

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

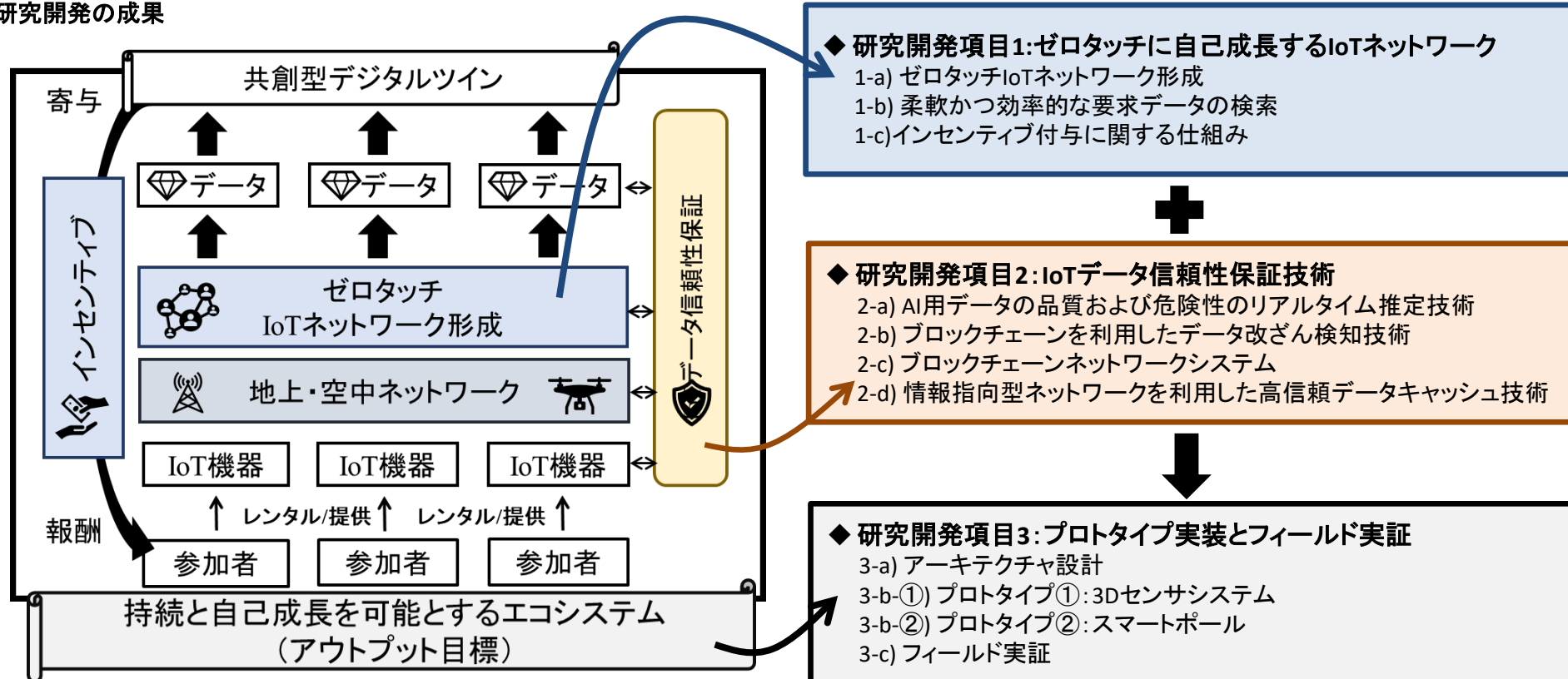
- ◆研究開発課題名 City as a Serviceを支えるデジタルツインを持続可能な状態で自己成長させるエコシステム
- ◆受託者 学校法人早稲田大学、学校法人芝浦工業大学、学校法人片柳学園、株式会社ガイアックス、学校法人福岡大学
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和6年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度から令和6年度までの総額300百万円(令和6年度100百万円)

## 2. 研究開発の目標

本研究開発課題では、Beyond 5Gを活用した様々なCity as a Serviceを生み出すために、実世界を写し取るデジタルツインを、持続可能な状態で自己成長させるエコシステムの実現を目指す。自己成長するデジタルツインを構築する技術として、複雑な設定の必要なく、デバイスの接続を可能とするゼロタッチなネットワーク形成手法を考案する。さらに、データの信頼性保証技術として、データが持つ品質や危険性を推定する手法に加え、ブロックチェーンによってデータの自浄作用を促す技術を確認する。これらを具備するエコシステムの構築およびフィールド実証を通して、各要素技術の拡張性、自律性、信頼性を確立するとともに、国際標準化や実用化への展開を目指す。

