

目次

1. 市場要件の整理 P. 22

- ① トラックの市場要件の整理
 - (1) 市場概観
 - (2) トラックユーザーヒアリング結果
 - (3) 車両コスト除き総保有コスト試算
 - (4) 普及シナリオとCO2削減効果
- ② バスの市場要件の整理
 - (1) 市場概観
 - (2) バスアンケート結果
 - (3) 車両コスト除き総保有コスト試算
 - (4) 普及シナリオとCO2削減効果

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けたパワートレイン技術動向等の整理 79

- ① 蓄電池関連技術動向
 - (1) 蓄電池
 - (2) モーター
 - (3) インバーター
 - ② 水素関連技術動向
 - (1) 水素の特徴
 - (2) 燃料電池の種類と特徴
 - (3) 高圧水素タンク
-

3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理 122

- ① トラック海外事例
 - (1) 米国
 - (2) 豪州
 - (3) タイ
 - (4) 南アフリカ
- ② バス海外事例
 - (1) EV導入促進制度と英国事例
 - (2) 中国の大規模導入事例
 - (3) インド市場概観
 - (4) タイ市場概観

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた技術動向等の調査・分析 186

- ① 必要な再エネ発電設備容量
 - ② 消費電力量のブレ要因
 - ③ 再エネ水素ステーションの経済性
 - ④ 普及施策
 - ⑤ 有識者検討会
 - ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例
 - (1) 米国（カリフォルニア州）
 - (2) ドイツ
 - (3) 中国
-

1. 市場要件の整理

① トラックの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) トラックユーザーヒアリング結果

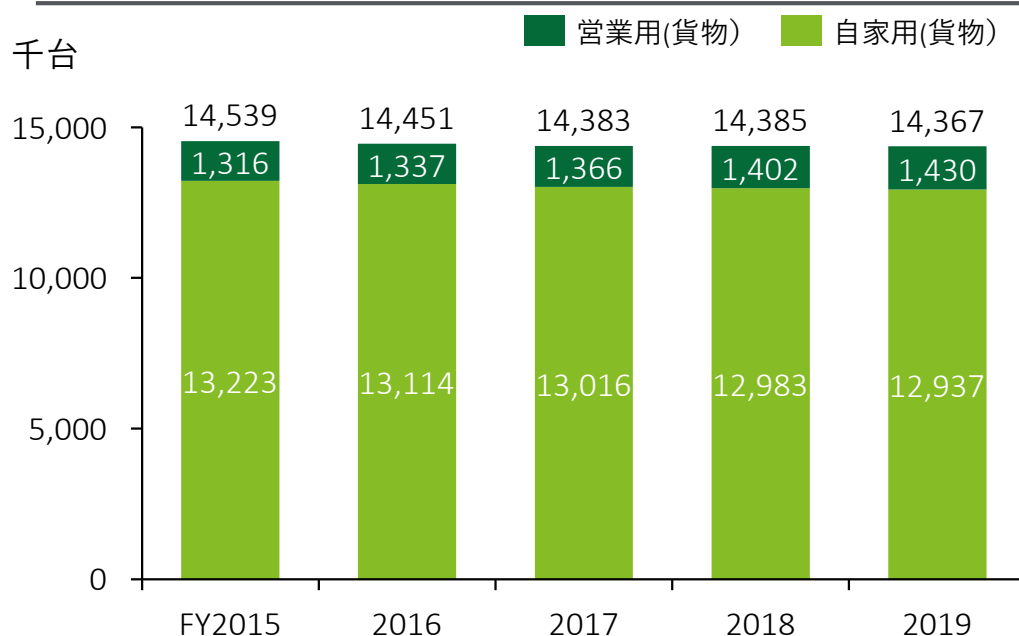
(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

トラックは営業用と自家用に分類されるが、営業用車両数は全体の1割（軽車両除きで2割）を占め過去5年で+9%。全体比9割を占める自家用は-2%の減少傾向にある*

車両台数推移

車両台数 推移（業態別）



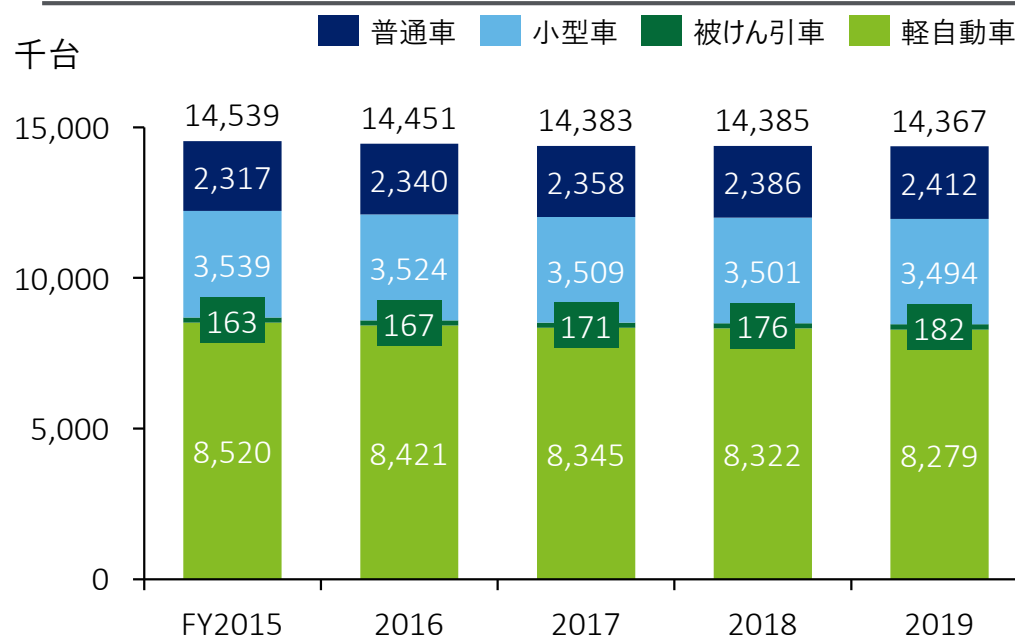
【営業用】

- ✓ 貨物自動車運送事業者が有償で顧客の荷物を運ぶためのトラック
- ✓ 緑を基調としたナンバープレート（緑ナンバー）

【自家用】

- ✓ 自己・自社の荷物を運ぶために、個人または団体が保有しているトラック（対価を伴う輸送は不可）
- ✓ 白を基調としたナンバープレート（白ナンバー）

車両台数 推移（車種別）



【普通車】

- ✓ 四輪以上の小型自動車よりも大きいものであるため、架装を伴うトラックがこちらに該当する

【小型車】

- ✓ エンジンの総排気量が660-2000cc以下、全長4.7m以下のサイズの車両となるため、貨物用では軽トラックを除くバンなどが該当する

出所：自検協『車種別（詳細）保有台数表』各年データより作成

車両台数では約6割の占める軽自動車だが、走行距離が短く燃費も良いため燃料消費割合は7.2%と少ない。CO2削減効果が大きい車両サイズは、大型、小型、中型の順となる

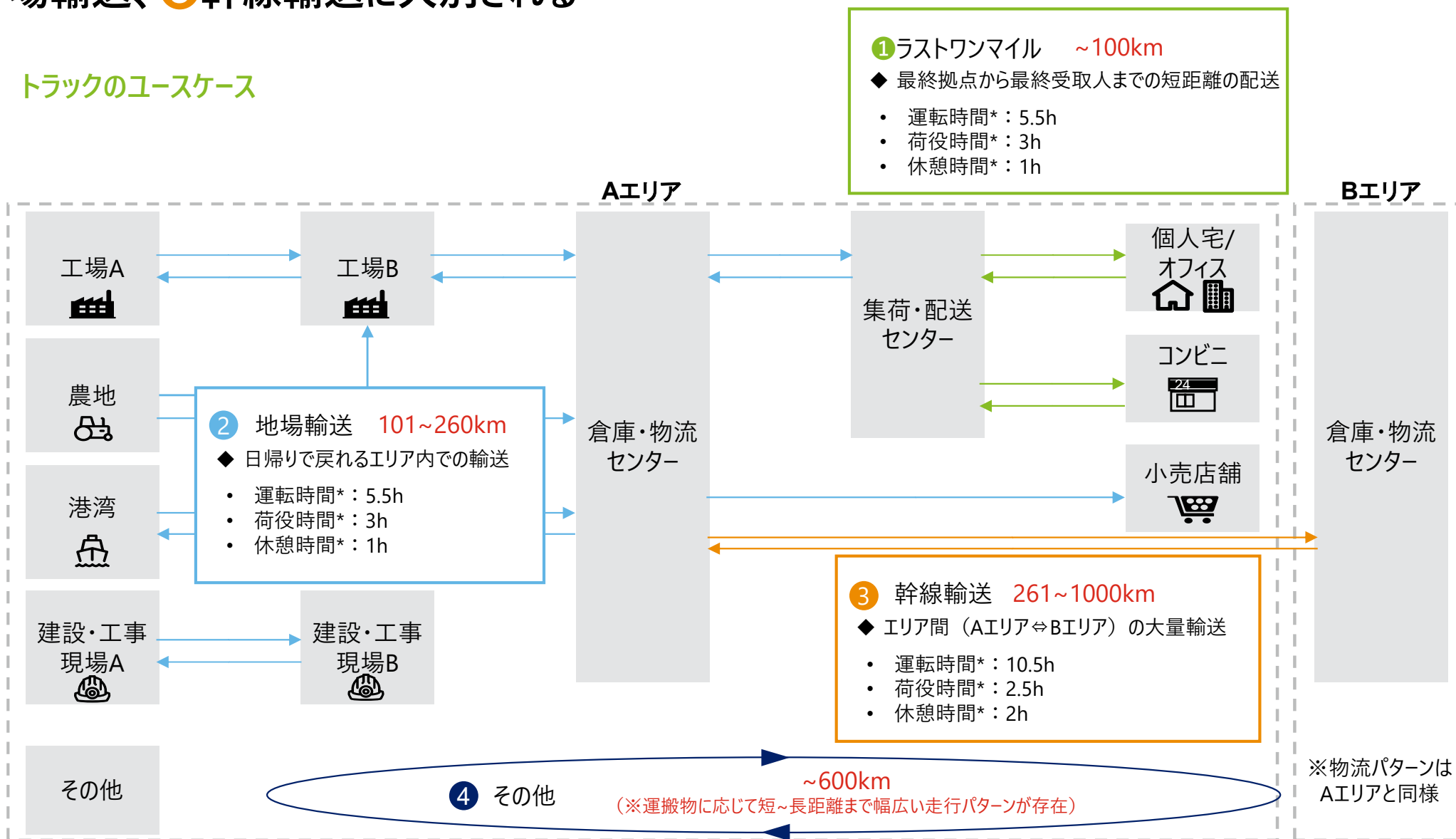
車両区分

	軽	小型	中型		大型	特種*1
			中型S	中型L		
						
車両台数比	57.6%	24.9%	8.9%	0.2%	5.1%	3.3%
燃料消費割合	7.2%	27.8%	16.4%	0.5%	35.5%	12.6%
GVW (総重量)	1～1.5トン	5トン未満	5トン以上 8トン未満	8トン以上 11トン未満	11トン以上	1t～11トン以上 ※架装に応じた重量
積載量	350kg以下	3トン未満	3トン以上 5トン未満	5トン以上 6.5トン未満	6.5トン以上	350kg以下～ 6.5トン以上
免許要件 (2017年以降の 取得者)	普通免許 (GVW：3.5t未満)	準中型免許 (GVW：3.5-7.5t未満)		中型免許 (GVW：7.5-11t未満)	大型免許 (GVW：11t以上)	普通～大型免許 ※総重量に応じた 免許が必要
主な用途 ※次頁参照	ラストワンマイル（～100km）					その他 ※運搬物に応じて 短～長距離まで幅広い 走行パターンが存在
	地場輸送（～260km）					
	幹線輸送（～1,000km）					

出所：環境省『令和元年度EV/FC バス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証業務』事業報告書より作成

トラックのユースケースは、輸送区間と走行距離に応じて ①ラストワンマイル（LM）、②地場輸送、③幹線輸送に大別される

トラックのユースケース



* 国土交通省『トラック輸送状況の実態調査結果』より。1運行（始業時刻から終業時刻まで）あたりの平均。

出所：環境省『令和元年度EV/FC バス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証業務』事業報告書より作成

昨年度の事業では、「稼働率の高い営業車×①ラストワンマイル」のEV化が最も有望と結論付けている

EV化が有望なユースケース（令和元年度報告書より再掲）

データ分析結果

実走行実績	電費	中型S：1.7km/kWh ※航続距離÷電池容量×1.4が成立するとした場合 軽：13.4km/kWh 小型2.8km/kWh
	走行距離	中型S：カタログ値走行が可能 （最大100km強） ※カタログ値×0.8とした場合 軽：120km 小型：64km 中型（S/L）：80km
経済性成立要件	営業車軽	稼働：54%（週3.8日）以上 41-120km/日走行
	営業車小型	稼働：54%（週3.8日）以上 35-64km/日走行
	営業車中型	稼働：66%（週4.6日）以上 67-80km/日走行

要件を具備する
ケースの有無・
現行EV導入可能性

セグメント別導入可能性・対応方向性

業態	車両区分	車両数 %	区分内分布						
			ラストワンマイル (100km以下)		地場輸送 (101-260km)		幹線輸送 (261km以上)		
			航続距離	経済性	航続距離	経済性	航続距離	経済性	
営業車（貨物・特種貨物 計）									
主	軽トラック*		1.8%	○	一部○	×	○	△	△
	小型トラック		0.9%	○	○	△	一部○	×	○
	普通 トラック	中型S	3.0%	該当ケースあり		×	課題：航続距離		○
		中型L	0.1%	○	一部○	×	○	×	○
		大型	4.5%	×課題：積載量、充電時間、充電スペース					
自家用車（貨物・特種貨物 計）									
	軽トラック*		55.8%	○	×	×	○	△	△
	小型トラック		24.7%	○	△	×	×	○	△
	普通 トラック	中型S	7.6%	課題：経済性		×	課題：航続距離		○
		中型L	0.2%	○	×	×	○	×	○
		大型	1.5%	×課題：積載量、充電時間、充電スペース					

*高い稼働率を具備するケースも存在することが想定されるが、稼働率の分布が不明であり、ユーザ像の特定や 施策の費用体効果に対する不確実性が高いため、現時点ではQuick Winで優先すべきターゲットからは除外

出所：環境省『令和元年度EV/FC バス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証業務』事業報告書より作成

1. 市場要件の整理

① トラックの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) トラックユーザーヒアリング結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

本業務では、EVトラックの初期導入期にトラックユーザーが許容可能となる具体的な車両要件を導出することを目的に、運輸業出身者にヒアリングを実施した

トラックに関するヒアリング設計

#	調査論点	項目	質問例	対象車両		
				大型	中型	小型
1	初期のEVトラックはディーゼルトラックに比べて費用対効果が劣る可能性があるが、どれくらいであれば許容できるか	①価格	初期コストの高さを回収するのに許容可能な年数は何年か	●	●	●
		②航続距離	1回の充電で何km走行出来れば良いか	●	●	●
		③積載量	積載量は何%減であれば許容できるか	●	●	●
		④耐久性	EVに求められる耐久性はどうか	●	●	●
		⑤EVならではの価値	外部給電機能やゼロエミッションであることに対する評価・期待はどの程度か	●	●	●
2	航続距離の短さを運用の工夫でカバーできるか	⑥継ぎ足し充電	荷役の順番待ちや待機時間、ドライバーの休憩時間など、車両が停止している間に充電が可能か	●	●	●
3	EVトラックの初期導入に際して、メーカーサポートが充実していれば導入インセンティブとなるか	⑦導入サポート	充電設備の導入アドバイス、電費改善の運転方法のアドバイス、メンテパック、蓄電池の保証など、何が必要か	●	●	●
4	充電方法で許容できそうなものはあるか	⑧充電方法	ワイヤレス、バッテリー交換、接触給電のうち、トラックで使えそうなものはあるか	●	●	●
5	EV/FCの棲み分けの要因と見立てはどうか	⑨EV/FC	トラックのEV/FCを分ける要因とユースケースによるEV/FC化の進展見込みはどうか	●	●	●

なお、運輸業は営業車の車両構成比で最も多く、トラックの電動化にあたって肝となる業界であるため、運輸業出身者を選定

対象業界

		営業車		自家用車	
業種別 構成比*	運輸	75.5%	(7.8%)	—	—
	建設	24.5%	(2.5%)	35.0%	(31.4%)
	製造			28.2%	(25.3%)
	エネルギー			4.0%	(3.6%)
	産廃			14.6%	(13.1%)
	消費			8.0%	(7.2%)
	農水産			4.0%	(3.6%)
	その他			6.2%	(5.5%)
計		100.0%	(10.3%)	100.0%	(89.7%)

※一般的に主たる事業が運輸業とされる業種以外でも貨物輸送業を営んでいる企業が一定存在

出所：環境省『令和元年度EV/FC バス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証業務』事業報告書より作成

脱炭素化が遅れていた物流業界も、電動化の流れからは避けられないという認識。トラックの運用面を鑑みても、小型×①ラストワンマイルからEV化が進むことが予想されている

ヒアリング結果まとめ

#	論点	項目	ヒアリング結果
1	初期のEVトラックはディーゼルトラックに比べて費用対効果が劣る可能性があるが、どれくらいであれば許容できるか	①価格	・ <u>コストが最重要</u> ・ 初期費用の高さについては、ランニングコストの低減により<u>耐用年数内で総保有コストがディーゼルトラックを下回れば検討対象</u>となってくる（小型・中型で+20%程度、大型で+40%程度まで）
		②航続距離	・ <u>現在の走行距離を満たす必要がある</u>（eCanterではやや短い） ・ 小型：10-70km/日、中型：~250km/日、大型：~550km/日
		③積載量	・ <u>小型、中型は▲10%程度は許容範囲</u> ・ <u>大型は輸送効率が特に求められるため、13t→11tは許容できない</u>
		④耐久性	・ <u>ディーゼル車両と同様の水準が必要</u>
		⑤EVならではの価値	・ 冷凍・冷蔵倉庫の停電時にBCPの観点でEVトラックから給電できると魅力的 ・ 外部給電機能は利用頻度との兼ね合いで、<u>あれば良い</u>という認識
2	航続距離の短さを運用の工夫でカバーできるか	⑥継ぎ足し充電	・ 小型、中型は業務中の待機時間はあまりなく、休憩時間のみ（最大1h） ・ 大型は高速PAやSAで待機や休憩を行っている（業務によって2~6h） ・ <u>車両の駐車場所に充電器があれば充電は可能</u>だが、いずれの場合も、<u>十分な駐車スペース確保や充電基数の整備が必要</u>
3	EVトラックの初期導入に際して、メーカーサポートが充実していれば導入インセンティブとなるか	⑦導入サポート	・ <u>大手物流企業の場合</u>、自社で導入検討が出来るケイパビリティを備えているため、<u>電力契約や充電器の設置に関するサポートは不要</u>の可能性あり ・ 故障等による<u>不稼働時のバックアップ体制</u>が重要
4	充電方法で許容できそうなものはあるか	⑧充電方法	・ 航続距離を延ばす方法に期待しており、<u>バッテリー交換式</u>は運行の観点からも選択肢としてあり得る
5	その他	⑨EV/FC	・ 電動化は、<u>物流企業を取り込まなければならない重要課題</u>と認識 ・ <u>LMや地場ではEVトラックの導入が進むと思われるが、長距離大型はFC</u>

出所：有識者インタビュー

1. 市場要件の整理

① トラックの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) トラックユーザーヒアリング結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

車両コストを除く総保有コストの差から、EV車両に許容される車両コストの増加幅を試算

車両コスト除き総保有コスト試算の諸前提（1/2）

項目			軽		小型		備考
			ガソリン車	EV	ディーゼル車	EV	
車両	GVW		1.3t		3t		-
	燃費・電費		10.2km/L	9.4km/kWh	6.6km/L	2.0km/kWh	- 燃費：市販車カタログ値×0.6 - 電費：i-MiEVカタログ値の航続距離×0.8÷電池容量
	Kmあたり走行コスト		13円/km	2円/km	17円/km	8円/km	
初期費用	車両価格		120万円	-	320万円	-	市販車のメーカー希望小売価格を参考
	充電器	普通	-	20万円	-	20万円	-
		急速	-	-	-	-	-
	工事費	普通	-	-	-	-	-
		急速	-	-	-	-	-
ランニングコスト	耐用年数（走行距離）		8年（20万km）	8年（20万km）	8年（40万km）	8年（40万km）	EVの耐用年数・走行距離はディーゼル車と同じで設定
	燃料費		130円/L	-	110円/L	-	-
	電気料金	基本料金	-	-	-	-	基本料金の増額なし
		従量料金	-	16.81円/kWh	-	16.81円/kWh	東京電力高圧電力A

出所：三菱自動車工業株式会社HP、東京電力エナジーパートナー株式会社、有識者ヒアリングをもとに設定

車両コストを除く総保有コストの差から、EV車両に許容される車両コストの増加幅を試算

車両コスト除き総保有コスト試算の諸前提（2/2）

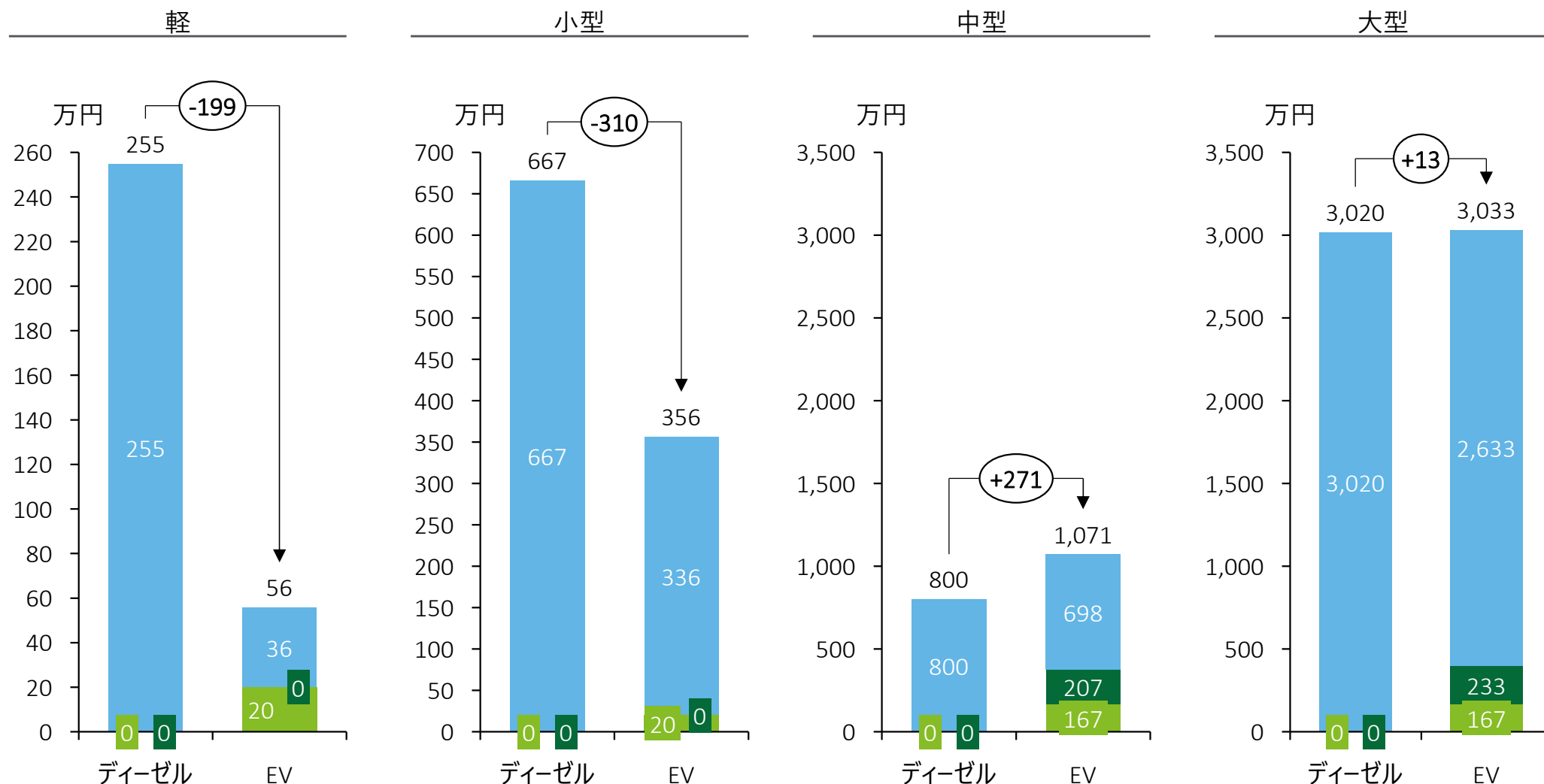
項目			中型		大型		備考
			ディーゼル車	EV	ディーゼル車	EV	
車両	GVW		7.5t		25t		-
	燃費・電費		5.5km/L	1.0km/kWh	2.6km/L	0.4km/kWh (推定値)	- 燃費：市販車カタログ値×0.6 - 電費：カタログ値の航続距離×0.8÷電池容量
	Kmあたり走行コスト		20円/km	17円/km	43円/km	38円/km	
初期費用	車両価格		500万円	-	200万円	-	市販車のメーカー希望小売価格を参考
	充電器	普通	-	-	-	-	-
		急速	-	200万円	-	200万円	3台で共有
	工事費	普通	-	-	-	-	-
		急速	-	300万円	-	300万円	3台で共有
ランニングコスト	耐用年数 (走行距離)		8年 (40万km)	-	9年 (70万km)	-	-
	燃料費		110円/L	-	110円/L	-	-
	電気料金	基本料金	-	1,293/kW	-	1,293/kW	急速50kWで試算
		従量料金	-	16.81円/kWh	-	16.81円/kWh	東京電力高圧電力A

出所：三菱自動車工業株式会社HP、東京電力エナジーパートナー株式会社、有識者ヒアリングをもとに設定

車両コストを除く総保有コストの差より、軽トラックでは199万円、小型トラックでは310万円までの車両価格増が許容される。中型・大型トラックでは、電力基本料金の高さで電費の悪さからランニングコストが高くなる結果

車両コスト除き総保有コスト比較

燃料費/電気代 電気代基本料金 充電設備初期コスト



※中型と大型の電気代基本料金の違いは、耐用年数の違いから生じている

※EVのメンテナンス費は不確定要素が大きく、試算からは除外している。バッテリーの交換などが必要な場合はコストの増加要因となる

1. 市場要件の整理

① トラックの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) トラックユーザーヒアリング結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

EVトラックの市場要件としては、既存のディーゼル車両と同等の使い勝手（積載量、耐久性）があり、かつ総保有コストが下がることが導入の大前提。現行車両では価格が高く、航続距離も短い

市場要件の整理と現行車両の充足度

	市場要件の整理				現行車両の充足度	
	軽 (積載量350kg)	小型 (積載量2t)	中型 (積載量4t)	大型 (積載量10t以上)	中型 三菱eCanter	充足度
許容可能な 車両価格差	+199万円 (ディーゼル+166%)	+310万円 (ディーゼル+97%)	N/A	N/A	+数百万円	×
充電1回あたり 航続距離	LM：10～70km	LM：10～70km 地場：150～200km	地場：200～250km	地場：～250km 幹線：～1,000km	100km	△ LM使用のみ
積載量	350kg	1.8t以上	3.6t以上	12t以上 (13t増トン車の場合)	4.1t	○
耐久性	ディーゼルと同等	ディーゼルと同等	ディーゼルと同等	ディーゼルと同等	車体は同等と想定	車体：○ 蓄電池：不明
外部給電機能	あれば可	あれば可	あれば可	あれば可	なし	×
満充電までの 許容時間	昼間：～1時間 夜間：～10時間	昼間：～1時間 夜間：～10時間	昼間：～1時間 夜間：～12時間	昼間：～6時間 夜間：～8時間 (非交代制)	普通：約11時間 急速：約1.5時間	昼間・急速：△ 夜間・普通：○
充電方法	普通充電	普通充電 急速充電	急速充電	急速充電	普通充電 急速充電	○

現行の物流オペレーションが少なくとも変更なく維持され、かつオペレーションコストが下がる ような世界観を提供できないとEVトラックの導入は困難であるため、下記の普及課題を解 決していく取り組みが必要となる

普及課題と取り組み方向性

普及に際し解決され べき課題	取り組み方向性	優先度	取り組み主体		
			政府・政策	メーカー	ユーザー
① 初期コストを抑える	EVトラックが使用されるユースケースに合ったサイズの蓄電池容量を搭載・バッテリー容量の選択化	高	—	◎	◎ 最適なサイズのバッテ リーを知るためには精 緻な走行距離把握と 予想が必要
② 電力基本料金を 上げない	- 夜間普通充電で対応 - 充電負荷を平準化するための充電マネジメント	中	—	◎	○
③ 業務に求められる 走行距離を航続可能 にする	- 継ぎ足し充電を前提としたオペレーションは非現実的であり、蓄電池の技術革新による航続距離の伸長が必要 - 現行リチウムイオンバッテリーの継続的イノベーション - 全固体電池、次世代蓄電池の開発	高	○ 開発サポート	◎	—
④ 積載量を減らさな い	- EVトラックが使用されるユースケースに合ったサイズの蓄電池容量を搭載・バッテリー容量の選択化 - バッテリー性能の改善・小型化	高	—	◎	◎ 最適なサイズのバッテ リーを知るためには精 緻な走行距離把握と 予想が必要
⑤ トラックサイズの車 両が利用可能な充電 インフラを整備する	- 商用車が利用できる充電インフラが少なく、整備が必要 - 充電には時間を要するため、物流の要衝ではなく、トラック運転手が休憩する場所（コンビニ、高速SA/PA、駐車場等）を調べ、設置する必要あり	中	○ 補助金によるサポート	◎	○

その点、①ラストワンマイルは価格、航続距離のハードルがクリアできる可能性が高く、電動化が最初に進むセグメントであると考えられる。小型・中型でも稼働率の高いユースケース、及び大型は積載量、充電時間、充電スペースの確保に課題があり、EVではなくFCが有望

電動化のタイプと有望なユースケース

車両区分		区分内分布		
		① ラストワンマイル (100km以下)	② 地場輸送 (101-260km)	③ 幹線輸送 (261km以上)
軽トラック		EV 夜間普通充電で一日に必要な走行距離をカバーすることが可能		
小型トラック		B2C：EV B2B：FC* *コンビニ配送など稼働率が高いユースケースは、EVでは走行距離が満たせず、かつ充電時間の確保も難しい	EV FC	FC
普通トラック	中型S		EV FC	FC
	中型L		EV FC	FC
	大型		FC ユースケースが固定されているケースは稀であり、短距離～長距離走行に耐えられる必要がある EVでは積載量が十分に確保できず、充電場所/時間の確保も難しい	

前頁の整理は自動車メーカー有識者も同様の考え。小型、中型においては車体構造上のスペースの制約から、EV、FCいずれも航続距離に大きな違いが生じ得ないとのこと。充電時間が取れるユースケースはEV、不可の場合はFCというように棲み分けが進む

電動化の進み方

- 前頁表ほぼ正しい整理になっているが、稼働時間(充電にかけられる時間の有無)の観点でEVとFCの使い分けの違いを理解する必要がある
- バスの場合、深夜に稼働しない時間帯が発生するため、大きさに限らずEVを使用する方が適している。一方、コンビニの配送など24時間稼働が想定される用途の場合、充電を必要としないFCの方が優れている
- 物流系の商用車でEVを使用する実証実験を実施していたこともあったが、充電時間を要するという制約から、実用化のハードルが高いという実験結果が出ている
- FCの方がEVよりも長距離走行が可能であるが、中小型商用車の場合、EV、FCどちらを使用しても走行可能距離にほとんど差が出ない。FC, EVの場合現在のガソリン車の車体サイズを前提とした場合に、搭載できるエネルギーの量に制約がある為、長距離走行できない



自動車メーカー
FC開発担当者

短距離走行の軽・小型×ラストワンマイルの電動化は大手から進み、30年時点では大手を中心に3万6000台のEVが導入されていると予想される。中距離以上を走行、または中型車両以上は、2030年までにEVトラックに置き換わる可能性は低い

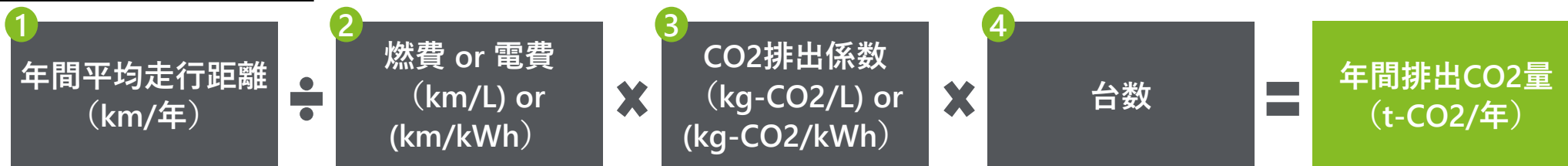
トラック | 普及シナリオ

事業者名	2019年度売上 (百万円)	保有車両数 (両)	電動化目標	30年時点EV車両数
日本郵便	3,094,375	110,000	25年度まで郵便配達車両の3割に当たる3万3000台を電気自動車（EV）に切り替える方針 25年度までに<u>四輪車1万2000台</u>、二輪車2万1000台をEVに転換（現在は四輪車約3万台、二輪車約8万台のうち、EVはそれぞれ1500台と2200台にとどまる） <u>30年代半ばまでには、ほぼ全ての車両をEVにする見通し。</u>	2万4000台 (推定)
ヤマトホールディングス	1,630,146	54,778	2030年までに小型集配車両の半数である<u>約5,000台をEVを含む次世代モビリティに置き換える</u>方針	5,000台 (目標)
SGホールディングス	1,173,498	26,661	2030年をめどに自社で配送に使う<u>軽自動車約7000台をすべて電気自動車（EV）に切り替える</u> - 天然ガスやハイブリッドの車両が約4000台あるが、EVは19台にとどまる。	7,000台 (目標)
セイノーホールディングス	627,126	25,527	不明	NA
福山通運	292,999	16,138	不明	NA
トナミホールディングス	138,167	3,420	不明	NA

前頁の普及シナリオに基づく、2030年時点のCO2削減効果は0.57%と微小

トラック | CO2削減効果（2030年時点）

CO2排出量計算式



① 年間平均走行距離 (km/年) ÷ ② 燃費 or 電費 (km/L) or (km/kWh) × ③ CO2排出係数 (kg-CO2/L) or (kg-CO2/kWh) × ④ 台数 = 年間排出CO2量 (t-CO2/年)

Diesel									
軽	25,000	÷	10.2	×	2.619	×	8,275	=	53,118,199
小型	50,000	÷	6.6	×	2.619	×	3,577	=	70,970,932
中型	50,000	÷	5.5	×	2.619	×	1,307	=	31,118,482
大型	77,778	÷	2.6	×	2.619	×	790	=	61,893,462
合計							13,949		217,101,074
EV									
軽	25,000	÷	9.4	×	2.619	×	19	=	132,343
小型	50,000	÷	2	×	2.619	×	17	=	1,113,075
中型	50,000	÷	1	×	2.619	×	0	=	0
大型	77,778	÷	0.4	×	2.619	×	0	=	0
合計							36		1,245,418
									0.57%

0.57%

※EVトラックの走行時CO2排出量がゼロとなる前提で試算

※日本郵政：軽、小型で半々と仮定、ヤマトは全て小型車両と仮定

【参考】ヤマト運輸は、2030年までに小型集配車両の半数である約5,000台をEVを含む次世代モビリティに置き換える方針であり、着実にEV化を進めている

EVトラック導入事例 | ヤマト運輸×ラストワンマイル (B2C)

2017年11月～
eCanter導入



三菱ふそう製「eCanter」を25台導入

- 東京23区に15台、横浜エリア5台、埼玉県2台、千葉県3台
- 急速充電器は導入せず、配送設備内の普通充電を使用し、夜間充電にて給電

2020年1月～
ストリートスクーター導入



DHLグループストリートスクーター製EVトラック500台を順次導入

- 一都三県に500台

2020年2月～
EVウォークスルートラック
導入



いすゞ製「エルフEVウォークスルーバン」を1台導入

- 神奈川県に1台導入し、モニター稼働

【参考】佐川急便は、2030年までに営業車の2割強に相当する軽自動車7,000台を全てEVに切り替える方針

EVトラック導入事例 | 佐川急便×ラストワンマイル（B2C）

佐川急便、EVで宅配 軽7000台転換しCO2を1割減へ

宅配便大手の佐川急便を傘下に持つSGホールディングスは、2030年をめどに自社で配送に使う軽自動車約7000台をすべて電気自動車（EV）に切り替える。営業車両の2割強にあたる。EVベンチャーのASF（東京・港）と専用車を共同開発する。利用者や投資家の環境意識が高まっており二酸化炭素（CO2）排出量を現在より1割強減らす。

宅配便大手で軽自動車すべてをEVにするのは初めて。軽自動車は細い道が多い住宅街での配達に適している。EVの開発で軽自動車が先行していることも踏まえ、SGHDは切り替えを決めた。ASFとは後方に広い荷室が確保できる箱形の貨物車を開発している。荷台の高さなどを荷物を積み下ろししやすい設計にしており、今春ごろに試作車が完成する見込み。実用化後は物流事業者向けに車両の外販も検討する。

SGHDは20年3月末時点で約2万7000台の営業車両を使っている。天然ガスやハイブリッドの車両が約4000台あるが、EVは19台にとどまる。現在利用している軽自動車の大半はリース契約で、EV導入に伴う費用は今のリースと同じ程度に抑えられる見通し。

自動車を使う物流はCO2の排出量が多く、SGHDも物流事業で年約28万トンのCO2を排出している。荷主や配送先に加え最近は機関投資家のESG（環境・社会・企業統治）への意識も高まっており、政府も35年までに全ての新車販売をEVなどの電動車にする目標を示した。物流業界ではヤマトホールディングスなども配送車の一部をEVにする方針を打ち出している。

出所：日本経済新聞「佐川急便、EVで宅配 軽7000台転換しCO2を1割減へ」（2021年2月23日）

【参考】コンビニ各社はFCトラックを店舗への配送用に導入予定。店舗への配送は一日に複数回、長時間にわたって行われるため、FCが適しているとのこと

EVトラック導入事例 | コンビニ大手3社×ラストワンマイル（B2B）

トヨタとコンビニ3社、配送に燃料電池車 実証実験、利便性を検証

トヨタ自動車とコンビニエンスストア大手3社などは8日、2021年に燃料電池（FC）トラックを活用した配送の実証実験に取り組むと発表した。トラックはトヨタと日野自動車が共同開発する。店舗への弁当の配送に使うなどして利便性を検証し、22年をめどにFCトラックの本格導入を目指す。燃料となる水素の充填インフラの整備など課題の洗い出しも進める。

今回の実験は、セブンイレブン・ジャパン、ファミリーマート、ローソン、トヨタ、日野自の5社による、FCトラックの普及に向けた環境整備を目指した合意によるもの。コンビニ3社が1台ずつ小型のFCトラックを使って配送センターから店舗へ商品を届ける。実験地域は水素ステーション事業者も含めて協議し今後決める。有用性が確かめられれば、22年前半をめどに台数を増やして本格的に導入する。

コンビニは弁当を中心に1日に複数回、長時間にわたり商品を配送する。そのため5社は、航続距離が長くて積載量が大い一方、充填の時間が短くて済む水素燃料の利用が適しているとみている。

トヨタとセブンは19年からFCトラック2台を用いた配送実験を手掛けている。今回使用するトラックには近く発売予定の燃料電池車（FCV）「ミライ」の新型車と同じ水素タンクを取り付けて、現時点で実験に使っているトラックよりも航続距離を伸ばす。将来的には現行の約2倍となる400キロを目指す。

1. 市場要件の整理

② バスの市場要件の整理

(1) 市場概観

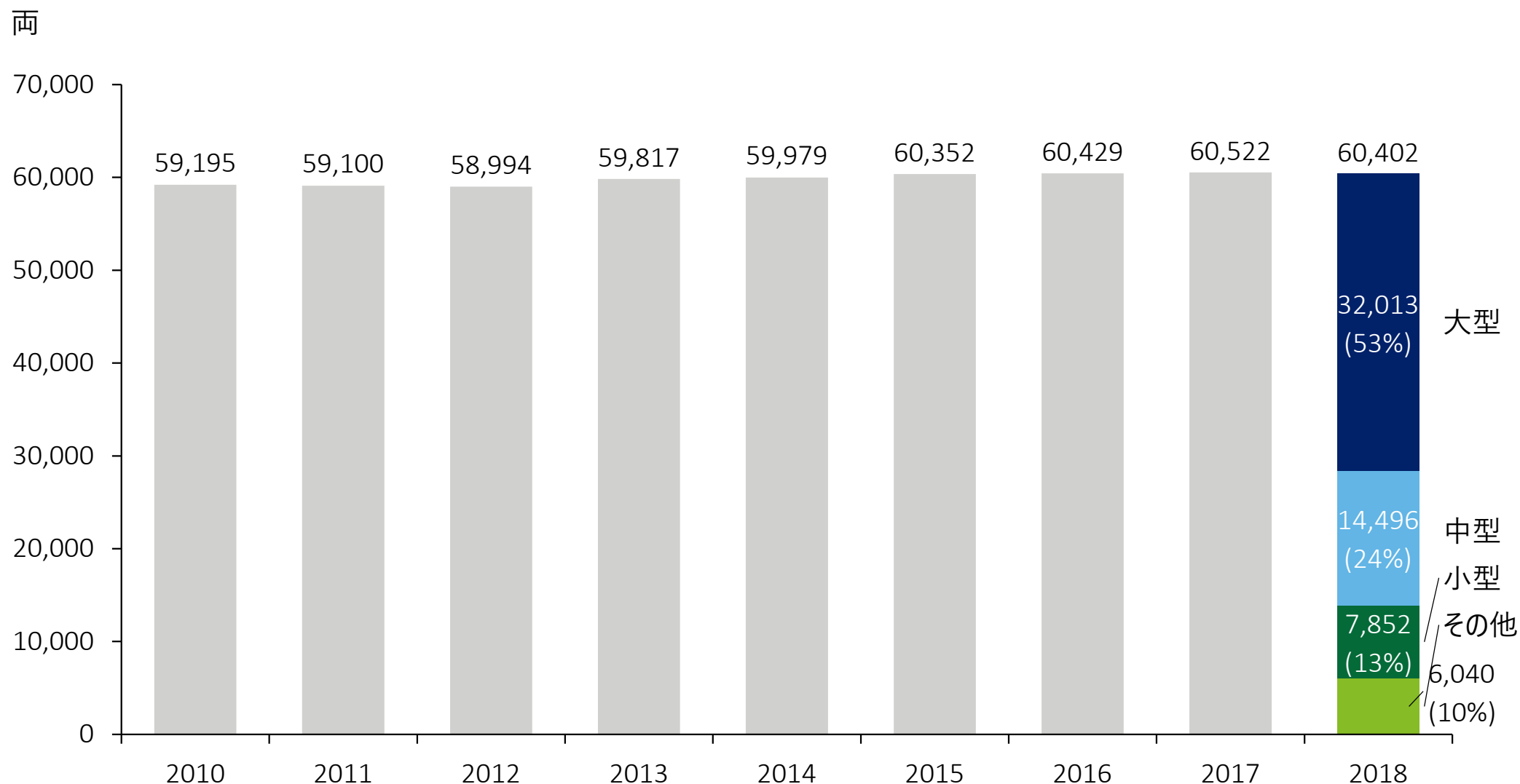
(2) バスアンケート結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

乗合バスの車両台数は2018年度（平成30年度）時点で60,402両。アンケート結果より、サイズ内訳は大型は53%、中型が24%、小型が13%、その他が10%と推計される

乗合バス車両台数推移



出所：国土交通省「自動車関係統計データ」、アンケート結果より作成

乗合バスに用いられる車両区分は以下の通り分類される

車両区分

※定員11名以上の車両を対象としている

車両サイズ		大型		中型	小型		その他
外観							
型式例		三菱ふそう 「AERO ACE」	三菱ふそう 「AERO STAR」	いすゞ 「ERGA mio」	日野 「ポンチョ(ロング)」	トヨタ 「コースターEX」	トヨタ「ハイエース ミューター」
車両重量		12,530 kg	10,460 kg	7,940 kg	5,730 kg	3,920 kg	2,240 kg
車両総重量		15,665 kg	14,750 kg	11,295 kg	7,710 kg	5,515 kg	3,010 kg
定員数		57 名	78 名	61 名	36 名	29 名	14 名
寸法	全長	11,990 mm	10,705 mm	8,990 mm	6,990 mm	6,990 mm	5,380 mm
	車幅	2,490 mm	2,490 mm	2,300 mm	2,080 mm	2,080 mm	1,880 mm
	車高	1,760 mm	3,120 mm	3,045 mm	3,100 mm	2,635 mm	2,285 mm
燃費		4.9 km/L	4.45 km/L	6.0 km/L	6.5 km/L	9.1 km/L	8.9-11.8 km/L
燃料タンク		405 L	155 L	130 L	100 L	95 L	70 L
主なメーカー		日野自動車 三菱ふそう	いすゞ自動車 三菱ふそう	いすゞ自動車 三菱ふそう	日野自動車	トヨタ自動車 日野自動車	トヨタ自動車

出所：トヨタ自動車（株）HP、日野自動車（株）HP、いすゞ自動車（株）HP、三菱ふそうトラックバス（株）HP、日本の自動車技術330選より作成

乗合バスは運行上の特徴により5つのユースケースに細分可能であるが、本業務では大分類である乗合バス全般を対象に調査を行っている

乗合バスのユースケース

		法律における運行形態の分類			実際の運行上の特徴			ユースケース
		路線	ダイヤ	予約要否	運営主体	車両タイプ	高速道	
乗合バス	路線定期運行	あらかじめ設定	あらかじめ設定	不要 (乗客がゼロでも運行)	バス事業者	観光バス型	走行する	高速バス
						路線バス型		定期観光バス
								路線バス
	路線不定期運行	あらかじめ設定	定めず	必要 (予約がなければ運行しない)	市町村 (運行は事業者へ委託している場合もある)	マイクロバス/バン	走行しない	コミュニティバス
	区域運行	定めず						デマンド型交通

出所：道路運送法、その他公開情報より作成

昨年度の事業では、小型バスの電動化が先に進むが、CO2削減効果が大きいセグメント（電動化の本丸）は車両数で約8割を占める大型/中型バスであり、継続的に取り組む必要があると結論付けている

EV化が有望なユースケース（令和元年度報告書より再掲・一部改変）

ユースケース				EV導入スピードに関する評価				EVバス 普及に向けた 見通し	必要な取組方向性	日本でのOEM別 バス市販状況	
用途		車両タイプ	車両数 [台]	走行距離 充足性	経済性 (対ディーゼル車)					日本	日本以外
					車両⇒	総コスト⇒	最適化後*3				
乗合バス (公共交通) ⇒ 今回の 検討範囲	路線バス	大型 (78名)*1	48,257	○	×	×	○～×	中期	✓ 最適化検討の横 展開 + 車両開発	×	K9 (69名)
		中型 (61名)		○	×	×	○～×	中期	✓ 最適化検討の横 展開 + 車両開発	×	K7RA (40名)
		小型 (36名)		○	△	○～△	○～△	Quick Win	✓ -	×	ポンチョ/J6 (31名)
	高速バス	大型 (57名)*1	7,552	×	×	×	△～×	長期	✓ 急速充電インフラ 整備検討 ✓ FCとの両にらみ での車両開発	×	×
	コミュニティ バス	中型 (61名)	3,263	○	×	×	○～△	中期	✓ 最適化検討の横 展開 + 車両開発	×	K7RA (40名)
		小型 (36名)		○	△	○～△	○～△	Quick Win	✓ -	×	ポンチョ/J6 (31名)
	定期観光 バス	大型 (57名)*2	423	○	×	×	○～×	中期	✓ 最適化検討の横 展開 + 車両開発	×	×
	デマンド型 交通	バン (14名)	1,056	○	○～△	○～△	○～△	中期	✓ 最適化検討の横 展開 + 車両開発	×	×

*1： 同じ大型でも路線バスと高速バスではトイレやトランクの有無や燃料タンク (or バッテリー) の大きさが異なる

*2： 高速バスと定期観光バスの大型は同タイプ

*3： 本業務において実施した交番表分析や充電マネジメントによる充電電池容量低減を実施した場合

出所：環境省『令和元年度EV/FC バス・トラック等のユースケース毎の航続距離等の特性に関するデータ収集及び事業性検証業務』事業報告書より作成

1. 市場要件の整理

② バスの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) バスアンケート結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

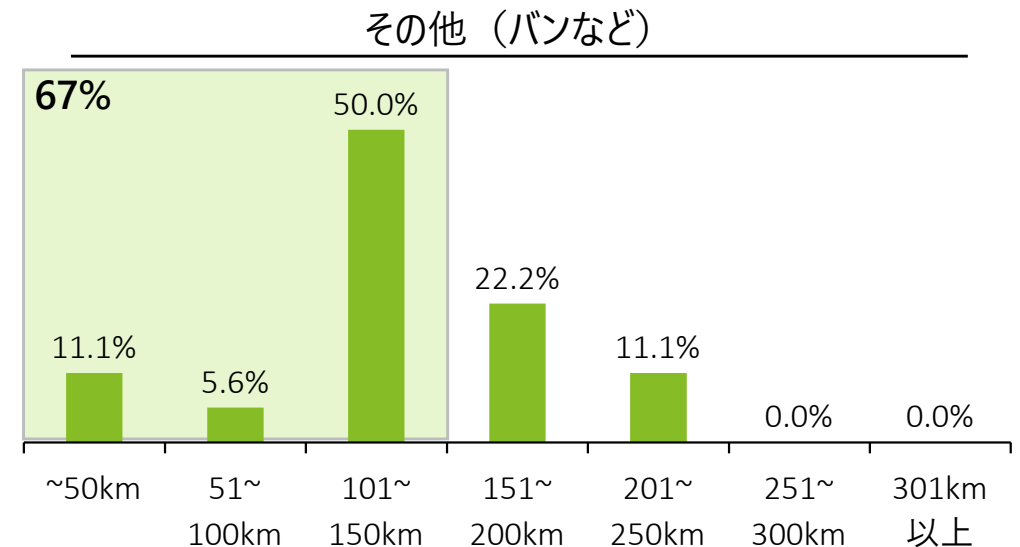
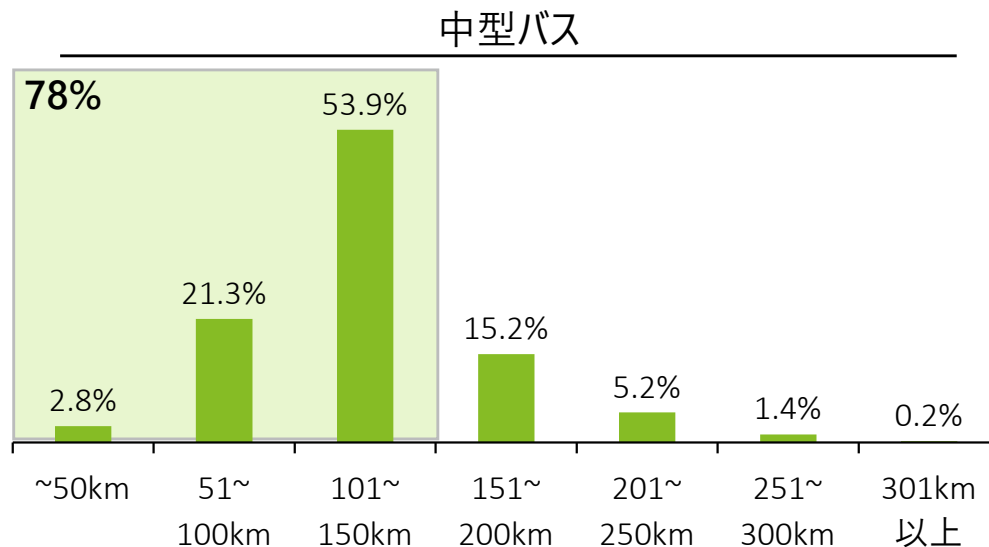
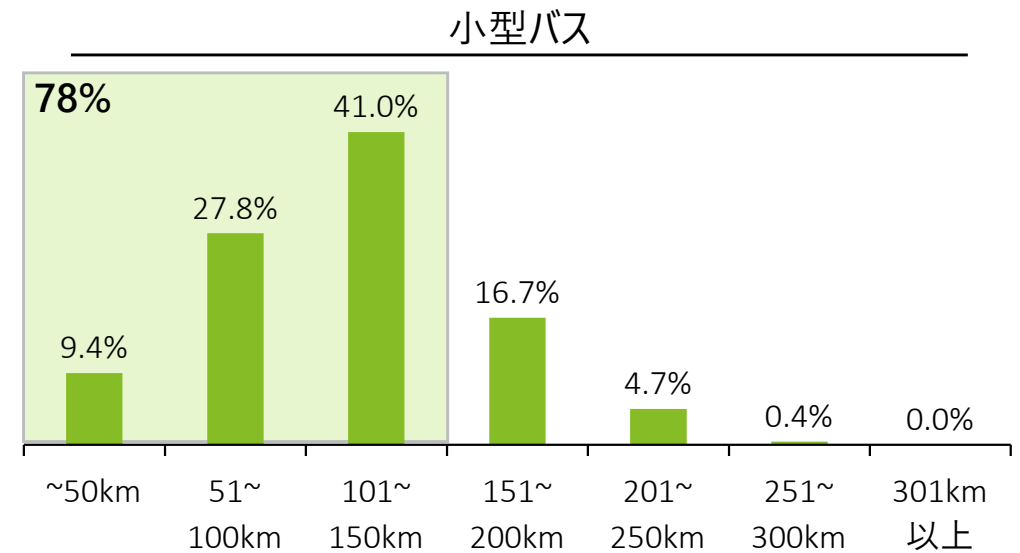
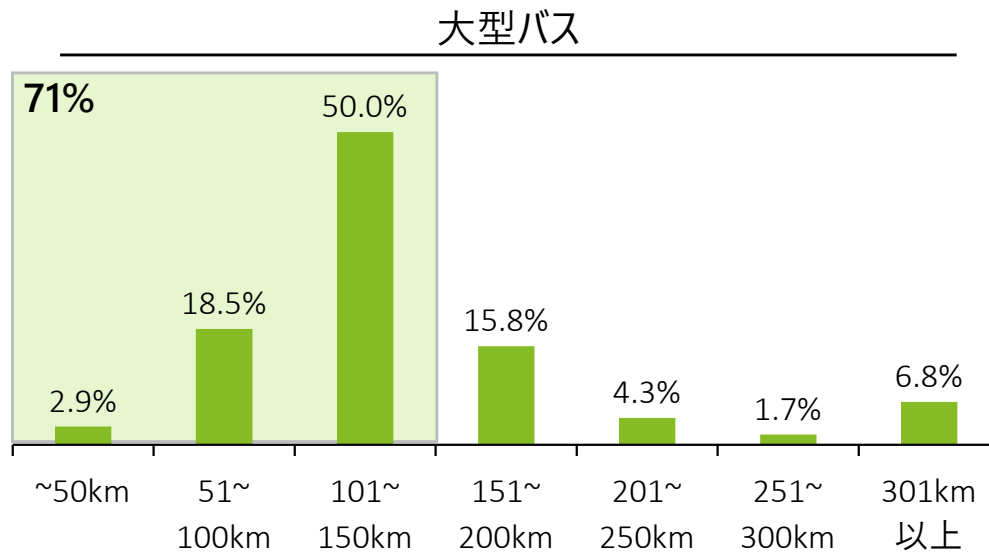
本業務では、EVバスに求められる具体的な車両要件を導出することを目的に、路線乗合バス30両以上を保有するバス事業者に対して、現在の路線バスの運用実態、及びEVバスに関する意識調査を実施した

アンケート概要

#	項目	概要
1	実施方法	■ インターネット調査
2	アンケート調査対象	■ 乗合バス30両以上を保有するバス協会の会員事業者 ➤ 全国約250社
3	実施スケジュール	■ 2月17日～3月10日
4	回答結果	■ アンケート回収数：67社（回収率：27%）

