

システム技術開発調査研究

14 - R - 9

平成 14 年度

電池着脱式電気自動車を用いた
カーシェアリングシステムに関する調査研究

報 告 書

- 要 旨 -

平成 15 年 3 月

財団法人 機械システム振興協会

委託先 財団法人 日本電動車両協会



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

目 次

1. 調査研究の目的.....	1
2. 調査研究の実施体制	3
3. 調査研究の成果.....	5
3 - 1 電気自動車(EV)の現状と課題.....	5
3 - 2 電池着脱式 EV の既存事例に関する調査.....	9
3 - 3 電池着脱式 EV の利用形態と利用イメージ	16
3 - 3 - 1 概要.....	16
3 - 3 - 2 一般利用の場合の利用イメージ	19
3 - 3 - 3 電池着脱式原付四輪 EV の利用イメージ	21
3 - 4 カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入のあり方	25
3 - 4 - 1 カーシェアリングシステムにおける利用のイメージ	25
3 - 4 - 2 電池着脱式によるメリットとデメリット	26
3 - 4 - 3 導入形態を検討する上での前提条件の整理	28
3 - 4 - 4 導入形態の検討	32
3 - 5 カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入可能性の検討.....	40
3 - 5 - 1 採算性の検討.....	40
3 - 5 - 2 導入が可能な地域の検討	49
3 - 6 標準化の可能性について	53
4. 調査研究成果のまとめと今後の課題および展開	55

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人 機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとに、機械システムの開発等に関する補助事業、新機械システム普及促進補助事業等を実施しております。

特に、システム開発に関する事業を効果的に推進するためには、国内外における先端技術、あるいはシステム統合化技術に関する調査研究を先行して実施する必要がありますので、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長 放送大学 教授 中島尚正 氏）を設置し、同委員会のご指導のもとにシステム技術開発に関する調査研究事業を民間の調査機関等の協力を得て実施しております。

この「電池着脱式電気自動車を用いたカーシェアリングシステムに関する調査研究報告書」は、上記事業の一環として、当協会が財団法人 日本電動車両協会に委託して実施した調査研究の成果であります。

今後、機械情報産業に関する諸施策が展開されていくうえで、本調査研究の成果が一つの礎石として役立てば幸いです。

平成15年3月

財団法人機械システム振興協会

1. 調査研究の目的

電気自動車は、大気汚染や騒音問題に対して優れた特性を有するとともに、エネルギー問題やとくに近年に深刻化する地球環境問題の面から優れた特性を有し、普及促進が強く要望されている。

電気自動車の最高速度や加速といった走行性能は、ガソリン自動車に匹敵するようになってきてはいるものの、主に積載する二次電池が高価なことに起因する高い車両価格や二次電池の充電に時間がかかること、1 充電あたりの走行距離が短いことがボトルネックとなって普及が進んでいないのが現状である。

こうした背景のもとで、財団法人日本電動車両協会では、カーシェアリングシステムにより電気自動車の稼働率を高め、コストを分担することによって、価格面の短所を解消すべく社会実験を進めてきた。

一方、二次電池を短時間で簡単に電気自動車から着脱が可能な「着脱式電池パック構造」の電気自動車は、充電待機時間が大幅に短縮でき、電池パックを拠点に分散配置して必要の都度取替えることによって、走行距離の問題を解消できる可能性がある。さらにこれをカーシェアリングに適用すれば、稼働率の向上が図られ、利用者のコストを低減できる可能性がある。

また、「着脱式電池パック」および充電システム等の標準化が図られれば、電気自動車のコストダウンにつながり、普及の起爆剤になる可能性がある。

そこで、本調査研究では、電気自動車の普及の推進に資するため、電池着脱式電気自動車の過去の開発事例に関する調査を行うとともに、関連メーカーへのインタビュー調査を行い、電池着脱式電気自動車のカーシェアリングシステムへの適用方法や電池パック等の標準化の可能性について検討し、主に電池着脱式電気自動車のカーシェアリングへの導入の可能性と導入のあり方について検討を行うことを目的とする。

2. 調査研究の実施体制

調査研究の実施体制を図 2-1 に示す。財団法人機械システム振興協会内に設置されている「総合システム調査開発委員会」（表 2-1），および財団法人日本電動車両協会内に今回新たに設置した「電池着脱式電気自動車調査検討委員会」（表 2-2）より助言を受けつつ，「電池着脱式電気自動車調査検討委員会」事務局（財団法人日本電動車両協会）が主体となり調査研究を実施した。なお，過去の電池着脱式電気自動車の開発事例調査やカーシェアリングに適用した場合の採算計算等，作業の一部については再委託を行った。

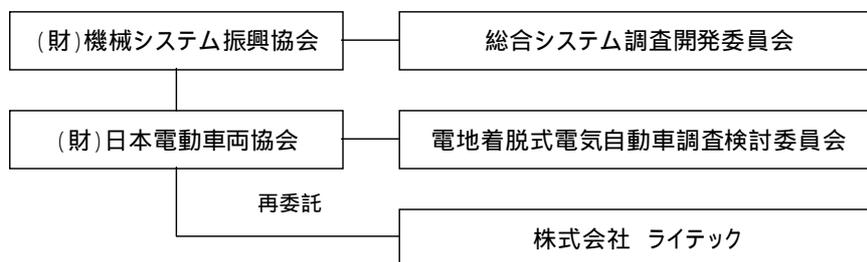


図 2-1 調査研究の実施体制

表 2-1 総合システム調査開発委員会委員名簿

	氏 名	所 属
委員長	中島 尚正	放送大学 教養学部 教授
委員	藤正 巖	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	廣田 薫	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授
	藤岡 健彦	東京大学大学院 工学系研究科 助教授
	野崎 武敏	独立行政法人 産業技術総合研究所 つくば東事業所 管理監
	太田 公廣	独立行政法人 産業技術総合研究所 つくば中央第2事業所 管理監

表 2-2 電池着脱式電気自動車調査検討委員会名簿

	氏 名	所 属
委員長	大聖 泰弘	早稲田大学 理工学部
委 員	野々山 征治	トヨタ自動車株式会社 第4開発センター EHV 技術部 企画総括グループ
	三枝 省五	日産自動車株式会社 環境・安全技術部
	瀬古 日出男	株式会社 ゼロスポーツ 技術部 EV推進室
	矢花 修一	中央電力協議会 事務局
	寺田 信之	財団法人 電力中央研究所 狛江研究所 界面科学部
	高山 光正	財団法人 自動車走行電子技術協会 調査部
	高田 寛治	松下電池工業株式会社 商品技術開発センター
ワザ-ハ	大今 宏史	経済産業省 製造産業局自動車課
	石川 達弥	株式会社 豊田自動織機 自動車事業部製品企画室
事務局	岩瀬 修	財団法人 日本電動車両協会 展示広報グループ
	松井 裕一郎 (途中退任)	"
	反保 秀勝 (途中就任)	"
	高橋 孝三	" 技術研究グループ
	遠藤 弘太郎	株式会社 ライテック 社会調査・計画部
	入谷 光浩	"

3. 調査研究の成果

3 - 1 電気自動車(EV)の現状と課題

着脱式の電気自動車の導入に向けた検討を進める前に、電気自動車(EV)の現状と課題、ならびにEVを用いたカーシェアリングへの取組みの現状と課題について整理を行った。

(1) 電気自動車の現状と課題

わが国による電気自動車の普及目標は2010年において11万台とされているが、公道を走れるEVの普及(保有)台数の現状は平成14年3月末現在で約4,700台(原付自転車を除くと1,260台)である。その推移は、平成3年度以降安定した増加傾向を示していたが、平成8年度をピークに一旦漸減傾向を示し、平成11年度には8年度の水準へ回復し、その後は増加傾向に転じている。これは、平成9年度以降、軽EVの廃車の影響で減少していたものが、近年の超小型EVの普及、原付二輪、四輪EVの普及により再び増加傾向に転じたためである。原付四輪EVは近年、企業を中心に導入が進んでおり、今後のより一層の導入拡大が期待されている。

以上のように普及が低迷するEVの現状に対して、財団法人日本電動車両協会(JEVA)では平成10年度に「電気自動車等中長期普及計画」^{注)}を策定し、その計画に基づき普及に向けた取組みを実施している。この「中長期普及計画」では、EVの普及にかかる様々な問題点と課題を、次のように整理している。

電気自動車の普及を阻害する最大の要因は、購入・保有コストが高いことと、一充電当たりの航続距離が短いという問題である。しかし今後とも、低コスト化と性能向上の両立は考えにくいことから、少なくとも国内においては、内燃機関自動車(ICEV)からの代替を目指すのは困難と考えられる。そこで、電気自動車のエミッションフリーといったメリットを最大限に活かす、かつ以上のような弱点が問題とならない用途に限定した使い方を提案し、新たな市場を創出していくことが重要となる。さらに、電池の維持にかかる手間を軽減できるような新たな保有や利用の形態を併せて提案していくことが必要である。

(2) 電気自動車を利用したカーシェアリングの現状と課題

以上のような認識のもとで、EVのエミッションフリーという最大のメリットを活かす、EVの弱点をカバーできるような用途、保有の形態として注目を集めているのがEVのカーシェアリングである。

^{注)}(財)日本電動車両協会「電気自動車等中長期普及計画報告書」平成11年3月

JEVA では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援を得て、横浜、稲城、京都、大阪の4地区においてEVを用いたカーシェアリングに関する実証実験を実施した（表3-1参照）。このうち、横浜、京都では現在も継続的に事業化に向けた実験が実施されている。また、新たに福岡、浜松、湘南地域、沖縄などでも、EVを用いたカーシェアリング事業が実施、あるいは検討されている。

表 3-1 わが国におけるEVカーシェアリングシステムの実証実験一覧(その1)

プロジェクト名 期間	場所	実施主体	実験内容
ITS/CEV シティ カーシステム 1999年9月～	横浜市みなとみらい21地区	シーイーブイシェアリング(株)、 (財)自動車走行電子技術協会、 (財)日本自動車両協会	<p>研究開発段階の実験</p> <p>第1ステップ：都心部でのビジネス利用を対象に、MM21地区内の企業を中心にラウンドトリップ型(車両を借り出した同じステーションに返却)運用の実験。</p> <p>第2ステップ：最新の超小型EVハイパーミニ20台を投入し、乗り捨て可能なワンウェイトリップ型運用、休日のホテル利用客への貸出の機能を追加した。</p> <p>第3ステップ：新横浜地区に車両ステーションを設置し、遠隔地運用の確認と運営経費の低減方策など、実用化時の運営方法を検証した。</p> <p>第4ステップ：事業化の際に必要な車両1台あたりの最適会員数を求めるため、会員数と稼働率、予約断り率との関係を確認する。</p> <p>第5ステップ：2001年6月開始。ビジネス利用に使いやすい料金体系を検討する。また、会員が携帯する小型発信器の複数会員共有、予約時間単位を15分単位にするなどして、利便性向上を図る。</p> <p>第6ステップ：2001年12月開始。非接触ICカードおよび携帯電話による無人貸出・返却機能の追加。料金決済機能の構築。</p> <p>2002年3月で研究開発段階の実験を終了。</p> <p>事業性のフェージビリティスタディ実験</p> <p>2002年4月からは、シーイーブイシェアリング株式会社が引き継ぎ、事業性のフェージビリティスタディ実験として、システムの年間を通じた運用の確認、事業性の確認などを行っている。</p>
多摩ニュータウン (EV/ITS)住宅地 セカンドカーシ ステム実証実験 1999年9月～ 2002年3月	多摩ニュータウン (東京都稲城市)	(財)自動車走行電子技術協会、 (財)日本自動車両協会	<p>住宅地での個人利用を対象に、「住宅地における共同利用システム」の可能性を検証。</p> <p>第1ステージ：専業主婦のモニターを対象に、主に短距離利用のラウンドトリップ型の運用実験。</p> <p>第2ステージ：車両ステーションを増強すると共に、超小型EV、および働いている主婦・高齢者・週末利用の勤労者等の異なる属性のモニター会員を加えて利用実態を検証。</p> <p>第3ステップ：車両ステーションの数を増やして分散配置。各車両ステーションには充電設備を設置。車両ステーションを中心にしたコミュニティの形成によって運用改善を図るなど、地域密着型の社会システムとしての住宅地セカンドカーシステムの発展性を確認する。</p> <p>第4ステップ：実用的な共同利用システムの受容性の限界を見極めるため、EV1台当たりのモニター数を9人程度まで引き上げる。利便性と稼働率の向上のための予約時間単位の細分化や、配車方式に工夫を加えることによる予約拒否率の低減を図る。</p> <p>第5ステップ：2001年9月、有料運用の開始。利用料金は、事業規模を想定して、その運用に必要な経費を利用者が共同で分担する考え方で設定。利用時間の制限の廃止、営業時間の延長、駐車場制限の緩和など、利便性向上による利用促進を目指した。</p> <p>2002年3月に実証実験終了。</p>

表3-1 わが国におけるEVカーシェアリングシステムの実証実験一覧(その2)

プロジェクト名 期間	場所	実施主体	実験内容
京都パブリック カーシステム 2000年12月～	京都市	(株)最適化 研究所, (財)日本電 動車両協会	超小型EVを使用したクリーンで環境に優しい電気自動車 を多数の人が利用できるよう、インフラ面および社会 面で整備し、新しい地域交通システムのあり方として 「パブリックカー共同利用システム」を実現的に提案す るとともに、地元根付いた事業へとつなげることを主 目的とする広報・調査研究事業。 京都市内の公共施設や商業施設、研究・産業集積地、 観光地など計7カ所に車両ステーションを開設し、超小 型EV(2人乗り)計35台を配備。事前に募集した会員 を対象にインターネットで予約を受け付けて無料で貸し 出す。利用の状況や目的、走行距離数などをIT(情報技 術)を駆使して調査、京都市域に適したEVの共同利用 システムを具体的に提案していく。 2000年度:共同利用のためのインフラとシステムの構 築を行った。 2001年度:現実の交通手段として実用に耐えるインフ ラとシステムの構築、および、採算性を考慮したサービ ス内容の確立を図るため有料化実験を行った。 2002年度:京都における地域交通システムとして、事 業化の可能性が最も高いと考えられるEV共同利用シス テムの規模に再編し、利用形態・分野を特化して実験を 実施し、他地域でも展開可能な事業モデルの提案を行っ た。また、不特定多数の観光客に対応するため、会員登録 が不要な観光特別実験も実施。
(EV/ITS)電気 貨物自動車共同 利用システムの実 証実験 1999年12月～ 2002年3月	大阪市	住友電気工 業(株), ダイハツ工 業(株), (財)都市交 通問題調査 会, (財)日本電 動車両協会	業務用のEVを使ったパークアンドライドシステムの 実証実験。 利用者はインターネットで車両を予約し、近くの駐車 場でEVを借りて集配や営業を行う。業務後、その近く の駐車場に車両を返却し公共交通機関で帰る。この際 に営業先の経由地を効率的に選択できるのが特徴で、運 行計画に合わせて最適な経路をEVの走行可能な距離で ある50～60km内で決定することができるという。 2001年3月現在、モニターとして小口配送を伴う事業 者等264社が参加。大阪市との間で将来の同システムの 事業化に向けた実験の継続も検討されている。 2001年12月から2002年2月まで有料化実験を実施。 2002年3月に実証実験終了。
神奈川における エコ・パークアン ドライドシステ ム 2000年1月～	海老名市 藤沢市 厚木市	神奈川県 国土交通省	電気自動車による共同利用・相乗り実験。市民モニター が朝、自宅からEVで駅の駐車場へ行き、EVを駐車さ せ、電車で通勤。その車両を、電車で湘南台駅まで来た 事業所のモニターが事業所まで相乗り通勤し、日中は事 業所の業務に利用する。帰宅時は逆の手順で行う。 実施地域と実施年度を以下に示す。 海老名市:海老名駅周辺(1999年度,2000年度) 藤沢市:湘南台駅周辺(2001年度) 厚木市:本厚木駅周辺(2002年度,2003年度(予定))
浜松におけるEV 共同利用 2002年3月～ 2002年4月	浜松市	浜松ITS研 究会, 浜松市, スズキ(株)	2001年度の浜松ITS研究会の活動の一環として、 EV・ICカード・携帯電話を利用した共同利用システム 実験を行った。モニターは浜松市役所職員で30名、EV3 台。スズキ都田研究所内に管理センターを設置し、運用 管理・メンテナンスフォローを実施。
都心型集合住宅 での超小型EV 共同利用実験 2001年1月～	東京都中央 区 「大川端・ リバーシ ティ21地 区」	オリック ス・レンタ カー, 都市基盤整 備公団	主に地区内の居住者を対象に、都心型集合住宅におけ る自動車利用などの実態調査、超小型EVを利用した共 同利用意識調査を行う。 また、グループモニターによる超小型EVの共同利用 システムの実証実験や、ニーズの把握、管理運営システ ムなどを検討する予定。実験期間は5年間。

表 3-1 わが国における EV カーシェアリングシステムの実証実験一覧(その 3)

プロジェクト名 期間	場所	実施主体	実験内容
豊田市小型電気 自動車共同利用 実験 2001年3月～	豊田市	豊田市	公共交通端末交通，街中の移動手段を目的とし，超小型 EV e-com を用いた共同利用を実施。 2002年3月で第一段階を終了し，2002年10月から2004年3月までの実施を予定した第二段階の実験を行っている。車両は e-com13 台，ステーションは 4 箇所（豊田市役所，豊田市駅前，産業文化センター，トヨタ自動車本社），利用料金は無料。
福岡市における カーシェアリン グ 2002年10月～	福岡市	カーシェア リング・ ネットワー ク	環境 NGO 西日本リサイクル運動市民の会，福岡市，九州電力により，NPO 法人カーシェアリング・ネットワークを設立し，EV・HEV によるカーシェアリング事業を展開している。車両は EV9 台，HEV4 台，ステーションは 2 箇所（箱崎宮前，JR 箱崎駅前），利用料金は有料。
沖縄における EV 導入・普及基礎調 査	沖縄県	(財)日本電動 車両協会	平成 12 年度から「沖縄における EV 導入・普及基礎調査委員会」を設置し，沖縄での EV 共同利用を検討。 主な検討・活動内容を以下に示す。 ・那覇市中心部，本島中北部，宮古島における EV 共同利用の提案。 ・具体的な導入形態，事業性の検討。 ・宮古島での EV の展示・試乗会の実施による PR 活動。 （平成 14 年 1 月 25 日，26 日）

EV のカーシェアリングシステムの実証実験等によって明らかになった現状の事業化へ向けての最大の問題点・課題は，事業の採算性の確保である。それゆえ，利用者のニーズに合致したサービスの提供と，適正な料金水準の確保，そのための車両稼働率の向上が非常に重要な課題となっている。電池着脱式の EV は，充電待機時間の必要がないというメリットがあるため，稼働率の向上と，それによる必要車両数の削減，採算性の向上等に寄与することが期待される。

