

令和5年度  
交通安全環境研究所講演会  
講演概要

令和5年6月8日(木)  
於：東京大学 伊藤国際学術研究センター

独立行政法人自動車技術総合機構



交通安全環境研究所  
National Traffic Safety and Environment Laboratory

----- 目次 -----

カーボンニュートラル社会への選択肢となる自動車の実現を目指して

カーボンニュートラルに関する環境研究部の取組み	環境研究部長 新国 哲也	1
カーボンニュートラルに向けた国土交通省自動車局の取組み	国土交通省自動車局車両基準・国際課 国際企画室長 佐藤 健二 氏	9
カーボンニュートラルと内燃機関搭載車	環境研究所 研究員 川原田 光典	27
Euro7 - New proposal for vehicle emissions type approval in Europe -	Dr. Ricardo Suarez-Bertoa Scientific Project Officer European Commission Joint Research Centre	41
未来への電動化の貢献	東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 教授 吉本 貫太郎 氏	55
バッテリーの耐久性能に関する国際基準等策定への取組み	環境研究所 主席研究員 奥井 伸宜	77
FCVの水素燃料消費率・一充填走行距離の試験法について	環境研究所 主席研究員 小庭 健一郎	91



**カーボンニュートラルに関する  
環境研究部の取組み**

環境研究部長  
新国 哲也





# カーボンニュートラルに関する 環境研究部の取組み

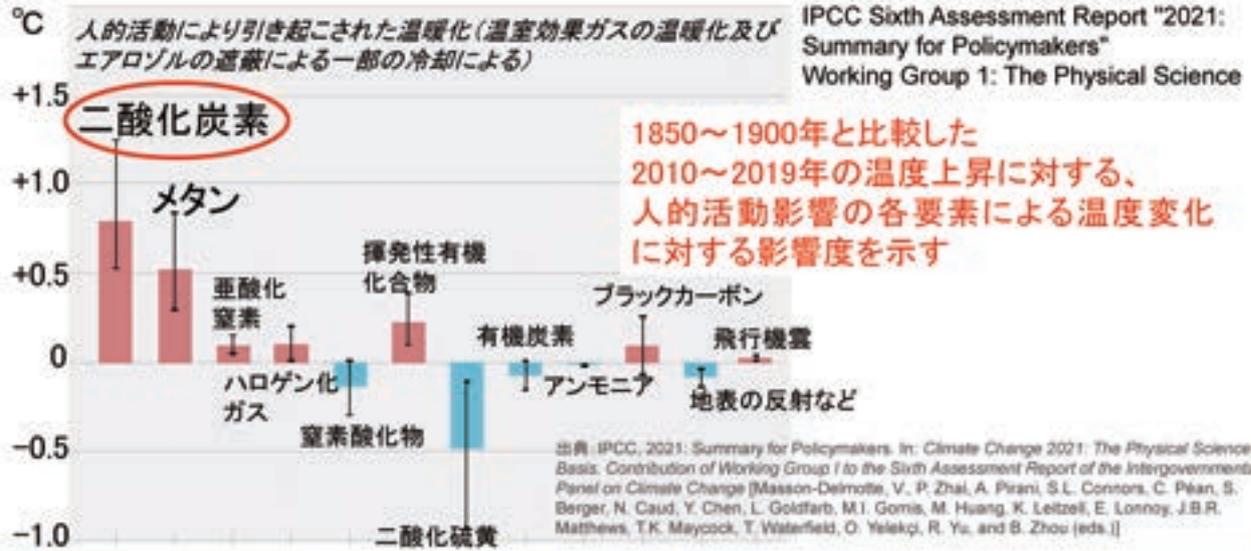
環境研究部  
新国哲也

## 環境研究部における研究の主課題

- ・ 自動車の環境負荷低減への貢献  
大気汚染や地球温暖化の対策とする、車両評価手法の開発
- ・ 自動車騒音の低減  
交通騒音の低減に向けた、自動車単体対策の効果検証と改善

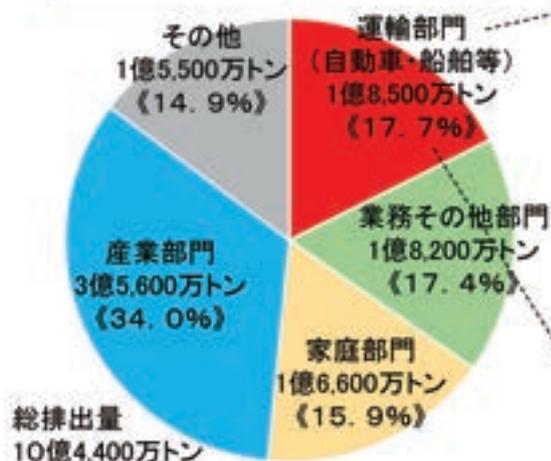
地球温暖化に関する自動車の課題にフォーカスする

# 地球温暖化の状況



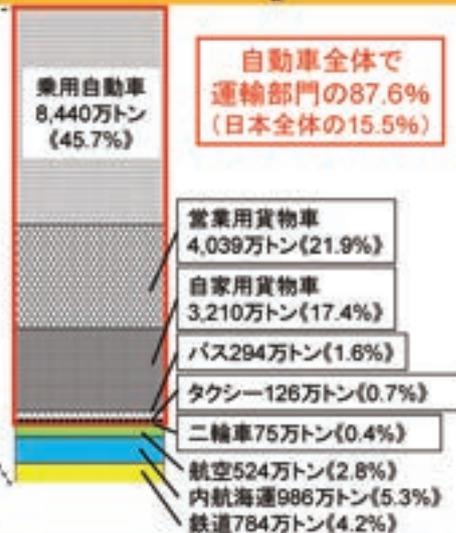
# 自動車のCO<sub>2</sub>排出量状況(令和2年度)

各部門におけるCO<sub>2</sub>排出量



(出典)国土交通省ホームページ

運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量の内訳



## 環境研究部が取組んでいる研究課題

- ◆次世代大型車両開発、LCAの取組みに加え  
電気自動車、燃料電池自動車及び代替燃料等の評価方法の検討
- ◆実走行でのエネルギー消費率・排出ガス評価
- ◆実走行での騒音の評価

技術的な行政支援

## 産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業

(令和元年度～令和5年度)

運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量の多い大型車分野に関し、産学官連携のもと、電動化技術や内燃機関分野等の開発促進の強化を図り、高効率次世代大型車両の開発・実用化を促進

本事業の実施体制



研究分野: 車両技術(電動化、FCV) 後処理 内燃機関 それぞれ3~5の研究テーマを実施

大型車の環境性能に関する新技術の評価方法の策定

# 産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業

## 大型車分野における次世代環境技術

### 電動化への対応



リアアクスルとモーターが一体化した次世代駆動系の開発、水素燃料電池自動車の重量車燃費試験法の確立、走行中ワイヤレス給電に関する車両要件の構築



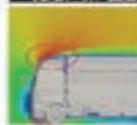
道路データ(カーブ・勾配等)を活用し、燃費・排出ガスの観点から最適走行を評価する次世代大型車の新たな試験法の整備

### 水素燃焼の高効率化、e-fuelへの対応



効率的な燃焼達成に向けた、水素燃焼メカニズムの解明、e-fuel使用時の排出ガス性能・車両影響の検証、それらの技術指針の策定

### 空力性能の向上



大型車の空力性能改善に資する新たな車両形状の調査及び燃費基準で使用する空気抵抗係数の算出手法の高度化

### 本事業の進め方(～令和5年度)



# 国連WP.29におけるAutomotive-Life Cycle Assessment(A-LCA)の動向

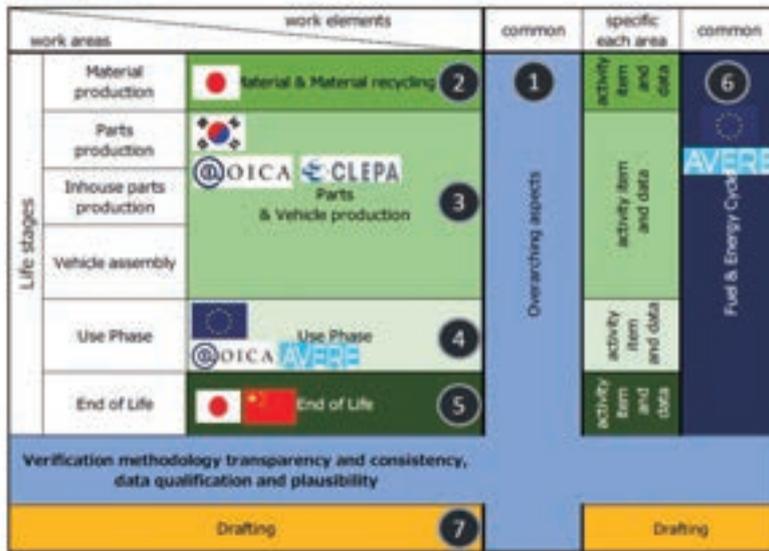


自動車の使用のみならず製造、廃棄を含めたGHG(Greenhouse Gas)排出量等の評価

日本と韓国の共同議長体制で議論を開始

第1回 LCAインフォーマルワーキンググループ会議の様子  
(沖縄コンベンションセンター、2022/10/26-28)

