

フラッグシップ－ 2020 プロジェクト について

文部科学省 研究振興局
参事官(情報担当)付 計算科学技術推進室

プロジェクトの新名称

～ フラッグシップー2020 プロジェクト ～

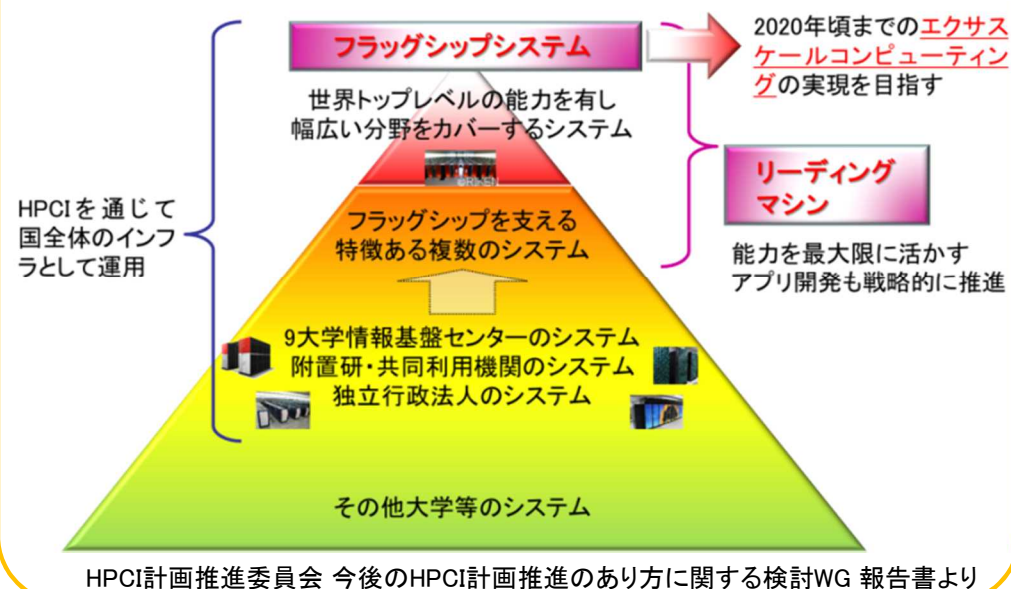
○ ポスト「京」は、我が国のスーパーコンピュータの階層の中で、2020年において国を代表する世界トップレベルのスーパーコンピュータであり、また、第2階層以下の数あるスーパーコンピュータを先導するものである。その位置付けを体現する“フラッグシップ^(※)”と、ターゲットイヤーである“2020”を組み合わせている。

(※)フラッグシップ(大辞泉より)

- 1 旗艦。
- 2 そのグループの中で、最も重要なものや優秀なもの。主力商品など。

(補足) 今後10年程度を見据えて我が国のHPCI計画の在り方を議論してきた有識者会議(主査:小柳義夫 神戸大学特命教授)においても、右絵の通り、次世代最先端スパコンを“フラッグシップシステム”と呼称している。

<我が国の計算科学技術インフラのイメージ>



○ また、ポスト「京」は、単なる計算速度だけでなく、次世代の技術に基づき、誰もが使いやすく、成果の出せるスーパーコンピュータであることを名称に込めている。

FLAGSHIP = Future Latency core-based General-purpose Supercomputer with High Productivity
(将来のレイテンシ・コアに基づく汎用・高生産性スーパーコンピュータ)

開発方針

- 以下の4つの基本的設計方針の下、
 - ・システムとアプリケーションのCo-designにより、社会的・科学的課題の解決に貢献できるシステムを実現する。
 - ・具体的には、2020年までに、世界トップレベルで幅広い分野の重点課題に対応できる汎用のシステムを実現し、エクサスケールを目指す。

- ・ 課題解決型

- ポスト「京」で重点的に取り組む社会的・科学的課題（重点課題）及びターゲットアプリケーションに基づく基本設計
- アプリケーション開発者と計算機システム開発者の協調により、アプリケーション及びシステムを協調設計(co-design)

- ・ 国際競争力

- 幅広いアプリケーションに対して高い性能電力比を有するハードウェアを構築し、性能電力比で国際競争力のある汎用マシンを実現する

- ・ 「京」の資産継承

- 「京」の後継機として、「京」で確立された技術・人材・アプリケーション等を最大限活用

- ・ 性能拡張性

- 2020年以降も半導体技術の進展等に応じて効果的・効率的に性能拡張できる システム

システムと開発の概要

<システム構成>

○CPU

- 汎用CPUを用いたメニーコア型アーキテクチャ
→高い汎用性、幅広いアプリ実行に利点。
- ネットワークインターフェイスをチップ内に内蔵
→高い通信性能、大規模並列処理に利点。

