



令和4年度
沖縄型クリーンエネルギー導入促進調査事業
概要資料

有限責任監査法人トーマツ
2023年3月31日

沖縄県産EVカート及び周辺技術による県内離島のクリーンエネルギー導入を進めながら、2050年カーボンニュートラルの実現を目指す

事業背景

沖縄の電源構成については、地理的・地形的・需要規模の制約、構造的不利性から原子力、大規模水力、地熱などのクリーンエネルギーを活用した電源開発が物理的に困難な状況である。このため、石油、石炭及びLNGといった化石燃料に対する依存度が全国と比較して高く、CO2排出係数も全国で最も高い状況となっている。

また、沖縄のCO2排出量の部門別構成比では、運輸部門の比率が最も大きく、同部門に対する取組の強化が求められている。

このような中、我が国は2050年カーボンニュートラルの実現を目標に掲げ、官民挙げて取組を進めることとしており、沖縄においても脱炭素に向けた取組を加速させていくことが求められている。

本事業の目的

本提案では、「株式会社イメイド（うるま市）」が沖縄県内で開発・設計・製作を手掛ける電動カート（EVカート）及びバッテリーリユースの技術を核として、離島の社会課題を解決しながら、運輸だけでなく、農業や観光といった分野におけるクリーンエネルギー導入実現可能性調査を行い、県内のカーボンニュートラル実現に向けた取組を促進することを目的とする。

イメイド社のEVカート及び周辺技術は、離島や観光地での主要な交通手段として期待されており、「沖縄発の優れた技術」が脱炭素やクリーンエネルギー導入促進の起点となる

イメイド社について

会社名 株式会社イメイド
所在地 沖縄県うるま市勝連南風原5192-30 素形材産業振興施設3号棟3区画
会社設立 2017年（平成29年）
代表者 代表取締役 伊口 明高
業務内容 小型EVモビリティ関連の開発・設計・製作や付随する業務全般



