

ICT動向から考える鉄道メンテナンスの将来

The impact that ICT trend gives future railway maintenance

東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター ICTメンテナンス業務革新PT

瀧川 光伸



The Technical Center aims for the innovation of railway maintenance based on the vision “Smart Maintenance”. This vision consists of four concepts: Condition-based maintenance (CBM), Asset management, Decision support system using artificial intelligence (AI) and Construction of an integrated database. To realize this vision, we need to create a new system using the latest information and communication technology (ICT). It is important for the new system to properly manage all maintenance data in our company, including tacit knowledge of experts. For the purpose, we are developing an integration platform with big data analytics and technologies. This report discusses changing future railway maintenance through latest ICT trend.

1. はじめに

テクニカルセンターでは“スマートメンテナンス”というビジョンのもと、将来の鉄道メンテナンスのスタイルを変革するための取り組みを始めています。スマートメンテナンスの4本柱は「CBM (Condition-based maintenance: 状態基準保全)の実現」「アセットマネジメントの導入」「AI (Artificial intelligence: 人工知能)による業務支援」「統合データベースの構築」であり、これらの実現のためには、最新のICT技術を活用しながら、鉄道メンテナンスにおける新たな“しくみ”を作っていく必要があると考えています。

本稿では、最近の社会情勢やICT動向を軸に、これからの鉄道メンテナンスがどのように変わるかについて研究開発事例を交えながら考えます。

2. 社会情勢と研究開発の方向性

日本は2010年前後を境に人口減少社会に転じたといわれています。日本の産業は、戦後、人口の増加と高度経済成長という社会的背景の中で、大量生産による高品質な“モノづくり”で多くの成功体験を重ねてきました。しかしながら人口減少社会に入り、価値観の多様化やグローバル化に伴う経済構造の変化の中で、これまでの考え方が通用しなくなり、伝統的な日本産業は衰退の一途をたどっています。世界的にも18世紀の産業革命以降の“モノづくり”を中心としたビジネスモデルが崩れ、ICTを活用して新たなサービスを提供する“コトづくり”を中心に考える企業が活躍している状況にあります。例えば、あるコピー機メーカーではコピー機を製造・販売するビジネスモデルからコピー機を貸し出して利用料を徴

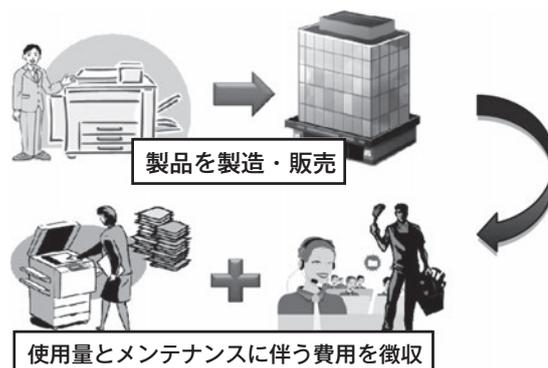


図1 コピー機メーカーのビジネスモデルの変更

収するという新たな“コトづくり”を行って、大きな収益を得ることに成功しました(図1)。これはICTの進歩により、各コピー機の稼働状況が低コストで常に把握できるようになり、故障する前のメンテナンスで対応することが可能になったことが、このビジネスモデルを成功へと導いています¹⁾。

では鉄道メンテナンス業務についてこの視点から考えていくと、研究開発としてはどのような方向性をもって取り組んでいけばよいのでしょうか。これまで研究開発は、3K(危険、きつい、汚い)作業の脱却や設備の維持コスト削減を目指して、設備強化や人手に頼っていた点検および修繕業務の機械化を中心に取り組んできました。設備強化や機械化はある種の“モノづくり”的発想であり、故障箇所を減らしたり、ヒューマンエラーを減らしたりする役割は果たしてきましたが、メンテナンスのやり方に大きな変更はありませんでした。しかし、これからは人口が減り、鉄道運輸収入の増加が見込めない中で、地方を含めた更なる設備の老朽化に対応していかなければなりません。さらに鉄道保守の中核を担ってきたベテラン社員の退職に伴うメンテナンスノウハウの継承は、放っておけない

