

鉄道インフラのグローバル市場動向と 日本勢の展開

欧州起点の変化と事業機会を中心に



秋月将太郎



又木毅正



中村圭輔



辻村 翔



伊藤伸之輔

CONTENTS

- I 鉄道インフラ市場再編の兆し
- II EUの市場開放がもたらしたもの
- III 都市交通事業の市場開放とPPPの新たな動き
- IV 日本企業によるグローバル市場への参入方策への展開

要 約

- 1 ビッグ3とよばれる欧州企業がシェアの大半を占めてきた鉄道インフラ市場が変化しつつある。日立製作所の欧州での一連の事業展開や、近年、企業統合によりシェアトップとなった中国中車の出現により、ビッグ3を頂点とした業界の再編が始まろうとしている。
- 2 欧州統合の一環である鉄道分野の自由化と市場開放に向け、各国は「上下分離方式」による国鉄改革を進めた結果、国鉄が抱える技術者は車両メーカーに流出した。市場開放の目標であるインターオペラビリティの実現に向け、列車制御や信号を中心とする技術が標準化・規格化された。欧州規格は、グローバル市場競争で欧州方式を後押しした。
- 3 市場開放後の欧州では、貨物分野で寡占化が進み、都市鉄道を含む旅客分野では、新規参入が進展していない。車両メーカーは、オペレーターや線路の保有主体との連携が困難となり、標準化に伴い導入された規格認証が、メーカーの負担増にすらなっている。
- 4 鉄道会社と連携して技術開発を進める日本の車両メーカーにとって、技術革新の中心にある列車制御や無線による信号システムの導入は、車両への搭載設備のウエイトが高まり、制御ノウハウを含めた日本方式を訴求できる点で、グローバル市場での競争力となり得る。ネットワーク技術と関連の深いメンテナンスや電制御への展開も有効である。
- 5 新規の都市鉄道での官民連携（PPP）案件の組成では、従来の建設会社主導から、オペレーターや車両メーカーが主導し、日本に有利なライフサイクルコスト（LCC）に訴求したリースモデルや、工場・拠点施設の投資リスクを建設会社とシェアする試みが現出している。日本が優位性をもつ技術や運行ノウハウをこれらの新しいモデルのもとで実現することが求められる。

I 鉄道インフラ市場再編の兆し

1 ビッグ3中心の市場が変化しつつある

日本と中国が受注を競っていたジャワ島の高速鉄道計画について、2015年9月28日に訪日したインドネシアのソフィアン国家開発企画庁長官が、中国案を採用する方針を日本政府に伝えた。中国の提案は、インドネシア政府に対して事業にかかる財政負担や債務保証を求めないというもので、経済原則を超えた「ちゃぶ台返し」^{※1}ともいえる形で決着したことについて、日本側では衝撃をもって受けとめられたことは記憶に新しい。

これまで、鉄道インフラの海外輸出をめぐる、日本は、欧州のビッグ3（加ボンバルディア、独シーメンス、仏アルストムの大手3社）を競合とみなしてきたが、ここにきて中国の存在感が増している。

もともと、欧州のビッグ3は、EUの成立を背景に、1980年代から90年代にかけての市場統合の進展で、経営基盤が弱い中小メーカーが吸収された結果、車両メーカーを頂点とし、車両部品、信号、通信、電機品、列車運行装置までを含めた垂直統合型の企業として成立したものである。ビッグ3各社は、さらに、運営管理などのソフト面でのニーズに対応して事業を拡大し、単なる車両メーカーではなく、システムインテグレーターとも称されるようになった。鉄道インフラ市場は、ビッグ3が欧州・北米の巨大市場を寡占し、中堅（Tier 2クラス）の企業は自国を中心に残された市場を分け合う構造になっていた。

2 欧州市場に風穴を開けた日立製作所

ビッグ3の寡占状態にあった欧州市場に風

穴を開けた契機の一つとして、日立製作所の英国市場参入が挙げられる。

同社は、2005年6月、「Class395」と呼ばれる高速車両174両の製造と保守の受注に成功した。それまで、欧州では、日本企業による車両の納入実績が乏しかったことから、同社が製造しているのは車両ではなく、「ペーパートレイン」（提案書の意味）であると揶揄されていたほどである。そうした中、欧州メーカーの間で納期遅延が常態化していた英国で、2009年6月、同社は、正式運行予定より半年早く先行営業運転を実現させ、関係者を驚かせた。

これに続き、同社は、2012年7月に英国の都市間高速鉄道（IEP：Intercity Express Train）の官民連携（PPP）案件を受注した。この案件は、596両の車両をリースで提供するもので、車両を製造する工場を建設し、現地の雇用に貢献することも注目された。

欧州の中でも早い段階から自由化と市場開放が進められてきた英国では、鉄道発祥の地でありながら、国内の鉄道産業は空洞化し、大陸の独・仏が競争を繰り広げる場と化していた。そこに正面から挑んだのが日本の鉄道車両メーカーであったというわけである。

同社は、さらに、2015年2月に伊フィンメカニカグループ傘下の車両メーカーであるアンサルドブレダと鉄道信号メーカーのアンサルドSTSの買収に踏み込み、欧州市場での事業展開を盤石なものとしつつある。

3 シェアトップに躍り出た中国

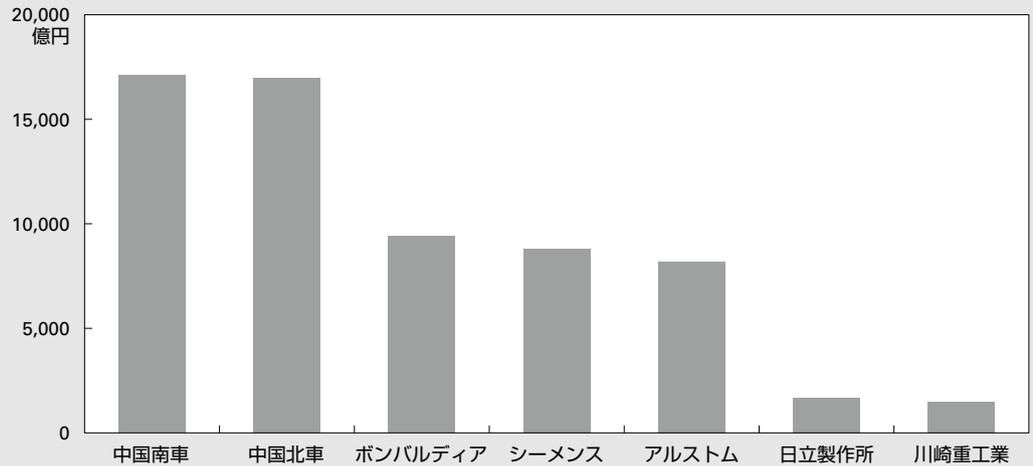
その間、中国では、中国北車集団（中国北車：CNR）と中国南車集団（中国南車：CSR）が急速な成長を遂げていた。中国勢2社は、

中国国内の鉄道市場の成長に合わせて規模を拡大してきており、鉄道車両の売上では、近年、ビッグ3に並んで鉄道車両の売上ランキングの上位に登場するようになった（図1、

2）。

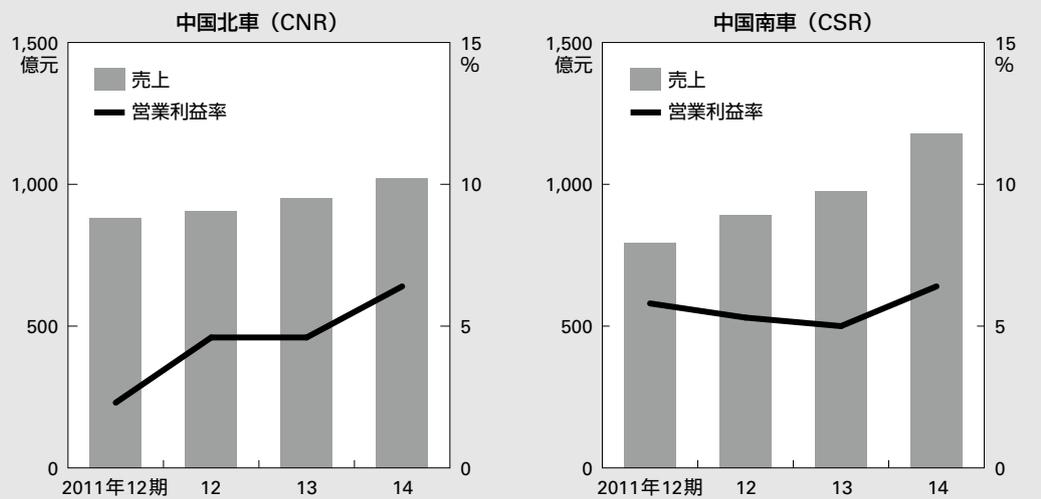
これまで、両社をめぐっては、高速車両の製造などを通じて、仏アルストムが中国北車と、加ボンバルディアが中国南車^{※2}と提携

図1 世界の鉄道事業大手の売上高



注) 直近年度の鉄道車両売上高
出所) 日本経済新聞 (2014年9月25日)

図2 中国北車と中国南車の概要



総資産	2011/12期	2012	2013	2014	(2015)
中国北車 (CNR)	973	1,064	1,202	1,492	
中国南車 (CSR)	928	1,052	1,224	1,506	
中国中車 (CRRC)	(1,900)	(2,117)	(2,426)	(2,997)	3,075

注) 2015年の値は推定値
出所) 各社の財務資料をもとに作成

するなど、欧州勢は、協調関係を維持してきた。

ところが、2014年末になって、中国北車と中国南車が合併することが発表された。両社は、2015年6月に中国中車股份有限公司（中国中車：CRRC）となり、ビッグ3の規模を超える巨大企業が出現した。同社は、地下鉄車両で世界シェアの約50%を占める最大手となり、売上規模は2000億元（1億元=20億円、約4兆円）に達し、ビッグ3の合計を上回ることとなった。

ビッグ3に対して、中国中車は、もともと中国国内にあった垂直統合型の2社が合併し、規模を背景として市場に躍り出る格好となった。

4 業界再編の前夜

鉄道インフラのグローバル市場は、憶測を含め、再編に向けて動きだしている。

たとえば、ビッグ3の一角であるボンバルディアをめぐって、中国の動向に対する危機

感から、自社の鉄道事業について一部および完全売却も視野に入れた将来の検討を行っている」と報じられた³³。その後も同社幹部がシーメンス幹部と接触していることや、同社の鉄道車両部門の上場、米GEやアルストムによる同社の買収などが立て続けに報道され、あらゆる選択肢を模索している様子が伺える。

