NII 長距離データ転送の世界記録更新

ファイル転送プロトコル「MMCFTP」 10TBデータ 転送速度231Gbps達成

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（東京都千代田区、喜連川優所長、以下・NII）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、注1）のデータを安定的に転送することに成功した。

NIIは2016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を記録している。今回の実験結果ではこれを更新した。

【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」（注2）の会場から日本に向けてデータを転送する形で実施した。10TBデータ（グッドプット、注4）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）だった＜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時間分に当たる。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。

一昨年11月の転送実験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た。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）だった。

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2016年11月の記録を上回る転送速度を達成した。

今回の記録は大陸間クラスの長距離データ転送として「世界最速」（1サーバー対1サーバーのデータ転送速度）と考えられる。

【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。

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する。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（ふくそう）を起こし、通信品質および実質転送速度の低下を招く。この課題をMMCFTPのコネクション配分制御機能で解決した。

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100Gbps1回線を利用した。

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2017年11月に共同運用を開始した新設線を用いた。

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る。

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る。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対1対4の比率でTCPコネクションを割り当てた。

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対1対4・0003と指定通りだった。

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た。

【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る。

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で結んでいる。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た。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を記録した。

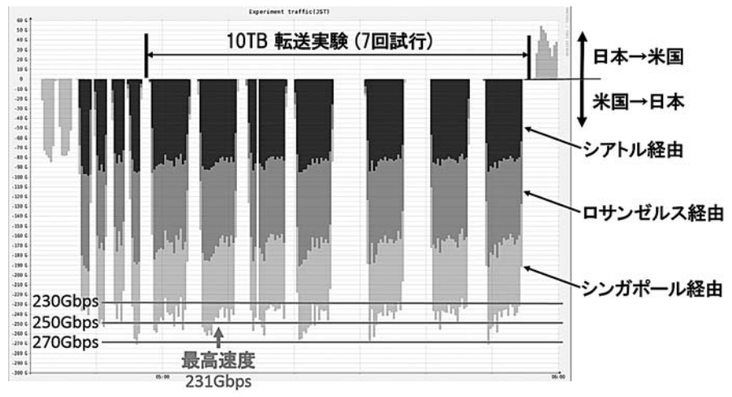
（注1）データ量などの単位。1テラバイト（TB）は1兆バイト（1000ギガバイト）。

（注2）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。

（注3）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。

（注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）。

＜図1＞実験結果



水流

好況の影にブラック企業も

明けましておめでとうございます。

2018年の干支は「戊戌（つちのえいぬ）」と呼び、戊年＝犬年だ。干支は「子・丑・虎・卯・辰・巳・午・未・申・酉・戌・亥」と並び、戊年は11番目となる。〝犬はよそ見をしていたので、干支に遅れて登場した〟と言われている。

占いでは、戊年の人は物事に熱心で正義感が強く、真面目で忍耐強く働き者で、協調性や社会性も非常に良いといわれている。その反面、防衛本能が強く、神経質で怒ると怖いとされている。

また犬は多産であり「安産の守り神」として安産祈願の神社は全国各地にあり、大阪では住吉大社が知られている。少子化が進む日本だが〝犬年の今年は子供が多く誕生するのではないかな〟と期待したい。

「少子化」が喧伝されて久しいが、若者たちが結婚して家庭を持ち、子供を育てるには、何よりも日本経済が安定して企業が儲かることが前提となる。

昨年春に卒業した大学生の4月1日時点の就職率が前年比0・3ポイント増の97・6％だったと文部科学省と厚生労働省が発表した。1997年の調査開始以来の過去最高を更新した。文科省は「景気回復が続き、企業の求人が増えている」と分析している。

「就職率は就職希望者の内定した人の割合だ。全国の国公私立大62校を抽出し、4770人を調べた」という。

就職希望者の割合も0・3ポイント増の74・7％と過去最高を更新した。文科省の推計では、就職した卒業生は41万6100人で、前年を1万1800人上回った。

好調ぶりが目立つのが女性で、98・4％と0・4ポイント改善した。男性を1・5ポイント上回っている。男性を上回るのは5年連続で、就職率全体の上昇をけん引している。文科省は「女性の社会進出を支えようという雰囲気も後押ししたのではないか」とみている。文系は97・3％、理系は98・7％だった。

