

地域分散クラウド技術開発事業
終了時評価
技術評価報告書

(案)

2022 年 2 月

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成29年5月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「地域分散クラウド技術開発事業」は、地方に分散したデータセンターを活用して、分散型クラウド基盤を構築することで、①通信・処理が一拠点に集中することを回避するとともに、②過大なデータ等を他のデータセンターに分散して処理する技術を確立するため、2020年度より実施している（2020年度内に終了）ものである。

今般、省外の有識者からなる「地域分散クラウド技術開発事業」終了時評価検討会（座長：工藤 知宏 東京大学情報基盤センター 教授）における検討の結果とりまとめられた、「地域分散クラウド技術開発事業 技術評価報告書終了時評価の原案について、産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ（座長：鈴木 潤 政策研究大学院大学教授）において審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

2022年2月

産業構造審議会 産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ

産業構造審議会 産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会
評価ワーキンググループ 委員名簿

座長	鈴木 潤	政策研究大学院大学 教授
	秋澤 淳	東京農工大学大学院 生物システム応用科学府長・教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所 研究理事
	斉藤 栄子	With 未来考研究所 代表
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院 イノベーションマネジメント研究科教授
	竹山 春子	早稲田大学先進理工学部生命医科学科教授
	西尾 好司	文教大学情報学部情報社会学科 准教授
	浜田 恵美子	日本ガイシ株式会社 取締役

(敬称略、座長除き五十音順)

地域分散クラウド技術開発事業
終了時評価検討会 委員名簿

座長 工藤 知宏 国立大学法人東京大学情報基盤センター 教授

合田 憲人 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構
国立情報学研究所

アーキテクチャ科学研究系 教授

千葉 立寛 日本アイ・ビー・エム株式会社

I B M東京基礎研究所 マネージャー

山本 里枝子 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

フェロー

(敬称略、座長除き五十音順)

地域分散クラウド技術開発事業
技術評価に係る省内関係者

【終了時評価時】

(2021 年度)

商務情報政策局 情報産業課ソフトウェア・情報サービス戦略室長 渡辺 琢也

(事業担当室長)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 金地 隆志

【事前評価時】(事業初年度予算要求時)

(2020 年度)

商務情報政策局 情報産業課ソフトウェア・情報サービス戦略室長 田辺 雄史

(事業担当室長)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 遠山 毅

地域分散クラウド技術開発事業

終了時評価の審議経過

【終了時評価】

- ◆産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ（2021 年 3 月*日）

- ・技術評価報告書（終了時評価）について

- ◆「地域分散クラウド技術開発事業」評価検討会

第 1 回評価検討会（2021 年 12 月 21 日）

- ・評価の進め方について
- ・事業の概要について

第 2 回評価検討会（2022 年 2 月 4 日）

- ・技術評価報告書（終了時評価）について

【事前評価】

- ◆産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ（2021 年 6 月 12 日）

- ・技術評価書（事前評価）について

目次

第1章 事業の概要

1. 本事業の政策的位置付け/背景.....	11
2. 当省（国）が実施することの必要性.....	11
3. 国内外の類似・競合する研究開発等の状況	12
4. 研究開発の内容.....	13
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等	23
6. 事業アウトプット	26
7. 事業アウトカム.....	27
8. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ.....	28
9. 費用対効果	29

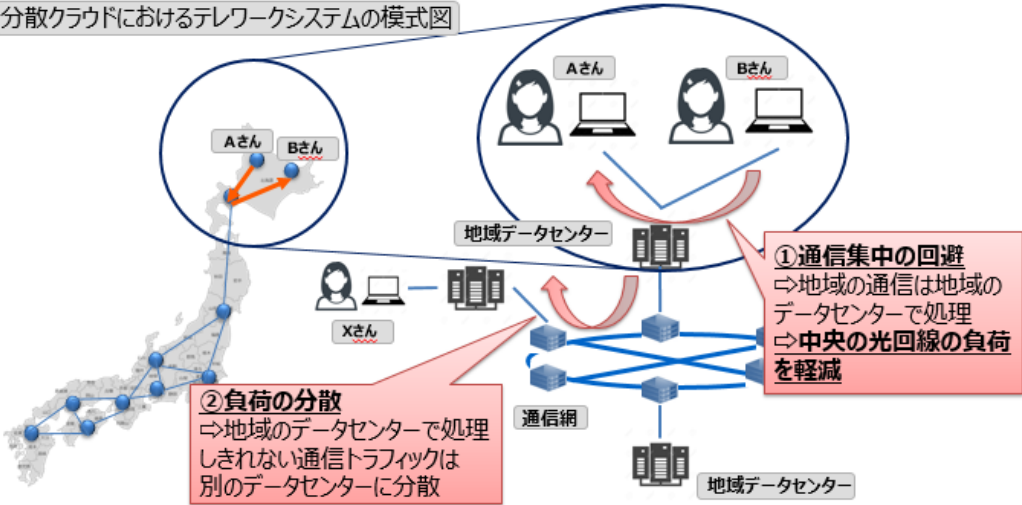
第2章 評価

1. 当省(国)が実施することの必要性.....	31
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性.....	33
3. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性.....	35
4. 事業アウトカムの妥当性	37

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	38
6. 費用対効果の妥当性	39
7. 総合評価	40
8. 今後の研究開発の方向等に関する提言	42
 第3章 評点法による評点結果	 44
 第4章 評価ワーキンググループの所見	 46

第 1 章 事業の概要

(事業の目的等)

事業名	産業技術実用化開発事業費補助金（地域分散クラウド技術開発事業）						
上位施策名	新型コロナウイルス関連の緊急経済対策 IV. 強靱な経済構造の構築						
担当課室	経済産業省商務情報政策局情報産業課						
事業の目的	コロナウイルスのような突発的な災害に即応的に対応するためには、事業継続に必要なリモートワーク環境の整備が不可欠。一方で、現状のクラウド型ITシステムは、東京・大阪の大規模データセンターに構築されるため、中央のネットワークに通信が集中し、回線容量がひっ迫し通信の遅延が生じてしまう。 本事業では、地方に分散したデータセンターを活用して、分散型クラウド基盤を構築することで、①通信・処理が一拠点に集中することを回避するとともに、②過大なデータ等を他のデータセンターに分散して処理する技術確立する。 本事業により獲得した技術を実用化し、一般に利用可能なクラウドプラットフォームとして提供することで、中央のネットワークへの通信集中や、電源系統への過大な負荷など一極集中による問題を回避する。これにより企業のオンラインでの事業継続に必要な環境を整備する。 分散クラウドにおけるテレワークシステムの模式図  ①通信集中の回避 ⇒地域の通信は地域のデータセンターで処理 ⇒中央の光回線の負荷を軽減 ②負荷の分散 ⇒地域のデータセンターで処理しきれない通信トラフィックは別のデータセンターに分散						
類 型	複数課題プログラム / 研究開発課題（プロジェクト） / 研究資金制度						
実施時期	2020 年度～2020 年度（1 年間）		会計区分	一般会計 / エネルギー対策会計			
評価時期	事前評価：2020 年度、終了時評価：2021 年度						
実施形態	経産省（補助金） → 民間団体等（補助（定額）） → 民間企業等（補助（1／2））						
プロジェクトリーダー	日本データセンター協会 実施責任者 増永直大						
執行額 (百万円)	2020 年度					総執行額	総予算額
	472					472	1,200

1. 本事業の政策的位置付け/背景

新型コロナウイルスの感染防止のため、テレワークが全国で急増し、音声通話・テレビ会議等によりデータ通信量が増大した結果、リモートワーク用システムに通信障害や品質の低下が発生している。

現状のクラウドは主に東京・大阪に設置されたデータセンターで構築されている。これに対し、コロナ禍を背景としたテレワークによるデータ通信増加は大都市だけでなく地域においても幅広く発生している。前述の障害・品質低下は、こういった地域における通信が中央の回線に集中し、回線容量がひっ迫することに起因している。

今後、5G など高速・大容量通信を可能にするネットワーク技術の普及が始まるが、特に医療・教育分野等においてこういったネットワークの性能を十分に活用した高精細動画・同時多数接続が必要な業務が増加すると、さらに通信品質が低下し業務継続に支障をきたすことが予想される。

一方で IT インフラのトレンドとして、5G の特徴である「低遅延」をサービスとして実現するためには、データ発生源と処理を実行するサーバー間の距離を考慮した分散処理が有効。こういった低遅延のサービスをクラウド上で実現するために、地理的に分散したデータセンターを一体的に運用し、データを複数のデータセンターに分散して処理する技術が求められている。

また、令和元年度に実施した水道施設情報整備事業にておいて、水道の監視制御システムのクラウドサービスを行っているが、これの展開にあたっては、水道事業体からは日本における災害の多さを鑑み複数のデータセンターへの分散による災害時のクラウドサービスの可用性の確保を求める声があがっている。

本事業は、地域に分散したデータセンターを活用した分散型クラウド基盤を構築するため、分散したデータセンターを統合管理する技術や、高効率なネットワークのための高速処理技術の研究開発等に関する事業に係る経費に対して、当該費用の一部を補助することにより、クラウドサービスに係る処理等が一拠点に集中することを回避し、各データセンターを統合的・効率的に運用しつつサービスを高速・円滑に提供する技術確立することを目的とする。

2. 当省（国）が実施することの必要性

Amazon や Google といった既存クラウドプラットフォーマーは大規模 DC に一極集中する戦略をとっており、コンピューティングリソースを分散しつつ統合管理する地域分散クラウドとは技術的な方向性が異なっている。このため、市場原理に基づく研究開発インセンティブがなく、民間企業のみでは十分な研究開発が実施されないことが考えられる。

また、複数 DC の連携によるクラウドサービス可用性の確保も目的の 1 つであるが、こういった特性は災害の多い日本において特に求められる非機能要求である。我が国の特性に対応した IT インフラを形成するために、国が主体的役割を果たすべきである。

以上の状況を踏まえると、民間企業のみでは十分な研究開発を実施することは困難であり、国が関与する形で研究開発に取り組むことが必要不可欠である。

3. 国内外の類似・競合する研究開発等の状況

分散型クラウド環境を扱う予算事業には環境省の「環境省平成 30 年度 CO2 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」が挙げられるが、これは主に省エネ・省 CO2 排出量の削減を目的としているほか、複数のデータセンターの相互補完的な協調動作については扱っていない。

(例)

- ・データセンターの抜本的低炭素化とオフィス等への廃熱利活用に関する共同技術開発

https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv_funds/pdf/db/145.pdf

- ・「PUE=1.0」を実現するハイブリッド動力レスデータセンタに関する技術開発（委託）

https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cpttv_funds/pdf/db/186.pdf

また、「高効率・速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発事業」(2018-2022)において、エッジコンピューティング向けリアルタイムソフトウェア制御技術の開発が行われているが、短期的には車載やドローンなどハードウェアへの実装サービスを想定しており、複数のデータセンターを協調動作させてリアルタイム処理を利用者に近いデータセンターで通信処理を行うことを目指したものではない。

