

令和6年度科学技術試験研究委託事業

次世代計算基盤に係る調査研究
(システム調査研究)

成果報告書

国立研究開発法人 理化学研究所

令和7年5月30日

本報告書は、文部科学省の科学技術試験研究
委託事業による委託業務として、国立研究開発
法人理化学研究所が実施した令和6年度「次世
代計算基盤に係る調査研究（システム調査研
究）」の成果を取りまとめたものです。

目次

1. 調査研究の概要	1
1.1 調査研究の背景と目的	1
1.2 調査研究の体制.....	3
1.2.1 調査研究の体制	3
2. アーキテクチャ研究グループ.....	4
2.1 調査研究の概要および方針	4
2.1.1 目的と方法	4
2.1.2 技術動向調査	5
2.1.3 目指すべきアーキテクチャの基本構成とシステム性能の検討	8
2.1.4 AIアプリケーションに関する大容量メモリノードの評価	11
2.1.5 GPUノードの性能評価.....	13
2.2 アーキテクチャ調査研究サブグループ 1（理研）	14
2.2.1 調査研究の概要	14
2.2.2 各モジュールの機能強化・最適化	14
2.2.3 LSI全体の最適化・パラメータ化の強化	18
2.2.4 設計共有の強化・パラメータ設定の共通化.....	18
2.2.5 ASIC実装の具体的検討	18
2.3 アーキテクチャ調査研究サブグループ 2（富士通）	20
2.3.1 調査研究の概要	20
2.4 アーキテクチャ研究 サブグループ3(Intel)	21
2.4.1 調査研究の概要	21
2.5 アーキテクチャ調査研究サブグループ 4（AMD）.....	22
2.5.1 調査研究の概要	22
2.6 アーキテクチャ調査研究サブグループ 5（NVIDIA）	23
2.6.1 調査研究概要	23
2.7 アーキテクチャ調査研究サブグループ 6（HPE）	24
2.7.1 調査研究の概要	24
2.8 アーキテクチャ調査研究サブグループ 7（Arm）	27
2.8.1 調査研究の概要	27
2.9 まとめと今後の課題	28
3. システムソフトウェア・ライブラリ調査研究グループ	29
3.1 調査研究の概要および方針	29
3.1.1 概要	29
3.1.2 方針	29
3.2 各システムソフトウェア分野における調査報告	31
3.2.1 コンパイラ・プログラミングモデル	31
3.2.2 ジョブスケジューラ・ランタイム調査研究グループ	55
3.2.3 通信ライブラリ.....	69
3.2.4 I/O・ストレージ・ファイルシステム	79
3.2.5 数値ライブラリ.....	83

3.2.6	AIフレームワーク	111
3.2.7	OS・仮想化・クラウド連携	114
3.2.8	セキュリティ	119
3.2.9	自動チューニング	122
3.2.10	HPC利用環境調査	129
3.2.11	補足調査：GPU向けプログラミングフレームワーク及びライブラリの評価	239
3.3	まとめ	269
4.	アプリケーション調査研究グループ	271
4.1	概要	271
4.1.1	ワークショップ	271
4.2	生命科学分野調査研究サブグループ	273
4.2.1	研究分野の概要	273
4.2.2	現行システムにおける解析の現況	273
4.2.3	ベンチマーク	276
4.2.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	278
4.3	新物質・エネルギー分野調査研究サブグループ	282
4.3.1	研究分野の概要	282
4.3.2	現行システムにおける解析の現況	283
4.3.3	新物質・エネルギー分野におけるソフトウェアの演算加速部への対応状況	286
4.3.4	ベンチマーク	287
4.3.5	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	288
4.4	気象・気候分野調査研究サブグループ	291
4.4.1	研究分野の概要（最後の段落を除き2023年度報告書より再掲）	291
4.4.2	現行システムにおける解析の現況	291
4.4.3	ベンチマーク	292
4.4.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	293
4.5	地震・津波防災分野調査研究サブグループ	296
4.5.1	研究分野の概要（2023年度報告書より再掲）	296
4.5.2	現行システムにおける解析の現況（2023年度報告書より再掲）	296
4.5.3	ベンチマーク	296
4.5.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	297
4.6	ものづくり分野調査研究サブグループ	302
4.6.1	研究分野の概要（2023年度報告書より再掲）	302
4.6.2	現行システムにおける解析の現況（2023年度報告書より再掲）	302
4.6.3	ベンチマークの整備計画と状況	304
4.6.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	304
4.7	基礎科学分野調査研究サブグループ	306
4.7.1	研究分野の概要	306
4.7.2	現行システムにおける解析の現況	307
4.7.3	ベンチマーク	309
4.7.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	310
4.8	社会科学分野調査研究サブグループ	313

4.8.1	研究分野の概要	313
4.8.2	現行システムにおける解析の現況	313
4.8.3	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	314
4.9	デジタルツイン・Society 5.0分野調査研究サブグループ	316
4.9.1	研究分野の概要（2023年度報告書より再掲）	316
4.9.2	現行システムにおける解析の現況（2023年度報告書より再掲）	316
4.9.3	ベンチマーク	318
4.9.4	2030年頃のアプリ像とそれを実現するために必要な計算環境と解決すべき課題	319
4.10	科学技術計算・機械学習アルゴリズム調査研究サブグループ	321
4.10.1	調査研究の成果	321
4.10.2	機械学習アルゴリズム調査研究の成果	321
4.11	ベンチマーク構築サブグループ	323
4.11.1	調査研究の成果	323
4.12	性能モデリング調査研究サブグループ	327
4.12.1	調査研究の成果	327
4.13	気象庁モデル評価・解析サブグループ	332
4.13.1	調査研究の成果	332