

NII Today

National Institute of Informatics News

95
Jun. 2022

P2▶特別対談「SINET6」が日本の成長の起爆剤になり、
作り出されるデータ研究の革新

五神 真氏×喜連川 優

P8▶インタビュー 進化するSINET6 漆谷 重雄

P12▶クローズアップ SINET6 6つの特徴を語る

- ① 高速メッシュ網を実現 栗本 崇
- ② 5Gモバイルと400Gbpsの融合 笹山 浩二
- ③ DDoS攻撃に10秒で対処 栗本 崇
- ④ 国際回線の増強 明石 修
- ⑤ 共同購入で予算大幅セーブ 阿部 俊二
- ⑥ 国際間の研究環境が向上 山中 顕次郎

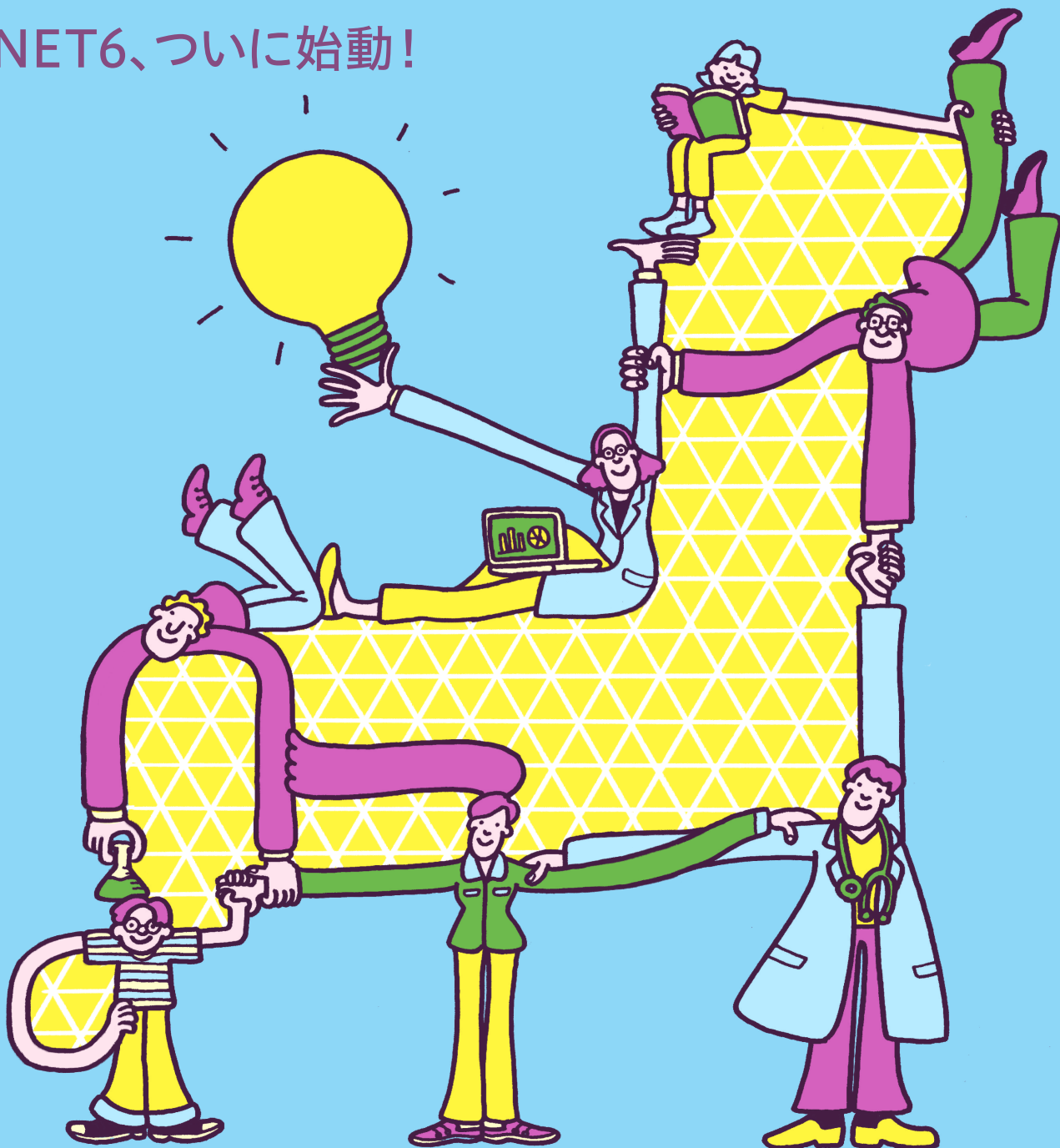
P24▶ 移行を支えた縁の下の「チーム力」
学術基盤課SINETチーム

▶エッセイ 最高の研究と最高の道具
合田 憲人

特集

未知の智を創る

SINET6、ついに始動!



国立情報学研究所が構築・運用する
学術情報ネットワーク「SINET」が、4月1日、
5から6にグレードアップして、運用が開始された。
今回の主なアップデートポイントは、
超高速の400Gbpsの全国展開と接続拠点の拡大、
5Gモバイルと400Gbpsの融合、
エッジ機能配備とセキュリティ強化、
国際回線の増強。
本特集では、始動したSINET6の新たな機能について、
その有用性、有効性、可能性、今後の課題と
その展望を解き明かしつつ、SINET6が大学の教育や
研究などに果たす役割と社会への影響を探る。



未知の智

SINET6、ついに始動！

理化学研究所 理事長
東京大学大学院理学系研究科教授

国立情報学研究所 所長

特別対談

五神 真氏
GONOKAMI, Makoto

喜連川 優
KITSUREGAWA, Masaru

聞き手

山本佳世子 氏
YAMAMOTO, Kayoko

日刊工業新聞社
論説委員

国立情報学研究所(NII)が構築・運用する、学術情報の通信ネットワーク「SINET6」が4月から運用を開始した。回線速度、接続点、セキュリティなどあらゆる面で進化したことで、新たに連動される研究データ基盤との相乗効果が、強く期待されている。果たして革新的な研究や成果は生まれるのか。SINETの重要性を早い段階から指摘していた理化学研究所の五神真理事長(前東京大学総長)とNIIの喜連川優所長が、データ駆動型研究や「Society5.0」社会に貢献するSINET6について語り合った。

「SINET6」が
日本の成長の起爆剤になり、
創り出されるデータ研究の革新

—最初に SINET をめぐってお二人のかかわりを教えてください。

喜連川 五神先生が総長の時代には、東大総長特別参与として東大のデジタル化全体についてお助けすることになりまして、その中で五神先生が早い時期にSINETの意義を理解し、ファンとなって応援してくれました。

五神 東大総長になった2015年頃から、社会も研究現場も変化が急加速し、中でも深層学習の技術の急拡大により、データを利活用する人工知能(AI)技術が急発展し、サイバーとフィジカルの融合と同時にデータドリブンの社会へと一気に向かうことになりました。私が参加した未来投資会議でも、その社会像である「Society5.0」に関する議論が進められました。

ある日、喜連川先生が総長室にきて、当時西千葉にあったSINETのハブを東大の柏キャンパスに移転する相談をしました。そこで、SINETの優位性や意義を理解することになり、全国を漏れなくカバーするSINETのような高度な通信網こそが高度経済成長期における高速道路などに

を創る

相当する「Society5.0」時代の社会インフラになると気づいたのです。

400Gbpsに高速化 全国展開では世界最速

—SINET6における新展開を説明してください。

喜連川 最大の変化は、研究から生まれるデータを管理・公開・検索する研究データ基盤「NIIリサーチ・データ・クラウド（NII-RDC）」と融合させたことです。ネットワークは“道路”で、これまでは情報を運んでいましたが、これからは、データの存在感がぐっと高まってきます。

近年、ビッグデータを集めて人工知能（AI）で解析することによって新たな知を生み出す「データ駆動型の科学・社会」への転換が注目されています。2022年度からの第6期科学技術・イノベーション基本計画では、このデータの重要性が繰り返し強調されています。

中でも研究の世界では理論、実験、計算に次ぐ第4の科学的

研究手法として、データ科学が位置づけられています。自然科学系だけでなく、人文・社会科学系を含むあらゆる分野で、データを集めて解析することが欠かせなくなります。そのために大量データ（ビッグデータ）を集めたり管理したりする基盤が必要です。この部分をNIIが支えています。一言でいうと、データの検索エンジンを作る。データを検索するエンジンはいまでもありませんから。

SINETを下半身に、NII-RDCを上半身とした「学術研究プラットフォーム」の仕組みで動かします。

五神 専用の光回線で構成されるSINETは、アカデミアの高度なニーズの中で独自に構築されたものですが、そこには計り知れない価値があります。例えば、ネットワーク上での情報のやりとりにおいて、セキュリティの確保は極めて重要です。様々な光ファイバー網をつなぎ合わせた商用のサービスではできない高度な管理がSINETでは可能です。全国の行政をつなぐネットワークもSINETに比べると極めて貧相です。「Society5.0」へ素早く移行することを考えると、SINETの潜在力は極めて魅力です。アカデミアにとどまらず、社会のインフラとして様々な場面でもっと活用していくべきです。

—SINETが5から6にアップグレードしてネットワークはど

のように変わったのですか。

喜連川 SINET5では全国を100Gbps回線につないでいたのを、SINET6では400Gbpsと4倍に高速化しました。全国規模で整備されたものとしては世界最速です。また接続点となるノード（ルータと伝送装置を組み合わせたシステム）を増やして拡張しました。第5世代通信（5G）などの超高速モバイルアクセス、研究分野の特徴に応じたVPN（仮想専用網）などの技術もレベルアップしました。

SINETは全国の大学や研究機関など約1,000機関の300万人以上が利用する情報ネットワーク基盤で、商用のネットワーク基盤とは異なり、大型の実験施設やスーパーコンピューターにつながり、大量の情報を安全性の高い仕組みでやりとりしています。そのため定期的にアップグレードを重ねてきています。

五神 インターネットを介して様々なオンラインサービスを利用できるようになりましたが、肝心の時に必ず回線が混んでつながらない、ということが起きますよね。SINETは回線が太く、十分余裕があるため、そのような問題は起こりません。これほど緻密で高性能な回線が全国47都道府県を漏れなくつなぎ、さらに世界につながっているという状況は、とても心強いです。

