

都市交通における安全性に関する標準化の動向

水 間 毅

鉄道に関する国際規格化の動きが急であり、都市交通に関する標準化については、現在、管理・制御関係、無人運転関係の規格について審議が行われている。管理・制御関係の規格については、機能要求を審議している段階であるが、日本は、最低限の機能要求を標準化する方向で対応している。無人運転関係の規格についても、各国の実例を紹介するカタログ規格として成立させることで、規格内に日本の技術を含める方向で議論を行っている。このように個別の規格審議に対しては、日本の技術を国際規格内に反映させることにある程度成功しているが、今後は、日本の技術の国際規格化への発信が重要である。

キーワード：鉄道、国際規格、安全性、都市交通システム

1. はじめに

現在、鉄道分野においては、技術の国際標準化が課題となっている。特に、IEC（国際電気標準化会議）の分野では、ヨーロッパ規格（EN）が国際規格に提案されることが多く、独自の鉄道技術で発展してきている日本としては、その対応に苦慮しているところである。日本では、鉄道の安全は絶対と考えられているが、ヨーロッパでは、安全の原則等により、鉄道の安全も他の交通、産業システムと同列に扱われている。したがって、ヨーロッパ流の鉄道の安全の考え方が国際標準となることは、日本の鉄道にとって安全性を低下させることにも繋がりがかねない。

したがって、日本では、国土交通省、鉄道総合技術研究所等を中心に、日本の鉄道技術、特に安全性に関する技術が国際標準と矛盾しないことを第一の課題として活動を行っているところである。

本稿では、安全性に関わる規格のうち、現在、審議中の、都市交通システム関連の規格に関する状況、今後の課題等を述べ、鉄道と標準化のあり方に関する今後の日本の対応等について述べる。

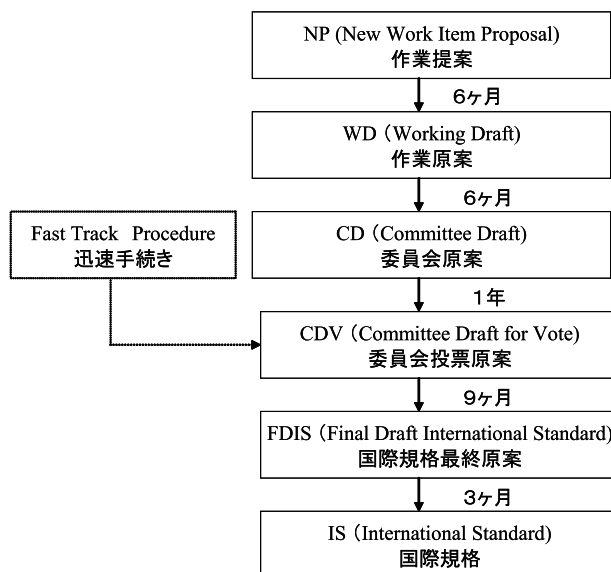
2. 鉄道における標準化の動向

(1) 鉄道における国際規格

鉄道に関する国際規格については、ISO（国際標準化機構）、IEC（国際電気標準化機構）があり、WTO（世界貿易機構）において、「国内規格は原則として、国際規格を基礎として

制定すること」とTBT協定において定められている。また、さらに、WTOでは、「公的機関が発注する場合の技術仕様は原則として国際規格に基づいて定めること（政府調達に関する協定）」とも定められている。したがって、基本的には、IEC、ISOで決められた規格は、日本国内においてJISとなり、さらに、JR、公営鉄道の技術仕様も国際規格に準拠して定められなければならないこととなる。

ただし、国際規格には、制定まで図一のような手順があり、最低でも3年かけて、担当国で構成されるWG（作業グループ）で審議されることが原則となっている。



図一 国際規格化の流れ（IEC）

(2) ヨーロッパの戦略

図一1のような国際規格化の流れに対し、ヨーロッパは1996年にドレスデン協定をIECと結び、ヨーロッパの既存の規格(EN)をCDV(委員会投票原案)として提案できるようにした(迅速手続き)。さらに、ヨーロッパは、同協定において、新しく審議中のヨーロッパ規格(prEN)についても、IECと並行投票で規格成立可能(IEC=EN)なようにした。このことにより、日本等の非ヨーロッパ諸国は、ヨーロッパで審議している新しい規格(prEN)が、突然、国際規格のCDVとして提案されることになり、多数決により、ヨーロッパのIEC加盟国の賛成で国際規格として成立可能な事態となった。

