

# 鉄道における近未来の課題と OR への要請

奥村 文直

## 1. はじめに

少子化、高齢化を始めとするわが国の将来像についての予測は、各所で公表されており、その影響の分析も行われている。

ここでは、近未来の鉄道を取り巻く種々の要因のうち、最も影響が大きく、かつ確実に訪れる少子化と高齢化をはじめとする人口問題と地球環境問題の2点を取り上げ、鉄道への影響を論ずることとする。検討の対象とした近未来は、概ね25年後の2030年前後を考えている。そして、そのような状況下で望ましいと考えられる鉄道のあり方についても言及し、さらにそのような鉄道のために要請されるORの役割について述べることとする。

## 2. 鉄道を取り巻く近未来の課題

### 2.1 日本における人口の動向（少子化、高齢化）

鉄道のみならず社会の将来を考える上で、日本の人口動態は非常に重要となる。人口の将来予測については国の研究所や大学などで様々なデータを基に行われている。ここでは、国立社会保障・人口問題研究所の予測について述べる。

図1に国立社会保障・人口問題研究所が算定した日本の将来推計人口[1]の一例を示す。ここでの人口は日本に常住する総人口（外国人含む）を対象としており、最新の予測（2006.12）においては2055年（平成67年）までを推計期間としている。手法として出生、死亡、国際人口移動に関して年齢別に仮定し、コーホート要因法を適用している。図1は死亡を中位予測（平均寿命：男=83.67年、女=90.34年）とし、出生パラメータとして高位～低位まで示したものである。

出生中位とした場合には、2030年において1億1,522万人となる。基本となる2005年（平成17年）

時点では1億2,777万人であることから、約10%の人口減少が予測されている。予測時から、50年後の2055年（平成67年）では8,993万人と約30%の人口減少となると考えられている。出生高位予測では、2030年で約7%の減少、2055年で約25%の減少である。最も出生が少なかった場合の低位予測では、2030年で約12%、2055年で約35%の人口減少である。いずれの場合においても2055年には1億人を大きく割ることが予測されており、現在の状況とは都市内の人口分布など大きく社会情勢が変化していることが考えられる。また、今回の議論の対象としている2030年には概ね7～12%の人口減少と予測されており、これを念頭においた鉄道の未来を検討する必要がある。

図2には年齢3区分別人口の推移（出生中位、死亡中位）を示す。年少人口は1955年から減少しており、1965～1976年位には若干増加および横ばいになったものの、その後再び減少している。将来予測においても減少し続けることが考えられ、2030年では2005年に対して約37%の減少と予測される。さらに2055年には現在の約57%と大幅に減ると考えられており、2055年のみならず、その後50年以上にわたり日本の生産年齢人口等などに影響を与えることから大きな問題となる。鉄道をはじめとし社会基盤等に最も大きな影響を与えると考えられる生産年齢人口については、1955年から1995年くらいまでは大幅に増加してきた。しかし、1995年ごろをピークに減少に転じ、現在に至るまで大幅に減少している。将来予測としても、減少傾向は回避できず、2030年には約20%の減少（対2005年）、2055年には約45%の減少（対2005年）となっており、年少人口ほどではないものの、大きな人口減少と考えられている。これに対して、老年人口は1955年から一貫して増加傾向にある。将来についても増加傾向が続き2030年には約42%の増加となり、2042年にピークを迎え減少し、2055年には概ね2030年と同程度となる。この結果を基に年少・生産年齢・老年人口の比率を考えると、生産年齢人口の大幅な減少、老年人口の増加をうけ、2005年には年少：生産

