

## 資料 2

科学技術・学術審議会情報委員会  
次世代計算基盤検討部会  
次世代学術情報ネットワーク  
・データ基盤整備作業部会（第3回）  
令和2年7月1日（水）

# 次世代の学術情報ネットワークと データ基盤整備の在り方について （審議まとめ）（案）

令和2年 月

科学技術・学術審議会 情報委員会  
次世代計算基盤検討部会  
次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備作業部会

## 目 次

1. はじめに
2. 次世代の学術情報ネットワークとデータ基盤整備の必要性
  - (1) 背景
  - (2) 次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備に関わる政策提言等
3. SINET5の現状について
  - (1) ネットワーク基盤の現状
  - (2) データ基盤の現状
4. 海外の学術情報ネットワーク・データ基盤整備の状況
  - (1) ネットワーク基盤に関する海外動向
  - (2) データ基盤に関する海外動向
5. 利用者等からの要望
6. 新型コロナウイルスの影響からの新たな必要性
7. 今後の次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備の方向性について
8. まとめ

## 1. はじめに

我が国の学術情報基盤の根幹をなす学術情報ネットワークは、国立情報学研究所（NII）が運用する SINET (Science Information NETwork) を基幹に、大学や研究機関等が接続する形で整備が行われてきており、通信回線（以下、「ネットワーク」という）を基底に、多様かつ大量な情報、データ、コンテンツ等の流通および共有の促進を確実に支援してきた。今や SINET を基幹とする学術情報ネットワークなしには教育研究活動は成り立たないと言っても過言ではない状況になっている。

社会が資本集約型から知識集約型へ移行する中で、我が国は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、経済的発展と社会課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる人間主体（human-centric）の社会を実現する「Society 5.0」を打ち出している。Society 5.0 を具現化するためには、科学技術イノベーションを駆動力として、新たな価値創造システムを世界に先駆けて構築する必要がある。

また、近年、オープンアクセスと研究データのオープン化（オープンデータ）を含む「オープンサイエンス」の概念が世界的に急速な広がりを見せており、オープンイノベーションの重要な基盤としても注目されている。オープンアクセスが進むことにより、学界、産業界、市民等あらゆるユーザーが研究成果を広く利用可能となり、その結果、研究者の所属機関、専門分野、国境を越えた新たな協働による知の創出を加速し、新たな価値を生み出していくことが可能となる。また、オープンデータが進むことで、社会に対する研究プロセスの透明化や研究成果の幅広い活用が図られ、また、こうした協働に市民の参画や国際交流を促す効果も見込まれる。

このような状況を踏まえ、今回、科学技術学術審議会情報委員会次世代計算基盤検討部会次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備作業部会では、次世代の学術情報ネットワークとデータ基盤整備の在り方について審議を行い、結果をとりまとめたところである。

## 2. 次世代の学術情報ネットワークとデータ基盤整備の必要性

### (1) 背景

近年、デジタル革命やグローバル化の進展により、世界は知識集約型社会へと向けて大きな変革期を迎えており、最先端の科学やアイデア、ビッグデータ等の「知」が圧倒的な競争力の源泉となる時代が到来してきている。イノベーションの源泉となる研究成果やその基となるデータの共有や相互利用を促すオープンサイエンスの進展等により、様々な分野の研究開発や社会生活において、情報やデータの持つ価値は、以前にもまし

て大きくなっている。

また、ネットワークと IT の進歩が AI や IoT の急速な発展を促しており、実世界のあらゆる活動から取得したデータをサイバー空間で解析し社会生活の効率化や変革に役立てるデータ駆動型社会を迎えつつある。さらには、研究データ利活用のためのネットワーク基盤の超高速化とオープンサイエンス実現に向けての本格基盤構築が世界的に加速化している。

一方、新型コロナウイルスの影響を受け、在宅勤務、遠隔講義と、情報技術に様々な形で依存するようになってきており、その礎となる学術情報ネットワーク、データ基盤はますます重要となっている。

## (2) 次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備に関わる政策提言等

学術情報ネットワーク・データ基盤の重要性については論を俟たないところではあるが、以下のとおり、様々な政策提言がなされている。

第 5 期科学技術基本計画（平成 28 年 1 月 22 日閣議決定）においては、「情報基盤は、科学技術イノベーションの創出に必要不可欠な役割・機能を担っており、研究情報ネットワークの強化や、情報システム資源のクラウド集約化、最新の ICT を導入したセキュリティ機能の強化など、情報基盤の強化と円滑な運用を図る」とされている。また、オープンサイエンスについて、「研究分野によって研究データの保存と共有の方法に違いがあることを認識するとともに、国益等を意識したオープン・アンド・クローズ戦略及び知的財産の実施等に留意することが重要である」ことや、「国は、科学研究活動の効率化と生産性の向上を目指し、オープンサイエンスの推進のルールに基づき、適切な国際連携により、研究成果・データを共有するプラットフォームを構築する」ことが示されている。

