

日本技術士会 中部本部 岐阜県支部

令和元年5月講演会メモ

日時：令和元年5月11日（土） 13:00～17:00

場所：岐阜大学サテライト・キャンパス（岐阜市吉野町6-31 岐阜スカイウイング37）

後援：岐阜大学工学部、岐阜工業高等専門学校

出席者：支部員45名、他支部員4名、新規合格者1名、一般1名、講演講師1名 計52名

司会：野田 重秀（建設部門）

メモ作成：田島 暎久

安田支部長 挨拶

- ・今日は当支部の平成元年度年次大会も兼ねて開催するため、来賓として中部本部役員と各県支部長も出席。
- ・安田支部長による来賓紹介の後、中部本部の渡邊本部長に続いて平田事務局長が挨拶。
渡邊本部長は6月に退任し、平田事務局長が新本部長に就任。

年次大会

- ・配布された「岐阜県支部 第5回（通算26回）年次大会資料」に従って、安田支部長が説明。

諸連絡（安田支部長）

- ・前回のアンケート結果：来賓講演が好評だった。今後の講演希望として、他土業、マーケティング、
科学技術分野以外、異業種、ソフト的な内容、南海トラフ地震、気象関係 などが挙がっている。
- ・今後の講演会計画：来賓講演は来年の5月まで、会員講演は来年の1月まで、各々計画済み。11月講演会（11月9日）は高山で開催。
- ・中部本部の行事：6月1日（土）に名古屋駅前「ウィンクあいち」にて夏季例会を開催。
- ・岐阜県支部の幹事交代：大谷幸一、田中秀和、長谷川洋昭の各氏が退任。
川崎哲夫、豊田崇文、藤橋健次の各氏が選挙による信任を経て新幹事に就任。
- ・岐阜県支部会報について、高木幹事から状況説明。多少の遅れがある場合もあるが毎週順調に発刊中。
会報は事務局から会員に直接メールで送信するとともに岐阜県支部ホームページで公開。
- ・特別連絡：各務原航空宇宙博物館の特別企画展（藤橋幹事の娘さんが学芸員として企画）の紹介。



平田事務局長

会員講演

演題：「非破壊検査の「いろは」と新テクノロジー」

講師：株式会社 ジャスト 名古屋営業所 土木調査グループ 課長 大里 久伸 氏（建設部門）

講師紹介：名古屋大学 工学部 社会環境工学科 卒業。2017年に技術士（建設部門/鋼構造及びコンクリート）資格取得。一級建築士、構造設計一級建築士、コンクリート診断士。

講演概要：超音波探傷検査、磁粉探傷検査、浸透探傷検査、渦流探傷検査、放射線透過検査など非破壊検査の基礎と新しいテクノロジー（AI・ドローン・3Dスキャナー）により課題解決をした検査・調査業務を紹介。

講演内容

株式会社ジャストの概要

- 創業47年、社員420名。「あらゆる構造物の安心・安全の確保」を企業使命にして、第三者独立機関として構造物の調査・診断サービス事業を全国に展開。
- 社員は「建築土木のプロ」と「非破壊検査のプロ」で構成される技術者集団。AIなど最新技術を積極的に導入活用。創業47年間の確かな信用と



- 豊富な実績に基づくノウハウを活用。第三者独立機関として客観性がある公正・中立なサービスを徹底。
- 最新技術の最新検査機器類を活用。探査機（レーダー、電磁誘導、X線、超音波）、探傷器（超音波、渦電流、磁気）、カメラ（内視鏡、赤外線、拡大鏡、超高解像度、ドローン）、測量機（光反射、レーザーキャナー、レーザー距離計）など。
- マンションや土木構造物、木造や鉄筋コンクリート、既存や新築など、全国のあらゆる構造物を年間 1000 棟以上、これまでに数万棟を調査・診断。

