

HPC(高性能コンピューティング)分野における 海外主要国の最新政策動向

2019年7月3日

JST研究開発戦略センター
海外動向ユニット

HPC分野における海外主要国の最新政策動向 まとめ

欧州

米国

安全保障と産業競争力のためのHPC優位性確保

・2020年度研究開発優先事項

- 優先領域の一つに「AI、量子情報科学、**戦略的コンピューティング**における主導的地位」を掲げる
- 国家安全保障と経済競争力の確保のための重要技術との位置づけ

・省庁横断プログラムによる戦略的投資

- 連邦省庁・機関の横断枠組み「**ネットワーキング・情報技術研究開発 (NITRD)**」でHPC分野への投資を継続(2019年要求16.3億\$ (約1,800億円))
- エネルギー省(DOE)が「**エクサスケール・コンピューティング・イニシアチブ (ECI)**」を進行中。2020年代半ばにかけてエクサスケールの計算能力を構築

世界5位以内のエクサスケール・コンピュータ新設を目指す (EuroHPC)

・欧州高性能コンピューティング共同プロジェクト(EuroHPC JU)

- 世界トップクラスの汎欧州スーパーコンピュータの構築を目指す官民共同の取組
- 2018年11月に始まり2026年まで継続予定。2019-2020の2年間でEUと参加国が**10億€(1,300億円)**、民間パートナーが**4.2億€(546億円)**の投資を行う予定

・「デジタル・ヨーロッパ」プログラム新設(2021~2027年)

- HPC、AI、サイバーセキュリティ等の機能強化に必要なインフラ構築を目的とする新プログラム
- 7年間の総予算は**92億€(1兆1,960億円)**。重点分野の一つに「**スーパーコンピュータ**」を掲げ、期間中**27億€(3,510億円)**を投資予定

・「Horizon 2020」、「Horizon Europe」でHPCの研究・開発を推進

中国



官民パートナーシップで産業界との連携を推進

- ・2012年に英国政府とIBMがハートリー・センターを共同設置。産業界との連携を主目的とした英国唯一の高性能計算センター。政府から現在までに**1.7億£(約255億円)**の投資
- ・EU離脱を控え、「EuroHPC JU」には現在正規メンバーではなくオブザーバーとして参加



HPCアライアンスによる連合戦略で競争力維持

- ・JSC(ユーリッヒ)、LRZ(ミュンヘン)、HLRS(シュトゥットガルト)3拠点を連携し20Pflops達成
- ・2007-15年に**4億€(520億円)**を投資、2016年**2.25億€(290億円)**の追加投資決定
- ・事業主体は州政府のため単体で巨大なHPC設置は不可能 -> 連合する戦略
- ・ノウハウ共有、現場での人材育成やExaflop時代を見据えた分散型投資戦略を実行



AI研究における国家戦略の一環：スーパーコンピュータの増強

- ・2022年までにAIに特化したスパコンにフランス政府とEUで**1.7億€(221億円)**を共同投資
- ・半国有企業「**GENCI (大型集中計算施設)**」が国内の研究開発とEUプロジェクトで存在感
- ・CNRSのIDRI計算センター/CEAのTGCCセンター (CURIEの更新 J-CURIEが6月完成)

軍民挙げての開発強化

・科学技術イノベーション13次五カ年計画

- 国家戦略における重点分野の中に「**高性能コンピューティング**」を掲げる

・中国のHPC開発-国防科大・科学院関連機関・民間がしのぎを削る

- 国家並行計算機工程技術センター(中国科学院の支援): 神威シリーズ
国防科技大学(国防部傘下): 天河シリーズ・銀河シリーズ
中国科学院: 星雲シリーズ
レノボグループ: 深騰シリーズ