これは、ヨーロッパでは、EUの統合後、高速鉄道のネットワーク化、相互直通運転、都市交通システムのコストダウンといった要求により、製品、システムの標準化が要求されたためであるが、これを国際規格の場に持ち込んだことにより、日本へ少なからず影響を与えることとなった。

3. 都市交通システムの規格化の動向

ヨーロッパの鉄道における標準化の動きを真っ先に受けたのが都市交通システムである。ヨーロッパメーカーとすれば、各国の都市交通システムを統一化して、共通な部品、製品が使用可能になれば、大幅なコストダウンが可能となり、自社製品によるデファクトスタンダード(一社による商品独占化)も可能となる。また、ヨーロッパの事業者にとってもコストダウンは喫緊の課題であり、特に、都市交通システムにおいては、自動運転、相互直通運転が要求され、低コストでの実現が必要であった。そのような流れの中で、都市交通システムの管理、指令/制御システムの規格と自動運転システムの安全性規格の審議が提案されたのは、当然の流れであった。

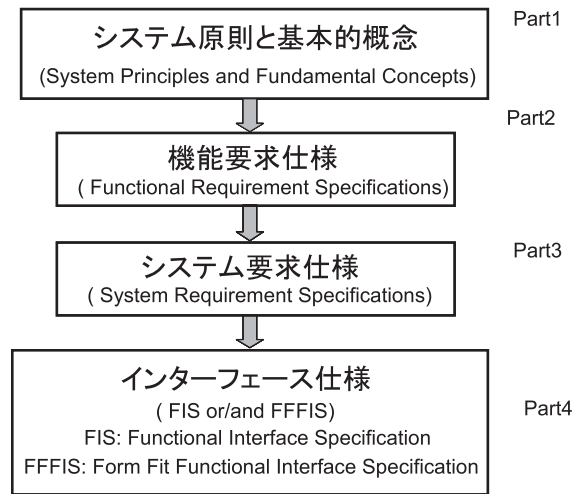
ただし、幸いなことに、両規格とも既存のENがなく、新規の提案から開始されたので、日本としても、審議の最初から加わることで、日本の技術をこれらの規格に反映させることが可能であった。以下にこれらの規格の審議状況について述べる。

(1) 都市交通システムの管理・指令/制御システム規格

①規格の概要

この規格はUGTMS(Urban Guided Transport Management and control command System)規格と

呼ばれ、IEC62290として成立予定のものである。規格の審議は2002年から開始され、図一2のような4部構成で完成される予定である。

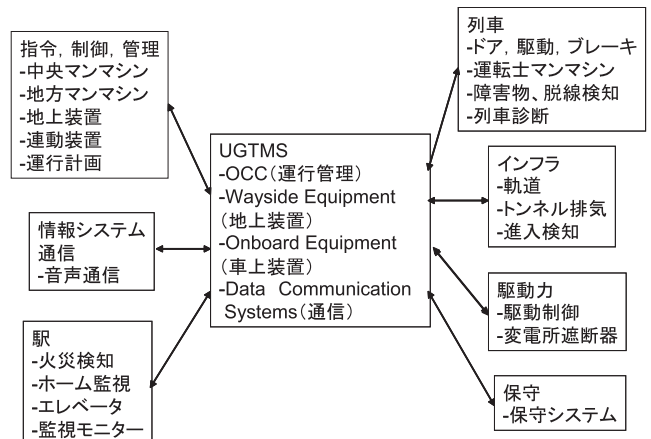


図一2 UGTMS 規格の構成

この規格は、都市交通システムの機能、仕様、インターフェースを規定する規格で、ヨーロッパ側の目論見としては、部品レベルまでのインターフェースを合わせることで、各国の都市交通システムを構成する部品、モジュールが共通に使用でき、互換可能なようにすることである。

日本としては、現在、各都市で様々な交通システムが実現され、さらに、直通運転も問題なく実施されていることを踏まえて、必ずしも部品レベルまでの標準化は必要ないとの立場で議論を進めているが、現在は、Part1が成立し、Part2の審議に入っている状況である。

