

新世代ネットワーク特集

01 座談会

30年後の未来に活躍する 理想のネットワークを目指して

新しい価値観で創る新世代ネットワークが、
さらに新たな価値観を生み出す

宮部 博史 / 村田 正幸 / 細川 瑞彦 / 門脇 直人 / 原井 洋明

連載企画 未来のネットワークを創る (第2回)

06

新世代ネットワーク研究開発ターゲット
「**トラスタブルネットワーク**」
衛藤 将史

07

新世代ネットワーク研究開発ターゲット
「**生活環境を支えるネットワーク**」
中内 清秀

08

新世代ネットワーク研究開発ターゲット
「**ユーザが制約を意識しないネットワーク**」
鈴木 敏明

09

●研究者紹介

白紙から作り出す新世代ネットワーク技術
未来のネットワーク実現のため
ID・ロケータ分離アーキテクチャの標準化を目指す
ベド・カブレ

11

新世代ネットワーク推進フォーラムの
最近の活動状況について



30年後の未来に活躍する 理想のネットワークを目指して

新しい価値観で創る新世代ネットワークが、 さらに新たな価値観を生み出す

出席者

宮部 博史 理事・新世代ネットワーク研究開発戦略本部 副本部長
村田 正幸 上席研究員・新世代ネットワーク研究開発戦略本部 副本部長／大阪大学大学院情報科学研究科教授
細川 瑞彦 新世代ネットワーク研究センター 研究センター長
門脇 直人 新世代ワイヤレス研究センター 研究センター長
原井 洋明 新世代ネットワーク研究センター ネットワークアーキテクチャグループ グループリーダー

NICTが展開するもっとも主要なテーマ「新世代ネットワーク研究開発」の推進役を担う5名の方々に、今日的課題から研究開発の可能性を見据えながら20年後、30年後のネットワークの姿について、夢やその展望を忌憚なく話し合っていました。

新世代ネットワークに求められる アプリケーション

——まずは自己紹介を兼ねて、NICTが推進している新世代ネットワーク研究開発に関して、出席の皆さんにNICTが今後どのように取り組み、進めていくか、また、30年後の新世代ネットワークがどのようなものを、展望していただければと思います。

宮部 新世代ネットワーク研究センターの研究開発推進の支援、それと連携研究部門、新世代ネットワーク研究開発に関する委託研究の取りまとめを行っています。また、NICT新世代ネットワーク研究開発戦略本部の副本部長を担当しています。

村田 上席研究員で、宮部理事と同じく戦略本部の副本部長です。具体的には戦略ワーキンググループ（以降WG）で、これまで戦略策定を進めてきました。

細川 新世代ネットワーク研究センター長を務めています。この研究センターは、ネットワークアーキテクチャ、ネットワークのデザインから非常に基礎的な

ところに至るまでの幅広い範囲を担当しています。主に有線関係ですが、それにとらわれない新しいネットワークを支えていく基礎技術について、主に光の技術の側面から幅広く捉えていくという研究センターです。今4年目になって、だんだん充実してきています。

門脇 新世代ワイヤレス研究センター長を務めています。無線通信の分野が研究のターゲットですが、ここ1～2年はいわゆる無線通信の伝送部分の研究から、ネットワークを意識する研究の分野に少しずつ踏み込んできているという状況です。

具体的な例としてはJGN2plusとコグニティブ無線の相互接続という形で、私たちはコグニティブ・ワイヤレス・クラウドという言葉を使っているのですが、ネットワーク全体がクラウドというイメージの中で、ワイヤレスがアクセス部分を中心に担っていくだろうという形で研究を進めているところです。

原井 新世代ネットワーク研究センター



宮部博史

のネットワークアーキテクチャグループのグループリーダーを務めています。私は当初からこのグループで、「AKARIアーキテクチャ設計プロジェクト」という、2015年以降の未来社会を支えるネットワークをデザインするプロジェクトに係わっています。私はもともと光ネットワークのデザインとか、光スイッチのデザインをしていましたが、それだけではなく、無線、モバイル、センサーまで含めた大きなネットワークの未来像を創ろうとしています。

——次世代ネットワークの更に先、10年、15年先でも通用するネットワークの研究開発を進めているわけですが、そうした未来のネットワークアプリケーションにはどのようなものがあると考えていますか。

宮部 15年後は私も70歳を超えています。足も不自由になるだろうし、行動範囲も狭くなる。その時にネットワークに何を期待するかといえば、自分が行けないところ、あるいは体験できないことを見せてもらい、いかにも体験したように自分の知識の糧となるようなことができたらいいいですね。

アバターでWeb上の3Dリアルタイム仮想世界に入っていくような話ですが、非現実社会を中心としたものではなく、現実に存在するものを距離と時間を超えて手軽に見せてくれるということで、実地体験が今後も中心になると思っています。朝起きて、何かをしたいと思った時

に、特段キーボードを打たなくても、自分の必要な情報を瞬時に出示してくれる、それに基づいて人間が行動しながら判断する。それが不自由なくできる世界がいいのかなあとと思っています。

村田 将来のネットワークの本質は知識社会だと思います。Googleは全てを情報化すると言っていますが、それだけではなくて、その情報をいかに知識として獲得していくかが大事だと思います。技術的には、リアルな社会とネットワーク社会のヒモ付けのような話で、世界中のセンシング情報をインタラクションしていくことが大事だと思います。

細川 超臨場感が進むのもいいのですが、20年、30年後くらいでは、まだ実体験の方が大事なのだと思います。

これは、私の個人的な夢ですが、図書館が我が家があればいいな、と思います。古今の名著に自由自在にアクセスして、居ながらにして次々に読んで、さらにその先に進めるという状況が創れたらなあとと思っています。

