

(案)

提言

我が国の学術情報基盤の在り方について

—SINETの持続的整備に向けて—



平成26年（2014年）〇月〇日

日本学術会議

情報学委員会

この提言は、日本学術会議情報学委員会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議情報学委員会

委員長	西尾 章治郎	(第三部会員)	大阪大学大学院情報科学研究科教授
副委員長	喜連川 優	(第三部会員)	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所長、東京大学生産技術研究所教授
幹事	石田 亨	(第三部会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
幹事	尾家 祐二	(第三部会員)	九州工業大学理事・副学長
	金出 武雄	(第三部会員)	カーネギーメロン大学ワイタカー記念全学教授
	北川 源四郎	(第三部会員)	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構長
	坂村 健	(第三部会員)	東京大学大学院情報学環・学際情報学府教授
	武市 正人	(第三部会員)	独立行政法人大学評価・学位授与機構研究開発部長・教授
	土井 美和子	(第三部会員)	株式会社東芝研究開発センター首席技監
	萩谷 昌己	(第三部会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
	安浦 寛人	(第三部会員)	九州大学理事・副学長
	米澤 明憲	(第三部会員)	独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構副機構長

本提言の作成に当たっては、以下の職員が事務を担当した。

盛田 謙二	参事官(審議第二担当)
齋田 豊	参事官(審議第二担当)付参事官補佐
沖山 清観	参事官(審議第二担当)付審議専門職

要 旨

1 我が国の学術情報基盤の危機的状況

今日あらゆる学問においてネットワークは広く利用されておりその重要性は言を俟たない。諸外国では、IT の急速な進歩に追従しながら超高速学術ネットワークの整備が進んでいる。我が国では、学術情報基盤 SINET が、学術の動脈として全国およそ 800 の大学や研究機関、更に海外の研究機関を接続し、20 年以上にわたって研究教育を支えてきた。しかし現在、諸外国に比べると SINET のネットワークは劣悪化していると言わざるを得ない。例えば、米国では、1 回線あたり 100Gbps の速度で通信可能な 100Gbps 技術を用いた国内回線の整備が 2011 年から進められている。また、米国・欧州間で 100Gbps 技術を用いた国際回線の利用も 2013 年から開始されている。一方、SINET の国内回線は、欧米の半分以下の 40Gbps 技術を用いて運用されており、国際回線に至っては 10 分の 1 にあたる 10Gbps でしかない。今後、新たな大規模研究施設の利用、クラウドやビッグデータの活用、更にはオンライン教育の進展により、ネットワーク上の通信量が著しく増加することが予想される中で、このままでは、我が国の研究教育が国際競争力を失い、様々な学術分野で支障を来すことは明白である。

研究教育を支える情報基盤には、高速ネットワーク回線だけでなく、ネットワーク上で利用される様々な情報サービスを高度化し、先端的な研究教育環境を実現することも求められる。近年、大学や研究機関ではクラウドやビッグデータの利活用への期待が高まり、ネットワークの重要性がこれまでになく高まっている。これら新しい情報サービスを利用するための利用者認証やセキュリティの確保も重要な課題である。また、大学や研究機関が様々なメディアの情報資源の公開や共有を拡大しているとともに、オンライン教育の新たな動きである MOOCs が米国を中心として急速に進展している。

諸外国では既にこのような情報サービスの高度化に対応する取組みが進んでいる一方で、我が国の取組みは大きく遅れている。例えば、欧米では全国の大学や研究機関が商用クラウドサービスを共同利用することでクラウドの利活用が急速に進んでいる他、大学や研究機関のセキュリティ対応能力を全国規模で底上げするための取組みが実施されている。しかし我が国では、クラウドの利活用については、その必要性がようやく認識され、ごく一部の大学や研究機関で利用が始まったところである。また、セキュリティについては、個々の大学や研究機関が独自に対策を執る以外の方法がなく、各機関は大きな不安を抱えている。このままでは、欧米と我が国の研究教育環境の差は広がる一方であり、日本国内では先端的な研究教育が遂行困難になるだけでなく、国際研究コミュニティから孤立し、優秀な研究者や学生が海外に流出する事態を招くこととなる。

SINET の運用経費は、現在、運営費交付金の特別経費の中で毎年の概算要求を経て確保されている。しかし、この経費措置の方法は、安定的な経費確保を前提とした中長期的な戦略による整備を困難としており、更には最近 2 年間の大幅な予算削減により、SINET が欧米に比して著しく見劣りする状況に至っている。現在の経費措置の方法では、急速な

IT の進歩に対応しながら中長期的な戦略を持って整備を進めることができないのは明白である。このままでは、我が国の研究教育の国際競争力の維持や先端的な研究教育環境の実現は言うに及ばず、研究教育のための最低限のインフラ機能の維持さえも困難となる。

2 学術情報基盤整備の方策

我が国の学術情報基盤を諸外国並みに引き上げ、我が国の研究教育の国際競争力を維持するためには、SINET の国内及び国際回線の増強が不可欠である。具体的には、100Gbps 技術を用いた国内回線及び国際回線の整備を進め、世界に伍する高速性を実現すべきである。更に、国内回線については、400Gbps 技術や 1Tbps 技術等の最新技術を世界に先駆けて開発および導入することにより、世界最高性能を誇るネットワーク環境を実現し、研究教育の国際競争力の向上や様々な最先端研究の加速を図るべきである。

我が国に先端的な研究教育環境を実現し、先端研究を遂行するとともに優れた人材を育成するためには、SINET 上で展開されるサービスの高度化にも取り組むべきである。具体的には第 1 に、クラウド基盤の整備とその利活用を促進する取り組みを進め、最先端の IT を活用した研究教育環境を実現すべきである。第 2 に、クラウド基盤を安全かつ便利に利用するためのセキュリティ及び利用者認証基盤の強化を進めるべきである。第三に、これらの研究教育環境を活用して学術情報の公開と共有を促進する取り組みを併せて進めるべきである。

上の方策の実現には、安定的な経費確保を前提とした中長期的な戦略による SINET の整備が不可欠である。このためには、国が責任を持って予算確保をし、持続的に SINET を整備すべきである。学術における国際的優位性を達成するためにも、学術の動脈としての SINET の強化が必須であり、世界に冠たる研究教育環境なくして、国際的成果は生まれようがないことは明白である。

3 提言の内容

(1) 学術情報基盤の持続的な運営経費の確保

学術情報基盤は、大学等の行う研究教育及びその支援業務すべてに関わり、あらゆる学問分野に必須なものとして特別な重要性を有し、他に代替するものがない。この観点から、SINET は、我が国の学術研究および高等教育における多様なニーズに応え得る唯一の情報基盤として、国が責任を持って持続的かつ機動的に整備すべきである。特に緊急性のある課題として、運営経費については、中期的な計画に基づく持続的な整備を実施できるような予算措置に改めるべきである。

(2) 世界最高水準の国内ネットワークの実現

高度化・高性能化する大型実験装置やスーパーコンピュータに対応するために、次期 SINET の整備では我が国の学術を支えるために必要なレベルの超高速ネットワークの実現に取り組むべきである。

