

【産業競争力懇談会 2018年度 プロジェクト 最終報告】

【地域社会の次世代自動車交通基盤】

2019年2月15日

産業競争力懇談会 **COCN**

【エグゼクティブサマリ】

●本プロジェクトの基本的考え方

人と自然が共生する豊かな地域社会を実現するためには、社会課題解決と地域経済成長の両立が求められる。本プロジェクトは、移動の自由と新たな社会サービスの創出による、地域の持続的な存立への貢献を活動目的としている。移動の自由とは、誰もが安全かつスムーズに移動できる社会であり、交通事故ゼロ、渋滞解消、利便性向上の実現である。新たな社会サービスとは、日常の通勤・通学などの移動はもとより、医療・介護・保育などにおいて、予約・受付・決済などの手続きも移動サービスと一括して行うことにより、社会サービスと自由な移動を一体化し、一層の利便性をもたらすことである。モビリティイノベーションと定義する「つながるクルマ(Connected)」、「自動運転(Autonomous)」、「シェアリング(Shared & Services)」、「電動化・水素社会(Electric)」の社会応用で、移動の自由と一体化した社会サービスを創出し、持続的な「次世代自動車交通基盤(Mobility Platform)」の構築を実現する。

恵まれた既存ストックと多様な人材を有する筑波研究学園都市を主たるフィールドに、新構想大学である筑波大学キャンパスを中核拠点として、SDGs(持続可能な開発目標)未来都市に認定されたつくば市ならびに茨城県、府省と連携して施策を推進する。研究学園都市という現場を共有し、モビリティイノベーションの社会応用で世界に誇れるユースケース「つくばモデル」を実現し、Society 5.0 実現に貢献する。

●検討の視点と範囲

本プロジェクトでは、筑波大学キャンパスを中心とするコンセプト検証と、周辺駅までを含む研究学園都市での実証実験を計画し、広大な筑波大学キャンパスと周辺駅・施設間の移動に係るサービス、筑波大学附属病院への通院に係るサービスなどの代表的ユースケースを定めるものとする。ユースケースの実現にあたっては、筑波大学とトヨタ自動車で共同設立した筑波大学未来社会工学開発研究センターを中心に推進する。学内に 25mプール級の模擬試験場を設置し、ミニチュアフィジカル空間とサイバー空間の融合による研究で事前検討を実施する。その上で、大学キャンパス、大学附属病院、周辺駅を含むエリア内でユースケースのコンセプト検証を進める。並行して、検討体制として後述するモビリティイノベーション協議会にて、本格的な実証実験に向けた計画立案、合意形成、リソース確保、周辺圏域への展開の検討を行うものとする。2019 年は都市計画法が制定され 100 年を迎え、2020 年は筑波研究学園都市建設法が制定され 50 年となる。日本の科学技術イノベーション政策や地域政策を再考する節目を迎えており、本プロジェクトを実施すべき絶好のタイミングにある。我が国は自然災害大国でもある。首都直下型地震や東海・東南海・南海地震も想定され、首都のバックアップ機能も求められる。つくば地域は、つくばエクスプレス(TX)による東京へのアクセス、成田・茨城空港へのアクセスが良く、先進的な首都補助機能を果たすことも期待されている。

●産業競争力強化のための提言及び施策

本プロジェクトでは、テーマ間の相乗効果も期待し、次の 4 つのテーマごとに実施事項を定めている。

第一に、大学、自治体との連携により、AI 時代の交通流制御を実践する(CASE の C:Connected、安

全・安心を実感できる大学キャンパス)。公共交通機関であるバスにより地表面で計測される交通流データと衛星情報などの観測データから機械学習し、知能化することにより交通渋滞を把握し予測する。交通流データによる交通渋滞の予兆把握と信号制御を含む統合的な交通流制御で渋滞解消を推進する。交通流、渋滞地点の真因把握、事故頻発箇所などの検証から交通事故ゼロの実現と災害時等の避難誘導の遂行へ貢献する。一方で、学内で公共交通バス、ライドシェアリング、モビリティシェアリングを利用する上で、顔認証と目的地での受付・決済を一体化するサービスを実施することで、スマートキャンパスを具現化する。

第二に、未利用地や高規格道路などを活用しながら、自動運転専用ゾーンを敷設する(CASE の A: Autonomous、未来を感じる移動空間)。大学キャンパス内移動と周辺駅(つくば駅と研究学園駅)への公共交通機能の円滑化を図り、東京駅、成田空港へのシャトル便での自動運転の実現に向けて道路環境を整備する。そして、交通弱者、障がい者、病院利用者など、誰もがいつでも自由に移動できる空間を実現する。モビリティロボット実証実験エリア、総延長 48km に及ぶ我が国最長のペDESTリアンウェイ(自転車・歩行者専用道路)、学内道路、さらには未利用地(春日キャンパスと筑波大学附属病院区間)を活用することで、次世代型移動空間を創出する。また、周辺地域への移動に関する広域連携も視野に入れる。

第三に、長大なペDESTリアンウェイを機能強化し、次世代の街並みを創出する(CASE の S: Shared & Services、誰もが集える歩行空間)。筑波研究学園都市内で縦横にネットワークを形成するペDESTリアンウェイに、電動キックボードなどの超小型電動パーソナルモビリティや立位型電動車椅子を導入することで、近距離移動に新たな交通流を形成し、ペDESTリアンウェイに界限性を取り戻す。下肢障がい者などの歩行弱者の安全・快適な移動により、SDGs 未来都市にふさわしい人々の交流シーンを創出する。

最後に、レジリエントな水素エネルギー拠点を筑波大学キャンパス内に構築する(CASE の E: Electric、平時活用と災害時等の初動エネルギー確保)。筑波大学内には、公共交通バスの発着地点としてバスステーションがあり、グリーンベルトを介して国道と隣接する敷地がある。ここに本格的な研究・実用を兼ねる水素ステーションを設置することで、低炭素社会の構築と次世代モビリティへのエネルギー供給に向けた拠点形成を進める。学内には水素・天然ガス混焼可能な小型タービンによる発電設備も設置し、学内の地下に埋設の共同溝に直流電源系統を敷設する。つくば市のつくばセンター地区までの共同溝への乗り入れが可能となれば、筑波大学を中心とする大学附属病院、つくば駅までの系統の多重化が可能となる。災害時等には近接する大学附属病院などの医療機関への支援も含め、研究学園都市の初動エネルギーを確保する機能が期待される。次世代モビリティ普及とエネルギー拠点事業としてベンチャー起業を検討している。以上、4 つの視点でモビリティイノベーションの社会応用を述べたが、以下にこれらを統合する代表的ユースケース「キャンパス MaaS」と「医療 MaaS」を「つくばモデル」として詳述する。

「キャンパス MaaS」での取り組みは、まずは学内バスの乗降時の顔認証システムによる認証・キャッシュレス決済と匿名化を担保した人流把握である。次に、学生、教職員、地域住民のうち、ご理解とご協力をいただける方からの顔認証による移動・決済の個人情報、秘匿化されたデータ利活用・連携へと展開する。学内には既にキャッシュレスの民間連携のスーパー、周辺には顔認証のコンビニエンスストアなどの進出予定があり、今後はモビリティサービスと移動目的地での認証・キャッシュレスが一体化する。得られるデータは人流、交通流、フィンテックからなる多層統合型のデータとなり、筑波大学を中心とする交通

計画から都市計画までエビデンスベースの政策、計画への循環を進める。キャンパス MaaS は、先端テクノロジー利用への受容性が高い大学拠点を中心に、世界に誇れる安全・安心な移動と社会サービスを統合して利便性を向上すると同時に、市民参加による機運を醸成していくことが必須である。

「医療 MaaS」では、平時と緊急時のユースケースを想定している。平時はつくば駅と筑波大学附属病院を水素燃料電池による(自動運転)シャトルバスで結び、バス乗車時(往路・帰路)において、顔認証で病院受付・診療費会計処理を統合するサービスである。初診の際に、顔認証登録とフィンテックにより、次回からの来院では、近隣のつくば駅でバス乗車した時点で、大学附属病院診療科の受付がなされ、排出ガスのない水素燃料電池バス・電動車で病棟へのビルトインで通院移動の負担を減らすことにある。受付時間の短縮だけでなく、来院時刻の共有は受付、診察の円滑化が可能となり、現場医療関係者からの期待は大きい。また、受診後も専用バス乗車時の顔認証で支払い決済、処方箋情報の提供などが技術的には可能となる。これらのサービスを実現する法令対応なども含めて検討、実装を進めていきたい。

次に緊急時のユースケースである。救護要請の救命効果の向上を図るため、救急車搬送の迅速化・高度化を実現する救急車両の病棟ビルトインによる救急治療室への迅速搬送を実現する。脳内出血など救命に特別な緊急性を要する場合、Urgent Lane 方式を実施し、最適経路誘導、信号制御を行い、本人顔認証、生体情報、到着時刻の医療従事者との共有、緊急治療室へのビルトイン搬入で救命効果の向上を目指すものとする。救護移動時の治療範囲の拡大を想定し、移動と治療機能を統合するドクターモビリティの導入も視野にいれる。また、水素燃料電池バスによる睡眠研究が可能な移動式睡眠研究所となるモビリティの試作を着手している。モビリティサービスと医療との統合応用は実用化が期待されている。

本プロジェクトで世界に誇れるユースケース「つくばモデル」の早期実現は、2025年に予定される大阪・関西万博にも反映を視野にいれている。本プロジェクトの代表的ユースケースはモビリティイノベーションの社会応用による未来社会に向けた新たな取り組みである。「つくばモデル」の早期実現と大阪・関西万博での持続可能な社会・経済システムへ反映すべく推進する。

なお、「つくばモデル」の拠点となる筑波大学は、本プロジェクトの推進を通してイノベーション人材の育成も担う。プロジェクトの推進と一体となった人材育成とイノベーション拠点形成を目指す。

●推進体制

2年間にわたる産業競争力懇談会での活動体制を母体に、次年度までに筑波大学と府省、関係自治体ならびに参画企業を中心に産学官連携によるモビリティイノベーション協議会を発足する。本格的な実証実験に向けた計画の合意形成、関係法令への適合性、リソース管理などを審議するステアリングコミッティと、実証実験の計画内容、実現性検証など、計画の立案を担うワーキンググループで構成する。学内に模擬試験場を設置し、計画立案の中心となる筑波大学未来社会工学開発研究センター、現場である筑波大学ならびに大学附属病院、関係自治体と密接に連携しながら、産学官融合体制にて活動を推進する。関係府省との連携を深め、支援をいただき、プロジェクト実現への新たな法令の要否など、ボトルネックを明らかにしながら、世界に誇れるユースケース「つくばモデル」の創出と実現に邁進する。

【目次】

1. 背景・目的・体制	5
1-1. 社会背景	5
(1) 地方の実情	5
(2) 自動車の技術革新	5
(3) Society 5.0 と国際イニシアティブ	6
1-2. 本プロジェクトの目的	6
2. 次世代自動車交通基盤「つくばモデル」.....	7
2-1. 基本的な考え方	7
(1) 交通事故ゼロ、渋滞解消を果たす安全・安心なモビリティ空間の創出	7
(2) 大学キャンパスを中心とする「次世代自動車交通基盤」.....	7
(3) 次世代モビリティによるデータ利活用と地域政策への反映	7
2-2. CASE 技術軸	9
(1) AI 時代の交通流制御 (CASE の C:安全・安心を実感できる大学キャンパス).....	9
(2) 自動運転専用ゾーンの敷設 (CASE の A: 未来を感じる移動空間)	10
(3) 歩行者用道路の機能強化 (CASE の S: 誰もが集える歩行空間).....	11
(4) 水素エネルギー拠点の構築 (CASE の E: 平時活用と災害時等の初動エネルギー供給) ...	12
2-3. 代表的ユースケース	13
(1) キャンパス MaaS: 公共交通流データによる渋滞の解消	13
(2) 医療 MaaS: 次世代モビリティ (FCV・EV) の病棟へのビルトイン	14
(3) つくばモデル	16
(4) 大阪・関西万博への貢献	20
2-4. 体制	21
(1) COCN.....	21
(2) 筑波大学を中心とする公共交通	22
(3) モビリティ イノベーション協議会	23
3. 「つくばモデル」を実現する大学を中心としたオープンイノベーションと拠点形成	24
3-1. 産学官融合と機能強化	24
(1) 未来社会工学開発研究センター	24
(2) 数学・数理学人材の育成	25
(3) 地方におけるイノベーション拠点としての大学	27
(4) リカレント教育	27
(5) 高大連携	28
3-2. 未来社会に向けた研究学園都市	29
3-3. 日本を支える地方創生と都市再生	31
(1) 地方創生	31
(2) 都市再生	31
4. ロードマップ	32
4-1. 社会実装への道筋—研究力強化と人材育成—.....	32
4-2. 活動スケジュール素案	33
5. 期待される効果と今後の課題	34

【はじめに】

移動の自由は、人類の根源的な希求として、その価値が求められ共有されるものである。現代の移動手段で重要な役割を担う自動車は 100 年に一度とも言われる大きな技術革新を迎えようとしている。その背景には、本提言で述べられる交通事故のない社会、渋滞の緩和・解消、利便性の向上などの社会課題への対応がある。同時に、地域経済の成長のための基盤的な役割も担っている。新たな社会サービスの創出や地域包括ケアとしての医療、介護、保育において、移動は重要な要素であり、高齢化や人口減少が進む中で、地域存続の基盤としても期待される。社会課題解決と地域経済成長の両立をサイバー・フィジカル両空間で取り組む提言であり、政府が第 5 期科学技術基本計画でその実現を掲げた Society 5.0 の先導モデルとして社会実装の意義は大きい。

提言の中核となるつくば市は、国内では屈指の研究学園都市であり、筑波大学はもとより、多くの国立研究機関が集積する知の拠点である。一方、茨城県は道路総延長が国内第 2 位であり、道路密度が高く、つくば市と周辺地域での自動車の交通分担率は高い。さらに、つくば市はモビリティロボット実証実験エリアなど、科学技術の社会実装への親和性が高く、SDGs(持続可能な開発目標)未来都市にも選定されている。2020 年には筑波研究学園都市建設法の制定 50 年を迎えるつくば市において、未利用地などの再開発やストックインフラの更なる利活用も期待されている。平時だけでなく、災害時等における地域の社会基盤としての機能についても言及している。

「つながる、自動運転、シェアリング、電動化」のモビリティイノベーションを先読みした環境整備は「次世代自動車交通基盤」のベースであり、移動の利便性向上のみならず、地域の自立的な循環型経済に貢献する可能性を有している。本提言では、モビリティと地域サービスを融合させた代表的ユースケースとして、筑波大学キャンパスの利便性向上を図る「キャンパス MaaS」と、同大学附属病院の医療サービスの利便性向上・質的向上を図る「医療 MaaS」を提案し、社会課題解決と地域経済成長の同時解決を実現する「つくばモデル」と位置付けている。

大学、国立研究機関、自治体と産業界の複数企業群が参画するオープンラボや組織対組織の連携は持続的な産学官連携の拠点形成につながる。これらの産学官連携によるプロジェクト推進で成否の鍵を握るのはスピードとコストである。ビジョンと目標、ロードマップを掲げて、矛盾やギャップを直視することとスピードとコスト重視の視点での点検を重ねて社会実装に向けて邁進していきたい。

