

ポスト「京」の開発プロジェクト (フラッグシップ2020プロジェクト) について

平成27年9月7日

研究振興局参事官（情報担当）付
計算科学技術推進室

これまでの審議の経緯等について

今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討WGについて

○趣旨

HPCI計画の推進にあたり、国として必要事項を調査検討するため、研究振興局長の私的諮問機関として平成22年7月に設置したHPCI計画推進委員会（主査：土居範久 慶応義塾大学名誉教授）のもとに、平成24年2月、今後10年程度を見据えたHPCI計画推進の在り方に関する検討のためのワーキンググループ（主査：小柳義夫 神戸大学特命教授）を設置し、平成24年4月から平成26年3月まで25回のWG開催。

○検討スケジュール

平成24年 2月	WG設置
平成24年 4月18日	第1回WG
平成25年 6月25日	中間報告取りまとめ
平成26年 3月	最終報告取りまとめ

○WGメンバー（平成26年3月現在）

青木 慎也	（京都大学基礎物理学研究所教授）	高田 章	（旭硝子株式会社中央研究所特任研究員／スーパーコンピューティング技術産業応用協議会）
秋山 泰	（東京工業大学大学院情報理工学研究科教授）	常行 真司	（東京大学大学院理学系研究科／物性研究所教授）
天野 吉和	（株式会社富士通システムズ・ウエスト取締役会長）	富田 浩文	（理化学研究所計算科学研究機構複合系気候科学研究チームチームリーダー）
石川 裕	（東京大学情報基盤センター長）	中島 浩	（京都大学学術情報メディアセンター長）
宇川 彰	（筑波大学数理物質系教授）	中村 春木	（大阪大学理事補佐／大阪大学蛋白質研究所筆頭副所長）
小柳 義夫 ※	（主査，神戸大学特命教授）	平尾 公彦	（理化学研究所計算科学研究機構長）
加藤 千幸	（東京大学生産技術研究所教授）	牧野 淳一郎	（東京工業大学地球生命研究所主任研究員）
金田 義行	（海洋研究開発機構地震津波・防災研究プロジェクトリーダー）	松尾 亜紀子	（慶應義塾大学理工学部教授）
喜連川 優	（国立情報学研究所所長／東京大学生産技術研究所教授）	松岡 聡	（東京工業大学学術国際情報センター教授）
小林 広明	（東北大学サイバーサイエンスセンター長）	村上 和彰 ※	（九州大学大学院システム情報科学研究院教授）
関口 和一 ※	（日本経済新聞社論説委員兼産業部編集委員）	室井 ちあし	（気象庁予報部数値予報課数値予報班長）
関口 智嗣	（産業技術総合研究所副研究統括）	3 渡邉 國彦	（海洋研究開発機構地球シミュレータセンター長）
善甫 康成	（法政大学情報科学部教授）		（5 0 音順，※はHPCI計画推進委員会メンバー）

今後のHPCI計画推進の在り方についての要旨

(平成26年3月 HPCI計画推進委員会 今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討ワーキンググループ)

計算科学技術を巡る状況

- ◆ スーパーコンピュータ(スパコン)は科学技術振興、産業競争力の強化、安全・安心の国づくりに不可欠な基盤。その重要性はますます増加。
- ◆ 米国・欧州・中国は、2020年から2022年頃を目途とするエクサスケールの実現に向けて研究開発を推進。国際的な自主開発の拡大の中で、我が国として、「京」で蓄積した技術・経験・人材を適切に維持・発展させていくことが重要。
- ◆ 「京」を利用して画期的な成果をあげているが、今後、更に能力の高いコンピュータを開発することにより、社会科学やビッグデータなどの新たな分野も含めて、多くの社会的・科学的課題の解決が期待。また、スパコンの産業利用の促進も重要。

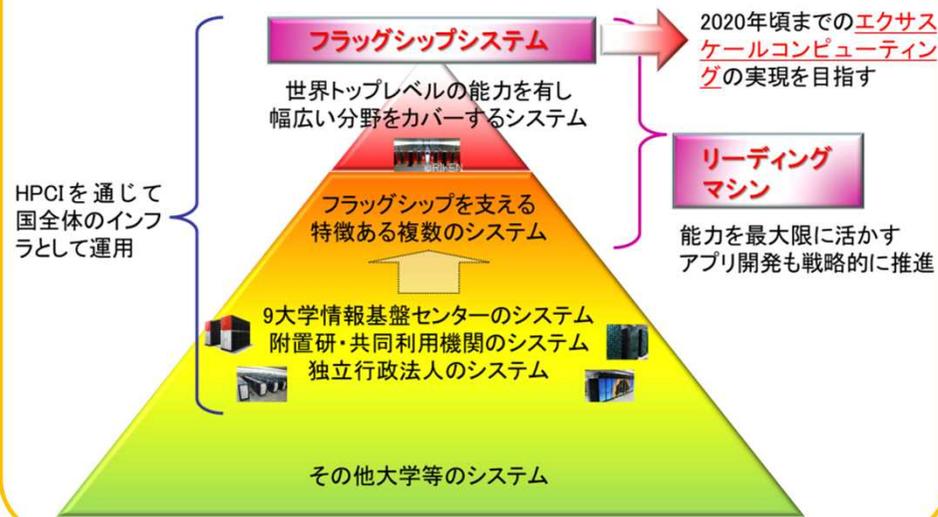
我が国の計算科学技術インフラの在り方と研究開発の方向性

- ◆ 一つのフラッグシップシステム(※)とそれを支える複数の特徴あるシステム(これらを合わせて「リーディングマシン」と呼称)、さらにその次のレベルのシステム等を複層的に配置するとともに、フラッグシップシステムの性能を世界トップに維持し、その波及効果により計算科学技術インフラ全体を引き上げていくことが重要。
- ◆ 計算科学技術インフラの戦略的整備とともに、用途に応じた多様なシステムの利用、データの共有や共同での分析等の様々なユーザーニーズに応える仕組みを構築していくことが重要。
- ◆ フラッグシップシステムについて
 - 2020年頃にエクサスケールの実現を目指す。
 - エクサスケールの次のフラッグシップシステムについても、その検討やそれに資する要素技術の基礎的研究を並行して進めることが必要。
 - 理論演算性能の向上を追求しつつ、実効性能や電力性能等の向上に対する技術的ブレークスルーを目指すことも検討することが必要。また、将来的な性能向上のため、革新的なコンピュータに関する研究も着実に進めることが必要。
- ◆ フラッグシップシステムを支える特徴あるシステムについて
 - 「フラッグシップシステムがカバーできない領域を支援するシステム」や「将来のHPC基盤に向けた先端システム」の中から厳選したものとすることが適当。
 - 開発計画は、フラッグシップシステムの基本設計を踏まえ、必要性等を評価した上で具体化。
- ◆ フラッグシップシステム等の開発と並行して、新たな課題や社会的ニーズに対応し、当該システムの能力を最大に発揮するアプリを協調的に開発することが重要。
- ◆ 国際協力の推進が重要であり、システムソフトウェアについては日米協力の具体化を期待。また、開発した技術やシステム、アプリについては、商業ベースでの輸出をはじめ、積極的な国際展開の推進も重要。