(3) 国際ネットワークの強化

国際共同研究プロジェクトにおける我が国の優位性を確保し、増大する通信需要に対応するために、次期 SINET の整備では、従来からある米国及びアジア向け回線の強化のみならず、新たに欧州と接続する高速国際回線の整備を行うべきである。

(4) クラウド基盤の整備

喫緊の課題であるクラウド利用環境の提供を目的として、次期 SINET では、超高速ネットワークの特徴を最大限に活かしたクラウド基盤の整備をその利活用も含めて実施することが必須である。

(5) セキュリティ機能の確保

クラウド基盤の整備に併せて、SINET の上でクラウドを安全かつ便利に利用するためのセキュリティ及び利用者認証の強化が不可欠である。

(6) 学術情報の活用基盤の高度化

従来から大学等で整備している学術情報は、今後急激に増大し多様化する。SINET 整備のなかで、このような学術情報の検索・活用基盤を高度な IT の研究開発と連動して構築することが不可欠である。

目 次

1	提言の背景.....	1
2	学術情報基盤の整備の現況.....	3
	(1) ネットワーク基盤の整備.....	3
	(2) 学術情報基盤で展開される様々な情報サービス.....	5
3	諸外国における整備状況.....	8
	(1) 各国の学術ネットワークの整備状況.....	8
	(2) 国際ネットワークの整備状況.....	9
	(3) 日本と海外のネットワーク整備の比較.....	9
	(4) 学術ネットワークで展開される情報サービス.....	10
4	今後の学術情報基盤整備の必要性.....	13
	(1) 国内ネットワークの強化.....	13
	(2) 国際ネットワークの強化.....	14
	(3) クラウドの利活用の促進.....	14
	(4) セキュリティの強化.....	15
	(5) 利用者認証連携の促進.....	15
	(6) 学術情報の公開と共有の拡充.....	16
5	提言.....	17
	<参考文献>.....	19
	<参考資料1>情報学委員会審議経過<参考文献>.....	21

1 提言の背景

あらゆる社会的活動は情報基盤の恩恵を受けており、特に学術活動などの創造的活動にとって先端的な情報基盤が必須であることは言を俟たない。我が国のみならず欧米諸国でも、学術研究のためのネットワーク（以下、「学術ネットワーク」という）は学術政策の中核と認識され、急速に発展する情報技術を積極的に取り入れつつ社会の変容にも対応しながら、大学や研究機関等（以下、「大学等」という）を結ぶ先端的情報基盤として、その整備が進められてきた。特に近年では、単に高速ネットワーク回線の配備に止まらず、その上で実現される様々な情報サービスや機能も含めた総合的な情報基盤として計画され、提供されるに至っている。このようなサービスや機能は、すべての分野の学術活動に関連するものであり、大規模データの蓄積と処理、高速計算機の共同利用、電子化された情報の利用と共有、安全やセキュリティに関するサービスなどが挙げられる。

このような潮流の中で、我が国でも大学等における情報基盤の重要性を認識し、文部科学省のもとで大学共同利用機関である国立情報学研究所（及びその前身である学術情報センター）により、学術情報基盤 SINET (Science Information NETwork) が 1992 年から整備・運用されてきた。

当初は大学間を接続するインターネットバックボーンとして SINET の運用が始まり、その後参加機関が増えるとともに、サービス機能をも拡げてきた。現在では、天文、宇宙、核融合、高エネルギー物理学、生命科学、計算機科学、地震学など様々な先端的研究分野において、SINET は、実験設備、計算資源、学術データなどを学術コミュニティ全体の共有財産として利用可能とするだけでなく、すべての学術分野の研究活動を支える役割を担っている。また、東日本大震災においても SINET は瞬時も停止せず、すべての地域で研究活動を支えた実績があることから、SINET の安定性は大学等から高く信頼されている。

また、SINET は欧米・アジアと接続する高速国際回線を保有し、海外の学術ネットワークと連携して運用されている。この結果、我が国と海外の先端の実験設備との間で必要な接続環境を実現するなど、国際共同プロジェクトの基盤となっている。

SINET では、他の学術ネットワークと同様、ネットワークにより接続されたコンピュータ上に作られた仮想的なサイバー空間の中で学術研究を行うための様々なサービスが提供されている。例えば、複数の大学等による共同研究のための安全で高性能な仮想ネットワーク環境の提供や、大学間の単位互換制度を支える遠隔講義の実現など、SINET は全国の大学等の研究教育連携のための重要な基盤として利用されている。また、進展が著しいクラウド¹を大学等が安全かつ高速に利用するための基盤としても、SINET は利用されている。今後、クラウドの利活用が進むことにより、従来は学内での転送に閉じていた大量の研究教育データが、大学等とデータセンター間で転送されることになり、その間を接続する SINET の重要性はますます高くなる。このことは、ビッグデータの利活用についても

¹ データセンターで運用されるコンピュータやソフトウェアなどの資源を利用者が必要な時に必要な量だけネットワークを経由して利用する仕組み。利用者は利用した資源量に応じて費用を支払う。

同様である。このような研究教育連携やクラウド利活用の進展に伴って、これらのサービスを安全かつ便利に利用するための利用者認証やセキュリティの確保も重要な課題である。更に現在、大学等で生み出された情報資源を広く公開するために機関リポジトリの設置が進んでいるが、これまでの論文を中心とするだけでなく、教材や研究データなど多種多様なメディアの公開の場として期待が高まっている。加えて、オンライン教育の新しい動きである MOOCs (Massive Open Online Courses) が急速に立ち上がり米国の主要大学が教育への IT 利用を本格化しつつある中で、我が国でもこのような新しい潮流が進むことが期待される。これらを SINET 上で活用できるようにすることも重要な課題である。

情報基盤については、各機関が独自に整備するよりも、共通するニーズを持つ機関が相互に協力して、先進的な機能を持つシステムを共同して導入することにより大幅な効率化が達成できる。更に、特定研究分野のみで計画するよりも、多様なニーズを統合して、総合的かつ一元的に計画することにより、一層の効率化と需要への柔軟な対応が達成できる。すなわち、大学等の情報基盤は全学術分野の需要を勘案しつつ、学術機関の連携を基本として構築することにより著しい合理化が達成可能となる。

我が国において、学術情報基盤 SINET は上に述べたような共通認識のもとで、先進諸国に劣らないレベルを目指して整備されてきた。2015 年度までは現行の SINET4 を運用し、2016 年度から 6 年にわたって運用するものとして次期 SINET の設計が進められているところである。現在、SINET の経費は、国立情報学研究所の行う一事業という位置づけで文部科学省の国立大学運営費交付金の特別経費として措置されており、毎年の概算要求の結果によりその翌年度の経費の額が定まる。ここ 2 年ほどは予算が削減されたために運用に大きな支障が生じるに至っている。また、経費措置の仕組みによる制約のために、国としての中長期ビジョンに基づく学術情報基盤構築が極めて困難な状況に陥っている。すなわち、大学等の需要を予測しつつ 2 年以上前から計画を立案するが、実際には、運用開始年度以降の予算が不明なまま調達を進めることを強いられる。そのため、予算減を想定し、規模や経費を抑えた調達にならざるを得ず、状況の変化に機敏に対応するような戦略的立案が困難となっている。

