

iiC-HPC

Vol.13
2008

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

見えないものを見せる技術

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.13



今回は、CGにより稲妻の表現を試みた。稲妻が発生するシステムは解明できていない部分も多い。ここでは、稲妻の形は乱数を使って決定した折れ線で表現されている。実際の物理現象をシミュレーションせずとも、それらしい形ができあがるのは興味深い。

よりリアリティを向上させるため、稲妻によって照射された雲の色や大気中の微粒子による光の散乱現象も考慮した。これによって、稲妻付近の雲が明るくなり、また、稲妻周辺にぼんやりと明るいグレアのような効果が得られている。これらは物理現象を反映した色計算が行われている。

稲妻を表す折れ線状の光源によって雲や大気が照射された場合の色を計算する。この計算は、結果的には、多重積分の形で表され、高い計算コストを要する。しかし、これによって撮影が難しい稲妻の映像を作成することが可能となる。また、それだけでなく、実際にはありえないような稲妻の形状や色を表現することもできる。CGの面白みの一つである。



● 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.13

●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〉
見えないものを見せる技術

●株式会社ケイ・ジー・ティー 宮地英生

04-09



10-13

スパコン・アカデミー
第9回

「物理乱数発生器について」

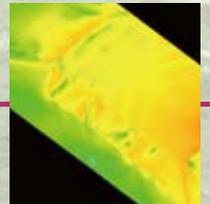
●情報基盤センター客員研究員 合田徳夫(株式会社日立製作所)

連載

スパコン可視化道場

●番外編 2 「構造物表面を流れる電流を可視化する」

14-15



16-19

スパコンInfo

- 先端研究施設共用イノベーション創出事業シンポジウムが開催されました
- スパコンTSS領域の設定値を変更し演算利用が快適に行えるようになりました
- プログラム相談室から電子メールによる相談へ暫時移行します
- 汎用可視化システムAVS/Express(ダウンロード版)がバージョンアップされました
- 大学院共通講義「計算科学が拓く世界」が実施されました
- 利用申請件数2年連続増を達成しました
- 相談室Q&A

INTERVIEW

見えないものを 見せる技術

棒グラフ、円グラフからCTスキャンを経て、
数値の可視化はスパコンを使っでの対話的な可視化の時代へ。
何をどう見せていくのか。
インテリジェント・サービスとしての可視化とは？

編集 今日は、株式会社KGTビジュアリーズの事業部技術部長の宮地英生さんをお迎えして、最近の可視化事情とイノベーション創出事業での大型計算機システムの利用について伺います。よろしくお願ひします。

宮地 こちらこそよろしくお願ひします。

編集 さっそくですが、可視化とはどのようなことを指すのですか？見えるようにするわけですが、何を？

可視化とは

宮地 すごく狭い意味の可視化と広い意味での可視化とがあります。広い意味での可視化では、「見える化」が話題になっています。製造業では部品管理のため、在庫に月別に旗を立て、在庫の動きが一目で分かるようにしています。そんなふうには、見えないものを見るようにすることです。最近だと大学の教育の見える化とか、警察の取り調べの見える化とか結構使われています。

編集 なるほど。

宮地 KGTがやっている可視化はもっと狭い領域の話で、対象は科学技術情報です。シミュレーションの結果が一番で、実験とか観測データが二番です。工学部や理学部の科学技術用の情報を、目で見えるように、あるいは分かりやすくすることです。

編集 棒グラフとか円グラフなどはよく利用しますが…

宮地 それも入っています。一番よく使われる科学技術計算結果の可視化はグラフです。

編集 では、今流行りの可視化とは？

宮地 可視化元年は、1987年と言われています。アメリカのある科学リポートに、scientific visualisation(可視化)という言葉が出た年です。その後、コンピュータ支援可視化が急速に進歩していきました。

編集 色をつけたり？

宮地 温度分布とか…温かいところを赤に、冷たいところを青にして。等高線を山にして3次元的に見えるようにしたり…あるいは、流れを表すのに、方向を持ったベクトル場を矢印で描いたり…

編集 実験では、車を取り巻く風を煙などで見えるようにしますよね。

宮地 そうです。実は、1987年以前は、例えば、日本だと僕も所属している可視化情報学会は、流れの可視化学会と言っていて、水とか空気のような見えないものを視覚的に見えるようにするのが可視化だったのです。1987年から90年代の最初、可視化の第一段階はコンピュータ支援による実験の模倣です。ちょうど1987年くらいにワークステーション(注1)ができて、流体ではタフト法(注2)とか、グリッド・タフト法(注3)という



フォーミュラカーの周りの流れの可視化結果。色は圧力を示している。
(提供：北海道大学大学院工学研究科機械宇宙工学専攻 坪倉 誠 先生)

のがあります。ダクトにリボンが付いていると、スイッチがオンになるとリボンが動くので分かるでしょう。あんなふうには、流体の網目を切ったところにリボンをいっばいつけます。すると、リボンが風の方向に流れる、そういうのを模倣したり。

熱はサーモグラフィ(注4)とか、流れはシュリーレン(注5)とか、流れの可視化にはいくつかの方法があります。それをまねしたのがコンター図(注

6)という色分けをするものです。煙を使う流れとか、ストリームライン(注7)というものも、同じようにCG(注8)の中での可視化手法としてあるんですよ。

その後、90年代の後半くらいから、今までは見ることができなかったような情報をコンピュータ支援で見ている、第2世代とも言える段階になりました。一番大きなのは、医療用のCTスキャン(注9)です。

編集 そうすると、数値の可視化ではないのですか？

宮地 いいえ、CTから出力されるデータはX線の透過度として各画素の値が指定されるので…

編集 やっぱり数値の可視化なのですね…で、第3世代はすでに？

宮地 コンピュータ支援可視化というのは、計測技術との連携なんです。可視化はデータがないと始まらないので…そういうデータを、出力側でより分かりやすくするというのが、第3世代の可視化であると思うんです。よく例えで言われるのはマンガです。マンガってすごくシンプルな線で表現しますね。膨大なデータをシンプルに、分かりやすく見

せるわけです。それと同じで、数値をそのまま、あるいはそれにある種のパラメータをかけて、色にしたり、形にしたりとか…さらに、今はインテリジェンスのあるものを入れて強調するとか。だけど、やり過ぎると捏造になるので、許される範囲内で分かりやすくするのがポイントです。見る人に対してインパクトのある可視化技術が模索されているところですよ。

シミュレーションと可視化

編集 次にシミュレーションとの関係ですが、御社はイノベーション創出事業(注10)で本センター大型計算機シス

テムを利用され、「大規模計算結果の遠隔可視化システムに関する技術開発と実証試験」と題する課題に取り組んでいらっしゃいますね。これは、大規模シミュレーションに遠隔地から対話的に近づくシステムということなのですか？

