

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）【案】（構成）

1. はじめに
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
 - (2) 学術情報基盤整備に関わる政策提言等
 - (3) 当面の学術情報基盤整備の方向性
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
 - ②我が国の大学等における状況
 - (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
 - ②研究基盤のためのアカデミッククラウド
 - ③管理運営基盤のためのアカデミッククラウド
 - (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
 - ②運用上のリスク管理
 - ③人材の育成等
4. 次期 SINET の整備について
 - (1) 整備の方向性
 - (2) NII の役割
 - (3) SINET4 の現状
 - (4) 海外の学術情報ネットワークの状況
 - (5) SINET5 の整備
 - ①必要な回線確保
 - 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
 - ③サイバーセキュリティ対策と認証機能の提供
 - ④コンテンツの流通環境整備
 - ⑤クラウド環境の普及促進への取組
5. まとめ

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) 【案】

1. はじめに

学術情報ネットワークとは、通信回線（以下、「ネットワーク」という）を基底に、その上で提供される多様なサービス、コンテンツの整備・運用を含めたものであり、大学や研究機関等（以下、「大学等」という）における教育研究活動を支える学術情報基盤としてだけでなく、知的インフラとして、大学等の使命の一つである社会貢献活動の実践においても欠くことのできない重要な要素となっている。

我が国の学術情報基盤においては、国立情報学研究所(NII)が運用するSINET(Science Information NETwork)を基幹とした学術情報ネットワークが整備されている。今後とも、我が国の発展を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、学術情報基盤を高度化し、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することが不可欠となっている。

学術情報委員会では、大学等の教育研究活動における新しい可能性や大学等の機能に様々なイノベーションをもたらすと期待されるクラウドコンピューティング（共用のコンピュータ資源¹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）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の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. 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・人材育成を脈々と続けてきた。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。

¹ コンピュータ資源：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

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拡がっている。

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、新たな展開として、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)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により、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が推進されてきている。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(SDN²)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

² SDN: Software-Defined Networking

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、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て、アクティブ・ラーニング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 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 国家創造宣言について」（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）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切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³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。

³ アカデミッククラウド：大学等が教育・研究・管理運営のために所有あるいは使用するデータやコンピュータ資源を大学等間で共有するためのクラウド

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。

アカデミッククラウドの導入においては、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サービスを活用することも考えられる、しかし、その場合にはセキュリティの確保、サービスの継続性の担保等が重要な課題となる。そこで、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。

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の在り方に関する調査研究（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、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(LMS⁴)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

⁴ LMS: Learning Management System

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ライアント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) 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。

物理学、天文学、生命科学、環境学分野をはじめとして国際的な連携によりデー

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。社会科学分野においても経済動向や行動予測など、大量データの収集、分析が欠かせなくなっている。また、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いる。さらに、貴重書、古典、各種印刷物など過去の学術資料の大量なデジタル化とアーカイブの構築だけでなく、デジタル化されたコレクションのデータベースに関して、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ることで原典と最新の研究成果を結びつけるなど、新たな学術成果の公開や展示の方法をも試みるデジタル・ヒューマニティーズ (Digital Humanities) の動きが世界的に広がっている。このような動きにおいては、文系・理系の枠組みを横断した共同研究がなされており、最新のネットワーク技術と連動した国際的な枠組みの中で、人類の知的資源の保存、研究、発信の方法を大きく変えて、情報社会の新しい知識基盤形成が進展している。

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(BCP⁵)の策定や提供を受けるサービスの保証契約(SLA⁶)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技術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。

さらに、クラウド化を想定した新しいネットワーク技術の導入に対して、管理者及び利用者への適切な教育を実施することも求められる。

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、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も重要である。

⁵ BCP::Business Continuity Planning

⁶ SLA:Service Level Agreement

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 サービスや広域 LAN 接続サービスの開始、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、以下のことを踏まえる必要がある。

今後、研究活動に関しては、情報通信技術の発展に伴って、あらゆる研究分野において、データの収集・分析を重視するスタイルが定着する。また、オープンアクセスやオープンデータの流れに伴って、大学等の有する学術情報の流通・相互利用が加速するものと想定される。特に、大型実験設備や観測装置、HPCI 等を活用した研究の推進や、さらには各研究分野における国際共同研究の進展により、幅広い研究分野で大量のデータ流通ニーズが発生すると見込まれる。

教育活動においては、MOOC や OCW などの機関を越えたオンライン教育・学習と授業を組み合わせた形式によるアクティブ・ラーニングの普及が見込まれる。

さらに、これら教育研究活動を支える大学等における情報環境については、効率化と高度化の両面から、ネットワークとクラウドが一体となった整備が進展する。サイバーセキュリティ技術の進歩により、教育研究活動や管理運営面で必要とするサービスの提供が仮想空間を活用して行われるようになると考えられる。

こうした活動はいずれも、学術情報ネットワーク上で進められることから、高速、安全安心、高機能なネットワーク環境への接続ニーズが拡大していくことは必至である。そのため、ネットワークの増強、セキュリティ対策、クラウド基盤構築に向けた最新技術導入など、その基幹である SINET の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 40Gbps⁷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性が生じている。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 日本学会情報学委員会）[6]に以下のとおり記載されている。

