

# 第13回

太陽地球惑星系科学 (STP)

シミュレーション分科会

長野県松本文化会館、2014年11月1日

# アジェンダ

- STEシミュレーション研究会の案内（簗島）
- 第8回3学会合同セッションの報告（松清）
- STEL共同研究課題の募集（梅田）
- Plasma Conference 2014 シンポジウム開催の案内（松本）
- ポスト「京」戦略分野課題（宇宙天気）の状況報告（松本）

# STEシミュレーション研究会 ～計算手法から結果公開まで～

- 講演募集中

日程：12月22日（月）午後～24日（水） 場所：海洋研究開発機構・東京事務所

申し込みサイト <http://st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp/simulation2014/>

## 研究会概要：

太陽地球系科学・プラズマ科学に関するシミュレーション全般、領域間／スケール間結合モデル、宇宙天気シミュレーションなどの最新の研究成果を発表する場として、また、

- ・ 新しい計算アルゴリズム手法
- ・ 計算によって得られた結果の物理解釈
- ・ プラズマ科学の普遍的解釈
- ・ H26年度中に更新される大型計算機の紹介とその有効活用方法
- ・ 情報学的解析手法を取り入れた高度な可視化手法による解析手法
- ・ データ管理や情報公開など、計算結果の取扱手法

等を議論する。STE研計算機共同利用研究の報告会を兼ねる

## 招待講演者（JAMSTECより）：

- ・ 板倉憲一：次期地球シミュレータ（ES3）について
- ・ 松岡大祐：情報可視化について
- ・ 西浦泰介：粒子法シミュレーションの高速化について

# 第8回プラズマ宇宙物理3学会合同セッション 報告

JpGU2014年大会

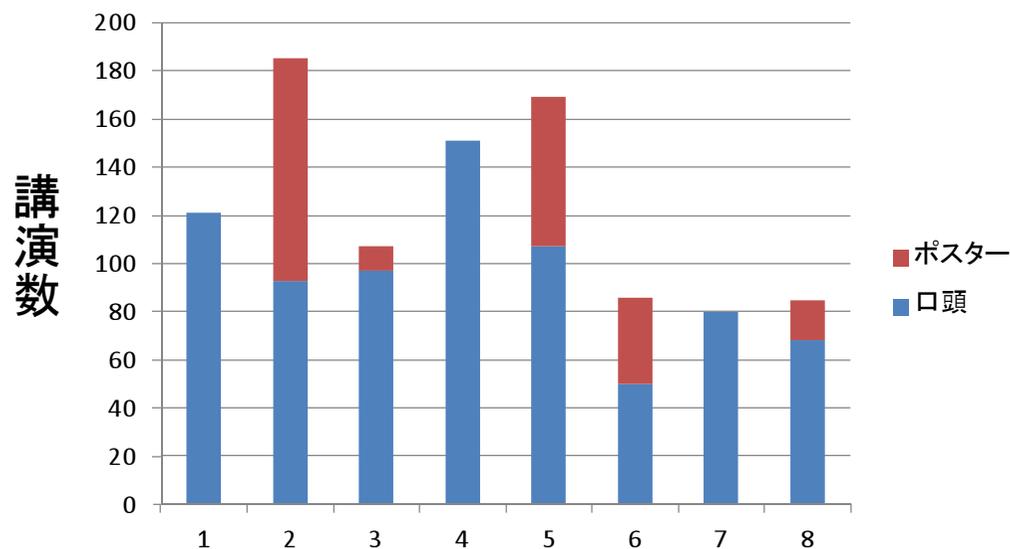
日程:2014年4月28日~5月2日

場所:パシフィコ横浜

全講演数 85件 (内、SGEPSS ~24件)

