

ICTによる グリーンイノベーション

進む ICT 機器そのものの省エネ化

IC タグを使った低炭素社会の実現

電気自動車を活用した
スマートグリッドの実証実験

地球にやさしいスパコンの開発に向け実証研究を開始
「情報オープンイノベーション」の実現に向けて



NII Interview

進むICT機器そのものの省エネ化

東日本大震災を機に、国民の省エネ意識は大きく向上した。オフィスではパソコン利用に制限を課すなどの努力を行い、研究機関はスーパーコンピュータ（スパコン）の一時停止にも動いた。今こそNIIが取り組む“ICT機器の省エネ化”研究の、社会における位置づけを考えてみたい。

山本 電力の省エネ、つまり低消費電力化の考え方はICTの場合、照明や家電機器などと、背景が少し違うところがありました。

鯉淵 世界の消費電力量のうち、現状ではICT機器の占める割合は数%にすぎません。しかし、多数のコンピュータを使って作業をするデータセンターの消費電力量が数百メガワットにのぼるなど、消費電力量はICTの進展スピードと相まって、加速度的に増えているのが問題なのです。「20年たつと、普通のパソコンがスパコン並みの能力になる」という表現を聞いたことがあるでしょう。スパコン自体の能力も、10年で1000倍になっています。この勢いだと、2050年にはコンピュータが全人類と同じ計算処理能力を持つ可能性があるという報告があります。

けれども、コンピュータでは人の何十万倍ものエネルギーを必要とするため、このままではとんでもないことになってしまう。ですからICT機器の効率を高め、省エネ状態で作動させる研究が必須なのです。

山本 一般家庭ではあまり必要性を感じないのではないのでしょうか。

鯉淵 私は集合住宅に住んでいて、使用できるのは30アンペアまでです。けれども少し性能のよいパソコンを使うと、このうちの半分、15アンペアを使ってしまいます。ヘビーユーザーは24時間パソコンを動かしたいのに、電子レンジやエアコンなど消費電力の大きな家電との併用を、気にしなくてはならない状態です。

最近、感じるのは、「人に節制の継続を求めるのは難しい」というこ

とです。「パソコンの作動はこれ以上、速くなくてよいのではないか」という意見が、すでに10年前に出ていました。けれども、よりよいものが入手できるのならそれを使いたいと思うのが人間で、ICT機器の急激な進歩につながってきました。やはり、コンピュータなど機器自身が省エネを実現する仕組みが必要なのです。

山本 省エネは目的がはっきりしているの、研究としては取り組みやすそうですね。

鯉淵 いえ、あることを達成するのに、どの方法が最少の消費電力ですむのか判定することは、実は簡単ではないのです。一般的な電気機器でもスイッチのオン・オフは、頻繁に作業をするのなら少ない方がよく、作業頻度が少ないならそのたびにオン・オフした方がよい、というでしょう。このさじ加減が難しい。

作業を最適化するコンピュータの計算にしても、厳密な計算をさせて最適度を精密に決めようという考えがあります。一方で、複雑な計算をするには大きな電力を消費しますから、何も計算しない方がよいのかもしれない。かけた消費電力に対して、どれだけの効果が得られるのか、簡単にはわからないのです。さらに時



鯉淵道紘

Michihiro Koibuchi

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系准教授

代が進んで、例えば光デバイスが主流になるとこれまでの議論の前提条件すら変わってしまう可能性もあります。

山本 地球温暖化に影響がある二酸化炭素の排出抑制と、石油など再生できないエネルギー資源の節約に向け、日本政府はグリーンイノベーション推進を掲げています。あらゆる産業がICTを活用してこれを進める、と聞いたのですが、どうのことですか。

鯉淵 ソフトウェアをはじめとするICT技術で、あらゆる制御や調整を最適の状態にすることが、どの産業でも大きなプラス効果を生み出します。電力の供給側、需要側の両方をコントロールして、電力の流れを最適化する次世代送電網（スマートグリッド）がその代表例です。これらはICTを使った省エネですから“by ICT”と呼ばれます。これに対して先に話したICT機器そのものの省エネは“of ICT”と呼びます。両方のアプローチが必要でしょう。

山本 NIIにおける研究成果の事例をお願いします。

鯉淵 スパコンのネットワークのオン・オフ制御などを工夫することで、消費電力を10分の1にする成果を出しています。また、コンピュータのプロセッサの中で、やはりネットワークでつながっている情報処理のチップも、ある部分に限ってですが7割減にすることができました。これらの of ICTの研究に加えて、現在、by ICTの研究として、西宏章（慶應義塾大学准教授、NII客員准教授）らと、スマートグリッド基盤ともなりうるオープン・ルータ技術につい

て研究を進めています（10～11ページ参照）。

山本 NIIのような学術的な研究機関の行う研究は、企業の取り組みとどう違うのでしょうか。

鯉淵 日本の企業が得意なもの1つは、ある手法が有効だと見えていてそれをグループで実際的な形に仕上げるものです。これに対して、NIIのような研究機関は、「こんな手法もあるのではないかとさまざまな別な道を、個々の研究者が独自の視点で示すという役割があります。

