

R&Dシンポジウム 社内講演

## メンテナンスの革新

### ～Time BasedからCondition Basedへ～

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 課長

小関 昌信

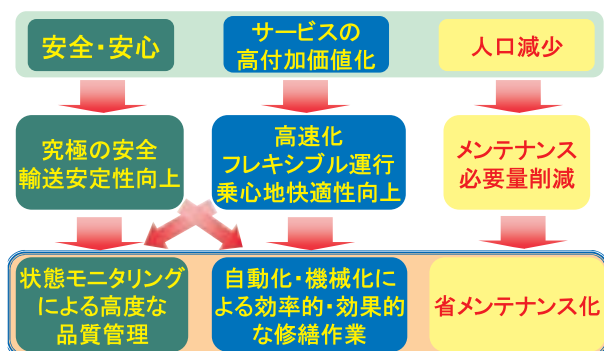


#### 1. はじめに

「メンテナンスの革新～Time BasedからCondition Basedへ～」と題して発表します。

まず初めに、将来のメンテナンスの課題を予測しました。鉄道は、さらなる安全性と安心感を求められます。そのためには、究極の安全と輸送の安定性向上をめざす必要があります。また、今までの発表にあったように、鉄道のサービスは現在よりも付加価値の高いものになり、高速化、フレキシブルな運行、快適性の向上が求められます。その反面、国内人口の減少により、メンテナンスに従事する人数が減少するため、メンテナンスの必要量を削減させる必要があります。このような状況を想定し、メンテナンスの技術に必要なコンセプトとして、「省メンテナンス化」、「状態モニタリング」、「修繕の自動化・機械化」の3本の柱を考えました。本日は時間の都合上、状態モニタリングによる高度な品質管理に限定して発表します。

#### 将来のメンテナンスの課題

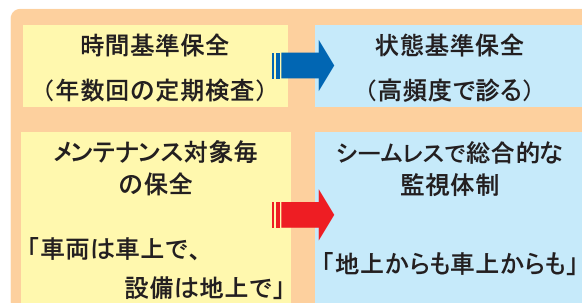


14th R&D Symposium East Japan Railway Company 2

#### 2. 状態モニタリング

車両・設備の状態モニタリングのコンセプトを以下のように考えました。

#### 車両・設備の状態モニタリングのコンセプト



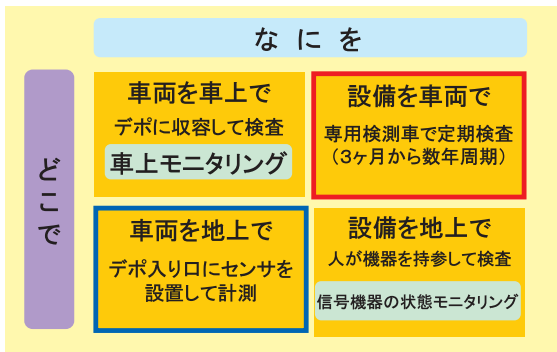
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 3

まず、「高頻度で診る状態基準保全、Condition Based」をめざします。現在は、年数回の定期検査に基づく「時間基準保全、Time Based」が代表的です。これを常時監視に近い頻度で診ることにより、劣化の予兆を捉えることをめざします。

第二に、「シームレスで総合的な監視体制」をめざします。現在の車両や地上設備の保全是、メンテナンスの対象ごとに行われています。現在の「車両は車上で、設備は地上で」の保全から、「地上からも車上からも」のシームレスで総合的な監視体制の実現をめざします。

モニタリングに関して、「何をどこで診るのか」という観点で、表にまとめました。

設備・車両の状態モニタリングのコンセプト



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 4

現在は、「車両を車上で」、「設備を地上で」診ることが中心です。車両は基地に収容して検査しています。最近ではセルフモニタリングを行う車両もありますが、「車両を車上で」検査することには変わりはありません。地上にある設備については、人が検査機器を現場に持参して検査することがほとんどです。最近では、信号機器を状態モニタリングするようになりましたが、こちらも「設備を地上で」検査することには変わりはありません。例外として、設備を車上で検査することがありますが、専用の検測車を使用しています。車両を地上センサーで検査する場合は、車両基地付近の低速時に限られているのが現状です。