原井 食に関しても、10年後には解決しているかもしれませんが、例えば、今から食べる食事は本当に安全かどうかを教えてくれるようなシステムをネットワークやコンピュータのデータベースから構築できるようになればいいなと思います。今は、テレビを見ていて「晩御飯にこれ食べたいな」と思ったりしますが、もっと色々なところで食情報を教えてくれる世の中になるといいなと思います。

理想のネットワーク実現に向けた3つのビジョン

宮部 Web上の3Dリアルタイム仮想世界のようなものをゲームとしてやるのはいいですが、若者の心を蝕んでいるとも言われていますね。若者をもう少し健全に導くことが大切なのではないか。私は田舎育ちなので、悪いことをすると隣のおじさんによく殴られた。自分の子どもでなくても地域コミュニティとして叱る。そういうことが必要なかなとも感じています。情操教育ができるネット



村田正幸

ワークとは何なのか、ネットワークで何か最低限の基本的なメカニズムを提供する必要があるのかということですが。

村田 学生と大学で付き合っていて感じるのは、世代間で価値観が全然違うことです。ネットゲームを全くやらない学生もいれば、中毒状態の学生もいる。そうした学生たちでも、小中学生の間で流行っているプロフのことは知らない、関心がないというのです。若者の間でさえ価値観の違いがあるのだから、私たちの世代の価値観を押し付けるのはどうかと思います。私たちがやるべきことは、むしろ負の面を顕在化させないように見守る姿勢が大事なのだと思います。

——新世代ネットワークビジョンについて聞かせてください。

宮部 「理想のネットワークを求めて、その実現に向けたビジョン」で掲げた3つのビジョンですね。そのポイントについて、作成に尽力した村田上席研究員から紹介していただけますか。

村田 1つはMinimize the Negatives、つまり顕在化する社会問題、エネルギー、セキュリティ、食料とかいった問題をまずは解決しようということです。ただ、これだけでは不十分で、2つ目として新しい価値観を創造していくことが、今後のネットワークに期待されていて、それをもってMaximize the Potentialと言っています。そしてそれらを包括する概念としてInclusionを3つ目としてうたっています。あらゆる人をICTで包摂するという概念です。それが戦略本部の掲げている新世代ネットワークのビジョンということになります。

宮部 最後の包摂性の問題ですが、今ま

でも言われていましたがなかなかうまくいかない。社会のグローバル化ということで英語圏の文化はずっと広がってきている一方で、「文明の衝突」(サミュエル・P・ハンティントン著)に述べられているように、リージョナル化が今後は大切だと言われていて、先ほど言った地域コミュニティも大事だと思います。

新しい価値観、新しい通信原理でエネルギー問題を克服

——COP15では、改めて地球の環境問題、エネルギー問題が浮かび上がりました。そこで、今後10年20年、ネットワークが使うエネルギーをいかに減らしてゆくか、また逆に、ネットワークを使うことで社会全体のエネルギー消費を減らしていくことができるのかという点については、どのように考えていますか。

門脇 グリーンICTという点で言えば、無線というのは、実は受信相手以外のところに飛んでいってしまう、すなわち捨てているエネルギーが結構多いのです。ですからワイヤレスの部分でいかに上手にエネルギーを使うかが、グリーンICTの中では大きな比重を占めてきています。そこがワイヤレス研究センターとして1つのキー・ポイントかなと思っています。

宮部 ICTに占めるエネルギーの割合は、昔は3%弱くらいでしたが、現在はもう少し増えて高くなってきた。このままトラフィックが増えると、膨大なエネルギーが消費される。本来人間活動が増えていけば、エネルギー消費が増えるのは当然ですが、これからはそうはいかない。持続性のある社会をネットワーク自身が支えなければならない。そういう効率のよいネットワークを提供しながら、さらに社会全体の消費量を抑えるということが、社会インフラの中核をなすネットワークインフラの果たすべき使命という気がします。

原井 日本のトラフィック量は、毎年40%の割合でデータ通信量が増え、現在大体1テラbpsくらいになっています。この

ままいくと2030年頃には今の1,000倍の1ペタbpsくらいになると思います。ということは、持続可能な社会を支えていくためには、1,000分の1くらいのエネルギー効率を求めなければいけない。これをどう実現するかというと、1つは光の技術をうまく使っていくことになります。

光化できる場所は光化していこう。それから、データをパケットに細切れにしなくていいものは、そのまま送ってしまおうという取り組みによって、ネットワークの基幹のところのエネルギーは減らせると思っています。

村田 エネルギー消費に関しては、何でも削減というのはやり過ぎで、価値創造のためにはどうしてもエネルギーが必要です。1つは、全体のアーキテクチャとしてエネルギー消費を抑えるネットワークを考えていくのは非常に大事です。一方で、ネットワークを介して得られる価値の創造とかメリットの方も同時に考えていかないといけない、つまりバランスのよいネットワークアーキテクチャが大事かと思えます。もう1つ、エネルギー消費1,000分の1というのは、少し長いスパンで、新しい通信原理とか新しいデバイスとかも考えていく必要があると思えます。

宮部 やはりバランスで考えるべきだと思います。「光」の技術だけでは限界が来る、既に、ある伝送パワーを超えると、ファイバーが溶けるという問題が起きています。効率化という点では2つの別のアプローチが必要なのだと思います。

細川 方向性としてネットワークでのエネルギー消費が抑えられるのなら、それに越したことはないのですが、今、環境問題が大変だからエネルギー消費を抑えるというように、ある意味縮こまる方向でいいのかという問題もあります。

人間は、科学技術によって自分たちの環境をどんどんコントロールしてきました。ところが今はそれができていない。例えば原子力の技術が進んだから元素の合成ができるのかというと難しいし、大気中の二酸化炭素を一举に取り除く技術もないわけです。そうした技術を人間が持つべきなのかどうか。持つべきだとし

