

**車両** 誰も私たちに130億ユーロの小切手を切らない*'Nobody is writing us a cheque for €13bn'*

Toma Bačić ; Railway Gazette International

Railway Gazette International Vol.180 No.6 (2024-6) pp.46-47 英語

欧州の施策立案者や大手貨物鉄道事業者はデジタル自動連結器 (DAC : Digital Automatic Coupler) プログラムが 2028 年までに構想から現実へと移行するものと確信している。地上側の人員の手を借りずに列車を組成する自動連結器の概念は古くからあるが、機械的な連結のみを対象とし、データ転送機能は含まれていない。デジタル自動連結器は高度に自動化された方法で入換や出発前の点検を容易にするだけでなく、編成内車両間のデータ転送も可能とする。これにより貨物鉄道事業者は、道路運送業界ですでに採用されているような貨物追跡の可視化と IoT 機能を利用できるようになる。道路から鉄道への貨物輸送の大幅な転換には DAC の導入が欠かせない。DAC の導入により車両の休止期間が短縮されて運用効率が向上し、ターミナルおよび操車場の処理量を最大 40% 増加できる可能性がある。導入には少なくとも 130 億ユーロの投資が必要と見込まれる。

デジタル自動連結器 (DAC) は 2026 年から 2 年間、商業運行のテストが予定されていて、DB (ドイツ鉄道) は DAC の導入による鉄道貨物輸送能力の向上や操車場の処理能力の増加の可能性を見込んでいる。しかし、導入には少なくとも 130 億ユーロの費用が必要と財政的な障壁が大きく、各国からの拠出が難しいことから、欧州委員会は欧州投資銀行にアプローチしている。



DAC の推進者は、ETCS (European Train Control System : 欧州列車制御システム) の導入と組み合わせることで線路容量が最大 15% 増加し、ターミナルと操車場での処理能力が最大 40% 向上することを期待している  
《出典 Railway Gazette International》

**軌道・構造物** 鉄道高架橋建設にともなう CO<sub>2</sub> 換算 (CO<sub>2</sub>e) 収支*CO<sub>2</sub>e-Bilanz beim Bau von Eisenbahnüberführungen*

Maria Sophie Rüdiger ; BSC Bauplanung Sachsen Consult 社, ドイツ / 他

Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.6 (2024-6) pp.6-9 独語

鉄道高架橋など、構造物の工事契約に際しては従来から主に経済性が重視されてきた。一方、建設工事は温室効果ガスの排出に重大な影響を及ぼすことから、その計画・施行段階において気候変動に有害な物質の排出を削減することが不可欠である。本記事では 2 つのほぼ同様な鉄道高架橋について温室効果ガスの排出を最小化するためのアプローチについてその効果を検証している。インフラ構造物の持続可能性を構造物のライフサイクル全体を通じて評価するための指標として地球温暖化係数 (GWP) を用い、温室効果ガスの排出量は CO<sub>2</sub> 換算 (CO<sub>2</sub>e) により比較をおこなった。構造物材料の製造過程および工事施工過程における温室効果ガス排出量の調査結果から、今回調査対象となった 20m 以下のスパンではプレキャスト工法が現場打ちコンクリート工法より有利であること、矢板の再利用の有無で、工期が温室効果ガスの排出量に大きく影響することなどが明らかとなった。将来的には主要材料であるセメントと鉄鋼材料の製造プロセスのカーボンニュートラルに向けたさらなる改良、工期短縮につながる建設技術の開発が必要となる。

プレキャスト工法の方が現場打ちコンクリート工法より温室効果ガス排出量が少ない要因の 1 つに短い工期があげられていて、部材自体の製造時における直接排出量よりも間接排出量の差が大きい結果となっている。間接排出量とは施工期間中の交通迂回などの外部影響の結果として排出される温室効果ガスの量であり、施工期間短縮の排出量削減への寄与が大きいことがうかがえる。



仮設桁下部における Welse 高架橋の建設工事 (出典 : Konigbau 社)  
《出典 Der Eisenbahningenieur》



Graben 高架橋プロジェクトにおけるプレキャスト部材のつり上げ作業 (出典 : Konigbau 社)  
《出典 Der Eisenbahningenieur》

