

(案)

総合科学技術・イノベーション会議が実施する
国家的に重要な研究開発の評価

「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」
の事後評価(説明資料)

令和5年1月27日

大規模研究開発評価 WG

目次

1. 案件概要	3
2. 評価の実施方法	3
3. 評価対象案件の実施府省等における事後評価結果	4
3. 1. 実施府省等における評価の状況	4
3. 2. 実施府省等の行っている評価方法	5
3. 3. 評価項目の設定方法及びその設定根拠	6
3. 4. 評価項目を踏まえた評価の実施状況	6
3. 5. 総合科学技術・イノベーション会議が実施した事前評価、中間評価時の指摘事項への 対応状況や情勢変化への対応状況	7
3. 6. 評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用	9

1. 案件概要

○名称:「フラッグシップ2020プロジェクト(ポスト「京」の開発)」

○実施府省:文部科学省

○実施期間:平成26年度～令和2年度

○予算額:

平成26年度	12.1億円
平成27年度	39.7億円
平成28年度	67.0億円
平成29年度	67.0億円
平成30年度	264.9億円
令和元年度	243.1億円
令和2年度	384.6億円
総額	1,078.4億円

※当初予算、補正予算の合計額を記載

○事業概要等

本事業は、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化に資するため、イノベーションの創出や国民の安全・安心の確保につながる最先端の研究基盤として、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し、最大で「京」の100倍のアプリケーション実効性能及び30～40MWの消費電力を達成することを目標として開始したものである。

なお、「ポスト「京」」の名称は、令和元年度に実施した一般公募により「富岳」に決定しているため、本資料においては、原則として、当時の記述の抜粋を含めて、「ポスト「京」」をすべて「富岳」と表記している。ただし、ワーキンググループ名や報告書名等の固有名詞において「ポスト「京」」と記載されている場合に限り、そのままの名称としている。

2. 評価の実施方法(この大規模研究開発評価WGと今後の評価プロセスを想定して事務局作成)

「総合科学技術・イノベーション会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価について」(総合科学・イノベーション会議決定(H29.7.26 一部改正)に基づき、評価専門調査会及び大規模研究開発評価ワーキンググループにおいて、文部科学省における事後評価結果等を踏まえて調査検討を行い、その結果を受けて総合科学技術・イノベーション会議が評価を行った。

調査検討にあたっては、文部科学省から以下の観点でヒアリングを行った。

- (1)実施府省等における評価の状況
- (2)実施府省等の行っている評価方法

- (3) 評価項目の設定方法及びその設定根拠
- (4) 評価項目を踏まえた評価の実施状況
- (5) 総合科学技術・イノベーション会議が実施した事前・中間評価時の指摘事項への対応状況や情勢変化への対応状況
- (6) 評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用

3. 評価対象案件の実施府省等における事後評価結果

3. 1. 実施府省等における評価の状況

スーパーコンピュータ「富岳」(以下、「富岳」という。)は、平成25年の科学技術・学術審議会等での事前評価を踏まえて、平成26年に開発プロジェクトが開始された。平成28年、最先端の半導体技術開発の世界的な遅延に伴い、開発スケジュールを修正したが、コストや開発目標は引き続き堅持され、平成30年の中間評価においても「富岳」の製造・設置を推進していくことが適当と認められた。令和3年度の事後評価においては、所期の目標を十分に達成するシステムを開発できたこと、システムとアプリケーションの協調設計や各分野における人材育成・産学連携の推進等により我が国の計算科学全体の水準を引き上げたこと、試行的運用段階や運用開始後初期の段階において国民の安全・安心に資する成果や基礎科学の進展に資する成果等を着実に創出できたこと、といった観点から、本事業には大きな意義があり、成果も高く評価された。

評価の実施スケジュール

＜事前評価＞			
平成25年8月	科学技術・学術審議会 科学技術委員会	研究計画・評価分科会	情報
平成25年8月	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	
平成25年12月	総合科学技術会議		
平成27年1月	総合科学技術・イノベーション会議	(再評価)	
＜中間評価＞			
平成28年3月	総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会(基本設計評価)		
平成30年1月	科学技術・学術審議会 科学技術委員会(アプリケーション開発)	研究計画・評価分科会	情報
平成30年4月	科学技術・学術審議会 科学技術委員会(アプリケーション開発)	研究計画・評価分科会	(アプリケーション開発)
平成30年7月	科学技術・学術審議会 科学技術委員会(システム開発)	研究計画・評価分科会	情報

平成 30 年 9 月	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	情報 科学技術委員会（システム開発・書面審議）
平成 30 年 10 月	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	（システム開発）
平成 30 年 11 月	総合科学技術・イノベーション会議		
<事後評価>			
令和 3 年 2 月	科学技術・学術審議会	情報委員会	（アプリケーション開発）
令和 3 年 4 月	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	（アプリケーション開発）
令和 4 年 2 月	科学技術・学術審議会	情報委員会	（システム開発）
令和 4 年 3 月	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	（システム開発）

3. 2. 実施府省等の行っている評価方法

事後評価については、「国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定）（以下「大綱的指針」という。）に沿って作成された「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」（平成 29 年 4 月文部科学大臣決定）（以下「評価指針」という。）を踏まえて、「第 10 期研究計画・評価分科会における研究開発プログラム評価の試行的実施と研究開発課題の評価の実施について（平成 31 年 4 月 17 日研究計画・評価分科会）」及び「第 11 期研究計画・評価分科会における研究開発課題の評価について」（以下「評価の実施について」という。）に基づき、研究計画・評価分科会において策定された研究開発計画に則った研究開発課題のうち事前評価において大規模研究開発の評価対象となる課題について、事後評価を実施した。

評価の流れとして、まず科学技術・学術審議会に設置する情報委員会（以下「委員会」という。）が研究開発計画における「中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組（以下、「重点取組」という）」の達成に向けた個々の課題の位置付け、意義及び課題間の相互関係等を簡潔に示す施策マップを作成し、重点取組の達成に必要なとなる個々の課題について評価を実施し、委員会としての評価結果を作成した。委員会は評価結果を所定の評価票にまとめ、研究計画・評価分科会に報告し、評価結果を審議決定した。

3. 3. 評価項目の設定方法及びその設定根拠

評価項目は、評価指針及び「評価の実施について」に基づいて、必要性、有効性、効率性の各観点における「評価の実施について」に記載の評価項目の例を勘案し、各評価項目に対して研究開発課題の特性も踏まえつつ、委員会において委員の専門的知見も踏まえ評価項目及び評価基準案を設定し、研究計画・評価分科会において決定している。

3. 4. 評価項目を踏まえた評価の実施状況

① 科学技術・イノベーション基本計画及び統合イノベーション戦略との関係 (基本計画に記載する政策パッケージを含む記載)

