

【産業競争力懇談会 2013年度 プロジェクト 最終報告】

## 【都市交通システム海外展開時の技術課題】

2014年3月3日

産業競争力懇談会 **COCN**

## 【エグゼクティブサマリ】

### ●議論の進め方

産学独自の有識者へのヒアリング、プロジェクト全体会議により課題の明確化、施策の抽出を行ない整理した。本報告で議論する都市内交通は、同じ道路を共有する交通手段（LRT<sup>1)</sup>、BRT<sup>2)</sup>、APM<sup>3)</sup>、自動車、FCEV<sup>4)</sup>、EV/HEV バス<sup>5)</sup>、PMV<sup>6)</sup>等）とし、これらを融合させることに重点を置いた。なお、海外展開については新興国を中心に議論した。

### ●あるべき姿

自動車交通と公共交通を ITS<sup>7)</sup> 技術で融合させた、都市内交通システムを構築する。これにより、環境への負荷軽減、高齢者にも配慮した市民の安全性向上、渋滞解消による快適性向上、総合エネルギー効率化による経済性改善などの、世界の各都市が抱える課題克服に貢献する。またこのシステムを海外展開することで、日本の産業競争力強化に貢献する。図1では「安全・快適・環境」の観点から、交通事業者と最終ユーザが得られるメリット、その実現に必要な要素技術の一部を示した。自動車交通と公共交通を融合する場合の基盤となる「交通ネットワークのデータベース化」や、日本が得意とする緻密な「総合マネジメント」を柱に、様々な個別技術を組合せながら融合のメリットを生み出す。

### ●課題

課題はいろいろあるが、総括すると下記4点となる。

- ① 日本は技術力、製品力、品質力に優れるが、ソリューション力不足で、プライムコントラクター<sup>8)</sup>を獲得できない
- ② 海外展開力が不足している
- ③ 韓国 U-City<sup>9)</sup> や中東マスタードール・シティ<sup>10)</sup> のような提案のベースがない
- ④ 各企業が個別に活動していて、まとまりがない

### ●施策

各課題に対応した施策は以下の通りである。

- ①ソリューション力不足で、プライムコントラクターを獲得できない

都市内交通をとりまとめる交通ネットワークのデータベース化、AHP 手法<sup>11)</sup>を取り入れた交通容量シミュレーション技術、交通制御技術、クラウドデータ処理技術等を強化して、都市内交通ソリューション事業の核となるプライムコントラクターの地位を獲得する。

- ②海外展開力が不足している

- ②-1 ターゲット都市の候補（新興国を中心とした）

各都市のニーズ・課題に沿ったシステム提案着手に向けて、新興国を中心としたターゲット都市の検討を行った。都市内交通システムの海外展開は、トップ外交含めたG2Gビジネスからの案件形成が中心になると考えられ、ここでは安倍首相の訪問国など日本国と

の結びつきが強い新興国の中から、次の4つの指標を用いて候補を絞り込んだ。選定した候補都市を表1に示す。

指標1：JICA事業費の投入の多い国

指標2：一人当たりのGDPが、モータリゼーションが起これるといわれている3000US\$以上

指標3：ICT技術が発展普及している都市

指標4：道路密度<sup>12)</sup>が高いこと

表1 ターゲット都市候補

| 国名      | 都市     | 指標1 | 指標2 | 指標3 | 指標4 |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----|
| インドネシア  | ジャカルタ  | ○   | ○   | ○   |     |
| マレーシア   | イスカンダル |     | ○   | ○   | ○   |
| フィリピン   | メトロマニラ | ○   |     | ○   | ○   |
| タイ      | バンコク   |     | ○   |     | ○   |
| サウジアラビア | リヤド    |     | ○   | ○   |     |
| ミャンマー   | ヤンゴン   |     |     |     |     |

なお表1において、4つの指標では上位に位置しないが、現在政府が積極的に支援している国（表中のミャンマー他、カタール、インドなど）も含めてターゲット都市の候補と考えられる。今後これらの国に関する詳細な検討、必要に応じた他国のベンチマークを経て、最終的なターゲット都市を選定する必要がある。

なお、早期進出が求められている都市内交通システムの新興国輸出では、図2に示すような既存技術ベースの構成を標準として、各都市のニーズ・課題により機能追加・削除を行うことで、コストを抑えてスピードを持ってシステム輸出の実績を積み上げる。

#### ②-2 先進的な技術・ソリューションの適用都市

継続的に利益を確保し投資していくためには、技術の先進性・緻密な制御・ソリューションに価値を見出してくれる国・都市を探し出して展開する必要がある。そのために、日本独自の準天頂衛星を用いた高精度位置検知や、フェーズドアレイ気象レーダ<sup>13)</sup>を用いた異常気象情報の瞬時のキャッチ、CACC<sup>14)</sup>自動運転による衝突防止制御などの新技術、ならびに信号等の交通制御、EMS<sup>15)</sup>制御、レジリエントな都市内交通システムの構築など、日本が得意とする緻密な技術により差別化されたモデルを構築しておくことが必要である。さらには、個々の先進技術を体感できるショーケースも欠かせない。

#### ③韓国U-Cityや中東マスタードール・シティのような提案のベースがない

国内でショーケースを建設する。図3にイメージを示す。ショーケースは2020年東京五輪に合わせて実現させる。過去に東京電力(株)殿と三井物産プラントシステム(株)殿が中心となり詳細に検討が行なわれた「都心並びに臨海地域における基幹的交通システム導入

に関する検討会」結果を元に、自動車交通・公共交通・PMV 自動運転システムなどを ITS 技術で融合させた、世界初のショーケースを東京湾岸地区を中心に建設する。ショーケースはフルオプションでも一部のものでも良い。また、湾岸地区での課題である移動の利便性向上に役立ち、五輪後も魅力的な街づくりに貢献するものとする。更に、できれば独立した組織で O&M<sup>6)</sup>が行えると理想的である。

#### ④各企業が個別に活動していてまとまりがない

上記の施策展開のために、都市交通計画部門を含めた統合組織を立上げる。具体的には法人格を持ち、FS や案件形成活動を実施しつつ緩やかな技術開発も推進できる母体として、一般社団法人の設立を提案する。その後の実証実験フェーズでは、当該社団法人からスピノフしたメンバー企業で技術研究組合を作り、収益事業化フェーズでは株式会社化を図る。これらの一連の流れを 図 4 に示す。

以下に、母体となる一般社団法人の必要要件と活動ミッションを以下に示す。

#### ○組織の必要要件

- ・各現場（技術研究組合など）へのサポートが行えること
- ・自動車交通、公共交通、都市交通計画に関連する産学が集結すること
- ・法人格を持つこと（将来の計画でも可）
- ・JICA などの海外支援部隊との関係が強いこと
- ・官との連携に優れ、案件形成外交・技術開発支援を受けやすいこと
- ・東京ショーケース実現のために東京都とのつながりにも卓越していること
- ・既存の組織を母体とすることで、スピードを持って組織が活動を開始できること

#### ○組織の活動ミッション

- ・新興国を中心とした都市内交通案件形成のための府省との窓口（トップ外交の働き掛け）
- ・案件形成のための提案活動・先導役（日本国として受注するための受注前活動）
- ・該当都市との連携のための日本拠点の準備、大使館との協調等
- ・業種、産学をまたいだビジネス化のための議論
- ・共通となる基盤技術、先進技術の開発窓口、学会関連活動
- ・国際標準化活動
- ・東京ショーケース構築の窓口

#### ● 官への要請事項

以上を実現させるために、次の 3 点を要請したい。

1. モデル都市を選定して事業化を目指すのが、基盤となる技術開発への支援
2. 自動車交通と公共交通を ITS 技術で融合させた世界初の実証実験を、2020 年東京五輪に合わせて、東京湾岸地区等で実現させるための環境整備と予算支援
3. 海外案件形成のためのトップ外交、拠点形成、ファイナンス支援、国際標準化活動支援

● ロードマップ

これらのロードマップを 図 5 に示す。

● マーケット規模

世界における、都市内交通モビリティ（LRT、BRT、APM、EV バス、ただし自動車は除く）と ICT 系システム（管制・運行管理システム、ETC・DSRC<sup>17)</sup> 車載器、車載 GPS モジュール、等）を合わせた市場規模は、2014 年の約 3.3 兆円（規模順に LRT、ICT 系システム、BRT）から、2020 年には約 5.4 兆円（規模順に ICT 系システム、LRT、BRT）、2030 年には 13 兆円（規模順に ICT 系システム、EV バス、LRT）まで拡大すると推定される。

表 2 市場規模推定

|           | 2014 年 | 2020 年 | 2030 年 |
|-----------|--------|--------|--------|
| 都市内交通システム | 3.3 兆円 | 5.4 兆円 | 13 兆円  |

● 提言

本プロジェクトでは、日本の都市内交通システムを海外展開するための課題について議論を重ねて来た。海外の都市ではパークアンドライド<sup>18)</sup>を中心とする自動車交通を制限した街づくりの動きもあるが、あらゆる都市ないし都市全域でそのような状況になるとは考えにくく、少なくとも 20 年先、30 年先に新興国はもとより、先進国であっても自動車交通は依然として重要な交通インフラであると予想される。したがって自動車交通と公共交通を融合させた都市内交通システムを、安全・快適・環境などの観点からいかに実現するかという点が、世界の各都市でも今後一層重要になる。プロジェクトの目標を実現するための主要な提言を以下に記す。

提言 1) 技術シーズの育成

日本の特色を生かして海外で「勝つ」都市内交通システムには、以下の先進技術開発が必要である。

- ・ 交通情報基盤整備（交通ネットワークのDB化、交通容量シミュレーション、ビッグデータ処理）
- ・ EVやFCVを活用した環境に優しい路面電車やバスの開発
- ・ 準天頂衛星などセンシング技術を活用した隊列走行、衝突防止、走行中非接触集電技術
- ・ フェーズドアレイ気象レーダ等を用いた異常気象予測による、レジリエントな都市内交通システム技術
- ・ 緻密でリアルタイムな信号制御、オンデマンド制御などの総合的なマネジメント技術

海外にアピールするための日本ショーケースとして、これらの先進技術を組み合わせ、東京五輪で実証することを提案する。なお実証実験はフルオプションでも一部技術の採用でも良い。また、湾岸地区の課題である移動の利便性向上に役立ち、五輪終了後も活用可能なものとする。これにより、日本の都市内交通システムのプレゼンスを向上させる。

### 提言 2) 顧客ニーズの把握

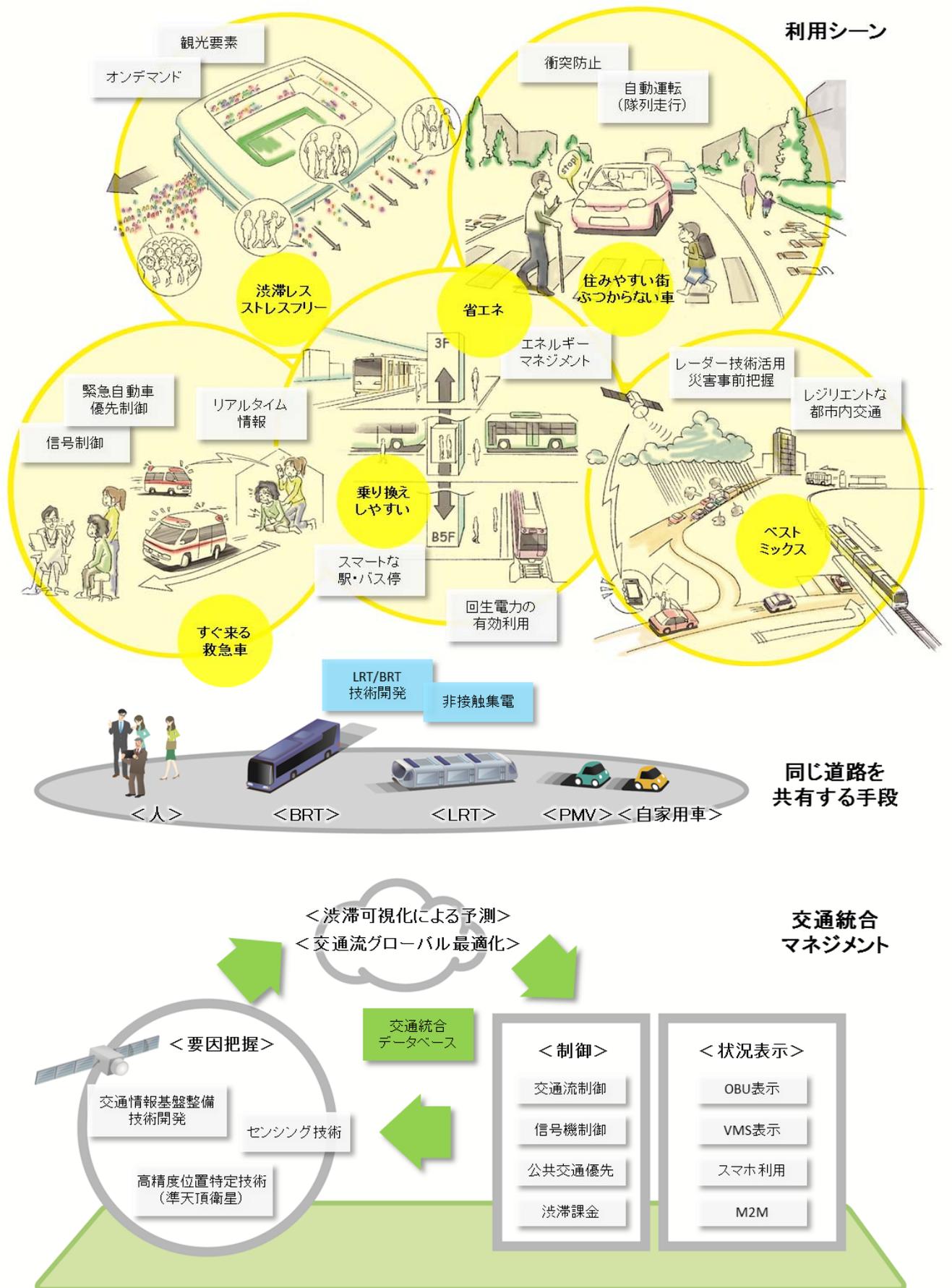
海外展開に適した都市の選定は新興国や中東を軸に、継続検討が必要である。各都市のニーズ・課題を把握した上で、モデル都市を選定して施策を展開する。

具体的には、人口50万～100万程度の新たに建設の進む中核都市や、大都市の中でも課題の多い適度なエリアに対して、個々の計画・ニーズ・課題を聞きながら、小さくてもスピードを持って実績を積み上げる。

### 提言 3) 新組織の設立

上記 提言 1) の「技術開発と国内ショーケース」、ならびに上記 提言 2) の「海外ニーズ把握と具体的な施策検討」を推進するためには、「自動車交通－公共交通－都市交通計画」に関わる産学が連携した新組織が必要である。この新組織を社団法人として設立することを提案する。

新組織は法人格を持ち、現場のサポートを行ないながら、技術開発や国際標準化活動の窓口機能を担う。また、海外案件の提案・受注前活動を展開し具体化した個々事案については、この組織からスピンオフしたメンバー企業で、技術研究組合や株式会社を設立し事業化を推進する。なお、スピードを持って活動を開始するためには、既存の組織を母体とするなどのアイデアも必要となる。



©2014 Toshiba Corporation

図1 自動車交通と公共交通の融合イメージ

### 交通情報センター

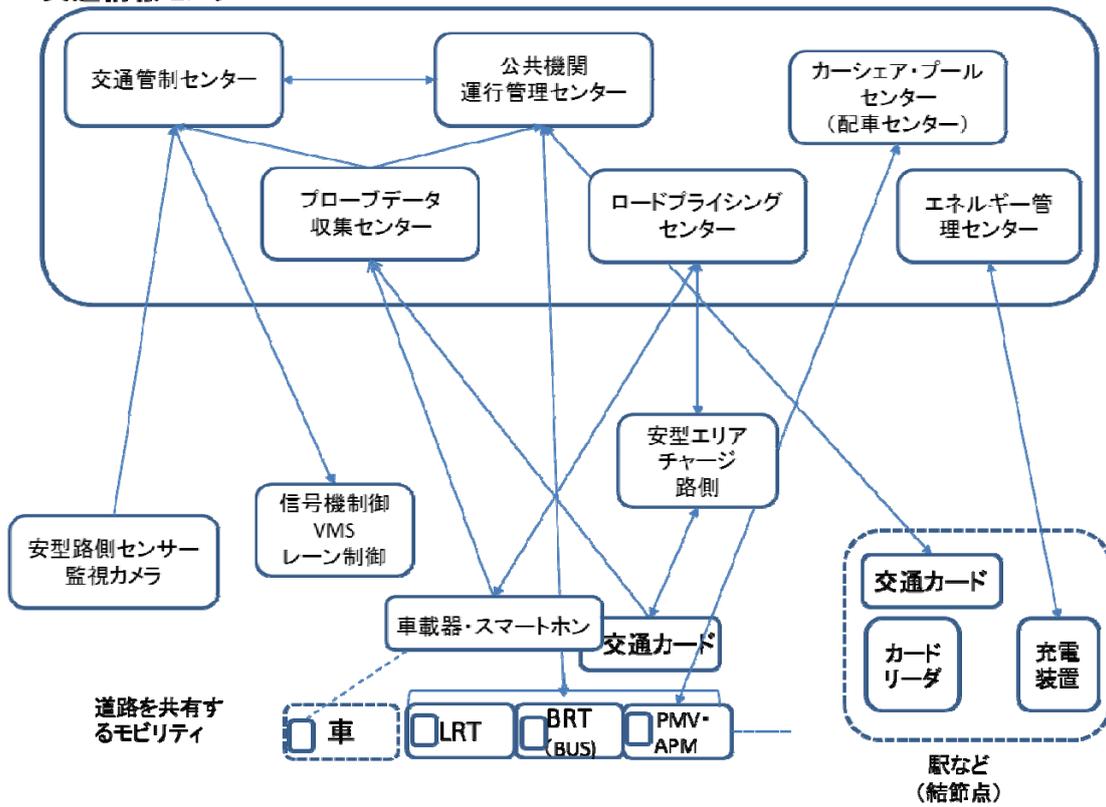


図2 新興国向けシステムイメージ

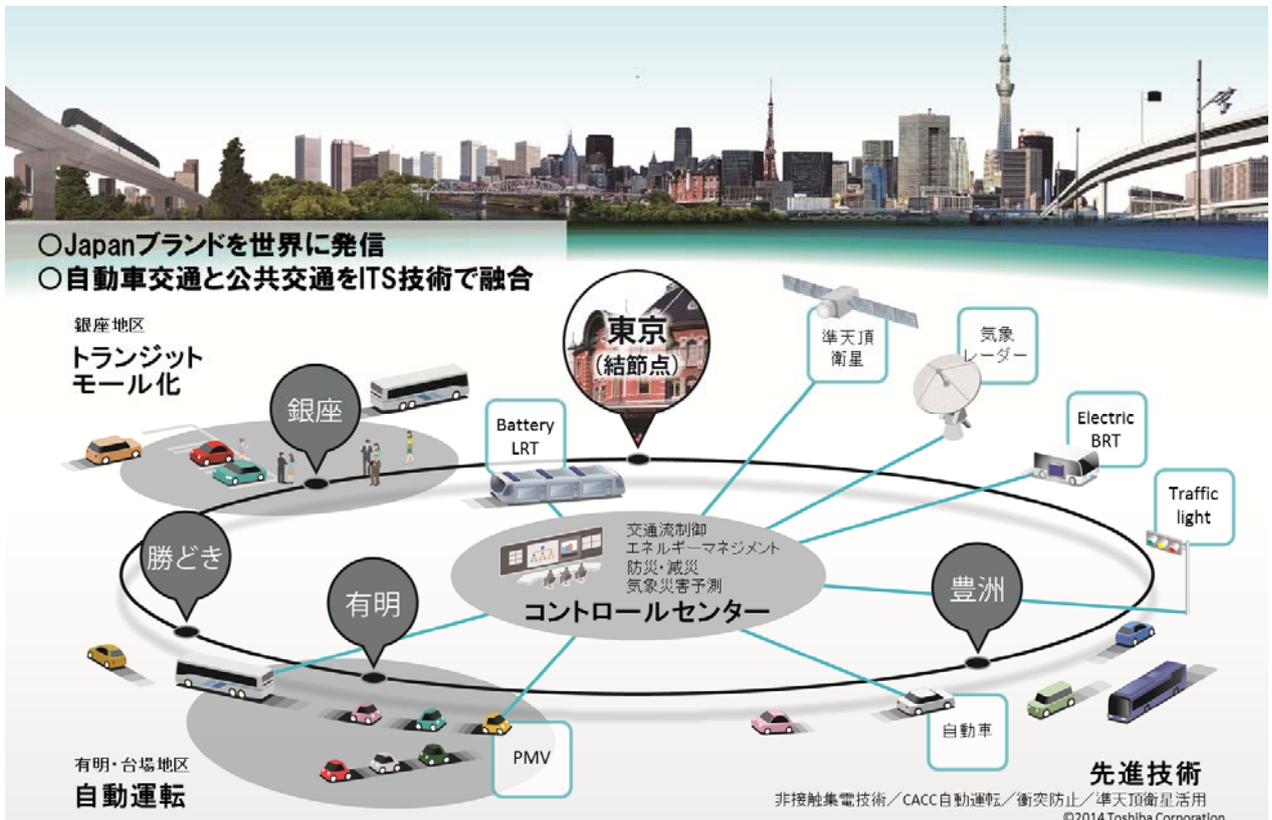


図3 東京都心～湾岸 都市内交通システムショーケース

|         |    | 調査企画<br>フェーズ                                    | 事業化調査(FS)<br>フェーズ | 実証実験<br>フェーズ                 | 収益事業化<br>フェーズ                        |
|---------|----|---|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 主な活動    | 海外 | ・FSや案件形成(トップ外交)事前活動                             |                   | ・新興国での実証                     | ・都市交通丸ごと受注                           |
|         | 国内 | ・FSや先進技術開発                                      |                   | ・各種工事、試験運用                   | ・東京ショーケース                            |
| 考えるべき論点 |    | ・法人格を持ちながら、FSや案件生成活動を実施しつつ、緩やかな技術協力も推進できる組織体が適切 |                   | ・実証実験後に収益事業化を見越すことができる組織対が適切 | ・収益事業として案件受注を見越すのであれば、営利法人を組織することが適切 |
| 想定組織    |    | ・一般社団法人   |                   | ・技術研究組合                      | ・株式会社<br>または<br>LLC                  |

(出典：東芝)

図4 組織体の活動と変遷のイメージ

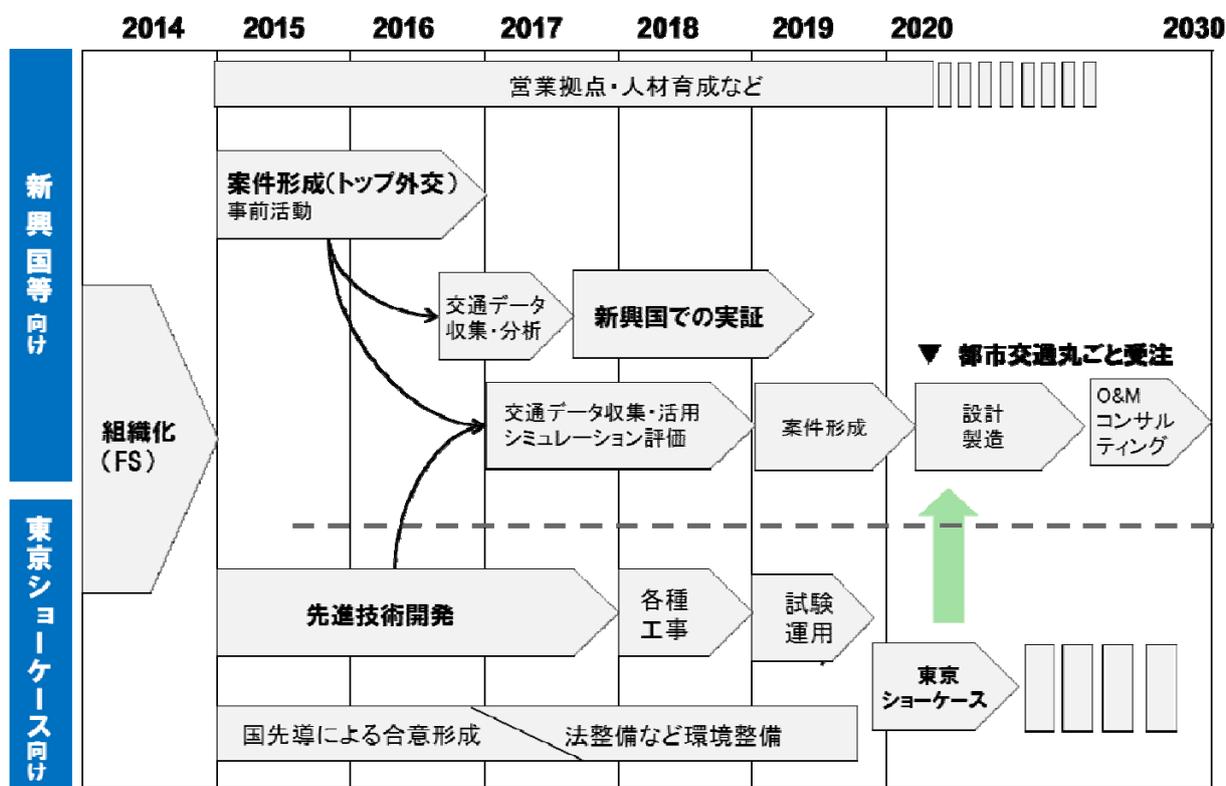


図5 ロードマップ

- 
- 1) LRT (Light Rail Transit) : 次世代路面電車、軽量軌道交通
  - 2) BRT (Bus Rapid Transit) : バス高速輸送システム
  - 3) APM (Automated People Mover) : 高架軌道を走行する小型全自動無人運転車両
  - 4) FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) : 燃料電池車
  - 5) EVバス : 電気バス
  - 6) PMV (Personal Mobility Vehicle) パーソナル・モビリティ・ビークル
  - 7) ITS : Intelligent Transport Systems
  - 8) プライムコントラクター : 元請、主契約者
  - 9) 韓国 U-CITY : ユビキタスシティーの略で、都市基盤に ICT を融合して交通、環境、福祉などの各種サービスをいつでもどこでも提供する都市
  - 10) 中東マスタードール・シティ : ゼロ・エミッションのエコシティを目指すアラブ首長国連邦 (UAE) の都市開発計画と、その計画によって建設されている都市
  - 11) AHP 手法 : 階層分析法、数量化が困難な主観的価値基準や選択候補の優先度を数値化すること
  - 12) 道路密度 : ある国の道路総延長を、国土の陸地面積で割った値
  - 13) フェーズドアレイ気象レーダ : 平面上に多数の小さなアンテナを備えることで機械的な首振り動作を必要としないアンテナで、高速で観測可能な気象レーダ
  - 14) CACC (Cooperative Adaptive Cruise Control) : ACC (Adaptive Cruise Control) が車両の前方に搭載したレーダを用いて前方を走行する車両との車間距離を一定に保ち、必要に応じてドライバーへの警告を行うシステムであるのに対して、CACC は ACC に車車間通信を加えることによって他車の加減速情報を共有することで、より精密な車間距離制御を行うシステム
  - 15) EMS (Energy Management System) : 電気やガスなどのエネルギー使用状況を適切に把握・管理し、削減につなげるシステム
  - 16) O&M (Operation and Maintenance) : 運用および維持整備
  - 17) DSRC (Dedicated Short Range Communication) 車載器 : ITS スポットサービスを受信するための車載器
  - 18) パークアンドライド (Park and Ride) : 交通渋滞の緩和のため、自動車等を鉄道駅やバス停留所などに設けた駐車場に停車させ、鉄道や路線バスなどの公共交通に乗り換えて移動する方法

## 【目次】

|  |    |
|--|----|
| 1. 検討の基本方針.....  | 4  |
| 1. 1 プロジェクトの基本方針.....                                    | 5  |
| 1. 2 検討の視点と範囲.....                                       | 5  |
| 1. 3 地球環境への配慮.....                                       | 6  |
| 2. 市場環境.....   | 8  |
| 2. 1 市場規模.....   | 8  |
| 2. 2 政府成長戦略.....   | 11 |
| 3. 目指す都市内交通の姿.....                                       | 13 |
| 3. 1 都市内交通の定義.....                                       | 13 |
| 3. 2 都市内交通の技術階層構成.....                                   | 14 |
| 3. 3 目指す都市内交通が採用された都市イメージ.....                           | 15 |
| 3. 4 自動車交通と公共交通の融合について.....                              | 16 |
| 4. 都市交通の構成技術.....  | 19 |
| 5. 技術開発.....   | 21 |
| 5. 1 交通情報基盤の整備のための技術開発.....                              | 22 |
| 5. 2 運用のための技術開発.....                                     | 24 |
| 5. 2. 1 LRT/BLT の技術開発.....                               | 24 |
| 5. 2. 2 非接触集電.....                                       | 28 |
| 5. 2. 3 自動運転（隊列走行）.....                                  | 29 |
| 5. 2. 4 センシング技術.....                                     | 34 |
| 5. 2. 5 レーダ技術の活用による災害事前把握.....                           | 36 |
| 5. 2. 6 高精度位置特定技術（準天頂衛星の活用）.....                         | 37 |
| 5. 2. 7 レジリエントな都市内交通システム.....                            | 39 |
| 5. 2. 8 エネルギーマネジメント（EMS : Energy Management System）..... | 40 |
| 5. 2. 9 総合的なマネジメント.....                                  | 41 |
| 5. 2. 10 デザインの課題.....                                    | 45 |
| 5. 3 国際標準化.....  | 46 |
| 6. ターゲット都市の考え方.....                                      | 47 |
| 6. 1 ターゲット都市を検討する上での指標.....                              | 47 |
| 6. 2 ターゲット都市の特徴.....                                     | 50 |
| 6. 2. 1 ジャカルタ.....                                       | 50 |
| 6. 2. 2 イスカンダル.....                                      | 51 |
| 6. 2. 3 メトロマニラ.....                                      | 53 |
| 6. 2. 4 バンコク.....  | 54 |
| 6. 2. 5 リヤド.....   | 54 |
| 6. 2. 6 ヤンゴン.....  | 56 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 7. ショーケース .....                  | 58 |
| 7. 1 東京ショーケースの意義 .....           | 58 |
| 7. 2 都市内交通の検討事例 .....            | 59 |
| 8. 案件形成 .....                    | 62 |
| 8. 1 案件形成時の課題 .....              | 62 |
| 8. 2 海外水事業におけるフォーメーション事例 .....   | 65 |
| 9. O&M .....                     | 71 |
| 10. 新組織の検討 .....                 | 73 |
| 10. 1 検討の着目ポイント .....            | 73 |
| 10. 2 都市交通への適用検討 .....           | 75 |
| 10. 3 「統合新組織」フォーメーションのイメージ ..... | 77 |
| 11. まとめ .....                    | 78 |
| 11. 1 課題と施策の方向性 .....            | 78 |
| 11. 2 官民役割分担の明確化 .....           | 83 |
| 11. 3 全体ロードマップ .....             | 84 |
| 11. 4 おわりに .....                 | 85 |
| 付録. ITS JAPAN における将来ビジョン .....   | 86 |

## 【はじめに】

都市交通システムはスマートコミュニティの中の重要な一つの要素になるばかりか、社会インフラの基幹を成すシステムである。人や物の効率的な移動が日本再興戦略の基盤になることは明白であり、鉄道障害が社会生活に与える影響の大きさや連休中の自動車渋滞を見ているとその影響度は顕著と言わざるを得ない。特に、大きな災害が発生した場合の物流への依存度は高く、迅速な復旧に向けたその役割には特段の重要性が見えてくる。

アジア地区を中心とした新興国に共通した課題の一つに渋滞問題がある。渋滞の原因は自動車に限らず、バイク、自転車、人力車など多種に渡る。これらを総合して問題解決することは容易ではないが、都市開発計画に融合させた適切な対応がなされれば、その効果は絶大なものになるであろう。

自動車交通を中心に発展してきた ITS の都市交通制御技術を、BRT や LRT などの公共交通と融合させて的確な問題解決の手段が得られれば、先進国への展開も可能となり、産業競争力の強化につながるものと期待される。

個々の高い技術は日本国内に存在するものの縦割り感は否めず、本プロジェクトを通してそれらを融合することで問題を解決し、新興国のみならず、先進国をも含めたグローバルな展開に拡大できれば理想的である。政府、関係省庁、大学等研究機関のご支援をいただきながら、都市内交通の競争力が強化されることを期待している。

産業競争力懇談会  
会長（代表幹事）  
西田 厚聰

## 【プロジェクトメンバー】

(敬称略、機関名順)

### ○プロジェクトリーダー、サブリーダー

|             |       |                           |      |
|-------------|-------|---------------------------|------|
| 東芝 / リーダー   | 石橋 尚之 | 社会インフラシステム社               | 首席技監 |
| 東芝 / サブリーダー | 尾崎 信之 | 社会インフラシステム社 鉄道・自動車システム事業部 | 技監   |

### ○メンバー（各機関代表1名を記載、一部アドバイザー含む）

|           |        |                               |                |
|-----------|--------|-------------------------------|----------------|
| ITS Japan | 天野 肇   |                               | 専務理事           |
| アバンアソシエイツ | 伊藤 杏里  | 企画室                           | 取締役企画室長        |
| 科学技術振興機構  | 中村 亮二  | 研究開発戦略センター                    | フェロー           |
| 鹿島建設      | 森近 吉彦  | 海外土木支店                        | 土木部長           |
| 交通安全環境研究所 | 水間 毅   |                               | 理事             |
| 清水建設      | 荒木 祐宏  | 国際支店 営業部                      | 主査             |
| 住友電気工業    | 小林 雅文  | ITS企画部                        | 主幹             |
| 東京工業大学    | 屋井 鉄雄  | 総合理工学研究科 人間環境システム             | 教授             |
| 東京大学      | 須田 義大  | 生産技術研究所 先進モビリティ研究センター         | 教授             |
| 東京大学      | 大口 敬   | 生産技術研究所 先進モビリティ研究センター         | 教授             |
| トヨタ自動車    | 竹田 雅弘  | IT・ITS企画部スマートコミュニティ室          | 主幹             |
| 名古屋大学     | 加藤 博和  | 環境学研究科 都市環境学専攻                | 准教授            |
| 日産自動車     | 笠井 純一  | 総合研究所モビリティ・サービス研究所            | シニアリサーチエンジニア   |
| 日本交通計画協会  | 山崎 孟   | 交通計画研究所 研究第1部                 | 担当部長           |
| 日本電気      | 前川 誠   | パブリックビジネスユニット                 | エグゼクティブ・エキスパート |
| パナソニック    | 阿部 朋明  | オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社新規事業本部 | 室長             |
| 日立製作所     | 梶浦 敏範  | 情報・通信システム社                    | 上席研究員          |
| 本田技術研究所   | 酒井 竜英  | 四輪R&Dセンター 第0技術開発室             | 主任研究員          |
| 三菱重工業     | 日比野 陽一 | 交通システム事業部 業務部                 | 部長             |
| 三菱総合研究所   | 杉浦 孝明  | ITS・モビリティグループ                 | 主席研究員          |
| 三菱電機      | 若宮 正洋  | ITS推進本部 ITS技術部                | 部長             |