2016 年から運用が始まる次期 SINET では、国内外ネットワークのこれまでにないレベルの高速化及び様々なサービスの高度化が求められる。その整備は、急速な IT の進歩に機敏に対応し、かつ長期的な戦略を持って進めることが必須である。これまでの経費措置のままでは、高度な学術情報基盤の整備を実現することが不可能であることは明白であり、我が国の学術が必要とする最低限の能力や機能を具備することすらできない。我が国の情報基盤が欧米に比して大きく見劣りをする状況になれば、確実に学問全体に対し甚大な損失を与える。そこで、我が国の学術の持続的発展の基礎を維持するための方策を本提言で提案する。

2 学術情報基盤の整備の現況

まず我が国の学術情報基盤 SINET の現況をまとめる。国内ネットワークは他の先進国の水準より大きく劣っている。国際ネットワークは国際共同研究の高まりにより通信帯域が逼迫している。また、その上で展開されている新しい動きとともに課題についてまとめる。

(1) ネットワーク基盤の整備

SINET では、学術研究や高等教育からの多様なニーズに対応することを目的として、高速化、高信頼化、サービスの高度化に重点をおき、ネットワークの整備が行われてきた。特に 2011 年 4 月運用開始した現行の SINET4 の整備状況は以下の通りである。

高速性は学術ネットワークで最も重要な特性である。高速の通信環境により、大容量の研究データが短時間で送受信でき、リアルタイムでのデータ解析や研究サイクルの短縮などが実現される。特に、国内の大型研究施設（SPring-8、J-PARC、SACLA、京コンピュータ/HPCI、LHD、KEKB/Super KEBK など）や海外の研究施設（LHC、ALMA、ITER、eVLBI など）への接続に対しては高速性が強く求められる。SINET4 では、2008 年度末の設計開始時点の通信量とその増加率を基に、上記のような最先端の研究を支えるだけの十分な回線速度が提供できるように設計された[1]。しかし、不安定な経費措置が続くことが予想されたことから、ネットワーク更改によるコスト増を回避するため、実際の調達時には回線速度を極力抑える必要に迫られた。その後、経費の状況を見ながら一部区間の増強を図ることで、現時点で、国内の主要な拠点への回線が 40Gbps²、それ以外の回線が 2.4Gbps～10Gbps、北南米・欧州との通信のための米国回線が 10Gbps を 3 本、アジアとの通信のためのシンガポール回線が 10Gbps という整備状況となっている。

しかしながら、当初の計画にあった「主要な拠点への回線は 40Gbps 回線を束ねて 100Gbps を超える帯域にする」ことは達成できていない。また、通信量の伸びが予想よりも大きく、2015 年度末の SINET4 終了時点には、東京－大阪間や北南米・欧州向けの回線などで通信帯域が大きく不足すると予測される。今後のクラウドサービスの進展を考慮すると、それ以外の各回線でも通信帯域が不足することは必至である。現状においても、主要な大学等が 10Gbps で接続していることから、大きなピーク需要を有する通信が重なり合う環境では、通信性能の劣化が避けられない。

SINET の加入機関の数は 800 に迫る（表 1）。これは、学術研究機関のあらゆる活動に利用されるライフラインとして役割を果たしていることを示すものであり、24 時間 365 日全く停止することのない信頼性が要求される。SINET4 では、通信設備を耐震性

² bps は、bits per second の略で、1 秒間にどれだけのデータを伝送できるかの速度を示す単位。例えば、40Gbps は、1 秒間に 40 ギガビットのデータを伝送できることを示す。

や安定給電に優れるデータセンターに設置し、回線は現用系と予備系の二重化と適度な迂回ルートを設け、サービス毎の高速迂回機能を実装することで、多重故障に対する耐性を高めている。これにより、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、東北エリアで広域にわたって長時間の停電が発生するとともに、多くの回線の現用系が切断し、一部は予備系も切断したにもかかわらず、多重故障を想定した設計が功を奏し、東北エリアや北海道エリアを含め全国において、いかなるサービス中断も生じなかった。この信頼性の実績により、全国の国立大学病院の医療データのバックアップや、私立大学等の新たな接続など、利用がさらに拡大している。

表 1 SINET 加入機関数 (2012 年度末時点)

	国立大学 (加入率)	公立大学 (加入率)	私立大学 (加入率)	短期大学	高等専門 学校	大学共同 利用機関	その他	合計
加入機関数	86 (100%)	65 (79%)	320 (53%)	62	55	16	175	779
接続拠点数	130	73	371	68	59	18	227	947

学術研究の高度化に伴い、ネットワークに対する要求も多様化している。SINET では、ユーザの要望に基づき、商用の高速インターネットでは実現されていない先端的なサービスの研究開発を行い、迅速な提供が行われている。サービスメニューの多様さは、他には類を見ないものであり、その利用も進んでいる。特に、仮想的な専用ネットワーク環境を形成する VPN (Virtual Private Network) サービスは、大学等を超える共同研究環境の形成、マルチキャンパス接続、クラウドサービスの利用などの要求に応えるものであり、その利用は大幅に伸び、現時点で対地数の合計は 600 を超えている。また、研究分野に特有の通信形態、例えば、アンテナ当たり 8Gbps の通信帯域が必要な天文台の VLBI 観測などのために、ユーザが通信帯域を必要に応じて予約することが可能なサービスを世界に先駆けて開発し、回線の円滑な共同利用を図っている。同様に、全国約 1,300 カ所からの観測データを配信する地震研究などのために、多くの拠点間で多地点間通信を実現するサービスを提供している。さらに、経済的で高性能なクラウドサービスのために、SINET 直結型クラウドサービスの提供を産業界（現時点で 11 社）と連携して推進している。

研究だけではなく、教育の分野でも SINET の利用は進んでいる。例えば、全国 18 の国立大学の農学研究科を結ぶ遠隔講義や、希少な手術の中継を始めとするアジア各国に対する遠隔医療教育などの分野で活用されている。また最近では、教務システムなどを、安全で高性能な接続を実現する VPN サービスを用いてクラウド化するケースが急速に増えている。

このように、学術ネットワークには、一般のインターネットにはない高速性や先進

的な機能が要求されるが、一方でその提供では常に経済性が追求されている。特に、回線のコストは全体の大きな比重を占めることから、SINET4 では、回線構成の見直しなどによるコストを抑えた高速化はもちろんのこと、比較的低速であるにもかかわらずコストパフォーマンスが優れない接続を順次サポート停止にするなど、最先端基盤としての位置づけを明確にしながら、効率的な整備を図っている。また、高速アクセス回線を極力低廉に実現するために、通信事業者の余剰回線であるダークファイバをアクセス回線として活用し、複数の大学等による共同調達を実施することで、合わせて 100 以上のアクセス回線を経済的に整備している。大学のアクセス回線速度をこれまでとほぼ同じコストで 10 倍以上に増速できた例があるなど、効果的な施策となっている。