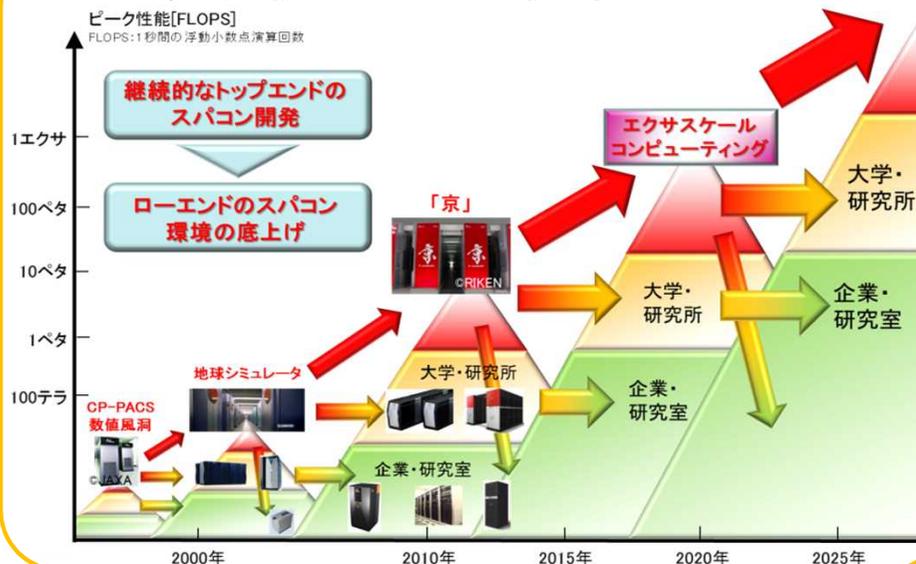
利用の在り方・人材育成

- ◆ 利用手続の簡素化、利用者支援等の利用環境の整備を行うとともに、アプリケーション環境をはじめとして産業界のスパコン利用を促進する環境の整備を行うことが必要。
- ◆ スパコン技術の進展に対応できる人材や幅広くスパコンを利用できる人材、特に、産業競争力の強化に貢献する人材を育成することが重要。

<我が国の計算科学技術インフラのイメージ>



<計算科学技術インフラの継続的強化のイメージ>



(※) 我が国を代表し、世界トップレベルの高い計算性能と幅広い分野における適用性を有するシステム。

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について

○趣旨

ポスト「京」については、平成25年度にHPCI計画推進委員会の下で開催した今後のHPCI計画推進のあり方に関する検討WG（主査：小柳義夫 神戸大学特命教授）での「基本設計の着手については適当」との評価により、平成26年度より基本設計が開始された。他方、コストやシステム設計の詳細等については、同WGにおいて、ユーザーの意見等を踏まえ、同委員会の下で「改めて評価する」こととしているほか、平成25年秋に実施された総合科学技術会議の事前評価においても、システム構成や工程表の具体化等については「平成26年秋頃を目途に評価する」とされている。

以上の状況を受け、ポスト「京」のシステム構成の詳細等を検討するため、同委員会の下に次期フラッグシップシステムに係るシステム検討サブWG（主査：小柳義夫 神戸大学特命教授）を設置。

○検討スケジュール

平成26年6月11日	第1回開催	10月8日	第4回開催
7月4日	第2回開催	10月22日	第5回開催（取りまとめ）
8月18日	第3回開催		

○システム検討ワーキンググループメンバー

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)

ポスト「京」の開発について

ポスト「京」の開発（フラッグシップ2020プロジェクト）

平成28年度要求・要望額 : 7,664百万円
 (平成27年度予算額 : 3,972百万円)

我が国が直面する課題に対応するため、2020年をターゲットに、世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指す。

背景

- ◆ 世界最高水準のスーパーコンピュータは、理論、実験と並ぶ科学技術の第3の手法であるシミュレーションのための強力なツールとして、我が国の競争力の源泉となる先端的な研究成果を生み出す研究開発基盤。
- ◆ 科学技術の振興、産業競争力の強化、国民生活の安全・安心の確保等に不可欠な基幹技術であり、国の競争力等を左右するため、各国が熾烈な開発競争。

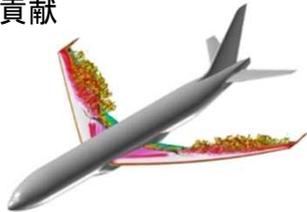
概要

- ◆ 汎用性の高いシステムとアプリケーションを協調的に開発。
- ◆ 健康長寿、防災・減災、エネルギー、ものづくり分野等から選定された社会的・科学的課題について、アプリケーションを開発。
 (重点的な応用分野の明確化として、九つの重点課題と、新たに取り組むべきチャレンジングな課題である四つの萌芽的課題を設定)
- ◆ 総事業費 約1,300億円(うち国費分 約1,100億円)

期待されるアウトカム例

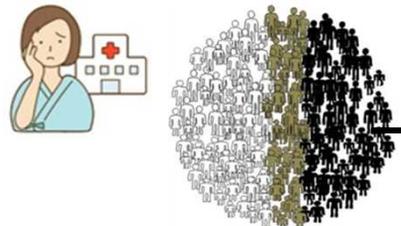
ものづくり

実機・実スケールの超高精度解析を実施し、航空機の燃費改善や安全性の向上に貢献



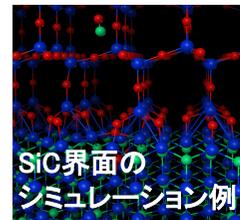
個別化医療

医療ビッグデータ解析等により、個人ごとのがんの予防と治療戦略を実現 個々人のがんがわかる!



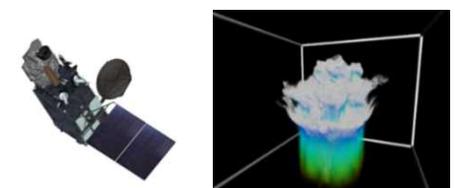
新物質創成

ナノスケールでの特性を予測し、最適な材料の探索・創製により次世代のデバイスを設計

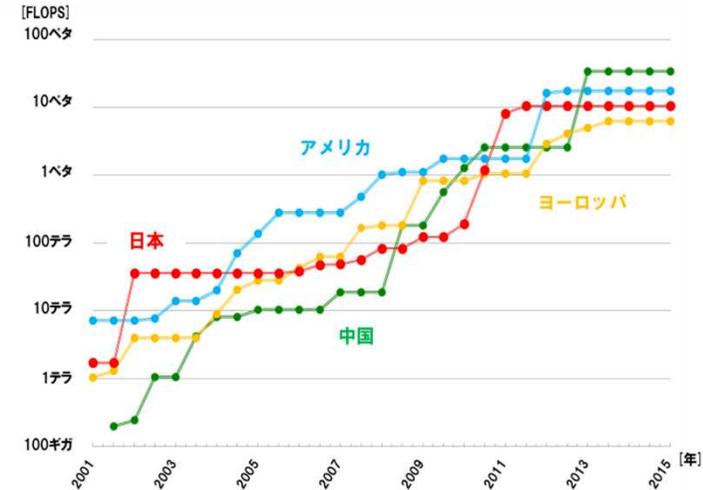


気象・気候

観測ビッグデータを活用した高速シミュレーションで、リアルタイム・ピンポイントな豪雨予測を実施



主要国の1位のスパコン性能推移



※ FLOPS(フロップス): 1秒間に計算ができる回数(能力)を表した値

開発スケジュール



スケジュール等について

【スケジュール】



【経緯等】

- ✓ 「京」の後継機となる次世代スーパーコンピュータ(ポスト「京」)の開発については、総合科学技術会議(当時)の評価(平成25年12月)を経た上で、平成26年度よりプロジェクトを開始。
- ✓ 平成26年度上期にシステム構成の見直しを行い(※)、総合科学技術・イノベーション会議の評価(平成27年1月)を受け、「世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すものであり、意義・必要性は改めて認められる。」とされたところ。
(※)システム構成の見直し： “汎用部＋演算加速部”からなる構成を、“汎用部のみ”の構成に変更。
- ✓ 現在、開発主体である理化学研究所が基本設計を進めており(8月末まで)、基本設計評価(文部科学省有識者会議)の後、詳細設計を開始する予定。

