

SINET5 の現状と今後の展開

松村 光, 江川 和子, 武川 利代已, 樋口 秀樹, 土井 光広, 前田 光教, 山本 一登,
今井 亮輔, 窪田 佳裕, 齊藤 麻友子, 漆谷 重雄, 中村 素典, 栗本 崇, 笹山 浩二,
計 宇生, 高倉 弘喜, 阿部 俊二, 福田 健介, 鯉渕 道紘, 山中 顕次郎

国立情報学研究所

matsumura@nii.ac.jp

SINET5 and Its Next Step

Hikaru Matsumura, Kazuko Egawa, Toyomi Takekawa, Hideki Higuchi, Mitsuhiro Doi,
Mitsunori Maeda, Tadato Yamamoto, Ryosuke Imai, Yoshihiro Kubota, Mayuko Saito,
Shigeo Urushidani, Motonori Nakamura, Takashi Kurimoto, Koji Sasayama, Yusheng Ji,
Hiroki Takakura, Shunji Abe, Kensuke Fukuda, Michihiro Koibuchi, Kenjiro Yamanaka

National Institute of Informatics

概要

SINET (Science Information NETwork、学術情報ネットワーク) は、日本全国の大学・研究機関等の学術情報基盤として構築・運用されている通信ネットワークであり、約 900 の機関に利用されている。本報告では、2016 年度から本格運用を開始した SINET5 について、概要 (特徴、活用例・利用状況)、2018 年度の整備計画 (国際回線の増強、広域データ収集基盤)、今後のスケジュールを紹介する。

1 はじめに

学術情報ネットワーク SINET[1]は、日本全国の大学・研究機関等の学術情報基盤として構築・運用されている情報通信ネットワークである。教育・研究に携わる数多くの人々のコミュニティ形成を支援し、多岐にわたる学術情報の流通促進を図るために、全国にノード (ネットワークの接続拠点) を設置し、大学・研究機関等に対して先進的なネットワークを提供している。また、国際的な先端研究プロジェクトで必要とされる国際間の研究情報流通を円滑に進められるように、米国 Internet2 や欧州 GÉANT をはじめとする、多くの海外研究ネットワークと相互接続している。

2016 年 4 月からは、従来の SINET4 を発展させた SINET5 の本格運用を開始した [2]。クラウドや学術コンテンツ等も全国 100G ネットワークで有機的につなぎ、約 900 の大学等にハイレベルでセキュアな学術情報基盤を提供している。

本報告では、SINET5 の概要 (特徴、活用例・利用状況)、2018 年度の整備計画 (国際回線の増強、広域データ収集基盤)、今後のスケジュールを紹介する。

2 SINET5 の概要

2.1 特徴

(1) 任意の拠点間で高性能

図 1 に SINET5 の (地理的) 接続構成を示す。SINET5 のノードは全都道府県に設置されており、各機関は自身のアクセス回線により都道府県内の最寄りのノードに接続している。SINET5 のノード間は全て 100Gbps 回線で接続されているため、任意の拠点間で極めて高性能な通信が可能である。また、ノード間を適度な冗長性を持たせて物理的異経路で接続することにより高信頼化も実現し、これまでの震災等にも耐えている。国際回線は、米国、欧州、アジアに接続されており、2018 年度中には全回線が 100Gbps 化される予定である (3.1 節参照)

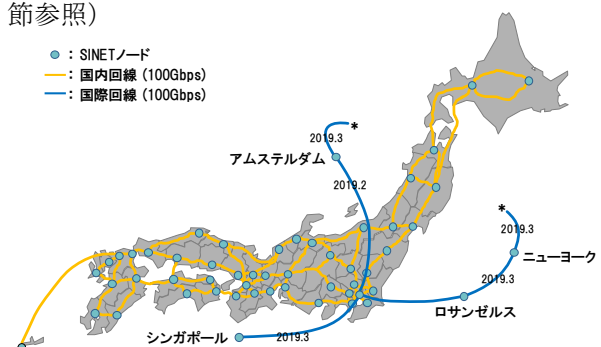


図 1. SINET5 の (地理的) 接続構成

図2に SINET5 の技術的構造を示す。SINET5 の各ノードは、ルータと伝送装置（ROADM と MPLS-TP 装置）で構成されている。ルータは、各機関の通信トラフィックを収容し、サービス毎に別々のネットワークスライスで宛先まで転送する。光伝送装置である ROADM は、全国のノード間でラダー状の 100Gbps 光ネットワークを形成し、パケット伝送装置である MPLS-TP 装置は、任意のルータ間の伝播遅延が最小となるようフルメッシュで論理パス（MPLS-TP パス）を形成している。現用の論理パスの障害に備えて、すぐに切り替え可能な予備の論理パスも予め設定しており、堅固な伝送レイヤを構成している。

