

## 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: ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発  
 課題B 新型コロナウイルス感染症対策“新しい生活様式”を実現するためのICT
- ◆副題: 「超」ハイブリッド路線バスセンシングによる公共交通機関のスマート化基盤に関する研究開発
- ◆受託者: 学校法人慶應義塾、グリーンブルー株式会社
- ◆研究開発期間: 令和3年度～令和4年度 (2年間)
- ◆研究開発予算: 令和3年度から令和4年度までの総額 20百万円 (令和4年度10百万円)

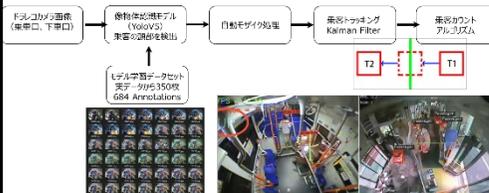
## 2. 研究開発の目標

コロナ禍のような感染対策に対する具体的な対策として公共交通機関である路線バス車内の環境が安全であることをリアルタイムで把握できると、利用者にとって安心して路線バスを利用可能となるばかりではなく、路線バスを運用している公共交通提供者側にとっても利用者増にもつながり、また利用者だけでなく運転者の安全確保という観点からも極めて重要である。本研究開発では、Deep Learningによる車内ドラレコカメラ画像分析および複数のCO2センサーのセンサーフュージョンにより車内混雑状況を超精密かつリアルタイムにセンシングを可能とする基盤を構築する。

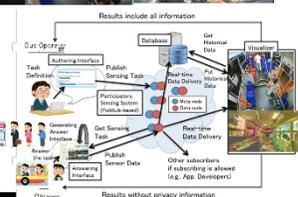
## 3. 研究開発の成果

### ① 路線バス車内外のハイブリッドセンシング技術

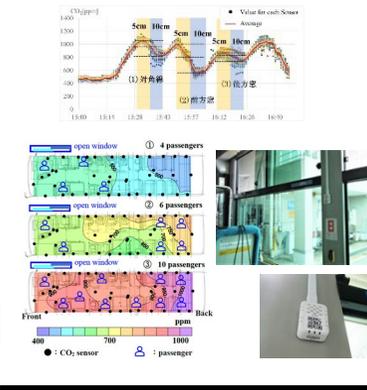
#### 研究開発項目 1-1 カメラ画像の深層学習による密集センシング技術



#### 研究開発項目 1-3 バス待ち、乗客の参加型センシング技術



#### 研究開発項目 1-2 IoTセンサーによる密閉センシング技術



#### 研究開発項目 1-1 カメラ画像の深層学習による密集センシング技術

- ・既設のドラレコカメラ画像からDeep Learning画像分析により乗客数検出
- ・実際の路線バス動画で学習、YoloV5+カルマンフィルタで認識性能向上
- ・個人情報対策として自動的に頭部をモザイク化

#### 研究開発項目 1-2 IoTセンサーによる密閉センシング技術

- ・路線バス車内の各点にCO2センサーを設置し、リアルタイムセンシングを実施
- ・路線バス車内の適切な換気条件を導出するため、センサーの設置個数、設置位置、乗客数、乗車位置、窓やドアの開閉、換気扇、空調、デフロスターのオンオフを変数とした実証実験を実施

#### 研究開発項目 1-3 バス待ち、乗客の参加型センシング技術

- ・バス待ち、乗客がスマホを介して参加型センシング可能なシステム設計
- ・社会実装時に既存のWebアプリであるバスロケシステムと統合するためのシステム設計を実施

### ② 車内外データ分析・配信基盤技術

#### 研究開発項目 2-1 車内外データのハイブリッド分析技術



#### 研究開発項目 2-2 車内外データのリアルタイム配信技術



#### 研究開発項目 2-3 オープンデータ活用技術

#### 研究開発項目 2-1 車内外データのハイブリッド分析技術

- ・バス車内の3D空間モデルにCO2センサーデータ値から空間モデルを演算
- ・複数CO2センサーの位置をQRコードで自動スキャン
- ・必要最小限のCO2センサー最適化のためのツールとして実装

#### 研究開発項目 2-2 車内外データのリアルタイム配信技術

- ・2本の動画Deep Learning分析と最大40個のCO2センサーのリアルタイム処理
- ・MQTTベースによる2,000台規模の路線バスデータを収容可能な配信基盤

#### 研究開発項目 2-3 オープンデータ活用技術

- ・オープンデータをセンサーデータとして扱うセンサライザーと連携したハイブリッド分析基盤

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	プレスリリース報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	1 (1)	7 (6)	0 (0)	0 (0)	3 (2)	15 (7)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) Keio SFC, Open Research Forum 2021に出展  
2021年11月19日～30日にオンラインで開催されたOpenResearchForum2021でプロジェクト関連研究テーマをYouTubeで紹介

<https://orf.sfc.keio.ac.jp/2021/session/session-nakazawa/>

- ・路線バスCO2濃度のリアルタイムセンシング: 乗り物のCO2と換気



(2) Smart City World Congressに出展

プロジェクト活動の普及展開のため、2022年11月にスペインバルセロナで開催されたSmart City World Congressに出展し、本プロジェクトの紹介を行った。



(3) Keio SFC, Open Research Forum 2022に出展

2022年11月20日～21日に慶應大学SFCキャンパスで開催されたOpenResearchForum2022でプロジェクト関連研究テーマを展示

- ・超解像度センシング技術 DeepLearningリアルタイム画像分析技術
- ・3Dモデルセンシング技術 CO2濃度のリアルタイム時空間分析技術



(4) 国際学会SenSys2022でポスター論文採択され、11/6～11/9 会場のBostonで発表を行った。

(5) 国際学会PerCom2023でWIP論文採択され、3/13～3/15 会場のAtlanta State Universityで発表を行った。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発の当初目的であった営業車両における実証実験において、研究実施協力者である神奈川中央交通株式会社の方針から教習車で事前実験を十分に実施するべきということから本研究開発期間内で出来なかった営業車での実証実験を今後具体的に検討していく。

- ・神奈川中央交通株式会社の協力の下、営業車両数台（5台以下を想定）にCO2センサーを設置・測定した実証実験を2、3ヶ月実施する。乗客数については人数カウントにより把握し、CO2センサーの測定結果と合わせて営業車での実際のデータを評価する。
- ・神奈川中央交通株式会社の決裁者の確認を得た後に営業車両への5から10台レベルからの実用化を図るなど段階的に広げていく。

標準化という観点からは、国交省のガイドラインの「路線バスで約3分以内の換気性能」などについても、より実運用時に近い環境として実際にCO2を排出する混雑状態の乗客が乗った状態での換気ガイドラインを提案していくなどを検討する。