

欧州諸国におけるLRT・郊外鉄道線 直通運転（トラムトレイン）の現状と課題

遠藤 俊太郎¹

¹正会員 一般財団法人運輸調査局 調査研究センター（〒160-0016, 東京都新宿区信濃町34番地）
E-mail: str-endo@jt7.so-net.ne.jp

都市内にネットワークを持つLRT線と都市郊外の普通鉄道線を直通するトラムトレインシステムがドイツ・カールスルーエで導入されてからまもなく四半世紀となる。このシステムはカールスルーエモデルとも呼ばれ、鉄道路線の活用・活性化とLRTネットワークの拡充という観点から各所でその導入事例が紹介されているが、その運用や導入後の課題等について紹介される機会は多くない。そこで、本稿では、ドイツ・オーストリア・フランスの各国における状況を整理したうえで、専用車両による暫定開業後10年を迎えるドイツ・カッセル都市圏のトラムトレインシステム「RegioTram（レギオトラム）」について、開業から現在までの路線ネットワークの変遷、直面している運行・運営上の課題を整理するとともに、わが国への応用可能性を探る。

Key Words : *Public transport, Railway, LRT, Tramline, Tram-Train*
公共交通, 鉄道, LRT, 路面電車, トラムトレイン

1. はじめに

LRT（次世代型路面電車システム）は、利用しやすく環境負荷の小さい都市内公共交通機関として欧州をはじめ諸外国においてひきつづき整備が進められており、わが国（日本）においても、複数の都市で導入の検討が進められている。富山市では既存鉄道線からLRTへの転換が実現し既存市内線のネットワーク改善も行われているが、その他の都市においては構想・計画段階にとどまっている事例も多い。他方、鉄道路線については、特に地方圏において人口の減少や人口構造の変化等からその存在感が低下している例が少なくない。

しかし、自動車に過度に依存しない環境負荷の小さいまちづくりを考えると、都心と郊外を結ぶ鉄道路線の活用は大きなテーマのひとつである。市内軌道線と郊外鉄道路線の直通化は都心と郊外を直結するものであり、乗換の解消やわかりやすさの向上など、鉄道・軌道双方の利便性向上に資すると考えられる。市内軌道線と郊外鉄道路線の直通運転を行う「トラムトレイン」は、1992年に運行を開始したドイツ・カールスルーエの事例が特に著名であり、国際的に「カールスルーエモデル」と称されるとともに、その事例はこれまで多く紹介されてきた。今日では、ドイツおよびその周辺諸国でトラムトレインと呼称される事例が複数みられ、鉄道路線の活用・活性化とLRTネットワークの拡充という観点から各所でその

導入事例が紹介されているが、導入後の状況や課題に触れる機会は多くない。そこで、本稿では、欧州諸国（ドイツ、オーストリアおよびフランス）におけるトラムトレインの概要と現状について整理するとともに、RegioTram（レギオトラム）の名称で運行されているカッセル都市圏の事例について、開業後の路線再編等の状況も含め整理する。なお、本研究の対象とするドイツ・オーストリア等においては「LRT」との呼称は一般的ではなく、*Straßenbahn*（路面電車）または*Tram*（トラム）とされているため、以下、本稿においてはこれを「トラム」と表記することとする。

2. トラムトレインの定義

ドイツにおいては、わが国同様鉄道とトラムで準拠法が異なり、その建設・運営にあたっては、鉄道にはEBO（鉄道建設運営規則）、トラムにはBOStrab（路面電車建設運営規則）がそれぞれ適用されていることから、この双方を直通するものをトラムトレインと定義することがわかりやすい。しかし、鉄道路線をトラムに転用し専らトラム路線として扱う例（カッセル近郊のナウムブルク線等）が多く存在するため、本稿においては、①EBO区間（以下、鉄道区間という）とBOStrab区間（以下、トラム区間という）を直通し、かつ、②鉄道区間において



写真-1 トラム区間と鉄道区間の境界を示す標識(ドイツ)

