

2017年（平成29年）12月14日

## 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

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 NII が開発したファイル転送プロトコル「MMCFTP」（Massively Multi-Connection File Transfer Protocol）を用いた日本-米国間のデータ転送実験を行い、転送速度約 231Gbps で 10 テラバイト（TB）<sup>(\*1)</sup> のデータを安定的に転送することに成功しました。NII は昨年 11 月の日本-米国間のデータ転送実験で、それまでの長距離転送での「世界最高速度」として報告されていた 80Gbps を上回る転送速度 148.7Gbps を記録しています。今回の実験結果はこれを更新するものです。この実験結果は 12 月 15 日に大学 ICT 推進協議会 2017 年度年次大会（広島市）で発表します。

### 【実験結果】

実験は日米間に 100Gbps3 回線（合計 300Gbps）の実験回線を特別に確保し、11 月 12 日～17 日に米デンバーで開催された国際会議「SC17」<sup>(\*2)</sup> の会場から日本に向けてデータを転送する形で、「メモリー to メモリー（M2M）」<sup>(\*3)</sup> と呼ばれる条件で行いました。10TB を転送した時の実質転送速度（グッドプット）<sup>(\*4)</sup> は、7 回の試行で 224.9Gbps（転送時間 5 分 55 秒）～231.3Gbps（転送時間 5 分 45 秒）でした（図 1）。10TB は一般的な 25GB のブルーレイディスクで 400 枚分、地上波デジタル放送の動画に換算すると約 1200 時間分に当たります。今回の実験では、この大容量データを米国から日本に 6 分未満で転送したことになります。

昨年 11 月の転送実験<sup>(\*5)</sup> は国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT）と共同で行い、米ソルトレイク・シティから日本に向けてデータを転送する形で実施しました。100Gbps2 回線（合計 200Gbps）の実験回線を使用し、「メモリー to メモリー」条件で 10TB を転送した時の実質転送速度（グッドプット）は 148.7Gbps（転送時間 8 分 58 秒）でした。

一つの TCP コネクションを用いる転送方式では回線数を増やしても 1 回線分の帯域しか使えないのに対して、多くの TCP コネクションを用いる MMCFTP は回線数分の帯域を使用できるという特徴を生かし、今回の実験では昨年 11 月の記録を上回る転送速度を達成しました。今回の記録は大陸間クラスの大規模データ転送として「世界最速」（1 サーバー対 1 サーバーのデータ転送速度）と考えられます。