一方、文科省が全国の高校で実施した調査では、今春卒業した高校生の3月末時点の就職率は0・3ポイント増の98・0％と、7年連続で改善した。

発表された数字を見る限り、日本企業は非常に経済力が強く、国民生活は安定していると思われる。しかし、この数字の中から「派遣社員」がどの程度の割合なのか見えてこない。正社員としてではなく、国民年金や医療保険、その他の補助を得られないパートで働く女性たちの数ばかりが増え、結婚しても夫の給料だけでは生活できず共稼ぎが当たり前となり、家庭と仕事の板挟みになっている若者たちは、子供を産めず車の購入を諦めている。時間外手当を当てにした結果、一カ月の超過勤務が100時間を越えるという、ブラック化現象が巷に横行しているのではないか？　世界中に〝高品質で燃費が良い車〟を売って儲けている国の国民が、馬鹿げた「車検制度」と「自動車税」、そして規制で雁字搦めの道路事情でドライブに興味をなくしているのが実情だ。

在日外国人への生活援助資金が29万円だと言われているが、彼らはそれでも〝食っていけないので増額しろ〟という。ふざけた話である。また日本の国立大学への留学生が、環境問題への配慮なくして経済活動が否定されるようになったため、今では信じられないほど環境には奨学金として、来日航空運賃と住居費、日常の交通費まで手当している。こんなことができる日本という国は、彼らの目にどのように映っているのか？

昨年の日本へのツアー客は200万人を優に超えた。今年も紛争とか大地震がなければ増加するだろう。

日本の四季は世界に例がなく多様性があり、桜の木を例に挙げれば、春には花の宴を誘い、夏は深緑の葉で木陰を作り、秋は紅葉となって山野を絢爛豪華に彩る。他の木々も同様だが、人の営みとともに密接な関係にある桜は、人生の喜怒哀楽を象徴しているかのようだ。

かつては日本列島をスモッグやPCBが覆い、大気汚染が進行していた時代で、大手ゼネコンによる収賄が問題化してきたが、もはや今となっては、後を振り返る事は出来ない。

現在、世界中に拡大したデジタル化は、かつての「産業革命」の規模をはるかに超え、地球から飛び出して宇宙空間まで飛び出しくして経済活動が安定して企業が儲かることが前提となる。

昨年春に卒業した大学生の4月1日時点の就職率が前年比0・3ポイント増の97・6％だったと文部科学省と厚生労働省が発表した。1997年の調査開始以来の過去最高を更新した。文科省は「景気回復が続き、企業の求人が増えている」と分析している。

「就職率は就職希望者の内定した人の割合だ。全国の国公私立大62校を抽出し、4770人を調べた」という。

就職希望者の割合も0・3ポイント増の74・7％と過去最高を更新した。文科省の推計では、就職した卒業生は41万6100人で、前年を1万1800人上回った。

好調ぶりが目立つのが女性で、98・4％と0・4ポイント改善した。男性を1・5ポイント上回っている。男性を上回るのは5年連続で、就職率全体の上昇をけん引している。文科省は「女性の社会進出を支えようという雰囲気も後押ししたのではないか」とみている。文系は97・3％、理系は98・7％だった。

一方、文科省が全国の高校で実施した調査では、今春卒業した高校生の3月末時点の就職率は

NEC インバリアント分析技術 衛星・宇宙航空分野に活用

ロッキード・マーティン社が導入

ロッキード・マーティン・スペースシステム社、マルケット副社長㊧と西村知泰NEC執行役員

ロッキード・マーティン社は、日本電気㈱（以下・NEC）のAI技術（注1）である「インバリアント分析技術」を衛星・宇宙航空分野に活用する。

先進のAI解析エンジンである「インバリアント分析技術」（注2）は、コンピューターシステムの他、発電所、工場、ビル等に設置された多数のセンサーから収集されるデータからシステムの振る舞いを学習・監視することで、システム自体が挙動の不整合を自動的に検知し、早期対処を可能にする。