日常的に一般的な鉄道車両と施設を共用するものをトラムトレインと定義することとする。また、本稿では、それぞれの国における定義とは異なり、オーストリアおよびフランスについてもこの定義を用いることとする。

3. トラムトレインの概況

(1) ドイツ

ドイツのトラム導入都市(圏)数は44であるが、郊外鉄道線(DB/ドイツ鉄道線等)との直通運転を行っているのはそのうち6箇所(カールスルーエ、ザールブリュッケン、ツヴィッカウ、ノルトハウゼン、カッセル、ケムニッツ)となっている。これらの詳細についてはすでに阪井¹⁾がまとめており、本稿では概要の紹介のみにとどめる。

a) Karlsruhe (カールスルーエ)

1992年に運行を開始したドイツ初のトラムトレイン。以前より別の鉄道区間におけるトラム運行を行っていたが、92年に鉄道側のシステムに対応し直通運転を開始した。この事例はトラムトレインのさきがけとして広く紹介されている。現在、トラムおよびトラムトレインのネットワークはHeilbronn(ハイルブロン)地区も含め19系統663.4kmにまで拡大。国境を超え、フランスまで延伸される計画が進められている²⁾。

b) Saarbrücken (ザールブリュッケン)

1997年運行開始。かつて存在したトラムは1965年に廃止されていたため、市内線を新設し鉄道線への直通運転を開始した。ドイツにおいては数少ないトラム新設事例のひとつである。

c) Zwickau (ツヴィッカウ)

1999年運行開始。ドイツでは唯一、鉄道規格の車両がトラム区間に乗り入れる形態をとっている。このため、市内線への乗入れ区間は短く、また、同区間は三線軌条として軌間の相違(鉄道1435mm, 軌道1000mm)に対応している。

表-1 ドイツにおけるトラムトレイン導入都市と概要

	直通運転		動力		軌間	
	開始年	直通先	トラム区間	鉄道区間	トラム区間	鉄道区間
カールスルーエ	1992	DB	DC 750V	AC 15kV	1435	1435
ザールブリュッケン (Saarbahn)	1997	DB	DC 750V	DC 750V AC 15kV	1435	1435
ツヴィッカウ (Vogtlandbahn)	1999	DB	非電化 (600V DC)	非電化	(1000) 1435	1435
ノルトハウゼン	2004	HSB	DC 600V	非電化	1000	1000
カッセル (RegioTram)	2007	DB	DC 750V	AC 15kV 非電化	1435	1435
ケムニッツ	(2002)	DB	DC 600V	DC 750V	1435	1435

(各種資料より筆者作成)

d) Nordhausen (ノルトハウゼン)

2004年運行開始。DB線ではなく、蒸気機関車等を行う観光鉄道の要素も強いHSB(ハルツ狭軌鉄道)線に乗り入れる。トラム車両はディーゼル発電機を搭載したハイブリッド対応とし、非電化であるHSBへの乗入れを実現している。HSB線内では蒸気機関車牽引の客車列車とハイブリッドLRVが共存し、途中駅で接続をとる様子も見られる。軌間は1000mm。

e) Kassel (カッセル)

2001年にザールブリュッケンより車両を借り受け鉄道区間内で運行を開始。2005年より現行のレギオトラム車両が運用に入った。2007年に市内線とDB線を接続する中央駅周辺の工事が完了し、トラムと鉄道の直通運転を開始。車両は直流をベースに交流対応のものとディーゼル発電機搭載のものがあり、市内トラム区間からDB電化・非電化区間双方に乗り入れる。

f) Chemnitz (ケムニッツ)

2002年に運行を開始し、現在まで暫定的にAltchemnitz(アルトケムニッツ)駅から鉄道区間に乗り入れる系統を運行。2014年には新たなトラムトレイン路線運行のために中央駅にホームが整備され、供用を開始した。2015年中にトラムトレイン用の新型車両が納入され、鉄道線との連結工事が完了する見込み。