宮地 遠隔地とは距離ではなく、リモート(注11)という意味です。一般的に、グラフィックスというものはリモートで使いにくいんですよ。

編集 データが大き過ぎて、処理に時間がかかるからですか？

宮地 半分はその通りです。でも、一番大きな理由は、数値計算とかシミュレーションはバッチ処理(注12)に向かないからです。

編集 バッチ処理はフォトショップ



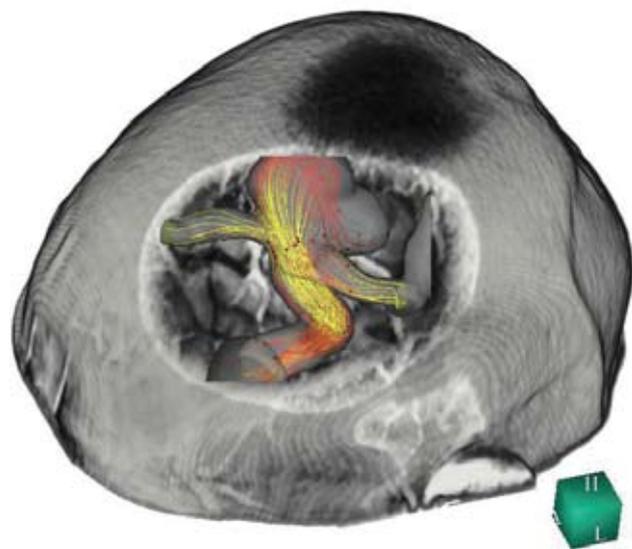
株式会社ケイ・ジー・ティー
ビジュアライゼーション事業部
ビジュアライゼーション部長

宮地 英生

Hideo MIYACHI

可視化を通して、お客さまと一緒に新しいコトを発見するのを楽しみにしています。数値計算にとって、可視化は本質ではないかもしれませんが、それで困っている人がたくさんいるのも事実。それを解決するのが弊社の責務と考えています。

1962年大阪生れ。1987年(株)クボタ入社後、クボタコンピュータに出向。MicroAVSやAVSの並列化などのソフトウェア開発と可視化普及活動に従事。2006年工學博士(東京大学)。



医用情報の可視化例。
CTスキャンで取り出した3次元画像から脳動脈瘤を抽出後、数値解析で血流挙動を計算して可視化した結果を脳のイメージにカラー(合成)している。

のすごくたくさんの方の要求を受けて、画像を返さないといけない。なので、データ量そのものが多いた同時に、リアルタイムで人間が見る対話的なものだから、特にネットワーク回線が込むところが問題になるんですね。

編集 それで、解決策は…

宮地 一番単純な方法は、計算機パ

(注13)などでよく使いますが…
宮地 バッチ処理というのは、データをまとめて渡しておいて、指定した処理を後で行うことです。計算機センターだったら、ジョブクラス(注14)とか、ジョブのキューイング(注15)というのがあって、Aとか、Bとか、Cとか、クラス分けして、計算を順番に処理しているんです。ところが、可視化というのは、3次元の情報なら、回転させたり、色合いを変えたり、可視化結果を見ながら作業を行う必要があります。**編集** まとめてではダメなんですね。
宮地 リモートで実行するためには、大型計算機がバッチ処理じゃなくて、リアルタイム処理(注16)やタイムシェアリングシステム(注17)で、同時に

ワーを上げてネットワークを太くすること。もうひとつ、まったく逆の考え方で、全部リクエストを受けて最後に絵を返すような自動可視化の方法があります。人間が対話的に行うことそのものが無駄だから、人間がこんな絵が欲しいと思うものを計算機が自動的に計算すればいいという発想です。でも、これはこれで、本当に人間の思っている絵が一発でできるのかというと、そうはいかない。僕はその中間が良いと思っています。計算機をある程度使って、人間との対話の中で、ソフトウェアで折り合いをつけられないかと…
今考えているのは、大きなデータの中から、一番興味があるところだとか、



可視化というサービス

今回の計算のポイントはこの辺じゃないかと分かったら、そこだけをこっちは転送してもらって、今まで通りパソコンで対話的に可視化する方法です。大きな計算機とパソコンが協力し合って、最終的に大きなデータを可視化するための支援ができるんじゃないかと思っています。

編集 とっても魅力的なアイデアに感じられます。具体的に、どのような科学技術分野を想定されていますか？

宮地 今回は、流体と電磁界解析の2つですね。

編集 スパコンと、KGTさんと、利用者の関係はどのようになるのですか？

宮地 弊社はソフトウェアを提供するので、KGTの製品がお客さんとスパ

コンの間に位置していると言えます。最初はKGTが想定した形で使ってもらって、要望にあわせていきます。

編集 本センターではAVS(注18)を導入していて、ユーザがいつでも使えるようになっていきます。稼働率もそこそこあります。ただし、実際にソフトウェアを扱っているメーカーさんのサポートや、ツールキット(注19)という形で要望に応じてくれないかと…

宮地 まさに、そういうことですね。可視化というのは、適応分野によらずほとんど似ているので、ベースとなるところは共通で提供して、お客さんごとに少しカスタマイズ(注20)する。今ターゲットとして、流体と電磁界解析があがっていて、さらにどんどん増やしていければいいなと思っています。

冒頭に可視化の歴史の話をしたけれども、1987年から90年、2000年と、可視化できることが変化している中で、

今は、個別の用途に応じた絵を出してあげないとお客さんは満足してくれなくなっているんです。可視化は、計算と可視化、計測と可視化、ペーディングと可視化、ベアできないと仕事ができないので、北大



エージェント手法による避難行動シミュレーション結果のバーチャルリアリティ装置での可視化事例
(データ提供：中央大学 榎山研究室)

センターさんのたくさんのお客さんの個別のサービスをできるということ、は、製品の中にそういうノウハウを入られて、KGTとしてもメリットが大きいです。

編集 ユーザにとってもメリットがあるわけですね。

宮地 きめ細やかなサービスをすれば、

利用率が上がるし、利用者の増加も期待できるということで、モデルとしては一石二鳥なんじゃないのと…それは僕の意見ですけどね(笑)。

編集 カスタマイズの部分は数限りなくあるのではないのでしょうか？

宮地 そうそう。僕らは商人なので、案件は無限にある方がいい(笑)。

編集 とりあえず(笑)。

宮地 将来的に、十例、百例と集まってきたら、それらをカテゴリー分けして、製品にそれらノウハウや知識を入れて、パッケージとして提供するのがKGTの仕事だと思います。そうしたら、お客さんのもつと高い要求に応じて新しいカスタマイズができます。

編集 そのためには、あらゆるユーザの要求にきちんと応えられるようにならないといけませんね。すてきなアイデアが出たら、そのノウハウをみんなに展開することで、可視化自体のレベルも上がるのではないのでしょうか。可視化結果が素晴らしいと、研究自体がすばらしく見えますから…

