

iiC-HPC

Vol.14
2009

情報基盤センター大型計算機システムニュース

High Performance Computing System
Information Initiative Center

特集

*OCTA/COGNACの並列・高速化が可能にした
大規模分子動力学シミュレーションによるタイヤ材料の開発*

HOKKAIDO UNIVERSITY

ヴァーチャル空間への欲望 アルゴリズムが創造する光の幻想 No.14

空が青いというのは、地球の大気による影響であることは今日では良く知られた事実である。地球に到達した太陽光は、大気を構成する微粒子によって散乱・吸収される。このとき、波長によって散乱・吸収されるエネルギーの割合が異なるために、空の色は青く見えるのである。この現象を計算機によって再現してみた。数学的には、大気中を太陽光が通過する際の散乱光と減衰の度合いを求めるための多重積分の形で表現される。手作業によってこの計算を行うことはまず不可能であるが、計算機を使えば難なく処理してくれる。そして、その結果を画像として出力すると、美しい微妙なグラデーションのある空の色が再現される。なお、ここでは、空の色だけでなく、太陽光が山によって遮蔽されて生じる、空間中の影も再現している。また、計算機を用いれば太陽高度を変更して画像を生成することも簡単にできる。太陽高度を低く設定すれば、現実世界と同様に夕焼け空を再現してくれる。太陽高度が低くなると空の色が赤くなるのもよく知られた事実であるが、詳細は読者諸氏の知的好奇心を働かせて調査してみたい。



● 情報科学研究科
土橋 宜典

広島県出身。広島大学での卒業研究以来、ひたすらCGの研究に励み続けている。CG界における世界最大の国際会議SIGGRAPHにて、三つの論文を発表している。現在は、北海道大学大学院情報科学研究科の准教授として、CGの新たな可能性の探求を続けている。プライベートでは、音楽、特にロックを中心にブルースや、ハードロックを好む。ギター演奏も多少は行う。かつてはライブ活動も行っていたが、現在は忙しくて休止中。※表紙のグラフィックも土橋氏による。

Yoshinori Dobashi

われわれは、スパコンの現在を考えます。

Contents

ヴァーチャル空間への欲望 アルゴリズムが創造する光の幻想No.14

●北海道大学大学院情報科学研究科 土橋宜典

02



03

情報基盤センター大型計算機システムニュース 目次

特集 〈インタビュー〉 OCTA/COGNACの並列・高速化が可能にした 大規模分子動力学シミュレーションによる タイヤ材料の開発

●住友ゴム工業株式会社 皆川康久・尾藤容正

04-09



10-13

スパコン・アカデミー 第10回

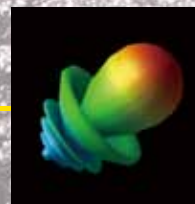
「大規模分散並列処理のための解析領域分割法」

●情報基盤センター大規模計算システム研究部門 大宮 学

連載 スパコン可視化道場

●番外編 3「放射指向特性を可視化する」

14-15



16-19

スパコンInfo

- 第7回北大シミュレーションサロン(HSS)ワークショップを後援
- 粗視化分子動力学パッケージOCTA/COGNAC並列版の先行利用サービスを実施
- 平成21年度共同研究公募を実施
- 先端研究施設共用イノベーション創出事業第2回シンポジウムを開催
- 客員研究員による利用講習会およびプログラム相談を実施
- 平成20年度第2期先端研究施設共用イノベーション創出事業
- 相談室Q&A

INTERVIEW

OCTA // COGNACの 並列・高速化が可能にした 大規模分子動力学シミュレーションによる タイヤ材料の開発

当社は、地球環境に責任を持ったグローバル企業として社会的使命を果たすために、CO₂排出削減に資するタイヤの開発に取り組んでいます。タイヤの転がり抵抗を下げる革新的な技術開発のために、北海道大学のスーパーコンピュータを活用し研究を進めています。

編集 本日は、住友ゴム工業株式会社の皆川さんと尾藤さんをお迎えして、タイヤについてのお話を伺います。ダンプでのおなじみですね。よろしくお願いたします。

皆川・尾藤 こちらこそよろしくお願いたします。

「タイヤに求められる基本性能」

編集 タイヤといえば、雪道で滑らないとか、雨でスリップしにくいとか、性能が問題になると思いますが、重要なのはどのような点ですか。

皆川 タイヤの基本性能として重要なのが止まる・曲がるに係るグリップ性能、燃費に係る転がり抵抗、それにタイヤの寿命に係る摩耗性能です。この三つの要素をバランスよく組み合わせるタイヤ性能を向上させる必要があります。今は、地球温暖化抑制の観点から、CO₂排出量の削減が重要な課題となっています。弊社では、2015年までに1990年対比で転がり抵抗を半分にすることを目標とし、タイヤの開発に取り組んでいるところです。

編集 タイヤで燃費を減らすことができるのですか？

皆川 タイヤが燃費に与える影響は、100 km/h 走行時で、およそ20%とされています。

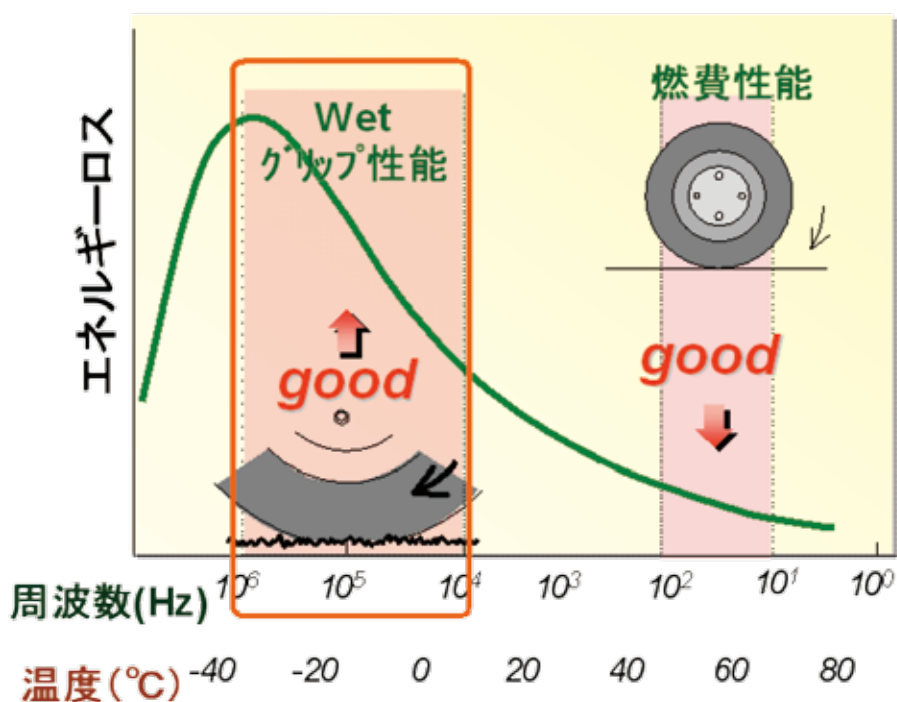
車社会の急速な発展による環境・エネルギー問題から、タイヤの燃費性能を向上させることが強く求められています。タイヤ用ゴム材料には、いまだ解明されていないことが残っており、これらを解明することで飛躍的な燃費性能の向上が可能と考えています。

編集 世界中の車の台数を考えると、タイヤで燃費が数%向上しただけでも、すごいインパクトがありますよ。それは、世界に対する貢献にもなるわけですね。具体的にどんな方法があるのですか？

皆川 我々はこれまでタイヤの走行性能（ハイドロブレーキング・氷雪性能や騒音など）をシミュレーションする『デジタルタイヤ』技術を開発し、タイヤ材料のシミュレーションができる『デジコンパウンド』を開発し、低燃費タイヤなどの開発に役立ててきました。今日お話しするのは、『デジコンパウンド』の中でも取り扱うことが難しい充填剤（フィラー）を改良する方法です。1990年代、ミシュラン社がカーボンブラックに代わるフィラーとしてシリカ（珪素化合物）も用いる手法を実用化しました。事実、タイヤの転がり抵抗が下がることが明らかになり、現在、タイヤのフィラーとして、シリカが多くの割合で用いられるようになってきました。