(2) オーストリア

オーストリア国内ではウィーン、グラーツ、インスブルック、リンツの4都市でトラムが運行されている。このうちグラーツを除く3都市でトラム車両が鉄道線に乗り入れており、これらをトラムトレインとして整理する例もみられるが、これらの区間では一般の鉄道旅客車両による運行は行われておらずトラム車両のみの運用となっているため、前項で定義した「トラムトレイン」には該当しない。なお、ウィーンでは、都心の周回道路「リング」の外に起終点があり、市内トラムネットワークとの接続は行われていない。



写真-2 カールスルーエのトラムトレイン車両



写真-3 市街地内を走行するザールバーン車両



写真-4 ツヴィッカウ市内に乗り入れた鉄道車両



写真-5 RT4終点ヴォルフハーゲン

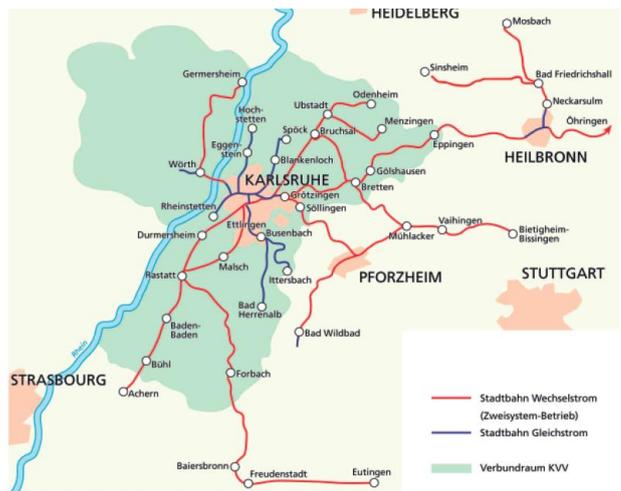


図-1 カールスルーエ近郊のトラムトレインネットワーク²⁾

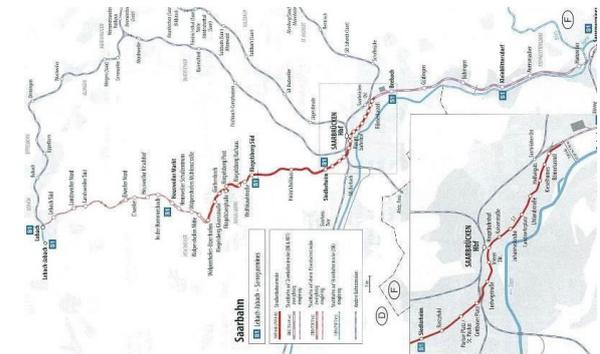


図-2 ザールブリュッケン近郊の鉄軌道ネットワーク³⁾

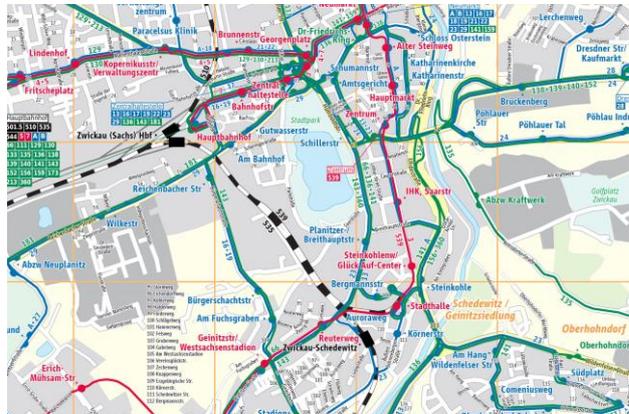


図-3 ツヴィッカウ中心市街地への乗り入れ区間⁴⁾

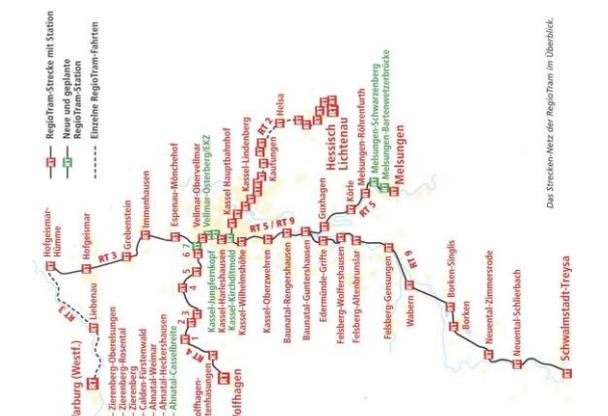


図-4 カッセル近郊のレギオトラムネットワーク



写真-6 ケムニッツ中央駅に新設されたトラム停留所 (左)



写真-7 ミュールハウゼン市内を走行するトラムトリン

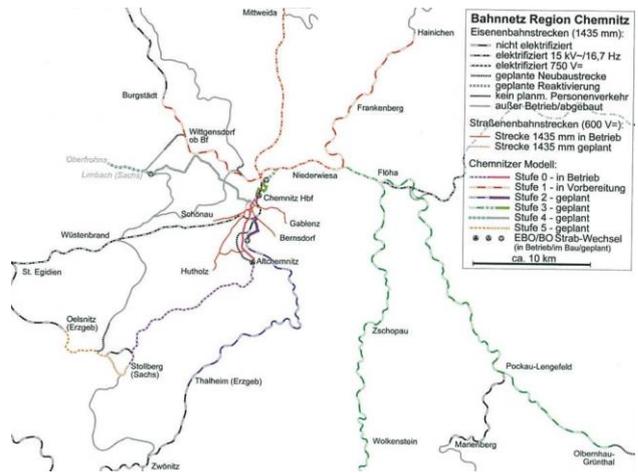


図-5 ケムニッツ近郊の鉄軌道ネットワーク³⁾



