

社会変革の時代における鉄道の安全

正田 英介 (東京理科大学 理工学部 教授)

1. はじめに ―社会インフラを取り巻く環境の変化―

地球環境に対する社会の関心が高まる下で、安全で信頼性の高い安心な大量輸送機関としての鉄道への期待は大きい。その一方で、他の大規模システムと同様に、マスコミで取り上げられるような鉄道事故も少なくない。

システムが巨大化し、複雑化した現在の社会インフラはその安全の維持を困難なものにしている。そこで使われる機器もかつてのような性能に裕度の大きいものではなく、ヒューマンファクターも変化している。このような状況の下で鉄道の安全をどのように確保するのか、いかに私見をまとめてみた。

2. システムの安全

システムの安全には絶対というものはなく、安全は ISO の定義に従えば事故の規模とその発生確率の積で与えられるリスクをあるレベル以下に保つことで維持されとかがえられるべきである。発生確率を許容されるリスクのレベルに保つことが安全対策であり、一つの事故には複数の要因があり、また、個々の要因が事故に発展するには多くの条件が関与するので、Fault Tree によって事故の発生確率を評価し、全ての要因に配慮しながら感度の高いものから対策を講じて行くことになる。

鉄道の安全が一般のシステムと異なるのは、走行に伴う磨耗の要因が大きいことと多くの部分にヒューマンファクターへの依存度が高い点にあらう。リスクの管理にこれらをどのように反映して行くかが大きな課題である。

3. 安全を保証する仕組み

個別の製品やシステムの安全を保証する社会的な仕組みは、法的な手段で製造者や運用者などに基本的な安全維持義務を課し、その技術的な要件を技術基準や国際規格等与え、それらに対する適合性評価を国・第三者機関あるいは自らが実施して、要件を満たしていることを検証することで成り立っている。製品の流通やサービスの提供のグローバル化によってこのような社会的なルールは国際的に共通性をもつように取り決めがされ、製造者や事業者が適合性を自己宣言によって保証する流れになっている。最近では安全を担保している製品の品質をも保証するという視点から、製造や運用にかかわるシステムについてもその構成、管理や運用の規格適合性を評価・認証する方向にあり、両者を合わせて安全が確保されていると考えられる。

4. 技術の高度化・システムの複雑化

材料の進歩、エレクトロニクス技術の高度化、ソフトウェアによる制御の導入などによって鉄道を取り巻く技術も複雑になり、多くの装置はブラックボックス化している。技術の進歩が早く、インフラ型の製品の寿命との整合性が取れなくなっている点にも問題がある。IT の進展によってシステムの運転・運用が集中化され、広域的な管理が可能になっている。この結果として、システムの巨大化が進んで末端のハードウェアの状態を正確に把握し、設計に反映し、運転の管理をするのが困難になりつつある。

安全の点では、ソフトウェアの性能評価、情報ネットワークの管理、サプライチェーン全域にわたる製品情報の管理と評価、能動型のシステムのリスク評価など多くの新しい課題を生んでいる。

5. ヒューマンファクター

鉄道の場合には前節で述べた課題の多くはそれに対応する人間の問題ともなっている。完全に鉄道システムを自動化しても乗客というヒューマンファクターは除外できない。運用上のヒューマンファクターは訓練や意識改革で安全度を高められる。この活動では独立した評価チームの支援など、経営の積極的な参加が効果を挙げるとされている。危機状態での対応については問題を生じた事例が少なくないので、注意を要する。

リスク管理の視点からはヒューマンファクターも定量化して考慮する必要があるが、データ化も難しい。資格制度、研修、ピアレビューとバックアップシステムに頼らざるを得ない点がある。乗客のヒューマンファクターはむしろ要因として捉えるべきであろう。社会の変化とともに、サボタージュ、テロ、ヴァンダリズムなどへの配慮も安全の視点から無視できない。