# 国連WP.29におけるA-LCAの動向



自動車のライフサイクルの各段階でCO<sub>2</sub>排出量の計算手法を開発

各国、団体に分担し作業を開始した

# 国連WP.29におけるA-LCAの動向

- 世界調和された自動車のLCA手法のガイドラインを策定
- 2025年11月のWP.29における合意を目指す

2023						2024										2025										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
agree on overarching aspects and determine subgroup structure						Develop Methodologies						Finalise Methodologies						Drafting								
Geneva						Geneva						Geneva						Geneva								
Hybrid: initial proposal						Web: feedback from IWG member						additional meeting : tbd						additional meeting : tbd								
revised proposal&discussion : Hybrid?						final feedback from IWG member : Web						finalisation: Hybrid														



## 招待講演1

# カーボンニュートラルに向けた 国土交通省自動車局の取組み

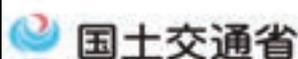
国土交通省 自動車局車両基準・国際課 国際企画室長

佐藤 健二 氏



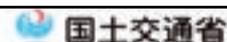
# カーボンニュートラルに向けた 国土交通省自動車局の取り組み

国土交通省 自動車局  
車両基準・国際課  
国際企画室長 佐藤健二



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

## 国土交通省における自動車行政



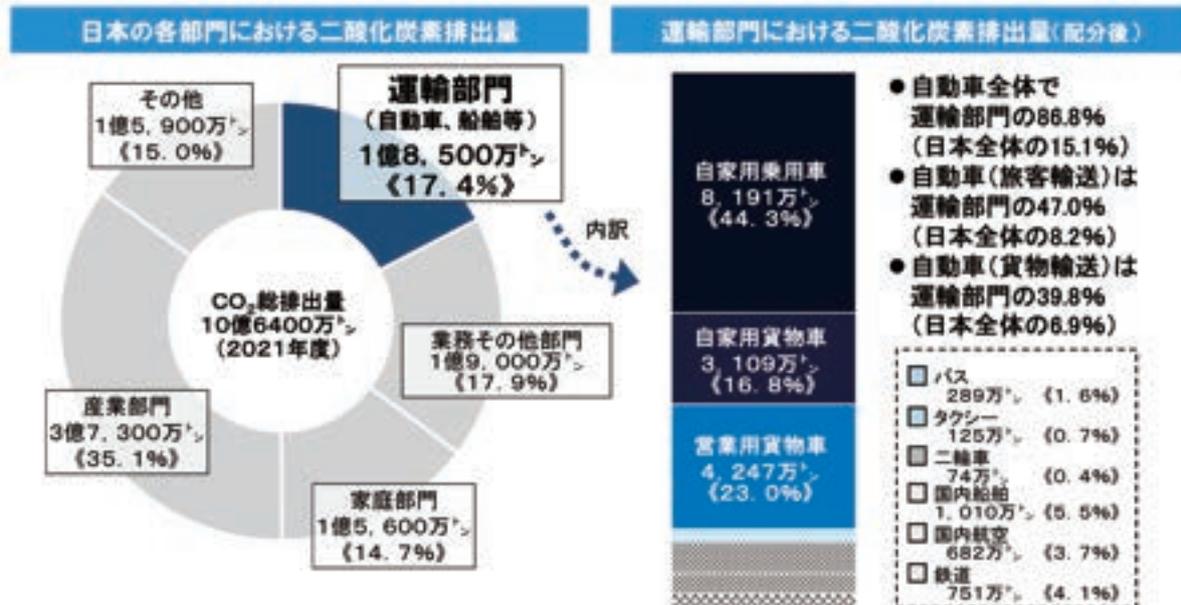
開発から新車対策、使用過程車対策まで一貫した安全・環境対策を推進

安全・環境対策の枠組み(車両の開発、製造から使用時まで)						
開発・実用化促進	新車対策			使用過程車の対策		
開発・実用化促進	安全基準 環境基準	型式認証	自動車 アセスメント	点検・整備	検査	リコール
先進技術の開発・実用化促進	安全基準の 拡充・強化 環境基準の 拡充・強化 国際基準調 和の推進	製造時の 適合性確認	自動車の 安全性評価 ユーザーへ の情報提供	使用時の 安全性能の 確保	使用過程車 の基準適合 性の確認	設計・製造 に起因する 欠陥車両の 市場回収

# (1)カーボンニュートラルを取り巻く状況

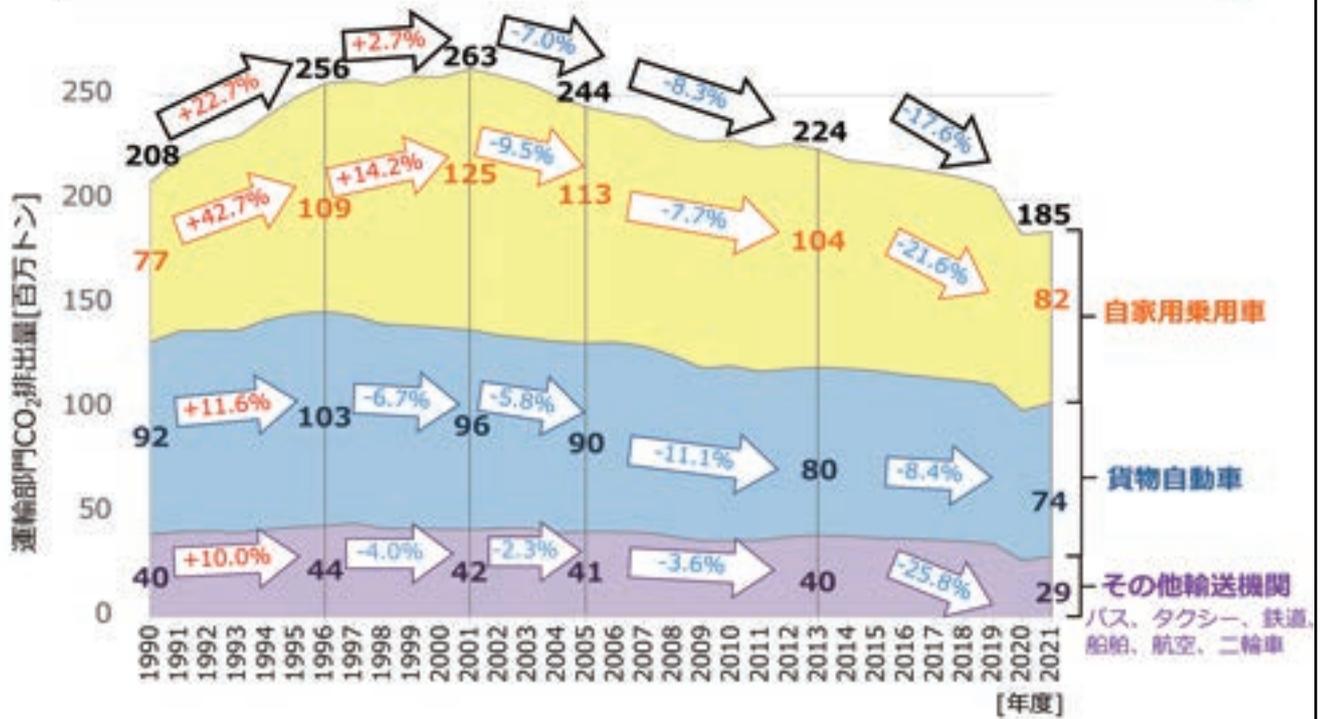
## 二酸化炭素排出量の現状（2021年度確報値）

- 日本の二酸化炭素排出量(2021年度)のうち、**運輸部門からの排出量は17.4%**
- 自動車全体では、**運輸部門のうち86.8%**(日本全体の15.1%)を排出



出典:「日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2021年度)確報値」(2023)

