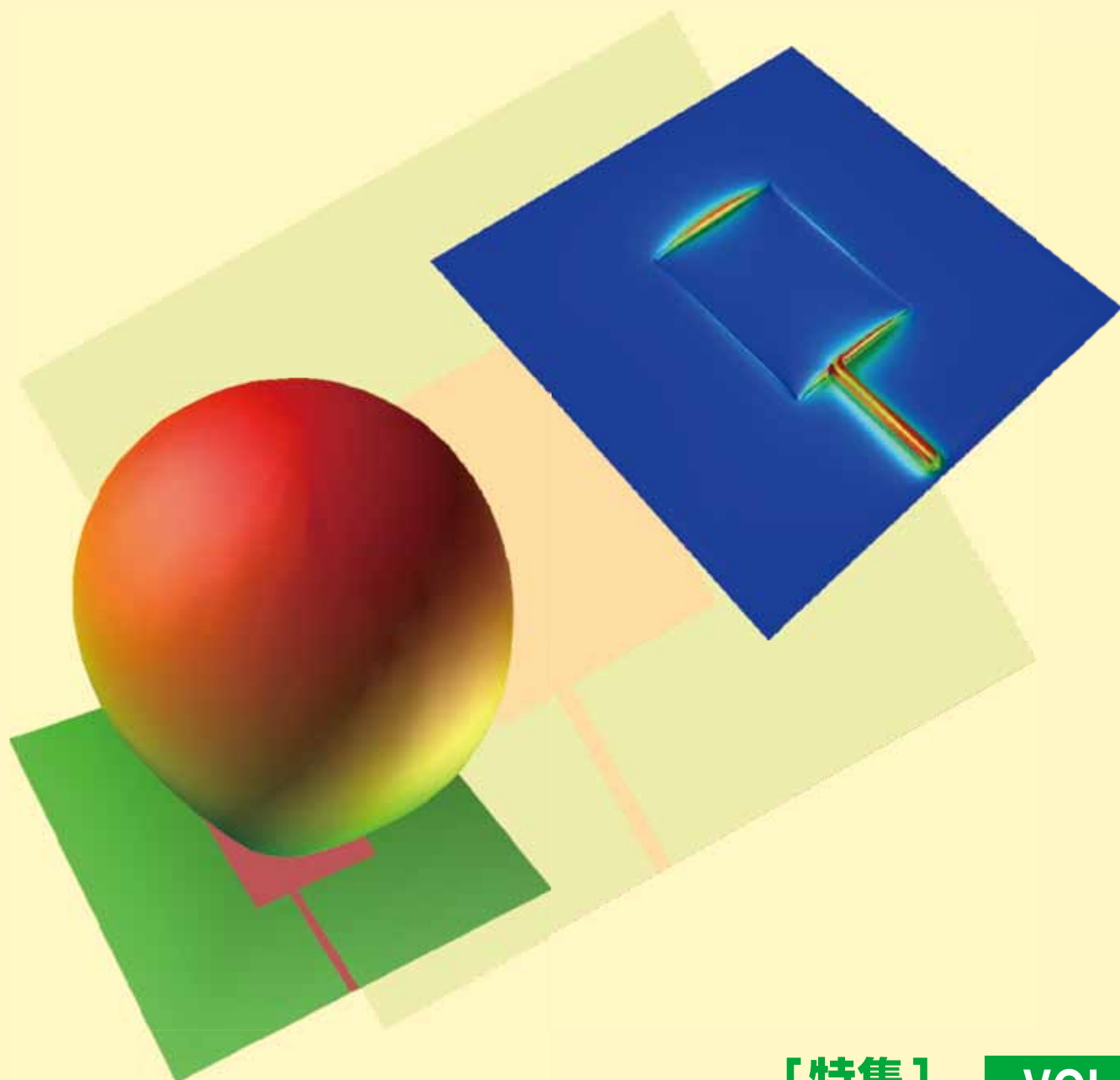


HOKKAIDO
UNIVERSITY

iiC-HPC

北海道大学情報基盤センター大型計算機システムニュース



【特集】

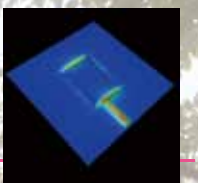
スパコンを活用した 道内4高専の 地域産学連携の取り組み

VOL.
21
March
2011

Contents

表紙CGの解説

2



情報基盤センター大型計算機システムニュース
目次

3



特集 《インタビュー》
「スパコンを活用した道内4高専の
地域産学連携の取り組み」

● 苫小牧工業高等専門学校
村本 充

4-9



10-13

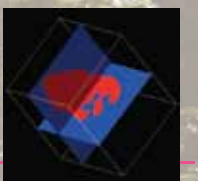
スパコン・アカデミー
第17回
「遺伝的アルゴリズムによるパラメータサーベイ」
● 情報基盤センター大規模計算システム研究部門 棟朝雅晴



連載
スパコン可視化道場

● 番外編 10
「AVS/Expressを利用したSTLデータのポリウム化」

14-15



16-19

スパコンInfo
● JHPCN拠点共同研究シンポジウム（第2回）の開催について
● 民間企業等のスパコン有償利用サービスについて
● 公募型共同研究（平成23年度）の課題募集について
● 客員研究員によるスパコン利用講習会およびプログラム相談について
● 第9回北大シミュレーションサロン・ワークショップの後援について
● AVS/Expressのバージョンアップについて
● Q&A



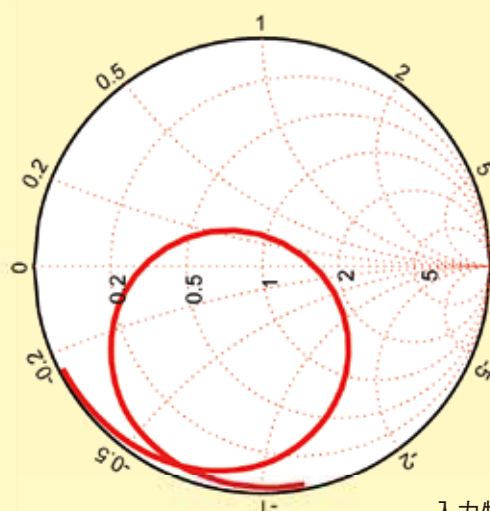
入力データ

```
# Dielectric substrate
box 18 20 20 20 360 360 3
# Ground plane
pcp 3 20 20 20 360 360 0
# Microstrip patch element
pcp 3 140 120 23 120 160 0
# Microstrip line
pcp 3 171 20 23 8 101 0
# Feed point
pcp 2 173 20 22 4 0 1
pcp 2 174 20 21 2 0 1

# Analysis of input characteristics
imp 1

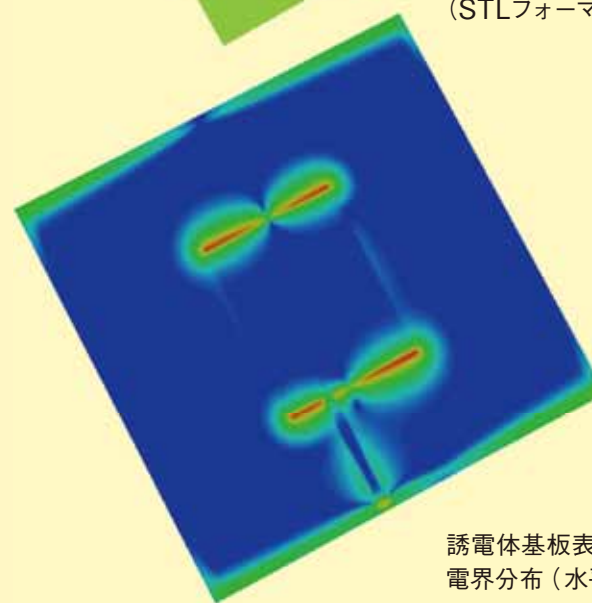
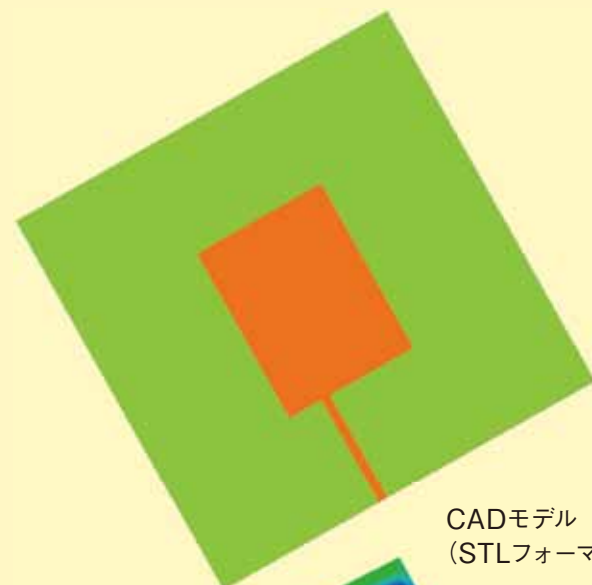
spa 400 400 43
cel 0.4D-3 0.4D-3 0.4D-3
exs 1 0 0 3 175 20 20 50
frq 2.0D9 2.0D9
tms 50001

# Analysis of radiation patterns
rpn 1 30 10
frq 1875.6D6
tms 50 10
```