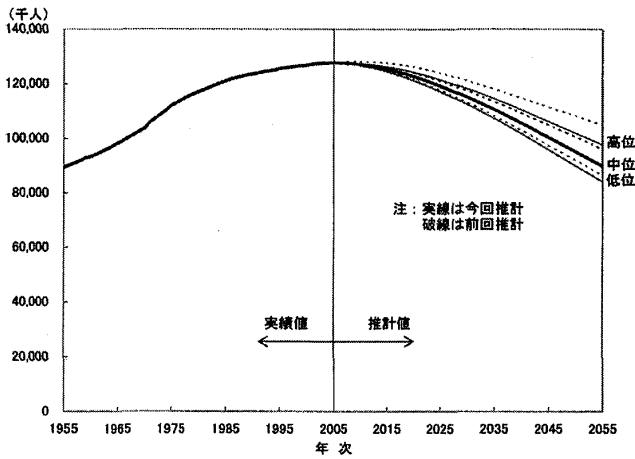


図1 総人口の推移

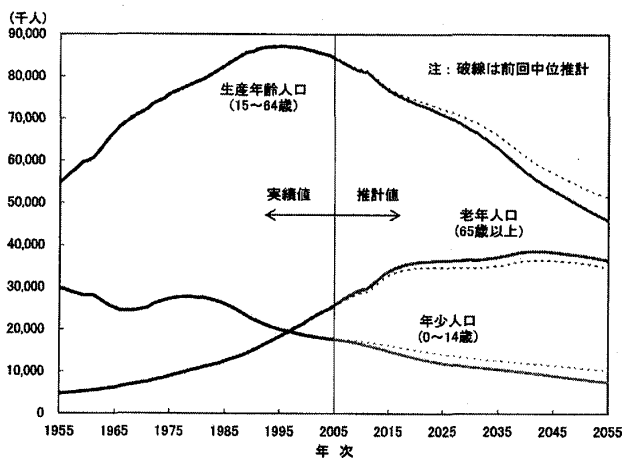


図2 年齢3区分別人口の推移

年齢：老年が13.8：66.1：20.2であったものが、2030年では9.7：58.5：31.8となり、2055年にいたっては8.4：51.1：40.5と生産年齢人口と老年人口がほぼ同等レベルにまで近づいており、人口の40%が老年（65歳以上）となることが推定されている。

図3にはこれらの結果を整理した人口ピラミッドを示す。2005年を見ると第1次、2次のベビーブームの影響から凹凸が多く、30歳前後と60歳前後の2つのピークがあることがわかる。これが2030年になるとそれぞれのベビーブーム世代が高齢化し、2005年の凹凸が若干は差が小さくなっているもののそのままシフトしていることがわかる。特に第1次ベビーブーム世代が80歳前後となり、高齢化の要因となっている。2055年にもなると大きく様変わりし、第2次ベビーブーム世代の高齢化と、出生が継続的に低下していくことを反映した形状になっている。

これらの結果をまとめると下記のことがわかる。

1) 日本における人口は今後減少し続けると考えら

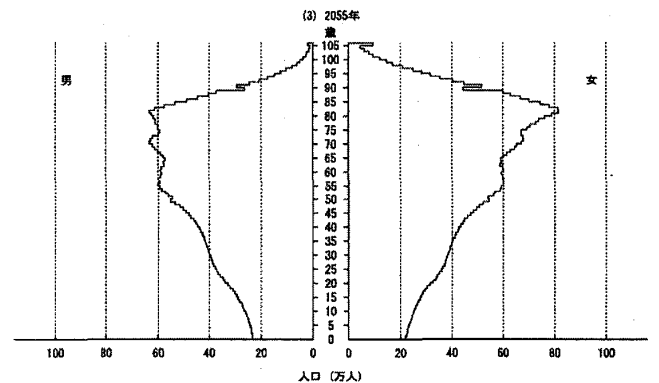
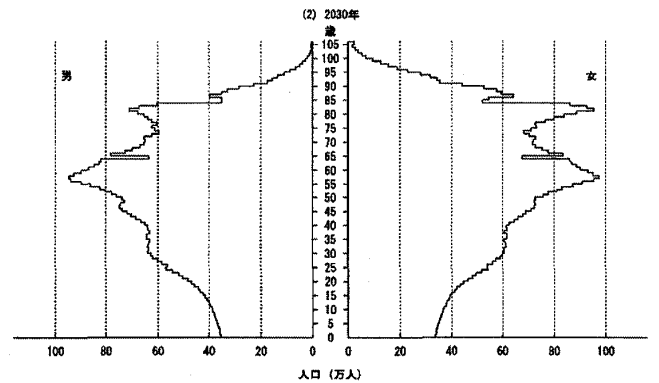
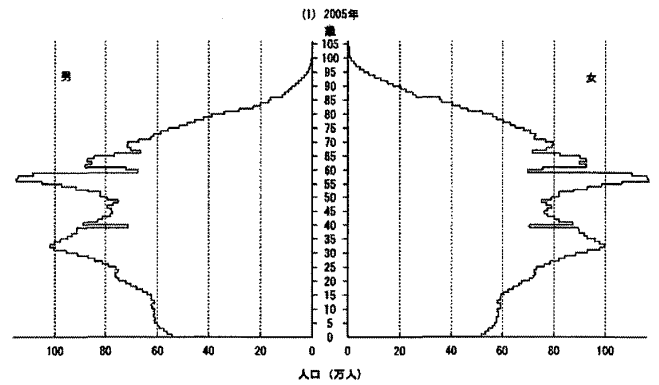


