

4011:504 (ハイパフォーマンスコンピューティング; 30年後の気象学)

質疑，総合討論および講評

【石川氏の講演後の質疑応答】

Q：(会場からの質問) 非同期 IO という大変刺激的な話題でしたが，非同期 IO は一般の IT 界ではあまり評判のよいキーワードではないと思います。OS を一緒に改修していく必要があるでしょうか。

石川：非同期的なところは，OS というよりミドルウェア側で対応できます。

Q：POSIX の非同期インターフェイス AIO はうまく動かないといわれていますが。

石川：AIO はだめですね。

Q：そのためのインターフェイスの上で動かすとたぶんだめで，ポスト京では非同期 IO の新インターフェイスがちゃんと動くということを実証してあげないと netCDF の開発者は対応してくれないのではないかと？

石川：わかりました。

Q：前向きに動いてほしい，頑張ってください。

石川：有難うございます。

Q：これだけ計算能力が高まると，出てきたデータの絵を描くだけでポスト「京」を使用しなければいけないような状況になるのではないかと？ そういう場合の，数値シミュレーションに適したコンピュータと絵を描くのに適したコンピュータとは，同じものなのかそれとも別々に持つべきもの

なのか？

石川：なるべく我々としてはその場で両方実行してもらいたいと思っている。そのために計算を集中的にやるコアと可視化のツールを同時に動かす仕組みを作ろうとしている。

司会 (三好)：あとで豊田さんからそれに関するご講演があります。

Q：これから先のさらに進んだ計算機をやっていくとすると，産業界や行政的な方針など，いろいろなものと関係してくると思う。その場合に，一方では気象や気候の話は産業界や行政の話とも関係してくる。そのあたりの連携といえますか，気象と計算機の連携はどのようにお考えでしょうか。

石川：我々の立場は，私は開発側でそのあと運用する側がどう使うかは別問題です。少なくとも重点実施機関の課題に対してきちんと高速で快適な環境を提供しようとしている。それを使ってその後ポスト「京」で実証してもらう。リアルタイムで気象の予報をする場合には，予報に使用するマシンをどこかに設置してもらって使ってもらわないといけないような状況になると思います。これ (ポスト「京」) は共用マシンとして使われる。共用マシンとして使ったときに各課題がプロダクションランできるかどうかは，割り当てられた資源に依存するところがあって，それをどう割り当て

るかは文部科学省が政策的な判断で進めていく、と理解している。

司会：ハイパフォーマンスコンピューティングの裾野を広げるという動きもありますか？

石川：個人的には私は是非そういうことはしていかなければいけないと思っている。それから大学基盤センターに規模的には10分の1ぐらいのマシンは入ってくると思いますので、そういったところとも連携していかなければいけないと思う。特に、裾野を広げるという意味で。

【佐藤氏の講演後の質疑応答】

Q：せっかく高解像度で全球まわしているのに、ネスティングかけたときにどうかということをやっていたら、ネスティングでどれぐらいいけるかということがよくわかります。そのことは検討されていますか？

佐藤：ネスティングをかけなくてもダウンスケーリングできるというのが利点です。ネスティングかけてもいいのですが、質問の主旨は何でしょうか？

Q：つまり870 m でいきなり最初から全球でまわしているのと、例えば14 km ぐらいでまわしたものをさらにダウンスケーリングしたものとを比較して結果がどう違うのでしょうか？

佐藤：ローカルにこの台風をだけ見るのならば、たぶん変わらないと思いますので、こういうことをやるためには環境場との関係とかグローバルな計算がなぜ必要かという視点が必要だと思います。日本だけの数日とか短時間のシミュレーションであれば単にネスティングとかリージョナルモデルで十分だと思います。

【総合討論】

Q：昨日、某委員会で30年後の気象学は何をやっているか、ということが話題になりました。それについてひとりひとりお聞きしたいと思います。

富田：計算科学研究機構でいろいろな分野の方々と接すると、よく話題に上るのがトレーサビリティ、再現可能性みたいな問題です。なかなか再現できなかったりする論文も最近はあります。そこで科学として発展させるために何かそういう原点に立ち返るということが必要であるのではないかと、思います。30年後の気象学、気候学の答えになっていませんが、

