

重大インシデント調査事例

鉄道

ATCが故障した列車に対して、代用閉そく方式が施行されずに運転が継続され、他の列車が停車している進路に進入した事例

概要：本件地下鉄事業者（同局）が運行するA駅発C駅行きB0504列車（本件列車）は、平成22年3月15日（月）、B駅を定刻（05時27分）に出発直後、ATC常用ブレーキが作動して約17m進行して停止した。
同列車は、運転指令の指示でATCを解除して運転を再開したが、閉そく方式の変更がなされないまま運転を続け、G駅に進入した際に、同駅2番線に同列車の振替列車として停車していたA0504列車（振替列車）への進路に進入したため運転士が非常ブレーキを使用し、A0504列車の約60m手前で停止した。

列車の運転の概要

本件線区の列車の運転は、通常はATO(※1)によるワンマン運転である

ATOによる運転では、運転士が駅の出発指示合図を確認して、運転室内にある出発押しボタンを押すことにより、運転保安設備であるATC(※2)の制限速度の下でATOのプログラムによって、自動的に加減速の制御が行われて、次駅の所定位置に停車する（ATO運転）

ATOが使用できない場合や回送列車の運転、入換車両の運転の場合においては、ATCの制限速度の下で、車内信号機等の現示に従い運転士の手動操作により運転する（ATC運転）。なお、ATO運転からATC運転への切替は、運転室内にある運転モード切替スイッチにより行う

ATCが故障した場合には、ATCを解除して運転士の手動操作で運転することができる。この場合、ATCの速度制限は受けない。ただし、代用閉そくで運転する場合の速度は40km/h以下と定められている

- ※1 「ATO」とは、自動列車運転装置 (Automatic Train Operation) の略称で、ATCの機能に加速制御と定点停止制御を加えたものであり、運転士が出発ボタンを押した後は、次駅に停車するまで、運転士の操作なく走行することができる
- ※2 「ATC」とは、自動列車制御装置 (Automatic Train Control) の略称で、先行列車の位置や線区の条件に応じて連続的に指示された速度制限信号に基づき連続して列車速度を照査して規定速度以上ではブレーキをかけ、それ以下ではブレーキを自動緩解することにより速度制御を行うシステムである

