特集論文

つくばスマートシティでのオンデマンド自動運転実証

Demonstration of On－demand Automated Driving in Tsukuba Smart City

小林弘幸*
Hiroyuki Kobayashi

*社会スマートインフラ事業開発室

要　旨

2022年３月10日に行われた国家戦略特別区域諮問会議（議長・岸田文雄首相）で，茨城県つくば市をスーパーシティ型国家戦略特別区域として区域指定することが決定した。つくば市は，スーパーシティ選定に際して“つくばスーパーサイエンスシティ構想”を定めて，先端的サービスの社会実装と都市機能の最適化を目指している。

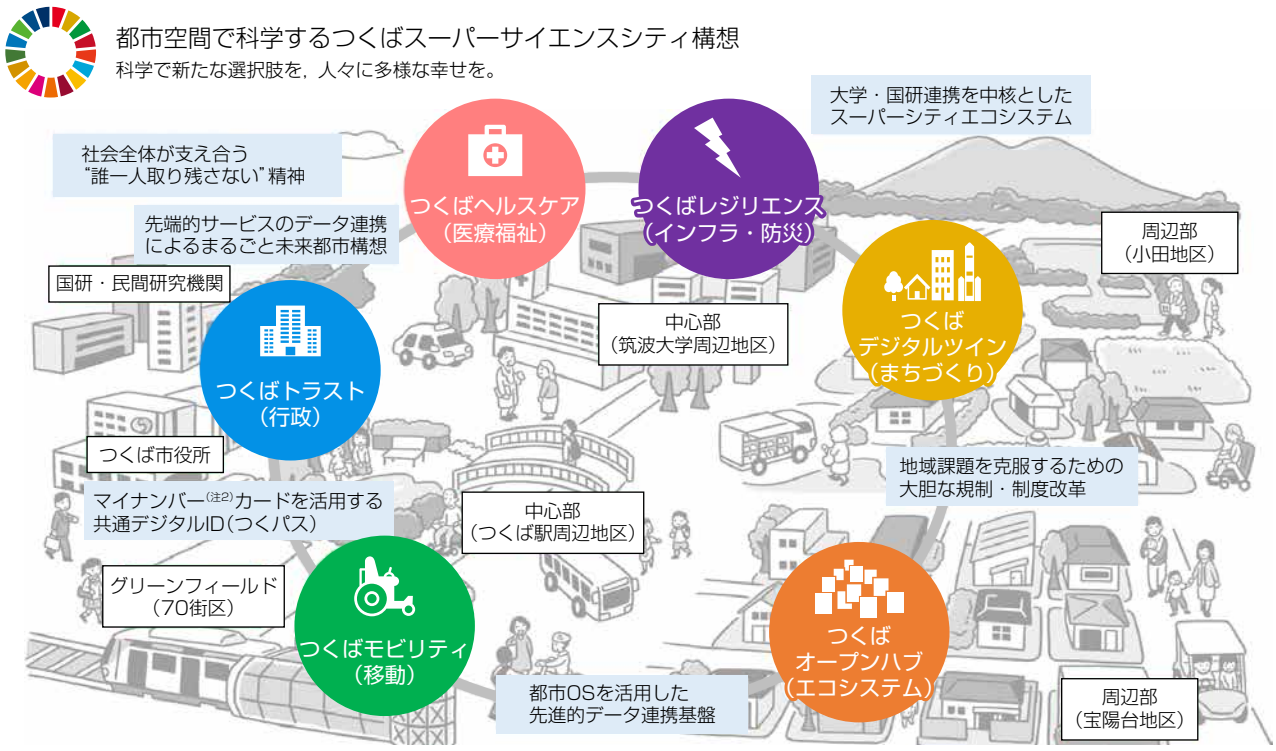
今般，三菱電機は，つくばスマートシティ協議会メンバーとして，“2022年度国土交通省スマートシティ実装化支援事業”にスマート・コミュニティ・モビリティ実証調査事業（つくば医療MaaS（Mobility as a Service））を提案し，この事業で，当社は，ペデストリアンデッキ(注1)上の小型モビリティ等による自動運転走行実証を担当した。