ビッグ3自らが合従連衡の可能性を模索して対話を開始する一方、これまでビッグ3とは距離を置き、独自戦略を貫いてきたTier2クラスの企業も生き残りを模索し始めている。こうした状況をめぐる、代表的な合従連衡と各社の動向を整理すると表1の通りとなる。

中堅企業の中には、独ボシュロ（Vossloh）のように身売りする企業もあれば、チェコのシュコダ（Skoda）のように中国中車と技術提携を開始する企業もある。また、シュコダは、マレーシアのモノレール専門企業との連携を経て、ビッグ3や中国中車が手を出しに

表1 欧州市場での車両メーカーの合従連衡の状況

売上規模	企業名	鉄道部門所在地	他社との連携に関する動向・報道
大手 (2000億円超)	ボンバルディア・ トランスポート	ベルリン (独)	「中国企業に連携提案」との報道 (2015年4月) 「シーメンスとも接触」との報道 (2015年7月)
	シーメンス	ミュンヘン (独)	「アルストムとのエネルギー部門の合併交渉時に鉄道部門を交渉のテーブルに乗せた」との報道
	アルストム	パリ (仏)	「シーメンスやGEなどから鉄道事業の統合を持ちかけられている」との報道
	GEテクノロジー・ インフラストラクチャー	サン・ラモン (米)	「アルストムの完全買収を検討している」との報道 ロシアでトランスマッシュ (Transmash Holdings) と提携済み
中堅 (200～1000億円)	UGL (United Group Limited)	ノース・シドニー (オーストラリア)	中国企業と技術提携を行っている
	ボシュロ	ヴェルドル (独)	「鉄道部門を2015～16年をめどに売却の見込み」との報道
	シュコダ・ トランスポートーション	ブルゼニ (チェコ)	「事業売却・資本提携に対する期待が大きい」との業界観測 「中国企業と技術提携を行っている」との報道 マレーシアのモノレール専門企業と提携

出所) 各種資料より作成

くいニッチ市場でのプレゼンスを確立させて生き残りを図っている。

2020年には22兆円に拡大する^{注4}と見込まれている鉄道インフラのグローバル市場では、あらゆる階層で再編の動きが始まっている。

5 日立の欧州展開に見る 日本の海外展開の視点

前述した日立製作所による欧州での一連の事業展開は、鉄道インフラ市場における日本企業の海外進出の代表例となっている。あらためて同社の事例を見ると、次の点が特徴的である。

- ①EUに先行して独自の市場開放が進められ機能が細分化された英国市場を起点としていること
- ②欧州展開の仕上げともいべき伊フィンメカニカ鉄道部門の買収を通じて、鉄道信号の分野で欧州内のシェアと技術蓄積をもつアンサルドSTSを手中にしたこと
- ③官民連携（PPP）を通じて、車両の販売ではなくリース事業によるビジネスモデルを組成し、英国政府から要請された工場建設については、現地の建設業出自のパートナーと連携を図ったこと

本稿では、欧州発の鉄道インフラ市場動向とその背景について、こうした要素に着目しながら、再検証し、日本の鉄道関連企業の海外展開方策を導出したい。

II EUの市場開放がもたらしたもの

1 インターオペラビリティの推進

欧州では、2007年の貨物輸送の自由化に続

き、10年には旅客輸送が自由化された。EU（欧州連合）では、「人・モノが欧州域内を自由に移動できること」を目的として、鉄道分野における自由競争を促進するため、「共同体の鉄道の発展に関する閣僚理事指令」（1991年）を機に、一連の市場開放が始まった。インターオペラビリティとは、EU内の異なる国の線路上を列車が自在に運行できるようにするための仕組みで、技術基準の設定、欧州鉄道庁（ERA）の創設などを経て、現在では、貨物・旅客ともに市場開放が実現している。

欧州の市場開放は、線路や構造物の保有・管理主体と、車両を調達し列車の運行を担う主体を分ける「上下分離方式」が採用された。各国とも、線路や構造物の保有・管理は、基本的に国の機関が担っている。欧州域内の特定区間で鉄道の運行を企図する事業主体（オペレーター）は、乗務員や車両を調達し、国の機関に対し対象区間の線路使用料を支払うことで、鉄道輸送事業に参入できるようになった。

2 鉄道分野の技術革新の中心として 注目される無線による列車制御

欧州では、インターオペラビリティの導入前から、貨物・旅客ともに部分的に国際列車が運行されていた。これらは、動力をもたない貨車や客車とそれらを牽引する機関車によって列車が編成され（動力集中方式）、国境駅で先頭の機関車だけをつなぎ換えることで連続した運行を実現していたからである。それが可能だったのは、欧州の大陸側では、鉄道整備の歴史的経緯によって軌間（線路の幅）が統一されたことが大きい^{注5}。

しかし、この方式では、インターオペラビリティの真価は発揮できない。旅客・貨物輸送ともに、欧州域内で名実ともに国境をスムーズに通過できることが求められる^{注6}。このため、インターオペラビリティ導入後は、複数の国境をそのまま通過できる機関車^{注7}が必要となることから、おもに信号や列車制御にかかわる規格の標準化が求められることになった。これらに加え、各国個別の規格として、供給される電力の受電方式や保安装置への対応なども必要になる。

信号や列車制御にかかわる設備は、これまで、地上側の設備に依存してきたことから、そのメンテナンスや更新には各国とも多大な費用を要していた。標準化に向けた地上設備のさらなる高度化を進めるには限界があることが分かってきた。

こうした中で、欧州発で進められてきた新しい方式が、無線を利用した列車制御システムである。無線を利用することで地上側の設備を減らし、必要な設備を車両側に搭載することで高度な列車制御を実現することが可能となる。欧州では、こうした思想のもとに1990年代に欧州統一列車制御システム(ETCS)^{注8}の開発に着手、その後、ETCSは、欧州鉄道輸送管理システム(ERTMS)^{注9}に包含される形で進化した。

海外では、ERTMS/ETCSのほかにも、CBTC^{注10}、PTC^{注11}など、無線を利用した列車制御システムの開発、展開が進められている。これらは地下鉄や新交通システム、空港連絡システムなども含む幅広い都市交通システムを対象とする技術である。アメリカ、アジアを中心に、実績を重ねており、将来的にも世界の各路線で導入が進むことが予想され

る。

無線を利用した列車制御システムが、鉄道分野の技術革新の中心として注目されるようになったのには、欧州のインターオペラビリティの実現という制度的な背景があったのである。

3 標準化と規格認証

このように、EUの市場開放の基本コンセプトであるインターオペラビリティの実現は、技術面で、線路・信号・車両の標準化に大きく依存している。

欧州では、インターオペラビリティを進める中で共通の規格を策定しただけでなく、それをそのまま国際標準規格化する流れをつくった。欧州発の国際標準規格は、ビッグ3が市場を席卷するにあたって、日本メーカーの参入を阻む有効な武器となったばかりか、鉄道が敷設されていない新興国に対しても欧州勢が制度ごと売り込みを図るツールとして機能したのである。

国際標準規格に合致した車両を製造・納入するためには、独立した第三者機関の規格認証を受ける必要がある。欧州では、こうした規格認証の取得に加え、走行試験や実験を行うための大規模な鉄道試験線を併設する試験センターが運営されている^{注12}。ここでは、要求元(鉄道オペレーターや線路の管理・保有機関)の要求仕様、適合規格に沿ったデータの取得・評価がビジネスとして成立している。チェコのヴェリムにある試験センターは、約13kmの周回コースをもち、200km/時を超える高速鉄道の試験が可能であり、インターオペラビリティにかかわる規格認証をはじめ、チェコ以外の欧州各国の適合性評価を

取得することが可能となっている。

鉄道試験線をめぐっては、日本でも、2014年10月に「MIHARA試験センター (MTC)」が完成した。同センターは、日本初の総合交通システム検証施設として、三菱重工業が、三原製作所 和田沖工場 (広島県三原市) 内に建設したもので、都市交通システムの海外展開に向け、約3.2kmの周回コースなどを備えたグローバル仕様の検証施設を備えている。同社は、高機能な信号・運行管理や都市部の複雑な路線配置などへの対応を想定し、「他の企業や官民団体にも広く利用の門戸を開き運営していく」としている^{注13}。

4 市場開放の光と影

(1) 鉄道会社からの技術者の流出

欧州では、鉄道の上下分離により、線路の保有・管理主体と鉄道オペレーター、第三者認証機関の役割と責任分界が明確になる一方、技術領域については車両メーカーへの依存度が強くなっている。

市場開放に先立ち、欧州各国では、上下分離と民営化を軸に国鉄改革が行われ、国鉄は運行に特化するオペレーターとして再編され、国鉄が抱えていた技術者は、外部に流出することになった。その受け皿となったのが、独仏ではビッグ3各社であり、英国では、コンサルティング会社だったといわれる。このように、国鉄改革を通じて技術領域を中心とする鉄道ビジネスの主導権が、鉄道オペレーターからビッグ3を中心とする車両メーカーに移ったこともビッグ3が台頭する素地となったのである。

こうした状況は、上下一体のまま国鉄改革が進められた日本で、地域分割されたJR各

社に技術者が残ることになったのとは対照的である。このため、日本では、現在でも、車両や列車制御をはじめとする鉄道の技術開発に鉄道会社も積極的に関与し続けている。

(2) 寡占が進む貨物鉄道と

参入が進まない旅客鉄道

鉄道運行事業では、貨物輸送の自由化が先行した。鉄道貨物輸送分野では、2007年の自由化に向けて多くの新規オペレーターが、参入を図ったが、その後、独仏の国鉄を出自とする既存オペレーターを中心に再編が進み、実質的な寡占状況が現出している (図3)。

後発となった旅客輸送については、伊NTV (Nuovo Trasporto Viaggiatori) によるイタリア国内での高速鉄道イタロ (italo) の参入や仏トランスデヴによるパリ・ヴェネチア間を結ぶ寝台特急列車テロ (THELLO) の運行など、実現した例は限られている (図4)。