図3 人口ピラミッドの変化：出生中位（死亡中位）推計

れ、2030年においては7~16%程度の人口減少（対2005年）になると予測される。50年後（2055年）については更に進み30%（対2005年）を超える減少も予測されている。

2) 年齢構成については生産年齢人口の減少が大きく、2030年には20%程度（対2005年）の減少となり、総人口における割合も60%を切ると考えられている。2055年には生産年齢人口は総人口の約50%となり、老年人口は40%を占めるようになる。

以上のことから、年少人口減少に関する問題、生産年齢人口比率の減少、老年人口比率の増加が、これからの日本の鉄道を考える上で重要になるとと思われる。

表1 エネルギー起源 CO<sub>2</sub> に関する対策 (運輸部門)

省 CO <sub>2</sub> 型交通システムのデザイン	省 CO <sub>2</sub> 型物流体系の形成
<ul style="list-style-type: none"> <li>■公共交通機関の利用促進                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・LRT等の公共交通機関の整備</li> <li>・乗り継ぎ改善、シームレス化など</li> </ul> </li> <li>■環境に配慮した自動車使用の促進                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・アイドリングストップ、エコドライブ</li> </ul> </li> <li>■円滑な道路交通を実現する体系                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・交通流の円滑化による実行燃費改善</li> <li>・連続立体交差化</li> <li>・高度道路交通システム(ITS)の推進</li> </ul> </li> <li>■環境的に持続可能な交通(EST)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■荷主と物流事業者の協働による省 CO<sub>2</sub> 化の推進                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーダルシフト・トラック輸送の効率化支援</li> <li>・物流分野の CO<sub>2</sub> 排出量算出のためのガイドライン策定</li> </ul> </li> <li>■モーダルシフト、トラック輸送の効率化等物流の効率化の推進                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車輸送から内航海運や鉄道への輸送転換、貨物鉄道の利便性向上</li> <li>・トラック輸送の一層の効率化、国際貨物輸送のためのインフラ整備</li> </ul> </li> </ul>
各運輸機関の対策・施策 (機器単位の対策)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆自動車                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・トップランナー基準適合車の拡大・普及</li> <li>・燃費性能の優れた自動車の普及</li> <li>・クリーンエネルギー自動車の普及</li> <li>・大型トラックの走行速度の抑制</li> <li>・環境に配慮した自動車使用の促進</li> <li>・サルファーフリー燃料の導入</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆鉄道                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・高エネルギー効率車両導入の促進</li> </ul> </li> <li>◆船舶                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・モーダルシフト対応、新技術導入船舶の普及</li> </ul> </li> <li>◆航空                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・高エネルギー効率航空機材導入の促進</li> </ul> </li> </ul>

## 2.2 地球温暖化

地球環境問題が顕在化していく中、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 国連組織「気候変動に関する政府間パネル」) の報告書によると、地球の平均気温は上昇傾向にあり、20世紀末に比べ21世紀末の平均気温上昇は1.1~6.4℃と予測されており、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因であることが明言されている。また、温暖化の影響と考えられる海面上昇や異常気象の発生も認められている。したがって、温室効果ガスの増加による地球温暖化は確実に進行しており、人類にとって温暖化防止への取り組みは必須であると考えられる。

京都議定書の第1約束期間が終了する2012年までに、顕著なCO<sub>2</sub>排出量の削減を期待するのは難しいと思われる。しかし、2030~2050年を見据え、脱温暖化社会あるいは低炭素社会を目指した取り組みが重要である。