非破壊検査の「いろは」

- 非破壊試験とは、見えないものを様々な機器や感覚を用いて見えるようにする「見える化」すること。つまり素材や製品を破壊しないで「きず」の有無・その位置・大きさ・形状・分布状態などを調べる試験であり、視診・聴診・触診など人間の五感に頼る部分もある。
- 非破壊検査とは、非破壊試験の結果から、規格などによる基準に従って可否を判定する方法。
- 「きず」とは、非破壊試験の結果から判断される不完全部や不連続部。「欠陥」とは、規格・仕様書などで規定された判定基準を超えて不合格となる「きず」。
- DVDによる打診の体験：①タイルの浮きの有無を軽くたたいた打音で聞き分ける ⇒ 素人には難しかった。②鉄筋コンクリート躯体表面の塗装仕上げの浮きを打診 ⇒ これも素人には難しかった。従来は訓練された調査員が聞き分けていたが、現在は「AI打音チェッカー」を使って判定できる。
- 非破壊試験には次のような種類がある。①目視試験 ②放射線透過試験 ③超音波探傷試験 ④磁気探傷試験 ⑤浸透探傷試験 ⑥渦電流探傷試験 ⑦ひずみゲージ試験 ⑧赤外線サーモグラフィ試験 ⑨漏れ試験 ⑩アコースティックエミッション試験。
- 放射線透過試験ではX線を使うことが多い。ガンマ線も使うが、弊社では使っていない。
- 超音波探傷試験は弊社が建築鉄骨溶接部の超音波検査で創業したことから社名「日本超音波試験株式会社 Japan Ultrasonic Testing Ltd.」になり、それが現在の社名J U S T (Japan UltraSonic Testing) になった。超音波探傷試験の周波数は原則 5 MHz だが、斜角探傷では「きず」の検出限界は大きくなるが散乱を受けにくい長い波長の 2 MHz を使う。「きず」の検出限界は波長の 1/2~1/5。
- フェーズドアレイ超音波探傷試験は複数の箇所を一度にスキャンして画像処理できる。
- 磁気探傷試験は鉄系など強磁性体の材料のみ検査可能。磁化した対象物に磁粉をかけると「きず」に発生した磁極に磁粉が吸着して磁粉模様が現れる。
- 浸透探傷検査は、対象物の表面に浸透性の高い液体を塗って、表面の浸透液を除去すると「きず」にだけ浸透液が残る。表面の「きず」のみ検査可能。浸透液には赤色や蛍光塗料を混合して見やすくする。
- 渦電流探傷試験は、導電性対象物に交流電流のコイルを接近させ電磁誘導現象により発生した渦電流の変化を検出して「きず」を見つける。薄い塗装面があっても有効なので最初のスクリーニング検査に使って、「きず」の可能性を見つけ出した後、別の試験方法で詳細に調査する。
- ひずみゲージ試験は、対象物の表面に貼ったひずみゲージを使ってひずみを測定して、ひずみと応力の関係から荷重や重量を測定する。この方法でボーイング 787 旅客機の重量を測定したことがある。
- 赤外線サーモグラフィは、対象物の温度が高い箇所ほど多く発する赤外線を検出して温度の違いから外壁のタイルやモルタルの剥離検査などに使う。タイルやモルタルが剥離すると隙間の空気によって外からの熱が伝わりにくくなり、そこだけ温度が高くなって赤外線を多く発する現象を利用。
- アコースティックエミッション試験は、対象物が変形あるいは亀裂を発生する際に放出される弾性波をセンサーで検出して「きず」を見つける。センサーで検出した AE 信号は「きず」の状況によって突発型波形と連続型波形の 2 種類がある。

最新テクノロジーを用いた調査業務の事例紹介・3Dスキャン

- 3Dスキャンを活用した建物調査業務の事例：3Dレーザーキャナーによる対象物の点群データを活用してつぎのようなことができる。①オルソ画像作成や立面図、伏図、軸図など多様な図面の復元 ②バーチャル空間での様々なシミュレーション ③レイアウト変更や設備改修のために施設内の設置物間や通路などの寸法調査 ④地震・火災などからの復旧計画のために被害対象物の変位測定 ⑤重要文化財の保存 ⑥歴史建造物などの商業利用のために3次元モデルの共有 ⑦既存建物のレイアウトを新築・改築に生かすために既存施設のBIM(Building Information Modeling)化と3D・CAD活用
- 3Dスキャナー機器には様々なサイズや精度があり、場所や目的に応じて使い分ける。高さ 165mm、直