## 軌道・構造物 緑の路面電車軌道 – 都市の芝生軌道は緑地の増大, 騒音低減, 空気清浄に寄与

### Grüne Gleise für die Straßenbahn

Harald Wimmer ; KRAIBURG STRAIL 社, ドイツ / 他

Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.5 (2024-5) pp.45-47 独語

気候変動, 大気汚染, 騒音などは多くの大都市が直面している課題である。環境に優しく, 静かで大気汚染のない都市を実現するため, 植樹や公園の設置などの対策に加えて路面電車への芝生軌道の導入は緑地の保全とその後の緑地拡大に大きく寄与する可能性がある。ドイツでは1930年代から芝生軌道が散発的に使われてきたが, 近年大幅にその需要が高まっている。都市内の緑地面積割合増加のため, ほとんどの都市でコンクリートやアスファルトの路面電車軌道に代えてサステナブルで環境に優しい代替設備の導入を目指している。芝生軌道は都市の緑化に寄与するだけでなく, 周辺の気候改善, 例えば都市内の水収支改善, 夏季の気温上昇抑制などにも効果のあることが明らかとなっている。さらに都市景観や昆虫など生物の生育環境確保の面からも未来の都市で重要な役割を果たすことが期待される。

芝生軌道はゴムシートに熱加硫ゴムをベースとした再生ゴムを使用しており, 機械的強度が高く, 紫外線耐性とオゾン耐性を備えており, 耐用年数が長くなっている。また, 建物が密集した地域や大きな交差点など緊急車両の通路の確保が必要な箇所では, プラスチック製のグリッド構造の設置により, 芝生軌道上を緊急車両が走れるようにすることもできる。



芝生軌道の断面は通気口の設置などカスタマイズが可能。これによりレールや締結装置の腐食を大幅に低減(左:上面図 右:断面図) 《出典 Der Eisenbahningenieur》



芝生軌道は緊急アクセスにも使用可能

《出典 Der Eisenbahningenieur》

## 軌道・構造物 “グリーンレール”: 持続可能なモビリティの成功

### Grüne Schienen: Erfolg für nachhaltige Mobilität

Ursula Herrling-Tusch ; impetus PR Agentur für Corporate Communications 社, ドイツ

Eisenbahntechnische Rundschau Vol.73 No.6 (2024-6) pp.46-49 独語

低 CO<sub>2</sub> 鋼で作られたグリーンレールは, 鉄道事業者にも CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に削減する機会を提供する。ザールシュタールレールとザールシュタールアスコバルは, 脱炭素化されたレールを開発した欧州で唯一のサプライヤーである。同社は SNCF と協力し, 2019 年から循環型経済モデルに基づくグリーンレールのコンセプトを実践することに成功している。脱炭素化レールの成功の鍵は, 持続可能な製造プロセスと 100% リサイクルされた鉄スクラップの使用である。鉄道事業者にも環境に優しいレールの供給に必要なレールの安全性を保证するには, 十分な量の産業スクラップの在庫と, 希望する鋼材の仕様に応じてスクラップの最大 70% となる古いレールの確保とその他の鋼材コンポーネントが必要である。鉄スクラップはザールシュタール・アスコバルでリサイクルされる。時速 300km で走行する高速列車の走行安定性と乗り心地を確保するために, レールの長さ 3m あたり 0.3mm 未満という所定の平面度公差がチェックされる。鉄鉱石と石炭を原料とした高炉で製造される従来のレール鋼と比較して, 古いレールと鉄スクラップの混合物を電気アーク炉で溶解し, 得られたレール鋼をブルームに鑄造する新しい製造プロセスでは CO<sub>2</sub> 排出量が最大 70% 削減され, 従来の CO<sub>2</sub> 排出量は鋼材 1t あたり 2.61t であったが, 新しいプロセスでは鋼材 1t あたり 0.77t しか排出されない。



ハヤンゲのザールシュタール鉄道では, 圧延プロセスのためにブルームを炉で再加熱する(出典: Saarstahl Rail Hayange)

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



ザールシュタールアスコバルは, 電気アーク炉 (EAF) で鉄スクラップを溶解する(出典: Saarstahl Ascoval / Anton in Laine)