20世紀に日本では、研究者たちが、光ファイバー網を全国に敷

喜連川 優

KITSUREGAWA, Masaru



SINETでデータの検索エンジンを作る。
それはいまでもどこにもありませんから

高度な情報ネットワークと そこで共有して活用するデータは 新たな経済的価値を生み出す基盤です

設し、通信の光化を世界に先駆けて取り組んできました。その取り組みが結実したものが SINET であり、「SINET は一日にしてならず」です。そして SINET6 は単なるハイスピードの通信網ではなく、日本全体をデジタルアイランドにするインフラになるべきなのです。

北海道と九州の病院で 遠隔手術に活用へ

—ビッグデータを SINET でやりとりすることで生まれる、研究の具体例を教えてください。

喜連川 SINET6 の高い通信能力を生かす観点でいうと、遠隔手術支援ロボットの技術開発が注目の1つです。札幌に医師がいて福岡に患者がいるとすると、約 2,000km (往復約 4,000km) の間でロボット操作に必要な情報や手術映像などのデータが低遅延で安定的にやりとりされることで、距離を感じさせない手術が可能になるのです。その遠隔手術のための通信条件を探る実証が可能なのは、いまのところ SINET6 がある日本だけです。

また大学病院における、患部を薄くスライスしたコンピューター断層撮影 (CT) の大量の画像を、さっと別の病院や研究機関に送ることも有望です。

五神 リアルタイムデータの活用の重要性を新型コロナウイルス感染症を例に振り返ってみましょ

う。感染拡大が深刻になりはじめた頃に注目されたのは、携帯電話基地局に集まる信号から、人々の集まり具合の様子をリアルタイムでモニターするという研究です。ほどなく、自治体やメディアがこのデータを利用して、人混みを避けるようメッセージを発することができるようになりました。「いま、渋谷は混んでいます」という情報を受けて、多くの人たちが渋谷への外出をやめるなどの「行動変容」を誘起したのです。

防災分野でも、集中豪雨が起きたときに、膨大な観測データをリアルタイムで SINET に流し込み、それを SINET につながったスパコンでその場でシミュレーションを行う。すると、5分程度で「30分後にここで洪水が起こる」という判断が下せる。こうしたことを実現すれば、防災体制の構築や災害被害の軽減に貢献できる。重要なことは、そこでデータとその解析結果に新たな経済的な付加価値が生まれるということです。

データを企業の視点で分析 どんなお宝が出てくるか

—SINET ユーザーはこれまで、「企業は大学や公的研究機関と共同研究する場合のみ」と限定されてきました。6から企業向けにトライアルを行うそうですね。

喜連川 SINET を産業界の先端的な研究開発を支える新たな



五神 真

GONOKAMI, Makoto

東京大学理学部物理学専攻卒業、同大理学部助手、工学部講師、工学部助教授を経て、同大大学院工学系研究科教授、理学系研究科教授。同大副学長、同大理学系研究科長を経て、2015年に同大30代総長に就任。2022年4月から現職。専門は量子物理学。

ツールにするのが狙いです。例えば大型放射光施設「SPring8」は、多数のビームラインのうちいくつかが企業利用になっています。放射光を使った測定によるビッグデータは施設者である理化学研究所 (理研) のサーバに蓄えられます。これを SINET で、理研のスーパーコンピューター「富岳」へ送り、解析して企業に渡すことができれば、どんな宝が掘り起こされるか。一例ですが、蓄電池における劣化の様子を、リアルタイムで見っていく場合に生まれる、膨大な量のデータなどにも対応できます。どんなところに目をつけ、新たな世界を広げるのか。企業による SINET 活用の動向も楽しみです。

五神 巨大なデータを滞りなく安全に運ぶには知恵も仕組みも必要で、それを世界に先行して

データ活用の事例や 基盤の信頼性の価値を、 アカデミアが先導して 社会に示すことも、 SINETのすばらしいこと(五神)

提供できる SINET は、未来の社会のビジネスモデル開発にも使えるでしょう。SINET がある日本は、世界の新しいビジネスを創るテストベッド（実証基盤）になるのではないのでしょうか。

不登校の子どもも 嬉々として学べる

—コロナ禍において各大学で一斉に始まったオンライン授業では、SINET の通信網がフル活用され、そのパワーが実感されました。さらに一般社会で関心の高い、初等中等教育での貢献も期待できそうです。

喜連川 小中高校生に1人1台の端末を行き渡らせる政府のGIGAスクール構想で、これまでにないことが可能になります。いままで子どもたちの習熟度を把握することは、教室の先生が一手に引き受けてきました。ところが、“デジタルの目”を使って、子どもたちの「表情データ」を解析すれば、どの子がつまらなさそうにしているかなど、すぐにわかります。またギフテッドと呼ばれる特別な才能を持つ子を、探し出すこともできるでしょう。

すでに新型コロナ禍で始まったオンライン授業では、不登校

の子どもたちが、デジタルの手法を通じてなら嬉々として学びを進められることがわかってきています。

五神 全国学力・学習状況調査など、ペーパーテストがほとんどですが、デジタルテスト

になれば結果の分析が容易です。さらに、学力の地域差を把握したり、変化をリアルタイムでモニターしたりできるでしょう。GIGAスクール構想の延長として、全国3万6千カ所の学校が、データ収集のポイントとして互いにつながれば、素晴らしいデジタル神経網になるはずですよ。

その動脈として SINET が利用できれば、日本は世界に類を見ないデジタルアイランドになる。それを使いながら新たなビジネスを世界に先駆けて開発できる。それは相当付加価値の高いものです。それを新しいタイプの成長に乗せるための起爆剤とするのです。

SINET活用で医療も 農業も根源的に変えられる

—SINET でのデータ利活用は文部科学省だけにとどまらず、



社会全体に影響してきますね。

喜連川 そうです。あらゆる省庁の活動に関わってくる可能性があります。厚生労働省の関連なら、地方の医師不足を補う遠隔診療の後押しに効くでしょう。農林水産省で進めるスマート農業では、作物の状況を示すセンサーのデータや画像をネットワークで送り、解析することが期待されています。

SINET を活用することで、医療も農業も根源的に変えることができます。

五神 SINET は学術研究分野向けのものとして構築してきたので、先進的なことにいち早く挑戦できる面があります。

社会が多様化し、複雑化した課題を解決するには、科学的信頼に裏打ちされたデータを参照して、人々や社会が行動を修正していかなければなりません。新型コロナ



新型コロナのように 『何かことが起こったときに 対応できる強固な基盤が 存在する』ことが 国として大事(喜連川)

いかかもしれませんが、新型コロナのように「何か事が起こったときに、対応できる強固な基盤が存在する」ということが、国として大事なところなのです。

五神 NIIが提供する情報基盤は全国どの地域

でも活用できる、ということも重要なポイントです。戦後の学制改革の中で、47都道府県すべてに国立大学が配置されたことで、高度なネットワークを維持管理できる人材が全国に配備されているのです。これは、だれ1人取り残さない「インクルーシブな社会」を構築する上で極めて重要です。それから人類が地球を破壊せずにサステナブルな社会を実現するには、個人の行動が社会全体にとってどのような影響を及ぼすのか、リアルタイムで把握し、他人ごとを自分ごととして捉えた上で、行動選択をするよう促す必要があります。これらを実現するにはリアルタイムのデータをスムーズにやりとりできる、高度なネットワークが必要です。SINETの存在意義は非常に大きいと思います。

喜連川 情報やデータを流通さ

せる上で、SINET6の通信パワーは、日本の新しい社会を切り開く上での起爆剤となります。SINETは日本のこれからの社会を築くために、欠かせないインフラとなってくるでしょう。

聞き手からの ひとこと

SINETは自然科学系の研究者、特に大型研究プロジェクトに関わるケースなどで頼りにされてきた。半面、人文・社会科学系などからはよく見えない面があった。それが全分野で求められるデータ管理の流れや、産業界にも広がる研究ビッグデータ分析のニーズで、様子が変わりつつあることを実感する。「データ×通信」の切り口により、SINETの魅力はより広く知られるようになるだろう。



山本 佳世子

日刊工業新聞社 論説委員

東京工業大学大学院修士課程修了。日刊工業新聞社に入り、科学技術から大学・産学連携の専門記者になる。東京農工大で博士課程修了。東工大などで非常勤講師、電気通信大学長特別補佐、東京都市大客員教授。著書に『理系女性の人生設計ガイド』ほか。

ナウイルス感染症対応やカーボンニュートラルがまさにそうです。そのようなデータ活用の事例や基盤の信頼性を、学術研究の世界から示すべきです。そのプラットフォームを担えるという点も、SINETのすばらしいところです。

だれ一人取り残さない インクルーシブな社会を実現

—SINETについて、中長期的視点でのミッションをどのように捉えたらよいのでしょうか。

喜連川 研究の世界は、現実の社会よりずっと先にある、ものすごいものを使いこなして考えを深めていく場です。ですからサイエンスは国力の源泉なのです。他国に類を見ないSINETがあるからこそ、「何ができるのか」「こんなことに挑戦してみよう」という発想になってくるのです。

また平時はその力に気づかな

[インタビュー]

5Gモバイル、VPN、
サイバーセキュリティなど
先進技術対応

進化する SINET6

国立情報学研究所 (NII) の学術情報ネットワーク「SINET (Science Information NETwork)」が6年ぶりにネットワーク機器を一新、「SINET6」として4月から運用が始まった。新しい学術ネットはどこが新しいのか、新しいプラットフォームで研究者は何ができるようになるのか。NII学術ネットワーク研究開発センター長である漆谷重雄副所長に聞いた。

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系 教授
同所 副所長

漆谷 重雄
URUSHIDANI, Shigeo

聞き手

吉川 和輝 氏
YOSHIKAWA, Kazuki
日本経済新聞編集委員

—SINET5 から SINET 6 へのバージョンアップで何が大きく変わりましたか。

まず通信速度が大幅に上がりました。これまでは東京・大阪間だけが 400Gbps で、他は 100Gbps でしたが、SINET 6 では沖縄を除いてすべて 400 Gbps になりました。400Gbps という速度はブルーレイ・ディスク 1 枚分の情報を 1 秒で転送でき、フルスペックの 8K 映像を無圧縮で伝送できます。