図-6 ミュールハウゼン近郊のトラムネットワーク³⁾

(3) フランス

フランスではトラムトリンを「SNCF (フランス国鉄) 線をトラム規格の車両で運行するもの」とする独自の定義が存在し、パリ、リヨン、ナント等の事例がこれに該当するが、前項の定義に合致するものは2010年12月に営業運転を開始したMühlhausen (ミュールハウゼン/ミュールーズ) のみである。ナント等においては、今後、トラムと鉄道のレールを接続し、直通運転を行う計画となっている。

4. カッセル都市圏における「レギオトラム」ネットワークの発展と課題

ドイツ・ヘッセン州北部に位置するカッセル (人口19万・都市圏人口約40万) では、1966年に市内と郊外の公園を結ぶヘラクレス線が、71年には中央駅から北部の住宅街を結ぶトラム路線がそれぞれ廃止され、鉄道では85年にDBのカッセルーHessisch Lichtenau (ヘッシシュ・リヒテナウ) ーWaldkappel (ヴァルトカッペル) 間で旅客営業が廃止されるなど、80年代まで鉄軌道ネットワークの縮小が続いたが、93年からトラムの延伸が始まり、2001年からは段階的にレギオトラムの運行が開始され

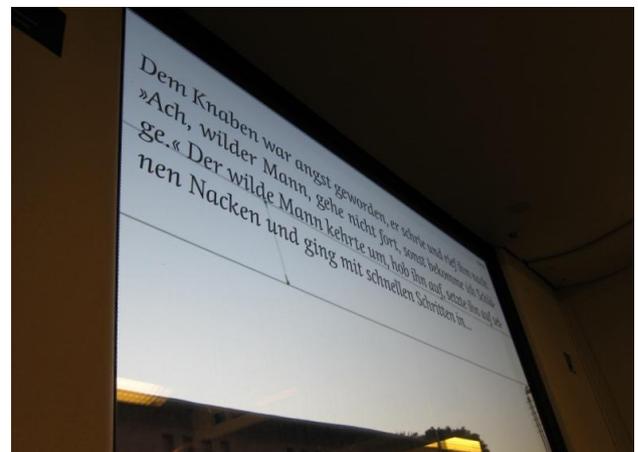


写真-8 レギオトラム窓に描かれた童話の一節

た。本章ではこのレギオトラムについて、その概要とこれまでの路線ネットワークの変遷、直面している課題を整理する。

(1) レギオトラムの概要

レギオトラムはカッセル都市圏内のDB線と市内軌道線 (トラム) の直通運転を行うもので、2001年からDB区間のみで暫定運行を行い、現行の専用車両を用いての運転は2005年から、市内軌道線とDB線の直通運転 (本