参考：「高効率・速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発」 次世代コンピューティングの技術開発」（中間評価）NEDO

<https://www.nedo.go.jp/content/100927039.pdf>

4. 研究開発の内容

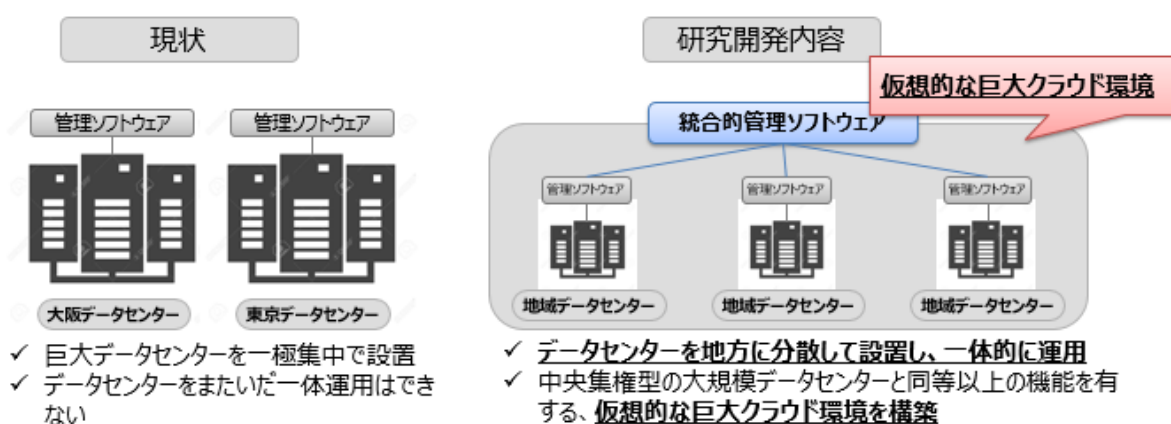
(1) 研究開発の全体構成

< 研究開発内容 >

1. 地方に分散したデータセンターを統合管理する技術（補助）

現状、一拠点のデータセンターを運用管理するためのソフトウェアはすでに実用化されているが、地理的に分散したデータセンターを一体的に運用することはできない。

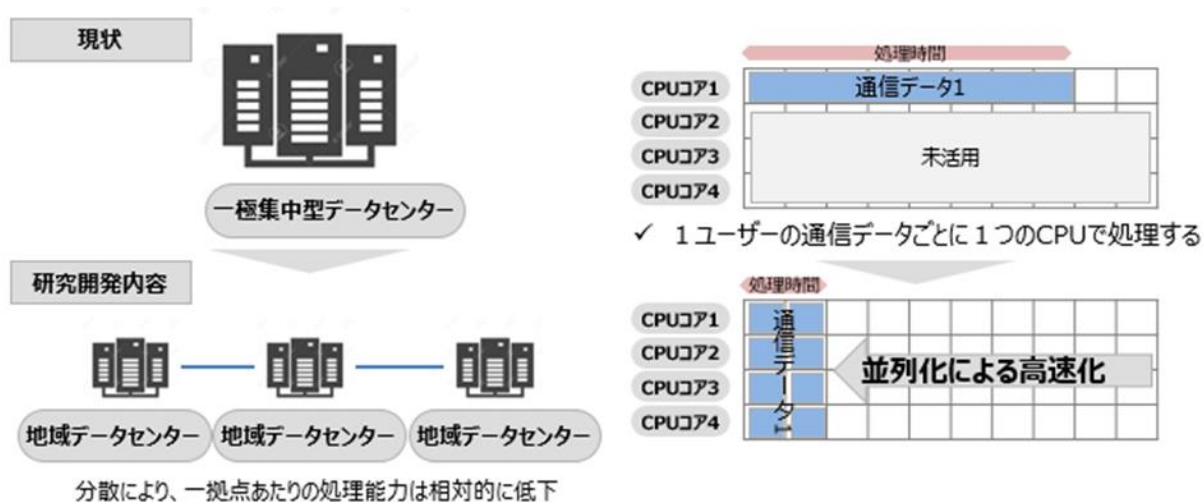
そこで、地理的に分散したデータセンターを、セキュリティを担保しつつ、一体的に運用する統合的管理ソフトウェアを開発する。（①利用者に近いデータセンターで通信処理を行うことや、②複数のデータセンターで負荷を分散すること、③災害等で障害が発生した際に他のデータセンターに処理を移行することを可能とする。）



2. 高効率なネットワークのための高速処理技術（補助）

現状、一極集中型の巨大データセンターに比べて、地方にデータセンターを分散する場合、相対的に一拠点の処理能力は小さくなる。このため、多数の通信をより効率的にさばくことが求められる。

そこで、データセンター内のサーバーの計算能力を最大限活用するために、データを高速処理するためのソフトウェアを開発する。



< 研究開発項目の一覧 >

研究開発テーマ	研究開発項目	実施者
① 地方に分散したデータセンターを統合管理する技術	①-(a)-1 分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証	一般社団法人組込みシステム技術協会
	①-(b)-1 統合管理システム及び E2E セキュリティに関する研究開発	ソフトバンク株式会社 (②-1 と合わせて実施)
	①-(b)-2 次世代分散データセンタープラットフォームのプロトタイプ開発	イーソル株式会社
	①-(c)-1 セキュアな IoT サービスを実現するための地域分散型の低遅延 IoT 機器認証サービスの研究開発・実証	サイバートラスト株式会社 (②-2 と合わせて実施)
	①-(c)-2 障害発生時の他データセンターへの移行に関する研究開発	JECC 株式会社
② 高効率なネットワークのための高速処理技術	②-1 CCP (Concurrent Computing Platform) に関する研究開発	ソフトバンク株式会社 (①-(b)-1 と合わせて実施)
	②-2 セキュアな IoT サービスを実現するための地域分散型の低遅延 IoT 機器認証サービスの研究開発・実証	サイバートラスト株式会社 (①-(c)-1 と合わせて実施)

(備考)

※詳しい研究開発内容については、別添資料を参照。

※①については(a)～(c)のいずれか一つに該当することを要件としており、①について各研究開発について(a)～(c)で整理。

- (a) 利用者に近いデータセンターでの処理に関する研究開発
- (b) 複数のデータセンターでの負荷の分散に関する研究開発
- (c) 障害発生時の他データセンターへの処理の移行に関する研究開発

(2) 各研究開発項目の内容

① 地方に分散したデータセンターを統合管理する技術

地理的に分散した3拠点以上のデータセンターを、セキュリティを担保しつつ、一体的に運用すること*を実現するソフトウェア技術の獲得（※利用者に最も近いデータセンターで処理を実行し、溢れたら次優先のデータセンターで実行などのイメージ）
※事業期間の終了後、事業化することを目指すことは必須要件

①-(a) 利用者に近いデータセンターでの処理に関する研究開発

①-(a)-1 分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証(一般社団法人組込みシステム技術協会)

<目的>

下記要素を満たす分散型クラウドを活用したリアルタイム組込みシステムを開発する。

- 通信遅延、処理時間を予測できる分散処理のシステム設計
- エッジ側での処理により、データ量の低減と、負荷分散
- センサー、カメラ等の設置数の増大に対応可能

<実施内容、手法>

① 分散型クラウドプラットフォームシステムの試作

多くの参加者間で、遅延なくコミュニケーションを実現するゲームの開発向けに開発された、Diarkis エンジンに基づき、OPENEL C#を加え、エッジクラウド（サーバー）と地域クラウド、さらに中心となるクラウドを使った、リアルタイム（瞬時処理）を目指した分散型クラウドプラットフォームシステムを試作する。

② プラットフォームを活用した実証

①で施策したプラットフォームの機能拡張（分散処理、リアルタイム性など）をもって、デジタル展示会、ニューノーマル、スマートファクトリ、建設機器の遠隔操作などの実証実験を並行して実施する。

③ プラットフォームの機能拡張

②各実証実験から得られたデータをもとに、㉗リアルタイム性を実現するための情報を取得、㉘エッジでの処理の分散検討、㉙通信経路と遅延、㉚クラウドでの役割分担検証を行う。さらに今後、リアルタイム性を実現するための条件等を洗い出し、これをプラットフォーム上で実現するための機能拡張、API 拡張等を実施する。

<成果>

① 分散型クラウドプラットフォームシステムの試作、③ プラットフォームの機能拡張

- Diarkis エンジンの分散化の見える化ツール開発
- OpenEL C# API 提供による分散型クラウドの組み込み開発の容易化
- CO2 濃度センサーにより、IoT のリアルタイム性能チェック
- Unified Massively Multiplayer Online によるエリア内でのリアルタイム通知機能
- 5 G、WiFi6 を使った、ラジコン制御の性能チェック
- 実証実験からリアルタイム、組み込み関連の API を設計
- ステレオボイスチャットの実現と性能チェック

② プラットフォームを活用した実証

1. ニューノーマル時代の次世代型展示会 PF に関する実証実験

- ①Multiplayer Online(Room)による来場者との相互コミュニケーション方法の性能チェック
- ②特許 4 件

2. ニューノーマルを守る働き方改革対応システム

- ①ビーコンを使った作業員の行動とヒートマップとトレーサビリティの活用によるニューノーマルの働き方改革システム
- ②過密な大規模オフィスビル内での、コロナ禍のアラームシステム及びレイアウト変更提案の検討
- ③特許 1 件

3. 分散型スマートファクトリ

- ①製造プロセスのスマート化
 - i) ベンダーマシンの A I での管理により不良率低減、安全配慮
 - ii) ビーコンを活用したパレットと製品部品のトレーサビリティ管理
- ②教育プロセスのスマート化
 - i) 小ロットで作業員が固定化できない現場での V R 活用した教育システム
 - ii) 工場内のリモート指導システム

4. 5 G時代の建設機械リモート操作・安全担保システム構築

- ①「小型トイドローンの自律・遠隔操作」「AR グラスを用いた遠隔作業支援」「定点ストリーミングカメラ」を開発し、僻地・遠隔地点検作業の効率化検討を実施。動作遅延をはじめとする課題抽出を実施し、一部商材化を実施。
- ②画像認識による物体（人物、作業機械等）認識と、レーザー測距センサー（L i D A R）による現場地図をくみあわせ、自由度の高い安全管理システムを構築し、5 G通信により極めて安全性の高いシステム構築に目途

- ③建設機械の遠隔操作システムを開発し、実機を忠実に再現した建機模型と操作環境（テストフィールド）を用いて、建設機械の遠隔操作を確認した。すべての操作 A P I を建機模型に搭載したエッジクラウドに実装し、P C やスマートフォンから簡単操作可能にした
- ④特許 6 件

①-(b)複数のデータセンターでの負荷の分散に関する研究開発

①-(b)-1 統合管理システム及び E2E セキュリティに関する研究開発(ソフトバンク株式会社)

