

教育研究の革新的な機能強化とイノベーション創出のための
学術情報基盤整備について
—クラウド時代の学術情報ネットワークの在り方—
(審議まとめ)

平成26年7月

科学技術・学術審議会 学術分科会 学術情報委員会

— 目 次 —

1. はじめに	1
2. 知識創造社会の構築を支える学術情報基盤整備の必要性	1
(1) 背景	1
(2) 学術情報基盤整備に関わる政策提言等	2
(3) 当面の学術情報基盤整備の方向性	4
3. アカデミッククラウド環境の構築について	4
(1) アカデミッククラウドの必要性	4
①クラウド環境構築の意義	4
②我が国の大学等における状況	5
(2) アカデミッククラウド環境整備の方向性	5
①教育・学習基盤のためのアカデミッククラウド	6
②研究基盤のためのアカデミッククラウド	7
③管理運営基盤のためのアカデミッククラウド	9
(3) アカデミッククラウドの環境構築に必要な事項	9
①基本的な環境整備	10
ア) ネットワークの性能強化	10
イ) セキュリティ対策とプライバシー確保による高付加価値化	10
ウ) サービスの効率的な利活用のための認証連携の促進	10
エ) データ共有・管理の適正化に必要な運用ルールの策定	11
②運用上のリスク管理	11
ア) クラウドサービスの継続性の確保	11
イ) クラウド基盤の多様性の確保	11
③人材の育成等	11
ア) アカデミッククラウドの構築・運用を支える人材の育成	11
イ) アカデミッククラウドに対する理解の向上	11
4. 次期 SINET の整備について	12
(1) 整備の方向性	12
(2) NII の役割	12
(3) SINET4 の現状	12

（４）海外の学術情報ネットワークの状況	13
①北米	13
②欧州	13
③アジア	14
④国際ネットワーク	14
（５）SINET5の整備	14
①必要な回線確保	15
ア) 国内回線	15
イ) 国際回線	16
②クラウド環境の高度化を支える最新ネットワーク技術の導入	16
③サイバーセキュリティ対策と認証機能の提供	16
④コンテンツの流通環境整備	16
⑤クラウド環境の利活用促進への取組	17
5. まとめ	17
用語解説	19
参考文献	25
参考資料	26
基礎資料	36

教育研究の革新的な機能強化とイノベーション創出のための学術情報基盤整備について
ークラウド時代の学術情報ネットワークの在り方ー
(審議まとめ)

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(以下、「大学等」という)が接続する形で整備が行われきており、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態に至っている。

しかし、近年、我が国の学術情報基盤の整備が滞っており、欧米や中国等の諸外国に後れを取っていることは、今後の我が国の教育研究の振興にとり憂うべき状況であり、早急な対策が求められる。今後とも、我が国の発展を大きく左右する教育研究の国際競争力を維持・向上させるためには、進展の著しい情報通信技術の動向を的確に捉え、最新技術を適切かつ迅速に取り入れつつ、学術情報基盤の一層の整備、とりわけ学術情報ネットワークの格段の高度化が必要不可欠である。

特に、情報通信技術として普及が進みつつあり、我が国の大学等の教育研究活動に革新的な機能強化を促進し、様々なイノベーションを創出すると期待されている技術にクラウドコンピューティング⁽¹⁾(共用のコンピュータ資源⁽²⁾をネットワーク経由で利活用する形態。以下、「クラウド」という)がある。

学術情報委員会では、クラウドの現状・動向を踏まえ、大規模化、国際化、ボーダーレス化する学術情報の流通に適切に対応できる学術情報基盤整備の推進方策、特に、クラウド化への対応を含む学術情報ネットワーク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. 知識創造社会の構築を支える学術情報基盤整備の必要性

(1) 背景

我が国は、これまで、勤勉な国民性をもって世界に伍す学術研究とそれに裏打ちされた卓越した科学技術とそれを支える優れた教育・人材育成を脈々と継続してきた。知識基盤社会と言われる21世紀にあっても、我が国が発展し続けてきたのは、ひとえにこれらの賜物と言っても過言ではない。現在、我が国は国際競争力の低下や少子高齢化の進展等の構造的な課題を抱えているが、それらを乗り越えて、豊かな社会を実現していくためには、大学等を中心とした学術情報基盤を高度化・発展させ、分野

や組織を超えた情報の共有、統合、連携等を図ることにより、イノベーションの創出につなげる知識創造社会への展開が必要である。

しかしながら、科学技術指標 2013（文部科学省科学技術・学術政策研究所による調査）[1]の示すとおり、我が国は、論文数、被引用数の多い注目度の高い論文数のいずれにおいても、世界シェア及びランクが低下しており、主要国の中で唯一伸び悩んでいるという状況がある。そのため、日本の論文生産の約7割を担っている大学における研究力の低下に対する懸念が広がっている。

その理由については様々な要因があると考えられるが、文部科学省科学技術・学術政策研究所の実施した「科学技術の状況に係る総合的意識調査（NISTEP 定点調査 2013）」[2]によると、「我が国における知的基盤や研究情報基盤」の充分度に関する指数は低下傾向にあり、特に、大学関係者の回答結果では「不十分」という認識になっている。このことから、該当する基盤整備に遅れがあることは明らかである。

人類の創出する情報量はとりわけ 21 世紀に入り爆発的に増大し、ビッグデータ⁽³⁾という言葉が社会的認知を得てきている状況がある。大学等の研究活動においても、研究装置やコンピュータの高性能化・高精度化に伴い、取り扱うデータ量は非常に膨大になってきている。一方、大学等の教育活動においては、オープンコースウェア(OCW)⁽⁴⁾による教育内容の配信や、近年、世界的に急速な広まりを見せつつある大規模公開オンライン講座(MOOC)⁽⁵⁾による講義の配信といった取組が展開されてきている。その結果、ネットワークを流通する情報量は益々増大する傾向にあり、そのことがネットワークそのものの技術開発を誘発している。

近年、国内外、官民を問わず、クラウド化の時代と言われるほど、あらゆる組織でクラウドを導入する動きが顕著になっている。さらには、ネットワークの構成、機能、設定等をソフトウェアの操作だけで柔軟かつ動的に制御できる技術(SDN⁽⁶⁾)などといった新たな情報通信技術が開発されてきている。

このように、情報通信技術は、ハードウェア側とソフトウェア側の各々の技術開発が他方の更なる技術開発を誘発したり、一方のニーズに応えた技術開発が他方のシーズとなったりするという相互作用を繰り返し、進展してきている。

(2) 学術情報基盤整備に関わる政策提言等

大学等の教育研究活動の機能強化に関連した学術情報基盤整備の重要性については、以下のとおり、様々な政策提言がなされている。

第4期科学技術基本計画（平成23年8月19日閣議決定）[3]においては、「国として、研究成果の情報発信と流通体制の一層の充実に向けて、研究情報基盤の強化に向けた取り組みを推進する」として、「デジタル情報資源のネットワーク化、デ

一々の標準化、コンテンツの所在を示す基本的な情報整備、さらに情報を関連付ける機能の強化を進め、領域横断的な統合検索、構造化、知識抽出の自動化を推進する。また、研究情報全体を統合して検索、抽出することが可能な「知識インフラ」としてのシステムを構築、展開する」ことが示されている。

教育振興基本計画（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）[4]においては、緊急性の高い大学教育改革に関連し、アクティブ・ラーニング⁽⁷⁾等や双方向の授業を中心とした教育への質的転換のための取組として、「ICT⁽⁸⁾の活用に関しては、例えば、近年急速に広まりつつある大規模公開オンライン講座(MOOC)による講義の配信やオープンコースウェア(OCW)による教育内容の配信など、大学の知を世界に開放するとともに大学教育の質の向上にもつながる取組への各大学の積極的な参加を促す」こととされている。

「世界最先端 IT 国家創造宣言」（平成 25 年 6 月 14 日閣議決定）[5]においては、「情報通信技術(IT)は、あらゆる領域に活用される万能ツールとして、イノベーションを誘発する力を有している」とされ、「世界最高水準の IT 利用活用社会を実現するに際して、「ヒト」、「モノ」、「カネ」と並んで「情報資源」は新たな経営資源となるものであり、その「情報資源」の活用こそが経済成長をもたらす鍵となり、課題解決にもつながる。ビッグデータやオープンデータ⁽⁹⁾に期待されるように、分野・領域を超えた情報資源の収集・融合・解析・活用により、新たな付加価値を創造するとともに、変革のスピードを向上させ、産業構造・社会生活において新たなイノベーションを可能とする社会の構築につなげる必要がある」ことが示されている。

また、「世界で最も強靱なブロードバンド環境を整備するとともに、日本と世界をつなぐ信頼性・安定性の高いグローバルインフラの整備を進めていくことも必要である」として、「ビッグデータ時代のトラヒック増に対応するための IT インフラ環境を確保する」ことや「大規模災害時における IT の利活用の観点から、海底ケーブルなどの IT 国際インフラの冗長化や東京圏に集中するデータセンターの地域分散・地域連携や IX（インターネットエクステンジ）⁽¹⁰⁾の地域分散等、バックアップ体制の整備を推進し、強靱かつリダンダント（冗長的な）IT インフラ環境を確保する」ことが示されている。

このほか、国境を越えたサービス等のネットワーク活用の深化の流れに対し、引き続き安全で信頼できるサイバー空間の構築に努めつつ、グローバルな情報の自由な流通空間の拡充等に向けて、国際的な連携も図りつつ、取り組むことが重要であるとされている。

日本学術会議においても、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 5 月 9 日 日本学術会議情報学委員会）[6]が取りまとめられ、我が国の学術情報基盤整備の遅れに対する懸念とともに、情報通信技術を活用した新たな教育研究ニーズに対応するための先端的な情報基盤の重要性が示されている。

「学術研究の推進方策に関する総合的な審議について」中間報告（平成 26 年 5 月 26 日科学技術・学術審議会学術分科会）[7]においては、「我が国の研究推進の動脈である学術情報ネットワークについては、全国の学術情報基盤を担う組織が一体となって、国内・国際回線の強化を図る必要がある。その際、最新の情報学研究の成果を基に、情報資源を仮想空間で共有することにより研究プロセスの圧倒的な効率化とイノベーションをもたらすクラウド基盤の構築、深刻化しているセキュリティ機能の強化、学術情報の活用基盤の高度化を併せて実現することが望まれる。」とされている。

（3）当面の学術情報基盤整備の方向性

これまで我が国の学術情報基盤は、情報資源を安全に管理・流通させる環境を確保することで、大学等が単独もしくは連携して実施する教育研究活動を支え、我が国の教育や科学技術・学術の振興に大きな役割を果たしてきた。

学術情報基盤の重要性や強化・充実の必要性は、種々の政策提言において示されているように論を俟たない状況である。もはや、我が国のみならず世界における教育研究活動は、高度な学術情報基盤なくしては成り立たないと言っても過言ではない。学術情報ネットワークの整備が不十分なため、何らかの不具合が発生した場合、その影響は、特定の機関や研究分野に止まらず、我が国の教育研究活動すべてに波及することとなり、その損失は計り知れない。

情報通信技術が急速に進展し続けている現状や後述する諸外国の状況を踏まえれば、我が国の大学等の教育研究活動を支えきる学術情報基盤を実現するためには、クラウド化への対応を含む学術情報ネットワークの高度化が喫緊の課題であり、その方向に強く踏み出す必要がある。

3. アカデミッククラウド⁽¹¹⁾環境の構築について

（1）アカデミッククラウドの必要性

① クラウド環境構築の意義

クラウド活用の意義は「所有から利用」への転換であり、ユーザの必要とするコンピュータ資源を、必要な時（オンデマンド）に、必要な分だけ、速やかに使用することが可能となり、利用者は利用した資源量に応じて費用を払えばよいという点にある。さらに、その資源を多くのユーザで共用することにより経済的な運用が可能であり、大規模にシステムを集約することによって効率化が進展する。

一般的なコンピュータ資源の使用は、効率的とは言えない状況にある。世界の企業で稼働しているサーバ 30 万台のうち、75%が稼働率 5%未満という調査結果[8]もある。また、急速に進展するハードウェアやソフトウェアの性能向上に対して、大学や研究者等が頻繁に機器を更新していくことには限界がある。

これらの状況から、クラウド化によってもたらされる圧倒的な効率化に大きな期待が寄せられている。

このようなクラウドの特性に鑑み、文部科学省の「アカデミッククラウドに関する検討会」提言（平成 24 年 7 月）[9]においては、「アカデミアにある膨大なデータを連携し、高度に処理・活用する第四の科学的手法であるデータ科学を高度化する共通基盤技術の開発やアカデミッククラウド環境の構築により、新たな知の創造、科学技術イノベーションの創出、社会的・科学的課題解決につなげる必要性が高まっている」として、大学等が有する研究や教育に関するデータを大学等間で共有するためのアカデミッククラウドの必要性が指摘されている。

全国の学術情報基盤を担う組織が一体となってアカデミッククラウドの構築を推進することにより、大学等は自らの情報システムの整備や維持に必要な設備投資が抑制できることに加え、迅速な拡張性やデータバックアップによる安全性の確保も可能になり、極めて効率的な運用が可能になる。また、研究者等はシステム調達や設定などに要する多大な作業や時間から解放され、本来の教育研究業務に専念できるなど大きなメリットがある。

なお、アカデミッククラウドの導入においては、その効果を高める観点から、大学等の外部のデータセンターが提供するパブリッククラウド⁽¹²⁾サービスとの連携を進めることも重要である。

② 我が国の大学等における状況

学術情報基盤実態調査[10]によると、平成 25 年度では、全大学の 63%（対前年度比で約 15%の増加）がクラウドを導入し運用している。運用していない大学においても、約 53%の大学は運用について検討している状況であり、我が国の大学等でもクラウドの必要性は着実に認識されつつある。しかしながら、運用している大学のうち 59%は機関単独での実施となっており、その内容については、管理運営業務(69%)と教育業務(69%)が主体となっている。研究業務での活用は 25%に留まっているが、その背景として、クラウドのニーズは高いものの、導入にはデータ量の大きさに耐えられる安定した高速ネットワーク環境の構築が必要なことなどがある。

クラウドに対するセキュリティの確保やサービスの継続性の担保等の課題に対しては適切に対処する必要があるが、我が国の大学等の革新的な機能強化を促進し、イノベーションを創出するためには、大学等を横断するアカデミッククラウド環境の構築・運用を積極的に推進することが望まれる。

(2) アカデミッククラウド環境整備の方向性

大学等におけるクラウド導入は、その対象として、主に教育・学習基盤、研究基盤、

管理運営基盤の三つの機能に区分される。その目的は、単に経費的な節減効果だけではない。ネットワークを通じて、各機関の持つ情報資源やシステムを共有し、どこからでもアクセスできる環境が整備され、データや資料等の相互利用を促進することによって、大学等に様々なイノベーションを誘発し、総合的な機能強化を図ることにある。このことは、我が国の大学等の水準向上をもたらすにとどまらず、科学技術水準の向上、さらには社会全体の活性化にも寄与するものである。

文部科学省では、大学等におけるより有用性の高いクラウドの導入促進についての検討を行うため、アカデミッククラウドの環境構築に係るシステム研究（代表者：岡田義広九州大学教授）[11]を平成 25 年度に実施した。その成果も踏まえ、アカデミッククラウド環境整備の方向性を以下のとおり整理した。

① 教育・学習基盤のためのアカデミッククラウド

大学教育において、質的向上のための教育改革として、学生に主体的な学修姿勢を促すアクティブ・ラーニングへの転換が求められている。双方向型の e-ラーニング⁽¹³⁾、OCW、MOOC、遠隔講義等、情報通信技術を活用した多様な教育スタイルが提供・展開されている。また、学生に対するきめ細かい学修指導を可能にするため、学習管理システム(LMS)⁽¹⁴⁾の運用により、授業等における活動状況から取得・集積する教育・学習情報をデータベース化する動きとともに、その活用による個別指導(e-ポートフォリオ⁽¹⁵⁾の構築)も進みつつある。各大学等で生産される知的資産を蓄積・公開するために構築が進む機関リポジトリ⁽¹⁶⁾では、研究成果だけでなく、教員等の作成する教材の保存・利活用も進んできている。

これらの情報資源について、クラウド化することにより、システムの統一や仕様が標準化され、より情報の共有が進展すると考えられる。個人情報等の扱いを適切に処理しつつ、各大学がそれぞれのニーズに合った形で他機関の教育情報を有効に利活用することによって、我が国の大学全体における教育の質的向上・保証が可能になる。教育情報のオープン化を通じ、海外からの優秀な学生の獲得や国際的な大学間の単位互換制度の構築等による大学教育のグローバル化の促進への寄与も期待される。

例えば、京都教育大学、大阪教育大学、奈良教育大学の 3 教育大学では、遠隔授業の整備環境を統一し、SINET で連携することにより、他大学の学生も授業担当教員とコミュニケーションが可能になる双方向型の遠隔授業を実現するとともに、受講した他大学の授業を単位認定することにより、互いの教育レベルの質的向上を図っている。

四国地区においても、香川大学、徳島文理大学等の国公私立大学 8 大学が連携して遠隔講義と e-ラーニングを活用して教育コンテンツを共有する取組(e-knowledge コンソーシアム四国)を実施し、教育内容や教育方法の多様化を推進している。

今後、情報通信技術を活用したアクティブ・ラーニングをさらに普及・発展させるためには、学生がいつでもパーソナルコンピュータ(PC)を利用して教育情報にアクセスできる環境を整備することが望ましい。各大学では、学生用の端末システムについてはクラウドによる効率化を促進するためのシンククライアント⁽¹⁷⁾環境の整備が進みつつある。しかしながら、個人の保有するタブレットPC等をネットワークに接続し活用できる環境としてのBYOD(Bring Your Own Device)⁽¹⁸⁾対応については、著作権処理等の課題もあり検討が遅れている。また、e-ポートフォリオ、LMSの導入ニーズも高いが、個人情報保護の観点から現時点では機関内でシステムを構築・利用する例が多く、機関を超えた情報共有による教育機能強化のためのシステム効率化・高度化は今後の課題である。

なお、情報通信技術、ネットワークを活用した教育の普及により、従来型の授業や大学に通学すること自体が不要になるのではないかという意見もある。しかしながら、大学は特定の専門的知識や技術を授業時間において学ぶのみを提供しているのではない。学生は大学において学生同士だけでなく、年齢や役割も異なる教職員等と活動する経験から、多種多様なものを学ぶ。こういった環境の中で、自主性や責任感、自己管理といった人間性も育まれていく。したがって、情報通信技術の教育環境への活用は、反転学習など学習スタイルの高度化や多様化を進めるための手段にすぎない。これらを考慮した上で、教育・学習基盤としてのクラウド化を推進する体制の整備が必要である。

② 研究基盤のためのアカデミッククラウド

現在は研究活動のあらゆる過程においてコンピュータ資源の利用が前提となっている。例えば、ビッグサイエンスといわれる大規模施設を使った実験・観測では、データの収集、処理、分析、成果の報告までのすべてが、高機能化・高性能化が著しいコンピュータ資源なしでは遂行が困難になっている。また、大学等のスーパーコンピュータを連携させたHPCI(ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)環境のもとでは、膨大なデータをネットワーク上に流通させ、超高性能なコンピュータで解析することにより効率的に新たな知見を得るe-サイエンスも大きく進展しつつある。

