

# 鉄道メンテナンスデータ向け統合分析プラットフォームにおける 鉄道ダイナミックマップの活用

流王 智子 太田 佑貴 河村 裕介  
栗田 いずみ 遠山 喬 (公益財団法人鉄道総合技術研究所)

Usage of railway dynamic maps in an integrated analysis platform for railway maintenance data.  
Satoko Ryu\*, Yuki Ota, Yusuke Kawamura, Izumi Kurita, Takashi Toyama (Railway Technical Research Institute)

The use of cross-sectional data is being focused on in order to achieve more efficient and labor-saving maintenance in railways. However, in railways, the data formats collected in each system differ, making it difficult to utilize cross-sectional data. Therefore, we have been currently proposing an 'integrated analysis platform' which centrally manage and analyze maintenance data from each of railway's operational systems. In order for users to easily search for information on other work systems on this platform, it is necessary to correspond the location of equipment etc. with maps and railway track maps. Therefore, we propose a specification for utilizing the 'dynamic railway map' for this platform, which can display and manage the location information of equipment etc., as well as inspection and sensing data as geospatial information.

キーワード：統合分析プラットフォーム、鉄道ダイナミックマップ、位置情報一元化、Web アプリケーション  
(Integrated analysis platform, Dynamic railway map, Centralization of location information, Web application)

## 1. はじめに

鉄道システムで収集されるメンテナンスデータは、業務システム毎に独自のデータ形式や位置情報で管理がされている。そのため、他業務システムと自システムのデータを一括して扱うことが難しい。しかし、鉄道システム全体では、車両の走行が軌道の状態や架線の状態に影響を及ぼすといった、相互影響は存在する。したがって、システムを超えたデータを扱うことにより、これらの相互影響を確認することができる。そこで筆者らは、鉄道分野のデータを横断的に扱うため、全業務システムのデータを統一した形式で蓄積・管理し、かつユーザの希望する位置表現でデータを提供する「データサーバ」と、システムを超えたデータの相互関係を分析する「分析基盤」を統合した「統合分析プラットフォーム」の構想を提案している<sup>1)</sup>。このプラットフォームを扱う上で、ユーザが他の業務システムの情報を容易に検索するためには、設備等の位置を地図や線路図として対応させる必要があるが、現在検討中のプラットフォームでは、地図表示に関する機能がない。

一方、設備等の位置情報、検査・センシングのデータを統合的に表示・管理する情報基盤として、列車の自律運転実現のために開発中の、鉄道ダイナミックマップを適用することも検討されている<sup>2)</sup>。鉄道ダイナミックマップは地図と線路図の二面から構築されており、地図上の位置とキロ程

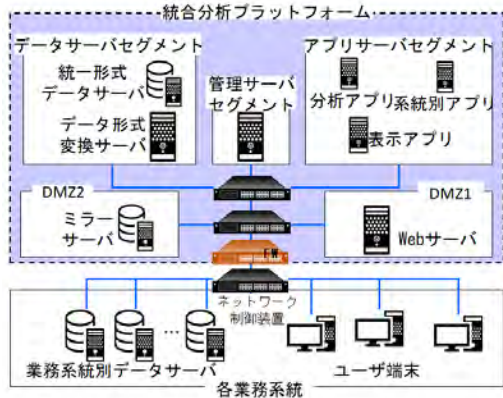
に基づく位置でデータ管理が可能である。しかし、位置情報の定義に関しては、鉄道ダイナミックマップで扱う形式に対応したものである必要がある。

そこで本研究では、統合プラットフォーム内でアプリケーションを使うユーザに対して、地図や線路図を確認しながら、活用したい他システムのデータや実行したい処理を選択できるようにするため、統合分析プラットフォーム内に鉄道ダイナミックを機能させるサーバを新たに設置し、鉄道ダイナミックマップの保有する地図や線路図を用いて、統合分析プラットフォームのアプリケーションを活用する手法について提案する。

## 2. 統合分析プラットフォームとダイナミックマップ

〈2.1〉 統合分析プラットフォーム 統合分析プラットフォームは、データサーバと分析基盤の両機能を保有する。統合分析プラットフォームは、これらの機能を一カ所に集約したクラウドにより運用する。統合分析プラットフォームのネットワーク構成図を図1に示す。

データサーバ機能では、各業務システムが保管するメンテナンスデータの写しをそのままの形式・位置表現で蓄積する「ミラーサーバ」、データ形式・位置表現が異なる各業務システムのデータを統一形式へ変換する「データ形式変換サー

