

平成24年6月14日

京コンピュータ・シンポジウム2012  
戦略プログラム5分野合同WS

# HPCIの意義と展望

一般社団法人HPCIコンソーシアム 理事長  
筑波大学 副学長・理事

宇川 彰

## 節目としての2012年(平成24年)

- 次世代スパコン「京」の完成(平成24年6月)

### *HPCリーディングシステム*

- 「京」を中核とし、全国のHPCリソースを連携する  
HPCIシステムの整備と共用開始(平成24年9月)

### *HPCインフラ*

- 計算科学技術関連コミュニティの活動の中心となる  
HPCIコンソーシアムの正式発足(平成24年4月)

### *HPCコミュニティ*

# 目次

- 計算科学技術のもたらすもの
- 計算科学技術を支える体制
- 国際的な状況
- 次代に向けて
- 結び

# 計算科学技術のもたらすもの

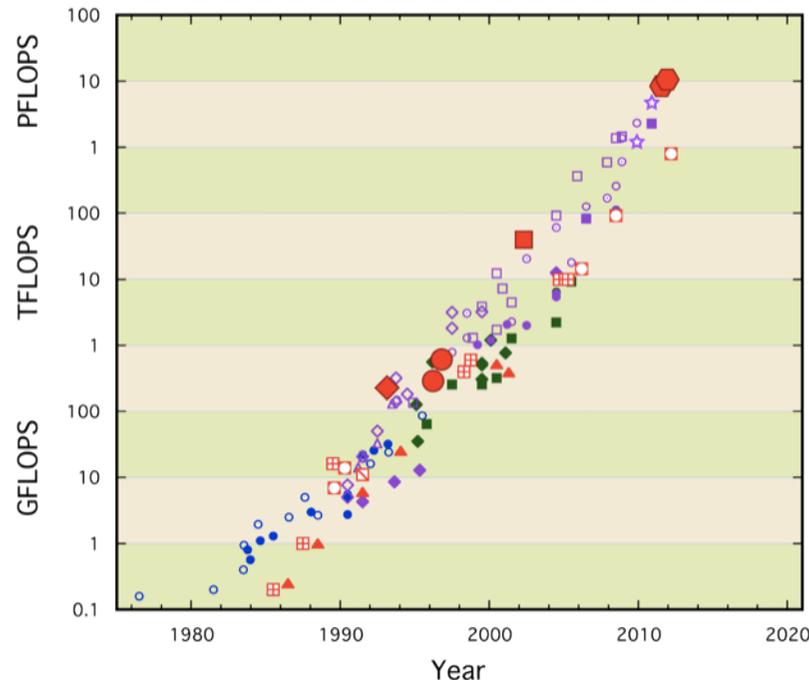
# スーパーコンピュータの発展

発展を支えた様々な技術:

- 半導体技術の進歩  
(ムーアの法則)

- 数々のアーキテクチャ上のイノベーション

- 1976年                      ベクトルプロセッサアーキテクチャの出現
- 1980年代                 ベクトル計算機の隆盛
- 1990年頃                 マイクロプロセッサの発展と並列計算機アーキテクチャ
- 1990年代以降            並列計算機の隆盛  
                                    ベクトル並列(SMP)、超並列(MPP)、スカラ並列(SMP)
- 2000年代以降            並列度のさらなる増強  
                                    マルチコアプロセッサ、GPGPU



日本の主要プロジェクトマシン

- ◆ NWT
- CP-PACS
- Earth Simulator
- K

ベクトル計算機

- CRAY/CDC
- Hitachi/Fujitsu/NEC

ベクトル並列計算機

- ◆ Fujitsu
- NEC
- CRAY

並列計算機

- CRAY
- IBM
- ◇ Intel
- △ TMC
- ☆ China
- ◆ Fujitsu
- Hitachi
- NEC

QCDマシン

- Tsukuba
- Columbia
- ▲ APE
- GF11 (IBM)

©金谷和至

# 我が国のリーディングシステムと その開拓した科学技術

- 数値風洞            1993年11月            トップ500一位
- CP-PACS            1996年11月            トップ500一位
- 地球シミュレータ   2002年6月            トップ500一位
- 京                    2011年6月            トップ500一位

# 数値風洞NWT (1993-2001)



NWT

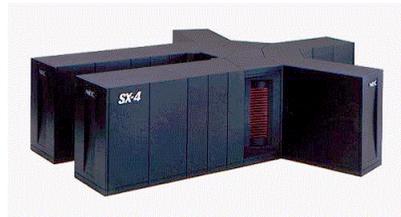
- 旧航空技術研究所にて、富士通と協力のもとに、開発・製作
- ベクトル並列アーキテクチャの導入
- 大規模フルクロスバ結合ネットワークの実現
- 1993年11月～1995年11月 トップ500一位
- 航空流体計算をはじめとする多様な分野で活躍



Fujitsu VPP500(1993)



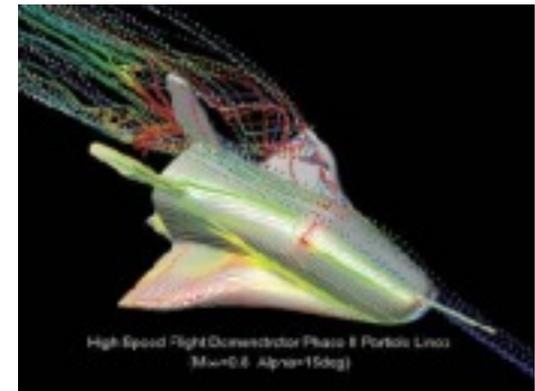
Fujitsu VPP5000(2000)



NEC SX-4(1995)



NEC SX-5(2000)



無人宇宙往還機HOPEの設計

# CP-PACS(1996-2004 筑波大学)

- 我が国初めての大规模汎用超並列型スーパーコンピュータ
  - スカラプロセッサだが擬似ベクトル機能
  - 柔軟・高性能なネットワーク



- 物理学と計算機工学の共同作業
- 大学とメーカー(日立)の産学連携(日立の商用機SR2201、SR8000へと発展)

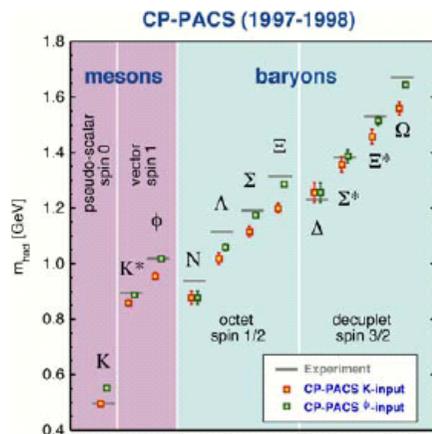


CP-PACS開発チーム

- 基礎科学(素粒子、宇宙)でブレークスルー
  - モデルではない、第一原理(基本方程式)からの近似なしの計算
  - 場(流体、電磁場、波動関数など)による自然記述一般に通ずる汎用性

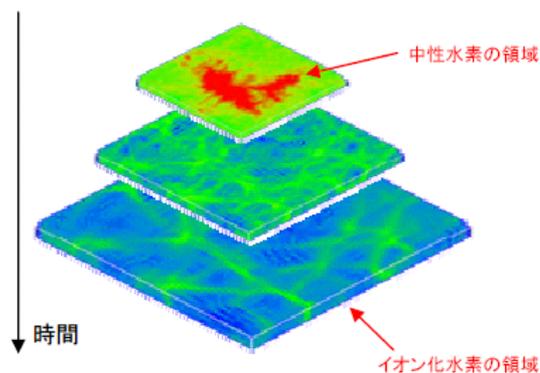
# CP-PACSによる基礎科学シミュレーション

## 素粒子物理学



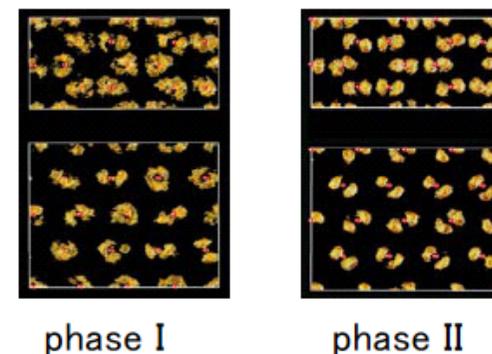
クエンチ近似のハドロン質量スペクトルの  
予言(1980年からの懸案)(1999)

## 宇宙物理学

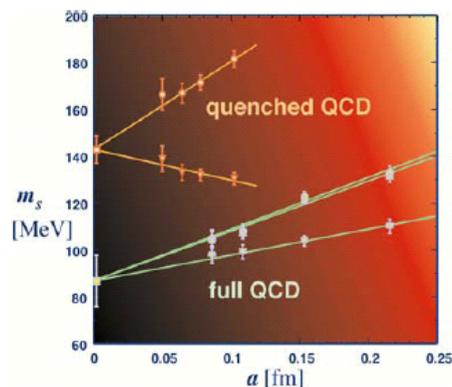


宇宙をみたす水素の再電離過程の3  
次元輻射輸送計算(世界初の試み)  
(2000)

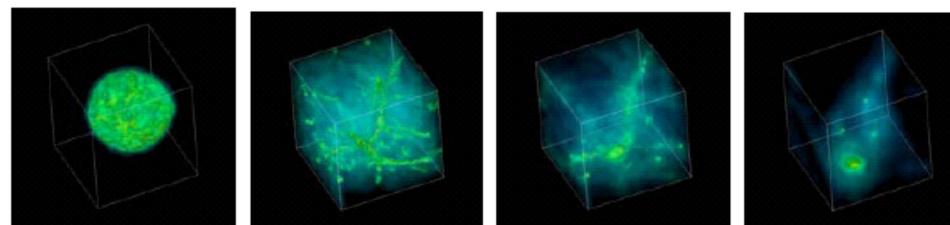
## 物性物理学



高圧下の固体水素の結晶構造  
(1930年代からの懸案)(2000)



基本粒子クォーク質量の計算(自然界の  
基本定数の一つ)(2000)



ビッグバン後  
3億年                      5億年                      7億年                      10億年

