



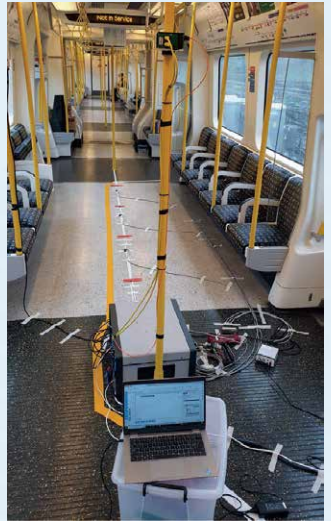
## 情報・信号通信 量子慣性センサーによる列車位置測位の可能性評価

### Assessing the potential of quantum train location

Andrew Grantham ; Railway Gazette International

Railway Gazette International Vol.180 No.4 (2024-4) pp.22-23 英語

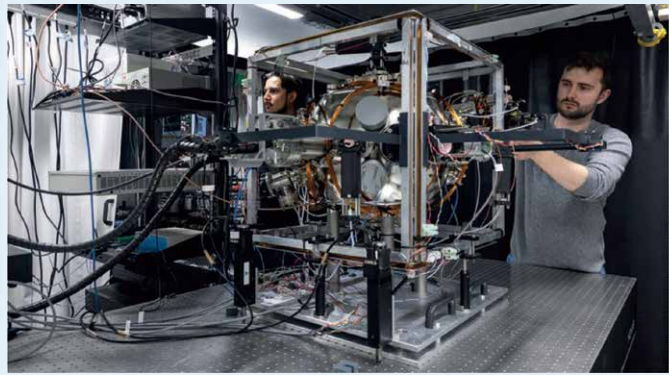
イギリスのいくつかの大学、企業などによる研究チームは、量子慣性測位システムが、人工衛星や線路側の機器を必要とせずに、鉄道の状態監視、列車制御、および信号制御向けに正確な列車位置情報を提供できるかどうかを、ロンドン地下鉄の列車を使用して、試験する予定である。量子慣性センサーによる測位は地下でも有効で、建物の陰や環境の影響を受けない。従来の列車位置測位は、衛星測位に慣性センサーおよびジャイロを組み合わせ、三次元空間内の位置を割り出す。この衛星方式はより高度な技術の使用により1m以内の精度で測位可能であるが、ドリフトが発生し、受信状態が悪くなると精度が大幅に低下する問題がある。一方、量子方式はドリフトがなく、10cm以内の精度が期待される。鉄道は振動や複雑な電磁環境など過酷な条件にあり、量子方式の評価試験に適している。量子慣性測位システムの研究は従来軍事用に焦点が当てられていたが、民間への応用として鉄道が期待されている。



実験はロンドン地下鉄のハマースミス&シティー線、サークル線、ディストリクト線で行われており、車内設備は「靴箱と冷蔵庫の間くらい大きさ」とされている。

《出典 Railway Gazette International》

量子慣性測位システムの導入コストは決して安くはないが、線路脇の設備が不要となりメンテナンスコストが省けること、衛星測位の課題を克服できることによる利点を鑑みると投資に見合った効果が得られると考えられている。また、鉄道が振動や電磁環境などで比較的過酷な条件を備えていることから、鉄道で使用可能なセンサーは、他の用途にも適用できることが期待されている。



インペリアル・カレッジ・ロンドンの研究者は試験用の加速度計測技術を開発中 (写真: Thomas Angus / Imperial College London)

《出典 Railway Gazette International》

## 情報・信号通信 AIを活用した鉄道システムへのサイバー攻撃

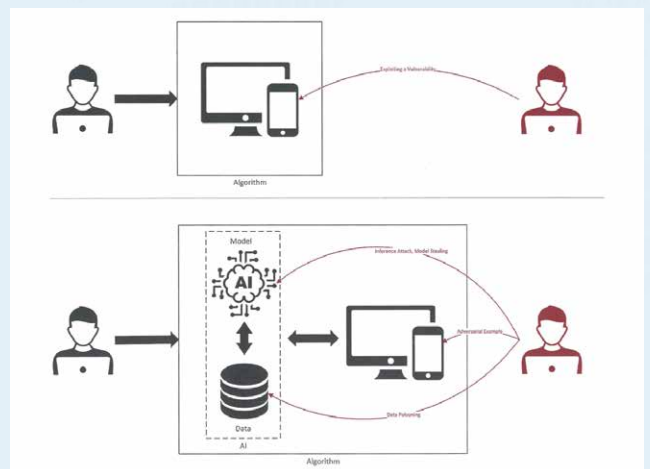
### Angriffe auf KI-basierte Bahnsysteme