【プロジェクトメンバー】（所属組織 一部略称）

リーダー	大澤 義明	国立大学法人筑波大学 社会工学域 教授 研究科長
サブリーダー	高原 勇	国立大学法人筑波大学 未来社会工学開発研究センター長・特命教授
執筆リーダー	吉瀬 章子	国立大学法人筑波大学 社会工学域 教授 専攻長
	谷口 守	国立大学法人筑波大学 社会工学域 教授
	藤川 昌樹	国立大学法人筑波大学 社会工学域 教授
	安東 弘泰	国立大学法人筑波大学 社会工学域 准教授
	栗野 盛光	慶應義塾大学 経済学部 教授
メンバー	安本 嘉則	あいおいニッセイ同和損害保険株式会社 トヨタ事業部
	森満 昭宏	あいおいニッセイ同和損害保険株式会社 トヨタ事業部
	伊藤 杏里	株式会社アバンアソシエイツ 企画室長・計画本部副本部長
	中澤 哲夫	沖電気工業株式会社 統合営業本部 IoT ビジネス開発室
	市原 拓	鹿島建設株式会社 開発事業本部 プロジェクト開発部 開発企画課
	岩井 稔	鹿島建設株式会社 土木管理本部土木技術部 リニューアルグループ
	泉井 良夫	金沢工業大学 電気電子工学科 教授
	小野 智弘	KDDI 株式会社 経営戦略本部 KDDI 総合研究所 執行役員 データインテリジェンス部門長
	鶴沢 宗文	KDDI 株式会社 技術統括本部 技術企画本部 コネクティッド推進室 室長
	大黒 将弘	KDDI 株式会社 技術統括本部 技術企画本部 コネクティッド推進室 開発企画 G グループリーダー
	遠藤 俊樹	KDDI 株式会社 技術統括本部 技術企画本部 コネクティッド推進室 開発企画 G マネージャ
	南川 敦宣	KDDI 株式会社 経営戦略本部 KDDI 総合研究所 データマイニング応用 G グループリーダー
	上野 明子	KDDI 株式会社 渉外・コミュニケーション統括本部 渉外・広報本部 政策調整室 副室長 政官財渉外エキスパート
	加藤 晋	国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 知能システム研究部門 首席研究員
	島田 啓一郎	ソニー株式会社 執行役員
	桂川 英樹	ソニー株式会社 渉外・通商部 渉外グループ シニアマネージャ
	高澤 和幸	大日本印刷株式会社 AB センター マーケティング本部 ソーシャルイノベーション研究所
	牧田 幸恵	大日本印刷株式会社 AB センター マーケティング本部 ソーシャルイノベーション研究所
	沖野 剛史	株式会社東芝 技術・生産統括部 技術企画室 参事
	古橋 正得	株式会社豊田自動織機 トヨタ L&F カンパニー 物流ソリューション事業室 物流エンジニアリング部 企画室 室長
	城殿 征志	株式会社豊田自動織機 技術・開発本部 R&D 統括部 開発推進室 推進第1G
	望月 康則	日本電気株式会社 執行役員
	木村 聡	日本電気株式会社 未来都市づくり推進本部 シニアエキスパート
	戸田 真人	日本電気株式会社 データサイエンス研究所 主任研究員
	鷺 和俊	日本電気株式会社 データサイエンス研究所 主任
	若目田 光生	日本電気株式会社 主席主幹 データ流通戦略室長
	服部 美里	日本電気株式会社 政策渉外部 主任
	藤井 和紀	日本電気株式会社 第二製造業ソリューション事業部 事業部長代理
	笠井 友裕	日本電気株式会社 第二製造業ソリューション事業部 マネージャ
	春山 昌司	日本電気株式会社 第二製造業ソリューション事業部 シニアエキスパート
	飾森 正	株式会社国際社会経済研究所 主幹研究員
	谷口 直行	株式会社日立製作所 街づくりソリューション本部 スマートモビリティ推進センタ センタ長
	可児 明生	株式会社日立製作所 社会システム本部 情報システムエンジニアリング部 主任技師
	岡田 知巳	株式会社日立製作所 産業政策本部 渉外第三部 部長
	古内 克周	株式会社日立製作所 産業政策本部 渉外第三部 部長代理
	小倉 英之	富士電機株式会社 技術開発本部 技術統括センター 技術戦略部
	金井 浩之	株式会社三菱ケミカルホールディングス 先端技術・事業開発室 技術戦略グループ 担当部長
	小山 浩	三菱電機株式会社 電子システム事業本部 役員技監
	榎本 直人	三菱電機株式会社 電子システム事業本部 高精度測位事業推進部 測位ソリューショングループ 担当部長
	麻生 紀子	三菱電機株式会社 宇宙システム事業部 事業部長付
	加古 一	三菱電機株式会社 産業政策渉外室 技監
	河合 克哉	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 システム構築技術部 主席研究員
	伊藤 佑	ヤマトホールディングス株式会社 デジタルイノベーション推進室 スーパーバイザー

	戸上 敦	株式会社リコー PF 統 C PF 戦略室 開発戦略 G
	木下 暁仁	リコージャパン株式会社 販売事業本部 MA 事業セクター インダストリー第二事業部 ソリューション営業部 コーディネートグループ
	佐々木 信	リコージャパン株式会社 新規事業本部 社会インフラ事業部 社会イノベーション部 地域創生推進1グループ
	池見 啓介	リコージャパン株式会社 ICT 事業本部 商品企画本部 画像ソリューション企画室 ドキュメントソリューショングループ
	泉 雄二	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主査・担当部長
	片岡 史憲	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主査・担当部長
	小嶋 和法	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主幹
	河内 健史	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主任
	小淵 真巳	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主任
	松本 信一	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 プロフェッショナルパートナー
COCN		
担当実行委員	浦嶋 将年	鹿島建設株式会社 常任顧問
	大石 善啓	株式会社三菱総合研究所 常務研究理事
担当企画小委員	金枝上 敦史	三菱電機株式会社 産業政策渉外室 主席技師長
事務局長	中塚 隆雄	
副事務局長	五日市 敦	株式会社東芝 技術統括部 技術企画室・室長附
企画小委員	武田 安司	日本電気株式会社 政策渉外部 シニアマネジャー
	田中 克二	株式会社三菱ケミカルホールディングス 先端技術・事業開発室 グループマネジャー
	大久保 進之介	富士通株式会社 政策渉外室 シニアマネジャー
	中山 慶祐	JXTG エネルギー株式会社 中央技術研究所技術戦略室 事業創出推進グループ 事業創出推進グループマネジャー
オブザーバー	菊地 達朗	株式会社日立製作所 電力・エネルギー業務統括本部 コミュニケーション・渉外部
	瀬戸下 伸介	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路研究室 室長
	市岡 秀章	茨城県 産業戦略部 技術振興局 科学技術振興課
	加藤 健	茨城県 産業戦略部 技術振興局 科学技術振興課
	神部 匡毅	つくば市 政策イノベーション部 部長
	岡野 渡	つくば市 政策イノベーション部 科学技術振興課 課長
	前島 吉亮	つくば市 政策イノベーション部 科学技術振興課 係長
	野元 隆彬	つくば市 政策イノベーション部 科学技術振興課 主事
	小林 昭仁	常総市 市長公室 公室長
	江面 格志	常総市 市長公室秘書課
	古矢 潤	常総市 市長公室秘書課
	宮川 直也	常総市 市長公室秘書課 広報広聴係
	浅田 禎智	石岡市 都市建設部 都市計画課 課長
	惣野代 薫	石岡市 都市建設部 都市計画課 課長補佐
	青柳 智之	石岡市 都市建設部 都市計画課
	武藤 成一	関東鉄道株式会社 常務取締役 自動車部長
	本多 佳夫	関東鉄道株式会社 自動車部 営業課長
	秋森 一生	関東鉄道株式会社 総務部 企画課 係長
	加倉井 孝宏	関東鉄道株式会社 自動車部 整備課長補佐
	中嶋 憲	三菱スペース・ソフトウェア株式会社 つくば事業部 副事業部長
	桜井 章喜	株式会社テクノバ 産業・経済分析グループ
	瀬戸 礼子	株式会社テクノバ 産業・経済分析グループ
アドバイザー	内田 史彦	国立大学法人筑波大学 国際産学連携本部 教授
	石田 東生	国立大学法人筑波大学 特命教授
事務局	佐藤 桂樹	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主査・担当部長
	笹林 徹	トヨタ自動車株式会社 S-フロンティア部 未来社会工学研究室 主幹
	大久保 憲子	国立大学法人筑波大学 未来社会工学開発研究センター
	菊地 永	国立大学法人筑波大学 未来社会工学開発研究センター
	綿引 由美	国立大学法人筑波大学 未来社会工学開発研究センター
	堀 健一	株式会社三菱総合研究所 地域創生事業本部
	白戸 智	株式会社三菱総合研究所 地域創生事業本部
	田村 隆彦	株式会社三菱総合研究所 地域創生事業本部
	岩崎 亜希	株式会社三菱総合研究所 地域創生事業本部
	田口 友子	株式会社三菱総合研究所 地域創生事業本部

【本文】

1. 背景・目的・体制

1-1. 社会背景

(1) 地方の実情

我が国では地方部から先行して人口減少、高齢化が進行、既に国全体でも人口減少期に突入し、大都市部でも今後急速な高齢化が見込まれている。急激な少子高齢化と過疎化は産業競争力の低下や労働の担い手不足を引き起こし、高度成長期に都市の拡大とともに整備された社会インフラの老朽化は地方財政の厳しさとあいまって地域の存立を揺るがす経済・社会課題となっている。新たな手を打たないと、地域経済の疲弊はもちろん、地域固有の歴史や文化の継承すら困難となる可能性がある。

一方で、我が国には多様な地域資源が存在し、それらを活用することで経済・社会課題の対策をとることができる可能性がある。エネルギーや食糧の自給率向上は国際競争力の強化に、森林保全は温室効果ガス削減による地球環境保護への貢献のみならず、大雨など異常気象時の都市部水害の抑制に寄与するであろう。多様な暮らしぶりを享受できる農村環境は働き方改革の推進に一役買う。さらには、首都近郊は、首都直下型地震や東海・東南海・南海地震により想定される都市部被災への支援拠点となる。地方部と都市部との連携を強化することは、我が国全体の活性化にもつながる可能性がある。

(2) 自動車の技術革新

2018年12月、国家戦略特区諮問会議で議論され、AIやビッグデータを活用する都市づくり「スーパーシティ構想」への関心が急速に高まってきた。そこでは社会に非連続な変化をもたらすモビリティイノベーションが大いに期待されている。実際に、「次世代自動車」、「モビリティ革命」、「CASE革命」、「MaaS」、「コネクテッドカー」、「自動運転」等に関する書籍がここ数年間に相次いで出版された。図1に示すように、モビリティイノベーションは次の4つのキーワードから構成される:「Connected(つながるクルマ)」、「Autonomous(自動運転)」、「Shared & Services(シェアリング)」、「Electric(電動化・水素社会)」。モビリティイノベーションはこれらの頭文字から「CASE革命」とも呼ばれる。

自動運転は、人為的ミスによる交通事故を減らし、道路渋滞を回避し低燃費運転を実現する他、採算が取れずに鉄道やバスが撤退した地方での公共交通機関の補完、物流の効率化にもつながる。また、燃料電池自動車(FCV)、プラグインハイブリッド車(PHV)・電気自動車(EV)はCO₂排出削減だけでなく、分散電源機能を有するため太陽光や風力などの不安定な再生可能エネルギーの普及を後押しする他、災害時等の非常電源としての活用可能性もある。また、位置・速度・燃費などの交通流情報が広範囲かつ即時に収集・分析できるようになれば、モビリティサービスの最適化を通じ、移動制約の発生にも歯止めをかけると期待できる。そしてFinTechの一部としての車両認証は課金ロスをなくし、ドライブスルー、駐車場などの構造物形態も変える。

欧州では、MaaSのプラットフォームサービスが広がりつつある。特にヘルシンキのプラットフォームサービス「Whim」は、ヘルシンキ内の交通手段(公共交通機関、タクシー、カーシェアリング、ライドシェアリング、レンタルサイクルなど)から最適な移動経路を示すものである。料金はサブスクリプション方式を採用し、プランに応じたモビリティが乗り放題となる。米国運輸省では、スマートシティ・チャレンジと称し、交通・運輸分野での新技術活用を、経済格差は正や乳児の死亡率改善につなげる取り組みへの採択・支援が決まる等、すでに新しい研究開発・実証等が国内外で進みつつある。自動車交通の技術革新は、交通分野に留まらない都市と地方の両地域の課題解決の有効な手段として活用していくことが期待される。

(3) Society 5.0 と国際イニシアティブ

Society 5.0 とは、「超スマート社会」に至るための一連の取り組みを指すものであり、そこでは ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間の融合が目指されている。自動運転が始まると同時に蓄積される走行記録は、やがて利用可能なデータになり新たな知見や知恵へと循環する時代になる。データの利活用には社会受容性が必要であり、Society 5.0 実現での大きな課題の 1 つとなる。自動運転に関していえば、まず、データの提供者・利用者にとってメリットが生まれるような好循環をいかに構築していくかが重要であるが、同時にデータの提供者・利用者が不利益を被るような不測の事態が起こったときに、直ちにネガティブフィードバックが効くような対応が必要となる。また、Society 5.0 に向けては、公正かつ効率的な資源配分のメカニズムデザインが並行して進められなければならない。

現在、国際的に SDGs(持続可能な開発目標)への関心が高まっているが、Society 5.0 は、SDGs、地球温暖化対策などの国際的取り組み実現のための手段と捉えられ、自動車の技術革新への期待は高い。

1-2. 本プロジェクトの目的

本プロジェクトでは、自動車依存度の高い我が国地方部における課題の解決を目指し、自動車の技術革新を社会に応用する基盤となる「次世代自動車交通基盤」のコンセプト検証を行う。

自動車の技術革新は、交通事故ゼロ、渋滞解消、モビリティの利便性向上など安全・自由・スムーズに移動できる交通環境の構築だけでなく、移動の自由を確保し時空間制約を解放することで、オンデマンドを超える新たな社会サービスと雇用の創出、ひいては地方の経済・社会課題解決にも寄与することが期待されている。我が国の高齢化社会への処方箋となる交通サービスと医療サービスとの統合による地域包括ケアサービスも可能となる。自動車の技術革新を社会とつなぐことで、社会課題解決と地域経済成長の両立を図り、研究力強化と人材育成を同時に進めることで、地域存続のための好循環につなげる。



図1 次世代自動車交通基盤

2. 次世代自動車交通基盤「つくばモデル」

筑波大学を拠点として筑波研究学園都市に実装する本プロジェクトの代表的ユースケースを「つくばモデル」と位置づけ、以下において詳述する。

2-1. 基本的な考え方

(1) 交通事故ゼロ、渋滞解消を果たす安全・安心なモビリティ空間の創出

地域内で FCV、PHV・EV が安定して使える環境を整備することにより、災害時等には広域でのエネルギーの相互融通を通じ、レジリエントな社会構造に地方から貢献する。茨城県では世帯あたり自動車普及台数が 1.602 で全国 6 位である。かつては人口当たり死者数が全国 2 位だったこともある。また、茨城県は東日本大震災の被災地でもある。IoT 技術で社会計測された情報の活用と人材育成を通して、安全・安心な空間を確保する。

また、安全・安心を提供する社会サービスの導入にあたっては、FinTech などの分野において研究が進む個人認証技術の活用も想定する。「次世代自動車交通基盤」の構築にあたっては、個人と紐付いた情報の活用のあり方を含めて、より効率的で安全かつ合法的な交通行動を促進するために必要な社会制度の設計が重要となる。これらを念頭に置きながら、安全・安心なモビリティ・インフラの構築を目指す。

(2) 大学キャンパスを中心とする「次世代自動車交通基盤」

Society 5.0 へのパラダイムシフトを起こすには、新しい技術を知り、制度づくりを考える必要がある。この観点から、筑波研究学園都市における筑波大学を先行重点地区として、Society 5.0 を実現する拠点形成を行う。筑波大学・筑波研究学園都市・つくば市が相応しい場所だとする理由として以下の 6 点が挙げられる。第一に、研究機関が集中する世界を代表する学園都市であり、しかも IT と親和性の高い学生が多く住む街であり、革新技術への社会受容性が高い(図 2 参照)。第二に、つくばには、東大通り、西大通り、さらに歩道はもちろん、左折可の交差点など高水準の道路インフラや、総延長 48km に及ぶペDESTリアンウェイ(自転車・歩行者専用道路)、さらには日本有数の地下埋設の共同溝があり、地域社会を支えている。第三に、茨城県は自動車交通への依存度が高い(図 3:横軸が平成 29 年 8 月自動車保有台数、縦軸が 28 年度ガソリン消費量を県民 1 人当たりでプロット)。第四に、コンパクトプラスネットワークという望ましい都市構造を実現するためにも、つくば市内に点在する研究機関をつなぐモビリティが必要である。第五に、つくば市の取り組みは、2018 年 6 月に、内閣府より、持続可能な開発を実現するポテンシャルが高い「SDGs 未来都市」に選定され、同 8 月には、同じく内閣府より「近未来技術等社会実装事業」に選定されるなど、Society 5.0 への意識の高い地域である。最後に、つくば地域は、機能集積密度が異なる都市・郊外・既成市街地・農村から構成されている。立地適正化計画等と連動して、コンパクトシティの実現や公共交通イノベーションを図り、都市・農村の新たな拠点とネットワークに配慮した「次世代自動車交通基盤」を実現し、低密度地域でも成立するスマートグリッド(オフグリッド)などによるレジリエントな社会構築を検討できる。

大学を中心として企業群と連携し、データサイエンス・数理・人工知能を主軸とする本プロジェクトの取り組みは、研究者の多様なキャリアパス支援も含め大学院教育の充実化など大学改革へも寄与できる。