3 - 2 電池着脱式 EV の既存事例に関する調査

国内・海外における電池着脱式 EV 開発の現状・過去の事例について文献調査，訪問インタビュー調査を実施し，それぞれの開発コンセプトや利用イメージ，課題等について調査を行った。また，着脱式とすることによる二次電池や充電に関する課題を探るため，電池メーカーに対するインタビュー調査を実施した。（表 3-2 参照）

こうした国内における着脱式 EV に関する調査結果を表 3-3 に要約する。

表 3-2 インタビュー調査対象一覧

日時	インタビュー先	調査対象・内容
2002 年 8 月 6 日（火）	東北電力株式会社 研究開発センター	1991 年に開発された研究用 EV「MILD」
2002 年 8 月 30 日（金）	株式会社四国総合研究所	1993 年に四国電力によって開発された EV 試作車「PIVOT」
2002 年 9 月 13 日（金）	株式会社豊田自動織機	2002 年までに開発された電池着脱式超小型 EV「nev」
2002 年 10 月 11 日（金）	株式会社ゼロスポーツ （委員会での発表）	現在開発・検討中の電池着脱式原付四輪 EV について
2002 年 11 月 8 日（金）	アラコ株式会社 （電話調査）	電池着脱式原付四輪 EV コムス牽引仕様車（構内車）について
2002 年 9 月 11 日（水）	松下電池工業株式会社	二次電池を着脱式にすることによる問題点・課題等について

海外に関しては，現状で把握できた事例として，フランスのボルドーにおける電池着脱式の電気ゴミ収集車と乗合電気バスの事例を既存文献から整理した。その要約を表 3-4 に示す。これらはいずれもフォークリフトを用いて運転手等が電池を交換する形式であり，現在，実際に稼動しているものである。

こうしたインタビュー調査，既存文献調査から得られた知見を以下に整理する。

1) 開発事例について

開発事例に関しては，以下のとおりである。

1970 年代にわが国において，電池着脱式の電気バスが開発・検討され，実際に路線バスとして運用された経緯がある。この着脱方法は自動化された大掛かりなものであり，今日的な観点からみても，コスト的に見合うものではないと考えられる。およそ 10 年前にわが国では電力会社 4 社が乗用車タイプの着脱式 EV の研究を行い，試作車を開発している。しかし，これらはいくまでも研究車，試作車の域を出たものではなく，実際の利用状況や利用イメージが想定されたものではなかった。最近では，豊田自動織機が電池着脱式の超小型 EV「nev」の開発を行った。これは当初からカーシェアリングでの利用が想定されたものであった。しかし，諸般の

事情により、2002年の7月に開発は中止された。

原付四輪 EV クラスでは、原付四輪 EV コムスを製造・販売している (株)アラコが、工場内の牽引車としてコムスの着脱式仕様車を2002年の東京モーターショーにおいて発表している。また、同じく原付四輪 EV の販売を予定している(株)ゼロスポーツは着脱式 EV の製品化、利用システムの構築に向けた検討を行っている。

海外の事例では、フランスのボルドーにおいて、着脱式の電気ゴミ収集車、電気バスが実際に利用されている。これらはいずれも、運転手がフォークリフトや専用リフトを用いて電池パックを交換するという簡易な着脱方式がとられている。

2) 電池着脱式 EV に対する技術的提言

主に訪問インタビュー調査から得られた電池着脱式 EV に対する技術的な提言等を以下に整理する。

電池着脱式 EV に適した車種としては、電池パックの重量や車両構造の面から小型車ほど有利であり、原付四輪 EV や2人乗りのコミュータクラスが適している。

搭載する電池は、制御の容易さとコスト面から鉛電池が適している。高性能電池を用いた着脱式 EV も考えられるが、制御の複雑さがよりコストを高める要因となる。また、複数の電池種類に対応した EV は制御が難しく非現実的である。

電池パックの搭載場所は床下が有利である。衝突安全性や車重バランス上有利であり、着脱時の上下移動が少ないという取替えの容易性から床下搭載が支持される。一般ユーザが電池を自分で取り替えるのは、主に安全性の面から問題があり、専門の教育を受けた担当者が交換することが望ましい。

着脱方式は、シンプルで低コストのものが基本である。上記のとおり、専門のスタッフが取り替えることを前提とすると、過剰なシステムは必要なく、よりシンプルで低コストのものが望ましい。

電池パックの安全性のチェックや適切な充電制御のために、電池パックに使用履歴を記憶させた記憶媒体を装着することが考えられる。ただし、低コスト化のために、複雑な制御を行わない形態も考えられる。

表 3-3 国内における電池着脱式 EV の開発事例のとりまとめ(その 1)

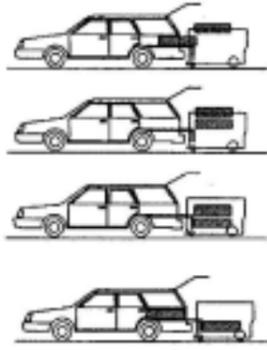
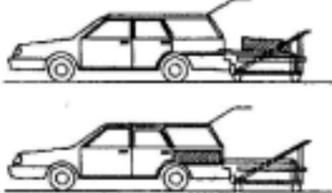
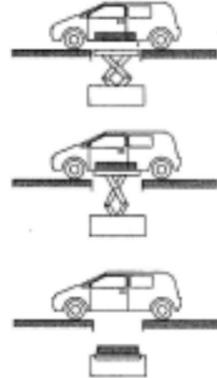
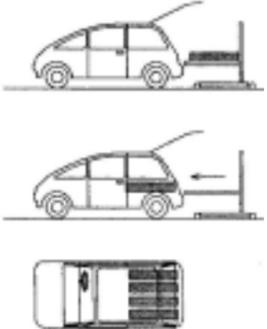
開発主体	NEDO・JEVA・中国電力	九州電力	四国電力	東北電力
車名	マツダ カペラ・カーゴ	日産サニーカリフォルニア	PIVOT	MYLD
開発時期	1989～1994 年度	-	1993 年	1991 年
開発の背景・経緯・目的	夜間電力で充電された複数のカートリッジ型組電池を EV 用にも、家庭のピーク電力用にも流用しあえるような電池交換が容易な EV 用電池交換システムを開発。	EV を業務用に運用するためのインフラ技術の一部として開発。	EV の先導役として、EV のメリットを一般に提案することを目的とした試作車として開発。将来 EV が大量普及し、電池交換スタンドが存在すると想定し、短時間で電池交換ができる着脱システムの開発を目的とした。	当初は着脱をイメージして作ったものではなく、開発段階で着脱の機能を付け加えた研究車両。当初はニッケル鉄電池を採用していたが、補水が必要だったため着脱式には向かなかった。その後、補水があまり必要でないニッケル亜鉛電池を採用した際に着脱式化を図った。
電池の設置場所	後部荷室	後部荷室	床下に懸垂	後部荷室・四分劃方式
電池交換システムの概要	電動式台車を車両後部に接続し、電池パックを交換。後部引き抜き式。 	台車を車両後部に接続し、電池パックを交換。後部引き抜き式。 	交換装置は地下に埋設、自動的に交換。下部引き下げ式。 	既製のリフトを改造した交換装置を使用。後部引き抜き式。 
乗車定員	5 名	2 名	4 名	2 名
電池パック	・種類、個数 ・容量，電圧 ・寸法 (L×W×H [mm]) ・重量 (電池重量) ・一充電走行距離(40km/h)	・ニッケル・亜鉛電池 17 個 ・50Ah/5H・17V ・700×1,080×365 ・251kg (223kg) ・270km	・制御弁式鉛電池 24 個 ・75Ah/5HR・12V ・1,560×1,350×237 ・568kg (540kg) ・200km	・ニッケル・亜鉛電池 20 個 ・165Ah/3HR・6V ・947×175×227 (×4 セット) ・約 420kg ・200km
交換所要時間	約 10～15 分	約 10 分	約 5 分	約 10 分
充電方法・充電残量の把握方法	電池を取り外して充電 (6～8 時間)。		取り外した状態、車載どちらでも充電が可能。正確な充電残量計は開発できなかった。	取り外した状態で充電。正確な充電残量計は開発できなかった。
メリット	電池交換が容易。充電されたカートリッジを家庭用蓄電設備としても利用可能。	設備コストが低い。位置決め操作が容易。メンテナンスが容易。	運転者の労力、危険負担が少ない (ガソリン車の給油と同じ感覚)。地下設備のため、地上が有効に使用できる。電池パックと車体との着脱が自動化されているため、感電などの危険がない。	電池交換システム全体の規模がコンパクト。操作に過大な労力が不必要。既成のリフトを使用しているため操作手順が単純、低コスト。
デメリット	慣れない作業者が操作を行う場合の誤作動。電池の交換に時間がかかる。車両 2 台分の駐車スペースに相当する面積が必要。	台車や電池の移動に労力を要する。各種レバー、ペダルなどの操作が必要。	設備コストが高い。油圧、空圧関連のメンテナンスが必要。電池パックを床下に搭載するため、車検取得が課題。	電池パックの交換に時間がかかる。部品点数が増加する。台車と車両間の横方向の位置決めが困難でレールからの脱輪の危険が存在する
利用・技術的課題等	一充電あたりの走行距離が短いので、搭載電池の容量を増やす必要がある。後輪荷重がベース車両と比較して極度に増加してしまうため、操縦安定性が悪化する恐れがある。車両が追突した場合や追突された場合、後部荷室内に搭載された電池が前に移動することにより、乗員に危害を及ぼす可能性がある。	電動化を図っていないため、レバーやペダルの操作、電池パックを移動させるためにハンドルを回転させる労力、台車の移動のための労力が必要。車両の懸架機構におけるスプリングのへたり等の経時変化に対して調整を行う必要がある。	車両からの電池パックの着脱は完全自動化されているが、交換装置と充電場の間には手押し工程が必要。油圧、空圧などの機器のメンテナンスが必要。システムの市場適用性を考えた場合、設備規模、コストなどにおいて様々な制約を受ける。電池を固定している装置を解除する運転者と交換装置を操作する操縦者間で順序を確認する必要がある、確実性等を確保する工夫が必要。交換頻度が少ないと、自己放電の問題が生じる。高精度な充電残量の把握が必要。その開発は課題として残った。電池交換スタンドでの電池の共有化を想定すると、電池の標準化が必要。	レールを用いた電池パックの移動では、台車のセットに技能を要する。アーム位置の横方向の微妙な調整が困難。電池パックをリードするレールから脱輪する危険がある。車両と電池パックを接続するコネクタは、車体側は凸部のために露出している。電池を後ろに積んでいるので、衝突時に電池が動かないようにする必要がある。一般の人が自分で交換するのは難しい。高精度な充電残量の把握が必要。その開発は課題として残った。

表 3-3 国内における電池着脱式 EV の開発事例のとりまとめ(その2)

開発主体	三菱自動車工業	豊田自動織機	アラコ
車名	三菱 ME460 型	nev	コムス牽引仕様車
開発時期	1971 年	2002 年まで	2002 年東京モーターショーで展示発表
開発の背景・経緯・目的	1971 年に三菱自動車工業が、工業技術院の電気自動車大型プロジェクトの一環として、「路線用電気バスの研究開発」プロジェクトに参画し、電池着脱式バスを試作。 1973 年から 1976 年まで神戸市交通局において、路線バスとして運用。 その後、JEVA による電気バスのデモンストレーション事業で改良が行われ、1979 年から京都市交通局において、路線バスとして運用。1987 年に全廃。	カーシェアリング用車として、低価格とパッケージングの良さ、着脱式という今までと違う技術を提案するために開発。 トヨタ e-com の改良の方向性を示すことを目的として開発。 カーシェアリングにおける充電待機による稼働率低下を解消する一つの方法として、工場内での電動フォークリフトで行っているような電池の着脱方式を提案。 市場性、採算性、事業性を考え、現時点では着脱式 EV の普及・導入は難しいと判断し、2002 年 7 月に開発を終了。	工場等の構内における連続利用が可能な作業用車として開発・受注販売。
電池の設置場所	床下	床下	後部
電池交換システムの概要	電池をローラコンベアに載せて、バスの床下から装着。交換設備には充電、補水、冷却もできる機能を備えており、一連の作業はボタン操作で自動的に行うことができる。	リフターに付けたパレットを手動で車両の床下に置き、電池収納部の真下になるように位置をあわせる。パレットをリフターで収納部まで上昇させる。パレットに使用済み電池パックを載せ、リフターで降ろす。充電済み電池を載せたパレットをリフターに積み替える。電池を載せたパレットをリフターで上昇させ、収納部に装着する。	使用済み電池パックを車両後方の収納部からはずし、台車に載せる。別の台車に載せた充電済み電池パックを、車両後方から収納部に装着する。
乗車定員	70 名		1 名
電池パック ・種類、個数 ・容量、電圧 ・寸法(L×W×H [mm]) ・重量(電池重量) ・一充電走行距離	・制御弁式鉛電池 64 個 ・330Ah/5HR・6V ・3,100kg ・170km	・制御弁式鉛型電池 14 個(7 直列 2 並列) ・38Ah・12V ・14kg/個×14 個+(パック容器分) ・90km(10・15 モード)	・制御弁式鉛電池 6 個 ・42Ah・12V ・80km
交換所要時間	90 秒		約 1 分
充電方法・充電残量の把握方法	取り外した状態で充電。 充電残量は放電計によって確認	取り外した状態で充電(普通充電で約 8 時間)。 充電残量は電圧降下で確認。	取り外して充電。
メリット	交換から充電、補水、冷却などを含めた一連の作業をボタン操作で行うことができる。 自動なので安全でスピーディである。	交換は比較的簡単で誰でも可能であり、かつ安価な方式。	専門技術者でなくても電池パックの交換が可能。
デメリット	大掛かりな設備なので、スペース、コストが非常に大きい。	電池パックの感電や漏電などに対する安全対策は不十分。	交換時は高圧なので注意が必要 公道走行では、電池を後部に収納しているため、登坂能力、衝突時の安全性が懸念される。
利用・技術的課題等	電池の寿命が 1,000 サイクル前後で尽きるため、その償却費がかさむ。 動力費がディーゼルバスに比べてかなり割高になる。 メンテナンス(主に充電)にディーゼルバスよりも人手を必要とするので、その分人件費がかかる。	万が一の交換操作ミスを想定すると、安全性のため、ある程度操作の教育を受けた者が交換を行う必要がある。 高性能二次電池の着脱方式は、安全性や信頼性の確保という点で難しい。 小型車クラスでの着脱式は、安全性などクリアすべき課題が多く、開発が難しい。原付四輪の方が難易度は低い。 電池の収納位置は、電池の重さ、車両のバランス、衝突時の安全性から床下が適当。 ガソリンスタンドなどでの交換は、事業性等の面から実現の可能性が低い。 カーシェアリングでの長距離利用は、ある程度の利用頻度がないと成立し難い。 各メーカーによって車両に対する考え方が違うので、電池の収納場所や着脱方式を標準化するのは難しい。 価格は検討していないが、電池を含めなければガソリン車と同等くらいの価格。	構内車としての仕様であり、公道を走る想定はされていない。 通常利用の着脱式原付四輪 EV の需要が十分にあるとは予想されていない。

表 3-4 海外における電池着脱式 EV の開発・利用事例

	電気シャトルバス（略称：ブルーライン）	電気ごみ収集車
開発・運用主体	ボルドー都市共同体（フランス）が運用主体。	ボルドー都市共同体（フランス）が運用主体。
開発・運用時期	2001 年 9 月に運用開始。	不明
背景と目的，位置付け	<ul style="list-style-type: none"> ・ エミッションの低減，騒音防止に効果 ・ EV 普及のためには自治体の率先した EV 導入が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エミッションの低減，騒音防止に効果 ・ EV 普及のためには自治体の率先した EV 導入が必要
EV の諸元	<ul style="list-style-type: none"> ・ 22 人乗り電気バス（全長 5.3m × 全幅 2.1m） ・ 制御弁式鉛電池（1.4 トン，36V）× 2 ・ 車体価格：15 万ユーロ（約 1800 万円^{注）}） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 制御弁式鉛電池（144Ah/96V） ・ 航続距離 80km
電池交換システム	バスの後部に電池パックが 2 個入っており，運転手が専用フォークリフトで交換。	カセット式電池を専用リフトで交換
運用方法	<p>運行ルート</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ブルーラインに沿ったルートを運行 ・ 停留所は無く，乗降客は自由に乗降が可能 <p>運行本数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 時間に 5 本（8：30～19：30） ・ 6 台の電気バスを保有，1 日 5 台を使用 <p>電池交換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 日 2 回の電池交換，1 回約 5 分で交換 ・ 交換場所を運行ネットワークの中心地に設置 <p>運用状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 利用客：1500 人 / 日，稼働率：70～80% ・ 100 万ユーロ / 年の赤字 ・ 市内までのアクセスが容易になり，市内に出てくる人が増えるなど，コスト以上の便益が得られている 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ごみ収集車 110 台中 34 台が EV ・ 電池はリース ・ 充電器は市の所有 （急速充電器：1 基，普通充電器：数基）
出典	「日仏技術交流フランス視察：都市移動性と電気自動車ソリューション」JEVA，平成 14 年 4 月	「日仏技術交流フランス視察：都市移動性と電気自動車ソリューション」JEVA，平成 14 年 4 月

注) 1 ユーロ 120 円で換算。

3) 電池着脱式 EV のメリット

着脱式 EV のメリットに関しては以下のとおりである。

電池を着脱式とすることにより充電待機時間が必要なくなり、稼働率を上げることが可能となる。このことは、カーシェアリングのみならず、配送、巡回サービス、構内利用などで従来 EV に比べて有利な点である。

電池を交換することによって、EV の長距離利用の可能性がある。

充電器を車載する必要がなくなるため、軽量化が可能である。

車両と電池パック、充電器の所有者を分けることにより、車両を保有するユーザの初期コストを抑えることが可能となる。

管理された状態での充電の機会が増えることは、電池寿命を伸ばす可能性がある。

電池の取り外し、回収が容易になり、リサイクルが行いやすくなる。

4) 電池着脱式 EV のデメリット

着脱式 EV のデメリットは以下のとおりである。

一台当たりの電池パック量が増えることは、従来以上にコストがかかる。電池交換のための機器が必要な場合には、さらにその分がコスト高となる。

さらに、着脱スペースの確保、電池交換サービスステーションの設置、電池パックの交換・管理等のための要員の確保などの費用が追加的に必要となる場合がある。

使用履歴の異なる電池パックを適切に充放電し、精確に電池残量を把握するためには、電池パックに必要な情報を記憶させる記憶媒体を搭載するなどの新たな仕組みが必要となる。