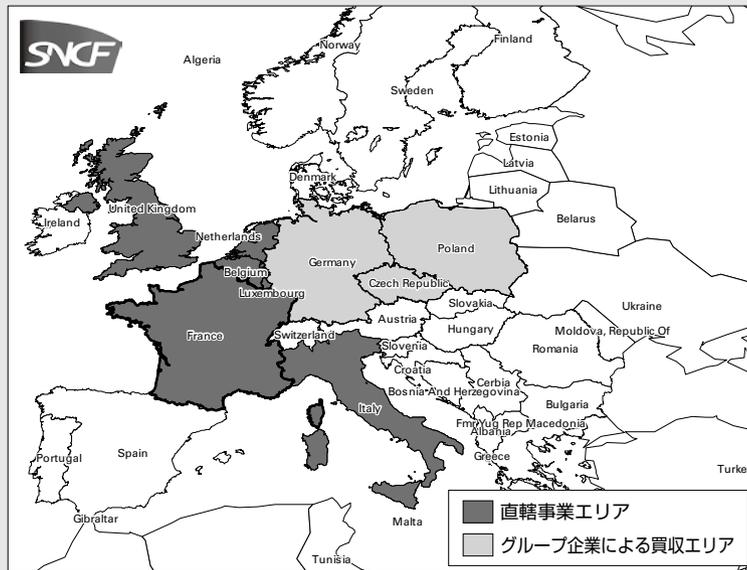
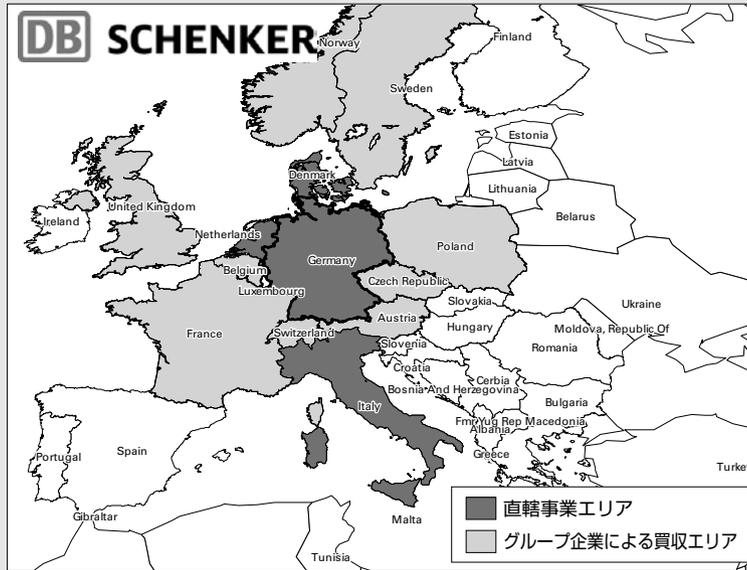
伊NTVは、2006年に設立され、11年9月の開業を目指して準備を進めていたが、開業は半年遅れた12年4月に実現している。

市場開放により、欧州内の鉄道輸送が効率化された結果、既存の旅客シェア20%獲得を目指しているNTVは「市場を分け合うだけではなく新規需要が開拓された」(NTV幹部) という。一方、営業運転を開始して3年目となる同社は、100億円を超える赤字を計上しており、経営改善の努力が進められている。

(3) 欧州勢の足かせともなった規格認証

伊NTVの場合、営業車両の調達にあたっては、欧州鉄道庁 (ERA) の定めるインターオペラビリティに対する規格に加え、イタ

図3 ドイツ国鉄 (DB)、フランス国鉄 (SNCF) における貨物鉄道事業の進出状況



出所) 各社資料をもとに作成

リアの高速鉄道路線を走行するために必要な適合性評価を受ける必要があった。同社は、営業開始が当初予定よりも約半年遅延した理由の一つとして、高速車両の認証・適合性評価に想定以上の時間を要したことを挙げている注14。

規格認証は、従前から旅客輸送を担ってきた各国の国鉄出自のオペレーターにも適用される。とくに、複数国を結ぶ高速路線への新規車両の導入にあたっては、インターオペラビリティへの対応に加え、走行する国ごとの適合性評価が要求される。

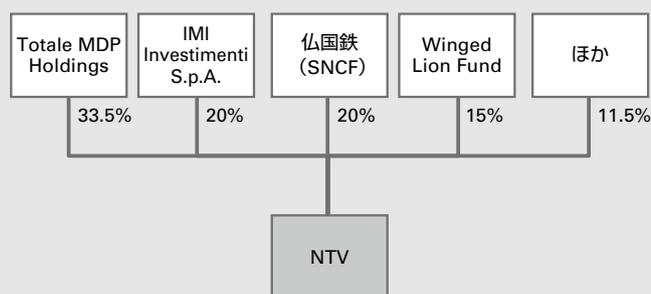
図4 旅客鉄道分野における参入事例 (NTV)

企業概要

概 要	名称	Nuovo Trasporto Viaggiatori S.p.A (NTV)
	設立	2006年
	所在地	ローマ (イタリア)
	総資産 (2013/12)	905百万ユーロ (1176億円) 〔うち純資産など108百万ユーロ (140億円)〕
	CEO	Antonello Perricone
	従業員数	1027人 (2014年)
	事業内容	イタリア主要都市間の高-speed列車運行
財 務 指 標	売上 (2013/12)	250百万ユーロ (325億円)
	EBITDA (2013/12)	▲36百万ユーロ (▲46億円)
	純利益 (2013/12)	▲106百万ユーロ (▲137億円)

注1) 1ユーロ=130円 (2015/10)
出所) 同社資料

資本関係



注2) Totale MDP Holdings : フェラーリ、Todsなどに出資している投資会社

導入車両と路線図



仏アルストム社製高速車両A.G.V



2012年11月、ドイツ鉄道 (DB) の高速鉄道「ICE」の新型車両を受注した独シーメンスが、予定していた冬のダイヤ改正に納入が間に合わないと表明したことが伝えられた^{注15}。車両に搭載したソフトウェアの問題を解消できなかったことが理由とされているが、背景には、以前よりも多くの規格認証の取得が必要となった車両メーカーの負担増を指摘する向きもある。

欧州勢による鉄道車両の海外進出を後押しした欧州発の標準化と規格認証であるが、あるDB幹部によると「インターオペラビリティが推し進めてきた標準化が、かえって、欧州内での制度的課題になりつつある」という。

Ⅲ 都市交通事業の市場開放と PPPの新たな動き

1 都市鉄道の コンセッションビジネス

インターオペラビリティが、EU域内の中長距離列車や高速鉄道を対象としているのに対して、欧州では都市鉄道におけるコンセッションビジネスの市場開放も進められている (表2)。

一般に、コンセッションとは、鉄道のように、日々、キャッシュフローを生み出すインフラの所有権を公的主体に残して、運営を民間に委ねることをいう。

表2 都市鉄道の市場開放の状況（2013年）

	EUの目標	英国	フランス	ドイツ	イタリア
高速鉄道	オープン・アクセス	可能	参入は稀	独占	NTV 対 Trenitalia
地域鉄道	2019年に入札	幹線に同じ	独占	入札	入札（義務ではない）
貨物	オープン・アクセス (O/A)	O/A	O/A	O/A	O/A
新規参入のシェア	+		30%	25%	

注) 原資料：Mobilettr, <http://www.mobilettr.com/>
 出所) ローラン・ギリール「グローバル競争における高速鉄道の役割」(運輸政策研究所、2014)

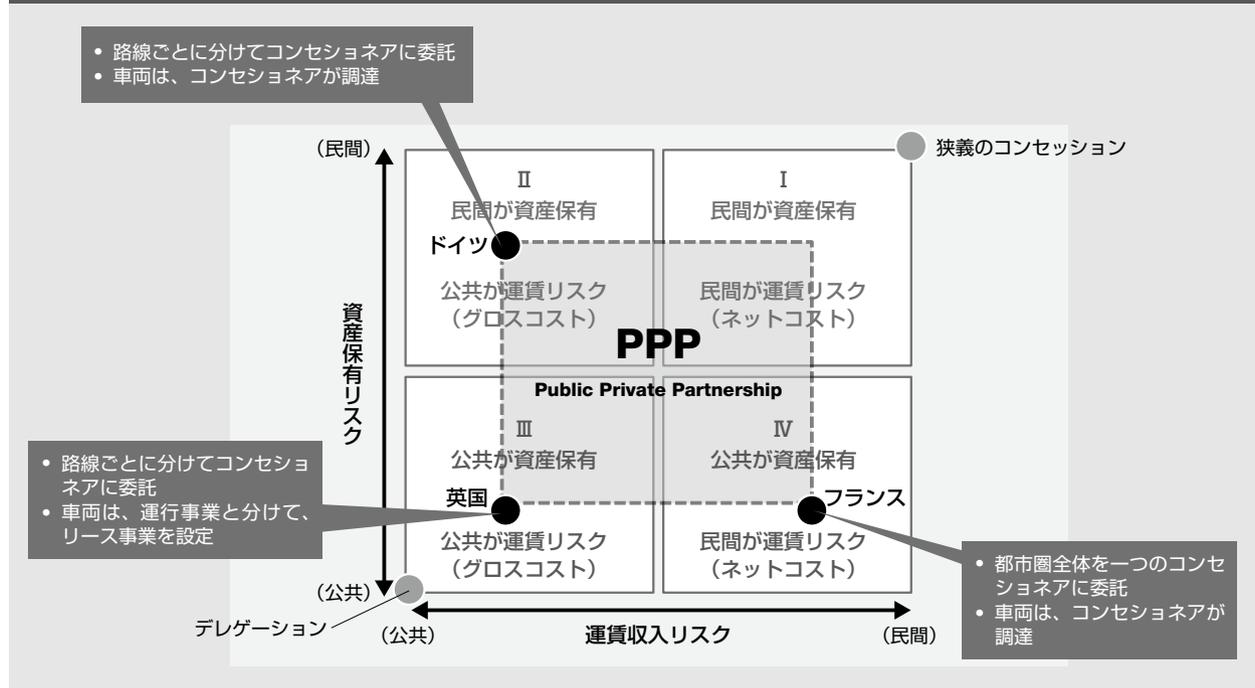
都市鉄道のコンセッションビジネスは、都市や広域都市圏の交通当局（PTA）が都市鉄道の線路や車両を保有し、事業権を与えられた鉄道オペレーターが定められたサービスを提供し、その対価を得るという方式である。

