

平成 29 年（2017 年）6 月 2 日

## 日欧間で速度 131Gbps のデータ転送に成功

### SINET5 の 100Gbps 日米回線と超高速データ転送プロトコル MMCFTP を利用

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所（NII、所長：喜連川 優、東京都千代田区）は欧州の研究ネットワーク「GÉANT」<sup>(\*1)</sup> と共同で、NII が構築・運用している学術情報ネットワーク「SINET5」の 100Gbps の日米回線などを使って構築した日欧間のネットワークで大容量データの転送実験を行い、10 テラバイト (TB)<sup>(\*2)</sup> のデータを 131Gbps<sup>(\*3)</sup> の速度で転送することに成功しました。データ転送には、NII が超高速データ転送用に開発したプロトコル「MMCFTP」(Massively Multi-Connection File Transfer Protocol) を使用しました。本実験は 5 月 29 日から 6 月 2 日までオーストリア・リンツで開催されたネットワーク分野の国際会議「TNC17」<sup>(\*4)</sup> でのデモンストレーションに向けて実施しました。

素粒子物理学、核融合学、天文学などの先端科学技術分野では国際協力によって構築された巨大な実験装置などで得られたビッグデータを国境や地域を越えて転送・分析しており、大陸間の大容量高速データ転送技術の必要性が高まっています。今回の実験で多くの巨大実験装置が立地する欧州との間で 131Gbps という速度での転送に成功したことは、SINET5 の 100Gbps 日米回線など世界中で導入・増強が進む広帯域回線の連携と、複数の回線を利用して大容量のデータを高速で転送できるプロトコル MMCTFP の組み合わせが、国際共同研究における日欧間ビッグデータ共有の活発化・高度化に寄与できることを実証したものと考えられます。

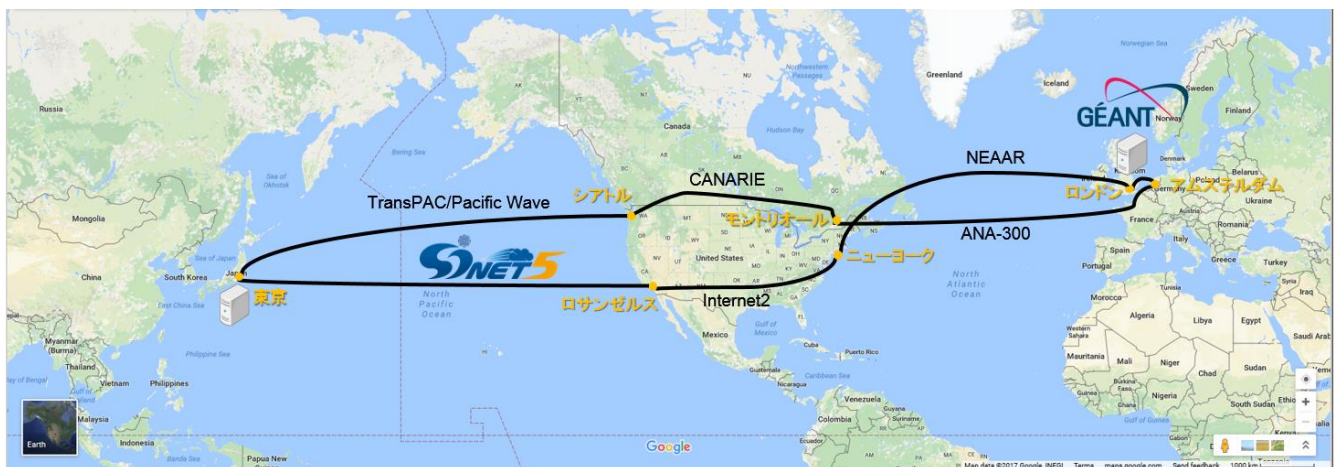


図 1 NII～GÉANT のネットワーク

実験期間は本年 5 月 23 日～6 月 2 日で、東京都千代田区の JGN<sup>(\*5)</sup> アクセスポイントとロンドンの GÉANT データセンターに送受信サーバーを設置し、その間を SINET5 の日米回線などを利用して北米

大陸を経由する二つの経路で結び、実証実験用のネットワークを構築しました（図 1）。転送実験はネットワークの帯域を専有してではなく、他のトラフィックも流れている中で実施しました。

