

東北大学 サイバーサイエンスセンター

大規模科学計算システム広報 SENAC

Vol.50 No.4 2017-10



Cyberscience Center

Supercomputing System Tohoku University www.ss.cc.tohoku.ac.jp

大規模科学計算システム関連案内

<大規模科学計算システム関連業務は、サイバーサイエンスセンター本館内の情報部情報基盤課が担当しています。>

http:/	/www.	SS.	CC.	tohoku.	ac.	jp/	
--------	-------	-----	-----	---------	-----	-----	--

17EE	校 学友	電話番号(内線)*	ナわり ビュロ 安	サービス時間
陷	1於• 主石	e-mail	土なり一日へ内谷	平日
		022-795-6153 (6153)	計算機利用全般に関する相談	8:30~17:15
	利用相談室	sodan@cc.tohoku.ac.jp 相談員不在時 022-795-3406(3406)	大判プリンタ、利用者端末等の 利用	8:30~21:00
 階	利用者談話室	(3444)	各センター広報の閲覧 自販機	8:30~21:00
	展示室(分散 コンピュータ博物館)*	*見学をご希望の方は共同利用 支援係までご連絡ください。	歴代の大型計算機等の展示	9:00~17:00
	可視化機器室	(3428)	三次元可視化システムの利用	9:00~21:00
	総務係	022-795-3407(3407) som@cc.tohoku.ac.jp	総務に関すること	8:30~17:15
	会計係	022-795-3405(3405) kaikei@cc.tohoku.ac.jp	会計に関すること、負担金の請 求に関すること	8:30~17:15
三階	共同研究支援係	022-795-6252(6252) rs-sec@cc.tohoku.ac.jp	共同研究、計算機システムに 関すること	8:30~17:15
	共同利用支援係 (受付)	022-795-3406(3406) 022-795-6251(6251) uketuke@cc.tohoku.ac.jp	利用手続き、利用相談、講習 会、ライブラリ、見学、アプリケ ーションに関すること	8:30~17:15
	ネットワーク係	022-795-6253(6253) net-sec@cc.tohoku.ac.jp	ネットワークに関すること	8:30~17:15
四階	研究開発部	022-795-6095(6095)		
五階	端末機室	(3445)	PC 端末機(X 端末)	8:30~17:15

*()内は東北大学内のみの内線電話番号です。青葉山・川内地区以外からは頭に 92 を加えます。

_

本誌の名前「SENAC」の由来 –

昭和33年に東北地区の最初の電子計算機として、東北大学電気通信研究所において完成されたパラメトロン式計算機の名前でSENAC-1(SENdai Automatic Computer-1)からとって命名された。

[共同研究成果]

周期構造の電磁界散乱特性解析

有馬 卓司, 宇野 亨

東京農工大学 大学院工学研究院 先端電気電子部門

電磁波は我々の生活において無くてはならない物となっている.現在,電磁波のより高度な利 用を目指して,様々な研究がおこなわれている.その一つに,メタマテリアル技術がある.メタ マテリアルとは,マイナスの誘電率・透磁率やマイナスの位相速度などを実現する人工的な構造 である.このメタマテリアルは一般的に同じ構造を並べて作成する周期構造により実現される. 本研究では,メタマテリアルを実現する周期構造について大規模解析を行いその特性を明らかに した.本成果は今後メタマテリアルを通信などに応用する際に重要なデータを提供するものであ りその意義は大きいと考える.

1. はじめに

現在,無線で電力を伝送する無線電力伝送技術や,次世代移動通信技術である 5G 通信など電磁 波を用いた様々なアプリケーションが検討されている.この電磁波をより高度に利用するために 電磁波に対して有効な新しい構造が日々検討されている.その構造の一つにメタマテリアル技術 がある.メタマテリアルとは、マイナスの誘電率・透磁率を実現したり、マイナスの位相速度を 実現するなどこれまで自然界には存在しない電気特性を実現する構造である.よって、メタマテ リアルの電磁波に対する特性を明らかにする事は大変重要であると考える.特性を効率よく明ら かにするには、実験的に様々な構造を調べるよりも、シミュレーションによる手法が有効であり、 本報告ではシミュレーションによりその特性を明らかにした.

メタマテリアル[1,2,3]は一般的に同じ構造を繰り返し並べた構造である周期構造により実現 される.この周期構造は、あたかも原子構造が繰り返され一つの媒質(マテリアル)を形作る過 程に似ていることから、これもマテリアルと呼ばれる.周期構造に対する電磁界解析手法はモー メント法、有限要素法、FDTD法(Finite Difference Time Domain method)[4,5]などがある. 本研究の目的は、周期構造の電磁界散乱特性を明らかにするものであり、媒質中での複雑な電磁 界の振舞などを理解できる手法が好ましい.上述した3つの電磁界解析手法はそれぞれが長所と 短所を有するが、なかでもFDTD法は容易に複雑なモデルを解析できる手法である.メタマテリア ルは複雑な構造を有する事からFDTD法はメタマテリアルの解析に適しているといえる.さらにこ の手法は時間領域の解法であるために時間を追って電磁波の振舞を調べることができる.一方、 FDTD法はマクスウエルの方程式を構成する、アンペアの法則とファラデーの法則の2つを時間領 域で、空間と時間について直接差分する差分法であるために、多くの計算時間がかかることが知 られている.さらに電磁波は電界ベクトルと磁界ベクトルによって構成されるベクトル場での解 析となる.3次元空間では電界磁界がそれぞれ3成分を持つことになりこれは多くのメモリを必 要とすることを意味する.

このような背景より,本研究を効率よく遂行するために FDTD 法のアルゴリズムおよびプログラ ムの観点からの高速計算技術は必要不可欠である.そこで,FDTD 法のプログラミング技術による 高速化について,東北大学サイバーサイエンスセンターの多大な協力を得た.





図2: FDTD 法における周期境界条件

図1に本研究で電磁界特性の解析を行う周期構造のイメージを示す.このように同じ構造を2 次元方向に繰り返し配置することで,これまでに無い電気特性を実現できることが報告されている.FDTD 法を用いて周期構造を解析する手法について説明する.FDTD 法は閉領域の解法である. これは,解析領域は閉じており必ず解析領域の端を定義しなければならないという意味である. よって,例えば構造単体の電磁界特性を解析するには,計算領域の端で電波が戻らないという境 界条件が必要になる.この境界条件は反射がなく電磁波が吸収されることから吸収境界条件と呼 ばれる.

本研究で対象とする周期構造に対する有効な境界条件について述べる.図2にFDTD 法における 周期境界条件適用のイメージを示す.このように,ひとつの構造の周りに周期境界条件と呼ばれ, 同じ構造が繰り返すという条件を適応することで,同じ構造が繰り返す周期構造を解析できる. この周期構造で囲まれたひとつの構造の事を単位構造と呼ぶ.周期境界条件は電界 *E*に対して次 式で表わされるフロケの定理[6,7]を適用する.

$$E(x - T_{x}, y - T_{y}) = E(x, y)e^{jk_{x}T_{x}}e^{jk_{y}T_{y}}$$
(1)

ここで, *T_x*, *T_y*は単位構造の*x*, *y* それぞれの方向の間隔であり,単位周期と呼ばれる.また, *k_x*, *k_y*は*x*方向 *y*方向それぞれの波数である.(1)式は,場所がずれると位相がその分ずれると いう式になっており,これは周期分離れると孫文位相の異なる波が入射するという意味である. 次にこの式を FDTD 法に組み込む手法について述べる.



図 3: FDTD 法における周期境界条件

図3に FDTD 法のセル配置を示す. FDTD 法ではこのように解析空間をセルと呼ばれる微小領域 に区切って解析を行う.そして解析領域の端で周期境界条件である(1)式に示すフロケの定理を適 用する.図3においては, *x*=1 と *T_x*に(1)式を適用する.これにより単位構造と周期境界条件によ り、本研究で対象とする周期構造の電磁界解析が可能となる.

周期境界条件を FDTD 法に組み込むと電磁界の収束が遅く計算時間が長くなることが知られている.そこで本研究では、ARMA (Autoregressive Moving Average Model) アルゴリズムと呼ばれる収束値を有理関数で近似することにより、収束値を推測する手法を適用しその収束を早める工夫をしている.

3. 周期構造の電磁界特性

本章においては上述した手法を用いて,実際にいくつかの周期構造を,東北大学サイバーサイ エンスセンターのスーパーコンピュータ SX-ACE を用いて解析しその電磁界特性を明らかにする. 解析方法は図4に示すように周期境界を適用したFDTD解析空間に周期構造の単位構造をモデル化 し,その構造に対して平面波を入射し,構造からの反射波により反射特性を解析している.本研 究では同じ周期をもつ単位構造の形状に注目し,形状の違いにより特性がどのように異なるか解 析を行った.単位構造の形状は図5に示すように,丸形,四角形,クロス型の3種類とした.各 構造を周期的に配置した構造を図6に示す.



図 6:解析を行った3種類の周期構造

解析においてすべての単位周期 T は 2mm, 誘電体基板の厚み h は 2mm とした. 丸形および四角 形状の構造においては構造の間隔 w は 0.4mm とした.また,クロス型の構造においては,g=0.1mm, w=0.1mm, d=1.6mm としている.まず,基板の比誘電率を 1.0 (空気) とした際の解析結果を図 7 に示す.平面波の入射角度を 0°, 30°, 60° と変化させて解析を行った.



図 7: 基板の比誘電率 1.0 の解析結果

解析結果は、それぞれの構造における反射波の位相を示している.これらの構造は反射位相が 0°となる磁壁の特性を示す.磁壁はこれまで自然界には存在しない構造でありメタマテリアル特 性を示していることがわかる.そしてそれぞれの構造は入射波の角度によって反射位相が 0°と なる周波数が異なっていることが分かる.これは同じ周波数の電磁波でも、入射角度によって特 性が変わることを示しており実用上問題となる事がある.しかし、クロス型の構造においては、 入射角度が異なっても反射位相が 0°となる点がほぼ移動しておらず実用上有用であることが分 かった.以上より、すべての形状において磁壁を実現できるが、実用上を考えるとクロス型構造 が適していると言える.



図 8:基板の比誘電率 10.0 の解析結果

次に誘電体の比誘電率を10.0として解析を行った結果を図8に示す.先の解析結果と大きく結 果が異なることが分かる.このように,比誘電率が高いと入射波の角度によらずほぼ反射位相の 周波数変化がないことが分かる.この結果より,もし丸形や四角形などの形状を用いる際は高い 比誘電率の基板を用いることにより入射波の角度によらない特性が得られることが分かった.

4. まとめ

本研究では、周期構造の特性を詳細な電磁界解析により明らかにした.解析には周期境界条件 を組み込んだ FDTD 法を用いた.また、解析対象は丸形、四角形およびクロス型の構造とした.解 析結果より、基板の比誘電率が低いときは、クロス型の周期構造が電磁波の入射角度によらず安 定した特性を示すことが分かった.また、基板の比誘電率を高くすることですべての構造で安定 した解析結果が得られることが分かった.今後は、アンテナなどの問題へ構造の適用を行う.