(3) 次世代モビリティによるデータ利活用と地域政策への反映

地方創生・地方再生・脱過疎を実現するには、シルバー民主主義と対峙する必要がある。数値などエビデンスに基づく議論が有効である。これまで、数値の裏付けがなく効果の乏しい施策さえも声の大きさ

により漫然と実施されてきた。数値は誰にでもわかりやすくフェアな形で関係者間での合意を得やすい。一方で、「次世代自動車交通基盤」の構築により、図1に示すように、「走るスマホ」、「移動するセンサー」、「シームレスな移動」、「動く蓄電池」により、大量の時空間データを自動車から回収できる。これらのデータを活用することで財政効果を視覚化し事業評価を行うことができ、さらに政策の順位付けが可能となる。その結果として、既存サービスの効率化や安定化を図ることが可能で、身の丈に合った経営や価値のある新たなサービスを支援することができる。大学はデータ分析、データクレンジングなどを実施する技術と人材の宝庫であり、巻末の参考資料のような実績もある。大学での交通流情報の収集・分析及び活用を取り組みの柱として、新たなモビリティや付随するサービスへ利活用可能な情報基盤を構築することで、地方創生・地方再生・脱過疎に寄与するスマートモビリティ社会の実現を目指す。

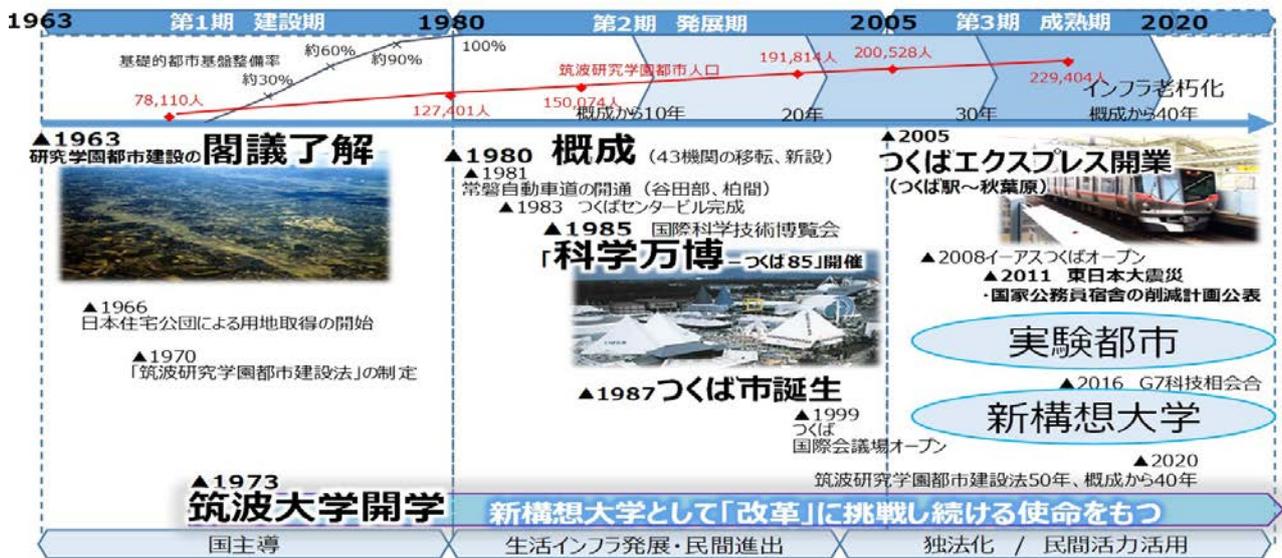


図2 筑波研究学園都市の系譜

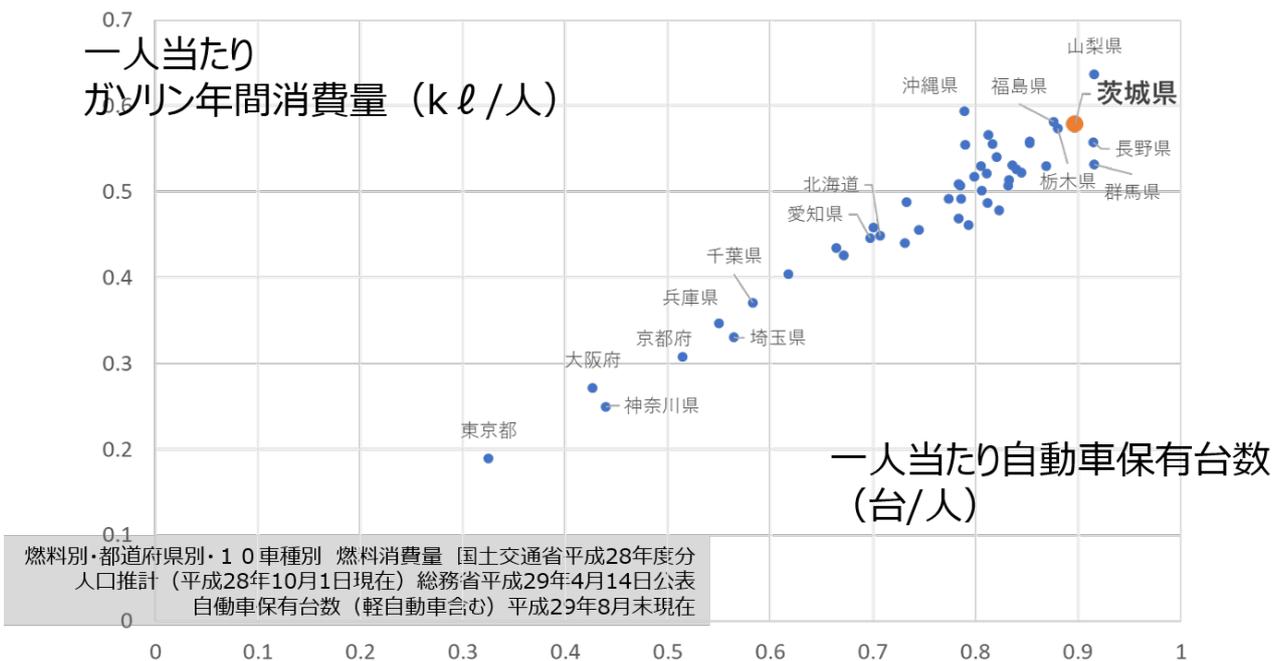


図3 都道府県の一人当たり自動車保有台数及びガソリン年間消費量

2-2. CASE 技術軸

(1) AI 時代の交通流制御 (CASE の C:安全・安心を実感できる大学キャンパス)

つくば市及びその周辺地域は全国でもトップクラスの自動車保有率の高さゆえに、生活の安全・安心を高める上で、交通事故の未然防止が非常に重要な課題となっている。さらに、交通渋滞の解消も、移動抵抗の緩和という観点から重要な課題となっている。また、平時のみならず、災害時等における避難誘導の際でも交通渋滞は避けたい事象である。

本プロジェクトではまず、図4及び図5にてイメージできるように、交通流データの検証に衛星データやドローンを活用する。得られたデータを解析することによって、渋滞構造を解明し、交通渋滞の予兆を把握し、その予防に結び付ける手法を得る。さらに、その解明結果と人工知能を用いた信号制御を組み合わせることによって、渋滞の解消手法も獲得する。例えば深層学習などの AI 技術を用いれば、ある時点の交通流データとその後の変化を教師データとして学習させることにより交通流の予測が検討できる。これにより、限られたデータのみでの収集で精度の高い予測が可能になる。バスから観測される交通流は局所的な情報であるため、時空間で間欠的な局所情報から大域的な全情報を予測するための学習モデルを構築することが有効である。局所観測では入手困難な空間的全情報に対応する衛星画像も教師データとすることにより、効果的な学習が視野に入る。また、交通流を粗視化することによりネットワークを構築し、その位相構造の変化を渋滞前、渋滞中、渋滞後と解析することにより、渋滞の発生メカニズムを把握することができ、渋滞解消のための要因を抽出することができる。

一方、バス停やバス車内の混雑対策としてバス乗降口に顔認証機能付きのカメラを設置し、キャッシュレスでの乗降を可能とすることにより、乗降時間の短縮によるバスの定時性を実現し、交通渋滞緩和への寄与度の計測も検討する。カメラ、顔認証、ICT を組み合わせることで、運航スケジュールの最適化、人流・物流の効率化、渋滞予測の精緻化、環境負荷の軽減、安全な空間の確保、これらを一括で実現する。

本計測に必要な要素技術としては、カメラによる混雑情報の計測技術等があげられる。利便性を確保するための個人情報の活用と保護について、大学やバス事業者との調整が必要になると考えられる。

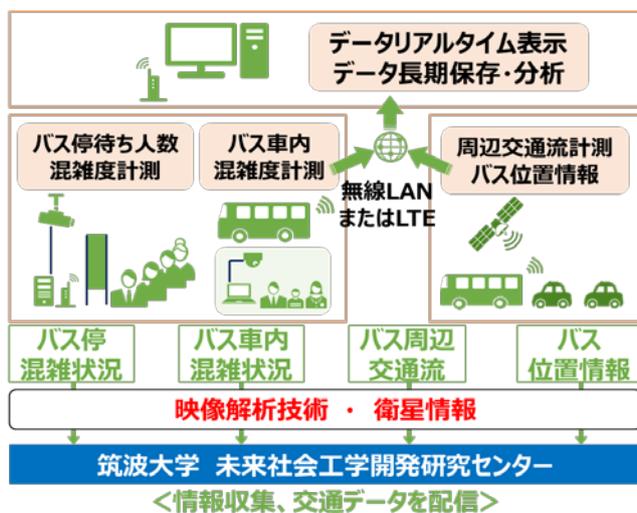


図4 路線バス・衛星情報による渋滞予測
(日本電気資料より本テーマ事務局作成)

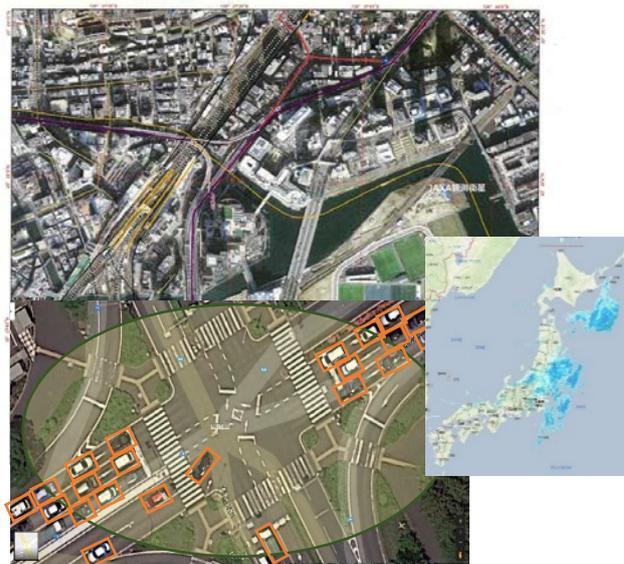


図5 衛星情報による渋滞検出

(2) 自動運転専用ゾーンの敷設(CASE の A: 未来を感じる移動空間)

つくば市の持つモビリティロボット実証実験エリアや長大なペDESTリアンウェイ、未利用地、筑波大学の学内道路を活用し、自動運転車両やパーソナルモビリティを社会実装するための環境整備を行うことで、誰もがいつでも自由に移動できる空間を筑波大学周辺地域で実現する。筑波大学キャンパス内の移動とつくば駅、研究学園駅への公共交通機能の円滑化を実現するために、大学と公共交通機関が連携し、パーソナルモビリティとバス・鉄道とのシームレスな移動サービスを提供する。一部老朽化や容量不足が指摘されているペDESTリアンウェイの環境再整備と自動運転型のパーソナルモビリティにより交通弱者、障がい者、病院利用者へ、バリアフリーな移動サービスを提供する。学生や高齢者を含む地域住民の近距離移動サービス提供のための自動運転車両や自動運転型の清掃・塵芥車など公的サービス車両の社会実装に必要な道路インフラなどの環境整備を行う。地域内での環境整備に加え、筑波大学とつくば駅を交通結節点とした東京駅と成田空港へのシャトルバスの自動運転を実現する道路環境整備も行う。

例えば、図 6 の点線で囲まれた部分が示すように、筑波大学附属病院や筑波メディカルセンターと筑波大学春日キャンパスを結ぶ区間に、新交通システムを想定した幅 5~6 メートル、距離 750 メートルの未利用地が残っている。磁気マーカーシステムが設置可能な空間であり、自動運転専用ゾーンの候補地と考えられる。この未利用地沿いの道路はつくば駅と筑波大学とを結ぶ幹線であり、筑波大学の他に、筑波学院大学、茨城県立つくば看護専門学校、筑波技術大学が近隣している。この区間に自動運転バスを運行し、車内混雑状況や乗車待ち人数に応じた柔軟な運行間隔とそのタイムリーな表示、顔認証による決済を導入する他、Wi-Fi 環境の整備により待ち時間でも学習・研究が可能な環境の確保など、AI と親和性の高い若い世代にとって利便性の高いシームレスな通信環境を実現する。また、北大通りとの交差点、一般車も進入する混走区間での交差点にて、自動運転車位置に反応する信号機制御も考えられる。なお、自動運転バスが良好な交通サービスを提供できれば、ペDESTリアンウェイ上の自転車交通量も減り、交通事故の軽減にも寄与できる。

課題として、自動運転の公共交通への社会実装に関わる法令の整備、自動運転車両の社会実装についての社会受容性の確保と警察との調整が必要である。技術的には、小型モビリティや長距離バス向けの自動運転技術、超小型モビリティの実装が必要である。



図 6 つくば駅と筑波大学附属病院とを結ぶバス路線沿道未利用地

(3) 歩行者用道路の機能強化(CASE の S: 誰もが集える歩行空間)

筑波研究学園都市内には、広幅員の総延長 48kmにもおよぶ日本最大のペDESTリアンウェイネットワークが設置されている(図 7 参照)。これは、新たなモビリティサービスやモビリティステーション(乗り継ぐ拠点、自立型エネルギー拠点)の検証に活用できる可能性がある。つくば市には、そのペDESTリアンウェイへの 40 年におよぶ投資実績があるにもかかわらず、現在は、通行の機能として活用されているだけである。本プロジェクトでは、ペDESTリアンウェイの機能強化を検討したい。

「(4) 水素エネルギー拠点の構築」でも述べるが、ペDESTリアンウェイの地下には共同溝が設けられている区間があり、複数の自立型エネルギー拠点が設置可能である。そこで、その拠点を超小型パーソナルモビリティの充電に使い他のモビリティ(学内バスや自動運転車両)と乗り継ぐ拠点にする。その拠点では立位型電動車いすの充電も可能になり、下肢にハンディキャップのある方々や高齢者などのいわゆる歩行弱者の方々の安全・快適な移動に貢献できる。さらに、電気の使用が可能なそのような拠点に接して小さな商店ができたり、イベントが開催されたりすれば、学生・研究者というつくばならではの住民も含め誰もが集える空間にもなるであろう。SDGs 未来都市にふさわしい、すべての人々が交流できる機会の創出につながり、交流人口や関係人口が増えることになる。このエネルギー拠点ができることによって、災害時等に、その拠点を中心とした、避難場所としての利用も可能になる。

本プロジェクトでは、超小型パーソナルモビリティとして、安全のために低速で走行する電動キックボードを用い、つくば駅と大学の新たな人流を形成し、街並みの創出を図る。また、電動キックボードは、シェアリングシステムの形で運営され、利用の認証に顔認証を用いることにより、スムーズなアクセシビリティの実現を図る。また電動キックボードに GPS 情報を発信できるような機能をもたせ、拠点から拠点への人流の測定にも活用する。また、測定したデータをもとに人流のパターンに対して機械学習を用いることにより、効率的なキックボードの配置や柔軟な利用料金設定の検討が可能である。

本プロジェクトの実施には、警察、市との調整が必要となるが、エネルギー拠点を中心としてペDESTリアンウェイを再生し、学内バス、自動運転車両へのアクセシビリティを向上させ、街並み形成の機能を付加するとともに、災害時等の避難誘導、退避機能も付加できると考えられる。



図 7 つくば市のペDESTリアンウェイネットワーク(緑色点線部)

(4)水素エネルギー拠点の構築(CASE の E: 平時活用と災害時等の初動エネルギー供給)

気候変動の抑制にはエネルギーの低炭素化が必要であることは言うまでもない。また我が国は自然災害大国であり、近年、激甚化・高頻度化する自然災害を受け、災害時等のエネルギーの安定供給の重要性が高まっている。特に電力については、インフラ・産業だけでなく日常生活への IT 技術の浸透・定着に伴い、その重要性が再認識されている。