ポスト「京」システムの開発方針

・課題解決型

- 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
(ターゲットアプリケーションの実行性能に基づいた開発目標を設定)
- 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

- 演算性能及び電力性能で国際競争力のある汎用システムを実現
(汎用性を高めることで理論ピーク演算性能は従来の検討システムより下がるものの、2020年における世界トップレベルの性能を実現)

・国際協力

- 我が国が強みを持つコア技術は確保した上で、国際協力を戦略的に活用
(システムソフトウェアの開発については、平成26年6月、米国と協力取極を締結)

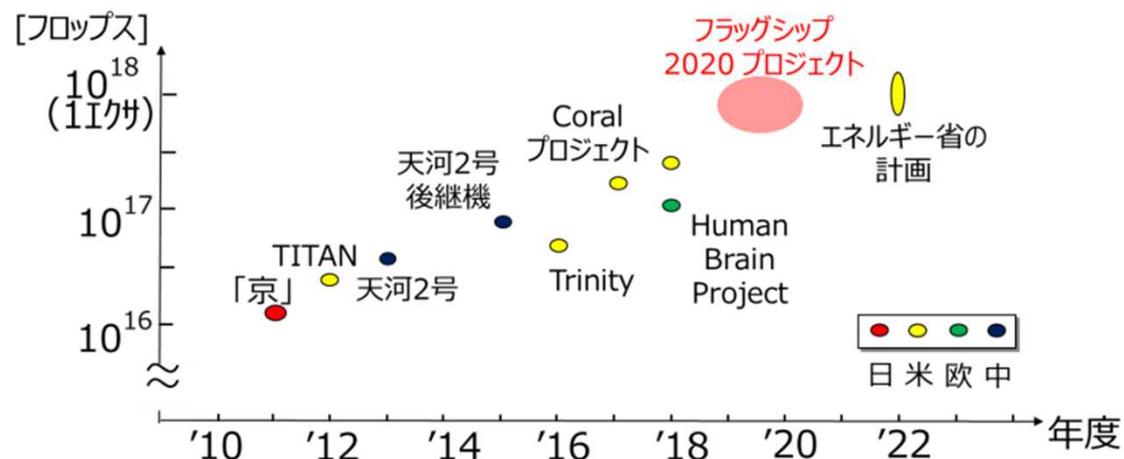
・「京」の資産継承

- 「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

＜各国スパコンの理論ピーク演算性能予想＞



※フロップス：1秒間に計算ができる回数（能力）を表した値

ポスト「京」開発 最近の動き

【基本設計担当企業選定】

平成26年10月 基本設計を担当する企業を富士通株式会社に決定

【重点課題アプリケーション開発】

平成26年10月 重点課題ごとの実施機関公募

11月～12月 公募に係る審査

平成26年度中 事業開始（開発計画策定、推進体制構築着手）

平成27年度 アプリケーション開発開始

【システム設計等の評価】

平成26年 7月 ・文部科学省H P C I 計画推進委員会システム検討ワーキンググループ
中間取りまとめ

9月 ・総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）評価専門調査会

10月 ・CSTI 評価検討会（2回開催）【非公開】

・文部科学省H P C I 計画推進委員会システム検討ワーキンググループ
取りまとめ

11月 ・CSTI 評価専門調査会（評価取りまとめ）

平成27年 1月 ・総合科学技術・イノベーション会議本会議（評価の決定）

※CSTI評価においては、以下事項が論点として議論された。

- ・ ポスト「京」開発の必要性・意義（一般国民が実感できる具体的なアウトカム）
- ・ プロジェクトでの成果の利活用（下方展開） など

ポスト「京」開発 最近の動き

平成27年1月13日
CSTI本会議資料より

フラッグシップ2020プロジェクト（ポスト「京」の開発）【文部科学省】 評価結果（案）の概要

（平成25年12月の事前評価の結果を踏まえ、再度の評価を実施）

事業概要

【概算要求時点での事業計画】 <実施期間>平成26(2014)年度～平成31(2019)年度

<予算額>平成27年度概算要求額:約47億円、国費総額:約1100億円

2020年をターゲットとし、幅広いアプリケーションソフトウェアを高い実効性能で利用できる世界最高水準のスーパーコンピュータと、我が国が直面する課題の解決に資するアプリケーションを協調的に開発する。

開発目標

- ・最大で「京」の100倍のアプリケーション実効性能（ターゲットとするアプリケーションソフトウェアを実行した場合の演算速度）
- ・30～40MWの消費電力（「京」は12.7MW）

評価結果

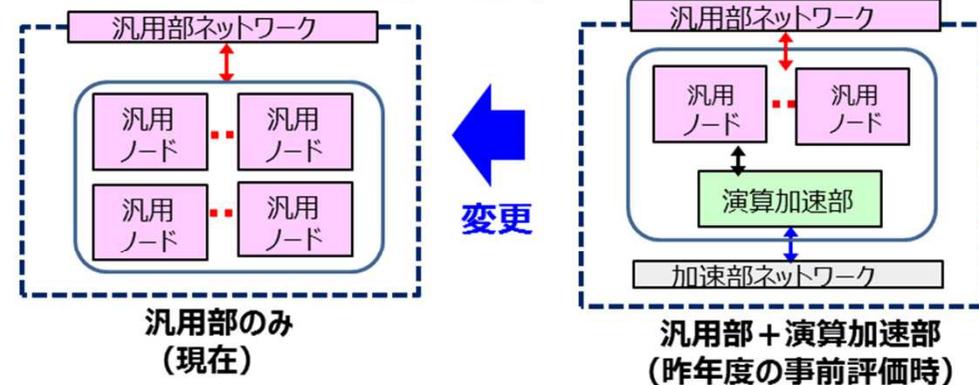
総合評価

- **世界最高水準の汎用性のあるスーパーコンピュータの実現を目指すものであり、意義・必要性は改めて認められる。**
 - ・システム構成の見直しにより、様々なアプリケーションに対応可能な汎用性の高いシステムを開発
 - ・世界最高水準の計算機システムに対応した開発目標を設定
- 9つの**重点課題の設定**、ターゲットアプリケーションについての適切な方針設定等、**事前評価での指摘事項に対応。**
- 平成28年度に**フォローアップ**を行うほか、平成29年度の文部科学省の中間評価結果を踏まえ、CSTIでの**中間評価**の実施を判断。

