

# 論 説

鉄道から学ぶ

## 「モノづくり・人づくり」

北海道旅客鉄道株式会社

取締役副社長 柿沼 博彦

### I. はじめに

鉄道がイギリスのリチャード・トレシビックによって発明（1804年）されて、すでに200年余り、当時の鉄道こそは、産業革命のバロメーターでもあった。日本においても、新橋～横浜間（1872年）で営業が開始されて、135年を過ぎようとしている。

この間、ジェームス・ワットの発明した蒸気機関は、電気・ディーゼル機関へと進化し、日本においては「SHINKANSEN」という国際語も生み出し、鉄道のルネッサンスとも言われている高速鉄道を創出してきた。その輝かしい鉄道の歴史については、多くが語られているが、一方においては、「鉄道の財産は、人材と技術である」と言われながらも、このような鉄道技術の進歩・発展を支えてきた「モノづくり・人づくり」がどのようになされてきたのか、鉄道技術を進歩・発展させた本質が、何であったのかはあまり知られていない。

ここでは、主に鉄道車両からの側面と個人的見解も含めてではあるが、この鉄道の進歩・発展を支えてきた、鉄道技術の「モノづくり・人づくり」が、どのように行われてきたのかを辿ってみることにする。

近年、特にバブルの崩壊以降、日本国内においては、海外に流失した技術を取り戻すべく「モノづくり・人づくり」が盛んに叫ばれてきた。国においても、平成12年の小淵内閣の時代

に、「ものづくりの懇談会」が設置され、「ものづくり産業は、21世紀においても我が国の生命線とも言うべき経済力の源泉である」と位置付け、ものづくりに対する技術・技能の重要性を提言し、その大前提となる「人づくり」の必要性についても提言し、そのために、これから取り組むべき課題・方向性なども報告されている。

一方、今年は、いずれの企業においても、2007年問題、いわゆる、団塊の世代の大量退職時代を迎え、技術・技能の伝承が緊急、かつ、最大の課題となっている。そんな意味も含め、鉄道の技術・技能の進化・発展と共に「モノづくり・人づくり」がなされてきた、歴史・経過を知って頂くことは、意義あることと考え、その一端を述べさせて頂くこととした。

(\*) 一般に、鉄道の技術・技能を考える場合、2つの視点がある。1つは、メーカ側に重点を置いた「造る」という技術・技能、もう1つは、使用者（事業者）側に重点を置いた、「使う、なおす」という技術・技能がある。ここでは、後者の技術・技能を中心に述べることにする。

### II. 鉄道技術の特長

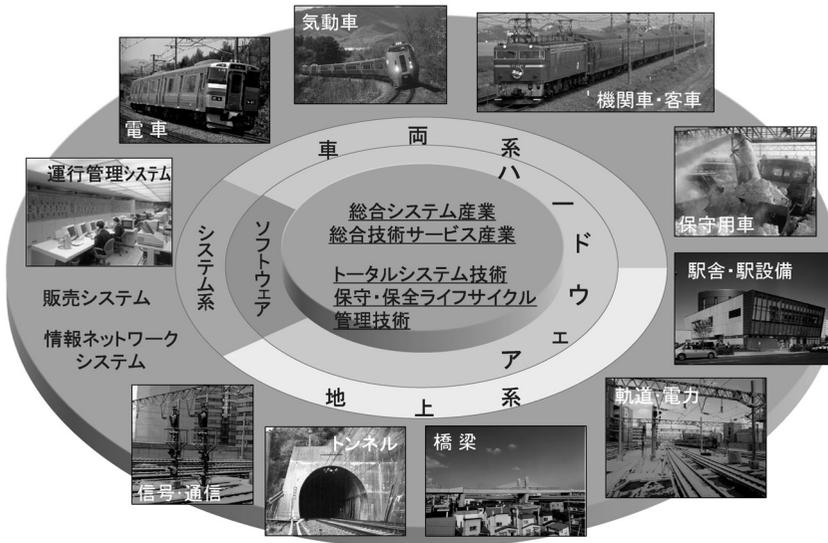
#### 1. トータルシステム技術

まず、鉄道とは、どのような技術的特長を有しているのかを考えてみる。そのイメージを図1に示す。鉄道技術は、大きく分けると2つの領域に分けられる。1つは、お客様にご利用頂

図1 トータルシステム技術



JR  
JR北海道



© 2007 Hirohiko KAKINUMA All rights reserved.