つくば市は国家プロジェクトである「研究学園都市」として建設・整備されたため、つくばセンター地区では地中化された電線に加え、総延長 7km に及ぶ大規模かつ高規格な地下共同溝が埋設されているが、現時点では十分に活用されていない。本プロジェクトではこの共同溝を活用し、水素パイプラインや貯蔵施設を敷設するとともに、FCV 向けの水素ステーション、水素小型ガスタービンや定置型燃料電池による水素発電設備を設置するなど、レジリエントな水素供給ネットワークと自立型エネルギー拠点を形成する。鹿島臨海工業地域との連携による水素供給ネットワークの形成も視野に入れる。さらに筑波大学が持つ自家発電設備や太陽光発電設備で発電される電力をより有効に利活用するために、それらの電気から水素を生成・貯蔵し、需要に合わせ電力や水素を供給する(図 8 参照)。その際、電力系統は直流系統を想定している。

既存の電力網に加え、共同溝を活用した水素を中心とするエネルギー供給網と、分散電源としての電動車の利活用により、二重、三重の電源バックアップが可能な、面的なエネルギー供給網を備えることができ、災害時等の初動エネルギー供給を果たすことが期待できる。これにより、公共施設・大学施設などが、災害時等の指揮・対策拠点、医療拠点、一時避難所としての機能を持つことができる(図 9 参照)。平時においても、水素燃料電池を用いた公共交通バスや清掃・塵芥車などへの水素供給拠点としての機能、ならびにペDESTリアンウェイに敷設される電動モビリティステーションへの直接供給など、再生可能エネルギーの有効利用と水素利用による低炭素社会の実現に貢献できる。

一方で課題として、地下共同溝への水素貯蔵施設や発電施設の設置に関わる各種規制の緩和・新設、地域住民のコンセンサスなど社会受容性の醸成が必要となる。さらには共同溝の再整備、つくば駅周辺の再開発に必要となる資金の確保、プロジェクトの組成が必要である。技術的には、高い安全性を確保する水素地下貯蔵技術の確立や、FCV、EV のより一層の普及に向けた車両及び水素ステーションの低コスト化、車両バリエーションの拡充などが求められる。

なお、つくば駅周辺地域では、商業施設撤退により、限界性も失われている。地下空間を活用するプロジェクトではあるが、本プロジェクトは、交通環境の改善や安全安心空間の創出にも直結しており、中心市街地再生にも追い風となる。



図 8 つくば駅周辺での共同溝活用イメージ

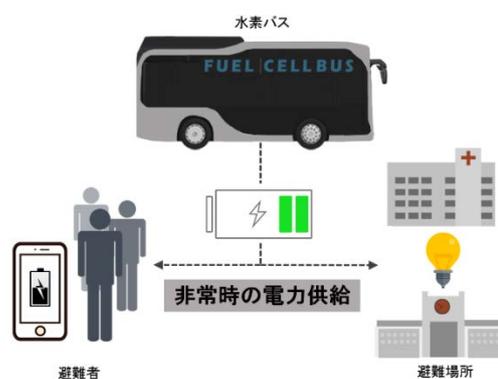


図 9 水素燃料電池バスによる電源供給

2-3. 代表的ユースケース

2-2で説明した具体的な4本のCASE技術軸を踏まえ、代表的ユースケースとして以下2つのパッケージ、「キャンパス MaaS」、「医療 MaaS」を、筑波大学を中心とする地域で実施することを提案する。

(1) キャンパス MaaS: 公共交通流データによる渋滞の解消

ビックデータの時代と言われるが、次世代自動車の場合、膨大すぎるデータにより迅速な判断が下せないことが起こりうると推定される。そこで、少なくとも良質なデータを利用した渋滞解明、渋滞解消を考える。具体的には、定期的に運行される筑波大学学内バスに搭載されたレーザー・ライダー・カメラにより地上面データを収集し、一方で俯瞰的なデータとして衛星・ドローンデータを利用し、それらを組み合わせる。観測していない交通流を推定するために、機械学習やネットワーク科学の知見を利用し、最小限の交通流データで渋滞構造を解明しその解消を目指す。

また、顔認証システムによるキャッシュレス決済、人流把握によるバス運行ルート・ダイヤの最適化を行う。さらに、将来の水素燃料電池バスの導入や、災害時等の避難所機能が期待される学内施設でのバックアップ電源確保のためにも、学内に水素ステーションを建設し、共同溝(図10)を活用したエネルギーネットワークを構築する。水素ステーション設置場所は、市場性や視認性を考慮し、通過交通量の多い東大通りと接する本部棟南側の区画を候補地とする。2020年東京オリンピックや2025年大阪・関西万博を見据えると、日本全体での警備強化が必要不可欠であり、顔認証システムへの需要が高まると推定される。また、2020年東京オリンピックにおいて、水素燃料電池バスが本格導入されることが決定されている。このような動向は本プロジェクトの追い風となる。



図10 筑波大学学内共同溝

なお、2-2で記述した4つの技術軸、AI時代の交通流制御、自動運転専用ゾーンの敷設、歩行者用道路の機能強化、水素エネルギー拠点の構築が連動し、その集大成として、「キャンパス MaaS」が形成される(図11参照)。



図11 キャンパス MaaS

(2) 医療 MaaS: 次世代モビリティ(FCV・EV)の病棟へのビルトイン

(A) 水素燃料電池バスによる通院利用

車を保有していない交通弱者の筑波大学附属病院への主たる交通手段は、つくば駅などから発着するバスである。しかし時間帯によっては交通渋滞に巻き込まれる。このような病院への往復移動時間に加え、病院での受付や会計での待ち時間の長さは患者の容態にも影響することがある(図 12 参照)。特に、高齢患者への負担は大きく、高齢化が進行する我が国では、通院環境の改善は急務である。

そこで、診察までの時間短縮のため、水素燃料電池バスを導入して建物内へビルトインし、さらにバスによる交通サービスと病院内の受付や会計サービスを一元化する。一般車の誤進入を防ぐセキュリティゲートの設置や動線の最適化も含めた病院側の改築とシャトルバス内での顔認証システムの実現により、次のプロジェクトを展開する(図 13 参照)。



図 12 大学附属病院での会計待ち

- ① (自動運転)シャトルバスによる、つくば駅と大学附属病院との直結
- ② バス乗車時(往路)の顔認証による病院受付
- ③ バス乗車時(帰路)の顔認証による、診療費会計処理

なお、筑波大学附属病院は病棟増築において、国立大学病院として PFI 事業を初めて実施したという実績を有する。

排出ガスのない水素燃料電池バスの特長を活用した医学研究への支援も考えられる。睡眠は人生の時間の約 1/3 を占める重要な生理現象であるが、そのメカニズムの大部分は未解明である。例えば、交通事業従事者(鉄道・バス・トラック・タクシー運転者)の睡眠の質が運転に与える影響を解明できれば、より安全な運行に貢献できると考えられる。そこで、水素燃料電池バスの大空間・電源供給能力・低振動・ゼロエミッションといった機能を活用し、移動式の睡眠生理実験室を開発する。交通事業従事者をはじめとする多様な人々の睡眠を計測し、睡眠の質の向上に向けた労働環境改善など、提言に資する研究に取り組む。

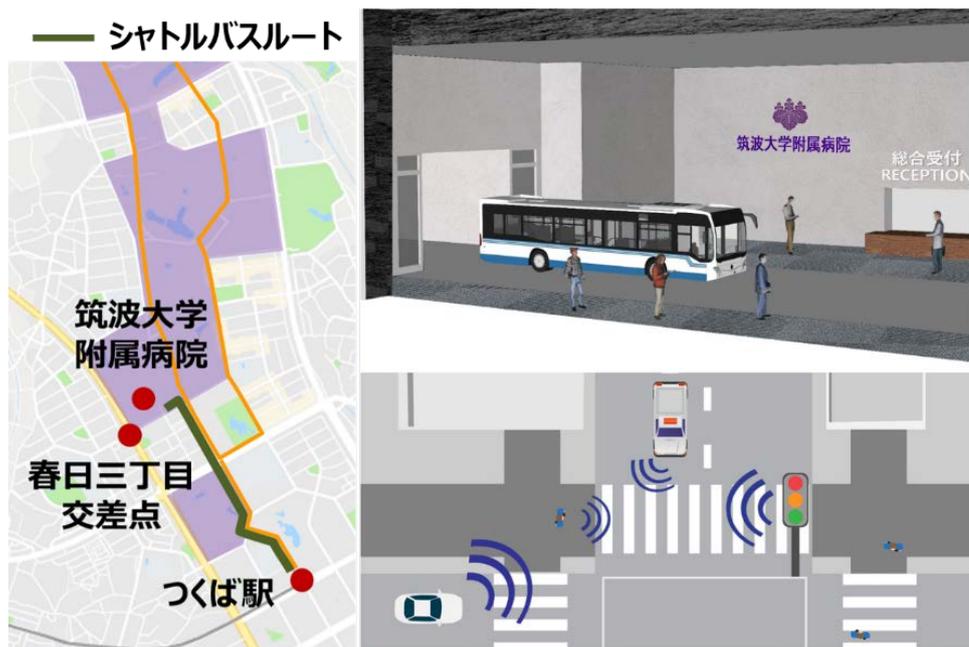


図 13 シャトルバスの病棟へのビルトイン

(B) 水素燃料電池による救急車の救急治療室へのビルトイン

高齢化に伴い、救急車の出動回数が増加し救急業務はますます増加する。例えば、つくば市の場合、2008年の1年間には6,877回であったが、10年後の2017年では、9,041回と1.31倍になった。同じ時期の人口の伸びが1.14倍であることと比較すると、住民1人当たりの救急車出動機会は年々増えている。2017年のデータを時間帯別に見ると、8時から20時までの生活時間帯での出動率は65%であり、大量の自動車移動する昼間時間帯での出動が多い。そこで、次世代自動車により、①プレホスピタル・ケアの充実、②覚知から搬送までの時間短縮を実現する。

救急車では患者を医療機関へ迅速に搬送するという移動機能だけではなく、救急救命士の処置範囲拡大に伴い、デジタル技術を活用し病院と救急隊員の連絡を密にすることで救急車での救命活動(プレホスピタル・ケア)が深化しようとしている。救急車から病院へのカメラを介した患者の画像情報や心電図情報を伝送することや、逆に病院側からの指示や助言情報がより高度化すれば、救命率の向上につながるであろう。そのためにも、心肺停止などの意識不明患者の病歴などを迅速に特定することが求められ、顔認証の技術が有用となる。これにより診療録の準備などが可能となり、病院到着後にも医師らが速やかに処置や診療を行うことができ、救急車搬送患者の救命効果の向上が期待できる。

搬送時間が長くなるにつれて、生存率はより低下する(図14参照)。つながるクルマの技術により、救急車の位置と信号機とを連動させ、周囲の自動車へ救急車位置情報を周知させることにより、救急車がより短時間で病院へ到達することが可能となる。特に現状では、大学附属病院や筑波メディカルセンターへの入口となる交差点(図15)での交通渋滞が激しいため、そこでの信号機との連動効果は大きい。

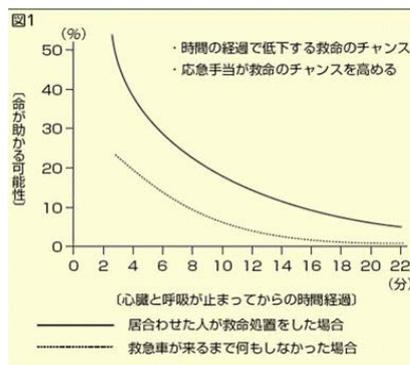


図14 救命曲線



図15 大学附属病院と春日3丁目交差点

また、救急医療に関して、脳卒中など一刻を争う疾患での救命確率を向上させるため、Urgent Lane構想を計画・検討する(図16参照)。

- ① 大学附属病院前の交差点での信号制御
- ② 手術室に直結する自動運転支援救急車
- ③ 最適経路の誘導(技術軸「AI時代の交通流制御」)
- ④ 顔認証による救急車内での患者確認

なお、病院でも看護師や職員の人手不足の課題に直面している。作業が効率化できれば、医療行為の質的向上が図られる。



図16 救急車の病棟へのビルトイン

(3) つくばモデル

「キャンパス MaaS」、「医療 MaaS」は「つくばモデル」として筑波大学キャンパスを中心に展開され、相互に連携する。学内には、大学を中心としたエリアを再現する 25mプール級の模擬試験場を設置し、ここでは交通流を再現して信号制御を検証する他、自動運転車両やパーソナルモビリティに必要な道路インフラ、自立型エネルギー拠点、Urgent Lane 構想など、ミニチュアフィジカル空間とサイバー空間の融合による研究検証と実証準備を行う(図 17 参照)。なお、「つくばモデル」の主要な取り組みを地図化し整理すると図 18 のようになる。

さらに、これら取り組みごとに、主要な社会課題の内容や解決策の新規性、つくばの利点、クリアすべき規制や要素技術に関するボトルネックを整理すると、表 1、表 2 のようになる。

本プロジェクトは 2020 年東京オリンピックや 2025 年大阪・関西万博での実用化やグローバル化も視野に入れている。ヘルシンキをはじめとする欧州が先行している MaaS プラットフォームサービスを参考として、先述の「次世代自動車交通基盤」に対する取り組みを統合した「キャンパス MaaS」や「医療 MaaS」を含めたつくば市及びその周辺地域の特性に応じた MaaS プラットフォームサービスの構築を目指す。つくばを、「若い人のアイデアが組み込まれる」、「次世代が夢を持てる」、「イノベーターが住みやすい」街にすることで、正のスパイラルが生まれるよう導く。

なお、つくば市とその近隣の石岡市・常総市の農村部での今後のモビリティのあり方についても付言しておきたい。一般に地方の農村部では、明治・昭和・平成と合併を繰り返す中で、地域内の拠点(役場・役所所在地)を移動させて来た。地域内交通を支える基幹道路網(国道・県道)はこれらの複数の拠点を相互に連絡するように整備されている。基幹道路網は道幅が広く、交通量も多いため、これまでも公共バス網として使われてきた。自動運転バスなど新しい大型の自動車技術にも対応しやすいものと思われるため、今後も地域の骨格として地域の生活や産業を支えていくであろう。これに対し、地域内に網の目のように張り巡らされた市町村道は、地域の古層をなすネットワークであり、地域内の地点どうしをすみずみまでつなぐ役割を担っている。ただし、これらは道幅が狭く、交通量も限定されているという特色があり、大型のモビリティや自動運転には馴染まないものと推定される。

そこで、基幹道路網と市町村道の結節点のうち、主要なものを公共的性格のモビリティとパーソナルモビリティとの乗り換えの拠点として整備することが考えられる。農村部には学校の廃校舎に代表される使われなくなった公共施設や空き家が多く存在する。このように拠点としての再生を図るのに相応しい空間的な資源が豊富に用意されているとみることもできるだろう。