都市鉄道のコンセッションビジネスは、公的主体（官）である交通当局と、民間主体である鉄道オペレーター（民）が、資産の整

備・保有リスクと運賃収入リスク（ライダーシップ）をどのように分担しているか、すなわちリスクシェアの状況によって、図5のように類型される。

「狭義のコンセッション」は、インフラの所有権もオペレーターに移し、PTAから公共交通の事業権のみを与えられる方式であり、運賃収入リスクもオペレーターが負う。PTAは、公共交通事業のサービス水準や管

図5 都市鉄道のコンセッションの類型



理に集中する。

その対極にあるのは、「デレゲーション (DSP^{注16})」とよばれる業務委託方式で、事業資産の大半をPTAが整備・保有し、オペレーターは運行業務に集中し、運賃収入リスクも負わない。

なお、近年、わが国でも、公共事業のさまざまな分野で適用されるようになったPPP (Public Private Partnership) は、これらの中間形態に位置づけられる。

中間形態での資産の整備・保有リスクとは、線路は当局が整備・保有するものの、車両についてはオペレーターが自前で調達するというケースなどが該当する。

オペレーターにとって、ライダーシップのとり方は、グロスコストとネットコストの2つの方式に大別される。

オペレーターが、運賃収入リスクを負わない方式をグロスコストという。すなわち、オペレーターは、PTAから定額の運行委託費を受けとる。運行委託費の金額は、オペレー

ターが見積もった運行経費に適正な利益額を加算して、設定される。実際に運行事業に要した費用が運行委託費を超えた場合は、オペレーターの収支が赤字となるが、不足額が補填されることはない。オペレーターの経営努力により、当初の計画よりも費用を大幅に削減することができれば、オペレーターの利益となる (図6)。

なお、グロスコスト方式であっても、オペレーターの側のインセンティブを高めるため、運賃収入額に目標値を設定し、実績がそれを超える場合は、営業努力としてオペレーターにボーナスや利益の一部を供与したり、逆に実績が最低目標値を下回った場合には、ペナルティを与えるという方式を併用する場合もある。

オペレーターが、運賃収入リスクを負う方式をネットコストという。この場合も、オペレーターはPTAから運行委託費を受けとるが、その金額は、運賃収入予測値と運行経費の見積との差額として予め設定された額とな

図6 グロスコスト方式によるオペレーターの収支構造

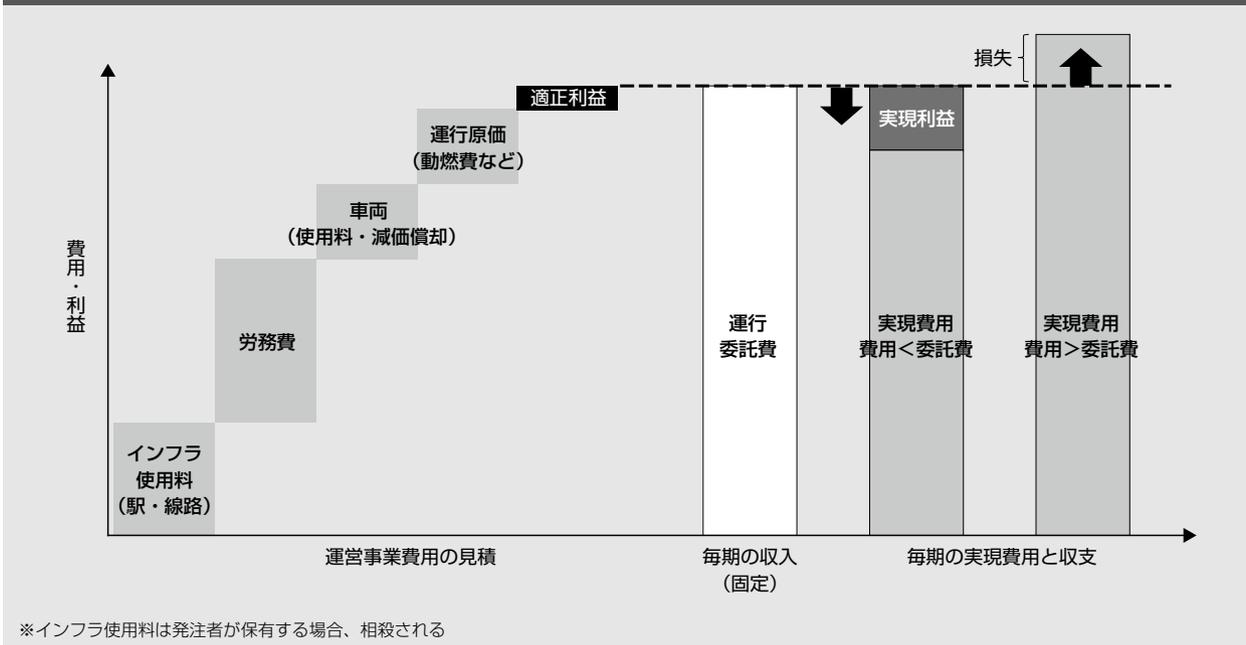
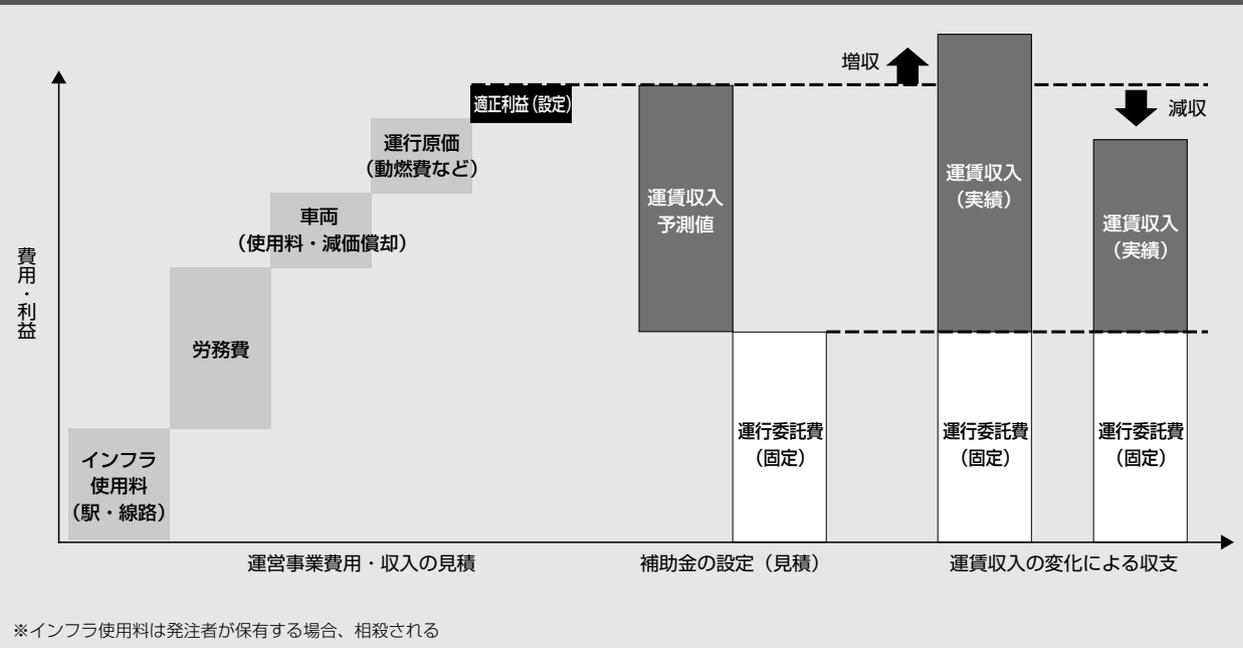


図7 ネットコスト方式によるオペレーターの収支構造



る。このため、運賃収入が上振れした場合、オペレーターの収入は増加し、下振れした場合には、減少する。ネットコストでは、オペレーターの利益を左右する要素が、運賃収入とコスト削減の2つとなるため、運賃収入が上振れしたからといって必ずしも黒字になるわけではない。同様に、運賃収入が下振れしたからといって、直ちにそれが赤字を意味するわけではない。運賃収入の増減と運行事業にかかる経費削減努力の結果として、利益が捻出されることになる（図7）。

2 寡占化傾向にある ブラウンフィールド

前述のグロスコスト方式は、アヴェイラビリティ・ビジネスともよばれ、オペレーターにとってのリスク・リターンが限定的な安定したビジネスとされている。

この方式による都市鉄道ビジネスは、欧州

を中心とする既存の都市鉄道路線（ブラウンフィールド）がおもな対象となる。コンセッション契約は、一般的に、5～10年程度で再度入札されるものの、運行業務の効率化は、運行の実績経験によるところが大きい。このため、当初、契約していたオペレーターにより契約が更新されることが多く¹⁷、大手オペレーターによる寡占が問題視されている。ドイツでは、都市交通のコンセッションを路線ごとに細分化することで中小オペレーターへの参入を促しているが、現状では、ドイツ国鉄（DB）の子会社であるDBレギオのシェアが高い。都市圏全体の交通（都市鉄道とバス）を一つのオペレーターに委託するフランスでは、トランスデヴ（旧ヴェオリア・トランスポール）、ケオリス、RATP devの3社が「御三家」とよばれ、主要都市の都市鉄道を運行している。「御三家」のうちトランスデヴは、かつて、民間資本による企業であっ

たが、2011年に筆頭株主が、フランス預金供託公庫（CDC）に移行した。このため、フランス国鉄（SNCF）が株主であるケオリス、パリ地下鉄を運行しフランス政府が株式を保有するRATPの子会社RATP devと併せて、御三家のすべてが実質的に公的主体の傘下となった。フランスの都市交通事業はこれらの企業がシェアの6割以上を占めている。

前述した通り、欧州では、こうしたブラウンフィールドでの市場開放が進められつつあり、現在でも、既存オペレーターとの資本提携などを通じた市場への参入は可能であるが、各国で実質的に寡占化されているローリスク・ローリターンのアヴェイラビリティ・ビジネスの自由化には、なお時間を要するものと考えられる。

一方、自国の鉄道産業の空洞化という異なる次元の課題が現出している英国では、2015年に、香港MTRと英アリヴァ（Arriva）^{注18}によるコンソーシアムがロンドン近郊鉄道