たらそのために、知の創造をもっと進めなければいけない。そこにネットワークが活躍する余地もあるのではないのでしょうか。

守るか、攻めるか、どちらが良いかは難しいですが、人間の今までの知的好奇心とか発展性などを考えていくと、守る技術によってエネルギー消費を抑えるのではなくて、もっと積極的な技術によって環境を守るような知の創造があってもいいのではないかと。

村田 私は生物に学ぶネットワークアーキテクチャ、ネットワーク制御というのを、一部NICT神戸研究所の研究者と一緒に研究しています。そこで目指しているのは徹底した制御の分散化、自己組織的にネットワークを構築していくネットワーク制御を実現していくということです。エネルギー効率の面からも、消費を3桁くらい落とせるといえるものと考えています。それと同時に自己組織的な分散化によって、エネルギー消費だけではなく、災害とか故障に強いネットワークができるのではと考えています。

宮部 色々な取り組みがされていますが、「光」そのものの革新的なこともやらないと、高速化とか大容量化は難しい。そうしたことも紹介していただきたいのですが。

細川 光の技術では超高速フォトニックネットワーク、それから光波、テラヘルツ、ミリ波に関してデバイスから考えていくようなグループ、極限としては量子情報を研究しているグループがあります。それが徐々に絡み合ってきて新しいものが見えてきています。

特に光の変調器の技術が超高速伝送につながってきて、有無線統合とこれから



細川瑞彦

どうつなげていこうか模索していたり、精度が 10^{15} から 10^{17} という精密な基準周波数を作り、それをネットワークで精度を損なわず伝送するという技術を作り出したりしているところなんです。そうした技術で今まで不可能であったことを、徐々に可能にしていけることは色々あるはずで、そういう卵がうまく育っていけばと思います。

国際戦略は、強みと弱みを見極めて、協調と競争で

—— 個別の技術ばかりでなく、もう少し大きな観点で全体を見て考えてきたのが、新世代ネットワーク研究開発戦略本部だと思います。戦略本部は宮原理事長を本部長として、2007年10月1日に発足。副本部長には村田上席研究員と宮部理事、そして青山友紀プログラムコーディネーターがいます。発足以来2年を経て、戦略本部の方針等について聞かせてください。

村田 戦略本部では、まずは新世代ネットワークに関するビジョンを掲げることが大事だということで、20年後さらには30年後に実現すべきものをじっくり考えること、そのビジョンに基づいて技術戦略や技術ロードマップの策定をし、同時に、海外との連携、標準化戦略、あるいは研究資金戦略について議論してきました。

特に、新世代ネットワークを考えると、どの部分を海外の諸国と連携し、どの部分を競争していくのかという、協調と競争が大事です。強みの部分では競争、弱みの部分では連携していく。そのためには、強み弱みの分析を行って、それに基づいて来年度から研究開発の実行フェーズに入っていこうと考えています。

宮部 確かに海外戦略は極めて大切で、グローバル化の大きな波があって、技術開発は協調と競争という考えでしっかりやらなければならない。

欧州連合 (EU) と全米科学財団 (NSF) とは、協調で色々なことをやろうと動いています。EUではFP7 (フレームワークプログラム7) が2013年一杯まで、その後のFP8の検討も始まっています。そ

うしたところを、どのようにやって行くのかを考えなければならない。昨年からEUと合同のミーティング、アメリカとも合同ワーキンググループを持って、現在、動き始めているところです。

一方、アジアでも、中国とは2回のミーティングを開催しました。韓国も新世代ネットワークに関しては活動が活発で、前向きな取り組みを始めており、12月には「フューチャーネットワーク2020フォーラム」が発足しました。これは、NICTが総務省と推進している「新世代ネットワーク推進フォーラム」と同じような団体で、IP事業者、コンテンツ作成業者、ゲーム開発業者とかICT関係の色々な企業が参画しています。私たちはこれらの国とも今後、うまく協調と競争をしていかなければならない。そのためにも、戦略本部の村田上席研究員が進めてきたことを、さらに発展させていくことが必要です。

——戦略本部にある戦略WGとは、どういうものですか。

原井 戦略本部では、企業からの出向者とNICT内の研究者で戦略WGを作って定例の会議を開いています。グループの中だけだと視野が狭くなりがちですが、将来を見据えてという意味では、新世代ネットワークあるいはNICTという垣根を越えて、産業界学術界を強く意識してこれからのネットワーク戦略を考えていかなければ、ということを感じています。

人材育成も夢のあるビジョンの 発信で体系的に

——それでは具体的なアプローチについて、聞かせてください。

宮部 一般に言われるように、理工離れが進んで優秀な学生が集まりにくくなっている、それも含めて人材育成をやっていないと、将来のネットワークを支える人材が日本にはいなくなってしまうと思うのです。

人材育成については、NICTの中では戦略本部を中心に進めていて、国内では新世代ネットワーク推進フォーラムを立



門脇直人

ち上げてやっていますが、それだけでは十分ではない。小中学校の段階から理工離れを食い止めるなど、ICT全般の産業基盤を育成する中で位置付けていかなければならない。高校の教育に対して、私たちはサマー・サイエンスキャンプといった形で協力もしていますが、そういうことをもう少し手間暇かけてやる必要があるし、そういう必要性をもっと浸透させていかなければならない。

子どもたちの科学全般への興味をいかに育てるかということが大切です。興味を持てる形で教育の中に入れ込まなければならぬ。今は高校の後半あるいは大学に入って初めてそういう世界が見えてくる。それでは遅い。もっと早い時期からこういう面白い世界があるのだということ私たちが自身が発信していけるようにしなければと思います。

村田 その通りだと思います。ただそうした機会がないのも事実で、我々の場合は、高校生に我々の大学に入ってもらうために、受験してもらわなければならないのですが、我々自身が夢を発信しえていないということが大きいのだと思います。