### ○オブザーバー

|          |       |              |          |
|----------|-------|--------------|----------|
| 産業競争力懇談会 | 森安 俊紀 | 実行委員会 担当実行委員 | (東芝)     |
| 産業競争力懇談会 | 北村 伸彦 | 担当企画小委員      | (トヨタ自動車) |
| 産業競争力懇談会 | 中塚 隆雄 | 事務局長         | (日立製作所)  |

### ○東芝事務局

|    |       |                   |    |
|----|-------|-------------------|----|
| 東芝 | 城島 陽介 | 社会インフラシステム社 技術管理部 | 参事 |
|----|-------|-------------------|----|

※ヒアリングにご協力いただいた方：国際協力機構（JICA）、衛星測位利用促進センター（SPAC）

## 1. 検討の基本方針

### 1. 1 プロジェクトの基本方針

人口の都市への集中、環境問題、高齢化、交通安全・渋滞緩和、防災・減災のメガトレンドは、世界共通の課題である。一方、都市内交通システムは、社会インフラやスマートコミュニティ構築の中で最も重要な要素の一つである。先進国では当然のこと、新興国においても人や物の流れを左右する基盤システムであることは明白である。

本プロジェクトは、自動車交通と公共交通を ITS 技術で融合させた、都市内交通システムの構築を目指す。これにより、環境への負荷軽減、高齢者にも配慮した市民の安全性向上、渋滞解消による快適性向上、総合エネルギー効率化による経済性改善などの、世界の各都市が抱える課題克服に寄与する。併せてこのシステムを海外展開することで、日本の産業競争力強化に貢献することが、本プロジェクトの基本方針である。

### 1. 2 検討の視点と範囲

プロジェクトの検討では、下記2つの視点を特徴としている。

- ・ プロジェクトのタイトルは「都市交通システム海外展開時の技術課題」であるが、実際に都市内交通事業に関わる有識者やプロジェクトメンバーからは「技術課題」のみならず、「事業・営業・制度・契約・運用」等現状の課題が多く聞かれたことから、プロジェクト検討の対象としたこと。
- ・ 特に欧州における公共交通の都市内交通への組み込みは、都市中心部から自動車交通を極端に減らすイメージがあるが、本プロジェクトでは「自動車交通と公共交通の融合」した都市内交通を日本の ITS 技術で可能にする、新しい考え方をベースに議論をしていること。

都市内交通と言ってもその構成要素は多岐に渡る。本プロジェクトで議論の対象とする主な範囲は、LRT、BRT、APM、自動車、FCGEV、EV/HEV バス、PMV など、「同じ道路を共有する都市内交通手段」とする。それらをセンシング、処理、制御の3要素にわたり最適化することで、海外にも適用可能な都市内交通システム構築を目指す。なお各都市に最適な交通システムを検討する上では、都市内交通との結節点において鉄道や地下鉄など他の要素についても検討に含めることが必要と考えられる。

日本の自動車関連技術、ITS 技術は世界でもトップレベルに達している。特に VICS、ETC、DSSS、隊列走行など個々の技術進歩には目を見張るものがある。一方、LRT や BRT のような公共交通機関は欧州を中心に発展しているが、国内でも富山ライトレールなどに代表される活用実績がある。また、リチウムイオン電池の性能向上・コスト低減により、バッテリーを搭載した自動車、バス、LRT などの環境対応車両の普及も徐々にではあるが進んでいる。ただし、これらをソリューションの観点で総括した議論はまだ不足しており、そのための技術開発、研究体制、実証実験、リソース確保、国際標準化、案件形成手法など多くの課題がある。本プロジェクト

では技術的課題に対する提言に加え、日本が生み出す都市内交通システムのグローバル展開加速のための提言を目指した。

### 1. 3 地球環境への配慮

あらゆる事業で配慮が求められるのが「地球環境課題」である。都市内交通を考える上で、例えば日本政府からのメッセージとして発信されている「地球温暖化対策の着実な実施」は検討のベースとして必ず考えなければならない指標である（図 1.3.1）。

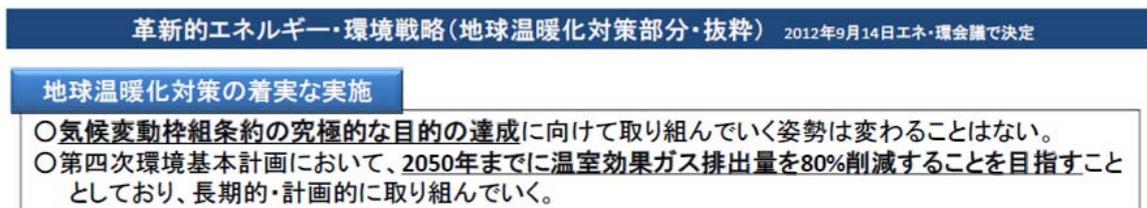


図 1.3.1 革新的エネルギー・環境戦略

（出典：経産省 過去の温室効果ガス削減目標及び地球温暖化対策・施策について H25. 5. 29）

例えば日本国内における「運輸部門」から排出される温室効果ガス（ここでは代表的な指標として二酸化炭素）排出量内訳は 図 1.3.2 に示す状況にあり、自動車、船舶等の運輸部門は全体の約 2 割を排出していることがわかる。今後、スマートコミュニティを軸とした都市内 EMS 等の対策が進むにつれて「家庭部門」や「産業部門」の温室効果ガスが低減、2 割を排出している「運輸部門」でも大幅な環境指標の改善を図る必要があると考えられている。特に自動車の CO2 排出量に対する規制は厳しく、例えば EU では、2011 年に 1 キロ走行あたり 135.7g であったものを、2020 年までに 95g にまで低減させる必要がある。

この先 2050 年の温室効果ガス 80%削減を実現させるために、自動車交通を従来のまま使い続けて単体の環境負荷を規制するだけでは、解決は難しい。公共交通機関との有効な融合を図りながら、「都市内交通システム」として環境にやさしく、安全で渋滞も少なく、総合的にエネルギー効率の高いシステムを構築する必要がある。地球環境への配慮としても「自動車交通と公共交通の融合」は、重要な考え方である。

なお参考までに、スマートコミュニティにおける交通ソリューション（都市内交通）の位置付けを 図 1.3.3 に示す。

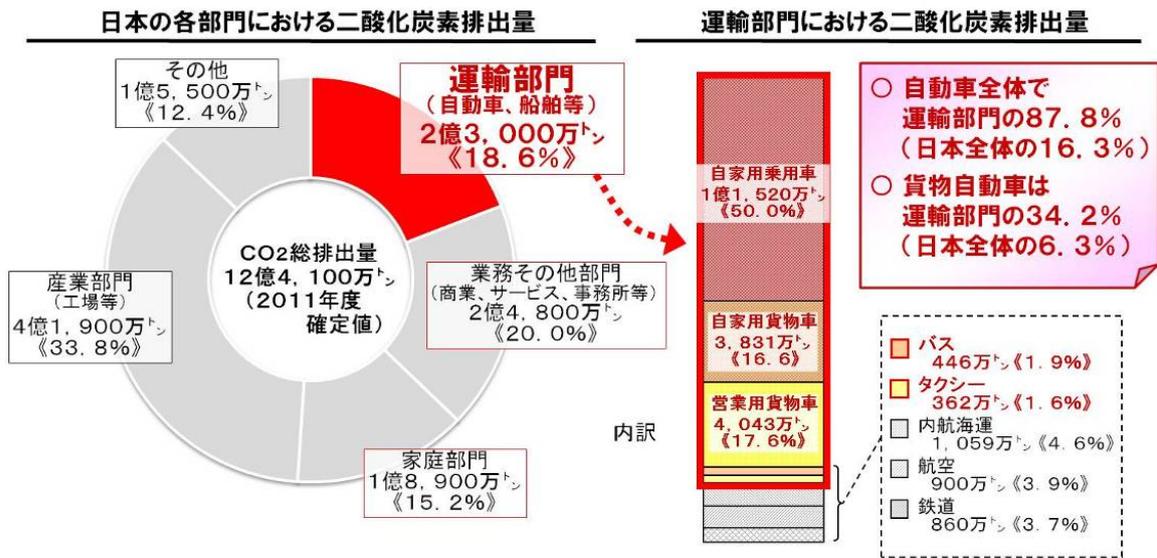


図 1.3.2 二酸化炭素排出量

(出典 : 国交省 HP [http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html))

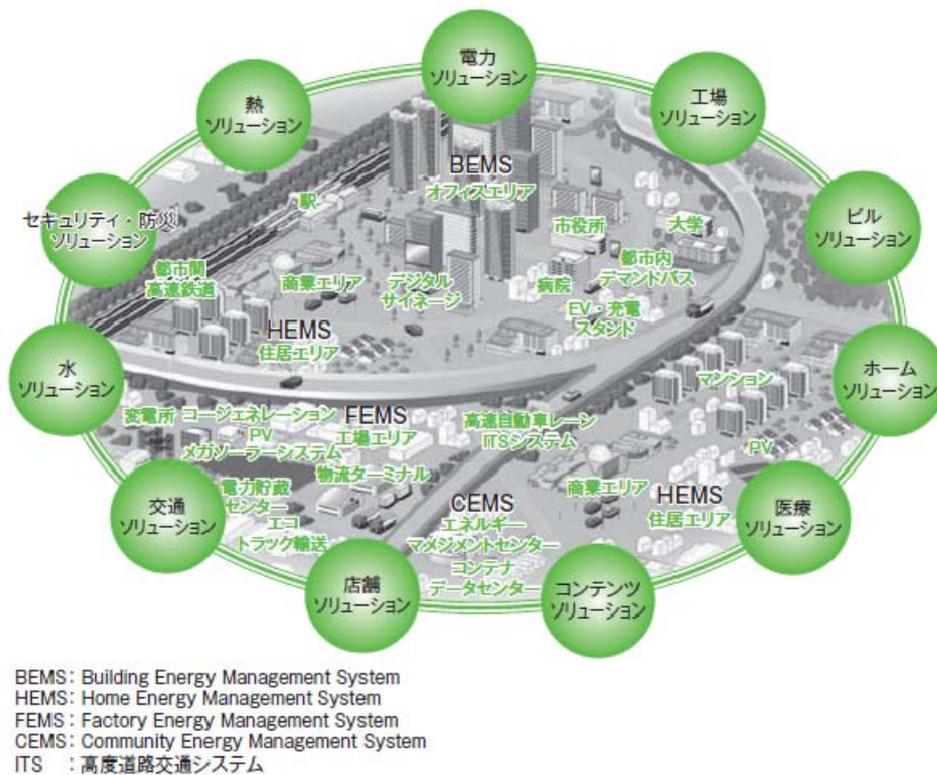


図 1.3.3 スマートコミュニティのイメージ

(出典 : 東芝レビュー 2013年8月号)

## 2. 市場環境

### 2. 1 市場規模

新興国における急激な経済成長に伴い、都市部への人口流入や交通量の増大等による都市機能麻痺の深刻化は、今後の都市機能の抜本的な強化や、都市の拡大・再開発といった需要を生み出すと考えられる。図 2. 1. 1 からは世界的な都市人口の増加が、表 2. 1. 1 からは新興国における人口 100 万人以上の都市の増加が読み取れる。

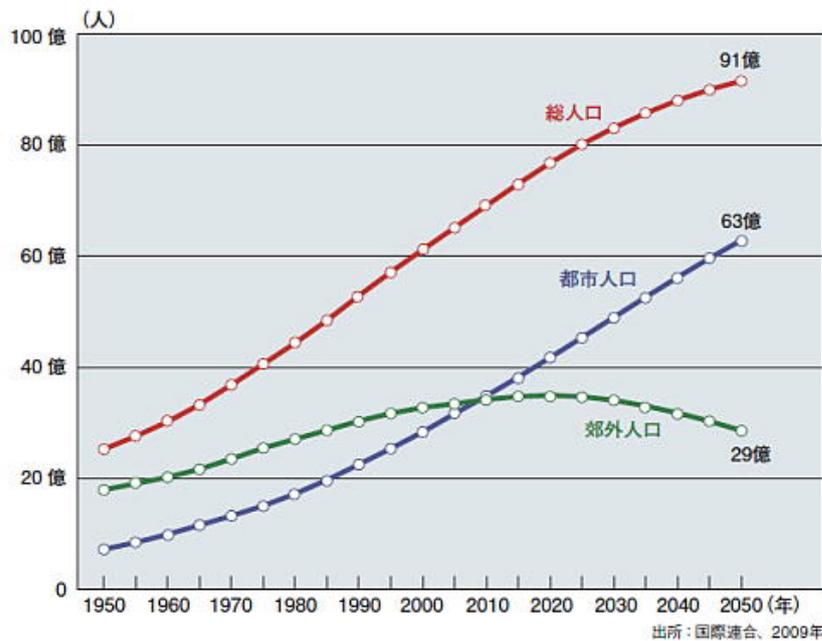


図 2. 1. 1 世界人口における都市人口の増加

表 2. 1. 1 主要新興国の人口  
100 万人以上の都市数の変化

|        | 2010年 | 2020年 |
|--------|-------|-------|
| 中国     | 94都市  | 139都市 |
| インド    | 43都市  | 58都市  |
| インドネシア | 7都市   | 14都市  |
| ベトナム   | 2都市   | 5都市   |
| ブラジル   | 21都市  | 22都市  |
| メキシコ   | 12都市  | 19都市  |
| ロシア    | 12都市  | 14都市  |
| ナイジェリア | 8都市   | 18都市  |

UN, World Urbanization Prospects 2011

これら都市人口や大都市数の増加により、都市内交通の市場は着実に伸長すると考えられる。以降に、本プロジェクトで対象としている「同じ道路を共有する都市内交通」の市場規模予測について述べる。

### (1) 都市内交通モビリティの市場規模

プロジェクトが目指す新たな交通システム導入に伴い市場が形成される、LRT、BRT、AMP、EVバスの市場規模推定値を 図 2.1.2 に示す。ここでは、導入前から利用されている想定乗用車やディーゼルバスは含まない。2014年には約2.6兆円の市場であったものが、2020年には約3兆円、2030年には約7.3兆円規模に成長するものと推定される。これらを地域別に分析すると、2014年の地域別市場規模はアジアが最大、欧州、北アメリカ、中南米の順に続くが、2030年にはアジアが約4兆円規模に成長することに加え、アフリカの成長率が著しいことが特徴である(図2.1.3)。

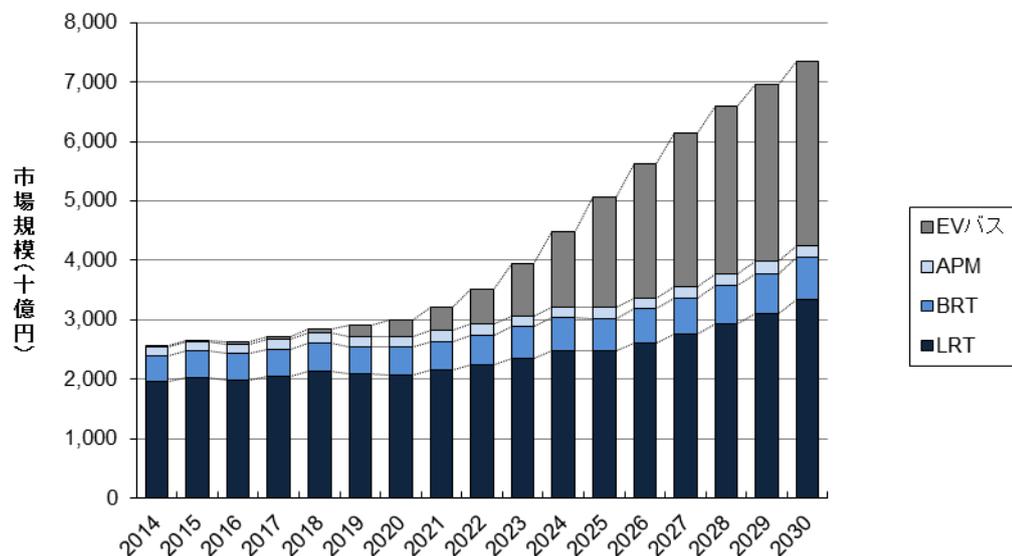


図 2.1.2 都市内交通モビリティ (LRT、BRT、AMP、EVバス) の市場規模推定

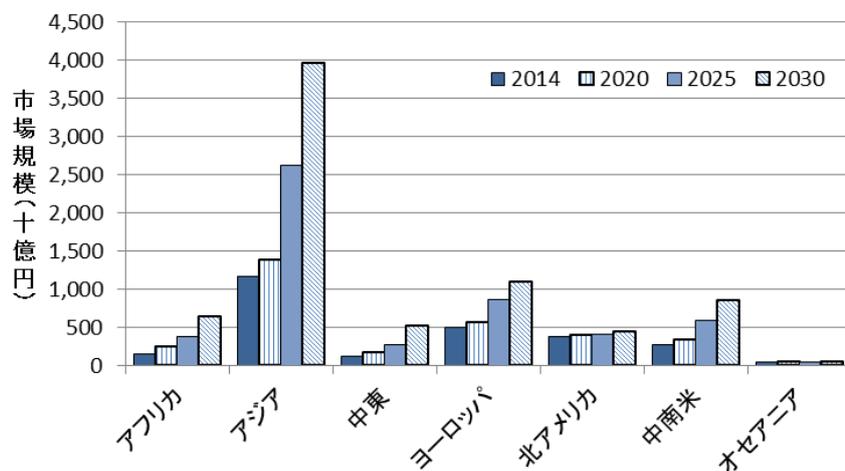


図 2.1.3 地域別の都市交通モビリティ (LRT、BRT、AMP、EVバス) 市場規模推定

(2) ICT 系システム関連の市場規模

新たな交通システムの導入においては、ICT 系システムの車載器をはじめとする各種車載器や、車車間通信などのインフラ整備が不可欠となる。国内市場においては、2,063 億円(2012 年)から約 3,100 億円(2020 年)への伸長が予測されている。なお海外の市場規模については、国内市場のデータを基に推定した(表 2.1.4)。

表 2.1.2 国内の ITS 関連市場

| 領域  | 2012 年見込 | 2020 年予測 | 2011 年比 |
|-----|----------|----------|---------|
| ITS | 2,063 億円 | 3,111 億円 | 155.8%  |

出典：(株)富士経済 web 公表データ [www.fuji-keizai.co.jp/market/12109.html](http://www.fuji-keizai.co.jp/market/12109.html)

表 2.1.3 品目の定義(表 2.1.2 のデータ説明)

| 領域  | 品目  |
|-----|---|
| ITS | 新交通管理システム(UTMS)、車車間通信システム、プローブ情報システム、光ビーコン(光学式車両感知器)、DSRC 路側機(ITS スポット)、ETC・DSRC 車載器、ITS スポット対応カーナビゲーションシステム、スマートフォンナビ、車載 GPS モジュール |

出典：(株)富士経済 web 公表データ [www.fuji-keizai.co.jp/market/12109.html](http://www.fuji-keizai.co.jp/market/12109.html)

表 2.1.4 海外の ICT 系システム関連市場規模推定

| 領域            | 2014 年予測 | 2020 年予測 | 2030 年予測 |
|---------------|----------|----------|----------|
| ICT 系システム関連市場 | 0.8 兆円   | 2.3 兆円   | 5.6 兆円   |

(3) 都市内交通に関連する市場の推定まとめ

以上の市場規模予測を基に推定した、世界における都市内交通モビリティ(LRT、BRT、APM、EV バス、ただし自動車は除く)と ICT 系システム(管制・運行管理システム、ETC・DSRC 車載器、車載 GPS モジュール、等)を合わせた「都市内交通システム」市場規模は、2014 年の約 3.3 兆円(規模順に LRT、ICT 系システム、BRT)から、2020 年には約 5.4 兆円(規模順に ICT 系システム、LRT、BRT)、2030 年には 13 兆円(規模順に ICT 系システム、EV バス、LRT)まで拡大すると推定される。

表 2.1.5 都市内交通システムの市場規模推定

| 領域        | 2014 年予測 | 2020 年予測 | 2030 年予測 |
|-----------|----------|----------|----------|
| 都市内交通システム | 3.3 兆円   | 5.4 兆円   | 13 兆円    |

## 2. 2 政府成長戦略

日本経済の再生に向けた「3本の矢」のうちの3本目の矢である、成長戦略「日本再興戦略-JAPAN is BACK-（平成25年6月14日閣議決定）」で掲げられた具体的な3つのアクションプランのうち、戦略市場創造プランに「安全・便利で経済的な次世代インフラの構築」がある。この中で、「ヒトやモノが安全・快適に移動することのできる社会」を目指すとし、以下のような問題点、解決の方向性や主要施策が示された。

### ◆「日本再興戦略 -JAPAN is BACK -」より抜粋（P77～P79）

#### ヒトやモノが安全・快適に移動することのできる社会

##### I) 社会像と現状の問題点

交通事故渋滞が劇的に減少し、距離や時間を意識させないコスト・スピードで物流サービスが提供される社会の実現を目指す。さらに、究極的には交通事故のない社会の達成を目指す。しかし、高齢者の反応速度等の身体・認知機能の低下を補完する技術等を確立する必要があるが、事態を打開する新技術の多くは研究段階にとどまり、社会実装が進んでいない。また、個人や企業の経済活動はアジア地域を中心に急速に拡大しているが、物流サービスの改善が追いついておらず、物流に関するシステムのシームレス化などを進める必要がある。

##### II) 解決の方向性と戦略分野（市場・産業）及び当面の主要施策

こうした事態を打開するため、車車間通信、路車間通信等を用いた安全運転支援装置・安全運転支援システム及び自動走行システム、渋滞予測システム、物流システムの構築によるヒト・モノの安全・快適な移動の実現を国家プロジェクトとして進める。そのために、推進体制を構築し、官民でロードマップを共有し、研究開発と実証、これを可能とする制度整備を集中的に進める。

##### ○安全運転支援システム、自動走行システムの開発・環境整備

- ・ 安全・快適にヒト・モノの移動ができる社会像を実現するため、数値目標やロードマップを明確化した上で、関係省庁の連携による研究開発、政府主導の実証計画の策定・実施、内外事業者によるアライアンス形成からなる運転支援システム高度化計画を策定する。本年8月末までに検討を進め結論を得た上で、必要な措置を講ずる。このため、直ちに政府の推進体制を確立し、関係省庁が連携し取り組む。

##### ○車両関連ビッグデータによる情報サービス環境の整備

- ・ 渋滞抑制や安全性向上等に有効な官民の様々な情報の統合活用を図るため、公的機関の所有するデータ（道路交通情報等）のオープン化と民間の所有する一般の車両から収集した位置情報やGPSデータ等との統合によるビッグデータ化を進め、さらに、民間も活用可能な環境を整備する。
- ・ リアルタイムな渋滞情報の提供のみならず、天候、道路工事情報、物流量、過去の渋滞情報等を用いて、アクティブに渋滞を予測するシステムを確立し、普及する。

さらに、我が国の貿易関連手続等の迅速化・港湾の利用時間の延長を図るとともに、アジア



### 3. 目指す都市内交通の姿

本プロジェクトが目指す「都市内交通」の姿は、都市の情報や制御の観点から広く捉えればスマートコミュニティ（図 3.1.1）の一部として機能するものであり、センシングや ICT の技術を活用し、安全でかつ環境に配慮して効率的に制御された、都市の構成要素を担う。ただし、議論の範囲が極めて広がってしまうため、今回はスマートコミュニティとの関係性は主たる議論の範囲外とした。

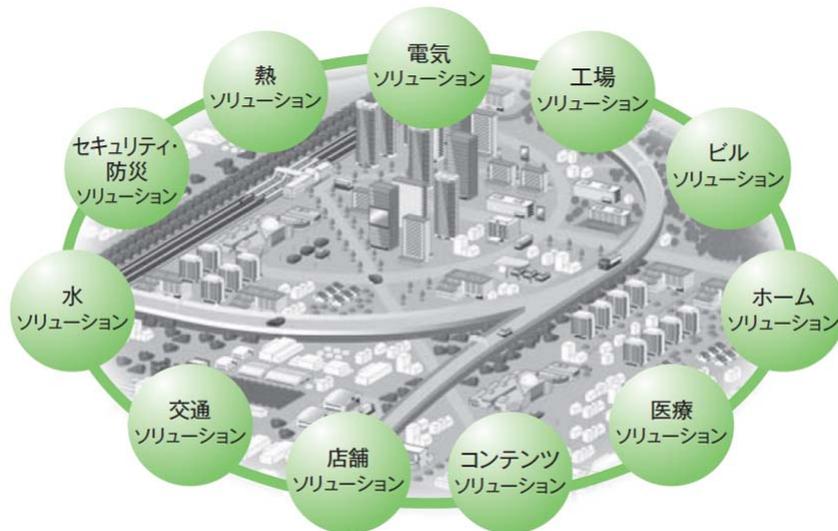


図 3.1.1 スマートコミュニティのイメージ例

出典：東芝レビューVol. 67 No. 9(2012)

#### 3. 1 都市内交通の定義

図 3.1.2 にて、プロジェクトの「都市内交通」の範囲を定義する。図中「都市 A」内の同じ道路を共有する LRT、BRT、APM、自動車、FCEV、EV/HEV バス、PMV 等を本プロジェクトにおける検討対象とし、併せて道路と関連する設備となる駅、バス停、デポ、踏切も対象とする。なお各都市に最適な交通システムを検討する上では、都市内交通との結節点において、鉄道や地下鉄など他の要素についても検討が必要になる可能性があり、今後考慮しなければならない。

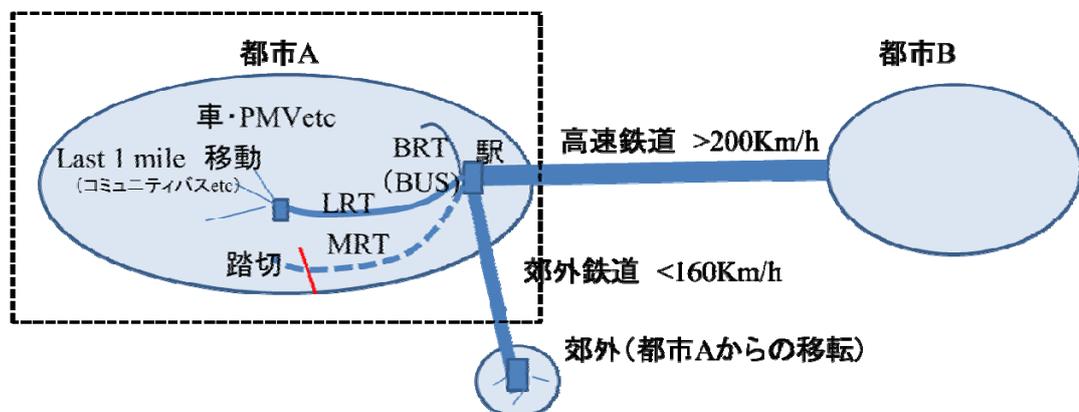


図 3.1.2 プロジェクトにおける「都市内交通」の範囲（点線内）

### 3. 2 都市内交通の技術階層構成

「都市内交通」の技術的な構成は、大まかに次の①～④の階層構成で表される（図 3. 2. 1）。

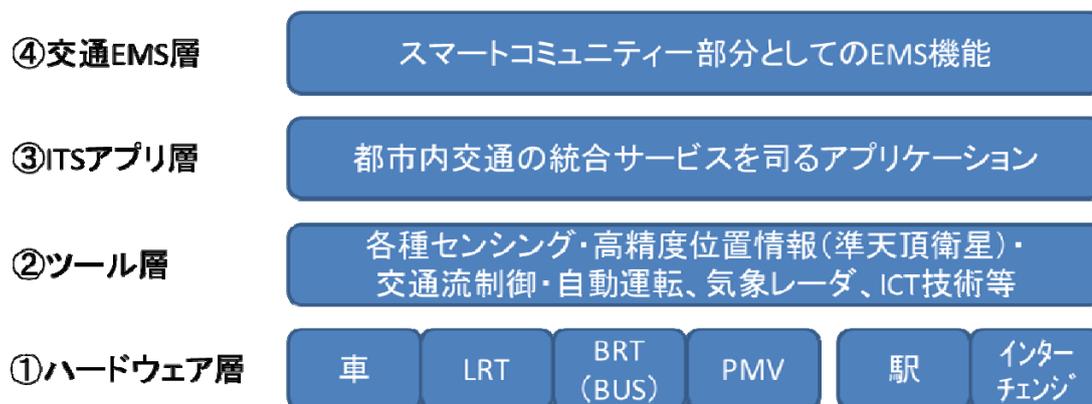


図 3. 2. 1 都市内交通の技術階層構成

- ① ハードウェア層：都市内交通のハードウェアとして、LRT、BRT、APM、自動車、FCEV、EV/HEV バス、PMV 等に加えて、これら交通網との結節点となる駅やインターチェンジなどが相当する。
- ② ツール層：上記①を動作させるためのデータ取得・制御等ツールとして、各種センシング・高精度位置情報（準天頂衛星）・交通流制御・自動運転、また都市環境を予測するための気象レーダ、その他 ICT 技術が挙げられる。
- ③ ITS アプリ層：上記①と②を有機的に結び付け、安全かつ効率的に運行させるために、都市内交通の統合サービスを司るアプリケーションが構築されている。具体的には、リアルタイムの交通流データを活用した弾力的な信号制御による渋滞の解消、乗客予測やオンデマンドによる自動運転車両の配車サービス、災害時に公共交通を最優先で走行させるレジリエント機能、などが考えられる。
- ④ 交通 EMS 層：更に都市内交通は、スマートコミュニティの部分機能としても位置付けられ、③の統合サービスアプリケーションは、さらに上位に位置づけるスマートコミュニティの EMS の一部としてコントロールされる。具体的には、EV の残容量や充電タイミングの制御、使われていない時間帯の EV 電池を固定蓄電池に見立てた都市内電力量の平準化、また都市内の人々の移動状況を用いたエネルギー需要予測など、電気エネルギーを核とした効率的な都市活動の仕組みとして機能することが求められる。

### 3. 3 目指す都市内交通が採用された都市イメージ

よりイメージを具体化するため、本報告書で議論する都市内交通を採用した都市概観イメージについて、政府成長戦略「日本再興戦略 - JAPAN is BACK -」説明資料を使って事例を紹介する（図 3.3.1）。

例えば「自動走行可能な電動バス」や「高度な自動車交通システム」は、まさに同じ道路を共有する交通手段の事例である。「インフラモニタリングシステム」はインフラの寿命や異常検知の目的で語られる場合が多いが、広義のインフラモニタリングととらえた場合各種の道路状況のセンシングであり、都市の今を検知する貴重なデータとなる。「衛星等によるデータ収集・分析」では、例えば日本が独自に運用を開始した準天頂衛星を活用することで、高精度位置情報（数十センチメートルの高精度検出）が得られるため、例えば PMV や LRT の自動走行等に用いる位置情報データとなる。

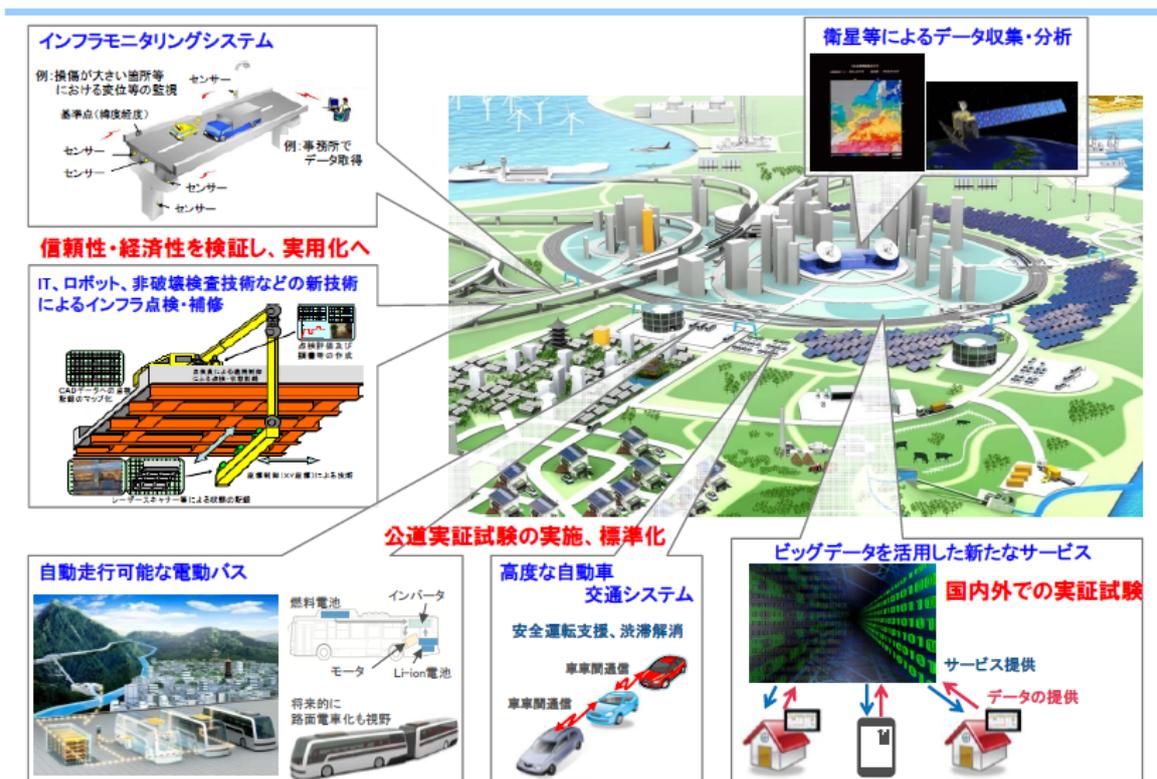


図 3.3.1 目指す都市内交通が採用された都市イメージ

出典：日本経済再生本部 「日本再興戦略」について

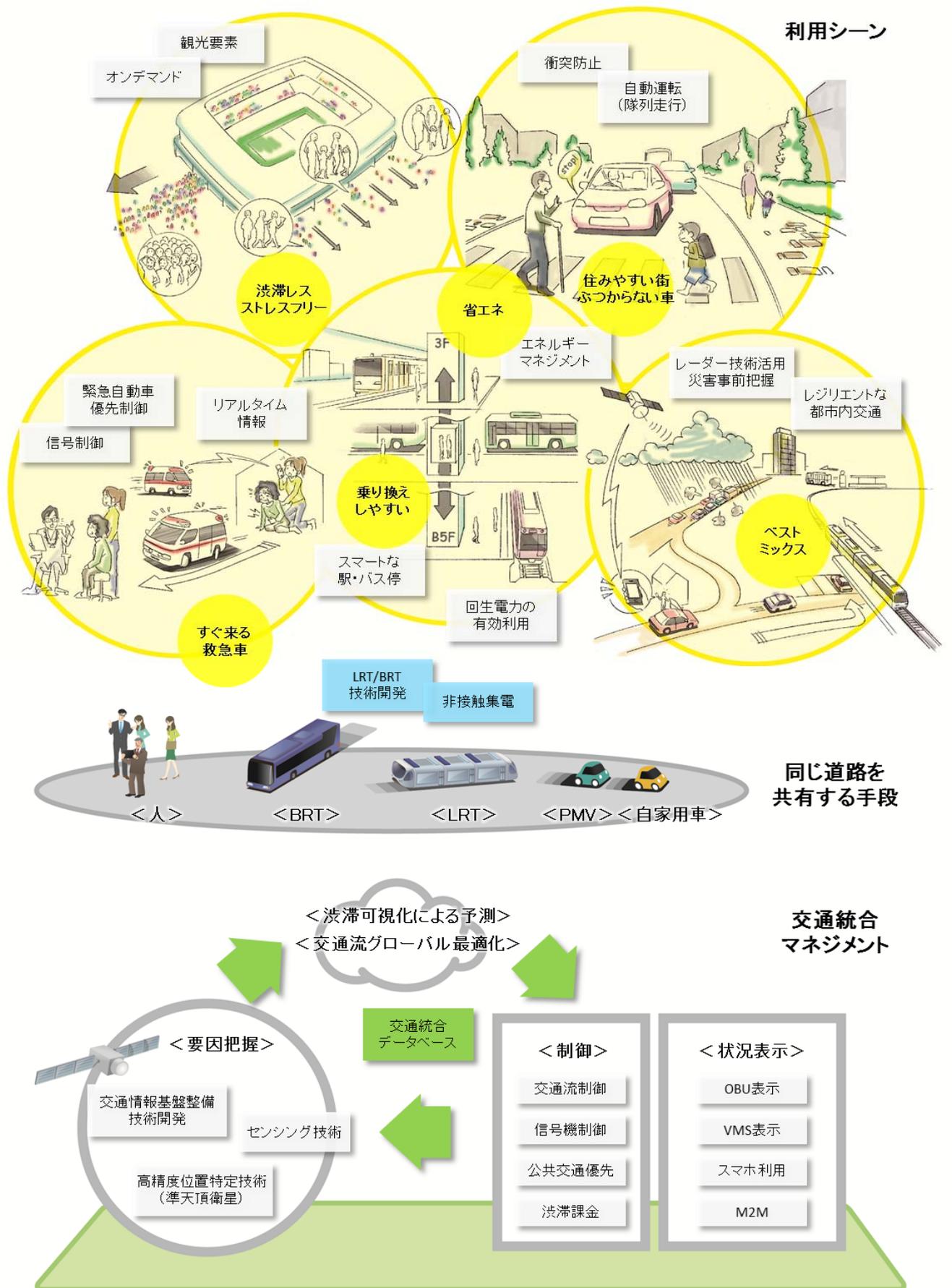
### 3. 4 自動車交通と公共交通の融合について

自動車の ITS 技術は進化を続け、ITS-JAPAN が ITS 未来創造提言を打ち立てるなど継続的に発展する様相を見せている。また、2014 年度からスタートする内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) では「自動運転」が 10 のテーマの一つに選ばれるなど、自動車における ITS の役割は大きくなっている。更に 2013 年 10 月に開催された「ITS 世界会議東京」では、日本企業が各ブースで大規模な展示を行なうなど、世界に日本の実力を発信する大きな成果を出した。一方、都市内の公共交通である LRT は欧州を中心に発展、国内では富山ライトレールに代表される活用実績はあるものの、まだまだ欧州などの普及レベルには達していない。BRT についても同様である。