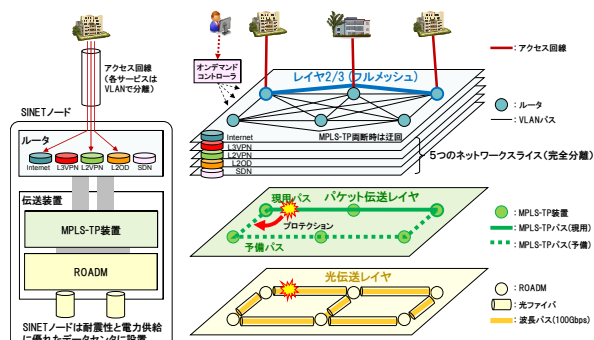


図 2. SINET5 の技術的構造

(2) 豊富な通信サービス

表 1 に示すように、SINET では、インターネットに加え、セキュアな通信環境を実現する各種 VPN サービス（インターネットとは完全に切り離された通信環境を提供するサービスで高性能）、機動的に通信環境を設定するオンデマンドサービス等を提供している。新サービスは、大学等からの要望を基に共考共創で開発し、トライアルを通じて安定性を確認したのち、本格サービスを提供している。特に VPN 系サービスが急増中（2.2 節で詳述）である。

(3) 利便性の高いサービス提供形態

各機関はアクセス回線を用意するだけで、多様な通信環境を高性能、低コスト、迅速に整備可能である。図 3 に SINET と商用ネットワークとの比較を示す。SINET5 は、大容量データ転送に適した帯域を絞らないアーキテクチャであるため、利用帯域で大きなピークも保証され、先端研究のために十分な帯域を確保できる。また、オンデマンドサービスをはじめとして、商用ネットワークにおいて提供されていない、研究教育向けに利便性の高い様々な最新サービスを提供している。北海道

から沖縄まで全国の大学等に平等に高性能な通信環境を提供している。

表 1. SINET5 のサービスメニュー

サービスメニュー	備考
インターネット接続 (IP Dual)	
フルルート提供	
IP マルチキャスト (+QoS)	
アプリケーション毎 QoS	
L3VPN (+QoS)※	
L2VPN/VPLS (+QoS)※	急増中
仮想大学 LAN※	マルチキャンパス等で拡大中
L2 オンデマンド (基本)※	大容量伝送実験等で頻繁に利用
L2 オンデマンド (国際連携: NSI)※	国際実験等で利用
L2 オンデマンド (クラウド連携: REST)※	
L1 サービス	
波長専用線	
マルチホーミング	
アクセス回線冗長化対応	
冗長トラッキンググループサービス	
ネットワーク運用安定化	セキュリティ対策機能
次世代ネットワーク機能	次世代機能として実験中
転送性能向上	
100G 対応高速ファイル転送	日米間で世界最速の 231Gbps を達成

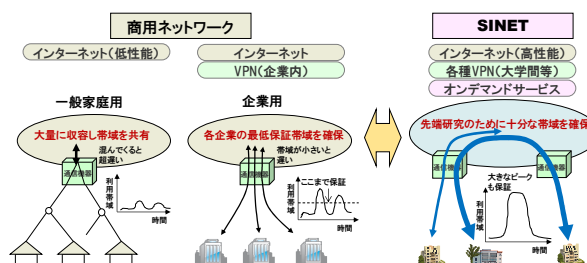


図 3. 商用ネットワークとの比較

2.2 活用例・利用状況

SINET は、先端的学術研究・教育推進のための学術情報基盤 [3,4] として、約 900 の機関（表 2）の約 300 万人の研究者等に利用されている。

表 2. SINET 加入機関数（2018 年 6 月現在）

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
86 (100%)	83 (93%)	387 (64%)	77 (23%)	56 (98%)	16 (100%)	188	893

(1) VPN で広がる世界

セキュアで高性能な SINET VPN サービスの利用が拡大している。利用例として、共同研究環境の形成（複数の大学・研究機関を L2VPN/L3VPN で接続し、大型実験施設で得られた大容量データを各大学で並行解析）、クラウド利用（クラウドデータセンタと大学を L2VPN で接続）、マルチキャンパス（VPLS/仮想大学 LAN サービスを用いて、複数キャンパスを接続）、一時的な帯域保証（通信品質の確保が極めて重要な場合に、L2VPN で帯域保証し高信頼化）等が挙げられる。図 4 に L2VPN/L3VPN の利用状況の推移を示す。この数には L2 オンデマンドや仮想大学 LAN は含んでいない。