径 100mm、重量 1 kg と手のひらサイズの軽量・小型ものもある。

- 3Dスキャナーは弊社のサービスにイノベーションを起こし、その活用は無限大。様々な機種があって、強み・弱みがある。様々なソフトウェアが適用できるが、その理解が重要。

最新テクノロジーを用いた「調査業務の事例紹介：ドローンとAI

- ドローン点検サービス J-SKY の事例：中国 DJI 社製とスイス・ELIOS 社製のドローンを使用。建築物やダム・橋梁などインフラの劣化調査、測量、施工管理などに活用できる。対象物のひび割れ、錆、漏水などを検出。
- ドローンで撮影した画像データを活用して、画像合成、3Dモデリング、更には AI による判定を組み合わせる。外壁調査の場合、撮影した写真から AI が外壁の状況を確率的に判定する。
- ドローンの活用によって、①近接撮影から俯瞰撮影まで短時間で可能になり、現場に張り付く時間が減って生産性が向上 ②従来の点検不可箇所・実現困難精度が実現でき、データを AI などに活用して新しい付加価値を創生 ③技術革新・効率性追求の意識が社内で向上

Q&A（時間切れのため割愛）

来賓講演

演題：「スーパーコンピュータの進展 ～「京」コンピュータからポスト「京」へ～」

講師：名古屋大学 情報基盤センター 大規模計算支援環境研究部門 教授 片桐 孝洋 氏

講師紹介：1994 年 豊田工業高等専門学校情報工学科卒業。1996 年 京都大学工学部情報工学科卒業。

1996 年 東京大学大学院情報科学専攻修士課程入学。2001 年 同博士課程修了。2002 年 電気通信大学大学院助手。2003 年 米カリフォルニア大学バークレー校 訪問学者。2007 年 東京大学情報基盤センター 特任准教授を経て 2011 年に准教授。2016 年 4 月から現職。研究分野は、高性能計算・コデザイン / ソフトウェア自動チューニング / 超並列数値計算アルゴリズム。

講演概要：スーパーコンピュータの進展について、ハードウェアからソフトウェアまでの観点で解説する。特に、国家プロジェクトである理化学研究所計算科学研究センターに設置された「京」コンピュータから、次世代エクサフロップスを目指した「ポスト京」コンピュータにおける技術要求について説明するとともに、旧帝大の情報基盤センターに設置されているスーパーコンピュータとの連携についても述べる。さらに、ポストムーア時代におけるスーパーコンピューティングに関する研究開発動向についても解説する。



講演内容：

自己紹介（コンピュータ研究者になった経緯）

- 小学校低学年の頃、ファミコンを買ってもらってテレビゲームに熱中。
- 小学校高学年の頃、ゲームを作りたくってプログラミングの勉強（BASIC）を独学。
- 中学生の頃、ゲームプログラミングを本格的にやりたくって、MSX、PC-8801 を買ってもらう。
- ゲームプログラミングをしているうちに、プログラムを扱っている情報工学の勉強がしたくなり、親の反対を押し切って豊田高専へ進学して、専門の勉強（プログラム）を 5 年間楽しむ。
- 更にプログラミングを勉強したかったので京都大学情報工学科に編入して卒業後、東京大学大学院へ。
- ゲームプログラムの勉強を通じて、BASIC によるゲームプログラムでは動きが遅くてゲームにならないが、マシン語によるプログラムは驚くほど速いことを知り、高性能計算（スパコン）に強い興味を持つようになる。