ところで、海外の都市ではパークアンドライドを中心とする自動車交通を制限した街づくりの動きがある。しかしながら、あらゆる都市ないし都市全域で今後そのような状況になるとは考えにくく、少なくとも 20 年先、30 年先に新興国はもとより、先進国であっても自動車交通は依然として重要な交通インフラであると予想される。したがって自動車交通と公共交通を融合させた都市内交通システムを、安全・快適・環境などの観点からいかに実現するかという点が、世界の各都市で今後一層重要になる。ただし、世界的に見てもこの視点で都市内交通システムを議論した事例は少なく、ショーケースも充実したものが見あたらない。そこで、本プロジェクトではこれらの融合による事業者メリット、利用者メリットを示した上で、必要な技術開発を推進することを提言したい。

安全・快適・エコの視点から BtoG、BtoB、BtoC に影響を与えるメリット、そこに必要な技術開発の要素の一部を 図 3.4.1 に示した。自動車交通と公共交通を融合する場合の基盤となる「交通統合データベースの構築」や「交通情報基盤整備 (地図やシミュレーション技術)」の強化をベースに、様々な個別の技術開発を組合せながら融合のメリットを生み出すことが可能である。例えば、自動運転の公共交通への適用や自動車と公共交通の衝突防止、信号制御による PTPS や緊急車両優先制御、自動車交通状況に合わせた公共交通のデマンド制御、災害時の都市内交通のリジリエント性の確保など。これらサービスの柱になるのは、自動車交通と公共交通の総合的なマネジメントであり、緻密な制御技術を得意とする日本の強みを生かすことで渋滞が少なく、事故のない都市が実現できるものと考えている。

図 3.4.2 は、ITS 世界会議 (東京 2013) の報告会で使用されたスライドの 1 枚であり、公共交通部門の参画が記載されている。東京地下鉄株式会社殿、公益財団法人鉄道総合研究所殿、東京都交通局殿は展示ブースを出展、東日本旅客鉄道株式会社殿は講演された。また、来場者アンケートでは公共交通をさらに取り上げてほしいとのコメントもあった。自動車交通と公共交通の融合を求める機運は、高まっている。



©2014 Toshiba Corporation

図 3.4.1 自動車交通と公共交通の融合イメージ



11/29 第8回日本ITS  
推進フォーラム資料

# 今大会の特徴

## 公共交通

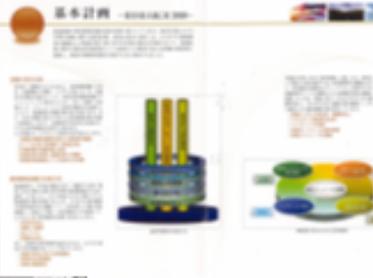
## 東京都交通局

### 東京地下鉄



### 鉄道総合技術研究所

鉄道の持続的発展を目指して



**Outline of Toei Transportation 2012**

**S1543 - Lessons Learned During Natural Disasters: Using and Protecting Public Transport ITS**  
Thursday, October 17, 2013, 11:00-12:30 C703

Lessons learned in best practices using and protecting public transport ITS when dealing with emergency situations, disasters has become extremely important over the past several years. This session will explore the single lessons learned, what did not work, how the damage is assessed, and how to determine what and how to restore services. In practical lessons learned that may be covered in the session include: How was ITS affected during and after the disaster? How was communication maintained by ITS during and after the event? What was the best response, control and most effective one they will or agency do differently in the future? Finally, the session will cover those issues that are common across all regions.

**Organizer & Moderator**  
Gard Schwegler, Vice President, Transportation Corporation, USA

**Speakers**  
Masaru Ogata, Vice Chairman, East Japan Railway Company, Japan  
Mikako Ueda, Director, Washington Transportation Commission, USA  
Thomas Huchler, Senior Research Associate, Newcastle University, United Kingdom

### JR東日本

図 3.4.2 ITS 世界会議（東京 2013）で使用されたスライド（抜粋）

#### 4. 都市交通の構成技術

自動車、LRT、BRT など、都市内交通の構成要素を安全に効率的に運行させることで、都市圏のモビリティを向上させる。そのためには図 4.1 に俯瞰しているように、最上位の各種サービスを行うことが求められ、各階層に存在する技術の研究開発・競争力強化が必要となる。以下に階層の説明を述べる。

##### 1) 移動に関するコンポーネント技術

車、公共交通車両など移動体そのものの高性能化・高信頼性化を中心に、関連する設備である駅舎、踏切、充電設備などの充実が必要となる。

##### 2) 部品技術

半導体の進歩により、高性能の CPU、大容量のメモリなどが利用可能となる。従って今までは机上の高性能の PC でしか可能でなかったような各種計算が、省電力で車載器やモバイル機器に簡便に実装できるようになり、様々なサービスが可能となってきている。

##### 3) 要素技術

位置情報の高精度化、地図のデジタル化、センサーの高精度化、エネルギー関連の要素技術・最適化技術を組み合わせて、交通状況・エネルギー状況の把握を細かく行い最適に制御・運用するための技術。クラウドとの情報のやりとりはスマートホン、専用端末などから行う。

##### 4) 通信技術

スマートホンなどの公衆回線、または専用回線を用いて、現場の情報とクラウドの間を接続する。今後重要な要素となってくるのは情報の送受信のリアルタイム性と秘匿性を保つためのセキュリティ技術である。

##### 5) 情報処理技術

エネルギー系とプローブ系の情報を統合し、各種サービスでの利用に供する。

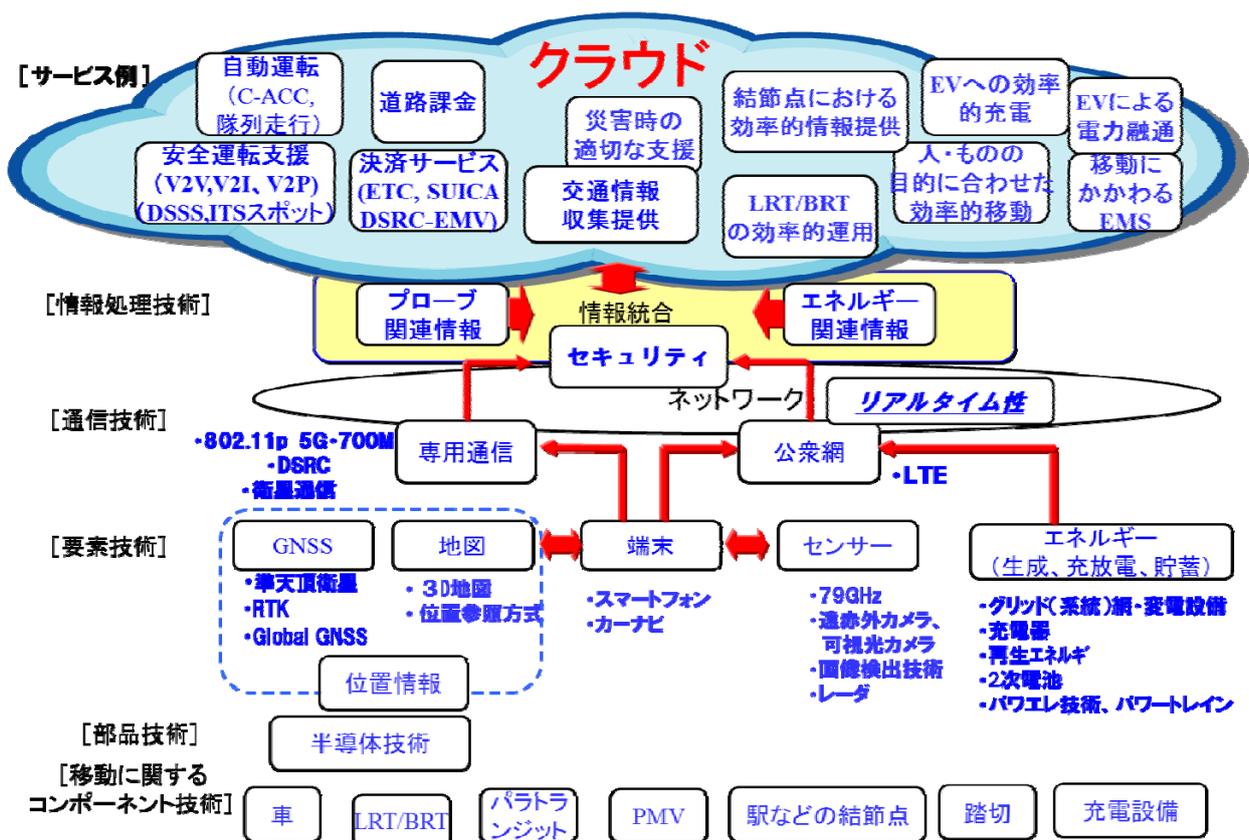


図 4.1 全体技術の俯瞰

(出典：ITS JAPAN 企画検討会有志による作成資料に加筆)

## 5. 技術開発

本章では、ITS を運用する前に都市として準備すべき項目と、運用時サービスの観点からの技術開発の検討を行う。さらに日本方式を広く普及させるための国際標準化についても考察する。

### 1) 運用前に準備すべき交通情報基盤整備のための技術開発

日本など先進国で渋滞情報を配信している国々は、道路ネットワーク情報をデータベース化して保有している。しかしながら、新興国によっては、十分なプラットフォームを持っていないことが多い。したがって運用前に、静的情報である道路形状・接続関係・交通規制・工事情報などの情報基盤整備を、簡便に実施できる技術開発と実際の整備を進めておく必要がある。

### 2) 運用のための技術開発

実際の道路上の動的情報を集めるとともに、各種公共交通を含めた統合的な交通運用を行うための技術開発。

### 3) 国際標準化活動

上記、基盤整備の部分はプラットフォームにあたるため、標準化活動を進める必要がある。日本方式のプラットフォーム浸透を狙うことで、運用後のサービス適用を含めた海外での商戦を有利に持っていく必要がある。

## 5. 1 交通情報基盤の整備のための技術開発

運用前に準備すべきことは主に下記の2点である。

### (1) 都市交通ネットワークのデータベース化

図 5.1.1 に示すように各種 ITS サービスを行うためには、第一に道路形状・接続関係、交通規制、工事情報などの静的な情報を収集して道路ネットワークを形成する必要がある。交通ネットワークとは道路だけでなく、都市の交通手段となっている LRT や BRT 等の路線も考慮すべきであり、道路を共有していない専用線を含める必要はある。さらにその後運用開始に向けて、交通情報や気象情報など動的な情報を収集する手段を提供する必要がある。

この静的情報をいかに効率的に集めることができるかが課題となる。通常は現地調査を行うが、道路ネットワークの形状などは衛星画像、航空測量などのアプローチにより、極力自動化していく必要がある。

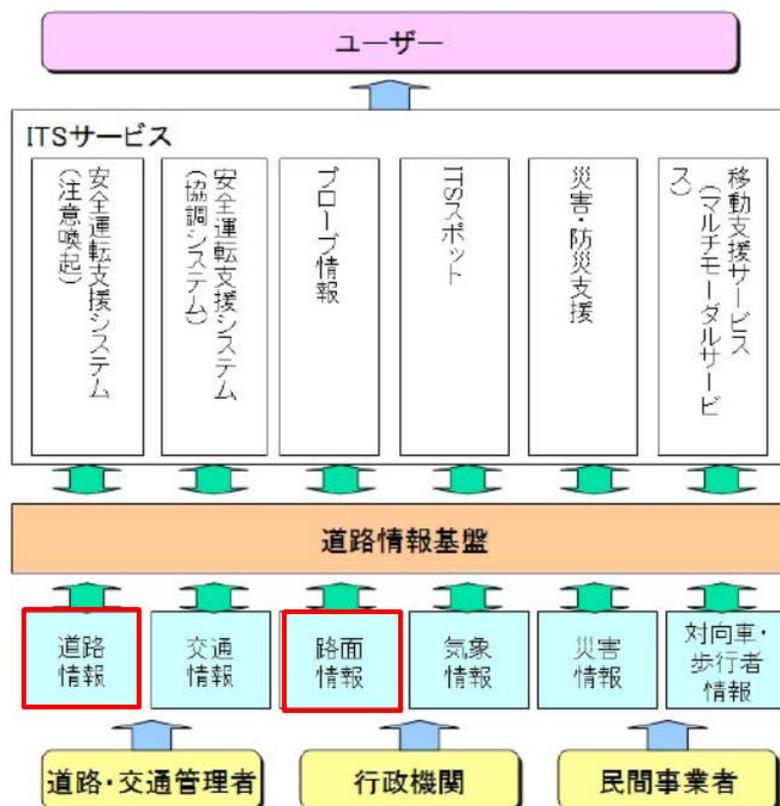


図 5.1.1 道路基盤情報

(出典：ITS Japan 道路情報基盤活用委員会 2012 年度活動報告書)

### (2) 交通容量の街区レベルのシミュレーション技術

渋滞解消の施策を検討するためには、各種のシミュレーションが必要になる。特に案件形成のタイミングでは重要な顧客提案の技術であり、シミュレーション結果が決め手となる可能性が高い。そのためには、(1)で作成した道路ネットワークの情報の上に、交通センサで集めた交通量を用いて机上で交通流を制御したり、LRT など公共交通の路線を定義して、全

体としてどのように交通量をさばくことができるか、を評価する必要がある。このような評価結果を持って、対象国を案件形成のタイミングで説得していくことは重要である。図 5.1.2 は一街区で実施した LRT の導入評価事例である。

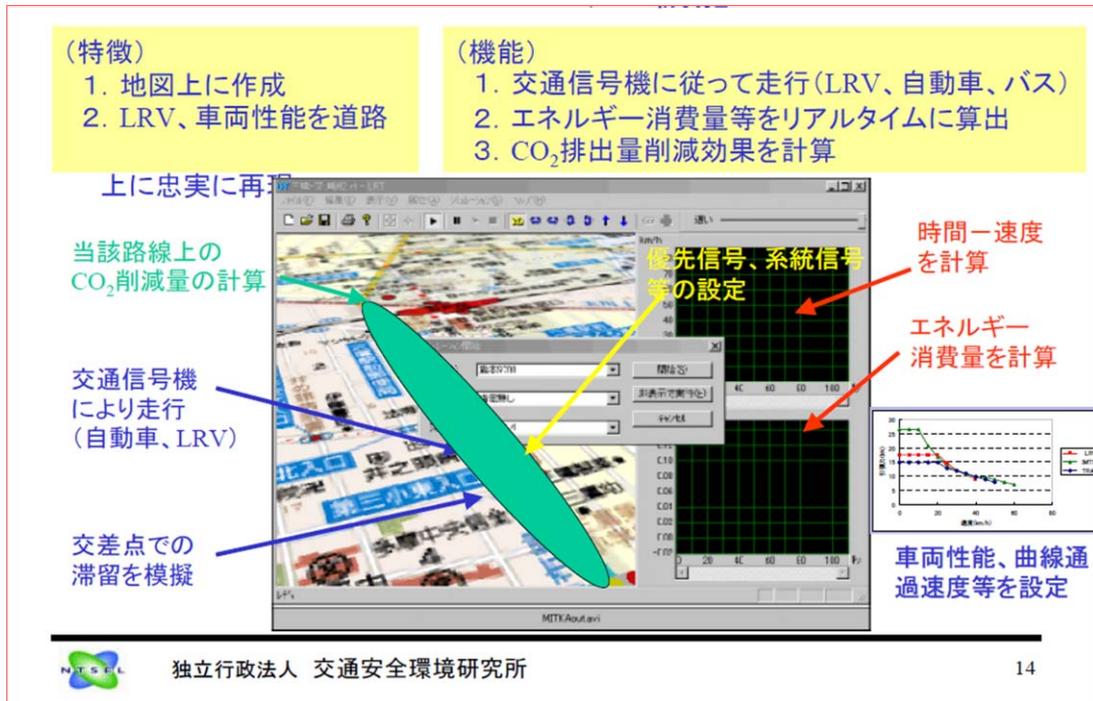


図 5.1.2 LRT 導入時の交通容量のシミュレーション

(出典 : LRT の最近の動向とシミュレータ <http://www.ntscl.go.jp/kouenkai/h18/18-06.pdf>)

シミュレータとして必要となる入出力を図 5.1.3 に示す。事前に作成の対象都市交通ネットワークのデータベースが、シミュレータ上で街区を作成するための基本データとなる。入力には該当街区での交通センサスの結果である実際の交通量である。また同時に入力データとして、施策案である公共交通の路線設定や輸送能力、道路ネットワークの変更、信号機などの交通流制御状態などをインプット、シミュレーションで検証、想定する交通容量に対する渋滞軽減や環境負荷の低減具合などを確認し、当該街区の交通計画を立てていく。このように都市内交通を街区レベルで統合できるシミュレーション技術は、必ず必要となる。

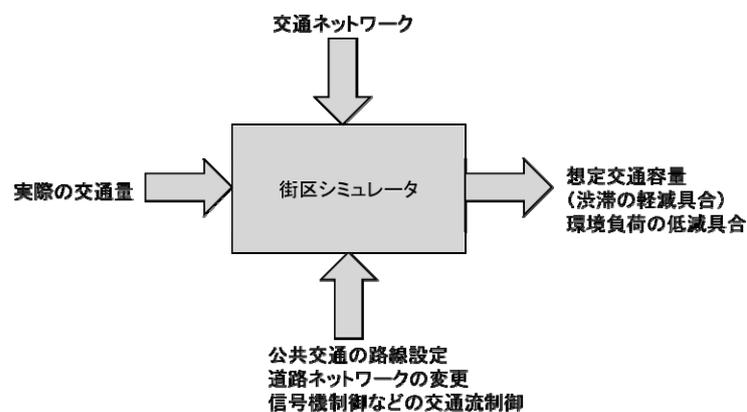


図 5.1.3 シミュレータの入出力要件

## 5. 2 運用のための技術開発

### 5. 2. 1 LRT/BLT の技術開発

CO2 排出量を短期的に削減するのであれば、環境税などの導入もある程度の効果は得られるであろう。しかしながら、現実には交通の利便性や QOL（社会的にみた生活の質）などを確保しながら、CO2 排出量を下げていかなければならない。そのためには自動車をあまり使わない、あるいは使うとしても「使うべきところに使う」交通システムへの転換を図る必要が出てくる。図 5. 2. 1. 1 に示すように、車両や燃料技術での改善施策を EST1、交通体系については EST2 という定義で、この 2 つを合わせてどれだけの効果を期待するかバックキャスト的に積み上げて検討する必要がある。この時、EST1 のみで目標がクリアされれば現状からの交通システム変更は少ないが、もし不十分な場合には EST2 の技術革新トレンドを予測しなければならない。現在、自動車メーカーが中心となってこの EST1 の個々の要素は大幅に改善されているものの、自動車数の増加、走行キロの増加などで、EST1 のみで対応しきれないと考えられている。

今後、EST2 の交通施策を進める場合、乗合、相乗り、そして空車を削減する、渋滞を解消する、などにより移動の効率を向上させることが必要になる。現在日本の「ITS」は、高度「道路」交通システムと説明され、道路だけにとらわれがちである。しかし、交通システム全体の ITS として効率化を図るべきである。さらに移動距離削減や移動距離あたりの付加価値を高める施策も必要で、この決め手は例えばコンパクトシティ化や TOD であると考えられる。

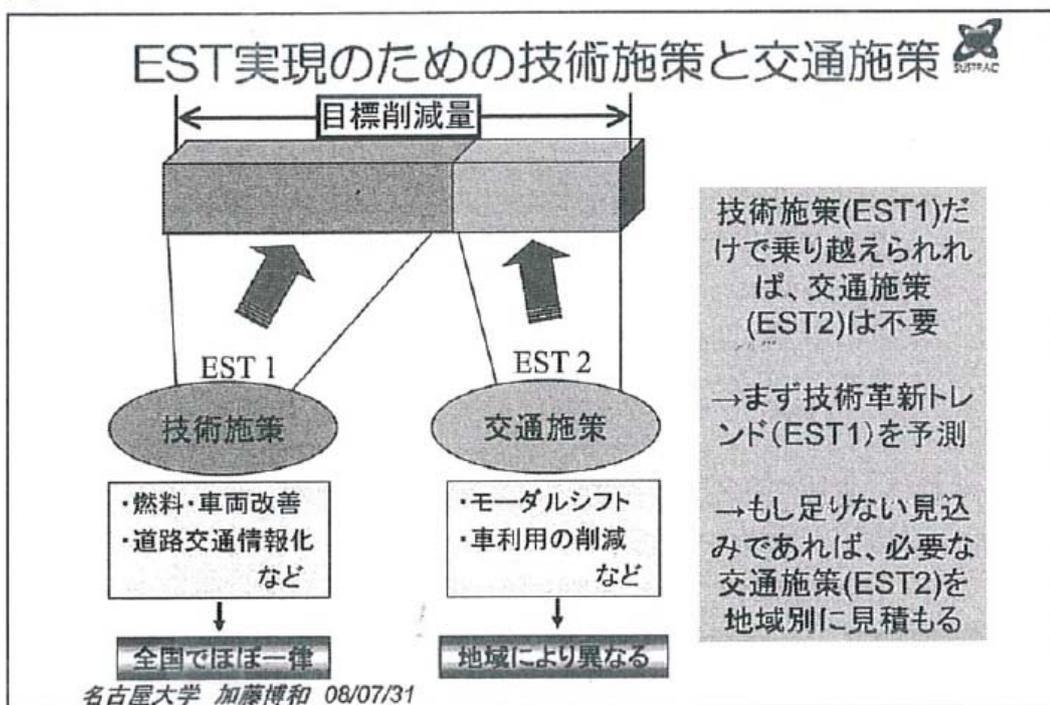


図 5. 2. 1. 1 EST 実現のための施策

(出典：自動車セミナー 2008 年 10 月号)

## 車両・燃料技術(EST1)の動向



- 運輸部門CO<sub>2</sub>は2002年以降減少傾向
  - 自動車の燃費改善が原因。ガソリン乗用車の保有ベース燃費は3%改善(1995~2005年では25%改善)
  - 省エネ法・自動車関連税グリーン化を受けた自動車メーカーの努力の結果
- 改善傾向は2010年代に一服の見込み
  - 技術革新が一段落
  - 2030年頃まで、大幅削減に対応できる技術(カーボンフリー燃料電池など)の普及は考えられない

名古屋大学 加藤博和 08/07/31

図 5.2.1.2 車両・燃料技術の動向

(出典：自動車セミナー 2008年10月号)

## 交通需要(EST2)の動向



- 旅客輸送増加の寄与が大きい
    - 1990~2005年：貨物4.7%減、旅客39.7%増、自家用乗用車48.0%増
    - 乗用車保有台数47%増、走行台キロ42%増
  - 今後も自動車利用の増加は続く・・・
    - 乗用車走行台キロは、2004年以降わずかながら減少に転じているが・・・
    - 高齢者に自動車利用可能層が増加
    - 都市域の郊外展開と公共交通の衰退止まらず
    - 自動車保有の飽和と人口減少が顕著となる
- 2020年代までは増加続く**
- 交通政策によるCO<sub>2</sub>削減の取り組みは進んでいない
    - 道路整備やITS導入等による自動車旅行速度改善は進むが、統計に現れるほどの効果はない
    - 自動車の代替輸送機関である鉄道・乗合バスの輸送人キロは2000年代に入って横ばい。転換は進んでいない

名古屋大学 加藤博和 08/07/31

図 5.2.1.3 交通需要の動向

(出典：自動車セミナー 2008年10月号)



図 5.2.1.4 公共交通を活用した都市のイメージ

(出典：環境省 2013年以降の対策・施策に関する報告書 平成24年6月)

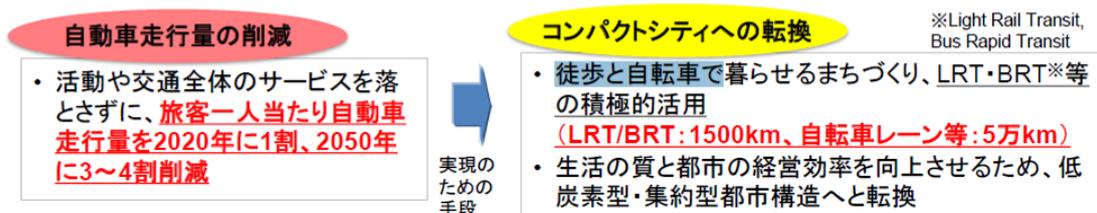


図 5.2.1.5 コンパクトシティへの転換

(出典：環境省 2013年以降の対策・施策に関する報告書 平成24年6月)

TODによる公共交通機関を骨格としたコンパクトシティの実現を目指すのであれば、自動車交通量の削減や高効率化も合わせた施策を推進し、低炭素化を実現すると同時にQOL向上に資する様々なメリットを出していく必要がある。このとき、公共交通として有望なのが、LRTやBRTである。LRT/BRTに関しては環境省テーマにおける「地域づくりWGの検討概要」として、国内対象ではあるが「LRT/BRT:1500km構想」(図5.2.1.5)が既に提言されている。

国内のLRT/BRTの採用実績を見てみると、LRTを現在運行しているのは北海道、東京、愛知、富山、福井、京都、大阪、岡山、広島、愛媛、高知、長崎、熊本、鹿児島に19路線、京阪の京津線のように1500Vに昇圧して京都市交へ乗入れているような特殊なものもある。BRTは様々な定義があるが、専用道を使用しているものは、ゆとりーとライン、白棚線、五新線、かしてつバス、名鉄バス岡崎市内線、ひたちBRT、気仙沼線、大船渡線の8路線。今後のBRT導入促進に関する動きは盛んで、地方都市を中心にBRTを導入する動きが見られる。図5.2.1.6、図5.2.1.7に事例を示す。

新潟市は、新たな交通システムとして整備を検討してきたBRT(バス高速輸送システム)について、2014年度中に同市中央区のJR新潟駅―白山駅を結ぶ約4キロの区間(第1期導入区間)への導入を目指している。

岐阜市は、「幹線・支線・コミュニティバスが連携したバスネットワークの確立」、「幹線バスサービスの向上により、岐阜駅から路線延長約10km圏を30分到達圏域とすること」を目標に、BRTの導入を進めるとしている。

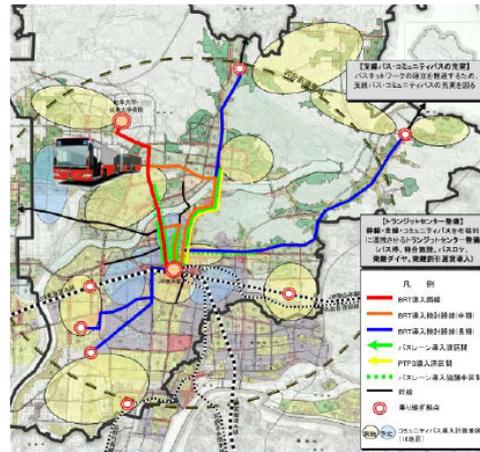
導入ルート図



(出典)新潟市「新たな交通システム導入基本方針」(2012年2月)

図 5. 2. 1. 6 新潟市の事例

BRT導入のイメージ



(出典)岐阜市ホームページ  
<http://www.city.gifu.lg.jp/c/40129236/40129236.html>  
 2012年2月6日更新

図 5. 2. 1. 7 岐阜市の事例

(出典：環境省 2013年以降の対策・施策に関する報告書 平成24年6月)

ただし、日本からLRTやBRTを海外展開するには、様々な障壁がある。特にLRTは、低床型を国内で製造することが可能にはなっていないが、料金收受の問題、停留所設置時の法規の問題、集電技術の革新、道路信号システムとの連携、道路占有による他交通機関への影響、BRTと比較した場合の車両価格の問題、安全性の問題など、解決すべき課題も多い。

既にLRTとBRTの境い目は不明確になりつつあるが、いずれも今後高機能化されたりリチウムイオン電池等を使いEV化が果たせれば、自動車のエネルギー効率を大幅に超える公共交通手段になり得る。また海外展開、特に新興国への輸出を考える場合、製造各社の実績拡大と規模確保によるコスト低減などの製品競争力向上が重要であり、そのためにも先に記載した「LRT/BRT：1500km構想」を実現させる必要があると考える。

## 5. 2. 2 非接触集電

都市内交通の検討事例（東京臨海地域）の項（7. 2）で述べるが、東京都心にLRTを走行させる計画が既に5～6年前から提案されていた。この計画は、変電所からの送電による架線付きLRT構想であったが、検討の中では一部のトランジットモールの景観を優先するために、部分的に架線レスの考え方も含まれていた。現在ではリチウムイオン電池の性能向上・コスト低減も進んでおり、2020年の東京五輪の頃にはリチウムイオン電池に高頻度非接触集電を組合せたLRTまたはBRT導入の可能性は高まっている。架線レスになれば専用道を走行するLRTとBRTに大差はなく、自動運転などITSで培われた技術を適用することでさらなる高密度化、省電力での運行が可能となる。更に技術革新により中央指令所での電池残量管理や充電タイミング、運行管理が容易になるため、架線レスLRTや電動BRTはより有益な交通手段になることは間違いない。

キーになる技術は非接触集電だが、その方式としては電磁誘導式、磁気共鳴式、マイクロ波式などがある。LRTやBRTで有望なのは電磁誘導式と磁気共鳴式である。現時点は研究段階で一長一短あるが、米国を中心に実用化の事例は増えている。この技術が確立すれば走行中の電池充電はもちろんのこと、車載側の電池容量の削減（＝サイズ、重量、コストの削減）が実現できるため、交通システムのイノベーションが起こる可能性も高い。ただし非接触充電の課題として、コイルに想定外の荷重が掛かった場合に破壊・絶縁劣化したり、異物により発熱・発火するなどの危険性が残されているが、今後の技術進歩により必ずや克服され、今後EVが身近な存在としてクローズアップされるであろう。特に公共交通での利用は限定用途という条件もあり、各種法規の改訂が許されれば実現の可能性は高い。バスの事例として、韓国における地下架線からの電磁誘導を利用した電気バス（循環路線）が挙げられる（図5.2.2.1）。



電気バス（100kW-85%効率 走行距離 24km）

図 5. 2. 2. 1 韓国 亀尾（クミ）市で運行中

（出典：日本経済新聞 2013/9/5）

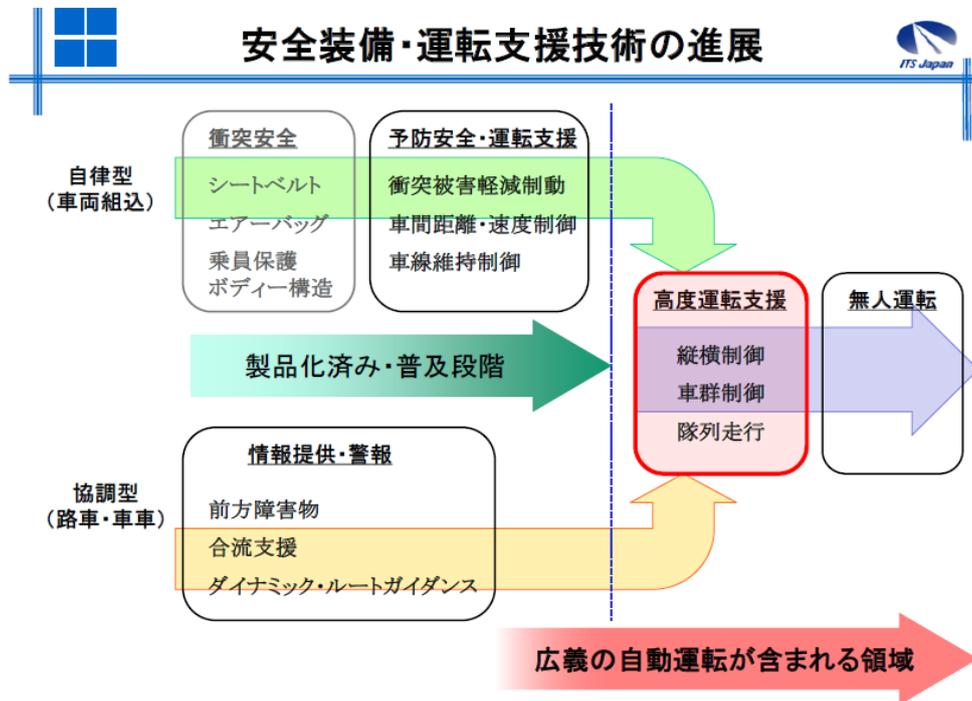


図 5. 2. 2. 2 街中交差点充電の例（走行中）

（出典：NEDO 技術フォーラム 2011）

### 5. 2. 3 自動運転（隊列走行）

自動運転の概念は図 5. 2. 3. 1 に示すように広範囲の概念である。現状、製品化されている自律型、協調型のシステムからその融合系としての高度運転支援システム、さらにその先の無人運転まで含めた範囲が自動運転の定義である。