喫緊の課題です。このような状況の中で、これまでと同等以上の保守レベルを維持していくためには、メンテナンス業務全体の新たなやり方(コトづくり)を考えても良い時期にさしかかっているのではないのでしょうか。

このような社内外の情勢を踏まえ、メンテナンス業務を変革していく“コトづくり”に必要な“しくみ”を検証していくために私たちが行っている研究開発について、最新のICT動向を踏まえながら紹介します。

3. これからのICT動向

ここではICT関連で2020年に向けて話題になりそうなキーワード5つとその動向についてについてまとめます。

3.1 ビッグデータ

ここ数年間は“ビッグデータ”というキーワードが世間を賑わしています。ビッグデータとはIT企業や学識経験者の間では膨大なデータを意味するというよりは「企業の経営や事業、人々の生活に役立つ知恵を導き出すためのデータ」と解釈される場合が多いようです。ビッグデータには図2に示すようなソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)に代表される“つぶやき”などの文字情報、写真や映像、ホームページなどへのアクセス時に発生するログ情報、各種センサー情報など多種多様にわたるデータが含まれます。このようなデータの総量は、2012年時点で世界に2.8ゼタバイト(×10²¹バイト)存在し、2020年には14倍の40ゼタバイトになると予想されています²⁾。

このように増え続けるビッグデータに関連する技術は、ICTの発展とともに各種産業界への適用が容易になりつつあり、メンテナンス分野への採用も期待されています。近年、高度成長期に建設されたインフラの老朽化問題がクローズアップされていますが、総務省によるとこのビッグデータ活用によって道路橋梁の予防保全による経済効果は2,700億円になると試算されています。これは2009年度の橋梁メンテナンス費用の48%に相当します³⁾。今後、鉄道分野においてもこのビッグデータに関連する技術を利用して、メンテナンス業務を変えていくことは必然的であるといえます。

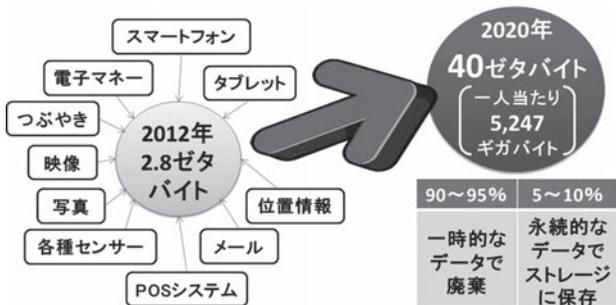


図2 ビッグデータとは²⁾

3.2 スマートデバイス

“スマートデバイス”は、皆さんもすでに利用しているスマートフォンやタブレット端末のほかに、最近では図3に示すようなウェアラブル端末も含まれます⁴⁾。

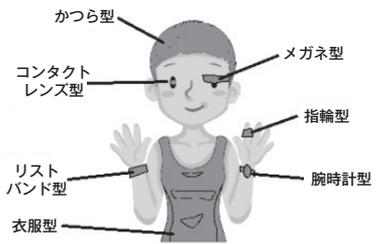


図3 ウェアラブル端末

図4に示すようにウェアラブル端末の販売台数は、総務省の予測によると2014年度の111万台から2020年には約6倍の604万台になると予想されています⁵⁾。今後はますます私たちの生活に浸透していくものと思われる。