メイドイン沖縄のEVカート技術を活かして、離島の課題を解決しながら、離島カーボンニュートラルの実現を加速する クリーンエネルギー活用モデルを創出する

本事業の全体像

【コア技術】沖縄県産EVカートおよび構成技術

株式会社イメイド@沖縄県うるま市

メイドイン沖縄EVカートの設計・製造技術



引用：イメイド社資料

沖縄県産EVカート

時速20km未満で公道を走ることができる電動自動車
気候条件の厳しい沖縄での運用を前提に設計されている

クリーンエネルギーを最大限に活用するための バッテリー制御技術



引用：イメイド社資料

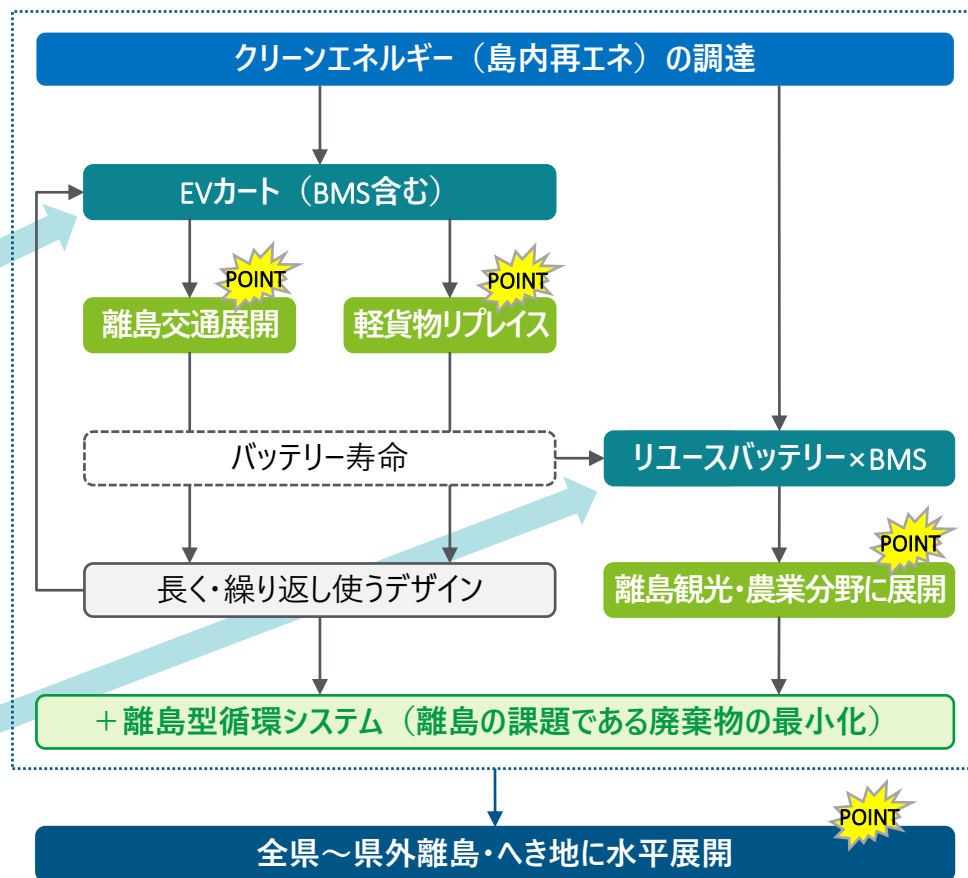
バッテリーマネジメントシステム：BMS

リチウムイオンバッテリーを高度に制御する装置
イメイド社が独自開発




離島の課題解決にも寄与するカーボンニュートラルモデルの創出

クリーンエネルギー × 離島循環システム



本事業では離島の規模別に交通分野の課題抽出を行った。規模により細部の課題は異なるが、大量輸送、ラストワンマイル輸送、燃料に係る課題は共通点が多く、中規模離島の課題は大・小規模離島の課題を包含している。そこで、本事業では中規模離島にフォーカスして以降の検討を行った。

離島における交通機関の課題整理

	極小・小規模離島（津堅島）	中規模離島（久米島）	大規模離島（宮古島）
大量輸送交通	大量輸送交通機関が存在しない	<ul style="list-style-type: none">■ <u>バスの一日運行本数が少ない</u>■ 複数のバス路線があるが、<u>接続が良くない</u>■ 運転をしない若者が大都市圏では増えている為、<u>旅行先でもバス等を利用する若年観光客が一定数いるが、バスの利便性が悪い</u>■ <u>ガソリンの燃料代が高い</u>■ 天候により、船が欠航すると<u>燃料を入手できない</u>■ レンタカーを利用する<u>観光客が原因の交通事故</u>が増加している	
ラストワンマイル輸送	<ul style="list-style-type: none">■ <u>島内全域もしくは一部地域に公共の移動手段がない</u>。バス停から自宅までは<u>高齢者が徒歩移動するには遠い</u>■ ピーク時は<u>レンタカー数が需要に追い付かない</u>／<u>離島の規模によってはレンタカーが無い</u> <ul style="list-style-type: none">■ <u>給油所数が限られており（小規模離島にはない場合もある）、悪天候によるガソリンの不足が懸念されている</u> <ul style="list-style-type: none">■ 高齢者の多くは、車を運転したくはないが、<u>他に移動手段がない</u>ので、<u>低時速で走行し、渋滞</u>を引き起こしている		
その他	<ul style="list-style-type: none">■ 台風の災害時には燃料だけではなく、<u>停電が長期間に及ぶ</u>■ <u>廃棄物処理コストが高く</u>、事業性に悪影響を及ぼす（輸送費等の追加コスト）		

循環型EVカートや公営バス路線を接続するEVカートの提案で移動に関する課題を解決することを目指す。また、離島では天候等により、ガソリンが入手困難な時もあるため、地産型のエネルギー供給を検討する必要がある。