図1 本件列車、振替列車の主な動き等

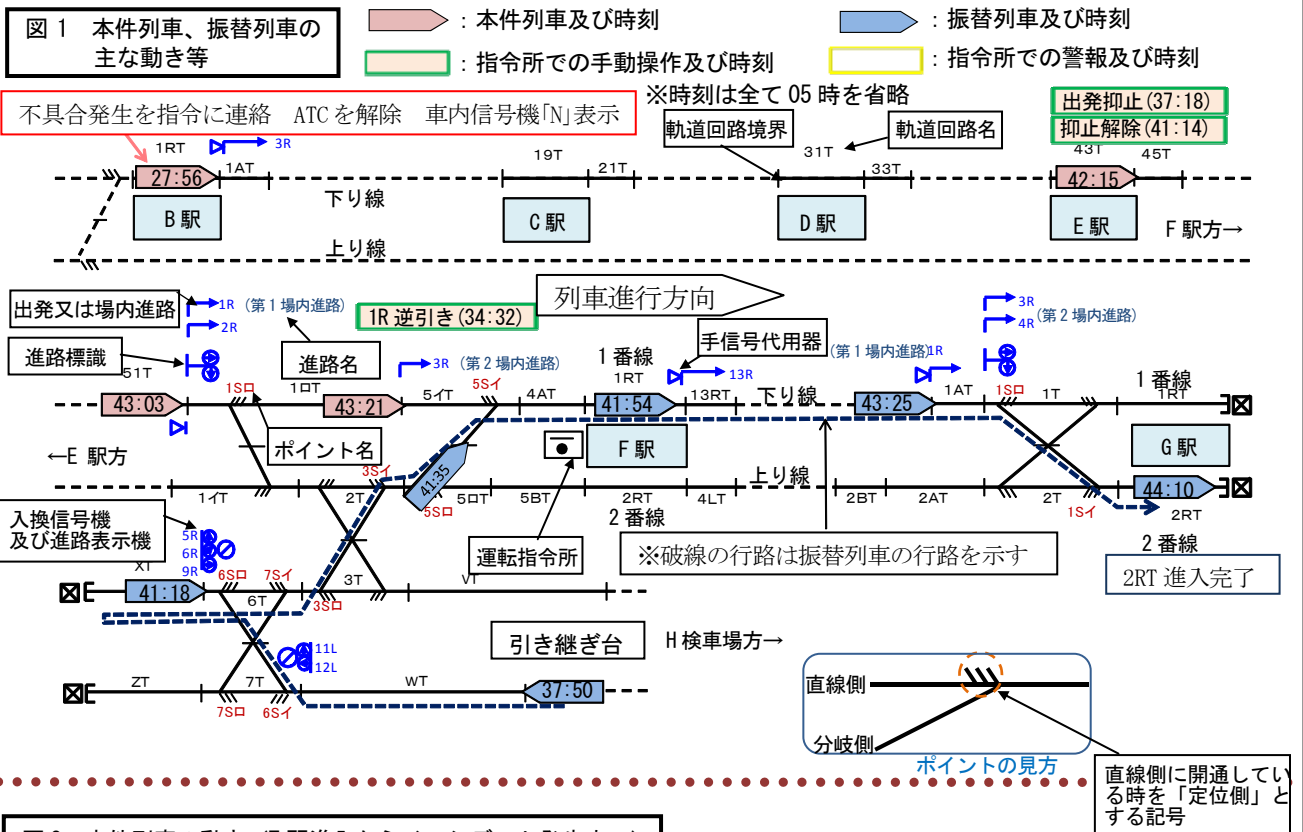
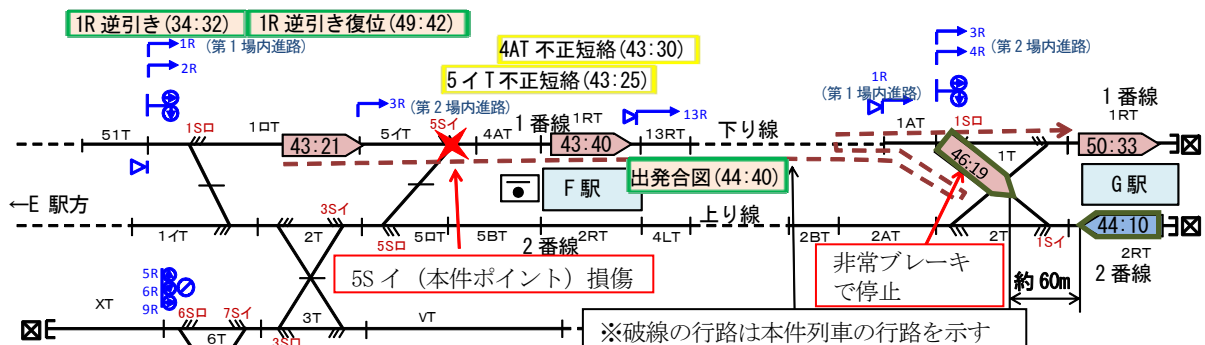


図2 本件列車の動き (F駅進入からインシデント発生まで)



進路てこに関する情報

進路てこ (※3) (てこ) は、3方向に動かすことができるもので、本報告書では、その操作を次のとおり定義している
 定位…PTC (※4) において列車の進路の構成、分岐器を進行方向に開通させる制御が自動で行われる状態 (進路自動制御) で、てこが真ん中の位置にあることをいう
 反位…手動で列車の進行方向への進路制御をするために、てこを列車の進行方向と同一の方向に倒すことをいう
 逆引き…進路自動制御される進路に対して、一時的に進路自動制御を抑制するために、てこを列車の進行方向と逆の方向に倒すことをいう
 復位…「反位」又は「逆引き」を「定位」に戻すことをいう