図一3にUGTMSを構成する要素を示すが、これらの要素間の機能、システムの要求、インターフェースを定めようとするものである。



図一3 UGTMSを構成する要素とその関係

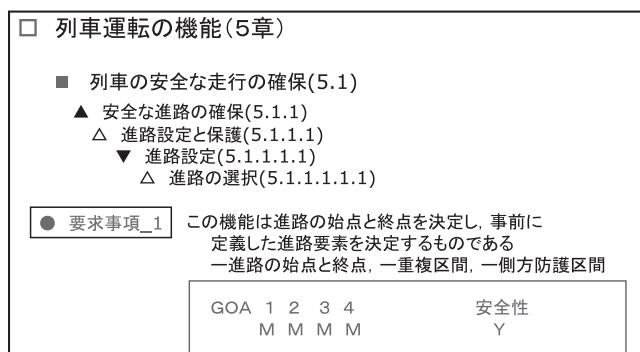
Part1 は、UGTMS の主な概念、システムの定義、原理と主な機能を記述するのみであったので、日本としても特に大きな問題はなく、2007年にIEC62290-1として成立した。

Part2 は、UGTMS の各構成要素の機能の標準化を行うもので、都市交通を運営するために必要な機能を定義、認定するものである。

これらの機能については、線区の自動運転のレベルに合わせて必ず守らなければならない機能 (Mandatory : 必須) と、もしその機能を事業者が採用するならば守らなければならない機能 (Option : 選択可能) とに分けられる。

②規格審議状況

Part2 においては、UGTMS に求められる基本的機能を、(a) 列車運転のための基本的機能と (b) 運転管理と監視のための基本的機能とに分けて、それぞれの機能に対して、さらに、詳細化要求機能を挙げ、それらが必須か選択可能かを整理している。その階層構造の例を図一4に示すが、この階層における記述内容の深さについて、フランス、日本、ドイツで根本的な考え方の違いがあり、現在も、統一が取れていない。



図一4 UGTMS における機能記述の階層構造

すなわち、フランスと日本は、この階層構造における機能要求の記述は極力一般的にすべきで、特定の部品や製品を念頭に置いた記述はすべきではないとの意見に対し、ドイツは、全ての部品、製品を念頭に置いて、要求される機能を記述すべきであると主張している。この対立は結局、2007年のIECの鉄道関係の総会 (TC9) において決着され、現状では、日本、フランスの主張が通った形となっている。

③今後の状況

2008年10月現在では、Part2のCD(委員会原案)に対する各国のコメントをWGで審議している段階であるが、自由な技術導入を前提とし、独自の相互直通運転、運行管理システムを発展させている日本は、

必須とされる要求機能が、日本にとって差し障りがないか確認することを最優先として、審議に参加している。また、自由な技術導入のためには、Part3, Part4も詳細な記述を避けるべく要求を行っている。

(2) 自動運転システムの安全性規格

①規格の概要

ヨーロッパでは、都市交通システムの省力化の動きが急であり、各都市において、地下鉄を中心とした無人運転システム(写真一、2:コペンハーゲン地下鉄)の導入が増えている。日本では、地下鉄の無人運転システムの例はないものの自動運転に関しては多数の例がある(表一)。



写真一1 コペンハーゲン無人地下鉄(地下部)



写真一2 コペンハーゲン無人地下鉄(高架部)

これらの自動、無人運転の安全性に関する規格を定めようとするのがAUGT(Automated Urban Guided Transport)規格であり、2001年に審議が開始された。

