

## 次世代スーパーコンピュータシステム中間評価への意見

東京大学情報理工学系研究科 平木 敬

## 1. プロジェクトの進捗状況の確認

## (1) 性能目標の達成について

現在のプランでは、性能目標である10ペタFlopsの達成(2011年3月)が不可能であるとともに、米国スパコン開発がすべて遅延しない限り、TOP500一位(2011年6月)、HPC Award 4項目で最高性能も未達成になると判断した。(別紙資料、「次世代スーパーコンピュータシステム性能目標設定の経緯」、別紙資料「国内外スーパーコンピュータ性能指標」参照のこと)

## (2) 複合システム構成について

2個の別個のシステムではなく、複合したシステムであることの必要性は低い。特に達成ジョブの必要性はない。これまで、必要であるかもしれないとの評価であったが、必要性がないと判断した理由は

- 複合システムの必要性、達成ジョブの必要性が示されなかった。
- 達成ジョブで必要性能を得るために必要な接続部の要件が示されなかった。

## (3) ベクトル部の必要性について

評価時提出資料等から判断すると、ベクトル部を構築する理由は(1)地球シミュレータ以来の既存アプリケーション動作環境の継承以外にはない。その理由は:

- アプリケーション性能の推定結果、特に重点アプリケーションの性能予測がスカラとほぼ同じか(ベクトル向けアプリの場合)、スカラのほうが優れた性能が得られること。
- HPC Award 4項目性能で、スカラ部性能がほぼ同じか、または勝っていて、HPC Award 4項目の達成可能性に貢献しないこと。
- ベクトル部は性能あたりの電力がスカラ部の約2倍であり、電力あたり性能でスカラ部に劣り、また同時期の海外システムより大きく電力消費で劣ること。
- 中位・下位展開の際のコストが高く、実際に普及する可能性が低いこと。

## (4) システムソフトウェアなどについて

システムソフトウェアは、海外ソフトウェアの移植であるか、または海外メーカなどがすでに持っているレベルのものであり、独自性、先進性があるものではない。

その理由は

- 並列化コンパイラは、共有メモリがハードウェア的に実現している範囲に限定されたものであり、Intel, IBMからの並列化コンパイラとレベルが異なること。
- トータルシステムソフトウェアは、グリッドソフトウェアとの差異が小さいこと

## 2. 評価コメント

本プロジェクトは、前記(1)、(2)、(4)の項目について、米国の複数のプロジェクトが全て遅延しない限りプロジェクト終了時に目標が達成できない。現在の計画の続行は予算が有効に使われないため、適切でない。

### 3. プロジェクト実施に関するコメント

1. このような重大な状況を作ったプロジェクトリーダー、プロジェクト実施主体と文部科学省の責任は重大である。
2. 目標達成が困難であることが、早期からわかっていたにもかかわらず状況を隠蔽し、また、計画変更が困難となる建物建築を続行した責任は、更に重大である。
3. このような重大な状況下にもかかわらず目標が達成できないプランが提出されている現状からみて、プロジェクトは中止し、次々世代に備えて新たに基礎研究から出発しなおすことが、日本の計算科学技術の進行にとり有益と判断する。
4. ただし、プロジェクト計画の大幅変更により目的が達成できるならば、プロジェクト実施体制を刷新することを前提として、目標が達成できるプロジェクトにまとめることが必要である。
5. 現在の実施体制には目標を達成しようという意欲がなく、また見通しも甘い。後戻りできなくなるまでは問題点を隠し、当初計画をそのまま実施しようとしているとしか見えない。したがって、現実実施体制でプロジェクト変更案を作成しても、再び問題が発生することが必定である。
6. 体制の大幅刷新後、意義のある目標とプランを再検討し、再度中間評価することが必要である。

### 4. 技術的コメント

○ベクトル部は、FFT がスカラより少し早い以外には取り柄がない。消費電力が倍、しかも目標消費電力を超えそう、面積密度が低い、ネットワークが弱い、スケジュールが遅れて間に合わない、など。