そんな状況の中で新世代ネットワークというのは今のインターネットを一旦忘れてクリーン・スレート（白紙の状態）で考えていこうということですから、これは夢を発信する1つのチャンスと思っています。

新世代ネットワーク構築のための 技術革新へのアプローチ

村田 ネットワークなどの技術は、イーサネットとかLANとかインターネット

とか、10年周期で新しいものが出てきますね。新世代ネットワーク推進フォーラムの齊藤忠夫会長に、「なぜ10年周期で新しいものが出てくるのですか」とずいぶん昔に伺ったことがあるのですが、先生は「10年もやれば研究者も飽きるでしょ」とおっしゃられました（笑）。もちろんそれだけでなく、研究・開発・事業化のサイクルなどの理由もありますが、新しい発想をするには一旦クリーン・スレートになることは研究者にとって非常に大事だと思います。そうしないと技術革新は出てこないのではないかという気がします。それがイノベーションにつながるのだと思います。

原井 「AKARI」プロジェクトについてですが、私たちは新世代ネットワークの概念設計書というものを作って、毎年アップデートしています。最近の議論では、今のインターネットでは経路表が爆発するという問題がある、それは今のネットワークの構造に問題があるのだから、ネットワークの構造を一から作り直すという話をしています。今25～30万個もある経路数を数千くらいに抑え、メモリー規模を小さくして消費電力を抑えていくことができるだろうと考えています。アーキテクチャを考える時に光技術を最初から考えるのはよくないかもしれないですが、数千であれば光ルーターがうまく作れるのではないかとということで、電気ルーターを光ルーターにリプレイスしていく取り組みをしています。

門脇 今は主に人がネットワークをつないでいますが、人があまり意識しないところで、色々なものがつながっているという時代になってきていて、無線もそういう世界になっていく。特にセンサーとかモニタリングの部分は、私たちが普段意識しなくても、身の回りの色々な情報を吸い上げています。例えば、スマートグリッド*にもワイヤレスのノードが使われることが増えていくだろうと想定されています。

まず、センシングという部分がワイヤレスも含めてネットワークされ、その先には、クラウドコンピューティングがあって、そのデータをどのように処理し

* スマートグリッド：電力供給を人手を介さず自動的に最適化できるようにした電力網

て、生活に反映させるか、今度は逆に、ユーザーの近くにあるアクチュエーターを制御して、結局双方でネットワーク化されていくのではないかと、そして、ワイヤレスもその中の重要なファクターだと思っています。

人間は地球の表面に貼りついて生きていますが、センシングという話になれば、当然空間、宇宙から見るとということも出てきます。2次元的な話だけでなく、3次元的にセンサーもアクチュエーターも広がっていきます。だから衛星なども含めて3次元的なネットワーククラウドを作っていく時代が間もなく来るのではないかと思います。

宮部 膨大な数のセンサーがネットワーク上に広がっていき、それらを有線無線の境目もなく接続しようとした時、今までのプロトコルの延長でやると、途端に破綻をきたす。その辺の取り組みについてはどのようなアプローチをしていますか。

門脇 非常に難しい話ですが、個別具体的に言えば、今私たちがやっているコグニティブ無線がひとつのキー・テクノロジーになるのだらうと思います。非常に柔軟に電波を使うということが大事で、色々な制限を取り払って、人とモノが移動しても常にコネクションは途切れずにつながっている。そういう技術開発を進めていく必要があると思います。

それから、有線無線は既に色々なところでつながっています。今のネットワーク技術では、それらはある意味ゲートウェイ的に変換しながらつないでいますが、変換をしないでつなげるものが必要になってくる。光空間伝送する光とファイバーの間を、特殊なデバイスを使わず



原井洋明

に一気につないでしまうような技術も、実現しそうなどころまでできています。なるべく透過性の高いネットワークに、有線と無線がうまくつながっていくような方向性をつけるのがキー・ポイントになっていきます。

期待される「AKARI」の展開と、様々な分野の融合

宮部 「AKARI」は、韓国でも注目されていて、「AKARIの概念設計書の英語版はないんですか？」と質問されたり、ネットワーク界の著名な先生が引用したりと、かなり知名度が上がってきていますね。

原井 幸いなことに、少しずつモノもできてきた状況で、今年度は積極的に外にアピールしていきたいです。概念だけでなく、その良さを実証していくことで、「AKARI」を示していきたいと思っています。昨年は欧米各国で概念を中心に講演しましたが、今年の中身のところで各研究者が話せるようにしていければいいなと思います。

門脇 私のところでは、ネットワークとワイヤレスの融合は具体的には2つほど研究していて、1つは有無線の統合につながるような実験環境を作っていくとしています。もう1つはJGN2plusの上で動くHotaruというオープンIMSプロジェクトがありますが、そちらと融合したコグニティブ無線ネットワークの実証を行う予定です。そうしたところでワイヤレスの技術とネットワークの技術をうまく融合していけたらと考えています。

細川 新世代ネットワーク研究センターとしては、「AKARI」は海外でも評価されるまでにまとまっていますし、新世代ネットワーク戦略WGがいいビジョンを出してくれたので、方向性はだいぶ見えてきたと思います。それから光の技術では、超高速フォトニックネットワークグループと光波のデバイスあるいはテラヘルツ、ミリ波の技術、それから量子とフォトニックネットワーク、量子と周波数標準、周波数標準とフォトニックネットワークなど、それぞれの関連性が

強まってきています。私としてはこれをもっと風通しのいいものにして交流を促進していき、各技術領域の交流を大切に、これが発展的に続けられるような形にすることがたいへん大事なことだと思います。

村田 基礎の話も出ましたが、ネットワーク分野の基礎理論というと、これまでは伝送理論かトラフィック理論が中心でしたが、最近そういうのが使えるところはほとんどない。ネットワークデザインのための科学、いわゆるネットワーク科学を今こそ打ち立てていく必要があります。それを実現する1つの方法が、ほかの科学技術分野との融合だと思っています。物理や、私の場合は生物ですけど、そういう科学分野の融合、それに基づくネットワーク分野の基礎構築が大事だと思います。