（注１）　高架型の歩道。一般に建物と接続して作られ，歩道のほかに広場の機能を併せ持つ場合も多い。

1. ま え が き

つくば市は，スーパーシティ選定に際して“つくばスーパーサイエンスシティ構想”を定めて，次の６分野の先端的サービスの社会実装と都市機能の最適化を目指している（**図１**）。

当社は，つくば市スーパーサイエンスシティ構想で掲げられた先端的サービスのうち，“つくばモビリティ（移動）”について，オンデマンド自動運転サービスを社会実装するとともに，得られる様々なデータをデータ連携プラットフォーム（都市OS）で連携することで，他の先端的サービスとデータ連携した様々なサービスの実現を目指している。



（注２）　マイナンバーは，デジタル庁会計担当参事官の登録商標である。
国研：国立研究開発法人　　出典：つくば市 つくばスーパーサイエンスシティ構想(1)

図１．つくばスーパーサイエンスシティ構想　先端的サービスの概要

つくばスマートシティ協議会は，2019年６月に設立された。協議会の目的は，“各機関が協力・連携して，筑波研究学園都市の都市基盤と科学技術イノベーションに対する市民の高い理解をSociety 5.0の実装フィールドとし，つくば地域の課題解決と都市機能の向上に資するため，デジタル・ロボティクス等最先端技術とこれに呼応する施策を連携させて形成する“つくばスマートシティ”の実現を目指す。”と定められている。当社は，協議会に設立当初から参加し，協議会が実施する検討や実証事業に協力してきた。

協議会は2019年度国土交通省スマートシティモデル事業に採択され，“スマートシティ実行計画[2]”を策定した。実行計画に記載されたつくば市の課題は，次の３項目である。

①中心部の交通渋滞防止
②持続可能な地域公共交通網の構築
③高齢者等の交通弱者の移動手段確保と外出促進

これらを解決するための取組み内容として，次の四つが計画に盛り込まれた。

①交通流の最適化による渋滞等の事前予防
②公共交通の利用促進に向けた運行サービスの充実
③公共交通の利便性向上による高齢者等の外出促進
④ラストワンマイルの安心・安全な移動手段の提供

本稿で述べるスマート・コミュニティ・モビリティ実証調査事業(つくば医療MaaS)(2022年度国土交通省スマートシティ実装化支援事業に採択)は，このスマートシティ実行計画に基づいて実施されたものである。高齢者等の患者が安心・安全・快適に通院できる環境を実現することを目的に，移動から受付，受診，会計まで，通院での患者負担を最小化(時間短縮，手間軽減)するモデルケースの実証を行った。

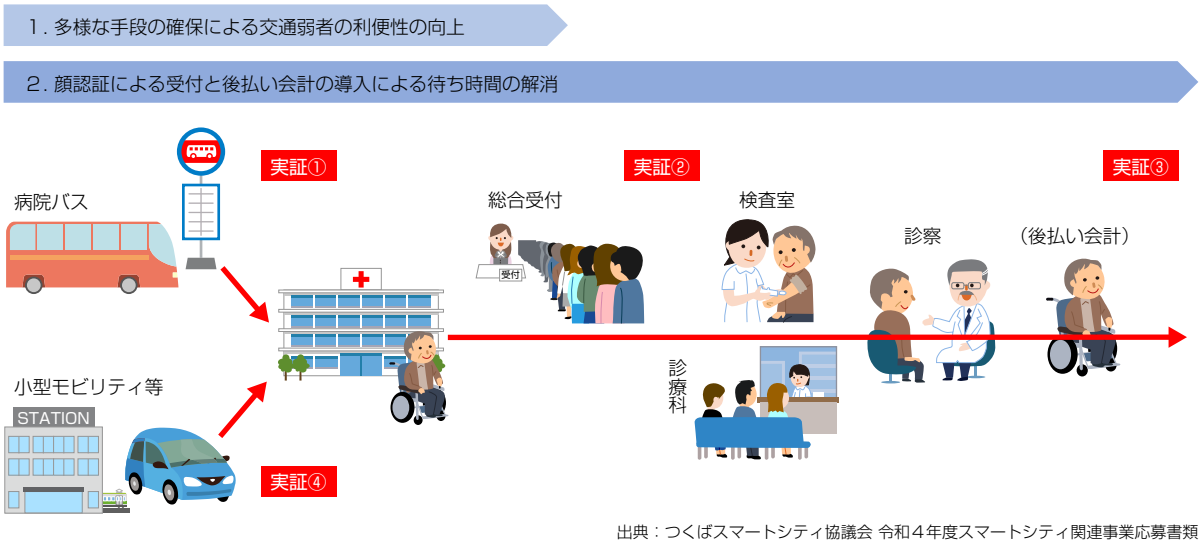
2. スマート・コミュニティ・モビリティ実証調査事業(つくば医療MaaS)の概要