使用した MMCFTP は、データを転送する際に多数の TCP コネクションを同時に接続して、通信帯域を大幅に広げることができるファイル転送プロトコルです。従来の転送プロトコルは、今となっては低速なネットワークを前提に設計されていたので、例えば、遅延時間が 4 倍になると転送速度は 4 分の 1 になり、ネットワークの能力をフルに活用できない制約となっていました。しかし、MMCFTP は往復遅延時間の大きさ等のネットワーク条件に応じて TCP コネクションの数を自動調整するため、安定した超高速データ転送を実現できます。今回の実験は地理的に異なる二つのルートで日欧をつないで行われましたが、MMCFTP が実装している、一つのファイルを送るのに複数のネットワークを同時に使う機能（マルチホーム機能）により、計 200Gbps の回線帯域を利用したデータ転送が可能になりました。

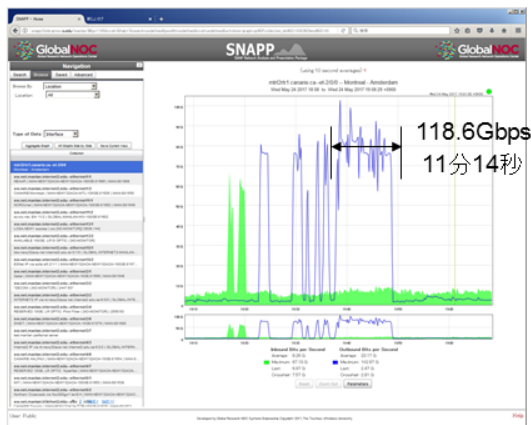
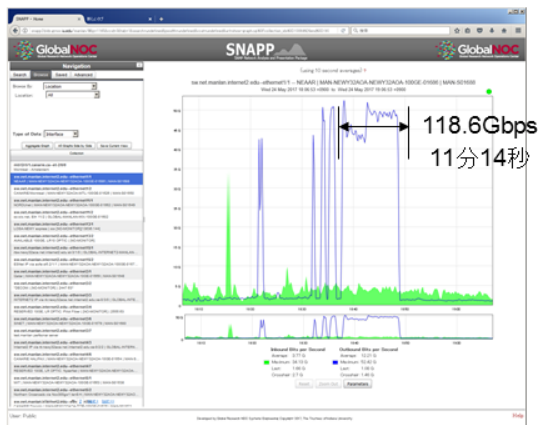
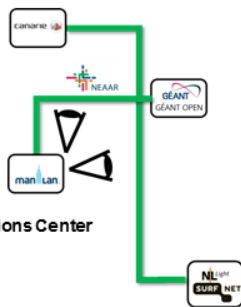
この結果、「メモリー to メモリー（M2M）」<sup>(\*)6</sup> と呼ばれる条件で実施した実験で、10TB のデータをロンドンから東京へ 10 分 9 秒で転送し、転送速度はグッドプット<sup>(\*)7</sup> で 131.4Gbps を記録しました（表 1、図 2、図 3）。

また、ディスクへのデータの読み書きが必要となる「ディスク to ディスク（D2D）」の条件では、約 3TB のファイルを 4 分 4 秒で転送し、96.9Gbps の転送速度を記録しました（表 1）。この結果は、広域ネットワークで「ディスク to ディスク」の条件で行った転送実験におけるこれまでの最速記録と言われている米国中部－東部間での 91Gbps<sup>(\*)8</sup> を、転送速度、経路の距離共に上回りました。今回の転送速度のボトルネックはディスク書き込み性能と考えられ、今後のディスク性能の向上に伴い、転送速度の向上が期待できます。

メモリー to メモリー					
発信地	受信地	速度	所要時間	データサイズ	実験日時 (UTC)
東京	ロンドン	127,580.84 Mbps	10 分 27 秒	10TB	5 月 27 日 08:59-09:10
ロンドン	東京	131,416.77 Mbps	10 分 09 秒	10TB	5 月 26 日 08:35-08:46
ディスク to ディスク					
発信地	受信地	速度	所要時間	データサイズ	実験日時 (UTC)
東京	ロンドン	96,944.59 Mbps	4 分 04 秒	3TB	5 月 24 日 12:03-12:07
ロンドン	東京	96,992.48 Mbps	4 分 04 秒	3TB	5 月 27 日 14:36-14:40