NECが持つ先進のAIとロッキード・マーティン社が持つ宇宙分野の専門的な知見は衛星や宇宙船の運用に独自の分析を組み込む新たな機会となる。宇宙の気候が電子機器に与える影響など、宇宙環境や機器性能の変化を迅速に把握することで、運用者は製品の性能やライフサイクル効率を改善することができる。

今回の強化について、ロッキード・マーティン・スペースシステム社のカール・マルケット副社長は次のように述べた。

「ロッキード・マーティンとNECはそれぞれ衛星・宇宙航空分野とシステム設計のエキスパートであり、AIが宇宙飛行士と地上側の人々のための宇宙関連製品をどのように改善できるかを探求するのにふさわしい組み合わせと考えている。火星やその先への有人任務を含む軌道航行と深宇宙探査の両方において、AIは我々が宇宙から得られる情報の利用方法に変革をもたらすことができる」。

またNEC執行役員の西村知泰氏は「NECが開発した革新的なインバリアント分析技術は、ロッキード・マーティンが衛星・宇宙航空分野で直面する課題の解決に大きく貢献すると確信している。

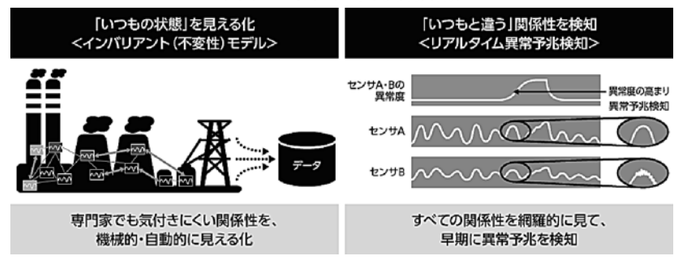
将来的には、同様の課題解決策の提供を強化し続け、幅広い分野における安全性、セキュリティー、効率的な運用をグローバルでサポートしていく」と述べている。

NECグループは、安全・安心・効率・公平という社会価値を創造する「社会ソリューション事業」をグローバルに推進している。同社は先進のICTや知見を融合し、人々がより明るく豊かに生きる効率的で洗練された社会を実現していく。

（注1）NEC、AI（人工知能）技術ブランド「NEC the WISE」を策定。「NEC the WISE」（エヌイーシー ザ ワイズ）は、NECの最先端のAI技術群の名称。〝The WISE〟には「賢者たち」という意味があり、複雑化・高度化する社会課題に対し、人とAIが協調しながら高度な叡智で解決していくという想いを込めている。

（注2）インバリアント分析技術＝http://jpn.nec.com/ai/analyze/invariant.html

＜インバリアント分析技術＞



東大 割れても直るガラス

画期的な自己修復機能

加熱溶融不要

ポリマーガラス再利用実現

東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻の相田卓三教授（理化学研究所創発物性科学研究センター副センター長兼任）らの研究グループが、割れても直るガラスの開発に世界で初めて成功した。

窓ガラスは割れると廃棄され新しいものに交換される。それは損傷や破壊が不可逆的で、加熱溶融しないかぎり再利用できないからだ。他の多くの構造材料も同じ運命をたどり廃棄されていく。もし破断したガラスが容易に修復できるようになれば、どうだろうか。

【発表内容】

身の周りの材料とは異なり、人類を含むあらゆる生命体は損傷部位を自発的に直す自己修復機能を持つ。我々の身体の中ではDNAのように目ではほとんど見えない大きさのもの（分子）から、細胞や組織に及ぶさまざまなスケールにおいて絶えず修復機能が働いている。自己修復は生物が長期にわたって存続するためにあみだした究極の機能とも言える。

21世紀に入り、このような修復機能を持つ材料が報告されるようになってきた。特に直近の10年間に、破断しても温和な条件下で何度でも繰り返し修復するゲルやゴムなどの柔らかい材料が報告されている。この驚くべき性質は、もっぱら水素結合をはじめとした非共有結合的相互作用（注1）を巧みに利用することで実現している。

