

アプリケーション開発体制

開発主体である理化学研究所と、重点課題実施機関、開発参画企業および連携機関が協力して開発体制を構築。重点課題ターゲットアプリケーションを中心に、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。

全体的な観点からプロジェクトを定常的かつ強力にフォローアップし、プロジェクトの進捗状況の把握・評価・改善提言・指導等を行う

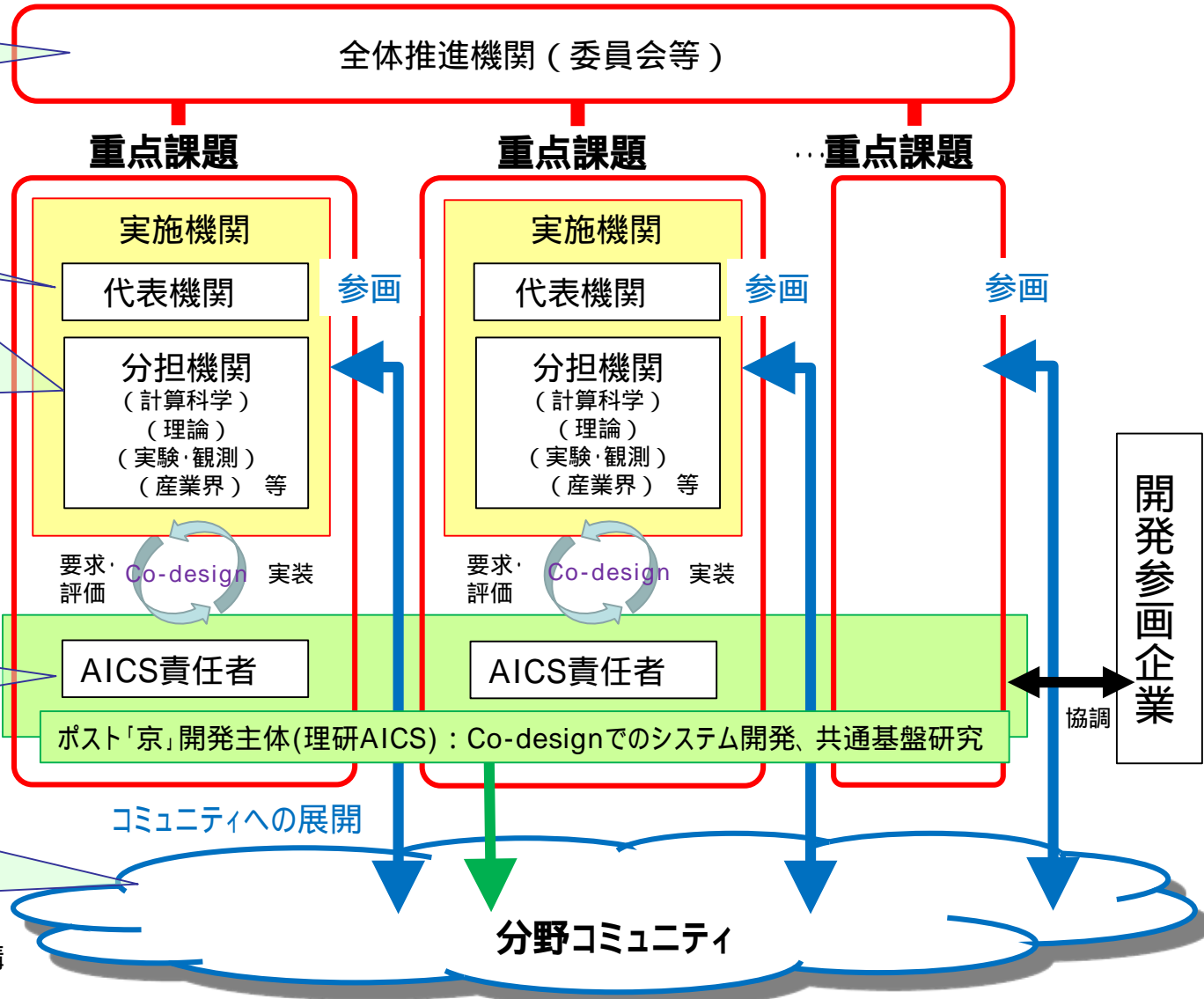
アプリ開発、成果創出、社会還元へ責任を持つ取りまとめ機関（公募）

計算科学者を中心に、
・理論・応用数学者の協力の下、新アルゴリズム開発やアプリへの実装
・大型実験施設等の利用者や研究P J等と連携した実証実験
・成果の社会還元を見据えた社会学者や産業界・自治体等との連携
等が実施できる分野を越えた関係者が結集した体制