29

図 5. 2. 3. 1 自動運転の定義

（出典：ITS JAPAN 2013 年通常総会資料

“次世代 ITS への展開代表的成果と今後の取り組み”）

一般に、渋滞を解消する方策として、下記の 3 つのアプローチがある。以降に詳細説明を述べる。

- 1) 自律型・協調型の安全運転支援システムの適用
- 2) より輸送能力の高い公共交通の導入
- 3) 隊列走行技術を適用した車両間の距離を短くして、断面の交通量を増加させる

#### 1) 自律型・協調型の安全運転支援システムの適用

自立型・インフラ協調型の安全運転支援システムのさらなる高度化により、交通事故を減らし、ひいては渋滞を軽減することができる。いわゆる渋滞を軽減する従来型のアプローチといえる。図 5. 2. 3. 2 は自動車メーカーである日産自動車、トヨタ自動車、本田技研工業の安全運転支援システムへの取り組みである。いずれも衝突する前の予防安全（アクティブセーフティ）技術をインフラ側のシステムと連携することで向上させ、事故を未然に防ぐ考え方である。

**日産**

**SAFETY SHIELD**  
「クルマが人を守る」という考え方



|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| いつでも安心して運転できるようドライバーをサポートします。        | <ul style="list-style-type: none"> <li>アラウンドビューモニター</li> <li>サイドブラインドモニター</li> <li>アクティブAFS</li> <li>インテリジェントクルーズコントロール (全車速適応・アダプティブ巡航機能付)</li> <li>インテリジェントペダル (ディスタンスコントロールアシスト)</li> </ul>   |
| 危険な状態になりそうな時安全な状態に戻すようドライバーをサポートします。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>レーンデパーチャープリベクション</li> <li>レーンデパーチャーウーニング</li> <li>4輪アクティブステア</li> </ul>   |
| 万一衝突が避けられない時に被害を最小限にとどめます。           | <ul style="list-style-type: none"> <li>インテリジェントブレーキアシスト</li> <li>前席緊急ブレーキ感知型プリクラッシュシートベルト</li> <li>ゾーンボディ</li> <li>歩行者衝突軽減ボディ</li> <li>歩行者保護ポップアップエンジンフード</li> <li>SRSカーテンエアバッグ</li> <li>アクティブヘッドレスト</li> <li>低フリクションシートベルト</li> </ul> |

「事故を起こさない車」を目指して  
**トヨタの統合安全コンセプト**

- 1 パーキング
- 2 事故を未然に防ぐ「予防安全」
- 3 プリクラッシュセーフティシステム
- 4 事故の被害を軽減する「衝突安全」
- 5 救助

**トヨタが考える安全なクルマとは**

トヨタでは、「統合安全コンセプト」に基づき、安全に車両開発・技術開発を進めています。

|   |  |
|---|--|
|  <p><b>パーキング</b><br/>駐車時の周辺状況や目的地をサポートし、ドライバーの負担を軽減します。<br/>詳しくはこちら ▶</p>          |  <p><b>事故を未然に防ぐ「予防安全」</b><br/>ひんまの危険を感知し、ドライバーの緊急回避動作を促します。<br/>詳しくはこちら ▶</p>         |
|  <p><b>プリクラッシュセーフティシステム</b><br/>事故に直撃を予測し、危険な状況によって、減速を促す動作をします。<br/>詳しくはこちら ▶</p> |  <p><b>事故の被害を軽減する「衝突安全」</b><br/>「COA」の考え方をもち、多様な事故に対応できるように研削しています。<br/>詳しくはこちら ▶</p> |
|  <p><b>救助</b><br/>公道事故などの被害を迅速かつ適切な対応により救済します。<br/>詳しくはこちら ▶</p>                   |  <p><b>テクノロジーファイル</b><br/>トヨタの安全技術は、道路や空気で詳しく紹介します。<br/>詳しくはこちら ▶</p>                 |

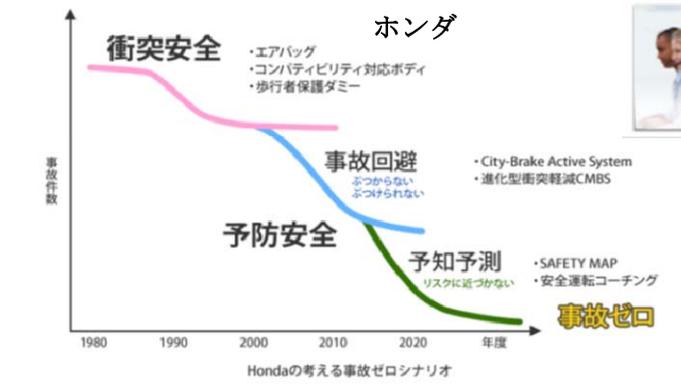


図 5. 2. 3. 2 各社の運転支援技術の考え方

(出典: 日産 <http://www.nissan-global.com/JP/SAFETY/INTRODUCTION/>

トヨタ <http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/safety/technology/>

ホンダ <http://www.honda.co.jp/csr/safety/>)

2) より輸送能力の高い公共交通の導入

図 5. 2. 3. 3 に各モードによる単位時間の輸送能力の違いを示す。道路における専有面積などを考慮する必要はあるが、輸送能力の低い順番で、自動車、バス、LRT/新交通となる。また、モードシフトにより得られる効果は図 5. 2. 3. 4 に示すように、総車両数の大幅減である。

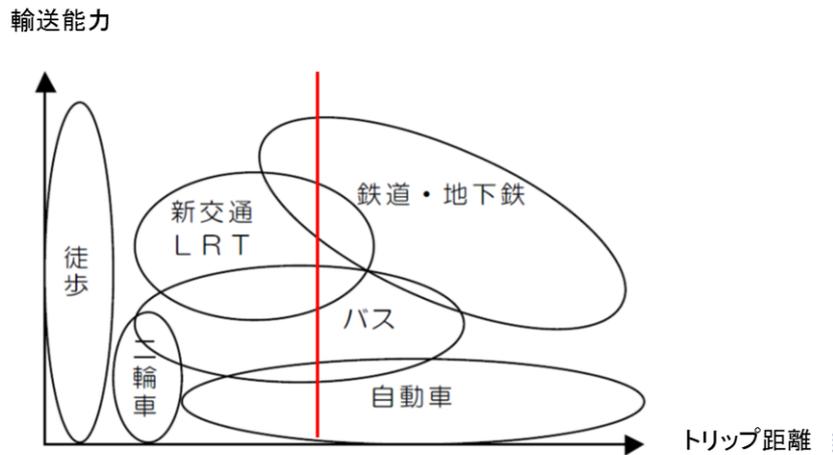


図 5. 2. 3. 3 各種モードの輸送能力比較

(出典 : [https://wwtb.mlit.go.jp/chubu/kikaku/chikousin/toshin2/toshin2\\_shiryo5.pdf](https://wwtb.mlit.go.jp/chubu/kikaku/chikousin/toshin2/toshin2_shiryo5.pdf))

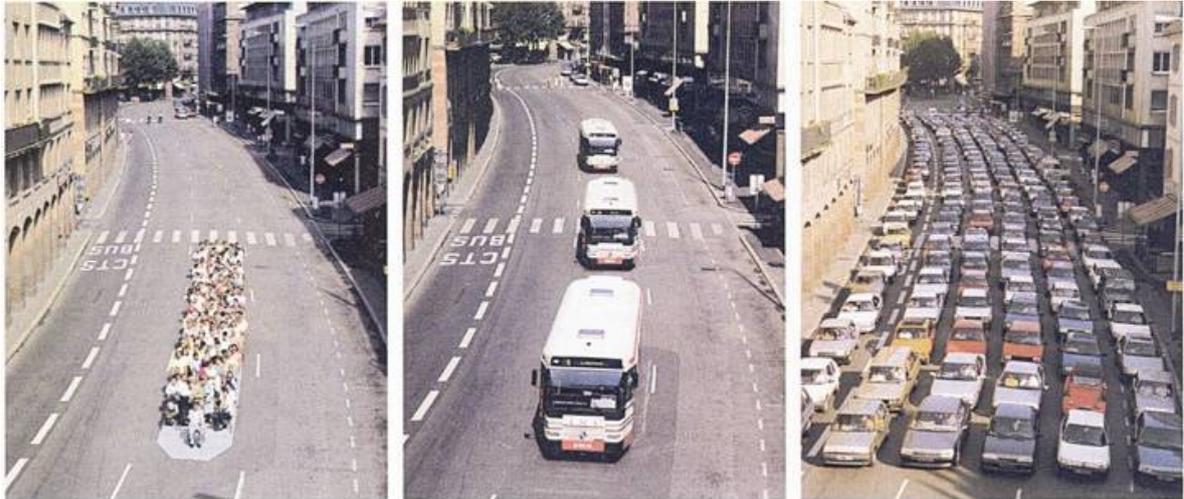


図 5. 2. 3. 4 モーダルシフトによる道路状況の変化

(出典 : ストラスブール市資料)

### 3) 隊列走行技術等の適用

車両間の距離を短くし、断面の交通量の増加を図る。特に隊列走行技術は実証実験まで行っており、今後の有望な技術と思われる。

#### 3. 1) 現状の要素技術

##### ① 隊列走行技術

図 5. 2. 3. 5 は NEDO のエネルギー ITS 推進プロジェクトで 2013 年 2 月に成果を公開した、大型トラックの自動運転隊列走行の実証試験スナップショットである。時速 80km で車間距離 4m を達成した。本プロジェクトでの目的は CO2 の削減であり、そのための要素技術は下記に示すとおりである。

- [1] 隊列形成(個々の車両の位置を認識して隊列を形成し管理する技術)
- [2] 車線保持制御(道路端の白線を認識して操舵を制御する技術)
- [3] 車間距離維持制御(車車間通信と車間距離検出によって車間距離を制御する技術)
- [4] 障害物との衝突回避制御(障害物を検出し、レーンチェンジや非常ブレーキ制御を行う技術)
- [5] 先頭車追尾制御(分合流部、降雪や悪天候時などの白線認識不可時に先行車を認識し追従する技術)



図 5. 2. 3. 5 隊列走行の実験風景

(出典：[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100178.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100178.html))

## ② バスにおける隊列走行

愛知万博で走行した IMTS (Intelligent Multimode Transit System)、モデル事業として検証したバイモーダル・ハイブリッドシステム (BMH システム) など、車線誘導によるバスの動的連結の技術実証をしてきた。図 5. 2. 3. 6 はそれぞれの走行中の様子である。



図 5. 2. 3. 6 IMTS、BMH 交通システムの走行中の様子

(出典：左図 青木啓二、“自動運転バス「IMTS」の開発現状について”、RRR2008. 2、pp10-13  
 右図：水間毅ほか、“連結・分離可能なバイモーダルハイブリッド交通システム開発プロジェクト”、[www.ntsel.go.jp/forum/18files/18-15k.pdf](http://www.ntsel.go.jp/forum/18files/18-15k.pdf))

### 3.2) 今後の要素技術例 — 魚群の高密度・高速移動からのアナロジー

魚群は障害物を回避しながら密集して泳ぐことができる。この群れの形成は仲間の位置に応じて、衝突回避、並走、接近の3つのルールで行われている。これを工学的に実現することで、前後だけでなく、左右における密集状態での走行が可能になる。

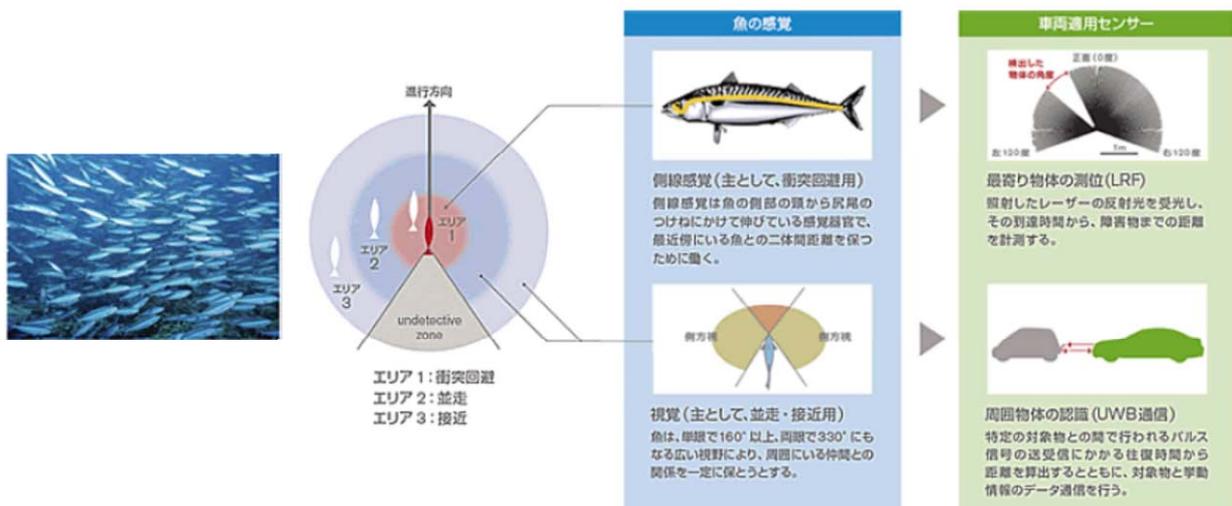


図 5.2.3.7 魚群の形成

(出典：日産 <http://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/eporo.html>)

### 3.3) 適用例

先の 3.1)、3.2) で述べた技術をどのように適用し、関連技術を蓄積していくかが課題となる。PMV から大型車両までいろいろな組み合わせが考えられる。下記に例を示す。

- ① 高速道路などの専用線において、乗用車、商用車、バス、トラックなどのすべての高速道路を走行する 4 輪車を対象として、特定の車線において車間距離を極めて短く保った隊列走行することで、交通容量の飛躍的増大が期待できる。この時、隊列への合流、離脱などのプロトコルを決める必要がある。例えば合流の場合、隣接車線から列そのものに割り込むのか、先に該当レーンに入っていて、後方からくる隊列走行に先頭車両として合流するのか、後ろから合流するのかなど様々なケースを考慮して、長所短所の整理が必要と思われる。
- ② 一般道においては、公共交通車両同士または乗用車同士の連結のほか、乗用車道路を共有する各種モーダル同志、例えば LRT などの公共車両に対する乗用車のソフト連結など多様な連結を行うことにより、交通流の整流化を図ることができ、輸送能力の向上が見込める。特に、新興国では隊列走行時の車両間隔は「(通常の意図の合流ではない) 割り込み」をさせない距離を維持させることが肝要と思われる。

## 5. 2. 4 センシング技術

図 5.2.4.1 に交通をセンシングする対象をまとめた。これらの対象を時間軸、空間軸でその状態を細かく集めるほど交通流などの最適な制御が可能となる。例えば交通流の場合、車線単位での交通容量が計測できると右左折、直進車線単位での効率的な制御が可能となる。

表 5.2.4.1 にセンシングのための手段（センサー）を示す。表中に示すように画像処理・認識の手法は他のセンターと異なり、パターン認識技術などを利用することで、多様な状態を検出する可能性が高い。今までは図 5.2.4.2 に示すように、高性能 PC での動作環境で作成したアルゴリズムは簡単には低消費電力を前提とする車載向けなどに展開できなかった。最近では画像処理で汎用的な計算量のかかるロジックをハードウェア化することのより、従来は困難であった高度なパターン認識などが、車載側のシステムとして可能となってきている。また、異種センサーの組み合わせにより、さらなる検出対象・検出事象の広がり精度の向上が望める。また、準天頂衛星の測位システムにより、サブメータ級、センチメータ級の位置精度の取得も可能となるため、センシング手段の各種組み合わせにより、さらなる細かい事象の検出が可能になる。

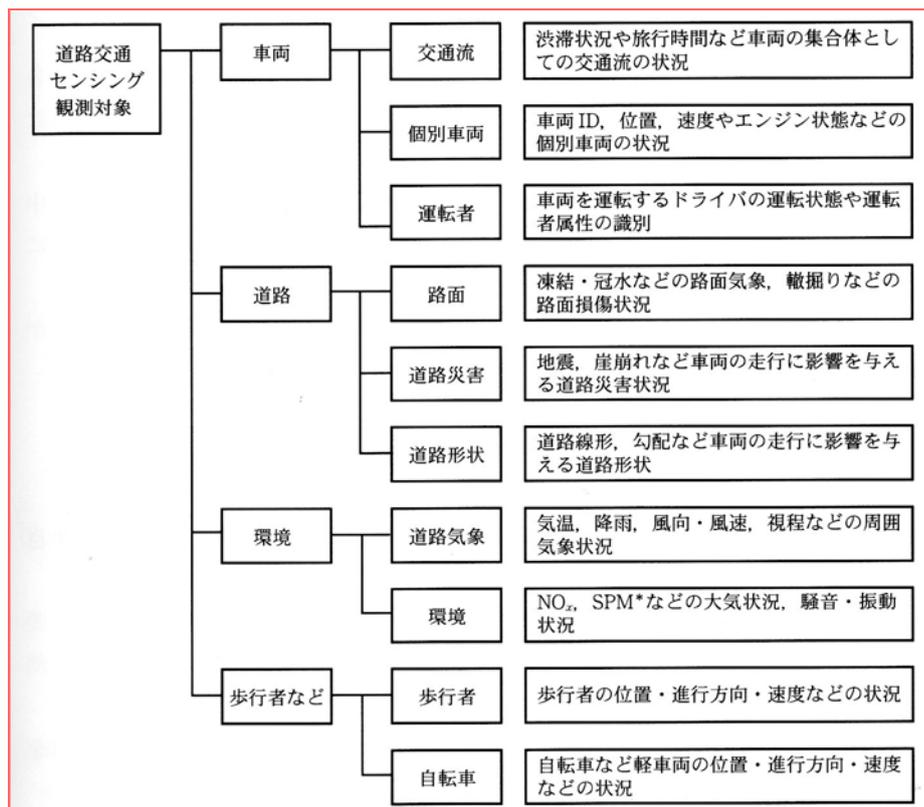


図 5.2.4.1 交通センシング観測対象（一部加筆）

（出典：電気学会・道路環境 センシング調査専門委員会、“ITS 道路交通センシング”、p5）

表 5.2.4.1 センシング手段

| センシング手段     |        | 主な用途              |
|-------------|--------|-------------------|
| 画像センサー      | 可視光    | 各種認識、(距離)計測       |
|             | 遠赤外    | 輻射熱の検出をベースとした各種認識 |
| 超音波センサー     | パルス式   | 車両の存在の検知          |
|             | ドップラー式 | 車両の速度の計測          |
| レーザーセンサー    |        | 距離の計測             |
| ミリ波レーダー     |        | 距離の計測             |
| 光ファイバー温度計測  |        | 温度の計測             |
| 磁気センサー      |        | 車両の存在の検知          |
| 車載プローブ      |        | 車両の速度など車両の状態      |
| スマホ(携帯)プローブ |        | 位置情報              |
| 準天頂衛星       |        | 位置情報(高精度)         |

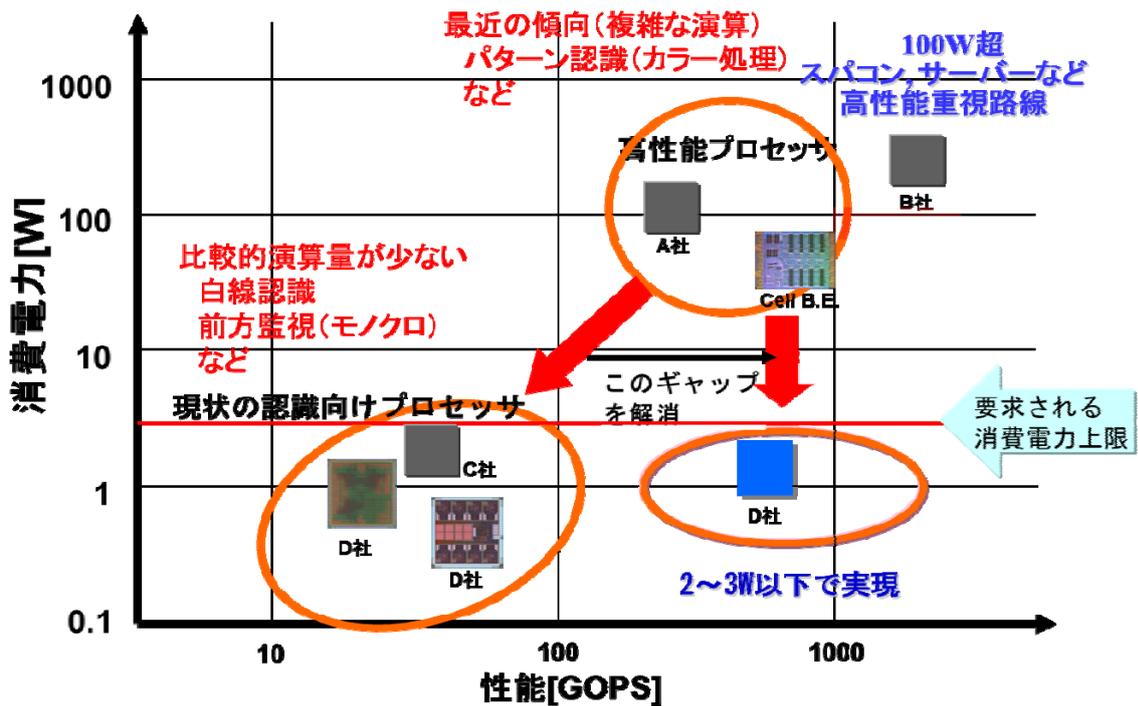


図 5.2.4.2 車載への壁

(出典：尾崎他、“安全運転支援システム”、東芝レビューVol. 66 No. 2 (2011) , pp13-16)

## 5. 2. 5 レーダ技術の活用による災害事前把握

総務省を中心とした、NICT、阪大、東芝のグループでは、フェーズドアレイレーダを用いた高効率な気象観測技術を共同開発した（図 5. 2. 5. 1）。図 5. 2. 5. 2 のレドーム内にはフェーズドアレイアンテナが設置され、膨大な気象データを NICT のクラウドと組合せて分析する実証研究が進んでいる。このレーダは多数のアンテナ素子を配列し、それぞれの素子における送信及び受信電波の位相を制御することで、電子的にビーム方向を変えることができるレーダであり、従来のパラボラアンテナに比べ大幅に短縮された時間内に気象観測が行える。今後、局地的大雨や集中豪雨などの現象を対象として、性能評価試験を兼ねた観測が行なわれる。本レーダにより得られる詳細な 3 次元観測データは、短時間に大雨をもたらす積乱雲のメカニズムを明らかにできる可能性があり、大雨等の異常気象を事前把握、都市内交通の制御に反映させることができれば、災害に強く、またリジリエントな都市内交通ソリューションの実現が可能になるものと期待されている。

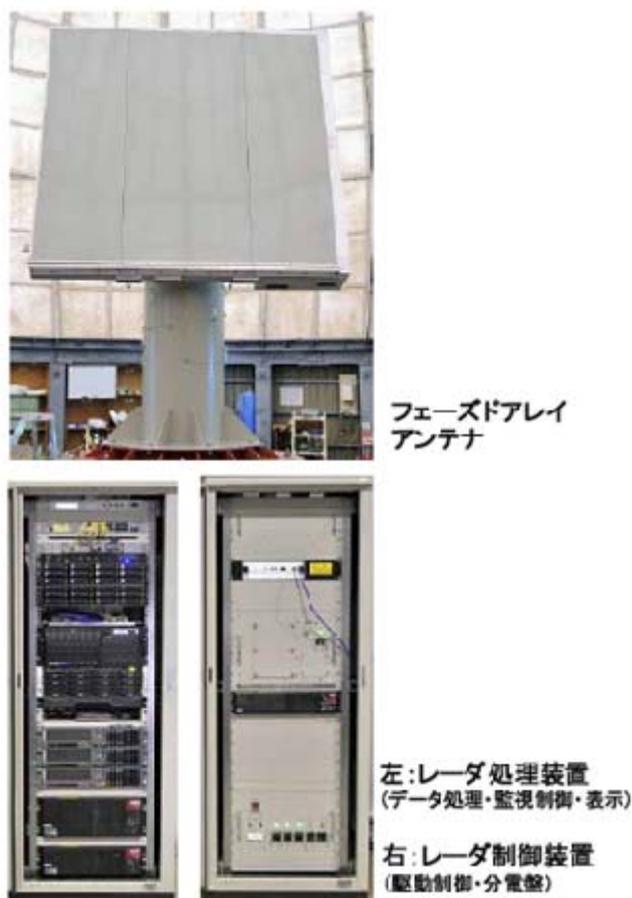


図 5. 2. 5. 1 気象レーダ (1)



図 5. 2. 5. 2 気象レーダ (2)

(出典：NICT ホームページ)

## 5. 2. 6 高精度位置特定技術（準天頂衛星の活用）

日本の準天頂衛星初号機“みちびき”（QZS：Quasi-Zenith Satellites）が2010年9月に打上げられ、いよいよ本格的に独自の衛星測位時代に入った。2018年度には4機体制、将来的は7機までという長期計画もあり、準天頂衛星は今注目のインフラである。QZSSは日本国による運用で情報の信頼性が確保されていること、従来よりも高精度（最大でセンチメートル級）の位置情報が受信できること、静止軌道で安定した測位が可能になったこと、などの特徴がある。

現在までの成果の一つとして、L1-SAIF信号を用いたカーナビによる実証実験があり、これまでのGPSを用いた方法に比べ明らかに高精度な車線識別効果の実証に成功している（図5.2.6.1）。また、QZSの補強信号であるLEX信号を用いた隊列走行システムの実証にも成功しており、将来の自動運転への夢も現実のものになりつつある（図5.2.6.2）。

都市内交通をリジリエントなものにするためにも、衛星測位の技術は欠かせない。位置を正確に把握して、災害時の減災に活用する手段は様々な場面で議論されるものと思うが、都市内交通システムへのそれらの取込みも必要であり、日本の準天頂衛星活用が重要な技術課題になることは間違いない。

今後、都市内交通にこれらの衛星測位技術を適用するには、その利用方法にも依るが絶対的な信頼性の確保が必要となる場面も多い。コンテナのような対象物のトレースに活用する場合と異なり、車両（LRT、BRT、自動車等）の位置特定にはミスが許されず、バックアップ系を含めた安全面での絶対的な信頼度が求められる。IMES（Indoor MESSaging System：屋内外のシームレス測位を可能にするシステム）などの技術開発が進められているが、まだまだ始まったばかりで、都市内交通としてもその活用方法については十分議論が必要がある。参考までに、現在の進められているQZSの民間利用実証試験の概況を 図5.2.6.3 に示す。



図 5. 2. 6. 1 実証実験例（1）

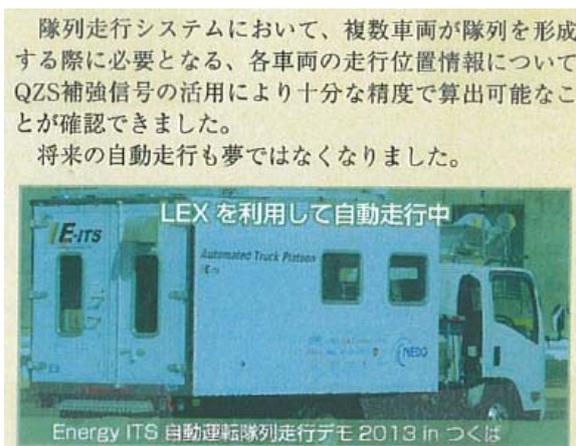


図 5. 2. 6. 2 実証実験例（2）

（出典：SPAC ニュースレター 2013 年 4 月号）

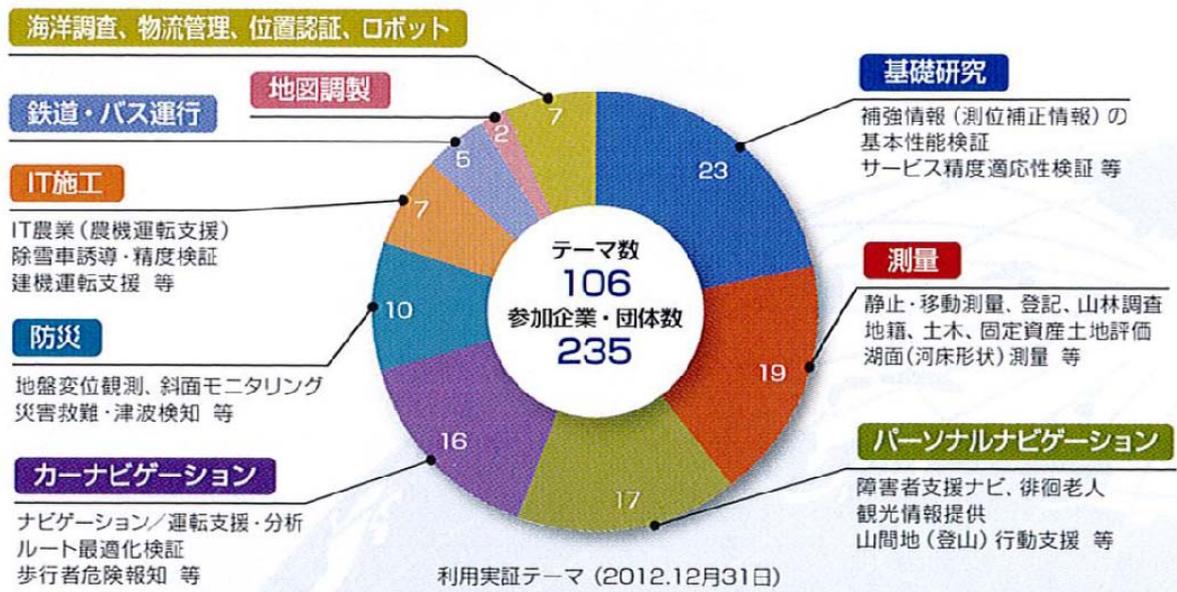


図 5-2-6-3 準天頂衛星の利用実証テーマ

(出典：SPAC ニューズレター 2013 年 4 月号)

## 5. 2. 7 レジリエントな都市内交通システム

イノベーションを実現していく上で忘れてはならないのが、ナショナル・レジリエンスの考え方である。都市内交通は気象災害や地震等発生時にダメージを受ける可能性が高いが、ITSの最新で精巧な技術を活用することで、減災・復興へのスピードを向上させ得る可能性がある。日本国が定義している「国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）」を図5.2.7.1に示す。

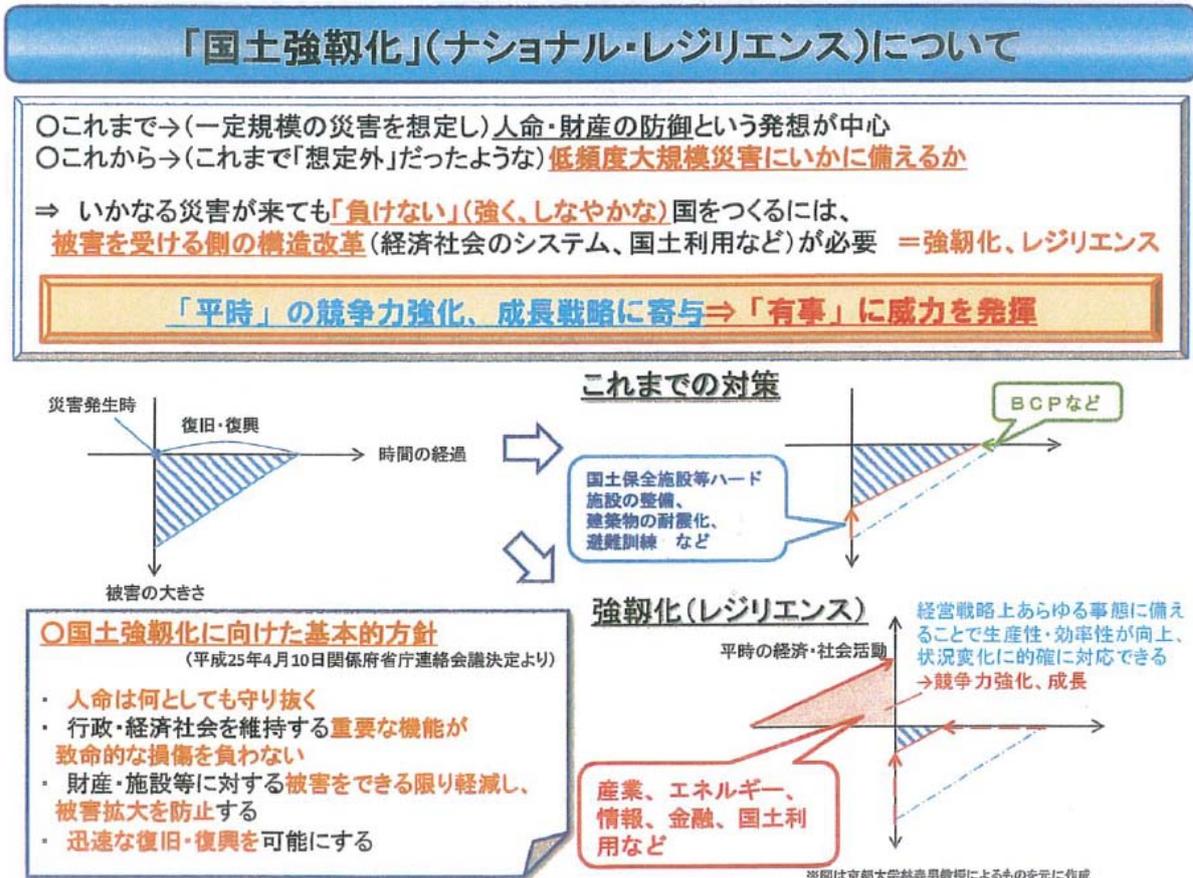


図 5. 2. 7. 1 国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）について

(出典：東工大 AES センター3周年記念シンポジウム 2013)

都市内交通では各交通網の結節点が必ず存在し、その部分が情報発信源として活用できる。人々は駅やバス停など安全地帯となった結節点に集まり、最新の都市内の情報を得る。また車両に取り付けたプローブ情報により、災害状況や通行可能な道路などがリアルタイムで把握可能である。

