

事業の目標に対する対応状況(要旨)

(1) 超高速電子計算機の開発

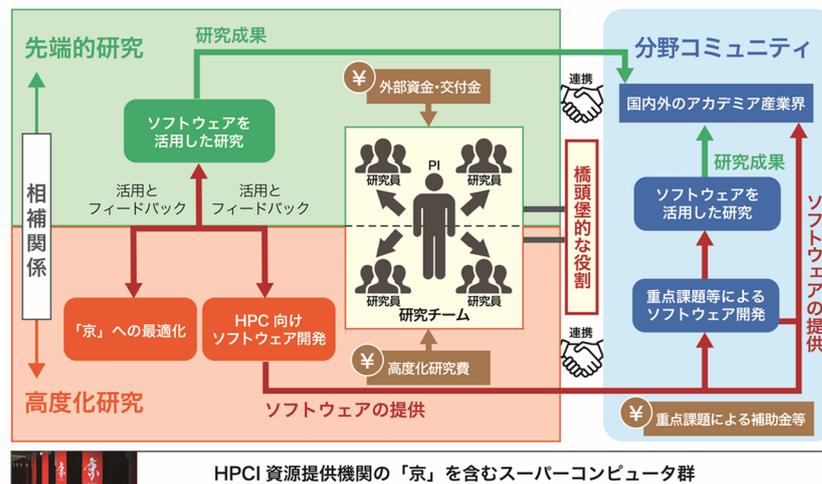
特定高速電子計算機施設における施設運用の効率化や利用者の利便性の向上などを目指し、システムソフトウェアの機能強化やアプリケーションプログラムの実行性能の向上、先進的なアルゴリズムの開発をはじめとする共通基盤構築などの高度化研究を実施する。

「京」における高度化研究の概要※1

- ・ 「京」の高度利用のため、幅広い分野の利用を支える共通基盤的研究を実施。
- ・ 計算科学分野：
新たな理論・手法に基づく先進モデル・プログラムの開発とユーザーへの提供を目標。
- ・ 計算機科学分野
「京」のシステム・プログラミング環境の充実・改善のための研究により、アプリケーションのより効果のある利用につなげるソフトウェアの研究を実施。
- ・ 高度化研究を通じて、計算科学および計算機科学、計算科学内の分野融合型研究、すなわち、学際計算科学の創出を目指した。

高度化研究と先端的研究の関係性※2

- ・ 新たな理論、手法等の創出、効果的利用を進める高度化研究を国からの補助金で進めるとともに、外部資金や理研の運営費交付金等を活用し、自ら開発した理論や手法、それに基づいて開発されたソフトウェア等を用いた先端的研究を実施。
- ・ 加えて、高度化研究で得られた成果は、「京」に留まらず、外部資金等を活用し、HPC に関わる先端的な共通基盤技術や新たな科学的な発見などにつながっており、論文やソフトウェアとして発信されている。また、研究センターの研究チーム、ユニットが、HPCI 戦略プログラム、その後継の重点課題、大学や研究機関等のアカデミアや産業界との研究者、技術者との間における橋頭堡となることで、計算科学、計算機科学のより一層の発展につながっている。



「富岳」の開発^{※3}

- ・ 「富岳」の開発にあたり、世界最高水準の消費電力(30~40MW 以下)を達成しつつ、高性能な汎用 CPU を開発するとともに、コデザイン(協調設計)により最大で「京」の 100 倍のアプリケーション実効性能を達成する計算能力を実現するといったムーンショット的な目標設定を打ち立てた上で、国家プロジェクトとして、リスクの高い革新技術の導入・開発を目指した。理研は 2014 年、「富岳」の開発主体として指名され、その開発・整備を推進するため、同年 10 月より富士通株式会社とともに「富岳」の設計・開発を推進、2020 年 5 月には全 432 筐体の搬入が完了した。

(2) 特定高速電子計算機施設の建設および維持管理

特定高速電子計算機施設の能力を最大限に活用し、施設利用研究を行う者(以下「利用研究者等」という。)に対する研究等に必要な計算資源を提供するために不可欠な、特定高速電子計算機施設の維持管理、高度化を行う。

- ・ 施設全体の稼働率を上げ、共用施設である「京」を最大限に利用可能とするため、電気設備、空調冷却設備などユーティリティ施設の運転、維持管理を行ってきた。設備の性能を維持するため、計画的に保守点検を実施し、「京」を停止させることのないように努めたほか、研究チームや外部機関が持ち込むサーバー類について設置場所の整備、電源や空調の増設工事を行い、研究環境の維持および改善整備を実施した。^{※4}