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

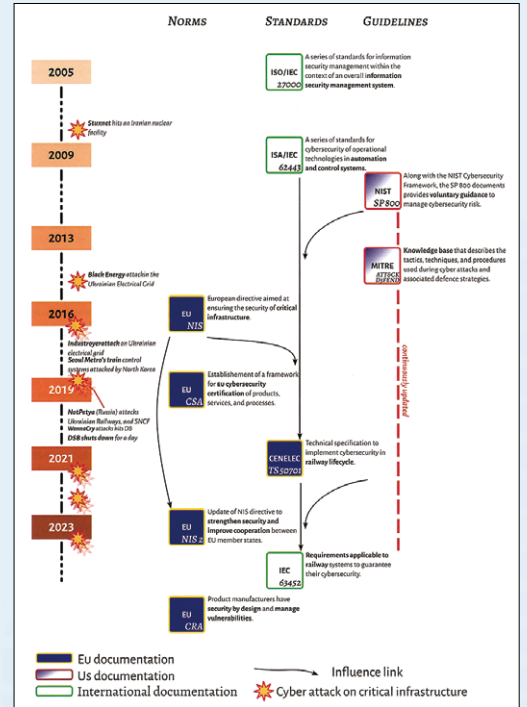
環境に配慮した, 低 CO<sub>2</sub> 鋼で作られたグリーンレールによる持続可能な鉄道の実現に向けた展開の紹介である。グリーンレールの 2 万 t は, ウクライナ西部の破壊された鉄道網の再建計画にも使用される予定となっている。また, 今後の展望として, 高速路線で使用されていた古いレールを, 混雑の少ない低速路線で使用することにも取り組んでいる。

Cybersecurity Black Box leicht gemacht - Normen und Standards für die Cybersicherheit im Eisenbahnverkehr

Baptiste Fouques ; Alstom Group, フランス / 他  
 SIGNAL+DRAHT Vol.116 No.5 (2024-5) pp.43-51 独語 / 英語

鉄道システムに対するサイバー攻撃は、もはや現実の脅威である。ゆえに、鉄道業界におけるサイバーセキュリティの状況と、それが現在の適用可能な規格、特に CLC/TS 50701 および IEC 63452 とどのように関係しているかを包括的に把握することが重要である。さらに、これらの規格が鉄道関係者に与える影響を理解することも非常に重要である。今日、鉄道運用に影響を与える最も重大なサイバー攻撃の脅威は、主に「地政学的動機を持つハッカー」と「利益を追求する犯罪グループ」によりもたらされている。「地政学的動機を持つハッカー」は、鉄道システムに対して二重の脅威をもたらす。彼らの最初の戦略はシステムに侵入し、何年も検出されないままであることであり、その間、彼らは国の鉄道インフラや軍隊の移動や場所など、国の重要な運用に関連する機密性の高い運用データを取得する。このステルスな存在は、彼らの2番目の目的である妨害行為の準備も整え、システムのコアにアクセスできれば、いつでも大規模な運休・混乱を引き起こし鉄道インフラを事実上麻痺させることができる。一方、「利益を追求する犯罪グループ」は、手っ取り早く金銭を得るため、「簡単に手に入るもの」を狙う傾向がある。典型的な標的は車両管理システム、発券システム、保守工場などである。彼らは、ランサムウェアを展開してこれらのシステムを麻痺させる恐怖をあまり事業者から多額の金銭をゆすり取る。

鉄道のサイバーセキュリティ分野におけるリスクと、具体的な方策の例を紹介している。アルストムの主導で IEC 63452 などの国際規格が作成される一方で、サイバーセキュリティの専門家チーム、専門ツール、トレーニングプログラムを通じて鉄道事業者へサポートの提供も実施されている。これにより、事業者はシステムのセキュリティ評価、古い鉄道インフラのリスクの軽減、セキュリティレベルの維持、安全を維持するスタッフの教育が可能になる。



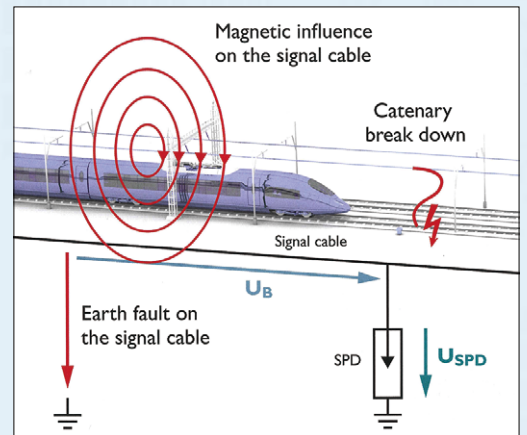
サイバーセキュリティに関連する文書とそのタイムライン  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