※「研究開発テーマ② 高効率なネットワークのための高速処理技術」のうち「②-1 CCP（Concurrent Computing Platform）に関する研究開発」についても、ここで併せて説明する。

<目的>

分散環境を自動制御できる統合的な管理システム、複数データセンターにおけるデータの分散処理、高効率なネットワークのための高速処理技術を実現するため、下記の要素技術の開発及び技術検証を行う。

① 統合管理システム

マルチクラウド環境において、低遅延・高可用性なシステムを実現するために、アプリケーションやデータを最適に配置・制御する統合管理システムに必要な機能の抽出やその実現性について検証する。

② E2E セキュリティ

デバイスが複数クラウドへ接続する際に、デバイスとクラウド間での認証を都度行うとなると非効率であるため、認証プラットフォームでの認証を行うことで、効率的にデバイスから複数クラウド間での認証が行えることの検証を行う。

③ CCP（Concurrent Computing Platform）

マルチクラウド環境において低遅延、かつリクエスト増加時や障害発生時にも低遅延を維持し可用性を向上させるために、脱コンテナ化を図り、より軽量なプロセスでアプリケーションを実行させるミドルウェアを開発する。

<実施内容、手法>

① 統合管理システム

- データ処理の集中をなくし、負荷分散するためにアプリケーションとデータを適切なクラウドに自動配置
- 利用者を低遅延なクライアントへ誘導
- 障害が発生した際に他のデータセンターに処理を移行

② E2E セキュリティ

- デバイス内部での認証情報生成方法・実装方法検討
- 認証 PF へのデータ送信方法・実装方法検討
- クラウドへのデータ送信方法・実装方法検討
- 認証 PF とクラウド間の認証方法・実装方法検討

③ CCP (Concurrent Computing Platform)

- CCP のコンセプト作成
- ユースケースから要求仕様を策定
- 既存技術の調査と検証
- 既存技術の調査検証結果から新規技術の開発要素の有無を評価

< 成果 >

① 統合管理システム

- 国内 3 つのクラウドに検証環境を構築
- PoC 用統合管理システムを開発
- 自動 Deploy 実現性の確認
- 低遅延なクラウドへ誘導する既存技術の調査と評価、新方式の検討
- 障害時のクラウド移行についてシステム構成別の統合管理システムの必要機能
- システム構成別の切替時間と想定コストの相関性を検討

② E2E セキュリティ

- 実証要件として整理されたアプリを開発
- 実装されたシステムを動作させ、認証情報の真偽確認を実施

③ CCP (Concurrent Computing Platform)

- 既存製品の調査・比較
- Akka のアーキテクチャを調査
- Akka の検証システムを構築
- Akka の応答遅延、オートスケーリング、耐障害性について検証実施し、要求値との適合性を確認

①-(b)-2 次世代分散データセンタープラットフォームのプロトタイプ開発（イーソル株式会社）

<目的>

将来のサイバーフィジカルな社会を実現する基盤の一つとなる次世代分散データセンタープラットフォームの実現に向け、プロトタイプの開発を行う。特に現在開発中のマルチカーネル技術を用いて RTLБ（リアルタイムロードバランサ）機能等を簡易的に実現し、それらを用いて模擬データセンターを構築して機能検証を行う。

<実施内容、手法>

- ロードバランサを中心に Linux 互換の POSIX API とマルチプロセス・マルチスレッドの並列実行環境を用いてプロトタイプを開発
- ネットワークで接続された 3 台の実験環境を 3 箇所の模擬データセンターとして動作させ、以下の機能を確認
 - サービス要求の処理を動的に利用者の近くのインスタンスに振り分ける
 - 処理要求の増大に従い、処理をダイナミックに複数のインスタンスに振り分けることで負荷分散を行う
 - あるインスタンスが稼働できない状態時に他のインスタンスで代行し継続実行する

<成果>

- プロトタイプ開発を行い、模擬データセンター環境で評価を行った結果、事業要件①、②を実現できることを確認
 - eMCOS のマルチカーネル技術で実現しているロードバランスの仕組みを分散データセンター間のロードバランスに適用
→サービス利用者に近く、負荷の少ないデータセンターに振り分け、あるインスタンスが稼働できない状態時に他のインスタンスで代行処理を実現
 - 3 箇所の模擬データセンターでの検証で、eMCOS 特有のリアルタイム性を保証しつつ、事業要件①、②の機能を実現できることを確認

①-(c) 障害発生時の他データセンターへの処理の移行に関する研究開発

①-(c)-1 セキュアな IoT サービスを実現するための地域分散型の低遅延 IoT 機器認証サービスの研究開発・実証(サイバートラスト株式会社)

※「② 仮想化環境を活用した高速なデータ処理の実現」の部分については、「研究開発テーマ②高効率なネットワークのための高速処理技術」のうち、「②-2 セキュアな IoT サービスを実現するための地域分散型の低遅延 IoT 機器認証サービスの研究開発・実証に関する研究開発」の記述。

<目的>

セキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の低遅延IoT機器認証サービスの実現。

<実施内容、手法>

① 地域分散認証基盤の実装・構築・評価

- 「ZERO Trust Architecture」の流れを背景とし、数千万台規模のIoT機器、V2X向け認証ニーズを見据え、認証局の国際的な監査規格である「WebTrust for CA/EV」及び「電子署名法」認定取得実績を持つ、国内最高レベルの認証事業者2社を連携し、高速・低遅延な認証基盤を整備する。
- KPIとして以下を目指す：
 - 3拠点の認証センター連携による認証局システムの構築
 - 1システムあたり証明書発行枚数：2000万枚
 - 証明書発行スピード（1拠点）：100枚/秒
 - 証明書発行レイテンシ（申請から発行までの時間）：1秒以下

② 映像監視システムの実装・評価

- クラウドAI技術とエッジコンピューティング技術を活用し、エッジシステムを地域分散認証基盤にて管理・認証することにより、分散型低遅延セキュアAIシステムを開発する。
- ユースケースとして工具の盗難検知、人物の異常行動検知を実装する。

③ スマートコンストラクション実証実験

- 建設現場向けのネットワーク環境である仮設分電盤PLCを使用し、セキュアIoTゲートウェイによる境界型セキュリティに加え、配下の機器を地域分散認証基盤にて管理・認証することにより、セキュアなネットワーク環境を実現する。

<成果>

① 地域分散認証基盤の実装・構築・評価

- 以下の研究開発目標をクリアしたと判断
 - WebTrust for CA/EV認定取得済み認証設備 3拠点の連携環境で動作
 - 証明書発行レイテンシ：0.5秒
 - 3拠点連携で3,400件/秒（理論値）→従来比200倍（システム全体では800倍）、業界最速水準

② 映像監視システムの実装・評価

- 工具の盗難検知、人の異常行動検知を実現
- 数秒で異常通知
- 今後、個人・個体識別、安全／災害低減に向けた取組を継続

③ スマートコンストラクション実証実験

- 建設現場ネットワークに接続される機器の異常検知を評価
- 2021 年 6 月より商用化予定
- 今後、ゼロトラスト対応に向け、作業従事者、接続端末等、厳密な認証強化を推進

①-(c)-2 障害発生時の他データセンターへの移行に関する研究開発(JECC 株式会社)

<目的>

災害時におけるサービス継続性の向上及び水道事業者の重要なデータ保護を目的に、3 拠点以上での一体的に運用できるソフトウェア技術を開発する。

<実施内容、手法>

① システムの自動復元

大規模システムの DR 対応について、ランニングコストをできる限り抑えて実現するために、システムをコールドスタンバイ方式で準備するのではなく、災害時に短時間でシステムを自動復元する機能を開発。

② データ保護

重要データを守るために、地理的に離れた複数拠点でデータを保持する仕組みを開発。

<成果>

①-1 自動復元ソフトウェアについて

- 異なるリージョンへの機能群復旧について、単純なバックアップツールだけでは実現出来ない、水道標準プラットフォームサービス提供に必要な機能群について、イメージバックアップを元に短時間で復元させる自動復元ソフトウェアを開発。
- 最小限のイメージファイルからすべての機能をデプロイする仕組みを開発。

①-2 最小限のコストでの実現

- DR を発動したタイミングで、復旧対象のシステムを自動構築するため、平常時における維持コスト削減を実現。

②バックアップデータの柔軟な拠点数変更

- 各拠点へのデータ転送について、顧客の要望に併せてバックアップデータを保持する拠点数を柔軟に変更できる仕組みを実現。これにより、顧客ごとに「西日本リージョンのみ」、「西日本リージョン+東日本リージョン」等を選択できる構成を実現。

② 高効率なネットワークのための高速処理技術

データセンター内のサーバーの計算能力を最大限活用するために、仮想化環境において研究開発時点で存在している技術よりも高速なデータ処理を実現するソフトウェア技術を獲得する。

※事業期間の終了後、事業化することを目指すことは必須要件

②-1 CCP (Concurrent Computing Platform) に関する研究開発(ソフトバンク株式会社)

→①-(b)-1 に記載

②-2 セキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の低遅延IoT機器認証サービスの研究開発・実証(サイバートラスト株式会社)

→①-(c)-1 に記載

(3) 地域分散クラウド、データセンターに関する調査

上述の「地域分散クラウド技術開発事業」に並行して、「地域分散クラウド」の技術開発のみならず、制度や普及策、ITインフラの整備についても明らかにするため、調査事業を実施。

日本データセンター協会に委託し、①有識者委員会、②現状把握を行う事業者アンケートを通じて、企業・業界団体の有識者からの意見を伺いながら、技術だけではなく、制度や普及策など、ITインフラに求められる事項の方向性、将来像について議論を実施し、報告書を取りまとめた。

※本調査は技術開発と同時並行して進められており、本調査結果をもとに技術開発項目を選定したものではない点に留意。

※詳しい調査結果については、別添資料を参照。

① 有識者委員会（座長：江崎 浩 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授）

<概要>

調査業務（地域分散クラウドに関する調査）に伴い、有識者委員会を設置し、委員会での仮説に基づいて、事業者へのヒアリングを実施し、将来像をまとめる。

<議論内容>

- 新型コロナによって、ヒト・モノ・カネ・情報の流れが変化するなかで、一極集中型クラウドから地域分散クラウドへと変わるのではないかという仮説の検証。
- 地域分散クラウドを実現する上での課題は何か。
- 企業・業界団体が国に期待することは何か。

② 現状把握を行う事業者アンケート

<概要>

『地域分散クラウド技術開発事業』として、地域分散データセンター、クラウド基盤のニーズや課題についてのアンケート調査を実施。

<調査の想定シナリオ>

- コロナ禍を契機とした事業継続に必要なリモートワーク環境などの整備が不可欠
- クラウドファーストが浸透し、東京・大阪の大規模データセンターにクラウド型で構築されるため、中央に通信が集中し、回線容量がひっ迫する懸念
- 「地域分散クラウド※」で課題に対応できるかを調査する。