宮地 素晴らしい可視化はみんな使いたいです。きれいな可視化結果は、すごい本物っぽく見えて…なので、外部資金獲得のために、自分たちの研究をアピールする手段としても利用できます。

編集 アウトリーチ(注21)ですね。

宮地 可視化は、今まで、計算して、研究があつて、一番最後に必要だったけれど、今は、一番最後だけど、次のプロジェクトの研究費を獲得するための最初の部分。これがないと始まらないという意味では、一番前かもしれないという人もいます。

編集 面白いですよ。誰が見てもすぐにわかるのですから。

宮地 まずいのもすぐに分かっちゃう(笑)。また、可視化もオンデマンド(注22)のサービスなんです。可視化は頻繁に使うものではないので、本質的にサービスとして適しています。まずはノウハウをためて、欲しいときに欲しいものが提供されるサービスをしていくのが理想だと思っています。自分の使った価値に対して支払いを行うサービス、課金型の商品ですね。編集 これからはなんでも、使った分だけ支払う時代になるんじゃないですかね？

(注13) フォトショップ

アドビシステムズが販売しているビットマップ画像編集用ソフトウェア。PCを利用して、フォトレタッチなどを行うことができる。このソフトウェアでは、デジカメで撮影した大量の画像に対して、サイズの変更やカラー編集などのバッチ処理が可能である。

(注14) ジョブクラス

バッチシステムにおいて、たとえば計算時間などに基づいてクラス分けを行い、ジョブ実行順序を決定するなどの際に使用する情報。本センターでは3つのジョブクラス a、b、c が設定されており、それぞれジョブ実行時間の最大値は1時間、24時間、72時間となっている。

(注15) キューイング

バッチジョブを依頼するためにメッセージを送信すること。本センタースパコンでは、ジョブコマンドファイルをユーザが作成し、コマンド `llsubmit` を使用してバッチジョブの依頼を行う。

(注16) リアルタイム処理

計算処理を依頼すると、直ちに結果が戻されるような処理または処理方法。制御システムなどにおいて、一定時間内に処理を行うことを保証する処理方式。可視化などでは、回転、縮小・拡大あるいはアニメーションなどの操作が待たされることなく行われること。

(注17) タイムシェアリングシステム

複数のユーザあるいは複数のジョブが共有してコンピュータを利用できるようにするシステム。内部では、細かく分割された時間ごとにあらゆる処理が逐次的に行われる。

(注18) AVS

正確には AVS/Express で、汎用可視化ソフトウェアあるいは3次元データ可視化アプリケーション開発ツール。さまざまな機能がモジュールと呼ばれる部品として提供されて、それらモジュールを組み合わせることで可視化を簡単に実現するプログラム不要のソフトウェア。

(注19) ツールキット

可視化においては異なるデータに対して同一の処理が多く行われる。その処理を行うための特定の機能あるいは処理を行う部品の集まり。AVS/Express で開発されたアプリケーションツール。

(注20) カスタマイズ

個別の要求あるいは計算機利用環境に適合させること。

(注21) アウトリーチ

投稿論文、学術講演あるいは市民講座など研究成果を広く社会に公表する活動。研究プロジェクトに対して外部資金が提供される場合、義務化されていることがある。

(注22) オンデマンド

ユーザからの要求に応じてサービスを提供する方式。

(注23) ASPサービス

必要に応じてアプリケーションを貸し出しするサービス。アプリケーションの利用方法に関する支援や処理を代行することなどを含むことがある。利用者はアプリケーションやそれを運用するコンピュータなどを所有する必要がない。



宮地 そういふものの理想的なモデルケースになれ
ばうれしいです。

編集 イノベーション創出事業での成果をどのよう
に活用、あるいは発展させていこうとお考えですか？

宮地 北大さんとの共同研究ですから、ノウハウは何
らかの形で北大に還元して、引き続き使ってもらいた
いと考えています。次の段階では、課金型のモデルと
してASPサービス(注23)を検討できればと考えて
います。

編集 今は使われていなくても、可視化したらきつと
面白くて、使われそうな分野はありますか？

宮地 実は今みたいにくつも事例が出てくると、自
分たちもこういうデータがあつて可視化したいとい
う要求が出てくるんですよ。そういうときに、すみや
かにサービスに移るんです。まだ誰も見たことがな
いものを絵にするわけですから、できた瞬間はすごく
感動します。

編集 本日は、いろいろ面白いお話をどうもありがと
うございました。

宮地 こちらこそ、ありがとうございました。

《用語解説》

(注1) ワークステーション(EWS)

PCなどに比べて高性能かつ大容量な計算機システム。可視化などに特化したグラフィックスEWSなどがある。

(注2) タフト法

物体の表面に糸やリボンのような細長い物体を取り付け、それが風になびく様子を観察することで表面近くの流体の挙動を可視化する実験手法。

(注3) グリッド・タフト法

何も無い場所での風の流れを知るために、格子状にタフトを配置して、それが風になびく様子を観察することで、空間の流体の挙動を可視化する実験手法。

(注4) サーモグラフィ

物体から発せられている光あるいは熱エネルギーを検出して、その温度分布を画像表示する装置。

(注5) シュリーレン

レンズの汚れや傷を検出するための方法。気体、液体あるいは固体中の密度分布が位置によって異なると、それを通過する光は行路が曲げられる。この原理を応用して、密度分布のようすを光の明暗の差に変換して表示する方法。

(注6) コンター図

等高線図とも呼ばれる。地図で同じ高さの位置を閉じた線で表示することで、山があることがわかる。また、線が込み入った場所は変化が急で、線の間隔が広い部分はなだらかな変化になっていることなどが理解できる。このことを応用して、特定の物理量についてその分布を描画する目的で使用される作図法。

(注7) ストリームライン

流れを表すとき、始点からどのような軌跡を描いて移動しているかを表す描画方法。流れは大きさと方向を有する物理(ベクトル)量で、解析空間上の格子点でその値と方向を求めることで、描画することができる。

(注8) CG

コンピュータグラフィックス。計算機を利用して作成された画像のこと。たとえば、本誌表紙の画像。そのほかに、アニメーションなどがある。最近では、映画やドラマなど映像コンテンツとして多用されている。

(注9) CTスキャン

コンピュータトモグラフィ(断層撮影)装置。X線を用いた撮影装置で、あらゆる方向からX線を人体等に当てて、人体組織のX線吸収率の違いをコンピュータ計測する。これにより、断層面の画像を作成し、体内の構造および病変部の発見が可能になる。

(注10) イノベーション創出事業

本センターを含む7箇所の全国共同利用情報基盤センターが担当している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」のこと。本センターでは、インタビューを行った(株)KGTをはじめとする2つの企業による利用がスタートした。さらに、平成20年度第1期には3社が利用を開始している。企業研究者のスパコン利用を拡大することを目的に、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実施している。新しいニーズを掘り起こし、イノベーション創出につながる産学共同研究を実施している。

(注11) リモート(マシン)

コンピュータネットワーク上に接続された別のコンピュータを指す。逆に、手元にあるコンピュータをローカル(マシン)と呼ぶ。

(注12) バッチ処理

スパコンのような大規模計算機において、計算処理要求をいったんまとめておき、後で一括処理する方式。あるいは、処理手順を登録しておき、異なるデータに対して連続して処理を行う方式。

知 っ て 得

第 9 回

す
る
!!