着脱作業の人為ミスなどを考えると、電池メーカーからの電池の保証が得られない可能性がある。

5) 必要な標準化の内容について

主にインタビュー調査によって得られた着脱式 EV に関連して必要と考えられる標準化の内容は以下のとおりである。

電池のサイズ・電圧・容量の標準化（鉛電池については一部標準化済み）。

電池パックのサイズの標準化。

車両における電池パックの格納場所、着脱方式の標準化。

電池パックごとの電池残量の把握方式、充放電特性を把握する方式の標準化。例えば、電池パックへの情報の付加・読み取り方法等。

完全な標準化のレベルにおいては、電池パックの着脱・交換システムそのものの標

準化が必要であり，上記に加え，電池パック交換システムを支える各種周辺装置，コネクタの端子の形，安全性確保の方法等のすべてにわたって標準化を行う必要がある。

6) 電池に関連して

二次電池に関して得られた知見を以下に整理する。

鉛電池の急速充電では，継続的でなければ，電池を劣化させることなく 30 分で SOC^{注)}80%の充電が可能。ただし，急速充電器は普通充電器に比べて高価となる。

普通充電は 8 時間が標準。充電途中で利用することは，電池の寿命に悪影響がある。鉛電池への充電のためだけならば，過去の使用履歴データは必要ない。しかし，充放電の履歴を管理し，電池の健康診断を行うことが望ましい。そのためには，過去の使用履歴をストックしたロギングデータのようなものを記憶させる仕組みが必要。複数のメーカーの電池パックを利用できるようにするには，電池パックに記憶媒体を装着して，充電器，車両側ともそれを用いた充放電の制御が必要となる。

鉛電池の場合，自己放電はそれほど大きな量ではない。2 ヶ月で 1 割程度。

EV 用鉛電池の価格は，現状 28～42 千円 / kWh 程度。将来 EV が量産(3 万台 / 月)された場合には，11 千円 / kWh 程度まで下がる可能性がある。

鉛電池用の普通充電器の価格は 10 万円程度。鉛電池用の急速充電器の場合，高電力が必要なため 100～200 万円程度と考えられる。

7) 電池着脱式 EV に関する検討課題

電池着脱式 EV に係る課題に関しては，以下のように整理される。

商品化レベルにある実用的な電池着脱式 EV は開発されておらず，安全で簡単，安価な着脱方式を開発することは課題として残されたままである。

車両自体の衝突安全性の確保なども今後に残された課題である。

電池パック自体に関する感電等の対人的な安全対策，防塵，防湿，漏電などに対する具体的な対策についても課題である。

電池パックのサイズの標準化，車両における電池パックの格納場所，着脱方式の標準化などの基本的な標準化の内容は，メーカーの車両コンセプトに係わる部分であり，標準化は非常に困難であると予想される。

^{注)} State-of-Charge：充電レベル。電池が完全に充電された状態より，放電した電気量を除いた残りの割合をもって充電レベルを表す。

3 - 3 電池着脱式 EV の利用形態と利用イメージ

3 - 3 - 1 概要

以上までの検討結果を踏まえ、電池着脱式 EV の考え得る様々な利用形態・イメージについて検討を行った。その結果を表 3-5 に整理する。

電池着脱式 EV は、カーシェアリングシステムをはじめとして、配達、配送、巡回サービス車等の業務用車、ゴミ収集車などの行政サービス車、公共交通機関としてのバス、テーマパークや動物園などの構内車、構内作業車などへの導入が考えられる。さらに、究極的には、通常のガソリン車と同様に一般利用車として導入することも考えられる。

電池を着脱式とすることのメリットは、それぞれ表 3-5 に示すとおりであるが、とくに、カーシェアリングや業務用としては、充電の待機時間が必要ないことによる車両稼働率の向上が最大のメリットであると考えられる。これは、配送や巡回サービスのような用途においても最大のメリットとなる。

逆にデメリットとしては、予備の電池パックを含めると、一台あたりの電池量が増加することや、交換機器のコスト、交換スペースのコストなど、車両に係るトータルのコストが増大する可能性があること、複数のメーカ製品を扱うためには、様々な標準化を図っていく必要があるなどの課題がある。

以下では、現状のガソリン車や原付バイクのように、一般的な用途として電池着脱式 EV を導入した場合の利用形態・利用イメージについて検討した結果について示す。とくに原付四輪 EV は、既存の EV の中で最も普及が期待される車両クラスである。加えて必要とされる二次電池量は少なく、電池を着脱式とすることの利便性も大きいと考えられる。そこで、ここでは原付四輪 EV を電池着脱式として一般に普及させる場合の形態について検討を行った結果について示す。

表 3-5 電池着脱式 EV の全体的な利用形態・イメージ

利用目的	ユーザ	用途	利用方法のイメージ	車種	充電方式	考えられる保有者・形態			着脱方式の期待される効果	想定される新たな問題，課題等
						車両	電池	充電器		
カーシェアリングシステム	カーシェアリングシステムの利用者	<ul style="list-style-type: none"> ・ニュータウン・集合住宅でのカーシェアリング ・業務地域でのカーシェアリング ・観光地でのカーシェアリング 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存 EV で行っているカーシェアリングシステムに電池着脱式 EV を導入する。 ・利用者が各ステーションに返却した車両の電池パックを，必要に応じて電池交換スタッフが満充電のパックと交換する。 ・電池パックを交換する場所(電池サービスステーション：電池SS)を，ガソリンスタンド等に設置し，それとの併用も考えられる。 	原付四輪軽・小型車	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック ・車載 	運営会社 自治体等	運営会社 自治体等	運営会社 自治体等	<ul style="list-style-type: none"> ・車両稼働率の向上。 ・稼働率の向上による利用者のコスト負担の軽減。 ・長距離移動が可能。 ・1台当り搭載電池量の軽減。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パックの交換・充電・管理スタッフによる人件費の増加。 ・1台当りの電池パック数の増加，交換機器に伴うコストの増加。 ・電池パックの管理・保管方法，そのためのコストの増加。 ・効率的な電池パックの数量や配置等，運用システムの検討。 ・電池パックの使用年月，性能の不均一性への対応。 ・電池パックの標準化。
業務 (配送・巡回等のヘビーユーザ利用)	企業 自治体等	<ul style="list-style-type: none"> ・配送業務(郵便，宅配等) ・巡回サービス(介護等) ・工場内の移動等 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業所等に電池パックの充電器，交換所を設置する。運転手または作業員が適時電池パックを充電，交換しながら利用する。 ・電池SSとの併用も考えられる。 	原付四輪軽・小型車	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック ・車載 	ユーザ (リース)	ユーザ (リース)	ユーザ (リース)	<ul style="list-style-type: none"> ・車両稼働率の向上。 ・長距離移動が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電器，交換スペースの確保。
行政サービス	自治体 (委託業者)	ゴミ収集	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴミ処理場，事業所等に電池パックの充電器，交換所を設置する。運転手または作業員が適時電池パックを充電，交換しながら利用する。 ・フランス・ボルドーでは，適用事例がある。 	ゴミ収集車	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック 	ユーザ (リース)	ユーザ (リース)	ユーザ (リース)	<ul style="list-style-type: none"> ・車両稼働率の向上。 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電器，交換スペースの確保。
公共交通	公共交通の一般利用者	<ul style="list-style-type: none"> ・路線バス ・シャトルバス 	<ul style="list-style-type: none"> ・バスターミナル，車庫等に電池パックの充電器，交換所を設置する。運転手または作業員が適時電池パックを充電，交換しながら運行する。 ・フランス・ボルドーではシャトルバスとしての適用事例がある。 	バス	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック 	公共交通事業者	公共交通事業者	公共交通事業者	<ul style="list-style-type: none"> ・車両稼働率の向上。 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電器，交換スペースの確保。
テーマパーク 動物園等	来園者 従業員	<ul style="list-style-type: none"> ・来園者のパーク内移動 ・従業員のパーク内移動 	<ul style="list-style-type: none"> ・パーク内に電池パックの充電器，交換所を設置する。運転手または係員が適時電池パックを充電，交換しながら走行する。 	原付四輪軽・小型車	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック ・車載 	テーマパーク 動物園等 (リース)	テーマパーク 動物園等 (リース)	テーマパーク 動物園等 (リース)	<ul style="list-style-type: none"> ・車両稼働率の向上。 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電器，交換スペースの確保。
一般利用	世帯 企業 自治体等	<ul style="list-style-type: none"> ・買い物，通勤・通学等の日常生活，一般業務における移動等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザは電池パックをレンタルする。 ・充電残量が少なくなってきたら電池SSに入り，充電済みの電池パックと交換ができる。 	原付四輪軽・小型車	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パック ・車載 	ユーザ (リース)	電池レンタル事業者等 (ユーザレンタル)	電池SS等	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザによる充電が不要。 ・長距離移動が可能。 ・初期コストが抑えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電池パックレンタルシステムの構築。 ・課金システムの構築。 ・電池パックの使用年月，性能の不均一性への対応。 ・電池SSの整備促進。

共通効果・課題

3 - 3 - 2 一般利用の場合の利用イメージ

以下に示すように、現状のガソリン車と同様に電池着脱式 EV を一般ユーザが一般的な用途で利用する形態について検討を行った。

ユーザ：世帯，企業，自治体 等

用途：買い物，通勤・通学等の日常生活，一般業務における移動 等

(1) 利用のイメージ

通常のカソリン車と同様の使い方のイメージである。利用者は、電池残量が少なくなってきたら電池サービスステーション（SS）に入り、充電済みの電池パックと交換する。また、充電器を設置すれば、自宅・事業所でも充電ができる（図 3-1）。

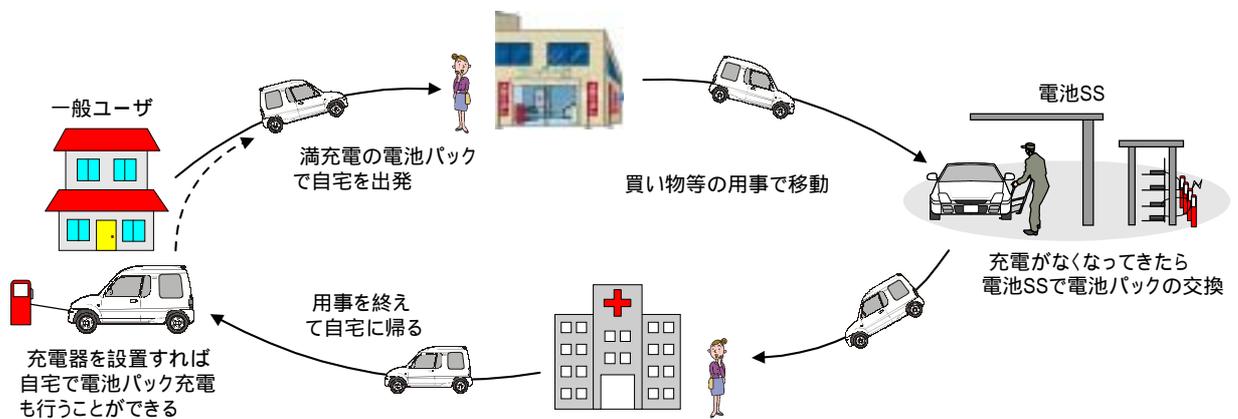


図 3-1 一般利用(世帯)の利用イメージ

(2) 車種

車種としては、原付四輪，軽・小型車が考えられる。

(3) 充電方式

EV から電池パックをはずした状態での充電のほかに、電池パックを車載したまま充電可能とすることが様々な面での利点大きい。

(4) 考えられる保有者・保有形態

基本的にユーザが保有するのは車両のみであり、電池パックは専門の業者からリース、あるいはレンタルする形態が考えられる。充電器は電池 SS 等に設置される。

(5) 期待される効果

着脱式にすることにより期待される効果を表 3-6 に整理する。

表 3-6 一般利用で期待される効果

期待される効果	内 容
ユーザによる充電が不要	電池 SS で満充電の電池パックを交換できるので、ユーザ自身による充電が必要なくなる。適切に管理された状況での充電が増えることによって、電池寿命が向上する。
長距離移動が可能	走行途中でも電池パックを交換して乗り続けることができるので、長距離利用が可能となる。
初期コストが抑えられる	電池パックをレンタルすることにより、ユーザが負担する初期コストは車両コストだけになる。また、充電器を家庭・事業所等に設置しない場合は、さらに初期コストが軽減される。
1 台当り搭載電池量の軽減	電池パックの充電量がなくなったら交換すれば良いので、一充電走行距離を長く設定する必要性が少なくなる。そのため、1 台に搭載する電池量（セル数）を軽減できる可能性がある。

(6) 想定される新たな問題点と課題

着脱式にすることにより想定される新たな問題点と課題を表 3-7 に整理する。

表 3-7 一般利用で想定される問題点と課題

想定される問題点・課題	内 容
電池パックレンタルシステムの構築	ユーザが電池 SS において電池パックを交換して料金を支払うという一連の仕組みを構築して事業として成立させる必要がある。
課金システムの構築	ユーザが電池パックを電池 SS で交換し、料金を支払う場合、どのような料金体系とするのが課題となる。例えば、一律料金で良いのか、電池残量を考慮すべきなのか等の検討が必要である。また、自宅で充電する場合も考えられ、こうした場合も考慮した料金体系が必要となる。
電池パックの使用年月、性能の不均一性への対応	交換する電池パックによって、使用年月、性能（充電残量等）に差が生じる場合が考えられるので、そうした性能の差をどのように交換料金に反映させるかが課題となる。
電池 SS の整備促進	このような着脱式 EV を普及・導入していくためには、電池 SS が適切に配置されている必要がある。
1 台当りの電池パック数の増加、交換機器に伴うコストの増加	1 台当りで複数の電池パックが必要となるので、電池、充電器のコストが増加する。また、電池着脱機器も必要となる。
電池パックの標準化	電池メーカー各社の電池パックを EV メーカー各社の車両で同じように利用できるようにするために標準化が必要である。

3 - 3 - 3 電池着脱式原付四輪 EV の利用イメージ

原付四輪 EV は、既存の EV の中で、最も普及が期待される車両クラスである。また、必要とされる二次電池量は少なく、電池を着脱式とすることの利便性も大きいと考えられる。

そこで、以下では原付四輪 EV を電池着脱式として、一般に普及させる場合の形態について検討を行った。

(1) 電池着脱式原付四輪 EV の車両イメージ

1) 車両の仕様例

着脱式原付 EV の車両例として、2002 年度東京モーターショーで出展された電池着脱式原付 EV であるアラコ社のコムス牽引仕様を以下に示す。これは主に工場等の構内の運搬用に開発された車両である。

表 3-8 電池着脱式原付四輪 EV の仕様

項目	内容	設定の根拠
車両の寸法 (全長×全幅×全高)	2,030×955×1,550 mm	コムス牽引仕様を参考
定員	1 名	
車両の総重量	325kg	
電池の種類	鉛電池	
電池容量・電圧	42Ah×12V	
電池個数	6 個	
総電池エネルギー量	3,024Wh	42Ah×12V×6 個
電池パックの重量	約 85kg	14kg/1 個 (松下電池製制御弁式鉛電池)
一充電走行距離	80km	エブリデイコムスと同等

2) 充電方式

充電方式は普通充電で充電時間を 8 時間とし、家庭用電源でも充電が可能とする。また、利便性を考慮して電池パックを取り外した状態と車載したまま、どちらでも充電が可能な形態とする。

表 3-9 電池着脱式原付四輪 EV の充電方式

充電方式	普通充電 (AC100V) 家庭用電源で充電可能
充電時間	約 8 時間

3) 電池パックの交換・充電方法

電池パックの交換・充電方法のイメージを表 3-10，図 3-2 に示す。ここではコムス牽引仕様を参考にしている。

電池パックの交換は簡単なシステムであるが，電圧が高く，重量も重いので，安全性を考えると専門スタッフによる交換が望ましい。充電方法は，電池 SS では電池を取り外した状態で充電，自宅・事業所等では車載で充電することを基本とする。

表 3-10 着脱式原付四輪 EV における電池パックの交換・充電方法

電池パックの交換手順 (手動)	使用済み電池パックを車両後方の収納部からはずし，台車に載せる。 台車に充電済み電池パックを載せ，車両後方から収納部に装着する。
電池パック交換者	専門スタッフによる交換
交換時間	約 1 分
充電方法	電池 SS：電池パックを取り外した状態で充電 自宅，事業所：電池パックを車載したまま充電

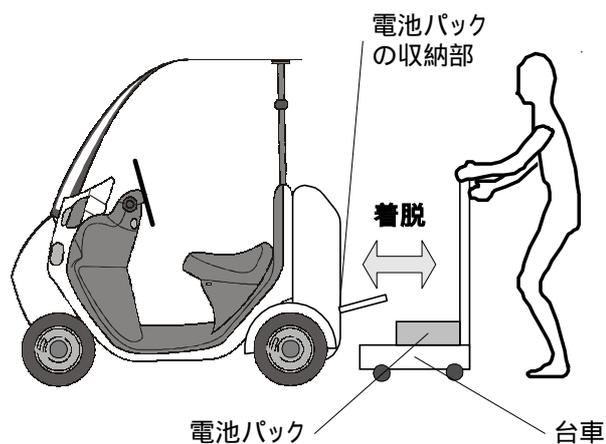


図 3-2 着脱式原付四輪 EV における電池パックの交換方法

(2) 利用イメージの検討

前述のとおり、着脱式 EV を一般に普及させていくためには、いくつかの課題がある。こうした課題とその解決に向けた方向性を整理すると表 3-11 のようになる。

表 3-11 一般利用における問題点・課題とその解決の方向性

問題点・課題	解決の方向性
電池パックレンタルシステムの構築	新興事業として電池レンタル事業（電池サービスステーション事業を含む）を行う企業を設立することが考えられる。また、電池メーカーと EV メーカーが協力して新たに事業として行うことも考えられる。
課金システムの構築	自宅・事業所等での充電をも前提にすると、（電池パックの利用に対して）一定期間ごとに課金するシステムが現実的であると考えられる。また、電池 SS の利用頻度の多少によって差をつけるため、電池 SS の利用量に対して追加的な料金を加算することが考えられる。
電池パックの使用年月、性能の不均一性への対応	電池パックの性能に応じて料金に差をつけることは、現実的には不可能と考えられる。そのため、電池レンタル業者が使用年月・性能をチェックし、一定の品質が維持されるように管理を行うことが必要と考えられる。
電池 SS の整備拡大	導入初期には、採算面から電池 SS を単独で設置するのは難しいと考えられるので、EV メーカーのディーラー、電池メーカーのサービスステーション等に併設することが考えられる。また、地域を限定して試験的に設置することも考えられる。

図 3-3 に利用方法のイメージを示す。基本的には以下のような利用方法が考えられる。また、電池 SS など詳細な利用システムのイメージを表 3-12 に示す。

- ユーザは電池パックを電池レンタル業者からレンタルする。
- ユーザは電池サービスステーションで電池パックの交換を行う。
- ユーザは家庭・事業所等では交換を行わず、車載充電を行う。