この10～15年で、「この機器において、こんな取り組みをするとどれだけ消費電力を削減できるか」という具体例の研究が、案件ベースのケーススタディーとして進んできました。今はそれらを低消費電力技術としてまとめる段階にあります。

それにより、さらに挑戦的な手法の開発につながる流れが出てくるで

しょう。例えば、情報システムにとどまらない、情報社会全体の無駄排除、効率化につながるアプローチになるかもしれません。最近ではシミュレーション技術も発達して、“ブルー・オブ・コンセプト”、つまり大規模なコンセプトの証明も可能となっていますから…。

山本 研究対象は広がる一方ですね。

鯉淵 他分野の専門家に「こんなことがICTでできないか」と尋ねられると、ほとんどの場合、「簡単にできますよ」というのが答えです。一昔前は「データ量が巨大すぎる、あるいは計算能力が足りないのが難しい」ということがあったのに。今はICTの能力が驚異的に進歩し、あらゆるものの情報化を推し進めています。それだけに社会を大きく変えるために、さまざまなアイデアを発信し、議論することがより重要になってきているのです。

インタビューの一言

鯉淵さんはもともと、コンピュータ設計をしていたが、壁となる ICT エネルギー問題に直面したのが、ICT 機器の省エネの研究に取り組むきっかけだったという。研究で生じた課題の解決で、別の研究が進展することは、しばしば見られるものだ。しかし、省エネを推進するのが、長期の保守・整備が重要で堅実な電力会社の研究者ではなく、新しいものをおもしろがってすぐに取り入れる ICT の研究者という点が興味深い。NII の潜在力は私たちが思っている以上なのかもしれない。

山本佳世子

Kayoko Yamamoto

日刊工業新聞社
論説委員兼科学技術部編集委員



IC タグを使った低炭素社会の実現

現在、温室効果ガスの排出権取引は一部の大手企業などでしか行われていない。NII では、これを一般消費者でも参加できるものにしようと、IC タグを活用したしくみづくりに取り組んでいる。今春実施されたスーパーでの実証実験について話を聞いた。

排出権取引が 一般に普及しない理由

温室効果ガス排出削減に対する経済的インセンティブの一手段として、現在、排出権取引が利用されているが、排出権にはいくつかの種類がある。例えば、クレジットと呼ばれる排出権は、温室効果ガス排出削減活動において、削減をしなかった場合の排出量（ベースライン）に対して、削減活動を行ったときの排出量との差のこと。これを他者に売り、温室効果ガス排出削減のコストを小さくできるようにすることで、削減活動の経済的インセンティブを与えると

いうものだ^{*1}。

しかし現状の排出権取引は、非常に煩雑な電子取引を必要とし、さらに手間とコストがかかることから、取引は 1000t 単位で行われ、その決済手数料も高い。このため、取引に参加できるのは、カーボンプロバイダーと呼ばれる専門業者か一部の大手企業に限られている。簡単かつ小口化された排出権取引を実現しない限り、中小企業や個人が取引に参加するのは事実上不可能である。

また、最近では、オフセット付き年賀はがきに代表されるように商品に排出権をつけることで、商品に関わる温暖化ガスをオフセット^{*2}する方法が人気を集めている。しかし、排出権分として転嫁された金額を消費者が払っているにもかかわらず、実際には消費者に排出権が渡らない。

「この場合、商品の製造者や販売者が海外などから排出権を買い取って、所定の手続きに従ってカーボンオフセットを代行しているわけですが、購入者はそれが正しく行われているかどうか知るすべがなく、使用先も自分で決めることができません。対企業の場合、買い取った排出権を実際に得られなければ、会計上の問題も出てきます」と佐藤一郎教授は問題点を指摘する。

そこで佐藤教授が発案したのが、排出権取引を実際のサプライチェー

ンに組み込むことで、より簡単に皆が参加できるしくみだ。ここで鍵を握るのは、シールのように商品に貼りつけられる IC タグやバーコード。排出権付き IC タグやバーコードをあたかも有価証券のように扱うことで、排出権を購入した人の手に権利が渡るようにして、取引を簡単にし、自由度を持たせることを可能にした。

「私はもともとコンピュータネットワークの分散システムを研究していて、排出権取引はおろか、CO₂削減などまったくの門外漢でした。複数台のコンピュータを何人もの利用者が共有して使用する場合、各利用者のプロセッサへの負荷によって、メモリの使用量に違いが出てくることから、負荷が少なかった利用者に対してなんらかのインセンティブを与えられないかと考えていたところ、似たメカニズムとして排出権取引に目をつけたのです。社会的な要請も大きいことから、分散システムの研究から離れて、排出権取引そのものの研究をしてしまったのです」。

スーパーで実施された 世界初の実証実験

そうしたなか、佐藤教授の働きかけによって、今年 2 月には実証実験にこぎつけた。これは、NII と凸版印刷、日本ユニシス、セブン & アイ・ホールディングス、三菱 UFJ リー