稿で定義するレギオトラムとしての運行)は2007年から実施されている。レギオトラム用の車両にはアルストム社のレギオシタディスを採用。DB電化区間への直通のため交流15000Vに対応する編成と、非電化区間への直通運転に備えディーゼル発電機を搭載する2種類の編成により運行されている。塗色については、一般のトラムが青であるのに対して白色を基調として中央に運輸連合のロゴを配することで明確な区別をしている。また、カッセルがグリム兄弟ゆかりの地であり、沿線がメルヘン街道と重なることにちなんで各編成にグリム童話のタイトルと同じ名前がつけられ、一部の窓にその一節が記されている。

(2)レギオトラムネットワークの変遷

レギオトラム開業から現在までのネットワークの変遷を時系列で整理する。なお、以下の時代区分は整理の便宜上筆者がつけたものであることに留意されたい。

a) 暫定開業期 (2001年～)

2001年、カッセル中央駅を起点としWarburg (ヴァールブルク)に至るドイツ鉄道線内のみの系統として運行を開始。車両はザールブリュッケンから借り受けた。計画段階では支線や新駅の設置が多く盛り込まれていたが、開業までに建設が取りやめられた区間・駅が複数存在する。

b) 開業準備期 (2005年～2007年)

2005年に現行車両であるレギオシタディスが導入され、ザールブリュッケンから借り受けていた車両を置き換えた。06年1月にはドイツ鉄道線をトラム路線として再生

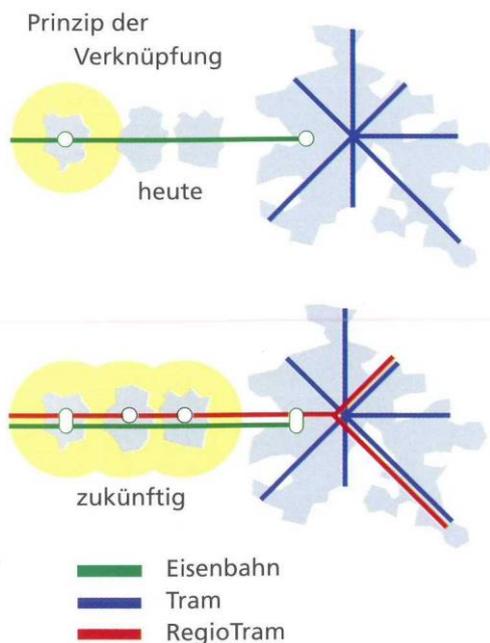


図-7 レギオトラムのコンセプト⁹⁾

したロッセタール線の快速列車としてカッセル市内ーヘッシシュ・リヒテナウ間でRT2系統の運行を開始。市内トラム区間での営業運転が始まった⁷⁾。同年6月にはカッセル中央駅より都市圏南部のメルズンゲンに至るRT5系統が開業、12月には都市圏北部のヴォルフハーゲンに至るRT4系統が運行を開始した。

c) 本格開業期～安定期 (2007～2013年)

頭端式であるカッセル中央駅の一部ホームを通過型としてトラム区間と鉄道区間を接続する工事が完成し、トラムと鉄道の直通運転が開始された。これにより都心側の起終点は中央駅から市街地南部のAuestadion (アウエシュタディオン) および同西部のLeipziger Straße (ライプツィヒャープラッツ) に変更となった。