主な指摘事項

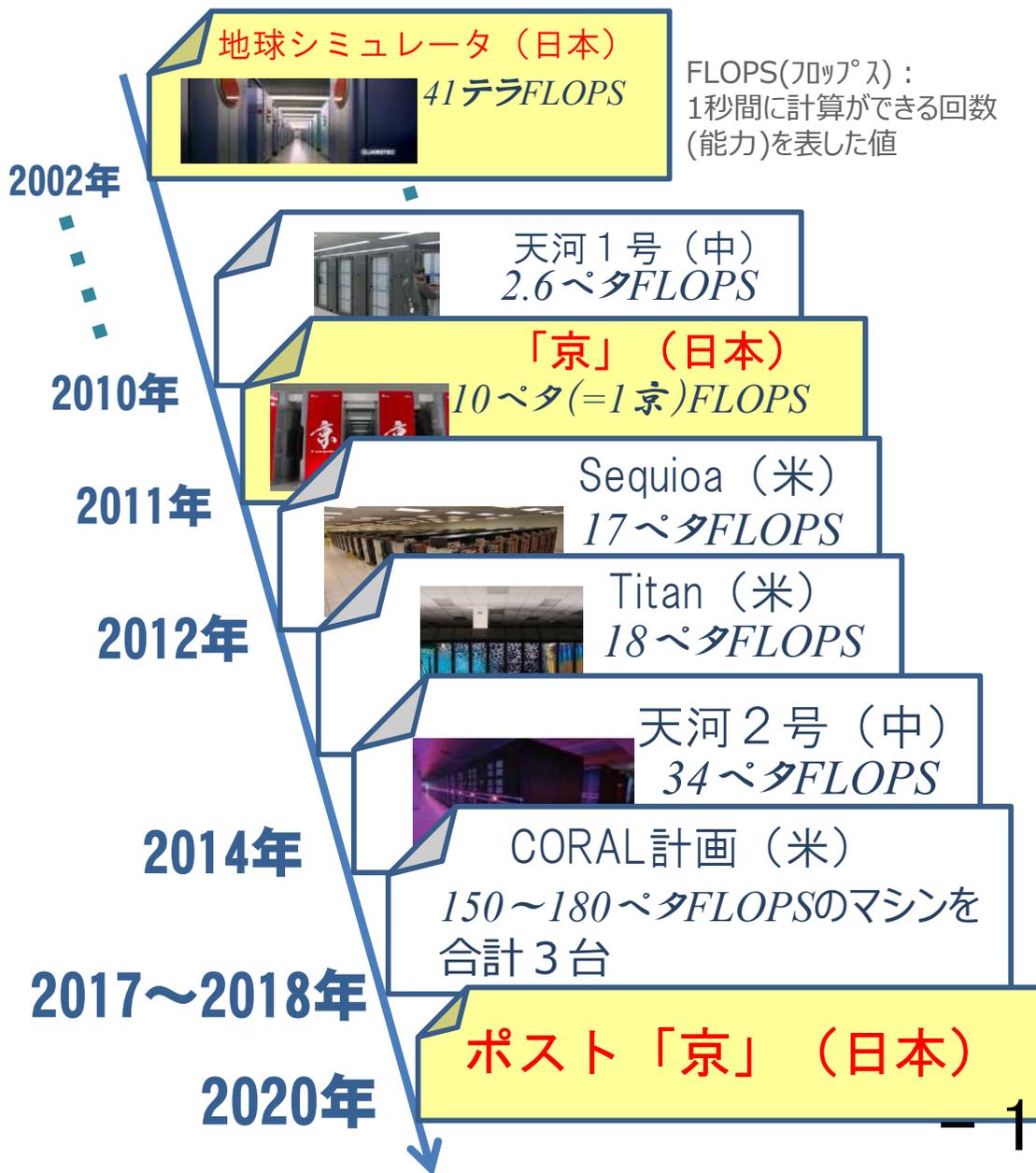
- ・スパコン開発の**意義・必要性、有効性**を一般国民も実感できるよう、**アウトカム**を更に**具体化、明確化**すべき。
- ・継続して競争力を確保するための**長期的な技術開発戦略**の検討が必要。
- ・CPU製造の海外委託に際しての歩留りの確保等、**想定されるリスクへの対応策**の検討が必要。

【事前評価後のシステム構成の見直し】



スパコン開発の国際動向

■ 最先端スパコン開発に世界各国がしのぎを削っている。



- 2017年以降、現在世界1位の「天河2号」の性能を超えるスパコンを順次設置予定。
- さらに、2023~2024年の導入を目指し、エクサスケールスパコンに向けた研究を実施中。



- 「天河2号」の性能を2015年に倍増(55→110PFLOPS)する計画。※「天河2号」はIntelのCPUを使用
- ただし、本年2月、米国商務省が核兵器開発に利用されているとの理由で、「天河2号」関連施設への輸出を禁止。



- 2016~2018年にHuman Brain Projectで50PFLOPSのスパコンを設置する計画。
- Horizon2020プロジェクト(2014年~2020年:総額7億ユーロ)の中で、エクサスケール技術の研究開発を実施中。

米国のスパコン開発動向

- 平成27年7月29日(現地時間)、オバマ大統領がスパコンの推進に関して大統領令を発令し、「国家戦略コンピューティングイニシアチブ(NSCI)」を設置し、今後90日以内に実行計画を立案するとしており、スパコン開発を強力に推進する動き。

- 国家戦略コンピューティングイニシアチブ(National Strategic Computing Initiative, NSCI)を設立し、今後数十年にわたり、HPCによる利益を最大化し、米国の経済競争力強化や科学的発見の優位性を保つ。
- ハード・ソフトのコーデザインにより、アプリケーションが現行の約100倍で実行可能な、エクサスケールシステムの開発を加速。

- 米国政府の下、各行政機関の協力体制で、産学官共同により推進。

- 主導機関(3機関)：次世代機のハードウェア、ソフトウェア開発、人材育成
エネルギー省(DOE)、国防総省(DOD)、国立科学財団(NSF)
- 基礎研究開発機関(2機関)：科学的発見、基礎的研究
諜報先端研究プロジェクト活動(IARPA)、国立標準技術研究所(NIST)
- 展開機関(5機関)：次世代HPCに対する要求
国立航空宇宙局(NASA)、連邦捜査局(FBI)、国立衛生研究所(NIH)
国土安全保障省(DHS)、国立海洋大気庁(NOAA)

- 今後、15年かけて新たな半導体技術の道筋を探る。(ポストムーアの法則)

- NSCI評議会は、発令後90日以内に目的を達成するための実行計画を立案。



政府方針におけるスパコンの位置付け

政府方針におけるスーパーコンピュータの開発・利用の位置づけ (1/3)