く車両と駅設備，車両が走るための線路を中心とした橋梁・トンネル，車両に電力を供給するための変電所等の電力設備，更には，車両を安全に運行するための信号設備などのハードウェア系，もう1つは，列車の運行を司る運行システム，乗車券の販売を行う販売システム，および，これらをネットワークで繋ぐ情報ネットワークシステム等ソフトウェア系の2つを併せた巨大システムから成り立っている。そして，鉄道事業者は，これらの設備・システムを自前で保有し，保守管理し，老朽・陳腐化が進めば，新たに企画・設計をして維持管理を行う。このように鉄道事業は巨大なシステムを核とした「トータルシステム技術」であり，「保守・保全技術」を中心とした「ライフサイクル管理技術」であるといえる。

## 2. 保守・保全・ライフサイクル管理技術

図2に鉄道の「保守・保全技術」「ライフサイクル管理技術」についての考え方を示す。フローに見るように，鉄道に限らずいずれの仕事においても，新たな業務を始める場合，当然，「企画・計画・設計」(①)に取りかかることに

なる。車両であれば設計・製造され，その後「運用・オペレーション」(③)をする。そして，それに併せて「保守・保全」に関する業務，いわゆる，メンテナンス(④)が行われる。図に示すライフサイクルAがこれに相当する。短い周期のモノは1日単位，長い周期のモノは4年程度の周期で，繰り返し行われる。そして，時間の経過と共に老朽・陳腐化が進み，保守コストが大きくなると，「新しい価値を創造」(⑦)することになる。これが図に示すライフサイクルBである。この周期は，短いモノで12~13年(原価消却範囲)程度，長いものでは，30~40年と長期にわたるモノもある。中には，トンネルや橋梁のように保守を繰り返し，半永久的に使用するモノもある。特に，サイクルBは，前述したように，鉄道という巨大なフィールドを対象としているために発生する技術領域で，一般的なビジネス領域ではあまり例の見られないものである。

この新しい価値の創造に当たっては，この間に長期に渡って蓄積されてきた様々なノウハウをフィードバック(⑥)し，安全・サービス・

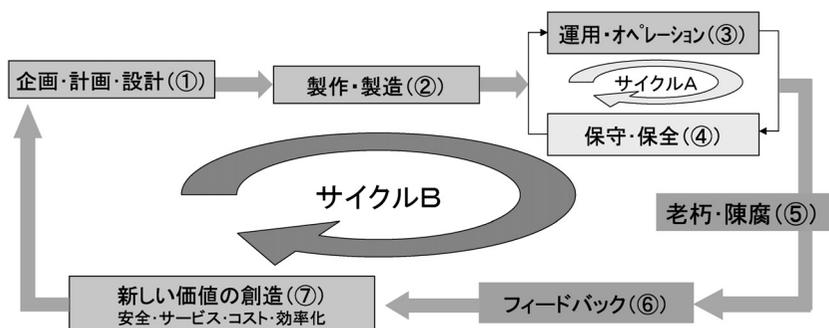
効率性などを高めることが、鉄道技術者の大切な役割であり業務ということになる。

このように鉄道技術を事業者側の視点から見た場合、その核となるものは、保守・保全・ライフサイクル管理技術であるといえる。

図3に鉄道で実際に行われている土木・電

気・車両の具体的な保守・保全の代表的な体系を示す。このように鉄道は、過去のデータを積み上げ、あらかじめ検査周期や、具体的な検査内容を定め、「予防保全の検査体系」を確立し、安全の確保を中心として鉄道の機能・維持を図っている。

図2 保守・保全技術、ライフサイクル管理技術 



- サイクルAは、短いもので1日単位～、長いもので4年程度である
- サイクルBは、平均的に30～40年以上である
- 保守・保全の技術は、30～40年前の技術と、最新の技術が混在している

© 2007 Hirohiko KAKINUMA All rights reserved.

図3 鉄道で行われている保守・保全体系 

鉄道の保守・保全体系

分野	目的	具体的作業	検査周期
土木	軌道の維持	軌道検測、軌道整正、レール補修等	1年以内
	構造物の維持	目視検査、詳細検査、補修、塗装等	2年以内
電気	電気機器の維持	機能検査、補修、部品交換	2年以内 重要なものは1年以内
車両	車両の維持	機能確認、摩耗部品の取替	仕業検査:3日に1回
		在姿検査、部品交換、補修	交番検査:3ヶ月以内
		ブレーキ等重要な部品の分解検査 部品交換、補修	要部検査:4年以内 または走行距離制限
		全般的な分解検査、部品交換、補修	全般検査:8年以内

© 2007 Hirohiko KAKINUMA All rights reserved.

