

【課題名】 商用電動車向け高効率発電蓄電システムの開発・実証(委託and補助)

【代表者】(株)サニックス 佐藤 啓

【実施年度】平成31年度～令和3年度

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

・大型トラックのEV化は世界的に進んでいない。原因は、駐車スペースのある充電器不足、航続距離を延ばすには電池搭載量が増え、貨物積載量が減少し、経済性が低いためである。発電機能を搭載したシリーズハイブリッド車や燃料電池車等が提案されているが、発電機が大型になり、車両価格に対する燃料費削減効果が低く普及していない。

・解決手段として、目的地までの移動エネルギーを走行前のみならず走行中に逐次計算し、不足電力を補うための計画的な発電と二次電池への蓄電を行う計画発電蓄電制御装置を開発し、発電機の小型化と電池量の削減が可能でCO2排出量も削減できる事を実車で実証した。燃料電池車に対しても有効な技術である。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【計画発電蓄電制御装置(SGCCS※1)】特許8件出願済み

GIS※2・SOC※3・車速・電費等のデータを走行単位毎(例えば1秒毎)に取得して、現在地から目的地までの移動エネルギーを逐次計算する。これにより不足電力量を予測し、最適区間で発電・蓄電するアルゴリズムを実装した計画発電蓄電制御システムを開発し、CO2削減効果を検証した。(2021年実用レベル)

A2.【PRE-EVトラック】(プラグインレンジエクステンダー-EVトラック)

改造前車両の駆動系5200ccエンジンとトランスミッションを230kWのモータに置き換えた。A1のSGCCSにより制御することで発電用エンジンを2179ccとし、電池搭載量を40kWh(初代リーフ並み)に抑えた。エンジンを効率最良点付近で動作させ、100km走行時のCO2排出量を30%以上削減した。

B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

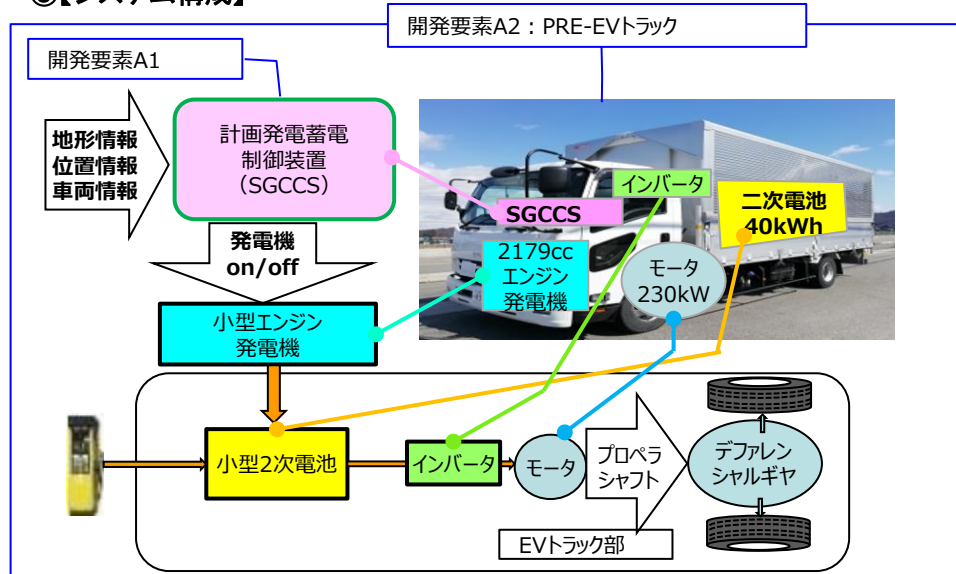
統合シミュレータを開発し、必要な車両データを入力すれば卓上でCO2排出削減量・燃費を算出できる環境を用意し、荷主のニーズに対応した。4トンPRE-EV(総重量7.96トン)の走行結果を使って、総重量5トン～25トン車をPRE-EV化するための発電機・電池搭載量・駆動ユニットのラインアップを提案した。

※1 SGCCS: Scheduled Generating and Charging Control System

※2 GIS: Geographic Information System,

※3 SOC: State of Charge

③【システム構成】



④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標及び達成状況(成果報告時):