中央駅付近の改良・接続方式については、地上 (駅東西または中央を通過) 案と地下案が複数検討されたが、周辺交通の影響等を考慮し、地下方式とされた。あわせて中央駅周辺のトラム路線が再編されるとともに、既存のトラム停留所が廃止されている。同年には、都市圏南部のSchwalmstadt-Treysa (シュヴァルムシュタット・トレイザ) に至るRT9も開業したが、時間短縮効果が薄かったLossetal (ロッセタール) 線のレギオトラム車両による快速運行が中止され一般的なトラム車両でのみ運行されることとなり、ロッセタール線はレギオトラムのネットワークから外れた。

2008年以降は特に大きな変更はネットワークの変更は行われず、新駅・駐車場の設置等により利便性を高めつつ、地域の足として定着した。

d) 改革期 (2013年～)

学生数の増加等に伴い市内北部に位置する大学キャン

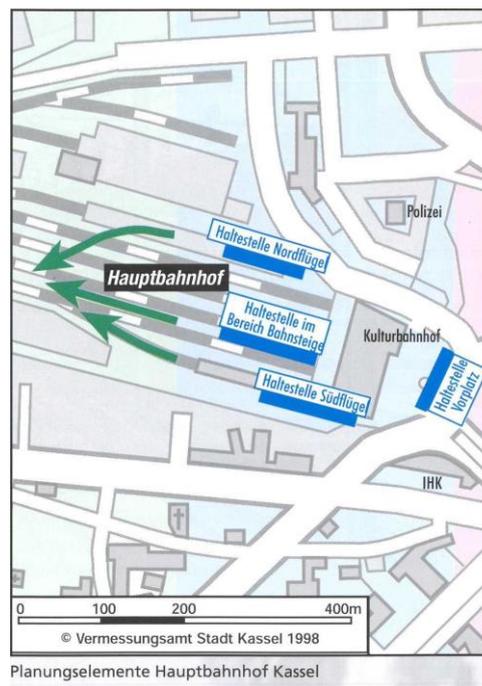


図-8 カッセル中央駅付近の停留所配置案⁹⁾

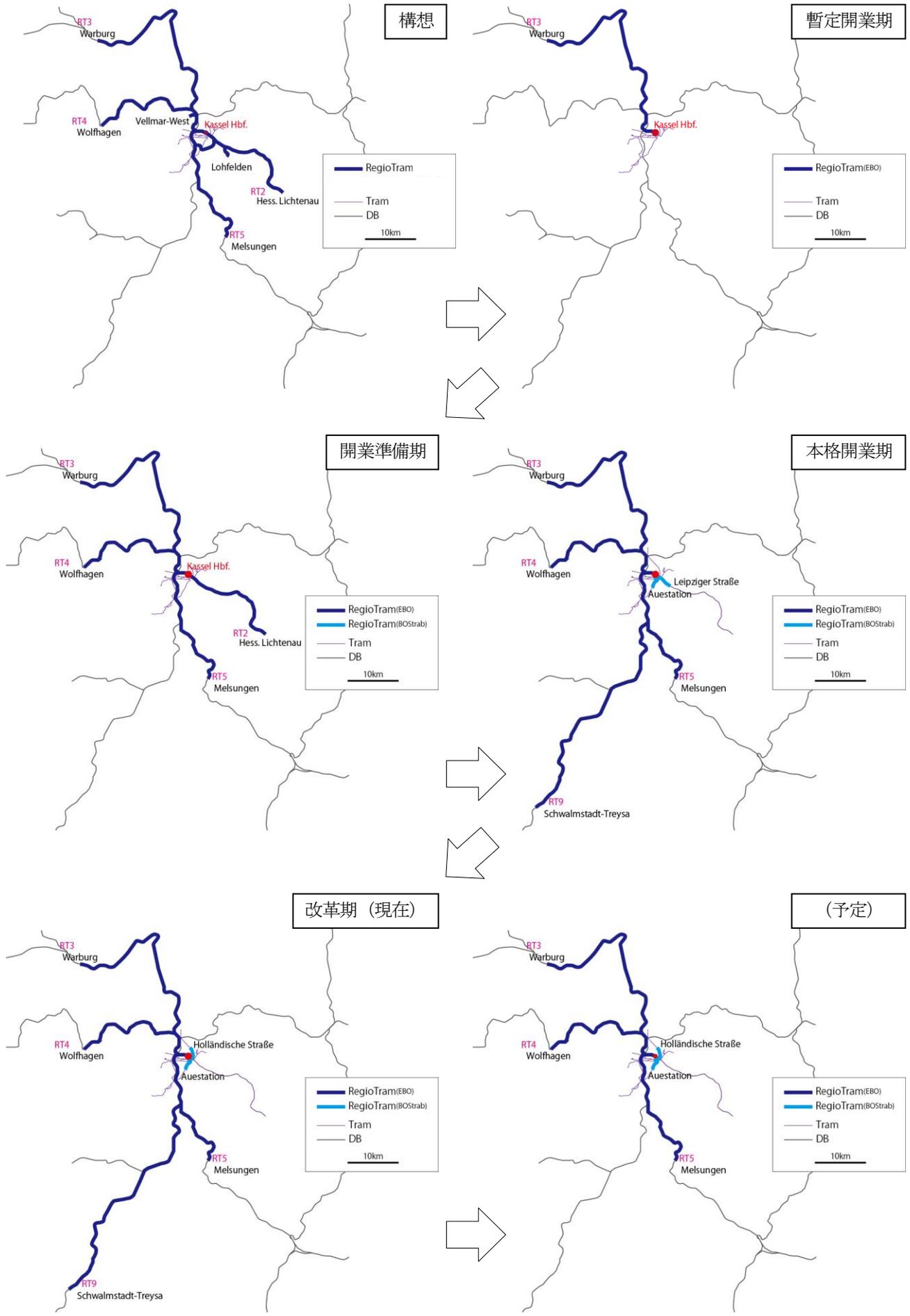


図-9 レギオトラムネットワークの変遷

バス方面に向かうトラムの混雑が顕著となり同区間の輸送力増強が急務となったことから、通常のトラム編成の連結運転とあわせLeipziger Straßeを起終点としていたRT系統の起終点をHolländische Straßeに変更するとともに、増発を行った。これに伴い車両の運用が困難となる等の理由から、トレイザを起終点とするRT9が市内トラム区間への乗入れを取りやめ、起終点をカッセル中央駅に変更した。加えて、2014年12月のダイヤ改正時にこのRT9路線の一部列車に通常の鉄道車両を充てることとし、当該列車についてはレギオトラムと称さないこととした。2015年中にはRT9の全列車を鉄道車両に置き換え、RT9はレギオトラムとしての運行を終了する見込みとなっている。

