

< 論文 >

DMV（軌陸両用車）を活用した地方公共交通の持続性に関する研究
～阿佐海岸鉄道阿佐東線での DMV 実用導入について～

A Study on the Sustainability of Regional Public Transport Using
DMVs (Railway and Road Amphibious Vehicles) —About the practical
implementation of DMV on the Asa East Line of Asa Coast Railway—

埼玉学園大学 経済経営学部経済経営学科 藤 井 大 輔

Professor, Department of Economics and Business Administration, Faculty of Economics and Business
Administration, Saitama Gakuen University

Daisuke FUJII

ABSTRACT:

A number of ways have been put into practice to make railway operations more cost-effective and sustainable. In addition to these, there is also a method of practical introduction of railway and road amphibious vehicles “DMV” (Dual Mode Vehicle). This paper summarizes the discussion of the introduction of DMVs on the Asa East Line of the Asa Coast Railway, which started commercial operation in December 2021, and consider how the business situation changed in a short period of time from commercial operation. Through this study, the paper examines whether DMVs can be introduced to railway lines nationwide, not only from the standpoint of economic rationality, but also from the standpoint of social significance, and discusses the conditions under which DMVs can be introduced. On the Asa Coast Railway, there has more than doubled passenger revenue. However, it is not easy to introduce DMVs nationwide due to the high initial cost of introducing DMVs and the technical barriers that prevent them from being mixed with the railway business.

キーワード：持続的な地方公共交通、DMV（軌陸両用車）、経済合理性、社会的意義、イニシャルコストの高さ、技術的障壁

Keywords: sustainable regional public transportation, DMV (Dual Mode Vehicle), economic rationality, social significance, high initial cost, technical barriers

1. はじめに

1) 問題意識

1980 年度初に 27,612.4km を擁した日本の鉄道網(普通鉄道・軌道)は、新幹線網・都市鉄道網を中心に 3,252.6km 延伸した一方で、地方ローカル線を中心に 2,847.9km (日本国有鉄道経営再建促進特別措置法(国鉄再建法)に基づく日本国有鉄道(国鉄)特定地方交通線の変換 1,350.7km を含む)が廃止された(表 1)。また、豪雨・地震被災などによって長期間不通になっている鉄道路線も全国各地にあり、その延長は 422.9km に及ぶ(表 2)。

これまで廃止された鉄道路線の経緯をたどると、沿線住民は、地域衰退などを危惧して、鉄道廃止に少なからず抵抗を示すことが多い。その撤退コストや再開コストの高さから、廃止されれば容易に再開できないこともその抵抗の一因になっている。

表 1 1980 年度から鉄道網の開業・廃止

開業		廃止	
新幹線	1,661.3km	特定地交線	1,350.7km
新幹線以外	1,516.4km	上記以外	1,446.9km
軌道	74.9km	軌道	50.3km
合計	3,252.6km	合計	2,847.9km

出典：国土交通省『鉄道統計年報』より筆者作成。

確かに、鉄道事業は大量輸送に適した交通手段であり、大量輸送に適わぬ輸送環境に変化した場合には廃止されるのが経済合理性に合っている。しかし、上記のような抵抗や鉄道事業があることによる社会的意義の大きさから、経済合理性だけで鉄道事業の存廃を判断するのは難しい。

これまでも、鉄道事業をより低コストで持続的に営業できる方法がさまざまに実用化されてきた。情報通信技術 (ICT: Information and Communication Technology) 活用・デジタル化による従事員数の合理化や列車集中制御装置 (CTC) の導入、レールバス・軽量気動車の実用化などである。2000 年代に入りこれらの手法に加えて、軌陸両用車「DMV」(Dual Mode Vehicle) が開発、実用化された。この DMV はそれまでの鉄道線路上しか走行できない鉄道車輛ではなく、道路上も走行できる 軌陸両用車という画期的な技術を実用化したのが最も大きな特徴である⁽¹⁾。DMV は鉄道車輛よりも軽量ゆえのランニングコスト軽減、自動車部品との共通化によるイニシャルコスト軽減だけでなく、鉄道沿線から少し離れた旅客輸送需要にも応じられる機動性を有していることから、存廃が議論になるような厳しい経営下にある地方ローカル線をより持続的な経営に改善し、社会的意義をより大きくできる可能性があり、持続的な地方公共交通を考

表 2 災害等による鉄道の長期不通区間 (2023 年 3 月 1 日現在)