(3) 特定高速電子計算機施設の運転

特定高速電子計算機施設の能力を最大限に活用し、利用者のニーズに可能な限り応えるために、効果的・効率的な運営を図りつつ、特定高速電子計算機施設の運転を行い、利用研究者等に対する研究等に必要な計算資源を提供するため、超高速電子計算機について年間を通じて安定的かつ効率的な運転を目指し、それに対応する運營業務を行うとともに、維持管理、高度化等を行いつつ、可能な限り利用計算資源の確保に努める。「京」については、8,000 時間以上の運転を行う。

なお、その実施に当たっては、特定高速電子計算機施設の建設および維持管理に関する計画と相まって、利用者の意見に十分配慮し、「京」の性能向上といった観点も含め、利用者本位の考え方による。また、特定高速電子計算機施設全体を通じた情報セキュリティの確保を図る。さらに、登録機関と協力して、安全衛生管理および緊急時対応業務などの安全管理を実施し、万全を期する。

(4) 施設利用研究を行う者に対する超高速電子計算機の供用

特定高速電子計算機施設については、利用研究者等に対し、研究等に必要な計算資源の提供を行う。「京」の運転調整等を行いつつ、可能な限り利用計算資源の確保に努めるとともに、利用研究ニーズに対応しながら、安定した計算資源を提供する。「京」については、663,552,000 ノード時間(82,944 ノード×8,000 時間)以上の計算資源を研究者等への共用に供する。

「京」の安定運転のための運転調整、施設運用の効率化や利用者の利便性の向上などのための特定高速電子計算機施設の高度化研究に利用可能な計算資源は、計画停止および故障保守期間を除く全体の15%程度とする。

運用概況^{※5}

- ・ 「京」を利用する研究者等が研究開発に必要とする計算資源を安定的かつ効率的に提供することが極めて重要であり、それに対応するため、研究センターの運用技術部門が中心となり、運用技術の高度化を図り、利用計算資源量の最大化に努めてきた。2019年8月末の運用終了までの約7年間にわたり、稼働率は通期で93.6%と極めて安定的な運用がなされた。

利用者ニーズの収集と運用改善^{※6}

- ・ 「京」利用者のニーズを踏まえた円滑かつ有効な運営のため、RISTやHPCIと連携しユーザーブリーフィングや運用懇談会、重点課題ミーティングといった場を設け、利用者からの意見収集を行い、利用者の意見を反映したソフトウェア、アルゴリズム等の公開、外部プログラムの「京」向け実装を行うとともに、運用計画等に適宜反映した。
- ・ 上記により収集した利用者ニーズを踏まえ、運用技術部門を中心に以下のような運用改善に取り組んだ。

- ① 有償課題等に対するジョブ実行の優遇方法の変更
- ② 大規模実行期間のジョブ実行の運用方法見直し
- ③ 「京」と外部との間で高速なデータ転送が可能なリファレンス環境の構築および拡充
- ④ 運用ソフトウェアと独立したジョブ管理支援機能の提供
- ⑤ ジョブスケジューリングの改善
- ⑥ ニーズの高いオープンソースソフトウェアの重点整備
- ⑦ 保守作業時間の短縮
- ⑧ ジョブの待ち時間に関する詳細情報の提供
- ⑨ ジョブ実行環境の最適化
- ⑩ ソースコード解析ツールの開発
- ⑪ 故障率の高いハードディスク(HDD)を除外した運用
- ⑫ ジョブ実行待ち時間の改善

情報セキュリティの確保^{※7}

- ・ 「理研全体の情報セキュリティポリシーに従い、研究センターの長が統括情報セキュリティ責任者を、運用技術部門長が統括情報セキュリティ担当者をそれぞれ担当する体制を築いた。また、研究センターの各組織にもそれぞれ情報セキュリティ責任者および担当者を定めており、各部署にはネットワーク担当者および情報システム管理者を定め、情報セキュリティの管理を実施している。また、研究センターの長を部会長とする情報セキュリティ作業部会を設け、研究センター内における情報セキュリティに関する議論および意思決定を行っている。

