

中国高速鉄道事故の解説

○ [土] 王 鋭 [土] 中村 文彦 [土] 岡村 敏之 (横浜国立大学)

THE RECENT HIGH SPEED RAILWAY ACCIDENT IN WENZHOU, CHINA

○ Rui WANG, Fumihiko NAKAMURA, Toshiyuki OKAMURA
(Yokohama National University)

On 23rd July, 2011, a serious high speed railway accident happened in Wenzhou China, where at least 40 persons were killed and the other 191 persons were injured. In this paper, an early but detailed analysis is carried on to identify the possible causes of the accident on the basis of published reports. After 2004, China as a nation has built high speed railway at least 9600km, which is longer than all the other nations combined. At such a pace, the staff training, device adjustment, operation experience accumulation could hardly follow and directly or indirectly caused the accident. The results of this paper is not only useful for other countries with operating high speed railway network but also important to the future high speed railway planning in the developing countries.

キーワード：鉄道事故、高速鉄道

Key Words : railway accident, high speed railway

1. はじめに

2011年7月23日、中国浙江省温州市に位置する鉄道部上海鐵路局管内の中国国鉄杭深線（准高速鉄道、浙江省杭州市～広東省深セン市）に追突事故が発生した。

この事故（以下は、温州事故）によって、高速列車が6両脱線、（2011年8月現在）死者は40人、負傷者は192人であり、1998年6月3日にドイツで発生したエシェデ鉄道事故に次、世界高速鉄道史上2番目の大惨事事故になった¹⁾。

温州事故は高速鉄道開通ブーム最中の中国社会のみならず日本を含めた世界の鉄道関係者にも大きな衝撃を与えた。事故原因については、2011年8月現在まだ中国国務院（内閣）の特別調査委員会が調査中¹⁾であるが、本稿では今までの公開資料に基づいて、この事故の経緯と背景を調べ、著者らの視点から事故発生 の直接原因や関連の遠因を分析する。

近年、著しい経済発展の背景で、主要新興国や途上国では、現代化の象徴にもなる都市間高速鉄道や都市鉄道などの複雑・高度な鉄道システムへの需要が高まり、実際の導入への動きが活発になっている。日本では、新興国への鉄道などのインフラ輸出が国策として注目され始めた。

そして、本稿は、温州事故の原因と遠因の解析で、この事故を教訓化し、中国だけではなく他の高速鉄道或いはその整備計画を持つ国にて、高度な鉄道システムの運営中の事故防止や安全向上に寄与することを目的とする。

2. 温州事故の経緯

2011年7月23日午後8時30分頃に（中国時間）、浙江省内の杭深線永嘉駅～温州南駅の間（以下は、事故区間）に、杭州駅発福州南駅行きの動車組D3115列車（事故当時の乗車人数558人）の運転士が、落雷を受けた信号システムの故障を確認した。

それを受けて、D3115列車は事故現場となる温州市近郊の高架橋の上で時速20km/hの速度で徐行走行していたところに、現場北方から走行して来た北京南駅発の福州駅行きのD301列車（事故当時の乗車人数1072人）が後ろから追突した。D301列車の先頭4両（1号車から4号車）とD3115列車の15両目および16両目が脱線、その内D301列車の先頭4両は、高さ20数メートルの高架線路から落下した¹⁾。

