6 国際連携の推進

全体概要

Overview

梅田学（東京大学，SIP-adus国際連携コーディネーター）
Manabu Umeda (The University of Tokyo, Collaborative Research Coordinator for SIP-adus)

1 国際連携活動の取組

自動運転に関する技術は，既存の自動車メーカのみならず，情報サービス関連企業やスタートアップ含め多様な業種が参画し，劇的に進化してきている．日本の自動車メーカは車両の生産，販売を含め日本のみならず世界市場で活動し，車両技術やインフラストラクチャ，標準化，法的課題，実証実験など様々な活動を世界各地で行っている．

わが国において重要な産業の一つである自動車産業及びその関連企業の国際競争力を維持し続けるためには，自動運転の標準化・基準化活動においてイニシアティブを発揮し，国際的な調和を図っていく必要がある．そのため，SIP第２期自動運転では国際連携の強化を活動の４本柱の一つとして掲げ，その研究成果を積極的に海外に情報発信していくとともに，議論が活性化するような国際的にオープンな研究開発，社会実装の場を創出していくため，必要な調査研究等の活動を行ってきた．

SIP第２期自動運転では，SIP第１期から開始された日独連携活動に加えて，日EU連携活動にも取り組み，定期的な意見交換を実施するとともに，米国とも国際会議等で継続的に情報交換を行い，連携の可能性を模索してきた．こうした自動運転に関する国際連携活動を推進するため，日本国内の大学・公的研究機関との連携・情報共有を文理を問わず幅広く推進し，欧米の研究機関との共同研究を支援した．さらに，これらの国際連携活動の推進体制をSIP第２期自動運転終了後も継続できるような新たな法人組織の立上げについて調整を図った．

2 国際連携重点テーマと国際連携体制の構築

2.1. 国際連携重点テーマの設定

SIP自動運転では，国際連携活動の推進にあたりSIP第１期で取り組んできた国際連携テーマを発展させ，以下2.1.1.～2.1.7.項に示す７つの重点テーマを設定し，その分野での国際連携活動を推進する国際連携テーマリーダーをアサインした．

2.1.1. Dynamic map（ダイナミックマップ）

道路ネットワークを表現した階層構造からなるデジタル地図データベースは，道路構造や周辺環境の精密な再現を含めた拡張性を有している．デジタル地図データベースは車両センサシステムからのリアルタイム情報や，V2X通信による準リアルタイム情報と動的にリンクし，これらのデータベースは産業界と公共事業者の連携を通じて開発が可能となる．【詳細 第６章③】

2.1.2. Human Factors（ヒューマンファクタ）

自動運転における自動化レベルのシフトは作動中の

運転環境や運転者の状態に左右される．運転者の状態認知が維持され，自動化レベルのシフトが正しく行われるように運転者との効果的なコミュニケーション方法を設計することが自動運転システムにとって重要となる．【詳細 第６章④】

2.1.3. Safety Assurance（安全性評価）

自動運転技術を社会実装するためには，どのように安全性を担保するかが非常に重要な要素となる．自動運転に求められる安全性評価のために，信頼できる効率的な試験手法が必要となる．複雑な電子システムとソフトウェアの安全性を確保するため，仮想空間での試験環境が求められており，これらの検証，モデリング，シミュレーションを適用するための評価手法の開発が行われている．【詳細 第６章⑤】

2.1.4. Connected Vehicles（コネクテッドビークル）

高レベルの自動化は運転環境の幅広い状況観察を必要とするため，コネクテッド技術の展開は自動運転システムにとって有益である．近接物は車両に搭載されたセンサによって検知され，遮蔽物により検知困難な車両は車車間通信（V2V）により検知可能となる．また，V2I通信による信号情報等インフラ情報の自動運転車両への提供は，よりスムーズで安全な自動走行を実現するうえで有効である．【詳細 第６章⑥】

2.1.5. Cybersecurity（サイバーセキュリティ）

コネクテッドカーは，DSRCやセルラー通信により利便性や安全性の向上等，様々なサービスを提供できるようになる．一方で，これらのコネクテッドカーはサイバー攻撃のリスクを抱えており，車両のサイバーセキュリティに関して，新たなサイバー攻撃手法がBlackHatをはじめとする国際会議等で継続的に報告されている．サイバーセキュリティ対策は将来にわたりシステムを安全に維持するうえで向上策が取られ続ける必要があり，業界の壁を超えて産業界と政府間の連携を促進し，情報共有することが必要となる．【詳細 第６章⑦】

2.1.6. Impact Assessment（社会経済インパクト）

自動運転技術が社会に広く受け入れられるためには，自動運転技術がもたらす経済的，社会的効用を明らかにするとともに，自動運転がもたらす潜在的なリスクについても正しく社会に認知されることが重要となる．自動運転の技術レベルや普及状況等の動向を踏まえ，日本としての長期ビジョンを整理したうえで，交通事故低減，CO_2排出量の削減，交通渋滞への影響等，インパクトの整理・定量的提示を行い，自動運転がもたらす効用と潜在的リスクについてオープンな議論を行うことが必要である．【詳細 第６章⑧】

2.1.7. Service and Business Implementations（サービス実装推進）

高密度の移動需要がある大都市の都心部では，歩行者中心のマルチモーダルな移動システムが，効果的で持続可能なモビリティとして期待されている．自動運転技術やオンデマンド方式を活用した革新的な移動システムは移動時間を減少させ，乗客の移動時の快適性を改善するとともに，より効率的な運行を促進させる．一方で，個人使用目的の高度な運転支援機能を有した小型車両をお年寄りや交通制約者に提供することが，彼らの積極的な社会活動への参画を促進するために期待されている．

このような自動運転技術を活用した新たなモビリティサービスや移動の変革に関する様々な取組が世界各地で行われている．【詳細 第６章⑨】

2.2. 国際連携体制の構築

SIP第２期自動運転では，上述した重点テーマの各専門家に加え，SIP自動運転における国際連携活動の全体窓口として活動する国際連携コーディネーターを推進委員会の下に配置した．さらには，SIP第２期自動運転終了後を見据えた海外研究機関との長期的・継続的な国際連携体制の構築を目指し，モビリティ・イノベーション連絡会議を開催し，図１に示すような国際連携体制を構築した．この連絡会議は，国内の各大学・研究機関に属する研究チーム・センター等が相互に情報交換，意見交換を行い，学術分野における研究開発活動を推進・連携する場となっている．

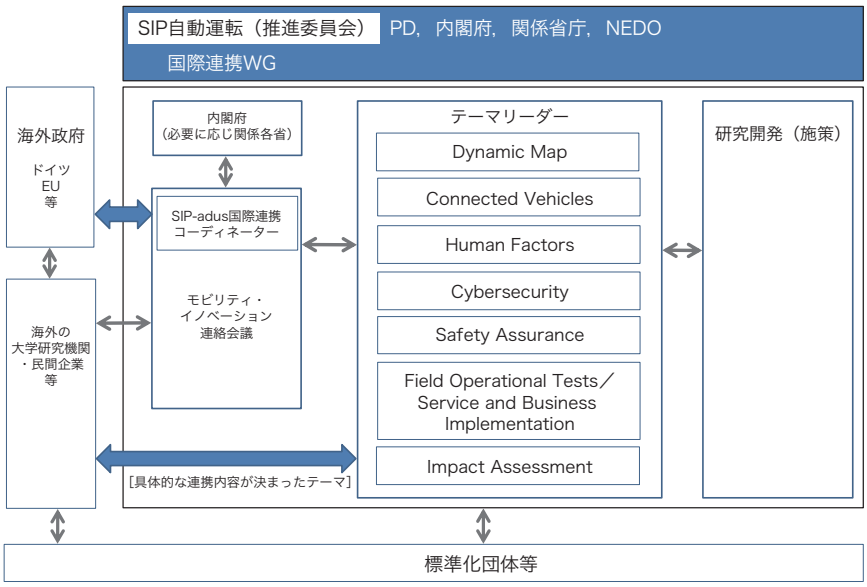

図1　SIP自動運転 国際連携活動体制図

3 国際連携の強化に向けた取組の概要

3.1. 国際会議を通じた専門家のネットワーキング構築と国際動向の情報収集

SIP自動運転の国際連携テーマリーダーは，ITS世界会議や米TRB (Transportation Research Board)，欧州EU-CAD (Connected Automated Driving) といった国際会議に積極的に参加し，海外の専門家と継続的に意見交換を行うことで，彼らが持つ専門家ネットワークの維持・強化を図るとともに，欧米を中心とした最新の国際動向について情報収集を行った．加えて，国際連携コーディネーターが米国運輸省 (USDOT) や欧州委員会研究・イノベーション総局 (DG-RTD) といった政府関係者とのコネクションを持つことにより，欧米政府の自動運転関連の研究プロジェクトに関する最新情報を入手するとともに，各専門家からの国際連携に関する要請に対し欧米政府関係者経由で専門家や研究プロジェクトリーダーを紹介してもらうといった，新たなネットワーキングを構築する体制を整備した．

3.2. 日独，日EU連携活動

日独連携活動は，2017年1月の「自動走行技術の研究開発の促進に関する日独共同声明」に基づき，内閣府とドイツ連邦教育研究省 (BMBF) との間で具体的な連携活動の検討が行われてきた．結果，2019年にHuman FactorsとImpact Assessmentの2領域，2020年には新たにSafety AssuranceとCybersecurityの2領域について日独共同研究の開始が合意され，合計4領域で日独共同研究が行われた．日独連携活動は，一部標準化活動への打ち込みや，研究成果をまとめた日独共同出版，ワークショップ等を通じた若手研究者の人材交流等，各研究領域で様々な成果が出され，自動車産業を基盤とする日独両国で連携することの重要性が示された．これらの成果概要をまとめた日独共同brochureが後日発行される予定である．

日EU連携活動は，欧州の研究・イノベーション枠組み計画であるHorizon 2020のプロジェクトとSIP自動運転研究プロジェクトの間で，既存プロジェクト間同士での連携を検討していくことを欧州委員会研究・イノベーション総局 (DG-RTD) と合意し，連携の可能性を検討してきた．結果，Horizon 2020傘下の3つのプロジェクトで合同ワークショップ開催等の連携が行われた．欧州では2021年から新たな研究・イノベーション枠組み計画であるHorizon Europeがスタートし，本枠組みのもとで立ち上がる自動運転関連研究プロジェクトとの連携が望まれている．【詳細第6章②】

3.3. SIP-adus Workshopの開催

自動運転の研究開発におけるわが国のイニシアティブ向上，わが国発の技術の訴求，国際標準化等に向けたハーモナイゼーション，共同研究等による国際連携

の促進を目的とした情報発信のため，SIP-adus Workshopと冠した国際会議をSIP第１期より行っている．（図２）本ワークショップは2014年より毎年11月に継続的に開催され（2022年のみ10月に開催），現在では日本が主催する自動運転研究に関する国際会議として認知されている．

本ワークショップは一般公開されるPlenary Sessionと，招待された専門家間による深い議論の実施を目的としたBreakout Workshopからなり，国際連携重点テーマに基づき各セッションが構成されている．2020，2021年はCOVID-19の影響によりオンライン形式による開催となったが，2022年は京都を会場として３年ぶりに対面形式のワークショップが開催された．【詳細 第６章①】

図2　2022年SIP-adus Workshopでの記念撮影

3.4. 国際的にオープンな大規模実証実験環境の提供

交通量が多い高速道路や交通環境が複雑な一般道において，本線合流支援情報や渋滞情報，信号情報等を用いたインフラ協調型の情報活用による技術課題の解決に加え，自動運転車開発の促進，国際的な協調／標準化の推進，社会的受容性の醸成，優れた技術の訴求を目指して，東京臨海部副都心地域，羽田空港地域，羽田空港と臨海副都心等を結ぶ首都高速道路等の東京臨海部において大規模実証実験を実施した．

東京臨海部実証実験の実施にあたっては，国際的にもオープンな実験環境を整備することにより，海外からも自動車メーカや部品メーカが実証実験に参加し，公道の実交通環境下において，自動運転実用化に向けた基盤技術の検証等が行われた．

3.5. 国際標準化活動

国際標準化活動については，グローバル市場における製品やサービスの円滑かつスピーディーな市場化のために，標準化団体との連携を強化している．一般社団法人日本自動車工業会（自工会）や公益社団法人自動車技術会（自技会）に加え，一般社団法人日本自動車部品工業会（部工会），一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA），一般社団法人UTMS協会，一般社団法人電波産業会（ARIB），ITS情報通信システム推進会議（ITS Forum）等とも連携し，ISO，IEC，ITU等におけるデジュール標準と国際的に影響力のある業界標準化団体との連携によるデファクト標準の両面で標準化を進めている．

4 持続的な国際連携活動の推進に向けた今後の取組

SIP自動運転では，国際連携活動を重要な取組と位置づけ，重点テーマの国際連携リーダーや国際連携コーディネーターの配置等を含め，専門家レベル・政府レベルでの国際連携体制を構築し活動を行ってきた．

自動運転の社会実装に向けた取組は，米国，欧州，中国を中心に世界各地で行われているが，まだ実証実験段階のものがほとんどであり，今後社会に実装され，普及していくためには，世界各地で行われている様々な取組を通じて得られた課題や経験を共有し，協調領域において標準化を含めた国際調和を図っていくことが重要となる．

国際連携活動を推進していくうえで，海外の政府・研究機関との信頼関係の構築は必要不可欠であり，SIP自動運転の国際連携活動を通じて構築した海外政府機関，専門家との信頼関係をSIP第２期自動運転終了後も継続・発展させていくことが望まれる．実際に，日独連携，日EU連携活動を行ってきたドイツ連邦教育研究省，欧州委員会研究・イノベーション総局は，SIP第２期自動運転終了後もわが国との連携活動の継続を強く要望している．

SIP自動運転では，第２期の活動当初からこのような継続的な国際連携体制の構築を目指し，モビリティ・イノベーション連絡会議を中心とした学学連携体制を有効活用しつつ，海外の産官学が連携した研究組織等とも対等に対話し，またわが国における自動運転関連の国際連携活動の窓口となるような組織の設立に向けた検討，調整を行ってきた．その結果，SIP自動運転にて構築したモビリティ・イノベーション連絡会議の枠組みを引き継ぎ，日本におけるモビリティ・イノベーションに関する取組を連携・促進し，社会経済及び学術研究の発展に貢献する組織として，一般社

団法人モビリティ・イノベーション・アライアンスが2022年７月に新たに設立された．

一般社団法人モビリティ・イノベーション・アライアンスは，2022年10月に京都で開催されたSIP-adus Workshopを内閣府，NEDO，同志社大学と共催した．また，本ワークショップの併催イベントとして学生を対象にした「モビリティを活用したビジネス・イノベーション・コンテスト2022」を東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構，同志社大学モビリティ研究センターと共催した．

今後は関係府省庁から自動運転等に関する海外との国際研究活動のワンストップサービス的な窓口としての位置づけを得るとともに，学学連携体制を拡充していくことで産官と学との連携の架け橋としての役割を担いつつ，新たな国際共同研究テーマの検討・提案を行って国際連携活動を推進していくことが期待される．

【本件問合せ先】
東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構，〒153-8505
東京都目黒区駒場４-６-１，03-5452-6801，担当：梅田学

①SIP-adus Workshop

SIP-adus Workshop

舟橋恵（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）
Megumi Funahashi (New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO))

（概要）SIP-adus Workshop 2022が10月11日から京都で開催された．2014年から数えて9回目，SIP自動運転として最後のワークショップである．3年ぶりに会場で研究者同士が直接顔を合わせて議論を繰り広げた．日本国内外への情報・研究成果の発信，海外研究者とのネットワーク構築，国際的に活躍できるリーダーの育成を目的に発足した日本が主催するこの国際会議は，回を重ねるごとにその存在感を高め，SIP自動運転の国際連携活動推進の一翼としてその役割を果たして来た．このワークショップを通して築かれた国内外の研究者同士の連携や，新たにできた若い世代との繋がりは，これからの自動運転技術の発展や社会実装の過程に引き継がれるものである．

キーワード：SIP-adus Workshop，国際連携，国際会議，日独連携，日EU連携

1 SIP-adus Workshopとは

1.1. SIP-adus Workshopの目的

SIP-adus Workshopの開催の目的は大きく５つある．日本の自動運転技術の研究開発における成果を海外へ発信すること．海外での同技術開発における最新情報を共有すること．国内外で自動運転開発に関わる者同士のネットワークを構築すること，国内の関係者へもこれらの情報を発信すること，そして国際的に活躍のできるリーダーをこの活動を通じて育成することである．

