

Y O K O V I S I O N
for Collaborative -80% Actions



E-コミバスによる 地域エコ交通 システム実現の ためのご提案

JST-RISTEX

((独)科学技術振興機構・社会技術研究開発センター)
「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」研究開発領域
蓄電型地域交通タスクフォース

目 次

1. JST-RISTEXの「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」	
プログラム ー略称「ヨコグシ脱温暖化」ー	1/14
1-1 2050年までに温室効果ガスの80%は削減可能	2/14
1-2 「蓄電型地域交通システム」の重要性	4/14
2. 提言	
提言1 蓄電型地域交通社会の実現を！	7/14
提言2 地域交通にも発想の転換を！	8/14
ー低速コミュニティバスの提案ー	
3. 低速 (20km/h) E-コミバスの魅力	9/14
3-1 「ヨコグシ脱温暖化」研究開発領域のE-コミバス戦略の特徴	9/14
3-2 E-コミバスの魅力ーその詳細	10/14
3-3 地域を元気に！	13/14
3-4 運行サービスのパッケージ化とは？	14/14

1. JST-RISTEX(科学技術振興機構・社会技術研究開発センター) 「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社会」 プログラム(「ヨコグシ脱温暖化」プログラムと略称します)

JST-社会技術研究開発センターでは、2008年から表記の研究開発領域(総括：堀尾正靱 東京農工大学名誉教授)を設置し、

- ・ 2050年までに温室効果ガスを世界平均で50%削減する(1990年基準；地球の平均気温が2℃以上上がらないようにするために必要)というリスク管理の課題に対応して、我が国の目標として80%削減(2000年基準)を提示し、

- ・ その本格的な実施のためには、過疎化、燃料高騰、不況・雇用低迷等、この50年にわたる「石油漬けの近代化」に由来する諸課題に「ヨコグシ」をさす、横断的な解決策の開発が必要だと判断し、

- ・ そのためには、地域力が不可欠であると考え、地域に根ざした脱温暖化方式の開発に着手してまいりました。

1-1 2050年までに温室効果ガスの 80%は削減可能

「80%削減」は、一見不可能な大きさに見えますが、私たちの技術力と知恵を発揮し、技術システムの作り替えと社会制度の見直しを横断的な手法で進めれば、決して不可能ではありません。私たちの「ヨコグシ脱温暖化(略称)」研究開発プログラムでは、都市と農村の連携、分散型エネルギーや木質材料の利用振興による農山村の活性化、都市から地方への住みなおし、あるいは、都市の住み方や交通の再検討などにわたる、横断的なシナリオで、80%削減の具体化の展望を得ています。石油漬けの生活スタイルから脱却することにより、楽しさ、にぎやかさ、働き甲斐や、ぬくもりも戻ってきます。

80%削減への適性技術シナリオの概略を以下に示します。

マイナス80%への適性技術シナリオの概略

①【運輸】電気自動車化の徹底推進: 15-20%*

(建設機械、農業機械、林業機械の電化も推進)

②【廃棄物】高効率エネルギー回収: 2-3%

③【電力】自然エネルギー大幅導入: 25-30%

(石炭火力を優先代替; 熱は石油代替)

④【民生】省エネ型木質多用建築 : 10-15%

(80%省エネ家屋化、2世帯居住化推進)

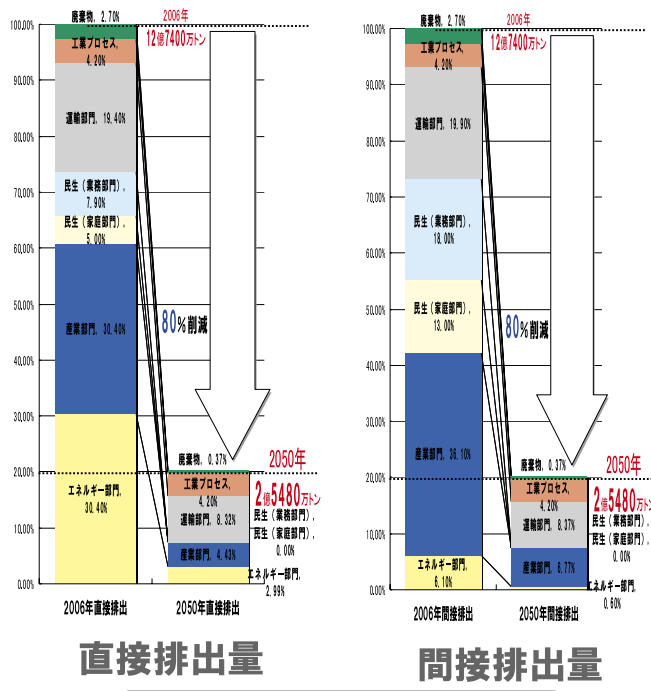
⑤【産業】省エネ+構造変化(5%) : 20-25%

(構造変化=木造家屋増加に伴う鉄・セメント削減+自動車生産台数減少効果)