(1) 追突列車と路線

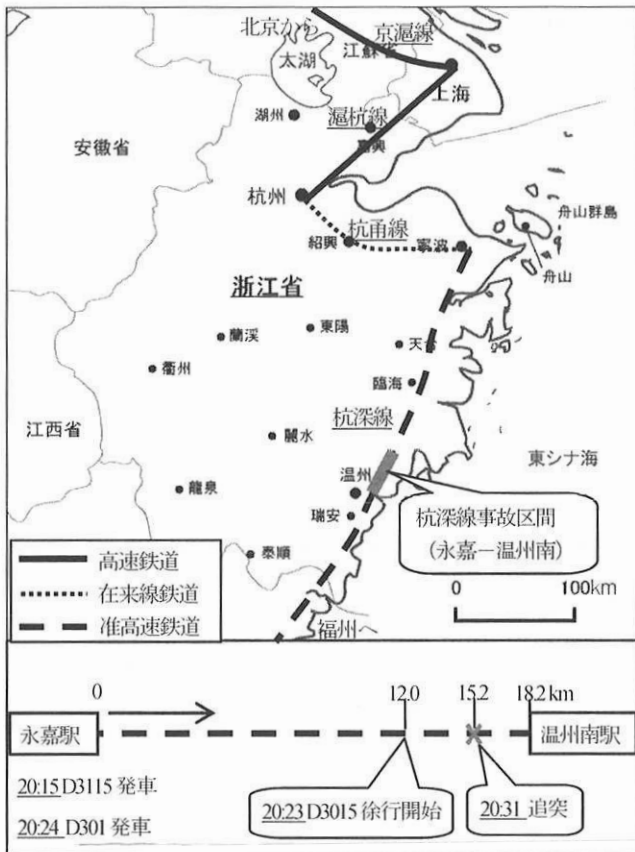


図-1 温州事故の現場

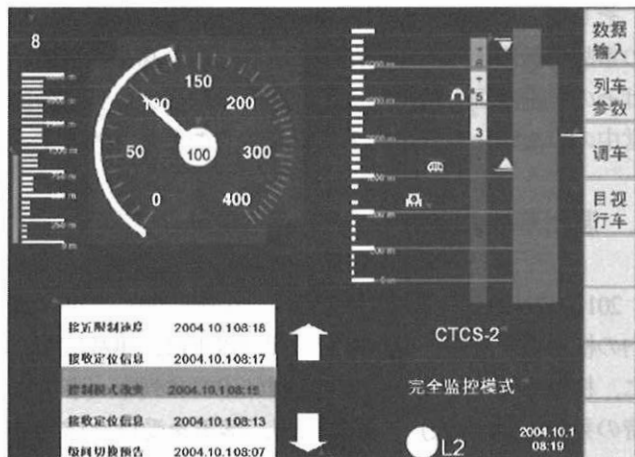


図-2 ATP車内ディスプレイの一例

表-1 事故発生までの経緯

時間	鉄道側の対応
19:39	事故区間に（落雷で）信号システムトラブル発見
19:39	信号修理係の温州南駅員を派遣
19:51	D3115列車、永嘉駅に停車
19:53	上海運輸司令部の命令で、温州南駅→非常駅控
19:55	同上、永嘉駅→非常駅控
20:12	D301列車、永嘉駅に臨時停車
20:15	D3115列車、永嘉駅発車
20:24	D301列車、永嘉駅発車（追従方式）
20:23	D3115列車、永嘉から12.0kmの線路に赤信号を受け目視運行モードに
20:26	事故区間の赤が表示されなくなった
20:31	追突発生

a) 追突された先行列車

・D3115列車：上海鐵路局所属の在来線併用型高速列車（動車組），CRH1B16両編成，杭州（16：36）～福州（21：45），杭甬線（杭州～寧波）在来鉄道，杭深線准高速鉄道を經由，運行距離740km，運行時間5h9m。事故当時の運転士は終点の福州駅を管轄する南昌鐵路局に所属。

b) 追突した列車

・D301列車：北京鐵路局所属の在来線併用型高速列車，CRH2Eの16両編成（内13両寝台車），北京南（07：50）～福州（21：26），京滬線（北京～上海）高速鉄道，滬杭線（上海～杭州）高速鉄道，杭甬線在来鉄道，杭深線准高速鉄道を經由，運行距離2223km，運行時間13h36m。事故当時の運転士は南昌鐵路局に所属。

c) 事故が発生した鉄道路線

・杭深線甬台温区間：浙江省の寧波市，台州市，温州市を結ぶ旅客貨物兼用准高速鉄道，2005年10月27日着工，2009年9月30日開通，延長282キロ，設計速度250km/h。開通当初貨物年間1090万トン旅客車1日46往復，将来貨物年間1450万トン旅客車1日60往復と計画された。建設中の総延長1650kmになる杭深線の一部，工事費は170億元だった²⁾。