路線名	区間	不通延長 (km)	不通期間	不通要因・再開見込み等
南阿蘇鉄道線	立 野 ～ 中 松	10.5	2016 年 4 月～	熊本地震。2023 年夏見込み
JR 根室本線	東 鹿 越 ～ 新 得	37.2	2016 年 8 月～	台風 10 号。富良野～新得廃止へ
JR 日田彦山線	添 田 ～ 日 田	37.7	2017 年 7 月～	平成 29 年 7 月九州北部豪雨。BRT 化
JR 肥薩線	八 代 ～ 吉 松	86.8	2020 年 7 月～	令和 2 年 7 月豪雨。見込みなし
くま川鉄道線	人吉温泉 ～ 肥前西村	5.8	2020 年 7 月～	同上。2025 年以後再開か
JR 陸羽西線	新 庄 ～ 余 目	43.0	2022 年 5 月～	国道トンネル工事。2024 年度まで
JR 磐越西線	喜 多 方 ～ 山 都	9.9	2022 年 8 月～	集中豪雨。2023 年 4 月 1 日再開
JR 米坂線	今 泉 ～ 坂 町	67.7	2022 年 8 月～	集中豪雨。見込みなし
JR 花輪線	鹿角花輪 ～ 大 館	37.2	2022 年 8 月～	集中豪雨。2023 年 4 月～5 月再開
JR 津軽線	蟹 田 ～ 三 厩	28.8	2022 年 8 月～	集中豪雨。見込みなし
JR 日南線	南 郷 ～ 志 布 志	35.9	2022 年 9 月～	台風 14 号。2023 年 4 月見込み
大井川鐵道線	家 山 ～ 千 頭	22.4	2022 年 9 月～	台風 15 号。見込みなし

出典：交通新聞社『JR 時刻表』、各メディアの報道より筆者作成。

える上で極めて注目すべきと考えられる。

そこで、本論では以下の構成でDMV（軌陸両用車）を活用した地方公共交通の持続性について論じる。先行研究を整理した上で、2.ではDMVの特徴をまとめる。3.では2021年12月に営業運行を始めた阿佐海岸鉄道阿佐東線でのDMV実用導入の経緯を整理し、営業運行から短期間であるが経営状況をどう変化させたかを考察する。そのうえで、4.では社会的意義を踏まえ、全国的なDMV展開、すなわち他路線での導入可能性を論じ、その可能性があるならばDMV導入可能の条件を探る。

2) 先行研究

DMVの先行研究は技術的な研究が多い。柿沼博彦[2007]、同[2008]、難波寿雄ほか[2009]、同[2011]は技術的な開発過程がまとめられている。一方、DMV実用化による地方公共交通の影響に関する先行研究は実用導入から日が浅いため多くないが、河合伸治[2022]がある。河合[2022]は本論と同じく阿佐海岸鉄道のDMV導入を取り上げ、地方交通におけるDMV導入の可能性を論じ、地域活性化のための投資としては十分意味があると評価する一方で、他地域での地方公共交通への導入は先行者利益が当然得られなくなるため、より慎重な判断を求めている。ただ、河合[2022]は、営業運行前の研究で営業運行の実績について論じられていない。

2. DMVの特徴

DMVは2002年に北海道旅客鉄道(JR北海道)が「コストの安い鉄道に変えられないか」というコンセプトの下、開発に着手したものである⁽²⁾。2004年に中古マイクロバス(日産シビリアン)を改造した第一次試作車「サラマンダー901」(定員34名)を開発した(図1)。

DMVの最大の特徴は、後輪駆動のマイクロバスの頭端・末端に鉄道線路走行用の鉄輪を搭載し、道路上では一般のマイクロバスと同じように、また鉄道線路上では鉄輪を軌条に下ろして鉄道車輛のように走行できることにある。DMVが鉄道線路上を走行するときは、車体頭端部から前ガイド鉄輪を軌条に下ろすと



図1 DMV 第一次試作車「サラマンダー901」
出典：NICHIGO。

もにゴムタイヤ前輪を浮かせ、車体末端部から後ガイド鉄輪を下ろし、軌条には前ガイド鉄輪、駆動輪であるゴムタイヤ後輪、後ガイド鉄輪の3軸が軌条に載線する。ゴムタイヤ後輪の内輪が鉄道狭軌の1,067mmとほぼ同じ輪間であり⁽³⁾、それを鉄道線路走行時の駆動輪としている。DMVの構造を図2に示す。

DMVのもう1つの大きな特徴は、モードチェンジに要する時間の短さである。道路から線路へのモードチェンジは、専用ガイドがついたモードインターチェンジで線路上に10秒～15秒程度で載線でき、車外で載線作業を担う要員も不要である⁽⁴⁾。線路から道路へのモードチェンジは、専用ガイドがついたモードインターチェンジだけでなく、踏切のような固い路盤があれば道路に出ることができ、前後のガイド鉄輪を車体に格納するのに10秒～15秒程度で済む。

JR北海道での開発は、2005年に排気ガス規制を達成した新型の日産シビリアンを改造した第二次試作車(911・912)が製造されたものの、車体重量から定員が16名にまで減った。それでも、2007年にはJR釧網本線・浜小清水～藻琴で乗客を乗せた試験的営業運行(旅行商品)が始まり、浜小清水～藻琴で釧網本線上を、藻琴～浜小清水では藻琴湖や濤沸湖を周遊する道路を走行した。

2008年にはトヨタ自動車の協力を得て、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)と共同開発したトヨタコースターをベースに第三次試作車「ダーウィン」(920)製造までこぎ着け、第二次・第三次試作車を用いた北海道外での実証試験走行も実