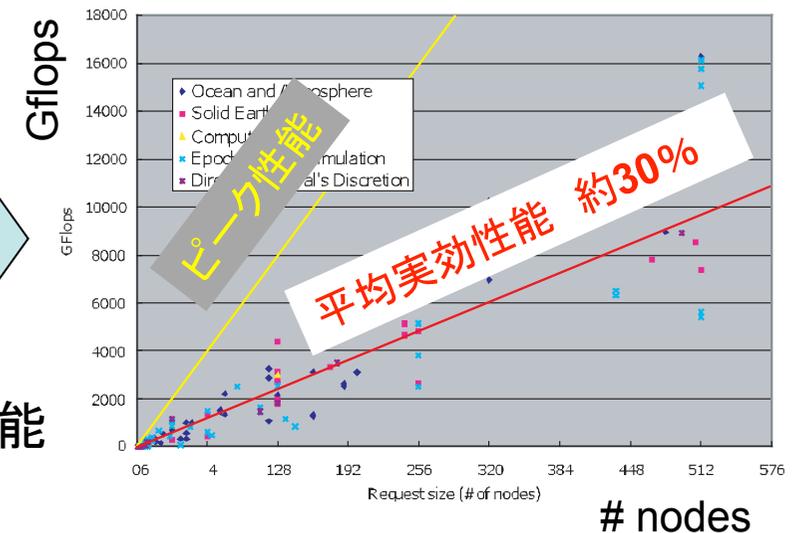
HMCS(CP-PACS+GRAPE)による銀河形成  
の3次元輻射流体シミュレーション(2003)

# 地球シミュレータ(2002-2008)



- ベクトル並列型による超大規模システム
  - JAMSTECなど三組織とNECが協力して開発
  - one-chip vector processorによるベクトルノード
  - 大量のバンク構成による高いメモリバンド幅
  - 高いネットワークバンド幅の1次元フルクロスバ結合

高い  
実効性能

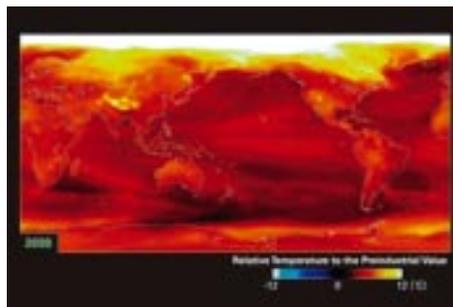


- 本格的計算科学としての地球規模の気候変動研究を始めて実現

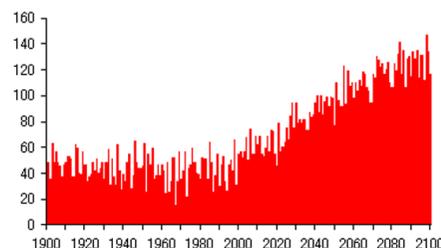
# 地球シミュレータと地球規模気候変動

## ■ 地球温暖化予測

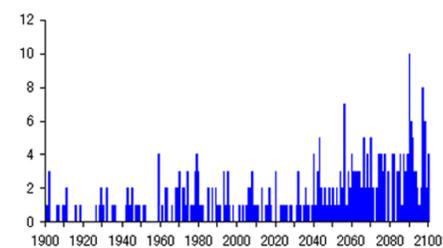
IPCC AR4(2007)に向けての大気海洋結合計算(2006)



2099年の地球の気温上昇(ア1Bシナリオ)



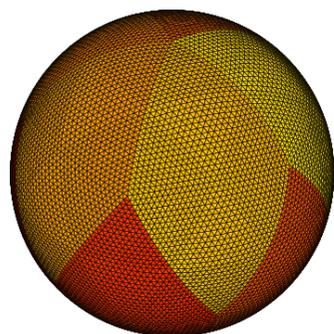
日本の真夏日数の変化



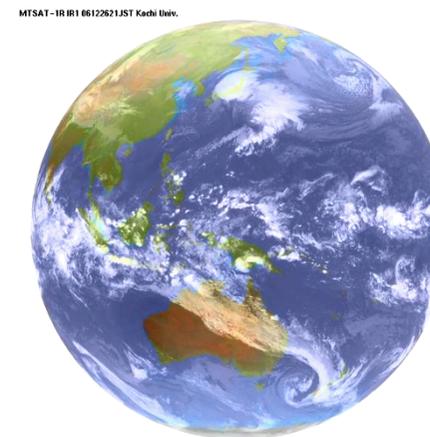
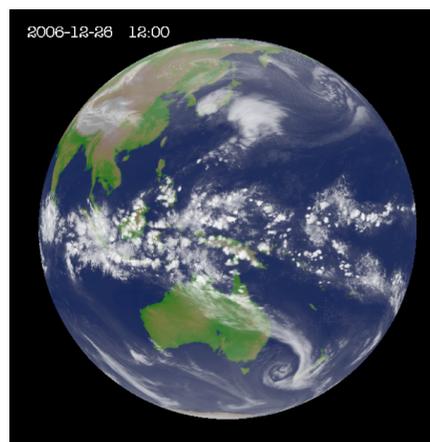
日本の豪雨回数の変化

## ■ 全球雲解像モデルNICAMの開発と3.5kmメッシュ計算

熱帯雲Madden-Julian振動の再現



正20面体分割格子  
NICAMの格子配置の例



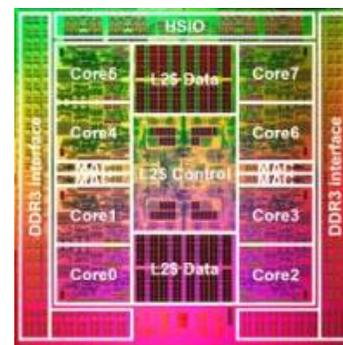
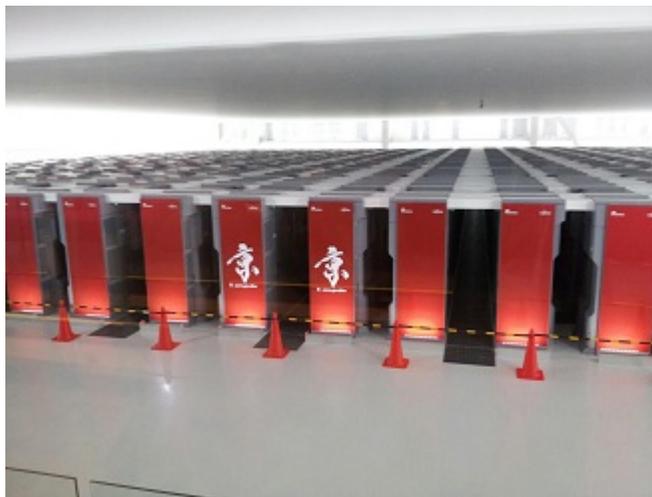
左: 全球を約3.5kmメッシュで分割した数値シミュレーション。  
右: 静止衛星画像 (2006年12月26日。初期値は25日)

# 次世代スパコン「京」(2011)

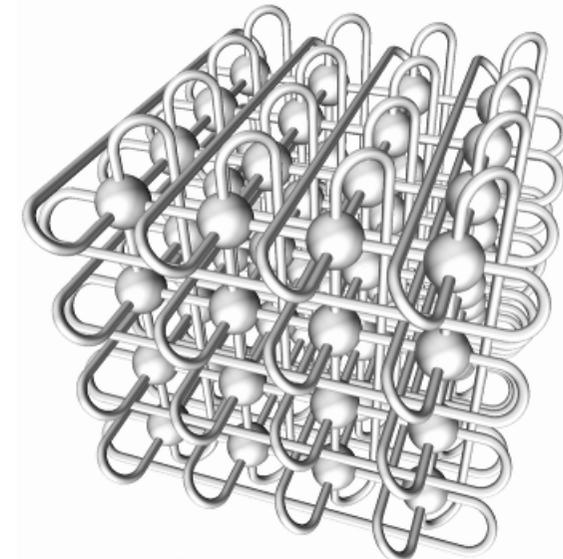
## ■ スカラー並列型の超大規模システム

- 理研と富士通が共同開発
- 高性能・低消費電力のマルチコアプロセッサによるノード
- 6次元メッシュ・トーラスによる高速柔軟なネットワーク
- 極めて高い実効計算性能を達成

- Linpack            10.51Pflops    93.2%            Top500一位(2011)
- RSDFT            3.08Pflops    43.63%        Gordon Bell賞(2011)
- HPC Challenge 4部門最高性能



SPARC64™ VIIIfx



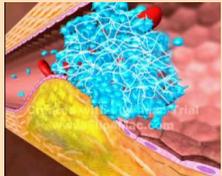
Tofu interconnect

# 幅広い分野でブレークスルーを期待

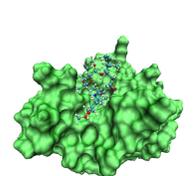
予測する生命科学・医療および創薬基盤

## 予測医療と革新的創薬

臓器レベルでの疾患を再現する階層統合シミュレーションを実現し、予測医療に貢献。また、標的タンパク質に強く結合する薬の候補化合物の設計を行い、創薬プロセスを加速。



血栓成長による血管閉塞シミュレーション

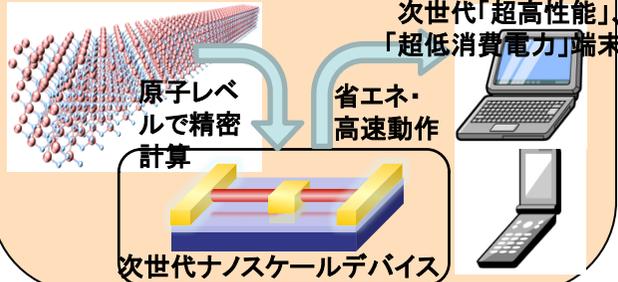


薬候補のタンパク質への結合シミュレーション

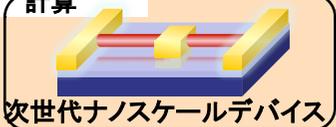
新物質・エネルギー創成

## 世界に先駆けた次世代デバイスを提唱

ナノスケールデバイスをまるごとシミュレーションし、機能・材料特性予測を実現することで、次世代デバイスの設計手法を提唱、超高性能・超低消費電力端末等の実現に貢献。



次世代「超高性能」  
「超低消費電力」端末

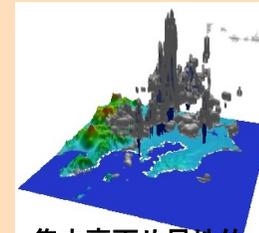


次世代ナノスケールデバイス

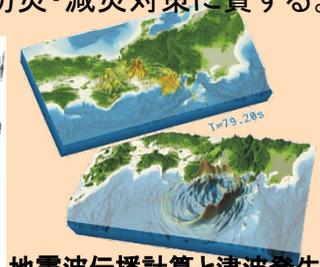
防災・減災に資する地球変動予測

## 集中豪雨や地震の予測

雲解像モデル、強震動モデル等を駆使して、集中豪雨の位置や地震の被害規模を高精度に予測し、防災・減災対策に資する。



集中豪雨や局地的大雨の予測

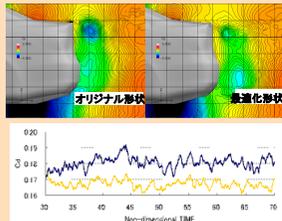


地震波伝播計算と津波発生伝播の連成シミュレーション

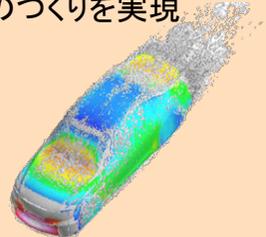
次世代ものづくり

## 設計プロセスの革新

熱流動の物理メカニズム理解に基づいた高度な設計制御技術を確認することで、環境(CO2,NOx)と製品性能のバランスを目指した将来の製品競争力強化に資する革新的ものづくりを実現



