

(4) 研究開発予算（契約額）

令和4年度から令和5年度までの総額200百万円（令和5年度100百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目1 ゼロタッチに自己成長するIoTネットワーク

研究開発項目1-a) ゼロタッチIoTネットワーク形成 (早稲田大学)

研究開発項目1-b) 柔軟かつ効率的な要求データの検索 (東京工科大学)

研究開発項目1-c) インセンティブ付与に関する仕組み (早稲田大学、芝浦工業大学)

研究開発項目2 IoTデータ信頼性保証技術

研究開発項目2-a) AI用データの品質および危険性のリアルタイム推定技術 (芝浦工業大学)

研究開発項目2-b) ブロックチェーンを利用したデータ改ざん検知技術 ((株)ガイアックス)

研究開発項目2-c) ブロックチェーンネットワークシステム ((株)ガイアックス)

研究開発項目2-d) 情報指向型ネットワークを利用した高信頼データキャッシュ技術 (福岡大学、早稲田大学)

研究開発項目3 プロトタイプ実装とフィールド実証

研究開発項目3-a) アーキテクチャ設計 (早稲田大学)

研究開発項目3-b-①) プロトタイプ①：3Dセンサシステム (早稲田大学、福岡大学)

研究開発項目3-b-②) プロトタイプ②：スマートポール (芝浦工業大学)

研究開発項目3-c) フィールド実証 (早稲田大学、芝浦工業大学)

(※フィールド実証は、早稲田大学および芝浦工業大学が主に共同して進めるが、東京工科大学、ガイアックス、福岡大学も連携して実施を行う。)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	3	2
	外国出願	1	1
外部発表等	研究論文	7	7
	その他研究発表	121	68
	標準化提案・採択	5	3
	プレスリリース・報道	6	0
	展示会	4	1
	受賞・表彰	6	4

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目1 ゼロタッチに自己成長するIoTネットワーク

研究開発項目1-a) ゼロタッチIoTネットワーク形成

ゼロタッチIoTネットワーク形成のための情報指向サービスメッシュのアーキテクチャ検討およびスケーラビリティ評価により、スケーラブルなアーキテクチャの明確化を行った。情報指向サービスメッシュ上を流れるICNデータフローのリアルタイム可視化システム的设计・実装・動作検証を完了した。また、KOIL MOBILITY FIELD上のテストベッド上に情報指向サービス

メッシュならびに ICN データフローのリアルタイム可視化システムの構築および動作検証を進めた。

研究開発項目 1-b) 柔軟かつ効率的な要求データの検索

検索パラメータの最適化とその有効性を確認した。また、複数属性・範囲指定検索の実装を完了させた。実環境の構築完了し、AWS-研究室にて 100 台程度のノードを、本研究課題の実装済み機能を組み込んで動作検証を進めた。また、実環境上での予備的評価として、複数属性と範囲指定クエリによる実際の遅延評価を検討した。

研究開発項目 1-c) インセンティブ付与に関する仕組み

データ提供者および消費者間の対価分配の最適化に向けて、データ消費者に注目した対価分配モデルを設計し、数値評価を行った。これらのデータ消費者およびデータ提供者をつなぐ部分も点群ならではの重ね合わせによる品質を考慮することによって、新たなモデルの拡張を検討した。研究開発項目 2-b) と連携し、検討中のインセンティブ方式のスマートコントラクトへの実装の検討を進めた。また、柏の葉スマートシティ関係者間を交えたインセンティブ方式に関するヒアリングを実施した。

研究開発項目 2 IoT データ信頼性保証技術

研究開発項目 2-a) AI 用データの品質および危険性のリアルタイム推定技術

データの品質推定処理と、危険性推定処理について、リアルタイムに動作するように設計および動作検証を行った。また、処理速度の目標値の達成、及び精度向上に向けて、アルゴリズムの改良及び実験を進めた。

研究開発項目 2-b) ブロックチェーンを利用したデータ改ざん検知技術

KOIL MOBILITY FIELD 上のテストベッド環境へシステムの移植を行うため、個別に開発された、正真正担保機能、機械学習モデルの改ざん防止機能、IPFS 連携機能を 1 つに統合するシステム構築を進めた。また、2024 年度に行う実証実験に向けた準備を実施した。

研究開発項目 2-c) ブロックチェーンネットワークシステム

最新のブロックチェーンシステムにおけるスマートコントラクトの実行環境を構築し、データの売買及び売上の分配システムの構築を実施した。研究開発項目 2-b) に記載するように、KOIL MOBILITY FIELD 上のテストベッドに統合するシステムを構築し、2024 年度に行う実証実験に向けた準備を進めた。

研究開発項目 2-d) 情報指向型ネットワークを利用した高信頼データキャッシュ技術

高信頼 ICWSN 開発・評価のために必要なテストフィールド構築・ミリ波伝搬特性評価、信頼性向上のための要素技術を設計した。また、地対空統合 ICWSN 評価、実都市への ICWSN 展開を見据えたミリ波伝搬特性評価を進めた。

研究開発項目 3 プロトタイプ実装とフィールド実証

研究開発項目 3-a) アーキテクチャ設計

各研究開発項目について、エコシステムのアーキテクチャへとマッピングを実施し、各機能の整理および明確化を図った。本エコシステムに係わる知財獲得の準備、標準化対象先である ITU-T SG20 の情報交換会を開催し、情報収集を実施した。エコシステムのアーキテクチャの検討を進め、本エコシステムに係わる特許明細書の出願を完了した。また、ITU-T SG20 への標準化提案に向けた議論した。