このように SINET ではすでに効率化にも最大限の努力が払われているにもかかわらず、SINET の予算もここ 2 年ほど大幅な削減を余儀なくされている。このままでは、今後の通信量の増加やクラウド利活用に応える高速化は言うに及ばず、研究教育のための最低限のインフラ機能の維持さえも困難となる。先進国の中では最低の学術情報基盤となり、このような状況下においては世界に通じる研究成果が継続的に生み出されるとは到底考えがたい。

(2) 学術情報基盤で展開される様々な情報サービス

学術情報基盤の整備では、ネットワークの配備だけでなく、その上で展開される様々な情報サービスが今後重要となる。以下、現在の SINET 上で展開されているこれらのサービスをまとめる。

① クラウドの利活用

大学等における IT 資源への投資は大きな負担となっている[2]。この解決策としてクラウドへの期待が高まっており、一部の大学等が自らクラウドを運用する事例や商用クラウドを利用する事例が見られる。しかし、クラウドを自力で運用するには高度な技術が必要であるほか、商用クラウド利用については安全性への不安やコストの問題があるため、学術分野でのクラウド利用は停滞している。そのため、これらの問題を解決し、クラウド利用を促進するための新たな基盤が必要である。

② ハイパフォーマンス・コンピューティング (HPC)

HPC 分野では、スーパーコンピュータを中心とした基盤整備がこれまで進められている。2012 年には、京コンピュータを中核として全国のスーパーコンピュータ群を SINET4 により接続した革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の運用が開始され、生命科学、医療、物質科学、防災・減災、ものづくり、物理学、天文学をはじめとする分野で活発に利用されている。HPCI では、スーパーコンピュータの入出力データ転送のために、将来的には 100Gbps の帯域速度を必要とすることが予想され、スーパーコンピュータの効果的利用には高速ネットワークが不

可欠であることは明白であり、その整備が必要である。

③ セキュリティ対策

SINET では従来、大学等を結ぶバックボーンネットワークとしての機能に重点を置いていたこともあり、セキュリティ対策は、個々の大学等において実施されてきた。昨今のサイバー攻撃による被害に関する報道にも見られるように、規模に関わらず、どの大学等においてもセキュリティ対策のさらなる強化が求められている。しかしながら、導入コストや運用負担の大きさから、セキュリティ対策機器の整備や学内ネットワーク管理が十分にできていない大学等も数多く存在する。このため、SINET を活用した集約的なセキュリティ対策の強化が必要となっている。

④ 利用者認証の連携

各大学等では、多様化する情報システムの運用管理コスト削減の一環として学内統合認証基盤の整備が進んでおり、大学として統一的に管理・保証された ID の利用が可能となっている。この ID を他大学や民間により提供されるサービスにも用いることで、大学連携、産学連携、国際連携などを、安全かつ便利に、コストを抑えつつ実現することが可能となる。このためには、様々なサービスと各大学等の認証基盤との接続仕様の統一や標準化の枠組みが不可欠である。このような枠組みは一般に認証フェデレーションと呼ばれ、各国で構築が始まっている。

我が国においても、2009 年より学術認証フェデレーション「学認」の構築が国立情報学研究所により進められている。2013 年度末時点で、全国の約 130 の機関が参加しており、120 以上のサービスが利用できる。認証フェデレーションは重力波研究を始めとする国際的な共同研究プロジェクトにおけるデータ共有などにおいても活用されており、日本の研究者が国際共同研究に参画しリーダーシップを発揮するためにも重要な取組みの一つである。

⑤ 学術情報の公開と共有

研究教育活動に不可欠な学術情報は電子化が進んでおり、学協会や出版社が発行する電子ジャーナルを中心とした整備が行われている一方で、公的資金による研究の成果を広く公開し、誰もが自由に入手できることを目指すオープンアクセスの運動が盛んになっている。オープンアクセスを実現する手段としては、大学等が運営する機関リポジトリが用いられることが多い。我が国では、2005 年度から国立情報学研究所による学術機関リポジトリ構築連携支援事業を通じて、大学等における機関リポジトリの構築と連携が進められている[3]。また、学位規則の改正により、2013 年度からは博士論文のオンライン公開が義務づけられ、原則的に機関リポジトリが用いられることとなった[4]。

機関リポジトリを独力で構築・運用することが難しい機関に対しては 2012 年度よりクラウド型のサービス JAIRO Cloud の提供が国立情報学研究所により開始され、学

術情報のオープンアクセスを更に推進するとともに我が国全体での運用の効率化が図られている。国内の機関リポジトリ数は世界第2位の407、うちJAIRO Cloud 利用機関は110にのぼる。

現在機関リポジトリに収録されている学術情報の大半は論文であるが、今後は研究データや教育データ等、多様な情報の公開手段として注目されている。国内ではこのような情報への対応が遅れており、不均質かつ大容量のデータを管理するためのシステム開発や運用フローの確立等多くの課題を解決する必要がある。また、研究データや教育データの多様化と歩調を合わせて、膨大なコンテンツ群の中から適切なデータを検索・発見するサービスを整備することも求められる。

3 諸外国における整備状況

諸外国では、超高速の学術ネットワークの整備を進め学術研究の進展を加速する動きが活発化しており、特に 100Gbps 技術を用いた広範囲な基盤整備が推進されている。また、超高速ネットワークを活かしたクラウド基盤の整備により、研究教育環境の高度化を目指す取組みが活発化している。以下に諸外国の整備状況を示す。

(1) 各国の学術ネットワークの整備状況

① 北米

米国では、2009 年にオバマ施策である米国再生・再投資法が成立し、その中にブロードバンド普及促進に対する補助金出資計画が盛り込まれた。学術団体である Internet2 は、全米 100Gbps 化計画 (U. S. UCAN) を提案し、2010 年に米国商務省・電気通信情報庁により採択された[5]。これにより、Internet2 が運営する Internet2 Network の 100Gbps 化が 2011 年から 2013 年にかけて一気に進み、全米全土をカバーした総距離約 25,000km の 100Gbps 化が完了している。Internet2 では、この高速化により、大学に対して従来にない高性能な通信環境を提供することを目指しており、すでに 20 以上の大学が 100Gbps のアクセス回線で接続している。また、エネルギー省による研究ネットワークである ESnet も Internet2 Network と伝送基盤を共有し、100Gbps 化を完成させた。

その他、カナダの CANARIE Network も、2015 年 3 月までに西海岸から東海岸までを横断する 100Gbps 回線によるネットワークを完成すべく整備を開始した。

② 欧州

欧州各国を接続するバックボーンネットワークである GÉANT が、欧州委員会および各国からの出資を基に、2012 年後半から欧州全土の総距離約 50,000km を、100Gbps 回線を 5 本束ねた 500Gbps の帯域でカバーすべく整備を開始した。また、高エネルギー物理学の LHC プロジェクトが専用の 100Gbps 回線を整備するなど、相乗した普及が進んでいる。