実証内容の全体概要を**図２**に示す。今回の実証の目的は，次の二つである。

(1)　多様な手段の確保による交通弱者の利便性の向上
(2)　顔認証による受付と後払い会計の導入による待ち時間の解消

また，次の４実証を行った。このうち，当社が担当した実証は④である。

①病院バス車内での顔認証による事前受付
②顔認証によって，総合受付に加えて，検査室や各診療科での受付を省略
③後払い会計システムの導入
④ペデストリアンデッキ上の小型モビリティ等による自動運転走行



出典：つくばスマートシティ協議会 令和４年度スマートシティ関連事業応募書類

図２．つくば医療MaaS実証の全体概要

3. ペデストリアンデッキ上の小型モビリティ等による自動運転走行

今回の実証の目的は“移動制約者に対する新たなモビリティの確保”である。そのため，つくばエクスプレス(注3)(TX)のつくば駅周辺で，既存の都市インフラ(ペデストリアンデッキ)を活用し，通院する人などのための新たな移動手段(モビリティ)を確保するための実証を行った。

今回実施した項目は，次の３項目である。

(1) 通院する人などの移動を自動運転モビリティで支援
　(ペデストリアンデッキ周辺施設の移動支援にも対応するため，運行範囲を拡張)
(2) 見守りカメラから得られるルート上の混雑・人流情報をモビリティ利用者に提供し，安全を確認できるシステムの構築
(3) 行き先を指定して配車依頼し，自動運転モビリティで行き先までの移動が可能になるシステムを構築

実施場所及び自動運転モビリティ運行ルートを**図３**に示す。ペデストリアンデッキの一部を実施場所とし，つくば駅出口付近を中心として近隣の主要施設(図書館，商業施設，文化施設)間を結ぶ，総距離約１kmの範囲を実証ルートに選定した。

なお，将来的には，筑波大学附属病院，筑波メディカルセンター病院に向けての運行を想定するが，実現には横断歩道上での車両走行等について規制緩和が必要になることから，今回はつくば駅を中心とした可能な範囲での実証を行うことにした。