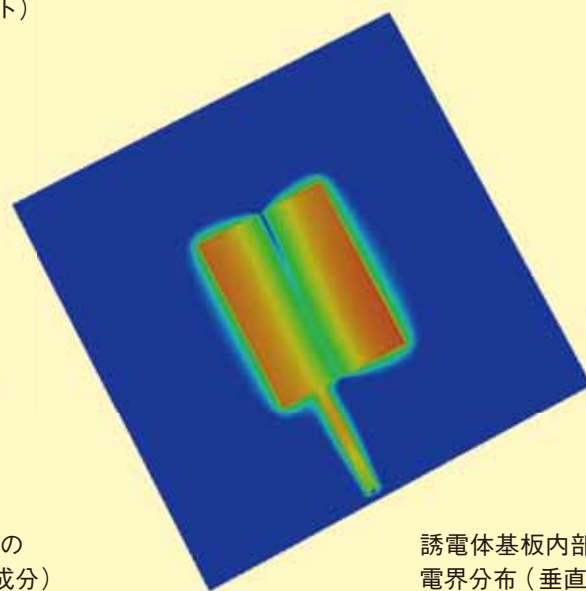


入力特性

CADモデル
(STLフォーマット)



誘電体基板表面の
電界分布（水平成分）



誘電体基板内部の
電界分布（垂直成分）

特集記事で紹介する道内4高専との共同研究に関連して、苫小牧高専 村本先生とともに取り組んでいるアンテナなどのマイクロデバイス設計ツールの構築では、本センターで提供しているJet FDTD-IIをより使いやすくするためのユーザインタフェースの開発を行っています。

入力データとして左側リスト内に示すキーワードとパラメータを設定するだけで、スパコンによるシミュレーションを実行することができます。シミュレーションによって得られた代表的な結果を表紙とこのページに示しています。

スパコンや解析手法に関する知識がなくとも、スパコンを活用した製品開発や特性評価を行うことができます。地域産学連携のツールとしての利用を期待しています。

【表紙図面】

誘電体基板上的電流分布と3次元放射指向特性
背景は解析モデル



Interview with Mitsuru MURAMOTO

苫小牧工業高等専門学校

准教授 村本 充氏 インタビュー

スパコンを活用した 道内4高専の地域産学連携

道内4高専は、ネットワークを利用した遠隔地域からのスパコン活用を推進することで、地元企業に対して、数値シミュレーションによる技術的課題への貢献が可能な知的クラスタの創成を目指しています。

の取り組み

Interview

High Performance Computing System

——本日は苫小牧工業高等専門学校を訪問しています。センター公募型共同研究でスパコンを利用した先端の数値シミュレーション研究を推進されている道内高専研究グループの代表を務められている村本先生にお話を伺います。よろしくお願いします。

村本 よろしくお願ひします。

——センター公募型共同研究では、スパコンを利用した研究開発に応募していただきました。非常に期待している連携協力で、スパコンの民間活用に直結すると考えています。それでは、共同研究の計画をご紹介します。

村本 高専は道内の地元企業とりわけ中小企業に対するいろいろな支援活動に力を入れています。それぞれの高専には「地域共同テクノセンター」があり、例えば、共同研究や技術相談の実施、講演会やセミナーの開催、技術者の人材育成などの事業を実施しています。また、高専には「協力会」という組織があり、地元産業界と緊密な協力関係を形成して、高専と地元企業が相互にサポートし合う体制が確立されています。高専側は、インターンシップの受入支援のほか、卒業研究の学外発表会の開催など教育・研究の充実に関して支援を受けています。

そういう中で、地元企業の方々に、北大情報基盤センターのスパコンを企業も利用できるようになったという話をお伝えする機会がありました。しかし、地元企業の方からは、スパコンを使って何ができるかわからない、あるいは、使いたくてもどうしていいかわからないということでした。このことをきっかけにして、高専がスパコン利用の仲介役を務めて、地元企業のお手伝いができないかと考え始めました。

しかし、残念ながら、高専ではスパコンを利用して大規模な演算を行う研究はほとんど行われていなかったと認識しています。そこで、自分たちの住む北海道にスパコンがあることを学内で広く紹介し、またスパコンは気軽に使うことができるんだということを多くの先生に知ってもらおうということも目的としています。そういったこともあり、スパコンに興味を示した先生方には今回の共同研究の研究分担者に加わっていただくことにしました。スパコンを利用することで、これまでの研究を加速できたり、さらにレベルの高い研究に発展させることができれば、とても素晴らしいことだと思っています。

PROFILE



村本 充 准教授

Associate Prof. Mitsuru MURAMOTO

独立行政法人国立高等専門学校機構
苫小牧工業高等専門学校
理系総合学科

北海道大学大学院工学研究科博士課程修了。電気メーカで無線機器の研究開発に従事した後、2002年より苫小牧高専准教授。小形アンテナの研究の他、無線機器等のファームウェア開発を行う。また、高専の自学自習教材開発プロジェクト代表を務め、eラーニング教材の開発にも積極的。

繰り返しになりますが、今お話しした2点、つまり、高専におけるスパコンを利用した高度な研究を推進することと、道内中小企業がスパコンを利用した研究開発を行う場合の支援体制を整備することが今回の共同研究の目的になります。この目的を達成するために、道内4高専の複数の研究者が、スパコンを利用した研究をいくつか実施します。将来的には、高専研究者の先端的研究の推進が発端となって、産学連携のコンソーシアムが形成されたり、地元企業における高度な研究開発が行われるようになり、地域産業の発展に寄与できればと考えています。

——そのとおりですね。いまのお話と関連して、地元企業との協力がどのような活動をされているのか、どの程度の企業が参加されているのか、これまでにどのようなことで連携されているのかをお話いただけますか。