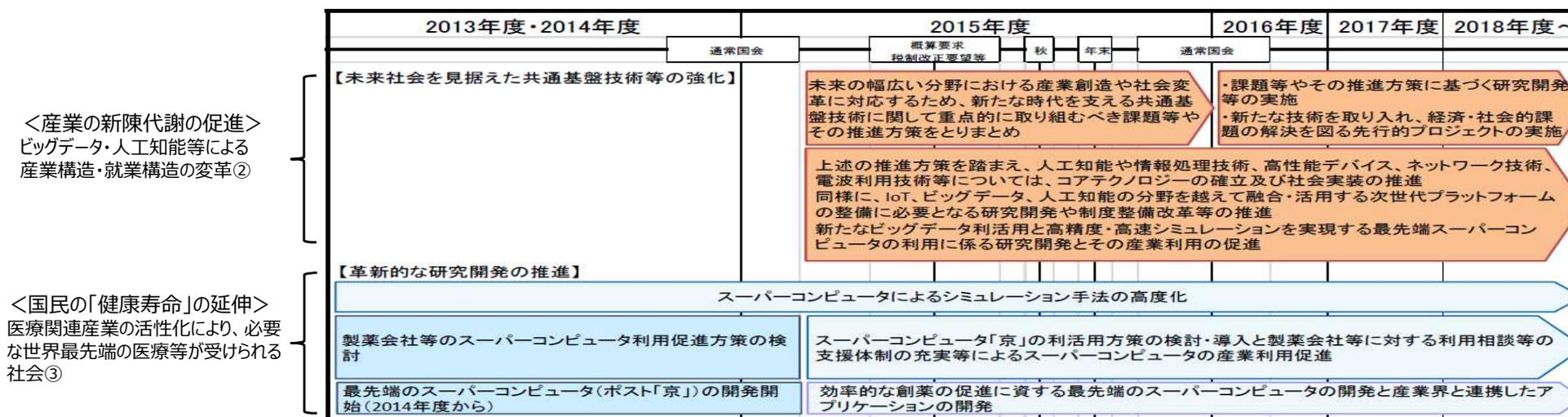
「日本再興戦略」改訂2015 ※平成27年6月30日閣議決定

産業の新陳代謝の促進

(3)新たに講ずべき具体的施策 v) IoT・ビッグデータ・人工知能等による産業構造・就業構造の変革

d) 未来社会を見据えた技術基盤等の強化

IoT、ビッグデータ、人工知能に関し、分野を越えて融合・活用する次世代プラットフォームの整備に必要となる研究開発や制度整備改革等を行うとともに、新たなビッグデータ利活用と高精度・高速シミュレーションを実現する**最先端スーパーコンピュータの利用に係る研究開発とその産業利用の促進**に取り組む。



科学技術イノベーション総合戦略2015 ※平成27年6月19日閣議決定

第1部 次期科学技術基本計画の始動に向けた3つの政策分野

第1章 大変革時代における未来の産業創造・社会変革に向けた挑戦 2. 重点的に取り組むべき課題

より大量なデータをリアルタイムで取得し、高度かつ大規模なデータ処理等を行うことが求められる。このため、将来を見据え、IoT、ビッグデータ解析、数理科学、**計算科学技術**、AI(Artificial Intelligence)、サイバーセキュリティ等の先導的な基盤技術の強化が必須である。

科学技術イノベーション総合戦略2015 (続き)

第2部 科学技術イノベーションの創出に向けた2つの政策分野

第1章 イノベーションの連鎖を生み出す環境の整備 2. 重点的に取り組むべき課題

我が国の基礎研究力の国際的な低下傾向が指摘される中で、持続的なイノベーションの創出のためには、多様で卓越した知識や価値を生み出す 研究基盤の強化が不可欠である。

3. 重点的取組 (4)研究開発法人の機能強化

○最先端の研究インフラの整備・共用

最先端スーパーコンピュータ等の世界最高水準の研究インフラを国の公共財として捉え整備・共用を進め、分野や組織を越えた研究者等が集う「共創の場」としての活用を促進する取組を進める。

第2章 経済・社会的課題の解決に向けた重要な取組

I. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現 ii)地球環境情報プラットフォームの構築

2. 重点的に取り組むべき課題

気候変動の監視と対策のために、地球環境の観測技術と予測技術を高度化し、地球環境情報プラットフォームを構築する。(中略)スーパーコンピュータ等を用いたモデル化やシミュレーション技術を高度化し、時間・空間分解能を高めた予測を可能にする。

3. 重点的取組 (1)地球環境観測・予測技術を統合した情報プラットフォームの構築

・地球環境の予測モデルとシミュレーション技術の高度化

III. 世界に先駆けた次世代インフラの構築 ii)自然災害に対する強靱な社会の実現

3. 重点的取組 (2)「予測力」関連技術

・地震・津波の早期予測・危険度予測技術の開発(地震や津波災害に関して、海底地震津波観測ケーブル網で津波の伝搬をリアルタイムに検知する仕組みの構築、複雑な海岸地形の影響や防護施設の効果を取り入れた津波伝搬・遡上シミュレーション技術の開発等)

・上記の地震・津波・豪雨・竜巻などに関わる位置情報やセンサ情報などの大量の動的な地理空間情報をリアルタイムに収集、利用、検索、処理を可能とする基盤技術の開発、収集した情報を活用した意思決定可能な災害予測シミュレーション技術の開発

政府方針におけるスーパーコンピュータの開発・利用の位置づけ (3/3)

科学技術イノベーション総合戦略2015 (続き)

IV. 我が国の強みを活かしIoT、ビッグデータ等を駆使した新産業の育成 ii) 新たなものづくりシステム

3. 重点的取組 (1) サプライチェーンシステムのプラットフォーム構築(SIPを含む)

- ・ユーザーや製品からの情報収集技術や収集されたビッグデータの解析技術等の開発による潜在的ニーズの探索、それらに基づくユーザーニーズを先取りした製品企画、及び高精度・高速なシミュレーションや解析による最適設計技術等の開発

世界最先端IT国家創造宣言 ※平成27年6月30日閣議決定

Ⅲ. 目指すべき社会・姿を実現するための取組 3.(4) ① 命を守る災害関連情報の提供等、防災・減災体制の構築

- ・高度なシミュレーションを利用した事前の精緻な地震・津波被害予測、これらの予測等に資する最先端のスーパーコンピュータの開発など、「助かる命を確実に助ける」災害に強い社会を実現する。

健康・医療戦略 ※平成26年7月22日閣議決定

2. 各論 (1) 世界最高水準の医療の提供に資する医療分野の研究開発等に関する施策

2) 国が行う医療分野の研究開発の環境の整備

○研究基盤の整備

患者由来の試料などの研究基盤の整備を行い、放射光施設、スーパーコンピュータなどの既存の大規模先端研究基盤や先端的な計測分析機器等を備えた小規模施設との連携を取りつつ、科学技術共通の基盤施設をより使いやすくし、医療分野の研究開発の更なる促進に活用する。

(4) 世界最先端の医療の実現のための医療・介護・健康に関するデジタル化・ICT化に関する施策

2) 医療・介護・健康分野の現場の高度なデジタル化

○次世代医療ICTの研究開発・実用化

スーパーコンピュータを活用したシミュレーション手法による医療、創薬プロセスの高度化及びその製薬会社等による利用の促進等の基盤強化を図るため、効率的な創薬の促進に資する最先端のスーパーコンピュータの開発を行う。

(参考) スーパーコンピュータ「京」について

平成28年度要求・要望額	: 15,868百万円
うち優先課題推進枠要望額	: 3,024百万円
(平成27年度予算額)	: 14,614百万円)

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 (HPCI) の構築

スーパーコンピュータ「京」を中核とし、多様な利用者のニーズに応える革新的な計算環境(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)を構築し、その利用を推進することで、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心な社会の構築に貢献する。

①「京」の運営 12,318 百万円(11,213百万円)

- ◆ 平成24年9月末に共用開始した「京」の運用を着実に進めるとともに、その利用を推進。

(内訳)