離島における交通機関の課題に係るヒアリング結果概要①：極小・小規模の離島には公共交通機関を含む移動手段、ガソリンスタンド等のインフラがない場合があり、移動手段に係る対応が必須になっている。中規模離島においては、低速走行するEVカートの走行ルートが限定されるが、路線バスとの組み合わせなどのニーズがある

極小・小規模離島（津堅島）

- 津堅島には公共交通機関が存在していないため、車で移動する場合、町の中心地から自宅までは自家用車でしか移動できない。また、島内にガソリンスタンドやレンタカーがなく、運転したくない高齢者も多いため、EVカート導入に需要がある。
- 津堅島を訪問する観光客はビーチに行くことが多く、島内にあるパワースポットや展望台等の観光スポットも訪れる模様。津堅島から民謡歌手が続出し、沖縄音楽の発祥地でもあるため、今後は音楽の島として外部へ宣伝するつもりである。また、カーボンニュートラル先進離島モデルとして宣伝すれば、体験したい観光客もさらに来島するのではないかと。観光客から運賃収入が増え、EVカートビジネスを成り立たせることで雇用創出につながると考えている。
- 島内の耕作放棄地に太陽光パネルを置いて発電し、EVカートのエネルギー源として使用出来ないか。また、津堅島島民は陸上に設置する再生可能エネルギー施設に対する抵抗がないのではないかと。
- 津堅島は道幅が狭く、軽自動車も多いため、EVカートならすれ違いはしやすい。
- 離島であるため、台風等の災害時には燃料を入手できない場合もある。また、停電も長期間に及び生活に支障が出ることもある。
- EV巡回カートの料金徴収のあり方についても、路線バスのような都度払い以外の方法を検討する必要がある。

中規模離島（久米島）

- 観光客は6～7割がダイビング目的であり、リピーターが多く、宿泊ホテルから特定の港（フィッシャリーナ）への移動は公共交通ではできないため、EVカートにニーズがある。
- クルマエビ養殖場敷地は大きく、見学等で来訪する観光客のため、クルマエビ養殖場敷地内でEVカートを活用できるのではないかと。
- 町営バス停から自宅までは高齢者が徒歩移動するに遠い。島内には高齢者向けのシニアカーを使用されているが、値段が高く安易に手には入れないため、高齢者の移動に乗り降りがしやすいEVカートのニーズがある。また、運転したくない高齢者が多数おり、低時速で自動車を運転し、渋滞を引き起こしている。
- 離島であるため、ガソリン代が比較的高い。悪天候時は燃料を入手できない懸念もある。また、島内のガソリンスタンドは2か所のみで、給油時は少し不便を感じる人もいる。
- 久米島のエネルギービジョンでは再生可能エネルギーの導入を中心としており、町役場は太陽光発電、海洋温度差発電と波力発電に注力している。例えば、行政施設の屋根の太陽光発電事業者への貸し出しや住宅屋根での太陽光発電システムの導入を促進している。蓄電池と再生可能エネルギーのセットで沖縄電力社より安く電力供給できる可能性がある。
- 久米島は過去にEV車のメンテナンスで苦労したことがあり、EVカートの沖縄県内でのメンテナンス体制を整備する必要がある。
- EVカートの最高走行速度が19km/hとなり、追い越し禁止道路で自動車に道を譲るなど走行ルートを設計する必要がある。

離島における交通機関の課題に係るヒアリング結果概要②：大規模離島では、島内一部の地域においてEVカート走行する需要があると見られるが、自家用車の所持が一般的になっているため、低速走行のEVカートが走行できるルートが無いとの声もあがった