編集 フィラーというのはどのようなものですか？

タイヤ性能と変形の周波数



皆川 タイヤで使われているフィラーとは、直径十数ナノメートルのナノ粒子のことです。カーボンブラックやシリカ粒子などのことをそう呼びます。

ゴムの原材料である高分子とフィラーを混ぜることで、耐久性や摩耗性能などタイヤの基本特性が改善されます。また、フィラーはグリップ性能を向上

させるので、車の安全性を高めることができます。

編集 いいことばかりですね。

皆川 ただし、ゴム中のフィラーの割合を増やしすぎると、逆に、燃費性能の低下をもたらします。そこで、計算機シミュレーションを利用することでグリップ性能、摩耗性能を向上させつつ、



住友ゴム工業株式会社
研究開発本部材料プロセス部

皆 川 康 久

Yasuhisa MINAGAWA

海外旅行と写真と Mac を趣味にして、
休みの日は趣味にいそしんでいます。

燃費性能を向上させる技術を開発することが研究テーマの一つです。ここがタイヤ用ゴム材料を設計する上で最も難しい点であります。

「タイヤの研究にスパコン？ ミクロの世界で科学する」

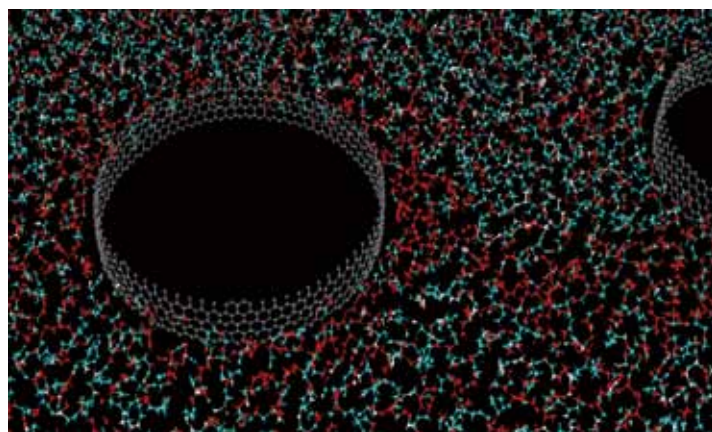
編集 研究はタイヤのどの部分を扱っているのですか？

皆川 現在取り組んでいる研究は、スパコンを駆使して、フィラーを充填すると何故エネルギーロスが大きくなるのか？その原因を特定することです。エネルギーロスを少なくすることがタイヤの転がり抵抗を下げることで、結果として燃費がよくなります。もちろん、CO₂排出量も削減できま

す。現在、フィラーの凝集構造、すなわちフィラーとポリマーの界面について詳細な検討を行っています。しっかりとつながっていれば、転がり抵抗が下がるのか？どの程度つながっていればいいのか？

編集 お話されているのは分子的なつながりですね。

皆川 そうです。分子レベルでの検討です。ゴムの性能はフィラー・ポリマー間の相互作用やフィラーの凝集構造、ポリマーの構造などさまざまな要素が複雑に絡まりあうことで発現しています。そのためタイヤ材料として要求されるグリップ性能、摩耗性能および転がり抵抗という相反性能を高次元で両立させるゴムを開発するためには、これらの要素の関係を分子レベルで解き



明かす必要があると考えています。

編集 グリップ力をよくするのか、燃費をよくするのか：両者はトレードオフの関係になっています。どちらのピークをめざしているのですか？

皆川 グリップ性能と転がり抵抗（燃費性能）に対応するゴムの周波数—応答特性が異なります。グリップ時は路面の小さな凹凸から速い周波数の変形を受けています。それに対し、転がり抵抗は定常走行時のタイヤ全体のゆっくりとした変形（低周波数）が関係しています。そのため、異なる周波数領域でのゴム分子の運動性を制御することによって、グリップ性能と転がり抵抗を同時に向上できると考えています。

編集 これまで実験的な検討はされているのですか？

皆川 もちろんです。例えば、電子顕微鏡を使用したフィラーの三次元構造などの解析があります。タイヤ変形時のフィラー挙動と物性の解析には、Spring8などの放射光を用いています。しかしながら、フィラーの構造変化の解析ができて、ゴム分子の詳細な挙動については情報を得ることができません。つまり、フィラーの構造変化に伴うゴム分子の挙動とタイヤのマクロな物性を直接結びつけた研究は困難でした。

編集 そこでスパコンの登場なのですね？

皆川 そうです。どのようにフィラー構造がゴム分子に影響しタイヤの物性を発現しているのかを詳細に解明する画期的な研究をスパコンで行っています。この手法は、実験では困難な検討を可能にします。

編集 なるほど：「タイヤの研究にスパコン？」に対する明快な回答を示していただきました。さて、カーボンブラック、シリカの次のフィラーとして何か考えていらっしゃいますか？

皆川 次世代のフィラーを探し出すことも必要ですが、現在使われているカーボンブラックやシリカに関する深い知見を得、完全に制御するための技術を確立したいと考えています。それと同時に、計算機シミュレーションに

よる設計手法を確立したいと考えています。

「スパコンが拓く タイヤの未来」

編集 スパコンを利用して、分子レベルのシミュレーションをすでに行っているのですか？

皆川 はい。パソコンやワークステーションでは計算が不可能な大きな空間領域を扱った計算を行っています。

編集 どのくらい大きな空間領域を扱っているのですか？

皆川 最大で一辺が数十ナノメートルの立方体です。しかし、この小さな空間領域でも内部に含まれる原子の数は数百万個という膨大な数になります。そして、この空間に含まれるポリマーの挙動を原子レベルでシミュレーションすると、10ピコ秒の時間発展の計算でも20日程度必要になります。グリッブに關係する時間領域がマイクロ秒のオーダー、転がり抵抗に關係する時間領域が数100ミリ秒のオーダーなので、これらの時間領域を扱うためには計算機やプログラムの性能向上だけでなく粗視化を行うことが必要になると考えています。

編集 粗視化とは？

皆川 高分子構造の連なった構造の一部分を1つの粒子として近似する方法のことです。そうすると考慮すべき粒

子の数が減るので、計算の負荷が少なくなります。ただ、あまり粗視化をしすぎてしまうと、分子構造の違いや特徴を再現できなくなってしまういます。

編集 基本的なことをうかがいますが、分子の状態を計算すると、どうしてエネルギーロスがわかるのですか？

皆川 むしろ、ゴムを変形させた時に、何故エネルギーロスが起きるのか？エネルギーロスが発生するのはポリマー部分なのか、フィラーとゴムの界面なのか、もしくはこれらがどのように複雑に關係しながらエネルギーロスを発現しているのかを分子レベルで明らかにできると考えています。そのために、北大のスパコンを活用させて頂いています。計算機シミュレーションを行うことで、実験では観察することができないポリマーの挙動を解析できるようになりつつあります。これが計算機シミュレーションを行う魅力と考えると思います。

「分子動力学パッケージ OCTA/COGNAC」 社会貢献

編集 さて、計算についてですが、COGNACと呼ばれるソフトウェアをお使いですね。

皆川 COGNACは、東京大学の土井正男先生らの研究グループで開発されたソフトマテリアルの統合シミュレ

ーションソフトOCTA(注1)に含まれているシミュレーションエンジンの1つです。

編集 OCTAには「SUSHI PASTA」か「MUFFIN」といろいろな解析エンジンがありますけど…

皆川 すべて食べ物の名前になっています(笑)。

編集 で、全体が「GOURMET」と(笑)。
皆川 計算できるスケールとその時間スケールによって、計算に利用すべきエンジンが違います。

編集 COGNACが一番小さいところまで見えるのですか？

皆川 そうです。高分子の分子構造を直接反映した計算が行える解析エンジンです。COGNACは、原子結合を考慮

した詳細な分子モデルからビーズスプリングモデルのような粗視化した分子モデルまでを扱うことができる汎用性が高い分子動力学シミュレーションプログラムです。

編集 なぜ、COGNACを選択されたのですか？

尾藤 国内で開発されたソフトということ、国内企業での利用実績も多く、OCTAのユーザーグループを通じて、ノウハウ交換などのコミュニケーションが取りやすいことが最大の理由です。さらに、機能が豊富なのも魅力の一つです。

皆川 海外製のソフトパッケージもいくつかありますが、汎用的な高速処理に力を注いでおり、使い込むために必





住友ゴム工業株式会社
研究開発本部材料プロセス部

尾 藤 容 正

Yasumasa BITO

1974年生まれ。大学で有機合成と量子化学を学んだ後、住友ゴム工業株式会社に就職し、ゴム材料に関する分子シミュレーションを担当している。趣味は写真と星を見ること。