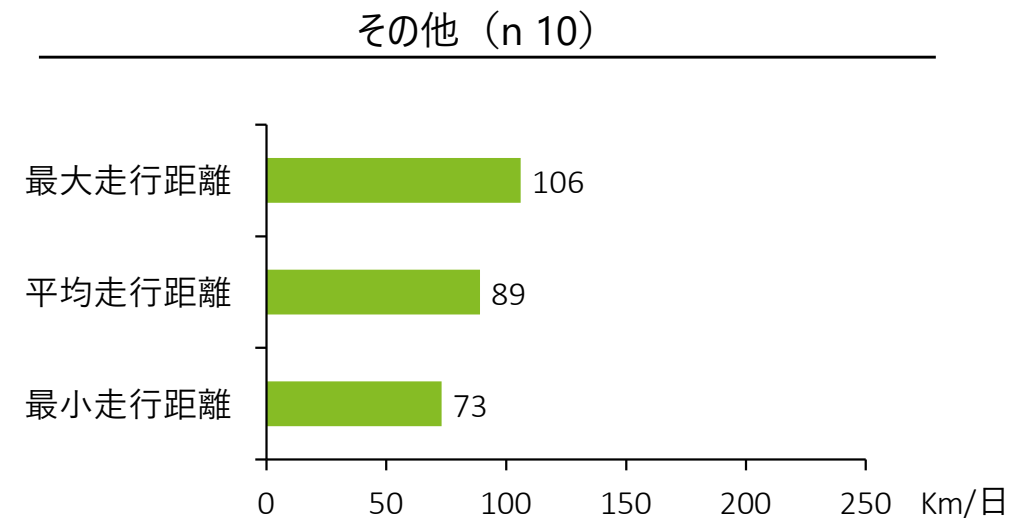
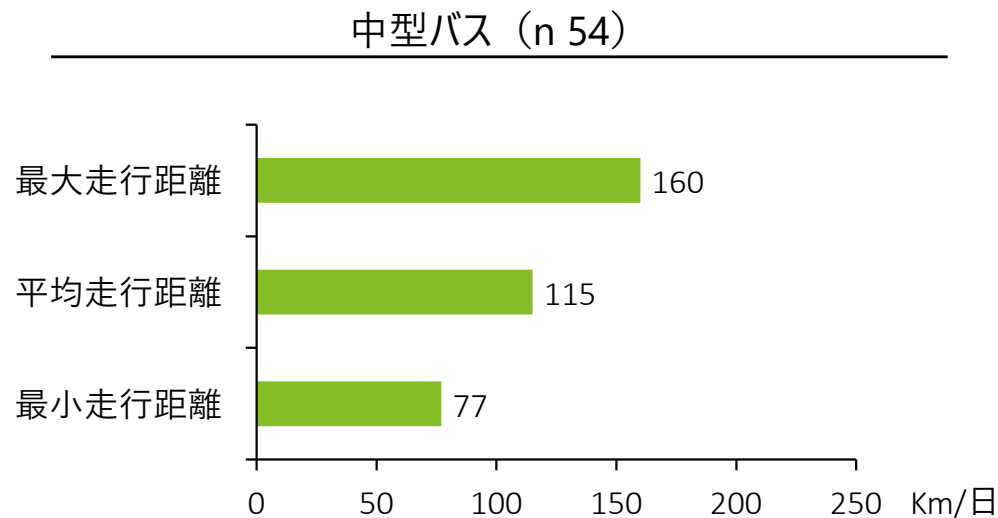
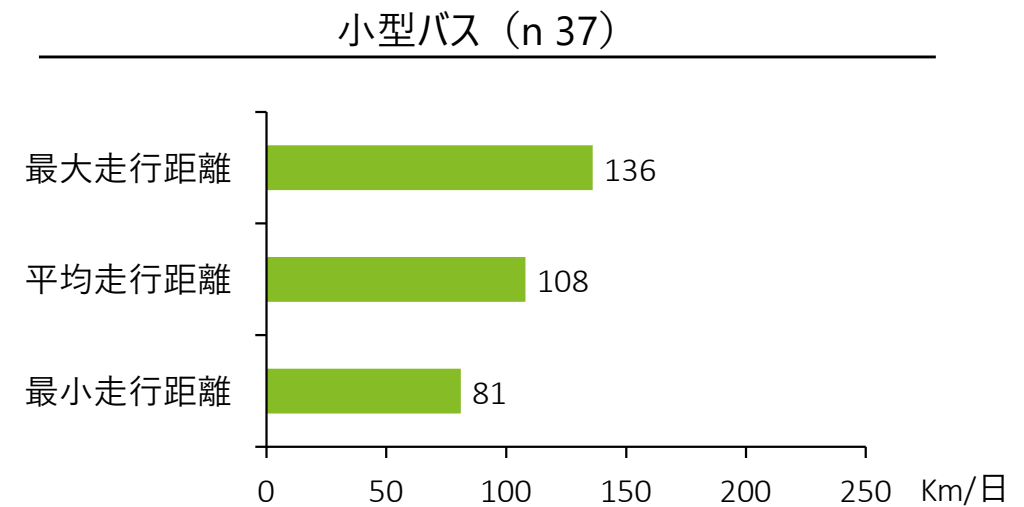
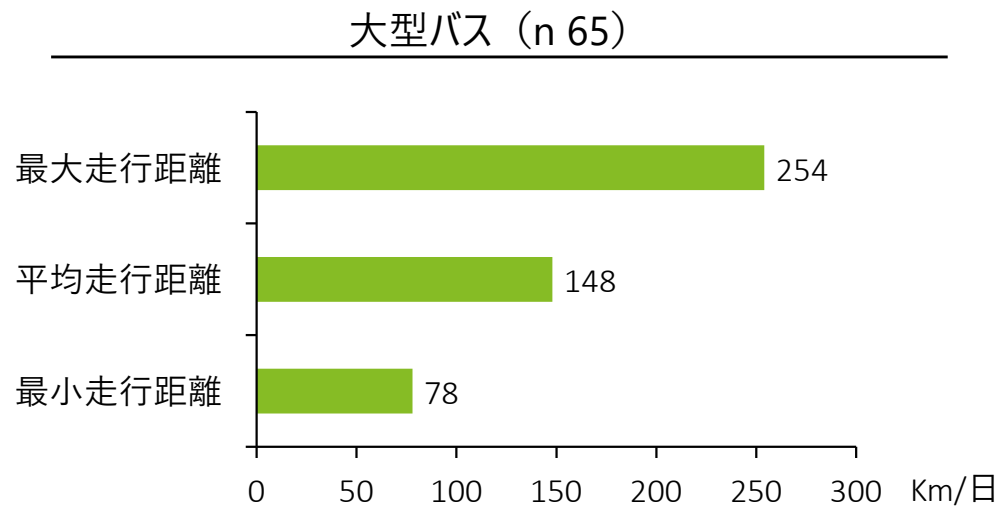
一日当たり走行距離は150km以下の車両が約7割、200km以下では約9割という結果。
航続距離としては、まずはボリュームゾーンである一日150km走行可能な車両の開発・導入
を目指すべきである

アンケート結果 | 車両サイズ×一日当たり走行距離



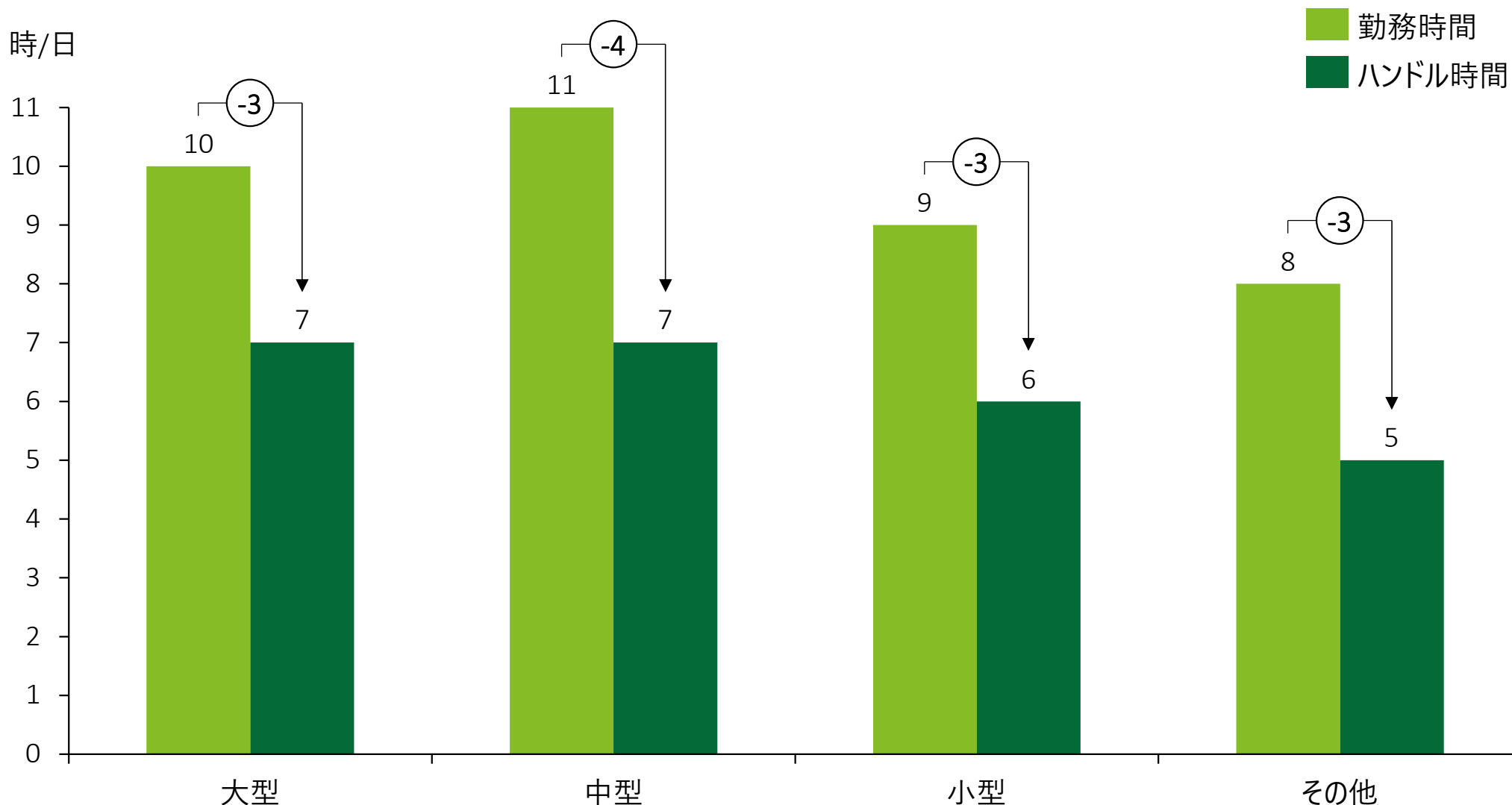
事業者ごとの最大走行距離、平均走行距離、最小走行距離の算術平均を取ると以下の通り。大型バスは空港バスなど長距離データも入っているため、他のサイズよりやや長め

アンケート結果 | 車両サイズ×平均走行距離、最大走行距離、最小走行距離



ドライバーの平均的な勤務時間は8時間～11時間、ハンドル時間は5時間～7時間であり、3時間～4時間の運転していない時間が存在し、充電に充てられる可能性あり

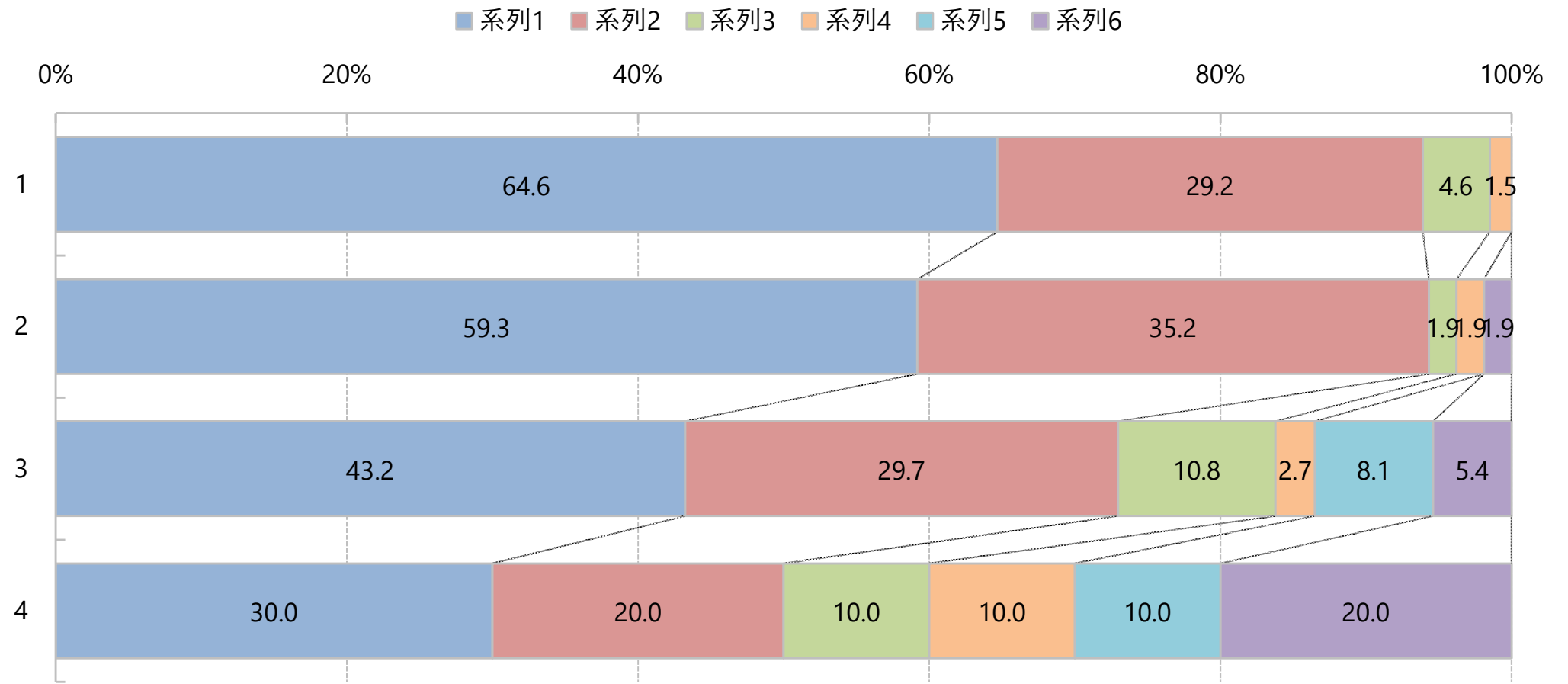
アンケート結果 | 車両サイズ×勤務時間とハンドル時間



大型になるにつれて稼働日数が多く、稼働率が高い傾向を確認。稼働率が高い方がランニングコストが安いEVに置き換えるためには有利

アンケート結果 | 車両サイズ×稼働日数

[Q1] 車両サイズごとの日数ベースでの稼働割合を教えてください。
(営業所単位、回答時点)

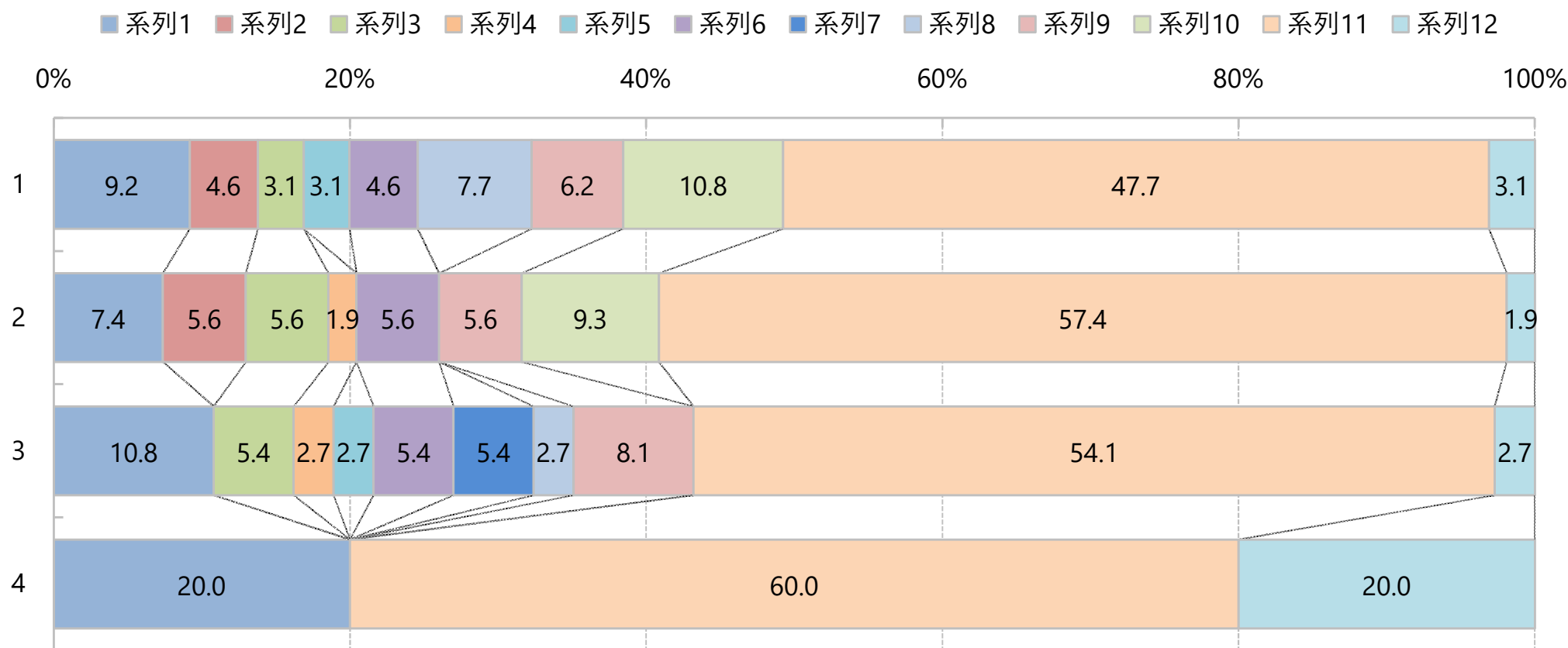


新車と中古車の割合の多寡はあるが、9割の事業者が新車を購入していることが確認された。価格競争力のあるEVバスがあれば、置き換わりのスピードは早い可能性がある

アンケート結果 | 新車・中古車比率

[Q2] 現在保有されている車両について、新車 (購入もしくはリース) と中古車 (購入もしくはリース) の比率を教えてください。

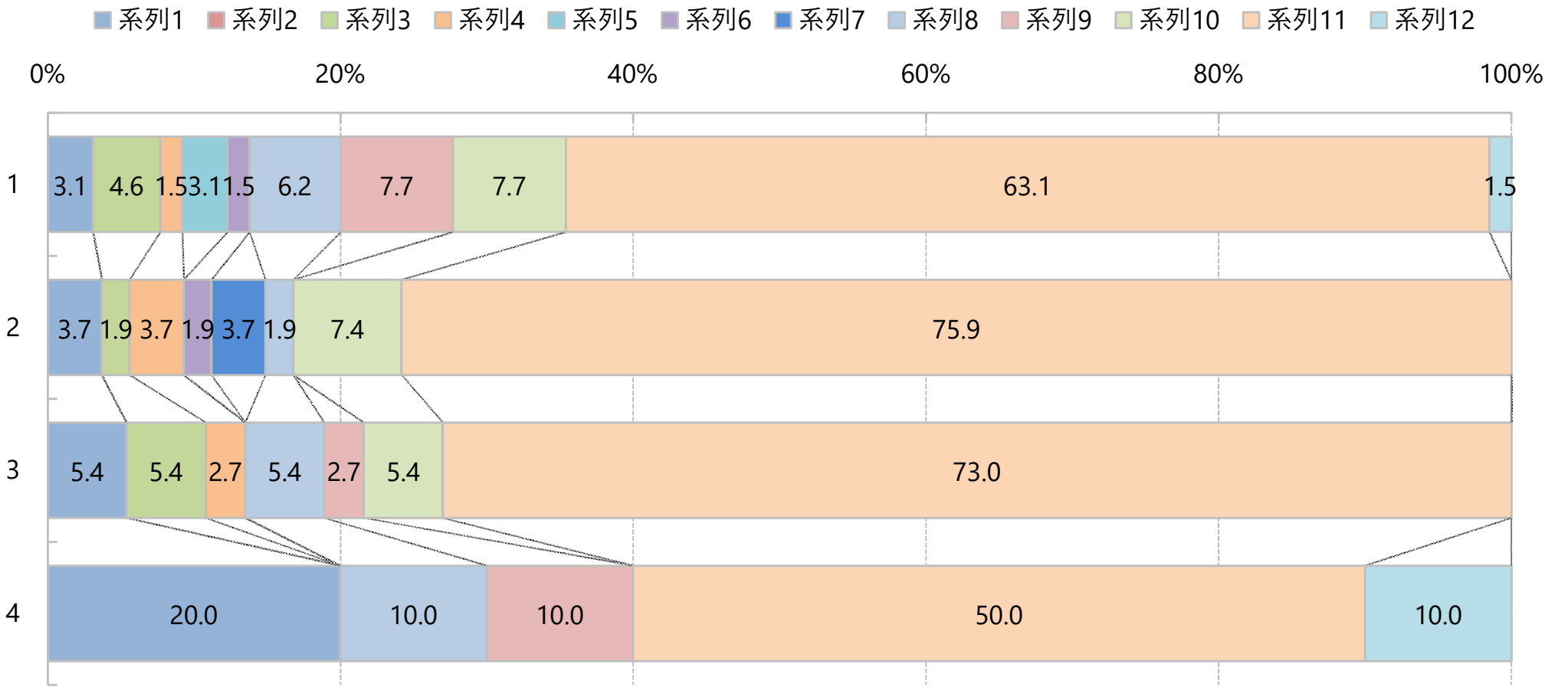
(営業所単位、回答時点)



EVバスを導入するには初期投資が抑えられるリースも有効と考えられるが、6割～8割の事業者がリースを利用していないという結果であった

アンケート結果 | 購入・リース比率

[Q3] 現在保有されている車両について、それぞれ購入・車両リースの利用割合を教えてください。
(営業所単位、回答時点)

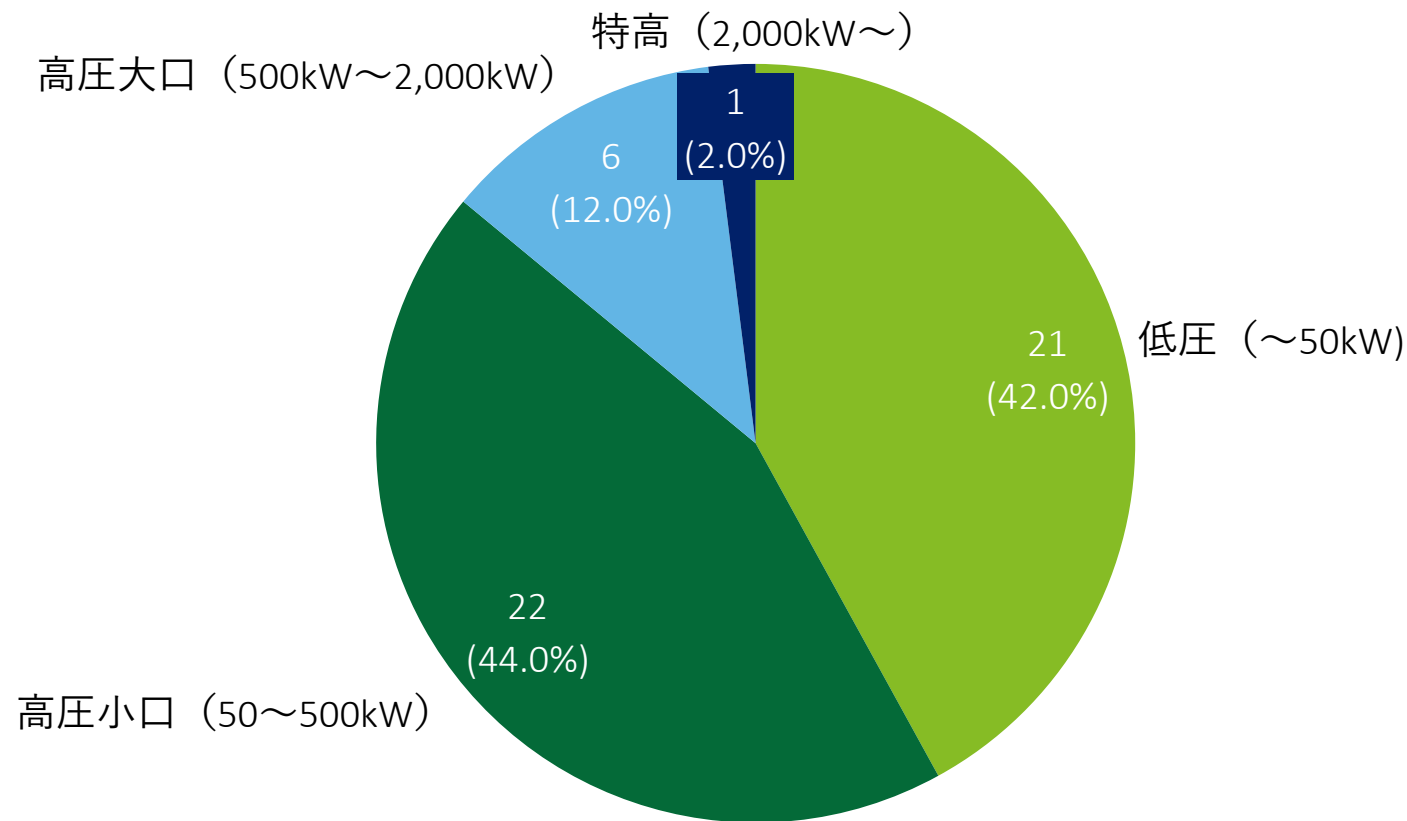


契約kWが低圧の42%の事業所においては、EVバスを導入した場合に契約電力の増強が必要となる可能性がある。58%の事業所は50kW以上であり、契約電力の増強要否はEVバスの車両数、充電スケジュールに依ってくると思料

アンケート結果 | 営業所の契約kW

[Q4] 営業所の契約kWを教えてください。

n=50



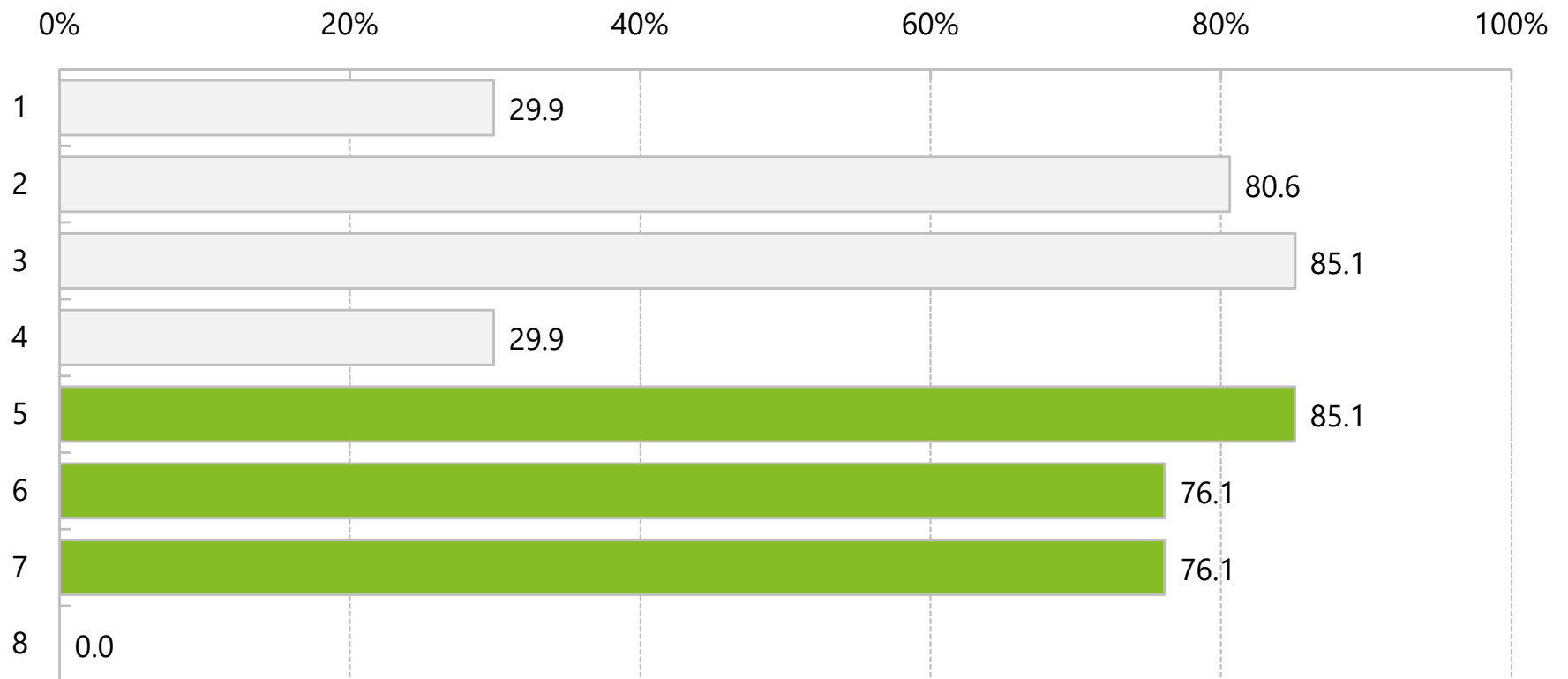
車両価格、耐久性、蓄電池劣化に対するネガティブなイメージを持たれている事業者が多い。ネガティブなイメージを払拭する車両要件が必要であるとともに、試用や実証を通じてEVバスへの理解を深めていく必要がある

アンケート結果 | EVバスに対するイメージ

[Q5] EVバスに対するイメージについて、該当する項目をすべて選択してください。

(複数回答)

(n=67)

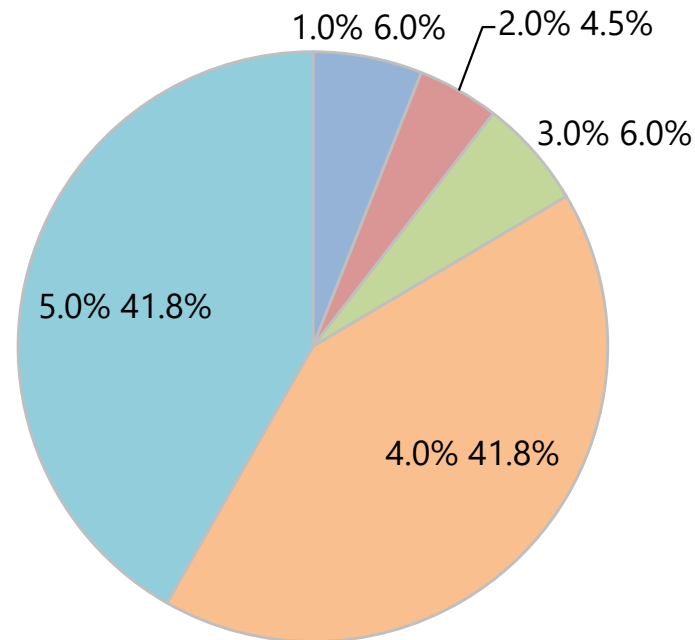


「EVバスの導入は検討していない」は41.8%であるが、「ラインナップがあれば購入を検討したい」も41.8%であり、関心は高い。まずはラインナップを揃えていくことが重要

アンケート結果 | EVバスに対するイメージ

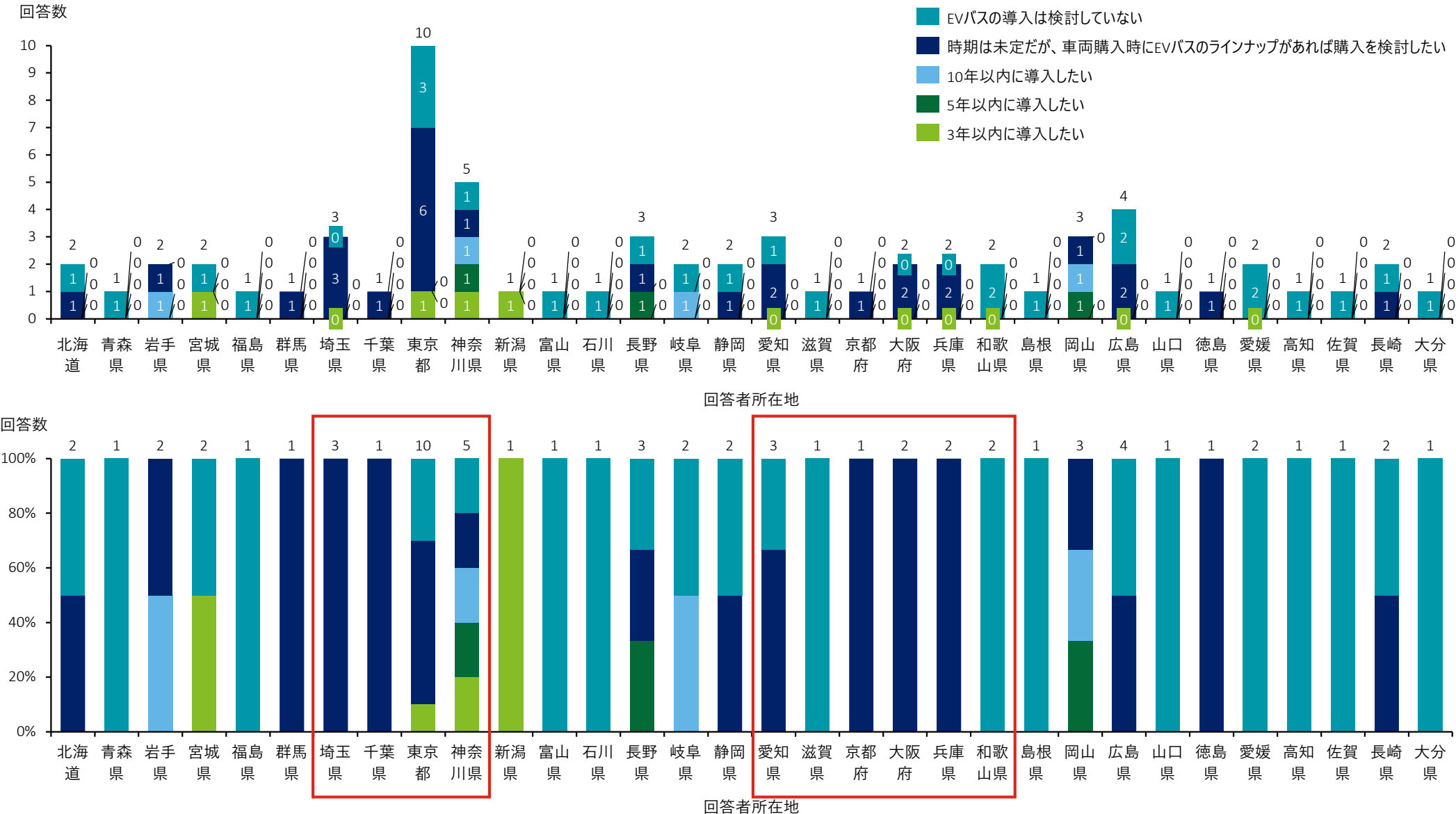
[Q6] EVバスの導入について、お考えに近いものを一つお選びください。（回答は一つ）

(n=67)



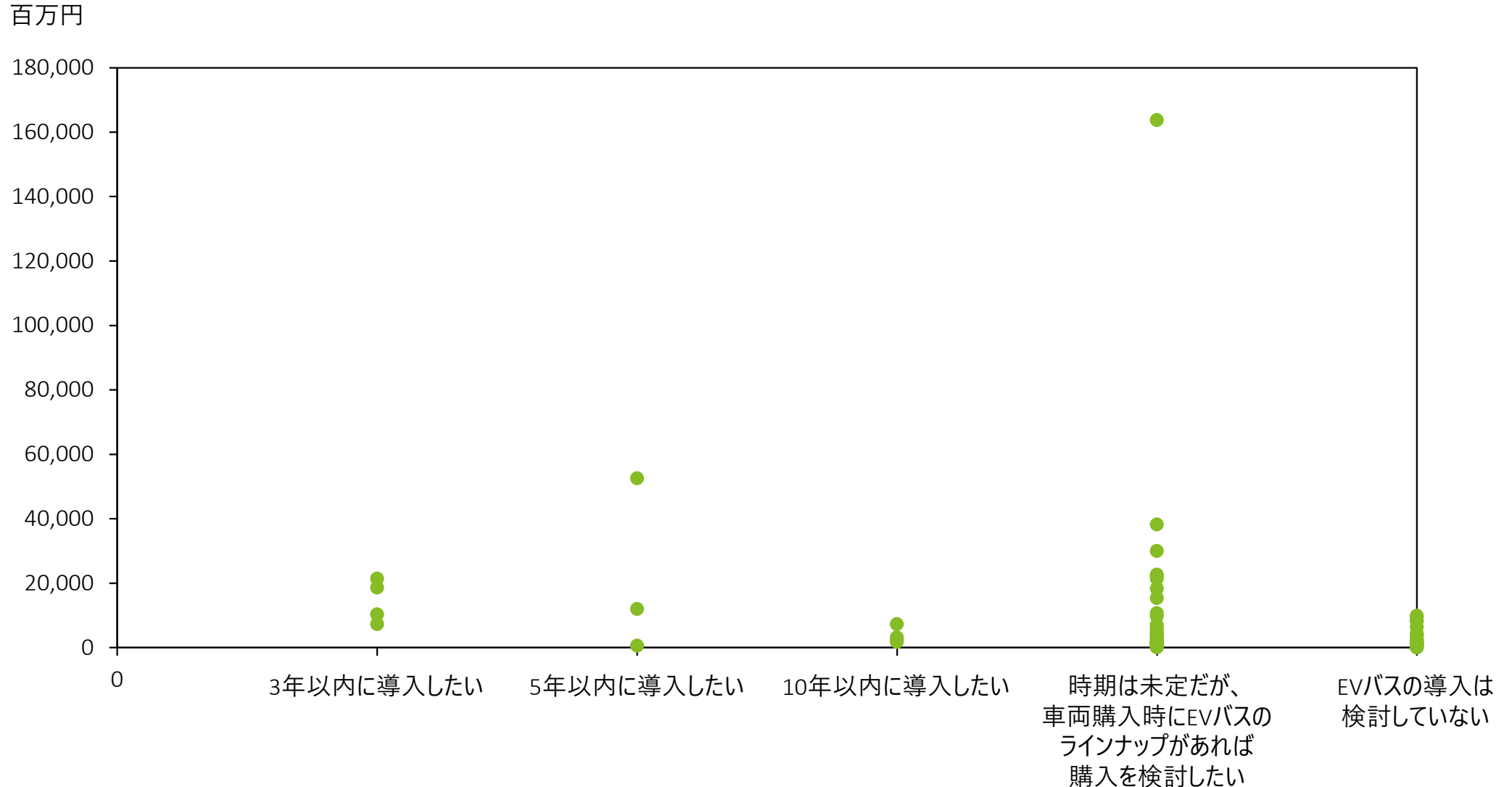
回答数が少ないため断定は出来ないが、都市バス事業者の方がEVバスに対する関心が高いか（地方バス事業者の方が導入を検討していない回答が多い傾向）

アンケート結果 | EVバスに対するイメージ（回答者所在地×EVバス導入意向）



EVバスの導入を検討していない事業者は売上規模が小さめだが、EVバスの導入意向については売上規模の多寡と目立った傾向がないか

アンケート結果 | EVバスに対するイメージ（売上規模×EVバス導入意向）



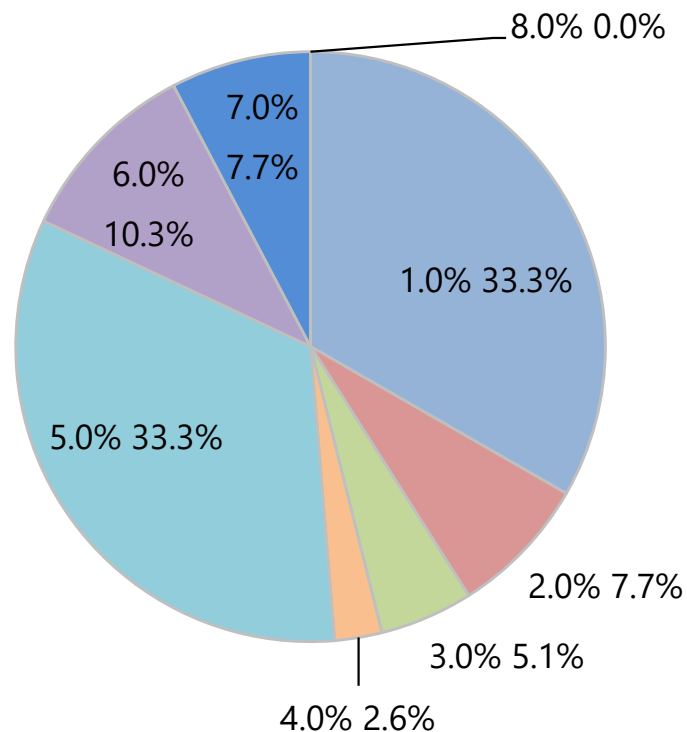
EVバスの価格が高いこと、及び日本製のEVバスがないことが導入に際し大きな懸念事項となっている

アンケート結果 | EVバスの導入に際し、気になる点や懸念事項

[Q7] EVバスの導入に際し特に気になる点や懸念事項について一つだけお選びください。（回答は一つ）

（Q6でEVバスの導入を検討している回答者のみ）

(n=39)



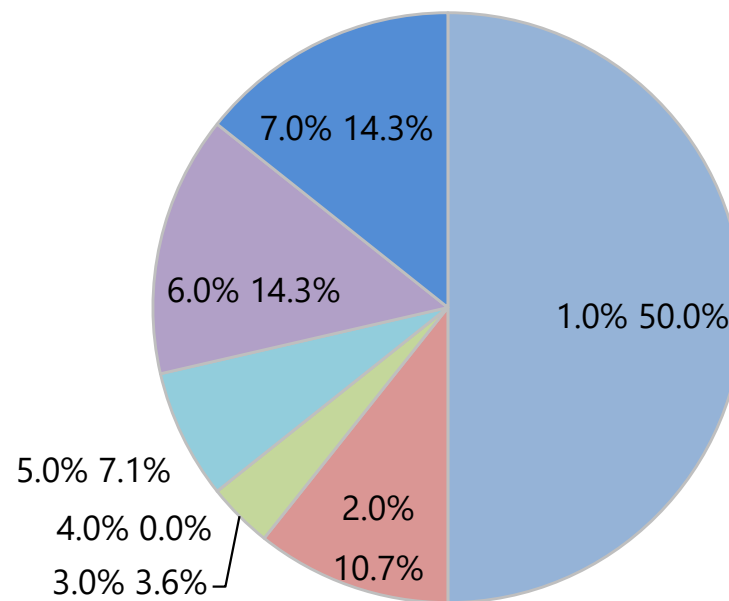
EVバスの導入を検討していない理由の50%は、価格が高いこと。耐久性、蓄電池劣化、予期せぬトラブルへの不安もEV導入の普及を阻害する要因となっている

アンケート結果 | EVバスの導入を検討していない理由

[Q8] Q6で「EVバスの導入は検討していない」と回答された方にお伺いします。

EVバスの導入を考えていない理由を一つ選んでください。（回答は一つ）

(n=28)

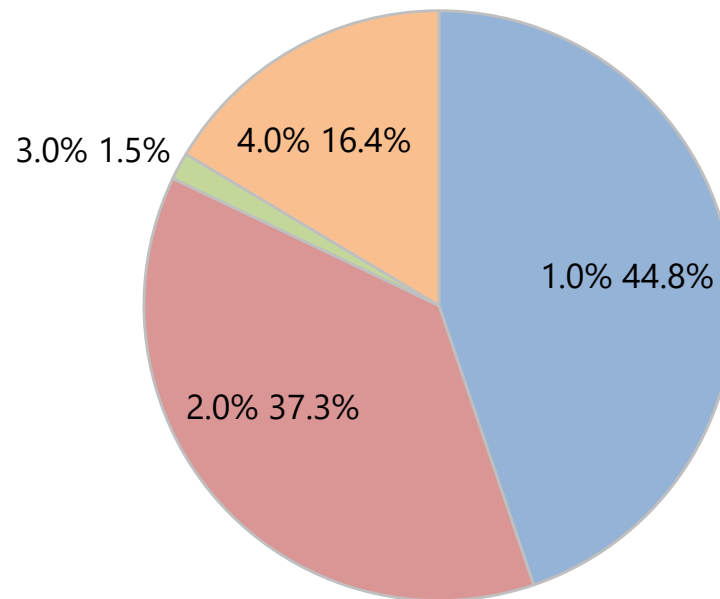


外部給電機能を付けるか否かについて、メーカーオプションとして事業者側の判断に任せられるように出来れば良い

アンケート結果 | 外部給電機能の要否

[Q9] 外部給電機能（災害時などに、EVバスから外部へ電気が供給できる機能）について、お考えに近いものはどれでしょうか。（回答は一つ）

(n=67)



電力販売機能に関する回答では、「EVバスには不要」、「分からない」の回答が増え、初期段階のEVには必ずしも必要ではない

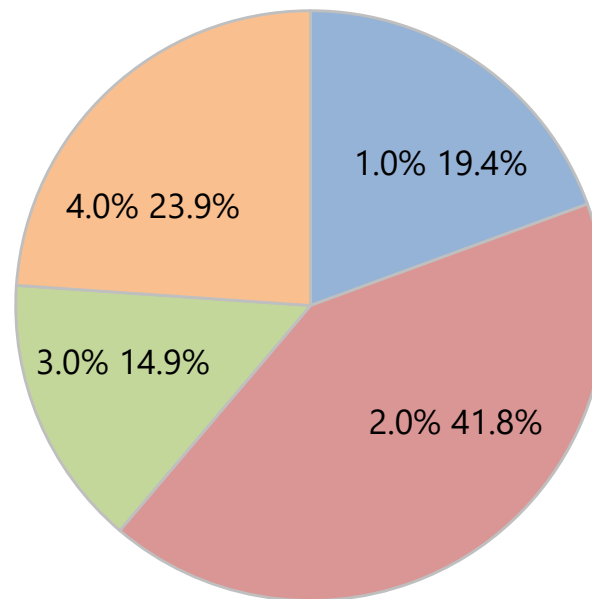
アンケート結果 | 電力販売機能の要否

[Q10] EVバスに搭載されている蓄電池を活用した電力販売機能（※）について、お考えに近いものはどれでしょうか。

（回答は一つ）

（※EVバスの蓄電池に貯められた電気を系統へ流し、販売することで電力販売収入を得ること）

(n=67)



航続距離を延ばすパンタグラフ方式、バッテリー交換式に対する一定の受容性が認められたが、「適した充電方法はない」、「分からない」も約半数の回答であった

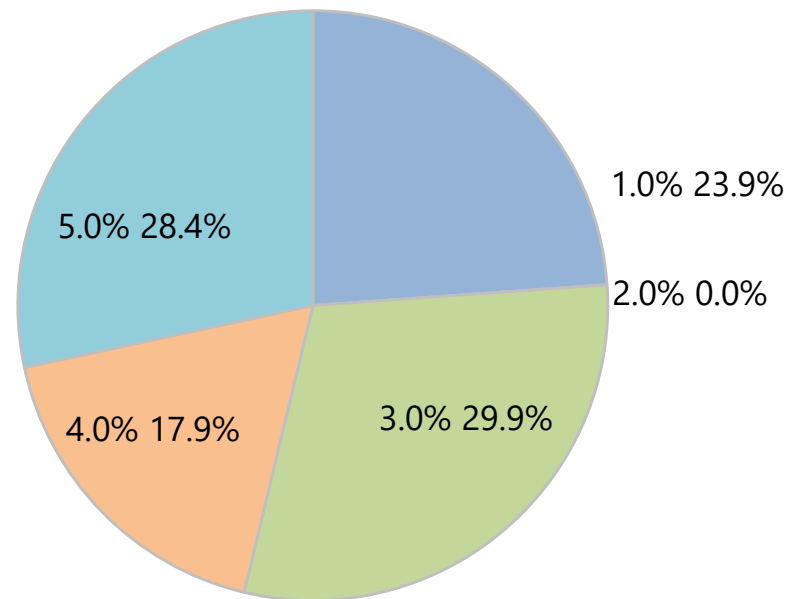
アンケート結果 | 路線バスの電動化に適していそうな充電方式

[Q11] 海外のEVバス導入事例では、車両価格の高さや航続距離の短さを解決するための方法として、多頻度充電方式（バス停での停車中や車庫での休憩中にこまめに充電すること）が採られている事例もございます。

以下のうち、「路線バスの運行に適しており、使えそうだ」、と考える充電方式を一つ選んでください。

但し、コストは現在のディーゼルバスを導入し保有する総保有コストを超えないものと仮定します。

(n=67)



路線バスの電動化に関する事業者コメントは以下の通り

アンケート結果 | 自由記述 (1/4)

#	コメント内容
1	路線バスの電動化は今後広がっていくと思います。静かで安全なバスを期待しています。
2	地方事業者の導入ハードルは非常に高いと思う。中古車はバッテリーの消耗度がどれくらいなのか。交換費用はどうなるのか。むしろ地方部では輸送力の観点でEVバス、というよりは通常のEV車の導入が進むのでは。コロナ禍でバスは利用者は減っている中で、コロナ前の発想で進めていくのは困難ではと思う。
3	環境負荷等の点からはバスのEV化は進めるべきと考えますが、大きくは6つの課題を乗り越える必要があります。即ち、①コロナ影響でバス会社の投資体力が大きく削がれたこと（EVかどうかに関わらず新車を買えない状態）、②日本製EVバスがないこと（海外製バスを購入して運用してきた経験は十分に保有していますが故障が非常に多く購入はやめた過去の経緯があります）、③現状ではバッテリー性能が足りないこと、④バッテリーマネジメントを最適化しようとする現状の車庫配置を見直す必要があること、⑤バッテリーの2次流通市場の形成が必要なこと、⑥バッテリーの劣化によりそれなりの頻度で入れ替えが必要になると車両維持費が上がること。デモ的にEVバスを導入するのであれば話は別ですが、本格導入となるとハードルが複数あると感じます。
4	今後は、環境への配慮など企業の社会的責任において導入を前向きに検討していく必要があると認識している。一方、仕組みは異なるも、ハイブリッドバスを導入し、バッテリーで苦労（早期の寿命でバッテリーの交換）した経験があり、バッテリーの寿命などに心配がある。
5	長距離路線への対応が難しそう。各折り返し地点に充電設備を整えるにしても設備投資額がかかりそう。自治体との協力体制は不可欠であろう。
6	当社では、狭い車庫に車両の格納配置が縦4台ぐらい縦列しておく場所もあります。このような場所での給電方法が問題と思われます。電気バスが普及した場合どのような方法があるのでしょうか？
7	地球温暖化のため、EVバスに関してはすごくいいことだと思いますが、EVバスよりはFCバス（水素バス）だと思います。元になる燃料ですが、電気は製造課程で二酸化炭素等を発生させます（石炭など燃やす）。水素に関しては、水と酸素で出来上がるため、製造課程でも二酸化炭素を発生しません。バスを動かすのに、入口から出口まで、二酸化炭素等を発生させないと思われますので、理想的なバスと思っています。
8	車両単価が高くまたメンテナンスへの不安が大きい。環境負荷への低減に対してはメリットが大きいですが、運用における電気マネジメントが必要になったりと、人に対する新しい仕事（負荷）が大きくなると思われる。

路線バスの電動化に関する事業者コメントは以下の通り

アンケート結果 | 自由記述 (2/4)

#	コメント内容
9	航続距離（特にエアコン使用時）150 km～250 km、現状の充電形態では、導入台数が限られる。導入台数を増やすのであれば非接触充電が必要になると思います。
10	既存車両の車齢が高く、車両更新に毎年苦慮している。自治体支援含めた購入資金の確保が大前提です。
11	EVバスの普及には車両価格の廉価化と耐久性の向上が必須だと思います。
12	今後、昼行の中距離バス（空港連絡バス）も想定した車両の開発についても期待いたします。 また可能な限り、車両仕様の標準化を促進し、事業者が負担する導入費用や運行に必要な費用、また車両整備にかかる費用等が低廉となるようお願いいたします。
13	路線バスの電動化はEVバス以外にもFCバスを想定している
14	車両に対するだけでなく、設備に対する支援も整わなければ導入は困難である。
15	本格導入までに試験導入して種々経験したい。 EVバス導入に向けて、収益力向上を実現すべく、運賃自由化等、収益向上実現のための制度改正、規制撤廃が必要。
16	・導入に際し、手厚い支援制度が不可欠。 ・劣化したバッテリーの買取制度が必要（都市の停電等、補助電源として活用するなど再利用の仕組みの構築が不可欠）。
17	路線バスのクリーンエネルギー化を図る際、FCバスとEVバスが候補となりますが、FCバスは現時点に於いて、バス対応の水素ステーションが少なく、立地も営業所から遠方になる為、営業所で給油可能な軽油と比較し、経費が高んでしまうデメリットがあります。EVバスであれば、FCバスと比べて営業所での充填環境を整備し易い印象をもっておりますので、電動化に向け、充填環境の整備に関するサポートをいただければと思っております。 また、燃料を軽油一辺倒に頼っている現状では、震災など有事発生時に燃料不足となり、運行不能となったこともありましたので、そういったリスク回避の観点や、ESGを求められる世界的潮流、自動運転システムとの相性の観点からも、将来的に電動化への対応を進めていく必要性を認識しております。 その中で、EVバスの生産は中国が高いシェア率を誇っていますが、海外製の車両は国産車より、導入後のサポートに難があるところがありますので、国産のEVバス生産が活発化してくると、路線バス事業者としてEVバス導入に繋がりますと感じております。

路線バスの電動化に関する事業者コメントは以下の通り

アンケート結果 | 自由記述 (3/4)

#	コメント内容
18	運賃収入に対して投資が見合うことが条件
19	代替は距離より年数を基本としており、12年を目安としています。回答内容については主に平均値で回答しております。現在所有する小型EVバスが導入から9年経過するため、既存車の運行実績や技術的な要件、メーカーの対応を踏まえて代替車両の検討を行っています。企業イメージも視野に検討しますが、経営上の観点からは、 イニシャルコストと廃車までのランニングコストがディーゼル車を下回ることが、導入の前提方針 となります。また、運転操作性の違いについても考慮する必要があります。その他、Q24はディーゼル車のコストを超えないという前提に沿って回答しましたが、EVバスの普及には、 ディーゼル車と同等の航続距離を確保（長距離走行・低頻度充電）するとともに、バッテリーやパワートレインシステムの高寿命化、小型・軽量化が望ましく、充電時間の短縮や複数台の同時充電といったインフラの構築が必要 となります。 電動車特有のバッテリー等は故障すると修理費用が高額になるおそれがあり、その費用負担に関する保証制度の確立も継続性という面では欠かせず、自家整備が困難な際のメーカーの迅速な対応等、導入後のメンテナンス体制の構築も必要 であると考えます
20	走行時のバッテリー充電は、運行上の問題や別途設備等の費用発生が考えられるので現実的ではない。
21	排気ガス等の環境問題に対して、路線バスの電動化は有効な手段であると思われるが、従来の車両と比較し、 価格や耐久性にどの程度差があるのか、情報が少ない。
22	劣化しても1日250kmの走行が可能な蓄電池、交換蓄電池のコスト低下、もしくは車両寿命の中で交換が必要ないと思われる全個体電池の現実的なコストでの実用化が進まなければ、導入に踏み切れないと思います。 全車両置き換えていくとなると、車両本体に加え、給電設備にかかる費用が莫大になると思われ、 中小事業者の経営体力では早期の導入は難しい と考えています。
23	・充電設備に伴うコストの増加が懸念される ・走行可能距離によっては現行の交番数では対応できず、人員・車両を増やさなければならない ・寒冷地における車内暖房等への対応が可能か疑問
24	充電時間や充電場所の確保などの問題と 蓄電池の耐用年数に不安 があります。

路線バスの電動化に関する事業者コメントは以下の通り

アンケート結果 | 自由記述 (4/4)

#	コメント内容
25	環境に優しいEV/FCバスは導入しなければならないが、車両価格等が高額であり導入が難しいため、ハイブリッドバス以上の公的補助金をお願いしたい。他に充電ステーションのインフラ整備が必要となる。 さらに、連続運転距離の問題や、故障時の問題、取扱教育、EVバスに至っては事故発生時の感電防止対策（お客様や運転士含め）、トータルでの対応について必要となるので、この点についても手厚いご支援をお願いしたい。
26	EVバスのような低公害車両は尾瀬等の自然豊かな観光地だけでなく、都市部の輸送についても環境対策として将来的に導入を検討するべきと考えますが、現状では車両は充電施設等インフラへの設備投資が高額であることがネックです。これを進めるためには相応の公的補助をお願いしたいと考えます。
27	E Vバスについては、分かってないことばかりで申し訳ございません。 コロナ禍で車両購入は大変厳しい状況にありますが、アフターコロナに向けた施策も前向きに検討していきたいと考えております。
28	車両のことだけではなく、充電・チャージングシステムなどの費用が不安。

1. 市場要件の整理

② バスの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) バスアンケート結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