大規模離島（宮古島）

- ・ 炎天下での徒歩困難や自宅からスーパー等までの距離が長いと訴える高齢者がおり、移動範囲が徐々に狭くなる傾向がある。EVカートを使用することにより、高齢者の移動範囲を拡大できる可能性がある。また、路線バスが自宅周辺に通っていない、運行本数が少ないと訴える住民もいる。
- ・ 宮古島の住民はセカンドカーとして軽トラを所有する人が多く、軽トラを代替するニーズがある。
- ・ 島内の交通面において、高齢者による低時速運転や観光客による運転事故等の問題がある。
- ・ 若年観光客の運転離れにより、公共交通の需要が年々増えている一方、バスの接続が良くない等の利便性の問題が残っている。
- ・ 宮古島は脱炭素先行地域を目指しており、EVカートはその一つのアイテムとして活用できる。
- ・ EVカートの屋根等に太陽光パネルを置くなどの工夫をして、EVカートに充電できるようなシステムを計画することにより、再生可能エネルギーとのセットでEVカートの運営費用が抑えられる。
- ・ EVカートは、宮古島の集落内での移動には適するが、宮古島本島では難しい。宮古島は平坦な離島であるため、島内の集落が点散しており、自家用車の所持は一般的になっているので、EVカートへの移行は行いにくい。
- ・ 多良間島（ガソリンスタンドはある）や来間島（宮古本島と直結している）等の極小規模島にはEVカートに適すると思料。また、下地空港の周りは自動車が入りにくい観光スポットもあり、EVカートが走行する余地がある。
- ・ カーボンニュートラルに向けた課題として、エネルギー・マネジメントに対する市民の理解が進んでいないため、HEMSの普及が難しい。
- ・ EVカート車両の普及は、充電バッテリーを含めて検討する必要がある。また、O & M、車検などのインフラ整備が必要であり、そのための事業者意識の醸成が必要である。

本事業で作成したモデル路線に関して事業性評価を行った結果、路線A,Bに関しては住民利用だけで収益性が見込まれる可能性があり、路線cに関しては、住民および観光客の利用が収益性を得るために必要である可能性があることが示唆された