口頭:68件、ポスター17件

※ サブセッションリーダーなし



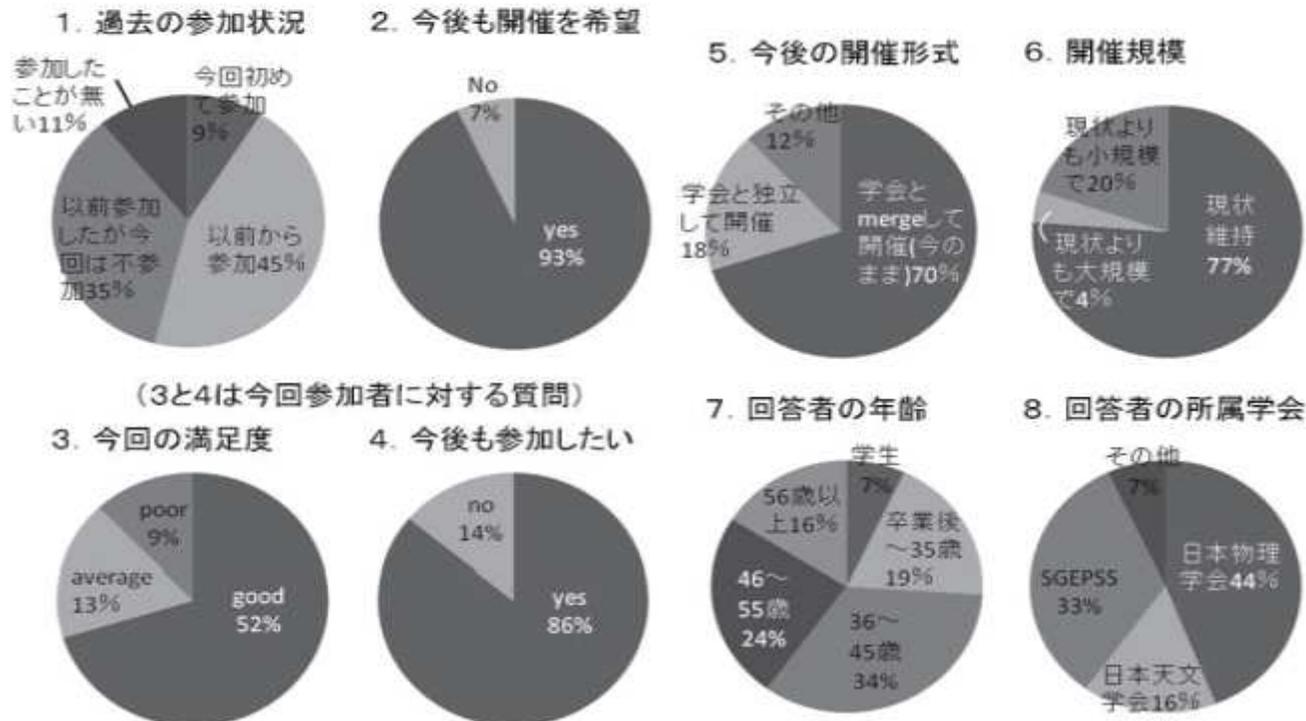
# プラズマ宇宙物理3学会合同セッション

--- アンケート調査結果 ---

SGEPSS第220号会報

( <http://www.sgepss.org/sgepss/kaihou/kaihou220web.pdf> )

## 3学会合同セッションアンケート調査 (2014年5月調べ)



- 継続を望む意見が多数
- レビュー講演の充実
- 若手の参加誘発
- 新たな分野の取り込み
- 開催頻度の再考
- 国際化

⋮

## 第9回合同セッションは天文学会担当（詳細は未定）

世話人

天文学会：

松元亮治（千葉大）

新田伸也（筑波技術大）

横山央明（東大）

固武慶（福岡大）

犬塚修一郎（名大・代表）

物理学会：

永岡賢一（NIFS）

横井喜允（東大）

成行泰裕（富山大・代表）

SGEPSS：

杉山徹（JAMSTEC）

中村匡（福井県立大）

松本洋介（千葉大）

松清修一（九大・代表）

# 共同研究課題募集@STEL

- 研究集会

- 開催地・開催テーマを含め、幅広いご提案を歓迎します！

- 計算機利用共同研究

- 2015年4月より、システムがアップグレードします。

- FX10(384ノード、90TFlops)

- ⇒ポストFX10(仮)(2500ノード以上、2.9PFlops)

- CX250(IvyBridge、368ノード、190TFlops)