SIP自動運転の活動の４本柱の一つに，国際連携の強化が挙げられている．自動車の市場は国内外に広がり，その広大な市場の中でより商品を普及させ，更に競争力を強化する必要がある．自動運転技術も日本国内だけでなく海外でも受け入れられる技術としていくために，日本からも積極的に開発技術の国際標準化活動を進め，また国際的に情報発信をすることが重要となる．そのためにSIP自動運転では，国際連携を重点的に推し進めるべきテーマを設定，あわせて国際連携を推進する国際連携コーディネーターを配し，国際的に共通する自動運転の課題について国境を越えて情報交流し，これらの課題について日本から国際標準化を推し進め，活動や成果を積極的に情報発信していくこととした．この活動を促進するものとして，冒頭に挙げた５つの目的を掲げ，日本が主催する形でSIP-adus Workshopという国際会議を発足させた．

SIP-adus Workshopは2014年に第１回を開催．以来，毎年秋に国内外からの専門家を集め，SIP-adusとしての最終年度である2022年度まで，回を重ねるごとにその国際認知度を上げてきた．自動運転分野の専門家が一堂に会し，研究開発とサービスの実用化の領域について，ディスカッションによる意見・情報交換等を通じてより広く情報発信と国際ネットワークの充実を図り，この目的の達成に努めてきた．

1.2. SIP-adus Workshopの構成

このワークショップは一般公開されるPlenary Sessionとそれに続いて行われる招待された専門家間での議論の場となるBreakout Workshopで構成されている．[(1)(2)] Plenary SessionではSIPを担当する内閣特命大臣，米国，欧州の政府代表とSIP自動運転のプログラムディレクターのスピーチに始まり，研究領域ごとにその分野の専門家がプレゼンテーションを行う．関係各省庁もそれぞれの担当分野における日本としての取組方針を紹介する．これらの共有，発信された情報をベースに，Breakout Workshopでは専門領域ごとの分科会として専門家がより深く議論と意見交換を行う．３日間のプレゼンテーション，ディスカッションのモデレー

ターを務めるのは，SIP自動運転の国際連携コーディネーターと，国際連携の重点テーマの各リーダーである．彼らが年ごとに築き上げた国内外研究者との繋がりを活かし，講演者やディスカッションメンバとしての参加を調整し，この場をリードする役割を担う．

2 SIP-adus Workshopの歩み

2.1. 2019年度までの会場開催

2014年11月に第１回のSIP-adus Workshopが開催された．それ以来，認知度の向上に伴い参加者は年々増加．参加者の国籍もバラエティーに富むようになり，９か国420名の参加で始まったワークショップも，2019年には23の国と地域から500人を超える人が会場に集まった．Plenary Sessionの講演は毎年50人から60人が登壇するが，その約半数は海外からこの会のために来日する．国際連携コーディネーターと国際連携重点課題の各テーマリーダー達がそれぞれの分野での日EU・日独研究連携や国際標準化活動，海外で開催される国際会議への積極的な参加を通じてSIP-adusの存在感を高め，関係を構築した成果でもある．

取り扱う分野は，その年のSIP自動運転の国際連携の重点テーマである．第１回目はDynamic Map，Human Factors，Next Generation Transport，Connected Vehicles，Impact Assessmentの5テーマであった．その後プログラム全体の活動や研究開発の動向に合わせる形で，Security，Connected Vehicles，FOTs（Field Operational Tests）などの技術テーマのほか，欧米を中心とした各国・地域の動向について紹介するRegional Activitiesが加えられるなど進化を続けてきた．Plenary Session以外でも，会場では分野ごとの成果を紹介するポスターセッションを行い，開催年によっては自動運転車への試乗会（図１）を併催するなど，日本の自動運転開発やSIP自動運転の活動成果について発信する場も設けた．

図1　2015年度開催試乗会の様子

2.2. COVID-19による変化

2020年度，2021年度は世界中を見舞ったCOVID-19の影響により日本国内外で人の往来が制限されるなか，Web形式での開催を決断した．Plenary Sessionの２日間，日英２か国語で，日本だけでなく米州・欧州の時間帯に合わせた配信をし，より参加者がアクセス，視聴しやすい方法を採用した．また，開催から１か月後にオンデマンド配信を１か月間行った．この２回のWeb開催では，会期中だけでも視聴者は1,000人を超え，２度目の2021年（図２）でもその約45%がワークショップへの参加が初めての人たちであった．顔を合わせての交流は叶わなかったものの，SIP自動運転からの発信がより多くの人々へ届く結果となった．これまで興味がありつつも会場へ来ることのできなかった人達の潜在的なニーズを掘り起こすことができたとも言うことができる．その一方で，Plenary Sessionのみの構成であった2020年の開催後に，専門家同士で踏み込んだ議論ができるBreakout Workshopの重要性が改めて認識された．また，オンラインネットワークを通じてコミュニケーションは可能であるものの，Face-to-Faceでの相互理解のスムーズさや深さには及ばないということも参加者から共通して指摘された点であった．

図2　SIP-adus Workshop 2021（Web開催）講演者一同

2.3. 2022年SIP第2期最終年度開催

2022年度は，まだ生活の中にCOVID-19による影響はあるものの，『with コロナ』に向けて各種イベントの開催方法が見直されつつあった．SIP自動運転でも対面式での議論を復活させるべく，３年ぶりとなる会場での開催を決定．これまで会場としてきた東京で

はなく，日本を代表する国際都市の一つである京都へ集まり，会期中は会場での参加を基本として直接に交流することを重視する形でPlenary SessionとBreakout Workshopを実施した．（図3）２度にわたるCOVID-19影響下での開催経験より専門家同士のコミュニケーションを重視したものであるが，それだけではなく，Plenary Sessionは後日Web配信することで来場が叶わなかった人々へもより広く講演を届けることとした．

Human Factors，Impact Assessment，Dynamic Map，Connected Vehicles，Cybersecurity，Safety Assurance，Service and Business Implementationの７テーマに加え，SIP第２期の最終年度として自動運転開発約10年の歩みの総括と今後について米・欧・日研究者の代表が議論をするパネルディスカッションをプログラムに加えた．また，モビリティを活用したビジネス・イノベーション・コンテスト（M-BIC）2022[(3)]中間大会の併催と相互告知，会場である同志社大学の学生にも来場者への案内サポートとして参加してもらうことなどを通して，自動運転とこれから関りを深める世代へも新たに繋がりを築くことができた．

3 SIP-adus Workshopの成果とその継承

SIP第１期の2014年からSIP第２期2022年の全９回の開催を通じて，日本における自動運転に関する国際会議としてSIP-adus Workshopは広く海外でも認知されるものとなり，社会の動きなどに合わせて開催の形態や構成を見直しつつ，毎年最新の研究開発の動向を共有，SIP-adusの活動成果の発信を続けた．それぞれのテーマリーダーは各議論テーマに求められる研究者を招集しそれぞれの議論を主催し，ディスカッションを通して築いた関係は翌年以降の研究とワークショップのための新たなネットワークとなった．これらは，SIP-adus Workshop発足当時からの目的を十分達成できたということである．

SIP-adusとしてのワークショップ開催は2022年度で最後となるが，積み重ねて来たこれらの成果は，会議という形に限らず，各研究者同士の関係や今後の日本の自動運転分野の技術研究の中に引き継がれるものである．

【参考文献】

(1) SIP-adus Webサイト，https://www.sip-adus.go.jp/，（参照 2022.10.21）
(2) 田中孝浩ほか：SIP-adus Workshop，SIP第２期「自動運転（システムとサービスの拡張）」中間成果報告書（2018～2020），pp.179-182，2021.
(3) M-BIC Webサイト，http://webpark5061.sakura.ne.jp/2022/，（参照 2022.10.21）

【本件問合せ先】

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部 モビリティグループ，〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 ミューザ川崎セントラルタワー15階，044-520-5241（部直通），担当：田中孝浩（プロジェクトマネジャー），舟橋恵

図3　SIP-adus Workshop 2022開催の様子

②日独連携，日EU連携

Japanese-German and Japanese-European Cooperation

梅田学（東京大学，SIP-adus国際連携コーディネーター）
Manabu Umeda (The University of Tokyo, Collaborative Research Coordinator for SIP-adus)

（概要）SIP第2期自動運転における政府間の国際連携活動として，SIP自動運転に対し日独連携やEUプロジェクトという枠組みでの共同研究のオファーが寄せられ，日独連携，日EU連携としてドイツ連邦教育研究省（BMBF）及び欧州委員会研究・イノベーション総局（DG-RTD）と連携活動を行った．日独連携では，自動運転分野に関する日独連携活動の意思決定を行うステアリング委員会にて，自動運転に関するヒューマンファクタ，社会経済インパクト，安全性評価，サイバーセキュリティの4つの研究分野で共同研究計画が承認され，連携活動が行われた．日EU連携では，欧州委員会が進める研究開発枠組みプログラムであるHorizon 2020のプロジェクトとの連携活動についてオファーがあり，Horizon 2020傘下の3つのプロジェクトを中心に連携活動が行われた．

キーワード：日独連携，日EU連携，Horizon 2020

1 背景

SIP第２期自動運転では，柱となる４つの取組領域の一つとして「国際連携の強化」を掲げ，世界各地で行われている自動運転の実証実験や様々な国際的議論に対して，自動運転分野における海外研究機関との国際的な共同研究等の連携活動を促進している．

欧州においては，ドイツ政府が進める研究開発プロジェクトのPEGASUSや，欧州委員会が進める研究開発枠組みプログラムであるHorizon 2020のもとで，Connected and Automated Drivingに係る多数の研究プロジェクトが進められ，SIP自動運転に対して日独連携やEUプロジェクトという枠組みでの共同研究のオファーが寄せられた．こうした状況を受け，SIP自動運転では政府間で連携活動をサポートする体制を構築し，日独連携，日EU連携として国際連携活動を行った．

2 日独連携活動の概要

自動運転に関する日独連携については，内閣府とドイツ連邦教育研究省（BMBF）との間で，2017年１月12日に「自動走行技術の研究開発の推進に関する日独共同声明（Joint Declaration of Intent）」が締結されたのを機に活動が進められてきた．

日独連携による自動運転の研究開発を促進するため，内閣府，経済産業省，BMBF，ドイツ経済・エネルギー省及び日独関係省庁等の関係者や専門家等により構成され，自動運転分野に関する日独連携活動の意思決定を行うステアリング委員会が設置された．また，ステアリング委員会の下に専門家間の意見交換を行う専門家ワークショップ，及びそれらの活動を調整・サポートする調整事務局を設置した図１のような日独連携体制を構築し，活動を行った．

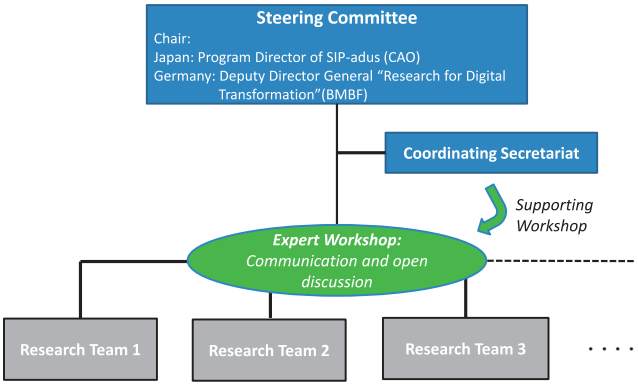

図１　日独連携体制図

具体的な連携研究項目を論議する日独連携専門家ワークショップは，SIP-adus Workshopの開催に合

わせて2017年11月に第１回が開催された．以降，年１回のペースで開催され，2022年10月まで計６回の専門家ワークショップが開催された．ワークショップでは，自動運転に関するヒューマンファクタ，社会経済インパクト評価，安全性評価等，様々な研究分野の専門家が参加し，専門家間の議論が行われた．

日独連携の具体的な連携研究テーマの論議，連携研究活動の承認を行う日独連携ステアリング委員会は，2019年１月に第１回が開催され，以降2022年度末までに計６回開催された．

また，日独連携活動を進めるにあたり，各連携研究テーマ間のコミュニケーションを円滑に行うため，各研究テーマの窓口担当者リストを2019年11月に日独双方で作成し，共有した．

日独連携活動は，一部標準化活動への打ち込みや，研究成果をまとめた日独共同出版，ワークショップ等を通じた若手研究者の人材交流等，各研究領域で様々な成果が出され，自動車産業を基盤とする日独両国で連携することの重要性が示された．これらの成果概要をまとめた日独共同brochureが後日発行される予定である．

2.1. ヒューマンファクタ，社会経済インパクト評価の日独連携活動

2017年11月及び2018年９月に行われた日独連携専門家ワークショップにて，自動運転に関するヒューマンファクタ，社会経済インパクト評価の研究開発について議論が行われ，2019年１月に行われた第１回日独連携ステアリング委員会にてこれら２分野の共同研究計画が承認された．

自動運転に関するヒューマンファクタでは，自動運転車にとって必要不可欠な外部環境とのコミュニケーションに関し，日独間でコミュニケーションの合図に対する解釈の違いが存在するかどうか，存在する場合はどのように対処するか等について，日独の学術研究者により共同で調査が行われた．

社会経済インパクト評価では，自動運転の実現によりもたらされる，より安全で効率的な交通流，交通渋滞の削減，交通死亡事故の低減等について，それらの影響を定量的に算出するための科学的な手法開発を行うとともに，自動運転に対する社会的受容性の醸成に関する日独の違いについても研究が行われた．

2.2. 安全性評価，サイバーセキュリティの日独連携活動

上述したヒューマンファクタ，社会経済インパクト評価の共同研究活動に続き，更なる連携研究テーマとして安全性評価，サイバーセキュリティの２分野について，連携に向けた検討を進めることが2019年11月に行われた第２回日独連携ステアリング委員会にて合意され，2020年５月に開催された第３回日独連携ステアリング委員会にて，両分野の新しい共同研究計画の開始が承認された．

安全性評価では，自動運転に求められる最大限の安全性評価のために，検証，モデリング，シミュレーションを適用するための評価手法の開発が行われた．

サイバーセキュリティでは，開発プロセス段階で既に開始されている初期段階における現代の自動車の潜在的なセキュリティの脅威を検出し，排除する手法の開発が行われた．

3 日EU連携活動の概要

日EU連携活動は，欧州委員会が進める研究開発枠組みプログラムHorizon 2020において，日本を含む米国，アジア・オセアニア等海外との連携を推奨していることを踏まえ，2018年４月のSIP自動運転と欧州委員会研究・イノベーション総局（DG-RTD）間での意見交換会を機に，具体的な日EU連携について検討を行ってきた．

その後，2019年11月の欧州委員会DG-RTDとの会合にて，欧州Horizon 2020のプロジェクトとSIP自動運転研究プロジェクトの既存プロジェクト間での連携をベースに検討していくことが合意され，以降，後述する３つのHorizon 2020プロジェクトを中心に連携活動が行われた．

日EU連携は日独連携と異なり，共同研究の形で新たなプロジェクトを立ち上げるのではなく，Horizon 2020とSIP自動運転の既存プロジェクト間での連携をベースとして活動している点が特徴である．

日EU連携活動の推進にあたり，日EU各プロジェクト間での連携をベースとし，調整事務局間でプロジェクト間の連携状況をモニタ・サポートする図２のような連携体制を構築し，活動を行った．

調整事務局間の会合は2020年５月より開始され，以降数か月に１回の頻度で定期的に会合を行い，プロ

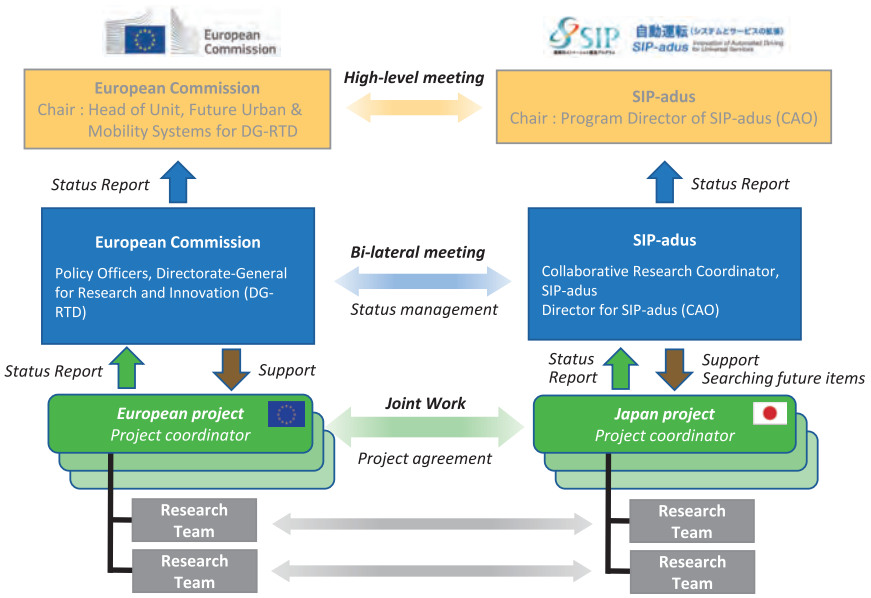

図2　日EU連携体制図

ジェクト間の連携活動の状況について確認するとともに，新たな連携の可能性について議論を行った．また，政府関係者を含むハイレベルミーティングは，2020年の日EU連携活動内容を取りまとめた連携活動レポート（Annual Status Report）の報告と併せ，2021年３月に第１回が開催され，2022年７月に第２回が開催された．なお，連携活動レポートは2020年以降毎年発行している．

