

7. 運転状況記録装置の国際規格化と映像型記録装置の実用化について

交通システム研究領域

※森 裕貴

竹内 俊裕

吉永 純

田代 維史

1. はじめに

鉄道における運転状況記録装置の設置については、JR 福知山線の脱線事故を契機に、航空・鉄道事故調査委員会（現 運輸安全委員会）が、「列車の走行状況等を記録する装置の設置と活用」に関する建議を行ったことを踏まえ、国土交通省の「技術基準検討委員会」において、設置の義務付けが提言された。その後、国土交通省は「運転状況記録装置に係る検討会」を設置し、同装置に必要な仕様、今後追加されることが望ましい仕様を決定、平成 18 年 7 月に、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」（以下「技術基準省令」という）が改正された。この技術基準省令では、新造車両は設置を義務付け、その他の車両については経過措置を設けているが、安全性向上のためにも速やかに設置されることが望ましい。

交通研では、技術基準省令で定められている同装置に必要な仕様に加え、今後望まれる仕様についても検討すべきと考え、大幅な車両改造を必要とせず既存車両への導入が容易な、映像型の運転状況記録装置（以下「映像型記録装置」という）の実用化に取り組んできたが、このほど具体的な導入が実現したので、その概要について説明する。

また、運転状況記録装置の規格化は欧州において先行していたが、日本方式の国際標準化活動に積極的に取り組んだ結果、日本の運転状況記録装置の考え方が反映された国際規格がまもなく成立する見込みである。国内外の運転状況記録装置の現状について解説するとともに、国際規格化に対する取り組みと現状について報告する。

2. 国内における運転状況記録装置について

国内では、運転状況記録装置が備えるべき要件は、技術基準省令において定められている。そのため本項では、技術基準省令およびその解釈を具体化して明示した解釈基準（以下「解釈基準」という）を概説するとともに、国内の現状や取り組みについて述べる。

2. 1. 運転状況記録装置の整備率

技術基準省令においては、一部の車両を除いた対象車両について、改正より 10 年の間（平成 28 年 6 月末）に整備率 100%とすることを定めている。図 1 に対象車両における整備率の推移を示す¹⁾。調査が開始された平成 19 年当初の整備率は 35%程度と低水準であったが、毎年 10%ほど上昇し平成 24 年末には整備率は 85%となった。この上昇率であれば容易に達成する見込みではあったが、平成 25 年末の整備率は 89%と上昇は 4%に留まり、残り車両への設置が急がれる。なお、設置が急務であった運転最高速度が 100km/h を超える車両については、改正より 5 年以内に設置するよう指導があり、既に全車に設置が完了している。

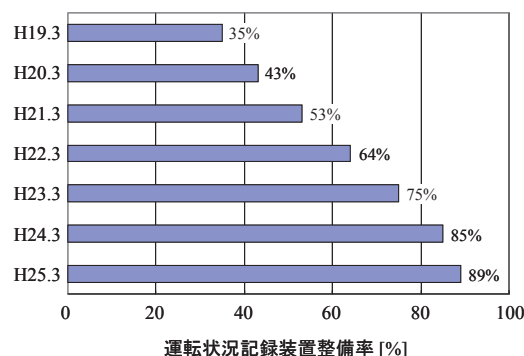


図 1 対象車両における整備率の推移

2. 2. 運転状況記録装置の種類

運転状況記録装置は設置形態により大きく 2 種類に分けられ、車両制御情報システム (TCMS: Train Control and Monitoring System) のように鉄道車両全体をモニタリングするシステムにおいて、その一部機能が運転状況記録装置の役割を担うものと、運転状況記録装置としての機能のみを有する独立型のものがある。既存車両への設置については、概ね独立型が採用されており、後述する国際規格においても対象範囲は独立型に限られている。

また、測定データの記録方法についても、常時測定データを記録する連続記録方式と、測定データの変動

をトリガとして測定範囲を決定するイベントトリガ方式の2種類に分けられる。ただし、解釈基準において、運転状況記録装置の役割は事故の原因分析に限定されており、インシデント発生状況の解明から事故の防止へ繋げるためには、極力多く可能な限り克明に記録することが必要としている。そのため、一部のイベントトリガ方式を除き、ほとんどの装置で連続記録方式が採用されている。