各国内においても、学術ネットワークの 100Gbps 化が進んでいる。例えば、英国の Janet では、2013 年秋から運用が始まった Janet6 で英国主要都市間の 100Gbps 接続を完了している。オランダの SURFnet では、2013 年から 2014 年にかけて構築中の SURFnet7 により、全土の回線の 100Gbps 化を進めている。その他、北欧 5 国のバックボーンネットワークである NORDUnet でも 100Gbps 回線の導入が開始されている。

③ アジア

中国では、国内最大の学術ネットワーク CERNET が、2013 年から主要都市間総距離約 22,000km を 100Gbps 回線でカバーすべく、整備を進めている。これまでは日本よ

りも回線帯域が狭い時期が続いたが、100Gbps 回線の導入により、日本より高速のネットワークが整備されつつある。北米や欧州は 100Gbps 化のために米国メーカーの伝送機器を導入しているが、中国では自国開発を重要視し、中国メーカー 2 社の伝送機器をそれぞれ半分の距離に導入する計画である。

その他、韓国の KREONET やオーストラリアの AARNet などでも 100Gbps 回線の導入を開始している。

(2) 国際ネットワークの整備状況

国際ネットワークも 100Gbps 化の波が広がっている。2013 年 6 月に、北米と欧州の 6 つの学術ネットワーク (Internet2、ESnet、CANARIE、GÉANT、SURFnet、NORDUnet) の連携により、北米 (ニューヨーク) と欧州 (アムステルダム) 間を接続する 100Gbps 国際回線 (ANA-100G) の利用が開始された。これに合わせて、米国の学術ネットワーク相互接続拠点への 100Gbps 接続が可能になった。

その他、オーストラリアの AARNet と米国を接続する国際回線は、現在は 40Gbps であるが、近い将来 100Gbps への更新が計画されている。

(3) 日本と海外のネットワーク整備の比較

超高速ネットワークの整備が最も進んでいる米国と比較すると、日本の整備状況の遅れがより鮮明となる。米国では、100Gbps 化が全土で進み、アラスカ州を除く 49 州の内 37 州に 100Gbps 回線に接続するためのアクセスポイントがある。一方、日本は、全 47 都道府県の内、40Gbps が 13 県、10Gbps が 4 県、2.4Gbps が 30 県と、米国に比べて国土が小さいにもかかわらず、高速回線でカバーされる領域が狭く、回線速度の平均値で約 6 分の 1 と圧倒的な差をつけられている。

日本と諸外国がこのように差が付いたのは、経費措置の不安定性の問題に加え、日本の通信事業者の問題があった。近年、高い性能が要求される学術ネットワークの構築では、通信事業者の余剰回線であるダークファイバを高性能の伝送装置で接続することで、通信事業者の提供する標準的なサービスに制約されることなく、柔軟に帯域を拡張できるように設計することが主流になっている。しかし、SINET4 の設計時には、日本では全国規模で利用可能なダークファイバが通信事業者から提供されておらず、当時の世界最高速度であった 40Gbps の専用線を採用することとなった。一方、諸外国は、早期からダークファイバを利用した学術ネットワークの構築が可能であったことから、まず 10Gbps 技術を用いて構築を開始した後、2011 年夏頃から 100Gbps に移行することで、我が国より高速のネットワーク導入を実現していった。

現在、日本国内でもようやく全国規模でダークファイバを利用できる見通しが立ち、次期 SINET では、諸外国のように超高速化に向けた制約がない環境でネットワークを設計・構築できることとなった。産学連携の観点からも、通信事業者や通信機器メーカーの協力を得ながら、商用サービスに先行して、400Gbps、その次の 1Tbps の超高速回線の迅速な導入を実現することができると確信している。

(4) 学術ネットワークで展開される情報サービス

以下では、諸外国の学術ネットワーク上で展開される研究教育環境の高度化に関する取組みを示すとともに、国内の状況と比較する。

① クラウド・HPC

海外では、大学等が個別にクラウドを構築するだけでなく、学術利用を目的としたクラウドを全国規模で構築する計画が進行中である。例えば、オーストラリアの NeCTAR プロジェクトでは、8 大学等の計算資源から構成されるクラウドの構築を進めており、一部運用を開始している。また欧州で進められている Helix Nebula プロジェクトでは、科学技術計算の基盤となるクラウドを欧州規模で構築する計画を進めている。本クラウドは、欧州のスーパーコンピュータ上で従来実行されていた高エネルギー物理学や天文学を始めとする HPC アプリケーションを実行する基盤としても期待されている。

また、欧米では大学等が商用クラウドサービスを全国規模で共同利用するための基盤も整備されつつある。米国では、大学等向けのクラウドサービスを産学が連携して構築する NET+（ネットプラス）と呼ばれる枠組みの提供を 2011 年頃より開始している[6]。このような枠組みにより、大学等はより優れたサービスを安全かつ低価格で利用することが可能となる。オランダの SURFnet が進める SURFconext[7]や、英国の Janet が進める Brokerage[8]でも同様の活動が行われている。更に、2012 年にジュネーブで開催された Global NREN CEO Forum には主要 13 カ国の学術ネットワーク関係者が集い、将来の学術情報基盤の在り方について議論が行われた[9][10]。そのフォーラムでは、アウトソーシングによる学術サービス革新に向けての学術ネットワーク間の国際連携の必要性についても検討され、それを受けて米国の NET+の枠組みを世界規模に広げ相互に補完し合う Global NET+の枠組みの構築が始められている[11]。Global NET+の初期メンバーは、米国、カナダ、英国、オランダ、豪州、北欧（5カ国）、ニュージーランド、メキシコである。

日本国内では、一部の大学等がクラウドの運用を開始しており、例えば北海道大学ではサービスを学外にも提供している[12]。また、大学等が個別に商用クラウドサービスを利用している例もある[2]。しかし、学術利用のための全国規模のクラウドの構築や商用クラウドサービスの共同利用については、欧米に大きく遅れをとっている。この状況に対して、文部科学省が 2013 年に学術利用のためのクラウドに関する調査を開始しており[2]、今後クラウド利活用の検討が進むことが期待されている。

② セキュリティ対策

コンピュータへの不正アクセスやコンピュータウィルスの感染などのセキュリティインシデントは、インターネット上で日常的に発生している。学術ネットワーク上でのセキュリティインシデントによる被害を防ぐためには、大学等の間でセキュリティ被害やその対応策に関する情報共有を図ることが重要である。米国ではこれを目的と

して、全国の大学等に対してセキュリティインシデントに関する情報収集、情報分析、対応策の助言を行う組織である CSIRT (Computer Security Incident Response Team) が運営され、全国の大学等のセキュリティ対応能力の向上を図っている。また、欧州では、各国で米国と同様の CSIRT が運営されているとともに、欧州各国を結ぶネットワークである GÉANT とも連携し、欧州全体のセキュリティ対応能力の向上も図っている。