表 1 日欧間の大容量データの転送実験結果

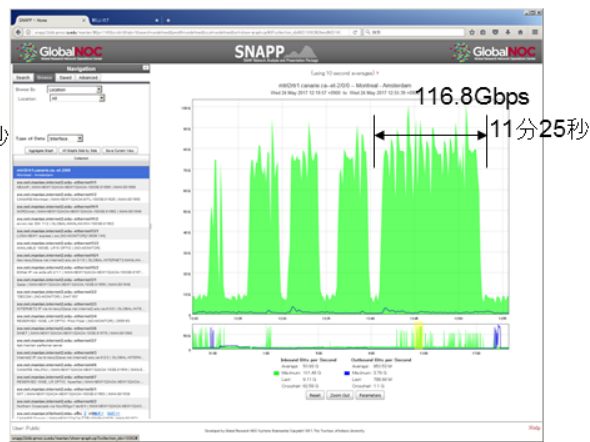
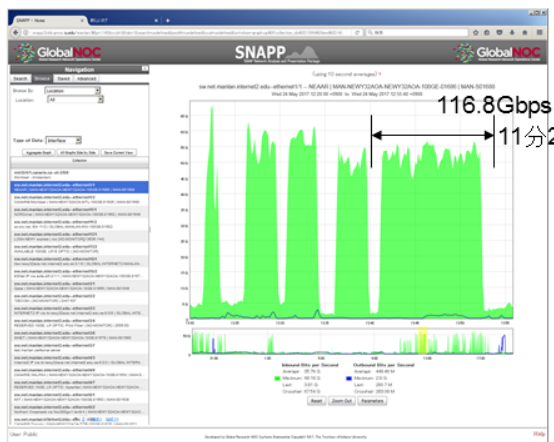
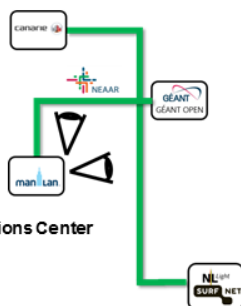
出展: 米インディアナ大学  
 Global Research Network Operations Center  
 Manhattan Landing Exchange Point Network Operations Center  
<http://snapp2.blcd.gnoc.iu.edu/manlan/>



© 2017 National Institute of Informatics

図 2 転送実験のネットワークモニター結果 (M2M : 東京→ロンドン)

出展: 米インディアナ大学  
 Global Research Network Operations Center  
 Manhattan Landing Exchange Point Network Operations Center  
<http://snapp2.blcd.gnoc.iu.edu/manlan/>



© 2017 National Institute of Informatics

図 3 転送実験のネットワークモニター結果 (M2M : ロンドン→東京)

NII は大学共同利用機関として、ビッグサイエンス時代に対応した学術情報基盤の整備に取り組んでいます。昨年 4 月から、全都道府県を 100Gbps でつなぎ、日米回線も 100Gbps 化したほか、欧州回線を新設した SINET5 の運用を始めました。当初の予想を超えるトラフィック増に対応するため、400Gbps 伝送技術の導入や国際回線の増強も検討中です。また、超高速データ転送に適した MMCFTP を開発し、平成 28 年（2016 年）5 月には SINET5 を模して構築した実証実験用の 400Gbps ネットワーク環境で 2 対 2 のサーバー間での 370Gbps のデータ転送実験に成功しました<sup>(\*9)</sup>。昨年 11 月の国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT）との共同実験<sup>(\*10)</sup> では日本と米国の間で 1~10TB のデータを転送速度約 150Gbps で安定的に転送することに成功しています。NII では、MMCFTP を先端科学の発展のために提供し、実利用を通じて安定化と更なる高速化を図っていきます。

本実験結果については、6 月 8 日の「NII 学術情報基盤オープンフォーラム」で発表します。

#### 【ネットワーク構成】

実験では、JGN の東京アクセスポイントと GÉANT のロンドンデータセンターに設置したデータ転送サーバーそれぞれに、100GE(ギガビットイーサネット)のネットワークインタフェースカードを 2 枚、アダプターを介して容量 1TB の NVMe 規格の SSD を 8 枚装備しました（図 4）。

