

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 高信頼データ流通のための非集中型ネットワーク内ストレージ及びアプリケーションの研究開発
- ◆副題 高弾性ハイパーセキュアな非集中型ストレージによるデジタルツイン流通アプリケーションの研究開発
- ◆受託者 学校法人早稲田大学、国立大学法人東京科学大学、株式会社ガイアックス、Casley Deep Innovations株式会社
- ◆研究開発期間 令和7年度～令和8年度 (2年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和7年度から令和8年度までの総額75百万円 (令和7年度50百万円)

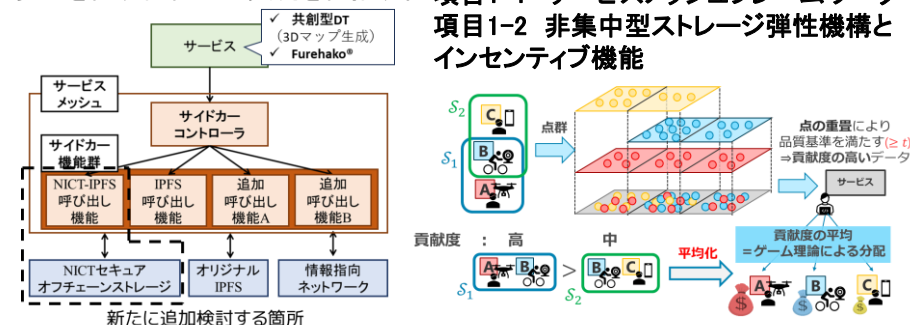
2. 研究開発の目標

本委託研究は、NICTセキュアオフチェーンストレージを基盤に非集中型アプリを実装し、セキュアかつ高可用なコンテンツ流通を実現することを目的とする。そのために、サービスメッシュや弾性機構により秘匿性と参加インセンティブを両立した、共創型デジタルツインと機密分散ストレージを構築・検証する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1: 非集中型ネットワーク内
ストレージフレームワークの研究開発

NICTセキュアオフチェーンストレージと上位サービスを連携させつつ、ユーザの参加を促す仕組みの実現を目指す。項目1-1 サービスメッシュフレームワーク
項目1-2 非集中型ストレージ弾性機構とインセンティブ機能



研究開発項目1-1: サービスメッシュフレームワーク

- NICTセキュアオフチェーンストレージと上位アプリを連携させるICN/IPFS サービスメッシュフレームワークの基本設計・プロトタイプ実装・基本動作検証を行った。
- ソフトウェアの改変なしにNICTセキュアオフチェーンストレージ技術が適用可能となり、非集中型ストレージの高セキュア化の実現可能性を得た。

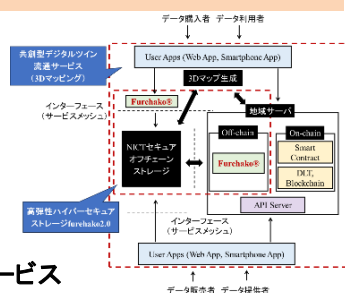
研究開発項目1-2: 非集中型ストレージ弾性機構とインセンティブ機能

- IPFSネットワークでの参加時間、コンテンツ要求率をもとに、どのコンテンツをどのノードへ複製するかという基準を確立した。
- 点群の最低品質や点群の密度を変化させた場合の特性を解析し、実装に向けた課題を明らかにした。
- 持続可能なセンシングを実現させるために、非選択率やユーザのセンシング位置を考慮した際のユーザ選択方式を確立した。

研究開発項目2: 高信頼データ流通アプリケーションの研究開発

共創型デジタルツイン流通アプリケーションにおいて、NICTセキュアオフチェーンストレージとfurehako®間でサービスメッシュ経由でデータを流通させ、データ提供/利用、データ販売/購入に持続性をもたせる仕組みの実現を目指す。

- 項目2-1 共創型デジタルツイン流通サービス
- 項目2-2 高弾性ハイパーセキュアストレージサービス



研究開発項目2-1: 共創型デジタルツイン流通サービス

- スマートフォンのアプリケーションで3D点群情報の登録から取得までを開発し、実際に一般ユーザが点群の共同取得を行える状態である。
- CEATECと東京科学大の学園祭にて、本アプリケーションで一般ユーザーに一通りの体験をもらい、ユーザビリティに関して高い評価を得た。