また、不正アクセスについては、不正アクセスの有無を IDS(侵入検知システム)により研究センターのネットワーク機器(「京」を除く)に対するアクセスを常時検知している。

(5) 特定高速電子計算機施設を中核とした研究拠点の形成

HPCI の中核である特定高速電子計算機施設が、研究者等にとって魅力のある施設として、多くの研究者等により積極的に活用されるようにするとともに、優れた研究開発成果を世界に向けて発信していくため、登録機関、HPCI コンソーシアムや HPCI 戦略プログラムの実施機関等と連携・協力する。

また、国際頭脳循環の中核的拠点として、国内外への幅広い情報提供や、海外の研究機関等との連携による研究者等の交流を推進する。

拠点形成^{※8}

- ・ 共用法に基づく「京」の設置主体であり、スーパーコンピュータの運用、利用技術の高度化、研究開発の推進、人材育成等を行う研究組織、計算科学研究機構(AICS)が2010年7月、理研に設置された。2012年には、「京」の利用促進のための体制が RIST に設けられたほか、計算科学技術に関わるユーザーによって形成された「HPCI コンソーシアム」が置かれ、2012年9月から共用が開始に向けた体制が整った。また、基盤センター等と連携し、「京」を中心とした全国の HPC システムのリソースを、我が国の幅広いスーパーコンピュータのユーザー層が全国の HPC システムの計算資源を効率よく利用できる体制と仕組みづくりの検討が行われ、HPCI の構築という形で結実し、HPC の幅広い利用者コミュニティの形成が進むこととなった。

国内外連携^{※9}

- ・ さらに、国際的な計算機科学および計算科学分野の中核拠点として、同分野の発展と成果の創出を推進すべく、国内外の大学や研究機関との連携を進めてきた研究センターではこれまでに、43 件の協定を締結し、うち 24 件は海外の研究機関等と締結。
- ・ 国内では、「京」の高度化利用や「富岳」の機能向上につながる FPGA に関する研究協力、協定に基づく研究者等の受け入れなど人材育成を積極的に推進。
- ・ 米国では、2014 年に米国エネルギー省と文部科学省が結んだエクサスケール・コンピュータ開発に関する協定に基づいて、研究センターとアルゴンヌ国立研究所がエクサスケール・コンピュータ向けのソフトウェア研究協力の協定を締結。
- ・ 欧州では、文部科学省が日仏科学技術協力協定のもと、国民教育・高等教育・研究省との間で、計算科学および計算機科学分野における協力に係る実施取決めを締結し、それをもととして 2017 年に CEA と理研が同分野での研究協力協定を締結。
- ・ アジア・アセアニア地域では、ASEAN 諸国との連携を進めるため、シンガポール諸機関との関係を強化。文部科学省および研究センター等により提案したアジアハブ構想のもと、「富岳」へのアクセス環境を整え、HPC 利用を通じて ASEAN 諸国の社会的課題解決に資するほか、シンガポールを中心に人材育成にも貢献予定。

(6)人材育成

将来においても計算科学技術の継続的な発展が必要との観点より、利用者のニーズ等を踏まえつつ、登録機関その他の関係機関と適切な役割分担のもと、人材の育成に関する機能を果たす。

最先端コンピューティング研究教育拠点として発展を図るため、基礎科学特別研究員制度や連携大学院制度等により、計算機科学および計算科学研究に関する研究者等の育成に努め、今後の超高速電子計算機の開発・整備および利用研究等の中核を担える人材を育成する。

人材育成の概要^{※10}

- ・ 日本の計算科学技術の発展に中心的な役割を担う活動を通じて得た先進的な技術・知見を積極的に活用し、関係機関と連携して計算科学技術を支える人材の育成を推進した。主に大学院生、若手研究者、企業技術者等を対象とし、理研の各種制度等を活用しながら、「計算科学および計算機科学の連携・融合を図る人材の育成」、「高度な計算科学技術を使いこなせる人材の育成」、「産業界をはじめとした高度な計算科学技術の利活用推進に寄与する人材の育成」を目指した取り組みを実施。

インターンシップ^{※11}

- ・ 2012年度よりインターンシップを希望する学生等に対しては、その目的に応じて、研修生や実習生、研究生としての身分を付与し、各研究チームおよび運用技術部門において、大学生等を受入れ、研究指導を実施。
- ・ 大学生の夏休み期間中等で集中的に国内機関在籍の大学院生等を受け入れる「RIKEN R-CCS HPC 計算科学インターンシッププログラム(2019年度に改称)」を2014年度から実施。
- ・ 2017年度から海外機関在籍の大学院生を対象とした「R-CCS HPC International Internship Program(2019年度に改称)」を実施し、さらに多くの学生を受け入れ、次代を担う若手の人材育成に取り組んだ。