佐藤一郎

Ichiro Satoh

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究所教授

Green Innovation through ICT



排出権取引の実証実験の概要

排出権取引の世界初の実証実験は、図のような形で行われた。サプライチェーン環境貢献技術検討協議会が買い取った排出権は小口化され、販売される商品に3種のシール(-700g、-500g、-300g、上の写真)として貼付される。購入した消費者はシールをはがして協議会に返却する際に、排出権の用途を決める。さらに、カード(上の写真)で管理できる個人向けの排出権口座も設けられている。

スなどからなるサプライチェーン環境貢献技術検討協議会の主催により、地球温暖化対策 ICT イノベーション推進事業 (PREDICT) の助成を受けて実施されたもので、イトーヨーカドーアリオ北砂店 (江東区) の店頭で、実際に排出権付き紙パック飲料を販売するという試みである。

「しくみは至ってシンプルです。CO₂削減・吸収プロジェクトから買い取った排出権を協議会が小口化して、排出権を割り当てたシールを作成、これを各商品に貼って販売したのです。購入した消費者はシールをはがして、協議会に返却する際に、排出権の用途を自由に決めることができます」。

約 5000 本の紙パック飲料^{ちようふ}に貼付されたシールには QR コード (2 次元バーコード) が付けられていて排出権情報を読み出せるようになっており、排出権の二重添付や虚偽決済を防ぐことができる。購入者はこのシールを 2 枚集めて応募用紙に貼付し、店内に設置された専用カウンターに提出、その際に、江東区や地元の小学校、環境貢献をしている NPO 団体など 5 つの中から支援先を決めることができるというものだ。

さらに今回の実験で特筆すべきなのが、個人向けの排出権口座を設けた点である。

「これは世界初の試みです。銀行口座のように個人が排出権をためて、自由に使い道を決めることができるようにしました。一種のおまけの感覚ですね。将来的に排出権というおまけ付きの商品が出回れば、消費者はおまけが多い商品を選ぶようになり、排出権の需要が増えることで、結果として低炭素社会に貢献できるようになると考えています」。

驚きの売上と回収率

実際にオマケ効果ははてきめん、2月9日～22日までの実証実験の期間中に、5000本の飲料はほぼ完売、平均売上はなんと実験前の3.5倍にも上った。

「さらに驚いたのが、シールの回収率の高さです。通常のカンパーンの場合だと1%にも満たないのが普通ですが、今回は41%にもなりました。試飲なしのカンパーンとしては驚異的な数字といえるでしょう」。

もうひとつ意外だったのは、排出権の使用先として、地域の環境活動

を選んだ人が多かった点である。

「環境貢献に加え、地域貢献にもなることが、回収率の高さにつながったのだと思います。販売店側としては、地域にリーチができるというメリットも確認されました。また実験では店舗側に頼んで、2週間、私自身も売り子や品出しをさせていただきました。顧客の反応や実運用の問題は、実際に顧客に接して、店舗のバックヤードを経験するのが一番ですから…」。

次回の実験ではその経験を活かして、いくつかの新しい試みを計画しているという。佐藤教授は、もともとの研究動機である分散システムについても忘れてはいない。「排出権取引の研究と実験で得られた知見を今度は分散システムに活かしたいですね」。両方向への今後の展開に期待したい。

(取材・構成 田井中麻都佳)

*1 一方、キャップアンドトレード方式は、政府から企業などに課した温室効果ガス排出制限(排出枠)より排出量が少なかった場合、余った排出枠を、排出量を超えた企業に売ることができるというもの。

*2 自らの温室効果ガス排出量のうち、削減が困難な部分の排出量について、他の場所で実現した温室効果ガスの排出削減分を購入することをいう。

電気自動車を活用した スマートグリッドの実証実験

ICTを活用して電力の需要と供給のバランスを調整し、送電量の制御と最適化を行う次世代電力網（スマートグリッド）。このスマートグリッドに電気自動車と高度道路交通システム網を組み込み、総電力量の削減と電力需要のピークシフトを検証するエコタウンの実証実験が長崎県の五島列島で実施されている。これは地域の活性化に貢献しており、“エネルギーの地産地消”のモデルとしても期待される。

離島における電力の安定化を スマートグリッドで実現

九州の最西端にある五島列島は古くから海外貿易の拠点として栄え、島内に点在する教会群が世界遺産への暫定リストに入るなど、歴史的遺産も少なくない。このような歴史情緒あふれる五島列島だが、実は地域で消費する電力の20%ほどを風力発電でまかない、130台の電気自動車（EV）をレンタカーとして導入

するなど、自然エネルギーを積極的に活用する地域でもある。

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科の西准教授は「130台のEVが人口5万人の地域にレンタカーとして導入され、一般の方が日々の足に利用しています。この普及率と利用方法は、まさに日本が想定する10年後の姿であり、未来を先取りしている地域でもあります」と話す。ただ、五島列島のような離島では本土からの送電容量も限られており、恵まれた電力環境にあるとは言えない。離島ではガスタービン発電機などを設置してピーク時の電力確保に努めている例も多く、発電コストやCO₂排出量などが問題となりやすい。特に夏冬に突出する電力需要への対応が大きな課題になっている。