研究開発項目2-2: 高弾性ハイパーセキュアストレージサービス

- 3D点群情報の断片化・暗号化および分散保存を実現する、高機密性を備えた非集中型ストレージサービスの開発を行った。
- サービスメッシュフレームワークとの接続部分を実装し、非集中型ストレージサービスとNICTセキュアオフチェーンストレージとの連携が可能となった。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	3 (3)	25 (25)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	6 (6)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) CEATEC2025にて本委託研究の紹介および開発システムのデモを行い、様々な業種の方々と意見交換や議論を行った。特に、ユースケースや応用可能な領域についての知見や、今後の協力の可能性を得ることができた。

(2) NICT総合テストベッドシンポジウム2026にて、本委託研究の紹介にとどまらず、他の研究プロジェクトとの意見交換を行い、今後のNICT総合テストベッドの在り方や有効利用について有意義な議論を行った。

(3) ユーザに点群データを提供してもらう際の貢献度やインセンティブモデルに関する研究が、IEEE Accessに採択された。

- Jin WATANABE, Sumiko MIYATA, Kenji KANAI, Noriaki KAMIYAMA, and Eiji KAMIOKA, Coalitional Game-Based Reward Distribution Model Considering Point-Cloud Overlap and Minimization of Maximum Dissatisfaction, IEEE Access, vol. 14, pp. 21777-21790, doi: 10.1109/ACCESS.2026.3661543.

(4) ブロックチェーンを用いた持続可能なデジタルツインの仕組みに関する提案を行い、「Requirements and functional architecture for blockchain-based sustainable and cooperative digital-twin creation system (ITU-T SG20.1419-GEN)」として標準化採択された。

(5) 2025/11/5に開催された、電子情報通信学会CS研究会にて本委託研究の各機関がそれぞれ依頼講演を行い、他研究者との意見交換を行った。

- 持続可能な点群データ収集のためのインセンティブ機構
- DePINで切り拓くデジタルツインの新境地
- 次世代のデータインフラにファイル保存/共有の常識を変える日本発のweb3.0分散型ハイパーセキュアストレージ
- IPFSにおける滞在時間とクエリ到着を考慮したコンテンツ複製手法

(6) 2026/3/11に開催された、電子情報通信学会総合大会の企画セッション「情報指向ネットワークの最前線」において、本委託研究の紹介や、関連する課題の代表研究機関との意見交換を行い、現状の課題や解決策等、意見交換を行うことができた。

5. 今後の研究開発計画

次年度では、本年度で開発したサービスメッシュフレームワーク、IPFS、セキュアオフチェーンストレージ間の連携に関しての実用性検証、および性能改善を行う。その上で、コンテンツ取得にかかる所要時間が実用的であることを実証し、今後の社会実装に向けた取り組みを行う。

研究開発項目1では、研究開発項目2にて研究開発を進めるアプリケーションがNICTセキュアオフチェーンストレージを利用可能とするサービスメッシュフレームワークの研究開発、および高速かつ高可用にコンテンツを検索・取得を可能とする弾性のあるコンテンツ流通とインセンティブ機能を組み込む。その後、NICTセキュアオフチェーンストレージとの接続が問題なく動作することを検証する。本検証では、提案するフレームワークによって、その上位に位置するアプリケーションがNICTセキュアオフチェーンストレージに対してコンテンツ検索・取得を可能とし、自身のアプリケーションで利用できることを示す。

研究開発項目2では、項目1にて開発したサービスメッシュフレームワークを介してNICTセキュアオフチェーンストレージを活用し、共創型デジタルツイン流通サービス(採択番号05601)とfurehako®を構築し、アプリケーションのセキュア化・高弾性化を検証する。研究開発項目2-1では、共創型デジタルツインにおいてユーザがスマートフォンによって収集されるデータを非集中型で取引するアプリケーションを実装する。研究開発項目2-2では、furehako®の高弾性化に向けて、大容量ファイルの格納・取得を可能とする機密分散型の暗号化、分散保存機能を開発・実装する。