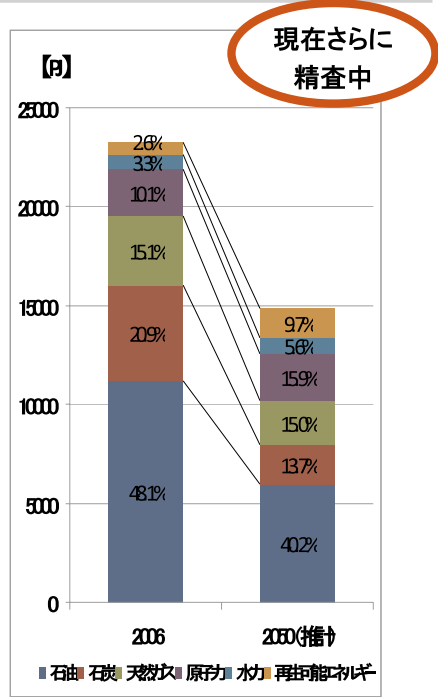
(図中の百分率の数字は2006年のCO₂排出量基準)

【合計】: ~80%

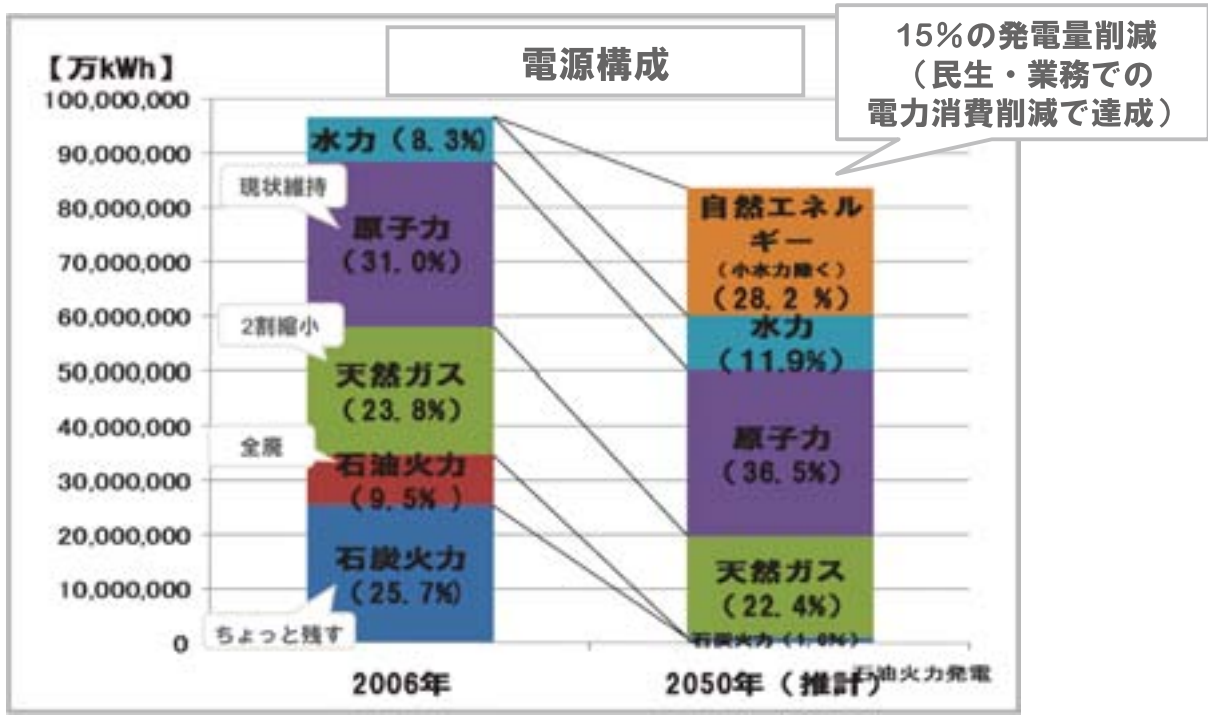
CO₂排出量削減内訳、1次エネルギー構成、電源構成の推移



CO₂排出量



1次エネルギー構成

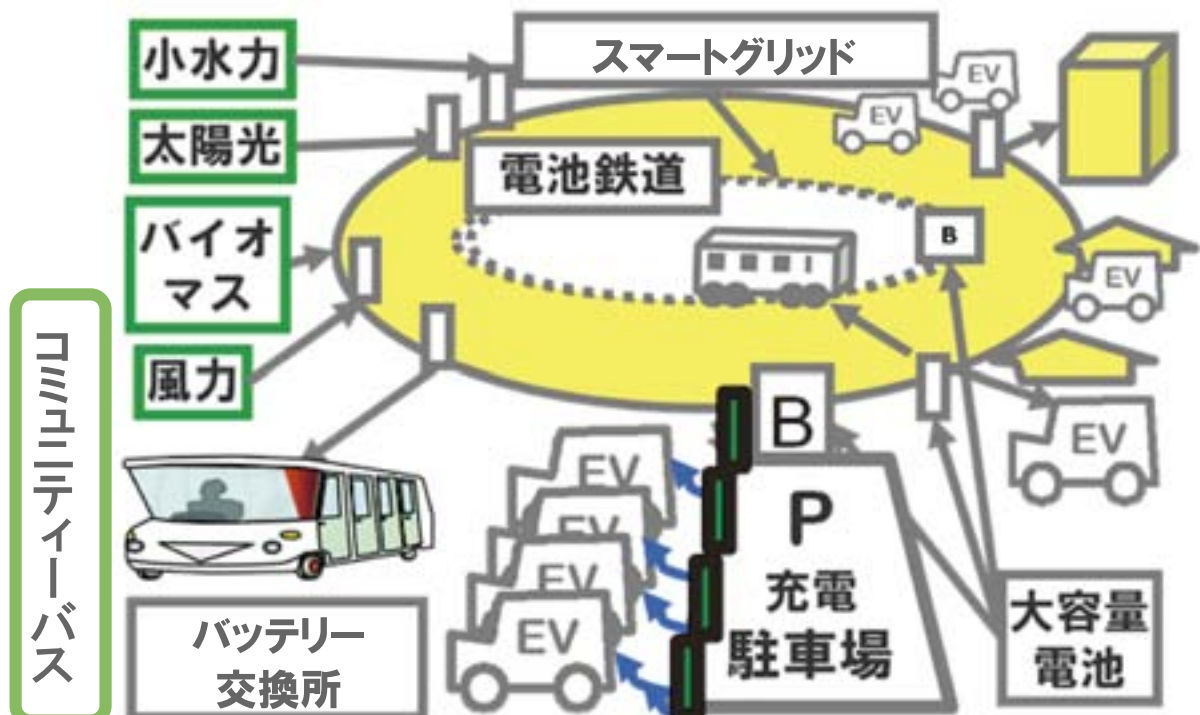


1-2 「蓄電型地域交通システム」の重要性

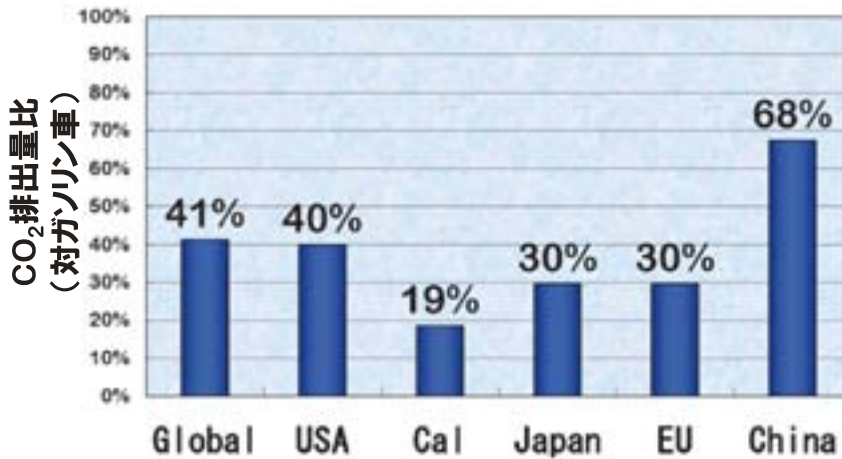
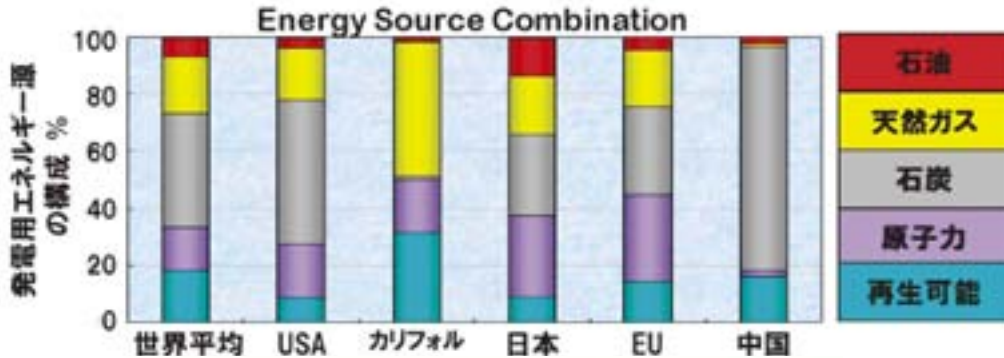
マイナス80%戦略には
EVや電池電車システムなど
「蓄電型地域交通システム」の実現が
決定的に重要です

マイナス80%戦略のためには、電気自動車、建機、農機、林業機械化と、蓄電型の公共交通の徹底推進が効果的です。EVは、プラグイン状態では電力需要のバッファーになるので、地域の分散型電源の普及にも役に立ちます。また、分散型電源、つまり「おらが電力」は、移動用の燃料代替になり、燃料代の大幅節約になります。大容量蓄電池の実用化が進むと、地方鉄道など地域の公共交通システムの条件が大きく改善される可能性があります。EV時代の地域交通システムのイメージを下図に示します。