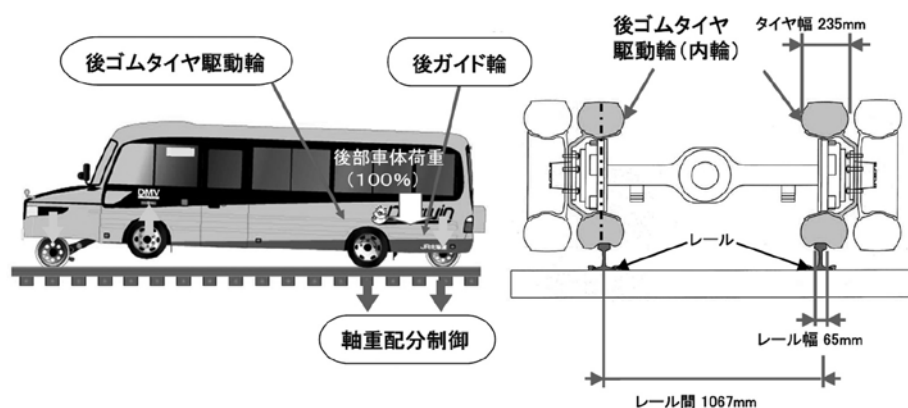


図2 DMVの構造

出典：第1回阿佐東線 DMV 導入協議会資料。

施された⁽⁵⁾(図3)。JR北海道は2015年にも本格的な営業運行開始を計画していたが、石勝線での特急列車出火事故(2011年)、函館本線での軌道検査データ改竄を起因とする貨物列車脱線事故(2013年)などの事故対策への注力、旅客輸送人員の減少による鉄道事業損益の悪化などから、2014年9月にDMVの導入を断念、翌2015年8月には自社でのDMV実用化そのものを断念する経営判断を下した。



図3 第三次試作車「ダーウィン」(920)

出典：NEXT MOBILITY 編集部。

JR北海道は実用化そのものを断念する経営判断が下したが、DMV開発過程でのデータ類を他事業者に提供する意向を示し、それに応じてDMV実用導入に向かったのが、徳島県と高知県をまたがる鉄道路線の阿佐東線を経営する阿佐海岸鉄道の筆頭株主(出資比率35.0%)である徳島県である。

3. 阿佐海岸鉄道阿佐東線でのDMV実用導入

1) DMV実用導入前の阿佐東線

阿佐海岸鉄道阿佐東線は、牟岐(徳島県)と後免(高

知県)を結ぶ日本鉄道建設公団建設線・阿佐線のうち海部～甲浦を引き継いだ8.5kmの路線である(図4)。日本鉄道建設公団が1974年から建設を進めていたが、1980年に国鉄再建法により工事が中断され、1988年に設立された第三セクター鉄道「阿佐海岸鉄道」が引き継ぎ、1992年に開業した。



図4 阿佐海岸鉄道阿佐東線

出典：国土地理院「地理院地図」を基に筆者作成。

阿佐海岸鉄道は典型的な国鉄特定地方交通線を転換した第三セクターローカル鉄道で、徳島県・高知県、沿線14市町村が8割超を出資している(図5)。

阿佐東線での旅客輸送人員は1992年度の176,893人から、2010年度には38,158人と開業時の4分の1以下(21.6%)に減少した(図6)。また、2012年度～20年度の阿佐海岸鉄道の経営実績を表3に示す。

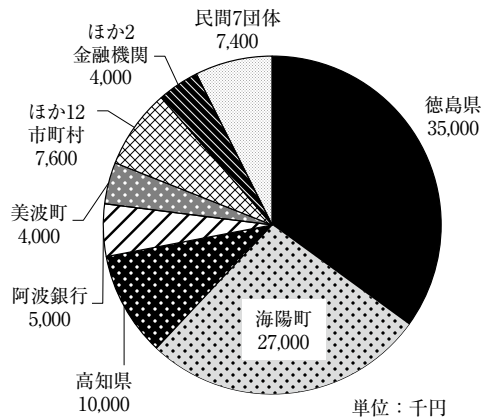


図5 阿佐海岸鉄道への出資

出典：阿佐海岸鉄道、国土交通省鉄道局監修[2022]『鉄道要覧』より筆者作成。

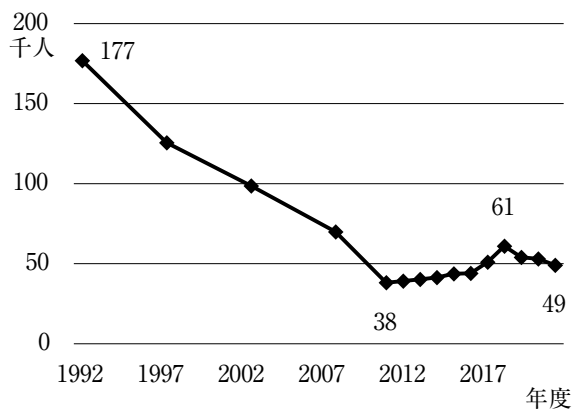


図6 阿佐東線の旅客輸送人員の推移

出典：国土交通省『鉄道統計年報』、第1回阿佐東線DMV導入協議会資料より筆者作成。

表3 阿佐海岸鉄道の経営実績

年度	鉄道事業収入	鉄道事業費用	全事業経常損益	当期損益
2012	9,591	81,170	- 63,334	204
2013	9,410	115,237	- 79,229	5,591
2014	12,194	82,777	- 56,474	- 6,654
2015	8,427	79,207	- 65,491	- 5,376
2016	8,488	70,950	- 50,974	- 1,154
2017	8,482	116,391	- 101,242	1,078
2018	11,112	92,275	- 74,415	- 1,095
2019	6,394	86,803	- 73,965	1,155
2020	7,659	102,394	- 91,031	1,832

