

採 択 番 号 : 19102  
研究開発課題名 : 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発  
副 題 : 高密度、高モビリティおよび超多数ノードを収容できるワイヤレス  
ネットワーク法の研究開発

### (1) 研究開発の目的

増大を続ける国民医療費を削減するためには、ヘルスケアに関する行動変容を日本国民全体に起こす必要がある。その方法の一つは、小学校や中学校において、教室内での授業中だけでなく体育館や運動場での体育授業中に、ICT 機器を使って自分の生体情報をリアルタイムに取得しその意味を理解させることを通して、児童や生徒にヘルスリテラシーを教育することである。一方、日本の小学校や中学校の教員は OECD 加盟国の中で一番長い時間働いており、しかも、放課後や土日曜のクラブ活動指導といった非授業の割合が一番長い。従って、学校教育の場において、運動中に生体情報を児童や生徒自らが取得し、その意味を理解し、また、集めた情報をリアルタイムに教員が監視することができるシステムを構築することは、ヘルスリテラシーを児童や生徒に教育するだけでなく、児童や生徒の健康と発育管理、さらには日本の教員の負担を減らすという意味で重要である。

現行のライセンスバンドやアンライセンスバンドでのワイヤレスネットワーク法では、上で述べたシステムを実現することが不可能であるため、新しいワイヤレスネットワーク法を研究開発する必要がある。システムに求められる要求条件は、高密度（ノード密度 $>1$  名/ $m^2$ ）、高モビリティ（ノード速度 $<10$ m/秒）及び超多数（ノード数 $<1,000$  ノード）という特徴を持つグループから、データを一箇所のノードで高頻度（データ取得頻度 $<10$  秒）、高信頼（データ非収集率 $<1\%$ ）及びリアルタイム（遅延 $<2$  秒）に収集できることであるため、そのような要求条件を満足するような、スケラビリティを持ったワイヤレスネットワーク法及び、それを実現するためのネットワーク法の中で使用するノードの高精度位置推定法を研究開発する。

研究開発するネットワーク法の有効性を検証するために、中間目標として、(1) 平成 29 年度後半に、成人男性 25 名程度にセンサノードを装着し、サッカーの練習中に生体情報を収集する実証実験を行い、(2) 平成 31 年度前半に、児童あるいは生徒 50 名程度にセンサノードを装着し、体育授業中に生体情報を収集する実証実験を行い、そして最終目標として、(3) 平成 32 年度後半に、児童あるいは生徒 150 名程度にセンサノードを装着し、模擬運動会中に生体情報を収集する実証実験を行う。

### (2) 研究開発期間

平成 28 年度から平成 32 年度（5 年間）

### (3) 実施機関

公立大学法人大阪市立大学<代表研究者>  
学校法人関西大学  
学校法人明治大学  
沖電気工業株式会社  
株式会社ソリトンシステムズ

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 80 百万円（平成 30 年度 16 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：ワイヤレスネットワーク法に関する研究開発

1. ネットワーキングプロトコルの研究開発（沖電気工業株式会社）
2. ネットワーキングアルゴリズムの研究開発（学校法人関西大学）
3. 位置情報処理の研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

研究開発項目 2：位置推定法の研究開発

1. 位置推定法の研究開発（学校法人明治大学）
2. UAV の位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発（公立大学法人大阪市立大学）
3. UAV の研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

研究開発項目 3：システムの研究開発

1. ノードの研究開発（株式会社ソリトンシステムズ）
2. 全体システムの研究開発（株式会社ソリトンシステムズ）
3. 全体システムの評価・検証（公立大学法人大阪市立大学）

(6) 特許出願、論文発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	11	5
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	8	4
	その他研究発表	77	31
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	3	2
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：ワイヤレスネットワーク法に関する研究開発

1. ネットワーキングプロトコルの研究開発（沖電気工業株式会社）

フラッディング/TDMA(Time Division Multiple Access) プロトコルを基に、シングルチャネルで最大 50 台のノードを収容することができるネットワークプロトコルを提案した。また、適応グルーピング、適応スロット割当ておよびマルチチャネル化に対応するための新しいソフトウェアアーキテクチャを設計し、それに従った集中型ネットワークプロトコルをデータ収集ノード 1 台とセンサノード 50 台に実装した。