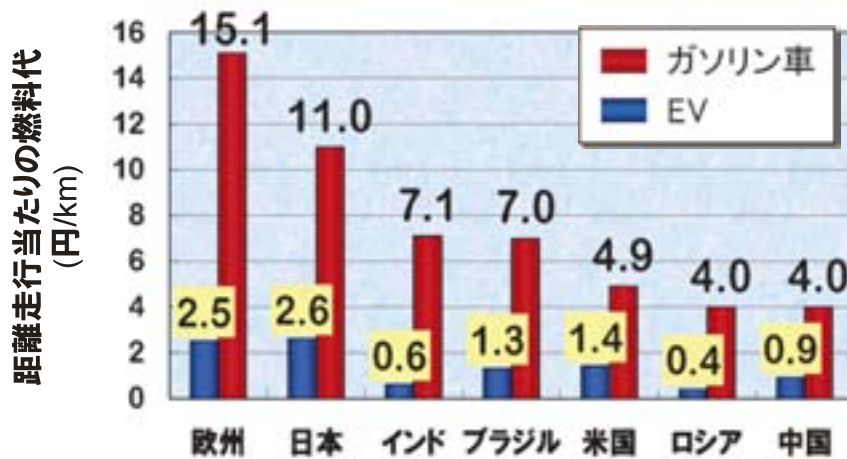
私たちは、その推進のために、本研究開発領域の中に「蓄電型地域交通タスクフォース」【リーダー：堀尾正靱、副リーダー：上坂博亨(富山国際大学)・宝田恭之(群馬大学)を設置して活動しています。



EVは温室効果ガス削減の決め手になります



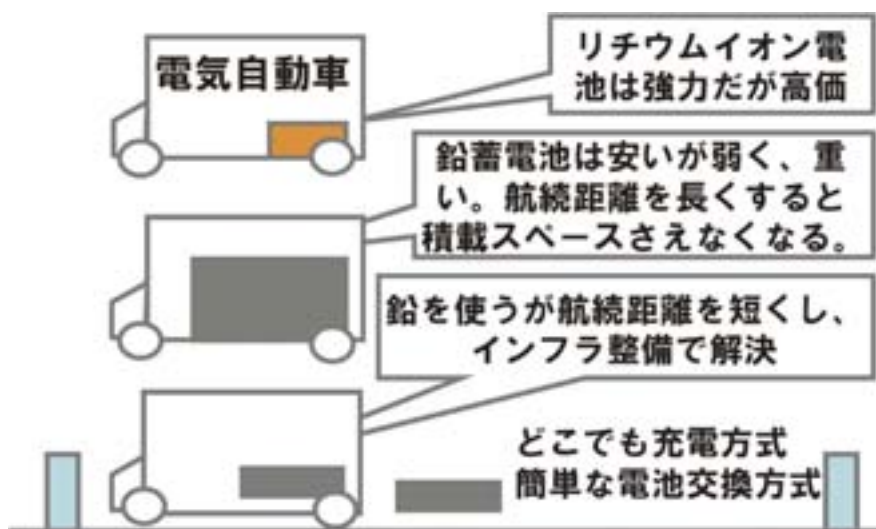
走行距離当たりの燃料代 (EVの場合は電力) も大幅に低減されます



内燃機関の熱効率 (発熱量のうち動力に返還された割合) は、走行モードでは10%台と極めて低く、このため、大型発電所で、高効率 (40%台) で燃料から電力に変換しそれを充電して使用するEVのほうが、はるかに燃料を効果的に (低いCO₂の排出で) 利用することになります。さらに、太陽光や、小水力などの自家電源を用いれば、さらにエネルギーコストを下げるすることができます。

このページのデータは日産自動車(株)技術企画部 広田様にいただきました。

EV時代への移行は今すぐ可能です



リチウムイオン電池は高く、鉛蓄電池は重い、だからEVの時代はまだ来ない、といった議論は、充電インフラの整備などの社会技術の可能性を考慮しない議論です。

*)ニッケル水素電池を含む各種電池の性能は、12/14ページをご参照ください。

スイスでは1960年代から町まるごとEV化をあたりまえに行っています



ベンゲン(Wengen)、ミュレン(Murren)、ツェルマット(Zermat)を訪問した富山国際大の上坂博亨先生らによれば、スイスのリゾート地では、1960年代から町まるごとEV化を当たり前のこととして行っています。このほか、アメリカ、ケンタッキー州のチャタヌーガでも、市民パワーによるEVバスが鉛蓄電池交換方式で走っています。



2. 提言

提言1 蓄電型地域交通社会の実現を！

いまエコカーへの動きは急ですが 自動車業界に任せるだけでは 限界があります

大メーカーは、引き続くアフターサービス等の必要性から内燃機関の製造ラインを維持していくことを余儀なくされます。また、電気自動車(EV)社会には、電力インフラを活用した充電施設の充実が必要ですが、まだそのようなEV用インフラは出来上がっていません。ハイブリッド車(HV)はこのような過渡的な条件のもとで存在しているのです。