(3) 運行・運営上の課題

運行頻度を上げ、系統を変更したことで利便性の向上を果たしたはずのレギオトラムであったが、2014年以降運休が多発、日常的にバスによる代行輸送が行われる事態となった。原因は技術的なトラブルではなく乗務員（機関士）に起因するもので、そのひとつは病休と休暇が重なったことによる人員不足である。また、同年、レギオトラムの機関士組合がストライキを頻繁に行う全国組織GDL（ドイツ機関士労働組合）に加入したことからストライキが頻発したこともレギオトラムの信頼性を大きく損ねた。GDLは2015年に入ってから全国規模で大規模なストライキを繰り返しており、しばらくの間はこの混乱が続くものと考えられる。

5. 欧州におけるトラムトレインの今後とわが国への応用可能性

(1) トラムトレインの将来

鉄道区間とトラム区間を直通するトラムトレインは既存の鉄軌道インフラを活用して整備されるケースが多く、



写真-9 運休を知らせる電光掲示板（上から2行目が運休）

路線の新規整備と比較し安価にネットワークの拡大を実現する手段の一つとなりうる。車両側の改良も進んでおり、電化・非電化区間を問わず直通運転を実施することが可能となったことも、ネットワークの自由度を増す要因の一つとなっている。カッセルの事例にみられるように、輸送需要に応じて比較的柔軟に市内系統の変更を行うことができる点もトラムトレインのメリットといえる。今後、ドイツ・ケムニッツやフランス国内各地でトラムと鉄道の直通運転が実現し、その動きが広がることが期待されている一方で、Kiel（キール）やBraunschweig（ブラウンシュヴァイク）、Kaiserslautern（カイザースラウテルンなど）、トラムトレインの構想がありながら財源等の問題で実現に至らない事例がドイツにおいても複数存在し、その実現が簡単なものではないことを示唆している。

