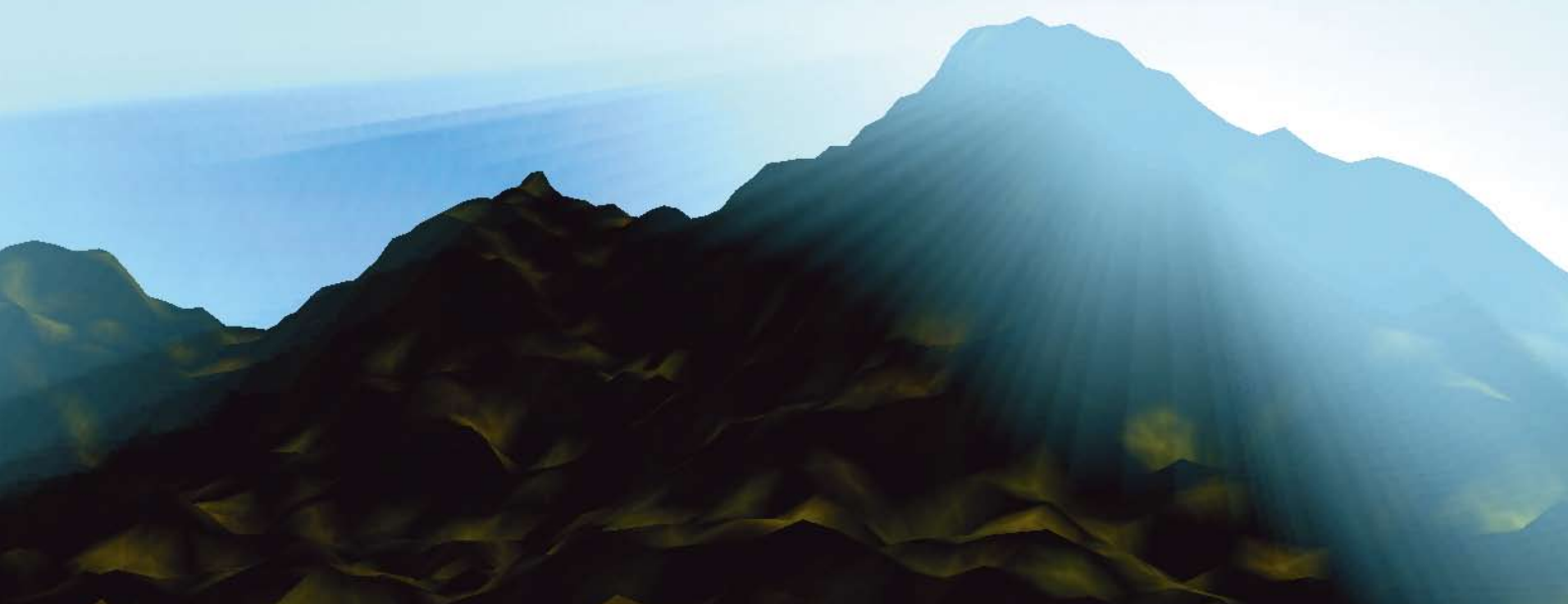


iiC-HPC

Vol.8
2006

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

連星系の謎にスパコンで挑む

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.8

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ていただきたい。



●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、北海道大学情報科学研究科の助教授として、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。

C o n t e n t s

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.8

●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〉
連星系の謎にスパコンで挑む

●北海学園大学 工学部 教授 岡崎 敦男

04-09



スパコン・アカデミー

第4回「人工衛星から地球を見る！
リモートセンシング可視化システムENVI活用法」

●北海道大学大学院農学研究院 谷 宏

10-13



新連載
スパコン可視化道場

●第2回 「可視化ツール」

14-15



16-19

スパコンInfo

- スパコンでjavaプログラミング
- FORTRANプログラムからC関数を呼び出す、CプログラムからFORTRANサブルーチンを利用する方法
- さまざまなフリーソフトウェアをインストールして、利用できます。
- バッチ領域での稼働率チェック方法
- バッチ領域でのジョブスケジューリングについて
- スパコン稼働率のチェックとユーザレベルでのジョブスケジューリング
- 相談室Q&A



INTERVIEW

連星系の謎にスパコンで挑む

地球から最も近いBe星は、

カシオペア座にある。

スパコンのシミュレーションにより、

遙かかなたの星座の動きが、

われわれの目の前で再現される。



北海英語学校(1885年設立)を前身として、1952年に札幌に設立された。
経済学部・経営学部・法学部・人文学部・工学部の5学部に約8,000名の
学生が学ぶ北海道最大の私立大学。「開拓者精神」を建学精神としている。

編集 本日は、北海学園大学工学部の

岡崎敦男先生の研究室におじやまを

しております。岡崎先生は、天文学

の恒星物理学がご専門で、北海道大

学のスーパーコンピュータを使って

Be/X線連星系と呼ばれる天体のシ

ミュレーション実験を行ってらっしゃ

ると聞いております。本日は、星の話

と、宇宙の研究にスパコンがどのよう

な形で活用されているのかをお聞きし

ようと思います。本日はよろしくお願

いいたします。

岡崎 こちらこそよろしく願

います。

編集 岡崎先生、私たちは正直宇宙の

ことがわからないものですから、基本

的なところからご説明いただけませ

太陽系ができるまで

岡崎 分かりました。では、宇宙の成

り立ちから始めたほうがよいでしょう

ね。宇宙は今から137億年前に生ま

れたと考えられています。

編集 137億年？

岡崎 ええ、ここ数年の観測で、明ら

かになってきました。誕生直後の宇宙

は火の玉のような状態でした。その頃

にはまだ天体は生まれていませんでし

た。宇宙が誕生して4億年くらいたつ

た頃、最初の星が誕生します。それら

の星が集まって銀河が作られます。銀

河というのは、光の速さで10万年ぐら

いかからないと横切れない大きさの天

体です。

編集 億年とか、万光年とか気の遠く

なるような数字ですね。

岡崎 そうですね。銀河は1千億個ぐ

らいの星を含む巨大な系です。そして、

そのような銀河が宇宙に一斉に産まれ

ます。それは、ビッグバンから10億年

を経た時代です。星にも寿命があり、

寿命の長い星は誕生して以来ずっと現

在まで存在しているのですが、ほとん

どの星は寿命が短くて、すでに死んで

しまった星も無数にあります。例えば

僕らの住む銀河系の星々はもう何度も

世代交替をしています。空を見たら星

がたくさん光っていますよね。でも、

あの星々の間には、死んでいる星も

いっぱいあるのです。そのようにたく

さんの星が生まれては死に、生まれて

は死にということを繰り返すうちに、

さまざまな元素が宇宙に存在するよう

になったのです。

編集 はあ…

岡崎 元素のほとんどは、星の中でつ

くられるのです。地球には鉄もある

し、カルシウムもあれば、炭素や酸素

もある。そういうものは全部星の内部

でつくられたのです。星は内部でさま

ざまな元素を合成し、死ぬときにそれ

らを周りの空間にばらまきます。ばら



北海学園大学 工学部 教授

岡崎 敦男

Atsuo OKAZAKI

中学生の時に、ガモフ「不思議の国のトムキンス」(白水社)を読み、天文学を志す。京都大学大学院理学研究科で宇宙物理学を学んだ後、1986年に北海学園大学に就職。専門は恒星物理学。大質量連星系における相互作用を、主に数値シミュレーションにより研究している。趣味はぼんやりすることと読書(特にSFとファンタジー)。兵庫県生まれ。

重心の周りをそれぞれの星が回るということです。太陽系も実はそうで、ただ太陽が圧倒的に重いので、太陽系の重心と太陽の中心がほとんど一致しているの、太陽はほとんど動かないように見える。でも、太陽もほんのわずかなですが、重心のまわりを動いています。通常、重心は星からずれていますから、互いにその周りを回っているのです。

編集 そうなんですか…

岡崎 重い星が進化すると、最後は爆発して死にます。それを超新星と言うのですが、太陽の重さの10倍以上あるような重い星が死ぬときは、もう大爆発をして砕け散る。そのとき、さまざまな元素を周りの空間に放出し、中心には芯が残ります。太陽の重さの2倍

以下ぐらいの芯であれば中性子星(注1)になって、太陽の重さよりも2倍以上あるともう支え切れなくて、ぐしゃっとつぶれて光も出てこれない天体になるわけです。これがブラックホール(注2)です。2つの星の片方が重い星だった場合には、その連星系は中性子星とかブラックホールというものすごく重力の強い星を持つような系に進化するのです。実は、重い星ほど寿命が短くて、例えば1千万年もあればそういう系になってしまいます。

編集 質量が大きいと寿命が短い？

岡崎 重いと燃料をほとんど使って明るく輝き、あっという間に死んでしまいます。あつという間にとっても、1千万年ぐらいはあるわけですが、でも、太陽が100億年生きるのに比べ

ると遥かに短い一生と言えます。今、

片方の星が中性子星かブラックホールになると言いましたが、例えば、中性子星というのは1センチ四方に10億トンぐらい詰まっているような天体です。10キロメートルぐらいの範囲に、地球の数十万倍の重さが詰まっているわけですから、ものすごく強烈な重力がある。すると、もう片方の星の物質を強い重力で奪い取るという現象が起こる。奪い取られた物質は、中性子星に向かってものすごい勢いで渦巻きながら落ちていきます。その速さは中性子星の近くでは光の速さに近くなります。そのような速さで渦を巻いているのですから、すごい摩擦がはたらき、渦はものすごく高温になります。すると、X線が発生して輝くのです。中性子星でなくブラックホールがあるときも同じです。このような星をX線連星系と呼びます。X線連星系で何が起きているかということ、天文屋としては知りたいわけですが、星はなんといっても遠い。どんな大きな望遠鏡で見ても、点にしか見えない。そこで何が起きているか調べるためには、計算機でシミュレーションを行って、その結果を観測と比較して、こういうことが起きているのではないかと考える。それが僕の仕事です。