表 3-12 利用システムのイメージ

項目	イメージ
電池レンタル事業(電池SS事業を含む)の事業形態	ユーザに電池パックのレンタルを行う事業(電池SS事業も含む)を立ち上げる。レンタル事業の主体としては、電池メーカーとEVメーカーが協力し、新規に事業を行うことが考えられる。 このとき、事業として電池パックの保証(一定の性能が得られることを保証する)も行うこととする。
課金システム	ユーザは、携帯電話のように基本料金制と従量料金制を併せた料金制に基づくレンタル料金を支払う。例えば、ある回数分の交換料を含めた毎月の基本料金を支払う。無料交換回数分を超えたら、その都度超過料金を払って交換を行うといった料金制が考えられる。
電池SSでの電池パックの管理	専門のスタッフ(社員、技術教育を受けたアルバイトなど)が交換・充電を含めた電池パックの管理を行う。併せて車両のメンテナンスも行う。
電池SSの設置場所	導入初期においては、EVメーカーのディーラー、電池メーカーのサービスステーション等に併設することが考えられる。または、地域を限定して試験的に設置することが考えられる。

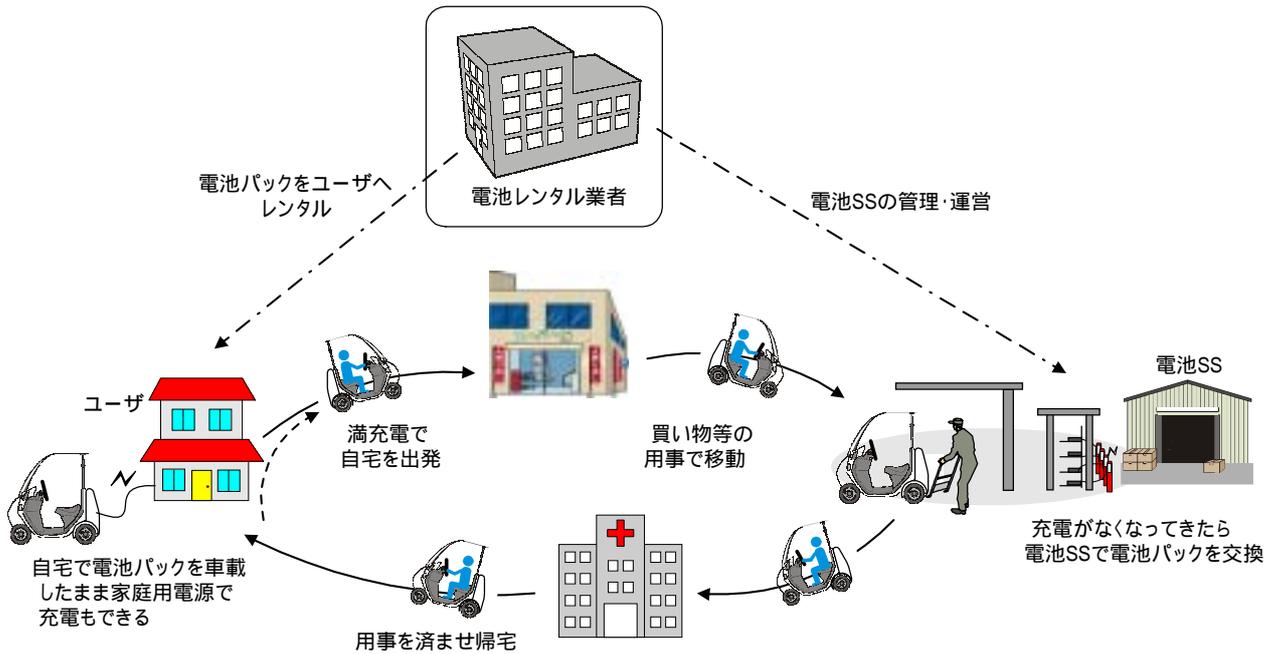


図 3-3 電池着脱式原付四輪 EV の利用イメージ

3 - 4 カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入のあり方

3 - 4 - 1 カーシェアリングシステムにおける利用のイメージ

(1) 利用方法のイメージ

図 3-4 に示すように、現在各地で実施されている既存 EV を用いたカーシェアリングシステムに電池着脱式 EV を導入するイメージである。各ステーションにおいて、利用者が返却した車両の電池パックを、必要に応じて電池交換スタッフが満充電のパックと交換することによって、短時間でその車両を満充電状態にすることが可能となる。さらに、例えば電池パックの交換所（電池サービスステーション：電池 SS）をカーシェアリング地域の周辺部のガソリンスタンド等に設置し、地域外への長距離トリップ車両へのサービスを提供することも考えられる。

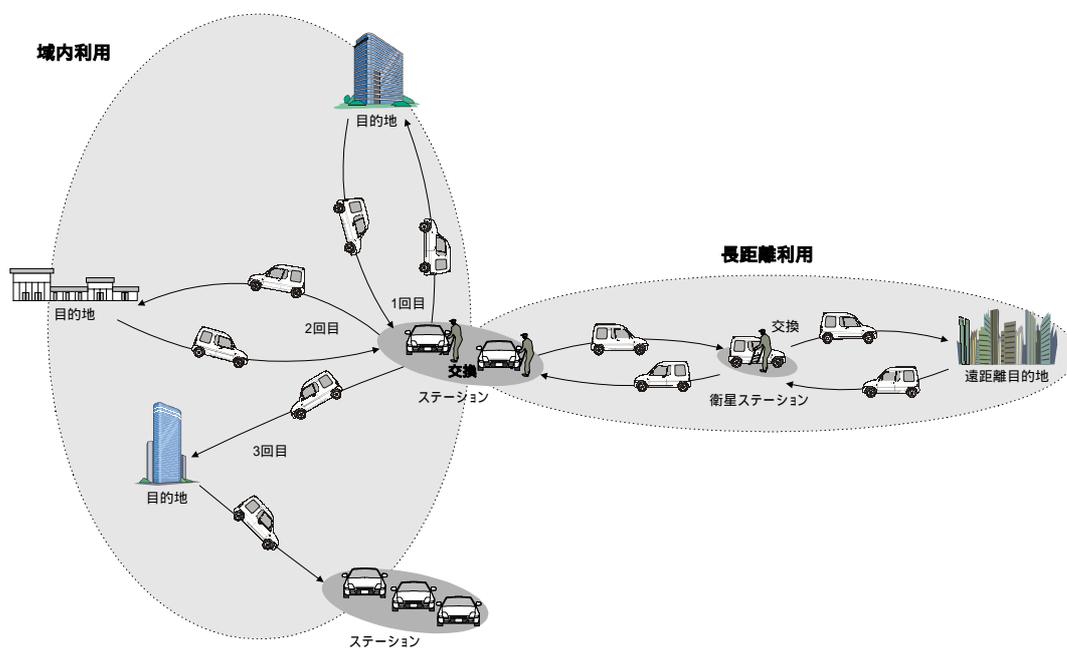


図 3-4 カーシェアリングシステムでの利用イメージ

(2) 車種

EV は小型車になるほど、性能面やコスト面で有利であるため、カーシェアリングに適する車両としても原付四輪、軽・小型車クラスが考えられる。

(3) 充電方式

充電方式としては、EV から電池パックをはずした状態での充電のほかに、電池パックを車載したまま充電可能とすることが様々な面での利点が大いと考えられる。

(4) 考えられる保有者・保有形態

EV 車両，電池，充電器の保有者は，カーシェアリング事業を実施する運営会社が基本である。例えば，自治体が EV を保有し，運営会社にリースするといった形態も考えられる。

3 - 4 - 2 電池着脱式によるメリットとデメリット

(1) 現状の EV カーシェアリングシステムの問題点と課題

3-2 節で整理したように，現在までに，わが国の各地域において既存 EV を用いたカーシェアリングシステムの実証実験が行われている。こうした実証実験において明らかになっている現状の主要な問題点を図 3-5 に整理する。

主に高い車両価格から高い料金設定となり，さらに走行距離の制約も重なっていることで，利用者数の低迷，稼働率の低下，採算性の低下と悪循環を招いている状況にある。また，稼働率の向上には，EV の充電待機時間が制約になっている現状がある。こうした問題をいかに解消するかが，今後の EV のカーシェアリングシステムを事業化する上での主要な課題となっている。

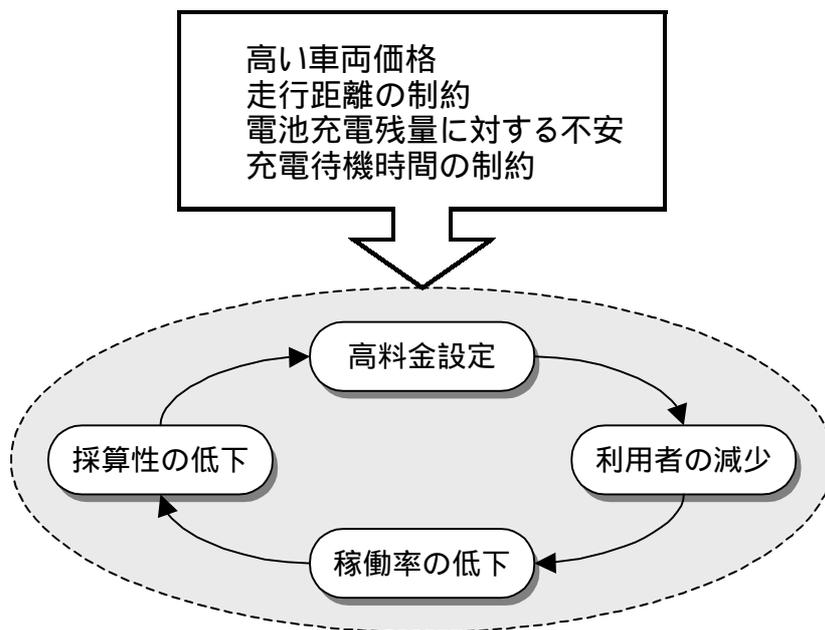


図 3-5 現状の EV カーシェアリングシステムの問題

(2) 電池着脱式によるメリット・デメリット

1) メリット

カーシェアリングシステムに電池着脱式 EV を導入することによって想定されるメリットを図 3-6 に示す。ひとつは、電池パックの交換によって既存 EV のような充電待機時間が不要となり、回転率（稼働率）が向上することである（図 3-7）。その結果、必要な車両台数が削減され、車両コストが削減される。もうひとつは、長距離利用が可能となることで利用者にとってのサービス性が向上する。その結果、利用者数が増加し、それに伴い、車両回転率の向上、料金収入の増加が期待される。

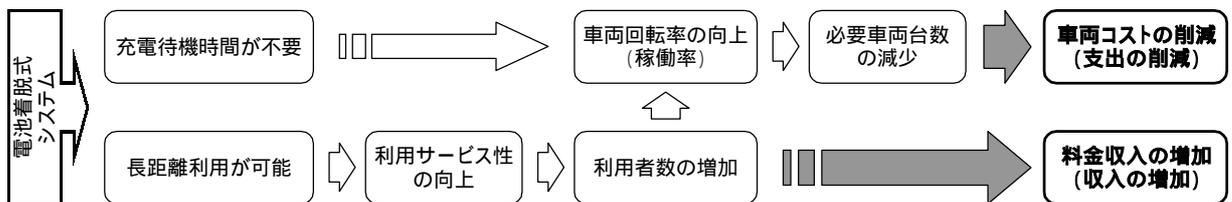


図 3-6 電池着脱式によって想定されるメリット

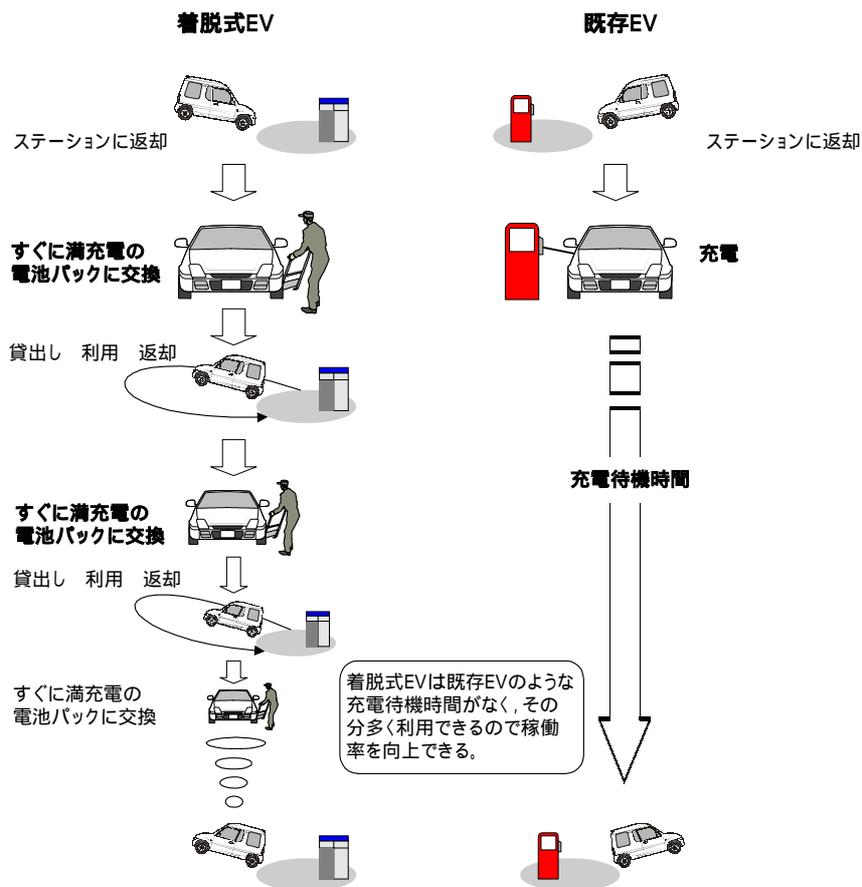


図 3-7 着脱式 EV と既存 EV の稼働率の違い

2) デメリット

カーシェアリングシステムに電池着脱式 EV を導入することによって想定されるデメリットを図 3-8 に示す。第一に 1 台あたりの電池パック数が増加することによる電池コストの増加，第二に長距離利用のためのステーションと充電器の増加による設備コストの増加，第三に電池パックの交換・充電・管理を行う作業員の人件費の増加が考えられる。

したがって，電池着脱式 EV の導入形態を検討する上では，こうしたデメリットをできるだけ抑え，さらに前項のメリットを最大限に活かすような方法を検討することが重要となる。

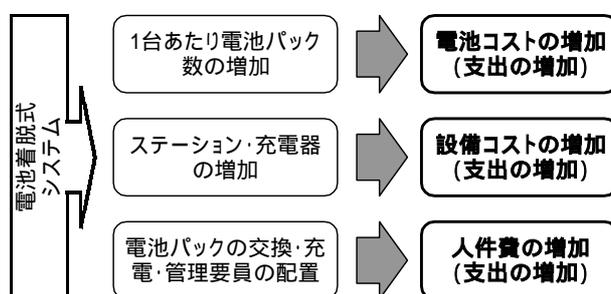


図 3-8 電池着脱式によって想定されるデメリット

3 - 4 - 3 導入形態を検討する上での前提条件の整理

電池着脱式 EV のカーシェアリングシステムの導入形態を検討する上で必要となる各種前提条件を以下に整理する。

(1) 車の仕様

訪問インタビュー調査結果等をもとに，前提とする電池着脱式 EV の仕様を表 3-13 のように想定する。また，参考としてトヨタ e-com と鉛電池仕様であるスズキエブリイ EV の諸元を表 3-14 に示す。

車両は e-com と同等スペックとし，電池は鉛電池とした。電池についてはニッケル水素，リチウムイオンなどの高性能電池の可能性もあるが，充電の制御，管理等が複雑となり，コストの上昇要因となる。そのため，本調査検討では，最も簡易で低コストなシステムを第一に検討すべきと考え，取り扱いが容易な鉛電池を基本とする。

鉛電池は既存製品をベースとし，e-com の電池容量とほぼ同等となるように電池個数を設定した。さらに電池個数に応じた電池パックの寸法，重量を設定した。

燃費は，e-com の燃費に着脱式 EV との慣性重量比，充放電効率比を乗じて算出し，それに電池容量を乗じて一充電走行距離を算出した。

表 3-13 電池着脱式 EV の仕様

項目	電池着脱式 EV	設定の根拠
車両の寸法 (L×W×H)	2.790 × 1.475 × 1.605 m	e-com と同等
定員	2 名	
車両総重量	850kg	e-com から電池重量分を抜いたものに電池パック重量分を追加。
電池の種類	制御弁式鉛電池	鉛電池は松下電池製 EV 用鉛電池 EC-EV1260 を参考
電池容量・電圧	60Ah × 12V	
電池個数	10 個	e-com と同等以下の総電池エネルギー量となるように電池個数を設定。
総電池エネルギー量	7,200Wh	
電池パックの寸法 (L×W×H)	80 × 80 × 20 cm	鉛電池 1 個：11.6 × 38.8 × 17.5 cm 5 個ずつ 2 列に置く。パック容器等のその他プラス 分も考慮。
電池パックの重量	220kg	鉛電池：21kg/個 × 10 個 パック容器等その他プラス 分も考慮。
一充電走行距離 (10・15 モード)	80km	e-com の燃費に着脱式 EV との慣性重量比, 充放電効率比(鉛:85%, ニッケル:95%と想定)を乗じて燃費を算出。走行距離は燃費にエネルギー量に乗じた値。
燃費	11.1km/kWh	

表 3-14 既存 EV の仕様(参考)

項目	e-com (トヨタ)	エブリィ EV (スズキ)
車両の寸法 (L×W×H)	2.790 × 1.475 × 1.605 m	3.395 × 1.475 × 1.870 m
定員	2 名	2 名
車両総重量	770kg	1270kg
電池の種類	ニッケル・水素電池	制御弁式鉛電池
電池容量・電圧	28Ah × 12V	60Ah × 12V
電池個数	24 個	20 個
総電池エネルギー量	8,054Wh	14,400Wh
電池パックの寸法 (L×W×H)	-	-
電池の重量	144kg (6kg/個)	420kg (21kg/個)
一充電走行距離 (10・15 モード)	100km	110km
燃費	13.9km/kWh	10.3km/kWh

(2) 充電方式

想定する充電方式を表 3-15 に示す。急速充電の可能性もあるが、電池パック交換方式のメリットを活かせるのは普通充電であると考えられる。また、急速充電器は比較的高価格なことから、普通充電を基本とする。

表 3-15 充電方式

充電方式	普通充電	急速充電（参考）
充電時間	8 時間 （満充電）	30 分強 （1C ^{注1} ，SOC 80% ^{注2} ）

注 1) 1C は電池を満充電にする電流値。例えば、100Ah の電池の場合、1C は 1 時間に 100A、0.5C では 50A、2C では 200A となる。