車体後部周りの超精緻解析による最適形状の究明

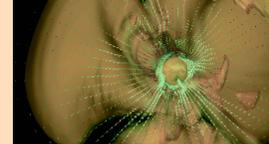


非定常空力・振動連成解析による、低空気抵抗、低揺動車の開発

物質と宇宙の起源と構造

## 大質量星の超新星爆発の解

超新星爆発の3次元シミュレーション



爆発時の密度分布

磁場増幅、ニュートリノ輻射輸送などを考慮した3次元シミュレーションを、次世代スパコンを用いることで世界に先駆けて実行し、大質量星が重力崩壊から超新星爆発に至る過程を解明する。

# 計算科学技術を支える体制

# 我が国のHPC基盤

- **スパコン整備: 1980年代**
  - 国立大学情報基盤センター: 幅広いユーザの一般利用
    - 北大・東北大・筑波大・東大・東工大・名大・京大・阪大・九大
  - 共同利用機関・附置研究所: 各分野研究者の共同利用
    - KEK・物性研・分子研・統数研・遺伝研・基研等
  - 独立行政法人: 各独法の業務・分野研究者の共同研究
    - JAXA・産総研・JAMSTEC (ESセンター)・理研 (AICS)・JAEA等
- **ネットワーク: 1990年代**
  - SINET(1992)・スーパーSINET(2002)を経て現在SINET4(2011)

1990年代、スパコンの開発と整備は世界屈指の状況ではあったが、計画的・持続的観点が十分であったとは言いがたい

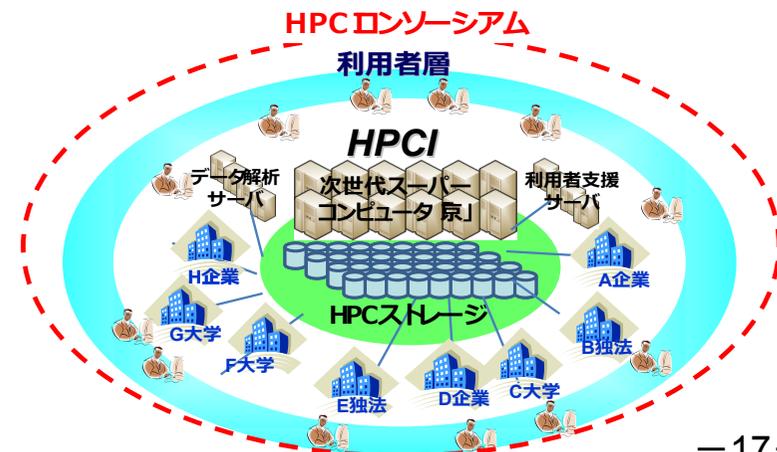
# 次世代スパコン計画からHPCI計画へ

- 次世代スパコン計画の発足時(平成18年度)の目標
  - 世界最先端・最高性能の「次世代スーパーコンピュータ」の開発・整備
  - 次世代スパコンを最大限利活用するためのナノ及びライフ分野のグラ  
ンドチャレンジアプリケーションの開発・普及
  - 次世代スパコンを中核とする世界最高水準のスーパーコンピューティン  
グ研究教育拠点(COE)の形成
- 平成21年11月13日行政刷新会議事業仕分けにおける批判
  - スパコン開発が自己目的化している
  - 巨額の投資に対して国民の納得できる説明がなされていない
  - 幅広い研究者によって戦略を再構築すべき 等々
- 平成21年12月16日 4大臣合意を経てHPCI計画へ

# 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラの構築(HPCI計画)

「京」を中核とし、多様なユーザーニーズに応える革新的な計算環境を実現するHPCI(革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)を構築するとともに、この利用を推進する。

- 「京」を中核とし、全国のHPCリソースを連携する**HPCIシステムを構築** *HPCインフラ*
- 計算科学技術関連コミュニティを結集する**HPCIコンソーシアムを形成**し、この主導によりHPCIを構築・運用 *HPCコミュニティ*



# HPCIコンソーシアム ～2年間の準備～

# HPCIコンソーシアム設立経緯

- HPCI検討WG 平成22年4月～5月
  - 任務:HPCIシステムとコンソーシアムのグランドデザインを計算科学技術コミュニティとしてとりまとめ
  - 報告書:「HPCIとこの構築を主導するコンソーシアムのグランドデザイン」(平成22年5月26日)
- 準備段階HPCIコンソーシアム 平成22年7月～24年3月
  - グランドデザインに基づき文科省公募に応じた38機関で構成
  - 検討課題
    - コンソーシアムのあり方
    - HPCIシステムの具体像、課題選定のありかた
    - 産業利用の促進、ユーザ支援 等々
  - 最終報告「HPCIのその構築を主導するコンソーシアムの具体化に向けて」(平成24年1月30日)を取りまとめ、国に提言

# 一般社団法人HPCIコンソーシアム

- 最終報告を受け
  - 平成24年4月2日法人設立
  - 平成24年6月6日第一回総会開催

## コンソーシアムの理念

- 計算科学技術に関わる全ての者(計算科学技術関連コミュニティ)に開かれたものであること。
- 我が国の計算科学技術振興の中心となり、世界最高水準の成果創出と成果の社会還元を目指して協力して活動。

# コンソーシアムの形態

- 一般社団法人「HPCIコンソーシアム」として設置し、責任ある立場を確立
- 正会員及びアソシエイト会員により構成
- 会費(年額20万円)により運営

	定義	備考
【正会員】 ユーザコミュニティ代表機関	HPCIを利用するユーザが一定程度所属するコミュニティの中心としてその活動を支える機関 (但し、法人の社員は機関を代表する者としての個人により構成)	計算科学以外にも、計算機科学、産業利用、人材育成等のコミュニティも対象。 学協会も、コンソーシアムの趣旨に賛同し責任を持ってコンソーシアムの活動を担うものは対象。
【正会員】 システム構成機関	HPCIシステムを構成する計算資源を提供する機関 (但し、法人の社員は機関を代表する者としての個人により構成)	計算資源は、計算機資源、共用ストレージ、ネットワーク以外にも、可視化装置、ソフトウェア、チューニング情報等も対象 特定の分野やコミュニティに対して計算資源を提供している機関も対象
【アソシエイト会員】	コンソーシアムの趣旨に賛同する組織及びグループの代表者及び個人	同一の分野やコミュニティに属するユーザコミュニティ代表機関以外の機関の参加(単体の企業を含む)が可能

※ビジネスとして参加する者は当面アソシエイト会員としてのみ参加可能

# 一般社団法人HPCIコンソーシアムの主な構成

## 【HPCI戦略プログラム】

柳田 敏雄 分野1「予測する生命科学・医療および創薬基盤」  
常行 真司 分野2「新物質・エネルギー創成」  
今脇 資郎 分野3「防災・減災に資する地球変動予測」  
加藤 千幸 分野4「次世代ものづくり」  
青木 慎也 分野5「物質と宇宙の起源と構造」

## 【国立大学情報基盤センター等】

高井 昌彰 北海道大学 情報基盤センター  
小林 広明 東北大学 サイバーサイエンスセンター  
宇川 彰 筑波大学 計算科学研究センター  
石川 裕 東京大学 情報基盤センター  
佐伯 元司 東京工業大学 学術国際情報センター  
伊藤 義人 名古屋大学 情報基盤センター  
中島 浩 京都大学 学術情報メディアセンター  
中野 博隆 大阪大学 サイバーメディアセンター  
青柳 睦 九州大学 情報基盤研究開発センター

## 【国立大学附置研究所】

新家 光雄 東北大学 金属材料研究所  
家 泰弘 東京大学 物性研究所  
松見 豊 名古屋大学 太陽地球環境研究所  
九後 太一 京都大学 基礎物理学研究所  
保坂 淳 大阪大学 核物理研究センター

## 【国公立大学】

武田 廣 神戸大学  
佐藤 哲也 兵庫県立大学大学院 シミュレーション学研究所

## 【大学共同利用機関法人】

斉藤 真司 自然科学研究機構分子科学研究所 計算科学研究センター  
堀内 利得 自然科学研究機構核融合科学研究所  
小久保 英一郎 自然科学研究機構国立天文台 天文シミュレーションプロジェクト  
金子 敏明 高エネルギー加速器研究機構 共通基盤研究施設・計算科学センター  
中野 純司 情報・システム研究機構 統計数理研究所  
坂内 正夫 情報・システム研究機構 国立情報学研究所

## 【独立行政法人】

高木 亮治 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所  
藤田 直行 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 情報・計算工学センター  
渡邊 國彦 独立行政法人海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター  
関口 智嗣 独立行政法人産業技術総合研究所 情報技術研究部門  
平尾 公彦 独立行政法人理化学研究所 計算科学研究機構  
姫野 龍太郎 独立行政法人理化学研究所 情報基盤センター