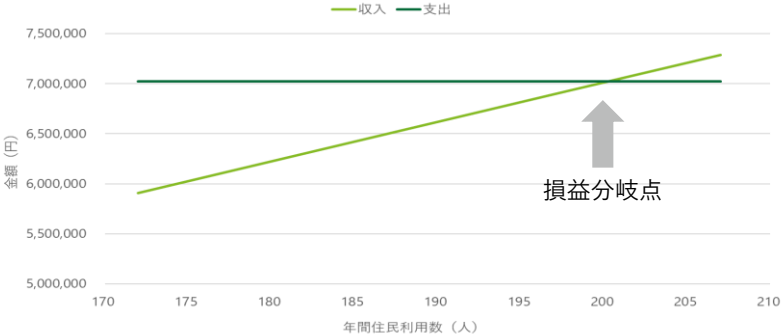
中規模離島（久米島）におけるEVカートモデル路線の事業性評価

EVカートモデル路線（案）

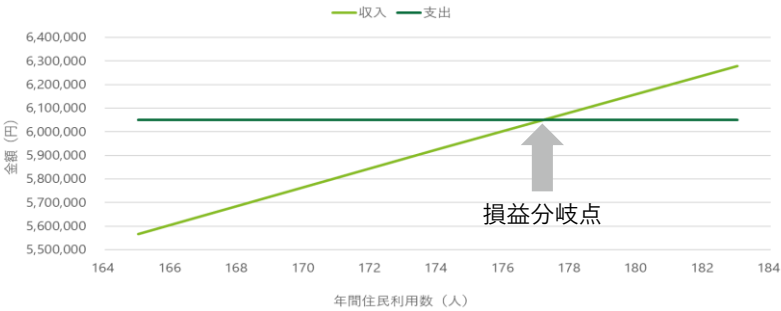


本調査事業内で事業性評価を検討したモデル路線および結果概要整理表

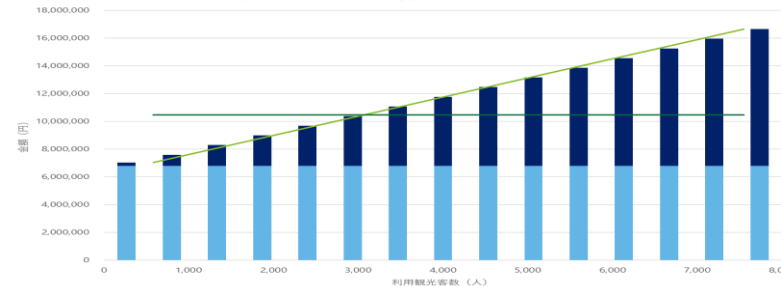
EVカート 路線名	路線の特徴	事業性評価 対象とする路線	住民利用のみで 採算が取れる可 能性がある路線	観光客の利用 促進により採算 が取れる可能 性がある路線
路線A	周辺住民数が多い路線	○ → ○	○	—
路線B	病院等への移動を目的とした路線	○ → ○	○	—
路線C	観光客が多く滞在する地区を運行する路線	○ → × → ○	×	○



路線A（住民の利用だけで収益性が見込まれる路線）の損益分岐点



路線B（住民の利用だけで収益性が見込まれる路線）の損益分岐点



路線C（住民および観光客の利用が収益性を得るために必要である可能性がある路線）の損益分岐点

久米島でのEVカート事業において、EVカートの運用により、2030年島内の運輸部門ではCO2排出量の42%を削減でき、2050年は72%まで削減できる結果となった。EVカートの脱炭素化によりさらにCO2排出を削減することが可能となる