(2) 事故までの対応

表-1は，事故直後，上海鐵路局司令センターから流出したとみられる事故直前までの司令記録³⁾をもとに，事故発生までの経緯を整理している。

3. 事故の原因の分析

事故が発生した2011年7月23日午後7時から，温州市事故現場付近では，激しい雷雨で，事故区間において信号システムトラブルが発生した。その後の一連の対応が事故に直接つながった。

(1) 事故区間の信号システム

事故区間では，CTCS-2という列車運行制御システム（Level 2）を整備している。CTCS-2は軌道回路をベースにした固定閉鎖システムであり，列車の運行速度，列車間の距離と位置などを正確に測定して，追突を自動的に防止する。

つまり，レール上のセンサーが「前方に列車がある」との情報をローカル列車制御センターTCC（Train Control Center）に伝え，そこでは一連の情報を処理して，計算した運行制御の司令を後方列車に設置している自動列車防護装置ATP（図-2，図-3）に伝え，先行列車との安全な距離を確保する仕組みである⁴⁾。しかし，このシステムが今回の事故で機能しなかった。

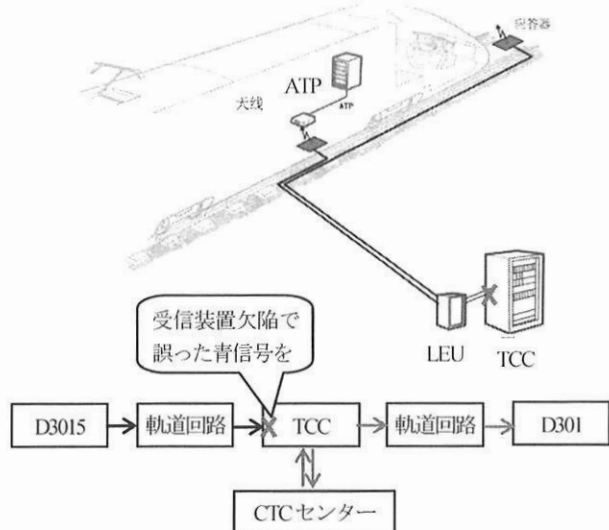


図3 CTCS-2システムのイメージ図

表-2 中国鉄道において鉄道責任旅客死亡事故（2001年以来）²⁾

時間	事故の内容
2001年4月	T47列車（北京～ちちはあ）脱線、2人死亡
2005年7月	K127列車（西安～長春）追突、5人死亡
2006年4月	T159（青島～広州）と1017（武昌～汕頭）列車 駅内正面衝突、2人死亡
2007年2月	5807列車（ウルムチ～アクス）突風で脱線、3 人死亡
2008年6月	T195列車（北京～青島）速度超過で脱線、72人 死亡
2009年6月	K9063（銅仁～深圳西）とK9017（長沙～深 圳）列車は制動不良で駅内側面衝突、3人死亡
2009年7月	I473列車（襄樊～湛江）洪水で脱線、4人死亡
2010年5月	K859列車（上海～桂林）土砂災害で脱線、19 人死亡
2011年7月	温州事故、40人死亡

(2) 公表された事故の直接原因

事故後の7月28日に、安路生・上海鉄路局長は事故調査の中間結果を発表し、事故の直接原因について、下記の2点を述べた¹⁾。

1) 装置欠陥：温州南駅に設置しているローカル列車制御センターTCCにおけるデータ受信装置（図-3）のプログラムソフトには設計上の欠陥があり、信号システムが誤った青信号を発信させたということ。

2) 人為ミス：温州南駅の担当者は経験と知識の不足で上記の信号システムの不具合に正しく対処しなかったということ。

その他について、CTCセンターの職員はATPに過信して、先行のD3115列車が停車/徐行後、後ろのD301次に一切連絡を取らないことも事故に直接につながるではないかという指摘もある¹⁾。