自己修復性を有する高分子材料が破断した場合、二つの破断面の間に高分子鎖が侵入し、互いに貫入し絡み合う結果、組織は元通りに再生する。ところがガラスなどの固い材料を構成する高分子鎖の運動は「凍結」と表現されるほど緩慢であるため、加熱・溶融しない限り、そのような材料を修復させることはできない。

相田卓三教授は、同所属の柳沢佑大学院生らとともに世界初の自己修復ガラスを開発し、この常識を覆した。開発されたガラスはポリエーテルチオ尿素と呼ばれる高分子材料からなる。

この高分子物質は生体分子の表面に強く接着する「分子糊」と名付けた高分子物質を合成するための中間体として設計されたが、その過程で、固く、さらさらした手触りの表面をしていながら、破断面を互いに押し付けているとそれらが融合する特別な性質を示すことに気がついた＜図1＞。

この材料の弾性率（〈〉1GPa、注2）、力学強度（32MPa、注3）がともに著しく大きいことを考えると、この性質は驚くべきことである。

温度・圧縮応力を精密に制御できる装置を用いて、この材料の修復能を評価したところ、室温における数時間の圧着で、機械的強度が破損前と同等の値にまで回復した。

この自己修復性ガラスに類似の構造を有する複数種の高分子物質を合成し、その力学強度や修復能を評価した。その結果(1)比較的短い高分子鎖を用いて局所的な運動性を保証する必要がある。(2)短い高分子鎖で高い力学強度を実現するために、それらを水素結合で高密度に架橋する必要がある。(3)水素結合による高密度な架橋が結晶化を誘起してはならない。(4)水素結合の交換を容易にする構造が重要、という四つの条件が自己修復ガラスの設計に重要であることが明らかになった。

高分子材料は加熱溶融すれば融合する。しかし加熱溶融操作は材料の変形を伴い、再利用の可能性を大きく下げる。また危険を伴うため作業環境が限定され、破損部分を応急処置的に修復させるというわけにはいかない。しかしガラスの修復が室温でできるなら話は別である。

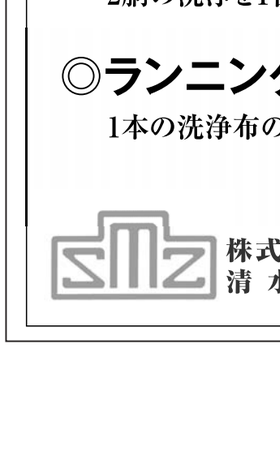
ゴムやゲル状態の柔らかい高分子材料に加え、分子設計次第ではガラス状態にある固い高分子材料までもが自己修復できる。この非常識を世界ではじめて可能にした同研究の歴史的意義は極めて大きく、持続可能な社会への貢献が期待される。

（注1）非共有結合的相互作用＝周囲の環境に応じて結合・解離を可逆的に起こし、弱くペアの迅速な交換が可能な相互作用の総称。水素結合、双極子相互作用、ファンデルワールス力などはその一種。これに対して原子同士を強く結びつけ分子骨格を構築する安定な結合を共有結合と呼ぶ。

（注2）弾性率物質に加えられた応力と変形量の関係を示す比例定数＝ゲルやゴムの典型的な弾性率は数kPaから数MPaで、1GPaはそれらの1000～10万倍の値。

（注3）力学強度破壊に対して抵抗する能力を示す指標＝室温で修復できる材料の典型的な引張強度は1MPa以下で、最高でも4MPa程度。

＜図1＞室温で圧着で修復するガラス



4×1輪転機用 ブラン胴洗浄機 SSBC-T10
◎イニシャルコストの低減
2胴の洗浄を1台の洗浄機で同時処理
◎ランニングコストの大幅削減
1本の洗浄布の表裏両面で、それぞれ1胴ずつ、2胴を同時に洗浄
株式会社エス・エム・ゼット
清水製作株式会社
〒108-0023 東京都港区芝浦3-17-10
TEL 03-3451-1261(代) FAX 03-3798-1465