## 【上記以外の機関】

中村 壽 財団法人高度情報科学技術研究機構  
安井 宏 財団法人計算科学振興財団  
鈴木 真二 一般社団法人日本航空宇宙学会  
藤井 孝藏 一般社団法人日本流体力学会  
高田 章 スーパーコンピューティング技術産業応用協議会  
下條 真司 特定非営利活動法人バイオグリッドセンター関西

**39機関**

(平成24年6月6日現在。一部手続き中の機関を含む)

幅広い皆様の加入を目指しています

<http://www.hpci-c.jp> (整備中)

# コンソーシアムの活動

次の事項について、**計算科学技術コミュニティの幅広い意見を集約し、その推進を図るとともに、その実現を図ることを目的として国及び関係諸機関へ提言**

## ■ HPCIシステムの整備と運用

- HPCIシステムの整備と運用の基本方針
- 課題選定及び利用者支援の基本方針
- 運用と利用の状況の把握と国に対する要望のとりまとめ

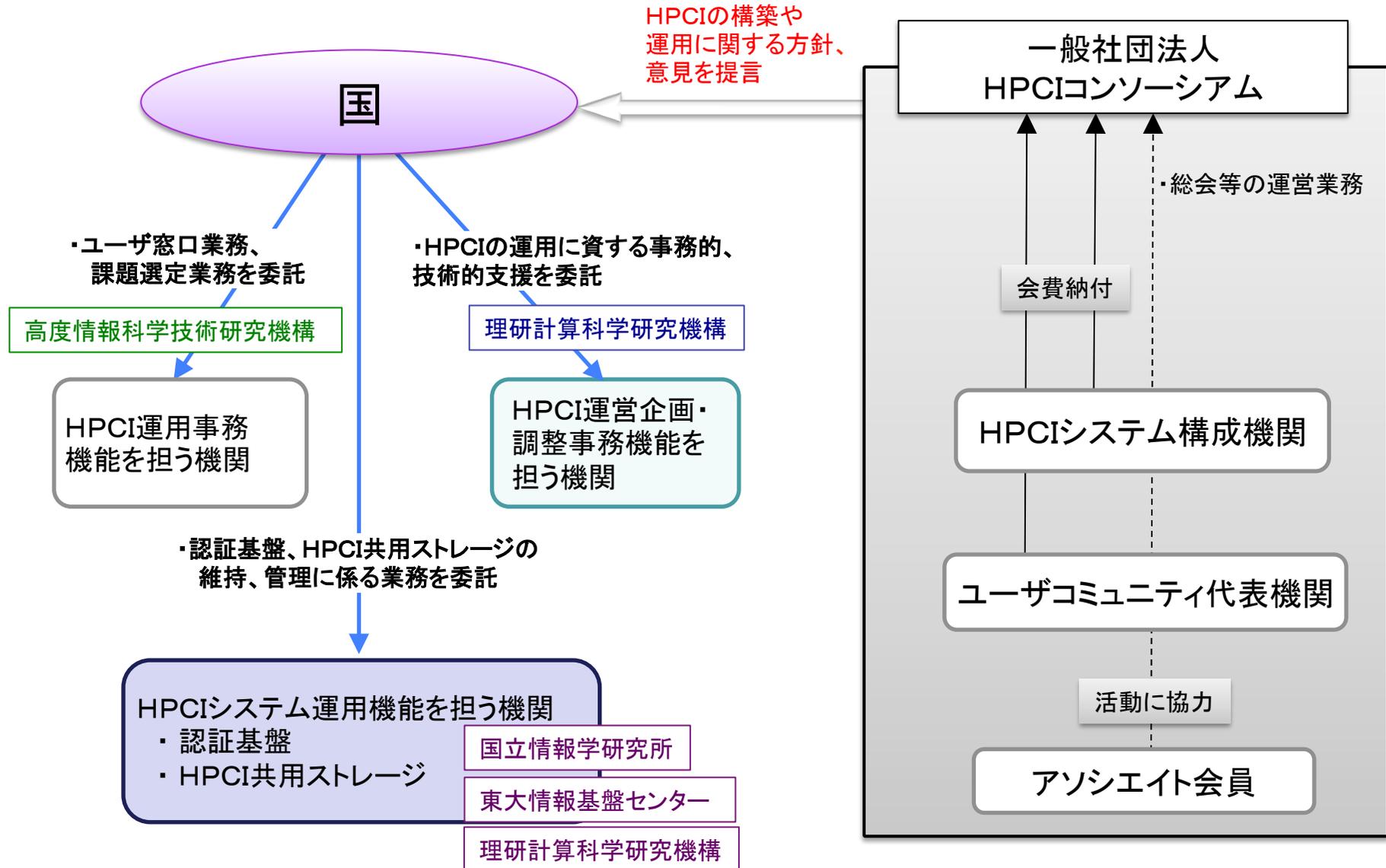
## ■ 計算科学技術の振興

- 我が国全体の計算機資源の有効活用と整備のあり方の基本方針
- 計算科学技術及び応用技法の醸成・拡大
- 新たな分野やコミュニティの開拓
- 人材育成
- 海外の関連組織との連携

## ■ 将来のスーパーコンピューティング

# HPCI計画推進の仕組み

～国・コンソーシアム・業務執行機関の関係～



# コンソーシアムの運営

## 一般社団法人HPCIコンソーシアム

### 社員総会 (意思決定)

- ・正会員により構成
- ・社員は各コミュニティの意見集約や計算資源の提供を履行
- ・HPCIシステムの整備と運用、計算科学技術の振興及び将来のスーパーコンピューティングに係る意見集約

原則として社員の中から  
理事及び監事を選任



### 理事会 (業務執行)

- ・理事の中から代表理事を選定
- ・主要業務毎に担当理事(業務執行理事)を決定
- ・業務執行理事の下にHPCIの運営業務との連携を図りながら活動

活動に関する検討事項を指示



検討内容を報告

### 法 人 事 務 局

・法人の運営に関すること

# コンソーシアムの執行体制

## ■ 総会

- 議長 宇川 彰（筑波大計算科学研究センター）
- 副議長 藤井孝藏（流体力学会）、平尾公彦（理研計算科学研究機構）

## ■ 理事会

- 石川 裕 東京大学情報基盤センター
- 宇川 彰(理事長) 筑波大学計算科学研究センター
- 加藤 千幸 東京大学生産技術研究所
- 関口 智嗣 産業技術総合研究所情報技術研究部門
- 高田 章 スパコン技術産業応用協議会
- 常行 真司 東京大学物性研究所
- 中島 浩 京都大学学術情報メディアセンター
- 藤井 孝藏(副理事長) 流体力学会
- 米澤 明憲 理研計算科学研究機構
- 渡辺 国彦 海洋研究開発機構地球シミュレータセンター

# HPCI実現のしくみ

## 計算科学技術関連コミュニティ

### 一般社団法人HPCIコンソーシアム

理事会  
(業務執行機関)



理事を選任  
検討事項を指示  
検討内容を報告

総会  
(意思決定機関)

意思決定主体

正会員

- 意思決定の主体として参加
- 会費を納入

Aの代表 Bの代表 Cの代表 Dの代表 Eの代表 Fの代表



オブザーバ

アソシエイト会員 ●活動に参加、協力

企業Gの代表 H協議会の代表 個人I J研究会の代表 個人K



意見集約をもとに提言

国

提言を踏まえ、HPCI計画を推進

HPCIシステム  
構成機関

A大学 計算センター B研究所 計算センター C機構 計算センター



ユーザコミュニティ  
代表機関

D機構 E研究所 F協議会



集意見 集意見

企業① 企業② 企業③



運用・管理

独立した課題選定機関(「京」の課題選定と合わせ一括して実施予定)

HPCIシステム

- HPCIシステムを構成する計算資源—
- 計算機資源
  - HPCI共用ストレージ
  - ネットワーク
  - プリ・ポスト処理、可視化のための装置
  - アプリケーション、数値演算ライブラリ、データコンテンツ等のソフトウェア
  - チューニング手法などに関して提供される情報



※ 共用開始時のイメージ

利用申請

利用申請

利用

利用

# HPCIシステム

“「京」を中核とし全国のHPCリソースを連携するHPCインフラ”

# HPCIシステム: 計算資源

## ■ 計算機資源

- 「京」及び情報基盤センター等(北大、東北大、筑波大、東大、東工大、名大、京大、阪大、九大)より提供され、HPCI全体で共通運用され、一括した課題選定の行われる**共用計算資源**(無償。成果非公開産業利用は有償)
- 各機関が独自に運用したり、特定のコミュニティに提供する計算資源等

## ■ ストレージ、ネットワーク、認証基盤

- ストレージは、計算科学研究機構及び東大情報基盤センターに各10PBの大規模な**HPCI共用ストレージ**を整備。
- ネットワークは、SINET4を活用。
- 認証基盤は、**ID連携によるシングルサインオン機能**を、Shibboleth,GSI等を活用して構築。

## ■ その他の資源

- プリ・ポスト処理、可視化のための装置
- アプリケーション、数値計算ライブラリ、データコンテンツ等のソフトウェア
- チューニング手法などに関して提供される情報

# HPCIシステム運用開始時に共用される計算機資源

- 京コンピュータを頂点とし国内のスパコン群をSINET4を介して利用
- 文科省の支援を受けて、HPCIとして拠出される計算資源はユーザは無償で利用可能
- データ共有インフラを提供

Total 約13Pflops

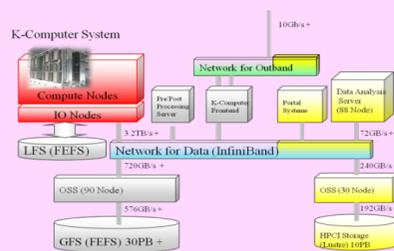


# HPCI共用ストレージ

## 西拠点

理研計算科学研究機構

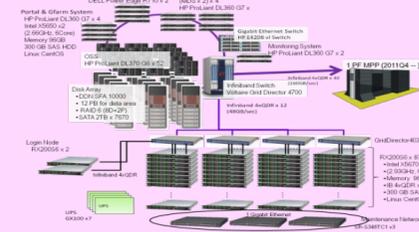
- 10 PB storage
- 60 PB tape archive
- Cluster for data analysis (88 node)