SINET への接続点となるデータセンター (DC) も 20 カ所増えて 70 カ所になりました。DC 間がすべて超高速の論理回線で結ばれるフルメッシュ構造になっており、400Gbps の回線帯域を柔軟に利用可能です。北海道と九州のような離れた場所でも、まるで相手がすぐそばにいるような感覚で大量のデータをやり取りしながら研究を進めることができます。

こうした超高速かつ高密度の学術ネットワークは海外にも例がありません。米欧も基幹回線を 400Gbps にしようとしています。基幹回線につながるまでの地域や国単位の回線の速度によって性能が制限されます。SINET6 は事実上どこでも直接 400Gbps につながられるので、ユーザーからみた通信性能には格段の違いが出ます。

ローカル 5G に 対応する計画

—通信速度以外に、SINET6 で利用できる特色のあるサービスはありますか。

SINET5 時代の 2018 年末に始まった「モバイル SINET」が、

SINET6 でアップグレードされます。フィールド研究や、無線 IoT センサーによるデータ収集に使うことができる、海外に例のないユニークなサービスです。これまでは 3G や 4G のモバイル回線を使っていたのが、SINET6 からは 5G になりました。

モバイル SINET は、商用モバイルネットワークの中にインターネットとは切り離れた専用の仮想網を形成して、これを SINET 側で構築した VPN (仮想専用網) 経由で、大学などのサーバーや商用クラウドなどにつながり仕組みです。

一方、大学や研究機関、研究グループがそれぞれ独自の 5G ネットワークを構築する「ローカル 5G」にも対応する計画で、近くトライアルを始めます。

—モバイル SINET を含め VPN で安全性が高い研究環境を用意しているという印象です。

研究者の間では、サイバーセキュリティを重視する観点から、一般のネットワークから隔離された閉域網である VPN で研究ネットワークを構築したいという希望が増えています。

VPN はコロナ下のテレワークなどでもよく使われるようになりましたが、これらの多くはソフトウェアで VPN を構築するもので、一度に多人数が使うと十分な速度が出ないこともあります。これに対して SINET の VPN はネットワーク機器によって閉域網を形成するので 400Gbps の回線であれば同じ 400Gbps の通信速度が保証できます。

SINET の VPN は国内の大学・研究機関だけではなく、欧米など

SINET の歩み

1987

学術情報ネットワーク運用開始

SINET の前身。旧 7 帝大の大型計算機センター間の接続や目録所在情報サービスの提供のためにパケット交換網として運用を開始。

1992

SINET 運用開始

TCP/IP を用いたインターネット・バックボーン。各地域の大学等を収容するために SINET ノードを中核大学 (ノード校) に設置。IPv4 を基本とし、商用網とも相互接続。最終的な回線速度は最大 1Gbps。

2002

スーパー SINET 並行運用

光伝送技術を用いた先端的学術研究用ネットワーク。のちに、光伝送技術の代わりに L3VPN (Layer-3 Virtual Private Network) を利用して研究機関間を接続。回線速度は最大 10Gbps。

2007

SINET3 運用開始

SINET とスーパー SINET の両特徴を継承。東京 - 大阪間を当時世界初の 40Gbps で接続。IPv4/IPv6 dual stack、IP マルチキャスト、L2VPN (Layer-2 VPN)、QoS (Quality of Service) 制御などサービスを大幅に多様化。

2011

SINET4 運用開始

SINET ノード配備を全 47 都道府県に拡大。札幌から福岡までの主要都市を 40Gbps で接続。SINET ノードのデータセンターへの設置 (ノード校への設置は廃止) や冗長経路の確保などにより高い信頼性を実現。2011 年 3 月に発生した東日本大震災でもサービスを継続。

2016

SINET5 運用開始

全 47 都道府県を当時世界最高速の 100Gbps かつ短遅延で接続。仮想大学 LAN、L2 オンデマンド、直結クラウド、高速ファイル転送等でサービスを高度化。2018 年 12 月にモバイル機能、2019 年 3 月に世界初の地球一周 100Gbps 国際回線、2019 年 12 月に世界初の長距離 (東京 - 大阪間) 400Gbps 回線を導入。2016 年 4 月の熊本地震、2018 年 7 月の西日本豪雨、同年 9 月の北海道胆振東部地震等の激甚災害でもサービスを継続。

2022

SINET6 運用開始

海外の拠点を含め世界規模で構築されています。代表例は高エネルギー加速器研究機構（つくば市）や欧州合同原子核研究機構（スイス・ジュネーブ）での高エネルギー物理学の実験です。膨大な量の観測データが発生するため、国内はもとより海外の研究グループとも分担してデータを処理しています。

遠隔手術の実証実験にも活用

—VPNの活用例はほかにもありますか。

「ブロードキャスト VPN」という仕組みが地震研究で使われています。全国の大学、研究機関が参加してVPLS（仮想私設LANサービス）という大規模なLANを仮想的に構築し、ある場所で地震が発生したとき観測データを一斉送信します。データを各地域の研究者がスピーカーに共有して研究を進められます。

また、北海道大学と九州大学の各大学病院を結んで昨年始まった遠隔手術の実験では、VPNで使える通信帯域をオンデマンドで調整しています。国産の手術支援ロボットを使い、通信帯域を変えながら、帯域をどの程度確保すれば問題なく遠隔手術ができるかを検証しました。今年度以降もSINET6で実験を続ける予定です。

—類例のない高速・高密度ネットワークだけに全体を的確に制

御する工夫も必要ですね。

ネットワーク制御や新サービス実現のため、NFV（ネットワーク機能仮想化）※1という技術を様々に活用しています。NFVはネットワーク機器の機能をサーバー上で仮想的に作るソフトウェア技術です。SINET6では全国11カ所の「エッジ」に当たる施設に高性能サーバーを設置してシステムを構築しています。

サイバー攻撃対策では、例えば、大量のデータ（パケット）を送りつけてシステムをまひさせるDDoS攻撃への迅速な対応を行います。従来はSINETのオペレーターが、大学などからDDoS攻

撃発生連絡を受けて、攻撃パケットを抑制する作業を行っていました。

希望する大学などに対して、トラフィック観測によってDDoS攻撃を検知し、自動的にパケット抑制を行います。これまで数時間かかっていた攻撃パケットの抑制を10秒程度まで短縮でき

る見通しです。

また、NIIの情報セキュリティ運用連携サービス「NII-SOCS」と連携し、指定した大学間の通信トラフィックをコピーしてNII-SOCSの分析基盤に転送する「ミラーオンデマンド」という機能も導入する予定です。

スパコンとつなげて研究開発も

—SINET6はNIIが開発した

研究データ基盤「NII RDC」※2と一体的に運用されると聞いています。

研究を通じて得られるデータはオープンサイエンスの観点からオープンに扱うべきものがある一方で、クローズドで活用すべきものもあります。SINETとの一体運用で、オープンにすべきデータはインターネットを通じて公開する一方で、クローズドにするデータはVPNを使って閉じた環境でデータを転送して管理するやり方を考えています。研究者がこの



怪しい通信をいち早く発見するための支援機能「ミラーオンデマンド」も導入予定です

データのオープンとクローズドの問題でネットワークのことを意識せずに安心して使えるような仕組みにしたいと思います。

—SINET6のスタートに合わせて始まる象徴的な研究プロジェクトはありますか。

大容量のデータ転送やデータ解析が必要な研究プロジェクトでは、SINETへのアクセス回線を増強して最大限利用しようとして

います。例えば理化学研究所のスーパーコンピューター富岳と、東京大学との間で400Gbpsのデータ転送能力をフルに使うってデータをバックアップする計画があります。

また、SINET6では既存のDCから離れた場所にあった大型研究施設の近くにDCが新たに設置されたため、これを活用した研究が加速すると思います。スーパーカミオカンデ（岐阜県）、大型放射光施設のSPring-8（兵庫県）、国際核融合エネルギー研究



センター（青森県）などがこれに当たります。

医療系大学の研究も活発化する見通しです。近年の医療研究は、超高精細画像を送る遠隔医療や、AI（人工知能）による検査画像の読影、ロボットによる遠隔手術の実験など、高速ネットワークを使うメリットが非常に大きい。

また、小中学生に学習端末を配布した文部科学省のGIGAス

クール構想にSINETを開放することも2024年度を目標に検討されています。

ウクライナ情勢の影響

—SINET6の構築で苦労したことは。

ウクライナ情勢が気がかりです。米国、欧州、アジアに伸びているSINET国際回線のうち、欧州回線は途中ロシアの回線を使っています。ロシアへの経済制裁の影響で、欧州回線が今後使えなくなる可能性があります。

その場合でも米国回線を経由して欧州とデータのやり取りができますが、転送時間が相当に異なります。データ解析作業を欧州と分担して進めている高エネルギー物理学実験など、グローバルな研究活動への影響を懸念しています。

—SINETの利用を民間企業に開放する計画があるそうですね。

SINETの民間トライアル利用の仕組みを4月1日付で整えました。国の科学技術イノベーション基本計画で、SINETは日本の社会基盤インフラであると位置づけられており、これに対応しました。民間企業などが単独でSINETを利用することができます。

大量のデータ処理を伴う研究開発活動、たとえば医療系の研究開発プロジェクトに参加する企業やAI・ビッグデータの関連業界の利用が想定されます。ただSINETのような超高速ネットワークは、実際使ってみないとイメージがわからない面もあります。関心を持つ企業とともにSINETの有効な利用法を考えていきたいと思っています。

※1

NFV:

Network Functions Virtualization

ルータやスイッチ、ファイアウォールなど通常専用機器を用いる機能を仮想化し、汎用サーバー上でネットワーク機能を実現する技術。ハードウェア機器を代替するため設備・運用コストが低減できる。

※2

NII RDC（研究データ基盤）

研究データのライフサイクルを支える基盤として、NIIが2021年に本格運用を開始した。研究データの管理基盤（GakuNin RDM）、公開基盤、検索基盤（CiNii Research）から構成されている。

