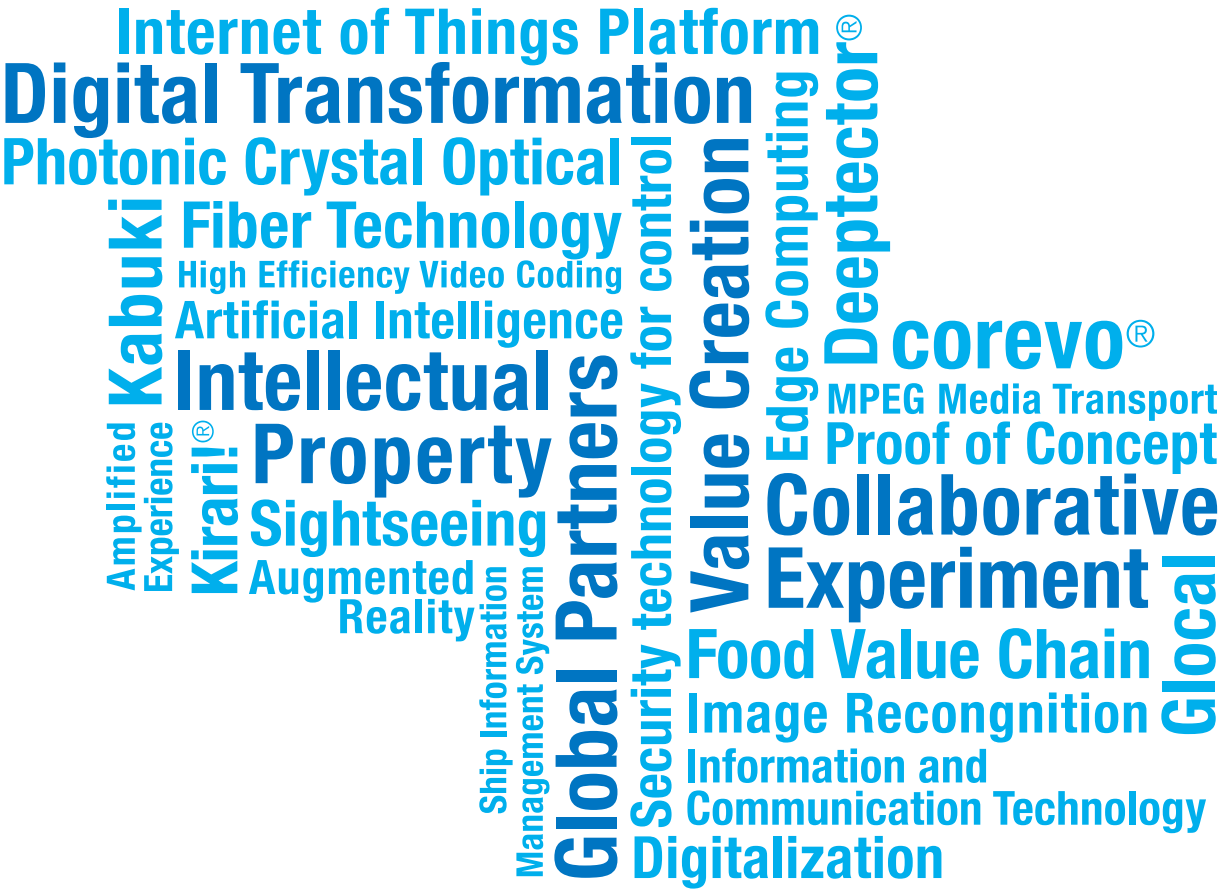
ISSN 0915-2318　平成2年3月5日第三種郵便物認可
平成30年11月1日発行　毎月1回1日発行　第30巻第11号（通巻356号）

NTT 技術ジャーナル

B2B2Xパートナーとのコラボレーションによる新たな価値創造



■トップインタビュー
吉澤 和弘　NTTドコモ　代表取締役社長

■from NTT東日本
万引き対策を目的としたNTT東日本のAIカメラ用プラットフォームサービス「AIガードマン」の提供

11 2018
Vol.30 No.11

トップインタビュー

吉澤　和弘　NTTドコモ　代表取締役社長

「新しい価値」の協創に向けて，受容性をもって挑む
――「beyond宣言」，６つの宣言に込められたドコモの中期戦略 … 6

特集　B2B2Xパートナーとのコラボレーションによる新たな価値創造 …… 10

デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた挑戦
―― 新たな価値創造 …… 12

三菱重工との新たな価値創造とその活用に向けた取り組み …… 15

NTTグループの海事業界における日本郵船との取り組み …… 19

NTTグループの１次産業（農林水産業）における
B2B2Xの取り組み …… 21

歌舞伎×ICTのコラボレーション …… 26

近鉄・NTTグループ共同で新たな駅の案内サービスに挑戦
――「奈良ガイドボット」の実証実験を実施！ …… 31

NTT技術ジャーナル

from★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

携帯電話・スマートフォンの発する電波に関する
医療機器への電磁干渉調査 …… 35

from◆NTT東日本

万引き対策を目的としたNTT東日本のAIカメラ用プラットフォームサービス「AIガードマン」の提供 …… 41

グローバルスタンダード最前線
■5Gモバイルネットワーク実現に向けた高精度時刻・周波数同期技術の標準化動向 …… 44
Focus on the News …… 49
NEWS …… 52
特許紹介 …… 53
イベント …… 55
読者の声 …… 56
12月号予定
編集後記
読者アンケート …… 57

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 2018
●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/

電気通信協会では「NTT技術ジャーナル」の企画・内容をさらに充実するため，アンケート調査を行っております．

期　　間：2018年11月1日～11月25日
回答方法：http://www.tta.or.jp/ にアクセス → 左記バナーをクリック → アンケートサイトより設問にお答えください．
なお，巻末のアンケート用紙にご記入のうえ，FAXまたは郵送でお送りいただいても結構です．

〒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
一般社団法人電気通信協会 出版部
TEL 03-3288-0608 FAX 03-3288-0615
https://www.gakkai-web.net/php-bin/gakkai/tta/jnl/new2.php

トップインタビュー

吉澤　和弘　NTTドコモ　代表取締役社長

◆PROFILE：1979年日本電信電話公社入社．黎明期から携帯電話事業に携わる．2007年NTTドコモ執行役員第二法人営業部長，2011年取締役執行役員人事部長，2012年取締役常務執行役員経営企画部長，2014年代表取締役副社長，2016年６月より現職．

「新しい価値」の協創に向けて，受容性をもって挑む ――「beyond宣言」，６つの宣言に込められたドコモの中期戦略

5G時代を見据え，ダウンロードの実効速度を対前年1.5倍に高速化し「ギガ時代」へと進化したNTTドコモ．「モバイルやスマホの会社」という印象を打ち破り，長期的な企業価値向上と安心・安全・快適でより豊かな社会の実現に取り組む姿勢は「東洋経済CSR企業ランキング」において総合1位を獲得する等，高い評価を受けています．今回は，中期戦略2020「beyond宣言」に基づき，展望と抱負を吉澤和弘NTTドコモ代表取締役社長に伺いました．

持続的な成長をめざす中期戦略2020「beyond宣言」

◆事業革新に取り組まれていると伺いました．経過は順調でしょうか．

事業運営は順調に進んでいます．特に，モバイル市場における競争が激しさを増す中，ドコモの取り組みをお客さまにご理解・ご納得いただけるよう日々努めています．例えば，新料金プラン「docomo with」はお客さまの満足度が高く，契約者数も順調に推移しています．これに甘んじることなく，変動する世の中の要請に真摯に耳を傾け，さらなるお客さま還元について常に考えながら，磐石な事業基盤を確立するため，中期戦略2020「beyond宣言」を2017年４月に発表しました．これは2020年，そして，さらにその先を見据え，今までにない挑戦を続け，お客さまの期待を超える「驚き」と「感動」の提供と，ビジネスパートナーの皆様との「新しい価値」の協創により，5G（第５世代移動通信システム）でより豊かな未来の実現をめざすものです．現在は着実に実行フェーズに移っています．

通信以外のサービスが拡大する中で，ドコモにとっての「顧客」の定義も変えていきます．これまでは，携帯電話の回線契約者を増やそうと一生懸命取り組んできましたが，携帯電話の普及率が100％を超えていることから，「回線契約」をベースとした顧客基盤から，「会員」をベースとした顧客基盤へシフトさせました．この「会員」とは，ドコモの回線契約の有無にかかわらず，ドコ

モのサービスをご利用いただいているお客さまのことを指します．つまり，他社回線の契約者であっても，dポイントやdカード（クレジットカード），dマーケットの各種サービスなどをご利用いただいているお客さまに対しても，提供価値を最大化させていきます．

具体的には，「宣言１：マーケットリーダー宣言」で掲げているように，サービス・料金・ポイントの融合・進化により，「お得」「便利」「驚き」を先導するマーケットリーダーをめざします．他社のサービスにも，類似のエコシステムはすでに存在していますが，2020年度までにdポイントのパートナー数を300社以上に拡大し，ポイント発行額で日本最大級をめざします．

また，AI（人工知能）についてもさまざまな取り組みを行っており，「宣言２：スタイル革新宣言」の９つのチャレンジのうちの１つであるAIエージェントサービス「my daiz」を2018年５月に開始しました．私は社長に就任した際に「生活に溶け込む究極のパーソナルエージェントを実現したい」という目標を掲げましたが，この「my daiz」はまさにその先駆けです．お客さまがスマホで操作される情報から「行動を先読み」し，スムーズに行動できるようにお手伝いします．例えば，いつも使う電車の遅延情報などの欲しいと思われる情報を先読みして提供します．お客さまの「行動を先読み」し，パーソナライズされた最適なご提案ができるよう，引き続き「心」の部分を担うAIを磨き上げ，お客さまの期待を超える「驚き」と「感動」を提供していきます．

このほかにも，5Gに加えて，AR（Augmented Reality）・VR（Virtual Reality）やAI，IoT（Internet of Things）を活用して，「体感革新」「ライフスタイル革新」「ワークスタイル革新」を実現していきます．具体的には，コンテンツプロバイダや放送局等のパートナーと連携し，会場に多数のカメラを設置し，イマーシブプレゼンス技術「Kirari!」のような映像処理技術を用いて4K/8K映像によるスポーツやコンサート等のライブ配信を行い，あたかも会場にいるような臨場感を味わっていただけます．臨場感・高精細・広角・複数同時転送は，まさに5Gを活かせる領域で，このような取り組みを通して，お客さまに「ワクワク感」を提供していきます．

◆世の中が変わるような取り組みがたくさん始まっているのですね．

はい．今後は特に5Gが肝になってくると考えています．ドコモは，5Gをいち早く体感いただくことを目的に，2019年９月のラグビーワールドカップ施設等を中心に「プレサービス」を実施します．その成果等も踏まえつつ，2020年春に5Gの商用サービスを開始します．

「宣言４：産業創出宣言」で掲げているように，「高速・大容量」「低遅延」「多数の端末との接続」といった特徴を持つ5Gを活用しながら，パートナーとともにビジネスの可能性を広げていくことで，社会や産業の発展に貢献していきます．5Gは正にDigital Transformationの大きな柱になると考えています．Digital Transformationによる変革は，「①事業オペレーションの改善＝生産性の向上」「②UI/UXの抜本的な改善」「③全く新しい革

新的なサービスの創出」に寄与すると考えており，5Gでそれらの実現をめざします．

今まで3GやLTEを導入する際には「こんな高速通信が本当に必要なのか」とよく言われたことを覚えていますが，結果的にソーシャルメディアやストリーミング配信，スマホが一気に普及し，今では欠かせない存在になりました．つまりネットワーク構築が先で，その後からサービスが追い付いてきたかたちになっていました．しかし，5Gでは開始当初（Day1）から5G時代のサービスをご利用いただけること，つまりネットワークとサービスを同時に提供開始できることをめざしています．そのためには，幅広いパートナーとの「協創」が必須になります．

そこで，幅広いパートナーの皆様と5G時代の新サービスを協創できるよう，「ドコモ5Gオープンパートナープログラム」を無償でご提供しており，すでに1800を超える企業・団体にご参加いただいております．ワークショップでは，5Gの新たなサービス創出に向けた講演やパートナーどうしでの活発なディスカッションも行われています．また，5Gの実験基地局装置などを無償で利用できる技術検証環境「ドコモ5Gオープンラボ」もご提供しており，すでに４月に東京，９月に大阪に開設，12月には沖縄にも開設予定です．

また，具体的な5Gサービスの実現に向けて，臨海副都心地区と東京スカイツリー周辺を中心に設けている「5Gトライアルサイト」にて，パートナーの皆様と70以上の多岐に及ぶトライアルを実施しています．このように早い段階から幅広いパートナーとの「協創」を推進することで，5G時代の新サービスをどんどん創出していきます．

具体的な事例として，２つ挙げます．１番目は，株式会社小松製作所様と共同で実施している「建設機械の遠隔制御」の取り組みについてです．この実証実験では，実際に5Gの端末をショベルカーやブルドーザーなどの建設機械に搭載し，5Gを介して建設機械からの映像を確認しつつ，遠隔のオペレータから制御を行う実験を行っています．ドコモの5Gにつなげることにより，遠く離れたオフィスからでも，現場の状況をリアルタイムに把握しながら正確で効率的な現場施工と施工管理を可

能にすべく検証を進めています．

2番目は，和歌山県および和歌山県立医科大学と共同で行った「遠隔診断」の取り組みについてです．超音波エコーやMRIの画像，患部の4K画像等を大学の地域医療支援センタに伝送し，4KTV会議を通じて大学病院の専門医に診断をしてもらい，診療所での医療行為に役立てることで，医療格差の是正という社会的課題の解決に挑んでいます．

価値創造はパートナーとの「協創」によって生み出される

◆3Kといわれる現場にも変化が起きて，担い手も変わりそうですね．

そのとおりです．土木建設現場の労働環境は過酷で，ブルドーザーの運転席にはエアコンの付いていない機種もあると聞きます．高温多湿になる夏の現場作業や，人の踏み込めないような事故現場や危険区域等での作業も，カメラが人の目に代わることで，あたかも現場にいるかのような映像を5Gで伝送して遠隔にあるモニターに映し出すことにより，リアルタイムで機械を遠隔操作することも可能になります．

また,ビッグデータをうまく活用して社会的課題の解決につなげることも考えています．一例を挙げると，建設業界の生産性向上に向けた，オープンIoTプラットフォーム事業「LANDLOG」に取り組んでいます．建設現場全体で，土を運ぶダンプカーや作業員の動きをIoTですべて収集し，AIなどを使ったデータ解析により，現場の業務を最適化して作業効率化を実現，つまり建設生産プロセスの変革をめざしています．

さらに，「宣言5：ソリューション協創宣言」では，日本の成長と，より豊かな社会の実現をめざして，「一次産業」「教育」「モビリティ」等の分野において，パートナーとともに社会的課題の解決と地方創生に取り組んでいます．

農業や水産業などの一次産業での取り組み例を挙げると，農業では，水田の水温や水位をセンサで計測し，お持ちのスマホ上で「見える化」することにより，朝晩の見回りの稼働を減らす取り組みを行っています．水産業では,水温や塩分濃度などの海洋データをスマホ上で「見える化」するICTブイソリューションにより，経験や勘をデータで補うことでリスクを軽減し，海苔や牡蠣等の養殖の品質向上と収穫安定を実現する取り組みも行っています．

一方で，車の自動運転等，少し前には映画の世界だと思われていたことが技術革新によって現実の世界になりつつありますが，すべての車を一度にまとめて自動運転には切り替えられません．すべての物事において，あるポイントで完全に一変させることは不可能です．建設現場，農業や水産業のような取り組みも，その都度，その時点で最善のアイデアを反映してPDCAをどんどん回していくことが必要です．イノベーションには終わりがありません．PDCAを繰り返していく中で，イノベーションが生み出されるものだと考えています．

◆「繰り返し」とは地道な取り組みですね．

そのとおりです．経営も同様に改善の繰り返しです．もちろんベースには今までの実績をしっかりと見据えることが前提となりますが，今までと同じ方法で収益が上げられる保証はありません．常に新しいことを取り入れて，自分たち自身も変わっていかないといけません．

そして，経済や社会情勢の激しい変化があろうとも，会社の存在意義は不変であり，それは「お客さま，社会に『新しい価値』を提供し続けること」です．しかし，現在は自分たちだけでできることは限られています．さまざまなパートナー企業・団体の持つアイデアやテクノロジを受け入れて，私はこれを「受容性」と呼んでいますが，お互いの強みを足し合わせて全く「新しい価値」を創り出す，これがオープンイノベーションであり「協創」だと認識しています．この取り組みを私たちは「+d(プラスディー)」と呼び,パートナーと私たち双方にとってプラスとなるよう，多岐に及ぶ「+d」の取り組みを進めています．ドコモにはモバイルネットワークや会員基盤，安全な決済システムなどのさまざまなビジネスアセットがあります．これらのアセットとパートナーのアセットを化学反応させることで，パートナーのお役に立てるビジネスを創出し,新たな社会価値を「協創」できると考えています．現代における価値創造においては，個人や単体企業の能力だけに頼っていては限界があり，パートナーとともに，アイデアを出し合う必要があります．

「+d」の取り組みを進めていく中で，私たちは営業担当がお客さまの声をお聴きして，それを技術担当に伝えて開発につなげることでご要望におこたえするという，従来の仕組みを変えようとしています．お客さまとの対話の中で，技術的な知識が今まで以上に求められることが多くなってきており，R&Dも最初からお客さまとの対話に参加し，その中でお客さまのご要望を直接開発につなげていく，あるいはお客さまのご要望を見越した提案をする取り組みを行っています．「トップガン」と名付けたこのプロジェクトは，法人営業からR&Dへ橋渡しする時間と労力を省き，迅速にPDCAを回せます．これによりお客さま・法人営業・R&Dが三位一体となって迅速に課題解決や「新しい価値」の創出に挑むことが

できます．

実際，トップガンの最初のプロジェクトは神戸市との小学生の見守り実証事業でした．BLE（Bluetooth Low Energy）タグをランドセルに装着して，街中に設置されたセンサに加え，スマホのBluetooth機能を利用して，タクシードライバーや保険の外交員・警備員等の方々のスマホにアプリをインストールしてもらい，小学生とすれ違った際に位置情報を収集できる仕組みをR&Dが神戸市に提案し，導入していただきました．これにより，従来よりも詳細で細やかな行動履歴を取得できるようになりました．これを，空港内でのカートやベビーカーの所在を把握できるシステムに応用するなどしていき，2017年10月より「ロケーションネット®」としてサービス提供することができました．これらをはじめとして，トップガンは現在10件以上のプロジェクトが立ち上がっています．

立場や役職にこだわらない「受容」する姿勢

◆社員の皆様に一言お願いいたします．

私は「受容性」を意識しています．受容性はとても大事な姿勢です．私は常々「上司や部下であっても，目線を一緒にしてほしい」と口にしています．これは，「謙虚に，対等な立場で，お互いの話をよく聴きなさい」ということです．管理職の立場から部下に対して指示をするのは簡単ですが，実はそれによって部下の仕事や思考の範囲を狭めたり，取り組みを否定してしまうことにつながる場合もあります．しっかりと話を聴くと，提案者のロジックやアイデアに気付かされることもあります．こういった場合，私の想定よりも良いアイデアなら躊躇なく採用するようにしています．また，「この話は知っている」と話を遮ってしまい，新しい視点やアイデアを逃すこともしたくない．だから，提案は可能な限り直接聴くことにしています．もちろん，限りある時間ですから時折手短にするよう促すこともありますが，基本的にはじっくりと聴く姿勢を心掛けています．この姿勢を，私は「+d」につなげて考えています．社内の立場や役職は関係ありません．ドコモ全体が仕事に取り組む際の考え方です．こういった振る舞いを通してお客さまと価値観を共有し，ドコモの取り組みに共感してもらえると確信しています．

ただ，こうした努力をしていても，一般的にビジネスは順調にいくことは少なく，「こうなったら嫌だな」と思う方向に進むことのほうが多いように思います．しかし，嫌だなと思って避けるのではなく，これを克服する必要があります．ビジネスは両側が深い崖の「狭い尾根」を歩いているようなものです．立ち止まったり落ちかける場面でも，泰然と向き合い次を考えることが重要です．また，うまくいっていて順調に歩いていても，漫然としていると転げ落ちてしまいます．傲慢は大敵です．ビジネスとはそういうものだと考えています．これが常態であると心に据えて，「楽しく」仕事に臨んでもらいたいと思います．悲観的にならず，楽観的にいきましょう！

（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

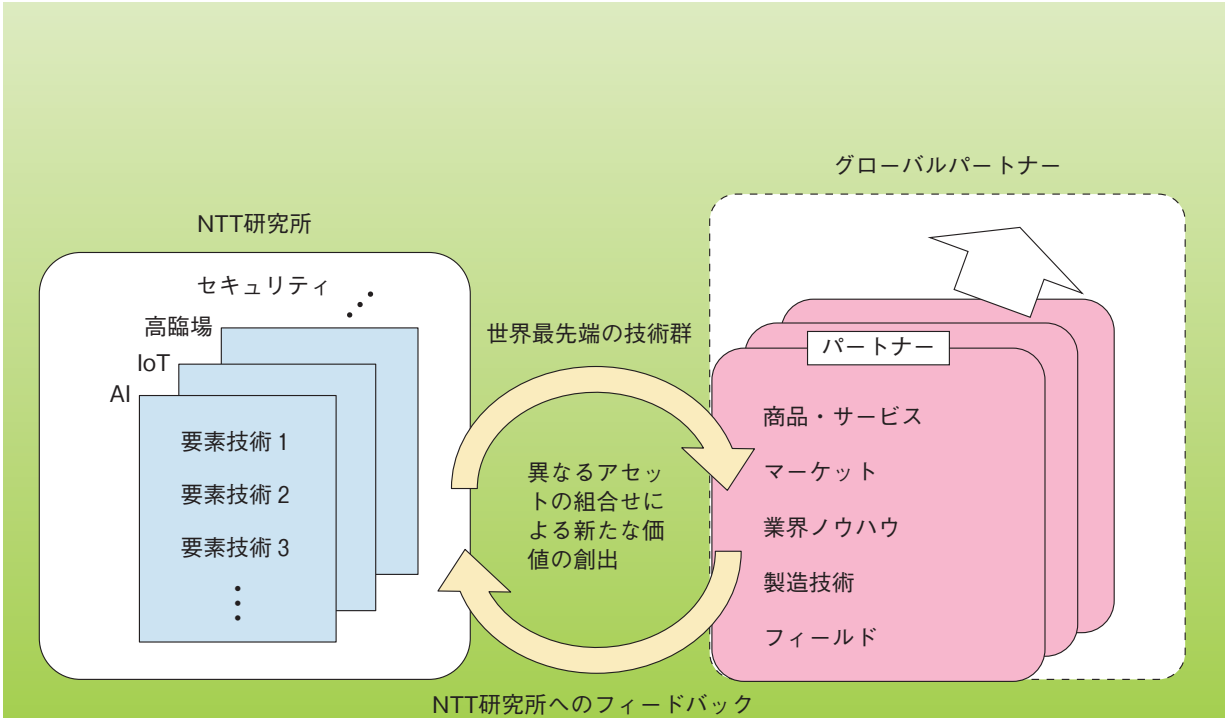
3年ぶりにお目にかかった吉澤社長．スタッフ1人ひとりに丁寧に声をかけてくださり，しっかりと目を見てご挨拶してくださいました．相変わらず，15°上を見ながら街を歩いていらっしゃるといいます．「自動車電話ができた1979年に建てた鉄塔が，日本郵政のビルの向こうにスカイツリーとともに見えるのです．あそこはモバイル通信の聖地ですからね．40年の歴史と技術の進化を感じます」と，再開発の進んだ大手町から見た景色の様子を話してくださいました．続けて語られた「研究・技術開発のスピードはかなり速まっています．10年，20年先を予測できないほどです．しかし，世間からの声にこたえ続けられるよう，動向を見極めるには，少なくとも半年後くらい先は見据えておかないといけません」という言葉に，情緒とともに，常にトップとしての戦略を意識されているご様子を感じたひと時でした．

特　集

B2B2Xパートナーとの新たな価値創造

デジタルトランスフォーメーション　価値創造　IoT-PF　グローカル　AI

デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた，NTTグループの新たな価値創造の取り組みについて2号にわたり紹介する．11月号特集『B2B2Xパートナーとのコラボレーションによる新たな価値創造』では，業界を代表する企業・団体とのコラボレーションを進めながら価値創造に取り組む事例を紹介する．次号の12月号特集『最先端技術を活かした価値創造の取り組み』では，NTT研究所の技術を起点に新たな出口を模索しながら価値創造に取り組む事例を海外企業との取り組みも交えて紹介する．



B2B2X パートナーとのコラボレーション

コラボレーションによる

■ デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた挑戦
——新たな価値創造 12
世界最先端の研究成果を活かした，B2B2Xパートナーとのコラボレーションの意義，およびそのプロセスについて紹介する．

■ 三菱重工との新たな価値創造とその活用に向けた取り組み 15
NTTの研究所が持つICT分野の研究開発成果を，三菱重工業株式会社のエネルギー・環境，交通・輸送等の社会インフラ関連製品や国内外の工場・現場などに適用した，新たな価値創造に向けた取り組みについて紹介する．

■ NTTグループの海事業界における日本郵船との取り組み 19
大きな変革期を迎えている海事業界の動向と，それに対するNTTグループの具体的な取り組み，および今後の方向性について紹介する．

■ NTTグループの1次産業（農林水産業）におけるB2B2Xの取り組み 21
NTTグループがこれまで通信事業で培ってきたICTを活用した１次産業への取り組み，および今後の方向性について紹介する．

■ 歌舞伎×ICTのコラボレーション 26
NTTと松竹株式会社との間で2016年より行ってきた歌舞伎×ICTのこれまでの取り組み，および今後の展望について紹介する．

■ 近鉄・NTTグループ共同で新たな駅の案内サービスに挑戦
——「奈良ガイドボット」の実証実験を実施！ 31
近鉄奈良駅で実施した，NTTのマルチモーダル・エージェントAI（人工知能）を用いた外国人観光客向け観光案内サービス「奈良ガイドボット」の実証実験について紹介する．

デジタルトランスフォーメーションの加速に向けた挑戦――新たな価値創造

NTTのめざすデジタルトランスフォーメーションの加速に向け，世界最先端の研究成果を活かした新たな価値創造に取り組んでいます．中でも，B2B2Xパートナーとのコラボレーションは，NTTとパートナーの異なる強みをお互い組み合わせることにより，世の中に変革をもたらす価値の創造につながると考えられます．本稿では，コラボレーションの意義やアイデア出しから技術検証，プロモーションまでの価値創造のプロセスを説明します．

角　隆一（すみ　りゅういち）／武井　伸勝（たけい　のぶかつ）

NTT研究企画部門

研究成果を世の中の役に立てるための活動

NTT研究所では，日々，研究者が世界最先端，オンリーワンをめざした研究に取り組んでいます．研究活動の第一の目標は，優れた研究成果を創出することですが，同時に，その研究が世の中に幅広く認知され，実際に使ってもらうなど普及することも大切です．

研究成果の普及に向けては，研究論文の発表や標準化活動に加え，実際の商用で使われるための事業化の取り組みも重要です．NTT研究企画部門プロデュース担当（プロデューサ）は，研究段階と事業化段階の間の障壁，いわゆる死の谷（デスバレー）を乗り越え，研究成果を事業に役に立てる活動を行っています．

現在，プロデュース活動としては，NTTグループ方針であるB2B2Xの取り組みを通じた事業貢献を図るため，業界パートナーとのコラボレーションに力を入れています．本特集では，世界最先端の研究成果を活かしたB2B2Xパートナーとのコラボレーションによる，新たな価値の創造について，代表的な事例を紹介していきます．

B2B2Xパートナーとのコラボレーション

研究成果を中核としたコラボレーションの意義は以下のとおりです．**図1**にイメージを示します．

第一に，世の中のユーザと接点を持つパートナーと世界最先端の研究成果を持つ研究所をお見合いさせることで，これまで存在しなかった新たな価値を創造することができます．NTT

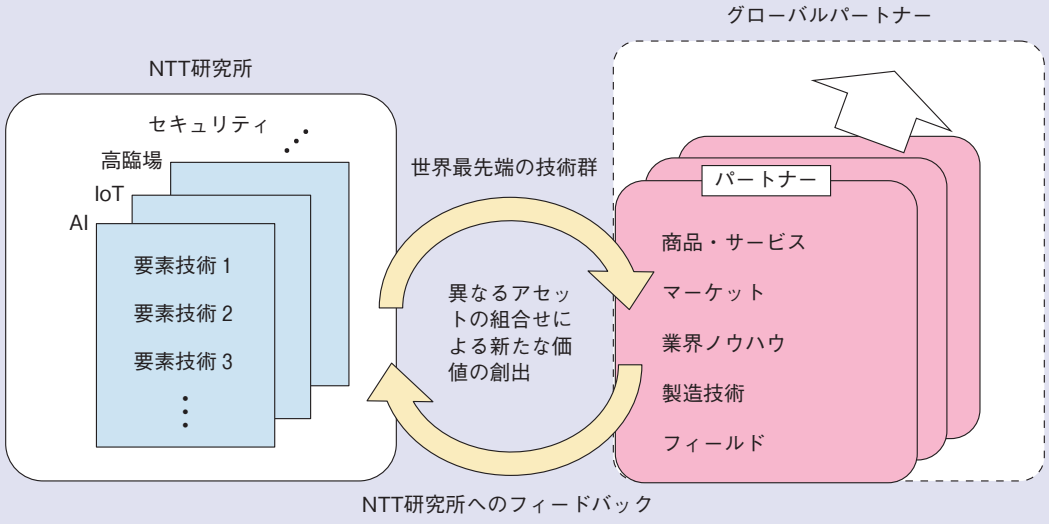


図1　B2B2Xパートナーとのコラボレーション

研究所の技術とパートナーのアセット（技術，フィールド等）を組み合わせると，こんなに便利な利用形態が考えられる，パートナーのこんな経営課題を解決できる，さらに世の中に幅広く応用できる等，新たな価値の創造が期待できます．

第二に，NTT研究所にとっては，パートナーからフィードバックされる現場の要求条件を直接知ることができるため，研究のレベルを上げることにつながります．例えば，達成すべき性能目標が明確になったり，フィールドでの検証や実データ分析により仮説の検証が行えるなどです．

第三に，コラボレーションのパートナーも，グローバル企業を相手とする場合が増えており，研究成果のグローバル事業への展開が見込まれます．研究の早い段階から海外のパートナーとのコラボレーションを行い，NTTのグローバル事業会社とも連携することで，国内では得られない新たな知見の獲得や世界各地の課題把握が可能となるため，研究成果の出口が世界に広がります．

このように，NTT研究所の最先端技術と異業種のパートナーとの掛け算によるコラボレーションの営みにより，自社が保有していないアセットどうしが化学反応を起こし，世の中に向けた新たなアイデアの創出が促されます．

パートナーとのコラボレーションプロセス

次に，パートナーとのコラボレーションプロセスを**図2**に示します．

最初は，新たな価値の創出です．具体的には，研究所のさまざまなテーマの中から，世の中に早期に出すべき技術は何なのか，どのような出口が考えられるのか，研究所と意見を交わしながら，研究所技術・市中技術の目利きを行います．そのうえで，異なる要素技術の組合せや他社のIP（Intellectual Property: 知的財産）との組合せ，さらには，業界の利用者視点のニーズを組み合わせることで，世の中に存在しなかった新たな価値のアイデア出しを行います．そのため，プロデューサは，

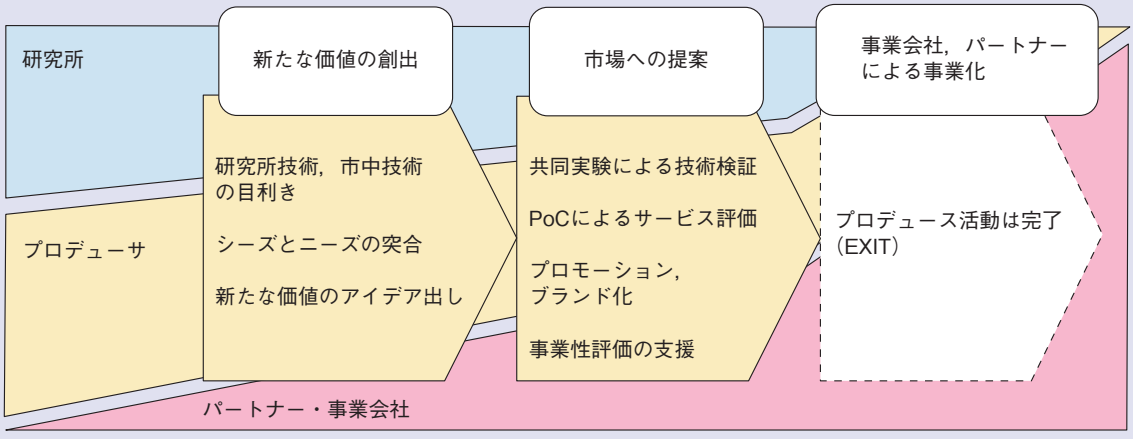


図2　パートナーとのコラボレーションプロセス

常日頃からパートナーとの信頼関係を構築し，お互いの技術のアセットを組み合わせることでどんな価値が生み出せるのか日々検討を重ねています．

次に，市場への提案です．パートナーとの共同検討で生まれたアイデアが有益であるかを確認するため，実フィールドにおける共同実験を実施し，技術的観点での実現性の評価を行います．共同実験では，NTT研究所からは技術や実証機材の提供，パートナーからは事業フィールドや被験者の提供など，お互いに協力して技術検証を実施します．

また，PoC（Proof of Concept: 概念実証）により，アイデアをビジュアル化し，実際に触ってみることでサービス的観点での評価を行うことも重要です．PoCにおいては，アイデアをソフトウェア，ハードウェアなど簡易なつくりながら具体的なかたちにしつらえ，ユーザの利用シーンをビジュアル化し，事業に供した際のユーザビリティを確認します．

最後は，事業化の支援です．共同実験による技術的評価，PoC提案によるサービス性の評価ともにクリアされた場合，事業として成立するかどうか，パートナー，NTT事業会社で判断します．パートナーとNTT事業会社の収益性評価，商流の形態，プロダクトの価格目標，将来のマーケット見込みなどをお互いに詰めていきます．その中で，プロデューサの役割としては，ビジネスモデルの提案，事業フォーメーションの調整など，パートナーとNTT事業会社が事業化に向けて取り組めるよう支援することが求められます．

仲間づくりのためのプロモーション活動

コラボレーションの仲間づくりには，社外への情報発信も重要です．新たなコラボレーションの開始，共同実験やPoCの成果など，重要なマイルストンについては，NTTのニュースリリース，報道機関への取材対応など，積極的に発信を行っています．また，NTT R&Dフォーラムをはじめ，CEATEC，MWC（バルセロナ），AI・人工知能EXPO，次世代農業EXPO，国際モダンホスピタルショー等，国内外の展示会にも出展し，研究成果のプロモーションを図るとともに，新たな出会いの機会創出に努めています．

また，コラボレーションによって創出された新たな価値をNTTグループとしてブランド化することも大変重要です．そのため，プロデューサは，価値を具現化するサービスを命名し，商標登録を行うことも積極的に行っています．

今後の展開

異なるバックグラウンドのパートナーとのコラボレーションは，新たな価値を創出するのに適した取り組みです．今後，グローバルなコラボレーションに一層力を入れ，世の中に役に立てるための研究成果の普及活動に取り組んでいきます．

（左から）角　　隆一／ 武井　伸勝

NTT研究所の成果を世の中に広くお使いいただくため，各業界の方々とのコラボレーションを推進しています．今後は，国内のみならず海外の方々との連携も増やし，R&Dのグローバル展開を進めてまいります．

◆問い合わせ先
NTT研究企画部門
プロデュース担当
TEL　03-6838-5651
FAX　03-6838-5349
E-mail　nobukatsu.takei.hq@hco.ntt.co.jp

三菱重工との新たな価値創造とその活用に向けた取り組み

NTTグループでは，パートナー企業・団体の皆様とともに，従来から取り組んできたB2B2Xモデルをさらに加速し，法人のお客さまのデジタルトランスフォーメーションを支援する取り組みを推進しています．本稿では，NTTとパートナー企業である三菱重工業株式会社（三菱重工）とのコラボレーションを通じて，NTTの研究所が持つICT分野の研究開発成果を，三菱重工のエネルギー・環境，交通・輸送等の社会インフラ関連製品や国内外の工場・現場などに適用し，「社会インフラ×ICT」による新たな価値創造をスピーディに実現し，お客さまの課題や社会的課題を解決するソリューションへ活用する取り組みについて紹介します．

しんどう　かつし†1　よしだ　さちお†2
進藤　勝志　/吉田　佐智男
ながたけ　ゆきてる†1　やまぐち　たくや†1
長竹　幸輝　/山口　卓也

NTT研究企画部門†1
NTTデータ†2

「社会インフラ×ICT」に関する研究開発連携の取り組み

NTTと三菱重工業株式会社（三菱重工）は，2014年4月より新たな価値創造をめざすことを目的に，3つのテーマで研究開発連携を開始しました[(1)]（**図1**）．

⑴　光ファイバ・センサ分野

NTTが通信分野で培った光ファイバやレーザ技術および電波の計測技術，さらに生体情報計測技術などを活用し，三菱重工の製品の保守運用や製造現場等への適用可能性を検討．

⑵　ビッグデータ分野

三菱重工の製品の稼動状況や，コールセンタにおけるお客さまの声などのビッグデータを対象に，NTTのビッグデータ処理・分析技術の適用可能性を検討．

⑶　AR・メディア処理分野

三菱重工の国内外の工場や現地工事現場などにおけるサポート者と作業者との遠隔コミュニケーションや作業効率向上に対して，NTTのAR（Augmented Reality）技術や映像・音声等のメディア処理技術の適用可能性を検討．

2018年9月時点では，3つの研究開発連携分野と新たな取り組みとして2016年3月にセキュリティ分野を立ち上げ4つのコラボレーション分野に取り組んでいます．

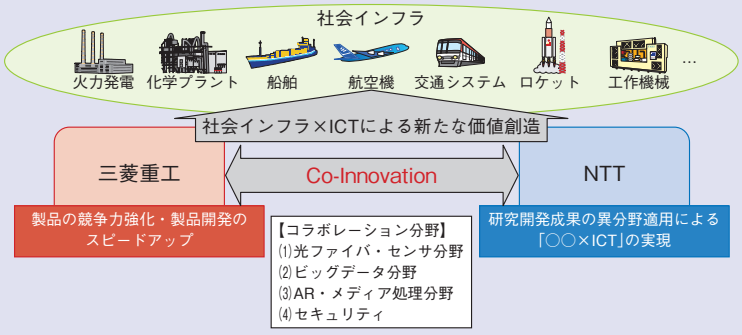


図1　社会インフラ×ICTによる新たな価値創出

⑷　セキュリティ分野

三菱重工が防衛・宇宙分野で培った高い信頼性・安全性を獲得した制御技術とNTTの最先端のセキュリティ技術を組み合わせた制御システム向けのセキュリティ技術の検討．

本稿では，研究開発連携のテーマである「光ファイバ・センサ分野」として，NTTの光ファイバ技術と三菱重工の高出力レーザ加工技術の融合により，高出力シングルモードレーザ光を加工に適した品質を維持したまま，業界の常識を超えた長い距離にわたり伝送することを可能にする技術の研究開発の取り組み[(2)]と，新たなコラボレーションである「セキュリティ分野」として，制御システム向けサイバーセキュリティ技術「InteRSePT®」*1の概要と商用化に向けた取り組み[(3)〜(5)]について紹介します．

*1　InteRSePT®：三菱重工の登録商標．総合的な制御システムセキュリティソリューション．

加工用高品質レーザの光ファイバ伝送技術に関する共同研究

■情報・通信分野から製造分野への展開

光ファイバは今日の情報通信に欠かせない存在として世界中に普及していますが，光ファイバの用途は内視鏡やジャイロをはじめ，加工用レーザ光の伝送など多岐にわたります．

レーザ加工では通常の光通信で使用する光の一万倍以上の高出力レーザ光を伝送する必要がありますが，光ファイバで伝送できる光出力と距離には光非線形現象で制限される物理的な限界があります．

現在広く使われているレーザ光（マルチモードレーザ光）は，既存の光ファイバ（マルチモード光ファイバ）を使い，数百メートルにわたり伝送することができます．しかし，マルチモードレーザ光はより高い加工精度が求められる用途には不向きでした．一方，より精密なレーザ加工に適した高品質で10 kW級のレーザ光（シングルモードレーザ光）は，既存の光ファイバ（シングルモード光ファイバ）で数メートルしか伝送することができないことから，数十メートルの光ファイバ伝送が必要な実加工には適用できませんでした（**図2**）．

本共同研究では，NTTがかねてより空孔を利用して光を閉じ込め伝搬させる，フォトニック結晶光ファイバ（PCF: Photonic Crystal Fiber）[6),(7),*2]技術を応用し，高出力シングルモードレーザ光の伝送に最適なPCFを新たに考案・設計し，共同で高出力伝送能力を実証しました[8]（**図3**）．本成果は2018年5月23日・24日に大阪大学（吹田キャンパス）で開催されたレーザ加工学会第89回講演会で報告しています[9]．

■研究開発連携の展開

今回の技術は遠隔からの加工，リモート溶接，さらには厚板切断に適用でき，既存の自動車・航空機・船舶の

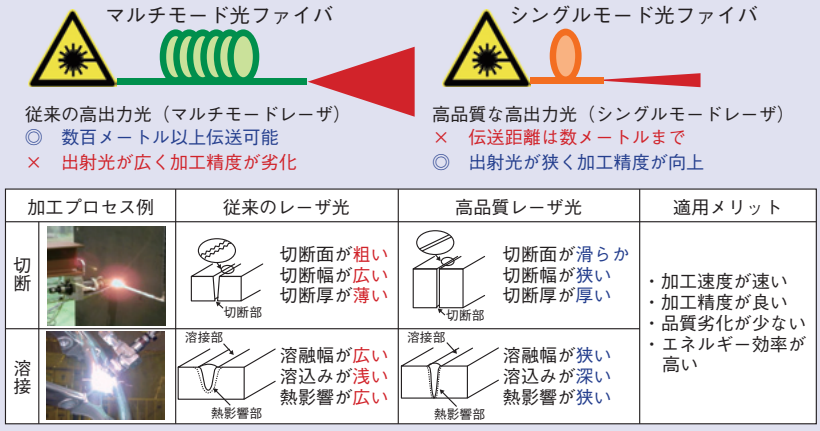


図2　加工レーザの品質と伝送距離および加工精度のイメージ

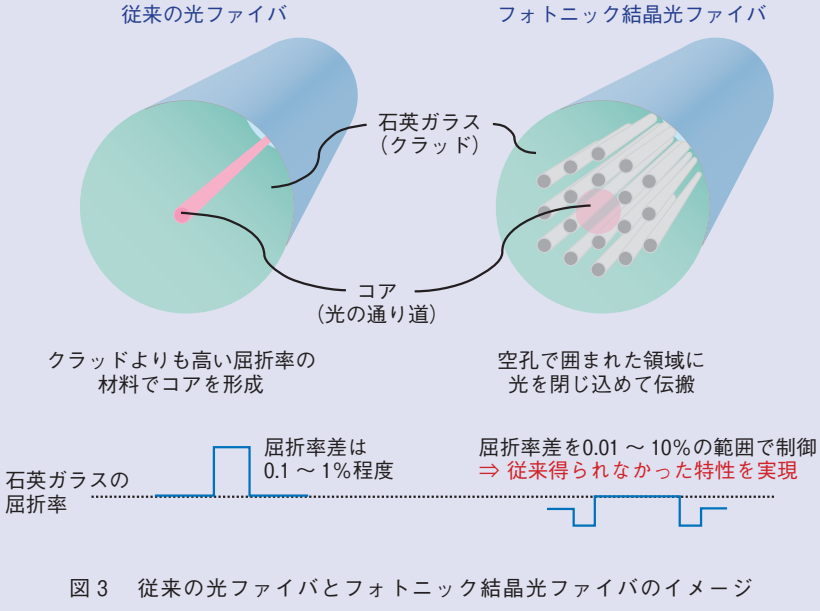


図3　従来の光ファイバとフォトニック結晶光ファイバのイメージ

*2　PCF：光ファイバ断面に空孔や高屈折率ガラスを規則的・周期的に配列した構造を持つ光ファイバ．

製造に適用できるのみならず，レーザ加工技術の適用領域を多様な社会インフラ産業に拡大する起爆剤として期待されるものであり，あらゆるものづくりの概念をダイナミックに変革します．今後，三菱重工にて耐熱合金の孔空け加工や溶接などへの適用に向けた開発を進め，2019年以降の実用化をめざします．

また，光ファイバだけではなく，レーザ加工に必要な要素技術として，KTN（タンタル酸ニオブ酸カリウム）偏向素子や回析素子などについても研究開発連携を進めていきます．

制御システム向けサイバーセキュリティ技術の概要と商用化に向けた取り組み

■制御システムのセキュリティにおける課題

IoT（Internet of Things）時代を迎えて，工場設備や電力システムなどの重要インフラの制御システムへのサイバー攻撃の脅威がますます増大しています．

工場，電力・エネルギーシステムや交通システム等の重要インフラは，情報システムと制御システムで構成されます．前述のとおり，情報システム系のセキュリティ確保に加え，制御システム系のセキュリティ確保は重要な課題ですが，制御システムは，情報システムと比較して以下のような特性と課題があり，これらの課題に対して，対応策が必要となっています．

① 頻繁な停止を伴わない問題対処：工場の装置や電力システムの設備は簡単に停止できないため，情報システムで一般的に行われている停止や再起動を伴う問題対処（セキュリティパッチ適用等）が困難です．

② 設備の長期の更新サイクルへの対応：設備の更新サイクルは，場合によっては10年以上の長期になります．一方，情報機器のサポート切れはそれよりも短いことが多く，設備の更新サイクルと合わないことが多く発生します．また，新旧の機器が混在することもしばしばみられます．

③ リアルタイム制御への対応：制御系信号のやり取りの遅延は，制御の不具合に直結する場合があります．伝送遅延が許容範囲よりも小さいことが必要となります．

④ セキュリティ技術者の不足：情報システム部門以外の部門が管理していることが多く，制御システムに関するセキュリティノウハウの流通が一般的にも少ないことから，制御系のセキュリティに詳しい技術者が不足しています．

■InteRSePT®の概要

これらの課題に対応するため，三菱重工とNTTで，制御システム向けのセキュリティソリューションInteRSePT®を開発しました．InteRSePT®は総合的な脅威の監視と対応を行うセキュリティ統合管理装置と，ネットワークを流れる不正な通信を検知し，必要に応じて遮断等の対処を行うリアルタイム検知・対処装置で構成されています（**図4**）．

各コンポーネントの機能の概要は以下のとおりです．

・リアルタイム検知・対処装置は，制御システムのネットワークに接続し，通信を監視します．内蔵された検知・対処ルールによって，

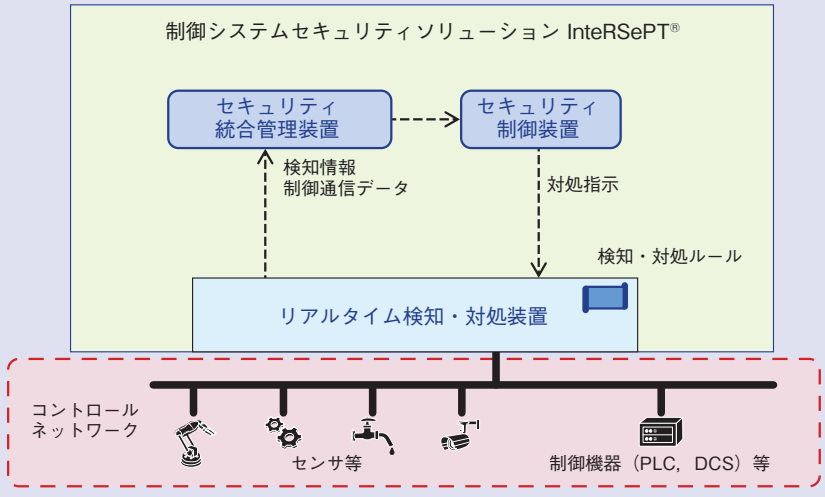


図4　InteRSePT®の概要

異常検知を行い，必要に応じて通過・遮断の制御を行います．

・セキュリティ統合管理装置は，制御システム全体の監視を行い，独自のノウハウによる総合的な状況判断により脅威の検知と対処を行います．制御通信データ，および各種センサデータを収集・分析し，個々のリアルタイム検知・対処装置のルールだけでは判定できない複合的な異常を検知します．また，セキュリティ制御装置によって，運転状態や検知された異常情報を基に，リアルタイム検知・対処装置における通信制御ルールの変更を行います．

このようにInteRSePT®側でセキュリティ処理を行うことにより，前述の課題に対して，次のようなかたちで解決策を提供しています．

① セキュリティ対処に必要な，更新に伴う停止を最小化することができます．

② 制御システムのエンドポイントである設備機器（センサや制御機器）に手を加えないため，設備の更新サイクルへの影響を最小化することができます．

③ 低遅延で高速処理が可能な機器を採用し，リアルタイム制御に対応します．

④ 制御システムを担当する技術者のセキュリティ対処の負担を軽減することができます．

■InteRSePT®の展開

現在，NTTグループと三菱重工では，協力してInteRSePT®によるセキュリティソリューションの展開を進めています．さらに，制御システムの多様な要件に対応するため，順次，以下のようなメニューの強化に取り組んでいく予定です．

・導入をさらに容易にするための機能の提供：既存環境の変更を最小化するための柔軟なネットワーク制御機能等，InteRSePT®の導入をさらに容易にするための支援機能の提供を検討しています．

・産業用通信プロトコルの対応拡大：制御システムで利用されている各種産業用通信プロトコルへのより幅広い対応を計画しています．

・上流から下流までのトータルメニューの提供：セキュリティに関するコンサルティングから，システムの構築，移行，運用監視までトータルに対応できるサービスメニューの提供を検討しています．

今後の展開

今後も引き続き，NTTと三菱重工との研究開発連携や新たな取り組みを通じ，社会インフラにおける共通的な問題の解決に役立つ技術を創出していきます．また，事業会社とともに三菱重工とのコラボレーションを推進し，さまざまな業界に水平展開すること，さらにNTTグループ内でも水平展開していくことをめざします．

■参考文献

(1) http://www.ntt.co.jp/news2014/1404/140428a.html
(2) http://www.ntt.co.jp/news2018/1804/180425a.html
(3) http://www.ntt.co.jp/news2016/1603/160317a.html
(4) http://www.ntt.co.jp/news2016/1611/161130a.html
(5) http://www.ntt.co.jp/news2018/1804/180425b.html
(6) http://www.ntt.co.jp/news/news03/0312/031217.html
(7) http://www.ntt.co.jp/news/news05/0511/051108a.html
(8) Focus on the News：“三菱重工×NTT　コラボレーション成果　加工用高品質レーザ光の長距離伝送で業界の常識を一新，” NTT技術ジャーナル，Vol.30，No.9，pp.64-66，2018.
(9) http://www.jlps.gr.jp/

（左から）進藤　勝志/ 山口　卓也/
長竹　幸輝/ 吉田　佐智男（右上）

NTTグループは，三菱重工とのコラボレーションを通じて，B2B2Xモデルをさらに加速し，法人のお客さまとのデジタルフォーメーションを支援する取り組みを推進していきます．

◆問い合わせ先
NTT研究企画部門
プロデュース担当
E-mail　sec-pr-ml@hco.ntt.co.jp

NTTグループの海事業界における日本郵船との取り組み

日本と世界の海事業界（海運・造船・舶用機器等）は，大きな変革期を迎えています．環境規制のより一層の強化や，グローバル経済動向に左右されやすい業界構造の変革，将来の自律航行も見据えた進化した船の建造，船長・船員の人材不足の深刻化など，対処すべき課題は山積しています．NTTグループはこれまで通信事業で培ってきたICTのノウハウを海事業界に応用し，その課題解決を支援しています．本稿では，業界の動向と，それに対するNTTグループの具体的な取り組みと今後の方向性について紹介します．

堀（ほり） 茂弘（しげひろ）
NTT研究企画部門

海事業界の課題とIoT化の必要性

日本の海事業界のIoT（Internet of Things）化の取り組みは，日本海事協会子会社のシップデータセンター（ShipDC*）が運営し，日本郵船株式会社やNTTを含む46社が参加する「IoSオープンプラットフォーム（IoS-OP：Internet of Ships Open Platform）」を中心に進められています．本コンソーシアムでは，海運・造船所・舶用機器メーカに加え，NTTのようなICT企業も参加し，船舶データを業界内で共有・活用するためのルールや契約の整備を行っています．この取り組みがユニークなのは「メーカ主導」ではなく，海運などユーザ企業も巻き込んだALL Japanとしての仕組みであることです．また，日本海事協会という一般財団法人がデータ共有のデータセンタ機能を担うことで，データの所有や活用におけるさまざまな利害関係を整理し，データ流通を促進する役割を担っている点も他業界のIoTへの取り組みとは少し状況が異なっています（**図**）．

日本の海事業界がIoS-OPというプラットフォームを構築し，データ活用を急ぐのは，業界に課せられた高い環境規制の目標があることがその一因です．IMO（国際海事機関）の平成30年第72回海洋環境保護委員会（MEPC72）で国際海運のGHG（温室効果ガス）の排出削減目標やその実現のための対策等を包括的に定める「温室効果ガス（GHG）削減戦略」が採択されました．この戦略は，単一セクターで全世界的に今世紀中のGHG排出ゼロをめざすことに世界で初めてコミットしたもので，省エネ技術のさらなる促進，経済的インセンティブ手法の実施等を通じ，2030年までに国際海運全体の燃費効率を40％改善し，2050年までにGHG排出量を半減させ，最終的には，今世紀中のGHG排出ゼロをめざすという非常に高い目標を掲げた長期方針となっています．業界では，船舶の燃料費節約にはこれまでも取り組んできましたが，原油価格が上昇基調であることと，2020年のSOx（硫黄酸化物）排出規制によって燃料コストの負担が増加する見通しである

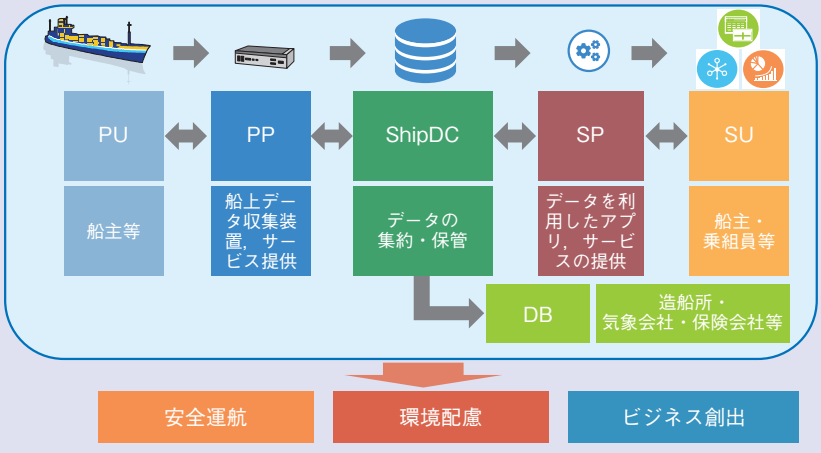


図　IoS-OPの役割

＊ ShipDC：IoS-OPにおいてデータの蓄積を担う業界データセンタ．

ことからも，もう一段上の改善に向けたオペレーションや船型改良の機運が高まっています．特に船型改良についてはまだまだ改善の余地があると考えられており，そのためにはIoT/AI（人工知能）等のDigitalizationによる船舶運行の実際のデータ収集・共有・活用が必須となります．

特に，日本以上に環境に対する意識の高い欧州はもちろん最近では中国も環境規制に対する取り組みを強化しており，日本としてはALL Japanで世界に先行しその技術を開発し，標準化やルールづくりでリードすることが重要となっています．

Digitalizationへの挑戦

日本郵船では，2014年からの中期経営計画“More Than Shipping 2018～Stage2きらり技術力～”において技術力による差別化をテーマの１つに掲げ，技術力や現場力，創造性を発揮して新しいビジネスの創出や課題解決を具体化する取り組みを推進してきました．その中で，海運会社にとって欠かすことのできない「安全」と「環境」への取り組みを一段とレベルアップさせるために，IoTやビッグデータなど，最新のICT活用によるイノベーションに注力し，データ活用による最適運航や船舶機器の故障予知・予防の研究，さらに将来の自律航行船に向けた技術開発も進めています．そうした取り組みの１つとして，運航状態，機器状態などの詳細な船舶データをモニタリングし，船と陸上で情報共有するためのパフォーマンスマネジメントシステム「SIMS（Ship Information Management System）」の開発を進めてきました．

エッジコンピューティング活用に関する共同実験

今回，日本郵船グループの次世代SIMSにおいてNTT研究所のエッジコンピューティング技術（ソフトウェア配信技術やデータ交流基盤技術等）とノウハウを活用することで，船上で収集した各種データをさまざまなアプリケーションによる迅速な活用と，安定的・効率的な船陸間のデータ・情報・アプリケーションの共有を可能とし，より高度な船舶の運航と保守管理などの取り組みを加速させています．

共同実験では，実際に運行している船上に設置した実験用SIMSに対しアプリケーションの新規導入や更新を陸上から遠隔で配信・管理する仕組みを付加した次世代船舶IoTプラットフォームの実験に成功しており，商用提供に向けた開発に取り組んでいます．

今後の展開

船のDigitalizationの基盤として，次世代船舶IoTプラットフォームの実験に成功したことで，その基盤を用いたさまざまなアプリケーションの開発や，船全体のセンシング技術，またIoS-OPでのデータ流通の暗号化なども含めたDigitalization全体のセキュリティ対策など，多方面においてNTTの技術・ノウハウを活かし，日本郵船ならびに業界全体の挑戦をグローバルに支援していく予定です．船舶の安全性・経済性の追求，環境への取り組みおよび国際的な競争力の強化のため，海事産業のイノベーション創出に注目ください．

堀　茂弘

海事業界は世界単一市場で元からグローバルな業界です．NTTグループが日本郵船をはじめパートナーとともにグローバルなDigitalizationに挑戦し，新たな価値を創造することで，業界の発展と環境等の社会課題の解決に貢献します．

◆問い合わせ先
NTT研究企画部門
第三プロデュース担当
TEL　03-6838-5361
FAX　03-6838-5349
E-mail　kenki-dai3-ml@hco.ntt.co.jp

NTTグループの1次産業（農林水産業）におけるB2B2Xの取り組み

現在，日本の農業をはじめとする1次産業は，就業人口の減少や高齢化，農地の減少などさまざまな課題を抱えています．一方，地球規模では将来の人口爆発による食糧危機に直面するといわれており，ICTは国内外の課題の解決に貢献できると注目されています．NTTグループはこれまで通信事業で培ってきたICTを活用した1次産業への取り組みを行っています．本稿では，NTTグループとパートナーの具体的な取り組みと今後の方向性について紹介します．

久住（くすみ） 嘉和（よしかず）

NTT研究企画部門

農業分野等を取り巻く課題

農業分野は就業人口の減少と高齢化が進み，就業人口はここ30年で6割近く減少し，65歳以上の比率も6割を超えています．新規就農者も，収穫量や品質が天候次第で変動して収入が安定せず，災害や獣害被害等の不確実性への不安から，大幅な増加はみられません．この傾向は水産業や林業も同じ傾向です．また，農地も減り続けています．1965年のピーク時に600万haあった農地面積は約450万haにまで減少し，耕作放棄地も年々増え続けています[(1)]．その結果，日本の経営体当りの面積は欧米諸国に比べると20～80分の1程度になっています．地球規模では人口爆発により，食料，水の争奪戦になるともいわれており，今後，日本の農業が発展するためには，若い世代の就業者を増やし，規模拡大と生産性の飛躍的向上を図り，グローバルという大きなマーケットを視野に入れて取り組むことが求められます．一方，生産法人数や輸出の増加といった明るい兆しもみえてきています．また，政府の未来投資会議では，「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革をめざした攻めの農林水産業を掲げ，「世界トップレベルのスマート農業の実現」などを重点項目としています．

NTTグループの農業×ICTの取り組み

NTTグループにおいても農業を重点分野として位置付け，NTT研究企画部門が取りまとめ役になり，グループ横断プロジェクト「農業ワーキンググループ」を発足させ，NTT東日本・西日本やNTTドコモ，NTTデータといった主要事業会社に加え，農業には必須の地図情報を扱うNTT空間情報や気象情報を扱うハレックスなど，秀でたサービスを持つ約30のグループ会社や先端技術を持つ研究所と連携し，全体戦略やビジネス，サービス，研究開発等多岐にわたる検討を行っています．現在は農業に加え，水産業や林業にも取り組みを広げています．グループ各社が持つ全国規模の通信インフラやアセット，ネットワークサービス，AI（人工知能）技術「corevo®（コレボ）」などを活用し，1次産業向けの技術やソリューションをお客さまに提供しています（**図1**）．これらを組み合わせ，例えば，大規模・分散化が進むと想定される農地を1つの仮想的な農場としてとらえ，面的に展開されたセンサやセキュアなネットワークで収集された環境や土壌，生育状況のデータを一元的に管理し，AIが分析を行います．その結果から品目に応じた最適な栽培計画を立て，農機やロボット，ドローンが協調しながら，効率的に農作業を実施します．さらに，流通から販売，消費，輸出入に至るまでの過程を見える化し，需要を基に，売れる作物を計画的に生産し，収入の安定化につなげるなど，課題解決に向けた仕組みづくりをめざしています．

さまざまなパートナーとのコラボレーション

ただし，農業等の生産活動に直接携わっていないNTTグループには専門知識やノウハウが不足しているため，NTTが推進するビジネスモデル「B2B2X」により，産官学のさまざまなパートナーとの連携を戦略的に進めています．

例えば農機メーカの株式会社クボタとは，農業や水環境インフラ分野におけるICTイノベーション創出に向けて，農作業の省力化と精密化の実現をめざすスマート農業や水環境設備等の高度なオペレーションによる省人化，安心・安全で持続的なインフラ提供につながるサービス創出をめざして取り

図1　グループソリューションマップ

組みを進めています（**図2**）．STEP1として，水田センサや省電力広域無線サービス，1 kmメッシュ気象予報サービスを活用した，農地や農機，上下水道の関連設備等からの情報収集と見える化の仕組みの構築を進めています．STEP2として，前述の仕組みより，同社の営農支援システム「クボタスマートアグリシステム（KSAS）」や水環境支援システム「クボタスマートインフラストラクチャシステム（KSIS）」に収集・蓄積された情報をcorevo®を活用して分析を進めています．例えば，米の生産に関係する農場の温度や湿度，日射量等の多種多様なデータから，有意味な横断的特徴を効率的に抽出することのできるNTTサービスエボリューション研究所の多次元複合データ分析技術等を用い，良食味米の高収量生産に最適な条件や収穫時期の予測を行う，あるいは，民間の排水処理施設に設置されている液中膜*1の監視について，NTTソフトウェアイノベーションセンタが保有する異常検知技術

*1　液中膜：精密ろ過膜を利用する浸漬型の膜ろ過装置のことであり，クボタの登録商標です．

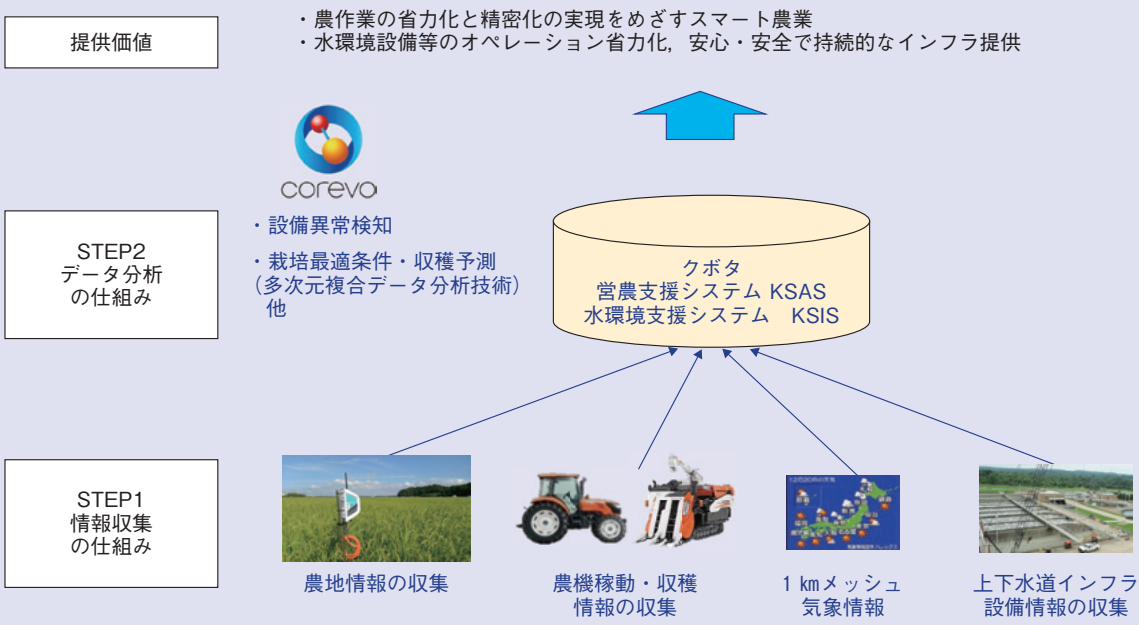


図２　クボタとの連携のイメージ

とオープンソース機械学習処理基盤Jubatus[*2]を用いて，従来は人手をかけて監視していた液中膜の圧力や運転稼動情報等のデータの解析を自動化し，監視の効率化および精度向上を実現するシステム構築に向け，検証実験を進めています（**図３**）．

また，JAグループとは畜産や営農分野を中心に取り組みを進めています．例えば，全国農業協同組合連合会（JA全農）とは，出産が近づいた母牛にセンサを取り付け，体温を細かく測定する「モバイル牛温恵（ぎゅうおんけい）」により，仔牛の分娩事故を防ぎ，畜産農家の損害の抑制に貢献しています．また，生産者やJAグループ向けの会員制情報サービス「アピネス／アグリインフォ」への「１kmメッシュ気象情報」の提供により，天気，気温，湿度，降水量，風向，風速を30分の更新頻度で提供するなど，非常に鮮度が高く，きめ細やかな気象情報による農業の生産性向上に貢献しています．

さらに，国の成長戦略として進められ，産官学の200以上のプレーヤーが参画する「農業データ連携基盤（WAGRI）[*3]」においては，NTTグルー

*2　Jubatus：NTTソフトウェアイノベーションセンタと株式会社Preferred Networksが共同開発した，オープンソースのオンライン機械学習向けリアルタイム分散処理基盤．
*3　農業データ連携基盤（WAGRI）：農業の担い手が，データを使って生産性の向上や，経営の改善に挑戦できる環境をつくるため，データの連携や提供機能を持つ基盤．

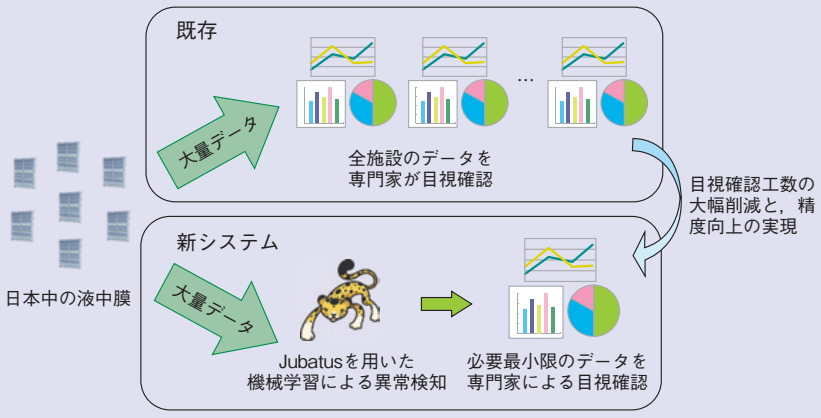


図 3　Jubatusを用いた液中膜監視の省力化イメージ

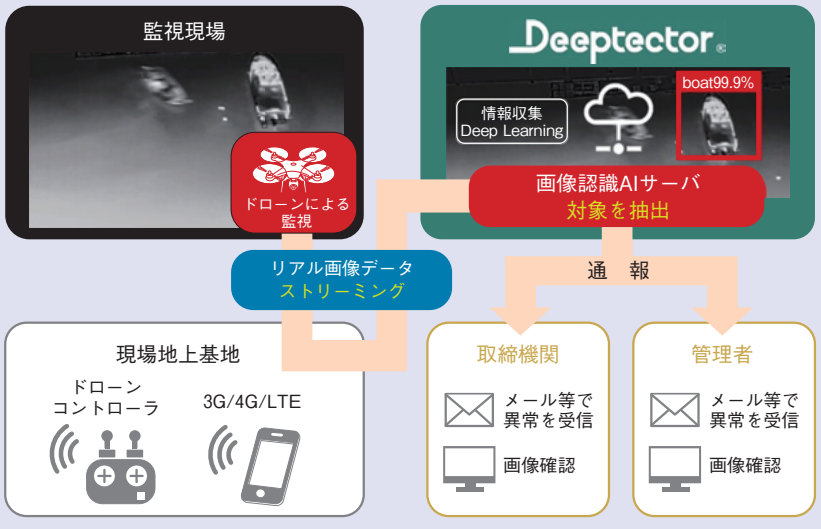


図 4　ドローン×Deeptector®による漁業密漁の監視抑止のイメージ

プとしてNTTをはじめとする 8 社が参画し，WAGRIが持つさまざまなオープンシステムやデータの活用，およびNTTメディアインテリジェンス研究所が開発した最先端の音声認識エンジンを搭載した音声認識技術やNTTグループの気象，地図サービス等のWAGRIへの提供を通じて，農業分野のデジタルトランスフォーメーションを国策にのっとって進めています．

新たな取り組みとして，水産分野においても取り組みを始めています．例えば地域の漁業協同組合と連携し，広範囲にわたり海水温等を測定することが可能なセンシングネットワークで刻々と変化する海水温を測定し，牡蠣の養殖業者が海の状況を把握することによる作業のタイミングの決定を支援しています．また，近年増加している密漁の対策として，ドローンによる監視抑止を提案するミツイワ株式会社等と連携し，撮影映像の解析・密漁者の検知・通報を画像認識AI Deeptector®で実現し，複数の漁業協同組合に対する提案を進めるとともに，従来の監視船・監視員による体力・コスト負担の軽減，および密漁抑止に大きな効果が期待できることを確認しています（**図 4**）．

図5　食農のYour Value Partnerへ

今後の展開

NTTグループはこれまで，農業のバリューチェーンにおける営農(生産)を中心に取り組みを進めてきました．今後は流通・加工・販売・消費を含めた食農分野全般へと取り組みを拡大します．例えば，生産者と需要家をデジタルデータでつなぐデジタルフードバリューチェーンの仕組みにより，需要家のリクエストに応じて生産を行うマーケットイン型の農業を通じ，計画的で安定的な生産，安定した調達を実現し，食農にかかわる関係者がムダなく利益を得るような仕組みの構築を進めます．また，国内のみならず，グローカル（ローカル＋グローバル）にも取り組みを拡大します．国内(ローカル)において体系化したデジタルファーミングの仕組みを海外での生産に展開する，海外（グローバル）で生産された農作物の安心・安全な輸入にブロックチェーンやトレーサビリティ技術を活用するなど，地球規模で食農の問題に取り組みます．さらに，水産業や林業への取り組みの拡大や，そのために必要なパートナーとの連携も早期に進めます．今後も，NTTグループが選ばれるバリューパートナーになることをめざし，グローバルを視野に入れた1次産業での発展に貢献していきます(**図5**)．

■参考文献

(1) http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryou1_2.pdf

久住　嘉和

NTTグループが今後も皆様から選ばれるバリューパートナーとなるべく，ICTを通じてグローカルでの農林水産業の発展に貢献します．

◆問い合わせ先

NTT研究企画部門
食農プロデュース担当
TEL　03-6838-5364
FAX　03-6838-5349
E-mail　agri-ml@hco.ntt.co.jp

歌舞伎×ICTのコラボレーション

NTTでは，松竹株式会社との間で2016年より行ったICTによる新たな歌舞伎鑑賞の提案をめざした共同実験，ならびに株式会社ドワンゴが主催する「ニコニコ超会議」にて2016年より公演されている「超歌舞伎 supported by NTT」への技術提供を通じ，さまざまな歌舞伎×ICTの取り組みを行ってきました．これらの成果を踏まえ，NTTと松竹共同で，2019年より京都南座を軸とした商用公演を実施していく予定です．本稿では，歌舞伎×ICTのこれまでの取り組みと今後の展望について紹介します．

うすい そういちろう†1 きむら かずまさ†1
薄井 宗一郎 /木村 和正
きのした しんご†2 みなみ けんいち†2
木下 真吾 /南 憲一

NTT研究企画部門†1
NTTサービスエボリューション研究所†2

共同実験の取り組み

NTTと松竹株式会社は，2016年からICTを用いた新たな歌舞伎鑑賞実現をめざした共同実験をスタートさせました．これは，2020年に向け，ICTを通じて深い感動，新しい体験を提供するうえでは，優れた文化に携わる方とのコラボレーションが必要であると考えていたNTTと，急増する日本へのインバウンドの顧客に対し，歌舞伎の伝統を継承しつつ，歌舞伎の魅力をさらに発信する新しいコンテンツづくりを検討していた松竹の思いが一致し，スタートしたもので，これまで4回の実験を行ってきました．

■ラスベガス歌舞伎

2016年5月に，松竹が米国ラスベガスで公演を行った「KABUKI LION獅子王」の場において，ICTを通じて外国人の方々に歌舞伎の魅力を感じていただくとともに，時間や距離の壁を越えて多くの方々に歌舞伎鑑賞体験を提供することを目的に，米国の公演会場だけでなく，遠隔地である羽田空港も含めたさまざまな実験を行いました．

写真1　4Kマルチ画面によるライブビューイングの模様

⑴　羽田空港への遠隔ライブ伝送

ラスベガスの歌舞伎公演会場に設置した9台の4Kカメラの映像を，NTTが開発した高圧縮率のHEVC（High Efficiency Video Coding）による符号化技術，複数の映像・音声を柔軟に同期するMMT（MPEG Media Transport）技術を用いて，世界で初めて国際伝送しました．羽田空港の会場では，正面舞台（3面），舞台花道（下手側1面，背面3面），天井（上方2面）の全天周に4Kマルチ映像として同期提示し，歌舞伎俳優の縦横無尽な演技を再現，観客に実際の舞台前・花道に囲まれた座席にいるような体験を提供しました（**写真1**）．

また，超高臨場感通信技術「Kirari!」の要素技術である「被写体抽出技術」を用いて，現地にて行われる市川染五郎（現 松本幸四郎）丈の舞台挨拶をリアルタイムに伝送し，染五郎丈が羽田空港の会場で記者会見を行っているかのような体験を実現しました（**写真2**）．

⑵　劇場外でのインタラクティブ展示実験

ラスベガスの劇場前では，歌舞伎独特の化粧法である隈取をモチーフに，NTTの先端技術を組み合わせたインタラクティブ体験展示「変身歌舞伎」を出展しました．日本が誇る“文化と技術”が織りなす不思議な世界観は，外国人の方を中心に体験希望者が列をなすほど好評を得ました（**写真３**）．

変身歌舞伎では，まず体験者が手に取ったお面が「アングルフリー物体検索技術」によりお面の向きや傾きによらず高精度に自動認識され，その隈取模様が，体験者の顔にAR（Augmented Reality）重畳表示されます．

また，巨大な立体顔面オブジェクトに歌舞伎特有の間や表情といったダイナミックな演出とともにプロジェクションマッピングし，演出における重要形成要素（キーポイント）を抽出して現実以上に際立たせる「Amplified Experience（AX）」というコンセプトと，その実現に必要な「キーポイント抽出・強調技術」の確立に向けた検証を行いました．

加えて，壁面に掛けられた50個もの動くはずのない隈取お面を，「変幻灯」技術によって，笑ったり，怒ったり，多彩な表情に変化させました．

これら以外にも，「変幻灯」により歌舞伎で従来用いられる背景画に動きを与える新たな演出を提供したり，「全天球映像向けインタラクティブ配信技術」を用いて4K全天球映像を視聴時の体感品質を維持しながら低帯域で配信する実験を行うなど，会場内外で歌舞伎演出を広げる取り組みを行いました．

■歌舞伎シアター バーチャル座

地方の歌舞伎ファンへの観劇機会を拡大し，歌舞伎の魅力を広く伝えることを目的として，2017年３月にNTT，NTT西日本，熊本県，松竹の４者共催で熊本県庁にて，2018年３月にはNTT，NTT東日本，福島県，松竹の４者共催でパルセいいざか（福島市）にて，「歌舞伎シアター バーチャル座」と銘打ちそれぞれ熊本地震，東日本大震災からの復興を祈願したイベントを行いました．

写真２　市川染五郎（現 松本幸四郎）丈による遠隔舞台挨拶

写真３　変身歌舞伎を体験する市川染五郎（現 松本幸四郎）丈

⑴　歌舞伎シアター バーチャル座

「KABUKI LION 獅子王」の公演映像を，「Kirari!」を用いることでバーチャルでありながらあたかも歌舞伎俳

優が目の前で演じているかのような臨場感あふれる新たな歌舞伎上映作品として仕上げ，上映しました．加えて福島では，経済的かつ汎用的な映像投影方式の確立に向けた実証も行いました．来場者からは歌舞伎と最新技術の素晴らしさや，地方での観劇チャンスが増えたことへの評価を多くいただきました（**写真4**）．

⑵　変身歌舞伎

ラスベガスで好評を博したインタラクティブ体験展示「変身歌舞伎」を移動可能なコンテナにパッケージ化して歌舞伎の魅力を体験いただくとともに，その機動力を活かして，プレイベントとして熊本県や福島県内の被災地を巡りました（**写真5**）．幼児からご高齢の方まで幅広い方々に体験いただき，大きな反響を得ることができました．

⑶　歌舞伎シャウト

福島では，変身歌舞伎に加え，歌舞伎独特の掛け声である「大向こう」とNTTの音響処理技術をコラボレーションさせ，大向こうの達人になったかのような体験を楽しむことができる「歌舞伎シャウト」も展示し，プレイベントとして福島県内の被災地を巡りました（**写真6**）．

歌舞伎シャウトでは，大画面に表示された役者絵に大向こうを掛けると，「インテリジェントマイク技術」により騒がしい空間においても音声認識を行い，「リアルタイム波面合成技術」により，大向こうの動きと同期して音声が立体的に飛んでいきます．さらに，大向こうが役者絵にあたると，タイミング，大向こうらしさ，などの要素により，役者絵がさまざまな反応を返します．

このように，大向こうの一連の流れを最新技術で拡張することで，新たなかたちで歌舞伎に親しんでいただきました．

写真4　歌舞伎シアター バーチャル座

写真5　変身歌舞伎コンテナ

写真6　歌舞伎シャウト

■虚実共演伝送舞踊「京結夢現連獅子」

2017年11月に，共同実験の第3弾として，若者が，「和の文化」に触れ，伝統産業に親しむ機会を提供することを目的として京都市が行っている「はじめまして歌舞伎」内の特別企画として行いました．

「京結夢現連獅子（みやこむすびゆめのれんじし）」では，Kirari!における「被写体抽出技術」および「超高臨場感メディア同期技術」を用いて，宮川町歌舞練場で演じる四代目中村橋之助丈，三代目中村福之助丈，四代目中村歌之助丈の舞踊を1.5キロ離れた先斗町歌舞練場へリアルタイムに伝送し，先斗町で演じる八代目中村芝翫丈とバーチャルな共演を実現しました（**写真7**）．ICTによってまるで同じ会場で演じているかのような息の合う舞踊を演じる様子に多くの若者から驚きと感動の言葉をいただきました．

超歌舞伎 supported by NTT の取り組み

超歌舞伎は，株式会社ドワンゴが主催するニコニコ超会議で2016年に初上演され，2018年までの間に3作品が製作されました．

NTTとドワンゴは，2013年より映像＆ソーシャルサービス分野にかかわる業務連携を締結し，NTTは2014年のニコニコ超会議3以降，R&Dブースを出展してきました．ニコニコ超会議2016からは，超特別協賛と超歌舞伎への技術提供も行っています．

NTTはKirari!を用いた「分身の術」をはじめとした最新技術を用いた全く新しい歌舞伎演出や，歌舞伎の楽しみ方を広げる取り組みに挑戦，年々その技術・演出を進化させ，若年層の歌舞伎ファン拡大につなげています．

■被写体抽出技術を用いた「分身の術」

超歌舞伎では，被写体抽出技術により歌舞伎俳優の映像をリアルタイムに抽出し，抽出映像を異なる場所に立体的に投影することで従来実現し得なかった演出を実現する「分身の術」を毎年実施してきました．

2016年の「今昔饗宴千本桜（はなくらべせんぼんざくら）」では抽出した中村獅童丈の映像を複数投影する分身の術を初披露し，大きな反響をいただきました．さらに2017年の「花街詞合鏡（かわらことばくるわかがみ）」では，複数の被写体抽出システムを同時に運用することにより，中村獅童丈と澤村國矢丈のそれぞれの分身どうしのバーチャルで迫力ある立回りを実現しました．そして2018年の「積思花顔競−祝春超歌舞伎賑−(つもるおもいはなのかおみせ−またくるはるちょうかぶきのにぎわい−)」では機械学習により抽出精度を向上させた被写体抽出技術を用い，これまでできなかった背景に変化があるシーンにおいても頑健な被写体抽出を実現，舞台大詰のシーンにおける中村獅童丈と初音ミクの立回りを演出しました（**写真8**）．

このように，分身の術は超歌舞伎ではおなじみの演出として年々進化させ，毎年新たな観劇体験を実現してきました．

■「両面透過型多層空中像表示装置」による新たな演出の実現

「今昔饗宴千本桜」ではスマートフォ

写真7　京結夢現連獅子

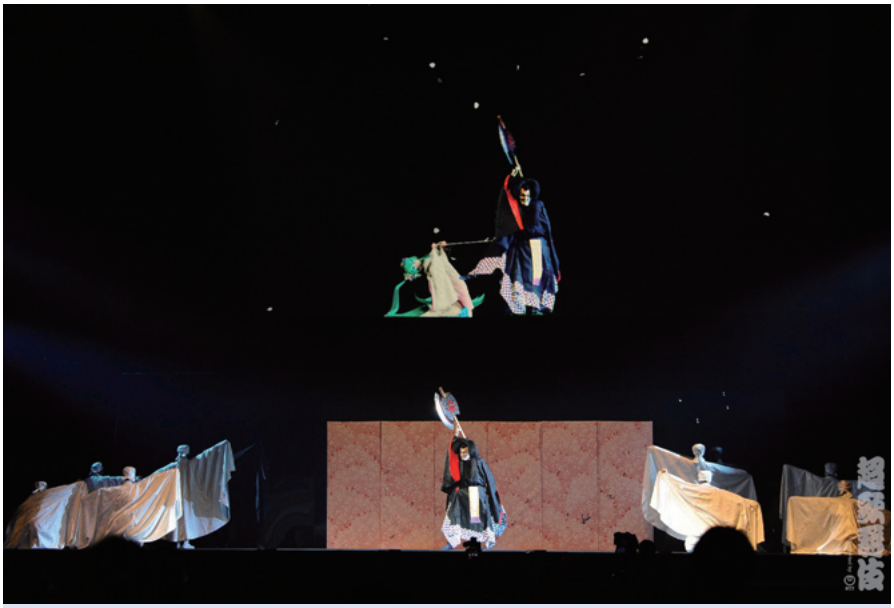


写真8　被写体抽出技術による「分身の術」

ンと組み合わせて手軽に3D映像を視聴できるデバイス「Kirari! for Mobile（多層空中像表示技術）」の箱型ペーパークラフトを用いて，箱の中に浮かび上がる初音ミクを掌で鑑賞しながら超歌舞伎の余韻を味わう体験を実現しました．

2018年にはこの多層空中像表示技術を拡張し，複数の表示装置に対して光路長を制御することで3層の空中像を正面と背面から同時に視聴できる「両面透過型多層空中像表示装置」を開発しました．「積思花顔鏡−祝春超歌舞伎賑−」では本技術を用いて山車に初音ミクが乗って登場，背景も多層に表現し，ステージ上を練り歩くという，これまで実現できなかった新たな演出を実現しました（**写真9**）．

これら以外にも，「バーチャルスピーカ技術」「波面合成音響技術」といった音響技術により，存在感の高い，迫力ある音響演出を実現してきました．

これらの取り組みを通じて，観客・視聴者からはNTTに対して大向こうで「電話屋」という掛け声をいただくようにもなり，NTTとしても若い顧客層に対する存在感を高めることに成功しています．

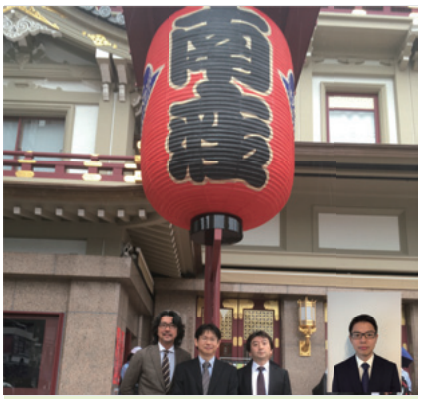
歌舞伎×ICTによる商用公演の展開

これまでに述べてきた7つの取り組みを通じて，歌舞伎×ICTの可能性について実績を積んできましたが，NTTと松竹では，その取り組みをさらに進めて，実際の歌舞伎公演等におけるICTの活用を深化させることで，集客力を高め，事業性の向上を図り，新たなエンタテインメントビジネスの実現をめざしていくこととしました．

京都四條南座が2018年11月に新開場することをとらえ，2019〜2021年の3年間，ICTを活用した歌舞伎等のNTT・松竹による共同公演を南座から実施し，順次拡大を図っていきます．その第1弾として，2019年8月にドワンゴとともに「超歌舞伎公演」を実施する予定です．

この取り組みを通じて，歌舞伎×ICTが新たなジャンルとして立ち上がり，歌舞伎およびその他のエンタテインメントとICTとの融合によるビジネス拡大につなげていくとともに，NTTグループ各社を通じたB2B2Xモデルの展開をめざします．加えて，ここで得られた知見を，間近に迫った2020年に向けたエンタテインメント全体の取り組みにも反映していきます．

写真9　両面透過型多層空中像表示装置



（左から）木下 真吾/ 薄井 宗一郎/ 南 憲一/ 木村 和正

今後も歌舞伎とICTのコラボレーションによる新たな鑑賞体験の実現をめざしていきます．来夏の京都四條南座での「超歌舞伎公演」にぜひご期待ください．

◆問い合わせ先
NTT研究企画部門
プロデュース担当
TEL　03-6838-5382
E-mail　kabuki-ict-ml@hco.ntt.co.jp

近鉄・NTTグループ共同で新たな駅の案内サービスに挑戦——「奈良ガイドボット」の実証実験を実施！

ふじい ひでお†1 いとう たかし†1 きたがわ まゆか †1
藤井 秀夫 /伊東 剛志 /北側 真由佳
みぞぐち ゆうと†1 はせば たかゆき†2 しまだ ゆりこ †2
溝口 雄斗 /長谷場 隆之 /島田 有理子
なかむら たいじ†3 むらやま たくや†3 ふかだ さとし†4
中村 泰治 /村山 卓弥 /深田 聡

近畿日本鉄道株式会社 †1
NTT西日本 †2
NTTサービスエボリューション研究所 †3
NTT研究企画部門 †4

近畿日本鉄道株式会社（近鉄）は，奈良や伊勢志摩エリア等沿線に多くの観光地を有しており，外国人観光客が急増しています．本稿では，近鉄奈良駅で実施した，NTTのマルチモーダル・エージェントAI（人工知能）を用いた外国人観光客向け観光案内サービス「奈良ガイドボット」の実証実験について紹介します．

訪日外国人の急増

2017年の訪日外国人数は2869万人となり，５年連続で過去最高を更新しています．

日本政府観光局（JNTO）は2018年７月18日に2018年上半期（１～６月）の訪日外国人数（推計値）が，前年同期比15.6％増の1589万9000人で，６年連続過去最高であることを発表しています(1)．前年より１カ月早く，史上最速で1500万人の大台を突破しました．

関西の各府県も過去最高を更新しており，2017年の奈良県の外国人訪問客数（推計）は209万人と，2015年に初めて100万人を突破してからわずか２年で倍増しています．

シームレス案内

近畿日本鉄道株式会社（近鉄）では，このように急増している外国人観光客も含めたすべてのお客さまに対して「シームレス案内」の構築に取り組んでいます（**図１**）．

図１　シームレス案内サービスのイメージ

シームレス案内とは近鉄がめざす，年齢・言語を問わず，すべてのお客さまに鉄道サービスを円滑にご利用いただくためのご案内サービスの総称です．

「お客さまが目的地までスムーズに，シームレスに移動いただく」という意味と，「年齢・言語に依存せずすべてのお客さまにご利用いただける」という2つのシームレスへの想いを込めています．

全世界的に年代を超えてスマートフォンやタブレットなどのスマートデバイスの利用は増えており，スマートデバイスを活用してさまざまなサービス実現をめざします．

近鉄奈良駅の状況

近鉄奈良駅は近鉄線においてもっとも訪日外国人のお客さまにご利用いただいている駅です．

現在，訪日外国人向けのご案内のために，多言語対応が可能なコンシェルジュスタッフを配置し，対応しています．

駅係員やコンシェルジュに寄せられるお客さまからの問合せは，おおむねパターン化されているものの，お客さまの増加により問合せ件数は増え続けているのが現状です．観光で近鉄線をご利用いただくお客さまの動向を調査・観察していると，海外，国内のお客さまに関係なく，多くのお客さまがご自身の持つスマートフォンで調べたり，写真で記録したり，ご自身で解決されようとしたり，またスマートフォンの画面を指し示して，駅係員にお問い合わせいただくケースも多く見られました．

実証サービスの検討

NTT西日本は，近鉄，NTTとともに，以下の流れにより実証サービスの検討を行いました．

① 近鉄奈良駅の外国人デスク・コンシェルジュへのヒアリング
② 訪日外国人の行動観察
③ 問合せ内容の分析

その結果，訪日観光客の増加でコンシェルジュ機能の必要性は今後も増えていくと予想されることから，駅に到着してから観光地までの行動パターンにおける課題を解決するサービスの提供を検討しました（**図2**）．

マルチモーダル・エージェントAIと実証サービス

世の中にはすでにさまざまなAI（人工知能）サービスがありますが，入力手段が単一（テキストのみ，画像のみ，音声のみ）のものがほとんどです．そのため1つのAIサービスでお困りごとを解決できなかった場合，他のAIサービスを起動したり，切り替えたりと，利用者の手間を取らせるものでした．

「マルチモーダル・エージェントAI」は，NTTのcorevo®技術等を活用した複数のコミュニケーションモードを持つエージェントAIであり，特定のAIが回答できない場合は他のAIに引き継ぐことで，利用される方の操作の手間を減らしつつ，迅速に有益な情報を提供することが可能です．利用者からの質問に対して，特定のAIが対応できない場合には，他のAIに引き継ぐことで，タイムリーな情報提供を実現します．

今回は実証サービスの検討結果を基に，テキスト形式の質問と画像形式の質問によるチャットボットを実証サービスシステム「奈良ガイドボット」として開発しました．マルチモーダル・エージェントAIにより，外国人観光客がテキストでの質問が難しい場合には，カメラインタフェースのAIに引き継ぎ，利用者が物体や写真の画像を送ることによる質問を可能にしています（**図3**）．

カメラインタフェースのAIは，かざして案内®を利用しています．かざして案内®は，案内看板や建物，商品などにスマートフォンをかざすことにより，経路案内や観光の詳細情報などをスマートフォンに設定された言語で表示するNTTが開発したサービスです[(2),(3)]．AI技術corevo®の1つである「アングルフリー物体検索技術」[(4)]により，斜めからかざしても遮蔽物があっても，対象物を高精度に認識可能です．

また，チャットボットのベースとなるテキスト言語処理と対話シナリオ処理は，NTTドコモとインターメディアプランニング株式会社が提供する

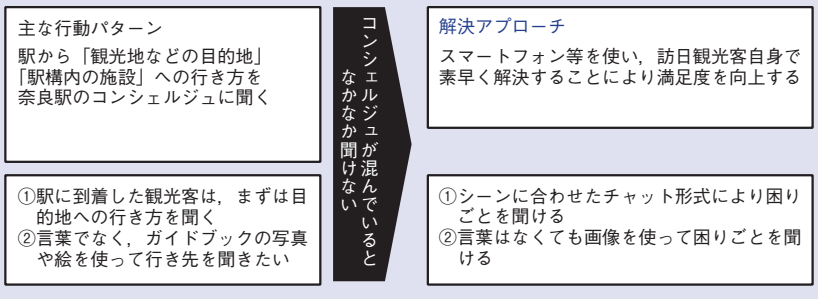


図2　実証サービスの検討

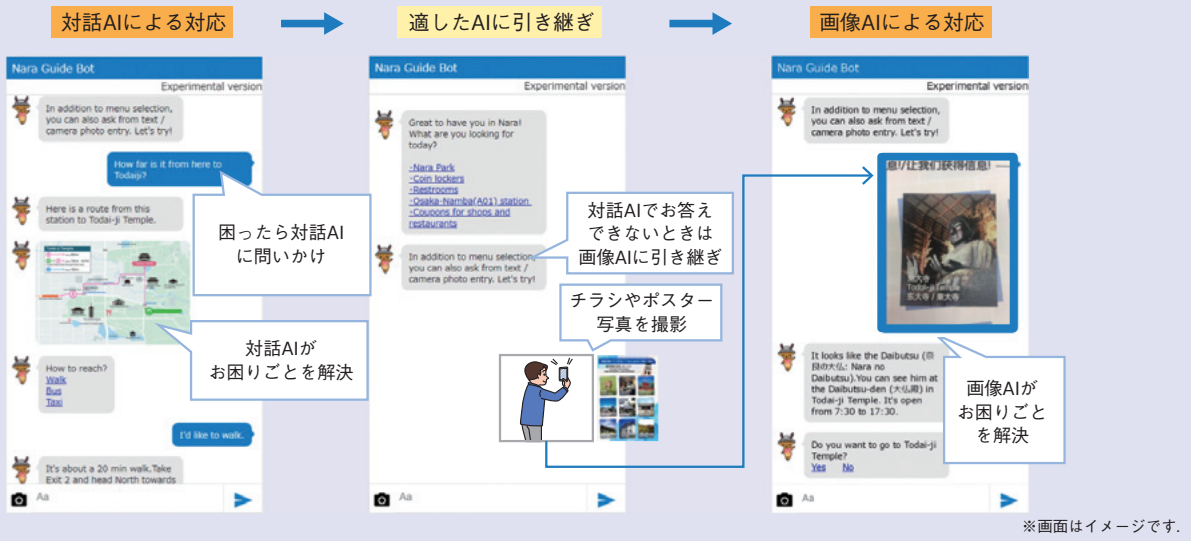


図３　マルチモーダル・エージェントAIのイメージ

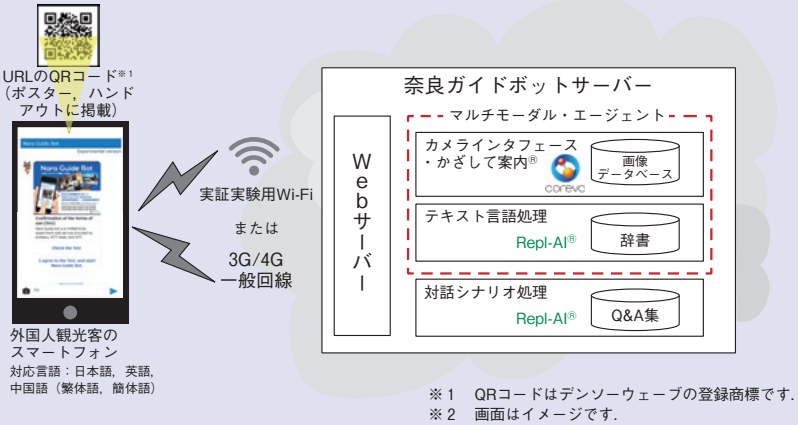


図４　実証サービスシステムの構成

Repl-AI®を基に開発しました（**図４**）.

実証実験概要

実証実験は，以下の期間・場所において，多言語対応のスタッフから簡単な説明を行い，実際の外国人観光客の方にご利用いただき，アンケートによりサービスの使い勝手や利用意向をお伺いしました（**図５，６**）.

・期間：2018年７月27日（金）～2018年８月10日（金）
・場所：近鉄奈良駅　東改札外コンコース

また，東改札外コンコースの一角にポスター，リーフレットを置き，外国人観光客の利用動向を測りました.

実証実験結果

２週間にわたる公開サービス実証において，近鉄奈良駅を利用する多数の旅行客に「奈良ガイドボット」を体験していただきました．そのうち，400人を超える外国人観光客にヒアリングを実施し，以下のようなアンケート結果を得ることができました.

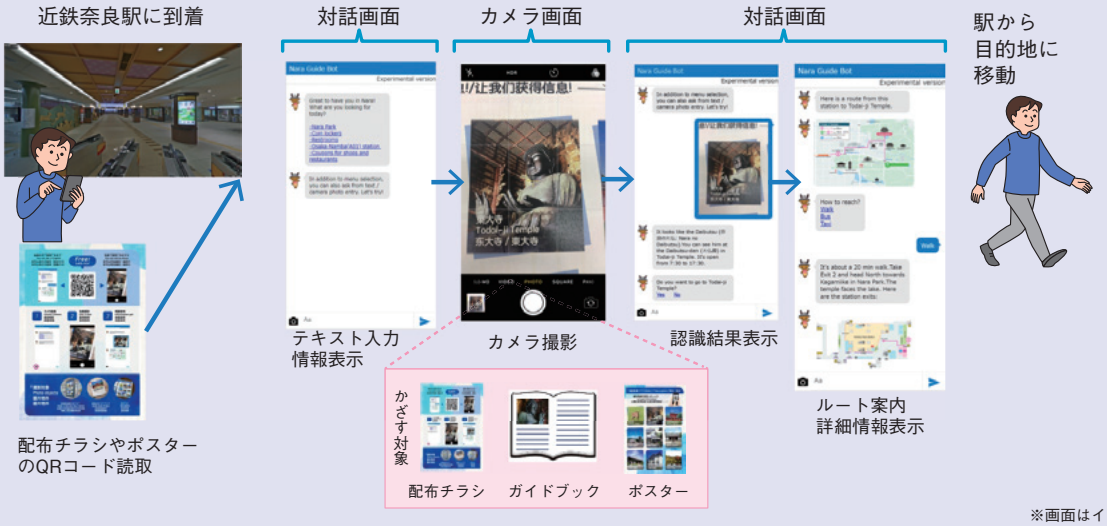
① サービスの使い勝手に関して，９割以上の回答者がこのサービスは簡単に使えると回答しました．理由としてもっとも多いのは「写真から調べられる」であり，「テキスト選択から調べられる」「テキスト入力から調べられる」を大きく上回りました．このことから，物体や写真の画像を送ることによる質問を可能にするマルチモーダル・エージェントAIが外国人観光客に対して有効であることが確認できました.

② 利用意向に関して，９割以上の回答者が今後もこのサービスを使うと回答しており，実証サービスの受容性が確認できました.

③ コンテンツに関して，駅を起点としたルート案内に加えて観光中の現在位置を起点としたルート案内も希望するなど，利用範囲の拡大要望を多数いただきました.

今後の展開

本実証実験を通じて得られた技術



※画面はイメージです.

図 5　実証実験の概要

図 6　実証実験の様子

を，近鉄が推進する「シームレス案内」のプラットフォーム基盤として活用することにより，①言語に依存しない直感的な交通利用案内・観光案内の実施，②駅係員や観光案内コンシェルジュの業務支援，③収集データ分析による満足度の高い観光動線の提案，の3点につなげ，新たな観光案内サービスの実現をめざします.

また，「かざして案内®」「チャットボット」等，AIをはじめとするICTを活用したソリューションの実用化に向けて取り組み，インバウンドや交通業界を取り巻く社会課題の解決に貢献します.

■参考文献

(1) https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/data_info_listing/pdf/180718_monthly.pdf
(2) 久原・山下・木下・手塚・市川・深田："空港の情報ユニバーサルデザイン高度化の共同実験，" NTT技術ジャーナル，Vol.28，No.5，pp.9-12，2016.
(3) Focus on the News："羽田空港の情報ユニバーサルデザインの公開実証実験を開始します――日本の玄関を起点とした世界最高のおもてなしが実証フェーズへ，" NTT技術ジャーナル，Vol.29，No.12，pp.69-71，2017.
(4) Focus on the News："3次元物体をどんな方向から撮影しても高精度に認識・検索し，関連情報を提示する「アングルフリー物体検索技術」を開発――スマホなどを看板や建物にかざすだけで，観光ナビゲーションサービスを実現，" NTT技術ジャーナル，Vol.27，No.5，pp.67-68，2015.

（後列左から）島田 有理子/ 中村 泰治/ 村山 卓弥/ 溝口 雄斗/ 北側 真由佳
（前列左から）伊東 剛志/ 藤井 秀夫/ 深田 聡/ 長谷場 隆之

AIをはじめとするICTを活用したソリューションの実用化に向けて取り組み，インバウンドや交通業界を取り巻く社会課題の解決に貢献します.

◆問い合わせ先

NTT研究企画部門
プロデュース担当
E-mail diversity-navi-ml@hco.ntt.co.jp
URL http://www.ntt.co.jp/news2018/1807/180727a.html

医療ICT　電磁干渉　安心・安全

Collaboration Project

携帯電話・スマートフォンの発する電波に関する医療機器への電磁干渉調査

先進技術研究所　井山（いやま） 隆弘（たかひろ）†　大西（おおにし） 輝夫（てるお）

ドコモでは，医療機関における携帯電話・スマートフォン利用の促進に向けて，これら無線通信機器の発する電波が医療機器に与える電磁干渉の調査を行っている．対象の無線システムは，最近のスマートフォンに搭載されている3G/LTE，4G，およびWLANであり，さらには5G候補周波数についても調査を行った．
なお，本調査は金沢大学附属病院（経営企画部・長瀬教授）との共同研究により実施した．

1. まえがき

1990年代の携帯電話の普及期において，端末の電波が周辺の電子機器に電磁干渉を与える可能性があったことから，特に医療機器に与える影響に対する懸念が高まった．そこでそのような影響について，不要電波問題対策協議会（現，電波環境協議会*1）は，第1世代移動通信システム（アナログNTT方式）や第2世代移動通信システム（PDC：Personal Digital Cellular）の携帯電話，PHS（Personal Handy-phone System），アマチュア無線などを対象とした調査を行い，ドコモも主体的に協力し調査方法の開発などを行った［1］．調査結果を踏まえ同協議会は，1997年に「医用電気機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針」を公表した［2］．この指針は，手術室，集中治療室などに携帯電話端末を持ち込まないこと，検査室，診察室，病室，および処置室などにおいては携帯電話端末の電源を切ることなどを推奨しており，医療機関内での携帯電話などの使用を原則禁ずるものであった．さらに，総務省はW-CDMA（Wideband Code Division Multiple Access）を含めた第3世代移動通信システム（3G）の携帯電話端末およびPHS，無線LAN（WLAN：Wireless Local Area Network）端末についての医療機器への電磁干渉調査を行い，2002年に報告書を公表した［3］．調査結果から，上記指針を引続き適用することが妥当であると判断された．そのような状況の中，医療機関における携帯電話などの利用については，マナーなどの観点を含めた総合的な判断の下，各医療機関が独自にルールを定めてきた．

しかしその後，無線通信システムの発展とスマートフォンなどの普及により，医療機関内で医療従事者のみならず患者による利用の要求が高まってきて

©2018 NTT DOCOMO, INC.
本誌掲載記事の無断転載を禁じます．

† 現在，ネットワーク部

*1 電波環境協議会：産学官で連携して，電磁干渉などの課題に取り組む協議会．

いた．そこで本共同研究では，医療機器への電磁干渉のリスクを把握・分析することを目的として，その時々の最新の状況を踏まえた電磁干渉調査を行ってきた．具体的には，2011年に3G，その高速パケット規格であるHSPA（High Speed Packet Access），およびFDD（Frequency Division Duplex）*2方式による第3.9世代移動通信システム（LTE：Long Term Evolution）の電波について，医療機器の電磁干渉調査を行い，2016～2017年にかけて，WLAN，第4世代移動通信システム（4G）すなわちLTE-Advancedとして3.5GHz帯を使用したTDD（Time Division Duplex）*3方式によるLTE，および第5世代移動通信システム（5G）の候補周波数について，同様の調査を行った．本稿では，これら調査の概要とその結果について解説する．

なお，本調査は金沢大学附属病院（経営企画部・長瀬啓介教授）との共同研究により実施した．各種医療機器の動作設定，電磁障害の判断，およびその程度の判定については，同病院にて医療機器の操作，保守・点検などを担当している臨床工学技士の方々にご協力をいただいた．

2. 調査概要

本調査の概要について以下に解説する．外部動向や各種関連規格の詳細については，文献［4］を参照されたい．

2.1 電波の主な諸元

調査を行った無線システムおよび電波の主な諸元を**表1**に示す．3G/FDD-LTEおよびTD-LTEでは，ドコモの割当周波数帯域のおおむね中心となるチャネルに対して実際の運用状況に即した変調を掛けた信号を用いた．WLANでは，各利用周波数帯域のおおむね中心となるチャネルを選択して変調信号を，5G候補周波数では各帯域の中心周波数で無変調信号を，それぞれ用いた．最大送信電力は，各無線システムの技術基準を参照した．また，過去の調査結果から，医療機器は1分間に60回程度ONとOFFを繰り返す断続モード時（**図1**(a)参照）の電波に対して電磁干渉を生じやすいことが分かっているため，これを再現した信号とした．電波を放射するアンテナには，一般的に携帯電話・スマートフォンに内蔵されているものよりも効率が良く干渉が発生しやすい半波長ダイポールアンテナ*4，またはホーンアンテナ*5を用いた．干渉が発生した場合やこれらのアンテナを用いることが難しい場合には，当該無線システムに対応した携帯電話・スマートフォンの実機を併用した．

2.2 調査場所

本調査では，電波が外部に漏れないようにする必要があるため，金沢大学附属病院のシールドルーム内，あるいは病院内の一室に構築したシールドテント内で行うこととした．

2.3 調査手順

医療機器の電磁干渉が最も生じやすい条件，すなわち，

・断続モード

表1　調査を行った無線システムおよび電波の主な諸元

無線システム	3G/FDD-LTE	TD-LTE	WLAN（IEEE 802.11a，11g）	5G（候補周波数）
周波数	800MHz帯，1.5GHz帯，1.7GHz帯，2GHz帯	3.5GHz帯	2.4GHz帯，5.2GHz帯，5.6GHz帯	3.7GHz帯，4.5GHz帯，28GHz帯
アンテナ	半波長ダイポール／端末実機			半波長ダイポール／ホーン

*2　FDD：上りリンクと下りリンクで，異なるキャリア周波数，周波数帯域を用いて信号伝送を行う方式．
*3　TDD：上りリンクと下りリンクで同じ周波数を用い，時間スロットで分割して信号伝送を行う方式．
*4　半波長ダイポールアンテナ：アンテナの中でもっとも基本的なアンテナ．ケーブル（給電点）の先に，波長の1/4の長さの2本の直線状の導線（エレメント）をつけたアンテナである．
*5　ホーンアンテナ：角錐・円錐の形状を持ち，特定の方向へ強い電波を放射するアンテナ．

・最大送信電力
・アンテナを医療機器に密着

の各条件において，医療機器の各面について波源をくまなく走査し，また波源の向きを変えながら，調査を行った．これを基本調査と呼ぶ．医療機器にセンサやケーブル類が接続されている場合には，それらに対しても調査を行った．電磁干渉が発生した場合には，

・断続モードから連続モード（図1(b)参照）への切替え
・最大送信電力のままアンテナを医療機器から離す
・アンテナを医療機器に密着させたまま電力を下げる

といった追加調査を行った．干渉が発生した場合やこれらのアンテナを用いることが難しい場合には，アンテナを端末実機に置き換えて調査を行った．調査のイメージと実際の様子を**図2**および**写真1**にそれぞれ示す．

2.4 電磁干渉の分類

電磁干渉が確認された場合，干渉の判断に，実際の診療に及ぼす影響の程度を表す指標として2002年に総務省が公表した報告書［3］に記載のカテゴリ分類を用いた．カテゴリは，医療機器の障害状態の物理的分類と診療障害状態から，**表2**に従って決定される．カテゴリの数字が大きいほど，診療への影響が大きいことを示す．

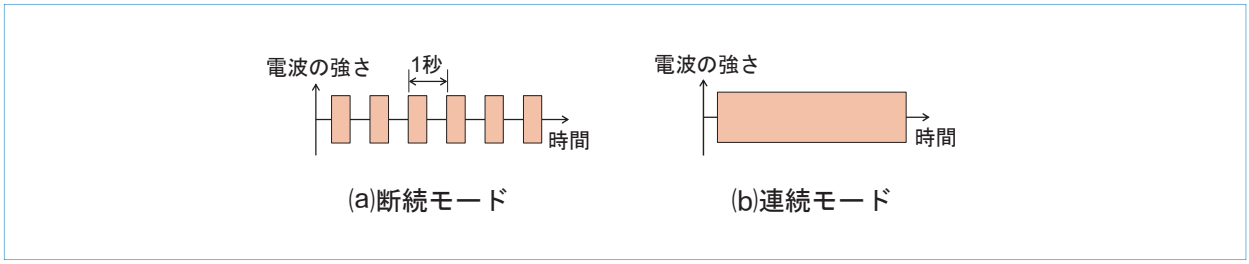


図1　送信モード

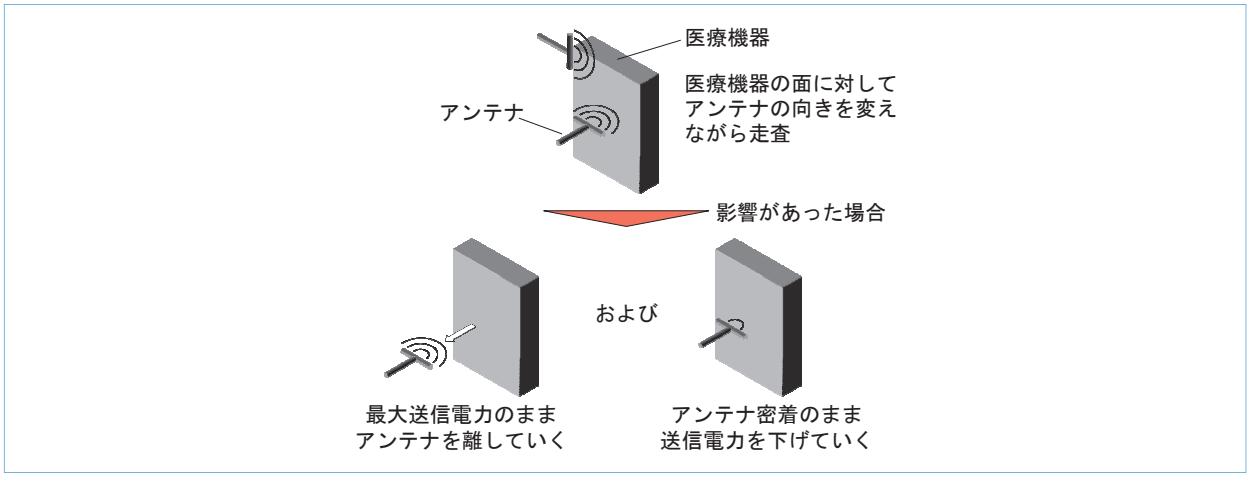
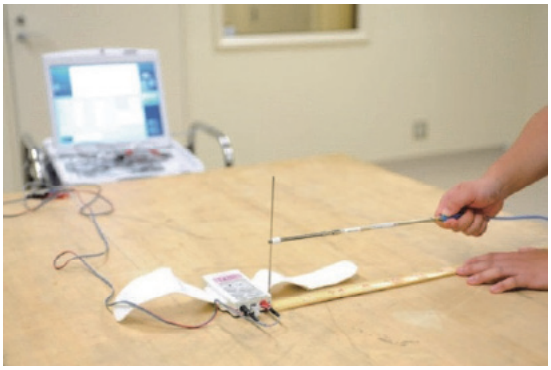


図2　調査のイメージ



半波長ダイポールアンテナを用いた調査風景

ホーンアンテナを用いた調査風景

写真1　調査の様子

表2　医療機器障害の分類

機器障害の物理的状態 / 診療障害の状態	正　常	可逆的※1	不可逆的※2（正常復帰には以下が必要）	
			機器の操作	機器の修理
障害なし（正常）	1	–	–	–
診療擾乱状態※3	–	2	3	4
誤診療状態※4	–	3	4	5
病態悪化状態※5	–	4	5	6
致命的状態※6	–	6	7	8
破局的状態※7	–	8	9	10

医療機器障害状態の物理的分類

※1　可逆的状態	医用機器における何らかの障害が，その原因となる携帯電話を離せば（あるいは医用機器を遠ざければ），医用機器が正常状態に復帰する状態.
※2　不可逆的状態	医用機器における何らかの障害が，その原因となる携帯電話を離しても（あるいは医用機器を遠ざけても），その障害が消失せず，何らかの人的操作あるいは技術的手段を施さなければ，正常動作状態に復帰し得ない状態.

診療障害状態の分類

※3　診療擾乱状態	医用機器本来の診療目的は維持されているが，診療が円滑に行えない状態（微小な雑音混入や基線の動揺，不快音の発生，文字ブレなど）.
※4　誤診療状態	医用機器の誤動作状態が誤診を招いたり，誤治療が遂行されている状態，適正な診療状態ではないが，患者に致命的障害を及ぼさない状態（無視できない雑音混入や基線の動揺，表示値の異常，アラームの発生による停止など）.
※5　病態悪化状態	医用機器の誤動作状態により，誤治療が遂行されている状態，すぐに対応しないと病態が悪化する可能性がある状態（設定値の大きな変化，生命維持管理装置の停止，アラームの発生がない停止など）.
※6　致命的状態	医用機器の誤動作状態により，誤治療が遂行されている状態，すぐに対応しないと致命的になる状態.
※7　破局的状態	医用機器の破壊などによる動作不能状態により，患者が死亡したり周囲のスタッフが重篤な障害となる状態.

2.5 調査した医療機器

2011年度に実施した3G/FDD-LTEに関する電磁干渉調査では，医療機器の種類を絞らず網羅的に，医療施設内の手術室，集中治療室，および検査室で利用される電気メス，輸液ポンプ，人工呼吸器，超音波エコーなど53台の医療機器に対して電磁干渉調査を行った．その後の2016～2017年度の調査では，WLAN，TD-LTE，および5G候補周波数について，2011年度の調査結果を踏まえ電磁干渉が発生しやすいと考えられる医療機器を中心として，WLANについて44台，TD-LTEについて23台，および5G候補周波数について23台の医療機器に対してそれぞれ電磁干渉の調査を行った．

3. 調査結果

前述の医療機器の電磁干渉が最も生じやすい条件における無線システムごとの最大影響発生距離・最大カテゴリの一覧および周波数帯ごとの最大影響発生距離をそれぞれ**表3**および**図3**に示す．また，無線システムあるいは周波数ごとの調査結果を以下に解説する．

3.1 3G/FDD-LTE

網羅的に選択した医療機器のうちおおむね4割で何らかの電磁干渉の発生が確認された．最大影響発生距離は80cm，最大カテゴリは4であった．比較的電磁干渉の発生しやすい医療機器は，体外式心臓ペースメーカ，心電計，神経刺激装置，輸液ポンプ，

表3　調査結果の一覧

調査時期	無線システム／周波数帯	医療機器の数	最大影響発生距離	最大カテゴリ
2011年	3G/FDD-LTE	53	80cm	4
2016年	WLAN	44	28cm	5
2017年	TD-LTE	23	45cm	4
	5G（候補周波数帯）	23	40cm ※28.5GHzは干渉なし	4

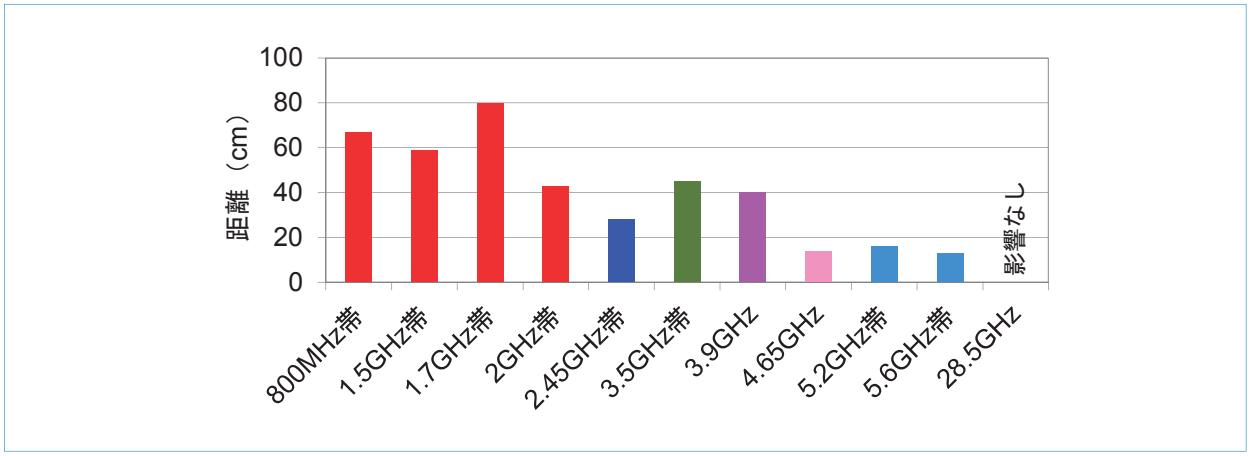


図3　周波数帯ごとの最大影響発生距離

＊6　PAPR：ピークの大きさを示す指標であり，平均信号電力に対するピーク信号の電力の比を指す．

人工呼吸器などであった．また，電磁干渉は電波のPAPR（Peak-to-Average Power Ratio）*6や変調の仕方には依存せず，主に放射電力に依存することを確認した［5］．本測定データは，電波環境協議会が2014年に発表した「医療機関における携帯電話等の使用に関する報告書」［6］にも反映されている．また，同協議会は，過去および最新の調査結果を踏まえて，医療機関が適切なルールを作成することで携帯電話などの利用が可能であり離隔距離1mを目安とすることができるとする「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針」［7］を発表している．

3.2 WLAN（802.11a/g）および3.5GHz帯TD-LTE（LTE-Advanced）

比較的電磁干渉の発生しやすいものを中心に選択した医療機器のうちおおむね4割で何らかの電磁干渉の発生が確認された．WLANおよびTD-LTEについて，最大影響発生距離は28cmおよび45cm，最大カテゴリは5および4であった．ただし，WLANのうち，端末実機でも電磁干渉が発生した医療機器は1台だけであり，実際のWLAN製品で電磁干渉が発生する可能性は非常に小さいものと考えらえる．

3.3 5G候補周波数

比較的電磁干渉の発生しやすいものを中心に選択した医療機器のうち，3.7GHz帯および4.5GHz帯ではおおむね2割で何らかの電磁干渉の発生が確認された．最大影響発生距離はそれぞれ40cmおよび14cm，最大カテゴリは共に4であった．28GHz帯については，電磁干渉の発生がなかった．

4. あとがき

本稿では，携帯電話・スマートフォンの発する電波に関する医療機器への電磁干渉調査について解説した．本調査の結果は，電波環境協議会の指針策定およびその有効性の裏付けに寄与しており，長らく携帯電話の使用が原則禁止されていた医療機関においてこれを緩和し携帯電話・スマートフォンの使用を可能とするための礎となっている［6］．5Gを含めたその他の無線システムについても調査を進めており，今後，医療機関内で携帯電話・スマートフォンの安心・安全な利用を可能とすることで，医療分野の課題をICTで解決する世界の実現に寄与していく．

文　献

［1］ 野島，ほか：“移動通信におけるEMC，”本誌，Vol.5, No.4，pp.6-14，Jan. 1998.

［2］ 不要電波問題対策協議会（現，電波環境協議会）：“医用電気機器への電波の影響を防止するための携帯電話端末等の使用に関する指針，”1997年.

［3］ 総務省：“電波の医用機器等への影響に関する調査研究報告書，”Mar. 2002年.

［4］ S. Ishihara, J. Higashiyama, T. Onishi, Y. Tarusawa and K. Nagase: “Electromagnetic Interference with Medical Devices from Third Generation Mobile Phone Including LTE,” EMC'14/Tokyo, 14P1-H6, May, 2014.

［5］ K. Nagase, S. Ishihara, J. Higashiyama, T. Onishi and Y. Tarusawa: “Electromagnetic interference with medical devices from mobile phones using high-speed radio access technologies,” IEICE ComEX, Vol.1, No.6, pp.222-227, 2012.

［6］ 電波環境協議会：“医療機関における携帯電話等の使用に関する報告書，”Aug. 2014.

［7］ 電波環境協議会：“医療機関における携帯電話等の使用に関する指針―医療機関でのより安心・安全な無線通信機器の活用のために―，”Aug. 2014.

本記事は，NTT DOCOMOおよびグループ会社の研究開発成果などを紹介する技術広報誌「NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル」より転載いたしました．記事に関するお問い合わせは下記にお願いします．

◆問い合わせ先
NTTドコモ　R&D戦略部
TEL　03-5156-1749　　E-mail　dtj＠nttdocomo.com
URL　https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/rd/technical_journal/

万引き対策を目的としたNTT東日本のAIカメラ用プラットフォームサービス「AIガードマン」の提供

NTT東日本のネットワーク基盤と，サポートサービスを組み合わせたAIカメラ用プラットフォームサービス「AIガードマン」の提供が始まりました．本サービスはアースアイズ株式会社が開発した行動検知AIを搭載したカメラ（AIカメラ）を対象とし，パターンファイルの更新・提供により効率的な万引き対策を支援します．

背　景

万引き被害は小売業界の大きな経営課題となっています．万引きは財務面で経営を圧迫するだけでなく，万引きを防止するための人員の配置など，店舗の業務負荷を増やす一因でもあります．**図1**〔警視庁ホームページ「万引き被疑者等に関する実態調査分析報告書（平成27年度調査）」[(1)]から一部抜粋〕によると，万引きをあきらめる要因として回答者のうち約65.6%が「店員による声がけ」を挙げていますが，人手不足や店舗の大型化によって効率的に声がけをするのは難しくなっています．このような背景から，このたびAI（人工知能）を活用した「声がけ」によって万引き抑止を支援する「AIガードマン」を開発・提供することになりました．

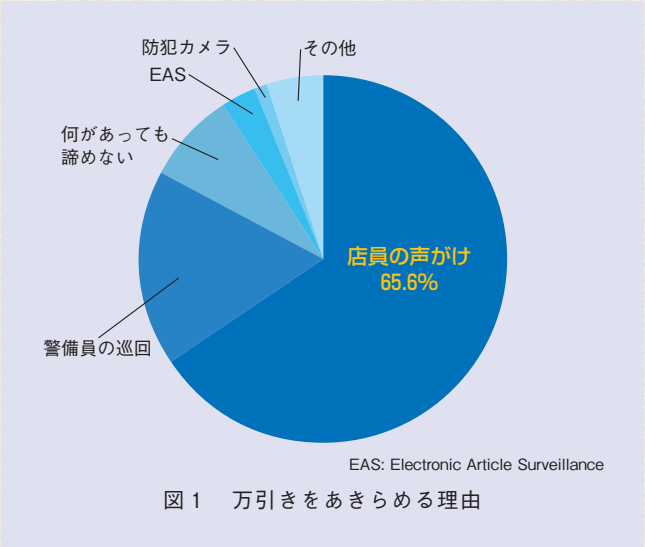


図1　万引きをあきらめる理由

AIガードマン

AIガードマン（**図2**）は，AIクラウドより不審行動をパターン化したファイルを取得したAIカメラが来店者の不審行動を検知*1すると，検知情報（カメラ設置場所，検知日時，対象者の静止画）および検知前後の動画をAIクラウドに送信します．

AIクラウドは店員が持つスマートフォン（専用アプリ）に検知情報を通知し，通知を受けた店員が不審者に効率的に声がけできるように支援するのが本サービスの特長です．さらに，声がけの実施状況を定期レポートするなどのサポートにより，万引き対策をお手伝いします．

「AIガードマン」およびAIカメラのシステム・サービスの詳細

■AIカメラの映像解析・不審行動検知

「そわそわ，うろうろ」などの不審行動を事前にパターン化し，そのパターンファイルを基にAIカメラが自律的に映像を解析し，万引きが疑われる不審行動を検知*1します（**図3**）．また，このAIカメラは検知範囲を広くするため広角，長延なカメラおよびWi-Fiインタフェースを用いていることから台数および配線を少なくすることが可能となっています．

■専用アプリへの通知と動画保存

パターンファイルを基にAIカメラが不審行動を検知*1すると，検知情報がAIクラウドを介し店員のスマートフォン（専用アプリ）へ通知されます．専用アプリでは店員による登録に基づき，「声がけ」完了，未完了の管理ができるようになっており，この対応状況もAIクラウドと同期し

*1　商品を探している来店客や品出し中の店舗スタッフなどの行動を不審行動として検知する場合があります．

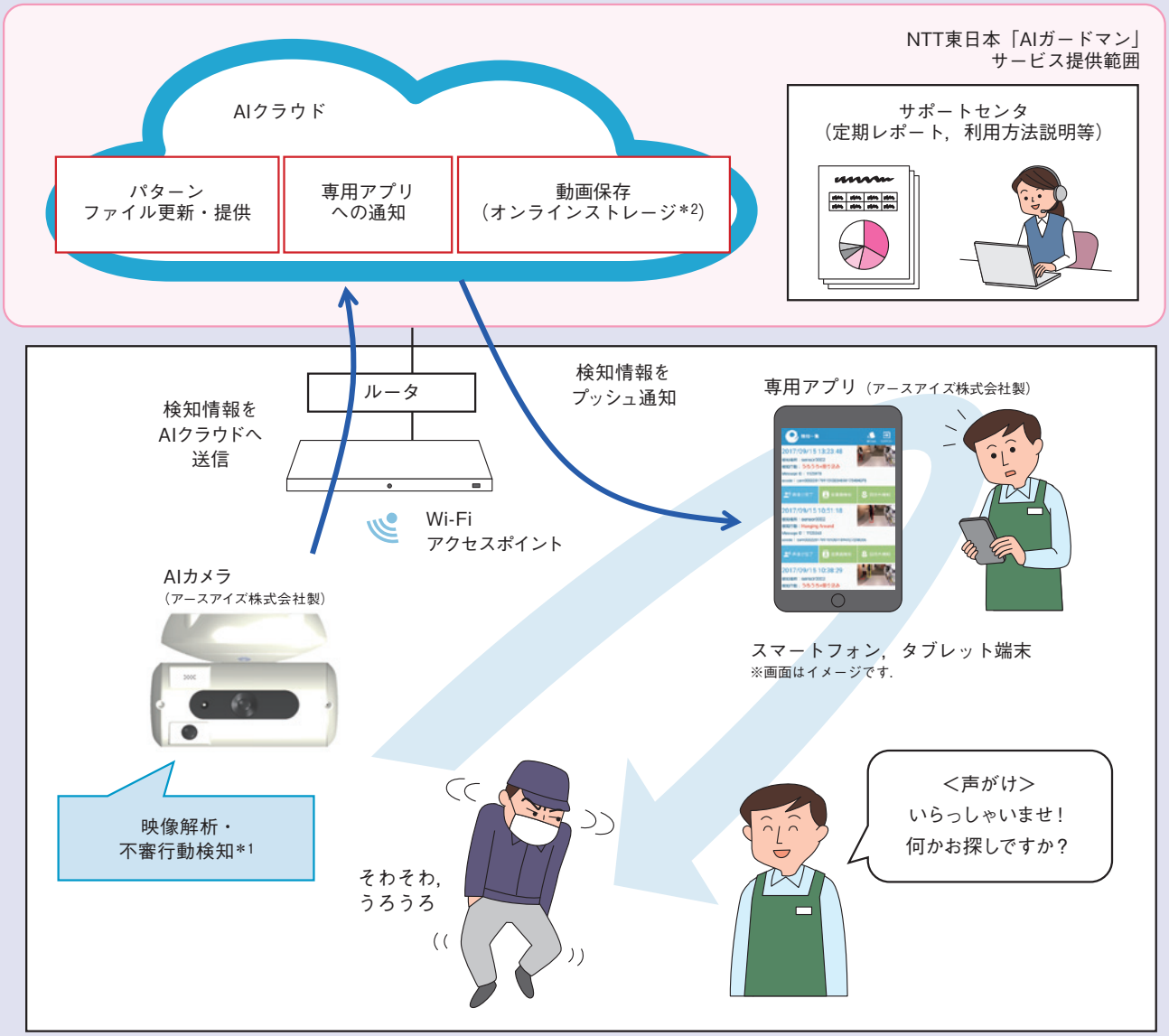


図２　「AIガードマン」およびAIカメラのシステム・サービスイメージ

ます．

また，不審行動を検知*1した場合，検知前後の動画がAIクラウド内のオンラインストレージ*2に保存されるため，店舗にサーバやレコーダを設置する必要がありません．

■パターンファイル更新・提供

不審行動を検知するために必要なパターンファイルは，協業パートナーであるアースアイズ株式会社が保有する膨大な消費者行動データを基に作成されています．新たな万引きの手口が出現したり顧客層の変化により不審行動が変化したりした場合には，AIクラウドのパターンファイルが

*2　オンラインストレージは契約プランにより容量が異なります．また選択したプランの保存容量の上限値に達した場合は，所定の保存期間内であっても保存日時が古い動画から削除されます．

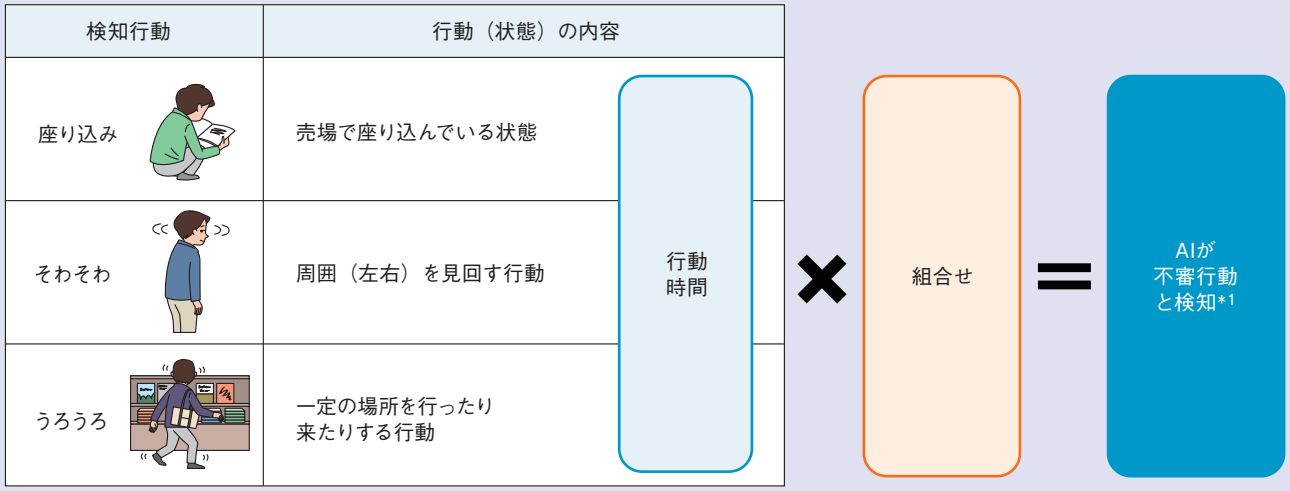


図３　不審行動検知のメカニズム（例）

更新されていきます．

■サポートセンタ

万引きされにくい店舗づくりには，通知を受けて店舗スタッフが対象者に「お声がけ」するという運用を定着させることが重要です．

そのため，サポートセンタでは検知数や店員による声がけの実施状況（専用アプリで声がけ完了登録した数など）を定期的にお知らせします．効果を見える化することで，声がけの継続的な取り組みに活用していただけます．また，店舗からのご利用方法の問合せや検知感度の変更などのお申し込みはサポートセンタで対応します．

おわりに

小売業界のお客さまにとって万引き対策は重要な課題です．この重要課題に対して，AIで不審行動を検知し，お客さまの業務を支援する技術・サービスを開発しました．今後も，NTT東日本ではお客さまの経営課題の解決をサポートし，本サービスを発展させていきます．

■参考文献

(1) http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kurashi/drug/manbiki/mizenboushi.html

◆問い合わせ先

NTT東日本
ビジネス開発本部第二部門　市場開拓担当
TEL　03-5359-9490
FAX　03-5359-1291
E-mail　market-dev-all@east.ntt.co.jp

※　「AIガードマン」は，アースアイズ株式会社が保有する登録商標です．
※　ご利用にはインターネット接続環境，Wi-Fi接続環境，対応するAIカメラ（アースアイズ株式会社製）および専用アプリが別途必要です．なお，専用アプリのご利用にはアースアイズ株式会社との契約が必要です．
※　本サービスは万引き防止の完全性を保証するものではなく，本サービスのご利用により生じるご契約者さまの被害およびご契約者さまが第三者に与えた損害について，NTT東日本では一切の責任を負いかねます．

K18-0783[1811-1901]

5Gモバイルネットワーク実現に向けた高精度時刻・周波数同期技術の標準化動向

新井　薫（あらい　かおる）/村上　誠（むらかみ　まこと）
NTTネットワークサービスシステム研究所

近年，将来の5Gモバイルネットワークを実現するための重要技術の1つとして，高精度時刻・周波数同期技術が世界的に注目されており，ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector）SG（Study Group）15を中心に標準化活動が活発化しています．ここでは，5Gにおける時刻・周波数同期技術の位置付けと同期網アーキテクチャや同期精度等の技術要件に関する標準化動向について紹介します．

モバイルにおける時刻同期技術の位置付け

同期技術は，主に周波数同期と位相・時刻同期に分類されます．システム間の時計のクロック周波数が一致していることを周波数同期といい，さらに時計間のタイミングが一致していることを位相同期といいます．特にそのタイミングがUTC（Coordinated Universal Time：協定世界時）*1に同期している場合を時刻同期と定義しています．現在，通信サービスにおいて時刻同期技術は，LTEにおける時分割多重通信に利用されており，UTCと携帯基地局間で一定の時刻同期を実現することで，基地局における周波数帯域の利用効率向上に寄与しています．

5G時代には，トラフィックの増加によるさらなる帯域利用の効率化やエンドアプリケーションの多様化に伴う通信品質の向上のための高度な通信方式が必要とされており，基地局間の時間的な連携・制御のための高精度な時刻同期が求められています．例えば，複数の基地局を利用して通信するデュアルコネクティビティや，多数のキャリア周波数を束ねて1つのチャネルとして利用するキャリアアグリゲーションが代表にあげられます．このようなモバイル技術の標準化と合わせて，それを支える同期技術についても検討が進められています．

高精度時刻・周波数同期を実現する技術

ネットワークを介してパケットに打刻したタイムスタンプ情報を基に時刻同期を実現する技術として，PTP（Precision Time Protocol）があります(1), *2．PTPは，UTCに対してマイクロ秒からナノ秒の精度で時刻同期が可能であるため近年注目が集まっており，将来の5G向けの時刻同期の候補技術として標準化活動が活発化しています．PTPは，GPS（Global Positioning System）に代表されるGNSS（Global Navigation Satellite System）から受信するUTCの情報を時刻の基準とすることが一般的であり，GNSSアンテナの設置場所を起点にネットワークにより時刻情報を配信・同期することが可能です．

また，時刻同期のバックアップとして，シンクロナスイーサネット（Sync-E）(2)に代表される周波数同期も併用されることが一般的です．ネットワークの輻輳等によりPTPパケットが欠落し時刻同期ができない場合には，周波数同期により時刻同期を一定期間維持することが可能です．

時刻・周波数同期技術に関する標準化団体の関係性

PTPを含む周波数・位相/時刻同期技術に関する各標準化団体の関係性を**図1**に示します．ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector）SG（Study Group）15では主にSync-E等の周波数同期技術（ITU-T G.826xシリーズ）に加え，IEEEで産業用途全般向けに標準化されたPTP（IEEE1588-2008）を通信事業者向けに拡張した時刻同期技術（ITU-T G.827xシリーズ）を制定しています．近年では3GPP（3rd Generation Partnership Project）で議論されているモバイル分野の技術動向や要件を把握しつつ，ITU-Tの議論にフィードバックを行っています．また，IEEEで議論されているEthernetベースのモバイルフロントホールのタイミング要件（IEEE802.1 CM Time-Sensitive Network for Fronthaul）のドラフト等も参考にしながら，ITU-Tでは同期装置の標準化を行っています．

*1　UTC：各国の標準機関の時刻基準を基にした国際原子時に対して，うるう秒挿入等により地球自転に基づく世界時との差が常に0.9秒以内になるように管理された時刻．
*2　PTP：専用の時刻同期パケットに打刻したタイムスタンプ情報と往復の遅延情報を基に，マスター（上位装置）に対するスレーブ（下位装置）の時刻ずれを計算し，マスターの時計に時刻同期するプロトコル．

5Gモバイルに向けた時刻・周波数同期要件

2018年2月のITU-T SG15会合において，5Gにおけるトランスポートネットワークの技術レポート（GSTR-TN5G）がコンセントされました．その中に時刻・周波数同期技術に関するネットワークアーキテクチャと精度要件も含まれています．

時刻・周波数同期のネットワーク構成の一例および標準化の議論トピックを**図2**に示します．時刻同期網は，GNSSから時刻を受信する時刻基準装置であるPRTC（Primary Reference Time Clock）とPRTCから時刻情報を受信し，同期・配信するT-BC（Telecom-Boundary Clock）[*3]，T-BCからの時刻をエンドアプリケーションに供給するT-TSC（Telecom-Time Slave Clock）[*4]で構成されます．一方，時刻同期を支える周波数同期網は，周波数基準装置であるPRC（Primary Reference Clock）と，Sync-Eによって周波数を同期・配信するEEC（synchronous Ethernet Equipment Clock）で構成されます．また，同期網マネジメントシステムにより，これら時刻・周波数同期装置の監視・制御が行われます．

時刻同期の主な要件として，時刻同期精度があります(3)．時刻同期の精度はUTCに対する誤差で定義される絶対時刻誤差に加えて，近年では5Gアプリケーションを想定して，基地局間

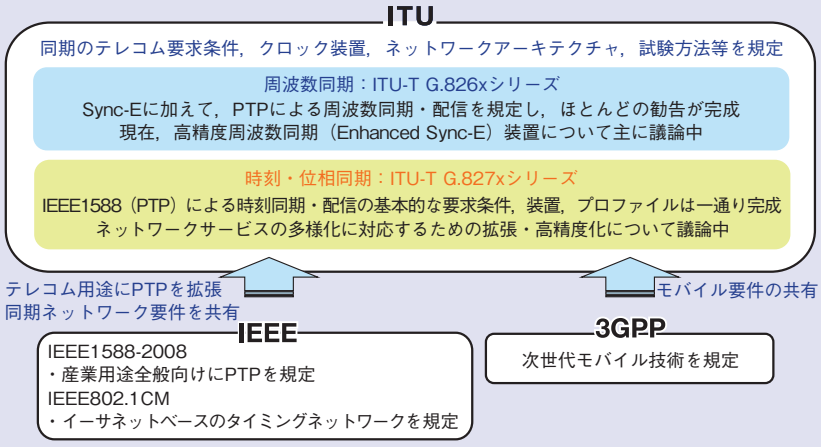


図1　同期技術に関する標準化団体の関係

*3　T-BC：PTPパケットから時刻情報を算出し，時刻同期を実現する装置．時刻ソースからの時刻情報を中継することが可能．
*4　T-TSC：PTPパケットを終端し，エンドアプリケーションに時刻情報を供給する装置．

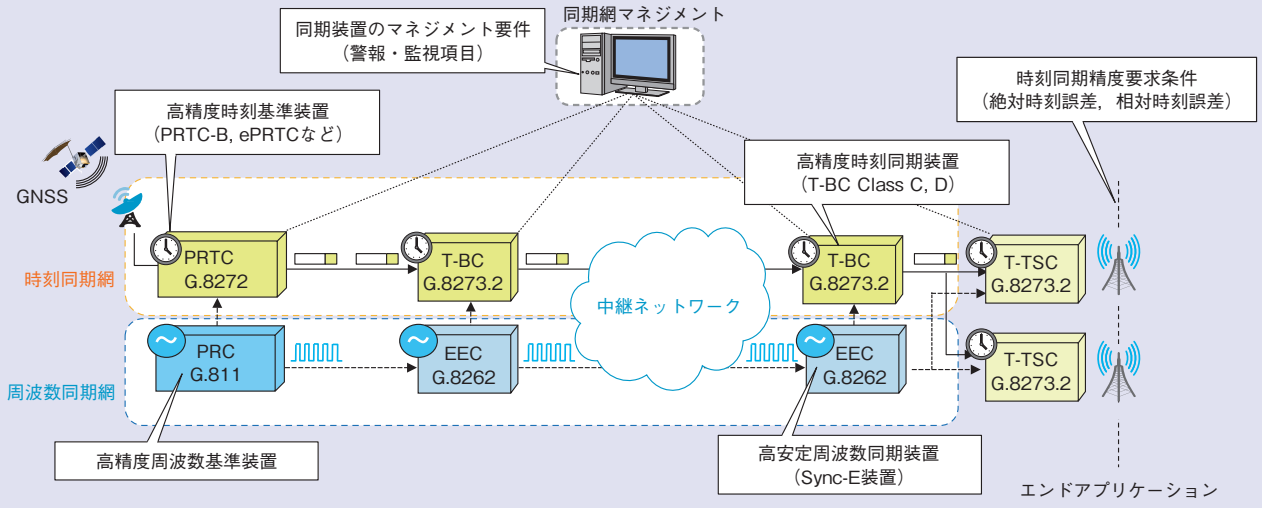


図2　同期ネットワーク構成と主な標準化トピック

の相対時刻誤差も検討対象となっています．3GPPやIEEEで議論されている主なモバイルアプリケーションの時刻同期精度を**表1**に示します．これまでTD-LTE[(4)]の3 μsの絶対時刻同期精度を目標に標準化が進められてきましたが，近年，基地局間の相対時刻誤差として最小で65 nsの高精度な要件・用途も登場してきています．したがって，基地局に時刻情報を提供するための各種同期装置の高精度化や安定運用のための高信頼性，マネジメント機能が要求されています．次にこれらのトピックについて標準化動向を紹介します．

時刻同期装置の高品質化

■時刻基準装置（PRTC）

GNSSから時刻を受信する装置であるPRTCについて，現在，ITU-Tでは**表2**に示すように精度や信頼性のレベルに応じて複数の種別を標準化しています．

UTCに対する最大時刻誤差100 nsを制定しているPRTC-A（G.8272）に対して，高精度なレシーバを搭載し，40 nsに誤差を低減したPRTC-B（G.8272）があります．