※地域分散クラウド： 地方に分散したデータセンターを活用して、分散型クラウド基盤を構築することで、通信が中央に集中することを回避し、負荷を他のデータセンターに分散する

<アンケート調査結果>

- 地域分散データセンター/クラウド基盤はおおむね有用であるとの結果が得られた。ただし、回線負荷の懸念は想定を下回り、その一方で、設備老朽化をはじめとするデータセンターの運営に関わる課題が多数指摘される結果となった。

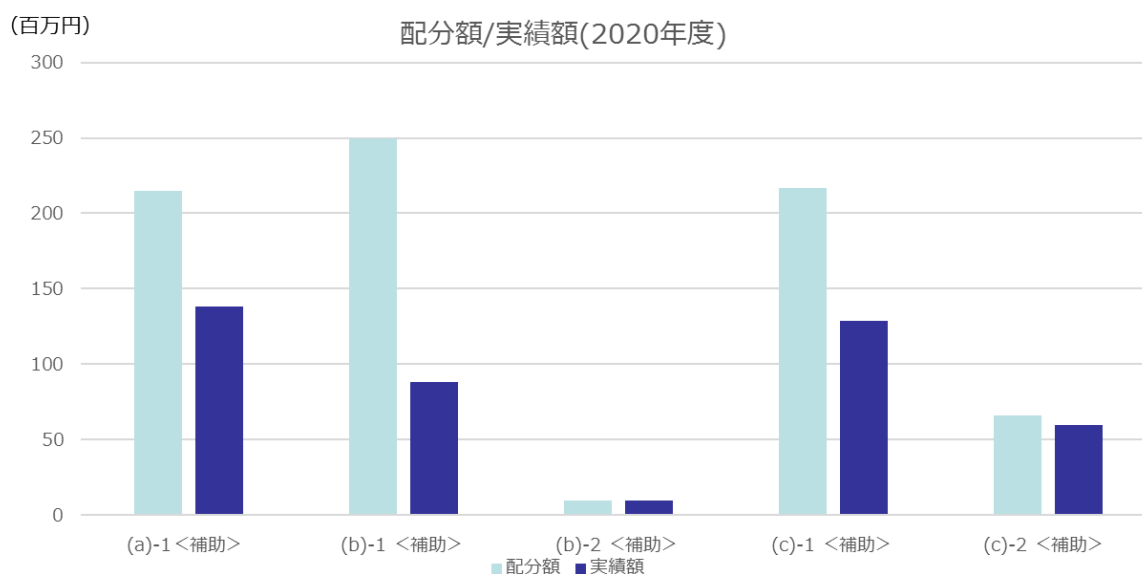
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等

(1) 研究開発計画

	研究開発項目	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	2025FY
① 地方に分散したデータセンターを統合管理する技術	(a)-1分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証	個別要素技術開発	社会実装				
	(b)-1 統合管理システムおよびE2Eセキュリティに関する研究開発	個別要素技術開発	予算外で研究開発および実証			社会実装	
	(b)-2 次世代分散データセンタープラットフォームのプロトタイプ開発	個別要素技術開発	予算外で研究開発および実証				社会実装
	(c)-1 セキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の低遅延IoT機器認証サービスの研究開発・実証	個別要素技術開発	社会実装	一部予算外で研究開発および実証			社会実装
	(c)-2 障害発生時の他データセンターへの移行に関する研究開発	個別要素技術開発	社会実装				
② 高効率なネットワークのための高速処理技術	1 CCP (Cocurrent Computing Platform) に関する研究開発	個別要素技術開発	予算外で研究開発および実証			社会実装	
	評価時期		終了時評価				

(2) 資金配分

テーマ	研究開発項目	実施者	配分額(2020年度)	実績額(2020年度)	
①地方に分散したデータセンターを統合管理する技術	(a)-1分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証<補助>	一般社団法人組込みシステム技術協会	215	138	
	(b)-1 統合管理システムおよびE2Eセキュリティに関する研究開発<補助>	ソフトバンク株式会社	250	88	
	(b)-2 次世代分散データセンタープラットフォームのプロトタイプ開発<補助>	イーソル株式会社	10	10	
	(c)-1 セキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の低遅延IoT機器認証サービスの研究開発・実証 ※②高効率なネットワークのための高速処理技術の要素含め<補助>	サイバートラスト株式会社	217	129	
	(c)-2 障害発生時の他データセンターへの移行に関する研究開発<補助>	株式会社J E C C	66	60	
		計	758	425	(百万円)



(3) 研究開発の実施・マネジメント体制

本事業では、情報産業課が研究開発の方針決定等、JDCC が研究開発の進捗状況管理等、公募により採択された実施者が研究開発の実施を担った。

・情報産業課

本事業を実施する上での重要な方針（研究開発計画、予算配分等）を決定するとともに、研究開発の進捗や技術動向・市場動向等を踏まえ、必要に応じて、研究開発計画等の見直しを行った。また、事業を円滑に進める観点から、必要に応じて JDCC や実施者に対して指示を行った。

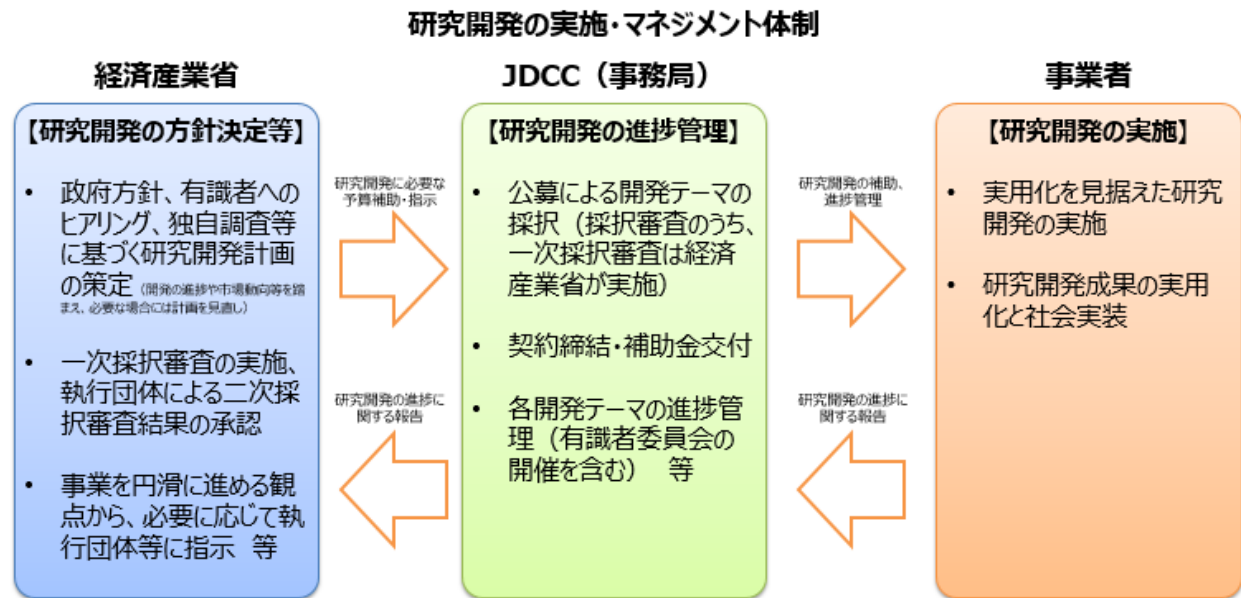
・日本データセンター協会

本事業を実施するための資金の適切な管理、公募による実施者の採択、契約締結・補助金交付を行った。また、本事業の研究開発成果の最大化に向けて、実施者による研究開発の進捗状況管理（実施者による研究開発の進捗状況の把握、実施者に対する必要な指示、各種委員会の開催を通じた諸課題の検討・助言）や調査等、また、当該成果の普及に向けた広報等を実施した。

・研究開発の実施者

実用化や社会実装を見据えて研究開発に取り組んだ。当該実施者は、企業や研究機関等（以下、「団体」）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発を実施した。

<研究開発の実施・マネジメント体制図>



<プロジェクト毎の体制図>

事業責任者	事務局	企業名	委託/請負先	再請負/委託先	再々請負先/委託先
経済産業省	日本データセンター協会	①-(a)-1分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証 一般社団法人組込みシステム技術協会	(株)アックス	(株)CRI・ミドルウェア	(株)Diarkis (株)Bee アップウインドテクノロジー社
			(株)Bee	(株)CRI・ミドルウェア	(株)エクスモーション
				大旺工業(株)	(株)GIC・イマクリエイト(株)
				(株)ERI	(株)アックス
		①-(b)-1 統合管理システムおよびE2Eセキュリティに関する研究開発 ソフトバンク株式会社	※再委託先なし		(株)DTSインサイト
					ARAV(株) (株)エフェクト
経済産業省	日本データセンター協会	①-(b)-2 次世代分散データセンタープラットフォームのプロトタイプ開発 イーソル株式会社	※再委託先なし		
		①-(c)-1 セキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の低遅延IoT機器認証サービスの研究開発・実証 サイバートラスト株式会社	※非公開		
		①-(c)-2 障害発生時の他データセンターへの移行に関する研究開発 (株)J E C C	※非公開		

(4) 知財や研究開発データの取扱い

本事業は、補助事業であるため、事業により得られた研究成果については、交付先である民間企業等に帰属する。本事業の研究成果が企業により社会実装されることが極めて重要であるため、当該民間団体等には、クラウドプラットフォームの運営企業（若しくは今後展開を検討している企業）が含まれることが重要である。実施者は、知財の取扱いに関するルールを設定し、不用意な成果の外部への流出等が生じないような体制を構築することとしている。

6. 事業アウトプット

(1) 研究開発目標

研究開発項目	最終目標(2020 年度)	設定理由
① 地理的に分散したデータセンターを統合管理する技術	地理的に離れたデータセンター間をまたがって複数のオーケストレータを協調動作させることにより、統合管理できる拠点数を向上する。 (指標 1) ・現状の 3 倍以上 (3 拠点以上)	▶ 本項目で地理的に分散したデータセンターの統合管理について、技術開発に取り組む。 ▶ 既存の東阪のデータセンターに加え、追加の拠点を加えた 3 拠点での統合管理を目指す。
② 高効率なネットワークのための高速処理技術	仮想化環境におけるソフトウェア処理の性能を向上する。 (指標 2) ・既存技術に対する高速化	▶ 具体的な指標及び指標値については事業者からの提案に基づき評価する。