統合イノベーション戦略 2019（令和元年 6 月 21 日閣議決定）においては、「技術の社会実装、研究開発力の強化等全てにおいて「データ基盤」が鍵である」としたうえで、「サイバー空間とフィジカル空間の融合を目指す Society 5.0 においては、自動走行や医療分野等の現実社会での良質なデータの重要性がますます高まってきている。一方で、プライバシーやセキュリティ、データの正確性、公正な競争環境に対する懸念も昨年来大幅に増大している。こうした中、我が国には、製造分野、医療分野、研究開発分野等で質の良いデータを生み出す素地が存在している。こうした良質なデータを活用すべく、Society 5.0 を実現するためのアーキテクチャ設計と標準化戦略、研究データ基盤整備、円滑なデータ流通を促進するネットワーク基盤整備の取組を強化することとし、信頼の

おける公正なデータガバナンスと組み合わせることを通じて、世界的にモデルとなるデータ基盤を構築する。」とされている。また、初等中等教育における ICT の活用について、「ICT や EdTech を学習に最大限に活用できるよう、「パソコン 1 人 1 台環境」や SINET 等による「全学校での高速ネットワーク環境」を実現するための年限を含む計画を早急に策定し、着実に実行する。」とされている。

「成長戦略フォローアップ」（令和元年 6 月 21 日）においては、「学術情報ネットワーク（SINET）の機動的な利用環境の構築や高性能計算環境によるデータ科学と計算科学の融合等により、SINET を活用した多様なリアルワールド・リアルタイムデータの収集・解析・提供を図るとともに、これを企業にも開放し、Society 5.0 を先取りする産学共同利用を加速度的に推進する」とされている。また、「初等中等教育における大学等の教育資源の活用や大学等の教育・学術研究における活用等も含めて、希望する全ての自治体や学校が「SINET」を利用できるように準備を進め、2020 年度中に試験的な実施を行う」ことなどが示されている。

「AI 戦略 2019～人・産業・地域・政府全てに AI～」(令和元年 6 月 11 日統合イノベーション戦略推進会議決定)では、研究開発体制の再構築の具体的目標の 1 つとして「世界の研究者から選ばれる、本戦略に即した魅力的な研究開発の制度及びインフラの整備」があげられており、その中で、「超高速研究用ネットワーク（SINET 等）の、国公私大、研究機関、企業、その他 AI 研究開発に携わるあらゆる研究者への実質的開放化と増強」ということが示されている。

日本学術会議においても、提言「オープンサイエンスの深化と推進に向けて」（令和 2 年 5 月 28 日日本学術会議オープンサイエンスの深化と推進に関する検討委員会）が取りまとめられ、研究データのライフサイクルに沿った管理・公開・検索を可能とするデータプラットフォームの構築・普及の必要性等が示されている。あわせて、「このようなプラットフォームでは、公開から非公開までのバランスが取れたデータ共有を支援し、分野間やセクター間など多様なデータの潜在的融合を許容してさらに高い価値を生み出すことを指向すべきである」とされている。

「知識集約型の価値創造に向けた科学技術イノベーション政策の展開—Society5.0 の実現で世界をリードする国へ—（最終取りまとめ）」(令和 2 年 3 月 26 日科学技術・学術審議会 総合政策特別委員会)においては、「知」が圧倒的な競争力の源泉となる時代が到来している中、最先端の科学やアイデア、ビッグデータ等の「知」が流通・循環し、

それに対して活発な投資が行われることにより最大価値化され、新たなイノベーションや高付加価値なビジネスが創出される知識集約型の価値創造システムを世界に先駆けて構築する必要があるとし、「この知識集約型の価値創造システムにおいては、質の高いリアルタイムデータ収集やリアルタイム処理が決定的に重要になることから、良質なリアルデータの効率的・効果的な収集・利活用のためのプラットフォームの構築を進めなければならない」とされている。

また、「大学等とデータプラットフォームや機関リポジトリ、計算資源等をつなぐとともに、膨大なリアルデータをリアルタイムで全国の大学等が共有・解析できる SINET は我が国が持つ大きなアドバンテージであり、研究システムのデジタル転換や知識集約型社会の中核を担う SINET の強化を進めるとともに、我が国における学術情報及び研究データ基盤の構築・運用を担う体制の充実・強化を図ることが必要である」とされている。さらに、「SINET について学術以外の様々なセクターも利用できるようにすることも含めた一層の拡張・整備を行うとともに、大学コミュニティ、地域社会等が一体的に連携する仕組みを構築すること等を通じ、全国的なデータ活用社会創成のための情報基盤プラットフォームの構築を進めることが必要である」、「Society5.0 の実現に向け、データ流通の基盤であるネットワーク、計算資源等の情報基盤を充実・強化することが重要である。そして将来的には、研究インフラを含む産学官の研究拠点と先端的計算資源、多様なデータが、大容量、高速、セキュアな情報ネットワーク（SINET）で接続され、全国規模でシームレスに研究システムが連動する「スマート研究プラットフォーム」として一体的かつ有効に機能するよう、一層の機能・体制の強化を図っていくことが重要である」ことが示されている。

### 3. SINET5の現状について

#### (1) ネットワーク基盤の現状

我が国の学術情報ネットワークの基幹である SINET は、1992 年に運用が開始され、2016 年 4 月からは SINET5 が運用されている。その間、運用母体の国立情報学研究所（NII）を中心として、利用者のニーズも踏まえ策定する整備方針・計画に基づき、充実を図ってきた。