事業仕分けの洗礼

- 2009 年の民主党政権下の「事業仕分け」で、連峰参議院議員の有名な発言「2位じゃだめなんですか？」によって、スーパーコンピュータ「京」の開発が危ぶまれて大変な思いをしたが、関係者の努力で復活。
- 逆に、これを機にスパコンで何が行われているかが世間に広く伝わって、日本全体のスパコン支援体制がよくなった。

スーパーコンピュータ（スパコン）とは？

- 明確な定義はないが、現在の最高レベルの演算性能を持つ計算機。通常のパソコンの 1000 倍以上高速で、1000 倍以上の大容量のメモリを持つ。法律的な定義では、輸出貿易管理令により「デジタル計算機であって、加重最高性能が十六実効テラを超えるもの」が輸出禁止になっており、これがスパコンに相当する。スパコンの性能向上は著しいため定期的な法令改正の必要がある。
- コンピュータの性能を示す単位として「フロップス (FLOPS, Floating Point Operations Per Second)」を使用。1 秒間に 1 回の浮動小数点演算能力を 1 フロップス。従って輸出貿易管理令の 16 テラ・フロップスとは 1 秒間に 16 兆回の浮動小数点演算の能力になる。
- 2012 年 9 月に稼働したスパコン「京」の能力は、11.2 ペタ・フロップス、つまり 1 秒間に 1 京 1200 兆回の演算が可能。今のパソコン (158.4 ギガ・フロップス) は、1970 年代のスパコン Cray-1 (160 メガ・フロップス) に比べて 990 倍以上の演算能力がある。コンピュータの世界は進歩が非常に速い。
- スパコンの性能には理論性能と実行性能がある。理論性能はハードウェアの性能を示すフロップス値。実行性能はベンチマークソフトウェアの実行に基づいたフロップス値。ベンチマークソフトウェアとして連立一次方程式の解を求める LINPACK が多く使われている。最新のスパコンでは約 1000 万次元の連立一次方程式の解を求めることができる。
- 最新のスパコンは約 1000 万個のコンピュータをつないだ並列計算機。対象を分割して並列に計算することによって高速化できる。例えば、200 ギガ・フロップスのパソコンで 7 日間の計算は、名大のスパコン FX100 (3.2 ペタ・フロップス) では約 38 秒、スパコン「京」な約 12 秒になる。

スパコンでどんなことができるか？

- スパコン「京」を最大限活用するために文部科学省「HPCI 戦略プログラム」(HPCI : High Performance Computing Infrastructure)、通称「戦略 5 分野」が 2011 年に策定された。分野 1 は予測する生命科学・医療および創薬基盤、分野 2 は新物質・エネルギー創生、分野 3 は防災・減災に資する地球変動予測、分野 4 は次世代ものづくり、分野 5 は物質と宇宙の起源と構造。
- その結果、スパコン「京」の活用成果として、巨大な生体分子の高速シミュレーション、津波モデルによるリアルタイム浸水解析、原子炉など大型施設の丸ごとシミュレーション、大気状態の高精度シミュレーションなど多数の事例がある。
- ネット配信ゲーム：カーレーシングゲームではネット上のスパコン（クラウド）にアクセスしてリアルタイムでゲームを配信する計画がある。ギアチェンジなど車の物理特性までシミュレーションできるため臨場感が向上。
- 天気予報と防災：演算メッシュの解像度を上げて、狭い地域毎の高精度な予報が可能になった。予報範囲が従来の 5 km x 5 km から 2 km x 2 km に狭まった。スパコン「京」を使えば 870 m x 870 m まで狭まる。また、各種センサー情報をリアルタイムで取得して高速計算で速報を出して、ゲリラ豪雨予測や地震災害時の人の動きをシミュレーションして避難路予測ができる。
- 人工知能と GPU：この 5 年ほどの間にスパコンが人工知能に活用され始めて、スパコンの技術が人工知能に必須となった。人工知能は機械学習が発展したディープラーニング機能が特徴で、多層構造のニューラルネットワークで構成される並列計算機。演算精度は要らないので演算用の CPU (Central Processing Unit) よりも画像処理用の GPU (Graphic Processing Unit) が適している。GPU によって並列性も高められて高速性能が発揮できる。リアルタイム性と高速学習時間が必要な自動運転などに応用される。自動運転用の GPU として NVIDIA 社製の DRIVE PX2 があり、これを使った GPU ボードは弁当箱大のサイズ。
- 創薬：分子動力学の理論を使って、蛋白質に分子がどうやって入っていくのかをシミュレーションして、分子構造から薬効を解明。2012 年、スパコン「京」で抗がん剤が開発された。



