

安全と輸送管理の国際化

独立行政法人 交通安全環境研究所 上席研究員

水間 毅氏

Takeshi Mizuma

【水間 毅氏 ご略歴】

1955年 東京都出身
1978年 東京大学 工学部 電子工学科 卒業
1984年 東京大学 大学院 工学系研究科 電気工学専攻
博士課程修了（工学博士）
1984年 運輸省 交通安全公害研究所 入所
1995年 東京大学 工学部 電気工学科 客員助教授（～1998年）
2001年 独立行政法人 交通安全環境研究所



日本において鉄道システムは、高い安全性と信頼性が望まれており、現状では、ある程度応えていると思われる。これは、安全を担保する信号システム、円滑な運行を司る輸送管理システムが十分機能している結果であると思われるが、日々、進歩している技術を利用して、さらなる高安全、高機能を目指した開発も一方では、続けられている。しかし、こうした新技術、システムは、IT、無線と言った、従来の鉄道では使用されていなかった汎用技術も利用しているという点で、安全性、信頼性の検証には、これまで以上の十分な配慮が必要となってきた。また、新技術、システムに関する国際標準化の議論が、鉄道分野においても盛んになってきており、日本国内のネットワークである鉄道が、世界を意識しなければならない状況になりつつあるという点も、従来の鉄道では見られなかった環境の変化である。従って、今後の鉄道システムを考える上で、新技術、新システムの安全性・信頼性評価方法の確立とその国際標準への対応というのは、重要なキーワードとなってくると思われる。

信号システムは、鉄道の安全を確保する重要なシステムであり、フェールセーフ性の確保が最大のテーマであることは、言を待たないが、従来のように本質的なフェールセーフ素子であるリレーを使用するシステム以外に、ソフトウェアによりフェールセーフ論理を実現した

り、デジタル化によりフェールセーフ性を確保するシステムが登場してきている。これらの実用により、一般的には、高機能化、高安全化が図られるが、日本では、こうした新技術、システムに関する、統一的な評価方法が確立されていないのが現状であり、現実には、走行試験、FMEA、FTAを通して、事業者が自ら、または第三者を交えた委員会等により、現状のシステムと同程度の安全性が確保されることを目安として評価し、実用に至っているという状況である。

近年、注目される新しい信号システムとしては、デジタル化をキーワードとすると、デジタルATCがある。これは、軌道回路を使用して、地上側から先行列車の位置をデジタル信号で伝送し、車両側で、線路条件を考慮した最適なブレーキ制御を行うもので、デジタル方式と言うことで、高速で大量の情報伝送が可能で、かつ、車上車体のブレーキ制御という点で、安全度を向上させるとともに、乗り心地の改善等も期待できるシステムである。2002年にJR東日本・東北新幹線（盛岡から八戸）で実用後、京浜東北線、JR九州の九州新幹線、首都圏新都市鉄道のつくばエクスプレス等でも実用化され、導入が進んでいるシステムであるが、安全性、信頼性の評価については、事業者が独自に行ったものであり、今後の導入については、統一的な指標を用いて行われることが望まし

い。

さらに、無線技術をキーワードとすると、IMTS、ATACSがある。



図1 愛・地球博を走行中のIMTS

IMTSはIntelligent Multi-mode Transit Systemの略で、トヨタが開発した、自動運転バスシステムであり、無線により隊列走行を行うものである。車両は、地上に敷設している磁気ネイルを車上の磁気センサで読み取り、車上のコンピュータで、走行、案内操舵の制御を自動に行うものである。車両間の間隔制御や異常時の停止指令は車両間の無線により行う。鉄道事業法の磁気誘導式無軌条システムとして、2005年3月からの愛・地球博の会場輸送を担って実用化された。

また、JR東日本が開発したATACS（Advanced Train Administration and Communication System）は、車上で位置検知した情報を、無線によりシステム管理装置に伝送し、先行列車までの停止限界位置を無線により列車に指令して、車上で速度照査パターンを作成してブレーキ制御を行うものである。従って、無線が重要な情報伝送手段となっており、その安全性、信頼性について、委員会により、走行試験等を実施して検証し、実用上問題ないとの評価を得ている。

ただし、これらのシステムは、無線という、従来、列車制御に使用できないと言われていた技術を利用しているので、フェールセーフ性の確保、信頼性の確保については、十分な検証がなされては来たものの、やはり、個