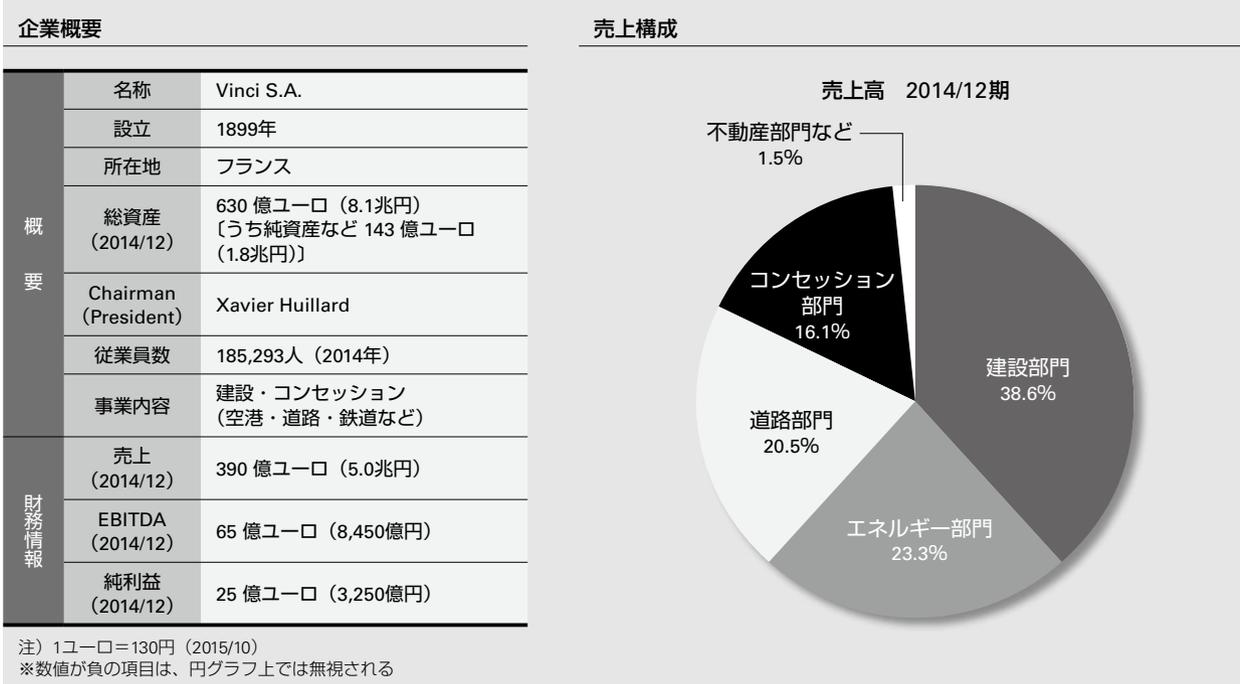
（LOROL）の契約を更新するなど、さまざまな主体による競争環境が実現している。

3 グリーンフィールドでのアヴェイラビリティからPPPへの展開

こうした状況の中で、アヴェイラビリティ・ビジネスから一歩踏み込んで、民間主体が部分的に事業資産の整備・保有リスクや運賃収入リスクをとるPPP型のビジネスの展開がグリーンフィールドと呼ばれる新規路線事業で始まっている。

仏ヴァンシ（Vinci）は、建設事業およびコンセッション事業を手掛けるグローバル企業である（図8）。同社は、2011年にフランス国内のトゥール・ボルドー間の高速鉄道（総延長302km・2017年供用開始予定）で初の鉄道コンセッション事業を受注した。同社は、ファイナンスや建設、信号や線路といった下物のメンテナンス領域を担当し、鉄道の

図8 仏ヴァンシの概要



オペレーションには関与しない。しかし、収入は旅客運賃に応じて増減するため、運賃収入リスクを受け入れていることになる。競合する航空路線から、いかに高速鉄道への転換を促すかが事業成功の鍵となっている。

同社はこのほかにも、リヨンでの空港アクセスのための高速LRT（総延長23km）やアントウェルペン港の地下鉄（16km）など、複数の鉄道コンセッション事業に関与している。

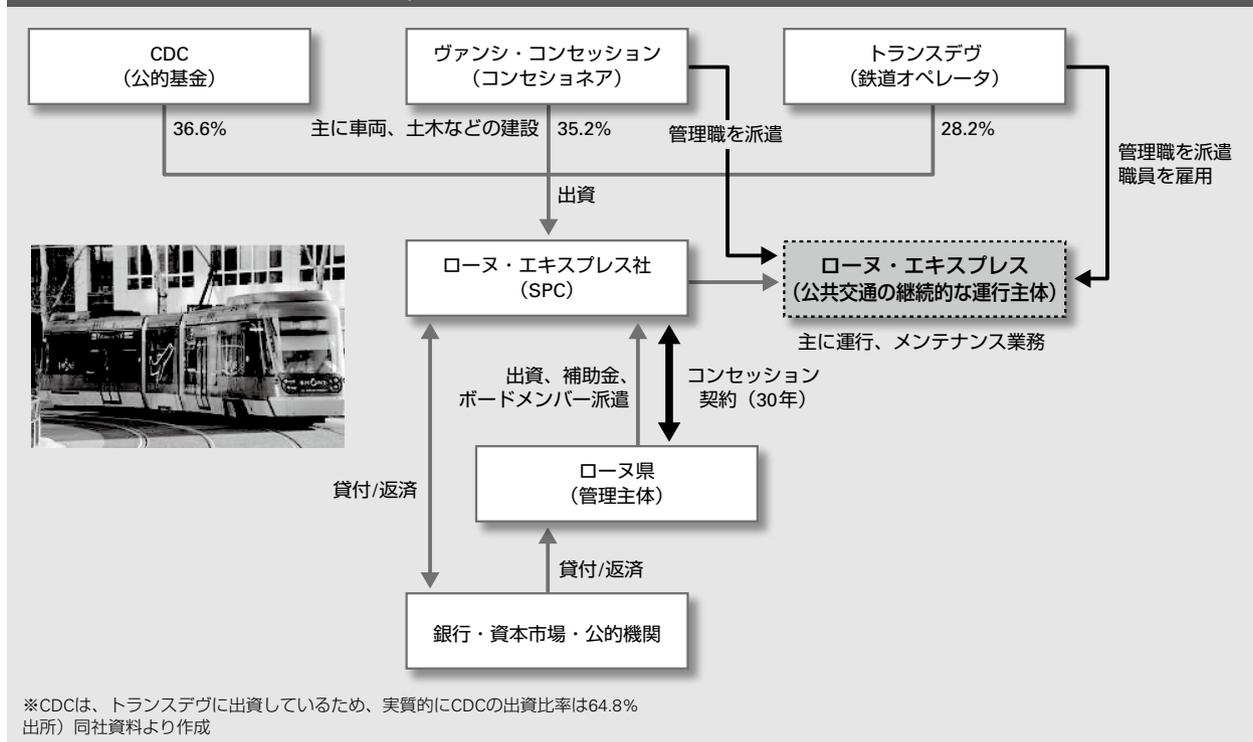
リヨンの空港アクセス路線では、オペレーターであるトランスデヴと連携してコンソーシアムを組成し、空港に向けた郊外路線部分（17km）について土地の買収から線路の建設・保有までのリスクを負っている（図9）。

同路線は、将来的に安定した需要が見込まれる空港アクセスという路線特性と、都市内の路面電車（LRT）と線路を共用していることから新設区間が17kmと短く、大部分が

農地であったことから、民間主導の事業となった。同社は、「概ね10～20kmの路線であれば資産整備・保有リスクを負うことも検討するが、それを超える場合には当局に委ねる」（同社幹部）とし、コア事業である建設工事の受注額を事業規模から想定し、リスクを見定めた上でコンソーシアムを組成している。同社は、もともと建設会社であるが、鉄道以外にも道路・空港分野を中心にコンセッション事業も手掛けている。コンセッション部門の売上高は全体の16%に留まるものの、営業利益の67%はここから生み出されている（2014年）。

このように欧州では、新規路線（グリーンフィールド）において、建設業出自の企業がPPP型のコンセッション事業の中核となって事業を組成している。鉄道インフラにかかわる大規模な土木・建設工事は、従来のように、公的主体が主導する場合には、競争入札

図9 ローヌ・エクスプレス（Rhone Express）の事業スキームのケース（フランス・リヨン空港線高速トラム）



となり、熾烈な価格競争が展開されてきた。それに対し、PPP事業では、入札の対象は提供されるサービスであり、民間が資産の整備・保有リスクを負う場合には、その調達の権限はコンソーシアムにある。建設業出自の企業がコンセッション事業に積極的に関与するのは、従来型の価格競争で疲弊するのではなく、事業リスクをとることで、自社が納得できる価格で確実に工事を受注できることが参入の主な動機になっていると考えられる。

IV 日本企業によるグローバル市場への参入方策への展開

1 車両メーカーを起点とした参入方策

こうした欧州発の鉄道インフラ市場のグローバル動向を踏まえ、日本企業にとっての市場参入方策を展望したい。ここでは、日本の車両メーカーを起点に将来的に成長が期待される新興国の都市鉄道ビジネスへの進出を想定する。

2 ネットワーク技術への着眼

車両メーカーにとって、鉄道車両が製品として差別化を図るのが困難になりつつあることが、今後日本勢が海外展開を推し進めるにあたっての大きなボトルネックになっている。

日本勢に競争優位性をもたらし得る技術要素の一つとして、日本の鉄道が世界に誇る安全性や正確性を支えるネットワーク技術がある。ここでは、欧州発で開発が進められている無線による列車制御技術とIoTとの連携による進化が期待される新たな予防保全手法で