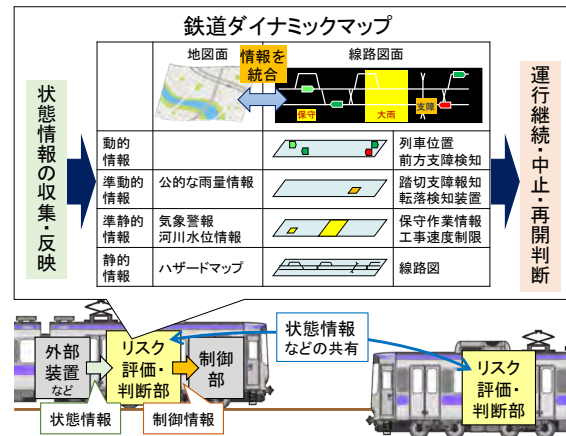
図1 プラットフォームのネットワーク構成図<sup>1)</sup>

バ、変換後のデータを蓄積する「統一形式データサーバ」で構成される。この構成により、各業務システムのデータ形式をそのままプラットフォームに取り込み、プラットフォーム内部で統一のデータ形式・位置表現に変換する。分析機能は、プラットフォームの統一データ形式サーバに蓄積されたデータに対して、データの分析・表示処理を行う「アプリケーションサーバ（以下、アプリサーバ）」で構成される。アプリサーバとして、データの前処理や分析をする「分析サーバ」、データの表示処理を行う「表示サーバ」、各業務システムの通常業務で使用する「系統別アプリサーバ」の3種類を想定した。また、ユーザが扱いたいデータ形式や分析処理等を受け付け、処理結果の表示やダウンロードが可能なインタフェースを提供するWebサーバをプラットフォームの入口に設置する。

さらに、これらの機器および機器間のネットワークの監視、ユーザおよび管理者の認証等の機能を有する管理サーバ、およびプラットフォーム内の通信を制御するネットワーク制御装置も設置する。また、認証やネットワーク機器によるセキュリティ対策により、データベースを改ざん等から保護する。提案するネットワーク構成では、将来のデータやユーザの規模の変化への柔軟な対応や不正なアクセス等の遮断を考慮し、複数の機器を機能単位で1つのセグメントとしている。

**〈2・2〉 鉄道ダイナミックマップ** 鉄道ダイナミックマップは、鉄道総研で検討を進めている列車の自律運転の実現に向け、沿線や車上の状態情報を集約し、列車運行のリスク判断、運転再開判断等に活用することを目指している。

鉄道ダイナミックマップの概要を図2に示す。鉄道ダイナミックマップは、地図面と線路図面で構成され、地上と車上がそれぞれで保有する。地図面では、地図上の位置や範囲で管理される気象情報、ハザードマップ等の情報を扱う。線路図上では、線路上の位置で管理される列車位置や各種監視システム等の情報を扱う。線路図面と地図面の情報は相

図2 鉄道ダイナミックマップ<sup>2)</sup>

互変換可能である。

### 〈2・3〉 相互利用の効果

双方のプログラムは、共に内部で位置情報を扱うため、統合分析プラットフォームで扱う位置情報と鉄道ダイナミックマップで扱う位置情報を統一することで、容易に相互の機能が利用可能となる。特に、鉄道ダイナミックマップで扱う地図面や線路図面を統合分析プラットフォームで用いると、他系統の設備位置の確認や、データ検索範囲等を視覚的な確認が可能となり、ユーザにとって直感的にアプリサーバセグメント内のサーバの機能を扱いやすくなるといった利点が生まれる。

## 3. 鉄道ダイナミックマップの統合分析プラットフォームへの組み込み

**〈3・1〉 ネットワーク構成** 統合分析プラットフォームにおいて、鉄道ダイナミックマップの機能を活用するにあたり、統合分析プラットフォーム内に鉄道ダイナミックマップの機能を有する新たなサーバを設置する。以降、このサーバをプラットフォームでは、「鉄道ダイナミックマップサーバ」と呼ぶ。鉄道ダイナミックマップは、国土地理院の地図情報を読み込み、地図面を作成する仕様のため、インターネットとの通信が必要である。そこで、鉄道ダイナミックマップサーバは、統合分析プラットフォームにおいて、DMZ2のセグメントに配置することとした。

また、図2に示した統合プラットフォームの構成についても見直しを行った。これまで開発したWebサーバは、データサーバから取得したデータを描画する機能を保有していることから、アプリサーバセグメント内に位置する表示サーバで想定している機能と同等な機能を保有する。そこで、Webアプリサーバは、アプリサーバセグメント内に移行した。一方、これまでWebアプリサーバのあった位置には、アプリサーバセグメントとユーザ端末間の中でサーバ

