

## エグゼクティブサマリー

この研究・イノベーションロードマップは、NexusForum.EU プロジェクトが Hriozon Europe の支援を受けて作成したもので、欧州におけるデータ駆動型イノベーションと AI (Artificial Intelligence: 人工知能) 導入を可能にし、支援するための、欧州のマルチプロバイダーが連携する AI 駆動コンピューティングコンティニュームの実現に向けて、研究・イノベーションがどのように進められていくのかを概説している。これは、欧州アライアンスにおける産業データ、エッジとクラウド、そして IPCEI-CIS (Important Project of Common European Interest on Cloud Infrastructure and Services: クラウド基盤とサービスに関する全欧州重点プロジェクト) のための技術開発を補完するもので、産業界のニーズと、クラウド、エッジ、AI 技術の優れた研究を橋渡しする長期的ビジョンを提供するものである。このロードマップは、現在の EU (European Union: 欧州連合) の政策と法的枠組みにも対応しており、将来の技術開発への意味合いについては、NexusForum の政策報告書でさらに分析が行われている<sup>1</sup>。

これは「欧州コグニティブコンピューティングコンティニューム 研究・イノベーションロードマップ」の公開第 2 版である。最終版のロードマップは 2026 年半ばの NexusForum プロジェクト終了間近に発表される予定であり、日本と韓国との戦略的協力分野がさらに特定される予定である。NexusForum は、クラウド、エッジならびに AI の、またこれらの技術から恩恵を受ける可能性のある産業分野の、幅広いコミュニティやステークホルダーからのフィードバックを収集し、取り入れるための公開協議プロセスを実施する。関係する専門家やステークホルダーが、ロードマップについてさらに議論し精緻化する NexusForum のワーキンググループに積極的に参加することを歓迎する。

### 欧州コグニティブコンピューティングコンティニュームの確立に向けて

EU はそのデジタル化に向けた重大局面にさしかかっている。クラウドならびにエッジコンピューティング、また AI の重要性は、デジタル化とデータ駆動が進む今日の社会においてイノベーションの実現と競争力獲得のための戦略的イネーブラーとして、広く認識されている。こうした戦略的重要性にもかかわらず、クラウドサービスの市場と AI は現在、少数の、その多くが欧州を基盤としないプレーヤーによって支配されており、また欧州のクラウド市場は非常に断片化されたままである。

欧州の組織と市民は、IT (Information Technology: 情報技術) システムとデータを統合し、データがどのように収集、保存、利用されるかを、欧州のルールに沿ってコントロールする必要がある。欧州データ戦略は、このニーズに対応し、データがより自由に移動でき、その恩恵をよりよく共有できる、統一された単一 (欧州) データ市場を確立することを目的としている。この統一された単一市場によって、ベンダーによるロックインやデータのサイロ化が減少させられ、最終的には部門を超えたデータ駆動型イノベーションの障壁が低くなることが期待される。

欧州におけるコグニティブコンピューティングへの継続的取組を実現するためには、EU は市場の断片化を克服し、相互運用性を促進し、欧州の規制、価値観ならびに倫理 AI 原則の遵守を確保しなければならない。

### 欧州デジタル主権のための戦略的ビジョン

欧州コグニティブコンピューティングコンティニュームは、欧州のクラウドならびにエッジサービスプロバイダーが安全で高性能かつエネルギー効率の良いデータ処理能力を提供するために協力する、相互接続された連携エコシステムであり、日本や韓国などの他の適切な地域からの能力提供の可能性を有するものである。

---

<sup>1</sup> <https://eucloudedgeiot.eu/wp-content/uploads/2024/10/D3.1%E2%80%93DigitalPolicyReport-Final.pdf>

このロードマップは、競争力のある、安全で、エネルギー効率的、気候ニュートラルかつ AI を活用したコグニティブコンピューティングコンティニューアの開発を目的とする技術領域と関連するテーマについての掘り下げた概要を提供する。

現在のバージョンは、最近の EU 政策イニシアティブの主要な優先事項 (Competitiveness Compass<sup>2</sup>, Connected Collaborative Networks<sup>3</sup>) への対応、現在の地政学的状況および市場環境への対応 (A competitiveness strategy for Europe<sup>4</sup>, Much more than a market<sup>5</sup>)、規制枠組み (NIS2 指令<sup>6</sup>, サイバーレジリエンス法<sup>7</sup>, Chips Act<sup>8</sup>, EUCS<sup>9</sup>)、および欧州の社会的ニーズへの対応に重点を置き、主として以下を追求している:

- 非欧州のハイパースケラー3社 (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform) の現状の市場支配力との均衡を図るために、エッジとクラウドの領域における欧州の競争力を向上させるとともに、主権を有するクラウドへの取り組みと必要不可欠な技術へのアクセスとのバランスをとる。
- 技術主権がセキュリティと法規制の遵守にとって不可欠なコンピューティングコンティニューアの領域における、EU のデジタル主権。
- 生成 AI 競争と、基礎的な AI モデルの将来のニーズを支援するコンピューティング要件への対応。
- カーボンニュートラルの達成と、エネルギー効率的なコンピューティング資源とソフトウェアの確保。
- クラウドコンピューティングコンティニューアにおいて強力な地位を占める海外のパートナー国からの視点を取り入れる。

## 主要な提言

このロードマップは、欧州コグニティブコンピューティングコンティニューアのビジョンを実現するための、以下の研究・イノベーション優先事項を強調する。

### 1. 安全で相互運用可能かつ主権を有する欧州コンピューティングコンティニューアの創造

- サイバーセキュリティに対する全体的かつシステム中心的なアプローチを採用し、欧州コンピューティングコンティニューアにおける連鎖的リスクとシステムリスクを分析する。
- シームレスなサービスの統合とデータポータビリティを確保するために、欧州における市場と規制を調和させ、相互運用性実現のためのエコシステムとメカニズムの開発を支援する。
- 欧州の規制 (NIS2 指令, サイバーレジリエンス法, EUCS) と連携した統治とコンプライアンスの強化。