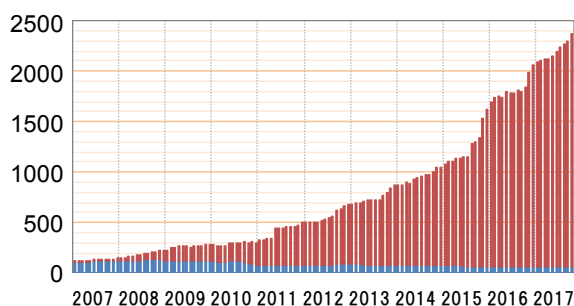


図 4. L2VPN/L3VPN の利用状況の推移

(2) 最近の大容量データ転送例

最近の大容量データ転送例として、Belle II [5] (間もなく運用開始)、HPC バックアップ、8K 映像伝送、世界最速 (231Gbps) のファイル転送 [6] (図 5) 等が挙げられる。

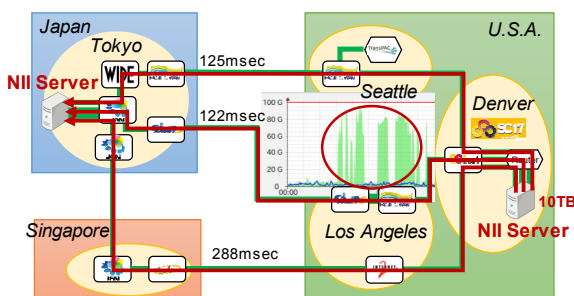


図 5. 世界最速 (231Gbps) のファイル転送

(3) 新サービスの活用例

新サービスの活用例として、L2 オンデマンドによる 8K 雪まつり映像伝送 [7]、仮想大学 LAN によるマルチキャンパス収容 [8]、DDoS 攻撃防止機能の実装、ネットワーク仮想化 (NFV) 機能の検証等が挙げられる。図 6 に示すように、NFV 機能の検証では、汎用ソフトウェア化が進むネットワーク機能により、SINET 新サービスの創出の検討を開始している。

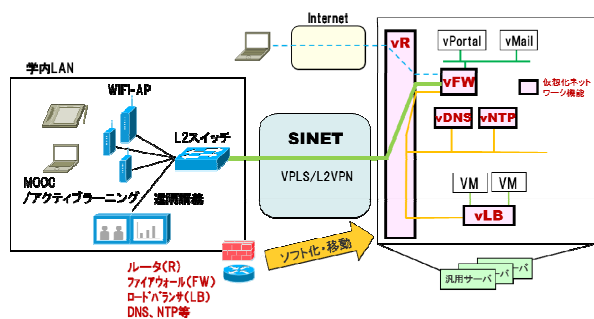


図 6. ネットワーク仮想化 (NFV) 機能の検証

(4) 医療系への利用

医療系への活用例として、医療情報バックアップ [9]、AMED (日本医療研究開発機構) プロジェ

クト、8K 映像による遠隔病理診断実験、8K の医療活用等が挙げられる。図 7 に AMED プロジェクトにおけるネットワーク利用のイメージを示す。AMED の研究事業に採択された学会と連携して、医療画像ビッグデータを SINET5 の L2VPN によりセキュアにクラウド基盤に収集し、AI 技術により医療画像解析を行っている [10]。

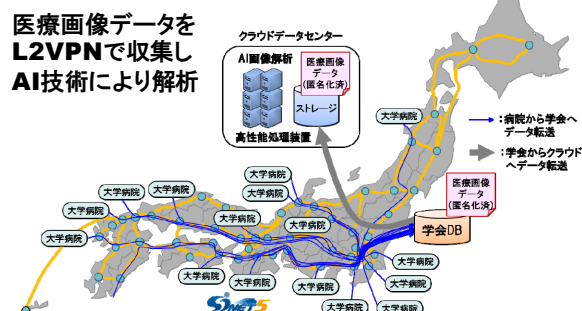


図 7. AMED プロジェクトにおけるネットワーク利用

(5) SINET 直結クラウド

商用クラウドサービスのデータセンターを SINET に直結することを推進しており、利用者数が大きく伸びている。大学等とクラウドとの間を L2VPN で接続することにより、クラウドサービスを高速・安全・低価格で利用可能である。図 8 に SINET 直結クラウドのサービス提供状況 [11]を示す。現在提供中の業者は 23 社であり、138 の加入機関が利用している。