村本 苫小牧高専の場合を例にお話します。現在、苫小牧高専協力会には、苫小牧市とその近隣地域の約100社ほどが企業会員として加入しています。協力会からは高専の教育・研究に対する財政的支援が行われていて、その研究成果は、研究助成成果・教職員研究シーズ発表会で報告しています。この発表会では企業の方が技術的なことで今困っていることを気軽に相談できるよう技術相談コーナーを設けており、そこから共同研究に発展することもあります。交流会では、高専教職員と協力会会員との交流だけでなく、地元産業界同士の交流も活発に行われていて、地域社会の活性化と発展に繋がることを期待しています。

具体的な活動事例として、高専等を活用した中小企業人材育成事業について説明します。苫小牧近郊には自動車関連産業が密集しています。苫小牧高専が有する設備やノウハウと、先進的な自動車関連産業における幅広い技術・人材育成のノウハウを結びつけることで、問題解決手法を提案する能力を有した若手技術者を育成することを目的としています。

もう一つの事例として共同教育を紹介します。本校では学術交流協定を締結しているニュージーランドの国立高等教育機関であるEITに毎年学生を派遣していますが、単なる語学研修ではなく、実践的テーマによる国際産学連携CEという形で実施しています。CEはCollaborative Educationのことで、学校と地元企業とEITの三者連携による共同教育・連携教育を意味します。派遣に同行する地元企業の技術者は協

力会の加盟企業に協力をお願いして決定しています。この派遣に地元技術者が参加することは、技術者の視点での学生指導のほかに、地元企業に向けた成果報告を通して地域活性化の一助にすることも期待しているところです。

——企業の方々が高専に期待していることとして、人的リソース、技術コンサルティング、また一緒に製品開発あるいは研究開発などでしょうか。

村本 そうですね。ただ、協力会に加盟するすべての企業と共同研究などの具体的取り組みを行っているわけではありません。協力会に加盟する企業同士の情報交換や連携など、協力会に加盟することで得られることはたくさんありますので、高専を核として、地元企業同士のつながりが強固になることを期待しています。

——協力会に入っているのは、主に苫小牧地区の民間企業さんですか？

村本 苫小牧地区の中小企業は多いですね。建設業や製造業が多いですが、卸・小売業やサービス業、運輸通信業、電気ガス供給業、印刷業などいろいろな業種の企業に加盟してもらっています。例えば、製造業といっても、食品生産業、紙・パルプ製造業、自動車部品、化学工業、機械製造修理業、輸送機器製造業など本当にさまざまです。

——そのような活動の中で、民間企業さんでスパコンを研究開発に取り入れようとする動きはありますか？

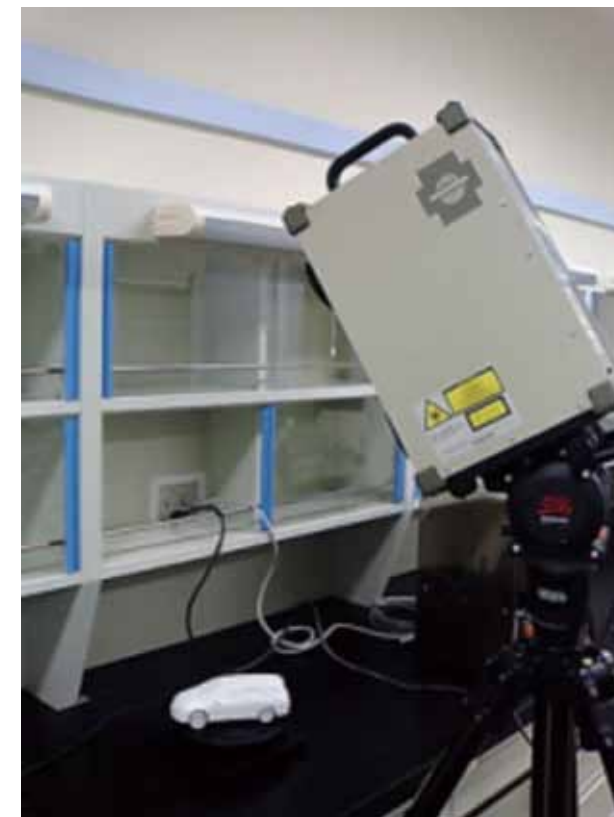
村本 簡単に使えるのであれば使ってみたいという要望はありました。ただし、スパコンで何ができるのかがわからなかったり、実際に使おうとしても、スパコンを使いこなすようになってところまで技術者を教育する余力がないと思うのです。ですから、その辺を高専の教員がサポートできればよいのではないかと考えています。

——民間企業さんは、自社開発プログラムを持たないで、商用アプリケーションを使うことが多いと思います。それだと経費がかかるし、高性能な計算機を用意しなければならないなど、課題が多いように思います。高専の先生方

に期待する点は、業務にマッチしたソフトウェアの整備やユーザインタフェースを含めたソフトウェアの使い勝手を向上してもらいたいなど、こまごまとした要望もあるのではないかと思います。それらに高専の先生方が対応し、スパコンの使い方も含めて技術提供できる、サポートできるという体制が今後期待されていると思うのです。私どもセンターのようなスパコンサービスを行っているところと民間企業さんが距離的に、気持ち的に離れているのを、少しでも縮めるような役割を高専が果たしてくれるのではないかと期待しているところです。

さて、高専の先生方がスパコンを使った研究開発を行うということで、自らの研究も発展させようということですが、どの程度の研究者がいらっしゃいますか。

村本 スパコンを使って研究を行っている研究者は数名程度だと思います。しかし、今回の共同研究をきっかけにその数は今後増えていくと思います。というのも、今回の共同研究の申請をするにあたり、8名の研究者が研究分担者として手をあげてくれました。その後、共同研究が始まってから研究者がどんどん加わっていき、現在総勢17名がスパコンを利用した研究を始めている、あるいは、準備をしている状況です。興味は持っているけれども、今はちょっとという研究者もまだまだいると思います。



3次元デジタイザで実在物（ブラモデル）をモデル化する様子

——スパコンを活用した先生ご自身の研究内容や成果についてご紹介いただけますか。

村本 通信用アンテナに関する研究を行っています。電磁界解析には北大で開発された高精度・高速シミュレータ“*Jet FDTD*”を利用しています。高精度な結果を得ようとする大規模な演算が必要となり、PCで動作する市販のシミュレータでは計算できないのですが、スパコンを利用するとメモリ容量を気にすることなく大規模な演算が可能なので大変便利です。ただ、計算モデルの作成に莫大な手間隙がかかる問題があり苦労しました。

——その問題をどのように解決したのでしょうか？

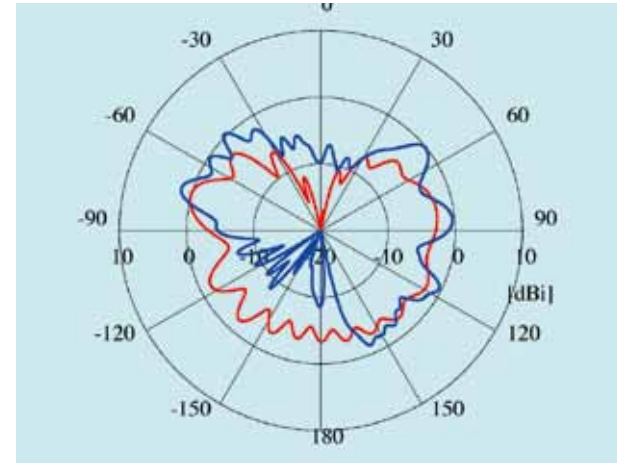
村本 車体に取り付けたアンテナの特性を計算したことがあります。そのときは、リバースエンジニアリングの技術を応用し、3次元デジタイザを用いて、実在物をそのまま数値モデルに変換する方法を提案しました。これを実現するためのデータ・コンバータを開発し、実在物の数値モデルを数十分程度の作業で