聞き手からの ひとこと

日本に世界の先頭を走る学術ネットワークがあると聞いていたが、その「すごさ」が今一つ呑み込めないでいた。スーパーコンピューターや大型実験装置のような直接の効用が実感できなかったためだが、インタビューで、ネットワークインフラこそがデータ駆動型科学のエンジンであると納得した。

SINETで膨大なデータをストレスなくさばけるだけでなく、その高密度なネットワークが研究者間の距離を縮め、科学の新たな発想や創発にもつながる。海外勢もそのポテンシャルに当然気づいているはず。SINETのさらなる拡張を見守りたい。



吉川 和輝

日本経済新聞編集委員

九州大学卒業後、日本経済新聞社に入社。産業部、ソウル支局、科学技術部長、日経サイエンス社長などを経て2015年から編集委員として科学技術分野を取材。1997～98年、米マサチューセッツ工科大学・科学ジャーナリズムフェロー。

高速メッシュ網を実現

400Gbpsを全国展開し 拠点増で常時通信が可能に

SINET6で、全国400Gbpsでの回線網が整備された。
いままでの4倍の速さになり、世界でトップレベルだ。
高速回線を構築した狙いはどこにあるのか。工夫した点や新たに実現できることを聞いた。

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系
准教授

栗本 崇

KURIMOTO, Takashi



—全国 400Gbps 回線網の導入の経緯を教えてください。

SINET6では、日本全国を総延長16,000kmの光ファイバーで結び、全ての都道府県を含む70接続拠点間において最大400Gbpsの速度でデータ転送を可能にしました（沖縄は100Gbps）。

データ通信量は、毎年指数関数的に増えています。特に近年は、ビッグデータやAIといった、大量のデータを機械学習し予測や制御を行う研究が進むなど、学術研究を進める上でネットワークは不可欠となり、必要とされる回線の速度も増えています。

SINET6が400Gbpsになったことで、例えば離れた場所に校舎がある大学でも、それぞれの校舎から最寄りのSINET6データセンター（DC）まで400Gbpsで接続すれば、大学の校舎間を400Gbpsで接続できるようになります。米国の学術用ネットワークであるInternet2も400Gbpsで運用を開始していますが、バックボーン（基幹回線）の位置づけであり、大学間を常時400Gbpsで接続できるようになるには、もう少し時間がかかりそうです。つまり、SINET6は世界最先端でトップクラスのネットワークなのです。

SINET5でも2019年には東京・大阪間を400Gbpsにしましたが、このときは新しい光ファイバーや最新の装置を使い丁寧に敷設した、いわば特別待遇でした。しかし、同じやり方ではコストがかかりすぎるので、今回はすでに敷設してある光ファイバーの中から特性のよいものを厳選し400Gbpsを通すなど工夫しています。

400Gbps通信では、例えば光ファイバーが振動を受けることで信号が揺らぎ、通信影響を及ぼします。安定的に通信できるよう、東京・大阪間の構築以降、改善を進めました。SINET6ではより安定的に通信できるようにしています。また道路工事などで光ファイバーが切断されることを防ぐため、できるだけ地中の深いところに鉄板などで覆った管の中を通すようにしています。

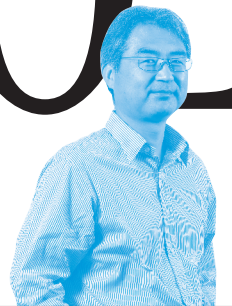
データセンターの増設で接続のしやすさが向上

—DCの数も増えていますが、この狙いは？

素粒子研究や、量子エネルギー研究などの実験施設は電磁波の影響が少なかったり広大な敷地が必要だったりするため、都市部ではないところに設けられています。加えて、実験装

SINET6は 世界の最先端で トップクラスの ネットワークです

01



置の高性能化により高感度で詳細な実験データがどんどん増えています。そのため各大学からは近くに SINET への接続拠点がほしいという要望があり、20 拠点増やしました。より近いところに DC があれば、同じ価格でもより高速に通信ができるからです。

それによりデータが取りやすくなり研究環境向上につながることを期待しています。

——通信の遅延のほうも少ないようですね。

遅延が少なければよりリアルタイムでの通信ができるようになり、様々なサービスに生かされます。しかし、光ファイバーを使った通信であっても、距離が長くなるほど遅延は増します。

例えば、東北で1つのネットワーク、関東甲信越で1つのネットワークを作り、各地域の代表（例えば仙台や東京）を接続する構成をとると、新潟と秋田のような近くの県同士で通信する場合でも、一度仙台と東京を経由することになり、物理的な距離が長くなります。

SINET 6では拠点間を相互に網目のように接続していくメッシュ網にすることで、できるだけ最短距離で通信できるようにしています。全国を400Gbps でかつ最短で結ぶことで、遅延を極力少なくするように設計され

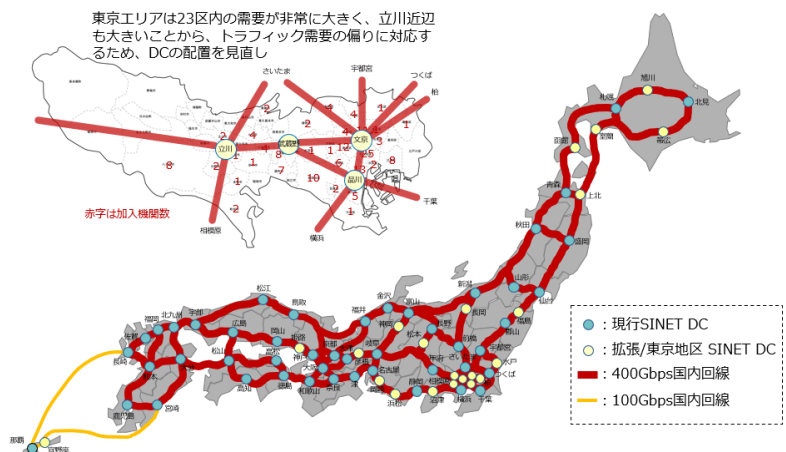
ているのです。

メッシュ網にすることで、冗長性※1も高まります。例えば、東日本大震災では東北地方の光ファイバーが随分断線しました。高い冗長性を持たせることで断線が発生しても通信を継続することができます。自然災害に加え、機器の故障などで通信できなくなることもあります。修理・交換するにしても数時間かかります。しかし、現在のネットワークは365日24時間接続を求められており、その間通信ができないというわけにはいきません。メッシュ網にすることで、たとえ障害が発生しても迂回した経路で通信を維持できるようにしています。

※1

冗長性：システム／機器に障害が発生しても、継続して利用できるようにして信頼性を向上させる仕組み。予備の装置などを用意しておき、回線が使えなくなることを防ぐ。ここでは一方の回線が光ファイバーの断線、DCでの機器や装置が故障しても、継続して使えるようにしていることを指す。

400Gbps回線の全国展開と接続点の拡大



(取材・構成 猪狩 友則)

国立情報学研究所
学術ネットワーク研究開発センター
特任教授

笹山 浩二

SASAYAMA, Koji



——5GとSINETの融合の持つ意味は
はどういうところにありますか。

学術ネットワークにモバイル機能を持たせているのはSINETが世界初、かつ現在でも唯一で、これは2018年末に始まっています。

モバイルSINETの特徴は、ネットワークを既存の民間キャリアから借りつつも、VPN（仮想専用網）※1を構築して、SINETと直結していることです。端末とSINET、大学等の計算機環境がセキュアに構築されるのが大きなポイントです。

そしてSINET6の400Gbps回線に5Gのモバイル網を融合させました。

5Gのメリットの一つは大容量高速性で、理論上は1Gbps(4G)が10Gbps(5G)と一桁向上。これにより大容量のデータを迅速に収集・転送が可能になります。また、超低遅延であることから、遠隔でのリアルタイム制御の可能性が広がるうえ、多数同時接続が可能のため、センサ数を格段に増やすこともでき、今後広がっていくIoT (Internet of Things) の世界で、多数のセンサ情報の取得や機器制御が行えるようになります。

学術分野において、研究とはキャンパスの中、研究室の中だけで行われるわけではなく、農場や

山岳、海洋などのフィールドで実験されている方は大勢います。また現在は遠隔医療の研究も盛んです。例えば北海道大学と九州大学の間で実証実験も行われていますが、将来的に遠隔手術を考えた場合に、操作側と動作側に遅延があっては、とても実用にはなりません。しかし5Gの超低遅延性があれば、実用化に大きく近付くことができます。

このように、様々なところで5G化によるモバイルSINETの進化は大きな力を発揮することになります。

**ローカル5Gとの接続で
人がいない場所でも有効**

——SINET上で5Gモバイルを活用するにあたっての課題は何でしょう。

将来的には、各大学レベルでのローカル5G※2の構築と発展が欠かせないと思います。

すでに日本国内でのモバイル・ネットワークのカバー率は人口ベースでは99%に近づいています。しかし今後のIoTの発展のなかでは、人がいない場所に配置されたセンサや機器の重要性が増えますから、現時点では50～70%しかない面積ベースのカバー率の向上も重要になってきます。民間キャリアによるパブリックなサー

5Gモバイルと

**世界に先駆けるモバイル活用が
新たな未来を切り開く**

SINET6は第5世代移動通信システム(5G)にも対応できるように進化した。5Gモバイルが、SINET6と結びつくことで、どのようなことが可能になり、どのような将来が開けてくるのだろうか。

ビスは、ビジネスとして採算がとれる範囲しかカバーできませんから、その隙間を埋める意味でも、ローカル5Gの整備は重要です。

現在、5G モバイル SINET は、民間キャリア網の中に SINET 専用の仮想網を形成し、それを SINET の VPN と結合した民間キャリア網に依存するものですが、将来的には各大学や研究機関が持つローカル5Gとの連携が主役になっていくのではと想像しています。ローカル網の設置に関して日本は法整備の面で世界でも先進的な位置にあります。これは学術分野にとっても非常に大きなメリットがあることだと思います。

なお、SINET におけるローカル5Gの構築に関しては、すべての機能を個々の大学に置くのではなく、ユーザー管理やスイッチなどの集約できる機能は SINET 上に置き、複数のユーザーで共用する一種のクラウド・モデルとしていることも大きな特色です。