単位：千円

出典：国土交通省『鉄道統計年報』より筆者作成。

表3中の9ヶ年度で鉄道事業収入は600万円台～1,200万円台、鉄道事業費用は7,000万円台～1億1,600万円台で推移し、特別損益などを加えた当期損益は

100万円台の赤字・黒字を繰り返している。当期損益が経常損益に比べて改善しているのは、沿線自治体からの「基金」で補填されているからである。すなわち、沿線自治体の基金からの補填なしには鉄道事業の存続はできないことを意味している。

2) 阿佐東線でのDMV実用導入

阿佐海岸鉄道の筆頭株主でもある徳島県は2010年代初めから、DMVの実用導入をきっかけに住民・利用者、事業者、行政の三者が一体となって地域公共交通を支える仕組みの構築を目指して、単なる鉄道廃止ではない身の丈に合った新しいシステムの導入を目指した。そこで、徳島県は以下の3点を目的の柱として四国旅客鉄道（JR四国）から牟岐線・阿波海南～海部を移管したうえで、2020年を目標に阿波海南～甲浦10.0kmでDMVによる鉄道事業を展開することとした。

- ① 阿佐東地域の活性化に貢献（①世界初、オンリーワンという好条件を最大限に活かす、②車輛自体が観光資源となり、新たな人の流れをつくり観光振興に大きく寄与）
- ② 地域公共交通の維持・充実に貢献（①阿佐海岸鉄道の経営改善：現行の気動車より燃費がよく維持費削減に期待できる、②シームレスな交通体系の実現：高齢化が進む地域に適応し地域公共交通の拡充が期待できる）
- ③ 防災面の強化（大規模災害発生時において残った線路と道路をつなぎ、支援チーム派遣や救援物資輸送などをいち早くできる）

阿波海南・甲浦両駅にモードインターチェンジを、海部・穴喰両駅にDMV用のホームをそれぞれ設置するだけでなく、トヨタ4代目コースターをベースとした定員23名、自重5.85トンの「DMV93形気動車」3輛を導入、DMV運行に新しく開発したDMV保安システムも導入した（図7）。このDMV実用導入に伴う費用は表4の通りである。

ここで注目するのは、DMV車輛費である。DMV93形気動車3輛が4億2,058万円であり、1輛あたり1億4,019万円となる。DMVを開発していた2007年



図7 DMV93 形気動車（阿波海南信号場でのモードチェンジ）

出典：筆者撮影。

表4 阿佐海岸鉄道での DMV 実用導入費用

車輛費（DMV93 形気動車 3 輛）	420,583
駅舎改築（4 駅）	482,692
信号保安装置（DMV 保安システム） 阿波海南～海部の譲受	691,164
安全証明	37,561
合計	1,632,000

単位：千円

出典：第 10 回阿佐東線 DMV 導入協議会資料、ヒアリングより筆者作成。

当時、JR 北海道の推定では旧国鉄キハ 40 形気動車と比較して、車輛費が約 7 分の 1 に、車輛保守費も年間 100 万円程度と見込まれていた（藤井大輔 [2007]）。DMV93 形気動車が 1 輛あたり 1 億 4,019 万円は、ほぼ鉄道車輛と同じ価格と言ってよい。DMV93 形気動車のベースであるトヨタコースターは新車で 600～700 万円程度であり、20 倍の価格差がある。また、DMV が鉄道列車運行時に防護するに必要な、自列車位置検知や情報伝送、進出手続・閉塞制御、自動列車停止に関するシステムを新たに整備し、JR 四国より譲受した阿波海南～海部の譲渡費用約 2 億 9 千万円を含め 6 億 9,116 万円を要した。

なお、鉄道事業で用いる軽油は軽油引取税の免税措置を受けられるが⁽⁶⁾、DMV では車体のタンクが分けられないので、鉄道として走行した分を含めて課税されている。また、減価償却（耐用年数）も、鉄道車輛（内燃動車）11 年、乗合自動車 5 年と異なっているが、鉄道車輛として減価償却される⁽⁷⁾。

DMV の乗車は原則として事前予約制としており、

空席があれば予約なしで乗車できる。この事前予約は、工場の「発車オーライネット」を利用した高速乗合バスの予約方法とほぼ同じ方法で、会員登録の手続きをしたうえでクレジットカード決済を済ませる必要がある。