(3) 事故の直接原因の解析

高速鉄道の運行速度が非常に高いので、地上の信号

機を車上から目視確認して運転する事は不可能であり、高速列車にはCTCS-2システム下での自動列車保護装置ATPを備え、運転室内に車内信号による目標速度まで詳細な運行司令が表示される（図-2）⁴⁾。

図-3に示すように、追突したD301列車のATPが、軌道回路経由でローカル列車制御センターTCCから運行司令を受けながら運行することで、このTCCから誤った青信号（運行司令）がこの追突事故の引きがねになった。

今回問題になるTCCシステムは、北京市に位置する北京全路通信信号研究設計院有限公司という国有企業の主力製品で、2009年以降温州南駅を含めた全国58駅に導入され、この事故までに同様の故障に至るケースがなかったとしている¹⁾。

鉄道システムにとって極めて重要な信号システムの設計の基本原則は故障安全である。つまり、信号システムに何らかのトラブルがあれば、必ず赤表示になるという方針である。公表は事実としたら、「1世紀も前に最初に確立された信号システム」の想定外な欠陥だろう⁵⁾。

また、鉄道部は事故の原因について、1)装置欠陥と2)人為ミスをそれぞれ独立していたように発表したが、1)と2)の間に、何らかの因果関係があることは簡単に否定できないだろう。この事故に限り、当時の現場駅員の“人為ミス”がなければ単純な“装置欠陥”で、誤った青表示を発信させるまでは難しいではないかと著者らが考える。

4. 事故の遠因と教訓

2004年以降、中国は本格的な高速鉄道建設の時期に入った。在来線の全面改造と伴い、7年という極めて短い時期に世界高速鉄道総延長の半分以上を上回った約1万キロ延長の高速鉄道ネットワークを順次開通させてきたが、表-2に示すように事故の件数も2005年以降急増した。

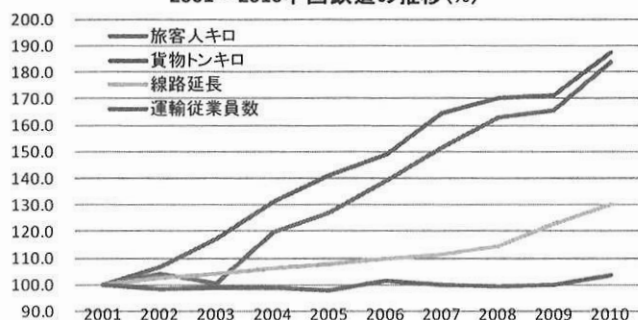
ここでは、この前代未聞の急ペースで拡張している中国高速鉄道の全体像から温州事故までの遠因と教訓をまとめる。

(1) 職員訓練・人事管理の課題

中国では、この数年1年あたりの高速鉄道の開通距離が2000kmもこえ、このあまりにも早すぎる整備ペースで、運転士を含め、職員の訓練や人事管理にさまざまな課題が出てきた。

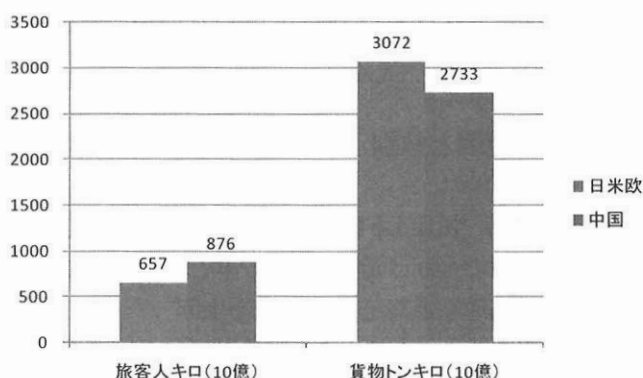
例えば、高速鉄道の運転士は5年以上運転経験をもつ電力機関車運転士から選抜した候補運転士が国家資格試験まで3ヶ月の運行期間を必要とされたが、十分な訓練を受けないまま営業運転を担当するケースがあるという。人手不足で、労働条件も厳しい、時間外勤務も多いという¹⁾。