Lars Schnieder ; ESE Engineering und Software-Entwicklung 社, 最高経営責任者, ドイツ / 他

SIGNAL+DRAHT Vol.116 No.4 (2024-4) pp.27-32 独語 / 英語

安全性が極めて重要なシステムは、その性質上、故障すると深刻な結果を招くおそれがあるため、精度と信頼性に最も高い要求が課せられる。人工知能 (AI) を活用したコンポーネントの継続的な改善は、保守作業、保安、自動運転、輸送計画、収益管理、交通政策、旅客流動などの分野における効率と意思決定の面で、当初は大きな改善をもたらした。しかしながら新しい技術の使用には常に、新しい形態のサイバー脅威にさらされるリスクが伴う。ここでは次に示す、AIシステムに対する3つの主な脅威を分析した。1. 敵対的サンプル：入力データにわずかな変更を加えると、AIが誤った出力を生成する可能性がある。2. データポイズニング：訓練データが悪意を持って操作され、AIモデルが危険にさらされる。3. 推論攻撃 (モデル盗難など)：AIモデルから機密情報を抽出することを目的とする。

鉄道におけるAIの活用場面は今後も増加の一途である一方で、AIを悪用したサイバー攻撃の脅威が高まっている。ドイツでは自動車部品などのAI対応製品が市場に投入される前に安全性テストの実施を望む意見が多く、ドイツ標準化機構の人工知能標準化ロードマップ第2版では、AIの安全性と説明可能性が中心的な要素となっている。



従来の攻撃とAIを活用したシステムに対する攻撃の違い (出典: Hamon, R.; Junklewitz, H.; Sanchez Martin, J.)

《出典 SIGNAL+DRAHT》

## 軌道・構造物 トンネル検査のためのデジタル技術

### Digitale Lösungen für die Inspektion von Tunneln

Stefan Grubinger : recordIT 社, オーストリア / 他

Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.4 (2024-4) pp.24-28 独語

オーストリア連邦鉄道(ÖBB)の路線はその山岳地形に特徴があり、全線に254のトンネルがある。これらのトンネルはその位置、延長さ、う回路に乏しいことなどから路線の有用性を確保するうえで重要な存在となっている。このため強靱で高い安全性を備えたトンネルの維持管理が必要である。本記事では、トンネルの検査作業を効率的かつ迅速に行うためのデジタル技術の可能性とデジタル技術が持続可能で安全なトンネルの維持と路線の有用性の向上に貢献できるかについて述べている。このトンネル検査用のデジタル技術の開発を通じてトンネルに関する検査情報の利用価値の向上と検査時間の短縮に加え、検査ミスの最小化を実現できることが明らかとなった。



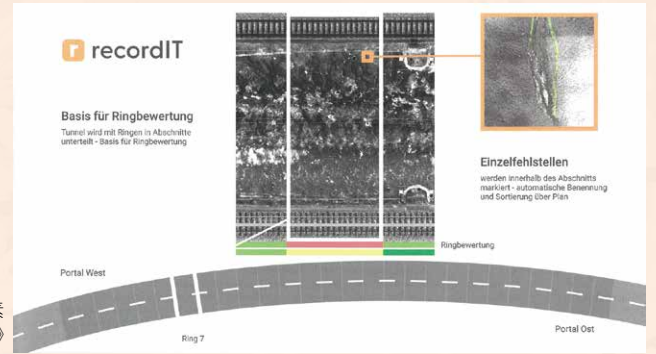
トンネルに対する作業状況

《出典 Der Eisenbahningenieur》

ÖBBの路線網では、古いトンネルの建設や保全、修理に関する文書が残されていないケースが多くあり、デジタル技術を用いた文書化が推進されている。また、検査方法のデジタル化も並行して進められており、将来は、現場で損傷の3次元モデルを作成し、損傷や欠陥を自動的に検出して位置を特定する、などのさらなるデジタル技術の活用が必要になるとされている。