スーパー
コンピュータ

「物理乱数発生器について」

情報基盤センター客員研究員 合田徳夫 (株式会社日立製作所)

SUPERCOMPUTER
ACADEMY



第9回
物理乱数発生器について

物理乱数を
どう使えばいいのか？

コンピュータ上で乱数を発生させる場合、通常は擬似乱数ライブラリを使用します。擬似乱数ライブラリによって発生させた数列は、一見でたらめな数字が並んでいるように見えますが、ある漸化式によって定期的に計算されていて周期があります。つまり、長時間使用していると、いずれ元の数字に戻ってしまい、全

く同じパターンの数列が繰り返し返されることになります。最近の擬似乱数ライブラリの周期はかなり長いものになりましたが、周期があるという意味では変わりません。

本センターのスパコン HITACHI SR11000モデル K1 には、ちょっと変わった装置がついているのをご存知ですか？その装置の名前は、物理乱数発生器(Random Number Generator)です。初めて耳にする方もいるかと思いますが、読んで字の如し、自然現象から乱数を発生させる装置です。スパコン SR11000の物理乱数器では、乱数発生源としてダイオードの熱雑音を使っています。

今までは「コンピュータ界のF1ドライバーを目指せ！」ということで、高速化の話題が中心でしたが、今回はちょっと趣向を変えて、スパコンらしくないものとして物理乱数発生器について解説します。

しかし、「再現性がない」ということを逆手に取って、物理乱数発生器を「結果あるいはプログラム検証の道具」として使用するという方法もあるかと思っけています。擬似乱数はあるパターンで乱数を生成していますので、いわゆるな見方をすれば、「周期のある擬似乱数だから、シミュレーション結果がたまたま正しいのでは？」と疑うこともできます。しかし、擬似乱数以外の乱数を使用してもエネルギー値などの物理量や統計量がほぼ同じ値に収束するならば、「結果は使用している乱数に依存しない」ということが証明され、プログラムの正しさを保証する一つの根拠になるのではないかと思います。

擬似乱数ライブラリ

物理乱数について説明する前に、SR11000で使用できる擬似乱数ライブラリとその使用方法を紹介します。SR11000で使用できる擬似乱数ライブラリは、MATRIX/MPPに含まれて

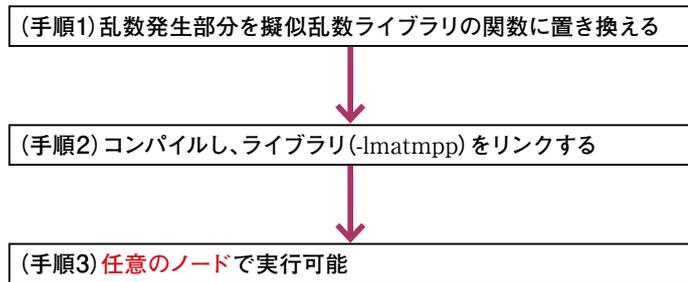


図1.擬似乱数の使用方法

表1.擬似乱数サポート関数の一部

関数	機能
HDRU3M	乗算型合同法による倍精度一様乱数、周期は $2^{48}-1$
HDRU4M	Lewis&Payne法による倍精度一様乱数、周期は 2^{521}
HDRN3M	Box-Muller法による倍精度正規乱数、周期は $2^{48}-1$
HDRN4M	Box-Muller法による倍精度正規乱数、周期は 2^{521}
HDRE3M	逆関数法による倍精度指数乱数、周期は $2^{48}-1$
HDRE4M	逆関数法による倍精度指数乱数、周期は 2^{521}

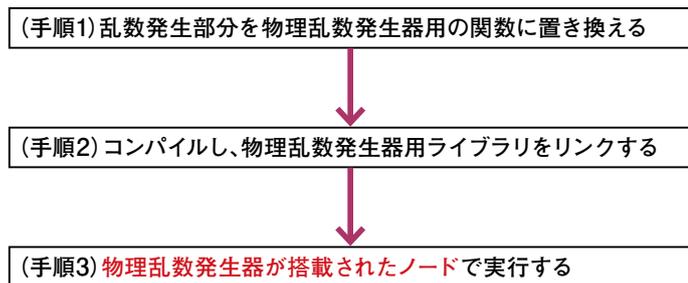


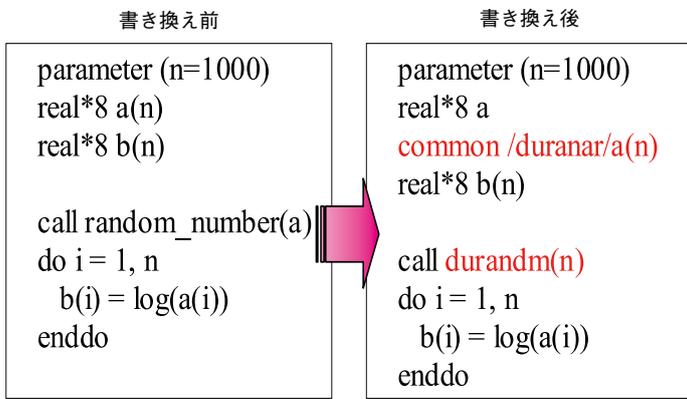
図2.物理乱数発生器の使用方法

表2.物理乱数発生器のサポート関数一覧

Fortran	C言語	機能(N≤3,000,000)
RANDOM	hrandom	正の整数乱数(整数型)を指定した領域に1個取得
IRANDM	hirandm	正の整数乱数(整数型)を指定した領域にN個取得 FortranのCOMMON領域名: IRANAR
IRANDOMW	hirandmw	整数乱数(整数型)を指定した領域にN個取得 FortranのCOMMON領域名: IRANAR
RAND	hrand	正の実数乱数(単精度型)を戻り値として取得
UNIFOR	hunifor	正の実数乱数(単精度型)を指定した領域に1個取得
URANDM	hurandm	正の実数乱数(単精度型)を指定した領域にN個取得 FortranのCOMMON領域名: URANAR
DRAND	hdrand	正の実数乱数(倍精度型)を戻り値として取得
DUNIFOR	hdunifor	正の実数乱数(倍精度型)を指定した領域に1個取得
DURANDM	hdurandm	正の実数乱数(倍精度型)を指定した領域にN個取得 FortranのCOMMON領域名: DURANAR