情報・信号通信 電子連動装置や踏切制御装置の過電圧保護

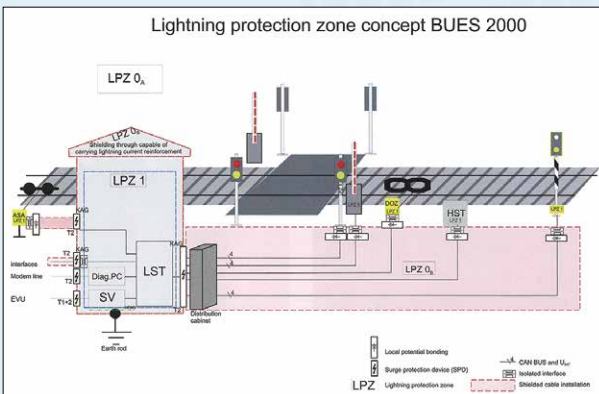
Überspannungsschutz von elektronischen Stellwerken und Bahnübergangsanlagen

Jörg Pferdmenges ; Scheidt & Bachmann Signalling Systems 社, ドイツ / 他  
 SIGNAL+DRAHT Vol.116 No.5 (2024-5) pp.52-59 独語 / 英語

最新の電子連動装置 (ESTW) や踏切制御装置 (BÜSA) は、広範囲に配置された多くの電子部品からなる機器や、長いケーブルと接続されている。最悪の場合の想定では、外部システムに発生する過渡電磁界結合による過電圧が、中央制御装置の動作を乱し、場合によっては破壊されることさえあり得る。これは鉄道輸送にとっては容認できない状況である。ドイツ鉄道 (DB) のガイドライン 819.0808 は運転保安設備 (LST) の過電圧保護計画に対する詳細な要求を示している。これは ESTW や BÜSA の全体的な計画を含んでおり、同時に新しく定義されたすべての保護目標を達成するために用いられる製品への要求でもある。フェニックスコンタクト社の Clixtrab シリーズからカスタマイズされた過電圧保護ソリューションは DB の要求に準拠することを狙ったもので、Scheidt & Bachmann 社のデジタル電子連動装置 ZSB 2000 や電子踏切制御装置 BUES 2000 を例に挙げて紹介する。



電線にかかる連続妨害電圧 (出典 : Phoenix Contact GmbH & Co. KG)



BUES 2000 の雷保護領域の概念 (出典 : Scheidt & Bachmann SIS GmbH)  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

運転保安設備はデジタル化・システム化が進められており、雷や電車線電流によって引き起こされる過電圧の頻度と深刻さが増している。このような中、メンテナンスの手間がかからず、集中監視が可能な過電圧保護コンポーネントは、運転保安設備の可用性を最大化するうえで重要な要素である。本記事で紹介されている装置は DB の要求性能を満たしつつ、ケーブルを保護する際のスペースとコストの大幅な節約を実現している。

## 車両 第三軌条および蓄電池走行に対応した多機能軌道モーターカー

Multifunktions-Arbeitsfahrzeuge für Stromschienen- und Batteriebetrieb

Martin Rudholzer ; Robel Bahnbaumaschinen 社, ドイツ / 他  
Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.6 (2024-6) pp.60-65 独語

ミュンヘン交通会社 (MVG) は、地下鉄での作業用に、全く新しい設計のハイブリッド軌道モーターカーを受け取る予定である。従来のモーターカーは常にディーゼル駆動であった。新しい車両は電気で駆動および動作し、前後、左右の両方に対称形で、前後両方向に自由に作業できる2台のクレーンを備えている。さらに、複数のモーターカーでの牽引が可能であり、無線で制御できる。動力は第三軌条集電、蓄電池、ディーゼル発電の3モードがあり、ディーゼル発電は特別な場合にのみ使用される。

モーターカーでは数十年にわたりディーゼルエンジンが使われてきたが、新しい電動モーターカーの導入により、もはやディーゼルエンジンは必須でなくなると見込まれている。蓄電池は、チタン酸リチウム酸化物蓄電池が採用されており、従来のリチウムイオン電池よりも耐老化性が高く、従来より多くの回数の充電が可能で、充電電流は大きくなっている。