また，日EU連携活動を広く対外に発信すべく，ITS世界会議にて欧州委員会との日EU共同セッションを企画，開催した．本共同セッションは2021年の独ハンブルグ，2022年の米ロサンゼルスと２年続けて行われ，SIP自動運転の取組内容を紹介するとともに，日欧双方から日EU連携について紹介を行った．

3.1. 欧州HADRIANプロジェクトとの連携活動

自動運転の安全性を高めるためのHuman Machine Interface（HMI）の研究開発分野において，欧州HADRIANプロジェクトと，SIP自動運転ヒューマンファクタ研究プロジェクトの専門家間での定期的な情報交換を行った．2022年９月には共同のワークショップが開催され，専門家間での意見交換が行われた．

3.2. 欧州HEADSTARTプロジェクトとの連携活動

安全性評価の研究分野では，欧州委員会DG-RTDの仲介により，欧州HEADSTARTプロジェクトとの連携活動が行われた．なお，2020年９月以降は，経済産業省施策のSAKURAプロジェクトと合同で打ち合わせを行い，安全性評価に係る情報交換や具体的な連携内容の議論を行った．

本連携の成果として，2021年12月に自動運転の安全性評価の調和に向けたWhite paperを欧州HEADSTARTプロジェクト，SAKURAプロジェクト，SIP自動運転の３者共同で発行し，公表した．

3.3. 欧州SHOWプロジェクトとの連携活動

都市部における自動運転サービス実用化研究に関し，東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構（UTmobI）とITS Japanが，都市部を中心としたモビリティサービスの大規模実証を行う欧州SHOWプロジェクトと2020年９月にNDA（秘密保持契約）を締結し，連携活動を行った．2021年10月にはMOU（研究連携協定）が締結され，現在も継続して連携活動が行われている．

2022年６月と７月には共同ワークショップを開催し，自動運転レベル４モビリティサービスの実用化に向けた課題について専門家間で意見交換が行われた．

4　今後に向けて

SIP第２期自動運転の日独連携，日EU連携活動は，COVID-19の影響による渡航規制により対面会議が実施できない難しい状況の中，オンライン会議等を活用し共同ワークショップの開催等，多くの専門家間の交流・連携活動が行われ，研究データの交換や共同出版，

White paperの発行等，様々な成果が得られた．

実際に日独連携，日EU連携活動を行ってきたドイツ連邦教育研究省，欧州委員会研究・イノベーション総局からは，SIP第２期自動運転終了後も連携活動の継続を強く要望されており，これまでの活動を通じて構築したわが国との信頼関係を維持し，SIP第２期自動運転終了後も日独連携，日EU連携活動を継続・発展させていくことが望まれている．

欧州では，上述したHorizon 2020の研究開発枠組みプログラムが2020年で終了し，2021年から新たな研究開発枠組みプログラムであるHorizon Europeが立ち上がった．Horizon EuropeでもHorizon 2020と同様に日本を含む海外との連携が推奨されており，2022年６月以降，Horizon Europeの枠組みで自動運転分野に関する様々な研究開発プログラムが立ち上がっている．今までの日EU連携活動で構築した関係を活用し，Horizon Europeプロジェクトとの新たな連携活動が期待されている．

SIP第２期自動運転の終了に伴い現在の連携体制は終了となるものの，日独連携・日EU連携の活動継続に向け新たな枠組みの構築が期待される．

【本件問合せ先】
東京大学 モビリティ・イノベーション連携研究機構，〒153-8505
東京都目黒区駒場４-６-１，03-5452-6801，担当：梅田学

③ダイナミックマップ

Dynamic Maps

中條覚（東京大学）
Satoru Nakajo（The University of Tokyo）

（概要）ダイナミックマップの国際連携活動は，国内におけるSIP-adus研究開発成果をもとに行っている．活動の主たる目的は，SIP-adus，特にその中でもダイナミックマップに関する活動及び研究開発成果を海外に周知するとともに，それらに関するフィードバックを得ること，及び国際標準との整合を確保することである．具体的な活動は，各種国際会議での発表等，国際標準化活動，業界標準活動，日米欧三極連携活動に大別できる．SIP第２期の活動においては，ITS世界会議をはじめとする複数の国際会議での発表とともに，ISO17572-1,4（位置参照手法），ISO20524-1,2（地理データファイル）の4つの国際標準成立，デジタル地図に関する業界標準活動であるOADF（Open Auto Drive Forum）へのステアリングメンバとしての正式な参画，またOADF参加団体であるADASIS（Advanced Driver Assistance Systems Interface Specification Forum）の仕様を活用したうえでのSIP-adus実証実験の実施といった成果を得ている．

キーワード：交通環境情報，位置参照手法，デジタル地図，国際標準，OADF（Open Auto Drive Forum）

1 取組の全体像

ダイナミックマップの国際連携活動の主たる目的は，SIP-adus，特にその中でもダイナミックマップに関する活動及び研究開発成果を海外に周知するとともに，それらに関するフィードバックを得ることである．

具体的には，①各種国際会議での発表等，②国際標準化活動，③業界標準活動，④日米欧三極連携の４つの活動を実施した．

各種国際会議での発表は，ITS世界会議での発表をはじめ，複数の国際会議での発表等を行っている．国際標準化活動は，これまでにSIP-adusが支援してきた複数のアイテムが国際標準成立となった．具体的には，ISO17572-1,4（位置参照手法），ISO20524-1,2（地理データファイル）の４つである．さらには，TS22726-1,2（自動運転システムのアプリケーションのための準動的情報及び地図データベース仕様）について，新たな標準化アイテムとして提案を行った．業界標準活動においては，年複数回開催されるOADFイベントに継続的に参加し，SIP-adus の進捗状況を参加者に説明するとともに，月１回程度で開催されるOADFステアリングコミッティに参加し，OADF運営の方向性議論に参加している．また，参加団体の一つであるADASISと覚書を締結し，SIP-adus実証実験へ向けた仕様開示を受け，ADASIS仕様を用いた実証実験を行い，その結果のフィードバックを行った．日米欧三極連携活動においては，当該活動の一つである，Physical and digital Infrastructure SWGにおいて，欧米の窓口担当者と共に，定期的な情報交換を行った．

2 国際会議での発表等

SIP第２期前半においては，以下の国際会議での発表等を行った．各回の発表では，SIP-adusにおけるダイナミックマップの位置づけとともに，これまでの研究開発成果，及び第２期活動における取組概要を説明した．

特に第２期の活動においては，ダイナミックマップは動的情報連携に力点を置いていることを踏まえ，説明においても，静的な地図のみならず動的な情報も一体的に取り扱うことを念頭に様々な実証実験等を行っていることを強調した．

・2018年ITS世界会議（コペンハーゲン）
・2019年AVS（サンフランシスコ）
・2019年ITS世界会議（シンガポール）
・2020年International Conference on HD Maps for Autonomous Vehicle（台北：ビデオ参加）
・2021年ITS世界会議（ハンブルグ：ビデオ参加）
・2022年ITS世界会議（ロサンゼルス）

3 国際標準化活動

3.1. SIP第2期の活動概要

ダイナミックマップの国際連携活動では，SIP第1期から継続的にISO/TC204/WG3（ITS地理情報）に関わってきた．ISO/TC204/WG3は，ITSにおける国際標準を検討しているTC204において，主にデジタル地図及び空間情報に関する国際標準を検討している．これまでのSIP-adusの活動により，ISO17572-1,4（位置参照手法），ISO20524-1,2（地理データファイル）の4つの国際標準が成立した．さらには，TS22726-1,2（自動運転システムのアプリケーションのための準動的情報及び地図データベース仕様）について，新たな標準化アイテムとして提案を行った．以下に，それぞれの国際標準の概要を述べる．

3.2. ISO17572-1,4（位置参照手法）

位置参照手法とは，異なったアプリケーションや地図データベース間で情報交換をする場合の位置の表現方式に関する標準である．交通情報等を異なったシステム間で交換する場合に，どの場所でのことなのかを異なった地図データベースを使っていてもわかるようにすることが目的である．

過去の活動において，Pre-coded方式（ISO17572-2），Dynamic方式（ISO17572-3）の標準は成立していた．Pre-coded方式は，あらかじめ皆で共通で用いるID（道路リンク等）を定めておき，これをもとに位置参照を行う方式である．VICS（Vehicle Information and Communication System）や欧州等で用いられているRDS-TMC（Radio Data System, Traffic Message Channel）などで用いられている．Dynamic方式は，緯度経緯度＋αの情報を伝達することにより，位置参照を行う方式である．

上記に加え，2016年4月に協調／自動運転システムのための高精度な位置参照を可能とする第4のプロファイル「高精度相対位置参照手法」の追加が承認され，NP 17572-4として作業を開始した．本提案は，SIPadusにおける検討などを踏まえ，日本が提案を行った．その後，標準検討・審議の過程を経て，2020年4月にISO（ISO17572-4）が発行された．

高精度相対位置参照手法においては，図1に示すとおり2つの方式を規定している．方式1はレーン番号カウントであり，レーンが存在する道路部位に適用し，レーンを特定するために活用する．方式2は，参照ポイントからの差分計測であり，明確なレーンを定義しにくい道路部位（交差点内や料金所前後など）などで適用する．正確な位置を表現するために，参照ポイントから概ね200m以内でのエリアで適用することとしている．ISO17572-4は，2020年4月にISO発行となった．さらには，本標準の成立等を踏まえ，位置参照手法の基本的な考え方と参照すべき文書を定めたISO17572-1の改定を行い，高精度相対位置参照手法を国際標準で定める位置参照手法の一つに明示的に位置づけた．ISO17572-1の改訂版は，2022年7月に発行された．

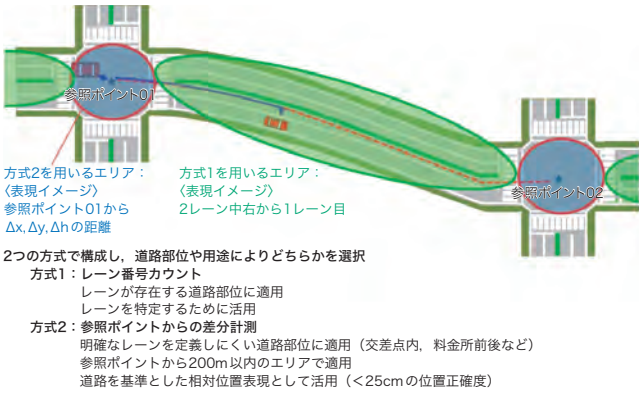

図1　高精度相対位置参照手法の基本概念図[1]

3.3. ISO20524-1,2（地理データファイル）

地理データファイル（GDF：Geographic Data File）は，これまでカーナビゲーションシステムを主要対象とした地理データを扱ってきた．その後，協調ITS，マルチモーダルナビゲーション，自動運転システム等の新規アプリケーションの出現に呼応し，改訂のニーズが高まってきた．これを踏まえ，2014年10月にPWI 20524が承認されGDF 5.0を改訂する作業が開始された．このうち，自動運転システムについては，日米欧からのインプットを踏まえ，日本リードで議論を進めてきた．最終的に，パート1は2020年4月にISOが発行され，パート2は2020年10月にISO発行となった．

3.4. TS22726-1,2（自動運転システムのアプリケーションのための準動的情報及び地図データベース仕様）

TS22726は，様々な地理データについて，自動運転での活用を念頭に，静的な情報と準動的な情報を一体的に取扱い可能とするための仕様である．SIP-adusにおける検討成果等を踏まえ，日本が提案を行った．2022年９月時点では，いずれもWD（working draft）をとりまとめている段階である．

4 業界標準活動

SIP-adusは，自動運転に関するデジタル地図に関する業界標準団体であるOADFに継続的に参加してきた．OADFは2015年より開始された，標準化団体間での情報共有を目的としたフォーラムである．SIP-adusは，2016年に行われた第５回会議（北京）に参加し，議長と個別会談を行うとともに，第６回会議（ブリュッセル）から継続的に発表を行っている．2017年には，SIP-adus Workshopと合わせて第８回会議を東京でホストした．そうした活動を経て，2019年よりステアリング会議のメンバとなり，活動を行った．

現在，OADFには，正式メンバとして，図２に示す以下の６団体が参加している．

- ADASIS：Advanced Driver Assist Systems Interface Specification
- NDS：Navigation Data Standard
- SENSORIS：Sensor Interface Specification
- SIP-adus
- TISA：Traveler Information Services Association
- TN-ITS：Transport Network Intelligent Transport Systems

さらには，ASAM（Association for Standardization of Automation and Measuring Systems）が主導するOpenDRIVE及びOpenSCENARIOといわれるシミュレーション標準とも継続的な議論を行っていた．

OADF自体では標準は定めず，あくまで参加する各団体の情報交換を主目的に活動している．SIP-adusは標準化団体ではないが，各種業界標準に参考となる実験成果を提供する位置づけで参加していた．

OADFにおける継続的な議論を踏まえ，SIP-adusは，

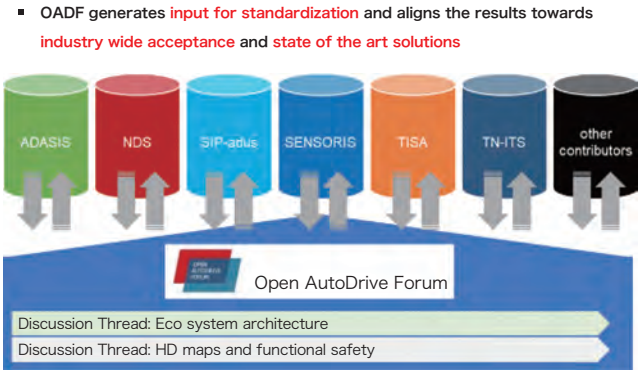

図２　OADFにおけるSIP-adusの位置づけ[2]

2019年にADASISと覚書を交わし，SIP-adus実証実験での活用可能性検討へ向けて，ADASIS仕様（version 3）の開示を受けた．その後，適宜ADASISと個別の意見交換を実施しつつ，SIP-adus実証実験でADASIS仕様を活用し，評価及び評価結果のADASISへのフィードバックを行った．

5 日米欧三極連携活動

日米欧三極連携活動は，2009年に欧州委員会と米国運輸省で交わされた覚書，2010年及び2011年に日本の国土交通省が，日米及び日欧のITS分野における協力に関する覚書を締結したことをもとに行われている，政府主導による国際連携活動である．

これまでSIP-adusは，自動運転に関する取組に参加し，欧米の関係者との定期的な意見交換を実施している．自動運転に関する取組の一つに，Physical and digital Infrastructure SWGがあり，この活動において，欧米の窓口担当者に対して，定期的なSIP-adusにおけるダイナミックマップ関連の動向を報告するとともに，欧米における活動状況の情報提供を受けた．

過年度は，ITS世界会議のほか，三極で行われる様々な国際会議と合わせ会議が開催されてきた．2019年以降は，年に数回オンラインでの会議を行った．

6 おわりに

SIP-adusにおける国際連携活動を通じ，継続的に国際標準化団体や業界標準団体に働きかけを行い，わが国の活動及び成果を周知し，結果として複数の国際標準に対しわが国の成果を盛り込めたことは，今後の

わが国の自動運転産業の発展に向けて，非常に大きな成果であったと考える．

SIP-adusの活動はここで一旦の区切りとはなるが，構築した関係等は後続のプログラムにおいても必要に応じ活用可能としておくことが望ましい．今後，自動運転はモビリティサービスの一つとして，他の交通モードや様々な都市活動等との情報連携が更に強まるものと考えられる．自動運転を活用する幅広い分野において，SIP-adusの成果が更に活用されることを期待したい．

【参考文献】

(1) 自動車技術会：ITSの標準化2021，(2021)，https://digitalbook.jsae.or.jp/its_2021_jp/book/index.html，(参照 2022.09.02)
(2) OADFホームページ，https://www.openautodrive.org/，(参照 2022.09.02)

【本件問合せ先】

東京大学 空間情報科学研究センター，〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 Ce-508，03-5452-6408，担当：中條覚（snakajo@csis.u-tokyo.ac.jp）