ポスト「京」開発主体が、Co-designに責任を持つべく、実施体制に参画するとともに、重点課題間の連携や共通基盤技術の整備を担う

計算科学技術を活用する裾野を拡大していくため、分野コミュニティによる以下の取組を推進。
・萌芽的・基礎的研究の効果的な実施
・研究人材・利活用人材の育成
・先端アプリの維持・発展、利活用促進 等

理研AICS：理化学研究所計算科学研究機構
実施機関には理研AICSも含み得る。



- 1 . 国として取り組む意義・必要性
- 2 . ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題
- 3 . ポスト「京」のシステム
- 4 . 開発体制、スケジュール、総事業費
- 5 . **プロジェクトの開発目標**
- 6 . 知的財産に関する方針、人材育成、広報活動

開発目標設定の流れ

【これまでの目標設定の流れ】

1. 次世代における社会的・科学的課題に関わるターゲットの抽出

平成23年度：「今後のHPCI技術の研究開発の検討WG」アプリケーション作業部会での検討

平成24～25年度：「将来のHPCIシステムのあり方の調査研究」（略称：FS）で専門家による議論と「計算科学ロードマップ」のまとめ

2. 計算科学ロードマップに基づく、ポスト京での重点課題抽出

平成26年度（4～8月）：ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題についての検討委員会（通称：小宮山委員会）



上記の十分な議論を踏まえ、
理研開発主体としての開発目標を設定

計算例やアウトカムは、上記の議論を十分に踏まえたもので、意味のある例示となっている。



【今後の目標設定の流れ】

ポスト京・重点課題実施機関の決定後、当該機関の提案に基づく成果目標（アウトカム）が更に具体化され、開発目標もフィックスされる。

開発目標

重点課題のターゲットアプリケーションとシステムのCo-designにより、以下の性能目標を実現
 ⇒ 多重ケース処理型計算で最大「京」の100倍、大規模単一問題型計算で最大「京」の50倍
 消費電力は30～40MW（「京」の消費電力は約13MW）

カテゴリ	重点課題	目標性能 (対「京」比)	目標性能によって可能となる計算例と想定できる アウトカム	計算の種類	想定 プログラム
健康長寿 社会の実現	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	100倍	全原子分子動力学シミュレーションにおいて、10万原子 の10万ケース計算によるスクリーニングにより、より効果 的で安全な創薬候補物質のスクリーニングが可能に。 (「京」では1000ケース程度の計算スクリーニングまで。)	多重ケース処理型計算	GENESIS
	個別化・予防医 療を支援する統合計 算生命科学	今後精査	個人ゲノム解析(パターンマッチング)については、20万 人規模を目指す。(「京」では数千検体の解析まで。)	多重ケース処理型計算	Genomon
防災・環境 問題	地震・津波による 複合災害の統合的予 測システムの構築	今後精査	有限要素法(複雑な要素を表現できる計算 法)を用いた 複雑な地盤構造および建物の振動の1領域につき1000 ケース程度を目指したシミュレーションにより、想定外を 出来るだけ無くした地震災害想定が可能に。(「京」では、 数十ケースの予測まで。)	多重ケース処理型計算	GAMERA
	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	75倍	構造格子の有限体積法による3.5km解像度での1000の アンサンブル計算と次世代観測データ用いたデータ同化 により、局部的豪雨や竜巻などの高精度な予測を実現。 (「京」では、数十アンサンブル程度で雲や台風の構造の 再現まで。)	多重ケース処理型計算 +大規模単一問題型計算	NICAM +LETKF

多重ケース処理型計算 (Capacity Computing) :

小・中規模のプログラムを大量に実行する計算。分子動力学シミュレーションや気象、気候シミュレーションなどの分野では、初期パラメータを変えてシミュレーションし、それらの結果から予測値を得る手法が取られる。(例: 「京」で80ノード使って動作するプログラムを1000個同時に動かす。)

大規模単一問題型計算 (Capability Computing) :

従来技術でなし得なかった規模の計算。(例: 「京」で8万ノード使わないと動かせないプログラム)