## 運輸部門における二酸化炭素排出量の推移

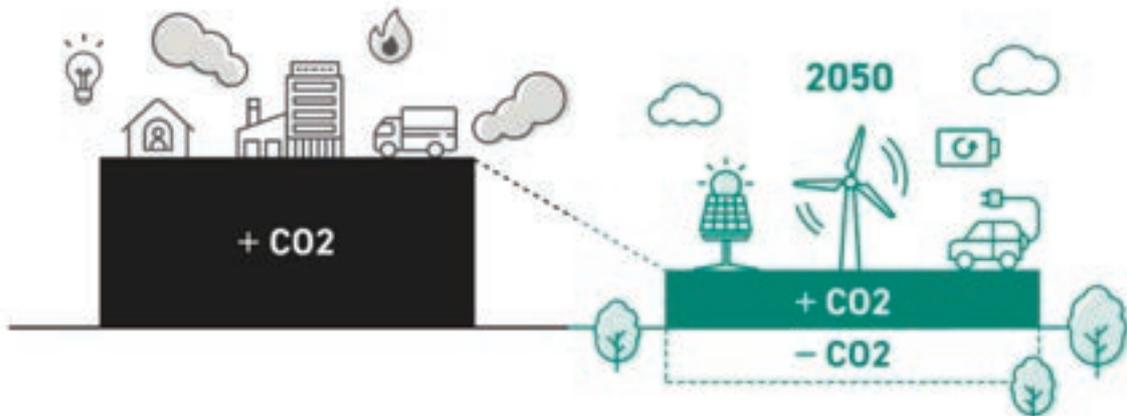


4

## そもそもカーボンニュートラルとは？

国土交通省

地球温暖化に影響を及ぼす**二酸化炭素(カーボン)**が、何かを生産したとき等に**排出される量と**、動植物等に**吸収される量が同じ(ニュートラル)**であるという概念。



参考: 脱炭素ポータル「カーボンニュートラルとは」

5

## 日本のカーボンニュートラルの流れ

2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち**2050年カーボンニュートラル**、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

(2020年10月26日 内閣総理大臣所信表明演説)



## 日本のカーボンニュートラルの流れ



「自動車のカーボンニュートラルの実現に向け、あらゆる技術の選択肢を追求してまいります」

「電気自動車(EV)普及の鍵を握る次世代電池、モーターや水素、合成燃料の開発を進めていく」

〔岸田総理演説  
令和3年11月1日COP26(英・グラスゴー)〕

## パリ協定

○2015年12月にパリで開催されたCOP21(気候変動枠組条約締約国会議)で世界約200か国が合意・成立。

### 【目的】

世界共通の長期目標として、産業革命前と比較して平均気温の上昇を2℃より充分低く抑え、さらに1.5℃に抑える努力を追求していく。

### 【目標】

上記の目的を達するため、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成できるよう、排出ピークをできるだけ早期に迎え、最新の科学に従って急激に削減。

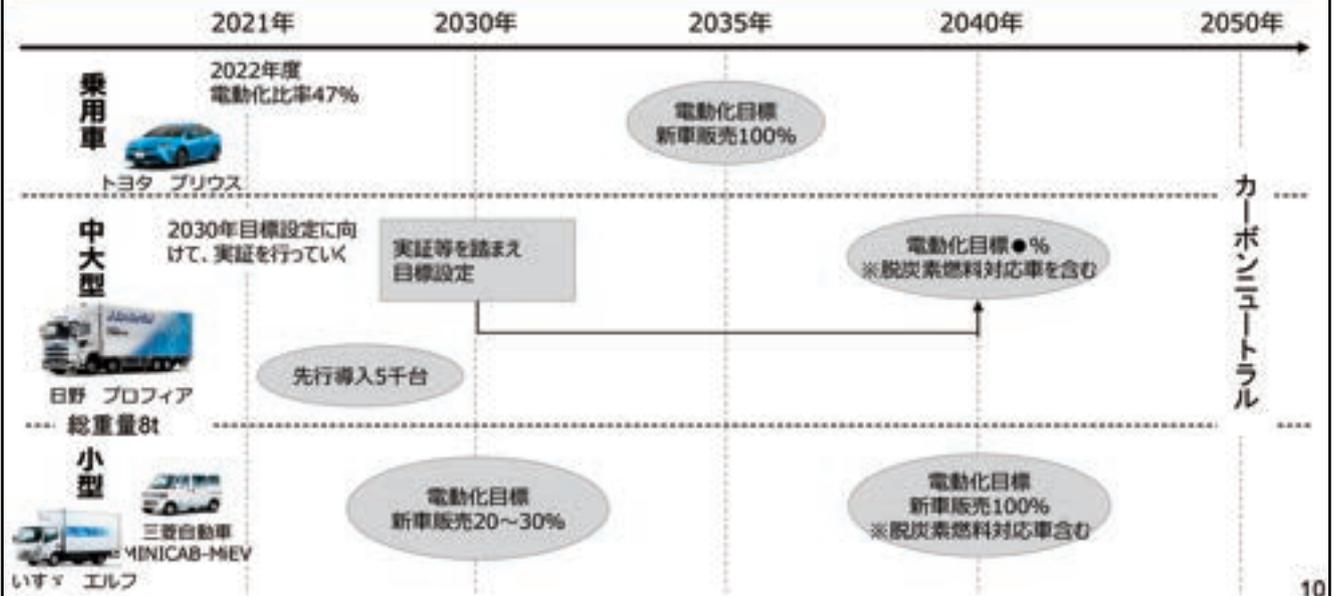
# 各国の電動化目標

- 乗用車においては、ハイブリッド車の扱いが各国で異なる
- 商用車においては、乗用車よりも緩やかな電動化目標を掲げている

	乗用車	商用車
EU 	2035年までにHEVを含むガソリン車・ディーゼル車を実質的に販売禁止 <small>※合成燃料 (e-fuel) 対応率は許容</small>	2040年までに商用車のHEVを含むガソリン車・ディーゼル車を実質的に販売禁止 2030年までに都市バスを100%ゼロ・エミッション化 <small>※欧州委員会にて提案中</small>
ドイツ 	2030年までにEV保有台数1500万台	2030年までに走行距離の1/3を電動車又は電気由来の燃料で走る車
イギリス 	2030年までに電動化 <small>※PHEV・HEVは2035年販売禁止</small>	2035年までに26トン以下の貨物車をゼロ・エミッション化 2040年までに26トン超の貨物車をゼロ・エミッション化 <small>※ゼロ・エミッション車：EV・FCV</small>
ノルウェー 	2025年までにHEVを含むガソリン車・ディーゼル車を販売禁止	2030年までにEV・FCVの販売比率 小型トラック/大型トラック：100%/50% 都市内バス/長距離バス：100% (2025年まで) /75%
米国 	2030年までにEV・FCV・PHEVの販売比率約50% <small>※米環境保護局 (EPA) 排ガス規制値：2032年に新車販売の67%がBEVの販売 ※カリフォルニア州：2035年100%</small>	2030年までにEV・FCV・PHEVの販売比率約50% (乗用車含む) <small>※米環境保護局 (EPA) 排ガス規制値：2032年に新車販売の46%がBEVの販売 ※カリフォルニア州：2035年100% (小型)、2045年100% (大型)</small>
中国 	2025年までにEV・FCV・PHEVの販売比率20% <small>※自動車エンジニア学会：2035年全車電動化 (HEV 50%、EV・FCV・PHEV 50%)</small>	2025年までにEV・FCV・PHEVの販売比率20% <small>※自動車エンジニア学会：2025年までにFCV10万台普及 (乗用車含む) 2030-2035年にFCV100万台普及 (乗用車含む)</small>
シンガポール 	2025年以降、ディーゼル車の新車登録を停止 2030年以降、新車登録を電動車に限定 2040年までに電動化 <small>※電動車：EV・FCV・PHEV・HEV</small>	2030年までにバスの半数を電動化 2040年までに電動化
日本 	2035年までに電動車の販売比率100% <small>※電動車：EV・FCV・PHEV・HEV</small>	8t以下の小型車：2030年までに電動車20-30% 2040年までに電動車・脱炭素燃料対応車100% 8t超の大型車：2030年までに実証、早期導入を回りつつ目標決定

## グリーン成長戦略本文

- ✓ 乗用車：2035年までに、乗用車新車販売で電動車100%を実現できるよう、包括的な措置を講じる。
- ✓ 商用車(8t超)：貨物・旅客事業等の商用用途に適する電動車の開発・利用促進に向けた技術実証を進めつつ、2020年代に5,000台の先行導入を目指すとともに、水素や合成燃料等の価格低減に向けた技術開発・普及の取組の進捗も踏まえ、2030年までに、2040年の電動車の普及目標を設定する。
- ✓ 商用車(8t以下)：2030年までに、新車販売で電動車20～30%、2040年までに、新車販売で、電動車と合成燃料等の脱炭素燃料の利用に適した車両で合わせて100%を目指し、車両の導入やインフラ整備の促進等の包括的な措置を講じる。