(2) 研究開発の成果

研究開発項目	最終目標(2020 年度)	成果・意義	達成状況	未達の原因分析/今後の見通し
① 地理的に分散したデータセンターを統合管理する技術	地理的に離れたデータセンター間をまたがって複数のオーケストレータを協調動作させることにより、統合管理できる拠点数を向上する。 (指標 1) ・現状の 3 倍以上 (3 拠点以上)	①で実施した研究開発 PJT 5 つのうち少なくとも 4 つで、3 つ以上のデータセンターの協調動作を統合管理する技術開発に成功。これは、今後拡大が予想される分散クラウド市場における競争力強化に資する結果といえる。	達成	各研究開発項目について、社会実装は 2021 年～2025 年にかけて実施される予定であり、引き続き事業者において研究開発及び実証を継続していく見込み。

② 高効率なネットワークのための高速処理技術	仮想化環境におけるソフトウェア処理の性能を向上する。 (指標2) ・既存技術に対する高速化	②で実施した研究開発において、例えば地域分散認証基盤の開発では、業界最高水準の処理速度とレイテンシを達成するなど、仮想化環境におけるソフトウェア処理の性能向上を達成した。これは、今後拡大が予想される分散クラウド市場における競争力強化に資する結果といえる。	達成	各研究開発項目について、社会実装は2021年～2025年にかけて実施される予定であり、引き続き事業者において研究開発及び実証を継続していく見込み。
------------------------	---	---	----	---

(共通指標)

年度	論文数	国内 特許出願	国外 特許出願	PCT 出 願	国際標準への 寄与	プロトタイプ の作成
2020 年度	—	11 件	—	—	—	各研究開発項目全 てでプロトタイプ 作成

7. 事業アウトカム

(1) 事業アウトカムの内容

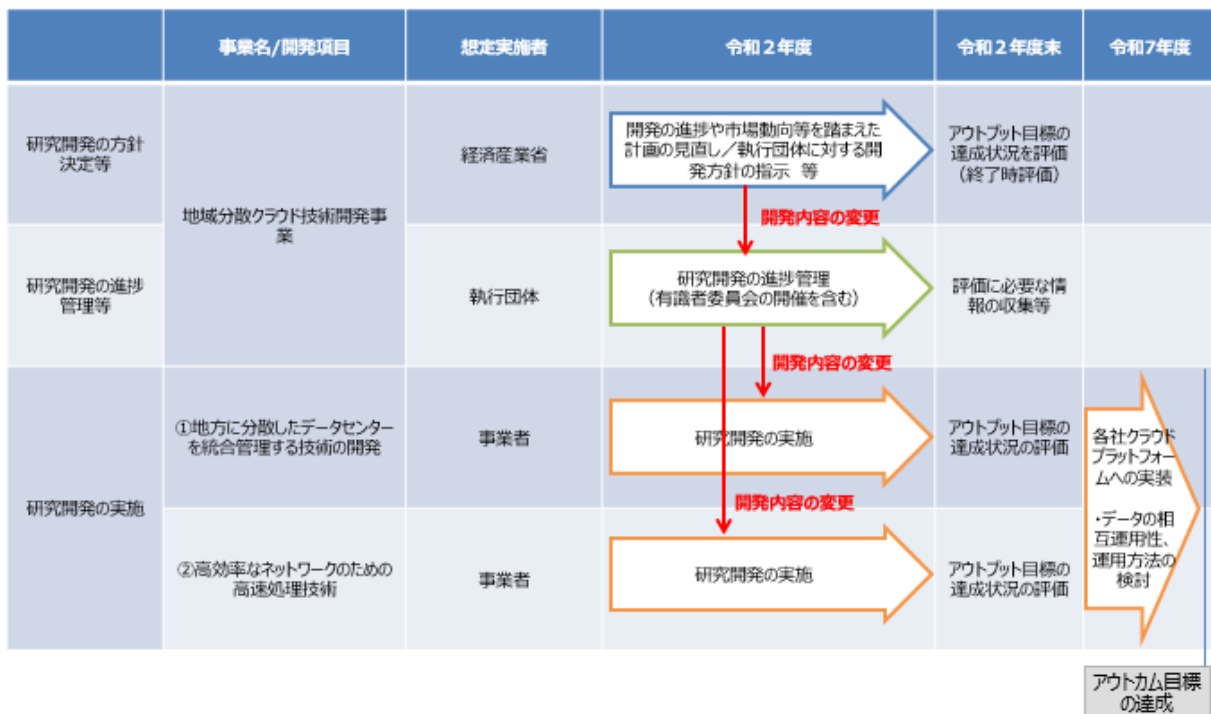
本事業は、地理的に分散したデータセンターを活用した分散型クラウド基盤を構築するため、分散したデータセンターを統合管理する技術や、高効率なネットワークのための高速処理技術の研究開発を支援し、クラウドサービスに係る処理等が一拠点に集中することを回避し、各データセンターを統合的・効率的に運用しつつサービスを高速・円滑に提供する技術を確立することを目的とするもの。

研究開発の終了後、成果がクラウドプラットフォームに実装され、商用サービスとして必要な品質を確保すること、地域に分散した拠点の設置には複数年度が必要と考えられることから、アウトカムの目標設定年度を2025年度とする。また、地域分散クラウド技術が現実的なテレワーク等の問題解決に寄与するためには、多数の利用者にて幅広く利用される必要があることから、下記アウトカムを設定する。

(2) 事業アウトカム目標

アウトカム目標		目標の設定理由	目標達成の見込み
2025 年 度	令和 7 年度までに、地域分散クラウド技術を活用したクラウドプラットフォーム事業者の国内パブリッククラウド市場における売上シェア 10%以上を目指す。 (地域分散クラウド事業の売上/国内パブリッククラウド市場の売上)	資料の 7 (1)「事業アウトカムの内容」を参照。	今後、補助対象事業者が計画通り、研究開発から社会実装まで進めていくことができれば達成される見込み。

8. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



9. 費用対効果

本事業により得られる地域分散クラウドに関する技術開発の成果が広く普及すれば、高い費用対効果が期待される。本研究成果を活用したクラウドサービスに関する明確な市場推計は存在しないものの、各調査会社のクラウド・コンピューティングの注目トレンド（※1）において、「分散クラウド」が取り上げられており、今後市場が拡大していくことが予想されている。仮に、2025年時点の国内パブリッククラウド市場のうち5%程度が「分散クラウド市場」と見積もった場合、分散クラウド市場の市場規模は約1500億円であり、このうち10%程度を補助対象事業者が確保するだけでも十分に費用対効果を見込める。

<参考>パブリッククラウド市場規模（国内）※2

15,087億円（2021年）→ 29,134億円（2025年）

※1 出典：Gartner、2022年に向けて日本企業が注目すべきクラウド・コンピューティングのトレンドを発表

※2 出典：国内パブリッククラウドサービス市場 売上額予測、2020年～2025年。Source: IDC Japan, 10/2021

第2章 評価

本章では、評価検討会の総意としての評価結果を枠内に掲載している。なお、枠下の箇条書きは各評価検討会委員の指摘事項を参考として列記している。

1. 当省(国)が実施することの必要性

低遅延かつ高品質な IT サービスを日本全国津々浦々で提供するためには、国の立場でも分散型のクラウド基盤の開発投資を支援することが重要。

クラウドプラットフォーマーが、分散型クラウド基盤を作るインセンティブは小さい一方、国内の多数の小規模なデータセンターを活用することや、既存のクラウドプラットフォーマーの地方でのデータセンター設置を見据えて、分散型クラウドの実現に向けた課題解決に国が投資することは重要。

災害に備える観点やコロナ禍で急増した通信需要に応える観点から、複数のデータセンターやクラウド事業者間の連携により、サービスの可用性を確保することは重要であるが、市場原理に基づくインセンティブが働きにくく、国の関与による連携を実現することが必要である。

他方で、クラウドサービスの可用性の確保自体は、既存のプレイヤーが複数のデータセンター及び複数のクラウドを効果的に連携及び管理する仕組みを提供する等、日本以外でも重要な非機能要件であるのに対して、本事業は本質的に解決したい国内の特殊な要件及び定量的な要件を含む課題の設定が弱い。

本事業の背景である通信品質の低下の問題は、データセンターへの一極集中に加え、それ以上にネットワークそのものに根本的な要因があり、データセンターの地域分散とあわせてネットワークの整備も進めなければ解決しない。

地域分散クラウドという非常に広い課題となっていることや、本研究課題を解決するための技術の一部は、既に実用化されていることを踏まえ、社会実装も含めた実用化をより迅速に進めるためには、国が戦略的に投資したい方向性や対象を絞るための方向性を示すことが必要。

成果を産業界の広い範囲で実現可能とし得る方策や、災害対策として今後も検討すべき事項の検討等、中長期的視点の議論も必要。

【肯定的意見】

(A 委員) 5G や IoT などを見据えて、低遅延かつ高品質な IT サービスを国内のどの地域にいても一定の品質でユーザーへ提供するために、分散型のクラウド基盤の整備及び投資を行うのは、成長産業を支えるという観点から見ても国が実施する意義は大きい。また、クラウドプラットフォーマーは自社でデータセンターを管理することが多く、分散型クラウド基盤を作ることには必ずしも重きを置いていないため、国内の多数の小規模なデータセンターを活用することや、既存のクラウドプラットフォーマーがデータセンターを設置することを念頭に、分散型クラウドを実現していくうえで解決すべき分野に国が投資していくことは重要であると考える。

(B 委員) 災害の多い我が国において、複数のデータセンター、あるいはクラウド事業者間の連携により、サービスの可用性を確保することは重要な課題である。この課題の解決は、民間企業の個別の努力では難しく、国の関与による連携を実現することが必要である。

(C 委員) コロナ禍の影響で急増したテレワークの作業環境の改善に早急に貢献するための技術開発を目的としたプロジェクトであり、災害に備える観点からも社会的性格が強い。また、想定外の状況変化に民間企業が短期に準備できる開発費の規模を超える開発費が必要となり、国での実施が妥当である。

(D 委員) 地理的に分散した複数 DC の連携によるクラウドサービスの可能性の確保は、災害の多い日本では重要な技術開発であるが、市場原理に基づくインセンティブが働きにくいという課題があり、国が実施することに妥当性がある。

【問題点・改善すべき点】

(A 委員) 本質的に解決したい国内の特殊な要件及び課題が弱い。クラウドサービスの可用性の確保自体は、日本以外でも重要な非機能要件であり、主だったクラウドプラットフォーム及びクラウドベンダーは複数の DC 及び複数のクラウドを効果的に連携及び管理する仕組みを積極的に提供している。また、本事業の背景としている通信品質の低下の問題は、データセンターへの一極集中の問題もあるが、それ以上にネットワークそのものに根本的な要因がある。すなわち、東京・大阪以外の地理的に分散した地域に設置した DC を利用したとしても、その地域におけるネットワーク回線品質などバックボーンネットワーク及び ISP の性能に大きく依存するため、データセンターを地域分散することが解決には必ずしもつながらない。また、地域分散クラウドという非常に広い課題となっているため、その中でも国が戦略的に投資したい方向性や対象を絞るための方向性を示す必要があると考える。すなわち、地域分散クラウドそのものを構築するプラットフォームなのか、その上で動作するアプリケーションを構築するサービス提供者への投資なのか、国際的な競争の中で勝ち抜き業界のスタンダードとなるような国内発の有望な技術を育てる意味合いなのか、分散クラウドでの開発や運用技術を幅広く浸透させる意味合いなのかといった観点である。