## 東拠点

東京大学情報基盤センター

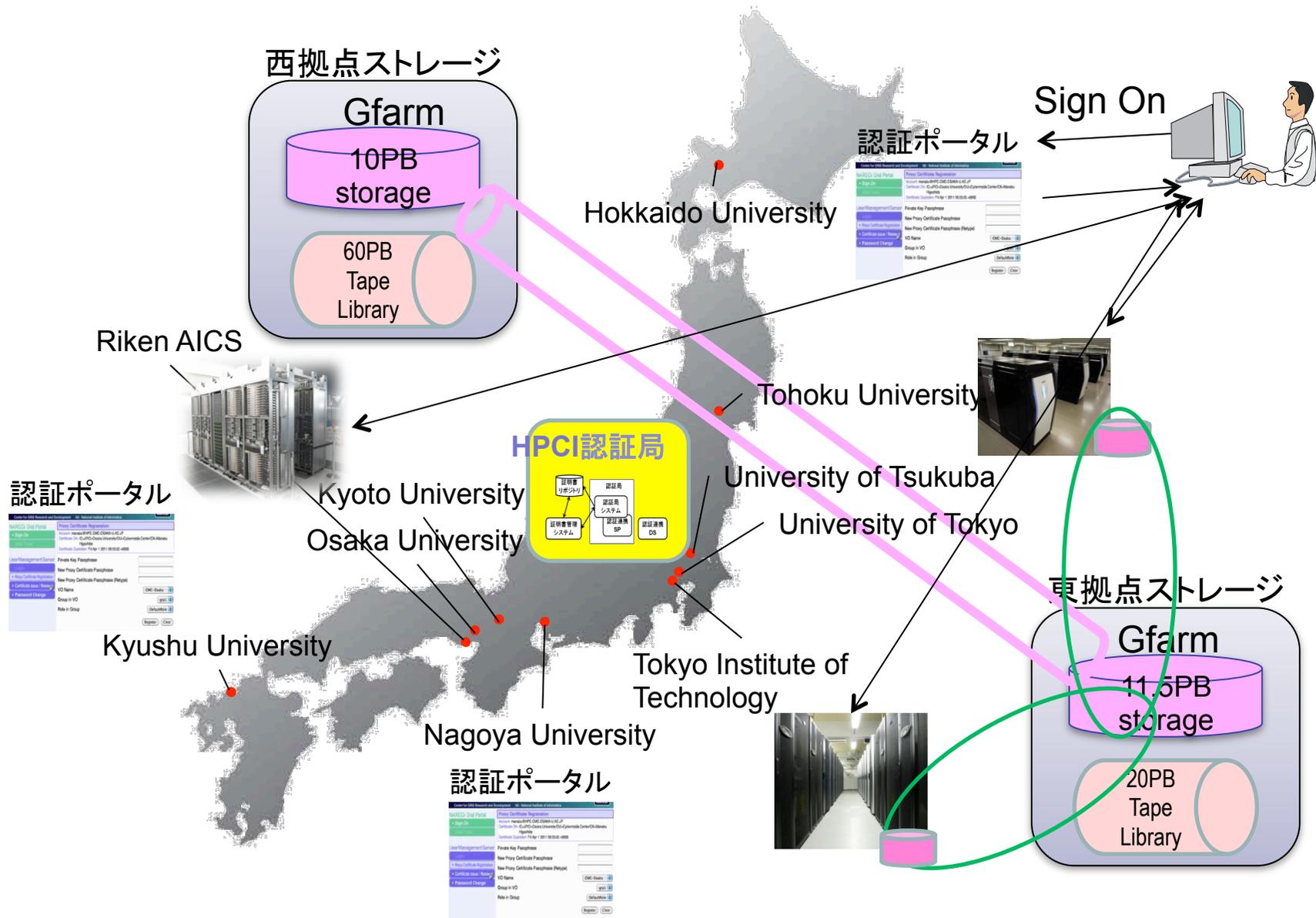
- 11.5 PB storage
- 20 PB tape archive
- Cluster for data analysis (87 node)
- Accelerator (GPU Cluster) (32 node)



Total : disk 21.5PF tape 80PB

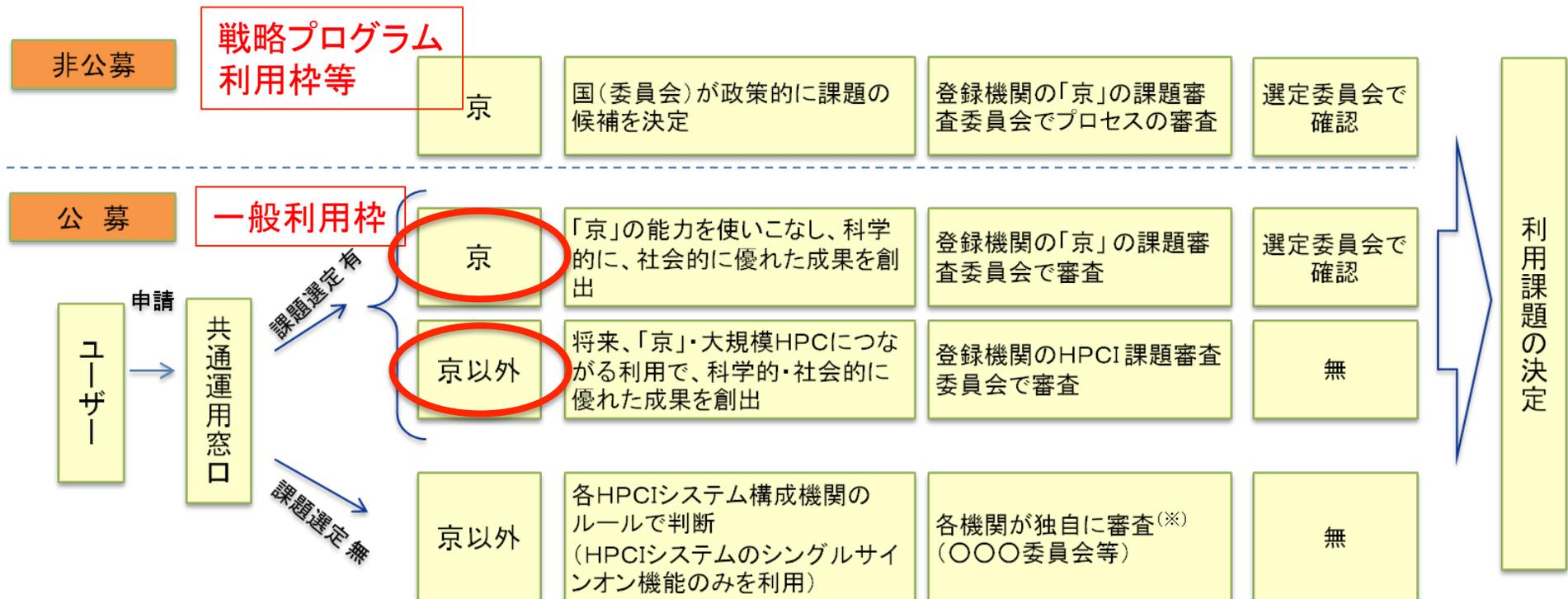
本ストレージおよびポスト・プレ処理用クラスタ群は、最先端研究施設補助金「e-サイエンス実現のためのシステム統合・連携ソフトウェアの高度利用促進」で整備された機器がベースになっている。HPCI共用ストレージとして利用される予定の容量を記載している