開発要素	実証の目標	達成状況
A1 委託事業	1) 目的地に到達した時点のSOC値が設定値より5ポイント低い数値*注より大きいこと。注)設定値がSOC15%の時10%以上、20%の時15%以上となる。 2) 100km走行時のCO2排出量が、ベース車両と比べて70%以下になっていること。	第一貨物の山形市内配送ルート・山岳コースの蔵王ルート・峠越えのある山形-仙台ルート・山形-福島ルート走行を行い、左記1)・2)の達成を確認した。
A2 補助事業	ステージゲートである低燃費性能・低排出ガス性能を確認すること。	下表の様に確認した。

<低燃費性能>

<低排出ガス性能>

Km/L	改造前		改造後PRE-EV		g/kWh	CO	NMHC	NOx	PM
	JE05	8.1	10.5	2025基準					
					規制値	2.22	0.02	0.7	0.01
					実測値	0.17	0.000	0.275	0.0006

対象ユーザ
・利用価値

・トラック・バスメーカー・改造メーカー・輸送事業者・自治体
・ユーザの要求「生涯コストと稼働率がディーゼル車両並み」に対応すると共に、運送事業者の低炭素化の取り組み遅れ感の解消に貢献出来る。

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

技術代表者

(株) サニックス

- 第一貨物向けPRE-EV改造
- 非ディーラ系の全国架装整備連携企業網（ロータストラックネット）へ改造技術を技術移転する
- ◆ トラックのカスタマイズ改造・整備・販売
- 三菱ふそうのパブコ仙台の事業継承

共同実施者

エーシーテクノロジーズ(株)

- A1をサニックス・第一貨物と連携して開発
- ◆ 回路制御技術17年・シートベルトチェッカーなど装置開発

第一貨物(株)

- 実証走行計画策定・システム運用有効性/有効性評価
- 既存車両のPRE-EV化計画の策定
- 傘下のDT商事を通じてPRE-EVトラックの販売計画を策定
- ◆ 国内外貨物輸送業 4000台を保有・400台/年を更新

山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター蓄電部

- 電池及び計画発電蓄電制御用パラメータ解析
- ◆ 電池評価・EV乗用車/船舶解析・充電制御・

● 今回の役割と◆ 経験

②【実施スケジュール】

	2019年度	2020年度	2021年度	経費
A1(委託事業) 計画発電制御装置 (エーシーテクノロジーズ・サニックス・山形大学・第一貨物)	基本アルゴリズムを開発 要求仕様書・機能仕様書 を作成	要求仕様・機能仕様に基づき PCソフトと発注シミュレータ を開発し、搭載準備を実施	PCをA2に搭載、調整・修正を行い目的地 での電池残量と100km走行時のCO2排 出量が目標仕様に収まることを確認した	
	21,250,000円	76,229,675円	20,469,788円	125,900千円
A2(補助事業) PRE-EVトラック 上段: 事業費総額 下段: 環境省補助分	トラックを入手し、燃費データ を取得・CO2排出量算出 RE-EV化の構造概要図作成 ・改造マニュアル自次作成	エンジン発電ユニット・駆動ユニ ット等PRE-EV化の基本ユニット を開発、搭載準備を実施 改造マニュアル作成	車両を完成、低燃費性・低排出 ガス性能を確認、車検を取得、 公道走行によりCO2排出ガス削 減効果を実証。マニュアル完成 済(エンジン取得)公道走行	
	28,290,000円 14,145,000円	139,810,000円 69,905,000円	1,710,000円 855,000円	169,810,000円 84,905,000円
合計 上段: 事業費総額 下段: 環境省補助分	49,540,000円 35,395,000円	208,039,675円 146,134,675円	22,179,788円 21,324,788円	279,809,463円 202,854,463円