公共交通と、自動車のような個別交通を統合した監視制御が可能になれば、都市内で最も安全に移動できる最適な経路を携帯やスマホ等に案内するなどの手段も考えられる。実際に東日本大震災発生後に、走行中の自動車から送られてくる情報により通行可能な道路（通行実績マップ）が作成、Web 公開されたことは記憶に新しい。

## 5. 2. 8 エネルギーマネジメント (EMS : Energy Management System)

スマートコミュニティの一機能として都市内交通システムを俯瞰した場合、エネルギーマネジメントの考え方を取り込む必要がある。例えば、LRT や BRT が蓄電池を用いて EV 化された場合には、多くの車両が一度に充電を行って都市内の電力網に負荷をかけないように、充電タイミングを管理する必要がある。更に災害時にはこれらの蓄電池が電源となり、有効な電力供給源として活躍する場面も当然考えられる。すなわち電動化が進むと交通システムの個々の蓄電池は、家庭や地域のエネルギー需給マネジメントを構成する重要な負荷源・エネルギー源となる。これまで発電所から一方向であったエネルギー供給が、家庭単位、地域単位で複数のエネルギー源を活用して需給調整が可能となり、交通システムも単なるエネルギーを消費する装置ではなく、需給調整の一端を担うことになる。

上記の機能を実現するためには、都市内交通を統合した管理システム（コントロールセンター）が必要となる。通常の管制システムや電力管理システム、運行管理システムなどを統合したコントロールセンターを構築して、スマートコミュニティと連携した運用を行なうことが可能となる。都市全体のイメージを図 5.2.8.1 に示す。



図 5.2.8.1 スマートコミュニティのイメージ

(出典：IT を活用した街づくりに関する 経済産業省の取組／経済産業省 商務情報政策局)

### 5. 2. 9 総合的なマネージメント

部品、コンポーネントに差別化技術があることは必要であるが、それに加えて都市内交通全体を俯瞰して効率的な交通流の制御を行う、総合的なマネージメントを実現することにより、本プロジェクトが目指す「公共交通と自動車交通が融合」した都市内交通システムが可能となる。

図 5.2.9.1 に示すように、今回の検討対象は左下部分の「道路を共有する乗用車、LRT/BRT、バスなどの各種モビリティ」の効率的な運用である。そのためには渋滞要因を早期に検出し、早めに対策を打つ必要がある。ここで早期検出とは、例えば結果としての渋滞が起こる前の原因事象を検知することあり、図中に示すように集中豪雨などの局所的な天候の変化、イベント終了後の道路にあふれる群集、交通事故などを指す。現時点、携帯電話のプローブセンサーなどは精度が不十分で、リアルタイム性に乏しいといわれている。精度が高く、早期発見ができるセンサーとどのように補間していくかは今後の課題である。また対策とは、信号機制御などの交通流制御と、情報提示の2種がある。

交通状況の把握（センシング）する手段も適用箇所により千差万別であり、センシングの結果を評価し、校正するノウハウも必要となる。特に、渋滞の可視化の後の交通流の制御施策に関しては、制御出力とその結果を評価する評価検証システムを用意することでさらに制御施策が向上していく。また、本評価検証システムで交通容量を常に監視し、初期の設計容量を超えそうになるかどうかのデータ分析を行うことで、次期の拡張工事などの検討のきっかけとなる。

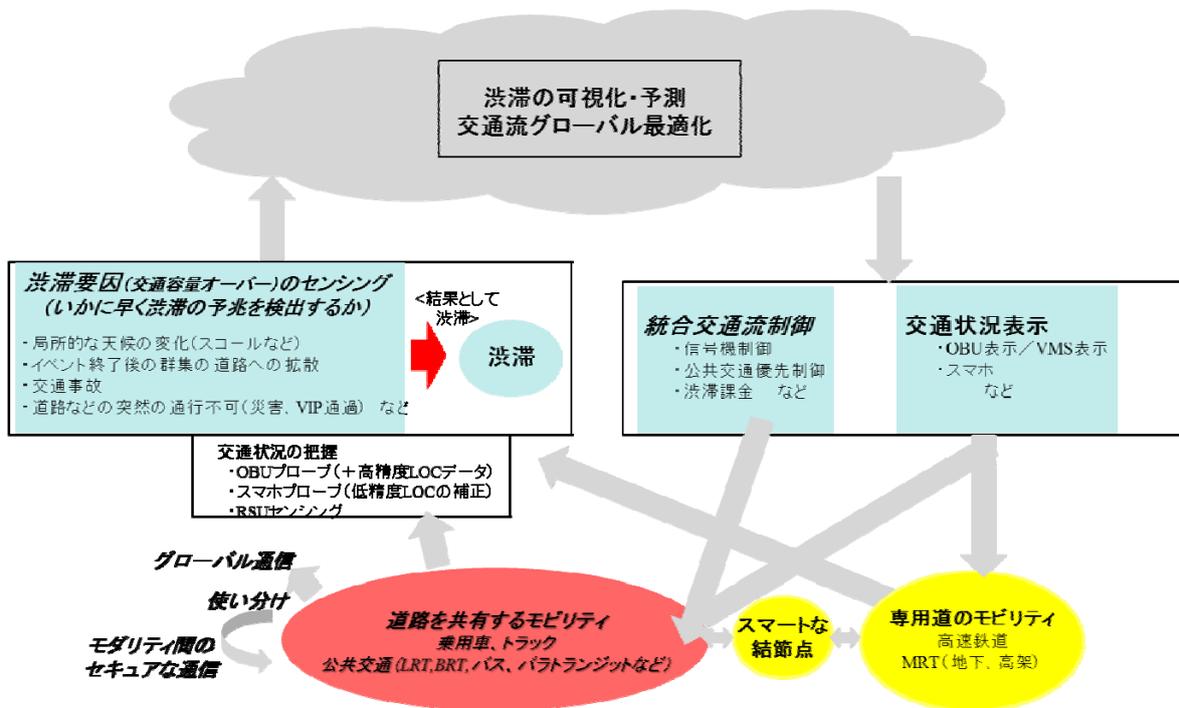


図 5.2.9.1 総合的なマネージメント

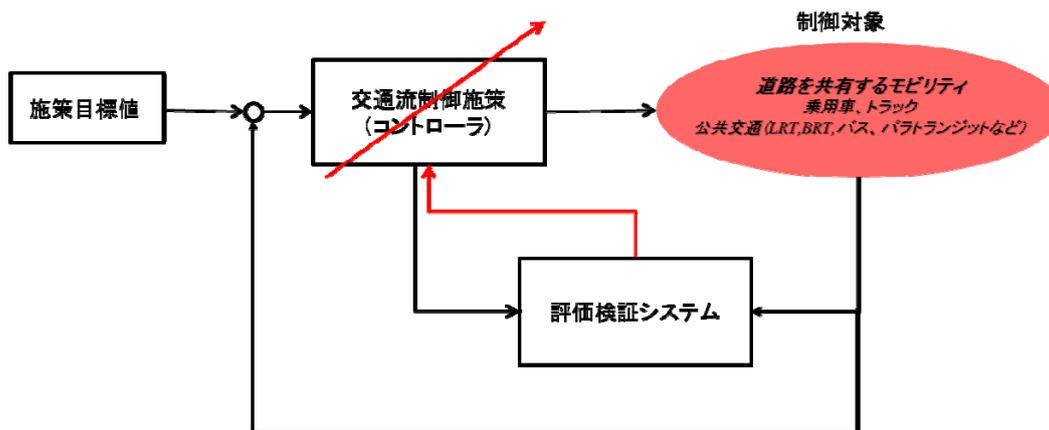


図 5. 2. 9. 2 評価検証システムの必要性



図 5. 2. 9. 3 ICT 共通プラットフォームのイメージ

(出典：総務省 ICT 街づくり推進会議資料 平成 25 年 6 月)

なお、都市内交通システムとしての総合的なマネジメントは図 5. 2. 9. 3 に示すように、ICT 街づくりの中の一要素（図中矢印部分）であり、共通のプラットフォーム上に構築されるべきものである。特に、他の 5 分野の中で、防災・減災、エネルギー管理、医療・福祉・介護・育児の 3 分野は交通とも関連が強く、プラットフォーム上で情報共有することで、きめ細かい都市住民へのサービスが可能になると考えられる。

下記は総合的なマネージメントの想定される一例である。(ITS JAPAN 将来ビジョンタスクフォース資料より引用)

- 1) twitter や SNS 通じて個人から発信される膨大なメッセージが、公共システムとは異なるリアルタイム情報をもたらす。
- 2) 公的機関による感知器データと民間のプロブ情報は、相互に補完する関係にあり、それらを相互利用するプラットフォームを構築する。さらに、国、都道府県、市町村がおのこの保有する公共インフラや気象などの観測情報をデジタル化・標準化して二次利用する環境を整備する。
- 3) 地域 ITS 情報センターは、平常時には地域を支えるモビリティの課題解決サービス(安全、環境、福祉、まちづくり、観光など)を提供する地域コミュニケーションツールとして移動者支援をおこない、災害時には的確かつタイムリーな地域情報を広域情報と組み合わせ、避難・誘導や救援活動、早期の復旧活動の情報共有サイトとして機能する。
- 4) 鉄道、路面電車、路線バスなど従来の交通手段に加えて、新たな運行形態の公共交通が必要である。中核都市では、バスを主体として専用レーンや信号制御システムと連携して定時制を確保する。また、高い輸送能力が必要な路線では高度運転支援技術を活用した隊列走行を導入する。交通需要が小さい地方都市では、オンデマンドバスや乗り合いタクシーなど小型車両をリクエストに応じて効率的に運行するシステムの導入を促進する。端末交通の手段として、新たな企画の超小型自動車(パーソナルモビリティ)でモビリティを確保する。
- 5) 非定常利用促進のために公共駐車場の予約と一体となったサービスや公共交通を利用した先での移動を支える自動車短時間貸し出し(カーシェアリング)との組み合わせも支援する。さらに、移動は手段であって目的でないことを考慮して、業務スケジュールや旅行のプランナーと一体化して交通手段の提案、予約、最適巡回ルートの提案などを含む総合的エージェント機能へも発展させる。
- 6) 路側システムとカーナビゲーションを無線通信でつなぎ、情報提供、動的経路案内、ETCの機能を備えた ITS スポットを活用する。リアルタイムの交通情報提供により交通状況を運転者に知らせ、動的経路案内により最短所要時間ルートを案内し、さらに公共的観点から全体最適となる経路選択を促す動的料金の適用を行う。また、走行距離や経路・時間帯に応じた課金を行う仕組みは、限られた道路資源を効率的に利用するとともに、道路インフラの維持管理を実現するための将来のスキームへも活用可能する。
- 7) 災害発生時には観測装置や走行車両からのデータを集約し、被災状況を迅速に把握して避難誘導や緊急車両の通行路確保を行い、救援物資輸送ルートを適確に判断して関係機関に伝達する。通行車両に対しては、ITS スポットや携帯電話回線を通じて情報提供を行うとともに車両からの情報集約も行う。また、道の駅や高速道路のサービスエリア、パーキングエリアを災害対応の拠点として、緊急対応物資の備蓄を行うとともに電力や通信を確保し ITS 関連の情報提供拠点として活用する。

- 8) 物流情報コードの標準化と共用情報基盤の構築を行い、企業間の共同輸配送や物流専門事業への委託（Third Party Logistics: 3PL）による総合的効率化も推進する。
- 9) 小口多頻度輸送がCO2排出量の増加、渋滞の増長、生活道路の安全の阻害につながらないように、荷の管理ばかりでなく配送車両の走行経路や周辺環境への影響も総合的に管理する仕組みを構築する。また、大規模災害時には、それらの流通の仕組みを救援物資輸送に活用して必要な物資が必要な数量だけタイムリーに届くよう、情報システムと行政との連携体制を構築する。
- 10) サプライチェーンを構成する生産拠点や調達先に冗長性をもたせ、障害発生時には速やかに代替拠点に切り替えることができる様にシステムを構築する。

## 5. 2. 10 デザインの課題

欧州を中心とする都市内交通で際立っているのは、車両や都市計画におけるデザイン性であろう。長きに渡る歴史・文化の違いはあるものの、工業意匠としての都市交通の姿、トランジットモールを中心にした街づくりの美しさには多くの感動をもたらしている。日本発のLRT、例えば富山ライトレールでは低床型で機能的なデザインを有し、車両毎に塗色を変えるなど手の込んだものも作りあげている。また、京阪の京津線車両では1500Vへの昇圧により路面電車が地下鉄に乗入れており、都市デザインとして珍しいものもある。



図 5. 2. 10. 1 富山ライトレール



図 5. 2. 10. 2 京阪京津線

欧州の景観を重視したLRT車両や街並みもすばらしいが、歩行者や自転車、自動車に至るまで生活の中に溶け込んだ都市デザインは見事の一言に尽きる。今後日本にも1500kmに及ぶLRT、BRTを建設する(図5.2.1.5)のであれば、都市開発、都市景観にマッチした斬新で機能的な乗り物として多くの市民に受け入れられるものにすべきであろう。



図 5. 2. 10. 3 海外LRTのデザイン例



図 5. 2. 10. 4 海外BRTのデザイン例

### 5.3 国際標準化

政府成長戦略において「日本再興戦略」として定義されている、国際標準等の獲得および認証基盤の整備に関して、日本はこれまで独自の技術を開発してきた。しかしながらグローバルに見た場合には、都市交通の分野においても欧州に対抗すべく標準化への積極的な活動が必要である。関連分野での「日本方式」の事例としては都市鉄道システム、公共交通系 IC カード、電気自動車（EV）の急速充電器（チャデモ方式）、自動車の安全・環境性能、ITS（高度道路交通情報システム）、管制システムなどがある。

このような環境の中、我が国は都市交通においては高度な建設技術、安全・正確な運行管理システムに定評がある。また、交通系 IC カードにはセキュリティや処理速度の面で優位になっている FeliCa 方式の普及促進のための啓発活動などを推進している。

都市内交通に関しても優位に海外展開を促進するためには、「日本方式」普及に向けた公的ファイナンス（ODA、JBIC、NEXI 等）の活用による標準化の推進が必要である。また、国際標準が重要な分野では、世界に通用する認証基盤の整備が必要であり、独法の支援や大規模な試験・評価施設の整備などを急ぐ必要もある。

表 5.3.1 に「日本方式」普及に向けた支援方針として、ODA 等の活用による標準化の推進方針を示す。

表 5.3.1 標準化の推進

| (3)「日本方式」普及に向けた支援方針1:ODA等の活用による標準化の推進 |   |
|---------------------------------------|---|
| 支援の方針                                 | ODA等の活用事例(具体例は次頁参照)   |
| ①途上国等の関連制度整備                          | ● JICAによる専門家派遣、研修員受入れ等を活用した、途上国等の国家標準の確立・運用支援を通じた「日本方式」の普及。   |
| ②トップセールスを含む日本方式の国際標準採用に向けた働きかけ        | ● 国際標準化機関の幹事国引受数や国際標準提案数の増加に向けた官民一体の取組<br>● マスタープランや実証事業を通じた相手国政策における「日本方式」の採用<br>● ASEANを中心とした、要人招へいやフォーラム開催等による「日本方式」の国際標準化の仲間づくり |
| ③公的ファイナンス等による輸出支援                     | ● ODAによる「日本方式」製品の供与を通じた本邦技術・制度の認知度向上<br>● JBIC、NEXI等の公的ファイナンスを通じた本邦製品の輸出支援  |

(出典：第5回経協インフラ戦略会議 平成25年9月)

## 6. ターゲット都市の考え方

日本の技術や実力を示し、体験してもらうためのショーケースの実現は重要な課題である。スピードとコストが要求される新興国向けには、アジア・パシフィック地域などでの実証が欠かせない。新興国各都市の課題は個々に異なり、パッケージ化された都市内交通システムを一度に構築して輸出することは難しい。まずは都市個別のニーズ・課題に沿ったシステムで案件形成を行い、数年以内に実際のフィールドで実証実験を行なうことが必要である。

### 6. 1 ターゲット都市を検討する上での指標

下記の指標を用いて、ターゲットとする都市を絞り込む。想定国としては ASEAN 諸国をベースに考え、一次スクリーニングの指標に（１）を用い、この中から（２）～（４）の指標を用いて、候補を選定する。

#### （１）日本国との結びつきが強いこと

今まで述べてきたように、トップ会合含めた G2G による案件形成を考えると、日本国との結びつきが強い親日国が望ましい。したがって、安倍首相がトップセールスを行ったアジア太平洋地区・新興国などの訪問国を基点とし、JICA として事業費投入の多い国、最近マスタープランの策定ないしは技術支援を行った都市、を考慮する。

#### （２）一人あたりの GDP が、モータリゼーションが起こる 3000US ドル程度以上であること

国、都市に金銭的余裕ができないと交通問題への取り組みは始まらない。一般的に 3000 ドル以上になるとモータリゼーションが始まるといわれている。3000US ドルを目安に対象国を考慮する。（日本 46537US ドル OECD 加盟国 34 か国中 10 位）

#### （３）ICT 技術が比較的発展・普及していること

情報の収集・配信をするための通信インフラが整っていることが必要。ここでは 2 つの指標を用いる。エリクソンが発行している NETWORKED SOCIETY CITY INDEX 2013 中の P17 に ICT の成熟度により都市を 1 位から 31 位までランキングしている。関連する都市の順位を記載。なお、対象が 4 都市しかないため、別途指標としてアジアに関しては NIKKEI ASIA REVIEW より携帯電話の国別普及率（一人あたりの台数）を参考に都市を考慮する。

（Ericsson 指標 東京第 10 位）

#### （４）道路密度が比較的高いこと

都市交通システムを実装するうえでは道路が整っていることが必要。ここでは国別の道路密度を考慮する。（日本 3200Km<sup>2</sup>/千 Km）

以上により、指標に従い整理するとは表 6.1.1 のようになる。なお、訪問国にはインド国はあるが、個々の都市に幅広い多様性があり、国単位の指標では評価しきれないため、選定から外した。また表 6.1.2 は、JICA 殿が最近取り組んできた都市交通に関連する事業一覧である。

表 6.1.1 スクリーニング 4 指標による絞込み

| 地域                                    | 国        | JICA都市交通関係事業プロジェクト | JICA事業規模(2010年度)(億円) | 一人当たりのGDP(US\$ 2011) | ICT成熟度                                      |                  | 道路密度(km/千km <sup>2</sup> ) 2004年 | 対象都市の候補   | 補足   |
|---------------------------------------|----------|--------------------|----------------------|----------------------|---|------------------|----------------------------------|-----------|--|
|                                       |          |                    |                      |                      | NETWORKED SOCIETY CITY INDEX 2013 (都市単位の順位) | 一人あたりの携帯普及率(台/人) |                                  |           |  |
| ASEAN                                 | インド      |                    | 27                   | 832                  |   |                  | 80                               | (ヤンゴン)    |  |
|                                       | ミャンマー    | 3                  |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | インドネシア   | 4                  | 1326                 | 3542                 | 25  | ジャカルタ            | 1.14                             | 230       | ジャカルタ  |
|                                       | ベトナム     | 3                  | 1002                 | 1384                 |   |                  | 1.47                             | 717       | GDPが低すぎる   |
|                                       | タイ       | 2                  | 167                  | 5395                 |   |                  | 1.27                             | 380       | バンコク   |
|                                       | シンガポール   | 0                  | 0.3                  | 49962                | 1   | シンガポール           | 1.52                             | 4627      |  |
|                                       | マレーシア    | 0                  | 110                  | 9745                 |   |                  | 1.41                             | 300       | イスカンダル   |
|                                       | フィリピン    | 1                  | 300                  | 2347                 | 24  | マニラ              | 1.06                             | 620       | トロマニラ  |
|                                       | カンボジア    | 2                  | 158                  | 852                  |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | ラオス      | 3                  | 59                   | 1204                 | *1  |                  |                                  | 140       |  |
|                                       | ブルネイ     | 0                  | 0.03                 | 36548                | *1  |                  |                                  |           |  |
| 欧州                                    | トルコ      | 1                  | 545                  | 10526                | *2  | 118              | イスタンブール                          | (イスタンブール) | LRT/BRT等公共交通が発達しているため対象外   |
| 東アジア                                  | モンゴル     | 1                  | 92                   |                      |   |                  |                                  |           | 日本政府としては、エネルギーの安全保障の観点とインフラ輸出の観点で、湾岸6か国を重要視しており、2回に分けて安倍首相が訪問した。       |
| 湾岸諸国                                  | アラブ首長国連邦 | 0                  | 0.02                 |                      |   |                  |                                  |           | サウジは日本の運輸・交通システムを勉強、導入したいと思っているとのこと。また、UAE、クウェートも検討中とのこと(JICAからのヒアリング) |
|                                       | カタール     | 0                  | 0.24                 |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | ジブチ      | 0                  |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | クウェート    | 0                  |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | バーレーン    | 0                  |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | サウジアラビア  | 0                  | 0.51                 | 24523                | *2  |                  |                                  |           | マレーシア同等  |
|                                       | オマーン     | 0                  | 2                    |                      |   |                  |                                  |           |  |
| アフリカ                                  | コトジボワール  | 0                  |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | モザンビーク   | 0                  | 71                   |                      |   |                  |                                  |           |  |
|                                       | エチオピア    | 0                  | 78                   |                      |   |                  |                                  |           |  |
| JICA事業費                               |          |                    |                      |                      | GDP出典                                       |                  |                                  |           |  |
| 中東は2012年、アフリカは2013年 モンゴルは2012年        |          |                    |                      |                      | 無印 アジア進出ハンドブック(東洋経済新聞社)                     |                  |                                  |           |  |
| 無印 アジア進出ハンドブック(東洋経済新聞社)               |          |                    |                      |                      | *1 一冊丸ごとASEANビジネス2013(経営塾)                  |                  |                                  |           |  |
| *1 一冊丸ごとASEANビジネス2013(経営塾)            |          |                    |                      |                      | *2 http://ecodb.net/country/TR/, /SA/       |                  |                                  |           |  |
| *2 http://ecodb.net/country/TR/, /SA/ |          |                    |                      |                      |   |                  |                                  |           |  |

表 6.1.2 JICA 事業プロジェクト (都市交通に関連する最近のプロジェクト名)

| 地域    | 国      | JICA支援対象国  | JICA事業プロジェクト名  |
|-------|--------|--|--|
| ASEAN | インド    |  |  |
|       | ミャンマー  | 2013-15  | 鉄道安全性・サービス向上プロジェクト<br>ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査   |
|       | インドネシア | ~2012/5<br>2013/3~2015/3<br>2009/1~2016/3        | JABODETABEK地域公共交通戦略策定プロジェクト<br>ジャカルタ首都圏投資促進のための運輸交通環境整備プログラム<br>ジャカルタ都市高速鉄道事業(I)               |
|       | ベトナム   | 2013/4~2016/3<br>2011/9~2014/8                   | ダナン市都市交通改善プロジェクト<br>ハノイ公共交通改善プロジェクト  |
|       | タイ     | 2009/3~2020/12<br>2009/4~2014/7<br>2008/3~2016/4 | ハノイ市都市鉄道建設事業(ナムタンローナーチャンファンダオ間(2号線))(I)<br>バンコク大量輸送網整備事業(レッドライン)<br>バンコク大量輸送網整備事業(パープルライン)(II) |
|       | マレーシア  |  | 対象プロジェクトなし   |
|       | フィリピン  | 2012/6~2013/7                                    | メガマニラ圏ITSによる高規格道路ネットワーク強化プロジェクト  |
|       | カンボジア  | 2007/3~2010/3<br>2012/3~2014/9                   | プノンペン市都市交通改善プロジェクト<br>プノンペン都総合交通計画プロジェクト   |
|       | ラオス    | 2012/1~2015/1<br>2007/4~2008/9<br>2011/3~2013/3  | ピエンチャンバス公社運営能力改善プロジェクト<br>ヴィエンチャン特別市総合都市交通計画調査<br>首都ピエンチャン市公共バス交通改善計画                          |
|       | 欧州     | トルコ  | 2011/6~2014/6  |

以上のデータにより、ターゲット都市の候補は表 6.1.3 のようになる。表中ランク A は有望と思われるもの。ただし指標では下位ながら、政府がトップ外交を積極的に行っているミャンマー（ヤンゴン市）はターゲット都市の候補とした。現地での踏査調査・関係者へのヒアリングなど更なるベンチマークを経て、対象都市を数か所に絞り込む必要がある。

表 6.1.3 候補都市

| 国名      | 都市     | ランク |
|---------|--------|-----|
| インドネシア  | ジャカルタ  | A   |
| マレーシア   | イスカンダル | A   |
| フィリピン   | メトロマニラ | A   |
| タイ      | バンコク   | A   |
| サウジアラビア | リヤド    | A   |
| ミャンマー   | ヤンゴン   | B   |

表 6.1.3 のターゲット都市のような新興国を考えた場合、適用が想定される都市内交通システムは図 6.1.1 のような既存技術を中心としたシステム構成が基本となる。当然各都市の特徴により機能の追加・削除を行う。今後ターゲット都市に関する更に具体的な議論の中で、構成の見直しが進められるはずである。

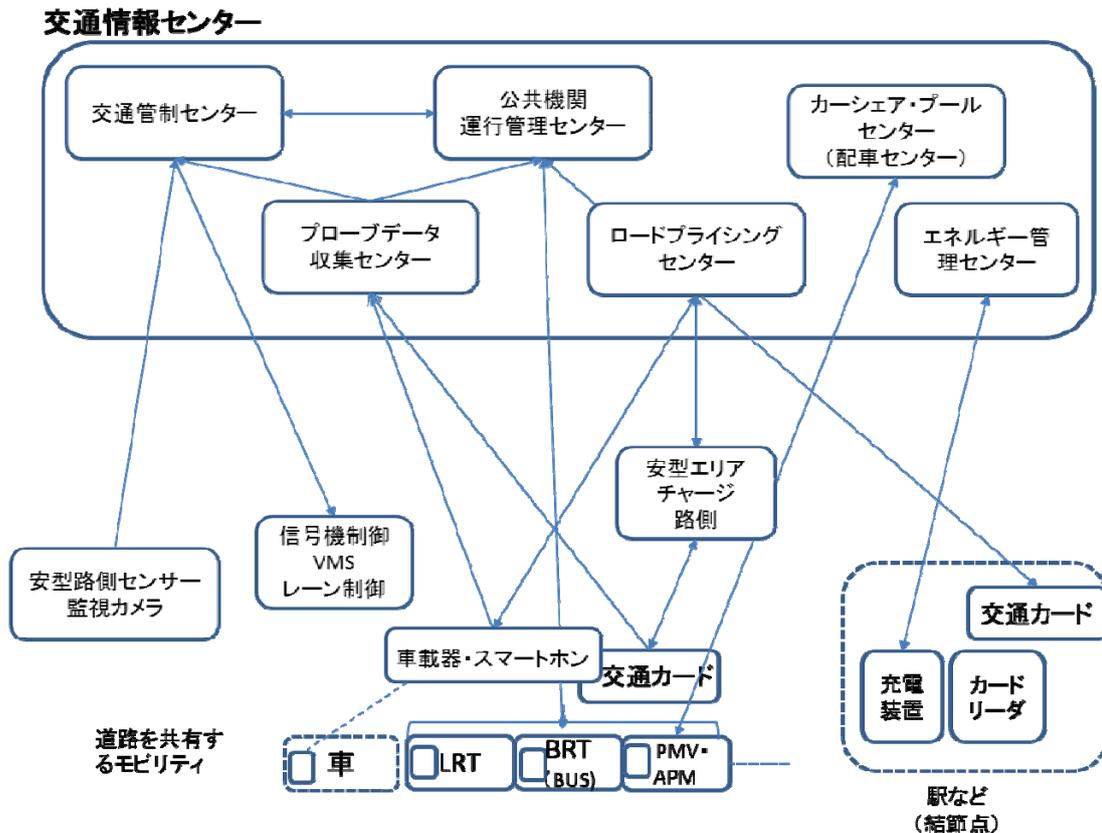


図 6.1.1 システムの基本構成

## 6. 2 ターゲット都市の特徴

### 6. 2. 1 ジャカルタ

ジャカルタ首都圏の人口は、1990年の約1,700万人から2005年の約2,400万人へと15年で約1.4倍（年平均約2%）伸びており、インドネシア全体の約1割を占めている。経済規模はGDPの約3割に達し、海外からの投資の約4割が集中する成長センターである。同地域の交通は著しく道路交通に依存しており（98%）、同地域における車両登録台数が急増（2000年の約326万台から2006年の約797万台と約2.4倍）している。これらが要因となり、近年ジャカルタ首都圏の交通渋滞は深刻な様相を呈しており、大きな経済的損失を招いている。2000～2004年にJICAが策定したジャカルタ首都圏総合交通計画調査(SITRAMP: The Study on Integrated Transportation Master Plan for JABODETABEK)では、2002年時点の交通混雑による年間の経済的損失を、車両運行費で3兆ルピア（約360億円）、人の時間価値で2.5兆ルピア（約300億円）と推定している。現在では、特に車両（オートバイと自家用車）の急激な増加により、調査当時よりもさらに渋滞は悪化している状態にある。

このような状況を憂慮したインドネシア政府は、2010年9月、ジャカルタ首都圏の交通渋滞解消のための優先政策を発表した。これはジャカルタ首都圏の渋滞緩和に向け、関連する省庁（経済調整大臣府、運輸省、公共事業省、ジャカルタ特別州を含む地方自治体等）が互いに連携を取りながら首都圏交通の改善に向け、総合的、横断的な取り組みを行うものである。その中のひとつに、首都圏道路行政を専門的に担当する新しい行政組織である「ジャボデタベック交通庁（JABODETABEK Transportation Authority (JTA)）」の設立が位置づけられている。

上記のような首都圏交通問題の解決に向け、JICAは、2009年7月から技術協力プロジェクト「JABODETABEK都市交通政策統合プロジェクト（JUTPI: JABODETABEK Urban Transportation Policy Integration）」を開始した。このプロジェクトは、SITRAMPの更新・改訂、及び首都圏交通状況改善に向けた上記ジャカルタ交通庁の設立支援を実施しており、上記優先政策の達成に資するプロジェクトとして、2012年3月まで活動を継続している。

上記の政策型技術協力プロジェクトの枠組の下で、ジャカルタ首都圏の渋滞緩和を実現させるためには、自家用車から公共交通へのモーダルシフトを行うための具体的な施策を実施することが必要である。そこで、運輸省陸運総局（DGLT）は、上記協力プロジェクトの枠組を活用し、既存の首都圏鉄道並びに計画中的MRT（都市高速鉄道）といった軌道系の事業をネットワークとして機能させるべく、JABODETABEKエリアにおける公共交通（バス、タクシー、オジェック等4輪以外の乗り物等）のフィーダー交通サービス強化を行うための技術支援を、平成21年度JICAに要請した。JICAは同年12月13日に調査団を派遣し、平成22年2月11日にS/Wを締結している。

（出典：JICAナレッジサイトより

<http://gwwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/fd8d16591192018749256bf300087cfd/32b0839b1b984f9e492576f5002dc0?OpenDocument>

## 6. 2. 2 イスカンダル

### シンガポールと一体で発展を目指せ！ ～大型プロジェクトが相次ぐイスカンダル～

マレーシアのジョホール州ではイスカンダル開発計画に基づいて大規模な都市開発が行われています。2,217 km<sup>2</sup>というシンガポールの国土の約3倍に達する広大な地域に、多角的工業団地のほか、大学やテーマパーク、高級住宅地などが整備されつつあります。

今回、このイスカンダル地域を視察する機会を得ましたので、概要をご報告いたします。

#### 1. イスカンダル計画の概要

イスカンダル計画は2006年にアブドラ大統領（当時）により発表されました。シンガポールに近接し、土地と人材が比較的安価に調達できることから、シンガポールと同一の経済圏として発展が期待されています。イスカンダル計画では、2025年までに、人口を300万人、一人当たりGDPを31,100USドルにするなどの目標を設定しています。

この開発計画の推進に当たり、マレーシア政府は、当該計画と統括する「イスカンダル地域開発庁（Iskandar Regional Development Authority (IRDA)）」を設置しています。IRDAは、①計画、②広報、③調整を責務としており、マスタープランの作成、政策や法整備、ブランド価値の確立、投資促進のための広報周知、ディベロッパーの調整などを行っています。

#### ●イスカンダル計画の目標

|          | 2006年現在 | 2025年目標 |
|----------|---------|---------|
| 人口       | 140万人   | 300万人   |
| 一人当たりGDP | 14,790  | 31,100  |
| 労働人口     | 62.4万人  | 146万人   |
| 雇用       | 61万人    | 142.8万人 |



イスカンダル全体図  
(Iskandar Malaysia ホームページより)

イスカンダル開発計画では特に金融、観光、教育、物流、医療、クリエイティブのサービス業6分野及び、電気・電子、油脂・石油化学、食品・農産物加工の製造業3分野を重点分野として投資の誘致を進めています。イスカンダル地域内はA～Eの5つの地区に分けられ、それぞれ以下の分野に特化した開発が行われています。

|              |   |
|--------------|---|
| A ジョホールバル都市部 | 国際貿易、金融センター、サービスセンター（コースウェイでシンガポールと連結）        |
| B ヌサジャヤ地区    | 海外大学の誘致、テーマパークなどのエンターテインメント・医療観光などのサービス産業、州政府 |

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
|                  | 機能                                    |
| C タンジュン・プルバス港周辺区 | 物流拠点、自由貿易区域、石油備蓄港、(セカンドリンクでシンガポールと連結) |
| D パシル・グダン港周辺区    | 電気・化学・油脂化学製品の製造業、石油化学備蓄港              |
| E セナイ空港周辺区       | 物流拠点、ハイテク産業・宇宙関連産業、商業施設、サイバーシティ       |

## (2) 投資促進のための環境整備

2011年5月、ナジブ大統領

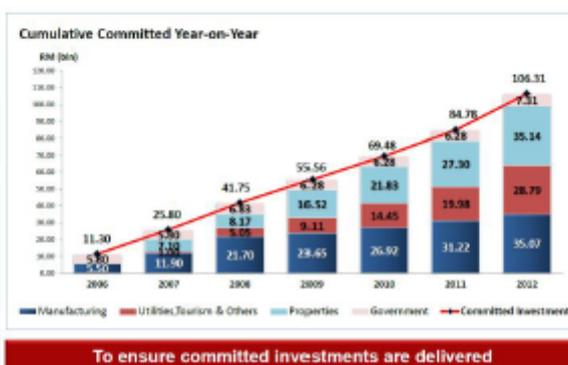
は新たな優遇制度「Flagship Investment Iskandar

Malaysia (FIM)」を発表しました。

FIMの対象となるのは、観光分野、保健・医療分野、教育分野であり、①5年間の法人税免税又は5年間の投資税額控除、

②設備投資に係る輸入税・所得税の減税、③外国人知識労働者の柔軟化、④中央銀行による外国為替管理規則の柔軟化の4点において優遇措置を受けることができます。

こうした優遇制度の活用等により、イスカンダル地域への投資累積額は順調に増加を続けており、2012年には1,000億リンギ(約3兆円)を超えています。



To ensure committed investments are delivered

Source: IRDA, Khazret, IR, MDA & corporate announcements

イスカンダルへの投資累積額の推移  
(IE シンガポールホームページより)