2. 3. 解釈基準における装置仕様

解釈基準では、測定が必要な記録項目（表1）が記載されている。従って、表1を満足するよう測定すればよく、単一装置での測定も義務付けられていないため、複数の装置を用いて記録しても良い。ただし、過去の事故原因分析の際、測定データ間の一貫性がないことが問題となった。そのため、複数の装置で測定を行う際は、各データ間の整合性に齟齬がでないように留意する必要がある。

表1 測定が必要な記録項目

記録項目	内容
列車の運転に関わる基本情報	時間、列車速度、列車位置、制御設備の操作状況、常用ブレーキ装置の操作状況
運転士の操作に関する基本情報	制御設備の操作装置の状況、常用ブレーキ装置の操作装置の状況
自動列車停止装置又は自動列車制御装置の動作	ATS または ATC の動作
運転指令と運転士等との通話記録	音声、時刻

一方、解釈基準では今後望まれる仕様（表2、3）についても同時に記載されている。保安ブレーキの動作、ドア開閉情報、前方映像などいくつかの項目が追加されるとともに、表1に含まれる項目についても適宜補正することが求められるなど、より詳細について規定されている。

現在、国内において実績のある運転状況記録装置においては、表2の望まれる記録項目を単一装置で記録できるものも実現されつつある。しかし、項目によっては車両から信号を取り出せなかったり、全項目を測定するためには大幅な車両工事が必要になったりと、いくつかの課題が残されている。なお、表3に記載されている性能項目については、必要最低限と思われる内容であり、耐性についても一般的な表現に留まっている。これは、今後の技術革新を妨げないためであり、可能な限りの性能向上をすることが推奨されている。

表2 測定が望まれる記録項目

記録項目	内容
時間	時間補正を含む
位置	位置補正を含む
速度	
常用ブレーキ装置の操作状況	各ノッチ毎の操作状況、非常ブレーキの指令元の判別
制御設備の操作状況	各ノッチ毎の操作状況
自動列車停止装置の動作	ATS 信号種別を記録 動作状況を記録
自動列車制御装置の動作	ATC 信号種別を記録 動作状況を記録
保安ブレーキの動作	動作状況を記録
BC 圧	動作状況を記録
等価ブレーキ力信号	電気車の場合、回生動作状況
主回路電流	
ドア開閉情報	ドア開閉指令及び ドア開閉ランプの点灯状況
前方映像	外部要因による事故への対応

表3 望まれる性能項目

性能項目	内容
記録時間	直近の1日分以上
停電時動作	列車分離、停電等による電源断に耐える
メモリ保持時間	電源断後5日以上保持する
最小記録間隔または最小時間分解能	0.2秒以内
耐振動性能	通常動作を保証 異常時に記録媒体を保護する
耐衝撃性能（記録媒体）	
耐水性能（記録媒体）	
耐火性能（記録媒体）	
設置位置	

3. 映像型記録装置

鉄道用の運転状況記録装置は、2. 1. で述べた通り普及が進みつつあるが、残された対象車両への設置および今後望まれる仕様を満たすためには、車両の大改造を伴わず、より安価で簡易に導入できる装置の提案が望まれている。

交通研ではこれらの課題に対して、従来の運転状況記録装置のように、車両から各種信号を取り出して記録する方式ではなく、GPS やカメラといった既存の車載機器と非接続で情報を取得する、映像型記録装置を提案している²⁾。映像型記録装置が実現すれば、既設のモニタ装置や保安装置を改良または変更する必要がなく、これに伴う装、接点構成、配線などの大幅な車両工事についても必要なくなると考えられる。

しかし、データ取得の信頼性や性能の検証が新たに必要となるなど、いくつかの課題が残されていた。そ

ここで、映像型記録装置のプロトタイプを製作し、実用に供するために下記の各種走行試験を行った。

- a) 前方画像を取得する場合、white out および夜間の視認性低下が発生するカメラ条件の確認試験
- b) GPS と補正技術による、列車速度および列車位置の算出試験
- c) カメラを用いた運転操作盤の動作識別試験
- d) カメラを用いたランプ点灯状態の識別試験