トンネル検査における記録業務の基本構成要素

《出典 Der Eisenbahningenieur》



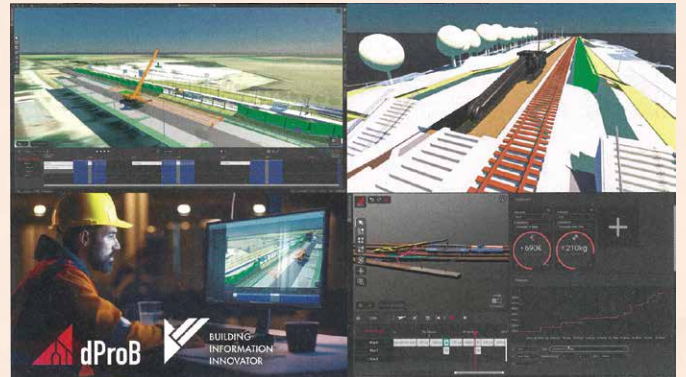
## 軌道・構造物 鉄道建設におけるデジタル変革:デジタル建設シーケンスと建設工程計画の可能性

### Digitale Transformation im Eisenbahnbau Potenzial der digitalen Bauablauf- und Bauprozessplanung

Christof Gipperich : Biberach 大学, ドイツ / 他

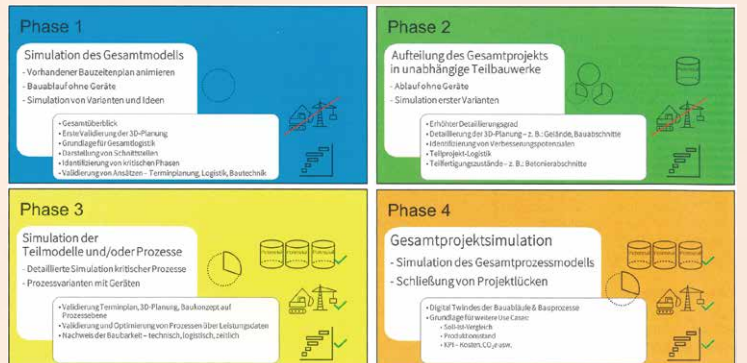
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.73 No.4 (2024-4) pp.22-27 独語

鉄道インフラの維持と拡張には、建設業界における業務の効率化と精度の飛躍的な向上が必要である。建設時の手戻りやコスト超過あるいは遅延を最小限に抑えるため、革新的なデジタルソリューションを使用した建設計画と施工への新しいアプローチが求められる。ドイツの建設業界は、BIM/CIM技術を採用するまでには数年を要したが、技術開発により現在では合理的なコストと所要時間で多くのプロジェクトが実施されている。バリューチェーンの次の段階である設計または施工では、デジタル建設工程計画は多くの成果を生み出す技術として利用可能となっている。設計・施工のデジタルツールを作成することで、設計と施工の工程を統合的に計画できるようになるが、将来の施工管理の観点からプロジェクト管理においても大きな可能性がある。実際の建設現場からのデータ、特に機械データの取り込みは、次の段階となる。建設現場のデータモデルは、自律型建設機械やロボット、AIの活用不可欠な基盤となる。本記事ではデジタル施工工程と施工工程計画の事例を紹介する。



dProB デジタルプロセスプランニング構築 (出典: Building Information Innovator GmbH) 《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

鉄道の建設工事におけるデジタル技術の導入による革新的な業務変革に関する内容である。この「改革」では建設分野における施工工程において、長年続けられている「建設現場でのその場対応」から「バックオフィスでの施工管理」への移行を可能にするもので、現場の生産性の大幅な向上のほか、将来の熟練労働者不足に対処する解決策としても期待されている。



dProB を使用したモデリング作業の構造化 (出典: Hochschule Biberach)

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

*Nahloser Datenfluss: intelligente Vernetzung von Gleisbaumaschinen und Backoffice*

Alexander Brennsteiner ; Plasser & Theurer, オーストリア / 他  
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.73 No.4 (2024-4) pp.38-42 独語

局所的な特性にとらわれることなく全体的な傾向を察知することが可能な中央アプリケーションハブ tmOS は、軌道保守機械のデジタルソリューションをネットワークソリューションとし、データ同期を通じて機械とアプリケーションソフトウェアの間にクラウドループを作成する。これに車両およびインフラ管理用のデジタルアプリケーションがシームレスに統合される。したがって、軌道保守プロセス全体がデジタルでリンクされ、どこからでもアクセスが可能となる。これにより、インフラ管理の新しいデジタル世界が創造される。