この課題を次世代電力網（スマートグリッド）で解決しようと発足したのが、既存の電力網にEVや高度道路交通システム網（ITS）を組み合わせたスマートグリッド構築を掲げる長崎EV&ITSコンソーシアム（長崎エビッツ）である。そして、地域にある電力関連設備を積極的に活用することで、電力供給力の安定化を狙う五島エコアイランド構想が

立ち上がり、その実証実験が五島列島で行われている。

EVの活用が鍵となる エネルギーの地産地消

五島エコアイランド構想について、西准教授は「電力を蓄える電池はまだまだ高価です。安定した電力供給には、ピーク時の需要に応じた供給能力を必要としますが、電池なしで供給能力を削減するためには、節電や省エネが必要となります。EVが普及することで、電力が不足する時はEVの蓄電池から電力を借り、余っている時に返すといった使い方が可能になります。しかもEVは動くことができるので、不足する地域に移動させることもできます。五島エコアイランド構想は、スマートグリッドを活用した省エネを積極的に推進させることで電力使用量のピークを削減し、さらにEVが蓄積した電力を融通し合うことで需要変動による送電量を平準化させるという意欲的な試みです」と説明する。

実はEVを蓄電池として活用するメリットは送電量の平準化だけにとどまらない。例えば、風力発電や太陽光発電などの自然エネルギーは天候によって発電量が増減するという



西 宏章

Hiroaki Nishi

国立情報学研究所
連携研究部門客員准教授
慶應義塾大学理工学部
システムデザイン工学科准教授

不安定要素を抱えているが、その欠点をEVの蓄電池でカバーすることもできる。これによりエネルギーの地産地消がより現実味を帯びてくる。

積極的な省エネにより 15%の電力使用量を削減

五島エコアイランド構想ではさらなる省エネのため、新たな省エネ手法についても検討している。それがビルエネルギー管理システム (Building and Energy Management System : BEMS) やホームエネルギー管理システム (HEMS) を活用した自律的な省エネ制御システムの構築だ。

「今回の実証実験で試したシステムの特長は、管理者は何%削減するという削減目標を設定するだけで、実際の省エネ制御はシステムに一任してしまうところにあります。目標を与えられたシステムは施設内の温度・湿度や風量、利用者の着衣量、運動量を測定し、そのデータから算出した快適指数をもとに利用者を不快にさせず、かつ積極的な省エネ運転を実行できるプランを自律的に選択・実行します。管理者はその様子をモニターで確認するだけです。結果も上々で、福江港のターミナルビルでは利用者からの不満の声を聞くことなく15%近い省エネ運用を実現できました。他の施設でも同様の結果が出ています」(西准教授)。

また、BEMSやHEMSは施設に付属するEV用急速充電器付き駐車場の利用状況も把握している。今回の実証実験では、駐車場を利用するEVの駐車時刻や駐車時の蓄電率、充電状況などの詳細情報を記録・収集してきた。それらのデータをもと

EV専用駐車場による高密度駐車と非接触給電



電気自動車の普及により 展開可能なサービス

EV専用レーンによる自動運転等、 ITSを利用した各種サービス



電気自動車の電池を 利用した安定化

家庭や地域の電力需要を勘案した自動充電と省エネと快適性の両立の実現



電気自動車

電気自動車の普及とITSの発展により展開可能なサービス

長崎県の五島列島で実施されているエコタウンの実証実験では、電気自動車 (EV) の活用が鍵になっている。EVの活用により図のようないろいろなサービスが可能となり、エネルギーの地産地消も期待できる。

に施設の電力需要ピークを分散させるためには何台のEVから電力を融通してもらえばいいかをシミュレーションしたところ、福江港ターミナルビルの場合、夏は66台、冬は33台のEVがあれば十分対応できることが分かったという。

「課題があるとすれば、それはEVの普及率です。実はこの数字を無理なく実現するには80%の普及率が必要になります。ただ、普及率が低くても、それに応じた効果は期待できますし、今後、長崎エビッツがもたらす効果や価値を人々が実感できれば、普及率の急速な向上も夢物語ではないと思っています」(西准教授)。

スマートグリッドに “使って楽しい” 仕組みを

「今回の実証実験は、EVの価値を一般の人々が気軽に体験できるチャンスにしたかったという思いもありました。携帯電話がそうだったように、EVも、“使って楽しい”、“面白そう!”と人々が実感してはじめて普及していくと思うからです」と

自然エネルギーの利用促進



未来型エコドライブ

高度道路交通情報網との融合による利便性・実用性の向上



○× パーキングに駐車すると、自宅に戻る十分な電力を残して300円ETCチャージできます。

○× 急速充電器は、空いていて、電力に余裕があります。

○× 電気使用量最小で経路を探します。

西准教授は話す。

そうした工夫の1つにEVが搭載する専用カーナビがある。リアルタイムで更新される観光情報を受信でき、観光地の混み具合や船の発着情報、地域にある美味しい店の紹介など、利用者の移動状況に応じた情報を提供する。また利用者からサービスを使った感想やあると楽しいサービスアンケートを集め、今後のサービスの拡充に役立てていくといった取り組みも忘れない。