編集 ふむふむ。

Be星のガスの構造

岡崎 X線連星系には大質量星を持つものと太陽程度の小さな質量の星を持つものがあるのですが、大質量星の場合にはほとんどがBe星と呼ばれる星だということが、1990年代から分かってきました。青白い高温の星をB型星と言い、B型星の中でも周囲にガスの円盤があるものをBe星と呼びます。このBe星というのが、僕のものとの研究テーマで、研究をやっている人は世界で100人から200人ぐらいしかいないような、そういう分野です。

編集 世界に数百人ですか！

岡崎 はい、少ないでしょう？ Be星を持つX線連星系をBe/X線連星系と呼ぶのですが、以前はBe/X線連星系に関する論文は、間違ったモデルを作ってX線の振る舞いを説明しているものばかりでした。そういう論文を読む度に、どうして最新のBe星のモデルを使わないのかと思っていました。1995年から96年にかけて在外研修でアムステルダムに行ったのですが、その時にスペインの研究者から、Be/X線連星系ではBe星のガス円盤はどうなっているかという質問がメールで来て、中性子星による潮汐力によってBe星のガス円盤は途中で途切れているはずですよ、と当時考えていたことを述べたのです。

編集 潮汐力？

岡崎 潮汐力とは、地球であれば潮の干満を引き起こす月や太陽の重力のことです。月が海を引っ張る力は、月に近い側で強く、遠い側で弱いので、結果として、海は月に近い側と遠い側にふくらんだ形になります。連星系でも同じことが起こり、Be星のガス円盤は、中性子星に近い側と遠い側にふくらんだ形になります。結論だけを述べると、この効果はガス円盤の回転を遅くし、半径を小さくするように働きます。Be星のガス円盤はBe星から放出された物質が徐々に広がってできるのですが、中性子星による潮汐力が円盤を小さくしようとするので、まるでダムにせき止められた水のように、円盤はある半径を超えて広がれなくなるのです。そのようなことを返答したら、相手から「それは面白いから一緒に研究しよう」という提案があつて、「じゃあ、やりましょうか」となった。彼は観測家で僕は理論家だったので、うまく分業ができて、5年間で3本の論文を共同でまとめました。それがこの分野に入ったきっかけです。

数値シミュレーションにより仮説を証明

岡崎 中性子星とBe星との相互作用の研究は、世界で誰もやっていませんでした。最初の数年間はシミュレー

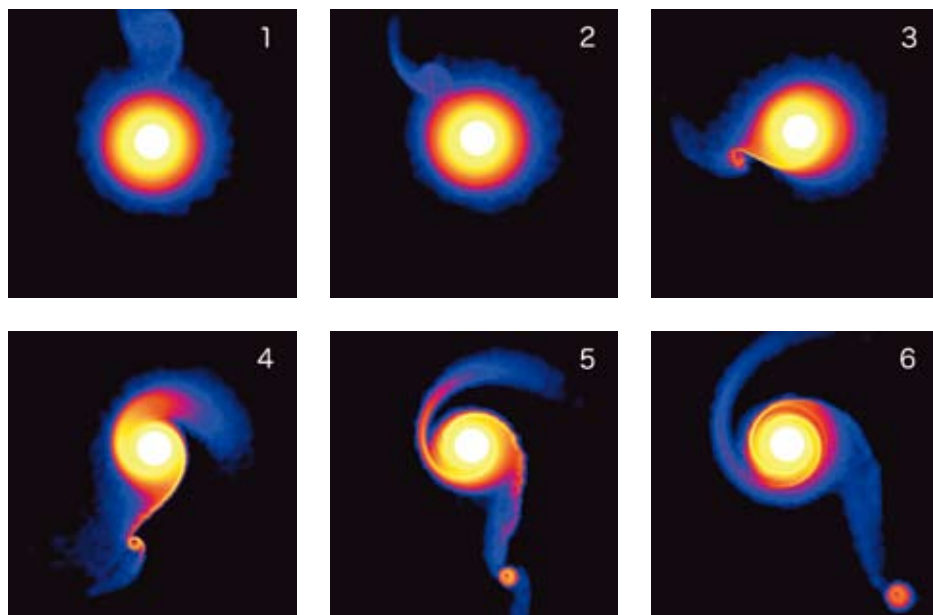
ションをせずに、手作業でできそうな計算をやっていました。例えば、北大の計算サーバ(注3)で10時間もかからないような計算です。手作業と言っても、式を評価するためにある程度数値計算は必要ですが。でも1日もかからずに終わってしまう。それでも全く新しい領域でしたから、やることなすこと全部新鮮で楽しかった、もうやみつきです。そうこうするうちに、自分でもこれはシミュレーションするしかないと思い始めたわけです。図を見ていただくとうかと思えますが、中性子星とBe星の相互作用はかなり複雑です。実は、2つの星の軌道は楕円を描いていて、遠ざかったり近づいたりしているの、相互作用の強さも強くなったり弱くなったりします。そういうようなことを全部入れて計算しないといけないので、もうこれはとても手作業の解析的な方法では無理と思い、自分でシミュレーション用のコードを作り始めました。作り始めて数カ月して、ちょうどまた在外研修で今度はイギリスに行けることとなりました。ケンブリッジ大学で、精密なコンピュータのコードを持っている人がいて、その人がコードをくれたんです。それで、それまで自分で作っていたたないコードを捨てて、彼のコードを使うようになりました。その人自身はこの分野の研究者ではなく、星の誕生の様子を計算する研究者だったのですが、

彼のコードを少し書き換えるだけで、Be/X線連星系にも使えたのです。そうやって計算し始めて、もうかれこれ4年半ぐらいになります。先ほど申し上げた通り、僕はBe星のガスの円盤のモデルをずっと自分で考えてきていましたけど、そのモデルは同じ分野のほとんどの研究者の使っているモデルとは違っていたので、本当に正しいかどうかは正直自信がありませんでした。ひよっとすると自分の人生はむだ

かもしれないという不安がいつもありました。ところが、シミュレーションをやってみると、これまで自分で想像していたイメージの通りにガス円盤が広がっていくのが見られたのです。あれは本当にうれしかったですね。

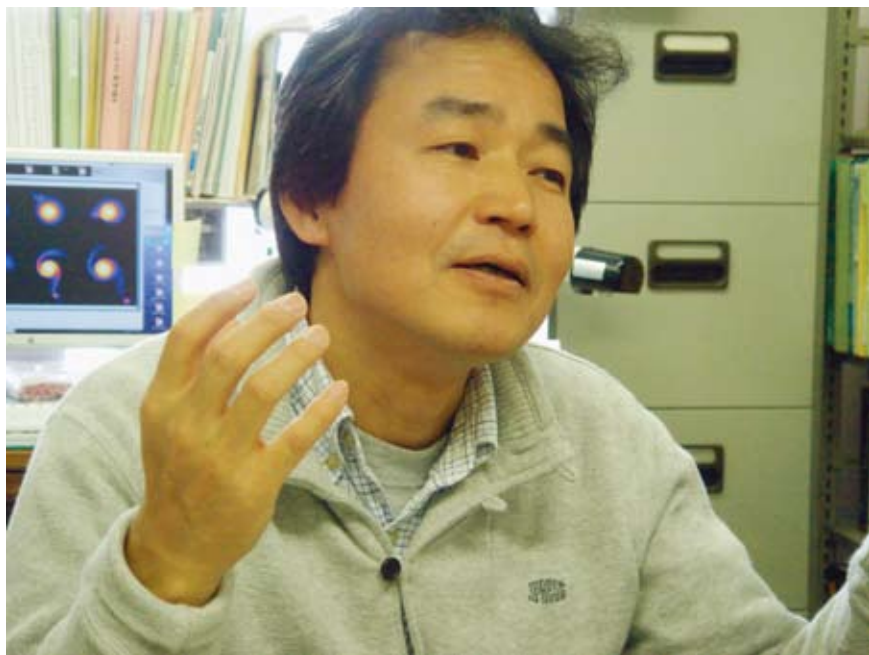
編集 研究者冥利につきますよね。

岡崎 その通りです。中性子星の軌道にいろいろな離心率を与えて、ガスの円盤がどこまで広がるかを計算すると、96年以降スペインの研究者と一緒に



スパコンを使ったシミュレーションの一例。中心に見えているのが、ガス円盤(黄色から青にかけての部分)に囲まれたBe星(白い円の部分)。Be星のガス円盤はある半径から外へ広がることができないが、中性子星が最接近した時には円盤から中性子星重力圏へガスが流出する(3)。流出したガスは中性子星の周りに降着円盤を形成し、渦巻きながら中性子星へと落ちていく(4-6)。

Smoothed Particle Hydrodynamics法による計算。用いた粒子数は約40万個。



にやった計算の結果とピッタリ合う。見事なぐらい一致したのです。ああ、正しかったんだ、と思った。本当にホッとしました。同時に、シミュレーションで自分のこれまでやってきたことが正しいと分かるとさらに先に進めるわけです。今度は、Be星のガス円盤に対して中性子星の軌道を傾けてみようとか、中性子星へガスが落下する様子を調べてみようとか、もっと広い研究に着手しようと思うようになる。特に、センターに今回導入されたスパコン