6. 安全と安心

利用者の立場からすれば、鉄道が安全に配慮して構築され、運用されていれば、安心して使うことができる。難しいリスクを考えるよりも、国、専門機関、マスコミといった何らかの権威によって安全が保証されることが、安心に繋がるように受け止められている。本来科学的に考えれば、一つのトリップに対する一人当たりのリスクを代替手段と比較して安心の度合いが得られるわけであるが、心理的には自己の大きさや直前の他のシステムの状況などによって安心感が影響を受け、それが安全レベルと摩り替わる問題がある。自己責任制度の下では、利用者も製品やサービスの使用について選択の際にリスクを考慮する自己責任があるわけであるが、この点についての啓蒙・理解は進んでいない。

7. 情報ネットワークの活用

ITの進歩、特に無線応用・GPS・衛星通信などの拡大によって従来より遥かに多くの情報を収集・伝送して安全に役立てることが可能になった。初期の異常・故障においては振動・騒音・変色・変形・臭気などで検知できるものが多い。これらを監視することで大きな破損に発展することを防止できる。情報を精査すれば、必ずしも信頼性の高いイントラネットで送らなくても、公衆通信網を活用してコストを掛けずにリスクを低減することも可能である。一方、ヒューマンファクターの視点からは適切な情報を適切な箇所に迅速に伝えることが、安全の維持に不可欠である。モバイル機器が広く普及している状況はこのような意味では大きな進歩があるので、その活用に積極的に取り組むべきであろう。

8. おわりに ―自己責任時代の鉄道の安全―

市場の自由化の流れの中で、規制を最小限に止めて製造者・事業者・利用者の自己責任で保安を達成しようとする方向に社会は動いている。費用や便益をその枠組みの中で評価しようとするれば、鉄道安全に対しても自己責任が大きく問われることになる。関係者がそのような意識に立って安全を構築することが、喫緊の課題であるとともに、それを補完する異常・事故などのデータをフィードバックして共有する仕組みの確立が望まれる。

共通・特別セッション概要（敬称略）

<第1セッション>

ITが拓く鉄道企業のマーケット戦略と展開

〔趣旨〕

少子高齢化にともない鉄道利用者数の減少と鉄道事業の収益の低下が危惧される。一方で、団塊の世代の余暇活動の活発化や、中長期的に混雑率が低下することで、逆にサービスの質を差別化、高度化することで、鉄道事業のマーケットを拡大できる可能性がある。すでに、鉄道利用者の乗車区間に応じた運行状況や街ナカ情報を携帯端末へ提供するような One to One のサービスも始まっており、マーケットニーズに対応した多様なサービスが展開しつつある。

本セッションでは、利用者の属性に応じた新しいマーケットサービスの今後の展開の方向性を議論し、あらたな展開を図るために期待される IT 技術の研究の方向性を模索する。すなわち、従来進められてきたマーケット戦略と属性別の利用者ニーズを対比し、これまでの成果と課題について俯瞰した後、今後の社会の趨勢と利用者ニーズを見据えた上で、推進すべきマーケット戦略を議論し、さらに、その戦略を成功に導くための IT 技術研究について議論する。

パネリスト：荻野隆彦（鉄道総合技術研究所 主管研究員）、小用謙司（東日本旅客鉄道 研究開発センター フロントサービス研究所 所長）、寺部慎太郎（高知工科大学 工学部 助教授）、三友仁志（早稲田大学 大学院国際情報通信研究科 教授）
司会：岩倉成志（芝浦工業大学 工学部 教授）

<第2セッション>

安全には絶対も神話もそしてゴールもない ～岐路に立つ鉄道の安全対策～

〔趣旨〕

中越地震新幹線脱線、福知山線事故、竹ノ塚事故に代表される踏切事故問題など、重大な事故が連続して発生し、鉄道の安全に対する人々の意識も大きく変化しつつあり、安全施策もまた新たな展開や総合性が求められている。こうした中、近年の事故からどのような社会の変化が読み取れるのか、技術システムと組織・制度システムにはどのような新たな発想と施策が求められるのか、ユーザーとのリスクコミュニケーションはどうあるべきか、など様々な論点について多様な立場から議論を展開する。本セッションは、正田英介東京理科大学教授（東大名誉教授）による基調講演とパネルディスカッションから構成される。