### Ⅲ. 保守・保全技術の特性

#### 1. 保守・保全技術は創造性の原点

実際に保守・保全業務に具体的に携わる鉄道技術者の思考・行動パターンを図4に示す。

保守・保全業務に携わる技術者には、主に5つの思考・行動パターンが働くと考えられる。1つは、「使用後の状態は、どうなっているのだろうか?」と言うような状態の把握、「そのものが使用できるか?」という判断、「その判断の根拠はなにか?」その根拠としての知識、そして修繕に当たっては「どのように修繕するか?」という適切な修繕方法等。2つは、その修繕のために「どのように分解するか?」という分解の方法、その為に必要な「治具・工具はどうか?」等。3つは、具体的修繕の方法、修繕の程度等。そして、4つは、修繕の後の組み立て方法、組立の為に治具・工具の問題等である。最後は、修繕の済んだものの検査、それに必要な測定器・計測器をどうするかなどの思考と行動が働く。

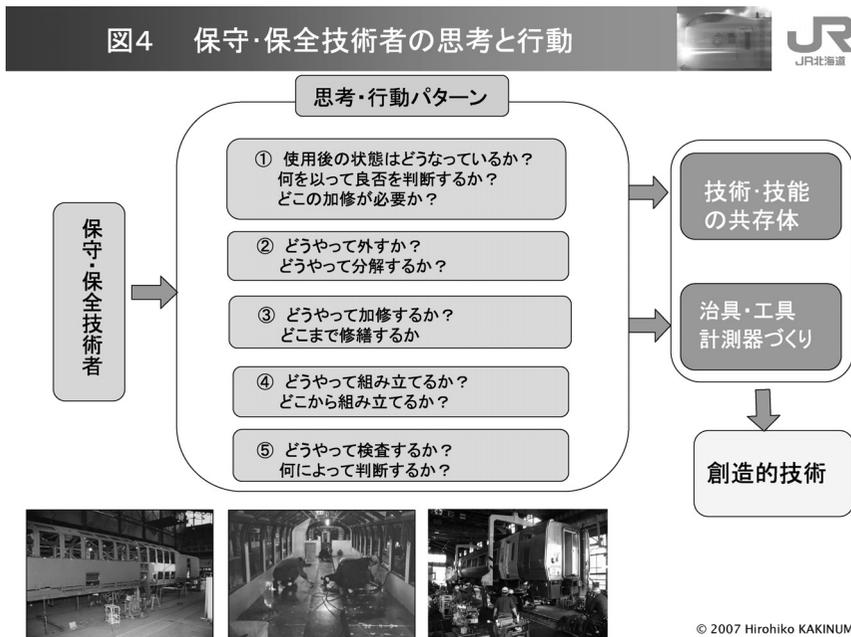
保守・保全の作業に当たって、このような思考・行動パターンが働いていることは、鉄道の

保守・保全技術者は、修繕するための「技能」と修繕に必要な「技術的知識」の双方が備わっていることが必要となる。逆に、このことは、鉄道の保守・保全技術というものは、「技術と技能の共存体」であるともいえる。更に「鉄道のモノづくり」とは、修繕を基本とした「治具・工具・計測器づくり」等が中心であり、しかもその本質は「創造的技術」であるといえる。

#### 2. 保全・保守技術に求められる「問題意識・知識・創造性」

以上、2つの特長を持つ保守・保全技術に対応できるためには、鉄道技術者は図5に示すように、常に、「問題意識」「知識」「創造性」の3つの要素が求められる。まず、「問題意識」。これは絶えずあるモノやコトに常に「何故」を問い続ける意志を持ち、様々な問題を発掘し、「知識」と結びつける意志と能力ということになる。そして、その時必要な「知識」とは、単に、物を知っているということだけではなく、モノやコトの本質、原理、しくみ、失敗、成功の体験など様々な知識の本質としての知見を持っている事である。そして、最後に、この知識

