

- 鉄道一般
- 車両
- 軌道
- 構造物
- 防災
- 電力
- 信号通信情報
- 材料
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

# 鉄道の未来像を描く

研究開発は常に未来志向です。研究開発を進めるのに少なくとも1～2年、プロジェクトだと5年単位の時間が経ってしまいます。ようやく研究成果を生み出したところで、時代が変わって既に必要とされなくなってしまったのでは研究開発の意味がありません。

鉄道総研では未来予測のための調査を継続的に行っています。そこで、2015年の年頭にあたり、今世紀中頃の未来の社会のイメージと、そこで活躍している鉄道システムの姿を描きます。この未来像の実現には、鉄道界全体の大きな努力が必要となることは言うまでもありませんが、鉄道総研ではそうした動きに技術で貢献していきたいと考えています。



**青木 俊幸**  
Toshiyuki Aoki  
企画室  
室長  
【専門分野】 建築計画,  
旅客流動



**武藤 雅威**  
Masai Muto  
企画室  
戦略調査課  
課長  
【専門分野】 交通計画,  
交通経済

## 21世紀中期の社会のイメージ

世界経済のグローバル化の急速な進展が近年の世界を変容させてきた原動力で、新興国の経済規模の拡大という勢は継続していると予測できます。世界全体の人口については、さまざまな見方がありますが、21世紀の後半に80～100億人のピークに達して以降は漸減すると考えられています。その内訳では、いわゆる先進国は全体としては微減で、新興国とこれから新興国になろうとしている国々の比重の高まりは確実です(図1)。現在、経済規模を示すGDP(国内総生産)とエネルギー使用量との相関は高く、このまま成長を続け、こうした多くの人々が豊

かな生活をおくるには膨大なエネルギーが必要となってきます。

交通の側面からみたとき、20世紀から交通の有様を大きく変えた自動車は、世界中で現在の11億台から20億台以上になるとも予測されていますが、化石燃料の産出には今後ますます大きな努力と経費が必要になってきます。同時に航空機も燃料費が著しく増大してきます。そして仮に資源が従来通りに入手できたとしても、大量に使用すると気候変動が増大してしまうことになります(図2)。

したがって、エネルギーや地球環境の制約からこれまでのトレンドを単純に伸ばした将来予測はできなくなり、

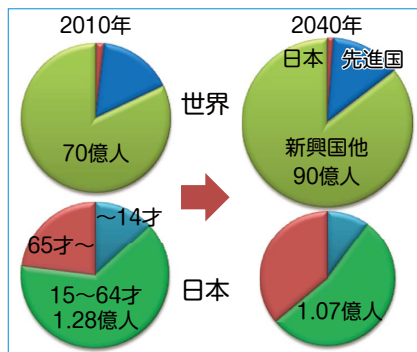


図1 人口の予測

[World Population Prospects (2012), 国立社会保障・人口問題研究所]



図2 世界のCO2, 自動車, 航空の予測 (2010年ごろを1.0)

[CO2実績] International Energy Agency  
[CO2予測] (公財)地球環境産業技術研究機構  
[自動車実績] (一財)日本自動車工業会  
[自動車予測] (一財)日本エネルギー経済研究所  
[航空] (一財)日本航空機開発協会