要な機能が若干不足しております。その点、COGNACは機能が豊富であり、実用的です。高速処理が少し弱いのです。

尾藤 COGNACはオープンソースソフトウェアなので、ユーザーが改良して、高速化したり、大規模化したり、また機能追加をしたりなどが自由にできます。

編集 そこが利点ですね。企業として、オープンソースに対する貢献にはどのようなメリットがあるのですか？

尾藤 私どもとしては多くの方々に使っていただき、改良したCOGNACを北大センターの利用サービスとして発展していただければありがたいと思っています。

編集 ユーザー参加によりさらにソフト

トを改良することもありますよね。

尾藤 その通りです。多くの方に使われ、多くの方の意見を取り込んで、きちんと機能アップしていくのが理想です。

編集 そのようなソフトウェアは、そんなになさそうですね。

尾藤 ええ。黎明期はごく少数のユーザーが一生懸命使って、ソフトウェアを改良していくことで、徐々に利用者が増えるのだと思います。このような地道な活動も、企業としての社会貢献に繋がると考えています。

「産学共同研究と シミュレーションエンジンの 高速化」

編集 それで、COGNACを核にした産学共同研究を行っているのですか？

皆川 そうです。北大情報基盤センターを含め、東京大学、慶應義塾大学、防衛大学の各大学と弊社で共同研究開発を行っています。

編集 どのような研究を行っているのですか？

皆川 ゴムのエネルギーロスの機構解明について、どのようなシミュレーションを行えばよいのか、シミュレーション結果をどのように解釈すれば良いのかについて議論を行っています。

その過程で、ゴムのシミュレーションを行うためには、ナノ粒子であるファイラーを取り扱う必要があり、どうしても計算規模が巨大になるので、シミュレーションプログラムの大規模化、並列化に関しての議論が必要になりました。

そこで、防衛大学の萩田先生のご紹介で、スパコンの専門家である北大センターの大宮先生のご協力を仰ぐことになりました。

編集 北大センターはどのような研究テーマを担当しましたか？

皆川 北大センターはCOGNACの大規模化と高速化の検討を行っていただきました。COGNACはオープンソースですから、今回の成果を一般公開したいと考えています。皆さんに使っていただいて、さらに発展させていくことが重要だと考えています。

編集 北大スパコンでは期待する高速

化が実現できましたでしょうか？

皆川 スパコン性能を完璧に引き出すためのプログラムのチューニングにより、高速化と大規模化の両方が実現されました。これには、ほぼ丸1年かかりましたが、期待以上の性能を出していただくことができました。COGNACの高速化とゴム材料のシミュレーションの成果は、北大センターのサポートに依るところが大きく非常に感謝しております。

編集 具体的にどれぐらい高速化・大規模化ができたのでしょうか。

皆川 大規模化に関しては、100GBの主記憶容量を利用して1桁ぐらい、





体積になると1000倍程度になりました。高速化に関しては、単体チューニングの向上に加えて、16CPUの共有メモリ型並列化を実現し、10倍程度の並列化が実現しました。

編集 すごいですね！

「今後の計画と 北大センターへの期待」

編集 で、目標は2015年ですね？

今、2008年ですから、7年後となりますが：どうでしょうか、見通しは。

尾藤 計算速度も年々向上し、そのころには、ちょうどタイミンクよく次世代スパコン（ベタコン）が完成しています。さまざまな要素が複雑に絡まりあうことで発現するグリップ性能や転がり抵抗などの動的な特性を説明しブレイクスルー技術を開発するためにも、

ベタコンを利用した計算機シミュレーションが必要と考えています。現在の研究をベタコンに発展させるためにも、ベタコンが完成するまでナノ・サブミクロンに及ぶマルチスケール・マルチフィジックス現象についての基礎的な検討に取り組んでいきます。

編集 ベタコンというのは変な名前ですね。

尾藤 ペタ・スケール・コンピュータの略で、スパコンを上回る計算機性能を有していることを意味しています。現在の北大スパコンは5テラ・フロップスですが、その2000倍の10ペタ・フロップス、それがベタコンなんです。

編集 それでは、北大のセンターをご利用いただいて、ご感想やご希望はありますか。

尾藤 北大では、スパコンの演算ノードを1台丸ごと利用させていただき、さらに非常に柔軟なサポートをしていただきました。ジョブを流す場合だけでなく、ソフト開発においては、待ち時間や順番がなく、ストレスを感じません。

編集 寝ている間に計算とか。

皆川 実際そうしています。会社からスパコンに接続したままにして：

編集 将来的な希望はありますか？

皆川 SMPとMPIのハイブリッド並列が実現できると、複数ノードで実行できるので、さらに使い勝手がよくなるのではないかなと思います。

編集 今はできないのですか？

皆川 今はまだ：COGNACは元々並列化を前提に開発されたコードではないので、難しいようです。コードを抜本的には変更しない制約の下で、北大センターや共同研究者の皆様にも、SMP並列処理を行うことができるように改良をして頂いたところです。

編集 それで10倍ということですね。

尾藤 素晴らしい成果だと思っています。今後、更なる大規模化・高速化も考えるのであればSMPはCPU数やメモリ容量などで制限を受けますので、MPI化を検討する必要があると考えています。さらなる大規模化については、どうするべきかを、みんなで検討しているところです。

編集 共同研究のメンバーで：

尾藤 新たな研究の展開としても将来

性があります。現状困難な大規模解析も可能になると期待しています。そうすると、ゴム中で起こっているさまざまな現象がさらによく分かってくると思います。

編集 具体的な計画をお持ちなのですね。

尾藤 はい、世界中のタイヤメーカーが日々しのぎを削っていますので。

編集 それでは今日はどうもありがとうございました。身近なタイヤに関して、奥の深いお話を、分かりやすく説明していただきありがとうございます。

皆川・尾藤 どうもありがとうございます。

《用語解説》

(注1) OCTA

経済産業省(NEDO)の支援による産学連携プロジェクトで、名古屋大学(当時)の土井正男教授らの研究グループが開発したソフトマテリアル解析のための統合的なシミュレータ・パッケージ。現在、高分子関連産業界では、製品開発ツールとして普及し活用されている。UDFと呼ばれるシミュレータ間の連携データフォーマットが特長である。

知 っ て 得

第10回

す
る
!!

スパコン アカデミー

「大規模分散並列処理のための 解析領域分割法」

情報基盤センター大規模計算システム研究部門 大宮 学

SUPERCOMPUTER ACADEMY

善は急げというこ
とで、学部学生の段

かと考えます。

極的に分散メモリ型
並列処理にチャレン
ジして、研究の高度化
を実現すべきでない

スーパーコンピュータの魅力は、大
容量の主記憶装置とメモリバンド幅で
す。大容量の主記憶装置があること
で、メモリ容量をさほど気にすること
なくプログラム開発を行うことがで
きます。しかし、最近では高精度な解
析が求められてきており、数十テラバ
イトの主記憶容量を必要とするような
解析も珍しくなくなってきました。そ
のような解析では、複数のノードを利
用した分散メモリ型並列処理を実行し
ます。そのためには、メッセージパッ
シングインタフェース(MPI)ライ
ブラリを利用したプログラムの開発を
行わなければなりません。MPIラ
イブラリを利用した解析プログラムの
開発は、結構たいへんかもしれませ
ん。また、コストパフォーマンスに優
れたPCクラスタを利用して大規模
計算を行うとすると、PCはノード
あたりの主記憶容量がスパコンなどに
比較して少ないことから、非常に多く
のノードを駆使して性能を引き出す
MPIプログラムを開発しなければ
なりません。このようなことから、積

解析領域分割法

図1に解析モデル形状と解析領域分

階からMPIプログラミングの学習
を開始すべきと考え、本学工学部情報
エレクトロニクス系情報工学コース実
験Ⅱ「大規模並列処理」でMPIプ
ログラミングを実施しました。情報エ
レクトロニクス系計算機室に80台の
PCが設置されているので、それらを
PCクラスタとして利用して、分散メ
モリ型並列処理を行うプログラムの開
発と性能評価を実施しました。31名の
受講生が、MPIライブラリを利用
して、2次元平面に置かれた円筒から
の散乱波の電磁界解析ソフトウェアの
開発を行いました。学習期間は2週間
で、レポートの締切を1ヶ月後としま
した。結果は、4名が正解で、そのうち
2名が自力で作成、ほか2名は何度も
質問をして最終的に完成させました。
残り27名については、領域分割をせず
に解析のみ分散して処理を行う不完
全プログラムになっていた。結論
として、時間をかけて教育するとプロ
グラムが書けるようになるというこ
が明らかになりました。