「富岳」のシステム開発」の文部科学省における事後評価結果では、「科学技術基本計画等への貢献状況」として以下の通り記載されている。

本事業は、文部科学省 HPCI 計画推進委員会や総合科学技術会議等の提言・評価を受け、様々な社会的・科学的課題の解決に資する演算性能 1 エクサフロップス（「京」の約 100 倍）レベルのスーパーコンピュータの開発・整備及びそれを活用するためのアプリケーションの開発を行うプロジェクトとして平成 26 年に開始された。第 4 期「科学技術基本計画」（平成 23 年 8 月閣議決定）では、世界最高水準のハイパフォーマンスコンピューティング技術が国家基幹技術として位置づけられ、平成 24 年 9 月には「京」が共用開始となった。その後継プロジェクトである「富岳」については、第 5 期「科学技術基本計画」（平成 28 年 1 月閣議決定）にて提唱された、サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した「超スマート社会」である「Society 5.0」の実現に向け、中心的な情報基盤として活躍すべく、令和 3 年 3 月に本格的に共用を開始した。「富岳」の利用形態としては、一般利用課題や産業利用課題、政策対応課題に加えて、令和 3 年 9 月には、計算資源の利用枠の 1 つとして「Society 5.0 利用推進課題」を設定し、研究開発課題の募集を開始した。今後、幅広い分野で Society 5.0 の実現に資する成果創出が期待され、社会的課題の解決や産業競争力の強化のために果たす役割は大きいと考えられる。

また、「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」の文部科学省における事後評価結果では、「科学技術基本計画等への貢献状況」として以下の通り記載されている。

第 4 期「科学技術基本計画」（平成 23 年 8 月閣議決定）で、次世代スーパーコンピューティング技術が国家基幹技術として位置づけられているところ、本事業は次世代スーパーコンピュータである「富岳」に関して、重点的に取り組むべき社会的・科学的課題を特定し、その解決に必要なアプリケーションをシステムと協調的に開発 (Co-design)

することを目的として実施された。

また、第5期「科学技術基本計画」において、国は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させた「Society 5.0」を世界に先駆けて実現するとともに、その実現を支えるビッグデータ解析や人工知能等の基盤技術の強化を図ることとされた。「富岳」においても、これを踏まえ、半精度計算に対応するなどシミュレーションとデータ科学の高いレベルでの融合を可能とする基盤として開発が進められており、その「富岳」の能力を最大限活用する観点からも、本事業の有効性が認められる。

さらに、第5期「科学技術基本計画」において、国は、国連で定められた持続可能な開発目標(SDGs)の達成等を通じ、地球規模課題への対応を行うこととされた。この中で、例えば地球規模の気候変動に対し、スーパーコンピュータ等を活用した予測技術の高度化を進めることとされており、この観点からも、本事業の必要性は非常に高いと言える。

② 国の研究開発評価に関する大綱的指針のとの関係

大綱的指針に沿って作成された文部科学省の「評価指針」に沿って評価項目を設定し、各評価項目に対して事業の特性も踏まえつつ、評価基準を設定の上、評価を実施した。

3. 5. 総合科学技術・イノベーション会議が実施した事前評価、中間評価時の指摘事項への対応状況や情勢変化への対応状況

① 事前評価、中間評価時の指摘事項への対応状況を記載

事前評価（平成 25 年度）において、本プロジェクトは、「実施する意義や必要性が高く、国として主導的に取り組むべきものではあるものの、ターゲットアプリケーションや開発目標の設定、これらをふまえた全体事業費の精査を含めた工程表の具体化等、今後明確にすべき事項がある」とされたことから、再評価（平成 26 年度）を実施することとなった。再評価では、指摘事項への対応状況が確認され、引き続きプロジェクトの意義・必要性が認められること、世界最高水準の汎用的な計算機システムの開発に対応した開発目標が設定されていると認められること、おおむね適切な方針に基づき進められていると認められることが確認された。

その後、中間評価（平成 30 年度）における指摘事項とそれに対する対応状況は以下の通り。

（指摘事項 1）

「富岳」共用開始後の戦略的な利活用の推進に当たって、具体的な在り方について検討すること。

(対応状況 1)

文部科学省研究振興局長のもとに設置されている HPCI 計画推進委員会の下に、平成 30 年 9 月に設置された「ポスト「京」の利活用促進・成果創出加速に関するワーキンググループ」において、「富岳」の利活用に係る基本方針及び推進方策について検討を行い、令和元年 5 月に同ワーキンググループにおいて報告書（以下、「利活用報告書」という。）を取りまとめた。利活用報告書と HPCI 計画推進委員会における審議を踏まえ、令和 2 年 7 月には、「スーパーコンピュータ「富岳」利活用促進の基本方針」を定め、① 5 つの利用枠組み（一般利用産業利用、成果創出加速、調整・高度化・利用拡大、政策対応（Society 5.0 推進利用を含む））による計算資源の配分割合の考え方、② 利用料の考え方、③ 共用開始前のシステム調整段階における試行的利用に関する考え方、④ 理化学研究所による利用促進への取組に関して取りまとめた。特に、「富岳」の共用開始後の戦略的な利活用の推進のみならず、共用開始前の試行的利用について定めることで、新型コロナウイルス感染症の世界的流行をふまえた課題研究を積極的に進めることが可能となり、社会的課題への早期の対応に大きく貢献した。

(指摘事項 2)

「富岳」を利用した Society 5.0 の実現のためには、ビッグデータの活用について総合科学技術・イノベーション会議を軸とするなど国全体で進めていくことが重要であり、本事業を今後進めるに当たっては、関係府省庁と横の連携を図りながら「富岳」利用の仕組みをつくっていくこと。

(対応状況 2)

「富岳」の利活用の制度設計においては利用者の観点を取り入れることが重要であるが、主としてアカデミアが参画する「HPCI コンソーシアム」、産業界が参画する「スーパーコンピューティング技術産業応用協議会」に加えて、関係府省庁が参画する「スーパーコンピュータの活用に係る関係府省庁連絡会」（以下、「連絡会」という）も活用し、関係府省庁に対して政策対応枠の利活用に関する要望等の聴取、関係各所への周知等を依頼することで、「京」の時代よりも多くの政策対応課題に対応するなど、横の連携を図りながら「富岳」の効果的な利用を促進した。

(指摘事項 3)

製造段階において、研究開発計画が遅延することとなった場合は、遅延状況を評価専門調査会で確認する。

(対応状況3)

新型コロナウイルス感染症の世界的流行とそれによる半導体等の不足が発生する中、理研、担当企業、サプライヤー等の関係者間で密接な情報共有・協議等を実施してリスク管理を行うことで、製造段階における研究開発計画に遅延を発生させなかった。さらに、令和3年度中の共用開始を目標としている中で、試行的利用を令和2年4月から先んじて実施し、共用開始も令和3年3月に前倒しすることができた。加えて、試行利用期間中の令和2年6月には世界のスーパーコンピュータランキング（TOP500、HPCG、HPL-AI、Graph500）において1位を獲得し、「富岳」の総合力の高さを国内外に示すなど、研究計画においても計算性能においても、当初の想定を超えた目標を達成できたと言える。

② 情勢変化への対応状況を記載

中間評価以降、新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、その予防や治療のための研究開発を早急に進める必要性が増大した。また、半導体等の海外の製造工場が閉鎖した結果、水平分業化していた各国の精密機器製造のサプライチェーンが機能不全を起こし、半導体等の不足が顕在化した。

これらへの対応として、「富岳」の本格稼働前の令和2年4月より、試行的利用を開始し、新型コロナウイルス感染症対策に資する研究を緊急的に進めることで、ウイルス作用機構の解明や治療薬探索、飛沫シミュレーションといった様々な成果を創出した。特に飛沫シミュレーションについては、飛沫・エアロゾル感染についての理解と対策の重要性を科学的知見に基づいて啓発し、人々の行動変化に貢献したことが評価を受け、2021年11月に、その年にスーパーコンピュータを用いた国際的に最も画期的な研究成果に対して授与される賞である「ゴードン・ベル賞」のCOVID-19研究特別賞を受賞した。また、半導体等の不足への対応に関しては、理研、担当企業、サプライヤー等の関係者間で密接な情報共有・協議等を実施してリスク管理を行い、部品ごとの納品時期などを適切に管理するなどの工夫を行うことで、半導体等の不足の状況下に置いても予定通りの調達を実施できた。

3. 6. 評価結果を踏まえた研究開発の成果の活用

○ 研究開発の成果を社会実装等、実現的なものとするための有効活用方策

「富岳」の開発により得られた研究開発の成果として、①幅広い分野をカバーできる汎用性、②アプリケーション性能で「京」の最大100倍の高い実効性能、③高い省電力性能、の

すべてを兼ね備えた高性能 CPU「A64FX」を開発したことにより、「京」の約 47.5 倍の総演算性能 537 ペタフロップス、「京」の約 32 倍の総メモリバンド幅 163PB/s、消費電力は最大で 29MW の、所期の目標を達成した世界トップレベルのスーパーコンピュータを完成させ、世界に先駆けて多様な分野に多くの計算資源を提供した。また、システムとアプリケーションを協調的に開発する Co-design を通して、独創性・優位性の高い成果が期待される複数の分野で9つのターゲットアプリケーションを開発し、最大で「京」の 131 倍の実効性能を実現した。さらに、気象庁が、政策対応課題として「線状降水帯の予測高度化研究」に関する研究を実施するなど、国民にとって安全・安心な社会を目指すために必要な研究開発にも貢献することで、社会的意義という観点からも「富岳」の必要性は大きなものとなっている。これらのアプリケーションの活用等によって、「富岳」でなければ実現できないような独創性・優位性の高い成果を元にした社会実装に継続的に取り組んでいる。

更に、学术界のみならず、産業界にとっても使いやすい制度改善や積極的な情報発信を行っており、Society 5.0 の実現に資する成果を富岳を用いて早期に創出すること、Society 5.0 を担う潜在的なスパコンユーザへの利用拡大を図ること等を目的として、早期の社会実装を見据えた課題を優先的に採択する「Society 5.0 推進利用枠」を別途設定することで、成果の社会実装等をより実現的なものとするための取組を進めている。具体的には、令和3年8月より、一般社団法人ライフインテリジェンスコンソーシアムにおいて、「富岳」を基軸とした創薬 DX プラットフォームの構築」として、AI を活用して創薬の研究開発に利活用できる創薬 DX プラットフォームの構築・運用を目指す課題が採択されている。

なお、「富岳」の開発や利用研究で得られた知見等は、ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤等の検討にも活用していくこととしている。具体的には、令和4年8月より開始された「次世代計算基盤に係る調査研究」において、次世代計算基盤に求められる具体的な性能・機能等についての検討が進められており、今後この調査研究事業において深堀された要素技術とシステム構成案を踏まえて、次期「フラッグシップシステム」を含めた次世代計算基盤の具体的な検討を進めていくこととしている。

○ 研究開発推進上の課題についての改善方策等

所期の開発目標を達成して完成した「富岳」であるが、その開発においては、平成 28 年度から平成 29 年度(中間評価前)にかけて、半導体の性能向上の鈍化等の影響による開発スケジュールの遅延が生じていた。この遅延期間を利用して、AI やデータ科学への対応機構を組み込むなど、より高性能な開発に修正できた点は評価できる。現在では、当時に比べて半導体技術の高度化は更に頭打ちの傾向にあり、スーパーコンピュータの世界的な技術動向はより不透明な情勢になってきていることを踏まえると、ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤の設計・開発等にあたっては、そのような技術的な課題が生じる可能性がより高いと予想されるため、プロジェクトの途中でも要素技術の再検討や設計の切り替え等を認められるような柔軟な実施計画とする必要があると考えられる。

○ 関係府省との連携についての改善方策等

スーパーコンピュータの利用者としての関係府省庁との連携については、特に政策対応課題について、前述した連絡会等を通じて引き続き連絡調整や利活用促進等を図る。また、次世代計算基盤の検討にあたっては、特に先端半導体に関する研究開発の観点から、半導体戦略の実施を担う経済産業省等と連携を図る必要があると考えられる。

4. 評価結果

(評価後に記載)

參考資料

Society 5.0で実現する超スマート社会

全ての人とモノがつながり、今までにない新たな価値を生み出す超スマート社会※の実現を目指す Society 5.0においては、**高速のスーパーコンピュータ等の情報基盤技術が必要。**

※超スマート社会 必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な違いを乗り越え、生き活きと快適に暮らすことのできる社会

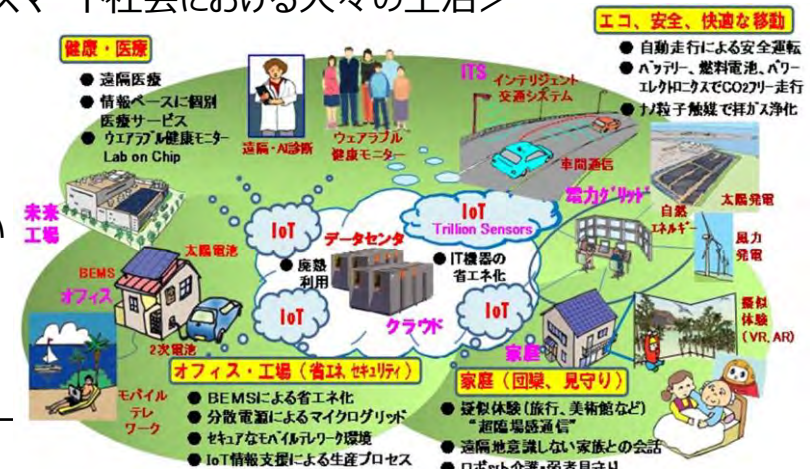
(第5期科学技術基本計画)

・新たな価値を創出し社会的課題を解決する
超スマート社会において、

＜超スマート社会における人々の生活＞

- ーシミュレーションによる社会的課題の解決
- ー人工知能（AI）開発や情報の流通・処理に関する技術開発
- ーシミュレーションによるデータと機械学習の活用によるまだ遭遇していない事象への効率的なアプローチ（データ科学）

を加速するために、スーパーコンピュータ等の情報基盤技術が必要不可欠。



(出典：JST/CRDS 曾根純一上席フェロー講演資料)

第6期科学技術・イノベーション基本計画

第2章 Society5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

2. 知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化

(2) 新たな研究システムの構築 (オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進)

(b) あるべき姿とその実現に向けた方向性

…ネットワーク、データインフラや計算資源について、世界最高水準の研究基盤の形成・維持を図り、産学を問わず広く利活用を進める。…

(c) 具体的な取組

②研究DXを支えるインフラ整備と高付加価値な研究の加速

○スパコン計算資源については、2021年よりスーパーコンピュータ「富岳」の本格的な共用を進めるとともに、国内の大学、国立研究開発法人等のスパコン計算資源について、全国の研究者の多様なニーズに応える安定的な計算基盤として増強する。加えて、次世代の計算資源について、我が国が強みを有する技術に留意しつつ、産学官で検討を行い、2021年度までに、その方向性を定める。この検討の結果を踏まえ、必要な取組を実施する。

スーパーコンピュータ「富岳」

- 「京」の後継機としてH26年度から開発。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）の中核。
- **世界最高水準のスーパーコンピュータ**を国として戦略的に開発・整備し、**科学技術振興、産業競争力強化、安全・安心の国づくり等**に貢献。
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計算機システムと、重点課題に対応したアプリケーションの開発を協調的に行い（Co-design）、**世界を先導する成果の早期の創出**を目指す。

【開発目標】

- **最大で「京」の100倍のアプリケーション実効性能**
- **消費電力：30～40MW（「京」は12.7MW）**

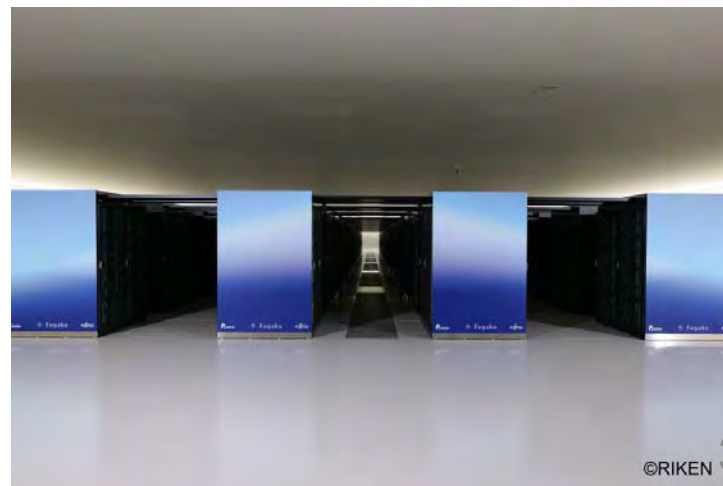
【国費総額】

約**1,100億円**

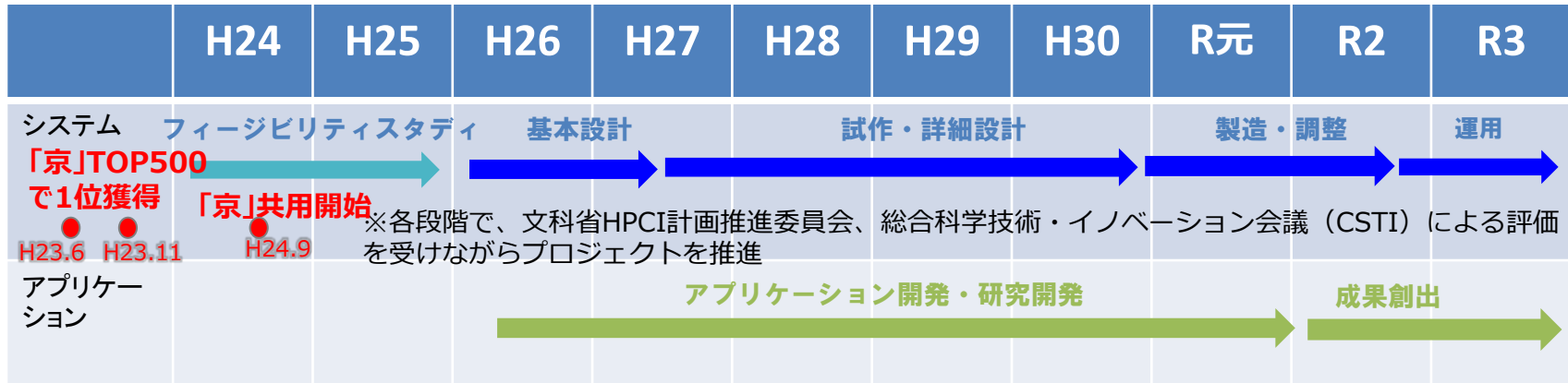
- 令和2年4月より、**新型コロナウイルス感染症対応で緊急的利用**。
当初予定を前倒し、**令和3年3月9日に共用開始**。



スパコンランキング（TOP500,HPCG,HPL-AI,Graph500）において、
TOP500、HPL-AIは4期（2020.6～2021.11）連続1位を、
HPCG、Graph500は6期（2020.6～2022.11）連続1位を獲得



「富岳」の開発経緯



- **H30年11月** 総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）における中間評価
「製造・設置を遅延なく推進していくことが適当」 → **製造段階へ**
- **R元年12月** 富士通工場（石川県かほく市）から理化学研究所計算科学研究センター（神戸市）に**ラックの出荷開始**
⇒R2年4月～コロナ対策のための緊急的利用
- **R2年5月** **全432ラックの搬入終了**
⇒R2年6月 スパコンランキング4部門で1位
- **R2年7月** 「富岳」利活用の基本方針策定、**試行的利用の公募開始**
- **R2年8月** **R3年度利用課題公募開始**

⇒当初予定を前倒して、**令和3年3月9日共用開始**

スーパーコンピュータ「富岳」の概要

概要

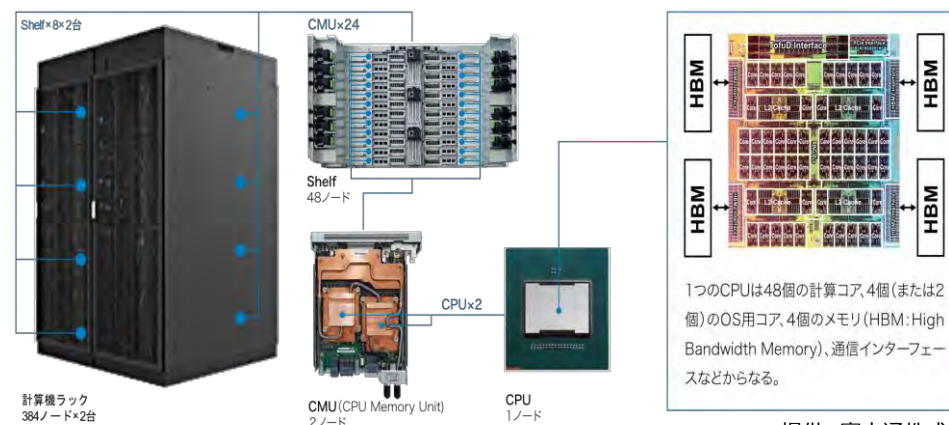
■ 性能

- ピーク性能は、537ペタフロップス
- アプリケーション実効性能は、最大「京」の100倍以上
- HPL-AI性能で世界初のエクサ越えを達成
半年後に2.0Eflopsに到達
- TOP500、HPL-AIにて4期連続1位獲得（2020年6月～2021年11月）
- HPCG、Graph500にて6期連続1位獲得（2020年6月～2022年11月）
※TOP500では2位、HPL-AIでは3位

■ 特徴

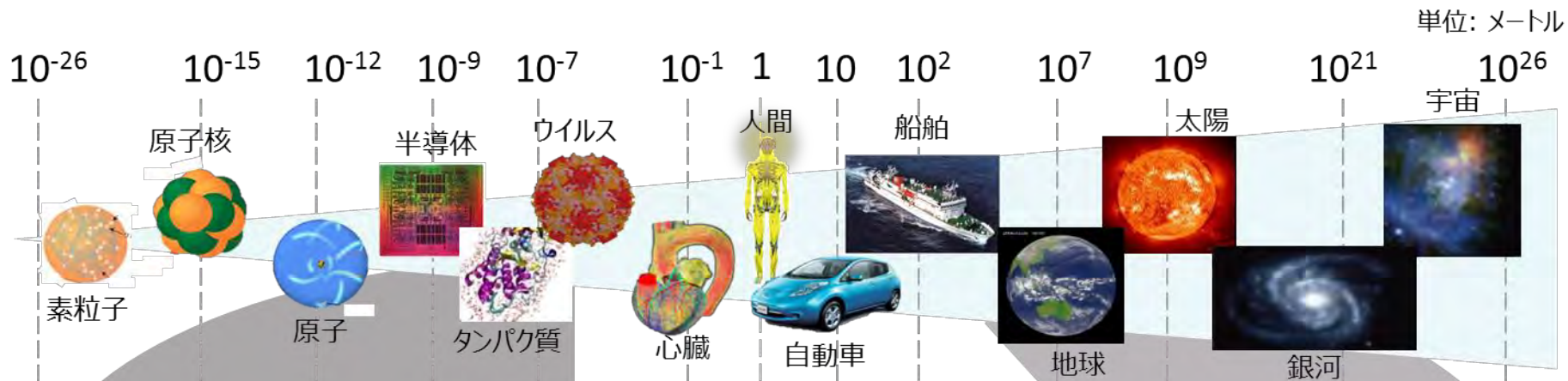
- 高速で省電力性に優れた汎用CPU構成
 - Armのスパコン向け命令セットSVEを世界初実装
 - 京の4倍の処理能力を持つ演算器（512bit SIMD）
 - AIで活用されている半精度演算（FP16）を実装
- 高速な積層メモリ HBM2（汎用CPUでは世界初）
- 6次元メッシュ/トーラス結合のTofuインタコネクTDによる大規模並列処理時のノード間高速データ転送
- 3階層の階層化ストレージ構成
第1階層(SSD)はバッファークャッシュとし、アプリケーションからの高速アクセス
- 世界トップクラスの優れた電力性能Green500：9位（2020年6月）
- Armアーキテクチャを採用したCPU（A64FX）

富岳の外観



提供：富士通株式会社

「富岳」で実現できること



Real
× ⇒ Society 5.0
Cyber



健康長寿社会の実現

高速・高精度な創薬シミュレーションの実現による新薬開発加速化

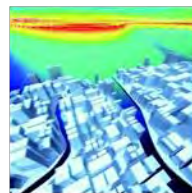


医療ビッグデータ解析と生体シミュレーションによる病気の早期発見と予防医療の支援の実現



防災・環境問題

気象ビッグデータ解析により、竜巻や豪雨を的確に予測



地震の揺れ・津波の進入・市民の避難経路をメートル単位でシミュレーション

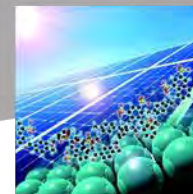


エネルギー問題

太陽電池や燃料電池の低コスト・高性能化や人工光合成、メタンハイドレートからメタン回収を実現

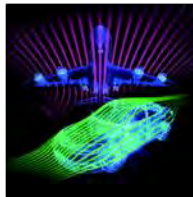


電気自動車のモーターや発電機のための永久磁石を省レアメタル化で実現



産業競争力の強化

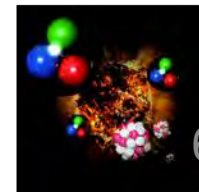
次世代産業を支える新デバイスや材料の創成の加速化



飛行機や自動車の実機試験を一部代替し、開発期間・コストを大幅に削減

基礎科学の発展

宇宙でいつどのように物質が創られたのかなど、科学の根源的な問いへの挑戦



「富岳」を含むHPCIスパコンを利用した企業

HPCIを利用した
企業数（累計）

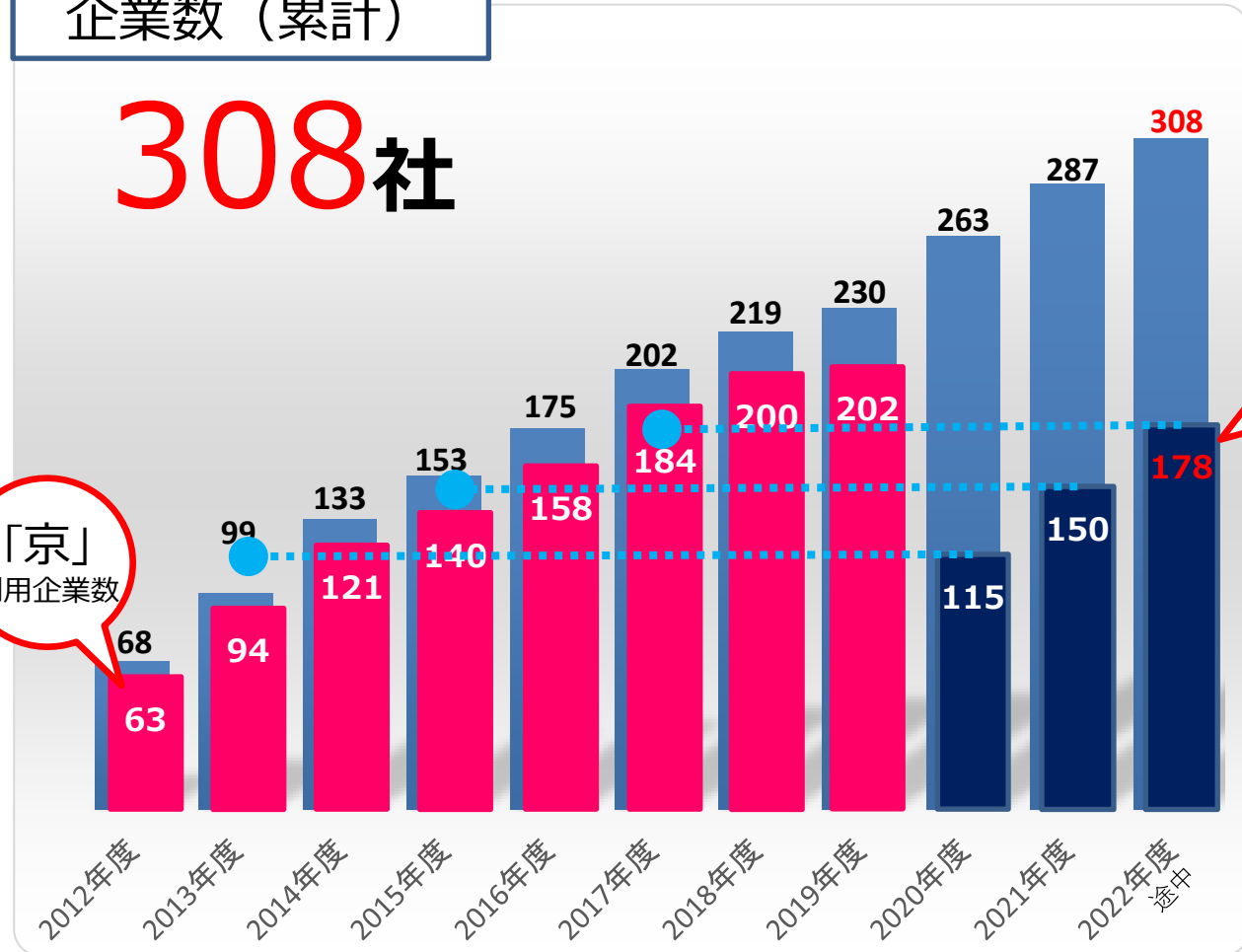
308社

企業による
「富岳」の課題数

124課題
（「富岳」産業課題の採択数）

「京」
利用企業数

「富岳」
利用企業数



	2020年度	2021年度	2022年度 (途中)
申請	27	51	50
採択	27	49	48

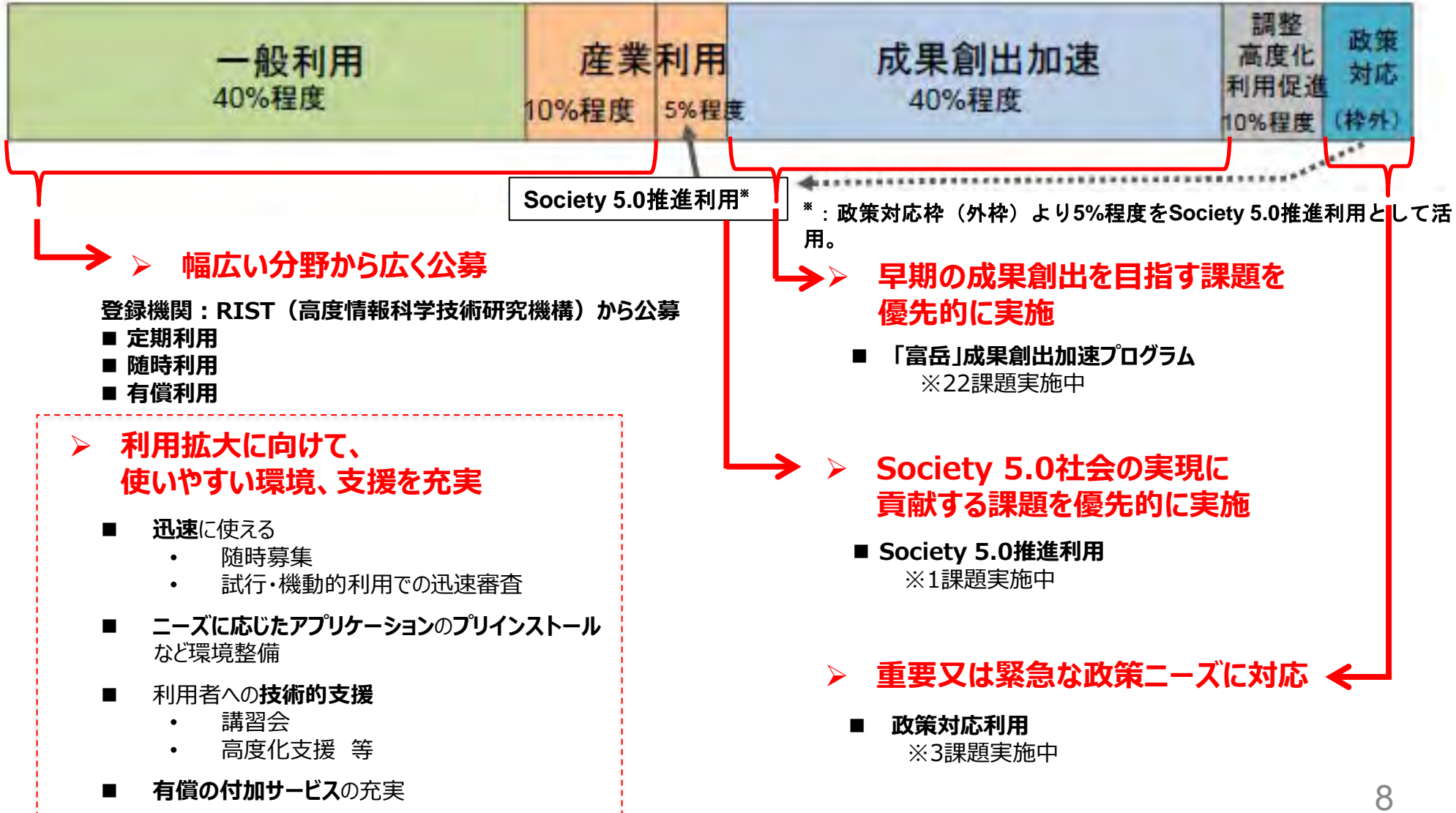
「富岳」産業課題の
申請・採択数

RISTの公募制度で、「富岳」を含むHPCIを利用した企業数(累積)

※2022年 10月末時点

「富岳」の利用

- 「富岳」の計算資源配分の考え方 (R.2.7.17通知「スーパーコンピュータ「富岳」利活用促進の基本方針」より)



R4年度 「富岳」政策対応枠とSociety 5.0推進利用課題

「富岳」政策対応枠の利用課題

府省庁名	提案課題名	政策的背景（申請書より抜粋）	利用開始時期
内閣官房 新型コロナウイルス等 感染症対策推進室	経済活動と感染拡大 防止の両立の実現のた めの「飛沫シミュレーシ ョン」の実施	○本事業は、これまでも <u>政府の新型コロナウイルス感染症 対策分科会等に対するインプット</u> を行っており、イベント開催 制限等のあり方の検討、 <u>国民へマスクや換気等の基本的 感染対策の呼びかけを行う上での科学的知見</u> として活用さ れてきたところ、新型コロナウイルス感染症への対策を検討 していく上で、当課題は引き続き重要	R3.7～
気象庁情報基盤部数 値予報課	豪雨防災、台風防災 に資する数値予報モデ ル開発	○ <u>線状降水帯や台風による被害</u> は近年、毎年のように発 生しており、 <u>その予測精度の向上は喫緊の課題</u> 。特に <u>線状 降水帯については、住民の事前の避難行動</u> につなげること が重要。予測技術の開発等を早急に進めるため、「富岳」 を利用	R3.8～ (R4.6～R4.10 はリアルタイムシミュ レーションの実施な どにより拡張)
内閣府政策統括官 (防災担当) 付参事 官 (調査・企画担 当)	相模トラフ沿いの巨大 地震に伴う長周期地震 動による影響の評価	○ <u>相模トラフ沿いの巨大地震</u> は、数百年単位の周期性を 持って発生しており、その <u>防災・減災対策が進められている ところ</u> ○長周期地震動対策については、高層建築物等への被 害等が懸念されることから、その <u>影響の評価と対策の検討</u> が喫緊の課題	R3.8～

Society 5.0推進利用課題


提案者名	提案課題名	提案課題の概要	利用開始時期
一般社団法人ライフイ ンテリジェンスコンソーシ アム (LINC)	「富岳」を基軸とした創 薬 DX プラットフォームの 構築	○「HPC/AI 創薬プラットフォーム構築」、「超大量仮想ス クリーニング」及び「大規模ネットワークデータベース」を「富 岳」を中核として充実することにより、 <u>将来的に創薬の研究 開発に利活用できる創薬 DX プラットフォームを構築・運 用</u>	R4.7～

研究事例：「富岳」を利用したリアルタイム豪雨予測実験

(実施者：気象庁、実施時期：令和3年度～)
※線状降水帯予測は令和4年6月～10月実施

- 半日前からの線状降水帯の予測を改善していくため、「富岳」を活用して、開発中の予報モデル（解像度1km）による18時間先までのリアルタイムシミュレーション実験を実施した。
- 実験結果は令和4年出水期をかけて検証し、予測精度向上につなげた。
- リアルタイムの実験結果は気象庁の予報作業でも参照した。

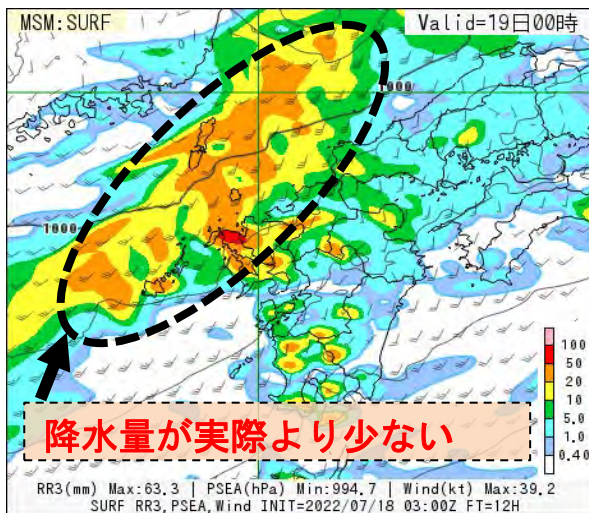
半日前からの予測情報の提供



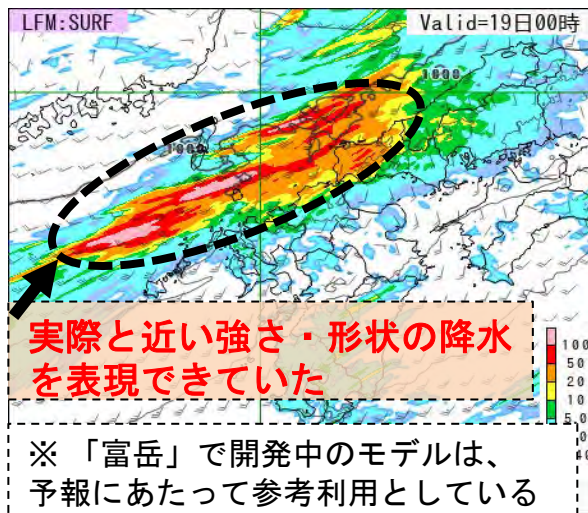
線状降水帯による大雨について、
早めの避難につなげるため、たとえば、
「半日後に、九州北部で発生」といった
予測を開始。

令和4年6月1日提供開始

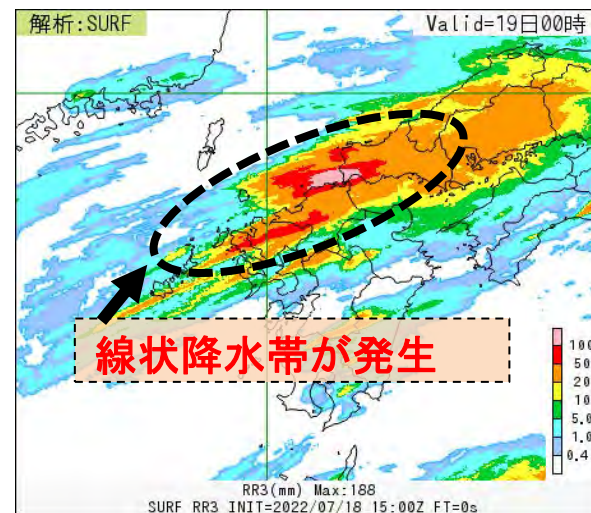
気象庁スパコンによる予測 (12時間前からの予測)



「富岳」での実験による予測 (12時間前からの予測)



実際の降水 (観測)