また、SINET とローカル5G 間のアクセス回線には、すでに使用されている各大学の LAN と SINET を結ぶ大容量回線を活用します。これでローカル5G 構築のためのコストを引き下げることができるのです。

——今後の展望について。

モバイル SINET の最大の課題は、「ローカル5Gをどれだけ流行らせることができるか」です。

4G に比べ5G は未だビジネスとして競争環境が進んでいないため、大学側も、どうしても整備にコストがかかります。そのためスモール・スタートにならざるを得ません。

昨年(2021年)度の段階で、4つの大学との共同研究としてローカル5G構築の実証実験に着手しています。今後は、5G モバイルに関する優れた研究テーマを地方大学まで範囲を広げて公募し、採択された一部の画期的なテーマに対しては、大学に設置するローカル5G 基地局を SINET との共同研究などで整備することも検討しています。これはローカル5G をいち早く全国展開することを目指した構想の一環です。

このようにして、グッド・プラクティスを積み重ねていくことで、ローカル5G の普及に弾みをつけていきたいと考えています。

※1

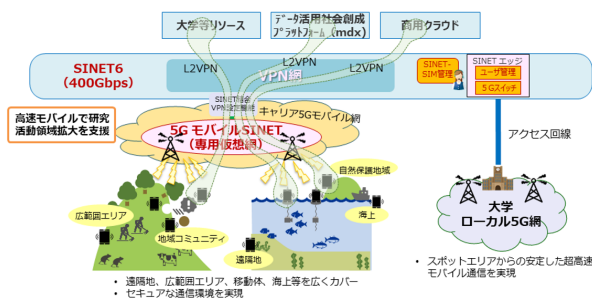
VPN: Virtual Private Networkの略。通信網の中に特定機関のみが利用できる専用網を形成する技術。

※2

ローカル5G: 企業や自治体、大学などがニーズに応じて限られた範囲で独自に構築・利用できる5Gネットワークのこと。

モバイル機能のある 学術ネットワークは SINET6が 世界初かつ唯一

5Gモバイルと400Gbps回線との融合



400Gbpsの融合



(取材・構成 川畑 英毅)

DDoS攻撃に10秒で対処

エッジ機能による利便性の向上とセキュリティの強化

SINET6では複数の回線を用意した際の冗長性の方法が増やされた。
またDDoS※1攻撃に対して約10秒での対応も可能になった。
新たな仕組みについて話を聞いた。

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系
准教授

栗本 崇

KURIMOTO, Takashi



——SINET に接続する経路を複数用意した際の接続方式が追加されましたが、その狙いは。

今日ネットワークは、安定的にかつ途切れることなく提供する必要があります。SINET6 では、大学などからの回線を複数用意いただくことで、冗長性を持たせられるようにしています。大学などからSINETのデータセンター(DC)に引き込まれた回線は、シャーシ(筐体)に収められたラインカードに接続されます。それが1本だけだと、障害が発生したときに通信ができなくなります。

SINET5までは、2つの接続方法を用意して回避できるようにしていました。1つは、1カ所のDCに2本引き込んで、異なる2枚のラインカードに接続する方法です。一方のラインカードが故障しても、もう一方で通信が維持できます。もう1つの接続方法は、2カ所のDCに接続する方法です。この方法なら、片方のDCで障害が発生しても、別のDCに接続した回線で接続は維持できます。ただし、異なるDCに対して回線を用意する必要があります。(SINETまでの回線は利用機関が用意)、特に県外のDCに接続する場合は距離も長くなり非常に高価になってしまいます。

そこでSINET6では、同じDCでも1本はラインカードに、もう1本は回線多重装置に接続し、別のDCにVPN※2を張って接続できるようにしました。ラインカードと回線多重装置は別装置なので、一方に障害が発生しても通信を維持できます。回線のコストを抑えつつ、より高い冗長性を持たせられます。

——複数回線を用意して接続する大学は多いのですか。

最近が増えていて、特に規模が大きい大学ほど、複数接続しています。ただし、コスト面ではプラスになるので、1回線は高速に、もう1回線はバックアップ用に低速な回線を用意するところが多いようです。

エッジによるDDoS攻撃の早期遮断

——SINET6で追加された機能、エッジ/NFVについて教えてください。

エッジ/NFV(汎用のサーバー上でネットワーク・セキュリティ機器の動作を仮想マシンの上で動作させる)を11拠点に配備しました。

SINETのエッジには2つの意図があります。一つは文字通りエッジコンピューティングで、片道2ms(ミリ秒=1,000分の1秒)以内の非常にわ

今日

ネットワークは、

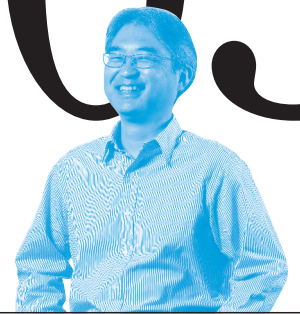
安定的に、かつ

途切れることなく

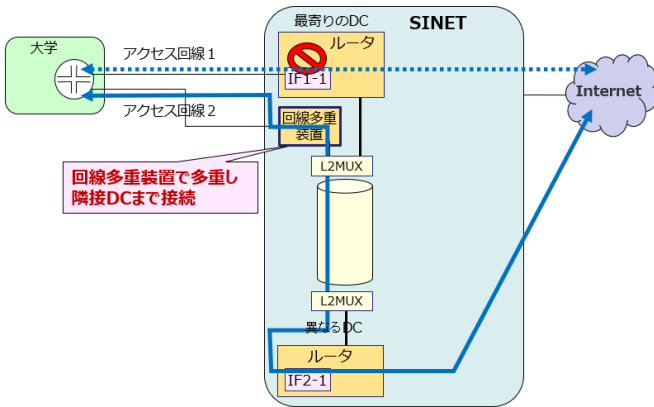
提供する

必要がある

03



SINET6の新たな冗長化構成



ずかな遅延を生かしたサービスを提供します。

もう一つがサービス提供基盤です。SINETのルータ※3は安定的な動作が必要で、ルータへの機能追加は慎重に行う必要があります。そこで新しい機能をエッジ上に搭載することで柔軟に機能追加することが可能になります。例えば、ローカル5G交換機能や、ルータでは実装していないVPNなどを想定しています。

また、高速なファイル転送機能も実装する予定です。ユーザー間双方に専用のソフトを導入することでファイル転送を高速化できますが、エッジ/NFVにその機能を持たせることで、ユーザーはウェブブラウザを操作するだけで高速なファイル転送が可能になります。

——DDoS攻撃に対する対策機能もエッジ上で動作させるのですね。

DDoS攻撃では大量のデータを送りつけられることで通信ができなくなるなどの不都合が起きます。

従来DDoS攻撃に対しては、大学などからの要請を受けて、攻撃のパケットを破棄する設定を人が行なっていたため、時間がかかりました。

攻撃通信は、意味のある通信と区別するのが難しいことに加え、短時間でシステムを壊して逃げていくものも増えています。早く検出して、しっかり止めるのが重要です。そこで、事前に指定していただいた宛先への通信を、インターネットとの接続点でサンプリング(1/1,000)し、エッジ上に用意したDDoS検出・制御システムで監視し、攻撃を検知したら10秒程度で攻撃パケットを破棄する機能を追加しました。実は、SINET5のときから仕込んでいたものですが、これをSINET6で本格導入しました。

ただ、大学によってはしっかりとDDoS攻撃の対策、分析されているところもあります。SINET6のDDoS攻撃対策だけで充分というわけでもなく、組み合わせて利用してもらおう位置づけと考えています。

※1

DDoS攻撃：Distributed Denial of Service attack。意図的に過剰なアクセスを行うことでサーバーに負荷をかけ利用できないようにしたり、システムの脆弱性を利用し攻撃したりするのがDoS攻撃。これを複数のコンピュータから行うのがDDoS攻撃。

※2

VPNを利用すると、実際に接続しているDCから回線多重装置を介して、あたかも専用線で別のDCに接続しているようになる。

※3

ルータ：ネットワークにおいて通信の中継を行う装置。発信元から発信先への経路を通して転送するか判断し転送する。SINETでは各DCに設置され、このルータが400Gbpsに対応する必要がある。

(取材・構成 猪狩 友則)

国立情報学研究所
学術ネットワーク研究開発センター
特任教授

明石 修

AKASHI, Osamu



——SINET6 はどこの国際回線が増強されたのですか。

SINET は 2019 年 に、100Gbps 回線 で 世界 1 周 を 成す 学術 ネットワーク として 構築 され ました。SINET6 では 日本 から ロサンゼルス ・ ニューヨーク までの 米国 回線 100Gbps を 2 回線 に 増強 しました。アジア 回線 については 従来 の シンガポール と の 回線 100Gbps に 加 え、グアム 回線 100Gbps を 新規 に 開設 しました。また 欧州 については 現在 100Gbps ですが、2024 年度 まで に 2 回線 (200Gbps) に する 予定 です。SINET の よう な 海外 回線 構成 例 は 他国 の 学術 ネットワーク には 例 が なく、今回 の 帯域 増強 と グアム 回線 の 新設 で その 有用 性 を 非常 に 高める こと が でき ました。

——国際回線を増強した背景について教えてください。

SINET は 核融合 科学 研究所 の 大型 加速器 装置 (LHD) や 欧州 に ある、大型 ハドロン 衝突 型 加速器 (LHC)、核融合 実験 炉 (ITER) など、国内外 の 大型 国際 実験 設備 と 接続 して います。それら の 大型 実験 設備 から 出力 される 良質 かつ 細かな データ を 取得 するには 帯域 が 必要 で、特に 海外 の 実験 設備 から データ を 取得 する 研

究者 からは、ラウンド トリップ タイム (RTT ※ 1) を 短く する ため にも なる べく 短い 経路 を 用い て 帯域 を 増強 して ほしい という 要望 が あり ました。

特に 昨今、米国 や 欧州、アジア など の 大型 国際 協調 型 プロジェクト が 増えて いる こと も 背景 に あり ました。安定 的 かつ 大容量 の トラフィック を 相互 に やり 取り できる よう に する こと が、日本 および 世界 の 学術 研究 ・ 教育 の 発展 に つながる から です。