謝辞

本研究は、東北大学サイバーサイエンスセンターの協力を頂き実施した.特に東北大学サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータ SX-ACE を利用することで効率的に研究を行うことができた.また、FDTD 法のプログラムの高速化にあたっては同センター関係各位に有益なご指導とご協力をいただいた.

参考文献

- Fan Yang, and Yahya Rahmat-Samii, "Electromagnetic Band Gap Structures in Antenna Engineering." Cambridge University Press, 2009.
- [2] S. Tretyakov, "Analytical Modelling in Applied Electromagnetics." Artech House Inc, 2003.
- [3] C. L. Holloway, M. A. Mohamed, E.F. Kuester, and A. Dienstfrey, "Reflection and Transmission Properties of a Metafilm: With an Application to a Controllable Surface Composed of Resonant Particles", IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 47, No. 4, pp.853-865, Nov. 2005.
- [4] 宇野亨, FDTD 法による電磁界およびアンテナ解析, コロナ社, 1998.
- [5] 宇野亨,何一偉,有馬卓司,数値電磁界解析のための FDTD 法, コロナ社, 2016.
- [6] J. F. Douglas and E. J. Garboczi, "Intrinsic visocity and the polarizability of particles having a wide range of shapes," Advances in Chemical Physics, I. Prigogine and S. A. Rice, Eds. John Wiley & Sons, Inc., vol.91, pp. 85–153, 1995.
- [7] P. A. Belov, R. Marques, S. I. Maslovski, I. S. Nefedov, M. Silveirinha, C.R. Simovski, and S. A. Tretyakov "Strong spatial dispersion in wire media in the very large wavelength limit", PHYSICAL REVIEW B 67, 113103 ,2003

[共同研究成果]

次世代低騒音タイヤ開発に向けた高精度流体音響解析

― 先端 HPC 利用でタイヤ空力騒音に挑む ―

- 藤井 孝藏:東京理科大学工学部情報工学科
- 阿部 圭晃:東京大学大学院(現:Imperial College of London)
- 李 東輝:東京大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻(現:現代自動車)
- 原田 拓弥:東京理科大学工学部機械工学科
- 野々村 拓: JAXA 宇宙科学研究所(現: 東北大学工学系研究科)
- 小石 正隆:(株)横浜ゴム
- 池田 俊之:(株)横浜ゴム

1. はじめに

シミュレーション技術の向上などを受けて、走行時の自動車の低騒音化には急速な進歩が 見られ、近年タイヤから発生する騒音評価までもが重要となってきた.低騒音タイヤの設計 はこれまで主に実験をベースに進められ、構造音と空力音の切り分けなどが十分に行える状 況になかった.その結果、高速走行時に支配的となる空力音の観点で優れたタイヤを考える ことが十分に行われてきたとはいえない.数値シミュレーション技術はスーパーコンピュー タというハードウェアの急速な性能向上にも助けられ、この30年著しい発展を遂げてきた. しかしながら、複雑な流体場が生み出す dB レベルの音響波を捉えることは現在でも容易で はない.私たちは、自ら開発してきた空間解像度の高い手法を利用することで、タイヤが発 生する空力音を直接数値シミュレーションによって捉え、主たる音源を特定することで最終 的に低空力騒音のタイヤ設計につなげる試みを進めてきた.実用レイノルズ数でのシミュレ ーションが困難なことから音響特性が大きく変化はしないと推察されるレベルまでレイノル ズ数を落としたシミュレーションを実施している.一連の研究は、得られる現象から見えて くる物理に基づいたタイヤ設計法構築に向けた基礎研究と位置づけられる.

このようなタイヤ周りの乱流渦構造と音響場の直接シミュレーションに関する研究は極端 に低いレイノルズ数における流れ構造を議論したものなどを除き,我々の知る限りいまだ存 在せず,当研究チームが開発・検証を重ねてきた高解像度流体ソルバーを用いることで解析 可能となる.これまで,10⁴という低いレイノルズ数を利用して溝の影響などを評価[1,2],溝 なしタイヤの走行シミュレーションによって初めてタイヤが生み出す明確な音響波を捉える ことに成功[3],続いてレイノルズ数を一桁上げたシミュレーションを実施(2014 年度に欧州 で開催されたタイヤメッセ REIFEN2014 において(株)横浜ゴムがイノベーションアワードを 受賞),単一の縦溝の効果,縦溝形状の影響(2015 年度 HPCI 産業利用課題,HPCI システム 利用研究課題優秀成果賞を受賞)[4,5]と一歩ずつ研究を進めてきた.2016 年度に実施した本 共同研究の目的は、レイノルズ数を上げたときの影響を見定めるための基盤シミュレーショ ンである.具体的には、タイヤ径の影響に焦点を当て、形状スケールという観点でレイノル ズ数を上げたときにその影響がどう出るかを評価するものである.今後さらに形状が複雑化 し、格子点数もさらに増加することから、更なる計算効率の向上を目指したプログラム構成 の再検討、ベクトル機の特徴を活かしたチューニングなどをあわせて本共同研究の枠内で実 施させていただいた.

2. 計算モデル

2.1 解析対象

最終的な解析対象は、122[km/h]走行(マッハ数 0.1)・直径 60[cm]のタイヤである.タイヤ径を 代表長さ、走行速度を代表速度とするとレイノルズ数は 10⁶程度となる.本研究では計算可能な 格子点数の下で LES を行うため、意図的にレイノルズ数 10⁵の流れ場を計算対象とした.これが 基準となるケースである.図1にタイヤ表面と地面の移動方向とその領域を示す.計算手法は表 1の通りである.



図1 タイヤ表面と地面の移動領域

ここでは、レイノルズ数を Re=150,000 に上げて、タイヤ径が音響場に与える影響に関するレ イノルズ数効果を評価する.同じレイノルズ数でも速度と形状(大きさ)によって実際の状況は 異なる.このシミュレーションでは、タイヤ径が 1.5 倍になった場合を想定する.相似形状に対 して単にレイノルズ数を 1.5 倍としたシミュレーションはタイヤ幅が 1.5 倍のタイヤを対象にし たことになる.従って、タイヤ幅を 1/1.5 に狭め、レイノルズ数を上げたシミュレーションを行 うことでこの状況を再現した.なお、実空間の同じポイントにおける音響波の強さでタイヤ径の 影響を比較・評価するには、タイヤ径が 1.5 倍のケースにおける計測ポイントを無次元距離で 1.5 倍近傍に置く必要がある.以上のことを踏まえつつ、レイノルズ数の効果をシミュレーションに よって調べた.ここでの計算では、上記の 2 ケースの計算格子には重合格子を利用し総格子点数 約 2 億 5000 万の ultra-fine 格子を採用した.背景格子とタイヤ廻りに用意された 3 つの領域格 子からなっている.

2.2 計算手法

支配方程式	圧縮性ナヴィエ・ストークス方程式
空間差[6,7]	6 次精度コンパクト中心差分+3 重対角フィルター(ar=0.40)
時間積分[8]	2 次精度後退差分(収束法:ADI-SGS 陰解法)
乱流モデル	Implicit LES
地面と	タイヤと実験におけるドラム回転を模擬した速度(マッハ数 0.1)を
タイヤ表面	境界条件として与える.

表1:計算手法

なお,計算領域外縁には圧力波の反射を抑えるためにスポンジ領域を設けている.図2は計算 格子である.赤色がタイヤ周辺格子,黒色が背景格子であり,領域間の物理量内挿[9]で計算を行 う.



図2 タイヤ周辺格子(赤色),背景格子(黒色)(大きなゾーンのみ表示)

2.3 並列化に関して

ここで利用しているプログラム LANS3D はさまざまな形で多くの学術研究者や産業界の方々 に利用していただいてきた.このプログラムは元々1980年代半ばに開発したもので(例えば、文 献[6]-[9]), その後, 空間離散化を TVD 法へと修正[10], 時間積分法もより効率的で並列計算に 適したものへと変更してきている(例えば、文献[11]). 2000年頃には、時間発展(流れの時間 変化)を捉えることの重要性が高まり,乱流モデルを利用したシミュレーションの限界が見えて きた. その結果, DES (Detached Eddy Simulation)に代表される RAN/LES ハイブリッド法や LES (Large Eddy Simulation)の実形状への利用が拡がり、空間解像度の要求が急速に高まりは じめた. 筆者らは、コンパクト差分法と呼ばれるスペクトル的空間解像度を有する離散化法に着 目し、この手法を産業界が求める複雑形状に適用することを試みてきた(例えば、文献[12]-[14]). 圧縮性ナヴィエ・ストークス方程式によるシミュレーションのための計算プログラム LANS3D はこのような経緯を経て現在の姿に至っている. さらに、本計算課題を含めて空力音響の直接シ ミュレーションやマイクロデバイスによる流体制御など最近のシミュレーションは極度に密な格 子解像度を要求する.基本的にシミュレーションプログラムはシンプルなものが望ましいが、ハ ードウェアがより複雑化し、かつシミュレーション時間が膨大になることもあり、さらなる並列 化の工夫やプログラムの一部がマシン依存で異なることも起きてきている. 現在の LANS3D は 基本的に各スーパーコンピュータの性能を十分に活かしているが、本課題のシミュレーション実 施と並行して SX-ACE における各計算ルーチンの計算負荷分析を実施, センターの方々からさら なる高速化のヒントをいただいた.本報告は利用内容を広く知って頂くことを意図していること から、具体的な内容は省略させていただくが、今後のベクトル機に向けても有益な意見交換を行 うことができた.

最後に本計算における並列化とおよその計算時間について記載する.並列化は計算領域を分割, その上で各領域に関してハイブリッド並列,すなわちノード内はスレッド並列(自動並列),ノー ド間は MPI による並列化としている.利用ノード数はケースによるが最大 32 ノード,計算時間 は1ケース最低で 160 時間である.タイヤの回転が初期状態から抜けて落ち着くところからデー タ取得を始めることから「助走」にかなりの計算時間を要する.さらに,空力騒音を計算するに はスペクトル解析をするだけの時間領域のデータをとる必要があり,特に低周波までを対象とす る場合さらに積分時間ステップ数を増やすことが求められる.本来なら,この数倍の時間積分幅 を利用したいところであるが,計算資源や時間の制限からこの範囲のデータを利用した解析を実 施している.左右の流れに非対称性が残っているのはこれが原因であることも付記しておく.

3. 計算結果

3.1 流れ場の比較



図3瞬間場の渦構造(左:Re=100,000/右:Re=150,000)

図3に瞬間場における圧力変動(色)と渦構造(Q値)を示したものである.意図的に図の大き さも物理サイズにあわせてある.タイヤ幅の増加に伴い,タイヤ表面付近の圧力変動に少し変化 が見えるが,定性的な意味では傾向に違いは見られない.ただ,左図の大きなタイヤ径の結果は タイヤ側方の細かい渦構造と圧力変動がより遠くまで拡がっているように見える.