完成させることができるようになりました。

また、現在は次世代通信基地局用アンテナの設計を行っていますが、入力データの作成手順が煩雑だと解析モデルの設計ミスにつながります。そのため、現在、“*Jet FDTD*”をサポートするGUIアプリの開発を進めています。大規模解析の前処理と後処理そして解析実行制御をPC上のアプリで簡単に行うことができれば、操作性は飛躍的に向上して、スパコンをあまり意識することなく、PCでは取り扱いが困難であった大規模・高精度・高速計算要求を解決することが可能となります。

——今はちょっと、という先生方は、どういう状態なのでしょう。それはまだ、ほかにやることがある？あるいは、実際に解析するまでにはまだ至っていないとか…

村本 近年、市販のシミュレータは高機能で使い勝手がよいこともあり、多くの場面で活用されています。現在の課題解決のための解析が、PCで実行できる範囲であれば、スパコンを利用しようという考えに至らないのかもしれませんが、しかし、より高度で大規模な



車体に取り付けた地上デジタルアンテナの放射特性
(青線は高精度解析、赤線は近似解析)
車体形状を正確にモデリングした高精度解析と、車体を単純な直方体とした近似解析では結果が異なっていることがわかります。

解析が必要になってくると、スパコンを利用しなければ解決できない場面に出くわすことも考えられます。

——多くの先生方にご参加いただき、少しでも研究成果に結び付ける事例ができればと期待しています。

村本 先ほど説明したように、17名の研究者がスパコンの利用を始めています。研究分野も多様で、たとえば、「化合物半導体単結晶成長に関する熱・物質移動解析」、「構造物に作用する流体力の解析」、「結晶塑性有限要素法による金属材料の塑性加工解析」、「磁気浮上装置のモーション解析」、「すき間を通る流れに及ぼす垂直噴流の影響に関する数値解析」、「FDTD法による誘電体多層膜中の電磁波解析」などです。

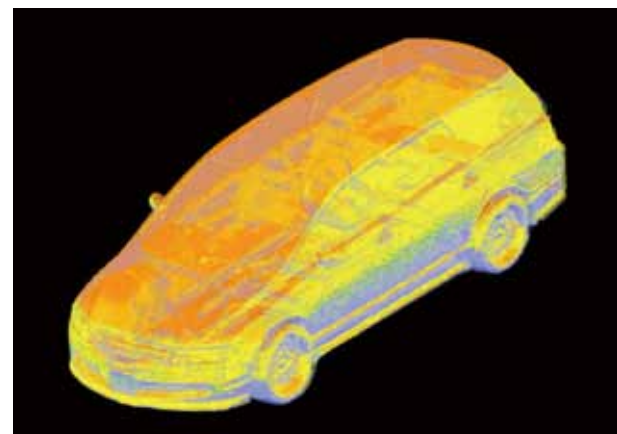
地元企業の方からスパコンを使ってみたいという話があったときに、適切なアドバイスをするためには、高専の研究者が日頃からスパコンを活用していることが前提になってきます。今回の共同研究を通して、スパコンが気軽に利用できることを高専内に宣伝できると思いますので、今後、スパコンを利用して研究の高度化を行いたいと考える研究者が増えるのではないかと期待しています。

——それはいい考えですね。本日、スパコン支援で講習会を開催させていただきましたが、いかがでしたでしょうか。

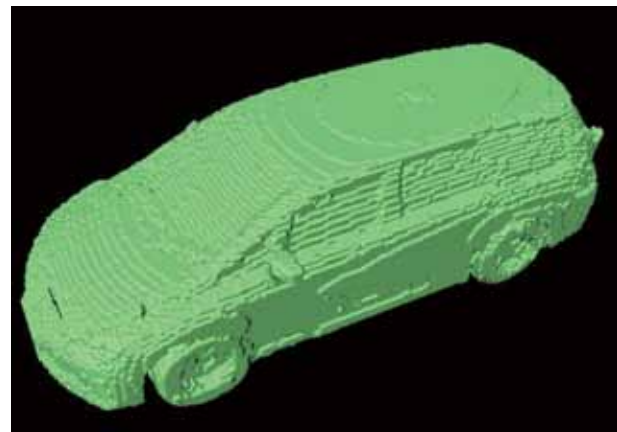
村本 わかりやすく教えていただきありがとうございました。今まで考えていたスパコンのイメージというのは、並列計算をさせるために何か特殊な記述をしなければいけないと思っていましたが、従来のワークステーションとほとんど同じように利用できるとわかりました。並列化についても、コンパイルオプションをつけるだけである程度の並列化ができるようですから、本当に簡単に、気軽に使えるんだということがわかりました。

——そういう風に言ってくれただけで、来たかいがあります。ぜひ今後もスパコンをご活用いただけるよう、期待しています。今日はどうもありがとうございました。

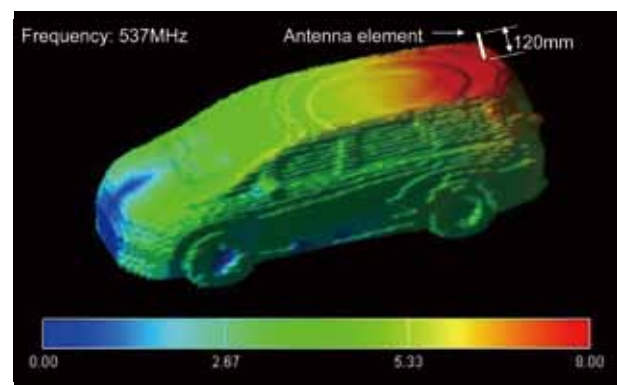
村本 こちらこそ、ありがとうございました。



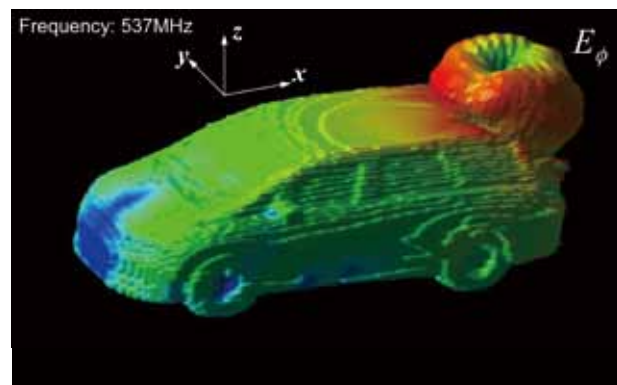
3次元デジタイザで取得したCADデータ（車体の内部構造も含まれる）開発したコンバータを利用してFDTD解析モデルに変換します。



Jet FDTD用数値モデル



表面電流密度分布



車体モデルとともに放射指向特性を表示



苫小牧工業高等専門学校

昭和39年4月に1期生を迎えた。機械工学科、電気工学科（現在、電気電子工学科）および工業化学科（現在、物質工学科）の3学科でスタートした。その後、土木工学科（現在、環境都市工学科）、情報工学科が増設され、現在の5学科体制となっている。平成15年度には専攻科が設置された。

第17回

知って得する!!