(注３)　つくばエクスプレスは，首都圏新都市鉄道㈱の登録商標である。

出典：
つくばスマートシティ協議会
令和４年度スマートシティ関連事業応募書類

図３．自動運転モビリティ運行ルート

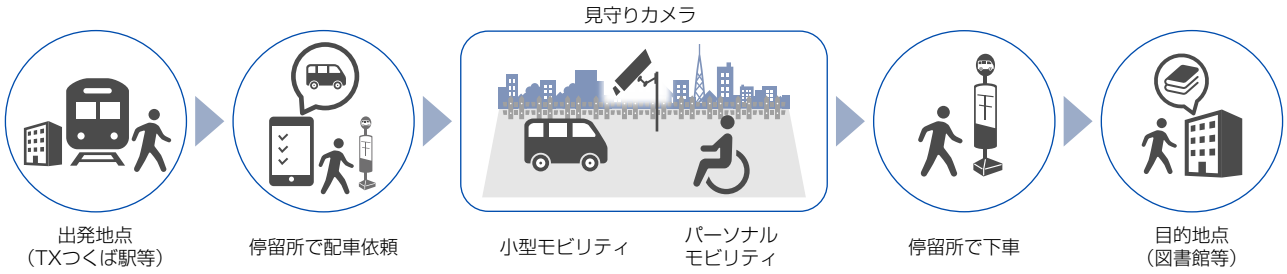
4. 実証のユースケース

今回の実証でのユースケースを**図４**に示す。

事前に，ペデストリアンデッキのつくば駅出口付近及び主要施設(図書館，商業施設，文化施設)近傍に停留所(固定型配車端末)を設置しておく。

利用者は停留所で行き先を指定して配車予約を行うことで，一人乗り自動運転パーソナルモビリティ(PMV)又は複数人乗りの小型自動運転モビリティ(カート)を呼び出して乗車する。PMV及びカートの外観を**図５**に示す。

走行中の安全確保のため，ペデストリアンデッキ上に設置した見守りカメラの映像をAI解析して得たリアルタイム混雑状況や自転車接近情報，自動運転モビリティの動作状況を管制員が確認し，安全な運行を実現する。



出典：つくばスマートシティ協議会 令和４年度スマートシティ関連事業応募書類

図４．自動運転モビリティ実証の流れ

(a)　PMV　　(b)　カート

図５．実証に使用したPMVとカート

5．オンデマンド運行管制システム

今回の実証で使用したオンデマンド運行管制システムの全体像を**図６**に示す。

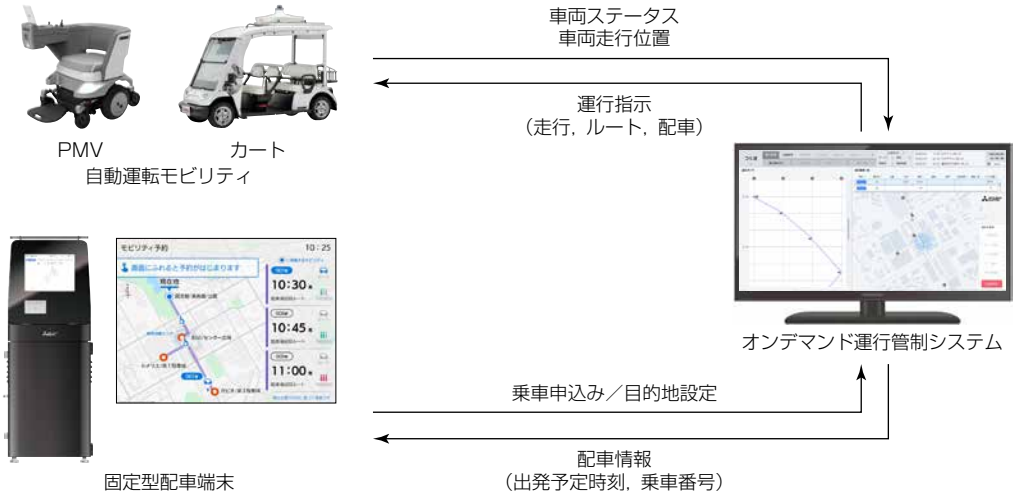


図６．オンデマンド運行管制システムの全体像

利用者が停留所で目的地を設定すると，管制システムが直近で乗車可能なモビリティを割り当てて，出発予定時刻や乗車番号を提示する。

その後，管制システムから自動運転モビリティに運行指示を通知し，運行指示を受信したモビリティが指定された目的地に自動で運行する。モビリティの状態（ステータス，走行位置）は常時管制システムで集約し，運行管制画面で常時監視する（**図７**）とともに，障害発生の際には関係者に迅速な対応を指示できる。