運転指令所の機器配置等

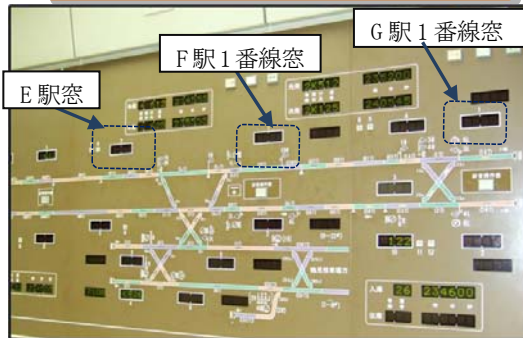


図3 集中表示盤の列車の表示部

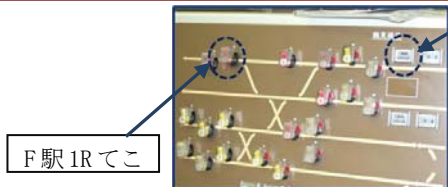


図4 F 駅てこ操作盤

F 駅下り出発
指示合図制御
ボタン

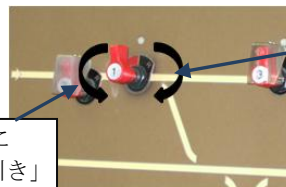


図5 F 駅1R てこ(「定位」)の位置

インシデントの経過 ※図1~図5(2~3ページ)参照

主な要因等

05時27分11秒

本件列車は、B 駅を出発した直後、ATC 常用ブレーキが作動し、停止した

運転士 A は指令の指示を受けブレーキ緩解の措置を行ったが、常用ブレーキが緩解しなかった

05時31分52秒

本件列車が ATC を解除して、代用閉そく方式を施行せずに B 駅を出発した

常用閉そく方式である車内信号閉そく式が施行できない場合、運転指令による代用閉そく方式を施行すべきであった

車内信号機の信号の表示:N

詳細は「ATC を解除したときに車内信号機に N 信号を表示したことに関する分析」(次ページ)を参照

05時34分32秒

本件列車が B 駅を出発後、F 駅 1R てこが逆引きされた (復位されず)

振替列車の出庫に際して本件列車より先に G 駅に出庫させることを考慮して、F 駅への本線からの進入を抑止するために行われた可能性がある

振替列車を H 検車場から出庫させるために、F 駅 5S イ (本件ポイント) は反位側の状態となった

詳細は「E 駅で抑止後に本件ポイントを損傷するまでの分析」(次ページ)を参照

本件ポイントを本件列車が通過し、本件ポイントが損傷した

不正短絡警報

E 駅窓から F 駅 1 番線窓にシフトするには本件ポイントが定位側の状態であることが条件だが、本件列車は、本件ポイントが反位側の状態のときに通過したため、列車が E 駅窓で停止した

本件ポイントが反位側の状態であるため、本件列車の列車番号 (※5) は集中表示盤の E 駅窓で停止し、F 駅 1 番線窓にシフトされなかった

本件列車が列車番号を持たない状態となり PTC による出発合図の制御は行われなかった

本件列車は F 駅から列車番号なしの状態を継続した

「シフト元に列車番号なし」警報

運転指令員が手動操作で出発合図を出したことにより、F 駅を出発した

振替列車が G 駅 2 番線に進入したため G 駅のポイント 1S ロ及び 1S イは 2 番線側に開通した

指令員 B が警報内容を確認していなかったことが関与した可能性がある

05時46分ごろ

本件列車は、振替列車と同じ進路である G 駅 2 番線に進入したため、運転士 A が非常ブレーキを使用した

※3 「進路てこ」とは、信号機、転てつ機等を制御するスイッチをいう
 ※4 「PTC」とは、プログラム列車運行制御装置 (Programmed Traffic Control) の略称である。列車集中制御装置 (CTC) を介して、列車ダイヤ情報に基づき、時刻や列車順序に応じて列車の進路制御を自動的に行う装置である
 ※5 「列車」とは、本報告書では PTC で管理するための列車の番号を示す

G 駅 2 番線側進入後、運転士 A は、運転席を変えずに運転指令の指示で後進した

異例の事態の発生に伴う措置ではあるが、後退方向の線路状態を確認する処置が行われなかったまま後退したものと考えられる

ATCを解除したときに車内信号機にN信号を表示したことに関する分析

※本件列車には、本件列車の運転士（運転士 A）のほか、運転士 A の指導を行っていた運転士（運転士 B）、及び E 駅から F 駅まで乗っていた運転士が乗務していた