- ⇒CX250(Haswell、368ノード、420TFlops) ※推定値

- 締め切り(2015年1月15日)が早いので  
ご注意ください！

詳しくはSTELのHPへ

# Plasma Conference 2014

## シンポジウム開催のお知らせ

「スーパーコンピュータ「京」が切り拓くプラズマ科学」

11月20日(木) 15:00-18:00 B会場

座長：前半：渡邊智彦（名古屋大），後半：松本洋介（千葉大）

S12-1 趣旨説明 松本洋介（千葉大・理学研究科）

S12-2 京で解くニュートリノ輻射輸送問題と超新星爆発  
滝脇知也（理研・長瀧天体ビッグバン研究室）

S12-3 核融合プラズマにおける電子／イオン系乱流のマルチスケールシミュレーション  
前山伸也（原子力機構・システム計算科学センター）

S12-4 無衝突磁気リコネクションの3次元運動論シミュレーション  
藤本桂三（国立天文台・理論部）

S12-5 京を用いた連星磁場中性子星の数値相対論シミュレーション  
木内建太（京大・基礎物理学研究所）

S12-6 弱磁化小天体のグローバルブラソフシミュレーション  
梅田隆行（名大・太陽地球環境研究所）

# ポスト「京」戦略分野の状況報告 (宇宙天気分野)

松本洋介 (千葉大)

草野完也 (名大STEL)

深沢圭一郎 (京大)

# ポスト「京」

- スーパーコンピュータ「京」の次のプロジェクト
- フラッグシップ2020プロジェクトという名に
- 10PFLOPS → 1ExaFLOPS (x100)
- 今年度より予算がついた
- 戦略分野・重点課題の選定を行い、担当機関を公募して閉めきったところ（11月1日現在）
- 以下、下記より入手可。
  - [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shinkou/035/gaiyou/1351943.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shinkou/035/gaiyou/1351943.htm)
  - <http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/hyouka/haihu107/haihusi107.html>

# 戦略分野・重点課題

## ポスト「京」の計算資源配分について

別添3

「京」での実績・経験、本委員会での議論、HPCIコンソーシアム提言等を踏まえ、ポスト「京」の計算資源配分は以下のとおりとする。

### 1. 考え方

- 「京」における戦略プログラムの有効性を踏まえ、トップダウン的に選定されたポスト「京」で重点的に取り組む社会的・科学的課題に対して戦略的に計算資源を割り当てる「重点課題枠」を設け、一定割合の計算資源を配分する。
- 「京」での実績および分野コミュニティの重要性を踏まえ、幅広い研究課題に対して計算資源を割り当てる「一般利用枠」、分野コミュニティにおけるボトムアップ的な研究開発や分野振興利用に対して計算資源を割り当てる「分野振興枠」を設け、一定割合の計算資源を配分する。
- 産業界の更なる利用促進のため、産業界の研究課題に対して計算資源を割り当てる「産業利用枠」を設け、一定割合を配分する。
- 「京」での経験を踏まえ、政策的に重要かつ緊急な課題の実施に備える「政策対応枠」を設け、予め一定割合の計算資源を配分する。
- 「京」での実績を踏まえ、システムの安定運転やユーザの利用支援のための研究開発等を行う「調整高度化枠」を設け、一定割合を配分する。

### 2. 計算資源配分

(計100%)



- ①**重点課題枠**  
重点課題に対し、文部科学省が配分内容を決定。
- ②**一般利用枠、分野振興枠**  
一般利用枠は、幅広い研究課題が対象。分野振興枠は、分野コミュニティに対し、文部科学省が配分内容を決定。
- ③**産業利用枠**  
産業界による自社および企業コミュニティの研究課題が対象。
- ④**政策対応枠**  
政策的、重要かつ緊急な課題の実施（課題が設定されれば、他の利用枠より優先的に実施）。
- ⑤**調整高度化枠**  
ポスト「京」の安定運転のためのシステム調整、ユーザ利用支援のための研究開発、幅広いユーザの利用に資する高度化研究を実施。

※②一般利用枠、③産業利用枠の対象となる研究課題は、公募により決定。

# 重点9 + 萌芽4課題

## 重点課題 (1/2)

## 重点課題 (2/2)

### <重点課題 (9 課題) >

- ①社会的・国家的見地から高い意義がある、②世界を先導する成果の創出が期待できる、③ポスト「京」の戦略的活用が期待できる課題を「重点課題」として選定。
- 重点課題の中からターゲットアプリケーションを選定の上、コデザイン及び性能目標の明確化に活用する。公募による代表機関決定後、代表機関により実施計画を策定し、平成27年度からアプリケーション開発に着手する。

