

# 次世代型モビリティ・インフラ領域の 中国独自の優位性とイノベーション力

## インフラ協調型自動運転を重視した次世代型モビリティへの挑戦



張 翼



陸 成

### CONTENTS

- I はじめに
- II 自律走行型自動運転からインフラ協調型自動運転への変化
- III 交通インフラから都市インフラへの拡張
- IV 次世代モビリティ・インフラの社会実装における先行事例
- V 注目すべきキープレイヤーの動向
- VI 日系メーカーへの示唆

### 要 約

- 1 中国では現在、世界をリードする通信やIoT、ビッグデータ領域における技術力と実装力、および政府主導型の社会実装力をてこに、「インフラ協調型の自動運転システム」を重視した次世代型モビリティ向けのインフラ整備に注力してきた。
- 2 インフラ協調型自動運転にかかわる技術およびサービスの実証試験が、全国の都市で進められている。次世代道路インフラとして、5Gネットワーク、各種センサー、エッジコンピューティングなどを統合することにより、自動運転車両と道路インフラのデータ連携を実現し、自動運転や各種モビリティサービスの社会実装を加速させようとしている。
- 3 中国現地のICT/IT企業は、ほかのタイプのプレイヤーより先行してこの領域に参入してきた。ファーウェイは、ICT業界で蓄えてきたノウハウを武器に道路の知能化向けの「トータル・ソリューション・プロバイダー」のポジションを獲得しようとしている。顧客接点に強みを持つバイドゥは、多様なデータ基盤を構築・蓄積しながら、自動運転・智能化道路・モビリティサービスの融合を目指している。
- 4 一部の欧米系企業は、中国でのインフラ協調型自動運転関連の部品・ソリューションの拡販を図りながら、現地でのエコシステム構築を始めている。日系企業も、中国における次世代型モビリティの実証実験を進めるパイロットプロジェクトなどに参画し、技術基準を先読みした製品投入と事業展開を行うことが重要である。

## I はじめに

中国政府は、強力な国家指導力と財政力を活かした新たな形の産業育成に乗り出している。従来の補助金型、共同研究開発型の産業育成の枠を飛び越え、一般市民が居住・利用する物理的な都市空間に、次世代型モビリティ産業育成のための広大な技術検証のテストベッドを構築するという、他国政府には真似しづらいスキームの産業育成によって次世代型モビリティ産業を強力に支援している。

とりわけ、次世代型モビリティの中核として位置付けられている「インフラ協調型の自動運転システム」は中国で脚光を浴びている。なぜならば、自動車とインフラ整備を一体に進める方式であれば、政府の持つ強い動員力が大いに役立つと期待されているだけでなく、通信やIoT、ビッグデータ領域における技術力と実装力を自動車業界にも早期に活用したい、あるいは、世界をリードするデジタル・エコシステムをてことした強力なサービス・イノベーション力を次世代型モビリティ領域に生かしたい、など産業界からのニーズも根強く存在しているからである。言い換えれば、次世代型モビリティの時代となると、中国の自動車産業には独自の優位性に基づいた技術や事業モデルのイノベーションが現れてくる。一方で、要素技術力やモノづくり力を持つ日本の産業界と補完関係にあり、とりわけスマートシティ・プロジェクトの構築運営およびデジタル・エコシステムの利活用においては、日中協力の可能性が広がる。

本論考では、まず中国が重要視している「インフラ協調型自動運転」をキーワードとした次世代型モビリティの概念と枠組みを明

確にした上で、中国が目指すモビリティと交通インフラないし都市インフラとの融合における方向性について論じる。次に、最新の実証実験プロジェクトを例に社会実装の進捗状況を紹介し、いち早く参入してきたプレイヤーからタイプ別に代表的な企業を選定して、各社の取り組みと今後の成長戦略についてもまとめる。最後に日中両国が補完関係にあるという観点から、日系企業にとっての事業機会についての示唆を提示する。

## II 自律走行型自動運転から インフラ協調型自動運転への変化

### 1 自動運転の概況と技術路線

自動運転領域には、自動車メーカーだけでなくアリババ、バイドゥに代表されるITジャイアントをはじめ、多くの企業が参入してきている。L2の自動運転<sup>2)</sup>は、米国のテスラが量産車に実装し、中国においても新興ブランド各社（NIO社、X-peng社、Lixiang社）が量産車における搭載率を引き上げようとしている。一方、L3<sup>2)</sup>以上の自動運転は、米国のWaymo社、Cruise社、中国もバイドゥ、Pony社をはじめとする企業が研究開発で先んじている。現段階では、特定地域で商用サービスの展開が見られるが、大量導入にはまだ時間がかかると想定される。

自動運転の技術路線は、自動車本体に各種環境認識のセンサーを搭載し、車単体の知能化に頼る「自律走行型」自動運転と、道路インフラに搭載するセンサーから収集した環境データを5Gなどの無線通信で迅速かつ正確に車に送信し、車の環境認識と判断を支援する「インフラ協調型」自動運転の二つに分か

れる。世界的には、自律走行型自動運転の実装に力点を置いて検討が進められている一方、インフラ協調型自動運転は莫大なインフラ投資が前提となるため、まだ研究開発の段階にとどまっている。

## 2 中国における 自動運転の概況と技術路線

中国でも世界の潮流と同様に、自律走行型自動運転の研究開発と社会実装が先行してきた。これまでの検討の結果、この方式には、当面の技術制約により三つの課題が存在することが明らかになっている。

一つ目は、夜間、雨、雪などの悪天候の影響で車に搭載するセンサーの環境認識機能が低下するため、悪天候にも対応可能なセンシング技術の実装が求められていること。二つ目は、車に搭載するセンサーの位置、性能、通信条件によって、車周辺の道路、車両、環境、信号状況の認識限界があるため、限られた情報を基にAIのモデル訓練を重ねても「コーナーケース（まれにしか起こらないケース）」をつぶせないということ。そして三つ目に、車自体の知能化レベルを向上させるには大量のセンサーを搭載することが前提になるため、結果としてコストが大きく上昇し、自動運転技術の経済性の確立が難しくなるということ。この三つの課題を解決しない限り、L3以上の自動運転普及は現実的に困難と筆者らは考えている。

自律走行型自動運転の課題解決の困難さから、近年、中国ではインフラ協調型自動運転技術の検討および実証実験が行われている。インフラ協調型自動運転は、車と道路の協調により、車両の環境認識範囲と認識能力（た

例えばブラインドスポットの認識）の拡大を図り、結果として自動運転の運行設計領域（ODD：Operational Design Domain、自動運転システムが安全に動作する前提となる走行環境条件を意味する。地域、道路の種類、速度、天気、時間帯などの走行条件により決められる）の拡張につながる。

ODDを拡張できれば、これまでの自動運転に比べて、より多くのケース（たとえば雨天、雪など視界が悪くなる環境での走行）で自動運転に任せることができ、さらにハイレベルの自動運転を目指せる。また、車と道路が協調できれば車両に搭載するセンサーへの依存度を下げ、車載センサーのコスト削減にもつながるため、量産の加速に寄与できると見られる。

結論としては、自律走行型自動運転が技術的な制約により各種課題の解決が困難である現在、インフラ協調型自動運転を推進することで課題を早期にクリアでき、高度な自動運転をより早く実現できる可能性もある。とりわけインフラ整備のペースが速い中国では、可能性が一層高くなる。

## 3 中国が定義した インフラ協調型自動運転

中国が定義したインフラ協調型自動運転は、自律走行型自動運転をベースにした概念であり、知能化した車と知能化した道路がそれぞれ高精度センシング技術により環境を認識し、特定通信プロトコルを基にリアルタイムでデータ連携をしながら、車と道路、車と車、車と人の情報を連携させ、最終的には環境認識、判断、制御領域における協調を目標としている。

表1 インフラ協調型自動運転の発展段階

段階	典型的応用シーン
1 車とインフラの間に情報の相互連携	衝突アラーム、道路危険性の提示など
2 環境認識、予測の即時的協調	交通関与者、交通事故の協調認識
3 自動運転判断・制御の協調	インフラ協調型車線変更、緊急車両優先通行など
4 車、道路の一体化協調	完全な自動運転

出所) 中国公路学会自動運転工作委员会「車路協同自動運転発展報告」より作成

インフラ協調型自動運転の実現には、通信、センシング、エッジ（利用者や端末と物理的に近い場所に配置するコンピュータ資源）とクラウド（インターネット経由で利用できるコンピュータ資源）側の演算能力を含めた技術が求められるため、車とインフラの協調も初期的な情報連携から、技術の進化に伴って最終的には自動運転の協調にまで進化すると予想される。中国道路学会自動運転ワーキング・グループ<sup>注3</sup>によれば、インフラ協調型自動運転の発展を表1の四つの段階に分けている。

インフラ協調型自動運転は、車自体の知能化が前提になるものの、異なる知能レベルの車を幅広く収容する必要がある。また、道路自体の知能化は、道路にセンシング設備（カメラ、ミリ波レーダー、ライダー）、通信設備（5Gのセルラー通信モジュール）、コンピューティング設備（エッジノード、クラウド）に加え、高精度地図やポジショニング設備を含めたインフラ投資が必要となる。これらの設備投資以外に、センサー・フュージョン技術、協調判断、低遅延通信、クラウド・コンピューティングを含めた先端技術も求められるため、大量な社会実装にはまだハードルが高いといえる。

## 4 中国の自動運転ロードマップ

中国政府は、車とインフラの情報連携（V2X）を重視し、2016年10月には中央政府の工業情報化部が「V2Xにおける技術ロードマップ」を公開し、V2Xの技術路線を固め、その発展にかかわる産業を促進すると宣言した。そして、20年12月に交通部が公布した「道路交通自動運転技術発展と応用に関する指導意見」により、インフラ協調型自動運転（中国語：車路協同）の概念に政策の中で初めて言及し、当該領域のイノベーションを奨励する姿勢を見せ、多面的な発展、実証実験の先行およびセキュリティの確保を提唱し始めた。

21年9月、交通運輸部（日本の国土交通省に相当）は交通分野の第14次五カ年計画の行動計画「交通運輸分野の新型インフラ建設行動案（2021-25年）」を公布し、道路のスマート化計画と車・道路協調の応用シーンを発表した。政策内容は、第一段階のインフラ協調（車とインフラの間の情報連携）がメインの計画であるが、利用シーンを次第に増やす方針も明確に公開されている（表2）。

自動運転に向けたインフラ協調については、車両自律走行の技術進化の時間軸に合わせ、全体的な発展のロードアップが既に明確

になっている。当面は、L2以下の自動運転技術が量産車両に搭載され、インフラ協調も情報連携のレベルにとどまるため、結果としてインフラ協調型自動運転の利用シーンも車線逸脱時の警告、渋滞時の運転アシストなど