図 17 模擬試験場

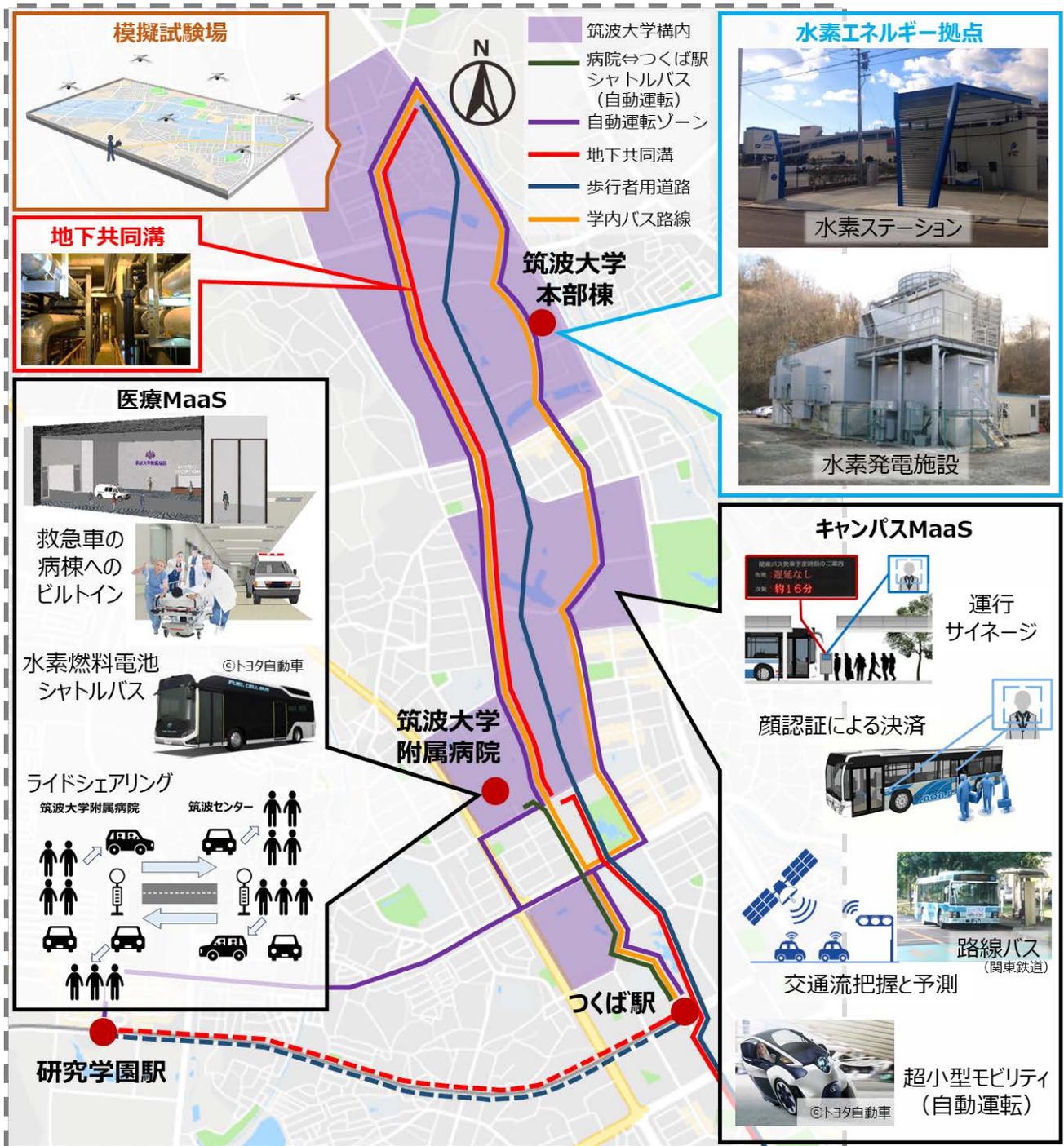


図 18 筑波大学キャンパスを中心とする代表的ユースケース「つくばモデル」のイメージ

表 1 研究学園都市での「次世代自動車交通基盤」の取り組み(CASE 技術軸)

社会課題		解決策の新規性とその利点	ボトルネック
内容			ソフト(規制等)面とハード(要素技術)面
C: AI時代の交通流制御 ・交通事故ゼロ ・交通渋滞の緩和・解消(含 災害時等) ・利便性の向上(スムーズな乗り継ぎと待機時間の削減)	【新規性】 ・渋滞構造の解明と解消手法の獲得 ・最小限の交通流データによる交通渋滞の予測把握、予測で交通流整理 ・渋滞構造の解明による信号制御の実現と渋滞解消メントの展開 【つくばの利点】 ・交通流制御、自動運転との連携協力が可能な公共交通バス ・交通流計測、顔認証のデータ利用における協力環境(大学キャンパス内)	【ソフト面】 ・個人情報保護(大学、バス事業者との調整) 【ハード面】 ・交通流データ収集・可視化 ・衛星利用、ドローン観測 ・顔認証・決済システム ・人工知能センター機能強化	
A: 自動運転専用ゾーンの敷設 ・キャンパス内移動とつくば駅、研究学園駅への公共交通機能の円滑化 ・清掃・塵不車や東京駅・成田空港へのシャトルバスの自動運転を実現する道路環境整備 ・学生、地域住民の近距離移動のための自動運転の環境整備	【新規性】 ・大学と駅が連携した自動運転道路網を社会実装する環境整備 ・ペダストリアンウェイの環境再整備と自動運転型パーソナルモビリティの活用 ・モビリティロボット実証実験エリア活用によるパーソナルモビリティの利用環境整備 【つくばの利点】 ・先人が残した未利用地の活用と再生	【ソフト面】 ・自動運転の公共交通への実装に係る法令 ・社会受容性の確保 ・警察との調整 【ハード面】 ・自動運転技術 ・超小型モビリティ	
S: 歩行者専用道路の機能強化 ・超小型パーソナルモビリティによるつくば駅と大学の新たな人流形成 ・SDGs未来都市にふさわしい、すべての人々の交流シーンの創出	【新規性】 ・街並みを形成するペDESTリアンウェイ再生 ・超小型パーソナルモビリティの実装を支援するエネルギー供給機能の実現 ・災害時等の避難誘導、回避機能 【つくばの利点】 ・48kmに及ぶ日本最長の自転車・歩行者専用道路	【ソフト面】 ・警察、市との調整 【ハード面】 ・超小型パーソナルモビリティ(電動キックボード) ・立位型電動車いす ・シェアリングシステム	
E: 水素エネルギー拠点の構築 ・低炭素社会の実現と次世代モビリティへのエネルギー供給 ・災害時等の初動エネルギー供給	【新規性】 ・共同溝内の水素供給網と小型ガスタービンによる発電で自立型エネルギー拠点(直流系統) ・水素燃料電池の公共交通バス、清掃・塵不車への水素供給 ・ペダストリアンウェイの電動モビリティ・シェアリングへの電力供給 ・災害時等の初動エネルギー供給 【つくばの利点】 ・活用余地の大きい7kmに及ぶ地下同溝と地中化された電線	【ソフト面】 ・水素貯蔵、小型発電の設置に係る規制 ・社会受容性の確保 ・共同溝再整備、つくば駅周辺再開発の資金確保とプロジェクト組成 【ハード面】 ・水素地下貯蔵技術 ・水素シェアリングの低コスト化 ・FCV、EVのバリエーション拡充	

表 2 研究学園都市での「次世代自動車交通基盤」の取り組み(代表的ユースケース)

社会課題		解決策の新規性をつくばの利点		ポータルネットワーク	
内容				ソフト(規制等)面とハード(要素技術)面	
キャンバスMaas ・交通渋滞の緩和・解消 ・利便性の向上(スムーズな乗り継ぎと待機時間の削減) ・水素燃料電池バス導入 ・災害時等の避難機能としてのバックアップ電源確保		【新規性】 ・バス搭載のレーザー・ライダー・カメラによる交通流データの収集 ・渋滞構造の解明と解消手法の獲得 ・最小限の交通流データによる交通渋滞の予測把握、予測で交通流整流 【つくばの利点】 ・交通流制御との連携協力が可能な公共交通バス ・交通流計測、顔認証のデータ利用における協力環境(大学キャンパス内) ・大学キャンパス内に確保可能な水素ステーション設置場所		【ソフト面】 ・個人情報保護(大学、バス事業者との調整) 【ハード面】 ・交通流データ収集・知能化 ・衛星利用、ドローン観測 ・顔認証・決済システム ・人工知能センター機能強化	
医療Maas ・シャトルバスによるつくば駅と筑波大学附属病院との直結 ・病院受付・診療費会計処理の迅速化 ・救急搬送の迅速化・効率化による救命確率の向上 ・看護師や職員不足下での医療行為の質的向上		【新規性】 ・シャトルバス(往路・帰路)での顔認証による病院受付・診療費会計処理 ・救急車到着時の病院前交差点での信号制御 ・手術室に直結する自動運転支援救急車 ・救急車への最適経路の誘導 ・顔認証による救急車内での患者確認 【つくばの利点】 ・筑波大学附属病院との連携環境		【ソフト面】 ・個人情報保護(病院、バス事業者との調整) ・自動運転の公共交通への実装に係る法令 ・社会受容性の確保 ・警察との調整 【ハード面】 ・自動運転技術 ・水素燃料電池救急車 ・顔認証・決済システム	

(4)大阪・関西万博への貢献

本プロジェクトの成果は大阪・関西万博へ貢献できると考える。その理由として、第一に、本プロジェクトがフィールドとするつくば地域の地理的特性である。つくば駅から筑波大学への領域(図 18)を、万博用地と重ね合わせると図 19 のようになる。つくば駅とユニバーサル・スタジオ・ジャパンを中心に据え、筑波大学への向きと万博用地への向きを合わせた。この図から、距離などの地理条件に大きな差異はない。また、筑波大学外国人比率は 14%であり、想定万博来場者外国人比率 12.5%とほぼ同じである。

第二に、万博サブテーマの一つ「多様で心身ともに健康な生き方」では、「医療 MaaS」の事例が役立つであろう。開催期間は真夏を含んでおり、会場シャトルバスや救急車遅延は回避しなければならない。2017 年大阪市救急車活動実績は、市民 1 万人に 844 件出動し、693 人搬送している。万博来場者数を 2,800 万人と想定しており、236 万件の出動と 194 万人の搬送が 185 日間で発生することとなる。



図 19 筑波大学と夢洲の関係

第三に、夢洲から外部への自動車移動は夢舞大橋と夢咲トンネルとに限られる(図 20、図 21、図 22 参照)。交通渋滞対策には「キャンパス MaaS」の結果を組み込める。また、我が国は地震や台風などの自然災害大国である。道路ネットワークの冗長性の少ない会場は災害時には孤立する可能性が否定できず、水素などによるオフグリッドでの電源確保が必要である。そこにも、本プロジェクトの知見を活かせるであろう。



図 20 夢咲トンネル



図 21 夢舞大橋

最後に、つくばには 1985 年 3 月から 184 日間かけて開催された国際科学技術博覧会での経験がある。本プロジェクトでは、そこで培った街づくりやインフラ維持管理に関するノウハウを活用しており、そのような視点も組み込むことができる。

以上から、大阪・関西万博では、交通分野及び医療分野での創生能力が求められており、本プロジェクトのユースケースである「キャンパス MaaS」や「医療 MaaS」の知見が貢献できると考える。



図 22 大阪湾上空からの夢洲

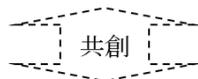
2-4. 体制

(1) COCN

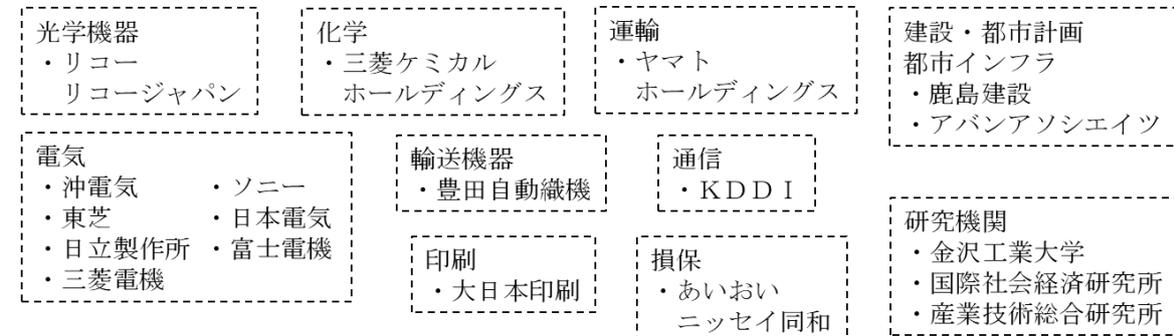
リーダー	大澤 義明 (筑波大学)
サブリーダー	高原 勇 (筑波大学)
メンバー	蒲島 郁夫 (熊本県知事)
	加藤 光久 (豊田中央研究所 会長)
事務局	トヨタ自動車、三菱総合研究所
参画企業・法人	全19社・法人 + 筑波大学

実証実験に向けた広域連携

・茨城県、つくば市および近隣関係自治体（常総市、石岡市）、公共交通事業者（関東鉄道）



ユースケース検討



基礎研究

・筑波大学 未来社会工学開発研究センター

表 3 本年度の活動

	日時	場所	主な議題
プロジェクト会議 (第1回)	2018. 6. 11 10:30~12:30	筑波大学 睡眠医科学研究棟	キックオフミーティング 本プロジェクトの提案概要説明 他
COCN フォーラム	2018. 7. 19 13:00~17:00	経団連会館	地域未来の社会基盤としてのMaaSで、何を 解決すべきか、そのために何が必要か 他
プロジェクト会議 (第2回)	2018. 8. 7 10:30~12:30	筑波大学 睡眠医科学研究棟	産業界が推進する Society 5.0 「地域未来の社会基盤」他
COCN 実行委員会	2018. 9. 14 14:40~15:25	日本プレス センタービル	中間報告の審査
COCN 理事会	2018. 10. 5 8:00~10:00	帝国ホテル	中間報告
プロジェクト会議 (第3回)	2018. 10. 12 10:30~12:30	筑波大学 睡眠医科学研究棟	社会計測の取り組み事例紹介 グループディスカッション 他
プロジェクト会議 (第4回)	2019. 1. 21 10:30~12:30	筑波大学 睡眠医科学研究棟	報告資料案(中間報告)の展開 グループディスカッション 他
COCN 実行委員会	2019. 2. 1 15:25~16:10	日本プレス センタービル	最終報告の審査
COCN 理事会	2019. 2. 15 8:00~10:00	帝国ホテル	最終報告

(2) 筑波大学を中心とする公共交通

筑波大学は国内的にも国際的にも「開かれた大学」として、旧来の固定観念に捉われない柔軟な教育・研究組織と、次代の求める新しい大学の仕組みを率先して実現することを基本理念としている。持続的な競争力と高い付加価値を生み出す自律的な改革が大学に求められる中、未来を構想し、その実現に挑むフロントランナーと自らを位置付け、我が国の大学改革を先導する役割を担っている。総学生数(学部)9,900人、総学生数(大学院)6,800人、総教員数(本務者)1,900人、筑波大学筑波キャンパスの面積は約260万平方メートルにもなり、一つの自治体に匹敵する規模を誇る。2017年には、トヨタ自動車と共同で未来社会工学開発研究センターを設立した。

つくば市は、2017年に市制30年を迎え、「世界のあしたが見えるまち—Society 5.0×SDGs—」をキーワードに街づくりを展開している。知識集積と多様性という強みを活かし、また、研究機関の成果、市民の知恵による取り組みを推進することで、世界中の自治体へ解決策のヒントを発信しようとする意欲的な自治体である。2011年には国際戦略総合特区に指定され、2013年には環境モデル都市に選定された。そして、2018年度には内閣府よりSDGs未来都市に選定された。選定時のつくばSDGs未来都市先導プロジェクトにおいて、Society 5.0フィールド実証支援、スタートアップの活動支援、地域共創プラットフォームの設置、交通手段の充実等の取り組みが位置付けられている。

関東鉄道株式会社は、図23に示すように、茨城県南を主たる営業エリアとしており、バス事業と鉄道事業を展開している。特に、筑波研究学園都市形成期から、学園都市と土浦駅を結び、また、1985年の国際科学技術博覧会では、国内初の連結バス使用実績を有している。広大なキャンパスを誇る筑波大学とも関係性は深く、①筑波大学キャンパス交通システムの導入、②東京駅からの筑波大学までの高速バス運転など、緊密な関係を保持している。