開発目標

カテゴリ	重点課題	目標性能 (対「京」比)	目標性能によって可能となる計算例と想定できる アウトカム	計算の種類	想定 プログラム
エネルギー 問題	エネルギーの高効率な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発	40倍	量子力学に基づく700原子規模の20ケースのシミュレーションにより、光化学反応のメカニズムを解明し、光エネルギー変換のための材料候補物質のスクリーニングが可能に。(「京」では、数百原子程度の数ケースまで。)	多重ケース処理型計算	NTChem
	革新的クリーンエネルギーシステムの実用化	20倍	有限要素法に基づき、複雑な形状の構造物まわりの流体(例えば、ターボ機械の熱流動など)を1兆要素規模で計算することにより、熱発生率、冷却・排気損失、ノッキング、サイクル変動等の予測の正確な評価が可能。(「京」では、数百億要素規模で予測技術の確立まで。)	大規模単一問題型計算	FFB
産業競争力の 強化	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	35倍	量子力学的第一原理計算に基づき、10万原子のシミュレーションを10ケース程度行うことにより、複数の異種物質から構成されるナノ界面を解明。(「京」では、ナノ界面の一部を切り出した部分系での理解。)	多重ケース処理型計算	RSDFT
	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	今後精査	有限要素法に基づき複雑な形状の構造解析(例えば、ターボ機械全体)を10~20億要素規模で時空間的に予測する計算を大量に行うことにより、最適な全体設計を実現。(「京」では、個別のシミュレータまで。)	多重ケース処理型計算	Adventure
基礎科学の 発展	宇宙の基本法則と進化の解明	50倍	クォークを192 ⁴ 個の格子上的場として計算することにより、素粒子から宇宙全体にわたる物質創成史を解明。(「京」では、96 ⁴ 格子上で、星、銀河、巨大ブラックホールなど、宇宙における諸階層の構造形成過程まで。)計算量は「京」時代の計算内容の60倍程度。	大規模単一問題型計算	CCS-QCD

注：

- 表中の記載内容は、新構成の総演算性能に基づき、概念設計レベルにおける性能予測を行ったもの。課題、 、 の開発目標は精査中であるが、速やかに暫定的なアウトカムと開発目標を設定し、10月28日第2回CSTI評価検討委員会にて提示予定。
- 今後は、本暫定版目標性能に基づく基本設計を進め、重点課題実施機関決定後、速やかに再見直しを行い当該実施機関の提案に基づき修正。これをもって最終的な開発目標とする。

開発目標

システムソフトウェアの開発目標

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開発し、ポスト京において運用に供する。

開発するシステムソフトウェアは、他のシステムで開発された、既存OSSなどのソフトウェアを簡単かつ効率的に実行できるようにする。

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するために、並列プログラミングを容易にする並列プログラミング言語やアプリケーション分野に適したプログラミング言語（DSL:ドメイン特化言語）等を開発し、ユーザーに供する。

開発するソフトウェアはオープンソース化し同時に国際連携することによって、最先端システムソフトウェア技術をいち早く取り込みユーザーニーズに応えられるようにする。

システムの拡張性と機能拡張可能性

- ボード交換および機能拡張でポスト京の次世代CPUにアップグレード可能な設計としている。
- 次世代CPUにおいて、ポスト京で利用予定の10nmテクノロジーの次の7nmテクノロジーが利用可能となる見込み。
- 次世代CPUのボードに交換できれば、電力性能をさらに向上できる可能性がある。

同じ電力であれば、全体性能が向上。 同じ性能であれば、電力削減が可能

システムの下方展開・海外展開

- 標準ラックに搭載できる、小規模なシステムへダウンサイジングできる設計とする計画
1ラックでも商用展開可能に！
- ポスト京導入開始と同期をとった商用機導入を国内外へ働きかけ

国際的HPCエコシステム構築の推進（システムソフトウェアの国際協力とともに）

スパコン性能の国際的な指標

開発したスパコンの国際競争力を測るため、様々な性能指標で多角的に評価する必要がある。

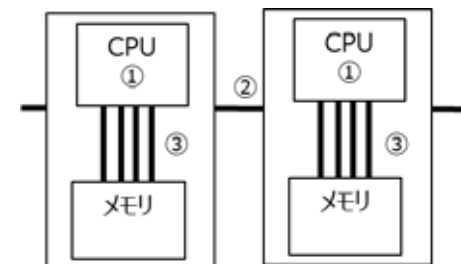
Top500

単純な計算を解く速度を評価するランキング。理論ピーク演算性能に近い性能を示すものであり、**現時点で国際的に最も通用している指標**である。2014年6月時点で「京」は第4位であり、第1位は中国のマシン（Tianhe-2）。

HPC Challenge

HPCチャレンジベンチマークというプログラムによりスパコンの総合的な性能を多角的に評価するもの。計算速度を競う**Top500と異なり実用に近い総合性能が評価**できる。

年	Global HPL	Global RandomAccess	EPSTREAM(Triad) per system	Global FFT
2011	京	京	京	京
2012	京	Power775 (IBM)	京	京
2013	京	Power775 (IBM)	京	京



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
～ を全て考慮した総合性能

HPCG

Top500と比べ、**実アプリケーションの実効性能を反映**しやすいとされる。Top500を創始したジャック・ドンガラ氏（米・テネシー大学）が提唱。2014年6月時点で「京」は第2位だが、**実行効率で見ると第1位**。