齊藤：気象学といわれると分野が広すぎるので、通常天気予報とか気象モデルに関して考えていることを話します。気象モデルに関しては、今、雲解像モデルと呼ばれているものの中身はパラメタリゼーションだらけで物理過程を中心にパラメタリゼーションでモデルが構築されている。そのへんが基礎的な原理に沿ったものに置き換えられていくのではないかと、思います。例えば、バルク法雲物理過程だとか境界層スキームのようなものはもう一段違うレベルのものになる、30年経てば必ずなるのではないかと思います。天気予報に関しては引き続き予測できないものもあると思いますけど、かなり精度はよくなるはずで、観測されたデータを常に手元に持って最善の解析をリアルタイムにアップデートしていく、そういうシステムができるはずだと思っています。それに向けて次のポスト「京」でそういうものができる、という方向性が見せていければいいかなと。あと、今回紹介できなかったことを幾つか予稿には書きました。時間がなくて講演では触れませんでしたけど、災害そのものを予測するというのがまだできていなくて、高精度の気象予測から災害そのものを、災害レベルも含めて予測する、そういうことをやっていた時代になるのではないかと、思っています。

佐藤：30年後だと、人工衛星だと2ジェネレーションぐらい先で、大体見えています。雲の形とか水物質の相を観測しそれをモデリングするというのに向けて進んでいく。熱帯対流については今進めている解析をさらなる高解像度で検討しているのではないかと、思います。あと、力技の部分は計算機がどこまで進むかわかりませんが、観測に関してはもうちょっとモダンになるのではないかと、思います。アメダス網はユビキタスの世界に比べると非常に粗い、そういうものがドラスティックに変わっているのではないかと、思います。

豊田：量子コンピュータができてすごい計算が何でもできる、となれば良いですけど、講演したように「計算結果を運びきれない」ことになります。あまり大きな計算機では計算結果のごく一部しか観察できず、まるで自然のように解析しなければいけないと考えています。

司会：バック・トゥー・ザ・フューチャーという映画がありました。あれはちょうど30年前の映画で今

年がそのフューチャーだった。バック・トゥー・ザ・フューチャーで天気予報が映画の中でありました。当時1985年ですけど、1985年当時の天気予報を私は小学生ぐらいだったのでよく覚えていませんけど、どのようなものでしょう？

豊田：簡単に説明しますと、1985年当時は人が天気図を描くのが未来予測手法でした。

司会：数値天気予報はありましたよね？

豊田：あることはありましたけど、世界の多くの国ではまだ数値予報を中心とするようにはなっていませんでした。

司会：今は、数値天気予報なしには天気予報はできない。富田さんの話にもありましたが、50 mメッシュの全球予報は30年後にはできますか？たぶんそのぐらいのタイムフレームじゃないかな？

富田：ムーアの法則が飽和してきて後は並列数を増やすしかなくなってきています。各施設で電力キャップもある中で計算機的には電力性能を少しまじめに考えていかなければいけない時期にきています。ポスト「京」時代はまだそうでもないと思いますが、もうすぐそういう時代が来ると思います。しかし、量子コンピュータの実用化はその先だと思います。

司会：わからないことが多いわけですね。バック・トゥー・ザ・フューチャーで2015年にどんな天気予報があったかという、ゲリラ豪雨の予測はできていました。でも今我々は何をしているかというと、ゲリラ豪雨はゲリラですと予測はできない。まずはそれを予測したいといっている。空想の世界ですが、天気予報は人が見るものです。人がほしいと思って見るものなので、まずオンデマンドな物については人がほしいと思ったときにその場で計算するのではないか。物理モデルで予測するとすれば、物理法則があって定式化もできていて、解像度を細かくしたときにどう計算すればいいかもわかっている。ただ技術的な問題で技術はどんどん進むでしょうから、見たいときに自分の周りの全てのデータを持ってきて計算して、何分後、そのとき欲しいものを計算して出す。その位の事はできるようになってほしい。あとは見たいかどうかは関係なく危険なときはアラートして欲しい。例えば川で遊んでいたら上流で雨が降って川が増水しそうですよ、という時には自分は今