大メーカーも生き残りに必死の努力をしていますが、既存の石油系インフラを変えてEV用のインフラを急速に導入する主体には、必ずしもならないということが予想されます。その間、消費者側は航続距離の長い、高価な車を買うことになります。

一方には、ニッチな市場を相手にしてきた小メーカーもあります。しかし、資本力が小さいため、車両を投入することはできても、社会システムの大きな構造変化を先導しにくく、小市場の域を超えられないという限界も想定されます。

EV時代は中山間地域や観光地から開けます

そのような条件下で、EVの導入を先導する力はどこにあるでしょうか。それは、EV化の必要性の高い地域であり、また、資金的バックアップが得やすい地域や、エネルギー源が豊富でEVのメリットが際立つような地域です。

すなわち、具体的に整理してみると、

1. 小水力など豊かな分散型電源を持つ中山間地域、2. 過疎化・高齢化に直面し自治体が解決に乗り出せる地域、3. 地域の組合等が強力でしかもニーズのある観光地等、4. その他、温暖化対策等を推進する強力な自治体等のある地域があげられます。これらの地域は、電気自動車普及において大きな可能性をもっているものと考えられます。

EV社会においては、充電等のシステムが重要であり、自治体・地域組合等のイニシアチブがものをいいます。EV化では高速、長距離など従来の常識の打破が重要です。なかでも、地域社会用の低速交通等の実証は、常識の打破につながるものです。

提言2 地域交通にも発想の転換を！ — 低速電気コミュニティバス(E-コミバス)の提案 —

「ヨコグシ脱温暖化」研究開発領域で 私たちは E-コミバス戦略を推進しています

中山間地等では、豊富な分散型電源の可能性は大きいながらも、人家が広く点在しており、町村合併等で広域化した自治体のサービスのあり方や、地域の交通のあり方が問題になっています。温泉地や観光地では、公共交通での来訪者を増やしつつ、域内移動の便宜をどう保障するかが課題になっています。さらに、多くの都市では、商店街の活性化が求められる一方で、通過交通の増加や、渋滞、それによる公共交通の沈滞、排気ガス被害などが問題となっています。このような全国どこにでも見られる地域の状況に対しては、「低速コミュニティバス」が大きな効果を発揮します。

低速のEV方式のコミュニティバス(E-コミバスと略称)とは、時速20kmという低速の10人以下の乗り合いバスです。自動車の衝突危険性は時速の2乗に比例します。20km/時の速度は、歩く人や自転車を怖がらせない速度であり、商店街や観光地に向いています。同時に、地域の交通需要は、スピードではなく、安さと確かさです。過疎の地域にも、公共交通を保証したいと考えるとき、車両が安価なE-コミバスは魅力的です。

私たちは、当面、高速道路等を想定した交通需要とは異なるコミュニティ交通からEV時代を考えることに大きな意義があると考えています。

3. 低速(20km/h)E-コミバスの魅力

ユックリズム
の安心

ひとびとを繋ぐ
コミュニティの足

今すぐできる！

安い！

- ・低速のため過剰装備が不要
- ・分散電源（小水力・バイオマス）で燃料代低廉
- ・メンテナンスも容易

導入・維持
が簡単！

- ・運行・管理ノウハウ・維持組織構築をパッケージ提供
- ・利用方法を限定し、高額機種に負けないパフォーマンス

地域を元気
にする！

- ・優先的な政府支援が期待でき、地方交通線の確保に寄与
- ・観光と地域振興の目玉に

3-1 「ヨコグシ脱温暖化」研究開発領域の E-コミバス戦略の特徴

私たちは、E-コミバスの独自開発に着手しました。そこでは、単に技術としてE-コミバスを考えるのではなく、運転手、運行方法、保守等のすべてを含むサービスパッケージを設計し、提供する準備を進めています。また、富山や、岐阜、桐生などの地域で実際に実装試験をする体制を作り、維持し発展させるための法人の設立も図ります。

システムの設計は、いますぐに手に入り、頼りになり、初期投資・ランニングコストがともに低い「適性技術」を基準にします。同時に、インホイールモーターの採用など、未来につながる設計も進めています。これらを、EVについて長年のノウハウをもつ(株)ゼロスポーツの協働で推進していきます。

3-2 E-コミバスの魅力ーその詳細

コミバスの長所

コミバスは、乗合バスを補う公共交通サービスとして1980年以降、全国的に普及しています。

コミバスは、維持費が安く、小回りが利き、

- 交通空白地帯の解消
- 高齢化への対応
(らくらく通院、お買い物)
- 市民・観光客への利便提供
(市街地施設や観光拠点循環)
- 地域活性化
- 環境問題への対応
(自家用車よりCO₂が出ない)