——本日はお忙しい中ありがとうございました。

■座談会出席者プロフィール

宮部 博史
理事

新世代ネットワーク研究開発戦略本部 副本部長
東北大学大学院博士課程修了。1980年日本電信電話公社入社。日本電信電話株式会社サービスインテグレーション基盤研究所長、同サイバーコミュニケーション総合研究所長を経て、2008年4月より現職。工学博士。

村田正幸
首席研究員

新世代ネットワーク研究開発戦略本部 副本部長
大阪大学大学院情報科学研究科 教授
1982年大阪大学大学院基礎工学部情報工科学卒業、1984年同大学 基礎工学研究科博士前期課程修了。同年日本アイ・ピー・エム株式会社入社。同社東京基礎研究所を経て、1987年から大阪大学勤務。1999年同大学基礎工学研究科教授、2000年同大学サイバーメディアセンター教授。2004年より現職。工学博士。2007年よりNICT首席研究員、新世代ネットワーク研究開発戦略本部副本部長。

細川 瑞彦

新世代ネットワーク研究センター センター長
東北大学大学院理学研究科博士課程修了後、1990年4月郵政省通信総合研究所(現NICT) 入所。標準計測部において時空計測、原子標準の研究に従事した後、光・時空標準グループリーダー、総合企画部統括を経て、2009年4月より現職。理学博士。

門脇直人

新世代ワイヤレス研究センター センター長
東北大学大学院修士課程修了後、三菱電機株式会社を経て、1986年に郵政省電波研究所(現NICT) 入所、移動体衛星通信、高速衛星ネットワークなどの研究に従事。

原井洋明

新世代ネットワーク研究センター ネットワークアーキテクチャグループ グループリーダー
大阪大学大学院博士課程修了後、1998年郵政省通信総合研究所(現NICT) に入所。光ネットワーク制御、光パケットスイッチ設計、新世代ネットワーク設計の研究等に従事。博士(工学)。



新世代ネットワーク研究開発ターゲット 「トラスタブルネットワーク」



衛藤 将史 (えとう まさし)

情報通信セキュリティ研究センター
インシデント対策グループ
主任研究員

総合企画部
新世代ネットワーク研究開発戦略推進室
主任研究員

ネットワークの高度な安定性と信頼性

新世代ネットワークの技術戦略の1つである「トラスタブルネットワーク」は、ネットワーク自体の安定性(スタビリティ)および信頼性(トラスタビリティ)を確保するための技術目標を定めています。ここでは、さまざまな要素技術が進歩した15年後のネットワークにおいても、サイバー攻撃に代表される脅威や人為的ミスなどによるネットワーク障害は発生するという考えに基づき、このような脆弱性を前提としつつも持続可能で安定したネットワークを実現することを目指しています。また、利用者の立場から、プライバシー保護などの安全性と利便性の高さを両立したネットワーク利用環境を実現することを目指しています。

トラスタブルネットワークにおける2つの重点技術

これらの目標を実現するため、トラスタブルネットワークでは以下の2点を重点技術項目として掲げています。

1点目の「トラスタブルネットワーク社会基盤」では、より安定したネットワーク機能を提供することを目的として、ユーザ端末からネットワークインフラ・オンラインサービスまでに至る一貫した高信頼性技術を確立します。例えば、悪意のユーザによるサイバー攻撃や、ネットワーク運用における人為的ミスなどに起因する障害への耐性や、速やかな障害復旧機能といった技術をネット

ワークの端末からインフラに至る各パートで実装し、人と社会を支える情報通信ネットワークを実現することを目指しています。

2点目の「人と社会が信用できるネットワーク」は、ネットワーク利用者が安心して各種オンラインサービス等を利用できる環境の整備を目標としています。現在のインターネットにおいても、さまざまなオンラインサービスやネットワークアプリケーションが盛んに利用されていますが、プライバシー情報の漏えいをはじめとするネットワーク利用犯罪に対する不安などから、サービス利用に二の足を踏む人が多いのが現状です。このよ

うな不安を取り除くため、新世代ネットワークでは、ネットワーク上の通信機器(サーバ等)のみならず、その背後にいるユーザまでも認証し、「自分が今、誰と通信(取り引き)をしているのか」を確実に証明する技術を確立します。また、近年特に取りざたされている情報漏えい問題に対しても、高度な情報管理技術によって、情報の一次作成者がその情報を一元的に管理することのできる仕組みを実現します。

以上の2点の重点技術によって、トラスタブルネットワークは、より安定し、安心して利用することのできる新世代ネットワークの実現を目指しています。



トラスタブルネットワーク



新世代ネットワーク研究開発ターゲット 「生活環境を支えるネットワーク」



中内 清秀 (なかうち きよひで)

総合企画部
新世代ネットワーク研究開発戦略推進室
プランニングマネージャー

センサー・アクチュエータネットワーク

「生活環境を支えるネットワーク」は、新世代ネットワーク時代に予見される社会問題の中で、特に社会生活に密接に関係する環境問題、食料問題、高齢化問題などの解決、及び、人が人らしく生活できる社会、高いQOL (Quality of Life) の実現を目的としています。そのためには、あらゆる生活シーンにおいてICTによる高度な生活者支援が必要となります。たとえば、国境をまたいだ食材の流通管理や広域環境モニタリング、ネットワークを用いた交通事故防止、高齢者に対する遠隔からのヘルスケアアドバ

イス、ネットワークロボットによる生活者支援等です。これらを実現するためには、10兆個/年レベルの物流追跡や数十億規模のユーザのリアルタイム生体モニタリングに応用可能で、ユーザが希望する精度・リアルタイム性・信頼度でのセンシング、追跡、データ収集、データ処理、アクチュエータ駆動ができるネットワークが必要となります。このような大規模かつ多様なセンサー・アクチュエータネットワーク*1をここではグローバルセンサー・アクチュエータクラウドと名付けています。