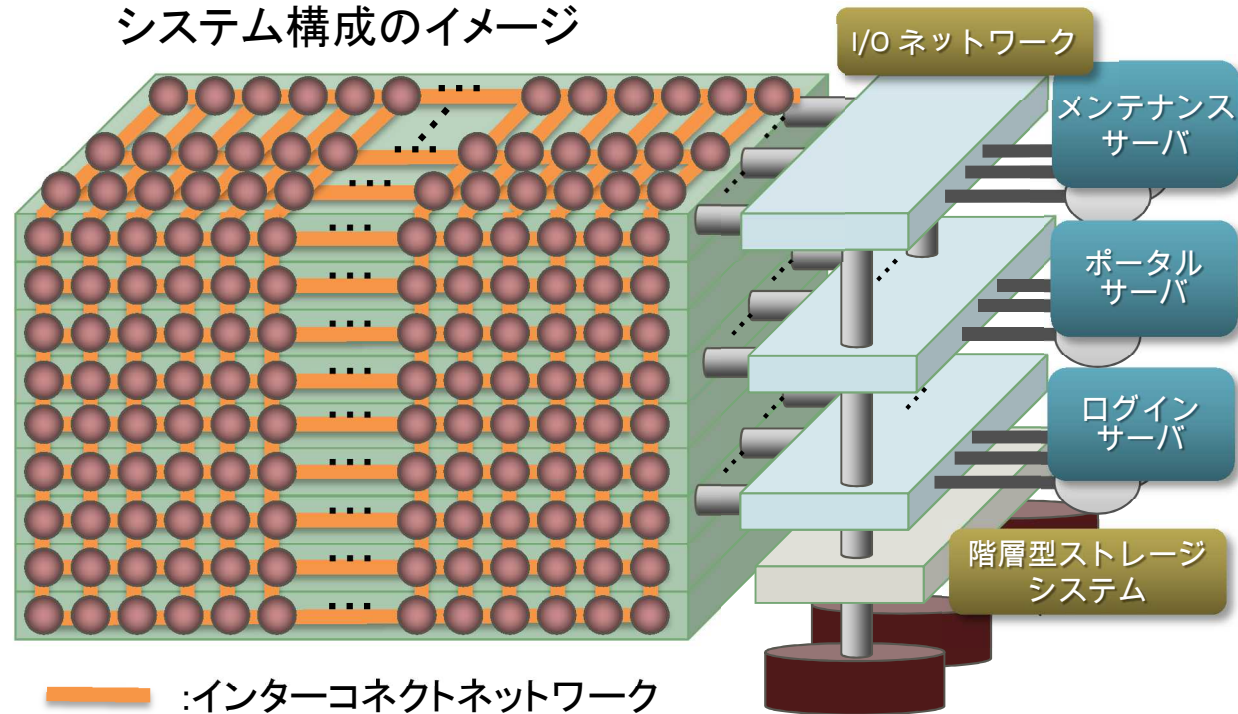
○ネットワーク構造

- 「京」の多次元トラスネットワークポロジを踏襲
→高い移植性、京の資産を生かす利点。

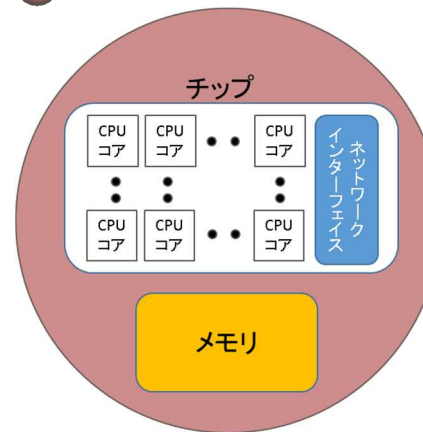
<要素技術開発の要点>

- 我が国が強みを持つコア技術は確保した上で、汎用品の活用や国際協力の推進により、効果的・効率的に開発。
- 規格化を図ることによりユーザの利便性が高まるシステムソフトウェアは、米国と協力しながら開発。

システム構成のイメージ



— : インターコネクトネットワーク
● : 計算ノード



パッチジョブシステム
階層化ストレージシステム
並列ファイルシステム

ファイルI/O	MPI 通信ライブラリ	並列プログラミング 言語	電力制御 機構
低レベル通信機構			
OS (Linux + 軽量マイクロカーネル)			
Post京、Manycore architectures			