スパコンアカデミー

Supercomputer Academy

遺伝的アルゴリズムによるパラメータサーベイ

情報基盤センター大規模計算システム研究部門 棟朝 雅晴

スパコン上でシミュレーションを行うとき、その入力パラメータをどのようにして決定しておりますでしょうか。経験に基づいて適切と思われる値を設定する、ある値の範囲から適当にいくつか選んで設定する、あるいは、一定間隔でいくつかのパラメータを試す、など様々な方法が考えられますが、最適な結果を得るために様々なパラメータを試すことを「パラメータサーベイ」と呼び、それを適切に行うことが、研究開発のスピードアップを実現するために必要となってきます。特に、形状に関するパラメータ群など入力すべきパラメータの数が多くなればなるほど、適切な入力パラメータの設定が困難になってきます。

そのような場合に「メタヒューリスティクス」(metaheuristics) と呼ばれるアルゴリズムを用いることで、人手による試行錯誤を置き換えることができます。メタヒューリスティクスとは、経験的な手法(ヒューリスティクス)を抽象化した最適化アルゴリズムであり、人手による経験的な知識による試行錯誤の過程を、より一般的なアルゴリズムで置き換えることを目指して開発されています。

メタヒューリスティクスの具体例としては、物理的な焼き鈍し過程をシミュレートした疑似焼き鈍し法 (Simulated

Annealing, SA) や、同じようなパラメータを何度も探索しないように、探索の対象としない点をタブーリストとして保持するタブー探索 (Tabu Search) などが知られています。中でも最も有名な手法が、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA) です。

遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (以下GAと略します) は、生物の遺伝と進化の過程を模倣して開発された近似最適化アルゴリズムであり、遺伝子として符号化された解の集団に対して、選択、交叉、突然変異といった遺伝的操作を繰り返し適用することで、近似的な最適解を得るアルゴリズムです。

パラメータサーベイにおいて、入力パラメータ列をベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_M)$ 、それによりシミュレーションを行った結果がどの程度目的に合致しているかを表す関数 $f(x)$ を目的関数として、それを x の定義域 D 内で最大化する最適化問題

$$f^* = \max_{x \in D} f(x) \quad (1)$$

として定式化することができます。GAではそれぞれの個体に対する目的関数値を特別に適応度 (Fitness) と呼びます。そのような最適化問題を近似的に解くことを通して、適切なパラメータの設定を自動的行うことができます。

遺伝的アルゴリズムを適用する場合、通常はそれぞれの入力パラメータ x_i をビット列などの文字列に変換することで、遺伝的操作が適用可能な遺伝子として符号化し、一点交叉など生物の遺伝的操作を模倣したオペレータを適用しますが、ここでは、実数値パラメータをそのまま用いて、それに合わせて遺伝的操作を設計した「実数値GA (Real-coded GA, RGA)」について紹介することとします。RGAは、実数値空間上の類似性をそのまま用いて最適化を行う手法であり、設計問題など実数値のパラメータをもとに最適化を行う必要がある場合に有用な手法として知られています。

RGAのアルゴリズム

RGAでは、入力パラメータのベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_M)$ をそのまま個体 (Individual) として用いて、それを複数集

```
Algorithm RGA
Initialize Population
Repeat
    Perform Selection to Population
    For each pair of Individuals
        Perform Crossover
    For each Individual
        Perform Mutations
Until Term_condition != True
```

図1 RGAのアルゴリズム

めた集団 (Population) をアルゴリズムの操作対象とします。

RGAのアルゴリズムは図1の通りとなります。はじめに、初期集団としてN個の個体をランダムに初期化します。初期化の方法は問題に応じて変わりますが、それぞれの個体のそれぞれの変数 x_i をその値域からランダムに選ぶのが最も単純な方法になります。

次に、集団に対して選択 (Selection) を行い、集団内で相対的に優れた個体を選びます。選択の方法としては、様々な手法が提案されていますが、ここでは最も単純なトーナメント選択 (Tournament Selection) について説明します。トーナメント選択は、それぞれの個体をペアにして、適応度の高い方の個体を残し、その数を2倍にします。これにより、相対的に優れた個体の数が増えることになります。

選択の適用後、集団内のそれぞれの個体をペアにして交叉 (crossover) を適用します。交叉は、GAにおいて最も重要な遺伝的操作であり、2つの個体間で部分解に関する情報を交換する役割を担っています。通常のGAでは、1点交叉などにより部分列を互いに交換するのですが、RGAにおいては、実数値空間の類似性を生かして、実数値ベクトルとして表現されている2つの個体をもとに、それらを何らかの意味で「補間」するような解を生成します。

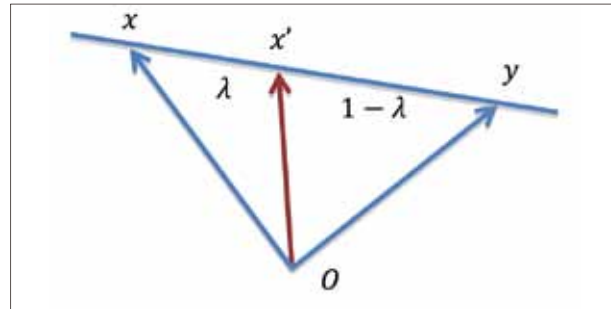
RGAの交叉としては、数多くの手法が提案されています。ここでは、単純な手法の例として算術交叉 (Arithmetic Crossover) を紹介します。この手法は、2つの個体 x, y を表す実数値ベクトルを結ぶ線分上からランダムに点を選ぶもので、以下の式に従って交叉後の個体 x', y' を生成します。

$$x' = \lambda x + (1 - \lambda) y \quad (2)$$

$$y' = (1 - \lambda) x + \lambda y \quad (3)$$

ここで、 λ は [0,1] の範囲からランダムに選ばれる実数とします。図2にその概要を示します。

図2 算術交叉の概要



2つの個体をどのように補間するかによって、他にも様々な交叉手法が提案されています。

最後に突然変異 (mutations) をある一定確率 p_m で個体に適用します。突然変異では、個体を構成するベクトルの中のある値 x_i を摂動させ、 $x'_i \leftarrow x_i + \Delta x$ とします。Wrightによる方法では、以下の手順で $x_i \in [a, b]$ に対して摂動幅 K の突然変異を行います。

1. 正負の方向をそれぞれ0.5の確率で選ぶ。
2. 正方向のとき、 $[x_i, \min(x_i + K, b)]$ の範囲から値をランダムに選ぶ。
3. 負方向のとき、 $[\max(a, x_i - K), x_i]$ の範囲から値をランダムに選ぶ。

以上の操作を繰り返し行うことで、RGAは実数値変数ベクトルで表現されたパラメータの最適化を行うことができます。

RGAの実装例

RGAによりパラメータサーベイを行う場合、それを最適化問題として表現する必要があります。具体的には、入力パラメータのベクトルを x 、それを入力した場合の評価値 (性能など目的の達成度合い) を $f(x)$ とします。以下では式(1)で示される最大化問題を前提としますが、最小化問題についても負の符号を前につける ($-f(x)$ とする) ことで容易に最大化問題に変換することができます。

```
/* Initialize */

for(i = 0; i < N; i++) {
    for(j = 0; j < M; j++) {
        x[i][j] = a[i][j] + random()
            * (b[i][j] - a[i][j]);
    }
}
```

図3 個体の初期化

具体的なデータ構造としては、N個の個体から成る集団内のそれぞれ長さMの個体を表す実数値ベクトルの2次元配列

```
double x[N] [M]
```

および、その値域 $[a, b]$ に対応する配列

```
double a[N] [M], b[N] [M]
```

が必要となります。

また、それぞれの解に対応する目的関数値 (適応度) を表わす配列

```
double f[N]
```

を用意することになります。

```
/* Tournament Selection */

for(i = 0; i < N; i++) f[i] = f(x[i]);

for(i = 0; i < N/2; i++) {
    if( f[p1[i]] > f[p2[i]] {
        for(j = 0; j < M; j++) {
            x[p2[i]][j] = x[p1[i]][j];
        }
        f[p2[i]] = f[p1[i]];
    }
    else {
        for(j = 0; j < M; j++) {
            x[p1[i]][j] = x[p2[i]][j];
        }
        f[p1[i]] = f[p2[i]];
    }
}
```