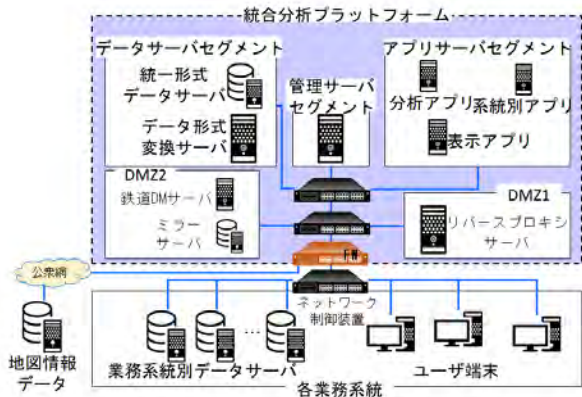


図 3 新ネットワーク構成

応答を代理しつつ通信を中継する機能を担う、リバースプロキシサーバを設置することとした。見直し後のネットワーク構成を図3に示す。

〈3・2〉 機能整理 統合分析プラットフォームと鉄道ダイナミックマップは、それぞれに開発を進めているため、統合分析プラットフォーム内に鉄道ダイナミックサーバを設置するにあたって、個々のサーバの改修は最小限とし、それぞれの保有する機能を最大限有効活用する方が望ましい。また、今後の開発において、それぞれの機能が重複しないよう、役割を整理する。

統合プラットフォームでは、Webサーバにおいてデータの描画機能、分析サーバにおいてデータの前処理機能及びデ

ータ分析機能を保有している。また、分析サーバによるデータ分析結果をグラフ表示する場合は、Webサーバにより、この結果を描画する。したがって、データの描画や分析に関する処理は、現状通りWebサーバや分析サーバで行う。なお、統合分析プラットフォームでは、各系統で統一させた位置情報形式の他に、各系統で定義する位置情報や時間軸もデータベースに保有しているため、ユーザの希望する位置表現でデータを変換して提供することが可能である。

一方、鉄道ダイナミックマップのプログラムでは、線路図面で設備の位置情報を確認することができることから、業務系統別に保有する設備情報をこれに追記することが可能である。鉄道ダイナミックマップで定義する位置は「統一キロ程」と呼ばれる位置情報であり、設備等の位置に関しても、すべて統一キロ程を用いて定義をする。したがって、統一キロ程で定義された位置に基づく描画に関する処理は、鉄道ダイナミックマップサーバで行う。

〈3・3〉 位置情報の扱い 鉄道ダイナミックマップと統合分析プラットフォームを相互利用するためには、それぞれで用いている位置情報を統一する必要がある。3.2節に示したように、鉄道ダイナミックマップで保有する位置情報は統一キロ程のみである。統合分析プラットフォームでも、各系統で統一させた位置情報形式を保有する。それぞれで定義する位置情報の対応関係を表1に整理する。それぞれの定義に対して不足している項目には色付けを行った。

表1から、鉄道ダイナミックマップと統合分析プラットフォーム

表 1 位置情報の対応付け

鉄道ダイナミックマップ	統合分析プラットフォーム
軌道中心線 DB	軌道中心線ノードテーブル
線区 ID	(軌道ブロックテーブルで紐づけ)
線路ブロック ID	軌道ブロック ID
ブロック内座標 ID	軌道中心線ノード ID (ユニーク ID、順序は始端からの距離で決定)
緯度	緯度
経度	経度
	高度
前座標からの距離	なし (始端からの距離から計算)
ブロック始端からの距離	始端からの距離
線路ブロック DB	軌道ブロックテーブル
線区 ID	線区 ID
線路ブロック ID	線路ブロック ID
ブロック長	軌道ブロック長
	始端方位角 (方位角の誤差の蓄積を避けるため)
	始端軌道ノード ID
	終端軌道ノード ID
隣接線路ブロック ID (起点方、本線側)	なし (本線・分岐の区別なし、軌道ノードの共有によって接続を表現)
隣接線路ブロック ID (起点方、分岐側)	なし (本線・分岐の区別なし、軌道ノードの共有によって接続を表現)
隣接線路ブロック ID (終点方、本線側)	なし (本線・分岐の区別なし、軌道ノードの共有によって接続を表現)
隣接線路ブロック ID (終点方、分岐側)	なし (本線・分岐の区別なし、軌道ノードの共有によって接続を表現)

フォームの位置情報の定義には共通項目が多く、この共通項目において、同じ値を保有することで、相互利用が可能となる。特に、参照される位置情報は、鉄道ダイナミックマップで保有するデータが主となるため、鉄道ダイナミックマップで定義されている項目が、統合分析プラットフォームで網羅されていれば、相互利用可能となる。表 1 から、統合分析プラットフォームの位置情報の項目として定義されていない項目は、カッコ内に記載するように、他の項目から読み取ることが可能となっている。したがって、鉄道ダイナミックマップと統合分析プラットフォームの現状の位置情報で相互利用が可能であることが分かった。また、不足事項に関しては、統合分析プラットフォーム内で、読み替え用のテーブルを新たに作成して対応する。