表3.乱数値の範囲

Fortran	乱数値の範囲
正の整数型	$0 \leq (\text{乱数}) \leq 2147483647(2^{31}-1)$
整数型	$-2147483648(-2^{31}) \leq (\text{乱数}) \leq 2147483647(2^{31}-1)$
単精度実数型	$0 \leq (\text{乱数}) < 0.99 \dots E+0$
倍精度実数型	$0 \leq (\text{乱数}) < 0.99 \dots D+0$



リスト1.乱数ルーチンの書き換え例

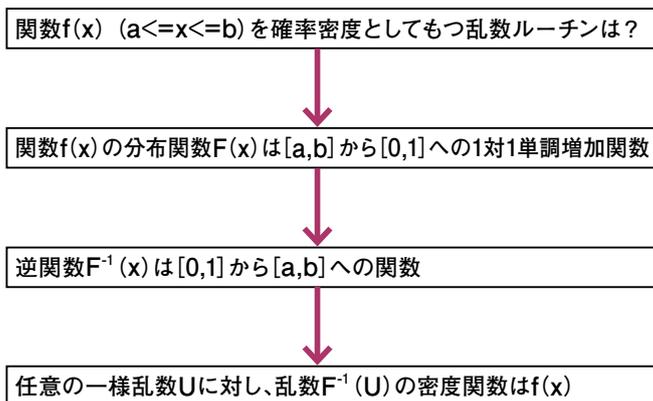


図3.逆関数法の概略

物理乱数発生器の使用手法概略

スパコンSR11000の物理乱数発生器は、FortranおよびC言語のプログラムで使用することができます。手順

おり、一樣乱数以外にも正規乱数や指数乱数がサポートされています。倍精度実数型の擬似乱数関数の一部を表1に示します。同表には、擬似乱数の周

の概略は図2の通りです。乱数関数を物理乱数発生器用の関数に置き換えてコンパイル・リンクするまでは、擬似乱数ライブラリの使用手法と全く同じです。ロードモジュールを実行できるのは物理乱数発生器の搭載されているノードに限られます。そこが大きな違いですので、実行する際には注意してください。特定のノードにジョブを投入する方法については、後ほど述べます。

物理乱数発生器のサポート関数一覧

物理乱数発生器で使用可能な関数の一覧を表2に示します。正の整数型、整数型、単精度実数型、倍精度実数型があり、それぞれ一樣乱数を生成します。一回に生成可能な乱数の個数は最大で300万です。特に、Fortranプログラムで2個以上の乱数を発生させる場合には、指定された名称のCOMMON領域内の配列に乱数が格納されます。また、乱数値の範囲は、表2の通りです。乱数関数RANDOM_NUMBERをDURANDMに置き換えた例をリスト1に示します。まず、COMMON領

域DURANARに乱数を格納する配列を定義します。次に、RANDOM_NUMBERをDURANDMに置き換えます。このとき、関数DURANDMに渡す引数は、発生させたい乱数の個数だけという点に注意してください。COMMON領域DURANAR内の配列aに、指定した10000個の乱数が格納されます。

物理乱数発生器で使用可能な関数は一樣乱数のものしかありませんが、逆関数法や棄却法などにより、一樣乱数からさまざまな分布関数を持つ乱数を作ることができます。特に、指数分布のように分布関数の逆関数が容易に計算できる場合、図3で示すように逆関数法が便利です。

スパコン可視化道場



構造物表面を流れる電流を可視化する

数537.25MHzの正弦波で励振します。アンテナからは単一周波数の電波が放射され、導体表面に電流が誘起されます。十分な計算時間の後、特定の点に着目するとそこを流れる電流は振幅が一定で正弦波振動します。これをすべての点で調べると、車体表面上の電流密度分布を求めることができます。ここでは、この振幅成分を利用して車体表面上の電流密度分布を可視化します。

解析により得られたデータをリスト1に示します。各行の4つのデータの並びは、座標点(x, y, z)およびその点における電流密度の振幅値です。また、自由空間(空気の部分)は電流が流れないので、それらの点は除かれています。したがって、リスト1に表示されているデータは不等間隔格子上の座標点とスカラ値になります。

AVS/Expressを用いた可視化では、格子点の値を持つフィールドデータの可視化手法を適用します。フィールドデータの可視化では、リスト2に示すフィールドファイルを記述します。要点は、下記のとおりです。

- (1) 計算空間の次元数`ndim`を1とする。
- (2) データの個数`dim1`に観測ポイント数である449000を指定する。
- (3) 解析対象は3次元空間なので、物理空間次元`nspace`を3とする。

その後、座標点 `coord` およびその点でのスカラ値 `variable` についてファイルと記述順番を指定しています。これらの指定方法については、講習会で配布しています「AVS/Express Viz & Developer入門コーステキスト」をご参照ください。

```
# AVS field file
ndim = 1
dim1 = 449000
nspace = 3
veclen = 1
data = float
field = irregular
label = data1
coord 1 file=./car.dat filetype=ascii skip=0 offset=0 stride=4
coord 2 file=./car.dat filetype=ascii skip=0 offset=1 stride=4
coord 3 file=./car.dat filetype=ascii skip=0 offset=2 stride=4
variable 1 file=./car.dat filetype=ascii skip=0 offset=3 stride=4
```

リスト2.フィールドファイルcar.fld

可視化道場番外編では、ユーザの皆様方に是非知ってほしい、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 7.2を利用した構造物表面を流れる電流(密度)を可視化する方法を説明します。

表面電流密度のデータ作成方法

本センターでは、電磁界解析あるいは高周波デバイス設計のための数値シミュレーション用アプリケーションソフトウェア **Jet FDTD** の開発を行っています。今回の可視化道場では、この **Jet FDTD** を用いて、アンテナルーフ(屋根部分)に取り付けられた地上デジタル放送用受信アンテナ(逆Lアンテナ)によって車体表面に誘起される電流密度の可視化に挑戦します。電流密度の分布が明らかになると、アンテナの動作原理や、電波受信に障害がある場合の原因を特定することが可能になります。

アプリケーションソフトウェア **Jet FDTD** は、その名が示すとおり時間領域差分(FDTD)法に基づく解析手法です。実際に起きている物理現象を時間発展させながら解析します。定常状態における車体表面上の電流密度を評価するため、アンテナを周波

```
101 146 118 6.29133
101 146 119 6.20426
101 146 120 6.17195
101 146 121 6.16082
101 146 122 6.16043
101 146 123 6.16263
101 146 124 6.16718
101 146 125 6.17116
101 146 126 6.17472
101 146 127 6.17592
101 146 128 6.17583
101 146 129 6.17278
101 146 130 6.16816
101 146 131 6.16029
101 146 132 6.151
.
```

リスト1.格子点および電流密度の振幅値を含むファイルcar.dat

図1および2に共通して使用されているモジュール **Read_Field**、**LegendVert**、**Uviewer3D** および **OutputImage** はそれぞれフィールドデータファイルの読み込み、ビューワ内左側に表示されている縦表示カラーバー、可視化結果表示ウィンドウ（ビューワ）および可視化結果のイメージ出力を行うために使用しています。