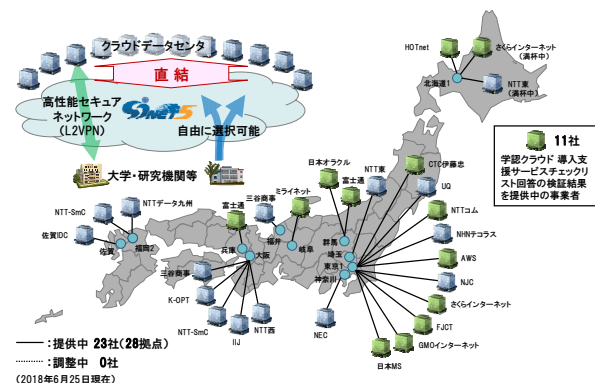


図 8. SINET 直結クラウド

3 2018 年度の整備計画

3.1 国際回線増強

国際競争・協調力強化のために、欧州回線、アジア回線の 100Gbps 化を図り、米国ニューヨークに対してもロサンゼルス経由で 100Gbps 化を図る予定である。また、米国回線および欧州回線バックアップのため、米欧間に 100Gbps 回線を整備す

—: SINET国際回線

※図には、各国の100G回線のみ記載

表 3. 国際回線の前後比較・整備時期

回線	増強後	現状	時期
欧州	100Gbps	10Gbps x 2	2019.2
アジア	100Gbps	10Gbps	2019.3
米国 (LA)	100Gbps	100Gbps	
米国 (NY)	100Gbps	10Gbps	
米国－欧州	100Gbps	-	

(1) 概要

The diagram illustrates the concept of 'Mobile Edge' (モバイルエッジ) and its application in various scenarios. It shows a network architecture where data is processed closer to the user (edge) rather than in a central cloud.

Top Section: Data Sources and Processing

- モバイル網からのデータ収集解析** (Data collection and analysis from mobile networks): This section highlights the use of commercial cloud (商用クラウド), carrier cloud (キャリアクラウド), and other cloud services (その他クラウド) for data analysis. It notes that these services can be flexibly combined for analysis.
- 商用クラウド** (Commercial Cloud): Includes Amazon EC2, Amazon S3, and Amazon RDS.
- キャリアクラウド** (Carrier Cloud): Includes AWS IoT, AWS Lambda, and AWS S3.
- その他クラウド** (Other Cloud): Includes AWS IoT, AWS Lambda, and AWS S3.

Bottom Section: Network and User Interaction

- モバイルネットワーク** (Mobile Network): A central blue bar representing the network layer, with a 'VPN' label and a 'SINET' logo.
- 仮想モバイルネットワーク** (Virtual Mobile Network): A yellow cloud area representing a virtualized network environment.
- ユーザー** (Users): Represented by icons for a university (大学), a company (企業), and a local public organization (地方公共団体).
- 有線だけでなくモバイルによる面的拡張で、研究活動領域拡大を支援** (Support for expanding research activity areas through area expansion by mobile, not just wired): A red box highlighting the benefit of mobile networks for expanding research areas.
- 地域コミュニティ** (Local Community): Represented by a circle with a house icon.
- 遠隔地** (Remote Area): Represented by a circle with a house icon.
- 広範囲エリア** (Wide Area): Represented by a circle with a house icon.
- 立入禁止地域** (No Entry Area): Represented by a circle with a house icon.
- 海上** (Sea): Represented by a circle with a house icon.
- 自然保護地域** (Natural Conservation Area): Represented by a circle with a house icon.

学術研究用ネットワークから観たモバイルサービスの動向予測を次に挙げる。また、図 11 にモバイル網利用の発展イメージを示す。

- ・ モバイル網の活用が益々増加：固定網は超高速通信のために引き続き利用される一方、モバイル網を利用する端末が急激に増加
- ・ モバイル閉域網の利用が増加：モバイルインターネット経由のアクセスから、学内 LAN と同様の網設計運用が可能なセキュアなモバイル閉域網の利用へと移行
- ・ 5G による超高速化と IoT 利用活性化：5G 中心の超高速アクセスによりモバイル利用研究領域が拡大し、多数同時接続（対象端末がより広域化）／超低遅延により IoT 利用が活性化