3) DMV 運行開始からの輸送実績

技術面での安全性を検証する必要がある、当初予定から遅れ 2021 年 12 月 25 日に DMV の営業運行が開始された。阿波海南文化村～阿波海南信号場（鉄道）甲浦信号場～道の駅穴喰温泉（海南穴喰線）で平日 13 往復、土曜・日曜・祝日に 10 往復、阿波海南文化村～阿波海南信号場（鉄道）甲浦信号場～海の駅とろむ（海南室戸線）で土曜・日曜・祝日に 1 往復、運行されている。2022 年 5 月までの輸送実績を図 8 に示す。図 8 中の「経営改善計画」（感染症禍前に策定）数値目標での一日平均旅客数は年間 7 万 5 千人の目標値を日数で除した約 205 人である。2021 年 12 月や 2022 年 5 月の大型連休は開業当初の「初乗車需要」があったものと考えられる。ただ、2022 年 2 月を中心に一日平均旅客数が低調となった。これは、COVID-19 感染症禍による外出抑制の影響も強く効いたと考えられる。

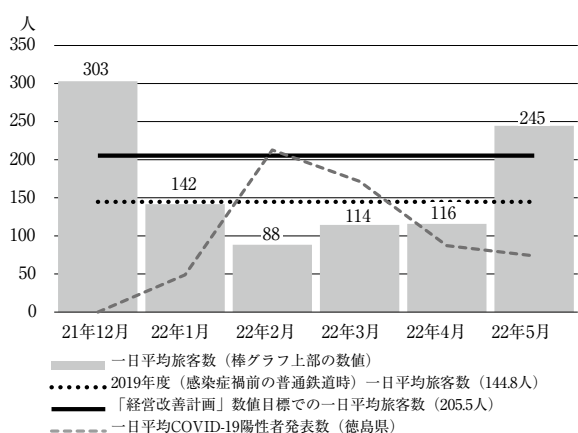


図8 阿佐東線での DMV 輸送実績（2021 年 12 月～22 年 5 月）

注：2021 年 12 月は 25 日から、2022 年 5 月は 8 日までの数値。

出典：第 10 回阿佐東線 DMV 導入協議会資料、阿佐海岸鉄道 [2022] より報告者作成。

徳島県へのヒアリング⁽⁸⁾によれば、2022年12月24日までの1年間の乗車人員は42,894人（一日平均約118人）、同年11月までの旅客収入（企画きっぷの収入を含まず）は3,041万円を記録した。単純に比較できないが、この一日平均旅客数約118人は2019年度の「感染症禍」前の普通鉄道時の一日平均旅客数（約145人）、感染症禍前に策定した「経営改善計画」数値目標での一日平均旅客数（約205人）に及ばない。しかし、DMV 実用導入前9ヶ年度の鉄道事業収入が最高で1,219万円だったこと（表3）からおおよそ2.5倍に旅客収入を増やしたことになる。徳島県へのヒアリングでは、旅客収入がおおよそ2.5倍に増加したのは、地域外からの観光目的、DMV を目的として全区間を乗車する旅客が多かったと、その増加要因を分析している⁽⁹⁾。加えて、前述のように土曜・日曜・祝日には1往復が道の駅東洋町から南下し室戸岬を経由して海の駅とろむまで運行されており、阿波海南文化村～道の駅穴喰温泉（通常運行）の大人運賃800円に対し、阿波海南文化村～海の駅とろむの大人運賃は2,400円であり、道路も走行できるDMV を最大限に活かした旅客収入増加策が功を奏していることも窺える⁽¹⁰⁾。

4. DMV の全国的な展開の可能性

本論では、2021年12月に実用化、営業運行を始めた阿佐海岸鉄道阿佐東線でのDMV 導入の議論を整理し、営業運行から短期間であるが経営状況をどう変化させたかを考察した。短期間ゆえに十分なデータが揃っていないが、徳島県が掲げたDMV 導入の3つの目的がどれほど達成されているかを論じる。そのうえで、全国的なDMV 展開、すなわち他路線での導入可能性、その可能性があるならばDMV 導入の条件について論じる。

1) 沿線活性化・観光振興

COVID-19 感染症禍による外出抑制の影響があったとはいえ、2021年12月の運行開始からの1年間で乗車人員は4万人を超え、一日平均約118人を記録した。確かに、感染症禍前（2019年度）の普通鉄道時の一日平均旅客数（約145人）、「経営改善計画」数値目標

での一日平均旅客数（約205人）に及んでいない。しかし、徳島県へのヒアリングから、徳島県が実施したアンケート調査では関東・関西からの来訪者がそれぞれ約2割を占めていることが明らかとなり、世界初・オンリーワンという条件を活かして、車輛自体が観光資源となり、新たな人の流れをつくり、阿佐東地域の活性化に貢献するという目的は、ある程度達成したといつてよい。