図4 トーナメント選択

```
/* Arithmetic Crossover */

for(i = 0; i < N/2; i++) {
    lambda = random();
    for(j = 0; j < M; j++) {
        x1 = x[q1[i]][j];
        x2 = x[q2[i]][j];
        x[q1[i]][j] = lambda * x1
            + (1 - lambda) * x2;
        x[q2[i]][j] = (1 - lambda) * x1
            + lambda * x2;
    }
}
```

図5 算術交叉

```
/* Mutations (Wright's Method) */

for(i = 0; i < N; i++) {
    if(random() < p_m) {
        j = (int)(M * random());
        if(random() < 0.5) {
            if((x[i][j] + K) < b[i][j])
                x[i][j] += random() * K;
            else
                x[i][j] += random()
                    * (b[i][j] - x[i][j]);
        }
        else {
            if((x[i][j] - K) > a[i][j])
                x[i][j] -= random() * K;
            else
                x[i][j] -= random()
                    * (x[i][j] - a[i][j]);
        }
    }
}
```

図6 突然変異

目的関数 $\text{double } f(x)$ については、問題に応じて用意されるものとします。具体的には入力パラメータ列のベクトル x に基づいてシミュレーションプログラムを実行し、その評価値を計算して f を返す関数として実装します。値域 $[a, b]$ についても、問題に応じてあらかじめ利用者が設定します。

以上の前提を元に、RGAの実装を行います。まず、個体の初期化ですが、それぞれの変数 $x[i][j]$ を、その値域 $[a[i][j], b[i][j]]$ からランダムに選んだ値で初期化します。具体的には図3に示す処理となります。ここで、 $\text{random}()$ は $[0, 1]$ の乱数を発生させる関数とします。

引き続き、図1に示す通り選択、交叉、突然変異を繰り返し集団に適用します。選択の操作においてトーナメント選択を用いる場合、それぞれの個体ペアを生成し、その適応度の大きい個体を小さい個体に上書きします。図4にトーナメント選択の実行手順を示します。ここで、 $p1[i]$ 、 $p2[i]$ はランダムに選ばれた i 番目の個体ペアを表し、適応度の高い方に相当する個体のベクトルが、低い方に相当する個体のベクトルに対して上書きされます。

次に交叉を適用しますが、算術交叉の場合、ランダムに

選ばれた個体ペアに対して、式(2)、(3)を適用します。具体的な処理手順は図5の通りとなります。ここで、 $q1[i]$ 、 $q2[i]$ はランダムに選ばれた i 番目の個体ペアを表し、 λ は式(2)、(3)における λ の値を表します。

最後に突然変異を適用します。Wrightによる方法を実装すると、図6の通りとなります。ここで、 p_m は突然変異を行う確率で、通常は小さな値 ($p_m = 0.01$ など) を設定します。

まとめ

RGAを用いることにより、以上のような比較的単純なアルゴリズムでパラメータサーベイを行うことができます。GAは集団により探索を行うことから、図7に示すような、全体としては単峰性であるが、多数の局所解が存在するような最適化問題においても、小さな山を乗り越えることで効果的な探索を実現できることが知られています (大谷仮説と呼ばれます)。

また、それぞれの個体の評価 ($f(x)$ の計算) は独立に行うことができるため並列化も容易です。具体的には図8に示されるような簡単なMaster-Workerモデルにより並列実装でき、Masterにおいて遺伝的アルゴリズムを実行し、それぞれのWorkerにおいて並列にシミュレーションを実行して適応度 (目的関数値) $f(x)$ を計算させることにより、有効な並列化が可能です。スパコン上でのパラメータサーベイにご活用ください。

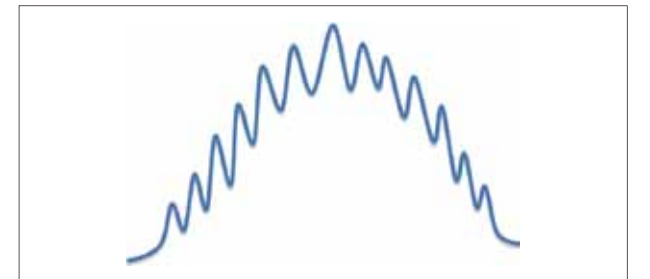


図7 大谷仮説



図8 Master-Workerモデルによる並列化

スパコン可視化道場

3次元可視化システムAVS/Express利用講習会で紹介された可視化手法を実践する第3回目です。今回は、STLデータのボリューム化手法を紹介します。

番外編 10 AVS/Expressを利用した STLデータのボリューム化

STLモデル

前回記事で紹介しましたようにSTLフォーマットはCADの汎用的データ形式として利用されています。図1に示すように、STLデータは構造表面を三角形要素で表現し、要素の外向き法線とともに記述します。したがって、構造内部がソリッドであるのか、あるいは媒質で満たされているのかは明確ではなく、作成者あるいは利用者が解釈するとしています。図1に示すCADモデルは内部が組織で満たされている袋状の構造を表現しています。実際の利用に際しては、使用目的に合致したモデルに変換する必要があります。

シミュレーション用数値モデル作成の際には、ボリュームデータ（構造内部が媒質で満たされている状態）を作成します。作成されたボリュームデータを利用して、ボクセル化や複数のボリュームデータに対して演算を行うことで計算機シミュレーションのための数値モデルを作成します。



図1 人体臓器をSTLフォーマットで作成したCADモデル (AVS/Express利用講習会で提供されたデータ)

本記事では、AVS/Expressと変換プログラムを利用して、STLデータからボリュームデータへの変換方法について明らかにします。その手順においては、スライスしながら断面図を作成、内部の塗りつぶし、最後にスライス画像からボリュームデータを作成します。

スライスしながら断面図を作成

図1に示したSTLデータを表示させるためのAVS/Expressネットワーク構成を図2に示します。モジュール**Read Triangle**を利用して、STLデータを読み込みます。また、断面図を出力するためにモジュール**slice orthoplane**を利用します。このときの表示例を図3に示します。モジュール**slice orthoplane**では、*xy*断面図を、*z*軸方向の値を変えながら順に表示を行います。

断面図の出力では、図3に示す太い白色線の情報のみを利用しますので、モジュール**Read Triangle**から**Uviewer3D**に接続されている赤色リンクを削除します。

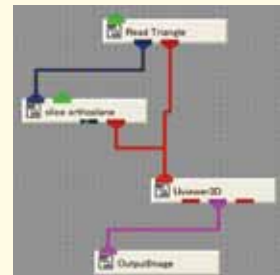


図2 STLデータの表示と断面図

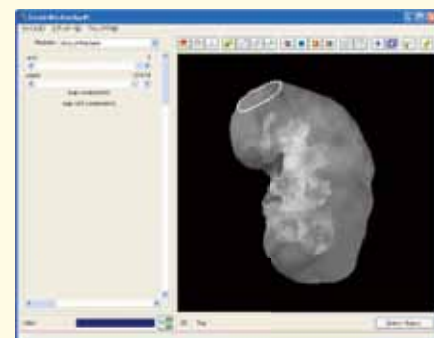


図3 全体形状と断面の設定

断面をスライスする範囲を決定するため、ツール**Stl2extent.exe**を利用します。

```
$ Stl2extent.exe model.stl > extent.dat
```