車内信号「0₁」～「70」

- ▶ 運転士 B（※）は ATC を解除したときに車内信号機の 50 信号が N 信号に変わったと口述していた
- ▶ 地上からの速度制限信号を受信していないときに N 信号が表示される
- ▶ ATC 解除スイッチを解除位置にしたときは、車内信号機の表示機能は、ATC 受信検波部 1 系から 2 系に切り替わる
- ▶ ATC 受信検波部の 2 系が故障していたこと及び ATC を解除したときに N 信号のみを表示する現象が再現している



図 6 車内信号機 (速度計付)

- ◆ ATC を解除したときに受信検波部が 1 系から 2 系に切り替わったものの、2 系の受信検波部が故障していたため、地上からの速度制限信号を受信できずに N 信号が表示されたと推定される
- ◆ 受信検波部 2 系の故障の原因については、電源回路に使用されている電解コンデンサが経年劣化により損傷したことによるものと考えられる

E 駅で抑止後に本件ポイントを損傷するまでの分析

本件列車が B 駅から出発後、E 駅に向け走行中に F 駅 1R でこが逆引きされた

本件列車は、振替列車が H 検車場から F 駅に出庫するのを待ったために、指令員 A により、E 駅で抑止がかけられた

振替列車は、H 検車場から本件ポイントを通過して F 駅 1 番線に到着し、同駅を出発した

本件列車は、振替列車が F 駅 1 番線に到着後 E 駅での抑止が解かれた

本件列車は、引き続き ATC は解除されていたが代用閉そく方式が施行されない状態で運転が継続され、本件ポイントを通過し、同ポイントを損傷した

本件列車は以下の理由で、本件ポイントを損傷した

- ▶ 本件列車の前に振替列車が本件ポイントを通り、本件ポイントは、反位側の状態となっていたこと
- ▶ 本件列車の運転が代用閉そく方式を施行せずに継続されたことにより、運転指令による F 駅の進路の開通状況の確認が行われなかったと考えられること
- ▶ ATC を解除し、車内信号機の表示も N 信号のまま運転している異常時の運転であるにもかかわらず、本ポイントの開通方向の確認が運転士によって行われていなかったと考えられること
- ▶ 本ポイントには、PTC 制御のままとなっており、かつ、F 駅 1R でこが逆引きされていたため、進路自動制御が行われず F 駅 3R は制御されない状態となり、これに連動している本ポイントも振替列車出庫時に構成されたルートの反位側の状態のままとなっていたこと

不正短絡警報発報

電気指令から不正短絡発生の警報について確認を求められたが、指令員 A は、「本件列車が車両 ATC 関係の故障で、E 駅窓に列番が残っているのが原因で不正短絡警報が出たのではないかと回答した

このような回答が行われたのは、電気指令から指令員 A への問合せに対し、指令員 B が警報を止めていたにもかかわらず、警報の内容を確認せずに回答したことによるものと考えられる

指令員 A は、本件列車が本件ポイントを通過した時点では本ポイントが損傷したことに気付いていなかった

本重大インシデント発生に関する分析

F 駅を発車した本件列車が、G 駅の振替列車が停車していた 2 番線への進路に進入したのは、以下の理由によるものと考えられる。

- (1) 本件列車の前に振替列車が G 駅 2 番線に進入しており、G 駅のポイント 1S ロ及び 1S イは直前に通過した振替列車の進行方向だった 2 番線側に開通していたこと
- (2) 本件列車の運転が代用閉そく方式を施行せずに継続されたことにより、運転指令による G 駅の進路の開通状況の確認が行われなかったと考えられること
- (3) ATC を解除し、車内信号機の表示も N 信号のまま運転している異常時の運転であるにもかかわらず、ポイント (1S ロ) の開通方向の確認が運転士によって行われていなかったと考えられること
- (4) 本件列車が列番を持たない列車となり、G 駅 1R 及び 3R の進路自動制御が行われなかったこと

運転士 A は、本来進入しようとしていた 1 番線ではなく、2 番線に進入したことに気づき、非常ブレーキを使用し、その結果、本件列車は、振替列車の手前約 60m に停止したものと考えられる