研究開発項目 3-b-①) プロトタイプ①: 3D センサシステム

大規模な 6DoF 点群ストリーミング配信のための適応品質制御方式の設計・実装・定量評価を実施した。点群データ自動収集ソフトウェアとして、LiDAR ベース SLAM 方式を調査した。調査選定した LiDAR ベース SLAM を利用した点群データ自動収集システムの開発（フェーズ

1ならびにフェーズ2-1, 2-2の3種類)した。設計した適応品質制御方式を点群配信システムとして実装し、ミリ波ネットワークや5Gネットワークを介した方式の定量評価を進めた。また、開発した点群データ自動収集システムに通信機能を具備し、点群データ自動収集システムの研究開発項目1-b, 2-cの機能配備の検討を開始した。

研究開発項目3-b-②) プロトタイプ②: スマートポール

スマートポールによるセンシング環境の構築、及びその動作や実験結果検証のための基礎的な特性解析実験を実施した。本システムの詳細な実験、及びデータ収集を継続実施した。

研究開発項目3-c) フィールド実証

3Dセンサシステムについては、KOIL MOBILITY FIELD上での点群データ自動収集システムの自動走行試験の実施し、点群データ自動収集システムによる点群データの取得実験を継続実施した。また、点群データ自動収集システムとKOIL MOBILITY FIELD上のテストベッドとの連携による点群データの自動収集・保存・管理の検討を進めた。

スマートポールについては、フィールド実証に向け、ミリ波通信機器の基礎的な特性解析実験を実施した。継続したデータ収集を通して、フィールド実証への適用可能性の検証を進めた。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目1 ゼロタッチに自己成長するIoTネットワーク

研究開発項目1-a) ゼロタッチIoTネットワーク形成

方式改良を継続し、KOILに構築しているテストベッド環境(最大10台)も利用し、ゼロタッチ形成の特性評価を実施する。

研究開発項目1-b) 柔軟かつ効率的な要求データの検索

フィールド実証環境へ組み込みを行い性能評価する。

研究開発項目1-c) インセンティブ付与に関する仕組み

インセンティブ付与の仕組みに協力ゲーム理論を実装し、評価する。また、柏の葉の市民やスマートシティ関係者にヒアリングを行い、さらなる機能拡張を図る。

研究開発項目2 IoTデータ信頼性保証技術

研究開発項目2-a) AI用データの品質および危険性のリアルタイム推定技術

データの品質推定処理と、毒データが混入している際の危険性推定処理について、3Dセンシングデータを受信しながら、リアルタイムな推定を行うための設計を完了させる。

研究開発項目2-b) ブロックチェーンを利用したデータ改ざん検知技術

2023年度に開発したデータ改ざん検知のアルゴリズムを実際にKoil Mobility FieldやKOIL 16 Gate上に組み込んだシステムを稼働させ、実際のユースケースを想定した実証実験環境において、データに改ざんがない場合の運用と、改ざんがあった場合に検知しデータの使用を止められることを確認できることを目標とする。

研究開発項目2-c) ブロックチェーンネットワークシステム

2023年度にKOIL Mobility FieldやKOIL 16 Gateにて構築開始したブロックチェーンへの書き込みと正真性を確保したデータがストリーミングで取得可能なシステムを稼働し、実際のセンサを使用しデータのセンシング・共有・ストリーミングを行う。データの共有においては、デジタルツインのデータの購入と同時に、センシングに参加した貢献者に報酬が分配されることまで実証実験し有効性を示すことを目標とする。

また、この一通りのモデルケースをIoTのユースケースとして、ISOなどへ標準化展開する。

研究開発項目2-d) 情報指向型ネットワークを利用した高信頼データキャッシュ技術

現在継続中のテスト運用を継承し、天候の影響や周辺環境が電波伝搬に与える影響評価も含

め開発 ICWSN システムの高信頼化を図る。また、開発システムの横断的展開を見据え、地对空 ICWSN の適用可能性を多角的な視点で評価する。また、令和 5 年度に実現した高信頼 ICWSN システムの基礎設計に基づき、高信頼ゼロタッチセンサノードの実装開発ならびに KOIL MOBILITY FIELD および福岡大学近郊エリアの 2 カ所にて運用を行い提案手法の有効性評価を実験的に実施する。

研究開発項目 3 プロトタイプ実装とフィールド実証

研究開発項目 3-b-①) プロトタイプ①：3D センサシステム

エコシステムのアーキテクチャに従い 3D センサシステムのプロトタイプ実装を継続（最大 10 台）する。なお、センサデバイスの数に限りがあるため、全てにセンシング機能を含めず、適宜、オフラインで取得したデータもセンサデータとして模擬することとする。また、令和 5 年度に実施し継続中のテスト運用を踏襲し、研究開発項目 2-d) で実装開発する高信頼 ICWSN システムに対し、他機関との連携や横展開を見据えた実証評価を実施する。

研究開発項目 3-b-②) プロトタイプ②：スマートポール

2024 年度は、エコシステムのアーキテクチャに従いスマートポールを用いてセンサシステムのプロトタイプ実装を完了させる。

研究開発項目 3-c) フィールド実証

KOIL Mobility Field に設置されている Wi-Fi やミリ波ネットワーク（Terragraph）を利用してスマートセンサシステム（最大 10 台）によってゼロタッチに IoT ネットワークが形成され、3D データの流通が行えることを検証する。この時、必要に応じて、オフラインでデータ処理したデータも利用することとする。

スマートポールを用いたセンシングシステムを KOIL Mobility Field 等の実フィールドで動作させ、実証を行う。

(9) 外国の実施機関

Università degli Studi di ROMA “Tor Vergata”（イタリア）

Jozef Stefan Institute（スロベニア）

WINLAB（アメリカ）