SR11000を利用すると、これまでよりもずっと解像度の高い計算ができるので、とても喜んでいます。

編集 新スパコンで初めてできたシミュレーションがあるんですね。

岡崎 そうです。1月から3月まで無料のお試し期間がありました。あれは本当にありがたかった。これまでだと、例えば、 $1/10$ 、 $1/20$ の計算スピードでしょう。そうなると思うとたくさんの粒子を使って高精度の計算をしようとする、ものすごく時間がかかってしまう。特に僕は研究費が少ないので、計算サーバで主にやっていて、それでONYX

(注4)が使えるようになってからはONYXでやっていたんですね。これらの計算機で、例えば半年以内に終わる計算をするとなると、使える粒子数は数万個程度でした。このようないくつかの粒子数だとBe星ガス円盤は調べられるけれど、円盤の物質が中性子星に流れ込むところを表現

するには、全く解像度が足りない。ところが、50万個の粒子を使うと中性子星の降着円盤の解像度がぐっとあがる。そういう意味で、系全体をちゃんと扱えるようになってきた。本当はこの数倍の粒子数が欲しいのですが、それでもようやく系全体を現実的に扱えるようになりました。

編集 つまり、新スパコンでかなりの精度で連星系の構造が表現できるようになった。でも欲を言えば、さらに性能の高いスパコンがあれば、ということですね。

岡崎 そういうことです。シミュレーションというのは説得力のあるものです。僕は2001年からシミュレーションを始めたのですが、それまでは、Be/X線連星系のガス円盤の仮説を誰も信じてくれなかった。でも、あるセミナーでシミュレーションを見せたら、みんな信じてくれるのです。本当にあのときシミュレーションというのは偉大だと思いましたね。言っていることは同じなのに、インパクトが全然違います。

編集 そうですか、ところで地球から一番近いところにあるBe星はどのあたりにあるのですか。

岡崎 カシオペア座のWの真ん中の星がBe星です。

編集 カシオペア座、そんな遠いところにあるのですか。

岡崎 遠いんですか？光の速さでたった

600年しかかからないところにありますから、天文屋の感覚では目と鼻の先にあるようなものなのですが…

今後の課題

編集 最後に、今後の研究の抱負についてお聞かせいただけますか。

岡崎 今申し上げたように、新スパコンによって研究は格段に進歩しました。でも、本当はもっと詳しく計算できないとだめだとも思っています。中性子星というのは非常に小さいもので、僕がやっているシミュレーションでは、中性子星の半径に比べて3万倍も大きなところまでしか追いかけることができない。系全体はもっと大きいのです。だから、系全体を扱いながらも、できるだけ中性子星に近いところまで追いかける。そうすれば、X線放射のメカニズムもわかってくる。でも、そのためには莫大な数の粒子数が必要です。現在だと、僕は1ノードしか使っておらず、共有メモリ型の並列化(注5)だけの計算なので、50万個程度の粒子数が限界です。50万個の粒子数をスパコンの1ノードで計算しようとする、おそらく4ヵ月、5ヵ月、ひょっとしたら半年かかる。それでさえ、まだ中性子星の周りの円盤をちゃんと計算するには不十分です。少なくともその4〜5倍の粒子数が欲しい。200万個から300万個は欲しい



ですね。
編集 そうですか。

岡崎 となると、今度はノード間の並列化が必要になりますね。分散メモリ型並列処理(注6)による計算が必須です。だから、今年の努力目標は、分散メモリを使うようにコードを書き換えることです。分散メモリを使って

4ノードとか8ノードとか使えば、200万個とか300万個という粒子数の計算ができるようになって、もつとはつきりと円盤の進化が見えてくるということになります。これが当面の目標です。もつと長期的な目標は、僕は今、ガスだけを扱っているわけですが、現実の天体の中には磁場もありますし、星から光も出ている。すると磁場とガスの相互作用とか、星の光とガスの相互作用という要素が入ってくるわけです。そうなるともつと大変な計算になる。中期的には星の光、

そして中性子星から出てくるX線の影響を含めた計算をしたいと思っています。さらに、その次の段階としては磁場の効果でしょうか。そこまでやって初めて現実的な計算になってくるわけです。だからそれで言うと、現在のスパコンがあと100倍速ければいいのですが：

編集 ムーアの法則を考慮すると、プロセスの性能向上は1・5年で約2倍です。その7〜8倍ですから、20年かかりますね。最短でも10年。やはり、分散メモリ型並列処理で、大規模化と高速化を実現することが必要ですね。

岡崎 実際、そこまでやらないと説明できない観測結果もたくさんあります。あと、最後にセンターへお願いなのですが、先ほど申し上げた通り、計算には時間がかかります。そして、スパコンの性能がここまで上がつてくると、どれだけ計算できるかは、ス

パコンの性能よりもむしろ自分自身の予算の金額で決まってしまう。だから、利用負担金の一段の低下をお願いしたいのです。あるいは、プロジェクトを募集していただいて、これは意義があると思うってもらったときには安く使わせてもらえると、か、そういうふうなことをやってもらえるとあり

がたい。具体的な話になりますが、僕は今、50万円のS50コースに入って、2つシミュレーションを走らせていますけど、これだと4ヵ月で予算を使い切ってしまう。残りの8ヵ月間スパコンから離れて、次年度に科研費があたりればまた使うことになる。時には、中途半端なところで予算がついてしまい、続きをやるために1年待つしかないという悲しい結果になるかもしれない。センターも苦しいとは思いますが、その点をご考慮いただければありがたいです(笑)。

編集 新スパコンと旧スパコンで、バッチ利用の演算サービス利用負担金は同じにしています。スパコンの性能は20倍になっているので、演算サービス経費ははるかに安くなっています。ユーザの皆さま方は、20倍のシミュレーションをもう始められているんです。

す。高性能なスパコンを利用して、研究をもっと加速し、短期間にいろいろなことをやってみたいというお気持ちに分かるのですが、新スパコンは稼働率も非常に高いので、年度末に余裕が出ましたら、その分は来年度、例えば共同研究プロジェクトですとか、スパコン用シミュレーションソフトの開発とか、そういうことを予算化できたらと考えています。

岡崎 いいですね、期待しています。

編集 本日は、いろいろお話を聞かせていただいて、新しいスーパーコンピュータが岡崎先生の研究に大変役立っており、研究も新たな領域に入ってきたことをお聞きして、嬉しく思い、また、自分たちの責任の重さを改めて感じました。本当にありがとうございます。

《用語解説》

(注1) 中性子星

質量の大きな星が爆発したあとに残る超高密度の天体。半径は10km程度だが、太陽と同程度の質量を有する。

(注2) ブラックホール

質量の非常に大きな星が爆発したあとに残る、極限まで収縮した状態の天体。あまりに強い重力のために光でさえ出てくることはできない。

(注3) 計算サーバ

情報基盤センター大型計算機システムを構成する計算機システムHITACHI Superdome(プロセッサ数32および主記憶容量64GB)で、ユーザの共有メモリ型並列処理および商用アプリケーション利用サービスを提供している。

(注4) ONYX

情報基盤センターグリッドコンピューティングシステムを構成する超高速可視化サーバSGI社Onyx300(プロセッサ数32、主記憶容量16GB)で、共有メモリ型並列処理および高性能グラフィック機能を有している。スパコンでの大規模解析結果の可視化など、ポスト処理に威力を発揮している。

(注5) 共有メモリ型並列処理

プロセッサごとに処理を分散して並列処理を行う際に、同一のメモリ空間を使用する処理。プログラムの並列化はコンパイラが自動的に行う。特に、新スパコンに導入されている日立最適化コンパイラはすぐれた自動並列化を実現している。

(注6) 分散メモリ型並列処理

新スパコンは演算装置(ノード)あたりプロセッサ数16および主記憶容量128GBを有している。大規模および高速処理では、複数の演算装置を利用して並列処理を行う。解析モデルを演算装置数で分割し、演算装置ごとに共有メモリ型並列処理またはプロセッサごとに逐次処理を行うような並列処理のことをさす。解析モデルの分割面では演算装置間でデータの共有が必要になるので、MPIライブラリを利用する。特別なプログラミング技術を必要とするが、スパコン利用では必須の技術である。

知 っ て 得

第 4 回

す
る
!!