## (3) 交通網の整備

政府は充実した交通網を整備するため、過去5年間でインフラ整備に90億リンギ(約2,700億円)を投じています。イスカンダルにおける最大のインフラ事業の一つとして整備された海岸高速道により、ジョホールバルとヌサジャヤとの間は30~40分間での移動が可能となりました。その他にも、東部高速道やセナイ空港道路などの道路整備が進み、当該地域における交通網の充実が図られています。こうした陸上交通網により、世界水準の港湾設備として整備されているタンジュン・プルバス港、タンジュンランサット港、ジョホール港の3つの港と、工業団地等のネットワークの円滑な連結が可能となっています。

また、イスカンダル地域内を17のルートで結ぶバスイスカンダルや、高速バスの導入など、公共交通機関の発達による交通渋滞の軽減が図られているほか、高速交通システム(RTS)によりシンガポール・ジョホールバル間の連結が計画されるなど

合的なインフラ整備が進められています。

さらに、セナイ国際空港とその周辺地域については 20 年間の開発計画が進められており、現在、セナイ空港の輸送可能乗客数は年間 3.5 百万人、輸送可能貨物は 80,000 トンとなっています。

(出典：[http://www.clair.org.sg/j/report/info/pdf/201303Malaysia\\_Iskandar.pdf](http://www.clair.org.sg/j/report/info/pdf/201303Malaysia_Iskandar.pdf))

### 6. 2. 3 メトロマニラ

メガマニラ圏（メトロマニラを中心とし、中部ルソン、カラバルソンを包括する経済圏）ではマニラ首都圏をはじめ、地方都市においても経済活動の活性化と人口の集中にともなう交通渋滞が発生しており、人・物の円滑な輸送機能を阻害し、結果的に「フィ」国の投資対象としての国際競争力を下げている。また、交通混雑や交通事故、大気汚染による居住環境の悪化も深刻な社会問題となっており、早急な対応が求められている。「フィ」国政府はメガマニラ圏の交通状況改善のために有料高速道路をはじめ高規格道路ネットワークの整備を推進しており、中部ルソンリンク高速道路（CLLEX）及びカビテ・ラグナ高速道路（CALAX）の整備を円借款による資金調達により整備が進めている。

一方で、限られた予算及び用地取得における問題が制約となり、特に都市部においては短期間の道路インフラの整備は困難な状況であり、交通状況改善のための手段として高度道路交通システム（Intelligent Transportation System、以下「ITS」）の導入が期待されている。既に幹線道路である C-4 を中心に交通管制システムが導入されているものの、交通情報の収集・生成・提供の自動化が進んでおらず、渋滞頻発箇所配置された交通監視員からの情報や画像情報をもとにした主観的な情報がインターネットを通じて発信され、交通整理員の判断によって信号機が制御されるなど、効率的な管制システム導入に向けて多くの課題が残されている。

有料高速道路においては路線ごとに民間事業者による管制システムが導入されており、個別に運営されている。将来的には、一般道も含めた包括的な交通管制システムを導入することでドライバーへの情報提供体制を強化し、交通流を最適化することで顕在化する都市交通問題を解決する対策も考えられる。また、ネットワーク整備に伴い、対距離課金システム、路線間で統一された ETC システムが求められることが想定され、異なる事業者間の相互運営体制の確立も求められる。都市内の交通管制においても関連省庁、自治体との調整が必要となり、導入する ITS の技術的側面からの統合化のみならず、組織的な統合も必須となっている。

上記を踏まえ、本調査においては、一般道及び有料高速道路の交通を包括的に管理する交通管制システムの導入計画及び技術的・組織的フレームワークと導入戦略について検討し、メガマニラ ITS 導入マスタープランを作成する。また、短期的・中期的に導入が見込まれるシステムについて Pre-FS レベルの提案を行うこととする。

(出典：JICA ナレッジサイトより

<http://gwweb.jica.go.jp/km/ProjectView.nsf/fd8d16591192018749256bf300087cfd/df75ad900057f6d4925795a0079e5da?OpenDocument>)

#### 6. 2. 4 バンコク

バンコク首都圏は2008年に約1,007万人の人口を擁し、タイの政治・経済の中心地である。アジア通貨危機後のタイの経済回復に合わせ、都市部の産業活動は活発化し、自動車等の車両も増加していることから、自動車に依存する交通システムが交通渋滞を深刻化させている。また、自動車が引き起こす大気汚染が問題視されており、環境負荷の軽減への取組みが必要となっている。

当該国における都市交通開発政策と本事業の位置づけバンコク首都圏では、1970年代から大量輸送交通システム整備が計画され、1999年12月にはスカイトレインが開業しているほか、2004年7月には我が国の円借款で支援した地下鉄ブルーラインの営業が開始されている。また、バンコク新国際空港と都心部を結ぶ高速鉄道「エアポートレイルリンク」が2010年8月に開通し、運行中である。他方、スカイトレイン、地下鉄ともバンコク中心部のみの運行で路線距離が限定的であり、また、他交通モードと接続が不備であるため、輸送需要への対応は限定的な状況にある。タイ政府はバンコク首都圏の交通渋滞・環境問題の解消を図るため、2005年6月には「開発事業5か年計画(メガ・プロジェクト)」(2005年～2009年)を採択し、大量輸送システム投資計画を推進するとしている。「大量輸送システム投資計画(2005-2012)」では、2005年から2012年にかけてバンコク首都圏に7路線を整備する投資計画を掲げ、2006年8月1日の閣議において、タイ高速度交通公社によるバンスー～バンヤイ間のパープルラインの他、同公社のバンスー～タプラ間、ホアランポン～バンケ間のブルーライン延伸、タイ国有鉄道のパヤタイ～バンスー～ランシット間のレッドライン、合わせて3路線が承認された。2009年1月に発足した現政権でも、バンコク首都圏における都市鉄道整備は優先順位が高いことが確認されている。

また、タイ国家経済社会開発局(NESDB)により5年毎に策定される国家経済社会開発計画においては、第7次(1992～1996)から第10次(2007～2011)に至るまで、一貫してバンコク首都圏における都市交通網の整備の重要性について掲げられており、本事業は政策的に優先度が高い。

(出典：JICAナレッジサイトより

[http://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2010\\_TXXXII-3\\_1\\_s.pdf](http://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2010_TXXXII-3_1_s.pdf))

#### 6. 2. 5 リヤド

リヤドの交通渋滞は下図に示すようになりにひどい。これはほとんど公共交通がないことによる、通勤通学における渋滞である。



図 6.2.5.1 リヤドの交通渋滞

(出典：JICA 研修生 Othman Mohammed Alothman 氏スライドより引用)

そのため、リヤドではメトロを含めた公共交通へのシフトを計画している。メトロ（87 駅 6 路線）は Alstom が 22.5BUS\$ でデザインと施工を落札しており、2018 年完成を目指している。図 6.2.5.2 のようなコンセプトが紹介されている。



図 6.2.5.2 メトロのデザイン図

(出典：

[http://www.globalrailnews.com/2013/07/30/first-look-at-new-riyadh-metro-train/?utm\\_source=pulsenews&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=Feed%3A+Railco+%28rail.co%29](http://www.globalrailnews.com/2013/07/30/first-look-at-new-riyadh-metro-train/?utm_source=pulsenews&utm_medium=referral&utm_campaign=Feed%3A+Railco+%28rail.co%29))

一方で、サウジアラビア MOT より、運輸・交通に関して日本の技術を学びたいとの要望があり、JICA の研修に特別枠（費用自国負担）で参加している。国として日本を見ているので、期待値は高いといえる。

## 6. 2. 6 ヤンゴン

### ○ヤンゴン市長のインタビューより（2013. 3. 22）

ヤンゴンでは自動車の急増で交通渋滞が常態化している。市長は、新たな交通網について、「立体交差などの道路整備に加え、中央監視システムが必要。鉄道は山手線のような環状鉄道を整備し、地下鉄も造らないとならない」と語った。さらに市長は、高速道路の必要性にも触れ、「高速道路は地上に造ると20～30年後に都市の景観を損ねるので、地下に造る方がいい」と述べ、東京の教訓も生かしながら都市づくりを進める姿勢を示した。



### ミャンマーの道路事情



ヤンゴン～マンダレー間(380マイル)の高速道路

同高速道路は、当初片側4車線を計画していたが、MOTからの早期開通の要請で暫定片側2車線で開通。路側には、歩行者、牛などが頻繁に往来する。道路の舗装状況は芳しくなく、手抜き工事が多く至る所でひび割れ等が放置されている。アスファルト舗装に必要な重油を輸入に依存するため、大半がセメント舗装になっており、水たまりが出来やすく、1層分のアスファルト舗装を検討している。

同高速道路の改修工事を、米国が支援していく方針であることがわかった。ミャンマーのテイン・セイン大統領は本年5月20日に米国を訪問し、オバマ大統領との会談で同支援の約束を取り付けた。訪問後の記者会見では、オバマ大統領自ら改修工事への援助を明言した。設計や施工に大きな欠陥があったとされ、年間約100件の交通事故が発生している。



RFID 式と思われるETC は5 料金所で整備されているが、一般には未開放で、レーンを閉鎖



Manual 徴収の料金所  
交通量が僅少で、渋滞は一切なし



高速道路にできた亀裂  
軟弱地盤への対策をせずに施工



電力供給が不安定な信号機



信号のマニュアル制御のための建物で  
警察官が常駐している



国会議事堂前 片側8車線計16車線道路  
ジャンボジェットの離着陸も可能。

14

(出典：ITS-J 2013 年度第三回コミュニティプラザ)



## 高速道路で多発する交通事故

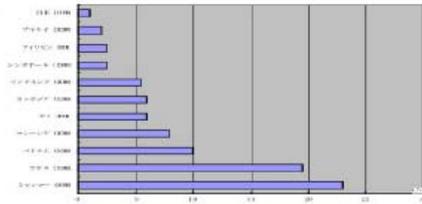


図-1 ASEAN 諸国と日本の車両保有 1万台当たりの交通事故死亡者数 (出典：GRSP 東京会議資料から算出)



2009年3月に“正式”に開通した約380Kmのヤンゴン～ネイピドウ間のハイウェイは、速度違反や標識無視、その他を原因とする事故が多発している。最近では、“速度制限100Km/h”、場所によっては“制限速度80Km/h”或いは“速度違反はハイリスク (Over Speed may be highly risky)”などの看板が立てられている。

当局によると交通事故のその主な原因は、(1)ステアリング・システムの不具合、(2)ブレーキ等の整備不良、(3)車輪・タイヤの不具合、(5)飲酒及び居眠り運転といったものがあげられている。

ヤンゴンとネイピドウ間のハイウェイは公式には2009年3月25日から開通しているが、実際には2009年1月からサービスが行われていた。運輸省陸運局(Road Administration Department)が収集したデータによると、2009年3月から2010年4月までに交通事故が51件発生しており、23人が死亡、105人が負傷しているが、交通警察の資料では、2009年1月9日から2010年5月6日までの期間で、130件の事故が発生し、死者57人、負傷者204人となっている。また、この130件のうち105件は運転手の不注意が原因で、25件は技術問題だという。

(出典：ITS-J 2013 年度第三回コミュニティプラザ)

## 7. ショーケース

### 7. 1 東京ショーケースの意義

日本の技術の先進性及び統合された都市交通システムをデモンストレーションするショーケースが必要である。海外では既にアブダビが「ゼロカーボンシティ」を構築中であり、また、韓国も U-City と称して輸出前の技術 PR を既に開始している。このようなショーケースを日本でも考える場合、震災復興地域なども候補であるが、世界から注目される 2020 年東京オリンピック・パラリンピックの場で、かつオリンピック後も使えるシステムの運用を目指すことには大きな意義がある。オリンピック期間中に世界に向けて日本の技術力の高さを発信できるような、高度なデモンストレーションも考えられる。海外から来られたお客様が日本の技術力を実際に体感できるショーケースは、非常に良いセールスプロモーションになるに違いない。

東京ショーケースのイメージを示す（図 7.1.1）。

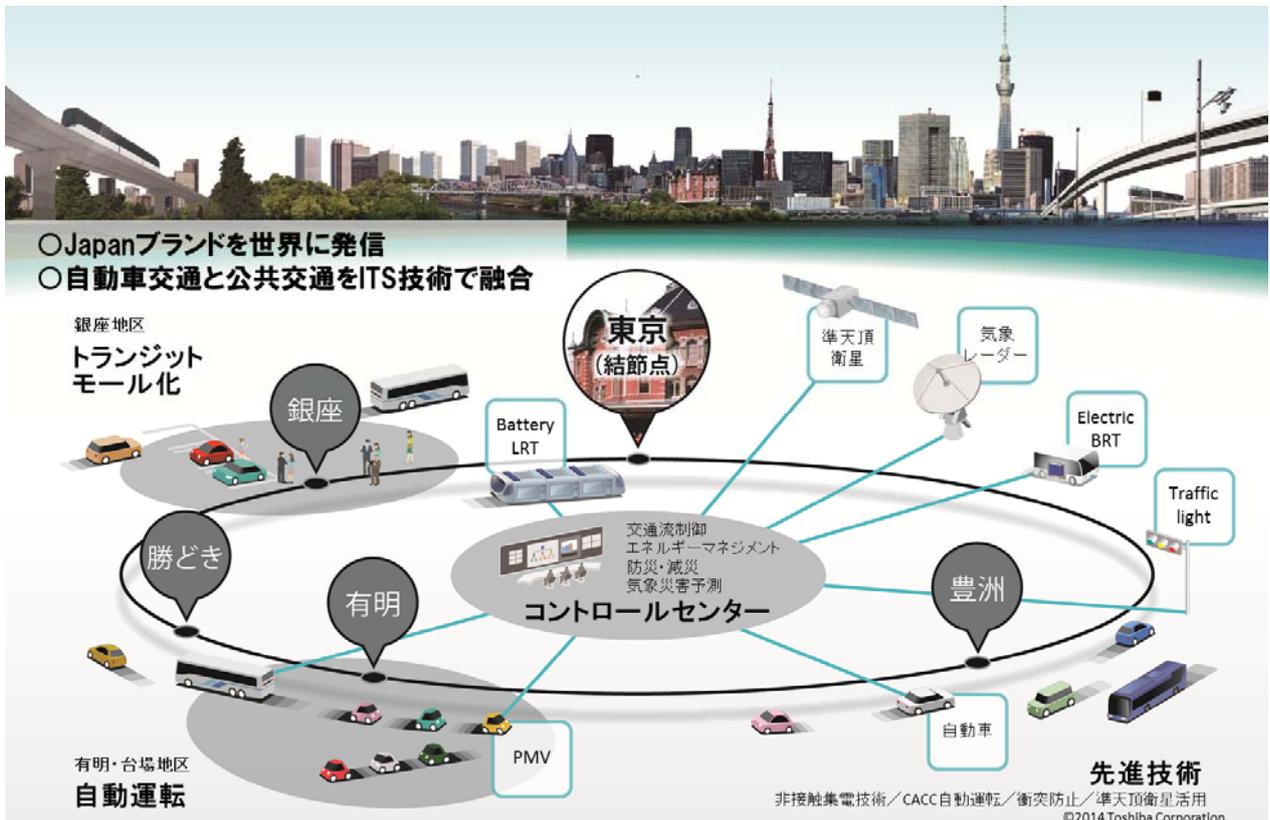


図 7.1.1 東京都心～湾岸 都市内交通システム ショーケース

## 7. 2 都市内交通の検討事例

ここに、約6年前に東京電力(株)殿と三井物産プラントシステム(株)殿が中心になり検討された資料(都心並びに臨海地域における基幹的交通システム導入に関する検討会 第2回検討会資料/平成22年1月)を紹介する。この当時、2016年開催五輪に向けて交通システムの大規模な検討がなされた。検討エリアは、新規開発および再開発が進められていて人口増加が著しい湾岸地区を対象としていた。

当該エリアの特性を踏まえて望まれる交通機関を(図7.2.1)に示す。ここで「2016年オリンピック誘致のまち」と記載のある部分を「2020年オリンピックのまち」と読み替えていただくことで、東京に新たな都市内交通網を整備することの必要性を、身近に感じていただけるはずである。

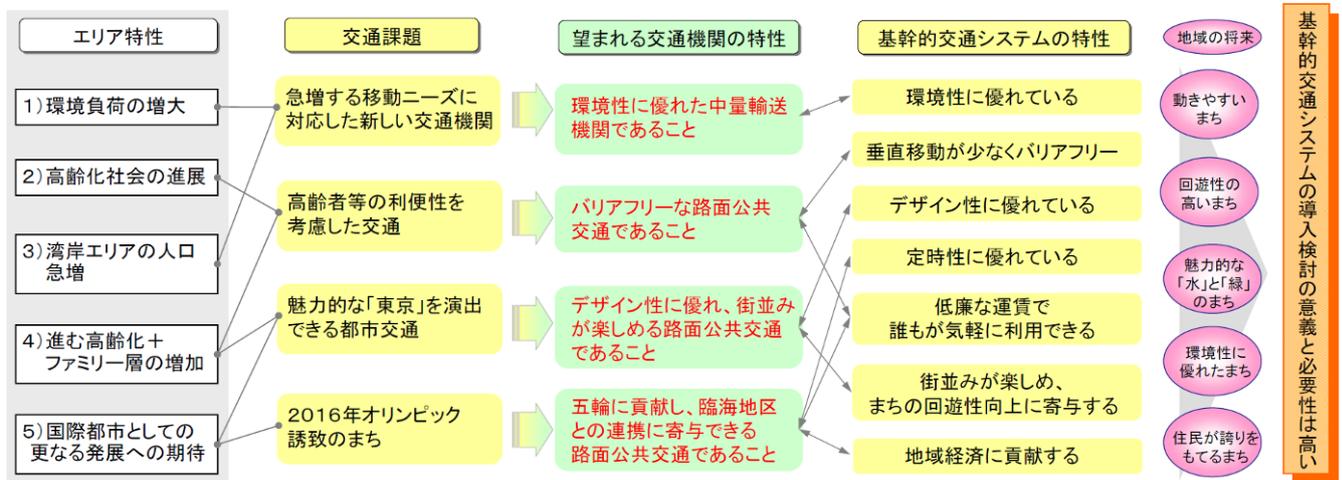


図 7.2.1 エリアに望まれる基幹的交通システム

出典：都心並びに臨海地域における基幹的交通システム導入に関する検討会（平成22年1月18日）

この時の検討された「基幹的交通システム」の実現手段としては、LRT や BRT の導入などが考えられ、計画路線と需要予測が 図 7.2.2 に示すように、かなり具体的に示された。ここでは一部トランジットモール化の案も出され、LRT や BRT の導入による自動車交通の速度低下が軽微である、との報告がなされている。特に注目したいのは単に湾岸、豊洲・銀座地区に新交通網を設置するのではなく、東京駅八重洲口をつないだ循環ルートになっている点である。

LRT、BRT の分類を図 7.2.3 に示す。当時の検討では架線付きの LRT でスタートしているが、昨今の技術高度化により高頻度充電型の非接触集電による、EV-LRT や EV-BRT などの適用も視野に入れることが可能である。このプランに「ITS JAPAN 将来ビジョンタスクフォース資料」で打ち出しているような、最新の自動車技術である自動運転や PMV などを融合できれば、大都市「TOKYO」で極めて有効に機能する「都市内交通システム」を、海外の要人に見せることが可能になる。

なお、本検討の流れで中央区が現在まで継続的に検討している、銀座～晴海間の BRT システムについても紹介しておく(図 7.2.4)。両者の利点を合わせ、区域の壁を越えて更に有益な循環ルート(例えば東京～豊洲～晴海～台場～銀座～東京)を、再度模索する必要はある。また類似のルートにゆりかもめ(新橋～豊洲)が運行されているが、利便性を考慮して東京駅を軸とした循環線とするためには、莫大な建設費が発生する上に、乗客の垂直移動による時間ロスや高齢者等への負荷についても、十分検討する必要がある。

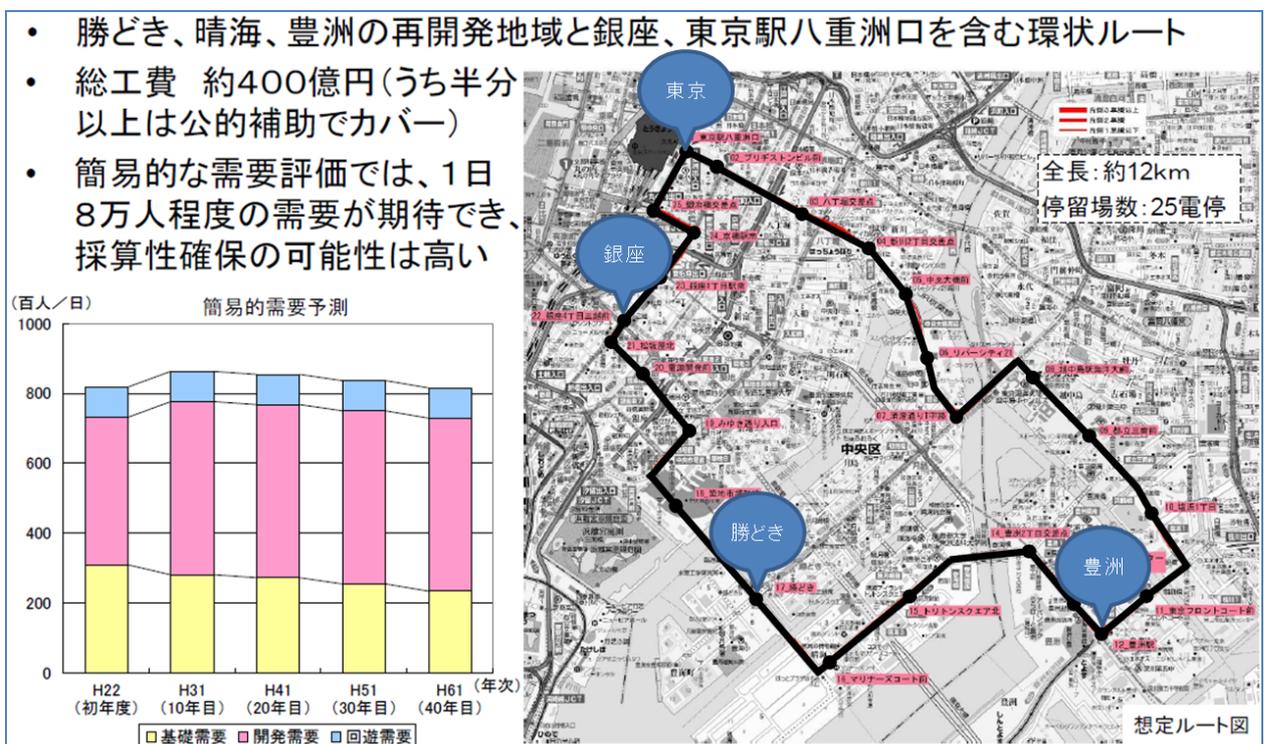


図 7.2.2 基幹的交通システム (LRT) の想定ルートと需要評価

出典：都心並びに臨海地域における基幹的交通システム導入に関する検討会 (平成 22 年 1 月 18 日)

|     | 動力源                   |  | 操舵  |
|-----|-----------------------|--|---|
|     | 原動機<br>(エネルギー種)       | エネルギー供給方式  |   |
| LRT | 電動モーター<br>(電気)        | 架線<br>    | 軌道(線路)<br><br>2本<br><br>1本(+両輪タイヤ)<br> |
|     |                       | 路面埋設溝<br> |   |
| BRT | エンジン<br>(燃料)          | 燃料タンク  | 転舵(車輪)<br>自動転舵(路面マーカー追従)<br>  |
|     | ハイブリッド(電動モーター + エンジン) |  |   |

参考文献<sup>6,12)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図 7.2.3 路面交通機関 (LRT、BRT) の分類

(出典：科学技術動向 2008 年 5 月号)

## 東京・銀座にバス専用レーン 中央区がBRT検討

2013.5.15 19:07

東京都中央区が、銀座の中心部と、マンション開発で人口が増加している臨海部を専用レーンでつなぐバス高速輸送システム(BRT)の導入を検討している。長い車体に多くの人を乗せることができ、渋滞にわずらわされず移動できるメリットがある。将来的にはさらに輸送力大きい次世代型路面電車(LRT)導入も視野に入れており、昭和40年代に廃止された銀座の路面電車の復活も夢ではない。ただ一般車両の渋滞が激しくなる恐れもある。区は都や国などと検討を進める構えだ。



中央区の人口は平成9年の約7万2千人を底に増加に転じ、今年13万人を超えた。一方、マンション開発で人口が特に増えている臨海部はバスが生活の足になっているが、マンション開発が続く中、混雑などの改善が課題だ。

区の構想では、高層マンションが立ち並ぶ晴海と銀座中心部の間の約4キロの道路に専用レーンを設けてロングサイズのバスを導入、所要時間は12分。27年度末に完成する環状2号線の一部も利用し、28年度からのBRT運行を目指す。

図 7.2.4 中央区のBRT導入検討例

(出典：msn産経ニュース <http://sankei.jp.msn.com/region/news/130515/ky13051519100007-n1.htm>)

## 8. 案件形成

本プロジェクトのメンバーからは、自らがたずさわる業務経験等に基づき、技術課題以外にも多くの課題や要望が提起されている。技術の観点のみならず、「事業・営業・制度・契約・運用」等の課題と施策についても議論を行う。

### 8. 1 案件形成時の課題

ここでは特に海外市場での受注に向けた「案件形成」フェーズを中心とした課題を記載する。これらの課題に対しては、主に「官のバックアップ」「実証試験等による早期の海外経験蓄積」が施策のポイントとしてあげられるがいずれも簡単な課題ではなく、今後更に議論を深める必要がある。

#### (1) 案件形成の下地作り (Before 活動)

案件形成フェーズ前の下地作り (準備活動、Before 活動) について、日本企業は多くの課題を抱えている。ITSに限らずインフラ輸出においては、欧州や、近年では中国・韓国の Before 活動先行により、日本企業が思ったように案件形成できなかつたり、受注にこぎ着けないケースが多いと言われている。実際、外国企業の地道な拠点作りから地域の自治体に入り込み、時間をかけた取り組みを行うことで、地場の官や企業との連携、人脈の形成、仕様や規格のスペックインなどを行っている。一方で日本企業は地道な拠点づくりの点で遅れていることもあり、前線の日本企業が1企業で対抗することが難しい状況である。

施策として例えば、日本としてターゲット地域を絞った上で、官が企業のための拠点 (ビル等の箱もの) を造る (または借り上げる) 等のハード的なサポート、大使館ルートを用いた安全情報や人脈活用をはじめとする、現地でのソフト的なサポートの加速、が考えられる。

なお、近年は政府方針もありトップ外交等の G2G による案件形成サポート事例が増えており、徐々に成果が出ていることは大変喜ばしい。ただ案件によっては、諸外国 G2G や外国企業の活動と比較して時間がかかっており、今後配慮されるべき課題と言われている。

#### (2) ニーズの把握

海外輸出において、とにかく日本と同じ感覚で (特に新興国の) ニーズを捉えることが困難であることは、実際に海外展開が進むにつれて日本企業が肌で感じ始めた。

例えば、暑いから冷房のある車両がほしい、不正乗車を防止したい、さらには都市内の電源が不安定で信号機設置が困難なので対策したい、など多様なニーズがある。またこれらは国、地域によっても異なり、画一的なシステムの提案では新興国に通用しない。このことは、日本の最新鋭の技術 (高度な交通管制、VICS、ETC、DSSS 等) をパッケージ化してそのまま持ち込むことが、(コストも含めて) ニーズの観点から困難であることを意味する。

また、インフラだからこそ、エンドユーザである住民の意識そのものを変えなければならない課題も大きい。例えば鉄道や LRT など公共交通そのものが認知されていない都市で

は、便利か否か、自分の身分に合った乗り物と感じているか、等の様々な尺度に加えて、過去の日本と同じように「車に乗ることのステータスシンボルへの欲求」があり、そもそも公共交通に乗りたくなる気持ちを住民に持ってもらえるか、を考える必要がある。この結果として、公共交通の採用について住民、地場企業、官の合意形成がなされるものであり、難しい課題である。

一般的に都市計画の一部である都市内交通の施策は、各国、各都市の都市計画マスタープランに沿ったものであるが、計画段階での効果把握はニーズも高く、他の先進国に比べても日本の技術の強みが生かされる領域と考えられる。新興国でニーズの高い精度の高いパーソナルトリップ調査の実施、都市の交通量変化を予測する統合的なシミュレーションによる施策効果の把握は、各都市のランドデザイン作成に日本が入り込む有効なツールであり、今後シミュレーション技術の向上や携帯電話等による人流捕捉の技術を向上させて、日本の強み技術にすべきである。

### (3) マスタープランの注力ポイント

国や地域によって、また各国の経済発展段階によっても、都市マスタープランで注力されるポイントは異なる。日本国内の経験に根差した都市内交通のあるべき姿（例えば TOD= Transit Oriented Development）や、地球環境配慮（例えば EST=Environmentally Sustainable Transport、LCA）がポイントになる場合もあれば、とにかく目の前の渋滞を解消したい、というレベルのプランもある。特に後者のような場合、やはりマスタープランづくりの段階から入り込み、先進国としての経験を活かして国や地域の「先の先」を見越した形で、かつ日本の強み技術が評価されるようなマスタープランに持ち込む必要がある。

### (4) 新興国の財源・コストによる制約

本プロジェクトの当初の検討ターゲットは新興国への輸出であった。ただし新興国の財政力不足や、海外メーカーとのコスト勝負で勝ちきれない日本企業の実情から、以下についても検討が必要と考えられる。今後、最終報告までに更に議論を深めたい。

- ① 「新興国への政府開発援助→日本企業の受注」の方法から脱却したビジネスモデルの構築・提案が必要である。特に公共交通の導入において鉄道や LRT はイニシャルコストが高く、回収が難しいため、回収の仕組みも含めて新興国に提案できれば、訴求力が格段に高くなると思われる。
- ② 新興国のみならず、先進国や、オイルマネーを持つ中東にも範囲を拡大した案件形成も必要である。地球環境配慮やエネルギーコスト低減の観点から、都市内交通の見直しは先進国や中東諸国でも活発化が予想されること、また種々の先端技術など付加価値に対する要求もあり、コスト競争一辺倒の市場よりも日本企業として魅力がある。欧米の強豪に分け入っても、先進国や中東諸国の市場を狙うことも考えるべきである。

(5) フォーメーション

地場のニーズ吸い上げや人脈形成、仕様スペックインなど案件形成に至る過程を牽引するコンサルタントの強化や、システムの運営・管理まで面倒を見る仕組みの構築など、関係する企業のフォーメーションについても、検討が必要である。

日本で比較的海外市場に早くから出ている鉄道インフラ輸出においても、上記は日本の課題は言われており（図 8.1.1）、都市内交通の海外展開時にも当然検討しておかなければならない。コンサルタント機能強化のためにメーカーとの技術情報交換の仕組みを構築することや、都市内交通のソリューション化に関係する企業が参画する団体を形成するなど、日本として案件形成のベクトルを合わせるフォーメーションを作ることが重要である。

また、大学や学会でのつながりが案件形成に有効な国も存在しており、大学や学会のフォーメーション取り込みは必要であろう。同時に人材育成の視点も含めた人材交流は、時間はかかるものの先を見た重要な施策である。

日本勢は、有力な海外向け鉄道コンサルタント、鉄道オペレーション事業者等に不足あり。

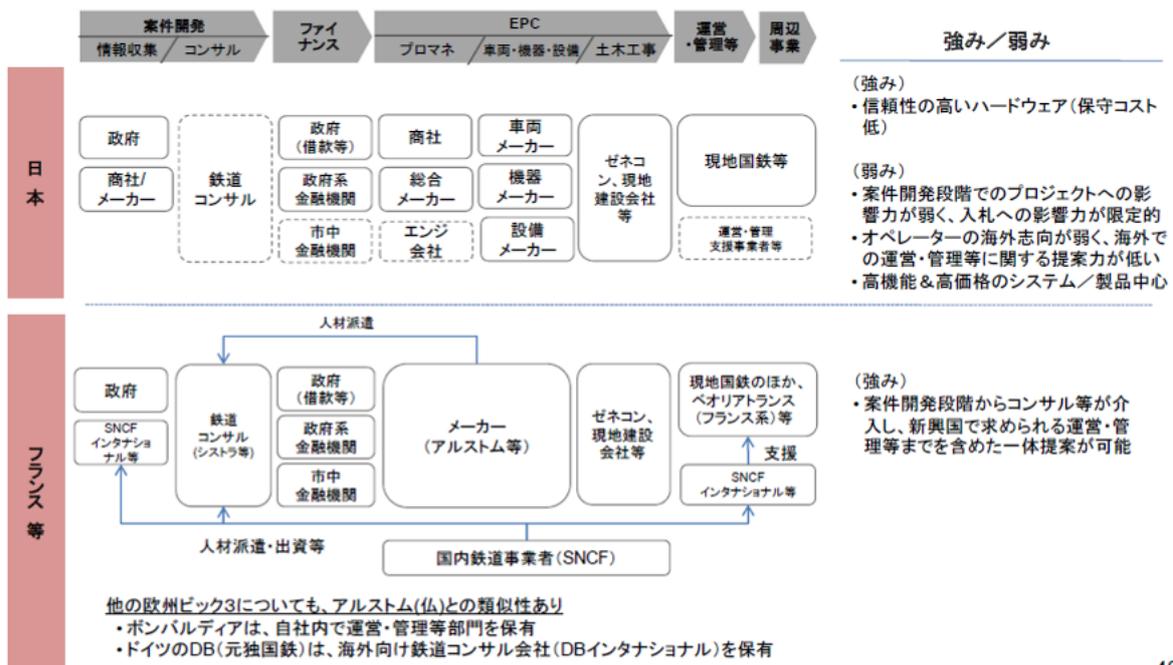


図 8.1.1 日本と海外のフォーメーション比較

出典：経済産業省産業構造審議会産業競争力部会（平成 22 年 6 月 1 日）

## 8. 2 海外水事業におけるフォーメーション事例

本プロジェクトで提案する、海外進出等を目的とした施策展開のための統合組織立上げの参考事例として、海外水ビジネスに向けて活動を行っている GWRA（海外水循環システム協議会／2008 年設立）が挙げられる。この協議会組織は、COCN 2007 年度推進テーマ「水処理と水資源の有効活用技術」で検討したメンバーを中心に設立したもので、以下に組織の概要を示す。

### （1）組織の概要

表 8.2.1 組織の概要

|        |   |
|--------|---|
| 組織名    | 一般社団法人海外水循環システム協議会<br>Global Water Recycling and Reuse System Association, Japan (GWRA)                       |
| 組織の目的  | 「海外展開のための水循環システム運営事業の基盤確立」を目的に、異業種の民間企業の団体として発足。国内外の産官学との交流による情報収集と政策提言、海外展開のためのプロジェクト形成と案件創生・推進を、事業の目的としている。 |
| 組織の活動例 | 2013 年 6 月：ベトナム「ダナン市ホアリエン上水道整備事業準備調査（PPP インフラ事業）」   |