④ヒューマンファクタ

Human Factors

北﨑智之（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
Satoshi Kitazaki（National Institute of Advanced Industrial Science and Technology（AIST））

（概要）自動運転のヒューマンファクタは，自動運転の安全性や社会的受容性に関わる重要な側面である．また人を理解することは，基盤研究と位置づけることもでき，いわゆる協調領域を多く含む．SIP第1期，第2期を通して，積極的な海外連携により，SIPヒューマンファクタ関連プロジェクトの課題設定や研究方法，結果の妥当性を検証するとともに，成果を国際的に発信してきた．また国際標準への成果の織り込みに積極的に取り組んできた．本稿では，その具体的な活動を紹介する．

キーワード：ヒューマンファクタ，HMI（ヒューマンマシンインタフェース），国際連携，三極連携，日EU連携，日独連携，国際標準化

1 背景

自動運転のヒューマンファクタは，自動運転の安全性や社会的受容性に関わる重要な側面である．レベル2，3においては，自動走行中もドライバは一定の役割を担っており，ドライバが何らかの原因でこの役割を実行できないときには，不安全な状況が発生しうる．またレベル3以上の自動運転車が他の交通参加者と道路を共有する場合（混在交通），自動運転車の意図が他のドライバや歩行者に理解されないと，交通の円滑性が損なわれたり，不安全な事象が発生しうる．そしてこれは自動運転車の社会的受容性の醸成を妨げるものとなりうる．

自動運転のヒューマンファクタ研究開発は，自動運転技術の基盤領域（協調領域）と捉えられる部分が多く，SIPを通じたオールジャパン体制での取組だけでなく，海外の産学における研究開発主体と積極的な連携や情報交換を行い，研究テーマ設定や研究方法，結果の妥当性を常に検証しながら進めてきた．また得られた成果を国際的に発信するとともに，国際標準化に積極的に関わり貢献してきた．本章では自動運転のヒューマンファクタに関わる国際連携と国際標準化活動の具体的事例を紹介する．

2 国際連携

2.1. 日米欧三極連携

日米欧政府間合意に基づく三極連携下のAutomated Road Transport Working Group（ART-WG）の下に位置するHuman Factors sub-Working Group（HF-subWG）として活動してきた．HF-subWGは，米国

表1　三極連携　ヒューマンファクタ　サブWGメンバ

United States	
Stacy Balk, co-chair	NHTSA
Brian Philips	FHWA
Bobbie Seppelt	Ford
Dan McGehee	University of Iowa
Johan Engström	Waymo
Chuck Green	MIT
John Lee	University of Wisconsin
European Union	
Natasha Merat, co-chair	University of Leeds
Emma Johansson	Volvo trucks
Andreas Keinath	BMW
Anna Schieben	DLR
Klaus Bengler	TU Munich
Ludgrer Rogge	EC, DG R&I
Japan	
Satoshi Kitazaki, co-chair	AIST
Makoto Itoh	University of Tsukuba
Tatsuru Daimon	Keio University
Keisuke Ishii	Honda, JAMA
Observers	
Joanne Harbluk	Transport Canada
Peter Burns	Transport Canada
Mike Regan	University of New South Wales, Australia
Mandi Mees	National Transport Commission, Australia

が Stacy Balk (NHTSA)，欧州が Natasha Merat (University of Leeds)，日本が北崎智之 (AIST) の３人の共同議長のもとに，各地域産学官領域の数人の専門家メンバから構成される．(表１)

連携の目的は，①自動運転におけるヒューマンファクタに関わる知見や情報の共有，②新たなヒューマンファクタ課題の抽出，③研究連携の機会創出，④論文共同執筆などである．サブワーキング会議は３か月に１回程度の頻度で実施され，①②③について情報交換と議論を行っている．また，日米欧の主要国際会議において，ワークショップやオーガナイズドセッションを企画し，各地域の専門家を交えて様々な情報共有や議論，成果の発信を行ってきた．④については2019年に連携成果として自動運転における Out-of-the-Loop コンセプトについての論文を発表した．[(1)] 現在は自動運転のメンタルモデルについての論文を共同執筆中である．

2.2. 日独連携

日独政府間合意に基づく自動運転に関する日独連携のもとに，ヒューマンファクタについては2019年より連携を開始した．日本側は SIP-adus「自動運転の高度化に則した HMI の設計及び安全教育方法に関するデータ検証と評価プロジェクト」に関わる，産総研，筑波大学，慶應義塾大学，東京大学，熊本大学の５研究機関からなるコンソーシアム，ドイツ側はミュンヘン工科大学，ケムニッツ工科大学，ウルム大学，ドレスデン工科大学，DLR の５研究機関からなるコンソーシアム間の連携とした．連携コーディネーターは日本側が北崎智之 (産総研)，ドイツ側が Klaus Bengler (ミュンヘン工科大学) である．研究連携テーマは，SIP の３つの研究課題 (路上コミュニケーションと外向き HMI，ドライバとシステムのインタラクション，ドライバ教育とトレーニング) に合わせて，ドイツ側コンソーシアムも同じ３つの課題を設定し，分担して取り組んできた．(表２)

2019年11月に第１回ワークショップを東京で開催以降，年２回のワークショップを日独が交互に主催し，2022年10月に東京にて第６回 (最終) ワークショップを開催した．連携内容は，共通の３つの課題に対する双方の研究成果を共有し，課題に対する理解を深めただけでなく，研究計画や進捗の共有を通して，双方の計画を検証し適宜修正を行ってきた．加えてテーマ１，２において，いくつかの共同実験を実施した．成果は共著論文として発行予定である．

研究連携に加えて，ウェビナーを日独双方で実施してきた．ウェビナーにおいては，連携研究テーマ以外にも範囲を広げ，ヒューマンファクタに関する教育を目的として，学生や若手研究者を招いて実施してきた．また，連携活動をアピールするために，2021年６月に国際人間工学会 (IEA, on-line) にてオーガナイズドセッションによる双方の研究成果の発信を行った．

表２　日独連携の研究テーマと実施組織

研究テーマ		日本側 コンソーシアムメンバ	ドイツ側 コンソーシアムメンバ
1	路上コミュニケーションと外向きHMI	慶應義塾大学	ケムニッツ工科大学 ドレスデン工科大学 ウルム大学 ミュンヘン工科大学 DLR
2	ドライバとシステムのインタラクション	産総研 東京大学	ミュンヘン工科大学 ウルム大学
3	教育とトレーニング	筑波大学 熊本大学	ドレスデン工科大学 ミュンヘン工科大学

2.3. その他の国際連携

その他の国際連携としては，EU Horizon 2020のヒューマンファクタ関連プロジェクト２件との連携を図ってきた．MEDIATOR プロジェクトは，ドライバと自動運転システムの，より安全な新しいインタラクションを研究開発するプロジェクトであるが，SIP-adus「自動運転の高度化に則した HMI の設計及び安全教育方法に関するデータ検証と評価プロジェクト」のプロジェクト代表者である北崎智之が，アドバイザリーボードメンバを務めており，SIP での研究成果をベースにアドバイスを行ってきた．また HADRIAN プロジェクトは，道路交通環境とドライバ状態に応じて，自動運転の安全性を高めるために流動的に変化する Human Machine Interface (HMI) を研究開発するプロジェクトであるが，同 SIP プロジェクトとの関連が深く，これまでプロジェクトリーダー間の情報交換を定期的に行ってきた．また2022年９月にワークショップを開催し，両プロジェクト関係者間で意見交換を行った．

3　国際標準化活動

自動車のヒューマンファクタや HMI についての標準化活動は，ISO/TC22/SC39/WG8で実施している．日

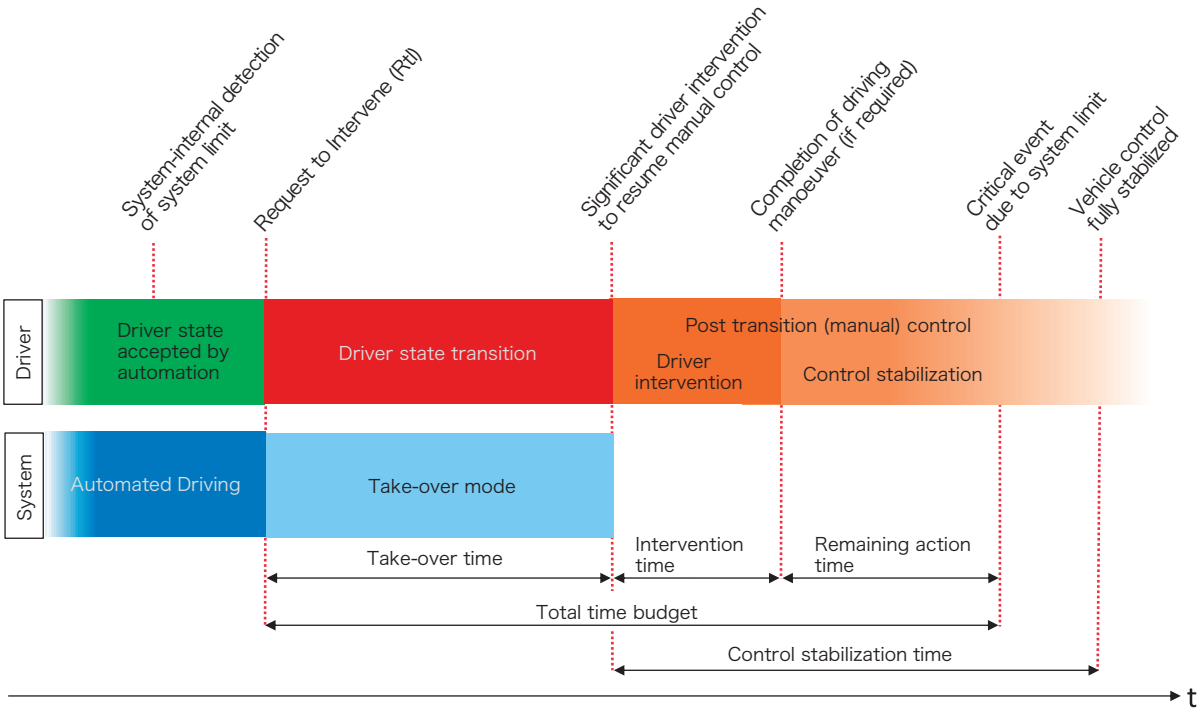

図1　ISO TR21959-1で定義されているTransition process model (system-initiated transitionの場合)

本は自動車技術会ヒューマンインタフェース (HI) 分科会がWG8への代表組織となっているため，SIP-adus「自動運転の高度化に則したHMIの設計及び安全教育方法に関するデータ検証と評価プロジェクト」の主メンバがHI分科会の委員としてWG8で活動している．

自動運転については，これまでドライバとシステムとのインタラクション，特に安全上重要な運転引継ぎに関して，TR (Technical Report) 21959-1 [(2)]，TR21959-2 [(3)] が2018年，2020年に発行されている．TR21959-1は，システムとドライバそれぞれの遷移プロセスを定義したほか (図1)，自動運転のヒューマンファクタに関するコンセプトをまとめたものである．またTR21959-2は，ドライバの運転引継ぎパフォーマンス評価の実験計画における配慮事項として，運転引継ぎに影響を及ぼすと考えられるヒューマンファクタやシステムパラメータ，実験シナリオ構築の考え方，パフォーマンス評価のための計測指標，実験環境選択時の配慮事項などを含むものである．TR21959-1，TR21959-2共に日本がプロジェクトリーダー，米国との共同リーダーを務め，主にSIP自動走行第1期のヒューマンファクタ研究開発プロジェクトの成果を織り込んだ．現在はドライバモニタリングの人間工学的側面について，2020年8月に開始されたTS5283 [(4)] において，日本が英国と共に共同プロジェクトリーダーとして取り組んできた．24か月プロジェクトとしてスタートしたものであるが，メンバの共通理解に時間を要したため，2022年5月に新たにTR5283にカテゴリを変更し，24か月プロジェクトとして再スタートした．

一方，自動運転車の路上コミュニケーション及び外向きHMIに関しては，そのコンセプトについてTR23049 [(5)] が2018年に米国のリーダーシップのもとに発行された．現在は外向きHMIの設計に関わるTR23735 [(6)] が米国のプロジェクトリーダーのもとに進められている．また2022年にプロジェクトはTRからPAS (Publicly Available Specifications) にカテゴリを変更し，より拘束力の強いものとしてのドキュメント作成が行われている．日本としては，SIP第1期，第2期ヒューマンファクタ関連プロジェクトで得られた知見を織り込み中である．

新たなプロジェクトとしては，自動運転車の遠隔オペレーションにおけるヒューマンファクタに関するプロジェクト [(7)] がカナダと米国のリーダーシップのもとに，スタートした (2022年10月)．

4　まとめ

SIP第1期，第2期 ヒューマンファクタ関連プロジェクトにおいては，国際連携を通して，研究テーマ設定や研究方法，結果についての妥当性を常に検証しなが

ら進めてきた．また成果を広く世界に発信するとともに，国際標準化に貢献してきた．加えてこれらの活動を通して，海外とのネットワークを構築することができ，この分野の日本のプレゼンスを向上することができた．

【参考文献】

(1) Natasha Merat, Bobbie Seppelt, Tyron Louw, Johan Engström, John D. Lee, Emma Johansson, Charles A. Green, Satoshi Kitazaki, Chris Monk, Makoto Itoh, Daniel McGehee, Takashi Sunda, Kiyozumi Unoura, Trent Victor, Anna Schieben, and Andreas Keinath: The “Out-of-the-Loop” concept in automated driving: proposed definition, measures and implications. Cognition, Technology & Work 21: pp.87-98 , 2019.
(2) International Organization for Standardization: ISO TR21959-1, Road vehicles-Human Performance and State in the Context of Automated Driving: Part 1—Common underlying concepts, 2018.
(3) International Organization for Standardization: ISO TR21959-2, Road vehicles-Human Performance and State in the Context of Automated Driving: Considerations in designing experiments to investigate transition processes, 2020.
(4) International Organization for Standardization: ISO TS5283, Road Vehicles: Ergonomic aspects of driver monitoring and system interventions in the context of automated driving, (under development).
(5) International Organization for Standardization: ISO TR23049, Road Vehicles: Ergonomic aspects of external visual communication from automated vehicles to other road users, 2018.
(6) International Organization for Standardization: ISO TR23735, Road vehicles—Ergonomic design guidance for external visual communication from automated vehicles to other road users, (under development).
(7) International Organization for Standardization: ISO TS17691, Road vehicles：Principles for human remote support of automated systems, (under development) .