今回使用した管制システムは，乗車予約状況に応じてダイヤ（運行時刻，運行ルート）をリアルタイムに最適変更できるアルゴリズムを搭載したことで，乗車待ち時間の短縮や走行距離短縮による運行電力削減，それによるコスト削減，CO_2削減に寄与できるものになっている。

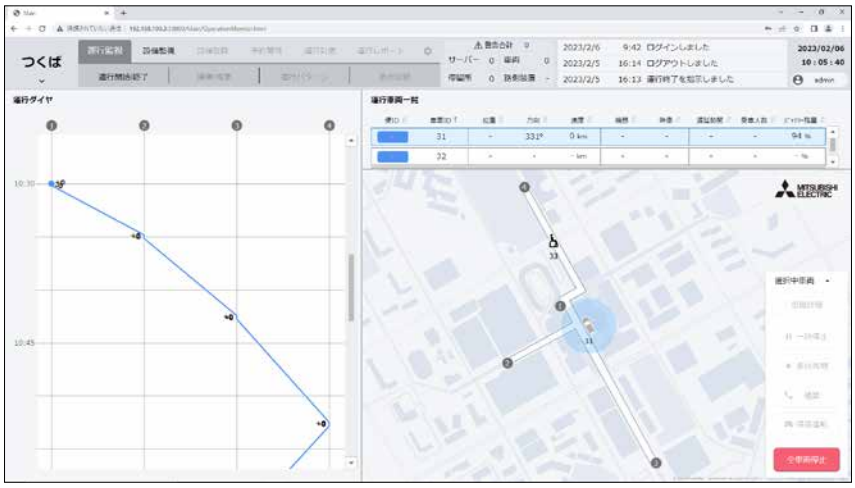


図７．運行管制画面の例

6．カメラ見守りシステム

今回の実証で使用したカメラ見守りシステムの全体像を**図８**に示す。

カメラで撮影した映像は，映像解析AIを用いることで通行人と自転車を抽出する。通行人情報については混雑度情報（３段階）に変換し，位置・時刻情報とともにFIWAREに登録する。FIWAREとは，つくばのデータ連携基盤で用いられている都市OSで，EU（European Union）の官民連携プログラムで開発された次世代インターネット基盤ソフトウエアである。既存システムと様々なサービスをつないで，自治体や企業等の業種を越えたデータ利活用を可能にする。

FIWAREに登録された混雑度情報及び自転車接近情報はエリア情報アプリケーションからの要求で取り出すことができ，地図上に重畳表示することで，管制室での監視や，モビリティ内での乗客への情報提示に用いられる（**図９**）。

今回の実証では，検出した混雑度や自転車接近情報はモビリティ内での表示による乗客への注意喚起だけに用いたが，将来的には，モビリティの自動運転制御アルゴリズムと連携し，モビリティの自動運転センサーの一部として活用することで，モビリティ単体ではセンシング不可能な物陰からの障害物の接近などの際の安全運行支援機能の実現を目指している。