カテゴリ	重点課題
健康長寿社会の実現	① <b>生体分子システムの機能制御による革新的創薬基盤の構築</b> 超高速分子シミュレーションを実現し、副作用因子を含む多数の生体分子について、機能阻害ばかりでなく、機能制御までも達成することにより、有効性が高く、さらに安全な創薬を実現する。
	② <b>個別化・予防医療を支援する統合計算生命科学</b> 健康・医療ビッグデータの大規模解析とそれらを用いて得られる最適なモデルによる生体シミュレーション（心臓、脳神経など）により、個々人に適した医療、健康寿命を延ばす予防をめざした医療を支援する。
防災・環境問題	③ <b>地震・津波による複合災害の統合的予測システムの構築</b> 内閣府・自治体等の防災システムに実装しうる、大規模計算を使った地震・津波による災害・被害シミュレーションの解析手法を開発し、過去の被害経験からでは予測困難な複合災害のための統合的予測手法を構築する。
	④ <b>観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化</b> 観測ビッグデータを組み入れたモデル計算で、局地的豪雨や竜巻、台風等を高精度に予測し、また、人間活動による環境変化の影響を予測し監視するシステムの基盤を構築する。環境政策や防災、健康対策へ貢献する。

## 萌芽的課題

### <萌芽的課題 (4 課題) >

ポスト「京」で新たに取り組むチャレンジングな課題として、今後、調査研究を通じて実現化を検討する。調査研究終了後に、ポスト「京」における研究開発実施について決定する。

萌芽的課題	
将来性を考慮し、今後、実現化を検討する課題	⑩ <b>基礎科学のフロンティア - 極限への挑戦</b> 極限を探究する基礎科学のフロンティアで、実験・観測や「京」を用いた個別計算科学の成果にもかかわらず出していない難問に、ポスト「京」のみがなし得る新しい科学の共創と学際連携で挑み、解決を目指す。
	⑪ <b>複数の社会経済現象の相互作用のモデル構築とその応用研究</b> 複雑且つ急速に変化する現代社会で生じる様々な問題に政策・施策が俊敏に対応するために、交通や経済など社会活動の個々の要素が互いに影響し合う効果を取り入れて把握・分析・予測するシステムを研究開発する。
	⑫ <b>太陽系外惑星（第二の地球）の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明</b> 宇宙、地球・惑星、気象、分子科学分野の計算科学と宇宙観測・実験が連携する学際的な取り組みにより、観測・実験と直接比較可能な大規模計算を実現し、地球型惑星の起源、太陽系環境、星間分子科学を探究する。
	⑬ <b>思考を実現する神経回路機構の解明と人工知能への応用</b> 革新技術による脳科学の大量のデータを融合した大規模多階層モデルを構築し、ポスト「京」での大規模シミュレーションにより思考を実現する脳の大規模神経回路を再現し、人工知能への応用をはかる。

### <重点課題 (9 課題) > (つづき)

カテゴリ	重点課題
エネルギー問題	⑤ <b>エネルギーの効率的な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発</b> 複雑な現実複合系の分子レベルでの全系シミュレーションを行い、高効率なエネルギーの創出、変換・貯蔵、利用の全過程を実験と連携して解明し、エネルギー問題解決のための新規基盤技術を開発する。
	⑥ <b>革新的クリーンエネルギーシステムの実用化</b> エネルギーシステムの中核をなす複雑な物理現象を第一原理解析により、詳細に予測・解明し、超高効率・低環境負荷な革新的クリーンエネルギーシステムの実用化を大幅に加速する。
産業競争力の強化	⑦ <b>次世代の産業を支える新機能デバイス・高性能材料の創成</b> 国際競争力の高いエレクトロニクス技術や構造材料、機能化学品等の開発を、大規模超並列計算と計測・実験からのデータやビッグデータ解析との連携によって加速し、次世代の産業を支えるデバイス・材料を創成する。
	⑧ <b>近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発</b> 製品コンセプトを初期段階で定量評価し最適化する革新的設計手法、コストを最小化する革新的製造プロセス、およびそれらの核となる超高速統合シミュレーションを研究開発し、付加価値の高いものづくりを実現する。
基礎科学の発展	⑨ <b>宇宙の基本法則と進化の解明</b> 素粒子から宇宙までの異なるスケールにまたがる現象の超精密計算を実現し、大型実験・観測のデータと組み合わせ、多くの謎が残されている素粒子・原子核・宇宙物理学全体にわたる物質創成史を解明する。