今回紹介しました表面電流密度の可視化手法は、流体力学および構造力学などにおける圧力の可視化にも適用できますので、利用されることを期待しています。

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 hsya@iic.hokudai.ac.jp

にお問い合わせください。

表面電流密度の可視化方法

表面電流密度分布の可視化について2種類の方法を示します。1つめは、図1のネットワーク図に示すようにモジュール **glyph** を使用し、データ定義点にクロス(十字 **Cross3D**)を配置します。値に応じて十字の色が変化し、電流密度の分布が可視化されます。したがって、図1に示される可視化結果は小さな十字が多数集まって描かれています。それでも、車体形状が十分確認できます。

2つめは、図2に示すようにモジュール **scatter_to_unif** を使用し、与えられたデータ間を補間して面を作成する方法です。FDTD法では空間を立方体セルで離散化するため、それらデータを補間すると図2に示すように階段状の構造表面になります。この方法の利点は、構造に対して透明度の設定を行うことが可能なことです。車体内部の表面電流分布も同時に見たいときなどには有効です。

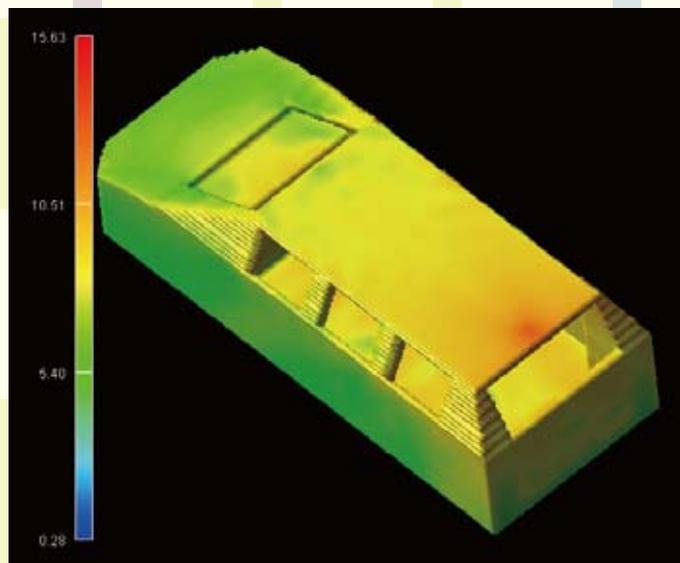
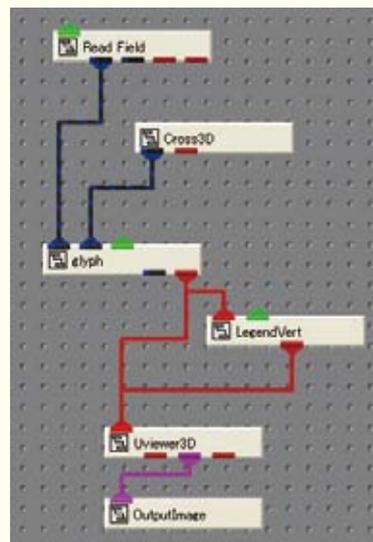
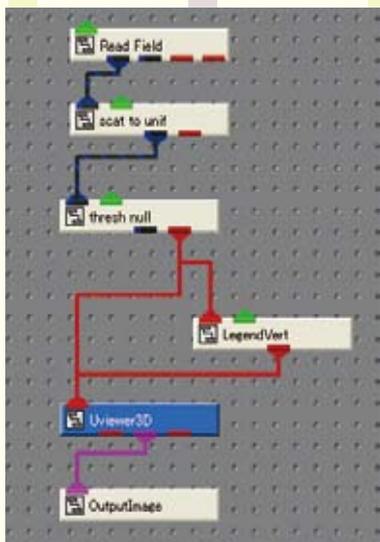


図2.モジュールscatter_to_unifを利用した可視化

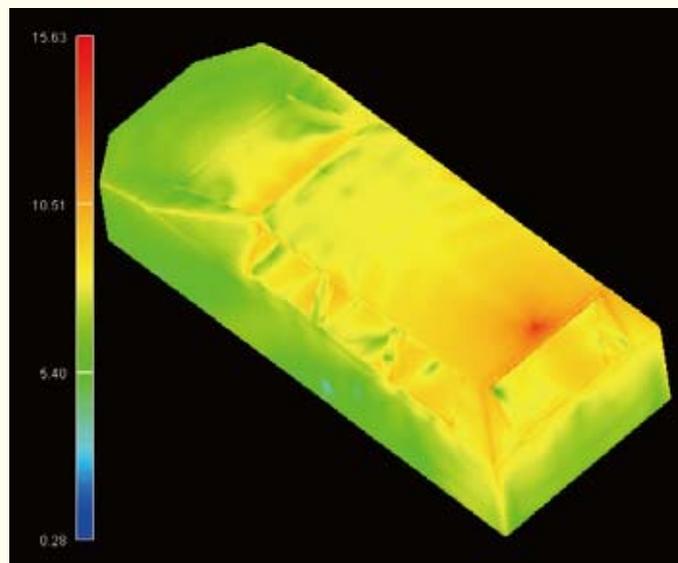


図1.十字Cross3Dおよびグリフglyphを用いた可視化

北海道の共有インフラです

本センターにおいては、利用者の皆様方からの問い合わせには電子メールを活用し、その情報をホームページ「利用者の皆さんからのご質問(Q&A集)」で公開することをさらに発展させようと考えています。それに伴って、プログラム相談室は当面維持するものの、その体制を毎年見直していくことにします。プログラム相談室を利用いただいていますユーザの方にはご不便をおかけすることになりますが、なにとぞご理解とご協力をお願いします。

なお、大型計算機システムの利用に関する問い合わせ先電子メールアドレスは下記のとおりです。

「利用者の声 : hsay@iic.hokudai.ac.jp」

汎用可視化システムAVS/Express(ダウンロード版)がバージョンアップされました

大型計算機システム汎用計算機システムの一部として学内ユーザ限定でサービスを実施しています汎用可視化システム AVS/Express のダウンロード版をバージョン7.2に更新しました。ダウンロード版は本センターiiC ポータルページからファイルパッケージをユーザの MS Windows PC にダウンロードして、その PC で利用できるサービスです。

新しいプログラムをインストールする場合、旧バージョンを削除してから新バージョンをインストールするようお願いします。ただし、ライセンス等の設定には変更がないので、これまで同様に使用できます。プログラムインストール後、環境変数(MACHINE および XP_LICENSE_SERVER)が設定されていることを確認してから、AVS/Express を起動してください。ソフトウェアがライセンスを取得するのに失敗することがありますので、そのときは起動コマンドを何度か試してください。

