

踏切の安全向上に関する 国際研究プロジェクトの概要

平栗 滋人* 佐藤 和敏**

An Outline of International Research Project on Enhancement of Level Crossing Safety

Shigeto HIRAGURI Kazutoshi SATO

A research project “SELCAT” (Safer European Level Crossing Appraisal and Technology) funded by European Commission performed activities from September 2006 up to June 2008, and RTRI participated in the project. The project constituted from twenty-four organisations, such as research institutes, and railway companies and entities. In the project, pertinent personnel surveyed and analyzed present situations and technologies of level crossings, and studied strategies to enhance the safety and methods of risk analysis. Apart from the project, we studied on level crossing facilities in Germany and France, and described the results thereof.

キーワード：踏切，安全，SELCAT，ヨーロッパ，FP6

1. はじめに

2006年9月～2008年6月の間、EUの研究プロジェクトの1つとして、欧州を中心とする研究機関、鉄道事業者などが参加したSafer European Level Crossing Appraisal and Technology (略称 SELCAT) が実施された。鉄道総研も、かねてより交流のあった、プロジェクトの取りまとめ役であるドイツ、ブラウンシュバイク工科大学 (Technical University of Braunschweig) の Schnieder 教授の要請により、このプロジェクトに参加する機会を得た。本稿では、このプロジェクトの活動について報告する。

また、SELCATプロジェクト関係者の厚意により、ドイツ、フランスの踏切設備の調査を行ったので、併せて紹介する。

2. SELCAT プロジェクト

2.1 背景

SELCATプロジェクトはEUにおける先端的技術の研究、開発のための第6次枠組み計画 (Framework Programme 6; FP6) によって実施される多数のプロジェクトの1つである。基本的には欧州の研究者、技術者がFP6に対してプロジェクトの提案、応募を行い、承認された場合には資金の提供を受けて活動を行う。1つのプロジェクトにはEU加盟国およびノルウェー、スイス、リヒテンシュタイン、イスラエルの内、少なくとも3か国の参加が必要とされているが、日本など非EU国の参加も可能とされている。対象となる技術分野は情報社会技

* 信号通信技術研究部 (信号)

** 研究開発推進室 (JR)

術、バイオテクノロジー、航空・宇宙技術、陸上・海上運輸技術など非常に多岐にわたっている。現在は2007年～2013年における第7次計画 (FP7) が始まっている。

2.2 参加組織

SELCATは、ブラウンシュバイク工科大学が取りまとめ役となり、2005年9月にFP6に応募し、2006年1月に承認を受けた。

プロジェクトには、表1に示すように欧州の大学、鉄道や道路交通に関する研究機関、鉄道事業者、その他関係機関から19の組織が参加し、鉄道総研が唯一の非欧州圏の組織として加わっている。

本研究プロジェクトへ参加することで、欧州の専門家知見、踏切の安全性向上策の事例や研究開発動向の他、リスク分析手法に関する情報を得ることができ、日本における踏切の安全性向上にも寄与できると判断した。

この他、表2に示すようにプロジェクトの成果の更なる展開を目的として、FP6においてThird Target Countriesとして指定されている国々から5つの組織が、SELCAT-TTCとして参加した。

2.3 目的

プロジェクト開始時に作成された活動計画では、SELCATの主な目的について以下のように述べられている。

- 欧州各国および日本における、踏切に関する既存および今後の研究、改善について概観する。
- 欧州各国および日本における、踏切に関する事故などのデータを分析する。
- 踏切の安全と性能を向上させるための、既存および新しい技術の可能性と実用性を検討する。