注 2) state of charge : 充電状態

(3) 電池パックの交換・充電・管理方法

想定する電池パックの交換・充電・管理方法のイメージを表 3-16 と図 3-9 に示す。交換は簡易で低コストな手動で行う方式を原則とする。

電池交換者については、どんなに簡易な方法が構築できたとしても、安価な手動交換を前提とする場合には、利用者にとって負担を感じる程度の交換作業が必要となる。そのため、利用サービス性の確保の観点から専門のスタッフによる交換が望ましいと判断される。また、待機・充電中の電池パックを管理する必要もある。したがって、交換、充電を含めた電池パックの管理を行うスタッフ（電池交換スタッフ）を配置することを想定する。

また、電池パックは、夜間での保管や雨が降った場合、いたずら・盗難等を考え、倉庫内での保管を想定する。

表 3-16 電池パックの交換・充電・管理方法

電池の交換手順 （手動）	使用済み電池パックを車両の床下からはずし、リフター等にのせる。 リフター等に充電済み電池パックを載せ変え、車両の床下から収納スペースに装着する。
電池交換者	専門のスタッフによる交換
交換時間	約 5 分
充電方法	電池パックを棚に置いた状態で、別置型充電器で充電。 1 日の最後に使用した車両は、電池パックを車載したまま充電。
管理方法	未使用の電池パックは、棚に置いた状態で倉庫内に保管する。 保管倉庫のスペースは車両 1 台分とする。

(4) 車載充電

本調査検討では、車載充電も可能であるとする。1 日の最後に使った車両は、電池パックの交換は行わず、そのまま車載充電を行い、次の日の最初に貸し出すことを想定する。

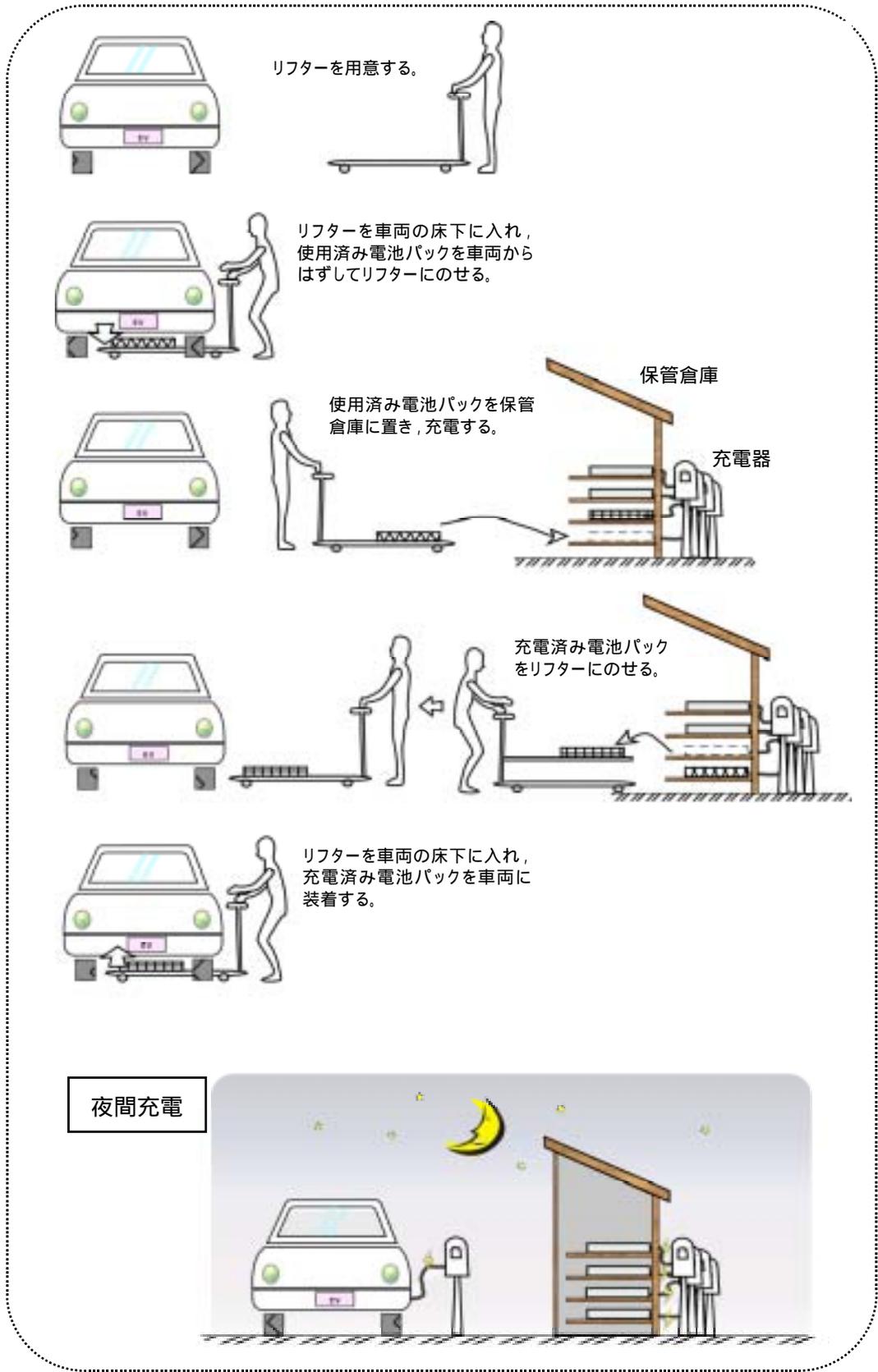


図 3-9 電池パックの交換・充電方法のイメージ

3 - 4 - 4 導入形態の検討

(1) 利用者の利用パターン

電池着脱式 EV のメリットを踏まえ、想定される利用者の利用パターンのイメージを図 3-10 に示す。ここでは、パターン A とパターン B の利用イメージを想定している。

利用パターン A は、通常の利用者のパターンであり、充電待機時間がなくなることにより、1 日 1 台あたりの使用回数を増やすことを主眼にした運用を図るべき利用パターンである。すなわち、電池着脱式 EV では、電池交換によって連続利用が可能となり、1 台での高頻度利用に対応できることになる。これによって、必要な車両台数の削減が期待できる。

さらに、カーシェアリング区域の周辺部に電池パックを置いた衛星ステーションを配置し、そこで電池パックの交換を行うことにより、遠い目的地まで行くことが可能となる。こうした利用形態を利用パターン B とした。これによって、利用サービス性が向上し、利用者数・利用ニーズが増加することが期待できる。

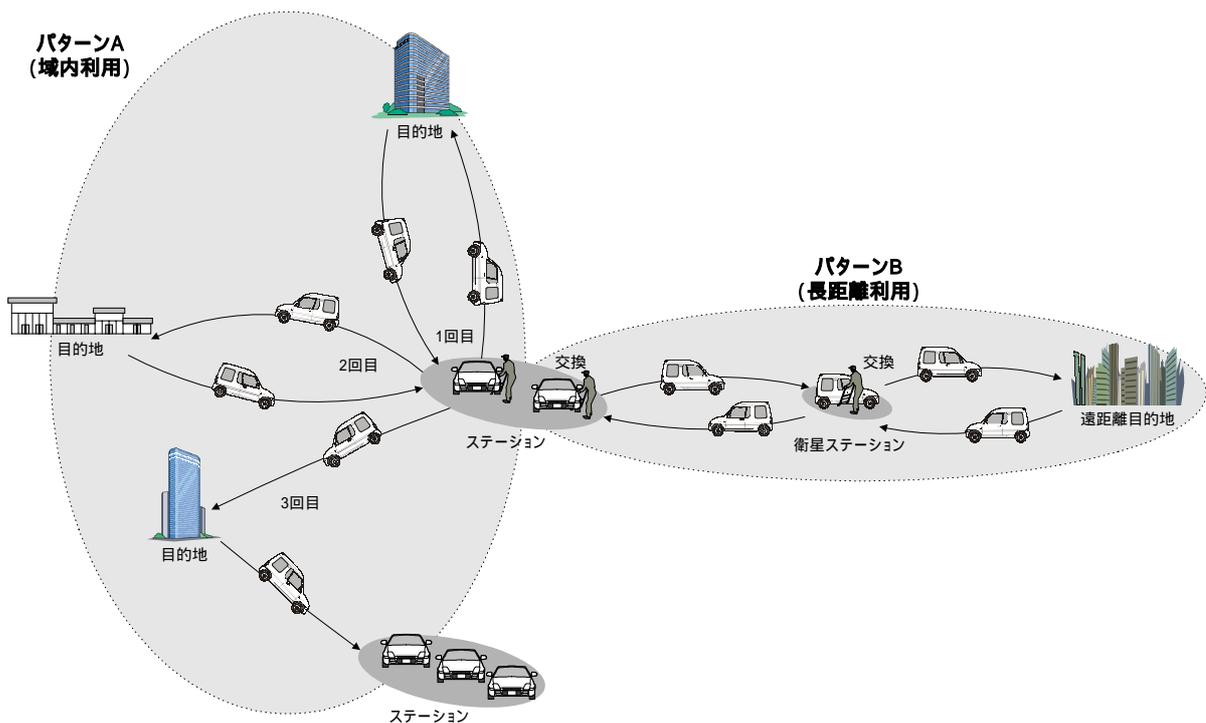


図 3-10 利用パターンのイメージ

このうち利用パターン B については、まとまった利用者がいない限りは、衛星ステーションの設置や維持にコストがかかり、事業運営上、採算性を悪くする可能性がある。

そのため、本調査研究では、以下において主に利用パターン A に関する検討を行い、利用パターン B は検討対象としないこととする。

(2) 利用パターン A(域内利用)における運用形態の検討

1) 管理者による電池パックの交換・充電・管理方法の形態

本調査研究では、電池パックの交換、充電は専門のスタッフ（電池交換スタッフ）が行うことを前提としている。しかし、採算性の向上のためにはできる限りデポ・ステーションの無人化を図る必要がある。

そこで、複数のステーションにつき1箇所の電池パックの交換・充電・保管を行う拠点を設け、そのスタッフが必要に応じて電池パックの交換を行うために出向くことが考えられる。

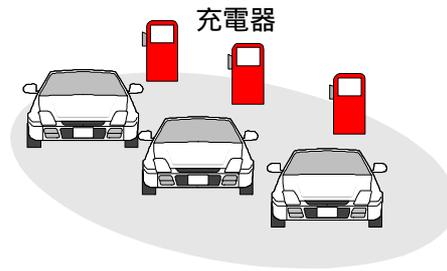
この前提に基づくと、ステーションの種類としては大きく表 3-17、図 3-11 に示すような3つのタイプが考えられる。

(A) 車両ステーションは、MM21 など既存のカーシェアリングシステムと同様な無人の車両ステーションである。(B) 電池パックステーションは、スタッフが常駐し、電池パックの交換・充電・保管のみを行うステーションであり、利用者に対する貸出しは行わない。例えば、ガソリンスタンドやコンビニエンスストア等に設置し、夜間の電池パックの管理を委託するような形態が考えられる。(C) 総合ステーションは、(A)、(B)の機能を併せ持ったステーションであり、スタッフが常駐し、利用者への貸出しから電池パックの交換・充電・管理まで全て行うことができる拠点となるステーションである。

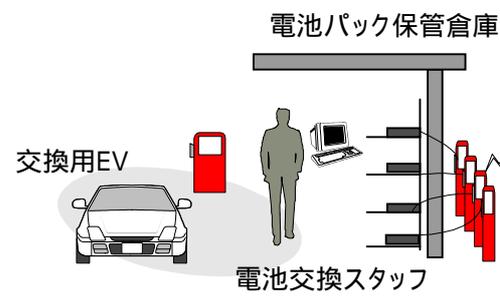
表 3-17 ステーションの種類

ステーション	EV 貸出	パック 交換	充電	電池パック 保管倉庫	スタッフ の常駐	コスト
A . 車両ステーション		×	車載のみ	×	×	低 ↓ 高
B . 電池パックステーション	×					
C . 総合ステーション						

A. 車両ステーション（無人）



B. 電池パックステーション



C. 総合ステーション

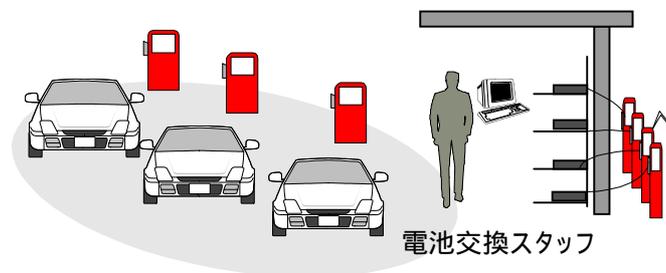


図 3-11 ステーションの種類

以上に挙げたステーションの種類を前提とし、スタッフによる電池パックの交換・充電方法の形態として考えられるイメージを表 3-18、図 3-12 に示す。

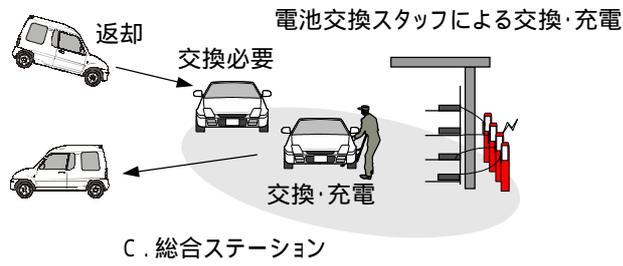
最終的な理想としては、どのステーションにもスタッフが常駐する形態(1)が望ましい。しかし、この形態は車両台数(利用回数)が多ければ成立するが、小規模なカーシェアリングシステムでは人件費等の負担が大きく、採算面を考えると成立が難しい。小規模なステーションの構成で採算性を確保するためには、形態(2)が有効であると考えられる。

横浜 MM21 で実施されているカーシェアリングシステムでは、一番長いステーション間の距離でも 7.5km(直線距離)である(図 3-13 参照)。例えば横浜駅を拠点とすれば、管理者が電池パックの交換のために、短時間で移動することが可能と考えられる。このように、カーシェアリングシステムの規模にあわせて、有効なステーションの種類とその組合せを決めることが望ましいと考えられる。

表 3-18 管理者による電池パックの交換・充電・管理方法の形態

形態	電池パックの交換・充電・管理方法	メリット・デメリット
(1)	C の総合ステーションにスタッフが常駐し、電池パックの交換・充電・管理を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・すぐに交換・充電が可能。 ・車両、電池パックを常時管理できる。 ・保管スペースコスト、人件費によるコストの増加。
(2)	<p>複数の車両ステーション A につき、スタッフが常駐する電池パックステーション B を配置。B には電池パック交換済みの車両を必ず 1 台確保しておく。</p> <p>ユーザによって A に車両が返還される。充電が必要と判断されると、B の管理者に連絡がいく。(システム化)</p> <p>スタッフは B であらかじめ充電済みパックに交換してある車両に乗って A に向かう。A に着いたら、交換が必要な車両に乗り換える。B に戻る。</p> <p>B に着いたら充電済み電池パックと交換する。スタッフは連絡に応じて を繰り返し行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・保管スペースコスト、人件費の削減 ・交換用の車両を最低 1 台余分に用意しなければならない。 ・交換が重なった場合の対策が必要。 ・スタッフの移動によって電池残量が減る。

形態(1)



形態(2)

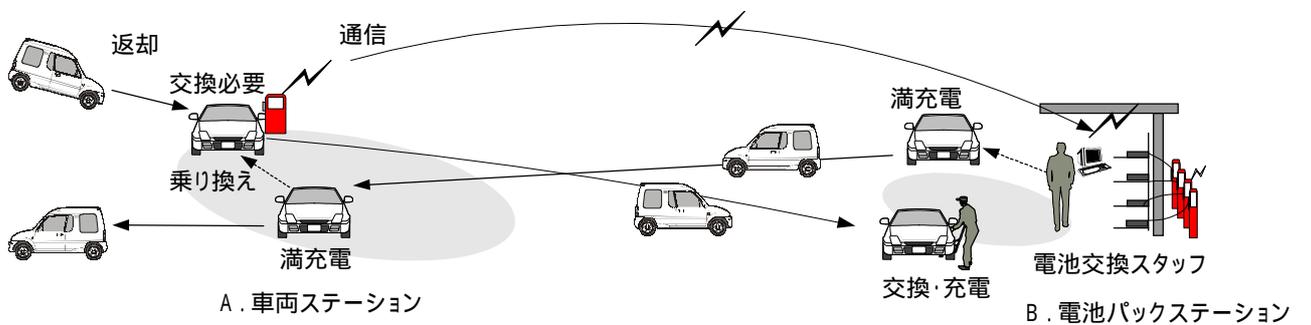


図 3-12 電池交換スタッフによる電池パックの交換・充電・管理方法



図 3-13 横浜 MM21 地区実証実験におけるステーションの配置と距離

2) 車両ステーションにおける電池パックの運用方法

車両ステーションにおける車両 1 台あたりの 1 日における電池パック交換のイメージを図 3-14 に示す。ここでは、車両 1 台あたり 4 回（1 回あたりの利用時間：3 時間以内）の利用ニーズがある場合を想定している。基本的には、夜間充電を行い、朝の営業開始時には満充電の電池パックが用意されている状態にあるものとしている。したがって、充電器も電池パック数分必要となる。前項に示したいずれの形態においても、基本となる運用方法の考え方は共通である。

ケース 1 は、使用後は必ず電池パックの交換を行い、次の使用開始時には満充電状態となっている場合である。したがって、利用回数分の電池パックが必要となる。

ケース 2 は、1 回目の使用後は充電せず 2 回続けて使う場合である。必要な電池パック数は 2 回で 1 個になり、ケース 1 と比べて半分となる。ただし、このケースは、2 回の走行距離の合計が一充電走行距離以内であることが必要となる。

図 3-15 は、横浜 MM21 地区における実証実験の第 6 ステップ（課金実験、平成 14 年 1 月～3 月）での、1 回あたりの利用距離と利用頻度の関係を示したものである。平均利用距離は 10.1km であり、30km 以内が 95%を占め、2 回の合計距離が 50km を超える確率はほとんどないと考えられる。したがって、50km で電池パックの交換を行うとしても、多くの場合 2 回続けて利用することが可能であると考えられる。

ケース 2 の場合、2 回目に利用する利用者にとっては、満充電状態の EV を利用できないという心理的な負担もある程度考えられるが、利用途中でも必要があれば電池を交換できるという既存 EV にはない安心感がある。加えて、必要とされる電池パック数、充電器数が半減することから、ケース 2 のような複数回の連続利用が望ましいと考えられる。

