

福知山線脱線事故（2005年4月）の新たな原因論と予防策を提示

2005年4月に発生した福知山線脱線事故の原因を再検証するため、運転士が保持する知識構造をモデル化し、組織全体の振る舞いをシミュレーションしました。その結果、組織構成員の能力開発について誤った選択をしていたという組織マネジメントの失敗も、事故の原因であると結論づけました。

今から21年前の2005年4月25日にJR西日本福知山線脱線事故が発生しました。兵庫県尼崎市の福知山線塚口駅－尼崎駅間の線路の曲線部に、上り快速電車が制限速度を大幅に超える時速116 km/hで進入し、先頭車両から5両目車両までが脱線、先頭車両と2両目車両が進行方向左側のマンションに衝突しました。この事故で乗客106人と運転士1人が死亡しました。

この事故は、鉄道システムを構築する上で常識とされてきた「定められたルールに従って運転士が運転する」ことが破られたという面で、前例のない事故でした。

本研究では、事故から20年を機に、この事故のシステム的原因は何か、そして同じメカニズムの事故を予防するための対応策は何かという問いに、学術的に答えることを目指しました。

本研究チームは、事故を巡るヒューマンエラー原因論や組織風土要因論に疑問を呈した上で、事業者が組織マネジメントに失敗したことが重要な一因であるとの仮説を立てました。そして、マネジメントの中でも、特にオペレーターの知識構造に働きかけるスキルマネジメントに着目し、曲線部における速度超過といった逸脱行動を予防する為に、どのようなスキルマネジメントが有効であるかを検証しました。具体的には、列車運転士（オペレーター）は複数階層を持つ知識構造のもとで業務を遂行する、と仮定したコンピュータ・シミュレーションを行いました。

その結果、オペレーター間の双方向コミュニケーションによるスキルマネジメントが、同じメカニズムの事故予防に最も有効であるという結論を得ました。この結果から、管理者主導で学ばせるトップダウン型のスキルマネジメントを事業者が採用していたことを、事故原因の一つとしてとらえる必要性が新たに示唆されました。

研究代表者

筑波大学リスク・レジリエンス工学学位プログラム 博士後期課程3年次

山口 修司

筑波大学システム情報系

伊藤 誠 教授

研究の背景

今から 21 年前の 2005 年 4 月 25 日に J R 西日本福知山線脱線事故が発生しました。兵庫県尼崎市の福知山線塚口駅一尼崎駅間の曲線部に、上り快速電車が制限速度（時速 70 ㎞）を大幅に超える時速 116 ㎞で進入し、先頭車両から 5 両目車両までが脱線、先頭車両と 2 両目車両が進行方向左側のマンションに衝突しました。この事故で乗客 106 人と運転士 1 人が死亡し、乗客 562 人と付近を通行中だった 1 人が負傷しました。この事故は、鉄道システムを構築する上で常識とされてきた「定められたルールに従って運転士が運転する」ことが破られたという面で、前例のない事故でした。

その発生原因については、「ミスをした乗務員に課される日勤教育^{注1)}に代表される安全軽視の企業体質が事故の原因である」という見解がいまだに支配的です。しかし、事故後 20 年を迎えた今日であっても、「真の科学的で、倫理的かつ論理的な研究実績は未だ見られない」（J R 西日本安全フォローアップ会議報告書、2014 年 4 月）との指摘に応える研究があるとは言い難く、本研究では事故のシステム的原因は何か、そして同じメカニズムの事故を予防するための対応策は何かという問いに学術的に答えることを目指しました。

研究内容と成果

本研究では、福知山線脱線事故の分析にあたり、個人と組織の両面から見る、システム科学^{注2)}的なアプローチを採用しました。

“制限速度を守れなかった”、“運転規則から逸脱した”、“危機回避行動をとらなかった”という事故状況に鑑みて、列車運転士（オペレーター）が持つべき共有メンタルモデル^{注3)}（Shared Mental Models）について汎用的なモデルを立てました。このモデルに基づきエージェント・ベース・シミュレーション^{注4)}を用いて事故予防に対する効果を定量的に検証しました。シミュレーションにあたっては、オペレーターは 3 階層で構成される知識構造（図 1）のもと、業務遂行すると仮定しました。3 階層は以下の通りです。