ポスト「京」で想定されるシステム
ソフトウェア群

システムソフトウェアとは、ハードウェアを管理・制御し、アプリケーションプログラムを安全かつ効率よく実行するための環境を提供するソフトウェア群をさす。 3

次世代の技術への挑戦

○省電力技術、世界最大規模の超並列システムの制御技術、アプリ開発者と密接に連携したCo-designにより新たな技術開発に挑戦し、ポスト「京」の課題解決力、国際競争力を高めるとともに、商用機を含めた技術の展開を加速する。

1. Co-designによるアプリ実行性能の向上・低電力化

最新の科学的社会的課題は解くべき数式の複雑化や計算量の大幅な増加により、従来スパコンでは解決が困難になってきている。いくつかの代表的なアプリケーションに対して、各アプリケーションのアルゴリズムの改良とアーキテクチャの最適化設計を同時に行うことにより、幅広いアプリケーションに対して高い性能電力比を有するシステムを実現。

2. 省電力化技術

- ・チップ内回路を最適化することにより、省電力高性能システムを実現する。
- ・CPU内部回路、メモリインターフェイス回路、ネットワーク回路など、細かいレベルで回路の消費電力を制御する機構を開発し、アプリケーションの性質により性能に影響しない回路の消費電力を制御する。これにより、実行性能を維持しながら電力消費を抑えることを実現する。

3. オープンソースソフトウェア(OSS)による高度システムソフトウェアの実現

従来のスパコンはシステムソフトウェアの新規開発部分が多く開発コストが高くかつ最新技術取り込みが遅かった。既存OSSと親和性の高いシステムソフトウェアを開発・オープンソース化し同時に国際連携することによって、開発ソフトウェアの安定化高度化を図り、OSS群によるHPCシステムを構築する。

4. 超大規模並列用高効率システムソフトウェアの構築

CPUコア1000万基以上並列での効率的動作が可能なシステムソフトウェアを実現。従来手法ではシステムソフトウェアの処理コストがコア数と共に増大することにより超大規模並列での効率的動作は困難となる。(京は約70万CPUコア並列で動作する。)

5. 超大規模並列用高効率プログラミング環境の構築

CPUコア1000万基以上並列での効率的動作が可能なプログラミング環境を実現。従来スパコンでは大規模並列プログラムの効率的動作には、計算機科学専門家の長時間の設計・チューニングが必須であった。(京は約70万CPUコア並列で動作する。)

ターゲットアプリケーションとのCo-designの進め方

理研、開発ベンダー、連携機関とともに開発体制を構築し、重点課題ターゲットアプリを中心に、アプリケーション開発者と計算機システム開発者の協調によりアプリケーションおよびシステムを協調設計(Co-design)していく