# シングルサインオン、共有ファイルシステム



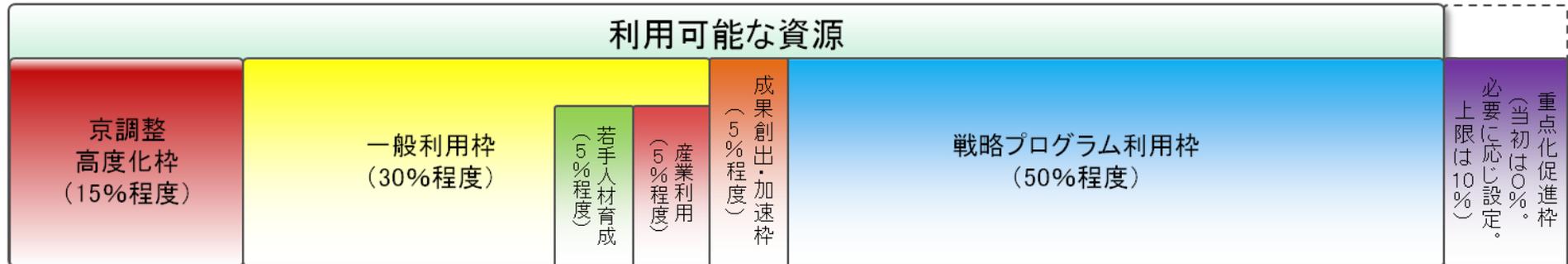
# 共用計算資源の一括した課題選定

- 「京」と情報基盤センター等（当初9センター）の提供する計算資源について一括して課題選定



※ 課題選定に係る情報をHPCI運用事務機能を担う機関に提供

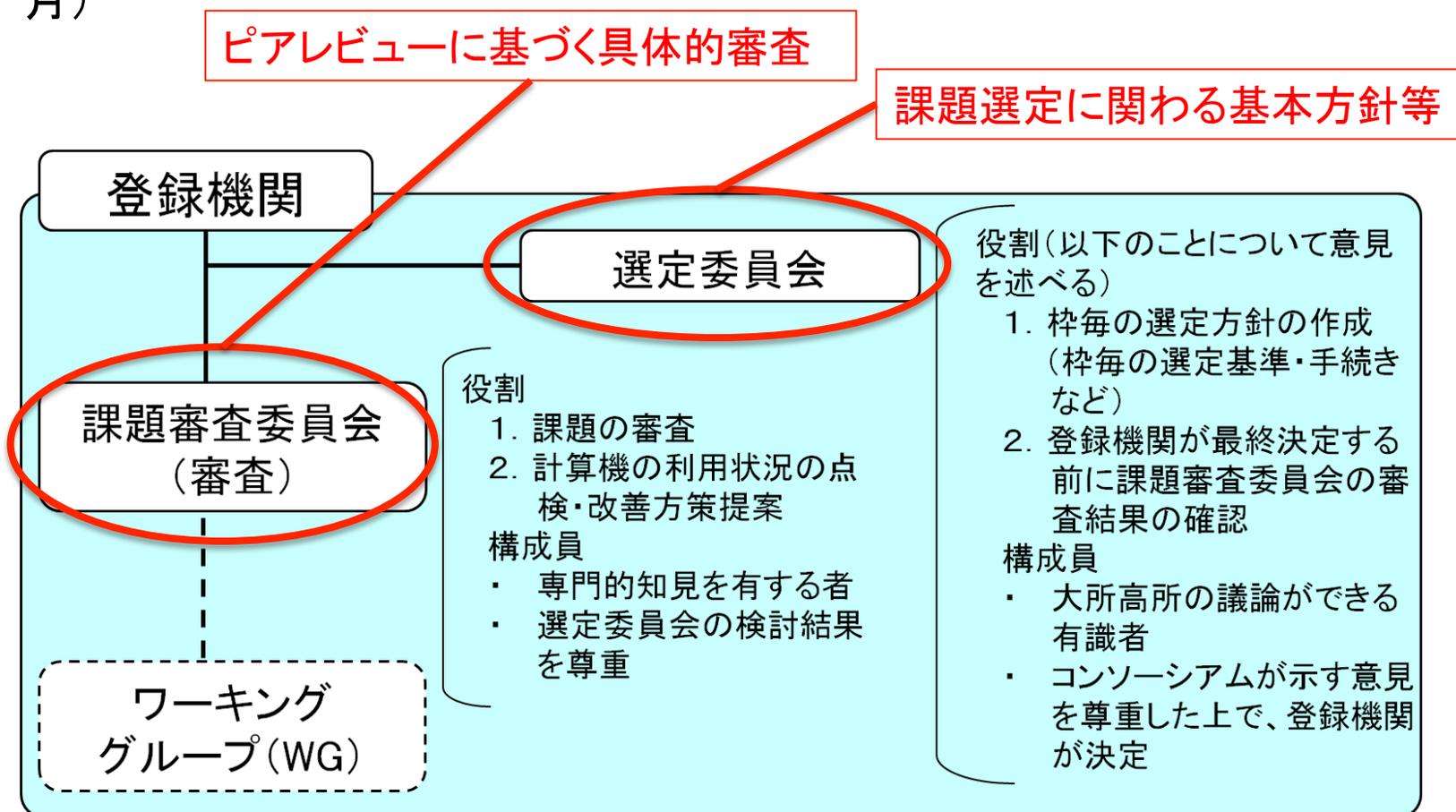
# 「京」の利用枠



- 京調整高度化枠 15%程度
- 一般利用枠 30%程度
  - うち、産業利用は5%・若手人材育成は5%程度が目安
  - 産業利用ではトライアルユースも可
- 成果創出・加速枠 5%程度
  - 一般利用及び戦略プログラム利用において実施中の課題の中から、加速すべき課題への追加配分の枠として設定(非公募)。
- 戦略プログラム利用枠 50%程度
  - 戦略機関が提案した利用希望課題について、文部科学省が配分内容を決定(非公募)。
- 重点化促進枠 当初は0%。上限は10%程度
  - 政策的、重要かつ緊急な課題の実施(非公募)。

# 課題選定の仕組み

- 登録機関が、コンソーシアムが示す意見を尊重した上で、課題選定に係る公募等、審査、決定を行う（「京」については共用促進法に基づく枠組み）
- 登録機関には、RIST(高度情報科学技術研究機構)が認定(平成23年9月)



# 公募と共用開始のスケジュール

- 公募対象資源
  - 計算機資源 「京」 3Pflops、「京」以外 約3Pflops
  - 共用ストレジ(東西拠点) disk 21.5PB tape 80PB
  - 対象期間:平成24年10月～平成26年3月
- 公募期間
  - 平成24年5月9日(金)～6月15日(金)17:00
  - 登録機関ウェブサイト <https://www.hpci-office.jp/invite/>
- 審査・選定
  - 平成24年6月末～8月末
- 通知・利用準備
  - 平成24年9月
- 共用開始
  - 平成24年9月末

# 国際的な状況

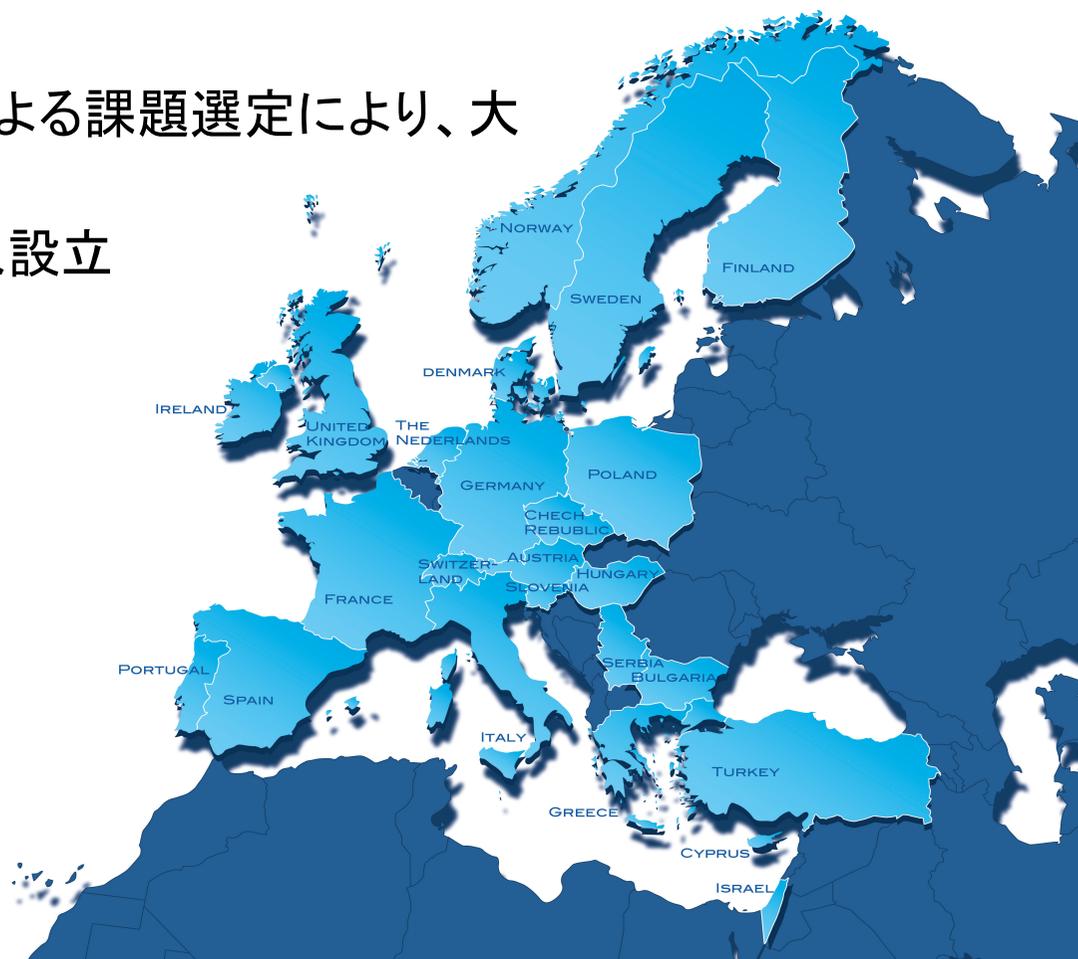
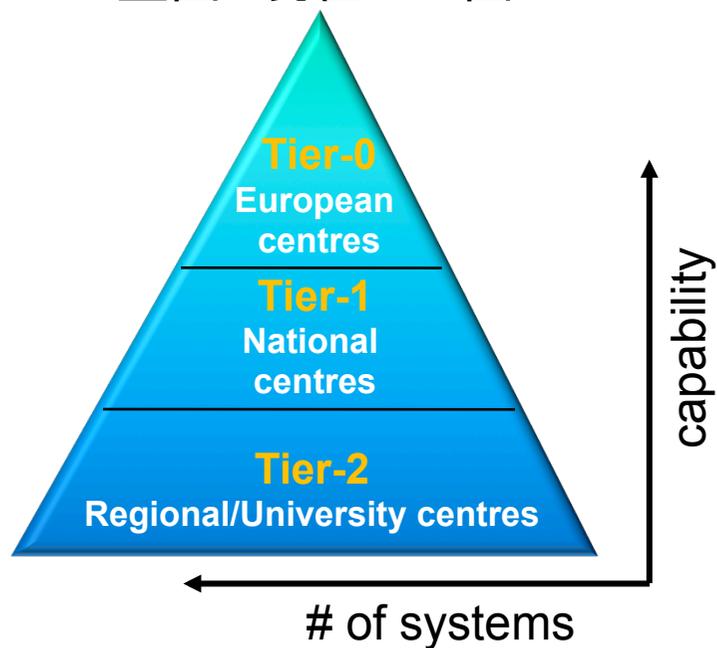
# 注目すべき取り組み

- 欧州: EUの枠組みによるHPCインフラの着実な整備
  - PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) の発足(2010年)と整備の進行
- 米国におけるグローバル化への動き
  - INCITE program (Oak Ridge & Argonne)

# PRACEの概要

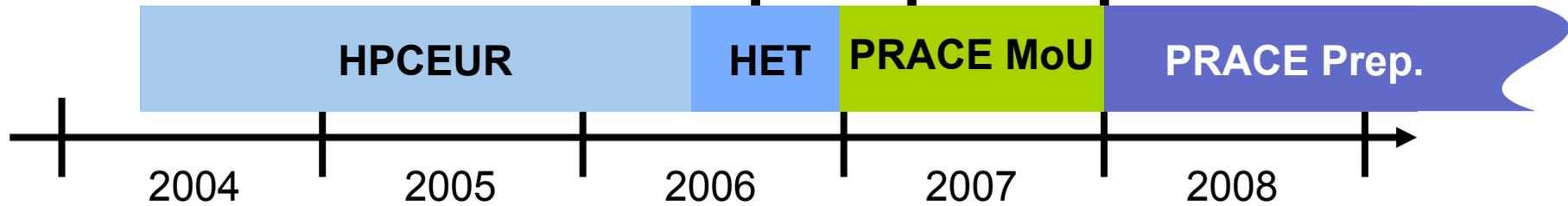


- EU諸国が協力して世界トップクラスのHPCインフラを整備運用
- 汎ヨーロッパのピアレビューによる課題選定により、大型研究に計算資源を提供
- 2010年4月23日 PRACE法人設立
- 加盟国 現在24カ国