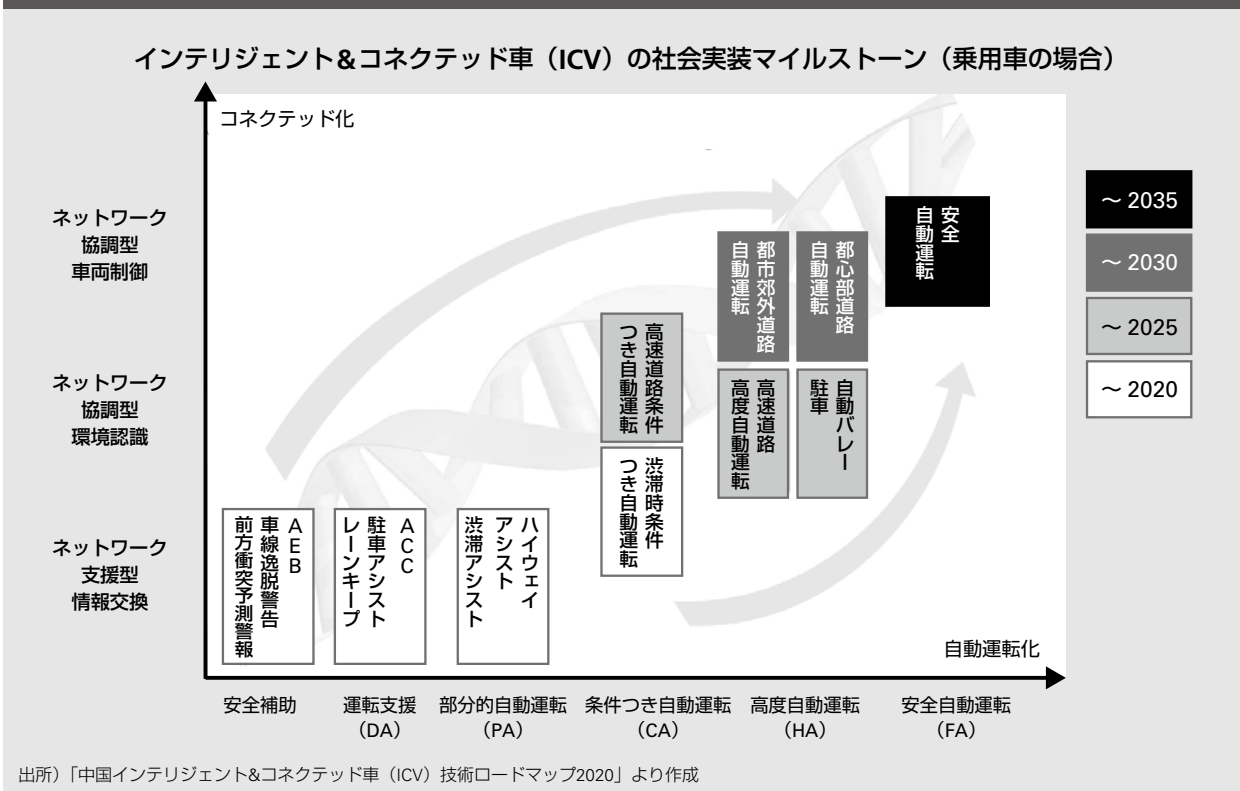
一部に限定される。しかし25年に向けて、L3以上の自動運転とインフラとの協調認識の実現、それを前提とした高速道路での条件付き自動運転や、自動バレー駐車<sup>※4</sup>などのシーンが加わると予想される。

表2 「交通運輸分野の新型インフラ建設のアクション・プラン（2021-25年）」の抜粋

道路の知能化方向性	具体的内容
知能化道路の管理レベル向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路のセンシング・ネットワークおよび道路インフラのメンテナンスを同時に計画、実施し、交通道路インフラの全要素、全サイクルのデジタル・レベルを向上させる</li> <li>モニタリング、配置、管理、緊急対応、サービスの提供を一体化したスマート道路網のプラットフォーム建設を進め、ビッグデータの応用を深化させ、ビデオ・モニタリングの集中管理、事故の自動的識別、スマート・モニタリングと危険予知、車線ごとの管理向上、リアルタイムの交通誘導および道路・ネットワーク協調機能を実現</li> </ul>
知能化道路のサービスレベル向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通突発事故の高精度配信、およびユーザー密着型モビリティサービスを推進し、霧、雪が多発する地域での車線レベルの車誘導、除雪を実現し、重点道路における全天候の通行を推進</li> <li>高速道路で停車せずに決済可能な（ETC）技術を応用し、道路運行、モニタリングなどのデータとの融合により道路情報サービスの全面的強化を推進</li> <li>サービスエリアの知能化レベルを向上させ、スマート・センシング施設を整備し、充電・電池交換施設の利便性向上に向けて総合情報プラットフォームを建設</li> <li>インフラ協調の利用シーンを次第に増やす</li> </ul>

出所) 中国交通運輸部「交通運輸分野の新型インフラ建設行動案（2021-25年）」より作成

図1 中国インフラ協調型自動運転の発展ロードマップ





さらに30年以降は、L4以上の自動運転とインフラとの協調制御が予想され、最終的に35年までの完全自動運転実現が目標として掲げられている。このような発展ロードマップは、自律走行型自動運転単独では達成できず、インフラ協調と相乗効果を発揮しながら技術を積み上げなければならない、双螺旋型の技術進化構造に依存するものだと筆者らは見ている（図1）。

### III 交通インフラから 都市インフラへの拡張

#### 1 車両と道路および 交通システムとの融合

前述のように、インフラ協調型自動運転は

高い安全性と信頼性によって自律走行型自動運転の欠点を補い、自動運転の実用化へのハードルを大きく下げることができる。しかし、インフラ協調型自動運転による大規模な商用化を実現するためには、自律走行能力のレベルが異なる車両に対して求められる道路要件に大きな違いがある。中国の次世代型道路インフラは、今後どのような方針で整備され、果たしてインフラ協調型自動運転の早期実用化を支えていけるのであろうか。

2020年に発表された「中国インテリジェント自動車イノベーション発展戦略」からは、その方向性が読み取れる。同発展戦略では、次世代道路インフラを次の五つの領域に分けて整備方針を定めている。すなわち、①インテリジェント道路インフラ施設の計画と建設

表3 道路インフラの知能化レベルの定義および実現可能な機能

道路インフラの知能化レベル	道路インフラの知能化レベル				L4商業運営に必要な車両	スマート交通関連の実現可能機能
	道路付属施設	地図	協調センシング能力	通信能力		
C0	なし	なし	なし	なし	なし	なし
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎交通安全施設</li> <li>基礎交通管理施設</li> </ul>	ナビ用SD地図	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>3G/4Gセルラー通信</li> <li>DSRC直接通信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L5</li> <li>限定的な環境下のL4</li> </ul>	なし
C2	<ul style="list-style-type: none"> <li>C1のすべての施設</li> <li>直接続型通信施設</li> </ul>	ナビ用SD地図 (車線までの粒度)	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>4Gセルラー通信</li> <li>DSRC/LTE PC5 直接通信</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>道路交通管理</li> <li>スマート駐車</li> <li>スマート路線バス</li> </ul>
C3	<ul style="list-style-type: none"> <li>C2のすべての施設</li> <li>センシング施設(単一センサー)</li> <li>測位補助施設、計算施設</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>車両と人の感知、識別</li> <li>m単位の位置測位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4G/5Gセルラー通信</li> <li>DSRC/LTE PC5 直接通信</li> <li>500ms end-to-end低遅延</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>C2のすべての機能</li> <li>車線単位の車両行為の管制</li> <li>リアルタイムの走行安全アラート</li> </ul>
C4	<ul style="list-style-type: none"> <li>C3のすべての施設</li> <li>高精度フュージョン型センシング施設</li> <li>高精度測位補助施設</li> <li>MEC<sup>注5</sup>、エリアクラウド制御プラットフォーム</li> </ul>	高精度地図(静的+動的)	<ul style="list-style-type: none"> <li>すべての要素のリアルタイム感知</li> <li>マルチ特徴の高精度識別</li> <li>10cm単位の位置測位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G/Uuセルラー通信</li> <li>LTE-V2X/NR-V2X直接通信</li> <li>200ms end-to-end超低遅延</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L2+</li> <li>L3</li> <li>L4</li> <li>L5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路施設のスマート管理</li> </ul>
C5	<ul style="list-style-type: none"> <li>C4のすべての施設</li> <li>クロスドメイン協調型MEC</li> <li>クラウド制御プラットフォーム</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>すべての空間と時間の認識</li> <li>cm単位の位置測位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G/NR-V2X/6G</li> <li>100ms end-to-end極超低遅延</li> </ul>		

出所)「自動運転向けの路車協調技術展望白書」より作成

促進、②自動車用無線通信ネットワークのカバレッジ拡大、③自動車用高精度時空標準サービスの構築、④道路交通地理情報システムの構築、⑤国家スマートカービッグデータクラウドベースのプラットフォーム構築、である。

一方で、20年末の中国の道路総延長は520万kmに至っており、そのうち高速道路の総延長は世界最大規模の16万kmに達している。このような巨大規模の道路インフラを知能化するには、合理的な技術ロードマップと建設計画が必要である。清華大学はバイドゥとともに、インフラ協調型自動運転の技術ロードマップを踏まえて道路インフラの知能化レベルを明確に定義した白書を公表した。表3に示すとおり、知能化されていない道路をレベルC0として定義し、知能化された道路に対しては、知能化の度合いに応じてレベルC1からレベルC5までの五段階に分類し、センシング・通信・制御能力および実現可能な機