ランキング	1	2	3	4	5
システム名称	Tianhe-2	京	Titan	Mira	Piz Diant
実行効率	1.1%	3.8%	1.2%	1.0%	1.3%

Graph500

大規模グラフ解析性能（大規模かつ複雑なデータ処理が求められるビッグデータ解析において重要となるもの）を評価する国際的なランキング。**計算速度だけでなく、アルゴリズムやプログラムを含めた総合的な能力を評価**。

順位	システム名称	設置場所	ベンダー	国名
1	京	理研 計算科学研究機構	富士通	日
2	Sequoia	ローレンス・リバモア研	IBM	米

最新のランキング(2014年6月)
Top500で第1位である
Tianhe-2は本ランキング
では第6位

システムソフトウェアについての国際標準化へ向けた取り組み

ポスト京では、CPUコアが1千万基以上になり、超大規模並列システムでの効率的動作が可能なシステムソフトウェアの開発が重要となっている。日米科学技術協力協定のもとに「スーパーコンピュータに関する協力取極」に締結されており、この取組においてシステムソフトウェアの開発に関し、最先端技術に関する研究協力、共通化による開発コストの低減、開発されるソフトウェアの国際標準化・普及を推進する。

1. 背景

- エクサスケール計算機ではCPUコア数、ノード数がそれぞれ千万基オーダー、十万台オーダーとなる。
- これらを効率よく動作させるためのシステムソフトウェアを実現するためには、多岐に渡る研究開発が必要。

2. 目的

- 超大規模な並列システムでの効率的な動作が可能なシステムソフトウェアの研究開発
- 国際協力による最先端技術および業界標準(de facto)システムソフトウェア等の開発により、ユーザにとっての機種依存性を低減させ、共通のプラットフォームでのソフトウェアの使用ができるようにする。
- 1国で研究開発を行うのではなく、共通化できる部分は共通化することにより最先端技術を加速させ、開発コストが削減する。
- 得られたソフトウェア技術を他の情報機器等に転用することにより産業競争力強化に貢献する。

3. 取り組み例

- オペレーティングシステム
- 通信ライブラリ
- プログラム実行環境
- ファイルI/O
- 電力制御



エネルギー等研究開発のための協力に関する実施取極
(文部科学省(MEXT)-エネルギー省(DOE)間)
(2013年4月30日締結)

本実施取極で明記された協力分野
(核融合科学, 高エネルギー物理学, 原子核物理学, 計算機科学, 量子ビーム技術, 基礎エネルギー科学, 生物及び環境科学, その他合意される分野)

スーパーコンピュータに関する協力取極

締結日：2014年6月23日
実施主体：DOEアルゴンヌ研究所(米国)、理化学研究所(日本) 他
協力分野：システムソフトウェア
取極の主な内容

- 同取極下での研究協力による研究結果や情報の取り扱いについて明記
- 取極下で"Committee"を設け、年に一回以上実施し具体的な協力内容を調整

ミニアプリについての国際標準化へ向けた取り組み

これまで性能評価に用いられてきたLinpack(HPL)などのベンチマークについては多くの問題点が指摘されており、実際のアプリから重要部分を抽出したミニアプリによる評価が重要になっている。これまでのミニアプリに関する取組をさらに進めるとともに、JLESCなどの国際コミュニティの場を活用し、国際標準化・普及を推進する。

1. ミニアプリの重要性

TOP500, HPC Challenge, HPCG, Graph500などのマシンを評価するベンチマークは、それぞれが特定の性能を評価するものであり、今後、複数の計算手法の複合体であるアプリケーション全体の性能を適切に評価するためには、ミニアプリ標準化が必要である。

2. 現状と今後の方針

現在、計算科学研究機構では、京で培った典型的計算カーネル群、および、アプリFSで行った以下のミニアプリの整備が終わっている。

CCS-QCD(量子色力学アプリ), Modylas(分子動力学アプリ),
FFVC(構造格子流体解析アプリ), NICAM-DC(気象アプリ),
NGS-analyzer(ゲノム解析アプリ)、他

これらのミニアプリをもとに、今後更に、ターゲットアプリのいくつかに対してミニアプリ化を行い、計算科学的手法を網羅したミニアプリ群を整備する。

3. 推進体制と国際連携

プロジェクト内にミニアプリ標準化の専門チームを構成している。今後、ターゲットアプリのミニアプリ化については、それぞれのターゲットアプリの作成者と協同しながら進める。特に、知財やライセンス形態については、ターゲットアプリ提供者とあらかじめ十分に調整する。また、計算機科学的な観点から国内の各研究機関・大学と共同研究によって、更に促進する予定。