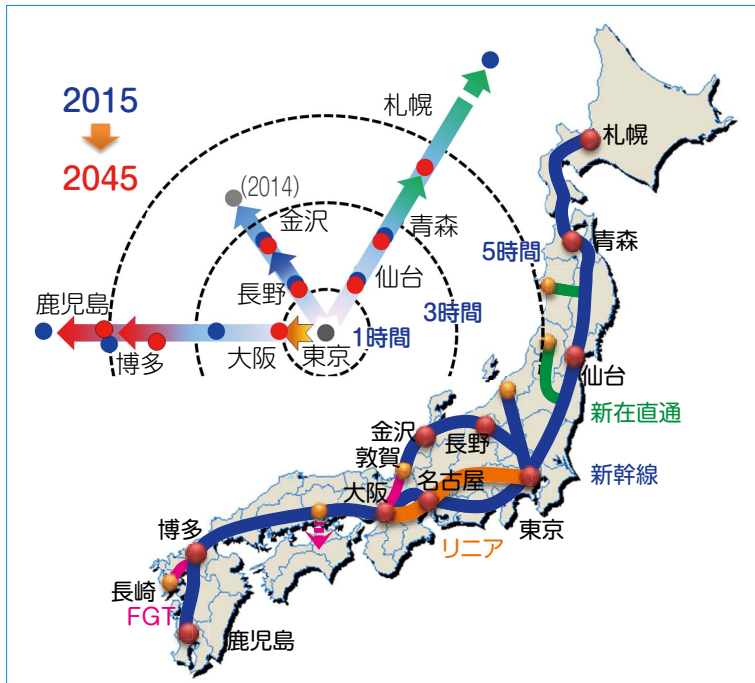


図3 ハイパーレールネットワーク21世紀中頃の高速鉄道網

特に交通の面ではエネルギー性能の良い鉄道が先進国、新興国を問わずに重要なポジションを担うことが考えられます。

日本ではこうした状況に加えて人口の縮小と高齢化が急激に進みます(図1)。これらを背景に、日本の都市や地域の構造が大きく変化していくことが予測できます。

このような社会の変化を背景に、ここではさまざまな場面での鉄道の将来を、新年号らしく夢を交えて点描していきます。

なお、本稿のコラムではそれぞれの場面での未来像を実現していくのに必要となる技術を「キーテクノロジー」として列挙します。

### ハイパーレールネットワーク —大都市間高速鉄道網—

日本の骨格を形成する高速鉄道ネットワークを進化させるプロジェクトが、今からおよそ30年後に一区切りを迎える予定となっています。名古屋までの先行開業で経験を重ねたリニアが2045年に大阪まで延伸し、東京-大阪

間が1時間程度で結ばれます。今から50年前に所要6時間から3時間に短縮した新幹線の開業以来、再び日本人の意識と生活を大きく変えようとしています。この時点では、リニアだけではなく新幹線網も充実し、北へは2035年に札幌まで通じて、360km/hを超えるレベルの走行により4時間台で東京と結び、また、その他四国地域をはじめ各地で新たに整備計画が進むでしょう。

2022年開業の長崎ルートで初めて採用されたFGT (Free Gauge Train : 軌間可変電車) による乗り換えの不要なシステムは、東北方面の新在直通システムとあわせて地方の速達化に大きく貢献し(図3)、2025年に敦賀まで伸びた北陸新幹線でも大阪方から乗り入れる形でFGT第二弾が活躍し、さらに四国方面などとの連絡へと勢力を

#### ◇高速鉄道網のキーテクノロジー

低騒音等環境技術、軽量化・曲線通過速度・ブレーキ・集電・車内環境等車両技術、省エネルギー技術、地震対策技術



図4 EVによるカーシェアリングの社会実験

拡大する勢いを見せているでしょう。

この高速鉄道網へは当初の想定以上に航空からの転移が多く、また高速道路からも、高齢化や車離れ世代の影響も相まって、高速鉄道へのシフトがすすんでいることでしょう。

### ネットワークライナー

#### —都市間在来線輸送網—

日本の多くの地域でハイパーレールネットワークを利用可能になっていますが、そこから距離がある地域は機能向上した在来線鉄道網の出番です。

EV(電気自動車)化が進む自動車は短距離指向のパーソナルビークルとしての使い方となり(図4)、中距離以上の移動は鉄道に回帰し、それに応えハイパーレールネットワークの区間利用のほか、多様な在来線速達列車網の利便性を向上した体系が形成されているでしょう。

速度面ではネックとなっていた踏切について、安全性を向上した踏切システムにより最高速度が20~30km/h向上し、また曲線の通過速度を向上する車両技術も進化し、カーブの多い線区でも高速で駆け抜けているでしょう。

#### ◇都市間鉄道網のキーテクノロジー

曲線通過技術、踏切システム、乗り心地など車内環境技術、運行システム技術、沿線防災技術

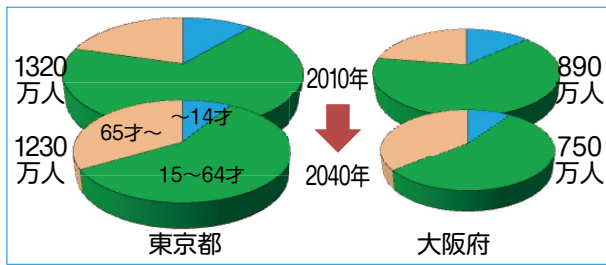


図5 大都市人口の予測  
[国立社会保障・人口問題研究所]