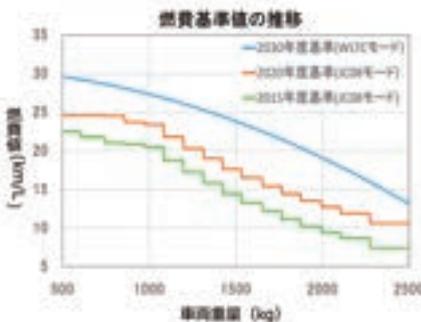


## (2) 次世代自動車の普及促進

- 自動車単体対策として、燃費・排出ガス性能の向上、次世代自動車の普及促進に取り組む。
- 省エネ法に基づき燃費基準を策定し、自動車燃費の向上を図る。
- 税制優遇措置・補助制度等や基準の国際調和により、次世代自動車の普及を促進する。

## 燃費・排出ガス基準の策定

- 野心的な燃費・排出ガス基準の策定
- ＜燃費基準＞
  - 2006年に世界で初めて重量車の燃費基準を策定し、2019年3月に2025年度基準を策定。
  - 2019年6月に2016年度と比較して32.4%の改善を求める新たな乗用車燃費基準(2030年度基準)を決定。
- ＜排出ガス基準＞
  - 2016年に乗用車にWLTPを導入(2018年10月から段階的に適用開始)。



## 税制優遇措置・補助制度

- 税制優遇措置(エコカー減税等)
  - 電気自動車等次世代自動車への減免
  - ガソリン自動車等への燃費及び排出ガス性能に応じた減免
- 次世代自動車の導入補助
  - 環境性能に優れた自動車を導入する場合等に、一定額を補助。



トヨタ SORA

## 基準の国際調和(WP29)

- FCVとEVの基準に係る国際調和
  - 日本が主導となって基準策定を推進
  - これら国際基準を保安基準に採用



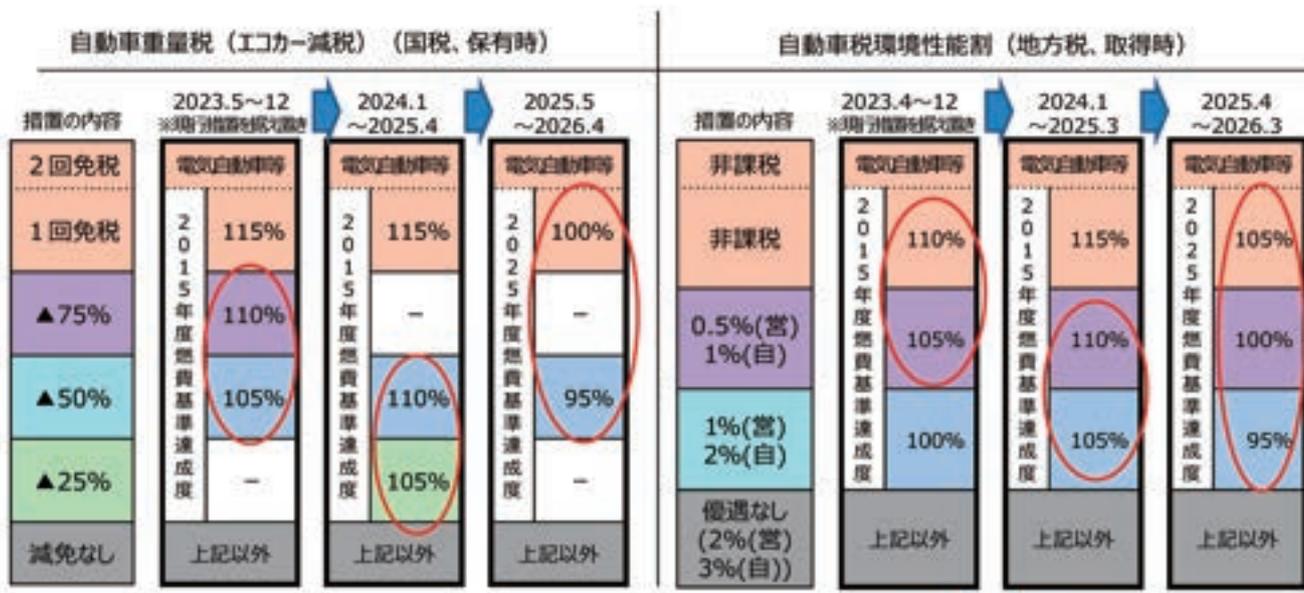
# 車体課税の延長・見直し【R5税制改正】

- 令和3年度税制(2021・2022年度)の軽減措置を2023年末まで据え置き。
- EV等以外の技術開発にも配慮した形で、燃費基準の切り上げ等の見直しを3年間で段階的に実施。

	[R3税制 (2023年12月まで据え置き)]	【2024年1月~】	
自動車重量税 (エコカー減税)	2021年5月~2023年4月 →2023年12月まで据え置き	2024年1月~2025年4月	2025年5月~2026年4月
	EV等	EV等	EV等
	2020年度燃費基準	2020年度燃費基準	2020年度燃費基準
自動車税・軽自動車税 (環境性能割)	2021年4月~2023年3月 →2023年12月まで据え置き	2024年1月~2025年3月	2025年4月~2026年3月
	EV等	EV等	EV等
	2020年度燃費基準	2020年度燃費基準	2020年度燃費基準

※EV等：電気自動車 (EV)、燃料電池車 (FCV)、プラグインハイブリッド車 (PHV)、天然ガス自動車  
 ※EV等以外の車については、2020年度燃費基準達成率に限る  
 ※自動車重量税は、エコカーの場合：2,500円/年 (本則税率)、非エコカーの場合：登録車4,100円/年・軽自動車3,300円/年 (倍分の税率) (登録率0.5%/年)

- 2023年末まで現行措置を据え置きつつ、燃費基準の引き上げ等の見直しを3年間で段階的に行うことが決定。
- 電気自動車等の優遇措置は3年間延長。ディーゼル自動車についても措置の対象を広く確保。

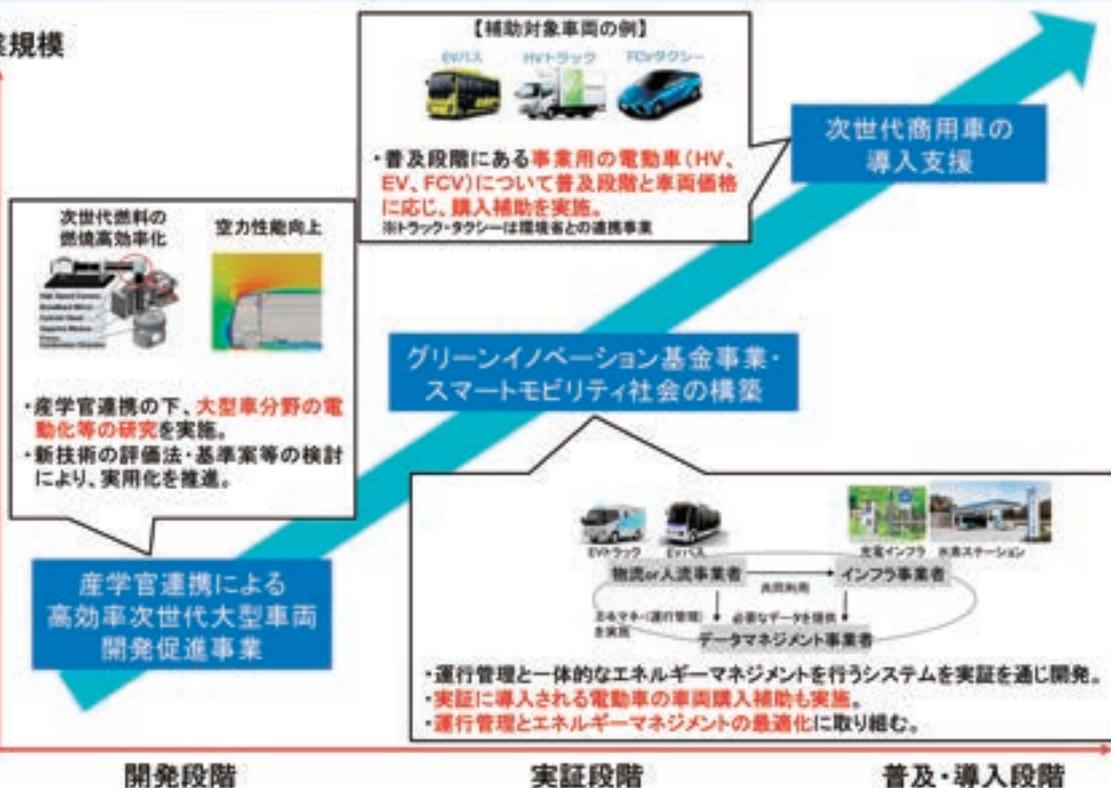


※電気自動車等：電気自動車、燃料電池車、プラグインハイブリッド車、天然ガス自動車



次世代商用車の普及・導入に向けた取組

事業規模



- カーボンニュートラル社会の実現には、我が国の二酸化炭素排出量の約2割を占める運輸部門の脱炭素化が急務。
- 排出量が日本全体の7%、運輸部門の4割を占める商用車について、電動化のための国内投資を促進し、成長につなげていくため、国において、令和5年度に活用可能な国費として、**300億円以上（大幅増額）**を確保。