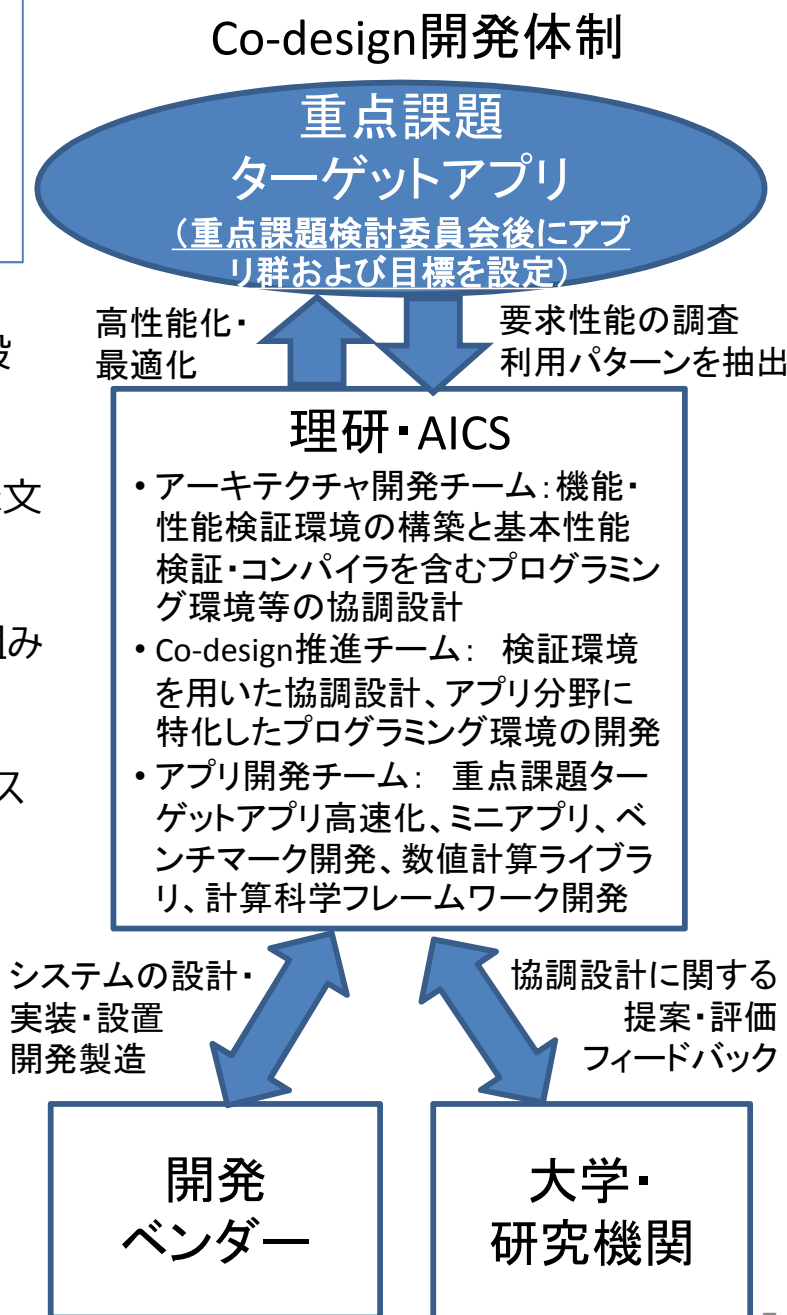
Co-design例：

- 高性能演算器に関し、メモリ階層、キャッシュ容量、コンパイラ・コード生成等の協調設計
→ ターゲットアプリの特性に合わせて高性能演算器を有効利用
- キャッシュ（オンチップメモリ）を有効に使うための機構とこれを利用するコンパイラ指示文等のプログラミングシステムを協調設計
→ データアクセスを効率化
- 通信機構については、チップに内蔵されることを想定し、API（通信ライブラリ）、仕組みについて協調設計
→ ターゲットアプリに特徴的な通信を低レイテンシ・高性能通信で実現
- アプリのファイルアクセスパターン・データ量を調査し、高性能ファイルI/O処理と階層化ストレージを協調設計
→ ビックデータ処理等のデータインテンシブ・アプリケーションが高速化