その一方、旅客輸送人員が劇的に増えていないので、利用者による観光消費そのものは増えていない可能性もある。現状では、単に世界初・オンリーワンの車輛自体が観光資源となっているだけといわざるを得ない。だが、DMV 利用者の大半が阿佐東地域外からの流入観光客であることから、DMV 乗車を第一の来訪目的とした観光客に対して阿佐東線沿線での消費活動を誘発できれば、阿佐海岸鉄道でのDMV 営業運行の社会的意義はより大きくなる。すなわち、第一来訪目的のDMV 乗車の予約と阿佐東線沿線の宿泊施設や観光施設の予約をワンストップで完了できるような旅行商品を提供できるようになれば、宿泊を含めた食事や観光を通じた活性化につながる。この活性化策によって宿泊・観光施設の雇用増などから、税収の増加につながり、阿佐海岸鉄道への財政支援軽減も加わり、徳島県が掲げたDMV 実用導入の目的の1つである阿佐東地域の活性化、観光振興に好循環となってつながっていく。こういった施策の実施が早急に求められる。

2) 阿佐海岸鉄道の経営改善

COVID-19 感染症禍による外出抑制の影響があったとはいえ、前述のようにDMV 運行開始からの旅客収入が3,041万円と、DMV 実用導入前9ヶ年度の鉄道事業収入の最高値に比べておおよそ2.5倍増やした。年間を通してDMV を運行した初年度に当たる2022年度の阿佐海岸鉄道の決算では、営業収益2,944万3千円、営業費用1億6,591万4千円、経常損益は8,667万3千円の赤字、補助金・国庫補助金等の特別損益を含めた当期損益は235万2千円の黒字決算だった。表3のDMV 運行開始前の経営実績と比べて、経常損益は改善されていない。確かに、旅客収入が柱である営業

収益は2,944万3千円とDMV運行開始前に比べて倍以上に増やした。しかし、営業費用が1億6,591万4千円とDMV運行開始前に比べて大幅に増えた。DMV運行の経費がかかるならば、経営改善に向けては旅客収入が柱の営業収益を増やす以外に方法はない。

3) 防災

徳島県が掲げたDMV導入の3つ目の目的が防災面の強化である。阿佐東地域は想定される南海トラフ巨大地震による大津波に襲われることが考えられ、発震後いち早く高台に避難しなければならない。阿佐東線はほとんどが高架線路で、大津波による致命的な被害は考えにくい。そこで、大規模災害発生時において残った線路と道路をつなぎ、支援チーム派遣や救援物資輸送などをいち早くできるというのが徳島県の考えである。確かに、東日本大震災では三陸鉄道が復旧させた区間でいち早く復旧列車を運行した。仮に阿波海南駅まで貨物列車で救援物資を運んだとしても、DMV区間を通じて徳島県海陽町(穴喰)や高知県東洋町(甲浦)に救援物資を運ぶにも、例外的措置がない限り人手を要するDMVへの載せ替えが生じる。そもそもDMVは貨物輸送を想定していない。自衛隊の災害派遣の場面でもDMVを活用することは相当難しい。したがって、大規模災害発生時にDMVを活かすのは現実的ではないといわざるを得ない。

4) DMVの全国的な展開の可能性

上述では、徳島県が掲げたDMV導入の3つの目的がどれほど達成されているかを論じた。ここでは、それらの達成度の検討を踏まえ、全国的なDMV展開、すなわち他路線での導入可能性、その可能性があるならばDMV導入の条件について論じる。

第一に、沿線の活性化・観光振興である。阿佐海岸鉄道の「経営改善計画」数値目標に及ばない一日平均旅客数であり、旅客輸送人員そのものが増えることで沿線の活性化につながっているとは言い難い。ただ、DMV自体が観光資源となり、新たな人の流れをつくり、阿佐東地域の活性化に貢献するという目的は、ある程度達成したといつてよい。DMV運行が阿佐東線

沿線の活性化にある程度貢献できたから、DMVの全国的な展開が可能かというのは次元の異なることである。観光振興を含めた沿線の活性化を目的とせず、利便性の向上を通じた地方公共交通の拡充という面では、駅での鉄道・バス乗換えをなくしたシームレスな交通体系を実現できる。JR北海道でDMV開発を長く主導してきた柿沼博彦氏は「鉄道から離れた集落まで、道路でお客さんを迎えに行き、鉄道を利用して中核都市まで往復してもらおう」という考えの下で開発を担ってきた。まさに、これは持続的な地方公共交通の拡充であり、DMVがその有効な手段の1つであることを示している。

次に、鉄道事業者の経営改善である。年間を通してDMVを運行した初年度に当たる2022年度の阿佐海岸鉄道の経常損益は8,667万3千円の赤字となり、旅客収入は大幅に増加したものの経常損益は改善されていない。これでは、「DMVを導入することで経営改善が図られるので、全国的に展開すべきである」とはいえない。