「今はまだ移動手段としてのEVの利用にとどまっていますが、将来的には蓄電池としてのEVを利用できる環境を用意し、人々にその価値を実感してもらえようと思っています。例えば、EVの電力をビルや商業施設に提供する代わりにスーパーの割引券が発行されるといった仕組みを提供するなど、日々の生活の中での便利が広がることで普及率も向上していくと考えています。そうした人々の営みを支えるインフラ構築として長崎エビッツに関わっていきたいです」(西准教授)。

(取材・構成 渡辺 馨)

地球にやさしいスパコンの開発に向け 実証研究を開始

環境負荷を減らそうとする「グリーン化」。大型化し消費電力が増え続けているスパコンにも、グリーン化の波が押し寄せている。NIIと東京工業大学、北海道大学は共同で、もはやその存在なくしては産業、学術研究、日常生活も成り立たない“スパコン”について、地球にやさしいあり方を探っている。

■ スパコンの消費電力の危機

スーパーコンピュータ（スパコン）は、普通のパソコンと比べものにならない計算パワーと巨大なメモリ、高速のネットワークを備えたコンピュータである。宇宙創成の謎の解明や遺伝子の解析など最先端の研究からよく飛ぶゴルフボールや、壊れにくい携帯電話も、スパコンのシミュレーションによって実現した。スパコンのニーズは広範な分野でますます増えるばかりだ。

そこで問題となってきたのが、スパコンが消費する膨大な電力である。「あるスパコンの消費電力は、約16MWといわれています。どのくらい大きいかは、普通の家庭の消費電力を2kWとしたとき、8000戸分に相当すると考えればわかります」と話すのは、NII学術情報ネットワーク運営・連携本部の客員教授で、東京工業大学の松岡聡教授だ。

スパコンが消費する電力は、社会的に許容される限界値に近づいており、これ以上スパコンの台数を増やしたり、高機能化するのが難しくなっているという。また、地球温暖化の原因であるCO₂の排出量削減のためにも、スパコンの省電力化は避けられない。

このような状況を受けて、2006

年頃からスパコンのグリーン化に向けた動きが生まれてきた。そして2011年4月、NIIと東京工業大学、北海道大学が共同で新しい発想のスパコンの大規模実証研究をスタートさせた（図）。

互いに強みをもち寄った グリーン化研究

「車を省エネ化する場合、ボディを軽くしたり、エンジンの効率化を図ったりさまざまなことをやります。スパコンについても“これさえすれば省電力化できる”という技術は存在しません」と松岡教授。だから、さまざまな知恵と技術を結集させる共同研究を行う。今回の大規模実証研究では、「効率的な冷却技術」の開発と、離れた場所からスパコンを運用する「リモート自律運用システム」の実用化をめざしている。そこで、北海道大学の寒冷地を利用した冷却技術、東京工業大学の遠隔地からスパコンを運用する技術、NIIの高速大容量の学術情報ネットワークという強みが生きてくる。

まず、「効率的な冷却技術の開発」を重要課題としたのは、現状ではスパコンの冷却にかなりの電力が消費されているからだ。既存のスパコンは、発生した熱で動作異常が起きな

いよう、常に15～20℃に冷却されている。

スパコンがどれくらい効率的に動いているかの指標に、PUE（Power Usage Effectiveness）という値がある。この値の1より大きい部分は計算以外で使う“無駄な電力”なので、それが大きいほど無駄が多い。その“無駄な電力”中に占める“冷却用の電力”は大きく、従来型の空