軌道保守機械とバックオフィスの知能ネットワーク化を実現するシームレスなデータフローに関する内容である。軌道保守機械間は直接データを交換することで、現場で作業プロセスの正確な調整が可能になり、時間とコストの大幅な節約につながる。また、商用ネットワークから独立したデータ伝送方法であるため、遠隔地でも効率的かつ協調的に稼働することも期待されている。

持続可能なメンテナンスの判断基準としての tmLENS  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



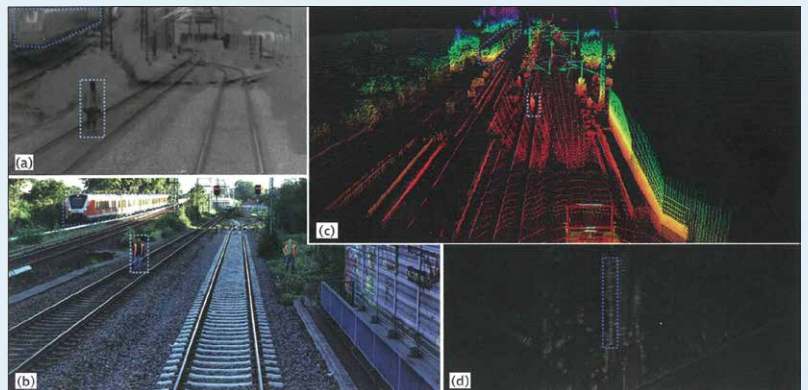
デジタルエンドツーエンドワークフローのための要素間の対話 《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



*Pan-European Railway Data Factory - Infrastruktur und Ökosystem für einen vollautomatisierten Bahnbetrieb*

Patrick Marsch ; DB InfraGO 社, ドイツ / 他  
SIGNAL+DRAHT Vol.116 No.4 (2024-4) pp.6-14 独語 / 英語

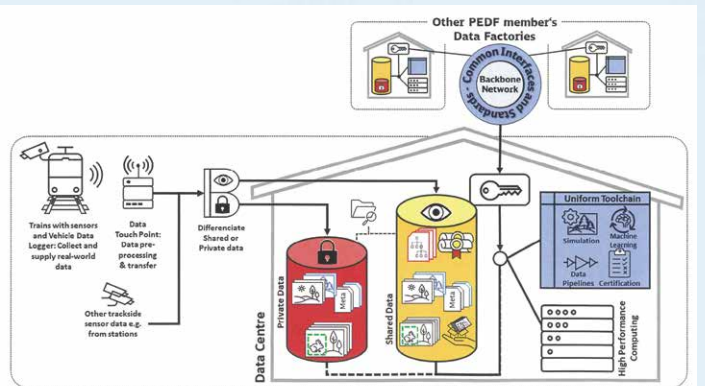
多くのヨーロッパの鉄道会社では鉄道オペレーションの自動化に向けて努力を重ねている。そのためにはAIに学習させる広範なデータの収集が必要とされるが、これを鉄道会社やサプライヤーが個別に行うことは困難である。汎ヨーロッパ鉄道データファクトリー (PEDF) は関係事業者共通のインフラとして、またパートナーを有機的に結びつける生態系 (エコシステム) として機能するもので前記の目的に適したものである。本記事はドイツ鉄道 (DB AG), フランス国鉄 (SNCF), オランダ国鉄 (NS) が、欧州医療・デジタル行政庁 (European Health and Digital Executive Agency = HADEA) と共同出資のもとに実施した調査 (CEF2 RailDataFactory study) の概要とその成果についてまとめたものである。



完全自動運転の開発に活用されたマルチモーダルセンサーからの画像データの例: (a) 赤外センサー, (b) カメラ, (c) LIDAR, (d) レーダーセンサー (出典: DB AG) 《出典 SIGNAL+DRAHT》

本記事では大規模なストレージ機能を備えた高性能コンピューティングプラットフォームを「データファクトリー」と呼んでいる。大量のデータの蓄積とAIモデルの共有により、鉄道会社やサプライヤーは共同で膨大な量のデータをAIに学習させることなどが可能となる。PEDFは、完全自動オペレーションの開発の重要な推進力となることが期待されており、調査は技術、運用、商業、法律、戦略の観点で実施された。