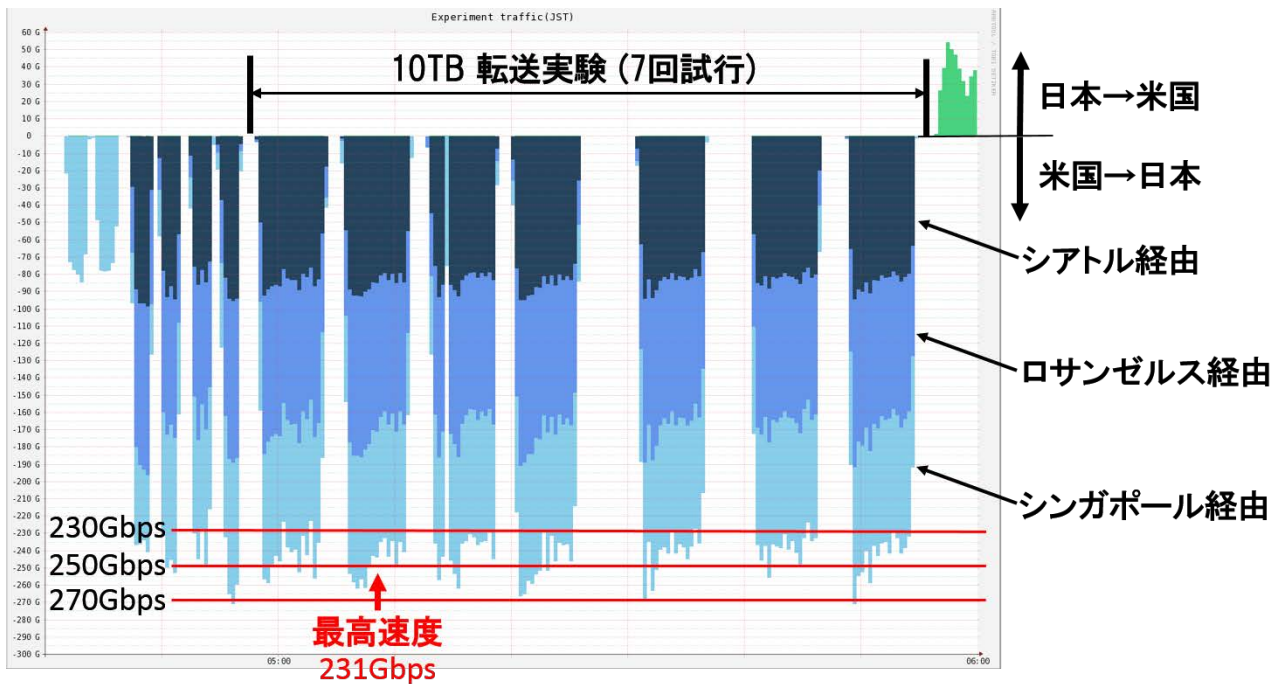


図 1 実験結果（帯域利用状況、「SC17」会場内ネットワーク機器、計測間隔 20 秒、JP-NOC 提供）

#### 【MMCFTP のコネクション配分制御機能】

先端科学技術分野の国際協力による大量の実験データの転送に向けて開発された MMCFTP は、ビッグデータを転送する際、同時に多くの TCP コネクションを使用することが特徴です。ネットワークの状況（遅延の大きさやパケットロス率）に応じて TCP コネクション数を動的に調整することで、安定した超高速データ転送を実現します。今回の実験では通信距離の異なる複数回線を同時使用しており、通常なら短距離の回線により多くのトラフィックが流れて輻輳<sup>ふくそう</sup>を起し、通信品質および実質転送速度の低下を招きます。この課題を MMCFTP のコネクション配分制御機能で解決しました。

今回の実験では、NII が構築・運用し、米ロサンゼルス経由で日米を 100Gbps で結ぶ学術情報ネットワーク「SINET5」と米シアトル経由の 100Gbps 回線に加え、シンガポール経由の 100Gbps 1 回線を利用しました。シンガポール経由回線の東京-シンガポール間は、NICT、シンガポールの国立スーパーコンピューティングセンターと研究教育ネットワーク（SingAREN）の 3 者が本年 11 月に共同運用を開始した新設線を用いました。通信距離の指標となる回線の往復遅延時間は、シアトル経由 125 ミリ秒、ロサンゼルス経由 122 ミリ秒に対してシンガポール経由は 288 ミリ秒で、シンガポール経由回線は他の 2 回線に比べて 2 倍以上長いことになります。

MMCFTP では、複数回線を使ってデータ転送を行う場合に、各回線に割り当てる TCP コネクション数の比率を指定することができます。今回の実験では、シアトル経由、ロサンゼルス経由、シンガポール経由の各回線に、1:1:4 の比率で TCP コネクションを割り当てました。実際に使用した TCP コネクション数は、転送速度 231.3Gbps の場合、シアトル経由 3713、ロサンゼルス経由 3713、シンガポール経由 14851、合計 22277 で比率は 1:1:3.9997 と指定通りでした。その結果、3 回線の平均実質転送速度は、シアトル経由、ロサンゼルス経由、シンガポール経由の順に 80.5Gbps、80.8Gbps、70.6Gbps

となり、それぞれの回線での輻輳を抑制して全体で 231.3Gbps の転送速度を達成しました。

#### 【実験ネットワークの構成】

今回の実験では、NICT が運用する研究開発テストベッドネットワーク「JGN」の実験回線環境を SC17 会場内の NICT ブースまで伸ばし、NICT ブースと JGN 東京ノードに MMCFTP 用の送信機と受信機（汎用サーバー）を設置しました。実験ネットワークは、SINET5、JGN に加え、米国の学術ネットワーク「Internet2」、SingAREN、米インディアナ大学が運用する「TransPAC」、米国の学術ネットワーク相互接続点「PacificWave」、日本の「WIDE プロジェクト」、SC17 会場内ネットワーク「SCinet」の協力を得て構成しました（図 2）。実験ネットワーク全体のコーディネーションは NICT が、ネットワーク機器の設定・チューニングは、KDDI 株式会社を中心とする JP-NOC チームが行いました。