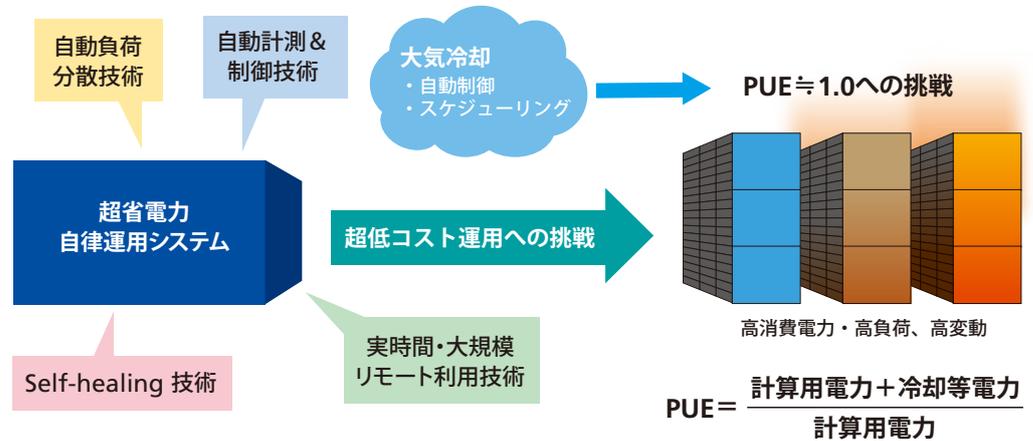
松岡 聡

Satoshi Matsuoka

国立情報学研究所
学術情報ネットワーク運営・連携本部客員教授
東京工業大学学術国際情報センター教授

地球にやさしいスパコンを目指して

今回の大規模実証研究では、①スパコンを寒冷地にもって行って大気冷却などを利用することで、世界初のPUEが1.0のスパコンを開発すること、②「リモート自律運用システム」により遠隔地からの運用とメンテナンスを可能にし、運用コストの大幅削減を実現するという2つの大きな目標がある。



調装置の冷却では、PUEを1.5よりも低く抑えることは難しい。そこで、今回はPUEを限りなく1に近づける新しい冷却法の研究を行っているが、それは寒冷地の方が当然有利だ。さらに、「スパコンを冷却する」から「スパコンが発する熱を利用する」という発想の転換ができれば、利用した熱量に相当する電力を、スパコンは消費していないと見なせる。このようなスパコンから発生する熱を利用しやすい環境も寒冷地である。特に北海道には大規模な地域暖房があり、熱を高効率で利用でき

るので、実証研究を行う場所として適している。

「リモート自律運用」の実用化

スパコンを寒冷地にもっていくのは簡単なことではない。「スパコンは手元に置くものだ」というこれまでの常識を変えなければなりません」と松岡教授と共同研究者のNIIリサーチグリッド研究開発センターの合田憲人特任教授は、口をそろえる。スパコンを移す場合、スパコンを所有する機関は遠隔地から運用しなければならなくなるからだ。

重要なデータを扱い、巨大な負荷がかかり、使い方も熟練を要するスパコンは、これまでは綿密なケアが必要で、不具合などが発生した際に備えて無人で運用されることはなかった。これを打開するのが、「リモート自律運用システム」だ。大きなデータでもスムーズに転送できる十分なネットワークを整備し、さらに遠隔地からの指示でメンテナンスもできるようにする。

「NIIはSINETという学術情報ネットワークで日本中の大学と研究機関をつないでいます。このネットワークがリモート自律運用を可能にしましょう」と合田教授。さらにこのネットワークの発達によって、将来的には、使いたい人がすぐに空いているスパコンを使える環境が整うともいう。その時のために合田教授は、誰がいつどのように使用する

のかを決めるスケジューリングの研究もしている。

今回の大規模実証研究から派生する技術やシステムが、今後ICT機器にどのように応用されていくかは計り知れない。

スパコンの未来を開く

「世界有数の能力を誇る日本のスパコンですが、研究や製品開発に使っているユーザーにとって、その能力はまだ満足できるものではありません」と松岡教授も合田教授もスパコンの飽くなき挑戦は続くという。もっと高性能なスパコンがあれば、病気のメカニズムや自然災害の発生などを今より高い精度でシミュレーションでき、私たちの暮らしはもっと安心でもっと安全になるだろう。しかし、現状では、電力需要の問題でこれ以上のスパコンの大幅な高速化、高機能化は難しいところまできている。スパコンのグリーン化は、地球にやさしいスパコンを実現するだけでなく、スパコンの未来を開く鍵でもあるのだ。

大規模実証研究は始まったばかりで、どのような技術が生まれるかわからない部分もある。ここで生まれた技術は2015年に運用予定で開発中の東京工業大学の次世代スパコン「TSUBAME3.0」に応用する予定だ。そのときに、何が可能になっているのか、今から楽しみである。

(取材・構成 池田亜希子)



合田憲人

Kento Aida

国立情報学研究所
リサーチグリッド研究開発センター特任教授

「情報オープンイノベーション」の 実現に向けて

将来のインターネットがどうあるべきかについては、さまざまな意見がある。アーキテクチャ科学研究系の鯉淵道紘准教授、西宏章客員准教授（慶應義塾大学理工学部）、アーキテクチャ科学研究系の井上恒一特任研究員らは2007年頃から仲間たちと議論を重ね、「情報オープンイノベーション」が欠かせないと思うようになった。今回は主要メンバーである日立情報通信エンジニアリングの岩崎慶介氏にも加わってもらい、情報イノベーションに寄せる思いを語ってもらった。

情報を“守る”から “安全に利用する”へ

鯉淵 30年後のインターネットに対してイノベーションを起こせないかと、私たちは議論を重ねてきました。そして今、「情報オープンイノベーション」という目標に向かっていきます。

西 この言葉は、井上さんが考えました。「オープン」つまり「誰でも参加できる」インターネットを実現するためのインフラ構築を目指しています。インターネットが短期間でここまで発展したのは、ユーザーの誰もが参加できる環境が整えられ、豊富なサービスが提供されるようになったからだと言われています。しか