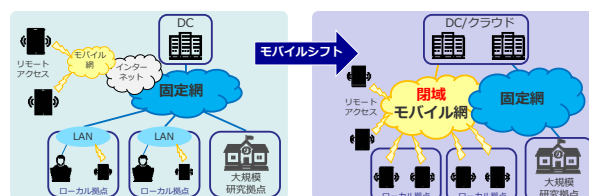


図 11. モバイル網利用の発展イメージ

・ IoT を活用したスマート農業 (図 12)

農地に設置した IoT センサーから気温や雨量・日照データ等を収集し、費用対効果の高いスマート農業を振興する。

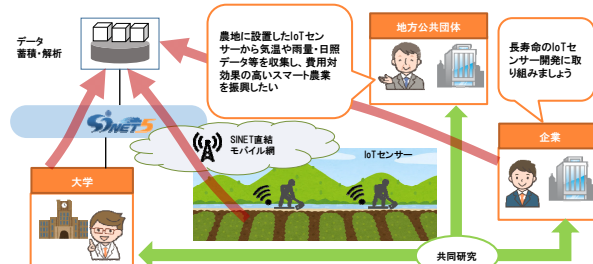


図 12. IoT を活用したスマート農業

- ・ 健康支援アプリの開発 (図 13)

生活習慣や食習慣の改善に役立つ健康支援アプリを開発。多くのデータを収集し、精度を高める。



図 13. 健康支援アプリの開発

(4) 実証実験（2018 年 12 月～2020 年 3 月）

広域データ収集基盤の性能評価等を目的として、2018 年 12 月から 2020 年 3 月までを実証実験期間として、参加機関を公募した。以下に詳細を示す。なお、初回募集期限は 2018 年 7 月だったが、更なる利用拡大に向け、追加募集を検討している。

- 募集対象：広域データ収集基盤を利活用し、これまで SINET が接続できない場所での研究データ収集や、遠隔地との共同研究等を行う研究グループ及び研究テーマ
- 提供する実証実験の環境
 - モバイルキャリアが提供するモバイル網を SINET の足回りとして活用し、専用線等で接続できない場所においても、大学の計算機や任意のクラウド等がセキュアに利用できる環境を提供する。
 - 広域データ収集基盤は、SINET VPN サービスを用いた VPN 上での通信環境のみを提供するため、モバイル網からインターネットへ直接接続はできない。また、広域データ収集基盤上に設定される VPN は、各実験参加グループ内で閉じたものとして提供する。
 - モバイル網接続に必要な SIM カード及び通信費用は、基本的には実験参加グループの負担となる。
 - SIM カードを挿入するモバイル端末は、必ず SIM フリー端末を用意する。SIM ロック端末の動作は保証できない。
- 実証実験にあたっての遵守事項
 - 実験参加グループは、広域データ収集基盤を実証実験の目的のみに利用するものとする。また、広域データ収集基盤の利用におけるセキュリティ対策およびインシデント発生時の対応は実験参加グループの責任において行うものとする。
 - NII が広域データ収集基盤の利用を不適切と判断した場合は、広域データ収集基盤の利用を中止または終了することがある。
 - 実証実験の実施に伴い、（広域データ収集基盤以外の）SINET サービス（VPN 等）を利用する際は、「SINET ネットワークサービスガイドライン」[14]を踏まえ、該当サービスの申請が別途必要になる。
- 成果報告等
 - 実証実験の中間報告を 2019 年 4 月に、成果報告書を 2020 年 4 月に提出して頂く。

(5) 実証実験後の展開（2020 年 4 月～）

実証実験を通し得られた知見を、2020 年 4 月以降の整備検討に反映する予定である。

4 今後のスケジュール

図 14 に今後のスケジュールを示す。SINET5 は、2016 年 4 月から 2022 年 3 月までの 6 年間の運用を予定している。運用開始後、新サービスとして、仮想大学 LAN、L2 オンデマンド、アクセス回線冗長化対応、NFV トライアル、DDoS Mitigation を開始し、231Gbps ファイル転送実験に成功した。2018 年度の整備計画として、2018 年 12 月から広域データ収集基盤の実証実験を開始し、2019 年 2 月～3 月に国際回線の増強を実施する。その後、2019 年度に 400Gbps 導入を検討している。また、2022 年度以降の次世代 SINET に向けては、皆様と密に情報交換しながら構想策定を図る予定である。