・世界ランキング (TOP500)で1位を獲得、CPUも純国産

- 2017年6月世界のスーパーコンピュータの性能ランキング「TOP500」で「神威・太湖之光」が**2年連続世界第1位**(2019年6月の最新ランキングでは「神威・太湖之光」第3位、「天河二号」第4位)
- 「神威・太湖之光」の**CPUは純中国産**、国内での開発能力が高まる



米国のHPC研究開発における主要機関

連邦機関

※金額はNITRDにおける各機関のHPC関連予算
(FY2019要求ベース, IARPAは非公開)

HPCの基盤を支える研究開発 (R&D for HPC)

国立標準技術研究所(NIST) 1,270万ドル(14億円)

インテリジェンス高等研究開発活動(IARPA)※R&D機関、予算非公開

➤ 標準化、セキュリティ、次世代技術等の取り組み

HPCの中核的な研究開発 (R&D of HPC)

軍事・国防

基礎科学

国防総省
(DOD)

エネルギー省
(DOE)

国立科学財団
(NSF)

【ファンディング】
•DARPA
•国防長官室
【内部研究/ファンディング】
•軍研究所

3.4億ドル
(375億円)

【ファンディング】
•科学局
•国家核安全保障局
【内部研究】
•国立研究所

6.1億ドル
(667億円)

【ファンディング】
•コンピューター・情報
科学・工学局
•他各局

3.1億ドル
(344億円)

➤ スパコン開発・運用、基幹技術強化、人材育成

HPCを活用した研究開発 (R&D by HPC)

国立衛生研究所(NIH) 2.5億ドル(277億円)

航空宇宙局(NASA) 7,780万ドル(86億円)

海洋大気局(NOAA) 3,540万ドル(39億円) 等

➤ 医療、宇宙、環境等の分野別データ駆動科学推進

HPCシステムの共同開発

企業

- IBM (システム, CPU)
- NVIDIA (GPGPU)
- Mellanox (インターコネクト)
- Intel (CPU, インターコネクト)
- Dell (システム)
- Cray (システム)
- HPE (システム)
- Penguin Computing (システム)
- Atipa Technology (システム)

大学へのセンター設置

大学

- イリノイ大UC校 (Blue Waters)
- テキサス大オースティン校 (Frontera, Stampede1&2, Wrangler)
- ワイオミング大 (Cheyenne)
- カリフォルニア大サンディエゴ校 (Comet)
- カーネギーメロン大 (Bridges)
- インディアナ大 (Jetstream)

等



米国の政策動向（詳細）

- 省庁横断で、戦略的にHPCの研究開発、インフラ、アプリケーションへ投資
- DOE国立研究所を中心にエクサスケールを見据えたHPCシステムや、対応アプリケーションの開発等を推進
- HPCは国家安全保障と経済競争力における米国の優位を確保するための重要技術

2020年度「研究開発優先項目」

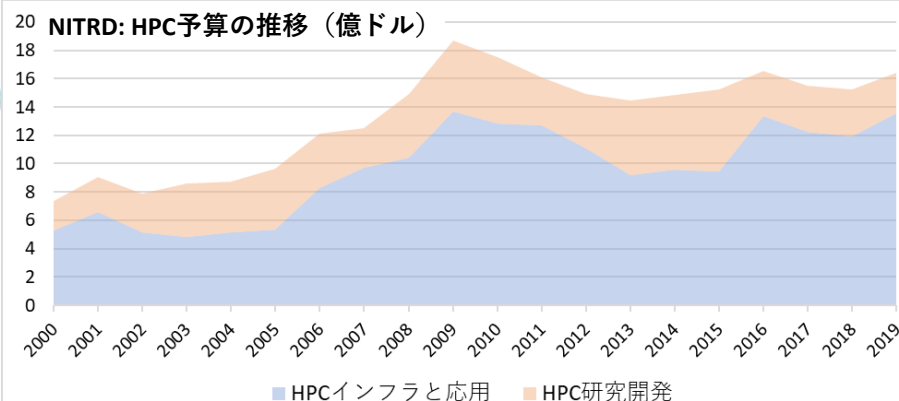
- 予算案編成上の優先領域として以下を掲げ、HPCを含む戦略的コンピューティングを国家安全保障と経済競争力の確保のための重要技術と位置付ける