特集：信号通信技術

表1 SELCATへの参加組織

	組織名	略称
大学	Technical University of Braunschweig (ドイツ)	TUBS
	University of Rome (イタリア)	DITS
	University of Zilina (スロバキア)	UNIZA
	University of Birmingham (イギリス)	UB
	University of Transport Sofia (ブルガリア)	VTU
研究機関	French National Institute for Transportation Research (フランス)	INRETS
	Railway Safety and Standards Board (イギリス)	RSSB
	Railway Scientific and Technical Centre (ポーランド)	CNTK
	German Aerospace Centre (ドイツ)	DLR
	Technical Research Centre of Finland (フィンランド)	VTI
	Applied Signal Processing and Telecoms Research Centre (ベルギー)	MULT
	鉄道総研	RTRI
鉄道路路関係団体	International Union of Railways (フランス)	UIC
	General German Automobile Association (ドイツ)	ADAC
	Capacity Allocation Office (ハンガリー)	VPE
鉄道会社	German Railways (ドイツ)	DB
	Network Rail (イギリス)	NR
	Italian Railways (イタリア) (注：インフラ会社)	RFI
	Bulgarian National Railways (ブルガリア)	NRIC

表2 SELCAT-TTCとしての参加組織

	組織名	略称
大学	The Mohammadia School of Engineers (モロッコ)	MA
研究機関	All-Russian Railway Research Institute (ロシア)	VNIIZhT
	China Academy of Railway Science (中国)	CARS
鉄道会社	Indian Railways (インド)	RDSO
	Railways of Morocco (モロッコ)	ONCF

- 踏切の安全を向上させるための技術的方策の分類に対する、リスク分析手法および費用対効果分析手法の適用性を調査する。

これらの他、SELCATの実施に伴う副次的な目的として、ERA (欧州鉄道庁) が作成するCSM (Common Safety Method), CST (Common Safety Target) に対して、意見として直接採用できる点が挙げられている。CSM, CSTとは、欧州内の鉄道の安全に関する共通の管理、目標、評価、各国の安全当局の協調の実現を目的とする、鉄道の安全に関する欧州指令 2004/49/EC の中で、CSI (Common Safety Indicator) とともに定めることが規定されているものである。

2.4 体制

作業の実施に当っては、5つのWP (Work Package) が設定された。各WPの目的は以下のとおりである。また、

WP相互の関係を図1に示す。

WP1 (Level Crossing Appraisal ; 踏切の評価)

踏切に関する既存および今後の研究、実際のリスク、法的な背景について概観することを目的とする。リーダーはUIC (国際鉄道連合) が担当した。

WP2 (Level Crossing Technology ; 踏切の技術)

踏切事故を減らすための技術的解決策について検討を行うことを目的とする。リーダーはINRETS (フランス国立交通研究所) が担当した。

WP3 (Methodology ; 方法論)

踏切のリスク分析に適用できるモデル化手法の検討を行い、リスクやコストを減らすために必要な活動を見出すとともに、必要なシステム構成を定義できる手法を提案することを目的とする。リーダーはRSSB (英国鉄道安全標準化委員会) が担当した。

WP4 (Dissemination ; 広報)

上記のWP1～WP3の検討内容、成果の普及を目的とする。具体的には、各WP終了時にワークショップを開催する他、必要により各種国際会議での発表を行う。リーダーはUIC が担当した。

WP5 (Project Management ; プロジェクト管理)

プロジェクト全体の作業管理、欧州委員会との間の契約手続き、各種書類や報告書の提出などを行う。担当は取りまとめ役のブラウンシュバイク工大である。

このように実際の検討作業を行うのは、WP1～WP3である。鉄道総研はこの3つのWPに参加した。

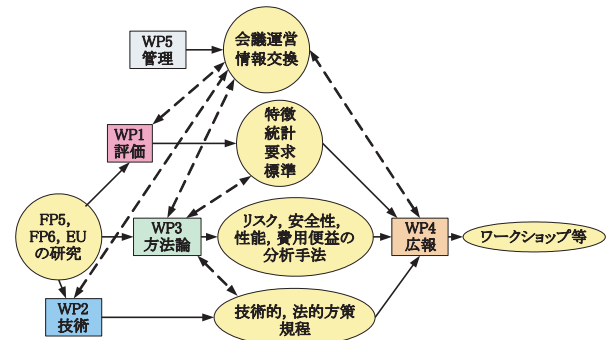


図1 WPの相互関係

2.5 実施の概要

2006年9月にドイツ、ブラウンシュバイクにおいてKick-off会議が開催され、活動が始まった。これを受けてWP1の活動が開始され、以降、WP2, WP3の順で活動に着手した。各WPの作業期間と会議開催の実績を図2に示す。