#### 4. アプリケーションとの連携手法

〈4・1〉 Web アプリサーバとの連携 統合分析プラットフォームの Web アプリサーバでは、選択した系統のデータを表示する機能や、表示されているデータを加算剰余する機能を保有している。表示させたいデータは、位置情報や期間の範囲を数値で設定することで選択する。しかし、他系統の保有するデータを選択するためには、線路図から範囲指定を行う方が使い勝手が良い。さらに、表示されているデータと線路図の対応付けがあると、位置情報と連動してデータを確認することができる。以降では、鉄道ダイナミックサーバと Web アプリケーションサーバとのやりとりに関する部分を中心に、連携の方法について示す。

図 4 にユーザを含めたアプリケーションの動作シーケンスを示す。アプリケーションの動作として、ユーザは、リバースプロキシサーバを経由し、鉄道ダイナミックマップからアプリケーションを起動できるようにする(図 4 では、リバースプロキシサーバは省略)。これにより、ユーザのアクセスするトップ画面は、鉄道ダイナミックマップとなる。そこで、鉄道ダイナミックマップサーバでは、線路図上での範囲指定と統合分析プラットフォームの Web アプリケーションを呼び出せるような改修を行う。ユーザが、鉄道ダイナミックマップで、Web アプリケーションを呼び出すことにより、鉄道ダイナミックマップサーバは、Web アプリケー

ションサーバを起動し、ユーザの指定した範囲の統一キロ程と線路図データを Web アプリケーションサーバへ送信する。これにより、ユーザは Web アプリケーションサーバが動作可能となる。また、Web アプリケーションサーバでは、鉄道ダイナミックマップサーバから受信した統一キロ程と線路図データを検索機能やデータ表示機能の上部に線路図を表示させる。

〈4・2〉 ハザード情報の授受 Web アプリケーションサーバ内でデータ処理が実行されている場合、そのデータ処理結果から、メンテナンス上の危険な箇所を抽出することができる。一方、鉄道ダイナミックマップでも、ハザードマップや危険状態を登録できるデータベースを保有している。したがって、鉄道ダイナミックマップサーバ側で、Web アプリケーションサーバで危険であると判定された位置情報や危険の種類等を受信できるように設計することで、危険状態のデータベースにこれが追加可能となる。さらに、Web アプリケーションサーバで、リアルタイムデータ分析が可能となった場合、リアルタイムに危険と検知された情報を鉄道ダイナミックマップ上の画面にも通知することができる。

#### 5. まとめ

本稿では、統合分析プラットフォームに、地図面や線路図の描画機能を保有する鉄道ダイナミックマップを活用する手法について検討した。これらを連携するにあたって、それぞれで用いる位置情報の整理を行った結果、大幅なプログラムや機能の変更なく相互利用可能であることが分かった。また、それぞれの機能の特徴を整理し、統合分析プラットフォーム内に、鉄道ダイナミックマップ用のサーバを新たに構築するネットワーク構成を提案した。さらに、統合分析プラットフォーム内の Web アプリケーションサーバと鉄道ダイナミックサーバを連携させたアプリケーションの動作提案を行った。

現在、統合分析プラットフォームと鉄道ダイナミックマップでは、それぞれ鉄道総研所内の試験線を一例として、開発を進めており、これを対象とした具体的なアプリケーション開発を行い、連携の効果を示す予定である。

#### 文 献

- (1) 流王智子・河村裕介・羽田明生・栗田いずみ：「分野をまたがる鉄道メンテナンスデータの統合分析プラットフォームの開発」, 鉄道総研報告, Vol.36, No.8 pp.51-56 (2022)
- (2) 太田佑貴・祇園昭宏・西本翔：「鉄道ダイナミックマップにおける設備情報の活用」, 第 59 回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集, 論文番号 409 (2022)

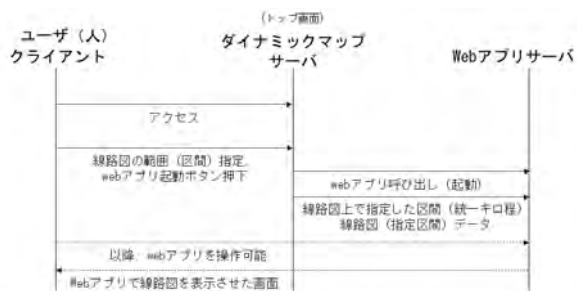


図 4 動作シーケンス