図4 保守・保全技術者の思考と行動



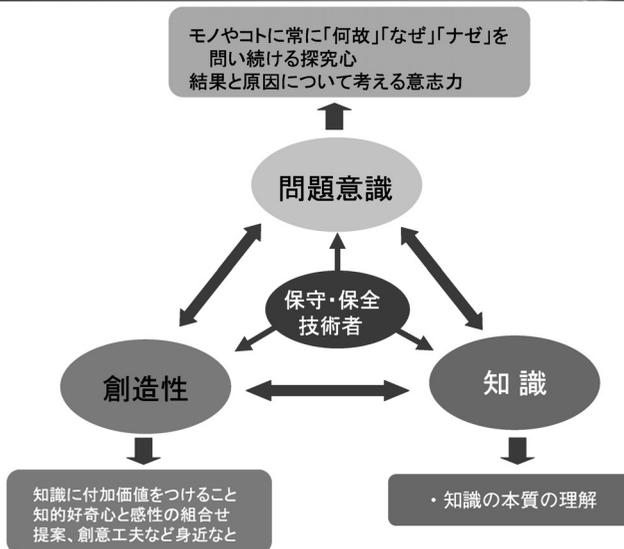
© 2007 Hirohiko KAKINUMA  
All rights reserved.

を知恵に変え、知的好奇心や感性を組合せ、付加価値をつける事のできる「創造性」である。もちろん、ここでいう「創造性」とは、今までの説明でおわかりのように、決して難しいモノではなく、日常の作業の中で生まれる様々なアイデア、提案、創意工夫など全てのことを意味する。

### 3. 保守、保全技術は技術・技能の共存体

保守、保全技術は「技術・技能の共存体」であることと、「創造性」の関係について、もう少し具体的に考えてみる。図6は、「技術」と「技能」と「創造性」の三者の関係を示している。ここでいう「技術」とは、一般性・普遍性があり、形式知化、知識化、データ化、情報化

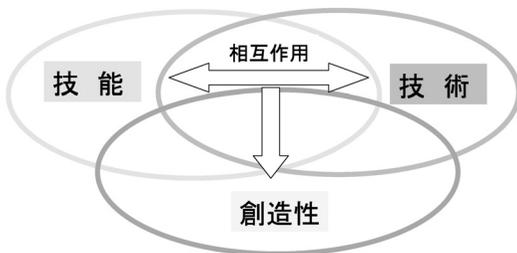
図5 保守・保全技術者に必要な3要素 



© 2007 Hirohiko KAKINUMA All rights reserved.

図6 技術と技能共存体 

「技術・技能」の共存は「創造性の技術」



© 2007 Hirohiko KAKINUMA All rights reserved.

が可能である。一方、「技能」とは、特殊性であり、暗黙知であり、特殊能力であり、教育・訓練によって得られるモノである。前述したように、鉄道の保守・保全作業に携わるためには、修繕ができる能力としての「技能」と、修繕するために必要な「技術的知識」の双方を備えている必要があるから、技術と技能の間では、絶えず保守・保全作業には「創造性」が働いていることになる。

具体的例として、車体修繕作業時の溶接作業を例に、「技術・技能」と「創造性」の相互関係を考えてみる。溶接作業に必要とされる技能には、溶接棒の移動のスピード、角度等の基本的な作業から始まり、溶接棒が材料に正確に溶け込んで行くことを体で感じる能力が必要になる。さらに習熟度が向上していくためには、溶け込んでいく時の微妙な振動を「指」で感じる能力、溶け込んでいく変化を「目」で見極められる能力、溶け込んでいくアークの音を「耳」で聞き分けられる能力等が要求される。溶接作業をしている人は、「目と耳が命である。目と耳が悪くならもう溶接作業はできない」とよく言われている。このような技能をしっかりと身につけることにより、立派な仕事ができることになる。

一方、この「技能」に対応して「技術」がある。溶接作業を例にあげれば、1ミリの鉄板と5ミリの鉄板を溶接する必要性が生じた場合、作業には当然、溶接時の歪みや溶接棒の太さ、その時の溶け込みが果たして可能かどうか、と言うような疑問が生じる。この疑問の判断こそが「技術」ということになる。また、軽量化の為に、もっと軽いアルミ製の溶接棒が使えないかと言うようなことを考えた場合、鉄とアルミは溶接できないことを知らなければならない。この時、鉄とアルミは、何故、溶接できないかを知っていることが「技術」と言うことになる。仮に、技術的知識がなければ、作業は、この

時、鉄とアルミはこのままでは溶接できないことを、学習することになる。この他にも、溶接電流と歪みの関係など多くのノウハウが存在している。このように、「技術」と「技能」は絶えず相互に関係し、その結果として「創造性」が生まれてくることになる。このように保守・保全業務は、「技術」と「技能」が相互に相乗作用を起こし、「創造性」を生み出し、進歩・発展してきたと考えられる。