AVS/Express 7.2では MS Windows Vista に対応し、32ビットモジュールで使用可能になっています。また、アプリケーションのアイコンのデザインが MS Windows スタイルに準拠して変更されています。追加された機能を以下に列挙します。

- (1) ノード値による半透明表示のサポート
 - (2) ソフトウェア球を作成する set_radius モジュール
 - (3) Vis5D読み込みモジュールをサポート
 - (4) クリップボードにコピー機能
 - (5) 大規模データを1台のマシンで可視化
 - (6) 時系列グラフアニメーション
 - (7) FORTRAN Unformatted データ読み込みモジュール
- これら詳細については、下記ホームページでご確認ください。

http://www.kgt.co.jp/viz/express/vup_info/

大学院共通講義「計算科学が拓く世界」が実施されました

平成19年度に引き続き、平成20年度にも本学大学院共通講義「計算科学が拓く世界」が実施されました。本講義では、本学の計算科学的な手法を用いて研究活動を行っている北大シミュレーションサロン(HSS)のメンバーが講義を担当しています。計算機シミュレーションのための並列計算の基礎について6回の講義を行い、これに引き続いて、各学問領域における最新の計算科学の応用例について8名の専門家が連続講義を行います。

「計算機シミュレーションのための並列計算の基礎と応用」と題する計6回の講義を本センター大規模計算システム研究部門教員が担当しました。マルチコアプロセッサが PC でも利用できるようになり、マルチスレッドあるいはマルチプロセスでの並列プログラミングが必須となっていることを踏まえ、講義では大規模・高精度・超高速並列計算のための超並列計算機アーキテクチャ、並列プログラミングおよびプログラムチューニングの具体的な例を示し、それら技術の計算機シミュレーションへの適応に関してわかりやすく講義を行いました。さらに、並列計算で共通して利用される OpenMP デイレクティブおよびメッセージ・パッシング・インタフェース(MPI) ライブラリを用いた実用的なプログラミングについても基本的な講義を行いました。一人でも多くの大学院学生が受講され、本センタースパコンなどを活用する研究活動の一助になればと考えています。

大学院共通講義を知らせるポスター



利用申請件数2年連続増を達成しました

スパコン等大型計算機システムの利用申請件数が前年度を上回り、プラス0.62%増を達成しました。これで2年連続して前年度を上回る利用申請件数を達成しました。増加要因として、平成19年度は先端研究施設共用イノベーション創出事業を開始し、限定された計算機リソースではありますが民間企業研究者にも利用いただいていることが考えられます。平成18年1月からサービスを開始しましたスパコンシステム HITACHI SR11000/K1および平成19年3月からサービスを開始した汎用コンピュータシステムから構成される大型計算機システムが幅広いユーザの皆様方に支持された結果と感謝しています。システムの整備およびユーザ支援の一層の充実を図りますので、スパコンをはじめとする本センター大型計算機システムを今後ともご利用いただけますようお願いいたします。

スパコンInfo

ご存じですか?スパコンは

先端研究施設共用イノベーション創出事業 シンポジウムが開催されました

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19年度開始分について「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3月28日(金)

場所：東京ステーションコンファレンス5階

シンポジウムでは、本取組の現状を報告するとともに、大規模計算シミュレーションによるイノベーション創出に向けて、大学と産業界の新しい関係についてパネル討論が行われました。また、交流会を兼ねたポスターセッションでは、スパコンを利用した民間企業の成果が発表され、現在利用している研究者の生の声を聞くことができました。

平成20年度以降も年2回の募集を行い、企業研究者のスパコン利用を拡大していきます。新しいニーズを掘り起こし、イノベーション創出につながる産学共同研究の場としての利用を歓迎しますので、大学等研究者と企業の研究者のチームによる提案をご検討ください。なお、本件に関する詳細は下記ホームページをご参照ください。<http://kyoyo.itc.u-tokyo.ac.jp/>



シンポジウム講演会場風景



ポスターセッションの様子

スパコンTSS領域の設定値を変更し演算利用が 快適に行えるようになりました

本センタースパコンはバッチ領域とTSS領域から構成されています。バッチ領域は大規模・長時間ジョブのための占有利用領域です。最近、バッチ領域が常時混雑しており、ジョブを投入してもなかなか実行されないとの苦情が聞かれるようになってきました。このような混雑を少しでも緩和しようと、本年5月からTSS領域の設定を下記のとおり変更しました。

- (1) プロセスあたり利用可能な最大主記憶容量を4GBから8GBにしました。これにより、今まで以上の大規模計算がTSS領域で可能になります。特に、MPI並列ジョブでは、並列プロセス数×8GBの大容量計算が可能になりました。
- (2) SMP並列数の初期値を16から4にしました。同時に複数のジョブが実行されるとCPUの取り合いが頻発し、TSSノードのレスポンスが極端に低下します。これを避けるための処置です。また、TSS領域では実行オブジェクト名を指定するだけでジョブの実行が可能のため、SMPでのスレッド数を指定されない利用が多々見受けられます。スパコンのコンパイラは自動並列化が初期値でオンになっているため、オプション-noparallelを指定しない限りすべての実行オブジェクトがSMP並列オブジェクトになります。さらに、これまでは初期値としてジョブあたりのSMP数が16に設定されていたため、1つのジョブが実行されるだけですべてのCPUが占有され、レスポンスが低下するとともに、プログラムの実行にも必要以上の時間がかかっていました。

以上のように、初期値設定変更によりTSS領域の使い勝手が格段に改善されました。バッチ領域が混雑しているときなど、積極的にTSS領域を利用されるようお願いいたします。

プログラム相談室から電子メールによる相談へ 暫時移行します

本センターでは昭和46年(1971年)から現在に至るまでプログラム相談室を開設し、対面および電話等による大型計算機システムユーザの問い合わせ対応ならびに支援を実施してきています。最近では、ホームページでの情報提供や電子メールなどによる対応が一般化し、場所や時間にとらわれないユーザサポートに移行しているところです。このような状況から、プログラム相談室に寄せられる問い合わせも最近では極端に減少しています。

Q スパコンのバッチジョブ投入順番に関してです。センターのホームページにはジョブの投入数によって優先度が変わると記載されていますが、1つのジョブに対して優先されるのは、ジョブのタイプが優先なのか(クラスaが優先とか)、ノード使用数が優先なのか(1ノードのほうが入りやすい)、どちらなのでしょう?