本表の年次は固定

③【成果発表状況】

最新の日刊工業新聞の例 <https://newswitch.jp/p/33065>

内容	メディア	日時	内容	メディア	日時
走行 調整 開始	山形大学学長定例記者会見	2021-8/12	公道 走行 開始 及び 特集・ 解説	日刊工業新聞	2021-10/22
	日本経済新聞デジタル版	2021-8/16		山形TV提言の広場(30分番組)	2021-10/23
	日刊工業新聞	2021-8/16		NHK山形TVとくまる(特集番組)	2021-10/26
	NHK山形TV・山形TV・山形放送 で放映・Yahooでネット配信	2021-9/6夕方		山形TVあすへのちから(特集番組)	2021-10/23
	山形新聞	2021-9/7		山形新聞解説記事	2021-11/11
	物流ニッポン全国紙トップ	2021-9/14		読売新聞(山形)	2021-11/11
公道 走行 開始	NHK山形TV・山形TV・山形放送	2021-10/12夕方	受賞	東北経済産業局DX大賞特別賞	2021-11/18
	吉村美栄子山形県知事ブログ	2021-10/13	展示 会 新会 社設 立	トラックショー2022 名刺1000名若	2022-5/12-14
	山形新聞	2021-10/13		物流ニッポン	2022-5/17
	日刊自動車新聞東北面	2021-10/15		日刊自動車新聞	2022-5/23
	日経新聞東北版	2021-10/16		山形大学学長定例記者会見	2022-6/2
	物流ニッポン	2021-10/19		日刊工業新聞	2022-7/22
輸送新聞	2021-10/19	物流ニッポン		2022-7/29	

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値
2021年10月12日 第1回PRE-EV技術開発[実証研究]検討会での数値

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)				10.9	
開発品(装置/システム)の耐用年数				5年	
	年度		2023	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	上段: 架装メーカーのみ 下段: 商用車メーカー参入有	0.003	1.1 (65.4)	207 (534)	
累積CO2削減量 (万t-CO2)	上段: 架装メーカーのみ 下段: 商用車メーカー参入有	0.012	15 (116)	9072 (37,100)	
CO2削減コスト (円/t-CO2)	1台当たり製品価格÷(1台当 たりの年間削減量×耐用年数)	275,000	275,000	275,000	

【本資料作成時点見込み】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)					10.9
開発品(装置/システム)の耐用年数					5年
	年度	2024 販売開始 年	2023	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	上段: 架装メーカーのみ 下段: 商用車メーカー参 入有	0.003	—	1.1 (65.4)	207 (534)
累積CO2削減量 (万t-CO2)	上段: 架装メーカーの み 下段: メーカー参入あり	0.012	—	15 (116)	9072 (37,100)
CO2削減コスト (円/t-CO2)	1台当たり製品価格÷(1 台当たりの年間削減量×耐 用年数)	275,000	—	275,000	275,000

(4)事業化について

【事業化計画】

○事業化の体制

PRE-EVモビリティ株式会社を2022年5月2日に設立(サニックス佐藤啓会長・ドーシンキャピタル(株)安田猛社長)。ドーシンキャピタルの運送事業にPRE-EVを導入し、低炭素運送事業を展開、車両の完成度を向上させながら事業拡大する。PRE-EVの初期コスト上昇に対しては、事業モデル2で対応できる

○事業展開における普及の見込み：以下の事業モデルを推進する

事業モデル	対象	内容	1件当たりの売り上げ	開始年度
事業モデル1. SGCCS装置販売・ライセンス事業	商用車メーカー	メーカーのEVの仕様に合わせてPRE-EV化用発電機・駆動システム・電池の組み合わせを提案し、SGCCS装置の販売、ライセンス事業を行う	試作費：1億円 ライセンス：2%/1台(20万円/台程度：台数により低減)	2024年度
	荷主	統合シミュレータを使ってPRE-EVを導入した時のCO2排出削減量・燃料削減量を提供する	100万円/件	2023年度
事業モデル2. 車両の運送事業者への提供	運送事業者・荷主	PRE-EVモビリティ社の所有する既存車両をPRE-EV化し、低炭素化車両による運送を希望する荷主の運送を引き受ける。他の事業者と連携して拡大する	PRE-EV車両はESG対応を望む荷主に対し、輸送料を高く設定でき、ライフサイクルコストは廉価であることから、初期車両価格の差を吸収可能。リースビジネスも可能で普及を促進できる。	2024年度
事業モデル3. PRE-EVコンバージョン事業	運送事業者	商用車メーカーとの連携検討中：メーカーからPRE-EVのシャーンを購入し、働く車に架装する。クレーン車・冷凍車などの電動化が望まれている	2000万円/台程度 ・三菱ふそうのeCanterが5年または18万kmの早い期間のリースで2000万円であることから競争優位性がある	2028年度