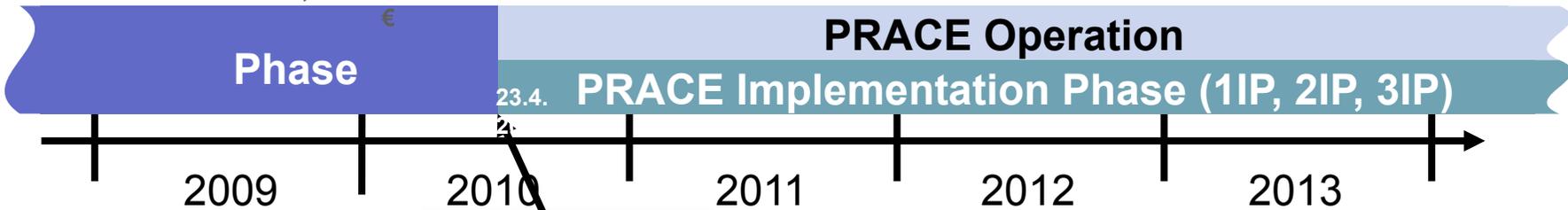


# 経緯

## PRACE Timeline



EU-Grant: INFSO-RI-211528, 10 Mio. €



# Tier-0システム

## Tier-0 Petaflop-Capability in PRACE

→ 2012: approx. 14.6 PF Peak Performance



**BlueGene/P**  
PRACE@Jülich



**Bull Cluster Curie**  
PRACE@GENCI:



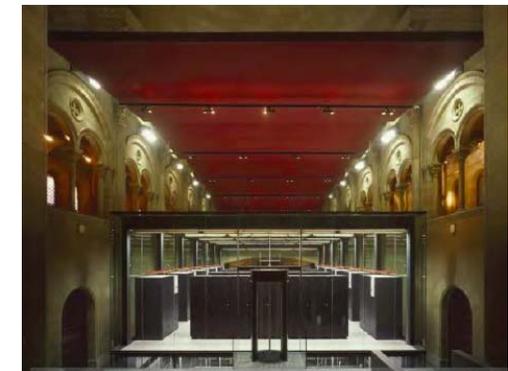
**2012: BlueGene/Q**  
PRACE@(CINECA & Jülich)



**CRAY HERMIT**  
PRACE@HLRS



**IBM SuperMUC**  
PRACE@LRZ



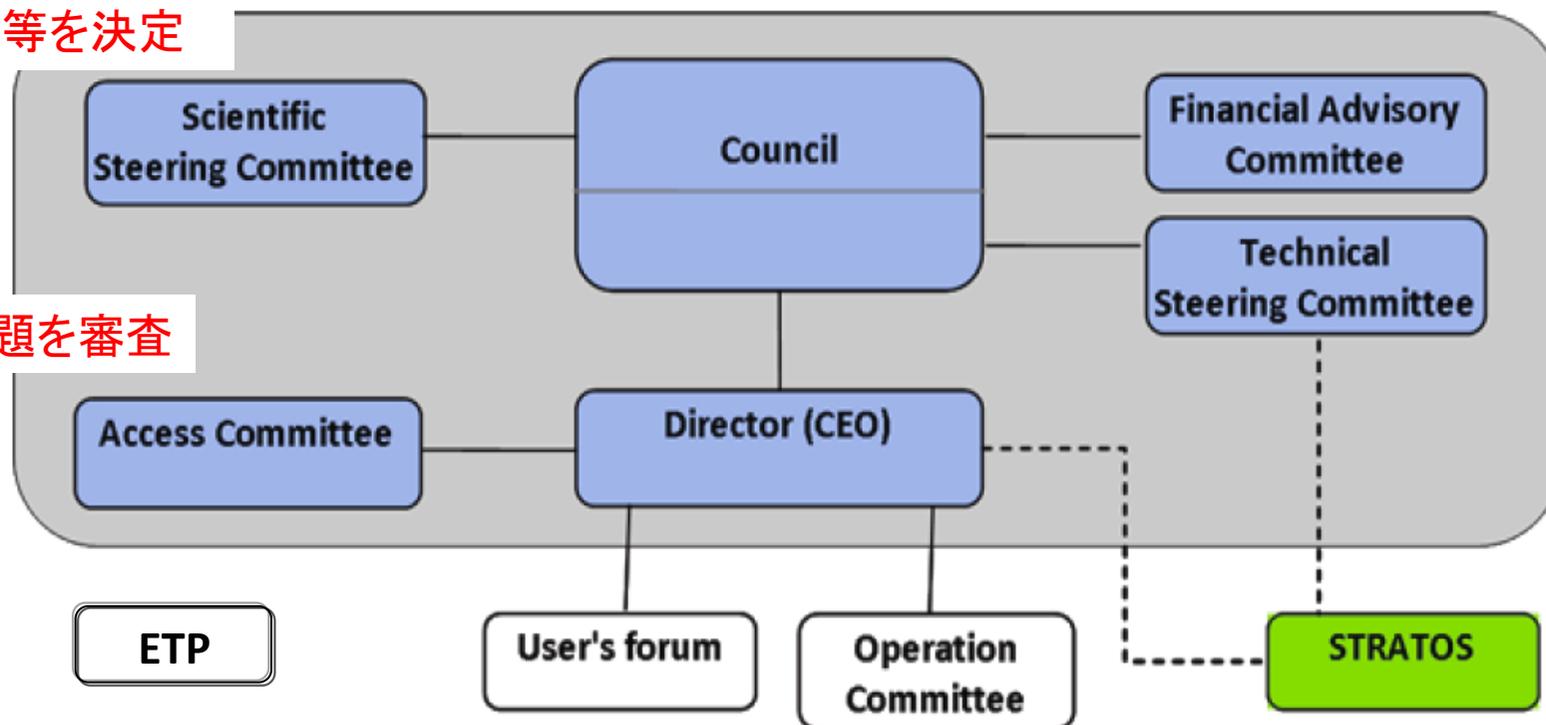
**IBM in 2012**  
PRACE@BSC

# 組織と課題審査

## Governance of PRACE

計算資源配分  
方針等を決定

課題を審査



- Europe-wide peer review opens access to all European scientists

# 2010-11のプロジェクト申請・採択状況

## Past project access calls for proposals (2 calls/year)

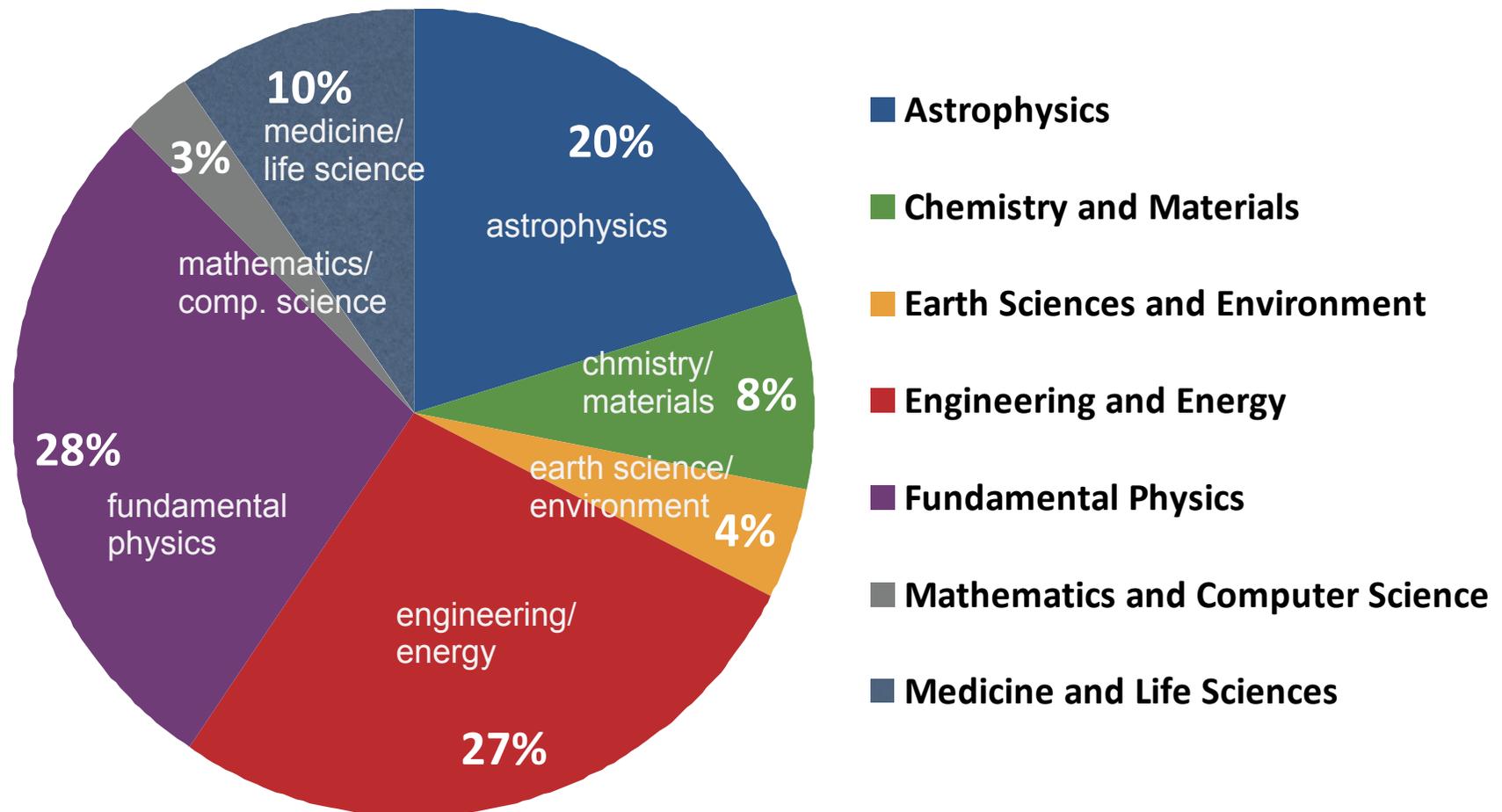
Call	Requested Hours (million core hours)	Requested Projects	Awarded Hours (million core hours)	Awarded projects
Early Access	1870	68	324	10
1st	2900	59	362	9
2nd	1250	47	398	17
3rd	1700	53	721	24
<b>total</b>	<b>7720</b>	<b>227</b>	<b>1805</b>	<b>60</b>



**= 30.1 million core hours/proposal**

# 現在までの資源配分の分野別状況

## Distribution of resources



# INCITE Program (米国)

- Oak Ridge及びArgonne国立研究所の計算資源による公募プログラム(歴史は長い)
- 2012-2013に新設される計算リソース
  - Oakridge:Titan (CRAY XK6) 10-20Pflops
  - Argonne:Mira (BlueGene/Q) 10Pflops
- “non-US-based researchers welcome to apply”

## **INCITE: Innovative and Novel Computational Impact on Theory and Experiment**

INCITE promotes transformational advances in science and technology through large allocations of computer time, supporting resources, and data storage at the Argonne and Oak Ridge Leadership Computing Facilities (LCFs) for computationally intensive, large-scale research projects.