現在の SINET5 は、主として、大型実験施設等の共同利用、各研究分野での連携力強化、世界各国との国際連携、学術情報の発信やビッグデータの共有、大学教育の質的向上、地方大学の知識集約型拠点化等のために活用されている。

日本全国を 100Gbps の高速回線をつなぎ、2020 年 3 月末現在で参加している全国の大学や研究機関等 932 機関の、300 万人以上の研究者及び学生等が日々の教育研究活動

を支えている。2019年12月には、大学・研究機関等が集中する関東エリアと関西エリア間での通信需要の増加に対応するため、東京－大阪間に400Gbps回線を新たに増強した。

国際回線に関しては、運用開始当初は、米国と100Gbps+10Gbps、欧州と直結の20Gbps、アジアと10Gbpsで接続した。その後、2019年3月に、国際共同研究の広がりや大型学術研究の進展に伴い、北米・欧州に関しては、日本－ロサンゼルス－ニューヨーク－アムステルダム－日本と、地球一周するリング状の100Gbps回線にすることで、回線帯域と信頼性を同時に強化した。また、欧州回線を、これまでの日本－米国－(欧州所有の国際回線)－欧州の経路から、ロシア経由の日本－欧州直結経路に切り替えたことで、通信距離が大幅に短縮されている。アジアに関しても、日本－シンガポール間を100Gbpsに増強している。

SINET5の特徴は、ダークファイバと最先端の伝送装置を用いて全都道府県のSINET DC(大学等のSINETへの接続点)間を100Gbpsで接続し、どの地域からでも任意の拠点に対して超高速性と低遅延性を同時に実現している点である。これにより、ユーザーは任意の拠点間で最高の通信性能を享受できる。例えば、HPCIにおいて当時の京拠点－東大間で最大90Gbpsでの高速データバックアップが可能になり、理研拠点間や神岡－東北大間でスループットが大幅向上している。また、SINET DC間で冗長経路を確保して障害時の迂回機能を多段に実装しているため、熊本地震(2016年4月)、北海道豪雨(2016年8月)、西日本豪雨(2018年7月)、北海道胆振東部地震(2018年9月)などにおいても通信断を発生させていないといった、高信頼性も実現している。

また、参加機関がSINET5上で円滑に研究を推進できるよう、ネットワークサービスの機能強化を行っている。共同研究などのために研究グループ毎にセキュアな閉域通信環境を提供する仮想専用網(VPN: Virtual Private Network)は、急速に増え続けており、2020年3月時点で3,000以上となっている。その他、「仮想大学LAN」(SINET上の複数拠点間の通信環境を大学LAN管理者から自由に変更できるサービス)や「L2オンデマンドサービス」(ユーザー自身がオンデマンドでL2VPNを設定できるサービス)を提供している。

さらに、ネットワークの上位レイヤの基盤機能強化も実施している。クラウド基盤機能として、SINETとクラウドDCを直結する枠組みを提供し、加入機関がクラウドとの間を安全なVPNで学内LANと同等の扱いで高性能に接続できるようになった。2020年3月末時点で、接続されたクラウド事業者は29社(34拠点)で、226の加入機関が利用している。また、大学等がクラウドを選択する際の基準や導入・活用に関わる情報を整備・流通・共有する「学術クラウド導入支援サービス」を2016年10月に、クラウドサービスにワンストップでアクセスするためのポータル機能サービス「クラウドゲートウ

エイ」を2017年7月に、研究者がテンプレートを選択・作成することにより、クラウド環境を簡単に構築できる「オンデマンドクラウド構築サービス」を2018年10月に開始するなど、順次機能強化を行っている。

認証基盤機能として、2014年4月より、大学・研究機関とNIIが連携して、組織内外の多様なサービスを一つのIDで安全に提供する学術認証フェデレーション基盤(学認)を提供しているが、2018年4月には、東西のSINET DCに分散設置されたサーバによる提供に切り替え、信頼性を強化した。2020年3月末時点で、大学等の参加機関数は233、サービス提供者数は166である。また、国内外の訪問先で無線LANが自由に使える国際無線LANローミング基盤(eduroam)の運用を2018年度から開始し、現在267機関が利用中である。

2018年12月には、新たなサービス需要やトラフィックの増加を受けて、IoT研究などを支援するための、モバイル機能をSINETに連結させた「広域データ収集基盤」(通称モバイルSINET)の実証実験を開始した。モバイルキャリアの支援のもと、商用モバイル網の中にSINET専用の仮想網を形成し、SINETのL2VPNと連結させることで、実験端末から解析基盤までを閉域のプライベート網に收容できる通信環境を実現した。これまで有線アクセス回線では接続できなかった広範囲のエリアや海上などの遠隔地から、研究データを安全に収集できるため、多様な研究分野(農林水産、自然環境インフラ、医療/ライフサイエンス、社会インフラ、情報インフラなど)に利用が広がっている。また、モバイルSINETによるデータ収集・蓄積・解析に必要な基本ソフトウェアとして、アプリケーション開発支援パッケージ「SINETStream」を2019年12月に提供し、さらに利用を促進している。