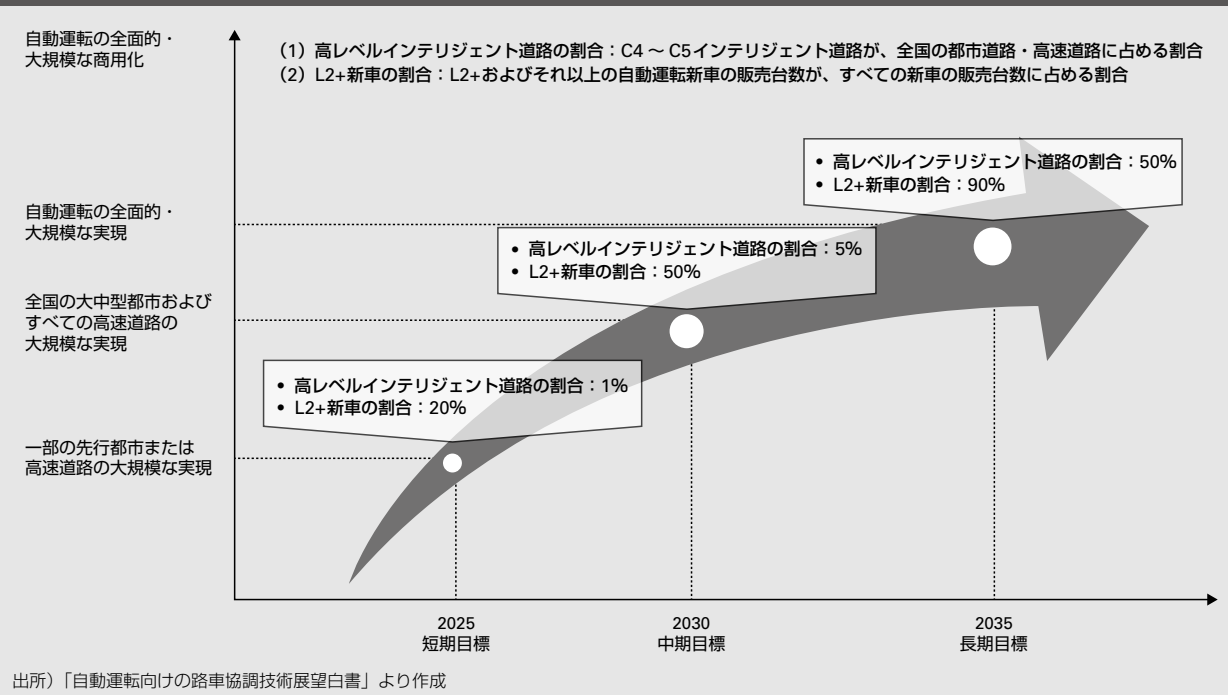
能を明確にしたのである。

中国道路交通学会自動運転委員会などの外郭団体によって策定されている「インテリジェント・コネクテッド道路システムのレベル分けの定義」も、同白書と類似した内容になっており、正式な国家基準として公表される日もそれほど遠くないといわれている。

同白書によると、路側のセンサーとネットワークを利用することで、車載センシングや車載計算能力の低い車両でも路側センサーのある区間で先進自動運転を実現することが可能になる。

また、21年に清華大学とバイドゥは、極端なケースとして車載センサーを一切使用せず、路側のセンサーを頼りにV2Xや5Gなどの無線通信技術によるレベル4自動運転の実証実験に成功した。技術成熟度、産業界の強み、路側への投資額と車両側への投資額を総合的に勘案すると、レベルC4のインテリジェント道路とL2+（L2以上でL3未満という

図2 道路のインテリジェント化と車両の自動運転レベルのロードマップ



自動運転のレベル)の自動運転車両の組み合わせは、中国の現状にとっての最適な案であると主張している。

たとえば北京市の場合、20~21年の時点で交差点1カ所当たりのレベルC4に準じた知能化に必要とされるコストは82万元程度、市内道路1km当たりの知能化にはおよそ50万元程度かかる。市内には9600の交差点と総延長8300kmの道路があり、その知能化に必要とされる総投資額は120億元になる。これを同市の自動車保有台数600万台で割ると、1台当たりわずか2000元程度の金額となる。言い換えれば、道路の知能化の力で、車両1台当たり2000元の費用負担でL2+の車両によるL4<sup>26</sup>の自動走行が実現できる計算になる。このようなインフラ側の建設および運営費用は全額政府によって負担される可能性もあるほか、ブロックチェーン技術でユーザーに利用状況に応じて負担させる可能性もあるということが、現在、中国で議論されている。

同白書によって予測された道路の知能化と車両の自動運転レベルのロードマップによれば、35年に全国の道路総延長に占める高レベルのインテリジェント道路(C4~C5)の比率は50%、同時期のL2+以上の新車比率は90%になり、自動運転の全面的・大規模な商用化運営が実現されることになる(図2)。

## 2 デジタル・インフラと フィジカル・インフラの 融合の加速化

中国の政策当局は、インフラ協調型自動運転の実用化を実現するために、道路そのものやロードサイドに設置されるセンシング/通信機器などのフィジカル・インフラの整備の

みならず、エッジ/クラウド・コンピューティングに必要なAIアルゴリズムやデータプラットフォームなどのデジタル・インフラの整備も重要視している。加えて「フィジカルとデジタルの融合によるデジタルツインの構築」の重要性についても唱え始めており、新たな場づくりに着手しようとしている。デジタルツインについての一般的な定義は、第二論考で詳細に解説しているが、自動運転と交通・モビリティ領域での具体的なイメージについて見てみたい。

自動運転開発は、カメラなどのセンサーが取得したデータをフル活用した地道な反復作業が延々と続く。実車や実機のみで検証する場合、数億kmもの走行や必要な場面の再現にリソースを必要とするため、開発の負担が大きい。一方で、デジタルツインを活用した仮想環境での走行テストでは、道路の構造物や交差点、車両、歩行者、天候、日照条件によって発生する直射日光や影などをリアルかつ自由に設定できるため、特定のシチュエーションでの走行場面を繰り返し検証したり、車両の周辺環境を認知するAIの学習データとして利用したりすることが可能になり、現実の世界を走行させる場合と同様の成果を得ることができる。

こうしたデジタルツイン技術は、自動運転開発で先行する米Waymo社をはじめ開発各社が活用している。車載センサーを主体とした自動運転システムのみならず、インフラ協調システムなどさまざまな技術開発に応用可能である。

たとえば、2022年2月に清華大学は北京市ハイレベル自動運転パイロット区、北京車網科技發展有限公司、バイドウ、北京智源人工



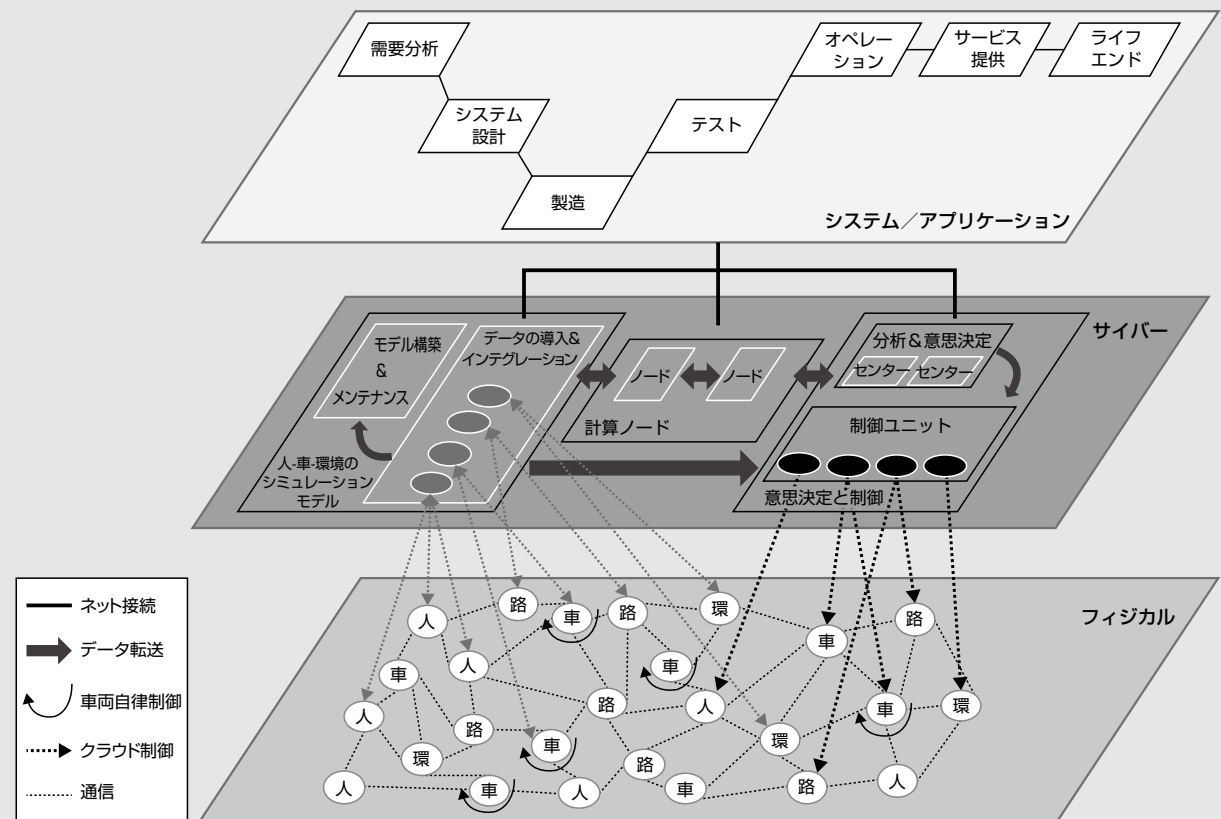
智能研究院とともに、世界初のインフラ協調型自動運转向けのデータセットを整備し公開した。データセットには、同一時間・空間における車両側と路側から取得したセンシング・データ（実データ）を統合しながら、2Dや3Dのラベルで紐づけられている。このようにして中国は、世界に先駆けてインフラ協調型自動運転のアルゴリズム開発にも対応可能なデジタルツインの土台を構築し始めた。

自動運転関連の開発領域だけでなく、社会実装に伴う運用領域でも活用される技術として、デジタルツインが注目されている。デジタルツイン上ではあらかじめ、多様な交通状況を想定したシミュレーションを行い、交通制御モデルを訓練することができる。モデル訓練は、数時間〜一日かけて非リアルタイム

で実施し、現実世界の交通を制御する際は、学習済みの交通制御モデルを使って、デジタルツインとフィードバックしながら実施することになる。

インフラ協調型自動運転の実用化時代には、こういった交通制御はダイナミックマップ経由で一台一台の車両に影響を与えたり、また前述のようなクラウド制御プラットフォーム経由で車両ごとの走行速度や走行車線に直接関与したりすることも可能になる。交通制御のみならず、仮想空間上でさまざまなモビリティのデータ連携・分析などを行うことで、MaaS<sup>27</sup>などのサービスの開発と運用の最適化にも役立てることができる。どれだけ正確に再現できるかがカギとなるが、現実世界の環境を緻密にデジタルコピーしたデジタ