国民の安全保障	AI、量子、戦略的コンピューティング	接続性と自律性
製造	宇宙探査・商業化	エネルギー支配
医療イノベーション	農業	

ネットワーキング・情報技術研究開発（NITRD）

- **21省庁・機関による横断枠組み**。プログラム・コンポーネント・エリア(PCA)と呼ばれる研究対象領域を設定し、ICT分野に戦略的な予算配分を実施
- HPC関係は、PCAの中の以下2領域において運営

PCA	HPCインフラと応用	HPC研究開発
所管省庁・機関	陸軍、DOE科学局、EPA、NASA、NIH、NIST、NOAA、NSF	空軍、陸軍、DARPA、DOE科学局、DOE国家核安全保障局、EPA、NASA、NIH、NIST、NSFなど13機関
優先事項	- 主導的クラスのHPCシステム - アプリケーションの向上 - インフラストラクチャー - 生産性とインパクト	- 高度スケール計算 - ハードウェア、ソフトウェア、計算機科学、システムアーキテクチャの新たな方向性 - 生産性とインパクト
予算(2019要求)	13.5億ドル（1,489億円）	2.8億ドル（313億円）



国家戦略的コンピューティングイニシアチブ（NSCI）

- 2015年7月、オバマ政権が打ち出した国家戦略。エクサスケールのHPCシステム開発を掲げる
- 2016年7月、同戦略を具体的に推進するための「NSCI戦略計画」を策定
- 2019年6月、「NSCI戦略計画」の改訂に向けたパブリックコメントを実施中

エクサスケール・コンピューティング・イニシアチブ（ECI）

- NSCIの一環として2016年に開始されたエネルギー省(DOE)の科学局および国家核安全保障局が主導する取り組み。2020年代半ばにかけて、DOE国立研究所にエクサスケールの計算能力を構築

予算 8.1億ドル（890億円）（2020要求額）

主要なコンポーネント

1. HPC施設の設置サイト整備
2. ベンダーにおける設計開発
3. エクサスケール・システム調達



4. エクサスケール・コンピューティング・プロジェクト（ECP）

中核となる国立研究所	アルゴンヌ、ローレンス・バークレー、ローレンス・リバモア、ロスアラモス、オークリッジ、サンディア
ミッション	■ エクサスケール対応のアプリケーション開発 ■ 拡張・垂直統合されたソフトウェアスタック開発・展開 ■ ベンダー技術向上とECP成果の展開をHPCシステムに提供
ビジョン	■ エクサスケール・シミュレーションとデータ科学によるイノベーション、および国家課題に対するソリューションの実現
対象領域	■ 国家安全保障 ■ エネルギー安全保障 ■ 経済安全保障 ■ 科学的発見 ■ 地球システム ■ ヘルスケア
重点アプローチおよび予算（2020要求）	■ アプリケーション開発：1.5億ドル（160億円） ■ ソフトウェア技術：7,500万ドル（83億円） ■ ハードウェアおよびインテグレーション：5,300万ドル（58億円）



EUのHPC研究開発における主要機関

欧州委員会

HPCの基盤を支える活動 - 各国の取り組みが基本

EuroHPC JU (EU加盟国・準加盟国から28ヶ国/2018年発足)
参加国: オーストリア、ベルギー、ブルガリア、クロアチア、チェコ、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、アイルランド、イタリア、ラトビア、リトアニア、ルクセンブルク、オランダ、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スペイン、スウェーデン、ノルウェー、スイス、トルコ
オブザーバー: キプロス、マルタ、英国

HPCの基盤整備 - EUによる資金提供

DG CONNECT (欧州委員会 情報社会・メディア総局)