ここで**model.stl**は図1または図3に示すSTLデータであり、ファイル**extent.dat**は以下に示すスライス範囲を与えるパラメータを含みます。

```
x0,y0,z0 = 24.008984 -196.721359 -320.120056
x1,y1,z1 = 111.175308 -111.318344 -208.946671
```

*z*軸方向にスライスを行うことから、その範囲は**-320.**から**-208.**であることが分かります。次に、AVS/Expressのプレイバック機能を利用して*z*座標の値を順次変更して断面図を300枚作成します。そのために、ツール**Makej1.exe**を使用します。

```
$ Makej1.exe 300 > slice.v
```

引数300が断面図の枚数です。作成されたファイル**slice.v**はプレイバック用Vファイルで、それを読み込むことで、図4に示す断面図300枚が連番ファイルとして作成されます。図4に示す断面図の境界線を基にして、媒質部分とそれ以外の部分に自動的に分ける作業、すなわち2値化を行います。そのためのツールが**Inout.exe**です。

```
$ Inout.exe a0001.bmp aa0001.bmp
```

第1引数が入力ファイル、第2引数が出力ファイルです。図4に対応する2値化結果を図5に示します。構造内部は白色で塗りつぶされた画像となっています。300枚の画像に対しては上記コマンドを繰り返し実行するバッチファイルを作成すると便利です。



図4 スライスしながら得られた断面図



図5 内部を塗りつぶした断面図

断面図からボリュームデータの作成

これまでに得られた2値化画像を使用して、ボリュームデータを作成します。AVS/Expressのネットワーク構成を図6に示します。イメージからボリュームデータを作成するにはモジュール**Read Img2Vol**を使用します。図7の左側に示されているようにパラメータ設定項目が多く、さまざまな連番画像ファイルに適応しています。ここではモジュール**orthoslice**を複数使用して、2つの平面断面図を示しています。所望の結果が得られていることが分かります。

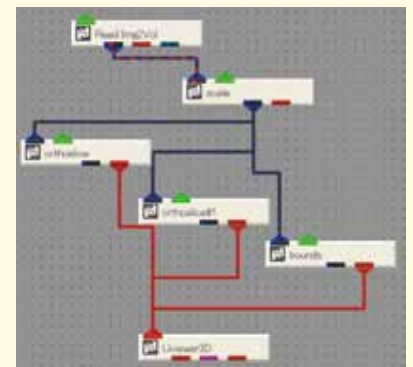


図6 可視化のためのネットワーク

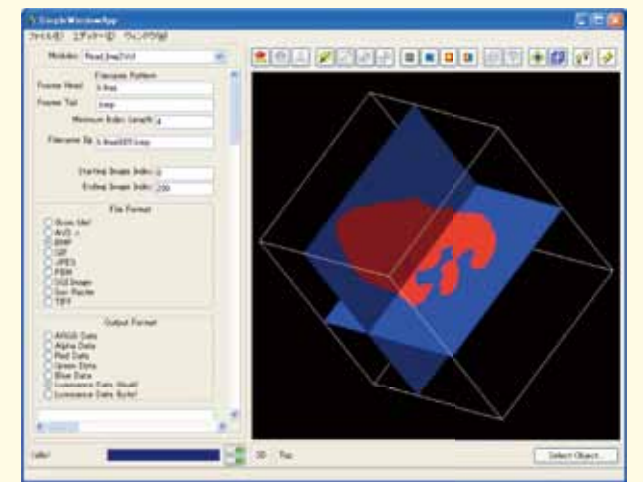


図7 ボリュームデータの可視化結果

まとめ

代表的なCADフォーマットとしてSTLデータは広く利用されています。STLデータは構造表面、すなわち境界面のみを定義していることから、数値モデルや可視化のためにはSTLデータからボリュームデータを作成する必要があります。今回はこのような課題をAVS/Expressと変換プログラムを利用して解決する方法を紹介しました。

スパコンinfo. ご存じですか？ スパコンは 北海道の共有インフラです。

JHPCN拠点共同研究シンポジウム（第2回）の開催について

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（第2回）が下記の要領で実施されました。本センターとの共同研究6課題を含む37課題の研究発表が行われました。期間中140名以上の参加者があり、関心の高さが伺えました。1月12日（水）には計算科学研究機構内部の見学会および野趣あふれる花鳥園での懇親会が行われ、盛況のうちにすべての行事を完了することができました。平成23年度からは、同様のシンポジウムを年1回開催する予定です。

【日時】平成23年1月12日（水）13:00～18:15／13日（木）10:00～17:55

【場所】独立行政法人 理化学研究所 計算科学研究機構（神戸ポートアイランド）

【ホームページ】<http://jhpcn-kyoten.itc.u-tokyo.ac.jp/>



会場（計算科学研究機構）入口



シンポジウム会場



懇親会会場

民間企業等のスパコン有償利用サービスについて

大学等が保有する先端研究施設の民間企業による共用促進を目的として、平成19年10月からの文部科学省委託事業「先端的研究施設共用イノベーション創出事業」およびその後の文部科学省研究開発施設共用等促進費補助金（先端研究施設共用促進事業）によりスパコンの民間利用を推進してきましたが、平成23年3月末日をもって同事業から撤退し、4月より自主事業「大型計算機システムの民間企業等の有償サービス」に移行することとなりました。事業期間中、7社の民間企業研究者の方々に本センタースパコンをご利用いただき感謝申し上げます。本年10月からは新スパコンのサービスが開始されることから、これまで以上に多くの民間企業の方々にご活用いただけることを期待しています。

【ホームページ】http://www.hucc.hokudai.ac.jp/pdf/minkan_riyo.pdf

公募型共同研究（平成23年度）の課題募集について

これまで2年間にわたって実施してきたセンター公募型共同研究は、毎年応募件数が増加しています。皆様方の研究活動により一層資するため、平成23年度募集を下記のとおり行いました。多くの研究課題のご提案を行っていただき、ありがとうございました。

【募集期間】平成23年2月1日（火）から3月10日（木）

【共同研究開始】平成23年5月2日（月）

【ホームページ】http://www.iic.hokudai.ac.jp/kyodo_kenkyu/

平成21年度研究成果報告書および平成23年度募集要項等の情報を提供しています。

客員研究員によるスパコン利用講習会およびプログラム相談について

平成23年2月21日（月）から24日（木）の期間中、客員研究員の合田徳夫氏（株式会社日立製作所）によるスパコン利用講習会「MPIプログラミングマスターコース」およびプログラム相談が実施されました。講習会には毎回数名のユーザが参加し、熱心に受講していました。また、プログラム相談では、スパコン・アーキテクチャを意識したプログラミング手法や積極的な高速化手法など、さまざまな課題に対応しました。計算機シミュレーションの高度化ならびに高速化を目指してユーザ支援を継続的に行っていますので、ご相談・ご利用ください。



スパコン利用講習会

第9回北大シミュレーションサロン・ワークショップの後援について

本学における計算科学的研究に関心の強い研究者らが組織している北大シミュレーションサロン（HSS）による、第9回ワークショップが下記のとおり開催されました。本センターではこのワークショップの後援を行うとともに、センター教員が研究成果発表および開催のための支援を行いました。今回は、特別講演として数理・ネットワークに関する最新の研究成果が報告されました。さらに、HSSメンバーによる講演が行われました。