アンケートでは車両価格の高さを指摘する声が多かったが、EVバスに許容される車両コストの増加幅はどれくらいか、車両コストを除く総保有コストの差から試算を実施

車両コスト除き総保有コスト試算の諸前提

項目			大型バス		中型バス		小型バス		備考
			ディーゼル車	EV	ディーゼル車	EV	ディーゼル車	EV	
車両	想定車両		AERO STAR	K9	ERGAmio	K7RA	ポンチョ	J6	-
	車両総重量		15t	20t	11t	13.5t	8t	不明	-
	燃費・電費		2.7km/L	0.8km/kWh	3.6km/L	0.9km/kWh	3.9km/L	1.9km/kWh	電費：航続距離÷電池容量
	蓄電池容量		-	324kWh	-	217kWh	-	105kWh	-
	航続距離		-	250km	-	220km	-	200km	-
初期費用	車両価格		2,800万円	6,500万円	2,200万円	5,000万円	1,800万円	2,100万円	-
	買い替え時のkm		79万km		77万km		73万km		アンケート結果
	充電器	普通	-	20万円	-	20万円	-	20万円	急速充電器設置費用は3台で共有する前提
		急速		300万円		300万円		300万円	
		本体工事費	-	350万円	-	350万円	-	350万円	
ランニングコスト	燃料費		110円/L	-	110円/L	-	110円/L	-	-
	電気料金	基本料金	-	1,293円/kW	-	1,293円/kW	-	1,293円/kW	東京電力高圧電力A
		従量料金	-	16.81円/kWh	-	16.81円/kWh	-	16.81円/kWh	-
	メンテナンス		150万円	不明	100万円	不明	70万円	不明	アンケート結果
	稼働		6日/週		6日/週		5日/週		アンケート結果
	走行距離(km/日)		141km		127km		115km		アンケート結果

出所：三菱自動車工業株式会社HP、いすゞ自動車株式会社HP、日野自動車株式会社HP、ビーワイディー・ジャパン株式会社HP、東京電力エナジーパートナー株式会社HP、有識者ヒアリングをもとに設定

EVバスのランニングコストの最小化には、いかに電力関係コスト（急速充電器、電力基本料金）を薄めるかが肝。EVバス3台で負担する場合の、初期コストで許容される増加幅は大型で814万円、中型で359万円、小型で572万円

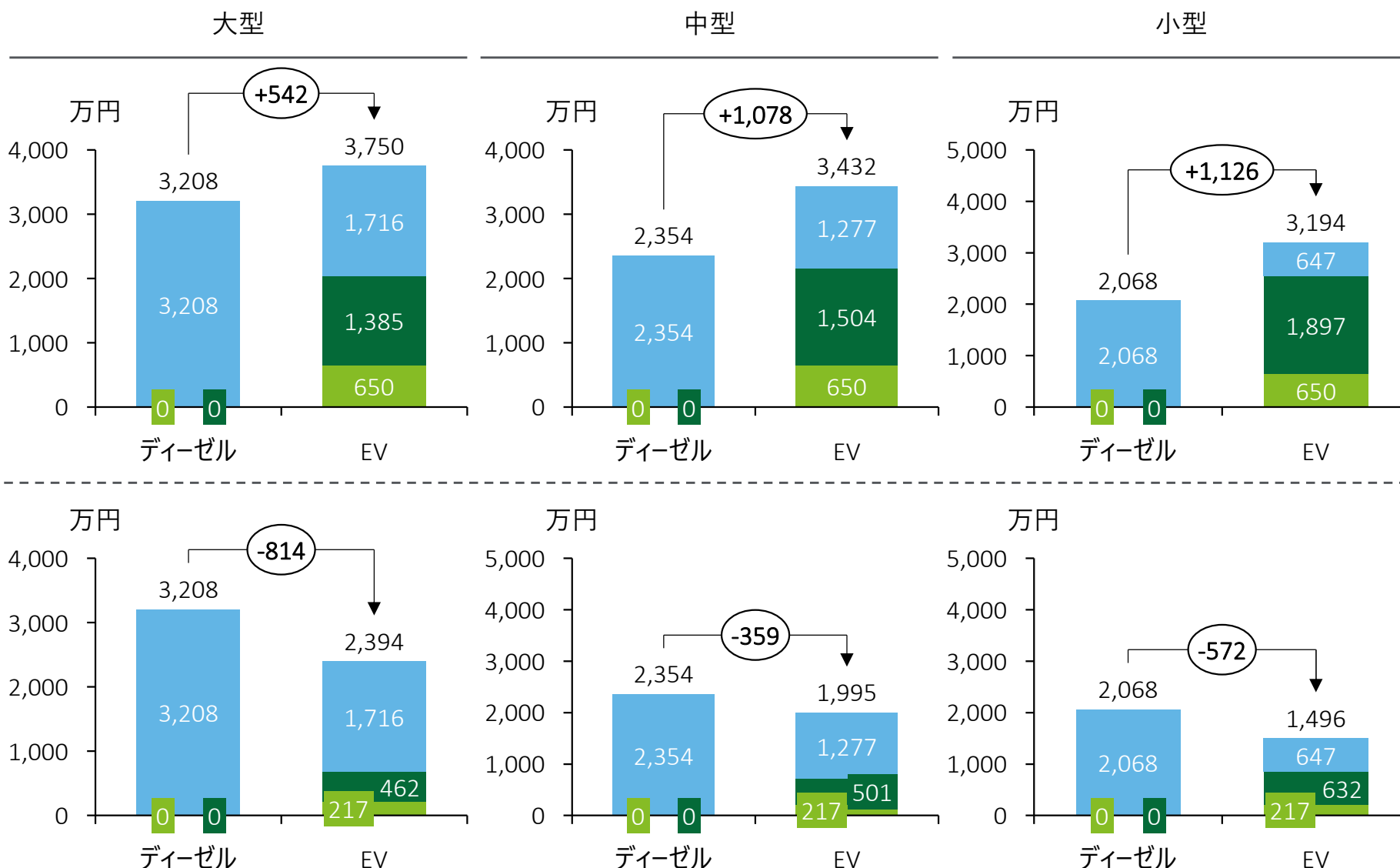
ランニングコスト比較

燃料費/電気代 電気代基本料金 充電設備初期コスト

急速充電器
電力基本料金

1台で負担

3台で負担



1. 市場要件の整理

② バスの市場要件の整理

(1) 市場概観

(2) バスアンケート結果

(3) 車両コスト除き総保有コスト試算

(4) 普及シナリオとCO2削減効果

大型バス、中型バスの電動化に際し、クリティカルな要件としては価格と耐久性がクリアされておらず、日本製の量産型EVバスが存在しないこと

市場要件の整理と現行車両の充足度

	市場要件の整理			現行車両の充足度		
	大型バス	中型バス	小型バス	大型バス	中型バス	小型バス
許容可能な車両価格差	+814万円 (ディーゼル+30%)	+359万円 (ディーゼル+16%)	+572万円 (ディーゼル+30%)	× +3,700万円 (BYD K9)	× +2,800万円 (BYD K7)	○ +300万円 (BYD J6)
充電1回あたり航続距離	初期導入時は 150km	初期導入時は 150km	初期導入時は 150km	○ 航続距離 250km	○ 航続距離 220km	○ 航続距離 200km
耐久性	ディーゼルと同等	ディーゼルと同等	ディーゼルと同等	不明	不明	不明
外部給電機能	オプション	オプション	オプション	× なし	× なし	○ あり
充電可能時間	昼間：～3時間 夜間：～10時間	昼間：～4時間 夜間：～10時間	昼間：～3時間 夜間：～10時間	○ 急速充電で6時間	○ 急速充電で4時間	○ 急速充電で2時間
充電方法	急速充電	急速充電	急速充電	○	○	○
OEMメーカー	日本製量産EVバス	日本製量産EVバス	日本製量産EVバス	×	×	×

現行のオペレーションが少なくとも変更なく維持され、かつオペレーションコストが下がるような世界観を提供できないとEVバスの導入は困難であるため、下記の普及課題を解決していく取り組みが必要となる

普及課題と取り組み方向性

普及課題	取り組み方向性	優先度	取り組み主体		
			政府・政策	メーカー	ユーザー
① 価格	- 現行リチウムイオンバッテリーの継続的イノベーション - 全固体電池、次世代蓄電池の開発	高	○ 開発サポート	◎	—
② 航続距離	- 昼間に車庫で待機している時間を充電時間に充てることで1日の航続距離の伸長が可能 - 運行スケジュールと充電マネジメントを上手く組むことで、必要以上の蓄電池を搭載する必要がなくなり、車両コストも抑えられる可能性がある - まずは自社のオペレーションを詳細に把握する必要	高	—	○	◎
③ 耐久性への不安	バッテリーの劣化、トラブル時のメンテナンスなど、未経験が故の不安が大きいため、実証や実証結果の水平展開によりバス事業者のEVに対する理解度を高めていく必要がある	中	—	◎	◎
④ 国産EVバス	- 中国製バスが日本でも浸透しつつあるが、バス事業者の多くは日本製バスを志向するため、日系OEMへの働きかけが欠かせない - トラブルへの迅速な対応体制も構築する必要あり	中	○	◎	◎

2025年以降、2030年まで新車販売台数の1割がEVと仮定した場合、2030年までのEV導入台数は1,560台となり、その時のCO2削減効果は9.08%となる

バス | 普及シナリオとCO2削減効果（2030年時点）

CO2排出量計算式

1

年間平均走行距離
(km/年)

÷

2

燃費 or 電費
(km/L) or
(km/kWh)

×

3

CO2排出係数
(kg-CO2/L) or
(kg-CO2/kWh)

×

4

台数

=

年間排出CO2量
(t-CO2/年)

1

年間平均走行距離
(km/年)

÷

2

燃費 or 電費
(km/L) or
(km/kWh)

×

3

CO2排出係数
(kg-CO2/L) or
(kg-CO2/kWh)

×

4

台数

=

年間排出CO2量
(t-CO2/年)

Diesel

その他	28,157	÷	10	×	2.619	×	6,040	=	44,541
小型	28,157	÷	3.9	×	2.619	×	7,852	=	148,470
中型	35,979	÷	3.6	×	2.619	×	14,496	=	379,424
大型	46,303	÷	2.7	×	2.619	×	32,013	=	1,437,825
合計							60,401		2,010,260

EV

その他	28,157	÷	6.5	×	2.619	×	126	=	1,428
小型	28,157	÷	1.9	×	2.619	×	164	=	6,349
中型	35,979	÷	0.9	×	2.619	×	381	=	39,939
大型	46,303	÷	0.8	×	2.619	×	889	=	134,796
合計							1,560		182,512
									9.08%

※EVトラックの走行時CO2排出量がゼロとなる前提で試算

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

① 蓄電池関連技術動向

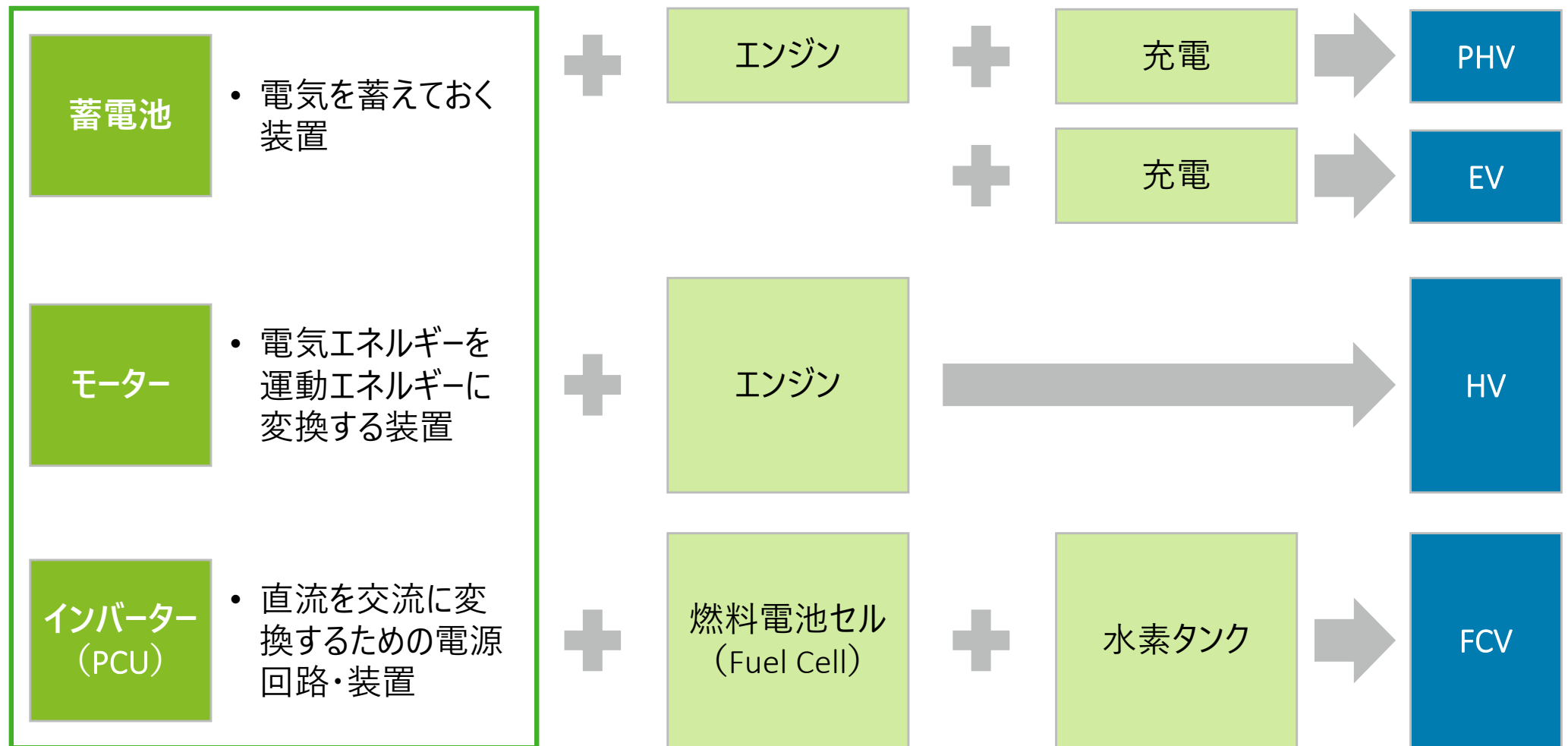
(1) 蓄電池

(2) モーター

(3) インバーター

電動化とはモーター駆動を意味し、蓄電池、モーター、インバーター（PCU：パワーコントロールユニット）が電動化のコア技術である

電動化のコア技術



出所：トヨタ自動車プレゼンテーション資料より作成

価格、寿命、安全性、エネルギー密度が総合的に判断され、車両サイズや用途に適した種類のリチウムイオンバッテリー（LIB）が使用されている。現在の主流はリン酸鉄系、NMC系、NCA系となる

現行LIB | 種類と特徴

蓄電池
モーター
インバーター

		コバルト系	リン酸鉄系	マンガン系	三元系（NMC系）	NCA系	チタン酸系
正極材		コバルト酸リチウム （LiCoO ₂ ）	リン酸鉄リチウム （LiFePO ₄ ）	マンガン酸リチウム （LiMn ₂ O ₄ ）	三元系リチウム （LiNixMnyCOzO ₂ ）	ニッケル酸リチウム （LiNixCoyAlzO ₂ ）	マンガン酸リチウム （LiMn ₂ O ₄ ）
負極材		黒鉛（LiC ₆ ）					チタン酸リチウム （Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ ）
セパレータ		ポリオレフィン（ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）等）					
電解液		リチウム塩 + エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート					
電圧		3.6-3.7V	3.2-3.3V	3.7-3.8V	3.6-3.7V	3.6V	2.4V
価格		高価	安価	安価	高価	高価	高価
エネルギー密度		150-240 Wh/kg	90-120 Wh/kg	100-150 Wh/kg	150-220 Wh/kg	200-260 Wh/kg	70-80 Wh/kg
速度	充電	0.7-1 C	1 C	0.7-3 C	0.7-1 C	0.7 C	1-5 C
	放電	1 C	1-25 C	1-10 C	1-2 C	1 C	10-30 C
寿命		500-1,000回	1,000-2,000回	300-700回	1,000-2,000回	500回	3,000-7,000回
EVへの適用		△ 熱暴走リスク高	○ エネルギー密度小	△ 寿命短 エネルギー密度小	○ エネルギー密度高 寿命長	△ エネルギー密度高	△ 高価 エネルギー密度小
採用例		－	テスラ、BYD	日産（初期EV）	日産	トヨタPHV、テスラ	日野（小型バス）

*速度（Cレート）：充電及び放電のスピードのこと。定電流充放電測定の場合、電池の理論容量を1時間で完全充電（または放電）させる電流の大きさのことを指す。

出所：各社HP等より作成

EV車の本格普及を迎え、電池供給量の不足が顕在化。各OEMとも必要量の電池調達に躍起となり、大手電池メーカーからの調達集中が目立つ。世界的にLIBメーカーが整理淘汰される傾向にある

現行LIB | 主要LIBメーカーと納入先OEMマトリクス（主要メーカー）

	蓄電池 モーター インバーター										
	CATL	BYD	Panasonic	LG Chem	エンビジョン AESC	TOSHIBA	ビークル エナジー	Accu motive	Farasis Energy	ブルー エナジー	Samsung SDI
TOYOTA	●	●	○						○	○	
ルノー・日産・ 三菱			○		○	○	○				
HONDA	●		○	○ GM経由						○	
マツダ						○					
スズキ						○	○				
日野						○					
三菱ふそう トラック・バス								○			
NIO	○										
BYD		○									
BMW	○										○
Tesla	○		○	○							
Daimler				○				○	○●		

注：●印は戦略的協力契約（他社製造のOEM車は除いている）、○印は納入先OEM/供給サプライヤー
 出所：Marklines 分析レポート「リチウムイオン電池」

リーフの車両重量を車格（全長、全幅、全高）が同等の車種（カローラツーリング）と比較すると、340kg程度リーフの方が重く、1kWhあたりのバッテリー重量は7.1-7.6kg/kWh、1kWh当たり4,329円の差となる

現行LIB | バッテリー搭載量と車両重量（乗用車）

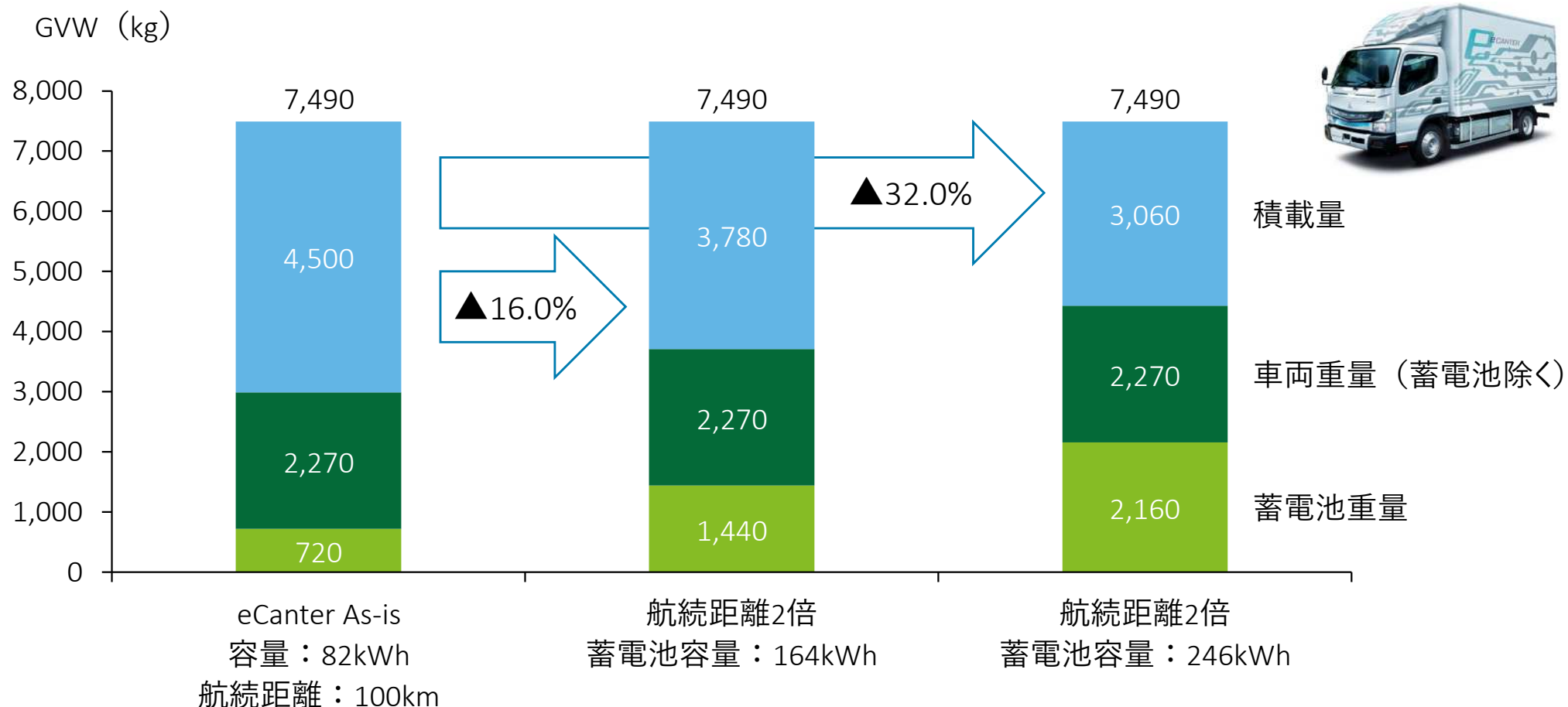
蓄電池
モーター
インバーター

	日産 リーフ (X, e+X)		トヨタ カローラツーリング
概観			
全長×全幅×全高	L4,480×W1,790×H1,565		L4,495×W1,745×H1,460
乗車定員	5名		5名
バッテリー容量	40kWh	62kWh	—
バッテリーパック重量	303.0kg	439.7kg	—
車両重量	1,510kg	1,670kg	1,330kg
車両総重量	1,785kg	1,945kg	1,605kg
航続距離	322km (WLTCモード)	458km (WLTCモード)	730km タンク容量 50L、燃費14.6km/L (WLTCモード)
充電時間	40分	60分	—
メーカー希望小売価格	3,819,200円～	4,411,000円～	2,365,000円～

出所：日産自動車株式会社HP、トヨタ自動車株式会社HP

現行EVトラックを例に試算してみると、現行LIBでは、航続距離の伸長と積載量の確保はトレードオフ。航続距離2倍、3倍とした時の積載量減少率はそれぞれ▲16%、▲32%

現行LIB | バッテリー搭載量と車両重量（トラック）



【諸前提】

※GVW、車両重量：蓄電池容量に関わらず一定

※As-is：蓄電池重量はセル1個当たり11kWhで120kgであり、eCanterは6個搭載しており720kg

出所：三菱ふそうトラック・バス株式会社HP、CarWatch「三菱ふそうの電動トラック「eCanter」をセブン-イレブンとヤマト運輸に導入」（2017年10月20日）

小型EVバスで比較した場合、EVバスの方が車両重量が400kg前後重く、その分乗車定員が少ない（55kg/人で乗車定員は計算されている）

現行LIB | バッテリー搭載量と車両重量（バス）

蓄電池
モーター
インバーター

	BYD J6	日野ポンチョロング
概観		
全長×全幅×全高	6,990×2,080×3,060	6,990×2,080×3,100
乗車定員	29人または31人	36人（都市型）
車両重量	6,200～6,300kg	5,860kg
車両総重量	7,895～7,905kg（推定）	7,840kg
航続距離	150km	—
バッテリー容量	105.6kWh	100L（燃料タンク）
バッテリー種類	リン酸鉄リチウムイオン	—
充電出力	40kW（AC）/CHAdeMO	—
充電時間	3時間未満	—

出所：ビーワイディージャパン株式会社HP、日野自動車株式会社HP

EV用蓄電池については、LIBセル及びパック・システムに関する試験法や、安全要件等の国際標準化が進められている

現行LIB | 蓄電池に関する国際規格

国際規格	
ISO	■ 機関名：International Organization for Standardization ■ 加盟国数：162カ国（発足時18） ■ 規格数：21,991規格 ■ 成立年：1947 年 ■ 本部（設立場所）：ジュネーヴ（ロンドン） ■ 特徴：IEC の対象となる分野を除く全分野における国際標準化活動を展開している。原則として年 1 回の総会を行う
IEC	■ 機関名：International Electrotechnical Commission ■ 加盟国数：84カ国（発足時13） ■ 規格数：7,537規格 ■ 成立年：1906 年 ■ 本部（設立場所）：ジュネーヴ（ロンドン） ■ 特徴：電気及び電子の技術分野における標準化及び規格適合性評価のような関連事項に関する国際協力を促進する。少なくとも年 1 回の総会での投票で意思決定（一国一票）
ITU	■ 機関名：International Telecommunication Union ■ 加盟国数：193カ国（発足時20） ■ 規格数：4,300規格 ■ 成立年：1932 年 ■ 本部（設立場所）：ジュネーヴ（パリ） ■ 特徴：万国電信連合が前身となる機関。目的は電気通信の改善と合理的利用のため国際協力を増進し、さらなる発展の促進すること。4年ごとの全権委員会議により意思決定され、標準化化、開発、無線部門の3事務局で構成されている。

*他にはIEC 61982 EV用二次電池（LIBを除く）の性能・持久力試験（ED. 1: 2012-4発行）等がある

出所：日本工業標準化調査会 国際標準化（ISO/IEC）・地域標準化活動、日本自動車研究所「電動車両用電池・充電に関する国際標準化の動向」(2019)

蓄電池
モーター
インバーター

車載蓄電池に関する主な規格*		現状
日本提案	• IEC 62660-1 EV用リチウムイオン二次電池（セル）の性能試験	• Ed. 1: 2010-12発行 • Ed. 2: 発行準備中
	• IEC 62660-2 EV用リチウムイオン二次電池（セル）の信頼性・誤用試験	• Ed. 1: 2010-12発行 • Ed. 2: 発行準備中
	• IEC 62660-3 EV用リチウムイオン二次電池（セル）の安全要件	• Ed. 1: 2016-08発行
	• IEC/TR 62660-4 IEC 62660-3 内部短絡試験の代替試験法候補	• Ed. 1: 2017-02発行
	• IEC 61982-4 EV用ニッケル水素セル・モジュールの安全要件	• Ed. 1: 2015-10発行
	• IEC 62576 HEV用電気二重層キャパシタの電気的性能の試験方法	• Ed. 1: 2009-08発行 • Ed. 2: 2018-02発行
ドイツ提案	• ISO 12405-3 EV用LIBパック・システム試験仕様-安全性能要件	• Ed. 1: 2014-05発行
	• ISO 12405-4 EV用LIBパック・システム試験仕様-性能試験	• Ed. 1: 2018-07発行
	• ISO 6469-1 EV安全仕様-RESS Amd. 1（熱連鎖安全管理）	• Ed. 3: FDIS準備中 • Amd. 1: WD
	• ISO 19453-6 EV用駆動電池パック/システム環境試験	• Ed. 1: CD
	• ISO/IEC PAS 16898（日本・ドイツ共同提案） EV用リチウムイオンセルの寸法と記号表示	• PAS: 2012-12発行

蓄電池の劣化は充放電回数に影響を受けるため、急速充電での継ぎ足し運用により走行距離の伸長を図る場合、蓄電池劣化を早める。使用環境次第では、蓄電池の劣化進行は更に早まる

蓄電池の性能劣化

蓄電池
モーター
インバーター

蓄電池劣化を引き起こす要因

サイクル数	充放電を繰り返すと劣化する	寿命に直結
充電時の電圧	高電圧での充電により電池内部で構造破壊が起こり、劣化する	
充電時の熱	高温下での充放電により劣化しやすくなる	
電池残量	一般的な残容量範囲外での使用は劣化を招く（リチウムイオン電池の場合は凡そ10～80%）	使用環境次第で劣化度合が変わる
その他	蓄電池の設計時の想定用途外での使用は劣化を招く（瞬間的に大容量を取り出す/長寿命仕様等）	

サイクル数上限（蓄電池種類別）

種類	コンパクト化 エネルギー密度 (Wh/kg)	一般的な寿命 (サイクル数)	用途
鉛	× 35Wh/kg	17年 3,150回	車の始動用バッテリー、バッテリー駆動のフォークリフトの電源等
ニッケル水素	△ 60Wh/kg	5～7年 2,000回	鉄道システムの地上蓄電設備等
リチウムイオン	◎ 200Wh/kg	6～10年 300-7,000回	EV、携帯電話、PC等 車載用の主流
NAS (ナトリウム硫黄)	○ 130Wh/kg	15年 4,500回	大規模電力貯蔵設備

材料による分類

サイクル数（回）

コバルト系	リン酸鉄系	マンガン系	三元系 (NMC系)	NCA系	チタン酸系
500-1,000	1,000-2,000	300-700	1,000-2,000	500	3,000-7,000

出所： 経済産業省『蓄電池戦略』、JOGMEC『EV電池および電池材料（Ni, Co, Li）の市場動向』、(株)ニスコHP、有識者インタビューを基に試算

チタン酸系の寿命は長く、1日1回の充電でも19.2年の耐用年数となる。昨今主流のリン酸鉄系、NMC系であれば、5-6回/週の稼働率の高い使われ方の場合、6-8年で蓄電池の交換が必要となる可能性がある

現行LIB
 |
 蓄電池の性能劣化

蓄電池
モーター
インバーター

		コバルト系	リン酸鉄系	マンガン系	三元系（NMC系）	NCA系	チタン酸系
寿命		500-1,000回	1,000-2,000回	300-700回	1,000-2,000回	500回	3,000-7,000回
充電回数シミュレーション※	2回/日	1.4年	2.7年	1.0年	2.7年	0.7年	9.6年
	1回/日	2.7年	5.5年	1.9年	5.5年	1.4年	19.2年
	6回/週	3.2年	6.4年	2.2年	6.4年	1.6年	22.4年
	5回/週	3.8年	7.7年	2.7年	7.7年	1.9年	26.8年
	4回/週	4.8年	9.6年	3.4年	9.6年	2.4年	33.6年
	3回/週	6.4年	12.8年	4.5年	12.8年	3.2年	44.7年
	2回/週	9.6年	19.2年	6.7年	19.2年	4.8年	67.1年
	1回/週	19.2年	38.4年	13.4年	38.4年	9.6年	134.2年

※最大寿命で試算（幅がある場合は数値の大きい方を使用）

現行LIBの弱点を補うため、エネルギー密度、安全性、大きさ、充電時間、耐久性、コストの 点で現行LIBに勝る全固体電池の実用化に向けた研究が進められている

次世代蓄電池 | 全固体LIBの特徴比較

蓄電池
モーター
インバーター

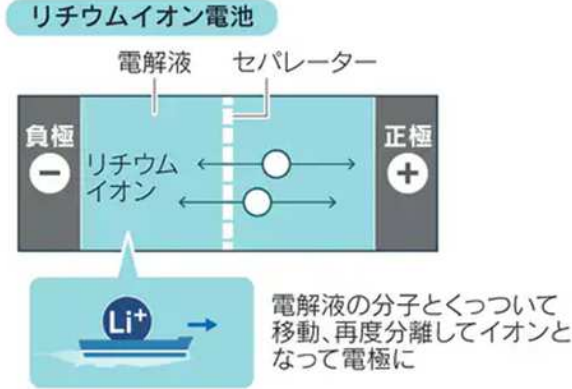
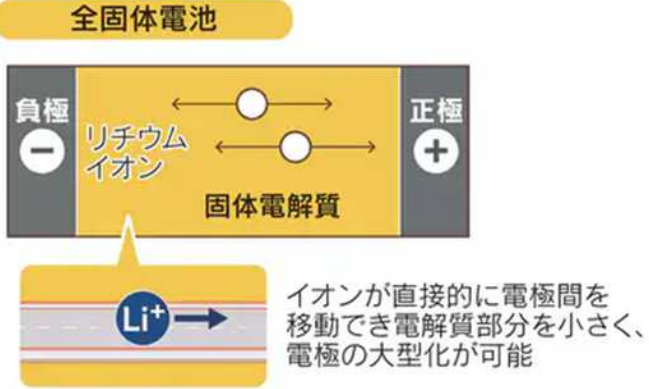
	リチウムイオン電池	全固体電池
エネルギー密度	すでにエネルギー密度の理論的限界付近（250 Wh/kg）であり、普及価格帯で航続距離を延ばすことが難しい ➤ 新型リーフは62kWh、440kgのバッテリーを搭載→約140 Wh/kgのエネルギー密度	300～400Wh/kgを実現可能と言われている
安全性	液漏れによる発火リスクがある	液漏れによる発火リスクがない
大きさ	冷却機構やセパレーターが必要であり、大きい	冷却機構が不要であり、小さい
充電時間	液漏れによる発火リスクを抑えるため、時間を要する	リチウムイオン電池に比べて、1/3～1/4の時間で充電が可能
耐久性	液体電解質は劣化しやすく、電池寿命が短い	固体電解質は劣化しにくく、電池寿命が長い
コスト	電極や電解質の材料が限られ、レアメタルを使用することから高止まり傾向	材料の選択余地が多くコスト削減余地が大きい

出所：日本経済新聞『見てわかる全固体電池 EV向け本命、トヨタなど開発急ぐ』（2021年1月13日）、くらくらHP『全固体電池の開発加速か。3倍超の性能を実現させる新発見』（2020年10月16日）より作成

全固体電池は電池全体が固体材料により構成され、車載用電池として理想的な特性を有している

次世代蓄電池 | 全固体LIBの構造

蓄電池
モーター
インバーター

	現行LIB	全固体電池
		
電解質	液体：有機電解液 有害性が高く液漏れ・揮発・発火等安全上のリスク 電気絶縁体としてセパレータ挿入が必須	個体：無機固体材料を使用 難燃性・化学的安定性・熱的安定性に優れる 多重構造化により小型化・高密度化が可能
充放電構造	電解液中のイオン移動 溶媒分子と結合したLi+が有機電解溶液を泳ぐように移動することで充放電される	固体電解質のイオン移動 Li+が固体電解質を直接移動することで充放電される
イオン伝導速度	電解質中の移動速度 < 電解質 ⇒ 電極への取込速度 イオン供給が不足	電解質中の移動速度 ≒ 電解質 ⇒ 電極への取込速度 イオン供給がスムーズ（大電流化が可能）

全固体LIBは
車載用蓄電池として
理想的な特性を具備

- 安全性向上
- ✖
- 高密度化
- ✖
- 冷却装置簡素化によるコスト低減
- ✖
- Li+単独電動による大電流化（急速充電）

出所：NEDO 刊行誌『フォーカス・ネド』、METI、MEXT関連資料を基に整理

全固体LIBの開発で先行しているのはトヨタ自動車であり、2020年代前半の実用化に向けた研究開発が行われている

次世代蓄電池 | 全固体LIBの開発動向

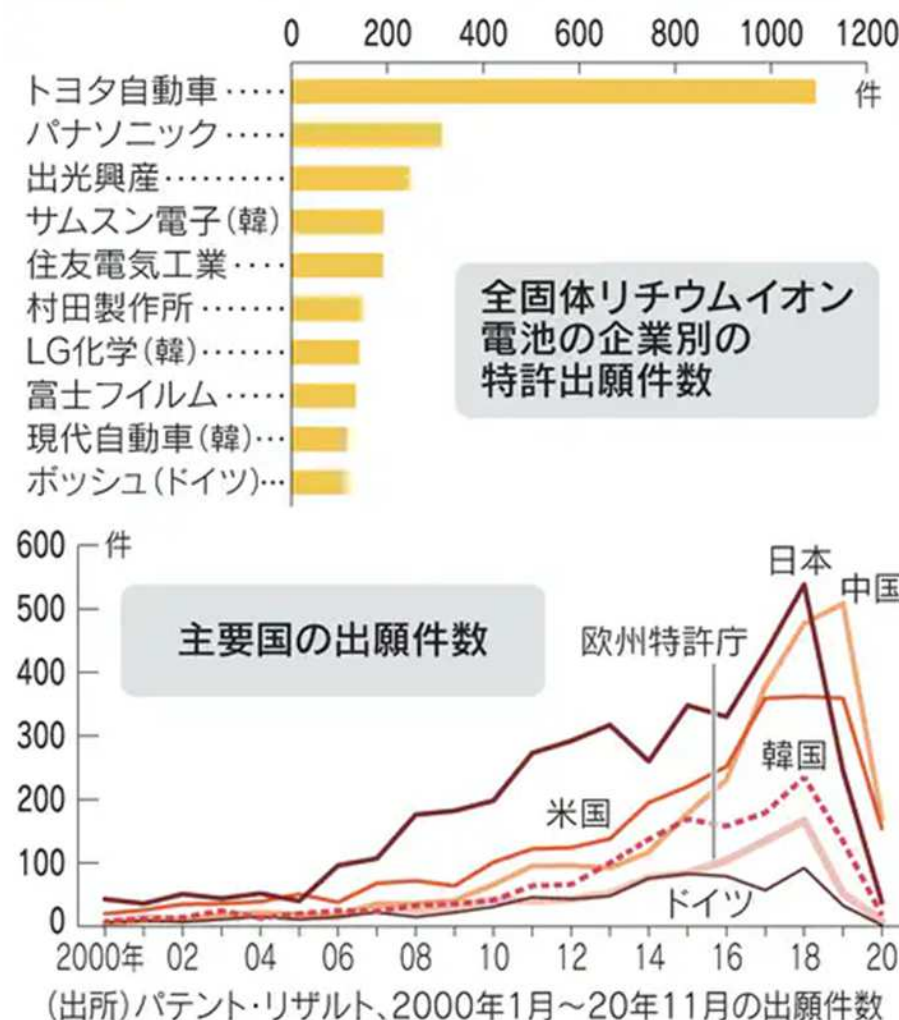
各社の取り組み状況

分類	企業名	取り組み状況
自動車メーカー	トヨタ自動車	20年代前半に実用化の計画 21年に試作車
	日産自動車	28年にも実用化へ
	ホンダ	実用化時期は未定
	フォルクスワーゲン	米スタートアップと組み、25年にも生産ラインを設置
	現代自動車	27年に量産を開始
素材メーカー	出光興産	石油精製副産物を使い、全固体電池向け電解質を開発中
	三井金属	- 電解質をマクセルと開発中 21年から量産を開始
	住友金属鉱山	リチウムイオン電池向けの正極材を全固体電池に応用
	古河機械金属	リチウム、リン、硫黄を主原料とした固体電解質を開発
	JX金属	電解質を東邦チタニウムと共同で開発

出所：日本経済新聞『見てわかる全固体電池 EV向け本命、トヨタなど開発急ぐ』（2021年1月13日）

蓄電池
モーター
インバーター

充電回数別 耐用年数試算



ただし、全固体電池の実用化については懐疑的な見方もある

全固体電池について

蓄電池
モーター
インバーター

- 全固体電池の開発は2000年ごろからあるテーマであるが、現在においても実用化が進んでおらず、全固体電池の実用化が順調に進むとは考えていない
- 急激に実用化が進む場合は、材料に何らかの進化があることが通常であるが、全固体電池においてそのようなシグナルは見られない
- 全固体電池であっても、EVを使用する場合、一定の充電時間が必要となり稼働可能な時間が限られるという課題は変わらない
- 急速充電可能な設備を設置し充電設備のワット数を上げることで、EVの充電時間を短縮することができるが、以下の観点から実用的ではない
 - テスラのスーパーチャージャーのようなハイスpek的な設備が大量に必要なため、設備投資が高額となる可能性
 - 充電したい時間が電力料金の安い夜間に集中するため、夜間の利用ピークに合わせた台数を新規設置する必要がある
 - 既存の充電スポットとなる配送センターや駐機場が契約している電圧が高くないことが想定され、急速充電に適した環境があるとは考え辛い
 - 急速充電を繰り返した場合に、系統(既存の配電設備等)に負荷がかかり、EVの劣化を早める恐れがある



自動車メーカー
FC開発担当者

ポストLIBとされる電池4種は、エネルギー密度・コスト面に加え安定性・耐久性の点でもパフォーマンスが高く、2030年頃の実用化を目指し技術開発が進む

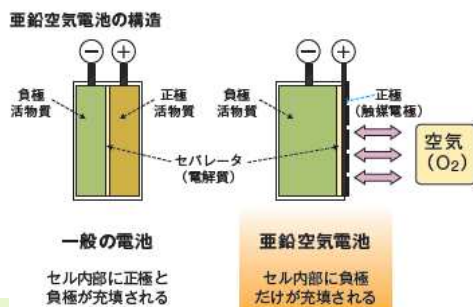
次世代蓄電池 | 革新型蓄電池

蓄電池
モーター
インバーター

亜鉛空気電池

✓ 安全性・コスト面でも有利

- 正極に空気中の酸素、負極に亜鉛を用いた構造
- 高電位の空気を外から取込み、セル内に多量の亜鉛を収容でき高いエネルギー密度が得られる
- マンガン電池等で安定した実績がある亜鉛は安全性やコストで有利



実用化に向けた注力テーマ

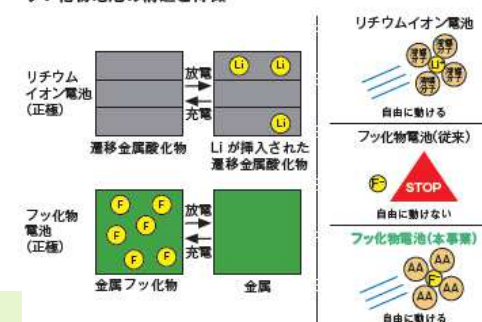
- 繰り返し充電に耐える亜鉛極の開発
- 空気極の反応を促進する触媒の開発

フッ化物電池

✓ 日本で誕生した新原理の革新型蓄電池

- マイナスのフッ化物イオンが正極と負極の間を移動して充放電
- 京都大学の小久見善八名誉教授らを中心に構想
- 実用化された場合、原料が安価でコストメリットあり

フッ化物電池の構造と特徴



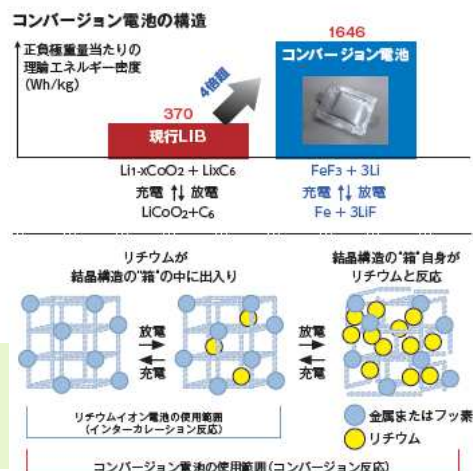
実用化に向けた注力テーマ

- 固体フッ化物電池の低温化
- 液体フッ化物電池の電解液の発見

コンバージョン電池

✓ 密閉系で最高レベルの高い理論エネルギー密度

- フッ化鉄等を正極活物質に用いた「コンバージョン反応」を利用し、高いエネルギー密度を実現
- 材料費も安価で、安全性も高く利点が多い



実用化に向けた注力テーマ

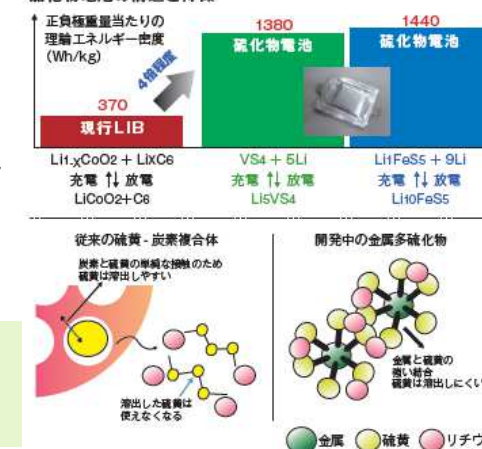
- 材料構造を再構成する工夫
- 正極活物質のさらなる高性能化

硫化物電池

✓ 金属と硫黄を結ぶ技術で電池を高性能化

- 硫黄を正極活物質として用いた構造
- 単位重量当たりで多くのリチウム原子と結合する硫黄の性質を利用し高いエネルギー密度が得られる

硫化物電池の構造と特徴



実用化に向けた注力テーマ

- 金属と硫黄を結合し溶出を抑制
- 高容量金属負極表面の安定化

急速充電規格で同じくCAN通信を採用する日本勢CHAdeMOと、圧倒的シェアを誇る中国GB/Tは、充電時間の飛躍的な短縮に向けて超急速充電規格の共同開発に着手

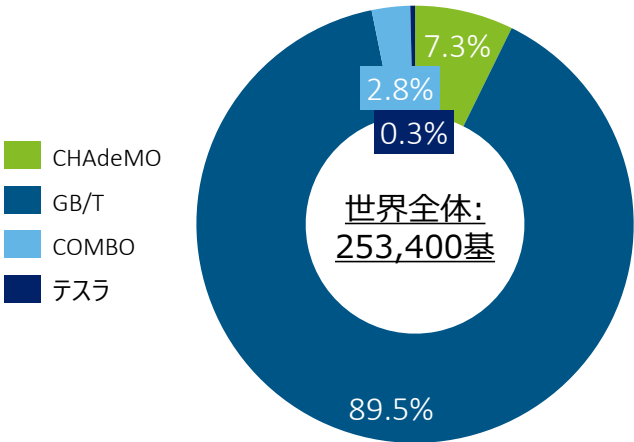
充電器 | 充電規格の状況

蓄電池
モーター
インバーター

EV向け急速充電規格

国際充電規格普及状況

- ✓ 中国GB/Tが圧倒的な設置数を誇る
- ✓ 電圧は50kWが一般的



	CHAdeMo	GB/T	Tesla	CCS1	CCS2
国	日本	中国	米国	米国	ドイツ
通信	CAN			PLC	
普及台数 (基)	17,900	<u>220,000</u>	8,500	7,000	
平均電圧	<u>50kW</u>				

CHAdeMOとGB/T⇒ChaoJiへ

- ✓ CAN通信規格を採用するCHAdeMOとGB/Tは超急速充電規格の共同開発に合意



- 2020年：規格発効キックオフ
- 2022年：高出力対応車、大型商用車市場投入
- 2023-2024年：新型ChaoJiコネクタの採用拡大
- 2025年以降：旧型コネクタの生産減少
- 2032-2035年：車両・充電器共に切り替え終了
- ～2035年：市場ニーズに基づき、新旧コネクタ共存

従来主流であった50kWから最新充電器では各規格ともに高出力化が進む一方で、対応している車両は現状少なく、蓄電池側でも高電圧化への対応が必要

充電器 | 規格別スペック

蓄電池
モーター
インバーター

Spec.	ChaoJi (CHAdeMO+GB/T)	GB/T	CHAdeMO	CCS	Tesla
コネクター					
最大出力	<u>900 kW</u>	<u>185 kW</u>	<u>150 kW</u>	<u>350 kW</u>	<u>120kW</u>
通信方式	CAN	CAN	CAN	PLC	CAN
V2X機能	あり	なし	あり	なし	不明
主な普及地	開発中	中国、インド	全世界	欧州、米国、韓国、豪州	全世界

日本ではCHAdemoが主力であり、Teslaもみられるものの、2019年時点で126基の設置にとどまる。CHAdemoは大出力機の開発・投入が進んでいる状況

充電器 | 超急速充電器（50kW超）の国内導入状況

蓄電池
モーター
インバーター

	名称/規格	最大出力(kW)	導入年	導入数	特徴
ChaoJi (チャオジ)	Chaoji	900 kW (600A×1500V)	- 開発中 2022年に市場投入予定	-	Chaojiは「バス・トラックなどの大型車」に必要な大出力化にも対応し、電気自動車普及の可能性を拡げるための「先回り」的な規格である。これまでのCHAdemoは仕様を改訂しても完全互換を維持し、ChaoJiはプラグ形状・制御信号とも異なる新しい規格で、CHAdemo、GB/T、CCSとの親和性を考慮した設計となっている
GB/T	GB/T 20234.3-2015	185 kW (中国では最大250kW)	-	- (中国中心)	GB/Tは最大250 kWまで充電可能、また第2世代GB/T DC充電ケーブルは車両コネクタは最新のGB/T規格に準拠し、破壊行為から保護するためにブラケット内にロックすることも可能。電源用コンタクトで直接温度測定するため安全であり、IP54の保護等級で、信頼性の高い防水対応もできる
CHAdemo (チャデモ)	CHAdemo 1.2	50 kW 150 kW 200 kW 400 kW	2009年 2020年より350-400kW充電規格開発中	7,500基超(2019年3月迄)	日本初充電方式のCHAdemoは安全と低コストを目指した規格で、車両の指令に従って動作するので自動車メーカー各社の多様な車両に充電可能である。CHAdemoの急速充電の特徴は、充電する際、電気を受け取る車両と電気を送り出す急速充電器の間で情報のやりとりを行うところにあり、そのための通信方法やインターフェイスとなるコネクタが定められている
CCS COMBO (コンボ)	- CCS Type-1 - CCS Type-2	350 kW	- (2016年欧州導入スタート)	- (欧州、米国中心)	CCSコンボ方式は、欧州で普及が進んでいる電気自動車や電動トラックなどに対応した充電システムである。欧州では高速道路や幹線道路を中心に、350kWという超高出力の急速充電システムを設置することで充電インフラを配置し、急速充電の利便性を実現させることを目標としている
Tesla (SC)	- V2スーパーチャージャー - アーバンスーパーチャージャー - V3スーパーチャージャー	120 kW 72kW (150kWの電源を2基に分割して使用) 250kW (電源は単独に使用)	2020年よりV3を導入開始	126基超	テスラのスーパーチャージャーは急速に充電し、充電完了が近づくと、徐々にスピードをおとし、走行に十分な充電が完了すると、自動でお知らせする。SCは国内の主要ルート上にある利便性の高いロケーションに配置されているため、通常、80%以上充電する必要はない（スタンド数の内訳として、福岡6、広島8、岡山4、徳島8、神戸4、大阪12、京都4、岐阜4、名古屋14、浜松4、長野4、山梨6、静岡6、高崎6、群馬6、栃木4、神奈川4、千葉6、東京8、埼玉4、仙台4となる）

出所：テスラ公式サイト、チャデモ公式サイト、富士経済「主要16カ国のEV・PHV向け充電インフラ市場を調査」（2020）、TUV Rheinland Japan

50kW超の超急速充電を設置するには高圧、または特別高圧で受電する必要があるが、電気事業法第43条が適用され、電気主任技術者を設置する必要がある

超急速充電に係る法規制 | 電気事業法

蓄電池
モーター
インバーター

電気事業法 第43条

- 第43条 **事業用電気工作物を設置する者は**、事業用電気工作物の工事、維持及び運用に関する保安の監督をさせるため、経済産業省令で定めるところにより、主任技術者免状の交付を受けている者のうちから、**主任技術者を選任しなければならない**。
- 2 自家用電気工作物を設置する者は、前項の規定にかかわらず、経済産業大臣の許可を受けて、主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任することができる。

自家用電気工作物

電気事業法における定義は「電気事業の用に供する電気工作物及び一般用電気工作物以外の電気工作物」。下記のうち、電気事業用電気工作物以外のもの。

高圧以上の電圧で受電するもの（高圧需要設備等）。

小出力発電設備を除く発電用の電気工作物（発電所）。またその電気工作物と同一の構内に設置するもの。

その構内以外の場所にある電気工作物と、受電用電線路以外の電線路で電氣的に接続されているもの（変電所、開閉所など）。

爆発性や引火性のものが存在するため電気工作物による事故が発生する恐れが多い場所に設置するもの。

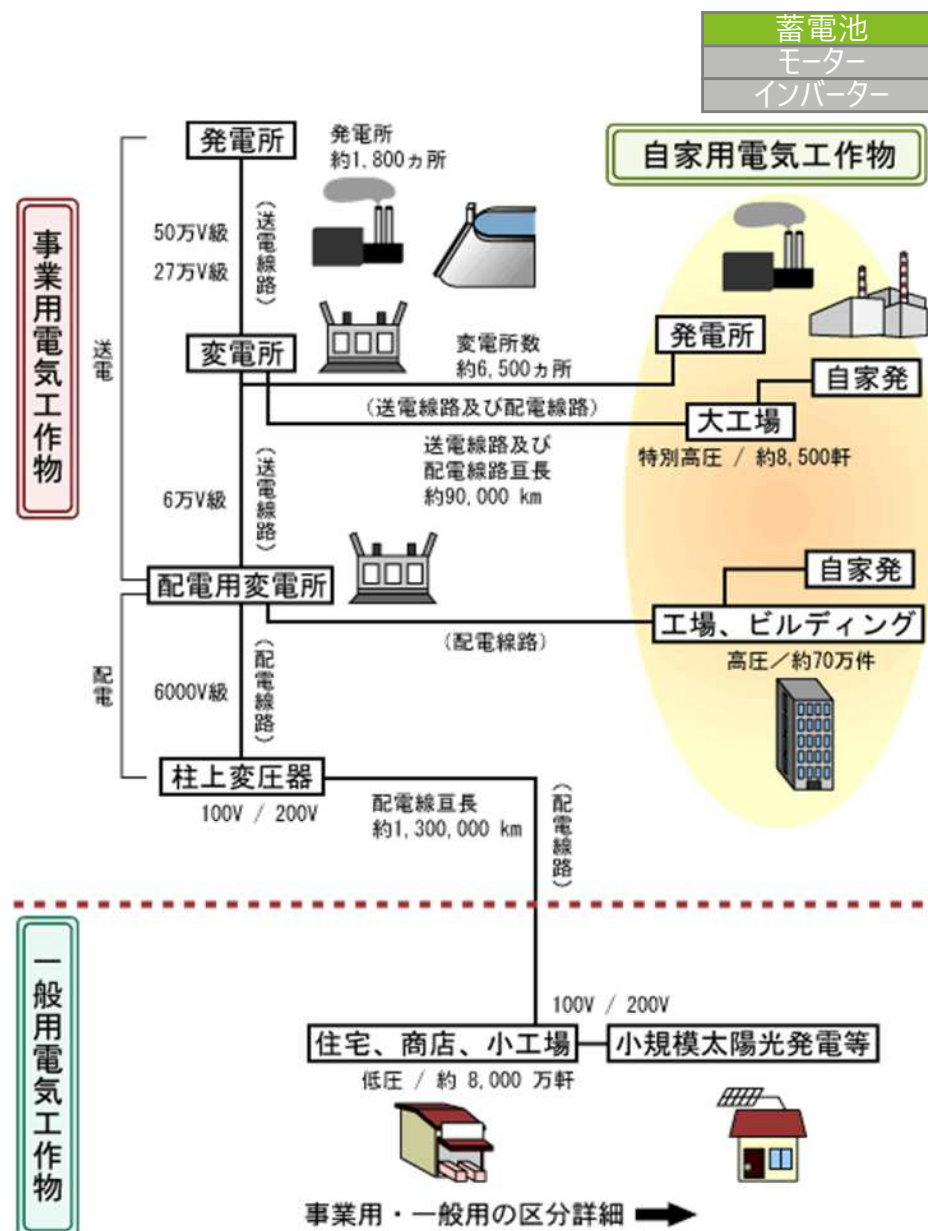
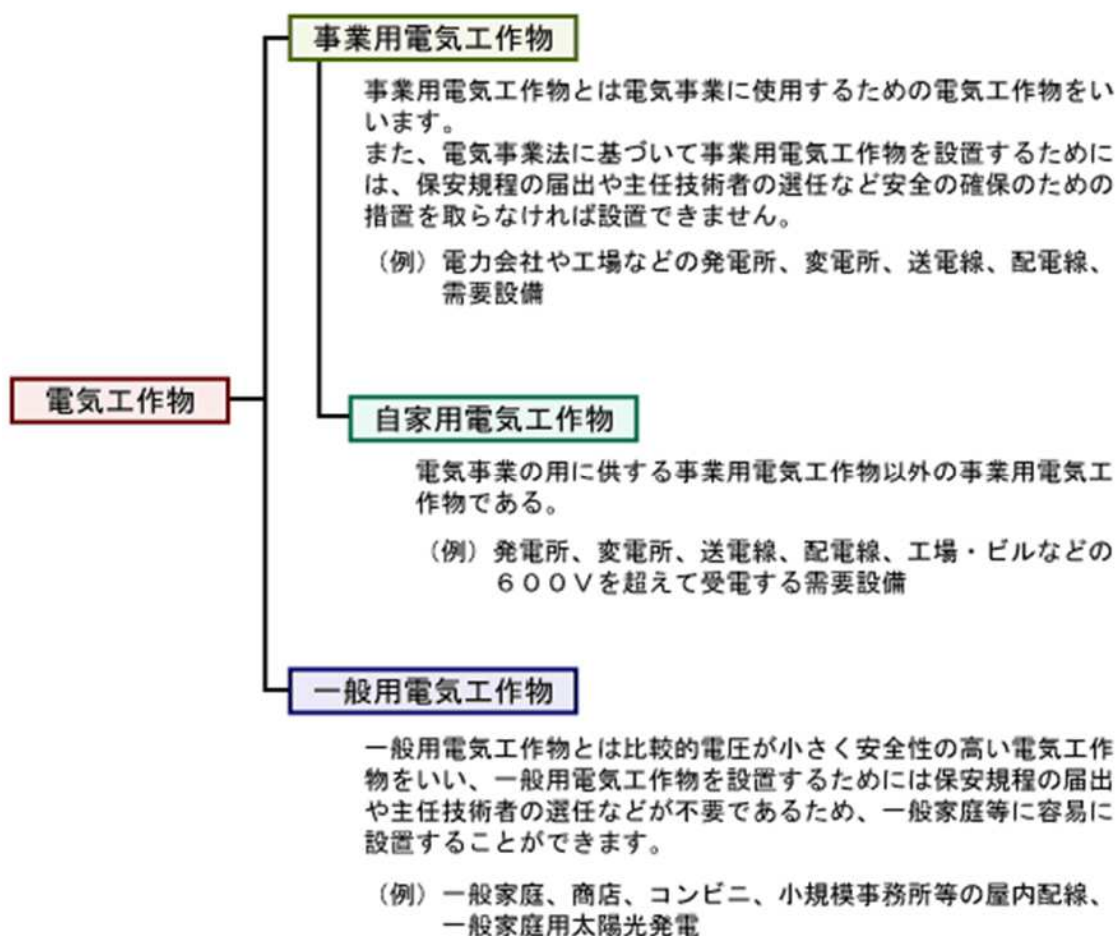
火薬取締法第2条第1項に規定する火薬類（煙火を除く）を製造する事業場。