ある状態基準保全（CBM^{注19}）技術に着目する。CBMは従来の時間基準保全（TBM^{注20}）に代わる技術として注目されている。

なお、これらはいずれも欧州勢が海外展開の要とし、世界標準化を企図している領域でもある。

また、高密度の輸送が行われている日本の鉄道会社が得意とするネットワーク技術として「き電制御」がある。

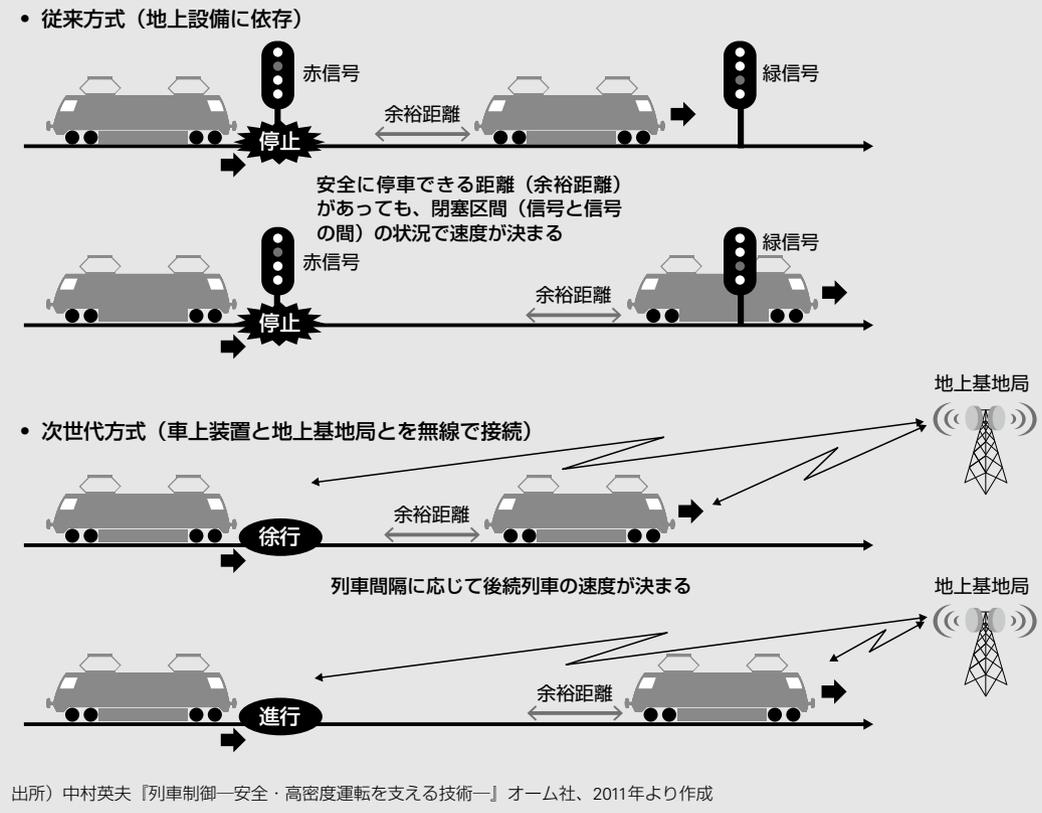
(1) 無線列車制御技術と車両技術

前述したように、無線による列車制御技術には、ETCSやCBTCなどがある。一方、日本では、無線による列車制御技術として、JR東日本が中心となってATACS^{注21}を開発している。当技術は、ETCSと前後して日本で開発が進められ、既に実用化が開始されており、今後首都圏の鉄道網へ順次導入されていく計画である^{注22}。

従来方式による列車制御は、地上に設置された列車検地装置によって各列車の位置を把握し、信号機により定位置で減速・停止させていた。これに対し、無線による列車制御は、無線技術を用いて、列車の位置検知機能を車上装置に持たせ、かつ、車内信号方式を用いることにより、連続的な列車の間隔制御を実現した（図10）。この新技術により、地上に設置していた列車検知装置や信号機が不要となるなど地上設備のスリム化や安全性の向上が期待されるだけでなく、旅客需要の多い路線では、線路容量の最大化などの効果が期待される。

このように無線による列車制御は、車上装置への依存度が大きく増すことから、新規路線への技術提案として、車両と列車制御技術

図10 無線による列車制御システム



との一体性を強調し、併せて、機能としての高度な列車制御技術とその運用に踏み込むことが可能となる。

(2) 状態基準保全 (CBM) と車両技術

もう1つの有望なネットワーク技術が、状態基準保全 (CBM) 技術である。

近年、線路や車両の保全方法は、機器が故障した後に修理を行う事後保全から、故障の事前予防のために一定の時間間隔で修理を行う時間基準保全 (TBM) へとシフトしてきた。これに対し、連続した計測・監視などにより設備の劣化状態を把握、もしくは予知して修理を行うCBMは、新たな予防保全の考え方として注目されている。

CBMという考え方は以前から存在していたが、センサーや解析コンピュータなどへの設備投資が高額であることや故障予測のためのデータ処理が煩雑であることなどから実用化されてこなかった。しかし、近年ICT技術の発展に伴い、ガスタービンや航空機などさまざまなインフラ設備や産業プラントにおいて導入されつつある。鉄道分野においても、まずは信号や電気設備などの地上設備でのCBMの導入が進んできたが、最近では日本企業を中心に車両へのCBM応用の動きが本格化している (表3)。

鉄道の場合、CBMについては、線路などの地上設備と車両それぞれの保守に加え、地上設備と車両とを一体的に捉えて実施するべ

表3 CBMの応用事例

会社名	最近の動向
JR東海	24時間体制で車両状態を監視する車両分析センターを新設。線路に新幹線台車温度検知装置を設置し、通過する新幹線の車輪や軸箱などの部品の表面温度の非接触での測定を開始 ^{注23}
日立製作所	英国の高速鉄道「Class395」の車両に取り付けたセンサーから収集されたデータを活かして予兆診断を行う技術を開発中
三菱重工業	JR西日本と提携し、新興国向けにIoT技術を活用した鉄道保守システムを開発中。モーターやドアなどの車両各部に組み込まれたセンサーから無線で稼働状況や磨耗状態などのデータを収集しCBMIに活かす構想

出所) 各種資料より作成

き領域がある。たとえば、電力を供給する架線設備と車両側の受電設備、レールと車輪などは、地上設備と車両の双方から点検を行い、一体的に保全を行わない限り最適な状態を実現できない。

(3) き電制御技術^{文献2}

「き電」は、電車が消費する電力を線路上の架線を通じて供給するための電力ネットワークを指し、日本では、鉄道会社が管理している。また、日本の鉄道会社は、都市部の路線を中心に、以前から、回生ブレーキとよばれるシステムを導入している。これは、電車が減速するためのブレーキとしてモータを利用し、その際に発生した電力を架線に戻して、同時に加速しようとしているほかの列車に電力を融通する仕組みである。最近では、回生電力を有効に活用するために大規模なバッテリー設備を併用している鉄道会社もある^{注24}。

このようなネットワーク技術を効率的に機能させるために、日本の鉄道会社には高度な制御技術がある。車両部品としての回生ブレーキ（モーター、回路、インバーターなどからなるシステム）とき電制御技術を組み合わせることで、海外の鉄道の整備・保有主体や

オペレーターに対して、消費電力の削減・き電の安定化などに訴求することが考えられる。

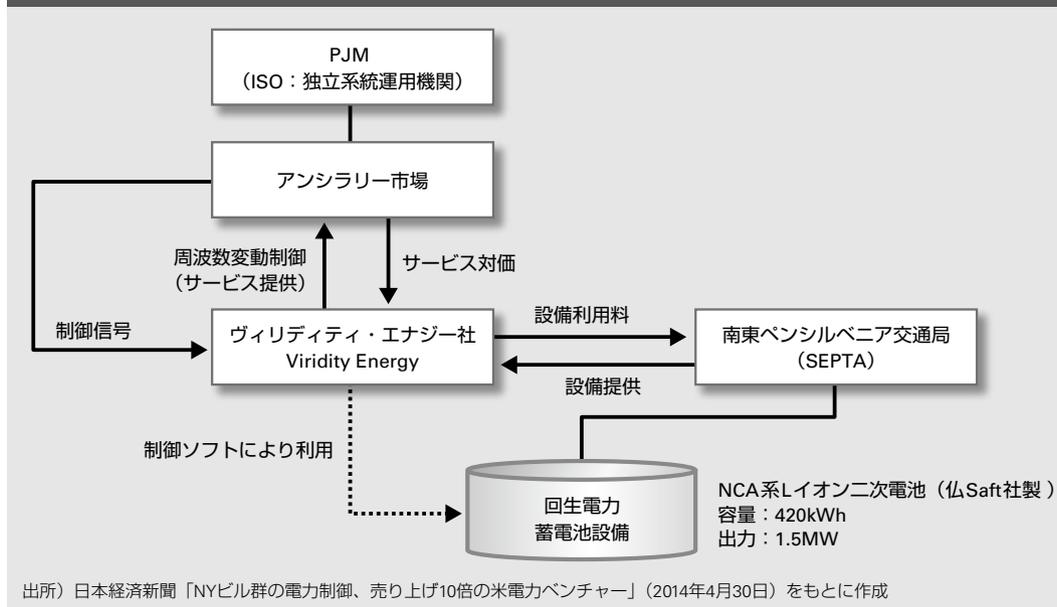
き電制御は、鉄道の路線に閉じた系の中で、電車の加減速によって瞬間的に電圧・周波数が大きく変動する電力ネットワークを安定運用するための技術である。この方向性は近年注目されているスマートグリッドの運用と共通であり、再生可能エネルギーによる不安定な電源が多数接続された状況とも符合する。

このため、電力市場の自由化が進展している欧米では、鉄道事業と電力事業とを融合させた新しいビジネスモデルも現出しており、日本企業によるこうした領域への海外展開も考慮に値する。

電力事業が自由化されている米国では、市場を通じて「電力」「容量」「アンシラリー」の3つの発電機能が供給されており、アンシラリー市場とは、電気の品質ともいべき周波数や電圧を適正な範囲に維持するためのものである。

米ヴィリディティ・エナジー社は、南東ペンシルベニア交通局（SEPTA）が、回生電力を充電するために設置した蓄電設備（リチ

図11 米ヴェリディティ・エナジー社と南東ペンシルベニア交通局（SEPTA）によるアンシラリービジネスモデル



ウムイオン電池：420kWh) を借り受け、独自の制御ソフトウェアを駆使して、市場に対してアンシラリーサービスを提供し対価を得ている（図11）。このように、海外市場では鉄道事業の周辺でも、日本企業が優位性を発揮できる領域が広がっている。

3 上下一体経営の日本の鉄道会社の強み

このように車両メーカーの差別化要素として、無線列車制御技術、CBMやき電制御を捉えると、技術開発や実用化に向けて鉄道会社の関与が不可欠であることが分かる。

前述の通り、欧州では、市場開放に伴う鉄道事業の上下分離により、技術開発を主導するのは車両メーカーであり、車両メーカーが技術を実用化するためには、鉄道試験線や認証機関を利用する必要があった。