【本件問合せ先】

国立研究開発法人産業技術総合研究所 ヒューマンモビリティ研究センター，〒305-8566 茨城県つくば市東1-1-1 中央第6，029-861-3924，担当：北崎智之

⑤安全性評価

Safety Assurance

佐藤秀亮（トヨタ自動車株式会社）
Hideaki Sato (TOYOTA MOTOR CORPORATION)

（概要）より安全，効率的で自由なモビリティ社会の実現のために，自動運転車両の実用化と展開が期待されるなか，『どのような考え方で社会的受容性のある安全性判断を行うか』という安全性評価基準と，『多様な交通状況における安全性をどのように包括的に評価するか』という安全性評価手法の整備が急務である．国内においては安全性評価仮想環境構築を推進する内閣府支援のDIVP®[(1)]と，安全性評価シナリオデータベース構築を推進する経済産業省支援のSAKURA[(2)]を立ち上げ，一般社団法人日本自動車工業会（自工会）がこれらのプロジェクトの横串を通す形で技術戦略を示しながら産官学で連携して安全性評価基準と安全性評価手法を支える安全性評価基盤技術の構築を行っている．各国でも多くの安全性評価の研究プロジェクトが活発に立ち上がっており，国内だけでなく国際も含めてプロジェクト間で密に連携し，国際基準・標準，共通基盤技術の確立に向けたテコとなる連携体制の構築・運営が重要である．

キーワード：安全性評価，シナリオベース，UN-R157，ISO21448，ISO34502

1 安全性評価手法の課題

自動運転車両が人の運転を代替するうえで遭遇する数多の危険な状況について，実交通環境で長距離・長時間の試験評価により安全性評価を行い，ブラックボックス的に改善を繰り返していくことで一定以上の確率的な信頼性を保証する安全性保証は，評価結果が開発会社・プロジェクトから公表されず市場にとって透明性が低く，審査当局が監査を行う場合にもその十分性について絶対的な判断を行うことが難しいことから，評価プロセスとして評価範囲の十分性・透明性に課題がある．また，認可試験としてあかじめ定められた試験条件をコントロールされたテストコース上で実施するのでは，数多存在する運転状況を包括的にカバーして十分な安全性評価を行うことが難しい．この自動運転車両の安全性評価技術の課題に対応するため，国内においては次の２つの大きな柱となる共通基盤要素技術を構築するプロジェクトを立ち上げ，対応にあたっている．①安全性評価の条件を論理的に構造化して評価シナリオに落とし込み，これをシナリオデータベースとして維持改善していく『シナリオベーステスト』を検討するプロジェクト．②実世界では危険で実行できない評価条件や効率面において現実的な期間ではやり切れないような数の評価パターンをカバーするための仮想環境技術を構築するプロジェクト．

1.1. 安全性評価の国内合同推進と国際協調

①のシナリオデータベース構築については経済産業省が実施するSAKURA (Safety Assurance KUdos for Reliable Autonomous Vehicles) ②については本SIP下の検討としてDIVPを立ち上げ認識仮想評価環境の検討を実施している．2021年度には，自動運転の安全性評価技術開発を加速し，日本の自動運転技術の安全性・開発効率の向上及び国際競争力の確保を目的として，両プロジェクトが連携し合同で推進するタスクフォースとステアリング委員会を立ち上げた．（図１）

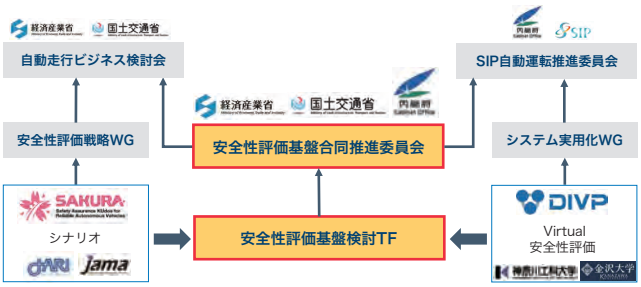

図１　自動運転安全性評価合同推進体制

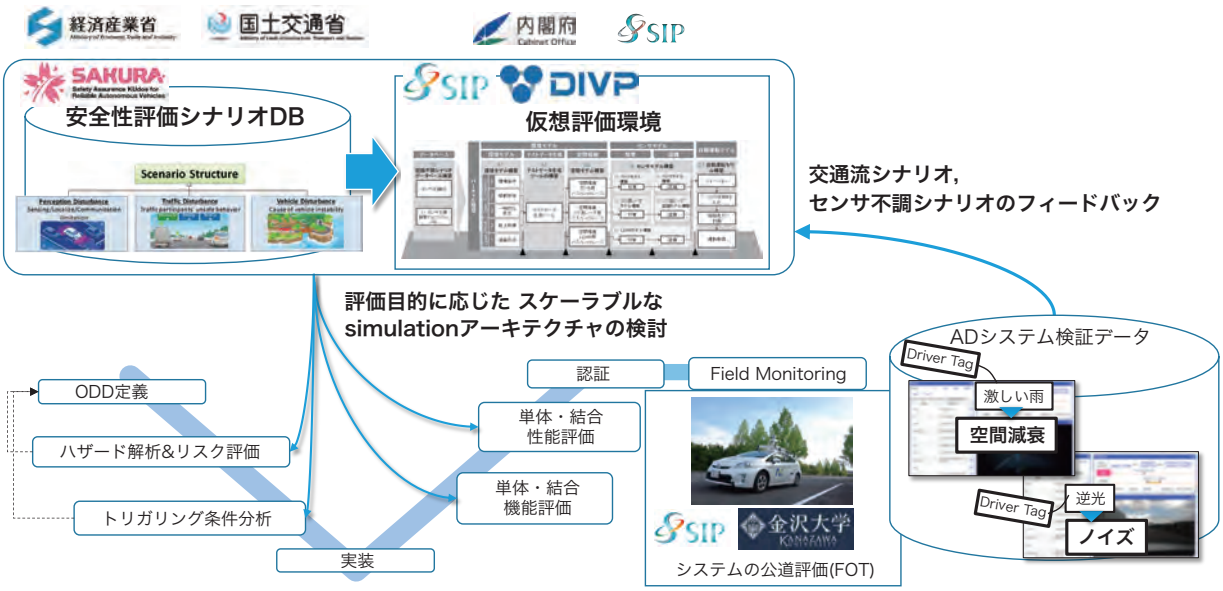

図2　自動運転安全性評価合同推進の狙い

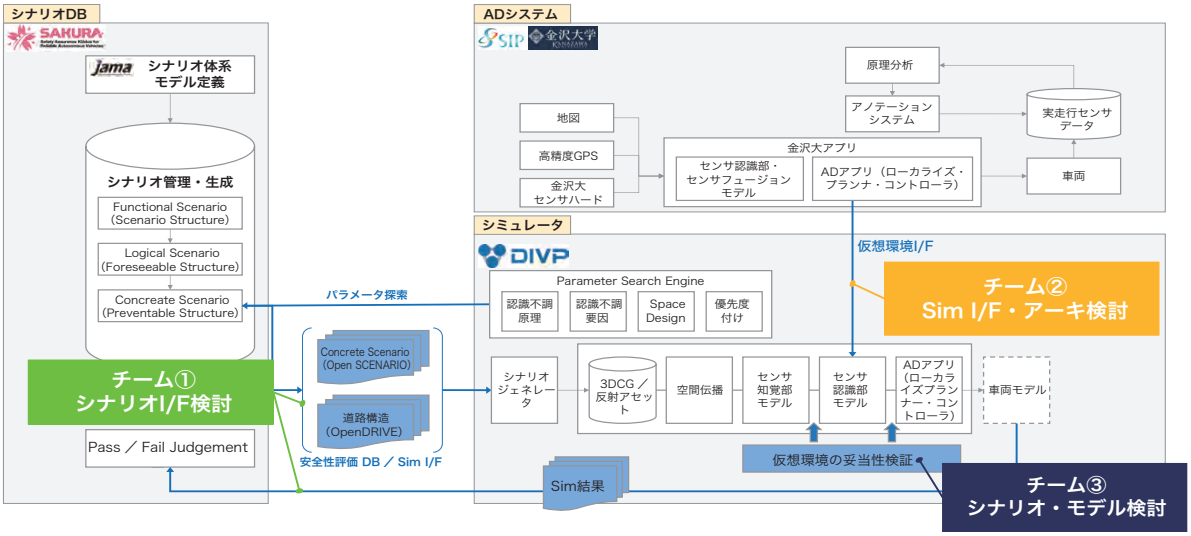

図3　安全性評価基盤の全体像

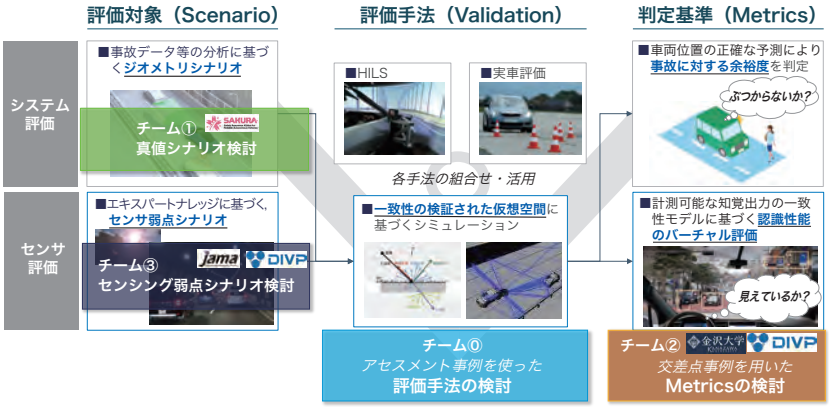

図4　安全性評価基盤による検討課題

この合同推進体制の狙いは，自動運転システムが有すべき安全性能に関する，論理的な網羅性・実行性・透明性を具備した安全性評価共通基盤を構築し実際の自動運転車両開発へ適用することで，日本の自動運転技術の安全性・開発効率の向上と国際競争力の確保に繋げることである．（図２）

合同推進のタスクフォースでは，SAKURAのシナリオデータベースとDIVPの認識仮想環境を結合して

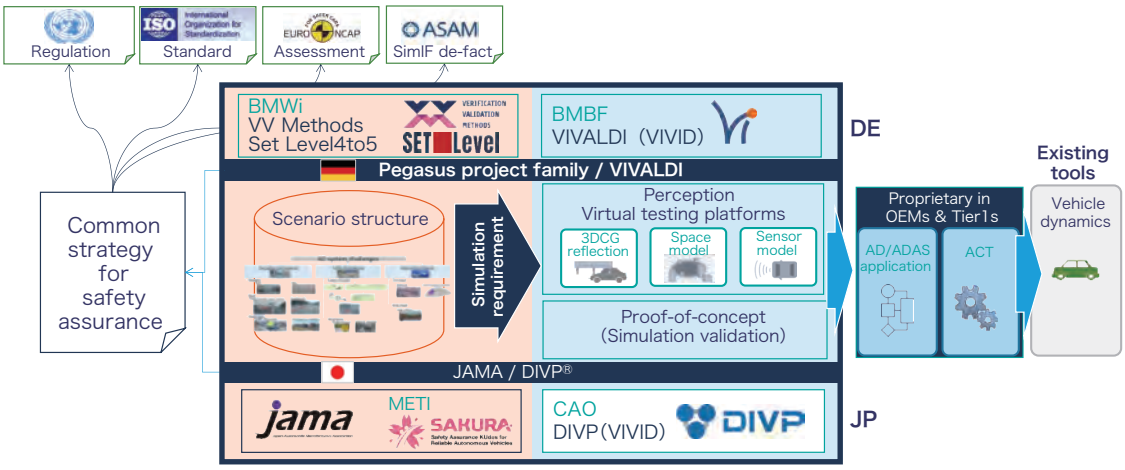

図5　合同推進による日独連携の強化

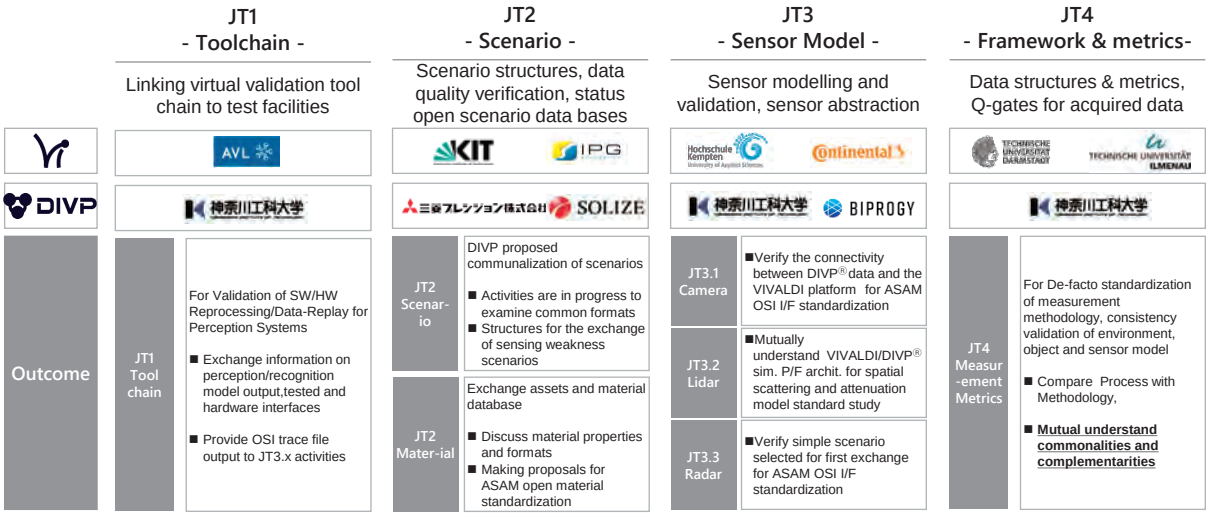

図6　安全性評価仮想環境の日独連携VIVID体制

実際の自動運転車両開発へ適用するために必要な技術課題に対し，プロジェクト横断でチームを編成し技術課題へ取り組んでいる．（図3）

また，評価手法の組合せの検討，metricsの検討を研究テーマに加え，安全性評価体系の研究を推進している．（図4）

また，国際連携としてこれまでシナリオ観点でPegasus，仮想環境観点でVIVALDIとそれぞれ日独連携を進めていた体制を，同合同推進の体制で統合し，日独連携についても強化を行っている．（図5）

特にVIVALDIとの間での連携（VIVID：Virtual Validation methodology for Intelligent Driving systems）では，図6に示すように専門家タスクフォースに活動を分割してISOやASAM等での自動運転の安全性評価体系やシミュレーションインタフェースの標準化への提言を強化し，国内でしか使用できない技術にならないよう，海外のセンサシミュレーション環境とも容易に結合できる形を目指している．

専門家タスクフォースごとの定期ミーティングやSIP-adus WorkshopのBreakout Workshopで技術連携を進めており，2022年6月にはベルリンで日独政府機関Pegasus[(3)] family，自動車開発・評価に関するツールチェーンの標準化を推進する非営利団体であるASAM（Association for Standardization of Automation and Measuring Systems）等の標準化団体を交えた面着でのシンポジウムを実施した．VIVID活動に対して，VIVID外の専門家からの関心も高く，日独連携をより一層強化する好機となった．特にDIVPのレイトレ出力I/Fに関するASAM OSI4.0への提案は即時承認され，成果として結実した．

2　安全性評価基準における国際連携

2.1. 国際基準調和の背景

安全性評価基準については倫理・法規の専門家も含

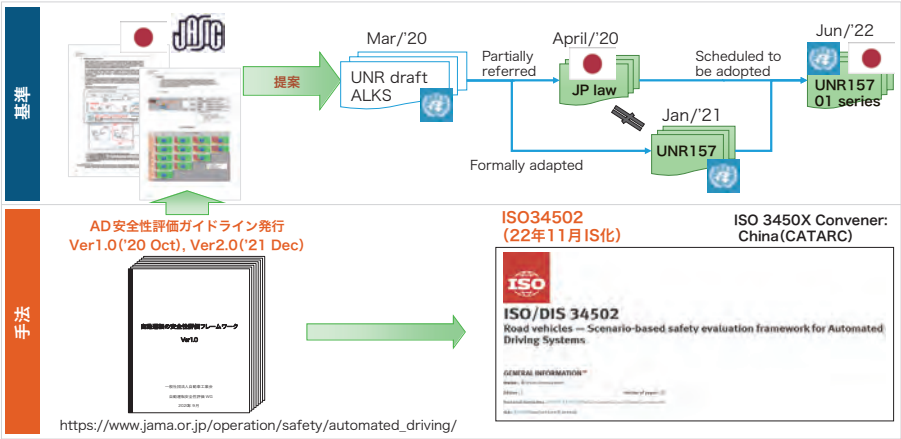

図7　日本の国際標準化と国際基準への取組

めて活発な議論が行われている．自動運転車に関する国際基準の策定においては，国連の自動車基準調和フォーラム（WP29）配下に専門家会議（GRVA／VMAD）が2018年に発足され，2020年には初のレベル３自動運転車の型式認証法規であって自専道低速車線維持を対象とした国連法規としてUN-R157[(4)]が合意された．この国際基準調和で議論されている安全性判断の考え方として，『社会的に許容可能なリスクレベルを下回っているか』という指針が自動車産業以外も含めて技術イノベーションを社会実装する際の判断基準として実績があり，自動運転領域での許容可能なリスクレベルを具体化する議論が進められている．WP29配下での議論を経て2019年６月に採択された自動運転のフレームワークドキュメント[(5)]では『設定されたODDの範囲内において，自動運転システムが引き起こす人身事故であって合理的に予見される防止可能な事故が生じないことを確保する必要がある』という考え方が示された．この議論において日本としてJASIC下で国土交通省，交通安全環境研究所，自工会で連携して提言を行うなかで，『合理的に予見される防止可能なレベル』を『システムの性能が人間のドライバの能力を超えたかどうか』という解釈を行い，この人間ドライバ能力のリファレンスとして『competent and careful human driver』というレベルを想定する[(6)(7)]ことをUN-R157 5.2.5.に規定し，計量可能かつ包括的な安全性評価シナリオに対する安全性評価基準としてUN157 Annex4 - Appendix3 Guidance on Traffic disturbance critical scenarios for ALKSに織り込んでいる．