【ファンディングプログラム】

Connecting Europe Facility (2014-2020) — 10億ユーロ (1,300億円)
Digital Europe (2021-2027) — 27億ユーロ (3,510億円)

*右記はHPCを含むインフラ全般に係る金額

HPCを活用した研究開発

基礎科学

産業応用

DG RTD (欧州委員会 研究・イノベーション総局)

【ファンディングプログラム】

Horizon 2020 (2014-2020) — 5.7億ユーロ (741億円)
Horizon Europe (2021-2027) — (2014年～現在までのHPC関連プロジェクトの合算)

【応用領域】

オーダーメイド医薬品、医薬品設計、バイオエンジニアリング、天気予報、気候変動対策、材料設計、エネルギー等

連携機関

- 欧州HPC産業/研究機関連合
European Technology Platform for High Performance Computing (ETP4HPC)
- 欧州ビッグデータ協会
Big Data Value Association (BDVA)

研究拠点

・HPCアプリケーションのための卓越拠点 (COE)

Horizon 2020の予算で活動を推進

2015年採択拠点	2018年採択拠点
BioExcel	BioExcel-2
CoeGSS	ChEESE
CompBioMed	CompBioMed2
E-Cam	EoCoE-II
EoCoe	ESIWACE2
ESIWACE	EXCELLERAT
MaX	FocusCoE
NOMAD	HiDALGO
POP	MaX2
	POP2

スパコン 設置拠点

- カヤーニ (フィンランド) *
- ボローニャ (イタリア) *
- ビッセン (ルクセンブルク)
- ミニョ (ポルトガル)
- バルセロナ (スペイン) *
- ソフィア (ブルガリア)
- オストラバ (チェコ)
- マリボル (スロベニア)

* pre-exascale 150 PFlops以上を目指す

EUの政策動向 (詳細)

- ・「**Horizon 2020**」および「**Horizon Europe**」(研究・イノベーション枠組みプログラム)でHPC関連の研究・イノベーションへの資金提供を実施
- ・「**デジタル・ヨーロッパ**」でHPC等の機能強化に必要なインフラ構築に重点投資。2021年開始予定
- ・「**高性能コンピューティング共同プロジェクト(EuroHPC JU)**」が2018年開始。世界クラスの汎欧州スーパーコンピュータ構築を目指し官民で大型投資
EuroHPC JUの予算は「Horizon 2020」、「Horizon Europe」、「デジタル・ヨーロッパ」等からの公的投資と、民間投資から構成

Horizon 2020 / Horizon Europe

- 研究・イノベーション枠組プログラムとして「Horizon 2020」が進行中
- 2021年以降は後継となる「Horizon Europe」が開始予定
- HPC関係の研究・イノベーションへの資金提供はこれらを通じて実施

予算	約 5.7億ユーロ (714億円) (2014年から現在までに推進中のHPC関連プロジェクトの合算)
期間	Horizon 2020 : 2014年～2020年の7年間 Horizon Europe : 2021年～2027年の7年間
推進内容	・EuroHPC JUへの資金提供 ・HPC関係の研究・イノベーションプロジェクト推進 ・HPCアプリケーションのための卓越拠点 (COE)への資金提供

【プロジェクト予算の出典】<http://eurohpc.eu/projects>

デジタル・ヨーロッパ (Digital Europe)

- 欧州の社会・経済のデジタル化を目指した2021年からの新規プログラム
- HPC、AI、サイバーセキュリティ等の機能強化に必要なインフラ構築が目的

全体予算	92億ユーロ (約1兆1,960億円、欧州委員会による提案額)
期間	2021年～2027年の7年間
対象分野・金額	スーパーコンピュータ : 27億ユーロ (3,510億円) 人工知能 (AI) : 25億ユーロ (3,250億円) サイバーセキュリティ・信用 : 20億ユーロ (2,600億円) 先端デジタルスキル : 7億ユーロ (910億円) その他取組 : 13億ユーロ (1,690億円)