今回のスパコン・アカデミーでは、
MPIプログラム開発で必須のスキ
ルである領域分割と派生データタイ
プについて分かり易く説明します。

割法について示しま
す。解析領域を複数の
領域に分割するときの
一般的な心得は、次の
とおりです。

(1) データ送受信容量
をできるだけ少な
くするために、断
面を小さくする

(2) データ送受信回数
をできるだけ少な
くするために、分
割数は少なくする

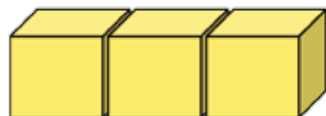
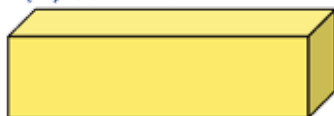
前述の(1)および
(2)は互いに相反す
る条件であり、これら
条件を同時に満足する
ような最適な領域分割
法はありません。した
がって、図1に示すように解析モデル
形状に適合させて領域分割する方法が
考えられます。

図1(1)は特定の軸方向に長い構
造であり、人体、電車、飛行機あるいは
道路などが考えられます。この場合、
軸方向に垂直に分割します。一方、同
図(2)のような平面に近い構造の場合、
2次元的に分割します。電子回路
基板や建物1階内部の解析などに対応
します。最後に、同図(3)のように全
ての軸方向に同じような寸法を有して
いるような構造では、全ての座標軸方
向に分割します。この例としては、一

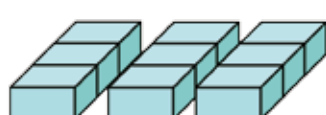
解析モデル

領域分割例

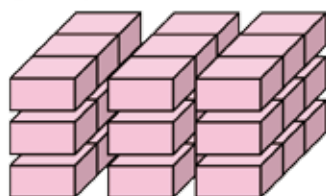
(1) 特定の軸方向に長い構造



(2) 平面状の構造



(3) 全ての軸方向の寸法が同等の構造



戸建住宅などが考えられます。

派生データタイプを利用

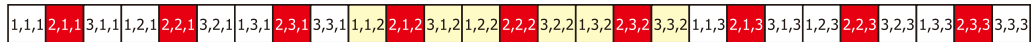
MPIプログラムでは、分割断面に
含まれるデータをMPIプロセス間
でメッセージ送受信します。その際、
通信のための付加的な処理が発生する
ので、通信回数はできるだけ少なくし
ます。図1に示す解析モデルの分割例
から必要最小限の通信回数が決定され
ますので、それ以上通信回数を増やさ
ないことが重要です。そのような目的

図1. 解析モデル形状と解析領域分割

で、派生データタイプが利用できます。派生データタイプは、基本データタイプを利用してユーザが新たに作成するデータの型です。データ型を新規に作成する際には、個数、ブロック長、ストライド、オリジナルのデータ型を指定します。これにより、配列変数に格納された飛び飛びのデータを1回で送受信することが出来ます。

図2に、 $3 \times 3 \times 3$ の3次元配列のメモリ配置と、送受信の対象となるデータの関係を示します。四角が変数に割り当てられているメモリ領域を示し、Fortranによる配列インデックスの順番に値がメモリに格納されているとします。同図は上から、 x, y, z 軸方向に領域分割した際に送受信されるデータを赤色で示しています。今、 i, j, k が2で分割されたとして、それらデータを送受信するために、表1に示すようなパラメータを利用します。ただし、表1では領域分割した結果作成された領域に含まれる配列要素数が(IE, JE, KE)であるとしています。図2(3)に示す z 軸方向に分割する場合、送受信の対象となるデータは xy 平面に含まれ、配列変数では連続したメモリアドレスとなります。このような場合でも、派生データタイプを定義しておくことと統一感のあるプログラムを作成することができます。プログラムリスト1に派生データタイプの定義方法を示します。Fortranプログラムでの定義方法

(1) x 軸に対して領域分割 ($i=2$)



(2) y 軸に対して領域分割 ($j=2$)



(3) z 軸に対して領域分割 ($k=2$)

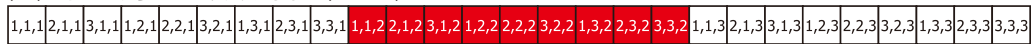


図2. 領域分割と送受信を行うデータの関係

分割方向	個 数	ブロック長	ストライド
$x (i)$	$JE \times KE$	1	IE
$y (j)$	KE	IE	$IE \times JE$
$z (k)$	$IE \times JE$	1	1

表1. 派生データタイプを定義するために使用するパラメータ

(1) x 軸に対して領域分割

CALL MPI_TYPE_VECTOR($JE \times KE$, 1, IE , MPI_DOUBLE_PRECISION, Newvec_x, ierr)

(2) y 軸に対して領域分割

CALL MPI_TYPE_VECTOR(KE , IE , $IE \times JE$, MPI_DOUBLE_PRECISION, Newvec_y, ierr)

(3) z 軸に対して領域分割

CALL MPI_TYPE_VECTOR($IE \times JE$, 1, 1, MPI_DOUBLE_PRECISION, Newvec_z, ierr)

プログラムリスト1. 派生データタイプの定義方法

Jet FDTDを利用します。解析対象は図3に示す自由空間におかれた誘電体球で、その球に平面波をあてたときの散乱電磁界を時間領域で解析します。解析領域を直方体形状のセルで離散化します。解析領域に含まれるセルの個数は $120 \times 120 \times 120$ で、解析に必要なメモリ容量は300MB程度となります。

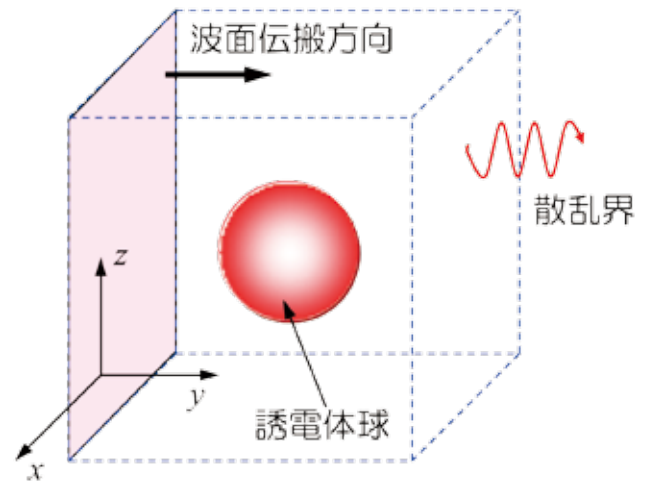
解析には本センタースパコンHITACHI SR11000モデルK1のTSS領域を利用しました。バックグラウンドでは別のジョブが実行されている環境下でベンチマークを行いました。タイムステップ数を100000として、並列処理の方法と経過時間の関係を図4に示します。ただし、並列処理でのスレッド数またはプロセス数はいずれも8としました。同図において、SMPは自動並列化による共有メモリ型並列処理、MPI(1)は全ての座標軸方向に2分割した場合、MPI(2)は y 軸方向のみを8分割した場合の結果です。いずれも経過時間は3分台であり、大きな差はありません。スパコンはメモリバンド幅、ネットワーク性能およびコンパイラなど優れた性能を有していることから、今回扱った解析モデルに関してはどのような並列化を行ってもほぼ同様な処理時間になると結論できます。なお、MPI(1)およびMPI(2)における1000タイムステップ後の電界強度分布を図5に示

MPIプログラムの作成と実行結果

ことができます。

時間領域電磁界解析法を分散メモリ型並列処理で実行します。解析には、本センタースパコンで開発を行っている

図3. 解析モデル:
誘電体球からの散乱電磁界



します。ランク（プロセス）ごとに可視化を行っているので、図面が分割されて示されています。MPI（1）は xy 平面内を図示しており、 z 軸方向に同一寸法の解析領域があります。両図は同一の結果を示しており、先に示した派生データタイプを利用して任意方向に解析領域を分割した解析が行えることが明らかになりました。