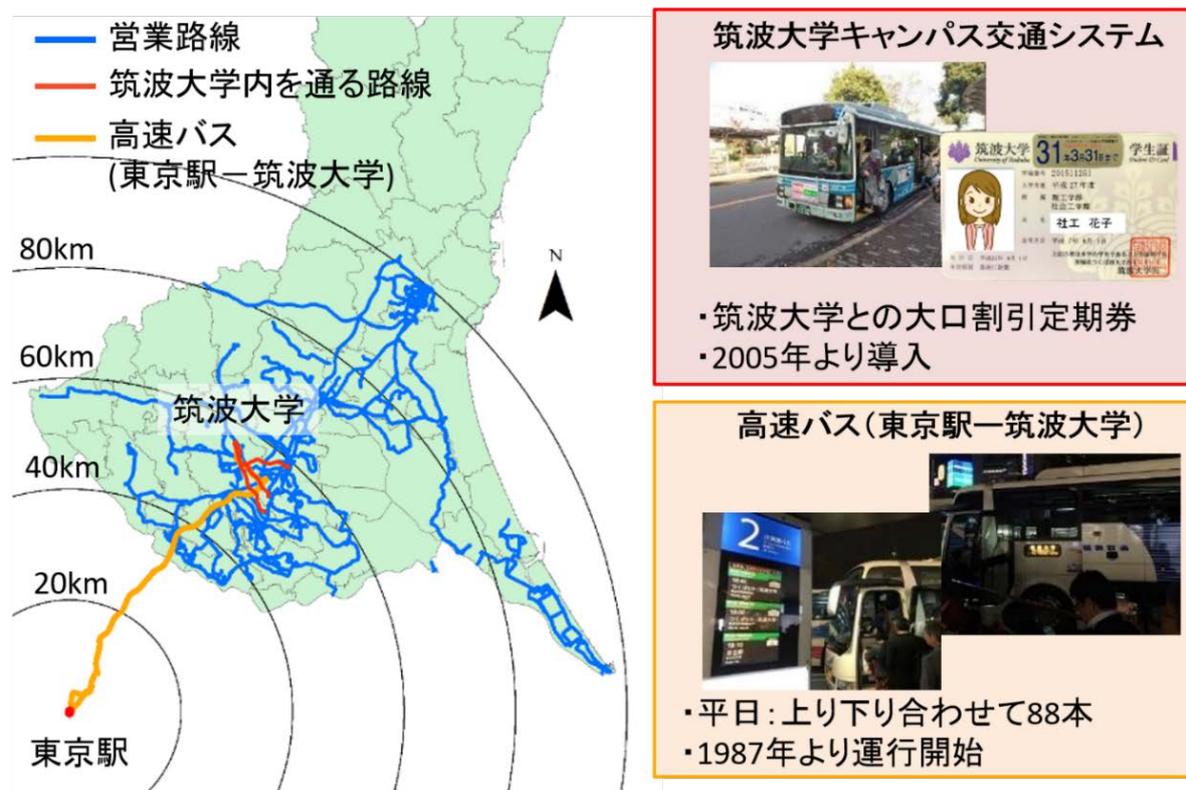


図 23 関東鉄道営業エリア

(3)モビリティ イノベーション協議会

モビリティイノベーションが実現した地域の将来像を描き、ニーズ起点で必要なサービスを具体化し、その実現に向けた施策、ビジネスの検討、実証、実装していく上で、産学官の協働が不可欠である。その上で、地域の課題を整理し、それに対する KGI や KPI を定めることが必要となる。そこで、本プロジェクトでは、異業種からなる複数の企業群と自治体、大学・研究機関が参画する産学官連携によるモビリティイノベーション協議会を設立し、課題先進国である我が国の強みを活かしたスピード感を持った検討に取り組む(図 24 参照)。必要な規制緩和や実証実験に要する支援措置などを受けるとともに、既存の協議会・委員会と連携する。その際に、協議会をオープンなイノベーションプラットフォームとすることで、スタートアップ企業、シビックテック企業などの育成も視野に入れる。起業家たちが、プラットフォーム上で交通などの地域データを活用し地域課題を解決する収益モデルを開発すれば、未知のユースケース創出も誘発でき、つくば地域の交通手段の充実、産業創出、さらには、我が国の経済成長に寄与できる。

具体的には、本格的な実証実験に向けた計画の合意形成、関係法令への適合性、リソース管理などを審議するステアリングコミティと、実証実験の計画内容、実現性検証など、計画の立案を担うワーキンググループで構成する。筑波大学を中核とし筑波研究学園都市の恵まれた社会資本ストックを活用し、つくば市や関東鉄道、茨城県などの自治体や企業体と連携しながら、我が国初の本格的な「次世代自動車交通基盤」に関する協議会を発足させる。学生などの生活圏を重視し、街とキャンパスとの境界線や行政境界を明示的に意識しない新モビリティの導入を計画・実現し、その成果を筑波研究学園地区、つくば市全体、さらには近接する常総市、石岡市などの周辺地域、そして全国の地方部へ波及させる。地域における自動車の技術革新の活用、モビリティイノベーションの実現を妨げるボトルネックを明らかにする。合わせてモビリティイノベーションの地域導入に伴う時空間利用の変化、環境負荷の改善可能性を検討し、来るべき社会の、地域におけるあるべき拠点とネットワークの構造を指し示す。激しい国際競争の中でいち早く産学官連携による先導的事業モデルを構築する。

研究学園都市への提言活動

- 筑波大学・つくば市・産業界で協議会発足計画
- 交通流解析と数学応用による社会課題解決
- 地域社会の次世代自動車交通基盤を提言



図 24 筑波大学を拠点とする体制

3. 「つくばモデル」を実現する大学を中心としたオープンイノベーションと拠点形成

「つくばモデル」の拠点となる筑波大学は、本プロジェクトの推進を通してイノベーション人材の育成も担う。プロジェクトの推進と一体となった人材育成とイノベーション拠点形成を目指しており、以下においてその取り組みと強みを紹介する。

3-1. 産学官融合と機能強化

(1) 未来社会工学開発研究センター

本推進テーマでは、企業が大学の懐に入る新しいかたちの産学連携を展開する。企業が培ってきた優れた資産として、①技術やマインド(チャレンジ精神、経営感覚)、②人材やそのネットワーク、③資金も含めた良好な研究環境やノウハウがある。これらを異能が集う大学の研究教育拠点の中核に直接打ち込むのである。筑波大学は、研究領域の豊富さと学術研究の推進力が強みである。そこで、図 25 のように、数理や AI にも強い未来社会工学開発研究センターを企業の出島として運営し、大学と面的に連携することで、産学融合を具現化する。なお、文部科学省公募事業平成 30 年度「卓越大学院プログラム」に採択された世界最高水準の教育力・研究力を結集した 5 年一貫の博士課程学位プログラム「ヒューマニクス学位プログラム」との連携も視野に入れ、筑波大学が保有する多様な研究領域においても領域間交流を促進させる。



図 25 新たな産学連携

筑波大学に出島機能を組み込むことで、本推進テーマの効果はさらに引き出される。それを支える理由は主に 4 点ある。

第一に、学生・教職員・研究者らは同一生活圏を有しており筑波大学は巨大な合宿所と呼ばれる。そのような地理的条件により、技術開発がもたらす新しい暮らしを、当事者として享受し、評価することができる。その結果として、デジタル技術と親和性の高い学生や教職員とが協働することで人間らしい付加価値の高い創造が期待できるのみならず、合意形成に必要な不可欠な社会的受容性が能動的に醸成される。

第二に、筑波大学は科学技術が集積する筑波研究学園都市の中核であり、筑波大学教員は我が国の典型的な地方都市の都市計画関係委員会に多く参画している。研究機関が広範囲に散在している筑波研究学園都市は、コンパクトシティへの移行に時間を要する周辺の地方都市であり、モビリティイノベーションの効果を直接的・間接的に享受できる。なお、筑波大学社会工学専攻では、2017 年度においてつくば市 15 名、土浦市 12 名の委員派遣実績がある。

第三に、筑波大学が設立して半世紀が経ち、既に約 115,000 人の卒業生を輩出している。図 26 に示すように、2018 年筑波大学学(群または部)入学者数は、茨城県を除くと、都道府県人口におおよそ比例しており、交流人口や関係人口も多く、大規模な人的ネットワークを有する。

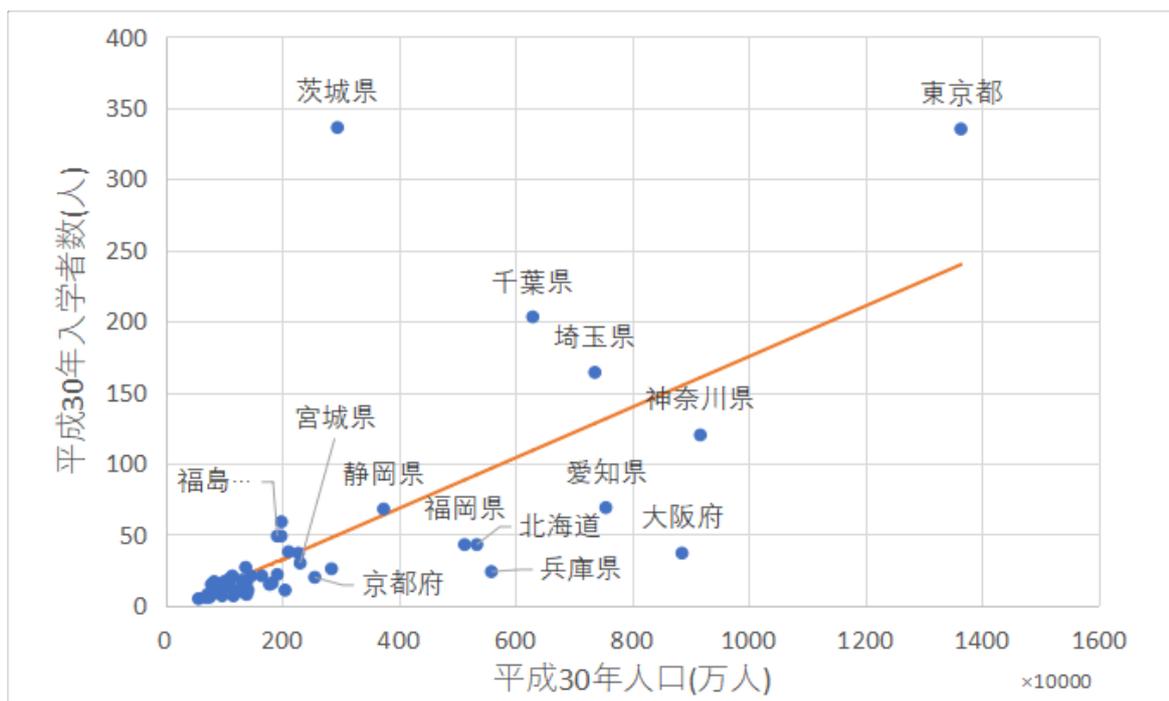


図 26 2018 年度筑波大学学(群または部) 都道府県別入学者数

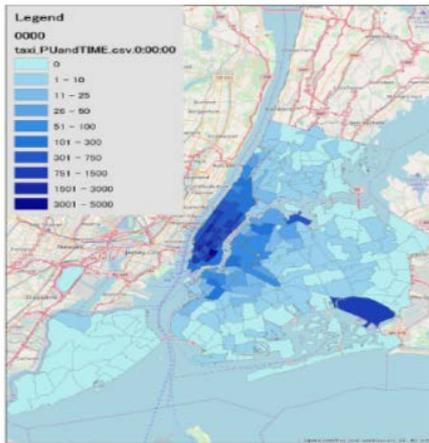
最後に、大学敷地内では、ドローン利用や水素ステーション建設に関する制約条件が弱い。また、キャンパス整備に関してトップダウンでの包括的な意思決定も可能である。そのため、本プロジェクトを推進するにあたって直面する課題における調整や合意形成において、早期実現が期待できる。

(2) 数学・数理科学人材の育成

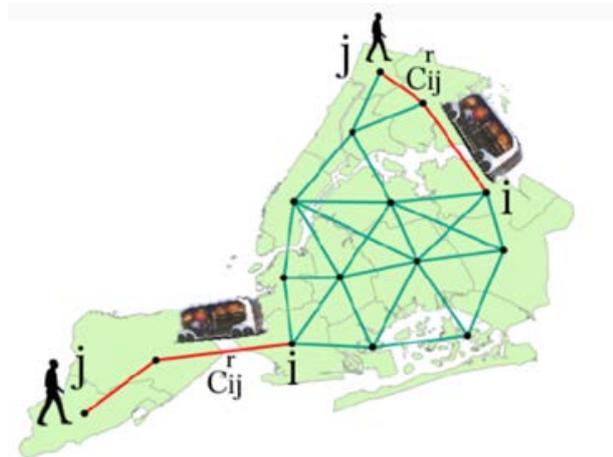
Society 5.0 が目指す社会では、社会課題の解決や個々の利用者の便益、企業の収益など、達成すべき様々な要素を高次元で満たすことが求められる。多数の要素を満たす最適解を求めることは容易でないが、その難題の解決のためには数学の応用が有効となる。

筑波大学の未来社会工学開発研究センターでは、社会課題の解決策の検討に学生が数学を応用して取り組む GRIPS-仙台という教育プログラムに共同研究で参画している (GRIPS: Graduate-level Research in Industrial Project for Students)。この基となった RIPS は、米カリフォルニア大学ロサンゼルス校の純粋応用数学研究所 (IPAM) が始めたプログラムであり、日本では 2018 年に東北大学で初開催された。

例えば 2018 年の GRIPS-仙台では、交通サービスにおいて、車の再配置・待機・遅延にかかる時間をコストとみなし、運賃収入からこれらのコストを引いた利益が最大化される条件を数学によって導き出した。都市の人流データから、次世代モビリティを用いた交通サービス (1 人乗りまたは 2 人相乗り) において利益を最大化する配車台数を求めたのである (図 27 参照)。この計算により、平常時と朝・夕のピーク時における最大利益と必要台数がわかる。多用途利用が可能な車両であれば、平常時に余裕がある車両を別の用途に回した時の利益も計算可能である。GRIPS-仙台においては、仙台都市圏パーソントリップ調査、及びニューヨーク市におけるタクシー乗降データから、両都市の最適解を計算したが、この計算式は、データがあれば他都市への応用も可能である。



都市人流データ



$$\max_{x^p, x^r, w, d} \sum_{i,j,v,t} c_{ijv}^p x_{ijvt}^p - \sum_{i,j,v,t} c_{ijv}^r x_{ijvt}^r - \sum_{i,j,t} c_{ijt}^w w_{ijt} - \sum_{i,j,t} c_{ijt}^d d_{ijt}$$

運賃収入
再配置コスト
待機コスト
遅延コスト

全体利益算出式

図 27 次世代モビリティを用いた交通サービス計画への数学応用事例

これからのAIを活用したデータ駆動型の社会において、多様な知識や経験を有する人材が連携するためには、数学を共通言語として、そこから導き出される客観的な解決策を共有することが重要となる。元来、日本人の数学リテラシーは国際的にも優れている一方、現時点では、数学・数理科学専攻の博士課程学生のキャリアパスはアカデミックポジションに偏っている(図 28 参照)。産業界からは、数学・数理科学の専門人材とともに、より幅広い人材での基礎数学の修得が求められており、その人材育成に対する大学への期待は大きい。「つくばモデル」の推進にあたっては、数学応用を積極的に進めるとともに、GRIPS への継続的な参画など、数学・数理科学人材の育成も強化していく。

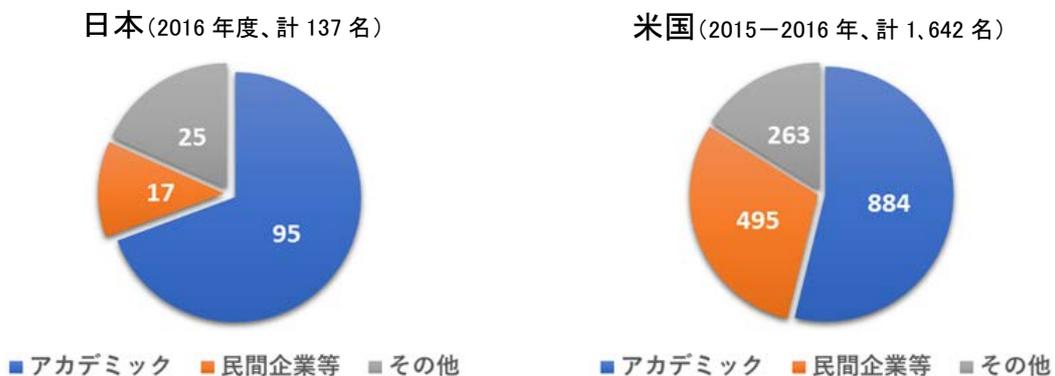


図 28 数学・数理科学専攻博士課程学生のキャリアパス(日米比較)
(文部科学省資料より本テーマ事務局作成)

(3) 地方におけるイノベーション拠点としての大学

教育、医療、インフラ、防災、産業など、地域性に即して地域課題を解決するためには、先端技術とデータを組み合わせることが必要である。地方創生、国土強靱化には、各地域にある大学が核となることが不可欠である。

図 29 は、横軸を 20～24 歳年齢人口シェア(若者人口比シェア)、縦軸を大学生数シェア及び国立大学学生数シェアとし、47 都道府県を白丸と赤丸でプロットしている。45 度線では若者人口シェアとバランスが取れており、45 度線より上側領域に位置する白丸では学生数シェアが若者人口シェアと比べて相対的に多高く、45 度線下側領域の赤丸では学生数が過小となりバランスが崩れる。図の白丸の分布からは、東京への大学偏在が読み取れる。