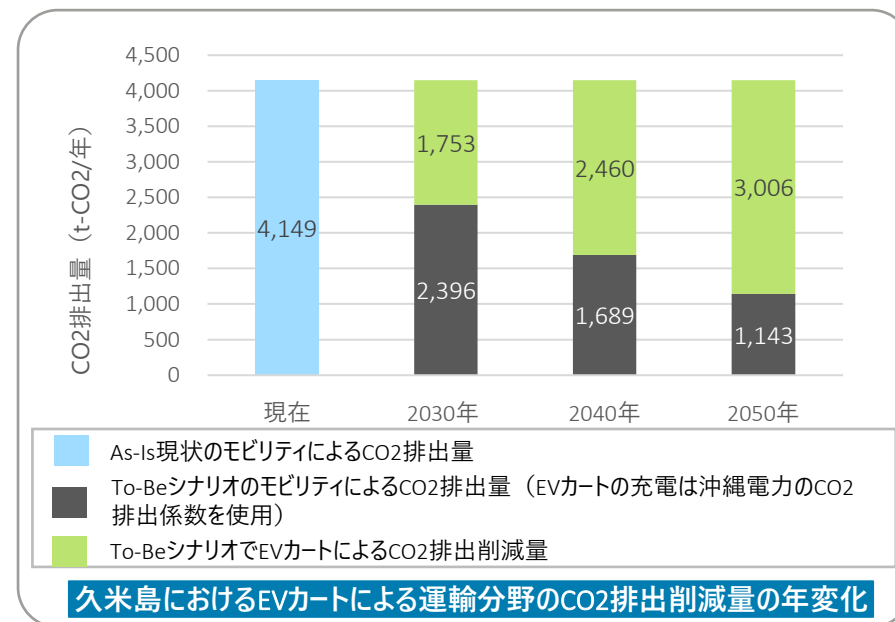
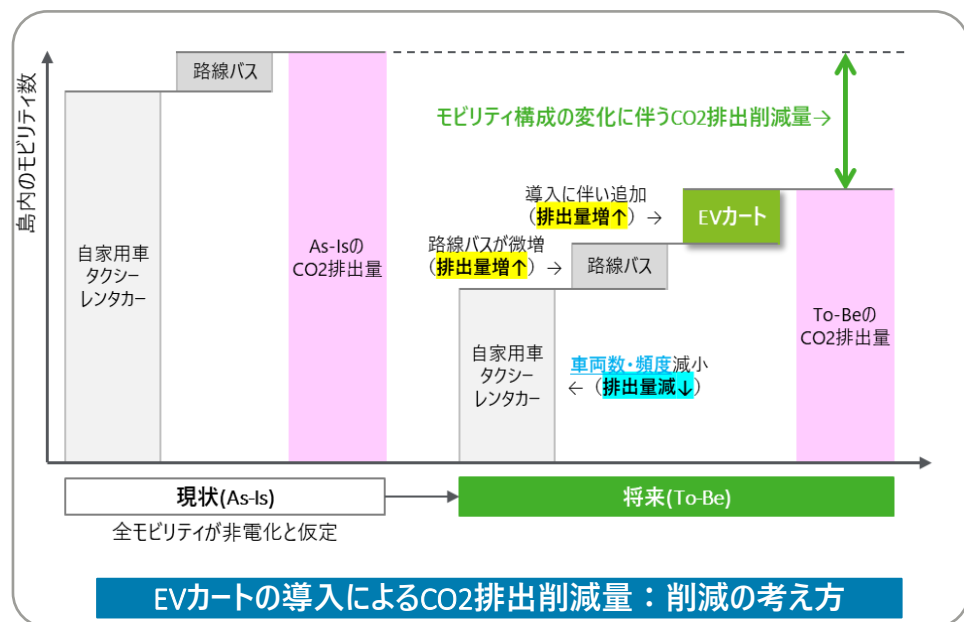
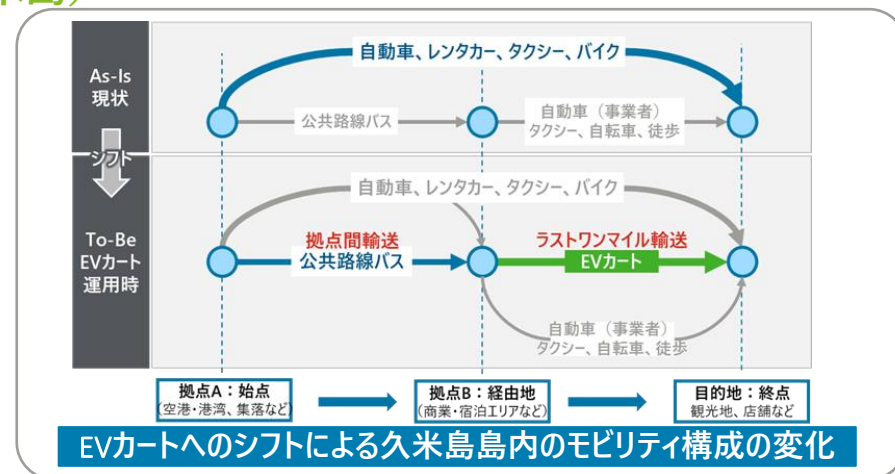
EVカートの導入によるCO2排出削減量：中規模離島（久米島）

実際にはモビリティ全体でEV + 脱炭素化が進むと想定されるが、本試算ではEVカート運用の効果に限定してCO2排出削減量を試算した。

■ 自家用車・タクシー・レンタカーのCO2排出減少量、路線バスおよびEVカートのCO2排出増加量を試算し、モビリティ構成の変化に伴うCO2排出削減量を算出した。また、EVカートの電源における既存電源の利用と脱炭素電源の利用2つのシナリオを踏まえて試算を行った。

■ 長期的なCO2削減効果を確認するため、10年単位でEVカート運用によるCO2排出削減量経時変化を試算した。

この結果、久米島でのEVカート事業において、EVカートの運用により、2030年島内の運輸部門ではCO2排出量の42%を削減でき、2050年は72%まで削減できる結果となった。