まとめ

先に示したとおり、MPI ライブラリを利用した分散メモリ型並列処理は大規模解析や、高速処理のためには必須の技術です。現在、プロセッサは

マルチコアが主流であり、それらプロセッサを利用して実現されているスパコンや PC クラスタの利用機会が今後ますます増加します。MPI ライブラリを利用した分散メモリ型並列処理プログラミングに早くから慣れ親しむことが大切であると考えます。そのため、トレーニング、開発したプログラムのデバッグ、ベンチマーク試験など本センタースパコンを活用していただきたいと考えています。

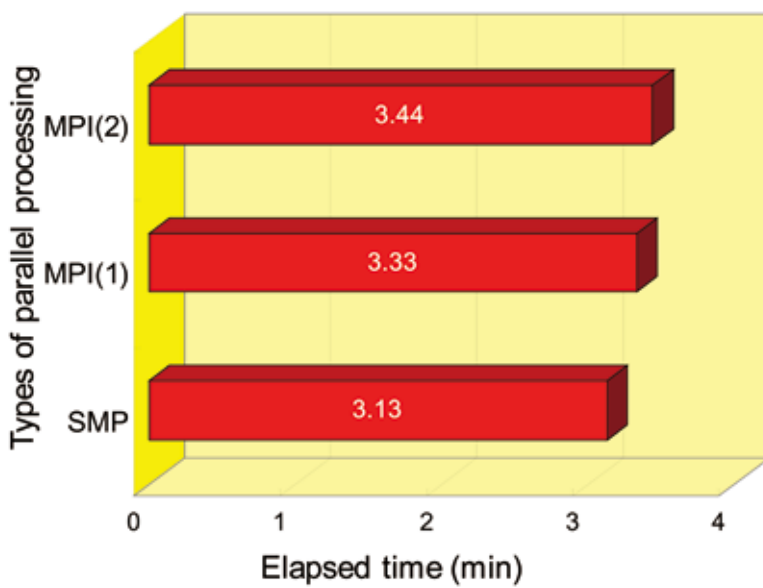


図4. 並列処理方法と経過時間の関係

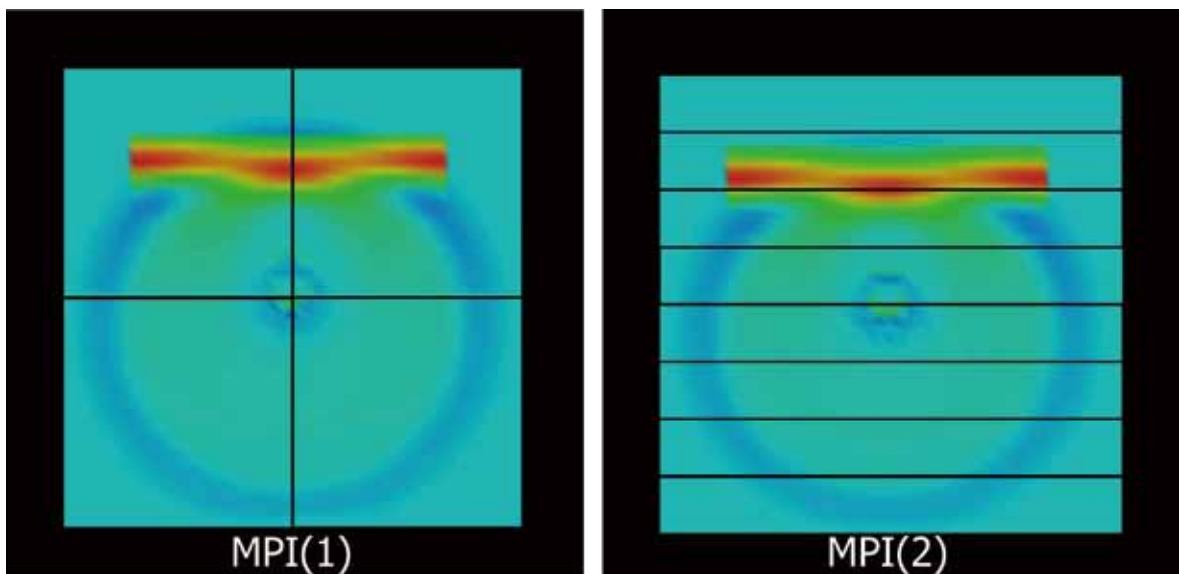


図5. 解析結果の可視化

スパコン可視化道場



放射指向特性を可視化する

可視化方法

データ作成方法と可視化手順を以下に示します。

- (1) θ 方向および ϕ 方向に等間隔で放射強度を求めます。例えば、 5° 間隔で値を計算するならば、 $\theta = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, \dots, 180^\circ, \phi = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, \dots, 355^\circ$ の組合せで、 $37 \times 72 = 2,664$ 点でのデータが得られます。
- (2) 上記(1)で計算した値をUCDデータに変換します。UCDデータは非構造型のデータで、節点(ノード)から構成される要素(セル)の集合がモデルになります。要素として4つの節点で構成されるquadを定義します。図2に示すように、互いに隣り合う節点を使用してquad要素を構成します。そのとき、節点を反時計回りに順に記述します。ファイル名を **rpattern.inp** として保存します。ただし、拡張子は必ずinpにしてください。作成されたUCDデータの例をリスト1に示します。ここまでの作業をすべてプログラムとして作成しておき、さまざまな解析結果に利用します。

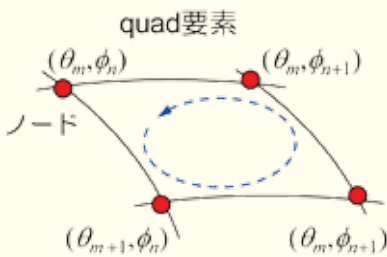


図2.UCDデータ作成のためのquad要素と節点の関係

```
#3D radiation pattern.
1
data
step1
2664 2592                                節点と要素の数
1 0.0 0.0 20.0
2 1.7 0.0 19.8                                節点の定義
...
2664 0.0 0.0 -4.0
1 1 quad 1 2 39 38
2 1 quad 2 3 40 39                                要素の定義
...
2592 1 quad 2663 2664 37 36
1 0                                節点と要素の値の個数
1 1                                節点の値の構成
Gain, dB
1 20.0
2 19.8                                節点の値を定義
...
2664 4.0
```

リスト1.UCDデータファイルの例(rpattern.inp)

可視化道場番外編では、ユーザの皆様方に是非知っていただきたい、あるいは知っている则可視化が楽しくなるような話題を取り上げます。今回の話題は、可視化システム AVS/Express バージョン7.2を利用したアンテナなどの放射指向特性を3次元形状で可視化する方法を説明します。

放射指向特性のデータ作成方法

放射指向特性とは、アンテナなどの性能評価に使われる特性量です。どの方向に、どれくらい強く電波を放射しているかを表します。例えば、テレビ電波受信アンテナでは、電波の到来方向に対して鋭い形状をした放射指向特性が望まれます。アンテナは受信と送信で同じ放射指向特性を有するので、区別せず放射指向特性と呼んでいます。一般的に、複雑な形状をしたアンテナの放射指向特性は数値シミュレーションにより求めることができます。求められるデータは極座標で定義され、それぞれの角度(方向)に対する放射強度および偏波方向です。今回の可視化道場では、アレーアンテナおよび地板付モノポールアンテナの放射指向特性の3次元可視化に挑戦します。

放射指向特性形状が複雑な10素子アレーアンテナを例にして説明します。無指向性素子が4分の1波長間隔で配置されたエンドファイアアレーアンテナの放射指向特性は次式で与えられます。

$$E = \sin\left(\frac{\pi}{2n}\right) \frac{\sin(n\psi/2)}{\sin(\psi/2)} \quad \text{ただし, } \psi = \frac{\pi}{2}(\cos\theta - 1) - \frac{\pi}{n}, \quad n = 10$$