ミュンヘン交通会社の電気式軌道モーターカーは、前後対称構造で双方向運転用に設計されている (出典: Robel Bahnbaumaschinen GmbH) 《出典 Der Eisenbahningenieur》



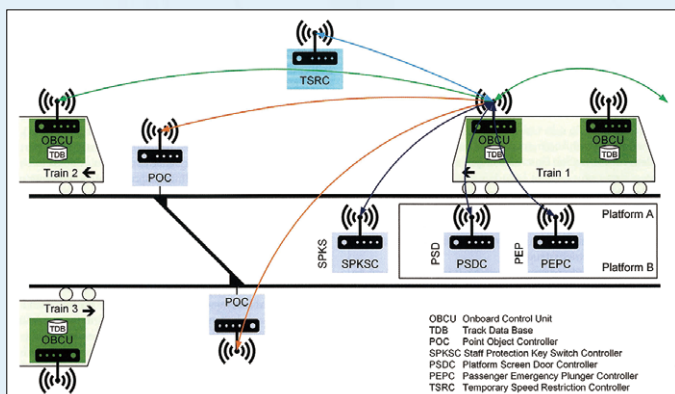
地下鉄および幹線鉄道での運用のために、車両にはサイドバッファ、追加の入替連結器 (Rangierkupplung)、および空気圧で下降可能なシャープフェンベルグ式密着連結器 (SchaKu) を含む標準的な牽引システムが装備されている (出典: Robel Bahnbaumaschinen GmbH) 《出典 Der Eisenbahningenieur》

## 情報・信号通信 CBTCの進展

Die Evolution von CBTC

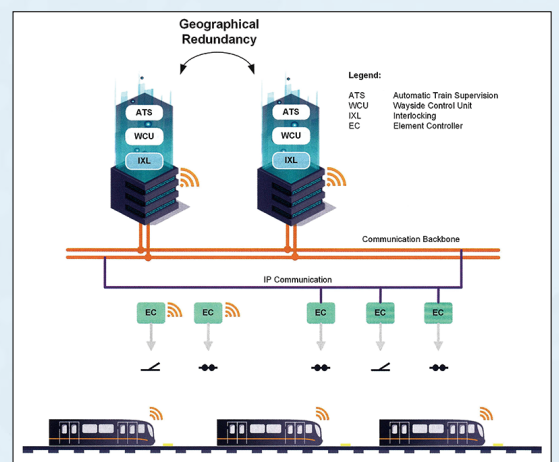
Andreas Steingröver ; Siemens Mobility 社, ドイツ / 他  
SIGNAL+DRAHT Vol.116 No.6 (2024-6) pp.50-59 独語 / 英語

20年程前にIEEE規格1474.1の中で定義されたCBTCは、都市鉄道の列車制御システムの標準技術として普及が進み、新設路線および既存路線近代化の両方に導入されている。個々のメーカーによって、内外のインターフェース、移動閉塞のアルゴリズム、ゾーニングの概念などは異なるが、列車位置は車上の制御装置により、次の停止限界位置は地上の制御装置により決定されるという基本原則はほとんど変化していない。本記事は種々のCBTCアーキテクチャーを評価し、最近の技術動向を反映させた、TRAIN2CLOUDに向けた最初の実装段階について述べる。CBTCには全ての機能を車両に集中したシステムから地上に集中したシステムまで広く存在するが、列車集中制御が行われる都市鉄道には地上中心の手法が適している。Siemens Mobility社はCBTCのデジタル化と仮想化を用いた地上中心の手法として、TRAIN2CLOUDを提案した。



理想的な列車中心の接近における通信路

《出典 SIGNAL+DRAHT》



地理的冗長性を備えたTRAIN2CLOUD 《出典 SIGNAL+DRAHT》

TRAIN2CLOUDでは、DS3 (Distributed Smart Safe System) 安全プラットフォームを導入することで、鉄道データセンターの使用を可能とし、ATCなどの安全関連の鉄道アプリケーションを同じサーバーに集中させ、集中管理することを目指している。すなわち、将来的に列車は鉄道データセンターにある標準化された集中型サーバーハードウェアによって制御および監視されることになる。