## (2) データ基盤の現状

現在、NIIでは、論文、図書・雑誌や博士論文などの学術情報で検索できるデータベース・サービスである「CiNii(サイニイ)」、及び、各機関が自機関で生産された電子的な知的生産物を保存し、原則的に無償で発信するためのインターネット上の保存書庫である機関リポジトリの構築を支援する、共通利用できる共用リポジトリシステムである「JAIRO Cloud」を運用している。CiNiiは、年間約4億ページビューの検索利用されており、機関リポジトリを設置している853機関のうち、約600機関がJAIRO Cloudを利用している。

一方で、近年高まりを見せているオープンサイエンスを促進するという観点からは、公表された研究成果を別の研究者が再現し、それを出発点として発展的な研究を始めることができる状況を更に誘発する環境の整備が重要である。そのためには、計算機システム、ソフトウェア、データ分析プログラムなどの環境を、簡便に再現できることが必

要である。

そのため、NIIでは、研究データ基盤（NII Research Data Cloud）の開発を2017年から進めてきている。これまで文献を対象にしていたCiNii及びJAIRO Cloudを研究データも対象に扱うことができるように、「CiNii Research」及びJAIRO Cloudで利用する次期公開基盤「WEK03」を開発している。また、新たに、①研究プロジェクト単位でファイルなどを管理、②学認と連携し安心して共同研究者とファイルを共有、③機関のストレージを利用して研究証跡を保存・保護、という機能を持つGakuNin RDMを開発し、2020年3月現在、基本機能の実装を完了している。2020年度内に安定性を確保したうえで初期運用を開始することを目指しており、現在それらを結合した基盤として実証実験中である。

新たなサービスとなるGakuNin RDMについては、利用者のユーザビリティ、実利用現場における業務フローとの適合性、及び導入運用における課題項目の抽出などを目的に17機関と実証実験を進めている。その主なものを以下に例示する。

- 小樽商科大学、帯広畜産大学、北見工業大学の北海道連合大学機構三大学連携オープンイノベーションセンターでは、知の源泉である3大学の商学・農学・工学に関する研究データを一元管理し、3大学間ならびに産学官金共同研究を加速することを目的に実証実験に参加している。国の共通ICT基盤（SINET5、GakuNin RDM）を活用し、効果的な3大学共通情報基盤システムの整備を進めている。
- 東京大学定量生命科学研究所では、研究公正管理システムとして、研究公正ワークフローの確立を目指している。東京大学定量生命科学研究所が開発したアルゴリズムをGakuNin RDMに組み込み、不正対策の一環として、受理された論文の最終原稿と図、論文に使用した全ての生データ、論文作成が適切に行われたことの「チェックリスト」、を研究倫理推進室へ提出することを義務付け、提出されたデータは一般への公開を予定（現在は所内宛に公開）している。

また、大学ICT推進協議会（AXIES）では、学術機関がデジタル時代において踏まえるべき研究データ管理の理念や考え方を取りまとめた「学術機関における研究データ管理に関する提言」を公開するなど、大学における研究データ管理の意識を向上させるための取り組みも進んでいる。

#### 4. 海外の学術情報ネットワーク・データ基盤整備の状況

##### (1) ネットワーク基盤に関する海外動向

SINET は海外の研究教育ネットワーク (NREN: National Research and Education Network) と相互接続しており、海外主要国の国内ネットワークは 100Gbps 回線から 400Gbps 以上の回線へ増速する計画をすでに進めている。また、主要な国際接続回線 (アジア-北米、アジア-欧州、欧州-北米、北米-南米、北米-アフリカ、欧州-アフリカ) は 100Gbps 化が完了しているが、国際大型研究プロジェクト (LHC、LSST、SKA 等) の進展により、更に増強される傾向にある。主要な NREN の動向は以下のとおりである。

##### ○ Internet2 network (米国)

Internet2 network は、米国の高等教育機関等のための研究教育用ネットワークである。2011 年から 2013 年にかけて全米を 100Gbps で接続したが、2019 年 11 月のシカゴ-デンバー間での 400Gbps 伝送成功を弾みに、現在、全米を 400Gbps (メトロエリアは 800Gbps) で整備すべく、次世代インフラ (NGI: Next Generation Infrastructure) を構築中である。国際回線に関しては、基本的に他組織と連携して NSF ファンドにより敷設している。

##### ○ GÉANT (欧州)

GÉANT は、欧州の 40 か国の NREN をつなぐバックボーンであり、現在は、拠点間を 100Gbps ベースで接続している。2025 年には主要国間に 400Gbps~2Tbps の回線帯域が必要であるため、現在新ネットワークを構築中であり、新規格の伝送装置を用いて 400Gbps 光伝送技術と 400GbE を導入する予定である。国際回線にも積極的であり、欧州-アジア回線や欧州-米国回線で日本と連携している。

##### ○ AARNet (オーストラリア)

AARNet は、オーストラリアの NREN である。主要拠点間を 100Gbps ベースで構築しており、次世代を見据えて、2019 年 3 月に 400Gbps~600Gbps の光伝送実験を行っている。国際回線にも積極的であり、米国西海岸へ 245Gbps、グアムへ 100Gbps、シンガポールへ 100Gbps で接続している。SKA への対応をにらみ、シンガポール回線は 1Tbps まで拡張可能な契約となっている。欧州-アジア回線で日本と連携している。