17

- 重点課題は決定。担当機関を公募し、閉めきったところ
- 宇宙天気分野は萌芽的課題 1 2 のサブ課題
- 萌芽的課題は今回概算要求に乗らず、来年度の要求に持ち越し

# 萌芽的課題 1 2

## ⑫ 太陽系外惑星（第二の地球）の誕生と太陽系内惑星環境変動の解明

### 概要・意義・必要性

- (1) **必要性の観点**: ポスト「京」で可能になる惑星系形成・進化シミュレーションにより、多数発見された太陽系外惑星の起源を解明し、地球を含む地球型惑星の形成条件を理解、さらに人類への太陽活動の影響の理解と予測を通して宇宙防災を推進する。
- (2) **有効性の観点**: 観測・実験と宇宙・地球・惑星科学分野の有機的連携を強化し、地球型惑星の形成に至る条件を解明すると共に太陽の高解像度全球シミュレーションにより黒点周期と太陽活動の長期変動を再現。地球環境への影響の予測を可能にする。
- (3) **戦略的活用の観点**: ポスト「京」により、ダストを含む惑星形成過程の高解像度輻射流体計算、微惑星成長の粒子多体計算、黒点周期（11年）より十分長い期間の太陽活動と地球磁気圏の磁気流体・プラズマ計算を世界に先駆けて実現する。

### 内容の詳細

#### サブ課題A: 地球と地球型惑星（第二の地球）の誕生条件の解明

宇宙物理学、惑星科学、地球科学、気象学等の研究者、及び計算科学研究機構等が参画する体制を組み、微惑星形成過程、中心星への惑星落下問題、地球型惑星の表層環境形成を解き明かし、太陽系及び太陽系外の惑星形成とその大気の起源と進化を解明する。

#### サブ課題B: 太陽活動による地球環境変動の解明

100年以上にわたる太陽ダイナモの計算により、太陽の長期時間変動のメカニズムと地球環境への影響を明らかにすると共に、衛星観測との連携により、太陽フレアと太陽風の数値予測を実現し、「宇宙天気予報」の高度化を推進。

#### サブ課題C: 太陽系における物質進化の解明

惑星間ダスト上の分子生成の量子化学計算により、“はやぶさ2”等による太陽系始原物質のデータを理解し、太陽系における物質進化を探究すると共に、磁気乱流中のダスト集積計算によって、地球型惑星（第二の地球）形成の初期条件を明らかにする。

### ポスト「京」利用の必要性

惑星形成計算において、「京」で30万粒子の粒子多体計算を実行。ポスト「京」で3次元輻射流体計算を実現。太陽活動については、「京」で $512 \times 1024 \times 3072 \times 2$ の対流層全球計算を実行。ポスト「京」では100年以上の太陽磁場変動の再現と太陽フレア・太陽風予測の高解像度計算を実現。乱流計算については、「京」で $12288^3$ メッシュの直接計算を実施。ポスト「京」では、磁場とダストを考慮した $60000^3$ メッシュの計算によりダスト集積過程を解明。量子化学計算では、「京」で、10万原子第一原理計算を実行。ポスト「京」では、様々な条件下において、大規模な第一原理分子動力学シミュレーションにより分子進化を解明。

### 必要な計算資源（実行効率を1EFLOPSの15%程度と仮定）

惑星形成について、惑星軌道計算、輻射流体計算に、計20日程度。太陽磁場変動と太陽フレア・太陽風の数値予報に計30日間。高精度乱流計算に10日間。惑星間物質の量子化学計算に計10日程度。合計70日。

### 期待される成果・波及効果

- ・太陽系外惑星の観測と直接比較可能な第一原理計算を実現し、地球型惑星（第二の地球）の誕生条件を明らかにする。
- ・太陽、地球磁気圏の衛星観測との連携により、宇宙天気予報の精度と信頼性が格段に向上し、宇宙防災に資することができる。
- ・金星、火星との比較惑星環境学により、太陽系惑星気候変動のメカニズムを解明し、太陽系スケールでの地球の安定性の理解を深める。
- ・太陽系始原物質の採取・実験と計算との突合せにより、太陽系の誕生と進化の歴史を明らかにする。