2つの技術目標

生活環境を支えるネットワークの実現に向けて、2つの新世代ネットワーク技術目標を立てています。1つは、存在する全ての人、物、生活環境が生成する情報を感知追跡駆動可能なグローバルセンサー・アクチュエータクラウドの構成・制御・管理技術、もう1つは、状態変化や多様な要求に対して、柔軟に感知、追跡、データ収集、データ処理、データ復元、駆動が可能な、環境適応センサー・アクチュエータのミドルウェア基盤技術です。

前者では、インプラント型マイクロシンセンサーネットワークから、地球・宇宙までの広大な空間を対象とする大規模センサー・アクチュエータネットワークまでを想定し、ネットワーク形態、ノードアーキテクチャ、ノード密度などの多様性を隠ぺいしつつ、ネットワーク全体をスケーラブル*2かつ高信頼に管理・制御できる技術を重点技術としています。

一方、後者では、環境やユーザ個人のプロフィールやコンテキストを自動学習し、それに基づいてセンサーやアクチュエータの感知精度及び駆動精度などを自動設定する環境適応センシング技術や、センサーネットワーク自身に一次センサーデータの処理や自己組織型ネットワーク構成機能をもたせるインネットワークプロセッシング技術などを重点技術としています。



*1 センサー・アクチュエータネットワーク：多様な環境情報や生体情報の検知(センシング)、解析(データ処理)、解析結果に基づく環境や生体に対する物理的な作用(アクチュエーション)という基本動作サイクルを定期的もしくはオンデマンドで実行するための、構成ノードによるルーティング及びアドレッシングを含む通信ネットワーク、もしくはその通信ネットワークと一連のデータ処理系を含む協調的通信システム。

*2 スケーラブル：ネットワークシステムにおいて、ネットワークの規模(ノード数や端末数)の増大に対して規模透過的に性能を維持できること。

新世代ネットワーク研究開発ターゲット 「ユーザが制約を意識しないネットワーク」



鈴木 敏明 (すずき としあき)
総合企画部
新世代ネットワーク研究開発戦略推進室
専門研究員

ユーザや状況に合わせるネットワーク

新世代ネットワーク研究開発戦略本部では、「ユーザが制約を意識しないネットワーク」を、重点的に開発すべきネットワークの1つとしています。この目標とするネットワークは、多種多様なユーザ要求や状況に合わせて、カスタマイズしたネットワークを同時に複数提供できるようになります。例えば、遠隔手術を行う場合には、データ伝送の遅延やゆらぎが非常に少ないネットワークが要求に応じて構成され、提供されることとなります。また、超高精細な立体映像コンテンツを大規模に配信する場合は、受信ユーザに合わせた超広帯域な配信ネットワークが提供されることとなります。

カスタマイズしたネットワークを複数同時に提供するための重点技術

ユーザやアプリケーションごとにカスタマイズしたネットワークを提供するため、以下の3つの開発すべき重点技術を定めています。

1つ目は、End-to-Endで一貫したサービスを提供するための下位レイヤーの技術であり、様々なタイプのネットワークリソースを統合して管理する「ネットワークユニフィケーション技術」です。これは、有線と無線のネットワーク、パケットタイプとパスタタイプのネットワーク、さらに光と電気のネットワークを統合して運用するマルチ統合ネットワーク管理技術です。

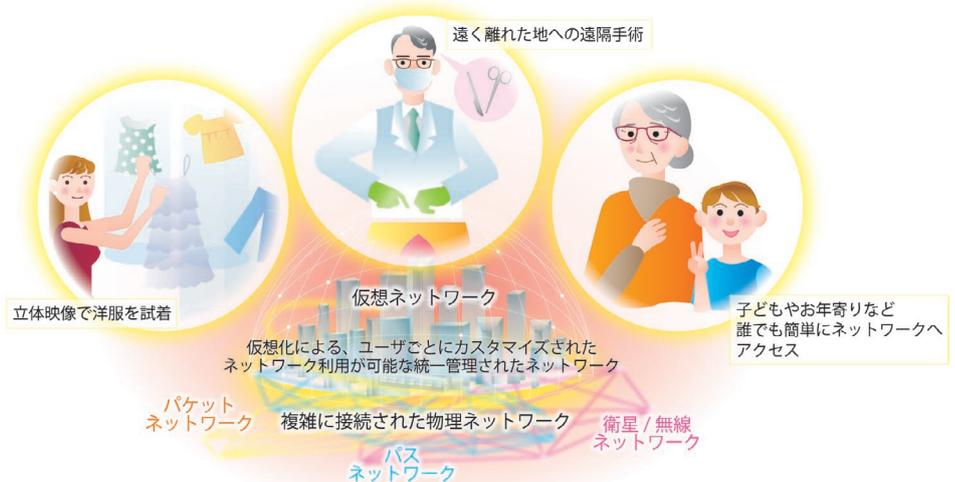
2つ目は、統合管理したネットワーク

リソースから要求条件に合わせたネットワークやサービスを同時に提供する中位レイヤーの技術であり、「多様性を収容するネットワーク技術」です。統合接続した物理ネットワーク上に複数の仮想ネットワークを運用し、またそれら仮想ネットワークにおいてオンデマンドに新規サービスを導入可能とする技術です。

3つ目は、ネットワークに関する知識の豊富さにかかわらず、快適にネットワークサービスを利用可能とするための上位レイヤーの技術であり、「“OMOTENASHI” ネットワーク技術」です。複雑な設定無く、容易かつ安全に端末をネットワークに接続でき、またス