各WPでは、数か月に1回のペースで1回あたり1日～2日間の会議が招集された。この他、メーリングリストなどを活用して適宜、意見や情報の交換を行った。

また、各WPの作業に一定の目途がついたタイミングでワークショップが開催され、成果や進捗状況の報告が

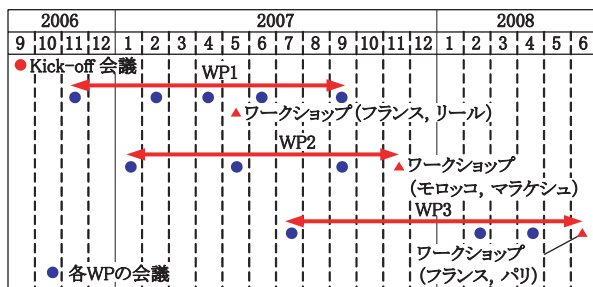


図2 各WPの活動期間と会議開催

行われた。なお、ワークショップは広報活動の一環との位置付けから、SELCAT関係者以外にも広く参加を募って開催された。

WPの会議は全て欧州で開催されたため、地理的、時間的な制約もあり、鉄道総研から全ての会議に参加することはできなかったが、適宜、コメントや資料をメールで送付するなどして対応した。

2.6 活動と成果の概要

以下にWP1～WP3における活動と成果の概要を述べる。

2.6.1 WP1

過去の踏切に関するプロジェクトの調査や参加各国の踏切事故、踏切設備の現状に関するデータ収集が行われた。過去のプロジェクトに関しては、技術的な改善に比重が置かれており、リスク分析やヒューマンファクタを扱ったものは少ないことが分かった。

データ収集に際しては将来、異なる種類の踏切のリスクを評価できることが意識された。踏切設備については、踏切が持つ機能を、道路に対する警報の方法、道路交通のシャ断の方法などに分類し、個別の踏切について各項目に対して、その有無を回答する方式で調査された。これは、共通の定義と用語で様々な踏切を分類するためである。事故データについては、各国で保有するデータの項目が異なっていた。例えば、フィンランド、モロッコ、ロシアでは軽傷者は対象とされていない。また、日本では重傷と軽傷の区分はされていない、などである。これを受けて、収集する項目の設定について議論が行われたが、今後の詳細なリスク分析に利用することも考慮して、事故の重大さ（死者、重傷者、軽傷者）、列車との衝撃対象、事故の原因（鉄道部外、鉄道部内など）ごとの件数を収集することとなった。なお、該当するデータがない場合は特記するなどして対応することとした。

データ収集の結果、年間の事故件数は中国が約800、日本が約400、ポーランド、ドイツ、ロシアが200～300であり、件数自体は日本が2番目に多い（回答は13か国）。一方、鉄道と道路、それぞれの交通量と延長距離などを考慮した係数で正規化した評価指標の検討が行われた。この結果、日本はドイツと同程度で、13か国の中ではかなり低い方である。また、中国の評価値は日本の約22倍であ

り、踏切事故のリスクが高いという結果となった。なお、データ収集については、一部の参加国について提供されなかった場合があり、この点では課題があったと言える。

また、踏切に関する法規や規程に関する調査の結果、国ごとに独自であり、特に道路側に対する警報や表示の相違についてはリスクを高める要因の1つとなっており、欧州レベルでの調和が必要であることが提言された。

2.6.2 WP2

踏切の安全を向上させるためのプロジェクトの技術内容について、調査と整理が行われた。38個の各プロジェクトに対して、道路側の機能（物理的なシャ断、警報など）、鉄道側の機能（列車検知、列車に対する警報など）、人間の意識（自動車運転手への情報、列車運転士への情報など）に項目が分類され、マトリクス状に整理された。

また、安全向上のための具体的方策として、新しい技術を用いた障害物検知について検討が行われた。1つのアイデアとして、衛星による列車位置検知、踏切装置と列車間の無線伝送、踏切道内の画像による監視などを組合せたシステムが示された。