京都議定書目標達成計画[2]に示された温室効果ガスの排出削減対策・施策において、エネルギー起源CO<sub>2</sub>に関する対策のうち運輸部門に関わる内容を表1に簡単にまとめた。CO<sub>2</sub>排出量の大半を自動車が占めているため、道路交通の対策がメインになっているが、省CO<sub>2</sub>型交通システムを構築するために、鉄道や船舶の利用を促進する内容になっている。鉄道分野の対策として、高エネルギー効率車両導入の促進が挙げられている。

近年の鉄道事業者による環境への取り組みの例を紹介する。JR東日本では、省エネルギー車両の導入などにより、単位輸送量あたりの列車運転用消費エネルギーは1990年度の20.6MJ/車キロから、2005年度には17.6MJ/車キロまで削減されている[3]。またJR東海の新幹線電車では、初代0系の電力消費量を100としたときにN700系では68まで省エネルギー

化が進んでいる[4]。また、JR貨物では積極的にモーダルシフトを推進している[5]。

環境省の戦略的研究プロジェクトとして、「脱温暖化2050プロジェクト」が2004年度から開始され、前期3年間、後期2年間の予定で2008年度まで行われる。前期の成果をまとめた報告書[6]が2007年2月に公表された。このプロジェクトでは、2050年の日本において、主要な温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>を1990年に比べて70%削減するような低炭素社会を実現させることが可能かどうかを検討している。低炭素社会とは、「低炭素排出で安定した気候のもとで豊かで持続可能な社会」を意味する。70%削減を検討の対象にした理由は次のようである。気温上昇を2℃以下に抑えるには、大気中の温室効果ガスの濃度を475ppm以下にする必要があり、そのためには世界全体で温室効果ガス排出量を1990年比で50%以下に削減しなければならない。一人あたりの排出量が多い日本ではそれ以上の70%程度の削減が求められる可能性がある。

このような状況にあって、他の交通機関に比べ環境負荷の小さい鉄道の果たす役割への期待はこれまで以上に大きくなっていくと予測される。今後、環境調和型の交通システムを構築していくにあたり、他の交通機関との連携などを含め、鉄道システムのあり方が見直される可能性も考えられる。

## 3. 鉄道への影響

### 3.1 基本的に想定される影響

以上にまとめたものに若干の他の視点を加えて整理すると、鉄道の社会的役割に重大な影響を与えると考えられる基本的な要因は以下ようになる。

- ・利用者 (特に通勤, 通学者) の減少
- ・高齢利用者の増加
- ・労働人口の減少

- ・ 労働生産性向上
- ・ 省エネルギー化
- ・ 異常気象による災害の増加

このような影響から導かれる鉄道の基本的な未来像は以下ようになる。

今後、少子化・高齢化の進行により人口減少社会へと移行することにより、交通全体として利用者が減少するため、通勤、通学の定期利用者が減少する。しかし、一方で、高齢化の進行により高齢利用者が増加する。このため、さらなるバリアフリー化や交通機関の乗り換え利便性向上を図るためのシームレス化、結節点フラット化の要求が高まる。

人口減少は都市や地方の形態にも影響を及ぼし、より利便性の高い都市部への人口の集中や、地方における過疎化を助長することにより、JR および中小民鉄のローカル線では利用者減少により、経営が困難となる。

また、人口減少により労働人口は減少するが、労働生産性の向上により労働者1人あたりの実質所得は増加する。

地球温暖化の進行により、鉄道に対しては今以上に省エネルギー化・高効率化が求められる。また、温暖化の影響で、大規模な台風や大雨あるいは少雨などの異常気象が多発し、それに伴う洪水、土砂崩壊などの災害が増加する。そのため、災害に強い鉄道システムが求められる。

### 3.2 鉄道にとって望ましい方向

将来予測のうち、鉄道にとって望ましい要因を整理すると以下ようになる。

- ・ 公共交通モビリティの向上
- ・ 都市内交通の整備
- ・ 旅客輸送の高品位化
- ・ 航空機から鉄道への利用転換
- ・ 高度情報技術・ロボット技術の導入
- ・ 高齢高所得者・価値観の多様化に対応