自動運転、無人運転は、運転士の責任をシステムが補償することを基本とするが、各国において、安全を

表一 日本における無人、自動運転実施例

1976	札幌市	地下鉄	東西線	UTO	車庫内の回送
1977	神戸市	地下鉄	西神山手線	STO	
1981	神戸市	新交通	ポートライナー	UTO	ホームドア
	大阪市	新交通	ニュートラム	UTO	ホームドア
	福岡市	地下鉄	空港線	STO	
1985	北九州市	モノレール	小倉線	STO	
1987	仙台市	地下鉄	南北線	STO	
1988	神戸市	地下鉄	北神急行	STO	
1989	名古屋市	地下鉄	桜通線	STO	
	横浜市	新交通	金沢シーサイド	UTO	ホームドア
1990	神戸市	新交通	六甲アイランド	UTO	ホームドア
1991	東京都	地下鉄	大江戸線	STO	リニア地下鉄
	東京メトロ	地下鉄	南北線	STO/(DTO)	ホームドア
1995	東京都	新交通	ゆりかもめ	UTO	ホームドア
1997	京都府	地下鉄	東西線	STO/(DTO)	ホームドア
1998	東京都	モノレール	多摩都市	STO/(DTO)	ホームゲート
2000	東京都	地下鉄	三田線	STO/(DTO)	ホームゲート
2001	埼玉高速	地下鉄		STO/(DTO)	ホームドア
	神戸市	地下鉄	海岸線	STO	リニア地下鉄
	浦安	モノレール	舞浜リゾート	DTO	ホームゲート
2005	福岡市	地下鉄	七隈線	DTO	ホームゲート、 リニア地下鉄
	名古屋市	磁気浮上	リニモ	STO/(DTO)	ホームドア
	つくば	鉄道	つくばエクスプレス	STO/(DTO)	ホームゲート

確保する考え方が異なっており、結局、統一的な安全性要件の記述には合意が至らず、運転士が不在であることのトップレベルのハザードを列挙し、そのハザード（危険源）を軽減するための安全性要件とそれを解決可能な解（Possible Solution）を、各国の実例に基づいて列挙するというカタログ規格とすることとした。

しかし、審議開始後5年間でハザードアナリシス（危険源分析）に関する合意が得られず、一旦は、PAS（技術仕様書）として2005年に可決（IEC/PAS62267）されたが、それを元に新たに2007年にWG（WG45）を設立させて、改めて規格化を目指している段階である。

②規格審議状況

自動運転、無人運転のハザードとしては、例えば、乗客が、列車のドアとホームの間に転落することが考えられるが、これに対する安全性要件については、各国において、大きな差がある。例えば、日本では、無人運転の場合は、ホームドアの設置が当然であるが、ヨーロッパでは、オープンプラットホームでも落下検知があれば可能であり、その場合は、ホームと列車のギャップを詳細に決めている（5mm以内）。したがって、ヨーロッパ流にいうと、5mmのギャップ以内で落下検知システムがあれば、無人運転でも、オープンプラットホームで良いということとなる。しかし、日本としては、その方法は認める（日本では採用しない）ものの、5mmという数値は根拠がないので、削除すべきと要求したが、ヨーロッパは、これは決めら

れていること（ヨーロッパでは）であると反対して、紛糾するような事態が相次ぎ、結局、こうした数値に関する議論もTC9の総会の場で、根拠のない数値は載せないという結論を導き出し、日本として、事なきを得た経緯がある。

さらに、ヨーロッパは無人運転に関しては、安全の原則（ALARP, GAME等）に基づいて設計することが前提となっているが、日本では、省令、解釈基準といった法律に基づいて設計するという、考え方が異なることに対しては、規格内の参考文献にSHOREI（省令）、KAISHAKUKIJYUN（解釈基準）を掲載させることとして、日本の法律に基づく技術体系を規格内に参照させることに成功した。

現在は、PASを元にしたCDV（委員会投票原案）が出され、各国からのコメントの審議を終えた状況で、早ければ2008年のTC9の総会において、FDIS（最終原案）の段階に移行して規格（IEC62267）として発効する予定である。

③今後の状況

AUGT規格は2001年から長い年月をかけて審議されてきたものであるが、その間、日本では、福岡市交通局・七隈線において、初の地下鉄の添乗員付き運転（DTO：Driverless Train Operation）が実施された。これは、この規格の審議中に議論となったハザード解析を採り入れ、運転士が添乗員に変わることの補償をシステムで行うための安全性要件を定めて、それを実現するシステム構成を行い、試験を通して実現したものである。