2. ネットワーキングアルゴリズムの研究開発（学校法人関西大学）

収容ノード台数を増加させるためにフラッディング/TDMA ネットワーキングプロトコルのマルチチャネル化について検討を行い、自律分散チャネル変更方式を提案し、その性能を計算機シミュレーションにより評価した。また、ノードの移動に起因するデータ収集率劣化を抑制するために、複数経路を用いたデータ収集法を提案し、その性能を計算機シミュレーションにより評価した。

3. 位置情報処理の研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

センサノードに内蔵されている GPS からの位置情報を基にして、孤立ノードが発生しデータ収集率が劣化しないようにするための、適応グルーピングと適応スロット割当て法を提案し、その性能を計算機シミュレーションにより評価した。そして、その適応グルーピング/適応スロット割当て法をデータ収集ノード 1 台に実装した。

## 研究開発項目 2：位置推定法の研究開発

### 1. 位置推定法の研究開発（学校法人明治大学）

ビデオカメラ画像から複数人物を検出し、各人物の動きをトラッキングする方法を提案し、その性能をCGにより評価した。また、検出精度の向上にも取り組み、物体検出において用いられるNMSを改善する手法を提案し、その精度をCGにより評価した。さらに、実際のグラウンドにおいてサッカーのミニゲームを行うシーンに関するデータセットの作成を行い、提案検出手法が十分な精度で動作することを確認した。

### 2. UAVの位置・姿勢制御アルゴリズムの研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

カメラ画像から認識された複数目標物体に対して、認識率と位置推定精度が向上するようにUAVの位置を制御する方法を提案し、その性能をCGにより評価した。また、すべての目標物体に対して、認識率と位置推定精度が向上するように複数UAVのフォーメーションを制御する方法をCG上で検討した。

### 3. UAVの研究開発（公立大学法人大阪市立大学）

シミュレーションに搭載するカメラ、パソコンやトランシーバ等を選定した。また、購入した2機のUAVを用いた飛行訓練を行った。UAVをコントロールするROS(RobotOS)と地上のPCによる人物位置管理のサーバとの通信を行うシステムを開発した。さらに、PC上のシミュレータで人物を認識するために必要な撮影対象の撮影解像度を満たす位置を算出し、限られた移動カメラの台数の中で、より多くの人物を要求解像度以上で撮影することができる移動カメラの撮影位置・姿勢を決定する手法を実装し、有効性を確認した。

## 研究開発項目 3：システムの研究開発

### 1. ノードの研究開発（株式会社ソリトンシステムズ）

小型化を図るために、すべてのデバイスを単一基板に実装するよう設計し、新しい基板の寸法は、縦38mm×横48mm×高さ15mm（突起部含まず、バッテリー含む）となり、前年度との寸法比は、縦16%減、横4%減、高さ21%減となった。また、同時に、デバイスを選定し直し、新しく採用したLEDの消費電流は約4mAになり、前年度との電流比は、87%減少となった。最終的に、このセンサノードを50台製造した。

### 2. 全体システムの研究開発（株式会社ソリトンシステムズ）

平成30年度に研究開発した、ネットワークングプロトコルを含むすべてのソフトウェアを、製造したセンサノード50台に実装した。一方、ヒアリングより得られた情報を基にして、現場で求められるユーザインターフェースをデータ収集ノード1台に実装した。そして、被験者50名を用いた予備実験の前に、システムを構成しているすべての要素技術がすべて正しく動作するかどうかを実験により確認した。

### 3. 全体システムの評価・検証（公立大学法人大阪市立大学）

すべての共同研究機関が集まり、平成31年3月6日午後1時から、奈良県生駒市北大和グラウンド・野球場において、平成30年度に研究開発したシステムの性能評価を行うための予備実験を行なった。予備実験では、60m×90mのグラウンドにおいて、被験者50名が、入場行進、準備体操、4グループに分かれてのサッカーゲーム、12グループに分かれてのランダムなジョギング、および50m走等を約45分間行い、その間、すべての被験者から平均2秒間隔で生体情報を収集した。