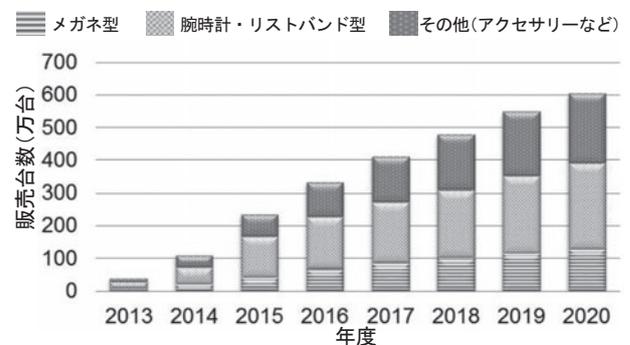


図4 ウェアラブル端末の販売予測台数⁵⁾

3.3 スマートマシン

“スマートマシン”とは、自律的に学習して推論するコンピュータを指し、人工知能(AI)とも言われています⁴⁾。例えば1997年にはチェスにおいてプロ選手と対戦して勝利したDeep Blue、2011年にはアメリカの人気クイズ番組のチャンピオンと対戦して勝利したWatson、2013年には将棋において公式戦でプロ棋士に初勝利したPonanzaが有名です。このように人間の考え方に近いAIが最近もてはやされるようになったのは、機械学習という手法を取り入れた結果です。AIの研究は1950年代から始まり、1980年代にはルールベースのエキスパートシステムが話題になりました。これはルールだけで現実世界の複雑さを表現しようとしたが、最終的には失敗に終わりました。その反省に立ち、データ入力に対してルールは無視し、結果だけを統計的な処理によって推測することで、現在のAIは人間と同じような思考回路に近づくことができました。2012年にはアメリカの大学と検索エンジンを提供している企業の共同研究チームが、人間の神経系を模したディープラーニングという技術を使って、ネットワーク上に存在している画像から“猫”の概念を獲得することに成功しました。このディープラーニングという技術は画像認識だけでなく、スマートフォンやタブレットの音声認識技術としても利用されています⁶⁾。

3.4 ソーシャルパワー

“ソーシャルパワー”とは、スマートデバイスなどを利用してソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)などを通じて緩やかに人と人がつながることで、ソーシャルメディアとして社会的に影響を持つようになる状況を示します⁴⁾。あるポータルサイトでは鉄道運行情報の一部にツイッター情報を表示してリアルタイムの鉄道案内を行っています。また、このソーシャルパワーを利用してゲリラ豪雨の予測情報を提供している気象情報会社があります。その的中率は91%であり、2012年の8~9月において日本で発生した2,800回のゲリラ豪雨に対して平均56分前に捉えることができた値です⁷⁾。気象庁のアメダスだけでは難しいゲリラ豪雨の発生をソーシャルパワーが補っていることになります。

3.5 バーチャリゼーション

最後に“バーチャリゼーション(仮想化)”ですが、これまでハードウェアと固く結びついていたリソースをハードウェアから分離して抽象化することを示します⁴⁾。例えば、パソコンのOSを気にせずに好きなソフトウェアを動作させるには仮想化の技術が必要となります。図5に示すとおり、この仮想化はICTのあらゆる分野に適用が始まっており、ユーザーの利用環境や業界構造を大きく変えると言われています。

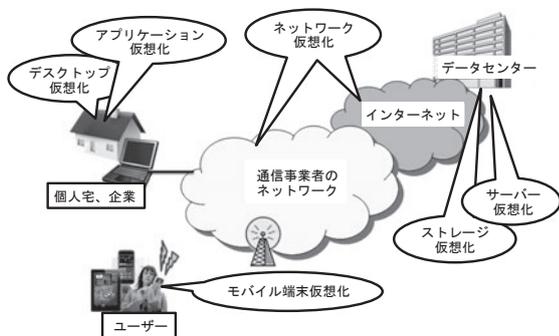


図5 仮想化技術⁴⁾

4. 研究開発での取り組み

これまで紹介してきたICTのトレンドに対し、将来の鉄道メンテナンスがどのように変わるかを、研究開発の中から探っていきます。

4.1 ビッグデータを扱う研究

現在の点検業務は、ビッグデータというキーワードが世間に現れる以前に確立されたものです。そのため点検業務で発生するデータ量は極力抑えて、その中でデータを活用していくのが常識となっています。点検周期についても最低限の回数であり、点検周期の関係から修繕工事の実施を決めるしきい値も安全余裕のみた値となっています。さらに、数値により管理している点検では、1/10mm単位の精度を求められる項

