

鉄道安全と技術者倫理

平野 賀久（西日本旅客鉄道）

Engineering Ethics considering Railway Safety

Yoshihisa Hirano (West Japan Railway Company)

1. 西日本旅客鉄道の概要

1.1 鉄道事業

西日本旅客鉄道は、1987年4月1日に日本国有鉄道の分割民営化に伴い発足した。東は北陸から西は北九州までの2府16県に及ぶ範囲を営業エリアとしており、約5,000kmの線路延長で一日当たり約500万人のお客様ご利用頂いている。

新幹線は、本年3月10日に開業40周年を迎えた山陽新幹線新大阪・博多間と、本年3月14日に開業したばかりの北陸新幹線上越妙高・金沢間の運行を行っている。在来線は、近畿圏を中心とする都市圏輸送から、中核都市をつなぐ都市間輸送、地方におけるローカル輸送まで多岐にわたる鉄道の運行を担っている。



図1 W7系新幹線（金沢駅付近）

1.2 企業理念と安全憲章

当社発足後に制定していた「経営理念」を、福知山線列車事故を契機として、改めて当社の進むべき方向性や価値観についての議論を重ねた上で見直しを行い、「企業理念」に改めた。その第1項に「私たちは、お客様のかけがえない尊い命をお預かりしている責任を自覚し、安全第一を積み重ね、お客様から安心、信頼していただける鉄道を築き上げます。」と宣言している。

ここに述べている安全を追求していくための行動指針として定めているものが「安全憲章」である。福知山線列車事故を深く刻み込むことを明確に表現し、このような事故を二度と発生させないとの決意を述べている。そして、社員一人ひとりが安全の担い手であることを自覚し、日常の場において安全を最優先するという価値観に基づいた行動が自然に出るように、具体的に取り組むべき行動や考えるべき視点を定めたものである。

安全憲章

私たちは、2005年4月25日に発生させた列車事故を決して忘れず、お客様のかけがえない尊い命をお預かりしている責任を自覚し、安全の確保こそ最大の使命であるとの決意のもと、安全憲章を定めます。

1. 安全の確保は、規程の理解と遵守、執務の厳正および技術・技能の向上にはじまり、不断の努力によって築きあげられる。
2. 安全の確保に最も大切な行動は、基本動作の実行、確認の励行および連絡の徹底である。
3. 安全の確保のためには、組織や職責をこえて一致協力しなければならない。
4. 判断に迷ったときは、最も安全と認められる行動をとらなければならない。
5. 事故が発生した場合には、併発事故の阻止とお客様の救護がすべてに優先する。

図2 安全憲章

1.3 安全管理体制

2006年3月の鉄道事業法の改正により各鉄道事業者には「鉄道安全管理規程」策定と届出が義務付けられた。当社の「安全管理規程においては、上記「安全憲章」を安全に係る行動指針とし実践に努めることを宣言している。

この規程に基づいて、社長を最高責任者とし、輸送の安全の確保に関する業務を統括管理する安全統括管理者をはじめ、各管理者の責任体制を明確化した安全管理体制を構築した。

また、安全の確保に関する事業の実施や管理の方法を定め、輸送の安全に関するPDCAサイクルを確立し、安全に関する様々な施策を実行し、その検証と必要な改善を行うことで確かな安全を築き上げていくこととした。

2. 鉄道の安全

現在、安全管理規程に定める体制と仕組みの下で、当面の具体的な安全性向上の取り組みをまとめた「安全考動計画 2017」を策定した。その実践によって、鉄道の安全・安心をより高いレベルに到達させることに取り組んでいるところである。その取り組みには、ゴールはなく、地道に継続していく決意である。

ここで、鉄道の安全・安心な運行を実現するためには、どのような視点で考える必要があるのかということを書いてみたい。

2.1 鉄道の安全の仕組み

鉄道は列車が停止している限りは大きなリスクは発生しない。列車が動き出すことで、列車の脱線や衝突、踏切事故、ホーム上のお客様と列車の接触、作業員と列車の衝撃などのリスクが発生する。鉄道の安全は、これらのリスクを洗い出し、見つけたリスクを抑え込み続けることによって実現されている。