表一2に運転業務自動化のための代替表を、表一3に無人運転実現のための車両設備表を示す。

表一2 運転業務の自動化表

業務内容	機能	STOで実現		DTOで実現			
		乗務員	システム	運輸指令	システム	OCC	保守・巡回員
点検 運転 操作	出入庫点検	○					○
	入換・折返し	○			○	○	
	車両ドア開閉操作	○			○	○	
	出発制御	○		△	○	○	
	走行(加減速・停止)	△	○		○	○	
	列車間隔(保安)		○		○		
	運転整理			○		○	
確認・ 監視	進路制御			○		○	
	前方確認	○			○(ホームドア)		
	ホーム監視	○			○(ホームドア)TV		
	定位置停止監視	○			○	○	
	信号確認	○			○		
乗客 対応	機器監視	○			○	○	
	応対	○			○		○
	案内放送	△	(車内自動放送)			△	
連絡 報告	出入庫点検	○	○	○			○
	完了報告						

表一三 無人運転実現のための車両設備表

設置	装置	機能	STO	DTO
走行設備	ATO	地点検知バックアップ	○	○
		駅間停車時の指令への連絡	乗務員	○
		指令からの再力行指令	乗務員	○
		インテグ機能	乗務員	○
	ブレーキ	保安ブレーキ	○	○
車両扉	車両扉	ブレーキ不足検知時にEBさらに保安ブレーキ動作	乗務員	○
		戸挟み検知、自動再開閉	○	○
保安設備	列車無線	数回以上開なら、開のまま指令へ通報	×	○
		走行中の開扉時にEBと非常発報	×	○
	データ無線	発報信号機能	○	○
		発報信号受信でEB	○	○
案内設備	車内案内表示	運行管理システムと情報伝送	×	◎
		2重系とバッテリーバックアップ	×	○
		支障物検知	支障物検知で指令へ通報	乗務員
案内設備	車内案内表示	脱線検知	乗務員	◎
		車内自動放送	次駅・到着案内	○
	照明	異常時自動放送	乗務員	○
		次駅・到着案内	○	○
		異常時案内表示	×	○
		30分以上非常灯点灯	○	○

表中のSTO (Semi automated Train Operation) は運転士付きの自動運転のことで、列車の運転は自動で行うが、出発、ドア開閉は運転士が行うシステムである。これは従来の地下鉄においても実施されていたシステムであるが、それから運転士を添乗員にするためのハザード解析の結果として得られた表である。

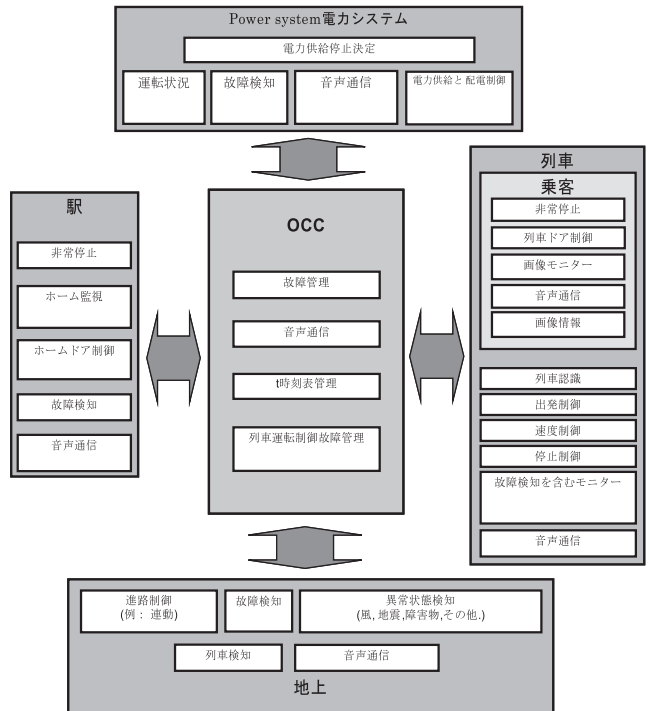
また、自動運転では、運転士が行うとされていた脱線検知については、脱線検知装置を搭載することにより自動的に検知することとして、運転士から添乗員に置き換わることを可能とした(写真一三)。



写真一三 日本初の DTO 地下鉄 (福岡市・七隈線)

この結果より、日本においては、無人運転化(添乗員付き自動運転も無人運転の範疇に入る)に際しては、OCC (Operation Control Center: 運行管理センター)