他にも物理学、天文学、生命科学、環境学分野などでは、国際的な連携によりデータベースを共同で構築し、ネットワークを介して膨大なデータを共有することで研究を強力に推進する方法が広がっている。

e-サイエンスは、比較的小規模でも世界中の大学や研究所のネットワークで実現される場合もあり、その意味では社会科学、人文学にもその動きは広がっている。例えば、経済動向や消費者や利用者の行動およびその予測などの分野では、購買履歴やGPSデータなどのいわゆるビッグデータの収集、分析が欠かせなくな

っている。人文学では研究対象となる貴重書、古典、史料のデジタル化とアーカイブ構築が進められているが、さらにデジタル化されたコレクションを対象に国際的な共同研究としての分析を可能にする各種ツールやシステムが開発されつつある。このような動きはデジタル・ヒューマニティーズ (Digital Humanities) と呼ばれ、文系・理系の枠組みを横断した共同研究、最新のネットワーク技術と連動した国際的な枠組みといった特徴があり、人類の知的資源の保存、研究、発信の方法を大きく変えつつあり、情報社会の新しい知識基盤形成として期待されている。

また、現在の研究成果の多くは電子ジャーナルや電子書籍などデジタルメディアで流通するようになってきている。それら成果を無料で制約なく流通させるオープンアクセス⁽¹⁹⁾の動きも進展してきており、さらに論文という成果だけでなく、データそのものをも公開するオープンデータの動向も注目されている。

以上のように、従来のビッグサイエンスといわれる一部の分野だけでなく、非常に幅広い分野において、データの流通・共有・分析が重要になってきており、その要請に応えるためには、研究活動のあらゆる側面において、コンピュータ、ネットワークをはじめとする最先端のコンピュータ資源が必要になる。

しかし、全ての研究拠点がこのようなコンピュータ資源を調達することは費用的にも時間的にも非効率であるとともに、研究計画の進み具合によってより柔軟な仕様の変更が必要になることも想定される。クラウド化を進展させることによって、仮想空間による最適な計算資源の構築・提供やデータ処理システムの連携、開発したプラットフォームやソフトウェアの共有による高度化を図ることがより容易になることから、積極的に導入すべきである。

例えば、北海道大学では、サーバやシステムをクラウド化することで、スーパーコンピュータ並みの性能を有する計算環境を実現し、学外にもサービスを提供している。コンピュータ資源の構成をユーザのニーズに合わせて容易に変更することが可能であり、高性能な研究環境を効率的に利用できるようになっており、既に創薬化学等の分野において成果を挙げている。

研究支援に関するクラウド化においては、膨大なデータ流通・処理を迅速かつ安定して行うことが求められることから、高性能なネットワーク、高度なセキュリティの維持管理、サービス提供の継続性の確保が重要な課題となる。また、研究活動の多くが大量のデータに依存するようになると、データを保全するために大容量のバックアップデータが必須であり、国内外での分散保存の検討というような高度な判断を要する課題もある。さらに、国際的な学術情報ネットワークの連携においては、公的なネットワークによる接続が必要な場合がある。そのような技術的、運用面での様々な課題を考慮すると、我が国においては、全国の大学等に共通のサービスを提供し、認証や管理面での統一的な仕様やポリシーの策定が容易な信頼性の高い学術情報ネットワークの基幹である SINET を中心にアカデ

ミッククラウドを構築することが求められる。

③ 管理運営基盤のためのアカデミッククラウド

事務系及び大学経営に関わる管理運営サービス（学務系システム、経費管理システム、人事管理システム等）に関しては、大学等の機関ごとに様々なシステムが構築され、運用されている。今後、これらのサービスについては、クラウド化により、システムの仮想空間による運用を実現するとともに、利用者の端末についてはネットワークを活用したシンクライアント等による情報基盤の効率化を通じて、サービスの機能強化と経費抑制の両方を実現する環境整備の進展を図るべきである。各大学等での業務システムの標準化・共有化により、開発コストや運用コストの削減、サービスの迅速化、関連する設備投資の合理化等の効果が得られる。

大学間の管理運営基盤におけるクラウド化の推進に当たっては、同一機関内の管理運営サービスが部局ごとに行われているような場合、大学内におけるクラウド化の推進が第一ステップとして必須である。管理運営サービスは、汎用的なシステムとしてクラウド化を進めやすい部分であるが、他の支援と同様にセキュリティ対策、サービス継続性等に留意した上で、学内に存在する多種多様なシステムのクラウド化による統合・合理化を進めることが肝要である。

例えば、静岡大学では、業務運営に関わる基幹システムのクラウド化を図ることにより、サーバや端末等の設備投資や光熱水料等の維持管理経費を大幅に効率化した情報環境を構築している。

国内の多くの大学等の管理運営基盤に関わる地域連携型、あるいは全国一体型などの第二のステップのクラウド化については、その実現に向けての今後の検討が待たれる。なお、管理運営基盤に関するパブリッククラウドの活用について、現状では、個人情報保護やセキュリティ対策への懸念から積極的には進んでいないが、その活用による効率的な運用を見据えて、安全性に配慮しつつ促進させることも重要である。

（3）アカデミッククラウドの環境構築に必要な事項

大学等の教育研究活動等において、様々な効果的・効率的なメリットをもたらすアカデミッククラウド環境の構築にあたっては、以下のような点に留意しつつ、推進する必要がある。

① 基本的な環境整備

ア) ネットワークの性能強化

アカデミッククラウドの普及において、最も重要かつ喫緊の課題が大量のデータ流通を支える高速なネットワークの維持である。クラウド化の進展に伴って、帯域不足になることを懸念する声も大きい。そのため、学術情報ネットワークの基幹である SINET はもとより、各大学等におけるネットワークの強化が重要である。また、機関と SINET を接続するアクセス回線⁽²⁰⁾の高速化が遅れていることも課題となっており、各大学等が帯域の確保に積極的に取り組むことも重要である。

イ) セキュリティ対策とプライバシー確保による高付加価値化

セキュリティ対策は、アカデミッククラウドの展開においても極めて重要な課題である。ネットワークの運営過程において常にサイバーセキュリティを強化していくことがネットワークの価値を高めるという視点が重要であり、厳しい状況でも予算を確保し、維持していくことが不可欠である。文部科学省の調査研究[11]によるとインシデント⁽²¹⁾を経験したケースは 30%の機関に留まっているが、残り 70%はインシデントの発生に気づいていないと考えるのが妥当であり、ネットワークの入口で防止することと同時に大学側のサイバーセキュリティも強化する仕組みを考える必要がある。しかしながら、セキュリティ対策には相応の経費がかかることから、各大学等が個別に対応することには限界がある。さらに、各大学等はネットワークで連携していることから、全ての大学において共通してセキュリティレベルを向上させることが求められる。

また、個人情報や機関の機密情報などのデータプライバシーの取扱いに関しては、適切なガイドラインを策定・共通化し、事前に公表しておくことが重要になる。

アカデミッククラウドの展開は、このようなセキュリティレベルやプライバシーレベルの向上に対して、大学等で使用するプラットフォームを共通化し、用途ごとに適したクラウド環境の選択を可能にするとともに、各大学等のシステムを集約し、サイバー攻撃等を一元的に監視・対応することにより、効率的、効果的に寄与することができる。

ウ) サービスの効率的な利活用のための認証連携の促進

多様なユーザが複数のサービスを共有するクラウド環境を効果的に利活用するためには、機関間での認証機能の統一化、認証連携が不可欠になる。その実現のためには、既に NII が提供している「学認⁽²²⁾」のトラストフレームワーク⁽²³⁾を最大限に活用することが現実的であり、そのメリットを生かして、シングルサインオン⁽²⁴⁾での利用環境の実現を図るべきである。

エ) データの共有・管理の適正化に必要な運用ルールの策定

クラウド環境の構築にあたっては、海外を含めて、関係する機関が様々なデータを共有することになる。データの適正な利活用を促進するためには、フォーマットの標準化等の取組とともに、データ管理における制度的、法的な側面を含めて、クラウド基盤の運用ルールを整備しておくことが求められる。

② 運用上のリスク管理

ア) クラウドサービスの継続性の確保

クラウドサービスは、効率的である反面、機関外のシステムを利活用するサービスであることから、大学等において、災害時等の事業継続計画 (BCP⁽²⁵⁾) の策定や提供を受けるサービスの保証契約 (SLA⁽²⁶⁾) への対応を適切に実施し、事業実施の継続性確保に努める必要がある。

イ) クラウド基盤の多様性の確保

クラウドの規模に関しては、全国一体型、地域連携型など、資源の集約化やシステムの合理化による効率的なサービス共有を進める一方で、自然災害の発生や単一事業主体に依存するリスクを軽減する観点から、クラウド基盤の多様性や分散性についても考慮しつつ体制整備を図る必要がある。

③ 人材の育成等

ア) アカデミッククラウドの構築・運用を支える人材の育成

大学等の内部に、教育・研究・管理運営業務と情報基盤整備との関係を理解し、仮想空間やネットワークの利活用のための環境整備を支えられる人材を養成する必要がある。その際、個人情報保護、機密情報保護、BCP 対策、SLA 標準化等の社会的なセキュリティ対策に対応できる人材も必要である。また、クラウド基盤の連携により、より高度な環境を実現するインタークラウド⁽²⁷⁾の展開も重要であり、そのために民間や外国との人的交流の促進も必要と考えられる。

イ) アカデミッククラウドに対する理解の向上

大学等において、活動全般の高度化・効率化につながるアカデミッククラウドの導入による効果は非常に大きいですが、これらの導入の意義が教職員等に正しく理解されていないこと、また、必要以上にサイバーセキュリティ等のリスクを問題視することにより活用が遅れている状況も見受けられる。NII、大学等が一体となって、教職員等に対する啓蒙活動や SINET で活用できるクラウドサービスに関する情報提供、アカデミッククラウドに対する理解を広く深めていくための広報活動等の取り組みを行っていくことも重要である。

4. 次期 SINET の整備について

(1) 整備の方向性

我が国の学術情報ネットワークの基幹である SINET は、平成 4 年に運用が開始され、平成 23 年 4 月からは SINET4 が運用されている。その間、運用母体の NII を中心として策定する 5 年ごとの整備方針・計画に基づき充実を図ってきた。近年では、IPv6 サービス⁽²⁸⁾ や広域 LAN 接続サービス⁽²⁹⁾ の開始、海外との接続の拡充といった、その時々におけるニーズに応じた高度化も図ってきた。

平成 28 年度から展開する予定の次期 SINET (SINET5) の検討にあたっては、これまで述べてきた教育、学習及び研究基盤における新しい動向を踏まえ、アカデミッククラウドの構築・普及を念頭に置いた機能強化を効率的に行う必要がある。

(2) NII の役割

NII は、これまでも SINET の運用に関して、ユーザである大学等と協調して整備に取り組むことによって、高速、低価格、安全安心なネットワーク環境の提供に努めるとともに、最新の研究開発の成果を反映させ、ネットワークの継続的な高度化とサポートを実現してきた。

こうした対応は、他の機関や商用のネットワークでは実現できないものであり、大学等にとっても、情報基盤の構築を独自に整備するよりも、NII を中心に連携して、共通するニーズに共同で対応することにより、大幅な合理化が図られるという大きなメリットがある。

今後のアカデミッククラウドの展開においては、さらに高度な情報技術の連携が不可欠になることから、NII の果たす役割はより大きくなると同時に、NII と大学等との更なる連携強化は必須なものになると考えられる。

(3) SINET4 の現状

現在、SINET4 では、約 800 機関が参加し、約 200 万人のユーザが利用している。整備する回線の通信帯域としては、最も強い部分でも東京—大阪間で 40Gbps⁽³⁰⁾ が 2 本であり、それ以外は、10Gbps もしくは 2.4Gbps という状況である。そのような中で、冗長性を確保し、東日本大震災にも耐えた信頼性の高いネットワークを維持してきた。

SINET4 としては、当初計画にあった「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」環境を実現できておらず、研究分野によっては、データ流通をネットワークではなくディスクに保存した形での輸送に頼らざるを得ない状況も生じている。実際の運用状況に関しても、東京—大阪間（40Gbps 回線に対してピークトラフィックが 35.5Gbps）、日米間（10Gbps 回線に対してピークトラフィックが 9.2Gbps）など、通信帯域が逼迫している。そのため、NII では、学術情報ネ

ネットワーク運営・連携本部を設置し、大型研究や教育利用のニーズを調整しつつ整備することにより、ユーザの教育研究にできるだけ支障が出ないようにしてきている。

また、国際共同研究等において、大型の共有研究装置を用いた大量のデータ流通が活発になっており、高速安定のネットワーク環境整備とともに、海外の類似の学術情報ネットワークとの接続が不可欠である。そのため、我が国としても相応の学術情報ネットワークを構築する必要が生じている。海外では後述するように、米国や欧州、中国など、国内外を問わず 100Gbps がベースになっているが、SINET4 では、日米間において 10Gbps を 3 本整備した状況にとどまっており、その増強が強く望まれている。

一方、機能強化の側面では、大学における情報蓄積や流通量の増加から生じるクラウドサービス需要に応えるため、商用クラウドサービスプロバイダーとの接続を進めており、現在、10 カ所を設定して、安全性の高いプライベートクラウド⁽³¹⁾としての活用を可能にしている。

(4) 海外の学術情報ネットワークの状況

海外における学術情報ネットワークの整備状況は、前述の「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 5 月 9 日 日本学術会議情報学委員会）[6]に以下のとおり記載されている。

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[12]。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 (Large Hadron Collider : 大型ハドロン衝突型加速器)

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、国内最大の学術情報ネットワーク 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 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。

④ 国際ネットワーク

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、北米と欧州の六つの学術情報ネットワーク（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、米国の学術情報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。

以上のように諸外国に比べると SINET のネットワークは劣悪化していると言わざるを得ず、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利活用、さら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。

(5) SINET5 の整備

大学等の教育研究活動の情報通信技術活用による高度化やアカデミッククラウドの普及に伴い、膨大な教育研究データを SINET 上で流通させるニーズが加速することになる。こうした動きに合わせて、実証システムとして 400Gbps、さらには 1Tbps の

オーダーに耐えられる最先端のネットワーク技術開発を進めつつ、これらのコンピュータ資源をユーザが安心して利活用できる環境を整備することが、科学技術の発展、それを支える人材育成を促し、我が国の競争力を強化する上で重要である。そのため、基盤となるネットワークの強化とともに、サイバーセキュリティ対策の高度化、サービスの標準化・共通化を推進する必要がある。

① 必要な回線確保

ア) 国内回線

研究施設等の共同利用や世界各国との国際連携が進む先端研究における今後の通信量は、全国各地で着実に増加し、大規模実験装置やスーパーコンピュータの導入や更新、大学におけるクラウド利用やオンライン教育のコンテンツ流通の拡大等により急増することが予想される。

これまで、各機関において学内は高速であるが、学外接続はニーズとコストを考え低速な回線を整備する状況となっている。今後は、データ量の増加とクラウド環境による機関内外の境界が消失することになり、学外でも学内と同程度の高速ネットワークが必要になる。

これらの需要増に効率的に対応することが不可欠であり、SINET5では、従来のように専用線を確保するのではなく、ダークファイバー⁽³²⁾（通信事業者の余剰回線）を活用するコストパフォーマンスに優れた方法への転換を図ることにより、安価で高速な回線確保を実現する必要がある。このことにより、ほとんどの国内環境^(注)において100Gbps単位の学術情報ネットワークが効率的に整備できることが見込まれる。（注：沖縄との間は、従来同様、専用回線による整備が必要である。）

また、従来、中間とりまとめ的なノード校⁽³³⁾を設置し、そこに各機関から回線をつなぐことによりSINETに接続していた方式を改め、各機関がSINETに直接接続できるインタフェース⁽³⁴⁾を設け、各機関からノード校を経由せずにつなぐ方式を検討する必要がある。この方式は、SINETまでのアクセス回線は各機関負担であるが共同調達により経費の節減を図る。その結果、学内からSINETを経由して他機関やデータセンターまで高速ネットワークを維持することを可能にする。

SINET5においては、ネットワークの強化とともに必要な冗長性を確保する観点から、早急に各都道府県に100Gbpsで複数接続できる高速ネットワーク環境をバックボーン⁽³⁵⁾として全国に構築し、今後のネットワーク需要を踏まえて、更なる増強を図ることが適切である。これに合わせて、各大学等がアクセス回線の確保に努めることにより、我が国全体のネットワーク環境の充実が実現する。

イ) 国際回線

最先端の研究開発においては、大型の研究装置や大量データ共有による国際共同研究の進展により、国際間のネットワーク増強が不可欠な状況にある。

既に諸外国の学術情報ネットワークは 100Gbps 規模の増強が進んでいることから、我が国においても日米間の回線増強など、対等な環境整備が必要である。また、日本－欧州間に関しても、北米経由で流通している現状から、データ利用に遅延が生じてきており、シベリア経由の回線整備を検討する必要がある。

② クラウド環境の高度化を支える最新ネットワーク技術の導入

最新のネットワーク技術である SDN (ネットワーク構成を需要に応じて柔軟に変更する技術) や NFV⁽³⁶⁾ (ネットワーク機能をクラウド上の汎用サーバに実装し、コスト削減を図る技術) 等を用いて、最新のセキュリティ技術と連携させることで、高効率で高セキュア⁽³⁷⁾ な環境を整備することにより、SINET5 上での拡張性のある高度なクラウド環境の利活用を可能にする必要がある。

③ サイバーセキュリティ対策と認証機能の提供

SINET5 では、安全安心なクラウド環境の実現を含め、ネットワーク利用におけるサイバーセキュリティの強化を図る必要がある。これにより、サイバーセキュリティ対策が十分に実施できていない大学に対しても、安全安心なネットワークを提供できるようになる。大学等と連携して IDS⁽³⁸⁾ (侵入検知システム) 等を配備し、これらを活用したサイバーセキュリティの常時監視と分析機能を集約化することにより、大学等が個々に対策を行うよりも効率的かつ低コストでセキュリティ強化を図ることが期待できる。

また、サイバーセキュリティと合わせて重要になるのがユーザごとの権限に応じて情報を利用できるようにする認証の仕組みである。NII が整備する学術認証フェデレーションである「学認」を共通仕様として展開することにより、学外の様々なクラウドサービスにもシームレスにアクセスできるようにする。これにより利便性を高めつつ、クラウド利用の安全性向上と管理コストの削減を図ることが可能になる。

④ コンテンツの流通環境整備

大学等における教育研究に関するコンテンツの流通は、イノベーションを創出し、我が国の社会発展の基盤として極めて重要である。大学等は教育研究成果等の蓄積・公開を目的とした機関リポジトリの整備を推進しているが、NII では、機関リポジトリを SINET で連携し、一元的な学術情報流通を促進する学術機関リポジトリポータルを展開している。また、機関リポジトリを構築するシステムをクラウド環境で利用できる共用リポジトリサービス⁽³⁹⁾ (JAIRO Cloud) の提供も行っ

ている。大学等が JAIRO Cloud を活用することにより、開発経費の節減とコンテンツ登録の簡便化が実現され、流通促進が期待できることから、その整備とともに、積極的に普及を進める必要がある。