スパコン アカデミー

人工衛星から地球を見る！
リモートセンシング可視化システム
ENVI 活用法

北海道大学大学院農学研究院 谷 宏

SUPERCOMPUTER ACADEMY

第4回 人工衛星から地球を見る！ リモートセンシング可視化 システムENVI活用法

リモートセンシング技術(注1)によってもたらされる人工衛星画像は、毎日の天気予報や地域スケールから地球規模の環境に関わる問題解決にとって必要不可欠な情報になっています。リモートセンシング画像の入手が以前に比べ容易になったこともあり、衛星画像を研究に利用したいと考えている読者も多いと思います。しかし、高価な専用ソフトウェアを購入する必要があり、これまでは使いたくても使えないと考えている研究者が多かったと思います。このたび、情報基盤センター大型計算機システムに一般利用可能な商用アプリケーションソフトウェアとしてリモートセンシング可視化システムENVIが導入され、人工衛星や航空機によるリモートセンシングデータの解析と画像処理が可能になりました。本稿では、ENVIを用いて衛星画像を解析した研究例「インドネシアの熱帯泥炭林における土地改変の評価に関する研究」を通して、リモートセンシングデータの処理の一端を紹介したいと思います。

今回紹介するENVIには、下記の特徴があります。なお、ENVIの詳細はWebページ等を参照してください。
(1) リモートセン

- シング画像の処理に必要な基本機能が全て用意されている。
- (2) ハイパースペクトルデータ(注2)を含む多くのデータフォーマットに対応している。
- (3) 独立した配列演算ソフトのIDLを有している。
- (4) アルゴリズムの開発やカスタマイズが可能である。

情報基盤センター大型計算機システムによるENVIの利用サービスを、スーパーコンピュータSR1000/K1およびステレオ表示可視化システム(Microsoft Windows PC)の両方で対応しています。ここで紹介する解析は、PC上のENVIによる実行結果であることをお断りしておきます。



カリマンタン(ボルネオ)島南部に位置する州都パランカラヤ

熱帯泥炭林

インドネシアの中央カリマンタンの低平地には、熱帯特有の泥炭湿地林が広く分布しており、地球上のカーボンシンク(注3)として重要な位置を占めています。しかし、その一部は乱開発(メガライズプロジェクト(注4)や不法伐採)およびエルニーニョ現象(注5)に伴う乾燥化が拍車をかけた大規模森林火災によって、二酸化炭素として大気中に放散されており、森林火災による地球規模の環境への影響も懸念されています。この地で1997年に発生した泥炭林の火災は過去に例をみない規模で拡大した大森林火災となりました(注6)。さらに、2002年にも大規模な火災が発生し、現地の被害だけではなく地球環境へも大きな影響を及ぼしました。このような背景の下、火災によって失われた森林部の植生のモニタリングや土地改変を把握するための効率的な手法の開発とそれによる評価が重要になっており、人工衛星リモートセンシング技術による解決を目指しました。

土地被覆状況の変化検出

研究対象地域は、地図に示すインドネシア中央カリマンタンのパランカラヤ付近とします。使用した衛星デー

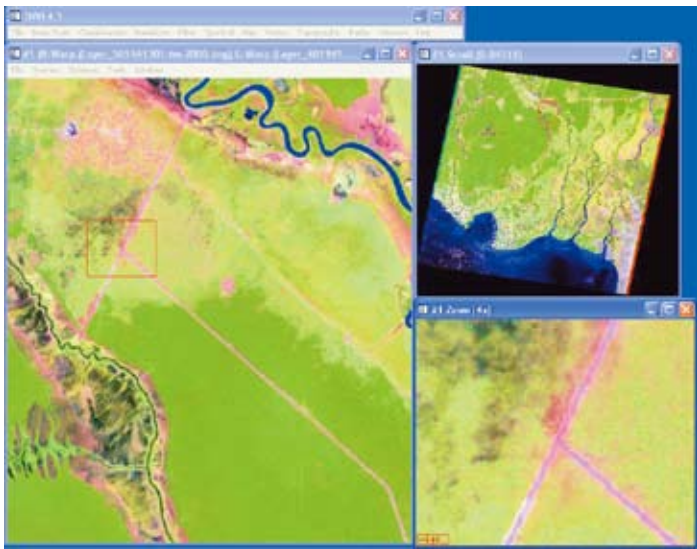


図1：カラー合成画像の表示例

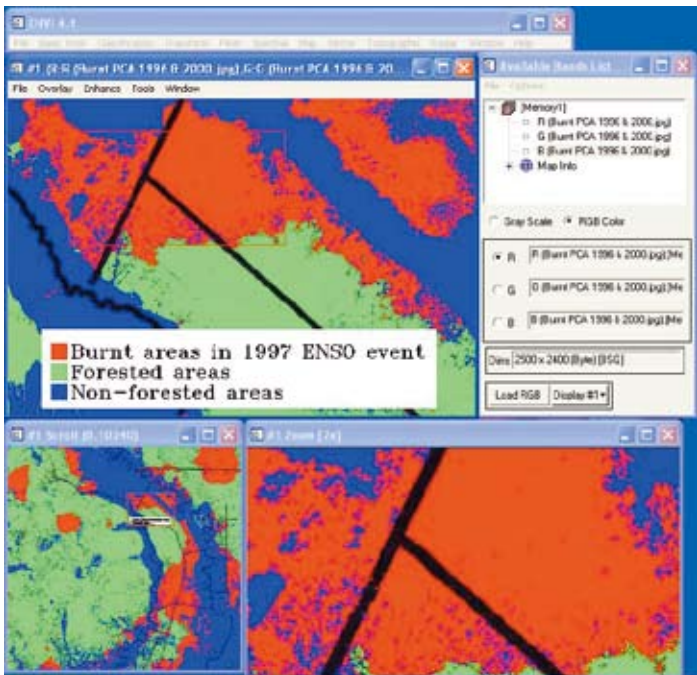


図2：1997年のデータに基づく解析結果

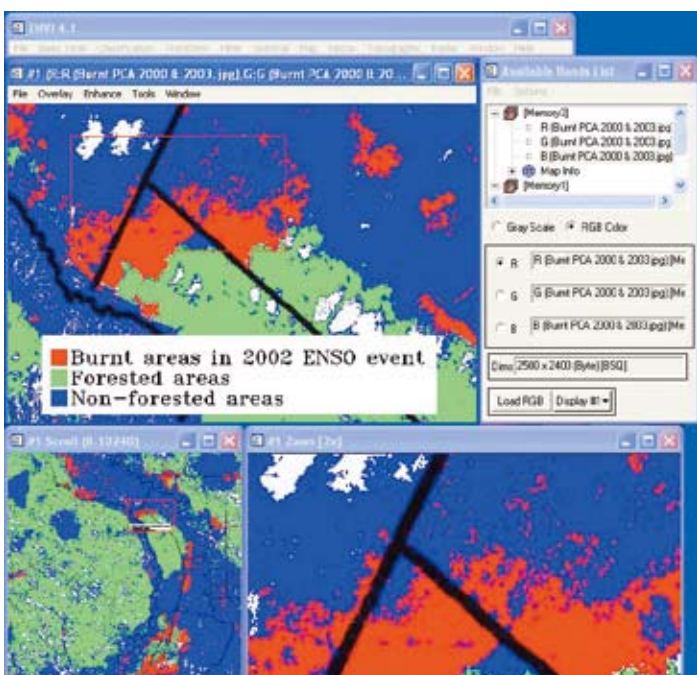


図3：2002年のデータに基づく解析結果

タは、5シーンのLANDSAT TM/ETM+データ（解像度は30 m）（注7）で、1997年および2002年の火災前後に得られたものです。図1はENV Iで表示したカラー合成画像の一例であり、右上がシーン全体を示し、その中の赤い長方形部分を拡大したのが右側の画像、さらにその中の長方形を拡大したのが右下の画像です。

現地調査の結果に基づいて、ENV Iに備わっている土地被覆分類のための一つのモジュールである最尤法を用いて8個の土地被覆クラス（市街地、農地、乾性草地、湿性草地、低木草地、開放林、閉鎖林、水域）に分類しました。分類後に主として用いた

解析法は、変化抽出のためのPCC（Post Classification Comparison）法です。この解析の結果から研究対象地域の熱帯林（開放林と閉鎖林クラス）の面積変化を見ることがによりPCC法の有用性が確認できました。

次に、火災前後の複数シーンを用いた主成分分析（PCA）を適用して火災被災地の検出を行いました。図2と図3は1997年火災と2002年火災による火災域（赤色）と森林域（緑色）、非森林域（青色）を検出した結果です。これによって、通常は1シーンのみに適用されるPCA法を複数シーンで用いることによる熱帯森林火災検出の適用可能性がわかります。ただし、

近年のカリマンタン島で発生した2回の大規模な森林火災（1997年と2002年）の前後のLANDSAT画像による分類結果を比較することによって、土地被覆の変化抽出を行いました。森林と非森林に注目してみると、対象地域の20%近くの森林が2回の火災によって焼失したことが判明しました。また、2回の火災による被害の特徴として、水路や道路のように人間活

火災後の植生回復のモニタリング

動の活発なところで火災が広がることで、浮き彫りになりました。

第4回 人工衛星から地球を見る！ リモートセンシング可視化 システムENVI活用法

時系列を表示したも

とある1ピクセルの
変化の分布(赤い
ほど増加している)
の分布(赤い
ほど増加している)
とある1ピクセルの
変化の分布(赤い
ほど増加している)

値コンボジット)プロダクトを使用し
ました。
1998年から2003年までの
5年間におけるNDVI値の変化(差)
に着目して、火災による被害程度と
比較し、これを利用して回復状
況や被災地分布の把握
を行おうとしまし
た。図4はカリマン
タン島のNDVI値
の変化の分布(赤い
ほど増加している)