連携大学院^{※12}

- ・ 理研の連携大学院制度を活用し、2015年度より、神戸大学大学院システム情報学研究科(計算科学専攻)に連携講座「大規模計算科学講座」を設置、また2019年度より、東北大学大学院情報科学研究科(情報基礎科学専攻)に連携講座「先進的計算システム論講座」を設置し、講義、学生指導等を実施。

スクーリング事業^{※13}

- ・ 並列計算についての知識と基本的な並列プログラミング技術の習得、「京」に代表されるスパコンによる大規模な計算機シミュレーションを駆使し、新しい計算科学の世界を開拓したいと考えている若手研究者、企業の研究者を育成することを目的として、計算機を使った演習を含む講義や、計算科学技術の最新情報の講演等を交えたスクーリング事業を2011年

度より実施し、10年間に6プログラムを開催。

(7) 積極的な成果の公表および普及ならびに啓発活動の実施

施設公開、シンポジウム、セミナー、講演会等を通じて、広く国民に対して情報提供を行う。

- ・ 「京」の高度化につながる研究成果の発信、「富岳」開発の意義等を一般国民の視点に立って、分かりやすく伝え、研究センターの活動に対する理解の増進を図った。情報の発信に当たっては、マスメディアを通じたプレス発表のほか、「京」や「富岳」利用者および利用を検討している企業関係者、将来の計算科学および計算機科学を支える高校生や大学生といった青少年等、それぞれの対象に応じた広報活動を実施。

(8) 関係機関、地元自治体との連携

RIST や HPCI コンソーシアム構成機関を始め、大学、研究機関、産業界との積極的な連携を図り、特定高速電子計算機施設の円滑かつ有効な整備・運営等に活かして行く。また、特定高速電子計算機施設が、今後も地域における科学技術活動の活性化や地域の社会経済の発展に寄与するよう、兵庫県、神戸市および地域の大学、企業、公益財団法人計算科学振興財団(以下、「FOCUS」という。)等との連携を図る。

- ・ RIST をはじめとする関係機関と連携を図りながら、HPCI 共用ストレージ(西拠点)の運用・保守を行った。この結果、全国規模でニーズとリソースのマッチングが可能となり、萌芽的研究から大規模研究まで、また産業利用にわたる幅広い HPC システムの活用が加速された。また、計算科学技術関連コミュニティを醸成・拡大し、成果の社会還元にも貢献した。また、FOCUS と連携し、産業界における「京」の利用拡大に向けた取り組みを実施した。さらに、SPring-8/SACLA の J-PARC/MLF、関連する戦略プログラムまたは重点課題とも連携し、大型実験施設と「京」をはじめとするスーパーコンピュータとの連携利用を推進。^{※15}
- ・ FOCUS が運営する研究教育拠点(COE)形成推進事業の採択を受け、2012年度から2016年度までの間に7課題、2017年度からは6課題の研究を実施。兵庫県、神戸市、地元の大学・研究機関との連携等を通じて、計算科学・計算機科学の COE 形成・振興および研究成果の地元還元に取り組んだ。^{※16}
- ・ 神戸医療産業都市の一般公開や兵庫県・神戸市が主催する一般向けスパコンセミナー等での「京」の一般公開や講演の実施等の協力を通じて、市民への積極的な情報発信を支援した。また、兵庫県・神戸市など地元 15 団体が主催する産業総合展示会「国際フロンティア産業メッセ」への FOCUS と連携した出展や、地域の地域情報化推進団体等での講演等を通じて地元企業との連携を促進。^{※17}

脚注

- ※1 「京」運用事後評価自己点検結果報告書 p.29
- ※2 " p.28
- ※3 " p.66-67
- ※4 " p.16
- ※5 " p.10
- ※6 " p.20-24
- ※7 " p.24
- ※8 " p.26
- ※9 " p.54-56
- ※10 " p.59
- ※11 " p.59-60
- ※12 " p.60
- ※13 " p.60-61
- ※14 " p.57
- ※15 " p.28-29
- ※16 " p.61-62
- ※17 " p.62