【日時】平成23年2月24日（木）9:30～18:00

【開催場所】北海道大学 創成研究機構 5階 大会議室



AVS/Expressのバージョンアップについて

アプリケーションサーバ上での利用サービスおよび学内向ダウンロードサービスを行っていますビジュアルプログラミング可視化ソフトウェアAVS/Expressが2010年8月にバージョン7.3にアップデートされました。主な特徴として、マルチスレッド対応モジュールがサポートされ、マルチコア・プロセッサを搭載したPCなどで可視化計算が高速化されます。平成23年4月以降ダウンロードサービスを実施する予定です。また、連載記事「可視化道場」で新機能等について紹介していく予定です。

Q & A

Q スーパーコンピュータに、フリーでソースコードが提供されているFFTW(高速フーリエ変換)ライブラリをインストールし、そのライブラリを使用したFORTRANプログラムを実行したいと考えています。FFTWライブラリは情報基盤センターのQ&A集を参考にしてインストールすることができました。しかし、ライブラリを使用するためにFORTRANプログラムを実行しようとするとエラーになります。

研究室ではVer3.1.1を使用してFORTRANプログラムを作成できましたが、情報基盤センターでは、**.log**, **.cos**, **.sin**が未定義シンボルとなってエラーになります。対処法を教えてください。

A FFTWのライブラリでエラーが出るのではなく、一般的な関数でエラーが出力されています。数学関数ライブラリのリンク-lmを指定してください。

【使用例】
% f90 -64 -Os test.f90 -lfftw -lm <Enter>

Q スーパーコンピュータにおいて、C言語で作成したバイナリデータ(データ構造は分かっています)を最適化FORTRAN90で読み込む方法を教えてください。以下に、バイナリデータについて確認している状況を述べます。

- バイナリデータは固定長ではない。
- 読み込み部分をC言語の関数で作成し、その関数をFortranから呼び出すことで実現可能なのは分かっているが、移植性を考慮してFortranプログラムで作成したい。
- バイナリデータが固定長ではないので、**open**文の**access='direct'**は利用できず、**form='unformatted'**はレコード毎の前後に4バイトが存在することを前提に読み込むので対応が難しい。
- Fortran2003規格における**access='stream'**を使用できれば解決できるが、最適化FORTRAN90コンパイラではFortran2003がまだサポートされ

ていない。

- intel社など他社のコンパイラでは**form='binary'**で対応できる場合もあるが、最適化FORTRAN90コンパイラは対応していない。

A 最適化FORTRAN90においてバイナリデータファイルをオープンする際、**[type='bufless']**という指定子を設定することにより、バッファレス入出力が可能になります。バッファレス入出力とは、FORTRAN実行時ライブラリが入出力バッファを使用しないで入出力を行う機能であり、ユーザデータを書式なし形式でファイルへ出力、またはファイルから書式なし形式でユーザデータへ入力します。

【使用例】
open(10, file='test.dat', access='sequential', & form= & 'unformatted', type='bufless')

詳細については、大型計算機システムホームページ(<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/>)から【ソフトウェア】→【マニュアル】→【FORTRAN/C/C++他】→【マニュアル一覧】→【最適化FORTRAN90 使用の手引き】→【付録】→【付録I ファイル互換】を参照してください。

Q 情報基盤センターのホームページサービスを利用しています。ホームページサーバにデータをアップロードするためFFFTPで接続しようとする、ホストの「ファイル一覧の取得に失敗しました」とのメッセージが出力されて接続できません。対応をご教示下さい。

A 本センター大型計算機システムユーザ向けにサービスを行っていますホームページサーバ(ホスト名:rose.hucc.hokudai.ac.jp)にFFFTPで接続する際に「ファイル一覧の取得に失敗しました」のメッセージが表示される場合、接続時に「PASVモードを使う」にチェックがついていると思われます。以下のような手順でFFFTPの設定を変更してください。

- (1)FFFTPを起動し、「ホスト一覧」画面で接続サーバを選択し、【設定変更】を選択する。
- (2)「ホストの設定」画面でタブ【拡張】の「PASVモードを使う」のチェックをはずし、ボタン【OK】を選択する。



- (3)「ホスト一覧」画面で【接続】を選択し、再接続を行う

Q スーパーコンピュータのTSSノードで実行中のJOB(go.sh)の停止方法(コマンド等)を教えてください。

A TSSノードで実行中のプロセス(コマンド)は、
①psコマンド(UNIXコマンド)で該当プロセスのプロセスID(PID)を確認し、
②killコマンド(UNIXコマンド)にそのPIDを指示して実行する手順で強制終了することができます。

【PIDの確認方法】
% ps -ef | grep 利用者番号 <Enter>

```
e12345 2609388 2076778 0 15:51:10 pts/6 0:00 grep e12345
e12345 2941144 3211354 0 08:32:28 pts/4 0:00 -csh
e12345 3162272 2941144 0 08:32:52 pts/4 0:00 /bin/csh -f go.sh
e12345 3211354 3166430 0 08:32:28 - 0:02 sshd: e12345@pts/4
```

上記コマンドの実行結果で利用者番号(上記の例ではe12345)の右隣がPIDとなります。

一番右側のフィールドで終了したいプロセスを見つけ、それに対応したPIDを以下に示すkillコマンドの引数として設定します。

【プロセスの強制終了】
% kill -9 PID <Enter>
(ここで-9の9は数字の9です)

【使用例】
go.shが動作しているPID(3162272)を以下のように指定します。
% kill -9 3162272 <Enter>

Q InterCompassからスーパーコンピュータのアプリケーションソフトウェアを利用しております。ファイルの容量が増えたので、すべて消してしまいました。以後アプリケーションソフトウェアが起動できなくなっていました。どうしたらよいでしょうか？

A この利用者のホームディレクトリを確認したところ、環境設定ファイル

.cshrc
.login
.profile

も削除しており何も無い状態でした。環境設定ファイル設定コマンド(/usr/local/bin/dotcp)を実行し、**.cshrc**
.login
.profile の復活処理を行いました。

★センターからのお願い★

環境設定ファイル

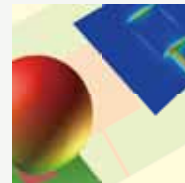
.cshrc
.login
.profile

は削除しないようお願いいたします。



●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

道内にある4つの工業高等専門学校では、地元企業との協力会や地域共同研究センター(テクノセンター)と連携して地域産業振興の役割を担っています。本センタースパコンを活用することで、産学連携による地域産業振興への寄与、学学連携による教育・研究交流の強化、そして高専での研究成果の質的向上が達成されるものと確信しています。

●次号の特集予告

平成22年4月から学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点の活動が始まりました。平成22年度拠点共同研究「マルチパラメータサーベイ型シミュレーションを支えるシステム化技術に関する研究」(研究代表者:東京大学・奥田洋司教授)の共同研究者である株式会社キャトルアイ・サイエンス 上島 豊氏にお話を伺います。計算科学を支援する最新技術にご期待ください。

●本誌へのご意見をお聞かせください。

連絡先: kyodo@iic.hokudai.ac.jp
北海道大学企画部情報基盤課共同利用・共同研究担当
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21号

編集・発行: 北海道大学情報基盤センター共同利用・共同研究委員会システム利用専門委員会

●情報基盤センター	棟 朝 雅 晴	●メディア・コミュニケーション研究院	長 野 督
●情報基盤センター	大 宮 学	●公共政策学連携研究部	萩 原 亨
●情報基盤センター	田 邊 鉄	●北見工業大学	桜 井 宏
●文学研究科	樽 本 英 樹	●企画部情報基盤課	伊 藤 和 彦
●理学研究院	見延 庄士郎	●企画部情報基盤課	上 窪 功
●農学研究院	谷 宏	●企画部情報基盤課	折 野 神 恵

2011年3月発行

印刷: 正文舎印刷株式会社 TEL011-811-7151