(B 委員) 本研究課題を解決するための技術の一部については、例えばマルチクラウドコントローラ等の実用化されているものもあるため、既存技術（あるいは製品）では解決できない課題を重点的に推進する等の措置により、社会実装も含めた実用化をより迅速に進めることができると思われる。

(C 委員) 本成果を産業界の広い範囲で実施可能とし得る方策、災害対策として今後も検討すべき事項の認識等の中長期的視点の議論も必要ではないか。

(D 委員) 定量的な要求要件が明確でなく、何が達成されれば地域分散クラウドが実現できるのか不明である。このため、国が実施すべき内容も明確であるとは言えない。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

研究開発内容について、分散型クラウドを統合管理し処理を高速化するという課題に対して、事前調査結果を踏まえ、プラットフォームの開発、セキュリティの開発等、必須の開発テーマを重複なく幅広く選択し、連携して研究が実施されていることは高く評価できる。また、採択内容は、提案主体の技術的強みを反映しかつ社会実装を意識した内容となっている。特に、今後重要度を増すと考えられるリアルタイム処理には、ネットワークの遅延を考慮して処理を行うデータセンターを選択する等、本事業が目指す方向性は妥当。また、災害に対する事業継続性という観点からも、地域に分散してデータセンターを配置することは重要である。

事業アウトプット指標及び目標値について、研究開発期間を考慮するとチャレンジングではあるが、社会実装に向けて定量と定性の側面から実現可能な適切なレベルに設定されており、リーズナブルな事業アウトプット指標及び目標といえる。

目標値の達成について、多くの開発項目で目標となる指標をクリアしており、一部の開発項目では特許並びに業界最高水準の処理速度を達成するなど顕著な成果が出ている。

他方で、個々の開発項目単位で見ると、本来解決したいテーマである地域分散クラウドの統合管理及び高効率ネットワークのための高速処理という観点とは必ずしも合致しないまたは不十分な開発内容となっているものや、社会実装の具体的なイメージや技術的優位性、挑戦性を欠いたものもあるように見受けられる。

いくつかの開発項目では、既存のクラウドでも解決可能と思われる項目も含まれており、本来であれば新規開発を行う前に既存のクラウドでは実装できないかなど、限界や制約を国外の動向も含めて調査及び比較した上で実装していくべき。

一部の開発項目は、小規模な実証に留まっており、今回の成果のみで地理的に分散したデータセンター間の連携が可能かどうか不明であるため、実用化に向けた課題についても検討すべき。プロトタイプ実装で実装可能性を確認した程度では差異化技術とは言えず、経緯や結果を早々に産業界に公開し共有することも検討すべき。

目標に性能指標等が示されておらず抽象的であり、アウトプットを達成したと判断する基準が明確でない。

【肯定的意見】

（A委員）分散型クラウドを統合管理し処理を高速化するという課題に対して、プラットフォームの開発、セキュリティの開発、データ管理を含めた移行システムの開発のどれもが必須の要素であり、それらを連携して解決していくことは妥当である。特にセキュアなIoTサービスを実現するための地域分散型の認証サービスについては、経済的優位性を確保する観点からも目標達成のためのアプローチとして適切である。さらに、IoTを含めた組み込み機器に対するリアルタイム性も確保する機能を有する次世代型データセンタープラットフォームは、今後ますます重要となるエリアであり、開発内容として非常に有用である。

どちらの開発項目に関しても実現可能かつ飛躍が大きすぎないレベルに設定されており、リーズナブルな事業アウトプット指標及び目標である。

多くの開発 PJT で目標となる指標をクリアしており、一部の PJT では特許並びに業界最高水準の処理速度を達成するなど顕著な成果が出ている。

(B 委員) 地域分散クラウドを実現するための研究開発について、アプリケーションからシステムソフトウェアに至る幅広い研究が実施されていることは高く評価できる。また、一部の項目では 2021 年度から社会実装が開始されている点も高く評価できる。

(C 委員) 研究開発課題はプロジェクトの事前調査結果を踏まえた目標設定目的に沿って適切に設定されており、本プロジェクト内の各課題間の重複もなく妥当である。採択内容は、提案主体の技術的強みを反映しかつ社会実装を意識した内容となっている。事業アウトプット指標は、社会実装を目的とした項目は定量的指標、定性的指標を適切に設定している。

(D 委員) 今後重要度を増すと考えられるリアルタイム処理には、ネットワークの遅延を考慮して処理を行うデータセンターを選択するなどする必要があり、本事業が目指す方向性は妥当である。また、災害に対する事業継続性という点でも、地域に分散してデータセンターを配置することは重要である。研究開発項目及びアウトプット目標に示される概念は、研究開発期間を考慮するとチャレンジングであるが妥当である。

【問題点・改善すべき点】

(A 委員) 研究開発 PJT の全体を通して見た場合、限られた時間の中でも多くの成果を出している。しかしながら個々の PJT 単位を見ていくと、事業課題で本来解決したいテーマである地域分散クラウドの統合管理及び高効率ネットワークのための高速処理という観点とは必ずしも合致しない、若しくは、不十分な開発内容となっている PJT もあるように見受けられる。特に、高効率なネットワークのための高速処理技術に対しての開発内容である CCP に関しては、周辺技術や現実に関心したい問題の整理が不足しており、アプローチ自体や解決したい問題の定義を見直すべきと思われる。

また、既存のクラウドでも解決可能なサービスなども含まれており、本来であれば新規開発を行う前に本当に既存のクラウドではできないのかなど限界や制約を調査及び比較した上で実装していくべきであるが、いくつかの PJT では前提となる基準が曖昧なまま実装まで進んでいるように見える。

(B 委員) クラウド技術開発は世界的に高速に進展しているため、既存技術や製品で解決されていない課題と本研究開発で解決された課題の整理をより明確に行うことで、本研究開発の成果をより明らかに示すことができると思われる。また、一部の項目においては、比較的小規模な実証にとどまり、今回の成果のみで実際の地理的に分散したデータセンター間の連携が可能かどうか不明な部分もあるため、実用に向けた課題解決について検討されるとよいと思われる。

(C 委員) 研究目的が挑戦的でなく、また、社会実装の具体的なイメージも特に技術的な優位性を示していない項目がある。プロトタイプ実装で実装可能性を確認した程度であれば特に差異化技術でもないもので、経緯や結果を早々に産業界に公開し共有することも検討願いたい。

(D 委員) 国外の動向の把握が十分であるか疑問が残る。目標に性能指標等が示されておらず、抽

象的であり、アウトプットを達成したと判断する基準が明確でない。個々の研究開発項目が、本事業が最終的に目指す姿に実際につながるのかどうか疑問が残る。

3. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

研究開発実施者の適格性は各自の事業と技術的強みを活かし、今後の国内分散型クラウドの運用や活用を検討又はリードしていく実施者が選定されている。

実施・マネジメント体制については明確に定義されており、委託や再請負にも問題はない。経済産業省が直接研究開発の進捗管理を行うことは困難であるため、マネジメントを行う事務局を別途置くことは妥当である。また、アプリケーションからシステムソフトウェアに至る幅広い研究開発実施体制が構築されていることは高く評価できる。

予算配分に関しても、プロジェクトの規模に応じて適切に配分されている。また、知財及び開発データの取扱については、本事業の目的に沿って運用されており問題ない。

他方、全体で見た場合に、高効率なネットワークのための高速処理技術に対する成果が比較的弱い。この点について、JDCC 含めプロジェクトオーナー側がどのようにプロジェクトの進捗や管理を含むマネジメント対応を行ってサポートしたのかが不明確。また、社会実装までの期間が長い項目については、事業終了後の研究開発の実施及びそのマネジメントにおいて、どのようにフォローしていくかの体制が明確ではない。

資金配分に関して、配分と著しい差がある開発項目に関しては、柔軟な費用マネジメントの好事例として、今後の実施者の参考となる知見を記述することが望まれる。

短期間かつコロナ禍での実施のためやむを得ない状況も考慮されるが、予算執行率が低い原因についての検証が必要。

知財の取扱いに関して、新規性も特にない開発項目は、業界で再試行の必要をなくす観点から成果の公開も検討に値する。

【肯定的意見】

(A 委員) 知財及び開発データの取扱については、本事業の目的に沿って運用されており問題ない。また、今後の国内の分散型クラウドの運用や活用を検討している、又は、リードしていく実施者が選定されている。予算配分に関しても、プロジェクトの規模に応じて適切に配分されている。とりわけ分散型クラウドプラットフォームシステムの研究開発と実証では、リアルタイム組込みシステムという大きなテーマの中でさらに細分化されたプロジェクトで構成されて実施されている。必ずしも分散型クラウドにおけるデータセンターの管理・活用というテーマに合致しない部分もあるが、構成する各プロジェクトが協調かつ出来るだけ互いのシナジーを活かせるような構成及び役割となっていることは評価できる。

(B 委員) アプリケーションからシステムソフトウェアに至る幅広い研究開発実施体制が構築されていることは高く評価できる。

(C 委員) 研究開発実施者の適格性は、各自の事業と技術的強みを活かしており、妥当である。実施・マネジメント体制も明確に定義されている。公開された実施者の委託や再請負にも

問題はない。民間団体の参加条件、新規性のある知財の扱いも妥当である。

(D 委員) 経済産業省が直接研究開発の進捗管理を行うことは困難であると考えられるので、マネジメントを行う事務局を別途置くことは妥当であるとする。

【問題点・改善すべき点】

(A 委員) 全体で見た場合に高効率なネットワークのための高速処理技術に対する成果が比較的弱い。この点について、プロジェクトオーナー側がどのようにプロジェクトの進捗や管理を含むマネジメント対応を行ってサポートしたのかが不明確ではある。また、社会実装までの期間が長いものについては、事業終了後における研究開発の実施及びそのマネジメントにおいて、進捗や計画の変更が行われた場合に、事業実施者以外がどのように関わってフォローしていくのかの体制が明確ではない。

(B 委員) 短期間かつコロナ禍での実施のためやむを得ない状況も考慮されるが、予算執行率が低い原因について検証が必要である。

(C 委員) 知財の取り扱いに関して、新規性も特になく開発項目（OSS を用いて実装可能性の確認を目的としたもの）は、業界で再試行の必要をなくす観点から成果の公開も検討に値する。資金配分に関して、配分と著しい差がある（実績が配分の 1/3 に達していない等）開発項目に関しては、柔軟な費用マネジメントがされた良い結果でもあり、今後の実施者に参考となる知見として差分に関する何らかの記述が欲しい。

