

意思決定支援システムの構築

Construction of the decision making system for proposing the track maintenance plan



西藤 安隆*



矢作 秀之*



小野寺 孝行*

Current maintenance plan is based on timed based maintenance (TBM). TBM is based on instruction for track maintenance and repair limit. On the other hand, condition based maintenance (CBM) is to determine the track maintenance plan in consideration of the cost-effective and the maintenance level reasonable maintenance is possible. The decision making system introduced in this paper can propose track maintenance plan using detail track irregularity by analyzing the frequency data. Through the construction of the system, realization of high-quality track maintenance and improvement of technical capabilities can be expected. I will report on the development and content of the summary decision support system in this paper.

●キーワード：意思決定支援システム、状態基準保全、線路状態予測、修繕計画

1. はじめに

CBM (Condition Based Maintenance: 状態基準保全) の導入により、これまでルールや規程などを根拠に意思決定していたものが、現場の大量かつ多種のデータに基づく状態予測結果やシミュレーションに基づき、現場技術者が主体的に意思決定していくことになる。これは、メンテナンスのプロセスが180度変わるといって良いほど大きなパラダイムシフトである。

現場技術者が合理的なベストアンサーを導き出す「意思決定プロセス」を、いかに構築するかが重要となる。

本稿では、現在開発中の「意思決定支援システムの構築」に向けて、取組んでいる内容を紹介する。

2. 意思決定支援システムの概要

現在のメンテナンスにおける修繕の要否の判断(意思決定)は、基本的に整備基準値等の閾値を根拠として行われている。現場技術者には、「検査周期は適正か?」、「修繕は、期限内に完了したか?」など、周期や期限という時間のパラメーターでの管理が要求され、設備管理システムも、これらの時期を逸しないためのバックアップ機能に重点が置かれている。いわゆるアラートシステムの一つである。よって現場技術者はシステムの出した答えの通りに修繕計画等を進めれば良く、ルールを順守する面からは非常に合理的なシステムであるが、現場技術者として培った経験や知識を生かすチャンスが少なくなる傾向にある。

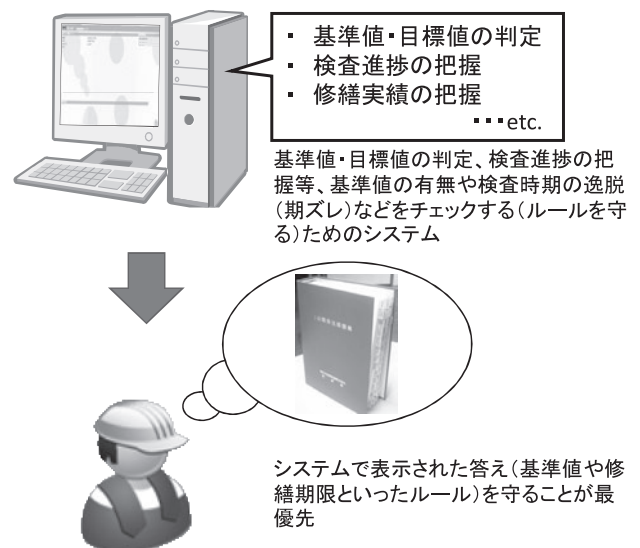


図1 現在の意思決定プロセス

一方で、今回開発を進めている意思決定支援システムは、CBMになったことを前提としたものであり、現場技術者がベストアンサーを導き出すためのサポートツールである。CBMでは、現場技術者はシステムに答えを求めるのではなく、システムが提案する内容に基づき様々なシミュレーションを行い、より合理的な修繕計画等を決定することになる。

データの蓄積が進むほどロジックやアルゴリズムが洗練化されシステムが提案する内容も賢くなるので、効果は徐々に現れ、データの蓄積とともに増大し、永続することになる。

現場技術者も、自ら意思決定した結果の妥当性を、各種データにより客観的に評価されることから、技術者としての「やり甲斐」や「達成感」を感じられ、ポジティブでクリエイティブな仕事となるはずである。