の役割が大きいことが確認され、審議中の IEC62267 内においてもその主張が認められている(図一五)。



図一五 日本が主張した無人運転におけるOCCの役割

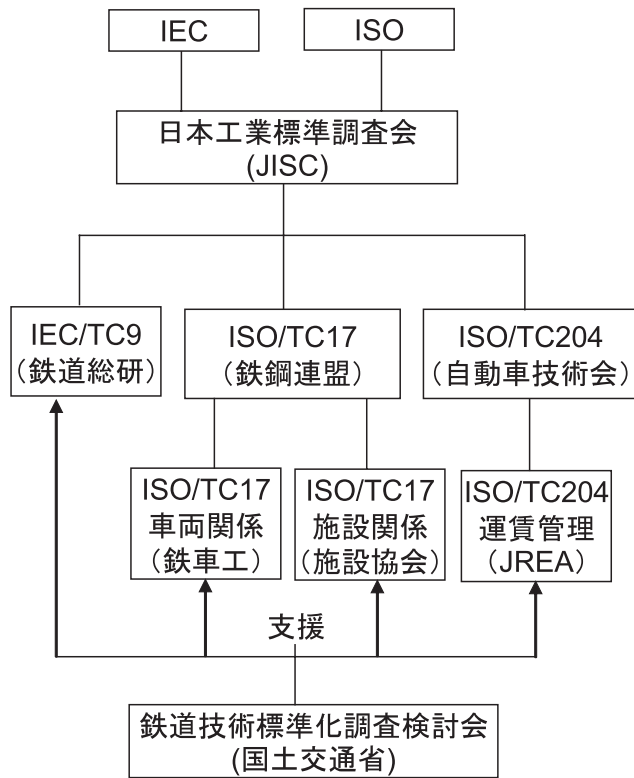
このように、国際規格に関する審議は、従来、日本においてあまり重要視されなかったハザード解析等を意識するようになり、安全に関する理論的評価が可能となったという効果ももたらした。したがって、こうした日本の実情が反映されている国際規格ならば、日本にとっては、より安全性の向上に貢献することも可能であると思われる。

4. 鉄道の標準化に対する日本の対応

現在、ヨーロッパからの規格攻勢が活発で、日本は、その対応に追われているのが実情であるが、国土交通省を中心に体制を整えつつある(図一六)。この体制の下に、現在は、日本の技術が、決められようとしている規格内に矛盾なく記述されているかを中心に議論しており、ある程度は成果を収めている。しかし、ヨーロッパから次々に新規格が提案され、それに関する対応は急を迫られているものも多くなりつつあることを考慮すると、さらなる体制の強化が望まれる。さらに、日本の優秀な鉄道技術に関しても、現状のように、単に、ヨーロッパからの提案された規格案と矛盾がないかどうかを議論するだけではなく、逆に、日本技術の国際規格化提案を増やす必要もあると思われる。現

に、リニアモータの試験法の規格は日本発の提案であるが、豊富な技術実績が評価され、日本流の試験法を基礎として国際規格になろうとしている。早ければ2008年のTC9総会において成立する見通しである。

今後は、国際規格に対して、守りだけでなくこうした攻めの姿勢も確立させることが望ましい。



図一六 国際規格審議体制概要

5. おわりに

日本の鉄道技術は、世界に冠たる安全性、信頼性を確保しているのは周知の事実であるが、国際規格化の流れの中では、その優秀さが認知されずに、却って、そこまでの安全性、信頼性を必要としない国際規格の中に組み込まれようとしている。しかし、国際規格の審議に積極的に参加し、日本の技術の優秀さを客観的に示し、それをヨーロッパに認めさせることで、規格内に、徐々に日本の技術を反映させつつあるのが現状である。特に、都市交通システムの安全性等の標準化については、日本の技術が優れている分野であるので、現在のところ、相当部分、日本の技術が反映された規格となっている。しかし、ヨーロッパからのさらなる標準化の要求、さらには、空港内交通システムの標準化を目論むアメリカの思惑等を考えると、日本は、受け身に回るだけでなく、積極的な、日本技術の標準化への取り組みを進めていく必要がある。

そのためには、規格審議体制の強化が急務であるとともに、関連するメーカ、事業者、研究所が、行政サイドの下に一丸となって進めていく必要がある。

J|C|MA

[筆者紹介]

水間 毅 (みずま たけし)
 (株)交通安全環境研究所
 交通システム研究領域
 領域長