(D 委員) JDCC が、特に研究開発内容についてどのようなマネジメントを行ったのか明確でない。

4. 事業アウトカムの妥当性

事業アウトカムの設定内容について、問題解決に与える効果の面で技術的に妥当。また、分散型クラウド基盤が各地に構築されることによる経済効果及びそれを利用して効率的にサービスが提供されることによるメリットは大きい。さらには、IoT や自動運転領域等それらの知見や成果が先進的であれば、国際的な競争力を高める原動力となり得る。

外資のメガクラウドが市場の多くを占める中で、売上シェア 10%以上という定量的な指標を設定することは、我が国経済や国際競争力の向上に資すると思われる。

アウトカムの達成に向けて、公表済の調査結果にあるように、国内のクラウド事業者が中央省庁や自治体の事業助成策に期待している点も重要であり、継続的な事業助成を期待する。

他方で、アウトカム目標の達成について、現在のクラウドを取り巻くビジネスのスピードや勢力図から考えると、チャレンジングな目標値である上、本事業の貢献度を評価するのは容易でない。また、アウトカム目標の設定について、現状のデータセンターの規模感を踏まえ、どれだけの規模・数のデータセンターを地方に設置し活用することで、10%という目標を達成できるかという定量的な数値を示すことが望まれる。さらに、目標値の算出根拠並びに実現可能性の検討について、妥当性をより明確に示すためには、より詳しい情報が必要。

事業アウトカム達成に向けて、本事業においてプロトタイプ実装を目的とした開発項目は、各実施者の内部的な技術蓄積に留まらず、業界の成長のために情報開示を検討願いたい。

【肯定的意見】

(A 委員) 本事業でのアウトカムが実現した場合、分散型クラウド基盤が各地に構築されることによる経済効果及びそれを利用して効率的にサービスが提供されることによるメリットは大きい。さらには、それらの知見や成果が先進的であれば国際的な競争力を高める原動力足り得る。とりわけ、IoT や自動運転といった今後の社会基盤を支えるインフラとして目指すべき形の一つとなるのであれば、長いスパンで見た場合のクラウドプラットフォームに与える効果としては非常に重要である。

(B 委員) 外資のメガクラウドが市場の多くを占めるなかで、10%以上という定量的な指標を設定することは、我が国の経済や国際競争力の向上に資すると思われる。

(C 委員) 事業アウトカムの設定内容は、問題解決に与える効果の面で技術的に妥当である。この設定を達成するうえで、公表済の調査結果にあるように、国内のクラウド事業者が中央省庁や自治体の事業助成策に期待している点も重要である。継続的な事業助成を期待する。

(D 委員) 売上シェアを目標とすることは定量的である。

【問題点・改善すべき点】

(A 委員) アウトカム目標として設定されている国内パブリッククラウド市場におけるシェア 10%を本事業に関わる実施者で達成することは、現在のクラウドを取り巻くビジネスのスピードや勢力図から考えると、チャレンジングな目標値である。また、仮にデータセンタ

ーを地方に設置するというのであれば、現状の東阪にあるデータセンターの規模感をもとに、どれだけのスケール及びサイズのデータセンターを地方に設置し活用することで10%を達成できるのかという定量的な数値を出すほうが、それらを活用するアプリケーションに求められるスケールも合わさって目標としてふさわしいように思う。

(B委員) 目標値(10%)の算出根拠並びに実現可能性の検討について、より詳しい情報が示されると、妥当性をより明確に示すことができると思われる。

(C委員) 事業アウトカム達成にむけて、本プロジェクトのプロトタイプ実装を目的とした開発項目は、各実施者の内部的な技術蓄積に留まらず、業界のための情報開示を検討願いたい。

(D委員) 売上シェアに対する本事業の貢献度を評価するのは容易で無いと考えられる。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

事業アウトカム達成に至るまでのロードマップについて、開発項目によって社会実装に至るまでの期間に差異があるが、研究開発期間が極めて短いことを考慮しても、多くの開発項目で達成時期や目標値が無理なく定量的に設定されており、有識者の見解も踏まえた設定として妥当である。また、複数の開発項目では、既に事業化の見込みも立っていることからロードマップ自体は適切に管理されているといえる。

知財管理の取扱いについては、オープン・クローズ戦略を適切に検討し、新規性が無いプロトタイプ実装等は成果を共有する方向で進めて頂きたい。

他方で、開発項目によっては、変化の激しいクラウド市場において、事業として「市場競争力を持てる時期」を意識した目標達成時期を設定できていないものや、今後の見通しについて正確に言及できていないものも見受けられる。

社会実装までの期間が長い場合、開発内容も市場の変化に応じて修正していく必要があるが、そういった変化に対応する体制及び継続的な市場調査が必要である上、社会実装においては、国も関与した上でのさらなる検討が必要。

アウトカム達成までに本事業の範囲外で実施しなくてはならない部分が非常に大きく、アウトカム目標の達成見通しの妥当性を判断する材料が提供されていないため、事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性を判断することが困難。

【肯定的意見】

(A委員) 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップは、プロジェクトによっては社会実装に至るまでの期間や時期に差異があるが、多くのプロジェクトで達成時期や目標値が無理のない時間軸で設定されている。また、いくつかのプロジェクトは、すでに事業化の見込み等もたっていることからロードマップ自体は適切に管理されている。

(B委員) アウトカムの目標年度並びに定量的な目標を設定していることは、高く評価できる。

(C委員) 本プロジェクトの開発項目のスケジュール案をベースに有識者の見解も踏まえた設定としては妥当である。知財管理の取扱いについては、オープン・クローズ戦略を適切に検討し、新規性が無いプロトタイプ実装等は成果を共有する方向で進めて頂きたい。

(D委員) 研究開発期間が極めて短いことを考慮すると、このようなロードマップとなることは理

解できる。

【問題点・改善すべき点】

- (A 委員) プロジェクトによっては、社会実装にいたるまでの期間が長過ぎるものや、今後の見通しについて正確に言及できていないものも見受けられる。変化や進化の激しいクラウド市場においては、社会実装までの時期が遠い場合、プロジェクトや開発内容も合わせて変化していく必要があるかと思われるが、このような変化を行っていく体制及び継続的な市場調査がロードマップにも含めていくべきだと考える
- (B 委員) 目標達成に向けては、本研究成果の実用化に必要な課題について、事業者だけでなく、国も関与した上でのさらなる検討が必要と思われる。
- (C 委員) 事業として「市場競争力を持てる時期」を意識した目標達成時期を設定頂けるのが望ましい。現在のスケジュール案で競争力を持てるか疑問である。
- (D 委員) アウトカム達成までに本事業外で実施しなくてはならない部分が非常に大きいと考えられる。アウトカム目標とされている売上シェアの達成見通しの妥当性を判断する材料が提供されていないため、判断できない。

6. 費用対効果の妥当性

パブリッククラウドの市場規模や今後の分散型クラウドにおける需要の高まりから考えても、事業アウトカムが達成されるのであれば、本事業における予算規模及び期間に比して費用対効果は非常に高いと思われる。

他方で、野心的なプロジェクトよりも比較的堅実なプロジェクトに多くの予算が投入されていることに加え、インフラ側のテーマよりもそれらを使うアプリケーション側を対象とした開発項目が大部分を占めているため、得られたアウトプットが本事業での目的に沿っているのか少し疑問が残る。また、分散型クラウドという現時点で成熟していない市場において事業アウトカムを達成するには、継続的な投資及び発展がなければ達成し得ない。長期的な費用対効果という面で評価すると、本事業として扱った開発を軌道に乗せていくためには、期間と予算が少ないと考えられる。また、本事業の技術開発成果の普及施策が可能な範囲で示されるべきである。

費用対効果の試算について、見積もりの根拠が明確でなく、仮定の数字に基づいている上、事業アウトカムの達成状況によって費用対効果が変化する。そのため、複数のケース（最良・最悪）を想定した試算を行うとより明確になるとと思われる。

【肯定的意見】

- (A 委員) パブリッククラウドの市場規模から考えても、本事業における成果の一部でも分散クラウドで利用される技術として成長していけば、本事業における予算規模及び期間に比して非常に費用対効果（コストパフォーマンス）が高い事業アウトプットが出ている。
- (B 委員) 事業アウトカムが達成されるのであれば、対費用効果は非常に高いと思われる。
- (C 委員) 国内パブリッククラウド市場の市場規模の想定から算定しており、費用対効果は妥当である。

(D委員) 分散型クラウドの需要が高まるであろうことは一般的に予測できる。本事業がこの実現に貢献できれば費用対効果は高くなると考えられる。

【問題点・改善すべき点】

(A委員) 多くの事業アウトプットが社会実装に向けて一部若しくは大部分の開発を本事業の中で成功しているが、野心的なプロジェクトよりも比較的堅実なプロジェクトに多くの予算が投入されているように思われる。また、分散型クラウドのデータセンターの管理や高速化といったインフラ側のテーマよりもそれらを使うアプリケーション側のプロジェクトが大部分を占めているため、得られたアウトプットが本事業での本来目指していた形となったのかに少し疑問が残る。分散型クラウドというまだそこまで成熟していない市場において、10%を補助対象事業者が確保することは継続的な投資及び発展がなければ達成し得ない。長期的な費用対効果という面で評価した場合、他の事業との兼ね合いもあるかもしれないが、本事業として扱った開発を軌道に乗せていくには、期間と予算が少ないように見える。

(B委員) 事業アウトカム の達成状況によって対費用効果は変わるため、複数のケース（最良・最悪）を想定した試算を行うことで、対費用効果がより明確になると思われる。

(C委員) 本事業の技術開発成果の普及施策が不明である。可能な範囲で示せないか。

(D委員) 見積もりの根拠が明確でなく、仮定の数字に基づいている。

7. 総合評価

リアルタイム処理の需要が増大すると考えられる Society 5.0 の実現に向けて、災害の多い我が国における事業継続性の観点、コロナ禍で顕在化した分散クラウドの需要を踏まえると、分散型クラウドや複数のベンダーをまたがったマルチクラウドを効率的に扱えるような技術を率先して開発していくことは重要であり、国内のクラウド事業者 に適切な助成を実施したといえる。事業全体を通して、非常に限られた時間の中であっても事業者が幅広い領域で多くの成果を出したことは評価に値する。

他方で、本事業の課題とアウトカムに対する見積もり、実際の開発項目の内容の間にギャップがある。実際に分散型クラウドが普及していない現状では、ユースケース創出も目的にあてしかるべき。

開発期間が非常に短く、事業期間内に将来につながる技術開発を終えることは困難であった。

開発項目の中には、現状のクラウドでも十分解決可能なアプローチや結果が見られ、地域分散クラウドが必ずしもユーザーにとってはベストの選択肢とはならないものもあった。期間の制約があるものの、既存技術や製品で解決されていない課題等の現状分析があるとなお良い。