スパコンのランキング

- LIMPACT の実効性能による世界 500 位までのスパコン・リストが毎年 6 月と 11 月に欧州と米国の国際会議で各々発表されている。ウェブサイトは、TOP500 Supercomputer Sites (<http://www.top500.org/>)。このランキングは自己申告制なので秘密性の高い軍事施設や企業のもは含まれていないことが多い。
- 最新の 2018 年 11 月では、1 位が米のサミット(143.5 PFLOPS)、2 位が米のシエラ(94.64 PFLOPS)、3 位が中国の神威・太湖之光(93.01 PFLOPS)、4 位も中国(61.44 PFLOPS)。日本勢では産総研のスパコンが 7 位(19.88 PFLOPS)、東大・筑波大のスパコンが 14 位(13.55 PFLOPS)、理化学研究所のスパコンが 18 位(10.51 PFLOPS)、名大のスパコンは 63 位(2.91 PFLOPS)。スパコン「京」(10.5 PFLOPS)は 2011 年 6 月と 11 月に 1 位になったが、翌年は 2 位、3 位に後退。スパコン競争は「金」と「電力」で決まる。ムーアの法則によればコンピュータ性能は 5 年で 10 倍以上になり、スパコンも 5 年で旧式になってしまう。言わば「なまもの」と同じなので絶えず更新せねばならない。名大のスパコンも来年、更新する予定。

どうやって計算を速くする？

- 計算を速くするためにハードウェア単位で並列計算機として並列化するとともに計算機命令の単位でも並列化して複数の演算を同時に実行。
- 消費電力を下げるために CPU の動作周波数を落とし、その代わりに多くの CPU を並列化して演算速度を確保する。マルチコア CPU とメニーコア CPU の 2 種類があり、メニーコア CPU の方がより低い動作周波数で 60 個以上の CPU を使うが、今は 32 個程度の CPU を使ったマルチコア CPU のみ。
- 更に動作周波数を低くした GPU では演算器を 1 万~10 万要素も並列配置して低電力化する。GPGPU (General Purpose GPU) は画像処理用の GPU を数値計算に使うようにする方法。GPU は演算加速器として CPU と組み合わせて使うが、NVIDIA CUDA などの専用言語が必要で使いづらい面もあるが価格は安い。GPU で最新の NVIDIA VOLTA (V100) は、Double Precision で 7.5 TFLOPS もあり、人工知能用に最適。
- 計算機の世界指標として、1 FLOPS 当たりのメモリアクセス量を表す B/F (Byte per FLOPS) を用いる。B/F の値が大きい計算機ほどメモリ性能が良い。B/F の値が大きいプログラムほどメモリアクセスが多くて効率が悪く電力が必要。海洋研究開発機構で使われた最初の地球シミュレータ ES は B/F=4、2 代目の ES2 は B/F=2.5、3 代目の ES3 は B/F=1.0 とメモリ性能は劣化。
- 演算に必要な I/O (Input Output) の高速化技術も著しく進展。2016 年稼働の東大・筑波大のスパコンでは I/O ベンチマークのアクセスパターンで 1 秒間に 1 TB (テラバイト) を達成。普通のパソコンに比べて I/O 速度が 100~1000 倍も速い。
- GPU の利用、並列化、大規模・高性能 I/O 活用などスパコンの高速処理技術は人工知能に必須。