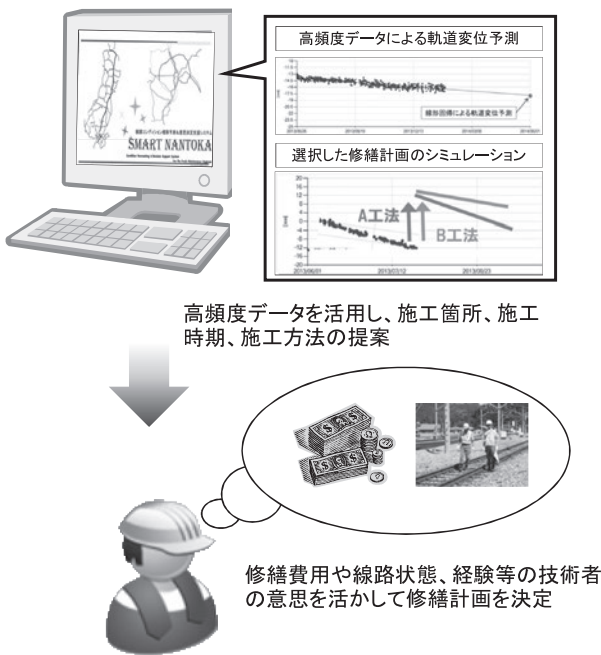


図2 支援システムによる意思決定プロセス

3. 意思決定支援システムの機能

3.1 複数の指標による予測と予測精度の提示

線路状態を表す指標として、古くからP値が用いられている。この値は、評価する区間のうち線路の歪みが $\pm 3\text{mm}$ を超える箇所の割合を求めたものである。良好な状態であれば値は小さく、悪化するに従い大きくなる。単純に $\pm 3\text{mm}$ を超える延長を集計すればよいので、手計算でも簡単に求められる反面、精度に欠ける面がある。その後、コンピュータの普及により統計処理が簡単にできるようになったことから、線路の歪みの標準偏差を求めて評価する指標(σ 値)が導入された。その他、区間最大値などの指標もある。

以上のように線路状態を表す指標は複数存在し、それぞれの指標で一長一短があり、線路状態により指標の適応度合いも異なるので、一つの指標に絞り込むよりも、様々な指標での予測結果を示すほうが、現場技術者の意思決定の支援になるものと考えた。また、今後画期的な指標が開発された際にも対応が可能である。

予測結果には精度がつきものであり、予測結果に対する精度の評価が、ユーザーからのシステムの良否判断となりやすい。未来になればなるほど精度が低下するが、それを恐れて精度が確保できる短期間あるいは特定項目だけを提示しても、現場技術者には当然の内容として活用されない。一方で、未来の精度が低いことを伏せて予測結果を提示していると、信頼性の低さからやはり活用されなくなる。こういったユーザーの評価傾向に対し、予測精度を含めて、「ありの

ままの予測結果」を提示することが最適と考えた。

そこで、本システムでは、予測精度(確率)や予測誤差を含めて表示することとした。図3に画面の一例を示す。

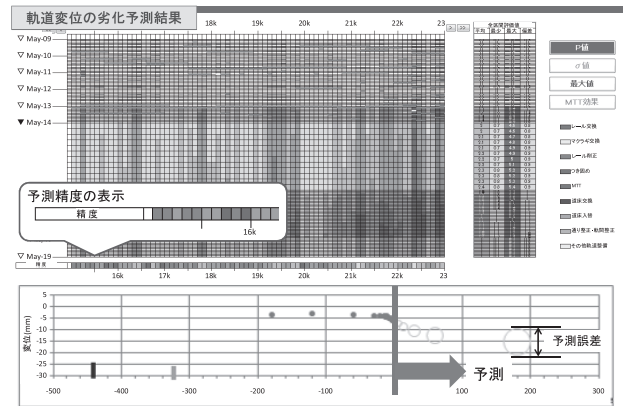


図3 予測結果画面例

3.2 現場技術者が望む関連データの表示

線路の歪みが発生する原因には様々な要素があり、修繕を計画する際には、影響する要素を調査し根本的な原因を突き止め、線路の歪みと原因の修繕を併せて計画することになる。

そこで、本システムでは、様々な情報を並列して表示する機能を備えた。表示する項目や表示順序については、技術者の要求に応じて柔軟に変更できるようにしている。図4に画面の一例を示す。