2001～2010中国鉄道の推移(%)



年	旅客人キロ(億)	貨物トンキロ(億)	線路延長(km)	運輸従業員(万人)
2010	8762.2	27332.7	91000	150.41
2009	7878.9	24943.5	86000	145.06
2008	7778.6	24817.5	80000	144.68
2007	7217.3	23953.9	78000	144.95
2006	6622.1	21714.7	77000	147.8
2005	6062	20535.9	75438	141.91
2004	5712.2	19110.6	74408	143.72
2003	4788.6	17091.8	73002	143.83
2002	4969.4	15515.6	71900	142.98
2001	4767	14575	70000	145.3

図4 中国鉄道の推移（都市鉄道を除く）：2001～2010年

図5 鉄道輸送量の比較：日米欧vs中国⁸⁾

(*日米欧のデータは2008年か2009年，中国は2010年)

(2) 複雑な技術及び運用システム

中国高速鉄道は、高度な外国、国内システムの寄せ集めから作ろうとしている。今回の事故において、D3115列車の技術は欧州のボンバルディア社から導入した、D301列車の技術は日本の川崎重工社から導入した、列車の運輸管理をするCTCSシステムは基本的にEU規格のETCS (European Train Control System)を基にして、中国の会社が開発したもの、複雑な技術システムになった。

列車の運用も複雑だ。追突したD301列車は複数種類の鉄道路線を経由、中国でしかない2223kmの長距離運行高速列車であり、事故当時運転士、乗務員、地面の運行司令担当者は皆異なる鉄路局に所属するという¹⁾。

(3) 運転効率・定時性への過度追求

温州事故の当時、天候の影響で、2本の列車とも定時より遅れた¹⁾。

中国鉄道全体としては主要鉄道国の中で最も高い輸送密度を有している。6年前の2005年時点で、当時世界鉄道総延長の6%に満たなかった中国鉄道は、既に世界の旅客人キロの26%、貨物トンキロの24%を担っていた⁹⁾。その一方、特に最近の10数年において、旅客車の定時性が大幅に改善されていて、欧州の平均水準を上回っていると報告された。³⁾

しかしその反面、この運転効率・定時性への過度の追求で、安全を無視されるではないかという指摘もよくある。2008年の山東省鉄道事故（表-2）は、遅延回復の意欲は速度超過に繋がったという¹⁾。

図4に示すように、2001年以降、中国鉄道の旅客輸送人キロ、貨物輸送トンキロはそれぞれ83.8%と87.5%の急増、線路の延長も30%程度伸びたが、運輸部門従業員の人数は3.5%の微増だった⁷⁾。鉄道の業務効率化に伴い、従業員一人一人の労働負担の悪化を否定できない。

“故障した信号システムを確認・修理している時、自分の携帯まで分単位で上司の上司から「早くやれ」という催促電話が来ているよ。いつでもそうだ。減俸もあるよ。”と自称中国国鉄（事故区間と別機関）電気業務作業員の一人はネット上に証言した³⁾。

複雑なシステムにまだまだ未熟、初心者が多い高速鉄道従業員たちは、このようなプレッシャーの下で、時に重大なミスを起こしかねないだろう。

6. 終わりに

1980年代以来30年の努力で、中国鉄道は全体的な線路・信号・車両などの技術水準を飛躍的に向上した。2010年鉄道延長が日米欧（EU）合計値の2割も過ぎないが、人キロベースの旅客輸送量は上述の主要先進国の合計値も上回っている世界一の規模（図4）になっている。その輸送量の割に特に過去10数年の旅客安全記録が全体的わるくなく（表-2）、国民から信頼を受けていた⁶⁾。

しかし、高速鉄道ネットワークの運営や管理は建設より決して簡単ではないだろう。6月30日京滬高速鉄道は開業以来、故障による停車が相次ぎ発生した。そして、この温州事故も重なり、中国鉄道は未曾有な信用危機に直面している。中国社会はこの事故を非常に重く受けとめているようである。