など、さまざまな長所をもち、ニーズは衰えないと思われま

電気自動車の長所

電気自動車(EV)は、エネルギー利用効率がよく温暖化対策になるだけでなく、燃料費の大幅削減ができ、これからの交通の主役となることが予想されます。その長所は：

- CO₂を排出しない
- 排気ガス臭がない
- 静かで騒音が出ない
- 燃料(電気)代が安い
- ガソリン車と比べ構造が簡単でメンテナンスが容易

既に存在する「適性技術」



(株)ゼロスポーツ社が実用化した多様な実用電気自動車の一例

「ヨコグシ脱温暖化」プロジェクトの「E-コミバスシステム」の魅力

コミバスと電気自動車の長所をあわせ持つE-コミバスを使えば、①燃料代削減による直接的な温暖化対策と、②中山間地等が活性化して豊かな自主電源による低炭素生活者が増えるという間接的温暖化対策を同時に進めることができます。

私たちの提案のもう一つの特徴は、車両提供だけでなく、導入・運行・維持管理を含む「社会システム」の提供です。その特徴は：

地域のニーズを最重視

ー導入への合意形成を容易にー

お買い物や通院などのお出かけ、通学、観光地スポット巡りなど、ニーズに応じた利用システムを提案し、導入への合意形成を容易にします。

利用条件を絞って安価に

ー欲張りすぎなければ安くなるー

EVのエネルギー代はガソリン車の1/4～1/6ですが、利用条件・地域条件に合わせて航続距離や装備を調節し、電池代を含む車両コストを低減します。

適性技術と既成品の転用で安価に

ーシンプルデザインと適性技術ー

1. いまある技術、すぐ使える量産部品
2. わかりやすく使いやすいシンプル設計
3. 壊れにくく、直しやすいシンプル設計
4. 安全性が確立している確かな技術で、安価なシステムを実現します。

導入・運行が簡単なパッケージ提供

ー地元・自治体に無理がかからないー

事業全体をパッケージ提供するため、地元の導入主体に負担がかかりません。

現行のEVとE-コミバスの対比

○現行のEVのイニシャルコストは高いが、燃費、維持費用、環境性能を含めれば経済的
○さらに、E-コミバスは経済性を重視！

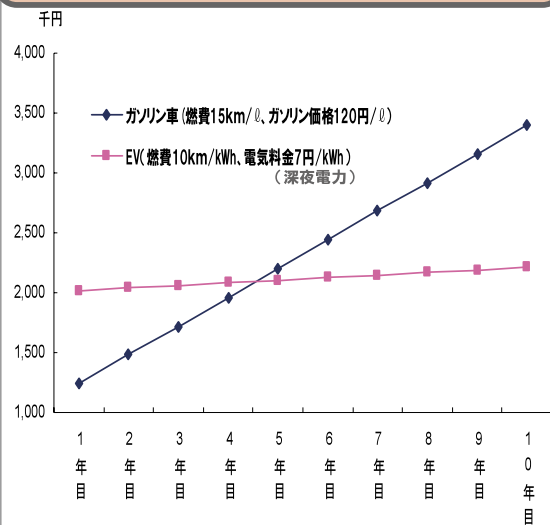
現行EVのランニングコスト

CO₂削減EV洞爺湖キャラバンの事例
距離 洞爺湖⇒東京（858.7km）
燃費 約2円/km（電気自動車）
約8倍の燃費性能
約15円/km（ガソリン車）
CO₂排出量 35.12kg（電気自動車）
約5倍の環境性能
174.74kg（ガソリン車）

2008年6月に、電気自動車のイベント「CO₂削減EV洞爺湖キャラバン」が洞爺湖サミットの開催に合わせて行われました。日本EVクラブの主催で、三菱自動車工業の電気自動車「iMiEV（アイミーブ）」と富士重工業の電気自動車「R1e」を使用して、東京から洞爺湖まで7日間かけて走行しました。

*)洞爺湖キャラバンの詳細は12/14ページをご参照ください。

現行EVとガソリン車のコストシミュレーション(iMiEVの例)



走行距離を年間30,000kmとした場合、燃費差だけで5年程度でガソリン車とのコスト差がなくなる（維持費、取得税等は考慮していない）

車両コスト 電気自動車200万円（補助金交付後）、ガソリン車100万円と仮定

最近のEVのイニシャルコスト

●三菱自動車 iMiEV 300万円前後
(2010年頃)

★i(アイ) 106万円(ガソリン車)