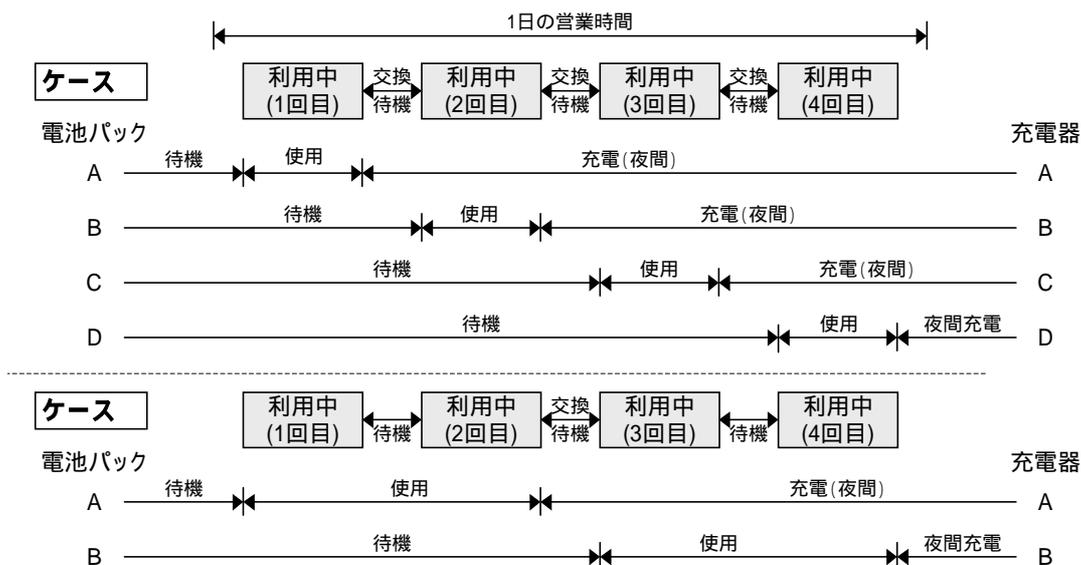


図 3-14 電池パックの運用方法のイメージ

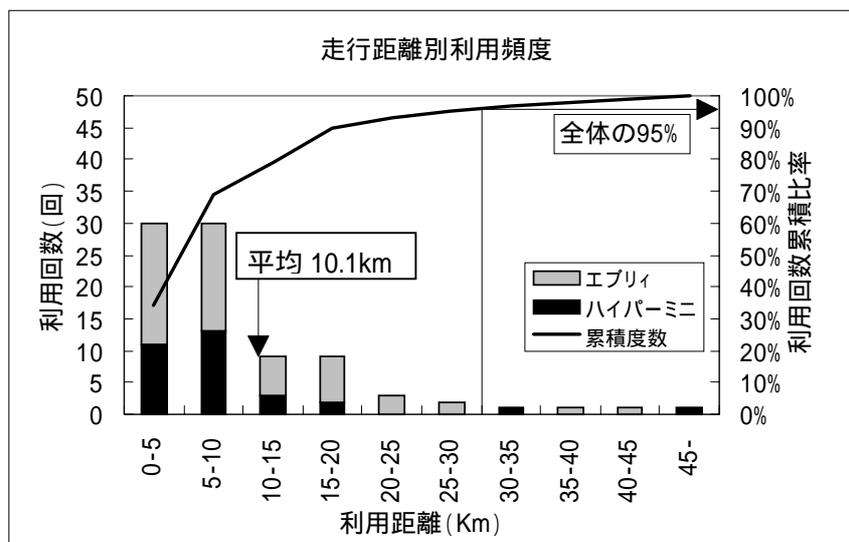


図 3-15 横浜 MM21 地区実証実験の第 6 ステップの走行距離別利用頻度

出典：(財)日本電動車両協会「平成 13 年度 広報・調査事業成果報告書 EV 普及のための EV 共同利用システムの広報・調査に関する報告書（横浜・稲城）」2002 年 3 月

(3) 利用パターン B(遠距離利用)における運用イメージについて

遠距離利用を目的とする利用パターン B(図 3-10 参照)では、カーシェアリング区域の外縁部付近に電池パックの交換が可能な電池パック交換ステーション(衛星ステーションと呼ぶ)を設置する。利用者はその衛星ステーションで電池パックの交換を行い、遠距離地域まで行くことができるようになる。

衛星ステーションの有効利用を勘案すると、ラウンドトリップを原則とし、必ず行き帰りにおいて同じ衛星ステーションで電池パックの交換を行うことが必要と考えられる。この場合、1 回の利用につき、満充電の電池パックが衛星ステーションに 2 個以上必要となる。

衛星ステーションには、電池パックの交換・充電・管理を行う作業員が必ず常駐していなくてはならないため、既存のガソリンスタンド等に委託することが考えられる。

このような衛星ステーションを設置・運営し、採算性を確保するためには、相当量の遠距離トリップニーズが必要と考えられ、当初からの利用パターン B を想定したカーシェアリングの運営は相当の困難が予測される。そのため、前述のとおり本調査研究では、以下利用パターン B は検討対象としないこととしている。

3 - 5 カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入可能性の検討

ここでは、カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入可能性について検討するため、2つの異なる視点からアプローチを行った。一つは、採算性面からの検討（3-5-1節）であり、もう一つは、EV のカーシェアリングの導入可能な地域と用途という視点からのアプローチ（3-5-2節）である。後者については、EV のカーシェアリングシステムの導入が考えられる地域・用途について整理した上で、都市型観光地におけるカーシェアリングの導入候補地として、津和野と萩を事例検討の対象地域として取り上げ、現地踏査を実施し、両地域におけるカーシェアリング導入の可能性についての検討を行った。

3 - 5 - 1 採算性の検討

(1) 採算計算方法の概要

本調査検討における採算計算手法の全体フローを図 3-16 に示す。ここでは、平均的な1年間の収支を計算する簡便な手法を採用した。

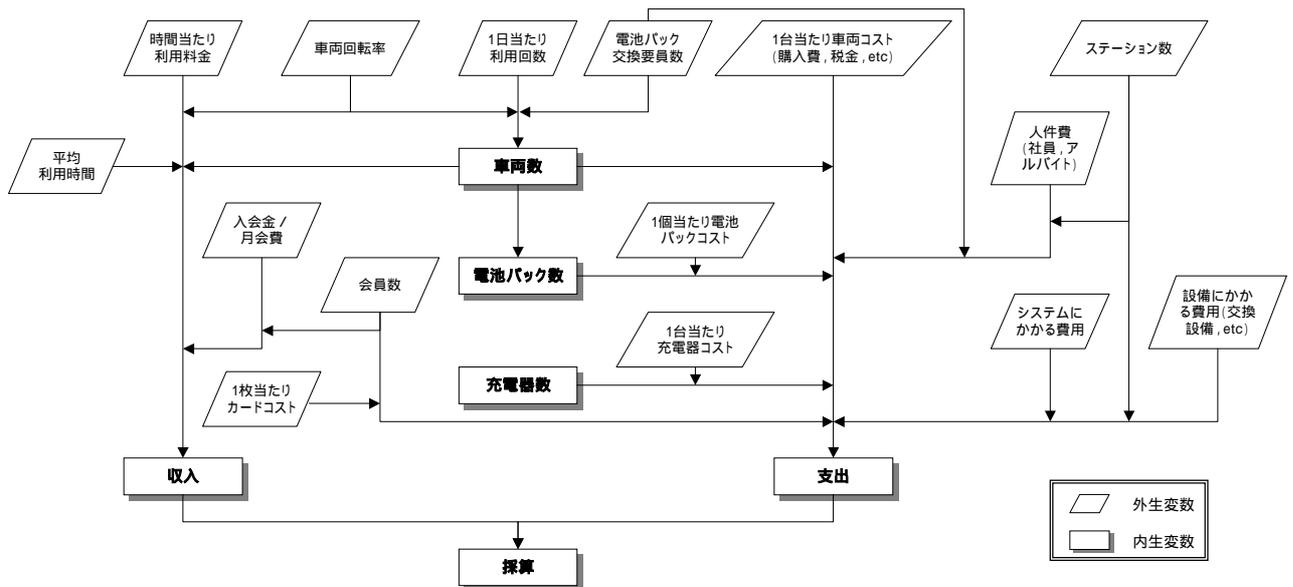


図 3-16 電池着脱式 EV を導入したカーシェアリングシステムの採算検討のフロー

(2) 試算の前提条件の整理

試算を行うためには、電池パックの交換方式、利用パターン、電池パックの管理方法などのカーシェアリングシステムの運用パターン、料金体系を設定することが必要となる。また、車両・電池の価格、会員数など試算に必要な各種外生条件も必要となる。ここではそれらの前提条件を整理する。

1) カーシェアリングシステムの運用パターンについて

a) 導入する車両の仕様, 充電方式, 電池パックの交換方式

車両の仕様, 充電方式, 電池パックの交換方式については, 3 - 4 節で整理したものを基本とした。

b) 電池交換スタッフによる電池パックの交換・充電・管理方法の形態

電池交換スタッフによる電池パックの交換・充電・管理する方法(3-4 節参照)については, 2 箇所の総合ステーションを設け, 必要に応じてスタッフが電池パック交換済みの車両に乗って車両ステーションに行き, 交換が必要となった車両と交換するような形態を想定した(図 3-17)。

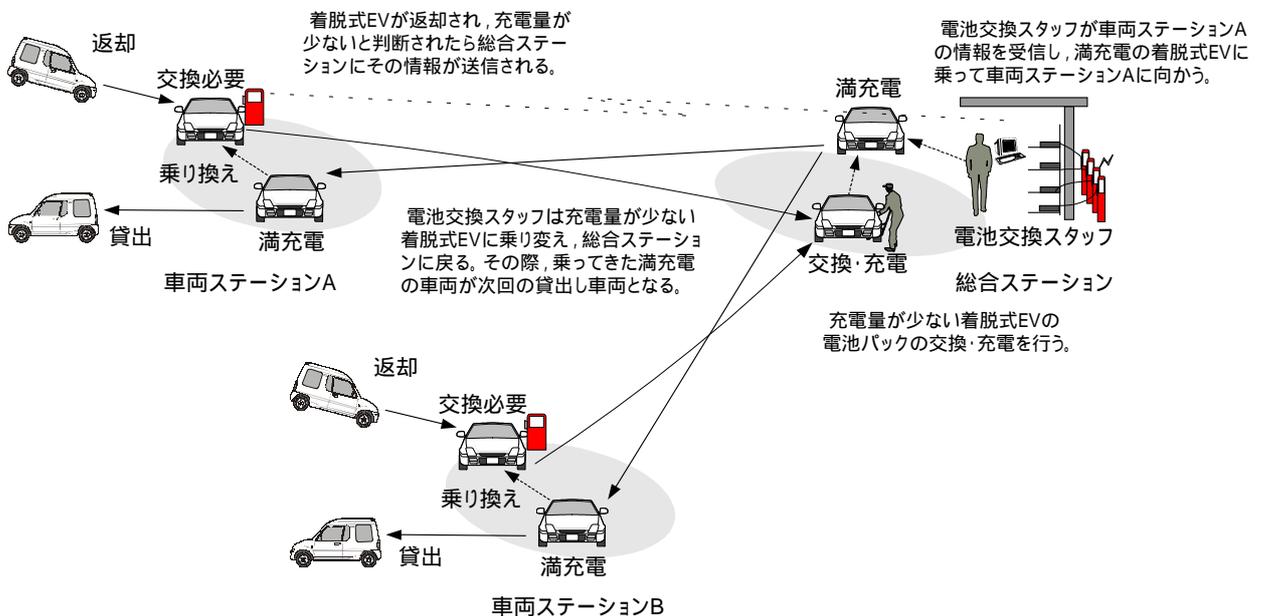


図 3-17 試算で想定する電池交換スタッフによる電池パックの交換・充電・管理方法の形態

c) 車両ステーションにおける電池パックの運用方法

また, 電池パックの運用方法(3 - 4 節参照)は, ケース (2 回連続利用) を基本的な前提とする。

2) 料金体系

試算で設定した料金体系を表 3-19 に示す。横浜 MM21 地区の料金体系(法人用: ラウンドトリップ)は, 比較的利用頻度が多いユーザ向けの A プランと, 比較的利用頻度が少ないユーザ向けの B プランが用意されている。本試算では, 会員の平均利用頻度が週 2 回という比較的少ない利用を想定し, B プランを適用して試算を行う。

表 3-19 料金体系の設定

		A プラン	B プラン
利用料金	基本料金 (最初の 30 分)	200 円	400 円
	単位時間料金(以降 15 分毎)	100 円	200 円
会費	月会費	15,000 円	4,000 円
	入会金	20,000 円	

3) 運営状況に関する条件

運営状況に関する各種条件を表 3-20 に示す。基本的には横浜 MM21 地区で行われた実証実験の第 6 ステップ (平成 14 年 1 月～3 月) の事業規模を想定した。

表 3-20 運営状況の設定

項目	内容	設定の根拠
車両数 (貸出車両数)	32 台 (30 台)	MM21 第 6 ステップ実績値を参考 (2 台はスタッフが交換時に使用)
ステーション数	10 箇所	MM21 第 6 ステップ実績値を参考
駐車枠	36 台分	MM21 第 6 ステップ実績値を参考
管理者 (社員)	1 人	-
電池交換スタッフ (アルバイト)	2 人	ステーション 5 箇所 で 1 人
オフィスアルバイト人数	1 人	-
営業時間	12 時間 / 日 (年中無休)	-

4) 利用状況に関する条件

利用状況に関しては、基本的に 1 台 1 日当たりの利用回数 (車両回転率) を 3 回 / (台・日) と想定した。会員数は、会員 1 人当たりの利用頻度を週 2 回程度と想定することにより設定した。

表 3-21 利用状況の想定

項目	内容	設定の根拠
車両回転率	3 回 / 日	電池着脱式 EV の特長を活かせる水準として想定
平均使用時間	2 時間 / 回	MM21 第 6 ステップ実績値を参考
平均利用距離	10km / 回	MM21 第 6 ステップ実績値を参考
車両稼働率	55%	1 台あたり利用回数 × 平均使用時間 / 営業時間
会員数	300 人	平均利用頻度として週 2 回を想定し、設定

5) 設定条件の整理

表 3-22 に各種設定した条件を整理する。

表 3-2 2 設定した条件のまとめ

項目		内容	設定の根拠	備考	
車両数（貸出車両数）		32 台（30 台）	MM21 第 6 ステップ実績値	2 台は電池パック管理者が交換するための車両	
駐車枠		36 台	MM21 第 6 ステップ実績値		
ステーション数		10 ヶ所	MM21 第 6 ステップ実績値		
管理者（社員）		1 人	-		
電池交換スタッフ（アルバイト）		2 人	ステーション 5 箇所 1 人		
オフィスアルバイト人数		1 人	-		
営業時間		12 時間 / 日（365 日 / 年 営業）	-		
車両回転率		3 回 / 日	電池着脱式 EV の特長を活かせる水準として想定		
平均使用時間		2 時間 / 回	MM21 第 6 ステップ実績値を参考		
平均利用距離		10km / 回	MM21 第 6 ステップ実績値を参考		
車両稼働率		55%	1 台あたり利用回数 × 平均使用時間 / 営業時間		
会員数		300 人	平均利用頻度として週 2 回を想定し、想定		
収 入	使用料金	基本料金	400 円 / 最初の 30 分	横浜 MM21 の法人用料金プラン B : ラウンドトリップの料金設定を参考	
		単位時間料金	200 円 / 15 分		
	会費	月会費	4,000 円 / 月		
		入会金	20,000 円		
支 出	車両コスト	本体価格 （電池は含まない）	100 万円	インタビュー調査結果等を参考	車両寿命：6 年
		税金	取得税，重量税，自動車税	軽自動車の金額で設定	
		保険	自賠責保険，任意保険	任意保険は MM21 試算	
		車検	50,000 円 / 回	MM21 試算を参考	
		定期点検（半年ごと）	20,000 円 / 回		
		メンテナンス費等	修理：7,332 円 / 年 消耗品：4,500 円 / 台 洗車代：24,000 円 / 台	沖縄試算を参考 洗車代：1 回 1000 円 × 24 回 / 年	
		車載装置等	車載装置：300,000 円 車両通信費：4,000 円 / 月・台 ASP 利用料：15,000 円 / 月 ASP 加盟料：100,000 円	本調査研究の想定 MM21 試算を参考	
	駐車場料金	25,000 円 / 台	MM21 試算を参考		
	電池コスト	電池パック価格	現状：300,000 円 / パック 目標：80,000 円 / パック	インタビュー結果等を参考	
		交換時期	1,000 サイクル	インタビュー結果等を参考	
		充電料金	5,530 円 / 年・パック	沖縄試算の充電料金 1 円 / km と MM21 第 6 ステップの平均利用距離 10.1km / 回より設定	
	デポ内の設備にかかる費用	充電器価格	150,000 円 / 基	インタビュー結果等を参考	
		充電器設置費用	200,000 円 / 基	低公害車ガイドブック	
		電池交換設備	電動リフター：250,000 円 パレット：10,000 円	リフター販売会社のホームページを参考	
		電池保管倉庫	倉庫（棚含む）：500,000 円 スペース：25,000 円	倉庫：倉庫販売会社のホームページを参考 スペースは駐車場 1 台分の駐車場代	保管倉庫 1 つにつき電池パック 10 個収納可能とする。
	カード発行料	1,500 円 / 枚	沖縄試算を参考		
	システムにかかる費用		サテライト利用料：20,000 円 / 月 ASP 利用料 50,000 円 / 月 PC 初期投資：150,000 円 データ更新費：25,000 円 / 年	MM21 試算を参考 沖縄試算を参考	
人件費	管理者（社員）	600 万円 / 年 × 1 人	本調査研究の想定		
	電池パック管理アルバイト	1,000 円 / 時間 × 2 人			
	オフィスアルバイト	1,000 円 / 時間 × 1 人			
諸経費		人件費（アルバイト含む）× 25%	本調査研究の想定		

注1) MM21 試算：(財)日本電動車両協会「平成 13 年度広報・調査事業成果報告書 EV 普及のための EV 共同利用システムの広報・調査に関する報告書（横浜・稲城）」2002 年 3 月

注2) 沖縄試算：(財)日本電動車両協会「平成 13 年度沖縄における EV 導入・普及基礎調査」2002 年 3 月

(3) 試算のケース設定

以下に示す3ケースについて試算を行った。各ケースの主要な設定条件を表3-23に示す。既存EVケースでは、着脱式EVのケースと同じ利用ニーズ（利用回数）があると想定した。その結果45台のEVが必要になる。

- 電池着脱式EV基本ケース（基本ケース）
- 電池着脱式EV補助金ケース（補助金ケース）
- 既存EVケース

表 3-23 各ケースの主要な設定条件

項目	基本ケース	補助金ケース	既存EVケース
会員数	300人		
車両数 (駐車枠)	32台 (36台)		45台 (50台)
ステーション数	10箇所		
1台あたり利用回数	3回/日		2回/日
使用料金	基本料金	400円/最初の30分	
	単位時間料金	200円/15分	
会費	月会費	4,000円	
	入会金	20,000円	
車両コスト	車両	電池着脱式EV(本調査研究想定)	エブリイEV
	車両価格 ^{注1)}	100万円/台	300万円
	補助金	-	15万円/台
	車両寿命	6年	
電池コスト	電池種類	鉛電池	
	電池価格	30万円/パック (4.2千円/kWh)	60万円/台 (4.2千円/kWh)
	電池寿命	1,000サイクル	