# 配分枠

Allocation		60% “一般枠”	30% “戦略枠”	10% “所長裁量”
		INCITE	ALCC	Director's Discretionary
Mission		High-risk, high-payoff science that requires LCF-scale resources*	High-risk, high-payoff science aligned with DOE mission	Strategic LCF goals
Call		1x/year – (Closes June)	1x/year – (Closes February)	Rolling
Duration		1-3 years, yearly renewal	1 year	3m,6m,1 year
Typical Size		30 - 40 projects 10M - 100M core-hours/yr.	5 - 10 projects 1M - 75M core-hours/yr.	100s of projects 10K - 1M core-hours
Review Process		Scientific Peer-Review Computational Readiness	Scientific Peer-Review Computational Readiness	Strategic impact and feasibility
Managed By		INCITE management committee (ALCF & OLCF)	DOE Office of Science	LCF management
Availability	Open to all scientific researchers and organizations <i>Capability &gt;20% of cores</i>			

# EU・米国・日本の公募規模比較

EU

米国

日本

year	PRACE		INCITE		HPCI (京のみ)		
	10 <sup>6</sup> core hours	#projects	10 <sup>6</sup> core hours	#projects	一般		戦略
					10 <sup>6</sup> core hours	#projects	10 <sup>6</sup> core hours
2010	686	19					
2011	1,119	41					
2012	?	?	1,670	60	900		1,500
2013			5,000?	50?	1,800		3,000

unit: million core hours

# 次代に向けて

# 次代に向けて:国際的な動き

- 2012年には、各国で複数の10Pflopsクラスシステムが稼働を開始
  - 米国 Sequoia, Titan, Mira, Pleiades,...
  - EU PRACE Tier-0 BG/Q, ...
  - 中国も？
- エクサスケールシステムに向けての開発も進行中
  - 米国 DOE Exascale Initiative
    - ハード／ソフト／データ処理 要素技術開発プロジェクト
    - 3つのCodesign Centerの設置
  - 欧州 EUの枠組みでの様々のプログラム
    - European Exascale Software Initiative(EESI), EES2
    - Prototype system development
      - DEEP, Mont Blanc, CREST(software)
  - 国際的な活動
    - International Exascale Software Initiative
    - G8 Exascale Project

# 次代に向けて:日本

## 文部科学省 HPC計画推進委員会

### ■ 次代のリーディングシステムに関する技術的検討

- 平成23年4月～7月

「今後のHPC技術の研究開発の検討WG」

- 平成23年7月～24年3月

「アプリケーション&コンピュータアーキテクチャ・コンパイラ・システム  
ソフトウェア合同作業部会」

「今後のHPCI技術開発に関する報告書」

「計算科学ロードマップ白書」・「HPCI技術開発ロードマップ白書」

- 平成24年5月～

「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」

### ■ 我が国のHPC全般に関する検討

- 平成24年2月～

「今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討WG」

# 論点

- 計算科学技術の位置づけ
- リーディングシステム開発に対する考え方
- HPC基盤の整備と体制に関する考え方
- 国際連携に対する考え方

これらの論点は、リーディングシステムの開発が検討されるときに必ず繰り返されて来た

# 7年前の議論を振り返れば

- 計算科学技術は、科学技術のブレークスルーと新たな知の創造・発見の見地から、我が国の科学技術創造立国に必須
- 国家基幹技術として、科学技術のグランドチャレンジを解決するリーディングマシンの開発を目指すべき  
その為には：
  - グランドチャレンジの明確な設定
  - 解決のための最適なコンピュータアーキテクチャの選択
  - 計算科学者・計算機工学者・メーカー三者の密接な協力
- 最高速システムと中規模システムの重層的配備が重要
  - 計算科学技術の多様な分野における発展とその底支え
  - 持続的に革新を続ける産業・経済の基盤

これらの主張は論拠を失ったわけではない

しかし、一方で、日本も世界も、従って計算科学技術を取り巻く状況も、急激に変化している

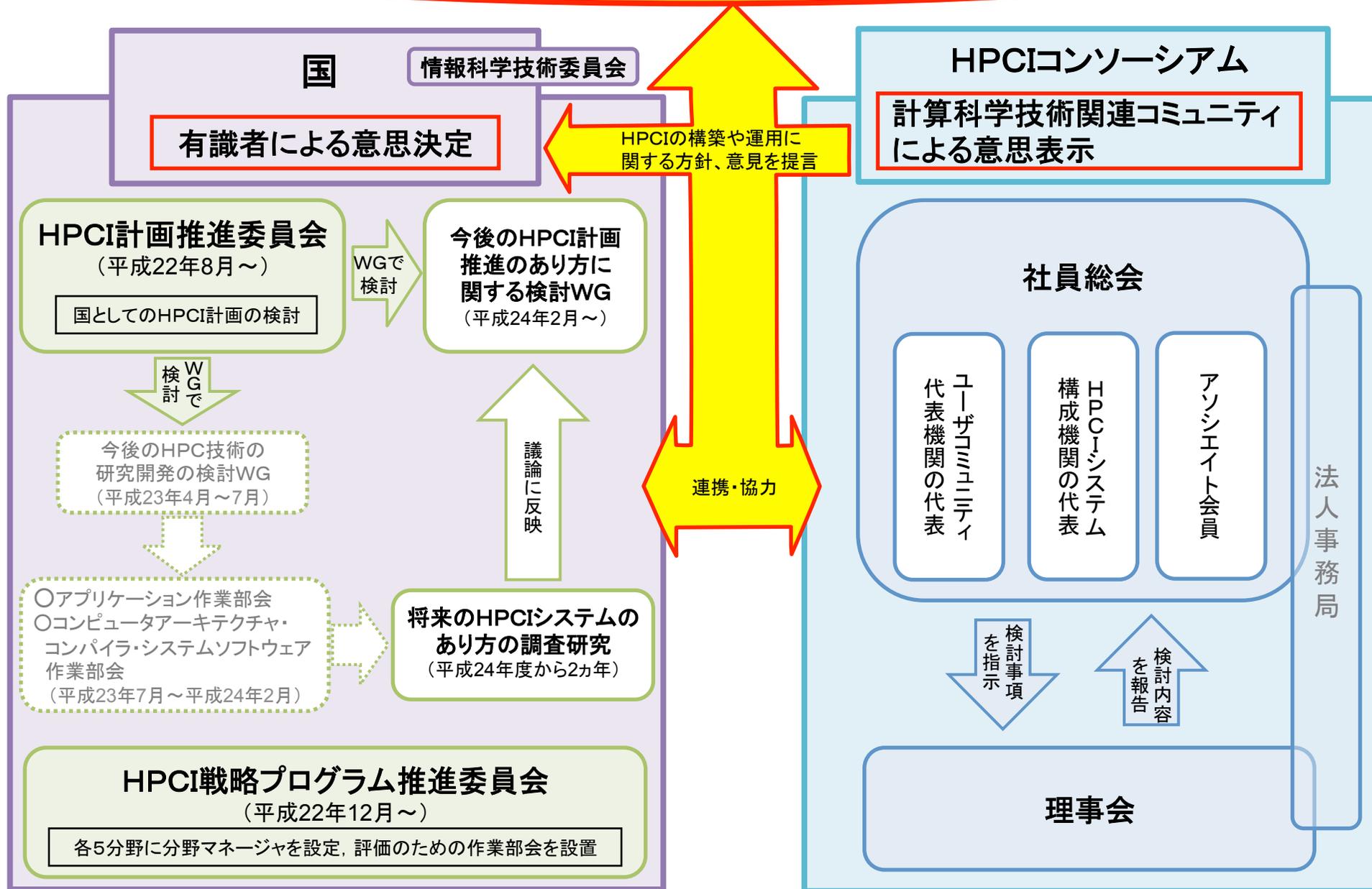
- 右肩下がりの経済と産業構造の急速な変化
- あらゆる側面でのグローバル化
- 東日本大震災により突きつけられた科学技術の社会的責任

計算科学技術に携わる我々は、論点一つ一つを、あらためて検討・確認し、コミュニティとしての意見を集約していかなければならない

# 例えば

- 計算科学技術の位置づけ
  - 科学技術の社会的責任にどのように応えるか
- リーディングシステム開発に対する考え方
  - 電力・メモリ・パラレルリズムといった技術革新の方向性と並んで、開かれたHPC開発をどのように進めれば良いか
- HPC基盤の整備と体制に関する考え方
  - 世界の最先端のHPC基盤を維持するにはどのような重層構造と分野的体制を取るべきなのか
- 国際連携に対する考え方

# 計算科学技術関連コミュニティの総意に基づく計算科学技術の推進



## 結び

- 計算科学技術の振興には、そのプラットフォームとなるHPCインフラの整備と、そこを舞台として活動するコミュニティの組織化の両者が重要
- 事業仕分け後、2年半を経て、そのようなHPCIの体制が本格的な出発を迎えている
- 次なるステップに向けて、構築されたHPCIを出発点として、あらためて計算科学技術の行くべき方向についてコミュニティの意見集約を行い、国の意思決定と連携していく必要がある