Joint Laboratory on Extreme Scale Computing (JLESC)などの国際集会等を通じて、ミニアプリの国際標準策定に積極的に貢献する。

ミニアプリとは

実際のアプリケーションの重要な部分を抜き出し、性能評価のためのパラメータや入力を設定し、ベンチマークプログラムにしたもの。これにより、元の実際のアプリケーションの性能を推測することが期待できる。

Joint Laboratory on Extreme Scale Computing (JLESC)

各国のエクサスケールコンピューティングに関して研究開発を行っている主要な研究機関で、情報交換のためのワークショップ、共同研究の構築を目的とする国際連携組織。現在、フランス・INRIAと米国のNCSA, アルゴンヌ国立研究所が中心として活動しており、スペイン・バルセロナコンピュータセンター(BSC), ドイツ・ユーリッヒスパコンセンター(JSC), 理研計算科学研究機構が参加予定。

ポスト「京」でしか達成できない成果

「京」では単体・単独の解析しか出来なかったものが、ポスト「京」では統合・複合的な解析が可能に。
「京」では計算時間が非現実的であり実行出来なかったものが、ポスト「京」では実行可能に。

創薬：副作用を考慮した創薬シミュレーション

【現状】

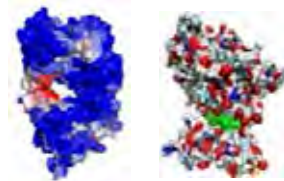
「京」では、**はじめて薬剤の候補物質とタンパク質の結びつきやすさをシミュレーション**し、単一のタンパク質の機能阻害を考慮した**10種類**程度の薬候補のスクリーニングを実現。

標的タンパク質（緑）と
薬剤候補化合物（赤）

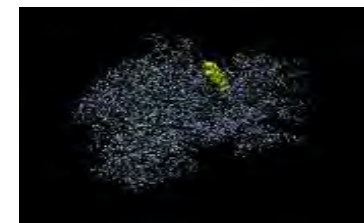


【将来】

ポスト「京」では、大規模高精度計算により、薬剤の候補物質と**多数**のタンパク質からなる生体分子システムの相互作用をシミュレーションし、**副作用の原因等も分析**が可能になり、有効性の高い創薬が期待される。



複数タンパク質への新薬候補物質の作用を解析



結合シミュレーション
(MP-CAFE)

ポスト「京」による計算速度向上の一例

創薬でよく用いられる分子動力学シミュレーション（原子間相互作用に基づいて分子運動を計算する方法）によって10万原子の系に対して10万薬剤候補化合物のスクリーニングを行う場合、「京」では約**13年**必要であるが、**ポスト「京」**であれば約**1.5ヶ月**で計算可能になる。

ポスト「京」でしか達成できない成果

●防災・減災：地震・津波による総合災害予測システムの構築

【現状】

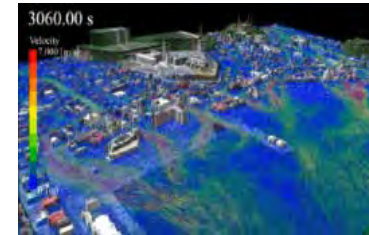
「京」では、強い揺れと大津波生成原因を解明し、従来不可能であった数例のシナリオに基づく被害予測を実現。

また、従来不可能であった構造物と都市の直接被害の予測・評価、地盤と構造物の振動、津波の遡上、避難時の人の流れなどの各種個別シミュレーションを実現。

【将来】

ポスト「京」では、地震・津波による複合災害について、震源や地下構造の不確定さをも考慮し、約100倍のシナリオに基づく被害予測を実現でき、より現実的な防災・減災計画に貢献。

また、個別シミュレーションを統合しはじめて被害の相互作用をも考慮した都市全体の統合的予測、さらにはより現実的な避難状況等の予測が可能に。



複合災害予測のベースとなる3次元津波遡上計算

ポスト「京」による計算速度向上の一例

例えば地震に対しては、不確実性を考慮した1000を超えるシナリオに対して計算が必要である。この計算は「京」の場合に約5年必要であるが、ポスト「京」であれば110日で計算可能となる。このような計算を全国の主要地域毎、さらには地震・津波と高潮・集中豪雨の複合災害のシナリオに対しても必要である。