##### (2) データ基盤に関する海外動向

データ基盤の海外動向としては、欧米を中心に、2010 年頃からデータ駆動型研究を組織として支援するための環境整備や教育プログラムの構築が進められている。近年では欧州やオーストラリアで、NREN が提供してきた既存のサービスを軸に、各研究分野におけるサービスを連携させ、オープンサイエンスプラットフォームを形成しようとする

る動きがある。

欧州では、域内の研究データを適切に管理・共有するための研究データ基盤として European Open Science Cloud (EOSC) の構築が進められている。EOSC のフレームワークとしては、ネットワーク基盤 (GÉANT) 上に、HPC (High Performance Computing、高性能計算) やクラウド基盤 (EGI、PRACE)、認証基盤 (AARC)、データ管理・共有のための共通基盤 (EUDAT) を配備し、各研究分野におけるサービスを連携させようとするものである。これらの基盤を活用する上位サービスとして、ポータルサイト (EOSC-hub) と統合検索サービス (OpenAIRE) を有している。

オーストラリアは、研究公正の一環として国内の組織的な研究データ管理の整備を促進している。オーストラリア研究カOUNCIL (Australian Research Council; 以下 ARC)、Universities Australia (UA)、国立健康医学研究カOUNCIL (National Health and Medical Research Council; NHMRC) は、責任ある研究行動 (Responsible Conduct of Research) のガイドラインとして「責任ある研究行動のためのオーストラリア・コード」 (Australian Code for the Responsible Conduct of Research; 以下、オーストラリア・コード) を 2007 年に策定し、2018 年には最新の動向を踏まえた内容に更新している。このガイドラインをもとに、オーストラリア研究公正委員会 (Australian Research Integrity Committee) が NHMRC または ARC の助成を受けた研究に対してチェックを行う仕組みとなっている。そのため、オーストラリアの大学は、このガイドラインに沿った取り組みをしなくてはならない状況にある。

こうした背景に基づき、オーストラリアの学術研究機関は組織として研究データ管理を推進していくための基盤開発が進めている。開発されている基盤は、例えば研究データ管理計画 (Data Management Plan: DMP) に関する機能開発においても、文書として DMP を提出するよりも、実際に計画通りに研究データ管理を実現する体制づくりや利活用を促進することが科学技術政策上重視されている。そうした理念に基づき、研究データ管理システムを構築し、研究者の活動を組織として支援することが、基盤開発にも強く現れている。DMP の支援ツールに関しても、研究内容に適したストレージや外部連携サービスを提供する機能や、研究の進捗に合わせて DMP の内容を随時充実化するという、研究者にとって必要とされる以下の機能開発が進められている。

- (1) 研究公正： 研究不正の疑いが生じたときに時系列的な研究データ管理状況が確認できる機能など。
- (2) 研究促進： オープンサイエンスの推進や研究公正の視点からデータ公開のリポジトリシステムと連携する機能に加え、データ解析に必要な計算機資源や多様な研究データサービスとの連携機能。
- (3) コンプライアンス対応： 研究公正を説明する責任を果たすために DMP を作成す

るための機能の提供や、データの機密性に応じて適切なストレージを提供する機能など。

- (4) 研究支援・組織経営： 学術研究機関における Institutional Research や共同研究を推進するための情報源として活用する機能に加え、ストレージのコスト計算や研究成果情報の集約を支援する機能など。

このように、研究データのライフサイクルを支援する研究データ基盤の開発という観点から一歩踏み込み、大学や研究機関で必要とされる研究データ管理システムとしての高度な機能提供に取り組んでいる。

## 5. 利用者等からの要望

SINET5 に対しては、大学・研究機関の利用者等から要望が以下のようにあがっており、これらも元に次世代学術情報ネットワーク・データ基盤の整備の方向性を検討する必要がある。

- ・ 我が国の大学・研究機関等が実施している主な大型研究におけるネットワークの需要を調査したところ、以下のとおりとなっている。

### ① Belle II 実験（高エネルギー加速器研究機構）

2019年3月から Super（スーパー）KEKB を再始動させ、Belle II 実験の「フェイズ3」がスタートした。2020年からアメリカ、イタリア、ドイツ、フランス、カナダの5か国に生データの配信を開始する計画である。2020年のデータ転送量は6.8Gbps、2022年は24Gbps、2027年は40Gbpsと予測している。

### ② LHC-ATLAS 実験（東京大学素粒子物理国際研究センター）

LHC-ATLAS 実験は、スイス・ジュネーブにある国際共同研究所 CERN（欧州原子核研究機構）にある LHC（大型ハドロン衝突型加速器）を用いて行われている。LHC は2019年から2年間の停止期間に入っており、この間に加速器の衝突頻度を2倍に上げる改良を重ね、2021年春から3年間実験を行う。2021年からの実験期間中に必要帯域は80Gbps程度と予測している。さらに2~3年間の停止期間に大規模な加速器の改良を実施し、2026年頃から衝突頻度を現在の5倍以上に上げて実験を行う計画である。この際、データ量は5~10倍になる可能性があり、800Gbps~1Tbps程度必要となると予測している。ここで、加速器が停止中の期間において、各国のストレージからデータを転送して計算が行われるため、停止前と同等の回線帯域が必要である。

