

富岳クラウドの利用

試行的実施の成果と課題

2022年3月16日 HPCI計画推進委員会

国立研究開発法人理化学研究所
計算科学研究センター
センター長 松岡 聡

サマリ

● 得られた成果

- 「クラウド的利用」の共同研究公募に対し、11社の民間事業者が応募・参加した
- 現時点で、**4つの新規利用サービス**が開発され、サービス実証フェーズにある
- 実証中のサービスは、利用拡大の観点で一定の効果が認められた
 - サービス利用者数：**109名（37社/機関 うち民間企業が35社）（3/4時点）**
 - 総利用ノード時間積：**約405万ノード・時（3/4時点）**
- 民間事業者を介した利用サービスは、現行の利用制度の範囲内でも一定程度実施可能であることがわかった
- 民間事業者およびサービス利用者へのヒアリングおよびアンケートから、「クラウド的利用」に対するニーズや、利用拡大の観点での現行の利用制度における改善点が明らかとなった

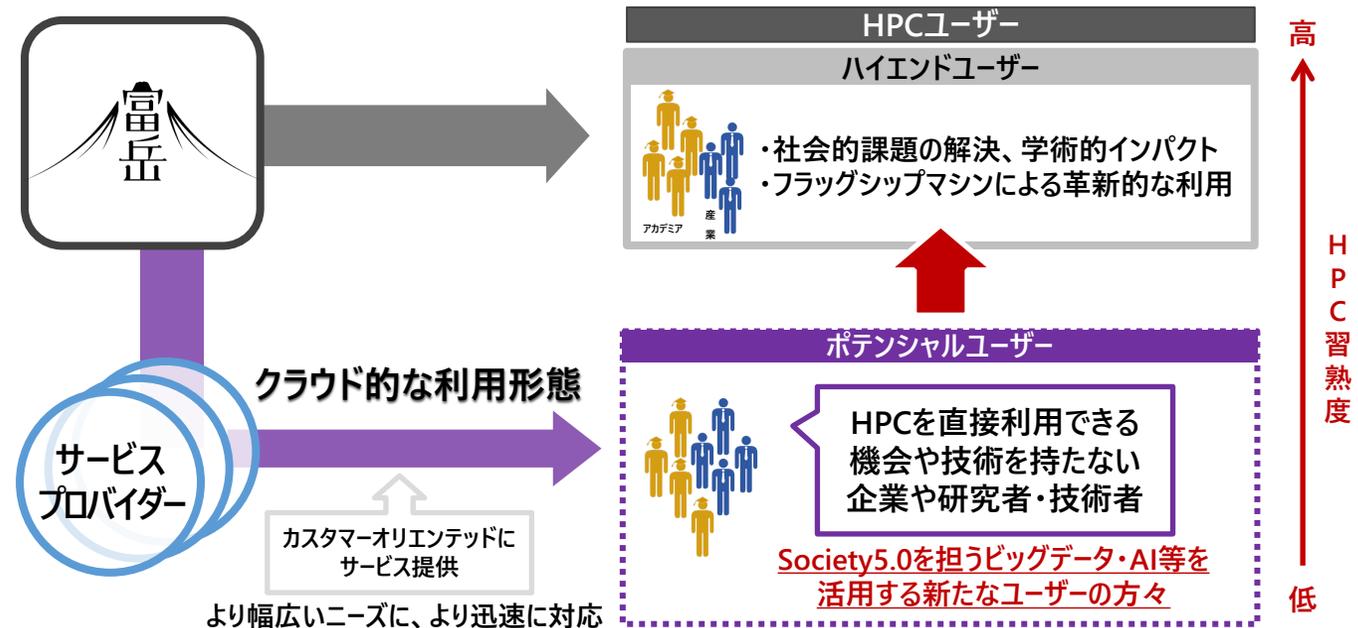
● 今後の課題

- 現行の利用制度の範囲内での「SaaS利用」の展開
- 民間事業者およびサービスの利用者へのヒアリング・アンケートを踏まえた利用制度の改善
- 先端的技術の活用を含む富岳のクラウド機能の高度化に向けた継続的な技術開発

背景

ポスト「京」の利活用促進・成果創出加速に関するWG報告書

- 第5回ポスト「京」の利活用促進・成果創出加速に関するWG（2019年3月20日）にて利活用促進について議論。
- 民間サービスプロバイダーと連携しユーザーの利用環境の向上に資する「クラウド的な利用形態」について、新たな制度設計の必要性を判断することとなった。
- まずは理研が、適正かつ効果的な運用を実施するための運用ノウハウを、民間事業者から獲得しつつ、調整・高度化・利用拡大枠の中で試行的に実施することとなった。



民間事業者を活用することで計算資源の利用までの時間を短縮し、また最新の利用環境が随時アップデートされることでユーザーの利用環境の向上に資する、いわゆる「クラウド的な利用形態」については、近年、世界の HPC 利用者の多くが利用し、国内の大規模スーパーコンピュータセンター等でも導入事例があり、ユーザーの拡大や利便性向上に資すると考えられることから、ポスト「京」においてもこれを可能とする意義は認められる。まずは、ポスト「京」の運用主体である理化学研究所が、④（＝調整・高度化・利用拡大枠）の一部として試行的に実施し、運用主体としての責任の下で、適正かつ効果的な運用を実施するための運用ノウハウを、民間事業者から獲得しつつ、ユーザーの声や利用実態も踏まえて、新たな制度設計の必要性を判断することが適当である。