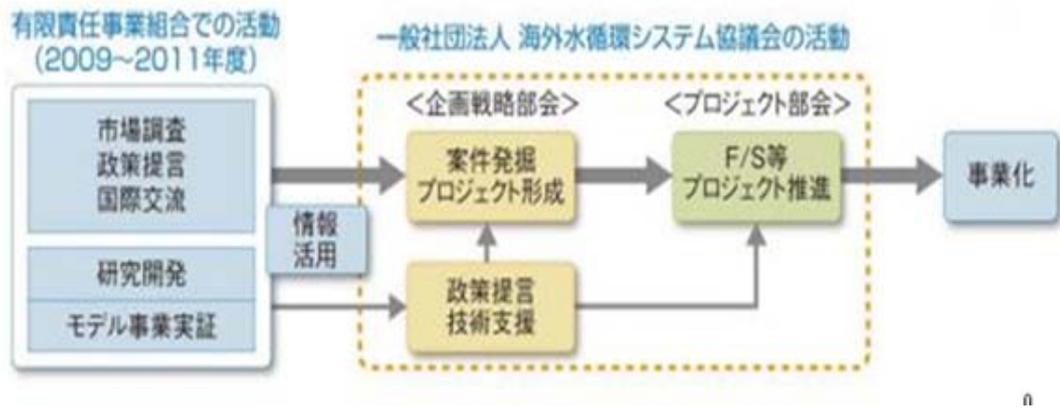


出所) GWRA, Water Plaza HP

図 8.2.1 組織のビジネス対象イメージ

## (2) 組織体の変遷

市場調査段階（～2011年度）では、有限責任事業組合（LLP）として活動し、FS等に参画しプロジェクトを推進する段階では一般社団法人化（2012年2月）している。また特定テーマを事業化するにあたり組織体の一部企業が集まり、海外水循環ソリューション技術研究組合（GWSTA）が設立されている（2010年2月）。



出典：GWRA HP

図 8.2.2 組織体の変遷

(3) 海外水ビジネス組織 GWRA の詳細分析

今回フォーメーションのベンチマークとした、水海外水ビジネス組織 GWRA の組織変化を整理したものが図 8.2.3 である。

①調査企画フェーズ

GWRA において、組織の枠組みをつくり、試運転を行う「調査企画フェーズ」では、柔軟な組織運営が可能な LLP としていた。

②事業化調査 (FS) フェーズ

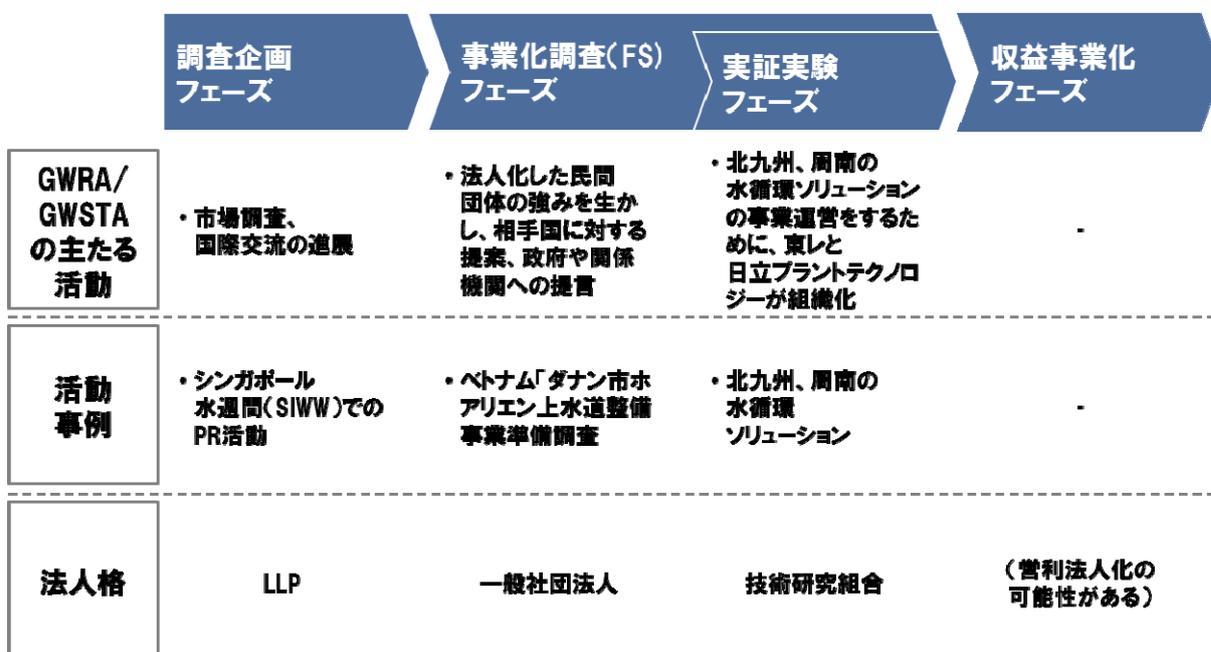
国プロ等の研究資金の活用が必要になってくる「事業化調査 (FS) フェーズ」からは、法人格を有する一般社団法人に転換している。

③実証実験フェーズ

上記②フェーズの中で具体化してきた事業について、組織メンバーの一部が集まって実証実験等を行うフェーズになると、個別の技術研究組合を設立した。

④収益事業化フェーズ

上記③での実証実験等が順調に立ち上がり、広く収益事業化の目途が立つと、いよいよ営利法人化の可能性が出てくると思われる (海外水ビジネスにおいては、現時点まだこのフェーズまでには至っていない)。



出所) GWRA, Water Plaza HP, 化学工業日報

図 8.2.3 GWRA と GWSTA にみる組織変遷の事例

次に、各フェーズで使われた組織体系（法人格）について、もう少し詳細に確認をしておく。

上記①調査企画フェーズで用いられた LLP は、図 8.2.4 に示すような特徴がある。簡便に組合員同士で事業を進める際に有効な枠組みである。一方で法人格がないため、契約主体に組織としてはなれないことが留意点となる。

| 組織の概要                     |   | 設立要件/事業推進活動の可否    |                             |
|---------------------------|---|-------------------|-----------------------------|
| 名称                        | <b>有限責任事業組合<br/>(Limited Liability Partnership)</b>   | 設立<br>必要人数        | 組合員が2人以上                    |
| 事業・<br>権利主体<br>としての<br>特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>対象事業と存続期間を定めて活動する点が特徴(株式会社化不可)</li> <li>組合として組織するため、法人格がなく(組織として権利主体になれない)例えば不動産を購入した場合は、組合員全員の共有名義となる。</li> </ul> | 設立時<br>資金         | 出資額に下限はなし<br>(1組1円で、2円以上から) |
| 組織体の<br>特徴                | <ul style="list-style-type: none"> <li>株式会社と異なり、取締役や監査役などの規定がなく組合員が同等の立場で自由に組織運営や損益分配を行える事が特徴(内部自治)</li> </ul>  | 取締                | 出資者の合意により決定                 |
| 設立<br>容易性                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>許認可申請が必要ないため、設立が容易</li> </ul>  | 監査役               |                             |
| 想定<br>される<br>メリット         | <ul style="list-style-type: none"> <li>特定の目的に対して、出資資金の過多に関わらず、組合員が平等な立場で簡便に事業を進められる事にメリットがある。</li> <li>例) 大企業と中小企業、産学連携等</li> </ul>                       | 設立<br>期間          | 書類申請後、<br>1週間程度             |
| 留意点                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>法人格がないため権利主体としてFS等の契約を結ぶことを、組織としては行えない。</li> <li>また、目的・期間を限定している上に株式会社への移行はできない。</li> </ul>                        | 担当<br>官庁<br>(根拠法) | 経済産業省<br>(有限責任事業組合契約に関する法律) |
|                           |   | 知財<br>保有          | 組合員の個別・共同保有により可能            |
|                           |   | 借入<br>補助金         | 組合員の個別手続きにより可能              |
|                           |   | 投資主体              | 組合員の個別・共同保有により可能            |

出所) 経済産業省

図 8.2.4 組織体系の一般的概念：LLP の概要

上記②事業化調査（FS）フェーズで用いられた一般社団法人は、図 8.2.5 に示すような特徴がある。この組織では法人格をもって事業を推進できるが、非営利が前提のために本格的な事業化には不向きである特徴がある。

| 組織の概要                     |   | 設立要件/事業推進活動の可否    |  |
|---------------------------|---|-------------------|--|
| 名称                        | 一般社団法人  | 設立<br>必要人数        | 組合員が2人以上   |
| 事業・<br>権利主体<br>としての<br>特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・公益事業や共益事業(組合員の共同利益)の推進を目的とした組織(株式会社化不可)</li> <li>・株式会社や、LLP等と異なり、「非営利=配当を行わない」事が前提であるため、余剰金等の分配は原則として禁止されている。</li> <li>・法人格があるため、組織として各種契約主体になりうる。</li> </ul> | 設立時<br>資金         | 不要   |
| 組織体の<br>特徴                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通常、社員総会が最高意思決定機関となり理事会が業務執行機関となる。</li> </ul>  | 理事数               | 理事会設置の場合3人以上   |
| 設立<br>容易性                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・許認可申請が必要ないため、設立が容易</li> </ul>   | 監事数               | 理事会設置の場合1人以上<br>(貸借対照表の負債の合計が200億円<br>以上の場合は別途、会計監査人が必要) |
| 想定<br>される<br>メリット         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・定めた目的の範囲内で、法人格がある組織を簡便に設立することができる。</li> </ul>   | 設立<br>期間          | 書類申請後、約1週間   |
| 留意点                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・目的外の活動は行えない。</li> <li>・株式会社への移行は行えない。</li> </ul>  | 担当<br>官庁<br>(根拠法) | 法務省<br>(一般社団法人及び一般財団法人に関する法律)                            |
|                           |   | 知財<br>保有          | 定められた目的の範囲内で可能   |
|                           |   | 借入<br>補助金         | 定められた目的の範囲内で可能   |
|                           |   | 投資主体              | 定められた目的の範囲内で可能   |

出所) 法務省、「一般社団・財団法人 設立完全マニュアル」

図 8.2.5 組織体系の一般的概念：一般社団法人概要

上記③実証実験フェーズで用いられた一般社団法人は、図 8.2.6 に示すような特徴がある。この組織は、事業化に結び付く研究開発を進める主体として適切だと考えられる。一方で設立までの手続きが煩雑な点が留意点となる。

| 組織の概要                     |   | 設立要件/事業推進活動の可否    |                                       |
|---------------------------|---|-------------------|---------------------------------------|
| 名称                        | <b>技術研究組合</b>   | 設立<br>必要人数        | 組合員が2人以上                              |
| 事業・<br>権利主体<br>としての<br>特徴 | <ul style="list-style-type: none"> <li>産業活動において利用される技術に関して、組合員が自らのために共同研究を行う相互扶助組織（非営利公益法人だが<b>株式会社化可能</b>）</li> <li><b>法人格があるため</b>、組織として各種契約主体になりうる。</li> </ul> | 設立時<br>資金         | 設立時には必要なし<br>（賦課金を組合より収集（割合は自治））      |
| 組織体の<br>特徴                | <ul style="list-style-type: none"> <li>理事、監査の人数等の設置は各組合に任せられている。</li> </ul>   | 理事数               | 出資者の合意により決定                           |
| 設立<br>容易性                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>試験研究の成果が直接利用される事業を所管する大臣への認可プロセスが必要になるため他の組織よりも手続きが煩雑</li> </ul>   | 監事数               |                                       |
| 想定<br>される<br>メリット         | <ul style="list-style-type: none"> <li>株式会社、LLCへと継続性を持って移行できるので研究開発の<b>成果が事業化しやすい</b></li> <li>法人格があるので、活動を行いやすい</li> </ul>                                       | 設立<br>期間          | 主務官庁からの認可に申請から20日程度<br>認可後2週間以内に登記が必要 |
| 留意点                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発を進めるための技術的裏付け等を示す必要があるなど、<b>設立手続きが煩雑</b>である</li> </ul>   | 担当<br>官庁<br>(根拠法) | 経済産業省<br>(技術研究組合法)                    |
|                           |   | 知財<br>保有          | 定められた目的の範囲内で可能                        |
|                           |   | 借入<br>補助金         | 定められた目的の範囲内で可能                        |
|                           |   | 投資主体              | <b>不可</b>                             |

出所) 経済産業省

図 8.2.6 組織体系の一般的概念：技術研究組合

## 9. O&M

新興国で実際にヒアリングしてみると、過去欧州メーカーは売った後のメンテに関して、対応が悪く評判も良くない。コストの観点から、システムを把握している技術者を駐在させることは不可能のため、対応窓口のみ現地に置き、簡単なものは地場で対応しているという。しかし、複雑なメンテや不具合の場合には本国から対応するため、後手に回ってしまい評判が悪くなる。まずは、壊れにくい単純な構造の製品を志向する必要がある、加えて O&M における事業者側とメーカーのコンソーシアムの形成、ローカル企業への時間をかけた教育が必要となる。ただし、今までのような O&M の作業範囲だと、ビジネスとして成立しにくいことも確かである。

またコンサルティングの観点から、おさめたシステムから蓄積されるビックデータ解析を市当局とともに進めて、都市交通の需要と供給の観点から、市当局の施策に反映できる分析結果や報告書を、例えば年単位に作成するコンサルティング業務の取り込みなどが必要となる。なお、交通需要が容量を超える予想となった場合は、容量を増加させるための改修（増強）工事の実施など、将来のビジネスの獲得にもつながる。特に、新興国では都市部に人口が集まるため、このような解析は必須といえる。

以下は、2006 年に実施された「ストックホルムの渋滞課金」の試行評価の事例を示す。

### ■分析例：ストックホルムの渋滞課金の評価

（市当局、コンサル会社、大学などのメンバによりエキスパートグループが構成）

テスト運用時の評価まとめ

- ・ 交通量が 10 から 22%削減
- ・ 旧市街地の小売業売上が 6%上昇
- ・ 1 日あたりの公共交通機関の利用者が 4 万人増加（6%）
- ・ 排ガスが 8 から 14%減少
- ・ 二酸化炭素などの温室効果ガスは旧市街地で 40%減少
- ・（事前）バス新規 197 台、新路線 16 路線、P&R 駐車場増設



図 9.1 ストックホルム市の渋滞課金の概要

(出典 : <http://www.stockholmsforsoket.se/upload/FaktabladEng050615.pdf>)

## 10. 新組織の検討

本プロジェクトでは、海外進出等における課題への対応施策として、日本企業による統合新組織の立上げを提案する。先の第8章では、海外水ビジネスに向けて活動を行っている GWRA（海外水循環システム協議会）を参考事例として示したが、これらを参考に都市交通海外展開の枠組みに適した組織について、検討を行った。

### 10.1 検討の着目ポイント

まずは組織体系の一般的な概念を考えるにあたり着目するポイントは、将来の事業化を見据えたうえで、①実証や海外展開ビジネスの可否、②法人格の保有可否に指標として組織を分類、の2点とした。

| 海外での案件獲得、国内でのショーケースづくりが可能か  | 法人格を持って各種事業活動ができるか   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• COCNIは、2015年度から国内での先進技術開発や、海外での案件組成を進める計画である。</li><li>• 東京でのショーケースづくり、海外での実証実験を経て、2020年以降に海外で案件を受注することを目的としており、その際に事業化を行うことを前提としていると想定する。</li><li>• そのため、将来的には株式会社や合同会社へと変更する可能性を見据えると想定する。</li><li>• 各種組織体が、株式会社へと変更可能かに着目する（出資比率に応じない、合同会社(LLC)も株式会社以外の選択肢)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• FSの実施や融資・補助金の受託、知財保有、事業投資など各種活動をする際には組織体として権利能力を持つ必要がある。（法人格の所有）</li><li>• 2014年以降からFSへの参加を意図しているため、各種組織体が、法人格を保有できるかに着目する</li></ul> |

図 10.1.1 検討する着目ポイントの整理

次に、将来的に株式会社への移行等も考慮に入れながら、法人格を持って各事業活動を行う上で考えておくべき、知財権保有の可否、借入・補助金受領の可否、投資主体になりうるか、等を整理したものが 図 10.1.2 である。これによれば、組織の目的と活動可能範囲を考えた場合、株式会社、LLC では事業活動を広く推進可能であるが、LLP や非営利組織では活動が限定されることがわかる。

|              |        | 法人格を持って各種事業活動ができるか             |             |        |   |                 |
|--------------|--------|--------------------------------|-------------|--------|---|-----------------|
| 主目的          |        | 株式会社への変更可否                     | 法人格の有無      | 知財保有可否 | 借入・補助金受領可否                              | 投資主体可否          |
| 営利(配当を行う)    | 株式会社   | ・株式の出資により事業を運営                 | ○           |        | ○                                       |                 |
|              | LLC    | ・特別な定めがない限り株式会社と異なり人的多数決で事業を運営 | ○           |        | ○                                       |                 |
|              | LLP    | ・限定した事業を一定期間内で出資比率に応じず柔軟に組合で運営 | ×           | ×      | △<br>(組合員の共同出資や、各組合員の手続きにより可能)          |                 |
| 非営利(配当を行わない) | 一般社団法人 | ・「公益」「共益」を追求するための事業を運営         | ×           |        | △<br>(定めた目的の範囲内<br>ただし個別案件ごとに法解釈が入る可能性) |                 |
|              | 技術研究組合 | ・相互扶助組織として産業活動に利用する技術を組合員で共同研究 | ○<br>(LLC込) |        | △<br>(定めた目的の範囲内)                        | ×               |
|              | NPO法人  | ・法が定める20分野の中での非営利活動を行う         | ×           |        | △<br>(定めた目的の範囲内<br>ただし個別案件ごとに法解釈が入る可能性) | △<br>(資金運用目的のみ) |

事業活動に制限

\*SPC(資産の流動化に関する法律による特別目的会社)は不動産の流動化による資金調達を主とした組織のため省略  
 \*\*合併事業としてのJV(Jointventure)はLLCや株式会社によって作られることが多い  
 \*\*\*任意団体は、法人格のない権利なき集団であり事業運営には不適切であると判断し省略

出典：経済産業省、法務省

図 10.1.2 組織の目的と活動可能範囲

## 10.2 都市交通への適用検討

これまで確認した海外水ビジネス組織 GWRA、GWSTA ベンチマーク結果から得られる示唆として、次のように整理した。

- 活動初期からFSの実施を進めるためには、法人格の保有が必要
- 2020年に案件を獲得する前までには、株式会社化が必要

表 10.2.1 ベンチマークからの示唆

| GWRA/GWSTA との類似点   | GWRA/GWSTA との相違点   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来的に、実証実験を踏まえて案件取得を目指すところは、GWRA/GWSTA と同様</li> <li>・ 実証実験時には、技術研究組合を組織し、将来の株式会社（または合同会社化）に備える必要がある</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ GWRA の場合、初期の市場調査や国際交流の段階では、組織としての法人格はないが、組織化が容易な LLP を利用していた。</li> <li>・ しかし、COCN は活動初期から FS や案件組成を実施する予定である。</li> <li>・ そのため、同段階から法人格を持った組織体を活用するべきではないか。</li> </ul> |

これらの示唆をベースに、都市交通海外展開の想定される時間軸（ロードマップ）を加味した結果が 図 10.2.1 である。都市交通海外展開において考えるべき論点として、新組織の活動計画（ロードマップ）のフェーズを3つに定義し、各フェーズで考えるべきポイントに対応する組織を組合せるべきと考えた。

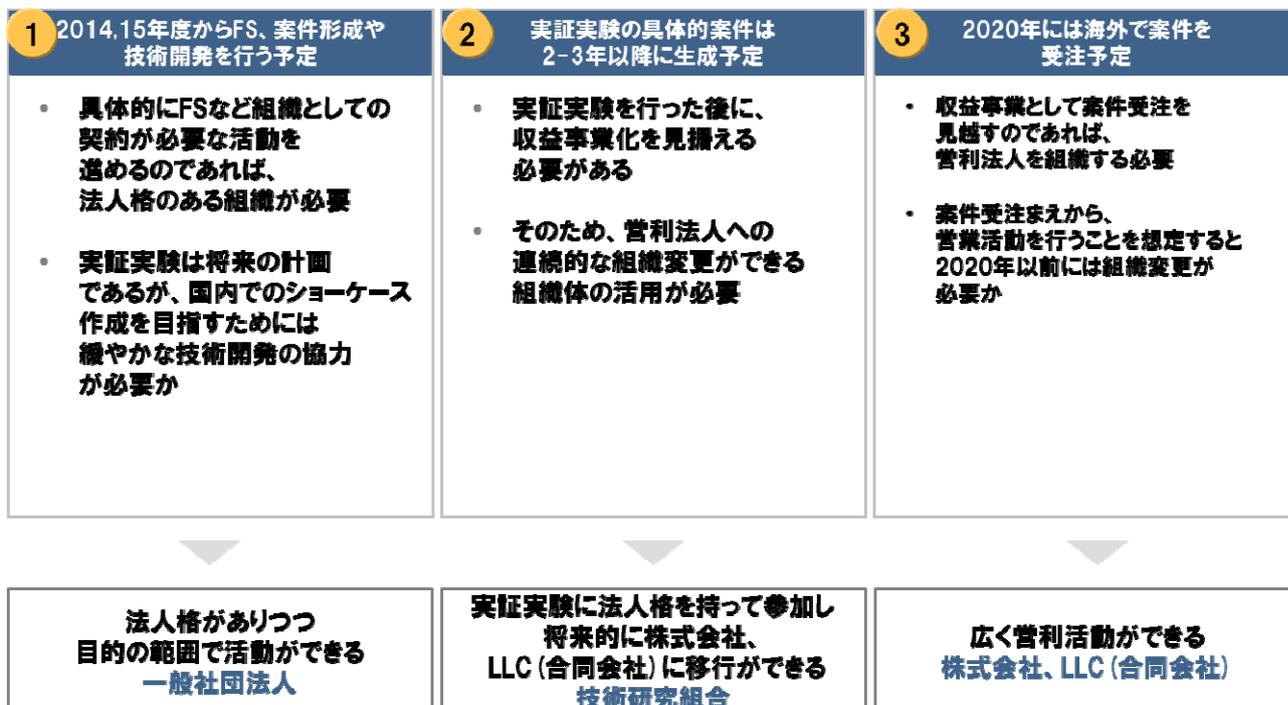


図 10.2.1 考えるべき論点と対応する法人

さらに定義したフェーズと適した組織（法人格）が時系列的にどのように変化するか、の一般化した組織変化のフローイメージを図 10.2.2 に示す。一般社団法人を基盤に、個別案件に合わせて技術研究組合を派生させていくことが特徴である。

このフローイメージに対して、都市交通海外展開のロードマップに当てはめたものを図 10.2.3 に示す。ここまでの検討結果から言えることは、FS や案件生成、事業化を見越した実証実験を早急に進めるのであれば、一般社団法人、技術研究組合の立上げが必要であると考えられる。

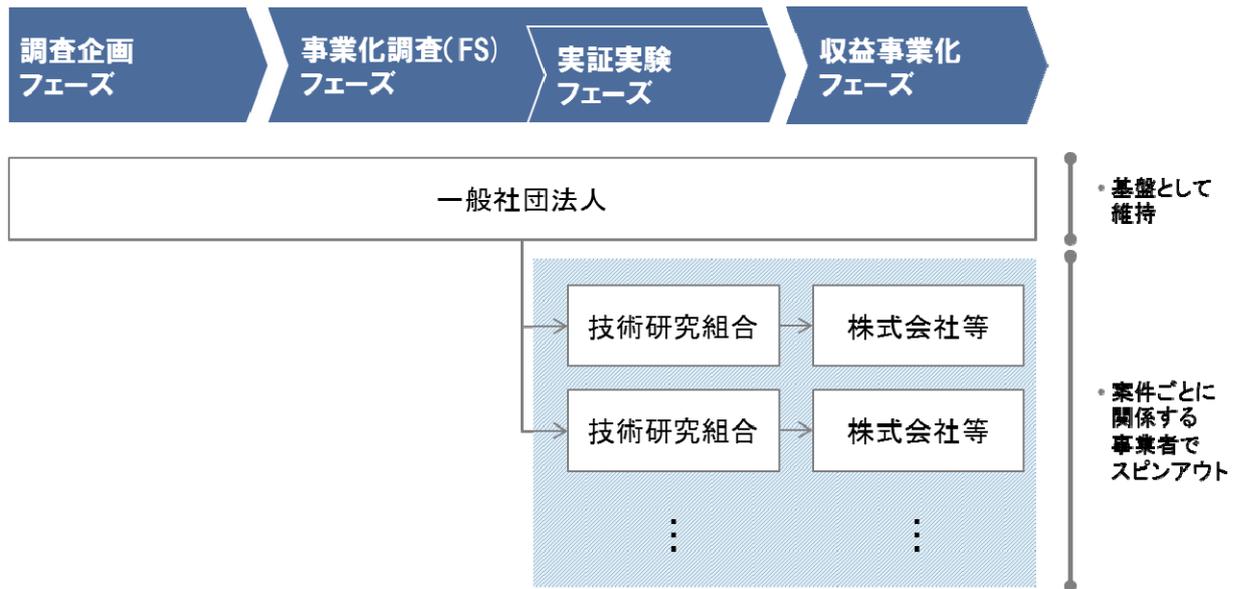


図 10.2.2 組織変化のフローイメージ図

|         |    | 調査企画フェーズ  | 事業化調査(FS)フェーズ | 実証実験フェーズ                     | 収益事業化フェーズ                            |
|---------|----|---|---------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 主な活動    | 海外 | ・FSや案件形成(トップ外交)事前活動                             |               | ・新興国での実証                     | ・都市交通丸ごと受注                           |
|         | 国内 | ・FSや先進技術開発                                      |               | ・各種工事、試験運用                   | ・東京ショーケース                            |
| 考えるべき論点 |    | ・法人格を持ちながら、FSや案件生成活動を実施しつつ、緩やかな技術協力も推進できる組織体が適切 |               | ・実証実験後に収益事業化を見越すことができる組織対が適切 | ・収益事業として案件受注を見越すのであれば、営利法人を組織することが適切 |
| 想定組織    |    | ・一般社団法人   |               | ・技術研究組合                      | ・株式会社またはLLC                          |

図 10.2.3 都市交通海外展開への応用

### 10.3 「統合新組織」フォーメーションのイメージ

これまでに検討された「統合新組織」と、個別案件に関わる各企業等との関係をイメージ化したものが、図 10.3.1 である。これは8章で議論された、鉄道事業における海外展開時の国内連合と海外連合のフォーメーション比較を行った図（図 8.1.1）に倣って作成したもの。ここでは統合新組織のフォーメーション（例）として、案件形成を担うコンサル、プロマネを担う商社や総合メーカ、納入製品の開発・製造を担う車両・機器・設備等の各担当メーカが、新組織に参画することを提案する。このフォーメーションでは、例えば次のようなメリットが挙げられる。

- ・ 案件形成に係るコンサルと、EPC を担うメーカが連携可能になることにより、提案力の向上が見込まれる。
- ・ 都市内交通インフラの運営管理を行う海外の警察や鉄道・バス事業者へのオペレーション支援について、統合新組織への警察庁や国内鉄道事業者の協力・参画が得られれば、オペレーションに関する提案力強化につながる。

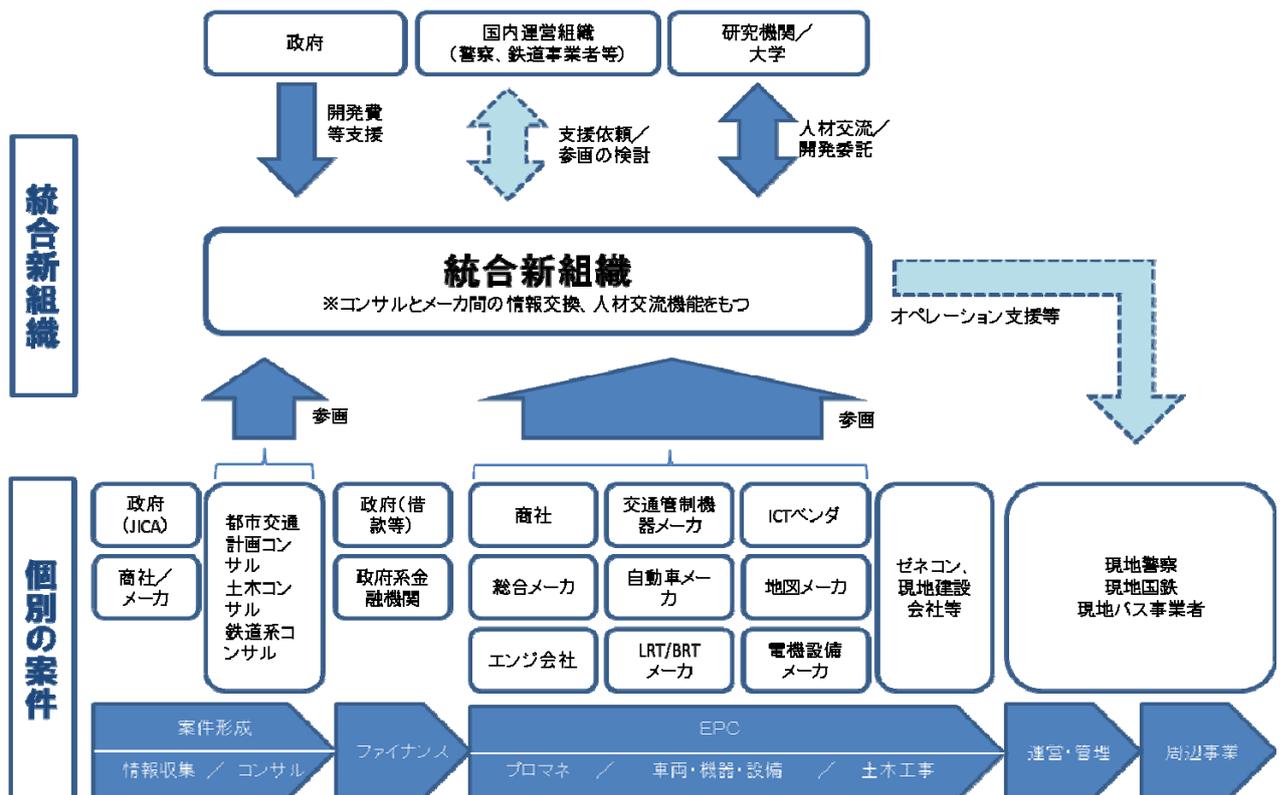


図 10.3.1 新統合組織と参画企業の関係イメージ

## 11. まとめ

### 11.1 課題と施策の方向性

プロジェクトにおける有識者へのヒアリングや会議での議論を総括すると、課題はいろいろあるが、主に下記4点に絞られる。

- (1) 日本は技術力、製品力、品質力に優れるが、ソリューション力不足のため、プライムコントラクターを獲得できない
- (2) 海外展開力が不足している
- (3) 韓国 U-City や中東マスタードール・シティのような提案のベースがない
- (4) 各企業が個別に活動していて、まとまりがない

これらの課題に対して重要と思われる施策案は、①先進技術開発、②ショーケース建設、③案件形成の強化、④O&Mによる現地での長期ビジネス化、⑤統合組織の立ち上げ、⑥その他（人材育成と規制緩和）、の6点に整理される。

#### ①先進技術開発

先進技術開発には多くの費用と期間が必要であるが、「交通データのセンシング・処理とシミュレーション技術」、「電動化と非接触集電を軸としたLRT、BRTの開発」、「高性能・長寿命型リチウムイオン電池の開発」、「高精度位置検知（準天頂衛星）を活用した自動運転による衝突防止および隊列走行」、「レーダ技術の活用による災害事前把握」、「省力化を売りにした新興国でのO&Mでの優位さ」、「その他ITS将来ビジョンで提言した技術」、などの技術開発は進めなければならない。また、これらのコア技術を各都市にとって魅力があり、かつ日本ならではのリジリエントなシステムに構築するためには、都市内交通をとりまとめる交通ネットワークのデータベース化、AHP手法を取り入れた交通容量シミュレーション技術、交通制御技術、クラウドデータ処理技術等を強化し、都市内交通をソリューション事業として纏め上げる技術を蓄積する。これにより、海外での都市内交通事業においてプライムコントラクターの地位を獲得する。

#### ②ショーケース建設

ショーケースの実現は重要な課題である。スピードとコストが要求される新興国向けには、アジア・パシフィック地域での実証が欠かせない。まず韓国、シンガポールなど都市インフラ輸出を政策として打ち出している国をベンチマークした上で、日本としても国の支援を得ながら実証に向けた枠組みを急いで立ち上げる。

先進技術を必要とする都市へ展開するためには、①項の先進技術を実際にも実証する必要がある。先進技術を用いた都市内交通システムを実証レベルにまで到達させることは容易ではないが、アブダビのマスタードール・シティ、唐山、韓国 U-City を超えた世界トップクラスの実証を国を挙げて取り組む必要がある。ショーケースは2020年東京五輪に合わせて実現させる（図11.1.1）。過去検討が行なわれたプロジェクト（図11.1.2）をベースに、自動車交通・

公共交通・PMV 自動運転システムなどを ITS 技術で融合させた、世界初のショーケースを東京湾岸地区を中心に建設する。ショーケースはフルオプションでも一部のものでも良い。また、湾岸地区での課題である移動の利便性向上に役立ち、五輪後も魅力的な街づくりに貢献するものとする。更に、できれば独立した組織で O&M が行えると理想的である。

### ③ 案件形成の強化

技術以外の視点では、営業・契約・運用などの拠点がアジア・パシフィック各国に必要と考える。例えば鉄道事業で言えば、アルストム、ボンバルディア、ジーメンスなどのビッグ 3 と呼ばれるメーカーは、長い時間と費用をかけて各国参入を果たしているが、日本企業はその特性上、個々の企業ではリスクが取りにくいいため、国を中心にした営業拠点、契約体制などができることを望んでいる。やはり案件形成には、現地ニーズの把握で地域に適した都市内交通システムを提案、合意形成していく必要がある。このためには、現地に根を下ろしたビジネス体制、官民を超えたコンソーシアムの構築、リスク分散に加え、G2G トップ外交が求められる。また併せて、遅れている関係規格の国際標準化活動や認証機関強化についても注力が必要である。

次に新興国と先進技術を必要とする国に分けた案件形成の強化施策を述べる。

#### ③-1 新興国に対して

国の経済発展段階、都市毎の課題と目標が異なることから、まずはデータのセンシング・処理、シミュレーション技術の強化により、各都市のニーズ・課題に沿って施策効果が「見える化」された提案ができる技術を確立する。更に、2018 年度を目途に特定の都市にてシンプルな実証を行ない効果の確認と PR を進める。なお、個別企業での新興国参入は容易ではないことから、日本として共通の拠点を設ける等の施策も必要である。

日本と結びつきの強い新興国のなかから、プロジェクトで絞り込んだ候補都市を表 11.1.1 に示す。今後これらの国に関する詳細な検討、必要に応じた他国のベンチマークを経て、最終的なターゲット都市を選定する必要がある。