グアムはハブになりつつある

ベスト エフォート 型 ※ 2 で ある 商用 インターネット と の 最大 の 違い は、SINET は 研究 教育 用 トラフィック 専用 であり、これら の 需要 予測 に 基づき その 効率的 な トラフィック 交換 を 目的 に 設計 される こと。国内 の どの 加入 機関 から も 帯域 保証 された 回線 で 直結 でき、使用 可能 帯域 を 有効 に 使えます。

また セキュア な データ の やり 取り にも、柔軟 に 活用 でき ます。機密 データ は インターネット 経由 で その まま 送り たく ない ですが、SINET を 通せば、他国 の 学術 ネットワーク と も 仮想的 な 専用 ネットワーク が 構築 されて いる ので、セキュア な データ の やり 取り が でき ます。

国際回線の増強

日本と世界の学術研究、 教育を強力に推進する

国内外の大型国際実験設備と接続しているSINET。
国際回線が増強されたSINET6となり、
日本と世界の学術研究・教育をより強力に推進することになる。

——なぜ、アジア回線の増強にグアムを選んだのでしょうか。

従来のシンガポールへのアジア回線の難点は、海域の水深が比較的浅いため、海底ケーブルが他の場所に比べて切れやすいことでした。一方、グアムのあたりは水深が深い。そして米国と豪州の中間にあり、位置的にも優位であることが、グアムを選んだ理由です。しかもグアムは豪州やハワイなどのネットワークに接続されるなどハブになりつつあります。グアム回線があれば、シンガポール回線にトラブルを生じたとしてもトラフィックの迂回経路として利用できます。

——国際線増強でどのようなことができるようになるのでしょうか。

第一に海外の大型国際実験設備から出力される大量のデータを、短いRTTで取得できるようになるため、実験効率が上がる。また細かなデータまで取得できるようになるので、研究を優位に進めることができるでしょう。さらに国際協調型プロジェクトでは、広帯域のネットワークを有することで、プロジェクト内で日本の研究者の発言力を高めることもでき、日本の学術研究の競争力を増すことにもつな

がります。

第二にネットワークの安定運用が可能になることです。SINETと他の学術ネットワークが広帯域で相互に接続することで、相互バックアップ、相互運用協力を行うネットワークの基盤として機能します。

万が一、SINETが切れても、他の学術ネットワークをバックアップとして使用することで、さらなる安定運用を可能にすることができます。

——今後の展望について。

2年後に欧州回線を増強すること。現在、候補を探り、議論を進めています。さらなるトラフィック需要要望があるものの、海底ケーブルの伝送帯域および本数はコストとのトレードオフになるため、各機関に状況をヒアリングしつつ、丁寧に進めていく必要があります。また国際回線は政治的な影響を受けるため、迂回経路や代替案の準備が必要になります。

新たな北極海経路での海底通信ケーブルの敷設も検討されていますが、計画から実装までの時間はかかります。しかし北極海回線が実現すると、国際回線でも400Gbpsという広帯域が可能になるかもしれません。

※1

RTT：Round-Trip Timeの略。通信相手にデータや信号を発信してから、応答が返ってくるまでに要する時間。相手との物理的な距離や経路上での中継、転送する装置の数などによって左右される。

※2

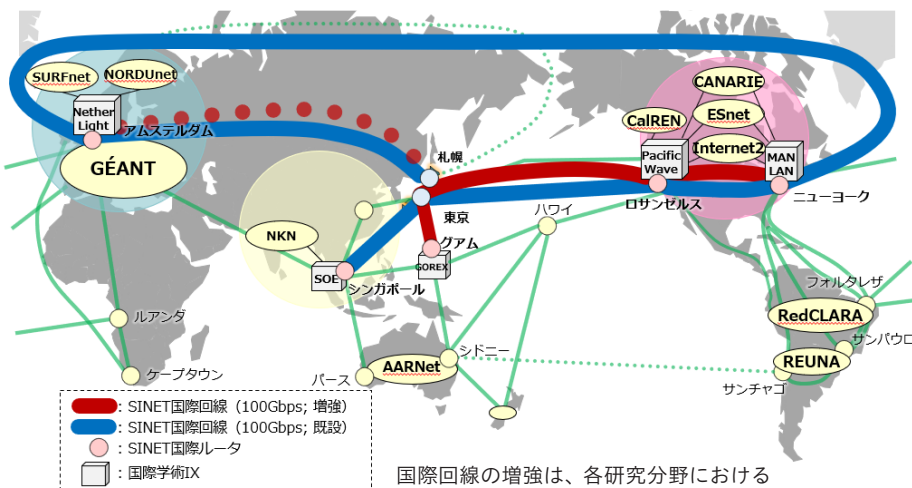
ベストエフォート型：回線業者が提示した最大通信速度を上限とし、最大限努力した速度（実際の通信速度は保証しない）で提供するインターネットサービス。

実験効率が上がり、
国際間で研究を
優位に
進められる

04



国際回線帯域を2倍に



国際回線の増強は、各研究分野における発言力、国際競争力の向上にもつながる

(取材・構成 中村 仁美)

共同購入で予算大幅セ

アクセス回線共同調達の 意義と効果

データセンター（DC）のSINETルータと加入機関間のアクセス回線費用は各機関の負担となる。国立情報学研究所（NII）は各機関に呼びかけ、負担軽減のための共同調達※1を実施した。そのメリット・デメリットや、課題を聞いた。

国立情報学研究所
アーキテクチャ科学研究系 准教授
SINET利用推進室長

阿部 俊二

ABE, Shunji



——アクセス回線の共同調達の目的 は何でしょうか。

加入機関のアクセス回線の経費負担を軽減するために共同調達をSINET4から始めました。

——共同調達による経済的メリット を生かすということですね。

そのとおりです。共同購入によるボリュームディスカウント効果で、直接的な経費負担の軽減が期待できるのはもちろんですが、共同調達に参加しない加入機関が単独調達する際もなんらかの価格交渉が可能なので、結果的にディスカウントを引き出すことが期待できます。

——逆に共同調達のデメリットという のはあるのでしょうか。

共同調達にあたっては、基本的な仕様をNIIが策定していますが、その仕様に満足できない加入機関は参加が難しいという面があります。

もちろん仕様を決める際には各加入機関へアンケートなどで要望のヒアリングを行いますが、「4月1日開始」というスケジュールや、「6年間」という契約期間（途中解約不可）にはどうしても合わせていただかなければならない。そこがネックとなって参加できないケースもあり、その場合は個別調達となります。

想定以上の節約 共同調達参加者が大幅増の 相乗効果

——今回の共同調達はSINET5の時 と比べると大幅に参加者が増えまし た。その要因は何ですか。

SINET5で共同調達した回線数が117だったのに対して、今回は222回線ですから、9割程度増加したことになります。

共同調達による大幅な費用の節約が大きな要因のひとつではないかと思えます。

もうひとつは、SINET5の運用開始当初、回線を共同調達した加入機関で、本来の性能が出ないケースがあったのですが、その際に細かいチューニングのお手伝いをするなど、ユーザーサポートを丁寧に行いました。そうした信頼関係も含めた運用の安定性も、共同調達への参加を増やす要因となったかもしれません。

——今回はコロナ禍での共同調達で した。苦勞した点は。

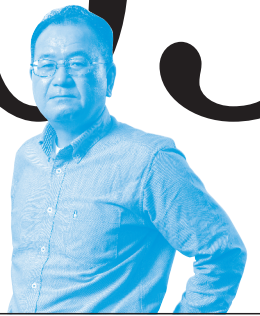
やはりルータなどの通信機器の納期の遅れです。

コロナ禍による半導体不足の影響などもあり、ルータの納期が大幅に遅れる事態になりました。

ーブ!

できる限り
多くの加入機関の
事情をくんで、
仕様に
盛り込みたい

05



※1

共同調達：共同調達の範囲はアクセス回線と監視保守業務、DC側の設置スペース経費、設置作業、撤去作業。回線メニューは400G、100G、10G、1Gの4種類で、各加入機関がそれぞれの環境に合わせて選択が可能。

また、光ファイバーや通信機器などの確保が大変であることは、共同調達開始前の段階から情報は得ていたのですが、想定した以上の遅れとなっていました。

当然、加入機関側もそれぞれの計画のもとで動いていますから、納入が遅れると希望している時期に開通できないなど、大きな影響を受けます。「いつになるのか」など、加入機関側からのさまざまな問い合わせやお叱りをいただき、窓口担当は特に苦勞が大きかったと思います。

いかに個別のニーズを盛り込むか

——ほかにも共同調達の課題はありますか。

共同調達の仕様を調整することで、多くの加入機関に参加していただける仕様にするためには、それぞれの加入機関のニーズを適切に取り込んで、仕様を策定していく必要があります。

できる限り多くの加入機関の事情をくんで、仕様に盛り込みたいと考えていますが、仕様を策定する側の人的リソースが不足していることや、個別要求を入れた場合にコスト高となる懸念もあり、なかなか難しかった。現状で

は最大公約数的な仕様で進めざるを得ません。

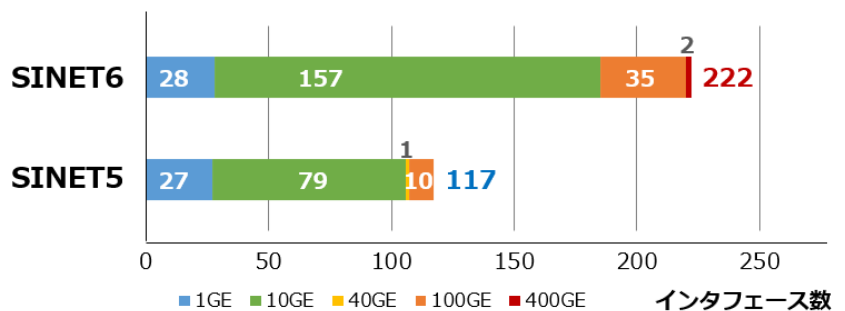
——今後の展開について。

仕様についてはバランスを取りながら、多くの加入機関が共同調達に参加していただけるように改善していきたいと考えています。

また、安定したサービスを提供することも重要です。万が一障害が発生しても迅速に復旧できるのか、今後のSINET6の運用実績で、評価が問われるところでもあります。

加入機関に「共同調達に参加して良かった」と思ってもらえるような運用を、関係スタッフともども協力しながら進めていきたいです。

SINET6用アクセス回線の共同調達への参加の実態



(取材・構成 遠藤 宏之)