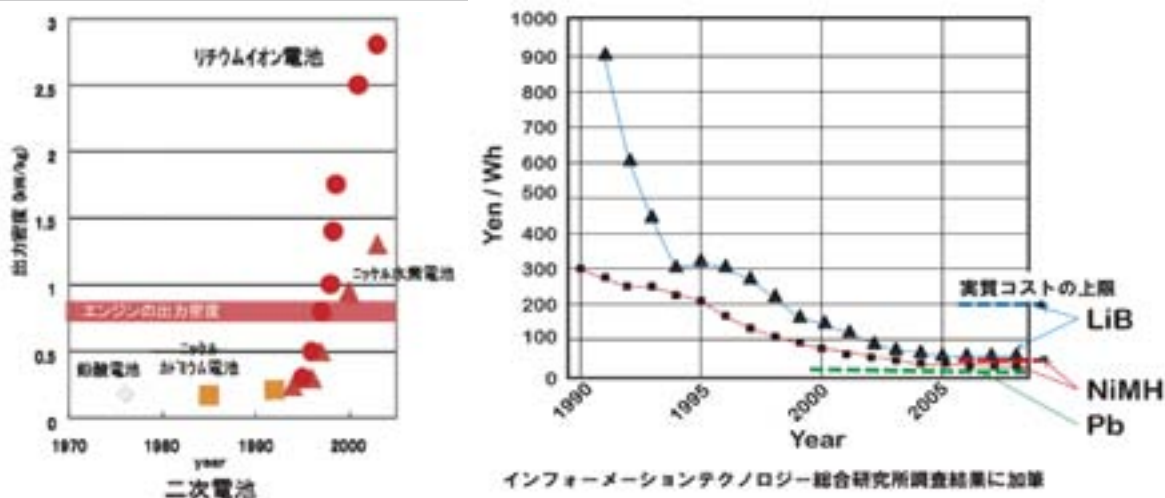
現行iMiEVは、460万円程度で法人ユーザー等に販売中。市販は2010年頃を予定。

ガソリン車との価格差は200万円（ただし補助金交付により100万円程度の差になる可能性高）。

「ヨコグシ脱温暖化」のE-コミバス

大メーカーとは異なる戦略的設計で開発コストを下げ、導入主体の初期投資を低くし、さらに、構造の簡単さで維持費用を低減、パッケージ化で導入時や維持の人員費を節約、補助金、税務上のメリットを加え、あらゆる角度から経済的なメリットが出るようにしていきます。（前頁参照）

参考 いろいろな電池の性能：出力密度と価格



E-コミバスのための蓄電池(2次電池)の候補には、鉛 (Pb)、ニッケル水素(吸蔵合金)(NiMH)、リチウムイオン(LiB)など各種の電池があります。1990年代後半にニッケル水素電池、リチウム水素電池とも、内燃機関の出力密度を超え、エンジンを置き換える能力をもつに至りました。しかし価格は、ニッケル水素電池は鉛蓄電池の約5倍、リチウムイオン電池は約5-20倍と高く、まだ大幅なコストダウンが必要です。また、有機物電解質を用いるリチウムイオン電池では、金属酸化物を正極に用いると、衝撃や局部的ショートによる温度上昇時に、発火が起こります。実際2006年には、世界で事故やそれによる製品回収が相次ぎました。その後、リン酸鉄系のリチウムイオン電池が開発され、安全性の問題は原理的には解決されましたが、まだ市場に出たばかりです。適性技術的な意味では、鉛蓄電池もニッケル水素電池にもなお十分可能性があります。

参考 CO₂削減EV洞爺湖キャラバン使用車両

	富士重工	三菱自動車
車種名	 R1e	 iMEV
一回の充電で可能な走行距離	約80km	約160km
最高速度(時速)	約100km/h	約130km
充電時間 (100V家庭用充電)	約8時間	約14時間
充電時間 (急速充電器で80%の場合)	約15分	約30分
電気代 (同一距離走行時のガソリン車との比較)	約9分の1	約9分の1
車両重量	920kg	1080kg

EVの特徴(メーカー資料より)

- (1) CO₂排出量を大幅削減！ 走行中にCO₂を全く排出しません。発電時のCO₂排出量を含めても、同クラスのガソリン車のわずか3割です。
- (2) ランニングコストが激安 ガソリン代に比べ、安価な電力を利用するため、同じ距離を走行するための電気代は、昼間電力でも1/3、夜間電力では1/9になります。
- (3) 力強い走り 低速から高いトルクを発生する小型・高効率モーターによって、力強く加速します。
- (4) 音が静か エンジンのような上下振動を伴わない電気モーターによって、極めて静かに走行することができます。
- (5) どこでも充電が可能 車載の充電器を使って、ご家庭の100Vあるいは200Vのどちらの電源でも充電できるほか、電力会社等で開発中の急速充電器を使えば短時間で充電できます。

(参考：三菱自動車工12121212業「iMiEV」)

<http://www.jevc.gr.jp/evtc2008/>

3-3 地域を元気に！

E-コミバスで地域の課題解決

こんな地域の課題を解決

中山間地域では……

地域交通が不便

自治体サービスが超広域化

ガソリン代による生活コスト増大

自動車による排気ガスと大気汚染

観光地では……

公共交通による観光客誘致

人と車のトラブル回避

観光資源・環境の保全

観光資源としてのEVの利用

都市部では……

交通渋滞・排気ガス被害

通過交通の増加

商店街から郊外への顧客流出



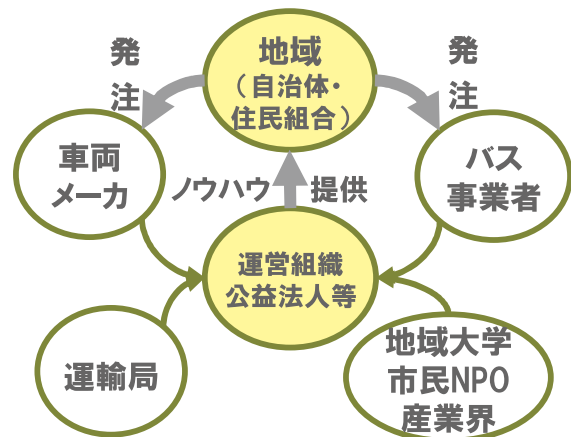
(醍醐コミュニティバス(京都)
コンセプトを改変しました)