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_25\\_339](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_339)

<sup>3</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/white-paper-how-master-europes-digital-infrastructure-needs>

<sup>4</sup> [https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report\\_en#paragraph\\_47059](https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report_en#paragraph_47059)

<sup>5</sup> <https://www.consilium.europa.eu/media/ny3j24sm/much-more-than-a-market-report-by-enrico-letta.pdf>

<sup>6</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/nis2-directive>

<sup>7</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/cyber-resilience-act>

<sup>8</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en)

<sup>9</sup> <https://www.enisa.europa.eu/publications/eucs-cloud-service-scheme>

- 地政学的問題としてのオープンソースのハードウェアならびにソフトウェアについて検討し、欧州デジタル基盤の透明性と長期持続可能性を、たとえば RISK-V<sup>10</sup>に基づいたオープンソース統治モデルを支援することによって確保する。
- 欧州の半導体技術の供給が強化される際には、事前に欧州製半導体技術に対する強力な需要と市場を創出することによって、その早期の普及に注力する。

## 2. マルチプロバイダーによるコンピューティングコンティニュームの知的で自律的かつレジリエントな管理

- 連携クラウド-エッジ基盤を横断するワークロード分散を最適化する AI 駆動型オーケストレーションフレームワークの開発。
- マルチプロバイダーを横断するデータセキュリティを確保しつつ、プライバシー保護 AI を支援する連携コンピューテーションモデルを推進する。
- レジリエンス、スケーラビリティ、コンピューティング資源の自己管理を促進する超分散型アーキテクチャの実現。
- データとコンピュータ利用におけるセキュリティ確保のためのコンフィデンシャルコンピューティングと準同型暗号技術への投資。
- 信頼性の向上と運用コスト削減のための、AI を活用した予測メンテナンス、デバッグ、自己回復型クラウド-エッジ基盤の支援。

## 3. コンピューティングコンティニュームにおけるデータ駆動型イノベーションと AI の開発ならびに導入の実現

- GDPR, AI 法, データ法を遵守した国境を越えるデータ共有を促進するための**欧州共通データスペース (Common European Data Spaces)** の開発を拡張する。
- EuroHPC 基盤のような、さまざまなクラウド-エッジプロバイダーをシームレスに横断して実行することが可能な**ポータブル AI アプリケーション&サービス**を実現する。
- 異種マルチプロバイダーのクラウド-エッジシステムにおける移植性、相互運用性、セキュリティを向上させる**ミドルウェアソリューション**と**コンパイラ技術**を開発する。
- 分散化されたデータセットを横断する、**生成 AI モデルの連携トレーニングと開発**の研究を前進させる。
- AI のさらなる促進を推進するために、**量子コンピューティングとニューロモルフィックコンピューティング機能**の統合を探究する。

## 4. 持続可能でエネルギー効率的な欧州コンピューティングコンティニュームの創造

- データセンターとAI の運用が環境に及ぼす影響を削減するための**炭素排出を意識したコンピューティング (carbon-aware computing)** 戦略の開発と導入。
- AI を活用して、たとえばデータセンターの運用とワークロードをバランスさせるなど、クラウド-エッジ基盤を横断する**全体的なエネルギー消費**を最適化する。

<sup>10</sup> 米国カリフォルニア大学バークレイ校で開発されたオープンソースの CPU コア

- AI に特化したコンピューティングプラットフォームのコード実行を最適化し、エネルギー消費を削減するために、ミドルウェアソリューションやソフトウェアとハードウェアの協調設計に投資する。
- 新しい冷却技術と排熱回収システムの開発を促進し、再生可能エネルギーをクラウドとエッジのデータセンターに組み込む。

## 5. 電気通信, コンピューティング, AI 基盤の融合

- 柔軟で開かれた、相互運用性のあるネットワークエコシステムを創出するために、**オープンラジオアクセスネットワーク(O-RAN)**と次世代テレコ-クラウドアーキテクチャに投資する。
- 異なるネットワーク間の予測ハンドオーバーとインテリジェントネットワーク管理を改善することで、**シームレスなデータ接続**を強化する。
- 先進 AI と科学コンピューティングの作業負荷に耐えることを可能にするために、欧州の**ハイパフォーマンスコンピューティング(HPC)**を統合する。
- 産業部門におけるデジタルトランスフォーメーション(DX: Digital Transformation)を促進するために、**IT と操作技術(OT: Operational Technologies)**を統合する。

主要な優先事項には、以下のような、さまざまな次世代技術の開発と導入を通じた、それぞれの部門に特化した DX の加速化が含まれている:

- 自動車産業におけるコネクテッド車両や自律走行車のための AI コンピューティング
- 工業, ヘルスケア, トレーニングのための没入型アプリケーションを可能にする AR/VR (Augmented Reality/Virtual Reality: 拡張現実/仮想現実) 技術
- リアルタイム意思決定のためのデジタルツインやスマート環境を通じたサイバー空間と物理空間の融合
- スマート製造, ロジスティクス, 重要インフラを支援するインダストリー4.0 に対応したクラウド-エッジソリューション

## まとめ

グローバルな AI ならびにクラウド環境における欧州のデジタル主権と競争力を確保するためには、戦略的な投資と、欧州域内における、また適切な海外パートナー国との協力を加速化させることと、主要なデジタル技術の進歩を欧州の価値観に合致させることが極めて重要である。また、戦略的技術の供給強化のための戦略的投資と並行して、欧州における強力な需要を開拓することも重要である。