① 北米

⁷ bps: bits per second、1 秒間に伝送できるデータ量を示す単位 (1G(ギガ)bps: 10⁹bps 1T(テラ)bps: 10¹²bps)

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。

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 1 Tbps 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（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（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 IDS⁸（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（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考えられる。

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を整備し、情報検索機能を提供している CiNii (Citation Information by NII) 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

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、ポータルサイトとして整備する。それらのサービスを各機関がカスタマイズし、「学

⁸ IDS: Intrusion Detection System

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。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。

「はじめに」でも述べたように、学術情報ネットワークとは、ネットワークを基底に、その上で提供される多様なサービス、コンテンツの整備・運用を含めたものである。そのどれが欠けても、教育研究に最大限の効果をもたらすことはできない。したがって、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、適切な人材育成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

B C P (Business Continuity Planning : 事業継続計画)

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。

b p s (bits per second)

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。1 Gbps 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し、ギガは、10の9乗を意味する単位の接頭語で「G」と表記される。(1000G=1T<テラ>)

B Y O D (Bring Your Own Device)

個人所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。

C i N i i (サイニィ)

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・サービスのこと。

e - l e a r n i n g

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。

I C T (Information and Communication Technology : 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、産業、設備、サービス等の総称。

I D S (Intrusion Detection System : 侵入検知システム)

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。

I P v 6 (Internet Protocol Version 6) サービス

インターネットプロトコル第6版によるサービス。IP v 6は、急速なインターネットの普及により、現行のインターネットプロトコル(IP v 4)では、アドレス(32ビットアドレス)資源の枯渇が予想されているため、管理できるアドレス空間の拡大(128ビットアドレスへの拡大)、セキュリティ機能の追加、優先度に応じたデータの送信等の改善を行った次世代インターネットプロトコルである。

I X (Internet eXchange : インターネットエクスチェンジ)

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を接続し、相互に通信できるようにすること。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利用者しか通信できないため、相互に接続する必要がある。日本では、IXのサービスを提供する会社として日本インターネットエクスチェンジ株式会社(JPIX)、インターネットマルチフィード株式会社(JPNA

P) 等がある。

J A I R O C l o u d (ジャイロ クラウド)

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である。

N F V (Network Functions Virtualization : ネットワーク機能仮想化)

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。

S D N (Software-Defined Networking)

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。

S L A (Service Level Agreement)

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。

アクティブラーニング (能動的学修)

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。

インターフェイス

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。

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。1990年代、学術雑誌が高騰し、研究成果の生産者である研究者にとって、学術情報の入手が困難になった状況への対処とインターネットや電子化資料の普及を受けて生まれたとされる。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の大別できる。

オープンコースウェア (Open Course Ware : 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。

オープンデータ

誰でも自由に利用でき、かつ、再利用・再配布が可能なデータ。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。日本では、政府・公共機関が公共の情報をオープンにするオープンガバメントデータの運動が進められている。米国や欧州では、公共の情報に加えて、研究データをオープンデータ化する取組みも活発化している。

学習管理システム（Learning Management System：LMS）

e-learning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。

学認（学術認証フェデレーション）

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・運用している認証フェデレーション。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おり、参加IDP数は約130、SP数は約120にのぼる（平成26年5月末日現在）

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。

クラウド

ー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。

ーパブリッククラウド

大学、企業等及び個人を対象として提供されるクラウド・コンピューティング環境。代表的サービスとして、データセンタにサーバを設置し、ネットワーク経由でそのソフトウェアやハードウェアの利用権を提供するサービスが挙げられる。

ープライベートクラウド

大学、企業等が自組織内でクラウド・コンピューティングによってシステムを構築し、内部向けにサービスを提供する形態。

ーインタークラウド

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。

個別指導（eポートフォリオ）

e-learning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。

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。

シングルサインオン（Single Sign-On：SSO）

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、これらの間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。

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。

大規模公開オンライン講座（Massive Open Online Course：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。

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。

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。

認証フェデレーション

利用者IDやパスワードなどが登録され、利用者の認証を行うサイト（Identity Provider：IDP）と、IDPの認証情報をもとに、利用者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。

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。

バックボーン

ネットワーク回線における基盤となる部分。アクセス回線部分に対比して使用される。

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。また、欧米を中心に関連の研究開発やビジネスへの活用が活発化している。

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（Webページ）のこと。

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。

— 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 年度国家課題対応型研究開発推進事業
『アカデミッククラウド環境構築に係るシステム研究』提案
「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 事業成果報告」
(事業代表者：岡田義広 九州大学附属図書館付設教材開発センター教授)
(平成 26 年 5 月 科学技術・学術審議会学術分科会学術情報委員会 (第 11 回) 配付資料)
- [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
- ・ 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
- ・ 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

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・評価分科会との合同設置とする(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
研究開発センタ開発戦略担当部長
土方 裕之 丸善株式会社常務取締役
美馬 のゆり 公立ほ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6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