我が国では、欧米の CSIRT に相当する全国規模の組織は運営されておらず、セキュリティ対策は個々の大学等に委ねられている。しかし、大学等が個別に収集できる情報は限られているだけでなく、情報分析や対応策の検討を行うことができる人材を個々の大学等が確保することは困難な状況である。そのため、我が国の多くの大学等では、セキュリティ対策について大きな不安を抱えており、全国規模での対策が不可欠と考える。

② 利用者認証の連携

学術における認証フェデレーションに関する諸外国での取組みは、欧米を中心に 2005 年頃より始まっており、30 カ国以上で整備が進められている[13]。欧州ではほぼすべての国で導入されており、国内普及率は 100%に近い[14]。このような国をまたがる共通認証基盤は、1999 年のボローニャ宣言[15]に基づく欧州単位互換制度を運用する上でも重要となっている。一方、大学等の数が多い米国でも参加機関数が 450 を越えており[16]、研究大学と呼ばれる 207 校については約 80%、うち上位 108 校については 90%以上が参加済みとなっている。このような世界的な認証フェデレーションの普及により、民間の学術向けサービスの対応も進んでいる。また、米国では、K12 と呼ばれる幼稚園から高校までの教育での認証基盤の活用についても検討が進められている。

一方、日本の学認ではようやく 130 機関が参加した段階であり、高等教育機関の 10%に満たない。単位互換制度における活用もごく一部の地域に留まっている。

④ 学術情報の公開と共有

学術情報のオープンアクセスを推進する米国の団体 SPARC (The Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition) では、従来からの論文に関する活動に加えて研究データや教育資源のオープン化を次の目標に定めている[17]。

研究データについては論文と同様に世界規模での共有が進められており、国際科学会議 (ICSU: International Council for Science) によって設立された世界データシステム (WDS: World Data System) [18]や研究データ同盟 (RDA: Research Data Alliance) [19]などのプロジェクトにおいて研究データ公開の方法や管理についての議論が行われている。また、Nature による Scientific Data 誌の創刊など、研究データの評価や引用についても急速に整備が進められている。

教育については、大規模オンライン公開講座（MOOCs）の広がりにより教育資源のオープン化が派生的に脚光を浴びるとともに、オンライン教育システム等に蓄積された学習者のデータを分析し、教育活動や学習活動の改善に役立つラーニングアナリティクスが注目されている。米国 New Media Consortium と EDUCAUSE Learning Initiative が刊行する Horizon Report においても、今後一年以内には主流となる情報技術として、ラーニングアナリティクスの重要性が指摘されている[20]。研究、教育ともに、学術情報資源のオープン化による環境改善を目指すだけでなく、その質の向上のためのプロセスを支援する基盤の整備へと、世界の動向はシフトしつつある。

4 今後の学術情報基盤整備の必要性

学術情報基盤 SINET において喫緊に検討すべき強化策を、国内及び国際ネットワーク、クラウド、セキュリティ、学術情報資源などの面に分けてまとめる。

(1) 国内ネットワークの強化

現在の SINET4 では、既に多くの回線で帯域不足が予想されている。先端研究（SPring-8、J-PARC、SACLA、京コンピュータ/HPCI、LHD、ITER、KEKB/Super KEKB、LHC、ALMA、eVLBI、DDJB、地震研究など）に対する通信需要のヒアリング結果によれば、今後の通信量は、全国各地で着実に増加し、実験装置の導入や更新で急増することが予想されている。例えば、2020 年頃には札幌から福岡までの間で数百 Gbps 以上の通信帯域が必要になる。その他の研究においてもネットワークをより活用した研究活動の活性化が予想される。一方、大学等でコンピュータやストレージ資源をデータセンターへと移すクラウド化が進むと、従来の学内での転送と同等のアクセス環境を実現するために、その間を接続する SINET のさらなる高速化が求められる。また、今後のビッグデータの利活用やオンライン教育の拡大による更なる帯域需要も予想される。このようなことから、SINET の高速化に対する要求は、かつてない高まりを見せている。

一方、海外に目を転じると、北米、欧州、更にはアジアでも、100Gbps 回線によるネットワーク整備が急速に進んでおり、我が国のネットワーク環境は諸外国に大きく遅れた状況であるため、ネットワークを活用する研究の多くにおいて国際競争力が低下することが大いに懸念される。

こうした状況の下、次期 SINET においては、早急に 100Gbps 回線を全国的に導入し、研究教育のためのネットワーク環境を大幅に底上げすることが求められる。また、先端研究設備のアクセス回線速度が 100Gbps になり、基幹部分の通信量の多いエリアでは将来の帯域需要が 100Gbps を超えることから、100Gbps を超える回線の導入により世界最高性能の通信環境を実現し、国際競争力の向上や様々な研究の加速を図る必要がある。このため、並行して 400Gbps/1Tbps 等の最新技術を産業界と協調してオールジャパンで開発し、必要とされるエリアに早期に導入することがキーとなる。同時に、こうした高速化により、クラウド化された大規模な IT 資源やその上に展開される学術情報が全国から高性能に共同利用可能になるため、大学等における研究、教育、経営などの活動全般を活性化し、ひいては大学改革の促進に寄与することになる。

経費面では、次期 SINET ではダークファイバが採用できる見通しであることから、100Gbps 技術にとどまらず、400Gbps/1Tbps という新しい技術にチャレンジしつつ、整備コストの上昇を極力抑えることが可能である。また、大学等から SINET に接続するためのアクセス回線に関しては、複数の機関が参加してスケールメリットを活かした共同調達を実施することにより、各機関の経費負担を抑えつつ高速化に対応することが可能であり、大学等にとって経費的に大いに効果がある。

(2) 国際ネットワークの強化

国際的な共同研究においては、諸外国と協力・協調しつつ、我が国の優位性を確保することが重要である。特に、大型の共有実験装置を用いた大規模なデータの流通が活発になっており、高速の国際ネットワークを介して海外と日本との間で良好な接続環境を実現することが不可欠である。Super KEKB や LHC などの高エネルギー物理学研究、ALMA や eVLBI などの天文研究、ITER などの核融合研究などの大型研究から増速の要求が相次いでおり、早期の国際回線の 100Gbps 化が必須となっている。

また、欧州との通信に関しては、アジアの他国と比較しても、通信性能などの面で優れているとは言いがたい。現在の米国経由での接続では、膨大な通信量を必要とする米国と回線を共有する状況にあることから、LHC、ITER、Super KEKB、eVLBI 等による欧州－日本間の通信量の増大に対して、今後は十分な通信帯域を確保するのは難しい。また、通信性能の向上のために、日欧研究コミュニティから遅延時間の低減に対する強い要望が出ている。これらを考慮すると、シベリア回りの欧州直結の回線による 100Gbps 化の実現が有効な解決策である。

欧米間の国際回線が既に 100Gbps 化している状況で、国際的な学術ネットワーク整備の中で日本が科学先進国としての応分の責任を果たし、更に日本の優位性を確保するためには、北米やアジアに加えて欧州とも直結した国際回線を保有し、各々の 100Gbps 化を是非とも実現しなければならない。しかしながら、国際回線にはダークファイバを利用することができないため、コストの抜本的な低廉化は困難である。そのため、国は十分な経費措置を行う必要がある。