これらの望ましい要因から導かれる鉄道にとって望ましいストーリーは以下ようになる。

温暖化防止のために公共交通機関である鉄道利用が促進されるとともに、高齢者の利用増加に対するさらなる高齢者対策が望まれる。そのため、全国的に公共交通モビリティの向上が要求され、交通需要減少により経営が困難な中小民鉄に対しても、不採算路線の存続のために財政支援が行われる。これにより、地方の公共交通モビリティは確保される。また、都市内交通

の整備においては、バリアフリー化、結節点フラット化や高度情報技術の利用による乗り換え利便性のさらなる向上が求められ、移動時分の短縮や混雑解消など旅客輸送の高品位化への要望が高まる。また、温暖化防止の観点から、航空機から鉄道への利用転換が求められる。高速化のために新幹線鉄道網整備が拡大される。

鉄道システム全体として、高度情報技術やロボット技術などの最先端技術が利便性向上や高効率化に役立てられる。

高齢高所得者の割合が増加することも影響し、価値観の多様化がさらに進行する。これにより鉄道の利用の仕方が変化するため、これに対応した鉄道サービスの創造が求められる。

## 4. 今後の望ましい鉄道のあり方と要請される OR の役割

以上のように、未来社会の予想から鉄道への影響を整理し、基本的な方向性と鉄道にとって望ましいストーリーを導き出した。これらの考え方のほかにも、鉄道にとって悲観的なものも当然存在するが、ここでは鉄道にとって望ましいストーリーとそれを実現するために OR に要請される課題について述べる。

鉄道にとっての望ましいストーリーの確からしさを予想することはそう簡単ではない。また、国全体として、ひとつの方向を選ぶのではなく、地域や地方によって選択肢が異なることも考えられる。

現在、地方再生の成功例として語られることの多い富山市のライトレール事業は地方都市の再生のモデルケースとなりえるものであり、単なる都市内鉄道の整備だけではなく、ライトレール沿線への人口回帰を考えた都市の再創造である。日本の地方都市における交通問題は、単なるバスや鉄道の問題だけではなく、人口減少に向かう中での都市の成り立ち、あり方を問うものである。

新幹線をはじめとする基幹鉄道が維持され、鉄道にとって望ましいストーリーで地域のモビリティが確保された地方が共存する場合と、地方の大都市のみが活力を維持し続け、モビリティを失った地域や地方が周辺を形成する場合とが混在することになることも考えられる。

鉄道にとって望ましいストーリーにおいては、安全の確保を前提に、目的地までの移動過程における物理的、精神的なバリアを排除し、定時性、速達性、快適性をさらに向上させ、利用者が移動手段として選択し

たくなるような使いやすく高品位な鉄道を目指した技術開発が続けられる。

キーワードとしては、バリアフリー化に関するものとして、チケットレス、改札レス、乗り換えレス、駅までのアクセス支援、結節点フラット化などであり、高品位に関するものとして、高速化、乗り心地向上、全員着座などがあげられる。

これらの課題を解決するためにORの力が期待されている。人口減少社会の中で、地球環境問題に対応し、かつ活力ある社会を維持することを限られた財源と人的リソースで解決していくためには、いっそうの戦略的な考え方が必要になるからである。

生産年齢人口の減少を補うためには、高齢労働者や女性労働者の雇用を進める必要がある、これらの人々が通勤しやすい環境や働きやすい環境を創造していかなければならない。都市のあり方の議論から、交通施設の整備の戦略を定めれば、ORによって最適な資源の配

分方法が定まってくると考えられる。道路や鉄道、自家用車、バスやLRTなど、交通インフラと移動手段をばらばらに議論するのではなく、活力ある社会維持のための都市づくりの議論にORの力が求められており、近未来の鉄道、さらに社会のためにORが活用されていくように望まれる。

#### 参考文献

- [1] 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（平成18年12月推計），2006.
- [2] 地球温暖化対策推進本部：京都議定書目標達成計画，H17.4.28.
- [3] JR東日本グループ 社会環境報告書2006.
- [4] JR東海・環境報告書2006.
- [5] JR貨物 社会・環境報告書2006.
- [6] 森口祐一：脱温暖化に向けた近未来の交通システム，環境省地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム「脱温暖化社会に向けて」要旨，2005.11.16.