注1) エブリイEVは電池を含めた価格

なお、補助金ケースでは、基本ケースに加え、車両購入時に補助金が出た場合を想定して試算を行う。補助金額は、現行のEVと同様の制度の適用を想定し、同等のガソリン車をベース車両として、その車両との差額の半分を補助金額とすることにより設定した(表3-24)。

表 3-24 補助金の設定

a: 電池着脱式EV価格	b: ベース車両価格	補助金上限額
130万円 (電池パック1個分含む)	100万円 (軽自動車クラス)	15万円

また、既存EVケースにおいては、スズキエブリイEV(表3-14)の導入を想定した。

エブリイ EV は普通充電を前提とすると長時間充電を必要とするため、1日1台あたりの貸出し回数を2回までとする。したがって、1日のカーシェアリングシステムへの総利用ニーズ(90回/日)を電池着脱式EVの場合と同じと想定すると45台が必要となる。また、電池パックを交換する必要がないので、電池交換スタッフアルバイト、交換設備に要するコストは試算に含めない。(表3-25)

表 3-25 既存EVケースの設定条件

項目		内容	備考
車両数		45台	全体の利用回数90回/日と1台あたり利用回数2回/日から、車両数を45台と設定。
駐車枠		50台	
1台あたり利用回数		2回/日	
車両	車両価格	3,000,000円	電池価格を含めた価格
	補助金	1,000,000円	
	車両寿命	6年	本調査研究設定
電池	電池交換価格	600,000円/回	低公害車ガイドバック等により設定
	電池寿命	1,000サイクル	ヒアリング調査結果等から設定

(4) 試算結果

1) 収支状況

3ケースについて試算を行った結果を表3-26に示す。試算結果は1年間当りでのものである。着脱式EVを導入した2ケースは黒字を見込むことができるが、既存EVケースでは赤字となった。着脱式EV採用ケースでは既存EVに比べ稼働率が良く、既存EVよりも少ない台数で利用需要に対応できることから、車両にかかる費用が約半分となっていることが寄与している。

表 3-26 試算結果

項目		ケース		
		基本	補助金	既存EV
収入	入会金	600,000	600,000	600,000
	月会費	14,400,000	14,400,000	14,400,000
	利用料金	57,816,000	57,816,000	57,816,000
収入計		72,816,000	72,816,000	72,816,000
支出	車両にかかる費用	13,883,989	13,059,989	27,819,360
	電池にかかる費用	6,789,000	6,789,000	7,155,000
	充電料金	353,904	353,904	331,785
	ステーション費用(交換設備含む)	15,347,000	15,347,000	15,900,000
	システムにかかる費用	7,765,000	7,765,000	11,185,000
	人件費(諸経費含む)	23,925,000	23,925,000	12,975,000
支出計		68,063,893	67,239,893	75,366,145
収支		4,752,107	5,576,107	-2,550,145

(単位:円/年)

以下、基本ケースについて、電池価格、料金体系、利用回数の変化と収支の関係について分析を行った。

2) 月会費の変化と収支の関係

基本ケースにおける月会費の変化と収支の関係を図 3-18 に示す。電池が現状価格の場合は 3,000 円まで、将来価格なら 1,500 円までは黒字となることわかる。

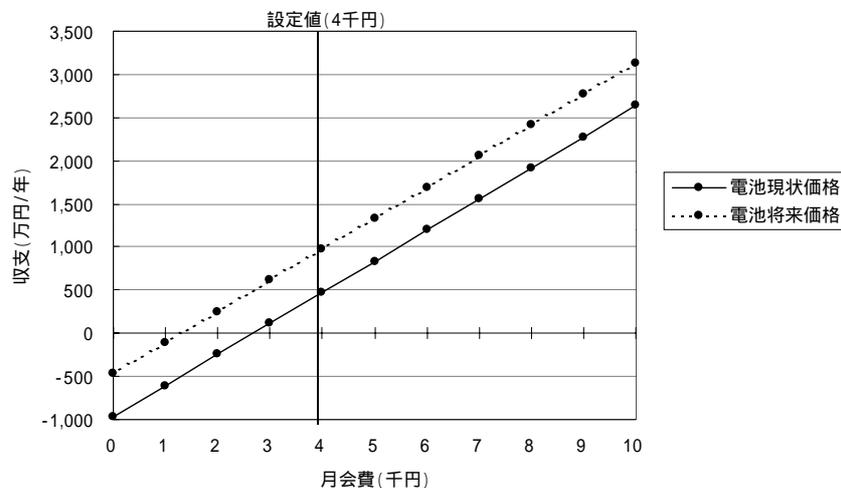


図 3-18 月会費と収支の関係

3) 利用料金の変化と収支の関係

基本ケースにおける利用料金の変化と収支の関係を図 3-19 に示す。電池が現状価格のとき、月会費をとる場合には 1 時間あたり 750 円、とらない場合は 950 円で収支が均衡する。電池が将来価格のときは、会費をとる場合が 700 円、とらない場合は 900 円で採算性が確保できる。

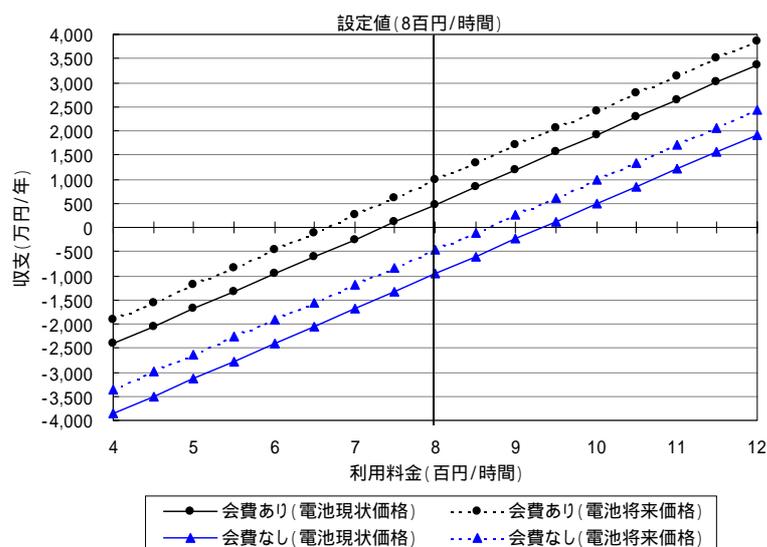


図 3-19 利用料金と収支の関係

4) 利用回数の変化と収支の関係

基本ケースにおける1台あたり利用回数(稼働率)の変化と収支の関係を図3-20に示す。電池が現状価格の場合は2.75回/台まで、将来価格なら2.5回/台までは黒字となる。

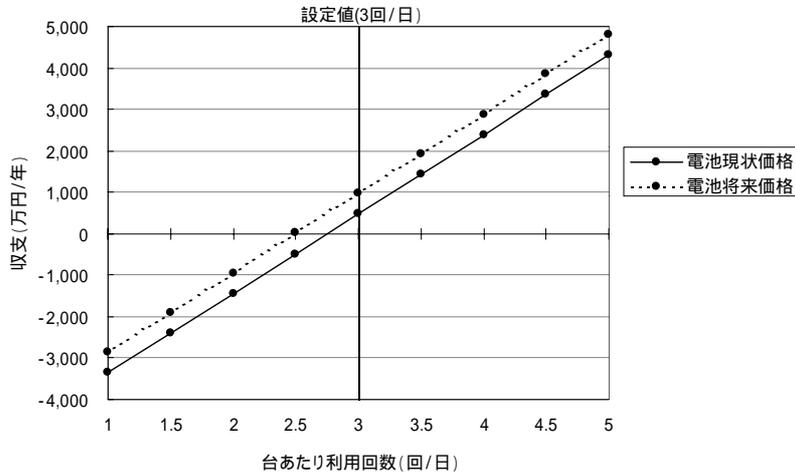
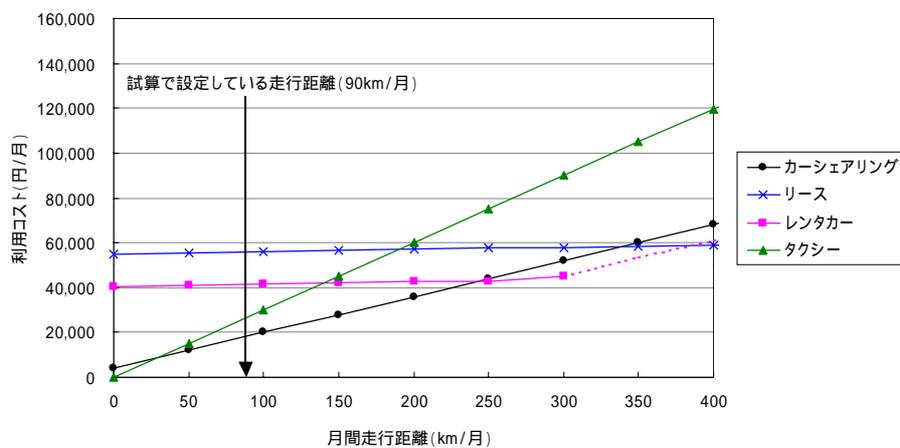


図 3-20 1台あたり利用回数と収支の関係

(5) 他の交通手段との利用コストの比較

以上、事業者側からみた収支について検討を行ったが、EVのカーシェアリングが利用者(主に法人を想定)に受け入れられるかどうかをみるため、競合する他の移動手段を利用した場合との1ヶ月の走行量に応じたコストの比較検討を行った。

利用距離別コストの比較結果を図3-21に示す。単位は月当たりとしている。カーシェアリングを利用した場合、タクシーと比較すると長距離利用ほど有利となり、リースと比較すると約350km/月まで、レンタカーと比較すると約250km/月まではコスト的に有利となる。



注) レンタカーの点線部分は、設定している利用回数では走行できないと考えられる距離

図 3-21 月間利用距離別コストの比較結果

まとめると、週 2 回程度の利用で月走行距離が 50km ~ 250km のとき、カーシェアリングのコストが有利であることがわかる。

(6) まとめ

横浜 MM21 地区を想定した電池着脱式 EV を導入したカーシェアリング事業の採算検討のケーススタディによって、十分に競争力のある利用料金のもとで、事業採算性を確保できる可能性があることがわかった。さらに着脱式 EV を採用した場合には、既存 EV よりも稼働率を上げることが可能となり、少ない車両で利用需要に対応できるので、既存 EV よりも採算性を向上することが可能なことがわかった。

このように、着脱式 EV の利点は充電待機時間を節約し稼働率を高められることに最大のメリットがあるため、この特長を活かすためには、利用ニーズに合致した車両数規模のもとで、一定の稼働率を確保することが事業採算を確保する上で極めて重要となる。

3 - 5 - 2 導入が可能な地域の検討

(1) 導入が考えられる用途と地域

EV を用いたカーシェアリングの導入が期待できる地域・用途については、「電気自動車等中長期普及計画」^{注)}によってすでに検討が行われている。近年の動向を踏まえ、それらを再整理すると、以下のようにまとめられる。

ニュータウン (NT) や大規模住宅団地等で、住民の近隣交通のための交通手段として (多摩 NT, 東京臨海副都心地区, 港北 NT, 千葉 NT, ポートアイランド 等)

業務地, 中心市街地における業務利用, 外来者の交通手段として

(横浜 MM21 地区, 幕張新副都心地区, 東京臨海副都心地区, 等)

都市型観光地における観光客の交通手段として

(神戸, 京都, 奈良, 鎌倉, 金沢, 萩, 津和野 等)

閉鎖型・周遊型観光地の観光客の交通手段として

(上高地, 尾瀬, 日光, 宮古島, 屋久島, 京都嵐山 等)

既存の EV を用いたカーシェアリングシステム導入の実証実験が行われた地域, あるいは実施中の地域については 3 - 1 節に示したとおりであるが, 今後の展開として導入が期待できる地域としては, EV のゼロエミッションという特長を最大限に発揮できる都市型観光地や自然観光地において一般観光客の移動手段として導入することが考えられる。とくに電池着脱式 EV を導入するカーシェアリングシステムの場合には, 専門の電池交換スタッフを配置することが前提となるため, 既存 EV を用いたシステムよりも不特定多数の一般観光客への貸し出しも行いやすい。こうしたことから, 今後電池着

注) (財)日本電動車両協会「電気自動車等中長期普及計画報告書」平成 11 年 3 月

脱式 EV を用いたカーシェアリングの観光地への導入を検討することが、着脱式の利点を活かす方向性として有効であると考える。

中でも上高地や尾瀬，京都嵐山など自然保護の観点等から一般自動車の入り込み規制が行われるような観光地，あるいは鎌倉や萩，津和野などといった渋滞の抑制や都市環境保全の観点から自家用車による観光周遊を抑制すべき都市型観光地において，こうした EV のカーシェアリングを導入することは非常に有効であると考える。

(2) 津和野・萩における事例検討

都市型観光地における EV のカーシェアリングシステムの導入候補地として，津和野と萩を調査対象とし，現地踏査を行い，その導入可能性について検討を行った。

1) 津和野地域

山陰の小京都といわれる津和野町は，人口約 6,800 人，島根県の西南に位置して山口県と境を接し，その市街地は，津和野川に沿って南北約 4km，東西約 1km 程度の広さで，街の北側に観光スポットが集中した静かで落ち着いた都市型観光地である。観光客は，初詣と 5 月連休時期がとくに多く，街中の道路は狭隘であり，流入車両が増えると交通渋滞となることから，町としても一般の観光車両の街中への流入を抑制するため，循環バス運行によるパークアンドバスライドの導入に取り組み，平成 15 年度からの導入が計画されている。EV のカーシェアリングの導入可能性としては，この循環バスによるパークアンドバスライドの推進と連携した導入に期待がもてる。

津和野市街における EV のカーシェアリングの導入例について検討した結果を図 3-22 に示す。津和野市街の中央に総合ステーションを設け，北と南の駐車場に車両ステーションを配置する。車両は，中央の総合ステーションに 4 台程度，車両ステーションに各 3 台程度の計 10 台程度を配置するとともに，中央の総合ステーションに管理スタッフ 1~2 名を配置する運営方式が最適と考える。また，小規模の運営となるため，採算性の向上策として有人ステーションとなる中央の総合ステーションにおいては，原付四輪 EV や電動アシスト自転車のレンタル業を併せて実施するなど複合的な事業展開を行い，収入の拡大を図ることが有効と考える。料金設定に当たっては，観光客の利用が主体となるため，横浜地区のような短時間利用に対応した料金体系ではなく，現行レンタカーに近い長時間，低頻度の利用に対応した料金体系の採用が望ましい。

2) 萩地域

一方，萩市は，山口県の北部，日本海に面し，人口約 4 万 6 千人，その市街地は，日本海に注ぐ橋本川と松本川に挟まれた三角州の地域であり，東西約 5km，南北約 4km に広がる都市型の観光地である。津和野と同様に歴史と文化の観光都市として比較的観光エリアが限定され，中心部の道路は狭隘である。また，市内の公共交通機関

として、小型の循環バスが導入されている。EV のカーシェアリングの候補地としてみた場合、現在運行中の循環バスによるパークアンドバスライドの推進と EV のカーシェアリングを組み合わせた実験導入に期待がもてる。市街地が三角州である地理的条件を活かして、橋の車両通行抑制等により、比較的容易に市街地に流入する車両を制限可能なことから、こうした導入実験の取り組みへの発展も望める。



図 3-2-2 津和野市街地における EV 導入時のステーション配置例

萩市街における EV のカーシェアリングの導入例について検討した結果を図 3-23 に示す。萩市街の中央に総合ステーションを設け、市街地の東西と北側に 3 箇所の車両ステーションを配置する。車両は、総合ステーションに 4 台程度、車両ステーション

に各 3 台程度の計 13 台程度を配車し、中央の総合ステーションには、管理スタッフ 1 ~ 2 名を配置しての運営が最適と考える。また、津和野と同様に小規模の運営となるため、総合ステーションにおいて原付四輪 EV や電動アシスト自転車のレンタル業を併せて実施するなど、収入の拡大を図ることが有効であると考え。同様に料金設定に当たっては、現行レンタカーに近い長時間、低頻度の利用に対応した料金体系を採用することが望ましい。



図 3-23 萩市街地における EV 導入時のステーション配置例

以上、このような形態による導入によって、津和野市街地は電池着脱式 EV のカーシェアリングシステムの導入地域として有望であると判断される。

3 - 6 標準化の可能性について

標準化を進めるに当たっては、関連する技術の成熟度や、普及の進展状況等を十分に勘案し、適切な時期に適切な標準化を進めていくことが必要である。電池着脱式 EV の実用車が市場にない現状においては、具体的な標準化を進めることは不可能であるし、また、進めるべきではないと考えられる。

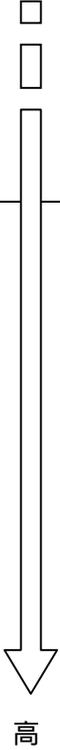
そこで、本調査研究では、今後着脱式 EV が市場導入されて行くことを前提とした上で、検討すべき標準化の概略内容について検討を行った。その結果を表 3-27 に整理する。

1 タイプのみの着脱式 EV が市場に導入された段階では、電池メーカー各社の電池パックを利用可能にするという標準化が考えられる。そのために、電池の電圧・容量、残存容量の把握方式、最適な充電パターンでの充電方式など電池パック側の標準化が必要となる。これによって、電池メーカー間の適切な市場競争が行われ、電池パック価格が下がる可能性が高くなる。その一方で、システムが複雑化する分高コスト化するというデメリットも考えられる。

複数タイプの着脱式 EV が導入された場合、同じ電池パックを異なるタイプの車両で利用できることが究極的な標準化であると考えられる。しかし、そのためには、電池パックの形状をはじめ、電池パックの搭載位置、着脱方式等、EV メーカーの車両コンセプトに絡む内容に関する標準化の必要が生じ、このような標準化に向けては相当の困難が予想される。しかし一方で、こうした標準化を進めることはメーカーの開発資源の節約に寄与できる可能性もあり、加えて、ユーザにとって非常に大きなメリットがあることから、こうした困難を克服しつつ、標準化を図っていくことが必要である。