本調査事業内では、中規模離島でのEVカート利用モデルを軸として事業性評価およびCO2排出削減効果について検討を行った結果、EVカート事業は観光客の誘致などを工夫すれば、事業性もあり、且つ、CO2排出量削減効果のある事業であることが示唆された

本調査事業を通じて導かれた結論

本事業では離島規模の違いに起因する社会課題を整理し、中規模離島でのEVカート利用モデルが他の規模の離島においても展開可能と仮定し、事業性評価およびCO2排出削減効果の検討を行った。

本調査事業内の検討の結果、本事業で検討したEVカート事業は離島のCO2排出量削減効果があり、観光客の利用を促進する事が出来れば、収益性のある事業であることが示唆された。

一方、離島においてEVカート事業を展開するにあたっては、需要と供給のバランスを取りながら展開することが重要であるという事も明らかになった。

本調査事業での検討内容

地域課題の解決
+ 地域の活性化
・住民生活
・観光産業

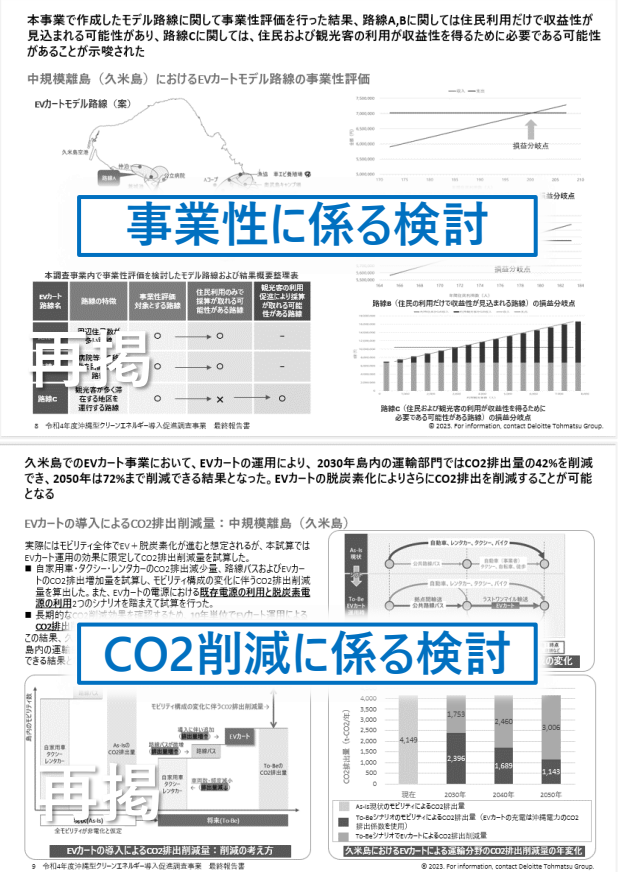
地産地消型
クリーンエネルギー活用
・需要創出
・需給バランス

需要

バランスを保ちながら
脱炭素移行を
加速する

供給

離島の脱炭素



沖縄県の離島が抱える課題は、再エネ事業なども取り入れたワンパッケージのEVカート運用を行う事で、離島の脱炭素のみならず、社会課題も解決することが出来るのではないか