日本の各部門別CO<sub>2</sub>排出量



出典：「日本の環境と経済」(国土交通省) (1990-2021年度) 集計：(2022) 環境省の公表資料を基に作成

## 次世代商用車



- カーボンニュートラル社会の実現 [国交・環境・経産省連携事業]
- 地域公共交通の再デザイン (再構築) [国交省事業]
- 事業用自動車の電動化 [国交省事業]

令和5年度に活用可能な国費 **300億円以上**

※ 予算措置に加え、EVバスを導入する事業者に対し、充電施設・スペースに係る固定資産税を軽減する制度を創設。また、EV車両の大規模導入やエネルギーマネジメントシステムの構築等を行う事業者に対し、財政投融資を活用した金融支援を行う制度を創設。

# 輸送事業者におけるEV等の導入目標について

- 改正省エネ法の施行(令和5年4月)に伴い、輸送事業者に対し、非化石エネルギー自動車(EV、FCV、PHV及び合成燃料等を使用する自動車)の導入に関する中長期計画の作成等を義務づけ。
- 非化石エネルギー自動車の導入目標として、2030年度の保有台数の割合を車種毎に設定。

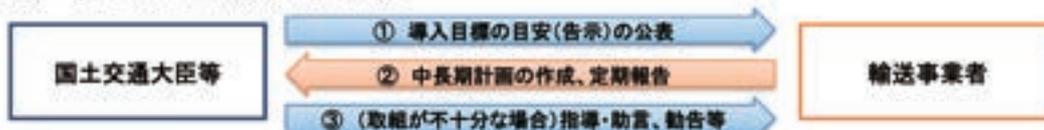
## ○輸送事業者に対する非化石エネルギー自動車の導入目標の目安

車種	2030年度の保有台数に占める割合	(参考)現状	
トラック	8トン以下	5% (約 26,000台)	636台 <sup>※1</sup>
	8トン超	将来的に検討	
バス	5% (約 5,400台)	183台 <sup>※1</sup>	
タクシー	8% (約 18,000台)	671台 <sup>※2</sup>	

※1 令和4年3月末現在(一般財団法人 自動車検査登録情報協会「自検協統計 自動車保有台数」より)

※2 令和4年3月末現在(一般社団法人 全国ハイヤー・タクシー連合会「低公害車の導入状況」より)

## (参考)省エネ法における定期報告等の仕組み



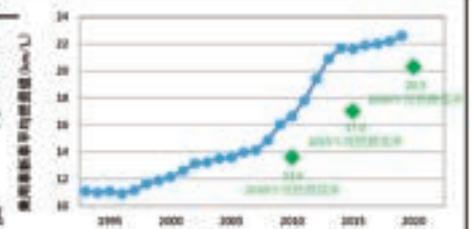
- 国土交通大臣及び経済産業大臣は、エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律（省エネ法）に基づき、自動車の省エネルギー基準を定めている。
- 製造事業者等は製造する新車について基準を遵守する義務が課されている。未達成の製造事業者等には、勧告、公表、命令、罰金の措置がとられる。

乗用車		重量車	
	平均燃費値 (2020年度目標 → 2030年度目標)		平均燃費値 (2015年度目標 → 2025年度目標)
乗用車	17.6 km/L → <b>25.4 km/L</b> 約44.3%強化	路線バス (車両総重量 3.5トン超)	4.77 km/L → <b>5.01 km/L</b> 約5.1%強化
		一般バス (車両総重量 3.5トン超)	6.07 km/L → <b>7.18 km/L</b> 約18.3%強化
		トラック (車両総重量 3.5トン超)	7.10 km/L → <b>8.13 km/L</b> 約14.5%強化
		トラクタ (車両総重量 3.5トン超)	2.84 km/L → <b>2.94 km/L</b> 約3.7%強化
小型貨物車			
	平均燃費値 (2015年度目標 → 2022年度目標)		
小型貨物車 (車両総重量 3.5トン以下)	14.5km/L → <b>17.9km/L</b> 約23.4%強化		

## 自動車の燃費基準（乗用車）

### 乗用車燃費基準（2030年度燃費基準について）

- 乗用車燃費については、エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律（省エネ法）に基づき、2013年3月に「2020年度目標」を策定しているが、既に多くのメーカーがこの目標を達成している状況。
- このため、国土交通省と経済産業省の合同会議（座長：京都大学 塩路昌宏教授）<sup>※</sup>において、2018年3月より次期乗用車燃費基準の検討を開始し、2019年6月に新たな燃費基準についてとりまとめた。
- 2020年3月には、2030年度以降に販売される自動車に適用される燃費基準のための国内法令改正を実施。



※ 交通政策審議会自動車燃費基準小委員会及び総合エネルギー調査会自動車判断基準WG

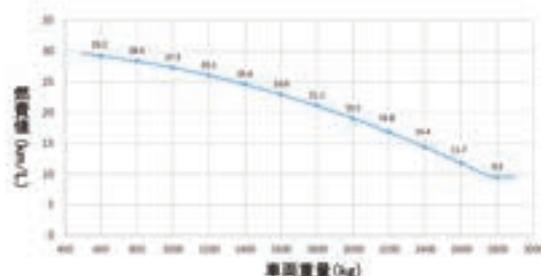
#### 2030年度燃費基準

- ◆ 対象範囲： ガソリン車  
ディーゼル車  
LPG車  
**電気自動車**  
**プラグインハイブリッド車**

※ 下線は新たに規制の対象とする種別

- ◆ 燃費基準： **平均 25.4 km/L**  
(2016年度実績比で**32.4%の燃費改善**)

- ◆ 電気自動車・プラグインハイブリッド車を評価するために、発電時のCO<sub>2</sub>や発電所から車両への送電・充電ロスも勘案したWell-to-Wheel<sup>①</sup>の概念を導入する。



⇒ 今後、モード試験では反映されない燃費向上技術の達成判定等について検討

# 自動車の燃費基準(重量車)

## 重量車燃費基準 (2025年度燃費基準について)

- 国土交通大臣及び経済産業大臣は、エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律(省エネ法)に基づき、2005年度に世界で初めて重量車(車両総重量3.5t<sup>3</sup>超、トラック・バス等)の燃費基準を策定(目標年度:2015年度)。
- 地球温暖化対策の更なる推進を図るため、国土交通省と経済産業省の合同会議において、重量車について更に強化した燃費基準を策定すべく検討し、2019年3月に新たな燃費基準を策定した。
- 新たな燃費基準(目標年度:2025年度)は、現行の2015年度基準と比較し、重量車全体で13.5%の基準強化となる。

### 新たな燃費基準

- ◆ 目標年度: 2025年度
- ◆ 対象範囲: ディーゼル車(ハイブリッド車含む)
- ◆ 燃費基準値:

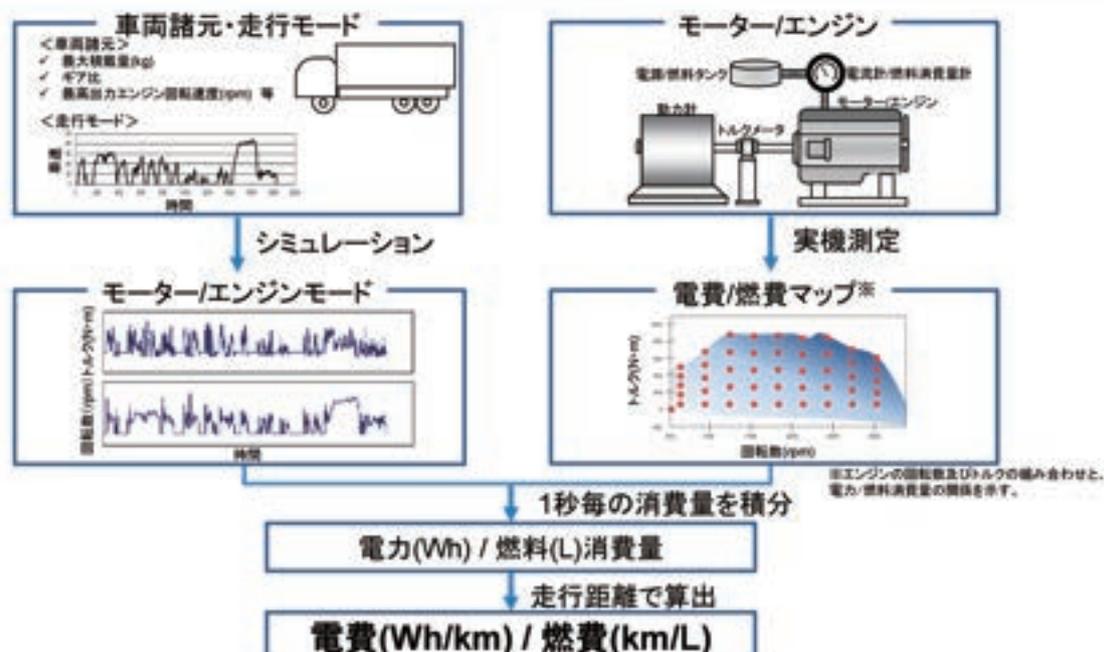
	目標基準値※	現行の2015年度基準との比較
トラック	7.63 km/L	約13.4%の基準強化
バス	6.52 km/L	約14.3%の基準強化