表 11.1.1 ターゲット都市候補

| 国名      | 都市     |
|---------|--------|
| インドネシア  | ジャカルタ  |
| マレーシア   | イスカンダル |
| フィリピン   | メトロマニラ |
| タイ      | バンコク   |
| サウジアラビア | リヤド    |
| ミャンマー   | ヤンゴン   |

#### ③-2 先進技術を必要とする国や都市に対して

継続的に利益を確保し投資していくためには、技術の先進性・緻密な制御・ソリューションに価値を見出してくれる国・都市を探し出して展開していく必要がある。そのために、日本独自の準天頂衛星を用いた高精度位置検知や、フェーズドアレイ気象レーダを用いた

異常気象情報の瞬時のキャッチ、CACC 自動運転による衝突防止制御などの新技術、ならびに信号等の交通制御、EMS 制御、レジリエントな都市内交通システムの構築など、日本が得意とする緻密な技術により差別化されたモデルを構築しておくことが必要である。さらには、個々の先進技術を体感できるショーケースも欠かせない。

#### ④O&Mによる現地での長期ビジネス化

日本は各種の技術では常に先行しており、製品の品質の高さ、真摯な対応等各方面で高い評価を得ていることは周知の事実だが、製品やシステムの提供に終わっているケースが目立つ。そのため、長期的に利益を確保するためのビジネス形態の確立が急務である。従来の EPC の枠を超えた長期の O&M 契約で、現地企業と連携しながら、売り切りビジネスからの脱却が必要である。オペレーションに関しては、各交通部門で養われた高度な技術を都市内交通システムとして融合させ新興国へ輸出する。メンテナンスに関しても異常時の対応を容易にする緻密な設計思想を取り入れるなど、できるだけ簡素なシステムで構築して、メンテナンスから更新事業のサイクルを有効に廻しながら、長期的なビジネスサイクルを構成する必要がある。

今後の都市内交通システム輸出を検討する上では、O&M も含めた輸出にするという目標を明確に掲げ、官民挙げたコンソーシアムを形成して海外のビッグメカと戦うことが肝要である。

#### ⑤各企業が個別に活動していてまとまりがない

上記のような施策展開のために都市交通計画部門を含めた統合新組織を立上げる。具体的には法人格を持ちながら、FS や案件形成活動を実施しつつ緩やかな技術開発も推進できる母体として一般社団法人の設立を提案する。また、実証実験フェーズでは当該社団法人からスピンオフしたメンバー企業で技術研究組合を作り、収益事業化フェーズでは株式会社化を図る。これらの一連の流れを図 11.1.3 に示す。なお、スピードを持って活動を開始するためには、既存の組織を母体とするなどのアイデアも必要となる。

#### ⑥その他（人材育成と規制緩和）

人材育成も大きな課題である。環境問題に端を発する都市内交通の課題は今後ますます注目され、これらに関わる人材への産業界ニーズは急激に高まると想定される。日本には数多くの事業者、大学研究室、企業、独法が存在しており、個々の力を結集すれば世界で十分に戦えるはずである。都市内交通を網羅的に議論できる仕組みを構築することができれば、海外人材の採用、育成なども含めて将来へ向けた基盤づくりができるものと期待する。

都市内交通で日本が世界をリードするためには、規制緩和も重要な要素である。道路交通を管理監督する複数の省庁に対して、実証における手続きの簡素化、データのオープン化、LRT や BRT を競争力強化して海外へ展開するための条件緩和、道路信号制御における様々な規制、などの緩和をお願いしたい。具体的には安全面を含めた十分な議論が必要ではあるが、課題として本プロジェクトで提言しておきたい。

以上をまとめた総括図を図 11.1.4 に示す。



図 11.1.1 東京都心～湾岸 都市内交通システム ショーケース

- 勝どき、晴海、豊洲の再開発地域と銀座、東京駅八重洲口を含む環状ルート
- 総工費 約400億円(うち半分以上は公的補助でカバー)
- 簡易的な需要評価では、1日8万人程度の需要が期待でき、採算性確保の可能性は高い

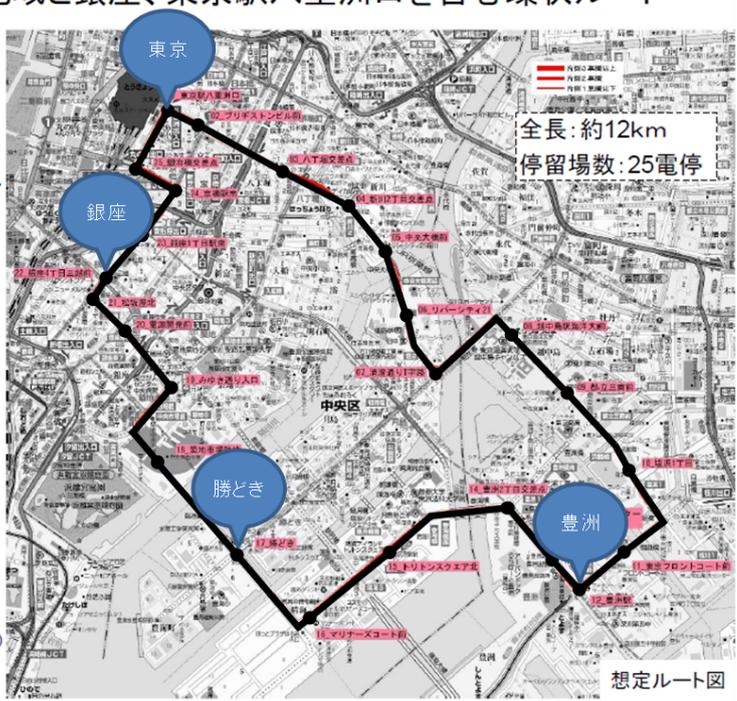
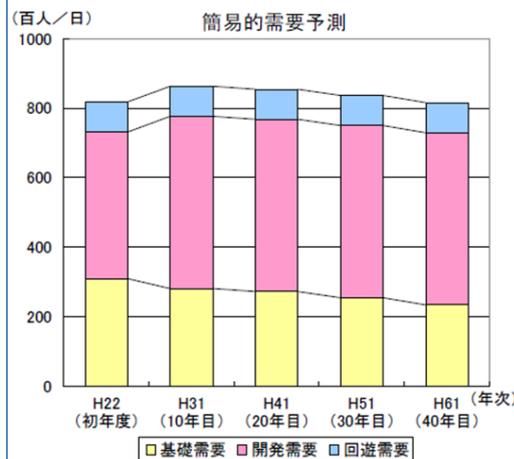


図 11.1.2 基幹的交通システム (LRT) の想定ルートと需要評価

|         |    | 調査企画<br>フェーズ  | 事業化調査(FS)<br>フェーズ | 実証実験<br>フェーズ                             | 収益事業化<br>フェーズ  |
|---------|----|---|-------------------|--|--|
| 主な活動    | 海外 | ・FSや案件形成(トップ外交)事前活動                                     |                   | ・新興国での実証                                 | ・都市交通丸ごと受注   |
|         | 国内 | ・FSや先進技術開発  |                   | ・各種工事、試験運用                               | ・東京ショーケース  |
| 考えるべき論点 |    | ・法人格を持ちながら、FSや案件生成活動を<br>実施しつつ、緩やかな技術協力も推進できる<br>組織体が適切 |                   | ・実証実験後に<br>収益事業化を<br>見越すことができる<br>組織対が適切 | ・収益事業として<br>案件受注を<br>見越すので<br>あれば、営利法人<br>を組織することが<br>適切 |
| 想定組織    |    | ・一般社団法人   |                   | ・技術研究組合                                  | ・株式会社<br>または<br>LLC                                      |

図 11.1.3 組織体の活動と変遷のイメージ

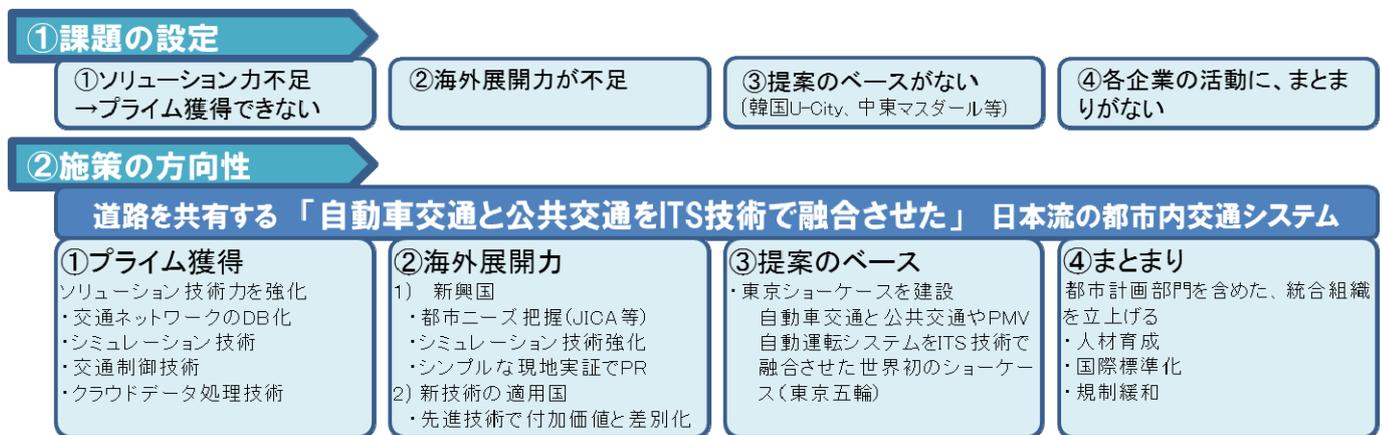


図 11.1.4 課題と施策の方向性

### 11.2 官民役割分担の明確化

官側に期待したいところは初期段階での案件形成、案件形成のためのトップ外交、ショーケース実現のための環境整備や資金援助、実証のための法規制の緩和などである。民側は大学、企業、独法などと組織運営を行い、管のアドバイスと支援を得ながら、都市内交通ソリューションの実現を目指す。関連府省への要請事項を図11.2.1に示す。

| 役割               | 官庁 | 民間 | 備考            |
|------------------|----|----|---------------|
| All-Japan 新組織立上げ | △  | ◎  | 官はアドバイザーとして参画 |
| 都市内交通 新組織運営      | △  | ◎  | 官はアドバイザーとして参画 |
| 先進技術開発           | △  | ◎  | 官は必要な資金を援助    |
| ショーケース建設         | ◎  | ○  | 官は環境整備と資金を援助  |
| 法規制緩和            | ◎  | ○  | 民で提案し官で審議     |
| 案件形成、トップ外交、他     | ◎  | ○  | 官はトップ外交       |
| 現地資金調達           | ◎  | -  | 官は必要な資金を援助    |
| 設計・製造            | -  | ◎  | 民で完結          |
| 現地調整・試験          | -  | ◎  | 民で完結          |
| O&M              | ○  | ◎  | 官はアドバイザーとして参画 |
| 人財育成             | ○  | ◎  | 官は仕組みの提供と資金援助 |

図 11.2.1 官民役割イメージ（1）

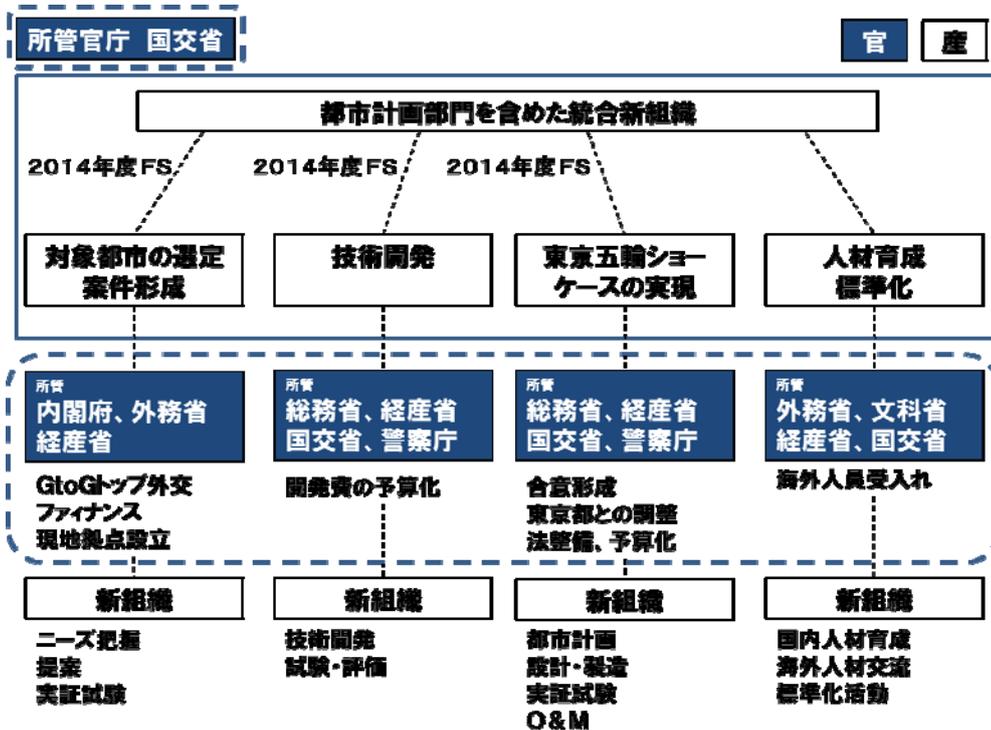


図 11.2.2 官民役割イメージ（2）

11.3 全体ロードマップ

上記の施策における想定ロードマップを表 11.3.1 に示す。

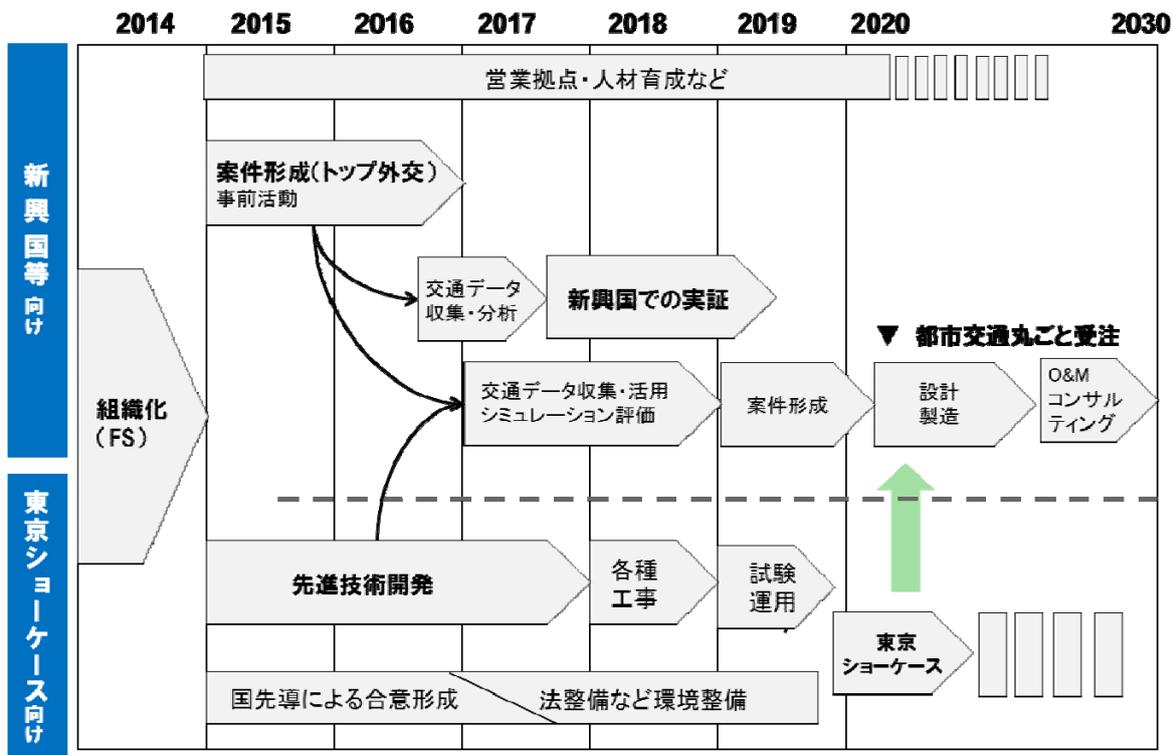


図 11.3.1 ロードマップ

#### 11.4 おわりに

多くの有識者に参画いただき、都市内交通システム海外輸出の可能性について検討を進めてきた。当該プロジェクトの志は大変大きく、自動車を中心とした ITS の最新技術、日本が EU に比べ遅れている LRT や BRT、同じ道路を共有する意味での PMV やバイク・自転車、歩行者など、大変多岐に渡る領域を議論してきた。バイク・自転車や歩行者は別の視点としても、様々な乗り物が交錯する中、最適なシステムの構築を目指して議論を深めることができた。特に ITS の領域では将来ビジョンを作りあげ、先進技術の開発に後押しされて将来像を描いているが、ITS の「T」の部分から「道路」から「都市内交通」に読み替えて、公共交通との最適なマッチング、ソリューションに展開できるよう努めてきた。幸い、「学」の代表各である先生方、関連する「独」の皆様、様々な「産」の方々のご協力を得て、ここに最終報告をまとめさせていただいた。

本プロジェクトは先にも述べたように多くの内容を含んでいるうえに、大変難しい課題もあり、今後関連する産学が一体となってスピーディに課題に取り組めるよう、官の皆様にも強力なご支援を賜りたくお願いしたい。

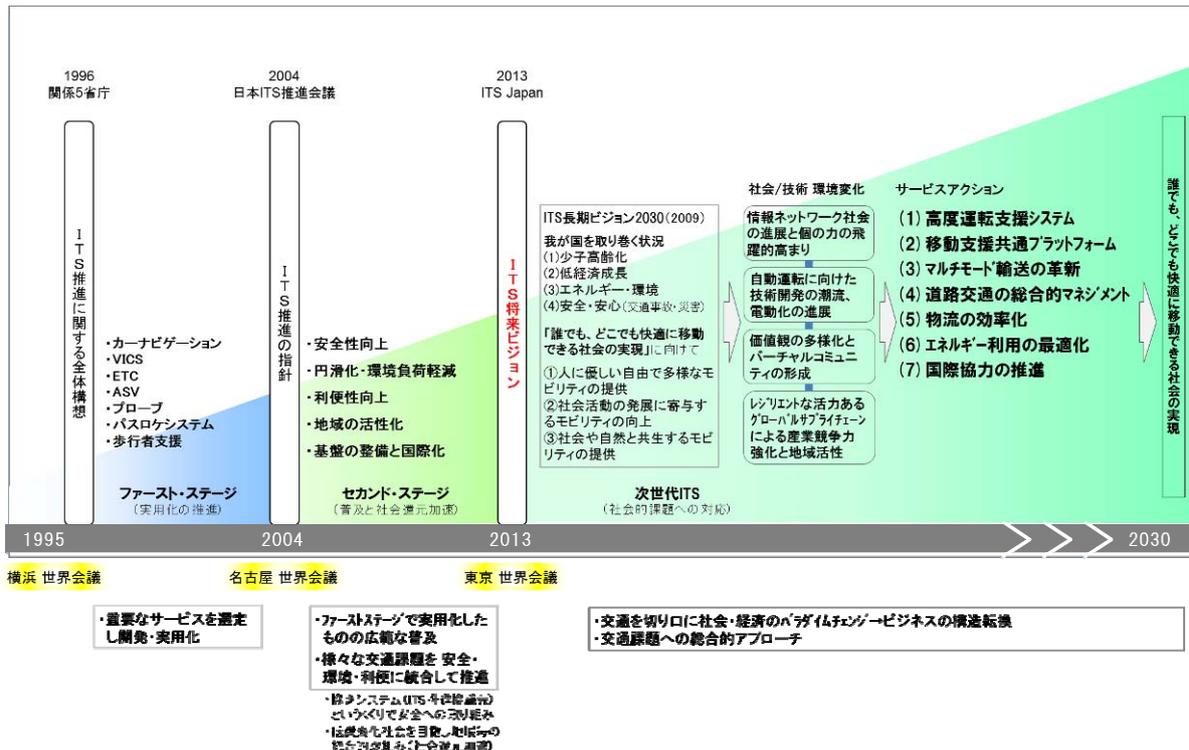
ロードマップに示したように、2020 年に向けた最先端の東京ショーケースを構築し、日本の都市内交通の実力を世界に示すことが出来れば、産業競争力強化と JAPAN is BACK の実現が可能になると確信できる。そのためには既存の組織を母体とした自動車交通と公共交通および都市交通計画部門を融合した新組織を早急に立ち上げる必要があることを提言した。

最後になりましたが、プロジェクトメンバー、アドバイザおよびヒアリングをさせていただいた方々、および COCN 事務局の皆様に深く感謝申し上げます。

以上

## 付録. ITS JAPANにおける将来ビジョン

図付.1 にロードマップを示す。2030年に求められる交通社会を想定し、直近の3から5年の間に必要となる6つの技術開発と関連する国際協力の推進に関して俯瞰する。また以降に、「ITSによる未来創造の提言（2013年10月／ITS Japan）」から2030年に実現・展開すべきITSサービスについて、代表的な部分を抜粋した。



図付.1 ロードマップ

### ■2030年に求められる交通社会 (第2章より引用)

約20年後となる2030年、我々は、「誰でも、どこでも快適に移動できる社会」を実現することを目指す。これは、現在の交通課題や社会課題を解消するとともに、自由で多様、より豊かな個人のライフスタイル、都市・地域や、グローバルに展開する活発な社会・経済活動を支える交通社会である。また、予知しえない制御不可能な自然災害などにおいても、被害を最小とし、社会や自然と共生し、安全・安心な暮らしを実現する交通社会である。

2030年の交通社会では、①人に優しい自由で多様なモビリティ、②社会活動の発展に寄与するモビリティ、③社会や自然と共生するモビリティが実現する。

#### ①人に優しい自由で多様なモビリティの提供

2030年には、地方都市や中山間部のモビリティが飛躍的に向上し、自家用車の利用に頼らずとも、高齢者から子供まで誰もが自由に地域内を移動、必要に応じて中核都市へのアクセスが可能な時代となる。広域に点在しているために生じていた教育、文化、経済活動への参

加のための距離のバリアをなくすことができる。高齢者や子供を含め、あらゆる市民は、自分の意思によって、出発時間や経路を決定し移動することで、社会活動への主体的な参加が可能となる。これにより、地域活動や就業、就学への意欲も高まり、誰もが充足した日常生活を送ることが可能となる。

これまで大都市に集積していた、経済活動、教育、医療などの重要な都市機能は、地方都市にも分散・配置され、情報通信技術の進展による遠隔教育や遠隔医療などの利用も広まり、全国どこにいても、均一に高度な公的サービス、民間サービスを楽しむことが可能となる。人々は、地理的な制約を受けずに大都市から中山間地域まで自分の趣向にあった地域を自由に選択し、親しいコミュニティと共存しながら生活できるようになる。その結果、大都市部に集中していた人口や商業施設も地方部に分散し、地方部での快適な生活が日本のライフスタイルの新たな標準として一般化、世界で最も暮らしやすい国として高齢化が進む世界各国の先導事例として注目を浴びる。

## ②社会活動の発展に寄与するモビリティの向上

現代の経済発展では、企業がより安価な原材料を求め、より高品質で安価なサービスや製品を提供し、より大きな市場を求めて、活動範囲を拡大してきた。人々は、より質の高い製品やサービス、より高度な教育、医療、を求めて生活圏を拡大してきた。すなわち、社会の発展とモビリティの拡大は表裏一体の関係にある。今後も、安全、環境、エネルギー消費などの課題を克服して、持続的にモビリティを向上させ、社会・経済の発展を支えていく。

2030年の社会では、都市内交通では鉄道やバスなどの公共交通と自転車、自家用車、小型パーソナルモビリティなどの個別交通を、また、貨物輸送では自動車、鉄道、船舶、航空機などマルチモード交通を組み合わせる。そして、輸送効率と利便性を向上するとともに環境負荷やエネルギー消費を最小化するためのIT技術を活用したより高度な総合的最適運用が実現する。さらに、疲労などに起因する認知・判断・操作ミスから発生する事故なども未然に防止し、安全で確実な交通を提供する。このように、交通システムが社会活動、経済活動を支える基盤として大きな役割を担う。例えば、我が国の経済活動の中軸をなす東名阪の輸送では、トラック、鉄道、内航海運が相互に補完しながら最適な輸送手段を提供し、トラック輸送でも自動隊列走行が荷の起終点を直結する利便性と鉄道並みの効率を両立して新たな輸送体系を確立する。

このような効率的で信頼性の高い物資の輸送は、情報・物流のネットワーク化とタイムリーな戦略判断を支援する情報システムの構築により、グローバルに展開されたサプライチェーンに広がり、産業の国際競争力が飛躍的に向上する。また、輸送の所要時間の短縮とコスト低減により拠点立地の自由度が増し、これまで産業が集積していなかった地域や既存の産業が衰退した地域などにおいても生産活動や商業活動が可能となり、新たな地域構造、国土構造が形成される。

さらに、日本国内のみならず、急速な経済発展を遂げている国・地域においても、より高効率で、安全、環境・エネルギー負荷の少ない交通が、社会・経済活動を支えることとなる。

### ③社会や自然と共生するモビリティの提供

都市建設、道路や鉄道のインフラ整備、そして、そこで営まれる社会活動はいずれも自然環境に何らかの負の影響を与えるものである。2030年には、自然環境の保全と社会の持続的発展を両立させるための技術と社会の仕組みが確立している。

また、東日本大震災は、地震および津波により甚大な被害をもたらした。将来も、人知では予知・制御が不可能な自然現象による災害や社会的なリスクが予想される。そこで、このような困難かつ不可避な事態が発生することを受け入れ、速やかに立ち直り生活再建や事業活動の継続が可能なレジリエントな体制が構築されている。日常生活から災害時まで、人々の生活を支え、相互に助け合う社会は、情報通信ネットワークの発達により地域内に留まらず、ビジネスや趣味のコミュニティなど様々な人のつながりから醸成される。さらに、様々な情報が地域社会の中で共有・交換され、公的支援のみならず、地域内での自助・共助が生まれる社会となる。

また、災害や様々な社会混乱に直面した住民が迅速・適切に移動、避難することが可能なモビリティが提供され、物資や食料が不足した地域に対して、様々な物資を不足地域の住民のリクエストに応じて即座に提供する仕組みが実現される。

## ■今後、実現・展開すべきITSサービス（第3章より引用）

### ①高度運転支援システムによる交通事故ゼロ・渋滞ゼロ

交通事故の死者数は減少を続けているが、減少は鈍化し事故形態の構成が変化してきている。事故死者の約半数が歩行中・自転車乗車中の高齢者であり、生活道路で発生した事故の比率が高まっている。従来の幹線道路や高速道路を中心とした全国一律の対策に加えて、これまで体系的な取り組みが進んでいなかった地域の生活圏の実情に即した原因分析と対策を地域主体で体系的に進めることが必要になっている。技術面でも、これまで自動車対自動車の事故対策に有効な技術の開発が中心であったが、今後は、歩行者、自転車、鉄道車両などを対象とした新たな技術の開発が必要である。

ITS分野では、車両の安全装備の充実を図ってきており（自律型安全運転支援）、協調型運転支援も世界に先駆けて実用化した。今後は、これらを車車間通信や歩行者・自転車の通信を含めて融合し、さらに隊列自動運転システムの開発などで確立した要素技術を織り込んだ高度安全運転支援システムの実用化と普及に注力する。この技術は、安全に加えて、大局的な交通流の円滑化にも寄与するものである。交通が整流化することによる交通容量の拡大や、道路ネットワークの時空間的な利用の最適化により交通の偏りを解消し、渋滞の解消、環境負荷低減に貢献する。

### ②移動支援情報プラットフォーム活用による効果的課題の解決

ネットワーク社会の進展がもたらした社会の変化は、個人の力の発揮の機会拡大やコミュニティ・基礎自治体の役割の拡大であった。こうした力を活用した情報基盤（移動支援情報プラットフォーム）を構築することにより地域に根ざした交通課題解決や都市交通の低炭素化などグローバルな課題解決にITS技術を効果的に活用できるようにする。

官民それぞれが保有している交通関連情報をデジタル化・標準化して二次利用する環境を整備する。住民サービスや災害対応の主体である市町村がこれらの情報に容易にアクセスし、併せて提供されるデジタル地図などの情報活用ツールを利用してきめ細かな情報提供をタイムリーに行うことができるようにする。

さらに、CO2 排出量の定量評価に基づく都市交通の低炭素化の推進など公共目的での活用や革新的なビジネスの展開が進展することを支援する。

### ③都市のモビリティを支えるマルチモード輸送の革新

多様化する都市・地域の機能、そして、高齢者から子供まで様々な世代のライフスタイル・コミュニケーションの欲求に応える社会を支えるため、誰もがいつでもどこにでも快適に移動できるモビリティを実現する。

わが国の大都市では公共交通が整備されており公共交通の分担率が高い。しかし、混雑する公共交通を乗り継いでの移動は、高齢者や小さな子供連れにとっては負荷が高く、door-to-door の移動が可能で道路空間に制約のある大都市でも利用可能な超小型電気自動車のような移動手段が必要である。大都市型の公共交通と個別交通の最適な組み合わせ利用を支援する新たな移動手段と情報システムを提供する。

数十万人規模の中核都市では、自家用自動車への依存度が高く通勤時を中心に渋滞が深刻である。一方、昼間は交通需要がそれほど大きくなく居住地区や商業施設・公共施設が郊外に分散するため、従来型の公共交通を追加整備することは困難である。そこで、既存の公共交通と自家用自動車交通をパークアンドライドや新たな運行形態で組み合わせた総合交通体系を構築し、運用管理と利用者への情報提供システムを構築し利用を促進する。

交通需要密度の低い地方部では、オンディマンドバスや乗り合いタクシーなど多様な運行方式を組み合わせ、すべての住民の最低限のモビリティを公共的交通手段で確保する。高齢になっても本人の意思で移動し社会活動に継続的に参加できるよう、高度運転支援機能を備えた小型車両の実用化を推進する。

都市交通システムの理念・グランドデザインを描いたうえで、輸送手段の構成要素、情報システムの構成要素を定め、多様な都市のニーズやライフスタイルに応える交通システムを構築する。これを実現するため、次世代技術を活用した移動体の普及、ICT 技術を活用した次世代 ITS の導入、効率的な交通・物流インフラの整備、さらには、市民および企業の自主活動の推進、法整備と政策の実行といった複合的なアプローチを推進する。

### ④道路交通の総合的なマネジメント

経済活動や生活を支える道路インフラは、あらゆる状況下で継続的に安全に走行できる環境を維持しなければならない。財源に制約がある中でこれを実現するために、基礎的な道路インフラの整備を行った上で、ITS 技術を活用した合理的経路選択により交通需要を分散して、交通流の整流化や道路の実質交通容量を拡大する。

災害時には、観測装置や走行車両からのデータを集約して避難誘導や緊急車両の通行路確保を行い、救援物資輸送ルートを的確に案内する。

## ⑤物流の効率化

近年のサプライチェーンのグローバル化は著しく、我が国の産業においても、世界中の様々な地域から部品を調達し製品を組み上げることが日常的に行われている。グローバルにネットワーク化した調達・生産・販売ネットワークを駆使して費用・時間・中間在庫を削減し、需要や価格の変動や社会情勢に即応する能力が産業競争力の鍵を握るようになってきた。もはや、国内の工業生産高に着目して経済成長をとらえるのではなく、柔軟で情勢変化にシなやかに対応する情報と物流のネットワークを構築し、世界に向けて新たな価値を創造する拠点づくりを目指さなければならない。

我々の生活においても、物流は単なる運搬手段という位置づけを超え、インターネットショッピングや料金決済と一体となった即日配送により購買形態を変化させ、結果として多様なライフスタイルを支える重要な要素となった。

企業活動において、物流のグローバル化、ネットショッピングなど商流と融合した物流ネットワーク構築、災害時も事業継続が可能なレジリエントなサプライチェーン構築などに ITS 技術を活用し、企業活動の生産性を飛躍的に高め、国際競争力を向上させる。そして、多様なライフスタイルの実現を支え、自分らしさの発揮を支えるサービスを提供する。

## ⑥エネルギー利用の最適化

地球規模での地球温暖化対策とエネルギーの安定的確保が重要課題となっており、エネルギー源の多様化、自然エネルギーを活用した分散発電、エネルギー自給率の向上などの対策が進められている。

運輸部門は、日本全体の約 20%、自動車が運輸部門の 90% 近くの CO2 を排出しており、地球温暖化対策に関する京都議定書の目標達成計画に基づき対策を進め効果を上げてきた。しかし、厳しさを増すエネルギー供給を巡る環境に対応するため、車両単体のエネルギー消費効率を一層高めるとともに、道路交通流改善、移動のマルチモード化、交通行動変革を統合的に推進する。

車両のエネルギー効率向上は、駆動源の電動化が大きな役割を担っており、家庭や地域のエネルギーマネジメントの構成要素として電力の需給バランス調整にも貢献する。さらに、災害時には避難場所での電力供給や交通信号機など公共インフラの緊急電源として活用できるようにする。このように、環境にやさしい車両の普及を促進するとともに、地域や家庭におけるエネルギー利用の最適化、災害対応に資する自動車の蓄電・給電機能の利用を推進する。

## ⑦国際協力の推進

これまでに述べた、高度運転支援システム、交通情報プラットフォームの構築・活用、マルチモード輸送の普及、物流の効率化、エネルギー消費の削減など、いずれもグローバルな共通課題でありシステム構築や技術の標準化において国際連携が不可欠である。ITS の実用化と普及で先行した我が国として、次世代のシステムにおいて国際協調でリーダーシップを

発揮する。

国際活動として、新興国の交通課題解決に積極的に貢献することも重要である。経済発展や生活水準向上の基盤として交通システムが重要な役割を果たすが、我が国の高度経済成長期には急速な経済成長に伴う交通需要の急増に道路交通インフラや社会システムの整備が追いつかず交通事故、大気汚染、交通渋滞など深刻な課題に直面した。これに対し道路施設の整備や教育・取り締まりなどの人対策、そして、ITS の導入という技術革新により対処してきた。

現在、世界経済の成長をリードしている新興国では、急速な経済成長と大都市への集中により日本の高度成長期よりも難しい交通課題に直面している。世界が一つのグローバル経済へ融合する中で、これらの国々と共に持続的な発展を続けるためには、いわば、数十年前に課題を先取りし克服してきた我が国の経験を活かして課題解決に貢献することが必要である。しかし、我が国と同様の時系列的プロセスを踏む訳ではない。既に先進の情報システムは新興国においても活用されており、むしろ、既存の仕組みが構築されていないため、日本よりも早いペースで新技術の活用が進んでいる面もある。また、都市ごとに歴史や風土など社会的背景や発展段階に違いがある。そこで、単純に日本で実績のあるシステムを輸出するのではなく、現地のパートナーとなる企業の人材の育成を行いながら、現地の実情にあわせたシステムを提案することが肝要である。

産業競争力懇談会（COCN）

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 〒100-8280

日本生命丸の内ビル（株式会社日立製作所内）

Tel : 03-4564-2382 Fax : 03-4564-2159

E-mail : cocn.office.aj@hitachi.com

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

事務局長 中塚隆雄