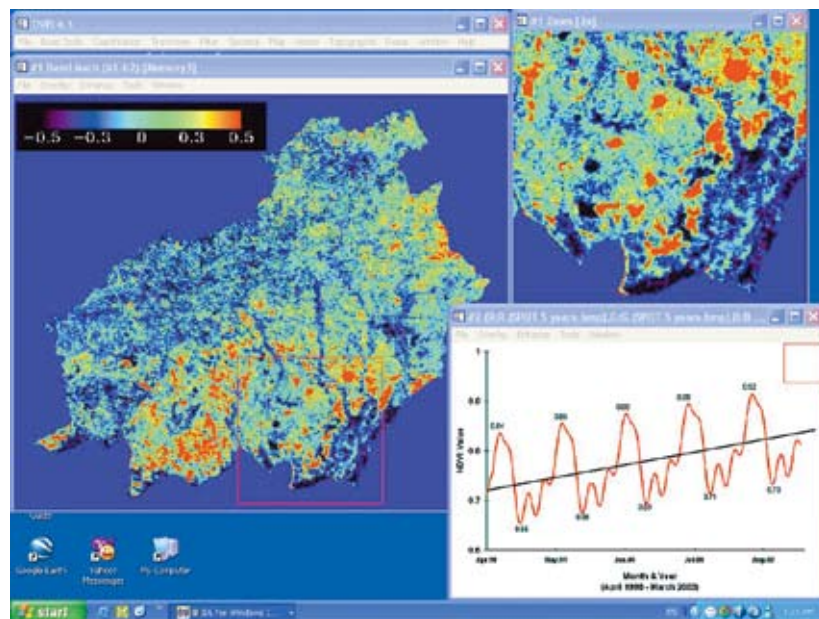


図4：NDVI値の変化の分布

の差の分布を
LANDSATによる
火災被害分布状況
の結果と比較する
と、NDVI値の
差が大きい場所は
1997年の火災
被害地に対応する
ことや植生回復の
程度が把握でき、
SPOT画像によ
って植生回復の
モニタリングが可
能になることが分
かりました。

(注1) リモートセンシング技術

陸地、海洋あるいは測定対象物について、非接触で情報を得る技術です。人工衛星や飛行機などに搭載された専用のセンサ(測定器)を利用して、遠隔測定を行うことをリモートセンシングと呼びます。得られたデータは、資源調査、環境調査、地図作成および状況監視に利用されます。リモートセンシングで利用されているセンサは、大きく3種類に分類できます。

- (1) 太陽の光や反射および対象物から放出される熱を測定する光学センサ。
- (2) センサからマイクロ波を放射し、それが対象物により反射された量を測定する能動型マイクロ波センサ。波長の長いマイクロ波を利用することで雲などの影響を受けず、光学センサでは観測が困難な夜間や悪天候などでも観測が可能になります。
- (3) 対象物が発するマイクロ波を測定する受動型マイクロ波センサ。

このほかに、広い周波数範囲にわたってデータ収集を行うマルチスペクトルセンサがあります。

(注2) ハイパースペクトルデータ

マルチスペクトルセンサでは数種類の波長帯域のデータを取得し、解析を行います。それに比較して、数百の波長帯域の画像データをハイパースペクトルデータと呼びます。このデータを利用することで、対象物の詳細なスペクトル情報を得ることができます。主な応用として、森林の状態観測、植生調査、農作物の生育状態の観測、土壌調査に活用されています。

(注3) カーボンシンク

空気中の二酸化炭素を吸収および固定化する機能を持ち、炭素の貯蔵庫の働きをする森林を主とする自然環境。

(注4) メガライスプロジェクト

インドネシア共和国政府により1996年から開始されたプロジェクトで、熱帯泥炭湿地林の広大な土地を農地として開拓する計画。泥炭体積の4分の3以上を占める水の排水工事が、約150万ヘクタールの広大な土地に対して行われました。排水処理を行ったため、泥炭土壌の分解が進行し、地下に蓄積されていた酸性土壌が出現してしまいました。結局、農耕に不向きな劣化土壌地域になり、土地は放置・荒廃しました。さらに、乾季には繰り返し森林火災が発生するようになりました。

(注5) エルニーニョ現象

3年ないし7年に一度発生して、1年間以上持続する異常気象を指します。これら異常気象は、毎年12月に観測される暖流のエルニーニョ海流が引き起こす異常現象と以前は考えられていました。現在では、異常気象現象はエルニーニョ海流と無関係であることが明らかになっています。一般に、熱帯域太平洋では1年間の平均気圧が西太平洋で高いとき、東太平洋で低くなり、数年後にはその逆になる振動現象が知られています。これを南方振動と呼びます。現在の異常気象はエルニーニョ現象と南方振動に関連する現象であることから、エンソ(ENSO)と呼ぶこともあります(図2および3の図中説明参照のこと)。異常気象は、熱帯の太平洋南東部の海面水温が異常上昇するときに発生します。通常、海面水温の高い海域は西部熱帯太平洋だけです。また、西部熱帯太平洋

の海面気圧は低く、周囲から湿った空気が上空に運ばれ、東南アジア、ニューギニア、北部オーストラリアに多量の降雨をもたらします。一方、東部熱帯太平洋では日射によって熱せられた海面付近の海水が東から西に向けて吹く貿易風によって西に運ばれるので、深海から冷水が湧き上がります。そのため、海面水温が低く、海面気圧が高くなるので、空気は乾燥します。エルニーニョ現象では、東から西に向けて吹く貿易風が弱くなるため、風向きが反対になります。その結果、太平洋西側の暖水は東に移動し始め、東太平洋を覆うことがあります。南アメリカ大陸西岸沖の海面水温が上昇することで、乾燥大気で覆われていた地方で集中豪雨が発生します。逆に、通常は降水量の多い西太平洋で降雨量が減少し、東南アジア、インド、南アフリカは干ばつとなります。1997年から翌年にかけてエルニーニョ現象が観測された際、異常な乾燥の影響によりインドネシアで大規模な森林火災が発生しました。

(注6) インドネシア森林火災

インドネシアの森林火災は、1997年6月下旬からカリマンタン島とスマトラ島で頻発し、5カ月以上続き、30万ヘクタール以上の森林が焼失しました。また、「地中火」と呼ばれる地下泥炭層に火災が起きていることが確認されています。泥炭層は乾燥すると燃えやすく、火災は泥炭層を伝わって広がるため、表面の山火事を消しても地中から火災が繰り返されます。カリマンタンは広大な泥炭層地帯をかかえる地域です。インドネシアの森林火災の原因は、プランテーション造成や大規模な焼畑と考えられています。例年、これら火災は雨で自然消火しますが、1997年は降雨量が極端に少なく火災が広がりました。

(注7) LANDSAT TMデータ

人工衛星の登場・発展とともに、リモートセンシング技術も発展してきました。米国では1972年に地球観測衛星ランドサット1号を打上げました。現在ランドサット7号(1999年打上げ)が利用されています。衛星高度は705km、周回時間約99分、地球のほぼ全表面を16日間で走査しています。ランドサットの画像は1枚で31,000km以上の範囲をカバーしています。ランドサットに搭載されているセンサはマルチスペクトルセンサの一種で、セマティック・マップ(略称TM)と呼ばれています。TMでは波長0.45μmから12.5μmにわたる7つの波長帯域(バンド)で観測が行われます。TMでつくられる画像では、900m(空間分解能30m)までの物体を見分けることができます。得られたデータは土地利用図の作成、森林地区の管理、農作物の生産量推定、牧草地管理、水質監視、野生動物の保護などに利用されています。

(注8) SPOT-Vegetation

SPOTはフランスの地球観測衛星で、2002年までに5台の衛星が打上げられています。衛星高度822km、周回周期約101分、26日間で地球の全表面を走査します。この人工衛星の特徴は直下の観測のほかに、センサの向きを自由に変更することで、斜め方向の観測が可能なことです。Vegetationと呼ばれるCCDセンサを2台搭載し、空間分解能1km、波長0.45μmから1.75μmにわたる4つの波長帯域(バンド)を用意しています。

スパコン可視化道場

連載 (第2回)

「可視化ツール」

今回は情報基盤センター大型計算機システムなどでサービスしている可視化のためのハードウェアやソフトウェアを紹介します。センターでどんなツールがサービスされているかを知っていただくことは、それらを使いこなすための第一歩です。また、可視化のための解析データを準備したり、可視化で利用するツールを決定する際の参考になると考えます。まずは、使えるツールをたくさん紹介しますので、読者の皆さんは可視化コンテンツを作成するためのヒントにしてください。

専用機と汎用機を使い分けよう

大宮 表に、可視化プラットフォームと可視化ツールをまとめています。可視化プラットフォームは、可視化ツールを利用する計算機システムのことで、スパコンなどの汎用目的の計算機システム、ステレオ表示可視化システム(PC)や超高速可視化システムなどの専用システムがあります。

川口 こんなにたくさんの計算プラットフォームで可視化ツールをサービスしているのはなぜなんですか。

大宮 それは、どれくらい高度な可視化を希望するかに依存します。例えば、スパコンなどの計算機は、演算処理を高速に行うことが主たる目的ですね... ただし、解析結果の妥当性を評価するためには、数値で確認するより、グラフにしたり、可視化の方が適していて、手取り早く結論を出すことができます。また、計算した結果(データ)をグラフにするためだけに、都度パソコンなどに転送するのは面倒ですから... 特に、スパコンのように大規模計算になると出力されるデータも大容量になります。スパコン上で解析結果の妥当性を確認できれば、入力パラメータを変更して次の解析を行ったり、プログラムの修正を行えたりするわけです。ですから、汎用的な可視化ツールIRIS ExplorerやAVS/Express Viz、普段使い慣れているフリーソフトのgnuplotやGMT、商用アプリケーションのMathematica、Maple、MATLABが利用できるようになっています。もちろん、構造解析、流体解析あるいはデータ処理向けの特定のアプリケーションにも有効なANSYS、FLUENT、MSC.Nastran/Patran、ENVIなども用意されています。

川口 そうか! 解析結果の確認だけならば、高度な処理よりは、単純な機能を手軽に利用できるほうが便利ですよ。

大宮 一方、ステレオ表示とかリアルタイム・アニメーションなど高度な可視化を目指すならば、可視化専用の計算機プラットフォームを利用します。この表の中にある、ステレオ表示可視化システムや超高速可視化システムは、そんな高度な可視化やリッチ・コンテンツの作成を行うための専用機なんですよ。もちろん、専用機でも汎用的な可視化ツールは利用できますよ。

超高速可視化システムはすごい

川口 可視化専用機は汎用機とどんなところが違うんですか?