——SINET6のなかで、長距離高速データ通信技術が担う重要性とは何でしょうか。

現在、ファイル転送には一般にFTP、SCPなどのプロトコル※1が使用されています。これらは短距離だとある程度の速度が出ますが、日本とアメリカ、日本とヨーロッパのような長距離では、非常に速度が落ちてしまいます。SINETは「5」の段階で、すでに主要な国際回線で100Gbpsの性能を提供していますが、普通のソフトウェアではその性能を発揮できず、せいぜい数メガbpsのスピードに落ちてしまうのです。

一方、現在の科学では、「データ・インテンシブ・サイエンス」という考え方が注目を集めています。これは広く世界各地にデータを振り分けて解析を行うことで、従来より格段に大量のデータ処理を可能にしようというものです。

例えば高エネルギー物理分野の研究装置・大型ハドロン衝突型加速器は、装置自体はスイスにありますが、そこで得られたデータは世界中に配信されて解析が行われています。

こうした仕組みをよりよく実現するには、大量のデータを高速で送る必要が出てきます。先述のようにSINETは国際回線で100Gbps、国

内回線では400Gbpsで繋がっていますので、そのインフラを生かすためには、それに見合った転送方法が必要になってくるのです。そのためにNIIで開発しているのが、恒速ファイル転送プロトコルMMCFTP (Massively Multi-Connection File Transfer Protocol) です。

長距離転送が格段に速くなった

——MMCFTPの特長と、開発にあたって難しかった点は何ですか。

これは私自身が組み込みソフトの開発に携わってきた経験からきたものですが、クロック同期式という、いわばハードウェア的なコンセプトを普通のソフトウェア開発に応用しており、これによって同じ装置を並べて同時に実行する並列処理を容易にしているのが特色です。

従来の通信方式は1つのコネクション（接続）に頼っており、1コア（処理作業を担うCPUの中核）の性能がそのまま速度の限界になってしまいますが、MMCFTPはたくさんのコネクションを持つ超多コネクション通信で、CPUコア数を増やすほど高速通信が可能になります。さらに、指定した転送速度に対し、ネットワーク状況に応

国立情報学研究所
先端ICTセンター 特任准教授

山中 顕次郎

YAMANAKA, Kenjiro



国際間の研究

長距離高速データ通信の スピードアップは独自開発

ビッグデータを活用するにはこれまでにない転送の高速性と大容量性が求められる。SINET6では、OSの改造や複雑なチューニングが不要の長距離高速データ転送方式が独自開発された。その特長と今後の展望を聞いた。

じてコネクション数を自動調整する「動的コネクション制御」も備えています。つまり、得られるネットワーク環境を最大限生かすことができるようになっていきます。

例えば1Tbのデータを転送する場合に、従来方式の8Gbpsでは20分程度かかっていたものが、新方式の80Gbpsでは2分に短縮されます。

とはいえ、「こうした方式を使えばうまくいくのでは」という目途が立っていたとしても、実際には「やってみないとわからない」部分は大きい。私がSINETで開発を進められたからこそ、ここまでスピードアップが図れた、と言えます。

——今後の課題について教えていただけますか。

今まで速さを一番に追及してきましたが、実用的な“使い勝手”の部分が、やや置き去りにされてきた感があります。海外の同様な技術と比べ、速度向上の部分は優っていると自負していますが、機能や使い方を教えるチュートリアルや、製品自体の使い勝手、不具合修正の度合いなどでは至らない点もあります。

現在SINETユーザーにはソフトウェアを開放していますが、そうした方々をなるべく広く巻き込む形で、普

及活動と製品としての洗練を図っていかねばと考えています。

ただし、高速化をするにはそれに耐えられるネットワークが必要になります。SINETであれば100Gbps、あるいはそれ以上の回線がありますが、一般の人には100Gbpsは手が届かない領域であって、ソフトウェアだけあっても高速化のメリットが活かせない。そこで普及が制限されてしまうのも難しさのひとつです。

高速化自体に関しては、「方式的にどこまでいけるのか」は、やり続けてみないとわからないところです。

また、情報技術関連では、「様々な要素がバランスよく性能向上されていないと所期の性能は発揮できない」点に難しさがあります。ファイル転送にあたってはディスクの読み出しが必要ですが、これがボトルネックになって転送速度がトータルで上がらないという現象には、開発時からずっと苦労してきました。しかしこの点に関しては、まさに今、SSD※2の普及が進み、急激に性能向上しています。

こうした、様々な関連技術の進歩に、転送方式もまた刻々と進化させ追隨していくようにしていきたいと考えています。

※2022年4月の取材時の肩書表記です。

※1

プロトコル：ネットワークで通信をする際の決まり、仕様、取り決めのこと。

※2

SSD：Solid State Driveの略。HDDと同様に使える記憶装置。HDDより小さく、処理速度が速い。

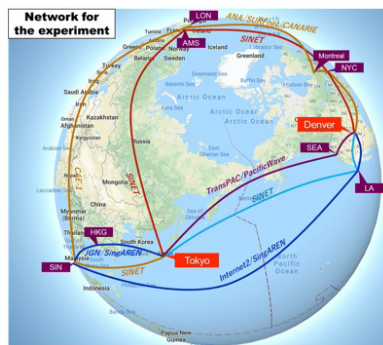
SINETで
開発したから
スピードアップ
できた

06



環境が向上

東京ーデンバー間の転送実験



国際会議SC19でNIIが開発したファイル転送プロトコルMMCFTPを用いて東京ーデンバー間で転送実験。100Gbps国際回線5本を用いてピーク転送速度416.3Gbpsを記録した。

(取材・構成 川畑 英毅)

移行を支えた 縁の下の「チーム力」

国立情報学研究所
学術基盤課 SINET チーム

SINET5から6への移行にあたり、加入機関への窓口として、また関係者間の調整役として縦横無尽の働きを見せたのが国立情報学研究所 (NII) の学術基盤課「SINETチーム」のメンバーたちだ。移行を下支えた影の立役者たちに話を聞いた。

学術基盤課の7人の職員で構成される SINET チーム。職員たちが「何でも屋です」と口を揃えるように、ユーザー窓口はもちろん、企画、運用を中心に仕様設計やその構築、各種の障害対応、加入機関が接続する際のサポートなど、業務内容は多岐にわたる。「障害問い合わせ窓口のオペレーションセンターや申請受付窓口など、個々に業務委託を行っているのですが、委託の業務フローからはずれるような対応や、個別に判断を要するイレギュラーな案件は私たちがすくい上げる形になります」(SINET チーム)。

2021年度はこれら通常業務をこなしつつ、6への移行作業にも尽力することになった。

「SINET6への移行」は端的に言えば、

加入機関の回線接続先の切り替えだ。その方法は、土日祝日にNIIの委託先の作業員がSINETのDCに入って切り替えを行う「おまかせ移行」と、平日の日勤帯に加入機関が作業手配し現地に入って切り替えを行う「個別移行」の2通りがある。

今回の移行作業では、コロナ禍などの影響で機器の納入が遅れ、当初想定していた移行スケジュールを大幅に変更せざるを得なくなった。

移行の周知は2020年から始まり、同年6月のSINETオープンフォーラムや、12月のNIIサービス説明会などを通じて、SINET6に関する情報は加入機関へ公開されていた。

そして2021年1月にオンラインで行われたサービス説明会において、SINET5が2022年3月で終了になること、それまでに移行が必要になることなどが加入機関に通知された。2021年4月にSINET6 DCの場所が確定すると、6月には接続DCが変更になる加入機関に対して周知が行われた。10月には移行説明会が開催され、11月からおまかせ移行の日程調整が始まるはずだった。

「各DCの設備の調達は2020年度から始まっているのですが、DCが確定するのは2021年4月なので、加入機関の皆様のアクセス回線調達、また、SINET側のDC設備整備も本時期からの開始となりますが、1年足らずで移行を終えなければならず、各作業とも余裕のないスケジュールでした」(SINET チーム)。

SINET6 移行への歩み

2021.1	NII サービス説明会 (オンライン配信)
2021.4	SINET6 DC 位置決定 (メール通知) SINET6 DC 住所問合せ開始
2021.6	DC 移転機関に対する周知 (個別メール通知)
2021.7	オープンフォーラム (オンライン配信)
2021.7-11	SINET6 DC 拠点物理構築
2021.8.20 全国1日の新規PCR陽性者25,975人※	
2021.8	SINET6 移行方式ヒアリング (メール通知、Web フォーム受付)
2021.10	移行説明会 (オンライン配信) 半導体不足の影響に伴う移行時期の後ろ倒し説明
2021.10- 2022.2	SINET6 拠点への機器導入
2021.11	NII サービス説明会 (オンライン配信)
2021.11-12	個別相談会 (個別にWeb会議)
2021.12- 2022.2	おまかせ移行登録/日程調整
2022.2.1 全国1日の新規PCR陽性者103,595人※ 入試、学校イベント多数	
2022.2.-3	おまかせ移行/個別移行
2022.4.1	SINET6 運用開始 (記者懇談会)

※厚生労働省 新規陽性者の推移(日別)より

SINET5から6への移行、 険しい道のりとこれから

関係会社間の調整と 加入機関への対応

NII 内での情報共有はもちろん、加入機関とのやり取りや関係者との調整など、本来対面で進めていた打ち合わせも、コロナ渦のためすべてオンラインで行わざるを得なかった。

「先生方の会議など、通常はチームの職員が同席するのですが、今回はオンラインで個別に行われることが多く、時間が重なるなど私たちが同席できないケースもあり、進捗の共有や細かい部分の意識合わせが難しい面もありました。また機器の調達は半年くらいかかるので、その間に一部想定外の動作が判明する場合もあり、機能面に影響を及ぼしたり、運用上困難が発生したりするケースも出てきます。そうした情報のアップデートも後追いになってしまうことがありました」(SINET チーム)。