上位階層：組織全体の安全ビジョン

中位階層：安全ビジョンを実現するためにオペレーターが遵守しなければならない制約条件

下位階層：その制約条件を特定の場面に当てはめたもの

そして、曲線部における速度超過といった逸脱を予防するためには「トップダウン」「ボトムアップ」「ミドル・アップダウン」のいずれの教育体系が有効であるかを、エージェント・ベース・シミュレーション（表 1）によって検証しました。具体的には、オペレーターの共有メンタルモデルに影響を与える外部環境変化の有無ごとに、インシデントと、それより深刻なシビアアクシデントの発生数を比較しました。インシデントは“下位階層である個別の速度規制などが遵守される割合が 60%未満の事象”と定義し、シビアアクシデントは“上位階層である安全ビジョンが守られない・中位階層である制約条件が遵守される割合が 60%未満・下位階層が遵守される割合が 40%未満、の 3 条件を全て満たす事象”と定義しました。外部環境変化は、自社もしくは同業他社や類似業界でのインシデント、さらには社会変容による経営環境変化などが考えられます。

外部環境変化を考慮に入れない限定的な環境下では、本事故当時に事業者が採っていたトップダウン型も有効でした。しかし、外部環境変化がある場合は、ミドル・アップダウン型が有効であることが分かりました（参考図 2）。

このことから、福知山線脱線事故の原因として、事業者による組織マネジメントの失敗も考えられます。即ち、当事業者はミドル・アップダウン型の能力開発を行うべきでした。当事業者には、トップダウン型の能力開発を採用する、限定合理的（外部環境変化を情報として考慮しない）な誘因が働いたと考え

られます。この誘因が完全合理的（外部環境変化も情報として考慮する）ではない意思決定を生み、本事故の発生に至った可能性が考えられます。

同事業者の今後の課題は、「決められたことを決められた通りにすることで安全は担保される」というトップダウン型の目的追求型システムから、外部環境変化に対応できるミドル・アップダウン型の目的生成型システムへ転換することで再発予防を図ることです。これは同事業者に限らず、福知山線脱線事故と同じメカニズムの事故に対する共通の予防策です。

今後の展開

シミュレーションの検証作業の過程で、ミドル・アップダウン型を実現するには、複数の部門による研修・研修コストを確保する工数管理および共有プロセスの着実な実施の必要性があるということが分かりました。

これらの課題の解決に向けて、更なる研究を進めています。また、ミドル・アップダウン型の具体的な組織実装や、行政が事業者組織実装を促す制度設計の方法、情報システム提案につながる研究も進めています。

参考図表

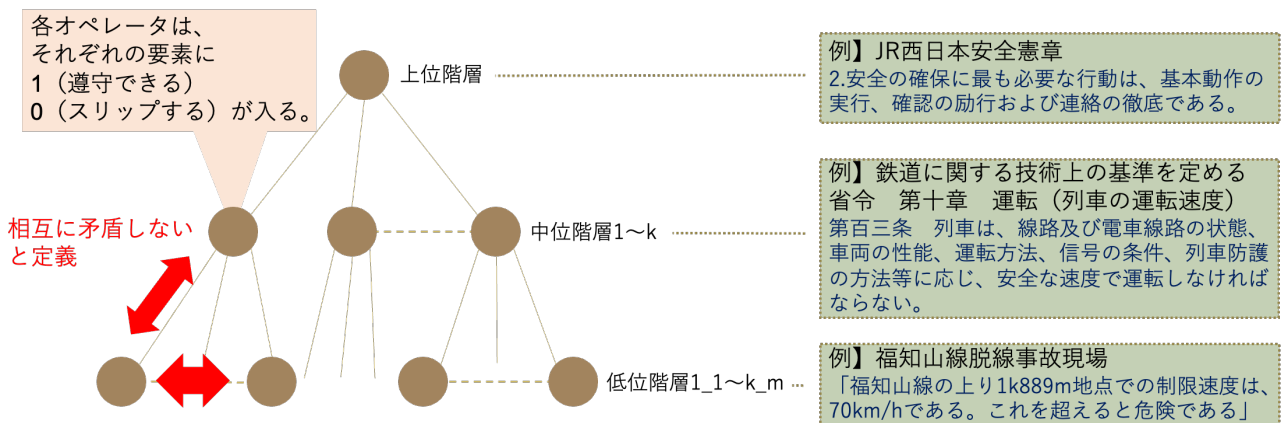


図1 本研究における共有メンタルモデルの定義と例

	トップダウン型	ボトムアップ型	ミドル・アップダウン型
学習スタイル	管理者主導で学ばせる (上位階層から学習する)	自分で見て盗んで覚える (下位階層から学習する)	エージェント間の相互作用 により学習する
扱う知識の形態	形式知のみ	暗黙知のみ	形式知・暗黙知両方
共有プロセスの有無	×	×	○
オペレータごとの適性	若手職員により効果的	熟練職員により効果的	属性を問わない