- ・「京」の運用等経費 11,478 百万円(10,373百万円)
 - うち、高効率な電力運用のための設備の改修・整備 910百万円(新規)
- ・特定高速電子計算機施設利用促進 840百万円(840百万円)

<利用実績等>

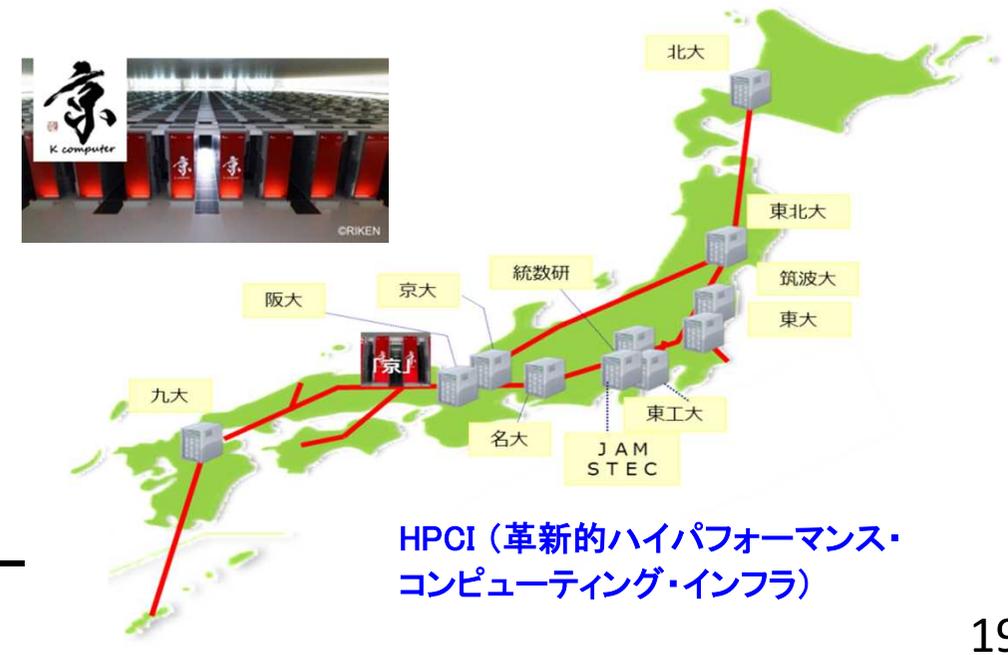
- ◆ 産業界を含む幅広い利用者から公募で選定した一般利用枠81課題、国が戦略的な見地から選定した戦略プログラム利用枠29課題のほか、政策的に重要かつ緊急な重点化促進枠課題として首都直下地震等による被害予測シミュレーションを実施するなど、産業界131社を含む1,100人以上が利用。【平成27年5月末時点】

②HPCIの運営 3,550百万円(1,379百万円)

- ◆ 「京」を中核として国内の大学等のスパコンを高速ネットワークでつなぎ、利用者が一つのアカウントにより様々なスパコンやストレージを利用できるようにするなど、多様なユーザーニーズに応える環境を構築し、全国のユーザーの利用に供する。

(内訳)

- ・HPCI運営・利用促進 3,550百万円(1,379百万円)
 - うち、共用ストレージの更新 2,114百万円(新規)



これまでの成果例

医療

心臓の動きを精密に再現。肥大型心筋症の病態を明らかに。

心臓全体 タンパク質

ものづくり

自動車の風洞実験をシミュレーションが代替可能であることを実証。自動車メーカーが有効性を実証。

地震・防災

地震発生、津波そして建物被害までの一連のプロセスが評価可能に。

スーパーコンピュータ「京」の概要

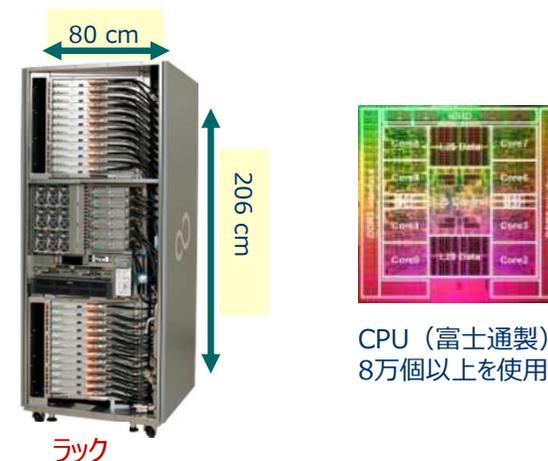
○概要

- ◆平成23年11月にLINPACK性能※1 10ペタフロップス※2達成
- ◆平成24年6月システム完成済（兵庫県神戸市の理化学研究所に設置）
- ◆平成24年9月28日に共用開始
 - ※1 スーパーコンピュータの性能を測るための世界的な指標（ベンチマークプログラム）
 - ※2 10ペタフロップス：一秒間に1京回（=10,000兆回=10¹⁶回）の足し算，掛け算が可能な性能