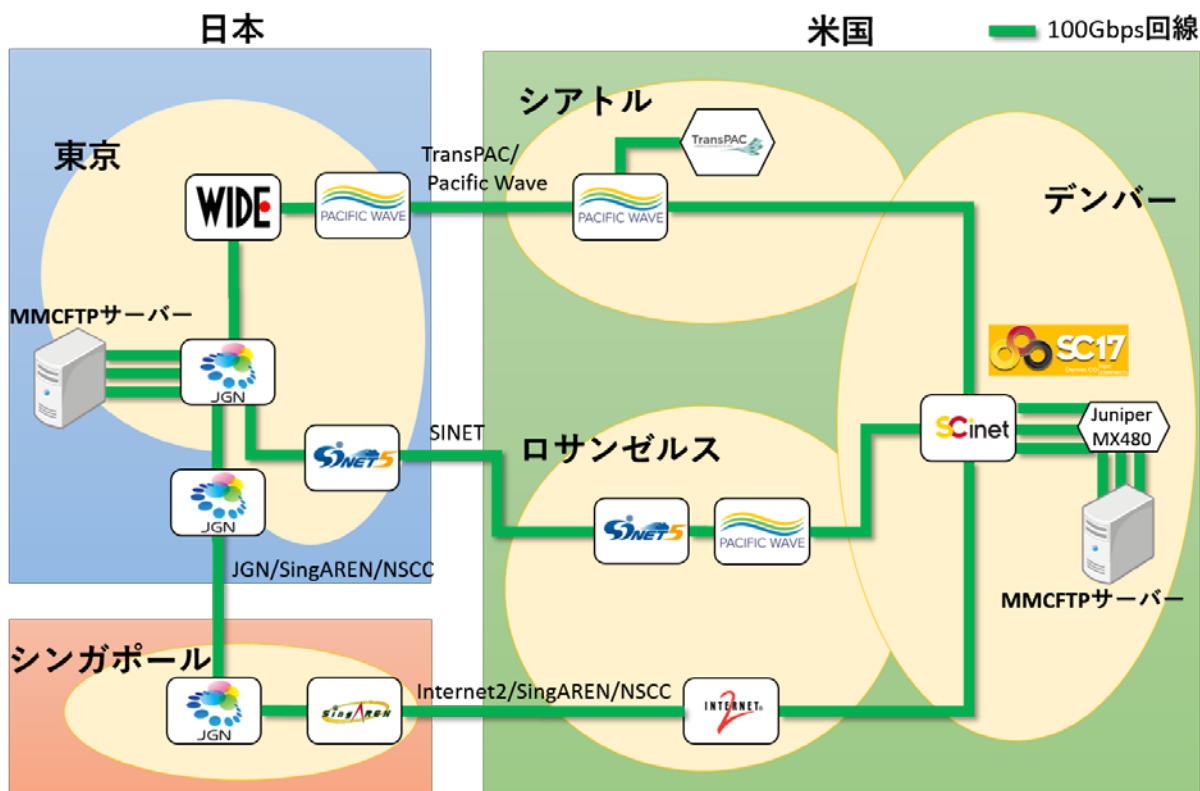


図 2 実験ネットワークの構成 (\*6)

#### 【MMCFTP 開発の背景と改良の取り組み】

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大量の実験データが参加各国に転送されて分析されています。このため、100Gbps 級の超高速ネットワークの整備が進められており、日本でも SINET5 が国内全都道府県、および、米国との間を 100Gbps で結んでいます。こうしてネットワークが高速化する一方、転送プロトコルの制約から長距離通信時の転送速度が上がらないことが課題になっていました。

NII はこうした課題解決に向けて MMCFTP を開発し、国内外での実験を通じて MMCFTP を改良して性能向上を図ってきました（表 1）。実際にディスクからファイルを読み出して転送先のディスクに書き込む「ディスク to ディスク (D2D)」条件では、本年 5 月の実験で 97Gbps を記録しています。

時期	実験区間	往復遅延時間	実質転送速度	
			M2M	D2D
2015年3月 <sup>(*7)</sup>	東京都小金井市-石川県能美市(往復)	26ms	84Gbps	-
2016年8月 <sup>(*8)</sup>	サンポール・レ・デュランス(フランス)-六ヶ所村	200ms	-	7.9Gbps
2016年11月	ソルトレイク・シティ-東京	113ms/115ms	150Gbps	-
2017年5月 <sup>(*9)</sup>	ロンドン-東京	240ms/242ms	131Gbps	97Gbps
2017年11月	デンバー-東京	122ms/125ms/288ms	231Gbps	-

表 2 MMCFTP の転送実験と結果

NII は MMCFTP を先端科学技術発展のために提供し、今後も実験や実利用を通じて安定化と更なる高速化に取り組んでいきます。

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

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

(\*1) 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)。

(\*2) 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、および、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。

(\*3) ハイパフォーマンスコンピューティング分野の国際会議・展示会。 <http://sc17.supercomputing.org/>

(\*4) 再送やプロトコルヘッダー等、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)。

(\*5) 昨年12月6日付の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により転送速度150Gbpsを記録」 ([http://www.nii.ac.jp/userimg/press\\_20161206.pdf](http://www.nii.ac.jp/userimg/press_20161206.pdf)) 参照。

(\*6) 「SC17」会場内のネットワーク機器は、Juniper Networks Inc./ジュニパーネットワークス株式会社の協力により貸与。

(\*7) 2015年5月13日付のNIIニュースリリース「世界最速クラスの長距離データ転送に成功/新プロトコルMMCFTPにより転送速度84Gbpsを記録」 ([http://www.nii.ac.jp/userimg/press\\_20150513.pdf](http://www.nii.ac.jp/userimg/press_20150513.pdf)) 参照。

(\*8) 昨年9月27日付の量子科学技術研究開発機構プレスリリース「国際熱核融合実験炉ITERの建設サイトから日本への大量データの高速度転送を実証/1万キロ離れた日本からのITER遠隔実験実現に向けた基盤整備が大きく進展」 (<http://www.qst.go.jp/information/itemid034-000750.html>) 参照。

(\*9) 本年6月2日付のNIIニュースリリース「日欧間で速度131Gbpsのデータ転送に成功」 (<http://www.nii.ac.jp/news/2017/newsrelease20170602-2.pdf>) 参照。