図4は上方から圧力変動分布を見たものである.図3と同様に大きさスケールをあわせた表示 による比較から、側面部の圧力変動の広がりの角度はタイヤ径が短い方が大きい.結果的に、タ イヤ前方からの距離でおよその広がりを評価できそうであることを示唆している.強い乱れの開 始位置はタイヤ前方からの距離で決まっているように見えるが、あくまで瞬間データからのプロ ットなので、より詳細な検討が必要である.一方、タイヤ前方における圧力変動はタイヤ径が大 きい場合の方が若干であるが前方にまで拡がっている.タイヤ外径での周方向速度はタイヤ径に 比例して増加する.その結果、タイヤ径の増加が回転するタイヤに空気が引きずられて生ずるタ イヤ境界層の速度および形(大きさ)スケールが増加ししたことが影響したと想像される.



図4瞬間場の圧力変動(左:Re=100,000/右:Re=150,000)

3.2 音響場の比較

図 5(a)-(d)に各周波数域における接地面上の空間音圧レベル(Sound Pressure Level; SPL)分布 を示す.各図の上方半分が大きなタイヤ径の結果,下半分が(基本となる)小さなタイヤ径の結 果を示している.また,実際の位置を合わせた音響場の比較のため,この図も実際のタイヤ直径 を意識した大きさスケールで描画している.図4の結果からも想像されるように、タイヤ直径が 増加することにより,広い周波数帯域でタイヤ前方の音圧レベルを増加させているのが観測でき る.特に図5(a),(b)における低周波域での違いが著しい.図4のところで述べたように、タイヤ 直径の増加はタイヤ周方向速度と設置付近の形状スケールを増加させるため、タイヤの接地面積 を増加させ,音源を前方に移動させる効果があると推測される.タイヤ側方の空間 SPL を見ると、 タイヤ径にかかわらず中心位置から同じ距離のところからはじまっているように見える.また、 タイヤ径が小さい場合に低周波においてタイヤ側方に強い空間 SPL の広がりが見えるが、この原 因については今後の検討が必要である.



図5空間SPL分布(接地面,下段-Re=100,000,w1.0,上端-Re=150,000,w1/1.5)

3.3 **今後の研究計**画

本報告では、スペースの都合もあってタイヤ径の効果だけについて報告した. 同様に、今後は タイヤ幅などタイヤに関する他のパラメータの効果を1つ1つ見ていくことが必要である. すで に、縦溝の影響については溝幅や溝形状などを変化させたシミュレーションを多数実施して、最 も影響するパラメータを同定することを試みている[5]. また、タイヤの騒音はタイヤトレッドパ ターンと密接なつながりがあると推測される. そのため、横溝を入れたシミュレーションなど更 なるシミュレーションの高度化を進めていく予定で、さらにコンピュータ性能の向上にあわせて 実スケールのレイノルズ数へと適用対象を広げていく予定である.

4. まとめ

騒音の少ない新しいタイヤを考える上で、タイヤが発生する騒音の発生メカニズムの理解が望 まれる.実験では音響波の発生要因が流体変動か構造振動かを見けるのは難しく、それぞれの寄与 分は明らかにされてない.タイヤが発生する空力音響について一連の研究を進める中で、今回は タイヤ径の影響を調査した.1.5 倍にタイヤ径を増やしたシミュレーション結果との比較により、 タイヤ廻りの流れの変化、タイヤ付近の空間音響圧などを明らかにし、一定の知見を得た.ただ、 定量的な評価は十分ではなく、明確な結論を出すにはさらなる解析が必要である.このような数 値シミュレーションには高性能のスーパーコンピュータ利用が不可欠であり、並列プログラムの さらなる高効率化も必要となる.一連の成果は、高度な数値計算法、高性能のプログラムと高性 能のスーパーコンピュータの3つの要素があってはじめて得られるものであったことを最後に付 記しておきたい.

謝辞

まだ基礎的な段階のものでとはいえ,時間・空間的にこれまでにない解像度が要求される 本研究における数値シミュレーションは先端スーパーコンピュータを利用してもかなりの計 算資源を必要とする.ここに記載させていただいた成果は,東北大学サイバーサイエンスセ ンターの SX-ACE を利用することで実現できたものである.研究にあたっては同センター関係 各位に有益なご指導とご協力をいただいた.(当時の)小林広明センター長をはじめ,滝沢寛 之,江川隆輔,磯部洋子の諸先生方をはじめセンターの皆様にこの場を借りて謝意を表した い.

参考文献

[1] 金田一哲,宇賀神誠也,野々村拓,藤井孝藏,池田俊之,小石正隆,"回転するタイヤのパタ ーンから発生する空力騒音の数値解析,"第24回数値流体力学シンポジウム,第24回数値流体力 学シンポジウム USB 論文, C8-3,平成22年12月

[2] I. Kaneda, T. Nonomura, K. Fujii, T. Ikeda and M. Koishi, "Computational Analysis of Aeroacpustic Waves Induced by Rotating Tire," ECCOMAS CFD 2010, Proceedings CD, Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Lisbon, Portugal, June 2010.

[3] 阿部圭晃, 野々村拓, 近藤勝俊, 飯田大貴, 渡邉毅, 池田俊之, 小石正隆, 山本誠, 藤井孝藏, "回転するタイヤ周りに発生する空力音の数値解析(Re=100000),"第27回数値流体力学シンポジ ウム, 2013 第27回数値流体力学シンポジウム USB 論文集, A10-2,平成25年12月18日.

[4] D. Lee, K. Kondo, Y. Abe, T. Nonomura, T. Ikeda, M. Koishi, M. Yamamoto, and K. Fujii, "Analysis of Aeroacoustic Noise Generated from a Rotating Tire Using Large-Eddy Simulation," 2nd Frontiers in Computational Physics: Energy Sciences, O4,17, ETH, Zurich, June 3-5, 2015.

[5] D. Kato, Y. Abe, T. Nonomura, A. Oyama, K. Fujii, T. Ikeda and M. Koishi, "Computational Analysis of Aeroacoustic Noise Generated from a Rotating Tire with a Longitudinal Groove," The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 140, No. 4, 2016.

[6] K. Fujii, H. Endo and M. Yasuhara, "Activities of Computational Fluid Dynamics in Japan: Compressible Flow Simulations," High Performance Computing Research and Practice in Japan, Wiley Professional Computing, pp. 139-161, JOHN WILEY& SONS, 1990.

[7] K. Fujii and H. Yoshihara, "NAVIER-STOKES BENCHMARK TESTS," Supercomputers and Their Performance in Computational Fluid Dynamics Ed. by Kozo Fujii, Notes on Numerical Fluid Mechanics Vol. 37, pp. 105-126, Vieweg, 1993.

[8] K. Fujii, "Performance of a Japanese Vector-Parallel Supercomputers on Large-Scale CFD Problems" "Solution Techniques for Large-Scale CFD Problems," Computational Methods in Applied Sciences, Ed. by W. G. Habashi, pp. 123-137, February 1995.

[9] K. Fujii, "Unified Zonal Method Based on the Fortified Solution Algorithm," Journal of Computational Physics, Vol. 118, pp. 92-108, 1995.

[10] K. Fujii and S. Obayashi, "High-Resolution Upwind Scheme for Vortical-Flow Simulations," Journal of Aircraft, Vol. 26, No. 12, pp. 1123-1129, December 1989.

[11] K. Fujii, "Simple Ideas for the Accuracy and Efficiency Improvement of the Compressible Flow Simulation Methods," Proceedings of the International CFD Workshop on Supersonic Transport Design, Tokyo, March 1998.

[12] T. Arasawa, K. Fujii, and K. Miyaji, "High-order Compact Difference Scheme Applied to Double-Wing Vortical Flows," Journal of Aircraft, Vol. 41, No. 4, pp. 953-957, 2004.

[13] K. Fujii, T. Nonomura and S, Tsutsumi. "Toward Accurate Simulation and Analysis of Strong Acoustic Wave Phenomena—A review from the Experience of Our Study on Rocket Problems," International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol.64, pp.1412-1432, December 2010.

[14] K. Fujii, "High-performance computing based exploration of flow control with micro devices," Philosophical Transaction A, Vol.372, pp.1471-2962, 2014.

[大規模科学計算システム]

非線形構造解析プログラム MSC. Marc の紹介

東北大学情報部情報基盤課 共同利用支援係

概要

当センターでは、1993年から非線形構造解析汎用プログラム MSC.Marc と、そのプリ/ポストプロセッサである MSC.Marc Mentat をそれぞれサービスしています。 両ソフトウェアは、当センターの並列コンピュータでサービスして いるアプリケーションソフトウェアの中でも、人気が高いソフトの一つとしてご好評をいただいております。

1. はじめに

MSC.Marc は有限要素法による非線形構造解析汎用プログラムです。世界中で広く利用され最も評価を受けているプログラムの一つで、その扱える解析は以下の通り非常に広範囲にわたっています。

線形/大変形/弾塑性/剛塑性/破壊/熱伝導/動的非線形/境界非線形/流体と固体の連成/電気電動と 熱伝導の連成/熱と応力の連成

MSC.Marc Mentat は、MSC.Marc の 会話型プリ/ポストプロセッサとして、有限要素モデルの作成および解析結果の表示が行えます。

Marc と Mentat の組合せによる解析の概略は、以下のようになります。

プリ処理では、メッシュ作成、初期条件、境界条件、接触条件の設定、材料特性、形状特性の定義を、解 析では荷重履歴、解析実行を、ポスト処理では解析結果の表示を行います。

2. Marc/Mentat の実行環境

Marc/Mentat の実行には、まず

サイバーサイエンスセンター 大規模計算システムの利用者番号

が最低限必要となります。センターの並列コンピュータ(front.cc.tohoku.ac.jp)でサービスしている Marc (Marc 2014.2) で利用できる最大メモリサイズは 128 GB です。

3. Mentat でのモデル解析例

3.1例題

図1に示すような中央に円孔を持つ平板を、上下に引張る場合の線形弾性解析を行います。対象条件を考慮して1/4 モデルを使用し、2 次元要素でモデル化します。

モデルの寸法と材料特性は表1のとおりです。



表1モデル	条件
長さ L1 (mm)	100
長さ L2 (mm)	100
板厚 t (mm)	2.5
円孔の直径 D (mm)	50
荷重 p (N/mm²)	1
ヤング率 E (N/mm ²)	2.0×10^{5}
ポアソン比ν	0.3

図1 穴あき正方形板

3.2 Mentat の起動

センターの Mentat の起動には、並列コンピュータに SSH 接続する際に X forwarding の設定を行う必要 があります。無事起動できれば、図 2 の Mentat ウィンドウが表示されます。センター外の PC 等にインストー ルした Mentat を起動するには、センターのライセンスサーバを参照するために、ポートフォワーディング の設定と並列コンピュータへの SSH 接続が必要です。