大宮 ハードウェア自体が可視化をサポートしていますので、ソフトウェアで処理するよりも高速で、見た目もカッコいいのが特徴です。パソコンをゲームマシンにするために、レンダリング処理が高速に行われる高価なグラフィックボードを利用しますよね... そうすると、ゲームが迫力満点でリアリティがありますよね。可視化専用機には、大容量のグラフィックメモリを搭載した高速なグラフィック処理を行う専用ボードが備えられています。さらに、グラフィックパイプと呼ばれるハードウェアが備えられていて、高速に画面切替を行います。

川口 それらを使いこなすためのツールが導入されているんですね...

大宮 OpenGLと呼ばれる3次元グラフィックスライブラリが導入されていま

大宮 こんにちは、今日は前回お約束していたとおり、情報基盤センターに設備されている可視化用ハードウェアやソフトウェアを紹介しましょう。初心者から上級者まで、いろいろな応用に適用できるハードウェアやツールがあります。きっと気に入っていたツールがでてくるのではないかと思います。

川口 そんなにたくさんあるんですか。それは楽しみだな...



RadioWaveViewerの
リアルタイム・アニメーションに感動!

RadioWaveViewerによる
可視化結果。
路線バス内で携帯電話端末を使用し
たときの車内電界強度分布



大型計算機システム等で利用可能な可視化ツール

プラットフォーム	可視化ツール
スーパーコンピュータ HITACHI SR11000/K1	IRIS Explorer, IDL iTOOL ENVI, ANSYS, FLUENT, Mathematica, Maple, gnuplot, GMT, pgplot, GrADS
汎用計算機システム HITACHI Superdome	AVS/Express Viz, MATLAB, PLOT-WSX, Mathematica, Maple
ステレオ表示可視化システム (2式)	RSI社製ENVI, CEI社製EnSight Gold VRICO社製vGeo, AVS/Express Viz
超高速可視化システム SGI Onyx300	AVS/Express Viz RadioWaveViewer
大判カラープリンタ HP DesignJet800PS	B0版までのポスター印刷に対応 MS Word/PowerPoint, Adobe Photoshop/Illustrator



専用プロジェクタと円偏光フィルタ

専用メガネを着用して迫力ある立体視に注目！

ステレオ表示可視化システムはとっても魅力的

大宮 次は、今年からサービスを開始したばかりのステレオ表示可視化システムを紹介しましょう。

川口 ステレオ表示って、画面が飛び出して見えるんですか？

大宮 そうです。結構簡単なシステムで立体表示を実現することができるんですよ。先ほど紹介した可視化システムも立体視は可能ですが、大型スクリーンに表示される立体視はとっても迫力ありますよ。

川口 それは楽しみだな...

大宮 これがステレオ表示可視化システムです。2式ありますが、専用メガネを着用するタイプと裸眼タイプです。専用メガネを着用するタイプでは、こちらの2つのディスプレイに表示されているように、少しだけ視点をずらせた同一のシーンを作成します。それを同時に1つのスクリーン上に表示します。そのまま見ると、2つがずれて表示されているのが分かります。

川口 ゴーストが発生しているような、受信状態の悪いテレビのようですね。これで立体になるんですか？

大宮 なかなかの確な表現ですよ。そこで、この専用メガネをかけていただけませんか。どうですか？

川口 けっこう驚きですね！すぐそばに迫ってきているような感じです。

大宮 メガネを着用することで、右目と左目で別々の画像を見ていて、それが頭の中で合成されて立体的に見えるんですよ。単純な原理ですが驚きの効果があるでしょう。

川口 可視化は簡単にできるんですか。

大宮 もちろん、簡単ですよ。これまで、紹介してきたAVS/Express Vizを使ってデータを可視化します。その出力を立体視可能なフォーマットで出力して、専用ビューアで表示するだけです。アニメーションにも対応しています。ですから、立体視を意識した特別なデータの作成などはありません。ただし、立体的に見えやすいものはあります。例えば、この電車モデルのように奥行のあるモデルでは、前後の位置関係によって、特に立体的に感じられます。また、部屋の中を暗くすることで立体視の効果が上がります。

川口 研究成果の公開やデモンストレーションなどで使えるのではないかと思います。

大宮 学会や研究成果公開などではシステムの貸し出しに応じていますので、チャンスがありましたら活用を考えてみてください。可視化の需要はかなりのものですし、将来需要は増大すると考えています。スパコンの利用が進むと、次は解析結果をどのように見せるかが課題になります。可視化は研究成果のオリジナリティを主張したり、さまざまな現象を的確に捉えるために有効な手段のひとつです。スパコンで解析した貴重なデータを有効活用する上でも可視化にチャレンジしていただければと考えています。そのための支援を行うのが情報基盤センターの使命であるとも考えています。

川口 今日は、可視化システムを紹介していただきありがとうございます。

大宮 次回は、解析結果の可視化を今回紹介したツールを使って行ってみましょう。

す。そのライブラリとC++などのプログラミング言語を利用して可視化プログラミングします。訓練されたプログラマによる開発が必要ですので、専門のメーカーに依頼して作成してもらいます。例えば、本センターで開発を行っているRadioWaveViewは可視化に必要な機能や仕様を明確にして、それに基づいてメーカーに作成してもらっています。それでは、デモンストレーションを見てもらいます。

大宮 このアニメーションは、路線バス内で携帯電話を使用していることを想定して、車内の電磁界分布を求めたものです。明るく色付けされている部分は電界強度の大きい部分に対応しています。

川口 バスの構造が本物そっくりだと、訴えるものが違いますね。

大宮 CADソフトと呼ばれるコンピュータ設計支援システムで開発した構造データをRadioWaveViewerに直接読み込ませているので、リアリティがあります。もちろん、解析でも同じデータを利用しています。CADデータと解



ステレオ表示可視化システム。左側が専用メガネを着用して立体視できるシステム。中央が立体視用プロジェクタと大型スクリーン。右側が裸眼で立体視を実現するシステム。



専用メガネを着用する立体視システムの説明に半信半疑。

析結果を合成して画面に表示しているの、見せ方もいろいろ工夫できます。アニメーションを行いながら、ほら、視点を変更したり、透明にしたり、拡大縮小したりできるんですよ。

川口 アニメーションを見ていて電波が波であることがよく分かりますね。それぐらい高速に可視化処理が行われているということですね。このように目に見える形で表示されると、とっても理解しやすいですね。解析はスパコンで行ったんですか。

大宮 もちろんです。スパコンがあるからこそ、こんな高精度な解析でも分けなく実行できます。実は結構大変な計算ですよ。2演算装置、主記憶容量130 GBで、10秒間のアニメーションを作成するために1時間程度の解析を行いました。もっとたくさんの演算装置を使えばもっともっと早く解析できますよ。

川口 さすがスパコンだな...

大宮 高性能なスパコンと可視化専用マシンを利用することで、このようなリッチなコンテンツを作成することができます。是非チャレンジしてみてください。

川口 プログラミングは難しそうだし、メーカーに依頼するにはそれなりに費用がかかりますよね...

大宮 RadioWaveViewerはセンターユーザであれば利用できますよ。また、AVS/Express Vizなどの汎用的な可視化システムも利用できますので、これらツールを利用して解析結果の可視化やアニメーションを作成することができます。

北海道の共有インフラです

非常に高速な処理が特徴である。センターでは、FFTW-2.1.5およびFFTW-3.1.2のビルドを行っており、その方法を下記のFAQページに掲載しているのので、ご参照ください。ページを表示後、最上段の検索キーワードとしてFFTWを入力し、関連投稿記事を参照してください。

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~a10020/www/qanda.cgi>

投稿記事には、スレッドセーフ(逐次処理)ライブラリのビルド方法について示しています。SMP版はコンパイルおよびリンク時にオプション-parallelを指定してください。

なお、スパコンにはスパコン用にチューニングされた数値計算ライブラリとして、MATRIX/MPPおよびMATRIX/MPP/SSS、MSL関数計算、商用アプリケーションIMSLやNAG SMPライブラリなどを備えていますので、あわせてご活用ください。

GMT: Generic Mapping Tools version 4.1.1.