2.2. 国際基準調和を支える国際連携

この議論の背景として国際標準ISO TC22/SC33/WG9として安全性評価シナリオのプロジェクトが中国CATARCのコンビナーで発足され，日本のVMAD議長からSC33/WG9コンビナーに対してISO側からの技術インプットの期待が示された．これに対して，自工会としては安全性評価ガイドライン[(8)]をISOとVMADの両方に提案を行うことで，国際基準と国際標準を調和しながら進める支援を行った．さらにこの国際標準SC33/WG9下のシナリオベース安全性評価フレームワークを定めるISO34502の推進体制は日本leader，ドイツco-leaderでleader／co-leaderの緊密な連携により順調に進捗し2022年11月にIS（International Standard）発行に至った．この背景にはPegasus１期目から日独間で密に技術協調を継続してきた信頼関係が結実した形である．以上のようにUN-R157が１年程度の議論で一定の技術的成熟を迎え世界初のレベル３自動運転車両の国際基準調和に繋がった原動力は，国内の産官学間の密接な連携に支えられた戦略的な国際協調の努力であり，これらの成果は今後の国際基準調和議論においても継続的な日本の国際貢献の礎になるものである．（図７）

2.3. 新たな国際協調の取組

これまで独・仏・中・米と個別にプロジェクト間で連携を行うことで技術検討の加速を狙ってきたのに対して，今後は乱立する国際標準の活動を調和させていくために各種連携の統合を進めていく必要がある．この打ち手の一つとして日EU連携として欧州自動運転プロジェクトHEADSTART[(9)]と合同で安全性評価フレームワークのsate of the artを集約するwhite paper[(10)]を編纂する活動を立ち上げ，2021年12月に発行した．

3 結び

自動運転技術により運転者が原因の交通事故が大幅に削減され，またより自由で便利なモビリティの社会実装が期待されるなか，まだまだその安全性能についての十分性・透明性の課題は大きい．引き続き産官学が連携して共通基盤技術の構築と国際連携を通じた基準・標準の整備を進め，安全な交通社会の実現に向けた健全な競争環境を実現することが重要である．

【参考文献】

(1) DIVP PROJECTホームページ，https://divp.net/，（参照 2022.09.01）
(2) SAKURA PROJECTホームページ，https://www.sakura-prj.go.jp/，（参照 2022.09.01）
(3) PEGASUS RESEARCH PROJECT ホームページ，https://www.pegasusprojekt.de/en/home，（参照 2022.09.01）
(4) UN-R157，https://unece.org/sites/default/files/2021-03/R157e.pdf，（参照 2022.09.01）
(5) WP29：Framework document on automated/autonomous vehicle，https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2019/wp29/WP29-177-19e.pdf，（参照 2022.09.01）
(6) 国土交通省：自動運転車の安全技術ガイドライン，https://www.mlit.go.jp/common/001253665.pdf，（参照 2022.09.01）
(7) SIP-café～自動運転～：自動運転車に要求される安全性の程度とは？，https://sip-cafe.media/column/1210/，（参照 2022.09.01）
(8) 日本自動車工業会：自動運転の安全性評価フレームワーク，https://www.jama.or.jp/operation/safety/automated_driving/pdf/framework_ver_2_0.pdf，（参照 2022.09.01）
(9) HEADSTART PROJECTホームページ，https://www.headstart-project.eu/，（参照 2022.09.01）
(10) SAKURA，SIP-adus，HEADSTART 合同ホワイトペーパー，https://www.sakura-prj.go.jp/Portals/0/images/Publications/HEADSTARTSAKURA_WP.pdf，（参照 2022.09.01）

【本件問合せ先】

トヨタ自動車株式会社 自動運転・先進安全開発部，〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町1番地，担当：佐藤秀亮

⑥コネクテッドビークル

Connected Vehicles

三角正法（マツダ株式会社）
Masanori Misumi (Mazda Motor Corporation)

（概要）通信を利用する協調型自動運転について，SIP-adus Workshopや関係する国際会議への参加を通じ，SIPからの情報発信，海外動向の情報収集，並びに海外専門家との関係構築を進めた．特にSIP-adus Workshopでは，海外の専門家にSIPの活動紹介を行い，その理解を促進するとともに，海外の活動の実態を専門家の生の声として知ることができた．欧米開催の国際会議では，各国の行政の取組や，企業活動に関する幅広い情報を入手した．本稿ではこれらの概要を紹介する．

キーワード：協調システム, ITS, V2X, DSRC（専用挟域通信), セルラーV2X（C-V2X）

1 活動概要

コネクテッドビークル関連では，自動運転への無線利用に関する日本からの情報発信，及び欧米の動向調査とその国内関係者への情報展開を行った．

2 SIP-adus Workshop

2.1. 2018年度SIP-adus Workshop

1) Plenary Session

米欧の専門家より最新のコネクテッドビークルに関する情報が紹介された．以下に概要を示す．

Kevin Dopart 氏（米国運輸省）：

米国運輸省発行のAutomated Vehicle ガイドライン3.0の概要が紹介された．また，V2Xの展開として安全運転支援通信パイロットプロジェクト，並びに全米70か所の実証実験に関する解説が行われた．

John Kenney 氏（TOYOTA IT Center）：

5.9GHz 帯DSRC（専用狭域通信）に関し，FCC（米国連邦通信委員会）の技術要件，米国市場展開状況（5,315か所の路側機），DSRC，セルラーV2X（C-V2X）,WiFiの周波数に関する話題が示された．

Christian Rousseau氏（RENAULT）：

欧州連合（EU）のプロジェクト，SCOOP，C-ROADSにおけるV2X実証実験の概要，欧州5.9GHz ITS周波数帯域50MHzの分配（道路交通30MHz，鉄道20MHz），などのトピックスが紹介された．

Maxime Flament氏（5G Automotive Association）：

最新の通信技術としてネットワークスライシングやエッジコンピューティングの活用が紹介された．

日本からはITS通信によるV2Xアプリケーションの実用化に向けた可能性検証や，SIPの臨海副都心への通信インフラ導入と実証実験概要を紹介した．

2) Breakout Workshop

15名（米国２名，欧州３名，日本10名）の参加者により各地域の動向を共有化した．

米国からは5.9GHz帯域の利用に関する技術の中立性と各州／各機器相互の通信互換性などが検討課題となっている状況が紹介された．

欧州からはEUプロジェクトHEADSTART，ICT4CART，5GCroCo，5G-MOBIX，5G-CARMENの紹介とV2XのDelegated act（委任法令）の概要が説明された．

日本からは信号情報提供，高速道路合流に関する技術要件の検討が始まったことを紹介した．

2.2. 2019年度SIP-adus Workshop

1) Plenary Session

最終的に日本を含め３名の登壇となった．

Kevin Dopart 氏（米国運輸省）：
協調型自動運転開発プラットフォームであるCARMA（Cooperative Automation Research Mobility Application）の詳細が解説された．
朱 厚道氏（Huawei）：
江蘇省無錫でのC-V2Xを用いた大規模実証実験について概要が紹介された．
日本からはSIP第１期の通信活用施策の要点と第２期で実施する東京臨海部実証実験の計画を紹介した．
2) Breakout Workshop
米国１名，中国２名，日本７名によりコネクテッドビークルに関する情報共有を行った．
米国からは前述のCARMAの説明と，SAE J3216“協調型自動運転の分類と用語定義”が紹介された．
中国からは無錫での実証実験に関し，バス，商用車での実用化が先行するとの補足説明があった．
日本からは警察庁，総務省の施策，SIP実証実験，自動車メーカの取組，日本が幹事国を務めるISO/TC204/WG14（高度道路交通システム／走行制御）の活動状況などを説明した．

2.3. 2020年度SIP-adus Workshop

2020年度はCOVID-19の影響でWeb開催となり，Plenary Sessionのみの開催となった．
Kevin Dopart 氏（米国運輸省）：
前出のSAE J3216による協調型自動運転の分類や，CARMA並びにトラック隊列走行の紹介があった．
John Kenney 氏（TOYOTA IT Center）：
FCC（米国連邦通信委員会）のITS周波数の再割当，次世代DSRC-IEEE802.11bdの概要が解説された．
Christian Rousseau氏（RENAULT）：
フランスにおける協調型高度道路交通システム（C-ITS）実証実験プロジェクトPACV2XとInDiDの取組が紹介された．
日本からは総務省の周波数アクションプランや，SIPによる信号情報のV2I，V2Nによる配信検討，協調型自動運転ユースケースなどの紹介が行われた．

2.4. 2021年度SIP-adus Workshop

2021年度もCOVID-19の影響でWeb開催となった．
1) Plenary Session
以下の海外専門家の参画を得た．
John Kenney 氏（TOYOTA IT Center）
Tom Schaffnit氏（米国運輸省）
Niels Peter Skov Andersen氏（Car2Car-CC）
Martin Böhm氏（Austria Tech）
米国ではFCCにより，5.9GHz帯域のITS無線周波数が従来の75MHz幅から30MHz幅に制限し，残りの45MHzがWiFiに開放するとともに通信方式をDSRCからC-V2Xに変更する提案が出された．
さらに，米国各州の実証プロジェクトの概要が紹介された．既に143の地区で約6,000の路側機と18,000台の車が稼働している．大半はDSRCのシステムであるが，C-V2Xに置き換えられる動きもある．
欧州では2019年に近距離用にITS-G5（DSRC）と長距離用にモバイルネットワークを使ったハイブリッド通信の市場導入が始まった．既に50万台以上の車が走っており，インフラもDSRCが2,000km，モバイルネットワークが10万kmにわたり整備されている．
日本からは２名の専門家によりSIPの東京臨海部実証実験における通信利用実験の紹介に加え，協調型自動運転通信方式検討TFによる将来の通信方式の検討状況が紹介された．
2) Breakout Workshop
Plenary Sessionの講演者に加え以下の専門家が加わりパネル討議と質疑応答が行われた．

司会	小山 敏　氏	（電波産業会）
パネラー	Justin McNew　氏	（JMC Rota Inc.）
	Bettina Erdem　氏	（Continental AG）
	井出 真司　氏	（総務省）
	坂井 康一　氏	（国土交通省）

日本時間23時の開催であったが，134名の一般参加者に加え，海外からも32名の参加があった．
米国からはC-V2Xの展開と標準化，欧州からはC-Roadsプロジェクトの官民連携の状況が紹介された．
日本からは総務省よりITS周波数の検討状況，国土交通省よりETC2.0の新たな活用，SIPから東京臨海部実証実験，協調型自動運転通信方式検討TFの活動が紹介された．

2.5. 2022年度SIP-adus Workshop

2022年は３年ぶりに対面での開催となった．
1) Plenary Session
2021年度と同じ４名の海外専門家による講演を実施．米国，欧州の最新情報に関する講演が行われた．日本からはSIPの通信利用実証実験の結果などが報告された．

2) Breakout Workshop

2022年度は非公開のワークショップとし，コネクテッド自動運転の本格普及を図るための課題について専門家同士による掘り下げた議論を行った．

3 情報収集 国際会議への参画

3.1. ITS America デトロイト／CV-Pilot／スマートコロンバス（2018.06）

ITS America年次会議：GMが次期キャデラックへのITS無線搭載を公表．また，米国運輸省はDSRCとC-V2Xの対立に関し，技術中立の立場を示した．

CV（コネクテッドビークル）パイロット：

ニューヨーク市の交通管制センターを訪問，路側機の導入状況など，コネクテッドビークルパイロットプログラムの実施状況を調べた．

スマートコロンバス：オハイオ州コロンバスにてスマートシティの実証実験を視察．公共交通とパーソナルな交通の融合を図る計画が進められている．

3.2. 自動運転シンポジウム サンフランシスコ（2018.7.9~12）

米国：DSRCとC-V2Xの推進団体双方より，それぞれの通信方式の技術面，運用面の優劣が主張された．

FHWA（連邦道路局）はミシガンで13か所，テキサスで15か所の交差点に路側機を設置，青信号通過支援やCACC（協調型車間制御）の優先通行などによる交通流最適化の試みが紹介された．

欧州：EUプロジェクトのICT4CARTではC-ITS，C-V2Xなどを用いてレベル4自動運転実現を目指している．実証実験はオーストリア，ドイツ，イタリアの試験サイトとイタリア-オーストリアの国境を越えるコースを用い，相互接続性が検証される．

3.3. ITS世界会議コペンハーゲン（2018.9.17~21）

欧州委員会よりV2Xに関する委託法令（Delegated Act）が提案されており，その概要と認証方法，プライバシーの問題などが報告された．

米国ではCVパイロットの実証実験が開始された．ニューヨークのビル街での自車位置測位精度，データ収集の問題など，実用化を進めるうえでの課題が示された．また，実証用ではあるが，DSRC用の路側機が全米で5,000台を超えたことも紹介された．

3.4. Transportation Research Boardワシントン D.C.（2019.1.13~17）

米国運輸省からはCARMA プラットフォームの構築やアプリケーション開発が紹介された．

欧州からはAUTOCITS（2016～2019）が紹介された．

C-ITSの自動運転への応用，安全性向上を狙ったもので，ポルトガルからスペイン（10kmの高速道路），フランスをまたぐ街道で実証実験が行われている．

5G関連プロジェクトでは5GCroCo，5G-CARMEN，5G-MOBIXがスタートした．道路1,000km，８か国にまたがる実証実験が行われる．

欧州委員会からはC-ITS委任法令が発行され，パブリックコメント公募の後，最終化が図られる．

3.5. 自動運転シンポジウム フロリダ州オーランド（2019.7.15~18）

5.9GHz帯域の一部WiFiへの開放を含むFCC長官の周波数割当見直し発言に対し，FHWA長官は5.9GHz帯域を交通安全のために死守すると宣言．

3.6. ITS世界会議シンガポール（2019.10.21~25）

欧州ではC-ITS委任法案が議会で否決され，C-ITSは民間主導で進めざるを得ない状況となった．

米国では5GAAによる5.9GHz帯域（75MHz）上側20MHzのセルラーV2Xへの割当要求が紹介された．

3.7. Transport Research Board ワイントンD.C.（2020.1.12~16）

CV-パイロットのセッションでは３地区（ニューヨーク，タンパ，ワイオミング）の３地区の進捗報告に加え，FCCによる5.9GHz帯再配分に対し，設備改修費用やプロジェクトの遅れなど反対意見が出された．

3.8. 自動運転シンポジウム カリフォルニア州ガーデングローブ（2022.7.19~21）

３年振りに対面会議として開催された．米国でも歩きスマホ等による歩行者事故が増えている模様で，FWHA（連邦道路局）によるV2Xを利用した歩行者／自転車保護技術，及び通信を使って車載／路側センサ情報を共有化し，視野外の事物を認識するCooperative Perception（協調認識）などが注目に値する．

また，欧州では200団体近くが参加するCCAM（Connected, Cooperative & Automated Mobility：通信機付協調型＆自動化モビリティ）パートナーシップのロードマップが示された．2030年に欧州全域30以上のサイトで大規模実証が計画されており，2030年以降の本格的な実用化が想定されていることが窺える．

2022年度は上記に加え，ITS世界会議2022ロサンゼルス（2022. 9），Transportation Research Arena 2022リスボン（2022.11），Transportation Research Board ワシントンDC（2023. 1）などでの情報収集を予定している．

4 情報発信

SIP-adus Workshop以外の情報発信について記す．

4.1. 自動車基準調和世界フォーラム（WP29 ITS IWG）Web 開催（2020.11.6）

WP29のITSインフォーマル・グループでSIPの活動を紹介する機会があり，SIP協調型自動運転通信方式TFの活動や協調型自動運転ユースケースの検討状況などが紹介された．

4.2. Future Network Car Web 開催(2021.3.25)

上述WP29参加者からの要請を受け，ITU（国際電気通信連合）主催の会議（参加者約150名）に参画．SIPの協調型自動運転通信方式の検討状況とユースケースが紹介された．

5 おわりに

国際連携活動を通じた海外専門家との直接的な交流は日・米・欧の活動状況の相互理解促進，認知度向上に貢献したと認識している．

国際連携WGの活動は今年度で終了するが，５年間の活動で築かれた知見は今後の日本の自動運転に関わる活動に対しても貴重な財産となると思われる．

【本件問合せ先】
マツダ株式会社 商品戦略本部，〒730-8670 広島県安芸郡府中町３-１，担当：三角正法（070-7575-0653）

⑦サイバーセキュリティ

Cybersecurity

平井康雅（トヨタ自動車株式会社）
Yasumasa Hirai（TOYOTA MOTOR CORPORATION）

（概要）自動走行システムの基盤となる高度な地図情報や地図上にマッピングされる自動車，人，インフラ設備等の情報は，主に外部ネットワークから取得することが想定されている．

これらの情報は，自動走行システムによる車両制御に活用する目的で，車両の制御系／情報系の機器に送られるが，従来の自動車にはなかったサイバーセキュリティ問題を引き起こす要因にもなっている．また，UNECE[1] WP29におけるUNR155／R156の合意に伴い，法規観点からもサイバー攻撃への対策が必要となっている．