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度		2023	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入有	3	1,000 60,000	190,000 500,000
目標累積販売台数(台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入あり	4	2,7000 10,7000	1,700,000 6,800,000
目標販売価格(円/台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入有	20,000,000 15,000,000	20,000,000 15,000,000	20,000,000 15,000,000

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

年度		2024 販売開始年	2023	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入有	3	-	1,000 60,000	190,000 500,000
目標累積販売台数(台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入有	4	-	2,7000 10,7000	1,700,000 6,800,000
目標販売価格(円/台)	上段：架装メーカーのみ 下段：商用車メーカー参入有	20,000,000 15,000,000	-	20,000,000 15,000,000	20,000,000 15,000,000

○量産化・販売計画

- ・2023年度までに、4トン車の荷室の機械室を削除(電池搭載方法を変更)
 - ・2024年度に車両をドーシンキャピタルで使用開始
 - ・2025年度にPRE-EV化ラインを設置
 - ・2030年度までに1000台/年を目指す
- 2030年を目処として、商用車メーカーの環境対応車のラインアップの構築を図り、非ディーラー系企業の架装整備事業を展開する

○事業展開における事業拡大シナリオ：PRE-EV化は、以下に示す国のグリーン戦略を推進可能な手段であることをPRしてパートナー(荷主・運送事業者・メーカー・リース事業者)とwin-winの関係を構築する(2022年5月12日～14日のジャパントラックショー出典後、様々な業態の事業者と情報交換を開始した)

■8トン未満：2030年までに新車販売の20～30%、2040年までに、電動車と合成燃料等の脱炭素燃料の利用に適した車両で100%を目指し、車両の導入やインフラ整備の促進などの包括措置を講ずる。

■8トン以上の大型の車両：貨物・旅客事業等の商用用途に適する電動車の開発・利用促進に向けた技術実証を進めつつ、2020年代に5,000台の先行導入を目指すとともに、水素や合成燃料等の価格低減に向けた技術開発・普及の取り組みの進捗も踏まえ、2030年までに2040年の電動車の普及目標を設定する。

■蓄電池・燃料電池・モーター等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化・生産拠点の国内立地を促進する。

年度	2022-2023	2024	2030	2050 (最終目標)
低コスト化技術開発	①SGCCS ver2の開発 ②エンジン発電機の量産モデル開発 ③駆動ユニットの量産モデル化 ④電池バンクの標準化	ドーシンキャピタルの車両3台をPRE-EV化	ドーシンキャピタルの荷主向け輸送の1000台をPRE-EV化	国内トラックの50%電動化 商用車メーカーと共通部品を使うことで低コスト化を図る
商用車メーカーとの連携	SGCCSのPR メーカーとのFS開始	PRE-EV車試作	国内トラックの新車販売の10%をPRE-EV化	国内トラックの保有台数の50%をPRE-EV化
海外への事業展開	海外メーカーとの連携を検討(EV車にSGCCSを追加の検討)		海外メーカー1社と協業	海外メーカー5社と協業

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・感染症・戦争等による経済停滞・自動車部品の調達リスク
→物流の安全保障の観点からまずは国産技術/部品で開発し、コストダウン策として海外を活用する
- ・化石燃料発電機の生産中止(代替エンジンの検討)
→乗用車はEV化が加速、重量車は解が無く当面免除、パートナーを選択
- ・電動化補助など、国の推進策の減速、企業のESG投資の減速

SGCCSのSOCチャート作成と発電制御の実際

- 出発地、目的地、経由地、現在のSOC値、仮の車両データ（平均車重・平均車速・平均水平移動電費）などを入力することで、発電区間が決定され、SOCチャートが作成される。
- 現在地に於けるSOC値を車両から取得して当初に作成したSOCチャートと比較し、乖離が大きくなると発電区間を見直してSOCチャートを再作成し、目的地での電池残量が設定値になる様に発電機を制御する。
- 統合シミュレータはルート走行ログデータを入力すると、PRE-EV化後の、燃料消費削減量（CO₂排出量）を算出可能である（ESG対応に意欲的な荷主からのシミュレーション依頼に対応した）。