一方、日本では、鉄道会社（オペレーター）が主導し、車両メーカーや信号メーカー

と協調して技術開発や実用化が進められていることから、こうした協力関係のもとで海外展開が実現できれば、欧州勢に対する優位性を発揮できるものと考えられる。

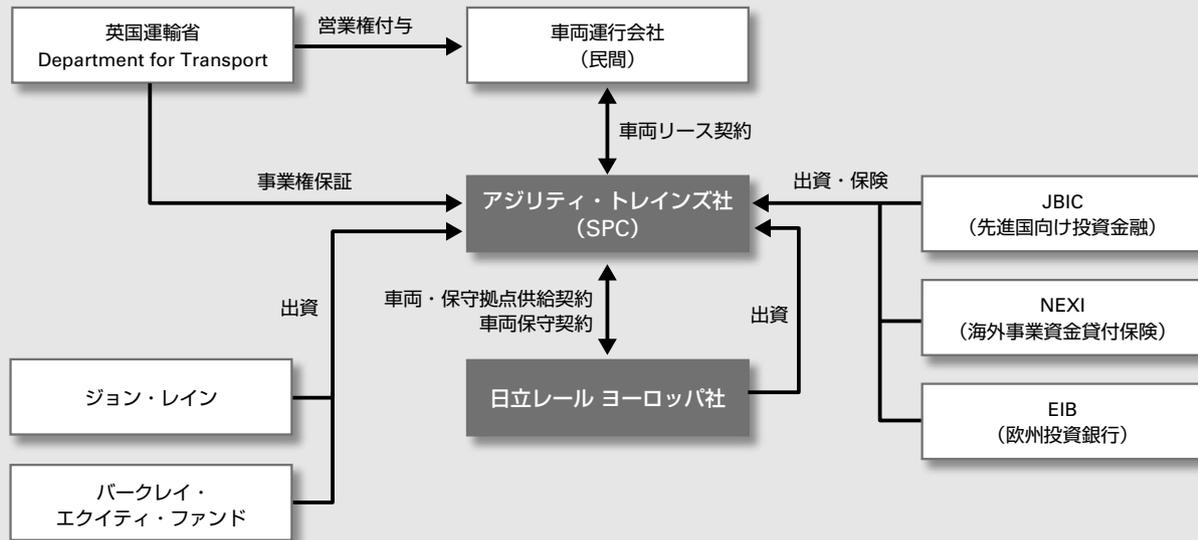
4 新たなビジネスモデルとしてのPPPの活用

(1) 車両のライフサイクルコストへの訴求

前述の通り、建設会社出自の企業によるPPP事業参入の動機の一つとして、工事の競争入札による価格競争の回避を指摘した。こうした動機は、車両メーカーにも共通であると考えられる。

前述した日立製作所による英国都市間高速鉄道（IEP）案件では、車両メーカーである日立の役割は、同社が設立した子会社（アジリティ・トレインズ社）を通じて、高速鉄道を運行する鉄道オペレーターに対し、運行に必要な車両を提供するサービス事業（オペレーションリース）である（図12）。このた

図12 英国都市間高速鉄道（IEP）のスキーム



出所) 日立製作所資料をもとに作成

め、日立の車両を調達し、管理・保有するのは、交通当局（PTA）ではなく、アジリティ・トレインズ社であることから、車両の競争入札は回避されている。

また、日本の車両の価格が高いとされるのは、欧州メーカーとの商慣習の違いにも起因しているといわれる。日本メーカーは、前述のように鉄道会社と一体的に車両開発を行い、納入後に生ずる故障などについても補償期間にかかわらず無償で対応するケースが多く、そうした機会を通じてさらなる技術の蓄積を図ってきたという側面がある。一方、欧州の車両メーカーは、車両の納入価格を低く抑え、不具合や故障が生じた場合の修理代や保守料を請求するのが一般的であるという。このため、ユーザである鉄道オペレーターにとって、車両の購入費用と修理・保守にかかる費用を合わせたライフサイクルコスト（LCC）で評価した場合には、日本の車両の

方が優れている場合もあり得る。

日本の車両メーカーは、これまで競争入札の場面で、競合である欧州勢に対して価格面で苦戦していたことからこうしたスキームによるメリットは大きい。

このスキームでは、車両の性能が優れ、適切なメンテナンスによりLCCが低く抑えられれば、子会社の利益につながることから、その利益は、親会社に還元されることになる。

(2) 車両調達に付随する

拠点施設建設ニーズへの対応

鉄道の車両調達をめぐっては、相手国側が車両の現地生産を求めることがある。これは北米・中南米のように外国製品の輸入を制限するための枠組みが制度化されているケースや新興国が新たな産業分野の誘致・雇用対策の一環として個別に要請する場合もある。

こうしたニーズに応えるためには、納入す

図13 欧州主要企業の海外生産拠点の例（西カフ社の海外生産拠点）

概要	名称	CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles SA)
	設立	1917年
	所在地	ベアサイン (スペイン)
	総資産 (2014/12)	2,963百万ユーロ (3,850億円) 〔うち純資産など749百万ユーロ (973億円)〕
	CEO	Jose Maria Baztarrica Garijo (President)
	従業員数	8,206人 (2014年)
	事業内容	車両製造
財務指標	売上 (2014/12)	1,447 百万ユーロ (1,881億円)
	EBITDA (2014/12)	170 百万ユーロ (221億円)
	純利益 (2014/12)	60 百万ユーロ (78億円)

注) 1ユーロ=130円 (2015/10)



る車両を現地で生産するための工場を建設する必要がある (図13)。

新興国ではないが、前述した日立製作所による英国都市間高速鉄道 (IEP) 案件も工場を英国北部ダーラム州に建設することが事業の目玉ともなっている。このPPP事業には、建設会社出自の英ジョン・レイン (John Laing) が出資し、工場建設を担っている。同社は、仏ヴァンシと競合関係にある企業である。

前述した、伊NTVの例では、オペレーターとしての同社のおもな資産は高速車両である。しかし、参入に際して、走行する線路に隣接する用地を取得し、高速車両の格納・メンテナンスのための大規模な拠点施設を自前で建設する必要があった。さらに、列車が本線に立ち往生した際に救出に向かう気動車を複数箇所配置するための施設建設にも費用を要したという。

このように、車両の調達をめぐっても、建

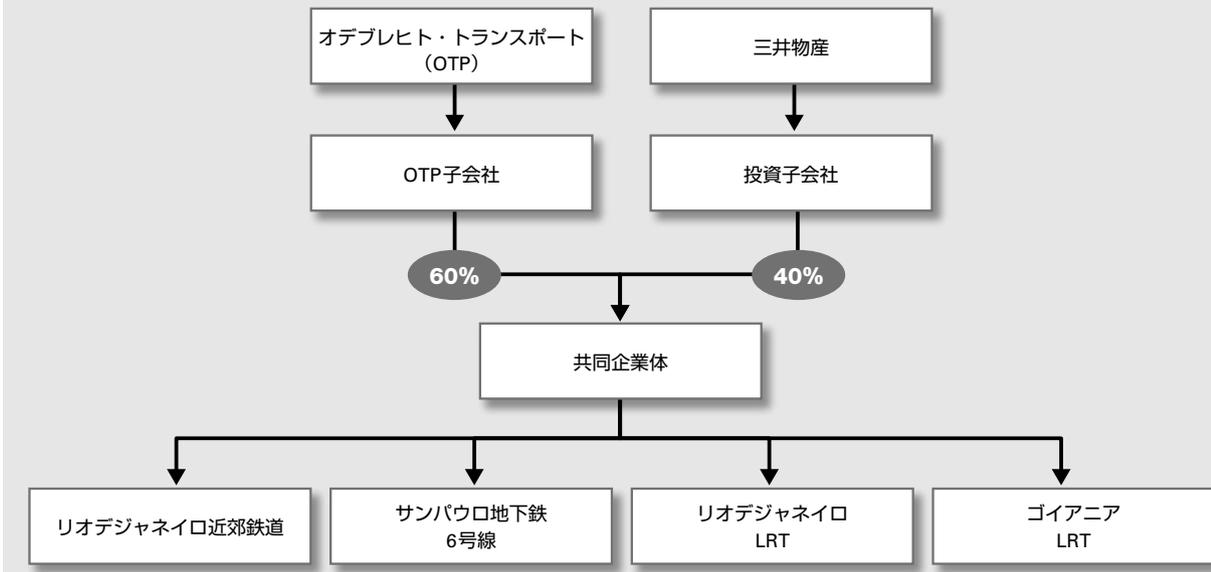
設工事の受注を企図する企業をパートナーとして、工場や拠点施設への投資を伴うことでPPPの案件形成を確実にできれば、車両メーカーやオペレーターにもメリットがある。

(3) 車両メーカー・オペレーター主導のPPP案件形成

新規路線で線路の整備・保有が民間に求められる案件は、建設会社出自の企業が主導する傾向にあった。総事業費の大半は、土木・建設工事が占め、車両の調達費用はごく一部であることから、PPPへの出資を通じて事業の主導権を車両メーカーが握ることは割が合わない。また、民間主体が負うリスクの範囲に、線路や土木施設の整備・保有が含まれず、資産の大半が車両である場合には、建設会社出自の企業にとって参画する意味がない。

そうした中、英国都市間高速鉄道 (IEP)

図14 三井物産によるブラジルでの交通事業



出所) 同社資料

案件の事例に加え、三井物産によるブラジルでの都市交通事業のように、車両メーカーやオペレーターがPPPを主導し、建設会社がそれに参画するというパターンの事業も見られるようになってきている。

三井物産はブラジルにおいてオペレーターが主導するPPPへの転換を図った。同社は、交通インフラを保有・運営する現地企業オデブレイト・トランスポート社 (OTP) との共同企業体を結成して交通コンセッション事業に参画し、リオデジャネイロ近郊鉄道など4路線を共同で運営する (図14)。同社は、2007年にはサンパウロの地下鉄4号線に出資参画していたが、鉄道オペレーターとしての本格参入は当該案件が初となる。