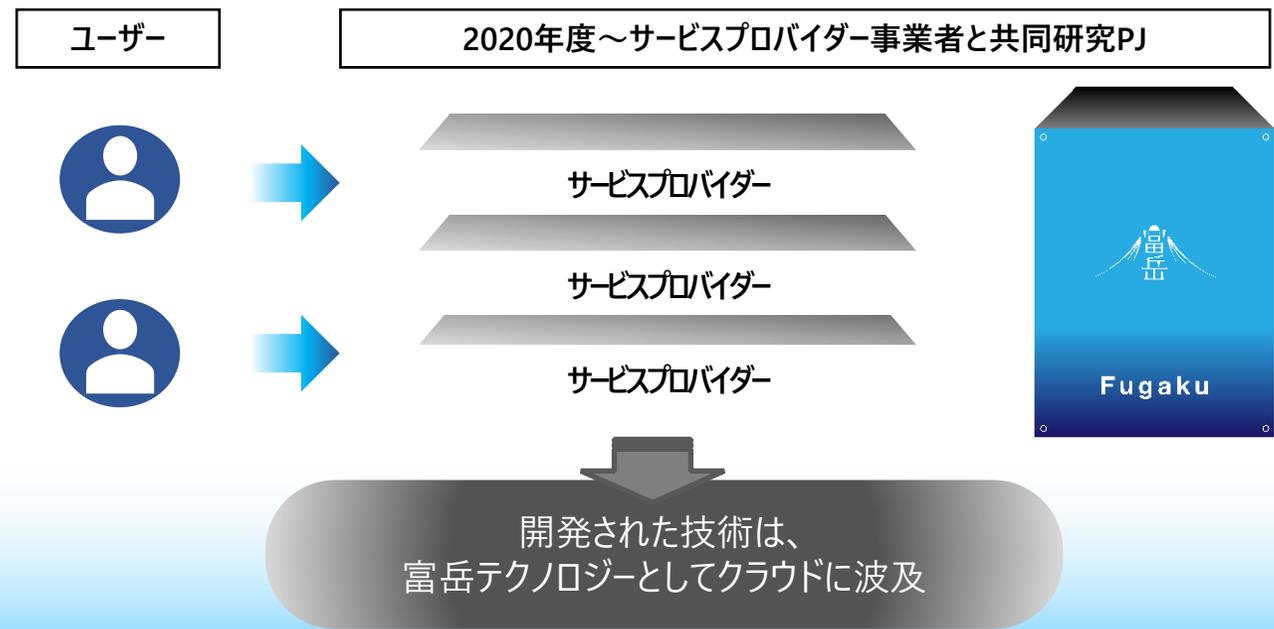
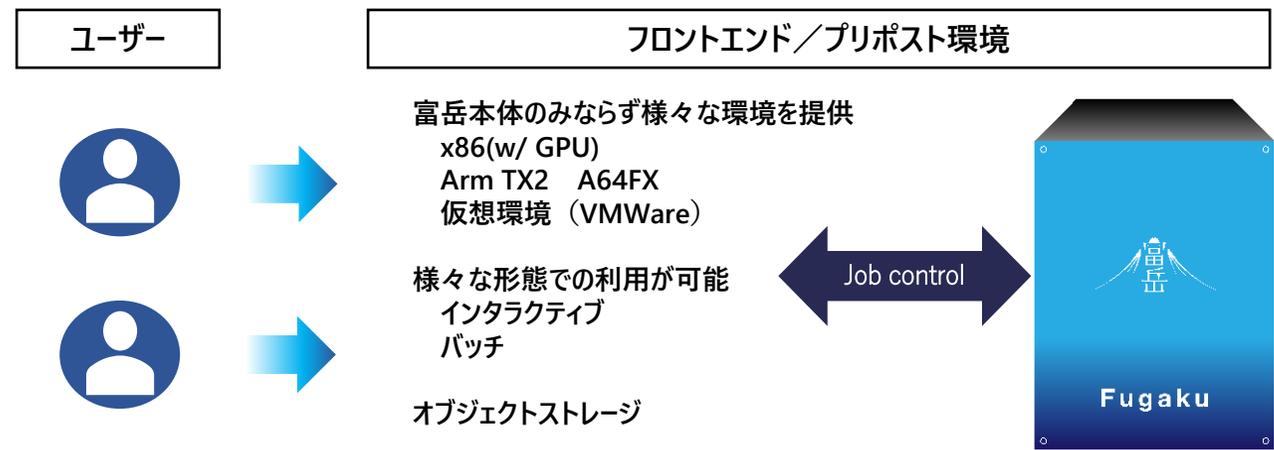
「富岳」のクラウド機能とクラウド的サービス

全ユーザーに提供するクラウド標準機能

- REST APIとVPNを用いたシームレスでセキュアなアクセス
- コンテナ技術を用いた仮想環境
- SINETを用いた広帯域なインターネットとの接続
- 富岳第2階層ストレージへの多様なアクセス方法の提供
- SINETクラウド接続サービスを用いたパブリッククラウドとの直接接続

クラウド機能を活用した利用サービス群 (“クラウド的”サービス)

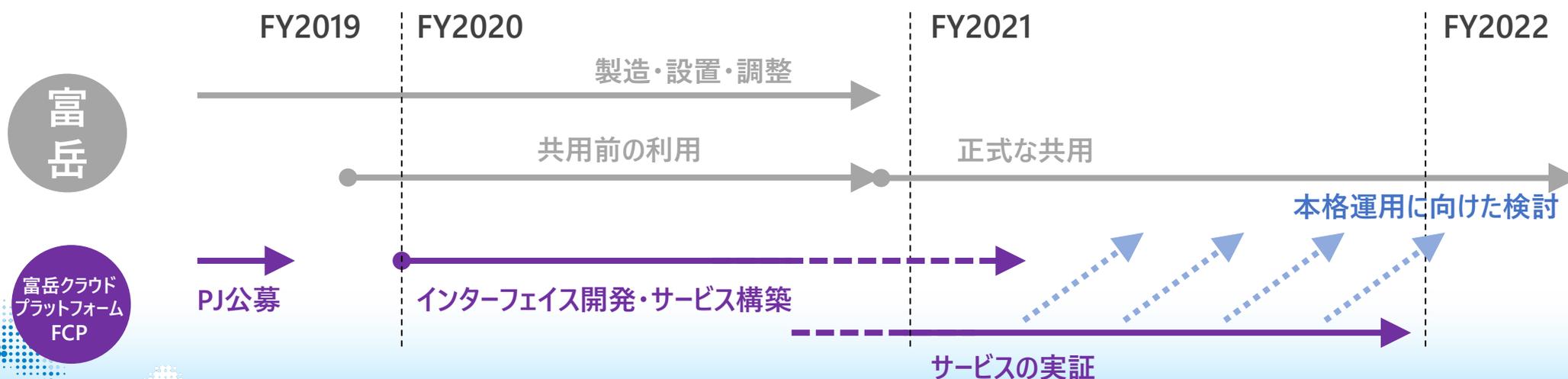
- より使いやすく多様なサービスを提供
- 実現のためにサービスプロバイダ事業者と共同研究プロジェクトを実施
- 各事業者がバリューアッドなサービスを実証実験として展開。需要が見込めるサービスについては、富岳の正式サービス化を目指す
- 開発された技術は、富岳テクノロジーとしてクラウドに波及



2020年 共同研究プロジェクトを開始

- 2019年11月～2020年1月にかけて共同研究プロジェクト*¹を公募
- 2020年に**7プロジェクト（9事業者）**を共同研究プロジェクトとして開始。その後、**2プロジェクト（2事業者）**が追加募集を経て参加し、**計9プロジェクト（11事業者）**を実施
- 早期の本格運用を目指し、共同研究プロジェクト下でサービスを実証実験（以下「サービス実証」）として提供
 - 高度化・利用拡大枠の資源を活用
 - 民間事業者→理研は無償、サービス利用者→民間事業者は有償も可
（サービス実証に至った民間事業者のうち1社は有償でサービス提供）

*1 共同研究契約や覚書等による研究開発連携



本取り組みにおける“クラウド的”サービスの分類

- 試行的実施では**多様なサービスを対象に実現性を検討**
- “クラウド的”なサービスは大きく分けて**3タイプ**（複数のタイプに跨ることも）
- 各タイプにおいてサービス開発を実施
- **ユーザーサポートタイプとアプリケーションサービスタイプの一部で実際にサービスが提供可能に**

コンサル型サービス

ユーザーサポート

- ・ ユーザー支援（申請サポート・利用サポート）
- ・ 代理店機能
- ・ 課金と利用料徴収



SaaS型サービス

アプリケーションサービス

- ・ アプリケーションの提供
- ・ アプリケーション利用に関するサポート



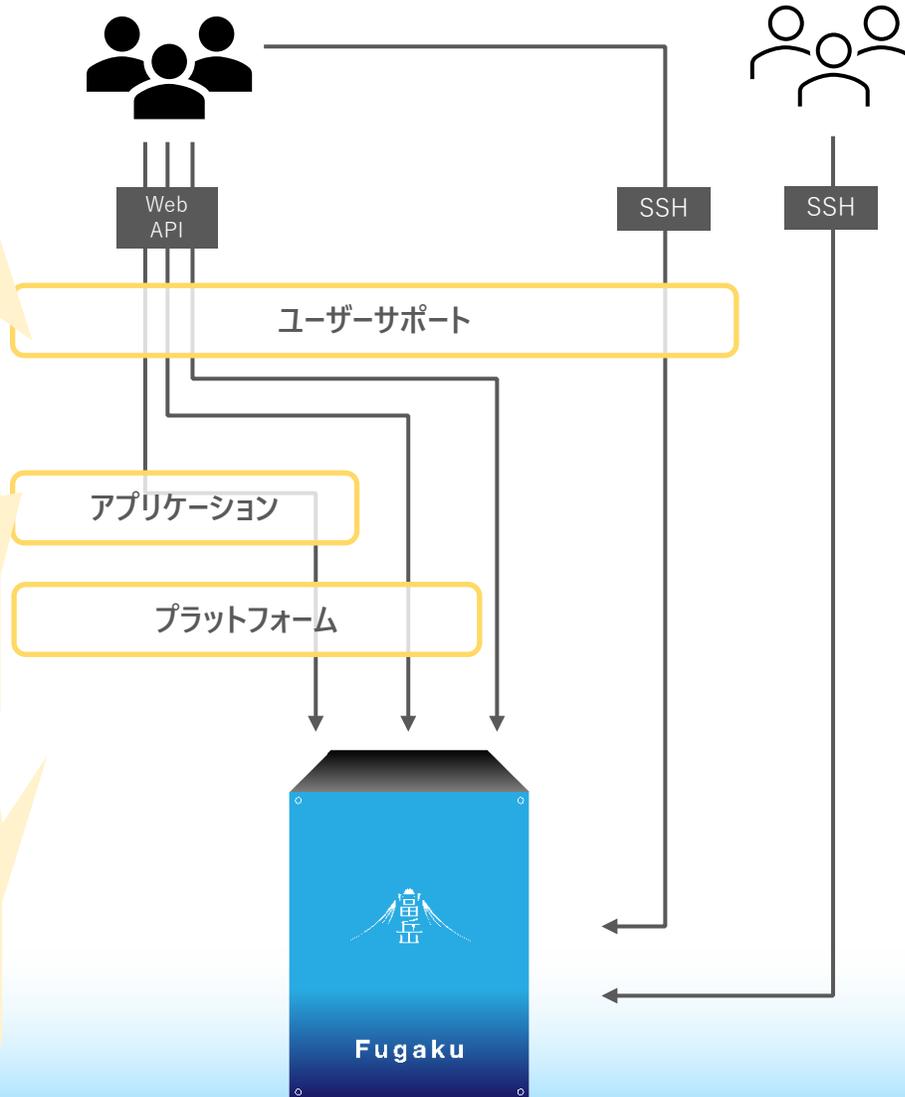
プラットフォームサービス

- ・ ジョブスケジューラやクラスタツール等のユーザーアクセスプラットフォームの提供
- ・ 課金と利用料徴収



クラウド的利用サービス利用者

一般利用者



事業者を通じて見えてきたユーザーの期待・ニーズ

各事業者に寄せられるユーザーの期待はサービスタイプごとに傾向・特色が。

専門知識やノウハウ、技術が無くとも利用できる高性能計算環境が求められている点は共通。

ユーザーサポートへの期待・ニーズ

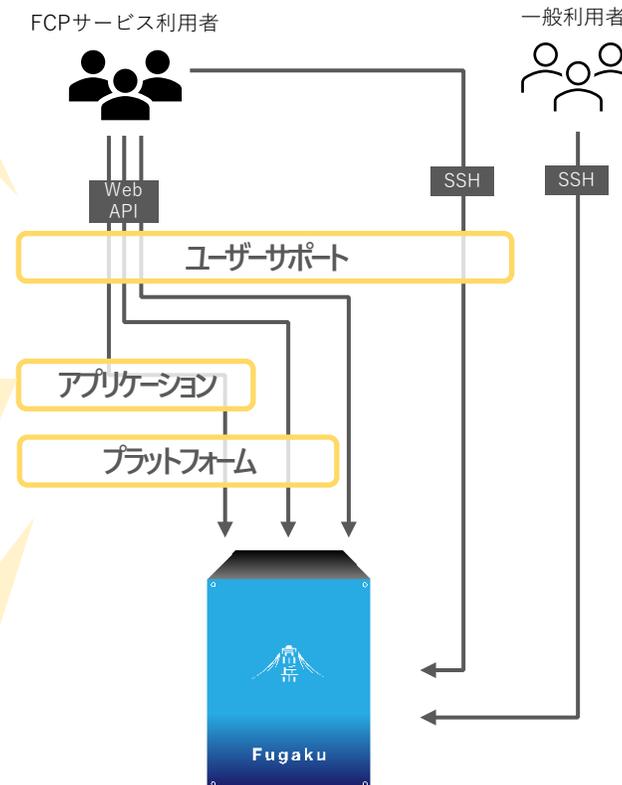
- 手続き等をお願いすることができれば利用開始までの準備等の負担が軽減される。利用検討時からのサポートにより障壁なく利用が開始できる。支払い方法を事業者経由にできればさらに利用しやすい。(FOCUS)

アプリケーションサービスへの期待・ニーズ

- Gaussian + GRRM + データベース + 可視化まで一連のサービスとしてサポートされ、企業の研究開発現場に必要なより実用に近い結果を得ることができる。化学反応の大規模予測によるDB構築や、分子構造の探索など、利用企業単独では成し得ない富岳の性能の活用にも期待。(HPCシステムズ)
- 電磁波解析ソリューションPoyntingの高並列計算とテクニカルサポートにより、「富岳」上では1兆格子を超える大規模問題を高速に解析する事が可能になり、これまでは実現できなかった次世代の通信やレーダーに用いる波長の短い電磁波の振る舞いの詳細な評価を実現出来る。(富士通)

プラットフォームサービスへの期待・ニーズ

- 富岳が製品の設計・開発工程におけるCAE解析業務に使えるのであれば利用したい。富岳の圧倒的な計算能力により、CAE解析業務の高度化・効率化やコストパフォーマンスの改善、ひいては製品開発競争力の強化への期待がある。そのためには、非HPC専門家にも使いやすくCAE解析業務に集中できる環境の提供、広範なISVアプリへの対応、簡便で簡素な利用開始・終了手続き、柔軟なアカウント管理などが富岳において可能になることを期待する。(Rescale)
- AIデータ分析に代表されるワークフローでは、大規模データの運用とそれを高速学習する大規模演算環境が必要。実行者であるデータ分析者はスパコン環境の利用の知識が無いのでクラウドサービス化することでその利用の可能性が大きく広がる。(エクストリームD)



<参考> ポテンシャルユーザーへのヒアリングでは以下のようなコメントも (理研・RIST・文科省によるポテンシャルユーザー対応WG)

- 社内ではLinux等に対する技術者不足は否めない。特定のアプリケーションをWindowsUIでそのまま「富岳」で利用できる等、意識しない中で裏で「富岳」が動いているような作りになると、本業にも専念でき、多くの利用者が障壁なく参加できると考える。
- 必要時にインスタンスを確保できるのがよい。マネジメントとしては、AI環境を自分たちで作るのは大変なのでクラウド側で用意されるとありがたい。
- 最新技術のソフトを提供するだけでなく、サービスを提供することは素晴らしいこと。特定のアプリケーションを初めて研究者に使わせるにはサポート体制が重要。ソフトを広めるには使い方のサポートが必要であり、他ソフトとの連携でもソフトを渡すだけでなくサポートが必要。

現行の利用制度から見た“クラウドの利用”

- 以下の条件を満たせば、高度化・利用拡大枠（以下、高度化枠）以外の枠（RISTが公募・選定する枠（以下、RIST枠）、政策対応枠、Society5.0枠）においても、民間事業者が提供するサービスを展開することは可能とわかった
 - サービス利用者と民間事業者は共同で課題を申請
 - サービス利用者毎に富岳のアカウントを発行
 - SaaSを経由して富岳を利用する場合でも、サービス利用者が自らの富岳アカウントの権限ですべての操作（ジョブ実行等）を実行

計算資源枠とFCPのコラボレーション例

“機動的課題” “試行課題” × FCP

一般利用枠と産業利用枠で募集される小規模な資源量の課題。随時申込が可能。
（クラス100万NH/年、SSクラス10万NH/年）

FCPのサポートにより、
HPC習熟度の低いユーザーも利用可能に

“Society5.0推進枠” × FCP

Society5.0の実現により、社会的に重要な課題の解決に直接的に資する取組（AI、スマートシティ、リアルタイムデータ活用等）を、「富岳」の機能・性能の活用により推進

FCPの多様なサービスで
「富岳」の新しい活用を推進



“クラウド的利用”により 浮き彫りとなった制度的課題

“クラウド的利用”の有効性が実証された一方で、現行制度における課題がより浮き彫りに。

- 課題メンバーが追加できないため、テーマ毎に課題申請が必要
 - 民間事業者向けの課題を新設できないか
- 試行利用でも利用手続き（課題申請書、利用報告書）が煩雑
 - ファーストタッチオプションで部分的に緩和される可能性あり
- 有償であっても課題代表者名、所属機関名、配分ノード時間数、公開用課題名（課題終了後）等が公表される
 - 他サイトの有償利用の事例を参考に改善できる点がないか検討できないか
 - 東京工業大 : 所属機関名のみ
 - SPring-8/SACLA : 富岳と同様
 - 東大 : 共同研究契約と成果公開が前提
- 「富岳」を利用する際の要件である研究開発要素の範囲が不明確
 - 事例を挙げるなど、ガイドライン的なものを示すことができないか

社会的インパクトと富岳テクノロジーの伝播

● Webメディア・SNS等で話題に 製造業を中心に期待感

- 関連ニュースのWebメディア取扱い件数7件、Twitter関連ツイート50件超
- Rescale参画に関するインパクトは特に大きい
 - 共同研究プロジェクトの実施を決定した2020/1~2022/1/13の集計
 - 参考値：同期間での富岳「試行課題」のメディア取扱い件数は2件

● 富岳テクノロジーの伝播

- エクストリームDと富士通が、主に「富岳」用に開発された深層学習向けライブラリの普及を目指し、PRIMEHPCに関し技術連携
- HPCシステムズから企業・学術機関にPRIMEHPC FX700を始めとする「富岳」系列マシンを導入（例：東京大学 素粒子物理国際研究センター）

民間事業者主導による発信力は大

上記の他、参加事業者より「本プロジェクトの参加が次の事業展開に好影響を与えている」というコメントがあることから富岳テクノロジーの波及の兆し



サマリ

● 得られた成果

- 「クラウド的利用」の共同研究公募に対し、11社の民間事業者が応募・参加した
- 現時点で、**4つの新規利用サービス**が開発され、サービス実証フェーズにある
- 実証中のサービスは、利用拡大の観点で一定の効果が認められた
 - サービス利用者数：**109名**（**37社/機関** うち**民間企業が35社**）（**3/4時点**）
 - 総利用ノード時間積：**約405万ノード・時**（**3/4時点**）
- 民間事業者を介した利用サービスは、現行の利用制度の範囲内でも一定程度実施可能であることがわかった
- 民間事業者およびサービス利用者へのヒアリングおよびアンケートから、「クラウド的利用」に対するニーズや、利用拡大の観点での現行の利用制度における改善点が明らかとなった

● 今後の課題

- 現行の利用制度の範囲内での「SaaS利用」の展開
- 民間事業者およびサービスの利用者へのヒアリング・アンケートを踏まえた利用制度の改善
- 先端的技術の活用を含む富岳のクラウド機能の高度化に向けた継続的な技術開発

以下参考

「富岳」のクラウド的利用の取り組みの目的

- 富岳がSociety5.0の実現のためのプラットフォームとして機能するために、クラウド機能とそれを活用した多様な利用サービスの開発と展開を推進

CSTI中間評価:Society5.0におけるポスト京を含むスパコン技術の位置づけ

- 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
Society5.0において、シミュレーションによる社会的課題の解決や人工知能（AI）開発及び情報の流通・処理に関する技術開発を加速するためには、スーパーコンピュータ等の情報基盤技術が必要不可欠

・第5期科学技術基本計画（平成28年度～平成32年度）の柱である「超スマート社会」（Society5.0）を世界に先駆けて実現するためには、新たな価値創造の基盤としてのスーパーコンピュータが必要不可欠

・〔1〕データ駆動型社会の共通インフラの整備

③ 研究生産性の向上

産学官連携を支え、生産性の飛躍的向上の基盤となる
高速電子計算機施設等の先端的な研究施設・設備の
整備・共用やポスト「京」の開発を進める

（未来投資戦略2018（平成30年6月15日閣議決定））

このためには富岳におけるA64fxやソフトウェア・アプリのHPC技術が、富岳に留まらず、クラウドにも大幅に波及し、エッジと接続してシミュレーション・AIを駆動することが重要

（文部科学省 中間評価）



<超スマート社会における人々の生活>

（出典：JST/CRDS 曾根純一上席フェロー講演資料）

クラウド的利用の取り組みにおける利用上の工夫

● 経緯

- 本取り組みは富岳共用前の2019年度に開始しており、一連の利用制度の改善に先駆けて実施され、成果の一部は富岳の利用制度の改善にフィードバック済
 - 例) 試行利用課題、ファーストタッチオプション

工夫した点	工夫した内容	富岳の通常課題との比較
申請／報告の簡素化	全体的な記載量の抑制、要求資源量の根拠不要、成果報告義務なし	富岳の試行利用課題の申請／報告フォーマットと比較しても軽量
複数の研究テーマをひとつの課題で実施可能	研究テーマに関わらず課題メンバーの追加が可能	研究体制の本質的な変更とならないことが確認できれば可（研究テーマに毎に課題申請が必要）
課題の再申請なしに資源量の追加が随時可能	高度化枠全体の利用状況を見つつ、柔軟に対応	1回に限り可能（一般／産業有償課題のみ）
サービス利用者の利用情報（課題内容、利用者名等）の取扱	非公表（ただし、統計処理後の情報のみ公表する場合あり）	有償利用であっても、課題番号、課題代表者名、所属機関名、配分ノード時間数等は公表

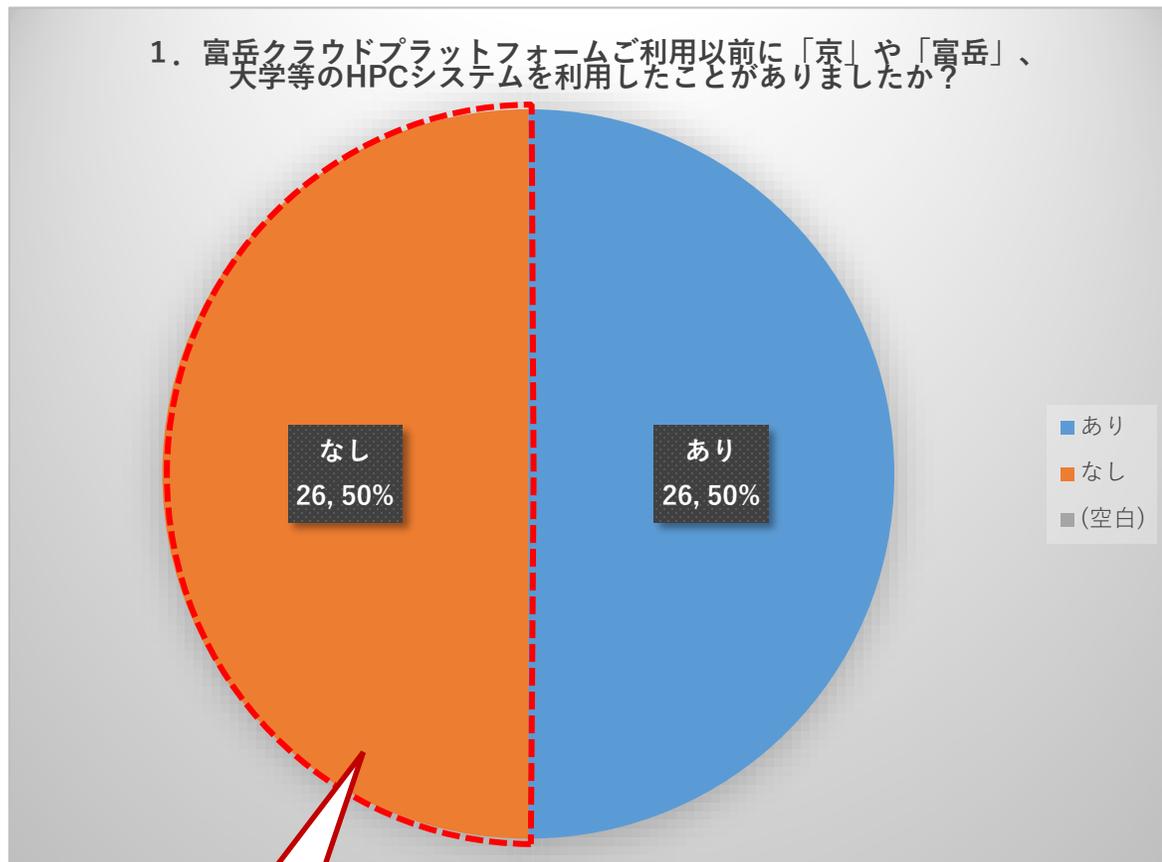
サービス実証結果の検証（対サービス利用者）

- 2021年11月末までの利用者84名を対象にアンケートを実施。うち52名(いずれも無償利用者)より回答。 回答期間：2021/12/6～2021/12/21 回答方法：WebフォームまたはWordファイル

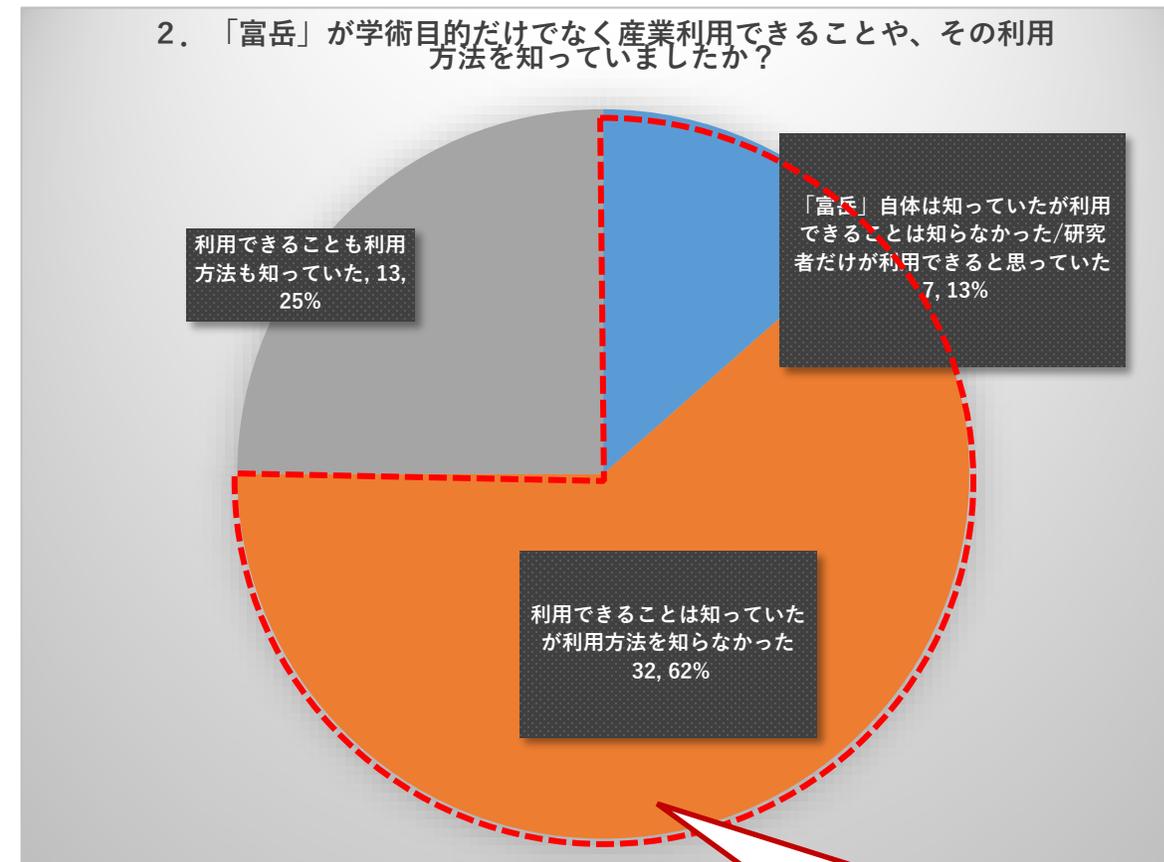
アンケート項目例	選択肢
富岳クラウドプラットフォームご利用以前に「京」や「富岳」、大学等のHPCシステムを利用したことがありますか？	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ（今回が初めての利用）
「富岳」が学術目的だけでなく産業利用できることや、その利用方法を知っていましたか？	<input type="checkbox"/> 「富岳」自体を知らなかった（サービスプロバイダーを通じて初めて知った） <input type="checkbox"/> 「富岳」自体は知っていたが利用できることは知らなかった/研究者だけが利用できると思っていた <input type="checkbox"/> 利用できることは知っていたが利用方法を知らなかった <input type="checkbox"/> 利用できることも利用方法も知っていた
普段どのような計算環境をお使いですか？	<input type="checkbox"/> 所属組織のPC/ワークステーション <input type="checkbox"/> 所属組織のHPCシステム/計算クラスタ/大規模サーバ <input type="checkbox"/> 公的機関（大学、国研等）のHPCシステム <input type="checkbox"/> 商用の計算資源提供サービス（AWS等の商用クラウド等） <input type="checkbox"/> 商用のアプリケーション利用サービス（Rescale等） <input type="checkbox"/> わからない
どのような目的・用途で富岳クラウドプラットフォームをご利用になりましたか？	<input type="checkbox"/> 料金の安さ <input type="checkbox"/> 課金形態や支払方法の柔軟性 <input type="checkbox"/> 必要なアプリが使えるか <input type="checkbox"/> マシン性能、計算規模 <input type="checkbox"/> セキュリティ <input type="checkbox"/> ユーザーサポート（ヘルプデスク対応・ドキュメント・チュートリアル） <input type="checkbox"/> その他
サービスプロバイダーによるサービスについて下記の2項目について評価してください。 ●利用開始までの手続き ●ユーザーサポート（質問対応等）	5段階評価
今後も「富岳」の計算資源の利用を希望しますか？	<input type="checkbox"/> 富岳クラウドプラットフォームを継続して利用したい <input type="checkbox"/> 富岳クラウドプラットフォームの今後の利用に向けて検討中 <input type="checkbox"/> 富岳は利用したいが富岳クラウドプラットフォームの利用は希望しない（自身で公的な登録機関に課題を申請して利用したい） <input type="checkbox"/> 富岳の利用を希望しない <input type="checkbox"/> 回答できない・わからない

サービス利用者アンケート結果 1 (新規ユーザーに対する効果)

- 回答者52名のうち26名(50%)がHPCI新規利用者。



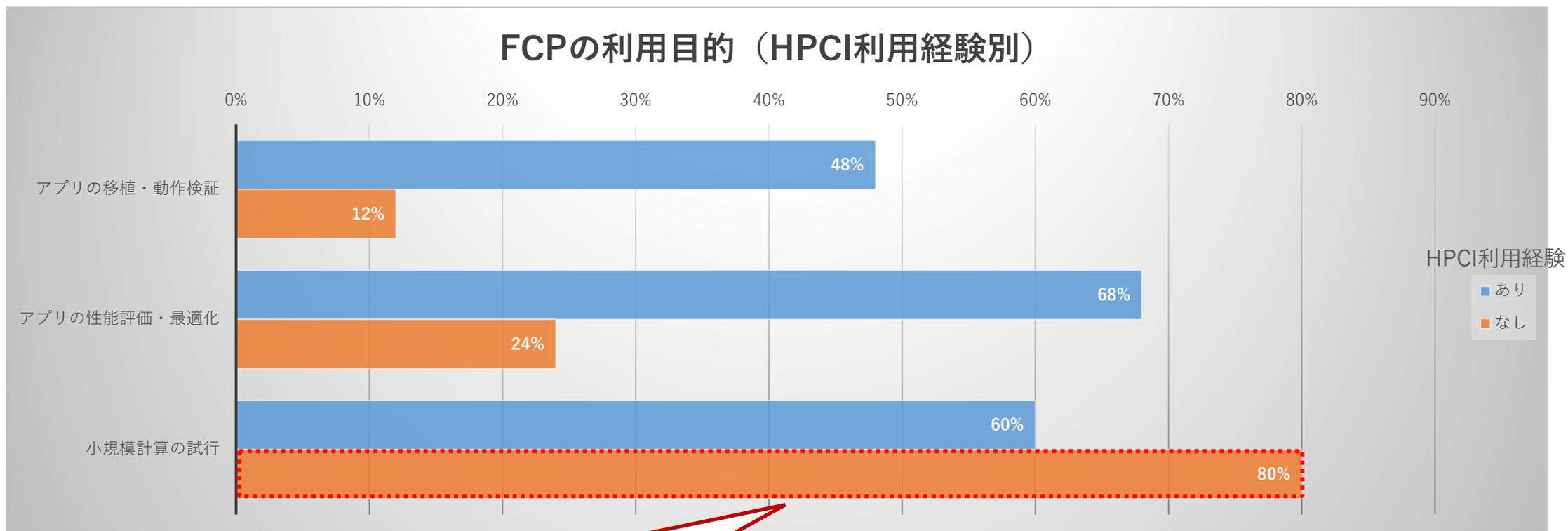
クラウド的利用による新規利用の増加
50%



クラウド的利用の周知拡大による増加
75%

サービス利用者アンケート結果 2 (クラウド的利用の利用目的)

- 新規ユーザーの利用目的は80%が「小規模計算の試行」と回答

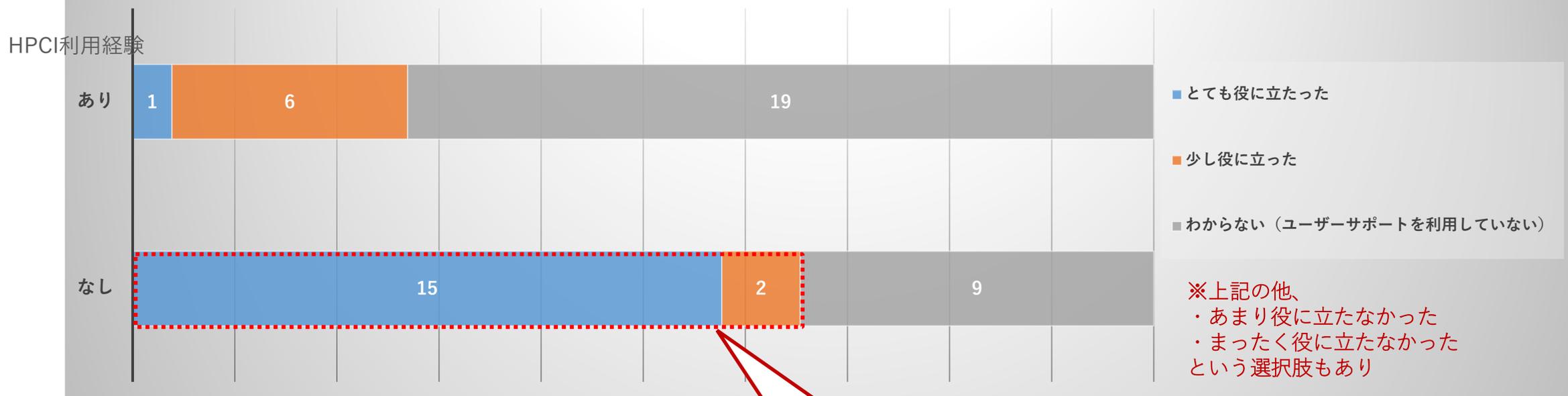


既存利用者の多くがアプリの評価や検証を目的としているのに対し、新規利用者の80%は小規模計算の試行が目的と回答。クラウド的利用やファーストタッチオプション等、目的を限定しない利用にニーズが。(現在の試行課題は「アプリケーションの動作検証や性能評価を試行する課題」に限定)

サービス利用者アンケート結果 3 (新規ユーザーに対する効果)

● 新規利用者には民間事業者のサポートが重要

民間事業者によるユーザーサポート (質問対応等) の評価

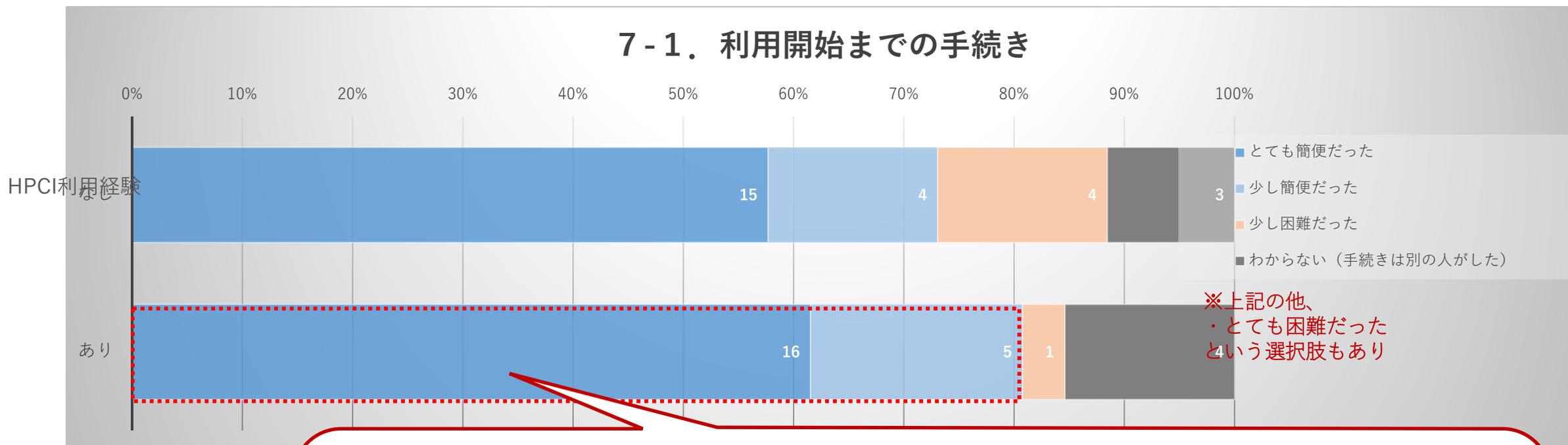


新規利用者の大半 (約65%) が民間事業者のサポートが役に立ったと回答
 クラウド的利用の良かった点として以下のような点が挙げられた。

- ・ 富岳利用法に関する講習会をonlineで開催してくれ、実際に使用する際に役に立った。
- ・ 手続き等をお願いすることができ、準備等が楽だった。運用開始までのサポートは素晴らしかったと思う。

サービス利用者アンケート結果 4 (既存ユーザーに対する効果)

- HPCI利用経験者からもサービスの利便性に対する評価が認められた



HPCI利用経験者の80%が利用開始までの手続きを簡便と評価。

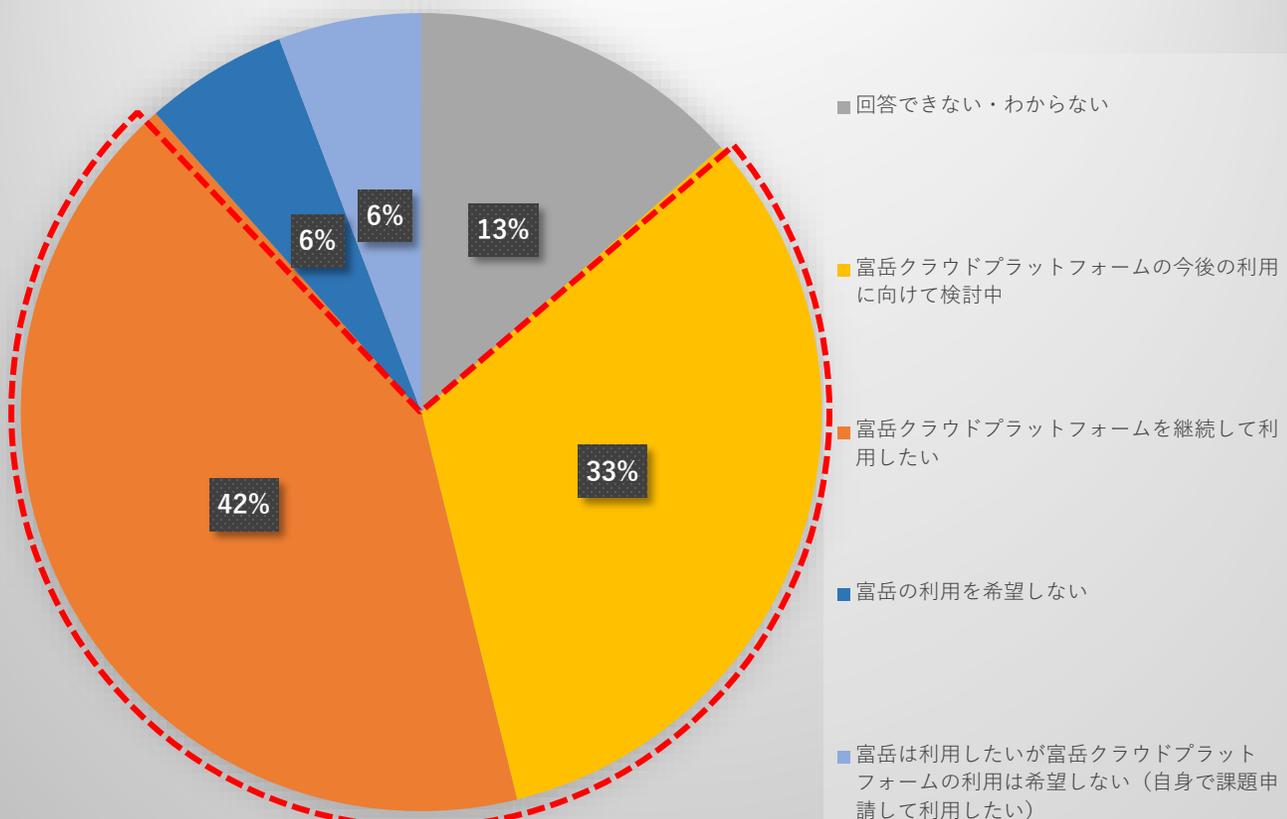
クラウド的利用の良かった点として以下のような点が挙げられた。

- ・ 社内でも取り扱う材料課題などの利用目的に関する文書提出を求められなかったため、自社内の法務手続きをクリアするのが非常に容易だった。(それらを求められた場合、利用自体が困難になることが多い。)
- ・ 計算規模や計算内容を気にすることなく、様々な計算を実行できる点
- ・ 気軽に試せたこと
- ・ 迅速な手続きで利用できる

サービス利用者アンケート結果 5 (継続利用の希望)

- 7割超のサービス利用者が継続利用に前向きな回答

13. 今後も「富岳」の計算資源の利用を希望しますか？



継続利用を希望・検討中 75%

- 利用情報を公開する必要がないため。支払い方法をプロバイダ経由にしてもらえるとさらに利用しやすい。
- 富岳の産業利用形態として、利用手続きや料金支払いが簡便な「クラウドプラットフォーム」が最適と思うため。
- 商用ソフトのライセンスを払って自身の会社のサーバーで計算するより、その分の費用をクラウドに回して富岳&フリーソフトで計算した方がコストパフォーマンスに優れると思われる為です。
- 自社保有のスパコンの性能を上回る規模の計算が必要となっているため。

富岳・FCPの利用を希望しない 12%

- 富岳については、有用である事がよくわかったので今後も利用したい。クラウドプラットフォームについては、まだ試験的サービスという位置づけと思われるため今後の整備状況と利用規約内容などを勘案して判断したい。
- アプリの動作確認が目的のため
- 社内環境、特にSSHでの接続に利用の障壁があり、まだ利用できなかった。しかし、計算資源としては最も有用と考えているので、今後利用していきたい。