ハワイ大学が中心になって開発を行っている作図およびデータマッピングのためのツールです。

バッチ領域でのジョブスケジューリングについて

おかげさまで、本センタースパコンはユーザの皆様方にご支持いただき、活発な利用が行われています。特に、バッチ領域での演算処理には、常に待ちジョブが発生し、実行までに1日程度お待ちいただかなければならないなどのご不便をおかけしています。このようなこともあって、ジョブスケジューリング等の方法についてお問い合わせいただく機会が多くなっています。例えば、同一のユーザが同時に多数のジョブをサブミット(スケジューラに実行依頼)しているときの実行順の決定方法やほかのユーザ・ジョブとの関係などです。

本センタースパコンでは、現在バッチ利用のためのノードとして34台をサービスしています。これらノードは同一のリソース構成で、均一な演算性能を提供しています。表にバッチ領域での演算処理に関して示します。ジョブクラスはa、bおよびcの3種類です。これらジョブクラスは実行可能な最大の演算時間が異なり、それぞれ60分(1時間)、1440分(24時間)および4320分(3日間)となっています。標準ノード数は1、最大利用可能ノード数は16です。利用可能な主記憶容量はノードあたり100GBで、最大ノード数16では1.6 TBの主記憶容量が利用可能です。ただし、1ノードの利用では共有メモリ型(SMP)並列処理または分散メモリ型(MPI)並列処理を実行可能ですが、複数ノードを利用するため

にはMPIプログラミングが必須になります。このほかに、ユーザによるセンターへの申請が必要になりますが、3日間以上連続して実行するジョブも実行可能です。

表: バッチ領域でのジョブ区分

ジョブ区分	クラス	演算時間	標準ノード数	最大ノード数	主記憶容量
標準ジョブ	a	60分	1	16	ノードあたり 100GB
	b	1,440分			
	c	4,320分			

さて、これらジョブクラスに関連して、ジョブスケジューリングを下記の制御方法に基づいて行っています。

- (1) ジョブ処理優先順はジョブクラスaが最も高く、ジョブクラスcが最も低く設定されます($a > b > c$)。
- (2) ノード数が少ないジョブを優先します。
- (3) バッチジョブ処理システムである「ロードレベラー」によって、ジョブサブミット・ユーザのジョブ数および利用ノード数を考慮してジョブ処理順を付加します。

以上の制御方法では、現行のジョブクラスとノード数に関して効率および公正さが最大限遵守されるようになっています。また、ジョブクラスごとに1台のノードを確保するようにしています。したがって、バッチジョブコマンドllqなどでジョブの実行状態を確認したときに、ジョブクラスaが利用されていないならば、ジョブクラスaで実行されることをお勧めします。

スパコンは本年4月から正式なサービスが開始されました。導入前には想定していなかったジョブ数や利用法のご要望があり、センターとしてご要望に応えるべく最善を尽くしているところです。また、センターではサービスの向上のための検討を行っているところでもあります。例えば、演算時間の上限を6時間または8時間とするジョブクラスの新設、バッチ領域の混雑緩和のためのTSS領域の利用促進などです。ユーザの皆さんが考えていらっしゃるサービス向上に資する提案やコメントがありましたら、センターあてお知らせいただけますようお願いいたします。

スパコン利用状況確認コマンドについて

負担金をどの程度利用したかを参照できるよう独自のコマンドを用意しています。コマンドとその内容は以下のとおりです。ただし、コマンドはスーパーコンピュータのTSSノード(wine.hucc.hokudai.ac.jpまたはcorn.hucc.hokudai.ac.jp)で利用できます。

actdisp

課金番号ごとに本年度の負担金額を月別に表示します。

actlist [mm]

月単位のジョブ経過時間、ファイル使用容量および負担金額の明細を表示します。また、コマンド引数mmにチェックしたい月(2桁の数値、例えば4月なら04)を指定することで、その月の明細が表示されます。

actshow

登録番号毎の課金状況(当該TSSセッションを開始する直前まで)、現在使用中の標準課金番号および、付加サービスの登録状況を表示します。

スパコンでjavaプログラミング

スパコンHITACHI SR11000にはIBM社製Java Developers Kit 1.4がインストールされています。容易な利用法と、高速な実行が特徴です。Javaプログラムのコンパイル、実行、jarファイルの実行が可能です。利用方法を以下に示します。

(1) 環境設定

コマンドサーチパスに/usr/java14/jre/bin および /usr/java14/binを追加してください。また、環境変数 JAVA_HOMEを/usr/java14と指定してください。例えば、ログインシェルとしてcsh/tcshをお使いの場合、ホームディレクトリにある環境設定ファイル.cshrcに次のように設定します。

```
set path=( $path /usr/java14/jre/bin /usr/
java14/bin )
setenv JAVA_HOME /usr/java14
```

(2) javaプログラムを作成します。例えば、ファイル名をHelloJava.javaとして、以下のプログラムを作成します。ただし、キーワードclass直後のクラス名はファイル名(拡張子を除く)と一致させます。

```
class HelloJava{
    public static void main(String[] args){
        System.out.println("Hello Java.");
    }
}
```

(3) ソースコードをjavacでコンパイルします。

```
$ javac HelloJava.java
```

コンパイルが成功すると、実行オブジェクトHelloJava.classが作成されます。

(4) 実行オブジェクトを実行するには、コマンドjavaを使用します。ただし、実行オブジェクトの拡張子.classは入力しません。

```
$ java HelloJava
Hello Java.
```

このほか、拡張子が jar のファイルの実行は、次のように行います。

```
$ java -jar Hello.jar
```

Xウィンド環境あるいはXエミュレーション環境が利用できるときには、Swingなどを使用したGUIプログラムを開発および実行することができます。また、java.lang.ThreadクラスまたはRunnableインタフェースを利用したマルチスレッドプログラムの開発および実行にも対応しています。是非、ご利用ください。

FORTRANプログラムからC関数を呼び出す、CプログラムからFORTRANサブルーチンを利用する方法

FORTRANプログラムからC言語で記述された関数を呼び出したり、C言語で記述されたプログラムからFORTRANサブルーチンを利用することがよくあります。特に、オープンソースとして開発されているソフトウェアの一部を自分で開発したプログラム中で利用する際には、避けて通れない問題です。日立製作所製最適化FORTRANコンパイラf90および最適化C/C++コンパイ

ラccおよびsCCを利用している場合、注意が必要です。最適化FORTRANコンパイラはデフォルト設定では外部関数名がすべて大文字であると仮定しています。一方、Cプログラミングでは関数や変数は小文字の名前を付けます。したがって、これら言語で作成されたプログラムを組み合わせると、リンク時に「関数が定義されていません」などのエラーメッセージが出力され、実行オブジェクトが作成されません。

対策として、最適化FORTRANコンパイラでのコンパイル時に、外部関数などの変数名を小文字で与えられているとするオプション-i, Lを指定します。次に、コンパイルおよびリンク方法について例を示します。

(1) メインプログラムがFORTRANで記述され、Cで記述された関数を利用する場合

```
$ f90 -64 -Oss -precise -i,L -c fmain.f
$ cc -64 -Os -precise -c cfunc.c
$ f90 -64 -parallel fmain.o cfunc.o -o fmain.exe
```

(2) メインプログラムがC言語で記述され、FORTRANサブルーチンを利用する場合

```
$ cc -64 -Os -precise -c cmain.c
$ f90 -64 -Oss -precise -i,L -c fsub.f
$ cc -64 -parallel cmain.o fsub.o -o cmain.exe
```

ただし、IBM社製コンパイラ(XL FORTRAN/C/C++エンタープライズ・エディション)を利用されている場合、プログラム言語の異なるソースを組み合わせる際に上記のような追加のコンパイラオプションの指定は不要です。

さまざまなフリーソフトウェアをインストールして、利用できます。

スパコンには、日立製作所製最適化コンパイラ、IBM社製XLコンパイラ、gcc、g++などのさまざまなコンパイラがサービスされています。さまざまなプラットフォーム上で開発されたオープンソース、PCで利用されているさまざまなソフトウェアが変更なし、あるいは多少の変更を行うことでスパコン上で利用できるようになります。以下に、これまでインストール等を行った実績のあるソフトウェアについて以下に示します。

GAMESS: 非経験的分子軌道計算プログラム
(General Atomic and Molecular Electronic Structure System)

FFTW: 任意の次元に配列データに対して離散フーリエ変換を行うC言語で記述されたライブラリです。FFTライブラリとして

スパコン稼働率のチェックとユーザレベルでのジョブスケジューリング

スパコンの稼働率チェックを行うことで、ユーザレベルでのジョブスケジューリングのための情報を得ることができます。以下においては、スパコンSR11000におけるTSS領域およびバッチ領域での稼働状況のチェック方法について示します。

TSS領域での稼働率チェック方法

スーパーコンピュータSR11000ではTSS領域として2つの演算装置(ノード)を公開しています。それらのホスト名は、wine.hucc.hokudai.ac.jpおよびcorn.hucc.hokudai.ac.jpです。別名登録されており、hop00.hucc.hokudai.ac.jpおよびhop01.hucc.hokudai.ac.jpでも同様にアクセス可能です。それぞれのTSSノードにログインし、次のコマンドを実行します。

```
$ /usr/local/bin/top -c -P
```

表示例を以下に示します。例ではユーザプログラムの実行により、チェック時点での稼働率が99.8%であることが分かります。ただし、平均値は下部Defaultパラメータ値の59%になっています。