### ③ 光結合 VLBI（国立天文台）

光結合 VLBI は国内3か所の電波望遠鏡を結び、データ転送を行っている。現状のデータ転送による利用帯域は3Gbps程度である。なお、南アフリカとオーストラ

リアに電波望遠鏡を建設し、2026年から観測を開始するSKA計画がスタートした際は、10Gbps程度を定常的に利用すると予測している。

④ 測地VLBI（国土地理院）

測地VLBIの取り組みとして、国際VLBI事業公認の相関局として相関処理を行い、解析センターとして地球自転速度の変化を算出している。現在の利用帯域は1Gbps程度であるが、将来VLBI2010（VGOS）の整備が予定されており、整備時期は調整中であるが、本格化した場合は40Gbps程度の利用帯域が必要となると予測している。

⑤ LHD実験（核融合科学研究所）

2016年から9年計画で第2期のLHD実験がスタートした。ITER-BA六カ所村サイト、日本原子力開発機構那珂サイト、九州大学、広島大学、大阪大学、京都大学、京都工芸繊維大学、名古屋大学、東京工業大学、東京大学、筑波大学、東北大学他多数の国内の大学のほか、アメリカ、ヨーロッパ、中国、ロシア等海外の核融合研究機関とデータ転送を行っている。現在は、10Gbps～20Gbpsの帯域を使用している。将来的には30Gbps程度で使用する予定である。

⑥ ITER-BA（量子科学技術研究開発機構）

ITER（国際熱核融合実験炉）計画は、2025年の運転開始を目指し、日本・欧州連合（EU）・ロシア・米国・韓国・中国・インドの7か国により進められている。2025年には、ITER（フランス）から出力されるデータを六ヶ所に転送して解析を開始する予定で、10～500Gbpsの回線帯域を必要とするデータが出力されると予測している。そのため国際回線の充実のみならず、国内回線の充実を求められている。

また、ITERを補完するJT-60SA計画は日本と欧州の共同プロジェクトであり、2020年4月からフェイズ2が開始され、2023年ごろから本格稼働を予定している。本格稼働後は10～50Gbpsの回線帯域を必要とするデータが出力されると予測している。いずれの計画においてもアクセス回線の増強は必須であり、アクセス回線の増強（100Gbps～）を計画している。

⑦ SPring-8/SACLA（理化学研究所）

現在、SPring-8（大型放射光施設）においては1Gbps程度、SACLA（X線自由電子レーザー施設）においては6Gbps程度のデータ転送が行われている。また、SPring-8次期計画（SPring-8Ⅱ）においては、40Gbpsの帯域を使用することが予想されているため、アクセス回線の増強を検討している。その他、検出器から大量に発生するデータを保管するため、富岳と連携したデータインフラを構築する計画があり、SPring-8と富岳の間に定常的な通信が発生することが予想される。

⑧ 富岳/HPCI（理化学研究所）

富岳は2021年度本格稼働開始予定であり、2021年10月頃からデータ転送量が増加する見込みである。このため、2022年度の次期SINETにおいては、400Gbpsで

接続する計画である。

⑨ 地球シミュレータ（海洋研究開発機構）

2021年3月まで稼働する地球シミュレータ（第3世代）においては、20Gbps程度の利用が行われている。一方、2021年3月から稼働開始する地球シミュレータ（第4世代）では、ストレージを富岳と連携する予定であり、2021年春頃からはネットワークの使用帯域の増加が見込まれている。

また、むつ研究所など、現在のSINET DC（青森市）から遠いところにある拠点については、必要なアクセス回線速度が得られていないため、現在より近い地域にDCの設置を希望している。

⑩ 日本 DNA データバンク（DDBJ）（国立遺伝学研究所）

三大国際 DNA データバンクのひとつである DDBJ では、現状、アクセス回線の帯域の都合で、米国からデータ転送の際、約 5PB のデータを 2～3 か月かけて転送している。また、国内では 11PB のデータ転送の際、ネットワークを介さずに郵送等に対応している。次期 SINET が開始する 2022 年度にはストレージを増強予定であり、その際、アクセス回線を 100Gbps に増速予定である。

- ・ SINET 全体のトラフィック量をみても、SINET5 の期間（2016～2019 年度）の平均増加率は約 1.4 倍／年、過去 10 年間（2010～2019 年度）では 1.35 倍／年となっており、次期ネットワーク基盤では、最低でも 1.35 倍／年のトラフィック量の増加を見込んだ回線帯域の増強が必要である。
- ・ 国際回線においても、米国回線、欧州回線ともにトラフィック量は増加している。2022 年ごろからは Belle II 実験が本格稼働予定であり、2025～2026 年には LHC や ITER などトラフィック量が大幅に増加すると予想されている。国際回線は、海外の研究教育ネットワークと歩調を合わせて増強する必要があり、特に、海外の実験施設の日本からの利用や日本の実験施設の海外からの利用、日本と海外の実験施設の連携などのスケジュールを考慮した高速化が重要である。
- ・ 大型実験装置を有する機関は遠隔にある場合が多いこと、SINET DC が各都道府県に 1 個では、大きな面積を有し大学等が分散している地方自治体にとっては不公平であることから、大学・研究機関～SINET DC 間のアクセス環境の改善が望まれている。
- ・ 新型コロナウイルス感染拡大が進む中、堅牢な遠隔授業 IT 基盤に対する要望が高まっている。現在はクラウド型の遠隔会議サービスが主流であり、殆どのサーバが海外にあるため、SINET 側で通信帯域を十分に確保できる最適な接続形態が求められている。
- ・ 遠隔地、広範囲エリア、移動体などからセキュアにデータを収集できる通信環境の継続に対する要望は多い。特に、ローカル 5G は、大学と NII が連携してアカデミア独自の超高速モバイル環境を構築できることから、実用化が始まった 5G 技術の取り