石炭鉱山保安規則の適用を受ける鉱山のうち、甲種炭鉱又は防爆型機器の使用が義務付けられた乙種炭鉱。

なお、電気工事士法における自家用電気工作物は、このうち最大電力500kW未満の需要設備である。

超急速充電器は受電設備が必要となるが、受電設備は電気工作物のうち、自家用電気工作物に該当する

電気工作物の区分



超急速充電の設置には消防法省令の適用を受ける。これまでは50kWまでを急速充電と定義していたが、令和2年改正により、急速充電の対象が200kWまで拡大された

超急速充電に係る法規制 | 消防法施行令

蓄電池
モーター
インバーター

消防法施行令

第五条 火を使用する設備又はその使用に際し、火災の発生のおそれのある設備であつて総務省令で定めるもの（以下「対象火気設備等」）の位置、構造及び管理に関し火災の予防のために必要な事項に係る法第九条の規定に基づく条例の制定に関する基準（以下「条例制定基準」）は、次のとおりとする。（以下略）

2 前項に規定するもののほか、対象火気設備等の位置、構造及び管理に関し火災の予防のために必要な事項に係る条例制定基準については、対象火気設備等の種類ごとに総務省令で定める。

対象火気設備等の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令

第二章 対象火気設備等に関する基準

第三条 令第五条第一項各号列記以外の部分の総務省令で定めるものは、第一号から第十二号までに掲げる設備から配管設備等を除いたもの及び第十三号から第二十号までに掲げる設備とする。（十七、二十以外略）

十七 蓄電池設備（四千八百アンペアアワー・セル未満のものを除く。以下同じ。）

※本文外の注記：YUTONGのE10 Electric Busを例にとると、蓄電池は九十アンペアアワー×2

二十 急速充電設備（全出力二十キロワット以下のもの及び全出力五十キロワットを超えるものを除く。）

第十六条 令第五条第二項の規定により、第四条から前条までに規定するもののほか、対象火気設備等の位置、構造及び管理に関し火災の予防のために必要な事項に係る条例は、次の各号に定めるところにより制定されなければならない。

【令和2年改正】

全出力50kWを超える急速充電設備については、需要の増加に伴い、普及がさらに加速することが予想されている。一方、改正前の対象火気省令においては、全出力50kWを超える急速充電設備は、「変電設備」の規制の対象となっており、当該規制は自動車等の充電を行うことが想定されておらず、不都合が生じていた。

また、従前の基準においても、対象火気省令によらず、各市町村等において特例基準を設けることにより、全出力が50kWを超える急速充電設備を設置することは認められていたが、地域によって規制の取扱いが多様となり、不都合が生じうる状態であった。

上記の事情に鑑み、全国統一的な基準として、急速充電設備の最大出力を200 kWまで拡大し、あわせて火災予防上必要な措置を定めるため、所要の規定の整備を行うこととした。（⇒改正内容の概要を次頁にて記載）

想定されるハザードに対して、必要な安全対策を講じることで規制緩和が実施される

超急速充電に係る法規制 | 消防法改正内容の概要

蓄電池
モーター
インバーター

部位等	想定されるハザード	消防法上必要な安全対策	対象 (直近改正)	改正条項
(1) 急速充電設備（蓄電池内蔵型のものを含む。）において想定されるハザードと必要な安全対策				
機器本体	外部火災により長時間高温曝露する。	建物から3メートルの離隔距離の確保 （消防長（市町村長）又は消防署長が認める延焼を防止するための措置が講じられているものは、この限りでない。）	50 kW以下を除く 急速充電設備 （50 kW 超200 kW 以下）	第16条 第4号ハ
コネクター	落下によりコネクターが破損・変形し、充電不能となる。 落下によりコネクターが破損し、感電する。	コネクターの不時の落下防止措置（コネクターに十分な強度を有するものは、この限りでない。）	全急速充電設備 （20 kW超200 kW 以下）	第16条 第9号リ
充電用ケーブル	液漏れにより内部基板が損傷する。	・冷却液と基盤の分離構造 ・冷却液の流量・温度の異常検知機能		第16条 第9号ヌ
開閉器	開閉器の接点が固着する。	開閉器の異常検知機能		第16条 第9号ル
(2) 蓄電池内蔵型急速充電設備において想定されるハザードと必要な安全対策				
蓄電池・蓄電システム	低温下で蓄電池を充電することで内部短絡が発生し、蓄電池の発熱や、利用不能が生じる。	・温度の異常検知機能 ・異常検知時の急速充電設備の停止機能	全急速充電設備 （20 kW超200 kW 以下）	第16条 第10号ハ
蓄電システム	制御機能の故障により蓄電池の過充電、過昇温が発生して発火する。	・制御機能の異常検知機能 ・異常検知時の急速充電設備の停止機能		第16条 第10号ニ

出所：対象火気設備等の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令の一部を改正する省令

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

① 蓄電池関連技術動向

(1) 蓄電池

(2) モーター

(3) インバーター

EVの駆動用に用いられるモーターは交流モーターであり、大きく永久磁石同期型モーターと永久磁石を使わない誘導モーターに分けられる

モーター | 分類

蓄電池
モーター
インバーター

大分類	小分類	仕組み
直流モーター (DCモーター)	直流ブラシモーター	- モーター内部に「ブラシ」と呼ばれる電極と、「整流子」を設け、その二つを接触させ機械的に電流の切り替えをおこなってモーターを回転させる仕組み - ブラシと整流子が機械的に接触することでローターの回転が制御されているため、摩擦で電極がすれてしまい、一定の運転時間の後、交換が必要となる
	直流ブラシレスモーター	「ブラシ」「整流子」のような機械的な接点ではなく、ダイオード※と呼ばれる素子で構成された駆動回路の電子回路（ドライバ回路）を使い、電氣的に電流の切り替えを行う ※ダイオードとは、一方向のみに電流を流す性質のある半導体素子のこと
交流モーター (ACモーター)	永久磁石同期型モーター	- 回転速度が同期速度に等しいモーターで、ローターに永久磁石を埋め込んでおり、回転しないステーターには銅線が巻かれている。 - 外側のコイルに対して電流を流すと、電磁石の原理によって、磁石の力でローターを回転させることができる
	誘導モーター	ローターに使っている永久磁石を電磁石に置き換えるというコンセプト（永久磁石にレアメタルが使われており、高価であるため）

次頁

永久磁石同期型モーターは出力を高めることが容易であり、機械的な強度も高められるためEV駆動用モーターとして普及率が高い。しかし、永久磁石にはレアメタルが使用されるため高価であり、今後はレアメタルを使わない誘導モーターが主流となる可能性がある

モーター | 特徴と使用例

蓄電池

モーター

インバーター

小分類	特徴					EV使用例
	価格	強度	出力	小型化	高速性能	
永久磁石同期型モーター	△	○	○	○	△	- 日産「リーフ」 - テスラ「モデル 3」
	永久磁石にレアメタルが使用されるため	永久磁石をローターに埋め込んでいるため、機械的な強度を高めやすい	強力な磁石を用いるため、容易に出力を高めることが可能	誘導モーターより小型し易い	高速領域でローターが高速回転するとローターが電圧を帯び、出力が落ちる	
誘導モーター	○	△	△	△	○	- 日産「アリア」 - テスラ製EV
	永久磁石同期型モーターに比べて、15%～20%減	永久磁石同期型モーターよりは劣る	コイルを多く巻き付ければ可能だが、スペースの制約を受ける	磁石を使わずに磁界をコントロールするので、駆動対応としてインバーターが必要	電流を小さくすることで磁力をコントロール可能であり、上記課題は解決が容易	

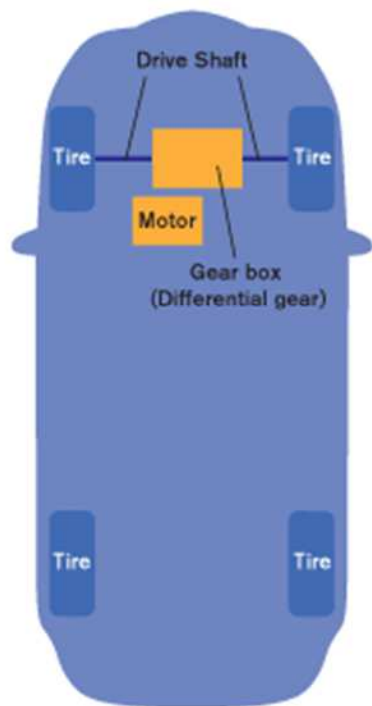
出所：オリエンタルモーターHP、日本電産HP、有識者インタビュー

インホイールモーターは現在、メーカーのうけが良くないと言われているが、自動運転との相性が良い側面もあり、今後普及していく可能性がある

モーター | 今後のトレンド

蓄電池
モーター
インバーター

従来方式
(日産リーフの例)



インホイールモーター方式
(ニッサン ブレイドグライダーの例)



- サスペンションの下にくっついてる重量をばね下重量といい、例えばタイヤなどだが、ばね下重量が重くなると運転するときにもったりした感じになる。
- インホイールモーターの場合、その構造上どうしてもばね下重量が重くなるため、運転する楽しみが減るといことで自動車メーカーにうけが悪い。
- ただ利便性という点では今の車ではありえない方向にタイヤを曲げることができたり、メリットもあるため、インホイールモーターがブレークスルーしてもっと小さく安くなる、あるいは自動運転で運転する楽しみを見出さない利用を想定した場合には、利用余地が出てくると考えられ、長期的には伸びてくるのではないか。



自動車メーカー
電動者パワートレイン開発者

- インホイールモーター方式では、駆動輪のすぐ近くにそれぞれモーターを配置し、タイヤを直接駆動
- 左右の車輪を独立に制御することでハンドル操作に対する旋回時の挙動をより自由に作り出すことが可能

出所：日産自動車HP、有識者インタビュー

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

① 蓄電池関連技術動向

(1) 蓄電池

(2) モーター

(3) インバーター

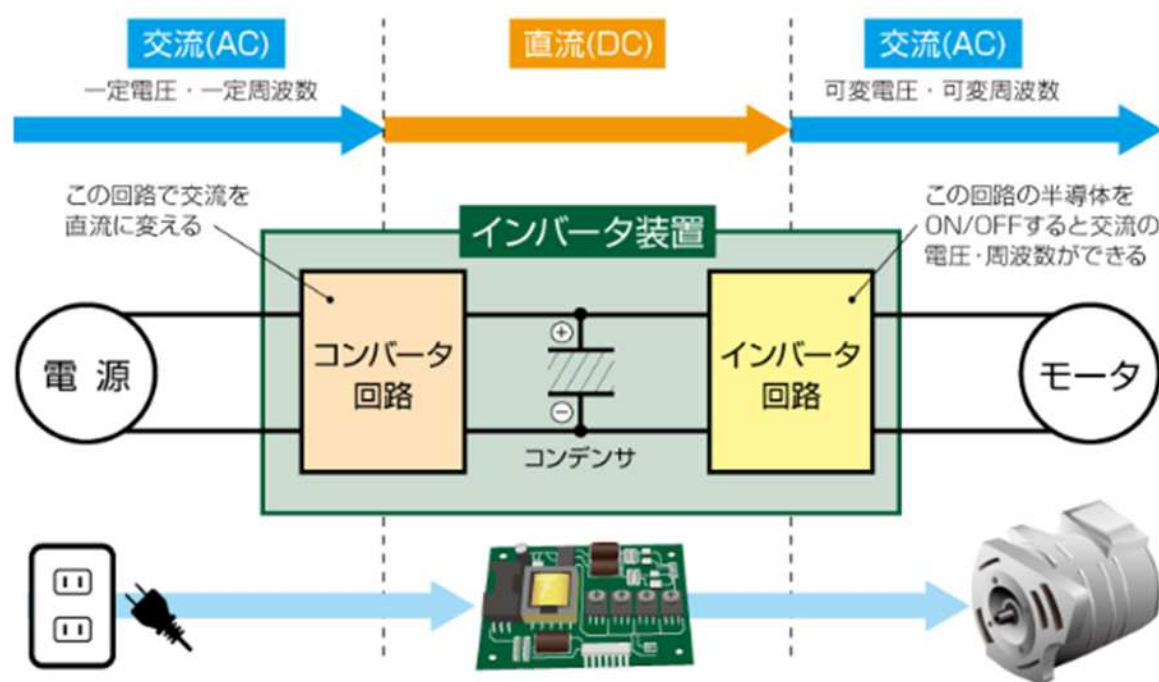
半導体の素材として現在利用されている「シリコン」よりも、電気を通しやすく、電力損失が発生しにくいシリコンカーバイド（炭化ケイ素）を使う流れが主流となりつつある

インバーター | 技術開発動向

蓄電池
モーター
インバーター

インバーターとは？

- 直流電流を交流電流に変換する回路（インバータ回路）のことで、モーターの速度調整を行う。



- これまでではシリコンパワー半導体が主に使用されていたが、**電流オン・オフ時の電力損失が少なく済むシリコンカーバイド (SiC) 半導体をスイッチ素子に使う流れが主流**になっている。
- またスイッチ機能を実行すると熱を持ち破壊につながるため、**インバーターではスイッチ素子の冷却が重要であるが、各社それぞれ冷却方法を開発**している。

- インバータ装置は、交流電流を直流電流に変換する「コンバータ回路」と「コンデンサ」、「インバータ回路」の3つの要素で構成。
- コンバータ回路で交流を直流に変換し、コンデンサに充電や放電を繰り返しながら安定した直流に整流。インバータ回路で直流を任意の周波数や電圧で交流に変えて出力に変換。



自動車メーカー
電動者パワートレイン開発者

モーターの変換効率自体は90%以上であり、インバーター含め両者がネックとなり大型商用車の電動化が妨げられる可能性は低く、最大の普及課題は蓄電池となる

モーター・インバーター | 商用車の電動化にあたっての普及課題

蓄電池
モーター
インバーター

- モーターを動かす電圧としては、乗用車EVだと300V～700V程度。重いものを運ぶ商用車の場合、もっと出力が必要になるため、モーターの数で補うのか、電圧を上げることで補うのか。
- なぜ電圧を上げる必要があるのかというと、モーターの出力は電圧×電流で決まるが、低い電圧のモーターだと出力を出そうとすると大電流が必要になる。その場合、バッテリーから電流を出し、インバーターで直流を交流に変換する必要があるが、大電流は難しい。このため電圧を上げることが必要になってくる。
- 商用車に適用する際には、電圧が大きいモーターが必要になり、乗用車と同じモーターが使えるかという疑問。ただし、電圧を上げようとする、三相電流の各相の隔離に要する物理的な距離が必要になる。400Vの電圧のモーターと、1,000Vのモーターでは、絶縁距離が異なるため、大電圧のモーターは大型化する。
- インバーターも、電圧が変わるとインバーターの中の半導体のスイッチ同士の間絶縁距離を確保する必要があるため、インバーターも大きくなってしまふ。バッテリーも、電圧が高くなると大型化するため、大きなバッテリースペースが必要になる。なお電圧を上げると充電インフラも従来のもの（400V用）では対応できない。
- 商用車の電動化に向けた課題として最も大きいのはバッテリーであり、モーター、インバーターにも課題がないことはない（なるべく小さく、なるべく安く）が、走行距離や価格の点でバッテリーが最大の課題。モーター的には、変換効率の良い領域を広げていくのもモーターの課題。モーターの変換効率自体は90%以上のため、それを上げるのは、もちろん必要なことではあるが生産性の高い開発とはいえない。



自動車メーカー
電動者パワートレイン開発者

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

② 水素関連技術動向

(1) 水素の特徴

(2) 燃料電池の種類と特徴

(3) 高圧水素タンク

水素は、地球上で最も軽くて豊富な元素であり、エネルギー含有量は1kgあたりで比較するとガソリンの3倍となる

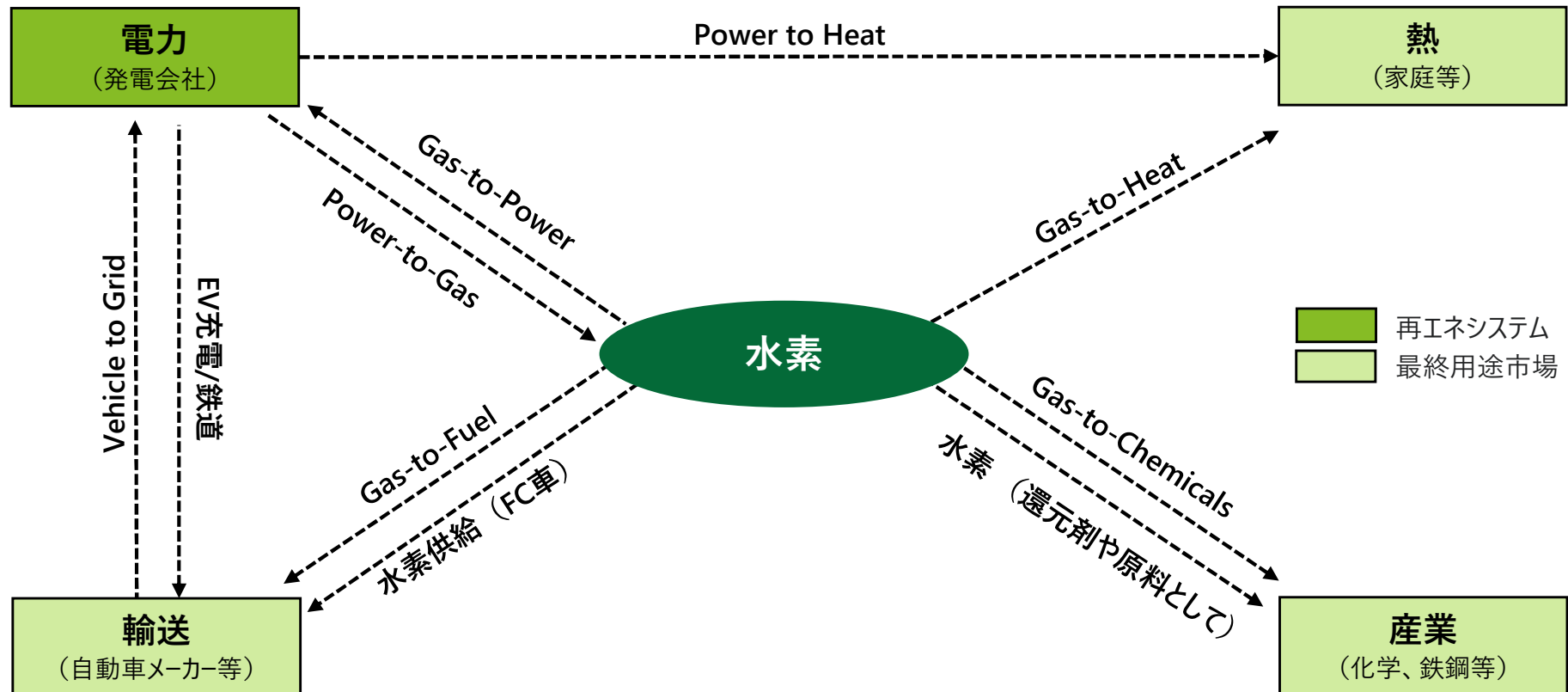
水素の特徴

- 周期表で最も軽い元素（比重0.0695）。宇宙で最も豊富な化学物質であり、質量では全宇宙のおよそ3/4を占めている
- 標準の温度と圧力では、水素は無色、無臭、無味、無毒、非金属、可燃性の高い二原子分子で、分子式は H_2
- 地球上の水素のほとんどは水や有機化合物などの分子形態で存在する（水、化石燃料、有機化合物など）
- 水素は、化学燃料の重量で最も高いエネルギー含有量を持つ（水素 33kWh/kg、天然ガス 13.9kWh/kg、ガソリン 12kWh/kg）
- 化学産業、特に精製および鉍物質肥料/アンモニア/尿素生産にとって重要な原料となっている
- $-252.6^{\circ}C$ で液化する

1	←	atomic number
H	←	element symbol
Hydrogen	←	element name
1.008	←	atomic weight

水素は、化石燃料が基盤となっている既存のエネルギーシステムの転換を図ることが可能と期待されており、再エネの価値を高め、最終用途市場の脱炭素化を可能とする

水素の用途



今日の水素は産業用途に利用されており、エネルギー転換とは直接の関係が薄い、水素の取扱いについては豊富な実績が得られている

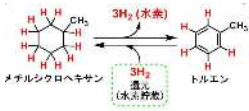
水素の製造プレーヤー

企業名	水素の製造に関する取り組み	製造手法
ENEOS株式会社	- 全国に国内最大となる44ヶ所の水素ステーションを展開（国内シェア4割） ➤ 単独型（FCVへの水素充填のみに特化）：14ヶ所 ➤ SS一体型（ENEOSのサービスステーション＝SSに併設）：18ヶ所 ➤ 移動式（専用トラックに水素充填機器を搭載し、販売拠点に移動して水素の販売を行う）：12ヶ所 2016年3月に本牧事業所でLPGを原料に水素の製造を開始し、首都圏の水素ステーションに水素を供給	化石燃料改質
東京ガス株式会社	- 都市ガス導管網を活用して、都市ガスから水素を製造するオンサイトステーション（マザー）と、近隣のオンサイトステーションから水素を受け入れるオフサイトステーション（ドーター）の2つのタイプの水素ステーションを建設 - オンサイト型の千住水素ステーション(2016年1月開設)、浦和水素ステーション(2016年2月開設)、豊洲水素ステーション(2019年12月開設)、オフサイト型の練馬水素ステーション(2014年12月開設)を運営	化石燃料改質
岩谷産業株式会社	- 圧縮水素と液化水素における国内販売シェア約70%（液化水素では100%） - 液化水素の生産能力は18,000L/h	－
太陽日酸株式会社	- パッケージ型水素ステーション「ハイドロ シャトル」を開発（水素ステーションを構成する4つの主要機器であるディスペンサー、プレクール装置、水素圧縮機、水素蓄圧器を一体化ユニット） 2018年12月、産業ガス大手の独リンデから同事業を4億1307万ドル（約470億円）で買収	－
エア・ウォーター株式会社	- 工業用水素ガスシェア12%（国内に圧縮水素製造拠点 8ヶ所） - 熱中和型天然ガス改質によるオンサイト方式の水素ガス製造装置「VH」を開発	－
株式会社トクヤマ	食塩電解法で苛性ソーダを製造する時に副次的に発生する副生水素をFC発電機の燃料として活用し、トヨタ自動車と定置式FC発電機の実証運転を実施（2020年6月）	副生水素
昭和電工株式会社	- 川崎市と共同で、環境省「地域連携・低炭素水素技術実証事業」に参画 - 使用済みプラスチックを原料に、昭和電工川崎事業所（川崎市）で作られた低炭素水素をパイプラインで供給、純水素型燃料電池でホテルの電気と熱（温水）に変換し、客室などに利用	ガス化手法

出所： 各社HPより作成

水素の貯蔵・輸送技術は実用化されているが、より高密度かつ大規模輸送を可能とする技術向上が課題

水素の貯蔵・輸送技術

輸送形態・方法	体積当たり水素含有量 (kg-H ₂ /m ³) *1	概要	課題
アンモニア 	121.0	窒素と反応させアンモニアとして貯蔵・輸送 (既存トレーラーは20MPa)	- 有害性低減による安全性向上 - アンモニア除去率向上（燃料電池劣化原因）
有機 ハイドライド 	47.3	トルエンと反応させメチルシクロヘキサン (常温液体) として貯蔵・輸送	- 高压ガス保安法、消防法、建築基準法 - 水素ST直送のための脱水素装置小型化・熱源確保
液化窒素 	70.8	-253℃まで冷却し 液化させ、貯蔵・輸送	- 高压ガス保安法の規制対応 - 海上輸送時は専用船舶・格納設備要
高压ガス 	14.0	水素を高压に圧縮し、ポンプ等で輸送・貯蔵 (※既存トレーラーは20MPa)	- 高压ガス保安法の規制対応 - トンネル通過の制限
パイプライン 	0.8 (1MPa, 0℃)	水素を気体のままパイプラインに流すことで、 需要地まで輸送	- 用地確保 - パイプラインの安全性・耐久性確保 - コンビナートなど安全規制対応

*1：国際環境経済所

*2：2030年までの技術向上を加味したバリューチェーン全体（化石燃料等の資源採掘・輸送・精製からステーションでの充填まで）の効率

*3：出所：エネルギー総合工学研究所

FCに充填可能な水素品質はISOで定められており、純度99.97%以上が必要

FCVに使用される水素スペック (ISO 14687-2)

Table 1 Directory of limiting characteristics [規格値一覧表]

Characteristics(assay) [指標 (分析)]	Type I , Type II	Grade D [※]
Hydrogen fuel index [水素燃料比率] (minimum mole fraction [最小モル率]) ^a	99.97%	
Total non-hydrogen gases [全非水素ガス]	300 μmol/mol (ppm)	
Maximum concentration of individual contaminants [最大不純物濃度]		
水 (H ₂ O)	5 μmol/mol	(ppm)
全炭化水素 ^b (メタン換算)	2 μmol/mol	(ppm)
酸素 (O ₂)	5 μmol/mol	(ppm)
ヘリウム (He)	300 μmol/mol	(ppm)
窒素 (N ₂) , アルゴン (Ar) ^b	100 μmol/mol	(ppm)
二酸化炭素 (CO ₂)	2 μmol/mol	(ppm)
一酸化炭素 (CO)	0.2 μmol/mol	(ppm)
全硫黄化合物 ^c (H ₂ S 換算)	0.004 μmol/mol	(ppm)
ホルムアルデヒド (HCHO)	0.01 μmol/mol	(ppm)
蟻酸 (HCOOH)	0.2 μmol/mol	(ppm)
アンモニア (NH ₃)	0.1 μmol/mol	(ppm)
全ハロゲン化合物 ^d (ハロゲンイオン換算)	0.05 μmol/mol	(ppm)
最大微粒子濃度	1 mg/kg	

水電解式であれば、原料は純水になるため、純度99.97%の水素を製造することの技術的なハードルは高くない。原料になるものがISOで規定されており、不純物が混じっているものではなく、基本的にはそこから出てきた水素の露点を上げてあげれば使えるものとなる

水素製造装置メーカー
担当者

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

② 水素関連技術動向

(1) 水素の特徴

(2) 燃料電池の種類と特徴

(3) 高圧水素タンク

自動車はエンジン始動後、すぐに発進できる必要があるため、動作温度が比較的低いPEFCが使用されている（動作温度が高いと起動まで時間がかかる）

燃料電池の種類と特徴

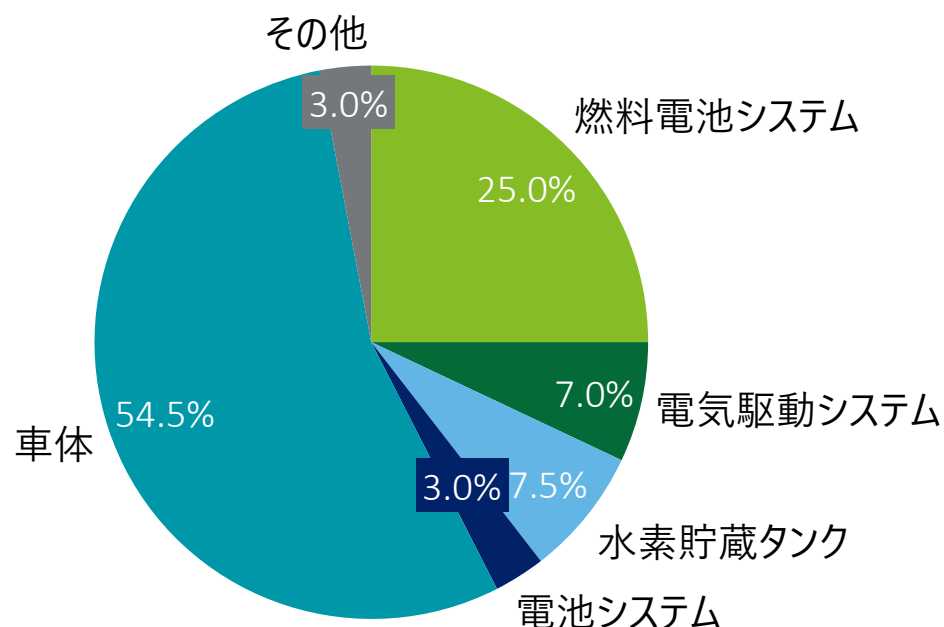
	固体高分子形 (PEFC)	リン酸形 (PAFC)	熔融炭酸塩形 (MCFC)	固体酸化物形 (SOFC)	アルカリ形 (AFC)
電解質	陽イオン交換膜 (フッ素樹脂系)	リン酸	リチウム・カリウム炭酸塩、 リチウム・ナトリウム炭酸塩	安定化ジルコニア	水酸化カリウム水溶液
媒体イオン	H ⁺		CO ₃ ²⁻	O ²⁻	OH ⁻
使用可能燃料	天然ガス、LPG、石油、メタノール、石炭ガス				純水素
動作温度	70～90℃	200℃	650～700℃	700～1000℃	20～150℃
発電効率 (LHV)	33～44%	39～46%	44～66%	44～72%	70%以上 (純水素の場合)
主な用途	小規模発電、分散型電源、輸送用電源	コージェネ、分散型電源	火力代替、コージェネ、分散型電源	小規模発電、分散型電源、火力代替	宇宙開発
利点	小型化・軽量化が容易		COを発電に利用できる 内部改質・排熱利用が可能	COを発電に利用できる 内部改質・排熱利用が可能	腐食が少ない
欠点	CO含有率の制限が厳しい、白金触媒のため高価		—	—	—
参入企業	トヨタ自動車、アイシン精機、パナソニック、ENEOSセルテック、東芝燃料電池システム	富士電機、東芝燃料電池システム	日本燃料電池、IHI	日本ガイシ、京セラ、ガスター、リンナイ、新日本石油、TOTO、トヨタ自動車、アイシン精機	

出所：環境ビジネスオンライン「環境用語集：燃料電池」

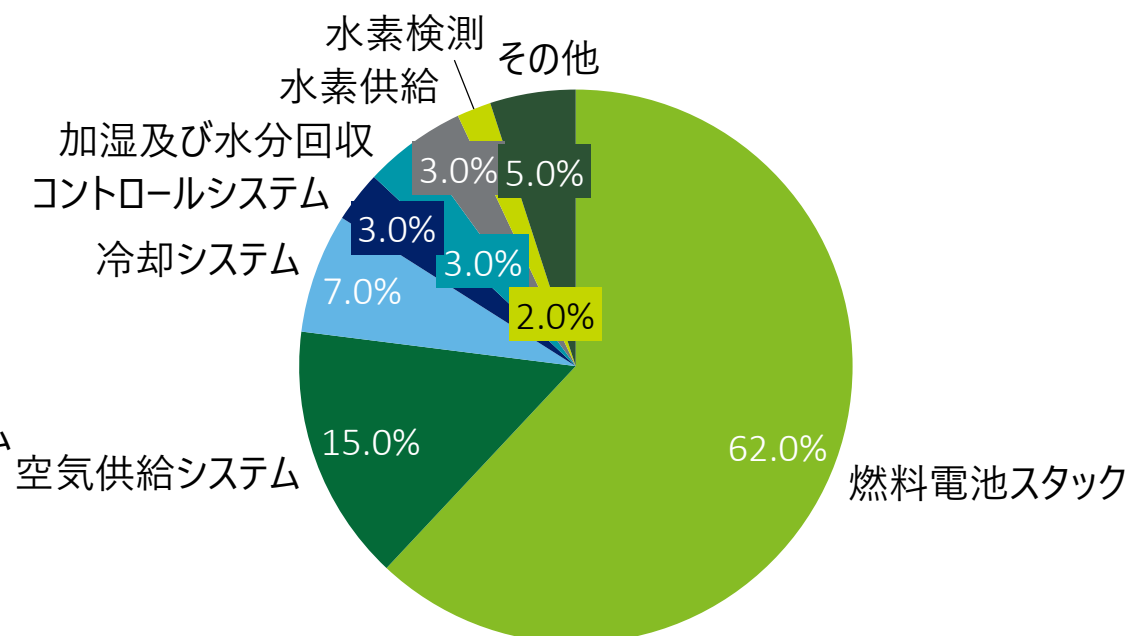
FCVのコスト高の要因は車体の開発費用、燃料電池システム、水素貯蔵タンク

FCVのコスト構造

燃料電池車のコスト構造



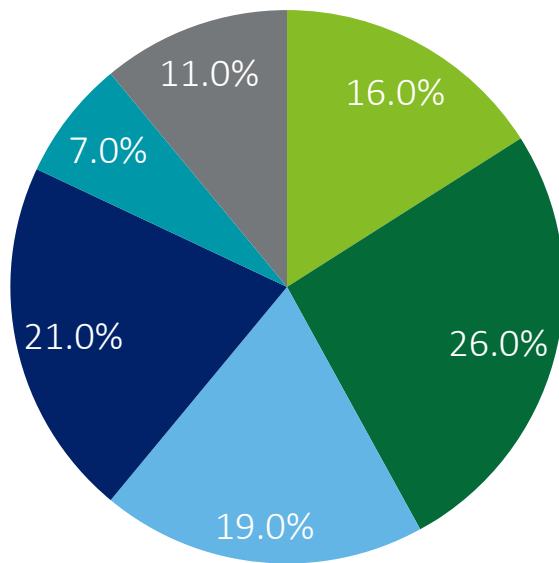
燃料電池システムのコスト構造



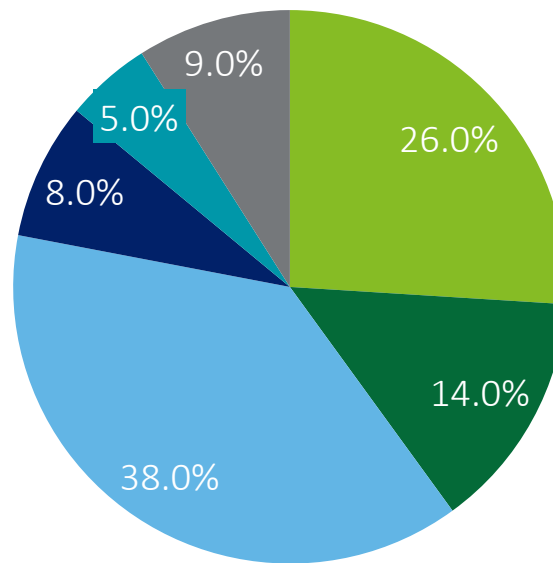
量産体制となった場合でも、双極板、白金触媒はコスト高。カーボンファイバーや白金といった、素材自体の単価が高く、量産によるコスト低減効果が小さいことが原因

FCVの普及課題 | FCスタックのコスト構造

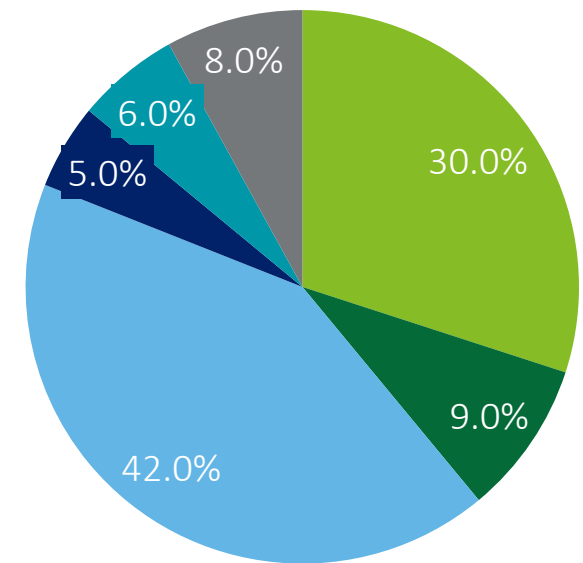
年産1,000台



年産10万台



年産50万台



■ 双極版 ■ 電極膜 ■ 触媒 ■ ガス拡散層 ■ MEAガスケット ■ その他

2. EV/FCバス・トラックの普及促進に向けた パワートレイン技術動向等の整理

② 水素関連技術動向

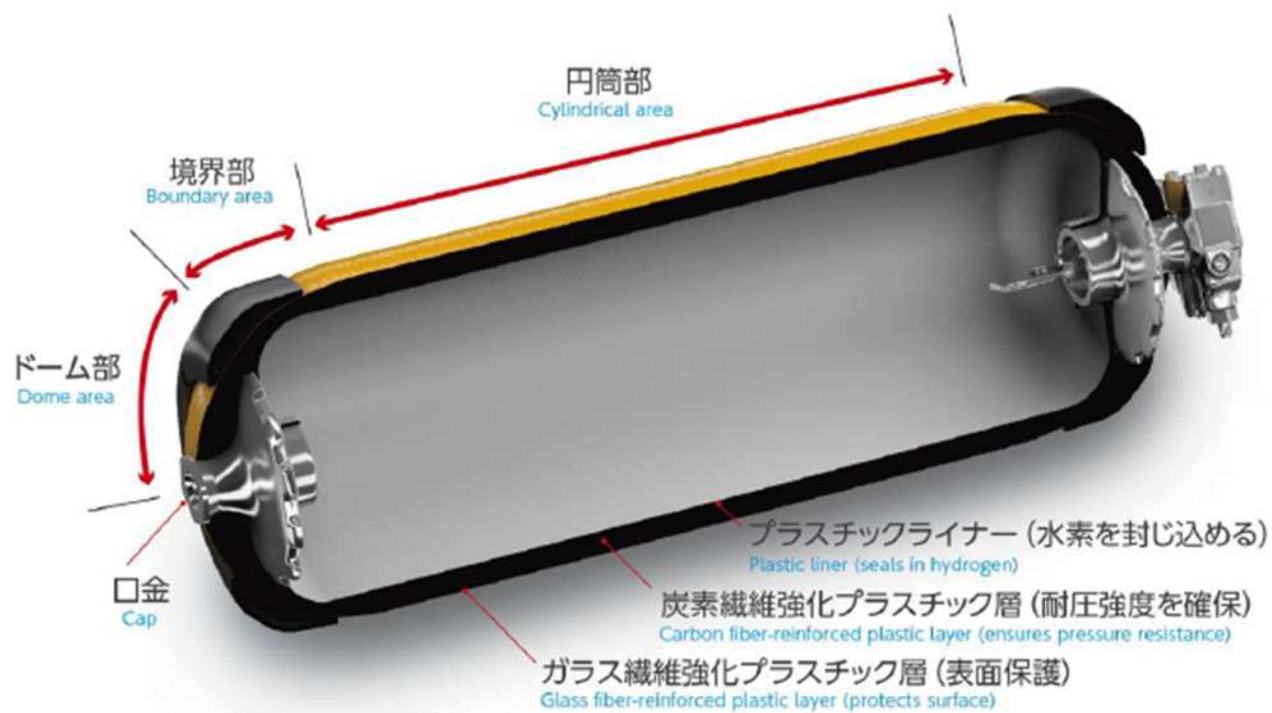
(1) 水素の特徴

(2) 燃料電池の種類と特徴

(3) 高圧水素タンク

高圧水素タンクは強度、耐久性を確保するため3層構造となっており、軽量化のためプラスチック素材が使用されている

高圧水素タンクの構造



高圧水素タンク(3層構造)

表層	ガラス繊維強化プラスチック
中層	炭素繊維強化プラスチック
内層	プラスチックライナー

車載用の高圧水素タンク関連メーカーは以下の通り

高圧水素タンクの関連メーカー

企業名	製品・パーツ	高圧水素タンク開発に関する取り組み
豊田合成株式会社	• 高圧水素タンク	• トヨタ自動車が発売した新型MIRAI向けの高圧水素タンクの生産を2020年11月から開始
東レ株式会社	• 高強度炭素繊維（CFRP）	• 高圧水素タンク用高強度炭素繊維の市場独占 • 韓国と米国で製造設備を新規に建設
ミズノテクニクス株式会社	• 高圧水素タンクの外殻部分	• MIRAIに炭素繊維FPR製品「トウプリプレグ」が採用
宇部興産株式会社	• 高圧水素タンクライナー	• 高圧水素タンクライナー向けポリアミド（ナイロン）6樹脂「UBE NYLON™ 1218IU」（以下「1218IU」）がMIRAIに採用 • 2014年に発売された先代モデルの「MIRAI」から継続しての採用

水素内燃機関はFCよりも効率が悪く、懐疑的な見方もある。欧州では大型長距離トラックに液体水素を用いるための研究開発が進んでいる

今後の技術的な見通し

【水素内燃機関】

- 基本的にFCかEVの2択と理解するべきである
- 熱効率の観点から水素内燃を利用したエンジンの普及が既存のエンジンを代替する可能性はないと考える（水素エンジンの熱効率は30%弱であり、FC(熱効率約60%)の半分しか走行することができない）
- 内燃機関であれば、水素よりもバイオ燃料の方がまだ可能性はある
- 大型×長距離でも、モーター駆動は可能と見ている（新幹線がモーターで走っている実態もあり）

【液体水素】

- 液体水素燃料を利用するための研究開発は欧州が最も進んでいる
- 代表的なケースは、ダイムラーとボルボが組んで進めている研究開発である
- 大型長距離の商用車にFCを使用する場合、下記の点から液体水素が最も適している
 - 密度の面において液体水素は魅力的である
 - 長距離で止まることなく燃料使用が続く為、液体水素が気化する懸念がない（液体水素は燃料の使用が止まっている時間帯に生じるため）
 - 但し、液体水素を利用する場合は、液体を維持する温度管理と気化した際に定期的に機体を抜く機能が必要である
- 日本では、乗用車への利用を前提とした高圧水素の研究開発が進んでいる為、液体水素利用の研究開発は進んでいない（高圧水素の場合、気化する水素の量がごくわずか）
 - 一方で液体水素よりも貯蔵タンクの容量が大きくなってしまうという短所がある



自動車メーカー
FC開発担当者

3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

① トラック海外事例

(1) 米国

(2) 豪州

(3) タイ

(4) 南アフリカ

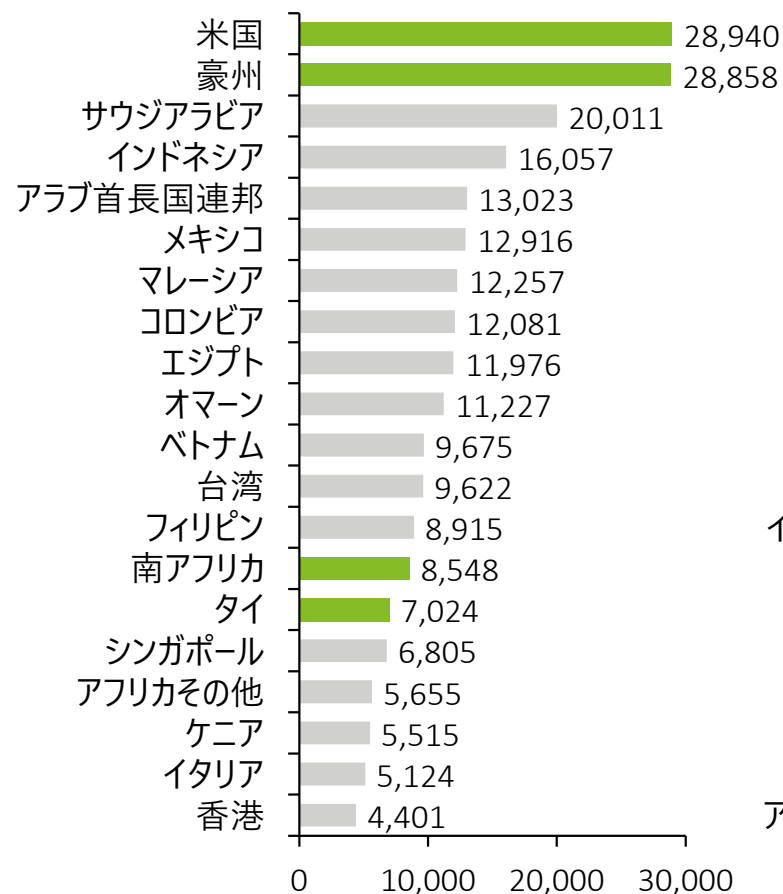
商用車販売台数の市場規模、日本からの輸出先上位国、及び有識者ヒアリングにより、調査対象国を米国（カリフォルニア州）、豪州、タイ、南アフリカと選定

トラック | 調査対象国

普通トラック輸出先上位10カ国（台）

2019年世界商用車販売台数（台）

有識者ヒアリング



- 日本のOEMはディーゼルトラックの販売において欧州に基盤がなく、EV/FCの展開においても優先度は低い
- 蓄電池は環境が厳しいところ（高温、多雨、高地）では本来の性能が発揮出来ず、発火などの安全面にも不安があることから、そのような国に対する進出優先度は低い
- EV/FCトラックの初期導入時は販売金融の活用やトラブル対応も必要となることが想定されるため、サービス拠点のある国が優先されるだろう
- 現実的には、米国、豪州、タイ、南アフリカあたりではないか



自動車メーカー
担当者

出所：輸出統計、The Global Economy.com

対象国におけるバス・トラック市場の概観、及びEV/FC化のポテンシャルを把握し、日本からの進出（輸出、現地生産）にあたっての課題を抽出する

調査論点

1	対象国における車両分類	■ 対象国における車両分類は日本とどう異なるか	1 市場性
2	市場規模	■ バス・トラックの現在の市場規模はどれくらいか	
3	EV/FC市場規模と目標	■ EV/FCバス・トラックの市場規模はどのように推移することが見込まれるか	
4	政府による普及施策	■ EV/FCバス・トラックの導入に対する政府の目標、補助金等の普及施策はどのようなものがあるか	2 政府目標・支援
5	導入に中心的な役割を果たしている業界、顧客	■ EV/FC バス・トラックの導入に積極的な業界、顧客はどこか (方針として打ち出している等) ■ 先行する導入事例はあるか	3 顧客ニーズ
6	競合 (海外メーカー製車両) の参入状況、スペック	■ 対象国でシェアの大きなメーカーはどこか ■ 売れている車両はどのような価格、スペックか	4 競合状況

EVトラック市場は米国が先行。その他の国はまだ市場として立ち上がっておらず、先行プレーヤーによる実証段階（日本と同様のステータス）

トラック海外調査まとめ

	米国 	豪州 	タイ 	南アフリカ 
1 市場性	◎ - Class 3-8のトラック販売台数は約80～90万台/年 - 既に2,000台のEVトラックが導入済み	△ - トラック販売台数は約3.6万台/年 - EVトラックの販売台数はほぼなし	○ - トラック販売台数は約9万台/年（推定値） - EVトラックの販売台数はほぼなし	△ - トラック販売台数は約2.7万台/年 - EVトラックの販売台数はほぼなし
2 政府目標・支援	◎ CA州は2045年までにトラックの新車販売は全てZEVとする目標を策定	△ EVに関する目標は検討中（まだない）	×～△ 20年にEV化の目標を発表するも、トラックに関する言及はなし（乗用車、バス、二輪車）	× - EVに関する目標はなし - EVは贅沢品に分類され、課税率が高い（25%、内燃機関は20%）
3 顧客ニーズ	◎ UPS、FedExと言った大手物流企業や、AmazonがEVトラック採用の動き	○ - 自治体の関心が高く実証実験が行われている - IKEAなどのグローバル企業がEV導入の動き	△ 一部企業では試験的にEVトラックの導入が為されているが、数が少ない	△ 一部企業では試験的にEVトラックの導入が為されているが、数が少ない
4 競合状況	× 大手からスタートアップに至るまでEVトラックに参入しており、競争環境は厳しい	△～○ 小型EVトラックの開発が進んでいるが、中型～大型はまだ手薄な状況	○ - BYDが参入済みであるがモデル数も少ない - ダイムラーも市場参入予定	△～○ - ダイムラーやBYDが参入済み - 日野もハイブリッド～EVを展開予定



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

① トラック海外事例

(1) 米国

(2) 豪州

(3) タイ

(4) 南アフリカ

Class1-2がLight duty (LD) 、Class3-6がMedium duty (MD)、Class7-8がHeavy duty (HD) と分類され、いわゆるトラックと言えば、Class3以上のことを指す

1. 対象国における車両分類

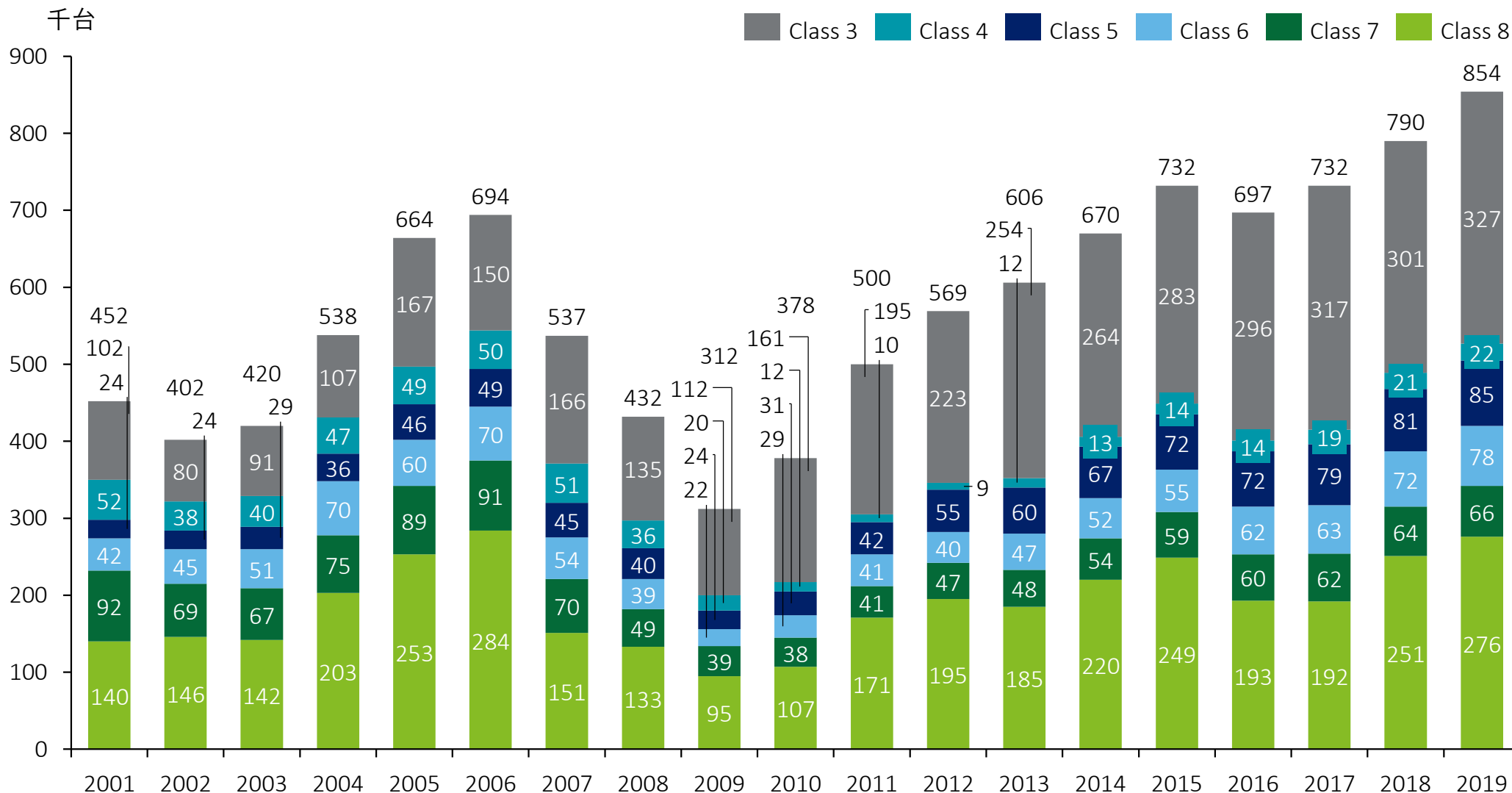


車両クラス	Gross vehicle weight rating (GVWR)		GVWRカテゴリー		該当車両
	lbs	tons	米国	日本	
Class 1	<6,000 lbs	<2.7 t	Light duty (LD)	軽小型	乗用車
Class 2	6,001-10,000 lbs	2.7-4.5 t		小型	     
Class 3	10,001 -14,000 lbs	4.5-6.4t	Medium duty (MD)	中型S	  
Class 4	14,001-16,000 lbs	6.4-7.3t			  
Class 5	16,001-19,500 lbs	7.3-8.8t			  
Class 6	19,501-26,000 lbs	8.8-11.8t		中型L	   
Class 7	26,001-33,000 lbs	11.8-15.0t	Heavy duty (HD)	大型/特殊	   
Class 8	>33,001 lbs	>15.0t			   

出所：US Department of Energy “Medium- and Heavy-Duty Vehicle Electrification” (December 2019)

2020年はコロナ影響により販売台数が落ち込むことが予想されている。2021年以降は、メキシコ、カナダ、中国との貿易協定の行方が不透明なことから成長率は抑えられる見立て

2. 市場規模 | Class 3-8の市場規模（フロー）：全米



出所：Statista “Class 3-8 truck sales in the United States from 2001 to 2019”

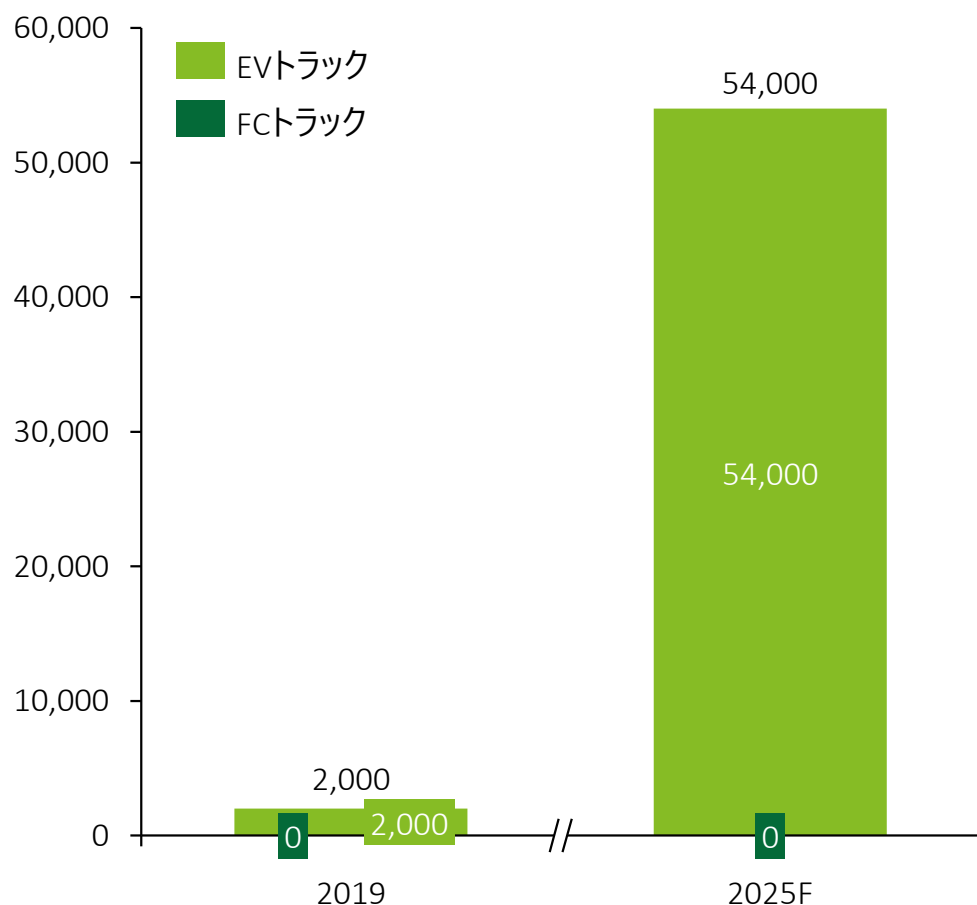
大型・中型車のEV/FC市場はまさに黎明期。カリフォルニア州は2045年に販売されるトラック・バンの完全ZEV化の方針を決定し、連邦政府も追従する可能性が高い