仙台-山形国道48号(走行距離約70km・標高650m関山峠越え、平均速度42km) の例

① 出発地での入力画面

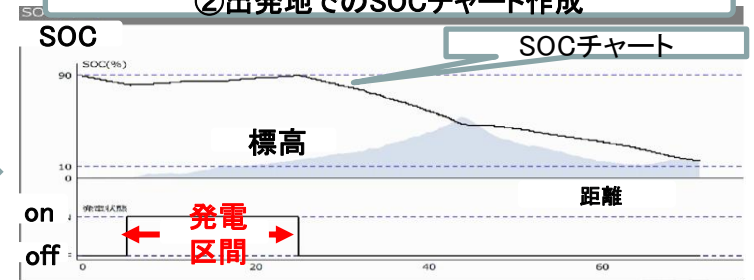
ルート入力: 地図から設定
サニックス仙台⇒サニックス山形



車両パラメータの暫定値入力:
電費・車速・車重等

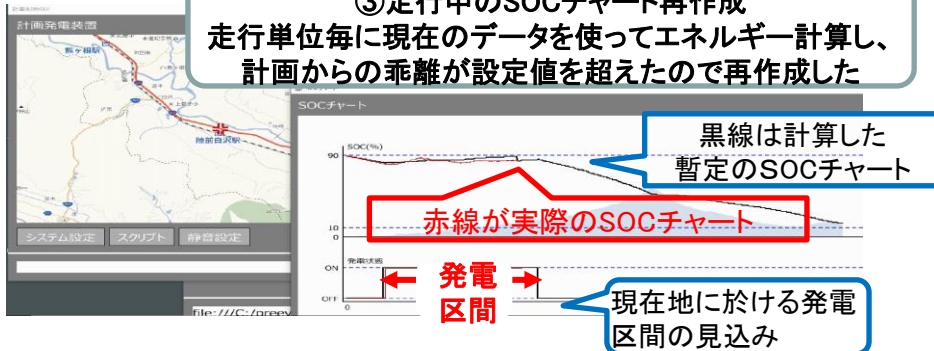
走行設定
 出発地: 38.2345, 140.3456
 目的地: 38.5678, 140.7890
 積載重量: kg 到着時目標SOC: 20%
 乗車人数: 1
 SOC現在値: 65%

② 出発地でのSOCチャート作成

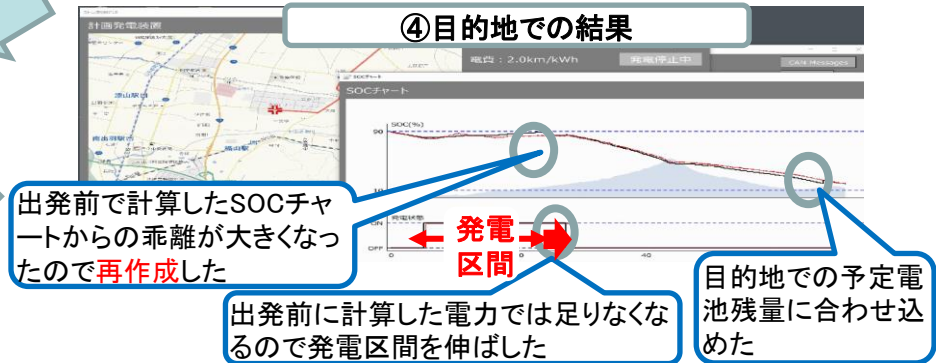


③ 走行中のSOCチャート再作成

走行単位毎に現在のデータを使ってエネルギー計算し、計画からの乖離が設定値を超えたので再作成した



④ 目的地での結果



■ 報道の例 (Web)

走行調整開始: 山形新聞新聞(動画) [トラックEV化へ走行試験 サニックス\(山形\)、23年度の事業化めざす \(msn.com\)](#)