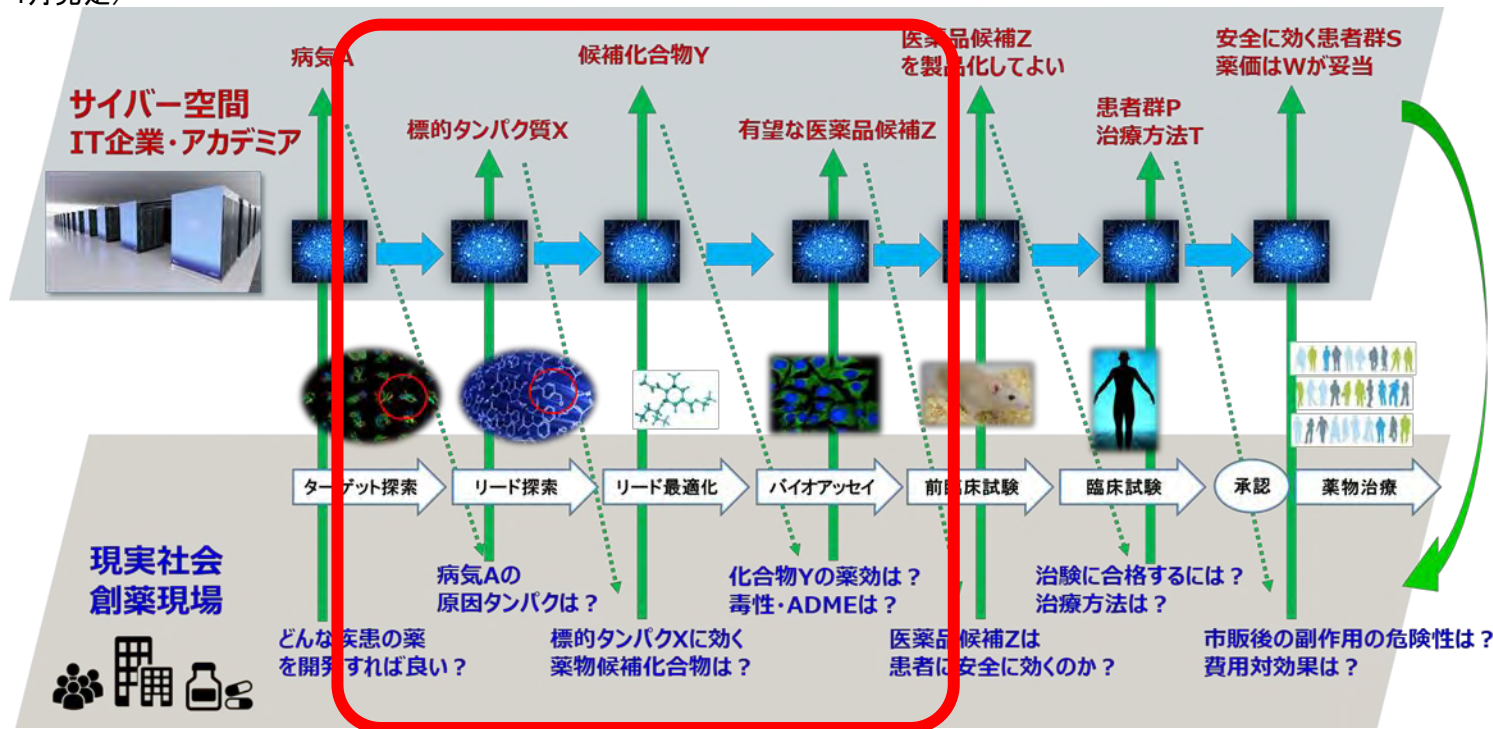
✓ 頻発する線状降水帯による大雨災害の被害軽減を目指す

研究事例：「富岳」を基軸とした創薬DXプラットフォームの構築

(実施者：一般社団法人ライフインテリジェンスコンソーシアム※
実施時期：令和4年7月～)

- ライフインテリジェンスコンソーシアム、理化学研究所、京都大学、医薬基盤・健康・栄養研究所で開発済/中のAI・HPC技術を「富岳」に実装し、「HPC/AI駆動型創薬プラットフォーム」を構築し、サービス化を目指した試験研究を行う。
- 製薬企業等のライフ系企業・アカデミアにおいて必要な創薬知識データベース（創薬DB）を構築する。

※一般社団法人ライフインテリジェンスコンソーシアム：理化学研究所、京都大学、医薬基盤・健康・栄養研究所を中心とするアカデミアのコーディネートのもと、製薬企業を中心とするライフサイエンス系企業、IT企業が多数参画する産学連携のDX推進を目指すコンソーシアム。
(2021年4月発足)



✓ 「富岳」で開発したプラットフォームにより、医薬品開発の超効率化を目指す

「富岳」による次世代人材育成

「はじめてのプログラミング」講習会・出前授業

中学生・高校生・高専生を対象に希望者を募集。
プログラムの講義・作成、富岳でのデモンストレーション。



SuperCon×「富岳」

高校生・高専生が参加するスーパーコンピューティングコンテストの本選を「富岳」で実施。20チーム（1チームあたり2～3名）が参加。
優勝チームに文部科学大臣賞を交付。



スパコン体験塾

「富岳」の紹介、実機の見学、「富岳」を用いたプログラミング実習。



高校生の個別利用

SSHの高校生など、「パソコンだと不十分でスパコンを利用したい」との希望に対し、個別に支援。
（教育委員会等と協力し、広く周知）



背景

- ◆ データ駆動型科学が重要視される中で、シミュレーションやAI 等が連携した研究の重要性がより一層高まっている。さらに、世界的にも研究活動のデジタルトランスフォーメーション（研究DX）の必要性が高まっている。
- ◆ スーパーコンピュータのみならず、データセンターからエッジコンピューティング、それらを繋ぐネットワーク等、様々な形態の社会情報基盤がますます重要となっており、また、これらの基幹技術を自国で保有することは経済安全保障の観点からも重要である。
- ◆ これらの情勢を踏まえると、ポスト「富岳」時代の次世代計算基盤を、国として戦略的に整備することは必要不可欠である。

次世代計算基盤検討部会 中間まとめ（令和3年8月）

◆ 次世代計算基盤検討の留意事項

技術動向や周辺状況が急速に進化・変化

ムーアの法則の終焉等、関連技術が転換期にある、性能の向上に伴い要求される電力量も増大

⇒ 半導体やネットワーク等国内外の周辺技術動向や

利用側のニーズの調査、要素技術の研究開発等

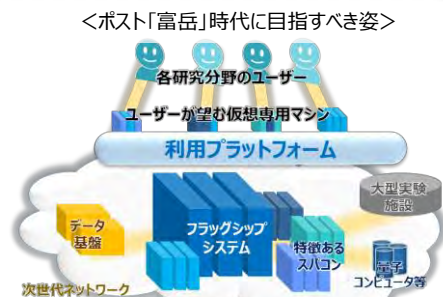
必要な調査研究を行い、多角的な検討が必要。



◆ 次世代計算基盤の在り方

次期「フラッグシップシステム」及び国内の主要な計算基盤、データ基盤、ネットワークが一体的に運用され、総体として持続的に機能する基盤

⇒ 調査研究（FS）を通じ、技術的課題や制約要因を抽出しつつ、実現可能なシステム等の選択肢を提案



次世代計算基盤に係る調査研究

◆ 具体的には以下の取組を実施。

- ・ **要素技術の研究開発**（併せて、我が国として独自に開発・維持すべき技術を特定）
- ・ **評価指標**の検討（例：演算性能、電力性能比、I/O性能、コスト、運用可能性、生産性（アプリ開発のしやすさ）、商用展開・技術展開、カーボンニュートラルへの対応 等）
- ・ **技術的課題や制約要因**の抽出 等

◆ 実施期間：令和4年度～令和5年度 ※令和6年度以降の取組は、調査研究の進捗を踏まえ検討

令和5年度取組：システム候補の性能評価、アプリケーションのコデザイン、新たな計算原理を適用すべき領域・分野の検討、多様な計算基盤の一体的運用、これらにおいて必要な要素技術の研究開発 等

令和4年度取組：技術や利用分野の動向調査、評価項目・手法の検討 等

<FS実施体制（概略）>