CPU	Xeon E5-2687W v3 (3.1GHz, 10C/20T) x 2
Memory	512 GB (DDR4-2133) Ideal bandwidth: 17 GB/s x 4 x 2 = 136 GB/s
OS	CentOS 7.3 (1611)
Disk	System: SATA SSD Data: M.2 NVMe SSD 1TB x 8 (RAID0): 8 TB
NIC 100GbE	Mellanox ConnectX-4 VPI x 2 MTU: 9000 Byte



図 4 送受信サーバーの構成

実験ネットワーク（図 5）は、SINET5 と GÉANT ネットワークに加え、以下の北米・欧州・日本の学術ネットワークの協力を得て構築しました。経路の長さは、東京ーロサンゼルスーニューヨークーロンドンのルートで約 1 万 8 千キロになります。

- ・ ANA-300（欧米間の 100Gbps 回線 3 本を共同利用するコンソーシアム。今回の実験では、CANARIE、NORDUnet、SURFnet が共同管理するニューヨークーモンリオール〈カナダ〉ーアムステルダム〈オランダ〉間の 100Gbps 回線を利用）



- ・ CANARIE (カナダの学術ネットワーク)
- ・ Internet2 (米国の学術ネットワーク)
- ・ JGN (NICT が運用する研究開発テストベッドネットワーク)
- ・ NEAAR (米インディアナ大学が運用するアフリカ諸国と欧州・米国を結ぶ学術国際回線)
- ・ NetherLight (SURFnet が運用するアムステルダム of 学術ネットワークの相互接続点)
- ・ NORDUnet (北欧諸国を繋ぐ学術ネットワーク)
- ・ MANLAN (Internet2 が運用するニューヨークの学術ネットワークの相互接続点)
- ・ Pacific Wave (米国西海岸の学術ネットワークの相互接続点)
- ・ SURFnet (オランダの学術ネットワーク)
- ・ TransPAC (インディアナ大学が運用する米国とアジアを結ぶ学術国際回線。日本-シアトル回線は Pacific Wave との共同運用)
- ・ WIDE (WIDE プロジェクトが運用する日本の学術研究ネットワーク)