仮に、経常損益が改善される見通しがあっても、DMV展開は不利と考えられる。これは、高額な初期費用、鉄道事業と混用できない技術的なハードルに起因する。阿佐海岸鉄道阿佐東線では10.0kmの鉄道路線にDMVを実用導入するために、車輛費、駅舎改築、DMV保安システムなどに合わせて約13億4,200万円かかった(阿波海南～海部の譲受費を除く)。鉄道車輛と比べて安価になると期待された車輛も1輛1億円を超し、鉄道車輛と同価格帯である。加えて、多くの鉄道路線でDMVを実用導入しようとしても、朝夕の通勤・通学時間帯は鉄道車輛で、日中の閑散時間帯はDMVでというような、同一線路上で鉄道車輛とDMVを混用させることができない。一般的な普通鉄道は軌道に電気信号を流す「閉塞」という方式で、その閉塞区間に1列車しか進入させず誤って進入した場合でも自動的に停止する自動列車停止装置を使って運行の安全を担保している。一方のDMVは閉塞に反応しないことから閉塞によって制御される鉄道信号機、踏切警報機、自動列車停止装置が使用できず、それらに代わる保安装置として車軸パルスセンサーや全地球

測位システム（GPS：Global Positioning System）アンテナなどを用いた新しい DMV 保安システムを導入し、閉塞による保安装置を用いていない。この障壁を解消するにも技術開発が必要であり、その費用も決して小さいものではない。

最後に、防災である。阿佐海岸鉄道阿佐東線と同じように、たとえ海岸沿いの路線でも高架橋であれば大津波に襲われることなく、大規模災害後に活用できる。ただ、それが DMV である必要はなく、海岸沿いの高架鉄道は極めて限られている。したがって、防災能力の向上を目的として DMV を全国的に展開するのは事実上不可能である。

5. おわりに

ほかの鉄道路線で DMV を営業運行に用いるなどの展開の可能性は極めて難しいといわざるを得ない。しかし、沿線人口の長期的な減少から、朝夕のラッシュ時を含めて DMV で旅客輸送需要をまかなえるような鉄道路線には導入可能性が低くない⁽¹¹⁾。ただ、DMV でもまかなえるような旅客輸送需要に対して鉄道路路を用いる DMV が必要かどうか、バス転換を含めた選択肢において社会的意義も含めて持続的な地方公共交通の議論を深めていく必要がある。

本論冒頭で述べたように、鉄道事業は大量輸送に適した交通手段であり、大量輸送に適わぬ輸送環境に変化した場合には廃止されるのが経済合理性に適っている。その一方で、鉄道事業を廃止すれば容易に再開できない。DMV は鉄道路線というインフラストラクチャーを活かす1つの手段であることは間違いない。ただ、持続的な地方公共交通を確保するための手段は DMV に限られない。鉄道事業を廃止した鹿島鉄道・日立電鉄、東日本大震災や平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害で線路が流失した JR 大船渡線・気仙沼線、JR 日田彦山線では、バス高速輸送システム（BRT：Bus Rapid Transit）が採用され、線路敷をアスファルト舗装した専用道で一般の乗合バスが運行されている。つまり、DMV ではなく BRT が採用されている鉄道廃線の経緯やその多さからは、持続的な地方公共交通を確保するのに DMV より BRT が有利な状況にある

といえる。この DMV が BRT に比べ不利な状況を覆すような収支改善の仕組みづくりがない限り、この状況は変わらない。

2007 年に成立した地域公共交通の活性化及び再生に関する法律では、DMV を念頭にした「新地域旅客運送事業」の法整備が進められ、DMV がほかの鉄道路線でも営業運行に用いられる素地は整っている。DMV 導入時の高額な初期費用、鉄道事業と DMV を混用できない技術的なハードルを解消する方策を検討することに加え、鉄道事業者単独ではなく地域全体の協働として沿線活性化・観光振興の方策を探り、持続的な地方公共交通の有効な交通手段の1つとして、DMV 導入の社会的意義をより高めていく仕組みづくりがなにより必要である。

最後に、本論で残した研究課題を述べる。阿佐海岸鉄道阿佐東線での DMV 営業運行が始まって短期間であり、軽量の DMV が線路を痛めにくい特徴から保線などの線路保存費・電路保存費が普通鉄道時と比べてどれほど抑えることができるか、中・長期的な費用については明らかにできなかった。また、開発・試作過程では安価になると考えられていた DMV が1輛1億円と鉄道車輛と遜色ないほどの車輛費となった原因を探る必要もある。これらが、今後の研究課題である。

謝辞

本論は、国際公共経済学会第 37 回研究大会（2022 年 12 月）において報告したものである。討論者を務めていただいた福田晴仁先生（桃山学院大学）、本論執筆にあたりヒアリングに応じていただいた徳島県県土整備部次世代交通課鉄道活性化担当中本雅清課長補佐、査読された匿名レフリーの方々には、記して感謝申し上げる。なお、本論に残された誤謬はすべて筆者の責に帰する。

注

- (1) 鉄道保線用に軌陸車が存在するが、旅客輸送を目的としたものではない。
- (2) 国鉄は 1962 年に、当時の大型バスを車体ごと持ち上げて鉄道路線上に置いた鉄道走行用台車

に載せる試験用軌陸両用車「アンヒビアンバス」(043 形特殊自動車)を開発した。しかし、バスと鉄道走行用台車との着脱に機構上複雑な手順と手間を要することから、実用化には至らなかった。