鉄道部長（鉄道相）の盛光祖さんは、「事故で流れた乗客の血は、鉄道の安全が国民の生命財産や鉄道事業の発展、国家の名誉にかかわることを我々に教訓として教えてくれた」と述べ、中国社会長年の慣例になっている建設の工期を無断で短縮することを禁止したなどの安全

確保措置を出した⁹⁾。今後の中国鉄道の安全運営を見守りたいと思う。

近年、世界中に高速鉄道整備のブームが現れている。日欧などの伝統的な高速鉄道大国だけではなく、アメリカ、そしてブラジル、ロシア、インド、ベトナムなどの途上国もそれぞれの高速鉄道計画を出した。

ロシアを除くこれらの国々には、鉄道の伝統がそれほど深くなく、資金や技術面が外国に依存するケースが殆どである。今回の温州事故で、設備などのハード面より、運営管理のノウハウや制度、職員の訓練などのソフト面においてはより困難であることが明らかになって、インフラ輸出の時に特に重視すべきだろう。

日本では、原発や高速鉄道などの複雑な社会インフラの途上国への輸出を国策としている。日本は、インフラ輸出に、ハードの設備より、その利用技術、サービス技術というソフト技術を基盤にする必要性があり、最終的にはそれらの技術やノウハウを効果的に現地の使用者に伝授し、長期の安全運営を保つ方法が今後の課題であると著者らが考える。

付録 中国高速鉄道における用語解釈

(1) 中国において高速鉄道の種別

・高速鉄道

平行在来線をもつ国家幹線旅客専用鉄道。規格：スラブ軌道、設計速度300km/h以上、最小曲線半径7000m以上。運輸管理システムはCTCS-3システム：軌道回路及びGSM-R無線通信システムをベースにした固定閉鎖システム。開通事例：武広線（武漢～広州）、鄭西線（鄭州～西安）、滬杭線、京滬線など。いわゆる、中国版新幹線。

・准高速鉄道

平行在来線をもたない国家幹線旅客貨物兼用鉄道。規

格：バラスト軌道、設計速度200km/h以上、最小曲線半径4000m以上。運輸管理システムはCTCS-2システム。開通事例：秦瀋線（秦皇島～瀋陽）、寧武線（南京～武漢）、杭深線（一部建設中）など

・都市間高速鉄道

大都市圏域都市間旅客専用鉄道。規格：スラブ軌道、設計速度300km/h以上、最小曲線半径2500m以上。運輸管理システムは高速鉄道と同様のCTCS-3システム。開通事例：京津線（北京～天津）、滬寧線（上海～南京）。

(2) 列車運行制御システムに関する用語解釈⁹⁾

・非常駅控：信号トラブルなどの非常時、CTCセンターでは駅による直接発車作業

・目視運行モード：ATP制御モードの一つ。信号トラブルなどの非常時、赤表示でも2分一時停止後、時速20km/hで通行可能な運行モード。

(3) 中国鉄道の組織に関する用語解釈

・中国国鉄：中国鉄道部が直轄する国家鉄道事業

・中国鉄道：地下鉄などの都市鉄道を除いた中国の鉄道事業。中国では、国鉄以外に、多数の地方鉄道や合併鉄道事業が存在し、その輸送量は国鉄の1割前後。

参考文献

- 1) 新浪網事故：<http://news.sina.com.cn/>
- 2) 中国交通ブログ：<http://blog.goo.ne.jp/wang-rui>
- 3) 中国鉄道網：<http://bbs.railcn.net/index.php>
- 4) 北京交通大学：動車組運転士訓練テキスト
- 5) 産経新聞記事（2011年8月1日）：事故広がる波紋
- 6) 世界銀行：Tracks from the past, transport for the future
- 7) 中国鉄道部：中国鉄道年度統計公報
- 8) 世界鉄道統計サイト：<http://railisa.tsf.it/railisa/>
- 9) 毎日新聞記事（2011年8月5日）：鉄道省工期の無断短縮禁止ずさんな管理浮き彫りに