

NTT

技術ジャーナル

2号連続特集

将来のデジタル社会を支えるネットワークの変革 —ネットワーク基盤編—



■トップインタビュー

澁谷 直樹 NTT東日本 代表取締役副社長

■グループ企業探訪

NTT印刷

■from NTT西日本

NTT西日本R&Dセンタにおけるデータの価値を高める取り組み

4

2019

Vol.31 No.4

トップインタビュー

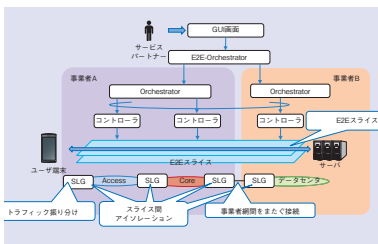


澁谷 直樹 NTT東日本 代表取締役副社長

「心の経営」が社会を変える！
ええやん、やってみよう！のスピリッツで、
地域のお困りごとを解決 4

特集

将来のデジタル社会を支えるネットワークの変革—ネットワーク基盤編— 8



将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術開発の取り組み ... 10

新アクセスシステムアーキテクチャ：FASA® 13

GNSSとネットワークの連携による
高付加価値位置情報サービス 15

高臨場VRサービスを実現する
キャリアエッジコンピューティング基盤技術 18

幅広い要件に迅速にこたえるネットワークスライシング技術 20

双方向通信型アプリケーションの体感を向上させる
最大ネットワーク遅延保証技術 22

ネットワークリソースの最適設計・制御技術 24

体感品質を制御する映像配信技術 26

映像転送を支えるデータストリームアシスト技術 28

AIを用いたデバイスごとのポリシー制御技術 30

パスワードレスでの利用資格の共有・委譲技術 32

モノづくりを革新する光ファイバ・光デバイス技術 34

無線LAN電波を活用した鳥獣検知システム 36



NTT技術ジャーナル

from ★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

住むことで生活や暮らしをサポートする家
「IoTスマートホーム」の開発と評価 40

グループ企業探訪



NTT印刷株式会社 48
「印刷ソリューション」で
お客さまのビジネスをサポート

from ◆NTT西日本

NTT西日本R&Dセンターにおけるデータの価値を
高める取り組み 52

グローバルスタンダード最前線

■ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 (MPEG) に
おける次世代映像符号化標準化動向 56

テクニカルソリューション

■雪の荷重による、電柱の折損対策に向けた
「雪止め柱」の検討 59

Focus on the News 62

NEWS 73

特許紹介 74

イベント 81

読者の声 82

5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

本誌ご購入のお申し込み、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 2019
●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

トップインタビュー

しぶたに なおき
澁谷 直樹 NTT東日本 代表取締役副社長



◆PROFILE：1985年日本電信電話株式会社に入社。1999年NTT第一部門、2001年NTT東日本 企画部担当部長（ワシントンDC 戦略国際問題研究所 客員研究員）、2008年ネットワーク事業推進本部設備部設備計画部門長、2010年福島支店長、2014年取締役 ネットワーク事業推進本部設備企画部長、2017年同 東京オリンピック・パラリンピック推進室長を経て、2018年6月より現職。

「心の経営」が社会を変える！ ええやん、やってみよう！の スピリッツで、 地域のお困りごとを解決

豊かな地域社会の実現と持続的な発展をめざすNTT東日本。通信事業者として「つなぐ」という使命の下、「地域とともに歩むICTソリューション企業」として、地域のお客さまの課題解決に向けてICTを活用した新たな取り組みを進めています。社会の課題解決にどのような姿勢で取り組むべきか、そして2020年に向けた進捗等、澁谷直樹NTT東日本代表取締役副社長に伺いました。

基本スタンスは「お困りごとを伺います」の姿勢

◆まずはNTT東日本の事業環境からお聞かせ願えますか。
フレッツに代表される光回線の普及が進み需要が鈍化している中、売上は減少しているものの、効率的なコスト削減も実現していることから、利益は順調に伸びています。2018年度は2330億円とほぼ目標どおりの数字を達成する見込みです。特にメインとなるフレッツ光は、40万契約獲得を目標にしていたのですが、おおむね達成できそうで、順調にきているといえます。
さらにWi-Fiやサイバー・セキュリティ等の高付加価値商材も順調で、固定電話の契約数が減少している一方

で、売上を伸ばしています。

前社長の下、6期連続で増益を続け、現社長の1期目も増益達成見込みと7期連続で増益を記録できそうなことから経営状況は順調に推移しているといえるでしょう。こうした記録の裏側には、現場の社員の頑張りがあります。これまでは外注していたような業務も失敗を恐れずに自分たちで実施する活動を推進してみたところ大きな成果につながりました。こうした業務の直営化や複合化を行う中でスキルの向上やコスト削減を図ることができ、NTT東日本ならではの現場の強みを活かした利益に貢献できる仕組みが出来上がりつつあります。

◆2018年11月にNTTグループ中期経営計画が発表されましたが、澁谷副社長がNTT東日本のCDO（Chief Digital Officer）として重点的に取り組まれるのは、

どのようなことでしょうか。

持株会社ではデジタルトランスフォーメーション(DX)をNTTグループの柱に掲げており、NTT東日本としても次の経営の柱に育てていこうと全社を挙げて取り組み始めました。社内のDX、社外お客さま向けのDXと2つ大きくくりがあります。まずは取り掛かりやすい社内のDXから進めていこうとしています。設備系、営業系、総務系等のあらゆる部署において、自分たちの業務を新しいツールを使って効率的にしようと思変革していきたくています。例えば、コールセンターにおけるAI(人工知能)でのテキストマイニングや、大量のデリバリーオーダー処理のRPA活用により、稼働を大幅に削減した成功事例等も出ています。私たちのDNAには常に自分たちの業務を見直して効率的に仕事をしよう、そしてそれを他の部署にも広げていこうというカイゼンと水平展開のカルチャーが刻まれていて、現場の社員が優良事例を積極的に水平展開してくれます。大きなシステムのようなものは本社主導で展開することになりますが、現場のことは現場の社員が一番よく分かっていますので自分たちで改善していく。ツールの使い方が若干分からないといったようなときには本社のDXチームがそこを少し支える、といったように本社と現場が連携して進めている状況です。この取り組みにはかなり手ごたえを感じていて、DXの動きで会社のカルチャーがもう1つ進化するのではないかと期待しています。

そして、社外お客さま向けのDXについてですが、NTT東日本がその強みを活かしながら未来の日本のために何ができるのかと考えていく中で、社会問題の解決や地方創生等に行き着きました。これらを身近な言葉に置き換えると、「地域のお困りごと」の解決をお手伝いするということになります。

私たちが日ごろ接している各地域のお客さまは、農業や漁業、製造業等、あらゆる分野にわたっていますが、そこでよく話題になるのが、皆さん、次世代へ仕事や会社をつなげて地域に根ざしていこうと頑張っている一方、高齢化や後継者不足によってそれが難航しているということです。また、世の中でAIやIoT(Internet of Things)といった新しい技術の話をよく聞くが、自分の仕事の中での活用方法がよく分からない、という方々が多数いらっしゃるのです。私たちは、お客さまの企業規模にかかわらず、このようなお困りごとに寄り添って、一緒に考えていきたいと思っています。例えば、AI/IoTの話ですが、センサーやカメラなどで家畜の状況や作物の生育状況のデータを集積しAIで分析したものを、自宅の端末で確認できれば、何度も農場に点検に行かなくても済み、お客さまの睡眠時間や余暇へ使える時間を確保することもできますし、適切な出荷時期が推測できます。すでにこうした身近なところから始めており、お客さまにとっても喜ばれている事例が集まりつつあります。

このように新たな技術を活用し、我々がお世話になっている地域社会が元気になれるような未来ができれば良いなという思いが、「地域のお困りごと」解決ということの柱になっています。これらは、一般的にはスマートワールドというのかもしれませんが、我々はお客さまとの距離感をより縮める意味を込めて、「お困りごとを伺います」という言葉で、その言葉どおりの姿勢で仕事に臨んでいます。



サービスや技術開発については、電話からIPの時代に代わり、その次のターゲットをどこに向けるかといった時期に差し掛かっています。4K/8K映像へのIPネットワークとしての対応も進めなければなりません。AI/IoTの活用しやすい仕組みづくりやクラウドとの融合、エッジコンピューティングなどについても実社会での課題解決やリアルケースを通じて具現化させていくこととなります。さらに最近5Gの話がしばしば出ますが、ほとんど無線が前提となっています。しかし、FTTH(Fiber To The Home)をベースとした光回線とうまく組み合わせることで、さらに安心・安全で便利な社会が実現できる可能性があるのではないかと、思いを巡らせています。

目標は期間中にNTT東日本の名前が報道されないこと

◆ところで、来年に迫った2020年のイベントはNTT東日本のエリアが舞台になりますが、それに向けた取り組みについて伺わせてください。

現職に就く前には、オリンピック、パラリンピック関連事業を担当していました。それで、リオオリンピックの視察に赴き、現地の責任者と話をしたところ、「オリパラ期間に私たちの会社名が出ないことが最高の成果になる」というのです。これには私もうなずきました。2020年の本番で、NTT東日本の名前がイベント期間中に報じられるということは、何かのインシデントが発生し、競技を放送できなかったとか、サイバー攻撃を防げなかったというケースでしょう。そういう意味で、「夢と感動を世界に伝える」をキャッチフレーズに頑張っているのですが、リオの担当者と同様、気概を持って、裏方に徹しています。現在は、現場の地下工事やケーブルを引くための調査等泥臭い仕事に地道な努力を重ね、順調に整備を進めています。

今から着々と準備をしているから盤石だと思われるかもしれませんが、実は予定どおりに進まない事情もあるのです。例えば、競技場は放送センターなども含め約40カ所の工事が必要になるのですが、多くの競技場は現在も通常営業をしています。そこで行われる毎年恒例のイベントの開催を中止するわけにもいきませんし、工事のために営業できなければその施設の収益を下げてしまうこととなります。しかも、各施設の電気工事等を終えた後の最終作業が私たちの担当分野です。ここまでお話しすればお分かりでしょうが、7月の本番前の2、3カ月に40カ所の競技場の中のLANケーブルの配線から、Wi-Fi

や携帯電話等のモバイル回線の取り付け、あるいはサイバー・セキュリティ対策のセットアップ、端末の接続確認等、ありとあらゆるものを一気にやらなければなりません。今、考えるだけでもすさまじい状況が予想されます。普通にやっていると、どう考えてもすんなりとは行かない状況がこれから待ち構えているのです。

◆大きな課題に直面することが自明なわけですね。これにはどのように臨まれるのでしょうか。

実は、私は2011年の東日本大震災のとき、福島支店の支店長でした。当時の話は1日あっても足りないくらいたくさんあるのですが、あのときと同じような規模の想定外の問題が起きるかもしれないと、私も自分の持てる緊急事態の対応ノウハウをオリパラチームに注ぎ込んで、正念場を乗り越えようと備えています。

東日本大震災はNTT東日本にとっても未曾有の経験でした。震災や原発の被害についての情報も錯綜する中、重要なインフラである通信について、私たちは何からどう復旧すべきかを瞬時に、的確に判断して行動しなければならぬという極限状態に置かれました。現地のトップとしての采配も非常に困難を極める状況の中で、被災された方の情報が入ります。例えば、地震で通信ケーブルが切断された県庁や市庁舎からの復旧要請や避難指示がどんどん広がる中で避難が遅れたエリアの自治体や病院などからの緊急通信の確保などさまざまな要請がありました。

そういった方々の通信をできる限り早く復旧したい、その一方で危険な被災現場で復旧に携わる社員の安全も確保したい。そんな気持ちを抱えながら、1つずつ決断を下すことは大変でしたが、自らも被災者でありながら地元の方々のためにできる限りのことをやりましょうと背中を押してくれる社員の皆さんにどれだけ支えてもらったかしれません。

そして、そのときに得た教訓ですが、緊急時に大事なのは「怒鳴らない」ことです。緊急時には次々と悪い知らせが飛び込んできます。それに対して、「何で早く対応しなかったのか」「もっとこんなふうにはできなかった

のか」「それは誰のせいだ」と怒鳴ったり犯人探しをしたりすると逆効果です。情報が集まらなくなり、必要な情報を吸い上げることができなくなってしまい、結局、救助や復旧のお役に立てない状況を生み出してしまうのです。緊急時にこそ冷静になり、そのときできる精一杯のことを最優先して、反省は後ですれば良いのです。

「心の経営」では応援やぬくもりが原動力となる

◆緊急時には前向きになれるような環境づくりが大切なのですね。このほかにもトップとして心掛けていらっしゃるごことがあるそうですね。

私は「心の経営」をととても大事にしています。実は2年前に野球部が都市対抗野球大会で36年ぶりに優勝したときの野球部長だったのですが、野球部長に就任した年に予選敗退してしまいチーム全体が意気消沈していました。私は東日本大震災での経験から、逆境をはねのけさらなる成長に活かしていくためには、メンタル面が大切なのではないかと感じていました。人は、頭ではなくて、心で動きます。世の中には恐怖より強い権力はないという人もいますが、私は違います。恐怖や圧力や怒りではなく、心を通じ合わせることで高い成果を生み出し、結果を良くするということを証明したいと、常日ごろから思っています。笑顔や風通しの良い雰囲気がモチベーションをアップさせると信じています。経営も野球もそこは同じです。野球部の話に戻りますが、選手たちは試合に負けそうな状況に追い込まれると相手の失策に期待してでも勝ちたい気持ちに駆られることがあります。しかし、ネガティブな気持ちは結局、自分たちに返ってきます。あるとき、相手チームへのネガティブな発言やヤジが悪いムードを醸して、それが自分たちに跳ね返って来て自滅し、大切な試合に負けてしまったことがありました。そのことを選手たちに伝えたら、彼らもうなずいてくれて、以降は相手のことはさておいて、「ピッチャー良かった!」「空振り三振したがいいスイングだ。これからいけるぞ!」と前向きな声を掛け合うようになりました。ポジティブな状態で心が通じたのです。すると、試合を重ねるごとに彼らの調子が上がってきて、蓋を開けたら優勝まで登り詰めていました。ポジティブな会話で心を通じ合わせることは普段の仕事のあり方とも同じだと思います。私はこうした「心の経営」に賛同してくれる人を増やしたいと思っています。

◆私も賛同者、ファンの1人になりました。こうした心構えやさまざまな経験から、NTT東日本はどのような知恵をもってビジネスに臨むべきだとお考えですか。

私は現状を変えたい意欲が強いかもしれませんが、枠組みのある仕事で実力を発揮する人と、任せるから自由に取り組めと言われて力を出す人と2種類いるかと思いますが、私はどちらかという後者なのだと思います。枠がない分だけ、状況に合わせて自在に動いたり、お客さまを含めさまざまな方々との交流が広がります。毎回、大変な苦勞もあるのですが、終わってみると楽しい仕事だったな、良かったなと思うのです。東日本大震災のときも同じでしたし、以前海外で勤務したときも同様でした。

国内外での経験から、これからのNTT東日本のあり方について考えることが2つあります。1つは、日本は素晴らしすぎて課題がなさ過ぎるからこそ、イノベー



ションのジレンマを抱えています。例えばキャッシュレスが他のアジア各国で進んでいるのは、その国の通貨に信用がないからであり、交通網が発達していない地域だからこそ一気に自動運転が進むということがあります。しかし、日本は、国に信用はあるし、インフラもしっかりと構築されています。この環境だからこそそのイノベーションのジレンマをどう打破するかです。そしてもう1つとして、人材育成も重要なキーになるでしょう。終身雇用制がまだまだ根強い日本と違い、転職するのが当たり前の社会が米国をはじめ世界で広がっています。経験の揺れ幅が少なすぎると大きな社会の変革に対応できませんから、その部分を自分たちで改革していくことが必要かなと考えています。例えば、若手社員には積極的に異文化体験をさせるとか、医療機関や教育現場、米づくり農家や造り酒屋、委託会社の建設現場などの実フィールドに出お困りごとを吸い上げ、ICT活用の実践力を習得するまで経験を積んでもらうと、その経験が新しい発想や次の事業を生むのではないかと思います。

◆社員の皆様一言お願いいたします。

私は京都出身なので、関西弁で「ええやん、やってみなはれ」と言っています。NTT東日本の社員は社会貢献意欲がとても強くて、自己犠牲も強いてくれる方ばかりです。動き始めれば努力を惜しまず頑張れるのですが、動き出すときに一歩踏み出す、チャレンジするということに対して、自信を持ってないから少し躊躇する人が多いと思います。また、そういう環境で育ってきた管理者も多いので、部下から提案されると、できない理由や自分の失敗談を並べて、気付かないうちに部下の積極性や、イノベーションの芽を摘んでしまうことがあるのです。これらは元々良かれと思ってやっているのしょうけれど、それなら、まず「ええやん」と肯定してほしい。「おお、ええやん」と。関東ならば「おお、いいじゃん」と。そのうえで、「でもこうするともっと良くなるんじゃないか」とか、「僕はこういう失敗をしたけど、ここをちゃ



んと回すと良いよ」とか、「ここの根回しは俺がやっておくから、やってみるか」とか、あるいは失敗しても良いからとにかくやらせてみるのです。こうした積み重ねから学ぶことができないだろうかと思っています。「ええやん」という言葉でチャレンジを促していきたいですね。

◆ワクワクするお話ばかりですね。研究者の皆様にも一言お願いいたします。

研究所の皆さんは研究としての成果を期待されるがあまり、事業とのつながりが中途半端になってしまっているのではないかと懸念しています。だからこそ、2つの方向に振り切ってほしいと思います。1つは実用化等といった短期的な目標ではなく、世界を変える、歴史を塗り替えるような世界最先端の研究に勤しんでいただくこと。もう1つは、私たちと同じフィールドに出ているとき、実際に農業や漁業を営む方々と一緒に先端技術をどう社会に活かしたら良いかを考えてくださったら嬉しいですね。

(インタビュー：外川智恵／撮影：長谷川靖哲)

インタビューを終えて

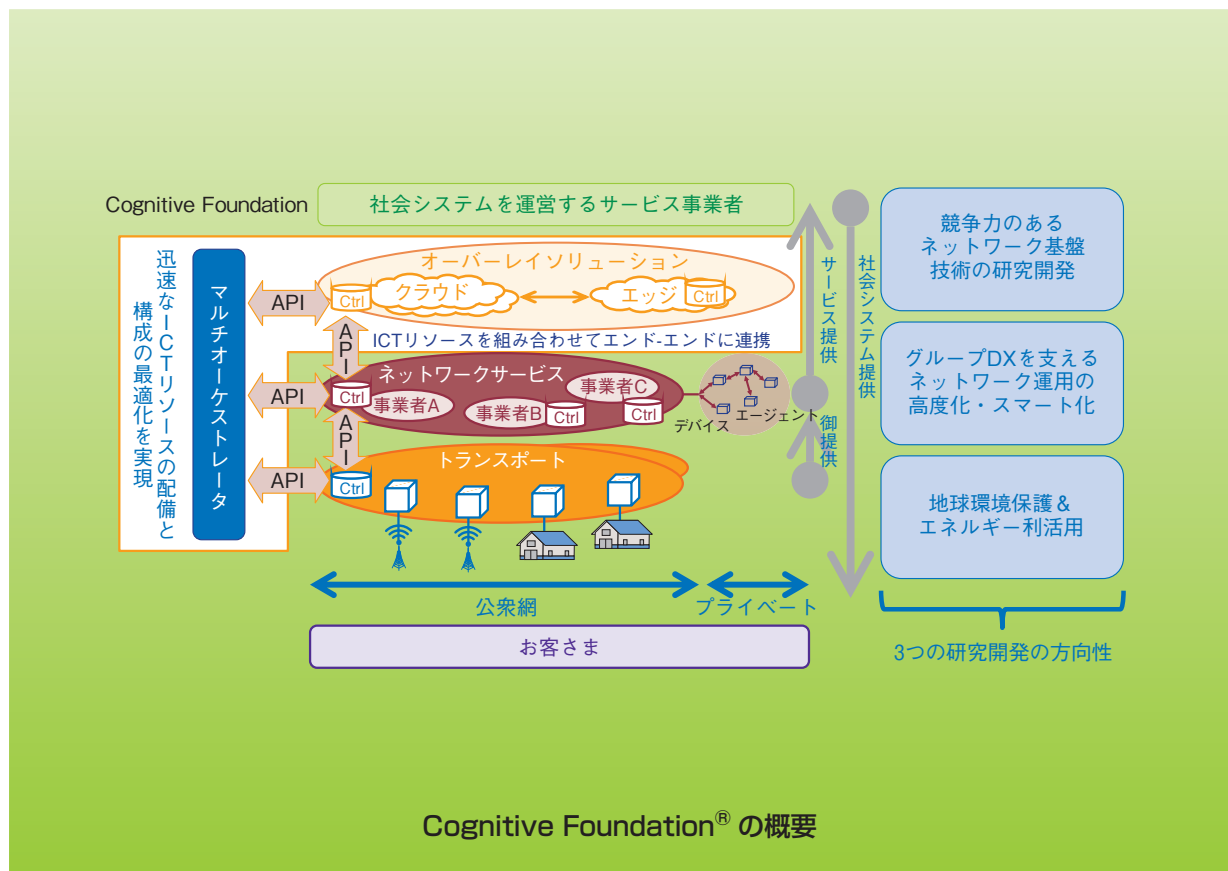
トップインタビューは各社の会議室などをお借りして実施します。トップの方にリラックスして臨んでいただき、さらに対談風景を美しく撮るために会議室のレイアウトを変えられることがあります。今回もその準備を進めておりましたところ、澁谷副社長が会議室の前を通りながらその様子をご覧になっていかれたというのです。社員が前向きになる言葉をおかけになられることですが、こうした一瞬の光景も見逃さず、ほめる材料にしてくださいませているのでしょう。インタビューに立ち会われた皆さんが口をそろえて「あたたかい方です」「大好きです」と澁谷副社長のお人柄を教えてくださいました。インタビューの最中、顔を曇らせたのは東日本大震災のことを語られるときのみ。「大変なことも、辛いことも、終わってしまえばすべて良い思い出に変わりますし、これまでで一番の楽しい出来事になるものですよ」と澁谷副社長。インタビューはすべて平易な言葉に置き換えてくださるなど、インタビューはじめ、読者に対してもあたたかなお気遣いをいただいたひと時でした。



将来のデジタル社会 クの変革—ネット

デジタルトランスフォーメーション Cognitive Foundation® ネットワーク技術 アーキテクチャ クラウドネイティブ

本特集では、これからの社会的課題を解決し、将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術開発の取り組みについて2号にわたり紹介する。4月号では①競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発（12技術）、5月号では②グループDX（デジタルトランスフォーメーション）を支えるネットワーク運用の高度化・スマート化（6技術）と③地球環境保護&エネルギー利活用（1技術）、の研究開発方針に基づいた具体的な研究開発成果を紹介する。



を支えるネットワーク ワーク基盤編

- 将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術開発の取り組み 10
 将来のデジタル社会を支える「Cognitive Foundation[®]」の方向性と研究開発成果を紹介する。
- 新アクセスシステムアーキテクチャ：FASA[®] 13
 DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) 機能のソフトウェア部品化技術について紹介する。
- GNSSとネットワークの連携による高付加価値位置情報サービス 15
 「マルチグレード」な測位を志向した新たなGNSS測位のアーキテクチャを紹介する。
- 高臨場VRサービスを実現するキャリアエッジコンピューティング基盤技術 18
 VR (Virtual Reality) アプリケーションをエッジコンピューティング基盤経由で提供するユースケースを紹介する。
- 幅広い要件に迅速にこたえるネットワークスライシング技術 20
 End-to-Endスライス実現に必要なスライスゲートウェイ技術について紹介する。
- 双方向通信型アプリケーションの体感を向上させる最大ネットワーク遅延保証技術 22
 要求遅延量を考慮した新たなシェーピング方式について紹介する。
- ネットワークリソースの最適設計・制御技術 24
 ネットワークの最適設計技術、クラウドネイティブSDx制御技術を紹介する。
- 体感品質を制御する映像配信技術 26
 精細・高臨場の映像コンテンツを経済的に高品質で配信する技術を紹介する。
- 映像転送を支えるデータストリームアシスト技術 28
 IoTサービス事業者の利便性向上につなげる技術について紹介する。
- AIを用いたデバイスごとのポリシー制御技術 30
 デバイスごとに最適なネットワーク制御を実現するポリシー制御技術について紹介する。
- パスワードレスでの利用資格の共有・委譲技術 32
 パスワードを必要としない安全な認証基盤技術について紹介する。
- モノづくりを革新する光ファイバ・光デバイス技術 34
 ハイパワー伝送用光ファイバ・光デバイス技術について紹介する。
- 無線LAN電波を活用した鳥獣検知システム 36
 農地に侵入した鳥獣を無線LAN電波の変動のみで検知する鳥獣検知システムを紹介する。

将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術開発の取り組み

社会がデジタル化していく動きに合わせて、デジタル社会を支えるネットワークも進化していく必要があります。そのため、NTTではデジタル社会におけるさまざまな課題を解決するネットワーク基盤「Cognitive Foundation®」の実現に向けた研究開発に取り組んでいます。本稿では、将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術の研究開発方針である、①競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発、②グループデジタルトランスフォーメーション（DX）を支えるネットワーク運用の高度化・スマート化、③地球環境保護&エネルギー利活用、に基づいた具体的な研究開発成果を紹介します。

つじ ちかり^{†1} / たちもと しんや^{†2}

辻 ちかり / 立元 慎也

こばやし まさき^{†3}

小林 正樹

NTTネットワーク基盤技術研究所 所長^{†1}
 NTTネットワークサービスシステム研究所 所長^{†2}
 NTTアクセスサービスシステム研究所 所長^{†3}

デジタルトランスフォーメーションに必要なネットワーク技術

IoT（Internet of Things）の進展により、あらゆるモノがネットワークにつながり、大量のデジタルデータ（ビッグデータ）の効率的な収集・蓄積が可能となっただけでなく、AI（人工知能）を用いて、業務効率や生産性の向上に資する高度な分析・予測も可能となってきています。その一方で、我が国は、少子高齢化や労働力人口の減少といった社会的課題を抱えており、さらに、

甚大な被害を及ぼす自然災害にも常に備えておかなければならなくなっています。そのため、さまざまな産業の垣根を越えたデータ流通によって社会的課題を解決し、社会に変革をもたらす「デジタルトランスフォーメーション（DX）」への期待が高まっています。

社会基盤としてのネットワークも、社会システムを運営するサービス事業者の多様な要望に対して、有限のICTリソースを最適な構成で迅速かつ安定的に提供することが求められています。このようなニーズにこたえ、DX

を実現するオーバーレイソリューションが「Cognitive Foundation®」⁽¹⁾です（図）。これは、クラウドからエッジコンピュータ、ネットワークを仮想化されたICTリソース群として扱い、マルチオーケストレーション機能をハブとしてレイヤの異なる複数のリソースを最適統合して一元管理し運用する技術です。

なお、さまざまな産業でAIやデータ活用によりDXが進む中、ネットワークにも、従来の音声通話、インターネット接続、映像配信サービスに加え、

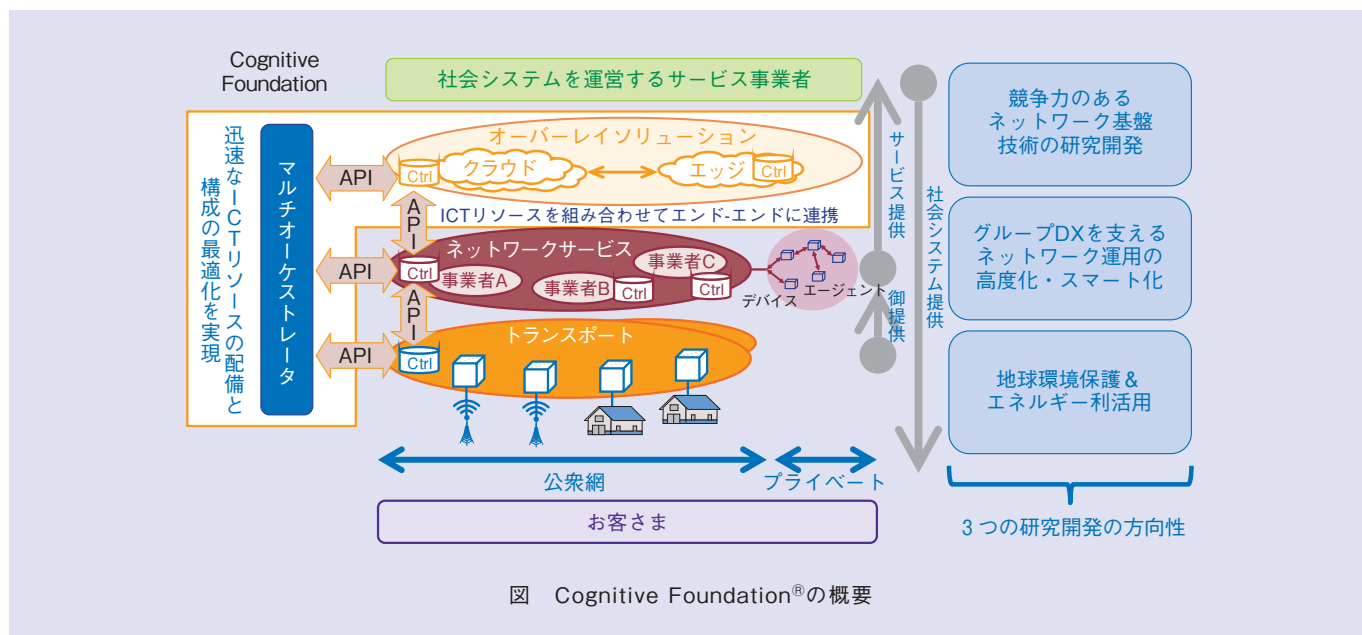


図 Cognitive Foundation®の概要

Smart City, MaaS (Mobility as a Service), FinTechなどの新たなデジタルサービスをサポートする必要性が高まっています。DXを支える新たなネットワーク基盤の検討を進めるにあたって、研究所間にまたがる新たな所間連携の特別検討体制を立ち上げました。本体制を基にして、市場を立ち上げることを目的にユースケースを題材にしつつ技術検討を進めています。

以下では、将来のデジタル社会を支えるCognitive Foundationの開発方針である、①競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発、②グループDXを支えるネットワーク運用の高度化・スマート化、③地球環境保護&エネルギー利活用について、その方向性と具体的な研究開発成果を紹介します。

3つの研究開発の方向性

■競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発

1番目の研究開発の方向性は、高速・大容量化、接続性の高度化、低コスト化など、さまざまなネットワーク基盤技術の確立に向けた取り組みです。多様な観点からネットワークの利

用価値を向上させていくことで、サービス事業者やサービス利用者にとって魅力あるネットワークの継続的な提供に貢献していきます。具体的には、光アクセス装置の一部をソフトウェア化することで次世代通信規格「5G」などさまざまな用途に入れ替えられる技術であるFASA[®] (Flexible Access System Architecture) や、特に都市部のような衛星信号の受信環境が芳しくない場合であっても位置計測精度を大幅に向上でき、また多彩な応用サービスへの展開も考えられるGNSS (Global Navigation Satellite Systems) 測位技術などに取り組んでいます。

■グループDXを支えるネットワーク運用の高度化・スマート化

2番目の研究開発の方向性は、サービスの多様化に対して極力人手をかけずに迅速に対応していくためのネットワークの自動運用や社会インフラの保全への展開も視野に入れた、NTTグループのDXを支えるネットワーク運用の高度化・スマート化技術の確立に向けた取り組みです。AI技術の活用による運用の高度化や稼働効率化など、さまざまなネットワーク運用技術

を実現していくことで、各産業における多様なサービス需要に迅速にこたえるネットワーク提供に貢献していきます。具体的には、さまざまな事業者や産業の垣根を越えてサービスやICT・ネットワークリソースを連携させる技術や、光伝送網における故障発生時の迅速な設備復旧を実現するための故障検知・分析・復旧技術などに取り組んでいます。

■地球環境保護&エネルギー利活用

3番目の研究開発の方向性は、SDGs (Sustainable Development Goals) が描く持続可能な社会の実現のため、脱炭素化をはじめとする地球環境に配慮したレジリエントなネットワークインフラの整備技術の確立をめざします。クラウドネイティブなネットワークにおける抜本的な省エネルギー化および給電ネットワークの仮想化を軸に自律的なエネルギー制御を実現していくことで、社会の脱炭素化および新たなエネルギー流通ビジネスに貢献していきます。具体的には、まずは機械室内装置配置の最適設計などによる抜本的な省エネ化の実現に取り組

表 3つの研究開発の方向性と具体的な取り組み技術

3つの研究開発の方向性	具体的な取り組み技術
競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発 (4月号掲載)	新アクセスシステムアーキテクチャ：FASA®
	GNSSとネットワークの連携による高付加価値位置情報サービス
	高臨場VRサービスを実現するキャリアエッジコンピューティング基盤技術
	幅広い要件に迅速にこたえるネットワークスライシング技術
	双方向通信型アプリケーションの体感を向上させる最大ネットワーク遅延保証技術
	ネットワークリソースの最適設計・制御技術
	体感品質を制御する映像配信技術
	映像転送を支えるデータストリームアシスト技術
	AIを用いたデバイスごとのポリシー制御技術
	パスワードレスでの利用資格の共有・委譲技術
グループDXを支えるネットワーク運用の高度化・スマート化 (5月号掲載)	モノづくりを革新する光ファイバ・光デバイス技術
	無線LAN電波を活用した鳥獣検知システム
	ICT/ネットワークリソース・サービス連携技術
	ルール学習型障害箇所推定技術
	ディープラーニングに基づく異常検知技術 - DeAnoS: Deep Anomaly Surveillance -
地球環境保護 & エネルギー利活用 (5月号掲載)	復旧コマンド列自動生成技術
	光伝送網における故障箇所特定技術
	業務ナビゲーション技術
通信機械室の環境最適化技術	

んでいます。

これらの研究開発の方向性にかかわる具体的な取り組み技術を表に示します。本特集ではそれら各技術について

の取り組み詳細を2号にわたり紹介します。

■参考文献

(1) 川添：“中期経営戦略の実現に向けて，“R&D

for Smart World”の取り組みを加速,” BUSINESS COMMUNICATION, Vol.56, pp.34-37, 2019.



(左から) 辻 ゆかり / 立元 慎也 / 小林 正樹

将来のデジタル社会を支えるネットワーク技術の実現に向けて、NTTネットワーク基盤技術研究所、NTTネットワークサービスシステム研究所、NTTアクセスサービスシステム研究所は研究開発を進めていきます。

◆問い合わせ先

NTT情報ネットワーク総合研究所
TEL 0422-59-2033
FAX 0422-59-5600
E-mail injousen-pb@hco.ntt.co.jp

新アクセスシステムアーキテクチャ：FASA®

NTTアクセスサービスシステム研究所では新アクセスシステムアーキテクチャ「FASA® (Flexible Access System Architecture)」を提唱し、アクセスシステムを構成する機能の部品化について研究開発を進めてきました。本稿では、その研究開発成果として2018年11月に報道発表し、NTT R&D フォーラム2018（秋）で出展した、DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) 機能のソフトウェア部品化技術について紹介します。

とちの たかみつ にしもと けいた
 栞野 貴充 / 西本 恵太
 はたの ともや あさか こうた
 秦野 智也 / 浅香 航太
 か に じゅんいち てらだ じゅん
 可児 淳一 / 寺田 純

NTTアクセスサービスシステム研究所

背景

NTTアクセスサービスシステム研究所では2016年2月に将来光アクセスシステムの新コンセプト「FASA® (Flexible Access System Architecture)」を発表し、研究開発を進めてきました⁽¹⁾。FASAではアクセスシステムを構成する機能を徹底的に部品化し、それらを自由に組み合わせ可能にすることで、サービス要件に応じて柔

軟かつ迅速に機能を入れ替えられる光アクセスシステムの実現をめざしており、競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発に取り組んでいます。

現在広く普及しているアクセスシステム「PON (Passive Optical Network) システム」は、光分岐器 (光スプリッタ) を介して1心の光ファイバを複数ユーザで共有するポイントツーマルチポイント型のネットワーク構成をとっており、通信帯域を複数ユーザで分け

合います。この、PONシステムの性能をつかさどる機能としてDBA (Dynamic Bandwidth Allocation) 機能があります。DBA機能はユーザの帯域要求に合わせて動的に帯域を割り当てます。

NTTアクセスサービスシステム研究所では、PONシステムのDBA機能を自由に入れ替えることで、光アクセスシステムを多様なサービスに適用できると考え、DBA機能のソフトウェ

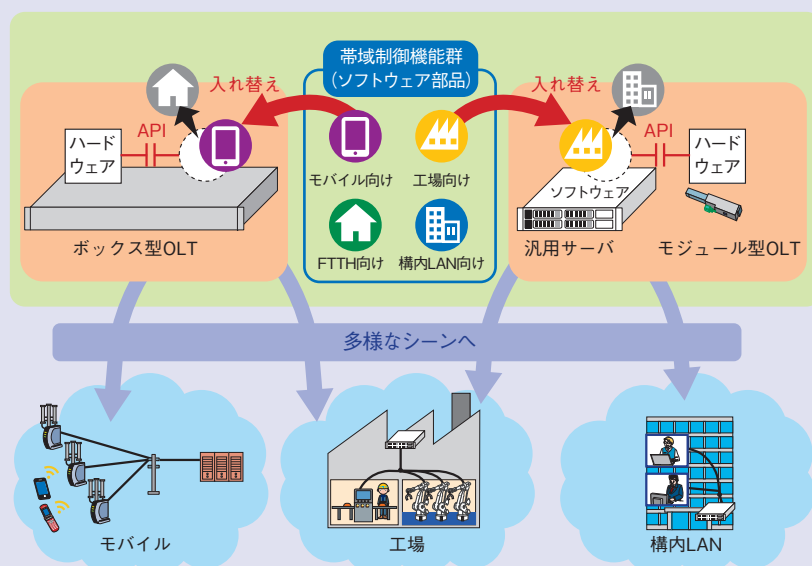


図 DBA機能のソフトウェア部品化

部品化技術を確立するとともに、同機能を組み込み可能な2つのOLT (Optical Line Terminal) 構成モデルを提案し、それぞれのOLT構成モデルでDBA機能のソフトウェア部品化が可能になるよう研究を進めてきました (図)。

DBA機能のソフトウェア部品化技術

DBA機能は、変動するユーザの帯域要求に応じて各ユーザへの帯域割り当てを行うため、サブミリ秒オーダーでの高速な処理を必要とします。高速な処理を実現しながら自由な入れ替えを可能にするために、DBAの機能部をサービスに依存しない高速処理部と、サービスごとに仕様の異なるアルゴリズムとに部品化し、前者をハードウェア部に、後者をソフトウェア部に実装しました。また、ソフトウェア部とハードウェア部のインタフェースをAPI (Application Programming Interface)*として定義したうえで、標準化団体Broadband Forumでの標準化を推進し、2018年に完了しました。

その結果、DBA機能は高速な処理を実現しながらも、サービス要件に応じて機能を入れ替えることが可能とな

りました。

2つのOLT構成モデルとAPIの実装

PONシステムを多様な利用シーンで利用可能とするために、2つのOLT構成モデルを定義し、それぞれの構成モデルにあったOLTをプロトタイプ検証機として開発しました。

1番目はボックス型OLTです。これは、通信事業者の収容局内などの環境下で用いることを想定しており、従来のFTTH (Fiber To The Home) サービスに加え、5Gモバイルシステムなどへの適用が期待できます。2番目はモジュール型OLTです。これは、従来のOLTの機能のうち、ハードウェアによる実現が必須となる機能のみを小型のモジュールに収めたもので、ソフトウェア部品化されたOLT機能が格納された汎用サーバとの組み合わせにより、工場および大学・オフィスビル内などの構内LANなどへの適用が期待できます。

いずれのOLT構成モデルも上記APIを実装することで、利用シーンに応じたDBA機能を入れ替え可能になり、サービス要件に応じてハードウェアレベルから大幅に装置をつくり直すことなく、光アクセスシステムの適用領域を拡充できるようになりました。

今後の展開

今後は、世界中のキャリア・システムベンダ・標準化団体・オープンソースソフトウェア団体と協調し、DBA機能以外のソフトウェア部品化に取り組む予定です。これにより、光アクセスシステムをより多様なサービスに適用していくことをめざしています。

参考文献

- (1) <http://www.ntt.co.jp/news2016/1602/160208a.html>



(左から) 可児 淳一/ 秦野 智也/
 栩野 貴充/ 浅香 航太/
 寺田 純/ 西本 恵太 (右上)

私たちはFASA®を通じて、新たな機能を柔軟かつ迅速に組み込むことができるアクセスネットワークシステムを構築するという観点から、競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発に取り組んでいます。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
 光アクセス基盤プロジェクト
 光アクセス基盤SEグループ
 TEL 046-859-4958
 FAX 046-859-5513
 E-mail fasa-support-ml@hco.ntt.co.jp

* API: 部品間で情報をやり取りするためのインタフェース仕様。

GNSSとネットワークの連携による高付加価値位置情報サービス

NTTネットワーク基盤技術研究所ではデジタルトランスフォーメーション (DX) を加速するSmart Worldの実現へ向け、GPSをはじめとするGNSS (Global Navigation Satellite Systems) を使用した測位において、高層の建造物が林立するアーバン・キャニオン環境での測位精度向上技術を開発するとともに、測位演算処理の一部をクラウド・エッジ上で行うことで測位性能の抜本的な向上と新たな付加価値を実現する技術開発に取り組んでいます。

よしだ せいじ きりはら たかひと
吉田 誠史 / 桐原 誉人
つばい しゅんいち とよの つよし
坪井 俊一 / 豊野 剛
くわはら たけし
桑原 健

NTTネットワーク基盤技術研究所

背景

GPSは1990年代からカーナビをはじめとする民生用途に使用され、今日GNSS (Global Navigation Satellite Systems：全地球航法衛星システム) による測位はスマートフォンを含む幅広いアプリケーションに活用されています。国内では2018年11月から「日本版GPS」である準天頂衛星システムの本格運用が開始され、補強信号を使用した高精度 (精密) 測位が大きな関心を集めています。

NTTネットワーク基盤技術研究所ではデジタルトランスフォーメーション (DX) を加速するスマートな社会 (Smart World) の実現へ向け、GNSSとネットワーク・クラウドのシナジーにより位置計測の分野において新たな付加価値を創造することをめざした研究開発を行っています。

航法衛星信号により理想的には地球上のどこでも高精度な測位を実現することができますが、実際の測位精度は衛星信号の受信環境に大きく影響されます。この課題はこれまで主にGNSSレシーバの性能向上により解決が試みられてきましたが、あらゆるデバイスがネットワークにつながるIoT (Internet

of Things) の実現を前提とし、クラウド・エッジにGNSS測位演算処理の一部を担わせることによって抜本的な課題解決を図るとともに、位置情報に新たな付加価値を与えることが本取り組みの目的です。

GNSS測位の機能配備多様化とクラウドGNSS測位アーキテクチャ

GNSS測位は図1に示すように多様なアプリケーションで使用されます。自動走行車等の高速移動体では高頻度な測位が求められる一方、測量では静止状態で高い測位精度が求められます。スマートフォンやカーナビでは数メートルの測位精度が得られるコード測位 (Code-based positioning)*1方式が使用され、測量ではセンチメートル級の測位精度を実現する搬送波位相測位 (Carrier-phase based positioning)*2方式が使用されています。搬送波位相測位では波数アンビギュイティ (Wave-number ambiguity)*3の解決のために高度な演算処理が必要になります。これまではコード測位方式に対応した汎用的なGNSSレシーバ製品と搬送波位相測位方式に対応した特殊用途向けのハイエンドなGNSSレシーバ製品はアプリケーションに応じて使い分けられ

ていました。現状では搬送波位相測位方式に対応したレシーバ製品は高コストであり、適用領域拡大の阻害要因になっています。さらに、アプリケーションには測位精度や頻度だけでなくコストや省電力性能といったさまざまな要件があり、レシーバチップ (ハードウェア) でこうした多様な要件をカバーするのは難しくなっています。

クラウドGNSS測位アーキテクチャでは測位演算の機能配備の一部をクラウド側に移すことによって測位点では低コストの汎用的なGNSSレシーバを使用し、測位方式の違いやアプリケーションによる測位性能の要件の違いは基本的にクラウド側の処理で吸収します。つまり単一のレシーバで「マルチグレード」な測位を実現することをめざす新しいGNSS測位のアーキテクチャです (図1)。最終的な測位演算処理は測位点のGNSSレシーバの内部

*1 コード測位：航法衛星信号の受信位置への到達時間の計測において衛星に固有のコード信号を使用する通常のGNSS測位の方式です。
*2 搬送波位相測位：航法衛星信号のコード信号に加え、搬送波の位相情報を観測することによる精密測位方式です。条件の良い場合には1 cm以下の精度での精密測位が可能です。
*3 波数アンビギュイティ：受信点までの航法衛星信号の搬送波の波数が未知であることです。

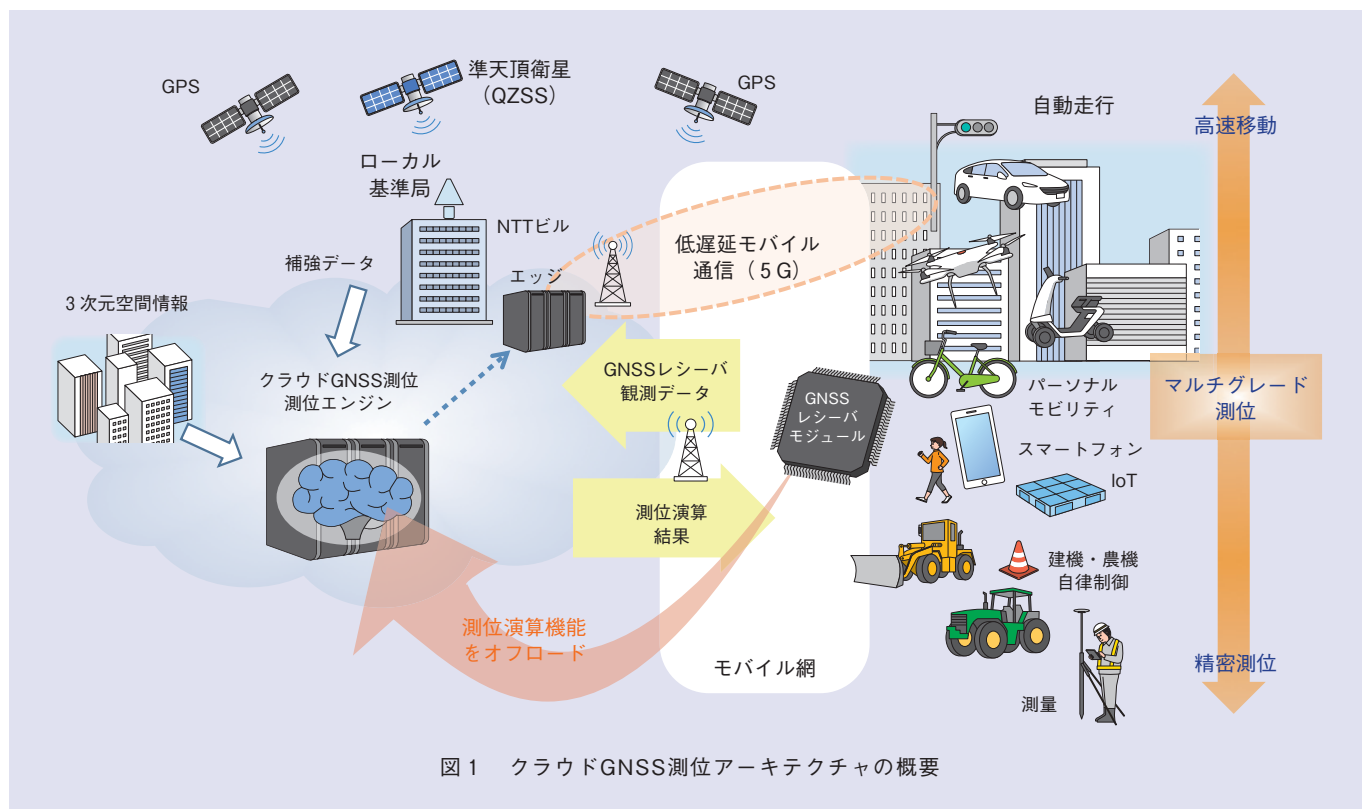


図1 クラウドGNSS測位アーキテクチャの概要

ではなく、レシーバから転送された観測データ (Observation data)^{*4}を使用してクラウド側で行い、測位演算結果 (座標値) が測位点に戻送されます。

本アーキテクチャではクラウド・エッジ上のCPU・GPUを基盤とした潤沢なコンピューティング・リソースを活用し、衛星選択処理を含む高度な測位演算処理を行います。搬送波位相測位では初期測位演算時間を大幅に短縮するだけでなく、NTTビルのローカル基準局を含むさまざまな補強信号をシームレスに選択することができるメリットがあります。また、2次元地図や3次元の建物データ等の地理空間情報やAI (人工知能) や機械学習などの手法をGNSS測位へ適用するといった、これまでにないアプローチも考えられます。さらにはクラウド上での位置情報を活用した多様なアプリケーションとの高度な連携も考えられます。

観測データの出力に対応した汎用的なGNSSレシーバ製品は最近増加しており、一部の製品は複数の周波数帯 (マルチバンド) に対応しています。また、スマートフォンではAndroid OSバージョン7から一部の端末において内蔵のGNSSレシーバの観測データをAPI (Application Programming Interface) で取得できるようになり、今後、対応端末が拡大することが期待されます。

GNSSとネットワークのシナジーとしてはA-GNSS (Assisted GNSS)^{*5}が携帯電話やスマートフォンなどに導入されていますが、本アーキテクチャはさらに高度な両者のシナジーと位置付けることができます。従来、GNSSレシーバチップセットの内部で行われていたGNSS測位演算処理が今後はクラウド・エッジ以外にもスマートフォンのアプリケーションや車載プロセッサ等で実行され、測位演算の機能配備

の形態が多様化することが想定されます。私たちは今後の動向を見据え、適用領域に応じた最適な機能配備を柔軟に実現することをめざしています。

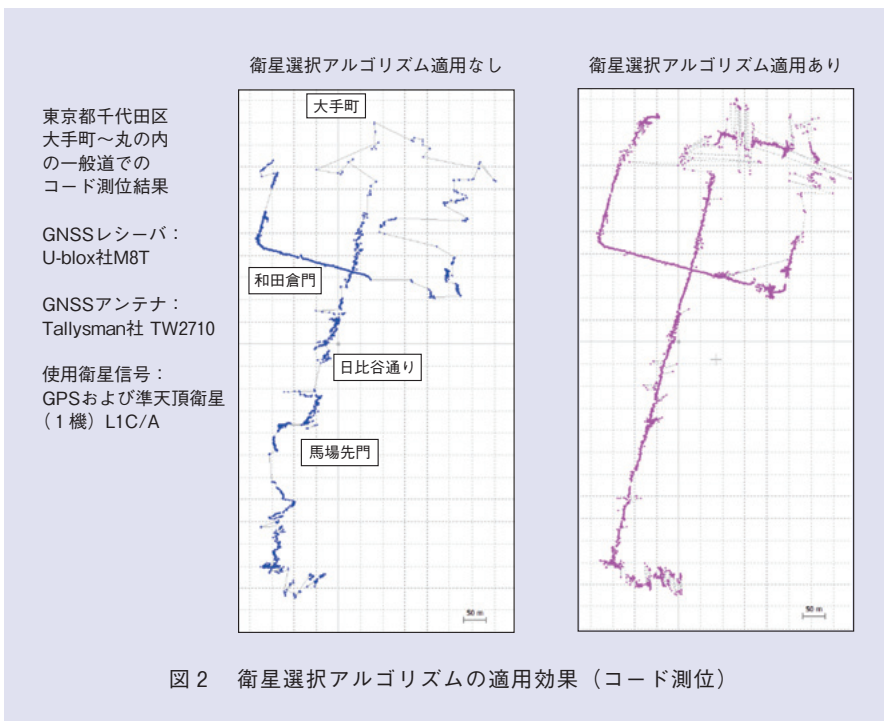
Smart Mobilityへの適用事例

クラウドGNSS測位アーキテクチャのSmart Mobilityへの適用事例として走行車両の位置計測のユースケースを紹介します。

高層の建造物が林立し、道路が基盤目状に近接するアーバン・キャニオン受信環境では衛星信号を見通し状態で受信できる開空間が制限され、衛星信号が建物で反射・回折したマルチパス信号を受信することによって測位精度が大幅に劣化します。東京・丸の内

*4 観測データ：GNSSレシーバの測位演算における疑似距離および搬送波位相計測の結果の情報です。Raw data (生データ) とも呼ばれます。

*5 A-GNSS：モバイル網を経由して航法衛星の軌道情報を短時間に配信する方式です。



一般道においてカーナビ等で使用される汎用的なシングルバンドのGNSSレシーバによって収集した、GPSおよび準天頂衛星信号の観測データを使用して後処理によるコード測位演算を行った結果を図2に示します。従来では道路から大幅に外れていたポイントでも、私たちが独自に開発した、受信した衛星信号から測位に適した衛星信号を選択する「スマート・サテライト・セレクション」*6アルゴリズムを適用することによって測位精度が大幅に改善することを確認しました⁽¹⁾。衛星選択に要した時間は今回使用した検証環境においては1つの測位点あたりわずかに5ミリ秒程度でした。

自動走行車の制御はレーザ、ライダ、オドメトリ、ジャイロ、加速度センサやダイナミックマップと車載カメラを使用した複合的な制御が見込まれます

*6 スマート・サテライト・セレクション：NTTが独自に開発したGNSS衛星信号の選択アルゴリズム技術で遅延の大きい不可視衛星のマルチパス信号を選択的に排除します。

が、GNSS測位ではレーン判定が可能な精度が要求されます。上記のシングルバンドのGNSSレシーバによって首都高速都心環状線で収集したGPS衛星の観測データを使用し、後処理で搬送波位相測位 (VRS-RTK) 演算を行った結果においても私たちの衛星選択アルゴリズムの適用により収束 (FIX) 解が得られる割合 (FIX率) が向上する効果が確認されました。FIX解では数10 cm以下の測位精度が得られていると想定されるため、レーン判定だけでなくレーン内の車両の位置を把握できる可能性があります。トンネルや橋梁などで一時的にGNSS衛星信号をロスした際の再FIXに要する初期測位演算時間も10秒以下であり、マルチバンドのGNSSレシーバを使用した場合にはさらに大幅に短縮できる見込みです。1秒間に10回程度の高頻度な測位を行う場合には図1に示すように測位エンジンをエッジに配置し、URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) 等の5G低

遅延モバイル通信を適用することが考えられます。本アーキテクチャの適用は自動走行の普及に向けて課題となる車載設備のコスト低減にも貢献します。

今後の展開

Smart Mobilityの分野ではC-V2X (Cellular-Vehicle to X) 等の通信手段を備えたコネクティッドカーが普及し、車車間 (V2V: Vehicle to Vehicle)、路車間 (V2I: Vehicle to Infrastructure) で低遅延、広帯域な通信が実現される可能性があります。人と車の位置を包括的に把握することで見通しの悪い交差点における歩行者・自転車位置の把握、配車サービスにおける乗客の位置把握、路線バス運行の効率化、リアフリーマップの作成などの幅広い領域への適用が期待されます。さらにはイベント、災害時の輸送にも適用できる可能性があります。こうした位置情報サービスとの高度な連携も含めた、高精度測位技術の適用へ向けた検討を行っていきます。

参考文献

- (1) <http://www.ntt.co.jp/news2018/1810/181023a.html>

GNSSによって実現されるセンチメートル級の測位には新しい産業領域を創出する大きな可能性があります。NTT研究所では技術の確立だけでなく適用領域の検討も合わせて推進していきます。

◆問い合わせ先
NTTネットワーク基盤技術研究所
コグニティブファウンデーションNWプロジェクト
TEL 0422-59-3013
FAX 0422-59-6364
E-mail nt-kensui-ml@hco.ntt.co.jp

高臨場VRサービスを実現するキャリアエッジコンピューティング基盤技術

NTTネットワーク基盤技術研究所では、通信事業者設備の計算資源を活用したエッジコンピューティングの技術検討を進めています。本稿では、VR (Virtual Reality) アプリケーションをエッジコンピューティング基盤経由で提供するユースケースについて、凸版印刷株式会社と共同で取り組んでいる技術実証の内容を紹介いたします。

いわさわ ひろき うらた ゆうすけ たまき しんや
 岩澤 宏紀 / 浦田 悠介 / 玉置 真也
 かわかみ けんた なかはら ゆうき おの こうたろう
 川上 健太 / 中原 悠希 / 小野 孝太郎
 いしぼし りょうた くわはら たけし
 石橋 亮太 / 桑原 健

NTTネットワーク基盤技術研究所

背景

現在、クラウドでアプリケーションを動作させてさまざまなサービスを提供するクラウドコンピューティングが広く利用されています。クラウドコンピューティングは、ユーザがサーバ等の計算リソースを管理する必要がなくなるメリットがある一方で、ユーザとクラウドとの間にさまざまなネットワークが存在するため、クラウドサーバとの距離や各ネットワークにおける通信帯域の制約・品質変動の影響を受けやすく、安定して低遅延・広帯域なサービスを提供することが難しいという課題があります。

そこで、ユーザ近傍にサーバ等の計算リソースを配置し、サービスを提供するエッジコンピューティングが近年注目されています⁽¹⁾。NTTネットワーク基盤技術研究所 (NT研) では、エッジコンピューティングの中でもユーザ近傍に位置する通信事業者の設備 (通信ビル等) に計算リソースを設置する方式の技術検討を進めています。これにより、クラウドでは困難であった低遅延性・広帯域性を持つ新たなサービスを提供することをめざしています。

本稿では、エッジコンピューティン

グの有望なユースケースとして、低遅延性が求められるアプリケーションであるVR (Virtual Reality: 仮想現実) について、凸版印刷株式会社と共同で取り組んでいる技術実証の内容を紹介いたします。

高臨場VRサービスを実現するエッジコンピューティング基盤技術

VRアプリケーションは、あらかじめ生成された映像を視聴するタイプ (360度視点動画等) と、ユーザの視点移動や操作に合わせて3D映像をリアルタイムに生成するタイプに大別できます。

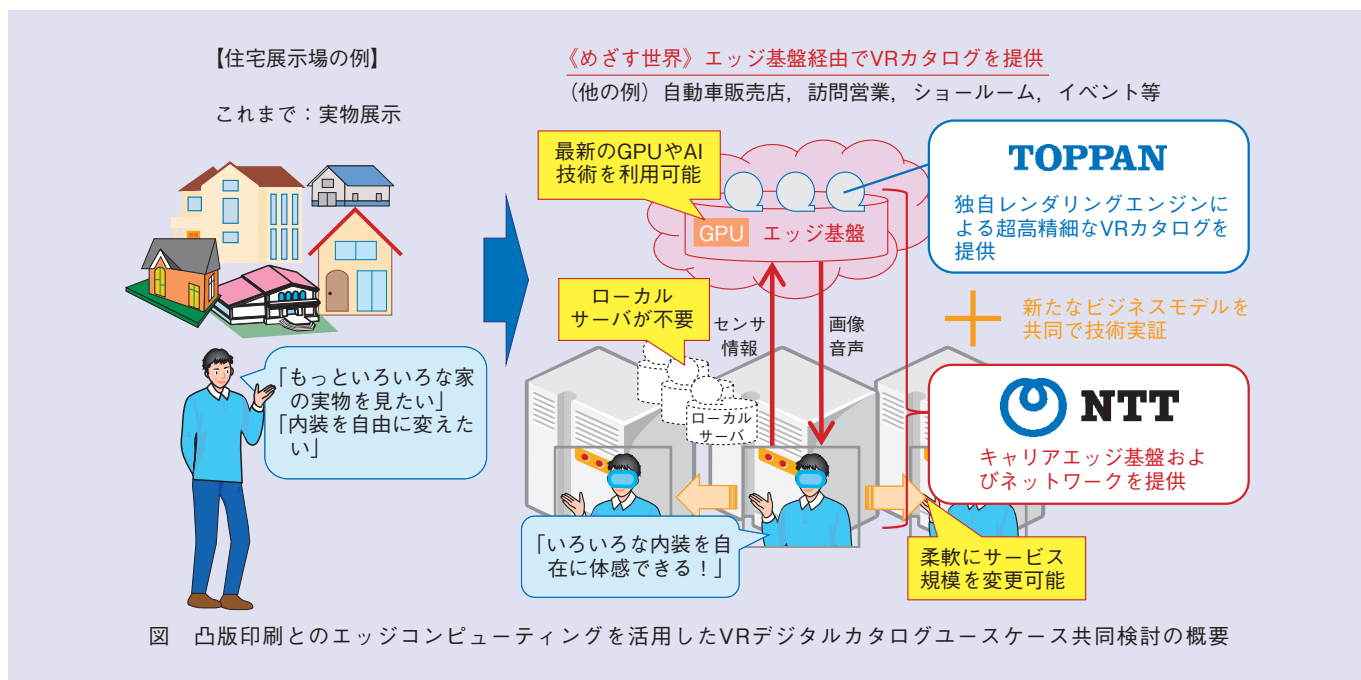
あらかじめ生成された映像を視聴するタイプでは、仮想空間内を自由に移動したり、物体を動かしたりすることはできない制約があります。

一方、3D映像をリアルタイムに生成するタイプは、GPU (Graphics Processing Unit) 等のプロセッサでHMD (Head Mounted Display) の位置・向き等のセンサ情報に対応した映像をリアルタイムに生成することにより、仮想空間内での移動や物体操作が自由に行える特徴があります。このタイプのVRの中でも特に高品質 (高精細、高フレームレート) なものは、電子カタログに適用できると考えられます。

VRを用いた電子カタログでは、例えば自動車販売店やハウスメーカー、各種ショールーム等において、仮想空間上で商品のパーツ・色・模様などを変化させてユーザに体験してもらうことができます。本稿ではこのような電子カタログをはじめとした高品質VRをターゲットとしています。

3D映像をリアルタイムに生成するタイプでは、VR酔いを回避するために、ユーザが端末を操作してから、3D映像が端末の画面に表示されるまでの一連のプロセスを極めて短時間 (例: 数10 ms) に完了させる必要があります⁽²⁾。そのため、従来このタイプはネットワークを介さずローカル端末で提供されてきました。しかし、スタンドアロン型のHMDやスマートフォン単体では高品質化が難しく、また、高性能なGPUを搭載した専用PCは、設備や運用面でコストが高くなる課題があります。そこで、エッジコンピューティングを活用することで、ユーザごとに高性能な専用PCを管理することなく、遠隔でも低遅延で高品質なVRの提供が可能になります。

今回の共同実験では、凸版印刷が持つ住宅展示場向けVRアプリケーションをNTTのエッジコンピューティン



グ検証基盤で動作させ、スマートフォン端末のセンサ情報に基づいた映像をエッジコンピューティング基盤でリアルタイムに生成し、それらの映像データを端末へ配信する検証を行いました。本検証により、凸版印刷の保有する高品質なVR対応型電子カタログアプリケーションを、ネットワークを介した遠隔のエッジコンピューティング基盤経由で提供可能であることを確認しました(図)。

また、VR映像に特化したトラフィック制御による遅延揺らぎの抑制など、サービス高品質化に向けた独自の技術についても検証を行いました。

エッジコンピューティング基盤の研究開発

NT研は、VRをはじめとするエッジコンピューティングアプリケーションのみならず、その効率的な設備構築・増減設、高い運用性を低コストでサポートするエッジコンピューティング基盤の研究開発にも取り組んでいます。その一環としてNT研では、

Linux Foundation配下のOSS(オープンソースソフトウェア)プロジェクト「Akraino」に参画しています^{(3),(4)}。

Akrainoは、通信キャリアのみならず、さまざまな企業や業界が取り組んでいるエッジコンピューティングをエッジ固有のユースケースごとの要求条件や制約条件に合わせ、業界のベストプラクティスであるOSS技術の組合せにより実現するプロジェクトです。オープンコミュニティによって、グローバルなパートナーと共同で取り組むことで、スピーディでかつ効率的にエッジコンピューティングの研究開発を進めつつ、グローバルなエコシステムの構築にも取り組んでいます。

今後の展開

引き続き凸版印刷と共同で、超低遅延かつ高品質なVRサービスを、柔軟に提供できるエッジコンピューティング基盤の実現をめざします。

参考文献

- (1) Y. C. Hu, M. Patel, D. Sabella, N. Sprecher, and V. Young: "Mobile Edge Computing - A key technology towards 5G," ETSI White

- Paper No.11, 2015.
- (2) <https://www.twentymilliseconds.com/post/latency-mitigation-strategies/>
- (3) <http://www.ntt.co.jp/topics/akraino/index.html>
- (4) <https://www.akraino.org/>



(後列左から) 川上 健太/ 小野 孝太郎/
桑原 健/ 石橋 亮太
(前列左から) 玉置 真也/ 岩澤 宏紀/
中原 悠希/ 浦田 悠介

NT研では引き続き、超低遅延かつ高品質なVRサービスを柔軟に提供できるエッジコンピューティング基盤の実現をめざします。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
コグニティブファウンデーションNWプロジェクト
TEL 0422-59-4949
FAX 0422-59-6364
E-mail hiroki.iwasawa.hs@hco.ntt.co.jp

幅広い要件に迅速にこたえる ネットワークスライシング技術

5G時代に向け、大容量ブロードバンド、大量セッション接続、超低遅延高品質等の特性を持つネットワークを活用した多様なサービスの創出が想定されています。本稿では、これらの多様なサービス要件に応じた仮想ネットワークを迅速に構築・提供するためのネットワークスライシング技術と、End-to-Endで一定の通信品質が確保できるEnd-to-Endスライス実現に必要なスライスゲートウェイ技術について紹介します。

さとう たくや おかだ ともひろ
佐藤 卓哉 / 岡田 智広
ほんま しゅんすけ にしはら ひでたか
本間 俊介 / 西原 英臣

NTTネットワークサービスシステム研究所

背景

5G時代には、5Gの特長である大容量ブロードバンド、大量セッション接続、超低遅延高品質などを活用したさまざまな新しいサービスの創出が期待されていますが、それらの新しいサービスを実現するためにはさまざまなサービス要件に応じた多様なネットワークが必要となります。そのような要求に対して迅速かつ柔軟にネットワークを提供することが課題となっています。

ネットワークスライシング技術

ネットワークスライシング技術は共通の物理基盤上にネットワークスライス（スライス）と呼ばれる要件の異なる仮想ネットワークを複数同時に構築・運用する技術です。物理的な設備を仮想的に分割可能な資源として管理し、それらを自在に組み合わせて必要な仮想ネットワークを構築します。従来の通信ネットワークは、高価な専用装置を用いており、構築等に時間を要しましたが、スライスでは比較的安価な汎用装置を用いて、設定を入れ替えることによってさまざまなサービスを迅速に提供できます。

本技術は5G時代のネットワークを支える技術として期待されています。NTTでは本技術を活用することで、サービスパートナーのそれぞれのニーズにあった要件のネットワークを迅速に提供することをめざしています。

スライスゲートウェイ技術

サービスパートナーが求める多様な要件のネットワークを提供するためにはEnd-to-Endで一定の通信品質が確保できるEnd-to-Endスライス（E2Eスライス）が必要です。しかし、E2Eスライスを実現するためには、各々の異なったルールで管理されている複数の事業者網をまたいだ状態でスライスの構築や運用を行う必要があります。NTTではその課題解決に向けて事業者網間の接続点にスライスゲートウェイ（SLG）を配備するアーキテクチャを提案しています（図1）。スライスゲートウェイはプロトコル変換やトラフィック振り分け、スライス間アイソレーション等のスライスのデータプレーンに求められる機能を提供します。網間の接続点部分に配備されたスライスゲートウェイが、それぞれの網の仕様に合わせた適切な変換などを行

うことによって、仕様の異なる複数の網をまたいでスライスを運用することができるようになります。

現在、NetroSphere-PIT⁽¹⁾の検証環境上にオープンソースソフトウェア（OSS）を利用してスライスゲートウェイを実装し、実証試験を進めています。スライスは、基盤ネットワークの仕様に応じて任意のプロトコルを用いて構築することが可能です。私たちは新技術であるSRv6（IPv6 Segment Routing）を用いたスライス構築の検討を進めています。SRv6はIPv6ネットワーク上で動作させることができ、セグメントルーティングによる経路制御が可能です。また、スライスにはさまざまな付加機能を盛り込むことができます。私たちは遅延保証⁽²⁾の付加機能を盛り込んだE2Eスライスを構築することによって、通信遅延の影響を受けやすい双方向型アプリケーションなどにおいてより良いユーザ体験を提供できることを確認しています。さらにそれらのスライスの構築や切り替え、テレメトリ技術によるスライスの運用状況確認等が実施可能なGUIのプロトタイプも開発しました（図2）。前述の成果についてはNTT R&Dフォーラム2018（秋）において動態デモの展

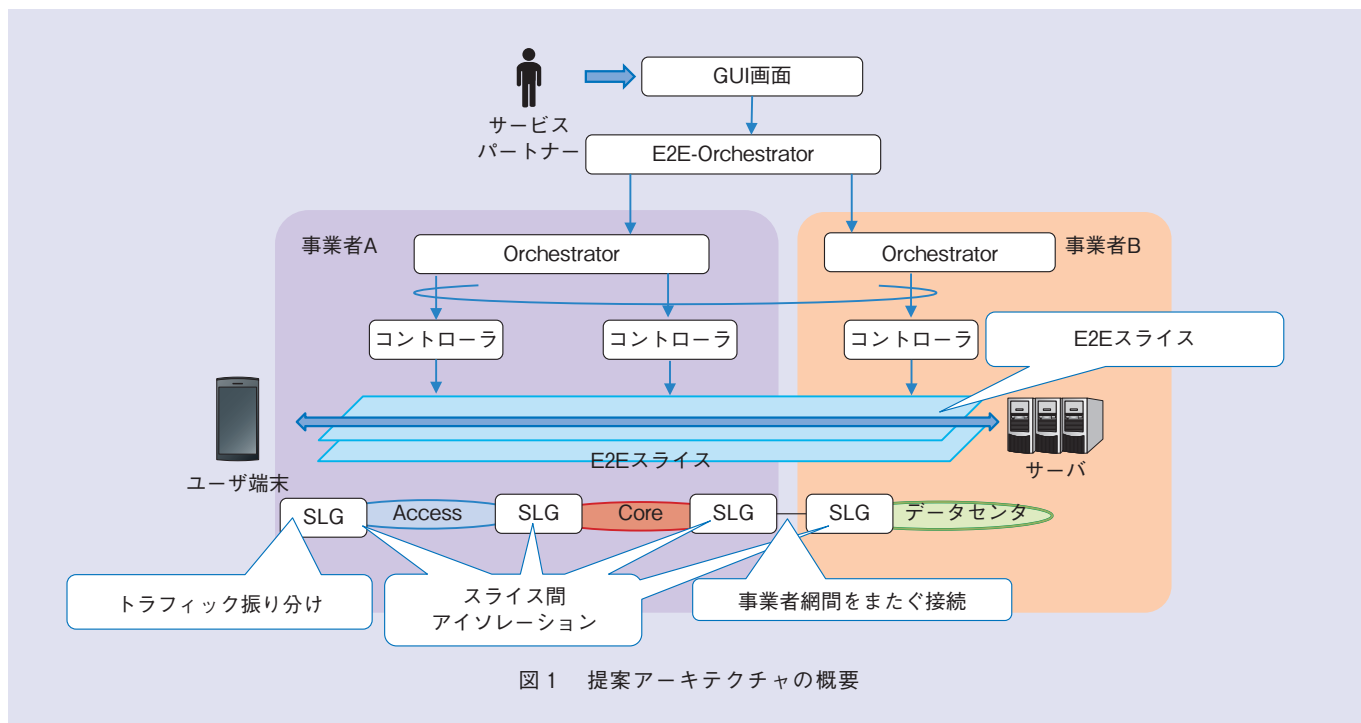


図1 提案アーキテクチャの概要



図2 スライス管理GUI画面

示を行い、GUI画面から簡単な操作を行うだけでスライスの制御が行えることをサービスパートナーの皆様にも体験いただきました。

今後の展開

商用化を見据えた実証実験などを計画しており、それらの実施結果を

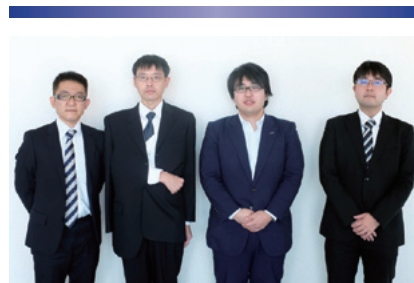
フィードバックすることによってネットワークスライシング技術およびスライスゲートウェイ技術の精錬化を進めます。また、本技術の市販製品、デファクトOSSへの搭載を目標にグローバル標準化を推進します。

参考文献

(1) 奥谷・川端・小谷・山田・丸山：“Netro-

Sphere構想加速に向けた実証（NetroSphere-PIT）の取り組み,” NTT技術ジャーナル, Vol.28, No.8, pp.11-14, 2016.

(2) 福井・坂上・南：“双方向通信型アプリケーションの体感を向上させる最大ネットワーク遅延保証技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.31, No.4, pp.22-23, 2019.



(左から) 岡田 智広/ 佐藤 卓哉/
西原 英臣/ 本間 俊介

NTTでは多様なニーズに柔軟かつ迅速に対応可能なネットワークを実現するために、ネットワークスライシング技術の発展にこれからも取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所
転送サービス基盤プロジェクト
TEL 0422-59-4431
FAX 0422-59-7460
E-mail takuya.satou.up@hco.ntt.co.jp

双方向通信型アプリケーションの体感を向上させる最大ネットワーク遅延保証技術

双方向通信型アプリケーション・システムでは、ネットワーク遅延を一定量以下に抑えることにより操作体感が向上します。ただし、帯域保証サービスで利用されている従来の帯域ベースシェーピング方式を利用すると、バーストトラフィックの平準化により大きなネットワーク遅延が発生し操作体感が劣化します。そこで、本稿では最大ネットワーク遅延を保証するための技術として、要求遅延量を考慮した新たなシェーピング方式を提案します。

ふくい たつや さかうえ ゆうき
福井 達也 / 坂上 裕希
みなみ かつや
南 勝也

NTTアクセスサービスシステム研究所

背景

近年、双方向通信型アプリケーション・システムが広まりつつあります。例えば、遠隔で重機を操作し工事を行うシステムです。このようなシステムでは、操作信号を遠隔地の重機に対してネットワークを介して送信し、その操作信号に従って重機が動作します。操作者は重機に設置されたカメラ映像を遠隔地から受信し確認することにより、操作どおりに重機が動作したことを認知します。操作者が操作を実施してからカメラ映像を確認するまでの時間が、操作体感に強く影響を与えることとなります。遠隔操作の場合、ネットワークの通信遅延が体感を劣化させる大きな要因です。このネットワーク遅延を小さくすれば操作体感は向上しますが、許容できる遅延要件が存在します。カメラ映像の1フレーム時間内で遅延が発生した場合ではカメラ映像表示に影響は与えません。また、2フレーム時間内の遅延が発生した場合でも、筆者の経験上、人が認知できずに操作体感が劣化しない場合も存在します。このように、双方向通信型アプリケーションといえども必ずしも低遅延でなければならないということはなく、

一定の遅延許容幅が存在します。その他の例としては、VR (Virtual Reality)、eSports、リモートデスクトップ等が存在します。

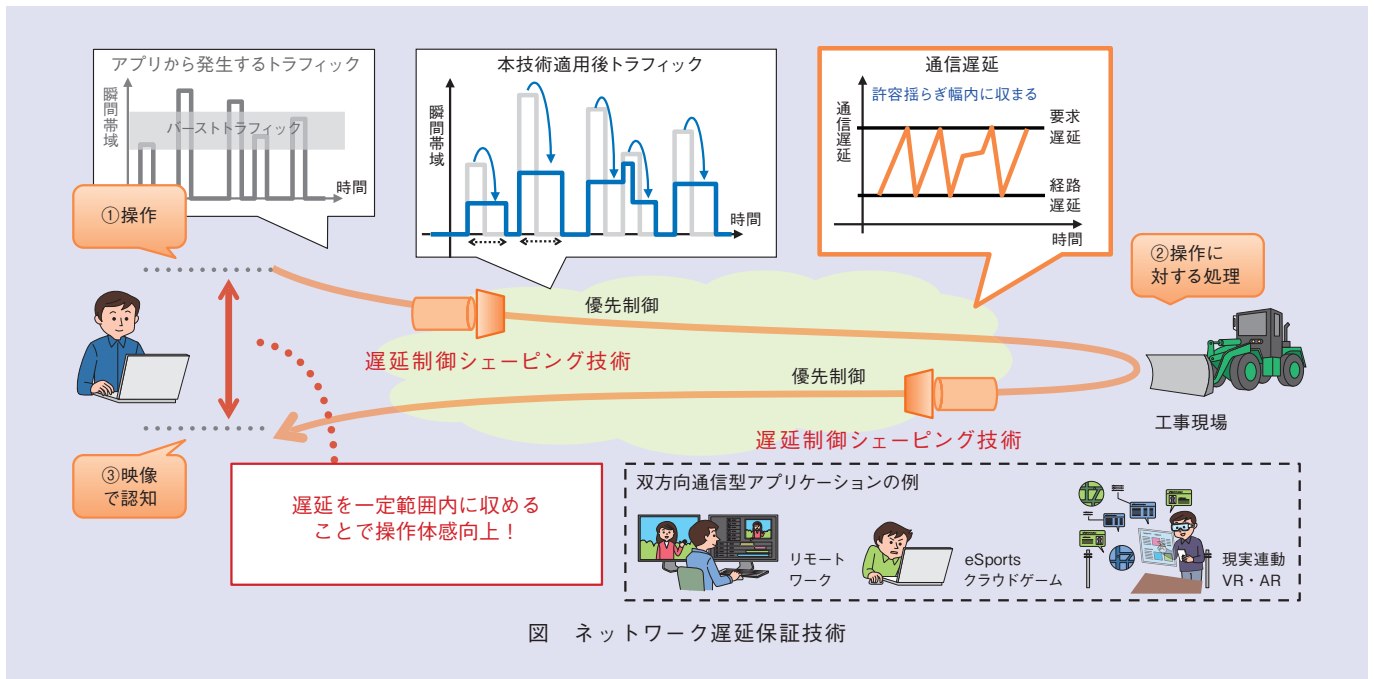
ネットワーク遅延保証技術

そこで本稿では、必ずしも低遅延ではなく要求された遅延量以下でネットワーク内をトラフィック転送する技術を提案します。従来は、前述のような通信をベストエフォートで送信した場合、他のトラフィックの影響を受け、許容以上のネットワーク遅延が発生することにより、操作体感が大きく劣化します。また、他のトラフィックの影響を受けないよう優先トラフィックとして扱う方法が考えられますが、必要以上に低遅延で転送することに加え、前述のような映像トラフィックはバースト転送が多いため、ネットワークへの負荷が大きいために課題となります。これを解決するために、帯域保証サービスで利用されている従来の帯域ベースのシェーピング方式を適用すると、映像の平均レートよりも大きめの帯域設定であっても大きな遅延が発生し、やはり操作体感が大きく劣化してしまいます。なぜなら、映像トラフィックのバースト転送により瞬間的には設

定帯域を超えたトラフィックが流れるため、このトラフィックを一定帯域にシェーピングするとネットワーク装置のパッファに滞留する時間が増加することにより、大きな遅延が発生するためです。

そこで本技術では、映像のようなバースト転送が存在した場合においても一定遅延内での転送を保証し、かつ、ネットワークへの負荷を最大限抑制します(図)。これにより、競争力のあるネットワーク基盤の実現に貢献します。

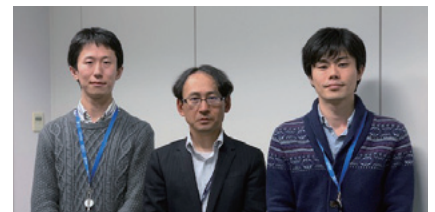
新たなシェーピング方式ではネットワークにトラフィックが流入する際に、到着したトラフィック量を常時計測し、あらかじめ設定された要求遅延量と最低限発生するネットワーク内のエンド・ツー・エンド経路遅延量を基にネットワーク内に送出するトラフィック量をリアルタイムに算出します。中継ネットワーク内ではベストエフォートトラフィックよりも優先送信することにより、一定遅延内での送信を可能とします。また、算出したトラフィック量に従い最大限トラフィックをシェーピングすることによりネットワーク負荷を低減することが可能です。本機能を試作し双方向通信型アプ



リケーションを利用して評価したところ、操作体感向上効果が得られることを示すことができました。

今後の展開

本技術の適用先は、映像配信サービスのような片方向で通信するアプリケーションではなく、操作に伴い遠隔で処理が実施されるような双方向通信型アプリケーションです。今後は本技術の適用により、操作体感が向上するアプリケーション・システムを広く調査、実証実験を進め、ネットワークサービス化をめざします。



(左から) 福井 達也/ 南 勝也/
坂上 裕希

ネットワーク遅延保証技術と双方向通信側アプリケーションが連携することにより臨場感のある新たなアプリケーション・ユーザ体感が作り出されるのでは！？を現実に行えるよう、本技術の研究活動を推進していきます。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
アクセスサービスシステムプロジェクト
アクセスサービス推進グループ
TEL 0422-59-4853
FAX 0422-59-5651
E-mail asap-info-ml@hco.ntt.co.jp

ネットワークリソースの最適設計・制御技術

NTTネットワーク基盤技術研究所では、設備利用効率が高く、利便性の高いネットワークを実現することをめざし、さまざまな時間スケールで発生するネットワークの変化に柔軟に追従する技術の研究開発を行っています。本稿では、具体的な検討事例として、ネットワークの最適設計技術、クラウドネイティブSDx制御技術を紹介いたします。

おくだ けんぞう ひろた たけし
奥田 兼三 / 弘田 武志

いづか みか かねこ やすはる
石塚 美加 / 金子 康晴

やすかわ せいしょう
安川 正祥

NTTネットワーク基盤技術研究所

背景

NTT研究所では、5G・IoT (Internet of Things) 本格時代を見据え、ネットワーク運用のさまざまな段階において発生する変化に柔軟に対応することが可能なアーキテクチャの具現化をめざし、技術検討を進めています。

本稿では、次の2つの技術について紹介します。

- ① ネットワークの最適設計技術：長期的な需要の変化に対応するために、実データに基づき設備投資の費用対効果を可視化し、最適な設備投資計画策定を支援する技術。
- ② クラウドネイティブSDx制御

技術：短期的な需要の変動に対して、ネットワーク、クラウド環境等サービス提供に必要なリソースを最適に割り当て、さまざまなパターンにわたる設定をワークフロー制御にて自動で行う技術。

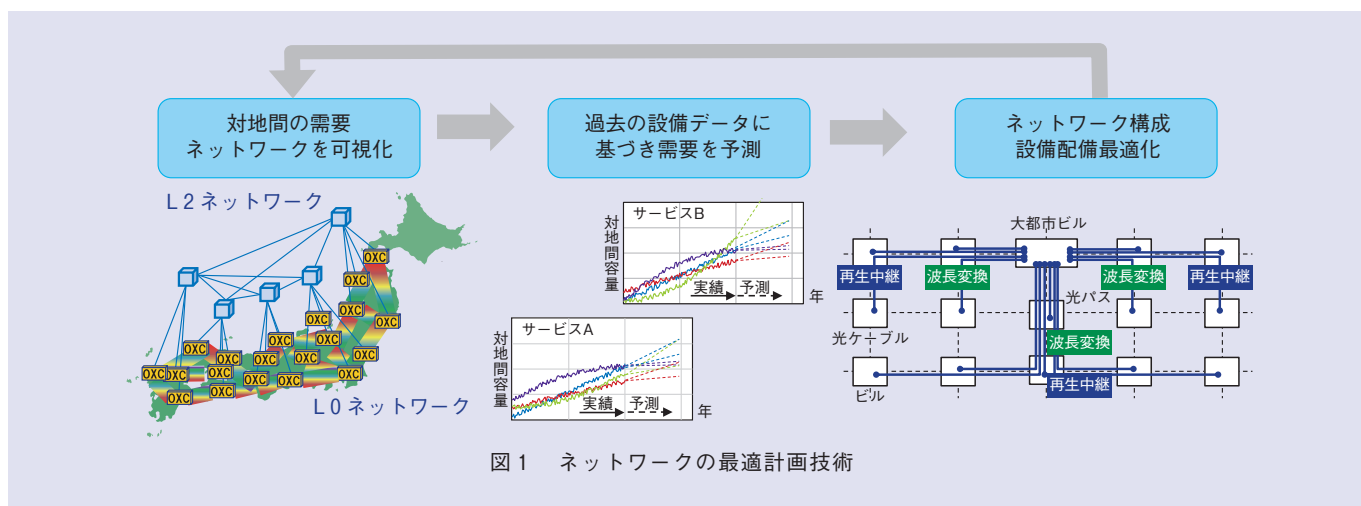
た。しかしながら、今後の人口減少、社会の変化に対応した柔軟なネットワークを持続的に提供していくためには、これらをAI (人工知能) 等のデータ分析技術により高度化、スキルレス化していくことが課題となってきます。

ネットワークの最適設計技術

ネットワークの最適設計技術は、通信需要の増加等に伴う長期的（数カ月～数年程度）なネットワークの状態変化に対応して、最適な設備投資検討、装置の配備方針検討、ネットワークトポロジ検討を行う技術です。従来、これらの検討は、高いスキルと経験を持った運用者により行われてきまし

この課題を解決するために、NTT研究所では、実際の設備データを活用した①設備利用状況の変化の可視化・予測、②設備利用効率の改善ポイントの分析、③ネットワーク構成案と設備配備案の最適化の高度化・スキルレス化に取り組んでいます（図1）。

NTT R&Dフォーラム2018（秋）では、伝送網を対象に、最適設計技術のコンセプト、ならびに設備利用状況の



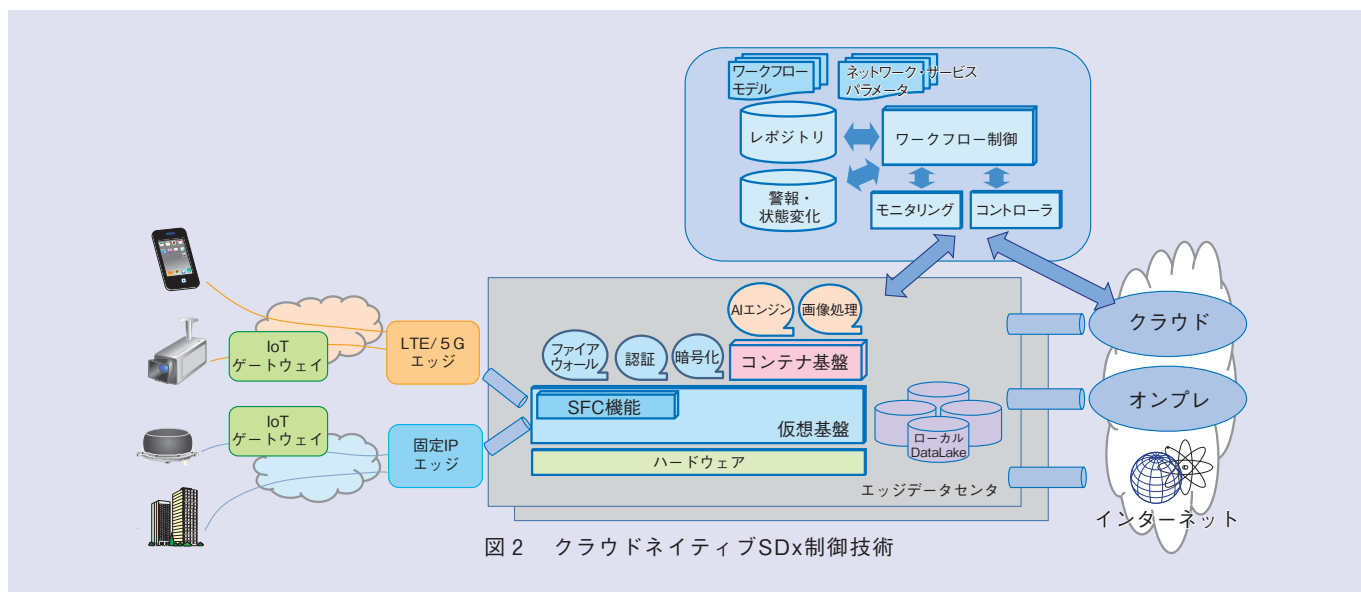


図2 クラウドネイティブSDx制御技術

変化の可視化・予測，設備利用効率の改善ポイントの分析について展示しました。

クラウドネイティブSDx制御技術

クラウドネイティブSDx制御技術はクラウドとネットワークを連携させたサービスの提供において、サービスの即時提供，保守運用の自動化を実現するための技術として次のような検討を進めています。①サービス提供のための資源（ネットワーク，クラウド上のリソース等）の制御を自動的に行う仕組み，②制御対象となるリソース情報を適切に管理する方法が必要となってきます。①の自動化の仕組みについてはクラウド上で利用されている技術を基に，ネットワークも含めて制御可能とするため，ネットワーク機能の仮想化技術（NFV: Network Functions Virtualization）やソフトウェアによるネットワーク制御技術（SDN: Software Defined Networking）等の技術を組み合わせることにより，ネットワーク，クラウド環境とサービスのためのアプリケーションまでを一連の操作で扱う仕組みを検討しています。また

サービス提供のためのリソースとしては、物理的なもの（コンピュータやネットワーク機器），仮想化されたもの（仮想コンピュータやソフトウェア化されたネットワーク機能）等，さまざまなものがあり，これらを連携させて制御するため，対象物をモデル化し，汎用的に扱えるようにすることでさまざまなサービスに柔軟に対応できるようにすることを検討しています（図2）。

NTT R&Dフォーラム2018（秋）では自動制御の仕組みとリソースの最適割当機能を組み合わせ，サービスの新規提供および故障といった状況に対応し，必要となるリソースの情報とその時点でのリソース状態に基づき最適なリソース割当を行い，割当結果に基づいて自動制御することにより，サービス新規提供時および故障対応におけるオペレーションの効率化について展示しました。

今後の展開

今後の社会基盤を担うネットワークインフラの基盤を支える技術検討として、「ネットワークの最適設計技術」「クラウドネイティブSDx制御技術」につ

いて紹介しました。これらの技術は，ネットワークの設計・制御のDX化，AI化を推進し，ネットワークの状態変化に追従した投資，パス設計をスキルレスで行うことができるものです。将来的には5G/IoT本格時代の基盤技術となるよう，実証実験などを通じて技術の完成度を高めていく予定です。



（左から）金子 康晴/ 石塚 美加/
奥田 兼三/ 弘田 武志/
安川 正祥

NTT研究所ではクラウド・ネットワークが融合したさまざまなサービスを提供するために必要な技術の開発に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
ネットワークアーキテクチャプロジェクト
TEL 0422-59-2684
FAX 0422-59-6364
E-mail seisyu.yasukawa.va@hco.ntt.co.jp

体感品質を制御する映像配信技術

本稿では、近年の映像コンテンツ配信サービスにおける高精細化と需要拡大に対応するため、コンテンツ配信事業者、通信事業者のサーバ配備や通信ネットワークの最適化と新たな配信制御により、精細・高臨場の映像コンテンツを経済的に高品質で配信する技術を紹介します。

おくやま たかふみ†1 きただ ひろゆき†1 まつもと ありふみ†1
奥山 隆文 /北田 裕之 /松本 存史
 ふじわら としひと†2 こばやし だいすけ†3 いのうえ ひろし†1
藤原 稔久 /小林 大祐 /井上 洋思
 えんどう けんいち†1 かさはら やすのぶ†2 なかむら けん†3
遠藤 乾市 /笠原 康信 /中村 健

NTTネットワーク基盤技術研究所^{†1}
 NTTアクセスサービスシステム研究所^{†2}
 NTTメディアインテリジェンス研究所^{†3}

背景

多くのお客さまがネットワーク経由で高精細な映像を視聴できるようにするためには、通信ネットワーク内で品質が劣化するような事象を発生させないこと、より具体的には、お客さまが体感する品質（QoE: Quality of Experience）が低下しないようにする必要があります。そのために、NTTは映像配信サーバから視聴端末までのエ

ンドエンドにわたって「QoEを制御する技術」「映像データを効率的に配信する技術」の2つの技術からなる映像配信技術を提案します（図）。

QoEを制御する技術

「QoEを制御する技術」は、情報収集・分析、ポリシー判断、配信制御の3つのフェーズで構成されます。

- (1) 情報収集・分析フェーズ
ネットワーク・QoE可視化技術によ

り、お客さまが満足できるQoEを提供できているか、もしそうでないならばネットワークの輻輳等、原因となる事象を明らかにします。そのために、ネットワーク状態やサーバ負荷状態をネットワークから、お客さまの視聴品質やコンテンツに関する情報をお客さまの視聴端末からそれぞれ収集・分析しています。

- (2) ポリシー判断フェーズ
それぞれのお客さまに適切なQoE

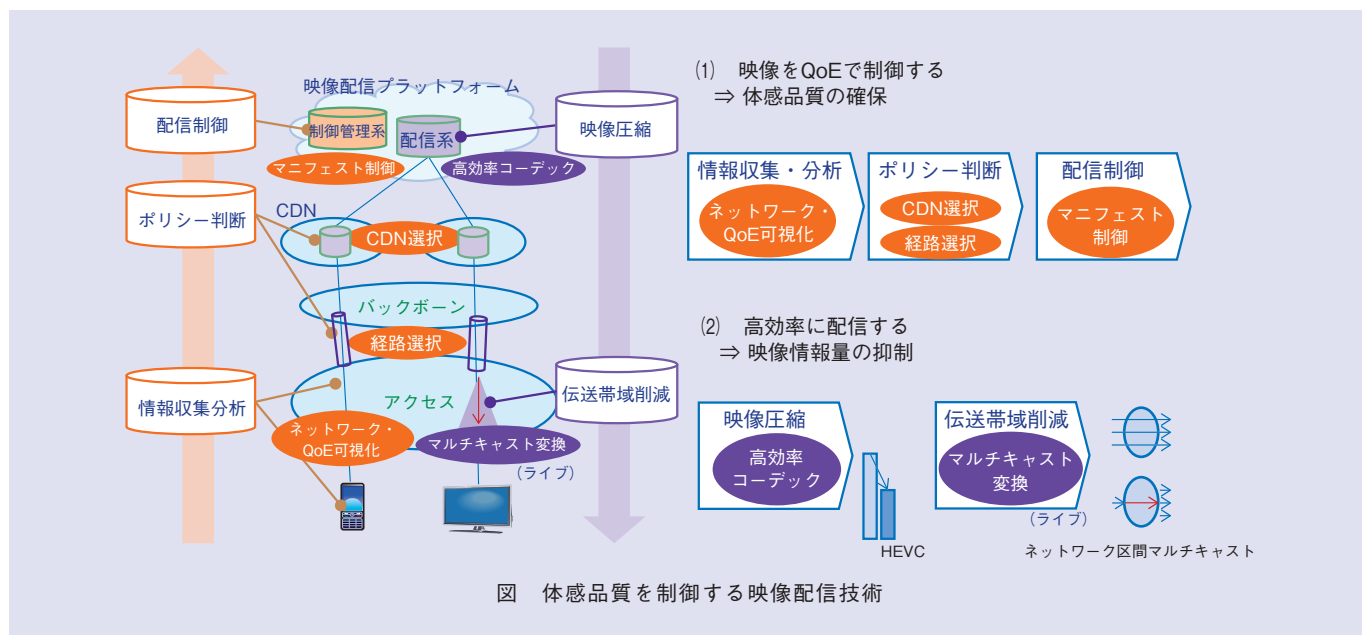


図 体感品質を制御する映像配信技術

を提供し、満足いただくために、選択する配信サーバ・CDN (Content Delivery Network) や提供できる解像度、CMコンテンツなどの配信方針を判断します。この方針は、例えばお客さまのサービスや視聴場所等によって設定可能です。

(3) 配信制御フェーズ

ポリシー判断フェーズで定めた方針に基づき、QoEを満足できる映像や解像度、帯域やCMコンテンツ等の条件と配信サーバを具体的に決定し、視聴端末に通知するマニフェスト制御を実施します。

3つのフェーズを連携して実施することで、ネットワークの混雑を回避して良好な品質の映像を提供できます。

本技術は、NTT R&Dフォーラム2018 (秋) において、研究所ネットワーク上のサーバ群とNTTコミュニケーションズのテストベッドを接続・連携し、インターネット経由での配信実験を実施しました。

映像データを効率的に配信する技術

「映像データを効率的に配信する技術」については、2つの独立な技術を

内包しています。

(1) 高効率コーデック技術

高効率コーデック技術は、高精細な4K映像をリアルタイムにHEVC方式で符号化する技術で、独自の可変ビットレート制御技術により従来のH.264符号化技術と比べて2分の1以下の符号量に圧縮することが可能です。

(2) マルチキャスト変換技術

マルチキャスト変換技術は、配信事業者と視聴者は汎用のWebインタフェース (HTTPベースのユニキャスト) の機器を利用したまま、途中の区間をマルチキャスト化する技術です。それにより、配信事業者およびネットワーク事業者は、1コンテンツ当りのデータ転送用の設備リソースを同時視聴者数分の1に抑えることができ、また、同時視聴者数に影響せず、視聴者に対し安定配信できます。

これらの技術を適用することで、多くの視聴者が満足できる品質の映像を届けることが可能となります。

今後の展開

今回実施したアクセスネットワークでの配信基盤を機能強化するだけでな

く、配信プラットフォームから端末までの一気通貫の映像配信ビジネスの技術的な仕組みづくりをめざします。



(後列左から) 井上 洋思/ 松本 存史/
遠藤 乾市/ 笠原 康信/
中村 健/ 小林 大祐
(前列左から) 北田 裕之/ 奥山 隆文/
藤原 稔久

NTTでは、4K/8Kなど高品質・高精細な映像コンテンツを、「映像をQoEで制御する」「高効率に配信する」ことで、ネットワークにやさしく、視聴者が満足する品質での提供が可能な映像配信ネットワークの実現に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
コグニティブファウンデーションNWプロジェクト
TEL 0422-59-6377
FAX 0422-59-6364
E-mail endou.kenichi@lab.ntt.co.jp

映像転送を支えるデータストリームアシスト技術

NTTネットワーク基盤技術研究所では、高機能・高性能なIoT (Internet of Things) デバイスを活用した複雑なサービスを支えるネットワークを提供するために、軽量かつ柔軟に配置可能なデータストリームアシスト技術の研究開発を行っています。本稿では、具体的なユースケースとして、カメラ映像を多種多目的の利用用途に応じて、通信プロトコル・通信タイミング・通信量を変更し、ネットワークの利用効率を向上させるとともに、IoTサービス事業者の利便性向上につなげる技術の紹介をします。

ひご なおき つばき たくま
肥後 直樹 / 鰐木 拓磨
 こしち こうじゅん つばき としみつ
越地 弘順 / 椿 俊光
 くわはら たけし
桑原 健

NTTネットワーク基盤技術研究所

映像IoT時代の幕開け

近年、AI (人工知能) を活用した映像解析の本格化、および通信回線の広帯域・高速化により、映像IoT (Internet of Things) が普及してきました⁽¹⁾。

カメラを使った映像サービスとして防犯・警備などのセキュリティサービスが挙げられますが、お客さまの購買行動を把握するためのマーケティングや製造業における商品の外観検査などへの活用にも注目されるようになり、映像自体の利用目的が多様化しています。

映像IoTシステムの構成変更の難しさ

映像IoTを導入する場合、そのシステムは、ユーザの構内に構築することが一般的です。しかし、ユーザの設備内にシステムを構築する場合、メディアサーバなどの専用設備が必要になり、映像用途の変化に伴うシステム構成の変更が難しいため、映像IoTの導入障壁が高いです。

カメラの映像は、その用途によっては、常に取得する必要がないものもあります。例えば、視聴用途の場合、平

常に視聴するケースは少なく、事件や事故などのイベントが発生した非常時だけ、状況把握のために視聴するケースが多いです。このような場合、平常時も映像を取得していると、ユーザのLAN (Local Area Network) を輻輳させる可能性があります。また、視聴や分析を遠隔地で行う場合は、通信キャリアのネットワークも輻輳させる可能性があります。したがって、必要ときだけ映像を取得する構成に、動的に変更する必要があります。

データストリームアシスト技術による課題解決

データストリームアシスト技術は、この課題を解決すべく、映像IoTをマネージド・サービスとして利用するネットワーク機能の実現をめざしています。

本技術は、映像ストリームの転送を行う「転送系機能」と、転送系機能を管理する「連結制御系機能」の2つで構成されています⁽²⁾(図1)。これらの機能は、既存映像IoTシステムとの組合せや分散配備を可能とする軽量なソ

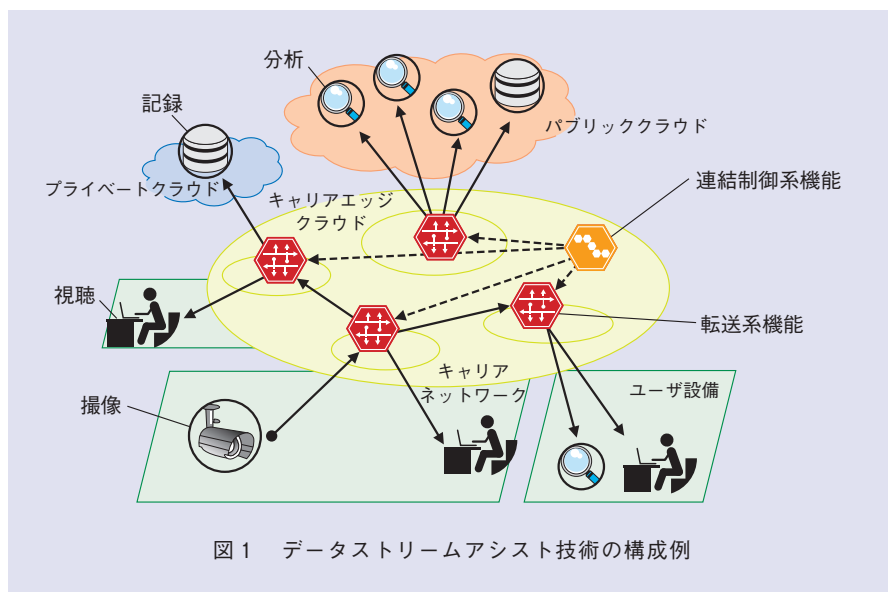
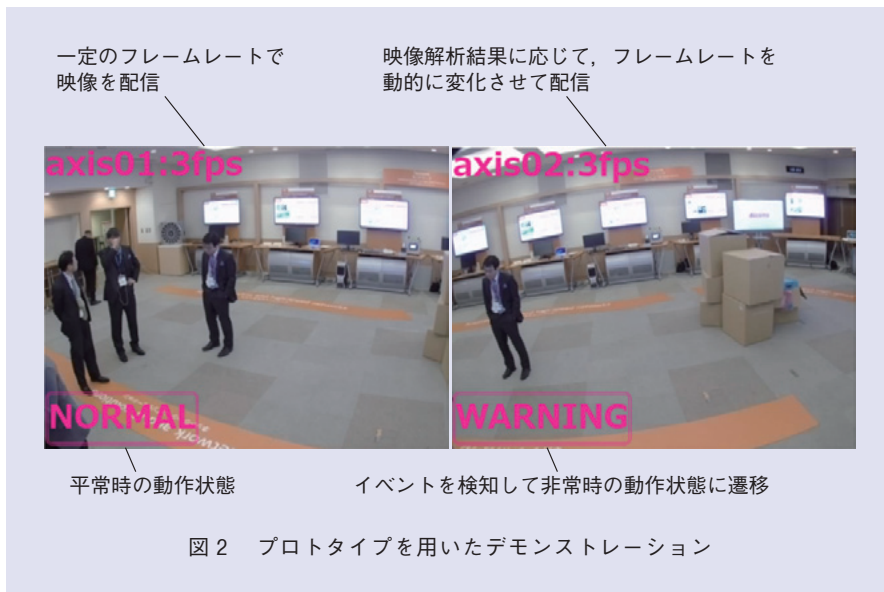


図1 データストリームアシスト技術の構成例



ソフトウェアを設計指針としています。したがって、プロトタイプ（図2）では、機能のプロセスが動作する環境としてDocker⁽³⁾、コンテナのオーケストレータとしてKubernetes⁽⁴⁾を採用しています。映像ストリームの登録時に、利用する物理マシンやエリアを宣言することで、各マシン上で待機状態のコンテナが展開され、映像のメディア情報の取得や転送を担うストリーム管理機能が立ち上がります。その後、宛先となる視聴デバイスなどからのリクエストに応じて、映像ストリームを配信します。このように、必要な機能

* キャリアエッジクラウド：通信キャリアがキャリアネットワーク内にクラウド基盤を構築し、ユーザに提供するクラウド環境。

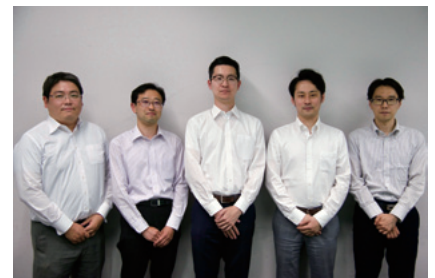
を動的に配備可能とすることで、イベント発生時の必要な映像のみの取得を実現し、ネットワークやコンピューティングリソースに制限のある環境においても、柔軟にシステムを構築することができます。

今後の展開

データストリームアシスト技術は、キャリアエッジクラウド*やパブリッククラウドを組み合わせたマルチクラウド環境との親和性が高いと考えます。映像の用途に応じて高効率かつ安全に映像を配信するネットワーク機能を動的に配備することで、映像IoTの迅速な展開と高いスケール性の実現をめざしていきます。

参考文献

- (1) 特集：“映像IoTが、来た！”，テレコミュニケーション，No.409，pp.6-25，2018.
- (2) 肥後・鏑木・越地・椿・桑原：“IoTサービスを支えるデータストリームアシスト技術”，NTT技術ジャーナル，Vol.30，No.7，pp.19-24，2018.
- (3) <https://www.docker.com/>
- (4) <https://kubernetes.io/>



(左から) 桑原 健/ 椿 俊光/
鏑木 拓磨/ 肥後 直樹/
越地 弘順

さまざまなサービス事業者とのコラボレーションを通じた研究開発のアプローチにより、IoTサービス事業者の利便性向上と高機能IoTデバイスを活用したサービスの実現をめざし、データストリームアシスト技術をはじめとする新たなネットワークアシスト技術の研究開発に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワーク基盤技術研究所
コグニティブファウンデーション
NWプロジェクト
TEL 0422-59-3810
FAX 0422-59-6364
E-mail toshimitsu.tsubaki.zs@hco.ntt.co.jp

AIを用いたデバイスごとのポリシー制御技術

近年、ネットワークカメラやTV等、ネットワークに接続されるIoT (Internet of Things) デバイスが多様化・大量化しており、またデバイスごとにネットワークに求められる要件も多様化しています。本稿では、IoT時代を見据えたキャリアネットワークにおいて、各デバイスの通信のふるまいから、種類・機種等を自動で特定し、デバイスごとに最適なネットワーク制御を実現するポリシー制御技術について紹介します。

にしはら ひでたか いわはし ひろき
西原 英臣 / 岩橋 宏樹
 くりた かおり まつ お かずひろ
栗田 佳織 / 松尾 和宏
 のぐち ひろふみ いそだ たくま
野口 博史 / 磯田 卓万
 かたおか みさお やまと ようじ
片岡 操 / 山登 庸次

NTTネットワークサービスシステム研究所

IoT時代のポリシー制御技術

世の中にあるさまざまなモノがネットワークに接続され通信を行うIoT (Internet of Things) の進展や、4K/8K映像の普及に伴い、さまざまな利用シーンやアプリケーションが登場し、またデバイスの種類も多様化しています。さらに、デバイスの用途に応じて、高速大容量の転送や、小容量だが多数セッションの転送など通信の特性や要求される品質も多岐にわたります。

このようにネットワークに接続するデバイスが多様化・大量化する中で、デバイスごとの多様なネットワーク要件に柔軟にこたえるために、NTTネットワークサービスシステム研究所では、デバイスの種類や特性に応じて最適なネットワーク制御を実現する、IoT時代のポリシー制御技術の研究開発に取り組んでいます。本稿では、本技術を構成する2つの要素技術と全体システムを紹介します。

ポリシー制御技術

ポリシー制御技術とは、ユーザの多様なニーズに応じて柔軟な付加サービスを提供するために、アプリケーショ

ンや特定ユーザのトラフィックを識別し、識別結果に応じて個別の制御ルール (ポリシー) に従ってトラフィックを制御する技術です。具体的な制御例として、フィルタリング、QoS (Quality of Service)、帯域制御が挙げられます。

ポリシー制御技術は主に、PCEF (Policy and Charging Enforcement Function) とPCRF (Policy and Charging Rules Function) と呼ばれる機能によって実現され、これらはキャリアネットワーク内に配備されます。PCRFでは、ユーザやアプリケーションに応じて適用するポリシーを決定し、PCEFに対して制御指示を行います。PCEFは、PCRFからの指示に従い、入力するトラフィックを識別し、適切な制御を行います。

ふるまい自動分析技術

ふるまい自動分析技術とは、ネットワークに接続されているデバイスの種類や機種を通信情報から自動で識別する技術です。例えば、宅内やオフィスのネットワークにつながっているデバイスが、ネットワークカメラや視聴用モニターであることを識別することができます。デバイスの種類が明らかになることで、最適なネットワーク制御の

判断や大量デバイスの効率的な管理を行うことが可能となります。また、本技術は、デバイスを通常使用する際に発生する通信を利用して識別を行うため、識別対象のデバイスには、高い性能や特別なソフトウェアが必要ないことも利点の1つです。

本技術は、通信情報の特徴量と類似性の判定という二段階の処理で構成されます (図1)。通信情報の特徴量とは、デバイスが送受信するパケットを一定の時間間隔で収集し、その数やヘッダ情報を基に抽象化したデータをつくります。このデータをデバイスの特徴量と呼びます。次に、類似性の判定ではデバイスの種類や機種ごとにあらかじめ用意した特徴量と、識別対象デバイスの特徴量とを比較してもっとも類似するものを判定します。このとき、特徴量の比較には機械学習を用います。以上の処理によって、デバイスの種類や機種を識別します。

全体システム

従来のポリシー制御技術では、契約回線単位での制御を実施しています。そのため、1契約回線に複数のデバイスが収容されている場合に、ネットワーク側でデバイスを個々に特定でき

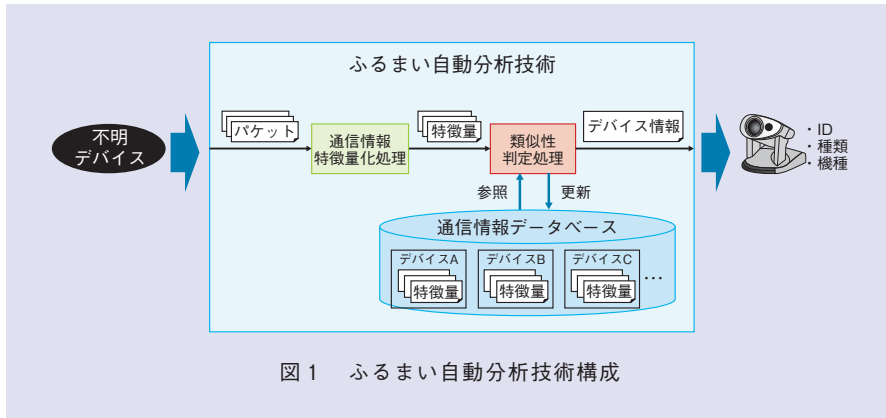


図1 ふるまい自動分析技術構成

デバイスが多様化・大量化する中で、デバイスの通信のふるまいから自動で種類・機種を特定する、ふるまい自動分析技術と、それらと連携してデバイスごとに最適なネットワーク制御を実現するポリシー制御技術について紹介しました。

ふるまい自動分析技術については、通信情報の特微量化や類似性の判定にさまざまな手法があるため、適用するネットワークを意識しながら技術の向上とサービス化に向けた検討を進めていきます。

ポリシー制御技術については、ユーザーにサービスを提供するサービス事業者がデバイスごとに独自のポリシーを設計・設定し、柔軟なサービス提供を可能とするAPI (Application Programming Interface) について検討を進めていきます。

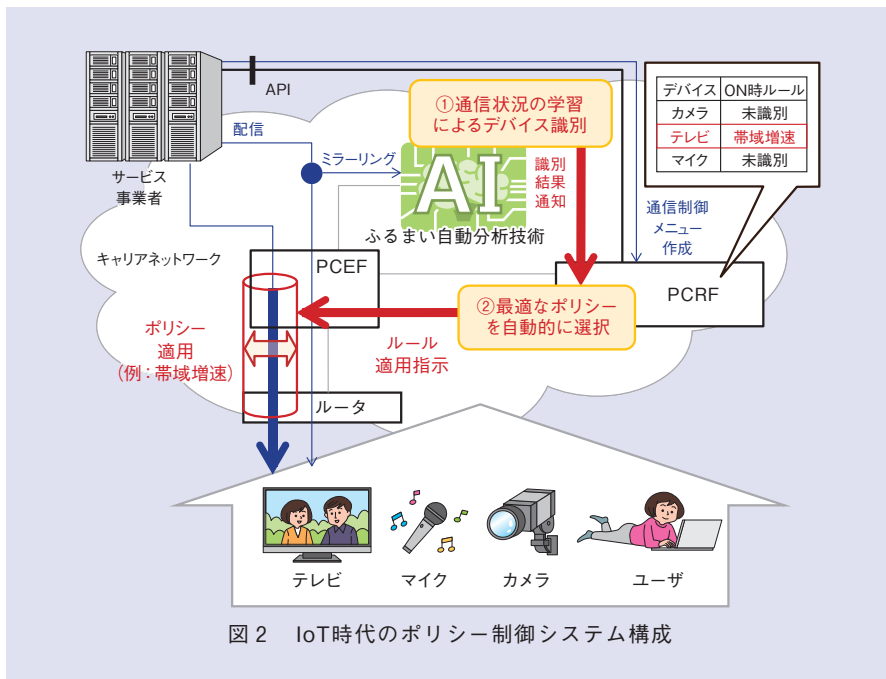


図2 IoT時代のポリシー制御システム構成

ない課題がありました。そこで、ふるまい自動分析技術を活用し、特定したデバイスの識別結果から、PCRFで各デバイスに応じたポリシーを自動で選択する技術を実現しました。本システムの全体構成を図2に示します。具体的には、ふるまい自動分析技術を搭載したAI (人工知能) をキャリアネットワーク内に配備し、ミラーリングパケットを入力させ、①ふるまい自動分析技術でデバイスの種別や機種を識別します。AIにて識別完了後に、当該結果と契約回線情報 (送信元IPアドレス等) をPCRFへ通知し、②PCRF

では通知される情報に基づき、あらかじめ登録されている契約回線に紐づくデバイスごとのポリシーから、最適なポリシーを自動的に選択します。そして、PCRFからPCEFに対してデバイスの通信単位で当該ポリシーの適用を指示します。

本技術を活用することで、契約回線配下にある個々のデバイスを特定し、デバイスに応じた最適なネットワーク制御を実現することができます。

今後の展開

本稿では、ネットワークに接続する



(後列左から) 野口 博史/ 山登 庸次/
栗田 佳織/ 西原 英臣
(前列左から) 磯田 卓万/ 片岡 操/
松尾 和宏/ 岩橋 宏樹

NTTネットワークサービスシステム研究所では、多様なニーズに柔軟に対応可能なネットワークを実現するために、AIと連携したポリシー制御技術等の転送技術の発展にこれからも取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所
転送サービス基盤プロジェクト
TEL 0422-59-7223
FAX 0422-60-7460
E-mail pcc-p-ml@hco.ntt.co.jp

パスワードレスでの利用資格の共有・委譲技術

NTT研究所では、安全性と利便性を両立させた認証基盤の確立をめざし、研究開発を進めています。本稿では、特に近年普及が進むスマートフォンのようなモバイル端末を用いてさまざまなサービスを利用する際に、パスワードを必要としない安全な認証基盤技術について紹介します。今後は本技術をさまざまなサービスに適用し、利便性の向上を図っていきます。

よしむら やすひこ すが ゆりか
吉村 康彦 / 菅 友梨香
 おおもり よしひこ やました たかお
大森 芳彦 / 山下 高生
 しばた あきら
柴田 哲良

NTTネットワークサービスシステム研究所

背景

スマートフォンのようなモバイル端末の急速な普及に伴い、場所を問わずオンラインでさまざまなサービスが利用可能になってきました。個々のサービスを利用する際にはIDとパスワードを用いて認証する方法が一般的に用いられていますが、利用者はサービスごとに異なるパスワードを記憶して入力する必要があり、利便性の観点で課題があります。また、ID・パスワードの流出によるなりすましへの懸念もあります。これらの問題に対処するため、安全かつ便利な認証の実現をめざし、技術検討を進めています。

FIDO関連技術

安全・便利な認証という観点では、FIDO (Fast IDentity Online) アライアンスが、公開鍵暗号化技術を活用した認証方式を提案しています⁽¹⁾(図1)。FIDO仕様の1つに、スマートフォンなどのモバイル端末での利用を想定しているUniversal Authentication Framework (UAF) プロトコルがあります。UAFは認証用の秘密鍵をモバイル端末のセキュア領域 (SE/TEE領域など) に格納し、モバイル端末を認証トークン

として利用します。また、認証時に公開鍵暗号技術を活用することで、サーバと端末で秘密情報(パスワードなど)を共有することなく高い安全性を提供します。さらに、最近のモバイル端末が一般的に備えている生体認証などの本人確認手段を用いて認証を実現することで、パスワードを必要としない認証を実現します。

利便性向上技術概要

さまざまなサービス事業者がFIDO認定を受けた認証エコシステムを導入し始めており、FIDO技術の普及が進みつつあります。NTT研究所では、FIDO技術を応用して利用者間で物やサービスの利用資格の共有を実現することで、さらなる利便性の向上をめざ

しています。

FIDOのように公開鍵暗号化方式を用いる場合、モバイル端末にはサービス数分の鍵を登録しますが、機種変更などにより新しい端末を利用する際にはユーザ自身が再登録を実施する必要があります。利便性向上技術では複数の端末間で鍵を安全・簡単に共有する仕組みを提供することにより、再登録の負担を軽減します。

利便性向上技術の核となる鍵共有(委譲)方式の概要を図2に示します。鍵コピー方式(図2(a))ではSE/TEE領域にある秘密鍵を新しい端末に複製します。この際、安全性を確保するために生体認証を用いることや、電子証明書を用いた本人確認を行うこと、NFCやBluetoothなどの近傍通信

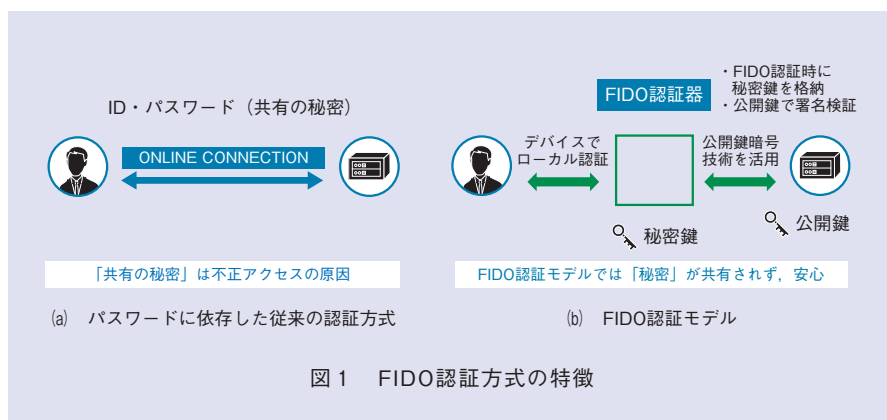


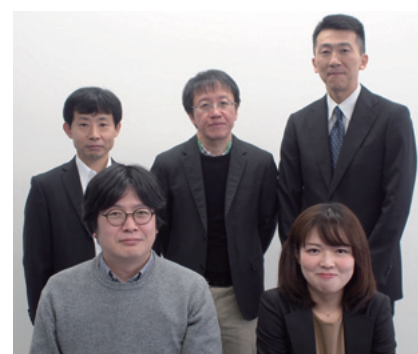
図1 FIDO認証方式の特徴

今後の展開

本稿ではパスワードを必要としない安全かつ便利な利用資格の共有，委譲方法について紹介しました。今後はさまざまなサービスへの適用について具体的な実現方式の検討を進めることで，認証基盤の汎用化，高度化に努め，関連サービスのさらなる付加価値向上に貢献していきます。

参考文献

- (1) <https://fidoalliance.org/>
- (2) H. Nishimura, Y. Omori, T. Yamashita, and S. Furukawa: "Secure Authentication Key Sharing between Mobile Devices Based on Owner Identity," Proc. of MobiSecServ 2018, Miami, U.S.A., Feb. 2018.
- (3) A. Takakuwa, T. Kohno, and A. Czeskis: "The Transfer Access Protocol Moving to New Authenticators in the FIDO Ecosystem," Technical Report UW-CSE-17-06-01, The University of Washington, 2017.
- (4) 大森・西村・山下: "多数のユーザ端末間のサービス利用の認可に関する検討," 2018 信学ソ大, 2018.



(後列左から) 大森 芳彦/ 山下 高生/
柴田 哲良
(前列左から) 吉村 康彦/ 菅 友梨香

スマートフォンの普及で，生活のさまざまな場面でオンラインサービスを利用する機会が増えています。さまざまなサービスに対応したパスワードを必要としない簡単かつ安全な認証基盤を確立することで利便性向上に貢献していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTネットワークサービスシステム研究所
ネットワーク制御基盤プロジェクト
TEL 0422-59-3449
E-mail nepud-rv-ml@hco.ntt.co.jp

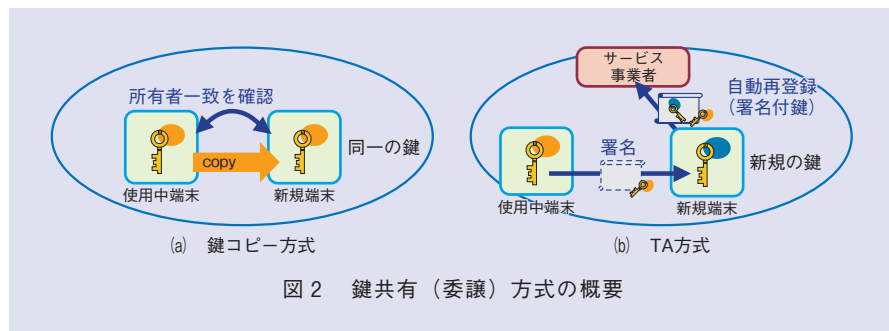


図2 鍵共有（委譲）方式の概要



図3 利便性向上技術の適用

を用いることでインターネットを経由させないことなどの工夫をしています⁽²⁾。また，端末間の鍵共有はお互いの端末をかざしたうえで，生体認証を行うという簡単な端末操作で実現できます。

また，ワシントン大学が提案している Transfer Access (TA) 方式⁽³⁾(図2 (b))は，すでに登録済の利用者の秘密鍵を使い，新しい端末の公開鍵に電子署名を付与することで，サーバ（サービス事業者）に同一の利用者であることの通知を可能にします。この方式は，認証サーバを改造する必要がありますが，サービス事業者が新たな端末で認証を行うことを知りたい場合に有効な方法です。

利便性向上技術の応用

利便性向上技術の端末間で秘密鍵を共有する仕組みを用いて，利用者間でサービスや資源の利用資格を共有（委譲）する仕組みへの応用についても検討を進めています⁽⁴⁾。TA方式において，使用中端末を利用者A，新規端末を利用者Bとすると，利用者Bが公開鍵を登録する際に，サービス事業者にとってはすでに利用資格のある利用者Aが新たに利用者Bに利用資格を与えると考えることができます。利用資格を端末間で共有するだけでなく，利用者間での権限の委譲に用いることでさまざまなサービスへの適用が可能となります（図3）。

モノづくりを革新する光ファイバ・光デバイス技術

これまでNTTが光通信分野の研究開発で培ってきた光ファイバおよび光デバイスの最先端技術を、三菱重工業株式会社が有する高出力レーザ加工技術と融合し、高品質なハイパワー・レーザ光の長距離伝送に世界で初めて成功しました。レーザ加工技術は自動車や航空機などの製造現場に急速に普及しており、今回の共同研究成果はB2B2Xの営みにより、多様な社会インフラのモノづくりの概念を革新する第一歩として期待されます。

まつい たかし^{†1} つじかわ きょうぞう^{†1} いまい ただゆき^{†2}

松井 隆 /辻川 恭三 /今井 欽之

あかげ ゆういち^{†2} さかもと たかし^{†2} はんざわ のぶとも^{†1}

赤毛 勇一 /坂本 尊 /半澤 信智

さがえ ゆうと^{†1} なかじま かずひで^{†1} もりむら ひろき^{†2}

寒河江 悠途 /中島 和秀 /森村 浩季

NTTアクセスサービスシステム研究所^{†1}

NTTデバイスイノベーションセンタ^{†2}

背景

今日、金属の切断や溶接をはじめとしたレーザ加工技術は、自動車や航空機などの製造現場に広く普及しています。レーザ加工に用いるレーザビームは、その性質からシングルモードとマルチモードに大別することができます(図1)。シングルモードのレーザビームは直進性が高く、光ファイバから出射されるビームを一点に絞るやすいため、高精度なレーザ加工を実現できます。最新のシングルモードレーザ発振器の出力は10 kW(光通信で用いる光強度の約1万倍)に及び、高精度で効率の

良いレーザ加工が行えますが、従来の光ファイバで伝搬可能な距離は数mに制限されていました。

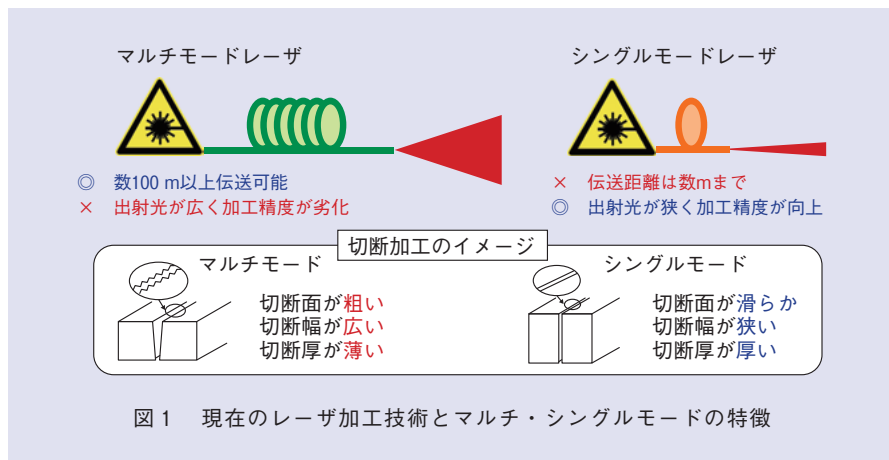
一方、マルチモードのレーザビームは既存の光ファイバ技術で数100 m以上にわたって伝搬できますが、光ファイバから出射されるレーザビームの広がりにより加工精度が制限されていました。そのため、10 kW級のシングルモードのレーザビームを、加工に適した品質を維持したまま数10 m以上にわたり伝搬することができれば、加工現場における加工場所や加工対象のサイズによる制約を大幅に緩和できると期待されています。さらにシングル

モードの高出力レーザビームの方向や形状を自在に制御することができれば、切断・孔開けの加工形状制御や、効率的な肉盛加工*の実現が期待されます(図2)。

ハイパワー伝送用光ファイバ・光デバイス技術

今回、NTTが低損失・大容量伝送媒体として開発を進めてきたフォトニック結晶ファイバを、ハイパワー伝送用媒体として新たに最適化することで、10 kWの高品質レーザビームを30 mにわたり伝送することに成功しました⁽¹⁾。フォトニック結晶ファイバは無数の空孔で囲まれた領域に光を閉じ込めて伝搬する光ファイバで、空孔の直径や間隔を緻密に制御することで、10 kWのハイパワー入力時でもレーザ加工に適したシングルモードを維持することができます⁽²⁾。さらに、今回の三菱重工業株式会社との共同研究では、NTT

* 肉盛加工：基盤材料の表面に所望の特性を有する金属粉末などを溶着させ、材料の耐熱性や腐食性を向上する技術です。肉盛加工に用いるレーザビームの形状を広く平坦に制御できれば、1回のレーザビーム照射で肉盛加工を行う面積を拡大することができます。



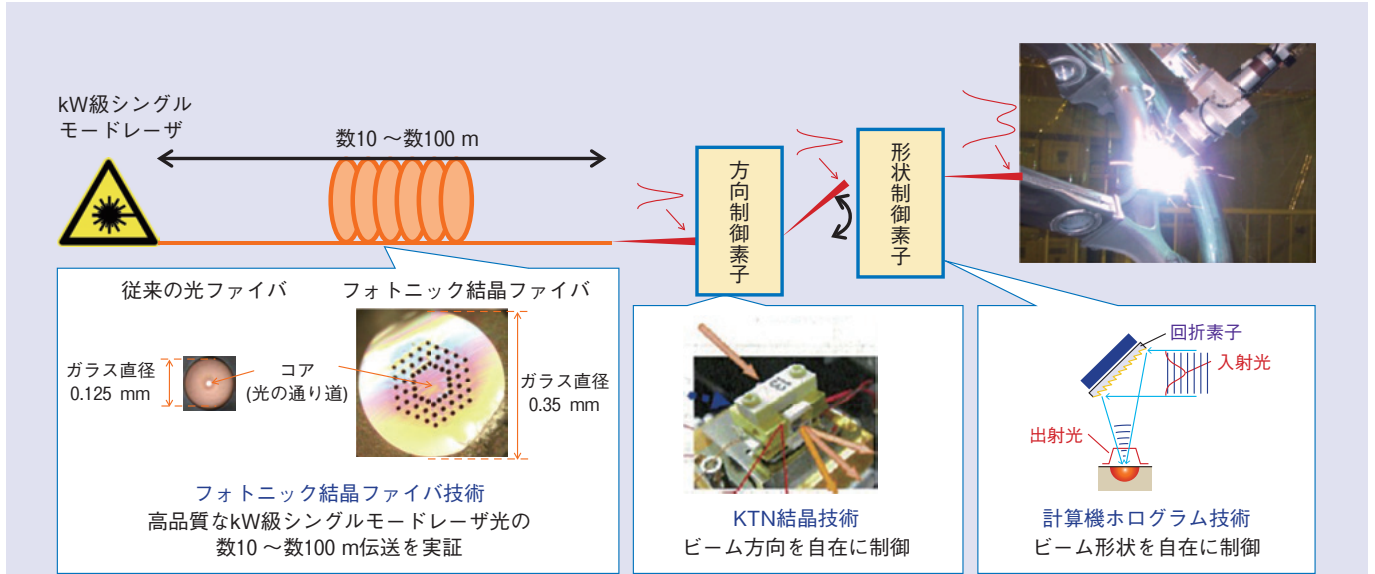


図2 NTTのICTを活用した新たなレーザ加工技術のイメージ

が光スイッチや光メモリへの応用を考え開発を進めてきた、KTN（タンタル酸ニオブ酸カリウム）結晶⁽³⁾と計算機プログラム⁽⁴⁾の、レーザ加工への応用についても検討を行いました。KTN結晶および計算機プログラムを用いることにより、それぞれレーザビーム方向と形状を自在に制御することができます。このため、フォトニック結晶光ファイバ・KTN結晶・計算機プログラムの3つの技術を組み合わせることで、10 kW級のレーザビームを任意の加工現場に届け、柔軟かつ高品質で高効率なレーザ加工の実現が期待されます。

今後の展望

今回の取り組みは、競争力のあるネットワーク基盤技術の研究開発として推進してきた成果を、他業種の技術

と組み合わせることで新たな付加価値の創出をめざしたものであり、今後、実際のレーザ加工におけるポテンシャル実証を経て、多様な社会インフラのモノづくりの現場を変革する技術として成長していくことが期待されます。

参考文献

- (1) <http://www.ntt.co.jp/news2018/1804/180425a.html>
- (2) 松井・辻川・奥田・寒河江・藤谷・中島・白木：“フォトニック結晶構造ファイバによるハイパワー伝送技術,” 第89回レーザー加工学会講演会, 24A2-5, 2018.
- (3) 中村・宮津・佐々木・今井・笹浦・藤浦：“ $KTa_{1-x}Nb_xO_3$ 結晶における空間電荷制御電気伝導とKerr効果による光偏向現象,” 信学論(C), Vol.90, No.12, pp.967-976, 2007.
- (4) 八木・今井・黒川・遠藤・石原・芳山・久保・三輪：“積層光ROMカード,” 信学論(C), Vol.84, No.8, pp.635-643, 2001.



(上段左から) 中島 和秀/ 松井 隆/
辻川 恭三/ 寒河江 悠途/
半澤 信智
(下段左から) 坂本 尊/ 赤毛 勇一/
今井 欽之/ 森村 浩季

最先端の光ファイバ・光デバイス技術により、情報通信ネットワーク基盤を支えるとともに新たな価値創造に貢献します。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
アクセス設備プロジェクト 先端媒体グループ
TEL 029-868-6432
FAX 029-868-6440
E-mail setsuseng-ml@hco.ntt.co.jp

無線LAN電波を活用した鳥獣検知システム

むらかみ ともき^{†1} おおつき しんや^{†1}

村上 友規 / 大槻 信也

はやし たかふみ^{†1} たかとり やすし^{†1}

林 崇文 / 鷹取 泰司

きたむら かずお^{†2}

北村 和夫

NTTアクセスサービスシステム研究所^{†1}
NTTサービスエボリューション研究所^{†2}

NTTグループでは、1次産業である農業を重点分野として位置付け、農業とICTを融合させる革新的技術の創出を進めています。本稿では、それらの検討の中でも、農地に侵入した鳥獣を無線LAN電波の変動のみで高精度かつ広範囲に検知する鳥獣検知システムの取り組みについて紹介します。

日本における鳥獣被害の現状

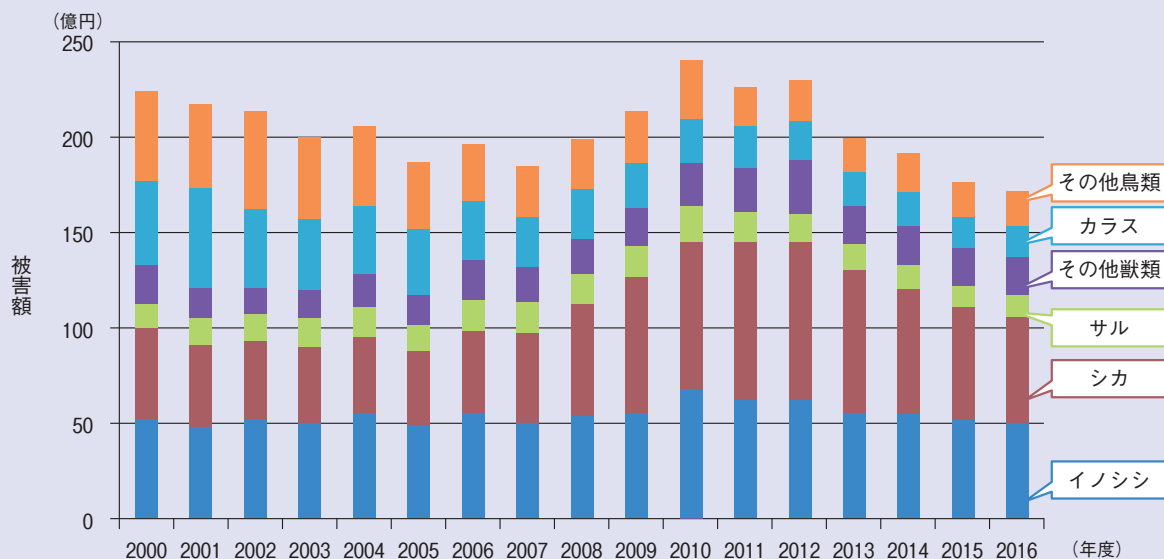
野生鳥獣による農作物への被害は、年間200億円前後で推移しており、特にイノシシとシカによる被害額は全体の約80%を占めています（図1）。加えて、これらの被害は営農意欲の減退や耕作放棄といった二次被害も引き起こしており、数字として表れる以上に深刻な社会問題となっています。このような鳥獣被害の対策として、ICTを

活用した侵入検知・侵入防止・捕獲・追い払いなどの検討がさまざまな機関で活発に行われています。NTT研究所では、その中でも侵入検知に向けた電波を活用したセンシング技術に注目をしています。

電波を活用したセンシング技術の動向

電波はスマートフォンを代表とするモバイル端末などへの通信媒体として、

移動通信システムや無線LAN（Local Area Network）システムで幅広く利用されています。一方で、電波は通信用途だけでなく、センシング・電子レンジ・GPS（Global Positioning System）・無線電力伝送などの非通信の用途にも活用され、生活に不可欠なものとなっています。近年、特にセンシング技術に注目が集まっており、「人や動物などの検知（これまでの領域）」から「物体や行動の識別（新たな領域）」への



出典：農林水産省、「野生鳥獣による農作物被害状況の推移」より作成

図1 鳥獣害被害額の推移

適用領域の拡大が進んでいます。

電波を活用したセンシング技術には、検知対象が無線デバイスを保有するものと保有しないもの（デバイスフリー型）に分類されます。一般的に、デバイスフリー型で用いられる電波の種類には、マイクロ波・ミリ波・赤外線・可視光線などがあり、本検討で注目するマイクロ波はほかの電波と比較して、検出範囲、夜間・見通し外の検知の観点で優れています(表)。さらに、マイクロ波の中でも無線LANの電波を用いる場合、既設の無線LANのデバイスの一部を再利用することが可能となるため、導入コストの削減につな

がります。

無線LAN電波を活用した鳥獣検知システム

提案システムでは、対象エリア内にIEEE 802.11ac⁽¹⁾で規定される無線

LANアクセスポイントと複数の端末を配置し、その間の電波の変動を解析することで、鳥獣の検知を行います(図2)。具体的には、別に設置する収集デバイスが、アクセスポイントと端末の間で定期的に交換される送信ビームフォー

表 デバイスフリー型センシングの特徴

		マイクロ波	ミリ波	赤外線	可視光 (カメラ)
周波数		300 MHz~30 GHz	30 GHz~300 GHz	数10 THz	数100 THz
検出範囲	距離	~100 m	~10 m	~10 m	~10 m
	方向	方向依存なし	特定方向	特定方向	特定方向
夜間の検出		○	○	○	×
見通し外の検出		○	×	×	×
導入コスト		○	×	△	△

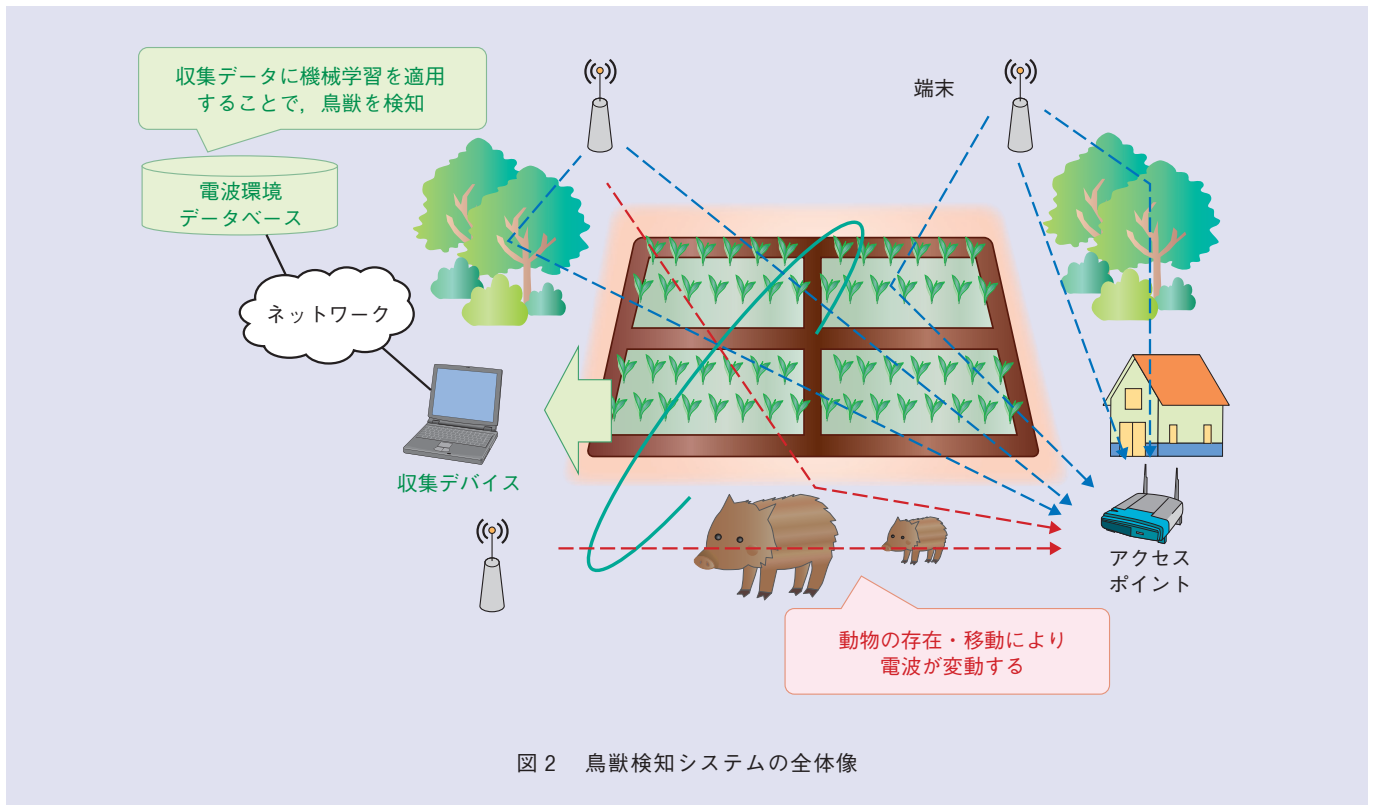


図2 鳥獣検知システムの全体像

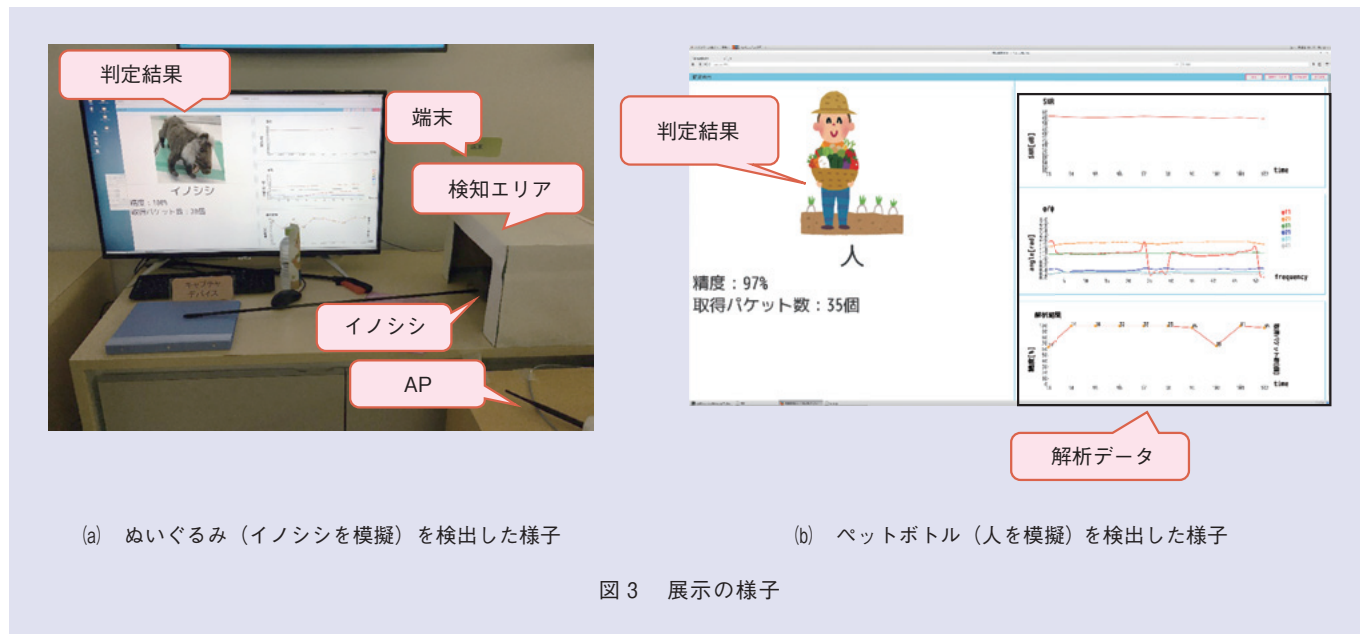


図3 展示の様子

ミングで必須となるCSI (Channel State Information: 伝搬路情報)*を通知する無線パケットを一括して収集し、ネットワーク上のデータベースに収集した情報に機械学習を適用することで鳥獣検知を実現します⁽²⁾。提案システムを用いることで、これまで特殊な装置でしか取得できなかったCSIを簡易に取得することができ、さらに既設の無線LANシステムの再利用も可能となるため、導入コストを大幅に低減することができます。また、NTT R&Dフォーラム2018 (秋)では、動態デモとして、「イノシシのぬいぐるみ」と「人と見立てたペットボトル」

* CSI: 送信アンテナと受信アンテナ間における伝搬路情報であり、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 伝送におけるサブキャリアごとの振幅と位相の情報を含むもの。

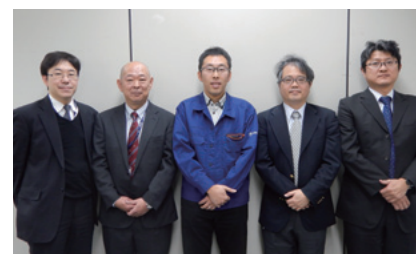
の識別を実施し、その実現性を明らかにしました (図3)。

今後の展開

NTT R&Dフォーラム2018 (秋) に来ていただいたお客さまの中には、鳥獣被害にお困りの方が多数いらっしゃるから、提案システムに基づく鳥獣害対策技術を確認していくとともに、適用領域拡大に向けて、人や物の侵入検知といった鳥獣以外への展開を進める予定です。

参考文献

- (1) IEEE Std 802.11ac-2013: "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications--Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz," Dec. 2013.
- (2) T. Murakami, M. Miyazaki, S. Ishida, and A. Fukuda: "Wireless LAN-based CSI Monitoring System for Object Detection," MDPI Electronics, Vol.7, No.11, p.290, Nov. 2018.



(左から) 鷹取 泰司/ 北村 和夫/
村上 友規/ 大槻 信也/
林 崇文

紹介したシステムは鳥獣害だけでなく、さまざまな分野で応用できる可能性を秘めていますので、もし興味がございましたらご連絡をお願いします。

◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
無線アクセスプロジェクト
次世代大容量無線グループ
TEL 046-859-8720
FAX 046-859-3145
E-mail tomoaki.ogawa.yg@hco.ntt.co.jp



「印刷ソリューション」で お客さまのビジネスをサポート

NTT印刷は電話帳をはじめとした商業印刷や、請求書などのデータプリントを主軸とするNTTグループ唯一の総合印刷会社である。デジタル印刷技術を含むさまざまな技術革新が進み、印刷業界も大きく変化する事業環境の中、事業内容や今後のビジョンについて、安田雅美社長にお話を伺った。

NTTグループ唯一の 総合印刷会社

◆設立の背景と目的をお聞かせください。

NTT印刷はNTTクオリスとNTTコムウェア・ビリングソリューションが2014年に合併して設立された会社です。NTTクオリスの電話帳を中心としたオフセット印刷・製本技術に加え、NTTコムウェア・ビリングソリューションの通話明細などの請求書を中心とした1 to 1マーケティングを可能とするバリエーション印刷技術により、商業印刷分野において事業領域を拡大するとともに、お客さまに対する高品質・高付加価値サービス提供に貢献してきました。

また、紙媒体の印刷だけでなく、利便性と環境保全の観点から需要の高まっている電子帳票や電子メディアなどを含むあらゆる媒体に関して、企画からアフターフォローまで一貫した「印刷ソリューション」サービスを提供しています。近年では、新サービスの開発や効率的な生産体制の構築にも取り組み、常に進化し続けることでお客さまの事業活動をサポートしています。

◆事業概要を教えてください。

大きく3つの事業に分けられます。1番目がペーパーメディア事業です。電話帳と請求書で培ったオフセットとデータプリントの印刷技術を、チラシやパンフレット・DMなどの各種印刷物に活用し、企画制作から各種印刷、封筒製袋、封入封緘、製本加工に至るまで、訴求力のあるサービス提供と一貫した生産体制により、総合的に対応しています。また、近年ではより多くの情報掲載が可能となる大判サイズや6ページ、8ページといった通常冊子状の印刷物を積層化したDM（写真1）の提供など、効果の高



NTT印刷 安田雅美社長

い商材ラインアップをそろえ、お客さまのセールスプロモーションに貢献しています。

2番目はデジタルメディア事業です。ペーパーメディアに



写真1

閲覧性や検索性と

いった付加価値を加えた電子ブックの作成や、紙媒体の資料を効率的に情報管理する文書管理システムなどを提供しています。また、請求書を電子化する電子帳票サービスにより、請求情報のWeb閲覧が可能となり、エンドユーザだけでなく、お客さまのコールセンター業務支援にも活用されています。

3番目はこれまでに多くの印刷物を扱ってきたノウハウを活かした各種サービスの展開です。発送コストの削減を支援する郵便ソリューションサービスや、お客さま企業のサービス利便性を向上させるためのWebサイト構築やアプリ開発、また書類保管の新しいカタチとして、AI-OCRといった新たな技術を活用したドキュメント電子化サービス開始など、お客さまへの最適なお提案に向け、独自のサービス拡大に取り組んでいます。

◆事業環境や課題について教えてください。

印刷事業というイメージするのは、パンフレットや書籍といった紙媒体への印刷だと思えます。印刷市場全体では、そうした印刷関連媒体の売れ行きは減少傾向に歯止めがかからず、また、自治体などで利用される各種帳票を例にとっても、無駄の象徴のようにいわれることもあり、印刷だけに注目すると産業としては衰退方向にあるように

思われています。

こうした市場環境の中、これまで当社は電話帳や請求書という印刷事業で、前述のように完成品の形が定まったものをつくるのが前提の世界で生きてきました。しかし、これからは視野を広げ、「印刷」というキーワードを切り口に、印刷周辺のプロセス、さらにはお客さま企業の業務そのものに当社が参画することで、ビジネスパートナーとして付加価値を提案・提供できる会社が変わっていかねばならないと考えています。

印刷というのは、紙を媒体にした人類最初の情報通信手段であり、発明後には、画期的な技術革新や、社会構造の変革を起こしました。そうした意味においては、印刷とは情報通信やトランスフォーメーションそのものであり、新たな未来社会に向け、よりスマートな社会を実現すべく、印刷の視点からお客さまのデジタルトランスフォーメーション（DX）を支援することができるのではないかと考えています。

印刷から郵送までの 一貫したソリューションを提案

◆貴社の強みを教えてください。

皆さんが一般的に思う印刷は原稿があって、同じものを大量に印刷するものだと思います。しかし当社では、例えばクレジット明細のように、1ページ目にはお客さまの名前や請求金額、引き落とし日、明細を印刷し、2ページ目には明細のみを印刷あるいはエンドユーザの属性や購買履歴などを踏まえた広告情報を差し替えて印刷することで、1人ひとりに異なった情報をお届けする1 to 1印刷が可能です。また、お客さま情報のデータ受領・編集から、郵送を含む印刷物の発行管理から郵送するところまで一貫して実施することにより、BPO（Business Process Outsourcing）のニーズにこたえ、単なる印刷にとどまらないマーケティングやパーソナルプリントといった付加価値のあるソリューションの提供が可能になります。

また、2018年10月からWeb上で印刷物の発注を行うことが可能となる「プリントミックス」をスタートさせました。商品のパンフレットや会社案内、キャンペーンチラシといった印刷の都度変更する個所が限定的なものは、当社でテンプレート化し、お客さまには対象個所をWeb上で変更いただくことでスムーズな発注とスピーディな印刷物のお届けを実現しています。

◆印刷技術に関する貴社の強みはいかがでしょうか。

印刷にかかわる特許はいくつか取得していますが、2018年4月に新たに「可変潜像印刷技術」の特許を取得しました。一般的に複写機やスキャナーなどのデジタル機器を使用した印刷物の偽造行為への対策としては、視認が難しい文字（潜像文字）やデザインなどを印刷する「潜像印刷技術」が活用されていますが、今回の特許により、これまで実現ができなかった印刷物1枚1枚に異なる潜像文

字・デザインを印刷することが可能となりました。

また、特許ではありませんが、印刷物へ視認できないような小さな文字（マイクロ文字）を印刷する技術と、「可変潜像印刷技術」を組み合わせることで、より高度な偽造印刷物抑止対策が可能となります。このような印刷技術を研鑽し続け、今後の事業推進における活用を進めていきたいと考えています。

◆経営戦略についてはどのようにお考えですか。

産業全体として、紙への依存がますます低下していますが、働き方改革を踏まえたBPOニーズの高まりやデータマーケティングと融合したパーソナライズ化推進など、印刷に付加価値をつけたサービスや事業は上向き傾向となっています。

当社としては、商業印刷分野の事業領域拡大として、お客さまのBPOニーズをとらえた印刷周辺のプロセスへ積極的にアプローチし、AI-OCRなどの新たな技術を活用したデータ分析やコンサルティング業務などの非印刷分野にも取り組んでいきたいと考えています。また、NTT東日本グループが取り組みを強化している工場IoT（Internet of Things）に対しても、NTTグループで工場設備を保有する唯一の企業として、全面的に協力し、ノウハウ蓄積に貢献するだけでなく、当社としてもスマートファクトリー化の実現に向けて取り組んでいきたいと考えています。従来の印刷から発送までにとどまらない一連のサービスとして、ソリューション提案が可能となる事業体制を構築したいと考えています。

会社は人生の3分の1 面白おかしく仕事を

◆会社の雰囲気をお願いします。

当社は、20代、30代の若手が多く、若手のころからさまざまなプロジェクトに参画し、アイデアや意見を積極的に出し合い、会社を盛り上げてくれています。また、女性も多く活躍しており、入社志望の学生についても女性の志望者が多いという特徴があります。

◆最後に社員へのメッセージをお願いします。

社員にはいつも、「自分の人生なのだから、少しでも面白おかしく楽しんで仕事に取り組んでほしい」と伝えています。この考えは着任以来変わっていません。どのようなことかということ、1日24時間のうちの8時間、つまり3分の1も会社で仕事をしていることになりました。残りは寝るか食べるかなどしかありません。20歳ごろから働くとして、人生のうち一番面白い時代である多くの時間を仕事に費やすことになりました。働かなければいけない限りは楽しく働いたほうが良いでしょう。自分が成長した、自己実現したと思えることを見つけられるほうが楽しいですよ。そうした意識を持って仕事に取り組む社員がもっと増えてほしいと思います。

デジタルとアナログを組み合わせた 新しいサービスの提供

生産本部ソリューション
開発グループ
主査 細川 勉さん
主査 上田 真也さん

◆業務内容を教えてください。

細川：新しいビジネスを創出するという事に尽きます。新しいビジネスの考案、企画から、ニーズ調査、ターゲット選定、市場への適応性および事業性を確



(左から) 細川勉さん, 上田真也さん

認し、ファーストユーザを獲得することがミッションです。ビジネスモデルを策定、構築し、事業化された際には営業部や生産本部に引き継ぎます。

◆どのような分野での新ビジネスを考えているのでしょうか。

細川：私たちは印刷事業を柱としてきた長い歴史があるため、どうしても印刷の延長線上や、その周辺にあるものに焦点を当ててしまいます。しかし、新しいビジネスを発想するうえで、既存事業だけに縛られていてはなかなか良いアイデアは出てきません。そこで、新しいアイデアを生み出すためアイデアソン等を取り入れ、新事業のタネを出し、ビジネスとして成立するかどうか議論するといった手法を定期的に行っており、その中で一定のビジネスモデルが描けたものについては、幹部層へプレゼンテーションして継続的に取り組むかを判断しています。

上田：事業領域拡大の一例は、“デジタルとアナログの融合”です。デジタル領域で個々に合った内容へと編集し、リアルな媒体として1人ひとりにパーソナル化されたDMを発行し、高い反応率を実現します。

時代の流れに敏感なデジタル先進企業では、早期にデジタルアプローチに注力し、大衆向けのマスマーケティングから個々のエンドユーザに向けたダイレクトマーケティン

グへと予算を振り向け、大きな成果を上げてきました。相手の属性、行動履歴から最適なタイミングでサービスを訴求するのはデジタルメディアの得意とするところですが、しかしながら、多くの企業がデジタルを活用する一方で、目新しさが薄れ、その他大勢から選択されることが困難となり、エンドユーザ側も情報過多により情報に触れること自体が億劫になるという状況も生まれています。加えて、シニア層などリーチできない層も存在します。そこでデジタルの穴を埋めるべく、アナログ回帰に進むという動きが出てきました。なぜならば、費用の最小化という効率のベクトルと、効果の最大化というベクトルは別のものだからです。目で見て触れられる物理的なDMは、エンドユーザの心理的な認知可能領域にも入りやすく、母数の拡大や購買意思決定の最後の一押しとして、今再びスポットライトが当たっています。デジタル一辺倒でなく、デジタルと紙を組み合わせ、効果を最大化するサービスを提供、支援することが当社にとってもお客さま企業にも重要だと考えています。

◆新しいものを生み出し、世の中に出していくうえでのご苦労をお聞きかせください。

上田：新しいサービスの立ち上げは、例外なく苦労するものです。例えば私が担当したコンパクトな冊子状の新DM媒体の立ち上げで特に苦労した点は、策定した戦略を他人に共有し、理解してもらうことでした。もちろん説明するうえで、各組織やマネージャなどのポジションによって重要な視点、情報が異なることを考慮しました。例えば営業担当への共有では、100人集めて一方的に情報を押し付けても、大勢の中の1人という意識もあり我が事化が難しいだろうと考え、勉強会参加者を選抜しました。この方法なら説明を受けた者は自身が持ち帰ってチーム内に説明しなければならぬから、説明会において能動的に戦略・戦術を理解しようと努めると考えたからです。

また、実際に私も営業活動を行い、お客さま企業の評価をフィードバックし、戦略・戦術をブラッシュアップ、クイックにPDCAを回し、新商材における社内ムーブメントが沈静化してしまわないよう走り続け、その甲斐あって早期に受注につながり、現在ではDM媒体の新たな選択肢として定着しています。会社としての成果が上がっただけでなく、周りを巻き込む力を発揮し、私自身大きく成長することができたと感じています。

細川：違うサービスの経験談ですが、社長からも話があった「プリントミックス」をリリースする際、営業担当者には、プリントミックスにより新たな営業機会を創出できるのだと説明しました。プリントミックスの仕組みをうまく使うことができれば、お客さまと当社双方で受注から生産に至るまでの業務が簡素化され、効率化を図ることができ、その結果新たな営業リソースが生まれると考えたからです。

しかし、サービスを開始すると想定外の見積り依頼や要望が出るなど、私たちが意図していない対応に追われる、という事象が多発しました。意見のすり合わせが足りなかったのと同時に、お客さまにも営業担当者にも享受する価値をしっかりと伝えられていなかったという点に反省です。

上田：お客さまや当社の営業担当者にとっての困りごとに対する、解決策の1つがこれなのだとか気付けてもらう働きかけが十分でなかったのかもしれませんが。対面レスで、お客さまの好きなタイミングで修正・発注ができ、指示ミスリスクも解消し、新たな時間を生み出すというサービスモ

デルの価値に、しっかりスポットライトを当てないと、商材ごとの品質、納期、価格という従来の競争領域にしか目が向かなくなってしまう。今後は営業担当との情報連携をさらに密に取り、より良いサービスの実現にこれからも邁進していきたいと考えています。

◆今後の展望について教えてください。

細川：当社はこれまで印刷を軸に、お客さまへさまざまなサービスを展開してきました。NTTグループ全体がDXに邁進する中で、私たちはデジタル印刷を主軸とした印刷物のパーソナル化を通じて、1人ひとりに最適な情報、最適な価値を提供できるよう取り組んでいきたいと考えています。また、現在NTT東日本様とのアライアンスによりAI-OCR、RPAを活用した新たなサービス構築を行っていますが、このように今後もサービスでアライアンスを組み合わせながら、NTTグループの総合印刷会社としての存在感を高めるサービスの確立をめざし、新ビジネス創出の動きを加速していきたいと考えています。

NTT印刷 ア・ラ・カルト

■社内コミュニケーション施策で共通の話題をつくる

社内のコミュニケーション施策として社員の思いの丈を語るプレゼン大会や役員や外部講師が講演する田町塾などが開催されています（写真2）。また拠点が複数ある同社の取り組みとして社内報を発行しており、さまざまな拠点の社員に記事へ登場してもらうことで、拠点間の距離を縮めています。

■若手が管理者必携マニュアルを作成

最近、社内不正やセクハラ・パワハラなどの事例をまとめた管理者必携マニュアルを社内で作成し、管理者に配布したそうです（写真3）。なんと管理者向けにもかかわらず若手が中心となって作成したとのこと。「若手が管理者向けのマニュアルをつくって良いのかという意見もありましたが、育成の意味もあり、若手に任せています」と経営企画部曲尾課長は言います。このようなところからも若手に対する期待の大きさが伺えました。

■芝浦から新富町へ事務所移転

この取材は東京都港区芝浦の事務所で行われましたが、2019年4月末には中央区入船（最寄駅：新富町）に移転することが決定しており、取材当時はフロアレイアウトをはじめ、移転の段取りを着々と進めていました。10連休のゴールデンウィーク明けから心機一転、新たなNTT印刷が始まるでしょう。



写真2



写真3

NTT西日本R&Dセンターにおけるデータの価値を高める取り組み

NTT西日本は「企業や自治体のデジタルトランスフォーメーション（DX）推進」「社会が抱える課題の解決」にICTを活用して取り組み、企業活動や人々の生活をより豊かにすることをめざしています。R&Dセンターでは、センサデータや既存のデータから価値を生み出す技術や、データ活用を身近にする技術の研究に取り組んでおり、社内外と連携したトライアルを通して、実フィールドへの適用や実用化にも取り組んでいます。ここではそれらの取り組み事例について紹介します。

データ活用への期待と難しさ

経済発展と社会課題の解決を両立し人間中心の社会をめざすSociety5.0では、IoT（Internet of Things）、AI（人工知能）、ロボット等の各技術の活用、業務や生活への適用が重要になります。特にIoT、AIの活用では人とモノ、モノとモノがつながり、新たな価値が生まれ、必要な情報が必要なときに提供される社会となります。NTT西日本でも新サービスへの期待の高まりを受けて、IoTやAIを活用した業務効率化やサービス創造に取り組んでいます。R&DセンターはIoTやAIを活用したさまざまな研究開発やトライアルに取り組んでいます。社会生活や業務の現場への適用が容易ではないケースがあることも分かってきました。

例えば、行動やバイタルに関するデータ収集においては、デバイスの装着が必須となるケースが大半を占めています。しかし、生活の現場では利用者の装着忘れや、見守りが必要な利用者からの抵抗など、正確で緻密なデータ収集がままならない場合もあります。

収集したデータの活用においては、学習モデルを構築する際、大量の学習データと正解ラベルを準備する必要があります。しかし、十分なデータ量を確保できない場合もあります。また、業務の現場で長年にわたって蓄積されてきたデータは、AI導入を前提とせずに収集されており、統一的な表現になっていなかったり、そもそも正規化が困難な形式で蓄積されていたりする場合もあります。

R&Dセンターでは、AI活用を阻むこれらの要因に対応する技術の研究に取り組んでいます。より多様なデータを収集し、既存データと組み合わせたり、AIを意識せず蓄積してきた既存データをAI活用に適したものにすることでデータの価値を高め、Society5.0の実現を早められると考えています。ここでは、取り組み事例のいくつかについて紹介します。

さまざまなデータを容易に収集する取り組み

■鏡に映るだけで健康チェック

社会課題の1つである生活習慣病に対して、「未病ケア・予防」等のニーズが高まっており、脈拍数等のヘルスケアデータの計測に関する取り組みが進んでいます。従来は脈拍数等の計測にはウェアラブルデバイス等のセンサーを身に着けることが必要でした。そこで、R&Dセンターでは、センサーを身に着けることなく容易に計測できるように、体温や脈拍数の非接触センシングに取り組んでいます。

現在は、脈拍の強弱を連続してセンシングし、脈波として計測する技術の研究に取り組んでいます。脈波を計測することでさまざまな値の推定値を算出できる可能性があることが最近の研究で明らかになっています。例えば、脈波から加速度脈波を算出しその形状を分析することで、「動脈硬化の進行具合」を推定できます（図1）。

脈波の計測には、撮影したカメラ画像を解析し、ノイズ除去、補正をする技術を採用しています（図2）。高精度な脈波を計測することでより正確な1次推定を実施し、鏡に映るだけで健康状態のチェックや生活習慣の提言ができる技術の実用化をめざしています。運輸業や製造業の工場、保育園、病院等、多数の人の安心・安全にかかわる業種においては、入社時の体調スクリーニングに活用できると考えています。

既存のデータを活用して学習データを準備する取り組み

■施工写真から安全性を確認するAIの構築

業務の現場でのAI活用においては、NTT西日本グループの多様な業務でAIを活用し、効果の高いものをお客さまにも提供していくのが理想的です。R&DセンターではAIを

心拍数	脈波波形のピーク数をカウントして算出
血圧	速度脈波または加速度脈波から定義された血管弾性率Eと圧力Pとの関係式： $E \propto e^{aP}$ により算出（aは定数）
ストレス値	RRIのリズムの変化に現れる交感・副交感神経の比率から算出
動脈硬化の進行具合	加齢による加速度脈波の波形の変化から算出
血液粘性	脈波の最大振幅値と最大勾配値の差分から算出

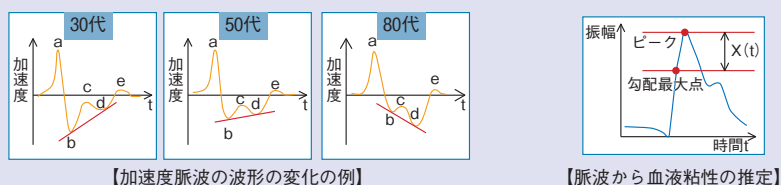


図1 脈波から推定できる項目

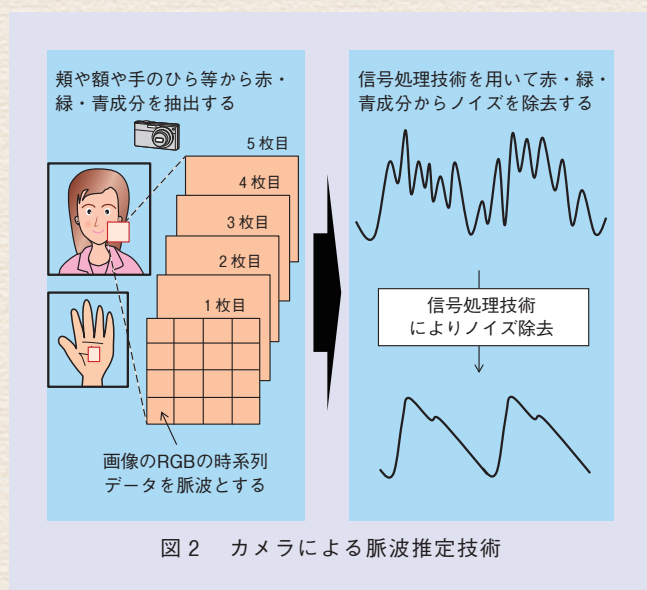


図2 カメラによる脈波推定技術

活用した社内業務改善の一環として、施工写真からはしごやコーンなどの器具が正しく設置されているかを判定する「安全確認AI」の構築に取り組んでいます。しかし、既存の施工写真はAI活用を意図して蓄積しておらず、データ量が十分でないケースもあります。一方で、AIを構成する深層学習モデルの構築には、大量の学習データ（画像と正解ラベルの組）を準備する必要があります。

そこでR&Dセンタでは、「転移学習」や「データ拡張」を活用した、効率的な深層学習モデル構築技術の確立と、実データを用いた評価に取り組んでいます（図3）。

「転移学習」とは、ある問題を効率的に解くために、別の関連した問題のデータや学習結果を活用する技術です。

転移学習により、大量の一般物体（車、植物、動物など）画像を用いて学習した特徴抽出器を、はしごやコーンの検出に利用することで、検出精度が向上します。

「データ拡張」とは、画像処理によってデータを水増しする技術です。これらの技術により、100枚程度の学習データから数千枚以上の学習データを用いた場合と同等の精度の深層学習モデルを構築可能とすることを目標としています。

将来的には、社内業務の改善に向けたAI導入だけでなく、お客さまのAI導入のハードルの1つとなっている「正解データの準備」「深層学習モデル構築」等のプロセスを効率化し、AI活用の幅を広げたいと考えています。

既存のデータを業務の現場でAI適用に活用する取り組み

■FAQ自動生成

NTT西日本の業務の中でもAI適用ニーズが高いものとして「コンタクトセンターにおけるヘルプデスク業務」が挙げられます。しかし、コンタクトセンターで長年にわたり蓄積されている対応履歴データはオペレーターごとの独自表記や省略表現などが膨大にあるケースがあります。これまでは頻度の多い問合せや対応方法を、スキルの高いオペレーターが手動でFAQ化していました。

R&Dセンタでは、FAQの自動生成に着目し、corevo[®]の技術を活用して既存の対応履歴データ（音声やテキスト）からFAQの候補となる質問(Q)および回答(A)を自動生成する技術の研究に取り組んでいます（図4）。

具体的には、問合せ内容を既存のFAQと比較するため

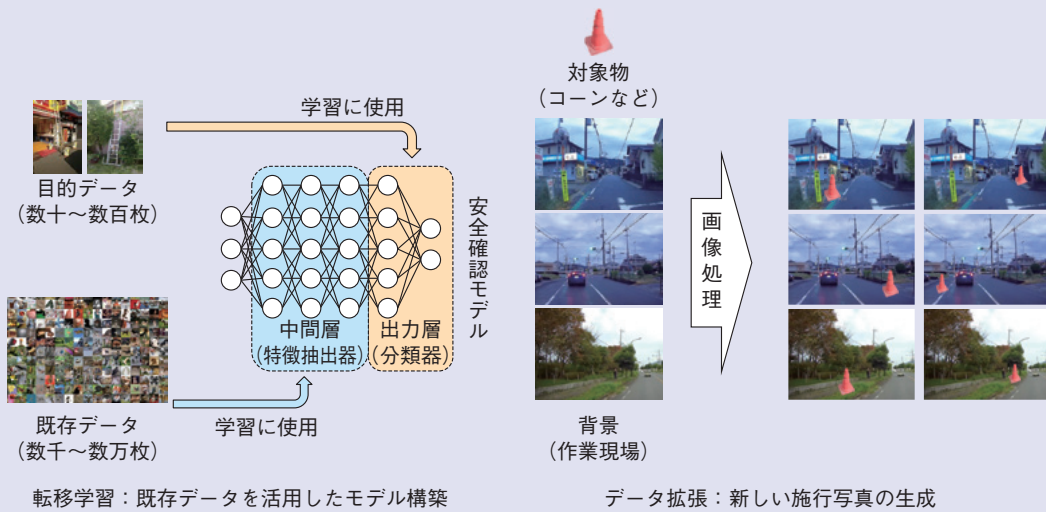


図3 少ないデータからのAI学習モデル構築を実現する2つの技術

ナレッジ自動生成AIがコンタクトセンターを高度化し、稼働削減や品質向上を実現

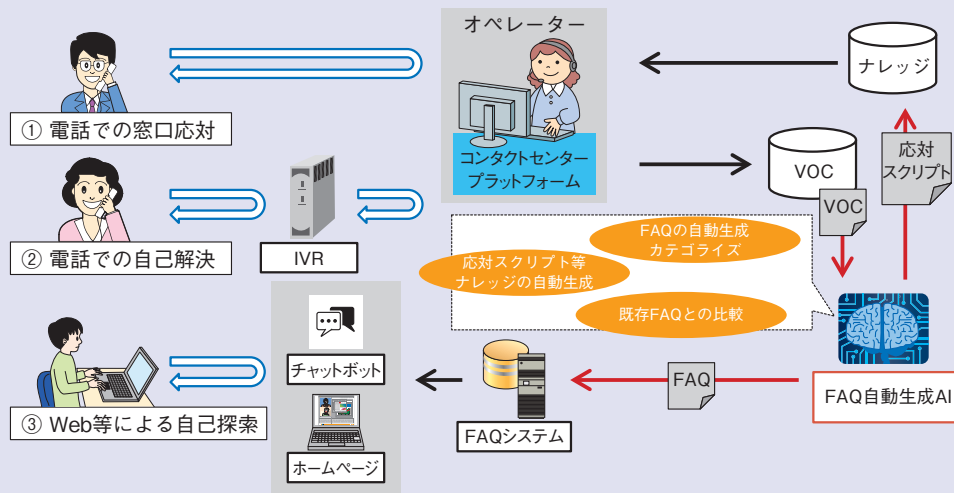


図4 コンタクトセンターにおけるFAQ自動生成

の「多様な表現の類似度を判定する技術」および、FAQを整形するための「表現のゆらぎを吸収する技術」の確立に取り組んでいます。

「多様な表現に対する類似度を判定する技術」については、テキストコーパスや大規模な意味辞書から学習した意味ベクトルを用いて、2つの文章（テキスト）どうの同一性を算出する方式を用います。

「表現のゆらぎを吸収し、言い換えをする技術」については、対応履歴データの話し言葉に含まれると想定される日本語の表現のゆらぎについて、単語レベルおよび文字列

レベルの正規化と変換を組み合わせ、FAQに向けた文章への整形を実現する方式を用います。これらの技術を確立することで、既存データの表現を統一的に正規化し、AI活用に適したものにすることをめざしています。

■マニュアル検索の高速化

コンタクトセンターにおけるヘルプデスク業務では、FAQを参照するだけでなく、詳細な問合せに対してマニュアルを参照する業務もあります。マニュアルには料金表や仕様表といった表形式で記載される情報も多く、表の内容まで検索可能なシステムが望まれています。

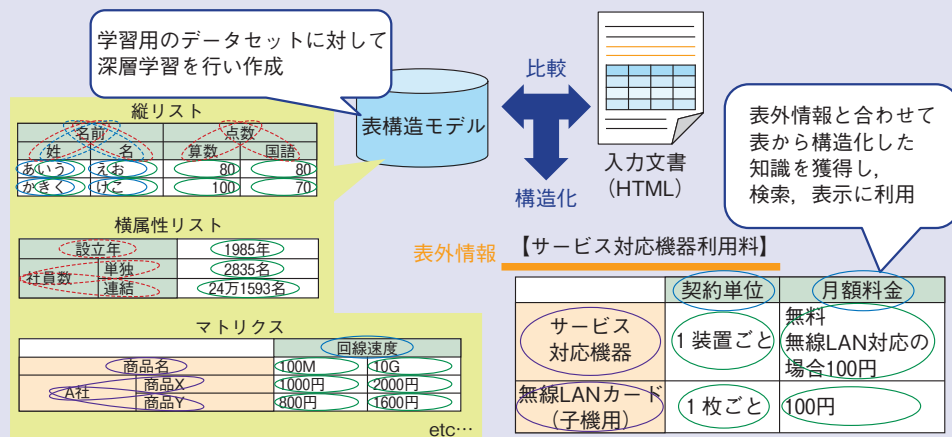


図5 表構造モデルを用いた表種別の自動判定

R&Dセンタではcorevo®の技術を活用して深層学習により作成した表構造モデルを基に表の種別を自動判別し、質問に該当する表中セルをピンポイントで提示する技術の確立、中でも、「表を含む文書構造を理解した検索、表示の実現」と「マニュアル分割の自動化」などの技術に取り組んでいます。

「表を含む文書の構造を理解した検索、表示」では、深層学習により作成された表構造モデルを用いて表種別を自動判定します。図5のように、「サービス対応機器利用料」の表において「サービス対応機器」の「月額料金」が「無料」であると表の内容を理解することにより、質問に該当する表中セルをピンポイントで提示することが可能です。

質問文と回答候補の意味の近さで検索するため、マニュアル中の回答候補となる内容を意味ごとに分割することで検索精度が上がります。

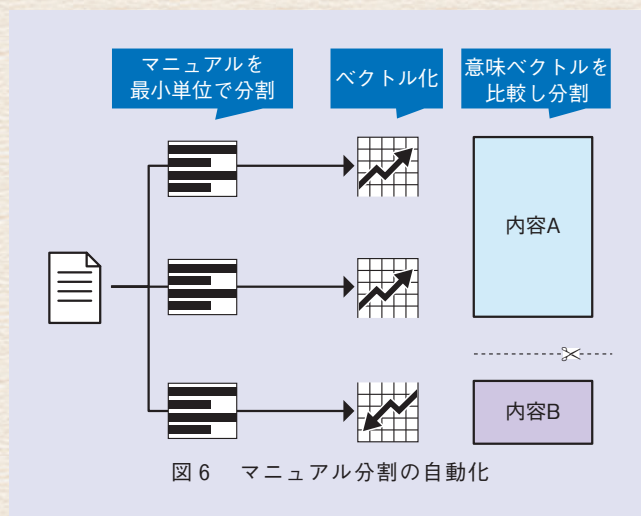
「マニュアル分割の自動化」では、文書を数値化（ベクトル化）して、類似度を測定し、分割・結合を行うことで、膨大な量のマニュアル分割を自動化します（図6）。

これらの技術を確立することで、少ない稼働でコンタクトセンター業務の高度化や応対品質向上、顧客対応時間を短縮します。

今後の展開

ここでは、さまざまなデータをより簡易に収集し、既存データを整形したり応用したりすることでデータの価値を高めるR&Dセンタの取り組みについて紹介しました。

紹介した取り組みでは、技術検討や現場でのトライアルを推進する中で、さまざまな課題も浮かび上がってきています。今後は社内外と連携し、1つひとつの課題を解決しながら実際のユースケースへの適用を拡大し、技術的な知



見を蓄え、お客さまのデジタルトランスフォーメーション（DX）推進や社会課題の解決に貢献していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTT西日本

技術革新部 R&Dセンタ 開発推進担当/ユーザーサービス担当

TEL 06-6450-6451（受付時間：平日9:00～17:00）

E-mail ks-jimu-rdc@west.ntt.co.jp

※電話番号をお確かめのうえ、お間違のないようお願い致します。



ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 (MPEG) における次世代映像符号化標準化動向

たかむら せいし

高村 誠之

NTTメディアインテリジェンス研究所

ISO/IEC JTC 1のSC (Sub Committee) の1つであるSC 29は、音声・画像・マルチメディア情報符号化をスコープとし、特にそのWG (Working Group) の1つであるWG 11では、動画符号化、メディア伝送、ストリーミング、音声符号化、画像探索やゲノム情報符号化などを標準化しています。また、ITU-T SG19と合同で映像符号化のさらなる高圧縮化をめざした次世代動画符号化規格VVC (Versatile Video Coding) の標準化を2018年4月から本格始動しています。ここでは、VVCの標準化経緯と目標、現状の進捗を紹介します。

次世代映像符号化の必要性

ISO (International Organization for Standardization) / IEC (International Electrotechnical Commission) JTC (Joint Technical Committee) 1傘下のSC (Sub Committee) の1つであるSC 29 (音声, 画像, マルチメディア, ハイパーメディア情報符号化) は、マルチメディア符号化規格の標準化を行っています^{(1), (2)}。SC 29配下にはWG (Working Group) が2つ存在しており、うち1つであるWG 11は、Moving Picture Experts Group (MPEG) と呼ばれ、音声・動画像・システムの符号化伝送技術、高圧縮符号化、多重化、三次元映像符号化、動画像検索、伝送などの技術の標準化を進めています。これらの規格はMPEGシリーズと呼ばれています。

全世界のIPトラフィックは急激に増加しており、2017年には月間122 EB (エクサバイト, エクサは100京) であったと報告されています⁽³⁾。これは年平均成長率26%で増加しており、2022年には3倍強の月間387 EBに達する見通しです。しかも、2017年には全IPトラフィックの75%が動画データにより占められていましたが、2022年にはこの割合が実に82%に達するとみられています。これらの動画データの多くはMPEGが作成・標準化した映像符号化規格により非圧縮サイズの数100分の1程度にまで圧縮されています。当該規格がなければ世の映像サービスはおろか通信サービス全般が破綻することは明らかです。動画データトラフィックの急速な増加傾向にかんがみますと、さらなる圧縮率向上が必要とされています。

最新の映像符号化規格H.265/HEVCの標準化とVVCへの道程

現在最新の映像符号化国際規格であるH.265/MPEG-H HEVC (High Efficiency Video Coding) は、WG 11とITU-T SG16 WP3 Q.6 (VCEG) との合同組織JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding) により標準化作業が2010年に始められ、初版最終仕様 (FDIS) が2013年1月に完成しました。4K/8K TV放送・配信などで用いられ、世界で20億台以上のHEVC対応機器が出荷されています。初版発行後も現在に至るまで拡張規格の追補やそれらの統合版などが出

版されています⁽⁴⁾。

HEVCは従前の規格に比べ2倍以上と十分高い圧縮効率を誇っていますが、前述のような圧縮率向上への強い期待から、より優れた映像符号化規格への挑戦を続けるためにMPEGは2014年からFuture Video Coding (FVC) と呼ばれる次世代符号化規格をにらんだ活動を開始しました。

2014年10月のストラスブルール会合内で、通信・ネットサービス・ハードウェア事業者を交えたブレイクスルーミーティングを実施し、FVCの要求条件として放送・IPTV・素材伝送・デジタルシネマ・監視・モバイル視聴・TV会議・VR (Virtual Reality) などが挙げられ議論されました。2015年2月にはJCT-VCはKTA (Key Technical Area) という次世代映像符号化参照ソフトウェアの開発を開始しました。2015年10月のGeneva会合において次世代映像符号化規格の標準化を行う合同チーム Joint Video Exploration Team (JVET) が結成されました。またこのとき参照ソフトウェアKTAはJEM (Joint Exploration Model) に継承されました。2016年6月にはMPEGがFVCの機能・性能に関する要求条件を発行しました⁽⁵⁾。2017年1月にJEMがHEVCに対し有意な性能差を持つことが確認されました⁽⁶⁾。2017年4月にはCall for Evidence (CfE)⁽⁷⁾を発行しました。2017年10月には新規提案募集Call for Proposal (CfP)⁽⁸⁾発行にあたってチーム名をJoint Video Experts Team (同じく



JVET) に改称しました。会合後21機関から26の方式提案(CfP Responses)があり、主観客観評価結果がまとめられました。それを受けて2018年4月のSan Diego会合において評価結果を検討し、新規規格のベース方式となる参照ソフト(VTM1)と文書(WD1)を定め、標準化を開始しました。また同時に規格名称をISO/IEC 23090-3 MPEG-I VVC (Versatile Video Coding) と決定しました。MPEG-IのIはImmersive Media (没入型メディア)の略です。

VVCの標準化状況と今後の予定

VVCがカバーする範囲はStandard Dynamic Range (SDR), High Dynamic Range (HDR), 360°(上下左右前後の全方向をカバーするVR向け映像)の3つであり、さまざまな候補技術の性能を確認する探索活動を行っています。目標とする性能はH.265/HEVC比で(同一の主観画質において)30%から50%のビットレート削減であり、2020年10月の標準化完了(FDIS化)を予定しています。

JVETは標準化会合を年に4回行い、会合ごとに提案ツールの評価実験結果を主観・客観的に精査し、さまざまなバックグラウンドを持つ参加者の

合意に基づき、新規に採用するツール(圧縮アルゴリズム要素)を決定し、国際規格の基となる作業文書(WD)を更新しています。同時に、参照ソフトウェアVTMに対し採用ツールの実装(標準化対象外ですが)エンコーダの高速化や高性能化、バグフィックスがオープンナリポジトリで施され、バージョンが更新されます。標準化の寄与文書数は2018年4月(標準化開始)118件、2018年7月559件、2018年10月690件、2019年1月903件と増加しており、これはHEVC標準化当初を上回るペースです。今後の会合はGeneva(2019年3月)、Gothenburg(2019年7月)、Geneva(2019年10月)、Brussels(2020年1月)、Alpbach(2020年4月)、Geneva(2020年6~7月)を経て、Rennes(2020年10月)でFDISとなります。

本稿執筆時点で最新の参照ソフトウェアVTM4.0の性能は、HEVC参照ソフトウェアHM-16.19比で31.52%の符号量減となっています(ランダムアクセス符号化条件下)。また演算量の目安として符号化(エンコード)時間は約8.1倍、復号(デコード)時間は約1.5倍となっています。

現状の主な採用技術を表に示します。このうち特にCST(Chroma Separate Tree)、CCLM(Cross-

Component Linear Model)、ALF(Adaptive Loop Filter)、AFF(AFFine transform)、MTS(Multiple Transform Set)、DQ(Dependent Quantization)等が性能向上に大きく貢献しています。さらにはニューラルネットワークを利用した高性能化の提案もあり、評価・検討がなされているところです。

今後の展開

ここではVVCの標準化の経緯と最新動向、そして今後の予定を紹介しました。MPEGではVVC以外にも映像検索規格MPEG-7 Part 15 Compact Descriptors for Video Analysis(CDVA)、ニューラルネットワーク自体の圧縮やゲノム情報の圧縮を行うMPEG-Gの標準化を行っていますし、3D空間中に属性を持ついわゆる「点群」の圧縮(PCC: Point Cloud Compression)に関しVideoベース(V-PCC)、Geometryベース(G-PCC)の両方向からの標準化を行っており、V-PCCはMPEG-I Part 5として2020年1月FDIS予定、G-PCCは同Part 9として2020年4月FDIS予定です。また高密度光線空間符号化、広い空間で6自由度のフリーナビゲーションによる没入感体験を提供する6DoF符



表 主なH.265/HEVC採用技術とVVC採用予定技術

カテゴリ	H.265/HEVC	MPEG-I VVC WD4
分割構造	最大64×64, 4分木	最大128×128, 4/3/2分木, 色差別木CST
イントラ予測	DC+Planar+33方向予測, 参照画素・境界フィルタ	DC+Planar+65方向+28ワイド方向+3CCLM, 画素位置依存予測PDPC (Position Dependent Prediction Combination), 複数参照ラインMLIP (Multi Line Intra Prediction), 現ピクチャ参照CPR (Current Picture Referencing)
インター予測	スキップ, マージ, 輝度補償	アフィン予測AFF, CIIP (Combined Intra/Inter Prediction), 三角形状, 重み双予測BWA (Bi-predictive Weighted Average), デコーダ側動き補正 (BDOF (Bi-Directional Optical Flow), DMVR (Decoder-side Motion Vector Refinement)), MV予測 [ATMVP (Alternative Temporal Motion Vector Prediction), HMVP (History-based Motion Vector Prediction)], AMVR (Adaptive Motion Vector Resolution), PMC (Pairwise Merge Candidates), MMVD (Merge with Motion Vector Difference)
変換	正方形変換 (32×32まで), 固定変換基底 (DCT2, DST7)	含長方形変換 (64×64まで), 形状適応変換選択, 複数変換選択MTS (DCT2, DST7, DCT8)
ループフィルタ	DF (Deblocking Filter), SAO (Sample Adaptive Offset)	適応ループフィルタALF, 大ブロック適応DF, LADF (Luma-Adaptive Deblocking Filter), SAO
量子化・符号化	固定量子化, 位置コンテキスト	依存量子化DQ, テンプレートコンテキスト

号化, 限定された空間で没入感体験を提供する3DoF+符号化も標準化しようとしています⁽⁹⁾. 3DoF+は2019年1月のマラケシュ会合でCall for Proposals (CfP) 文書⁽¹⁰⁾が発行され, MPEG-I Part 7として2020年7月のFDIS化をめざしています. さらに, 二階層空間スケーラビリティを実現するLow Complexity Video Coding Enhancements⁽¹¹⁾, HEVC以上の性能を有する代替規格Essential Video Coding (MPEG-5 Part 1)⁽¹²⁾の標準化も進められており, MPEGの活動はますます

広範囲化・活発化しています.

■参考文献

- (1) <https://www.itsecj.ipsj.or.jp/sc29/>
- (2) 高村: “ISO/IEC JTC 1/SC 29における画像・映像符号化関連の標準化動向,” NTT技術ジャーナル, Vol.27, No.8, pp.67-71, 2015.
- (3) https://www.cisco.com/c/ja_jp/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html
- (4) JCT-VC: “Text of ISO/IEC FDIS 23008-2 (4th edition),” N18277, Jan. 2019.
- (5) ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: “Requirements for a Future Video Coding Standard v4,” N16359, June 2016.
- (6) T. Suzuki: “BoG report on test material,” JVET-E0132, Jan. 2017.
- (7) “Joint Call for Evidence on Video Compression with Capability beyond HEVC,” JVET-F1002, 6th JVET Meeting, March 2017.
- (8) “Joint Call for Proposals on Video Compression with Capability beyond HEVC,” JVET-H1002, 8th JVET Meeting, Oct. 2017.
- (9) ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: “Summary on MPEG-I Visual Activities,” N18166, Jan. 2019.
- (10) ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: “Call for Proposals on 3DoF+ Visual,” N18145, Jan. 2019.
- (11) ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: “Call for Proposals for Low Complexity Video Coding Enhancements,” N17944, Oct. 2018.
- (12) ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: “Working Draft 1 of Essential Video Coding,” N18283, Jan. 2019.

雪の荷重による、電柱の折損対策に向けた「雪止め柱」の検討

豪雪地域の山間部の斜面沿いに設置された電柱では、積雪に伴う荷重の影響により折損等が発生する場合があります。NTT東日本技術協力センタでは、その対策として電柱の斜面上方に、電柱（雪止め柱）をもう1本設置し、雪により電柱に印加される荷重（雪圧）を低減する方法を提案しています。ここでは雪圧の影響による電柱の被害状況や雪止め柱の効果検証結果について紹介します。

電柱の雪圧荷重対策の必要性

NTTグループは、情報通信サービスを提供するために、全国津々浦々に電柱を設置しています。その中でも豪雪地域の山間部においては、山の斜面沿いに設置された電柱が冬季の積雪による雪圧荷重の影響で折損する場合があります。安心・安全を損なっています。

NTT東日本技術協力センタ 材料技術担当では、豪雪地域の雪圧荷重に関する現地調査を実施し、対策を検討しました。ここでは電柱の雪圧荷重による折損事例と対策方法、およびその効果検証の結果について紹介します。

電柱の折損事例

山の斜面において、積雪に伴う雪圧荷重の影響を受けた電柱では、荷重により電柱に傾斜が生じている様子が

みられます（図1）。特にコンクリート柱では、地際付近を中心にコンクリートのひび割れが進展して破壊され、電柱内部の鉄筋が露出する状態となる場合もあります。このような事象が生じた現場の山肌には樹木が少なく、そのため斜面上の雪どうしが連結して巨大な雪の塊となったことで、雪圧荷重が高まったと考えられます。雪圧荷重の軽減策としては、山肌への植樹や、雪崩防止柵・雪崩予防杭の設置が考えられますが、斜面への大規模な土木工事が必要となります。そこで技術協力センタでは、経済的かつ簡便な雪圧荷重対策方法である「雪止め柱」を提案しました

雪圧荷重対策用「雪止め柱」

雪止め柱は、電柱に近い径（直径40～50 cm程度）を有する高強度な円柱で、電柱より1m程度の斜面上方側



図1 雪害により傾斜した電柱の様子（新潟県長岡市）

に設置します(図2)。雪止め柱が、電柱の代わりに雪圧荷重を受け止めることで、雪止め柱下方側にある電柱への雪圧荷重が大幅に軽減されます。雪止め柱の柱長は、想定される積雪深と柱の根入れ深さを考慮し設計します(例：想定積雪深3.0 m、根入れ2.5 mであれば、柱長6 m程度)。雪止め柱は電柱と同程度の規模であるため、大規模な土木工事が不要となり、電柱設置工事のノウハウも活用し施工できます。

そこで、雪止め柱の現場トライアルの実施に向けて、まずコンクリート柱と鋼管柱の双方で雪圧荷重を想定した強度比較実験を行い、最適な円柱の選定を検討しました。次に、豪雪地域での実測試験により、雪止め柱の効果を検証しました。

「雪止め柱」の選定

積雪は自重により徐々に圧縮されて密度が高まっていますが、その過程で積雪を支える構造物がある場合、沈降力と呼ばれる荷重が構造物にかかります。雪の自重は、積雪深の高い位置(積雪の表層付近)より、積雪深の低い位置(地面付近)のほうが強く作用することから、沈降力は積雪深の低い位置(地面付近)で強くなる傾向があります。文献(1)では地際より50 cm程度の高さ、もしくは積雪深の3分の1程度の高さでもっとも強くなる人が多いと報告されています。



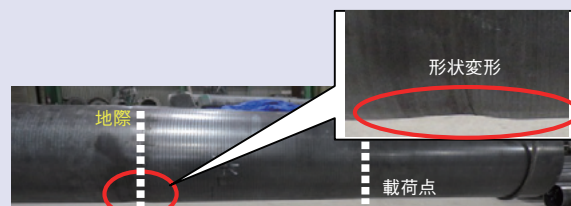
図2 現用電柱に対する、雪止め柱の適用トライアル(北海道旭川市)

雪止め柱への雪圧荷重を想定した耐力試験を実施するにあたり、地際から50 cmの高さに雪圧荷重が集中した状態を仮定して、横置きした柱への載荷試験を実施しました(図3)。なお、試験に用いる柱には、NTT東日本の現用鋼管柱・コンクリート柱で高強度な自立柱から各々選定しました(鋼管柱：柱長9.5 m、設計荷重16 kN、コンクリート柱：柱長16 m、設計荷重15 kN)。これは、支障移転(工事等による電柱の移設)等で撤去された電柱を雪止め柱として再利用することを想定し、NTT東日本の現用電柱の柱種から選定しています。

載荷試験後の様子を図4に示します。鋼管柱は地際付



図3 横置きした柱への雪圧荷重を想定した載荷試験



(a) 鋼管柱



(b) コンクリート柱

図4 載荷試験後の様子(最大荷重印加後)

近に力が集中して部分的に変形しましたが、それ以外に外観上の大きな変化は見られませんでした(図4(a)). なお、荷重可能な最大荷重は418~459 kNでした。一方コンクリート柱では、荷重荷重を増やすごとにコンクリートが潰れていき、柱の縦方向のひび割れが生じた(図4(b)). また、さらに荷重荷重を増やすことで、縦ひび割れを起点としてコンクリート剥離が進展し、やがてコンクリート部分が破壊されました。この破壊形態は豪雪地で雪圧を受けて倒壊したコンクリート柱の地際部の状況とよく似ています。荷重可能な最大荷重は448~520 kNでした。

今回評価したNTT東日本の現用鋼管柱・コンクリート柱は、双方とも地際部の強度が400 kN以上程度でほぼ同じと分かりました。そこで、コンクリート柱に比べて軽量で取り扱いの容易な鋼管柱を実フィールドの試験で使用することにしました(鋼管柱重量:約0.5 t, コンクリート柱重量:約2.5 t)。

「雪止め柱」の効果検証(雪圧に伴う応力の実測)

雪止め柱の効果を、豪雪地域の山間部(新潟県長岡市)の斜面で実際に評価しました。雪止め柱・電柱ともに同一仕様の鋼管柱(柱長9.5 m, 設計荷重16 kN)を検証用に設置しました。それぞれの柱にかかる雪圧荷重は、それぞれの柱の地際部に歪みゲージを設置し、応力値として比較評価します。試験は降雪期間である1月から3月まで実施しています。

雪止め柱・電柱への雪圧で生じた応力の比較評価結果を示します(図5)。雪止め柱に比べて、電柱側の受ける応力が大幅に低下している様子がみられました。また、雪止め柱側で受ける応力は経時に伴い大きく変化していますが、電柱側で受ける応力はほぼ一定値でした。これは雪止め柱側では斜面上の積雪による荷重を直接的に受けるために、斜面上の積雪量の経時変化に伴い応力が変化しているためと考えられます。また、電柱側は、雪止め柱と電柱の間とその周囲の雪による雪圧を受けることから、斜面の雪ほど大きく変動がなく、応力値がおおむね一定値となったと考えられます。

今後の展開

ここでは電柱の雪圧荷重による折損事例と「雪止め柱」を用いた対策方法、およびその効果の検証結果について紹介しました。その結果、雪止め柱により電柱への雪圧荷重を大きく低減する見込みが得られたことから、現在

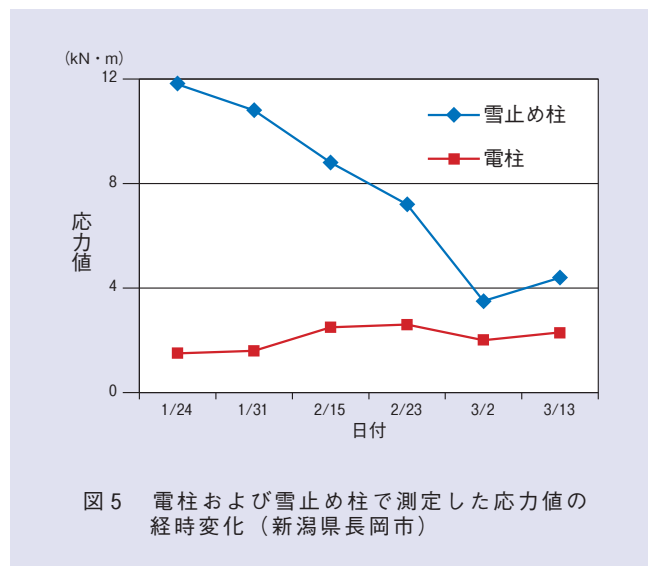


図5 電柱および雪止め柱で測定した応力値の経時変化(新潟県長岡市)

は雪質の異なる地域(北海道旭川市)でも効果検証するべく、雪止め柱設置のトライアルを進めています。すでにトライアルを開始した地域(新潟県長岡市)では、雪止め柱で守られた電柱に新たなひび割れや折損が生じていないことを確認しています。技術協力センターでは、このほかにもさまざまな雪による障害への対策について検討を進めており、通信設備のさらなる信頼性向上に取り組んでいます。

参考文献

- (1) 小林: “農業雪害について,” 農業気象 (J. Agr. Met.), Vol.36, No.3, pp.207-216, 1980.

◆問い合わせ先

NTT東日本
 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部
 技術協力センター 材料技術担当
 TEL 03-5480-3703
 FAX 03-5713-9125
 E-mail gikyo-ml@east.ntt.co.jp

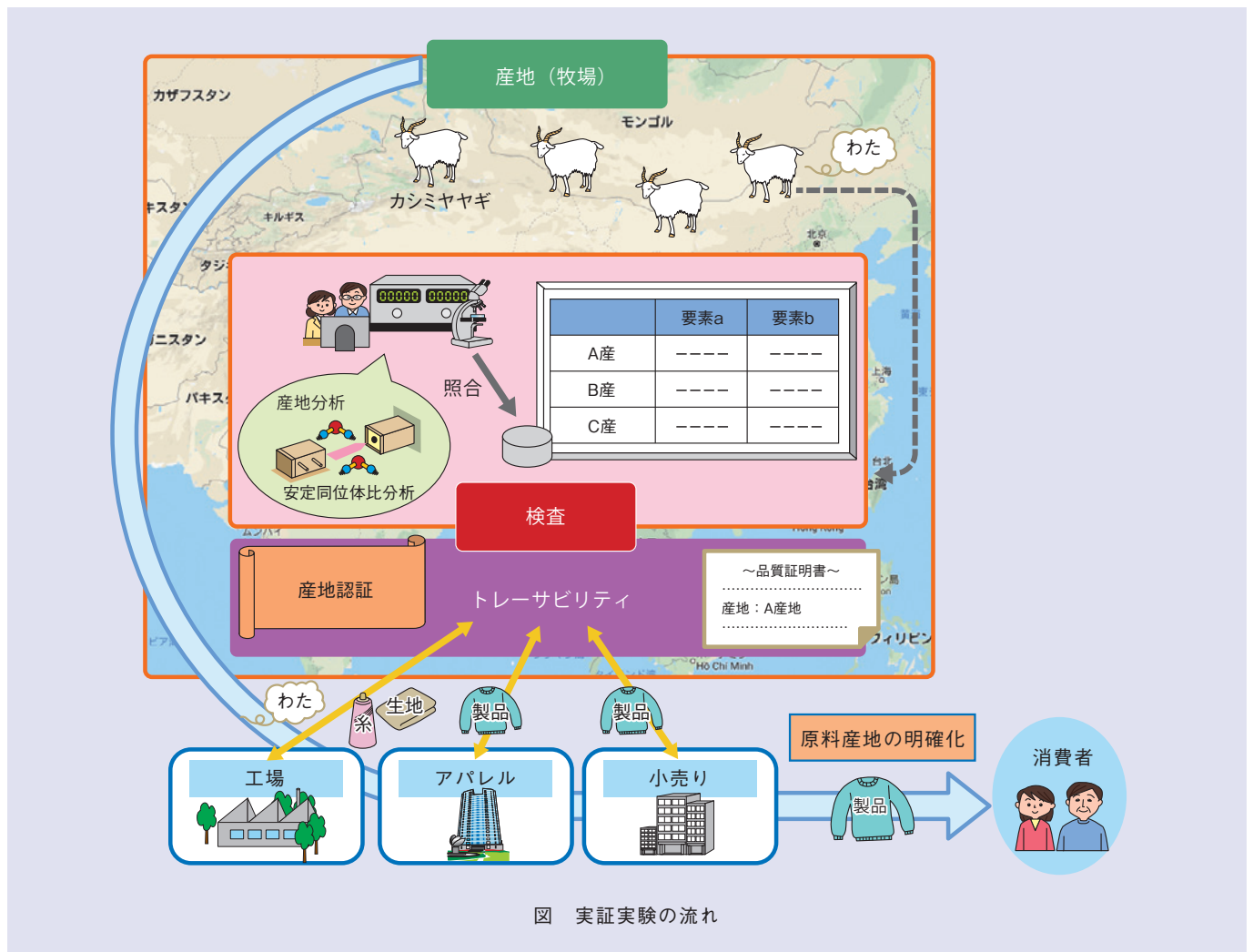
Focus on the News

科学的産地推定技術を取り入れたカシミア品質検査システムの実証実験を開始 ——レーザガスセンシング技術を利用したカシミア産地推定システムの実用性検証

一般財団法人ケケン試験認証センターとNTTは、科学的に産地を推定する工程を取り入れたカシミアの品質検査システムに関する実証実験を2018年12月より開始しました。

両社は、主要産地で採毛したカシミア原毛の安定同位体比分析を、NTTが保有する高性能レーザを用いたガスセンシング技術の利用と前処理法の工夫により、安定して高精度に行えるようにし、安定同位体比と産地の相関関係を明らかにしました。本実験では、実際の品質検

査工程の中で、従来の光学顕微鏡による目視検査に加え安定同位体比分析を行い、あらかじめ産地情報と関連付けて蓄積されているデータと照合することにより、カシミアの産地を科学的に推定します。市場に流通しているカシミア製品を対象に産地推定を行い、表示産地と比較することで、参照データとして必要な蓄積データ数や推定精度など、産地推定システムの実用性を検証し、2019年夏以降のサービス化をめざします。



■研究の背景（および役割分担）

近年、グローバル化が進む中、国内市場において、高級獣毛であるカシミア製品を、さまざまな流通経路から手ごろな値段で手に入れられるようになりました。反面、品質低下の懸念から、多くのアパレル企業や販売店では、消費者に安心して商品を購入していただけるよう、正しく品質表示されているか、厳しい品質検査がされています。また、カシミア原産国では、消費者へ安心して高品質な製品を供給するだけでなく、ブランド化による生産者保護につながるトレーサビリティが確保された管理体制づくりが始まっています。文書情報による管理と科学的な品質検査が実施される中で、従来の光学顕微鏡検査による外見の特徴からでは、産地を推定することは不可能でした。

本実験では、NTTの保有する安定同位体比分析技術により、カシミアに含まれる元素の安定同位体比について安定して高精度な分析を行い、あらかじめ産地情報（地理情報や、飼育情報含む）と関連付けて蓄積された安定同位体比データと照合することで、産地を推定します。産地推定精度を定量的に評価することで、必要な蓄積データ数や産地推定アルゴリズムの有効性を明らかにし、品質検査過程に科学的な産地推定工程を取り入れたシステムの実用性の評価を行います（図）。

役割分担は、以下となります。

- (1) 一般財団法人ケケン試験認証センター
 - ・カシミアの検査サンプル提供
 - ・安定同位体比分析から推定される産地候補から光学顕微鏡検査により最終的な産地を推定

カシミア製品の産地トレーサビリティ認証に対する科学的アプローチ

担当者紹介

丸茂 征也

一般財団法人ケケン試験認証センター
獣毛総合研究所 所長

近年のカシミア製品を取り巻く状況を見ると、原毛生産地では、産地ごとの差別化が不十分であるためブランド化ができておらず、生産者の収入が低いためカシミア生産を廃業するといった現状があります。また、国内市場では、カシミア製品価格の二極化が進んでおり、高価格の製品は低価格の製品と差別化するために、アパレルブランドや機能性だけでなく、さらなる付加価値を訴求する声が聞かれます。海外市場に目を向けると、動物繊維に対する動物福祉や環境問題、さらにはフェアトレードの問題等、製品に対し原料産地の見える化が製品の品質項目の1つとして大きく求められています。

こういった状況から、将来、カシミア製品における産地へのトレーサビリティ確保は必須となると考え、今回、従来の方法より簡易かつ精度の高い、NTTのレーザガスセンシング技術を応用した安定同位体比分析を用いることにより、カシミアの産地推定法を共同で開発しました。この方法は現在、カシミアの製品から原料へのトレーサビリティを確保するための科学的手法を用いたアプローチとしては唯一のものとなります。将来、この方法を広く知ってもらい活用していただくことで、各カシミア産地のブランディングや、製品の付加価値、新規商品企画等、産地への訴求が拡がりカシミア産業のさらなる発展へ貢献できることを期待しています。



(2) NTT

- ・レーザガスセンシング技術を利用したカシミヤの安定同位体比分析
- ・安定同位体比データと蓄積データの照合による産地推定

■研究の概要

カシミヤを燃焼し、カシミヤに含まれる元素を、水蒸気 (H₂O) や二酸化炭素 (CO₂) 等のガス (気体) にします。これに高性能な半導体レーザ光を照射し、同位体の違いによるわずかな吸収波長の差やその吸収量をモニタリングすることで、ガスに含まれる元素を同位体レベルで分析することができます。これによりカシミヤに含まれる元素の安定同位体比を安定して高精度に分析することが可能となりました。さらにこのレーザガスセンシング技術を用いて、カシミヤに含まれる元素の安定同位体比とカシミヤヤギの生育地や飼育環境に相関関係があ

ることを明らかにしました。産地情報と関連付けた科学的なデータベースを構築し、従来の光学顕微鏡検査と併せた産地推定アルゴリズムを用いて産地を推定します。

◆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 <http://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181119a.html>

光通信分野で培った技術を用いて社会的課題解決をめざす

保井 孝子

NTTデバイスイノベーションセンタ

ライフアシストプロジェクト 主任研究員

NTTの研究所では、長年、光通信用の高性能なレーザ光源の研究開発を行ってきました。この技術を「非通信分野」へと応用する取り組みの中で、ガスセンシング用半導体レーザ光源の開発が行われ、安定同位体比の測定が可能な高精度・高分解能ガスセンシングの実現に大きく貢献しました。

安定同位体比分析は、学術分野では、「モノの由来を分析する」ために利用されています。レーザガスセンシング技術による安定同位体比分析は、従来の手法と比べて、短い時間で簡便に行うことができ、装置も小型化します。「これを用いて新たな技術を開発し、世の中に広く普及できないか」。私がこの仕事に着手した当初、消費者の食品の産地への関心が高まり始めた時期でもあり、食品（野菜等）の産地推定に関する研究開発に取り組みました。

開発した技術をさまざまな業界の方に紹介する中で、「高級獣毛であるカシミヤの産地推定」の要望をいただきました。カシミヤヤギの産地は限られており識別しなければならない産地の数が多くないこと、それら産地ごとに安定同位体比の分布に違いがあることから、本技術の高い有用性を感じています。食品や衣料分野でのトレーサビリティが確保された高度な品質管理体制の実現に本技術が貢献できるよう、パートナー企業と一緒に取り組んでいく所存です。

研究者 紹介



存在を感じさせない「透ける電池」の基本動作を確認 ——IoTのさらなる可能性拡大に向けて

NTTは、存在を意識させることなく周囲に馴染む電池として、光透過性を有する「透ける電池」を作製し、電池動作を確認しました。NTTでは、ICTサービスの実現に向けた蓄電池をはじめとする電池に関する研究開発の技術・知見を活かし、本研究開発を進めています。今後は、IoT (Internet of Things) のさらなる可能性を拡げるために「透ける電池」を適用できる領域を探索するとともに、性能向上を図ります。

■研究の背景

あらゆるものがデバイス化し、ネットワークに接続されているIoTの普及が進んでいます。今後、さらにIoTが普及することで、利便性が向上する一方で、世の中にさまざまなデバイスが溢れ、デバイスの存在感が増し煩わしさを感じる可能性も考えられます。そこで、デバイスの存在感を抑えるために、これまでは“小型化”“軽量化”などの取り組みが進められています。

NTTでは、これまで、安心・安全・高信頼な情報流通サービスを提供するため、スマートフォンなどで長時間使用できるように、また、災害時の長時間停電時でも安定に電力を供給できるエネルギー源として使用できるように研究開発を行ってきた蓄電池に関する技術・知見を活かし、これらに加えて新たな観点として“透ける・透明”に着目し、存在を感じさせないデバイス作製の可

能性を探索するために、光の透過性を訴求した電池の研究開発を行ってきました。

■研究の成果

これまでの電池の研究開発は、EV、スマートフォン、ドローン等への適用を指向し、高出力で長持ちする電池を実現するために、より大きな容量、より長い寿命、より高い安全性をめざし、設計されてきました。そのため、従来電池の電極は、金属の集電層上に活物質、導電材、結着剤が混合された合材層が形成され、全体的に黒色で光を透過しない構造が一般的でした。

今回、光透過性の観点で電池を構成する材料と構造に着目し、入射光の吸収と反射を抑制する技術開発を行い、存在感なく周囲に馴染むデバイスをめざしました。

- ・材料選定技術：光の吸収を抑制しやすい材料を電池の電極として選択。
- ・構造制御技術：光の吸収と反射を抑制しやすい構造になるように、電池の電極を作製。また、適用できる領域を拡げる事をめざし、電極を導電性フィルム上に成膜し、電解質をゲル化することで、“透ける”に加えて、“曲がる”電池を実現。

開発した電池は一辺が9×5 cmの長方形です(図左)。動作確認として、本電池を市販LEDに接続したところ、5分間の点灯を確認しています(図右)。

具体的な性能として、本電池の光透過特性を分光光度

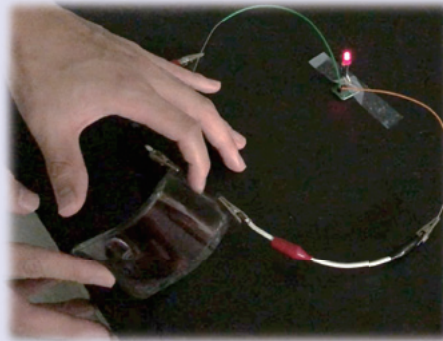


図 開発した透けて曲がる電池とLED点灯の様子

計により評価したところ、平均約25%の透過率を有していることを確認しました。この透過率は、向こう側が透けて見える一般的なサングラスの透過率に相当します。また、本電池の充放電性能を評価したところ、平均電池電圧1.7 V、放電容量0.03 mAh（電流密度0.01 mA/cm²）を示すことを確認しました。この容量は、一般家庭にある掃き出し窓約1.5個分のサイズで市販のコイン電池CR1025の容量に相当します。さらに、本電池は充放電可能な二次電池として動作すること、および充放電を100回繰り返した後もLED点灯が可能であることを確認しています。

◆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 <http://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181126c.html>

電池材料技術による新たな価値「透ける電池」

研究者 紹介

阪本 周平

NTT先端集積デバイス研究所
研究員

近年、スマートフォン、スマートスピーカーをはじめとするさまざまな家電がネットにつながり、急速にIoT化が進んでいます。将来、多くのデバイスを身に付けたり、建材に機能を持たせてデバイス化されることを想定し、存在を意識させることなく周囲に馴染むデバイスが必要だと考えています。我々はこれまでにニッケル水素電池やリチウムイオン電池をはじめ、次世代型二次電池であるリチウム空気二次電池に関する電池材料技術の研究開発に取り組んできました。そこで、電池材料技術を用いて「透ける」というソリューションで前記デバイスの実現に貢献することをめざしました。

これまでの電池材料研究は、容量、出力、寿命、安全性という観点での材料開発が主でしたが、今回は、光透過性、フレキシブルという新たな観点で材料を選定し、電池構造を制御することで「透ける電池」を実現しました。透ける電池という概念を提案し、近年研究開発が進められているさまざまな透明デバイスとの組み合わせによりデバイス開発がより活発に行われることを期待しています。

今回このような電池を実現できたのは、電池材料技術の基盤技術の向上に努めていることに加え、これまで注目していなかった新たな切り口で材料研究を進められたためだと考えています。これからも、電池材料技術を通して既成概念にとらわれず、新しい価値の創出にチャレンジし続けていきたいと思っています。



Focus on the News

変形物体を少数の画像のみでも高精度に認識・検索する「変形対応アングルフリー物体検索技術」を開発 ——定形の3D物体に加えて、軟包装製品、布製品などの不定形の商品も含めて幅広く認識可能に

NTTは、変形物体を少数の画像のみでも高精度に認識・検索する「変形対応アングルフリー物体検索技術」を開発しました（図）。

物体に未知の変形が加わっていても、同一物体であると認識可能な「変形対応幾何検証技術」により実現しました。本技術によって、定形の3D物体に加えて、軟包装製品、布製品などの不定形の商品も含めて幅広く認識可能となります。

本技術の活用によって、スマートフォンやカメラを通じて商品を高精度に認識できるため、仕分け業務や在庫管理の効率化を実現する「商品管理」や、レジ打ち業務の省力化を実現する「商品認識」、そして多言語で解説コンテンツを閲覧できる「商品情報提示」などへの展開が可能となります。

■背景

あらゆるモノ・人をICTでつなげることで私たちの暮らしをより良くしていくデジタルトランスフォーメーションの実現に向けては、身の回りのモノをスマートフォンやカメラなどで撮影した画像から、人の目の代わりとなって認識・検索できる技術の確立が不可欠です。

しかし、定形の3D物体に比べて、軟包装製品、布製品などの不定形の物体は、さまざまな変形パターンを取ることで画像上の見え方が大きく変わるために、認識精度が低くなります。認識精度を保つためには、対象物体の変形に応じた画像を参照画像としてデータベースに登録しておく必要がありますが、対象物体の変形の仕方が任意の場合は、多数の画像を準備する必要があり、そのコストの負担が大きいという問題がありました。

■研究開発成果

NTTが今回開発した「変形対応アングルフリー物体

- ・従来のアングルフリー物体検索技術は、少数の画像を登録するだけで3D物体を高精度に認識・検索可能な一方、物体が定形であることを前提とするため、変形物体の認識精度が低下するという問題があった
- ・「変形対応アングルフリー物体検索技術」は、任意の変形が加わった物体であっても、少数の画像登録のみで高精度に認識・検索することが可能

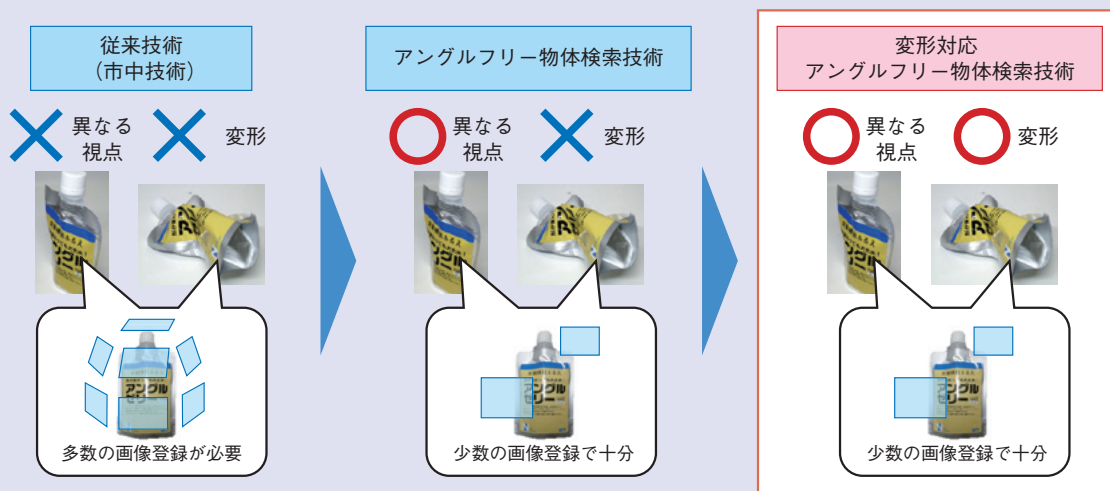


図 変形対応アングルフリー物体検索技術の特長

検索技術」では、幾何学的拘束を物体全体に適用するのではなく、複数の部分領域ごとに適用することで、画像特徴の対応関係から正しい対応を正確に特定する「変形対応幾何検証技術」によって、物体が変形していても入力画像と参照画像間での正しい対応を特定可能としました。これにより、定形の3D物体に加えて、任意の変形が生じる不定形の物体でも、高精度に認識・検索することを可能とします。

■技術のポイント：少数の画像登録のみで変形物体を高精度に認識・検索！

変形対応アングルフリー物体検索技術は、NTTのAI

技術corevo[®]の1つであり、少数の方向からの画像を登録するのみで3D物体を認識・検索可能な「アングルフリー物体検索技術⁽¹⁾」を基に実現しました。

従来のアングルフリー物体検索技術では、物体が定形との前提での射影幾何学から導かれる同一物体上での拘束条件を用いていたため、変形物体では認識精度が低下するという問題がありました。一方で、市中の学習ベースの方法では、不定形の物体を対象とする場合、その変形パターンは無数に存在するため、さまざまな変形を観測した多数の参照画像をあらかじめ準備しないと認識精度が低下するという問題がありました。

自分らしく問題にアプローチする

田良島 周平

NTTメディアインテリジェンス研究所
画像メディアプロジェクト 映像メディア処理技術グループ
(※現 NTTコミュニケーションズ 技術開発部)

本技術を構成する「変形対応幾何検証技術」では、「変形する物体を認識する」問題を「画像ペアの間で似た見えの小領域を自動抽出する」ことに帰着させています。グループ会社の方と議論した際に、変形する物体を画像認識したいというニーズを聞き、この着想を刹那に得ました。画像ペアから見えの共通する領域を抽出する技術が手元にあったため、このように発想することは私にとってとても自然なことだったのです。

正直なところ、上記の技術は、変形物体の認識とは全く異なる研究に取り組む中で開発していたものでした。研究開発に取り組んでいると、一見無関係な問題の間に共通した構造が隠れていることに気付くことがあります。変形対応幾何検証技術の研究は、まさしくこの機会を私に与えてくれました。私にとって、この研究を考え進めることはとてもワクワクする楽しい体験でした。

逆説的ですが、もし私が変形物体認識の研究にのみフォーカスしていたら、今回の技術は生まれなかったと感じています。私の日々の研究開発に「ゆとり」があったからこそその結果であり、その余裕は周りの方々のサポートがあったからこそ得られたものです。上司や同僚の方々には、感謝に堪えません。

現在私が身を置く環境は少し変わり、直面する問題もこれまでとは異なることが少なくありませんが、ぜひ変形対応幾何検証技術の研究のときのように、自分らしく楽しんで取り組んでいきたいと考えています。

研究者紹介



そこで今回は、幾何学的拘束を物体全体に適用するのではなく、複数の部分領域ごとに適用することで、画像特徴の対応関係から正しい対応を正確に特定する変形対応幾何検証技術を開発しました。本技術では、入力画像と参照画像間の画像特徴による対応付け結果から、複数の対応関係間の距離・回転角度等の幾何学的特徴を使ってクラスタリングすることにより、物体が変形していても正しい対応を特定することを実現しています。この技術によって拡張した変形対応アングルフリー物体検索技術により、変形のパターンが任意の場合でも、少数の画像の登録のみで高精度に認識・検索することを実現可能

としました。

■参考文献

(1) <http://www.ntt.co.jp/news2015/1502/150216a.html>

◆問い合わせ先

NTTサービスイノベーション総合研究所

企画部 広報担当

TEL 046-859-2032

E-mail randd-ml@hco.ntt.co.jp

URL <http://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181126b.html>

画像認識技術で人々の生活を便利にする

吉田 大我

NTTメディアインテリジェンス研究所
画像メディアプロジェクト 映像メディア処理技術グループ

研究者 紹介

画像認識技術の活用により、無人レジや商品情報の自動提示などのサービスが実現しつつあります。このようなサービスでは、スナック菓子などの手に持つと変形してしまう商品も認識できなければなりません。

「変形対応アングルフリー物体検索技術」は、物体を変形していない状態で数枚撮影しておくだけで、さまざまな撮影方向・変形状態でも高精度に認識できます。そのため、コンビニのように頻繁に新商品が登場する場合でも、少ない手間で認識の準備ができると考えています。

NTT R&Dフォーラム2018（秋）では、買い物中の商品を自動で認識して買い物リストと照合し、数や種類に間違いがないかをチェックするデモを行い、お客さまから好評をいただきました。リアルタイム動作のための並列化・高速化や、背景や照明条件に頑健に認識するための調整を重ねたことで、実際の利用シーンをイメージしやすいデモになったと思います。また、報道発表では、変形したさまざまな物体を認識できる技術の可能性をお見せできたと思います。

一方で、技術が完成してもサービスとして使ってもらえるようにならなければ本当の完成とはいえないと考えています。サービス化のためには運用面での課題も含めてまだ多くの課題が残っています。今後は、さらに多くの被写体を高精度に認識できる技術の研究開発に加えて、実運用を想定した課題解決にも取り組み、人々の生活をより便利にするサービスの実現をめざします。



救急ビッグデータを用いた救急自動車最適運用システムの有効性を確認 ——リアルタイムな救急需要予測等による救急車の搬送時間短縮をめざす

総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター，NTT，NTTデータは，2018年2月から2021年3月までの期間において救急ビッグデータを用いた救急車運用高度化の共同研究を実施しています。

近年，救急車の現場到着時間・病院収容時間が延伸していることを踏まえ，この時間短縮を目的に，救急搬送情報，およびG空間情報やモバイル空間統計等のビッグデータと，消防研究センターおよび消防機関における運用ノウハウ，NTTグループのビッグデータ分析・学習・価値化技術を活用した救急車の最適運用システムの開発をめざし研究を進めており，シミュレーションを通して有効性を確認しました。

■共同研究および実証実験の概要

救急隊の基本的な業務フローにおいて，現場到着までの時間と搬送先決定に関する時間を短縮する技術と，医療機関搬送時の安全性確保の技術に関する研究開発を以下3テーマで行い，実装の可能性を検証します（図）。

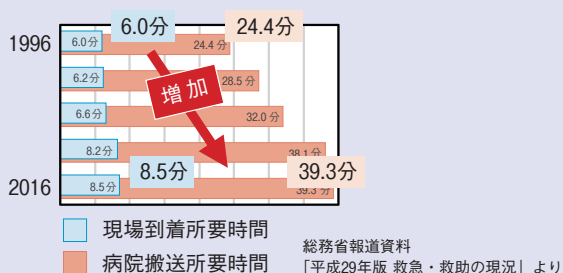
(1) 救急隊最適配置（協力機関：名古屋市消防局）

現場到着までの時間短縮に関しては，各種救急活動情報を解析し，傷病者発生を予測します。さらに，この予測結果に対して救急隊の情報を加えた解析を行うことで，傷病者発生確率の高い場所への救急隊の最適配置を検討し，運用効率化の可能性を検証します。

具体的には，時系列データの学習に有効なりカレント

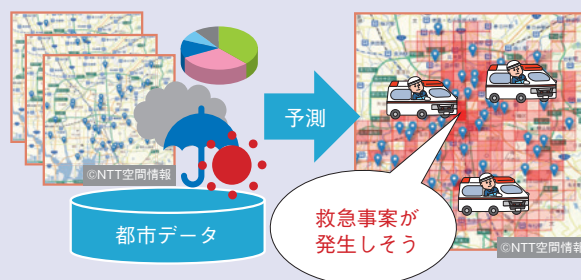
都市課題

救急隊の現場到着および搬送所要時間の短縮



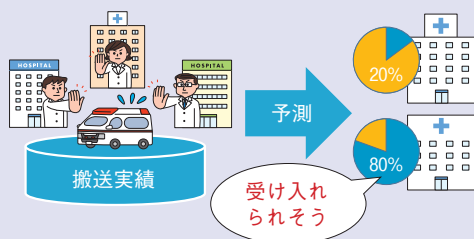
テーマ1

救急事案発生を予測し救急隊を最適配置



テーマ2

受入可能性を予測し提示



テーマ3

段差を通知し安全搬送を支援

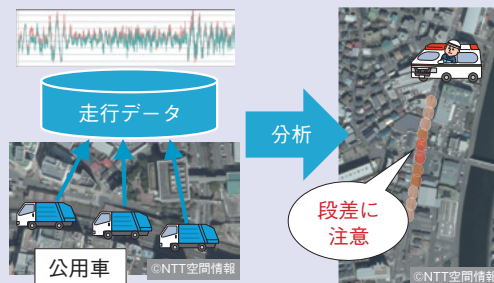


図 共同研究の概要

ニューラルネットワーク（RNN）を用いて市全体の救急需要を予測し、過去の救急搬送実績に基づく地図メッシュごとの確率分布と組み合わせることで救急需要の期待値の分布を算出し、それらの計算結果に基づいて各救急隊の最適配置を求めました。過去の救急搬送事例のデータや天候などの環境データ、動的人口データなどを用いて予測最適化アルゴリズムを考案し、現実に即した制約条件を加味したシミュレーションにより実データと比較検証した結果、平均現場到着時間の短縮が得られたことでその有効性を確認しました。

(2) 搬送先医療機関の受入可能性を予測（協力機関：仙台市消防局）

搬送先医療機関決定に要する時間の短縮に関しては、救急隊の出動履歴や医療機関の受入履歴、医療機関の受入体制等の情報解析を行い、傷病者ごとに各医療機関の

受入可能性を推定します。これにより、医療機関との受入交渉における運用効率化の可能性を検証します。

具体的には、受け入れ可能性が高い医療機関を推定するために、ランキング学習を用い、過去の救急搬送事例について、受入病院選定までの交渉経緯を学習し、受入優先度の推定アルゴリズムを考案しました。過去、医療機関選定までに2回以上の受入交渉が必要だった事例について、本アルゴリズムを用いて複数の病院の受入優先度を推定したところ、過半数の事例で最終的に受け入れた病院（2回目以降の交渉先）を、最初の交渉先として示すことで、その有効性を確認しました。

(3) 安全搬送に適したルート提示（協力機関：藤沢市消防局）

医療機関搬送時の安全性確保に関しては、救急車等の走行情報や地図情報等から、道路の段差・高低差等の道

救急車が傷病者に接触するまでの時間短縮をめざして

担当者 紹介

中山 公介

NTTデータ

ヘルスケア事業部 第三統括部 救急医療ソリューション担当 課長代理

国内の救急車による傷病者の搬送件数と医療機関到着までの時間は、ともに右肩上がりとなっており大きな社会問題となっています。これまでNTTデータでは救急医療の分野において、救急車が傷病者に接触し医療機関に到着するまでの時間を短縮するソリューションを展開していました。

そんな中、お客さまから救急車が傷病者に接触するまでの時間短縮を目的とした共同研究の公募がなされました。自身も子どもが深夜に急病になり、救急車を呼んだことがあります。救急車が到着するまでの時間はとても長く感じられ、不安が募りました。そのような経験から、傷病者はもちろんのこと、そのご家族の不安を少しでも解消したいという強い思いがあり、自ら志願し本プロジェクトに参画しました。

NTTグループの知見を結集し受注した本研究は、救急搬送の要請場所や搬送先医療機関をITの力を駆使し予測するという前例のないものでした。研究を進めるにあたりさまざまな課題や問題に直面しましたが、お客さまやNTTグループの仲間たちと協力し合い1つひとつ解決してきました。その結果、机上でのシミュレーション結果が認められ実際の救急現場における実証実験にこぎつきました。

本研究はまだまだ道半ばです。救急車の到着を1秒でも短縮したい、という強い思いを持ってこれからも取り組んでいきます。



路状況を推定します。これにより、救急隊に対して走行ルートおよびその道路状態の案内を行うことで、傷病者へ負担を与えないスムーズな救急車の運転や、車内での救急救命処置の安全性確保の支援が可能か検証します。

具体的には、NTTが参加している都市ビッグデータによるスマートシティの実現をめざすEUとの共同研究プロジェクトBigClouT⁽¹⁾の成果である、慶應義塾大学が測定・蓄積したごみ収集車の走行データを活用して、本共同研究の中で藤沢市内の段差データベースを作成しました。そのデータベースに基づいた段差警告システムのプロトタイプを作成し、走行実験によってその警告システムの有効性を確認しました。

■参考文献

(1) <http://bigclout.eu>

◆問い合わせ先

NTT研究企画部門

プロデュース担当

TEL 046-240-5157

E-mail advanced-ambulance-ml@hco.ntt.co.jp

URL <http://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181126a.html>

現在の技術で救急車運用を最適化する

前田 篤彦

NTT未来ねっと研究所
ユビキタスサービスシステム研究部

研究者 紹介

本研究を本格的に開始した経緯は1年ほど前にさかのぼり、救急医療情報システムのビジネスを手掛けているNTTデータとともに、消防庁消防大学校消防研究センターの共同研究公募に申し込み、採択されたことによります。消防研究センターでは、救急車の現場到着時間等が延伸し続けている近年の状況を踏まえ、この時間短縮を目的として、ITを活用した救急車最適運用システムの研究を進めるためのパートナーを探しているところでした。

一方、NTT未来ねっと研究所では、以前より、都市のビッグデータや地理空間情報を活用した各種予測技術や移動支援技術等の研究を進めてきました。また、私自身は、深層学習の開発ライブラリがまだ世に出回っていないころに、同技術を用いたシステムをNTTドコモ在籍中いち早く商用化した経験もあり、これまで蓄積した知見等を救急車運用にも活かすことができると考え、公募に応募しました。

共同研究開始後、ご協力いただいている自治体の救急隊員の方々に何度も接する機会があり、自治体の厳しい財政状況の中で、彼らは大変な激務に携わっているということが分かってきました。本研究では現状、開発した技術の有効性がシミュレーションにおいて確かめられたところですが、今後はより本格的な実証実験を通して技術の評価を進めます。そして将来、救急車運用の最適化により、救急隊員の方々の激務を少しでも減らせればという思いです。