このような問題を解決するために，「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第２期／自動運転（システムとサービスの拡張）」では，出荷後のサイバー攻撃への対策技術として，侵入検知システム（IDS：Intrusion Detecting System）に着目，既製品を活用するOff-the-Shelf型の開発を対象に，IDSを選定するうえでの評価観点やテスト実施方法などを検討，実機ベンチを用いた検証を実施し，IDS評価ガイドラインとしてまとめた．

また，新たな脅威が顕在化した際の初動対応の迅速化に向け，コネクテッドカーの脅威情報を迅速に提供するための仕組みの検討，及び潜在的な脅威情報のプロアクティブな収集方法の検討を実施している．先行するIT業界での脅威インテリジェンス活動などを解析し，仕組みを構築，実現性を検証するとともに，ハニーポットの検討及び観測実験を実施し，その効果の検証を行っている．また，これらの取り組みについては，日独連携ワークショップを通じて，日独の大学の専門家も加わり知見の共有，活用を進めている．

キーワード：サイバーセキュリティ，IDS（侵入検知システム），脅威情報，ハニーポット，プレイグラウンド

1 国際法規動向

自動車基準調和世界フォーラム（WP29）において，自動運転に係る国際基準である，UNR155（サイバーセキュリティ），UNR156（ソフトウェアアップデート）が策定された．また，日本は，WP29 GRVA共同議長の立場でサイバーセキュリティを推進していたこともあり，レベル３の自動運転車両を筆頭に各国に先行して法制化されている．

これに伴い，各自動車メーカは，2022年７月以降に市場にリリースする全ての新型乗用車・商用車に対して，UNR155に基づくプロセス認証に準拠しなければ，型式認証を得ることができない（継続生産車両は2024年７月以降より適合が必要）．UNR155では，サイバーセキュリティマネジメントシステムを持つことや，新たな，あるいは進化するサイバー脅威及び脆弱性に適切に応じるプロセスを持つことが必要になり，これらのプロセスは３年ごとの審査を受ける．

OEM及びサプライヤは，国際標準であるISO/SAE 21434を参照し前述のプロセス構築を進めている．ISO/SAE 21434は2021年８月31日に正式発行され，UNR155の要件を満たす一例として参照されている．

本事業では，こうした背景を踏まえ，特に車両の生産以降に顕在化するサイバー攻撃の検知技術や脆弱性を含むサイバー脅威の取集，共有の仕組みについて調査研究を実施し，その成果の各業界団体への移管，活用を目指して活動を進めている．

1　UNECE：国際連合欧州経済委員会．

2 現状の課題と調査研究状況

2.1. IDS評価ガイドラインの策定

法規面からWP29 UNR155にてサイバー攻撃を検知し適切に対処することが求められており，車両自体がサイバー攻撃を検知・対処できることを説明する必要がある．しかしながら，どのような攻撃をどの程度まで検知すればよいかについては，既存の法規やガイドライン等では明確に示されておらず，各社で判断する必要がある．本テーマでは，「出荷後のセキュリティ対策」に貢献することを目的とし，各OEMにおいて，車載IDSを選定・検証・運用する際のベースラインとして活用いただくための，「IDS評価ガイドライン」の策定及び業界団体への成果の移管を目標としている．

また，作成したガイドラインは，業界全体での車両出荷後のセキュリティ品質の向上を目的とし，特に車載IDS導入の検討を始めたばかりのOEMを主な想定読者としている．

本活動では，実際の攻撃事例を踏まえて，IDSが検知するべきセキュリティイベントを導出している．導出にあたっては，2017年～2020年に開催されたカンファレンスや脆弱性情報を対象に調査を実施した．

これらの結果から，さらに車両制御に至っているものを，車両に直接関係のある事例として絞り込みを行い，詳細に分析することで，ネットワークで発生，観測し得る事象をセキュリティイベントとしてそれぞれ抽出した．（表１）

本テーマでは，これまでの調査結果に基づき，既知の具体的な攻撃事例から類似した攻撃を検知するための攻撃事例のシナリオ化手法と検知機能要件の導出方法を構築した．また，これらの検知機能要件のテスト項目を導出し，OEM及びIDSベンダ協力のもと，実機ベンチでの実験を通じて，テスト項目の実現性や妥当性を検証し，基本テストケースとして，ガイドラインへフィードバックしている．

表１　調査事例から抽出したセキュリティイベント

イベント	概要
不正なメッセージID	バスに存在しないメッセージID
不正なデータの範囲	単一のメッセージについて信号値の範囲が不正
不正な送信周期	メッセージIDが同一のメッセージの送信周期が不正
不正なメッセージ量	車載NW上のメッセージが仕様より多い／少ない
不正な送信順序	複数のメッセージの受信シーケンスが不正
不正なデータの変化量	直前に受信したメッセージのデータ値との差分が不正
コンテキスト違反のデータ	複数のメッセージのデータ値の相関関係が不正
不正な送信元／送信先	メッセージの送信元が不正（CANでECUの特徴量やMAC等を利用して判断） メッセージの送信先が不正（TCP/IPの場合）
UDSプロトコル違反	UDSプロトコルの仕様違反
OBDプロトコル違反	OBDプロトコルの仕様違反
DoCANプロトコル違反	DoCANプロトコルの仕様違反
規定回数以上の診断msgのエラーレスポンス	規定回数以上の診断系メッセージのエラーレスポンスの受信

また，社会実装に向けては，想定する利用者にとって有用なものとなるよう，各ステークホルダーとの定期的な検討会での議論を実施し，成果を構築してきた．

これらの調査，実験の結果を「IDS評価ガイドライン」という１つの成果としてまとめ，業界団体への成果移管を完了している．

2.2. コネクテッドカーの脅威情報と初動支援の調査研究

コネクテッドカーの脅威情報の収集・蓄積手法，脅威インテリジェンスを活用した初動支援のためのシステム基本仕様書を策定し，2023年に業界団体への運用移管を目標として活動を進めている．

脅威インテリジェンスとは，サイバー攻撃などの脅威への対応を支援するために，収集・分析・蓄積された情報のことで，一部の産業では，企業横断的にインテリジェンスを共有する活動が行われている．[(1)]

脅威インテリジェンスを共有することで，類似のサイバー攻撃による連鎖的な被害を防ぐなどの効果が期待できるが，現在共有されている脅威インテリジェンスはIT領域のものが中心となっている．ITシステムでは，汎用的なOSが利用されるなど，利用組織やユーザ間で共通のプラットフォームが使用されていることもあるが，自動車では車種ごとにアーキテクチャが異なっている．そのため，IT領域で共有されるような脅威インテリジェンスの形式のみでは対策に活用できないおそれがある．これは，自動車は，「車両制御」という観点においてハードウェア，ソフトウェアや通信プロトコルがOEMに依存しているためであり，ITとの大きな違いと言える．

一方で，車両制御に至るまでの「一連の攻撃の流れ」については，OEMに依存しない手法が用いられる場合があり，OEM間での共通の脅威として，共有する価値のある情報となる可能性が期待できる．

また，出荷後に新たに顕在化する脅威への対応としては，前述した脅威情報の共有だけでなく，いかにプロアクティブに脅威情報を把握できるかが初動の迅速化において鍵となる．

このようなプロアクティブな脅威情報の収集方法の

一つとしてハニーポットが知られている．例えば，ハニーポットにおける現状の脅威情報収集実験の観測結果としては，IoT製品同様にtelnetに対してIDと弱いパスワードを送り付けるIoTマルウェア（Mirai等）の特徴と一致するアクティビティの観測（図1）などがあげられる．これは，同マルウェアに感染した機器からの自動化攻撃であり，当該ハニーポットを車載機器として認識したうえでの攻撃ではないものと考えられる．

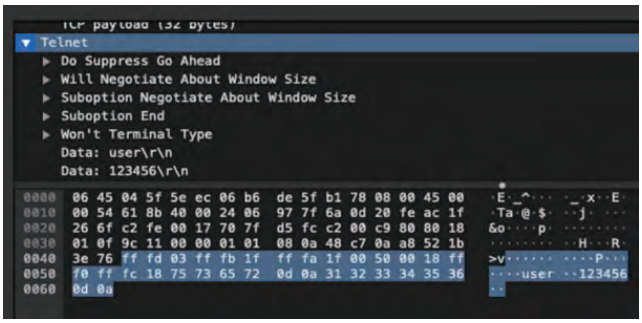

図1　観測したパケットの例

本テーマは，2023年２月までの計画となっており，2022年９月現在では，脅威情報収集実験及び収集した情報を業界内でのインシデント対応に活用するための共有方法について検討を実施している．今後は，脅威情報の記述方法を活用し，想定する脅威情報共有システムの仕組みを構築，PoCを通じた実現可能性の検証を進めていく予定である．

また，プロアクティブな情報収集については，ハニーポットを設置し，脅威情報の観測実験を進めるとともに，ホワイトハッカーやベンダ等が攻撃を試行するプレイグラウンドを開催し，その際のアクティビティを観測していく予定である．

3　日独連携

ドイツでは，連邦教育研究省（BMBF）主導のもと，コネクテッドカー（自動運転）のセキュリティ研究開発支援を行っており，現在，４つのプロジェクトが進行している．SIPは，これらのうち「SecForCARs」プロジェクト[(2)]と連携し，４つの研究テーマ（＃１：ECUやそれを構成するLSIなどハードウェアと車載ネットワークのセキュリティ，＃２：セキュアなサブシステムで構成される車両システムが全体としてセキュアであるために必要な要件と確認手法，＃３：サイバー攻撃を観察，捕捉し，分析するための方法論，＃４：想定される各攻撃ベクトルについて実際の車両と仮想システム（ハニーポット）を使用してサイバー攻撃を監視する手法）を掲げ，日独の大学の専門家も加わり双方の知見の共有，活用を進めている．研究状況及び成果をワークショップ（2022年末までに５回 開催を予定，１回目は2021年７月，２回目は2021年12月，３回目は2022年４月に開催）を通じ共有している．

4　まとめ

自動車のサイバーセキュリティの確保は，自動車の安全安心に直結していると言っても過言ではなく，最低限満たすべきセキュリティ水準や業界共通の脅威について業界全体の協調領域とする，あるいは積極的に共有することが適切であり，これによりコネクテッドサービスの開発や運用効率の改善を図ることも可能となり，日本企業の国際的な競争力維持にも繋がる．

また，セキュリティ対策や情報共有のための仕組みは，国内の業界における共有にとどめるのではなく，自動車セキュリティ開発における国際標準に提言するなどで，日本企業の強みとして活用できるよう，戦略的に標準化団体に働きかけることも重要である．

自動走行システムにおける，サイバーセキュリティは必要不可欠なものであるが，そのコネクテッドカーも含め，現時点ではまだ発展段階であり，セキュリティ上の脅威も今後増加してくるものと予想される．今後，社会実装が進み，実際の脅威が顕在化してくるなかで継続的に評価，改善を進めていくことが重要である．

【参考文献】
(1) 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保（b2）情報共有プラットフォーム技術「情報共有デザインガイド 構築編」，株式会社日立製作所，https://www.nedo.go.jp/content/100904081.pdf，（参照 2022.08.12）
(2) SecForCARs, https://www.secforcars.de/，（参照 2022.08.12）

【本件問合せ先】
トヨタ自動車株式会社 制御電子プラットフォーム開発部，〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町１番地，担当：平井康雅

⑧社会経済インパクト

Socioeconomic Impacts

大口敬（東京大学）
Takashi Oguchi (The University of Tokyo)

（概要）社会経済インパクトに関する国際連携の取組は，主に日独連携の枠組みのもとで推進された．具体的には，ドイツ宇宙研究所（DLR）とカールスルーエ工科大学（KIT）の研究者を中心とするドイツ側の研究プロジェクトCADIAと，日本のSIP第2期で東京大学・同志社大学が受託した2プロジェクト，「自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」並びに「自動運転による社会・経済に与えるインパクト評価と普及促進策に関する研究」とが連携している．2019年１月開催の日独・二国間連携運営会議（Steering Committee）でこの連携活動が認められた．両国間では頻繁なオンライン会議を行うとともに，2019年10月にドイツ，2022年５月に日本にて両国の専門家が集まる会合を持ち，自動運転普及モデル，自動運転による新しい交通サービスの社会的受容性などについて，国際的な共通認識や国や文化の違いによる相違などを議論し，その成果は日独共同執筆書籍として2023年初頭に出版予定である．また毎年のSIP-adus Workshopや日米欧三極会議でも，社会経済インパクトに関して，日独のみならず国際的に幅広い関係者で情報交換・意見交換を実施した．

キーワード：自動運転普及モデル，社会的受容性，国際共通認識，国や文化による相違，国際共同出版

1 経緯と取組概要

自動運転に関する日本とドイツの連携については，内閣府とドイツ連邦教育研究省（BMBF）との間で，2017年１月12日に締結された「自動走行技術の研究開発の推進に関する日独共同声明（Joint Declaration of Intent）」に基づいて，活動が進められた．

日独双方から，連携して推進する研究開発テーマについて意見交換がなされ，社会的なインパクト評価（Social Impact Assessment）については，日本のSIP第２期自動運転（システムとサービスの拡張）における「自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」並びに「自動運転による社会・経済に与えるインパクト評価と普及促進策に関する研究」として実施されており，ドイツ側でもドイツ宇宙研究所（DLR）が中心となったコンソーシアムがBMBFの支援を受けたプロジェクトとして採択されて2019年度から連携活動が開始された．日本側からは，筑波大学・谷口綾子教授を中心とする研究プロジェクトメンバにもボランティアで協力いただいた．最後には，これを共同出版として2023年初頭に刊行予定である．

一方，ITS分野における日米欧の三極会議の場でも，デジタルマップやヒューマンファクタなどと共に，インパクト評価（Impact Assessment：IA）も三極連携のサブテーマとして設定されており，三極で相互に調和した形で，自動運転による交通社会全般に与える影響を評価するフレームを高い次元で実現することを目指して，情報提供・共有と議論が進められている．

ここでは，社会経済インパクトに関する国際連携の取組として，この２つの取組を紹介する．

2 日独連携における取組

2.1. プロジェクト形成までの経緯

自動運転の社会インパクトに関する日独連携については，まず，SIP-adus「自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」の研究メンバが，2018年秋にカールスルーエ工科大学（KIT）のInstitute for Technology Assessment and Systems Analysis（ITAS）を訪問し，日独の連携の可能性について意見

交換を行ったのがきっかけである．その後，2019年度に入って両国の専門家同士で議論を重ね，以下の２点が両国での連携事項として双方にメリット・興味があることが同意された．

1) Diffusion of Connected and Automated Driving in a Future Vehicle Stock：自動運転の普及に影響する要因とその関連性を整理したうえで，自動運転普及を量的にシミュレートするモデルを構築．これを用いて，今後数十年でのあり得る普及シナリオを描く
2) Social Acceptance of Automated Driving Explored：自動運転に対する社会的受容性とは何かを定義するとともに，先行実証研究調査を通じて，自動運転に対する社会的受容性について，国を跨がる類似点と社会的文化的環境による相違点を分析するとともに，自動運転に関する国家的イノベーション戦略上の論点，自動運転とその関連技術に関する（標準化を含む）国際協調上の課題を抽出する

2019年１月に，ドイツBMBFと日本の内閣府SIP-adusとで開催された日独・二国間連携運営会議（Steering Committee）において，上記の２つのテーマを１つのプロジェクトにまとめて，日独連携研究として実施することが決定され，定期的に合同のミーティングを開催するとともに，連携の成果として，合同成果報告シンポジウムの開催と書籍の出版を目指すことが合意された．

2.2. 日独連携研究の進捗概要

2019年度は，オンライン会議で事前準備を進めた後，10月７日・８日に，日本側の専門家がドイツへ訪問し，ドイツ国ベルリン市内のドイツ宇宙研究所（DLR）ベルリン事業所にて，第１回会合を実施した．

第１回会合の主たる目的は，相互のプロジェクトの概要説明とともに，それぞれの関心事項を提示し，連携の方向性などを決定することにあった．討議の結果，次回の会合は，自動車の所有と共有の観点から議論することが合意された．第２回会合は，2020年３月に日本で開催を予定していたが，2020年の新型コロナウイルス感染症の世界的流行に伴い，大きく予定が変更となり，オンライン会議主体に切替えて連携活動を推進することとなった．

2020年11月25日開催の日独連携第４回専門家会議，2021年12月６日開催の日独連携第５回専門家会議において，社会インパクト評価に関する日独の専門家がオンラインで参集し，ドイツBMBFと日本の内閣府，SIP-adusプログラムディレクター（PD）に対する活動進捗報告を行った．