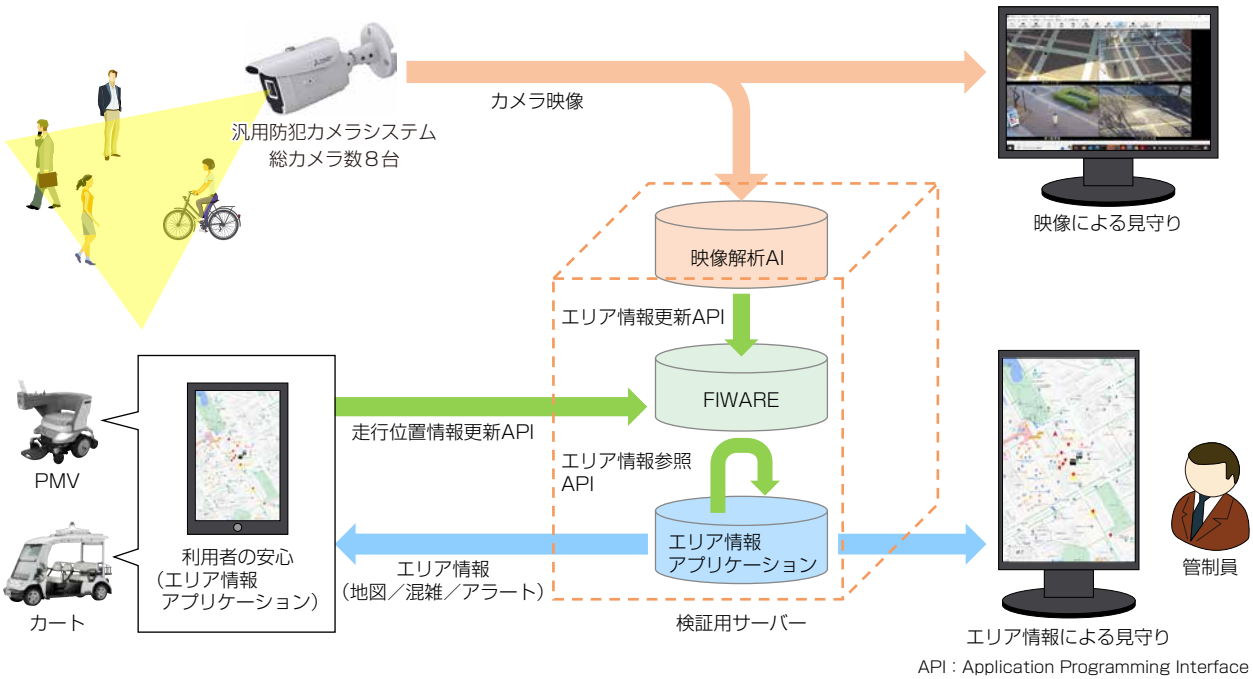


図８．カメラ見守りシステムの全体像

(a)　カメラ見守りシステム監視画面　　(b)　モビリティ内表示画面

図9．カメラ見守りシステム監視画面とモビリティ内表示画面の例

7. 実 証 結 果

2023年２月３日～２月13日に実証を実施し，雪・雨による運休(１日半)があった以外は予定どおり運行できた。259組336名に乗車してもらい，143名のアンケート回答を得た。結果，回答者の91%(130名)は“無料でこのサービスを利用できるなら今後も利用したい”と回答し，うち76%(99名)は“有料でも利用したい”との回答であったことから，ペデストリアンデッキ上の自動運転モビリティのニーズが高いことが推察される。

今回の実証結果を踏まえて，ペデストリアンデッキ上を走行する自動運転モビリティの安全性や運用体制を確認するとともに，アンケートや実証参加者で得られた知見をシステムに反映する予定である。

今後，スーパーシティの規制改革と併せて運行可能な地域を広げるとともに，当該地域で継続的にサービス可能なビジネスモデル及び組織体制を構築し，2025年までに社会実装を目指す。

8. む　す　び

当社は，この実証実験で得られた成果を基にオンデマンド自動運転サービスの社会実装を目指すとともに，オンデマンド自動運転サービスを起点として，医療介護サービス(つくばヘルスケア)，物流サービス(つくばポーター)，防犯・防災・インフラサービス(つくばレジリエンス)等の先進的サービスとの連携や，観光・回遊促進など，データを利活用した様々なサービスを実現した。今後，全国のスマートシティやリゾート施設や公園などの大規模施設に向けた様々な運行形態や移動ニーズに対応したオンデマンド自動運転サービス事業に展開していく。

参 考 文 献

(1)　茨城県つくば市：つくばスーパーサイエンスシティ構想（2021）
https://www.city.tsukuba.lg.jp/shisei/torikumi/kagaku/index.html
(2)　国土交通省：茨城県：つくばスマートシティ協議会スマートシティ実行計画（2020）
https://www.mlit.go.jp/common/001341986.pdf