表1 本研究で比較する各能力開発体系の特徴

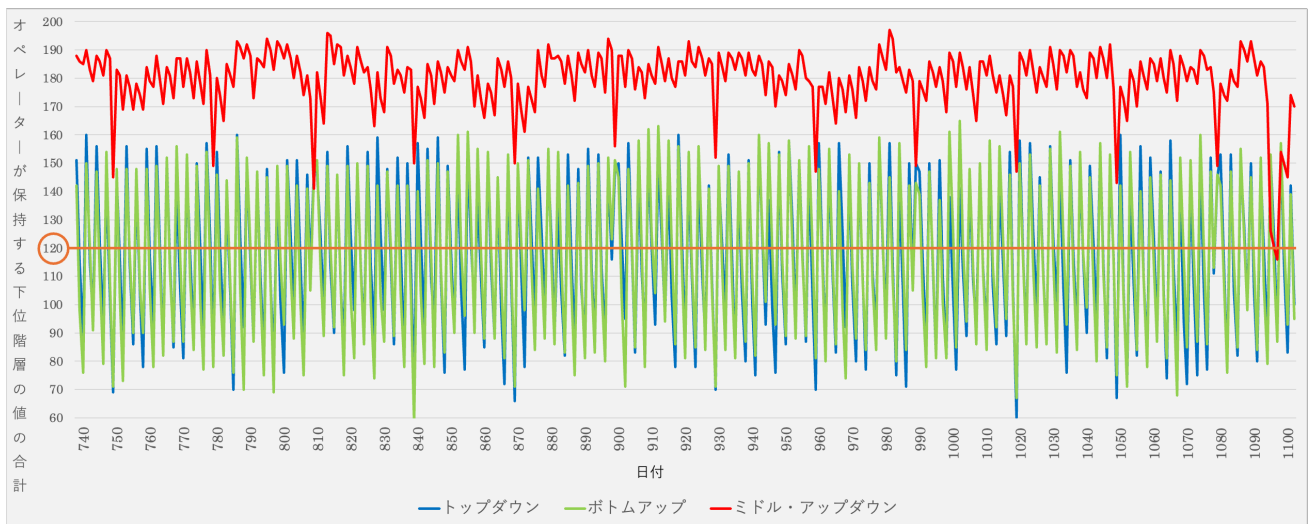


図2 シミュレーション結果（外部環境変化がある場合）

*表の見方：縦軸は各オペレーターが遵守できる共有メンタルモデルの下位階層の数、横軸は時間の推移です。縦軸の値が高いほど、列車運行においてインシデント発生を防ぐことができ、より安全な状態です。外部環境変化がある場合は、トップダウン型・ボトムアップ型に比べ、ミドル・アップダウン型が、安全に対して優位であることが読み取れます。

用語解説

注1) 日勤教育

事故発生時のJR西日本においては、運行遅延・オーバーランなどの運転ミスに対し、反省文の作成・トイレ掃除・線路の草むしりなど、必ずしも再発予防に対し効果的とは言えない懲罰的な再教育を実施していた。この再教育のことは、同社内では「日勤教育」と呼ばれていた。事故の直接の原因が「本件運転士が…日勤教育を受けさせられることを懸念するなどして言い訳等を考えていた」（航空・鉄道事故調査委員会・鉄道事故調査報告書、2006年6月）と指摘されたことから、「日勤教育」は「逆に事故を誘発するおそれがあるもの」（同上）として非難の対象になった。これにより同社は、正しい安全対策を実施していなかったと社会的に大きな批判を受けた。

注2) システム科学 (Systems-Sciences)

物事を要素と要素間の関係の集合として捉えることで、新しく生まれる全体特性を分析する学術領域。

注3) シェアードメンタルモデル（共有メンタルモデル、Shared-Mental-Models）

人間が認識・理解すべきで、組織内で共有される知識・価値観・ノウハウの集合のこと。本研究では「安全運転に必要な共有すべき、知識・価値観・ノウハウなどのマインドセットの集合」と定義した。

注4) エージェント・ベース・シミュレーション (Agent-Based-Simulation)

主体（エージェント）の行動パターンを仮定して、複数の主体から形成される集団全体の振る舞いを観察するシミュレーションのこと。

研究資金

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2124 の支援を受けて実施されました。

掲載論文

- 【題 名】 福知山線脱線事故のシステム科学による再検証
ーシェアードメンタルモデルによるシステム事故分析ー
- 【著者名】 山口修司・伊藤誠
- 【掲載誌】 安全工学
- 【掲載日】 2026年2月15日
- 【DOI】 10.18943/safety.65.1_35

問合わせ先

【研究に関すること】

伊藤 誠 (いとう まこと)
筑波大学システム情報系 教授
URL: <https://css.risk.tsukuba.ac.jp/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局
TEL: 029-853-2040
E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp