

スーパーコンピュータシステムの借入
仕様書案

令和7年2月

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
システム計算科学センター

目 次

I . 仕様書概要説明	1
1. 調達の背景及び目的	1
2. 調達物品名及び構成内訳	3
3. 調達方法	3
4. 納入準備期限	3
5. 賃貸借期間等	3
6. 設置場所	3
7. 技術的要件の概要	3
8. その他	4
8.1 技術仕様書等に関する留意事項	4
8.2 導入に関する留意事項	4
8.3 提案に関する留意事項	5
8.4 契約後の検査に関する留意事項	6
8.5 契約後の提出書類に関する留意事項	7
8.6 費用に関する留意事項	8
8.7 支給品及び貸与品に関する留意事項	8
8.8 秘密保持義務に関する留意事項	8
8.9 協議事項に関する留意事項	8
9.0 サプライチェーン・リスクに関する留意事項	9
9.1 グリーン購入法の推進	10
II . 調達物品に備えるべき技術的要件	11
(包括的業務要件)	11
(性能、機能に関する要件)	13
1. スーパーコンピュータシステムの性能評価	13
1.1 性能評価試験（ベンチマークテスト）の概要	13
1.2 ベンチマークテストプログラムの交付	13
2. 要求要件の具体的説明	14
2.1 ハードウェア要件	14
2.1.1 大規模並列計算機のハードウェア	14
2.1.2 Webサービスシステム	18
2.1.3 その他管理サーバ	18
2.1.4 10ギガビットイーサネットスイッチ	20
2.2 ソフトウェア要件	20
2.2.1 大規模並列計算機（GPGPU演算部、CPU演算部、ISVアプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部、ログイン処理部）の制御プログラム等	20
2.2.2 大規模並列計算機（GPGPU演算部、CPU演算部、ISVアプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部、ログイン処理部）のプログラム開発環境等	25

(性能、機能以外の要件)	34
3. 設置要件等	34
3.1 据付配線作業等	34
3.2 設置場所及び設備要件等	34
3.3 運用設計に関する要件	36
3.4 移行に関する要件	36
3.5 利用支援体制に関する要件	37
3.6 保守・運用支援体制に関する要件	38
3.7 講習会に関する要件	42
3.8 マニュアル等に関する要件	42
別紙 1 「システム概念図」	
別紙 2 「ベンチマークテストプログラムの概要」	
別紙 3 「誓約書」	
別紙 4 「履行証明書」	
別紙 5 「原子力機構会計情報用フォーマット」	
別紙 6 「情報交流棟 地下 1 階 計算機室」	
別紙 7 「移植・最適化チューニング対象プログラム」	
別添 1 「組織に係る情報の作成例」	
別添 2 「従事者に係る情報の作成例」	
別添 3 「機器等リストの作成例」	

I. 仕様書概要説明

1. 調達の背景及び目的

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）と国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）は、平成 30 年 4 月、「原子力機構と量研とのスーパーコンピュータシステムの整備及び運用に関する基本協力協定書」を締結した。本協定に基づき、現在のスーパーコンピュータシステム（図 1：以下「現有システム」という。）は、資料提供招請による市場調査を踏まえて検討した結果、単独調達・単独運用と比較して、共同調達・共同運用の方が費用を合理化できると判断し、原子力機構と量研の両機構において共同調達・共同運用を実施したものである。現有システムは、両機構の需要ニーズ（原子力機構：約 80%、量研：約 20%）に応える計算環境を構築し、約 500 名の利用に供する重要な研究リソースとなっている。

原子力機構においては、カーボンニュートラルに貢献する安全性向上等の革新的技術開発、原子力科学技術に係る多様な研究開発の推進によるイノベーションの創出、東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発、高レベル放射性廃棄物の処理処分に関する技術開発、原子力安全規制行政及び原子力防災に対する支援とそのため安全研究等、これらに関する基礎研究、基盤技術開発の研究開発の多くにおいて、スーパーコンピュータを用いた計算科学技術が活用されている。

現有システムの利用状況は、令和 3 年 2 月以降、90%を超える極めて高いノード利用率で推移し、ジョブの実行待ち時間は増大しており、処理能力の限界に達してきている。この計算機資源不足を改善するため、現有システムのリースアップに合わせ、よりコストパフォーマンスの高いスーパーコンピュータへの更新を予定している。導入するスーパーコンピュータは、総演算処理性能が約 20PFLOPS の規模を計画しており、原子力機構の膨大な計算需要を処理するスーパーコンピュータとして、原子力機構全体の研究・技術開発の推進に重要な役割を果たすこととなる。

次期のスーパーコンピュータでは、原子力機構の研究 DX の推進に資するため、計算性能だけでなく、Web ブラウザを通じたデータ移動・共有・管理、高速な画像表示を行うなど、対話形式による AI/機械学習/データ解析・分析や画像処理を可能とし、利用者のデスクトップ環境のように扱いやすいシステムを目指す。さらに、利用者が最新の機械学習等のプログラム群をすぐに利用（テンプレート化）できるように新たにクラスタ向けのコンテナ基盤を導入し試行する。そこで次期のスーパーコンピュータにおいては、AI 技術を用いた解析・ビッグデータ、さらにデータサイエンスの研究及びこれらを活用した研究に対応した研究基盤を強化し、さらなるユーザ層・課題の拡大に向けた新しいインフラを提供するものである。

本仕様書案は、「政府調達手続に関する運用指針等について」（平成 26 年 3 月 31 関係省庁申合せ 令和元年 12 月 23 日一部改正）の手続に従って、「（別紙 2）スーパーコンピュータ導入手続（改正）」の II. 手続の 2（仕様書の作成）に基づき、要求要件をまとめたものであり、原子力機構が必要とするスーパーコンピュータシステムの要求要件及び供給者に提供を求める資料等について記載している。

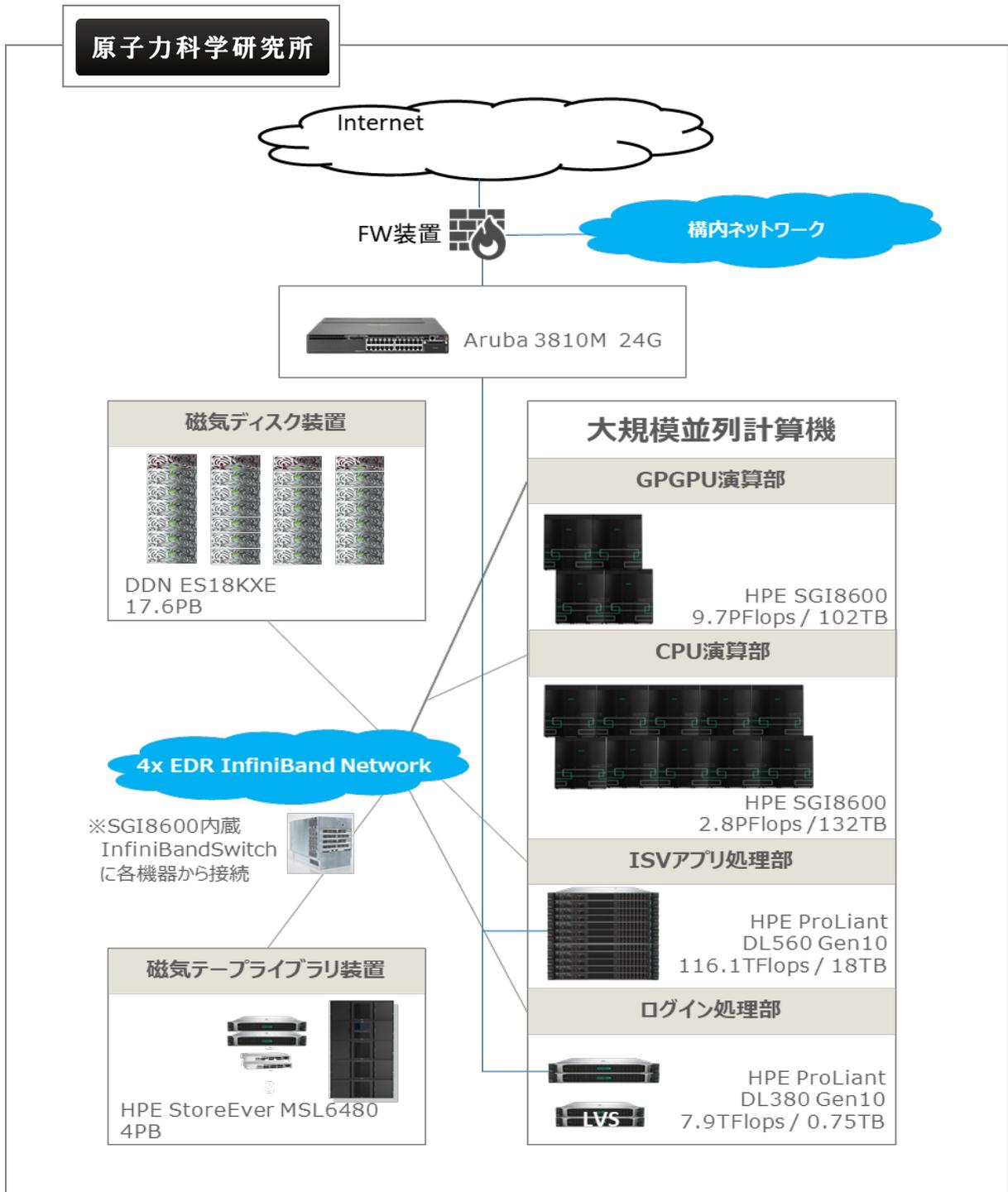


図 1 現有システム

2. 調達物品名及び構成内訳

スーパーコンピュータシステム 一式

(構成内訳)

(1) ハードウェア

- ① 大規模並列計算機 一式
- ② Web サービスシステム 一式
- ③ その他管理サーバ 一式
- ④ 10 ギガビットイーサネットスイッチ 一式

(2) ソフトウェア

- ① 大規模並列計算機の制御プログラム等 一式
- ② 大規模並列計算機のプログラム開発環境等 一式

(3) その他

スーパーコンピュータシステムの据付配線作業、附帯設備等の作業、既設機器との接続、プログラム資産等の現有システムからの移行、利用支援、保守・運用支援、講習会の開催、マニュアル、利用手引きの作成等（詳細については、後述の「Ⅱ. 調達物品に備えるべき技術的要件」に示す）。

3. 調達方法

借入(ファイナンス・リース)

4. 納入準備期限

令和 9 年 4 月 9 日（後述の「5. 賃貸借期間等」に示す納入期限の 21 日前）を納入準備期限とし、この日までにスーパーコンピュータシステムを後述の「6. 設置場所」に搬入し、後述の「8.4(3)検収」の検査項目に示す検査を受けられる状態にすること。

5. 賃貸借期間等

納入期限 令和 9 年 4 月 30 日

賃貸借期間 令和 9 年 5 月 1 日から令和 15 年 4 月 30 日（72 ヶ月間）

6. 設置場所

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地の 4

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 情報交流棟 南ウィング 地下 1 階

7. 技術的要件の概要

- (1) 本件調達物品に係る性能、機能及び技術等（以下、「性能等」という。）の要求要件（以下、「技術的要件」という。）の詳細は、「Ⅱ. 調達物品に備えるべき技術的要件」に示す。
- (2) 技術的要件は、必須の要求要件と必須以外の要求要件からなる。
- (3) 必須の要求要件は、原子力機構が必要とする最低限の要求要件を示しており、入札機器の性能等がこれを満たしていないとの判定がなされた場合には、不合格となり、落

札決定の対象から除外する。

- (4) 必須以外の要求要件は、満たしていることが望ましい。但し、満たさなくとも不合格とはならない。
- (5) 入札機器の性能等が技術的要件を満たしているか否かは、原子力機構のスーパーコンピュータシステム技術審査会（以下、「技術審査会」という。）において行う技術審査によって判定する。当技術審査は、供給者が提出する「入札提案書」及び「性能評価試験結果報告書」等の内容を、別に定める「スーパーコンピュータシステム総合評価基準」（「スーパーコンピュータシステム性能評価試験基準」を含む）に基づき審査し、適否を判定する。なお、性能評価試験については、原子力機構立会いのもとに性能評価確認試験を実施するので、供給者はその実施に協力すること。

8. その他

8.1 技術仕様書等に関する留意事項

提案するスーパーコンピュータシステムは、納入後直ちに安定かつ効率よく稼働する必要がある。従って、入札時点において、未だ製品化されていない場合には、技術的要件を満たすことの証明書、納期に間に合うことの根拠を十分説明できる資料（開発中または開発予定のものについては詳細な工程表）及び納期厳守の誓約書（任意様式）を提出すること。なお、大規模並列計算機について、主要構成要素（CPU、GPGPU、ノード間スイッチ等）を他ベンダーから提供を受けて構成する場合には、納期厳守の誓約書（任意様式）を構成要素毎に当該ベンダーから取得し、合わせて提出すること。

8.2 導入に関する留意事項

- (1) スーパーコンピュータシステムの導入作業については、短期間で円滑かつ安全に進める必要があるため、契約後、供給者は次の事項を遵守すること。

導入時の作業工程表、附帯設備等の施工方法（原子力機構の設計保安審査を含む）、計算機のレイアウト、体制及び作業等について原子力機構と事前に協議を行うこと。協議結果は「作業計画書」にまとめて原子力機構に提出し、各作業等開始の1ヶ月前までに確認を得ること。なお、導入作業は全て供給者側にて実施すること。また、導入作業の実施に際しては、下記の諸法規則並びに原子力機構の定める諸規程等に準拠して行うこと。

- ① 電気事業法
- ② 原子力機構の定める電気工作物保安規程
- ③ 原子力機構の定める電気作業要領書
- ④ 労働安全衛生法
- ⑤ 労働安全衛生規則
- ⑥ 原子力機構の定める安全衛生管理規則
- ⑦ 消防法
- ⑧ 原子力機構の定める情報セキュリティ関連規程
- ⑨ 安全作業ハンドブック等

- (2) 材料置場及び現場事務所の設置をする場合は、あらかじめ原子力機構と打合せ許可(指定様式)を得るものとする。仮設物設置等の敷地は無償貸与とする。また、作業用電力及び水(現場事務所での利用も含む)は無償とする。

8.3 提案に関する留意事項

- (1) 提案に際しては、提案するスーパーコンピュータシステムが本仕様の要求要件をどのように満たすか、あるいはどのように実現するかを要求要件毎に具体的かつ分かりやすく、資料等を添付する等して「入札提案書」を作成すること。従って、本仕様書の技術的要件に対して、単に要求要件の語尾を「できます」「可能です」「有します」「提供します」と変更しただけの回答は、要求要件を満たさないと見なす。また、技術審査を実施するに当たって、提案の根拠が不明確、説明が不十分で技術審査に重大な支障があると原子力機構の技術審査会が認めた場合は、要求要件を満たさないと判断するので、供給者は十分注意すること。
- (2) 「入札提案書」は、次の項目の順に明確に記載すること。

- ① 全体構成
- ② ハードウェア構成一覧表
- ③ ソフトウェア構成一覧表
- ④ ハードウェア仕様と機能
- ⑤ ソフトウェア仕様と機能
- ⑥ 個々の仕様及び要件を満たすための具体的な方策等
- ⑦ 性能を具体的に示すデータ
- ⑧ 今後5年間程度の提案機種に関連する明確なロードマップ
- ⑨ 現有システムからの移行、利用者支援(利用者からのQ/A対応等)に関する具体的な方策及び体制
- ⑩ 保守、運用支援に関する具体的な体制
- ⑪ 各機器の設置諸元表(装置名称、台数、寸法「mm」、単体及び合計の重量「kg」、単体及び合計の電源仕様「V、相、線、Hz、KVA、KW」、単体及び合計の発熱量「Kcal/h」等)
- ⑫ レイアウト図
- ⑬ 附帯設備の施工図
- ⑭ 提案システムの項目毎の月額賃貸借料
- ⑮ マニュアル一覧
- ⑯ 新規開発部品と既出荷部品の区別を明確にした、契約から搬入までの各ハードウェア/ソフトウェアの製造、組立、検査等の詳細スケジュール
- ⑰ 契約から導入、運用開始までの詳細スケジュール
- ⑱ 技術証明資料
- ⑲ 原子力機構からの照会先
郵便番号、住所、会社名、担当部門名(営業及び技術)、担当者氏名、電話番号、FAX番号、e-mailアドレス

(3) 入札提案書の記載事項

「入札提案書」には、本仕様書「2. 要求要件の具体的説明、3. 設置要件等」で示した技術的要件に対する回答を項目の順序に従って明記すること。その表現は、A4用紙を縦に使い、左半分に本仕様書の要件、右半分に要件に対する回答を表形式で示すこと。要件を満たす場合は、詳細に実現の程度、実現方式を記載すること。

(4) 要求要件を満たすことの証明として、説明書、カタログ等（外部に公開された情報）を付すこと。参照すべき箇所が説明書、カタログ等の場合は、その説明書、カタログにはアンダーラインを付す、または、蛍光ペンでハイライトする等記述箇所を分かりやすく示すこと。説明書、カタログ等には、個別に資料番号を振って、索引シール等を付して容易に参照できるようにすること。

(5) 「入札提案書（説明書、カタログ等を含む）」は、「入札提案書」の全ての同一文書をワープロ（マイクロソフト社製の Word/Excel/PowerPoint、アドビシステムズ社製の Acrobat）で作成し、電子ファイルを記録した DVD 等の電子媒体を 1 部提出すること。

(6) 「技術証明資料」は、以下に示した内容を証明する資料とする。

① 意図しない変更や機密情報の盗取等が行われないことを保証するための具体的な管理手順や品質保証体制を証明する書類（例えば、品質保証体制の責任者や各担当者がアクセス可能な範囲等を示した管理体制図）を提出すること。ISO9001 又は JIS_Q9001 の認証書類の提出でも可とする。

② 情報セキュリティ管理体制が整っていることを証明する書類を提出すること。ISO/IEC27001、JIS_Q27001 認証又は ISMS 認証のいずれかの認証書類の提出でも可とする。

(7) 「性能評価試験結果報告書」の記載事項等については、別に定める「スーパーコンピュータシステム性能評価試験基準」による。

(8) 提案された内容等について、原子力機構から問い合わせを行うことがある。その際は、速やかに回答すること。

8.4 契約後の検査に関する留意事項

(1) 工場立会検査

スーパーコンピュータシステムの供給者は、納入するスーパーコンピュータシステムや附属設備等の製作、整備状況を詳細（製作工程の計画、製作進捗、各部品の調達状況等）に報告すること。なお、原子力機構が立会検査を求めたときは、工場にて立会検査に応ずること。また、立会検査実施後には速やかに「工場立会検査報告書」を提出すること。

(2) 納入時検査

納入時の検査は、技術検査と一般検査からなり、納入準備期限の翌日より起算し 21 日間で技術検査を含む一般検査を実施する。

(3) 検収条件

前項 (2) に関し、供給者による機器（ソフトウェアを含む）の据付調整及び正常動作確認後、原子力機構立会いのもと、「検査要領書」に基づき納入時検査を実施し、検査合格をもって引き渡しの完了とする。なお、検査にあたっては、契約仕様書に従い、

「スーパーコンピュータシステム総合評価基準」及び「入札提案書」に沿って検査を行うので、供給者は「検査要領書」を事前に作成し、納入準備期限の2週間前までに原子力機構の確認を得ること。「検査要領書」には、次に掲げる検査項目について、検査の方法、判断基準、それらの根拠、妥当性等を記載すること。

(検査項目)

- ① 員数検査、外観検査、据付配線検査
導入物品が本仕様書の通り納入及び設置されていることを検査する。
- ② 機能検査
ソフトウェア等の機能が満たされていることを検査する。
- ③ 性能検査
別に定める「スーパーコンピュータシステム性能評価試験基準」により性能評価試験を行う。性能評価試験は、以下の要件を満たすこと。また、その他、必要に応じて性能検査を行う。
 - 1) 入札時に性能推定を行った場合
個々のベンチマークテストプログラムについて、本検査における評価値は、それぞれ入札時の評価値（推定値）以上の性能であること。
 - 2) 入札時に実機により性能測定を行った場合
個々のベンチマークテストプログラムについて、本検査における評価値の総合評価基準に基づく得点が、それぞれ入札時の評価値に対するその得点と同一かそれ以上であること。
- ④ 無故障稼働検査
原子力機構の定常処理を支障なく行えることを確認するため、所定のプログラムを用いて大規模並列計算機の無故障稼働検査を行う。無故障稼働時間は12時間とする。
- ⑤ 提案内容の確認検査
検査対象のスーパーコンピュータシステムが、「スーパーコンピュータシステム総合評価基準」及び「入札提案書」に記載された内容を満たしていることを検査する。

8.5 契約後の提出書類に関する留意事項

本調達において、必要な提出書類を以下に示す。

提出書類は、書面原本、及び書面原本の電子ファイルを記録したDVD等の電子媒体を、定められた期限までにそれぞれ下記必要部数だけ提出することとする。

(提出書類)

- | | |
|----------------------|---------|
| ① 工場立会検査報告書（検査後速やかに） | 4部（要確認） |
| ② 作業計画書（作業開始1ヶ月前） | 4部（要確認） |
| ③ 検査要領書（納入準備期限2週間前） | 4部（要確認） |
| ④ 検査成績書（納入時検査後速やかに） | 4部（要確認） |
| ⑤ 機器構成表（納入時） | 4部 |
| ⑥ 附帯設備等の完成図書（納入時） | 4部 |

- ⑦ その他必要な書類（その都度） 4部
- ⑧ 資本関係に関する資料（契約締結後速やかに）※1 2部
- ⑨ 書面原本の電子ファイルを記録した電子媒体 2部

※1 組織に係る情報として資本の関係・役員の報酬及び本契約の実施場所を、従事者に係る情報として従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係る資格・研修等）・実績及び国籍についての情報を記した書類。（別添1及び2の作成例を参照のこと。）なお、提出した内容に変更が生じた場合は、その都度提出すること。

8.6 費用に関する留意事項

- (1) 搬入、現地調整、附帯設備作業等の導入諸経費、既設機器との接続・動作確認、保守等に要する全ての費用は本調達に含めること。なお、保守に関しては、前述の「5. 賃貸借期間等」の賃貸借期間内の借入物品に要する全てのハードウェア保守費及びソフトウェアサポート費を含むこと。
- (2) 解約及び賃貸借期間満了時には借入物品を撤去し、原状に復すこと。なお、撤去及び原状復帰に要する全ての費用は本調達に含めること。

8.7 支給品及び貸与品に関する留意事項

以下の支給品及び貸与品について無償とする。

- (1) 支給品
 - ① 電気、水
 - ② 各種用紙
- (2) 貸与品
 - ① 作業室（情報交流棟 南ウィング1室）
 - ② 机、椅子（必要数1式）
 - ③ PC、プリンタ、その他情報機器（1式）
 - ④ 工具類（1式）
 - ⑤ マニュアル及び参考図書

8.8 秘密保持義務に関する留意事項

- (1) 供給者は、本調達により知り得た情報（原子力機構のプログラム及びデータ等に関する情報を含む）を第三者に漏らしてはならない。但し、あらかじめ書面により原子力機構の承認を得た場合は、この限りではない。本調達終了後においても、同様とする。
- (2) 供給者は、上記(1)の義務に加えて、原子力機構の秘密文書取扱規程及び秘密文書の安全管理に関する原子力機構の規則等を遵守しなければならない。

8.9 協議事項に関する留意事項

本仕様書に定めのない事項または疑義が生じた事項については、原子力機構と協議して定めるものとする。

9.0 サプライチェーン・リスクに関する留意事項

- (1) 資本関係・役員の情報、委託事業の実施場所、委託事業従事者の所属・専門性（情報

セキュリティに係る資格・研修等）・実績及び国籍についての情報を記した書類を契約締結後速やかに提示(別添1及び2)すること。なお、提出した内容に変更が生じた場合は、その都度提出すること。

- (2) 候補となる機器等を構成する要素(ソフトウェア及びハードウェア)等についてはあらかじめ原子力機構に機器等リスト(別添3)を提出し、原子力機構がサプライチェーン・リスクに係る懸念が払拭されないと判断した場合には、代替品選定やリスク低減対策等、原子力機構と迅速かつ密接に連携し提案の見直しを図ること。
- (3) 機器等を構成する要素等の開発・製造工程において意図しない変更が加えられないよう適切な措置がとられており、当該措置を継続的に実施していること。また、当該措置の実施状況を証明する資料を提出すること。IS09001又はJIS_Q9001の認証書類の提出でも可とする。
- (4) 機器等を構成する要素等の開発・製造履歴に関する記録を含む開発・製造工程の管理体制が適切に整備されていること。また、当該管理体制を証明する資料を提出すること。IS09001又はJIS_Q9001の認証書類の提出でも可とする。
- (5) 機器等を構成する要素等に対して不正な変更が加えられないように製造者等が定めたセキュリティ確保のための基準等が整備されており、その基準等が機器等を構成する要素等に適用されていること。また、それらを証明する資料を提出すること。

IS09001又はJIS_Q9001の認証書類の提出でも可とする。

- (6) 機器等を構成する要素等の設計から部品検査、製造、完成品検査に至る工程について、不正な変更が行われないことを保証する管理が一貫した品質保証体制の下でなされていること。機器等を構成する要素等に不正が見つかったときに、追跡調査や立入検査等、原子力機構と迅速かつ密接に連携して原因を調査し、排除できる体制を整備している生産工程による機器等であること。
- (7) 機器等を構成する要素に対して不正な変更があった場合に識別できる構成管理体制が確立していること。また、当該構成管理体制が書類等で確認できること。IS09001又はJIS_Q9001の認証書類の提出でも可とする。
- (8) 機器等を構成する要素に対して下記①から⑤の情報セキュリティに係るサプライチェーン・リスクを低減する対策が行われていること。
 - ① 開発・製造工程において信頼できる品質保証体制が確立されていること。
 - ② 脆弱性検査等のテストの実施が確認できること。
 - ③ 開発・製造工程における不正行為の有無について、定期的な検査が行われていること。
 - ④ 開発・製造者が不正な変更を加えないよう、サプライチェーン全体が適切に管理されていること。
 - ⑤ 不正な変更が発見された場合に、原子力機構と受注者が連携して原因を調査・排除できる体制を整備していること。

9.1 グリーン購入法の推進

- (1) 本調達において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

II.調達物品に備えるべき技術的要件

導入するスーパーコンピュータシステムは、以下に述べる（包括的業務要件）、（性能、機能に関する要件）及び（性能、機能以外の要件）の要求要件を満たすこと。また、スーパーコンピュータシステムの提案に際しては、以下に留意すること。

- (1) 本仕様書では、演算処理性能：1PFLOPS=1,000TFLOPS、1TFLOPS=1,000GFLOPS、1GFLOPS=1,000MFLOPS、1MFLOPS=1,000KFLOPS、1KFLOPS=1,000FLOPS、主記憶容量：1TB=1,024GB、1GB=1,024MB、1MB=1,024KB、1KB=1,024B、磁気ディスク容量他：1PB=1,000TB、1TB=1,000GB、1GB=1,000MB、1MB=1,000KB、1KB=1,000Bの単位表記とする。
- (2) HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) 等のディスク容量は、フォーマット後の実効容量で、システム領域を除く、実質的にユーザが利用できる容量（以下、「実効容量」という。）であること。
- (3) ノード間通信ネットワーク及びその他ネットワークのデータ転送速度は、規格上の理論値を用いること。
- (4) CPU（マルチコア）の理論演算性能の算出にあたっては、TDP（Thermal Design Power）の基準となる定格の動作周波数を用いること。定格より、動作周波数を下げて TDP を維持する機構や、動作周波数を TDP 以上に引き上げる機構を有する場合においても、その動作周波数は適用しないこと。

（包括的業務要件）

スーパーコンピュータシステムの基本的要求要件は以下のとおりである。システム全体の構成については「別紙1 システム概念図」を参照のこと。

- (1) スーパーコンピュータシステムは、大規模並列計算機、並列ファイルシステム、高速ファイルシステム、10ギガビットイーサネットスイッチ、Webサービスシステム、各種管理サーバ等で構成されること。
- (2) 大規模並列計算機は、世界トップレベルの性能対消費電力、性能対設置面積に優れたシステムであること。
- (3) 大規模並列計算機を構成する各部品は高い信頼性を有すること。また、当該システムの主要部品の一部に障害が発生した場合にその影響を最小限に抑え、システム全体がダウンすることのないよう対策を施すこと。
- (4) 大規模並列計算機の総理論演算性能は、20PFLOPS以上（倍精度浮動小数点演算）であること。また、原子力機構が指定するプログラムを用いたベンチマークテストの結果が所定の要件を満たすこと。また、原子力機構が指定するプログラムを用いたベンチマークテストの結果が所定の要件を満たすこと。
- (5) 大規模並列計算機の総主記憶容量は、374TB以上であること。
- (6) 大規模並列計算機は、CPU（マルチコア）性能、GPGPU性能、メモリバンド幅、ネットワークバンド幅等について高い性能を有すること。
- (7) 大規模並列計算機の並列ファイルシステムは、ユーザ用領域の実効容量が RAID6 相当の構成で 24PB 以上有すること。

- (8) 大規模並列計算機は、Fortran、C、C++、Python等の言語、MPI、OpenMP等の並列プログラミング環境及び開発環境、アーキテクチャに最適化された並列科学技術計算ライブラリ、機械学習やデータ解析・分析のためのコンテナ開発環境、各種ライブラリ群を備えること。
- (9) 大規模並列計算機は、数万コアを効率的に利用できる並列化コンパイラ、並列化チューニングツール等のプログラミング開発環境を有すること。また、全コアを効率的かつ安定的に運用管理するためのクラスタシステムソフトウェア等の運用ツールは、大規模並列で運用実績のあるソフトウェアを採用すること。
- (10) 大規模並列計算機は、数万コアを効率的に利用できる並列化コンパイラ、並列化チューニングツール等のプログラミング開発環境を有すること。また、全コアを効率的かつ安定的に運用管理するためのクラスタシステムソフトウェア等の運用ツールは、大規模並列で運用実績のあるソフトウェアを採用すること。
- (11) ユーザプログラム及びデータは、現有システム（HPE SGI8600）からの円滑な移行ができるよう支援を行うこと。
- (12) スーパーコンピュータシステムの保守・運用支援体制は、提案する構成要素に対し、発生した障害を速やかに解決する支援体制を有すること。また、システム障害の発生が通常運用に重大な支障をきたすと原子力機構が判断した場合は、緊急対策チームを発足させ早急に問題解決を図ること。

(性能、機能に関する要件)

1. スーパーコンピュータシステムの性能評価

1.1 性能評価試験（ベンチマークテスト）の概要

導入するスーパーコンピュータシステムの実効性能については、原子力機構が指定するベンチマークテストプログラムを用いて行う性能評価試験の結果が、所定の要件を満たすこと。詳細については、別に定める「スーパーコンピュータシステム性能評価試験基準」による。

ベンチマークテストプログラムの概要を別紙 2 に示す。

これらのベンチマークテストプログラムを用いて、大規模並列計算機及び並列ファイルシステムを対象に以下の性能を測定する。また、入札時に性能推定を行った場合については、理由の如何に係わらず具体的な方法論及び算出式を示すこと。

- ① 原子力機構の負荷を代表するプログラムによる総合処理性能
- ② 基本性能調査用プログラムによる通信や I/O の処理性能

これらの①及び②について、所定の要件を満たし、かつ高い性能を有するものについては性能に応じ、総合評価基準に基づいて得点を与える。

1.2 ベンチマークテストプログラムの交付

ベンチマークテストプログラムは、請求に応じて交付する。なお、ベンチマークテストプログラムの交付を受ける場合には、以下の①から③の遵守事項に関する誓約書（別紙 3）を提出すること。

- ① ベンチマークテストの結果は、理由の如何に係わらず入札締切日までに提出すること。
- ② ベンチマークテストプログラム（取り扱い説明書を含む）及びこれから得られた実行結果は他の目的に使用しないこと。
- ③ ベンチマークテストプログラムは、入札締切日までに返却すること。また、ベンチマークテストに用いたソースプログラム、オブジェクトモジュール、ロードモジュール、入出力ファイル及び一切の複製物等は全て消去し、開札日の 1 週間前までに履行証明書（別紙 4）を提出すること。

2. 要求要件の具体的説明

スーパーコンピュータシステムは、「Ⅱ. 調達物品に備えるべき技術的要件」に示した事項を満足するとともに、本章の要求要件を満足すること。

スーパーコンピュータシステムは、大規模並列計算機、並列ファイルシステム、高速ファイルシステム、10 ギガビットイーサネットスイッチ、Web サービスシステム、各種管理サーバ等で構成される。以下に技術的要求要件を具体的に述べる。

2.1 ハードウェア要件

スーパーコンピュータシステムが具備すべきハードウェア要件を以下に述べる。

2.1.1 大規模並列計算機のハードウェア

(1) システム概要

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU (General Purpose Graphics Processing Unit) を利用した並列ジョブ及び HPC 用のコンテナ基盤を用いた機械学習等のジョブを処理する部分（以下、「GPGPU 演算部」という。）
- ② CPU (マルチコア) を利用した並列ジョブ及び HPC 用のコンテナ基盤を用いた機械学習等のジョブを処理する部分（以下、「CPU 演算部」という。）
- ③ 利用者の必要に合わせた性能及び規模の仮想マシンを提供する機能を備え、大規模メモリの並列ジョブ及び ISV (Independent Software Vender) アプリケーションの並列ジョブ等を処理する部分（以下、「ISV アプリ/クラウド処理部」という。）
- ④ AI/機械学習/データ解析・分析の開発環境用のコンテナ基盤を備え、Web ブラウザから対話的操作によるプログラム開発やデータ解析・分析を処理する部分（以下、「機械学習/データ解析処理部」という。）
- ⑤ 利用者の必要に合わせた性能及び規模の仮想マシンを提供する機能を備え、プログラム編集、コンパイル・デバック、ジョブ投入、Web ブラウザから対話的操作によるファイルアクセス、リモートデスクトップによる可視化を処理する部分（以下、「ログイン処理部」という。）

上記①から⑤を論理的にパーティション分割して運用を行う。また、GPGPU 演算部の全 GPGPU ならびに CPU 演算部の全 CPU (マルチコア) をそれぞれ利用したバッチジョブの処理を行う。

(2) システム構成

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① 大規模並列計算機は、GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部から構成され、それぞれのシステム環境(ファイルシステム、バッチシステム、ユーザ認証、プログラム開発環境、課金機能)を一元的に管理運用できるシステムであること。
- ② GPGPU 演算部は、64bit アーキテクチャの 2 つの CPU (マルチコア) に加え、他に 8 つの GPGPU から成るノードを複数のノードで構成し、ノードあたりの GPGPU 搭載

数は均一であること。

- ③ CPU 演算部は、64bit アーキテクチャの 2 つの CPU (マルチコア) から成るノードを複数のノードで構成されること。
- ④ ISV アプリ/クラウド処理部は、X86-64 アーキテクチャの 4 つの CPU (マルチコア) に加え、他に 2 つ以上の GPU から成るノードを 6 ノード以上で構成し、ノードあたりの GPU 搭載数は均一であること。
- ⑤ 機械学習/データ解析処理部は、X86-64 アーキテクチャの 2 つの CPU (マルチコア) に加え、他に 8 つの GPGPU から成るノードを 2 ノード以上で構成し、ノードあたりの GPU 搭載数は均一であること。
- ⑥ ログイン処理部は、64bit アーキテクチャの 2 つの CPU (マルチコア) に加え、他に 2 つ以上の GPU から成るノードを 2 ノード以上で構成し、ノードあたりの GPU 搭載数は均一であること。
- ⑦ GPGPU 演算部及び CPU 演算部は、ノード (もしくは複数のノードを搭載したシャーシ単体) にハードウェア障害が発生した場合、その障害ノード (障害シャーシ) を自動的に切り離し、予備ノード (予備シャーシ) に切替えて運用を継続できること。
- ⑧ GPGPU 演算部及び CPU 演算部の予備ノード (予備シャーシ) は、ノード (シャーシ) の障害率に基づいて全体システムを 1 ヶ月間、再起動を実施しないで運用を継続できる台数を搭載すること。なお、予備ノード (予備シャーシ) は、大規模並列計算機の総理論演算性能のノードとして含めない。
- ⑨ GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部のハードウェア障害により自動的に切り離されたノード (シャーシ) は、運用中に保守を行い、保守後は運用中の他ノードに影響与えずに組み込めること。
- ⑩ 大規模並列計算機は、ファイル I/O を専用に処理する複数の I/O ノードを有すること。なお、I/O ノードは、大規模並列計算機の総理論演算性能のノードとして含めない。
- ⑪ 大規模並列計算機を構成する各演算部、各処理部は、複数の I/O ノードを用いて 1 つのファイルを並列ファイルシステム全体に並列入出力できる構成であること。
- ⑫ ログイン処理部は、ユーザがホスト名 (または IP アドレス) を指定すれば、自動的にいずれかのノードにログインできる負荷分散装置を有すること。
- ⑬ GPGPU 演算部及び CPU 演算部を構成する各ノードは、オペレーティングシステム (OS) の起動及びローカルファイルの入出力に必要な SSD を 3.8TB 以上搭載すること。
- ⑭ ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部を構成する各ノードは、オペレーティングシステム (OS) の起動及びローカルデータの入出力に必要な SSD を 20TB 以上搭載すること。

(3) 演算処理性能

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部の総理論演算性能は、16.3PFLOPS 以上（CPU と GPGPU における汎用計算用の倍精度浮動小数点演算の合計）であること。また、ノードにおける CPU（マルチコア）の理論演算性能は 16.3TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）を有し、GPGPU における汎用計算用の理論演算性能は 320.0TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。なお、GPGPU 演算部の演算処理性能は、原子力機構が指定するプログラムを用いて行うベンチマークテストの結果が、所定の要件を満たすこと。
- ② CPU 演算部の総理論演算性能は、3.8PFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）を有し、ノードの理論演算性能は 16.3TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。なお、各ノードにおける CPU（マルチコア）の動作周波数は上記①と同じであること。また、CPU 演算部の演算処理性能は、原子力機構が指定するプログラムを用いて行うベンチマークテストの結果が、所定の要件を満たすこと。
- ③ ISV アプリ/クラウド処理部の総理論演算性能（GPU は除く）は、58.8TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。また、ノードにおける CPU（マルチコア）の理論演算性能は 9.8TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）を有し、GPU における汎用計算用の理論演算性能は 37.0TFLOPS 以上（単精度浮動小数点演算）であること。
- ④ 機械学習/データ解析処理部の総理論演算性能は（CPU と GPGPU における汎用計算用の倍精度浮動小数点演算の合計）、650.0TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。また、ノードにおける CPU（マルチコア）の理論演算性能は 16.3TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）を有し、GPGPU における汎用計算用の理論演算性能は 320.0TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。
- ⑤ ログイン処理部の総理論演算性能（GPU は除く）は、16.4TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）であること。また、ノードにおける CPU（マルチコア）の理論演算性能は 8.2TFLOPS 以上（倍精度浮動小数点演算）を有し、GPU における汎用計算用の理論演算性能は 37.0TFLOPS 以上（単精度浮動小数点演算）であること。

(4) 総主記憶装置等

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部の総主記憶容量（CPU と GPGPU の合計）は、全てのノード内における CPU（マルチコア）の主記憶容量は 3,072GB 以上とし、GPGPU の記憶容量の 1.8 倍以上を有すること。ノード内の CPU（マルチコア）-メモリ間のメモリバンド幅（総理論帯域幅）は双方向 1,100GB/s 以上であること。なお、全てのノード内における GPGPU1 枚あたりの記憶容量は 180GB 以上を有し、GPGPU あたりの記憶容量のメモリバンド幅（理論帯域幅）は双方向 6,000GB/s 以上であること。
- ② CPU 演算部の総主記憶容量は、290.0TB 以上を有し、全てのノードにおける CPU（マルチコア）の主記憶容量は 1,536GB 以上であること。なお、ノード内の CPU（マルチコア）-メモリ間のメモリバンド幅（総理論帯域幅）は双方向 1,100GB/s 以上であること。
- ③ ISV アプリ/クラウド処理部の総主記憶容量（GPU は除く）は、12.2TB 以上を有し、全てのノードにおける CPU(マルチコア)の主記憶容量は 2,048GB 以上であること。

なお、ノード内の CPU（マルチコア）-メモリ間のメモリバンド幅（総理論帯域幅）は双方向 1,228GB/s 以上であること。

- ④ 機械学習/データ解析処理部の総主記憶容量（CPU と GPGPU の合計）は、全てのノード内における CPU（マルチコア）の主記憶容量は 3,072GB 以上とし、GPGPU の記憶容量の 1.8 倍以上を有すること。ノード内の CPU（マルチコア）-メモリ間のメモリバンド幅（総理論帯域幅）は双方向 1,100GB/s 以上であること。なお、全てのノード内における GPGPU1 枚あたりの記憶容量は 180GB 以上を有し、GPGPU あたりの記憶容量のメモリバンド幅（理論帯域幅）は双方向 6,000GB/s 以上であること。
- ⑤ ログイン処理部の総主記憶容量（GPU は除く）は、1.5TB 以上を有し、全てのノード内における CPU（マルチコア）の主記憶容量は 768GB 以上であること。なお、ノード内の CPU（マルチコア）-メモリ間のメモリバンド幅（総理論帯域幅）は双方向 614GB/s 以上であること。

(5) ノード間ネットワーク

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部において、任意の 2 つのノード間の片方向総理論データ転送速度は、100GB/s 以上であり、同時に双方向のデータの転送が行えること。複数の物理パスを束ねてデータ通信の高速化（トランキンク等）を図る場合は、1 物理パスあたり片方向 50GB/s 以上の理論性能を有し、RDMA 機能を用いた GPGPU 間直接通信機能を利用できること。また、バイセクションバンド幅が片方向総理論データ転送速度にノード数を乗じたもの以上であること。なお、ノード間ネットワークのデータ転送速度は、原子力機構が指定するプログラムを用いて行うベンチマークテストの結果が、所定の要件を満たすこと。
- ② CPU 演算部において、任意の 2 つのノード間の片方向総理論データ転送速度は、1 物理パスあたり 50GB/s 以上であり、同時に双方向のデータの転送が行えること。また、バイセクションバンド幅が片方向総理論データ転送速度にノード数を乗じたもの以上であること。なお、ノード間ネットワークのデータ転送速度は、原子力機構が指定するプログラムを用いて行うベンチマークテストの結果が、所定の要件を満たすこと。
- ③ ISV アプリ/クラウド処理部において、任意の 2 つのノード間の片方向総理論データ転送速度は、1 物理パスあたり 50GB/s 以上であり、同時に双方向のデータの転送が行えること。
- ④ 機械学習/データ解析処理部において、任意の 2 つのノード間の片方向総理論データ転送速度は、1 物理パスあたり 50GB/s 以上であり、同時に双方向のデータの転送が行えること。また、RDMA 機能を用いた GPGPU 間直接通信機能を利用できること。
- ⑤ ログイン処理部において、任意の 2 つのノード間の片方向総理論データ転送速度は、1 物理パスあたり 50GB/s 以上であり、同時に双方向のデータの転送が行えること。

(6) 並列ファイルシステム

並列ファイルシステムは、GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、

機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部から均質にファイルをアクセス可能な大規模な共有ファイルシステムである。

- ① 並列ファイルシステムは、ユーザ用領域として、信頼性及び耐障害性が RAID6 相当の構成で 24PB 以上の実効容量を有し、並列ファイルシステムと大規模並列計算機のノード間の片方向総理論 I/O 性能は 500GB/s 以上であり、同時に双方向のファイルアクセスが行えること。また、片方向総理論 I/O 性能が 500GB/s 以上の場合は、総合評価基準に基づき得点を与える。なお、I/O 性能は、原子力機構が指定するプログラムを用いて行うベンチマークテストの結果が、所定の要件を満たすこと。
- ② 並列ファイルシステムは、7,200rpm 以上のニアライン SAS (Serial Attached SCSI) ディスクドライブで構成すること。
- ③ 並列ファイルシステムは、データ利活用の向上として SCP/SFTP、NFS、WebDAV、S3、CIFS によるファイルアクセスの可能な構成であること。
- ④ 並列ファイルシステムのコントローラがディスクキャッシュを有する場合は、総合評価基準に基づき得点を与える。
- ⑤ 並列ファイルシステムは、無停電電源装置等を備え、瞬断、不慮の停電時にデータを保護し停止できること。
- ⑥ 並列ファイルシステムは、ディスクドライブ、ファン、電源装置、コントローラの故障に対して運用が継続できるよう冗長性を有し、活性保守に対応できること。
- ⑦ 並列ファイルシステムは、自動的にディスクドライブを診断し、エラーが発見された場合には自動的に回復処理を行い運用継続（予防保守対応）できること。

(7) ユーザ用ネットワークインタフェース

- ① GPGPU 演算部の 4 ノードは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。
- ② ログイン処理部の各ノードは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。
- ③ ISV アプリ/クラウド処理部の各ノードは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。
- ④ 機械学習/データ解析処理部の各ノードは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。

2.1.2 Web サービスシステム

Web サービスシステムのサーバ群は、多要素認証・シングルサインオンで利用可能な Web サービスを提供する機器で構成される。

(1) 多要素認証サーバ

- ① サーバは、1 台あたり 2.2GHz 以上×2CPU (20 コア/CPU) 以上、メモリは 128GB 以

上、内蔵 SSD は 1TB 以上で構成されること。

- ② サーバ数は、1 台有すること。
- ③ サーバは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。
- ④ LDAP サーバと通信を行う独立した経路に用いるインタフェースを備えること。

(2) 利用者 Web ポータルサーバ

- ① サーバは、1 台あたり 2.2GHz 以上×2CPU (20 コア/CPU) 以上、メモリは 128GB 以上、内蔵 SSD は 1TB 以上で構成されること。
- ② サーバ数は、1 台有すること。
- ③ サーバは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。

(3) クラウドストレージサーバ(Web 用、DB 用)

- ① サーバは、1 台あたり 2.2GHz 以上×2CPU (20 コア/CPU) 以上、メモリは 256GB 以上、内蔵 SSD は 20TB 以上で構成されること。
- ② サーバ数は、2 台有すること。
- ③ 各サーバは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 2 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。

2.1.3 その他管理サーバ

その他管理サーバ群は、スーパーコンピュータシステムのユーザ属性情報を管理する LDAP サーバ、ISV アプリケーションソフトウェアのライセンスを管理するライセンスサーバから構成される。

(1) LDAP サーバ

- ① サーバは、1 台あたり 2.2GHz 以上×2CPU (20 コア/CPU) 以上、メモリは 128GB 以上、内蔵 SSD は 1TB 以上で構成されること。
- ② サーバ数は、1 台有すること。
- ③ サーバは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。
- ④ 多要素認証サーバと通信を行う独立した経路に用いるインタフェースを備えること。

(2) ISV ライセンスサーバ

- ① サーバは、1 台あたり 2.2GHz 以上×1CPU (8 コア/CPU) 以上、メモリは 32GB 以上、内蔵 HDD は 1TB 以上で構成されること。
- ② サーバ数は、3 台有すること。
- ③ 各サーバは、10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースを 1 ポート以上有し、「2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ」に接続すること。

2.1.4 10 ギガビットイーサネットスイッチ

10 ギガビットイーサネットスイッチは、大規模並列計算機等を原子力機構の LAN に接続するネットワークスイッチに利用される。

- ① 10 ギガビットイーサネットスイッチを 1 台以上有すること。
- ② 大規模並列計算機等との接続に必要な 1 又は 10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェースのポート数を有し、接続するポートにおいてノンブロッキングで処理可能なスイッチング性能を有すること。
- ③ 10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェース (10GBase-SR) を 2 ポート有し、2 ポートを既設の 10 ギガビットイーサネットスイッチと全二重通信により接続すること。
- ④ 10Gbps 以上の理論性能を有するイーサネットインタフェース (10GBase-SR) を 6 ポート有し、現有システム (HPE SGI8600) のファイル移行用 10 ギガビットイーサネットインタフェース (10GBase-SR) の 6 ポートを全二重通信により接続すること。
- ⑤ 10 ギガビットイーサネットスイッチを搭載する 19 インチラックを有すること。
- ⑥ ポート単位または VLAN 単位のルーティング機能を有すること。

2.2 ソフトウェア要件

スーパーコンピュータシステムが具備すべきソフトウェア要件を以下に述べる。

2.2.1 大規模並列計算機 (GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部、ログイン処理部) の制御プログラム等

(1) オペレーティングシステム等

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部及び CPU 演算部の OS は、商用 Linux であり、OS ジッタ対策を施すこと。
- ② ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部の OS は、日本語対応の商用 Linux であること。
- ③ GPGPU 演算部及び CPU 演算部で動作する OS については、コンテナ型仮想化技術 (以下、「HPC 用コンテナ」という。) が動作すること。
- ④ ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部で動作する OS については、ハイパーバイザー型仮想化技術 (以下、「VM」という。) が動作すること。また、GPU リソースを論理分割し有効活用できる機能を有すること。
- ⑤ 機械学習/データ解析処理部で動作する OS については、コンテナ型仮想化技術 (以下、「Docker コンテナ」という。) が動作すること。また、GPGPU リソースを論理分割し有効活用できる機能を有すること。

(2) ジョブ管理機能

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① バッチジョブ処理を行うための NQS 相当の機能を有すること。
- ② GPGPU 演算部、CPU 演算部及び ISV アプリ/クラウド処理部において、1 ジョブで各

演算部、各処理部を構成するノードの全ての CPU（マルチコア）ならびに全ての GPGPU を使用するジョブクラスをそれぞれ設定し実行できること。

- ③ GPGPU 演算部、CPU 演算部及び ISV アプリ/クラウド処理部において、複数のノードを 1 つのジョブで占有実行できること。
- ④ GPGPU 演算部、CPU 演算部及び ISV アプリ/クラウド処理部において、1 つのノード内に複数のジョブを実行できること。
- ⑤ GPGPU 演算部及び CPU 演算部のジョブにおいて、標準の OS 上でジョブ実行するものと、システム管理者及びユーザが用意したコンテナイメージを起動し、その上でもジョブ実行できるものがあり、それらが混在できること。また、ユーザは 1 つのジョブで複数のノードを利用できること。
- ⑥ ISV アプリ/クラウド処理部のジョブにおいて、標準の OS 上でジョブ実行するものと、システム管理者が用意した VM イメージを起動し、その上でもジョブ実行できるものがあり、それらが運用に応じてモードを切り替ええること。また、ユーザはジョブ及び対話的にノードを占有して利用できること。
- ⑦ ISV アプリ/クラウド処理部のジョブにおいて、標準の OS 上でジョブ実行するものと、システム管理者が用意した VM イメージを起動し、その上でもジョブ実行できるものがあり、それらが混在できること。
- ⑧ ジョブのプロセスやスレッドが 1 つのコアを占有し、他コアへ移動しないこと。また、GPGPU 演算部及び CPU 演算部のコンテナ環境下ならびに ISV アプリ/クラウド処理部の VM 環境下でも同様な制御ができること。
- ⑨ MPM (Multiple-Program Multiple-Data) 形式のジョブを実行できること。
- ⑩ ユーザのジョブ投入数を制限するため、キュークラス毎に設定された重み値（ポイント）が、各ユーザのジョブ投入時に加算され、予め当該ユーザに設定された許容重み値を超えた場合、ジョブ投入を制限する「重み制限」機能を有すること。
- ⑪ ジョブ投入コマンドのコメントオプションにプログラム名（任意の文字列）の指定がない場合、そのジョブの投入を拒否できること。
- ⑫ ユーザがプロジェクトグループ（複数ユーザで資源の共有利用）に所属している場合は、ジョブ投入コマンドのオプションにプロジェクトグループ ID（任意の文字列）の指定がない場合、そのジョブの投入を拒否できること。
- ⑬ ユーザ毎にキュークラスの使用権を設定できること。
- ⑭ プロジェクトグループ毎にキュークラスの使用権を設定できること。
- ⑮ キュークラス毎に各ジョブが消費するリソース（CPU（マルチコア）時間、経過時間、メモリ量）を制限できること。
- ⑯ ジョブの終了をメールでユーザに通知できること。
- ⑰ ジョブの終了を通知するメールには、CPU（マルチコア）時間、経過時間、メモリ量を含めること。
- ⑱ ユーザがジョブの状態（ジョブ ID、ユーザ ID、キュークラス、ジョブの状態、CPU（マルチコア）数、使用メモリ、経過時間、CPU（マルチコア）時間）を確認できること。
- ⑲ インタラクティブ処理用ノードとバッチ処理用ノードに分けて運用できること。

また、各ノードのパーティション分割はシステム稼動中に動的に行えること。

- ⑳ ユーザまたはジョブクラス毎等に設定された各種プライオリティと、それらのリソースの使用実績（累積 CPU（マルチコア）使用時間、ジョブの経過時間等）によりジョブの実行権を制御するフェアシェアスケジューリング機能を有すること。
- ㉑ 大規模並列ジョブで利用する CPU（マルチコア）のリザーブ中にジョブ実行開始予定時間を遅らせることなく、その空き CPU（マルチコア）を利用して他の実行待ち並列ジョブを優先実行させるバックフィル機能を有すること。
- ㉒ 複数のジョブをまとめて一つのジョブとして実行することでパラメータを変えたプログラムの並行実行をさせるアレイジョブ機能を有すること。
- ㉓ コマンドにより時刻予約したジョブの実行及び予約状況を確認できること。
- ㉔ キュークラス毎にジョブ実行時のリソース（ノード数、CPU（マルチコア）数）を設定できること。また、同じリソース（ノード数、CPU（マルチコア）数）を割当てた複数のキュークラスに対し、他のキュークラスに待ちジョブがある場合でも、そのリソース（ノード数、CPU（マルチコア）数）を拡張してジョブ実行できるソフトリミット機能、ならびに他のキュークラスに待ちジョブが無い場合には、ソフトリミット機能の上限を超えてジョブ実行できるハードリミット機能を有すること。
- ㉕ HPC 用コンテナ・VM 連携
 - 1) ジョブ実行用に HPC 用コンテナの生成・削除が行えること。
 - 2) ジョブはユーザが指定した環境の HPC 用コンテナ内や VM 内で動作すること。
 - 3) HPC 用コンテナの最大起動時間は、ジョブの最大経過時間の設定値を超えないこと。

(3) ユーザ管理機能

大規模並列計算機及び LDAP サーバにおいて、以下の仕様を満たすこと。

- ① ユーザがログイン中またはジョブ実行中において、ユーザの利用期限または利用可能 CPU（マルチコア）時間を超過した場合、次のログイン時にユーザの利用権を、次のジョブ投入時にジョブ実行権を自動的に失効できる機能を有すること。なお、CPU（マルチコア）時間の超過については、原子力機構が指定した時間（1回/日）に課金ファイルを集計し、課金データの累積 CPU（マルチコア）時間と利用可能 CPU（マルチコア）時間との比較を行い、利用権またはジョブ実行権を失効できること。
- ② ユーザがプロジェクトグループに所属している場合は、ログイン中またはジョブ実行中において、プロジェクトグループの利用期限または利用可能 CPU（マルチコア）時間を超過した場合、次のログイン時にユーザの利用権を、次のジョブ投入時にジョブ実行権を自動的に失効できる機能を有すること。なお、CPU（マルチコア）時間の超過については、原子力機構が指定した時間（1回/日）に課金ファイルをプロジェクトグループ毎に集計し、課金データの累積 CPU（マルチコア）時間と利用可能 CPU（マルチコア）時間との比較を行い、利用権またはジョブ実行権を失効できること。

- ③ ユーザは、利用期限、累積 CPU (マルチコア) 時間及び磁気ディスク使用量を一覧形式で確認できること。また、ユーザがプロジェクトグループに所属している場合は、そのプロジェクトグループでの利用可能なリソース (利用可能 CPU (マルチコア) 時間、累積 CPU (マルチコア) 時間) に関する情報についても確認できること。
- ④ ユーザ登録の際に、ユーザの利用期限、ユーザの利用可能 CPU (マルチコア) 時間、プロジェクトグループの利用期限、プロジェクトグループの利用可能 CPU (マルチコア) 時間及び当初登録パスワードを一括して設定できること。
- ⑤ 定期保守等のためにユーザのログインを IP アドレス単位でのアクセス制限またはログインシェルの変更により、一時的に制限できること。
- ⑥ セッション (ssh、sftp) 開設後、原子力機構が指定した無通信時間を越える場合、ユーザのセッションを自動的にキャンセルする機能を有すること。
- ⑦ ログインシェルには、sh、csh、bash、tcsh、zsh 等を選択できること。
- ⑧ LDAP によるユーザ認証機能を有すること。ユーザの属性情報に基づき、大規模並列計算機で動作するアプリケーションの実行権限を制御できること。
- ⑨ 原子力機構内外の各ユーザのローカル端末から大規模並列計算機への直接 ssh ログインは、TOTP に基づく多要素認証をユーザに強制可能であること。上記⑧の LDAP と連携して動作すること。
- ⑩ 原子力機構が指定する特定の IP アドレスから SSH アクセスに関しては、上記⑨の TOTP に基づく認証を求めないように設定できること。
- ⑪ 上記⑨の多要素認証のために必要な初期設定は各ユーザの初回アクセス時に遠隔で実施できること。必要な情報は、暗号化された通信によりユーザへ通知できること。

(4) 並列ファイルシステム

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① 並列ファイルシステムは、大規模並列計算機の複数のノードから複数の I/O ノードを経由して、POSIX I/O によるファイルアクセス及び 1 つのファイルを MPI-IO よってアクセスできること。
- ② 並列ファイルシステムは、データ利活用の向上として SCP/SFTP、NFS、WebDAV、S3、CIFS によってファイルアクセスできること。
- ③ 並列ファイルシステムは、quota に対応すること。
- ④ 並列ファイルシステムは、ACL 機能により、ファイルアクセス権を設定できること。
- ⑤ 大規模並列ジョブの実行による大量のファイルアクセスによりログイン処理部のコマンドレスポンスの遅延等を回避する QoS (Quality of Service) 機能を有すること。
- ⑥ 並列ファイルシステムは、大規模並列計算機の一部のノードまたは I/O ノードが故障した場合でも、当該ノード以外からは、正常にファイルアクセスが継続できるよう、フェイルオーバー機能を有すること。
- ⑦ 並列ファイルシステムは、システム管理者が用意したコンテナイメージは各ノードの内蔵のメモリ、SSD への保存と読み込みが可能であること。

- ⑧ 並列ファイルシステムは、ユーザの用意した GPGPU 演算部のコンテナイメージの保存と読み込みが可能であること。
- ⑨ 並列ファイルシステムは、システム管理者が用意した VM イメージは各ノードの内蔵のメモリ、SSD 等への保存と読み込みが可能であること。
- ⑩ 並列ファイルシステムは、ユーザの用意した ISV アプリ/クラウド処理部の VM イメージの保存と読み込みできること。
- ⑪ 並列ファイルシステムのワーク用領域に置かれたファイルは、一定期間経過後、ユーザへ警告メッセージを電子メールで促し、ディレクトリ毎に、参照日付の古いファイルを自動的に一括して削除できること。

(5) ネットワーク機能

ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① 標準的な TCP/IP プロトコルに基づくネットワーク機能 (ssh, sftp, NFS, mail, lpd, VNC 等) を有すること。
- ② X-Window システム相当の機能を有すること。
- ③ SNMP エージェント機能を有すること。

(6) セキュリティ機能

ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① ファイル改竄検知ソフトウェア (Tripwire 相当) を用いてセキュリティ関連の事象を監査記録し、システム管理者にメールで通知できること。
- ② TCP-Wrappers 相当のアクセス制限機能を有すること。

(7) 運転管理機能

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① ユーザ管理、システムの自動起動・自動停止、システム稼動状況が一元的に管理運用できること。
- ② 予め設定した時刻にシステムの自動起動、自動停止 (空調設備は対象外) ができること。特に、原子力機構の計画停電 (48 時間停電) に対応可能であること。
- ③ 上記①②のシステムの自動起動・自動停止の操作、システム稼動状況の表示は、Web ブラウザからできること。
- ④ 各ノードのリソース (コア、メモリ) の利用状況及び実行中のプログラム稼動状況をシステム管理者が調査できる機能を有すること。
- ⑤ ノード間の通信について、ノード毎に通信量、通信経路の稼動状況をシステム管理者が調査できる機能を有すること。
- ⑥ 各計算ノードに対する電力上限値を設定でき、制限する機能を有すること。電力上限値の設定は、システムの稼働中にできること。また、消費電力量を常時監視し、超過した際には通知できること。

- ⑦ 原子力機構が指定する NTP サーバに 1 日 1 回アクセスして自動的に時刻補正を行うこと。

(8) 会計情報管理機能

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① 運転記録として、システム起動・停止のログやハードウェア・ソフトウェアのエラーメッセージ等をファイルに保存し、必要時に検索し、表示できること。
- ② 午前 9 時を情報収集の起点とする 24 時間の会計情報を「別紙 5 会計情報用フォーマット」に示すフォーマットで収集ファイルに保存できること。但し、翌日の情報収集の起点である午前 9 時に処理が終了していないものについては、ジョブ及びセッションが終了した日の収集ファイルにその情報を保存できること。なお、収集ファイルは情報収集終了時点から 10 日経過した時点で消去できること。

2.2.2 大規模並列計算機（GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部、ログイン処理部）のプログラム開発環境等

(1) 大規模並列計算機のコンパイラ等

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、商用ならびに CPU 提供メーカーもしくはハードウェア提供メーカーで開発・保守されている Fortran、C/C++関連のコンパイラを有し、以下の 1) から 3) の仕様を満たすこと。それぞれのコンパイラは、同時にコンパイル可能なユーザ数が合計で 40 以上であり、利用可能なユーザ数は無制限であること。
 - 1) ISO/IEC 1539-1:2004 規格あるいはそれらの後継規格に準拠した Fortran コンパイラを有すること。
 - 2) ISO/IEC 9899:2011 規格あるいはそれらの後継規格に準拠した C コンパイラを有すること。
 - 3) ISO/IEC 14882:2014 規格あるいはその後継規格に準拠した C++コンパイラを有すること。
- ② ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、上記①のコンパイラが Intel 社製でない場合、以下の 1) から 3) の仕様を満たす Fortran、C/C++コンパイラを有すること。それぞれのコンパイラは、同時にコンパイル可能なユーザ数が合計で 10 以上であり、利用可能なユーザ数は無制限であること。
 - 1) ISO/IEC 1539-1:2014 規格あるいはそれらの後継規格に準拠した Fortran コンパイラを有すること。
 - 2) ISO/IEC 9899:2011 規格あるいはそれらの後継規格に準拠した C コンパイラを有すること。
 - 3) ISO/IEC 14882:2014 規格あるいはその後継規格に準拠した C++コンパイラを有すること。

- ③ GNU コンパイラ (Fortran/C/C++) を有し、それらに必要なツール、ライブラリ群を含むこと。ブラリ群を含むこと。
- ④ GPGPU 演算部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、GPGPU 向けの統合開発環境 (コンパイラを含む) を合計 20 ライセンス以上であり、それらに必要なツール、ライブラリ群を含むこと。
- ⑤ 上記①から④のコンパイラは、Fortran 及び C プログラムの自動並列化機能を有することが望ましい。
- ⑥ 上記①から⑤のコンパイラは、OpenMP を利用できること。
- ⑦ 上記①②のコンパイラは、「2.2.2 (2) 並列通信ライブラリ」を利用できること。
- ⑧ 上記①から⑤のコンパイラは、OpenMPI を利用できること。
- ⑨ ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部において、グラフィックスライブラリとして OpenGL、Xlib を有すること。
- ⑩ コンパイラ、ライブラリ等は、性能評価試験及び検収時に利用したものを提供すること。

(2) 並列通信ライブラリ

大規模並列計算機において、商用ならびに CPU 提供メーカーもしくはハードウェア提供メーカーで開発・保守されている以下の仕様を満たす並列通信ライブラリを提供すること。

- ① MPI-3 以上の規格に準拠する並列通信ライブラリを有すること。
- ② MPMD 形式のプログラム実行ができること。
- ③ 「2.1.1 (5) ノード間ネットワーク」の通信ハードウェアが有する RDMA 機能を使用できる通信ライブラリを有すること。
- ④ 並列通信ライブラリは、性能評価試験及び検収時に利用したものを提供すること。

(3) 科学技術計算ライブラリ

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU 演算部、CPU 演算部、ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部において、CPU (マルチコア) のアーキテクチャに最適化した以下の 1) から 3) の以下の数値演算ライブラリを有すること。
 - 1) 逐次ライブラリ版の BLAS、LAPACK、FFTW、SuperLU 等
 - 2) スレッド並列化ライブラリ版の BLAS、LAPACK、FFTW、SuperLU、PETSc 等
 - 3) MPI ライブラリ版の ScaLAPACK、SuperLU、FFTW、PETSc 等
- ② GPGPU 演算部において、GPGPU のアーキテクチャに最適化された数値演算ライブラリを有すること。
- ③ ISV アプリ/クラウド処理部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、CPU (マルチコア) が Intel 社製である場合、Intel MKL (Math Kernel Library) を有すること。
- ④ 科学技術計算ライブラリは、性能評価試験及び検収時に利用したものを提供すること。

(4) HPC 用コンテナの機械学習ソフトウェア

GPGPU 演算部、CPU 演算部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① 機械学習を支援するために、GPGPU のアーキテクチャに最適化された機械学習用の共通ライブラリ及びフレームワーク (TensorFlow、Keras、PyTorch 等) を有すること。
- ② 機械学習用フレームワークは、コンテナのオンラインリポジトリとして提供し、リポジトリは継続してアップデートされること。
- ③ 機械学習用の数値計算ライブラリ及びフレームワークをコンテナ化し、複数フレームワークの開発環境を複数の同一ノード上で混在して利用できること。また、コンテナ化したフレームワークを複数のノードで MPI 実行できること。

(5) デバッグツール I

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① CPU (マルチコア) プログラム開発や移植を行うためのプログラムデバッガを有すること。
- ② CPU (マルチコア) の並列化のためのデバッグツールを有すること。

(6) デバッグツール II

GPGPU 演算部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU プログラム開発や移植を行うためのプログラムデバッガを有すること。
- ② GPGPU の並列化のためのデバッグツールを有すること。

(7) 並列化チューニングツール I

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① CPU (マルチコア) プログラムの高速化を支援するための性能評価ツールを有すること。また、性能評価ツールは GUI で操作もしくは解析結果をグラフィカルに表示できること。
- ② CPU (マルチコア) 実行のプログラム全体 (逐次ジョブ、MPI 並列ジョブ、スレッド並列ジョブ、MPI+スレッド並列ジョブ) をハードウェアモニタ情報により収集・情報解析し、解析結果を一覧表示する性能評価コマンドを有すること。
- ③ 正確な CPU(マルチコア)の実効性能(GFLOPS 値)、メモリアクセススループット(GB/s)等を測定するツールを有すること。

(8) 並列化チューニングツール II

GPGPU 演算部、機械学習/データ解析処理部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① GPGPU プログラムの高速化を支援するための性能評価ツールを有すること。また、性能評価ツールは GUI で操作できること。
- ② GPGPU 実行のプログラム全体 (逐次ジョブ、MPI 並列ジョブ、スレッド並列ジョブ、

MPI+スレッド並列ジョブ) をハードウェアモニタ情報により収集・情報解析し、解析結果を一覧表示する性能評価コマンドを有すること。

- ③ 正確な GPGPU の実効性能 (GFLOPS 値)、メモリアクセススループット (GB/s) 等を測定するツールを有すること。

(9) バックアップ機能

大規模並列計算機において、以下の仕様を満たすこと。

- ① システム管理者が設定するバックアップスケジュールにより、並列ファイルシステムの一部にユーザプログラムを保管・供給するためのホーム領域のバックアップを定期的に作成する機能を有すること。

(10) ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部の VM ソフトウェア等

ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① ISV アプリ/クラウド処理部及びログイン処理部における各ノードは、Linux KVM 相当の仮想化ソフトウェア (1 つの物理マシンに対し無制限の仮想マシンを実行可能) を用いて構築し、それぞれが仮想環境下において論理的に独立し、互いに干渉しない形態を取ること。
- ② 複数のノード間は、IP ネットワーク通信により接続すること。同一ネットワークポートにてクラスタ通信、仮想基盤ネットワークに共用可能であること。
- ③ 複数ノードをクラスタ構成として、1 つの GUI で管理可能な機能を有すること。
- ④ 各ノードの仮想マシンは、ローカルストレージや並列ファイルシステム上のファイルにアクセスできること。
- ⑤ 利用者は下記(16)のスパコン用 Web ポータルから利用目的、利用期間、計算リソース (CPU 数、GPGPU 数、メモリ容量、ストレージ容量、IP アドレス、使用期間等) を運用管理者に申請できること。
- ⑥ OS 設定 (商用 Linux : 10 ライセンス、Rocky Linux, Alma Linux, Ubuntu Linux 等) が事前に用意された仮想マシンテンプレートを複数提供し、VM 配備と起動・停止ができること。
- ⑦ 仮想マシンの起動日時、停止日時、稼働時間、稼働時間×コア数、合計時間の稼働状況を表示できること。

(11) 機械学習/データ解析処理部のソフトウェア等

機械学習/データ解析処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① JupyterHub 相当を用いて、AI/機械学習/データ解析・分析の開発環境を構築すること。また、GUI ベースで運用管理の操作ができること。
- ② 必要に応じて、GPGPU 演算部の 4 ノードは機械学習/データ解析処理部として利用できること。
- ③ 機械学習/データ解析処理部において、ユーザはローカル端末の Web ブラウザ (HTTPS) から JupyterHub 相当にアクセスし、JupyterLab 相当を起動できること。また、JupyterLab 相当で対話的操作によるプログラム開発・解析を行えるととも

に、大規模並列計算機のジョブ管理機能との連携により、jupyterLab 相当から Python ジョブ等を GPGPU 演算部及び CPU 演算部に投入・実行できること。

- ④ 各ユーザは JupyterHub 相当にログアウトして中断したところから再度ログインして作業再開できること。また、障害が発生しても作業を続行できるようにデータを大規模並列計算機の並列ファイルシステムに保存できること。
- ⑤ AI/機械学習/データ解析・分析に有用な数値計算ライブラリ (Numpy、Pandas、Scipy、Seaborn、scikit-learn) やフレームワーク (TensorFlow、Keras、PyTorch) のコンテナイメージを複数テンプレート化して提供すること。また、機械学習/データ解析処理部の GPGPU を利用できること。
- ⑥ 研究 DX に有用な LLM アプリ開発プラットフォーム (Dify + Ollama + Tanuki-8B 相当) による RAG システムを提供し、利用できること。
- ⑦ Docker コンテナの生成・削除が行えること。

(12) クラウドストレージソフトウェア等

クラウドストレージサーバにおいて、以下の仕様を満たすこと。

- ① スーパーコンピュータシステムでのデータ利活用のために、クラウドストレージソフトウェア (NextCloud 相当) を有すること。
- ② ユーザはローカル端末の Web ブラウザ (HTTPS) または専用ソフトから NextCloud 相当にアクセスし、大規模並列計算機の並列ファイルシステム上のファイルを新規作成・アップロード/ダウンロード、データ共有、ファイル暗号化ができること。
- ③ NextCloud 相当での操作により、原子力機構内のファイルサーバ (NFS/CIFS/SFTP/WebDAV/S3) 等と連携し、新規作成・アップロード/ダウンロード、データ共有、ファイル暗号化ができること。

(13) リモートデスクトップソフトウェア等

ログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① スーパーコンピュータシステムでのプリポストソフトウェア等の利用のために、利用できるリモートデスクトップ (TurboVNC 相当) を有すること。
- ② ユーザはローカル端末の専用ソフト (TurboVNC 相当) を起動して、SSH 経由で VNC サーバに接続し、プリポスト処理 (ParaView 等) できること。

(14) 多要素認証サーバのソフトウェア等

多要素認証サーバにおいて、以下の仕様を満たすこと。

- ① ユーザが Web ブラウザ (HTTPS) で利用可能な利用者 Web ポータル、スパコン用 Web ポータル、計算機資源の Web 予約システム及び運用管理者ポータル等の Web サービスを OpenID Connect もしくは SAML に基づくシングルサインオンで利用できること。但し、シングルサインオンに関しては、提供が著しく困難であると原子力機構が認めるサービスに関しては、導入時点でその一部が利用可能な形でインストールされていなくても良い。導入時点でシングルサインオンに未対応のサービスについては、それ以外のシングルサインオンに対応したサービスと共通の LDAP 及びログイン手

段を用いた個別多要素認証によりユーザが利用できること。また、導入時点でシングルサインオンに未対応のサービスが、本契約期間中に対応可能となった場合には、原子力機構と協議の上で導入を行うこと。

- ② LDAP サーバと連携して動作すること。
- ③ ソフトウェアトークンを利用する方法、モバイルプッシュ通知及び電子メール等により OTP を通知する方法を含む多要素認証をユーザに強制可能とすること。多要素認証に必要なライセンスはユーザ数 500 人を本契約に含めること。
- ④ 多要素認証のために必要な初期設定は各ユーザの初回アクセス時に遠隔で実施できること。この際、必要な情報は暗号化された通信によりユーザへ通知可能であること。
- ⑤ ユーザに対して強制するパスワードポリシーを設定できること。
- ⑥ ユーザ属性情報に基づき、アクセス先や利用可能なリソースを管理する許可機能を有すること。

(15) 利用者 Web ポータルサーバのソフトウェア等

利用者 Web ポータルサーバにおいて、以下の仕様を満たすこと。

- ① 多要素認証サーバと連携し、Web ブラウザ (HTTPS) によりユーザがシングルサインオンで Web サービスを利用する際の単一のゲートウェイとして動作すること。Web サービスへのリンクをユーザに表示すること。
- ② スーパーコンピュータシステムで必要となる電子証明書を有すること。
- ③ ログイン以前に表示される一般情報と、ログイン後にアクセスできる情報・コンテンツを制御できること。
- ④ 原子力機構が適宜ユーザへのお知らせ表示・更新ができること。コンテンツ配置のカスタマイズが可能であること。

(16) スパコン用 Web ポータルソフトウェア等

ログイン処理部において、以下の仕様を満たすこと。

- ① スーパーコンピュータシステムでの計算資源を簡易に利用可能にするスパコン用 Web ポータルソフトウェア (Open OnDemand 相当) を有すること。また、コードエディターの Visual Studio Code (VSCode 相当) を有すること。
- ② 多要素認証サーバと連携し、シングルサインオンでユーザが Web ブラウザ (HTTPS) によりスパコン用 Web ポータルにアクセスできること。
- ③ ユーザはローカル端末の Web ブラウザ (HTTPS) から Open OnDemand 相当にアクセスし、リモートデスクトップ (TurboVNC 相当)、クラウドストレージ (NextCloud 相当)、JupyterHub 相当、VSCode 相当、ファイルのアップロード/ダウンロード/編集、ジョブの作成/投入/監視、シェル操作等の対話型操作ができること。
- ④ Web ブラウザ (HTTPS) の特定アプリケーションからの実行命令により大規模並列計算機のジョブ管理機能と連携して GPGPU 演算部、CPU 演算部及び ISV アプリ/クラウド処理部にジョブを投入・実行できること。
- ⑤ アプリケーションは容易に作成・追加・削除できること。

(17) フリーソフトウェア

大規模並列計算機において、以下のフリーソフトウェア（26種類）のインストールに協力し、稼働すること。なお、具体的なバージョンは、原子力機構と協議の上決定する。

Emacs、less、gzip、gs、ghostview、f2c、a2psj、mpage、nkf、perl、fd、gnome-terminal、iiimx、gnuplot、Perl、R、Ruby、Python、screen、NetCDF、Parallel netCDF、HDF5、git、ParaView、Visit、Julia

(18) オープンソースソフトウェア等

① GPGPU 演算部において、以下のオープンソースソフトウェア等（4種類）のインストールに協力し、稼働すること。なお、具体的なバージョンは、原子力機構と協議の上決定する。

- 1) 流体解析ソフトウェア (OpenFOAM)
- 2) 分子動力学ソフトウェア (LAMMPS)
- 3) 第一原理電子状態計算ソフトウェア (Quantum ESPRESSO)
- 4) 原子力機構の遠隔可視化ソフトウェア (PBVR)

② CPU 演算部において、以下のオープンソースソフトウェア等（7種類）のインストールに協力し、稼働すること。なお、具体的なバージョンは、原子力機構と協議の上決定する。

- 1) 流体解析ソフトウェア (OpenFOAM)
- 2) 量子科学計算ソフトウェア (GAMESS)
- 3) 分子動力学ソフトウェア (LAMMPS)
- 4) 第一原理電子状態計算ソフトウェア (Quantum ESPRESSO)
- 5) 第一原理シミュレーションソフトウェア (OpenMX)
- 6) 原子力機構の遠隔可視化ソフトウェア (PBVR)
- 7) 原子力機構の行列計算ライブラリ (PARCEL)

(19) 現有システムのアプリケーション

現有システム (HPE SGI8600) では既に以下のアプリケーションのライセンスを用意している。これらアプリケーションについて、以下に示す各演算部、処理部へのインストールに協力し、稼働すること。なお、具体的なバージョンは、原子力機構と協議の上決定する。また、Gaussian09 (原科研のサイトライセンス、ソースコード) に関するサポート・保守は本調達に含めること。

① GPGPU 演算部及び CPU 演算部のアプリケーション

- 1) 第一原理電子状態計算 (VASP)

② ISV アプリ/クラウド処理部のアプリケーション

- 1) 汎用熱流体解析 (STAR-CCM+)
- 2) 汎用非線形有限要素解析 (ABAQUS)
- 3) 数値解析 (MATLAB)
- 4) 汎用量子科学計算 (Gaussian09)

- 5) 流体解析用可視化ポストプロセッサ (FIELDVIEW)
- 6) 汎用流体解析 (ANSYS CFD Premium)

(20) ISV アプリケーション

ISV アプリ/クラウド処理部において、以下の仕様を満たす ISV アプリケーションをインストールし、稼働すること。また、2) ABAQUS と 5) ANSYS CFD Premium について、GPGPU 演算部でサポートしている場合は稼働すること。

- ① 各ソルバに関しては、ssh 等で ISV アプリ/クラウド処理部にアクセスし、バッチジョブで処理する。また、各プリポストに関しては、原子力機構の各事業所からサーバ (ISV アプリ/クラウド処理部)・クライアント (ユーザ PC) 方式あるいは X プロトコル方式で利用できること。なお、()内は、アプリケーションソフトウェアを利用する各事業所及びライセンス数を示す。

- 1) ANSYS 社製の LS-DYNA (原科研:4 並列版 1 ライセンス : フローティング)
- 2) Dassault Systemes 社製の ABAQUS (原科研:5 トークン、大洗センター:5 トークン)
- 3) Dassault Systemes 社製の ABAQUS/CAE (原科研:1 トークン、大洗センター:1 トークン)
- 4) ANSYS 社製の ANSYS Mechanical Enterprise (原科研: 4 並列版 1 ライセンス : フローティング)
- 5) ANSYS 社製の ANSYS CFD Premium (原科研: 4 並列版 1 ライセンス : フローティング)
オプション:ANSYS DesignModeler (原科研:1 ライセンス)
ANSYS CFD PrePost (原科研:1 ライセンス)
- 6) エムエスシーソフトウェア社製の MSC One (原子力機構の全事業所 : 81 Token)
PATRAN、NASTRAN
- 7) Tecplot 社製の FIELDVIEW (原科研:1 ライセンス : フローティング、大洗センター: 2 ライセンス : フローティング)

(21) 可視化ソフトウェア

ISV アプリ/クラウド処理部は、以下の仕様を満たす可視化ソフトウェアをインストールし、稼働すること。

- ① AVS/Express PCE 及び Enight Enterprise に関しては、原子力機構 LAN を介してサーバ (ISV アプリ/クラウド処理部)・クライアント (ユーザ PC 等) 方式あるいは X プロトコル方式で遠隔可視化できること。また、サーバは原科研、クライアントは原子力機構の各事業所のユーザ PC とする。なお、()内は、可視化ソフトウェアを利用する事業所及びライセンス数を示す。
- 1) Advanced Visual Systems 社製の AVS/Express PCE (原科研:1 ライセンス : フローティング)
 - 2) ANSYS 社製の Enight Enterprise (原科研:1 ライセンス ; フローティング)

(22) 計算機資源の Web 予約システム

GPGPU 演算部、CPU 演算部及び ISV アプリ/クラウド処理部において、ユーザの長時間バッチ処理、対話型アプリケーション等の実行環境として占有利用するため、以下の仕様を満たす Web 予約システムを稼働すること。

- ① 電子証明書を利用したログインができること。
- ② Web ブラウザから仮想マシンや物理マシンのいずれかの利用形態で、一つまたは複数のノードを予約して占有利用できること。なお、Web 予約システムで予約したノードは、ジョブスケジューラの制御により会話型で利用できること。
- ③ 各ノードの空き状況や予約可能な資源量（CPU、メモリ、GPGPU 等）を確認できること。
- ④ ユーザの現在の利用状況（予約件数、利用 CPU（マルチコア）時間等）を確認できること。
- ⑤ 日毎（利用開始日、開始時刻、利用終了日、終了時刻）に利用可能なノードを占有して予約できること。なお、ユーザ毎及びプロジェクトグループ毎の利用可能 CPU（マルチコア）時間を超えて予約できないこと。
- ⑥ 日毎（利用開始日、開始時刻、利用終了日、終了時刻）に選択可能なテンプレート（利用形態、資源量等）を用いてノードを占有して予約できること。
- ⑦ 予約時にユーザに予約を受け付けたメールを送信できること。また、不要となった予約は、予約一覧で削除できること。
- ⑧ 予約したノードの準備完了通知をユーザにメール送信できること。

(性能、機能以外の要件)

3. 設置要件等

3.1 据付配線作業等

(1) 据付配線作業

スーパーコンピュータシステムの据付配線作業を含めること。なお、据付に当たっては震度 6 強に耐えられる耐震を実施すること。

(2) 分電盤作業

情報交流棟（北ウィング）電気室（地下 1 階）から情報交流棟（南ウィング）計算機室（地下 1 階）までのケーブルラックの設置、ケーブル敷設及び計算機用分電盤設置を実施すること。

(3) ケーブル敷設等の作業

据付配線作業（耐震作業を含む）において、スーパーコンピュータシステムを接続するため必要となるケーブル敷設及びその配置、配線、調整等を実施すること。

(4) 既設機器とのネットワーク接続作業

スーパーコンピュータシステムで必要となるネットワークの構築及び既設機器への接続・調整、各機器の動作確認を実施すること。なお、既設機器（ギガビットイーサネットスイッチ等）への接続にあたっては、原子力機構と協議の上、その指示に従うこと。

(5) 作業責任者等の資格

原子力機構の作業責任者等認定制度における作業担当者（原子力科学研究所）の認定を有している者を 1 名以上配置すること。なお、作業責任者認定制度に係る認定者がいない場合は、原子力機構に受講申請を行い、作業開始までに認定を受けること。

作業担当者：新規（作業責任者等教育（3 時間））、更新（作業責任者等教育（3 時間））

3.2 設置場所及び設備要件等

(1) スーパーコンピュータシステムの設置場所（空調機等の室外機設置場所を含む）を

「別紙 6 情報交流棟 計算機室及び屋外」に示す。導入するスーパーコンピュータシステムは、以下の【設置場所】に示す第 1 計算機室や屋外の設置可能面積、フリーアクセスの耐荷重能力の許容値以下であること。なお、「3.1 据付配線作業等」、以下の電源設備及び空調設備に関する各作業は供給者側で事前に現地を調査のうえ、実施すること。

(2) スーパーコンピュータシステムは、以下の【電源設備】に示す未使用の変圧器容量、回路数の許容値以下でシステムを構築すること。また、供給者側による既設変圧器の更新等の大幅な変更を伴う作業は認めない。

(3) 以下の【電源設備】に示す以外の電源タイプ（相、電圧）を必要とする場合は、供給者が計算機用電源盤の 2 次側（低圧側）に電圧変換機器等の装置を別途用意し、その設置作業も実施すること。なお、設置作業等については原子力機構と事前に協議のうえ決定すること。

【設置場所】

以下に情報交流棟（南ウイング）地下1階、屋外の設置場所の諸元を示す。

室名	設置可能面積	耐荷重能力	備考
第1 計算機室	約 128.5 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・ 500 kg/m²（集中荷重）のフリーアクセスから天井までの高さ（約 3m） ・ 1,000 kg/m²（集中荷重）のスラブからフリーアクセスまでの高さ（約 40cm） 	第1 計算機室には、幅 100cm 以上の搬入通路を確保すること。
屋外（南側）	約 108.9 m ²	・ 1,000 kg/m ² （集中荷重）	

【電源設備】

以下にスーパーコンピュータシステムに供給可能な電源を示す。

低圧配電盤名称 （電源タイプ）	現設備の変圧器容量、回路数	用途	備考
計算機電源盤No. 1 （三相 200V）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 300KVA ・ 3P-300AT × 7 	計算機用	
計算機電源盤No. 3 （三相 200V）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1300KVA ・ 3P-500AT × 12 	計算機用	
計算機電源盤No. 2 （三相 200V）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 400KVA ・ 3P-600AT × 5 ・ 3P-300AT × 2 ・ 3P-175AT × 1 	空調設備用	

- (4) 以下の【空調設備】に示す未使用の空調能力を超える場合、また特殊な冷却方式を必要とする場合には、供給者が別途用意し、その設置作業（情報交流棟 南側法面の基礎設置等を含む）も実施すること。なお、設置作業等については原子力機構と事前に協議のうえ決定すること。

【空調設備】

以下にスーパーコンピュータシステムに供給可能な空調能力を示す。

室名	空調タイプ	現設備の空調能力	備考
第1 計算機室	床置床下吹形	206,400Kcal/h (68,800Kcal/h × 3 台)	

- (5) スーパーコンピュータシステムを導入する際に別途用意した計算機用電源盤(年1回)及び空調設備(年4回)の定期保守を実施し、点検報告書を提出すること。なお、法令により実施が必要な点検は含めること。
- (6) スーパーコンピュータシステムに対して、各ラックから排出された加熱空気が停滞する場所(ホットスポット)が存在しないよう、シミュレーションによる熱設計を施し、機器を設置すること。
- (7) スーパーコンピュータシステムに対して、フリーアクセス内のケーブル類等により必要な冷却風量を各ラックに提供できない場合は冷却風量を改善する対策を施すこと。
- (8) スーパーコンピュータシステムに対して、省エネルギー対策及び高調波対策を施すこと。
- (9) スーパーコンピュータシステムの導入については、原則、現有システム(HPE SGI8600)の撤去後(令和8年12月末終了)に、機器の搬入、据付調整を行うこと。なお、納入準備期限(納入期限の21日前)までに納入時検査を受けられる状態にすること。

3.3 運用設計に関する要件

(1) 現状調査の実施

原子力機構が提供する現有システム(HPE SGI8600)の情報を基に、ジョブ運用、インタラクティブ運用、ネットワーク運用、ファイルシステム運用、セキュリティ運用、機械学習運用、仮想マシン運用、各種利用方法等について現状調査を行い、スーパーコンピュータシステムを導入・運用する上で必要となる作業を洗い出すこと。

(2) システム設計

上記(1)の現状調査及びスーパーコンピュータシステムの要求要件を踏まえ、基本設計、詳細設計を実施し、システム設計書としてまとめ、原子力機構の確認を得ること。

(3) 移行計画

スーパーコンピュータシステムへの移行計画を検討し、システム移行計画書としてまとめ、原子力機構の確認を得ること。

(4) 運用管理設計

スーパーコンピュータシステムの運用開始後の管理や保守・運用支援等に関する設計を行い、運用管理設計書としてまとめ、原子力機構の確認を得ること。

3.4 移行に関する要件

- (1) 現有システム(HPE SGI8600)の磁気ディスク装置からスーパーコンピュータシステムへのファイル移行(/home: 1.2PB、/data: 4.8PB、/work: 0.6PBを納入期限までに

行うこと。なお、現有システム（HPE SGI8600）ではファイル移行用に 10 ギガビットイーサネットインタフェース（HPE SGI8600：最大 6 ポート）が利用可能である。

- (2) スーパーコンピュータシステムに対して、納入後 6 ヶ月の間はユーザの依頼に基づき、プログラム移行相談及びシステム全般に渡る利用相談に対応する相談員を原科研情報交流棟（南ウイング）に 1 名常駐させること。なお、相談業務は原子力機構の就業規定に準じて行うこと。
- (3) 相談員は、上記(2)の相談業務に加え、プログラム移行手引書及び FAQ の作成を行うこと。また、スーパーコンピュータシステムと現有システム（HPE SGI8600）で並列化指示行及び科学技術計算ライブラリに非互換がある場合は、その非互換表の作成を行うこと。
- (4) 原子力機構のプログラム担当者と事前に打ち合わせを行い、システムの納入準備期限までに「別紙 7 移植・最適化チューニング対象プログラム」に示したユーザプログラムの最適化チューニングを行うこと。移植・最適化チューニングでは別紙 7 で指定するシステムにおいて各プログラムが効率よく実行できるよう、プログラム修正・移植を行う。最適化方法等については計算精度、実行性能（並列化効率、実行効率）等を原子力機構と協議のうえ決定する。
- (5) 原子力機構のシステム担当者と事前に打ち合わせを行い、現有システム（HPE SGI8600）の ISV アプリ処理部上で稼働しているユーザシステム（5 システム程度）の移植に協力し、システムの納入準備期限までに稼働すること。
- (6) 納入期限 3 ヶ月以前に原子力機構から提示するユーザプログラム（80 本程度、総ステップ数は約 100 万ステップ程度を予定）については、GPGPU 演算部（5 本程度）及び CPU 演算部（75 本程度）への移行作業を納入後 6 ヶ月までに完了させること。

3.5 利用支援体制に関する要件

- (1) スーパーコンピュータシステムを最大限に効率良く活用するために、契約開始後からの 3 年間は以下に示すプログラムの並列化・高速化業務（移植を含む）を行うこと。
 - ① 並列化・高速化要員 2 名は CPU（マルチコア）の実務経験 3 年以上、GPGPU の実務経験 3 年以上であること。
 - ② 原子力機構が提示する年間作業（24 人月分）を実施できる支援体制（技術担当者及びその責任者等を含む）を提供すること。また、並列化・高速化業務は、原子力機構担当者の許可を受けた後、原子力機構の SSL-VPN 経由又は多要素認証された経路で実施すること。なお、当該作業に必要な機器等は供給者が整備すること。
 - ③ 標準実施時間帯（土曜日、日曜日、祝日、12 月 29 日から翌年 1 月 3 日までの年始 年末を除く）において、原則として平日（9:00～17:30）の間はリモートで行うこと。但し、作業前に、原子力機構と受注者で協議して変更できるものとして、変更内容は年間作業計画書に定めることとする。
 - ④ 並列化・高速化要員（上記①）に変更が生じた場合には速やかに原子力機構担当者に報告し、原子力機構担当者の確認を得ること。また、代替要員については、サービスレベルの低下を防ぐために、知識及び実務経験が同等以上な者を選定すること。
 - ⑤ 原子力機構担当者から指定された年間作業に関して、業務の分担、人員配置、スケ

ジュール等について、あらかじめ年間作業計画書を作成し、原子力機構の確認を得ること。なお、作業内容等の変更があった場合は、それを反映させた年間作業スケジュール表（改訂版）を速やかに提出し、原子力機構の確認を得ること。

- ⑥ 原子力機構が別途提示する作業の基本要件の確認をオンラインで打合せを行い、実現可能性の検討、スケジュール作成、システム選定方針の作成、業務推進体制の策定等に対する基本方針の明確化を行い、業務計画書を作成し、原子力機構の確認を受けること。
 - ⑦ 毎月1回の定例会をオンラインで開催し、原子力機構に業務の進捗状況を月間作業報告書で報告すること。
 - ⑧ 利用者に指定された実環境にプログラムを導入するための計画を作成し、プログラムと作業報告書を納入すること。また、利用者によるプログラムのレビュー及びテストを支援すること。
 - ⑨ 納入後プログラムに不具合が生じた場合、速やかに修正等の対応を行うこと。
- (2) 導入後6ヶ月の間に、現有システム（HPE SGI8600）より性能（実効効率）が劣化したプログラムが発見された場合は、受注者において劣化原因を速やかに調査し、その結果を原子力機構の当該プログラム担当者に報告すること。

3.6 保守・運用支援体制に関する要件

- (1) スーパーコンピュータシステムに発生した自動検知可能な障害については、原子力機構が指定するメールサーバを経由して自動的に保守センターまたは保守員に異常を電子メールで通知できること。また、リモートによる保守は、原子力機構のSSL-VPN経由又は多要素認証された経路で実施すること。なお、当該保守に必要な機器等は供給者が整備すること。
- (2) 大規模並列計算機（各演算部、各処理部、ノード間ネットワーク、各種管理サーバ）及び10ギガビットイーサネットスイッチの障害については、平日・休日を問わず24時間の保守体制をとり、上記(1)による自動通知または原子力機構から連絡を受けた際は、2時間以内に復旧作業（予備ノードへの切替、フェイルオーバー、各機器のオフライン化等）に着手すること。また、前述以外の機器の障害については、平日（9:00～17:30）のみ保守体制をとり、上記(1)による自動通知または原子力機構から連絡を受けた際は、当日または翌営業日（但し、夜間・休日の場合）の平日（9:00～17:30）に復旧作業に着手すること。
- (3) 大規模並列計算機に障害が発生した場合は、上記(2)の対応を行うと共に、障害調査・解決を迅速に実施する体制を整備し、当該障害の切り分け、原因究明を行い、予備ノードや冗長性を有する機器等が枯渇する前に障害部品の交換やバグ修正の適用を原則として、平日（9:00～17:30）に行うこと。また、障害機器の製造元が複数のベンダーに及ぶ場合でも提案するスーパーコンピュータシステムの供給者が責任を持ってすべての問題解決を図ること。
- (4) スーパーコンピュータシステムの障害状況については、速やかに原子力機構に途中経過や最終報告を行うこと。必要に応じて、システムを構成する各製品（ハードウェア・ソフトウェア）の予防保守等の対応、各製品への改善要求を適切に行い耐故障率の向

上に努めること。

なお、当該障害の発生が通常運用に重大な支障をきたすと原子力機構が判断した場合は、緊急対策チームを発足させ早急に問題解決を図ること。

- (5) 障害発生を未然に防ぐため定期保守を実施すること。なお、定期保守は原則として土曜日または日曜日に実施すること。
- (6) スーパーコンピュータシステムの円滑な運用のため、契約期間中は以下に示す保守・運用支援を行うこと。
 - ① プロジェクトリーダー 1 名（計算機システムの導入、維持、保守活動の実務経験 8 年以上）
 - ② システムエンジニア 2 名以上（計算機システムの導入、維持、保守活動の実務経験 3 年以上）
 - ③ 保守・運用支援業務を実施できる支援体制（技術担当者及びその責任者等を含む）を提供すること。また、保守・運用支援業務は、原子力機構担当者の許可を受けた後、原子力機構の SSL-VPN 経由で実施すること。なお、当該作業に必要な機器等は供給者が整備すること。
 - ④ 標準実施時間帯（土曜日、日曜日、祝日、12 月 29 日から翌年 1 月 3 日までの年始年末を除く）において、原則として平日（9:00～17:30）の間はリモートで行うこと。なお、リモートでの業務が不可能な場合は、オンサイト対応とすること。
 - ⑤ 保守・運用支援要員（上記①②）に変更が生じた場合には速やかに原子力機構担当者に報告し、確認を得ること。また、代替要員については、サービスレベルの低下を防ぐために、知識及び実務経験が同等以上な者を選定すること。
- (7) 上記(6)の保守・運用支援要員は、スーパーコンピュータシステムが安定稼働するよう以下に示す業務を行うこと。

① 保守・運用計画

年次及び月次での保守・運用計画を策定すること。計画内容には以下の事項が含まれる。

- 1) システムパラメータ等の設定
- 2) 性能評価及びシステムチューニング
- 3) OS、コンパイラ、ミドルウェア、ISV アプリケーション、オープンソースプログラム、フリーソフトウェア、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker コンテナ、VM 等のバージョンアップ及び修正プログラムの適用
- 4) OS、コンパイラ、ミドルウェア、ISV アプリケーション（別途調達も含む）、オープンソースプログラム、フリーソフトウェア、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker コンテナ、VM 等の利用目的に応じた環境設定や利用方法の提示
- 5) 運用及びセキュリティに関する調査
- 6) OS、コンパイラ、ミドルウェア、ISV アプリケーション、オープンソースプログラム、数値演算ライブラリ、フリーソフトウェア、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker コンテナ、VM 等に関する調査ならびに

インストール協力、電子証明書の更新

7) 保守計画

8) 要員の業務計画

② システム運転業務

スーパーコンピュータシステムの稼働品質を担保するため、システムサービス、ノード等の稼働状況を監視し、各種のインシデントに対応すること。

③ ヘルプデスク業務

1) 原子力機構からの各種問合せ（OS、コンパイラ、ミドルウェア、ISV アプリケーション、オープンソースプログラム、フリーソフトウェア、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker コンテナ、VM 等）を受け付け、迅速に問題解決を行うこと。

2) 問合せ受付は 24 時間 365 日とし、ひとつの窓口（電子メール）で対応すること。また、電話やオンラインの場合は、原則として平日（9:00～17:30）の間で対応すること。

④ インシデント管理

1) ヘルプデスクやシステム監視で検知されたインシデントを一元管理すること。インシデント情報は有効に活用し、迅速な対応を行うこと。

2) 解決できないインシデントは、影響度、優先順位等を精査し、システム障害として管理すること。

⑤ システム障害管理

1) インシデント管理からエスカレーションされた事象を障害等として一元管理し、影響度と緊急度により優先順位を決め、障害原因の特定を行うこと。

2) 早急に根本的解決ができない場合には、暫定的な解決策を策定すると同時に、障害の原因調査、分析を実施し、恒久的な解決策の策定を行うこと。

⑥ 運用管理者ポータルサイトの管理

以下のポータルサイトを開設し、コンテンツを一元管理すること。

1) 電子証明書を利用したログイン

2) 障害情報、ヘルプデスク、要望対応等

3) システム管理者向けのシステム操作手引書、システム環境設定書、製品マニュアル、技術資料等

4) ユーザ向けのシステム利用手引書、製品マニュアル、技術資料等

5) ユーザ向けの ISV アプリケーション、オープンソースプログラム、フリーソフトウェア、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker コンテナ、VM 等のインストール手順書等

⑦ 予防保守

1) 大規模並列計算機の CPU（マルチコア）、GPGPU、メモリ、並列ファイルシステム、高速ファイルシステム、ノード間ネットワーク装置等のエラー発生状況を監視し、閾値を超えた場合には予防交換を実施すること。

2) ソフトウェア（OS、ミドルウェア、コンパイラ・ライブラリ、ISV アプリケーション、機械学習/データ解析ソフトウェア、AI ツール、HPC 用コンテナ、Docker

コンテナ、VM等)及びハードウェア(ファームウェア等)に関するバグ状況を定期的(原則、四半期)に調査し、原子力機構に報告、協議の上、利用者への事前通知やパッチ等の適用を実施すること。

⑧ 運用連絡会

- 1) 保守・運用支援業務等に関する以下の定期的な連絡会をオンラインで開催すること。
- 2) 運用会議は、スーパーコンピュータシステムの安定稼働を原子力機構が判断するまで、原則として毎週1回開催(定例会の週は除く)すること。
- 3) 定例会は、毎月1回開催すること。

⑨ セキュリティ対応

- 1) スーパーコンピュータシステムに対して、納入時検査期間に原子力機構によるセキュリティ脆弱性テストを実施するので協力すること。なお、当該テストの結果、原子力機構より改善を求められた場合は、速やかに対策を実施すること。
- 2) スーパーコンピュータシステムの運用開始後は、原子力機構のセキュリティ脆弱性・脅威情報(<http://cnet-guide.jaea.go.jp>)を把握(CERT勧告等のセキュリティ情報を含む)するとともに、速やかにセキュリティパッチの適用等の対策を実施すること。また、セキュリティインシデント発生時には原子力機構の障害対応手順書に沿って対応すること。

(8) スーパーコンピュータシステムの利用者への継続的かつ安定的なサービスの円滑な提供に資すること。上記(7)に示した業務内容を実施するにあたり、供給者が確保すべき対象業務の質は、次のとおりとする。

① 業務の内容

上記(7)①から⑨の保守・運用支援業務を適切に実施すること。

② システム稼働率

大規模並列計算機におけるシステム稼働率(月平均)の98%以上の維持に努めること。稼働状況は、日次、週次、月次に監視するとともに、それぞれの目標率の低下もしくは想定される場合には原子力機構に随時報告し、改善策を協議して実施すること。システム稼働率は以下の計算式で計算する。

$$\text{システム稼働率(\%)} = \frac{\text{実運用時間}}{\text{運用可能時間}} \times 100$$

- ・ 運用可能時間 = 運用可能日数 × 24時間 - (原子力機構の施設保守時間 + 原子力機構の保守時間)
- ・ 実運用時間 = 運用可能時間 - (ダウン時間 + 供給者の保守時間)

③ 上記②のシステム稼働率が2ヶ月にわたり未達成の場合は、目標稼働率の達成に必要な対策(予備ノードの追加等)を原子力機構と協議して実施すること。

④ システム利用率

バッチジョブ利用状況は、日次、週次、月次に監視し、大規模並列計算機の利用率の向上に努めること。効率的なジョブスケジューリングが実施されていない場合には、原子力機構に随時報告し、ジョブ管理機能等の改善策を協議して実施すること。

(9) 上記(8)の確認の結果、確保されるべき対象業務の質が達成されていないと認められる

場合、原子力機構は確保されるべき対象業務の達成に必要な限りで、供給者に対して本業務の改善を行うよう指示することができる。供給者は当該指示を受けて業務の実施方法を改善する業務改善報告書を提出し、原子力機構の確認を得ること。

3.7 講習会に関する要件

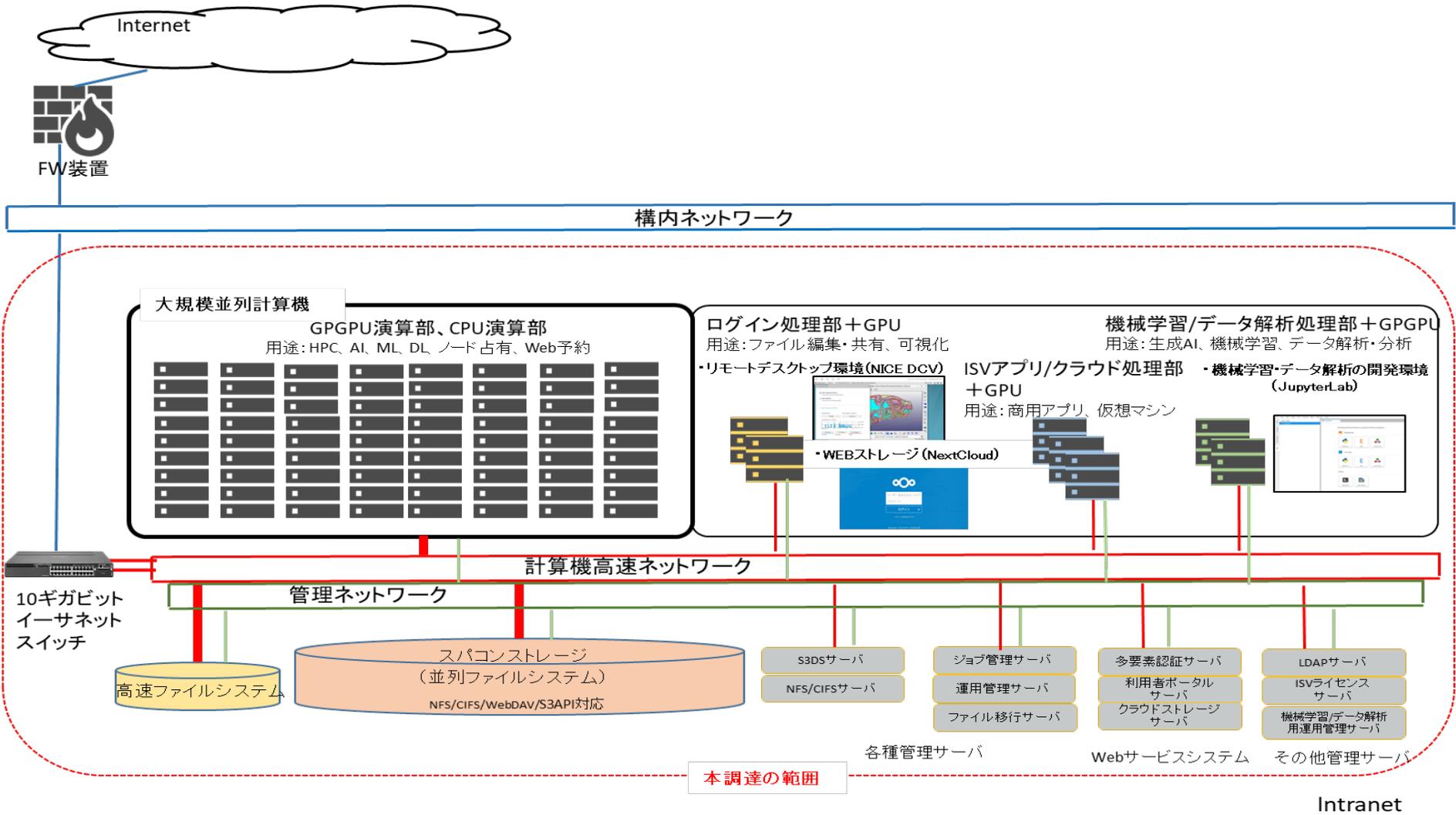
- (1) スーパーコンピュータシステムの人材育成のため下記(2)から(4)の講習会をオンラインで開催すること。
- (2) スーパーコンピュータシステムの利用講習会（200名程度）を導入前に1回実施すること。なお、教育用テキストを作成して電子媒体で提供すること。
- (3) CPU（マルチコア）やGPGPUに関するプログラミング講習会（30人程度）、並列化・高速化講習会（30人程度）を毎年1回実施すること。
- (4) AI/機械学習/データ解析・分析に関する講習会（30人程度）を毎年1回実施すること。

3.8 マニュアル等に関する要件

- (1) システム管理者向けに具体的なシステム操作手引書及びシステム環境設定書を作成して電子媒体で提供すること。システム構成やソフトウェア環境の設定変更に伴う変更があった場合は、速やかにシステム操作手引書及びシステム環境設定書の修正版を電子媒体で提供すること。
- (2) ユーザ向けに具体的なシステム利用手引書を作成して電子媒体及び印刷物で提供すること。システム構成やソフトウェア環境の設定変更に伴う変更があった場合は、速やかに利用手引書の修正版を電子媒体で提供すること。
- (3) スーパーコンピュータシステムの運用に関する製品マニュアル、技術資料等を電子マニュアルで提供すること。
- (4) スーパーコンピュータシステムの利用に関する製品マニュアル、技術資料等を電子マニュアルで提供すること。
- (5) 上記(3)及び(4)のマニュアルは、日本語版（原則）を提供すること。但し、英語版が存在する場合は両マニュアルを提供すること。
- (6) 上記(3)及び(4)のマニュアルは、原子力機構からの要求に応じて最新のものを速やかに提供すること。
- (7) スーパーコンピュータシステムの構成（特徴、ハードウェア、ソフトウェア）についての説明用パネル（日本語、英語版）を提供すること。

以上

システム概念図



ベンチマークテストプログラムの概要

項	プログラム名	プログラム概要	GPGPU 演算部用	CPU 演算部用
1	JUPITER	過酷時炉内容融物の移行挙動等の各種熱流動現象を評価するプログラムである。	○	
2	LAMMPS	古典的な経験ポテンシャルを利用した分子動力学計算のプログラム。		○
3	CityLBM	格子ボルツマン法に基づき数 km 四方の局地的な風況解析するプログラムである。	○	
4	TPFIT	気液二相流挙動を実験式を使用せずに直接的に解析するプログラム。Navier-Stokes 方程式とポアソン方程式を用いる。	○	
5	vMPS_QM	行列積状態変分法に基づき密度行列繰り込み群法の拡張として、低次元量子系の基底状態および動的(静的も含む)物理量を高精度で計算するプログラムである。	○	
6	sendrecv (1対1通信)	複数のプロセスからなる送信・受信の組み合わせを作り、半分のプロセスから残り半分のプロセスにブロッキング通信/RDMA通信で同時に送信し、ランク0の転送に要した時間を測定するプログラム。	○	○
7	collective (集団通信)	各プロセスでデータを持ち、そのデータを使って他のプロセスと MPI_ALLREDUCE/MPI_IALLTOALL を使った演算を伴う通信に要した時間を測定するプログラム。	○	○
8	mpi-io (ディスク IO)	各プロセスから MPI-IO によるファイルの読み書きに要した時間を測定するプログラム。		○

誓 約 書

[仕様書案]

スーパーコンピュータシステムの性能評価を実施するため、ベンチマークテスト用のプログラム（DVD：No. JAEA-2025-SS_BMT____、以下「ベンチマークテストプログラム」とします）を確かに受領しました。

このベンチマークテストプログラム及びそれから得られる結果等に関し、下記のことを誠実に遵守することを誓います。

記

1. ベンチマークテストプログラム受領後、ベンチマークテスト（以下「試験」という）を速やかに実施します。また、実施後は、当社の事情の有無にかかわらず、試験に用いたソースプログラム、オブジェクトモジュール、ロードモジュール、入出力ファイル及び一切の複製物等を必ず消去します。

なお、当該消去を履行したことを、貴機構へ、別紙 4「履行証明書」により、開札日の 1 週間前までに通知いたします。

2. 当社の事情の有無にかかわらず、試験の結果を、入札締切日までに貴機構に提出いたします。

3. ベンチマークテストプログラム（取り扱い説明書を含む）及びそれから得られた実行結果を、絶対に他の目的に使用いたしません。

4. ベンチマークテストプログラムを入札締切日までに貴機構へ返却いたします。

令和 年 月 日

国立研究開発法人

日本原子力研究開発機構 契約部長 殿

(競争加入者)

所在地

社名

社印

代表者氏名

職印

履 行 証 明 書
[仕様書案]

先に提出しましたベンチマークテストプログラムの取扱い等に関する誓約書に基づき、下記のことを誠実に履行したことを証明いたします。

記

スーパーコンピュータシステムのベンチマークテスト確認試験終了後、試験に用いたソースプログラム、オブジェクトモジュール、ロードモジュール、入出力ファイル及び一切の複製物等を遅滞なくすべて消去いたしました。

令和 年 月 日

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構 契約部長 殿

(競争加入者)

所在地

社名

社印

代表者氏名

職印

原子力機構会計情報用フォーマット

表1. バッチジョブ情報

(281バイト/レコード)