3. EV/FCトラックの市場規模と将来見通し

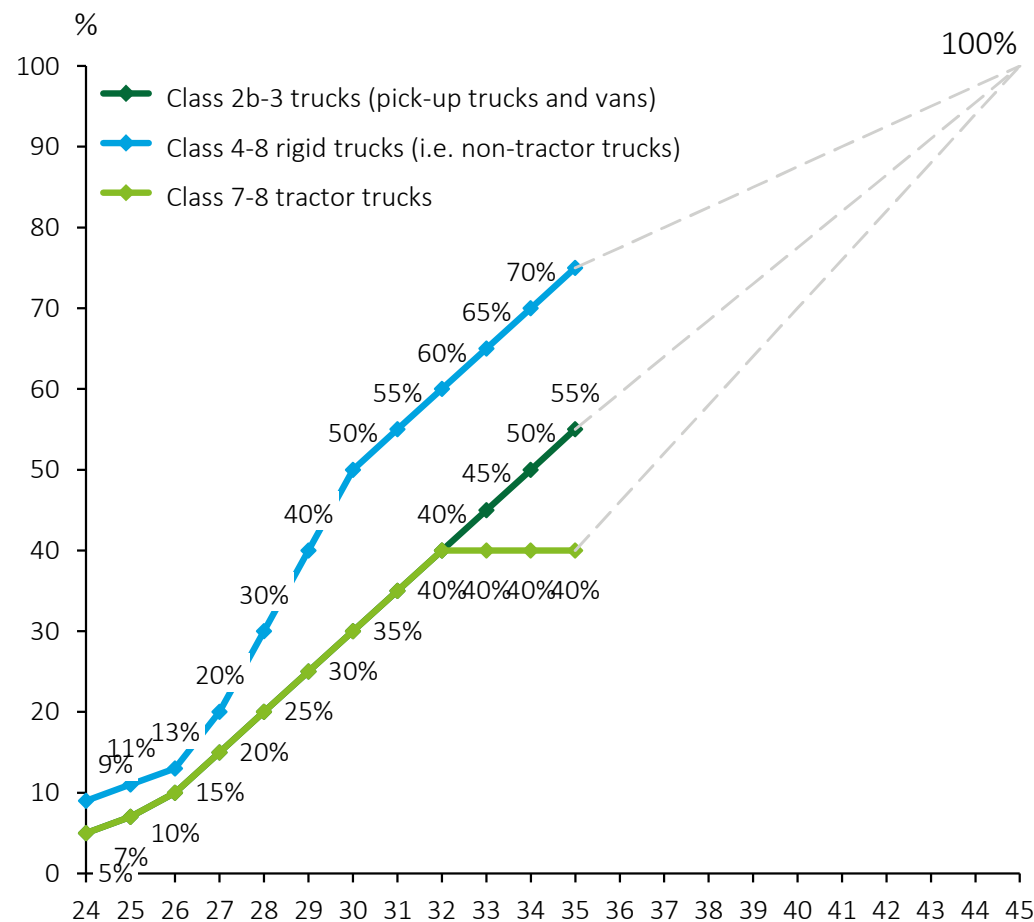


全米：EV/FC（Class3-8）の販売台数と将来見通し

販売台数



カリフォルニア州におけるZEVトラック販売台数比目標



カリフォルニア州では、ZEVトラックの実装に向け様々なユースケースで実証が行われている

4. EV/FCトラック普及に対する公的支援（CA州）



プロジェクト	概要
HVIP (Hybrid and Zero-Emission truck and bus voucher incentive project)	■ ZEVバスに最大175千ドル、FCバス/トラックに最大300千ドル、低Noxバス/トラックに最大45千ドル、ハイブリッドバス/トラックに最大30千ドルの購入補助金が支給される
Clean Delivery Trucks	■ AmeriPride's社：リネン類のデリバリートラックの電動化（ZEV20台、7.1百万ドル） ■ Goodwill Industries：物品のデリバリートラックの電動化（ZEV11台、1.7百万ドル） ■ USPS：小包配送用のウォークインバンの電動化（ZEV15台、4.5百万ドル）
Clean Drayage Trucks	■ ドレジットレーラーの電動化実証プロジェクトで、44台のZEVトラック、プラグインハイブリッドトラックが使用され、合計23.7百万ドルの補助金を支給
Clean Trucks at Rail Yards & Freight Distribution Centers	■ 鉄道の輸送施設構内におけるヤードトラック、フォークリフト等の電動化（ZEV26台、9.1百万ドル） ■ 低NOxトラック（Class 8）のWalmart等によるデモ車実証（4台、7百万ドル） ■ トラクターの電動化実証（ZEVトラクター4台、ZEVトラック1台、1.5百万ドル）
ZANZEFF (Zero and Near Zero Emission Freight Facility Projects)	■ 燃料電池技術などを用いた貨物輸送のゼロ・エミッション化を目指すプロジェクトで、11のプロジェクトが進行中（トヨタとケンワースの連携によるFC開発も当該プロジェクト下で実施）

配送車の電動化には物流大手の役割が大きいと考えられるが、米国ではFedEx、UPS、AmazonがEVトラックの導入に積極的であり、出資を伴う開発体制の取り込みも実施

5. 先行導入事例 / 物流大手の動き



会社名	メーカー	タイプ	モデル	サイズ	車両数	導入形態	導入予定	備考
FedEx	Chanje	EV	Chanje V8100	Class 5	900	リース	N/A	・ リース元はライダーシステム社
FedEx	Chanje	EV	Chanje V8100	Class 5	100	購入	N/A	・ ライダーシステム社が上記100台を含む全車両のメンテナンスと納車手配をサポート
FedEx	Chanje	DC給電ステーション	Chanje V8100	N/A	42	建設	N/A	・ FedExがChanje EnergyとCA州にある42のFedExステーションの電化を合意
UPS	Arrival	EV	N/A (Model still in prototype)	N/A	10,000	購入	2021-24	・ <u>Arrivalへ出資</u> ・ 北米全域、及び欧州に配車予定
UPS	Workhorse Group	EV	N-Gen electric vans	Class 5	1,000	購入	N/A	・ 共同開発
UPS	Tesla	EV	TSLA.O all-electric semi-trucks	Class 8	125	購入	N/A	・ N/A
UPS	Dailmer	BEV	FUSO eCanter truck	Class 4	3	購入	2,020.0	・ N/A
UPS	Xos (Thor Trucks)	EV	ET-1	Class 6	2	パートナー	2,019.0	・ N/A
Amazon	Rivian	EV	R1T and R1S	N/A	100,000	購入	2021-24	・ <u>Rivianへ出資</u> ・ 2021年より使用開始し、2024年に全車両の配置が完了する予定

大型トラックからラストワンマイルまで、ラインナップは揃いつつある状況。FCについてはトヨタが先行している

6. 競合の参入状況



OEM	Technology Type	Model	Type
Tesla	BEV	Tesla Semi	Heavy-duty truck
Tesla	BEV	Tesla Cybertruck	Pick-up truck (light-duty)
BYD Motors	BEV	BYD's Class 8 Day Cab (BYD 8TT)	Heavy-duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 5F Cab-Forward Delivery Truck	Medium duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 6DR Class 6 Step Van Retrofit	Medium duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 6F Cab-Forward Truck	Medium duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 6R Long Range Class 6 Battery-Electric Cab Chassis	Medium duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 8R Class 8 Refuse Truck	Heavy-duty truck
BYD Motors	BEV	BYD 8TT Tandem-Axle Tractor	Heavy-duty truck
Chanje	BEV	Chanje V8100	Medium duty truck
Daimler Trucks	BEV	Freightliner eCascadia Battery Electric Truck	Heavy-duty truck
Daimler Trucks	BEV	Freightliner eM2 Battery Electric Truck	Medium duty truck
Kenworth	BEV	Kenworth K270E Battery Electric Truck	Medium duty truck
Kenworth	BEV	Kenworth K370E Battery Electric Truck	Heavy-duty truck
Phoenix Motorcars	BEV	Phoenix Motorcars ZEUS 500 Cargo Truck	Medium duty truck
Phoenix Motorcars	BEV	Phoenix Motorcars ZEUS 500 Flatbed Truck	Medium duty truck
Phoenix Motorcars	BEV	Phoenix Motorcars ZEUS 500 Utility Truck	Medium duty truck
Nikola Motors	BEV & FCEV	Nikola One	Heavy-duty truck
Nikola Motors	BEV & FCEV	Nikola Two	Heavy-duty truck
Rivian	BEV	R1T	Pick-up truck (light-duty)
Volvo	BEV	Volvo VNR Electric	Heavy-duty truck
Volvo	BEV	Volvo VNL Electric	Heavy-duty truck
Volvo	BEV	Volvo FL Electric	Heavy-duty truck
Volvo	BEV	Volvo FE Electric	Heavy-duty truck
Workhorse	BEV	Workhorse C-1000 Battery Electric Step Van	Medium duty truck
Workhorse	BEV	Workhorse C-650 Battery Electric Step Van	Medium duty truck
Xos Trucks	BEV	Xos SV01 Battery-Electric Truck	Heavy-duty truck
FUSO	BEV	Mitsubishi FUSO eCanter	Medium duty truck
Volkswagen	BEV	Volkswagen e-Delivery	Medium duty truck
Peterbilt	BEV	Peterbilt e220	Medium duty truck
Cummins	BEV	Cummins AEOS	Heavy-duty truck
Toyota	FCEV	Hino	Heavy-duty truck



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

① トラック海外事例

(1) 米国

(2) 豪州

(3) タイ

(4) 南アフリカ

豪州におけるトラックとは、Light rigid以上のことを指す

1. 対象国における車両分類



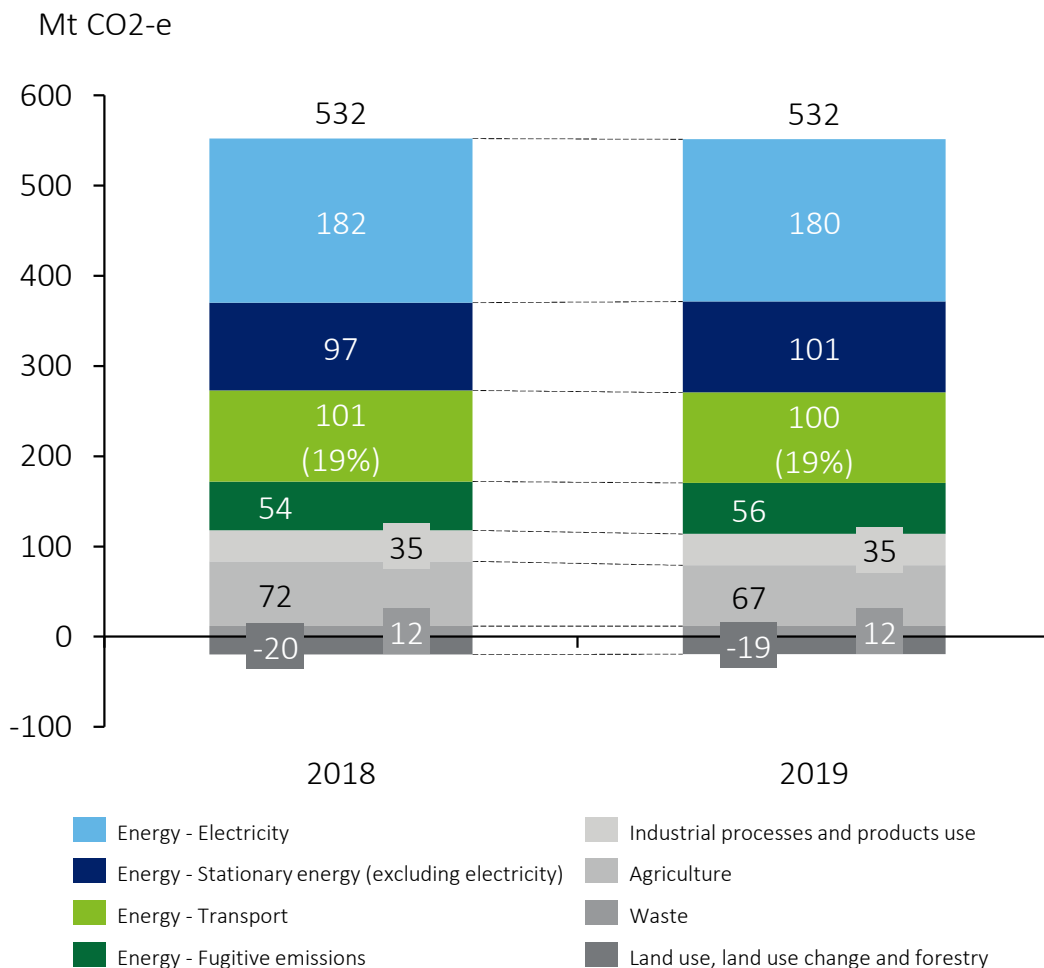
車両クラス	Gross vehicle weight rating (GVWR)		GVWRカテゴリー	該当車両
	tons	Number of axles	日本	
Motorbike	N/A	N/A	—	モーターバイク
Car	< 4.5	N/A	軽 / 小型	乗用車
Light rigid	4.5-8.0	2.0	中型S	軽車両 Light-rigid vehicle includes Light rigid bus, Light rigid trucks, Light rigid tractors
Medium rigid	8.1-9.0	2.0		中型車 Medium-rigid vehicle includes medium rigid bus, medium rigid trucks, medium rigid tractors
Heavy rigid	8.1-9.0	3.0	中型L	大型車 Heavy-rigid vehicle includes medium rigid bus and medium rigid trucks
Heavy combination	> 9.0	> 3.0	大型 / 特殊	大型トレーラー

輸送セクターのCO2排出量に占める割合は約19%。中でもHeavy Trucksは2030年までに31%のCO2排出量増加が見込まれている

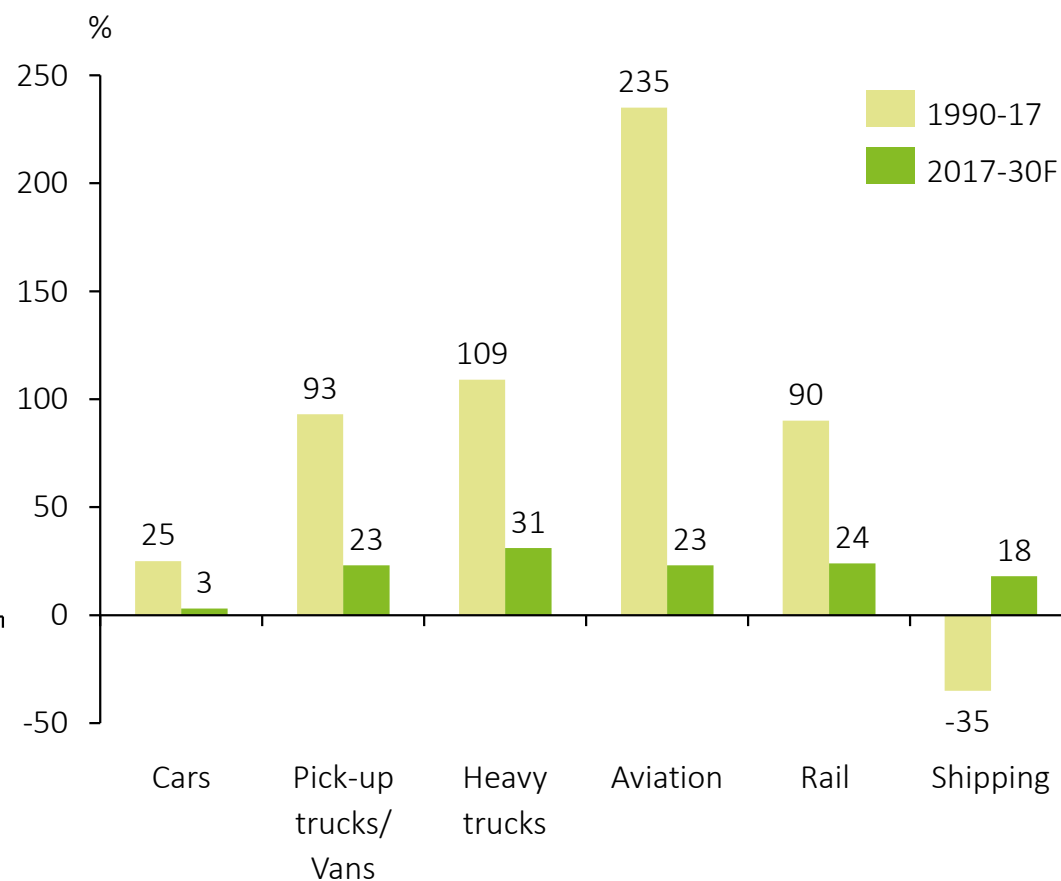
2. 輸送セクターのCO2排出量



セクター別CO2排出量（2018年、2019年）



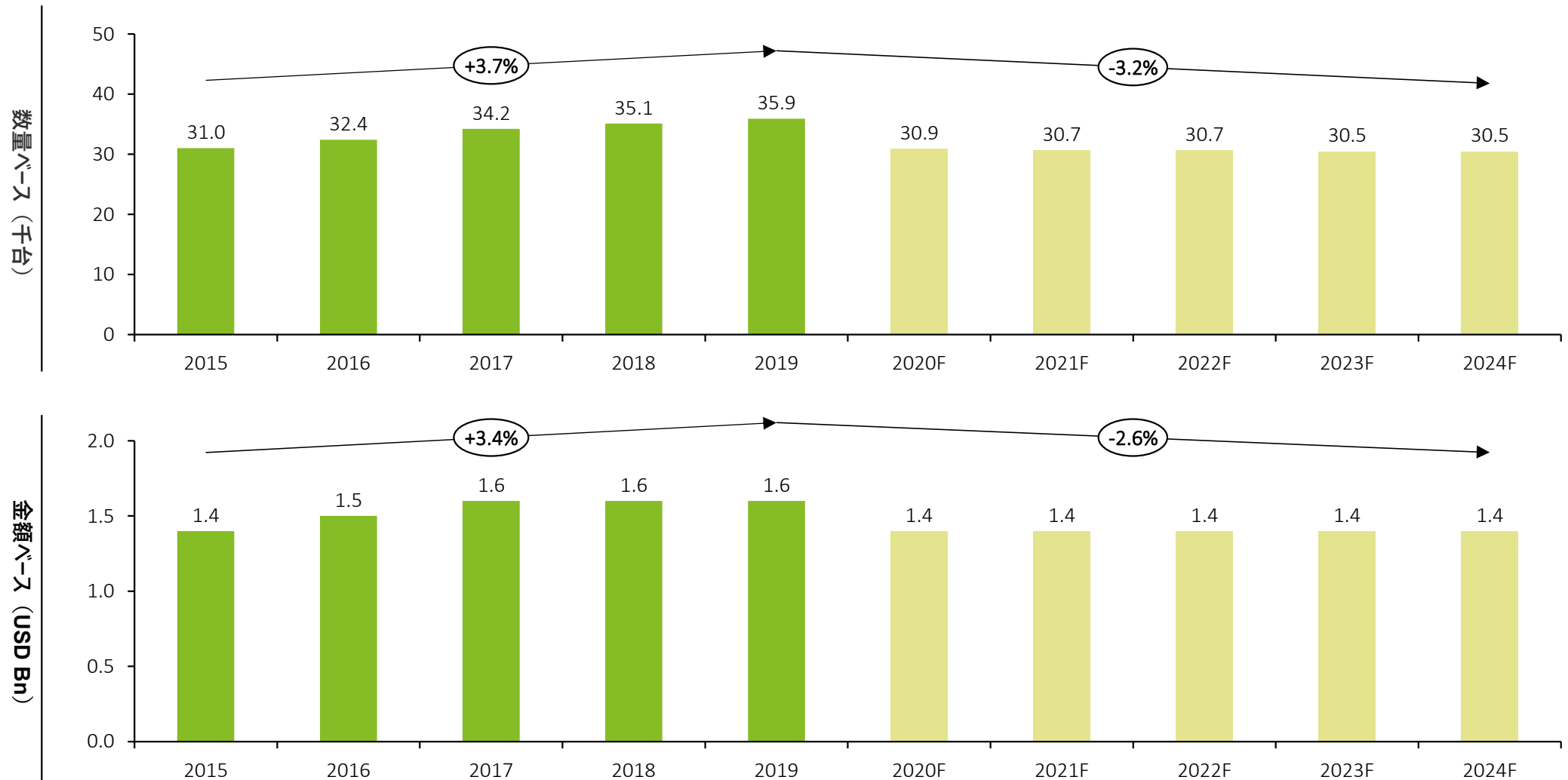
Transport別CO2排出量増加率



出所：Australia's National Greenhouse Gas Inventory (NGGI) report for the June 2019 quarter, Australia climate fact sheet 2019- Transport sector- (Published by Climate Analytics)

コロナの影響もあり、Medium and Heavy Trucksの需要は漸減の見通し

3. 市場規模 | トラックの市場規模（フロー）



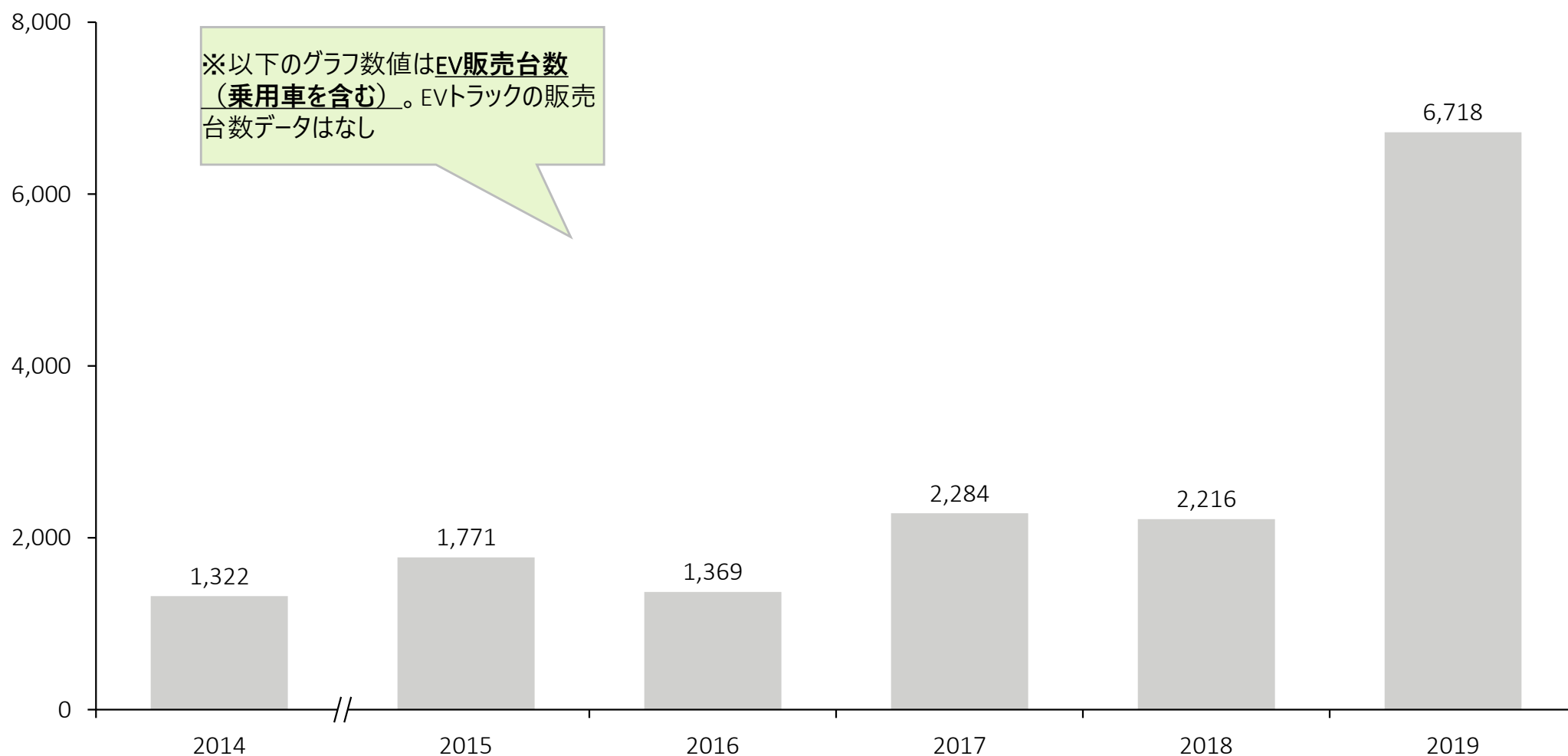
出所：Australia medium & heavy trucks report - Market Line (May-20)

EV/FCトラック市場はまだ立ち上がっていない状況

4. EV/FCトラックの市場規模と将来見通し



EV販売台数



出所：Electric Vehicle Council of Australia - State of EV report Aug-20

オーストラリア政府はEV化の目標を発表していないものの、議会の下部組織であるEVに関する委員会からは、国家EV戦略を打ち出すべきであるという提言が出ている

5. EV/FCTトラック普及に対する公的支援



- 2020年10月の時点で、オーストラリア政府はEV車両（電気トラックを含む）および関連インフラストラクチャーの導入目標を設定していません。しかし、国内でEV車両の販売が増加していることを踏まえ、電気自動車に関する委員会（オーストラリア議会による）は、政府がオーストラリアでのEV導入を促進するための方針と目標を設定する必要があることを示唆しました。適切な規制設定がない場合、オーストラリアの短期的なEVの取り込みは控えめになる可能性があります。
- 現在、オーストラリア政府からの包括的な政策の方向性が欠如しているため、他国よりもEVの普及に遅れをとっています。さらに、EVの初期費用の高さ、航続距離の懸念、充電インフラの欠如、市販モデルの少なさは、消費者のEV導入を妨げる重要な要因です。
- 委員会はまた、オーストラリア政府がその実施を主導するために国家EV戦略と政府間タスクフォースの開発を優先すべきであると提案しました。政府によるEV販売目標は、企業と消費者に確実性をもたらすように設定し、EVの初期費用を削減し、内燃機関車との価格競争力を向上させるために導入されるべく慎重に検討する必要があります。

小規模導入による実証の段階だが、IKEAが2025年までに350台のトラックをEV化する目標を掲げており、グローバル企業が先導してEV化を推し進めていく動きが見て取れる

6. 先行導入事例 / 物流大手の動き



企業名	メーカー	産業	場所	車両	モデル名	車両数	年	備考
オーストラリア郵便公社	三菱ふそう	物流	全豪	BEV	eCanter	1	2019	・ 9月19日、オーストラリア郵便公社は三菱ふそうのeCanterを導入し、シドニーで集配送に試用
IKEA	SEA Electric	物流	クイーンズランド州	BEV	Hino 917	1	2019	・ 19年12月、IKEAは100%電気トラック（日野917）を導入
IKEA	N/A	物流	全豪	N/A	N/A	350	2025 まで	・ IKEAは、オーストラリアで大型トラック100台と小型トラック250台のフリートを2020年度までに10%、2025年度までに100%をEV化する予定 ・ IKEAはオーストラリアの販売代理店（ANC、KINGSトランスポート、および万能）に電気自動車の配送を義務付けている
Salvation Army	SEA Electric	物流	全豪	BEV	N/A	1	2019	・ SEA Electricは、Salvation Armyにトラックを寄贈し、同社はEVトラックを導入したオーストラリア初の慈善小売業者となった
Woolworths	SEA Electric	物流	メルボルン	BEV	SEA-Drive 140	1	2018	・ 2018年、ウールワース（オーストラリアの食料品店）は、配送車両用にSEA-Drive140台を購入
ケーシー市（ヴィクトリア州）	SEA Electric and Superior Pak	産業廃棄物処理	ヴィクトリア州	BEV	N/A	3	2019	・ 5月19日、ケーシー市は1台のSEA Electricごみ収集車を採用
アデレード市	SEA Electric	産業廃棄物処理	南オーストラリア州	BEV	N/A	1	2020	・ 2月20日、EastWasteはSEA Electric社のEVごみ収集車を導入
フリーマントル市	SEA Electric and Cleanaway	産業廃棄物処理	パース	BEV	SEA Electric's ACCO EV	1	2019	・ 10月19日、フリーマントル市は、国の廃棄物管理会社 Cleanawayが提供するEVごみ収集車を導入
Sendle via Bonds Courier	ルノー	物流	シドニー メルボルン ブリスベン パース アデレード	BEV	Kangoo Zes	N/A	2020	・ 6月20日、Sendle（オーストラリアを拠点とする宅配便サービスプロバイダー）は、EVバンを導入
ACT Government	Rosenbauer	消防	キャンベラ	HEV	N/A (コンセプト車)	1	2019	・ 8月19日、ACT政府は、Rosenbauerと提携してHEV消防車を設計すると発表

出所：各社HP等より作成

SEA Electricが一部Heavy dutyサイズの改造EVを製造しているが、その他はLight～Mediumといった小型EVトラックのラインナップが多い

7. 競合の参入状況



メーカー	販売状況	タイプ	モデル	車両カテゴリー	GVW (トン)	最大出力 (kW)	小売価格 (AUD)	航続距離 (km)	蓄電池容量 (kWh)	最高速度 (km/hr)	最大トルク (NM)	電費 (kWh/ km)
Safescape	販売可	BEV	Bortana EV	Light duty truck	5.7	N/A	N/A	150	52	N/A	320	N/A
GB Auto	販売可	BEV	TEMBO 4x4 E-LV (Electric Cruiser 76 5drs Station Wagon)	Light commercial vehicle (mining)	3.1	110	N/A	80	28	80	250	N/A
GB Auto	販売可	BEV	TEMBO 4x4 E-LV (Electric Cruiser 78 3drs Hardtop)	Light commercial vehicle (mining)	3.1	110	N/A	160	57	80	250	N/A
Renault	販売可	BEV	Kangoo MAXI	Light commercial van	2.3	44	49,990	200	33	130	225	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Electric E4V	Light commercial van	4.5	134	113,500	300	88	110	700	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Electric E4B	Light duty bus	4.5	134	123,500	300	88	N/A	700	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Electric 816	Medium duty truck	5.0-8.5	125	N/A	275	100.0-136.0	N/A	1,500	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Electric FE	Heavy duty truck	9.0-14.0	250	N/A	320	138	N/A	1,500	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Electric GH	Heavy duty truck	9.0-14.0	250	N/A	230	136.0-220.0	N/A	2,500	N/A
SEA Electric	販売可	BEV	SEA Hino 917 EV	Medium duty truck	6.5-9.0	125	N/A	320	138	N/A	1,500	N/A
Voltra	販売可	BEV	e-cruiser	Light commercial vehicle (mining)	N/A	104	N/A	N/A	42	N/A	256	N/A
Zero Automotive	販売可	BEV	ZED 70	Light duty truck (mining)	N/A	134	200,000	350	88	N/A	700	N/A
ACE	販売可	BEV	ACE Cargo EA180S	Light duty truck	N/A	45	N/A	200	23	100	174	N/A
ACE	販売可	BEV	ACE Yewt	Light commercial utility van	N/A	45	N/A	200	23	100	174	N/A
Daimler Group	予定	BEV	eVito	Light duty truck	3.5	150	N/A	421	90	140	362	N/A
Daimler Group	予定	BEV	eSprinter	Cargo van and cab chassis	3.1	55	N/A	150	N/A	80	295	N/A
Daimler Group	予定	BEV	eCanter	Medium duty truck	7.3	N/A	N/A	100	N/A	80	380	N/A
Rivan	予定	BEV	R1T (135kWh)	Pick-up truck (light-duty)	4.9	562	N/A	483	135	200	1,120	0.28
Tesla	予定	BEV	Tesla Cybertruck (Tri Motor AWD)	Pick-up truck (light-duty)	2.2-3.0	N/A	N/A	805	250	209	N/A	209
BYD	予定	BEV	N/A	N/A	N/A	N/A	59,000-99,000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

出所：各社HP等より作成



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

① トラック海外事例

(1) 米国

(2) 豪州

(3) タイ

(4) 南アフリカ

タイではClass 2以上がトラックという分類だが、軽 / 小型車両も含む分類となっている

1. 対象国における車両分類



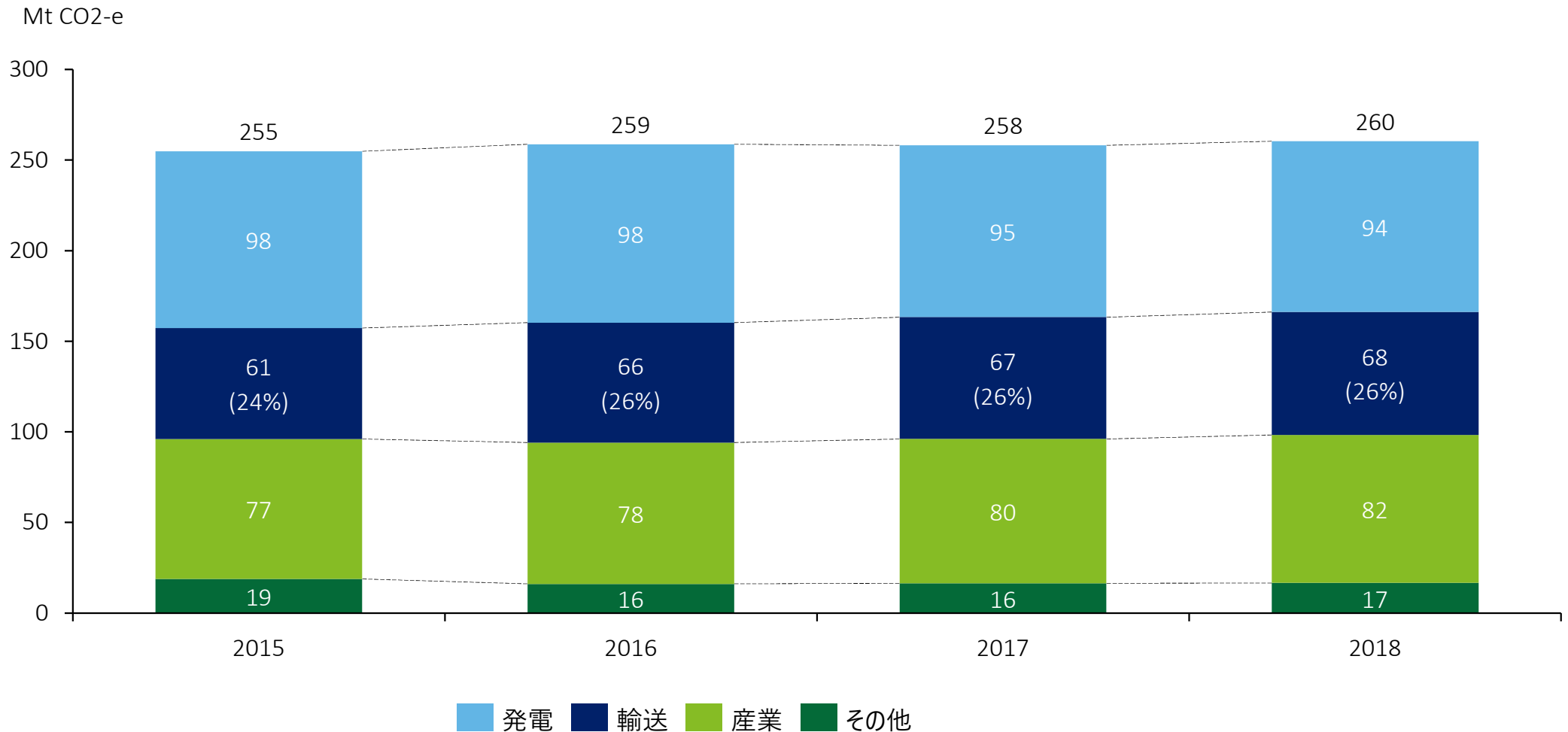
車両クラス (GVWR)	Gross vehicle weight rating (GVWR)	GVWRカテゴリー	該当車両
	tons	日本	
Class 1 (N/A)	N/A	—	Motor car/ vans
Class 2 (<35.0)	<35.0t	軽 / 小型	Commercial trucks and bus
		中型S	
		中型L	
Class 3 (>35.0)	>35.0t	大型/ 特殊	Trailer
Class 4 (N/A)	N/A		Hazardous material vehicle

輸送セクターはCO2総排出量の約26%を占め、15年から18年にかけて5.3%という高いCAGRで増加。政府は輸送セクターの排出量増加を抑えるためにEV車の導入を推進

2. 輸送セクターのCO2排出量



セクター別CO2排出量（2015～2018）

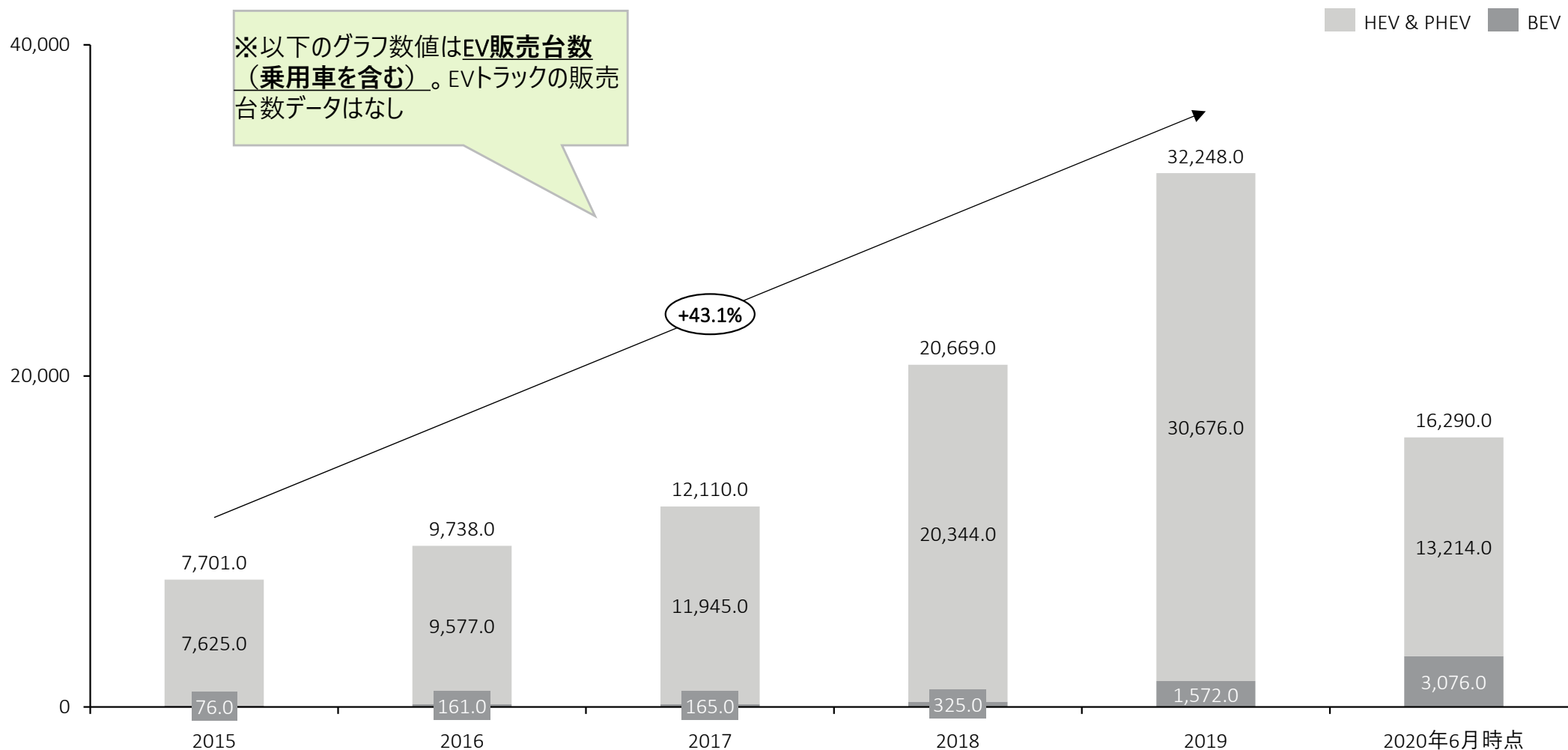


EV/FCTトラック市場はまだ立ち上がっていない状況。2020年はコロナ影響により販売台数が落ち込むことが予想されている

3. 市場規模 | EV車市場規模（フロー）



数量ベース（台）



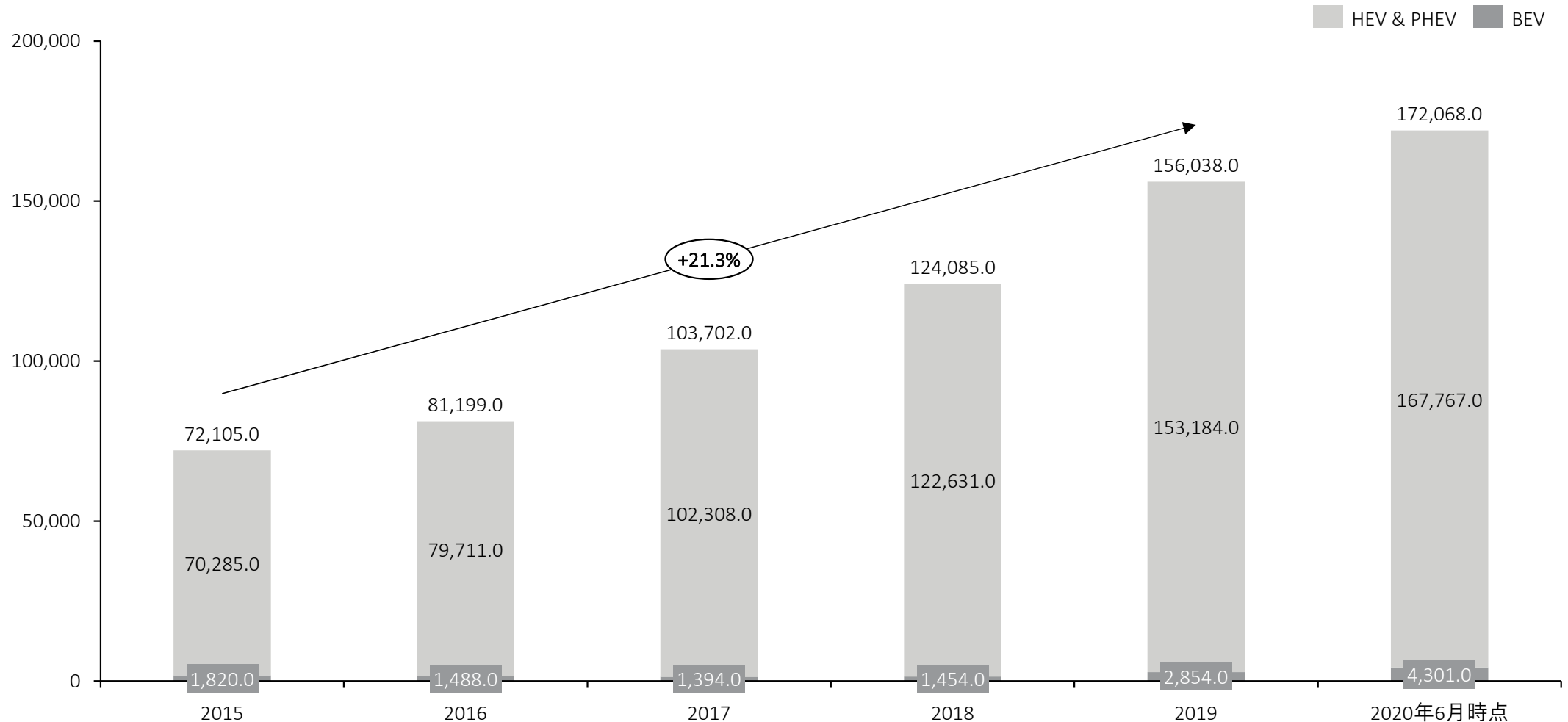
出所：Electric vehicle association of Thailand

2020年YTDにおけるEV車の総在庫台数は172,068台、そのうち4,301台がBEVとなる。EVトラックの普及台数は10台未満にとどまっている（2020YTD時点では1台のみ登録）。政府は2025年までにEV車、EVバス、EV二輪車の普及を主眼としていることが原因と考えられる

3. 市場規模 | EV車市場規模（ストック）



数量ベース（台）



出所：Electric vehicle association of Thailand

タイ政府はEV目標を発表しているが、トラックに関する記載はない

4. EV/FCTruckの市場規模と将来見通し



タイ政府EV普及ロードマップの概要

- タイ政府は、東南アジア諸国連合（ASEAN）地域における電動車両のハブとなるためのロードマップを発表。政府はロードマップの下で、国の機関を通じて電気自動車（EV）を促進する計画を立てており、2025年までに25万台の電気自動車、3,000台の電気公共バス、53,000台の電気オートバイを生産するという目標を設定。
- 政府は、国のEV開発計画を推進し、市場の発展に合わせて販売を促進する方法について話し合うために、全国次世代自動車委員会との会議を開催。タイのスリヤ・ジュンソルアンキット産業相によると、EVマスタープランはEV生産を年間自動車生産全体の30%、つまり2030年までに250万台のうち約75万台に増やすことを目指しています。タイの産業省は、3年間の自動車とオートバイの下取り計画を開始することを計画。政府は国内でEV充電インフラの開発にも取り組む。
- タイ政府は、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、バッテリー式電気自動車（BEV）などの電動車両の採用拡大を目指しており、自動車メーカー、部品サプライヤーなどへのインセンティブを開始することで、2017年に代替パワートレイン車産業の促進を開始した。政府からの投資優遇策に対して、20-30の自動車メーカーから申請を受理。タイ投資委員会（BOI）は、FOMM、マインモビリティ、メルセデスベンツ、上海汽車、スカイウェル、トヨタからのBEV生産、ホンダ、マツダ、日産、トヨタのハイブリッド車生産、プラグインハイブリッド車の生産には、アウディ、BMW、メルセデスベンツ、三菱、上海汽車、トヨタに対してそれぞれ承認を実施。スキームへの参加に成功したOEMは、ハイブリッド電気自動車（HEV）、プラグインハイブリッド電気自動車（PHEV）の現地生産と引き換えに、機械の輸入関税の引き下げ、原材料の優遇、企業所得税の免除という点でメリットを享受。主要自動車メーカーは、タイが東南アジア諸国連合（ASEAN）地域で最初にEVの生産を増やすことを計画。これは、タイが地域内で最大の自動車生産拠点であるためである。

タイでは環境自動車の世界的生産ハブを目指す方向性に、EV普及に対しユーザーとメーカー二つの視点から公的支援が充実している

5. EV/FCTラック普及に対する公的支援

EVトラック普及に対する言及がなく、下記はEV車普及に対する公的支援となります



支援対象者	概要
EVユーザーへの支援	■ タイ政府は8月20日、個人や企業が古い車を新しい車や電気自動車に交換するための税制上の優遇措置（5年間で最大10万バーツの所得税控除）を提供する計画を発表。15年以上前の中古車が対象となり、新車や電子自動車の販売を促進する ■ また、EVユーザーへの無償充電や道路税等の免除・軽減案を電気自動車政策委員会に提出し、承認を得る予定である（国内でのEV販売を加速させるため）
EVメーカーへの支援	■ タイ投資委員会(BOI)は、EV車メーカーが現地生産または組立工場を設立する際に、様々なインセンティブを提供(タイを新世代の自動車生産の中心地として推進するという政府の目標に基づく)メーカーに提供されるインセンティブは以下の通り： ➢ 投資/補助金 1) BOIは過去3年間で、13の電気自動車生産プロジェクトを承認し、総投資額は約15.6億TBH 2) タイのEV市場の成長を支援するため、BOIは全国に3,000ヶ所の充電ステーションを建設するプロジェクトを承認し、総額は10.9億TBH(3,400万ドル) 3) マツダはタイのハイブリッドEVプロジェクトでBOIの投資優遇を受け、タイでfull EVsを生産する計画を発表 ➢ 税制上の優遇措置 1) 既存の優遇措置として、2023年までは8%の物品税が免除され、2024-25年からは2%の徴収 2) 法人所得税（CIT）は最長8年間免除 3) 輸出製品の製造に使用する機械や原材料の輸入税免除 ➢ タイでのEV製造を促進するための製造許可 1) 投資促進活動に熟練労働者や専門家を従事させるための許可 2) 土地の所有許可、外貨建てでの出庫・送金許可

配送車の電動化には物流大手の役割が大きいと考えられるが、タイではCharoen Pokphand、DKSH、LoxleyもEVトラックの導入に積極的であり、業務提携や実験も実施

6. 先行導入事例 / 物流大手の動き

会社名	メーカー	タイプ	モデル	サイズ	車両数	導入形態	導入予定	備考
Charoen Pokphand Group	Hyundai Motor Group (via Hyundai Glovis)	BEV truck	N/A	N/A	1	Deployed	2020/9	2020年9月、Hyundai GlovisはCharoen Pokphand Groupのパイロットプロジェクトとして1台のBEVトラックを配備（21年までに供給予定） - このBEVトラックは、タイのセブン-イレブンコンビニエンスストアに物資を配達するために使用
Charoen Pokphand Group	Hyundai Motor Group (via Hyundai Glovis)	BEV truck	N/A	N/A	Commercial deployment (by 2021): N/A (small fleet)	Future target	2020/9	2020年9月、Hyundai GlovisはBEVトラックの小型車両をCharoen Pokphand Groupに配備（21年までに供給予定） - これらのBEVトラックは、タイのセブン-イレブンコンビニエンスストアに物資を配達するために使用
DKSH Thailand and Loxley Plc	BYD Motor	BEV truck	BYD - T3 electric BEV van	N/A	1	Deployed	2020/5	2020年5月20日、DKSHタイランドとLoxley Plcが提携し、バンナー配送センターに電気バンBYD T3を配備 - この展開の主な目的としては、大気汚染（製品の配送中に行われる）を減らし、企業内のゼロエミッションソリューションを促進
Hutchison Ports	Qomolo trucks	Electric truck	Electric Qomolo autonomous trucks	N/A	6	Deployed	2020/4	2020年4月20日、タイのハチソンポートはターミナルDのレムチャバン港に自律型電気トラック技術を導入 1年間のテスト段階で、トラックは既存の従来型のトラック群に統合され、岸壁と庭の間でコンテナを輸送
Thailand Post Co.	Banpu Infinergy Co (BPIN)	Electric van	N/A (pilot fleet)	N/A	N/A (pilot fleet)	Deployed	2019/12	2019年12月、Thailand PostCoはBPINと提携し、（郵便輸送のテスト段階のパイロットプロジェクトの一環）電気配達用バンの小型車両を実装 - この艦隊は、バンコク大都市圏で小包を配達するために使用

出所：各社HP等より作成

ダイムラをはじめ、EVトラックの導入や車両組立てラインの設置等将来の事業計画を発表。 一方、多くのEVトラックはまだパイロット段階にあり、モデル価格等詳細な仕様は入手困難

7. 競合の参入状況



OEM	技術	車両モデル	車両タイプ	車両総重量 (tonne)	最大エンジン 出力(kW)	小売価格 (TBH)	レンジ (km)	バッテリーサイ ズ/ FCタンク (kWh)	最大速度 (km/hr)	最大トルク (NM)
BYD Motors	BEV	BYD - T3 electric BEV van	Medium duty truck	2,420.0	70.0	N/A	300.0	50.3	100.0	180.0
Banpu Infinergy Co (BPIN)	Electric van	N/A (pilot prototype)	N/A (pilot prototype)	N/A	N/A	N/A	250-300	N/A	N/A	N/A
Qomolo trucks	Electric autonomous truck	Q-Truck	N/A (pilot)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	65-150	N/A
Sammitr Group Holding JV	EV truck	6 wheeler EV truck	Medium to large trucks	N/A	N/A	N/A	300.0	200.0	N/A	N/A
Sammitr Group Holding JV	EV truck	10 wheeler EV truck	Medium to large trucks	N/A	N/A	N/A	300.0	200.0	N/A	N/A
Daimler Group	BEV	Fuso eCanter	Medium duty truck	7.3	N/A	N/A	100	N/A	80	380
Daimler Group	BEV	eVito	Light duty truck	3.5	150	N/A	421	90	140	362
Daimler Group	BEV	eSprinter	Cargo van and cab chassis	3.1	55	N/A	150	N/A	80	295

出所：各社HP等より作成

特定ユースケースにおいて試験的にEV導入を進めるケースがトレンドであり、タイ大手のバンパーや中華系メーカーが進出し始めている

新興メーカーによるEV開発事例



			郵便物配送用バン	小型バン	自動運転トラック（港内）
					
導入先 オペレーター名			Thailand Post Co (タイ郵政株式会社)	DKSH Thailand	Hutchison Port
導入車両・規模	メーカー		Banpu Infinergy Co（タイ）	BYD（中国）	Qomolo Trucks（中国）
	GVW/積載量		積載量 300-700kg	GVW 2,420kg	不明
	バッテリー	航続距離 (km)	250-300km	300km	不明
		電池容量 (kWh)	不明	50.3kWh	
		充電時間		不明	
	その他機能				AI制御自動運転
	導入タイミング		2019年12月 (パイロット導入)	2020年5月	2020年4月 (1年間は試験運用)

2019年2月に、Banpuは日本のEVベンチャーであるFOMMの21.5%株式を取得済み

BanpuのEV展開

2019/02/05 (火)

石炭バンブー、EVのFOMMに20%出資へ

タイの石炭開発大手バンブーは4日、タイで電気自動車（EV）の製造を手掛けるベンチャー企業FOMM（フォーム、川崎市）に2,000万米ドル（約20億円）を出資し、同社の株式21.5%を取得することで合意したと発表した。スマートエナジーソリューション事業を強化する。

FOMMはバンブーの新部門「バンブー・イノベーション&ベンチャーズ（BIV）」と提携し、EVやバッテリー、充電スタンドのほか、バーチャルパワープラント（仮想発電所、VPP）やマイクログリッド（小規模電力網）の研究開発（R&D）、商業化に向けた事業を共同で実施する。

またFOMMは、バンブーが47.68%を出資するシンガポールのデュラパワー・テクノロジー（シンガポール）＝旧ニューリソース・テクノロジー（NRT）＝が開発・製造するリチウムイオン電池を使用することになるという。FOMMは月内にも、タイで小型EV「FOMM ONE」の量産を始める計画を明らかにしている。

出資は、バンブー傘下で太陽光発電事業を手掛けるバンブー・インフィナジーを通じて実施する。バンブーのソムルディー最高経営責任者（CEO）は声明で「今回の出資は、アジア太平洋地域で展開するクリーンエネルギー事業の最新技術の開発に向けた投資拡大への動き」と説明。EVはバンブーが研究してきたエネルギーソリューションの1つで、今後事業の成長が見込めると指摘した。

FOMMには、ヤマダ電機や安川電機、四国電力なども出資している。

出所：アジア経済ニュース「石炭バンブー、EVのFOMMに20%出資へ」（2019年2月5日）



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

① トラック海外事例

(1) 米国

(2) 豪州

(3) タイ

(4) 南アフリカ

南アフリカにおけるトラックとは、Code C以上のサイズのことを指す

1. 対象国における車両分類



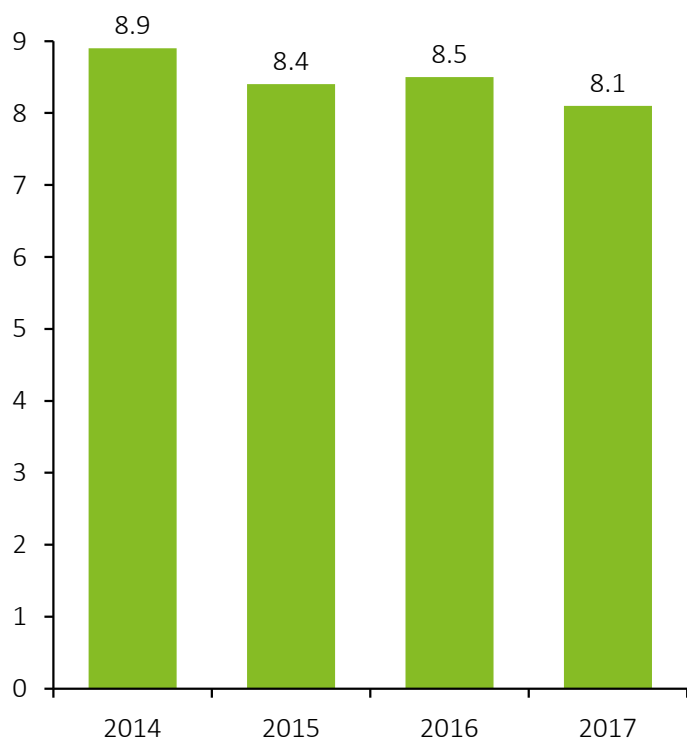
車両タイプ	コード	Gross Vehicle Mass (kg) (車両総重量)	
		南アフリカ	日本
Motorcycles	Code A	N/A	軽・小型
Light motor vehicles	Code B	<3,500	
Light articulated vehicles	Code EB	<3,500	
Heavy motor vehicles	Code C	3,500-16,000	中型～大型 (連結式車両)
Combinations & articulated vehicles (rigid vehicles)	Code EC1	3,500-16,000	
Extra heavy articulated vehicles	Code EC	>16,000	大型 / 特殊