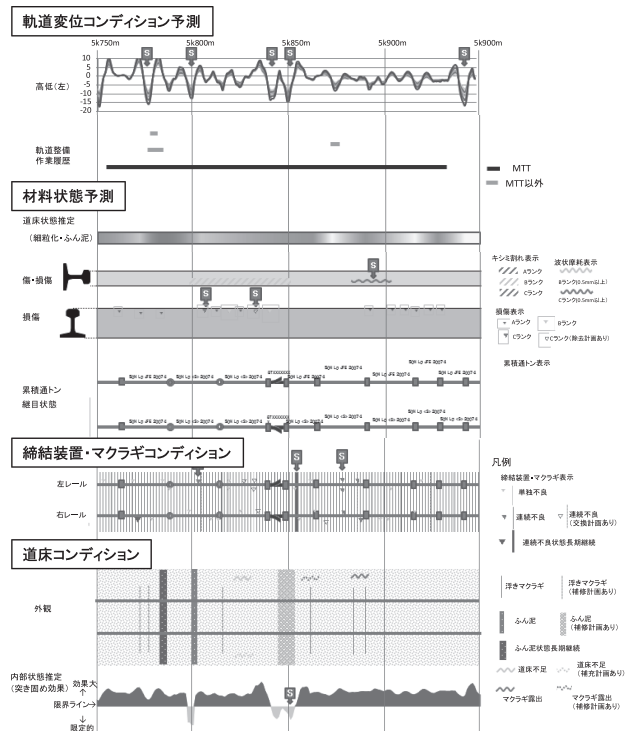


図4 関連項目の画面表示例

3.3 複数案の提案とシミュレーション機能

本システムの最大の特徴が、ここで説明する機能である。それぞれの修繕方法に対する修繕効果やコストについて提案するとともに、修繕計画を入力するとその後の線路状態の推移を表示するものである。図5に画面の一例を示す。軌道変位の予測と共に材料状態の予測、更に材料状態の予測に対する修繕方法の提案を表示している。修繕方法については複数の修繕方法を提案しており、それぞれの対策に対する修繕効果や費用についてランク付けすることで、現場の技術者が軌道状態や修繕効果、費用等を踏まえて判断できる仕様となっている。

修繕方法の投入効果は、現行の電気軌道総合検測車(East-i)の測定データだけでは、実務に使えるレベルの精度が確認できなかったが、営業列車での線路モニタリングで取得した高頻度データの解析により、修繕作業の現場毎に精緻に求めることが出来るようになった。

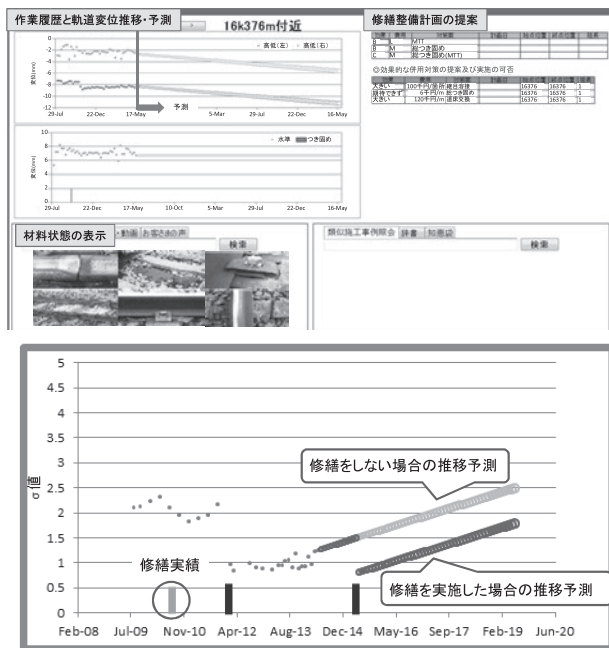


図5 複数提案とシミュレーション画面の例

3.4 常にアップグレードするシステム

本システムは、機器の陳腐化や耐用年数の周期でバージョンアップやリプレースをする従来型のシステムでなく、意思決定をサポートする新たな指標や理論が発見されたり、現場技術者からのリクエストがあれば、随時アップグレードあるいは現場に合わせてカスタマイズするシステムとして開発している。よって、システムの導入についても、開発が全て完了するまで待つ必要がなく、まず、出来上がった部分を導入し、順次アップグレードすればよいことになる。常にアップグレードするので、「完成」という概念はなく、「常に進化を続ける」システムである。

4. 意思決定支援システムの導入効果

このシステムは、作業の置き換えや時間短縮を目指したものであるのではないので、「人件費〇〇円削減」などの直接的なコストダウン効果は見込めない。むしろ、導入当初はコストアップの要素の方が多いかもしれない。

しかしながら、このシステムを活用した意思決定が合理的になされ、CBMが定着すれば、莫大なコスト効果が生み出される。そして、システムのアップグレードにより、より合理的な意思決定となり、益々コスト効果が向上する。コスト効果は一時的なものでなく永続的なものであるため、将来にわたり増え続けることになる。

5. 今後の取組み

2014年度下期からの営業車による線路モニタリング装置の導入に併せて、プロトタイプを導入し、現場技術者による試運用を開始し、意見や要望を取り入れて、順次改良していく予定である。

参考文献

- 1) 寺島令, 松田博之, 瀧川光伸, 小関昌信: 線路設備モニタリング装置の開発; JR EAST Technical Review-NO.39-Spring, 2012年.
- 2) 横山淳: ICTを活用したメンテナンス業務の革新について; JR EAST Technical Review-NO.42-Winter, 2013年.