PEDF 内の典型的なデータセンターの詳細図  
《出典 SIGNAL+DRAHT》



## 軌道・構造物 技術を議論する前に鉄道事業者の直面している課題を理解しなければならない

Understand the pain points before you discuss technology

Pierre-Henri Bougeant : Vossloh 社, ドイツ / 他

Railway Gazette International Vol.180 No.4 (2024-4) pp.26-27 英語

鉄道は膨大な数の部品により構成される長大な設備・資産を有し、運行と保守に要する多大な労働集約的作業はデジタル化やIoTの活用により大幅に削減できる余地があると考えられる。このような技術に基づく鉄道インフラの予知保全や状態監視保全は長く議論されてきた割にはあまり進展していないと考えられがちであるが、Strainlabs社のMadru氏によれば、鉄道のデジタル化は全体的な視点からではなく、一つの部品を通してとらえることを重視すべきであるとしている。Strainlabs社では小型のセンサーを取り付けたボルトで個別の継目板などの締付力をモニターする技術を確認しており、故障が発生する前にその正確な位置を保守担当者に提供することができる。Vossloh社では「顧客（鉄道事業者）の痛み」を把握し、自社だけでは解決できないその解決策を、鉄道の運用とインフラの保守を最適化する製品とサービスのエコシステムであるVossloh Connectによってパートナーとなる企業とともに解決する戦略をとっており、すでに10の問題を特定している。その一つがレール継目などにおけるボルトの緩みである。このようなパートナーシップは、新興の技術企業にとっても飛躍のチャンスとなる。



Strainlabs社は自社のセンサーおよび通信技術を「ボルトのインターネット (the internet of bolts)」と称している  
《出典 Railway Gazette International》



スウェーデンの分岐器の更新。Vossloh氏は、線路保守などの複雑な作業にデジタルツールをうまく導入する鍵は、顧客が抱えている問題点を理解することにあると考えている。  
(写真: Kasper Dudzik) 《出典 Railway Gazette International》

スウェーデンのスタートアップ企業 Strainlabs 社の CEO Csaba Madru 氏と Vossloh 社のデジタル部門責任者 Pierre-Henri Bougeant 氏へのインタビュー記事で、企業間のパートナーシップと鉄道におけるデジタル化について論じている。両者は、高齢労働者の引退にともないデジタルに詳しい世代が後を継ぐことで、鉄道分野でのデジタル化と文化的変化は避けられない、との見解で一致している。

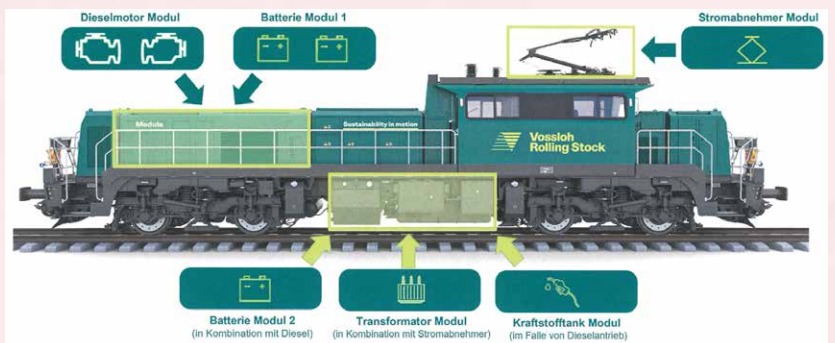
## 車両 時代を超越した機関車

Zeitlose Lokomotiven

Janosch Maas : STOCK 社, ドイツ

Eisenbahntechnische Rundschau Vol.73 No.5 (2024-5) pp.50-54 独語

Vossloh Rolling Stock 社は新しい Modula 機関車によってハイブリッド技術の革新的なプラットフォームと画期的なデジタル機能を提供する。入換機関車の機能性と使いやすさを上手に組み合わせ、本線用電気機関車の性能向上のために、Modula 機関車は著しく適応性が高いことが実証された。いろいろ違ったオプションを備えた Vossloh Rolling Stock 社の車両ポートフォリオをもってすれば、これからの顧客の持続可能な運転に対する全ての要求に応えることができる。



モジュール化は Modula 機関車のキーテクノロジーである (出典: Vossloh Rolling Stock)

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

Modula 機関車は3種類の動力源(架線電力、バッテリー、ディーゼルエンジン)のうち2種類を選択する仕様で、後で動力源の交換もできるため、時代を超越した機関車になりうる。また、インテリジェント列車制御システム(TCMS)を核とした予知保全のコンセプトを採用しており、さまざまなセンサーを用いて測定データを記録している。



人間工学的に設計された運転台では画面上で常に最良の情報が機関士に提供される

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》