<http://www16.ocn.ne.jp/~daigobus/index.html>

運営組織の重要性

E-コミバスを導入するにはノウハウがあり、予想以上の手間と資金がかかることが多く、初めての方は戸惑うことがあります。

そこで、「ヨコグシ脱温暖化」領域のプロジェクトでは、地域の導入団体にノウハウを提供する運営組織の設立を検討中です。運営組織では、E-コミバスシステムの導入をスムーズに行うためのノウハウと製品をパッケージ化するなど、普及促進のための社会技術を開発していきます。



運行管理・車両情報、
申請ノウハウ等の一元化
出典：コミュニティバス導入のノウハウ（現代文化研究所）

3-4 運行サービスのパッケージ化とは？

運行サービスやノウハウをパッケージ化 簡単にE-コミバスの導入が可能！

E-コミバスの導入には、様々な事前調査と基本計画の策定、また経済的有効性などの見極めも大切です。さらに事業化段階においても、運行ルート決定から市民へのPRまで様々な作業があります。それらのノウハウを一元化し、パッケージ化し、商品として提供するようにします。これによって利用者は詳細な前提知識が無くても、E-コミバスの運用開始と管理が可能になります。

E-コミバス運行に必要なこと

基本計画の策定

- 検討方針決定・事務局設置
- 委員会設置・コンサルタント設定
- 既存交通体系調査・評価
- 市民ニーズ調査
- 先行事例調査
- 対象地区の選定
- 対象地区の特性選出
- 規模・時期の検討
- コンセプトの検討
- 基本計画の策定

事業化計画の策定

- 運行ルートの設置
- 基本運行計画の決定
- ダイヤ設定
- 住民説明会
- バス停位置の決定
- 予算設定
- 走行環境整備
- 車種の決定
- 車両確保・導入
- 委託事業者選定
- 運輸局への申請
- 試走・デモ走行・市民へのPR

運営組織の仕事

運営組織は以下のような形で導入団体をサポートします。

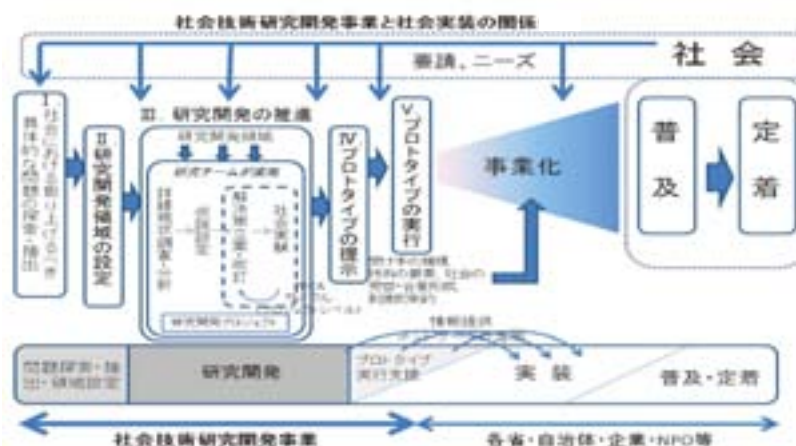
- 地域課題の分析と導入計画策定
- 最適なEVコミバスシステムの選定
- 運行計画や充電計画などの策定
- 運交管理・車両情報などのDB化
- 申請ノウハウの一元化と申請代行

蓄電型地域交通の実現にむけて 「ヨコグシ脱温暖化」プロジェクトとの連携を

社会技術研究開発事業と社会実装(本格普及)の関係

センターは、プロトタイプの実行の支援、蓄積した情報、構築したネットワーク等の知見の提供等により、社会実装に向けての活動を支援します。

研究開発の成果としてのプロトタイプが、各省・自治体・企業・NPO等の事業化に活用され、社会に広く実装されることで、将来的な普及・定着につながることを目指します。



「ヨコグシ脱温暖化」プロジェクトとの連携を！

蓄電型地域交通タスクフォースは、他の公的資金や、自治体、組合等の独自資金によるE-コミバス社会技術の本格普及をよろこんで応援します。

発行: 2009年11月
独立行政法人科学技術振興機構(JST)
社会技術研究開発センター(浅野、重藤(シゲトウ))
E-mail: r-env2@ristex.jp
〒102-0084
東京都千代田区二番町3番地 麹町スクエア5階
TEL: 03-5214-0132 FAX: 03-5214-0140
<http://www.ristex.jp/env/index.html>