項目名	データ内容	データ形式	
ユーザ名	ユーザ名	char	(8)
空白	空白	char	(1)
ジョブID	ジョブID	char	(11)
空白	空白	char	(1)
リクエスト名	リクエスト名	char	(16)
空白	空白	char	(1)
ホスト名	実行ホスト名	char	(12)
空白	空白	char	(1)
キュー名	実行キュー名	char	(16)
空白	空白	char	(1)
ジョブ開始日付	実行開始日付 (YYMMDD)	char	(6)
空白	空白	char	(1)
ジョブ開始時刻	実行開始時間 (HHMMSS)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
ジョブ終了日付	実行終了日付 (YYMMDD)	char	(6)
空白	空白	char	(1)
ジョブ終了時刻	実行終了時間 (HHMMSS)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
ジョブの経過時間	実時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ジョブの待ち時間	実行待ち時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ユーザ コア使用時間	ユーザ コア使用時間	number	(12)
空白	空白	char	(1)
システム コア使用時間	システム コア使用時間	number	(12)
空白	空白	char	(1)
最大使用メモリ	最大使用メモリ (KB)	number	(11)
空白	空白	char	(1)
文字転送数	文字転送数 (KB)	number	(11)
空白	空白	char	(1)
I/Oブロック数	I/Oブロック数	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ベクトル命令実行時間 (VU時間)	ベクトル命令実行時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ベクトル命令実行時間 (システム時間)	ベクトル命令実行時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
使用コア数	並列ジョブで使用したコア数	number	(5)
空白	空白	char	(1)
使用コード名	qsub時に指定したコード名	char	(16)

空白	空白	char	(1)
確保コア数	並列ジョブで確保したコア数	number	(5)
空白	空白	char	(1)
障害影響ユーザ名	障害の影響を受けた実ユーザ名	char	(8)
空白	空白	char	(1)
バックフィル実行キュー名	バックフィル実行前のキュー名	char	(16)
空白	空白	char	(1)
使用ノード数	並列ジョブで使用したノード数	number	(5)
空白	空白	char	(1)
確保ノード数	並列ジョブで確保したノード数	number	(5)
空白	空白	char	(1)
プロジェクトグループID	プロジェクトグループID	char	(8)

注) データ形式で、charは英数字列、numberは数字列を示す。

表2. セッション情報

(143バイト/レコード)

項目名	データ内容	データ形式	
ユーザ名	ユーザ名	char	(8)
空白	空白	char	(1)
ホスト名	ホスト名	char	(12)
空白	空白	char	(1)
デバイスID	デバイスID	char	(12)
空白	空白	char	(1)
セッション開始日付	セッション開始日付 (YYMMDD)	char	(6)
空白	空白	char	(1)
セッション開始時刻	セッション開始時間 (HHMMSS)	char	(6)
空白	空白	char	(1)
セッション終了日付	セッション終了日付 (YYMMDD)	char	(6)
空白	空白	char	(1)
セッション終了時刻	セッション終了時間 (HHMMSS)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
セッション接続時間	セッション終了時刻 - セッション開始時刻	char	(11)
空白	空白	char	(1)
ユーザCPU使用時間	セッションCPU時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
システムCPU使用時間	システムCPU時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ベクトル命令実行時間 (VU時間)	ベクトル命令実行時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
ベクトル命令実行時間 (システム時間)	ベクトル命令実行時間	number	(11)
空白	空白	char	(1)
使用CPU数	セッション開設中に実行した並列ジョブで使用したCPU数	number	(4)
空白	空白	char	(1)
IPアドレス	最大使用メモリ (KB)	number	(15)

注) データ形式で、charは英数字列、numberは数字列を示す。

表3. ディスク情報

(84バイト/1レコード)

項目名	データ内容	データ形式	
ユーザ名	ユーザ名	char	(8)
空白	空白	char	(1)
ホスト名	ホスト名	char	(12)
空白	空白	char	(1)
収集日付	収集日付 (YYMMDD)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
ファイルシステム型	ファイルシステム型 (ufs, ext4等)	char	(8)
空白	空白	char	(1)
マウントポイント名	マウントポイント名	char	(20)
空白	空白	char	(1)
全ファイル容量	容量 (KB)	number	(13)
空白	空白	char	(1)
全ファイル数	ファイル数	number	(11)

注) データ形式で、charは英数字列、numberは数字列を示す。

表4. SFTP情報

(137バイト/レコード)

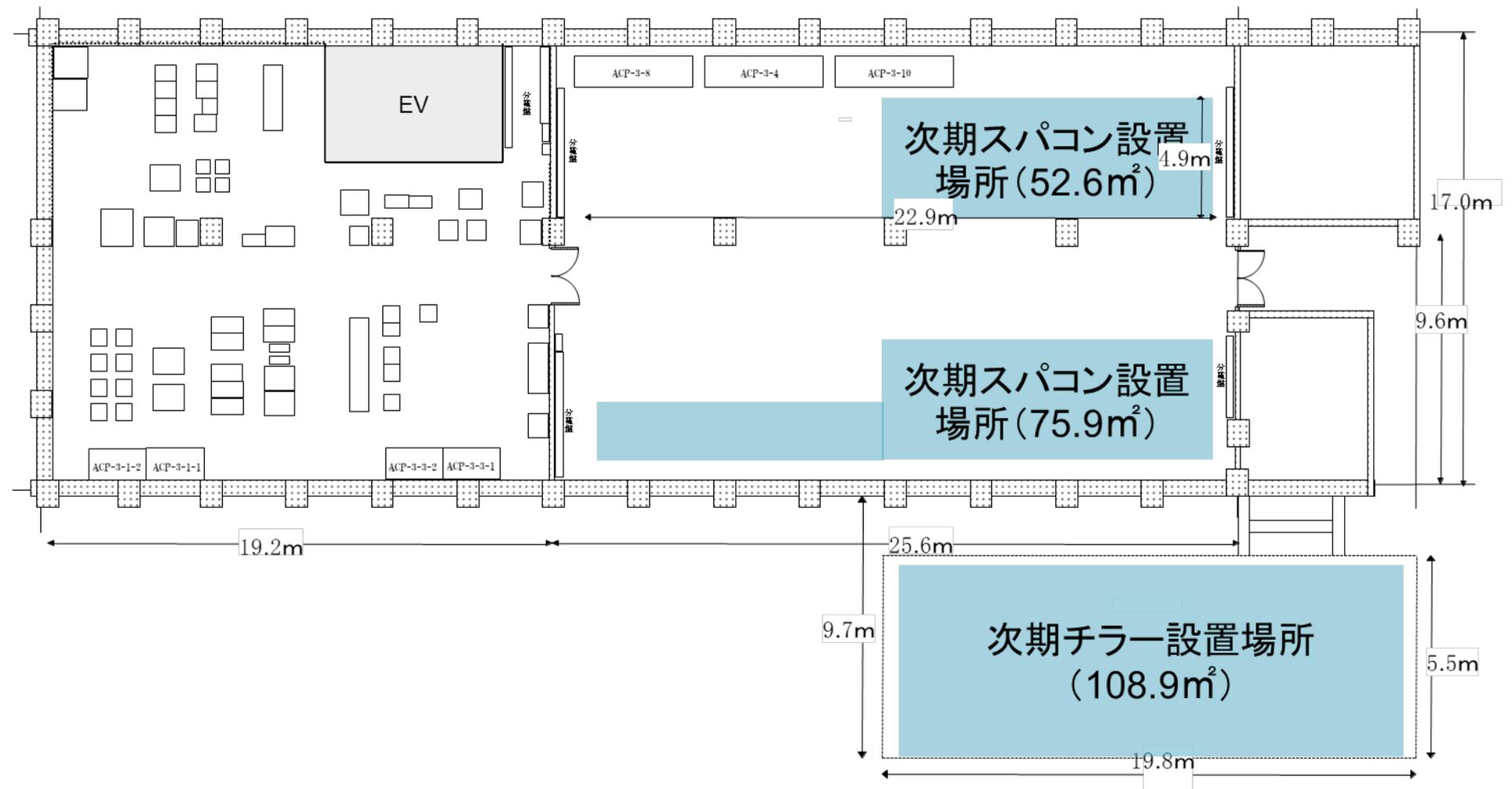
項目名	データ内容	データ形式	
ユーザ名	ユーザ名	char	(8)
空白	空白	char	(1)
ホスト名	ホスト名	char	(12)
空白	空白	char	(1)
転送方向	転送方向 (I:受信 0:送信)	char	(1)
空白	空白	char	(1)
転送開始日付	転送開始日付 (YYMMDD)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
転送開始時刻	転送開始時刻 (HHMMSS)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
転送終了日付	転送終了日付 (YYMMDD)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
転送終了時刻	転送終了時刻 (HHMMSS)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
転送バイト数	転送バイト数 (KB)	number	(11)
空白	空白	char	(1)
転送速度	転送速度 (KB/秒)	number	(6)
空白	空白	char	(1)
IPアドレス	リモートホストのIPアドレス	char	(15)
空白	空白	char	(1)
転送ファイル名	転送ファイル名	char	(50)

注) データ形式で、charは英数字列、numberは数字列を示す。

データ作成上の注意

1. 収集していないデータの項目は、欠測データとして空白を指定桁数だけ埋めること。但し、計算等により求められる場合はその値を採ること。
2. 表1、表2、表3、表4のフォーマット毎に個々の収集ファイルで作成すること。
3. ジョブ開始日付、ジョブ終了日付、セッション開始日付、セッション終了日付、日付はY Y M M D Dの形式とする。ここで、
Y Y：西暦年号の下2桁
M M：月（1桁の数の場合、10の位は0を詰める）
D D：日（1桁の数の場合、10の位は0を詰める）
とする。
4. ジョブ開始時刻、ジョブ終了時刻、セッション開始時刻、セッション終了時刻、時刻はH H M M S Sの形式とする。ここで、
H H：時（1桁の数の場合、10の位は0を詰める）
M M：分（1桁の数の場合、10の位は0を詰める）
S S：秒（1桁の数の場合、10の位は0を詰める）
とする。
5. ジョブの経過時間、待ち時間、ユーザCPU使用時間、システムCPU使用時間、ベクトル命令実行時間（VU時間）、ベクトル命令実行時間（システム時間）、セッション接続時間は、1/100秒単位の値とする（1/1000秒で四捨五入する）。1秒以下の値が収集できない場合は時間（秒）の100倍の値とする。
6. セッション情報のユーザCPU使用時間、システムCPU使用時間、ベクトル命令実行時間（VU時間）、ベクトル命令実行時間（システム時間）はセッション開始日付・時刻からセッション終了日付・時刻の間に発生したプロセス（ジョブで発生したプロセスは除く）をユーザid、tty名で集計した値である。
7. ファイル容量の収集は、1日一回原子力機構の定める時刻に行う。
ファイル容量、ファイル数はマウントポイント以下にある個人、ファイルシステム型のファイル数、容量である。
8. 転送ファイル名は、転送ファイル名の末尾から50文字とする。

情報交流棟 地下1階 計算機室

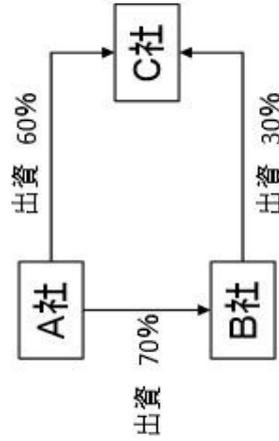


移植・最適化チューニング対象プログラム

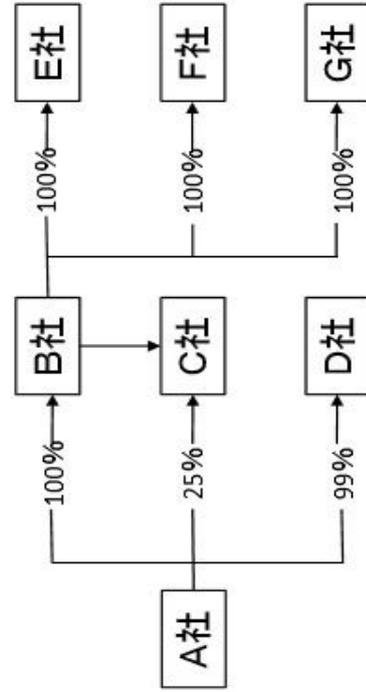
項	プログラム名	①プログラム概要及び②使用言語	GPGPU 演算 部用
1	JUPITER	① 過酷時炉内溶融物の移行挙動等の各種熱流動現象を評価するプログラム ② C + CUDA	○
2	OpenMX	① 密度汎関数理論に基づいた第一原理電子状態計算ソフトウェア。数値局在基底、擬ポテンシャル法を用いるプログラム ② C + CUDA	○
3	vMPS_QM	① 行列積状態変分法に基づき密度行列繰り込み群法の拡張として、低次元量子系の基底状態および動的(静的も含む)物理量を高精度で計算するプログラム ② C + OpenACC + CUDA	○

【組織に係る情報の作成例】
 資本関係・役員の情報*1・当該契約案件の実施場所を記載のこと。資本関係及び役員の情報については参考例は下記のとおり。

【資本関係】参考例 1



【資本関係】参考例 2



【役員の情報】参考例

締役	●●●●	取締役兼代表執行役社長
	●●●●	取締役兼代表執行役副社長
	●●●●	取締役兼●●●●グループ専務執行役員 ●●●●自動車(株)取締役社長 ●●●●(株)執行役員会長
社外取締役	●●●●	社外取締役 ●●●●大学●●●●教授 ●●●●商事(株)社外監査役 (株)●●●●社外監査役 (株)●●●●社外監査役
	●●●●	社外取締役 ●●●●証券(株)
	●●●●	社外取締役 ●●●●(株)代表取締役社長 ●●●●(株)社外取締役

*1「資本関係・役員の情報」については、貴社で一般に公表している情報(例えば、ホームページに掲載している「会社概要」など)があればその写真でも可。

【従事者に係る情報の作成例】当該契約案件従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係る資格・研修等）・実績及び国籍についての情報を記載のこと。

従事者	所属	専門性	実績	国籍
A(*2)	●●●●●	【情報セキュリティに係る資格】 平成●●年●●月：●●●●●取得 平成●●年●●月：●●●●●取得 【情報セキュリティに係る研修】 平成●●年●●月：●●●●●研修受講	平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事	日本
B	●●●●●	【情報セキュリティに係る資格】 平成●●年●●月：●●●●●取得 平成●●年●●月：●●●●●取得 【情報セキュリティに係る研修】 平成●●年●●月：●●●●●研修受講	平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事	日本
C	●●●●●	【情報セキュリティに係る資格】 平成●●年●●月：●●●●●取得 平成●●年●●月：●●●●●取得 【情報セキュリティに係る研修】 平成●●年●●月：●●●●●研修受講	平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事	●●
D	●●●●●	【情報セキュリティに係る資格】 平成●●年●●月：●●●●●取得 平成●●年●●月：●●●●●取得 【情報セキュリティに係る研修】 平成●●年●●月：●●●●●研修受講	平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事 平成●●年～●●年：●●●●●業務に従事	●●

* 2氏名の記載は不要

機器等リスト

登録番号	調達案件名 (システム名)	調達業者等	通番	区分	製造業者・ 役務実施業者	本社所在国	業者の法人番号	製品名・ 役務実施場所	型番	備考
1	MISCシステムA	○×電機	1	ノートPC	○×電機	日本	1234567890123	○○NOTE	AAA 0123	
			2	プリンタ	△△△	米国	3210987654321	△△E1234e	BBB-1111	
			3	アプリケーション	OSS	OSS		7-Zip		https://www.●●.com
x	○○システムに関する作業	◎◎ソリューション	1	システム開発等	◎◎ソリューション	日本	1111111111111	東京都○○区××		
			2	再委託	○○ソフト開発	日本	2222222222222	さいたま市○○区△△		
			3	再々委託	××システムズ	日本	3333333333333	横浜市××区○○		
			1							
			2							
			3							
			4							
			5							
			6							
			7							
			8							
			9							
			10							

※ 「例示」及び記載のない行は削除し、記載欄が足りない場合は行を追加してください。
 ※ 業者の法人番号については、国税庁「法人番号公表サイト」(https://www.houjin-bangou.nta.go.jp/)にて確認してください。