※ 2014年度販売実績を基に加重調和平均して算出した値

- ◆ 電気自動車等の取扱い:
  - 電気自動車、プラグインハイブリッド車、燃料電池自動車は、現時点では、普及台数が少ないため、燃費規制の対象外とする。
  - 一方で、電気自動車等の更なる普及促進を図るため、自動車メーカーの電気自動車等に対する取組を評価する仕組みを導入する。(詳細は今後、更に燃費合同会議で検討。)

# 重量車の電費等試験法の概要(シミュレーション法)

- 電気自動車等の重量車の電費等試験法を初めて策定(令和4年10月7日公布)
- 重量車は、同一エンジンを搭載する車両でも諸元(重量、ギア比等)が多様である。そのため、完成車で試験する乗用車と異なり、モーター/エンジン単体での実機試験を実施の上で、車両の構造・装置を再現したモデルによるシミュレーションを行い、完成車の電費/燃費を算定する。



概要

運輸部門におけるCO<sub>2</sub>排出量の約4割を占める大型車分野に関し、産学官連携のもと、電動化技術や内燃機関分野等の開発促進の強化を図り、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献する。

- 乗用車分野を中心に電動化等が活発化している一方、未だ多くの課題が残されている大型車分野における電動化や内燃機関の効率化等の一層の技術開発を促進する。
- ハブとなる研究機関のもと、産学官が連携し、大学による基礎技術の研究、メーカーによる応用技術の研究から評価法・技術基準の策定に向けた取組を一体的に行う。

大型車両の電動化



バッテリー搭載スペース確保に貢献するリアアクスルとモーターが一体化した次世代駆動系の開発、水素燃料電池自動車の重量車燃費試験法の確立、走行中ワイヤレス給電に関する車両要件の構築

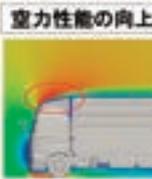


道路データ(カーブ、勾配等)を活用し、燃費・排出ガスの観点から最適走行を可能とする次世代大型車の新たな評価法の整備

合成燃料、水素燃焼の高效率化への対応



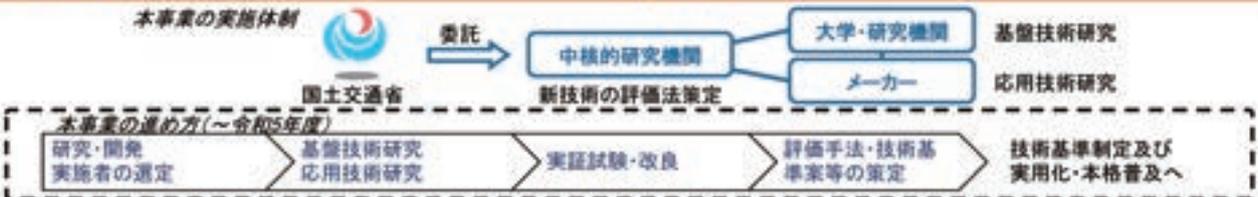
効率的な燃焼達成に向けた、水素燃焼メカニズムの解明、次世代燃料である合成燃料使用時の排出ガス性能・車両影響の検証、それらの技術指針等の策定



空力性能の向上

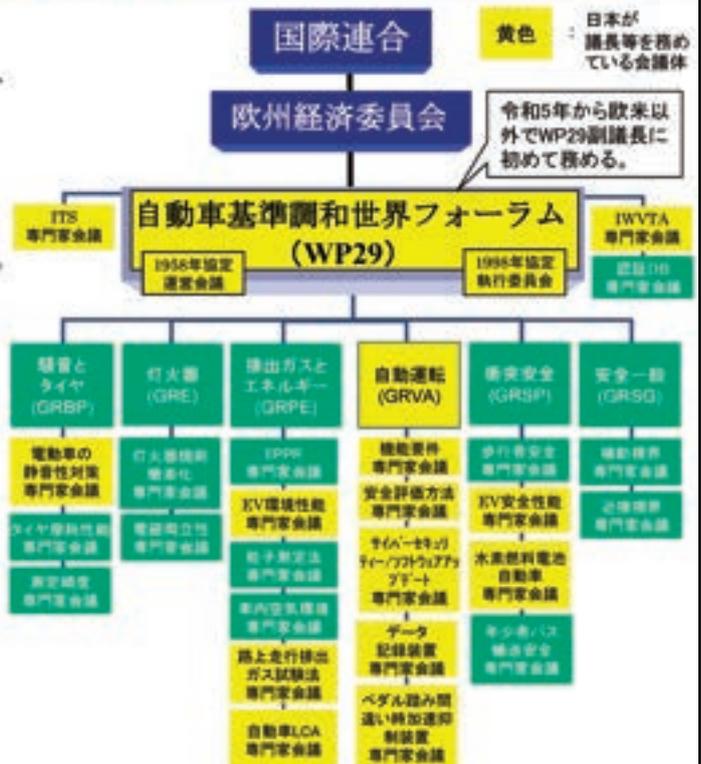
大型車の空力性能改善に資する新たな車両形状の調査及び燃費基準で使用する空気抵抗係数の算出手法の高度化

本事業の実施体制



自動車基準調和世界フォーラム(WP29)の概要

- 1. 自動車基準調和世界フォーラムの目的**  
安全で環境性能の高い自動車を容易に普及させる観点から、自動車の安全・環境基準を国際的に調和することや、政府による自動車の認証の国際的な相互承認を推進することを目的としている。
- 2. 自動車基準調和世界フォーラムの組織**  
自動車基準調和世界フォーラムは、国連欧州経済委員会(UN/ECE)の下にあり、傘下に六つの専門分科会を有している。分科会で技術的、専門的検討を行い、検討を経た基準案の審議・採決を行っている。
- 3. 自動車基準調和世界フォーラムのメンバー**  
欧州各国、1地域(EU)に加え、日本、米国、カナダ、オーストラリア、南アフリカ、中国、インド、韓国等(日本は1977年から継続的に参加)、また、非政府機関(OICA(国際自動車工業会)、IMMA(国際二輪自動車工業会)、ISO(国際標準化機構)、CLEPA(欧州自動車部品工業会、SAE(自動車技術会)等)も参加している。
- 4. 自動車基準調和世界フォーラムの主な活動内容**  
次に掲げるそれぞれの協定に基づく規則の制定・改正作業を行うとともに、それぞれの協定の管理・運営を行う。
  - ・「国連の車両等の型式認定相互承認協定(略称)」(1958年協定)
  - ・「国連の車両等の世界技術規則協定(略称)」(1998年協定)

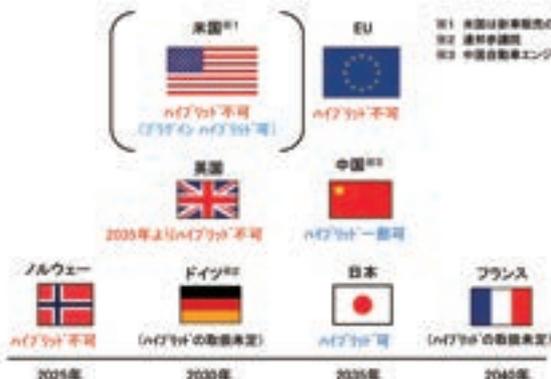


EPPR: Environmental and Pollution Performance Requirements of L-category vehicles  
LCA: Life Cycle Assessment