本調査事業を通しての課題整理及び今後期待されるEVカート活用方法

沖縄県離島の社会的課題

イメイド社製 EVカート



故障時、本土からの作業員が必要

公営バスの利便性が低く、公共交通機関での観光が困難

沖縄産EVカートであるため、製造～メンテナンス体制まで沖縄県内で完結

天候によりガソリンなどが入手出来ない等、燃料供給が不安定

オンシーズン等では車を借りれない観光客が居る

最大10人乗りのEVカートであるため、ある程度の旅客を運ぶことの出来る、ラストワンマイル輸送としての活用が可能

公営バスなどの本数が少ない地域では生活拠点までのアクセスが不便

都心から来る観光客は車を運転しながらない若者も多い

大型バスよりも小回りが利くため、幅の狭い道路なども走行が出来る

高齢の為免許を返納したいが、他に移動手段がなく、返納できていない

廃棄物処理コストが高いため、事業性に悪影響を及ぼす

EVであるため、ガソリンに頼る必要がなく、地元で再エネ発電などによる電力を活用しての走行が可能である



- 再生可能エネルギー事業と組み合わせた、地産地消型のEVカート活用
- 複数の短中距離の路線を組み合わせた旅客輸送手段としてのEVカート活用
- オフピーク時間帯ではラストワンマイル貨物輸送手段としてのEVカート活用
- タクシー型でのEVカート活用
- オンシーズン限定での観光客向けアクティビティと合わせたEVカート活用

デロイト トーマツグループは、日本におけるデロイト アジア パシフィック リミテッドおよびデロイト ネットワークのメンバーであるデロイト トーマツ 合同会社ならびにそのグループ法人（有限責任監査法人 トーマツ、デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社、デロイト トーマツ ファイナンシャル アドバイザリー 合同会社、デロイト トーマツ 税理士 法人、DT 弁護士 法人およびデロイト トーマツ コーポレート ソリューション 合同会社を含む）の総称です。デロイト トーマツ グループは、日本で最大級のプロフェッショナルグループのひとつであり、各法人がそれぞれの適用法令に従い、監査・保証業務、リスク アドバイザリー、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、税務、法務等を提供しています。また、国内約30都市以上に1万5千名を超える専門家を擁し、多国籍企業や主要な日本企業をクライアントとしています。詳細はデロイト トーマツ グループ Web サイト（www.deloitte.com/jp）をご覧ください。

Deloitte（デロイト）とは、デロイト トウシュート マツ リミテッド（“DTTL”）、そのグローバル ネットワーク 組織を構成するメンバー ファームおよびそれらの関係法人（総称して“デロイト ネットワーク”）のひとつまたは複数を指します。DTTL（または“Deloitte Global”）ならびに各メンバー ファームおよび関係法人はそれぞれ法的に独立した別個の組織体であり、第三者に関して相互に義務を課しまたは拘束させることはありません。DTTL および DTTL の各メンバー ファームならびに関係法人は、自らの作為および不作為についてのみ責任を負い、互いに他のファームまたは関係法人の作為および不作為について責任を負うものではありません。DTTL はクライアントへのサービス提供を行いません。詳細は www.deloitte.com/jp/about をご覧ください。

デロイト アジア パシフィック リミテッドはDTTLのメンバーファームであり、保証有限責任会社です。デロイト アジア パシフィック リミテッドのメンバーおよびそれらの関係法人は、それぞれ法的に独立した別個の組織体であり、アジア パシフィック における100を超える都市（オークランド、バンコク、北京、ハノイ、香港、ジャカルタ、クアラルンプール、マニラ、メルボルン、大阪、ソウル、上海、シンガポール、シドニー、台北、東京を含む）にてサービスを提供しています。

Deloitte（デロイト）は、監査・保証業務、コンサルティング、ファイナンシャル アドバイザリー、リスク アドバイザリー、税務、法務などに関連する最先端のサービスを、Fortune Global 500®の約9割の企業や多数のプライベート（非公開）企業を含むクライアントに提供しています。デロイトは、資本市場に対する社会的な信頼を高め、クライアントの変革と繁栄を促し、より豊かな経済、公正な社会、持続可能な世界の実現に向けて自ら率先して取り組むことを通じて、計測可能で継続性のある成果をもたらすプロフェッショナルの集団です。デロイトは、創設以来175年余りの歴史を有し、150を超える国・地域にわたって活動を展開しています。“Making an impact that matters”をパーパス（存在理由）として標榜するデロイトの約345,000名のプロフェッショナルの活動の詳細については、（www.deloitte.com）をご覧ください。