<基調講演>

「社会変革の時代における鉄道の安全」：正田英介（東京理科大学 理工学部 教授（東京大学名誉教授））

基調講演者：正田英介（東京理科大学 理工学部 教授（東京大学名誉教授））

パネリスト：内田雅夫（鉄道総合技術研究所 理事）、平石富男（NHK 解説主幹）、佐伯 洋（国土交通省 鉄道局 技術企画課長）、井上枝一郎（関東学院大学 教授）、岩貞るみこ（モータージャーナリスト）
石原孟（東京大学 大学院工学系研究科 助教授）

司会：家田 仁（東京大学 大学院工学系研究科 教授）

<第3セッション>

危機にある鉄道技術の維持・伝承 ～鉄道技術の喪失を回避するには～

[趣旨]

我が国の鉄道技術は、これまでの多くの新技術の開発により、世界でも最高の水準に達している。一方で、近年の事業の縮小やそれに伴う技術者の減少、アウトソーシング化の進展などにより、それらの技術の発展はもとより、次世代への継承についても困難な状況になりつつある。かつては、先輩技術者が後輩に直接、事故や失敗あるいはその対策の経験を伝えていたが、現在はマニュアルに頼るようになってきている。本セッションでは以上を踏まえ、現在発生している技術力に関わる問題とその対応策について、それらの目的を発足の趣旨の一つにする鉄道総合技術研究所・鉄道技術推進センターを中心に、関係する有識者によるパネルディスカッションを行うものである。

はじめに、鉄道技術の維持・伝承に関する全般的な現状と問題点を提議した後、中小民鉄、大手民鉄及びJRの現状と問題点に関する話題を紹介し、鉄道技術推進センターが設けたレールアドバイザーより、アドバイザー活動の概要と、これまでの技術伝承はどのように行われていたのか、さらに、訪問アドバイス等の活動を通じて感じた鉄道技術の維持・伝承の問題について紹介していただく。また、女性を含む若手技術者から技術伝承をどう感じているかという点と関係民間企業の現状に関する話題提供をいただき、パネリストによる討論を通して、今後の進むべき方向を展望する。

パネリスト：小山内政廣（国鉄・東日本旅客鉄道OB）、石井信那（京浜急行OB）、吉野伸一（北海道旅客鉄道工務部長）、山部 茂（南海電鉄 鉄道営業本部長）、中尾正俊（広島電鉄 電車カンパニープレジデント）、平井俊雄（大同信号 第一技術部長）、藤沼 愛（東京地下鉄 早稲田工事事務所）、鈴木哲也（鉄道総合技術研究所 鉄道技術推進センター（西武鉄道））

司会：白取健治（鉄道総合技術研究所 理事・鉄道技術推進センター長）

<第4セッション>

公共交通と地方都市の都市経営戦略

<Ⅰ部 鉄道を軸とした都市の賑わい再生>

[趣旨]

人口減少・高齢化時代を迎えた昨今の都市経営においては、地域の実情に合わせ既存の鉄道や幹線道路等を活用し、まちづくりと連携させながら公共交通を維持し、さらにはサービスレベルを向上させつつ公共交通軸上に都市機能を適正誘導することが重要な政策となっている。

第Ⅰ部では公共交通の維持や公共交通指向型の都市開発（TOD）を進めるための政策課題並びに公共交通を指向する都市交通政策あり方について基調報告するとともに、その中心となる鉄道、路面電車、LRTが都市交通の中で果たすべき役割と交通結節点や沿線との一体整備を進める際の課題、駅周辺空間利用の可能性などについて話題提供を行う。

<話題>

- | | |
|-----------------------|-------------------------------|
| 1. 我国におけるTODの展開 | 矢島 隆 (財) 計量計画研究所 常務理事 |
| 2. 路面電車と都市の未来 | 岡 将男 RACDA 路面電車と都市の未来を考える会 会長 |
| 3. 鉄道を軸とした都市の賑わい拠点の再生 | 太田雅文 東急電鉄 事業推進課長 |
| 4. これからのLRT整備とまちづくり | 根塚俊彦 富山市 都市整備部長 |

話題提供者：矢島 隆((財) 計量計画研究所 常務理事)、岡 将男 (RACDA 路面電車と都市の未来を考える会 会長)、太田雅文 (東急電鉄 事業推進課長)、根塚俊彦 (富山市 都市整備部長)

司会：大熊久夫 ((財) 計量計画研究所 研究部部長)