サービス実証結果の検証（対民間事業者）

● 民間事業者のうち9社にヒアリングを実施

ヒアリング実施期間：2021/12/6～2021/12/28 回答方法：調査会社による聞き取り

ヒアリング項目例	選択肢
1. 民間事業者として富岳上にサービスを展開するメリット	規模の大きさ・コストパフォーマンス・ネームバリュー・その他
2. サービス開発における困難の要因	必要となる技術的な情報やサポートが十分に得られなかった・クラウド的利用の将来的なビジョンが不明確だった・理研側の方針が不明確だった 必要となるアプリケーション／ツールが十分に整備されていなかった・その他
3. サービス実証における困難の要因	サービス実証まで進んでいない・制度上の制約があった・理研の対応・必要となるアプリケーション／ツールが十分に整備されていなかった 富岳の実行性能が不十分だった・来年度以降のビジョンが不明確だった・他者との連携が進まなかった・その他
4. 高度化枠以外の枠への展開に向けて制度面で改善を希望する点	（試験利用ですら）利用手続き（申請書、報告書、成果公開（無償の場合）、等）が煩雑な点 有償であっても利用者名、利用課題名等が公開される点・「富岳」を利用する際の要件である研究開発要素の範囲が不明確 民間事業者向けの優遇措置・その他
5. 高度化枠以外への展開に向けて運用面で改善を希望する点	オープンソースアプリ／ツールの整備あるいは性能改善・ISVアプリ／ツールの整備あるいは性能改善 質問対応等のサポートの充実・手引書などのドキュメントの充実・性能最適化等の高度なサポートの充実・その他
6. サービス利用者が富岳のアカウントを取得しなくても、民間事業者が提供する富岳上の計算サービスを利用できる制度について	富岳上でサービスを展開する上で必須である・そのような制度があった方が望ましいが必須ではない どちらとも言えない・特に必要ではない・わからない・答えられない
7. 今後富岳上でのサービス展開を希望するか	継続して展開したい・条件が満たされれば展開したい・今後の展開に向けて検討中 希望しない・回答できない・わからない

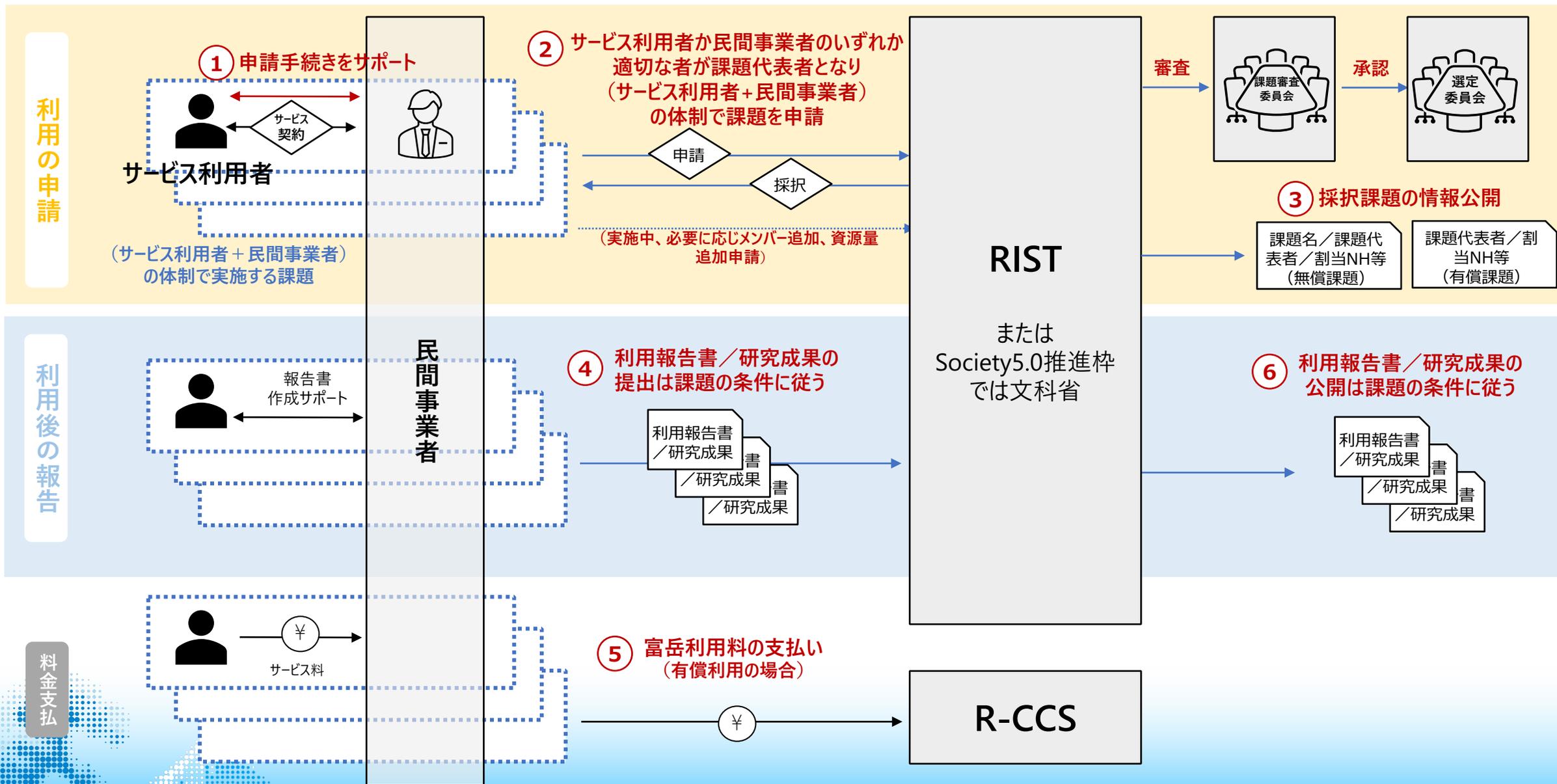
民間事業者視点の課題

- **9社**にヒアリングを実施した結果、見えてきた課題
(1件は、現行の利用制度をよく知らないのではコメントできないと回答)
 - **7社**が、試行利用でも利用手続き（課題申請書、利用報告書）が煩雑と回答
 - **8社**が、有償であっても課題代表者名、所属機関名、配分ノード時間数、公開用課題名（課題終了後）等が公表される点が問題と回答
 - **6社**が、「富岳」を利用する際の要件である研究開発要素の範囲が不明確である点が問題と回答
 - **5社**が、課題メンバーが追加できない点を問題と回答
 - 制度上できることになっているが、現状は適用範囲が極めて狭い運用
 - 顧客毎に新規課題を申請せざるを得ず、時間も手間もかかる

本格運用に向けて

- 本取り組みの成果を踏まえ、富岳の“クラウド的”利用を、高度化・利用拡大枠以外の利用枠に展開すべき
- 現行の利用制度の範囲で実施する方法
 - サービス利用者と民間事業者は共同で個別に課題を申請
 - 異なるテーマを実施するサービス利用者を束ねて1つの課題として申請することは不可なので、テーマ毎に課題申請が必要
 - サービス利用者毎に富岳のアカウントを発行
 - 研究体制の本質的な変更とならないことが確認できれば課題メンバーの追加は可能
 - 課題終了後、利用報告書の提出と成果の公開については課題の条件に従う

現行の利用制度の範囲で実施した場合のフロー



富岳クラウド機能の高度化に向けて

- コンテナオーケストレーションツールとバッチジョブスケジューラを併用した柔軟かつ効率的な資源管理方法の確立
- アクセスAPIの高度化と共通化による他の計算資源との連携性の向上
- 外部からの大規模データの入力と富岳で生成されるシミュレーションデータの活用
- リアルタイム処理、CaaS(Container as a Service)/FaaS(Function as a Service)的処理への対応

→クラウド技術に強みを持つベンダ／サービスプロバイダとの連携が引き続き必須