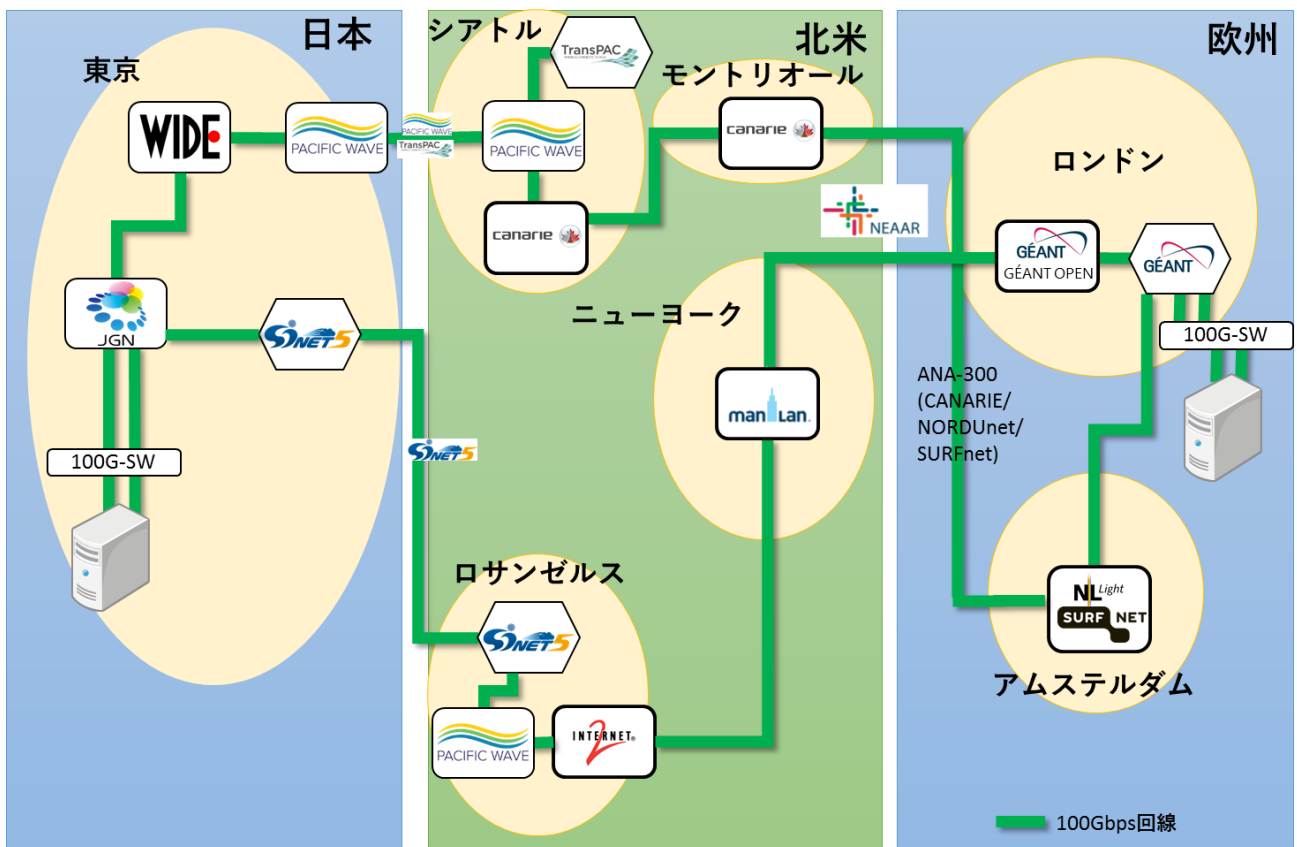


図 5 ネットワーク構成

以上

〈メディアの皆様からのお問い合わせ先〉

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所  
 総務部企画課 広報チーム

直通 : 03-4212-2164 E-mail : [media@nii.ac.jp](mailto:media@nii.ac.jp)

---

(\*1)「GÉANT」: 欧州諸国を結ぶ欧州の学術ネットワークを運用する組織。ネットワークの研究や利活用の推進に向けての活動に相互に協力する国際交流協定 (MoU) を NII と締結している。

(\*2)「テラバイト」: データ量などの単位。1 テラバイト (TB) は 1 兆バイト (1,000 ギガバイト)。

(\*3)「Gbps」: データ伝送速度の単位。1Gbps は毎秒 10 億ビットを伝送できるスピードで、1,000Mbps。

(\*4)「TNC17」: GÉANT が主催するネットワーク分野の研究・教育に関する国際会議。

(\*5)「JGN」: 国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) が運用する研究開発テストベッドネットワーク。

(\*6)「メモリー to メモリー」: 送信機のメモリー上のデータを受信機のメモリーに書き込む性能を測る実験条件。ディスクからのデータ読み出し及びディスクへの書き込みを行わず、ディスク性能の制約を受けないため、通信プロトコルの性能測定に適している。

(\*7)「グッドプット」: 再送やプロトコルヘッダ等、通信制御のためのオーバーヘッドを除いた、アプリケーション間で実際にやりとりしたいデータのみに関するスループット (単位時間あたりに伝送されるデータ量)。

(\*8)「米国中部-東部間での 91Gbps」: 米航空宇宙局 (NASA) の High End Computer Networking (HECN) チームが米コロラド州デンバーとメリーランド州グリーンベルトの間で記録。"NASA HECN Team Achieves Record Disk-to-Disk 91+ Gbps via ESnet" (<https://esnetupdates.wordpress.com/2014/01/14/nasa-hecn-team-achieves-record-disk-to-disk-91-gbps-via-esnet/>)

(\*9)平成 28 年(2016 年)5 月 24 日付ニュースリリース「370Gbps でのデータ転送実験に成功 / 400Gbps 技術の実用化へ道」([http://www.nii.ac.jp/userimg/press\\_20160524.pdf](http://www.nii.ac.jp/userimg/press_20160524.pdf)) 参照。

(\*10)平成 28 年 (2016 年) 12 月 6 日付 NII・NICT 共同ニュースリリース「世界最速の長距離データ転送に成功 / ファイル転送プロトコル MMCFTP で転送速度 150Gbps を記録」([http://www.nii.ac.jp/userimg/press\\_20161206.pdf](http://www.nii.ac.jp/userimg/press_20161206.pdf)) 参照。