見たいわけではなくても、「危ないぞ」、と教えて欲しい。そういうことはもっと効果的にできるようになって欲しいと思います。あと、自分が外にいて雨に濡れたら困る人にピンポイントに情報を伝達する。つい最近人工知能の専門家の方から話を聞く機会があったのですが、江戸時代の人をこの世の中に連れてくると、価値観も何も違うので話ができません。だから、30年後はそれほど遠いかという話はあるが、30年後は想像ができない、価値観が変わっている。未来予測は線形の範囲内でしかできなくて、30年後は線形の範囲を超えているかもしれない。

Q：先ほど豊田さんからも指摘があったが、スーパーコンピュータですごく細かい構造、竜巻とか台風の目の構造が見えてくるが、非常にデータが多くなってきていて何が起きているのかを知るためには、大量のデータをハンドリングして解析しなければいけない。そのためには手元に持ってきて解析する、というのが今までの方法だったが、そうはいかなくなってくるのではないかと。というのは、私もまったくそのとおりでいいと思います。そのときに解析の仕方はどのように変わっていくか？単にその場でメインコンピュータを使って解析する以上に何か戦略的なことをお考えでしょうか？

富田：皆さん今データが出てきたときに、自分のところに持ってきてシングルプロセッサでちまちま解析をしますが、そういったことはもう破綻する時代で、少なくとも今基盤として用いられている共通の手法は今後も基盤として整備されていくべきだし、それは例えば帯状平均をとるとする場合だけでも、Gradsのコマンドを書いているだけで裏では並列計算機で処理してくれている、というような仕組みが普通の解析において必要になる。同時に莫大なデータから、有益な知識を拾い上げるという技術は気象学だけではなく、他の分野と連携してどういう風に知見を引き上げていくのか、を考えていかなければならない。さらに他の分野から方法を借用することも必要だと思います。

Q：豊田さんは、環境の前提的な変化がある、ということから話されたと思います。一方、富田さんは、価値観がガラッと変わるという話だと思います。今まで我々の価値観では論文の本数で評価事

項を挙げていたが、それ以外にもっと評価していくべき能力であるとか、こういうものがある人をもっと呼び込んでいかないと30年後はない、というものを教えて欲しい。

豊田：今までは新しい知見が評価されました。これからはデータサイテーションを評価すべきだ、とICSUなどで言っています。たくさんの人が使うデータを作る人や観測する人が評価されるべきと思います。

斉藤：佐藤さんの質問に戻りますが、おびたしいデータが吐き出されて、人間がいちいちそれを見るのは無理、人間の目の画素数には限界があるので、という話がありましたが、必要な情報に落とし込んで人間が理解できるレベルにするための処理がこれから必要になってくるのかなと思います。もしそれを超えるものを使うならば、30年後ならば2040年を過ぎているので、人工知能が人間を超えるはずなので、人工知能を使ってデータを処理していくことになる。その場合、人材育成がどうなるのかわからないのですが、そういう時代は、このままで行くと来るかもしれないな、と思

います。

【木本昌秀氏（東京大学大気海洋研究所）による講評】

木本：まず、本日報告された成果の数々を支えたプロジェクトの研究者のみなさんに敬意を表します。最近は何でも「評価」ですので、論文になりにくい、モデルやプログラム開発を支える若手が少なくなっていると危惧しています。幸い、われわれの分野は世間のみなさんからの期待も大きいので、それに応えれば評価されます。役に立つばかりがサイエンスではない、と学会員の皆さんは怒るかもしれませんが、一人ひとり面白いいことをやればよいのですが、気象学会のように大勢集まる場所では、一人ではできないことを考えねばなりません。人材育成というのはポストを稼げばできるわけだから、世間の期待に応えるプロジェクトを稼いでいく、そういうことも考えないと30年後に気象学会はないんじゃないでしょうか？

司会：ありがとうございました。ちょうどいい時間になりましたので、これで本シンポジウムは終わりたいと思います。どうもありがとうございました。