今後は、研究成果のオープンアクセスやオープンデータに対する世界的な動きや大学等の情報公開ニーズの高まりも踏まえると、論文等の研究成果だけでなく、MOOC、OCW 等の講義内容、さらには、書籍のみならず実験データといった教育研究活動に関わる様々なコンテンツが機関リポジトリに蓄積され、発信されるようになると思われる。

そのため、それらを情報資源として大学等間で共有、利活用する仕組みを一層強化する観点から、コンテンツのメタデータ⁽⁴⁰⁾を整備し、情報検索機能を提供している CiNii (Citation Information by NII)⁽⁴¹⁾の機能を高度化するとともに、SINET を介してコンテンツ間の連携を図ることにより、知識基盤としての情報共有を推進する必要がある。

⑤ クラウド環境の利活用促進への取組

大学等と NII の連携関係をより強化し、さらに商用クラウドサービスプロバイダーとも協力して、SINET 上で利用できるクラウドサービスをメニュー化したポータルサイト⁽⁴²⁾を整備し、それらのサービスを各機関がカスタマイズした上で「学認」を活用したシングルサインオンで利活用できる環境として「クラウドゲートウェイ」（仮称）の実現を図る必要がある。このような機能は、今後、大学等において情報資源の効率的活用につながる多様なクラウドサービスの利用を加速するための鍵となると考えられる。

こうした取組は既に欧米で進みつつあり、大学等がニーズに合ったクラウドサービスを適切に導入する上で、効果的に機能するものと期待される。

5. まとめ

社会のボーダーレス化や国際化が進展する中で、我が国の大学等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。

近年、教育研究活動の推進において、膨大な量のデータの収集・分析が重要になってきており、増大化するデータ処理ニーズに対して、共用するコンピュータ資源をネットワーク経由で効率的に利活用するクラウド化への動きが進展しつつある。こうしたクラウド化を含めた学術情報基盤の構築については、全ての大学等の教育及び研究活動に関わる課題である。各機関が独自に行うのではなく、大学等と NII が連携を図りながら積極的に取り組むことで大きな効果が期待できる。

NII は、SINET5 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に努める必要がある。その上で、効率的な情報の利活用を可能にするクラウド基

盤構築のためのネットワーク技術、安全安心に利用できる環境としての最新のサイバーセキュリティ対策、情報コンテンツの相互利用を可能にするプラットフォームを登載することにより、世界最高水準のネットワーク構築に取り組むものとする。国には、SINET5 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。

大学等は、機関と SINET をつなぐアクセス回線の高性能化に努める必要がある。共有する最新のネットワーク環境のメリットを生かし、教育研究の高度化につながるアカデミッククラウドの導入や情報資源の利活用を効果的に促進させることにより、それぞれのミッションを踏まえた機能強化を図り、イノベーションの創出や社会貢献を果たすことが求められる。

さらに、NII と大学等がより強固な協力関係を構築した上で、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必要がある。

我が国においてスマートフォンやタブレット端末が急速に社会に浸透し、コンピュータやソフトウェアの高性能化・高機能化に伴って、初等中等教育段階においても様々なデジタル教材の開発や利用が進んできている。長期的には、小中高校生から大学生までがそのようなデジタル教材を利用することが、世界の様々な分野で活躍できる次代の担い手の育成に適切につながっているかを検証しつつ、学術情報基盤の在り方を引き続き検討していくことが肝要である。

用語解説

(1) クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティングは、共用の構成可能なコンピューティング資源（ネットワーク、サーバ、ストレージ、アプリケーション、サービス）の集積に、どこからでも、簡便に、必要に応じて、ネットワーク経由でアクセスすることを可能とするモデルであり、最小限の利用手続きまたはサービスプロバイダーとのやりとりで速やかに割当てられ提供される。

(2) コンピュータ資源

コンピュータを活用するために必要な「資源」。ネットワーク、サーバ、ストレージからアプリケーション、サービスまでを含む。

(3) ビッグデータ

情報化社会の進展に伴い爆発的に増加している、膨大な量のデジタルデータ全体を示す総称。大量のデータを効果的・効率的に収集・集約し、革新的な科学的手法により、新たな価値を創造することの重要性が国際的にも認識されている。

(4) オープンコースウェア (OCW)

大学等で正規に提供された講義とその関連情報をインターネット上で無償公開する活動のこと。アメリカのマサチューセッツ工科大学が2001年に提唱し、その後、世界中の大学に広まっている。大規模公開オンライン講座 (MOOC) と違い、担当教員等に質問することや単位認定等はない。OCWはOpenCourseWareの略。

(5) 大規模公開オンライン講座 (MOOC)

Web上の無料で参加可能な、大規模な開かれた講義・履修コース（教員や学生同士とのやり取りができるものもある）のこと。課題や試験を通じて一定以上の成果を収めた受講生には修了証と呼ばれる一種の学習証明が発行され、正規の学生が取得できる単位や履修証明とは異なるものの、そのような単位や履修証明を取得するのと同じ評価基準で成績が認定される点（教育の提供）に大きな意味がある。MOOCはMassive Open Online Courseの略。

(6) SDN

Software-Defined Networkingの略。ネットワークの構成、機能、設定等をソフトウェアの操作だけで柔軟かつ動的に制御できる技術。制御機能をソフトウェアによって一カ所で集中管理することにより、どの機器にどのような動作をさせるか柔軟に設定することができる。

(7) アクティブ・ラーニング

教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、

倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室や大学図書館でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。

(8) ICT

Information and Communication Technology の略。情報通信技術。コンピュータやネットワークに関連する諸分野における技術の総称。

(9) オープンデータ

所持するデータを公開し、誰でも自由に利用でき、かつ、再利用・再配布も可能なデータとすること。そのためには、コンピュータ処理に適したデータ形式で、二次利用が可能な利用ルールで公開される必要がある。

(10) IX (インターネットエクスチェンジ)

Internet eXchange の略。商用のインターネット接続サービス事業者や学術ネットワークが相互に通信できるようにするための接続点。個々の商用インターネット接続サービス事業者や学術ネットワークだけでは、それぞれに直接接続しているユーザしか通信できないため、相互に接続する必要がある。

(11) アカデミッククラウド

大学等有する研究や教育に関するデータを大学等間で共有するためのクラウドのこと。単に経費的な効率化だけでなく、各大学等の持つ情報資源を共有し、データや資料等の相互利用を促進することによって、様々なイノベーションを誘発し、教育・研究機能を含めた総合的な高度化を図ることが期待されている。

(12) パブリッククラウド

クラウドサービス提供業者が大学、企業及び個人を対象としてサービス提供を行うクラウドサービス。クラウドサービス提供業者がデータセンターに設置したサーバに対し、利用者は、ネットワーク経由でアクセスしソフトウェアやハードウェアの利用を行う。

(13) e-ラーニング

コンピュータやインターネット等の IT 技術を活用して行う学習のこと。コンピュータやネットワークさえあれば時間や場所を選ばずに学習でき、個々の学習者の能力に合わせて学習内容や進行状況を設定できる等の利点がある。

(14) 学習管理システム (LMS)

e-ラーニングの運用を管理するためのシステムのこと。学習者の登録や教材の配布、学習の履歴や成績及び進捗状況の管理、統計分析、学習者との連絡等の機能がある。LMS は Learning Management System の略。

(15) e-ポートフォリオ

e-ラーニングにおいて学習者の学習履歴を管理するシステムのこと。成績やレポートのほか、発表資料や調査した文献リスト等、様々な学習成果を確認することができ

る。学習方針を組み立てる際の参考とされる。

(16) 機関リポジトリ

大学等の機関とその構成員が創造したデジタル資料の管理や発信を行うために、大学がそのコミュニティの構成員に提供する一連のサービスのこと。研究者自らが論文等を掲載していくことによる学術情報流通の変革と同時に大学等における教育研究成果の発信、それぞれの機関や個々の研究者の自己アピール、社会に対する教育研究活動に関する説明責任の保証、知的生産物の長期保存の上で、大きな役割を果たしている。

(17) シンクライアント

ユーザの端末には最低限の機能のみを持たせ、アプリケーションやファイル等は中央のサーバで集中的に管理し、ネットワーク経由でユーザの端末から利用する仕組み。あるいはこのような仕組みで使用するユーザ端末のこと。

(18) BYOD (Bring Your Own Device)

個人保有の携帯用機器を職場や学校に持ち込み、業務や講義に使用すること。

(19) オープンアクセス

論文等の学術情報をインターネットから無料で入手でき、誰でも制約なくアクセスできるようにすること。オープンアクセスを実現する手段は多様であるが、購読料に依存しないビジネスモデルを備えた学術雑誌の刊行主体が行うものと、機関リポジトリ、専門分野別のアーカイブなどへ研究者自らが論文等を掲載していくものとに大別できる。

(20) アクセス回線

通信事業者のネットワークとユーザ宅を結ぶ回線。ここでは、大学等が SINET を利用するために、各機関からノード（ネットワークの接続拠点）までを結ぶ回線の総称。

(21) インシデント

ここではサイバーセキュリティインシデントのこと。情報漏えい、不正アクセス、ウイルス感染など、事業運営に影響を与えたり、サイバーセキュリティを脅かしたりする事件や事故。

(22) 学認

全国の大学等と国立情報学研究所が連携して、平成 21 年度から構築・運用している学術認証フェデレーションの通称。電子ジャーナルや大学向けクラウドサービスなどの学術電子リソースを利用する高等教育機関や研究機関と、それらのサービスを提供する機関・出版社等によって構成されている。なお、認証フェデレーションとは、ユーザ ID やパスワードなどが登録され、ユーザの認証を行うサイト（Identity Provider : IdP）と、IdP の認証情報をもとに、ユーザにサービスを提供するサイト（Service Provider : SP）から構成された連合体のこと。参加する組織は認証フェデレーションが定めた規程を順守し、相互に信頼関係を結ぶことで、認証フェデレーションに参加するサービスをシングルサインオンで利用することが可能となる。

(23) トラストフレームワーク

異なる認証基盤間でユーザ ID を連携し、ユーザに関する情報を事業者間で安全に流通させ、サービスの質の向上を図る仕組み。

(24) シングルサインオン

ユーザが一度認証を受ければ、運用主体の異なるサービス間でも、これらの中で認証情報を安全に受け渡し、許可されている全てのサービスをパスワードなどの再入力なしに利用できるようにする仕組み。ユーザは、ID・パスワードなどの入力を最小限に抑えることができ、その管理を一元化できることから、より高いセキュリティの実現も期待できる。英語表記の Single Sign-On の頭文字を取って SSO とも言う。

(25) BCP

Business Continuity Planning の略。災害をはじめとする不測の事態が生じた際に、最低限の事業活動を継続するためにあらかじめ定めておく行動計画。

(26) SLA

Service Level Agreement の略。サービス提供事業者が契約者に対しどの程度の品質を保証するかを明示し文書化したもの。混雑時の通信速度、障害等の停止時間の上限値等が定量的に定められる。

(27) インタークラウド

複数のクラウドを連携させ、コンピュータやネットワーク等の資源を確保し、それらを統合した環境でサービスを提供する形態。

(28) IPv6 サービス

インターネット上でコンピュータ同士が通信を行うために定められた規約の第 6 版によるサービス。IPv6 は Internet Protocol Version 6 の略。第 6 版は、現行の第 4 版 (IPv4) が抱える IP アドレスの枯渇やセキュリティ等の問題解決のために策定された。

(29) 広域 LAN 接続サービス

SINET に接続する際に、大学と SINET の接続拠点を直接繋ぐ通常のアクセス回線の代わりに、通信事業者が提供する広域通信網を利用して接続するサービス。接続拠点までの距離があり、アクセス回線の費用がかさむ大学の負担を軽減するための接続形態。

(30) bps

bits per second の略。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のこと。1Gbps は、1 秒間に 1 ギガビットのデータを伝送できることを表す。ギガは、10 の 9 乗 (10 億) を意味する単位の接頭語で「G」と表記される。なお、テラは、10 の 12 乗 (1 兆) を意味する単位の接頭語で「T」と表記される (1T=1000G)。

(31) プライベートクラウド

大学等が、自組織を対象としてサービス提供を行うクラウドサービス。大学等が、データセンター (もしくは基盤センター) に設置したサーバに対し、利用者は、学内ネ

ットワーク経由でアクセスしソフトウェアやハードウェアの利用を行う。

(32) ダークファイバー

電気通信事業者が敷設している光ファイバーのうち、サービスの提供に用いられてなく、空いているもの。

(33) ノード校

SINET のノード(ネットワークの接続拠点)が設置されていた大学・研究機関。SINET3 ではノードは大学・研究機関に設置していて、これらをノード校としていた。SINET4 からは、災害や障害に強く信頼性の高いネットワークを実現するため、ノードを民間のデータセンターに設置するとともに、ノード校は SINET4 の間に各大学等が接続変更するまでの接続拠点とされた。

(34) インタフェース

異なる 2 種類以上のものを仲介すること、またそれらの境界・接点などの意味。例えば、コンピュータと周辺機器を接続する部分、また、それら両者間で情報や信号などをやりとりするための手順や規約を定めたものを意味する。

(35) バックボーン

ネットワーク回線における基幹となる部分。ここではアクセス回線部分に対比して使用している。

(36) NFV

Network Functions Virtualization の略。これまでファイアウォールや侵入検知システム (IDS)、ルータといったネットワーク機器は専用の機器が必要であったが、これらの役割を一般的なコンピュータ上にソフトウェアとして実現し、仮想化されたサーバ上で代替して実行する方式。

(37) セキュア

コンピュータシステムやネットワーク等において暗号化や認証等の技術によって、盗聴、改竄、なりすまし等の防止が適切に行われている状態。

(38) IDS

Intrusion Detection System の略。ネットワークを監視し、不正アクセスを発見したときに管理者に通報するシステム。

(39) 共用リポジトリサービス

独自でリポジトリの構築・運用が難しい機関に対して、国立情報学研究所が提供する共用リポジトリサービスのこと。国立情報学研究所が開発した機関リポジトリソフトウェア WEKO をベースにしたクラウド型のサービス。通称はジャイロクラウド (JAIRO Cloud)。

(40) メタデータ

情報を組織化するためにその情報の属性を定型的に記述したもののことであり、「データに関する構造化されたデータ」と定義される広義の概念。データそのものではない

く、データについてのデータであるため、メタ（上位の）データと呼ばれる。
膨大なデータから目的のデータを探し出す手助けとするために作成される。

(41) CiNii (Citation Information by NII)

国立情報学研究所が提供する論文や図書・雑誌等の学術情報を検索できるデータベース・サービス。サイニィと言う。

(42) ポータルサイト

インターネットを介して提供されている様々なサービス・情報源への入り口を集めた Web サイト。

参 考 文 献

- [1] 「科学技術指標 2013」 (平成 25 年 8 月 文部科学省科学技術・学術政策研究所)
- [2] 「科学技術の状況に係る総合的意識調査 (NISTEP 定点調査 2013)」
(平成 26 年 4 月 文部科学省科学技術・学術政策研究所)
- [3] 「第 4 期科学技術基本計画」 (平成 23 年 8 月 19 日 閣議決定)
- [4] 「教育振興基本計画」 (平成 26 年 6 月 14 日 閣議決定)
- [5] 「世界最先端 IT 国家創造宣言」 (平成 25 年 6 月 14 日 閣議決定)
- [6] 「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 5 月 9 日 日本学術会議情報学委員会)
- [7] 「学術研究の推進方策に関する総合的な審議について」 中間報告
(平成 26 年 5 月 26 日 科学技術・学術審議会学術分科会)
- [8] 「USING VIRTUALIZATION TO IMPROVE DATA CENTER EFFICIENCY」
(EDITOR : RICHARD TALABER, VMWARE)
<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/White%20Paper%2019%20-%20Using%20Virtualization%20to%20Improve%20Data%20Center%20Efficiency.pdf>
- [9] 「ビッグデータ時代におけるアカデミアの挑戦」
(平成 24 年 7 月 4 日 アカデミッククラウドに関する検討会)
- [10] 「平成 25 年度 学術情報基盤実態調査結果報告」
(平成 26 年 3 月 文部科学省研究振興局参事官 (情報担当) 付)
- [11] 平成 25 年度 文部科学省科学技術試験研究委託事業
次世代 IT 基盤構築のための研究開発 (ビッグデータ利活用のためのシステム研究等)
『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 成果報告書」
(平成 26 年 5 月 国立大学法人九州大学)
- [12] U. S. Department of Commerce Financial Assistance Award, “11.557 Recovery Act – United States Unified Community Anchor Network (USUCAN),” NT10BIX5570075, Jan. 2010.
http://www2.ntia.doc.gov/files/grantees/university_corporation_for_advanced_internet_development_cd450.pdf

参 考 資 料

- ・ 学術分科会における委員会の設置について 27
- ・ 第7期 科学技術・学術審議会 学術分科会 学術情報委員会
委員名簿 28
- ・ 科学技術・学術審議会 学術分科会 学術情報委員会
における審議経過 29
- ・ 教育研究の革新的な機能強化とイノベーション創出のための学術情報基盤整備について
ークラウド時代の学術情報ネットワークの在り方ー（審議まとめ）概要 30

学術分科会における委員会の設置について

平成25年2月21日

学 術 分 科 会

科学技術・学術審議会学術分科会運営規則第3条の規定に基づき、以下の委員会を設置する。

委員会名	概 要	調 査 事 項
学術の基本問題に関する特別委員会 (※1)	「第6期学術分科会における主な審議経過及び今後の検討課題」(平成25年1月10日)等を踏まえ、研究者の自主性と研究の多様性を尊重しつつ、学術研究体制の整備の在り方等について調査する。	○学術の意義と特性や社会との関係を踏まえた学術の振興のための施策の方向性 ○その他学術研究を巡る動向を踏まえて調査が必要な事項
学術情報委員会(※1)	研究・教育の高度化を支える学術情報の普及・活用等に関わる事項について総合的に調査する。	○学術情報の流通・発信の強化及びそのための基盤整備の在り方 ○その他学術情報の利活用の促進に関する事項
脳科学委員会 (※2)	脳科学に関する研究開発計画の作成及び推進並びに学術研究の振興及び評価に係る事項を総合的に調査する。	○脳科学研究の基本的構想及び推進方策 ○脳科学と社会との関係 ○脳科学研究に関する評価 ○その他脳科学研究に関する諸課題

※1 分科会の委員、臨時委員を分属するとともに、必要に応じて、専門委員を追加する。

※2 脳科学委員会の設置形態は、学術分科会と研究計画・評価分科会との共同設置とする(別紙参照)。

※3 人文学及び社会科学の振興に関する検討事項については、今後の状況を踏まえ委員会の設置を検討。

第7期 科学技術・学術審議会学術分科会

学術情報委員会 名簿

(50音順)

(委員)

◎ 西尾 章治郎 大阪大学サイバーメディアセンター長
羽入 佐和子 お茶の水女子大学長

(専門委員)