Topas Monitor for host: hop00				EVENTS/QUEUES		FILE/TTY	
Tue May 9 13:59:47 2006 Interval: 2				Cswtch	2155	Readch	680.6K
				Syscall	39689	Writch	62126
Kernel	0.2	#		Reads	675	Rawin	0
User	99.8	#####		Writes	145	Ttyout	1498
Wait	0.0			Forks	2	Igets	0
Idle	0.0			Execs	1	Namei	267
				Runqueue	49.0	Dirbik	0
				Waitqueue	0.0		
Network	KBPS	I-Pack	O-Pack	KB-In	KB-Out		
sn0	98.7	440.6	439.6	49.1	49.6		
lo0	79.3	161.6	161.6	39.6	39.6	PAGING	MEMORY
en1	3.1	9.5	10.5	0.8	2.3	Faults	1013
sn1	0.6	4.0	3.5	0.3	0.3	Steals	0
sn3	0.6	3.5	3.5	0.3	0.3	Pgspin	0
sn2	0.5	3.5	3.0	0.3	0.3	PgspOut	0
en0	0.5	2.5	2.0	0.3	0.2	PageIn	0
m10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	PageOut	0
				Sios	0	PAGING SPACE	
Disk	Busy%	KBPS	TPS	KB-Read	KB-Writ	% Used	0.5
hdisk2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	% Free	99.4
hdisk0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NFS (calls/sec)	0
hdisk1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ServerV2	0
hdisk3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ClientV2	0
				ServerV3	0	Press:	
				ClientV3	0	"h" for help	
						"q" to quit	
WLM-Class (Active)		CPU%	Mem%	Disk-I/O%			
Default		59	1	0			
System		1	2	0			
Name	PID	CPU%	PgSp	Class			
1502.exe	1617934	40.6182	3	Default			
1703.exe	3137678	33.8126	0	Default			
1502.exe	1073166	11.7101	6	Default			
1502.exe	1622098	9.2103	6	Default			
aview.ex	999484	2.8	13.1	Default			
fluent.6	2797596	1.4	28.7	Default			
cortex.3	1663210	0.1	26.5	Default			
smbd	979078	0.0	1.7	System			

2つのTSSノード間でジョブの負荷バランスを均一にする機構がないため、特定のTSSノード(wine.hucc.hokudai.ac.jp)で負荷が増加する傾向があります。ログインされたノードの稼働率が高い場合、もう一方のTSSノードを利用されることをお勧めします。

バッチ領域での稼働率チェック方法

バッチ領域の稼働率はロードレバラが提供するコマンド**llq**を利用してチェックすることができます。

(1) 実行状況のチェック

次のコマンドを実行することで、以下に示す結果が表示されます。

```
$ llq
```

Id	Owner	Submitted	ST	PRI	Class	Running On
hopc01.15077.0	xxxxxxx	5/6 20:37	R	50	c	hopc09
hopc01.15078.0	xxxxxxx	5/6 20:39	R	50	c	hopc21
----- 途中省略 -----						
hopc01.15218.0	xxxxxxx	5/9 09:48	R	50	b	hopc06
hopc01.15212.0	xxxxxxx	5/9 07:16	R	50	b	hopc16
hopc01.15246.0	xxxxxxx	5/9 14:30	I	50	c	
20 job step(s) in queue, 1 waiting, 0 pending, 19 running, 0 held, 0 preempted						

表示結果において、キーワード**ST**で示される列の表示が**R**となっているものが実行中、**I**となっているものが実行待状態を表します。

(2) 利用ノード数のチェック

次のコマンドを実行することで、ジョブが利用しているノード数を調査できます。

```
$ llq -f %o %nf %dd %c %id
```

NMと示された列は利用ノード数を示しています。また、ディスプレイ時間Disp. Dateはジョブが開始された時間をあらわし、上記(1)のジョブ投入時間Submitted列の時間から多少遅れているケースがあることが分かります。これにより、演算終了時間を推定することが可能になります。また、ジョブクラスにより演算時間の上限が設定されているので、ジョブの実行待ちが生じているときにおいても、他のジョブ終了時間が推定できるということは、待ち状態のジョブ開始時間が推定可能になります。

Owner	NM	Disp. Date	Class	Step Id
xxxxxxx	0		c	hopc01.15246.0
xxxxxxx	2	05/09 11:12	b	hopc01.15218.0
xxxxxxx	1	05/09 09:48	b	hopc01.15212.0
----- 途中省略 -----				
xxxxxxx	4	05/06 20:39	c	hopc01.15078.0
xxxxxxx	4	05/06 20:37	c	hopc01.15077.0
20 job step(s) in queue, 1 waiting, 0 pending, 19 running, 0 held, 0 preempted				

相談員プロフィール



須股 浩

大学院理学研究院

木曜日

13:00 ~ 15:00

担当

木曜日午後の相談員を担当している理学研究院の須股です。専門は海洋物理学で、スーパーコンピュータを使って、実際の海洋を模した数値実験を行っています。これまで長く相談員を担当してきたので、さまざまな質問に接する機会がありました。情報基盤センターのスパコンは、初めて利用する方には敷居が高い部分もあると思いますが、多くは簡単に解決できる問題です。そこで、作業に行き詰まったときには、(1)情報基盤センターのホームページでキーワード検索を実行してみる。それでも解決しない問題は、(2)まずは電話で相談室に問い合わせる、ということをお勧めします。問題が複雑な場合には即答できないこともありますが、できる限りの対応をさせていただきます。もちろん、お近くの方であれば、直接利用者相談室へ来ていただいても結構です。道内で最大の計算機資源が皆さんの研究に役立つよう、これからもお手伝いできればと考えていますので、お気軽にご相談下さい。



大島和裕

大学院地球環境科学研究院

木曜日

15:00 ~ 17:00

担当

大気大循環モデル(AGCM)を用いてシベリアの北方林が大気に与える影響について研究を行っています。最近PCの性能向上によってPCで済んでしまう計算も多くなりました。しかし、AGCMを用いたシミュレーションにはスーパーコンピュータが必要不可欠です。新しいスパコンの導入に伴って計算は大幅に速くなり、私の場合は一週間かかったシミュレーションが1日で計算できるようになりました。このように計算が速くなると、技術的には性能に見合った大規模な計算ができ、膨大な計算結果が得られます。この膨大な計算結果を研究結果として示すには、統計的な計算をして小さなデータ、一枚の図として示す必要があります。私の研究では4次元の計算結果を1次元または2次元の図として示します。さらに、その大規模な計算が研究に対して、どのように使えるか、どんな意味を持つのか、と考えることが重要です。そうすることで、新たな研究の発展へとつながることでしょう。それは各利用者の想像力だと思います。普段、私はLinuxとWindowsを併用しているので、Windowsから大型計算機を利用する方のお役に立てると思います。気軽にご相談ください。

相談室Q&A

Q センター大型計算機システムのホームページにリンクされている利用者情報ページについて教えてください。

A 利用者情報ページhttps://pony.hucc.hokudai.ac.jp/login/login_main.phpは2006年1月5日の新システムの運用開始と同時に公開しています。利用者情報ページを参照する場合、ユーザ認証が行われますので、本センターに前もって利用者登録を行い、利用者番号とパスワードを取得してください。以下に、利用者情報ページのサービスについて紹介します。

◆利用負担金と付加サービス

スーパーコンピュータ演算とファイルに関する付加サービスの登録状況参照と付加サービスの追加申請ができます。

◆課金番号の変更

利用者が複数課金番号を持っている場合、標準課金番号の設定または変更を行います。標準課金番号は5MB以上のファイル利用の場合1GBにつき月1,000円の課金先として使用されます。また、プリンタ出力時に際しても標準課金番号に課金されます。

◆各種申請書

- ・利用申請書(新規・追加・変更・取消)および記入要領
- ・経費負担の責任者登録書(新規・追加・変更・取消)および記入要領
- ・予算額変更届、バルク利用申請書(新規・追加・削除)

各申請書はPDF形式のファイルで提供されていますので、それを用品紙に出力し、必要事項を記入の上、利用者受付に提出してください。

◆演算時間延長届

演算時間延長届出によってスーパーコンピュータバッチジョブ演算時間制限72時間、スーパーコンピュータTSSおよび計算サーバ24時間制限を延長することができます。フォームに必要事項を入力し、「送信」ボタンをクリックすると担当者に申請内容が通知されます。センター担当者から、演算時間制限の延長に関する承認メールを受信しましたら、ジョブを実行してください。演算時間延長届けは、必要に応じて何度でも申請できます。

◆アカウント情報設定

パスワードの変更、ログインシェルの変更およびGaussian03の利用登録を行います。

◆InterCompass

ブラウザからスーパーコンピュータHITACHI SR11000/K1のプログラム開発(コーディング・コンパイル・ジョブ投入・チューニング)などをGUI操作で行うことができます。また、Xエミュレートツールを利用することでXウィンドウ環境のアプリケーションを利用できます。InterCompassを利用される際は、パソコンにSun Java MV(無料ツール)がインストールされている必要があります。

◆オンラインマニュアル

スーパーコンピュータ(OS・言語関係・MPI・アプリケーション関係)、計算サーバ(アプリケーション関係)のオンラインマニュアルをPDFまたはhtmlで閲覧することができます。



●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ニュースの8号をお届けします。Be⁺連星系の軌道が、スパコンによって、明らかになったという北海学園大学工学部岡崎先生のお話に接し、センターの一人として嬉しくもあり、同時に、学外へサービスを提供する全国共同利用施設としての責任を改めて痛感いたしました。「スパコン可視化道場」も連載2回目、これを機に是非可視化ソフトをご活用ください。

●次号の特集予告

次号iiC-HPCCニュース9号の特集では、北海道大学の文理融合研究プロジェクト「自然・社会科学における先端総合科学としての計算科学の推進」におけるスパコン活用について、その研究プロジェクトのまとめ役でいらっしゃる北大大学院理学研究院武次徹也教授にお話しをおうかがいいたします。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
北海道大学情報基盤センター共同利用係 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8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

- | | | | |
|-----------|-------|---------|--------|
| ●低温科学研究所 | 三寺 史夫 | ●理学研究院 | 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 | 渡邊 浩平 | ●農学研究院 | 谷 宏 |
| ●文学研究科 | 樽本 英樹 | ●北見工業大学 | 桜井 宏 |

印刷：正文舎印刷株式会社 TEL011-811-7151