極座標系を図1に示します。上式では θ 方向で値が変化し、 ϕ 方向で値が変化しないことから、回転対称の放射指向特性が得られます。

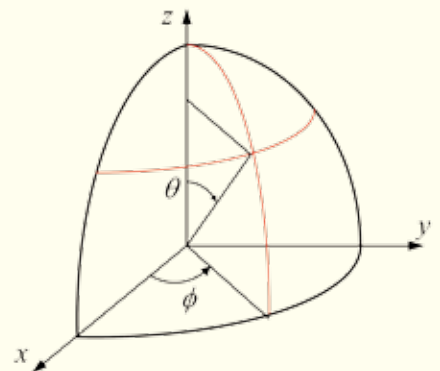


図1.極座標表示

当然のことですが、可視化結果に構造物や周囲環境を含めて表示することで、実際の利用環境と放射指向特性の関係を考慮することが可能です。角度分解能を向上する(角度の間隔を小さくする)ことで、より複雑な形状を有する放射指向特性を3次元表示することが可能です。さらに、本センターでサービスを行っている3次元(ステレオ)可視化システムと組み合わせることで、放射指向特性を立体的に見せることができるので、シミュレーション結果をアウトリーチやデモなどに活用していただけるのではないかと考えています。

なお、本内容は文部科学省委託事業「先端研究施設共用イノベーション創出事業」で本センター大型計算機システムを利用されている株式会社エイ・ジー・ティーの協力のもとで行われています。可視化に関するご質問等がありましたら、本センター大型計算機システム利用者相談室あるいは電子メール hsay@iic.hokudai.ac.jp にお問い合わせください。

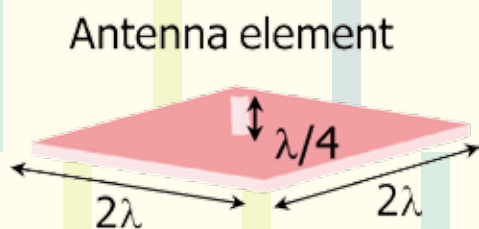


図5.有限地板モノポールアンテナ

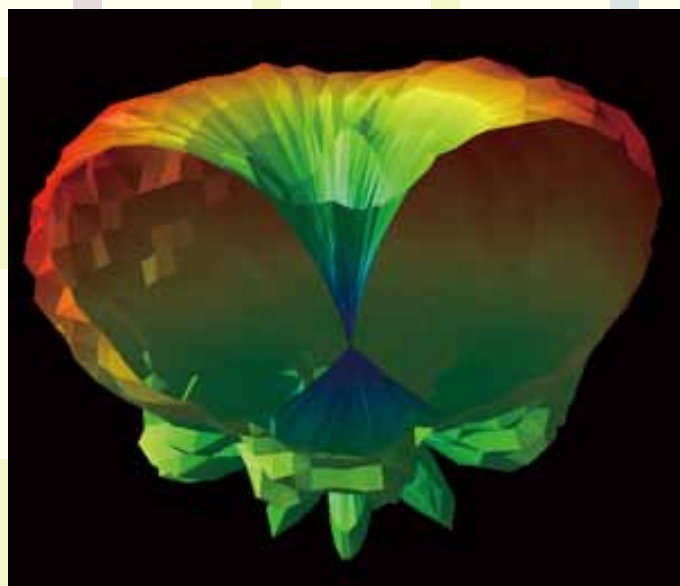


図6.数値解析で求められた放射指向特性

(3) AVS/Express Viz 7.2

を起動し、ネットワークエディタ内で図3に示すようにモジュールを接続します。モジュール Read UCDを利用して上記(2)で作成した **rpattern.inp** を読み込みます。また、モジュール **crop orthobox** は平面での指向特性を見るために利用します。最下段のモジュール **OutputImage** は指定した画像フォーマットで可視化結果を保存します。

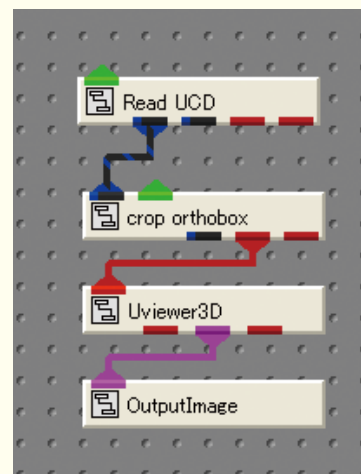


図3.UCDデータによる可視化のためのネットワーク構成

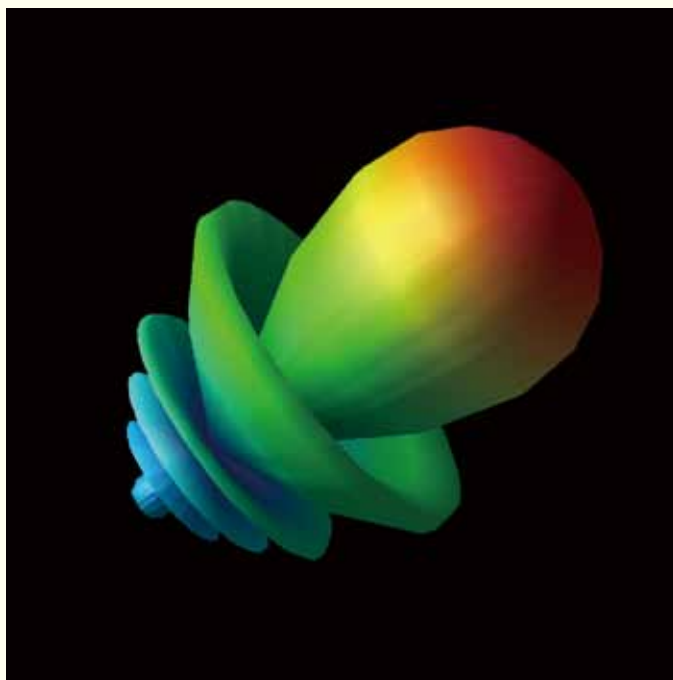


図4.放射指向特性の3次元可視化結果

図4に可視化結果を示します。ただし、節点の値をデシベルで与えています。主ローブとサイドローブの形状、それら相互関係が良く理解できる結果となっています。

次に、シミュレーションにより得られたデータを利用した放射指向特性の可視化結果を示します。図5に解析に用いたアンテナ素子を示します。有限地板上のモノポールアンテナです。地板の一辺の長さは2波長、モノポールアンテナの長さを4分の1波長とします。このアンテナの放射指向特性を本センターで開発している *Jet* FDTD を使用して求めました。可視化結果を図6に示します。先ほどと同様に、5°おきに値を求めています。また、放射指向特性の断面形状を見るために、モジュール **cut plane** を使用しました。カット面はハート形状をしていることが分かります。また、地板背面の放射指向特性もよくわかります。

北海道の共有インフラです

客員研究員による利用講習会およびプログラム相談を実施

本センター大規模計算システム研究部門平成20年度客員研究員として、(株)日立製作所に勤務されている合田徳夫さんが採用され、平成20年12月および平成21年1月にスパコン利用講習会およびプログラム相談を実施しました。プログラム相談として、ユーザが開発を行っている超並列コードの高速化支援などに取り組んでいただきました。ユーザの皆様方で、プログラムの開発および高速化で課題を抱えていらっしゃいましたら、是非ご相談ください。

アプリケーションソフトウェア利用講習会を開催

平成21年2月2日(火) および3日(水) 午後に「ENVIの基本的なデータ解析方法」と「IDLの基本的な操作方法や画像の可視化手法」と題するスパコン利用講習会が開催され、農学研究院や地球科学研究院の大学院生などそれぞれ10名および11名の参加者がありました。IDL および ENVI はリモートセンシング画像などの解析で著名な商用アプリケーションソフトウェアで、本センタースパコンで利用サービスを行っています。当日は、利用講習会用に作成された資料を利用した講義と実習が行われ、ソフトウェアの高機能性を理解し、シミュレーションや観測結果の可視化処理を修得することができました。

引き続き年度内に、可視化システム AVS/Express利用講習会「AVS Fusion Playerを利用した画像の合成」(平成21年3月10日)、MSC.Software Marc利用講習会「Marc入門トレーニング」(平成21年3月17日～19日)を企画しています。年に一度の貴重な機会ですので是非参加をお考えください。なお、利用講習会等の案内をセンターメールマガジンおよび大型計算機システムホームページで行っています。

平成20年度第2期先端研究施設共用イノベーション創出事業

平成20年度第2期先端施設共用イノベーション創出事業の本センターに5社が採択されました。戦略分野利用促進2社、新規利用拡大3社で、いずれも継続申請として採択されました。戦略分野利用促進では1年間、新規利用拡大では6ヶ月間利用していただきます。今後予定している本センタースパコンの民間開放に向けて大いに利用成果を出していただきたいと思います。採択企業等の情報および利用成果について、下記ホームページをご参照ください。