し、インターネットは完全にはオープンではありません。

鯉淵 本当にオープンにするための手段として、ルータの高機能化を考えていますね。

西 ルータはインターネットを構成する機器の1つで、情報を送り手から受け取り手へ転送する働きをしています。つまり、インターネットを通るすべての情報が、ルータを通過しています。ここで情報を収集して蓄えて必要な時に提供できるようにしたら、情報の利用可能性は広がり、まさにインターネットのオープン化によるイノベーションの創出が期待できます。これを「サービス指向ルータ」と呼んでいます。日本では「禁じ手」ですね。

井上 「禁じ手」とはセンセーショナルな表現ですが、今の常識である「情報はセキュリティで守られるものだ」という考えが変わらない限り受け入れられないという意味ですよ。私はこの考えは情報技術の進展とともに変わって思っていますが、それまでは「情報は安全に配慮しながらも利用する」のが得なのだと思解してもらえるように説明する必要があります。

それぞれの視点が生きる連携

西 私はずっとルータを研究してきました。いわゆるスピード狂で、ルータのデータ転送速度を上げることに一生懸命でした。インターネットでリアルタイムに情報を入手できるよ



鯉淵道紘

Michihiro Koibuchi

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系准教授



西 宏章

Hiroaki Nishi

国立情報学研究所
連携研究部門客員准教授
慶應義塾大学理工学部
システムデザイン工学科准教授



岩崎慶介

Keisuke Iwasaki

日立情報通信エンジニアリング
シニアスペシャリスト



井上恒一

Koichi Inoue

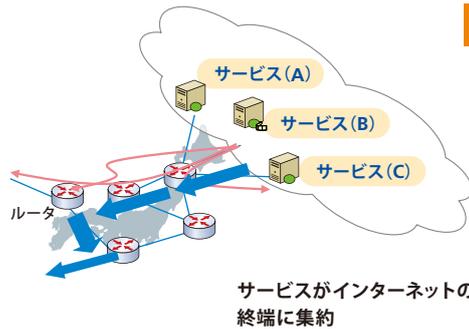
国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系特任研究員

情報オープンイノベーションでインターネットはどう変わるか？

開発中のルータは、通過した情報を選択収集し、ユーザーの必要に応じて提供できる“情報オープンイノベーション基盤”を可能にする機器である。現在のサーチエンジンのサービスのように情報収集のためにほかのサイトにアクセスする手間がかからないため、リアルタイムの情報収集と提供が実現する。

現在のクラウドコンピューティング

→ 情報の収集
→ 情報の提供



(将来の)情報オープンイノベーション基盤

ルータがリアルタイムに情報の中身を選択収集し、オープンにサービス提供



うになるには、転送速度を上げる必要があると思っていたからです。しかし、実際に速度を決める要因は、情報提供サイトが情報を集めるのにかかる時間です。それがわかり、情報が通過するルータで、リアルタイムに情報を集めたいと考えようになりました。

岩崎 ルータはこれまで、データ転送の正確性と速さで勝負してきました。現状に限界を感じ、付加価値のあるものをつくりたいと思っていたので、このアイデアは魅力的でした。企業は物を世の中に出したいという気持ちが強いので、ルータを実際に形にするところに関わっています。現在、FPGA*上でのハードウェアエミュレータをつくって研究室レベルの実証研究を行っています。

鯉淵 私たちにとっても企業の人に参加してもらうのは有意義です。大学の研究では、自分のコンセプトの是非を検証しなければなりません。NIIが設計、運用しているSINETというネットワークに実装したいと考えていますし、社会情報基盤を大きく変える研究ですから、企業の“物を世の中に出していく視点”が重要です。

岩崎 確かに、将来このルータが導入されるかは、ネットワークインフラを構築している通信キャリアと呼ばれる会社の意向が関わってくるとも考えています。一方、私たちにあっては、産学連携は、新しい研

究に参加できるチャンスです。ここで培った技術がそのまま実用化できるかどうかはわかりませんが、将来こういうイノベーションもあると大きな提案ができる可能性が開かれました。

井上 連携では、共通の目標をそれぞれの視点で見ることが大切です。ベンチャーを経営している私はビジネスモデルを考えるオタクですから、情報オープンイノベーションが起こって社会情報基盤が変わったとして、それを利用したサービスプロバイダーが成り立つものか常に考えています。

30年後の世界

鯉淵 情報オープンイノベーションが実現したとして、30年後はどうなっているのでしょうか。

岩崎 ほとんどの製品にICTが搭載されるようになってきました。そこから集まってくる情報は、お客様の要望に素早く応えるために利用されるでしょう。ほかにもさまざまなことが可能になりますが、イノベーションによって起こる大きな変化を具体的にイメージするのはとても難しいです。

西 30年後を見越した研究といっても、一般的なプロジェクト期間は5年以内です。その都度成果を出しており、具体的な利用法は徐々に見えてきています。例えば、ルータは情報がどこから送られてきたかわか