●気象：観測ビッグデータを活用した気象予測

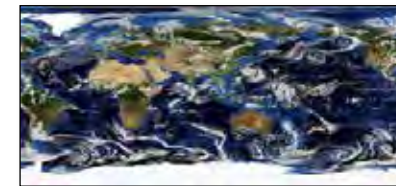
【現状】

「京」では、従来不可能であった全球規模で、台風の源となる大気の大規模な乱れが再現でき、一か月予報の可能性を示した。

また、従来不可能であった半日から一日前に、地域レベルの集中豪雨を予測できる可能性を示した。

【将来】

ポスト「京」では、リアルタイムの人工衛星データの同化により、現在の大気の流れを詳細に再現し、一か月後の台風発生確率がより高い精度で予測可能に。また、高機能レーダーの観測データの同化により、京でも不可能なより局所的なゲリラ豪雨が再現可能となり、30分から数時間前の予測が現実的に。



戦略プログラム分野3

ポスト「京」による計算速度向上の一例

より精緻な天気予報の為には、メカニズムと過去に起こった事例の解析によるモデル構築が重要。全球における1週間の雲の動きを解析するための計算を行う場合、「京」では約11年必要であるが、ポスト「京」であれば約50日で計算可能になる。研究期間の大幅な短縮により、モデルの構築が進み、将来的には精緻な天気予報に繋がる。

ポスト「京」でしか達成できない成果

●ものづくり：革新的設計・製造プロセスの開発（自動車の製造）

【現状】

「京」では、従来不可能であった**試作実験（風洞実験）**に匹敵する精度での空気抵抗等の予測が可能となり、実験の代替手法となりえることを実証。

【将来】

ポスト「京」では、はじめて**実験の代替手段として確立**し、車のコンセプトから構造・機能・性能設計にいたる主要な設計フェーズの**シミュレーションで統合的に扱う**ことが可能に。（開発期間短縮・コスト低減・品質向上に貢献）

マツダ・北大提供



蛇行走行時の高速走行安定性解析



黒い部分が損傷部位

3b-5. Toshio Kobayashi(plenary talk), Makoto Tsubokura, Shinichi Takayama: Aerodynamics and Crash Simulations in the Automobile Industry, The 11th Asian Symposium on Visualization (2011.6.5-9, Niigata,japan)(2011)

ポスト「京」による計算速度向上の一例

自動車の空力・騒音・熱解析について、仮に「京」で**1兆要素の問題を20ケース行うには約1.6年**を要するが、**ポスト「京」では30日**で可能となる。開発期間短縮や信頼性の向上のみならず、新しいメカニズムを取り入れた設計が可能になり、質的な向上による競争力強化が期待される。

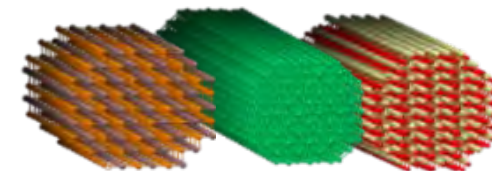
●材料：次世代高機能半導体デバイスのデザイン

【現状】

「京」では、構造が単純なナノスケールの次世代材料について、はじめて**電子構造や電気伝導特性を解明**。

【将来】

ポスト「京」では、**多種多様なナノスケールの次世代材料**について、はじめて**電子の動的な状態や特性から生じる物理現象の解明**が可能に。



多種多様なナノワイヤ

ポスト「京」による計算速度向上の一例

シリコンナノワイヤやカーボンナノワイヤなどのナノデバイスの設計を行う場合、「京」では**10万原子の問題を10ケース行うには約2ヶ月**必要なものが、**ポスト「京」であれば約2日**で計算可能になる。