(2) わが国への応用可能性と課題

昨今、国土のグランドデザイン2050や改正都市再生特別措置法等の中で「コンパクト+ネットワーク」のまちづくりが謳われており⁸⁾、トラムトレインは都心と郊外を結ぶ「ネットワーク」としてその実現に資するシステムとなり得るが、現時点ではわが国への導入可能性は高いとは言いがたい。まず、路面電車ネットワークが存在しない都市においては市内に軌道ネットワークを構築することが必要となり、これが非常に困難であることは各地の事例をみれば明らかである。市内に軌道ネットワークが存在していればこの問題は回避されるようにも見えるが、わが国の場合在来線側が狭軌であるほか、その他規格・システムの共通化等に多大な労力と費用が必要となり、その負担に見合った効果を地域の中で見出せるか（事業効果があるのか）という壁に直面することとなる。あわせて、ドイツをはじめとする欧州と日本のバリアフリー等に対する考え方が大きく異なる点にも留意する必要がある。たとえば、ドイツの場合、鉄道のホーム高さが統一されておらず、低床の鉄道車両と比較し駅ホームが相当高くなる例も散見されるが、わが国でこれが許容されるのか、といったことも考えざるを得ない。

そこで、わが国においては、ケムニッツの例にみられ



図-10 車両とホームの段差イメージ⁹⁾

るように鉄道線を中心市街地に引き込み、簡易な停留所を配することがアイデアのひとつとして考えられる。各地で中心市街地の空洞化が相当程度進行している状況で新たに大きな投資をすることに対するリスクは高いが、逆に、中心市街地内に空間（土地）を確保するチャンスであると捉えることもできる。地方線区における車両の老朽化も相当程度進行していることから、その更新時にトラム車両を導入し市内への延伸・直通化を検討することも考えられる。また、沿線に需要が見込める地域があれば、既存鉄道線の途中から分岐する新たな軌道線を敷設することもアイデアとして排除されるべきではない。

ドイツをはじめ欧州各国では公共交通に対する公的負担の考え方が全く異なり、加えて欧州各国のシステムが今後も持続可能なものであり続けるかどうかは不透明であるが、海外の事例を参考にしつつ、公設民営等、わが国の事情に合った方法を探り、まちづくりの観点から何らかの対応を考える時期を迎えている。

参考文献

- 1) 阪井清志：欧州におけるトラムトレインの現状と日本への導入について，運輸と経済 第72号第10巻，pp.23-34，一般財団法人運輸調査局，2012
- 2) Albtal-Verkehrs-Gesellschaft mbH: Stadtbahn Verbindet Stadt und Region, Karlsruhe, 2014
- 3) GeraMond Verlag GmbH: Tramtrain in Deutschland, Strassenbahn Magazin, 1/2015
- 4) VMS:Stadtverkehrsliniennetzplan Zwickau/Wilkau-Haßlau, 2014
- 5) Eurailpress.de: Mulhouse: Straßenbahn nach Bourtzwiller verlängert – TramTrain kommt 2010, 2009
- 6) NVV: RegioTram Kassel -Nahverkehrsplan Nordhessen Baustein „Schiene 21“, Kassel
- 7) 遠藤俊太郎：ドイツ・カッセル都市圏における既存インフラを活用したLRT整備事例，第45回土木計画学研究・講演集，2012
- 8) 国土交通省：国土のグランドデザイン2050，2014

(2015.4.24 受付)

The current status of the tram-train systems in European Countries

Shuntaro ENDO