以下では PC 版の Mentat 2016.0.0 で操作方法を説明します。PC 版を起動する場合はデスクトップのア イコンをダブルクリックします。



図2 Mentat 起動画面

3.3モデルファイルの保存

モデルファイルに名前を付ける。

- (a) [ファイル (F)] [名前を付けて保存]
- (b) File name: plate
- (c) [Save]



3. 4 形状の作成

モデルのベースとなる形状を作成する。

- (a) [形状とメッシュ] タブ
- (b) 基本操作: [形状とメッシュ]
- (c) ポイント: [追加]
- (d) 25 0 0 < Enter>
- (e) 50 0 0 <Enter>
- (f) 50 50 0 < Enter>
- (g) 0 50 0 <Enter>
- (h) 0 25 0 <Enter>

```
(i) アイコン [ビューに合わせる]
```

Marc Men	tat 2016.0.0 (64bit):	plate.mud	- [Model (Vie	w 1)]								
🔞 7711 (E)	セレクト(S) ビュー(V)	ツールD	ウィンドウ(型)	ヘルブ(田)								-
📄 💽 🖬	I 🖪 🖺 🖍 🛫		I 🔼 🔫 🚽	🗏 🔯 🕼 🕼	🔣 🖾 🔛 🔀		🛤 📊 解析	クラス 構造				
a HEHLENS	ウュ テーブルと座標系	形状特性	材料特性 1	發触 ツールボックス	リンク 初期条件	境界条件	アダプティブメッシュ	荷重ケース	解析ジョブ	結果処理		
長き単位 肥状と以 再番号(1 ▼ 形状チェック/修復 カーブ分割 オけ ソリッドメッシュシー	! カーブ 平面 -ド サーフ:	3次元 2-D 補強 z入	料 アタッチ クラス変更 チェック	変換 デフィーチャー (1/ブリ) コピー 文差	移動 ント 緩和 回転	ソリッド 延伸 再分割	スイーフ 対称	クリッド 編集	新規 メニュー表示 編集	□ 識別 フロット設定 ひな形ファイル	特性
₩ 基本摘	新作 自動メッシュ前処	1	自動メッシュ (i		7/	ペレーション			座標系		モデルセクション	
× Model	List	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		: 🔁 📖 🔑 🌽	9 🥙 🔶 🕂	+ † 🗡	🗡 🔶 🔶	$\diamond \diamond \times$	ا 🗗 🕺	9 🛛 🗐	🗗 🗗 😚 🕤	3 8 1
HAREXY	シュ 形状 2015年 第1月29 (東林			(/////////////////////////////////////					+	HE Xtoftwa	•
	1回川山 月10米 編集 2つの間に追加	10,000										
カーブ	追加 削除 編集	ŧ 表示										
サーフェス		▼ { 表示										1
	四辺形 👻	File 10										
909F	這加 削除	表示			+							30
消去する	ブロック	*										
	สต⊇า											
節点	追加 削除 編約	戦 表示										•
	2つの間に追加]	<u>_#</u>						X			1-
要茶	追加 削除 編集 四初形(4)	€ 表示							z	×		
消去する	and particular 17						+			+		1
·	ОК			Enter point c Enter point c Enter point c	oordinates ()() : *dyna oordinates (X) : *fill_v oordinates (X) : *dyna	mic_model_off iew mic_model_on					() •
Dynamic Mer	າມ モデルナビ			Enter point c	oordinates (X) :	$) \sim ($	h					×
Ready												

3.5形状の作成(続き)

- (a) アイコン [縮小] ×3回
- (b) カーブの種類を選択:線
- (c) カーブ:[追加]
- (d) 作成したポイントをマウスの左クリックで順に選択
- (e) カーブの種類を選択:円弧 中心 / ポイント / ポイント
- (f) カーブ:[追加]
- (g) 0 0 0 <Enter>
- (h) 25 0 0 <Enter>
- (i) 0 25 0 <Enter>
- (j) [OK]





3.6 要素の作成

解析に用いる要素を作成する。

- (a) 自動操作:[平面]
- (b) 四角形 (オーバーレイ): [四角形メッシュ!]
- (c) 全てのカーブを [左クリック] のドラッグで選択して [右クリック]

(d) [OK]

1	larc Mentat 2016.0.0 (64bit): plate.mud -	[Model (View 1)]	
1	ファイル(E) セレクト(S) ヒュー(V) ツール(D)	カンドウ(1) ヘルプ(1)	-
	📑 🖬 🖺 😭 🖍 💭 📑 📖 🖂	🛃 🔫 🔎 🐑 🕼 🕼 🔣 🗟 😒 🌆 🎋 🌆 🖬 👘 解析052 構造	
×	形状とメッシュ テーブルと座標系 形状特性	材料特性 接触 ツールボックス リンク 初期条件 境界条件 アダプティブメッシュ 荷重ケース 解析ジョブ 結果処	理
h	長さ単位 ▼ 形状チェック/修復 形状とメッシュ 再番号付け ソリッドメッシュシー 和一フェス	3次元 2-D 補強材 5-22 使 デフィーチャー チェック コピー 又差 回転 再分割 10 パッパ 新規 10 パッパ 10 パッパ	■ 識別 特性 表示 プロット設定 ひな形ファイル
Mai	🔞 2-D 平面自動メッシュ 🛛 🕺 🗎	動メッシュ オペレーション 座標系	モデルセクション
×	メッシュ粗大化パラメータ		
	回辺形(アドバンスフロント) 回辺形(オーバーレイ) 回辺形(オーバーレイ) う割 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 12 11 12 11 12 13 14 15 16 17 18 18 19 11 11 11		
モデルナビ	ツール メッシュチェック メッシュを消去する	Command > tdynamic_model_on Command > tdynamic_model_off Command > tdynamic_model_on	
Dyt	ОК	Command >	*
- neau	ly.		

3.7 要素の修正

重複接点を削除し、要素番号が連番になるように付け直す。

```
(e) オペレーション: [スイープ]
```

- (f) [全て]
- (g) [OK]
- (h) 基本操作: [再番号付け]
- (i) [全形状 / メッシュ]
- (j) [OK]



🔞 再番号付け	t		×
開始	1		
増分	1		
	一作成順序		
節点	98	全て	リスト
要素	81	全て	リスト
ポイント	6	全て	リスト
カーブ	5	全て 全て	リスト
サーフェス	0		リスト
ንባሳዞ	0	全て	リスト
È (j)	全形状 / メッシ	/1 -	
·	一方向指定		
方向		から/^	<]
0	0	0	
節点	98	全て	リスト
要素	81	全て	リスト
L	Ок		

3.8形状特性の定義

形状特性として、厚さ 2.5(mm) を定義する。

- (a) [形状特性] タブ
- (b)形状特性:[新規(構造)][平面][平面応力]
- (c) 厚さ: 2.5 < Enter>
- (d) 要素: [追加]
- (e) アイコン [定義済み全て]
- (f) [OK]



3.9材料特性の定義

作成した要素に対して、材料特性を定義する。

- (a) [材料特性] タブ
- (b) 材料特性: [新規(構造)] [有限剛性領域] [標準]
- (c) ヤング率: 2e5 <Enter>
- (d) ポアソン比: 0.3 <Enter>
- (e) 要素: [追加]
- (f) アイコン [定義済み全て]
- (g) [OK]

2680 materialI				ーーー データフィッティング法	
x1 / standard				◇川也	
領域タ	イプ				
有限剛性					
			般特性		
	質量密度	0	テーブル		
			設計感受性/最適	(E	
			他の特性		
特性表示構造	-				
タイプ 等方性弾	塑性	-		シェル / 平面応	力要素
モデルシングルネ	ットワーク	-		🔽 厚み更新	
			- 7 11.		
やが率			218		
ヤング率 ポアソン比			-711.	_	
ヤング率 ポアソン比	0.3	<u>-</u>	-ブル -ブル	□ <i>b</i> II=7	
ヤング率 ボアソン比 ロ粘弾性	0.3 日本記録性	7-	-ブル □ 塑性	ロクリーブ	
ヤンヴ率 ボアソン比 二 粘弾性 二 ダメージ効果 二 派章	 20000 0.3 米封塑性 数膨張 	7-	-ブル □ 塑性 □ 硬化収縮 □ 粒子サイズ	ロクリーブ	
ヤング率 ボアソン比 日料弾性 ロダメージ効果 国演衰	 20000 0.3 □ 粘塑性 □ 熱膨張 □ 形成限界 	रू ह	-ブル 型性 硬化収縮 和子サイズ	□ /リ-ブ	
ヤング率 ボアソン比 日料弾性 ロダメージ効果 日 演家	 20000 0.3 二 粘塑性 二 熱影張 二 形成限界 	7- P	-ブル 型性 硬化収縮 和子サイズ	□ bu~t	
ヤング車 ボアソン比 日本結準性 日 ダメージ効果 日 減衰	 20000 0.3 二 粘塑性 二 熱態張 一 形成限界 	7- 7- 1)	-ブル - 望性 - 硬化収縮 - 粒子サイズ - ゲィティ	ログリーブ	
ヤング車 ボアソン比 単粘弾性 単ダメージ効果 単減衰	 (1) 0.3 (1) 0.3 (1) 1.1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	7- 7- 1)	-ブル - 型性 - 硬化収縮 - 粒子サイズ - 粒子サイズ - 粒子サイズ - 粒子サイズ - 粒子サイズ - 初路 81	ロクリーブ	
ヤング車 ボアソン比 単粘理性 単ダメージ効果 ■ 減衰	 (1) 20000 (1) 0.3 □ 私望性 □ 私認報 □ 形成限界 要奈 ソリッド/シート 	テー 「 「 「 「 「 「 「 「 」 」 、 」 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、 、	-ブル □ 塑性 □ 硬化収縮 □ 粒子サイズ - - - - - - - - - - - - -		
ヤング率 ボアソン比 日本記単性 ダメージ効果 二 演変	20000 ① ○ ■ </td <td>テー ド ノワイヤボデ・</td> <td>-ブル - 塑性 - 硬化収縮 - 粒子サイズ - 近加 削除 81 (近加 削除 81</td> <td>□ /y-ブ</td> <td></td>	テー ド ノワイヤボデ・	-ブル - 塑性 - 硬化収縮 - 粒子サイズ - 近加 削除 81 (近加 削除 81	□ /y-ブ	

3. 10 対象条件の定義

対象条件となる拘束条件を定義する。

- (a) [境界条件] タブ
- (b) 境界条件: [新規(構造)] [変位指定]
- (c) □変位 X のチェックを ON
- (d) 節点:[追加]
- (e) 左端の対称軸上の全ての節点を選択
- (f) アイコン [リスト終了 (#)] またはマウスの右クリック
- (g) [OK]
- (h) 境界条件: [新規(構造)] [変位指定]
- (i) □変位 Y のチェックを ON
- (j) 下端の対称軸上の全ての節点を選択
- (k) アイコン [リスト終了 (#)]
- またはマウスの右クリック
- (l) [OK]
- (m) 境界条件:□識別のチェックを ON

🖌 境界条件特性				×
名前 apply3				
タイプ fixed_displacement				
	特性			
手法 入力値	-			
参照位置 BCが有効(こなった時	の位置		-
時間依存 テーブル				-
📄 変位X 🕐				
📃 変位Y				
📄 変位Z				
📄 回転X				
📄 回転Y				
📄 🔲 回転Z				
·				
I	ンティティ			
モデルセクション頂点	追加	削除	0	
節点 DATE d	追加	削除	0	
ボイント	追加	削除	0	
	追加	削除	0	_
サーノエス	追加	削除	0	_
シリット1頁点 い口の様子の20	追加	削除	U	_
29915192 VII.9875557	2月21日 2月11日 2月111日 2月11日 2月111日 2月111日 2月111日 2月111日 2月111日 2月111日 2月1111101 2月111101 2月11101 2月11101 2月11101 2月11101 2月1101 2月11101 2月1101 2月11010000000000	用版	U	_
NIWK	2000 2010	日印水	0	_
	10/10	HUNK	U	
		-		#
消去する			g	ОК



3. 11 荷重条件の定義

上端の要素エッジに1(N/mm²)の引張り荷重を定義する。

(a) 境界条件: [新規(構造)] [エッジ荷重]

- (b) □圧力のチェックを ON
- (c) 圧力:-1 <Enter>
- (d) エッジ:[追加]
- (e) モデル上端の要素エッジを全て選択
- (f) アイコン [リスト終了 (#)] またはマウスの右クリック
- (g) [OK]



3. 12 解析ジョブの設定

- 解析の最終準備をする。
 - (a) [解析ジョブ] タブ
 - (b) 解析ジョブ: [新規] [構造]
 - (c) □線形弾性解析のチェックを ON
 - (d) 解析次元: [平面応力]
 - (e) [解析結果]
 - (f) 利用可能な要素テンソル:[Stress]
 - (g) [OK]

917 構造		
Z 線形弾性解析 C	 低減格納 第54.2 	
選択された 浩夫する	回至? ~ ~	
7624.7.0		
利用可能		
□ 初期荷重		解析オブション
□ 初期荷重 □ 借性リリーフ	 該計 周期対称 	 解析オブション 解析結果
□ 初期荷重 □ 債性リリーフ 接触(体制)卸	 二 設計 二 周期対称 二 全体 詳細 	解析オプション 解析結果 解析ジョブパラメータ
□ 初期商重 □ 債性リリーフ	 二 読計 二 周期対称 二 全体-詳細 定常にろがり 	解析オブション
■ 初期荷重 ■ 損性リレーフ 一 損性のレーフ 一 ガラティブメラシュ アクラインな亀裂	 (回) 新時時 (回) 二年(-詳細) (三二年(-詳細)) (二二年(一冊)) (二二年(一冊)) 	解析オプション 解析活象 解析ジョンパラメータ 解析次元 平面応力
 ・初期荷重 ・ 情報(考制)時 ・ 得報(考制)時 ・ アジライブメッシュ ・ アジライブスのシュ ・ アジライブム電影 ・ ブの明电気(Piost型) ・ ・ ・	 ・ ・ ・	解析オプション 希析結果 解析ションパウメータ 解析次元 平面応力
 □ 初期荷重 □ 債性切 - 7 □ 掃除(未加) □ アダブティブふやりコ アクライブル电裂 □ 70時电気が広気型 □ 70時电気が広気型 □ 70時电気が広気型 		解析オプション 解析が結果 解析が37パラメータ 解析が元 平面応力
■ 初期病資金 (債性別)-7 招発行を利助 78分ティブションュ アジライブを最早 170時年長行ち式型 ■ 非70分子パプ化 ■ 00403世プ ユ カコンマル(レモモイト) ■ 2×401		解析オプション 解析ジョアパラメータ 解析ジェアパラメータ 解析次元 平面応力 チェック
 → 70期荷査 ■ 情性切 – 7 目情性切 – 7 アガラティブメルシュ アクラティブメルシュ ○ 70期後載(145,5%) ■ 5月79万-774(2) ■ 5月79万-774(2) 		解析オプション 解析記录 解析ジョブパラメータ 解析次元 平面に力 チェック
 ■ わ期時有重 ■ 1個性別レーフ ● 打開使は参加 ● アジラ・イブをジュ ■ アンジェ・プシャン ■ アンジェ・プシャン ■ アンジェ・プシャン ■ スプリアンディングを ■ 入プリアンディングを ■ 入プリアンディングを ■ 入プリアンディングを ■ スプリアンディングを ■ スプリアンディングを ■ スプリアンディングを ■ スプリアンディングを ■ スプリアンディングを ■ スプリアンド・ ■ アイル ■ クイレル 		解析オプション 解析記書 解析ジョブバラメータ 解析パカモ 干面に力 チェック 実行



3. 13 解析の実行

- 解析を実行する。
 - (a) 解析ジョブ特性ウィンドウ: [実行]
 - (b) [モデル保存]
 - (c) [Marc 実行(1)]
 - (d)"状況"と"終了番号"を確認し、正常に終了したら結果ファイルを開く
 - (e) [ポストファイルを開く (モデルプロット結果処理メニュー)]

🖬 解析ジョブの実行				×			
名前 job1							
タイプ 構造							
ユーザーサブルーチン	ファイル						
■並列化/GPU	No D	No DDM					
	1 As	1 Assembly/Recovery Thread					
	1 So	lver Threa	d				
	No G	iPU(s)					
タイトル形式	テーブル入力	7	• (b) -	Eデル保存			
C Marc実行 (1)		詳細解	新ジョブ実行				
更新	モニター	-	4	中止			
状況		d	Not Submitt	ed			
現在のインクリメント(反復	()		0				
特異性比			0				
収束比			0				
解析時間			0				
実測時間			0				
H / Fu		Φ	. h. (a)				
サイクル 37##	0	70915733	<i>yy</i> 0				
鬥牛的臣	U	リンシンコ	L U				
終了番号	0		終了メッ	セージ			
編集 出力ファイノ	レーログファイル	ルーステー	タスファイル フ:	ァイルを選択する			
ポストファイルを開く(モデル	プロット結果処理	∎xiliu—(e				
リセット				ОК			

3. 14 結果処理1(応力分布のコンター図)

- 引張り方向(Y軸方向)応力のコンター図を表示する。
 - (a) スカラープロット: [スカラー]
 - (b) [Comp 22 of Stress]
 - (c) [OK]
 - (d) スカラースカラープロット形式:バンドコンター

1	Ma	arc Mentat 2016.0.0 (64bit): pla	ate_job1.t16 - [I	Model ()	/iew 1)]							
	77	ρイル(E) セレクト(S) ビュー(⊻) !	ソール(I) ウィンド	י <u>(ש</u>)לי	リルプ(円)							_
	÷	📑 🖬 🖺 🎦 🖍 🍠	- 14	K - 🛯	I 🌣 🙆 😭 🗄	K 🖬 🖪 😵	1 1 1 1 1	🕷 🚹 🛛 解析り	75ス 構造			
×	1	モデルプロット結果	X	性樹	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	ク初期条件	境界条件 ア	ダプティブメッシュ	荷重ケース 角	¥析ジョブ 結果処理	Ł	
	IF	変形形状		点	ツール アニメー	ション						
Men			設定		形状距離 ムービー 報告書作成							
Main		形式 変形図	•									
×		モデルクリッピングー		1	🔁 💭 🗩 🗐	🤭 🔶 🔶	+ + × ×	<	$\Rightarrow \times \times$	BAAA		63 6
8		設定			Inc: 0.000e+000							
											mat Assessments	8
		形式 オフ	設定	7	ポストスカラー選択			Σ	3 × 1×1	7		
	a) スカラー Comp 22 of Stress			オリカン							\frown
	Ĭ	ベクトルプロット			変位Y							
			設定	0	External Force X							
		形式 オフ	•		External Force Y					-0		
		ベクトル 変位			Reaction Force Y					-e		
		テンソルプロット ―			Comp 11 of Stress	~				- e		
		T/-+	設定	0	Comp 22 of Stress (b)						
		ポジン オフ テンシリー 広力			Comp 33 of Stress				· · ·			-
		3.577V M273				Сок				Y		1.
		采禄区	設定					<u> </u>	-6 - [··			
		形式 オフ	•					job 1		<u>⊨_</u> ,		
5.			同学山友	K,		owngoo_properne	ر بالمالية. من المالية (الم	sansy epopup(iii	ioneihio.Chiityh	osijopenjueraun	•	
E.		追跡プロット ☑ 流線		– 4	Command > *post	value Comp 22 c	f Stress					
Π₽		OK		N	Enter post variable		01_011				-	-
	۳L			* 2	5 Enter post variable	e: [×
	sauy	,										



3. 15 結果処理2(応力分布のグラフ化)

下端の対称軸上の引張り方向(Y軸方向)応力をグラフ表示する。 ₩ 径路プロットカーブ... X (a) 結果処理タブ: [経路プロット] ⑧カーブの追加 変数の追加 (b) [節点経路] 変数 h (c) 対称軸上の左端の節点を選択 弧長 * 変位X = (d) 対称軸上の右端の節点を選択 変位Y (e) アイコン [リスト終了 (#)] またはマウスの右クリック External Force X (f) [カーブの追加] External Force Y Reaction Force X (g) [カーブの追加] Reaction Force Y (h) 変数: [弧長] Comp 11 of Stress (i) 変数:[Comp 22 of Stress] i) Comp 22 of Stress ÷ (j) [OK] 🛈 ок (k) [適合]





4. 並列コンピュータでの解析実行

「3. 13 解析の実行」では、Mentat のメニュー上から PC 上で解析を実行する手順を解説しましたが、この章ではセンターの並列コンピュータで解析する手順を説明します。その前章の「解析ジョブの設定」まで モデル作成を終えて下さい。

センターでサービスしている Marc のバージョンは 2014.2 なので、それより新しいバージョンの Mentat で使用している機能の一部は利用できないことがあります。

4.1 インプットファイルのバージョン設定

Marc 2014.2 用のインプットファイルを出力するように設定する。

- (a) 解析ジョブタブ:解析ジョブ:[特性]
- (b) [解析ジョブパラメータ]
- (c) バージョン:[2014.2]
- (d) [OK]

🖬 解析ジョブ特性	TY CO HENRY	×
名前 job1		
91 / 構造		
☑ 線形弾性解析	低減格納	
選択された 消去する	尚重之 人	
↓ ■ 利用可能		
□初期何重		
1月1日リリーフ 注痛が(木生)(知		月9477前日来: (1) 単型板ボジョブリジョメーク
アダプティブメッシュ	定常にろがり	解析次元
アクティブな亀裂	□ 温度補間	平面応力 ▼
□ 初期亀裂作成型	□ モデルセクション	
■非アクティブ化 ■ DMIG出力		チェック
□入力ファイルテキスト □ファイル取	的込み	5155
タイトル		実行
リセット		ОК

🛁 解析ジョブパラメータ				
Marc入力	1ファイル			
バージョン 🕐 2014.2 👻 形	式 テーブル入力 🔻			
☑ 拡張精度				
📄 メモリ外要素格納	BLKSZ 40960			
🔲 メモリ外増分コピー				
▼ 状態格納 ◎ 全積分点	に/全ポイント 🔘 中心			
ューザーサブルーチンUSDATA				
ユーザーデータメモリー割り当て	0			
📃 ユーザーサブルーチンUFXORD				
シェル/梁層数	5			
状態変数の数 1				
PSHELL 温度勾配ID	0			
マトリクスソルバー	マトリクスソルバー ロリスタート			
単位と	定数			
数值書	没定			
動的モード数 10	モード減衰			
座屈モード数	2			
正の座屈モード数	2			
キャビティパラメータ				
詳細結合設定				
(d) ок				

4.2 インプットファイルの作成

Marc のインプットファイルを作成する。

(a) ファイル:書き出し:[Marc 入力]

(b) ファイル名を指定: plate_job1 <Save>



4.3 インプットファイルの転送

WinSCP などのファイル転送ソフトを使って、Marc のインプットファイル(plate_job1.dat)を並列コン ピュータに転送します。このときファイルはテキスト形式で転送して下さい。

4.4 並列コンピュータでの Marc 実行

並列コンピュータにログインし、以下のコマンドでインプットファイル名を指定して Marc を実行します。 拡張子の.dat は入力しません。

run_marc -j plate_job1 -v n <Enter>

リクエストは ap キュー(アプリケーション実行用、実行時間制限無し、最大 128GB メモリ)に投入され ます。

バッチリクエストの状態確認、キャンセルについては、サイバーサイエンスセンターホームページ、「LX406 プログラミング利用ガイド バッチリクエスト」をご覧ください。

http://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/scalar/guide.html# バッチリクエスト

4.5 run_marc のコマンドオプション

run_marc コマンドには、様々なオプションが用意されております。ここでは、よく利用しそうなものだ けを表 2 に載せておきます。その他については、マニュアル(C 編 プログラム入力 付録 B 表 B-2)を 参照ください。

キーワード	オプション	説明
-jid (-j) 必須	job_name	インプットファイル名を指定(.dat は省略)
-cpu	sec	CPU 時間の制限を秒で指定
-ver (-v)	yes(デフォルト)/no	バッチリクエスト投入前に確認をする / しない
-user (-u)	user_subroutine_file	ユーザサブルーチンファイルを指定

表 2 run_marc コマンドオプション

4.6 出力ファイルの確認

解析が終了すると、主に以下のようなファイルが作成されます。解析結果 (.out ファイル) 末尾の exit number が 3004 であれば正常終了です。tail コマンドで plate_job1.out の末尾を確認します。

plate_job1.out(解析結果) plate_job1.log(解析ログ) plate_job1.t16(ポストファイル) plate_job1.sts(ステータスレポートファイル) plate_job1.batch_err_log(エラーログ)

解析時の指定によって、この他にもファイルが作成されます。それらのファイルの概要は、マニュアル(C 編プログラム入力 付録 B 表 B-1)を参照ください。

解析結果ファイルの末尾にある exit number により、正常に終了したかエラー終了か、エラー終了の場合 はその原因がわかります。代表的な exit number とその内容を表 3 に示します。その他についてはマニュ アル (C 編プログラム入力 付録 A プログラムメッセージ)を参照ください。

exit number	説明
3004	正常終了
13	入力データにデータエラーが検出された。
67	ライセンスエラー
2004	剛体変位が発生している または、全体剛性マトリクスが非正定マトリクスになっている
3002	指定したリサイクル数で収束しない

表 2 run_marc コマンドオプション

4.7 ポストファイルのダウンロード

WinSCP などのファイル転送ソフトを使って、Marc のポストファイル (plate_job1.t16)を並列コンピュー タからローカルの PC に転送します。このときファイルはバイナリ形式で転送して下さい。

4.8 解析結果の表示

ポストファイルを読み込んで解析結果を表示する。

(a) アイコン[結果ファイルを開く]

(b) ファイルを選択 <Open>

1	larc Mentat 2	016.0.0 (64bit): r	model1.mu	d - [Model (View	1)]									x
14. (1) לעול (2)							ъ×								
) 📑 🖬 🕻	à 🖺 🖍 💈	 			۵ 🖓 🕈		8 😢 Þ 🚧	解析	クラス構造	<u></u>				
×	形状とメッシュ	テーブルと座標系	形状特性	材料特性	接触	ツールボックス	リンク 初期	条件 境界条件	アダプティブメッシュ	荷重ケース	解析ジョブ	結果処理			
n Menu	長さ単位 ▼ 形状とメッシュ 再番号付け	形状チェック/修復 カーブ分割 ソリッドメッシュシー	カーブ 平面 ド サーフェブ	8)欠元 2-D 補弱	鏩材	アタッチ クラス変更 チェック	覧換 打 デフィーチャー イ コピー	3県 移動 ンプリント 緩和 2差 回転	ソリッド 延伸 再分割	スイープ 対称	 ブリッド 編集 	新規 メニュー表示 編集	識別 プロット設定 ひな形ファイル	特性	
Mai	基本操作	自動メッシュ前処ヨ	£ é	目動メッシュ				オペレーション			座標系		モデルセクション		
×	Model List			3		🔍 <i>/</i> • /) 🥙 🔶	→ + † ×		$\phi \phi X$	× 🗗	🗗 🗗 🗊	🗗 🗗 😚 🤇		3
	model	1											HSEX Softwo		
				<u>_#</u>							¥ z	→ ×		1	
, Eデルナビ	La Maria	7 - 1 1 + 12			alog 13 ×	Marc Mentat Command > *	(C)Copyright 19 dynamic_model	94-2016, MSC So on	ftware Corporation,	all rights res	served			\$	
Rea	namic Menu dy	セテルデビ			ā	Command >								×	×

5. サンプルプログラム

• Marc

マニュアル E 編に掲載されている例題が、並列コンピュータ front.cc.tohoku.ac.jp の以下のディレクトリ にあります。コピーしてご利用ください。

/usr/ap/MSC2014.2/marc2014.2/demo

• Mentat

マニュアルユーザガイドに掲載されている例題のプロシジャファイルが、並列コンピュータ front. cc.tohoku.ac.jp の以下のディレクトリにあります。コピーしてご利用ください。

/usr/ap/MSC2014.2/mentat2014.2/examples/marc_ug/

6. マニュアル

MSC. 社のウェブサイトより PDF マニュアルがダウンロード出来ます。

https://simcompanion.mscsoftware.com/infocenter/index?page=content&cat=MARC_DOCUMENTATION &channel=DOCUMENTATION

7. テクニカルサポート

アカデミックユーザーは MSC 社のオンラインテクニカルサポートが利用出来ます。詳しくは MSC. 社の ウェブサイトをご覧ください。

http://www.mscsoftware.co.jp/training_support/tech_support/

[報告]

小林広明センター長特別補佐が「情報化促進貢献個人等表彰」 文部科学大臣賞を受賞しました

本センター・センター長特別補佐の小林広明教授(情報科学研究科)が、平成 29 年度情報化 促進貢献個人等表彰文部科学大臣賞を受賞しました。

この賞は、教育・科学技術・文化・スポーツの分野における情報化の促進に関し、教育の情報 化、又は情報分野の研究開発等において、顕著な貢献のあった個人又は団体等について、文部科 学大臣が表彰することにより、更なる情報化の促進を図るとともに、情報化に対する国民の認識 と理解の醸成に寄与することを目的に実施されているもので、情報化月間の実施に併せて毎年表 彰を行っております。今回の受賞は、受賞理由にもありますように小林教授の本センターにおけ るスパコンへの取り組みが高く評価されたもので、今後、さらなる研究成果の推進が期待されます。

【受賞理由】

小林広明教授は、長年にわたり、我が国のスパコン要素技術の研究開発やスパコン政策の意思 決定に深く携わり、我が国における計算機分野の発展及び人材育成に顕著な貢献を果たしてきま した。

さらに、これまでの学術・産業利用のみにとどまらない新たなスパコンの在り方として、平時 に学術利用されているスパコンを緊急時・災害時に減災のために役立てる取組みを行っています。 この取組みは東北大学が中心となって産学官で研究開発を進めている津波浸水・被害推計システ ムに取り入れられており、さらに当該システムは平成29年11月より内閣府の総合防災情報シス テムの一機能として採用されるなど、我が国の国民生活の安全・安心に資するものとして高い評 価を得ています。

詳細:平成 29 年度「情報化促進貢献個人等表彰」~文部科学大臣賞受賞者の決定~ http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/29/09/1396368.htm [報告]

学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN) 第9回シンポジウム報告

江川隆輔 スーパーコンピューティング研究部

この時期恒例となりました学際大規模情報基盤 共同利用・共同研究拠点シンポジウムが,平成29 年7月13日,14日の両日,東京品川The Grand Hall において開催されました.本シンポジウムは今回 で第9回を迎え,多数の参加者のもと活発な議論が 展開されました.

学際大規模情報基盤共同利用・共同研究は,東 北大学,北海道大学,東京大学,東京工業大学,



名古屋大学,京都大学,大阪大学,九州大学にそれぞれ附置するスーパーコンピュータを持つ8つ の共同利用の施設を構成拠点とする「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」が,超大規模 数値計算系応用分野,超大規模データ処理系応用分野,超大容量ネットワーク技術分野,およびこ れらの技術分野を統合した大規模情報システム関連研究分野,更には分野間に亘る複合分野の研究 者らと取り組む学際的な共同利用・共同研究です.昨年度から,HPC分野の裾野拡大と我が国の高 性能計算に関する研究の活性化を目的に,従来の一般共同研究枠に加えて,国際共同研究,企業共 同研究,萌芽的研究枠が設置され,将来の我が国の学術・研究基盤の更なる高度化と恒常的な発展 が大いに期待されています.これまで平成22年度から28年度の7年間において263件の課題が学際大 規模情報基盤共同利用・共同研究として採択されており,そのうち当センターとの共同研究課題は, 46件ありました.平成29年度は国際共同研究3件を含む46採択課題のうち,11件が当センターとの 共同研究として採択されております.

本シンポジウムでは、昨年度採択された38件に及ぶ研究課題の成果発表、および今年度採択され た46件の研究課題のポスター発表を通して積極的な議論が交わされたました。今年度の東北大学と の共同研究として採択された課題の成果は、JHPCNウェブページ¹¹にて公開されております。ご興味 のある方には是非、先進的、且つ多様な共同研究成果をご覧ください。来年度も、学際大規模情報 基盤共同利用・共同研究拠点の研究公募行う予定でおります。ご興味のあるかたは奮ってご応募く ださい。当センターの計算機科学を専門とする教員との共同研究の可能性を検討したい、手続き方 法が分からない等、本応募に関して不明な点などあります場合は、お気軽に当センター共同研究担 当窓口までお問い合わせください。

> 【JHPCNに関する問い合わせ窓口】joint_research@cc.tohoku.ac.jp 【JHPCNホームページ】http://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/ja/adoption.php

高速計算サービスの機関利用

岩手大学情報基盤センター 中西 貴裕 岩手大学情報基盤センター 川村 暁 岩手大学情報技術室システム運用グループ 福岡 誠

岩手大学(以下、本学)では、平成28年9月1日から東北大学サイバーサイエンスセンター大 規模科学計算システム(以下、大規模科学計算システム)を機関として利用している[1]。本稿で は、機関利用するに至った経緯、機関利用への移行の際の検討事項及び本学での取り組み、現在 の利用状況等について報告する。

1. 経緯

1.1 岩手大学の概要と以前の計算環境

本学の学部学生、大学院学生の構成(平成29年5月1日現在)を表1,表2に示す。表1中の理工学部は平成28年4月に工学部を改組して設置され、現時点での所属は2年次学生までである。工学部については、3年次以上の学生のみが所属する。また、表2中の総合科学研究科は、 平成29年4月に博士前期課程に相当する3つの研究科(人文社会科学,農学,工学)を統合し、 水産学、理学分野が新たに加わり設置され、現時点での所属は1年次のみである。博士後期課程 は改組されていない。この総合科学研究科は地域創生専攻(現員64),総合文化学専攻(現員7), 理工学専攻(現員160),農学専攻(現員54)により構成されている。

_	-		
<u>_</u>	1	鸟卡卡学学业学生小楼可	i
AY -			1
· · · · ·	_		

学部	現員
人文社会科学部	931
教育学部	893
理工学部	906
工学部	961
農学部	1034
合計	4725

表 2 岩手大学大学院学生の構成

研究科	現員
総合科学研究科	285
人文社会科学研究科	20
教育学研究科	40
工学研究科	283
農学研究科	55
連合農学研究科	112
合計	795

1.2 情報基盤センターの業務・役割の変化と研究用計算機運用の課題

岩手大学情報基盤センター(以下、本センター)は、平成27年3月まで、総合情報処理センターとして、本学の教育・研究用計算機システムやキャンパスネットワーク,情報教育,情報ネットワークに関連する地域貢献等の業務を担っていたが、平成27年4月に事務系情報システムや情報セキュリティポリシーの運用,学内向けの情報システム開発等の役割を担っていた総務部情報 企画課と一体化し設置された。現在では、総合情報処理センター,情報企画課双方の役割を引き継ぎ、本学の情報システム,情報ネットワーク,情報セキュリティ等、情報に関するおおよそすべての業務を担っている。

このように役割が変化するとともに、近年、情報ネットワークシステムの高度化や情報セキュ リティ問題の増加に伴い、これらへの対応・対策のため必要となる費用・人的コストが増加し[2]、 研究用高速計算機の維持・運用のための費用・人的コストの削減が大きな課題の一つとなってい た。これを解決する方法の一つとして、本学以外が運営する計算サービス利用を検討した。

2. 検討事項

本学以外が運営する計算サービスの利用を検討する際、以下が主な検討事項となった。

- 1. これまでの研究用計算機(以下、旧研究用計算機)の運用費用で利用料を賄えるか
- 2. 旧研究用計算機で使用されていたアプリケーションを使用できるか
- 3. これまでに学内ユーザ自身が作成したプログラムを容易に移行できるか
- 4. 利用申請等手続きを簡便なものにできるか

1 については、旧研究用計算機では、最大 CPU 時間,最大並列数,計算優先度等によって利用 料が異なるいくつかの利用クラスを設けており、その中には無料で利用できるクラスもあった。 研究用計算機利用の大半がこの無料のクラスであったため、学内ユーザの費用負担を避け、安心 して利用できる環境を提供できなければ、計算機利用が進まず、本学の研究活動の停滞にもつな がることを懸念した。このため、旧研究用計算機の運用費用予算の性格上、利用料の見通しを立 てづらい従量課金制は避けたいと考えた。

2 についても、これまでの研究用計算機では、有限要素法 CAE を中心とする解析ソフトウェア アプリケーションである ANSYS を使用したものがその利用の多くを占めていたため、このアプリ ケーションが使用できることを検討事項とした。

3 については、学内ユーザがこれまで自身で作成し使用してきたプログラムを活かせるよう、 新たな環境で大きな手間なく動作させられることを条件とした。これにより、これまでの研究用 計算機と類似のアーキテクチャであり、かつ、同じコンパイラ,計算ライブラリが使用できるか が、検討事項となった。表 3 に旧研究用計算機の構成概要を示す。

4 については、実際の学内ユーザ利用時の使い勝手は言うまでもなく、利用のために必要な申 請等手続きが本学情報基盤センタースタッフの作業も含め煩雑でなく、簡便なものとできるかも 検討事項とした。

CPU	Xeon X7542(2.66GHz)×20 合計120コア					
メモリ	< モリ640GB (共有分散型)					
ストレージ	13.2TB (FC接続)					
OS	SuSE Linux (SGI Performance Suite)					
アプリケーション	LSF(ジョブ管理)					
	aussian					
	NSYS (Workbench, CFD, CFD HPC, Multiphysics , TurboGrid, DesignModeler)					
	Gridgen, Pointwise					
	FieldView					
	Intel Compiler (C++, Fortran) , MPI, MKL					

表 3 旧研究用計算機構成概要

これらの検討事項を踏まえ、いくつかの全国共同利用施設である情報基盤センター及び商用ク ラウドサービスの調査を行ったところ、東北大学サイバーサイエンスセンター(以下、サイバー サイエンスセンター)で東北大学情報科学研究科向けに提供されている利用形態を適用していた だくことで、本学が求めるものに限りなく近い条件で利用可能なことが明らかとなった。

3. 利用条件と利用に関する手続き

3.1 利用条件

サイバーサイエンスセンターから、定額での利用を前提に以下2つの利用形態をご提案いただ き、本学では、固定での計算資源の割り当てを受けず他の利用者と同じ条件で利用する利用形態 2を選択した。 利用形態1:旧研究用計算機と同等~2倍程度の規模の計算資源を固定・占有で利用
長所:繁忙期でも他ユーザの影響を受けない
短所:決められた以上の計算資源を利用できない
利用形態2:固定での計算資源の割り当てを受けず一般利用者と同条件で利用
長所:非常に規模の大きな計算も可能
短所:繁忙期など他ユーザの影響を受ける

現在、本学が機関として利用している条件は以下の通りである。

- 一般利用者と同条件で利用可能なシステム等
 - ベクトル型スーパーコンピュータ SX-ACE
 - スカラー型クラスタ計算機 LX-406Re-2
 - 三次元可視化システム
 - 大判プリンタ
- ストレージ
 - 1人あたり 1TB まで利用可能
 - ユーザの費用負担で容量の追加も可能
- アプリケーション
 - ANSYS を持ち込み利用可能
 - サイバーサイエンスセンター所有の Gaussian09 を利用可能
 - コンパイラ,数値演算・MPI ライブラリ等を利用可能

3.2 利用に関する手続き等

本学ユーザが大規模科学計算シス テムを利用する際に必要となる手続 き等の流れを図1に示す。

利用及び変更の申請については、 本来、ユーザが直接、サイバーサイ エンスセンターに申請するものとさ れているが、本学ユーザの利用状況 の把握,申請内容確認等のため、本 学機関利用ではユーザからの利用・ 変更申請を本センターで受け付け、



申請の記録と内容の確認後、サイバーサイエンスセンターに申請することとした。

ユーザからの利用相談については、本センターを介さず、サイバーサイエンスセンターに直接 相談することとしている。

成果報告については、利用・変更申請と同様、本学でも成果を把握できるよう、本センターか ら学内ユーザに成果報告を依頼・収集・記録し、取りまとめたものをサイバーサイエンスセンタ ーに提出している。

4. 機関利用への移行

機関利用への移行の流れを図 2 に示す。大規模科学技術計算 システムの正式利用を開始した 平成28年9月の約半年前となる 平成28年3月24日、サイバー サイエンスセンター長(当時) 小林先生,同技術専門員大泉様



にお越しいただき、ベクトル計算機・並列計算機の特徴や応用例,サイバーサイエンスセンター で実施している利用支援の取り組み,利用の流れなど、大規模科学計算システムの紹介を行った。

また、ユーザデータの移行や計算結果の確認等を行うための期間として、正式利用開始前の 2 カ月間を先行して大規模科学計算システムを利用できる移行期間とし、その開始日となる平成 28 年7月1日に、学内講習会「東北大学サイバーサイエンスセンター大規模科学計算システム利用 講習会」として、システム紹介,利用条件,手続き,具体的な利用方法,データの移行方法など を実際の操作を交えて講習した。なお、移行期間中は、多くの利用申請があることが予想された ため、本センターで受け付けた申請を一旦留め置き、一週間分をまとめてサイバーサイエンスセ ンターに申請することとした。

正式利用を開始する前日、平成28年8月31日には、本センターの教育・研究用計算機システムの説明会中で、システム紹介等に加え、科学技術アプリケーションの配置(本学内でのみ利用できるものと大規模科学計算システムでのみで利用できるものなど)についての説明を行った。 これらセミナー・講習会・説明会はビデオ収録し、資料と共にVODとして、学内に公開している。

5. 機関利用移行後の状況

平成 29 年 8 月 31 日現在、109 人のユーザが本学から登録されている。当初、旧研究用計算機 と同様のスカラー型計算機 LX-406 が多く利用されることを予想していたが、実際には、SX-ACE の方が多く利用されており、平成 28 年 9 月は LX-406 が SX-ACE の 10 倍以上のノード時間利用さ れていたが、その翌月からは逆転している。(図 3)

これは、SX-ACE の性能が高いことのみならず、新たに SX-ACE を利用する本学ユーザに対して も提供されているコード最適化等の利用相談や講習会など、サイバーサイエンスセンターによる 手厚いサポートも要因の一つと考えている。講習会については、サイバーサイエンスセンターで 実施されるものを、テレビ会議システムを介し岩手大学で受講している(平成 28 年度 5 回,平成 29 年度 7 回)。受講した講習会はビデオ収録し、資料と共に VOD として、学内に公開している。





謝辞

本取り組みを実施するにあたり、東北大学サイバーサイエンスセンター関係各位に多大な 協力をいただいている。

参考文献

- [1] 中西貴裕,川村暁,"東北大学サイバーサイエンスセンター大規模科学計算システムの機関利用",岩手大学情報基盤センター報告Σ No.2, pp15-18, 2017年3月 (https://isic.iwate-u.ac.jp/center/sigma/sigma16.pdf)
- [2] 川村暁, "平成 27 年度および平成 28 年度の情報セキュリティに関する取り組み", 岩手大学情報基盤センター報告 Σ, No.2, pp45-47, 2017 年 3 月

(https://isic.iwate-u.ac.jp/center/sigma/sigma16.pdf)

[報告]

サイバーサイエンスセンターオープンキャンパス報告

小松 一彦

スーパーコンピューティング研究部

今年も7月25日と26日の2日間に渡り東北大学オープンキャンパスが開催されました.進学 を考えている学生だけでなく、東北大学の研究や活動に興味・関心を持っている一般の方々や学 生に向けて、年に1回開催されております.サイバーサイエンスセンターでは、大規模科学技術 計算を支える最新型スーパーコンピュータ、計算結果を分かりやすく可視化する三次元可視化シ ステム、東北の大学ネットワークを支えるネットワーク機器、大規模計算機の歴史的資料を展示 しているコンピュータ博物館を一般に公開しました.また、ネットワーク研究部、スーパーコン ピューティング研究部、先端情報技術研究部の最新の研究成果を展示しました.