#### IV. 鉄道技術の進歩とモノづくり・人づくり

##### 1. 道具づくりが鉄道技術を進化させた

以下、鉄道技術の進歩と「モノづくり・人づくり」について具体例で紹介する。まず、1つは、「道具づくりが鉄道技術を進化させた」ことについて、蒸気機関車（以下SLという）を例にその道具づくりの歴史をたどってみる。SLは主要部品・装置で約160点、総部品点数では、約1万点という多数の部品から構成されている。SLは今でも多くの人のあこがれでもある。あのような見事な動きが、とても人間的であるという理由から今でも多くのファンに慕われている。SLの動作・機能の基本は、全て、「スベリによる移動」と「摺り合わせによる回転」技術が基本になっている。当然、SLが発明された当時は、コロ軸受けのようなベアリングなどの技術はなかったから、移動するモノ、回転するモノは全て、「摺り合わせ技術」で構成されていた。今の最先端技術でいえば「トライボロジー」と言うことになる。更に、台枠のような強度を必要とする構造部品は、「カシメの技術」で構成され、取り外しの必要な部品は、ボルトとナット締め、脱落防止のために割ピンで止めるという構成であった。

その結果、「カシメの緩みはどのように検査するのか」「ロッドを外すにはどういう工具が良いのか」「シリンダーの内径を測るのには、どんな測定器が必要か」「同時に複数箇所を測るのには、どのように測定器を改善すればいい

のか」等、様々な創意工夫が求められる。この創意工夫こそ、まさに鉄道技術者に求められた創造性であった。

図7は、SLのボイラーの外観と煙管の中を気吹く際に用いる煙管気吹き用治具・各種パス、大小のロッドの締め付け用工具などを示し

ている。SLの車種・形式によりこのような治具・工具が数多くある。中には治具・工具に更に治具・工具を付けた治具・工具などが創られている。

## 2. 道具づくりが創造性を高めた

次に、道具づくりは、「創造性を高め、それ



上司(親方)から教わったこと。  
「モノづくり」の仕事の段取りは  
「まず必要な道具(かんな)を自分で  
考え、自分で作って、仕事にかか  
れ！」

**<丸棒かんな>**  
様々な径に対応可能なかんな



**<面取かんな>**  
箱物を作成後、内側の面取りが可能なかんな



は自己の表現でもあった」と言うことである。「名工は必ず良い道具を持っている」という言葉がある。かつて、鉄道の保守・保全業務に関わった先輩の方々の言葉に「ものづくりの基本は、道具づくりから始まる」と言う話がある。

図8は、かつて、鉄道工場の木工職場に勤務されておられた方の、様々に工夫して創作した手作りカンナを示している。様々な内径に対応可能な丸棒カンナ、箱物を製作した後からでも内側の面取りが可能な面取りカンナ…、その大きいカンナ、小さいカンナ、曲がったカンナ…全て自分で考え、自分で創ったカンナを示している。そして、さらには、これらのカンナを全て自らがメンテナンスをしている。だからこそ、更に工夫して益々磨きかけられたカンナになる。このように、修繕の基本は道具づくりから始まり、この道具づくりこそが、自己表現となり、感受性を高め、感性を高め、鉄道技術の進歩・発展に繋がってきたといえる。

### 3. 道具づくりは感受性を高め感性を育む

「創造性」を高める為の大切な要素は「感性・感受性」の育成である。図9は、かつて、鉄道工場の部内養成機関で行われていた治具・工具づくりが感受性を高め感性教育となったことを示したフローである。当時は、SLの保守・保全が主体であったことから、基礎教育の中心は、ハンマーを振ること、ヤスリがけをすること、ハツリ作業をすること等であった。この結果、作業者は、技能の未熟さから、手をたたき、手にマメを作るなどの経験をするようになる。このような経験と訓練を積み上げ、徐々に技能が上達するにつれて、次のステップとして、内パス・外パス・スコヤ・Vブロックというような、基礎的な治具を自ら製作する。そして次のステップではこれを自ら使い、自ら体感して不具合を改善・修正する。これを繰り返すことにより、満足感、達成感を味わった。このことが結果として感性教育・創造性教育となり、創造的技術を生み出してきたといえる。

(7月号へつづく)