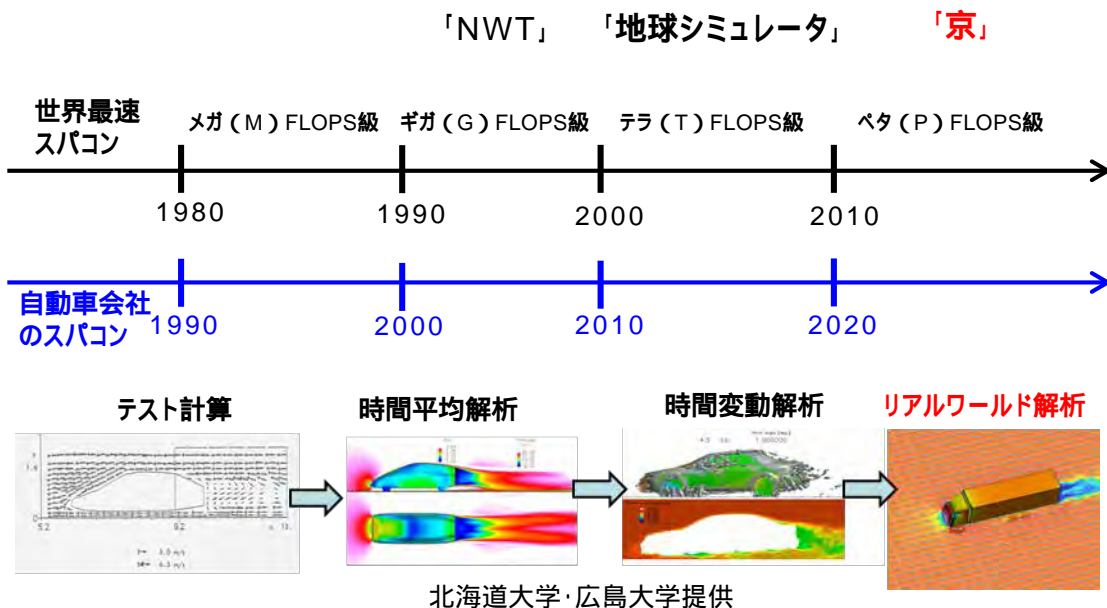
産業界への波及効果（例：自動車産業の場合）

自動車産業においては、スパコンを用いたシミュレーションにより、製品の開発をより効率的に（速く・安く）進められるようになった。最先端スパコン（フラッグシップシステム）を企業が上手に活用することが大事。

これまでのスパコン開発と自動車空力シミュレーションの歴史

現在の世界最速スパコンは、10年後の自動車会社のスパコン

企業は、世界最速スパコンのシミュレーション技術を学ぶことによって、常に10年後の自動車空力シミュレーションのあり方を予測・研究して来た。



会社での開発	1980年～90	1990年～2010	2010年～20	2020年～
空間解像度	10cm	1cm	1cm弱	1mm弱
計算方法	時間平均解析	時間平均解析	時空間変動解析	リアルワールド解析
	テスト計算の時代	実用化の時代	高精度解析の時代	次世代

ポスト京時代における自動車開発のシミュレーション

フラッグシップシステムと企業スパコンの連携

ポスト「京」
大規模計算・高精度の解析・モデリング

スケールダウン

設計シミュレーションがある程度方式化された段階で小規模スパコンにスライド

粗い計算では足りない高精度なシミュレーションをポスト京にて実施

自動車会社のスパコン

小規模計算・モデリングをもとにした工学的な多数の計算

- 1 . 国として取り組む意義・必要性
- 2 . ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題
- 3 . ポスト「京」のシステム
- 4 . 開発体制、スケジュール、総事業費
- 5 . プロジェクトの開発目標
- 6 . 知的財産に関する方針、人材育成、広報活動

知的財産に関する方針

基本方針

- ハードウェアの扱い（京開発時と同じ）
 - ・単独発明：知財は理研 / 開発メーカーに単独に帰属。
 - ・共同発明：知財は理研と開発メーカーの共有。権利持分、維持管理、手続き等は両者協議。
- システムソフトウェアの扱い
 - ・日米科学技術協定に基づく実施取極めを踏まえつつ、基本オープンソース化。
 - ・国際連携及びコンソーシアムとの連携の下、ソフトウェアの普及展開に努める。