<Ⅱ部 公共交通と都市経営戦略>

[趣旨]

第Ⅱ部では、第Ⅰ部で提起された論点を基軸にパネル・ディスカッション形式で議論を掘り下げる。

パネル・ディスカッションのテーマ

第一に、持続可能な都市づくり・コンパクトシティづくりのキーとなるTOD（公共交通指向型の都市開発）の今後の展開はいかにあるべきか。

第二に、中心市街地活性化への切り札として全国から熱い期待が寄せられている路面電車と都市の未来についてどのような展望が描けるのか。

第三に、本格的な人口減少・高齢化時代を迎え沿線人口が伸び悩むなか、今後の鉄道経営はいかにあるべきか、そして鉄道沿線地域の活性化や交通結節点における都市の賑わいづくりを進めるにあたり鉄道サイドと都市サイドの連携はいかにあるべきか。

第四に、地方都市の都市経営の観点から、これからの公共交通政策はいかにあるべきか。

以上のテーマを軸にこれからの公共交通と都市経営戦略のあり方について多面的に議論を展開する。

パネリスト：岸井隆幸 (日本大学 理工学部 教授)、矢島隆 ((財) 計量計画研究所 常務理事)、岡将男 (RACDA 路面電車と都市の未来を考える会 会長)、太田雅文 (東急電鉄 事業推進課長)、根塚俊彦 (富山市 都市整備部長)

司会：大熊久夫 ((財) 計量計画研究所 研究部部長)

<第5セッション>

**公民分担(日本版上下分離)が拓く鉄道と都市の未来
～都市鉄道等利便増進法の可能性～**

[趣旨]

鉄道の整備制度は、従来、右肩上がりの人口・経済にあって、民に発意、整備、運営を委ねる民間鉄道事業者主導型スキームが採用され、成果をあげてきた。しかし近年、社会経済的な大きな変化を迎え、今後は、社会的必要性が高くても、既存路線に反射的な損益変化を及ぼす他社線間の連絡線をはじめ、鉄道の整備を期待しにくい状況となった。

一方、居住・従業所立地などに代表されるように鉄道と密接な関連を持つ「都市」は、グローバルな都市間競争、地球環境問題への対応、人口減少下における持続可能なコンパクトシティ化への要請にさらされている。

このような背景にあって、本年、都市鉄道等利便増進法が施行された。同法は、民間鉄道事業者の限界を補完するため、都市鉄道分野において初めて公民分担の考え方を導入した日本版上下分離方式と言える。

当セッションでは、都市鉄道等利便増進法と公民分担の考え方について話題提供を行い、次に、鉄道の役割やサービスの課題、公民分担(日本版上下分離)が期待される事業イメージ、及び制度を活用されやすくなるための方策などについて、議論し整理を行う。

話題提供者：渡邊一洋(国土交通省 鉄道局 都市鉄道課長)、金山洋一(独立行政法人 鉄道・運輸機構計画部 調査課 総括課長補佐)

司会：竹内健蔵(東京女子大学 文理学部 教授)

パネリスト：竹内健蔵(東京女子大学 文理学部 教授)、櫻井敬子(学習院大学 法科大学院 教授)、岩倉成志(芝浦工業大学 工学部 教授)、奈良和美(横浜市 都市整備局 企画課担当課長)、高木淳(東日本旅客鉄道 総合企画本部 投資計画部 課長)、永井伸吾(相模鉄道 鉄道カンパニー事業統括部 プロジェクト推進センター課長)

司会：金山洋一(独立行政法人 鉄道・運輸機構計画部調査課 総括課長補佐)

<第6セッション>

東アジアの都市鉄道の発展と日本の技術の役割

[趣旨]

都市鉄道及び高速旅客鉄道は高速、安全という交通手段としての特性及び自動車と比べ環境にやさしいことから、近年、日本からの海外支援の有力ツールの一つとして、東アジアを中心とした国々に対する ODA 案件として、取り上げられることが多い。かたやバンコクの地下鉄建設では日本の ODA 資金で建設したに関わらず、日本製品が使われなかったことで、日本の顔が見えない支援と国内関係者の批判を浴びている。実際の場面では、日本とヨーロッパの鉄道技術が競い合う場面が多い。