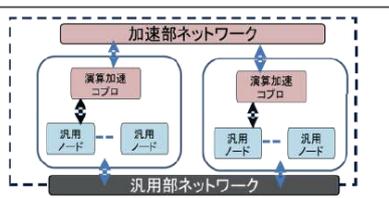
- 「宇宙天気予報」はサブ課題B。しかし、サブ課題は決定ではない。実際に、直前までであった宇宙生命が消えた。
- 流動的状況ですが、宇宙天気が残るためのアピール、モデルの開発・整備の議論をしていく必要があると思います。

# システム構成

## 検討後のシステム構成

### 従来の検討システム

多くの課題に対応できる「汎用部」と、特定の課題で高い電力性能と演算性能を発揮する「演算加速部」を組み合わせたシステムにより、エクサスケールを目指す。



重点課題が多様であるため、高い汎用性を持つシステムが不可欠。

演算加速部は、開発・製造コストが高く、有効活用できる課題が少ない。

### 新たなシステム

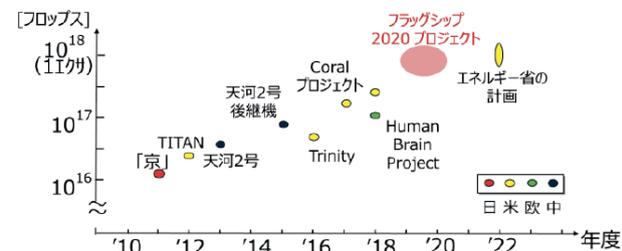
- 幅広いアプリケーションが高い実効性能で利用できる汎用システム(汎用部だけのシステム)を開発。
- 2020年をターゲットに、世界トップレベルの性能のシステムを実現し、エクサスケールを目指す。

- 加速部はなくなり汎用CPUのみに
  - エクサFLOPSに達成できなさそう
- 

## システム開発方針

トアプリケーション  
)実効性能に  
くシステムを協調設計

<各国スパコンの理論ピーク演算性能予想>



※FLOPS: 1秒間に計算ができる回数(能力)を表した値

23

### 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

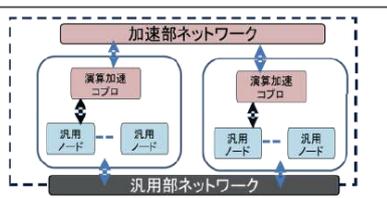
- 2020年以降も半導体技術の進展等に応じて効果的・効率的に性能拡張できるシステム

# システム構成

## 検討後のシステム構成

### 従来の検討システム

多くの課題に対応できる「汎用部」と、特定の課題で高い電力性能と演算性能を発揮する「演算加速部」を組み合わせたシステムにより、エクサスケールを目指す。



重点課題が多様であるため、高い汎用性を持つシステムが不可欠。

演算加速部は、開発・製造コストが高く、有効活用できる課題が少ない。

### 新たなシステム

- 幅広いアプリケーションが高い実効性能で利用できる汎用システム(システム)を開発。
- 2020年をターゲットに、世界トップレベルの性能のシステムを実現を目指す。

- 加速部はなくなり汎用CPUのみに
  - エクサFLOPSに達成できなさそう
- 

## システム開発方針

### 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効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)

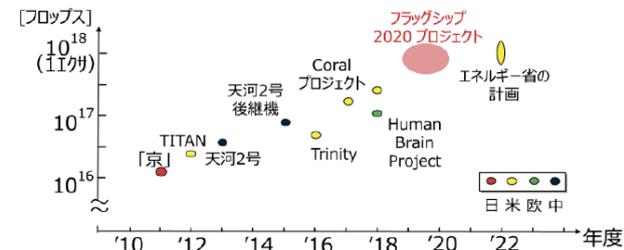
### 「京」の資産継承

- 「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>



※フリップス：1秒間に計算ができる回数(能力)を表した値

# 次期(2014/11-2016/11)の 運営方針について

- 代表幹事
  - 会長:篠原(継続)
  - 総務:三好 ⇒ 松本
  - 会合:松本 ⇒ 三宅
  - 研究集会、会合:杉山 ⇒ 深沢
  - 研究集会、会合:寺田 ⇒ 加藤
  - Web、ML、研究集会:梅田(継続)
- 研究集会開催予定(案)
  - 京都(2015年度)
  - 仙台(2016年度)