○プロジェクト経費 約1,110億円（H18~H24）

○特長

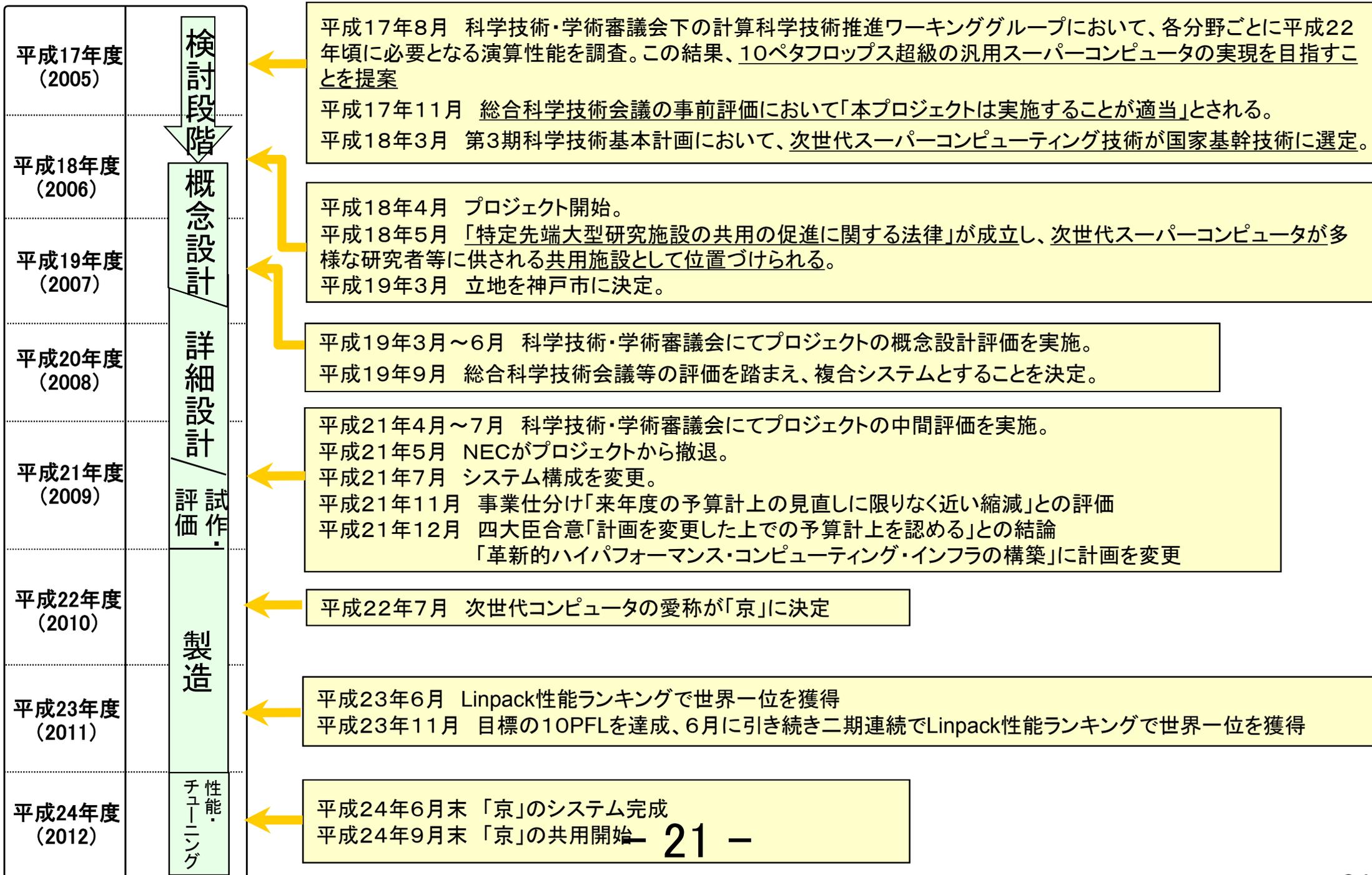
- ◆全CPUフル稼働時の連続実行時間は29時間以上で世界最高水準の**信頼性**
- ◆TOP500ランキングにおける世界トップ10のスパコンの**実行効率**（理論性能に対する実際の性能の比率）の平均が77%（平成26年6月時点）のところ、「京」は93%
- ◆アプリケーションプログラムの**実行性能や使いやすさ**に関して高い性能
- ◆**水冷システム**の導入により消費電力の削減や故障率の低減に寄与
- ◆**六次元メッシュ/トラス結合**の採用による高い利便性・耐故障性・運用性（「平成26年度全国発明表彰」で「**恩賜発明賞**」を受賞）
- ◆**共用法**に基づき、登録機関（高度情報科学技術研究機構）と理化学研究所が連携し、「京」を利用する体制を構築



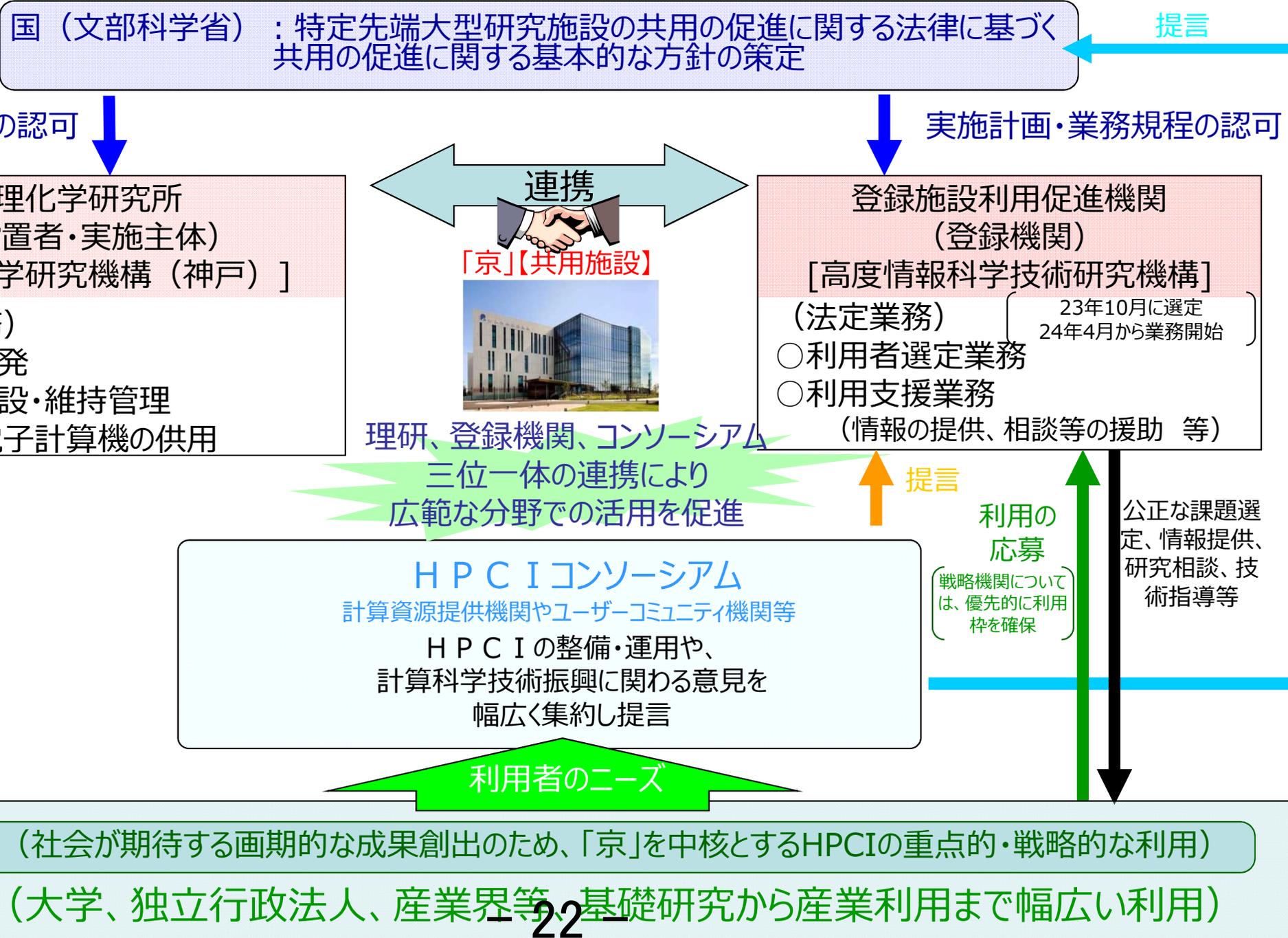
○主な受賞歴

- ◆スパコンの計算速度を評価するランキング「TOP500」において1位を獲得（平成23年6月・11月）
- ◆アプリケーションの実性能と計算科学の成果を示す「ゴードンベル賞」を2年連続受賞（平成23年・24年）
- ◆スパコンの実用性能を測る国際的なベンチマークにおいて、高評価を獲得
 - ・実用に近い総合的な性能を評価する「HPCチャレンジ賞」を4年連続受賞（平成23年～26年）
 - ・ビックデータの解析性能を評価する**ランキング「Graph500」で1位を獲得**（平成26年6月、平成27年7月）