○スカラ部は 45nm のプロセッサとして健闘している。

- 32nm テクノロジーのプロセッサである Sandy Bridge と比較して、電力を含め競争力はあると考えられる。
- Tofu ネットワークは近接通信に良いが、パイセクションバンド幅が規模に対して小さいことが気になる。
- スカラ部に関する最大の問題点はコストである。実装密度が小さいこと、水冷を用いていることのコストへの影響が懸念される。

○コネクタ部は、通常の Infiniband であるため実現は容易であるが、現在の設計性能はペタスケールのスーパーコンピュータを接続するためには弱すぎる。もし、連成アプリケーションを本気でやりたいならば、TB/sスケールのインターコネクタが必要であろう。

○ファイルシステムも、同様ペタスケールシステムを支えるためには弱すぎる。

- 以上のことから、システム構成として、複合システム構成およびベクトル部は詳細設計の結果が思わしくないため、製造に移行することが不適切と判断する。

## 質問(第二回)

平木 敬

### ○ Linpack 等目標性能について

質問1) 10 ペタ Flops 達成時期が、2011年6月から2012年に遅延する決定がされたのはいつか。また、2011年3月に達成予定のLinpack性能が10ペタFlopsよりかなり小さい数値となったのはいつか。

質問2) 質問1の事項が、平成20年秋のSABC評価の時期まで総合科学技術会議や文部科学省の評価委員に示されなかった理由は何か。評価委員に示さないことは、どのように決定されたか。

質問3) Linpack 10ペタFlops達成時期が、2011年6月から2012年に遅延して、Top500世界一位が達成できないことは当初から予測されたが、そのような理解で正しいか？

質問4) なぜ、Linpack 10ペタFlops達成時期を遅らせたか？

## 開発するシステムの価格・コストに関する質問

平木 敬  
東京大学情報理工学系研究科

### 1. 前提

次世代スーパーコンピュータでは、開発するシステムが理化学研究所に納入されるだけでなく、中位・下位展開することにより日本全体のスーパーコンピュータ能力を底上げすることが目的の一つである。そのためには、開発するシステムを大学等のスーパーコンピュータセンタに導入する場合の性能およびコストが国内外の競合システムより優れていることが必須条件となる。

しかしながら、開発システムの導入コストはこれまでの中間評価等では明らかにされてこなかった。本質問は、開発するシステムのコストおよび、同じシステムを他の大学・研究機関が導入する場合のコストに関するものである。

### 2. 質問事項

質問1) ベクトル部、スカラ部、ファイルシステムおよびコネクタ部の理研への製造コストおよび性能あたり単価は、いくらか。(単価は百万円/Tflops などの単位を用いること)

質問2) これらの設計コストのうち国費負担分と民間企業負担分はいくらか。(参考3、14 ページを参照のこと)

質問3) 大学のスーパーコンピュータセンター等に中位・下位展開する場合の導入コストは、質問1での理研への導入コストと同程度か？もし、それが大きく異なる場合には、スパコン調達における不正な調達として問題になる可能性は？

質問4) 製作費についてペタ FLOPS あたり、スカラ部とベクトル部でほぼ同等であることはなぜか。ベクトル部のほうがペタ Flops あたりのメモリバンド幅が2倍であり、Fat Tree ネットワーク、光インターコネクタなど高コスト要素を使うにもかかわらず、同程度の製作費でできるのはなぜか。(参考3、資料 2-18、第 5 ページ)。

質問5) スカラ部、ベクトル部ともに、海外システムと比較してコストが高い。この状況で中位・下位展開が可能であると判断する理由は何か。

質問6) 日本のスパコンが抱える問題であった、高コスト体質は、本プロジェクトにより解消するか。

H 2 1 . 4 . 1 5

#### 河合委員からのコメント

先日お送りいただきました平木先生のコメントにもありましたが、私もアメリカがなぜ日本の\*\*のスピードを同時期に達成できるのか、技術的・予算的・人的根拠を調査できる範囲でまとめた資料がほしいと思っておりました。世界一を取ることに議論が集中しておりますが、その具体的対応策を協議するには必須の資料かと思えます。