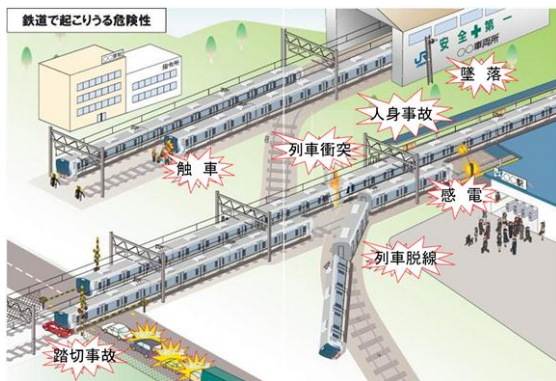


図3 鉄道運行に潜むリスク

このために、ハード・ソフトの両面から様々な仕組みが導入されている。鉄道の安全を実現する最も基本的な要素である列車を安全に止めるための「ブレーキ装置」、鉄道信号の原点とも言える「閉そく装置」、安全な状態を維持するための「鎖錠装置」などがある。

また、過去の事故を教訓としたものがある。例えば、1951年の桜木町駅での列車火災を教訓として、車体構造の見直しや隣接する変電所を連動させて事故区間を停電させる仕組みが導入された。1962年の三河島駅での信号冒進による

列車脱線、衝突事故の教訓として、二重事故を防止するための列車防護の仕組みが確立されるとともに、信号冒進防止対策としての自動列車停止装置（ATS）が当時の国鉄全線に導入された。

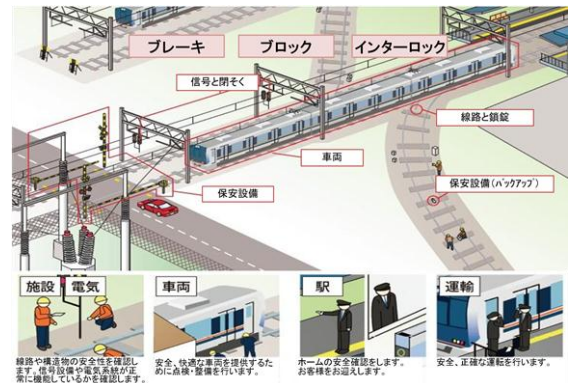


図4 鉄道の安全の仕組み

このように、鉄道の安全を確保するために様々な装置が導入されているが、実のある安全確保のためには、これらの装置を適切に維持管理するだけでなく、装置を使用する人が定められたルールを守って列車を運行することが前提となっていることは言うまでもない。

鉄道の発展に伴い、列車の運行本数の増加や高速化、あるいは相互直通運行のように鉄道ネットワークの複雑化が進行している。この変化に対応して、安全をバックアップする保安設備や運用する仕組みを、絶え間なく、さらに高いレベルに進化させていくことも必要である。

2.2 「人」と「機械」の協調

鉄道の安全の仕組みは、複雑で多岐にわたる分野の技術の組合せによって実現されている。このため、装置産業と捉えられることもあるが、その中心には「人」が存在している。すなわち、「人」と「機械」が有機的に結合することで鉄道の安全は実現できていると考えられる。

安全を支える主役である「人」は意図せずにエラーを起こしてしまうというマイナス面を持っているが、「ヒューマンエラーは結果であり原因ではない」との観点から発想することが重要であり、エラーが発生し難いルールや手順の最適化を追求していかなければならない。

また、ヒューマンエラーは起こりうるものであり、それをバックアップする装置は求められる機能を常に発揮でき

る状態に維持されていることが必要である。そして、機能をさらに高いレベルに進化させることも求められる。

一方で、「人」は予期しない事態に遭遇しても柔軟に対応できるという「機械」では代替出来ない極めて優秀な能力を備えている。また、「機械」は万能ではなく故障するとの認識も重要であり、鉄道の安全を構築していくためには、これらのヒューマンファクタに関する両面を理解し、「人」と「機械」のより良い調和を目指していく必要がある。