輸送セクターはCO2排出量の12.9%を占め、その内陸上輸送は88.2%を占める

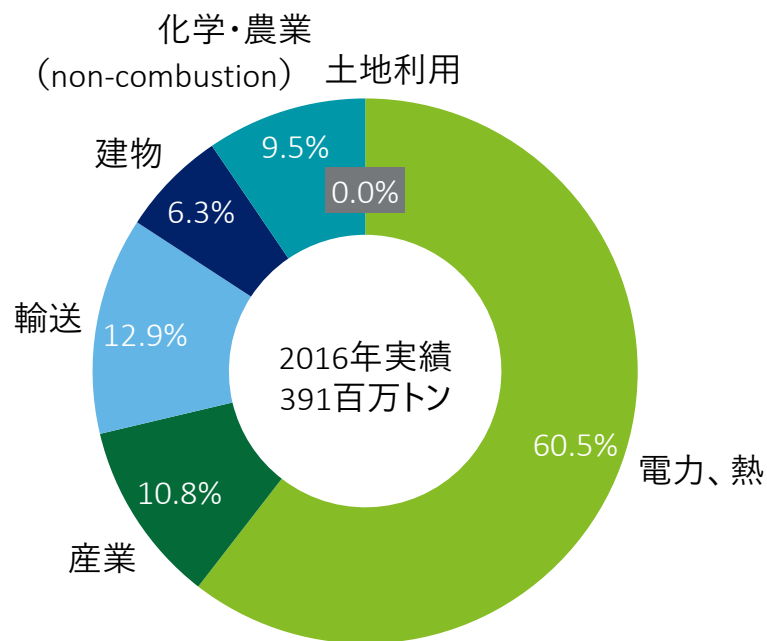
2. 輸送セクターのCO2排出量



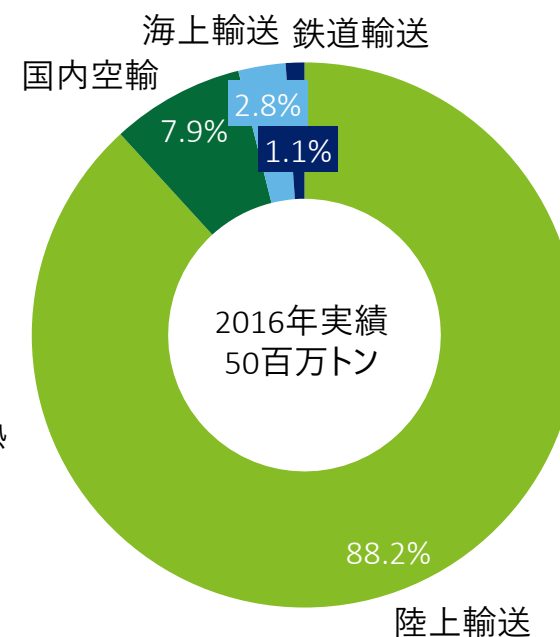
CO2排出量
(ton per capita)



セクター別のGHG排出量

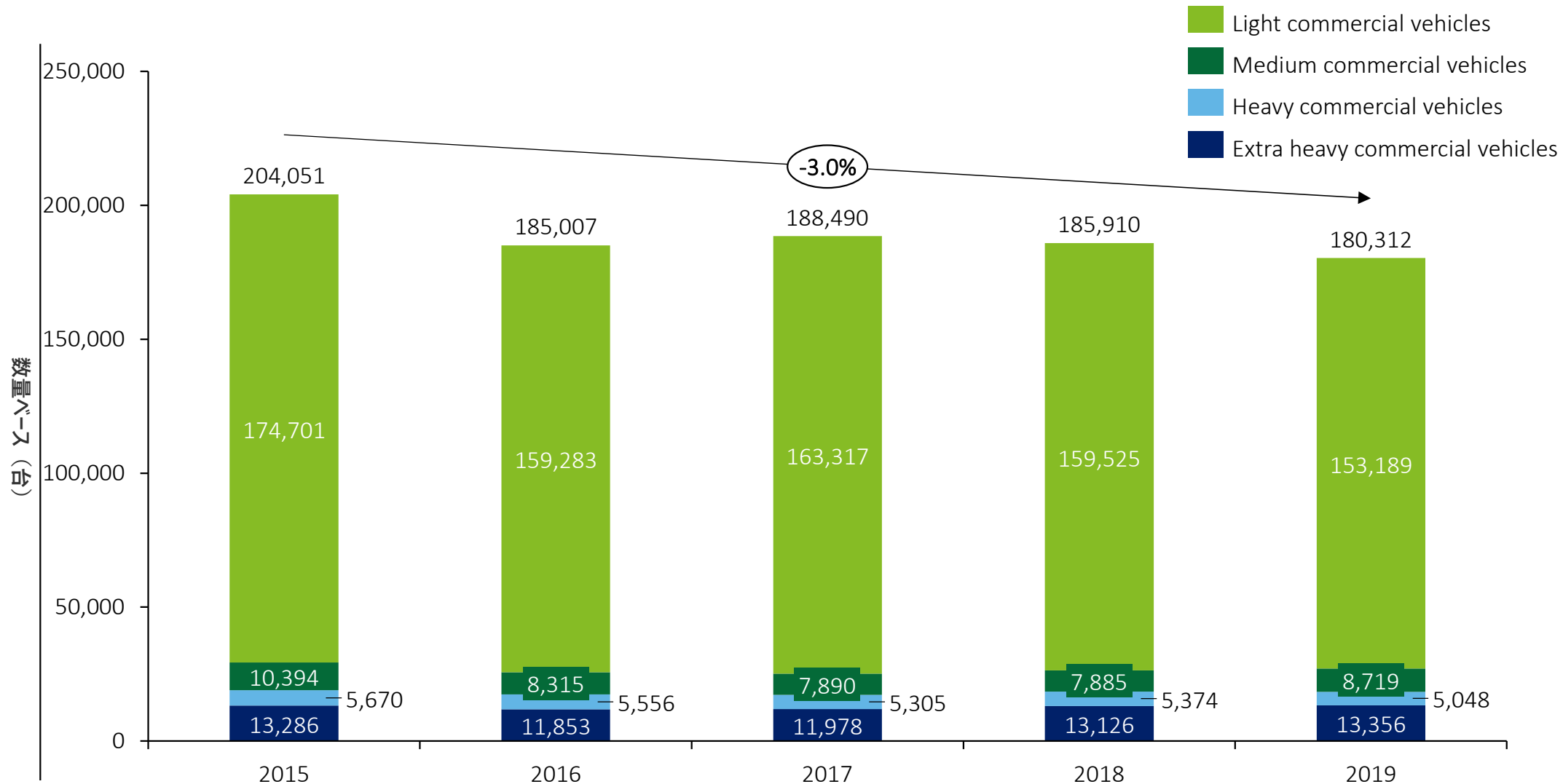


輸送セクター内訳



Light commercial vehicles以上のトラックの販売台数は2015年よりCAGR3%で減少している

3. 市場規模 | 市場規模（フロー）



出所：National Association of Automobile Manufacturers of South Africa (NAAMSA), Marklines

EV/FCTトラック市場はまだこれから、という状況

4. EV/FCTトラックの市場規模と将来見通し



EVトラック販売台数（2020年10月時点）

#

	YTD Oct-20
Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation	1
ENGIE, and Williams Advanced Engineering	1
Other pilot project	3-8
Total	5-10

出所：各種記事より推計

政府による公的支援は確認できなかった。むしろEVは贅沢品となっしまい、42%もの税率が掛かってしまう

5. EV/FCTラック普及に対する公的支援



- 10月時点で、南アフリカの政府は、国内の消費者に電気自動車を採用するためのインセンティブ/補助金を提供していない。
- 税金の還付、金銭的インセンティブ、補助金（自動車メーカーが提供するもの以外）もない
- むしろ逆に、政府は、ICEトラックおよびバスに課せられる20%の関税と比較して、電気自動車に高い関税（車両の総額の25%）を課している
- さらに、EVはバッテリー価格が車両価格を贅沢品の閾値まで押し上げており、17%の従価税の対象となる
- 従って、電気自動車とハイブリッド車の合計税額は42%となり、EVに対するこれらの税金により、南アフリカではEVの採用が少ない

配送車の電動化には物流大手の役割が大きいと考えられるが、南アフリカではSAB、UD、Spar、AngloがEVトラックの導入に積極的に実行実験に取り込んでいる

6. 先行導入事例 / 物流大手の動き



会社名	メーカー	タイプ	モデル	サイズ	車両数	導入形態	導入予定	備考
AB InBev and South African Breweries (SAB)	Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation (MFTBC)	BEV	Fuso's eCanter	N/A	1	Pilot project	2019	2019年2月20日、SABとAB InBev Africaは、南アフリカに1台の電気トラック（Fuso eCanter）を配備 - この展開は、新しい再生可能エネルギーイニシアチブの一環であり、AB InBev Globalは2020年までに同社の購入電力の50%を再生可能エネルギー源から、2025年までに100%を調達することを計画
UD Trucks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Pilot project	2020	2020年1月20日、UDトラックスは南アフリカ市場で新技術と人工知能（電気トラックを含む）を採用する計画を発表 - 注：同社は2020年から2030年の間に商用展開を行う予定
Spar Group South Africa	PolarLi (by Maxwell and Spark)	Battery-electric truck refrigeration system	PolarLi (prototype)	N/A	1	Future target	2019	2019年9月19日、MaxwellとSparkは、Spar GroupのフリートにBEV冷蔵庫トラックを配備 - SparGroup South Africaはロジスティクスフリート向けにPolarLiシステムをさらに展開する過程にあることを発表
Anglo American	ENGIE, and Williams Advanced Engineering	Hydrogen-powered mining truck	N/A (Pilot project prototype)	N/A	1	Pilot project	2020	- AngloAmerican、ENGIE、およびWilliams Advanced Engineeringはマイニング用のFCEVトラックを配備するパイロットプロジェクトに取り組む - このパイロット展開は、アングロアメリカンによる大規模な再生可能プロジェクトの一部であり、マイニングトラックのフリートを変更して水素を動力源にしている

出所：各社HP等より作成

大型トラックからラストワンマイルまで、ラインナップは揃いつつある状況。FCについてはダイムラーが先行している

7. 競合の参入状況



OEM	技術	車両モデル	車両タイプ	車両総重量 (tonne)	最大エンジン出力(kW)	小売価格 (TBH)	レンジ (km)	バッテリーサイズ/ FCタンク (kWh)	最大速度 (km/hr)	最大トルク (NM)
Daimler Group	BEV	FUSO eCanter	Medium duty truck	7.3	N/A	N/A	100.0	N/A	80.0	380.0
Polari	BEV hybrid refrigeration system truck	BEV hybrid refrigeration system truck	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	34-100	N/A	N/A
BYD Motors	BEV	BYD eTruck range - 2.6 tonne panel van	Light duty truck	2.6	100.0	N/A	360.0	50.3	100.0	180
BYD Motors	BEV	BYD eTruck range - 19-tonne rigid truck	Heavy duty truck	19.0	180.0	N/A	200.0	217.0	N/A	1,500.0
BYD Motors	BEV	BYD eTruck range - Q1M Yard Tractor	Heavy duty truck	46.0	180.0	N/A	N/A	N/A	47.0	1,000.0
Daimler Group	FCEV	eActros	Heavy duty truck	18-25	125.0	N/A	500.0	240.0	N/A	N/A
Daimler Group	FCEV	GenH2	Heavy duty truck	40.0	400.0	N/A	1,000.0	70.0	N/A	3,000-4,000
Hino	Hybrid trucks	Hino 300 diesel-electric hybrids	Medium to heavy duty trucks	4.4-8.0	110.0	N/A	N/A	N/A	120-144	470.0
Hino	BEV, FCEV and hybrid trucks	Several models	Medium to heavy duty trucks	Hinoは2025年までに、ディーゼルハイブリッド、プラグインハイブリッド、純電力、水素燃料電池の4つの代替燃料プラットフォームをトラックに展開する計画						

3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

② バス海外事例

(1) EV導入促進制度と英国事例

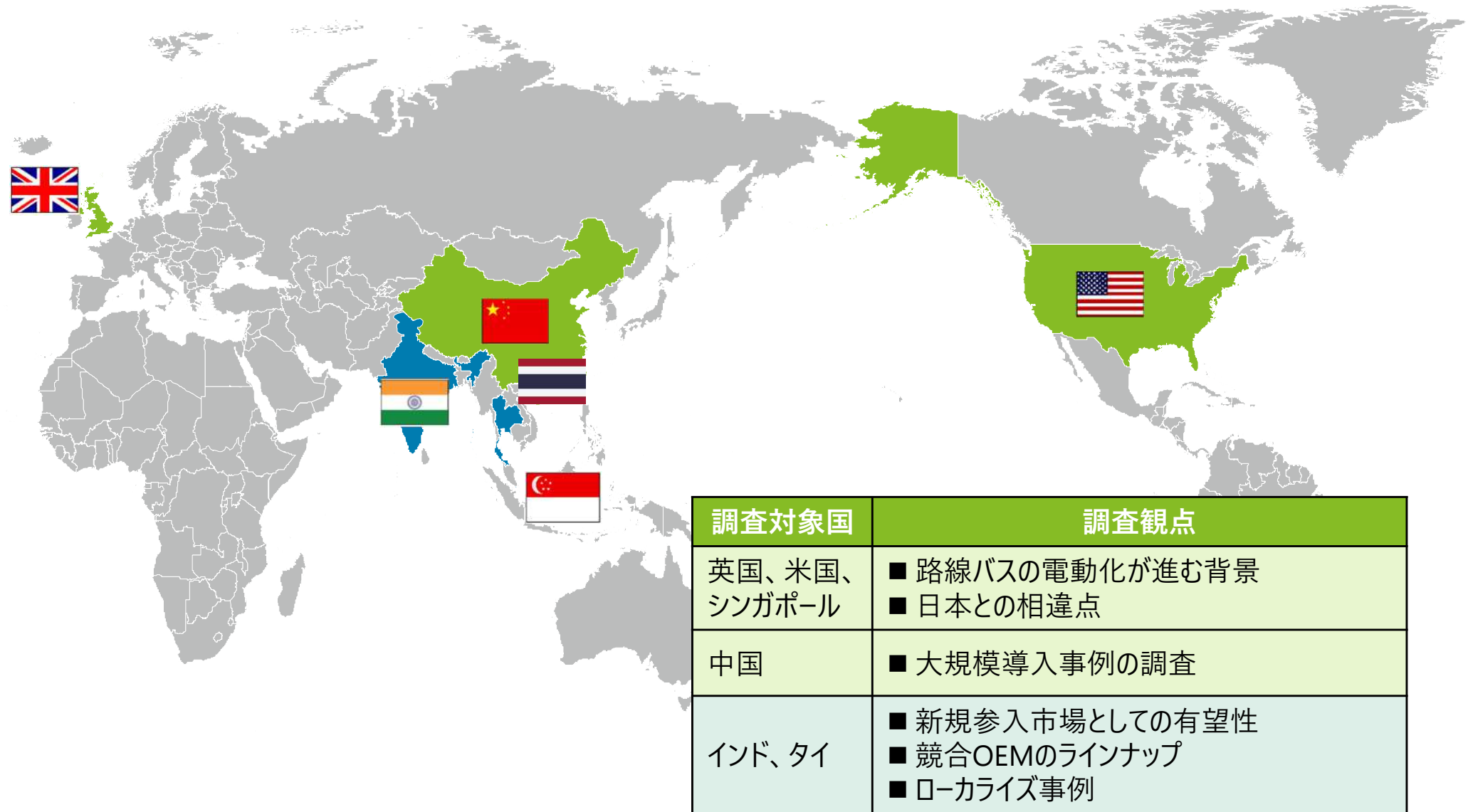
(2) 中国の大規模導入事例

(3) インド市場概観

(4) タイ市場概観

「EVバス＋充電マネジメント」の展開候補国として、路線の競争入札が行われている米国（LA）、英国（ロンドン）、シンガポール、大規模導入事例として中国、欧米バスオペレーターが手を付けられていない東南アジア（タイ）、インドにおけるバス電動化のニーズを調査

バス | 調査対象国





3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

② バス海外事例

(1) EV導入促進制度と英国事例

(2) 中国の大規模導入事例

(3) インド市場概観

(4) タイ市場概観

EV化が進む海外の路線バスは、そもそも日本と運行形態が異なる。路線ごとにオークション形式が採られ、行政側の主導によって路線化が進められている

EVバス導入促進制度

	英国（ロンドン） 	米国（ロサンゼルス） 	シンガポール 
オークション主催者	■ Transport for London (TfL) (London及びGreater Londonのバスを含む公共交通を管轄)	■ LA Metro (Los Angeles County Metropolitan Authority)	■ Land Transport Authority (LTA)
バスの所有者	■ 入札者 (Metroline, Selkent等)	■ オークション主催者	■ オークション主催者 ⇒ 入札対象はLTAの 代わりの運行権
オークションにおけるEV化に関する言及	■ 2018年以降、 <u>TfLは新車であればHVまたはゼロエミッション (EV) しか認めていない</u> ■ ただし、現行ディーゼルバス (Euro IV適合) を用いた入札は可能で、実際に落札している路線もある	■ オークション主催者は車両を保有しているため、オークションにおいてはEV化への言及はされない	■ 同左 ■ 海外のオペレーターも参戦可能
オークション主催者のEV化の方針	■ <u>EV (100%電動) が前提となる路線もある</u> ：路線毎に電動化対象が決められている ➢ <u>2020年の電動化対象路線は10路線</u> ➢ <u>2037年までに市内中心部の全てのバスを電動化する予定</u> ➢ その他の路線もHV化が進められる	■ <u>オークション主催者が2,300両のCNG (天然ガス) バスを2030年までに全てEVに変更することを決定しており、随時EVバスに置き換わっていくと想定される</u>	■ <u>オークション主催者が2040年までにバス車両を100%電動化する目標を掲げており、政府は今後、EV、HVのみ購入することを表明している</u>
オークションの評価項目	■ 価格 ■ サービス・スタッフの質 ■ 財務状況 ■ 安全運転レコード ■ 車庫の状況 ■ 車両（タイプ、特徴） 等	■ コスト/価格 ■ 技術・人材の質 ■ 財務状況 ■ 運行に関する設備の質 ■ 運行経験 ■ 従業員の給与・福利厚生等	■ 質 ■ 価格 ■ 運行・スケジュールリング 経験 等

出典：Transport for London、LA Metro、Land Transport Authority

英国ロンドンでは市とバスオペレーターが共同で電動化対象路線を決定。電動化が決まった路線ではEVバスが入札条件となるため、強制的に電動化が進む

Transport for London出身者へのインタビュー結果



Transport for Londonへのインタビュー結果

- バスオペレーターによる、バスオークションへの入札期間は通常5年、場合により+2~3年)
- 入札にあたり、バス路線によってEVが望ましいといった意向が各入札候補者に対して示される
 - それを踏まえ、EVバスやバス運転手については入札者であるバスオペレーターが用意する
 - なお、電動化対象となる路線は、オークション主催者とバスオペレーターが事前に共同で電動化のフィージビリティを検証し決定される（ただしフィージビリティスタディに参加したバスオペレーターが必ずしも落札出来るわけではない）
- 入札に際しての評価基準は、価格と品質面（公開されているTransport for Londonの評価基準通り）
- EVバスの車両価格はディーゼルバスやハイブリッドバスよりも高い（車両価格でディーゼルバスよりも30%程度高い）が、電気代がディーゼル燃料代より安く、メンテナンスもコストディーゼルバスよりも安いいため、オペレーションコストはディーゼルバスよりも安い
 - このため、入札期間である5年では難しくとも7年程度では対ディーゼルバスでブレイクイーブンになるとみられる
 - また入札期間については、「オークション主催者が」通常の5年から+2~3年の「契約延長を行うことが可能なオプションを有している」
 - このため、ブレイクイーブンになる期間との関係性もあいまって、バスオペレーターが契約長期化に伴う入札価格の合理化を提案できれば、バスオペレーター、オークション主催者双方にとってwin-winとなる構造になっているとみられる
- ロンドン市長としては2030年までにEV化を達成したいとの意向を表明している

EVバスへの置き換えが着実に進んでいる

2020年11月におけるロンドンの落札結果



2020年11月におけるロンドンの落札結果			
Route	Current Operator	New Operator	Vehicles (赤文字がEVバスでの落札)
7/N7	Metroline	Metroline	Double deck (details TBC)
65/N65	London United	RATP London United	New electric double deck
71	London United	RATP London United	Existing hybrid double deck
112/140/N140	Metroline	Metroline	Existing diesel single deck 等
146	Stagecoach Selkent	Stagecoach Selkent	Existing diesel single deck
182	Metroline	Metroline	Existing hybrid double deck
183 (24h w/e)	London Sovereign	RATP London Sovereign	New electric double deck
281 (24h)	London United	RATP London United	New electric double deck
290	Abellio West London	RATP London United	New electric single deck
328	Tower Transit	Metroline	Double deck (details TBC)
336	Stagecoach Selkent	Stagecoach Selkent	Existing diesel single deck
371	London United	RATP London United	New electric single & double deck
398	London United	RATP London Sovereign	New electric single deck
418	London United	RATP London United	Existing hybrid double deck
467	RATP Quality Line	RATP Quality Line	Existing diesel double deck
481	Abellio West London	RATP London United	Existing hybrid double deck
697	London United	RATP London United	Existing diesel double deck
698	London United	RATP London Sovereign	Existing hybrid double deck
E1 (24h w/e)	Abellio West London	RATP London United	Existing hybrid double deck
E9	Abellio West London	Metroline	Existing diesel & hybrid double deck
H9/H10	London Sovereign	RATP London Sovereign	New electric single deck
K5	London United	RATP London United	Existing diesel single deck
P13	Abellio London	Abellio London	Existing diesel single deck
X140	Metroline	RATP London Sovereign	New electric double deck

出典：Transport for London

参考

EV/FCバスのラインナップ



OEM	Type	Model	最大乗員	最大走行距離	電池容量
Volvo	BEV	Volvo 7900 Electric	83	NA	76 KWH
BYD-ADL		Enviro200EV	80	160 miles (256 km)	348 kWh
		Enviro400EV	85	160 miles (256 km)	382 kWh
Mellor		Orion E	15+運転手	160 km	92 KWH
		Pico	6+運転手	NA	NA
Yutong		E10 Electric bus	74	300 km	422 kWh
		E12 Electric bus	39	300 km	324 kWh
Opatre		Metrodecker	96	150 miles (240 km) 冬季空調時	NA
		Solo	58		NA
		Metrocity	60		NA
	Versa	60	NA		
WrightBus	FCEV	Streetdeck FCEV	64	200 miles (320 km)	48 KWH

出典：各社HPより作成



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

② バス海外事例

(1) EV導入促進制度と英国事例

(2) 中国の大規模導入事例

(3) インド市場概観

(4) タイ市場概観

深圳の路線バスは3社で運行されており、いずれも国の資本が入っている。全16,359台EVバスの内、90%以上はBYD製

深圳三大公共バス会社

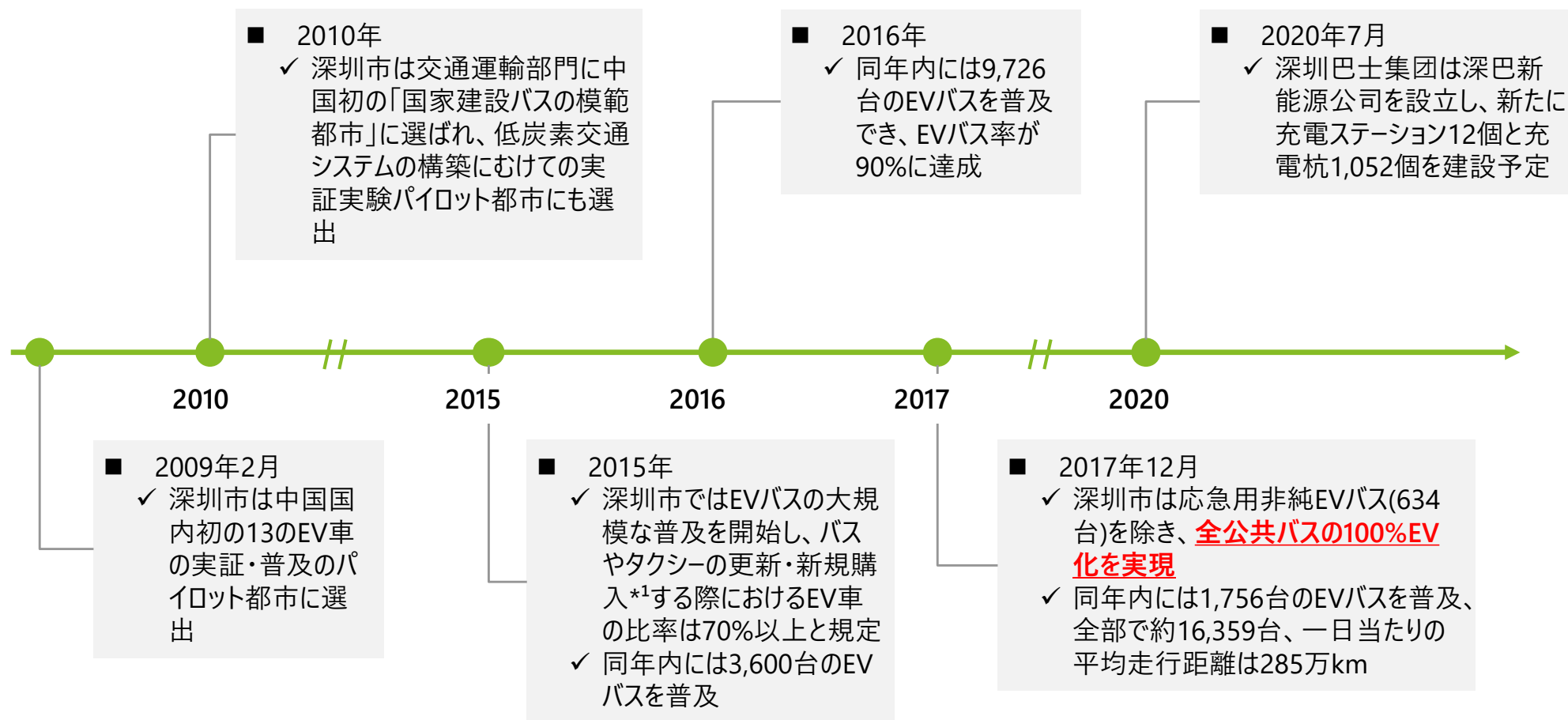


項目	①深圳巴士集团	②东部公交	③西部公汽
会社名	深圳巴士集团股份有限公司	深圳市东部公共交通有限公司	深圳市西部公共汽车有限公司
本社所在地	深圳市福田区 莲花支路1001号公交大厦	深圳市龙岗区龙城街道 业勤一路29号天汇大厦南座	深圳市宝安区西乡街道115区 宝安客运中心2-5楼
設立日	1982年03月23日	2007年09月18日	2007年09月17日
代表者	戴斌	陈炜	赵俊峰
株主構成	国有股占55% 香港九巴(深圳)交通 投资有限公司占35% 其它3家股东占10%	国有股占34.44% 深圳市运发集团股份有限公司25.79% 深圳市康达尔(集团)运输有限公司 14.44% 深圳市西湖股份有限公司10.32% 深圳市金华南控股集团有限公司3.78% 深圳巴士集团股份有限公司1.7% 其他4家股东占9.53%	宝安区投资管理公司33.5% 中南运输集团25% 安道运输集团17% 恒誉光明运输有限公司10.2% 新通宝运输有限公司6% 巴士集团5% 运发实业总公司3.3%
HP	http://www.szbus.com.cn	http://www.szebus.net	www.ebuscloud.com
EVバス 所有台数	6,053台 (そのうちBYD製造が4,800台)	5,800台 (そのうちほぼBYD製造)	約4,500台 (EVバス総数より逆算)

出典：深圳市交通運輸局 <http://jtys.sz.gov.cn/>、<https://www.sohu.com/>、各社HP

実証開始からわずか8年で深圳市の全ての路線バス16,359台の100%EV化を実現

深圳市の公共バスEV化



出典：<http://www.sz.gov.cn>、<https://www.sohu.com/> 等

^{*1}：深圳市では路線バス車両は10年で新車に更新することが義務付けられている。EVバスの購入に対しては、2017年までは市と国から50万元ずつの購入費補助があり、通常のバス車両（ディーゼルエンジンのノンステップ車両で約1200万円）（市内バスはほぼ全車ノンステップ車両）との価格差をかなり埋めることができる。維持費用は相対的に安いものの、充電施設を多地点には設置できない等の制約は小さくはない

※：深圳市では、市内バスについて、車両あたりの年間補助金が規定されている。ディーゼルバスで年間約440万円、EVバスで約900万円が補助される

政府が中心となり、強力にEV化を推進

EV化に対する施策



施策 (EVバス車両はBYD製が既に存在したため、補助金や充電インフラ整備が中心)

施策の金額規模

①購入補助金	2017年より前は国の購入補助金に加え、深圳市独自の補助金制度を打ち出し（1:1）、2017年以降は国の規定により地方補助の割合を調整	<table><tr><th colspan="4">公交大巴补贴标准表</th></tr><tr><th rowspan="2">年度</th><th colspan="3">中央财政补贴单车补贴上限（万元）</th><th rowspan="2">地方财政单车补贴上限</th></tr><tr><th>6<L≤8m</th><th>8<L≤10m</th><th>L>10m</th></tr><tr><td>2016年前</td><td>25</td><td>40</td><td>50</td><td>国家购车补贴加地方购车补贴资金总额不超过车辆价格60%</td></tr><tr><td>2016年后</td><td>9</td><td>20</td><td>30</td><td>按中央财政单车补贴额的50%</td></tr></table>	公交大巴补贴标准表				年度	中央财政补贴单车补贴上限（万元）			地方财政单车补贴上限	6<L≤8m	8<L≤10m	L>10m	2016年前	25	40	50	国家购车补贴加地方购车补贴资金总额不超过车辆价格60%	2016年后	9	20	30	按中央财政单车补贴额的50%
公交大巴补贴标准表																								
年度	中央财政补贴单车补贴上限（万元）			地方财政单车补贴上限																				
	6<L≤8m	8<L≤10m	L>10m																					
2016年前	25	40	50	国家购车补贴加地方购车补贴资金总额不超过车辆价格60%																				
2016年后	9	20	30	按中央财政单车补贴额的50%																				
②充電インフラ整備	政府が公共EVバスのバス停を建設し、充電設備の普及拡大に努め、バス充電ステーション510か所、充電スタンド5,000基を建設	金額規模については公開情報なし																						
③政府チーム組成	深圳市政府にてEV車普及推進チームを設立し、市が主導する公共交通機関のヤードと充電施設の建設・管理メカニズムを構築	—																						
④規定・基準対応	関連規範や基準を作成・導入し、深圳のEVバスの技術構成・運営サービス・メンテナンス、その他関連技術を改善の上、充電インフラの安全安定性を確保	—																						
⑤定期評価	2012年から定期的にEVバスの運行効果、安全性、バッテリーの性能等の月次評価を実施。推進普及過程で存在する問題を分析し、製造メーカーと協力し、EV車の最適化を目指し改善し続ける	—																						

充電マネジメントの取り組みも進んでおり、車両と充電インフラ/マネジメントをセットで周辺国への展開も視野に入っている可能性もある

充電インフラ



基本充電体制

- 夜間のフル充電により、通常の車両運転時間帯の隙間に短時間充電し、ピーク時は無充電で車両を運行

充電インフラ事例 (深圳巴士集団)

- 深圳巴士集団は現在92か所の充電ステーションの建設を完了し、合計1,519個の充電スタンドを設置。車両 vs 充電スタンドの比率は4:1。
 - ✓ 充電速度を高めるために、BYDは製造時においてEVバスにDC充電技術を採用。充電速度はACより67%速く、0.5C (電池容量Ahに対する放電A) に達する。これにより、充電スタンド数量の不足や充電時間の長さの問題を解決
 - ✓ 同時に、深圳巴士集団は革新的な「网式快捷充电模式」と柔軟な充電スタックや充電ステーションの建設を通じて、充電効率を改善
- 「网式快捷充电模式」
 - ✓ 5つの充電スタンドで30台のEVバスを同時に充電提供可能 (2016年実証実験時)
 - 30台のEVバスは、毎晩11時に、「紫薇阁场充電ステーション」の指定駐車地に駐車し、一晩充電したのち翌日通常運行という形をベースとしつつ、昼間の継ぎ足し充電を補助的に実施している
 - ✓ 「网式快捷充电模式」とは、各充電スタンドに複数の充電ガンを設置し、充電ネットワークを形成したもの。同時に、智能制御システムにより、バックで充電するガンや充電強度などを制御
 - これにより、谷間充電を最大限に利用できるだけでなく、充電スタンド/ステーションの建設コストを削減し、数億ドルを節約
- 深圳巴士集団はまた、廃止された車載バッテリーについて、夜間の安価な電力で充電をし、日中に活用できる取り組みや、将来に向けた実証として、一部の駅の天蓋をソーラーパネルに変更して太陽光発電により充電する取り組みを試行中



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

② バス海外事例

(1) EV導入促進制度と英国事例

(2) 中国の大規模導入事例

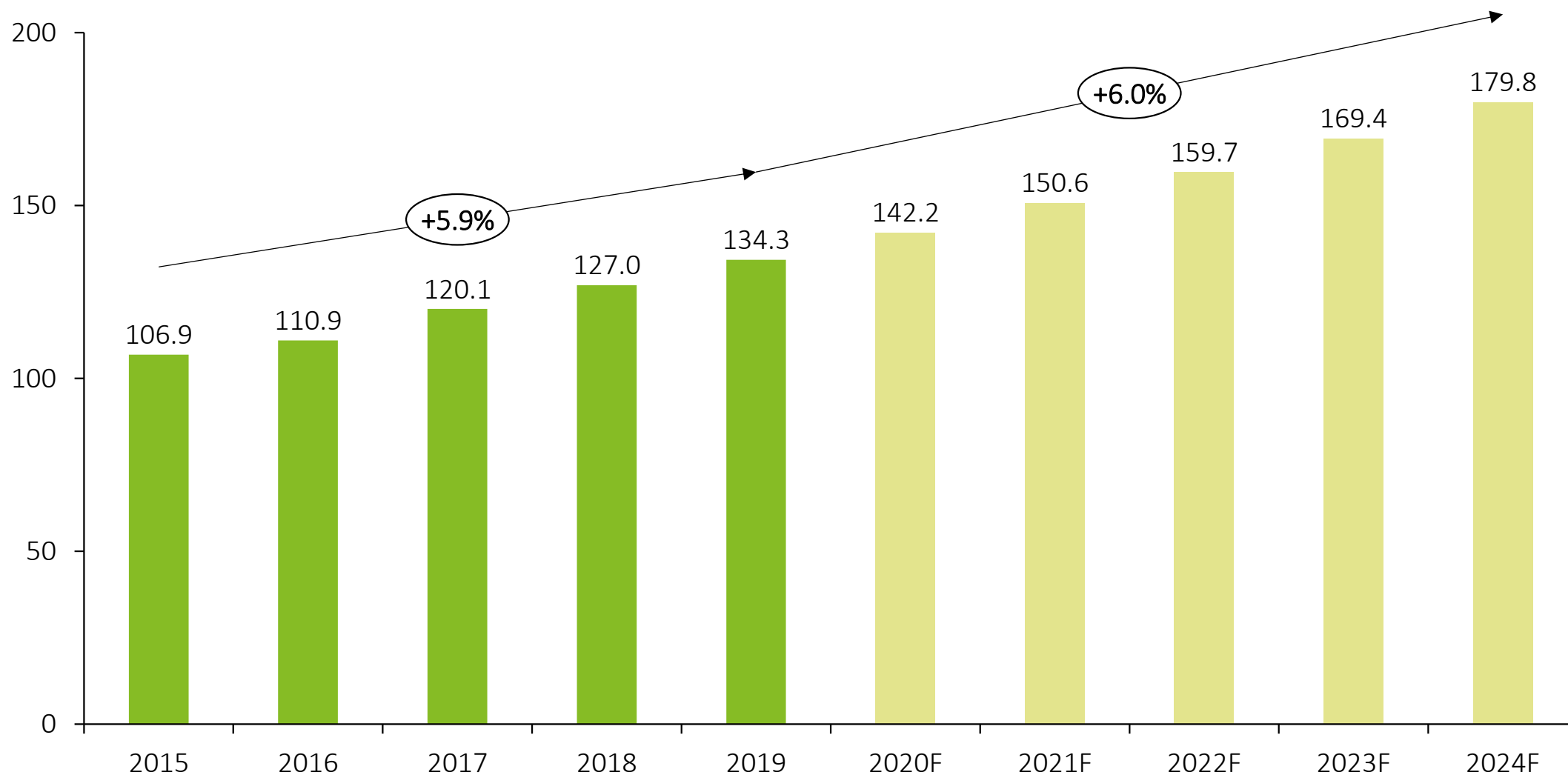
(3) インド市場概観

(4) タイ市場概観

市場規模は数量ベース、金額ベースともに2024年に向けて伸長する見込み

市場規模（両数）

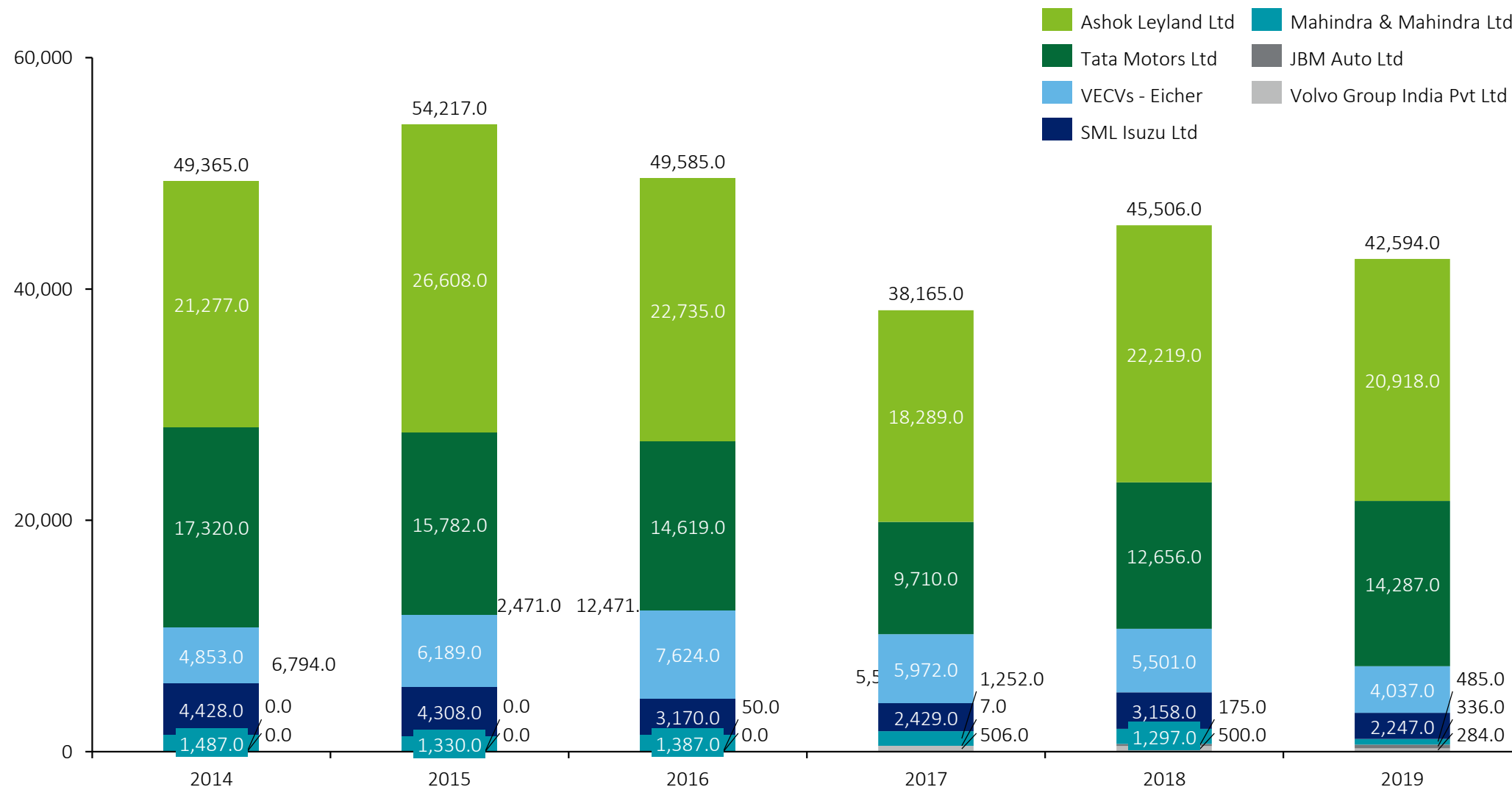
千台



出所：OICA, ACEA, SIAM, SMMT, ICCT and Grand View Research

トッププレーヤーの販売動向を見ると全体的に下落傾向にある

市場シェア（トッププレーヤーのみ）



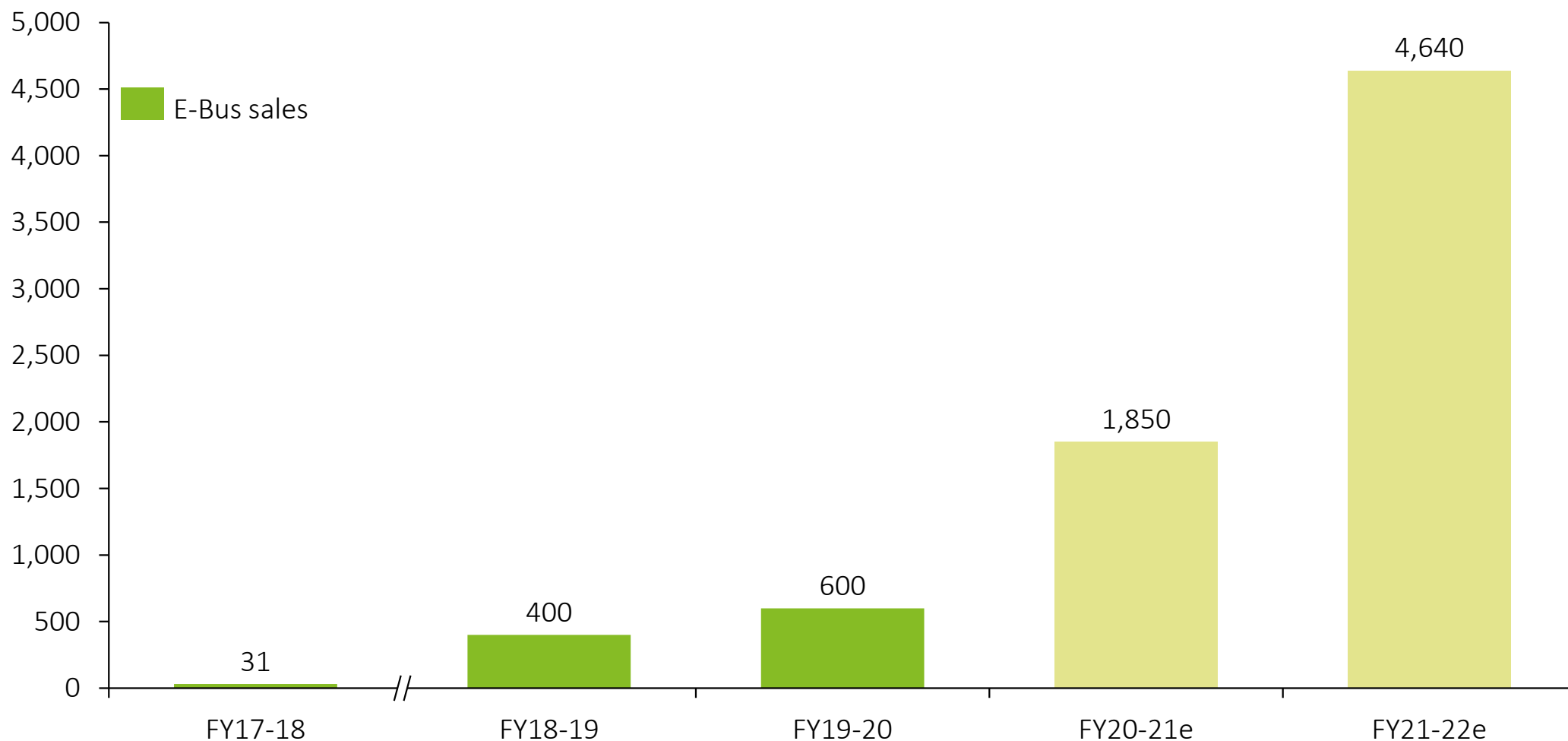
出所：Commercial vehicle industry - June 2020 (CMIE) - Care Ratings

EVバス市場は黎明期であるが、政府の政策もありEVへの転換が進む模様

EV/FCバスの市場規模と将来見通し



販売台数（台）



出所：SMEV、JMK Researchより作成

インドでは、連邦レベルでの支援においてFAME制度が実施されており、大気汚染抑制の観点から公共交通のEV化について導入支援策が取られている

EV/FCバス普及に対する公的支援



制度名	主管	概要
FAME II (Faster Adoption and Manufacturing of Electric Vehicles)	■ 連邦政府	■ FAME IIの制度下において、64都市に約5,500のEVバスを購入することを承認した（補助金額はUSD500M） ■ FAME IIでは対象が大都市に限られているが、FAME IIIではTier 2、Tier 3の都市にも制度が拡大される見込み ■ 450基の充電器が全土で設置されたのに加えて、2020年中に1,500基が新たに追加される予定
Delhi Electric Vehicle policy	■ 地方政府	■ 2024年までに公共交通に供する新規購入分の25%をEVで賄うポリシー

公共交通において、EVバス導入を進める動きがある

先行導入事例



No.	オペレーター名	州	メーカー	モデル	車両数	導入予定	コスト
1	Pune Mahanagar Parivahan Mahamandal (PMPML)	Maharashtra	Olectra Grenntech Limited	EBUS K9	133	>100	20
2	West Bengal Transport Corporation (WBTC)	West Bengal	Tata Motors	Ultra Electric AC E-buses	80	100	8.15
3	Himachal Road Transport Corporation (HRTC)	Himachal Pradesh	Foton PMI	Lito 24 seater & Regio 30 seater	50		7.7
4	Brihanmumbai Electric Supply and Transport undertaking	Maharashtra	Olectra Grenntech Limited	EBUS K6 & EBUS K7	38	300	18.5
5	Navi Mumbai Municipal Transport (NMMT)	Maharashtra	JBM Group	JBM Solaris ECOLIFE	30	100	14.1

大型トラックからラストワンマイルまで、ラインナップは揃いつつある状況。FCについては該当車両はまだない

競合OEM



OEM	モデル	航続距離	バッテリーサイズ
JBM Group	JBM ECOLIFE ELECTRIC BUS 9M/12M	125-150 kms	NA
JBM Group	JBM ECOLIFE ELECTRIC BUS 9M/12M	125-150 kms	NA
Olectra	Olectra BYD ebus K9	Upto 300 kms	NA
Olectra	Olectra BYD ebus K7	Upto 200 kms	NA
Olectra	Olectra BYD ebus K6	Upto 200 kms	NA
Tata Motors	Tata Ultra 9/9m AC Electric bus	>150 kms	124 kW-hr (Expandable)
Tata Motors	Tata Ultra 9/9m non-AC Electric bus	>150 kms	124 kW-hr (Expandable)
Tata Motors	Tata Urban 9/12m AC Electric bus	>150 kms	186 kW-hr (Expandable)
Tata Motors	Tata Urban 9/12m non-Ac Electric bus	>150 kms	186 kW-hr (Expandable)
Tata Motors	Tata 4/12m Low Entry Electric bus	>200kms	250 kWh
Tata Motors	Tata 4/12m Low Entry non-Ac Electric bus	>200kms	250 kWh
Tata Motors	Tata 4/12m Low Floor AC Electric bus	200 kms (継ぎ足し充電)	NA
Tata Motors	Tata 4/12m Low Floor non-AC Electric bus	200 kms (継ぎ足し充電)	NA
Volvo Eicher Commercial Vehicles Limited	Eicher Skyline Pro electric	177 km	NA
Foton PMI	Urban (12m)	150-200 km	NA
Foton PMI	Regio (9m)	150-200 km	NA
Foton PMI	Lito (7m)	150-200 km	NA
Deccan Auto Limited		NA	NA
Ashok Leyland	Circuit-S (9m to 12m)	50 km	NA
Mytrah Mobility Solutions		NA	NA



3. EV/FCバス・トラックの海外市場動向の整理

② バス海外事例

(1) EV導入促進制度と英国事例

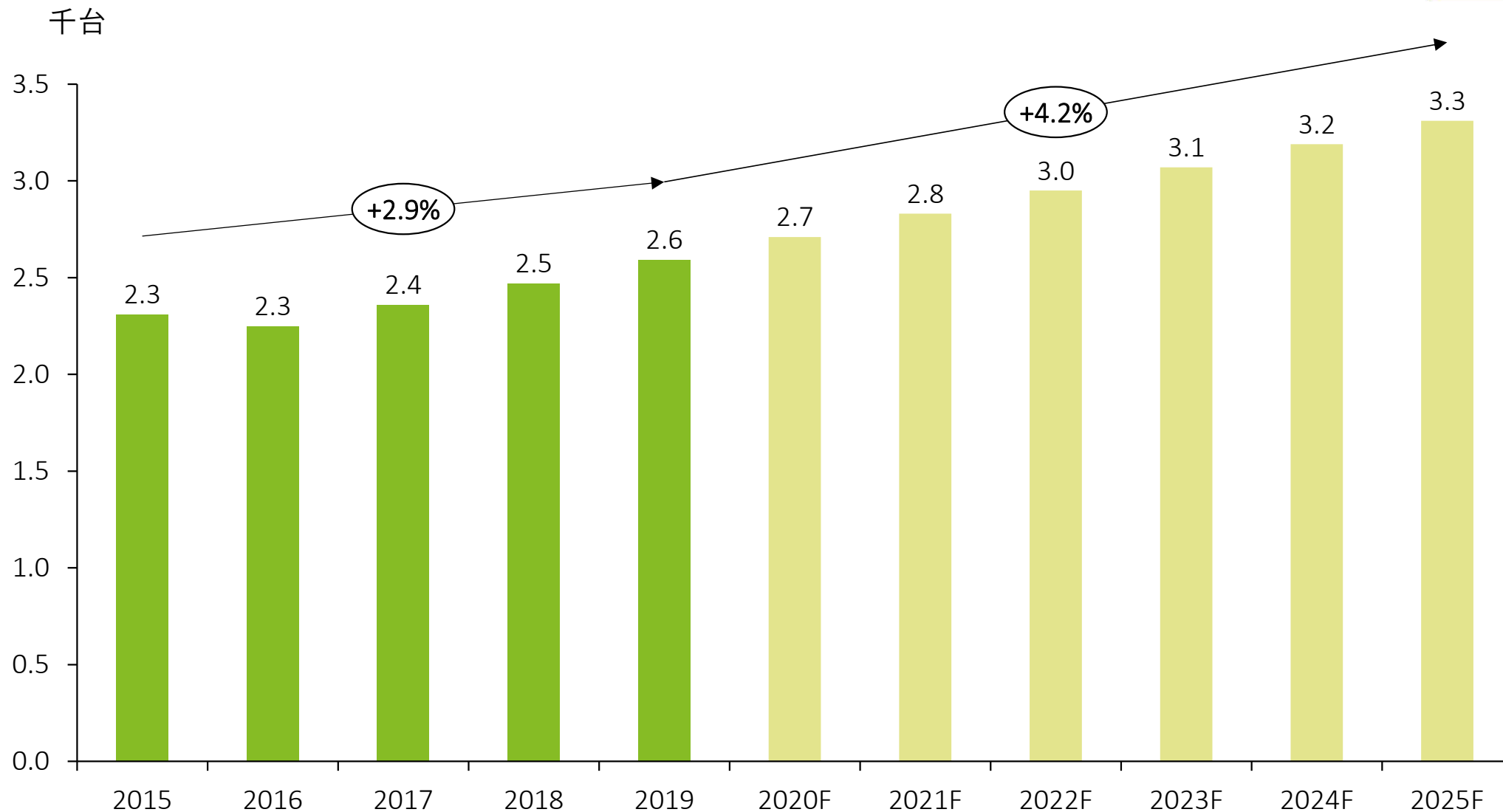
(2) 中国の大規模導入事例

(3) インド市場概観

(4) タイ市場概観

タイのバス市場は観光需要を受け伸長する見込み（コロナ影響前）

市場規模（両数）



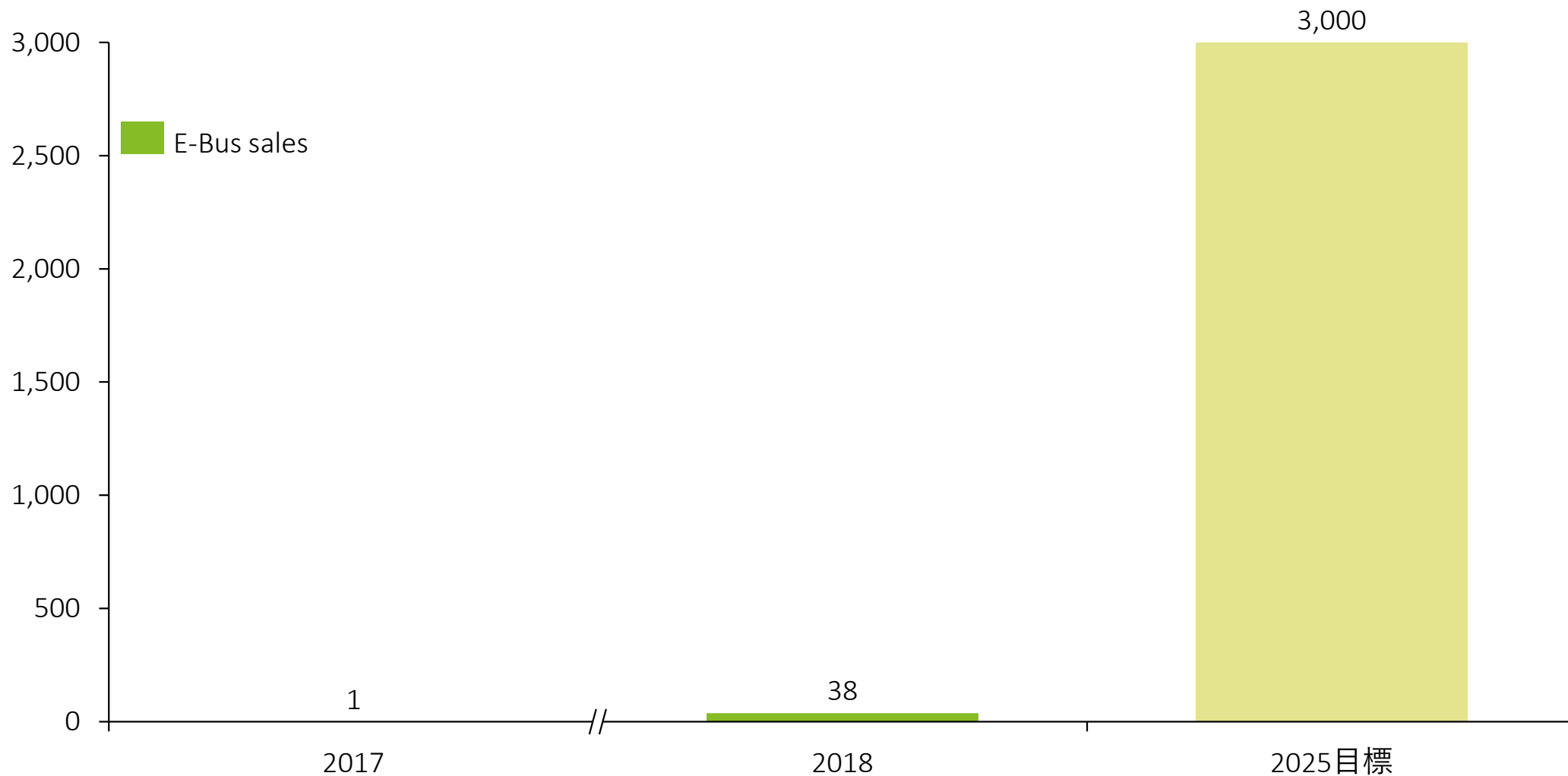
出所：OICA, ACEA, SIAM, SMMT, ICCT and Grand View Research

タイ政府は2025年までに公共交通に供するバスの3,000台をEV化する目標を掲げている

EV/FCバスの市場規模と将来見通し



販売台数（台）



出所：Electric Vehicle Association of Thailand、バンコクポスト

タイでは環境自動車の世界的生産ハブを目指す方向性に、EV普及に対しユーザーとメーカー二つの視点から公的支援が充実している

EV/FCバス普及に対する公的支援

EVバス普及に対する言及がなく、下記はEV車普及に対する公的支援となります



支援対象者

概要

EVユーザーへの支援

- タイ政府は8月20日、個人や企業が古い車を新しい車や電気自動車に交換するための税制上の優遇措置（5年間で最大10万バーツの所得税控除）を提供する計画を発表。15年以上前の中古車対象となり、新車や電子自動車の販売を促進する
- また、EVユーザーへの無償充電や道路税等の免除・軽減案を電気自動車政策委員会に提出し、承認を得る予定である（国内でのEV販売を加速させるため）

EVメーカーへの支援

- タイ投資委員会(BOI)は、EV車メーカーが現地生産または組立工場を設立する際に、メーカーに対して以下の様々なインセンティブを提供(タイを新世代の自動車生産の中心地として推進するという政府の目標に基づく)
 - 投資/補助金
 - 1) BOIは過去3年間で、13の電気自動車生産プロジェクトを承認し、総投資額は約15.6億TBH
 - 2) タイのEV市場の成長を支援するため、BOIは全国に3,000ヶ所の充電ステーションを建設するプロジェクトを承認し、総額は10.9億TBH(3,400万ドル)
 - 3) マツダはタイのハイブリッドEVプロジェクトでBOIの投資優遇を受け、タイでfull EVsを生産する計画を発表
 - 税制上の優遇措置
 - 1) 既存の優遇措置として、2023年までは8%の物品税が免除され、2024-25年からは2%の徴収
 - 2) 法人所得税（CIT）は最長8年間免除
 - 3) 輸出製品の製造に使用する機械や原材料の輸入税免除
 - タイでのEV製造を促進するための製造許可
 - 1) 投資促進活動に熟練労働者や専門家を従事させるための許可
 - 2) 土地の所有許可、外貨建てでの出庫・送金許可