目もあり、測定業務の機械化に対しても厳しい精度が求められるため、装置開発に時間とコストが多かかっています。しかしながら大量のデータが容易に扱えるようになる将来は、データ量を気にすることなく、手軽に施設や機器の劣化傾向を把握することが可能になるでしょう。

線路の沈下を例に、高頻度のデータが扱えるようになったメリットを紹介します。これまで専用列車で年4回測定を行っていた線路の点検業務を営業列車で毎日点検できるようにするための装置を開発してきました(図6)。この点検装置で得られたデータを図7に示します。このデータは多い時には1日に5回ほど線路状態を取得することができ、急激に線路が沈下するような環境変化が起きた場合でも、その変化を早く見つけることができるようになりました。さらに日々の変化が確実にわかるため、線路の沈下予測も高精度で推定することが可能となります。このような測定概念の大きな変化は、将来の点検装置のあり方を大きく変えることに結びつきます。つまり、設備の状態を直接的に高精度で測定しなくても、間接的な測定でその劣化傾向を捉えることが可能になるはずで、このような研究は、大学において道路橋梁や鉄道設備に対してすでに進められています^{8) 9)}。



図6 営業列車での線路点検

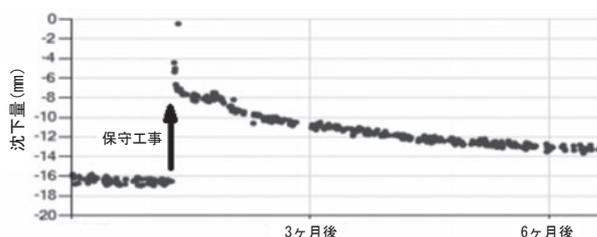


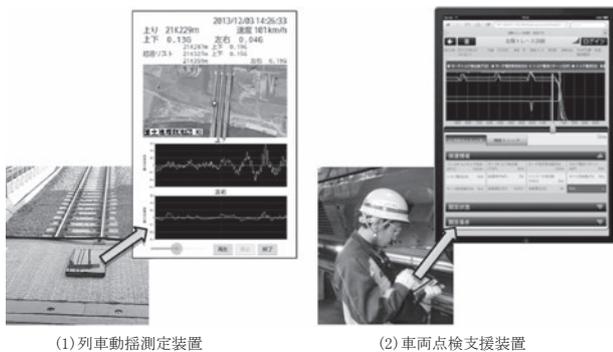
図7 高頻度データの活用(線路の沈下)

4.2 スマートデバイスの活用

これまでの点検機器などの開発は、「業務で困っていることに対して専用装置を作り上げる」という観点で進めるのが一般的でした。ところが最近のICTのトレンドをみると、この考え方を改めなければいけない時期に来ています。例えばセンサーを搭載したリストバンド型のウェアラブル端末は、スマートフォンがその端末制御やデータ保存を行う仕組みになっており、汎用端末が活用されています。このようなトレンドからも、今後現場で利用する点検装置などは、汎用端末を利用する

ことが多くなると予想されます。

テクニカルセンターでは汎用端末を使用した業務支援ツールの開発を行っています。図8(1)は列車動揺を調べる装置です。スマートフォンなどの汎用端末を使用することを前提に、端末に内蔵された加速度計とGPS(Global positioning system: 全地球測位システム)を利用してします。また、図8(2)はタブレットを利用した車両点検業務を支援する装置です。車両編成の中に点在している作業員に対する点検確認やカメラを利用した業務支援が可能となります。将来的には車両を状態監視することで得られるデータの表示も検討中です。汎用端末の機能はどんどん進化しており、仮想化技術の進展と相まって低コストで感覚的に扱える点検装置が今後導入されていくことになるでしょう。