2021年４月以降，頻繁にオンライン会合を行いながら，共同での取組の成果として実施する書籍出版の方針，内容，構成などの検討を進め，2022年の上半期には具体的な執筆に取り組んだ．そんな中，新型コロナウイルス感染状況の間隙を縫って，2022年５月に第２回会合を京都で開催し，日独双方が準備してきた原稿内容を相互に確認し，記述内容のすり合せ・調整を行うとともに，議論を踏まえて，両国の相似点・相違点などの共通理解を深めるセッションを開催した．このセッションでの議論内容をもとに，共同出版の最終章の原稿を起こすこととし，７月以降は相互に読み合わせや外部による査読・校閲などを経て，2023年初頭の刊行に向けた作業を共同で実施した．

2.3. SIP-adus Workshopにおける活動

2020年11月10～12日に開催されたSIP-adus Workshop 2020の一環として，インパクト評価（Impact Assessment）に関する日独連携活動の専門家を中心にオンラインシンポジウムを11月９日に開催し，これを録画したものを配信することにより，インパクト評価（IA）に関する日独連携活動内容を広く発信した．講演者は，Torsten Fleischer（カールスルーエ工科大学）・谷口綾子（筑波大学）・中尾聡史（京都大学）・田中晧介（東京理科大学），三好博昭・渡辺昭次（同志社大学）・紀伊雅敦（香川大学），Christine Eisenmann（ドイツ航空宇宙研究所），Bart van Arem（デルフト工科大学）である．

また，これら４件の研究活動の取組報告が行われたことを良い機会として，セッション終了後に有志でそのままオンライン接続を継続し，自動運転車の普及や人間が運転の車の残存予測，自動運転を用いた交通サービスの社会的受容性と日常行動・習慣に与える影響，自動運転車専用車線確保の困難性，などに関する意見交換が活発に行われた．

2021年11月９～10日には，SIP-adus Workshop 2021のPlenary Sessionが完全録画配信にて実施され，インパクト評価（Impact Assessment）のテーマで実施されたセッションでは，Christian Winkler（ドイツ航空宇宙研究所），三好博昭・渡辺昭次（同志社大学）・紀伊雅敦（香川大学），Torsten Fleischer（カールス

ルーエ工科大学)，谷口綾子・宮谷台香純（筑波大学)，Scott Smith（米国連邦運輸省Volpeセンター）が講演した．さらに現地とオンラインによるハイブリッド型でBreakout Workshopも開催し，Plenary Session登壇者に加えてBart van Arem（デルフト工科大学）や日独連携プロジェクト関係者も参加し，自動運転普及モデルと社会インパクトに関する情報交換や議論で約３時間のセッションを実施した．

2.4. 日独共同執筆による共同出版

2021年から検討が進められ，2022年上半期には日独連携メンバにより執筆に取り組んだ．Japanese-German research cooperation on connected and automated driving: Socio-economic impact assessment（和訳：自動運転に関する日独研究連携：社会経済インパクト評価）と題する書籍の構成は以下のとおりである．

1. Introduction（はじめに）
2. Characteristics and trends of the Japanese and German mobility systems（日独の交通システムの基本特性と時系列傾向）
3. Policy process with respect to CAD in Japan（日本における自動運転に関する政策決定過程）
4. Industry analyses and prognoses regarding CAD ride-hailing market（自動運転乗合サービス市場に関する分析と予測）
5. Detailed evaluations of the empirical material on acceptance of CAD（自動運転の社会的受容に関する実証検討）
6. Transportation effects of CAD in Germany（ドイツにおける自動運転の交通領域への影響）
7. Transportation effects of CAD in Japan（日本における自動運転の交通領域への影響）
8. Overall Comparison between Germany and Japan（日独間の比較考察）

なお，2022年５月に開催したセッションでの議論内容は，この書籍の８章の中で整理して記述している．具体的には，Social expectations affecting CAD diffusion（社会的な期待による自動運転普及への影響)，Common expectations of groups and individuals in Germany and Japan（日独における集団と個人による共通の期待)，Attitude of the car industry（自動車産業の動き)，Mobility services expected to be realized（モビリティサービス実現への期待)，Differences in forms of residence（日独における都市形態の違いの影響)，Decision-making toward diffusion（普及へ向けた政策)，Expectations for the type of CAD initially introduced（最初に導入される自動運転の種類に対する期待)，Forming a correct understanding of CAD by citizens（市民による正しい自動運転の理解の醸成)，Risks that may affect expectations（自動運転への期待に影響を与えるリスク要因）の９項目の論点を挙げて整理している．

3 日米欧三極連携による取組

日米欧の三極で，自動運転を含むITS全般に関して情報交換，意見交換に関する定期的な会合が行われている．この中の一つに，自動運転のインパクト評価（Impact Assessment）に関するサブグループがあり，米国から，米国DOT・Volpe研究センターのDr. Scott Smith，欧州から，フィンランドVTTのDr. Satu Innamaa，及び日本から，現在は筆者が，それぞれ各極の連名代表となり，このサブグループを運営している．年に２～３回程度のサブグループでの会合が開かれ，それぞれの地域での取組内容が情報交換され，自由な意見交換を継続している．欧州では，Horizon 2020や各国で支援するプロジェクトがあるので，それらの取組を通じた研究が紹介され，一方で米国DOT・Volpeセンターでは，システムダイナミクスモデルによるインパクト評価（Impact Assessment）のフレームワーク作りが継続的に実施されており，その経過が逐次報告されている．日本からも，適宜，SIP-adusにおける「自動運転による交通事故低減等へのインパクトに関する研究」並びに「自動運転による社会・経済に与えるインパクト評価と普及促進策に関する研究」の取組を報告することとしている．

【本件問合せ先】
東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門，〒153-8505 東京都目黒区駒場４-６-１，03-5452-6419，担当：大口敬

⑨サービス実装推進

Service and Business Implementation

外山友里絵（株式会社三菱総合研究所）
Yurie Toyama（Mitsubishi Research Institute, Inc.）

（概要）自動運転の実用化に向けて，自動運転を活用したサービスの社会実装に向けた議論は重要である．国内外において，自動運転を活用したサービスの実証実験は行われているものの，実証実験から実装に向けたステップアップの際に生じる課題とその対応策等については，世界中で様々な検討や議論の途上段階である．そこで，国際連携活動においてもサービス実装推進という観点において，諸外国における自動運転の実装に向けた情報交換を行ってきた．本稿ではその取組状況を紹介する．

キーワード：社会実装，事業モデル，サービス実装，サービスカー，モビリティサービス

1 はじめに

自動運転を活用したサービスカー（注：ここでは，マイカーに対して，旅客や物流を輸送するサービスのために活用する車両をいう）の実装については，SIP第1期より「次世代都市交通ワーキンググループ」の活動のもと，国際連携においても，“Next Generation Transport”として筑波大学・川本雅之教授（当時）のリーダーシップにおいて推進されてきた．

SIP第2期においては，より一層実装という観点を意識し，「次世代都市交通ワーキンググループ」は「サービス実装推進ワーキンググループ」となり，国際連携活動においても，2020年度SIP-adus Workshopより，“Service and Business Implementation（SBI）”という領域名に改称し，活動を行った．また，国際連携活動においては，FOTs（大規模実証）のトピックもSBIと連携して取り組んだ．

2 SIP-adus Workshopにおける取組

自動運転の実用化に向けて，自動運転を活用したサービスのユースケースやビジネスモデル等の検討は重要であるものの，国内外において，実証実験から実装に向けたステップアップの際に生じる課題とその対応策等については議論の途上である．そこで，SBIではワークショップを通じて国内外の専門家とサービス実装に関する議論を行った．

2.1. 2021年度SIP-adus Workshop

2021年度のSIP-adus Workshop[(1)]は，Plenary Sessionについては，ヒューマンファクタとのジョイントセッションとして開催を行った．自動運転の実用化が近づくなか，「技術」と「都市活動・人」の繋ぎ方，サービスデザインの仕方，ビジネスモデルの考え方について，ヒューマンファクタとの関連領域が多いため，一体的に議論ができるよう，セッション企画や人選，プレゼンテーションのテーマ設定などを合同で行った．

図1に示すように，自動運転の社会実装に向けては，ヒューマンファクタ，サービスデザイン，ビジネスモデルの観点の検討が不可欠であることから，技術その

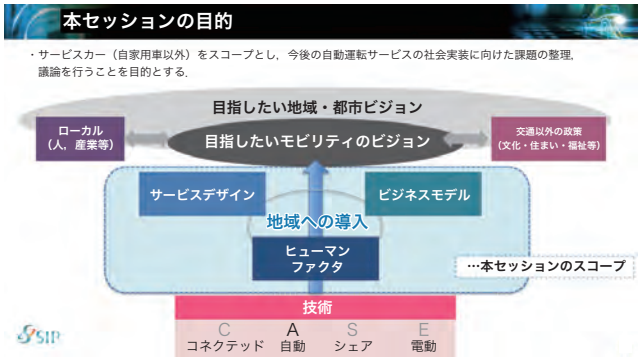

図1　2021年Plenary Sessionにおける議題

ものではなく技術と都市・地域を繋ぐ領域を本セッションでのスコープとし，セッションの企画を行った．

Plenary Sessionは，ヒューマンファクタと合同で合計８名のスピーカーを招聘した．2021年度に初めてSIP-adus Workshopに招聘する顔ぶれも含め，米国及び欧州から幅広い分野の専門家にご登壇いただいた．

登壇者からの発表として，世界中の様々な地域・都市において，自動運転の技術開発・公道実証（Field Operational Test）が行われているなか，登壇者からは，各国での取組から実装に向けた議論にフォーカスして話題提供をいただいた．SIPでも「社会実装」を意識して取組がなされるなか，実地域でのサービス導入に繋げるためには，それぞれの地域・都市のビジョンを踏まえ，どのようなビジネスモデルやサービス設計の観点に基づいて自動運転サービスを導入するか，という観点での議論を行うことができた．

また，後日，オンライン形式でBreakout Workshopを実施した．Breakout Workshopでは，Plenary Sessionにおける登壇者のうちSBI領域にて招聘した関係者と共に以下の観点から議論を行った．

・自動運転のメリットとは（市民，運行事業者，地元政府それぞれの視点で）
・経済的に自立可能な自動運転サービスの実現に向けたアイデア
・地元としてどのように自動運転を受け入れ，マネジメントしていくべきか（政策，サービスデザインの両面から）

初めてSIP-adus Workshopにお呼びする方を複数含み，またオンライン開催であることから実際に登壇者同士でのクロスディスカッションが難しい環境であったが，Plenary Session登壇者間での顔合わせ，双方向の意見交換・質疑応答の場所となった．

2.2. 2022年度SIP-adus Workshop

３年ぶりに対面開催となった2022年度SIP-adus Workshop[(2)]は，SBI単独で招聘活動を行った．

SIP-adus最後のワークショップとなることから，SIP-adusとしてサービス実装の事例として中山間部における自動運転サービス実証に関する話題のほか，米国から３名，欧州から１名のスピーカーを招聘した．

自動運転サービスの実装のためには，サービスデザイン，行政との連携，法制度への順守など，非技術領域にも様々な論点が存在する．それらの論点について，米国及び欧州における取組状況をもとに話題提供をいただいた．

さらに，2022年度はBreakout Workshopも対面で行った．海外から招聘したPlenary Session登壇者に加え，国内の研究者・実務者と共に15名程度のメンバにて，議論を行った．中には技術者のみならず，法制度の専門家にも参加いただき，今後のサービス実装に向けた技術面・非技術面の課題を議論することができた．

3 国際会議における情報収集

3.1. ITS European Congress 2022

(1) 会議概況

2022年５月30日（月）～６月１日（水）まで仏トゥールーズにて開催された．トゥールーズはAIRBUS社，EasyMile社が拠点を置く．

テーマは「Smart and Sustainable Mobility for all」であり，全体を通じ全ての議論が環境問題への意識を発端としているところに欧州における気候変動への関心及び危機感を強く感じた．

Plenary，SIS（Special Interest Session）等の個別セッション等に出席し，今回3日間で多く見聞きしたキーワードとしては，Sustainable，Multimodal，Digitalization（Data），Connected，Acceptance，Ecosystemが挙げられる．これらのキーワードと全体テーマを掛け合わせた文脈としては，気候変動対策（Sustainable）としての過度なマイカー依存脱却を目指したく，そのためには代替交通手段が便利である必要があるためマルチモーダル対応（Multimodal）が必要であり，実現のためにはデータ（Data）がデジタル化（Digitalization）され，繋がっている（Connected）ことが重要，なおかつ，さらにその考え方を市民に受け入れてもらう（Acceptance）必要があり，交通モードあるいは都市としてのエコシステム（Ecosystem）を考えていく必要がある，と解釈する．

(2) サービス実装推進に関するPlenary Session議論概要

ITS European Congressにおいては，「自動運転」を公共交通などのサービスユース（自家利用ではない）に活用することを見据えた議論を行うセッションを中心に情報収集した．主にPlenary Session等において

議論のあったポイントをまとめる．

1) サステナブル

ITS European Congressのテーマどおり，サステナブルは，現在の欧州においてあらゆる社会問題の中で最も関心が高いものといえる．Plenary Sessionでは，欧州議会からの代表者のスピーチによると，デジタル化とサステナブルへの対応が急がれるが，そのためにはモビリティの分野としてもよりスマートなソリューションを提供する必要があると宣言している．

2) 都市空間の活用

会議では，都市空間の活用に関しても議論がなされていた．例えば，この数年のCOVID-19の経験を踏まえ，人々は他人との距離の取り方や，公共交通の活用機会・スタンスが大きく変わってきている．また，電動キックボードなどの新たなパーソナルモビリティなども登場してきた昨今，これらを都市空間の中にどう当てはめるか，は課題である．さらに，ドローンなど空飛ぶモビリティサービスの実用化を見据え，都市のエアスペースの活用についても欧州では議論が始まっているという．

3) モビリティ・アズ・ア・サービス（MaaS）

ITSとデジタル化を掛け合わせたMaaSは，マルチモーダルの可能性を広げるものであり，欧州においても大いに期待されている．Plenary Sessionでは，サステナブルのためにはマルチモーダルは必要不可欠であり，唯一の方法とまで議論があった．MaaSの発展に向けたキーワードとして，ハーモナイズ，コラボレーションなどが挙げられるが，加えて，フレームワークの透明性，女性・障がい者など全ての人を考慮したアクセシビリティなども挙げられた．

3.2. ARTS（Automated Road Transportation Symposium）2022

(1) 会議概況

ARTS2022は米国・カリフォルニア州ガーデングローブにて2022年７月18日から同月21日まで開催された．AVS（Automated Vehicles Symposium）として開催していた３年前の会議から，全体的に会議規模を縮小した開催となった．具体的にはセッション数の減少，かつ一つ一つのセッションの長時間化（双方向議論重視），デモやポスタースペースの廃止などの変更があった．

(2) サービス実装推進に関する議論概要

ITS Europe Congressにおいては，テーマが“Sustainable”ということもあり，議論のおおよそが移動による環境負荷を課題意識として捉えることからスタートしており，環境負荷低減のためのマルチモーダル，自家用車依存脱却，さらにそれらを可能にするデータ活用推進，という議論が活発だった．一方，今回米国で行われていたARTSにおいては，環境問題への危機感などはそれほど前面に出ておらず，交通事故死者数の増加，国際競争力，Equityへの対応など，米国が抱える別の社会課題の側面から自動運転の議論がなされていたことが象徴的であった．

また，バイデン政権にて成立したInfrastructure Investment and Jobs Act（IIJA）に基づく運輸部門への今後の投資，政策立案等も様々な議論の中で触れられていた．

米国内では，様々な自動運転に関するサービスの実証実験が取り組まれている．

USDOT Federal Transit Authority（公共交通局）としては，アクセシビリティを強調し，American Disabilities Actの自動運転サービスへの適用を宣言しており，各地方政府の取組においても車いす対応の乗降車技術（昇降リフトやスロープ）など，アクセシビリティは開発上重要な観点になっている．

4 おわりに

自動運転の社会実装の動きが加速するなか，サービス実装やビジネスモデルのヒントとして，自動運転技術，自動運転サービス単独に着眼した検討のみならず，サステナビリティや交通安全など自動運転サービスを必要とする社会課題や，自動運転である必要性に関するニーズを明確にしたうえで，他のモビリティサービスや都市内での様々な政策（環境，福祉，その他都市計画）との連携を意識したモデル作りが各地域で求められる．

【参考文献】

(1) 内閣府：SIP-adus Workshop 2021 Webサイト，https://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2021/，（参照 2022.11.02）

(2) 内閣府：SIP-adus Workshop 2022 Webサイト，https://en.sip-adus.go.jp/evt/workshop2022/，（参照 2022.11.02）

【本件問合せ先】

株式会社三菱総合研究所 スマート・リージョン本部，〒100-8141 東京都千代田区永田町二丁目10番３号，03-6858-0241，担当：外山友里絵