込みに一層の期待が寄せられている。

- ・ セキュリティ強化のために、前述の VPN 機能の高度化や認証機能の強化のほか、エリアごとにトラフィックをミラー、迂回する機能が求められている。
- ・ 現在のコロナの状況において、在宅勤務等における認証をベースとしたセキュリティが非常に重要である。
- ・ データが実験機器から上がってくるといえるときに、実験機器から取得されるデータが、例えば研究データ基盤やクラウドのストレージに自動的にアップロードされる仕組みが非常に重要である。
- ・ 研究者の日常の研究活動にこのデータ基盤のサイクルが広く浸透していき、自然に新しい知の発見や新しい連携が起きるようになる仕組みが必要である。その際、研究者にそれまでのやり方を変えさせるのではなく、自然に研究データ基盤が利用されることが重要である。
- ・ 研究者による研究データの管理と公開を促進していくためには、それを支援する人材の育成及び作業基盤も同時に整備していく必要がある。特に、オープンサイエンスを推進する支援業務の中で、最も核となるのがデータキュレーションである。データ公開のキュレーションを担当する人材のキャリアパスや具体的な人材像を検討するとともに、一機関でカバーしきれない多様な専門分野のデータキュレーションを複数機関間で相互に支援しながら実施するような人的ネットワークを構築することが望まれる。
- ・ そのほか、災害発生時等における研究データのバックアップが SINET を使って有効に行えるしくみ、次世代学術情報ネットワーク・データ基盤を使いこなすためのコンサルテーションサービス、NREN 間で共有されている運用状況に関する情報の共有・可視化のしくみ、大学・研究機関における研究評価等と研究データ基盤をつなげるための API 連携などについても求める声がある。

## 6. 新型コロナウイルスの影響からの新たな必要性

*第3回作業部会におけるNIIのプレゼン及び委員からの意見等を踏まえて追記。*

## 7. 今後の次世代学術情報ネットワーク・データ基盤整備の方向性について

現在運用されている SINET5 は 2022 年 3 月にサービスを終了し、同年 4 月から次世代学術情報ネットワーク・データ基盤の運用開始の予定である。前述のとおり、過去 10 年間の SINET 全体におけるトラフィック量が平均 1.35 倍/年で増加していること、海外

の主な NREN においても国内ネットワークを 400Gbps 回線に増強する方向で検討されていること、加えて欧州やオーストラリアではネットワーク基盤上に、研究データを適切に管理・共有するための研究データ基盤の構築が進んでいること等の状況を考慮すると、我が国の次世代学術情報ネットワーク・データ基盤として、400Gbps 光伝送技術と 5G モバイル技術が融合した革新的な「ネットワーク基盤」によって国内外の広大なエリアから研究データを収集し、国際標準に準拠し研究分野特有の機能を柔軟に付加できる「研究データ基盤」によって幅広い研究分野において研究データの蓄積から再利用までの研究プロセス全体を支援し、かつ、高度なセキュリティ技術で研究データを保護することで、オープンとクローズドな空間を研究者の意思で戦略的に活用しながら、国際共同研究や分野横断的な研究を容易にする最先端の研究環境「次世代学術研究プラットフォーム」を、世界に先駆けて実現することが重要である。ネットワーク基盤とデータ基盤を融合し、一体的に運用するためには、多要素認証をはじめとする学術認証機能、オンデマンドでマルチサイトのクラウド等を連結させるシームレスクラウド機能、超コールドから超セキュアストレージまでのストレージ選択機能などを装備することが求められる。

あわせて、以下の点を考慮して、今後の次世代学術情報ネットワーク・データ基盤を整備する必要がある。

#### ○ネットワーク基盤

- ・ネットワークアーキテクチャー： 通信性能と安定性に優れた SINET5 のアーキテクチャー（メッシュ構成）を踏襲するとともに、産業界等との連携の拡大を見据えて、複数の論理ネットワーク面をあらかじめ用意することが望まれる。
- ・国内回線帯域の増強： 100Gbps を超える伝送速度を実現する伝送装置は、デジタル信号処理に特化したマイクロプロセッサである DSP チップで光信号速度を調整することが可能であることから、400Gbps 回線も 200Gbps 回線も同一の DSP チップで実現可能であり、コストは同じである。回路構成を SINET5 と同一のメッシュ構成とする場合、災害等によるファイバ断が発生した場合の迂回経路の確保や、各 DC の機器を統一することによる保守の容易性や調達コストの低減を考えると全国一律で 400Gbps の回線を整備することが適切である。なお、長距離海底ケーブルを使用する沖縄県については、技術的な課題があり 100Gbps を超える回線を敷設できないことから、冗長構成を取った 100Gbps × 2 回線で接続することが妥当である。
- ・国際回線帯域の増強： 米国及び欧州回線は、長距離海底ケーブルにおける技術的課題により 100Gbps を超える回線を敷設できない一方、現在のトラフィックの伸びを考慮すれば、100Gbps 回線を複数接続することで、200Gbps 以上へ増強する