図3 国汽智図のダイナミック高精度地図の三階層アーキテクチャー



出所) 国家インテリジェント・コネクティッド自動車イノベーションセンター「ICV-CPSレファレンス・アーキテクチャー」より作成

ルツインの活用は、今後、さまざまな分野に拡大することになりそうである。

次世代自動車関連のルールづくりを担っている「国家インテリジェント・コネクテッド自動車イノベーションセンター（国家智能網聯汽車創新中心）」<sup>註8</sup>は、19年10月に関連業界団体、大手自動車メーカー、大手通信機器メーカー、地図メーカーとともに「ICV-CPS<sup>註9</sup>レファレンス・アーキテクチャー」を策定し発表した。図3のように、アーキテクチャーはフィジカルレイヤー、サイバーレイヤー、システム／アプリケーションレイヤーによって構成されており、次世代自動車を開発・運用するためのオープンな共通の枠組みとして位置付けられている。

フィジカルレイヤーと同じ環境をサイバー（仮想空間）上につくり、その中でシミュレーションや実験を行った結果をフィジカル社会にフィードバックする。それらに基づいて、需要分析、設計、製造、オペレーション、サービス提供など、多岐にわたる課題や問題点を洗い出したり、計画が正しい方向に進んでいるかを確認したりする。とりわけサイバーレイヤーのコントロールユニットにおいては、車両、人、道路環境から収集したデータをデジタルツインで解析し、衝突することなく輸送時間を短縮するための交通全体の最適状態（各車の速度や位置）を予測して制御することを目標としている。このリファレンス・アーキテクチャーに沿った取り組みを推進していくことにより、さまざまなステークホルダーの垣根を越えたオープンコラボレーションの加速や事業拡大に寄与していくことであろう。

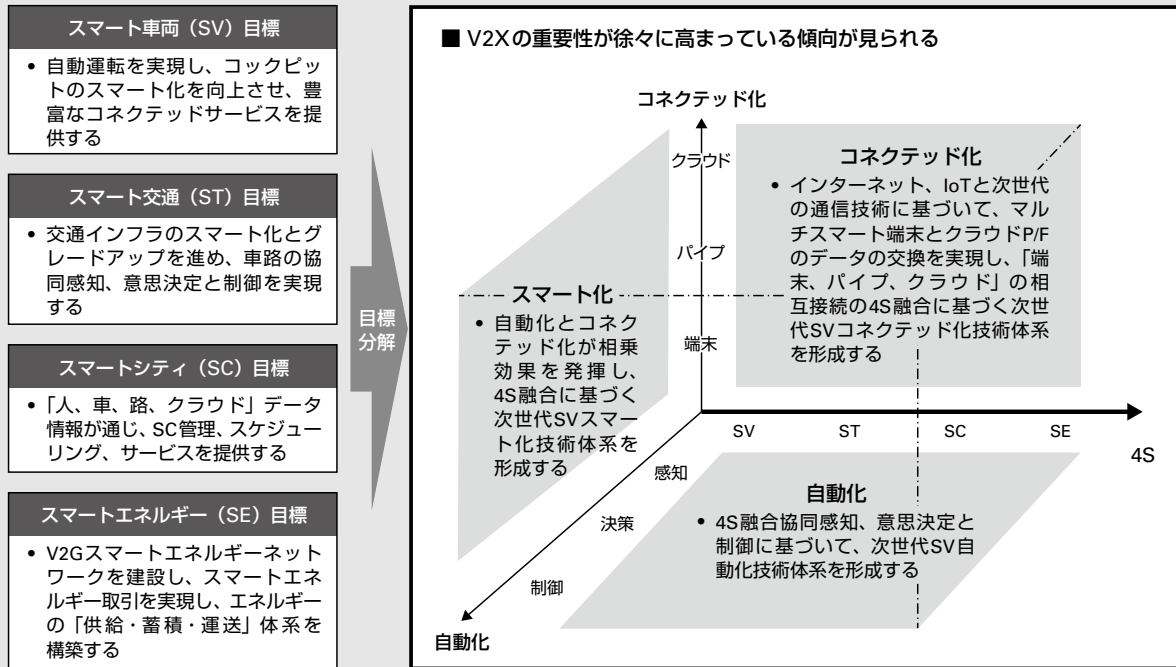
### 3 「社会実装」という第三の軸を取り入れたイノベーション戦略

中国では、市場形成の中で応用を積み重ねていく社会実装先行型のイノベーションが目されてきた。巨大な国内市場と政府の強力な動員力は、このような社会実装型イノベーションにとって有利な条件になっている。すなわち、政府の動員力で初期段階のトライアル・アンド・エラーを迅速に乗り越え、市場拡大とイノベーションの加速につなげていくという好循環が定着することになる。自動運転領域においても、このような好循環の形成を目指して、社会実装の具体的な方向性の検討が既に始められている。

たとえば、自動車業界の代表的な政策プレーンである清華大学自動車産業・技術戦略研究院の趙福全院長は、インフラ協調型自動運転と自律走行型自動運転の二軸に加え、社会実装軸を取り入れながら政策を策定すべきだと唱えている。自動車は社会インフラにおける移動可能な相互接続ノードであり、データ端末とインテリジェント・キャリアでもある。また、独立した物理空間を持っているため、将来的には大規模な都市エコシステムの最も重要な要素の一つとなるだけでなく、多くの関連サブ・エコシステムを生み出すポテンシャルを持っている、という特徴を踏まえて、「政府はスマート車両（SV）とスマート交通（ST）、スマートシティ（SC）、スマートエネルギー（SE）の高度な融合を目指して、積極的に主導的な役割を果たし、中国の制度的優位性を十分に生かすように努めるべきである」と結論づけている<sup>註10</sup>（図4）。

具体的には、STを「情報、通信、センシング、制御、AIなどの技術を交通管理シス

図4 自動車と次世代インフラの融合の方向性と目標



テムに統合し、効率的な統合交通システムを形成すること」と定義し、SCは「IoTやクラウド・コンピューティングなどの技術を活用して、あらゆる人々の都市とのかかわり方を変え、さまざまな社会的ニーズに迅速に対応し、効率的に運用される新しいタイプの住みやすい都市」と位置付けている。さらに、「スマートシティにおいて、交通・モビリティは住民の生活に必要不可欠なものであり、交通システムの知能化はスマートシティの重要な基盤である。同時に、エネルギーシステムは都市の生産活動と生活に密接に関係し、スマートシティのもう一つの重要な部分でもある」とした上で、SVとST/SE/SCの関係性について、「SVとST/SE/SCの融合・協調的發展により、SV側の厳しい技術的要求を緩和し、大規模な応用を促進することが

できる。それによって、STとSEの社会実装の加速化を図りながらSCの事業化モデルを構築することが可能になり、将来的には莫大な経済効果を生み出すことが期待できる」と分析している。

加えて、①交通効率向上の側面 (SVが一定の普及率に達すると、車間距離の短縮で道路利用率を大幅に向上させることができる)、②省エネ・排出ガス削減効果の側面 (V2Xや運転支援技術などによるアイドリング状態の低減や運転行動の最適化、充電箇所&タイミングの最適化)、③交通安全の側面 (V2X技術による衝突確率の大幅低減)、といった三つの側面から4Sの協調發展による具体的な効果を論じている。

中国政府もSTとSCの融合を促進する具体的な産業政策をいよいよ打ち出してきた。と

りわけ、V2X型自動運転やモビリティサービスを通じて蓄積されるデータを活用して、SC建設に反映し改善につなげることにフォーカスしながら、2021年からダブルスマートシティ（双智都市）<sup>※11</sup>の推進計画を発表した。北京市、上海市などのメガ都市のみならず、江蘇省の無錫市、河北省の滄州市などの地方都市も推進対象として定められている。

民間企業主導型でSCとSTの融合を図ろうとする事例も浮上してきている。ITプラットフォームであるアリババグループは、本社のある浙江省杭州市において、STインフラだけでなく行政インフラや都市インフラを統合する総合スマート都市計画を推進している。同社は自社開発の都市OS「ET Brain」を武器に、自動車の情報を都市全体のデジタルツインにつなげることで、フィジカル社会の自動車や交通にかかわるすべての情報が、

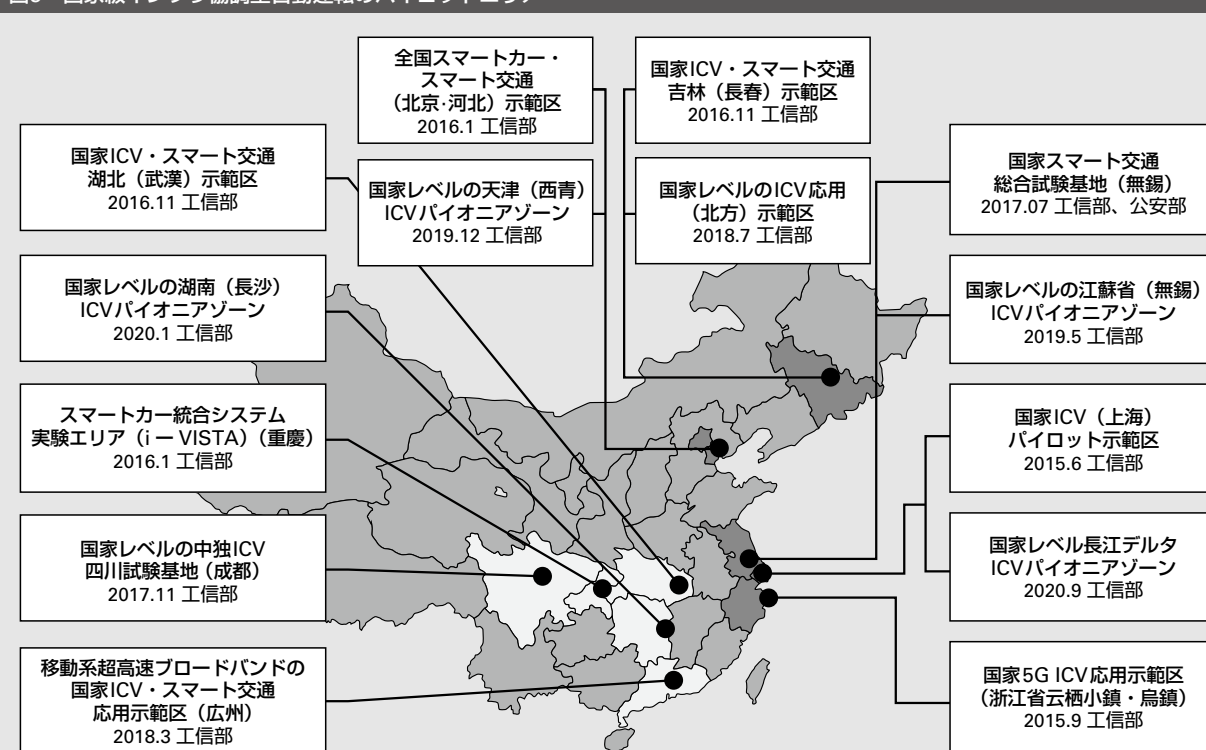
SCのあらゆるユースケース（たとえば、医療サービス、健康管理、行政関連の手続きなど）に利活用できるようにする計画である。その結果、都市の情報収集機能は高度化され、課題対応力の向上にも寄与することになる。