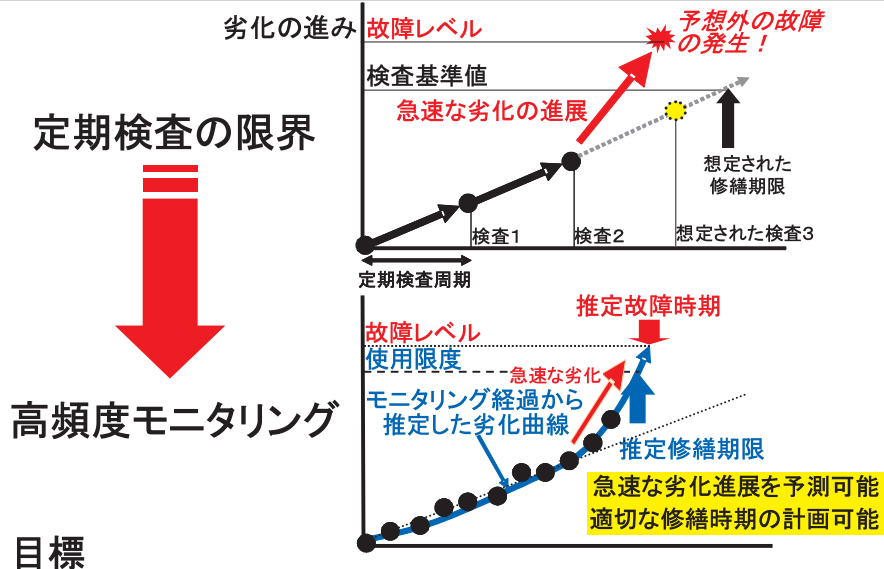
そこで将来的には、設備を全区間についてモニタリン

グする場合には営業列車を活用して、車両を全車両についてモニタリングする場合には地上にセンサーを設置してモニタリングするのが、最も効率的で効果的であると考えています。その実現のためには、「シームレスで総合的な監視体制」が重要となります。

先ほど、「高頻度で診る」と述べましたが、その頻度は、車両や設備の種類、劣化の仕方によって異なると思われます。「定期検査周期」と「劣化の進み」の関係を図で表すと、定期検査周期は、劣化の時間スケールに対して比較的長いのが現状です。

このように劣化が急速に進むと、次の検査までもたずに、予想外の故障が発生することがあります。今後は、これをなくすために、頻繁にモニタリングを行って、時々刻々と変化する劣化状況を把握していきます。これによって、劣化が急速に進んでも、進展を予測することが可能となり、「予想外の故障」による事故や輸送障害をなくすことができると考えています。また、個々の部材の劣化パターンの予測が可能となれば、適切な時期に修繕を行うことができるため、修繕のムリ、ムラ、ムダをなくせると期待しています。

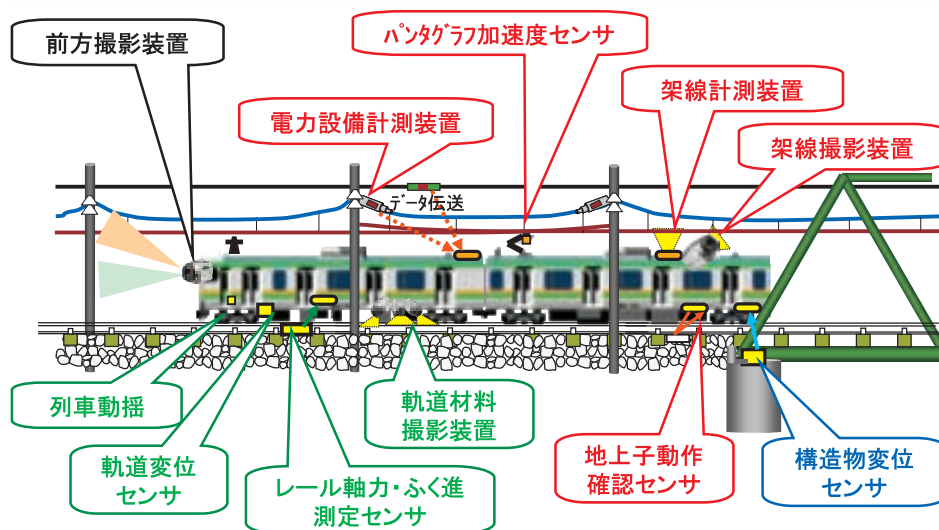
設備・車両の状態モニタリングのコンセプト



目標 「車両や設備の故障」による「事故」や「輸送障害」をなくす

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 5

## ■ 営業列車から地上設備を診る！



全区間の状態を高頻度に把握可能

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 1

### 2.1 営業列車から地上設備をモニタリング

それでは、営業列車から地上設備を診るモニタリングについて説明します。1つの列車に全てのセンサーを搭載するとは限りませんが、図のように多岐にわたる項目を営業列車によりモニタリングできるのではないかと考えています。ここでは、営業列車の床下や屋根上にセンサーを搭載するほかに、地上のセンサーが車上にデータを伝送するものも含まれています。

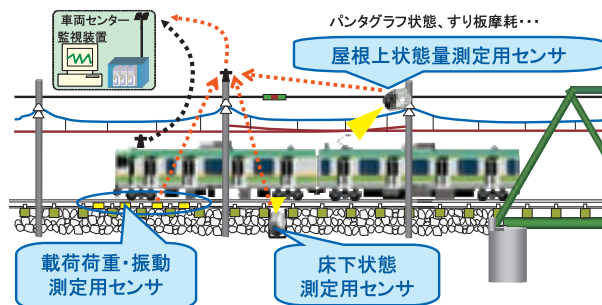
これにより、線状に分布する全区間の地上設備の状態を、高頻度に把握することが可能となります。将来的には、無線伝送など情報技術の飛躍的な進歩により、営業列車から自動的に、大量のデータを、高速に、安全に、地上のオフィスに伝送できるようになると期待しています。