図6 鉄道総研で開発中のバッテリーハイブリッドLRV

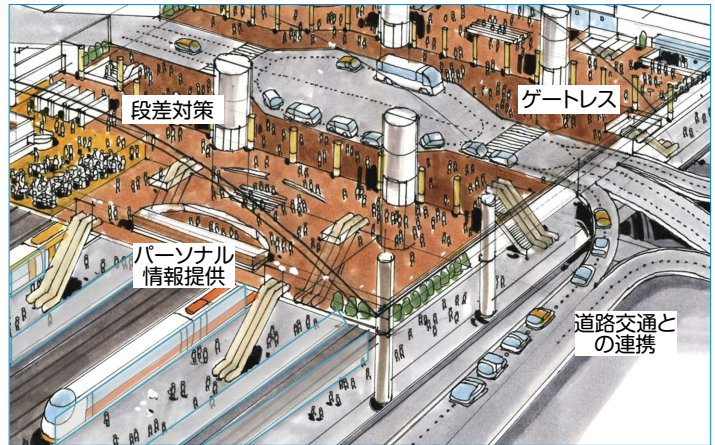


図7 未来の駅のイメージ

さらに運転速度だけでなく、旅客のデマンドに適切に対応する停車パターンの最適化と分割併合の組み合わせで、速達化や乗り換えの減少も行っています。

また、鉄道にとって最も大切な安全面では、危険な状態を車両自体が検知し事故を回避するための最適な制御を行えるように知能化した列車により、運行の安全性や地震や雨風などの自然災害に対する安全性が向上するでしょう。

一方、ゆとりのある高齢者や海外からの観光客などのニーズとして、観光用の特別列車もラインナップを増して、満足してもらおうノウハウやダイヤの調整技術が進んでいるでしょう。

## ユニバーサルレールネット

### —大都市圏内輸送—

日本全体の人口が減少するなか、大都市部では人口は微減程度ですが、高齢化の進行速度は地方以上となっています(図5)。高齢者だけでなく誰にでも使われやすい公共交通網の中心とし

◇大都市圏内輸送のキーテクノロジー  
設備メンテナンス技術、運行システム技術、省エネルギー技術、ユニバーサルデザイン化技術

て、デマンドに対応できる運行技術をもち、ユニバーサルデザインが一層拡充された鉄道網が実現しているでしょう。公共交通での一貫した移動の利便性向上のため、ドア・ツー・ドアの移動を考慮したアクセス・イグレスでは、新世代のLRVによる路面電車網が再生され(図6)、また駅やターミナルでの移動円滑化も図られ、最新のICT技術でゲートレスなシステムとなっているでしょう(図7)。

一方、人口減少により鉄道従事者についても減少は避けられませんが、設備のメンテナンスについては、より合理的な手法により効率化され、安全性は一層高まり、鉄道システムが使用しているエネルギーはもともと少ないものですが、一層の省エネルギー化も進むでしょう。

## レガシーレールの再生

### —地方交通—

これまでの車中心の都市構造からの転換が急速に進んでいて、都市施設の維持管理が困難となることと車に乗れない高齢者の増加を背景として、富山市がいち早く打ち出したコンパクトシティのコンセプトが全国にひろが

り、住宅・商業施設・生産施設が公共交通を中心として再々配置され、昭和のころのような街並みが再生されるでしょう。もちろん単純に先祖返りするわけではなく、最新のテクノロジーとソフトにより洗練された姿のスマートモールドシティとして、旧中心市街地や駅を中心にスマートな縮小がなされ(図8, 9)、LRTによる市内循環線を基軸に、サブターミナルから周辺へとバス網が再編されているでしょう。

既存鉄道網は貴重な資産を有効に使うべく、大規模な投資をかけずに設備や車両が時代の水準にあうものに再生され、燃料電池やバッテリーハイブリッドなど簡素な設備でスマートな運行がなされているでしょう。

駅設備は高齢者にも優しく、安全性を高めたうえで、エレベーターなどに頼らず平面やスロープによる移動が可能となっているでしょう。また鉄道網のない地域とはBRT (Bus Rapid Transit: 次世代型バス交通システム) による安心できる公共交通システムが