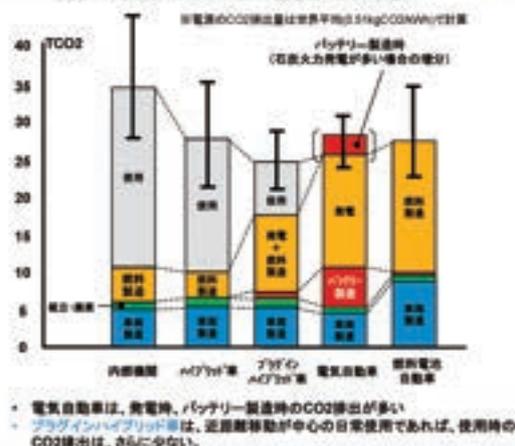
## 背景・必要性・概要

- 各国がカーボンニュートラル政策を打ち出しているが、「カーボンニュートラル」=「内燃機関禁止」といった単純な評価指標はCO2排出量減につながらず、我が国自動車メーカーの国際競争力を低下させるおそれ。
- カーボンニュートラルの実現には、自動車の燃費(電費)性能のほか、製造段階、使用段階、リサイクル段階など、ライフサイクル全体でのCO2排出量を客観的に評価する必要。
- このため、可能な客観的なCO2排出評価手法(LCAモデル)を構築するための国際的議論を開始する。

「100%電動化」又は「内燃機関車の販売禁止」等の目標(乗用車)



製造から廃棄までのCO2排出量を客観的に評価



国際的に議論が可能な客観的なCO2排出評価手法を構築し、我が国自動車メーカーがフェアに競争を行える環境を整備

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、従来の燃費 (Tank to Wheel) のみならず、原材料の採取から製造、使用、廃棄に至るライフサイクル全体を通じた環境負荷について検討することが重要。

## 自動車のLCA(ライフサイクルアセスメント)の概念



公平で国際的に統一したLCA手法 (ライフサイクルでのCO2排出量算定手法) の策定  
カーボンニュートラルの観点から日本の自動車メーカーが公平に競争できる環境を整備

- 台風、地震などの災害に伴い、停電が発生した場合には、EV、PHV等の電動車は、「移動式電源」として、被災地に電力を供給することが可能。
- 今後の電動化の進展と合わせて、その活用が期待されている。



地域を巡回し、個人宅で照明、電子レンジ等に使用  
出典:トヨタ自動車株式会社



老人ホームで洗濯機・洗濯乾燥機に使用  
出典:三菱自動車工業株式会社



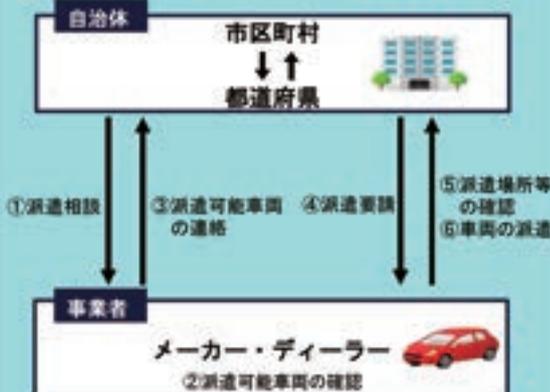
老人ホームでエアコンや小型蓄電池の充電に使用  
出典:本田技研工業株式会社



避難所等で携帯電話充電、扇風機、冷蔵庫等に使用  
出典:日産自動車株式会社

- 災害時の電動車の派遣を推進する自動車メーカー・ディーラーと自治体との協定締結を推進。
- 派遣実証訓練を通じ、電動車の派遣・給電時に生じる課題等を整理。
- 今後の災害時の円滑な運用と、他自治体への普及啓発などに繋げる。

災害協定に基づく電動車の派遣(例)



令和4年度中に実施した派遣実証一覧

	対象自治体	実証内容
三菱	新潟県 (10月23日)	道の駅へ電動車を派遣し、道の駅施設のレジ、冷蔵機器等への給電による臨時営業、炊飯器への給電による炊き出し等の実証 (県の防災訓練の一環として実施)
三菱	那覇市 (11月5日)	避難所への電動車の派遣及び携帯電話の充電や扇風機等への給電 (市の防災訓練の一環として実施)
三菱 トヨタ	川崎市 (11月11日)	トヨタ提供のマッチングアプリを活用し、トヨタ・三菱が連携した派遣実証 医療機器への給電も実証

- 2020年7月、「災害時における電動車の活用促進マニュアル」を策定。
- ただし、医療機器への給電は、故障等を招くおそれがあり、使用を控えるよう明記していた。
- 一方で、災害時に避難所や自宅等において、医療機器への給電の要望がある。
- 2022年3月25日、「災害時における電動車から医療機器への給電活用マニュアル」を策定。
- 同日、「災害時における電動車の活用促進マニュアル」を改訂し、以下の医療機器に使用する場合には、「医療機器への給電活用マニュアル」を参考にするよう修正。

給電が可能な医療機器の例

消費電力が大きすぎず、動作可能な機器を例示



酸素濃縮器



人工呼吸器



吸引器

「医療機器への給電活用マニュアル」の内容

主に以下の項目を記載。

- ◆ 電動車の外部給電機能の種類
- ◆ 医療機器への給電時の注意事項
  - ・給電可能な主な車種  
(例. 可能な車両を一覧にして紹介)
  - ・給電可能な医療機器
  - ・給電や接続時の注意事項  
(例. たこ足配線防止、「P」ポジションで給電等)
  - ・医療機器の消費電力と電動車の給電能力の説明

ご清聴ありがとうございました。



**講演1**

**カーボンニュートラルと内燃機関搭載車**

環境研究部 研究員

**川原田 光典**



# カーボンニュートラル と内燃機関搭載車

環境研究部  
研究員 川原田 光典

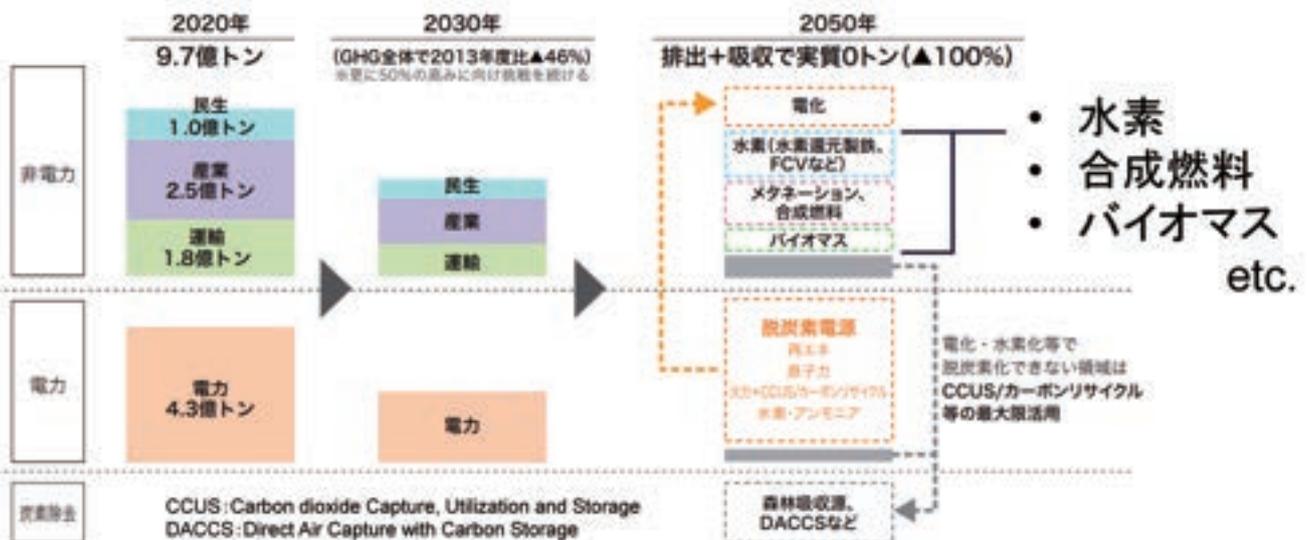
## 講演内容

1. 背景
2. 合成燃料
3. 交通安全環境研究所の取組み
4. まとめ

# 1. 背景

- 2050年カーボンニュートラル
- 燃料の入手方法
- 燃料の種類
- 将来の自動車用燃料
- 今後の内燃機関搭載車に求められること

## 1-1. 2050年カーボンニュートラル



出典: 資源エネルギー庁、日本のエネルギー-2022

## 1-2. 燃料の入手方法

### カーボンニュートラル コンビナート(CNK)

→脱炭素エネルギーの  
受入/生産/供給



出典:資源エネルギー庁

令和5年度 講演会

交通安全環境研究所

4

## 1-3. 燃料の種類

### カーボンフリー燃料

燃焼時CO<sub>2</sub>を排出しない燃料

#### ブルー水素(H<sub>2</sub>)・アンモニア(NH<sub>3</sub>)

製造時に排出されるCO<sub>2</sub>を回収・貯留したH<sub>2</sub>やそれを原料として合成されるNH<sub>3</sub>

#### グリーン水素(H<sub>2</sub>)・アンモニア(NH<sub>3</sub>)

再生可能エネルギー由来のH<sub>2</sub>やそれを原料として合成されるNH<sub>3</sub>

### 合成燃料

二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と水素(H<sub>2</sub>)から合成される燃料