スパコン「京」を支える施設

- 研究棟、計算機棟、熱源機械棟、特高施設から構成され、最大総電力は 20 MW 程度。「京」のピーク電力は 12.6 MW で、これは一般家庭 3 万世帯分に相当するが、通常の運用時はこの 7 割程度。
- 停電や電圧低下など商用電源の異常に備えて、コジェネレーション設備、高速限流遮断装置による無停電保護対策、遅延釈放コンタクタによる瞬低対策などが電気設備に盛り込まれた。
- 「京」本体が設置される 260m x 50m の広大な空間に床下分電盤設置方式で計算機に電源供給。分電盤がなくなった壁面に照明装置を設置してランプ交換を容易にした。
- コジェネレーション発電設備による排熱の有効利用、太陽光発電設備、省エネルギーの高効率機器などの省エネ技術導入により、電力使用効率 PUE (Power Usage Effectiveness) は 1.3 程度。

スパコンの省エネ性能

- スパコンの省エネ性能は電力 1 ワット当たりの演算量で表す。TOP500 スパコン・ランキング 1 位の米サミットは 20.6 GFLOPS/Watt、3 位の中国の神威・太湖之光は 6 GFLOPS/Watt、7 位の日本・産総研のスパコンは 12 GFLOPS/Watt。
- スパコンに使われている CPU や GPU の省エネ技術発達が著しい。NVIDIA 社の GPU の場合、2003 年の TESLA で 0.5 GFLOPS/Watt だったのが、2018 年の VOLTA では 20 GFLOPS/Watt に向上。

名古屋大学 情報基盤センター

- 名古屋大学を含む全国の大学や研究機関のスパコンと「京」を高速ネットワークで結んで革新的な共用

計算環境を実現。

- 名古屋大学の現スパコンは 2013 年に導入された後に 2015 年から性能強化されてきたが、来年 4 月に新システムに更新される予定。

ポスト「京」と課題

- 課題は、①低電力化 ②並列化の抽出 ③使う人との連携。消費電力は「京」の 12.6MW に対して、ポスト「京」は 30~40MW になる。並列化の抽出によって、1000 万並列のプログラムが書きやすい環境する。使う人との連携（コ・デザイン）によって限られた機能でプログラム性能を引き出す。
- ポスト「京」は、2021 年頃に理化学研究所 計算科学研究センター(R-CCS)に設置予定。製造委託企業は富士通。最大で「京」の 100 倍のアプリケーション実効性能を目指す。

まとめ

- 「事業仕分け」の時は大変だったが、スパコンでなにが行われているかが世間に広く伝わって、日本全体のスパコン支援体制が良くなった。
- スパコンは手元のパソコンよりも 1000 倍~10 万倍も速く、想像を超える成果が出る。
- スパコンの高速化の原理は並列化である。
- マルチコア、メニーコア、GPU と言った最先端技術を常に取り入れることで継続的に発展してきた。
- ゲームから創薬まであらゆるところに使われており、人類の発展に寄与している。
- 今後も人類の発展に寄与するためには、絶え間なく世界一を目指す研究開発が必要。

Q&A

Q：量子コンピュータの実現時期は？

A：おそらく量子コンピュータ的なものが数年以内にスパコンのアクセラレーター、特に最適化問題専用導入されるのではないかと。量子コンピュータは、未だ原理的に完成していないようで、未だに実用問題への適用は限定的で、夢技術に近いと思われる。

懇親会 17:20~19:20

於「HANAZAWA 酒店」 岐阜市住田町 1 丁目 3 1

電話：058-264-5885

参加者：来賓講師を含めて計 30 名。



次回の講演会（午前と同場所で幹事会）

7月6日（土）13:30 於 ワークプラザ岐阜（岐阜県勤労福祉センター）

会員講演：小川 茂直 氏（建設部門）（株）創信 技術部

演題「ダム」の維持管理」

来賓講演：近藤 守邦 氏 岐阜県中小企業診断士協会 会長

演題「中小企業診断士の現状と課題」

以上