### 2.2 地上から車両をモニタリング

次に、地上から車両を診る話に移ります。車両については、地上に設置されたセンサーが、通過する全車両に対して状態モニタリングをする形態を考えています。

車両に関しては、現在も車上でモニタリングを実施していますが、車上でモニタリングに適していない項目については、地上にセンサーを設置して、通過する全車両の状態を把握することが効率的、効果的であると思

### ■ 地上から車両を診る！



地上にセンサ設置⇒通過する全車両の状態を把握  
変状の予兆をとらえて、故障前に緊急修繕または車両基地に収容

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 8

ます。重大な変状を捉えていたならば、故障する前に緊急修繕をしたり、急遽、車両基地に収容して、輸送障害の発生を未然に防ぐことが可能になると期待できます。

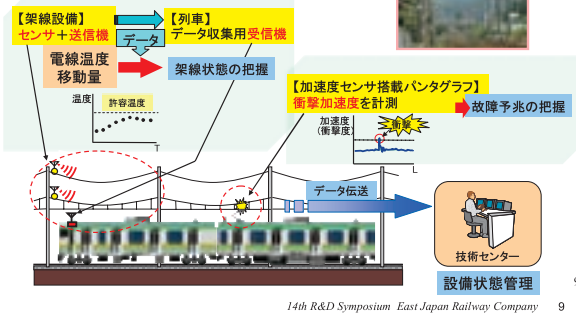
### 2.3 電力設備モニタリング

地上設備のモニタリングの一例として、電力設備モニタリングのイメージを説明します。図の左側は、架線設備にセンサーを設置して、営業列車が計測されたデータを収集するシステムです。架線設備には様々な部材がありますが、電線の温度と移動量をモニタリングすれば、架線状態を把握できます。図の右側に示しましたが、パンタグラフに加速度センサーを搭載すれば、架線とパンタグラフ間の接触状

態を監視でき、故障の予兆を把握し、架線トラブルの予防が可能となります。

### 電力設備モニタリングのイメージ

- ・営業列車による電力設備の検査データ収集
- ・パンタグラフに加速度センサを搭載し、架線状態の監視



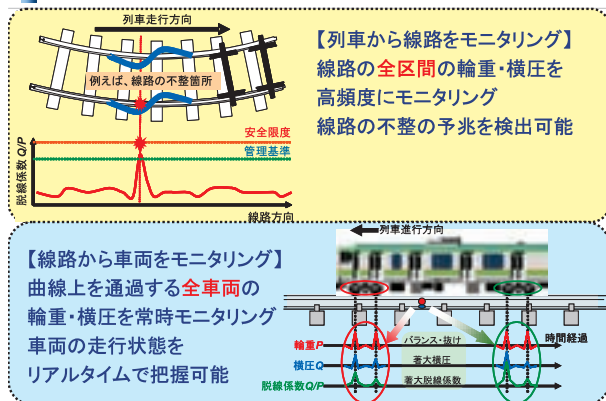
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 9

### 2.4 列車走行安全常時モニタリング

究極の安全をめざす事例として、列車走行安全性の常時モニタリングを紹介します。現在、輸送の安全性を確保するために、車両と線路、それぞれが管理項目と基準を設けて定期検査を実施しています。将来的に、安全性をより一層高めるためには、シームレスで総合的な監視体制をめざす必要があると思います。そこで、車両やレールに輪重や横圧センサーを設置して、常時モニタリングを行うことにより、究極の安全を実現できるのではないかと考えています。

上に示した事例では、線路の全区間をモニタリングでき、線路の不整の兆候を検出できると考えています。下の事例では、レールにセンサーを設置して、輪重、横圧を全車両で計測できれば、車両の走行状態を把握することが可能となります。究極の安全をめざす上では、このモニタリング技術とレール・車輪間の境界領域研究のさらなる進展がカギとなります。

### 列車走行安全性常時モニタリングのイメージ



### 3. まとめ

今まで、メンテナンスの革新の1つの柱である状態モニタリングに限定して紹介しました。私どもでは、この発表に先立ち、将来のメンテナンスに関して様々な検討を行ってきました。将来の課題解決においては、省メンテナンス化、モニタリング・劣化予測技術ならびに修繕作業の機械化・自動化が重要であり、現在、将来のイメージや各種技術メニューを考え始めたところです。その実現には、情報技術など汎用技術の進歩に期待するところが大きいのですが、それらを時間差なく鉄道部門に応用する必要があると考えています。そして、鉄道固有技術、例えば、レールと車輪間の境界領域に関わる研究などについては、私ども鉄道事業者が主導で進めていく決意を新たにしました。

### メンテナンスの革新のまとめ



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 11