## 研究開発目標

## 3. 研究開発の成果



3. 研究開発の成果

◆ 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

1-a) ゼロタッチIoTネットワーク形成

ゼロタッチIoTネットワーク形成方式の設計を完了した。IPFSネットワークを利用して実行コマンド一つ(ワンタッチ)でノード構築から自動的なIPFSネットワークの形成までをAWS上で実現できることを確認した。

1-b) 柔軟かつ効率的な要求データの検索

既存のIPFS実装に対して複数属性及び範囲指定機構を汎用的に利用可能な形で組み込んだ。2拠点ネットワークにおいて合計140ノードで、3属性でのAND検索で1秒程度、10属性でのAND検索に2秒程度で該当するコンテンツ情報群の取得に成功した。

1-c) インセンティブ付与に関する仕組み

点群データ特性に注目した報酬分配モデルの拡張版を提案した。特に、収集される点群データの品質に着目した際、品質要件は、データ提供(データ収集)に対するインセンティブに大きな影響を及ぼすことをモデルより導いている。さらに、品質要件の定義方法やシステム化に向けて新たな課題を明らかにしている。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス
- ◆ 研究開発項目2: IoTデータ信頼性保証技術

2-a) AI用データの品質・危険性リアルタイム推定

ストリーミング処理可能なリアルタイム推定処理とその並列化アルゴリズムの実機実装し、処理遅延の目標である100ミリ秒以下を達成した。更なる応用として、再帰的な点群予測に基づく危険性や品質推定、及びリアルタイムなフレーム補間処理を提案した。

2-b) ブロックチェーンを利用したデータ改ざん検知

ブロックチェーンを利用した改ざん検知技術を確認した。KOIL MOBILITY FIELDおよびAWS上に展開し、IPFSとブロックチェーンの連携システムの実装を完了した。

2-c) ブロックチェーンネットワークシステム

ブロックチェーンとIPFSをそれぞれ統合し、データの真正性を確保したデータを地産地消する効率的なインフラシステムの実装を完了した。

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

情報指向無線センサネットワークのテストベッド実装開発した。情報指向無線センサネットワークのデータ収集の信頼性向上のための要素技術を確認した。現実的な問題の洗い出しを行い、その解決に向けた実証を行った。
- ◆ 研究開発項目3: プロトタイプ実装とフィールド実証

3-a) アーキテクチャ設計

エコシステムのアーキテクチャの設計を完了した。本アーキテクチャに従い、3Dセンサシステムのアーキテクチャ設計を完了した。本アーキテクチャについて、2件の知財を獲得、ITU-T SG-20にて、1件の標準化提案を行った。

3-b-①) プロトタイプ①: 3Dセンサシステム

3Dセンサシステムを形成するノードを10台まで構築した。各ノードにおいて、IPFSおよびブロックチェーンネットワークも自動形成できる点、各ノードに対して、点群データを登録・取得できる点をそれぞれ確認した。

3-b-②) プロトタイプ②: スマートポール

通信機器、センサ機器を搭載し、複数のスマートポールを用いた実機実験の可能性を検証を完了した。

3-c) フィールド実証

柏の葉スマートシティの一画にて、3Dセンサシステムを利用し、街の3D点群データの収集・登録・販売を確認した。貢献度に応じて報酬分配が適切に行われることを確認した。スマートポールの実証として、複数台のスマートポールを用いて擬似的なドローンネットワークを構築した。

| 国内出願     | 外国出願     | 研究論文      | その他研究発表     | 標準化提案    | プレスリリース報道 | 展示会      | 受賞・表彰    |
|----------|----------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|----------|
| 3<br>(0) | 1<br>(0) | 10<br>(3) | 174<br>(49) | 6<br>(1) | 6<br>(0)  | 7<br>(3) | 9<br>(3) |

【研究論文】

・共同研究者ならびに協力者共著での電子情報通信学会英文論文誌Bへの採録(1件)

【研究発表】

・情報処理学会会誌「デジタルツインコンピューティング特集」への寄稿(1件)

・査読付き収録論文としてIEEE/ACMを含む国際会議にて、口頭発表(13件)

【標準化】

・ITU-T SG20 Internet of things (IoT) and smart cities and communities Q3(IoT and SC&C architectures, protocols and QoS/QoE) への標準化へ寄稿

【展示会】

・本プロジェクトの展開として、CEATECにて「D2EcoSys: 共創型デジタルツインプロジェクト」を出展

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望
- ブロックチェーンの発展に伴い、近年DePIN (Decentralized Physical Infrastructure Network) という新しい概念に注目されている。DePINは、ブロックチェーン技術や分散型台帳を活用して物理インフラの運用や管理を分散化するコンセプトである。本研究課題は、DePINと同じ思想を持っており、我が国でのDePINの実現例として、本研究提案の社会実装をすすめ、デジタルツインのデータを集約・提供しながら展開していくことを目指す。
6. 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)