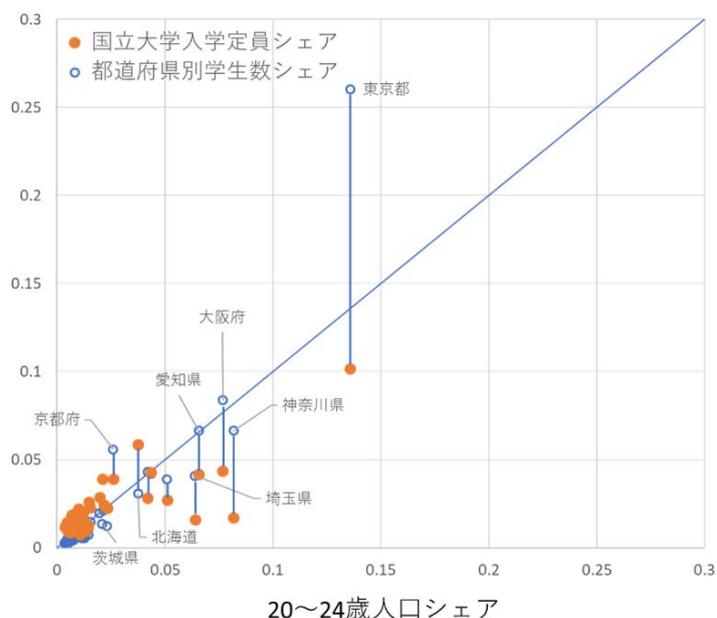


図 29 学生数と若者人口とのバランス

図の白丸の分布からは、東京への大学偏在が読み取れる。私立大学は市場性を重視するためと思われる。一方で、国立大学に絞り込むと、東京の比率は下がり、地方の県が 45 度線を越える。全国には 86 の国立大学があり、これらのネットワークは我が国が長年にわたって築き上げてきた重要な資産である。各地域の産業構造を変えていくためにも、オープンイノベーションや起業における国立大学への期待は高まる。そこで地方の主たる移動手段である自動車を活用するモビリティイノベーションが果たす役割も大きい。

(4) リカレント教育

テクノロジーの進化とグローバル化の深化により、地域のイノベーションを創出する即戦力が求められている。これまでは、与えられた社会課題に対し正確に解答する人材が重用されてきた。しかし、これからは何が問題なのかを確定できない混沌とした時代に入り、課題そのものを設定できる人材が求められる。

自動車に関する技術革新を社会実装するためにも、社会受容性を高めるためにも、中堅人材の育成強化が不可欠となる。筑波大学社会工学専攻では、2017 年度よりリカレント教育の場として地域未来創生教育コースを開設した。2018 年度現在、2 年次に 2 名、1 年次に 3 名が所属している。2019 年度にも複数名の入学者が予定されている。文部科学省平成 30 年度「職業実践力育成プログラム(BP)」において「地方創生」カテゴリで認定された。本コースは、持続性ある地域の未来を創生できる高度専門職業人を養成することを目的としている。修了後も地域の発展に寄与することを志す社会人を対象に、急速に進展している技術について重点的に研究教育を行なう。

本コース履修生は、社会人として自ら発掘した具体的な課題などを研究テーマとして設定し、自ら研究計画を立案する。指導教員を含めた複数の教員からなるアドバイザーグループによる指導のもと、外部リソースなど産学官をつなぐ能力を高め、課題解決のための研究を行う。研究成果を修士の学位請求論文としてまとめ、審査を受け、修士(社会工学)を取得する。本コースでは、それらの経験と成果を社会に還元し、持続性のある地域未来を創生する人材を育成することを目的としている。

(5) 高大連携

都市計画や街づくりは「百年の計」と呼ばれる息の長い行為であり、中長期的に取り組むべきものである。しかし、少子高齢化が進み、シルバー民主主義が蔓延し、近視眼的政策が実行されるようになってきた。そのような閉塞感を打開するためにも、若い世代が牽引する街づくりが求められる。衰退する地域では、「地域に魅力がない」→「若者が流出する」→「高齢者偏重の政策が選ばれる」→「地域に魅力がない」と負のスパイラルに陥っているのである。これを、「地域の魅力が増す」→「出生率を増加させる」→「若い世代の目線の政策とする」→「地域の魅力が増す」という正のスパイラルとしなければならない。そこで、筑波大学社会工学専攻では、高大連携活動を積極的に展開してきた。実際の施策にも反映できるよう客観的議論を重んじ、数学的思考に基づく定量的な提案を最終目標としている点に大きな特徴がある。

ワークショップを進める上でのポイントは 3 つある。第一に、高校と自治体と大学との三者連携である。もし高校と大学だけの連携であれば、高校生の生きた定量的提案が政策に反映されず、高校生のモチベーションも上がらない。また、高校と自治体のみの連携もあるが、定性的な議論に終始することが多い。大学連携による大学生の参加は自治体と高校生の触媒としてアクセントにもなっている。第二に、ファシリテーターも含め大人のアイディアを押しつけないことである。そもそも目的は、高校生の素直な感性に基づく隠れた意見の発掘である。裁量は高校生の満足度も動機付けも高めるのである。まさに、課題解決学習は能動的学びを意味するアクティブラーニングの場である。なお、高校生の参加は公募で求めるのが望ましい。自分で参加表明すればグループ作業等にて多少悩み苦戦しても頑張れるのである。第三にグループ構成である。学校などの高校生属性とは無関係に機械的に班分けを行う。地元の状況に必ずしも明るくないファシリテーターがいる一方でメンバーが多様だと、他の高校生などの意見を聞く一方で説得し、予想外の化学反応が発生する。

北海道天塩高校との高大連携事業では、シェアリングや電動化というモビリティイノベーションを高校生に浸透させるために、ブロック玩具とプロジェクション・マッピングによるシミュレーションも展開した。地形などの動かない情報をブロック玩具で、自動車や航空機、さらには人口や電力ポテンシャルのような変化する情報をプロジェクション・マッピングで表現し、それらを重ね合わせた交通シミュレーションである。その結果、第一に、断面交通流と運転手推定人口を同時に可視化することで、ライドシェアリングが必須であることが明らかになる。第二に、電動化に適した場所であることを地形の高低差を示すブロック玩具で示し、風力ポテンシャルをプロジェクション・マッピングで投影することで共有できる。豊富な自然エネルギーとフラットな地形が活かせることを可視化できる。



図 30 高大連携ワークショップの様子

3-2. 未来社会に向けた研究学園都市

図 31 に示すように、企業群と連携する未来社会工学開発研究センターを筑波大学に配置する。それにより、我が国の成長戦略を支える「人材育成」、「研究開発」、「地方創生」へ最終的に到達する 3 つの波紋の発生が期待できる。

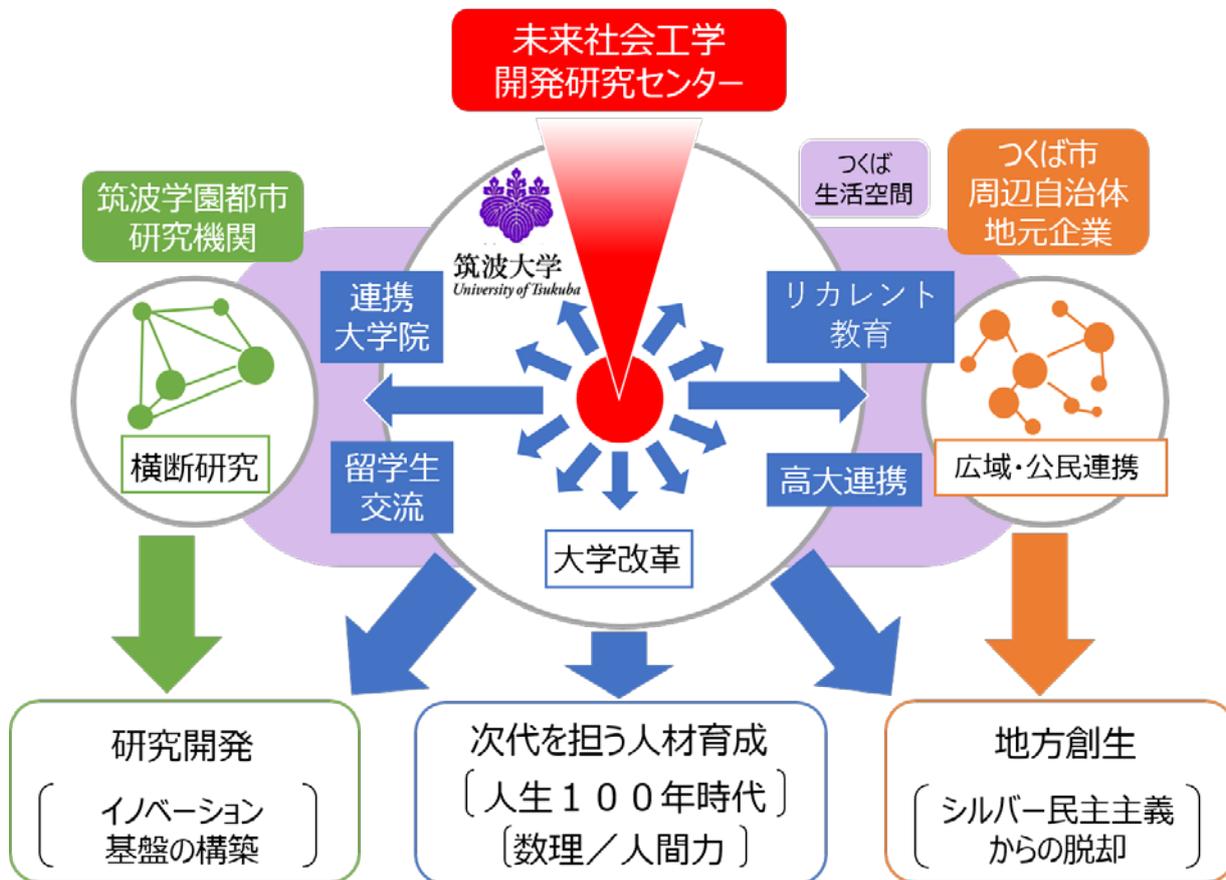


図 31 つくば型オープンイノベーションの考え方

第一の波紋は、大学改革の推進である。民間活力で、人材が豊富で多様であり起業しやすいというつくばの土地柄を活かす。大学での教育・研究効果が高まり生産性が向上すれば、税収が増え、さらに大学へ投資するという好循環が生まれる。我が国の教育・研究を先導する大学の構造・組織改革を展開し、我が国の国際競争力強化へ貢献する。

第二の波紋は筑波研究学園都市が有する研究機関の連携強化による活性化である。つくばには 30 を越える政府関係の研究所在立地しているがそれらのスケールメリットは必ずしも働いていない。車社会であるつくばでモビリティイノベーションを展開することで、物理的のみならず精神的距離も短くする。また、筑波大学では約 1,700 名の留学生(国内第 7 位)を受け入れており、既存の連携大学院制度を活用するなどグローバル化を活発化させる。筑波大学との地理的隣接性を活かし、府省に依存して縦割りになりがちな研究機関間において組織の垣根を越えた横断研究を推進する。筑波大学学長、産業技術総合研究所理事長、つくば市長などが参加したつくばグローバル・イノベーション推進機構は「筑波研究学園都市長期ビジョン」を 2017 年に策定した(図 32 参照)。そこでは、研究機関の連携強化が強く提唱されており、第二の波紋はこれを具体化しようとするものである。

筑波研究学園都市長期ビジョン

《スローガン》

夢を育み、未来を創る街

《ビジョン》

つくばは、人類の未来を創ることを目標として掲げ、街全体を未来社会へのオンラインのエクスペリメントフィールドとし、「知」によるソリューションを提供します。そのため、最先端の「知」と「技」による、学術研究および多様な課題解決に向けた開かれた共創の場を形成します。

それは、多彩な人々が夢に挑戦し、持続的に活動する場です。

人間の幸せにつながる学問分野が融合し、その成果をつくばの特徴や強みを生かして社会に還元する場です。

さらに、研究機関の協働により、鬼才・異能の研究者が集う「知」のコロシアムを形成し、また科学技術の発展を社会イノベーションへとつなげる場となります。

以上の取り組みを通じて、つくばは、市民とともに、未来を想うすべての人が輝く、健康と幸福の溢れる街となります。

長期ビジョン作成に当たっては、平成29年4月1日の発信に向け、つくば市長はじめつくばにある大学、研究機関、企業等の有識者らが、検討・作成しました。

図 32 筑波研究学園都市長期ビジョン



図 33 筑波研究学園都市のブロック玩具模型

第三の波紋は、地方自治体の構造改革である。モビリティイノベーションにより、勘や思い入れから、エビデンスに基づく政策展開へのシフトを誘導する。大学が得意とする数学、統計、工学、技術、データクレンジングなどを内包したデータサイエンスや情報開示の知見を活かす。サービス向上や業務効率化により、生産性を高め無駄を省くことで行政改革が進む。同時に教育する余裕が生じ、地域を支える人材が育成される。その結果、Society 5.0 の土壌形成が強化され組織改革が自律的に働く。筑波大学は、東京師範学校や東京教育大学の DNA を引き継ぐ大学であり、自治体職員などへのリカレント教育や高大連携などの多次元交流を通して広域連携や公民連携を加速化させ、地方創生に必要な人材を育成し供給する。例えば、図 33 は大学生が作成した筑波研究学園都市ブロック玩具・プロジェクションマッピングである。動かない建物や道路などを、高低差を組み込んでブロック玩具で表現し、自動車などの移動体をプロジェクション・マッピングで表現する。配置を移動させ、それに応じて変化する交通流を生成することで、Society 5.0 時代の住民ワークショップを実現できる。

人生 100 年時代に鑑み、大学が中心となり、次代を担う、数理能力を有する人間力の高い人材を育成する。これによりイノベーション基盤を構築して研究開発を進め、シルバー民主主義からの脱却による地方創生を目指す。そのためにも、大学がこれまで蓄積してきた豊富なデータやノウハウ、異能の研究者が有する個性を活かしながら、研究機関に所属する研究者のキャリアアップやキャリアチェンジを大学が支援する。

以上のように、多岐にわたる化学反応による人づくりを中核に据え、大学においてパラダイムシフトを引き起こし、研究機関や地方自治においても発想の根本的な転換を誘導するのである。大学が牽引してオープンイノベーション拠点を強固にすることで、人材育成、研究開発、地方創生に寄与することとなる。この結果、さらなる民間投資を誘引することとなり好循環が形成される。そして、研究開発と新技術の社会実装を加速させるつくば型オープンイノベーションを全国へ波及させる。

3-3. 日本を支える地方創生と都市再生

(1) 地方創生

本プロジェクトの推進は以下のことに貢献しうる。第一に、地方での人口定着率の向上である。テレワーク等の働き方改革による余暇時間の確保、育児休暇の取得、裁量労働制の拡大により、保育環境の向上が図られる。コミュニティ再生による孤独死の減少、放置空き家の減少、買い物難民の抑制などが実現することにより、生活の場としての地域はいっそう魅力的になり、モビリティイノベーションはそれらの一翼を担うことが期待される。第二に、地元の産業や雇用の創出も含めた産業競争力の強化である。オフグリッドやモビリティサービスでの FinTech 技術の駆使により、地域に由来する個性ある新たな価値を創出する。再生可能エネルギーによる効率的なエネルギー管理が実現されて地域は自立性を取り戻し、一方で我が国の原風景は維持・向上されるので、これに惹きつけられて、都市部、そして外国から旅行者が増加する。新たな6次産業化や新行政サービスなど、次世代産業の立ち上げにより外需を取り込むことで、住民の生業の創出と生活の質向上が期待できる。また、オフグリッドは、我が国電力網の維持管理コストを大きく縮減する。さらに、国際標準化でイニシアティブを握る。モビリティイノベーションの地方実装に関する知見をいち早く獲得し、国際的に通用する仕組みを構築できれば、我が国産業界が他国に先んじて対応でき、産業振興に寄与できる。第三に、都市部や我が国全体への正の波及である。エネルギーや食糧自給率の向上による国際競争力の強化、温室効果ガス削減による地球環境保護への貢献、多様なライフスタイルの提供によるダイバーシティ社会の実現、首都直下型地震や東海・東南海・南海地震などの際の都市部被災地への支援拠点の構築、森林管理による大雨などの異常気象時の都市部水害の抑制など、地方のモビリティイノベーションに基づく新たな拠点とネットワークを軸にした自立は、大都市を中心とした我が国の社会全体をも力強く支えることになる。

(2) 都市再生

都市部の再開発は、建物と道路との関係を大きく変えるであろう。これまで、駐車場布置義務は建築設計の自由度を落とし、ビル不動産経営の採算性を悪化させてきた。また、街区と街区の間を抜ける幹線道路が建物間歩行者動線を分断するため、都市というスケールメリットを生かしきれなかった。しかし、モビリティイノベーションによりその関係は改善する。