- 「人」は意図せずエラーを起こす
 - ・ヒューマンエラーは結果であり原因ではない
 - ・安全をバックアップする保安設備を絶え間なく、さらに高いレベルに進化
 - ・ヒューマンエラーが発生しにくい装置や機器の具体化
 - ・ルールや手順の最適化
- 「人」は、予期せぬ事態に遭遇しても柔軟に適切な対応ができる
 - ・機械やコンピュータでは代替できない能力
- 「機械」は故障する
 - ・一つの故障が線区全体の運行停止につながるためのしくみの構築

主役は「人」、「人」と「機械」のより良い調和をめざして、
 鉄道システムの機能を向上させることが必要

図 5 人と機械の調和

2.3 鉄道の特性

安全を支える装置や仕組みを考える上で、その特性を理解することが重要である。例えば、ゴムタイヤでアスファルト舗装を走行する自動車と、鉄製の車輪で鉄製のレールを走行する鉄道では、摩擦係数が大きく異なり、それは停止させるまでの距離の差となって現れる。



項目	鉄道	自動車
構造	鉄の車輪と鉄のレール 	ゴムタイヤとアスファルト等 
走行抵抗 (転がり摩擦抵抗)	小 (自動車の1/5~1/10)	大
ブレーキ距離	長い (自動車の数倍)	短い
信号	・進行信号(青信号)が現示されている場合は、その先の区間に列車が存在しないことを保障 ・複数の進路がある場合には、進むべき進路を示す	青信号であっても、信号の先に自動車が存在しないことを保障するものではない

図 6 鉄道の特性

また、鉄道は部外者の立ち入りが禁止されている専用軌道を走行すること、障害物を発見しても自動車のようにハンドル操作によって衝突を回避することができないこと、

さらに必ずしも見通しの範囲内で走行しているものではないことなど、固有の特性を数多く有する。

これらの特性の違いが最も特徴的に現れているのが、信号機の仕組みである。自動車の信号の「青信号」は進んで良いことのみを表しているが、鉄道信号の「青信号」は進行の許可とともに前方に障害物のないことも表している。

さらに、最も特徴的な概念に「1 閉そく 1 列車」の仕組みがあり、鉄道運行の原点とも言えるものである。これは、あらかじめ線路を一定の区間に分け、その区間を 1 本の列車が占有する間は他の列車を進入させない仕組みとすることにより列車衝突を防止している。この仕組みのことを「閉そく」と呼んでいる。この「閉そく」には、列車の存在を検知する「軌道回路」を設備しており、「閉そく」の境界に設置している「信号機」を制御している。

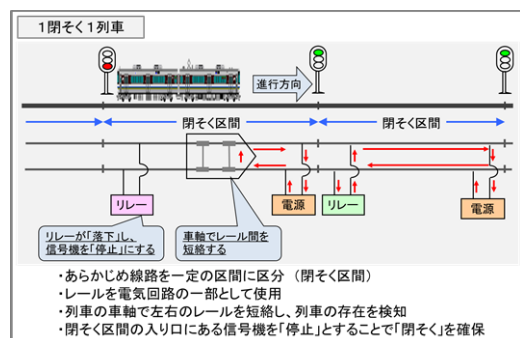


図 7 閉そくの仕組み

そして、前に述べたブレーキ距離の長さを確保するために、先行列車と後続列車の間には複数の閉そく区間が入るような信号機の仕組みとしている。図 8 には「G」「Y」「R」の 3 つを組み合わせ例を示している。この場合、「G」は前方の支障なしを表し、「Y」は前方に停止を示す「R」が存在することを意味している。乗務員が、それぞれ指定されている速度で走行することで安全を確保している。

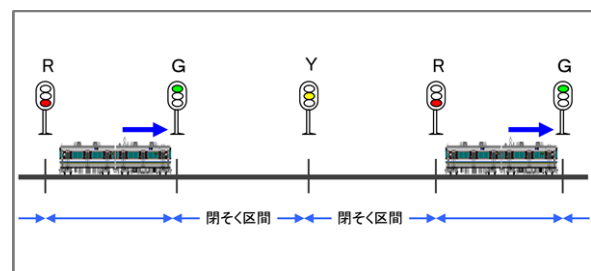


図 8 列車運転の仕組み

2.4 求められる視点

(1) 環境の変化に対応

あらかじめ発生が予想されるリスクを許容範囲内に抑え込み続けることで安全を確保している。一つのリスクに対し設備を導入したのみで対策が完了したと考えてはならず、その状況は変化することを認識しなければならない。