別に評価してきており、統一的な試験方法や評価指針の確立が今後、重要な課題となって来るであろう。

輸送管理システムは、事業者にとって、鉄道事業を円滑に行う上で重要なものであるが、乗客の利便性、快適性を実現する上でも必要不可欠なものである。また、安全とは直接関係しないことから、信号保安システムとは別に発展してきた。しかし、光ケーブルによるネットワーク化や高速デジタル回線の普及により、輸送管理システムは、輸送管理や輸送計画のみならず、保守作業や運転整理、車両・乗務員運用と言った、総合的なシステムに発展しつつある。JR東日本で実用化されているCOSMOS（Computerized Safety Maintenance and Operation Systems of Shinkansen）や東京圏輸送管理システム（ATOS）が一例として挙げられるが、今後は、保守作業管理の安全性向上、運転整理機能の高度化等さらに、ネットワーク化、効率化したシステム開発が進められるものと想定される。その場合、ネットワークが高度になり、通信容量が多く、通信速度が速くなるので、高機能化の実現性は高いものの、実際に、事業者や利用者にとって、便利なものとなっているかの検証が重要である。特に、ダイヤ乱れ時の運転整理は、事業者と利用者の双方にとって便利なシステムとするには、最適な評価関数が必要であり、事業者の運行上便利な運転整理ダイヤと利用者にとって不便を感じない復旧ダイヤとは時には同一のものとならない場合がある。従って、何が最適ダイヤかを決定する際には、その評価関数が適切かを判断する必要がある。従って、輸送管理システムについては、信号保安システム、保守管理システム等とさらなる効率的なネットワーク化、高機能化を図ることが重要であるとともに、その結果、何が改善され、どのような効果があるのか、特に利用者にとって、どのようなメリットが生じるのかを評価する手法についての検討も望まれる。

また、この輸送管理という分野は、今後は、国際規格とも深く関わってくる分野でもあるので、それを意識した開発も重要である。

日本の鉄道と国際規格というのは、従来は、日本国内で閉じている技術、システムであるから、鉄道部品、シ

システムを輸出する場合や外国製品を輸入する場合には必要ではあったが、一般の鉄道事業者にとっては、特に関心が深いと言うことはなかったと思われる。しかし、1995年に発効した、WTO（世界貿易機構）におけるTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）や政府調達協定により、IEC（国際電気標準化会議）規格等の国際規格の遵守が求められる状況になり、IECのJIS化の方向が進んでくると、国内の鉄道技術といえども、国際規格に無関心ではいられなくなってきていると思われる。国内の鉄道に関する新技術やシステムが国際規格に合致していないと外国メーカから訴えられたり、国際規格である外国の製品、システムの購入を求められたりと、日本独自の技術開発が抑えられてしまう恐れもある。従って、国内で開発した技術、システムを国際規格に適用させる、あるいは、国際規格としてしまうというような対応も必要となってくると思われる。

信号システムや輸送管理システムにおいても例外ではない。信号システムでは、IEC 62425（投票原案として2005年に審議開始）として、信号システムの安全性規格が提案されており、RAMS（Reliability, Availability, Maintainability and Safety）の考え方に則った信号システムの評価法が提案されている。ここでは、従来、日本の鉄道事業者が実施してきた安全性評価の方法（従来の鉄道並みと言った定性的評価）ではなく、安全性の原則を記述して、ライフサイクルに則った安全性の計画（Safety Plan）を作成し、検証することが明記されている。そして、安全性、信頼性等に関して、定量的な評価（SIL（Safety Integrity Level）等）も求められている。こうした規格が国際規格となると、日本の鉄道事業者が実施してきた安全性評価の手法は、国際規格上はローカルなものとなり、いくら、事業者がこの新技術、新システムは安全であると言っても、国際規格に則っていないので、国際規格に則った新技術、新システムに変更せよとクレームが付く恐れもある。従って、国際規格に適合しているか否かの判断を下しながら新技術、新システムを開発していくことも重要となってくると思われる。そして、外国にも例のないような新技術、システムが開発されたならば、これを国際規格として提案し、国際標準として

確立させようと言うような動きも、場合によっては必要ではないかと思われる。

輸送管理システムについても、IEC 62290として、現在、規格化が進められているUGTMS（Urban Guided Transport Management and Command/Control）規格は、鉄道輸送の指令、運転制御、管理、運転等について、手動運転から自動運転までの範囲で、機能、システムの構築を、規格化しようというもので、まさに、総合的な輸送管理に関する規格である。従って、日本の鉄道事業者が独自に開発している輸送管理システムが、この規格に適合していることを確認しながら、規格作成を行う作業も今後重要となってくると思われる。

以上のように、日本の鉄道システムにおける信号、輸送管理は、技術の進歩とともに、高機能化、高安全化を目指して発展を続けているが、その安全性の評価、高機能化の評価が大事であり、新しいシステム、技術に対応した評価方法が求められており、さらには、これらが国際規格と整合しているかの確認も重要となってくると思われる。そして、日本の高い技術に裏付けされた信号システム、輸送管理システムが、単に国際規格に整合しているだけでなく、自ら国際標準となるような時代がやって来ることを願うものである。それが、日本の鉄道の安全性、信頼性を、国際化時代の中でも継続、発展させていくことに通じると思われる。