各試験の結果から、映像型記録装置については、運転状況記録装置の各種記録項目を測定するために、十分な性能や信頼性を有すると結論付けた。そして、その結果を反映した映像型記録装置が実用化され、本年度より阪堺電気軌道株式会社に導入された。設置された映像型記録装置を図2、図3に示す。

測定センサについては、前方撮影カメラ、運転台カメラ、GPS、マイクで構成される。測定が望まれる記録項目について、対応するセンサをまとめた一覧を表4に示す。表2に含まれない「運転指令と運転士等との通話記録」については、車内に設置されたマイクと運転指令の録音装置にて記録される。また、運転席には画像モニタが設置され、ドアの開閉動作（図4）など車内カメラの映像についても表示が可能である。

4. 国際規格化の動向

運転状況記録装置の規格化については、特定の車種や線区に限定されているが、イギリス（GM/RT 規則 2472:2002 年）やアメリカ（FRA 規則 49 CFR Part 229: 2005 年）が先行して、設置の義務付けや仕様を定めた規格を発行している。

鉄道網が発達し国境を跨ぐ鉄道が数多く存在する欧州においては、鉄道分野の欧州規格（EN 規格）の策定が活発であり、規格化についてのノウハウを蓄えている。近年欧州では、鉄道技術の輸出を国家戦略と位置付け、EN 規格の国際標準化により、自国の技術を積極的に展開しており、運転状況記録装置についても国際電気標準会議（International Electrotechnical Commission：IEC）に欧州側より規格化の提案がなされた。新しい IEC 規格を制定する場合、表5の手順に従って進められる。国際規格に日本のシステムや考え方が盛り込まれない場合、開発メーカーは国際競争力を失う。また、鉄道事業者にとっても、こうした IEC 規格が JIS 化されるようなことがあれば、国内実績のある製品の調達が困難となったり、日本の実情に合わ

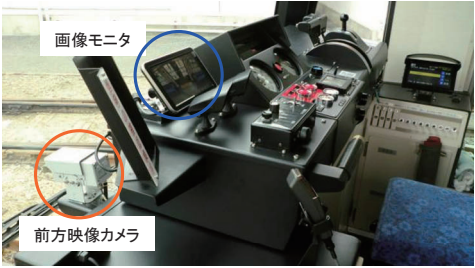


図2 設置状況（運転台周辺）



図3 設置状況（運転台後方）

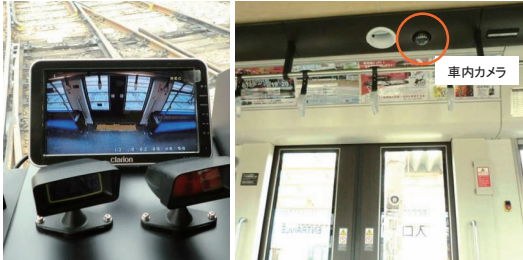


図4 車内カメラのモニタ表示

表4 記録項目に対応するセンサ

記録項目	使用センサ
時間	GPS
位置	GPS、前方撮影カメラ
速度	GPS、運転台カメラ、前方撮影カメラ
常用ブレーキ装置の操作状況	運転台カメラ
制御設備の操作状況	運転台カメラ
自動列車停止装置の動作	該当せず
自動列車制御装置の動作	該当せず
保安ブレーキの動作	運転台カメラ
BC 圧	運転台カメラ
等価ブレーキ力信号	該当せず
主回路電流	—
ドア開閉情報	車内カメラ
前方映像	前方撮影カメラ

表5 IEC 規格の制定手順

段階	制定手順	文書名
1	新業務項目（NP）の提案	New Work Item Proposal
2	作業原案（WD）の作成	Working Draft
3	委員会原案（CD）の作成	Committee Draft
4	国際規格原案（CDV）の照会及び策定	Committee Draft for Vote
5	最終国際規格案（FDIS）の策定	Final Draft International Standard
6	国際規格の発行	—