(1) 列車動揺測定装置

(2) 車両点検支援装置

図8 汎用端末を利用した業務支援研究

4.3 スマートマシンと技術継承

メンテナンスを行っていく上でベテラン技術者のノウハウは大変重要な情報です。しかしながら国鉄時代に採用されたベテラン社員の多くが退職時期を迎え、このノウハウを短期間で若手技術者に伝えていかなければなりません。研究開発部門としては、この技術継承をこれまでに蓄積されてきたメンテナンスデータや気象情報などのソーシャルデータを利用して支援することができないか研究を始めています。スマートマシンで使われているAI技術は、この課題に対する答えを与えてくれることになると期待しています。

あわせてこのAI技術を有効活用するためにメンテナンスにかかわる多くのデータを自由に扱える“しくみ”も必要となります。つまり、現在は部門ごとに独立しているシステムを自由に参照できるようにしなければなりません。そのためにはメンテナンス情報を共有できるプラットフォームを構築していくことが重要と考えています。手始めにシステム毎に分かれている設備や点検の情報を一つの画面で表示できる仮環境と支援ツールを試作して、その評価と課題抽出を行っています(図9)。

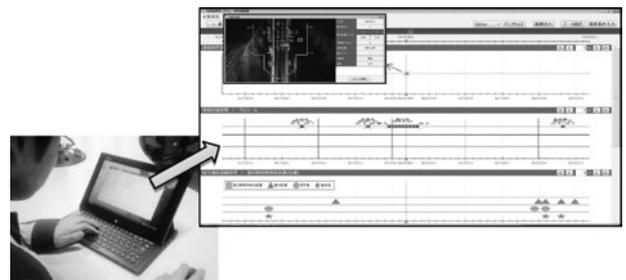


図9 各部門情報の一覧表示による業務支援

5. おわりに

本稿では、2020年に向けたICTの動向を見据えながら将来の鉄道メンテナンス業務がどう変わるのかを研究開発の側面から考えてきました。2020年には一部の路線で車両、線路および架線の状態監視が行われていると思われます。このような新たな“しくみ”ができることで、次の時代につながるメンテナンスの“コトづくり”が可能となります。

メンテナンスの基本は点検を行い、設備などが故障する前に修繕を行うことです。この原理原則は変わることはありませんが、日々得られる設備の稼働状況が手に取るようにわかるメンテナンスとはどのような世界なのでしょう。経験と勘に頼っていたメンテナンスがデータを基にしたスマートなメンテナンスになっていると予想されます。このような世界を実現するために、テクニカルセンターではオープンイノベーションという発想のもとで研究開発を推進し、新たなメンテナンス業務のスタイルを提案していきます。

参考文献

- 1) ヘンリー・チェスブロウ: オープン・サービス・イノベーション、阪急コミュニケーションズ、2012.10
- 2) 日本経済新聞社編: すくわかるビッグデータ、日本経済新聞社、2014.1
- 3) 総務省: 平成25年度版情報通信白書、<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/pdf/25honpen.pdf>
- 4) 日経コミュニケーション特別取材班編: 2020年ICTはこう変わる、日経BP Next ICT選書、2014.1
- 5) 総務省: 平成26年度版情報通信白書、<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/26honpen.pdf>
- 6) 小林 雅一: クラウドからAIへ、朝日新書、2013.7
- 7) 日経BPテクノインパクト編: 明日を拓く55の技術、日経BP Next ICT選書、日経BP社、2014.1
- 8) 網島 均: 車上計測データによる軌道状態監視の現状と展望、鉄道工学シンポジウム論文集、第17号、2013.7
- 9) Ayaho Miyamoto: Development and Practical Application of a Health Monitoring System for Short- and Medium-Span Bridges Based on Public Bus Vibration, Proceeding of the 5th International Workshop on Civil Structural Health Monitoring (CSHM-5), 2013.10