(3) クラウドの利活用の促進

大学等における IT 資源への投資の負担が大きい一方で、ビッグデータの利活用等の新たな研究やオンライン教育に代表される新たな教育のための基盤として、IT 資源への需要は更に増大している。この状況を打開するため、研究教育基盤としてクラウドの利活用を促進することは今後不可欠である。

クラウドを利活用することの大きな利点の一つは、従来は分散して独立に運用されていたコンピュータやストレージ等の計算資源を集中管理されたデータセンターに集約することにより、運用効率の向上およびコスト削減を実現できることである。この例として、大学等が自らクラウドを運用する例も見られるが、クラウドの運用には高度な技術が必要であり、自力でクラウドを運用できる組織は非常に少ない。そのため、全国の大学等が連携し、全国の大学等から利用できるクラウド（以下、「アカデミッククラウド」という）を整備するとともにその利用を促進することは、我が国の研究教育の質を向上させるための喫緊の課題である。

アカデミッククラウドでは、研究教育のための様々なクラウドサービスを全国の大学等に提供する必要がある。これらのサービスについては、大学等が提供するサービスに加えて、近年充実が進む商用クラウドサービスも利用すべきである。しかし、商

用クラウドサービスの利用では、安全性とコストに関する問題があり、大学等がクラウドを利用する上での障壁となっている。例えば全国の大学等に対して行われた調査結果[2]では、調査対象機関の6割以上がクラウド利用を妨げる理由として安全性への不安をあげている。また、大学等が商用クラウドサービスを個別に利用する場合は、欧米のように複数の大学等が共同利用する場合に比べてコストが高い。これらの問題を解決してクラウドを利用した研究教育を加速するために、安全性に対する検証が行われた商用クラウドサービスを利用者に提供するとともに、複数の大学等と商用クラウド業者との一括契約により低価格で共同利用することが可能な枠組みをアカデミッククラウド内に整備することが必要である。

近年、情報技術を駆使してビッグデータを利活用するための研究開発が注目されており、科学技術振興機構においてビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術に関する研究領域が発足する[21]等、今後の発展が期待されている。ビッグデータの利活用では、分散した多種多量のデータを集約し、瞬時に処理することが要求される。我が国におけるこの分野の研究開発を促進するためには、全国規模の高性能ネットワークとデータセンターの計算資源を一体的に利用可能な基盤をアカデミッククラウド内に整備することが必要である。

(4) セキュリティの強化

ネットワークを介して大学等のコンピュータに不正にアクセスすることを目的としたサイバー攻撃による被害は増加傾向にあり、また多様化している[22]。サイバー攻撃に対応するためには、適切なセキュリティ対策機器の導入が必要となる。しかし、このような機器そのものが高額であること、及びこれらの機器が出力するログ情報の分析やセキュリティインシデントの早期発見と対応には高度な知識や技術が求められることから、大学等が個別に対応することがますます困難になってきている。

この問題を解決するために、個々の大学等の通信をリアルタイムに分析処理する高度なセキュリティ対策機能を有するクラウド基盤の構築が必要である。このようなクラウド基盤を用いたセキュリティ対策の実現は超高速ネットワークの存在が前提であり、これを使って日本発の学術ネットワークにおける高度なセキュリティ基盤を確立できる。このクラウド基盤を全国の大学等で共同利用し、様々なセキュリティ情報の共有を行うことにより、個々の大学等における導入及び運用コストを抑えつつ、セキュリティレベルの向上を実現できる。

(5) 利用者認証連携の促進

クラウドの活用が更に進み、あらゆる情報がクラウド上で扱われるようになると、扱う情報の格付けに応じた認証の厳密性が求められる。成績や人事情報等の個人情報や経理に関する情報を扱う場合は、不正アクセスを受けた場合のリスクが大きいため、従来からのIDとパスワードによる認証ではなく、デジタル証明書等を用いたより強固な認証手段の導入が急務である。また、掲示板等のような厳密な認証を必要としない

サービスの利便性を損ねないために、サービスごとの認証レベルに応じた適切な強度の認証を行う仕組みの実現と、認証強度の評価基準の統一及び認証サーバの定期的な運用評価に関する整備が必要である。

クラウド基盤の普及により大学において活用されるサービスの種類はより一層増加していくことが予想される。今後は、複数サービスの融合による更なる利便性の向上も期待される。例えば、単位互換講義や大学等を横断する共同研究等で複数のサービスを同時に活用するような場合にも適応可能な高度な機能の実現を含め、利便性の向上と大学等の連携を深めるために必須のものとして、認証基盤に関する継続的な取り組みが不可欠である。

(6) 学術情報の公開と共有の拡充

学術情報の整備については、論文のオープンアクセスに関する継続的な取り組みとともに、より高度な研究成果の発信手段として、動画像、音声情報、発表資料、更には研究データなどの関連情報をも対象とした公開・共有の仕組みが求められる。また、教育活動のIT化が急速に進んでいることから、教材や講義映像についても研究情報と同様の体制を構築する必要がある。機関リポジトリのアプローチはこれらの情報に対しても有効であると思われるが、実現のためには大学等が連携し、多様で不均質なコンテンツを管理するためのメタデータ³の整備を進めるとともに、大容量のデータを効率よく収集するためにアカデミッククラウドの有効活用を図る。

一方、研究・教育情報の多様化と歩調を合わせて、膨大なコンテンツ群の中から適切なデータを検索・発見するサービスを整備することも求められる。様々なコンテンツを関連付けて、利用者がもとめる情報をパッケージとして提供できるようなシステムが必要である。また、オンライン教育で得られる利用者のデータを集積・解析・可視化し、教育効果を数値的に評価しようとするラーニングアナリティクスという技術が注目されているが、教育のビッグデータ基盤の提供と活用も今後は極めて重要となる。これを大学等の教育活動だけでなく研究活動に展開し、機関を横断した情報共有を可能にするシステムも必要となる。

このような大規模な研究データ及び教育データのための公開・共有基盤を整備することにより、文献以外の関連情報を容易に入手し利活用が可能となることで研究活動がさらに高度化するものと期待される。また、教育面では、オンライン学習を加速し、アクティブラーニングや反転学習などの新しい学習手法の支援につながることで、大学教育の改革にも寄与することができる。

³ データを効率的に管理したり検索したりするための情報。

5 提言

学術情報基盤 SINET は、我が国の大学等における研究教育を支え、学術の持続的発展の基盤として不可欠のものとなっている。大規模な装置を共同利用する研究、先端的な国際共同研究、IT を駆使した先進的なオンライン教育等、すべての学術分野及び大学等のあらゆる活動に関係している。しかし、現在の SINET は、ネットワークの速度、クラウド利用、セキュリティの確保、研究データや教育情報等の学術情報の共有等、いずれの面でも先進諸外国に比べ見劣りし、このままでは国内で高まる研究者や教育者からのニーズに応えることができない。