本WPに対して、鉄道総研からは制御装置の信頼性向上、警報時間の適正化、道路からの視認性向上、障害物検知装置の整備など日本の様々な取組みを紹介した。なお、議論の過程では、安価で確実に実効を挙げ得る方策として、地味であっても各国で既に行われている具体的技術にも注目し、これらの情報を共有できるようにすべきではないかとの意見を述べた。これに対しては、一定の理解は得られたものの、これまでにない新しい技術による方策を提案することもプロジェクトに課せられている使命であるとして、上述のようなシステムの提案が行われた。

2.6.3 WP3

リスク分析を行うためのモデルが提案された。モデルにおいては事故原因が、道路通行者の不正通行、道路通行者の偶然の不正通行、装置故障、信号扱い者のミスに4つに大別されている。これらについて、様々なパラメータの値を基にして発生確率を算出する。パラメータ値から発生確率を得る論理は、今回は英国での知見や統計に基づくもので、他国で適用する場合には状況に応じたカスタマイズを必要としている。パラメータは多岐に渡っているが、列車速度や列車頻度など列車運行に関する要素、自動車通行頻度など道路交通に関する要素、踏切近傍のポイントの存在や曲線など地理的な要素、路面状態などの要素などである。

2.7 その他

2.6で述べた成果については、2008年6月にパリのUICにおいて開催された最終のワークショップにて報告された。なお、報告書については今後、公開される予定となっている。

特集：信号通信技術

また、余談であるが、最終ワークショップに引続いて、同じ会場で踏切国際シンポジウムが開催された。3日間にわたって27件の発表とパネルディスカッションなどが行われ、技術的な取り組みの他、安全向上のための啓蒙的な活動などについても紹介された。

鉄道総研からは、日本の踏切の現状、安全向上のための様々な技術と取り組みについて紹介した。また、JR東日本から、新しく導入された踏切障害物検知装置などに関する発表があった。なお、次回のこのシンポジウムは、2010年10月にJR東日本の主催で東京において開催される予定である。

3. 踏切設備の調査

SELCAT関係者の厚意によって、2007年5月にドイツ、フランスの踏切設備の調査を行ったので、その概要を簡単に報告する。なお、この調査はJR北海道、JR東日本、JR西日本、JR九州の信号関係の方々とともにいった。

3.1 ドイツの踏切

SELCATの参加メンバーであるDBのSchaefer氏の案内で、フランクフルト郊外の踏切数箇所を調査した。



図3 モニタ監視付き全しゃ断踏切



図4 レーダ式障害物検知装置

DBには約22,000の踏切があり、約半数は保安装置がないタイプ（日本の4種相当）である。また、保安装置のある踏切の内、約6,500箇所が半しゃ断である。

図3はカメラによる監視付きの踏切である。ドイツでは全しゃ断踏切には、いわゆるトリコ発生時に対応するため、何らかの監視装置か障害物検知装置を設ける必要があるとのことである。図4は別の踏切で監視カメラ置換え用に設置した、レーダ式の障害物検知装置の設置例である。

この他、意見交換においてドイツでは鉄道、道路関係者が共に参加する踏切視察を3年に1回実施することが最近、法制化されたこと、そのガイドラインをDBが中心となって取りまとめ、ドイツ全土で警察や道路管理者を対象としたセミナーを開催していることなどが紹介された。

3.2 フランスの踏切

SELCAT WP1のリーダーであるTordai氏の紹介で、パリの南150km程に位置するヴィエルゾン郊外の踏切をSNCFの案内で調査した。

SNCFには約16,000の踏切があり、約4,000箇所が保安装置のないタイプである。また、保安装置のある踏切の約11,000箇所と、かなりの割合が半しゃ断である。

図5の左側は踏切視認性向上のための、警報灯を高所に設置した例である。同図の右側は、踏切に接近する自動車運転手に対して、踏切が前方に存在することを意識させる表示の試行例である。



図5 視認性向上の試行

4. おわりに

SELCATへの参加を通じて、異なる背景を持つ欧州などの踏切設備や安全に関する状況に触れることができた他、リスク分析の知見を得ることができた。また、日本の踏切関連技術、安全向上への取り組みについての情報を発信することができたものと考えている。今後は機会があれば、プロジェクトへの参加で得られた成果を基に、踏切の安全性向上に寄与していきたいと考える。