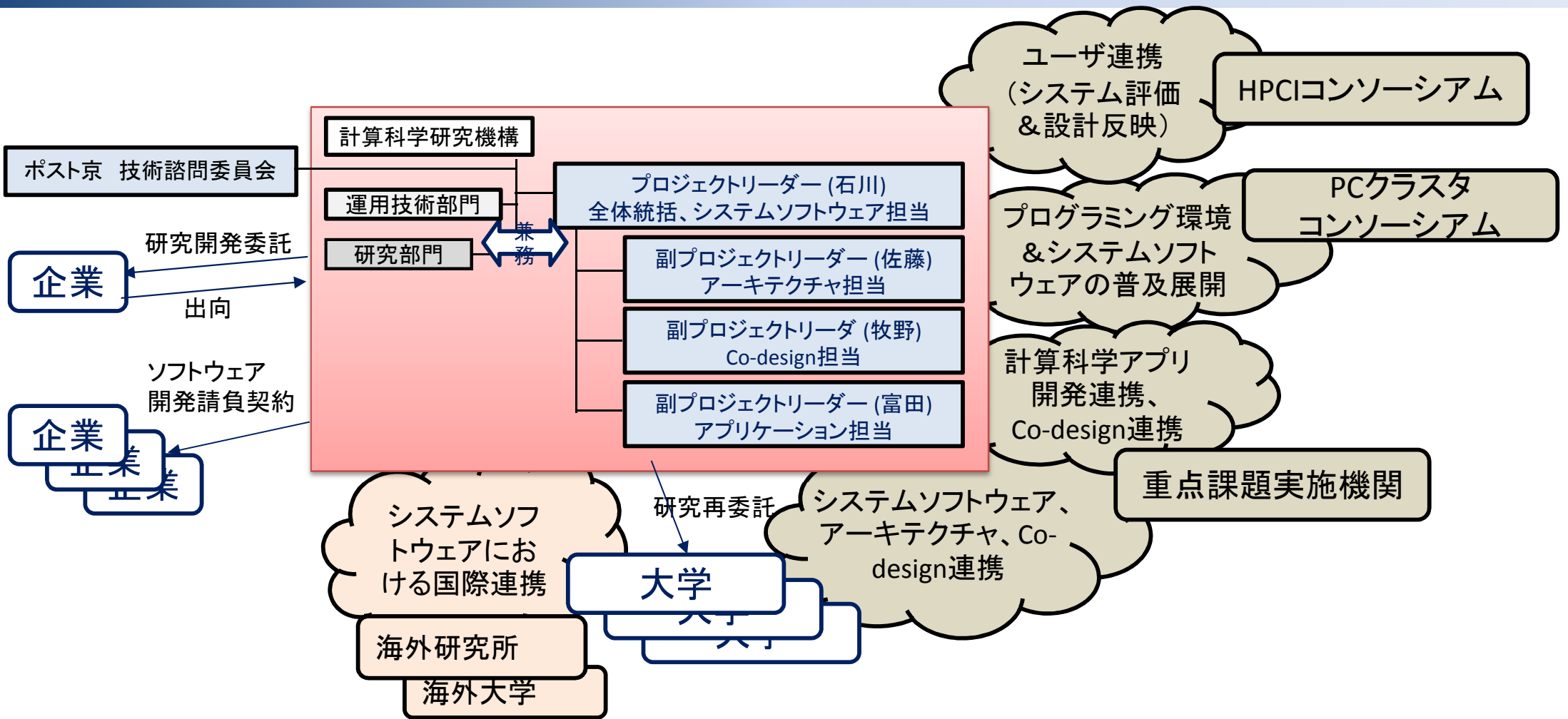
重点課題ターゲットアプリの選定基準（案）：

- 各重点課題の要となる計算手法を有するアプリケーションであること
- アプリケーションの開発体制やライセンス形態が、Co-designができるものであること
- 全ターゲットアプリ群は、計算科学的手法の網羅性を有しており、Co-designおよびチューニングのノウハウのドキュメント化ができること

今後、選定基準を基に、システム開発主体である理研主導でターゲットアプリを選定して、システムの性能目標を明らかにしていく。



開発体制



国際連携

- システムソフトウェア (OS、通信)
- プログラミング環境
- 省電力技術、FT技術、等
- ミニアプリ

大学研究再委託

- 標準API策定、ベンチマークコード策定
 - 電力制御API、FT API、等
- アーキテクチャ評価 & Co-design検討評価
 - キャッシュ、SIMD強化、省電力機構等

重点課題実施機関

- ターゲットアプリを使ったCo-design連携／主要アプリ高速化
- アルゴリズムの連携開発

HPCIコンソーシアム

- ユーザ意見
- PCクラスタコンソーシアム
- システムソフトウェア普及 & 広報

今後の対応

○ HPCI計画推進委員会 次期フラッグシップシステムに係るシステム検討WGにおいて、理研の提案システムを評価しているところ、以下の見解が中間的に取りまとめられている。

- ・システムとアプリケーションのCo-designにより、社会的・科学的課題の解決に貢献できるシステムを実現する、との基本方針は妥当である。
- ・重点課題が幅広い分野にわたることから、2020年までに、世界トップレベルで多くの課題に対応できる汎用のシステムを、国際競争力のあるシステムとして実現し、エクサスケールを目指す、との方向性は現時点で妥当である。

○ 今後、同基本方針や方向性に従い、ポスト「京」が、成果を最大化できるシステムとなるよう、また、国際競争力のあるシステムとなるよう、その技術的詳細等については基本設計の中でしっかりと検討していく。

【次期フラッグシップシステムに係るシステム検討WG メンバー】

浅田 邦博	(東京大学大規模集積システム設計教育研究センター長・教授)
梅谷 浩之	(スーパーコンピューティング技術産業応用協議会企画委員会委員／トヨタ自動車株式会社エンジニアリングIT部主幹)
小柳 義夫	(主査, 神戸大学計算科学教育センター特命教授)
笠原 博徳	(早稲田大学理工学術院教授)
加藤 千幸	(東京大学生産技術研究所教授)
工藤 知宏	(産業技術総合研究所情報技術研究部門研究部門長)
小林 広明	(東北大学サイバーサイエンスセンター長)
善甫 康成	(法政大学情報科学部教授)
中島 浩	(京都大学学術情報メディアセンター教授)
平木 敬	(東京大学大学院情報理工学系研究科教授)
藤井 孝藏	(HPCIコンソーシアム理事長／宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部宇宙輸送工学研究系教授)
松岡 聡	(東京工業大学学術国際情報センター教授)
宮内 淑子	(メディアスティック株式会社代表取締役社長)

(参考) 国際動向