BYDや他中華系メーカーが展開。欧州勢はVolvoが先行

競合OEM



OEM	タイプ	モデル	乗車人数	車両サイズ	航続距離	蓄電池容量
Shenzhen Wuzhoulong Motors Group	EVバス	NA	NA	NA	NA	NA
Kwaithong	EVバス	NA	80	12 x 2.53 x 3.34	NA	116kWh
BYD Company Ltd.	EVバス	BYD K9	31 + 1	12 x2.55 x 3.2	258km	100kWh
Skywell	EVバス	NA	40	7 metres	300km	NA
Volvo buses	EVバス	Volvo 7900 Electric Articulated	150	18.7m or 18m	NA	NA
Volvo buses	EVバス	Volvo 7900 Electric	105	12 x2.55 x 3.28	NA	NA
Volvo buses	PHEV	Volvo 7900 Electric Hybrid	80	12 x2.55 x 3.28	NA	NA
Volvo buses	PHEV	Volvo Electric Hybrid Double Decker	NA	NA	NA	NA
Thai Electric Vehicle Co., Ltd.	EVバス	TEV-EV-BUS-T-B-6650M	NA	65300×2230×2800	NA	48kwh
Thai Electric Vehicle Co., Ltd.	EVバス	TEV-EV-BUS-T-B-6105M	NA	10500×2500×32500	NA	NA
Thai Electric Vehicle Co., Ltd.	EVバス	BJ6123EVCA	80	12000×2500×3250	NA	110kwh
Thai Electric Vehicle Co., Ltd.	PHEV	TEV-PHEV-BUS-T-B-6123M	NA	12000×2550×3250	NA	25.5kWh
Electric Vehicles (Thailand) Public Company Limited	EVバス	Chalet MTP 14s	14	4.95 x 1.49 x 1.95	70km	NA
Electric Vehicles (Thailand) Public Company Limited	EVバス	Chalet X 14s	14	4.95 x 1.49 x 1.95	80km	NA
Electric Vehicles (Thailand) Public Company Limited	EVバス	E4E's electric bus	22	8200 x 2350 x 2850	50km	NA

Electric Vehicle Thailand (EVT) がバンコク市内でEV路線バスを走らせるなど、公共交通でも電動化が進みつつある

新興メーカーによるEV開発事例



		路線バス	スクールシャトルバス	路線バス	
					
導入先 オペレーター名		Wangkanachanakij（200台）	Chulalongkorn University（34台）	タイ運輸省	
導入車両・規模	メーカー	Kuwaithong Motor（タイ）	Skywell（中国）	Electric Vehicle Thailand（タイ）	
	サイズ（L x W x H）	12m x 2.53m x 3.34	7m	6.8m	
	乗車定員	80名	40名	30名	
	バッテリー	航続距離（km）	250-300km	300km	150-200km
		電池容量（kWh）	116kWh	不明	不明
		充電時間	10-15分		
その他機能	12年の電池寿命 （チタン酸リチウムイオン電池使用）				
導入タイミング	2017年（契約締結） 順次路線オークション参加予定	2017年後半	2019年12月		

BVTは地場メーカーだけあって、タイのユースケースにあったEVバスを展開している。EVT CHALET PROOFは観光地におけるツーリストの足として試験的に導入されている

Electric Vehicle Thailand (BVT)



EVT CLASSIK

Automatic



EVT CHALET PROOF

Automatic



EVT E-BUS 12M

Automatic



EVT E-BUS 10M

Automatic



EVT E-BUS 8M

Automatic



EVT E-BUS 7M

Automatic



EVT E-BUS 6M

Automatic



このほど南中部沿岸地方クアンナム省人民委員会は、**世界遺産：ホイアン旧市街**を訪れる観光客向けに電気バスを試験運行する案を承認した。同運行計画では、8～14人の車両120台を投入するという。第一期では、まず30台を運行してプロジェクトを評価した後、残りの追加車両の投資について、市人民委員会と交通運輸局で話し合って決定する。

出所：BVT HP

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

CO2排出抑制等に資することを目的として、平成27年度から平成31年度までの期間、再エネ水素STを導入する地方公共団体等に補助金を交付する補助金事業を実施された



再エネ水素を活用した社会インフラの低炭素化促進事業

2019年度予算（案）
2,570百万円（2,570百万円）

水・大気環境局
自動車環境対策課

背景・目的

- 水素は、利用時においてCO₂を排出せず、再生可能エネルギー（再エネ）の貯蔵にも活用できることから、地球温暖化対策上重要なエネルギーである。
- 低炭素な水素社会の実現に向けて、燃料電池自動車の普及・促進を図るためには、再エネ由来の水素ステーションの導入及び燃料電池車両等の導入による社会インフラ整備の加速化が急務である。
- 未来投資戦略2017及び水素基本戦略において、2020年度までに再エネ由来水素ステーション100箇所程度整備するとの目標が掲げられている。基本戦略では更に、FCフォークリフトを2020年度までに500台程度、FCバスを2020年度までに100台程度の導入の目標設定をしている。

事業概要

- (1) 地域再エネ水素ステーション導入事業【経済産業省連携事業】
太陽光発電等の再エネを活用して、地方公共団体等が行う再エネ由来水素ステーションの施設整備に対して支援する。
- (2) 地域再エネ水素ステーション保守点検支援事業
再エネ由来水素ステーションや燃料電池自動車等の活用促進に向け、稼働初期における保守点検に対して支援する。
- (3) 水素社会実現に向けた産業車両等における燃料電池化促進事業【一部国土交通省連携事業】
燃料電池車両の普及・促進が期待される、燃料電池バス及び産業用燃料電池車両の導入に対して支援する。

事業スキーム

- (1) 実施期間：平成27～31年度（2019年度）
補助率：3/4
- (2) 実施期間：平成30～32年度（2020年度）
補助率：2/3
- (3) ・産業用燃料電池車両（燃料電池フォークリフト）
実施期間：平成29～31年度
補助率：エンジン車との差額の1/2
・燃料電池バス
実施期間：平成30～32年度（2020年度）
補助率：車両本体価格の1/2
(ただし、平成30年度までに導入した実績のある団体については車両本体価格の1/3)

事業目的・概要等



期待される効果

- 再エネ由来水素ステーションの確実な整備とともに、産業用燃料電池車両を導入することによる低炭素な水素社会の実現に向けた社会インフラの普及・促進



補助事業で使用されている電解装置は6種類。スペックが不明な項目も散見されるため、自動車の諸元表のような表記の標準化が求められる。なお、寒冷地には向いていない

水素製造装置のスペック

	ホンダ SHS	鈴木商館	TMEX シンプルフューエル	東芝 H2One	長州産業 SHiPS	大陽日酸
外観						
製品型	量産型	アセンブリー型	量産型	量産型	量産型	アセンブリー型
水電解装置	ホンダ製	神鋼環境	Mcphy	神鋼環境	神鋼環境	神鋼環境 H5D型
供給圧力	35MPa	35MPa	35MPa	35MPa/70MPa	70MPa	35MPa
用途	FCV/FCFL	FCFL	FCFL	FCV/FCFL	FCV	FCFL
水素製造能力	0.7Nm ³ /h (16.8Nm ³ /日)	3.7Nm ³ /h (89Nm ³ /日)	1.2Nm ³ /h (29Nm ³ /日)	10Nm ³ /h (100Nm ³ /日)	4.0Nm ³ /h (96Nm ³ /日)	5.0Nm ³ /h
消費電力	約40,000kWh (年間最大消費電 力量)	不明	最大10kW	不明	31.5kWh (運転時)	6.5kWh/Nm ³ (水電解のみ)
水道水流量	平均消費量 2L/h 供給量 5L/min	不明	3L/h	不明	200L/h	不明
設置環境温度	-10～+43℃	不明	-10～+50℃	不明	+5～+40℃	不明

出所：受領資料、各社HP等より作成

20年3月末時点で27件に補助金交付済み。圧縮水素圧力は、#25、#26を除き、昨今主流である70MPaではなく35MPaであることに留意が必要。対象車両はFCVとFCFLとなる

再エネ水素ステーション設置箇所一覧 (2020年3月31日時点)

数字下線：70MPa

#	設置者	交付決定年度	機種・メーカー等	供給圧力	水素製造量	圧縮水素製造量	再エネ電力種	補助金設置・既設	太陽光(kW)	対象車両	車両実績
1	徳島県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	10	FCV	6台
2	宮城県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	5	FCV	1台
3	三井住友F&L(株)	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	10.5	FCV	2台
4	熊本県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	40	FCV	1台
5	神戸市	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	55	FCV	2台
6	本田技研工業(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	21	FCV	1台
7	三井住友F&L(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	21	FCV	2台
8	京都市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	9.8	FCV	6台
9	倉敷市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	24.5	FCV	1台
10	鈴鹿市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	30	FCV	1台
11	(株)鈴木商館	H28	鈴木商館 (水電解は神鋼環境)	35MPa	89Nm3/日	3.7Nm3/h	太陽光	新設	49.5	FCFL	1台
12	三井住友F&L(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	10.548	FCV	1台
13	境町	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	32	FCV	2台
14	宮古空港ターミナル(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	83	FCV	5台
15	相馬ガスホールディングス(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	20	FCV	不明
16	三沢市ソーラーメンテナンス事業協同組合	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	22	FCV	2台
17	神奈川県	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	32.3	FCV	1台
18	ホンダエンジニアリング(株)	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	447	FCV	1台
19	JA三井リース(株)	H29	TMEX シンブルフェーエル	35MPa	29Nm3/日	1.2Nm3/h	太陽光	新設	85.8	FCFL	2台
20	(株)タツノ	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	40	FCFL	4台
21	(株)鈴木商館	H29	鈴木商館 (水電解は神鋼環境)	35MPa	36.3Nm3/日	5.0Nm3/h	太陽光	新設	49.5	FCFL	7台
22	徳島空港ビル(株)	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	16.8Nm3/h	0.7Nm3/h	太陽光	既設	20.8	FCFL	1台
23	(株)豊田自動織機	H29	東芝 H2One (水電解は神鋼環境)	35MPa	100m3/日	10Nm3/h	太陽光	既設	190	FCFL	13台
24	トヨタ自動車 (株)	H30	TMEX シンブルフェーエル	35MPa	99.9Nm3/h	4.5Nm3/h	太陽光	既設	120.96	FCFL	0台
25	三井住友F&L (株)	H30	長州産業 (水電解は神鋼環境)	70MPa	5.0Nm3/h	4.0Nm3/h	水力	既設	水力	FCV	0台
26	富山水素エネルギー促進協議会	H30 H31	東芝 H2One (水電解は神鋼環境)	70MPa	100m3/日	2.0Nm3/h	太陽光	新設	300	FCV	-
27	大陽日酸 (株)	H30	大陽日酸 (水電解は神鋼環境)	35MPa	5.0Nm3/h	5.0Nm3/h	太陽光	新設	64	FCFL	-

出所：受領資料より作成

2018年度実績を踏まえると、フル稼働であった19件のうち、再エネ100%で賄えているSTは2件のみであった（#11、#19）

再エネ100%で賄えているステーション（2018年度実績）

再エネ新設
2018年度時点でフル稼働

#	設置者	交付決定年度	機種・メーカー等	供給圧力	水素製造量	圧縮水素製造量	再エネ電力種	補助金設置・既設	太陽光(kW)	対象車両	車両実績	再エネのみ
1	徳島県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	10	FCV	6台	×
2	宮城県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	5	FCV	1台	×
3	三井住友F&L(株)	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	10.5	FCV	2台	×
4	熊本県	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	40	FCV	1台	×
5	神戸市	H27	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	55	FCV	2台	×
6	本田技研工業(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	21	FCV	1台	×
7	三井住友F&L(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	21	FCV	2台	×
8	京都市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	9.8	FCV	6台	×
9	倉敷市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	24.5	FCV	1台	×
10	鈴鹿市	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	30	FCV	1台	×
11	(株)鈴木商館	H28	鈴木商館 (水電解は神鋼環境)	35MPa	89Nm3/日	3.7Nm3/h	太陽光	新設	49.5	FCFL	1台	○
12	三井住友F&L(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	10.548	FCV	1台	×
13	境町	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	32	FCV	2台	×
14	宮古空港ターミナル(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	83	FCV	5台	×
15	相馬ガスホールディングス(株)	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	20	FCV	不明	×
16	三沢市ソーラメンテナンス事業協同組合	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	新設	22	FCV	2台	×
17	神奈川県	H28	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	32.3	FCV	1台	×
18	ホンダエンジニアリング(株)	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	447	FCV	1台	×
19	JA三井リース(株)	H29	TMEX シン プルフェーエル	35MPa	29Nm3/日	1.2Nm3/h	太陽光	新設	85.8	FCFL	2台	○
20	(株)タツノ	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	1.5kg/日	0.7Nm3/h	太陽光	既設	40	FCFL	4台	×
21	(株)鈴木商館	H29	鈴木商館 (水電解は神鋼環境)	35MPa	36.3Nm3/日	5.0Nm3/h	太陽光	新設	49.5	FCFL	7台	×
22	徳島空港ビル(株)	H29	ホンダ SHS 35MPa	35MPa	16.8Nm3/h	0.7Nm3/h	太陽光	既設	20.8	FCFL	1台	×
23	(株)豊田自動織機	H29	東芝 H2One (水電解は神鋼環境)	35MPa	100m3/日	10Nm3/h	太陽光	既設	190	FCFL	13台	×
24	トヨタ自動車 (株)	H30	TMEX シン プルフェーエル	35MPa	99.9Nm3/h	4.5Nm3/h	太陽光	既設	120.96	FCFL	0台	×
25	三井住友F&L (株)	H30	長州産業 (水電解は神鋼環境)	70MPa	5.0Nm3/h	4.0Nm3/h	水力	既設	水力	FCV	0台	×
26	富山水素エネルギー促進協議会	H30 H31	東芝 H2One (水電解は神鋼環境)	70MPa	100m3/日	2.0Nm3/h	太陽光	新設	300	FCV	-	-
27	大陽日酸 (株)	H30	大陽日酸 (水電解は神鋼環境)	35MPa	5.0Nm3/h	5.0Nm3/h	太陽光	新設	64	FCFL	-	-

出所：受領資料より作成

再エネ100%とは、ステーション建設時に再エネ設備を新設するか、既設設備からの調達においては余剰電力を調達し、再エネ由来電力消費量がSTの総電力消費量を上回らなければならない

再エネ100%とは

再エネ電気調達方法		評価方法
1	再エネ発電設備を <u>新設</u> し、自家消費	再エネ発電量 > STの総電力消費量 系統からの電力購入があったとしても、再エネ発電量の総量がSTの総消費量を上回っていれば、再エネ100%と見做される
2	<u>既設</u> 発電設備から余剰電力を調達	余剰再エネ電気調達量 > STの総電力消費量 - 外部の既設発電設備から再エネ電気を調達する場合、当該再エネ電気は余剰分である必要がある - 既に販売先が決まっている再エネ電気の販売先を変更したのみでは、再エネ電気とは見做されない（全体として再エネ使用量が増えるわけではないため）

本事業における再エネ水素STとは、新設の再エネ発電設備の電気、又は系統から購入する再エネ由来電気により、オンサイトに設置された水素製造装置によって製造された純水素をFC又はFCFLに供給し、電力の過不足時は系統を介した売買も行う施設のことを指す

本事業における再エネ水素STの検討範囲

<u>水素源の 再エネ設備</u>	<u>系統から 非再エネ電力購入</u>	<u>系統への 電力販売</u>	<u>水素製造</u>	<u>水素の外部販売</u>
新設 (太陽光発電設備を前提)	する (不足時)	する (余剰時)	オンサイト	しない (供給は特定車両のみ)
既設 (余剰電力)	しない	しない	オンサイト	しない (供給は特定車両のみ)

①必要な再エネ発電設備容量、②消費電力量のブレ要因、③再エネ水素STの経済性、及び④普及施策について調査・分析を実施

調査観点と調査論点

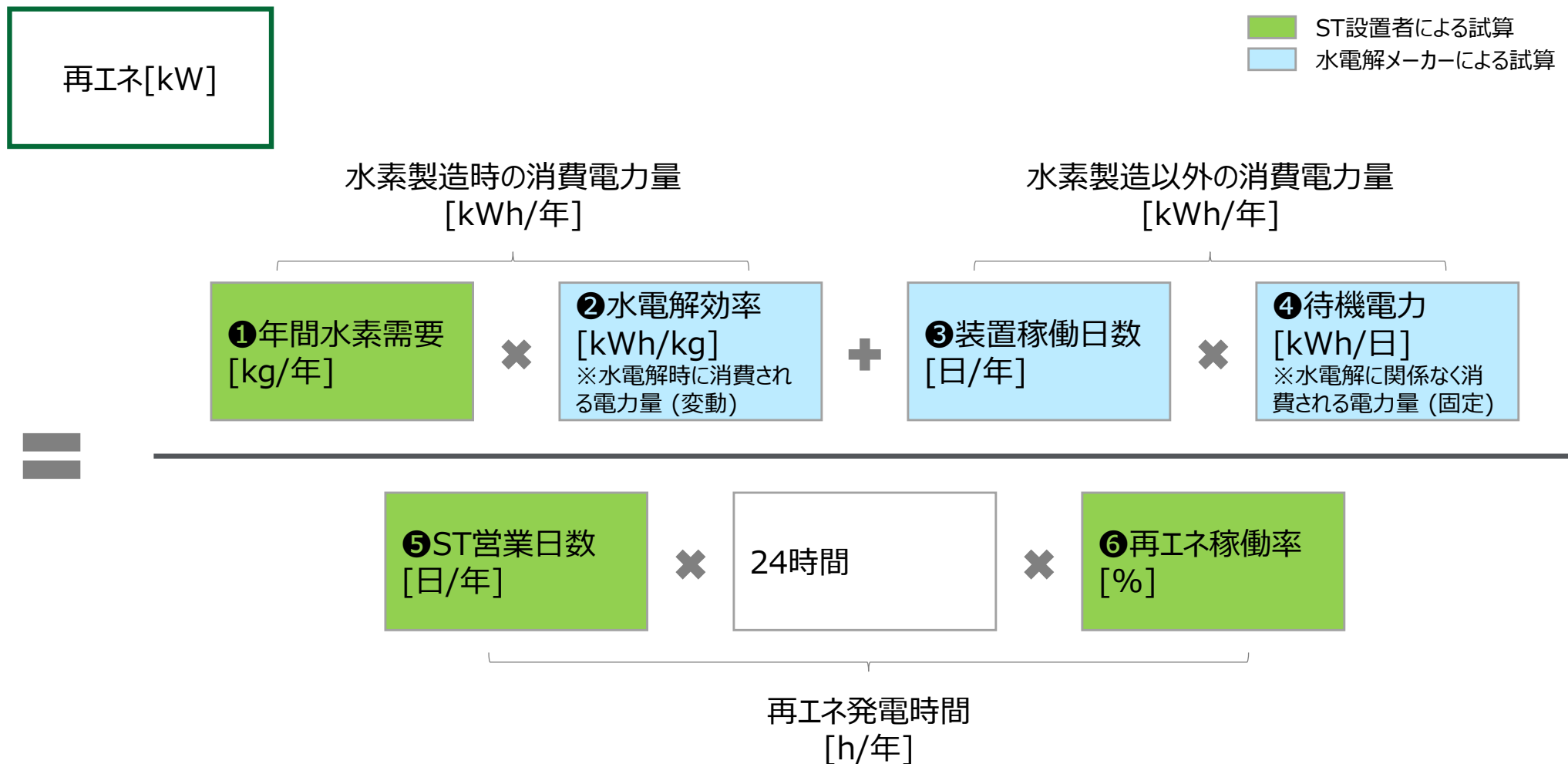
#	調査観点	調査論点
①	必要な再エネ発電設備容量	- 再エネ発電設備容量を算出するためのパラメーターは何か - 再エネ水素STの実績から逆算した時の必要な発電設備容量は何kWか - 当初の事業計画を達成した時の必要な発電設備容量は何kWか - そもそも、計画段階で再エネ100%の前提となっていたか
②	消費電力量のブレ要因	- 水素1kgを製造するのに必要な消費電力量がブレる要因とその影響度はどれほどか - 立地条件の違い（外気温、標高） - 設備構成の違い - マイナーチェンジなど仕様の違い - 機器の動作不良 - 水道水質の違い - データ取得方法の違い - 供給量の違い
③	再エネ水素STの経済性	- 再エネ発電設備を新設し、再エネ電気を自家消費する場合の経済性はどうか - 再エネ電気を外部調達する場合の経済性はどうか - 補助金あり、なしにおける経済性の違いはどれほどか
④	普及施策	- どのような施策があり、施策の実現性はどうか - 水電解装置の設置コスト低減 - 敷地面積規制緩和による容量最大化 - 稼働率の向上 - 水電解効率の改善 - 保守費低減 - 人件費削減（規制緩和） - 調達電気単価の低減 - 施策が全て実現した場合の再エネ水素STの経済性はどうか

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

再エネ水素STに新たに再エネ発電設備を設置する場合、kWを試算するには以下のパラメータが必要と特定。次年度以降、同様の補助事業を実施する場合は、各パラメータに基づき事業計画を評価すべきであると思料する

再エネ発電設備容量の試算に必要なパラメータ



※③：営業日以外も含む

※⑤：営業日のみ（水素製造には保安技術者が必要）

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

同一メーカーで消費電力量がブレる要因は、外気温と供給量。メーカーによって設備構成が異なるが、夏場は消費電力量が増える傾向にあることは共通。納入先によってFCスタックの劣化スピードが異なるが、原因の特定には至っていない

消費電力量のブレ要因とサマリ

ブレ要因		仮説	調査サマリ
外的要因	立地条件の違い	外気温、標高（気圧）の違いによって消費電力量の違いが生じているのではないか	- 標高の高い場所への設置例がなく、影響は不明 <u>水素を冷却する必要があるため、夏場は消費電力量が増える</u>傾向にある - 準寒冷地では凍結防止用ヒーターの運転により冬場も消費電力量が増える傾向にある
	設備構成の違い	水素製造装置はパッケージ型装置であり、設備構成の違いはないものと考えられる	<u>装置構成は同じ</u>
	仕様の違い	基本的には同仕様であり影響は微小ではないか	地熱発電との併用や塩害地域への設置など、<u>事業者によって多少の違いが生じている</u>
原料	機器の動作不良	新しいプロダクトであり、動作不良が影響している可能性あり	不純物の付着具合など、納入先によって程度が異なるが、<u>原因はメーカーも特定出来ていない</u>
	水道水質の違い	水道水質基準を満たす必要があるため、水道水質の差はないものと想定される	FCスタックへの不純物の付着スピードが早いステーションは、原料となる水の<u>水質が他と異なることが原因と想定</u>される
データ取得	データ取得方法の違い	自動計測・取得と想定されるため、違いはないものと想定される	<u>違いなし</u>
供給量	供給量の違い	kWh/kgは、（製造・供給時に必要となる従量的に消費される電力量+待機時に消費される電力量）÷水素製造量 で計算されており、供給量が小さければ、待機時に消費される電力量の割合が高くなってしまい、見かけの必要電力量（kWh/kg）が大きくなってしまう可能性	<u>常時運転している装置も多く消費電力量も多いため、供給量の違いがkWh/kgをブレさせる大きな原因</u>と推察される

出所：水素製造メーカーインタビュー等より作成

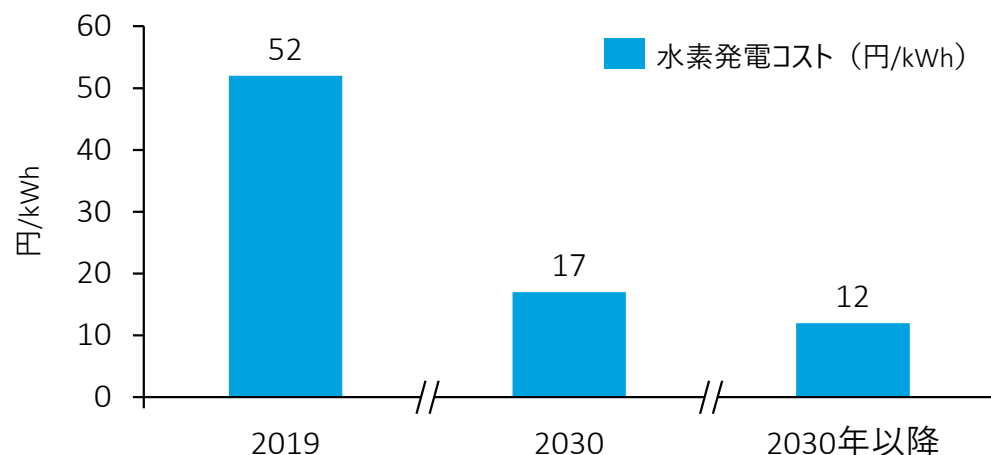
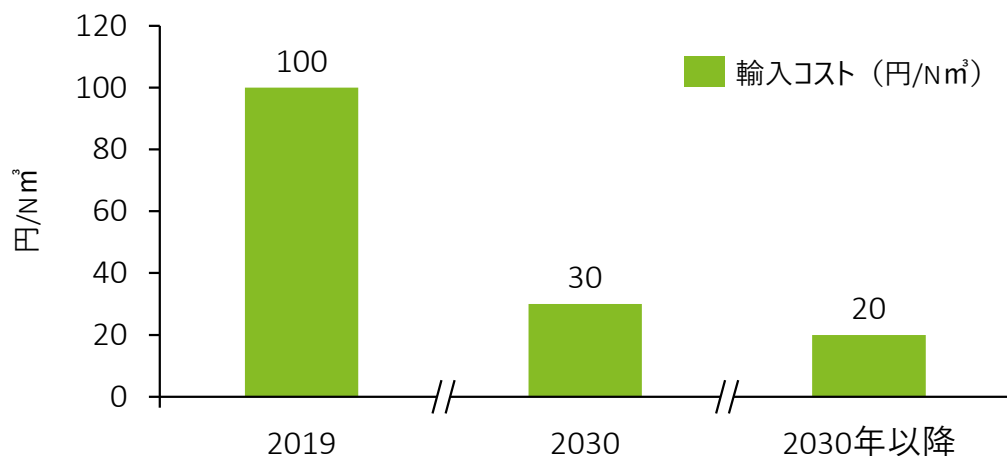
4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

FCのランニングコストは水素販売単価が1,000円/kgでガソリン車と同等。水素戦略ロードマップの30年目標水準である30円/Nm³であれば電気自動車よりも安くなる可能性あり

政府目標と前提 | 水素・燃料電池戦略ロードマップ（2019年）

水素・燃料電池戦略ロードマップにおける目標



【前提の価格水準】

- 既存の水素STの水素販売単価は1,000 円/kg^注 $\div$ 90 円/Nm³
- ロードマップにおける2030年目標水準は334 円/kg $\div$ 30円/Nm³

^注国の支援等がない実際の販売価格（製造コスト＋マージン）は不明

【現時点】

- MIRAIの電費は150 km/kg $\div$ 6.7 円/km
(水素単価：1,000円/kg)
- カローラの燃費は17.6 km/L $\div$ 6.8 円/km
ガソリン代：120円/L
- リーフの電費は約7 km/kWh $\div$ 3.6 円/km
電気代：25円/kWh

【2030年時点】

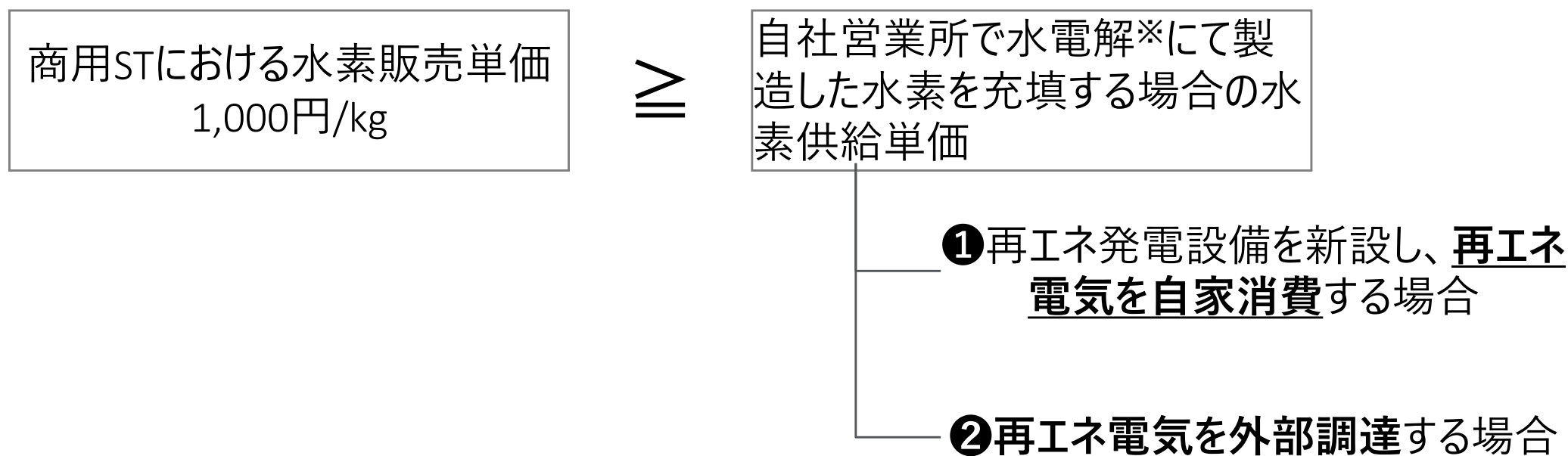
- MIRAIの電費は150 km/kg $\div$ 2.2 円/km
(水素単価：334円/kg)

【単位換算表】

	Nm ³	L	kg
Nm ³	1	1.269	0.09
L	0.788	1	0.071
kg	11.127	14.124	1

商用STで水素購入をするよりも安く、自社営業所で水素を製造し供給することが出来れば メリットがある。ホンダSHSと東芝H2Oneを対象に経済性の試算を実施

経済性分析の考え方 | 何と何を比較するか



※ カーボンニュートラルなメタンからの水素製造等の様々な手法が考えられるが、今回は水電解にて製造される水素を中心に試算を実施

再エネ水素STの経済性試算の諸前提は以下の通り

諸前提

①再エネ電気を自己消費

②再エネ電気の外部調達

項目	単位	ホンダSHS35	東芝H2One	備考
水素販売単価	円/kg	1,000	1,000	税抜
電気代	円/kWh	20	20	低圧
人件費	円/人	5,000,000	5,000,000	仮
人数	人	0.5	0.5	事業所設置のため、兼任の仮定
太陽光価格	円/kW	286,000	286,000	2018年度実績（事業用）
償却年数（太陽光）	年	17	17	－
償却年数（水電解装置）	年	8	8	補助事業の財産処分制限期間

再エネを新設し再エネ水素STを建設する場合、補助金があったとしても水素供給単価は市中供給単価に及ばない

経済性試算まとめ（1/2）

- ①再エネ電気を自己消費
- ②再エネ電気の外部調達

		市中供給単価	補助金なし 減価償却あり	補助金なし 減価償却なし	補助金あり 減価償却あり	補助金あり 減価償却なし
ホンダSHS 35						
水素単価	円/kg	1,000	90,878	19,428	33,817	12,389
東芝H2One						
水素単価	円/kg	1,000	76,555	10,432	40,798	7,563

※水素供給単価は、水素供給に掛かるコスト総額を、供給量（kg）で除している

再エネ設備を新設せず、余剰再エネ電気を外部調達する場合も同様に市中供給単価の方が安い。現状、経済合理性だけで再エネ水素STの普及が進むことは困難

経済性試算まとめ（2/2）

- ①再エネ電気を自己消費
- ②再エネ電気の外部調達

		市中供給単価	補助金なし 減価償却あり	補助金なし 減価償却なし	補助金あり 減価償却あり	補助金あり 減価償却なし
ホンダSHS 35						
水素単価	円/kg	1,000	92,066	22,728	35,005	15,689
東芝H2One						
水素単価	円/kg	1,000	78,762	12,639	43,005	9,770

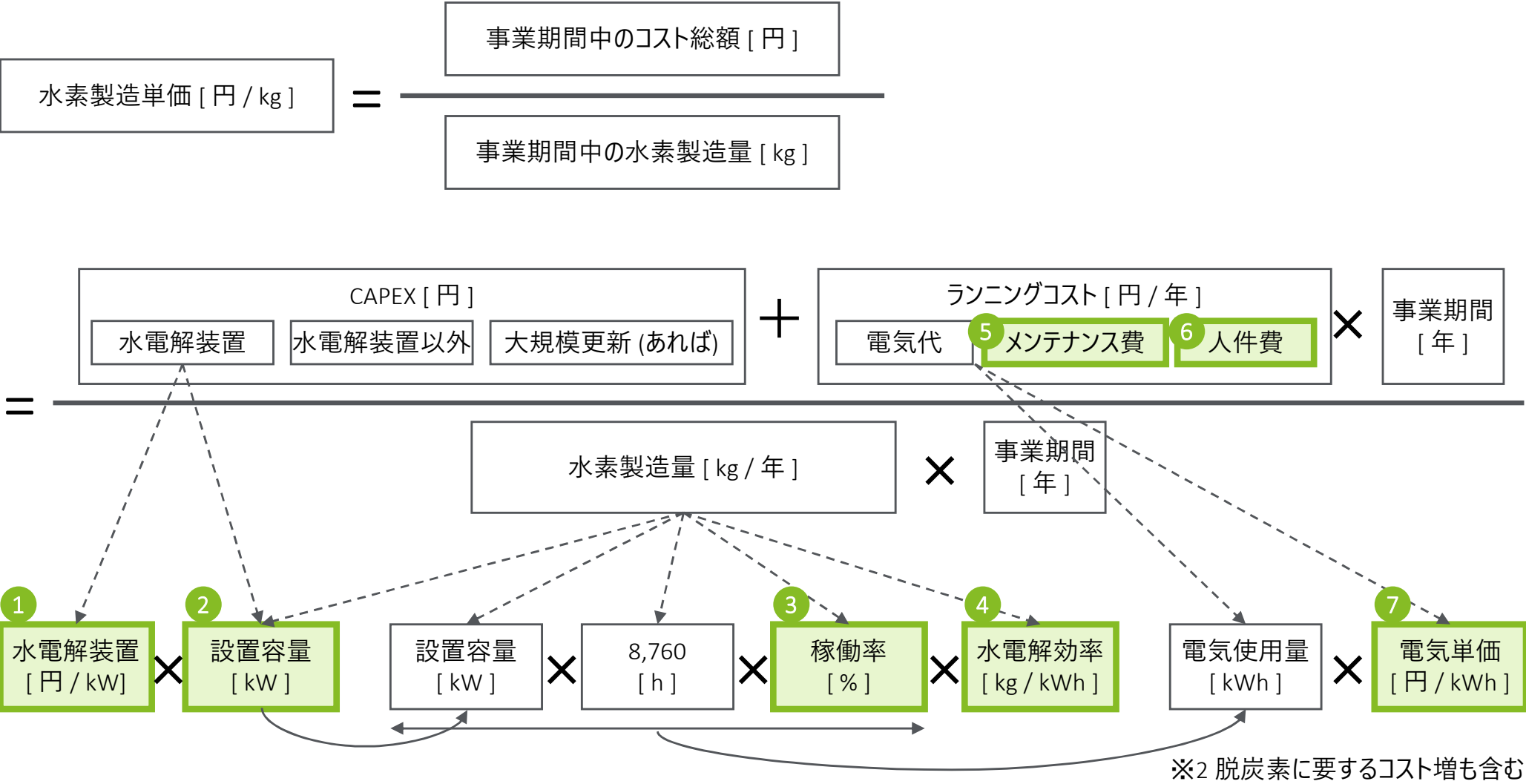
※水素供給単価は、水素供給に掛かるコスト総額を、供給量（kg）で除している

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ **普及施策**
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

再エネ水素STの供給単価が市中供給単価に対して競争力を持つ可能性があるのか、水素製造単価をコストパラメーターに分解し、現在の取り組み状況から考察を行う

水素製造単価のコストパラメーター



競争環境の改善による装置コストの低減、水素の多目的化、規制緩和により、将来に向けた低コスト化余地はあり

再エネ水素STの低コスト化に向けた取り組みと期待効果

#	取り組み内容	単位	現状と低コスト化に向けた取り組み方向性	期待されるコスト削減効果	取り組み主体
①	水電解装置の設置コスト低減	円/kW	■ 国内水素製造部品メーカーが少なく競争原理が働いていない ■ 海外製品の使用に関する規制が厳しく安価であっても使用が困難 ⇒ 海外製部品に関する規制緩和	■ IRENAの予想では2030年にkWコストが30%減	■ 官庁 ■ メーカー
②	敷地面積規制緩和による容量最大化	kW	■ 郊外に設置する場合、敷地面積の制約を受けることは少ない ■ 将来、市街地のビルに水素STを設置する場合は、高圧ガス保安法の規制を受けてしまい、設置が困難となる可能性がある ⇒ 高圧ガス保安法の規制緩和が必要		■ 官庁
③	稼働率の向上	%/年	■ 再エネ水素STの稼働率はFCV/FCFLの需要に依存してしまう ⇒ FC以外の水素需要を取り込み稼働率を高める工夫が肝要	■ 最大で96%程度に稼働率を高められる可能性	■ 設置者 ■ メーカー
④	水電解効率の改善	kWh/kg	■ 水電解効率自体の改善は難しい ■ 付帯設備の改良によって、kWh/kgが減っていく ⇒ 海外製部品の規制緩和も踏まえ、水素産業を育てる必要	■ 水素・燃料電池戦略ロードマップでは、2030年の水電解効率 50kWh/kgが目標	■ 官庁 ■ メーカー
⑤	保守費低減	円/年	■ 法定点検での停止は1週間～2週間程度/年 ⇒ 消耗品の改良や法定点検期間を隔年にするなどの規制緩和	■ 保守費50%減（隔年）	■ 官庁 ■ メーカー
⑥	人件費削減（規制緩和）	円/年	■ 小規模の第2種製造所ではセルフ式が認められていない ⇒ 第2種製造所においてもセルフ式解禁	■ 人件費50%減	■ 官庁
⑦	調達電気単価の低減	円/kWh	■ 安い電源として、卒FIT電気や、既設でも自治体が保有する小水力などのアイドルキャパシティとなっている再エネを利用	■ 調達価格が11円/kWh	■ 設置者

「補助金あり&減価償却あり」で現在の市中供給単価と同水準。減価償却後は補助金がなくとも市中供給単価を下回る

普及施策が実現した場合の経済性試算（H2One 35MPa前提、ベストケース）

- ①再エネ電気を自己消費
- ②再エネ電気の外部調達

		<u>市中供給単価</u>	<u>補助金なし 減価償却あり</u>	<u>補助金なし 減価償却なし</u>	<u>補助金あり 減価償却あり</u>	<u>補助金あり 減価償却なし</u>
東芝H2One						
水素単価	円/kg	1,000	5,870	530	2,494	287

「補助金あり&減価償却あり」で現在の市中供給単価と同水準。減価償却後は補助金がなくとも市中供給単価を下回る

普及施策が実現した場合の経済性試算（H2One 35MPa前提、ベストケース）

- ①再エネ電気を自己消費
- ②再エネ電気の外部調達

		市中供給単価	補助金なし 減価償却あり	補助金なし 減価償却なし	補助金あり 減価償却あり	補助金あり 減価償却なし
東芝H2One						
水素単価	円/kg	1,000	5,230	530	1,854	287

水素はこれまで化石燃料改質/副生水素により製造されていたが、環境負荷を軽減するため、再エネ発電電気による水の電気分解による水素製造への取り組みが進んでいる

① 水電解装置 | 水素の製造手法

		製造手法概要	大規模生産	コスト	CO2フリー	技術的成熟度
水電解	光触媒	酸化物・窒化物などの光触媒を利用し水を分解・水素を製造	× 変換効率が4% 気象条件に左右	N/A (実用化前)	◎ 可能	△ 研究開発段階
	熱分解	太陽光など熱処理の化学反応を組み合わせ水を分解・水素を製造	○ 大規模生産可	N/A (実用化前)	◎ 可能	△ 研究開発段階
	電気分解 再エネ発電	主に太陽光・風力によって発電された電気から水を分解・水素を製造	○ 大規模生産可	△ コスト: 中～高 (再エネ設備)	◎ 可能	○ 確立済
	電気分解 火力発電	電力エネルギーから水を分解・水素を製造	◎ 大規模/ 安定生産可	○ コスト: 中	× 単独では不可 (CCUSとセットで可)	○ 確立済
バイオマス熱分解		木材などのバイオマスを乾留*処理し水素を分離精製	△ 供給地分散 (小規模)	△ コスト: 高 (収集費)	◎ 可能	○ 確立済
化石燃料改質		天然ガスやナフサなど化石燃料改質により水素を製造	◎ 大規模/ 安定生産可	○ コスト: 中	× 単独では不可 (CCUSとセットで可)	◎ 実用化済
副生水素		工業プロセスの化学反応の副産物として水素が発生	△ 主要産物の 生産量に依存	◎ コスト: 低 (追加コスト無し)	× 単独では不可 (CCUSとセットで可)	◎ 実用化済

*乾留：無酸素化下での熱分解

出所：製造手法はNEDO資料を基に整理

水電解手法では、アルカリ型とPEM型が実用化段階。大型化、コスト面でアルカリ型が有利だが、電流密度が高く効率が良いのはPEM型であり、小型再エネ水素STに適している

① 水電解装置 | 電気分解の手法

	技術名	概要	特徴	課題
電気分解	SOEC (固体酸化物型)	- 高温水蒸気の電解技術 - 固体酸化物燃料電池と同様の材料が利用される - 運転温度は700℃～800℃ - 電解質に酸化物イオン伝導体（YSZ など）を利用	- 運転温度を廃熱から得ることで、電解エネルギーを低減でき高効率化が可能 - 実証例は少なく、技術開発途上にある	- セラミック薄膜を使用するため、機械的性質が劣る - 高温廃熱源がないと高効率化のメリットが得られない
	アルカリ型	- 電解質に強アルカリ（KOH）を利用する - 水素はカソード極から発生する - 運転温度は70℃～90℃	低コスト材料が使用可能であり、比較的高効率で水素製造可能 - 電流密度は-0.6A/cm² - 負荷変動範囲が狭い - 圧力は1-30bar	- 強アルカリにより、80℃以上で腐食性が大きくなり、材料制約が大きい 高性能化には触媒改良が必要
	PEM型 (固体高分子型)	- PEM 型燃料電池と同様、MEA構造で、電解質に固体高分子を利用する - 運転温度は60℃～100℃	アルカリ型より高効率 - 電流密度は-2A/cm²であるため、セルスタックの小型化に寄与する - 負荷変動範囲が広く付加追従性が高いため、調整力として活用が期待 - 圧力は30-80barであり、追加圧縮コストが小さい	イオン交換膜や電極触媒材料が高コストで、大型化には低コスト化技術開発が必要

出所：経済産業省『今後の水素政策の検討の進め方について』（2020年11月）、富士経済レポート

日本国内では旭化成、東芝がアルカリ型、神鋼環境、日立造船がPEM型を開発。今後、大型のものはアルカリ型、小型のものはPEM型と棲み分けが進む可能性がある

① 水電解装置 | 水電解装置メーカー

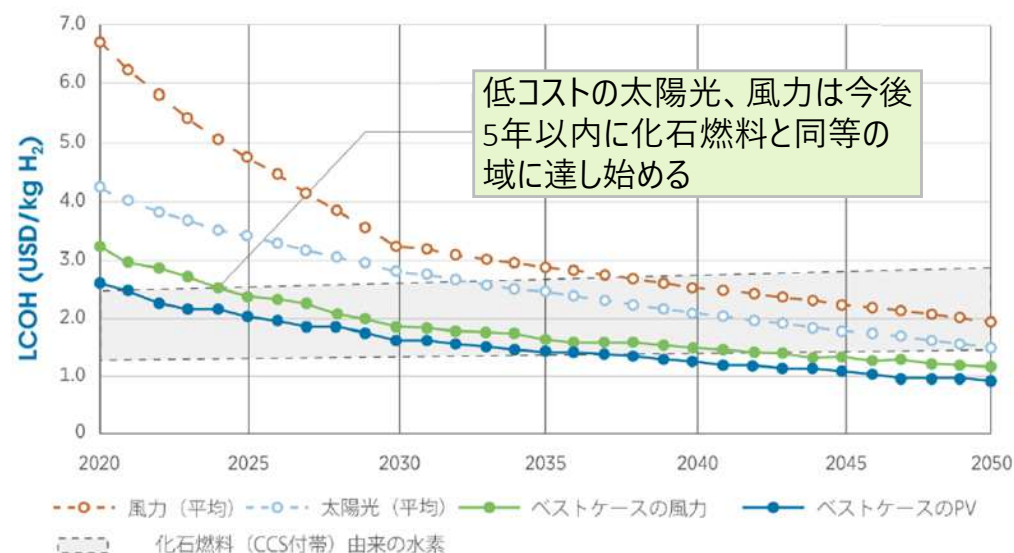
企業名	水素の製造に関する取り組み	製造手法
旭化成	- 再生可能エネルギーを水素に変換するエネルギー効率は90%と世界最高レベルを達成 <u>福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）にて10MW級大型アルカリ水電解システム</u>（水素製造装置）を立ち上げ、水素の供給運転を開始（2020年4月） - FH2Rでは隣接する太陽光発電（20MW）と系統からの電力を使用し、10MWの水電解システムにより、年間最大900トン規模の水素を製造・貯蔵・供給することが可能	アルカリ
東芝	- 水素を「つくる」技術において、東芝では高性能・大容量の水素製造に向けて次世代水電解装置SOECの開発に注力 - CO₂を排出することなく水素を電力と熱に変換する純水素燃料電池システム「H₂Rex™」を製品化 <u>自立型水素エネルギー供給システム「H₂One™」</u>を製品化	アルカリ SOEC（開発中）
神鋼環境ソリューション	再生可能エネルギーを利用して水電解により<u>CO₂フリー水素を供給する水電解式高純度水素発生装置（HHOG）</u>を製造、190基の納入実績あり（2020年1月現在）	PEM
日立造船	- 水を電気分解して高純度の水素ガスを発生供給する<u>オンサイト型水素発生装置（HYDROSPRING）</u>を製造販売 - 水素発生量は小容量(1Nm³/h)から大容量(100Nm³/h以上)まで幅広いラインアップを取り揃えており、特殊な仕様や遠隔監視システムなど、必要に応じて装置設計をすることも可能	PEM

出所：各社HP

海外レポートでは、将来的に再エネ由来の水素製造コストが化石燃料由来の水素製造コストよりも低くなるという予測もある

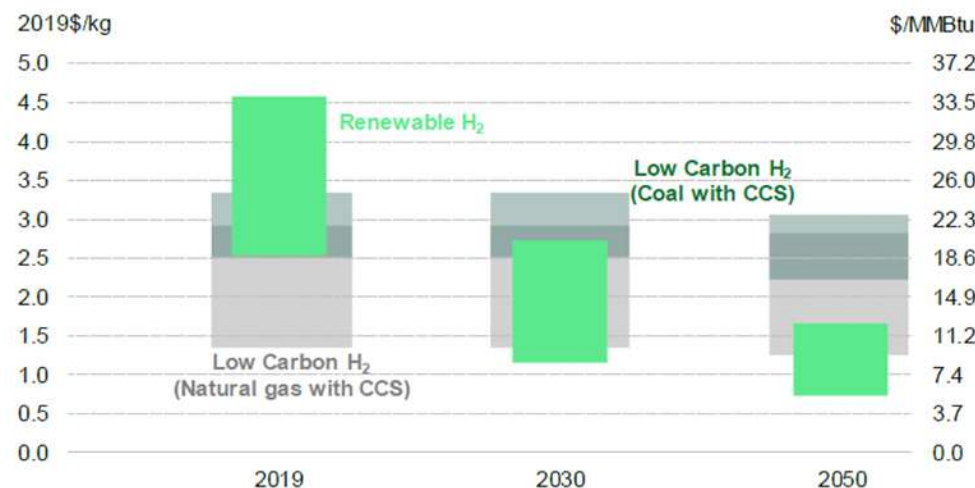
① 水電解装置 | LCOHの予想(IRENA・Bloomberg)

IRENA：水素製造コスト比較（太陽光/風力 vs 化石燃料&CCS）



- 水電解装置のコストを、USD770/kW(2020年)、USD540/kW(2030年)、USD435/kW(2040年)、USD375/kW(2050年)と想定している
- 化石燃料由来のコストの将来試算(2020年から2040年にかけて)は以下のように行われている
 - ✓ CCSを含めた化石燃料のコスト：変化なし
 - ✓ 水蒸気メタン改質による水素製造コスト：2%上昇
 - ✓ 高度天然ガス改質による水素製造コスト：13%上昇
 - ✓ 石炭による水素製造コスト：11%減少
- CO₂の価格をUSD50/t(2030年)、USD100/t(2040年)、USD200/t(2050年)と想定している

Bloomberg：大規模水素製造プロジェクトにおけるLCOHレンジ予測



- 天然ガスの価格をUSD1.1～10.3/MMBtu、石炭の価格を各年においてUSD30～116/tと想定している
- 以下の事実より、世界のほとんどの地域で2050年までにUSD0.7～1.6/kgのコストで再エネ由来の水素を製造できると予測している
 - ✓ 2014年から2019年にかけて北米、欧州で製造されたアルカリ電解装置の価格が40%下落
 - ✓ 中国で製造されているアルカリ電解装置の価格が、北米及び欧州の価格より80%さらに低い
 - ✓ 今後、水電解装置の製造規模が増加することに伴い、更なるコストダウンが見込まれる

出所：IRENA. HYDROGEN : A RENEWABLE ENERGY PERSPECTIVE (2020)、Bloomberg. Hydrogen Economy Outlook key messages (2020)

IRENAは「電解槽価格」について2030年以降大幅な値下がり进行を想定。かつ再エネ単価も大きく値下がり进行を想定している

① 水電解装置 | 水素製造単価、電解槽価格の見通し

電気源	出所	水素製造単価 [USD / kg]					電解槽価格 [USD / kW]				
		2019	2020	2030	2040	2050	2019	2020	2030	2040	2050
太陽光	IRENA		6.8	3.2 (▲53%)	2.7 (▲60%)	2.2 (▲68%)		770	540 (▲30%)	435 (▲44%)	375 (▲51%)
風力			4.2	1.9 (▲55%)	2.1 (▲50%)	1.6 (▲62%)					
化石燃料			1.2～2.4	1.3～2.7 (+13%)	1.4～2.7 (+13%)	1.5～2.9 (+21%)					
再エネ	Bloomberg	2.5～4.6		1.3～2.7 (▲41%)		0.8～1.7 (▲63%)	詳細は不明だが以下の記載あり 2014年から2019年にかけて北米、欧州で製造されたアルカリ電解装置の価格が40%低下 - 中国で製造されているアルカリ電解装置の価格が北米、欧州の価格より80%さらに低い - 今後、電解槽の製造規模が増し、それによる更なるコストダウンが見込まれる				
天然ガス		1.4～2.9		1.4～2.9 (±0%)		1.3～2.8 (▲3%)					
石炭		2.5～3.3		2.5～3.4 (+3%)		2.3～3.1 (▲6%)					

注釈

- IRENAのレポートからは、Average PV, Average Windの値を採用した
- かつこのパーセンテージは、対2020年比
- 出所
- IRENA. HYDRPGEN : A RENEWABLE ENERGY PERSPECTIVE (2020)
- Bloomberg. Hydrogen Economy Outlook key messages (2020)

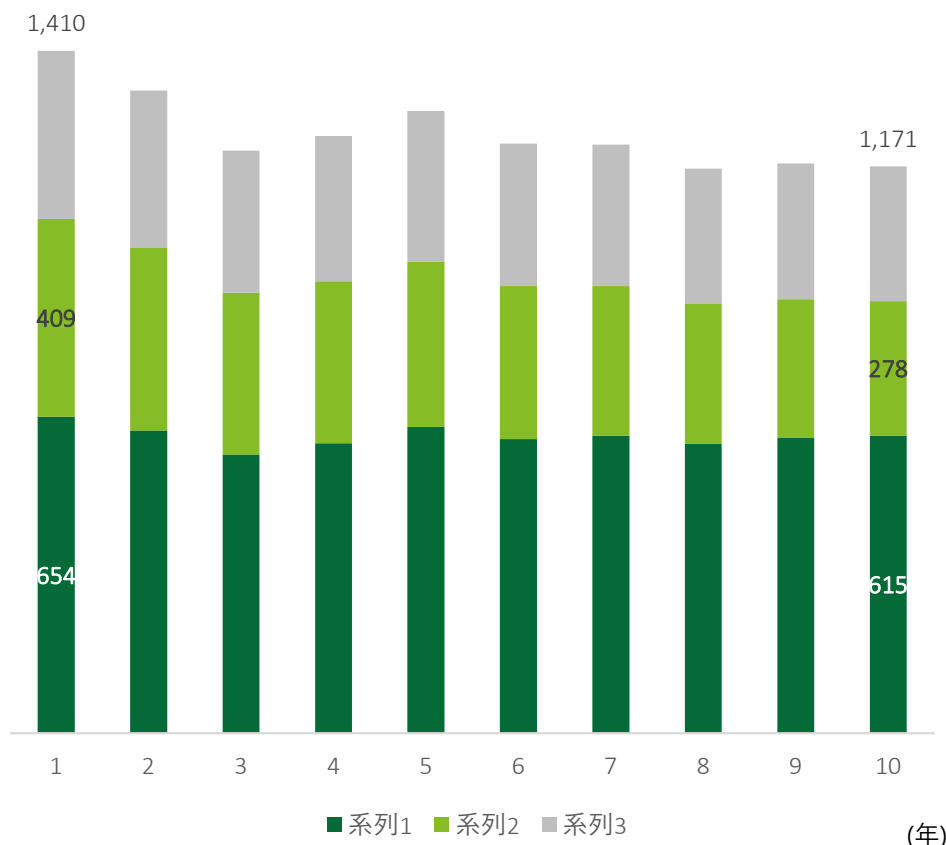
水素ロードマップにおける水素価格 (USD / kg換算) : **2030年に3.2 USD / kg**
 ※ 換算にあたっては各資料でよく用いられる 0.0899 kg / Nm³ を使用
 ※ 1USD = 105円で換算

短期的にはアルカリ電解槽のコストがPEM電解槽のコストを下回ると予想される。アルカリ電解槽の材料費・部品費の低減が原因だと考えられる

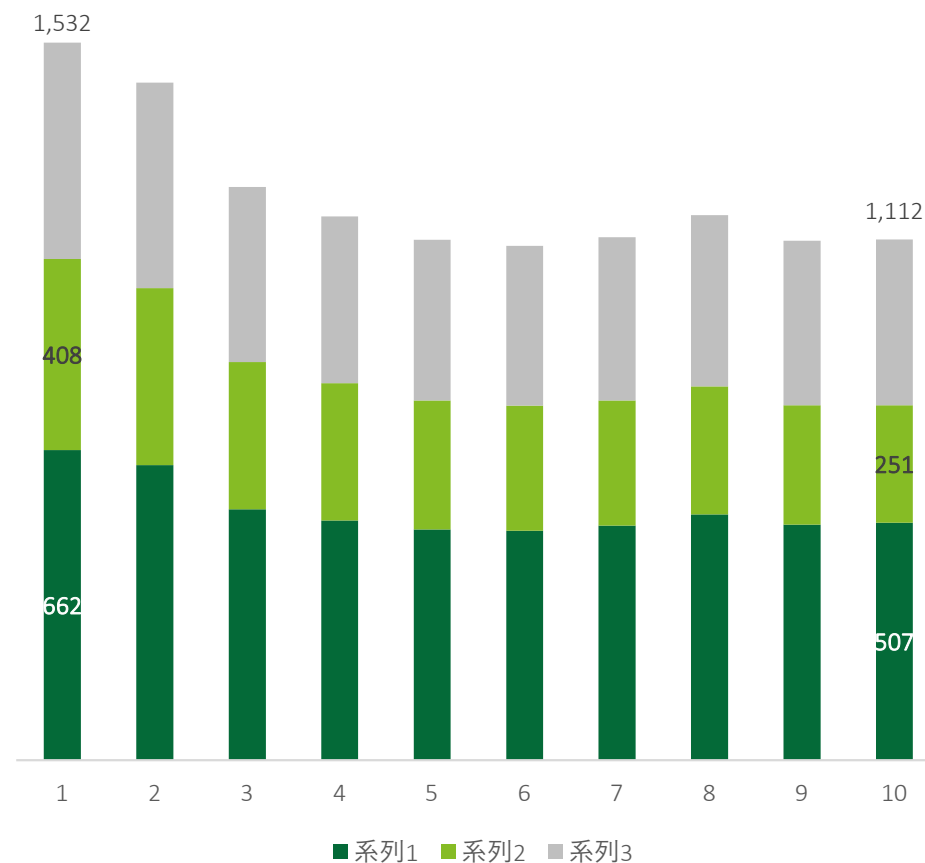
① 水電解装置 | 各電解槽の製造コストに関する見通し

PEM電解槽による製造コストの推移

(Thousand USD)