その上、半導体不足により機器の納入が遅れたことで、SINET チームはその対応にも追われた。ひとつは、関係者間の調整だ。

「ネットワーク機器のベンダーだけでなく、DC や国内・海外回線ベンダー、国内向け・国外向けのオペレーションセンターなど、それぞれ異なる会社に対応しています。各社の担当範囲の間隙で発生した業務も含めて、その都度私たちの方で関係者間の調整をしなければなりません」(SINET チーム)。

そして納入が遅れれば加入機関へ

の説明や対応策の検討も必要になる。加入機関側も当初の移行計画のもとでそれぞれ準備を進めており、遅れれば様々な影響を受けることになるため、どうしてもナーバスになる。時には窓口となる職員に厳しい言葉が向けられることもあった。

「1,000 近い加入機関ごとの移行の日程調整をしなければならないのに、機器の納入の目処が立たない。『いつになるのですか?』と聞かれても答えられないもどかしさがありました」(SINET チーム)

当初の予定では 2022 年の 1 月から移行作業を始めるはずだったが、実際は 2 月の中旬以降に繰り下がり、実質 1 カ月半で全加入機関の移行を行うことになった。

「通信影響の発生する切り替え時間帯を加入機関ごとに調整し、土日祝に作業するおまかせ移行は連日 60 ～ 80 件の作業が集中する形になりました。3 月の終盤は平日（個別移行）も 1 日 20 件以上で、運用開始前日の 3 月 31 日まで切り替え作業が組まれました。作業担当の皆様は大変だったはずです」(SINET チーム)

加入機関、関係会社の協力と SINET チームの奮闘の甲斐あってなんとか予定通り 4 月 1 日に運用開始した SINET6。チーム員もさぞかしホッとしたのではないだろうか。

「いえいえ。運用を開始してからが SINET6 の本番ですので。安定運用を目指して取り組んでまいります」(SINET チーム)。

個別判断が必要な
イレギュラー案件は
私たちがすくい上げる

N I I N E W S T O P I C S

期間 2022/2/15(火)～
2022/5/6(金)

各ニュースの詳細は
オンラインでご覧になれます。

www.nii.ac.jp/news/2022



2022

4/18 CiNii Researchで論文に紐づく豊富な学術情報を発見可能に～CiNii ArticlesをCiNii Researchへ統合～

4/8 医療ビッグデータクラウド基盤のAI自動診断研究への貢献で**文部科学大臣表彰・科学技術賞(振興部門)**を受賞
佐藤 真一・合田 憲人 NII教授、森 健策 名古屋大教授、原田 達也 東京大教授が共同受賞

4/1 Society5.0対応の学術研究プラットフォームを4/1スタート～全国400Gbps化したSINET6と研究データ基盤NII-RDCを融合し日本の研究データ活用・流通・管理を促進～

3/15 アニメ「リトルウィッチアカデミア」の絵コンテ等を研究に活用へ～TRIGGER制作のアニメ作品素材データをアカデミア研究者向けに提供開始～

2/28 内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期」における「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」の研究開発において分散型の分野間データ連携基盤技術を開発し、社会実装に向けて実証を開始

受賞 AWARD

2022

4/26 ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センターが一般社団法人コード・フォー・ジャパンの**2021年度 勝手表彰 優秀賞**を受賞

4/8 新井 紀子 教授(情報社会相関研究系)、舩川 竜治 特任助手(社会共有知研究センター)らが**令和4年度 文部科学大臣表彰 科学技術賞(科学技術振興部門)**を受賞

医療ビッグデータクラウド基盤のAI自動診断研究への貢献で**文部科学大臣表彰・科学技術賞(振興部門)**を受賞 佐藤 真一・合田 憲人 NII教授、森 健策 名古屋大教授、原田 達也 東京大教授が共同受賞

3/14 青木 俊介 助教(アーキテクチャ科学研究系)らの論文が**第37回電気通信普及財団賞 テレコムシステム技術賞 奨励賞**を受賞

3/2 根本 香絵 教授(情報学プリンシプル研究系、量子情報国際研究センター長)が**フランス共和国 国家功労勲章オフィシエ**を受勲

2/21 青木 俊介 助教(アーキテクチャ科学研究系)が**船井研究奨励賞**を受賞
五十嵐 歩美 助教(情報学プリンシプル研究系)が**船井研究奨励賞**を受賞
平原 秀一 助教(情報学プリンシプル研究系)が**船井研究奨励賞**を受賞

ご意見募集中!

NII Today のさらなる誌面充実のため、本誌に対する皆様のご意見を下記URLなどからお寄せください。お待ちしております。

www.nii.ac.jp/today/iken



情報犬ビットくん
(NIIキャラクター)

NII ニュース NEWS

2022

3/29 「日本語共感的音声対話コーパス (STUDIES)」提供開始

3/17 広報誌 NII Today 第94号「教育を止めるな! ~教育機関DXシンポの2年」を発行

3/10 情報学研究データリポジトリ(IDR)で提供中の「楽天データセット」を更新

2/21 2021年度 国立情報学研究所 市民講座 第4回「学術情報は誰のもの? ~オープンサイエンスを通じて、皆で創る未来社会!~ (船守 美穂 准教授)」を公開

イベント

EVENT

▶ www.nii.ac.jp/news/2022

- 2022/6/6 -6/10 ジャパン・オープンサイエンス・サミット2022 (JOSS2022) オンライン開催 ▶ <https://joss.rcos.nii.ac.jp/>
- 2022/6/3 -6/4 国立情報学研究所オープンハウス2022 (研究成果一般公開) ハイブリッド開催 (オンライン開催+リアル会場開催) ▶ <https://www.nii.ac.jp/event/openhouse/>
- 2022/5/30 -6/2 国立情報学研究所 学術情報基盤オープンフォーラム2022 オンライン開催 ▶ <https://www.nii.ac.jp/openforum/2022>
- 2022/5/16 2022年度 国立情報学研究所 研究教育職員公募説明会
- 2022/5/13 【第50回】大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関DXシンポ」(オンライン開催)
- 2022/3/29 2021年度 国立情報学研究所 橋爪宏達教授・高野明彦教授 退職記念講演会
- 2022/3/25 学術フォーラム「COVID-19時代のデータ社会とオープンサイエンス」(日本学術会議主催)
2周年【第48回】大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関DXシンポ」(オンライン開催)
- 2022/3/4 【第47回】大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関DXシンポ」(オンライン開催)
- 2022/2/22 2021年度 市民講座 情報学最前線 第4回「学術情報は誰のもの? ~オープンサイエンスを通じて、皆で創る未来社会!~」船守 美穂 准教授 (オンライン開催)
SPARC Japan セミナー2021「研究データポリシーが目指すものとは」



[Essay]

最高の研究と最高の道具

—— 世に出すときの不安そして喜び

学生のころ、卒業研究のために所属していた研究室で並列計算機の試作機を作っていました。

複数のCPUがプログラムを並列に実行する並列計算機は、スマートフォンにも複数のCPUコアが搭載されている現在では当たり前ですが、当時は新しいタイプの計算機として、多くの大学や研究所で研究が行われていました。ゼミの課題で出たプログラムを書いて動かしてみますが、昨日動いたプログラムが今日は動かない。先輩に相談すると（もちろん冗談で言っているのですが）、愛情が足りないからだと言われる。「お願いします、動いてください」と心で念じてリターンキーを押したら動く。自身の研究のために作った試作機であれば、これも許される（と思います）。むしろ、このほうが研究者としては面白いのです。

しかし、多くの研究者に利用される実用機となると、そうはいきません。24時間・365日動き続けて当たり前。万一、止まるようなことがあれば、相当の体力、知力、精神力をもって対応にあたるのが求められます。



長く安定して動くことを求めるのであれば、技術的なチャレンジを控えればよいのですが、最先端の研究に使うためには、それだけでは足りません。自動車で例えるならば、乗用車の信頼性とレーシングカーの高い性能の両方を追い求めなければなりません。最高の研究には最高の道具が必要なのです。

このような道具を作るために、性能、信頼性、予算、人といった形の全く異なるパズルのピースのような要件を組み合わせる作業を様々な専門分野や能力を持つ人たちが一緒に進めます。やっと組み上がったと思ったら、ピースが間違っていたり、壊

れていたり、足りなかったりします。それでもめげずに続けます。一人ではいやになってしまう時もありますが、そういう時は仲間にも励まされて続けます。

こうしてできあがった道具を世に送り出すとき、最初は不安を感じるもののほうが多いのですが、その道具が使われて、よい研究成果があげられた時の気分は格別です。多くの場合、道具を作った人がその研究に直接かかわることはないし、論文に名前が載るわけでもありません。それでも、自分たちが作った道具が使われて、よい研究成果が世の中に出ることはうれしいことであり、誇りにも感じます。また、一緒に作ってきた仲間たちと続けてきてよかったと思う瞬間であり、これが次への原動力になります。

2022年春、SINET6が始動しました。開発・整備を進められた関係者の方々（特に現場のスタッフの方々！）に敬意を表するとともに、ご支援いただいた方々に感謝申し上げます。これからどのような研究成果が生まれるのか、楽しみです。

アーキテクチャ科学研究系 教授
学術基盤推進部 部長
クラウド基盤研究開発センター センター長

合田 憲人

AIDA, Kento

情報から知を紡ぎます。

NII

国立情報学研究所ニュース：NII Today 第95号 令和4(2022)年6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
〒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

本誌についてのお問い合わせ：総務部企画課 広報チーム
EMAIL: kouhou@nii.ac.jp

発行人：喜連川 優

編集委員長：河原林 健一 監修：漆谷 重雄

編集委員：池畑 諭、金子 めぐみ、込山 悠介、竹房 あつ子、水野 貴之(五十音順)

外部編集員：テックベンチャー総研、河島 大四

デザイン：FROG KING STUDIO

表紙イラスト：市村 譲

この印刷物は、FSC®認証材を使用し、有害な廃液を出さない「水なし印刷」、揮発性有機化合物(VOC)成分を含まない環境に配慮したNon-VOCインキを採用しています。



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。