◇地方交通のキーテクノロジー  
設備メンテナンス・リニューアル技術、燃料電池車両・ハイブリッド車両技術

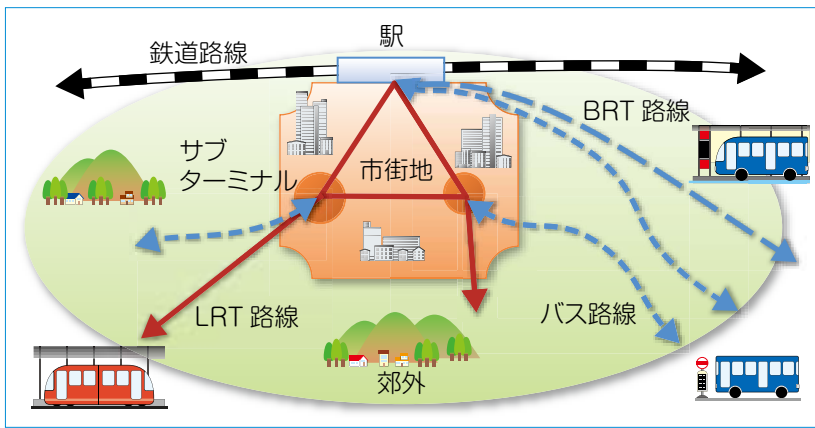


図8 スマートスモールシティのイメージ



図9 LRTの導入



図10 三陸の復興に導入されたBRT

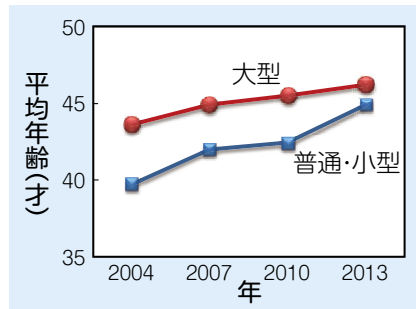


図11 トラック運転手の年齢  
[厚生労働省：賃金構造基本統計調査]



図12 日本の技術が生きる台湾高速鉄道

形成されて(図10), これらに使用するバスはバッテリーハイブリッドや水素燃料などの新世代の駆動となっているでしょう。

### 物流のメインフレームの再生

#### 一貨物輸送一

運転手の確保が一層困難となり(図11)環境面での制約もあって、トラックの長距離便は数を減らすことになるでしょう。現在でも350km以上では貨物鉄道はトラックに対し競争力が優位ですが、それが物流の中心に還り、そして旅客列車も活性化しているので、ダイヤの調整がさらに難しくなり、旅客と貨物双方に最適なダイヤ作成技術と線路を有効に使える時間を増やすため保守作業の効率化が進むで

◇貨物輸送のキーテクノロジー  
機関車・貨車車両技術, 運行システム技術, 設備リニューアル技術

しょう。さらに、貨物輸送力の向上と路線障害に備えた冗長性の確保のため、高速道路空間の活用と貨物輸送が減少していた線区を再生・強化する手法の検討も始まっていることでしょう。

### ジャパンレールシステム

#### 一国際展開一

世界的な鉄道見直しの機運はますます高まり、世界最先端であり続けるリニア・新幹線という高速鉄道システムは、先がけ的な台湾への進出後(図12), 導入される国情に適合したシステムを考慮しながらグローバルな展開を見せているでしょう。

クルマと航空の国、米国でも都市間リニアが導入され、また、成長を続けるアジアを中心に日本の鉄道システムが次々に走り出していることでしょう。この背景には地方鉄道を再生に導いた効率化の意識も貢献し、独立採算で運営し、利便性の高い、そしてなにより

安全性が際立って高い、他の国に真似のできないシステムが世界に受け入れられるのです。

### むすび

「未来予測」があまり当たらないのは、インターネットやモバイル端末が最近の代表例のように、予想もしなかったものが大きな変革をもたらすことに原因があります。「新幹線システム」も想定した以上に大きく社会を変えた一つだと考えています。

本稿では、現在想定している技術の範囲内で未来の夢をふくらませてみましたが、今取り組んでいる技術開発と、さらに現在考えてもいない、大きな変革をもたらす技術開発によって、次の100年200年後でも優れた公共交通機関として鉄道が発展・貢献し続けているよう研究開発を続けていきます。

RRR