
E-mail　science_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp
URL　https://www.ntt.co.jp/news2020/2003/200306a.html

技術転換期において，光をいかにうまく「演算」に使うか

研究者紹介

北　翔太
NTT物性科学基礎研究所
研究主任

「光演算」という研究テーマは，今話題の「ニューラルネットワーク」と同じく，1980年代に最初のピークを迎えた古いものです．当初最大の利点として主張していた「空間並列処理能力」が，電子回路の圧倒的な集積度に敗北した経緯があります．しかし時は過ぎ，電子回路技術の進化はほぼ物理的な限界に達してしまいました．その一方で，光回路技術は今まさに成熟期を迎え，いくつかの重要な光素子がチップ上に高信頼に集積できるようになり，チップ上の光ネットワークのスケールや機能がこの数年で劇的に進化してきました（ムーア則黎明期の光版？）．このような技術転換期を背景に，「光演算の魅力をもう一度考え直してみよう」というのが本研究のスタートラインであり，おそらく今後も継続していくスタンスです．

本研究について現状で私が認識していることは，おそらく現在の電子回路の仕組みに光素子を無理矢理当てはめて，パーツを置き換えようとしても，それは「おにぎりを味噌汁でつくる」ように突飛で効率が悪いことだろう，ということです．ここはぜひ「おにぎりをより美味しく味わうために究極の味噌汁をつくる」（光電子融合）というもっと自然な方向性で，今後も研究に取り組んでいく所存です．そのうえで光の強みを全面に押し出した（なおかつ弱点を隠蔽した）新たな演算器のコンセプトを世界に先駆けて実証し，IOWNの重点課題の１つである「情報処理基盤」の創成の一助を担えれば幸いです．

カードゲームを利用した社員向けRPA導入研修の開始

NTTデータは，2020年３月１日よりカードゲームを利用したエンドユーザー向けのRPA（Robotic Process Automation）研修サービスを開始しました．

本研修サービスは，NTTデータがコンサルティング・プロジェクトで培ったノウハウをカードゲームに取り込んで，最短１日からRPA導入のポイントを学べる研修プログラムとして開発しました．カードゲームを利用することで，気軽にRPAを学ぶことができ，現場部門へのRPAの導入，および全社展開の加速が可能となります．また，本カードゲームの製作については，RPA導入未経験者の意見を取り入れるため，インターンシッププログラムの学生と協力して作成しました．

今後，NTTデータはこの研修を通じて企業のRPA活用，業務効率化を図り，2022年度末までに国内企業の年間総労働時間100万時間削減に貢献することをめざします．

■背　景

近年，働き方変革や生産性の向上，少子高齢化対策の手段としてRPA市場は活況を呈しています．しかし，多くの企業において，RPAツールの利用の考え方が現場にまで浸透しておらず，全社展開に難航しているという課題があります．このような課題解決のためには，シナリオ作成などの技術的な研修とは別に，現場に対して導入のポイントを分かりやすく説明し，納得してもらう必要があります．

NTTデータでは，RPAに関するコンサルティング・プロジェクトの経験から，RPA業務アセスメントなどのノウハウを現場に浸透させるため，親しみやすいカードゲームにRPAの特長を取り込んで，現場向けの研修プログラムを開発し，2020年３月１日より，サービス開始することにしました．

本カードゲームの製作については，RPA導入未経験者の意見を取り入れるため，インターンシッププログラムの学生と協力して作成しています．

■概要（特長）

⑴　RPA導入のコンサルタントが講師

実際のコンサルティング・プロジェクトを経験したNTTデータのコンサルタントが研修を担当します．導入のポイントを経験に基づき教えることができるため，実際の導入の際の実務フォローも可能です．

⑵　親しみやすいカードゲーム

RPA導入の際に起こりやすいイベントをカードゲームにしているため，簡単にRPA導入の際に注意しなければならないことを学ぶことができます．

⑶　価格

お客さまのニーズに応じて，研修内容をカスタマイズするため，個別見積となります．

■カードゲームの概要

カードの種類には【業務カード】【人材カード】【DXカード】の３種類があり，それぞれにノーマルカードとイベントカードがあります．【人材カード】もしくは【DXカード】を配置して，【業務カード】の下側に書いている稼働数をクリアすると，業務遂行となり，左上にある金額を収入として得ることができます．最終的に，もっとも営業利益を獲得した人が勝ちとなります．

■今後について

NTTデータは，研修および研修に付随するコンサルティング等のサービスを通じて企業のRPA活用，業務効率化を図り，2022年度末までに，国内企業の年間総労働時間100万時間削減に貢献することをめざします．

◆問い合わせ先

NTTデータ
広報部
TEL　03-5546-8051
URL　https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2020/021700/