このような状況を打破するには、官民協力のみならず、学界を含めた支援が必須である。以上の問題意識から、今、海外の現場でどのようなことが起きているかご紹介し、このような状況から脱出する上での課題や方向について考える機運を高めることを狙いとして、このパネルディスカッションを実施する。国際化への対応は各業界に新たな刺激を巻き起こしている。鉄道王国と言われる日本においても、国際化の動きに注目することにより、新たな鉄道の発展を惹起するきっかけを作り出すことができれば幸いである。

パネリスト：田中弥生(東京大学大学院 助教授(国際プロジェクト寄付講座))、田中宏昌(東海旅客鉄道 顧問)、内田 進(三菱重工(株) 機械事業本部 副本部長 執行役員)、丸中俊則(川崎重工(株) 車両カンパニー 理事)、大野正人((社) 海外鉄道技術協力協会 企画部長)、合川徹郎((社) 海外鉄道技術協力協会 輸送技術部長)

<第7セッション>

研究者と技術者の連携～土木学会の試み

[趣旨]

異分野の研究者と技術者が連携し、鉄道に関する総合的な検討を推進する場として、学会の果たす役割が期待される。土木学会において、大学研究者と実務者が協同して、分野横断的に推進してきた研究テーマの代表例について、その経過・成果を発表する。

(1)はじめに

土木学会においては、構造工学委員会に鉄道関係小委員会を設置し、鉄道技術の担い手である鉄道事業者、研究機関、公的機関等を有機的に結合し、かつ大学研究者の積極的な関与を得て工学の立場から系統的に進めることをめざして、鉄道における現状の問題解決、将来のビジョン・システム造りなどについて、分野横断的な研究会活動を推進してきた。

(2)成果報告

①持続可能な鉄道物流システムの構築をめざして

社会・経済領域と工学の研究者・技術者が共同し、物流の環境負荷低減に向け、鉄道の新たな展開について検討した。海運とのインターモーダル輸送や高速少量輸送を担うために、鉄道のシステムチェンジを提言する。

②地震時の走行安全性

阪神・淡路大震災を契機に、車両・軌道系と構造物を一体として考え、大地震における鉄道の安全・安心に向けて、研究を進めてきた。その中核をなす地震時の車両走行解析技術に加え、構造物や地盤との関係、被害予測等広く眼を向け、総合的な研究領域の必要性和構築の可能性を提言する。

(3)討議

講演者：内田雅夫（鉄道総合技術研究所 理事）、角 知憲（九州大学 工学研究院 教授）、小澤茂樹（運輸調査局 主任研究員）、黒川久幸（東京海洋大学 海洋工学部 助教授）、堀 雅通（作新学院大学 総合政策学部 教授）、松浦章夫（芝浦工業大学 工学部 教授）

司会：小野重亮（東日本旅客鉄道 テクニカルセンター 課長）

<第8セッション>

**レール・車輪の接触から鉄道を変える！
～安全で快適な次世代鉄道システムの構築を目指せ～**

[趣旨]

レールと車輪の接触に関わる問題は、現在の鉄道システムの最も基本となるシステムにもかかわらず、力学的にも複雑で様々な面でいわゆる境界領域であったことから、重要な問題として意識されつつも他の分野と比較して研究開発が進みにくい状況であった。そのような状況の中で、本シンポジウムがレールと車輪に象徴されるような境界領域に対し、関係する技術者が集い互いの発展を目指すことを目的に発足した。その後関係者の交流が進み、レール・車輪接触力学研究会の発足に至った。昨今は、車両の走行安全性・安定性や材料保全および関係する分野の保守費低減の面から、改めてレールと車輪の接触問題が注目され、関係する論文発表も増加している。そこで、本セッションでは、これまでに得られた知見を整理し、レール・車輪を基本システムとする次世代の鉄道システムを展望する。

パネリスト：梅原徳次（名古屋大学 大学院工学研究科 教授）、松田健次（九州工業大学 工学部 助教授）、松本 陽（交通安全環境研究所 交通システム研究領域長）、石田 誠（鉄道総合技術研究所 軌道力学研究室長）

司会：曄道佳明（上智大学 理工学部 教授）