今後、着脱式の実用化、技術の成熟度、普及の進展に併せ、必要な標準化の内容についての検討を行い適切な標準化を図ることが望ましい。

表 3-27 着脱式 EV における標準化の内容について

標準化のレベル	普及のレベル	標準化のねらい	必要な標準化の内容	可能性・評価
低  高	1 タイプのみの EV	電池メーカー各社の電池パックを同じように利用することができる。	電池のサイズ・電流圧の標準化 (鉛電池, ニッケル水素電池については一部標準化済み) 電池パックごとの残存容量の把握方式, 充放電特性を把握する方式の標準化 ex) 電池パックへの情報の付加・読み取り方法等 電池パックごとに最適なパターンで充電が可能な方式の標準化 ex) 上記と同様	複数メーカーの電池パックを利用できるようにすることによって, 適切な市場競争が行われる可能性がある。 しかし, システムが複雑化, 高コスト化するというデメリットがある。
	複数タイプの EV	ユーザは, タイプの違う EV に対して, 同じ充電器機器を用いることができる。	電池パックごとに最適なパターンで充電が可能な方式の標準化 ex) 電池パックへの情報の付加・読み取り方法等	ユーザのメリットは大きい。
		ユーザは, タイプの違う EV に対して, 同じ電池着脱機器を用いることができる。	車両における電池パックの格納場所, 着脱方式の標準化 電池パックのサイズの標準化	ユーザのメリットは大きい。 EV の車両コンセプト, パッケージングにも関連するため, 標準化の難しさの度合いは大きい。 メーカーの開発資源の節約に寄与する可能性がある。
同じ電池パックを複数の EV で利用することができる。	電池パックの着脱・交換システムそのものの標準化が必要である。上記に加えて, 電池パック交換システムを支える各種周辺装置, コネクタの端子の形, 安全性確保の方法等のすべてにわたって標準化する必要がある。	ユーザのメリットは極めて大きく, 標準化の最終目標である。 EV の車両コンセプト, パッケージング等に関連するため, 標準化の難しさの度合いは大きい。 メーカーの開発資源の節約に寄与する可能性がある。		

4. 調査研究成果のまとめと今後の課題および展開

(1) 電気自動車を利用したカーシェアリングの現状と課題

わが国による電気自動車の普及目標は2010年において11万台であるが、公道を走れるEVの普及（保有）台数の現状は平成14年3月末現在で4,700台（原付自転車を除くと1,260台）となっている。電気自動車普及の最大の阻害要因は、購入・保有コストが高いことと一充電当たりの航続距離が短いという問題である。そのため、電気自動車のエミッションフリーといったメリットを最大限に活かす、かつこのような弱点が問題とならないような用途に限定した使い方を提案し、新たな市場を創出していくことが必要となっている。

こうした認識のもとで、EVの弱点をカバーできるような用途、保有の形態として注目を集めているのがEVのカーシェアリングである。財団法人日本電動車両協会（JEVA）では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援を得て、横浜、稲城、京都、大阪の4地区においてEVを用いたカーシェアリングに関する実証実験を実施してきた。

こうした実証実験等によって明らかになったEVのカーシェアリングの事業化へ向けての最大の問題点・課題は事業採算性の確保である。それゆえ、利用者のニーズに合致したサービスの提供と、適正な料金水準の確保、そのための車両稼働率の向上が非常に重要な課題となっている。

電池着脱式のEVは、充電待機時間が必要ないというメリットがあり、稼働率の向上と、それによる必要車両数の削減、採算性の向上等に寄与することが期待される。

(2) 電池着脱式EVの開発事例について

電池着脱式EVの開発事例について調査し、以下の結果を得た。

昭和50年代前半にわが国において、電池着脱式の電気バスが開発・検討された経緯がある。この着脱・交換方法は自動化された非常に大掛かりなものであり、今日的な観点からみても、コスト的に見合うものではないと考えられる。

およそ10年前にわが国では電力会社4社が乗用車タイプの着脱式EVの研究を行い、試作車を開発している。しかし、これらはいくまでも研究車、試作車の域を出たものではなく、実際の運用・利用方法や利用イメージが想定されたものではなかった。

最近では、豊田自動織機が電池着脱式の超小型EV「nev」の開発を行った。これは当初からカーシェアリングでの利用が想定されたものであった。しかし、諸般の事情により、2002年の7月に開発は中止された。

原付四輪EVクラスでは、原付四輪EV「コムス」を製造・販売している（株）アラコが、工場内の牽引車としてコムスの着脱式仕様車を2002年の東京モーターショーにおい

て発表している。また、同じく原付四輪 EV の販売を予定している(株)ゼロスポーツは着脱式 EV の製品化、利用システムの構築に向けた検討を行っている。

海外の事例では、フランスのボルドーにおいて、着脱式の電気ゴミ収集車、電気バスが実際に利用されている。これらはいずれも、運転手がフォークリフトや専用リフトを用いて電池パックを交換するという簡易な着脱方式がとられている。

(3) 電池着脱式 EV に対する技術的提言

電池着脱式 EV を開発する上での技術的な知見について以下が得られた。

電池着脱式 EV に適した車種としては、電池パックの重量や車両構造の面から小型車ほど有利であり、原付四輪 EV や 2 人乗りのコミュタクラスが適している。

搭載する電池は、制御の容易さとコストの面から鉛電池が適している。高性能電池を用いた着脱式 EV も考えられるが、制御の複雑さがコストを高める要因となる。また、複数の電池種類に対応した EV は制御が難しく非現実的である。

電池パックの搭載場所は床下が有利である。衝突安全性や車重バランス上有利であり、着脱時の上下移動が少ないという取替えの容易性からも床下搭載が支持される。

一般ユーザが電池パックを取替えるのは、主に安全性面やサービス性の面から問題があり、専門の教育を受けた担当者が交換することが望ましい。

着脱方式は、シンプルで低コストのものが基本である。上記のとおり、専門のスタッフが取替えることを前提とすると、過剰なシステムは必要なく、よりシンプルで低コストのものが望ましい。

電池パックの安全性のチェックや適切な充電制御のために、電池パックに使用履歴等を記憶させた記憶媒体を装着することが考えられる。

充電器自体の車載は望ましくないが、当面は電池パックを車載のまま充電できる仕組みがあった方が利便性の面から望ましい。

(4) 電池着脱式 EV のメリットとデメリット

電池着脱式 EV のメリットとデメリットについては以下のとおりである。

電池を着脱式とすることにより充電待機時間が必要なくなり、稼働率を上げることが可能となる。このことは、共同利用のみならず、配送、巡回サービス、構内利用などで従来 EV に比べて有利な点である。

電池を交換しつつ走行することによって、EV の長距離利用の可能性がある。

充電器を車載する必要が無いため、軽量化が可能である。

車両と電池パック、充電器の所有者を分けることにより、車両を保有するユーザの初期コストを抑えることが可能となる。

一台当たりの電池量が増えるため、従来以上にコストがかかる。電池交換のための機

器が必要な場合には、さらにその分がコスト高となる。

さらに、着脱スペースの確保、電池着脱サービスステーションの設置、電池パックの交換・管理のための要員の確保などの費用が追加的に必要となる。

使用履歴の異なる電池パックを適切に充放電し、電池残量を精確に把握するためには、電池パックに必要な情報を記憶させる記憶媒体を搭載するなどの仕組みが必要となる。着脱作業の人為ミスなどを考えると、電池メーカーからの電池の保証が得られない可能性がある。

(5) 着脱式 EV の利用形態と利用イメージ

当面、一般的な用途して実現可能性が高い形態としては、カーシェアリングが考えられる。しかし、カーシェアリング以外にも、配送・巡回用途、テーマパーク内や工場などの構内車としての活用などが考えられる。さらに、最も普及が進んだケースとしては、通常のガソリン車のように電池交換サービスステーション(電池SS)で適宜電池パックを交換する一般的な利用の形態も考えられる。しかし、こうした利用形態は、例えば電池パックのレンタル事業の立ち上げや、電池SSの整備促進など、導入に向けた障壁は比較的高いと考えられる。本調査研究では、とくに電池を着脱式とする場合の技術的障壁が比較的低く、かつ、現在普及の進展が最も期待できる原付四輪EVに着目し、それを着脱式とした場合の利用イメージについて検討を行った(図4-1)。

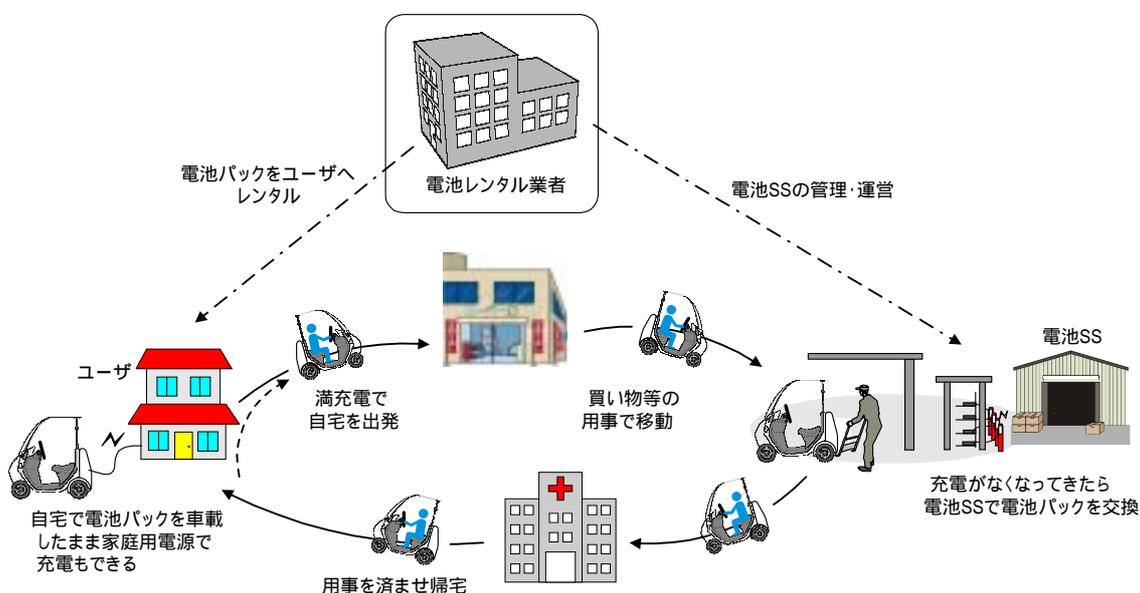


図 4-1 電池着脱式原付四輪 EV の利用イメージ

(6) カーシェアリングにおける電池着脱式 EV の導入可能性と導入のあり方

1) 導入形態

着脱式 EV をカーシェアリングに導入することのメリットは、大きく稼働率の向上による必要車両数の低減と、長距離利用を可能にすることにより利用者サービスの向上である。このうち後者については、カーシェアリング地域の周辺部に電池着脱のためのステーションを設けることが必要となる。しかし、わずかの需要のためにこうした施設を設置することは、採算上リスクが大きいと考えられる。そのため、カーシェアリングにおいては、当面、稼働率の向上を最大限に活かせる仕組みが重要であると考えられる。

カーシェアリングでは、利用者に対するサービス性の向上と安全性の確保から、専門の電池交換要員を確保することが基本となる。この際、人件費コストの削減のため、1 人につき数箇所の無人ステーションでの電池交換を受持つ方式を本調査研究の中で提案した(図 4-2)。

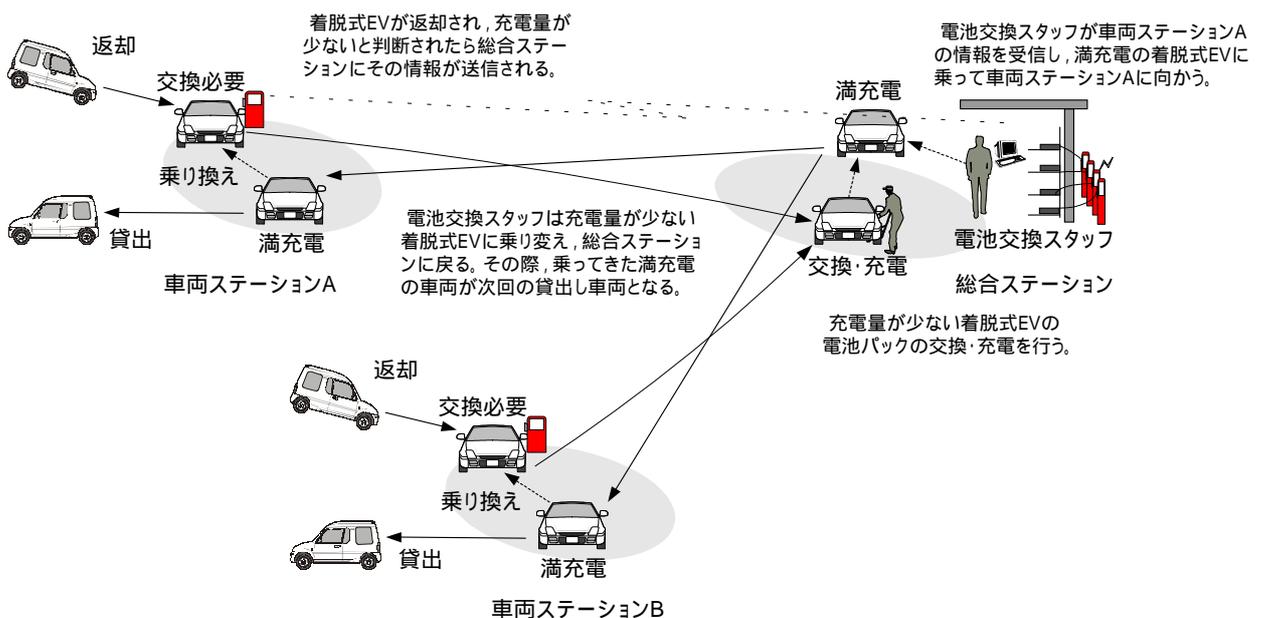


図 4-2 着脱式 EV によるカーシェアリングシステムのイメージ

2) 導入可能性

横浜 MM21 地区を想定した着脱式 EV を導入したカーシェアリング事業の採算検討のケーススタディによって、十分に競争力のある利用料金のもとで、事業採算性を確保できる可能性があることがわかった。さらに着脱式 EV を採用した場合には、既存 EV よりも稼働率を上げることが可能となり、少ない車両で利用需要に対応できるので、既存 EV よりも採算性を向上することが可能なのことがわかった。

このように、着脱式 EV の利点は充電待機時間を節約し稼働率を高められることに最大のメリットがあるため、この特長を活かすためには、利用ニーズに合致した車両数規模のもとで、一定の稼働率を確保することが事業採算を確保する上で極めて重要となる。

3) 導入が考えられる用途と地域

EV を用いたカーシェアリングの導入が期待できる地域・用途としては、以下が考えられる。

- ニュータウン (NT) や大規模住宅団地等で、住民の近隣交通のための交通手段として (多摩 NT, 東京臨海副都心地区, 港北 NT, 千葉 NT, ポートアイランド 等)
- 業務地, 中心市街地における業務利用, 外来者の交通手段として (横浜 MM21 地区, 幕張新副都心地区, 東京臨海副都心地区, 等)
- 都市型観光地における観光客の交通手段として (神戸, 京都, 奈良, 鎌倉, 金沢, 萩, 津和野 等)
- 閉鎖型・周遊型観光地の観光客の交通手段として (上高地, 尾瀬, 日光, 宮古島, 屋久島, 京都嵐山 等)

今後の展開として導入が比較的期待できる地域としては、EV のゼロエミッションという特長を最大限に発揮できる都市型観光地や自然観光地において一般観光客の移動手段として導入することが考えられる。とくに着脱式 EV を導入するカーシェアリングシステムの場合には、専門の電池交換スタッフを配置することが前提となるため、既存 EV のシステムに比べて不特定多数の一般観光客への貸し出しも行きやすいというメリットがある。上高地や尾瀬、京都嵐山など自然保護の観点等から一般自動車の入り込み規制が行われるような観光地、あるいは鎌倉や萩、津和野など渋滞の抑制や都市環境保全の観点から自家用車による観光周遊を抑制すべき都市型観光地において、こうした EV のカーシェアリングを導入することは非常に有効であると考えられる。

本調査研究では、津和野、萩において現地踏査を実施し、EV のカーシェアリングシステムの導入可能性について検討を行った。その結果、両地域とも導入に対して有望であると判断された。

(7) 標準化の可能性について

標準化を進めるに当たっては、技術の成熟度や、普及の進展状況等を十分に勘案し、適切な時期に適切に標準化を進めていくことが必要である。本調査研究では、今後、着脱式 EV が市場導入されて行くことを前提とした上で、検討すべき標準化の概略内容について検討を行った。その結果、標準化が必要な項目として以下が挙げられた。

電池のサイズ・電流圧の標準化(鉛電池とニッケル水素電池については一部標準化済)
電池パックのサイズの標準化

車両における電池パックの格納場所，着脱方式の標準化

電池パックごとの残存容量の把握方式，充放電特性を把握する方式の標準化。例えば，電池パックへの情報の付加・読み取り方法等。

完全な標準化のレベルにおいては，電池パックの着脱・交換システムそのものの標準化が必要であり，上記に加えて，電池パック交換システムを支える各種周辺装置，コネクタの端子の形，安全性確保の方法等のすべてにわたって標準化する必要がある。

最終的な標準化のレベルは，同じ電池パックを異なる EV が共有できることである。そのためには電池パックの形状をはじめ，電池パックの搭載位置，着脱方式等 EV 各メーカーの車両コンセプトに絡む内容についての標準化が必要となり，標準化に向けては大きな課題となる可能性がある。一方でこうした標準化はメーカーの開発資源の節約に寄与する可能性や，ユーザにとって非常に大きなメリットがあるため，車両メーカー，電池メーカー等と協力し，標準化を図ることが重要となる。今後，着脱式の実用化，技術の成熟度，普及の進展に併せ，必要な標準化の内容の検討と，適切な標準化を図ることが望ましい。

(8) 今後の課題および展開

現在，商品化レベルの実用的な電池着脱式 EV は開発されておらず，そのため，多くの技術的な問題・課題が未解決のままである。とくに鉛電池を用いた電池着脱式 EV の課題を列挙すると以下のとおりである。

低コストで着脱が簡単で安全な着脱方式の開発。

着脱式 EV の衝突安全性等安全性の確保。

電池パックの感電等に対する対人的な安全性の確保とその適正レベルの検討。

例えば，端子部に触れた場合の危険性や誤って落としたときの危険性など。

電池パックの保管方法の具体化。

電池パックの保管時における防塵，防湿等漏電対策。

電池残量の精確な把握方法。

着脱式では，使用状況が特定できないため電池メーカーからの保証を受けにくいこと。

電池の高性能化。とくに本調査研究では鉛電池を用いた場合の検討を行ったが，ニッケル水素等の高性能二次電池を用いた場合の検討も今後に残された課題である。

本調査研究では，現状に得られる情報の下で，着脱式 EV の利用イメージについて提案を行い，一定の成果を得ることができた。今後の展開としては，商品化レベルにある着脱式 EV の早期開発をメーカーに促すとともに，EV を利用したカーシェアリングの導入を自治体等へ働きかけていくことが重要である。