ない製品を購入せざるを得なくなったりと、新たな負担を強いられる恐れがある。

4. 1. 国際委員会の動向

日本は IEC/TC9 (鉄道用電気設備とシステムの専門委員会) の P メンバー (Participating member) であり、委員会会議への積極的参加の義務と、投票の権利を有している。そこで、国際委員会が開催されるにあたり、国内の開発メーカー、鉄道事業者、第三者機関による国内作業部会を開催、コンセンサスのとれた日本案を作成し、国際委員会に臨んでいる。

国際規格では「運転情報記録装置 (On-board Driving Data Recording System)」として審議され、IEC 62625-1 においてシステム仕様を規定し、IEC 62625-2 において要求仕様を確認するための試験方法が規定される予定である。IEC 62625-1 の審議にあたっては、欧州原案から我が国の技術基準を満たし、最低限必要な機能・仕様を定める規格案に修正する方向で国際審議を進め、多くの日本案の承認を得た最終国際規格案 (FDIS) を策定、投票のため現在回覧されている。IEC 62625-2 については、委員会原案 (CD) を日本が作成し、国際審議に取りかかり始めたところである。

4. 2. 国内外における考え方の差異

国際審議を進めるにあたり、最も難航した点は日本と海外の考え方の差異である。主な点を述べると下記の通りである。

記録方式について、日本は前述の通り連続記録方式を採用している。一方、海外の多くの国では、記憶容量の削減、記録媒体への書込頻度の削減、省電力などの理由により、イベントトリガ方式を一般的に採用している。

また、規格に記載する数値の取扱いについては、日本は技術的進歩を考慮して、同意されない数値は排除する考えであるが、欧米ではできる限り数値を規定するという考えである。

4. 3. 国際審議での議論

4. 2. で述べたように、日本の基本的なスタンスは、各国間で同意のとれない数値は削除する方針であったが、欧米の抵抗により最小限の数値は認めることとなった。国際審議において特に議論となった項目について述べる。

①最小記録間隔について、日本方式は書込頻度を抑える工夫として、最小記録間隔をそのままに、複数データを一度に書込むことで書込頻度の低減を図って

いる。しかし、その書込頻度を見て、「日本の最小記録間隔は長すぎる」との誤解を生んだが、丁寧に説明して誤解を解き、日本方式を併記することとなった。

②記録項目については、各国が現状記録している様々な項目や数値が提案されたが、「時刻および日付」「列車速度」「列車位置」「安全運行に関わる運転士の指令」「列車運転に関わる安全機能の作動状態」の5項目に集約された。安全機能として BC 圧が挙げたが、BC 圧を直接測定することは難しいため、ブレーキコマンド指令への変更を提案し、反映された。

③日本において認められている測定データの上書きと、記録媒体の取り外しについては、海外において認められていない場合が多いため、併記することとなった。ただし、日本からの提案により、故障等の場合はどのような形態でも取り外せることとした。

④事故の際に記録媒体を防護するための保護性能は、最も意見が割れた項目である。国によっては列車全体の水没などを考慮しているため、基準がまちまちであった。日本は1編成への2台設置、あるいは設置位置の工夫による防護も可能と主張したが、最終的に日本案を含めた複数案から選択する形式で決着した。

以上、個々の議論に対し日本の現状を詳細に説明し、可能な限り日本の技術も規格の中に取り入れた。

5. まとめ

本稿では、運転状況記録装置の日本国内での現状と課題について述べ、課題に対する回答として提案していた映像型記録装置が実用化されたので、その概要について紹介した。映像型記録装置については導入期間がまだ短い、今後多くの実績を積み導入各社の一助となることを期待する。

また、運転状況記録装置の規格化については、「Part1 システム仕様」の欧州原案では盛り込まれていなかった日本の仕様や考え方を数多く提案し、多くの日本案に対し承認を得ることができている。これまでの経験を活かし、「Part2 試験方法」の原案を日本から提出することでイニシアチブを握ることはできたが、今後とも各国の動向を注視しなければならない。

参考文献

- 1) 国土交通省、鉄軌道輸送の安全にかかわる情報の公表について、http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk8_000001.html
- 2) 水間毅, 山口知宏, 吉永純, 伊藤昇, 竹内俊裕, 菊池実, 運転状況記録装置 (映像型) の開発, 鉄道技術連合シンポジウム (J-Rail2006) 講演論文集, pp.409-412 (2006)