トレスなくネットワーク内の状況が把握可能なネットワーク状況の可視化や、ユーザが希望する処理をデータに施す技術を、重要な要素としています。

ここに示した下位レイヤーから上位レイヤーまでの各レイヤーが連携して動作することにより、カスタマイズしたネットワークの複数同時提供を目指しています。目標とするネットワーク実現により、高度遠隔医療、臨場感の高いテレワークや遠隔教育、さらにはデジタル社会における格差是正や誰もが容易に利用可能な電子政府等にカスタマイズしたネットワークサービスの提供が可能となります。



ユーザが制約を意識しないネットワーク

新世代ネットワーク研究センター ネットワークアーキテクチャグループ 専攻研究員

V e d P . K a f l e

ベド・カフレ

●Profile

バンジャール・エンジニアリング・カレッジ卒業、2003年ソウル国立大学修士、2006年9月総合研究大学院大学博士、同年10月NICT入所、「AKARIプロジェクト」での研究に従事。博士(情報学)。

白紙から作り出す新世代ネットワーク技術 未来のネットワーク実現のため ID・ロケータ分離アーキテクチャの標準化を目指す

「AKARIアーキテクチャ設計プロジェクト」の スタッフとして活躍

新世代ネットワーク研究センターのネットワークアーキテクチャグループでは、20年後、30年後の情報ネットワーク社会を実現するために、「AKARIアーキテクチャ設計プロジェクト(以下、AKARIプロジェクト)」を進めています。現在運用されている仕組みにとらわれずに、クリーン・スレート・デザイン(Clean Slate Design) すなわち白紙から理想を追い求める新世代ネットワークを目指すこのプロジェクトに従事しているのが、ネパールからやってきたベド・カフレ専攻研究員。研究テーマはID・ロケータ(接続位置)分離アーキテクチャと呼ばれる技術です。

「現在のインターネットでは、IPアドレスがノード(node)のロケーション、つまり位置を示すためだけでなく、ノードのID、つまり識別子にもなっているのです。ノードの位置が変わるとIPアドレスが変わるので、識別しているIDも変わってしまい、設定している通信のセッションが消えてしまいます。そうした現在のインターネットの問題を解決するために、IDとロケータを分離すれば、IDはずっと使い続けることができ、ロケータがノードの位置によって違って、通信のセッションが切れるこ

とがないのです」

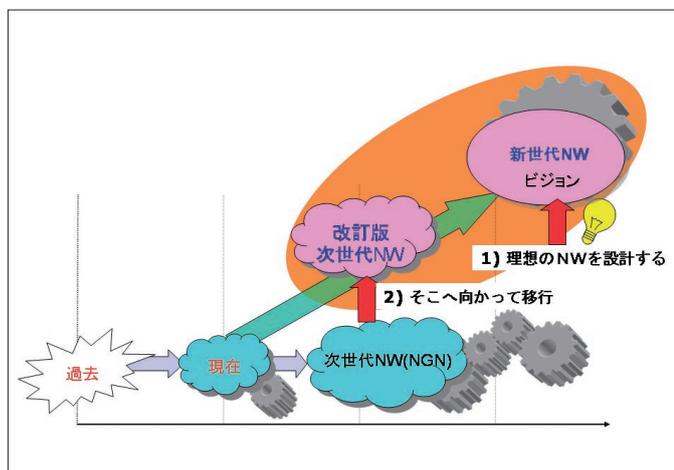
昨年は国際会議で2度の受賞

今のインターネットは、40年も前に原理設計されたもので、セキュリティという機能がついておらず、また、携帯電話のような移動通信環境を考えて作ったものではないことが問題になっています。さらに、ある情報が相手に届く経路であるルーティングの問題もあります。「AKARIプロジェクト」では、これらセキュリティ、モビリティ、ルーティングをゼロから見直すアーキテクチャを設計しています。

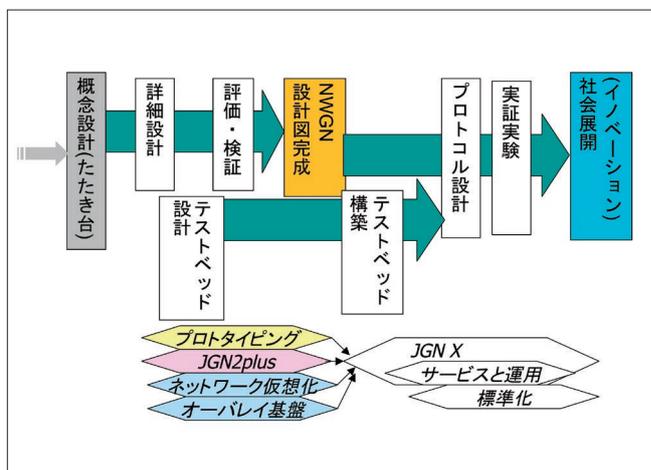
カフレ研究員はこの「ID・ロケータ分離アーキテクチャ」の研究によって、昨年5月に日本ITU(国際電気通信連合)協会賞を、9月にはアルゼンチンで開催されたITU-T Kaleidoscope イベントにおいて、論文賞を受賞しました。

「ITUでは次世代ネットワークの標準化を進めており、私もその活動に関わっています。そして、このID・ロケータ分離アーキテクチャを推奨し、その仕様をまとめた論文を提出したのです」

「AKARIプロジェクト」は、2020年までに新世代ネットワーク構築技術を実現し、これ以降に社会展開することを目指して



●2015年の実現に向けた新世代ネットワークアーキテクチャ



●研究開発実証計画

います。新しいアーキテクチャが完成すると、サイバーセキュリティが確立されて電子政府・eデモクラシーが実現するなど、現代社会が抱えている様々な問題を解決してくれることが期待されています。

「新しいアーキテクチャが、従来のネットワークよりいかに優れているかを社会に提案していくことが、実用化段階での課題になります。様々な新しい利用方法により、社会全体が想像がつかないほどドラスティックに変化することも考えられます。しかし、案外、新しい機能を、人々は当然のこととして利用するのかもしれないね」

