

令和4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5年5月31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4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	2
2. アーキテクチャ研究グループ	3
2.1 調査研究の概要および方針	3
2.1.1 目的と方法	3
2.1.2 技術動向調査	4
2.1.3 ワークロード分析	12
2.1.4 アーキテクチャ検討の指針	18
2.2 アーキテクチャ調査研究サブグループ 1（理研）	20
2.2.1 調査研究の概要	20
2.2.2 アーキテクチャの検討状況	20
2.2.3 調査結果	20
2.2.4 今後の課題と計画	25
2.3 アーキテクチャ調査研究サブグループ 2（富士通）	26
2.3.1 調査研究の概要	26
2.4 アーキテクチャ調査研究サブグループ 3（インテル）	28
2.4.1 調査研究の概要	28
2.5 アーキテクチャ調査研究サブグループ 4（AMD）	30
2.5.1 調査研究の概要	30
2.6 アーキテクチャ調査研究サブグループ 5（NVIDIA）	31
2.6.1 調査研究の概要	31
2.7 アーキテクチャ調査研究サブグループ 6（HPE）	35
2.7.1 調査研究の概要	35
2.8 まとめと今後の課題	37
3. システムソフトウェア・ライブラリ調査研究グループ	38
3.1 調査研究の概要および方針	38
3.1.1 概要	38
3.1.2 方針	38
3.2 各システム・ソフトウェア分野における中間調査報告	39
3.2.1 コンパイラ・プログラミングモデル	39
3.2.2 スケジューラ・ランタイム	44
3.2.3 通信ライブラリ	48
3.2.4 I/O・ストレージ・ファイルシステム	52
3.2.5 数値ライブラリ	72
3.2.6 AIフレームワーク	90
3.2.7 OS・仮想化・クラウド連携	94
3.2.8 セキュリティ	98
3.2.9 自動チューニング	101

3.2.10	HPC利用環境調査.....	104
3.3	まとめと今後の計画 .....	122
4.	アプリケーション調査研究グループ.....	124
4.1	概要 .....	124
4.2	生命科学分野調査研究サブグループ .....	124
4.2.1	研究分野の概要 .....	124
4.2.2	現行システムにおける解析の現況 .....	124
4.2.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	126
4.2.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	128
4.3	新物質・エネルギー分野調査研究サブグループ .....	128
4.3.1	研究分野の概要 .....	128
4.3.2	現行システムにおける解析の現況 .....	129
4.3.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	131
4.3.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	132
4.4	気象・気候分野調査研究サブグループ .....	132
4.4.1	研究分野の概要 .....	132
4.4.2	現行システムにおける解析の現況 .....	134
4.4.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	135
4.4.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	136
4.5	地震・津波防災分野調査研究サブグループ .....	139
4.5.1	研究分野の概要 .....	139
4.5.2	現行システムにおける解析の現況 .....	139
4.5.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	139
4.5.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	140
4.6	ものづくり分野調査研究サブグループ.....	141
4.6.1	研究分野の概要 .....	141
4.6.2	現行システムにおける解析の現況 .....	142
4.6.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	143
4.6.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	144
4.7	基礎科学分野調査研究サブグループ .....	144
4.7.1	研究分野の概要 .....	144
4.7.2	現行システムにおける解析の現況 .....	145
4.7.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	146
4.7.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	148
4.8	社会科学分野調査研究サブグループ .....	148
4.8.1	研究分野の概要 .....	148
4.8.2	現行システムにおける解析の現況 .....	149
4.8.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	150
4.8.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	151
4.9	デジタルツイン・Society5.0分野調査研究サブグループ.....	151
4.9.1	研究分野の概要 .....	151

4.9.2	現行システムにおける解析の現況 .....	151
4.9.3	2030年頃に期待される成果と必要な計算資源 .....	154
4.9.4	ベンチマークの整備計画と状況 .....	155
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 .....	155
4.10.1	調査研究の成果 .....	155
4.11	ベンチマーク構築サブグループ .....	156
4.11.1	調査研究の成果 .....	156
4.12	性能モデリング調査研究サブグループ .....	157
4.12.1	調査研究の成果 .....	157
5.	まとめと今後の課題 .....	162