次期 SINET でこれらの問題を解消し先端的な情報基盤を確保することは極めて緊急性が高い課題であり、我が国の学術の水準の維持にとって死活的に重要である。このような状況は、SINET の運営経費が文部科学省の運営費交付金の特別経費という枠内で措置されていることに起因し、これを改め、国としての中長期ビジョンに基づいて学術情報基盤を構築し状況変化に機敏に対応できるような仕組みが必要である。更に、学術情報基盤の計画、運営、関係機関との連絡調整を持続的かつ機動的に行う枠組みを併せて考えなければならない。

以上を踏まえて以下のことを提言する。

(1) 学術情報基盤の持続的な運営経費の確保

学術情報基盤は、大学等の行う研究教育及びその支援業務すべてに関わり、あらゆる学問分野に必須なものとして特別な重要性を有し、他に代替するものがない。この観点から、SINET は、我が国の学術研究及び高等教育における多様なニーズに応えうる唯一の情報基盤として、国が責任を持って持続的かつ機動的に整備すべきである。特に緊急性のある課題として、運営経費については、中期的な計画に基づく持続的な整備を実施できるような予算措置に改めるべきである。

(2) 世界最高水準の国内ネットワークの実現

高度化・高性能化する大型実験装置やスーパーコンピュータに対応するために、次期 SINET の整備では我が国の学術を支えるために必要なレベルの超高速ネットワークの実現に取り組むべきである。

(3) 国際ネットワークの強化

国際共同研究プロジェクトにおける我が国の優位性を確保し、増大する通信需要に対応するために、次期 SINET の整備では、従来からある米国及びアジア向け回線の強化のみならず、新たに欧州と接続する高速国際回線の整備を行うべきである。

(4) クラウド基盤の整備

喫緊の課題であるクラウド利用環境の提供を目的として、次期 SINET では、超高速ネットワークの特徴を最大限に活かしたクラウド基盤の整備をその利活用も含めて実施することが必須である。

(5) セキュリティ機能の確保

クラウド基盤の整備に併せて、SINET の上でクラウドを安全かつ便利に利用するためのセキュリティ及び利用者認証の強化が不可欠である。

(6) 学術情報の活用基盤の高度化

従来から大学等で整備している学術情報は、今後急激に増大し多様化する。SINET 整備のなかで、このような学術情報の検索・活用基盤を高度な IT の研究開発と連動して構築することが不可欠である。

<参考文献>

- [1] 次期学術情報ネットワークに関する検討会、「次期学術情報ネットワークの整備について（意見のとりまとめ）－SINET3 から SINET4 への移行」、2010年7月。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shinkou/017/gaiyou/1296323.htm
- [2] 文部科学省委託事業-アカデミッククラウド環境構築に係るシステム研究-「コミュニティで紡ぐ次世代大学 ICT 環境としてのアカデミッククラウド」事業中間報告, 大学 ICT 推進協議会 2013 年度年次大会, 2013 年 12 月.
- [3] 国立情報学研究所. 学術機関リポジトリ構築連携支援事業.
<http://www.nii.ac.jp/irp/>
- [4] 文部科学省. 学位規則の一部を改正する省令の施行について.
http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/daigakuin/detail/1331790.htm
- [5] U.S. Department of Commerce Financial Assistance Award, “11.557 Recovery Act - United States Unified Community Anchor Network (US UCAN),” NT10BIX5570075, Jan. 2010.
http://www2.ntia.doc.gov/files/grantees/university_corporation_for_advanced_internet_development_cd450.pdf
- [6] NET+.
<http://www.internet2.edu/vision-initiatives/initiatives/internet2-netplus/>
- [7] SURFconext.
<http://www.surf.nl/diensten-en-producten/surfconext/index.html>
- [8] Brokerage.
<https://www.ja.net/tags/janet-brokerage>
- [9] Global Research & Education Network Leaders identify and work on top-challenges.
http://www.cudi.edu.mx/boletin/2012/12_10_NREN.pdf
- [10] e-Infrastructure Challenges Towards 2020.
<http://www.internet2.edu/presentations/2013/20130604-waggener-global-cloud-services-higher-ed.pdf>
- [11] Global Cloud Services In Higher Education.
<http://www.internet2.edu/presentations/2013/20130604-waggener-global-cloud-services-higher-ed.pdf>
- [12] 北海道大学情報基盤センター.
<http://www.iic.hokudai.ac.jp/>
- [13] Research and Education Identity Federations.
<https://refeds.org/docs/REFEDSmap.pdf>
- [14] REFEDS Federation Survey.
<https://refeds.terena.org/index.php/Federations>

- [15] Bologna Process.
http://www.coe.int/t/dg4/highereducation/EHEA2010/BolognaPedestrians_en.asp
- [16] Current InCommon Participants.
<http://www.incommonfederation.org/participants/>
- [17] SPARC. Issues.
<http://www.sparc.arl.org/issues>
- [18] ICSU. World Data System.
<https://www.icsu-wds.org/>
- [19] Research Data Alliance.
<https://rd-alliance.org/>
- [20] NMC Horizon Report 2014 Higher Education Edition.
<http://www.nmc.org/publications/2014-horizon-report-higher-ed>
- [21] 科学技術振興機構戦略的想像研究推進事業 CREST 「ビッグデータ統合利活用のための次世代基盤技術の創出・体系化」.
http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunyah25-6.html
- [22] 平成 25 年情報セキュリティセミナー資料、「情報セキュリティインシデントの傾向」、平成 26 年 2 月 21 日、主催 文部科学省.

<参考資料 1>情報学委員会審議経過

2011年（平成23年）

- 10月5日 情報学委員会（第1回）
情報学委員会役員の決定、分科会の構成について

2012年（平成24年）

- 1月12日 情報学委員会（第2回）
第22期における情報学委員会の活動計画について
第5回情報学シンポジウムについて
- 3月9日 情報学委員会（第3回）
第22期における情報学委員会の分科会構成について
第22期における情報学委員会の活動方針について
- 4月11日 情報学委員会（第4回）
情報学委員会で議論を深めるべき課題について
マスタープランの次期改訂について
情報学分野のアウトリサーチ活動について
- 10月9日 情報学委員会（第5回）
第22期学術の大型施設計画・大規模研究計画に関するマスタープラン
策定の方針について
第6回情報学シンポジウムについて
各分野における審議及び企画の進捗状況について

2013年（平成25年）

- 4月3日 情報学委員会（第6回）
平成24年度の活動報告と平成25年度の活動計画について
第22期学術の大型研究計画に関するマスタープランについて
- 10月2日 情報学委員会（第7回）
第22期における各分科会の今後の審議活動について
第7回情報学シンポジウムについて
理学・工学分野における科学・夢ロードマップ2014について
第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン2014について

2014年（平成26年）

- 2月26日 情報学委員会（第8回）
第22期の情報学委員会及び分科会における審議活動について
情報学分野の科学・夢ロードマップについて
- 4月10日 情報学委員会（第9回）
今期末(平成26年9月30日)までの審議活動について

○月○日 日本学術会議幹事会（第○回）
情報学委員会提言「我が国の学術情報基盤 SINET の在り方について」に
ついて承認