上島 紳一 関西大学総合情報学部教授
岡部 寿男 京都大学学術情報メディアセンター教授
加藤 治彦 科学技術振興機構執行役
喜連川 優 情報・システム研究機構国立情報学研究所長
倉田 敬子 慶應義塾大学文学部教授
後藤 厚宏 情報セキュリティ大学院大学教授
斎藤 成也 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所教授
竹内 比呂也 千葉大学アカデミック・リンク・センター長
辻 ゆかり 西日本電信電話株式会社技術革新部
研究開発センター所長
土方 裕之 丸善株式会社常務取締役
美馬 のゆり 公立はこだて未来大学システム情報科学部教授
山口 しのぶ 東京工業大学学術国際情報センター教授
吉田 浩 富士通株式会社クラウド事業本部
プリンシパルアーキテクト

◎:主査

(平成26年7月1日現在)

科学技術・学術審議会 学術分科会 学術情報委員会における審議経過

科学技術・学術審議会 学術分科会（第52回：平成25年2月21日）において、「学術情報委員会」の設置を決定。

第7期 学術情報委員会

第5回 平成25年9月12日（木）10：00～12：00

- ・ 学術情報基盤整備（SINET）の現状と今後についての検討

第6回 平成25年10月25日（金）10：00～12：00

- ・ 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について検討
岡田 義弘 九州大学附属図書館付設教材開発センター教授

第7回 平成25年12月4日（水）10：00～12：00

- ・ 学術情報基盤整備の取組に関するヒアリング及びそれを踏まえた検討
水本 好彦 国立天文台光赤外研究部主任
長谷川 孝博 静岡大学情報基盤センター副センター長
棟朝 雅晴 北海道大学情報基盤センター副センター長

第8回 平成26年1月17日（金）10：00～12：00

- ・ アカデミッククラウドに関する調査研究におけるアンケートの中間報告について検討
- ・ 次期SINET及びアカデミッククラウドの展開に関する意見交換

第9回 平成26年3月7日（金）10：00～12：00

- ・ アカデミッククラウドに関する調査研究の成果報告及び意見交換
岡田 義弘 九州大学附属図書館付設教材開発センター教授
- ・ 審議のまとめ（案）の検討

第10回 平成26年4月18日（金）10：00～12：00

第11回 平成26年5月28日（水）14：00～16：00

- ・ 審議のまとめ（案）の検討

第12回 平成26年6月20日（金）10：00～12：00

- ・ 審議のとりまとめ

第5回～第12回において、オブザーバーとして以下の関係者が出席。

安達 淳 国立情報学研究所(NII)副所長
阿部 俊二 国立情報学研究所(NII)准教授

教育研究の革新的な機能強化とイノベーション創出のための学術情報基盤整備について —クラウド時代の学術情報ネットワークの在り方— (審議まとめ) 【概要】

(平成26年7月 科学技術・学術審議会 学術分科会 学術情報委員会)

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を基幹に大学等が接続する形で整備が行われているが、多様かつ大量の学術情報流通を支え、大学等の教育研究活動は、これなしでは成り立たないという状況にある。

しかしながら、近年、我が国の学術情報基盤の整備が滞り、欧米や中国等、諸外国に後れを取っており、格段の高度化が不可欠になっている。

このような中で、大学等の教育研究活動に革新的な機能強化を促進すると期待されている情報通信技術にクラウドコンピューティングがある。

学術情報委員会では、このクラウド化への対応を含む、学術情報ネットワークの在り方について、審議し、取りまとめを行った。

2. 知識創造社会の構築を支える学術情報基盤の整備

(1) 背景

我が国が今後も豊かな社会を実現していくためには、大学等を中心とした学術情報基盤を高度化・発展させ、分野や組織を超えた情報の共有等を図り、イノベーションの創出につなげる知識創造社会への展開が必要である。

しかし、我が国は、論文数、被引用数の多い注目度の高い論文数のいずれにおいても、世界シェア及びランクが低下しており、大学における研究力の低下に対する懸念が拡大している。また、「我が国における知的基盤や研究情報基盤」の充分度に関する指数は低下傾向にある。

一方で、人類の創出する情報量はとりわけ21世紀に入り爆発的に増大しており、大学等でも、研究活動においては研究装置やコンピュータの高性能化、教育活動においてはオンラインによる講義配信など、ネットワークを流通する情報量は益々増大する傾向にある。

また、近年、国内外、官民を問わず、クラウド化の時代と言われるほど、あらゆる組織でクラウドコンピューティングを導入する動きが顕著になっている。

(2) 学術情報基盤整備に関わる政策提言等

大学等の教育研究活動の機能強化に関連した学術情報基盤整備の重要性については、第4期科学技術基本計画（平成23年8月閣議決定）、教育振興基本計画（平成25年6月閣議決定）、「世界最先端IT国家創造宣言」（平成25年6月閣議決定）など、様々な政策提言がなされている。

また、今般、日本学術会議の提言「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5月）や科学技術・学術審議会学術分科会中間報告「学術研究の推進方策に関する総合的な審議について」（平成26年5月）でも学術情報基盤の重要性が取り上げられている。

(3) 当面の学術情報基盤整備の方向性

我が国のみならず世界における教育研究活動は、高度な学術情報基盤なくしては成り立たないと言っても過言ではない。さらに、情報通信技術の急速な進歩や諸外国の状況を踏まえれば、我が国の学術情報基盤における基底である学術情報ネットワークの高度化は当面の喫緊の課題である。

3. アカデミッククラウド環境の構築について

(1) アカデミッククラウドの必要性

① クラウド環境構築の意義

クラウドの意義は、「所有から利用」への転換であり、必要なコンピュータ資源を、必要な時に、必要な分だけ、速やかに使用することが可能となる。経費も使用した分だけの負担で済む。

全国の学術情報基盤を担う組織が一体となってアカデミッククラウドの構築を推進することにより、大学等は情報システムの設備投資が抑制でき、迅速な拡張性やデータバックアップによる安全性の確保も可能になり、コンピュータ資源を極めて効率的に運用できる。

さらに、研究者等はシステム調達や設定などに要する多大な作業や時間から解放され、本来の教育研究業務に専念できる。

② 我が国の大学等における状況

平成25年度において、全大学の63%がクラウドを導入しており、運用していない大学についても、その約53%は運用を検討している。

しかし、運用している大学のうち59%は機関単独での実施であり、その内容は、管理運営業務(69%)と教育業務(68%)が主体である。研究業務での活用は25%にとどまっているが、その導入にはデータ量の大きさに耐えられる安定した高速ネットワーク環境の構築が必要と指摘されている。

情報セキュリティの確保等に対処する必要があるが、我が国の大学等の革新的な機能強化を促進し、イノベーションを創出するためには、大学等を横断するアカデミッククラウド環境の構築・運用を積極的に進める必要がある。

(2) アカデミッククラウド環境整備の方向性

① 教育・学習基盤のためのアカデミッククラウド

大学教育においては、学生に主体的な学修姿勢を促すアクティブ・ラーニングへの転換が求められており、双方向型のe-ラーニング、OCW、MOOC、遠隔講義等、情報通信技術を活用した多様な教育スタイルが展開されつつある。また、教育・学習情報をデータベース化した学習管理システム(LMS)の運用による個別指導(e-ポートフォリオの構築)、機関リポジトリにおける教材の保存・利活用も進んできている。

これらの情報資源については、クラウド化することにより、システムの統一や仕様が標準化され、より情報の共有が進展する。個人情報等の扱いを適切に処理しつつ、他機関の教育情報を有効に活用することによって、我が国の大学全体における教育の質的向上が可能になる。また、教育情報のオープン化を通じて、海外からの優秀な学生の獲得や国際的な大学間の単位互換制度の構築等によるグローバル化の促進も期待される。

アクティブ・ラーニングをさらに普及・発展させるためには、学生がいつでも教育情報にアクセスできる環境を整備することが望ましいが、個人の保有するタブレットPC等をネットワークに接続できるBYOD(Bring Your Own Device)対応は検討が遅れている。また、LMSの機関を超えた情報共有による教育機能強化のためのシステム効率化・高度化は今後の課題である。

なお、情報通信技術を活用した教育の普及により、従来型の授業や大学への通学が不要になるのではないかという意見もあるが、これらは、反転学習など学習スタイルの高度化や多様化を進める手段にすぎないことに留意する。

② 研究基盤のためのアカデミッククラウド

現在、大規模施設を使った実験・観測、スーパーコンピュータを連携させたHPCI、さらに、社会科学分野での経済動向予測などにおけるビッグデータ解析、人文学における資料を電子化・分析するデジタル・ヒューマニティーズ(Digital Humanities)の進展など、研究活動のあらゆる過程においてコンピュータ資源の利用が前提となっている。

全ての研究拠点が必要なコンピュータ資源を調達することは費用的にも時間的にも非効率である。クラウド化を進展させることによって、仮想空間による最適な計算資源の構築・提供やデータ処理システムの連携、高度化がより容易になる。

研究支援においては、膨大なデータ流通・処理を迅速かつ安定して行うことが求められることから、高性能なネットワーク、高度なセキュリティの維持管理、サービス提供の継続性の確保が重要な課題となる。

また、データを保全するために大容量のバックアップデータが必須であり、国内外での分散保存の検討という課題もある。さらに、国際的な学術情報ネットワークの連携においては、公的なネットワークによる接続が必要な場合がある。

そのような技術的、運用面での様々な課題を考慮するとき、我が国においては、全国の大学等に共通のサービスを提供し、信頼性の高い学術情報ネットワークの基幹であるSINETを中心とするアカデミッククラウドの構築が求められる。

③ 管理運営基盤のためのアカデミッククラウド

大学の管理運営サービス（学務系、経費管理、人事管理等）に関しては、大学等の機関ごとに様々なシステムが構築され、運用されているが、クラウド化による標準化・共有化により、開発コストや運用コストの削減、サービスの迅速化、関連する設備投資の合理化等の効果が得られる。

管理運営サービスが同一機関内で部局ごとに行われているような場合、大学内におけるクラウド化の推進が第一ステップとして必須であり、他の支援と同様にセキュリティ対策、サービス継続性等に留意した上で、学内のシステムの統合・合理化を進めることが肝要である。

さらに、多くの大学等の管理運営支援に関わる地域連携型、あるいは全国一体型などの第二のステップのクラウド化やパブリッククラウドの活用について、促進させることも重要である。

(3) アカデミッククラウドの環境構築に必要な事項

① 基本的な環境整備

ア) ネットワークの性能強化

最も重要かつ喫緊の課題が大量のデータ流通を支える高速なネットワークの維持でありSINETはもとより、各大学等におけるネットワークの強化、機関とSINETを接続するアクセス回線の高速化に、各大学等が積極的に取り組むことも重要である。

イ) セキュリティ対策とプライバシー確保による高付加価値化

サイバーセキュリティ対策は、厳しい状況でも予算を確保し、常に強化していくことが不可欠である。インシデントをネットワークの入口で防止すると同時に、大学側のサイバーセキュリティも強化する仕組みを考える必要がある。

また、個人情報や機関の機密情報などのデータプライバシーの取扱いに関して、適切なガイドラインを策定・共通化し、事前に公表しておくことが重要になる。

ウ) サービスの効率的な利活用のための認証連携の促進

機関間での認証機能の統一化、認証連携も不可欠であるが、そのためには、既にNIIが提供している「学認」のトラストフレームワークを最大限に活用し、シングルサインオンでの利用環境の実現を図るべきである。

エ) データの共有・管理の適正化に必要な運用ルールの策定

海外を含めて、関係する機関が様々なデータを共有することになることから、フォーマットの標準化等の取組とともに、データ管理における制度的、法的な側面を含めて、クラウド基盤の運用ルールの整備が求められる。

② 運用上のリスク管理

ア) クラウドサービスの継続性の確保

クラウドサービスは、機関外のシステムを利活用することから、大学等において、災害時等の事業継続計画（BCP）の策定や提供を受けるサービスの保証契約（SLA）への対応を適切に実施し、事業実施の継続性確保に努める必要がある。

イ) クラウド基盤の多様性確保

クラウドの規模として、全国一体型、地域連携型など、効率的なサービス共有を進める一方で、自然災害の発生や単一事業主体に依存するリスクを軽減する観点から、クラウド基盤の多様性や分散性についても考慮しつつ体制整備を図る必要がある。

③ 人材の育成等

ア) アカデミッククラウドの構築・運用を支える人材の育成

大学等の内部に、教育・研究・管理運営業務と情報基盤整備との関係を理解し、仮想空間やネットワークの利活用のための環境整備を支えられる人材を養成する必要がある。その際、個人情報保護、機密情報保護等の社会的なセキュリティ対策に対応できる人材も必要である。

イ) アカデミッククラウドに対する理解増進

NII、大学等が一体となって、教職員等に対する啓蒙活動やSINETで活用できるクラウドサービスに関する情報提供、アカデミッククラウドに関する広報活動等に取り組むことも重要である。

4. 次期SINETの整備について

(1) 整備の方向性

我が国の学術情報ネットワークの基幹であるSINETは、5年ごとの整備方針・計画に基づき、充実を図ってきた。平成28年度から展開する次期SINET(SINET5)の検討にあたっては、教育、学習及び研究基盤における新しい動向を踏まえ、アカデミッククラウドの構築・普及を念頭に置いた機能強化を効率的に行う必要がある。

(2) NIIの役割

NIIは、SINETの運用に関して、ユーザである大学等と協調して整備に取り組み、ネットワークの継続的な高度化とサポートを実現してきた。大学等にとっても、情報基盤を独自に整備するよりも、NIIを中心に連携して共同で対応することにより大幅な合理化が図られる。

アカデミッククラウドの展開においては、さらに高度な情報技術の連携が不可欠であり、NIIと大学等の更なる連携強化は必須である。

(3) SINET4の現状

現在、SINET4では、約800機関が参加し、約200万人のユーザが利用している。整備する回線の通信帯域としては、最も強い部分でも東京―大阪間で40Gbps が2本であり、それ以外は、10Gbpsもしくは2.4Gbpsという状況である。そのような中で、冗長性を確保し、東日本大震災にも耐えた信頼性の高いネットワークを維持してきた。

現在、東京―大阪間や日米間などにおいて、通信帯域が逼迫しており、NIIでは、大型研究や教育利用のニーズを調整しつつ整備することにより、ユーザの教育研究にできるだけ支障が出ないようにしてきている。

また、国際共同研究等において、大型の共有研究装置を用いた大量のデータ流通が活発になっているが、海外の類似の学術情報ネットワークとの接続において、我が国としても相応の学術情報ネットワークを構築する必要が生じている。

一方、機能強化の側面では、商用クラウドサービスプロバイダーとの接続を進め、現在、10カ所を設定して、安全性の高いプライベートクラウドとしての活用を可能にしている。

(4) 海外の学術情報ネットワークの状況

日本学術会議の提言（平成26年5月）によると、北米（米国のInternet2 NetworkやESnet、カナダのCANARIE Network）、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、英国のJanet、オランダのSURFnet、北欧5国のバックボーンネットワークであるNORDUnet）、アジア（中国のCERNET、韓国のKREONET、オーストラリアのAARNet）いずれも、100Gbps回線の導入が完了もしくは整備を開始している。

さらに、国際ネットワークにおいても、北米と欧州の六つの学術情報ネットワーク（Internet2、ESnet、CANARIE、GÉANT、SURFnet、NORDUnet）の連携により、100Gbps国際回線の利用が開始された。

これら諸外国に比べ、SINET4では、国内回線は欧米の半以下の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。

(5) SINET5の整備

大学等の教育研究活動への情報通信技術の活用やアカデミッククラウドの普及に伴い、膨大な教育研究データをSINETを介して流通させるニーズが加速することになる。

こうした動きに合わせて、実証システムとして400Gbps、さらには1Tbpsのオーダーに耐えられる最先端のネットワーク技術開発を進めつつ、コンピュータ資源をユーザが安心して利活用できる環境を整備することが重要である。そのため、基盤となるネットワークの強化とともに、サイバーセキュリティ対策の高度化、サービスの標準化・共通化を推進する必要がある。

① 必要な回線確保

ア) 国内回線

大学等における今後の通信量は、全国各地で着実に増加し、大規模実験装置やスーパーコンピュータの導入や更新、大学におけるクラウド利用やオンライン教育のコンテンツ流通の拡大等により急増することが予想される。

これまで、各機関において学内は高速、学外接続はニーズとコストを考え低速な回線整備となっているが、データ量の増加とクラウド環境の普及により、学外接続でも学内と同程度の高速ネットワークが必要になる。

これらの需要増に効率的に対応するため、SINET5では、従来のように専用線を確保するのではなく、ダークファイバー（通信事業者の余剰回線）を活用することにより、安価で高速な回線確保を実現する必要がある。このことにより、ほとんどの国内環境（沖縄間は専用回線が必要）において100Gbps単位の学術情報ネットワークが効率的に整備できることが見込まれる。

また、従来、中間とりまとめ的なノード校を設置していた方式を改め、各機関がSINETに直接接続できる方式を検討する。SINETまでのアクセス回線については各機関負担であるが共同調達により経費を節減できる。

SINET5においては、ネットワークの強化とともに必要な冗長性を確保する観点から、早急に各都道府県に100Gbpsで複数接続できる高速ネットワーク環境をバックボーンとして全国に構築し、今後のネットワーク需要を踏まえて、更なる増強を図ることが適切である。

これに合わせて、各大学等がアクセス回線の確保に努めることにより、我が国全体のネットワーク環境の充実が実現する。

イ) 国際回線

最先端の研究開発においては、大型の研究装置や大量データ共有による国際共同研究の進展により、国際間のネットワーク増強が不可欠な状況にある。

既に諸外国の学術情報ネットワークは100Gbps規模の増強が進んでいることから、我が国においても日米間の回線増強など、対等な環境整備が必要である。また、日本－欧州間に関しても、北米経由で流通している現状から、データ利用に遅延が生じてきており、シベリア経由の回線整備を検討する必要がある。

② クラウド環境の高度化を支える最新ネットワーク技術の導入

大学等とクラウドを安全安心に接続する仮想ネットワークを実現するため、最新のネットワーク技術であるSDN（ネットワーク構成を需要に応じて柔軟に変更する技術）等を用いて、SINET5上での拡張性のある高度なクラウド環境の利活用を可能にする必要がある。

③ サイバーセキュリティ対策と認証機能の提供

SINET5では、ネットワーク利用におけるサイバーセキュリティの強化自体を検討すべきである。大学等と連携してIDS（侵入検知システム）等を配備し、サイバーセキュリティの常時監視と分析を行い、広く利用者に安全安心なネットワークを提供する必要がある。

また、ユーザに対する認証の仕組みについては、NIIが整備する学術認証フェデレーションである「学認」を共通仕様として展開することにより、学外の様々なクラウドサービスにもシームレスにアクセスできるようにすることを検討すべきである。

④ コンテンツの流通環境整備

NIIでは、大学等が整備する機関リポジトリをSINETで連携し、一元的な学術情報流通を促進するとともに、大学等に機関リポジトリを構築するシステムをクラウド環境で利用できる共用リポジトリサービス（JAIRO Cloud）を提供している。大学等がJAIRO Cloudを活用することにより、開発経費の節減、コンテンツの流通促進が期待できることから、その整備とともに、積極的に普及を進める必要がある。

また、情報資源を大学等間で共有、利活用する仕組みを一層強化する観点から、コンテンツのメタデータを整備し、情報検索機能を提供しているCiNiiの機能を高度化するとともに、SINETを介してコンテンツ間の連携を図ることにより、知識基盤としての情報共有を推進する必要がある。