- (3) マイクロバス車体のゴムタイヤ後輪は輪間をとくに加工することなく、内輪で鉄道狭軌の軌条に載線できる。ただし、ゴムタイヤは一般のバス用ゴムタイヤではなく特別注文品で、また後ガイド輪と軸重配分を制御するシステムを搭載する改造が施される。
- (4) 後述する阿佐海岸鉄道阿佐東線での営業運行では、運転士が安全に載線できたか車外を一巡して目視確認する。
- (5) 2012 年 2 月には、阿佐海岸鉄道阿佐東線・穴喰～牟岐(JR 牟岐線区間を含む)でも実証試験走行が実施された。
- (6) 乗合自動車事業では軽油取引税の免税措置がない。
- (7) 沿線自治体で構成される阿佐東線 DMV 導入協議会が積み立てた導入補助金で DMV を製作しているため、補助金の収入を DMV 製作費から減額し、減額額を圧縮損として計上して、収益金と相殺する圧縮記帳をしている。
- (8) 2023 年 3 月 3 日にオンライン会議システム「Zoom」を用いて、徳島県県土整備部次世代交通課鉄道活性化担当中本雅清課長補佐らにヒアリングを実施した。
- (9) 徳島県が 2022 年の大型連休に DMV 利用者を対象としたアンケート調査(回答 234 組)では、関東・関西からの来訪者がそれぞれ約 2 割を占めた。
- (10) 阿波海南信号場～甲浦信号場の鉄道区間は DMV 実用導入前の普通鉄道とほぼ同じ運賃だが、甲浦信号場～道の駅穴喰温泉・海の駅とろむの乗合バス区間は既存の乗合バス事業(徳島バス南部・高知東部交通)に影響を及ぼさないよう運賃が高く設定されている。
- (11) 阿佐海岸鉄道では通勤・通学利用が存在してい

るが、鉄道車輛でなく DMV でも十分に輸送できる旅客輸送量だったことも、阿佐海岸鉄道阿佐東線での DMV を実用導入できた要因の 1 つである。

参考文献

- 阿佐海岸鉄道、(<https://asatetu.com/>)
- 阿佐海岸鉄道 [2022]、「令和 4 年度～令和 8 年度地方創生・経営健全化計画」、(<https://asatetu.com/dmv/wp-content/uploads/2022/06/dca6a895448f63d79a1273719fb0c386.pdf>)
- 阿佐東線 DMV 導入協議会(徳島県土整備部次世代交通課鉄道活性化担当)資料、(<https://www.pref.tokushima.lg.jp/jigyoshanokata/kendozukuri/doro/2016063000039/>ほか)
- 柿沼博彦 [2007]、「地域の輸送需要に対応したサービスを目指して—DMV の導入に向けて」、『国土交通』、第 78 号、運輸振興協会、pp.30-31
- 柿沼博彦 [2008]、「DMV はイノベーション」、『日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集』(2008)、pp.2-3
- 河合伸治 [2022]、「地方交通における DMV 導入の可能性について —「阿佐海岸鉄道」の事例—」、『経済科学研究』(広島修道大学ひろしま未来協創センター)、第 26 巻第 1 号、pp.73-83
- グラフィック社編集部編 [2022]、『DMV パーフェクトガイド』
- 国土交通省、『鉄道統計年報』、(https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk6_000032.html)
- 国土交通省鉄道局監修 [2022]、『鉄道要覧』、電気車研究会・鉄道図書刊行会
- 国土地理院、「地理院地図」、(<https://maps.gsi.go.jp/vector/>)
- 網島洋一 [2009]、『走れ!ダーウィン JR 北海道と柿沼博彦物語』、中西出版
- 徳島県県土整備部次世代交通課 [2019]、「車と列車のハイブリッド!世界初の乗り物 DMV (デュアル・モード・ビークル) の導入について」、『四国運輸研究』、第 37 号、pp.18-21

難波寿雄・柿沼博彦・永井昭夫・今村紳彌・佐藤肇・
中田昌宏・児玉晋一・遠藤学・中村大輔 [2009]、
「デュアル・モード・ビークル (DMV) の概要」、『鉄
道技術連合シンポジウム (J-Rail) 講演論文集』、第
16号、pp.29-32

難波寿雄・永井昭夫・中田昌宏 [2011]、「DMV の技
術評価への取り組み」、『JREA』、第54巻第7号、
pp.36073-36076

NICHIGO、「DMV901形」、(<https://www.nichigo.jp/wordpress-dir/wp-content/themes/BootstrapBasic/Images/company/index5/josetusha/big/image068.png>)

NEXT MOBILITY 編集部 (2019)、「阿佐海岸鉄
道、道路・線路両用車を京都鉄道博物館で展示」、
(https://www.nextmobility.jp/economy_society/asa-kaigan-railway-both-road-and-railroad-cars-on-display-at-the-kyoto-railway-museum20191106/)

藤井大輔 [2007]、「DMV を用いた地方陸上交通体系
に関する研究」、『公益事業研究』、第59号第4号、
pp.17-25