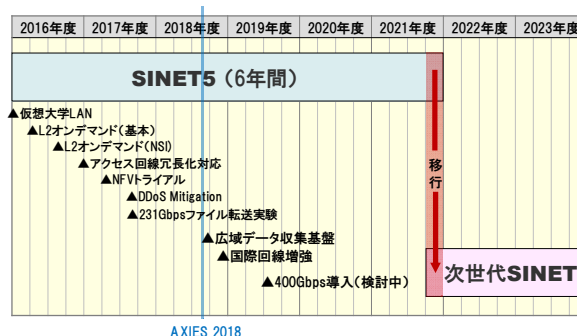


図 14. 今後のスケジュール

5 むすび

SINET5 の概要、2018 年度の整備計画、今後のスケジュールを紹介した。SINET は、学術専用の通信ネットワークであり、先端的学術研究・教育推進のための学術情報基盤として、約 900 の大学等に利用されている。全都道府県を 100Gbps でカバーし、大容量データ転送に適しており、また、高性能・豊富な通信サービスを利用可能である。2018 年度は、国際回線の増強を図るとともに、IoT 関連の研究や事業を支援するため広域データ収集基盤の実証実験を開始する。また、今後、400Gbps 導入や次世代 SINET に向けて検討を進める。

謝辞

国立情報学研究所 (NII) は、大学共同利用機関として、学術コミュニティ全体の研究・教育活動に必須となる学術情報基盤の提供事業を展開しています。SINET5 の実現は学術コミュニティの多く

の方々からいただいた暖かいご支援 [15-18]の賜物であり、心より御礼申し上げます。様々なサービスを実現するにあたり、多様な学術機関と「共考共創」（一緒に考え、皆で創る）の気持ちで一層努力していきます。

参考文献

- [1] 学術情報ネットワーク SINET:
<https://www.sinet.ad.jp/>
- [2] SINET5 始動 全国 100 ギガで新たな可能性を拓く、NII Today、No.72、2016.
https://www.nii.ac.jp/about/upload/all_NIIToday72.pdf
- [3] 先端的学術研究・教育推進のための学術情報基盤～学術情報ネットワーク（SINET5）活用事例集～、国立情報学研究所、2018.
<https://www.sinet.ad.jp/case/>
- [4] 漆谷重雄、栗本崇、時代を映すインフラネットワークと未来－、p145-176、丸善ライブラリー、2016.
- [5] Belle II: <http://belle2pb.kek.jp/>
- [6] ファイル転送プロトコル MMCFTP で転送速度 231Gbps を達成／長距離データ転送の世界記録を更新、国立情報学研究所、2017.
<https://www.nii.ac.jp/news/release/2017/1214.html>
- [7] 109Gbps の 8K 非圧縮映像と音響環境の分割遠隔配信に成功、情報通信研究機構、2017.
<https://www.nict.go.jp/press/2017/02/03-1.html>
- [8] 仮想大学 LAN サービスを利用したキャンパス LAN の構築、理化学研究所、2017.
<https://www.sinet.ad.jp/case/riken>
- [9] 国立大学病院における医療情報遠隔バックアップシステムの構築、東京大学医学部付属病院を含む全国 42 国立大学・46 大学病院、2015.
<https://www.sinet.ad.jp/case/nuh-remote-backup>
- [10] 医療ビッグデータ研究センターを新設／医療画像情報を収集するクラウド基盤を構築し、AI による画像解析技術を開発、国立情報学研究所、2018.
<https://www.nii.ac.jp/news/release/2017/1225-2.html>
- [11] SINET 直結クラウド サービス提供機関一覧:
https://www.sinet.ad.jp/service_provider/service_providers_list
- [12] SINET 広域データ収集基盤:
<https://www.sinet.ad.jp/wadci/>
- [13] SINET5 用広域データ収集基盤実証実験について、国立情報学研究所、2018.
https://www.nii.ac.jp/service/openforum2018/track/day1_6.html
- [14] SINET ネットワークサービスガイドライン、国立情報学研究所、2017.
<https://www.sinet.ad.jp/aboutsinet/document>
- [15] 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－、日本学術会議、2014.
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t192-2.pdf>
- [16] 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－、文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会学術情報委員会、2014.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/031/houkoku/1351113.htm
- [17] SINET の強化と安定運用に必要な予算の確保について、国立大学協会、公立大学協会、日本私立大学団体連合会、2014.
<http://www.janu.jp/news/whatsnew/20140724-whatsnew-houmon1.html>
- [18] 大型研究計画に関する評価について「新しいステージに向けた学術情報ネットワーク（SINET）」、文部科学省科学技術・学術審議会学術分科会研究環境基盤部会学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会、2014.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1352185.htm