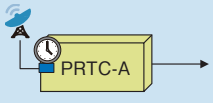
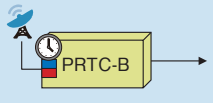
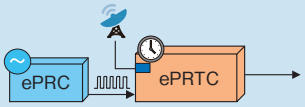
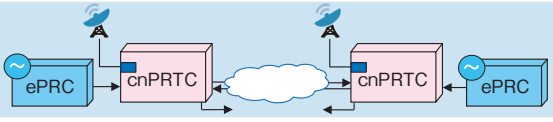
また，GNSS信号が受信できなくなった際，周波数基準装置（PRC）により高精度に時刻同期を維持（ホールドオーバ）する機能を具備したePRTC（enhanced PRTC，G.8272.1）があります．現在，2週間で100 ns以内に時刻同期を維持するホールドオーバ要件が制定されています．さらに最近では，GNSS信号が受信できない場合の影響を最小化するため，ネットワークを利用したソリューションとしてcnPRTC（coherent network PRTC）という装置コンセプトの議論が開始されています．cnPRTCとは，自局で受信したGNSSの時刻情報と隣接装置からの情報を比較・同期して，GNSSの受信異常を検出するとともに誤差の最適化を図る装置です（**図3**）．今後，監視網アーキテクチャや相互比較方式について詳細が議論される予定であり，NTTとしても，将来の同期網の高信頼化・高品質化のために，賛同する海外通信事業者と連携し装置のコンセプト等の提案を行っています．

表1　モバイルアプリケーションと時刻同期精度要件

カテゴリ	アプリケーション	時刻調整誤差
A+	MIMO or TX diversity transmission, at each carrier frequency	65 ns
A	Intra-band contiguous carrier aggregation with or without MIMO or TX diversity	130 ns
B	Intra-band non-contiguous carrier aggregation with or without MIMO or TX diversity, and Inter-band carrier aggregation, with or without MIMO or TX diversity	260 ns
C	TD-LTE	3 μs

出典：IEEE802.1CM Draft2.2 Draft Standard for Local and metropolitan area networks—Time-Sensitive Networking for Fronthaulより作成

表2　PRTCの種別

PRTC種別	性　能	装置構成
PRTC-A（G.8272）	最大時刻誤差：100 ns	
PRTC-B（G.8272）	最大時刻誤差：40 ns 高精度レシーバによる GNSS信号受信の誤差低減	
ePRTC（G.8272.1）	最大時刻誤差：30 ns 周波数基準装置（ePRC）によるGNSS受信不可時の時刻同期維持 （14日間で100 ns以内）	
cnPRTC（G.8275他） 議論中	最大時刻誤差：？ ネットワークを介した相互監視・比較による高信頼化 相互同期による高精度化	

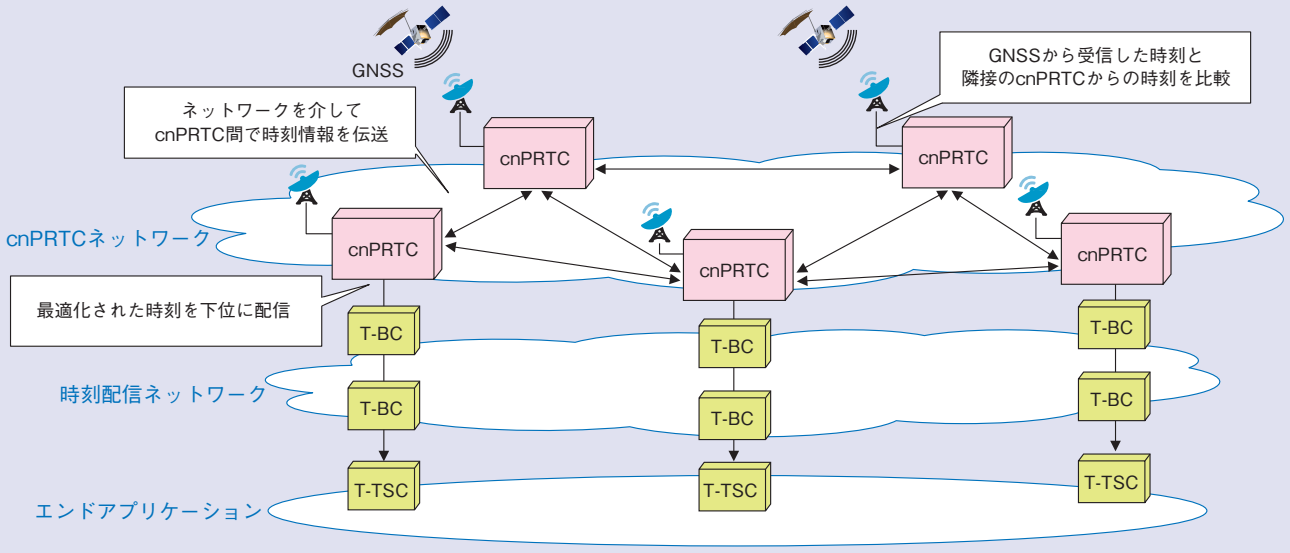


図 3　cnPRTCのコンセプト

表 3　T-BC一装置当りの最大絶対時刻誤差
（2018年 6 月時点）

Class	最大絶対時刻誤差	
A	100 ns	
B	70 ns	
C	20 ns?	議論中
D	10 ns?	

PRTCは時刻同期網内の重要装置であり，特にその基準となるGNSS信号の受信においては環境外乱やアンテナの設置条件によっては所望の品質を担保できない可能性もあるため，安定的なGNSS信号の受信方法についてはITU-T参加者の間でも大きな課題となっています．そこでITU-Tでは，GNSSの基本的なノウハウや誤差要因の一般的な対策についての技術レポート（GNSS-TR）作成に取り組んでおり，今後発行予定です．

■時刻同期装置（T-BC）

次に，PRTCから時刻情報を受け取り配信・同期するT-BC（G.8273.2）についても一装置当りの時刻誤差を低減するための議論がされています．T-BCの性能指標として，ITU-Tでは一装置当りの最大絶対時刻誤差を制定しており，**表 3** に示すように装置の精度クラスによって分類がされています．現在，Class Bまでを制定していますが，5Gの高精度要件に対応するため新たなクラスが必要となっています．2018年 2 月 のITU-T SG15会合において，新たにClass C，Dを制定することが合意されました．特にClass Dは一装置当り10 nsにするような意見も出ており，今後，通信事業者のユースケースと装置の性能の両観点から数値を制定する予定です．NTTも開発した高精度時刻同期を実現する新クロック供給装置[5]の機能や性能を踏まえ，海外通信事業者と具体的な要件のすり合せを行っています．

また，高精度化のためには，T-BC内のPTPの動作自体についても検討が進められています．T-BCにおけるPTPの誤差要因としては，**図 4** に示すように主に装置内クロック周波数に起因したタイムスタンプ打刻誤差と上り下りの遅延非対称性があります．

タイムスタンプ打刻誤差として，例えば，装置内クロック周波数が125 MHzの場合，タイムスタンプ 1 回の誤差は最大 8 nsとなります．したがって，数nsのレベルまで要求されるT-BC Class CやD相当では，装置内のタイムスタンプ性能についても高精度化が必要です．

次に，上り下りの遅延非対称性については，装置内遅延およびファイバ伝送遅延の観点で高精度化に向けた検討がされています．装置内遅延について，PTPはハードウェアタイムスタンプ機能により，装置内の遅延変動を除去する機能を具備していますが，さらなる高精度化のためにデバイスレベルの遅延変動要因まで踏み込んだ議論がされています．しかし現状，装置内遅延は実装依存の部分が多く，標準として

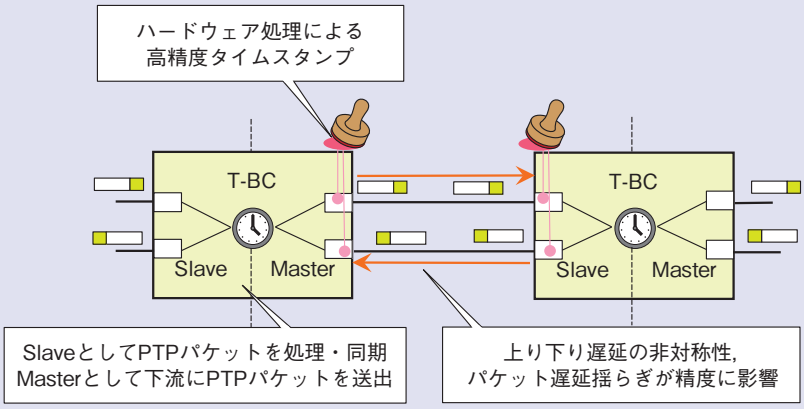


図 4　T-BCの機能

の制定の仕方についてはITU-Tの中でも重要な課題となっています．ファイバ伝送遅延に関しては，ITU-T SG15の中で光ファイバに関連する課題の検討メンバと連携して，波長分散等の光ファイバのパラメータに関する議論がされており，同期系担当者との間で理解促進が図られています．

周波数同期装置の高品質化

■周波数基準装置（PRC）

時刻同期の信号が途切れた際には，周波数同期信号や装置内クロックによって時刻をカウントする必要があります．周波数同期精度は，図 2 に示すPRCの性能で決定されます．従来のPRC（G.811）の勧告は，電話や専用線等の同期系ネットワークサービスへの利用を目的としており，1997年を最後に更新がありませんでした．しかしこのたび，モバイル分野への周波数同期の利用を見込んで，原子時計等のクロックデバイスの最新技術を踏まえて，新勧告（G.811.1）としてePRC（enhanced PRC）を2017年 6 月にコンセントしました．ePRCは従来のPRCに対して周波数精度が10倍向上された勧告となっています．例えば，PRCからePRCへ周波数精度が10倍向上されると，時刻信号不通時の時刻保持時間も10倍延長されるため復旧までに十分な時間をかけることができます．

■周波数同期装置（EEC）

Sync-E対応の周波数同期装置であるEEC（G.8262）についても高品質化されたeEEC（enhanced EEC）が議論されており，2018年内に新勧告（G.8262.1）としてコンセントをめざしています．eEECについては装置内部に組み込まれる発振器等のタイミングデバイスの安定性について主に議論がされており，実際のデバイスの温度特性結果等を参照しながら検討が進められています．

同期網マネジメントの高度化

前述の同期装置に加えて，最近では同期網のマネジメントについても議論がされています．これまでITU-Tではethernet等の主信号系のOAM（Operations，Administration，Maintenance）の標準化がされてきました．しかし，最近の時刻同期技術の重要性の高まりとともに同期系装置に関しても迅速かつ安定的な保守・運用の必要性が高まっています．ITU-Tでは，通信事業者からの保守要件を基に，同期系装置の具体的な品質監視項目・測定項目や警報・イベントについて議論しています．NTTとしても新クロック供給装置[5]をはじめとする開発装置に具備されている品質監視技術や警報項目等を提案し，文書への反映を行ってきました．この文書は，既存の同期技術の勧告に対する補助文書（G.Suppl.SyncOAM）として制定予定です．

今後の展開

時刻同期技術は5Gにおける重要技術として，今後も標準化動向のタイムリーな把握が求められます．NTTとしても高精度同期技術の研究開発と合わせて標準化活動に積極的に寄与していきます．

■参考文献

(1) IEEE Std 1588-2008：“IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems,” 2008.
(2) 小池・村上：“ITU-Tにおけるパケットトランスポートの標準化動向,” NTT技術ジャーナル，Vol.21，No.5，pp.43-46，2009.
(3) 新井・村上：“ITU-Tにおける網同期技術の標準化動向,” NTT技術ジャーナル，Vol.27，No.12，pp.63-67，2015.
(4) 横手・西村・杉本：“3.5GHz帯TD-LTE導入に向けた高精度時刻同期ネットワーク装置の開発,” NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル，Vol.24，No.2，pp.18-26，2016.
(5) 久島・坂入・新井・村山・黒川・行田：“電話系通信や法人向け専用線通信等を支える新クロック供給装置の実用化,” NTT技術ジャーナル，Vol.29，No.7，pp.44-47，2017.

世界初！音質劣化なしの圧縮ハイレゾ音源と4K映像の遠隔地への同時ライブ配信に成功
――「PMFオーケストラ東京公演」を臨場感そのままに札幌で体感

若手音楽家の育成とクラシック音楽の普及，発展を事業の目的とする公益財団法人パシフィック・ミュージック・フェスティバル組織委員会（PMF組織委員会）は，札幌で創設された国際教育音楽祭「パシフィック・ミュージック・フェスティバル」（主催：PMF組織委員会／札幌市）において，ファン層のさらなる拡大に向けた新たな取り組みとして，「PMFオーケストラ東京公演ライブビューイング」を開催しました．

NTTは，2015年9月に締結した「さっぽろまちづくりパートナー協定」に基づく取り組みの一環として，文化・芸術分野における新たな価値創造をめざし，NTTスマートコネクトの高臨場ストリーミング配信サービスを活用し，本ライブビューイングを支援しました．なお，NTTスマートコネクトは，本取り組みを通して，ストリーミング配信における高付加価値サービスの提供をめざしています．

本取り組みは，遠隔地へのハイレゾ音源および4K映像の同時ライブ配信を世界で初めて実現したもので，これにより，著名な指揮者と有望な若手音楽家の演奏や微細な動きを再現しました．

■実施概要

2018年8月1日に実施したPMFオーケストラ東京公演（サントリーホール／東京都）において，遠隔地のコンサート会場（六花亭札幌本店ふきのとうホール／札幌市）へ公演模様のハイレゾ音源（96 kHz/24 bit）および4K映像を配信し，ライブビューイングを行いました（**図**）．

遠隔地のコンサート会場への公演模様のハイレゾ音源

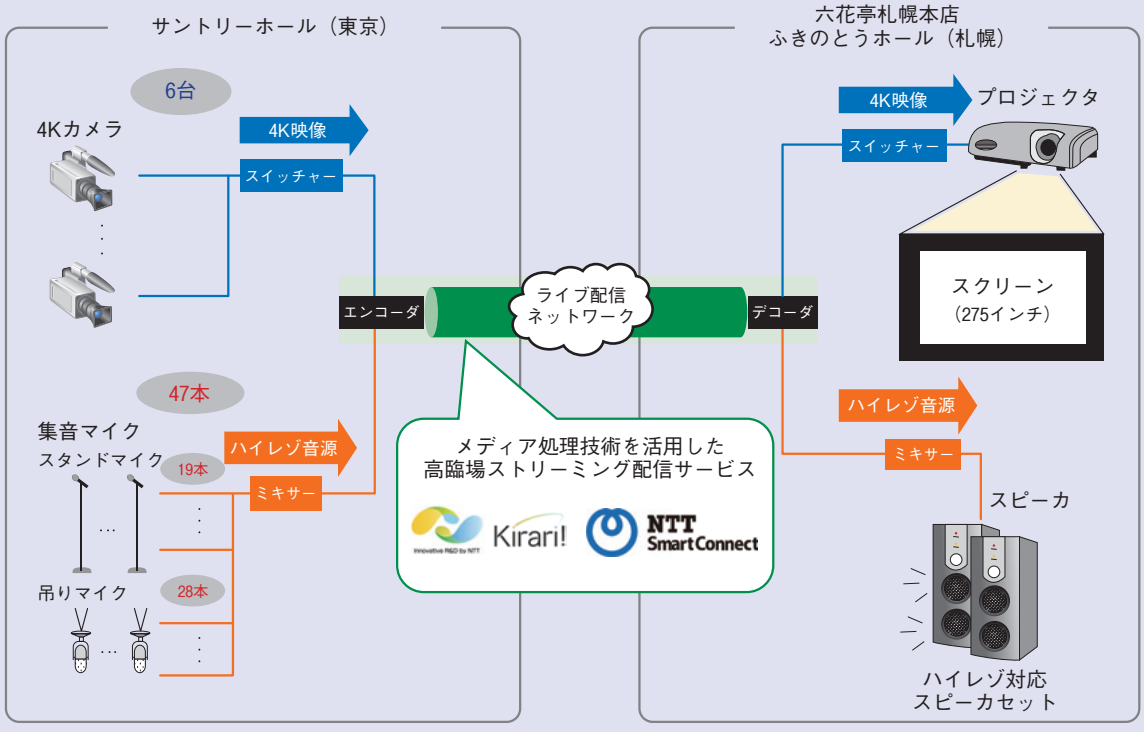


図　実施概要

および4K映像の同時ライブ配信は世界で初めての試みです．NTTグループでは，クラシックコンサート等のライブ配信における今後の市場拡大の可能性をふまえ，いち早くハイレゾ音源と4K映像を同期させ，高品質のまま遠隔地へリアルタイムで配信するサービスの提供をめざしています．

新たな取り組みでクラシック音楽の魅力を発信！

パートナー紹介

北村　淳
公益財団法人　パシフィック・ミュージック・フェスティバル組織委員会
渉外担当課長

パシフィック･ミュージック･フェスティバル組織委員会（PMF組織委員会）は，世界中からオーディションで選抜された約100名の若手音楽家たちが札幌に集まり，欧米のトップアーティストの指導を受けながら，その成果を札幌コンサートホール「キタラ」をはじめとするさまざまなステージで披露する国際教育音楽祭です．その年の集大成となる最終公演は東京で行われますが，これまでは，実際に東京に足を運ばなければ聴くことができませんでした．

今回，NTT様のご協力をいただき，札幌のお客さまにもリアルタイムで臨場感あふれる最終公演をお楽しみいただきました．ご来場されたお客さまの中には，遠隔地からの高音質ライブビューイングそのものに興味を持って参加された方も多く，一段と成長した若手音楽家たちの素晴らしい演奏を体験していただくことで，PMFやクラシック音楽のファン層の拡大にもつながるものと考えています．

このイベントの実施に際し，多大なるご尽力をいただきましたNTT関係者の皆様に改めて感謝申し上げます．

ハイレゾ音源によるライブビューイングの実現に向けて

研究者紹介

長谷川　馨亮
NTTサービスエボリューション研究所　ナチュラルコミュニケーションプロジェクト

私たちのチームでは，高臨場感通信技術「Kirari!」を研究開発しています．映像の高精細化だけではなく，音声の高品質化を実現すべく，NTTが標準化に携わったロスレス音響符号化技術「MPEG-4 ALS」を用いた，ハイレゾ音源（96 kHz/24 bit）をライブ中継可能とする技術を開発しました．

本技術を4K放送用コーデックシステムに実装することで，音質劣化のないハイレゾ音源と高精細な4K映像を組み合わせたライブビューイングが実現できました．

今回の取り組みにあたり，PMF組織委員会様をはじめ，関係各社の皆様に多大なご協力をいただきました．今回得られた知見を活かし，より高臨場なライブ体験の実現に向けた研究開発に取り組んでいきたいと思います．

今回利用したNTTスマートコネクトの高臨場ストリーミング配信サービスは，NTTが研究開発しているKirari!の要素技術の１つであるメディア処理技術を活用しています．本技術はデジタル化されたハイレゾ音源を一切音質劣化させずに圧縮・伝送し，元通りに復元する技術，および高精細な4K映像をリアルタイムに圧縮・伝送する技術です．

◆問い合わせ先

NTT広報室
TEL　03-5205-5550
URL　http://www.ntt.co.jp/news2018/1808/180809a.html

ハイレゾ音源のストリーミング配信サービス実現に向けて

担当者紹介

木村　慶史
NTTスマートコネクト　メディアビジネス部

近年の技術の発展に伴い，より高音質なハイレゾ音源やより高精細な4K/8K映像のようなコンテンツが充実してきています．4K映像のストリーミング配信サービスはさまざまな企業から提供されていますが，ハイレゾ音源のサービスは聴取者側ネットワーク帯域の問題等でまだ普及していないといえます．当社は長年培ってきた動画配信の経験・ノウハウと，NTT研究所の技術を連携することで，さまざまな課題をクリアし，ハイレゾ音源のストリーミング配信サービスを実現させることに挑戦しています．

今回，PMFオーケストラのハイレゾ音源，4K映像を1度の途切れもなくライブ配信することに成功しました．実施の中で得られた知見を活用し，より良いサービスの実現をめざします．

文化・芸術分野における新たな価値創造をめざして

担当者紹介

中山　正之
NTT　新ビジネス推進室　地域創生担当　主査

NTT 新ビジネス推進室 地域創生担当では，札幌市と締結した「さっぽろまちづくりパートナー協定」に基づき，文化・芸術分野における新たな価値創造をめざして本ライブビューイングを支援させていただきました．当日は来場者の方から，東京に行かなくても近場で楽しめた，来年も開催してほしい，クラシックコンサートのみならずオペラやミュージカルでも同様の体験をしてみたいなど，大きな反響をいただきました．

空間を超えた高臨場なライブ配信が普及していくことで，より身近に音楽イベントなどを体感できる機会が増え，ファンの裾野の拡大につながる可能性を秘めています．今後も文化・芸術分野の発展にICTの力で貢献できるよう，本取り組みを推進していきます．