採択企業・採択課題一覧

<http://kyoyo.itc.u-tokyo.ac.jp/adoption.html>

利用成果報告書

<http://kyoyo.itc.u-tokyo.ac.jp/report.html>

先端研究施設共用イノベーション創出事業第2回シンポジウムを開催

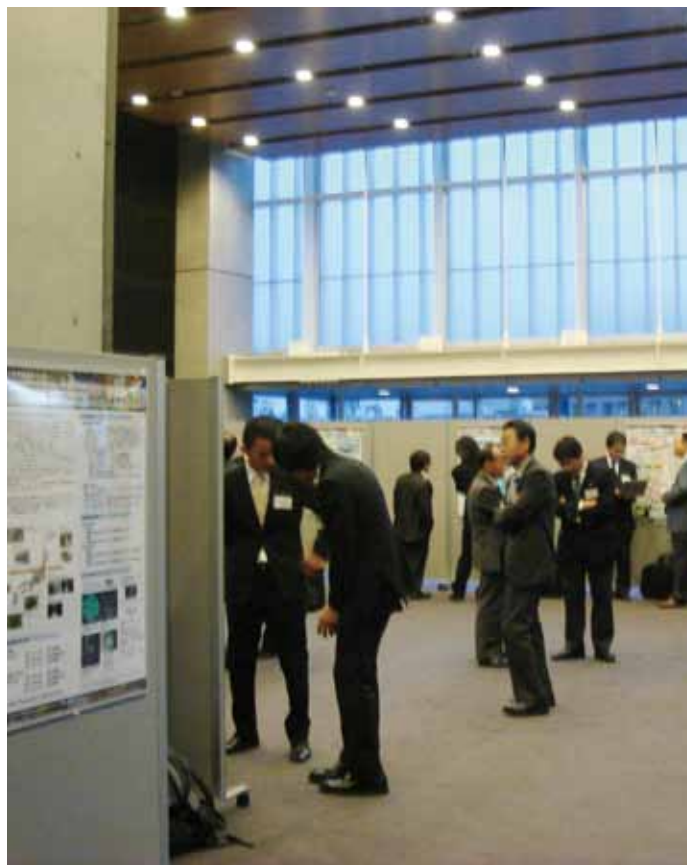
全国共同利用情報基盤センター7センターは東京大学情報基盤センターを幹事センターとして文部科学省の委託事業「先端研究施設共用イノベーション創出事業」を平成19年度から実施しています。この事業では、スパコンなどのハードウェアリソースやソフトウェア資産の提供に加え、センターが有している高度利用技術、効率的なプログラミングおよび大規模化技術など魅力的なサポートを行っています。

平成20年度分について「第2回先端的大規模計算シミュレーションプログラム利用シンポジウム」を下記のとおり開催しました。

日時：2008年10月17日(金)

場所：東京大学 武田先端知ビル 武田ホール

シンポジウムでは、企業からの報告(講演)6件、ポスター発表13件がありました。本センターをご利用いただいているすべての企業にご参加いただき、感謝申し上げます。



ポスター発表会場の様子

第7回北大シミュレーションサロン(HSS)ワークショップを後援

第7回 HSS ワークショップが平成21年2月23日(月)および24日(火)に本学創成科学研究機構大会議室において開催されました。本センターはこのワークショップの後援を行うとともに、センター所属の職員が開催に参加および講演発表を行いました。今回のワークショップは平成20年度総長重点配分経費「全国規模研究集会等の開催支援」を受けて実施されました。

第1日目は、『計算シミュレーションによる最近の研究』と題して、2件の招待講演ならびに HSS メンバーによる最新の研究成果の報告が行われました。招待講演では、東京大学生産技術研究所 大島まり先生による「循環器系のマルチスケール・フィジックスシミュレーション」、さらに独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)根岸秀世氏による「ロケット開発におけるシミュレーション技術」の講演が行われました。いずれもスケールの大きな計算機シミュレーションでした。

第2日には、『特別企画・新スーパーコンピュータ時代に向けた計算科学の教育』と題して計算科学の教育に関する招待講演と討論会が行われました。午前の招待講演には、この分野において先進的な教育を行っていらっしゃる英国ロンドン・インペリアル・カレッジ Adrian P. Sutton 先生、神戸大学 賀谷信幸先生、東京大学 中島研吾先生らによる教育事例の紹介とポイントを明らかにしていただきました。さらに、文部科学省研究振興局情報課スーパーコンピュータ整備推進室長 井上諭一氏から次世代スパコンと人材育成の基本的考え方をご紹介いただきました。午後には、「教育に関する講演とディスカッション」と題した講演・討論会が実施されました。大学、企業ならびに独立行政法人等の研究者に参加いただき、熱い議論が展開されました。詳細に関しては、HSS ホームページ(<http://hss.iic.hokudai.ac.jp/>)をご覧ください。

第7回 HSS ワークショップ講演アブストラクト集を配布していますので、ご希望の方は HSS 事務局または本センター大宮あてご連絡ください。



第7回HSSワークショップのようす

スパコンInfo ご存じですか?スパコンは

粗視化分子動力学パッケージOCTA/ COGNAC並列版の先行利用サービスを実施

住友ゴム工業(株)、防衛大学校、東京大学、慶応義塾大学および本センターが共同して、OCTA/COGNAC(http://octa.jp/index_jp.html)の並列化による処理の高速化を実現しました。OCTA/COGNACは東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 土井正男教授らの研究グループによって開発が行われているソフトマテリアル統合ソフトウェアです。本号特集記事でご紹介したように、タイヤなどに使用されるゴム材料を分子レベルで評価することが可能です。詳細に関しては下記のホームページを参照ください。

http://www.dunlop.co.jp/newsrelease/2008/2008_021.htm

共同研究グループのご好意で、本センタースパコン HITACHI SR11000/K1で平成20年10月1日から並列版 OCTA/COGNAC の利用サービスを開始しました。スパコン TSS領域およびバッチ領域で利用できます。

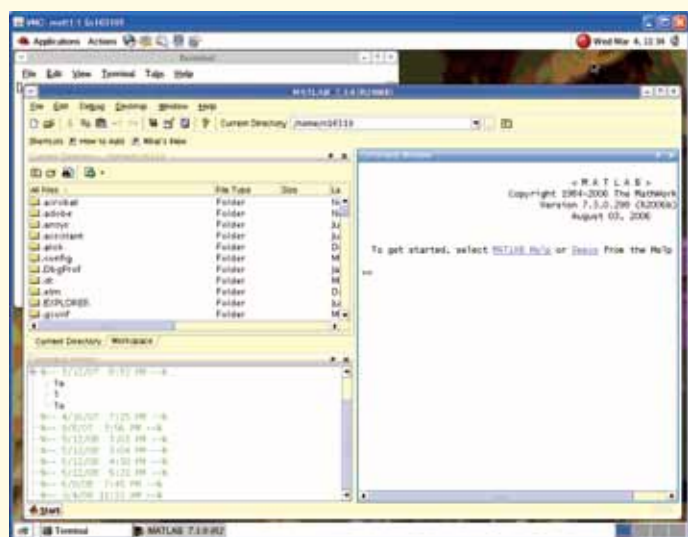
平成21年度共同研究公募を実施

本センターでは、本センターを含む8大学の共同利用施設が連携して文部科学省に申請する「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点」の目的を踏まえ、超大規模計算機と大容量のメモリ及びネットワーク等の情報基盤を用いたグランドチャレンジ的な研究と、これを推進するための学際的な共同利用・共同研究に係る研究課題を公募します。

共同研究の研究代表者(申請者)は、本センターが重点的に取り組む4研究領域(領域番号 A1~A4)とその他の研究領域(領域番号 A5)の計5つの研究領域の中から、最も適する研究領域を1つ選び、所定の様式に従って本センターに共同研究課題を申請していただきます。

- (1) 領域番号 A1 大規模計算機シミュレーション
- (2) 領域番号 A2 大規模問題解決の基盤技術
- (3) 領域番号 A3 大規模データ科学
- (4) 領域番号 A4 学術情報環境
- (5) 領域番号 A5 その他

募集期間は、平成21年3月9日(月)から同年3月31日(火)です。応募資格者、研究組織および経費などの詳細に関して、本センターホームページをご参照ください。



InterCompassでMATLABを起動した画面

Q Windowsで実行していたFortranプログラムをスーパーコンピュータにファイル転送し、InterCompassのコンパイル支援で実行したところ、ソースプログラムのほとんどの行でコンパイルエラーが出てしまう。