## Ⅳ 次世代モビリティ・インフラの社会実装における先行事例

### 1 中国における次世代モビリティ・インフラの社会実装概要

中国政府は、インフラ協調型自動運転の技術開発と社会実装に向けて、多くの地域でテスト・インフラに投資している。既に、従来の公道実験に向けたインフラ提供の枠を飛び越え、一般市民が居住する都市空間の中にもテストベッドを構築し、技術検証と商業サービスの検証を同時に進められる環境の整備によ

図5 国家級インフラ協調型自動運転のパイロットエリア



出所）公開資料より作成

り自動運転産業の成長を強力に支援している。

現時点では、北京、上海、広州に代表される沿岸部大都市のみならず、成都、重慶、武漢を含めた内陸部重点都市も対象として、全国範囲に十数カ所に及ぶ国家級実証実験の施設を設置した。これらの施設は、いずれもインフラ協調技術（V2X）対応のスマート交通インフラに該当する。本稿では、V2X実装範囲の一番広い無錫市、インフラ協調型自動運転の商用サービス展開が一番早い北京市（亦荘エリア）、および海外とのデータ連携が一番早く行った上海市（臨港エリア）の事例を取り上げる（図5）。

## 2 無錫市の取り組み

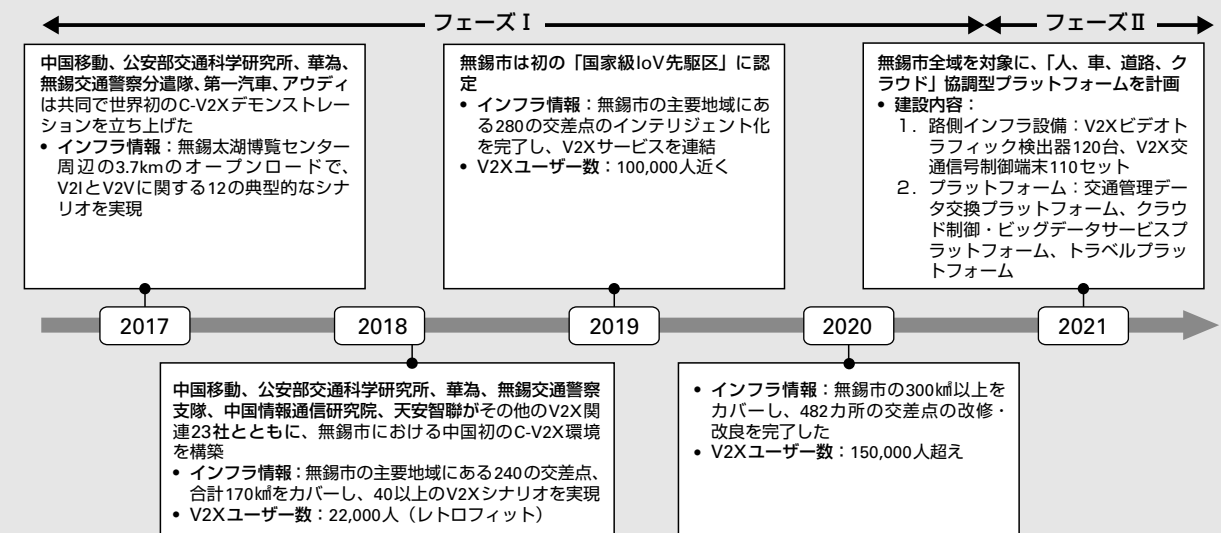
2021年5月、中国政府はスマートシティとスマート・コネクテッドカーの協同発展を推進する「双智（智慧都市と智能自動車）」パイロット都市の第一陣を発表した。無錫市は第一陣六都市の中で唯一、省都ではない都市として当選した（ほかの五都市は北京、上海、広州、武漢、長沙）。実は、V2X領域に

限っていえば、中国初のV2X実証実験を始めた都市がまさに無錫市であり、今でもV2X技術の商用化が一番進んでいる都市であるともいえる（図6）。

無錫市のV2Xプロジェクトは17年から始動した。当時は中央政府の工業情報化部、公安部と江蘇省政府の主導の下、公安部交通科学研究所がチャイナ・モバイル、ファーウェイと共同で、中国通信基準のLTE-V2Xに適用したV2X実証実験のエリアを無錫市に設置した。具体的には、無錫太湖博覧会センター周辺3.7km<sup>2</sup>の地域における交通インフラのスマート化改造と、一部ユーザーの車両のV2X化改造（レトロフィット）を実施し、特定地域におけるV2Xの応用を開始した。

翌18年からは実証実験の対象エリアを順次拡大、20年時点では既に無錫市における300km<sup>2</sup>以上の地域をカバーし、交通インフラ482カ所のV2X改造を完了し、利用者数も15万人に増やした。また、21年には市内全域を対象とした都市レベルの「人、車、道路、クラウド」協調型プラットフォームの建設を目指し、

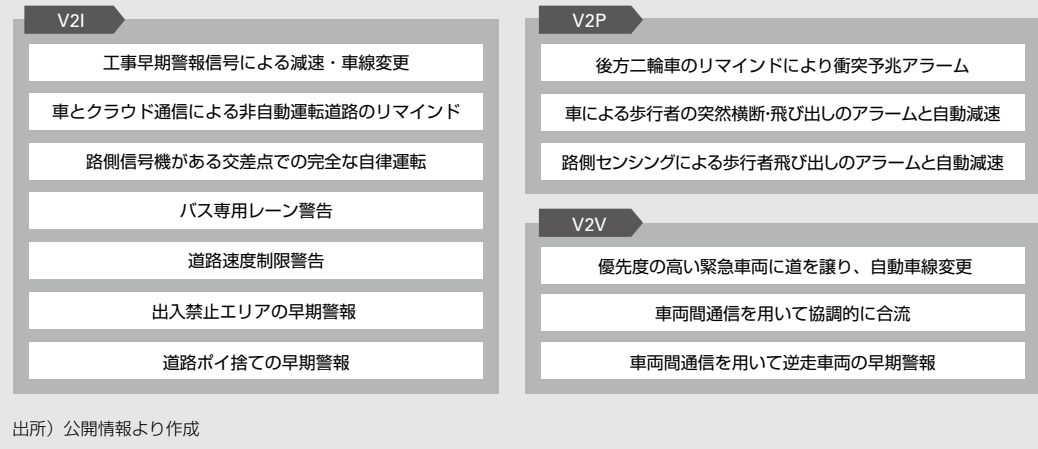
図6 無錫市におけるV2Xプロジェクトの進捗



出所) 公開情報より作成



図7 アウディが無錫市で実演した13のインフラ協調型自動運転のユースケース



取り組みを開始した。

V2X対応の道路インフラを活用し、無錫市はさらにインフラ協調型自動運転の実証実験も推進し始めている。21年1月には、全長4kmの道路でインフラ協調型自動運転バスの公道実験を開始した。このテストは自動運転技術の実験だけではなく、車からインフラへのリアルタイムの発信実験（信号変更リクエストなど）も同時進行した。また、22年1月には、V2Xインフラの建設会社の無錫智匯交通、チャイナ・モバイルと高精度地図会社の中海庭社が共同で、中国初の4.9GHzの5G-V2X専用回線および3Dセンシングを実装した。これを皮切りに、リモートによる車への制御操作、インフラと車の協調認識技術の実装に必要なインフラ条件をクリアした。

無錫市のインフラ協調型自動運転の実証実験には、外資系企業の参画も見られる。たとえばアウディである。同市のV2Xパイロット地域設立初期にも、アウディは実証実験に参加し、中国のLTE-V2X基準をベースにインフラと車の情報連携テストを開始した。21年に無錫市で開催した「世界IoT博覧会」で

は、アウディがL4自動運転技術とV2Xを融合した13のユースケースを市内のテスト道路で実演した。アウディ中国のR&DのExecutive Vice President、Michael Hofmann氏によると、無錫市は中国におけるインフラ協調型自動運転環境の縮図であるため、同市で実証実験を進めることで中国全体のインフラ発展状況を把握でき、それに応じて最適な自動運転技術の開発も可能とのことである（図7）。

### 3 北京市亦荘エリアの取り組み

亦荘エリアは北京経済技術開発区にあり、2019年に北京市における自動運転のパイロットエリアとして選定された。同市初の公道実験ライセンスT1～T5を獲得した試験場として、亦荘エリアは全長322kmの道路をテストのために開放し、自動運転技術検証と同時に5G+商業サービスの事業化探索を目標としていた。20年9月から、同市が「車-道路-クラウド-ネット-地図」五位一体の建設計画を掲げ、60km<sup>2</sup>の亦荘エリア内にある道路交差点332カ所のデジタル化・知能化改造を手掛け、22年に完成した。

図8 亦荘エリアにおけるスマート・インフラ



22年5月には、亦荘エリアが起案した「北斗融合イノベーション応用パイロット」が市政府に承認され、中国版GPSの「北斗」+インフラ協調型自動運転の社会実装が正式に開始された。インフラの整備に伴い、北京政府はインフラ協調型自動運転技術の商業化実装にも注力し始めた。22年7月には、北京市が亦荘エリアをはじめとした先行地域における自動運転サービスの商業化実証実験の管理方法を公布し、国内初の無人化モビリティ・サービスの商業化実験を開始した（図8）。

中国ITジャイアントのバイドゥ、自動運転スタートアップのPony社、グローバル企業のトヨタが相次いで亦荘エリアで自動運転の公道実験を実施している。22年5月時点で、当該エリアにおける各種実証実験の車両が合計300台に達し、自動運転テストの合計距離は400万kmを超えた。また、商業サービスの事業化探索において、自動運転型モビリティサービスの利用者が延べ8万人を超え、生鮮食品、宅急便の無人配送車の運営も開始

された。さらに、自動運転を活用した無人販売、警務パトロール、短距離通勤、公園内遊覧車両など、特殊な利用の実証実験も始まった。

その中で、自動運転の商業サービス展開に最も力を入れたのがバイドゥである。バイドゥはL4インフラ協調型自動運転技術を搭載したロボタクシーの配車サービス「蘿蔔快跑（ルオボークワイパオ）」を20年にリリースし、初期段階では北京、長沙を含めた一部地域で実証実験を進めていた。21年5月2日に北京の亦荘エリアで初めて一般ユーザー向けにロボタクシー配車サービスの提供を開始し、同年11月26日に有料化運営を開始した。22年3月時点では、亦荘エリアにおけるロボタクシー配車サービスの1日当たり最大利用者数は1575人に、ロボタクシー1台当たりの最大利用者数は28人に達した。

自動運転の公道実験と商業サービスの実験を大量に重ねた北京市亦荘エリアは、22年2月に清華大学智能産業研究院、北京車網科技

発展有限公司、Baidu Apollo社、北京智源人工智能研究院と共同で、世界初のインフラ協調型自動運転のデータ集をリリースし、中国国内のユーザー向けに提供を開始した。このデータ集には、亦荘エリアにおけるスマート・インフラとテスト車両から収集した合計7万2890件の画像データ、点群データが含まれる。さらに、インフラと車両がそれぞれ収集したデータの同期化とアノテーション作業も完成したとのことで、インフラ協調型自動運転の開発・研究において実用性が高いといわれる。

結論として、現段階におけるスマート・インフラの価値は、技術やビジネス検証のためだけではなく、インフラから収集したデータの活用による価値も無視できない。

#### 4 上海市臨港エリアの取り組み

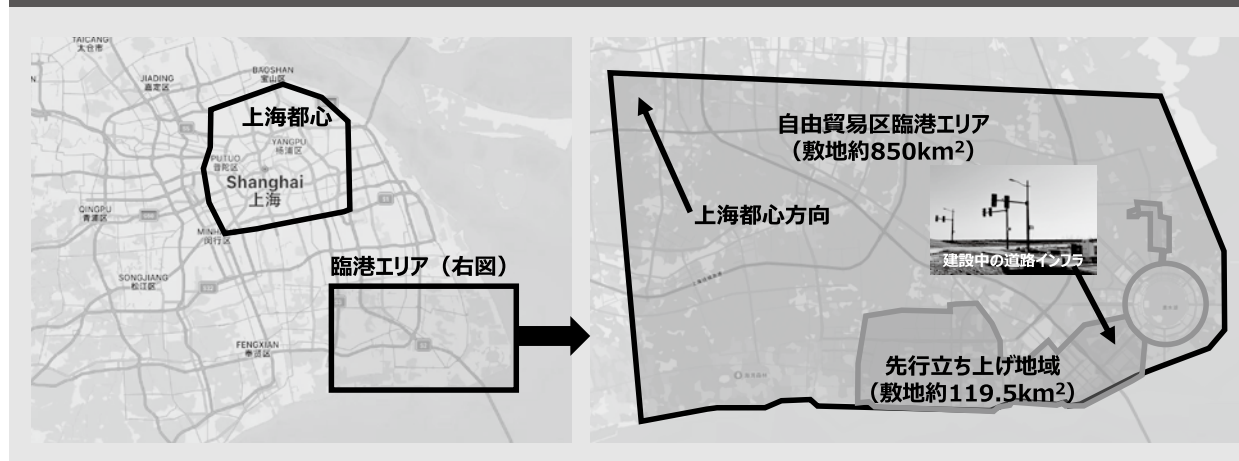
上海市は中国国内で最も早く自動運転の施設を建設し、2016年から運営を開始した嘉定区の試験場以外に、浦東新区の臨港エリアと奉賢区にも試験場を設置した。また、浦東の金橋に四つ目の試験場も計画している。ここでは、インフラ協調自動運転の実証実験とデータ越境移転の先行実践を同時に進める臨港

エリアを紹介する。

上海臨港エリアは、19年に中国国務院が公布した「中国（上海）自由貿易試験区臨港新エリア総合計画」によって設立され、投資と貿易の自由化・利便化支援を推進するための自由貿易区として位置付けられている。また、データ越境の自由化を目標として、金融、海運、貿易、自動車を含めた一部領域でのデータ越境のトライアルも進めている。既に、中国における外資系企業のデータ越境に対し、データ越境申請や安全性評価を含めたコンサルティングサービスおよびデータ越境に必要なインフラ施設（海外と接続するための専用ネットワーク回線など）を提供した実績を有している。

中国で自動運転の実証実験に取り組む企業向けには、総合試験場とデータ越境の支援サービスをまとめて提供することを目標として、臨港政府は、5G通信に対応したインフラ協調型自動運転の総合試験場を建設した。この総合試験場には、1期目に3.2kmの敷地を計画し、2.2kmの直線道路と1.9kmの農村道路を含め、トンネル道路、雨天・霧環境の模擬道路などの特殊道路がある。また、インフラ協調関連のテストに向けて、スマート信号

図9 臨港エリアにおけるスマート・インフラデータ特区構想



灯、高精度地図、クラウド・プラットフォームなどテスト・インフラの整備も進めている。

22年4月の上海ロックダウンの影響で、臨港総合試験場の正式稼働開始が延期となったが、中国がこのインフラ施設により開発した自動運転の技術成果を活用したい海外の企業にとって、臨港エリアを利用する価値は高いと見られる（図9）。

## V 注目すべきキープレイヤーの動向

インフラ協調型自動運転の社会実装は、自動車業界のみならず、IT/ICT産業や道路インフラ産業に対しても大きな構造変化をもたらすと予想される。異業種との融合・共創、クラウド・サービスプレイヤーのプラットフォーム化、V2X関連の新型プレイヤーの進展などが挙げられる。また、中国の自動車以外の業界で長期間にわたり蓄積してきた大量のデータ資源、クラウド資源および急速に進歩してきたAI能力とソフトウェア開発能力をベースに、さまざまな技術分野で試行錯誤をしながら、先進国プレイヤーを凌駕する製品・サービスの展開も現れてきている。先進国プレイヤーの一部も、これらの中国プレイヤーとの早期の関係構築に乗り出している。本章では代表的な四つのプレイヤーについて紹介する。

### 1 トータル・ソリューション・プロバイダーを目指す ファーウェイ

中国の大手通信機器メーカーであるファーウェイは、現在主力の通信機器事業、消費者エレクトロニクス事業、クラウド事業に加

え、次なる成長の柱として車載事業を掲げている。当社は「端（エッジコンピューティング＝ユーザーに近い端末側でデータ処理を行うこと）」「管（コミュニケーション）」「雲（クラウド・サーバー・データセンター）」の三つの戦略指針を立て、通信モジュールや自動運転チップを車両に実装することで、次世代自動車ないし次世代モビリティ業界をリードする「トータル・ソリューション・プロバイダー」のポジションを獲得しようとしている。

具体的には、「端」という製品群ではNVIDIA社と比肩する高度な計算能力を持つ「AIチップ」の開発・実用化に成功し、またAIチップをベースにしたL4向け自動運転コンピュータープラットフォームも商品化済みである。自動運転の計算にかかわる領域のみならず、環境認知領域に欠かせないとされるレーザーレーダーや、次世代自動車の骨格ともなる「車両OS」の開発にも着手しており、急速に製品の幅を拡充している。

「管」の製品群では、コネクテッド車両には必要不可欠であるブロードバンドチップと通信モジュールは、以前から同社の車載製品における主力製品であり、既に国内外の数多くの自動車メーカーへの納入を実現している。また、車両とインフラ設備間のコミュニケーションに必要とされる設備および関連ソリューションは、今後、急速に伸びていく領域として注目されており、同社の当領域におけるポテンシャルが極めて大きいといわれている。「雲」の製品群において同社は、AI、HPC（high-performance computing）などのクラウドサービスを提供する「華為Cloud」をベースに、車載コネクテッドエコシステムの構築を目指している。



インフラ協調型自動運転の社会実装に伴い、車両と道路インフラなどをつなぐC-V2X（Cellular Vehicle to Everything）通信が中核技術として注目を浴びている。同社はこの技術の提唱者であり、グローバル規格化を推進してきた立役者でもある。

同社の「管」と「雲」の一連の商品群は、C-V2X通信の普及によって大きく成長すると予想される。図10に示されているように、同社は、クラウド、道路、車両の三層協調アーキテクチャーを実現するエンドツーエンドのC-V2Xソリューションを提供している。たとえば、C-V2X関連の主力製品である路側機（RSU：Road Side Unit、通信基地局の小型版のイメージで、信号機の状況、周辺道路環境等の情報を集約し、車に情報発信している設備）の場合、ICT業界で長年蓄えてきた技術力とノウハウを武器に、信頼性の高いハードウェアと優れた無線インターフェース性能が実現されたという。

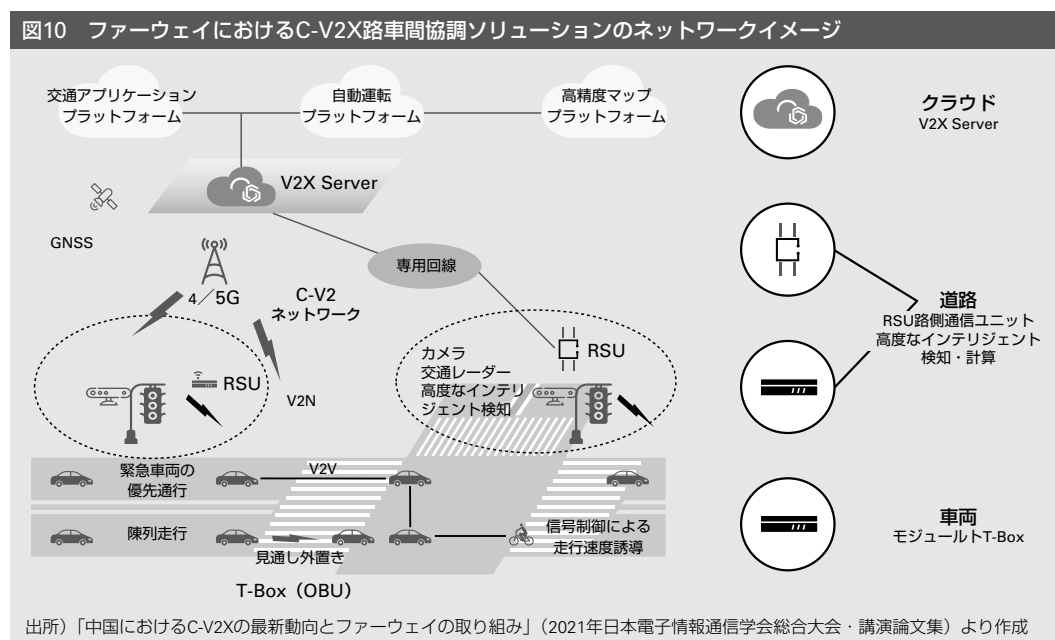
同社は、自動車メーカー13社（上汽集団、一汽集団、東風汽車、長安汽車、北汽集団、

広汽集団、BYD、長城汽車、江淮汽車、東南汽車、衆泰汽車、江鈴集団新能源、宇通客車）と共同でC-V2X商業化のロードマップを発表し、C-V2X機能の搭載車両も既に量産段階に突入した。また、フォルクスワーゲン傘下のアウディとインフラ協調型自動運転の技術開発で提携しており、アウディの多目的スポーツ車（SUV）「Q7」を利用して前述の無錫市で実証実験を推進している。アウディは無錫市内に研究開発センターを設立し、ファーウェイを含めた中国側の先端企業と自動運転技術の現地化を進めていく方針である。

## 2 自動運転・インテリジェント道路・モビリティサービスの融合を目指すバイドゥ

中国の自動運転技術開発は、従来の自動車メーカーではなくIT大手やテック企業によって主導される傾向にある。それらの中で、バイドゥが提唱してきたオープンソース型の開発コンソーシアムである「アポロ計画」が最も注目されている。

図10 ファーウェイにおけるC-V2X路側機協調ソリューションのネットワークイメージ





アポロ計画の対象範囲には、もともとバイドゥが得意領域としているクラウドサービスのプラットフォーム（高精度地図、ビッグデータ基盤など）と車載ソフトウェア階層（ディープラーニングを活用した認知→判断→制御のアルゴリズム）のみならず、統合制御用のチップおよび各種センサー向けの技術開発プラットフォームと車両を評価・認定するためのプラットフォームも内包されている。

外資系の自動車メーカーや部品メーカーも、バイドゥの強みを評価してアポロ計画に積極的にかかわってきた。2017年の設立当初から、ダイムラー、ボッシュ、NVIDIA社といった欧米系のグローバルプレイヤーも多数参画し、最近ではトヨタやホンダ、パナソニックなどの日本勢も参加を表明している。

バイドゥは得意とするAI型のシミュレーション技術と各地の公道テストでの実証実験で蓄えてきたビッグデータをフル活用して、急速に技術完成度を上げてきている。自動運転関連の特許出願数も、グーグルなどのグローバルトップ企業を猛スピードで追い上げている。機能的には、アプロ計画初年度に単一車線での自動運転、二年目に駐車場などでの限定的な自動運転、そして19年末に発表した

バージョン5.5では、市街地における「点から点へ」の自動運転と、次から次へとリリースしてきた。自律走行型の関連技術のみならず、インフラ協調型の関連技術も新たに追加され、プラットフォームの対応領域も進化しつつある。米調査会社のガイドハウス・インサイツが21年に発表した最新の自動運転技術競争力ランキングでは、バイドゥは二年連続で自動運転における「LEADERS（主導者）」のポジションに立つ唯一の中国企業となった。

最近になって、バイドゥは前述したアポロ計画のコンソーシアムを通じて、インフラ協調型自動運転を強く意識したスマート交通ソリューション「ACE交通エンジン」を開発し、実用化段階に入りつつある。ACEとは、自動運転（Autonomous Driving）、コネクテッドロード（Connected Road）、効率的モビリティ（Efficient Mobility）の頭文字であり、車両と道路、モビリティの融合を図りながら都市交通の知能化を目指している。表4に示すとおり、ACEは「1+3+N」のアーキテクチャーを採用しており、すなわち、一つのデジタル基盤、三つの知能化エンジン、N種類のユースケースから構成されている。

このうち一つのデジタル基盤には、車両に

表4 バイドゥのACE「1+3+N」アーキテクチャー



出所)「アポロススマート新交通白書」より作成

搭載されるオペレーティングシステムのみならず、クラウド、インテリジェント道路、自動運转向けの地図などの新型交通インフラも含まれている。三つの知能化エンジンは、アポロ自動運転エンジン、インフラ協調エンジンおよびモビリティサービスエンジンを指す。その上に、交通サービス、MaaS向けのフリートマネジメント、ロボタク／ロボバスなどのN種類のユースケースを含む。現在、同社のACE交通エンジンソリューションは北京市、湖南省長沙市、河北省保定市など20都市で実践されている。

自動運転技術の競争力はビッグデータの量で決まる側面を持っている。なぜならば、AIが事前にどれだけ多くの利用シーンを想定し、学習したかによって、認識や判断の対応幅や精度が異なってくるからである。とりわけ、インフラ協調型の自動運転に関しては、接続できる情報ソースの量や抱えているユースケースの数、そこから導き出されるデータの蓄積量が、その事業モデルの魅力に直結する。

中国においては、地場系の自動車メーカーの技術開発力や事業創出力が強くないために、バイドゥのようなITプラットフォームによる自動車メーカー横断型の事業モデルが実現されやすい。よって、ビッグデータを活用した技術や事業モデルの創出も、先進国以上に急速に進展する可能性もある。

### 3 インテリジェント交通システムからV2Xへの事業展開を加速するトランスインフォ

2022年2月に開催された北京冬季五輪の交通プロジェクト「延崇高速道路」は、北京市

内の会場と郊外にある会場のシームレスな接続を担う重要なインフラとして注目されていた。C-V2X技術に基づく知能化された高速道路において、時速80km走行でのレベル4の自動運転試験や、自動隊列追従のデモンストラーションなどが実施された。

道路の知能化に必要な設備とシステムを提供したトランスインフォは、00年に北京大学からスピナウトしたインテリジェント交通システムの専門企業であり、公共交通の知能化、スマート駐車などの市内交通領域、および高速道路の情報化、路車間協調などの都市間交通領域で高いプレゼンスを獲得している。前述のオリンピック・プロジェクト以外に、都市内のインテリジェント交通の代表的なプロジェクトとして、北京市の「中関村西エリア都市交通改善プロジェクト」「CBD交通最適化パイロットプロジェクト」および杭州市の「濱江インターネット産業パーク」などが挙げられる。

杭州市のプロジェクトの場合、産業パーク内の交通管理のための共同運営モデルを構築し、車線のダイナミック使用の導入やデジタルツインに基づいた交通最適化プラットフォームの構築などを通じて、パーク内の移動効率を大幅に向上させることに成功した。具体的には、「朝の通勤ラッシュ時の平均車速11.05%アップ」「夜の通勤ラッシュ時の平均車速13.99%アップ」という明確な改善効果が現れてきている。

トランスインフォは、センシング側の映像・レーダー製品、ETC関連製品、電子ナンバープレート、C-V2X関連製品、制御側の信号機・信号制御システム、エッジコンピューティング側の設備など、インテリジェント

交通に最適化されたハードウェア製品をそろえ、20年以上の経験と業界最大シェアを武器に順調に売り上げを伸ばしてきた。19年にアリババグループから出資（15%）を受け入れ、スマート交通やエッジコンピューティング分野で提携を行い、ともに交通業界の知能化応用ソリューションおよび「クラウド+エッジ+エンド」のトータルリンクソリューションなどを推進すると発表した。

最近では、市内交通のあらゆるユースケースを織り込んだ統合プラットフォームである「Omni-T」を開発し、インフラ協調型自動運転への対応やデジタルツインを都市交通制御へ適用することにも着手してきた。

ドイツに本社を置いているグローバル大手自動車部品メーカーのコンチネンタルは、トランスインフォと合弁<sup>注12</sup>で「聯陸智能交通科技（上海）有限公司（聯陸智能）」を設立している。両社は、聯陸智能が開発する新しい車載システムおよび路側システムのサポートや、聯陸智能の製品ラインナップの充実化を通じて、車両および道路システムのコネクテッド化・知能化に関する領域での提携関係を

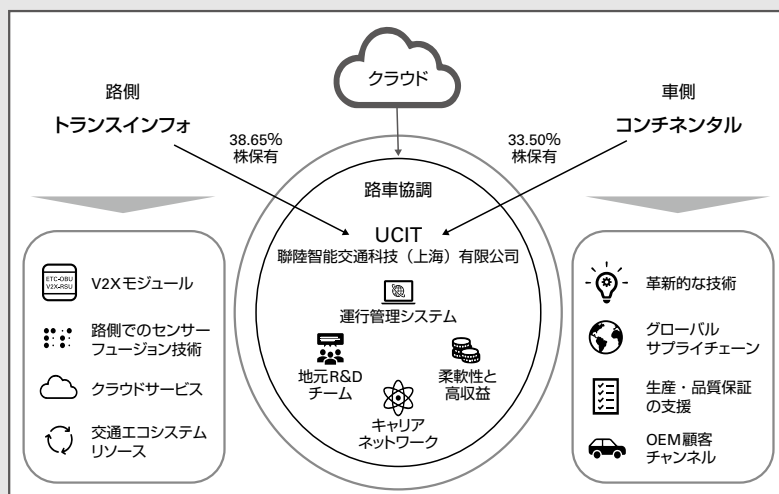
を強化する意向である。図11に示すとおり、聯陸智能の事業範囲は、路車協調型のモビリティ・サービスに必要とされるクラウドサービスおよび運行管理システムリユージョンの提供までカバーできている。地場系のインフラ側に強みを持っているプレイヤーとの事業提携は、車両側に強みを有している外資系部品メーカーにとっては、Win-Winの関係が確立されやすい組み合わせといえよう。

#### 4 官民タッグで共同利用型プラットフォームを目指す 国汽智図

前述のように、中国の大手通信機器メーカーないしIT業界の大手企業は、ほかのステークホルダーに先行して次世代自動車向けのデジタル・インフラ領域に参入してきた。ここで、このような企業間・陣営間の協業領域を確立させることが重要となり、このために、政府主導によるルールづくりと基盤技術の開発にも着手している。

2019年に、国家研究機関と主要自動車メーカー、通信キャリアが共同で「国家インテリ

図11 トランスインフォとコンチネンタルの合弁スキーム



出所) 聯陸智能Webサイトより作成

#### 「車」と「路」のコネクテッド製品において協力と共有を実現

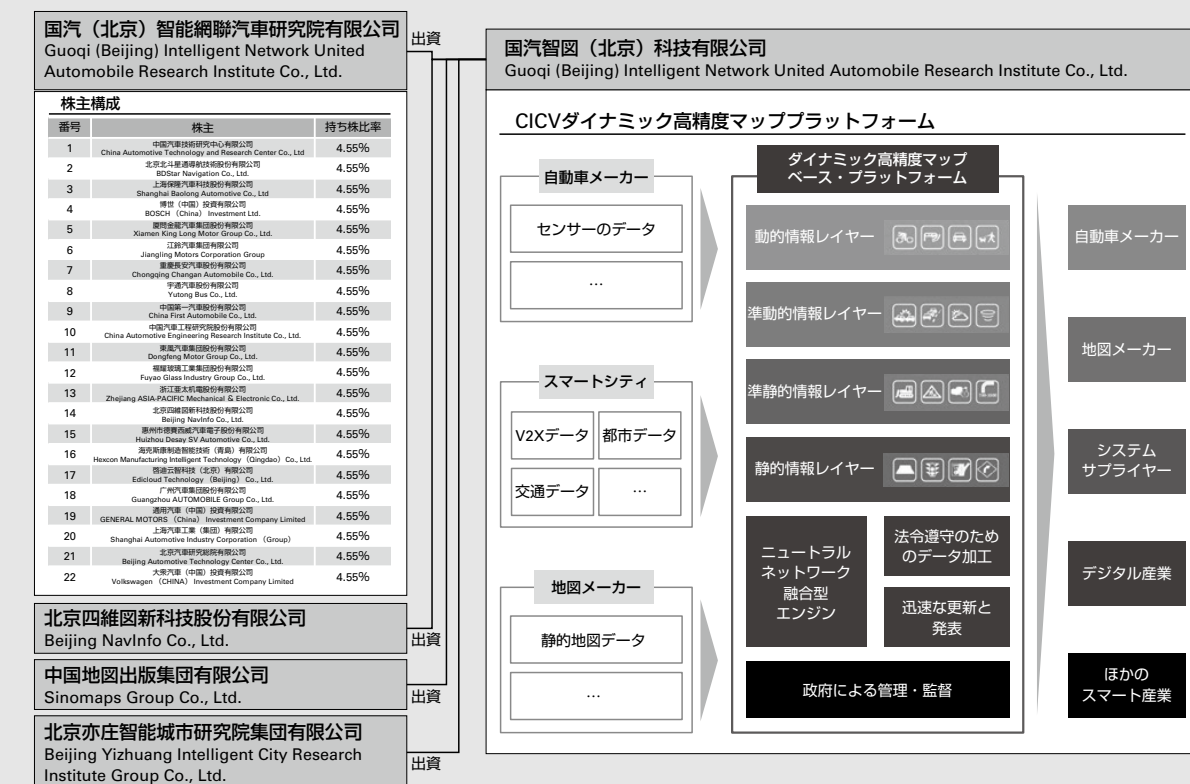
- コンチネンタルは、5G/V2X OBU、路側レーダー、センサーフュージョンアルゴリズムを車側から路側へのサポート、Electronic Horizon、UWB、AVPおよび充電サービスなどの面で、聯陸智能を支援
- 一方、トランスインフォはETC-OBU、V2X-RSU、Electronic Horizon、車両管理・サービスなどの面で聯陸智能と深く融合
- 両社は各自の優位性を発揮して、車・路の二つの競争市場間にある壁を破り、センサーからマシニングアルゴリズムまで、専用設備から総合クラウド・エッジ・エンドソリューションまで、標準策定から利用と実行まで、「路」から「路+車」までコネクテッドの重要分野に布石を打った

ジェント&コネクテッド自動車研究院有限公司 (CICV: China Intelligent and Connected Vehicles (Beijing) Research Institute Co., Ltd.)」を設立した。この枠組みの中で、データ、通信、制御、セキュリティなどの領域における協調領域を中国流に定義しながら、デジタル・インフラとして複数の共同利用型プラットフォームの立ち上げに注力していく計画である。CICVにおいて、「ダイナミック高精度地図<sup>注13)</sup>」という共同利用型プラットフォームの構築は重点テーマの一つに位置付けられており、その推進のために、インフラ協調型自動運転に求められる高度な地図の構成や構築方法(データの階層構造、データの収集方法および融合方法)などの早期確立を目指して、新規に事業法人が設立された。それがすなわち、19年9月に設立された

「国汽智図(北京)科技有限公司」という会社であり、株主はCICV以外に、中国地図出版グループ、北京亦庄スマートシティ研究所グループおよび地図メーカーのナビインフォも参画している。

図12に示すとおり、国汽智図が官民連携で構築を目指す地図プラットフォームには、高精度な静的地図(路面情報、車線情報、三次元構造物など)、準静的情報(交通規制情報、標識情報など)、準動的情報(渋滞情報、事故発生情報など)、動的情報(周辺車両、歩行者、信号情報など)を含んでいる。各種情報の共有・配信方法についても、C-V2Xの通信基盤の活用を視野に検討されている。その第一歩としてダイナミック高精度地図を、基本的に自車両の周辺情報を得るための仕組みと位置付けて検討を進めている。今後、イン

図12 国汽智図の株主およびダイナミック高精度地図プラットフォームの概要



出所) 国汽智図Webサイトより作成

フラ協調型の自動運転ないし交通制御の流れの中で、ダイナミック高精度地図のさらに進んだ使い方として、複数の車両の情報を統合することで、より安全、効率的な車両の動き方を決定することが挙げられる。

たとえば合流や車線変更は、自律走行型自動運転システムにとって難しいだけでなく、運転スキルが高くないドライバーにとって操作が難しい。このような状況で、ダイナミック高精度地図が管理する各車両の位置とスピードから、安全かつ効率的な合流方法や車線変更のタイミングを決定し、それに従って各車両を制御する（ドライバーが運転する場合、ガイダンスする）ことが考えられる。

すなわち、ダイナミック高精度地図というサイバー空間において、データの先読みに基づいたシミュレーションをしながら最適解を探索し、その結果をフィジカル空間の実車両に送信し、直接に制御ないしドライバーにガイダンスするといった流れになる。ダイナミック高精度地図のプラットフォームは、デジタルツインの実装にも大いに役立つのである。

国汽智図のダイナミック高精度地図プラットフォームは、業界の川上、川中、川下の各種リソースを深く統合し、自己開発の「ニューラルネットワーク融合型アルゴリズム」を武器に、多数のプロープ車両からのセンシングデータ、都市交通、V2X、気象などのマルチソースデータの集約を実現した。それによって、地図更新のジレンマを打破、業界のコスト削減と効率化に貢献し、地図ベンダー、車両企業、自律走行システムベンダー、スマートシティなどの業界ユーザーに対して、より新鮮で豊富、正確かつ安全なダイナミック高精度地図データを提供できるようにする計

画である。

## VI 日系メーカーへの示唆

前述のように、インフラ協調型自動運転を重視した次世代型モビリティの社会実装の加速化や当領域への新規参入の活発化は、中国における自動車業界の構造を変えていく。その中で、中国独自の優位性に基づいた事業モデルや要素技術のイノベーションが現れてくる可能性も高く、自動車業界の先進国を追い越す勢いさえ見せてきている。日系メーカーにとっても、その事業機会とリスクに対応する事業戦略と方策が必要になる。

そのためにまずは、IT/ICTプラットフォームやスタートアップ企業、ないし官民タッグ型のプラットフォームとの提携を通じて、インフラ協調型自動運転に求められる車載関連/道路の知能化関連の商材（デバイス、部品、ソリューションなど）の拡販を早期に狙っていくべきである。中長期的には、次世代型モビリティの先進市場になり得る中国において、こういった現地系のプレイヤーとの連携を通じて、世界最先端の技術や事業モデルのイノベーションを現地で起こすことも視野に入れるべきであろう。

さらに、自動運転や次世代型モビリティの実証実験を進めるスマートシティに参画し、ルールメーカー側（政府部門、協会、外郭団体など）との深みのあるコミュニケーション&コラボレーションを通じて、産業政策や技術基準のトレンドを見越した事業展開を図るべきである。とりわけ中国のデジタル・エコシステムの利活用を意識しながら、データ駆動型の各種モビリティサービスの事業展開を図



っていく際に、データプラットフォームの整備やAIの実装、そしてスマート交通ないしスマートシティとのデータ連携が重要になる。実証実験を通じて、データの利活用のルールや規制の方向性を早期に察知し、より付加価値の高い事業領域に布石を打っていくことも検討すべきである。

#### 注

- 1 (操舵、加減速、停止、発進など) 運転操作の一つもしくは複数が自動化された「部分自動運転」を指す
- 2 条件つき自動運転であり、システムが基本すべての運転タスクを実施するが、システムの介入要求などに対してドライバーが適切に対応することが求められる自動運転機能を指している
- 3 インフラ協調型自動運転領域における技術イノベーションを目標とした産官学連携のアライアンス。中国技術分野の最高研究機関である中国工程院の院士が戦略顧問を担当している
- 4 ドライバーが駐車場前の乗降場所で車を離れ、スマホなどの操作により車が自動的に敷地内に入り、空いている駐車スペースを見つけて駐車する機能のこと
- 5 Multi-access Edge Computingの略。5Gを最大限に活かすためのネットワーク技術を意味する
- 6 すべての状況ですべての操作が自動化され、車が必要に応じて乗客に指示を受けるが、人が操作する必要はない自動運転機能を指す。ドライバーは事故を心配して周辺を注視する必要がない。睡眠も可能
- 7 Mobility as a Serviceの略。従来の交通手段・サービスに自動運転やAIなどのさまざまなテクノロジーを掛け合わせた次世代型の交通サービス
- 8 当イノベーションセンターは工業・情報化部(日本の経済産業省に相当)の直属の研究開発機関であり、次世代自動車領域の政策づくりのためのシンクタンク機能も併せ持っている。実際の運営は「国家インテリジェント&コネクテッド自

動車研究院有限公司(CICV: China Intelligent and Connected Vehicles (Beijing) Research Institute Co., Ltd.)」によって担われている

- 9 CPSとはCyber-Physical Systemの略。実世界(フィジカル空間)にある多様なデータをセンサーで収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術を駆使しながら分析・実験を行い、そこで創出した情報・価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図っていくものである
- 10 趙福全「多産業協同型のエコシステム・イノベーションはICV発展の要諦である」中国自動車新聞(2022年5月16日)
- 11 スマートシティ(中国語:智慧城市)のインフラとインテリジェント・コネクテッド自動車(中国語:智能网联汽车)のインフラをワンセットとして、同時に整備していく都市を意味する
- 12 2017年にコンチネンタルは中国の通信キャリアであるチャイナユニコムと折半合弁で聯陸智能(UICT: Unicom Continental Intelligent Transportation Technology)を設立した。21年にトランスインフォは聯陸智能の38.6476%の株式を取得すると発表。これにより、トランスインフォとコンチネンタルが聯陸智能の二大株主となった
- 13 高精度三次元地図の上に車両や歩行者の現在位置や移動状況、信号の現示や渋滞・事故といったさまざまな交通情報を重畳させたデータベース的な地図

#### 著者

張 翼(ちょうよく)

NRI上海総経理

専門は自動車をはじめ製造業全般の事業戦略、新興国市場でのアライアンス戦略、データ活用型の事業開発・サービス企画ほか

陸 成(りくせい)

NRI上海アソシエートパートナー/産業五部総監

専門は業務改革支援、新規事業の立ち上げ支援、中国発のデジタル/フィジカルツールの利活用を含めたDX戦略の立案・実行支援ほか