例えば、自動運転によるバレットサービスが実施されれば、ビル駐車場における駐車・通路スペースを大幅に削減できる。自動運転とライドシェアリングが本格化すると、駐車場すら不要となり、接道や耐震化、不燃化対策も含め空間利用の自由度が上がる。また、つながるクルマにより、自動車交通流を広範囲で抑えられれば、複雑な信号システムを広域レベルで最適化できる。時空間交通制御が一定の精度で実行できれば、緊急車両が入るための街路拡幅は不要となるかもしれない。その結果として、交通安全が保証され、限界性に満ちた地上空間が創出され、歩行者は豊かな四季を五感で堪能できるであろう。また、内燃機関自動車からFCV、EVへ移行すると、排ガスがなくなり、建物内部へ直接自動車が入ることも考えられる。車中会議が可能となれば、オフィスから外部へのシームレスな移動サービスがさらに充実する。

高い自動車保有率、高水準の道路インフラを有する地方都市の再開発では、街と自動車との連携効果はさらに膨らむ。例えば、車両認証によるキャッシュレス課金は、ドライブスルーや駐車場などの構造物形態も変えるであろう。

4. ロードマップ

4-1. 社会実装への道筋—研究力強化と人材育成—

社会実装に向けては、ビジネスモデルの構築が不可欠となる。そのためには、図 34 に示すように、ビジネスによって解決すべき社会課題が特定され、その実証に相応しいユースケースが設計されていることが必要となる。近隣の常総市や石岡市などの茨城県南、さらには全国への波及を意識し、地方都市における「次世代自動車交通基盤」の社会的受容性や拠点配置を含めたフィージビリティなどの検証のため、PoC（コンセプトの効果的実証）を行う。新たなビジネスモデルを創出するために、産業界の異業種からなる複数の企業群と大学、自治体が参画する産学官連携拠点で、協調領域の形成と研究が必要である。本プロジェクトにおける実証事業では、以下のポイントに留意して進めるものとする。

- ① 研究学園都市の社会課題を踏まえた代表的ユースケースの設定、筑波大学でのコンセプト検証
- ② 自動車による技術革新に関して、産業界を中心としたビジネスモデル構築
- ③ 研究成果を踏まえた技術・効果・社会的受容性の検証、標準化に向けたルールづくり

地域活性化、地方創生のため、全国各地においてこれまで数多くの実証実験が行われ、大量のヒト・モノ・カネが投入されてきたが、ほとんどが実装までに至っていない。その理由として、学術研究に裏打ちされた基礎理論の構築が不足し、人材育成も含めたオープンイノベーションが十分に整備されてこなかったため、プロジェクトの持続力が弱かったことが挙げられる。そこで、地方での自動車による技術革新を主題に据える本プロジェクトの特徴に鑑み、まずつくば地域を施策の集中エリアとし、図 34 に示すように、

- ① 筑波大学学内に、未来社会工学開発研究センターを設置
- ② 地元のステークホルダーが参画する産学官連携による協議会を発足

させる。研究力強化と人材育成を同時に展開することで PoC を実質化し、近隣地域から全国の地方部への展開のみならず、2020 年東京オリンピックや 2025 年大阪・関西万博への適用を視野に組み込んだ社会実装までの道筋をつける。

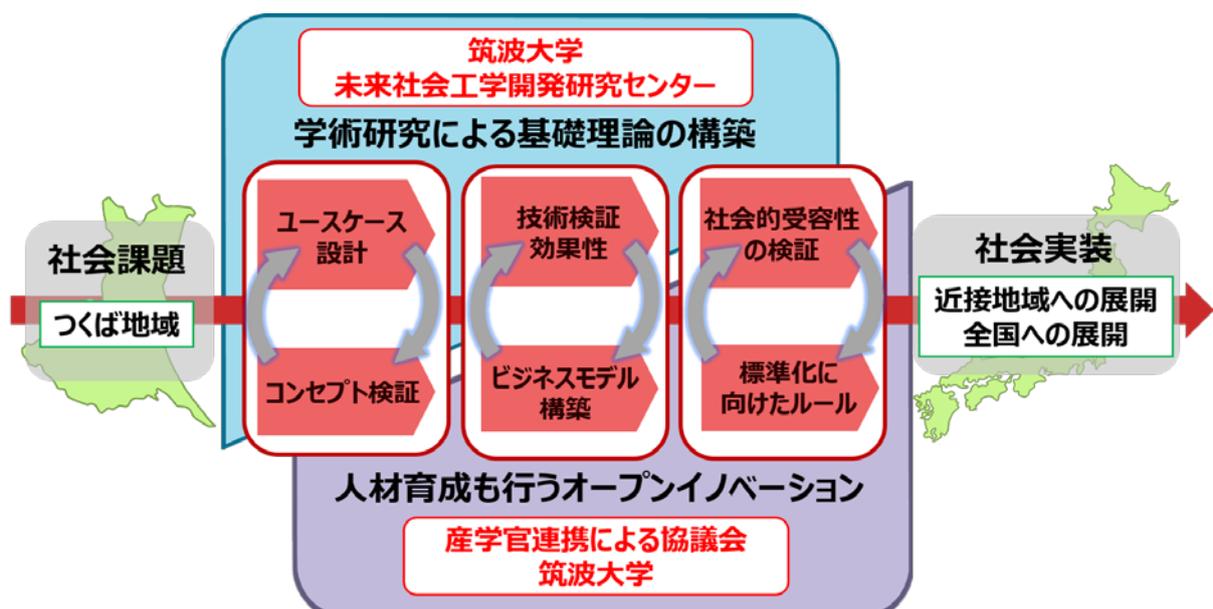


図 34 社会実装への道筋

4-2. 活動スケジュール素案

2020年東京オリンピックや2025年大阪・関西万博への波及を見据え、プロジェクトの事業化・産業化を目指す。事業化に向けてテーマに応じたチーム組成により検討を深め、KPIを設定の上、課題解決に必要な技術の選定や検証を進める。そしてモビリティイノベーションの実現を妨げる法制度などのボトルネックを明らかにしながら、実装エリアを着実に拡張させる。大学を中心とする産学官連携事業推進により、研究力強化や人材育成も同時に行い、激しい国際競争の中で、社会実装、規制・規格整備や制度設計への提言も含め、我が国の成長戦略であるSociety 5.0の実現を図る。ロードマップについては、モビリティイノベーション協議会発足の上で明確にする。

表4 活動スケジュール素案

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
AI時代の交通制御		大学内検証	〇産学官連携によるモビリティイノベーション協議会設立	つくば市実証	つくば市周辺都市への広域展開					
		交通流計測	(大学構内)	渋滞構造の解明・予兆把握 交通流計測(大学周辺)	交通渋滞の解消構展開					
自動運転専用ゾーンの敷設				つくば駅-東京駅-成田空港	シャトルバスの自動運転化					
歩行者用道路の機能強化				電動キックボード検証	周辺地域での超小型モビリティ実証					
水素エネルギー拠点の構築				パステリアンウェイの活用 自立型エネルギー拠点の設立						
キャンパスMasS				水素燃料電池バス/清掃・農作業の検証						
				渋滞構造の解明・予兆把握 顔認証システム決済	水素燃料電池バス					
医療MasS				つくば駅-筑波大学附属病院 シャトルバス						
				顔認証システム病院受付	信号制御					
自動運転革新				自動運転レベル2	自動運転レベル3	自動運転レベル4				
日本の総人口(千人)	126,532	126,177	125,773	125,325	124,836	124,310	123,751	123,161	122,544	121,903
日本の高齢化率(%)	27.8	28.2	28.6	28.9	29.1	29.3	29.6	29.8	30	30.2
備考				東京					大阪万博	
				筑波研究学園 都市建設法 制定100周年	東日本大震災 10年		関東大震災 100年			

5. 期待される効果と今後の課題

人口減少は、空き家増加、地価下落、税収減、財政悪化、1人あたりインフラ維持負担増、市場縮小、雇用機会減少という負の連鎖となり、長期にわたり地域社会に悪影響を及ぼしている。先行き不透明の時代に入り、右肩上がり時代に構築された都市計画制度や街づくりの考え方の適用には無理がある。社会課題解決と地域経済成長を両立させるためには、都市・地域構造を根本から見直すとともに、自律的に動く体制構築が不可欠となる。研究力強化、人材育成による大胆なイノベーションこそが、自然・伝統・文化などの地方の素材を活かし、個々のライフスタイルに見合った働き方を実現する Society 5.0 へ導く。

主として以下の3点を期待効果として「つくばモデル」が具現化され、常総市や石岡市などの周辺自治体のみならず全国へ拡大展開されることにより、我が国の Society 5.0 の土壌形成がより強固となり、産業競争力の強化につながっていく。

第一に、「次世代自動車交通基盤」による地域データ利用の牽引である。「次世代自動車交通基盤」が、自動車が回収するデータの利用を中心とするこの基盤の中だけに限定せず、地域の様々な IoT データと連携することで、そのサービス、価値が広がっていく。これにより多くの社会課題が解決され、地域経済がさらに成長すれば、地域の存立基盤はより強固となる。

第二に、企業が大学の懐に入ることによって実現する産学融合である。それは、企業が培った技術やマインド(チャレンジ精神、経営感覚)、人材やそのネットワーク、資金も含めた良好な研究環境やノウハウ、これらと大学や研究所に集まる鬼才や異能集団との化学反応である。社会と直結する研究、さらには遡って基礎研究の生産性が高まれば、最終的に経済規模は拡大するであろう。その結果、研究と経済との間に正のスパイラルが生成される。

最後に、産学官連携という刺激による自治体の組織改革である。モビリティイノベーションにより行政のサービス向上や業務効率化が確実に進む。その結果、地域を支える人材が育成される。そのような高度人材がさらに地域の経済力を向上させる。この結果、教育と行政改革との間に好循環が生まれる。

本プロジェクトを持続可能な形で展開させるためには、取り扱うデータモデルやプラットフォームについて、国内外の標準化やトレンドを観察しながら構築する必要がある。さらに、主体毎に以下のような役割が求められる。①中央政府は、過度な規制、煩雑な行政手続き、個人情報への過剰な保護などについて、府省横断で構造改革を進める。②産業界は、閉鎖的な自己規制など、技術革新の障害となるボトルネックを解消する。③自治体は、他自治体や産学と連携できる横断的な体制を主体的に構築する。④大学は、地域経済・自然・環境を支え、イノベーションの成否にも関わる地域人材を育成する。

我が国では、2020年東京オリンピック、2025年大阪・関西万博と、都市部でのビックプロジェクトが進む一方で、地方の疲弊は加速化しており、小手先の改革では地方を救えない段階に来ている。都市計画法が制定され100年、筑波研究学園都市法が制定され50年と、我が国の科学技術政策や地域政策を再考する節目を迎えようとしている。技術革新による新たな生活を実現するには、理論と現実、技術と体制とのギャップを現場レベルで埋めていくことが不可欠であり、形式主義や前例踏襲などの慣例と決別する必要があり、ハードルは極めて高い。しかし、筑波研究学園都市には膨大な国費が投入された「実験都市」、筑波大学には「新構想大学」という使命があり、世界に誇れるユースケース「つくばモデル」を筑波研究学園都市で実現する。

(参考)本プロジェクトに関連する主な研究・講演等

COCN プロジェクト関連フィールド等における主な近年の研究	
1	香月秀仁・東達志・高原勇・谷口守、シェア型自動車交通“Shared-adus”導入による駐車時空間削減効果、都市計画論文集、Vol.53、No.3、pp.544-550、2018
2	東達志・香月秀仁・谷口守、都市構造の違いがシェア型自動運転車の運行効率に与える影響、都市計画論文集、Vol.53、No.3、pp.551-557、2018
3	東達志・香月秀仁・谷口守、シェア型自動運転車の運行効率の都市構造依存性、運輸政策研究、2018
4	香月秀仁・東達志・高原勇・谷口守、シェア型自走運転車による自動車利用変化、一空走時間発生による交通負荷への影響一、土木学会論文集 D3、Vol.74、No.5、pp.1,889-1,896、2018
5	Masaki YAMADA, Masashi KIMURA, Naoki TAKAHASHI and Akiko YOSHISE, Optimization-based analysis of last-mile one-way mobility sharing, Discussion Paper Series No.1353, Department of Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba, 39pages
6	山田匡規・木村雅志・高橋直希・吉瀬章子、ワンウェイ型ラストマイルモビリティシェアリングのオペレーション最適化及び新規戦略の検討、日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集 pp.88-89、2018-03
7	小又暉広・小林隆史・高原勇・大澤義明、移動距離に着目した右折禁止交通の効率性、都市計画論文集、53(3)、pp.1435-1441
8	長晃・馬東来・高原勇・大澤義明、相乗り型ライドシェアにおける乗り換え効果 都市計画論文集、53(3)、pp.597-602
9	日高浩太・長谷川義之・布施田英生、新たな経済社会としての Society5.0 を実現するプラットフォーム、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.551-555、2016-09
10	吉村隆、超スマート社会に向けた新産業創出、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.556-561、2016-09
11	田中克二、Society5.0 に向けた社会サービスの創出 —COCN 推進テーマ・プロジェクト活動の提言から—、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.562-567、2016-09
12	紅林徹也、Society5.0 の実現に向けたプラットフォームのあり方、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.568-574、2016-09
13	平岡精一・伊東輝顕・橋本茂・岩井匡代・田中健一、Society5.0 におけるものづくり、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.575-581、2016-09
14	高原勇、IoT 車両情報の社会応用に向けて、オペレーションズ・リサーチ 61(9)pp.582-588、2016-09
15	鈴木勉・長谷川大輔・若林建吾、交通制御による災害非難の効率化シミュレーション、オペレーションズ・リサーチ 63(7)pp.379-385、2018-07
16	山田匡規・木村雅志・高橋直希・吉瀬章子、ラストマイル・モビリティシェアリング 最適化モデルによる運用分析、オペレーションズ・リサーチ 63(7)pp.386-393、2018-07
17	藤川昌樹・山本幸子・仲村健、近・現代の農村地域における拠点集落と拠点間交通 —茨城県石岡市八郷地域を事例として—、オペレーションズ・リサーチ 63(7)pp.394-400、2018-07
18	谷口守・香月秀仁・小嶋和法・東達志、気候変動に資する都市構造と自動車新技術を考える、オペレーションズ・リサーチ 63(7)pp.401-407、2018-07
19	栗野盛光・高原勇・大澤義明、モビリティイノベーションとマーケットデザイン、オペレーションズ・リサーチ 63(7)pp.408-413、2018-07
プロジェクトに関連する主な講演	
1	産業競争力懇談会主催、COCN フォーラム 2018「Society 5.0 のデータ連携基盤」(2018 年 7 月 19 日、東京：経団連会館)
2	環境研究機関連絡会主催、第 16 回環境研究シンポジウム、スマート社会と環境「豊かな暮らしと環境への配慮の両立を目指して」、モビリティ・イノベーションとまちづくり(2018 年 11 月 13 日、東京：一橋大学一橋講堂)
3	谷口守、小さな拠点から考える地方の再生(基調講演)、「小さな拠点」からはじまる持続可能な地域構造フォーラム、主催：国土交通省国土政策局、共催：内閣府地方創生推進事務局、後援：F-MIRAI、土木学会講堂、2018.2.22
4	Eiji Morimoto・Tomohiro Koshikawa・Mamoru Taniguchi, Carbon Reduction by Compact Urban Layout? -Transition of Automobile CO2 Emission over 28 Years-, Urban Transitions 2018, O11.04, Sitges, Barcelona Spain, 2018.11
5	Katsushi Azuma・Hideto Katsuki・Mamoru Taniguchi, Urban structure effects on shared mobility with automated driving “Shared-adus, Urban Transitions 2018, O02.04, Sitges, Barcelona Spain, 2018.11
6	Mamoru Taniguchi: Effects of introducing mobility sharing with automated driving base on time and space for parking, F-MIRAI Seminar at Kioicho Club and IIS, April 23-24, 2018
7	Akiko Yoshise: Mathematical Optimization in 21st Century: Conic Optimization and its Applications, F-MIRAI Seminar at Kioicho Club and IIS, April 23-24, 2018
数学・数理科学人材の育成、リカレント教育	
1	GRIPS-Sendai 2018, Data Driven Models for e-Palette Mobility, August 2018
2	筑波大学大学院システム情報工学研究科 社会工学専攻 地域未来創生教育コース:修士(社会工学)学位プログラム(社会人向けの研究教育)、2017 年 4 月開設

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-1

日本プレスセンタービル 4階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