世界一という点に焦点が当たっておりますが、共同利用開始後の利用促進・運転資金等については議論されることがなく、\*\*億円を投入する本プロジェクトの意義がよくわからなくなっているところでした。そもそも国家プロジェクトというのは国民に夢を与えることが第一義であって、運用ステージに入ってからのは問題視されなければそれでよい、というものなのかも知れないとも最近感じています。この2年間参加メーカーの意欲的な研究開発があったようにも感じられず、これまでの延長線上でのみ計画が練られ、実行に移されているような感触を持っております。

先日の情報セキュリティに関するご指導もありましたので、具体的な数字は記載しないようにいたしました。

## 国家基幹技術に関する質問

東北大学金属材料研究所

川添良幸

平成20年4月20日

### 1. 国家基幹技術としての次世代プロジェクト

名は体を表すと言います。「次世代」という言葉は計算機業界では特別な意味を有する専門用語です。第4世代（第5世代は別としても）に対し、今回のスーパーコンピューターは何が違う「世代」と呼べるのか、具体的に説明下さい。さらに次次世代まで同じ神戸の地で計画されていますので、そこに向けた長期計画も御示し下さい。これは重要事項ですし、我が国の技術が欧米諸国のまねごとではないことを示すチャンスです。

### 2. 我が国の将来的技術力向上に繋げる技術

「下方展開」計画により、本計画は自動車のF1のように、そこで培われた技術をより小さな（と言っても相当規模の）スーパーコンピューターセンターに導入する装置に用いることが期待されています。そのためには、それらのセンターで導入を可能とする処理能力、低消費電力、価格、ソフトウェア、運用の容易さ、が準備されなければなりません。12年に米国メーカーの提供する価格と比較して、下位のセンターが喜んで導入するパフォーマンスが達成出来ることを示して下さい。

### 3. 世界一奪還を可能としないといけない

1154億円という膨大な（文部科学省で一番と言われる）経費を使った国家プロジェクトです。「世界一」という言葉で国民の大事な血税をつぎ込むことも納得していただいた経緯もあります。これは是非実現しないといけない項目であり、12年に10PFLOPSの目標値を達成すれば良いとは思えません。米国の予定と比べながら、タイミングで一度はドンガラレポートの第一位にならなければ、このプロジェクト自身が成り立ちません。これによって、低迷する経済状況において、我が国工業界のみならず、一般市民にも我が国の存在理由を示すことができ、自信を取り戻していただけると確信いたします。

### 4. 利用者の無理とは知った上での希望

国家基幹技術とは何を指して言うのであろうか？欧米の進んだ技術を輸入し、それをより高度化するというで生き延びて来た我が国の技術の実績はそれ

はそれで意義がある。特にスーパーコンピューターに関しては、ハードからソフトまで本質的な意味での我が国独自のものは残念ながら極めて少ない。しかし、クレイ社のベクトル演算機能を極限まで高めた優れた技術は我が国が誇るべきものである。その意味で地球シミュレーターはシステムとして世界一を誇れた。「次世代」という名前は、計算機の「世代」という特別の用語を知っていて付けたとなると、何か本質的な進展を含むものを期待せざるを得ない。単に従来機の高速度化や並列度向上では「次世代」と呼ぶには相応しくない。同じ場所で「次次世代」を開発するという設定もなされているので、これは重要事項である。ベクトル機と並列機の良いところを組み合わせて超高速・超大記憶量を実現するというのが今回のうたい文句である。概念的には素晴らしい。しかし、1システムとして全体を運用できるのか？という本質的な問題がある。

現在のところ、高級言語で書いたプログラムをコンパイラーが自動で並列化できるのは共有メモリー単位内である。共有メモリー単位を超えた並列化は人間様の仕事になっている。これを自動化してくれば確かに次世代と呼べるかも知れない。さらに、ベクトル機と並列機を組合せたシステムでは、素晴らしく優れたもののコンパイラーがベクトル向きの部分と並列向きの部分を識別して、各々の部分で実行できる実行形式ファイルを作ってくれば申し分ない。これこそ次世代と呼べる。