現在4ノード計算をクラス a ジョブで投入しているのですが、まったく計算が始まらず少し困っています。それよりも1ノードでクラス b のジョブの方が優先度が高いのであれば、そのような投入方法をとりたいと考えています。

A スパコン・バッチジョブでは下記の式で優先度を決定しています。

$$(((0-QDate)+(0-(UserQueuedJobs*10000)))+(ClassSysprio*100))$$

QDate:ロードレベラーが起動した時点と、`llsubmit` を使用してジョブがサブミットされた時点との差を秒単位で表したもの(通常ロードレベラーは月初めに行われる定期メンテナンス時に再起動され0となります)。

UserQueueJobs:投入したジョブ数

ClassSysprio:クラス(A:100 B:90 C:80)

この式の値は下記コマンドを実行した際の System Priority 値で確認できます。

```
% llq -l Id <Enter>
```

Id: コマンド `llq` を実行したときに表示される `hopc01.*****.0` の値によって、サブミットした時間からより多くの時間が経過し、投入したジョブ数が少なく、クラスCよりもクラスB、クラスBよりもクラスAの方の優先度が高くなります。ただし、使用するノード数によって優先度の値が影響されることはありません。投入されているジョブ数、多ノードを使用したジョブが多い場合、実行までに時間を要しますが、お待ちくださいますようお願いいたします。

Q 統計パッケージSASで日本語を扱うときの注意をお知らせください。

A PCでは一般的にシフトJISという漢字コード体系が使用されていますが、SASの実行できるスパコン(`corn.hucc.hokudai.ac.jp`)ではEUCという漢字コード体系を使用しています。そのため、スパコンにデータを送る場合シフトJIS→EUCへ、センターから結果を得るにはEUC→シフトJISへのコード変換を行わなければなりません。

スパコンとの間でSSHによるファイル転送ソフトとして利用できるWinSCP(フリーソフト)は漢字変換の機能を持っていません。そのため、以下のような利用方法をおすすめします。

(1) TeraTerm Proの設定

送信および受信とも漢字コードをEUCに設定してください。コマンド `sas` で出力されるエラーメッセージの一部について日本語が文字化けする場合がありますが、現在SASのバグと報告されています。

(2) SSHによるファイル転送ソフトWinSCPの設定

送信オプションで「テキスト」か「バイナリ」を選択します。これを「テキスト」に設定してください。初期設定はバイナリになっている可能性があります。

(3) WinSCP上の操作①

PCのファイル(例えば、転送するファイル名を `sjis.sas` とします)をテキストモードでスパコンに転送してください。転送先となるスパコンのホスト名は `corn.hucc.hokudai.ac.jp` です。

(4) TeraTerm Pro上での操作①

ファイル `sjis.sas` をEUCに変換し、名前を変えて出力します。

```
% nkf -e sjis.sas >! euc.sas <Enter>
```

(5) TeraTerm Pro上での操作②

プログラム `euc.sas` を実行します。

```
% sas euc.sas <Enter>
```

(6) TeraTermPro上での操作③

実行結果ファイルをシフトJISに変換します。SASプログラムが正常に実行されると、ログファイル `euc.log` と結果ファイル `euc.lst` が出力されます。コマンド `ls -l` でこのファイルがあることを確認してください。SASの実行エラーが発生した場合、そのことが `euc.log` に出力されますので、内容を確認してください。以下のコマンドでシフトJISにコード変換します。

```
% nkf -s euc.log >! sjis.log <Enter>
% nkf -s euc.lst >! sjis.lst <Enter>
```

(7) WinSCPの操作②

ファイル `sjis.log` と `sjis.lst` をPCにテキストモードで転送し、メモ帳などで内容を確認してください。



Q スーパーコンピュータシステムを利用していますが、TSS ジョブとバッチジョブの違いは何なのでしょう？

A (1)TSSジョブについて
 ホスト名wine(hop00, hop01)またはcorn(hop00)でジョブを実行することに対応します。例えば、TeraTermPro等の端末ソフトでwineにログインし、f90コマンドでsample.fというプログラムファイルをコンパイルする場合、次のようにコマンドを入力します。

```
$ f90 sample.f >> & temp.log & <Enter>
```

これは、ログインホスト(wine)でバックグラウンドジョブを実行させる(最後の"&")ためのコマンド入力になります。ジョブを実行させているホストで下記のコマンドを実行すると、バックグラウンドジョブの実行状態に関する情報が得られます。

```
$ ps -eaf | grep USERID <Enter>
```

TSSジョブの利点および注意すべき点は下記のとおりです。

- 基本サービス経費のみで計算が可能です。すなわち、演算経費が必要ありません。
- 初期設定では、プロセス経過時間の合計が24時間に制限されています。それ以上連続して演算を実行したい場合、演算時間延長願いをセンターホームページから申請してください。
- 他のユーザのプロセスと同時に実行されるので、演算時間に比べ結果を得るまでの時間が長くなります。

(2)バッチジョブについて

ホスト hop02~hop31で実行されるジョブで、センターでジョブの管理を行います。演算付加サービス S3, S10, S50のいずれかのコースに対応する利用負担金を支払っていただくと、バッチジョブを実行できるようになります。この負担金が支払われていない場合あるいは使い切ってしまった場合、バッチジョブを投入してもエラーが発生しジョブを実行することができません。もちろん、この場合に間違えてバッチジョブを投入しても、それは実行されませんので負担金は発生しません。

バッチジョブを実行するためには、コマンドllsubmitおよびユーザ作成のジョブコマンドファイルcommand.jcfなどを用意する必要があります。ジョブの実行状況は下記のコマンドで調査することができます。

```
$ llstatus -l hop05 <Enter>
```

(ホスト名は随時変更してください)

または、バッチジョブの待ち状態および実行状況は下記のコマンドでチェックできます。

```
$ llq -f %o %nh %dd %c %id | sort <Enter>
```

バッチジョブの利点は、演算ノードを占有して実行できることです。したがって、経過時間と処理時間がほぼ一致します。計算がスタートしてから、いつ終了するかが事前に計算できます。詳細な説明については、下記ホームページに掲載されている講習会資料「A-2 速習!スパコン利用法」をご参考ください。

相談員プロフィール



藤田 恒太 大学院環境科学院

金曜日 13:00~15:00 担当

こんにちは。金曜日の前半担当の、環境科学院の藤田です。私はオホーツク海の流れの再現と、その流れを用いた稚仔魚の分散シミュレーションを行っています。この海流の計算をするのに北大情報基盤センターのスーパーコンピュータを利用させていただいています。スーパーコンピュータを使い始めてまだ1年半と短いのですが、私自身が相談員の方のおかげで、スーパーコンピュータを使えるようになりました。まだまだスパコンについての知識や経験が浅いため、全ての質問にその場での確に回答するのは難しいかもしれませんが、精一杯対応させていただきますので、利用者相談室をお気軽にご利用ください。



小野 純 低温科学研究所

金曜日 15:00~17:00 担当

毎週金曜15~17時を担当している低温科学研究所の小野です。私は、スーパーコンピュータ(HITACHI SR11000モデルK1)を駆使して、主に、オホーツク海の三次元・海洋大循環モデルによる数値シミュレーションを行っています。相談員としてまだ2年目ですが、皆様のご質問に全力で対応し、できる限りのサポートをしたいと思っておりますので、お気軽にご相談下さい。金曜の15時からお待ちしております。今後ともよろしくお願ひ致します。