るので、危ないサイトやメールを見つけ、フィッシング詐欺を防止できます。

井上 私は、日本再生につながると思っています。インフラがオープンになれば、そこに新しいサービスが生まれます。手離れよく売る消費時代から、囲い込んでサービスを提供する時代が変わるのです。サービスには“日本のおもてなしの心”が生かされるので、世界における日本の競争力は増します。これが、日本企業の勝利の方程式になればと思います。まずは、小さなコミュニティでもいいので利用してくれる場所を見つけたいです。

鯉淵 ルータの機能に少し手を加えることで世の中がガラッと変わるといのは、研究として非常に躍動感があります。30年後を見たいと思って、夜中まで考えていても苦になりませんね。

井上 私たちは欲張りなんです。情報オープンイノベーションは研究としての新しさはもちろん、野心的であり、越えなければならない壁は高い。さらに、周辺に巨大なビジネス機会がある。この欲張りなビジョンがあることが、この仲間の強みであり連携がうまくいく秘訣だと思います。(取材・構成 池田亜希子)

* Field-Programmable Gate Arrayの略語。製造後に購入者や設計者が構成を設定できる集積回路。製品のアップデートや新たなプロトコル規格への対応の検証をスムーズに行うことができる。今回はルータを高機能化するために用いている。

Erdős ナンバーと Bacon ナンバー

中心人物はだれ？

河原林 健一

国立情報学研究所
情報学プリンシプル研究系 教授



私の研究分野では、研究者同士の結びつきを Erdős (エルデシュ) ナンバーで表すことがある。Erdős ナンバーとは、科学者同士の共著論文による結び付きにおいて、数学者 Paul Erdős とどれだけ近いかを表す概念である。例えば、Erdős と共著論文がある研究者は Erdős ナンバー 1、「1」の研究者と共著論文がある研究者は「2」、というように Erdős ナンバーが定義される(ちなみに私は Erdős ナンバー 2)。Erdős の書いた論文数が非常に多い(生涯で 1500 本以上の論文を出版)ことから、彼の共同研究者によってユーモアを込めて考え出された。Erdős ナンバーの特筆すべきことは、現役数学者の大半は Erdős ナンバー 6 以下であることにある。

ハリウッドにも同様の概念がある。Bacon ナンバーというものである。Kevin Bacon と共演、あるいは映画・TV 製作に関わった俳優や関係者は Bacon ナンバー 1 を得る。そして「1」の人と仕事がある関係者は「2」、というように Bacon ナンバーは定義される。Bacon ナンバーについて特筆すべきは、ハリウッド関係者、TV 関係者の大半は Bacon ナンバー 6 以下であることにある。

Paul Erdős は 20 世紀を代表する数学者であり、多くの研究者と共同研究をしてきた。したがって数学、そして科学界で Erdős ナンバーを定義するのは自然である。しかしハリウッドではなぜ Kevin Bacon で、なぜ Jack Nicolson ではないのか？ Kevin Bacon には失礼だが、彼より有名な俳優はいくらでも思いつく。しかし Kevin Bacon ほど多くのハリウッドや TV 関係者に関わった俳優はいないらしい。ハリウッドの超有名セレブは、自分たちご用達の取り巻きと一緒に仕事をするため、それほど多くの関係者と仕事をしないのだろう。一方 Kevin Bacon は、どちらかという「節操」なく誰とでも仕事しているのではないかと推測される。

Erdős ナンバー、Bacon ナンバーは、それぞれ科学界、ハリウッド界において「中心人物」から比較的短い経路ですべての人が結ばれるネットワークを表している。Twitter や Facebook をはじめとする「ソーシャルネットワーク」も同じような構造をしていることが知られている。しかし Paul Erdős や Kevin Bacon に相当する「中心人物」を特定することは簡単ではない。

中心人物が特定できれば、今回の東日本大震災の時のような緊急事態で、中心人物からソーシャルネットワーク全体にすばやく情報伝達が可能になるだろう。中心人物は Paul Erdős のような有名人であろうか？ それとも Kevin Bacon のように節操なく誰とでも仕事をする人であろうか？ それともほかの誰かか？ ソーシャルネットワークの「中心人物」の特定は、ネットワーク解析における今後の研究課題である。

(Paul Erdős : ポール・エルデシュ、ハンガリーの数学者、1913 ~ 1996 年)

情報から知を紡ぎだす。

NII

国立情報学研究所ニュース [NII Today] 第 54 号 平成 23 年 12 月

発行: 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所
http://www.nii.ac.jp/

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2 丁目 1 番 2 号 学術総合センター

編集長: 東倉洋一 表紙画: 小森 誠 写真撮影: 由利修一 デザイン: GRiD

制作: 日本印刷株式会社

本誌についてのお問い合わせ: 企画推進本部広報普及チーム

TEL: 03-4212-2131 FAX: 03-4212-2150 e-mail: kouhou@nii.ac.jp

表紙イラスト

「グリーンイノベーション」に対して ICT (情報通信技術) はどんな対応ができるだろうか。自然エネルギーを中心に ICT 技術を活用したエコアイランド計画が進んでいる。LED 電球の普及で白熱電球は過去のものになろうとしている。やがて来る社会はどんな姿になるのだろうか。