アルカリ電解槽による製造コストの推移



出所：DataM Intelligence “Australia and Japan hydrogen Electrolyzer Market” (2019)

※日本、豪州の電解槽による製造コストを予測したものである

水素製造装置の製造能力と本体サイズおよび設置スペースには、正の関係が存在するため、水素製造量は設置スペースにも制約を受けると考えられる

② 敷地面積の緩和 | 装置の大型化

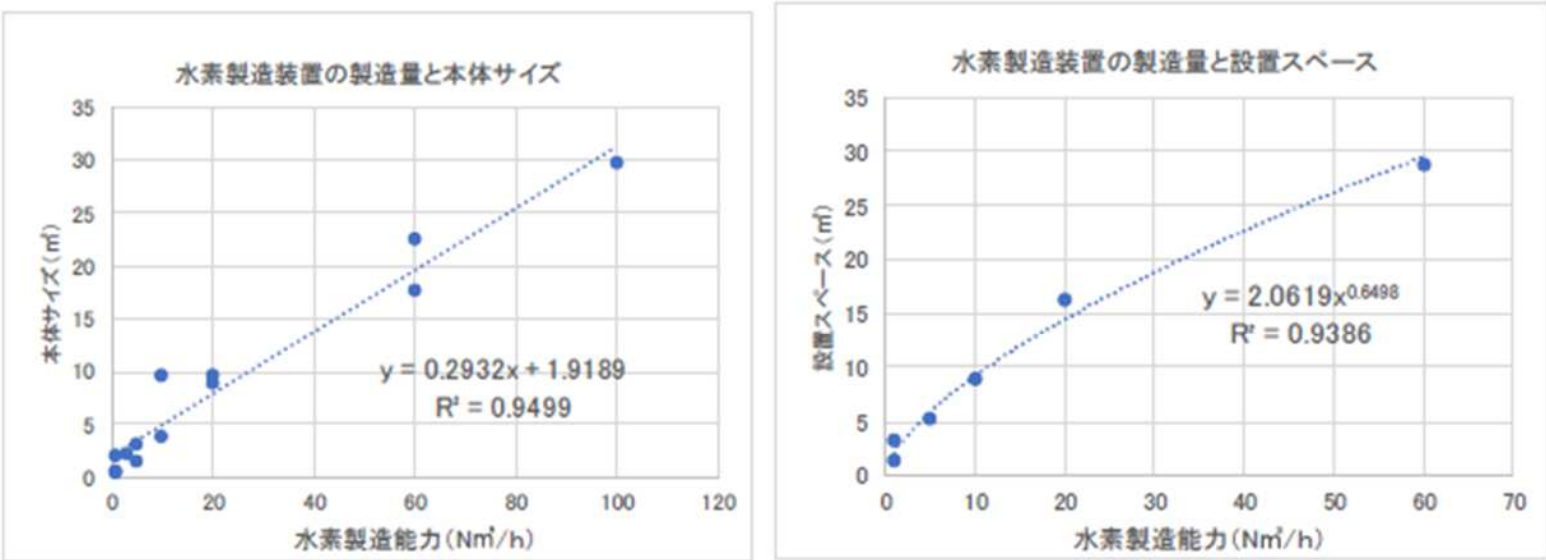


図 3-5 水素製造能力と本体サイズ・設置スペースの関係

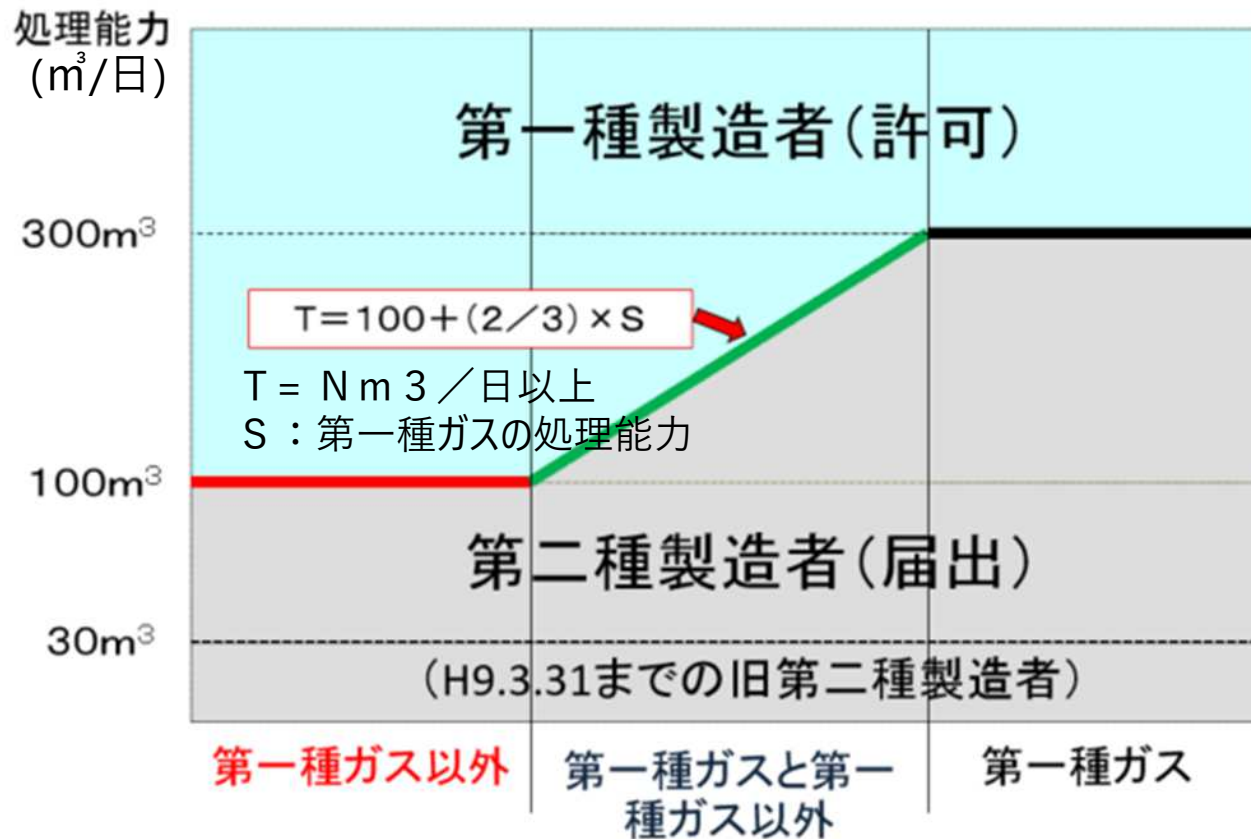
表 3-6 水素製造能力と本体サイズ・設置スペースの推計値（目安）

水素製造量 (N m³/h)	1	5	10	20	60	100
本体サイズ (m²)	1.3	2.5	4.0	6.9	18.6	30.3
設置スペース (m²)	2.1	5.9	9.2	14.4	29.5	41.1

出所：宮崎県『自立型再エネ水素発電設備導入ガイドライン』（平成31年3月）

再エネ水素製造は高圧ガス保安法の適用を受け、その処理能力によって第一種製造者か第二種製造者に分類される。再エネ水素STは100m³未満であるため、第二種となる

② 敷地面積の緩和 | 高圧ガス製造の許可と区分



高圧水電解スタックは高圧ガス保安法が適用されるが、安全確保のため敷地境界や公道に対して6m (70MPaの場合は8m) の隔離距離を確保する必要がある

※第一種ガス：ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン（難燃性を有するものとして経済産業省令で定める燃焼性の基準に適合するものに限る）または空気

稼働率は需要側に依存してしまうため、安定して高稼働を維持できるよう、他のシステムとの組み合わせの動きが進む。東芝は製造した水素をFC及び定置用蓄電池への供給を可能とするシステムを開発。水素、電気、熱の供給が可能で、BCPとの相性も良い

③ 稼働率 | マルチステーション化

福井県敦賀市で「H2Oneマルチステーション™」1号機が開所

—R&Dセンターも併設し、研究開発を加速—

プレスリリース

水素エネルギー

再生可能エネルギー

受注・納入

2020年11月 5日

東芝エネルギーシステムズ株式会社

この度、当社は再生可能エネルギー由来のグリーン水素を燃料電池車への充填や発電へ利用する「H2Oneマルチステーション™」1号機を福井県敦賀市で開所しました。「H2Oneマルチステーション™」は、当社が開発した「H2One ST Unit™」及び「H2One™」を組み合わせたシステムで構成されています。「H2Oneマルチステーション™」は、再エネからつくられた水素を利用し、燃料電池車向け燃料および電気を供給できる燃料電池システムとして、国内初^{注1}の稼働となります。

2018年8月に敦賀市と当社は「水素サプライチェーン構築に関する基本協定」を締結し、これまで敦賀市内における水素サプライチェーンの構築へ向けた検討を重ねてきました。2019年12月には「H2One ST Unit™」が開所し、今回当社が開発した自立型エネルギー供給システムのワンコンテナ型H2One™を新たに設置し、「H2Oneマルチステーション™」として稼働を開始しました。

本ステーションでは、再生可能エネルギーで発電した電力により水素を製造します。「H2One ST Unit™」で製造した水素は燃料電池車約8台^{注2}の運用が可能で、最速3分^{注3}で満充が可能で、さらに、製造した水素は今回設置された「H2One™」の水素タンクへ貯蔵され、必要な時にいつでも燃料電池で発電し電気供給することが可能です。電気は、今回新たに設置された電気自動車専用スタンド、併設するR&Dセンターの照明、敦賀市公設地方卸売市場等へ供給されます。また、電気によって水を温め、お湯として施設内の手洗い用に利用します。

一方、水素エネルギーの研究開発を進めるR&Dセンターも完成し、今月中旬から公開します。

当社は、再生可能エネルギー由来の水素でつくるクリーンな電力を供給できる水素エネルギーシステム「H2One™」、純水素燃料電池システム「H2Rex™」や、水素サプライチェーン構築に向けた各種実証への参画などを通して水素エネルギー導入拡大への取り組みを行い、水素社会実現に貢献していきます。

H2Oneマルチステーション™システム概要



出所：東芝エネルギーシステムズ株式会社

水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～では、2030年に水電解効率4.3kWh/Nm³（≒50kWh/kg）とすることを目指している

④ 水電解効率 | 水電解効率の政府目標

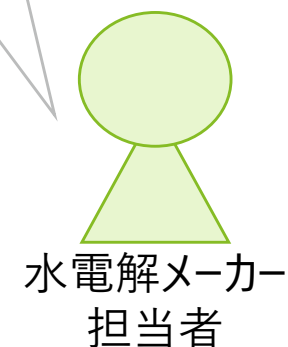
		基本戦略での目標	目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組
利用	モビリティ	FCV 20万台@2025 80万台@2030	2025年 - FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) - FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円	徹底的な規制改革と技術開発
		ST 320カ所@2025 900カ所@2030	2025年 - 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円) - ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円)	- 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 - ガリクスタボ/エドコ併設STの拡大
		バス 1200台@2030	20年代前半 FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	バス対応STの拡大
	発電	商用化@2030	2020年 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン	高効率な燃焼器等の開発
供給	化石+CCS	グリッドパリティの早期実現	2025年 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現	セルスタックの技術開発
		水素コスト 30円/Nm ³ @2030 20円/Nm ³ @将来	20年代前半 - 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数円/Nm³→12円/Nm³) - 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m³→5万m³) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg)	- 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 - 液化水素タンクの断熱性向上・大型化
	再生水素	水電解システムコスト 5万円/kW@将来	2030年 - 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) - 水電解効率 (5kWh/Nm³→4.3kWh/Nm³)	- 浪江実証成果を活かしたモデル地域実証 - 水電解装置の高効率化・耐久性向上 - 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

出所：経済産業省『今後の水素政策の検討の進め方について』（2020年11月）

水電解効率の改善余地は限定的だが、補機系における消費電力の改善余地はまだまだあり

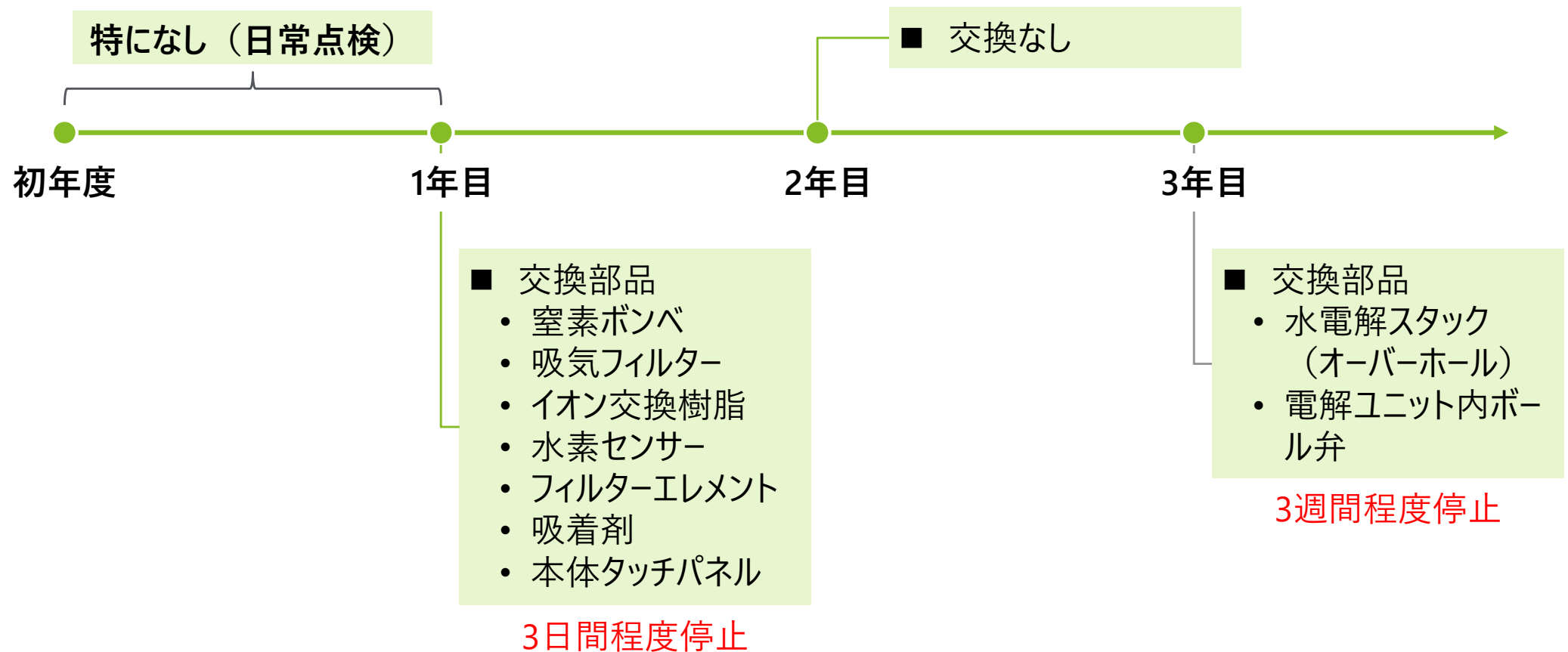
④ 水電解効率 | 水電解効率の改善余地

- 水電解装置には、純水を電気分解するPEM型、アルカリ溶液を使ったアルカリ型、水蒸気を使ったSOECの3タイプある
- 水電解装置は1-10 Nm³程度であり、それ以上となるとアルカリ水電解
- 水素製造量が50-2,000 Nm³になるとアルカリ水電解が適しているが、アルカリ溶液を使うため、周辺の補機系がついてくるため、大きなサイズでないと入れるメリットがなくなってしまう
- SOEC（電気分解部分にセラミックを用いたもので、高圧水蒸気で電気分解するもの）のタイプが出てくると30-40%程度消費電力が下がる見込みがある。但し、SOECの場合は熱も必要となるため、オンサイトの水素STには向いていない
- 水電解効率について、PEM自体の効率というよりは補機系も含めてスケールメリットが効いてくる



稼働が高いと交換パーツの劣化が進む。劣化具合は個体差があるため、どのように劣化が進むのか、メーカーとしても情報収集中のステータス

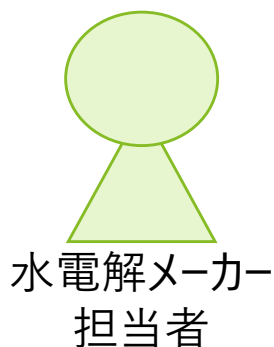
⑤ メンテナンス | メンテナンス例



小型営業所に設置される再エネ水素STは、高圧水素製造量より第二種製造者となることが多い。第二種製造者のカテゴリーは高圧ガス保安監督者は不要につき人件費の追加は発生しない見込みだが、セルフ式充填が認められておらず、規制緩和が期待される

⑥ 人件費

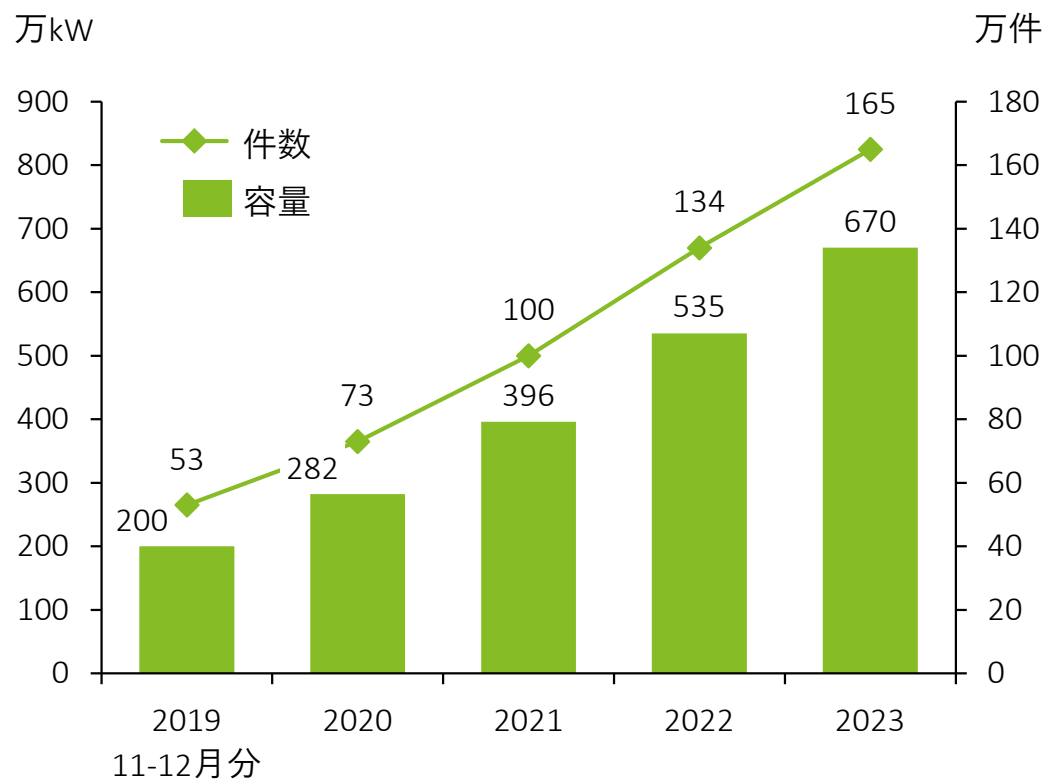
- 第二種製造者に該当する場合、高圧ガス保安監督者は不要。但し、メーカーからは担当者を決めていただき、教育を行っている。通常の作業をやられている方が兼任という形を取っている。
- 管理責任体制を作る、というのが規定されているため、FCVへの供給は誰でも良いわけではない。管理責任体制に従って、メーカーから教育を受けた人が別途教育を施した人がやっている。完全セルフではない。
- セルフ式充填は第一種製造者に限った規制緩和になっており、第二種は適用外。市中水素STではセルフ式が認められたためFCV乗ってきた人が充填できるが、小型水素STでは認められていない。常駐の保安員は不要だが、充填時は人がかけつけて充填する必要があるため、そういった規制緩和が進むことも期待。
- 第一種と第二種の違いは高圧水素の製造量であるため、圧縮機でどれだけの水素を高圧にしているか、というところのカウント。



自前で再エネを設置しない場合は、外部からいかに安い電力を購入出来るかがコスト低減に重要であるが、そのためには今後増加する卒FIT電気の買い取りが有効である

⑦ 電気単価 | 卒FIT電気

FITを卒業する住宅用太陽光発電の推移（累積）



- 2009年から太陽光発電の余剰電力の固定価格買取制度（後の再生可能エネルギーの固定価格買取制度:通称FIT）がスタート
- FIT買取期間は住宅用で10年間であるため、2019年末よりその買取期間の終了を迎える住宅がでてきており、今後増加する見込み

東京電力エリアにおける余剰電力の買取価格（2021年1月時点）

事業者名	買取金額 円/kWh（税込）
東京電力エナジーパートナー	8.5
ENEOS	11
東京ガス	9.5
Loop電気	8
NTTスマイルエナジー	9.3
出光昭和シェル	9.5
伊藤忠エネクス	9
東急パワーサプライ	10.9
丸紅ソーラートレーディング	9.5
ミツウロコ	8.0
みんな電力	8.5

- 電力小売事業者は卒FITの買い取りを行っている事業者が多く、その買取金額は8円/kWh～11円/kWhと事業者によって幅がある
- 実際には、上記の買取価格に託送料金が必要

出所：経済産業省『住宅用太陽光発電設備のFIT買取期間終了について』（2019年2月）、各社HPより作成

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

再エネ水素ステーションに関する外部有識者コメント要旨は以下の通り

再エネ水素ステーションの課題等に関する有識者コメントサマリー（1/2）

X p. 193と符合

#	調査観点	有識者コメント
①	必要な再エネ発電設備容量	商業的利用における将来的なあるべき姿は、再エネ発電の余剰電力を捨てずに水素ステーションに供給している状態であり、<u>水素ステーションのために発電設備を新設して水素ステーションに必要な全ての電力を補うという方法自体があるべき姿と非合致</u>である（無理がある）
②	消費電力量のブレ要因	- ステーションの稼働率が、計画比でかなり振れ幅がある結果になっていると推察する - 本事業における問題点の一つは、<u>水素ステーションの消費電力に関するカタログスペックを把握することができないまま、水素ステーションの導入を進めたことにあるのではないかと考える</u> <u>原料となる水の純度が不足している可能性があり、純度を管理するメーカーの取り組みが甘いのではないかと考える</u>（各地のSTに使用されている水の純度改善の可否と要改善の程度を検証することがポイント） <u>メーカーは一定の条件下(気温条件、稼働時間、待機時間の消費電力量)で水素ステーションを稼働させた場合のスペックについて明示するべきである</u>
③	再エネ水素STの経済性	- 価格が下落したと言われているものの、以前として<u>割高な太陽光発電で水素ステーションの消費電力を賄うとすると、商業的に成立させることは難しいことは理解</u>できる <u>海外製を使用すればCAPEXを抑えることができるので、経済性が改善する可能性</u>がある（ただし、海外製は国内で規制されている基準に適合しないケースがあるので、経済性の追求には<u>規制緩和が必要</u>になる） - 再エネ発電の余剰電力を捨てずに水素ステーションに供給するという理想的な状態を達成することができれば、発電設備の減価償却費はコストに計上する必要がなくなり、<u>電力の価格も0円に近付くと考えられるため、そのような世界観では余剰電力の活用が必須</u>である（なお、その場合は蓄電が競合商品となる） <u>ステーション設備は規模の経済は効かない為、小さい設備の方が商業的なチャンスを多く持っている</u>と考えている - ランニングコストを計算する際は、<u>「電気代」と「電気代以外」に分類する必要がある</u>と考える - 再エネ発電電力に対する需要がある現時点では、自前で電源を保有する場合、水素製造に電力を消費するよりも、<u>売電した方が利益になる場合もあり得る</u>と考える
④	普及施策	<u>海外製ステーションと国産ステーションの大きな違いは、生産量によるコストの違いではないかと考える</u> - 海外製の設備を利用する場合、高圧ガス保安法における圧力制限によって、そのまま輸入した製品を使用することはできないため、<u>海外製の製品を使用出来るように、現在の規制を緩和する必要がある</u>と考える

再エネ水素ステーションに関する外部有識者コメント要旨は以下の通り

再エネ水素ステーションの課題等に関する有識者コメントサマリー（2/2）

調査観点	有識者コメント
今後の検討方向性	目的/ゴール設定 - 水素ステーションの普及促進のためのストーリーを作る必要があるが、その際に重要な要素は以下の通りであると考え - 水素の需要を増やし、市場における水素の製造量を増やす - 再エネ発電の余剰電力を活用する（2030～2050年に経済性がある事業になるという姿を描くことが重要） - 設備大型化によるメリット追求ではなく、コスト面で、比較的競争力を出しやすいと考えられる小型設備を大量に導入することでコスト引き下げを図る（事業者が安心して参入できる検証結果を出すことが必要） - 水素ステーションの普及にあたって海外製ステーション設備の使用を検討することもできるが、基本的には国産使用を前提に考える必要があると考える - 必要な取組は過去に太陽光発電が普及したときのように、エンドユーザーによる水素消費の市場規模を大きくし、事業者の参入を促すこと - 現在の水素価格は1,000円/kgであるが、水素供給事業者の参入によって販売価格は低下するだろうと考えられる - 水素ステーションのCAPEXを可能な限り抑えるためのポイントは以下の通りである - 材料費をどこまで低下させることができるかを検証し、価格ターゲットを明確にすること - 量産効果によるコスト目標を明確にすること
	スキーム - 再エネ価値を自身で設置した再エネ発電設備のみで賄うという制度では、事業者の実際の使用方法によっても大きく変わるし、メーカーも検証し切れていない劣化等の影響も考えられるから運用が難しいため、再エネ価値の外部調達による追加対応を可とする柔軟な対応が必要である - ステーションの再エネ電気調達量が不足時は、グリーン電力証書を購入し、必要電力を賄う運用にすると良いのはいいか、再エネ電力証書（非化石証書：再エネ電力メニューの利用、グリーン電力証書、再エネ由来Jクレジット）の購入分も含めて調達電力を賄うことができていると説明することができるかと考える - 現在のステーション普及の課題の1つにCAPEXの負担の重さがある為、設備に対する補助は実装にあたり非常に重要な要素である - 水素需要そのものを大きくするという発想を持って、FCVに限らず付加価値の高い水素需要を発掘する必要がある - 水素ステーションは再エネを利用した地域電力の活用の中に組み込まれていることが理想であると考え（オンサイトで水素を使用するよりも、地域で水素の利用を増やすなど活用範囲を広め、水素消費量を増やすことで水素製造に必要な電気代を減らすことができるような取り組みが必要） - 当事業の経済性が非常に悪く、今後は導入する事業者の負担が少なくなるような制度を検討していく必要がある

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

- ① 必要な再エネ発電設備容量
- ② 消費電力量のブレ要因
- ③ 再エネ水素ステーションの経済性
- ④ 普及施策
- ⑤ 有識者検討会
- ⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

(1) 米国（カリフォルニア州）

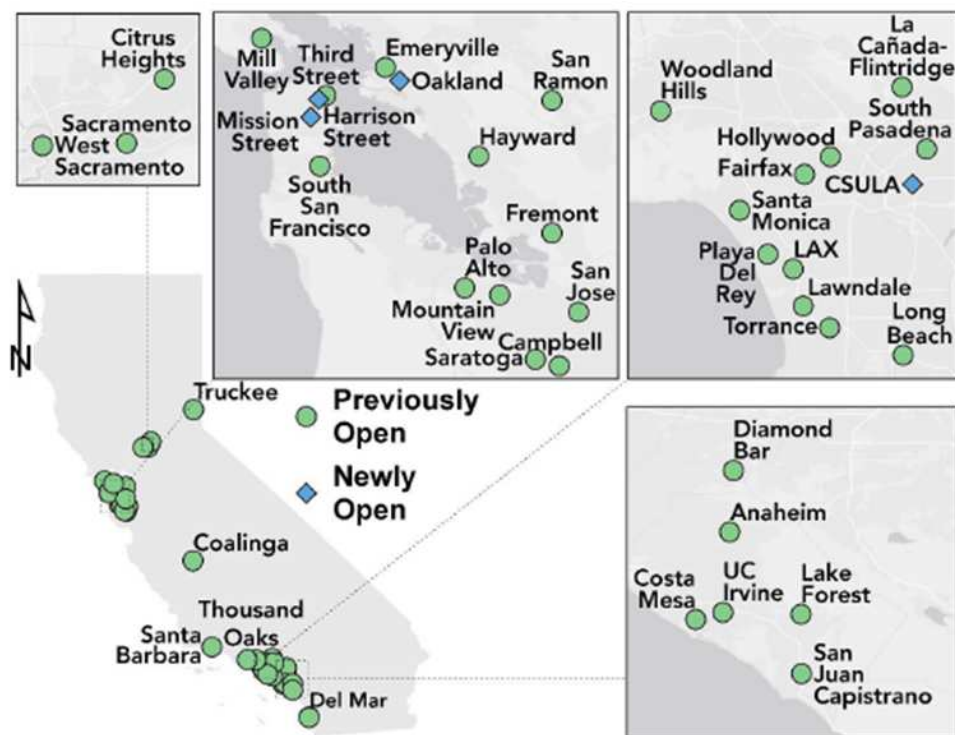
(2) ドイツ

(3) 中国

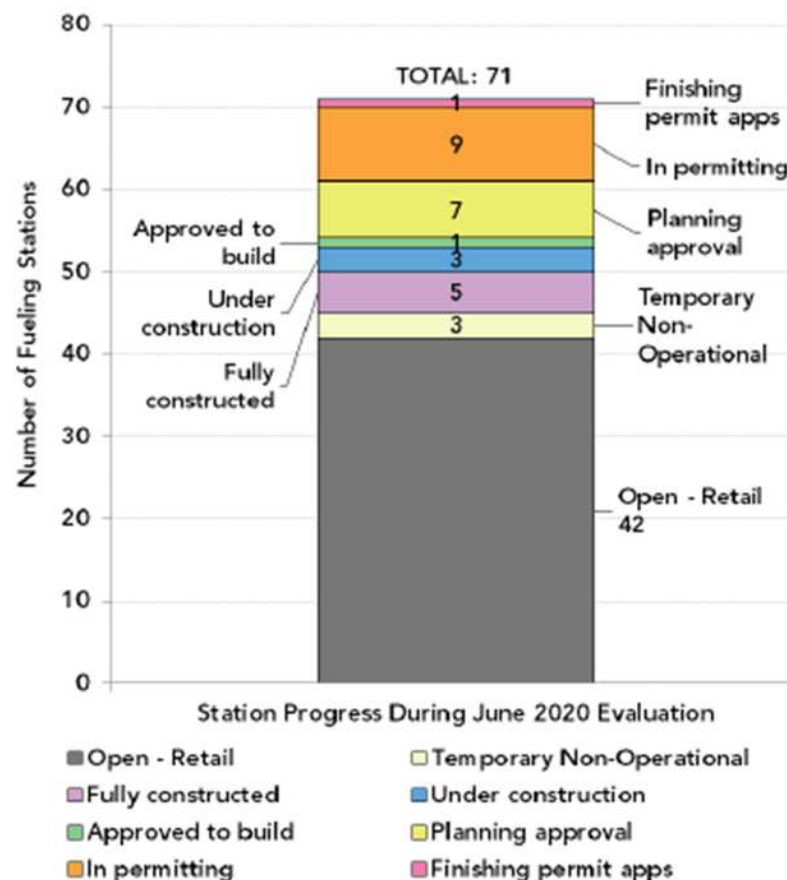
カリフォルニア州の水素ステーション数は2020年7月時点で42カ所、日本の112カ所（2019年12月時点）に比べると少ないが、2024年までに100カ所を建設予定。再エネ水素ステーションという類は見つけれなかった

カリフォルニア州の水素ステーション設置状況

水素ステーション（2020年7月3日時点）



水素ステーションの建設状況

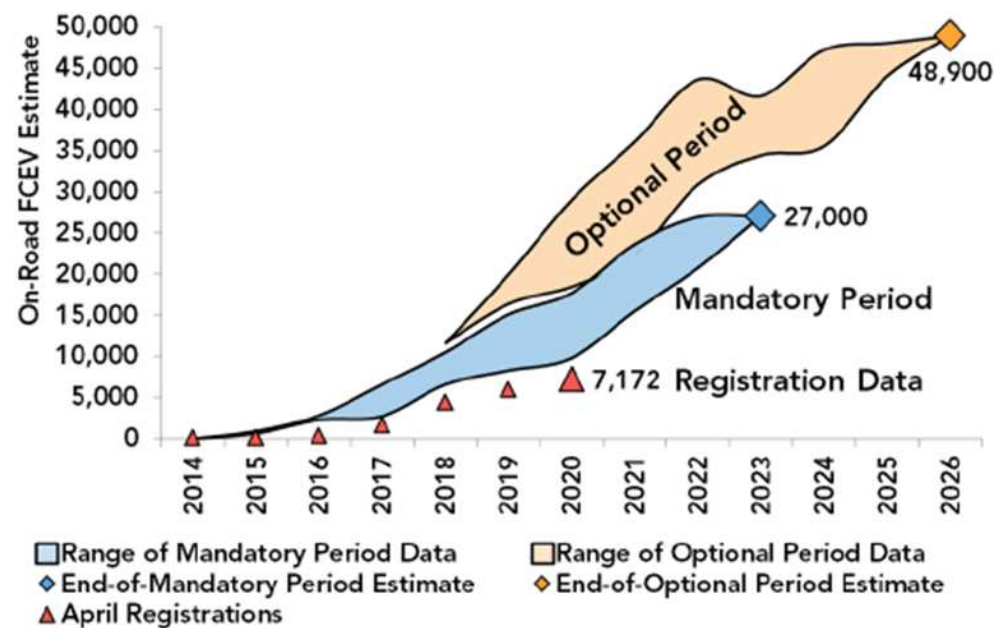


出所：California Air Resources Board “2020 Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment” (September 2020)、NEDO「米国における水素・燃料電池技術開発動向」(2019)

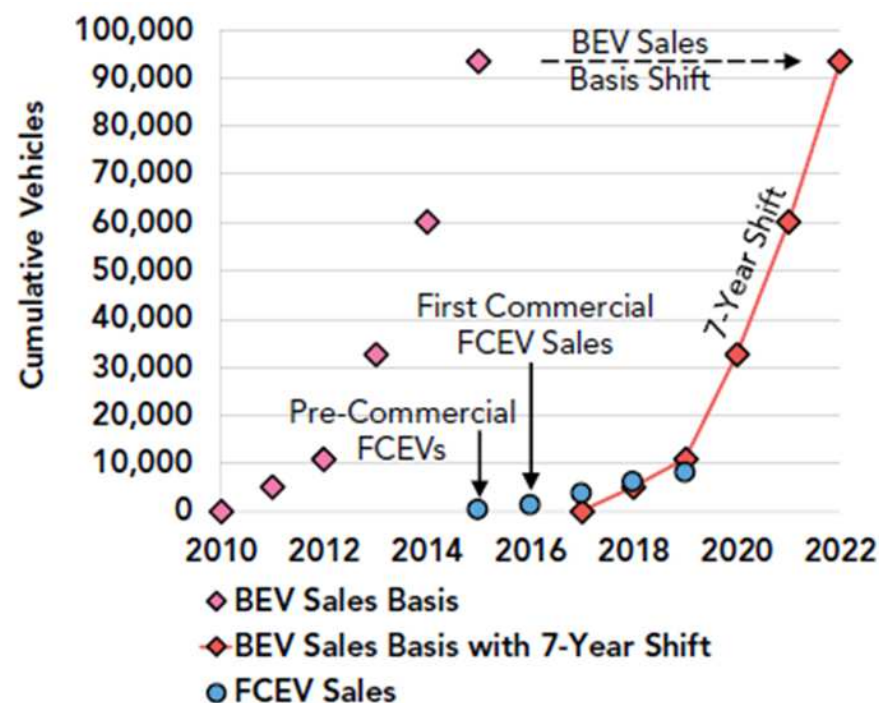
FC登録台数は20年4月時点で7,172台。23年には27,000台、26年には48,900台へ増加する見込み。EVと同様の立ち上がりを見せる場合、これから指数関数的に増加する可能性

カリフォルニア州の水素ステーション設置状況

FC登録台数推移と見込み

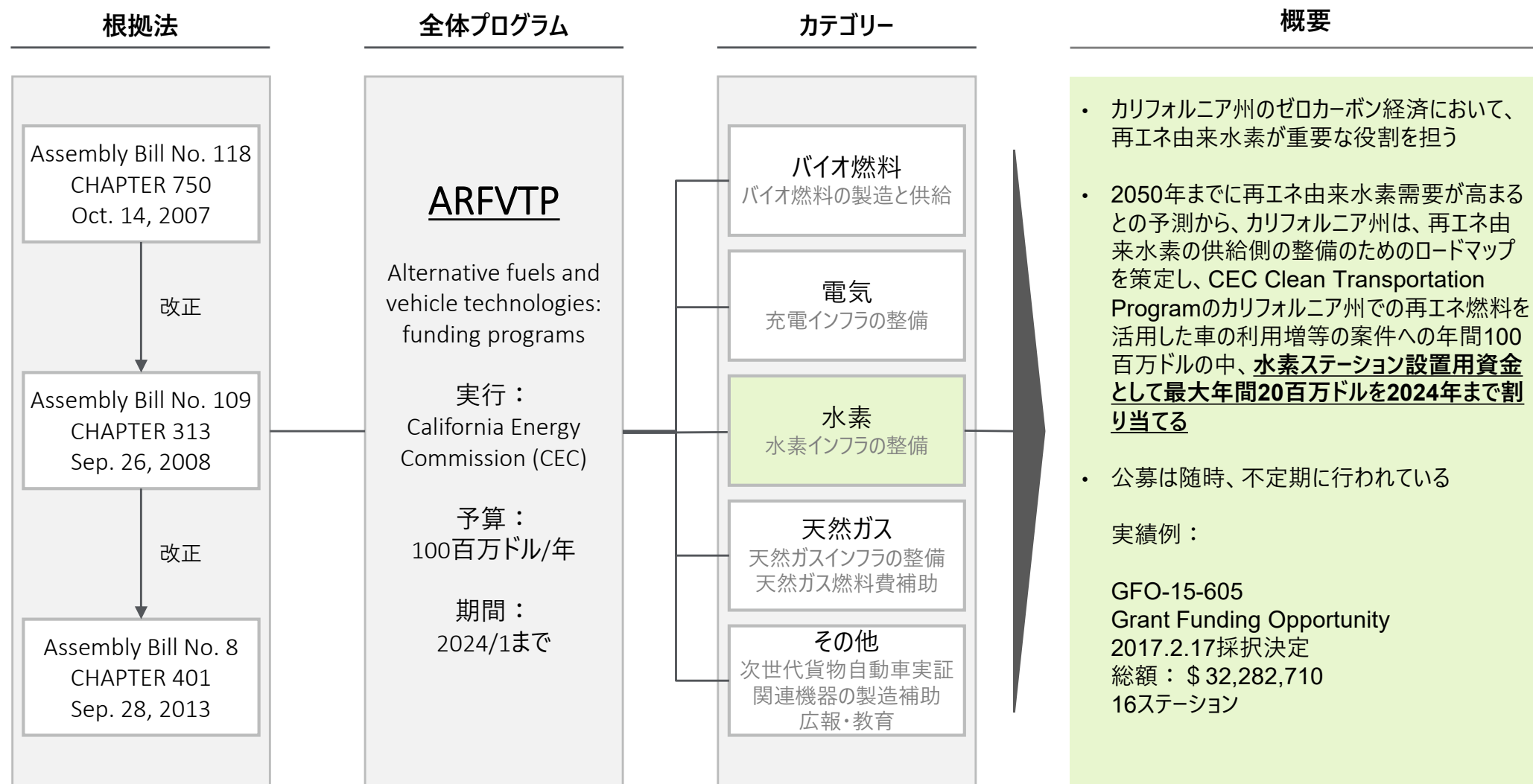


FCとEVの市場立ち上がりカーブ



ARFVTP代替燃料・自動車技術補助金の年間100百万ドルの内、水素ステーションのインフラ整備に最低100カ所達成まで年間20百万ドルを割り当てると根拠法で規定されている

カリフォルニア州における水素ステーションに関する補助制度



4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

(1) 米国（カリフォルニア州）

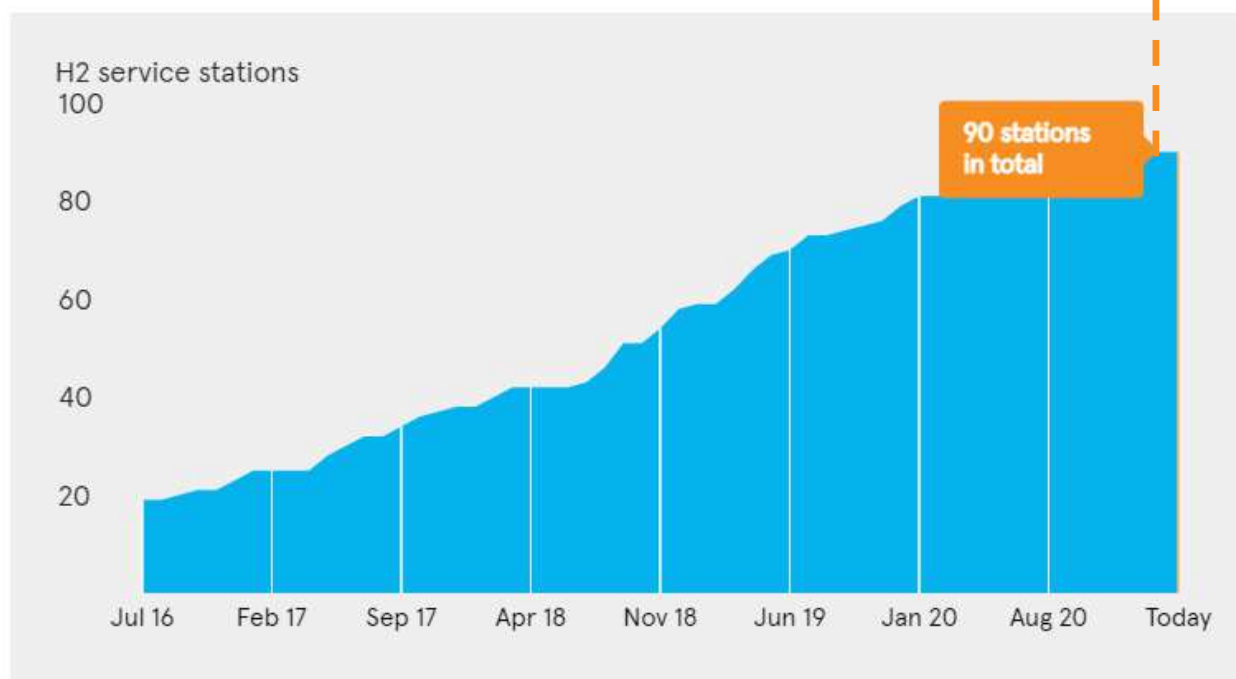
(2) ドイツ

(3) 中国

ドイツは2007年より「水素・燃料電池技術革新プログラム(NIP)」を開始し、2009年にはFCVと水素ステーションの全国的な普及を目指したインフラ整備を検討する官民一体の「H2 Mobility」が発足、2021年3月時点での水素ステーションの設置数は90カ所

ドイツの水素ステーション設置状況

As of today: 90 H2 service stations are open in Germany



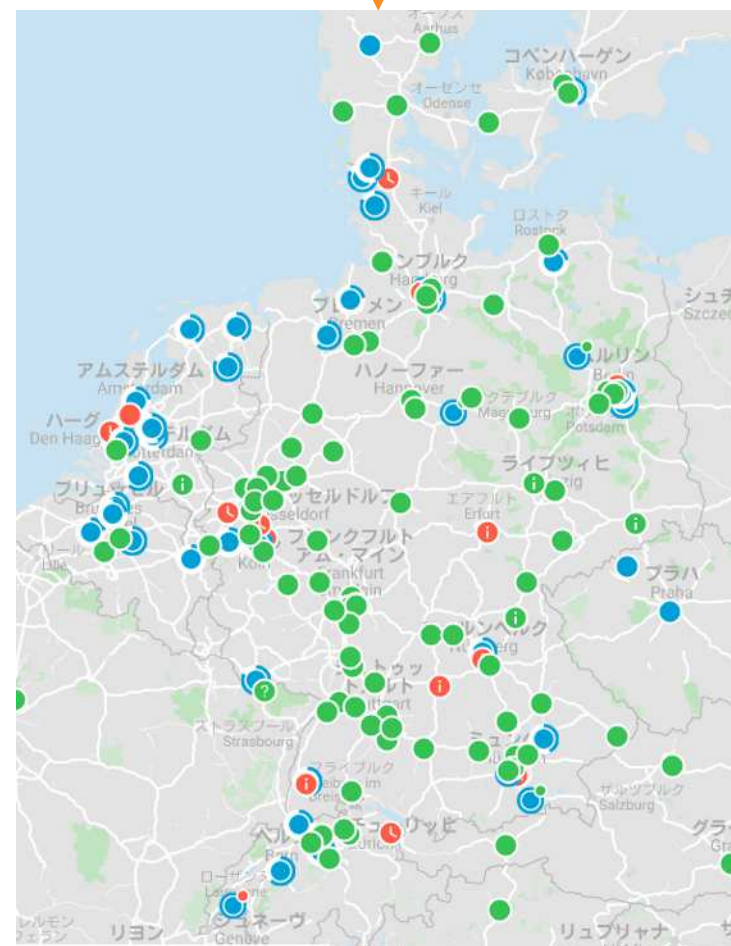
90 開いた

5 計画中

4 承認フェーズ

2 実行フェーズ

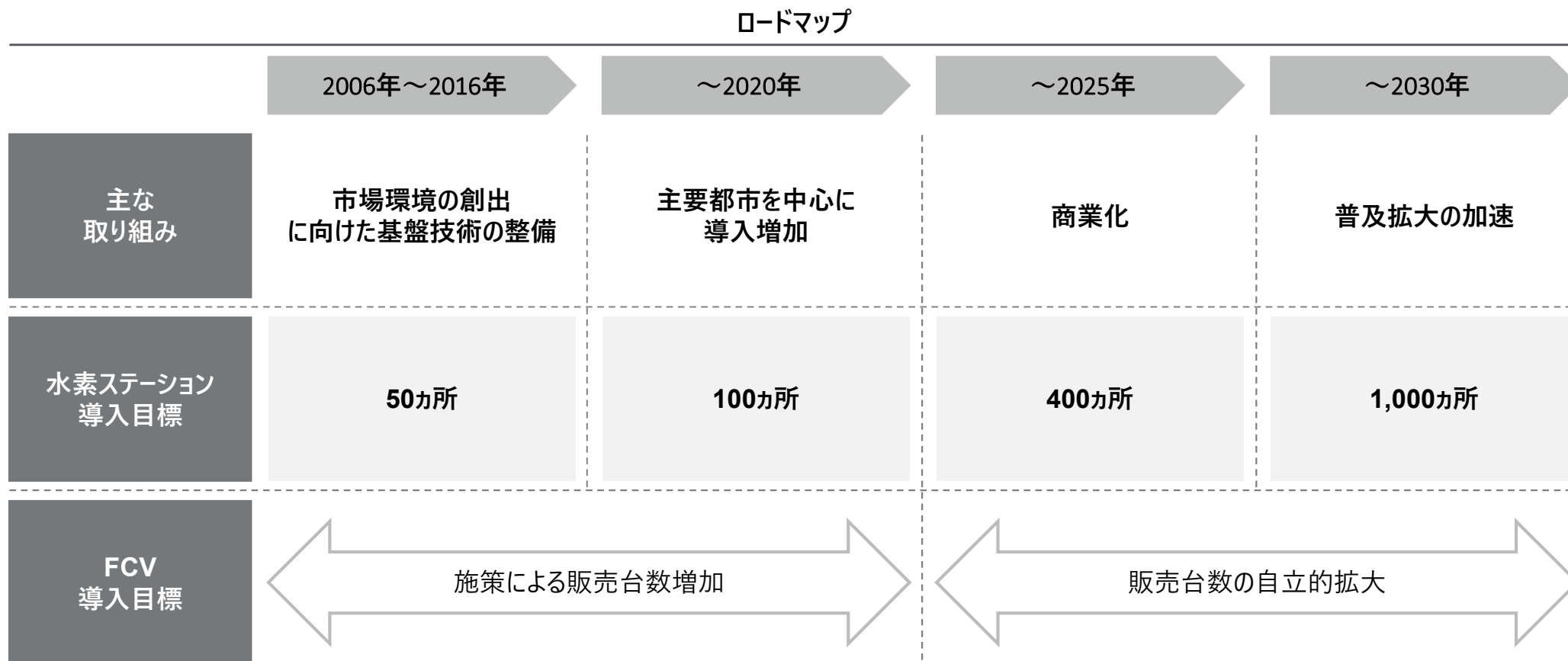
6 試験フェーズ



出所：H2 MOBILITY Deutschland GmbH「Hydrogen Stations in Germany & Europe - H2.LIVE」(2021/03/01 アクセス)

ドイツは新燃料インフラ戦略において、2030年までに1,000カ所の水素ステーションを導入するとの目標を掲げている

ドイツの水素ステーション導入目標



施策

- 50カ所の水素ステーションプログラムを通じた、最初のネットワーク構築（NIPより資金提供）
- 水素・燃料電池技術のさらなる開発と市場導入のための、2016～2019年を対象とする、€247Mの追加資金（NIPの下で実施）
- 全国的水素ステーションネットワーク構築における、分野横断型プラットフォーム H2Mobility Germany の支援

注：NIP（水素燃料電池技術革新国家プログラム）

出所：BMVI「Nationaler Strategierahmen über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe」(2016)

ドイツのバイエルン州では、2020年10月より水素ステーション建設に対し総額5,000万ユーロ助成、同州は2023年までに州内の水素ステーションを100カ所にする目標を掲げている

ドイツの国・自治体による補助・政策

国・自治体	補助・政策詳細
国	ドイツ政府の2020年6月に出台された国家水素戦略では、水素補給インフラ（水素ステーション）の構築に対する補助が政策8で挙げられている。 大型道路運搬車両、車両の公共交通機関、および地元の旅客鉄道サービスを含む、車両のニーズに基づいた給油インフラストラクチャの構築のための資金調達。合計で全ての代替技術を合わせて、燃料補給および充電インフラストラクチャの構築のための34億ユーロの助成金を、エネルギーおよび気候基金（ECF）から利用できるようになる。また、必要に応じて、水素インフラストラクチャーへの資金提供は早期に利用可能になる。2030年の気候プログラムの下で、連邦政府は商用車用の水素燃料補給ステーションの建設に関するコンセプトを開発したいと考えている。大型道路の運搬におけるグリーン水素の使用を促進する取り組みの一環として、水素燃料補給ステーションのネットワークは急速に拡大される。
バイエルン州	ドイツのバイエルン州において、経済・開発・エネルギー省による水素充填ステーション整備に対する助成が10月1日から始まった。2023年までに総額5,000万ユーロを助成する。同州は2020年5月に「バイエルン水素戦略」を発表、2023年までに州内の水素充填ステーションを100カ所にする目標を掲げている。州は今回の助成をその目標達成のための具体的措置と位置付ける。

4. 再エネ水素ステーションの普及促進に向けた 技術動向等の調査・分析

⑥ 再エネ水素ステーション海外事例

(1) 米国（カリフォルニア州）

(2) ドイツ

(3) 中国

中国は2020年末までに水素ステーション118カ所を建設。その内、70カ所以上の水素ステーションでは赤字運営に直面している

中国の水素ステーション設置状況

東北地区水素産業群

主要都市：大連・扶順

科学研究所：大連化学物質研究所、長春応用化学研究所

重点企業：新源動力、斯林達安、沐与康グループ

水素ステーション：大連高新ステーション（建設済）、三年以内に20ステーション建設予定

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、補助システム、水素製造、水素ステーション

京津冀地区水素産業群

主要都市：北京・天津 張家口

科学研究所：清華大学、北京理工、有研総院、北京水素燃料センター

重点企業：億華通、氢璞創能、伯肯節能、東旭光電、中国神華、首鋼氧氣、節能グループ、大陸製氢、北汽福田

水素ステーション：永豊ステーション（建設済）、張家口ステーション（建設中）、三年以内に張家口で19ステーション建設予定

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、補助システム、水素製造、水素貯蔵、水素ステーション

産業化基地：建設済中燃料電池動力システム産能10,000セット/年（億華通）、建設中水素製造産能6,000T/年（1,500両バスの使用量をカバー）

華北地区水素産業群

主要都市：鄭州・濰坊・淄博・聊城

重点企業：東岳グループ、濰柴グループ、中通客車、

宇通客車、中国重汽、祁星電動

水素ステーション：鄭州ステーション（建設済）、濱州濱化等2ステーション（建設中）

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、水素製造、水素ステーション

産業化基地：建設中プロトン交換膜材料産能50トン/年

華中地区水素産業群

主要都市：武漢・長沙

科学研究所：武漢理工大学、資環工研院

重点企業：氢陽能源、東風特專、開沃汽車、揚子江汽車

水素ステーション：武漢水素ステーション・東湖高新ステーション・襄陽試驗場ステーション（建設中）、三年以内に21ステーション建設予定

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、補助システム、水素製造、水素貯蔵、水素ステーション

華東地区水素産業群

主要都市：上海・如皋・蘇州・鎮江・嘉興・合肥

科学研究所：同濟大学、上海交通大学、上海高研院、中科大

重点企業：重塑能源、江蘇清能、愛德曼裝備、華昌化工、富瑞特裝、舜華新能源、淳華氢能、上汽グループ、南京金龍、上海電氣、安凱客車

水素ステーション：安亭ステーション、上海電駆動ステーション、上海神力ステーション、常熟豐田ステーション、南通百應ステーション（建設済）、神華如皋ステーション、六安金安ステーション、張家港開發区ステーション、嘉興愛德曼ステーション、嘉定外岡ステーション、塩城濱新ステーション、嘉定江橋ステーション、松江新橋ステーション、金山ステーション、青浦ステーション（建設中）、三年以内に50以上ステーション建設予定

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、補助システム、水素製造、水素貯蔵、水素ステーション、検認

産業化基地：建設中燃料電池スタック/システム5,000セット（江蘇清能、愛德曼裝備等）

華南地区水素産業群

主要都市：佛山雲浮・広州・深圳・福州・廈門

科学研究所：長江気動力研究開発センター、華南理工大学

重点企業：国鴻氢能、大洋電機、雪人股份、飛馳客車、五洲龍

水素ステーション：佛山丹灶ステーション、瑞輝ステーション、深圳龍崗ステーション、中山沙朗ステーション、雲浮思勞ステーション（建設済）、雲浮新区ステーション、雲城ステーション、新興県ステーション、郁南ステーション、中山古鎮ステーション等（建設中）

関連バリューチェーン：部品、スタック/システム、補助システム、水素製造、水素ステーション

産業化基地：建設済燃料電池動力システム産能5,000セット/年（国鴻重塑）、建設中水素バス産能5,000両/年（飛馳＋五洲龍）、建設中燃料電池システム産能20,000セット/年（国鴻重塑）

出所：「中国氢能产业基础设施发展蓝皮书 2016」

中国政府の水素ロードマップにおいては、2030年までに水素ステーション1,000カ所、2050年までに中国全国をカバーするという目標を掲げている

中国の水素ステーション設置状況

中国水素産業における基礎インフラ設備発展計画

時間	水素製造	水素貯蔵と輸送	水素利用及び水素インフラ
2016～2020年 (短期)	■ 工業副産品（水素）の回収 ■ 石炭系による水素製造 ■ 再エネによる水素製造の実証実験	■ 気体水素貯蔵（35Mpa） ■ トレーラー、液体アンモニアタンカー輸送 ■ 気体水素貯蔵（70Mpa実証実験） ■ パイプライン輸送	■ 燃料電池輸送車の実証実験 2020年までに水素電車を50列、燃料電池車を1万両、水素ステーションを100カ所建設
2021～2030年 (中期)	■ 再エネによる水素製造（普及）	■ 液体およびほかの貯蔵方式 ■ パイプライン輸送	■ 燃料電池車および発電応用、水素電車や水素船舶の普及 ■ 2030年までに、燃料電池車を200万両、水素ステーションを1,000カ所に
2031～2050年 (長期)	■ 石炭低炭素水素製造（普及） ■ グリーン系水素供給方法の多元化	■ 長距離パイプライン輸送 ■ 安全・安定な水素貯蔵及び運送システム	■ 水素ステーションを中国全国カバーするように、燃料電池輸送者保有量を1,000万両に、燃料電池発電の実証実験及び普及

「中国水素産業基礎インフラ発展白書2016（中国氢能产业基础设施发展蓝皮书2016）」では、中国の水素産業における基礎インフラ設備の発展の方向性を明確に示し、2050年までに水素ステーションを中国全国カバーし、燃料電池輸送車保有量を1,000万両に達し、燃料電池発電を応用化するという目標を掲げている。