例えば、近年の気象条件の激甚化に見られるように、これまでの知見を上回るような環境変化が発生する状況になってきた。

安全を確保するためには、常に変化に敏感になり、変化に伴って新たなリスクが発生していないかを検証する必要がある。

■ 変化に伴うリスク

- ・鉄道は、列車が動き出すことにより様々なリスクが発生
- ・既にわかっているリスクを抑え込んでいても、環境の変化により新たなリスクが発生

- ・激甚化する気象条件
- ・沿線環境の変化
- ・保守基準、ルールの変更
- ・作業手順の変更
- ・列車遅延



被災直後 復旧後
山口線・第6阿武川橋梁流出 (H25)

- ・環境の変化により発生する新たなリスクを予測し、許容範囲内に抑え込む
- ・ハード・ソフト対策の効果的な組み合わせ
- ・リスクが許容範囲を超えると想定される場合には直ちに列車の運行を停止

図 9 変化に対応

(2) お客様、社会との連携



安全な鉄道を築き上げていくために、鉄道事業者が主体的に全力を上げて取り組むことは当然のことである。その状態を、より確実なものとするためにも、鉄道を利用されるお客様や鉄道を運営している地域の皆様との連携が重要であると考えている。

例えば、駅のプラットホームや踏切に設置している非常ボタンは駅社員や乗務員に異常を知らせるものであり、これは鉄道係員のみならず異常に気付いた方が使用していただきたいものである。

鉄道事業者には、お客様や地域の皆様と共に安全を構築していくことに関して、ご理解とご協力を頂けるように努めていくことが必要である。

■ 鉄道とお客様、社会との接点


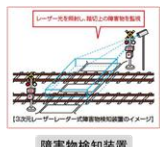
- ・列車は、専用の軌道を走行するもの、ホームや踏切などにおいては、お客様や社会と交差

ホーム非常ボタン 可動式ホーム柵

■ 鉄道の役割の拡大

- ・ホーム上の安全 (非常ボタンや可動式ホーム柵の設置など)
- ・踏切の安全 (非常ボタンや障害物検知装置の整備など)

踏切非常ボタン 障害物検知装置

お客様や地域の皆様との連携が重要であり、ご理解とご協力いただけるように努め、共に安全を構築

図 10 お客様、社会との連携

2.5 まとめ

鉄道は列車が動くことによりリスクが発生する。これらのリスクに対し安全な状態を維持し続けるためには、既知のリスクは許容範囲内に抑え込み続けるとともに、環境の変化等により発生する新たなリスクを予測し抑え込むことが必要である。

このためには、安全を支える一人ひとりが専門家としての技術を磨き求められる役割を果たしていく組織の文化を築くこと、鉄道の特性やヒューマンファクタを正確に理解した上で装置やルールを適正化すること、安全を維持するシステムを進化させ続けることが求められる。

安全の追求にゴールはなく、弛まぬ努力を継続することが何よりも重要であると考えている。

■ 列車が動き出すことにより、リスクが発生

安全な状態 ⇒ 既知のリスクを抑え込み続ける
⇒ 新たなリスクの予測、抑え込み

鉄道の安全を実現するために必要な要素

- 安全を支える人と文化
 - ・一人ひとりが役割を確実に果たす、働く一人ひとりの安全を確保
- ヒューマンファクター
 - ・人間のプラス面、マイナス面を理解したうえで、装置を具体化、ルールを最適化
- 安全を維持するシステム
 - ・保安装置をさらに高いレベルへ進化
- 安全を支える技術
 - ・基準やルールを適切に定め、確実に運用

安全な状態の維持
弛まぬ努力

図 11 安全・安心な鉄道の実現