本重大インシデントの背景要因の分析

運転指令員の対応に関する分析

(1) ATC 解除後に代用閉そく方式を施行しなかった要因の分析

指令員 A が、代用閉そく方式については理解していたものの、始発列車なので遅らせてはいけないとか早く振替列車を手配しないといけないという気持ちが強く、本件列車の閉そく方式の変更にも考えが及ばなかったことによるものと考えられる

(2) 不正短絡警報への対応に関する分析

電気指令からの不正短絡警報の問い合わせについては、指令員 A は何が起きているか分かっていなかった可能性があると考えられる。さらに、これに定時運転遵守のプレッシャーが重なったため、冷静な判断ができなくなっていたものと考えられる

また、指令員 A に指令員 B が警報の内容を確認せずに回答したことについては、振替列車等のプログラムのコンピュータ入力を重視し、これに集中していたため、他の警報が鳴っていた状態の中で鳴りっぱなしであった警報を止めることしか頭になかったためである可能性があると考えられる

不正短絡警報が発報された場合には、まず関係する列車を止めてその原因を明らかにするなどの適切な措置をとるべきであったと考えられる

(3) 運転指令員の不測の事態への対応の分析

一般には、不測の事態が発生した場合には、基本的に立ち戻り、規程等によった措置を行う必要があるが、今回の異常な事象に対しては、ATCの解除後に代用閉そく方式が施行されていなかったことや不正短絡警報に対して適切な措置がとられていないなど、最も基本となる措置がとられていなかったと推定される

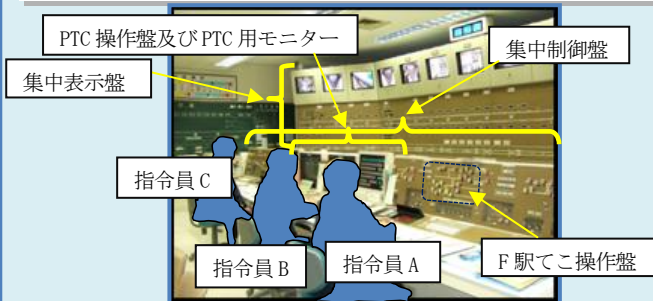


図 7 運転指令員の配置

指令員 A

- ATC 車上装置の故障対応の指示を一番手として出すのは今回が初めてであった

指令員 B・指令員 C

- 経験年数が少ない者同士の配置となっていた

運転士の対応に関する分析

(1) ATC 解除後に指令の指示に従ったことに関する分析

今回の ATC を解除したときの運転では、運転士 A は運転指令の指示に疑問を感じていた可能性があり、また、運転指令の指示が規定に則して行われていなかったにもかかわらず、疑問について運転指令に問い合わせは行われなかったものと考えられる

これは、ATC 解除後の運転について、運転士は運転指令の指示に従わなければならないという認識が強かったことによる可能性があると考えられる

(2) 異常時の運転等に関する分析

本重大インシデントの発生前の本件列車の運転では、ATC が解除され、かつ、車内信号機の表示も N 信号のままという異常時であったこと、さらに、本来使用されるべきであった手信号代用器が使用されていなかったことから、運転士によるポイントの開通方向の確認が行われるべきであったものと考えられる。しかし、本件列車の運転室には複数の運転士がいたが、いずれの運転士もポイントの開通方向の確認の必要性を認識していた様子は見られない。これは、保安装置である ATC を解除し、かつ、N 信号のまま列車を運転することが異常な事態であるという認識が希薄になっていた可能性があると考えられる

同局の運転士の中には、異常時における運転の基本的な知識が失われていたか、現場に生かすことができない状態になっていた運転士がいる可能性があると考えられる

安全管理体制に関する分析

代用閉そく方式を施行しなかった	F 駅 1R でこの逆引きが行われた	本件ポイントが損傷された
不正短絡警報に適切に対応しなかった	本件列車が列番を持たない状況になった	運転士によるポイントの開通方向の確認が行われなかった

これらの事象には、指令所にいた複数の指令員や本件列車の運転室にいた複数の運転士がかかわっており、単に一人のヒューマンエラーにより発生したという事象ではない

同局では異常時に対応するための安全確保の仕組みを始めとして、教育訓練や運転取扱いの知識の維持を図っていくための措置も含めた安全管理体制が十分とられていなかった可能性があると考えられる