津波被害予測,熱中症予測など防災・減災を支えるスーパーコンピュータや,大学のインフラ を支えるネットワークへの関心も高く,1200人以上の方々にご来場いただきました.計算機専用 サイバーサイエンスセンター2号館に導入されたスーパーコンピュータSX-ACEを見学し,写真撮影 などを通じてスーパーコンピュータを身近に感じていただけたと思います.また,50インチモニ タ12面からなる可視化システムでは,スーパーコンピュータでの計算結果の三次元立体視を体験 していただきました.さらに可視化システムを活用した模擬授業は,立ち見も出る程の人気でみ なさん最後まで熱心に聞き入っていました.その他,コンピュータ博物館での歴史的価値の高い スーパーコンピュータやネットワーク機器,資料などの見学を通じて,スーパーコンピュータや ネットワークが実生活にどのように役立っているのかを感じてもらえたと思います.研究開発部 の展示では,情報セキュリティ・スーパーコンピュータ・サイバー医療に関する研究活動だけで なく,大学生活や大学での講義などについても大学教職員や大学生達と交流しておりました.来 年度のオープンキャンパスも一般に公開する予定です.みなさまのお越しを心よりお待ちしてお ります.



[Web 版大規模科学計算システムニュースより]

大規模科学計算システムニュースに掲載された記事の一部を転載しています。 http://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/tayori/

利用負担金額の表示コマンドについて(No. 248)

本センター大規模科学計算システムでは、利用者の利用額とプロジェクトごとに集計した負担額、 請求情報を表示するためのコマンドとして ukakin, pkakin があります。また、利用者のジャーナル 情報とプロジェクトごとに集計したジャーナル情報を CSV 形式で出力するコマンド ulist, plist が あります。これらのコマンドは、並列コンピュータ(front.cc.tohoku.ac.jp)にログインして使用し ます。

コマンド名	機能
ukakin	利用者ごとの利用額を各システム、月ごとに表示
pkakin	プロジェクトごとに集計した負担額、請求情報を表示
ulist	利用者ごとのジャーナルを CSV 形式で出力
plist	プロジェクトごとに集計したジャーナルを CSV 形式で出力

いずれも、前日までご利用いただいた金額を表示します。コマンド使用例は大規模科学計算システムウェブページをご覧ください。

負担金の確認

http://www.ss.cc.tohoku.ac.jp/utilize/academic.html#負担金の確認

(共同利用支援係)

— SENAC 執筆要項 —

1. お寄せいただきたい投稿内容

サイバーサイエンスセンターでは、研究者・技術者・学生等の方々からの原稿を募集しております。 以下の内容で募集しておりますので、皆さまのご投稿をお待ちしております。なお、一般投稿いただ いた方には、謝礼として負担金の一部を免除いたします。

- 一般利用者の方々が関心をもたれる事項に関する論説
- ・センターの計算機を利用して行った研究論文の概要
- ・プログラミングの実例と解説
- ・センターに対する意見、要望
- ・利用者相互の情報交換

2. 執筆にあたってご注意いただく事項

- (1) 原稿は横書きです。
- (2)術語以外は、「常用漢字」を用い、かなは「現代かなづかい」を用いるものとします。
- (3)学術あるいは技術に関する原稿の場合、200字~400字程度のアブストラクトをつけてください。
- (4)参考文献は通し番号を付し末尾に一括記載し、本文中の該当箇所に引用番号を記入ください。
 - ・雑誌:著者,タイトル,雑誌名,巻,号,ページ,発行年
 - ・書籍:著者,書名,ページ,発行所,発行年

3. 原稿の提出方法

原稿のファイル形式はWordを標準としますが、PDFでの提出も可能です。サイズ*は以下を参照してください。ファイルは電子メールで提出してください。

- -Word の場合-
 - ・<u>用紙サイズ:A4</u>
 - ・余白:上=30mm 下=25mm 左右=25mm 綴じ代=0
 - ・標準の文字数(45 文字 47 行)
- <文字サイズ等の目安>
 - ・表題=ゴシック体 14pt 中央 ・副題=明朝体 12pt 中央
 - ・氏名=明朝体 10.5pt 中央
 - ・所属=明朝体 10.5pt 中央
 - ・本文=明朝体 10.5pt
 - ・章・見出し番号=ゴシック体 11pt~12pt *余白サイズ、文字数、文字サイズは目安とお考えください。

4. その他

- (1)執筆者には、希望により本誌*(10部以内の希望部数)と本誌 PDF 版を進呈します。 *2014 年末で、別刷の進呈は終了しました。
- (2)一般投稿を頂いた方には謝礼として、負担金の一部を免除いたします。免除額は概ね1ページ 1万円を目安とします。詳細は共同利用支援係までお問い合わせください。
- (3) 投稿予定の原稿が15ページを超す場合は共同利用支援係まで前もってご連絡ください。
- (4)初回の校正は、執筆者が行って、誤植の防止をはかるものとします。
- (5) 原稿の提出先は次のとおりです。

東北大学サイバーサイエンスセンター内 情報部情報基盤課共同利用支援係

- e-mail uketuke@cc.tohoku.ac.jp
- TEL 022-795-3406

スタッフ便り

最近、休暇をいただいてインドネシアの大学の教員選考試験を受けるために母国のインドネシ アに帰りました。久々の帰国でした。今回私が行ったところはバンドンという街で、首都のジャ カルタからバスで4時間ぐらいのところにある街です。バンドンには、インドネシアで最も優れ た理工系大学と評価されるバンドン工科大学(ITB)があります。私は、この大学の教員になるた めの第二選考試験を受けました。第二選考試験では、第一選考試験を合格した人々に対して4日 間をかけていろいろなテストが更に行われました。基礎的能力試験をはじめ、フィジカル・メン タル両面の健康診断なども行われました。結構疲れましたが、試験会場ではほかのインドネシア 人の東北大学卒業生たちと再会することもでき、楽しい経験でした。みんなも ITB の教員になり たいのですね。さぁ、第三(最終)選考試験に合格できる東北大学の卒業生が何人いるかな〜楽 しみです。

ちなみに、ITB には東北大学の国際交流事務室(International Relation Office)があります。 この事務室を通して ITB-東北大学間の交換留学をはじめ、様々な国際的なプログラムが行われて います。東北大学と結構関係の深いインドネシアの大学ですね。更に、材料科学のための HPC セ ンターも ITB で建設される予定と聞きました。将来、サイバーサイエンスセンターと ITB との共 同研究ができたらいいなと思います。(M. A. A.)

今年の夏、仙台では 36 日連続で雨が降りました。これは、史上最長だそうで、夏休みにアウト ドアでのイベントを計画していた方にはうらめしい日々だったのではないでしょうか。せめて、 秋こそは好天に恵まれてくれることを祈るばかりです。

さて、本誌でもときどき紹介させていただいておりますが、サイバーサイエンスセンター1階に ある展示室は2010年に情報処理学会から「分散コンピュータ博物館」として認定され、一般の方々 にも公開されております。東北地区では、本センターが唯一の認定機関で、貴重な歴史的資料が展 示されていますので、ぜひぜひ足をお運びいただきますようお願いいたします。なお、公開は土日 祝日を除く午前9時から午後5時となっております。(A.I.)



SENAC 編集音	SENAC 編集部会						
滝沢寛之	水木敬明	後藤英昭	江川隆輔				
伊藤昭彦	吉田貴子	大泉健治	小野 敏				
斉藤くみ子							
編集・発行 印 刷	平成 29 年 東北大 サイバー 仙台雨番 東北大 プリン	- 10 月発行 学 ーサイエンン 青葉区荒巻 ⁴ 弓 980-857 学生活協同約 トコープ	スセンター 字青葉 6-3 沼 組合				

システム一覧

計算機システム	機種
スーパーコンピュータ	SX-ACE
並列コンピュータ	LX 406Re-2

サーバとホスト名

フロントエンドサーバ	front.cc.tohoku.ac.jp
SSH アクセス認証鍵生成サーバ	key.cc.tohoku.ac.jp

サービス時間

利用システム名等	利用時間帯			
スーパーコンピュータ	連続運転			
並列コンピュータ	連続運転			
サーバ	連続運転			
可視化機器室	平日 9:00~21:00			
館内利用	平日 8:30~21:00			

スーパーコンピュータ (SX-ACE) の利用形態と制限値

利用形態	利用ノード数 ※	実行時間制限 (経過時間)	メモリサイズ制限	-q オプション	-b オプション
通常	1~1,024	規定値:1週間 最大値:1ヶ月	60GB×ノード数	SX	利用ノード数
無料	1	1時間	60GB		f
デバッグ・	1~16	2 時間	60GB×ノード数	dobug	利田ノード粉
	17~32	24 時間		uebug	

※ 2ノード以上を利用した並列実行にはMPIの利用が必用

並列コンピュータ(LX 406Re-2)の利用形態と制限値

利用形態	利用ノード数 ※	実行時間制限 (経過時間)	メモリサイズ制限	-q オプション	-b オプション
通常	1~24	規定値 : 1 週間 最大値 : 1 ヶ月	128GB×ノード数	1.	利用ノード数
アプリ ケーション	1	なし	128GB	1X	а
会話型	1(6コアまで)	1 時間 (CPU 時間合計)	8GB	-	-

※ 2ノード以上を利用した並列実行にはMPIの利用が必用

東北大学サイバーサイエンスセンター 大規模科学計算システム広報 Vol.50 No.4 2017–10

「共同研究成果」			
周期構造の電磁界散乱特性解析	有馬 宇野	卓司 亨	1
次世代低騒音タイヤ開発に向けた高精度流体音響解析	藤阿李原野小池井部 田々石田	孝圭東拓 正俊藏晃輝弥拓隆之	6
[大規模科学計算システム] 非線形構造解析プログラム MSC.Marc の紹介			14
[報 告] 小林広明センター長特別補佐が「情報化促進貢献個人等表彰」文部科学大日 受賞しました	巨賞を		29
JHPCN 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点第9回シンポジウム報	告 江川	隆輔	30
<岩手大学グループ利用制度を利用して> 高速計算サービスの機関利用	中西 川村 福岡	貴裕 暁 誠	31
サイバーサイエンスセンターオープンキャンパス報告	小松	一彦	35
[Web 版大規模科学計算システムニュースより] 利用負担金額の表示コマンドについて(No.248)			36
執筆要項		•••••	37
スタッフ便り			38