高性能コンピューティング共同プロジェクト (EuroHPC JU)

- 2018年11月に始まった**世界トップクラスの汎欧州スーパーコンピュータ新設を目指す官民共同の取組**
- EUは2018年6月時点で世界トップ10のスーパーコンピュータを保有しておらず、EU域外技術に依存しセキュリティやデータ保護上リスクを抱える
- 参加国とEU全体の戦略を連携し、欧州独自のHPC開発を進める
- 「**インフラ構築**」と「**研究・イノベーション**」が活動の二本柱

予算	【2019～2020の2年間】 公的投資 : 10億ユーロ (約1,300億円) 欧州委員会と参加国で折半 Connecting Europe Facility (インフラ)やHorizon 2020 (研究)から資金提供 民間投資 : 4.2億ユーロ (約546億円) 【2021年以降】 デジタル・ヨーロッパ、Horizon Europe等から資金提供の見込み
期間	2018年11月～2026年
本拠地	ルクセンブルク
参加国・機関	・EU加盟25ヶ国 (キプロス・マルタ・英国の3ヶ国はオブザーバー参加) ・準加盟3ヶ国 (ノルウェー、スイス、トルコ) ・欧州委員会
目標	2020-2021年 : 世界5位以内に入るプレエクサスケール・コンピュータ2機 2022-2023年 : 世界5位以内に入るエクサスケール・コンピュータ2機 (うち最低1機は欧州の自前技術で構築) 2025年～ : ポストエクサスケール・コンピュータとハイブリッドコンピュータ
対象領域	■地球科学・気候 ■クリーンエネルギー ■ヘルス ■食糧安全・持続可能農業・海洋研究・バイオエコノミー ■サイバーセキュリティ・防衛 ■スマート・グリーン都市デザイン



中国の政策動向（詳細）

- ・ 科学技術イノベーション13次五カ年計画（2016～2020）で、重点分野の中に「高性能コンピューティング」が挙げられる
- ・ 主に7つの**国家超級計算センター**で研究開発が進められている
- ・ 中央政府、地方政府、民間、軍事を含めた総予算は不明瞭
- ・ 2019年6月に発表された最新の世界ランキング「TOP500」では、第3位「神威・太湖之光」、第4位「天河二号」
- ・ 「神威・太湖之光」2016年初めての**純中国産CPU**（江南計算技術研究所が開発）で世界1位
- ・ 「中国国民経済・社会発展第12次5カ年計画（2010～2015）」の**軍民融合戦略の成果**として天河二号に言及

HPCの主要ブランド

- 国防科技大、中国科学院系列機関、民間企業が切磋琢磨。前二者がリード

開発機関	ブランド
国家並行計算機行程技術研究センター（中国科学院コンピュータ技術研究所支援）	神威シリーズ （2016.6 世界1位）
国家防衛科技大学（国防部傘下）	天河シリーズ （2013.6～2015.11 6回連続世界1位） 銀河シリーズ
中国科学院	星雲シリーズ （2010.6 世界2位）
レノボグループ	深騰シリーズ



国家超級計算センター

- 2019年5月時点で7つの国家超級計算センターが科学技術部の承認を得て設立、又は設立予定
- **マテリアルサイエンス、計算生物学、天文学、地球科学、スマートシティ、クラウドコンピューティング**等への応用研究が盛ん

	設立年月・初期投資額（その後の投資額は不明）	設置HPC
天津センター	2009年6月 6億元（約96億円）	天河一号
深圳センター	2010年5月 12.3億元（約197億円）	星雲
長沙センター	2010年11月 720万元（約1.15億円）	天河一号A
済南センター	2011年3月 6億元（約96億円）	神威蓝光
広州センター	2011年11月 2.5億元（約40億円）	天河二号
無錫センター	2016年 160億元（約2,760億円）規模の投資ファンド設立	神威・太湖之光
鄭州センター	2019年5月 科学技術部承認	