A ファイル転送の際に、ファイル形式をバイナリ(BINARYモード)に指定したことが原因です。MS WindowsとUNIX等ではテキストファイルの改行コードが異なります。バイナリ転送では、改行コードがMS Windowsに対応したものとなっています。MS Windows OSの改行コードは16進数で“0d0a”(CR+LF)で表されます。一方、UNIX OSの改行コードは“0a”(LF)です。バイナリ形式で転送すると“0d0a”→“0a”の変換が行われません。このファイルに対してコンパイルを行うと、改行コード“0d”を不当な文字と判断して、コンパイルエラーとなります。プログラムをテキスト形式(ASCIIモード)で転送することで“0d”は除去され、スパコンでアスキーファイルとして利用できます。

Q ホスティング/プロジェクトサーバの利用の更新について、利用者番号の継続利用申請をするとこれらのサーバも自動的に継続されますか。それとも別に更新申請をする必要がありますか。

A ホスティング/プロジェクトサーバの継続申請は大型計算機システムの継続申請とは別に必要となります。毎年1月～2月にかけて大型計算機システムの継続申請書を有効な利用者

番号を持つ利用者にお送りしていますが、これとは別に3月中旬にホスティング/プロジェクトサーバ利用継続申請書を送付します。必要事項を記載の上、返送してください。ただし、前もってまたは同時に大型計算機システム利用継続申請が行われている必要があります。また、利用継続申請が行われなかったときは、4月以降ご利用いただけなくなりますので、3月中にファイルのバックアップなどを行ってください。

Q <http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~ユーザ名>でホームページの公開を始めたのですが、このユーザ名の部分を利用者番号ではない別の名称(例えば/~myhome等)に変更することは可能でしょうか。研究業績を広く世の中に発信することが求められており、上記のような変更ができればより望ましいです。

A ホームページ公開サービスは大型計算機システムの基本サービスのひとつで、利用承認の際に発行される利用者番号により利用者自身で公開情報の管理を行っていただいています。この利用者番号に別名を付与する運用は行っておりませんので、今回お寄せいただきましたご要望には対応できません。ただし、ユーザが独自の名称を設定してホームページの公開を行いたい場合、大型計算機システムの付加サービスのひとつであるホスティングサーバの利用をご検討ください。ホスティングサーバを利用する場合、サーバ1台につき年間18,900円の利用負担経費が発生します。このサーバを利用して公開できる名称をユーザが自由に決めることができるので、研究室や研究グループでご利用いただけます。ホスティングサーバ利用の詳細について、本センター大型計算機システムホームページ[ホスティングサーバ/プロジェクトサーバ]をご参照ください。



- Q** (1) InterCompassを利用してアプリケーションサーバ malt2でMATLABを実行しようとしたが、InterCompassの[MATLAB]ボタンが有効になっていない。
- (2) Web上で公開されているMATLABのToolboxをアプリケーションサーバで利用することは可能か。

A (1) InterCompassの[MATLAB]ボタンを有効にするには以下の手順によります。

- ①本センター[大型計算機システム]のページの[ブラウザからアプリケーションサーバの利用]をクリックすると、InterCompassが起動される。ユーザID/パスワードを入力して、ログインする。
- ②「SelectServer」ボタンの右側の「SelectTool」ボタンをクリックする。
- ③malt2のMATLABを「Unavailable」から「Available」に変更して、「OK」をクリックする。
- ④画面右側のサーバ名のツリー表示の(e.g.malt2)をクリックする。
- ⑤以上の操作により、**MATLAB** ボタンにアクセス可能になり、このボタンをクリックすると数十秒後にMATLABがInterCompass内で起動する。



InterCompassでアプリケーションソフトウェアを利用可能にした状態

他のサーバ malt1、malt3でも同様の操作で、InterCompass から MATLAB を利用することが可能になります。

(2) インターネットで公開されているToolboxファイルなどをユーザホームディレクトリあるいはユーザの任意ディレクトリにファイル転送します。次に、MATLABメニューバーの[File]→[SetPath]でToolboxを保存しているディレクトリを指定することで、ユーザが管理するToolboxが利用可能になります。

相談員プロフィール



宇田川 佑介 大学院環境科学院

火曜日 15:00~17:00 担当

こんにちは。環境科学院、大気海洋物理学・気候力学コース博士後期課程2年の宇田川と申します。利用者相談室火曜日の後半を担当させて頂いています。私は南大洋(南極海)の大気変動や海水変動といった気候変動のメカニズムについて研究を行っています。研究では大気大循環モデル(AGCM)を使うことがあり、その計算の際に情報基盤センターのスーパーコンピュータを使わせて頂いております。本格的にスーパーコンピュータを使い始めたのは最近で、まだまだ勉強不足ですが、ご質問には誠心誠意対応させて頂きます。どうぞ気軽に利用者相談室をご利用下さい。よろしくお願い致します。



行方 大輔 大学院理学院

木曜日 13:00~15:00 担当

毎週木曜日の13~15時を担当している理学院・宇宙物理学研究室の行方です。私は、円盤銀河中心核近傍にある大質量ガス円盤の進化を数値流体シミュレーションを用いて研究しています。シミュレーションには、本センターのスーパーコンピュータHITACHI SR11000/K1を使用させて頂いています。スーパーコンピュータの使用経験は2年半ほどで、相談員の仕事は1年半ほどさせて頂いています。スーパーコンピュータに関する知識はまだまだ不足していますが、皆様の相談に全力で答えて参りたいと思います。今後ともよろしくお願い致します。



●メールマガジン講読のご案内

本センター大型計算機システムに関するさまざまなお知らせ(運用予定、利用講習会、講演会案内、トピックス)、また、利用法に関するヒントをメールマガジンでお届けしています。メールマガジンを講読されるためには登録が必要です。下記ホームページで登録または削除を受け付けています。本センターの利用登録の有無に関わらず、メールマガジンの講読が可能(無料)ですので、この機会には是非登録されてはいかがでしょうか。
メールマガジンの登録または削除 <http://mag.hucc.hokudai.ac.jp/>



●スパコンのための情報サービス一覧

情報サービス	内 容
利用 者 受 付	スパコン利用のための登録・総合情報 TEL 011-706-2951
利 用 講 習 会	使い方・プログラム講習 http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~a10019/kosyu/kosyukai.html
利用者相談室	プログラム相談 http://www.hucc.hokudai.ac.jp/support.html TEL 011-706-2952
メルマガ情報	さまざまなスパコン情報の速報 http://mag.hucc.hokudai.ac.jp/
技 術 情 報	スパコンの使い方・技術情報 http://www.hucc.hokudai.ac.jp/20060105new_hop.html
iic-HPC	大型計算機システムニュース、その他ダウンロード http://www.hucc.hokudai.ac.jp/koho_syuppan.html 大型計算機システムニュース郵送申し込み http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~a10019/iic-HPC/

●編集後記

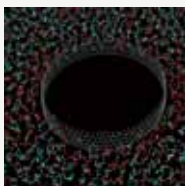
iic-HPCニュース14号をお届けします。本号は、住友ゴム工業株式会社研究開発本部材料プロセス研究部皆川康久氏、尾藤容正氏に本センターにお訪ねいただき、タイヤに関する研究の現在についてお話を伺いました。タイヤに求められる能力と、燃費を始めとする経済の問題の合間を縫って、タイヤの科学は大型計算機による分子レベルのミクロの世界での戦いを続けていました。

●次号の特集予告

次号からは、編集体制が一新され、本センターニュースもリニューアルされます。これまでの購読に感謝するとともに、今後にご期待ください。計算機シミュレーションの最前線をお伝えしていきます。

●本誌へのご意見をお聞かせください。

連絡先: kyodo@iic.hokudai.ac.jp
北海道大学情報基盤センター共同利用担当 TEL 011-706-2956 FAX 011-706-3460
iic-HPCニュースはインターネットからダウンロード可能です。
URL http://www.hucc.hokudai.ac.jp/koho_syuppan.html



..... iic-HPC第14号

編集・発行: 北海道大学情報基盤センター全国共同利用委員会システム利用専門委員会

●水産科学研究院	藤 森 康 澄	●理学院	見 延 庄 士 郎
●情報基盤センター	大 宮 学	●工学研究科	萩 原 亨
●情報基盤センター	長 野 督	●農学研究院	谷 宏
●文学研究科	樽 本 英 樹	●北見工科大学	桜 井 宏