スーパーコンピュータ「京」開発・整備の経緯



「京」の共用の枠組み



スパコンランキングの状況

スーパーコンピュータのランキング

平成27年7月発表

ランキング名称	Top500	Graph500	HPCG
第1位	Tianhe-2 (天河2号) (中国)	京 (日本)	Tianhe-2 (天河2号) (中国)
第2位	Titan (アメリカ)	Sequoia (アメリカ)	京 (日本)
第3位	Sequoia (アメリカ)	Mira (アメリカ)	Titan (アメリカ)
第4位	京 (日本)	JUQUEEN (ドイツ)	Mira (アメリカ)
第5位	Mira (アメリカ)	Fermi (イタリア)	Pleiades (アメリカ)
概要	単純計算の速度を評価。 現時点で国際的に最も通用している指標。	大規模かつ複雑なデータ解析を行う性能を評価。計算速度だけでなく、アルゴリズムやプログラムも重要。 ※Tianhe-2は第6位	実アプリケーションでよく使用されている計算を実行する性能を評価。計算速度だけでなく、メモリやネットワークの性能も重要。

年	HPCチャレンジ賞(総合性能評価)				ゴードンベル賞	
	①Global HPL	②Global RandomAccess	③EPSTREAM(Triad) per system	④Global FFT	計算資源	内容
2010	Cray XT5	BlueGene/P	Cray XT5	SX-9 (地球シミュレータ)	Jaguar	血流の超微細シミュレーション
2011	京	京	京	京	京	次世代半導体の超微細電子状態シミュレーション
2012	京	Power775 (IBM)	京	京	京	宇宙誕生の謎を解明する大規模粒子シミュレーション
2013	京	Power775 (IBM)	京	京	Sequoia	泡の挙動に関する大規模微細シミュレーション
2014	京	Power775 (IBM)	京	Mira	Anton2	分子動力学シミュレーション
概要	CPUがデータを計算する速度	CPU間のデータ転送速度	CPUとメモリ間のデータ転送速度	②③を全て考慮した総合性能	アプリケーションの実性能と計算科学の成果	

スーパーコンピュータ性能ランキングの変遷

■ 今回1位となった中国・国防科学技術大学(NUDT)のTianhe-2(天河2号)は、LINPACK性能33.86ペタFLOPS、実行効率61.6%。2013年6月の登場以来、5回連続で世界1位。

■ TOP10ランキングでは、サウジアラビア キング・アブドゥルアズィーズ大学(Cray Shaheen II)が新たに7位にランクインしたのみで、大きな変動なし。また、TOP10ランクイン数は、米国(5システム)が1位、日本、中国、ドイツ、スイスおよびサウジアラビアが各1システム。

■ TOP100ランクイン数は、米国が34システムで1位、次いで、日本(14システム)が2位、ドイツ(10システム)が3位、英国及び中国(7システム)が4位と続いている。

平成26年6月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラFLOPS)
1	Tianhe-2(天河2号)	国防科学技術大学	NUDT	中	33,863
2	Titan	オークリッジ研	Cray	米	17,590
3	Sequoia	ローレンスリバモア研	IBM	米	17,173
4	「京」(K computer)	理研 計算科学研究機構	富士通	日	10,510
5	Mira	アルゴンヌ研	IBM	米	8,587
6	Piz Diant	スイ国立スーパーコンピューティングセンター	Cray	スイ	6,271
7	Stampede	テキサス大学	Dell	米	5,168
8	JUQUEEN	ユーリヒ総合研究機構	IBM	独	5,009
9	Vulcan	ローレンスリバモア研	IBM	米	4,293
10	XC30	政府機関	Cray	米	3,144
13	TSUBAME 2.5	東工大学術国際情報センター	NEC/HP	日	2,785
30	Helios	国際核融合エネルギー研究センター	Bull SA	日	1,237
36	Oakleaf-FX	東大情報基盤センター	富士通	日	1,043
37	QUARTETTO	九州大情報基盤研究開発センター	日立/富士通	日	1,018
51	COMA (PACS-IX)	筑波大計算科学研究センター	Cray	日	746
63	SGI ICE X	電力中央研究所	SGI	日	582
68	HIMAWARI	高エネルギー加速器研究機構	IBM	日	537
69	SAKURA	高エネルギー加速器研究機構	IBM	日	537
89	HA-PACS	筑波大計算科学研究センター	Cray	日	422
90	Aterui	国立天文台	Cray	日	420

平成26年11月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラFLOPS)
1	Tianhe-2(天河2号)	国防科学技術大学	NUDT	中	33,863
2	Titan	オークリッジ研	Cray	米	17,590
3	Sequoia	ローレンスリバモア研	IBM	米	17,173
4	「京」(K computer)	理研 計算科学研究機構	富士通	日	10,510
5	Mira	アルゴンヌ研	IBM	米	8,587
6	Piz Diant	スイ国立スーパーコンピューティングセンター	Cray	スイ	6,271
7	Stampede	テキサス大学	Dell	米	5,168
8	JUQUEEN	ユーリヒ総合研究機構	IBM	独	5,009
9	Vulcan	ローレンスリバモア研	IBM	米	4,293
10	CS-Storm	政府機関	Cray	米	3,577
15	TSUBAME 2.5	東工大学術国際情報センター	NEC/HP	日	2,785
38	Helios	国際核融合エネルギー研究センター	Bull SA	日	1,237
48	Oakleaf-FX	東大情報基盤センター	富士通	日	1,043
49	QUARTETTO	九州大情報基盤研究開発センター	日立/富士通	日	1,018
63	Aterui	国立天文台	Cray	日	801
70	COMA (PACS-IX)	筑波大計算科学研究センター	Cray	日	746
86	SGI ICE X	電力中央研究所	SGI	日	582
91	SAKURA	高エネルギー加速器研究機構	IBM	日	537
92	HIMAWARI	高エネルギー加速器研究機構	IBM	日	537

平成27年7月

順位	システム名称	サイト	ベンダ	国名	Linpack 演算性能 (テラFLOPS)
1	Tianhe-2(天河2号)	国防科学技術大学	NUDT	中	33,863
2	Titan	オークリッジ研	Cray	米	17,590
3	Sequoia	ローレンスリバモア研	IBM	米	17,173
4	「京」(K computer)	理研 計算科学研究機構	富士通	日	10,510
5	Mira	アルゴンヌ研	IBM	米	8,587
6	Piz Diant	スイ国立スーパーコンピューティングセンター	Cray	スイ	6,271
7	Shaheen II	キング・アブドゥルアズィーズ大学	Cray	サウジ	5,537
8	Stampede	テキサス大学	Dell	米	5,168
9	JUQUEEN	ユーリヒ総合研究機構	IBM	独	5,009
10	Vulcan	ローレンスリバモア研	IBM	米	4,293
22	TSUBAME 2.5	東工大学術国際情報センター	NEC/HP	日	2,785
27	Plasma Simulator	核融合研	富士通	日	2,376
51	Helios	国際核融合エネルギー研究センター	Bull	日	1,237
53	SORA-MA	宇宙航空研究開発機構	富士通	日	1,189
54	Sekirei	東大物性研	SGI	日	1,178
65	Oakleaf-FX	東大情報基盤センター	富士通	日	1,043
67	QUARTETTO	九州大情報基盤研究開発センター	日立/富士通	日	1,018
70	HOKUSAI GreatWave	理研 情報基盤センター	富士通	日	990
71		気象庁気象研究所	富士通	日	990
85	Aterui	国立天文台	Cray Inc.	日	801
88	Sekirei-ACC	東大物性研	SGI	日	777
93	COMA (PACS-IX)	筑波大計算科学研究センター	Cray Inc.	日	746
94	Numerical Materials S	物質・材料研究機構	SGI	日	742