公道走行開始: 山形新聞 [EVトラック、公道デビュー サニックス\(山形\)が走行実験、データ収集 \(msn.com\)](#)、[サニックス、第一貨物ほか 山形発 PRE-EVトラック公道走行出発式 - YouTube](#)

事後評価結果

評価点 6.7点（10点満点中。（10点：特に優れている、8点：優れている、6点：問題ない、4点：多少問題がある、2点：大きな問題がある））

評価コメント

[評価される点]

- ・ 長い航続距離が求められる大型トラックでは、電気自動車(EV)化や燃料電池自動車(FCV)化が難しいのが現状である。そこで、目的地までの不足電力を計算して発電蓄電を計画的に制御するプラグインレンジエクステンダー(PRE-EV)トラックを開発し、公道における実証試験により、低燃費性能と低排出ガス性能で規制値を満足するとともにCO2 排出量を30%以上削減するという目標を達成した点は評価できる。
- ・ 開発技術は発電機の小型化及び蓄電容量の削減が可能であり、燃料電池システムの小型化などへの応用が考えられる。また、外部充電の可能なシリーズハイブリッド技術への発展が望める点も評価できる。
- ・ ジャパントラックショー等の対外発表を積極的に行い、PRE-EVトラックのビジネスに関するネットワークを広げている点は評価できる。

[今後の課題]

- ・ 比較対象としているEVトラックの2023年春の新モデルの車両価格は1000万円/台程度と予想されるため、開発したPRE-EVトラック(目標価格2000万円/台)の大幅な低価格化が必要である。地方の中・大型トラックのユーザはコスト受容力の小さな零細事業者が多いので、改造に伴うコストの大幅な削減、システムの標準化や部品点数の削減など、事業全体の見直しによる低価格化のための具体的な計画を策定することが望まれる。また、トラック本体の販売価格だけでなく、充電設備や様々な運用サポートまで含めたトータルコストの比較も必要である。
- ・ EV化への改造に伴って生じる積載容量の減少が大きいため、貨物輸送の荷種が限定され、現状のままでは普及が限定的とならざるを得ない。積載容量の減少を最小限に抑える具体案を示す必要がある。
- ・ 開発したPRE-EVトラックではCO2の100%削減が難しい。長期的なカーボンニュートラルの目標を考えた場合、2030年以降の低・脱炭素技術として、カーボンニュートラル燃料の利用を前提にバッテリー電気自動車(BEV)に対する優位性を考えながらこの技術を発展させることの可能性について提案することが望まれる。
- ・ 本事業で実施した実証試験の走行シナリオが、計画発電蓄電制御装置(SGCCS)の最適化の評価に十分であることを検証する必要がある。SGCCSにおける発電エンジンの稼働回数、最大マージンの考え方、電池容量に対する最適化の考え方を示し、様々な走行パターンに有効であることを検証することが望まれる。

[その他特記事項]

- ・ 大型トラックのCO2排出削減に対してはFCVトラックやLNGトラックなどいくつかの技術開発が進められているが、コストやインフラ等の制約があり、普及が早期には進まない状況にある。一方、レンジエクステンダーは既存技術を基にして大幅なCO2排出削減が可能であり、2030年にかけて普及が期待できる。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 開発技術の事業化と本格普及に向けては、商用車メーカーとの連携が重要な課題である。車両の低価格化や積載容量の確保といった課題に共同で取り組むと同時に、点検・整備・修理に対応する体制を整備する必要がある。このためには、商用車メーカーやトラック事業者、ユーザである大手荷主に対して本技術の認知度を高めることに重点的に取り組むべきである。
- ・ 積載量4ton以上の普通トラックの国内生産量は20万台/年程度である。これを考えると、2030年の販売目標台数が60,000台/年、2050年は500,000台/年の計画は過大であり現実的ではない。商用車メーカーとの強力な協業体制を構築して、実現可能な販売計画を立案することが望まれる。
- ・ SGCCSは優位性のある技術であるため、PRE-EVトラックとしての販売のみにこだわらず、SGCCSを先行して販売する事業展開も検討することが望まれる。
- ・ トラックのCO2排出削減に対する技術革新は日進月歩で進んでおり、ビジネス環境もそれに応じて変化するため、開発したPRE-EVトラックの普及環境の変化にも留意して対応することが必要である。