同社の取り組みで特徴的な点は、建設会社主導の既存のPPPの枠組みで鉄道運営事業を行うのではなく、従来からの新興国でのビジネス展開を通じた現地企業とのネットワーク

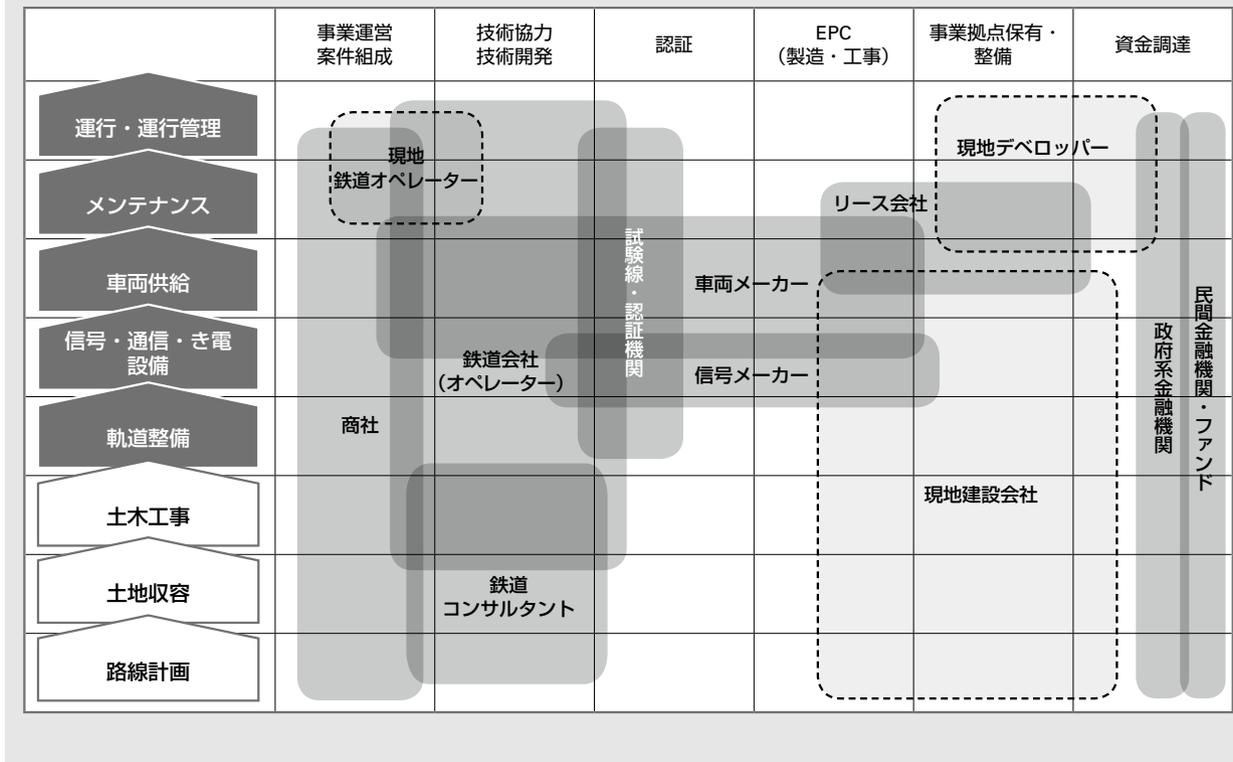
を活用し、案件形成において政府との交渉を主導したことである。同社は、案件を組成するために、PPPの制度設計そのものから政府に提案し、当該案件における官民のリスクシェアとして運賃収入の段階的な補償スキームを取り付けた。

5 日本勢による 新興国への展開シナリオ

車両メーカーを起点に日本企業の海外展開の仮説を述べたが、車両メーカーが必要とする差別化要素を実現するために、日本の鉄道会社や商社などとの連携によるPPP組成の可能性が見えてくる。

日本の鉄道会社、車両メーカーが、ネットワーク技術や車両開発を通じた国内での連携を強みとし、価格競争を避け、技術の優位性が還元されるようなPPPによるスキーム (図12、図14) を伴って、新興国を中心とす

図15 日本勢によるPPP組成（リスクシェア）のイメージ



る新規路線案件に進出することが期待される（図15）。

なお、PPPの組成に際しては、日本の鉄道オペレーターや車両メーカーが、事業投資に強みをもつ商社やファンドと連携するとともに、日本の政府系国際金融機関の支援策を活用することが有効である。工事を担うパートナーとしては、現地の建設会社などが対象となる。

さらに、冒頭に示した、ビッグ3を起点とした欧州の動向は、欧州のTier 2クラスの企業をめぐる業界再編に波及しつつある。このため、日本企業にとっては、ニッチなコア技術の蓄積をもつ中堅企業や欧米で一定のマーケットシェアをもつ中堅企業との連携をも視野に入れたダイナミックな事業展開が期待さ

れる。前述した日立製作所による伊フィンメカニカグループ傘下企業の買収も、その萌芽であるといえる。

なお、欧州中堅企業との連携が、日本企業にとっての海外展開に有効な戦略である一方で、グローバル市場での新たな脅威となりつつある中国にとってもそれは同様である。グローバル規模での鉄道インフラ市場の再編を日本企業が主導するためにも、スピード感をもった対応が求められる。

注

- 1 「新幹線が中国に連敗」（BSフジ「プライムニュース」2015年10月12日）での山際大志郎前経済産業副大臣の発言
- 2 日本の川崎重工業も提携関係を構築している

- 3 過去には、同社は中国企業への身売りの可能性が報じられていたが、2015年6月末には中国中車はこの可能性を否定している
- 4 経済産業省(2010)『産業構造ビジョン2010』経済産業調査会
- 5 スペインや東欧など、標準軌(軌間1435mm)とは異なる規格が採用されている路線がある
- 6 英仏海峡を結ぶユーロスター、フランスとベルギー、オランダ、ドイツを結ぶタリス(Thalys)、フランスとイタリアを結ぶTGVのように、以前から専用車両により直通運転が実施されていた例もある
- 7 日本の旅客鉄道で一般的な動力分散方式(客車の一部にも動力を配する方式)も有効である
- 8 European Train Control System
- 9 European Railway Traffic and Management System
- 10 Communications-Based Train Control
- 11 Positive Train Control System
- 12 バレンシエンヌ(仏)、ヴェリム(チェコ)、ヴィルデンラート(独)などに試験線を併設するセンターがある
- 13 『総合交通システム検証施設MIHARA試験センター開設』のご紹介『鉄道車両工業』472号
- 14 同社が導入した仏アルストム社製新型車両AGVは、ヴェリム(チェコ)の試験センターで走行試験・認証を実施したが、イタリア国内向けの適合性評価については、イタリアの営業線で実施された
- 15 「シーメンス納期遅れの失態 揺れるドイツ高速鉄道」日本経済新聞(2012年11月28日)
- 16 Delegation de Service Public
- 17 近年、仏オルレアンのコンセッションが更新のタイミングでトランスデヴからケオリスに変更となった例がある
- 18 アリヴァ(Arriva)は、バスや鉄道を運行する英国のオペレーターだが、2010年にドイツ国鉄(DB)傘下となった
- 19 Condition Based Maintenance
- 20 Time Based Maintenance
- 21 Advanced Train Administration and Communications System
- 22 JR東日本では、ATACSの開発・実用化を進展させる一方、常磐緩行線で仏タレス(Thales)からのCBTC導入も進めている
- 23 東海旅客鉄道「車両の機器データを活用した新しいメンテナンス体制の確立について」(2015年5月28日)
- 24 東京メトロや京王電鉄で導入実績がある

参考文献

- 1 秋月将太郎他「海外の『鉄道オペレーター』との連携を通じた国内鉄道会社の海外事業展開シナリオ」『知的資産創造』2010年7月号
- 2 秋月将太郎「き電制御・回生失効対策を起点としたアンシラリービジネスへの展開」『JR gazette』2015年1月号
- 3 江崎康弘「グローバル鉄道事業へ活路を見出す日本企業の事業戦略——日立製作所の事例を中心に——」『社会科学論集』埼玉大学経済学会、2014年
- 4 中村英夫『列車制御——安全・高密度運転を支える技術——』オーム社、2011年
- 5 野中郁次郎他『アジア最強の経営を考える——世界を席卷する日中韓企業の戦い方』ダイヤモンド社、2013年
- 6 半田康紀「欧州鉄道事情——自由化を契機に拡大する欧州鉄道網の現状と展望」『鉄道 車両輸出組合報』No.237、2008年
- 7 平尾裕司「無線を利用した列車制御システムの世界の動向」『JR EAST Technical Review』No.43、2013年
- 8 平野雄一・土橋 喜「世界の高速鉄道需要と日本の輸出戦略(1)」『愛知大学国際問題研究所紀要』138号、2011年
- 9 平野雄一・土橋 喜「世界の高速鉄道需要と日本の輸出戦略(2)」『愛知大学国際問題研究所紀要』139号、2012年
- 10 堀 雅通『現代欧州の交通政策と鉄道改革——上下分離とオープンアクセス』税務経理協会、2000年
- 11 横山 淳「鉄道におけるイノベーション——ICT

を活用したメンテナンス革新のプラットフォーム——」『JR EAST Technical Review』No.48、2014

著者

秋月将太郎（あきづきしょうたろう）

グローバルインフラコンサルティング部上級コンサルタント

専門は運輸・交通（鉄道・航空）、不動産分野を中心とした、事業戦略立案、計量的アプローチ・立地分析を取り入れた将来需要予測・戦略立案

又木毅正（またきたかまさ）

グローバルインフラコンサルティング部上級コンサルタント

専門はインフラ・産業機械分野における事業戦略・業務改革。特にインド・ASEANにおけるM&Aを活用した海外展開

中村圭輔（なかむらけいすけ）

グローバルインフラコンサルティング部主任コンサルタント

専門はエネルギー・重電分野における事業戦略・実行支援。最近では、ASEANを中心とする海外市場の参入戦略や成長戦略の策定プロジェクトに注力

辻村 翔（つじむらしょう）

グローバルインフラコンサルティング部副主任コンサルタント

専門はインフラビジネス、経営戦略・事業戦略立案。特に海外展開に向けた市場分析・戦略立案

伊藤伸之輔（いとうしんのすけ）

経営革新コンサルティング部コンサルタント

専門は交通・物流を中心としたインフラ関連分野における市場分析・事業戦略策定