小学校では20×20までを暗唱

カフレ研究員の故郷は、ネパール南東部の町で、晴れた日には北にサガルマータ（エベレスト）が眺望できるそうです。ネパールはインドと同じく教育に熱心な国で、小学校の教科書も日本のものよりコンテンツが多くて重いそうです。

「小学校での算数では、日本の九九（9×9）どころか、掛け算は20×20までを暗唱できなければなりません。日本ではみんなが同等のレベルになることを目指しますが、ネパールでは小学校から競争が激しいです。いい仕事に就くにはいい学校に進まなければならない、いい生活をするのに一番大切なものは勉強なのだ、という考え方が徹底しているのです」

難関の留学試験に合格して、インドのパンジャブ・エンジニアリング・カレッジに学びました。大学のあるチャンディーガルは、インド独立後に建設された新しい町です。フランス人の著名な建築家ル・コルビュジエによる都市計画に基づいて作られた、美しい町として知られています。

「1947年にインドとパキスタンが分離独立する際、パンジャブ州はインドとパキスタンに分かれてしまい、大学はすべてパキスタン側のラホール市に入ってしまったのです。そこでインドの初代首相ネルーは、インド側に新しい町を建設し、新たに大学を整備することに決めたのです。私の卒業したパンジャブ・エンジニアリング・カレッジも、そうした大学の1つです」



韓国でつかんだ来日のチャンス

卒業後、故郷ネパールに戻って5年間働いた後、今度は韓国のソウル国立大学の修士課程に進みました。日本に来るきっかけとなったのは、ソウル国立大学を日本の研究者たちが訪れたことです。

「先生方から日本の研究体制や環境を聞くうちに、日本に行く気持ちになり、申し込みをしたのです。日本に来たのは2003年10月、32歳の時です」

総合研究大学院大学で博士を取得後、就職先としてNICTを選びました。

「NICTは研究の範囲が広いです。基盤研究から標準化、さらに技術を実用化して社会に投入するところまでやりますね。私自身広い範囲の仕事をするのが好きなので、NICTで働くことを希望したのです。だから今は、たくさんの民間企業の人たちと会う機会があります」

仕事を離れたカフレ研究員の趣味は、運動だそうで、「バドミントンは週に1～2回やっていて、週末には10kmほどランニングします。運動は何でも好きなのですが、簡単でできるのはこの2つですから」

今はもう、すっかり日本の研究環境と暮らしに慣れた様子です。

新世代ネットワーク推進フォーラムの 最近の活動状況について

新世代ネットワーク推進フォーラム (<http://forum.nwgn.jp/>) は、新世代ネットワークの実現に向けた取り組みを推進するためのオールジャパン体制として2007年11月に設立された団体です。会長は齊藤忠夫東京大学名誉教授で、会員数は個人および法人等合わせて253 (2009年4月) と非常に高い関心を集めています。現在は4つのワーキンググループ (WG) で検討が進められており、その他に学識経験者等から国際連携に関する助言をいただく新世代ネットワーク推進委員会があります。NICTは総務省と共に本フォーラムの庶務を務め、その運営を支援しています。また、研究開発戦略WGでNICTの新世代ネットワーク研究開発戦略本部での検討結果を提案するなど、その内容についても積極的に協力しています。

本フォーラムの活動も3年目に入り、少しずつ成果が出始めています。まず、研究開発戦略WGでは4つのサブワーキンググループを作ってNICT提案の技術戦略を基に5つのターゲットを実現するための重点技術の洗い出しを行っています。アセスメントWGでは最初に取り組んだ3分野 (健康・医療・福祉、ネットワークロボット、ライフスタイル) の検討をまとめると同時に、次に取り組むべき分野の選定に関して議論しています。テストベッドネットワーク推進WGではNICT大手町ネットワーク研究統括センターが推進するテストベッド (JGN2plus) の利用促進を図ると共に、新世代ネットワークに向けた、テストベッドにつながる要素技術の研究開発とテストベッドが果たす役割について検討を進めています。企画推進WGでは、フォーラムのWebサイト充実と並行して、今後の方向性について国内外の関係者へのヒアリングを進めています。推進委員会では、NICTがEUと共催した第2回日EUシンポジウムとNSF (全米科学財団) と共催した第2回日米ワークショップ、および日本が開催に尽力した国際学術会議FutureNet IIについての報告と共に、ITU-Tに設置された将来ネットワークに関するフォーカスグループの動向について議論されることとなります。

昨年11月には研究開発戦略WGとアセスメントWGの合同で初の試みとして、お互いの成果の共有を目的に、またフォーラム会員以外への発信も兼ねて、シンポジウムを企画しました。シンポジウムは11月11日に三田共用会議所で開催され、それぞれのWGの検討状況のほか、齊藤会長による現状の整理と将来に向けた課題に関する講演やクラウドに関するゲスト講演もあり、当日は雨にもかかわらず150名以上が集まる盛況でした。

今後は、これらの成果が形をとるにつれ、さらに幅広い方々から意見が寄せられ、より一層活発な議論が巻き起こることが期待されます。



研究開発戦略WG / アセスメントWG シンポジウムの様子

読者の皆さまへ

次号は、電波の安全性に関する研究を行っている生体EMCを特集します。

NICT NEWS 2010年2月 No.389 ISSN 1349-3531

編集発行
独立行政法人情報通信研究機構 総合企画部 広報室
NICT NEWS 掲載URL <http://www.nict.go.jp/news/nict-news.html>

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1
TEL: 042-327-5392 FAX: 042-327-7587
E-mail: publicity@nict.go.jp
URL: <http://www.nict.go.jp/>

編集協力 株式会社クリエイト・クルーズ

〈再生紙を使用〉