今回開発された技術は、特定用途に限定されたものが多く、事業の目標の達成には今後の事業者による継続的な研究開発が重要である上、地域にデータセンターを分散させることは、事業運営の面で費用対効果に懸念があるなど、社会実装に向けては、事業アウトカムに至るロードマップも含めて、課題をさらに整理・検討した上で政策的な助成等の検討も必要。

【肯定的意見】

- (A 委員) 研究開発プロジェクト全体を通して、非常に限られた時間の中であっても参画した事業者が多く成果を出していることは評価に値する。また、今後データセンター需要が伸びていく中で電力や地理的な制約から必ずしも物理的に近接して効率化されたデータセンターが設置できるとも限らず、そういった意味でも分散型クラウドや複数のベンダーをまたがったマルチクラウドを効率的に扱えるような技術を率先して開発していくことが重要な課題であり、本研究開発プロジェクトの多くが、より実践的な形で分散型クラウドの活用技術並びに社会実装に至る道筋を本事業の枠組みの中で行えたことは非常に評価できる。
- (B 委員) 災害の多い我が国において、複数のデータセンター、あるいはクラウド事業者間の連携により、サービスの可用性を確保することは重要な課題であり、この課題の解決に向けて、国が関与する形で民間企業の研究開発を推進したことが高く評価できる。また、アプリケーションからシステムソフトウェアに至る幅広い研究成果を得られた点も高く評価できる。
- (C 委員) コロナ禍で顕在化した分散クラウドの需要をいち早く実装する本事業は、国内のクラウド事業者にとって適切な助成を実施した。
- (D 委員) 事業の目標として示された、「①通信・処理が一拠点に集中することを回避するとともに、②過大なデータ等を他のデータセンターに分散して処理する技術確立する」ことは、リアルタイム処理の需要が増大すると考えられる Society 5.0 の実現にとって重要である。また、災害時に事業継続性の点でも重要な目標であり、研究開発の必要性は高い。

【問題点・改善すべき点】

- (A 委員) 本事業で定義した課題とその中で期待されたアウトカムに対する見積もり、並びに実際に実施されたプロジェクトにギャップがあるように見える。すなわち、データセンターを中心としたインフラ並びにミドルウェア寄りにフォーカスを当てた主テーマを掲げているが、組込みのエッジクラウドや IoT が主要なプロジェクト構成となっているため、必ずしも本来期待したアウトカムとはマッチしていない部分がある。もちろん、分散型クラウドの活用という幅広いテーマにして、有望かつ多様なテーマを採用して社会実装を目指すことを第一義に考えているのであれば問題はないが、実際に分散型クラウドが普及していない現状、ユースケースの創出というものが大テーマにあると違和感がなく受け入れられるとは感じた。また、いくつかのテーマでは、現状のクラウドでも十分解決可能なアプローチや結果が見られるものもある。自社製品の性能向上や自社サービスへの実装という観点で社会にサービスとして提供され新たな選択肢を与えることには貢献しているが、既存のサービスでもカバーされている場合には、必ずしもユーザーにとってはベストの選択肢とはなりえない。(コスト的にも性能的にも) 今回は時間や期間の制約があってこれらをカバーすることは難しい点もあったが、そういった現状の把握や比較といった部分があるとなお良い。
- (B 委員) クラウド技術開発は世界的に高速に進展しているため、既存技術や製品で解決されていない課題と本研究開発で解決された課題の整理をより明確に行うことで、本研究開発の

成果をより明らかに示すことができるとともに、今後の方向性を検討する材料にもなると思われる。また、本研究成果の実用化にむけては、解決すべき課題が残されていると思われ、事業アウトカムに至るロードマップも含めて課題をさらに整理・検討することで目標達成につながると思われる。

(C委員) 地域にデータセンターを分散させることは、事業運営の面で費用対効果に懸念がある。事前調査で事業者が期待しているように政策的な助成が必要であり、また、技術的にも機能・非機能要件を満たしながら投資を軽減する方向の模索が必要である。

(D委員) 開発期間が非常に短く、事業期間内に将来につながる技術開発を終えることは困難であったと考えられる。開発された技術は、特定の用途に限定されたものが多く、事業の目標の達成には今後の事業者による継続的な研究開発が重要であり、これをフォローしていくことが必要である。

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

提言	対処方針
リアルタイム性を保証したいエッジクラウドと、様々なアプリケーションを提供するために汎用化された現在のクラウドの間に存在するギャップを埋めることは重要なテーマであり、この部分を中心に深掘りすることは一つの方向性として考えられる。 災害施策の観点等、分散型にした場合のマイナス面（スケールメリットが弱まる、ネットワークへの追加投資が必要等）を考慮してもなお分散型とすべき制約や理由を定義した上でプロジェクト全体をマネージした方が、今後の国内のクラウド産業の育成につながる。 また、特定用途のサービスに特化し、差異化技術を埋め込んだクラウドや周辺技術で強みを持つ方向もある。 さらに、我が国が世界的にも先端的なIT基盤を有するためには、産学官の連携は必須であり、国が関与する形で、研究開発を推進することは必須である。本事業はその良い例であり、今後も同様の事業を推進していくことが重要。社会実装や実用化に至るまでの様々な課題について、国としても支援することが重要。	(第2回評価検討会終了後に、提言に対する対処方針を整理し、追記する。)

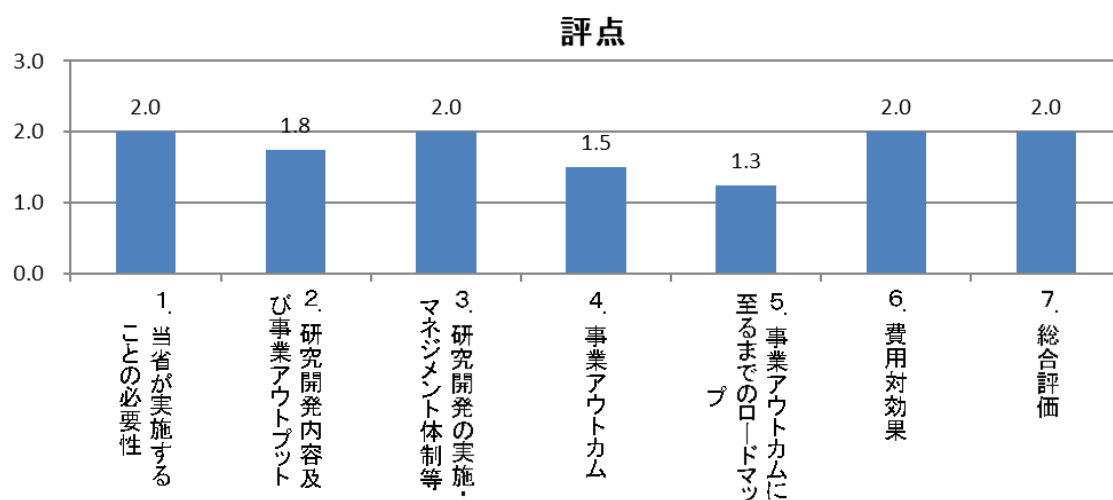
【各委員の提言】

- (A 委員) リアルタイム性を保証したい自動運転や IoT、組込み機器を中心としたエッジクラウドと、様々なアプリケーションやサービスを提供するために汎用化され、仮想化を中心とした技術で構成される現在のクラウドの間に存在するギャップを埋めることは重要なテーマである。本事業で想定する 2025 年以降ではこれらの社会的意義がより大きくなると期待され、この部分を中心に深掘りすることは一つの方向性だと考える。
- また、分散型データセンターか一極集中型データセンターかという観点は、ネットワークの性能及び安定性を確保されているのであれば一極集中型でも本来問題はないはずである（少なくとも日本国内レベルでの遅延であれば）。分散型にした場合、スケールメリットがきかない、ネットワークへの追加投資が必要など、マイナス面も当然あるわけであり、これらを考慮してもなお分散型としたい制約や理由を定義した上でプロジェクト全体をマネージするほうがよいと考える。
- (B 委員) IT 基盤は我が国の重要な社会インフラであり、今後ますます頑健性や高機能性が求められる。この要求に対応し、我が国が世界的にも先端的な IT 基盤を有するためには、複数の事業者間、さらには産学官の連携は必須であり、国が関与する形で、研究開発を推進することは必須である。本事業はその良い例であり、今後も同様の事業推進が重要と思われる。また、社会に実質的に貢献する IT 基盤の整備には、研究開発に止まらず、社会実装や実用化に至るまでの様々な課題を解決する必要があるため、この部分についても国として支援することが重要と思われる。
- (C 委員) メガクラウドの DR 施策への競争力を持ち得るのかを、事業面から再度検討する必要があるか。地域分散クラウド以外の選択肢も考慮した上で本事業の継続を議論することも、今後の国内のクラウド市場の育成につながると考える。また、特定用途のサービスに特化し差異化技術を埋めたクラウドや周辺技術で強みを持つ方向もある。ゲームや製造業向け CPS（本事業でも実施者あり）、メタバースの一部など。
- (D 委員) 特になし。

第 3 章 評点法による評点結果

(評点法による評点結果)

評価項目	評点	A委員	B委員	C委員	D委員
1. 当省が実施することの必要性	2.0	1	3	2	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプット	1.8	2	2	2	1
3. 研究開発の実施・マネジメント体制等	2.0	2	2	2	2
4. 事業アウトカム	1.5	1	2	2	1
5. 事業アウトカムに至るまでのロードマップ	1.3	2	1	1	1
6. 費用対効果	2.0	2	2	2	2
7. 総合評価	2.0	2	2	2	2



【評価項目の判定基準】	
評価項目 1～6 3点：極めて妥当 2点：妥当 1点：概ね妥当 0点：妥当でない	評価項目 7 総合評価（終了時評価） 3点：実施された事業は、優れていた。 2点：実施された事業は、良かった。 1点：実施された事業は、不十分なところがあった。 0点：実施された事業は、極めて不十分なところがあった。

第4章 評価ワーキンググループの所見

事前評価（2020 年度）

所見	対処方針
（今後の研究開発の方向性等に関する提言） ○分散型クラウド基盤を構築することが魅力として遡求できるよう、例えば大規模なデータセンターに集中すると電源系統がもたないという懸念や、データの保持における分散化の必要性といった、本事業のメリットに関する分かりやすい説明を加えること。	○一極集中型の IT インフラで今後の低遅延や大容量データ処理を実現しようとする、回線や電力網に対する過大な投資が必要となる。こういった懸念点を分散型の構造を採用することにより回避することができる。これらのメリットが得られることについては、事業目的にも追記を行うとともに、今後の事業活動の中で本事業のメリットについてわかりやすい説明を行った。
（評価 WG の所見） ○本事業終了後の展望について事業目的に追記できないか検討されたい。	○本事業終了後に事業化を行うことを重視して採択を行った。事業化を目指す点については、事業目的にも追記を行い、今後の事業活動を通して事業化に資する市場競争力のある技術が開発されるよう取り組んだ。