ことが不可欠である。アジア回線については、オーストラリアへの接続性を考慮した増強が必要である。また、南米やアフリカへの接続性を考慮した増強を行うことが望ましい。所要帯域、適切な接続点、信頼性、価格低減傾向等を十分に考慮しつつ、研究動向を踏まえて増強のタイミングを検討する必要がある。

- ・ 拡張 DC の設置によるアクセス環境の改善： 特に現在の SINET-DC から遠隔地にある加入機関からの要望が多くあり、予算の状況を勘案しつつ、できるだけ多くの場所に拡張 DC を設置に向け検討を進める必要がある。
- ・ モバイル基盤の 5G 対応： 総務省におけるモバイルキャリア網を介さないローカル 5G の検討状況を踏まえつつ、大学等と連携し、導入の検討を進める必要がある。
- ・ エッジ機能によるサービスの高度化： ルータを用いた VPN 機能等の高度化を図るとともに、ネットワークと外部の境界に位置するエッジにネットワーク仮想化 (NFV: Network Functions Virtualization) 機能を実装する。あわせて、利用者に対するサポートや情報提供を含めて、より細やかなサービスを展開することが望まれる。
- ・ 学術認証・クラウド活用基盤： 研究者間または組織間でデータ利活用を安全かつスピード感を持って進めるうえで認証基盤・クラウド基盤は必須の機能であることから、参加機関数を拡大するとともに、他の認証基盤との連携機能、ならびにクラウド活用基盤を強化し、学術コミュニティ、産学、国際的なデータ利活用の拡大・促進を実現することが必要である。特に、産業界からの要求が多い機微情報を含むデータの利活用を支援するため、認証基盤では、多要素認証をはじめとする高度な認証方式の実現が求められ、クラウド活用基盤では、スピード感のある研究データ利活用の実現のため、研究データの収集・蓄積、管理、解析を一体的 (シームレス) に実現するための基盤の構築が求められる。
- ・ 初等中等からの接続： 一部の教育委員会などから SINET への接続要望があり、また、文科省から「GIGA スクール構想」などで SINET に一定の役割が求められている。

#### ○データ基盤

研究データのライフサイクルに沿って、管理・公開・検索基盤が研究活動を支援するサービスの提供が重要である。例えば、

- ・ 研究不正の疑いが生じた時に時系列的な研究データの管理状況が確認できる機能等
- ・ オープンサイエンスの推進や研究公正の観点から、研究データ公開のリポジトリシステムと連携する機能に加え、データ解析に必要な計算機資源や多様な研究

#### データサービスとの連携機能

- ・ 研究公正を説明する責任を果たす観点から、DMP の作成機能やデータの機密性に応じた適切なストレージ提供機能等
- ・ 個々の研究者の支援だけでなく、研究者間の関係性構築や大学・研究機関の効果的な運営にも生かされる機能として、学術研究機関における Institutional Research や共同研究を推進するための情報源として活用する機能、ストレージのコスト計算や研究成果情報の集約を支援する機能等の実装が求められる。

## 8. まとめ

社会のボーダーレス化や国際化が進展する中で、我が国の大学・研究機関が国際競争力を保ち、優れた教育研究活動を展開していくためには、セキュアで高度な教育研究環境の持続的な確保につながる学術情報基盤の整備が不可欠である。

2022 年 4 月から運用予定が見込まれる次世代学術情報ネットワーク・研究データ基盤において、大幅な増加が見込まれる情報流通ニーズに応える帯域の確保が求められる。その上で、研究者間及び組織間の研究データの利活用に欠かせない認証やクラウド活用基盤を強化するとともに、世界標準のデータ基盤を整備し、ネットワーク基盤と研究データ基盤を融合させた次世代学術研究プラットフォームとして運用することが重要である。研究データの蓄積から利活用までをセキュアかつ効率的に実現し、世界トップレベルのデータ駆動型研究を推進する基盤を構築する必要がある。国には、この次世代学術情報ネットワーク・研究データ基盤の構築に向けた整備を着実に支援することが求められる。

この次世代学術情報ネットワーク・研究データ基盤をインフラとして、知識集約型社会の中で「知」が循環し、研究成果を社会実装に結びつけるイノベーションエコシステムを確立することが期待される。

さらに、NII と大学・研究機関がより強化な協力関係を構築したうえで、目まぐるしく進展していく情報通信技術の動向や諸外国の状況を常に注視しつつ、世界に伍す教育研究を支える学術情報基盤の整備及びそれを支える人材の育成に向けて、不断に努力していくことが求められる。