⑤ クラウド環境の普及促進への取組

SINET上において、利用可能なクラウドサービスをメニュー化し、各機関がカスタマイズ・利活用できる環境を提供する「クラウドゲートウェイ」（仮称）を実現していくことは、今後、大学等における多様なクラウドサービスの利用を加速するための鍵となると考えられる。

これらの取組は既に欧米で進みつつあり、大学等がニーズに合ったクラウドを適切に導入する上で、効果的に機能するものと期待される。

5. まとめ

ボーダーレス化や国際化が進展する社会の中で、我が国の大学等が国際競争力を保って、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。

また、近年、教育研究活動の推進において、増大化するデータ処理ニーズに対して、共用するコンピュータ資源をネットワーク経由で効率的に利活用するクラウド化への動きが進展しつつある。こうしたクラウド化を含めた学術情報基盤の構築については、各機関が独自に行うのではなく、大学等とNIIが連携を図りながら積極的に取り組むことで大きな効果が期待できる。

NIIは、SINET5においては、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、クラウド基盤構築のためのネットワーク技術、最新のサイバーセキュリティ対策、情報コンテンツの相互利用を可能にするプラットフォームを登載し、世界最高水準のネットワーク構築に取り組み、国は、SINET5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。

大学等は、機関とSINETをつなぐアクセス回線の高性能化に努めるとともに、アカデミッククラウドの導入や情報資源の利活用を効果的に促進させることにより、それぞれのミッションを踏まえた機能強化を図り、イノベーションの創出や社会貢献を果たすことが求められる。

さらに、NIIと大学等がより強固な協力関係を構築し、情報通信技術の動向や諸外国の状況を常に注視し、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育成に向けて、不断に努力していく必要がある。

長期的な視点では、小中高校生から大学生までがデジタル教材を利用することが、世界の様々な分野で活躍できる時代の担い手の育成に適切につながっているかを検証しつつ、学術情報基盤の在り方を検討していくことが肝要である。

基 礎 資 料

- ・ 科学技術指標 2013（論文数、Top10%補正論文数、Top1%補正論文数の主要国の状況） ・ 37
- ・ NISTEP 定点調査 2013（我が国における知的基盤や研究情報基盤の状況） ・ ・ ・ ・ ・ 38
- ・ クラウドの導入状況 「学術情報基盤実態調査（平成 25 年度）」 ・ ・ ・ ・ 39
- ・ 双方向遠隔講義システムの整備（京都教育大学、大阪教育大学、奈良教育大学） ・ ・ ・ ・ 40
- ・ e-knowledge コンソーシアム四国（四国地区の国公立大学 8 校による教育連携） ・ ・ ・ ・ 41
- ・ 先端的学術クラウドシステムの構築による研究支援（北海道大学） ・ ・ ・ ・ ・ 42
- ・ クラウドサービス導入による業務効率化（静岡大学） ・ ・ ・ ・ ・ 43
- ・ SINET 関係資料 ・ ・ ・ ・ ・ 44
- ・ 第 4 期科学技術基本計画（関連部分抜粋）等 ・ ・ ・ ・ ・ 55
- ・ 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—（要旨） ・ ・ ・ ・ ・ 60

科学技術指標2013 (論文数、Top10%補正論文数、Top1%補正論文数の主要国の状況)

(A)2000-2002年(平均)

全分野	2000年 - 2002年(平均)			全分野	2000年 - 2002年(平均)			全分野	2000年 - 2002年(平均)		
	論文数				Top10%補正論文数				Top1%補正論文数		
	分数カウント				分数カウント				分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位
米国	210,237	26.9	1	米国	32,532	41.7	1	米国	3,957	50.7	1
日本	66,637	8.5	2	イギリス	6,266	8.0	2	イギリス	658	8.4	2
イギリス	55,075	7.0	3	ドイツ	5,389	6.9	3	ドイツ	500	6.4	3
ドイツ	52,399	6.7	4	日本	4,767	6.1	4	日本	367	4.7	4
フランス	37,652	4.8	5	フランス	3,676	4.7	5	フランス	309	4.0	5
中国	29,868	3.8	6	カナダ	2,857	3.7	6	カナダ	254	3.3	6
イタリア	27,176	3.5	7	イタリア	2,373	3.0	7	オランダ	180	2.3	7
カナダ	24,906	3.2	8	オランダ	1,907	2.4	8	イタリア	179	2.3	8
ロシア	21,528	2.8	9	中国	1,788	2.3	9	スイス	161	2.1	9
スペイン	19,346	2.5	10	オーストラリア	1,699	2.2	10	オーストラリア	139	1.8	10

(B)2010-2012年(平均)

全分野	2010年 - 2012年(平均)			全分野	2010年 - 2012年(平均)			全分野	2010年 - 2012年(平均)		
	論文数				Top10%補正論文数				Top1%補正論文数		
	分数カウント				分数カウント				分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位
米国	258,421	21.6	1	米国	37,733	31.5	1	米国	4,480	37.4	1
中国	137,624	11.5	2	中国	10,965	9.1	2	中国	979	8.2	2
日本	64,579	5.4	3	イギリス	8,013	6.7	3	イギリス	862	7.2	3
ドイツ	61,731	5.1	4	ドイツ	7,992	6.7	4	ドイツ	802	6.7	4
イギリス	58,502	4.9	5	フランス	4,909	4.1	5	フランス	451	3.8	5
フランス	44,022	3.7	6	日本	4,809	4.0	6	カナダ	412	3.4	6
インド	40,627	3.4	7	カナダ	4,279	3.6	7	日本	394	3.3	7
イタリア	40,310	3.4	8	イタリア	4,138	3.5	8	イタリア	363	3.0	8
韓国	37,226	3.1	9	スペイン	3,442	2.9	9	オーストラリア	323	2.7	9
カナダ	36,777	3.1	10	オーストラリア	3,359	2.8	10	オランダ	296	2.5	10

(注) article, letter, note, reviewを分析対象とし、分数カウントにより分析。3年移動平均値である。

トムソン・ロイター社 Web of Scienceを基に、科学技術・学術政策研究所が集計

出典：科学技術・学術政策研究所 調査資料225 科学技術指標2013 <http://data.nistep.go.jp/dspace/handle/11035/2409>

NISTEP定点調査2013 (我が国における知的基盤や研究情報基盤の状況)

問	質問内容	大学	公的研究機関	イノベ俯瞰	大学グループ別				大学部局分野別				
					第1グループ	第2グループ	第3グループ	第4グループ	理学	工学	農学	保健	
Q2-19	我が国における知的基盤や研究情報基盤の状況												
		-0.21	0.02	-0.21	-0.19	-0.25	-0.05	-0.29	-0.18	-0.30	-0.57	-0.03	
		2011	4.6	4.5	4.4	4.9	4.8	4.2	4.5	5.2	4.7	4.7	4.4
		2012	4.4	4.4	4.3	4.7	4.6	4.1	4.3	4.9	4.5	4.3	4.3
2013	4.4	4.5	4.2	4.7	4.6	4.1	4.2	5.0	4.4	4.2	4.4		

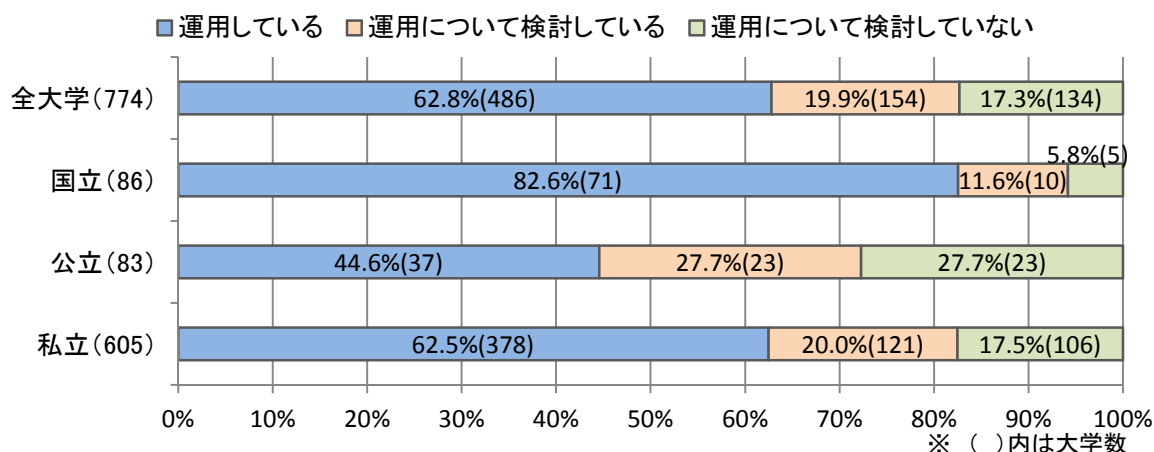
「我が国における知的基盤や研究情報基盤(Q2-19)」については、大学およびイノベーション俯瞰グループの回答者から不十分との認識、公的研究機関回答者からほぼ問題ないとの認識が示されている。大学回答者はNISTEP定点調査2011時点では、ほぼ問題ないとの認識を示していたが、NISTEP定点調査2013では不十分との認識となっている。大学グループ別でみると、第1グループ、第2グループについては、ほぼ問題ないとの認識であるが、NISTEP定点調査2011と比べると指数は低下傾向である。大学部局分野別の農学において、NISTEP 定点調査2011 と比べて指数が0.5 以上低下している。

充分度を上げた理由の例	充分度を下げた理由の例
<ul style="list-style-type: none"> 共用機器や設備は充実しつつある。 情報検索システムが以前より整備されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 図書費用がかさみ十分な雑誌数が確保できなくなる可能性がある。 情報化が進む中で、情報管理人材が不足 データを活用する能力を持つ人材が不足 基盤にアクセスできる人とそうでない人の差が広がっている。

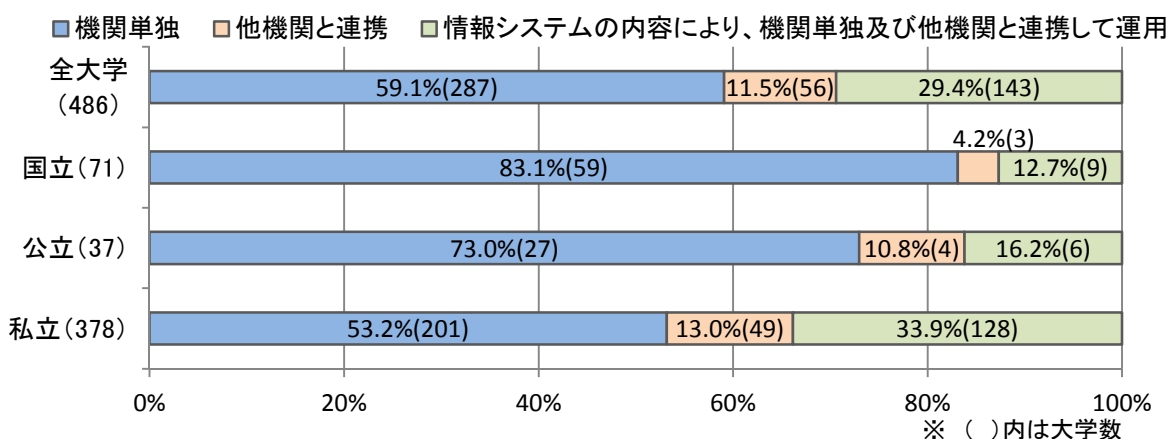
充分度を上げた理由として、「共用機器や設備は充実しつつある」、「情報検索システムが以前よりも整備されている」といった意見があった。充分度を下げた理由としては、「図書費用がかさみ十分な雑誌数が確保できなくなる可能性がある」、「情報化が進む中で、情報管理人材が不足している」といった意見があった。

クラウドの導入状況 「学術情報基盤実態調査(平成25年度)」

○運用状況

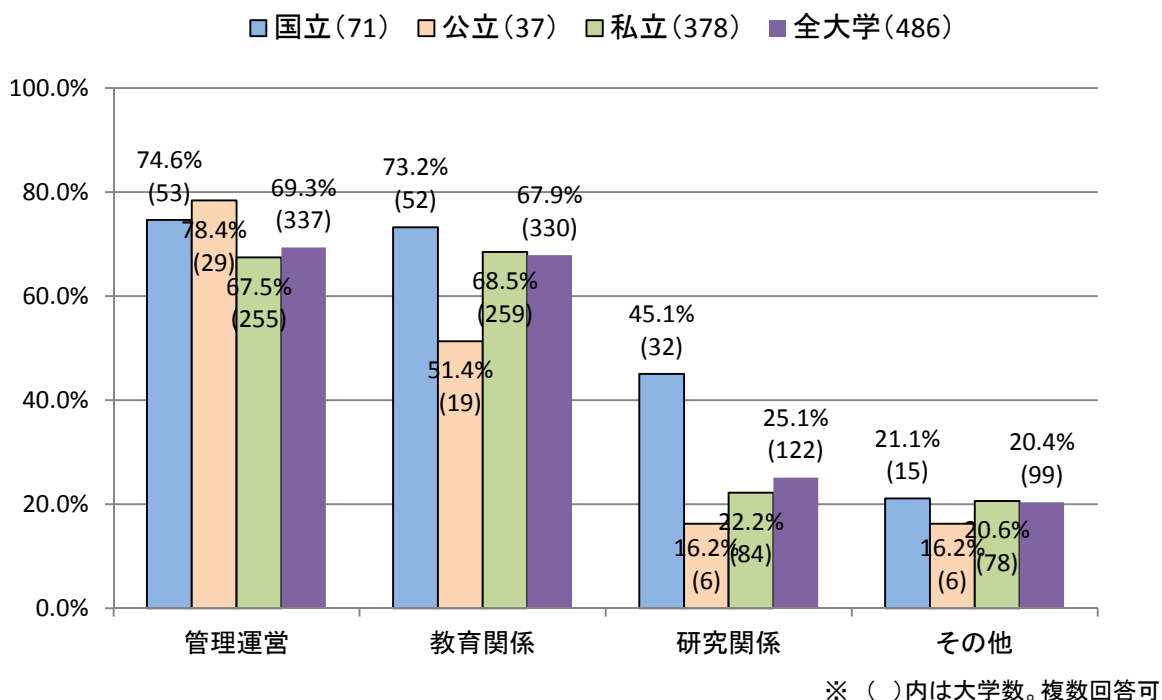


○運用形態



注)「クラウドの運用」とは、大学における電子メールシステム、ファイルサーバ、ホームページサーバ等情報システムの一部または全部を、学内の情報センター等または学外の施設に集約して運用していることを指します。

○用途

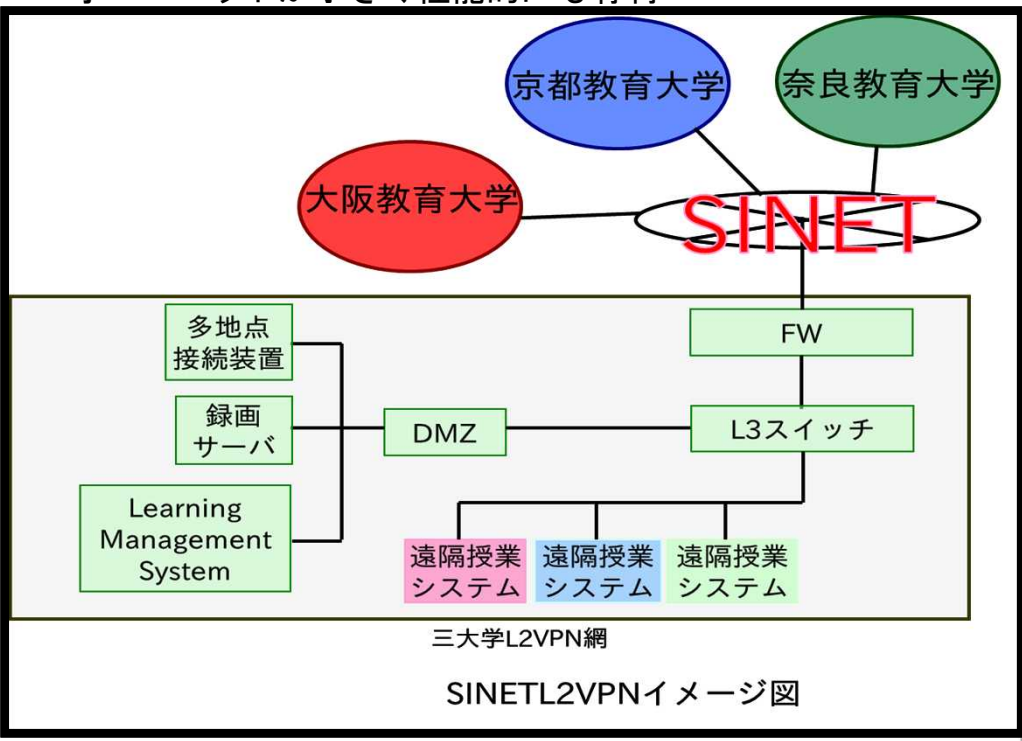


双方向遠隔講義システムの整備 (京都教育大学・大阪教育大学・奈良教育大学)

- 事業の概要：本事業は、三大学の遠隔授業に関する情報基盤整備環境を統一するとともに、他大学で受講している学生が、講義している教員に質問や意見を発信できる、より双方向の意思疎通が共有できるようにするものである。なお、双方向遠隔授業の単位認定にあたっては、講義を受信している大学自らが教養科目として単位認定を行っており、これまでの単位互換制度とは全く異なる新しい制度となっている。平成24年度にサーバ類および各大学3教室ずつ遠隔授業システムを整備し、試行実施を経て、平成25年度から前期8科目、後期15科目を本格実施している。
- 各遠隔授業教室の共通事項
 - カメラ映像とコンテンツ映像を同時に表示できる環境
 - ビデオ会議システムに講師カメラと学生カメラの2つを接続し、リモコンで切り替え可能
- 双方向遠隔講義実施のメリット
 - 3大学の学生が各大学の特色ある授業を、交流しつつ受講可能
 - 他大学配信授業を自大学の教養科目として認定し、これにより
 - 奈良教育大学の学生の教養科目の選択肢は、35科目から49科目に増加
- SINETL2VPNの理由：3大学をL2VPNで結んで独立したLANを構築し、その中に遠隔授業システムを置くことで、万が一トラブルが発生した場合の学内LANへの影響を避け、オーバーヘッドが小さく性能的にも有利



- 三大学共同導入機器
- サーバ：多地点接続装置、録画サーバ、LMS、
- 各教室：ビデオ会議装置、プロジェクタ、電子黒板、書画カメラ、BD



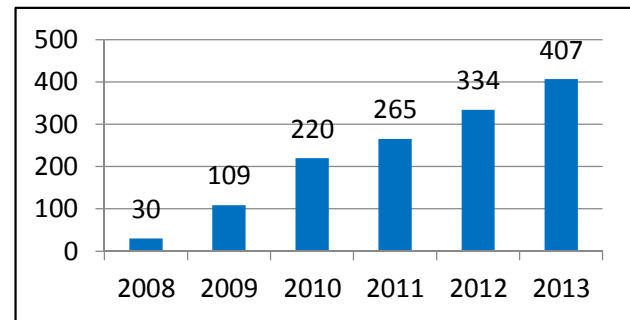
- 運用体制
- 情報系教員 (サーバ管理等)
- ICT支援員 (授業中の支援)
- 教務課 (各種事務手続き)

e-Knowledgeコンソーシアム四国 (四国地区の国公立大学8校による教育連携)

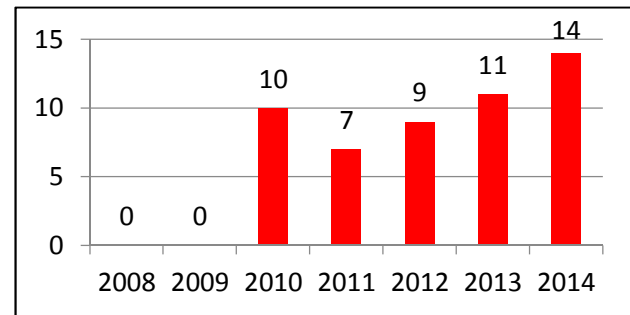
2008年10月、四国の国公立大学8校が連携して、e-Knowledgeコンソーシアム四国を設立。ICTを活用したe-Learningによる教育プログラムを通じて、『四国の知』を集積・発信し、四国の地域づくりを担う人材育成を目標に事業実施。2013年度はe-Learningによる「四国学」等11科目開講(2014年度は14科目) 918名受講、四国経済連合会(地域の経済界)による遠隔講演「グローバルチャレンジセミナー」なども実施。学生にとって四国の特徴や諸課題を理解する学習機会が増加。また、履修科目の多様性の拡大、さらに、e-Learningによる単位修得の仕組みの提供など、相互の大学教育の強化に寄与。



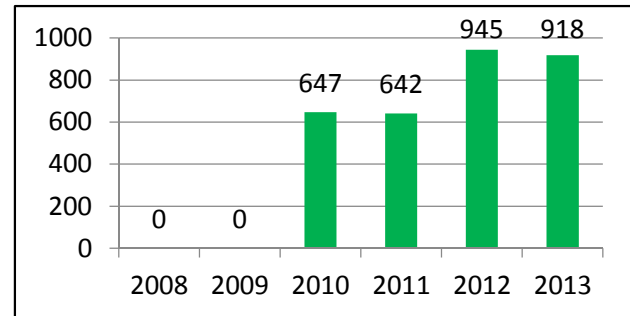
e-Knowledgeコンソーシアム四国



開発コンテンツ累計数(2008-2013)



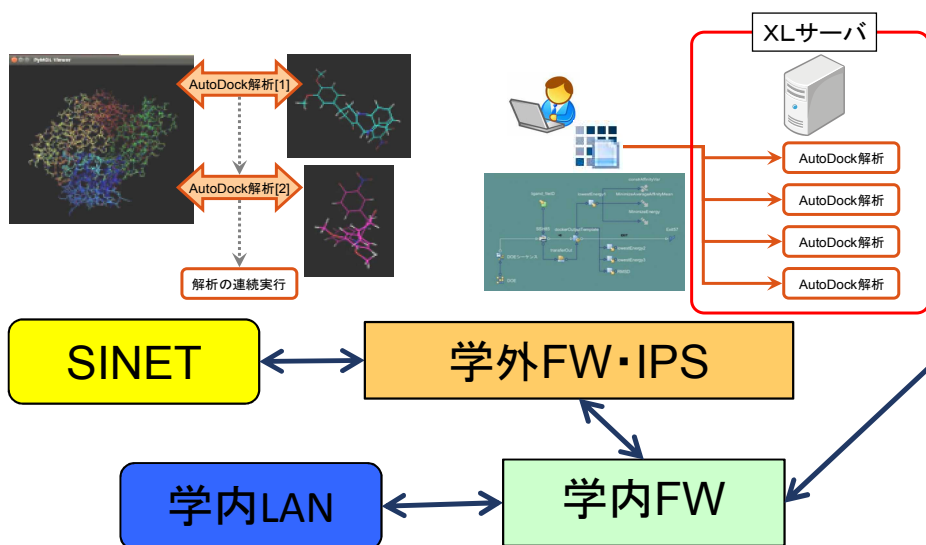
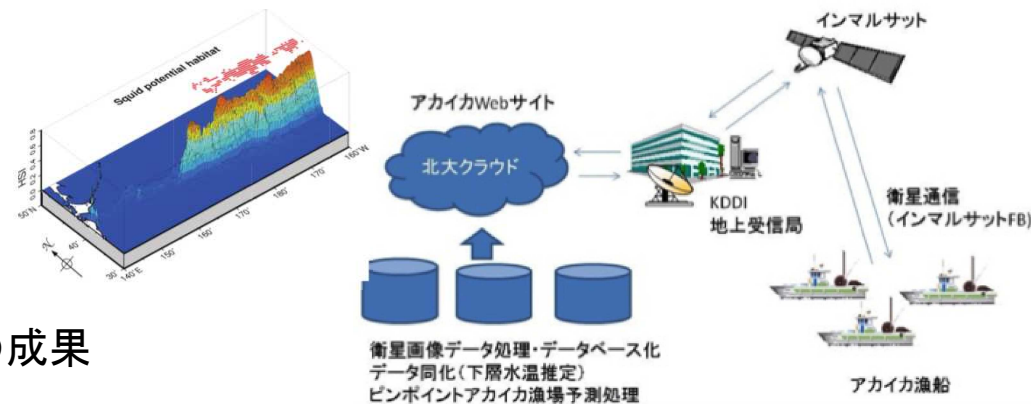
年度別開講科目数(2010-2014)



年度別履修学生数(2010-2013)

先端的学術クラウドシステムの構築による研究支援（北海道大学）

- スパコン並みの性能(43.8TFlops)を有する国内最大規模の学術クラウドシステム
- 単なる計算資源の仮想化にとどまらず、クラウドミドルウェア(Apache CloudStack)を導入することで本格的なIaaSのオンデマンドサービスインフラ(利用者毎の資源管理)を提供
- 研究室のサーバをクラウドシステムの高性能サーバに移行することで、コスト・電力削減および研究開発プロセスを大幅にスピードアップ(システム構築に数ヶ月→数時間に短縮)
- 全国の研究者が利用可能:さまざまな研究プロジェクトを支援し、イノベーションを加速
 - 数値計算やシミュレーション実行に占有利用できるシステムを提供することで、研究プロジェクト専用のシステムを自由に構築
 - ビッグデータ処理のためのクラスタシステムを自動的に構築、設定し、直ちに利用できるシステム環境を整備
 - 全国規模でクラウドを連携させたインタークラウドの実現等、先端的なクラウドの実現に向けた研究を支援
 - 創薬化学における有望な薬剤構造の探索(薬学研究院) アカイカの漁場予測システムの実現(水産科学研究院)等の成果



クラウドシステム

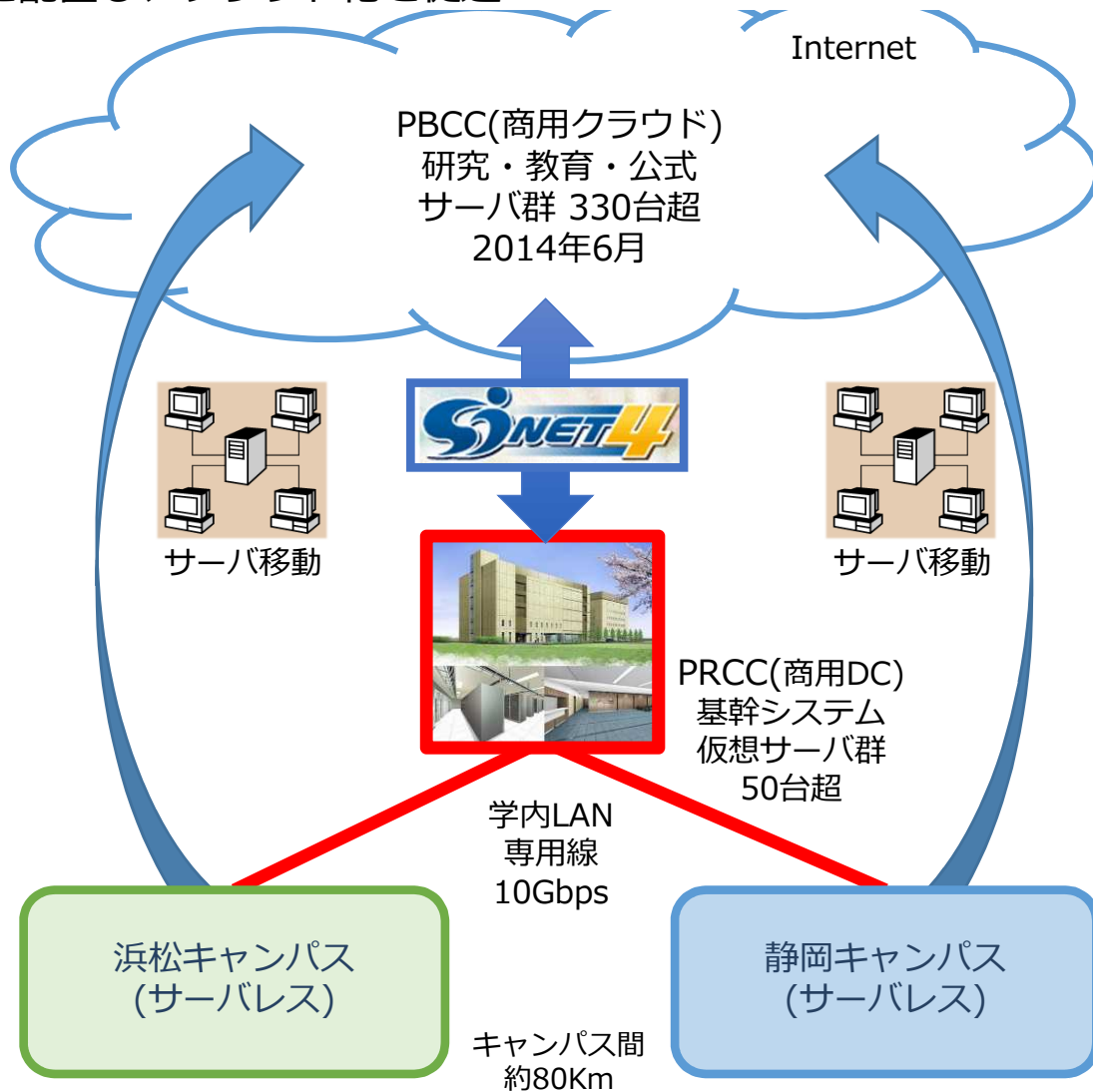


利用者FW・VLAN



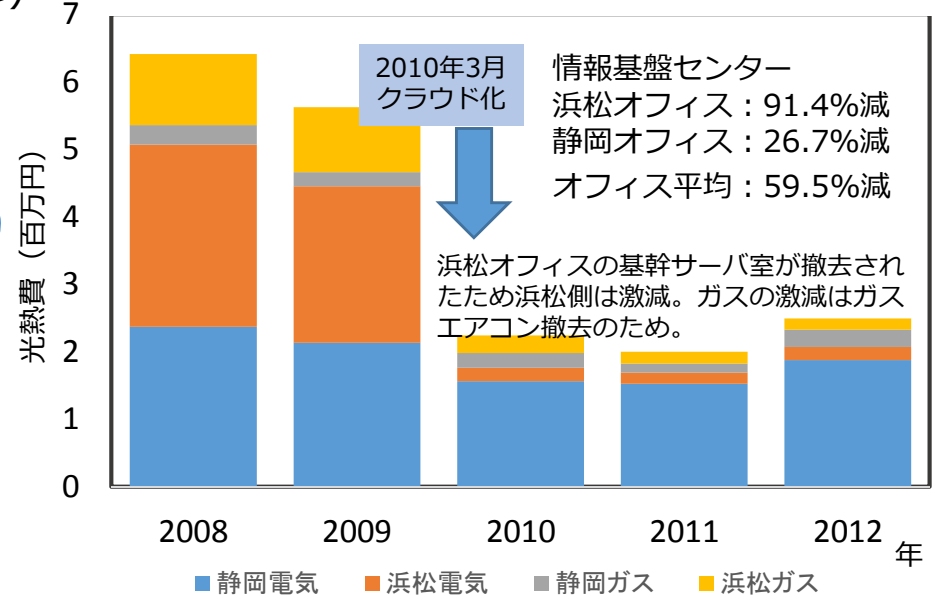
クラウドサービス導入による業務効率化 (静岡大学)

PRivate Cloud Center(PRCC) と PuBlic Cloud Center(PBCC) を配置し、クラウド化を促進



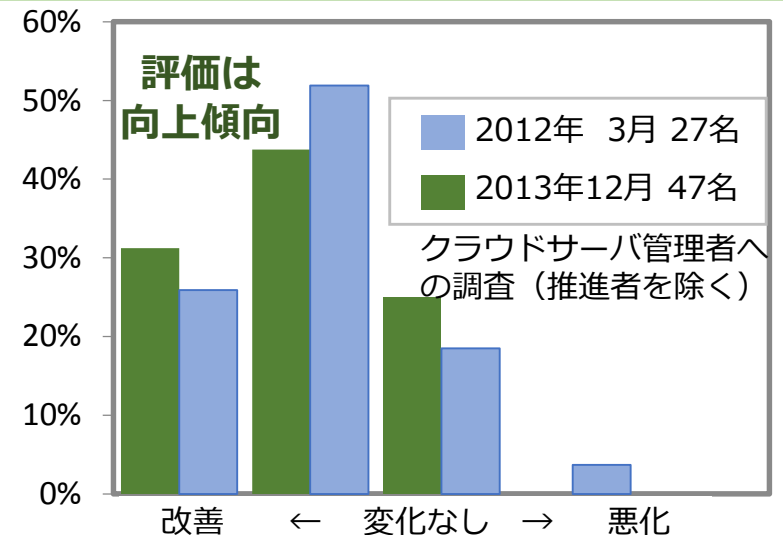
2013年： 研究・教育・運営の主要サーバはクラウド設置がほぼ定着

クラウド化による情報基盤センターの光熱費の削減料金



2012年3月と2013年12月クラウドサーバ満足度調査比較

Q クラウドサービスは静岡大学や貴研究室の情報基盤を改善しましたか



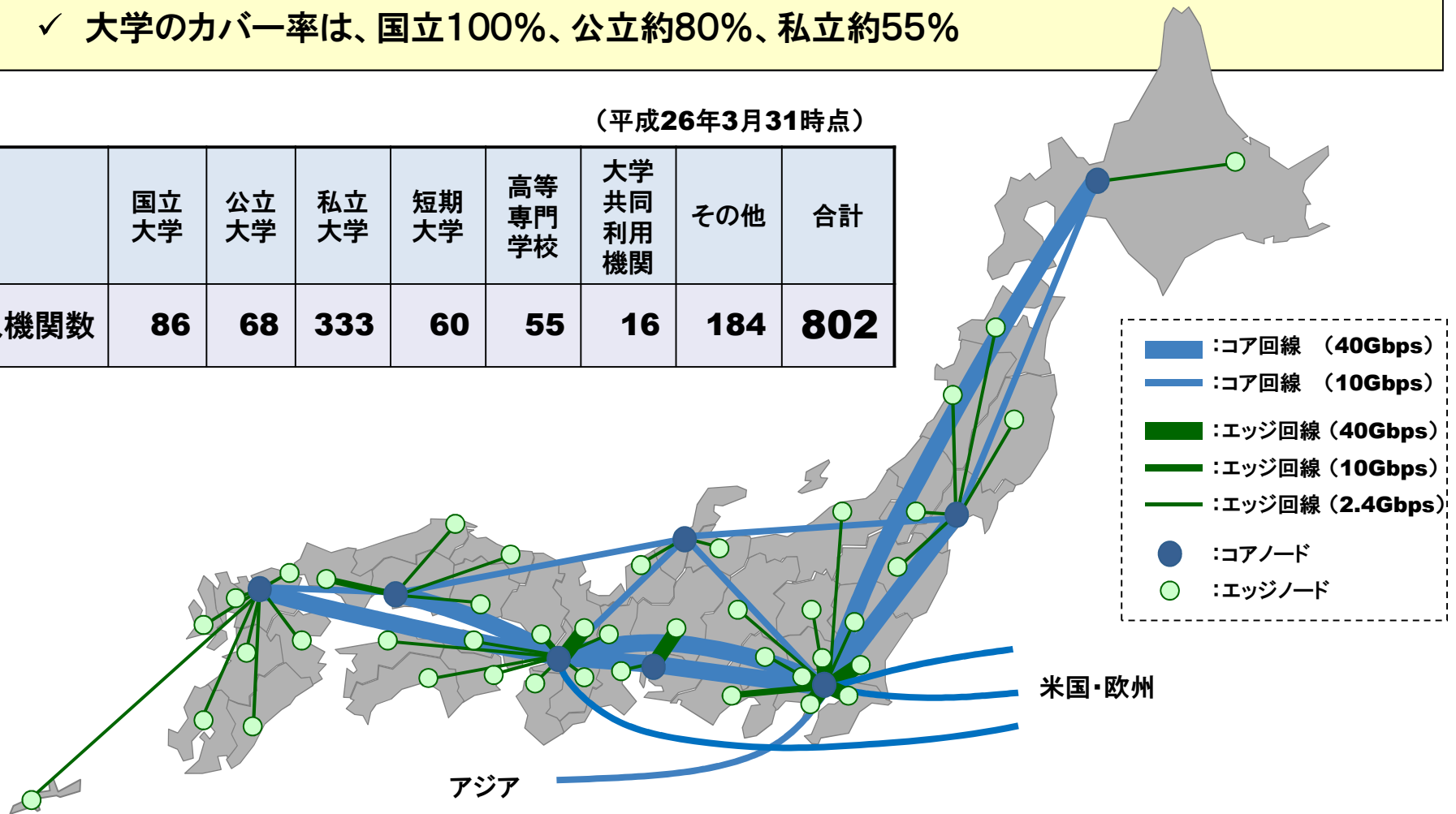
SINET4の現状

◆ 全国800以上の大学・研究機関等の200万人以上が利用する情報通信ネットワーク

- ✓ 現行の**SINET4**で全県をカバー（**SINET3**では34県）
- ✓ 大学のカバー率は、国立100%、公立約80%、私立約55%

（平成26年3月31時点）

	国立大学	公立大学	私立大学	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	68	333	60	55	16	184	802



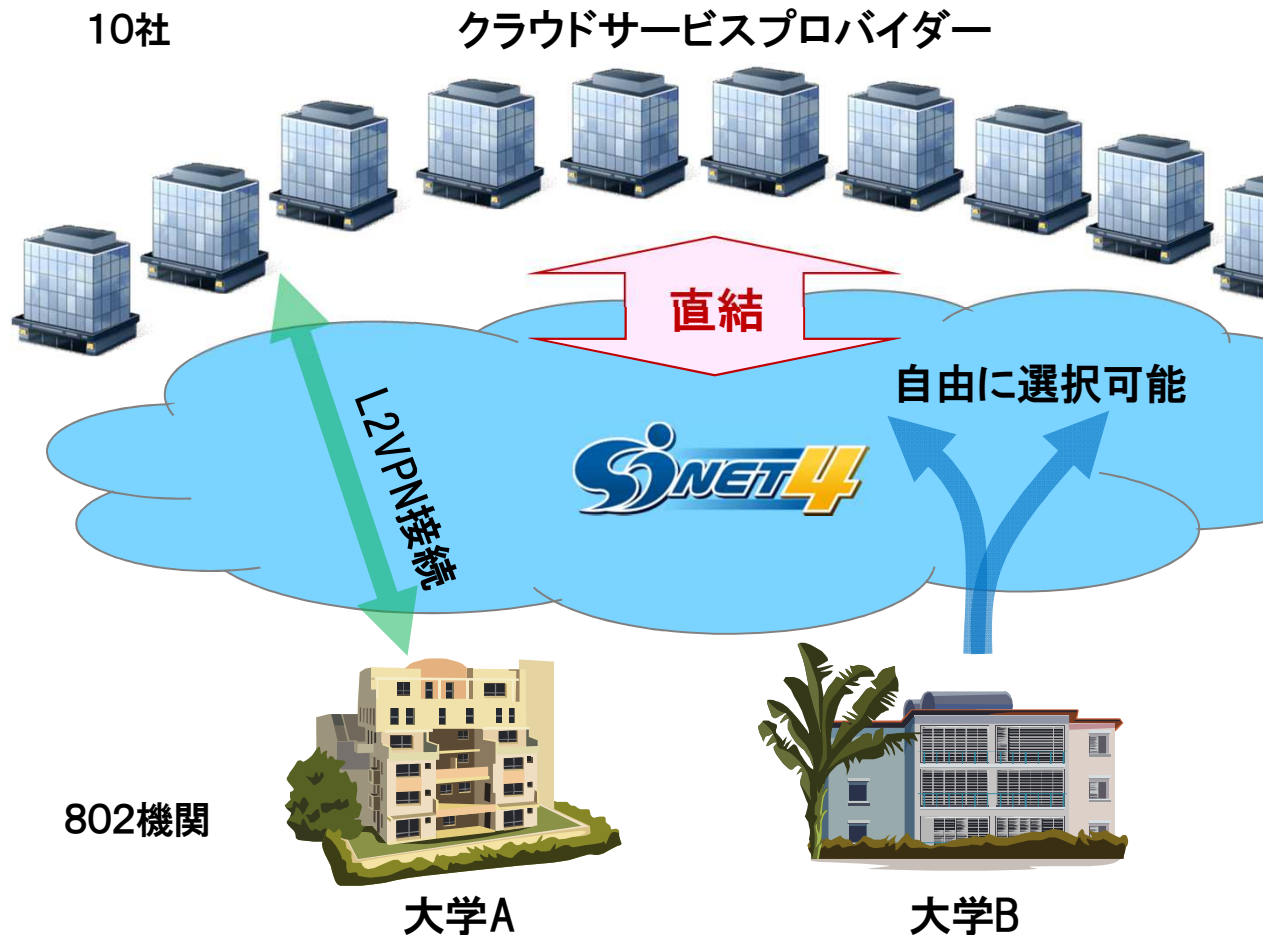
SINETの活用状況

◆SINETは、①大型実験施設等の共同利用、②各研究分野での連携力強化、③世界各国との国際連携、④学術情報の発信やビッグデータの収集等、のための学術情報基盤



SINETによるクラウドサービスの提供

- ◆クラウドサービスプロバイダー10社が**SINET**に直結し、サービスを展開
- ◆加入機関のクラウドサービスへの期待は、**低価格、高性能、高セキュア、使い易さ等**

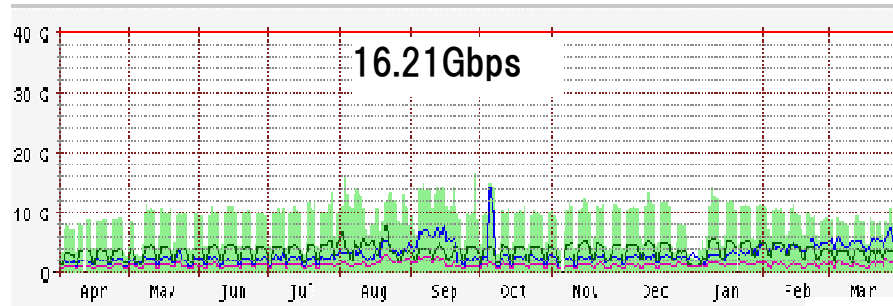


DC	サービス提供機関	状態
札幌	さくらインターネット(株)	利用可
札幌	東日本電信電話(株)	利用可
東京	伊藤忠テクノソリューションズ(株)	利用可
東京	NTTコミュニケーションズ(株)	利用可
東京	(株)データホテル	利用可
東京	富士通(株)	利用可
東京	UQコミュニケーションズ(株)	利用可
大阪	(株)インターネットイニシアティブ	利用可
大阪 福岡	NTTスマートコネク(株)	利用可
福岡	(株)NTTデータ九州	利用可

SINET4における回線使用状況(ピークトラフィック)

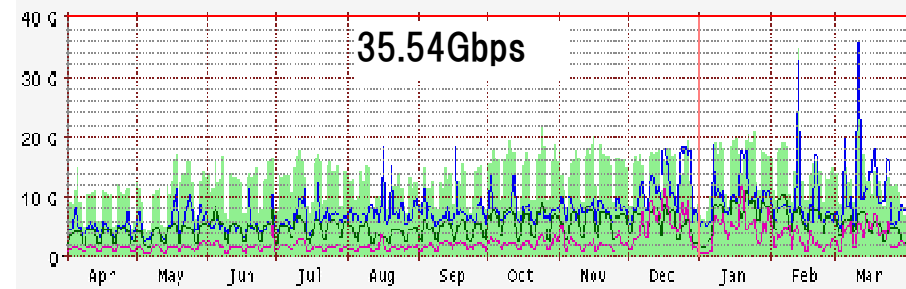
- ◆ SINET4でのピークトラフィックの伸び率の平均は年に1.4倍
- ◆ 東京ー大阪間、博多ー沖縄間、東京ーニューヨーク間は既に飽和気味

平成24年度(2012年度)



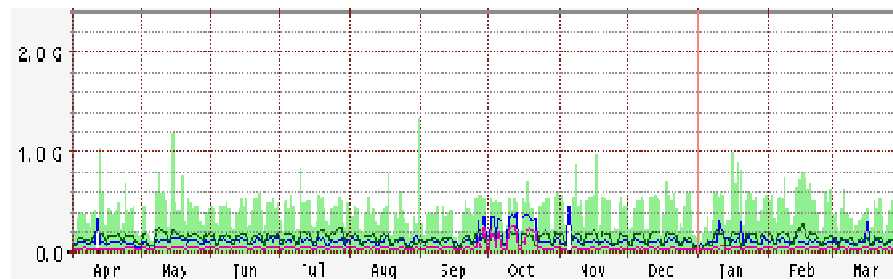
平成25年度(2013年度)

2.19倍



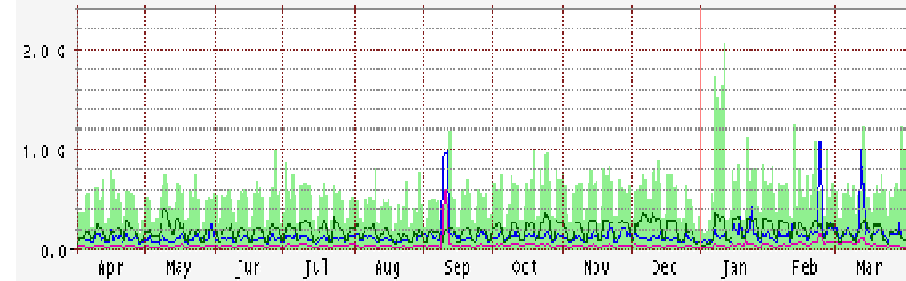
東京ー大阪間(40Gbps)

1.33Gbps



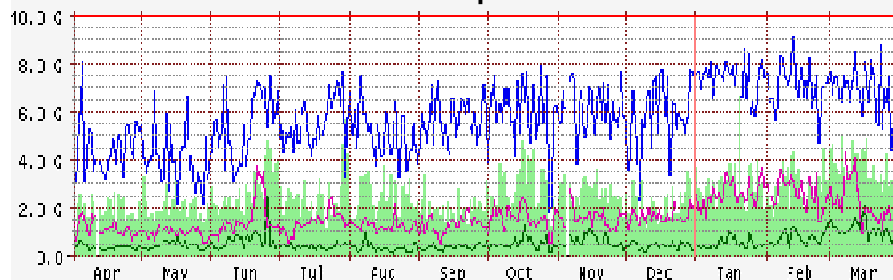
2.07Gbps

1.56倍



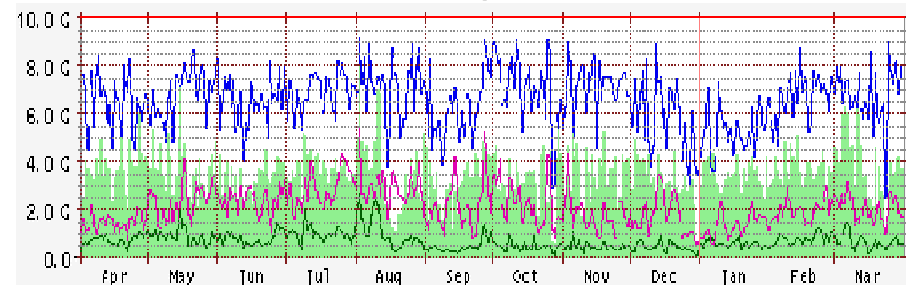
博多ー那覇間(2.4Gbps)

9.11Gbps



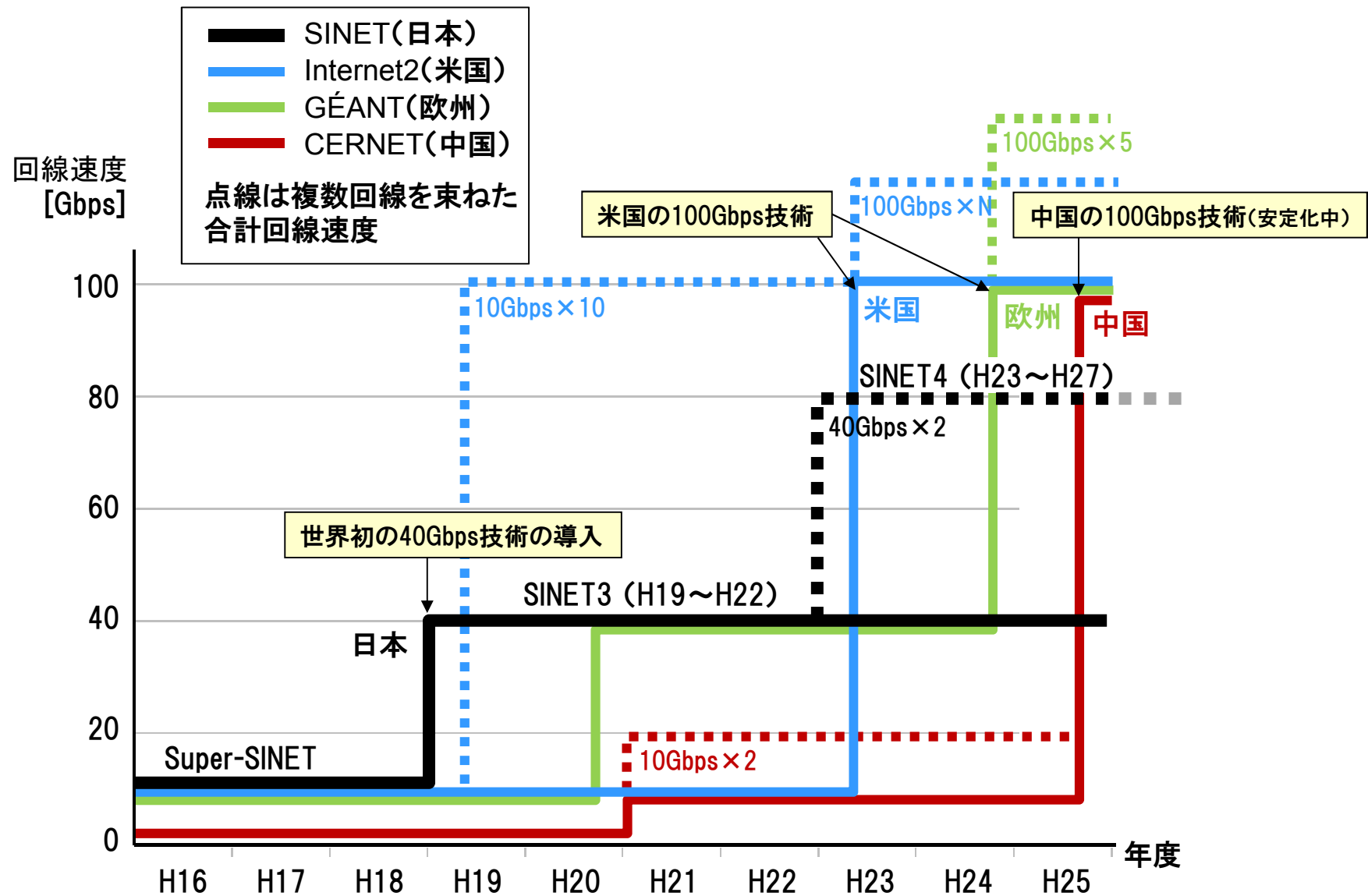
9.18Gbps

1.01倍



東京ーニューヨーク間(10Gbps)

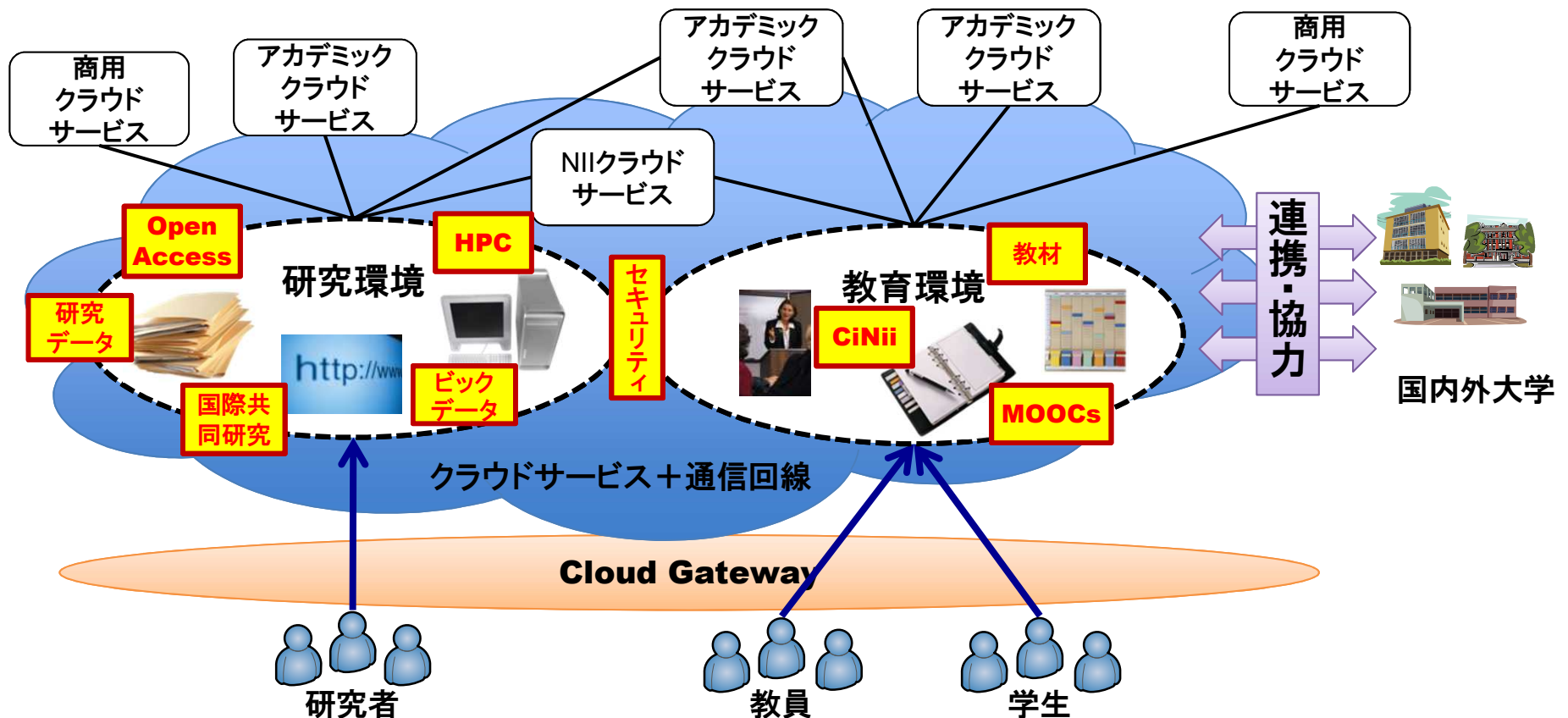
諸外国の研究ネットワークとの回線速度の比較



SINETがつなぐ今後の大学等における情報環境のイメージ

◆ クラウドサービスと通信回線が一体として高度化され、研究・教育活動に必要なサイバー環境を提供

- ✓ 研究者、教員そして学生が必要とするサービスをすべてサイバー環境の上で利用
- ✓ サイバー環境内のデータや通信の**安全性**の確保がますます重要
- ✓ **IT資源を共同調達し、サービスの共通化・高度化**や効率化を実現



次期SINETにおける整備上の課題

◆ 全国的な国内回線の整備・高速化

- 全国の大学等をサポートするため、全都道府県に整備
- 大型研究プロジェクトや大学のクラウド化に対応するための高速化(100Gbps~1Tbps)

◆ 大学からのアクセス回線の高速化のための連携

- ノード校の終了とアクセス回線の共同調達の実施

◆ 国際共同研究に対応する国際回線の整備・高速化

- 国際回線を世界レベルに合わせて100Gbpsで整備
- 欧州へは直接接続し遅延を短縮

◆ 大学における認証機構の標準「学認」

- セキュリティ向上とクラウド利用を促進する鍵は共通仕様の認証連携

◆ ネットワークセキュリティ高度化への対応

- ネットワーク技術の高度化(SDN、NFV)によるセキュリティ対策の高度化

◆ 学術情報の共有と流通の促進

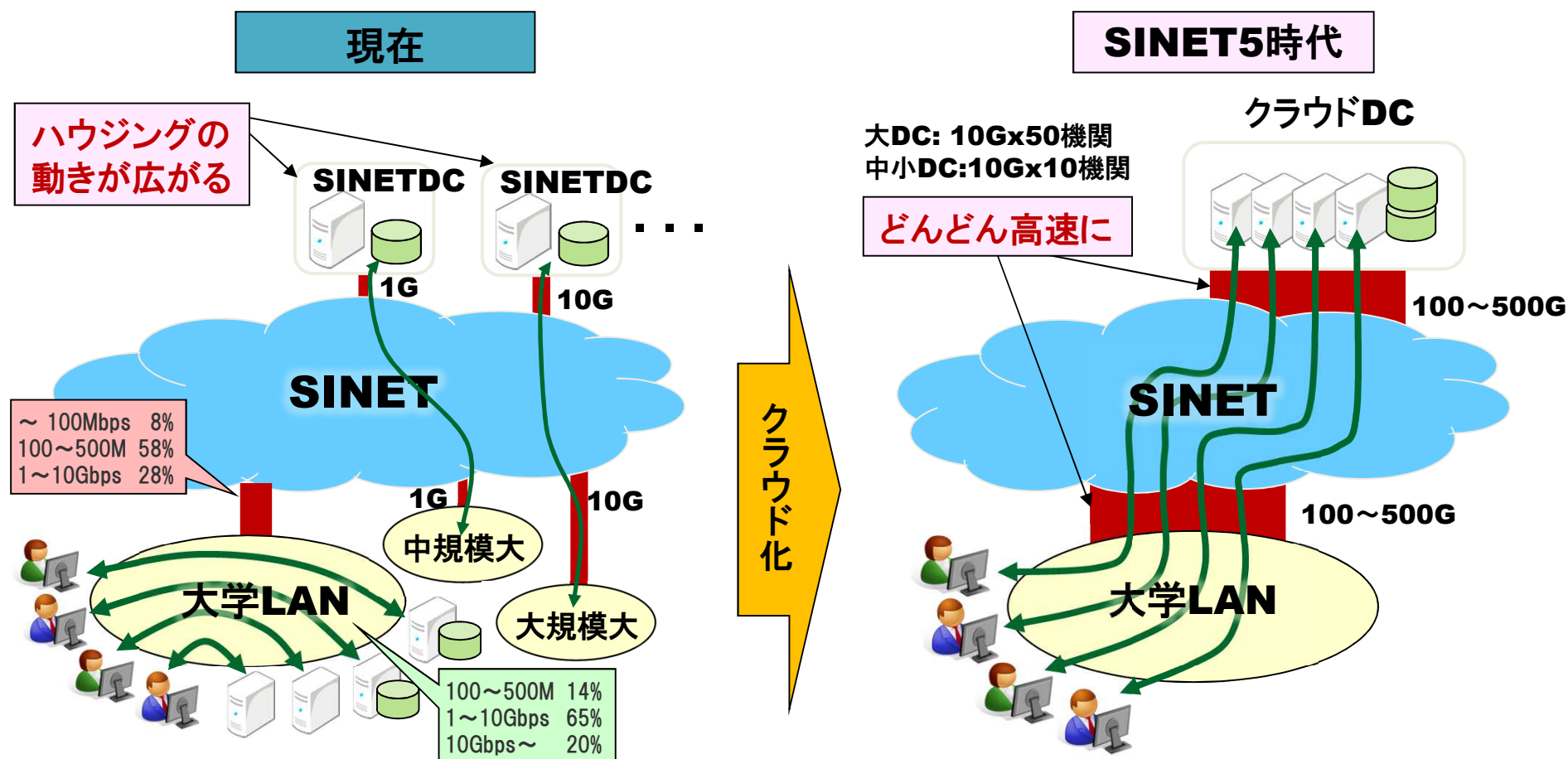
- リポジトリの更なる拡充による多様なコンテンツ収集と統合的アクセス手段の確保

◆ Cloud Gateway機能の実現

- 学認経由で、各種クラウドサービスをワンストップで利用できるポータル
- 大学と連携して商用クラウドサービスの価格や条件交渉

SINET5の帯域 – クラウド時代に向けて増強

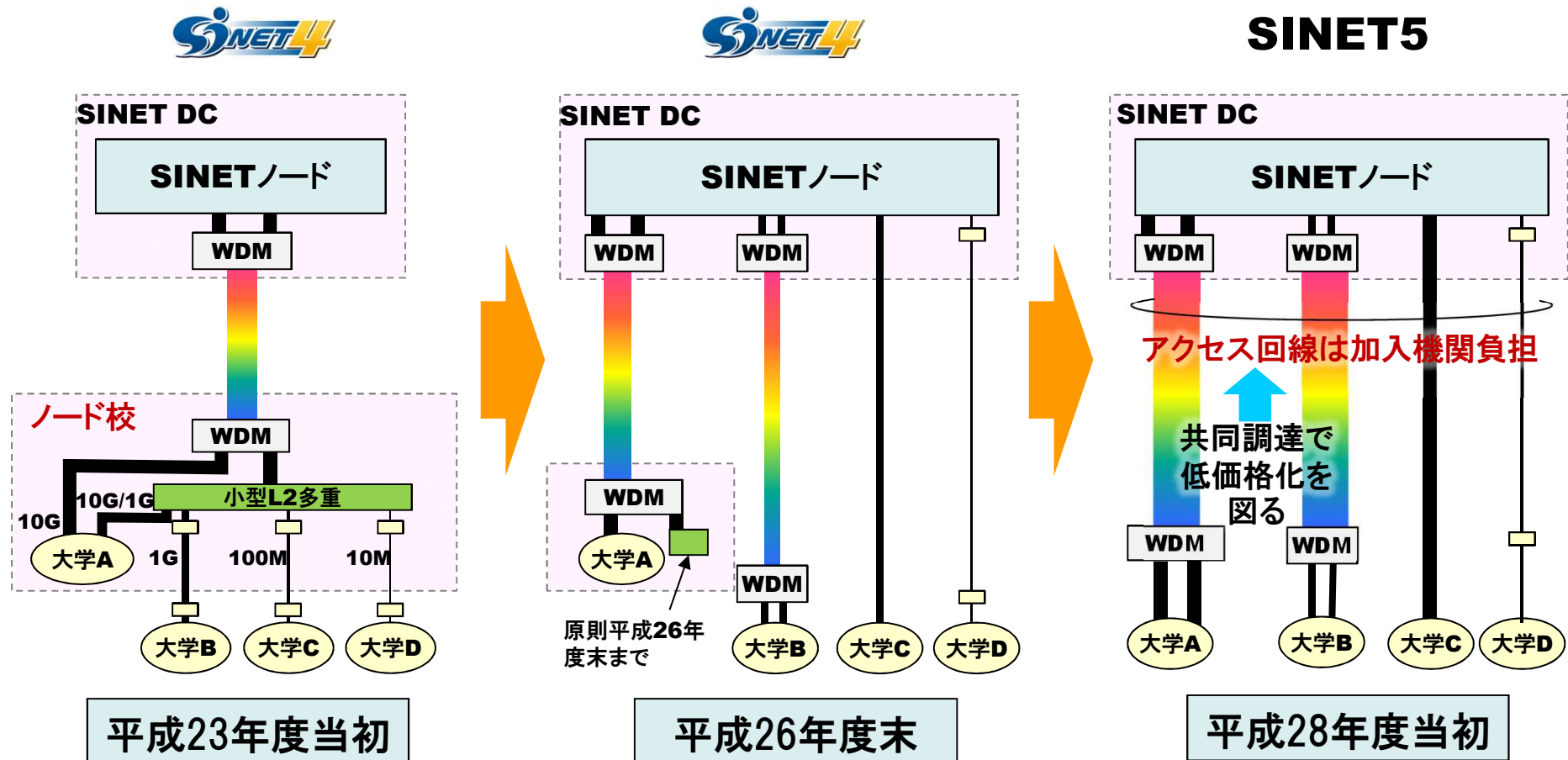
- ◆クラウド化により大学内の通信もカバーするため、**SINET**の大幅な増強が必要
- ◆クラウド化時の性能を考慮すると各大学と**SINET**の接続は**10Gbps**以上が普通に
- ◆クラウドの進展に伴い**SINET**とクラウド**DC**との接続もますます高速に



回線速度は学術情報基盤実態調査(平成24年度)の学内LAN及び対外接続速度より

SINET5 – ノード校の終了

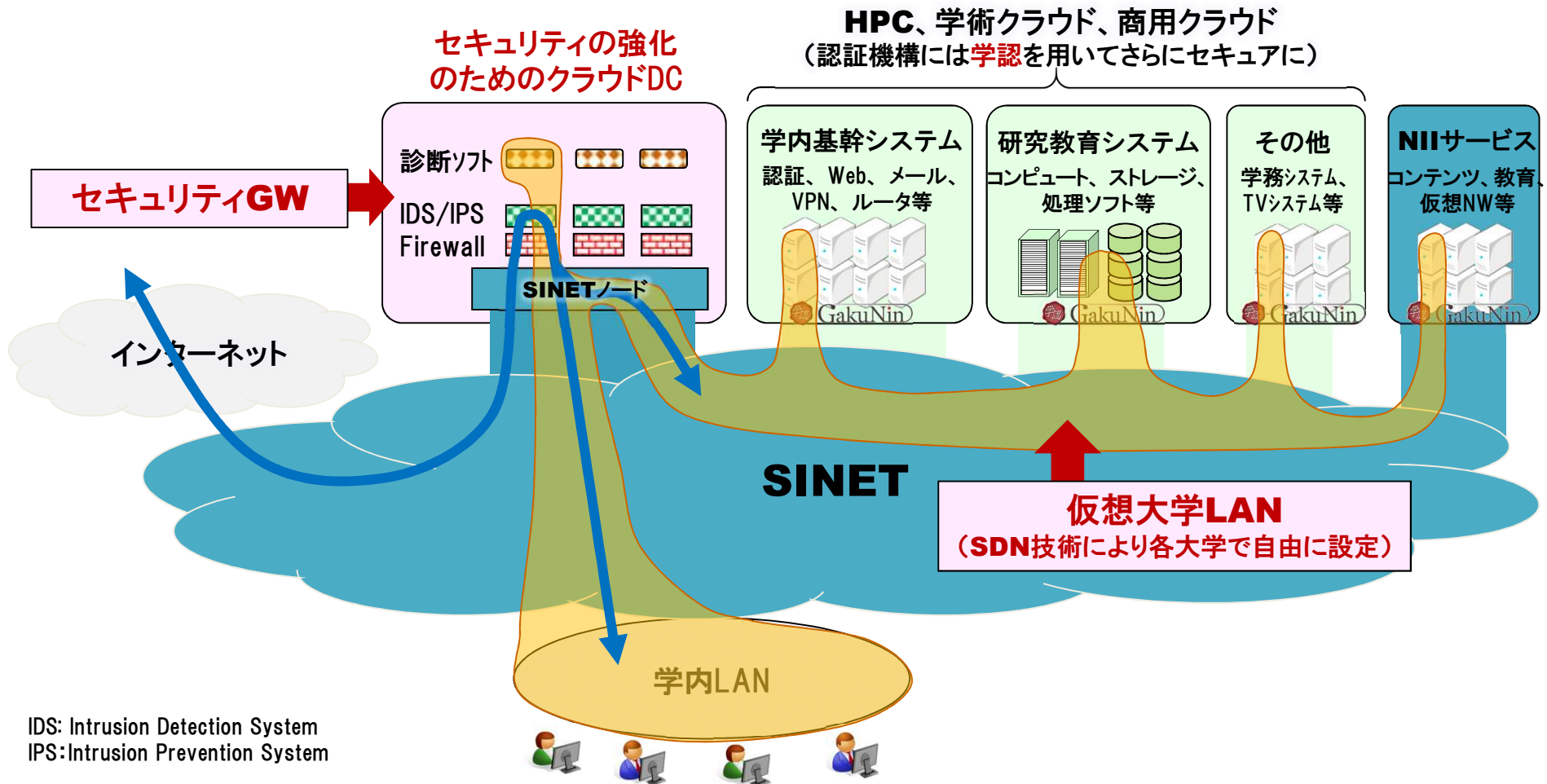
- ◆ SINETノードのDC設置と全加入機関のアクセス回線のDC移行完了(平成26年度末)に伴い、**SINET5では旧ノード校の役割は終了**
- ◆ 旧ノード校のアクセス回線は他の機関と同等の扱いとなるが、**共同調達**の規模拡大による効果が期待できる



大学等における安心安全なクラウド化の支援

◆ **SINET**上のセキュリティ強化のための**DC**を起点として、大学の学内**ICT**基盤をクラウド化

- ✓ 継続的な高度化が必要なセキュリティ機能を**安価**に実現
- ✓ 大学とクラウド**DC**群を結合した**仮想大学LAN**を柔軟に構成して各種**ICT**機能を提供



Cloud Gateway機能の実現

Cloud Gateway機能

- クラウド上のサービスをワンストップで利用可能とするポータル
- 大学のクラウドサービス利用を加速するため、日本でも取り組みが必要
- 大学とNIIが協力して、連携する枠組みを立ち上げ、クラウドサービス事業者と交渉しサービスのメニュー化を図る
- 学認を用いたセキュアな利用



【世界のNREN(学術ネットワーク提供機関)の最近の動向】

- クラウドサービスの共同調達的な枠組みを提供(大学のクラウドサービス利用を加速化)
 - アメリカ:NET+、イギリス:Janet Brokerage、オランダ:SURFconextなど
 - 多いところで40程度の商用サービスラインナップをもつ
- 計算機資源(IaaS)だけでなく、教育、研究、事務業務に係る商用サービス(SaaS)も
- 価格調整と広報普及だけでなく、機能調査、セキュリティチェック、学術向け契約テンプレートの提供も実施
 - クラウドサービス導入におけるコンサル業務なども実施
- キャッシュフローをもち、徴収した管理費で枠組みを運営
- クラウドサービス利用時に認証フェデレーションの利用が前提

第4期科学技術基本計画
平成23年8月、閣議決定

4. 国際水準の研究環境及び研究開発基盤の整備

(3) 研究情報基盤の整備

<推進方策>

- ・ 国は、大学や公的研究機関における機関リポジトリの構築を推進し、論文、観測、実験データ等の教育研究成果の電子化による体系的収集、保存やオープンアクセスを促進する。また、学協会が刊行する論文誌の電子化、国立国会図書館や大学図書館が保有する人文社会科学も含めた文献、資料の電子化及びオープンアクセスを推進する。
- ・ 国は、デジタル情報資源のネットワーク化、データの標準化、コンテンツの所在を示す基本的な情報整備、更に情報を関連付ける機能の強化を進め、領域横断的な統合検索、構造化、知識抽出の自動化を推進する。また、研究情報全体を統合して検索、抽出することが可能な「知識インフラ」としてのシステムを構築し、展開する。

基本政策8 学生の主体的な学びの確立に向けた大学教育の質的転換

【基本的考え方】

- 学士課程教育においては、学生が主体的に問題を発見し、解を見いだしていく能動的学修（アクティブ・ラーニング）や双方向の講義、演習、実験等の授業を中心とした教育への質的転換のための取組を促進する。

【主な取組】

8-1 改革サイクルの確立と学修支援環境整備

「ティーチング・アシスタント等の教育サポートスタッフの充実、学生の主体的な学修のベースとなる図書館の機能強化、ICTを活用した双方向型の授業・自修支援や教学システムの整備など、学修環境整備への支援」

「ICTの活用に関しては、例えば、近年急速に広まりつつある大規模公開オンライン講座（MOOC）による講義の配信やオープンコースウェア（OCW）による教育内容の発信など、大学の知を世界に開放するとともに大学教育の質の向上にもつながる取組への各大学の積極的な参加を促す。」

世界最先端IT国家創造宣言 平成25年6月、閣議決定

I. 基本理念

1. 閉塞を打破し、再生する日本へ

情報通信技術(IT)は、あらゆる領域に活用される万能ツールとして、イノベーションを誘発する力を有しており、我が国GDPの約7割を占めるものの低い水準にとどまっているサービス産業の生産性の改善を始め、成長力の基盤となる生産性の向上に資することはもちろん、生産性の向上のみならず、女性や高齢者等の雇用促進等、労働投入の量的拡大も期待でき、経済再生や社会的課題解決にも大きく貢献するものである。

2. 世界最高水準のIT利活用社会の実現に向けて

世界最高水準のIT利活用社会を実現するに際して、「ヒト」、「モノ」、「カネ」と並んで「情報資源」は新たな経営資源となるものであり、「情報資源」の活用こそが経済成長をもたらす鍵となり、課題解決にもつながる。ビッグデータやオープンデータに期待されるように、分野・領域を超えた情報資源の収集・蓄積・融合・解析・活用により、新たな付加価値を創造するとともに、変革のスピードを向上させ、産業構造・社会生活において新たなイノベーションを可能とする社会の構築につなげる必要がある。

また、これまで我が国においては、管理や規制を過度に行うことなく、開放性や相互運用性を確保することにより情報の自由な流通が確保された、安全で信頼できるサイバー空間の構築に努めてきた。近年、モバイル化の進展、センサーネットワークの進化、クラウドサービスの定着、SNS等のソーシャルサービスの隆盛などにより、国境を越えたサービス等ネットワークの活用は一層深化している。こうした流れに対し、情報資源の十全な活用のためには、我が国のこれまでの取組の方向性を維持しつつ、グローバルな情報の自由な流通空間の拡充等に向けて、国際的な連携も図りつつ、取り組んでいくことが重要である。

学術研究の推進方策に関する総合的な審議について中間報告
(平成26年5月26日科学技術・学術審議会学術分科会)

(学術研究を支える学術情報基盤の充実等)

○ 学術研究を支える学術情報基盤についての安全性を確保し、安定的に維持することが重要である。とりわけ、学術研究のボーダーレス化、グローバル化が進む中で、学術研究だけでなく、戦略研究や要請研究の推進のためにも、学術情報の流通・共有のための基盤整備が不可欠になっている。

我が国では、SINETが中核となり、20年以上にわたり、国内外の大学等と接続する学術情報ネットワークを整備することにより、東日本大震災においても停止することなく、科学技術・学術の振興に大きな貢献をしてきた。今日、SINETが、大規模実験装置からの膨大なデータやオンライン教育への対応など、関連する情報資源の利活用を幅広く安定的に下支えすることにより、異分野連携・融合の進展、新たな学問分野の創出、高度人材育成の促進等につながっている。

一方で、オープンデータへの取組強化や大型国際共同研究への対応など、情報流通・共有に対するニーズがますます高まる中で、我が国では、近年、学術情報基盤の整備が滞っており、欧米や中国等の諸外国に遅れを取っていることは、今後の我が国の学術振興にとり憂うべき状況であり、早急な対策が求められる。

このような状況から、我が国の研究推進の動脈である学術情報ネットワークについては、全国の学術情報基盤を担う組織が一体となって、国内・国際回線の強化を図る必要がある。その際、最新の情報学研究成果を基に、情報資源を仮想空間で共有することにより研究プロセスの圧倒的な効率化とイノベーションをもたらすクラウド基盤の構築、深刻化しているセキュリティ機能の強化、学術情報の活用基盤の高度化を併せて実現することが望まれる。

**ビッグデータ時代におけるアカデミアの挑戦
～アカデミッククラウドに関する検討会 提言～
平成24年7月、文部科学省**

II. ビッグデータ時代におけるアカデミアの役割

「情報を制する者は世界を制する」といわれるように、現在、世界の多くの分野（医療、防災、金融等）で情報の重要性が叫ばれている。このことは情報の宝庫ともいえる大学等の教育研究機関（アカデミア）においても同様である。しかし、アカデミアにおいては、研究対象が学際的になっているにもかかわらず、個々の研究分野で収集した膨大なデータを共有する場がほとんどなく、有効に利活用されているとは言えない。このため、アカデミアにある膨大なデータを連携し、高度に処理・活用する第四の科学的手法であるデータ科学を高度化する共通基盤技術の開発やアカデミッククラウド環境の構築により、新たな知の創造や科学技術イノベーションの創出、社会的・科学的課題の解決につなげる必要性が高まっている。