理研内の体制

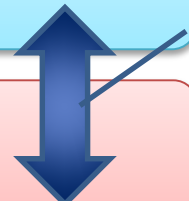
理化学研究所

社会知創成事業

連携推進部（技術移転企画課、知財創出・活用課）
実用化コーディネーター、パテントリエゾン等
イノベーション推進センター（事業展開室）

計算科学研究機構

運用技術部門他
研究部門
エクサスケール・コンピューティング開発プロジェクト

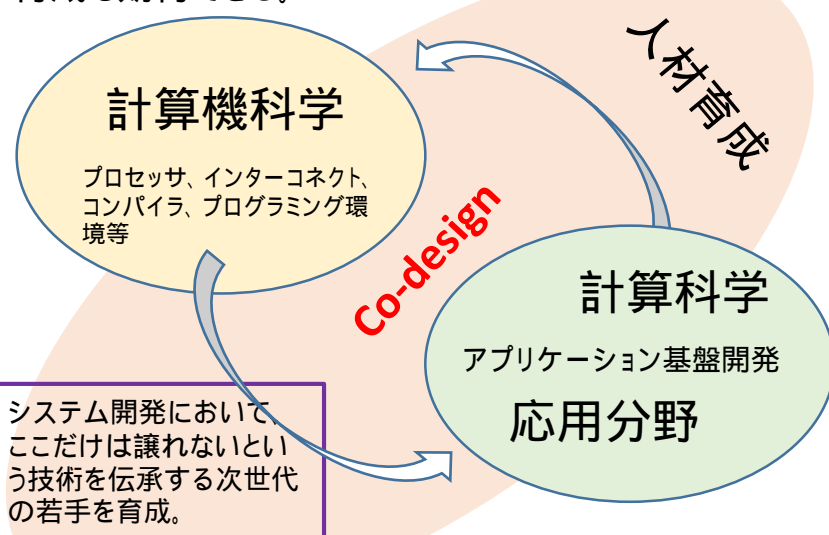


- ・強い知財の確保
- ・知財のパッケージ化の推進
- ・ライセンス活動の展開
- ・共同研究拡大活動の有機的連携等

人材育成

人材育成については、「京」の開発・整備等を通して、以下のとおり数々のノウハウや技術が蓄積されるとともに、そうしたノウハウや関連技術を有する人材が育成された。フラッグシップ2020プロジェクトにおいても、プロジェクトを通して同様の人材育成の効果が期待できる。「京」の完成後実施してきた**研修生の受け入れ（インターンシップ）**や**スクール・講習会**をポスト「京」についても引き続き実施するとともに、**HPCIを基盤とした大学との教育・人材育成の連携、国際共同研究プロジェクトにおける若手研究者交流**において、積極的に若手研究者・学生を活用することで、計算科学・計算機科学の最先端研究を牽引する人材育成に貢献する。

本プロジェクトにおいては、プロセッサ等の中核となる技術について、Co-designの観点から、ハードウェアの開発とアプリケーションの開発を密接に連携して進めることで、計算機科学分野と計算科学分野の双方あるいは計算科学分野と応用分野の双方に精通する人材の育成も期待できる。



- ・Co-designによって複数の領域に精通することにより、高度な問題解決・コンサルティング能力を習得。
- ・開発を通じた人的ネットワークの構築。

1. AICSインターンシップ：大学院生を対象として、実習・体験により将来の最先端の計算科学研究開発の担い手を育成。
2. スクール・講習会：スパコンを駆使して新しい課題に挑戦したいと考えている大学院生・若手研究者等を育成。
3. HPC国際ナショナルサマースクール（米国及び欧州のHPC機関と共同開催）による若手海外交流支援
4. 国際共同研究プロジェクトにおける若手派遣・研究者交流
5. e-learningアーカイブ：計算科学と高性能計算のためのe-learningアーカイブの公開を準備中。

各階層における人材育成の取り組み

- ハードウェア設計：主に、開発企業において、若手を積極的に参画させ、システム開発技術を維持・継承。
- システムソフトウェア：開発企業、およびAICSにおけるインターンシップ、およびポストドク研究員での雇用による養成。
- Co-designとアプリケーション開発：AICSにおけるインターンシップ、およびポストドク研究員での雇用による養成。大学連携、国際連携を積極的に活用
- ユーザーサポート・運用：若手の登用。大学センターとの連携も検討ユーザの高度なニーズに応える問題解決・コンサルティング能力の習得。

広報・普及活動

あらゆる層の一般国民・ユーザ・開発者に対する広報・普及活動を開発段階から実施


対象層	取り組み内容
小中学生・教職員	スパコンが拓く科学技術を知ってもらい、スパコンおよび科学技術に親しんでもらう(2020年代の利用者・開発者の卵であるという観点から)
高校生・大学生・教職員	スパコン利用技術・スパコン開発を紹介し、ユーザ・開発者の芽を育てる
大学院生・若手研究者	スパコン利用技術・アプリ開発に関する講習会やスパコン開発に関するワークショップ等を行い、計算科学(ユーザ)研究者、計算機科学(開発)研究者を育成する
企業ユーザ	スパコン利用技術・アプリ開発に関する講習会を行ない、アプリケーション移植、ユーザ層を拡大する
企業ディベロッパ	スパコン利用技術・アプリ開発・運用技術・システムソフトウェア技術の講習会を行い、アプリケーション移植、ポスト京の企業へ導入の促進を図る
海外ユーザ	研究者招聘、インターンシップを受け入れ、ユーザ層を拡大する
一般国民	スパコンの意義を紹介し、スパコン開発の重要性を認識してもらう

具体的取組例


- マスメディアを通じた幅広いターゲットへの広報
- ウェブやコンテンツによる深い情報の発信
 - ポスト「京」に関するウェブページ、パンフレット等の拡充
- イベントを通じた直接対話
- サマースクール、ウィンタースクール
- 出張特別講義
- オープンソース利用技術講習会
- 各種研究集会主催・共催
 - 戦略的高性能計算システム開発に関するワークショップ
 - PCクラスタシンポジウム

協力機関例

 **HPCI** High Performance Computing Infrastructure

 高度情報科学技術研究機構
RIST

 **FOCUS** 公益財団法人 計算科学振興財団

 **PC Cluster Consortium** PCクラスタコンソーシアム

情報基盤センター等大学・研究機関