再発防止に向けて

当委員会は、同種事象の再発防止の観点から、同局が対応すべき異常時の安全管理体制の改善に向け、以下のとおり所見を示しました。

所見

本重大インシデントにおいては、異常時に行うべき措置や取扱いなどに適切でない事象が多々見受けられたことから、当該線区の運転に係る係員が異常時に十分な対応ができていなかったものと考えられる。また、同局においても異常時に対応するための安全管理体制が十分にとられていなかった可能性があると考えられる。

このため、同局は、同種の重大インシデントの再発防止に当たって、運転に係る係員一人一人が異常時に適切な対応ができるよう教育訓練を充実・徹底させるなど、異常時の安全管理体制の改善を図るべきである。また、その際には、ATO、ATC、PTCなど、列車の運転や運行に係るシステムについて仕組みを熟慮した上で、その仕組みに合った異常時の対応を検討する必要がある。

さらに、当委員会は、上述の所見のほか、次のとおり分析しています。

再発防止に関する分析

運転指令員においては、ATC解除後に代用閉そく方式が施行されなかったことや不正短絡警報に対して適切な対応がとられなかったことなど、異常時において安全を優先した最も基本となる措置がとられていなかったこと、何が起きているか分からない状況、すなわち状況認識を喪失した際に最も基本的な安全上の判断ができるような教育訓練が十分ではなかった可能性が考えられることから、同局は、異常時の判断とその際に最も優先すべきことは何かを理解させることなど、異常時の適切な指示や運転取扱いが行えるように教育訓練を徹底する必要がある。

また、運転士においては、安全に対する使命感を育て向上させていくような教育訓練が十分でなかった可能性があることから、異常時における基本的な運転に関する知識、技能を維持し、向上させる教育訓練と併せて、運転現場において列車の安全確保は最終的に運転士が果たすとの使命感を育て、安全意識の向上を図る施策を進めるべきである。

なお、通常時には運転士の関与が少ないATOのような高度な自動化が進められる場合には、運転士の業務に対する充実感や使命感などを減退させる可能性も否定できないことから、既に自動化を進めている事業者との情報交換等も含めてその実態を把握するとともに、人間工学的な視点を含めた研究を進め、必要な場合はその成果を運転の取扱いに関する対応等に反映させることが望ましい。

上記のような同局が行うべき異常時の安全管理体制の改善に当たっては、次の(1)～(4)の事項も含まれるべきである。

- (1) 運転指令員及び運転士に対し、ATC車上装置故障時の運転取扱いについての規程類の再教育及び規程の遵守を徹底すること。
- (2) 運転指令員及び運転士に対し、車両振替を含めた車両故障や車両故障の原因が複合した場合等を想定した訓練の充実を図ること。
- (3) 運転指令員に対し、PTC装置の列番の入力、警報の発報及びこの取扱い等を再教育すること。
- (4) 運転指令員間の意思の疎通及び情報の共有を強化すること。

さらに、本重大インシデントに関連して、次の項目についても十分な改善を図る必要がある。

- (5) 本件列車をG駅で後退させた際に、後退する側の線路状況の確認ができていなかったと考えられることから、本重大インシデントのような異例な事態が発生した場合の運転取扱いについては、対応方法を検討すること。
- (6) 本件列車の車内信号機の故障については、2系における電解コンデンサの経年劣化によると考えられる損傷が原因と考えられるので、車両の保守にあたっては、経年劣化を考慮して行うこと。
- (7) 本件線区は、列車の運転は自動運転、運行管理もPTCで行われており、通常は人が関与する部分が非常に少なくなっている。そのため、PTCや車両等に故障等が発生した場合には、運転指令員又は運転士は手動による操作が必要になることから、同局においては、適切な対応ができるように、日頃から起こりうる故障等を想定した訓練を行うこと。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2011年10月28日公表)

<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/railway/serious/RI11-4-2.pdf>

事故防止分析官の

ひとつ

手動操作をほとんど必要としないATOなどの高度に自動化されたシステムは、通常時においては業務による人間の負担を軽減させ、安全で正確な運転、制御に寄与できるものです。しかしながら、発生頻度の少ない異常時には、指令員や運転士が臨機応変に適切な対応を行わなければならないため、常日頃から安全への意識を維持向上させることが、運行に携わる全ての人に強く求められます。