#### e-fuel

大気中(産業排気含む)から回収したCO<sub>2</sub>とグリーンH<sub>2</sub>から合成される燃料

### カーボンニュートラル燃料

左記の橙色の燃料に、

・バイオ燃料  
再生可能な生物資源(バイオマス)を原料とする燃料

を加えた、CO<sub>2</sub>排出量が実質ゼロの燃料

※今回は、いずれも太字の呼称を使用する。

交通安全環境研究所

5

令和5年度 講演会

## 1-4. 将来の自動車用燃料

### ➤ 日本

#### 経済財政運営と改革の基本方針2022(抜粋)

…自動車については、将来の合成燃料の内燃機関への利用も見据え、2035年までに新車販売でいわゆる電動車(電気自動車、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車及びハイブリッド自動車)100%とする目標等に向けて、蓄電池の大規模投資促進等や車両の購入支援、充電・充てんインフラの整備等による集中的な導入を図るとともに、中小サプライヤー等の業態転換を促す。…

### ➤ EU

- ・ 乗用車及び小型商用車:  
2035年までにCO<sub>2</sub>排出量100%減 ⇒ 合成燃料利用について容認
- ・ 大型商用車:  
2040年以降にCO<sub>2</sub>排出量を2019年比で90%減

⇒将来の自動車では合成燃料の利用が前提

## 1-5. 今後の内燃機関搭載車に求められること

1. 合成燃料を使用できること
2. 合成燃料を使用時に性能が同等であること
3. 合成燃料使用量の削減
4. 可能であればCO<sub>2</sub>回収も

## 2. 合成燃料

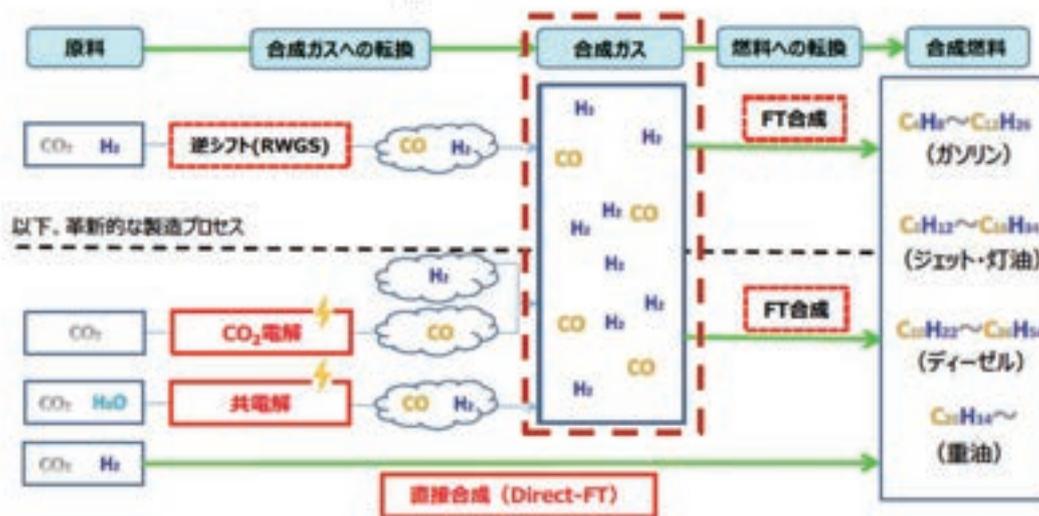
- 合成燃料の製造
- FT(Fischer-Tropsch)合成
- FT合成燃料
- カーボンニュートラル燃料

### 2-1. 合成燃料の製造



→ FT(Fischer-Tropsch)合成による製造

## 2-2. FT (Fischer-Tropsch) 合成



→ 合成ガス( $\text{CO}+\text{H}_2$ )から先は原料によらず同じ

出典: 合成燃料研究会中国とりまとめ

## 2-3. FT合成燃料

合成ガス( $\text{CO} + \text{H}_2$ )からFT合成により製造される燃料

- ・ すでに天然ガス由来、石炭由来のFT合成燃料が存在
- ・ 天然ガス由来のものはGas To Liquid (GTL)
- ・ 直鎖の炭化水素が幅広く得られる

⇒ 軽油相当はFischer-Tropsch Diesel (FTD)

※FTDやGTLを使用した過去の試験結果を後ほどご紹介

## 2-4. カーボンニュートラル燃料

合成燃料以外の燃料は利用されないのだろうか？

- ・ カーボンニュートラル実現に寄与する燃料は使用される可能性
- ・ 例えば、
  - バイオマスを原料としてFT合成により燃料を製造する場合
    - ・・・出来上がる燃料は合成燃料と同等
  - 植物油などを水素化処理した場合
    - ・・・Hydro-treated Vegetable Oil (HVO) ⇒ これらも調査対象とする

## 3. 交通安全環境研究所の取り組み

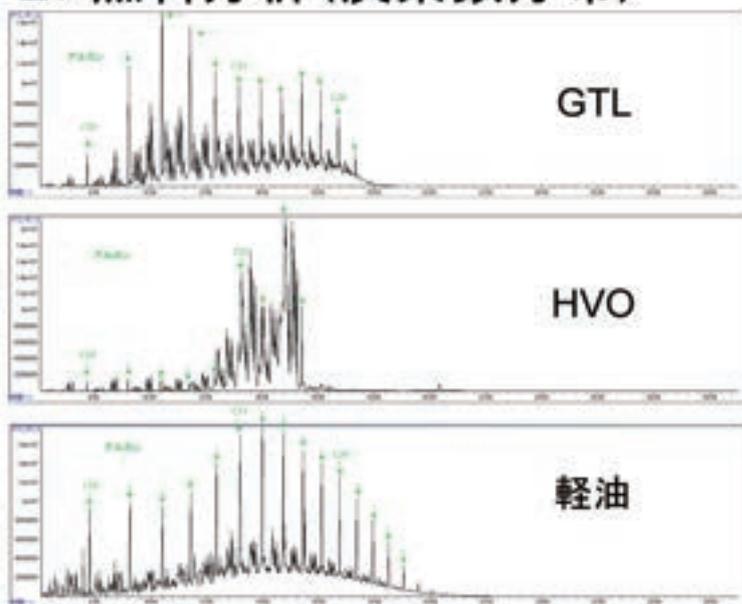
- ・ 燃料の評価プロセス
- ・ 燃料分析
- ・ 部品影響や車両影響の調査
- ・ (その他)カーボンフリー燃料の活用

### 3-1. 燃料の評価プロセス

- カーボンニュートラル燃料を対象とする
- まとまった数量が手に入るようになった時点で速やかに評価できるように、  
燃料の部品影響や車両性能、排出ガス性能の確認プロセスの構築 に取り組む



### 3-2. 燃料分析(炭素数分布)



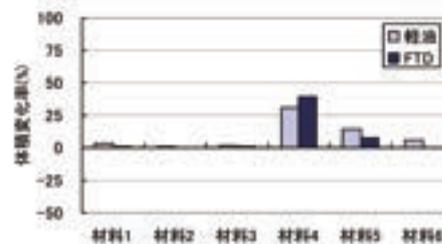
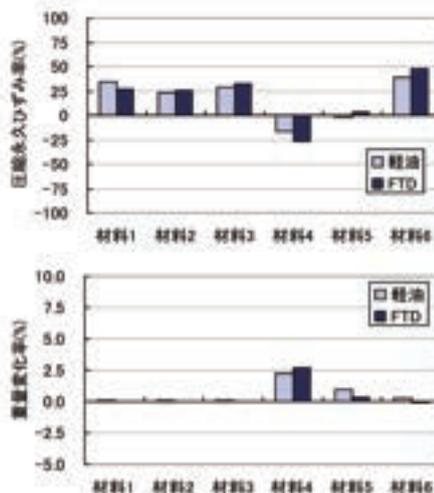
サンプルとして、  
1. GTL  
2. HVO  
3. 軽油  
を入手し分析

### 3-2. 燃料分析(性状評価)

油種		GTL	HVO	軽油	(参考) JIS K 2204 軽油(1号)
項目	単位				limit
密度@15℃	g/cm <sup>3</sup>	0.7774	0.7813	0.8276	max. 0.86 (g/cm <sup>3</sup> )
動粘度@30℃	cSt	3.067	3.849	3.495	min. 2.7 (cSt)
動粘度@40℃	cSt				
動粘度@50℃	cSt				
流動点	℃	<-7.5	<-7.5	<-7.5	max. -2.5 (℃)
引火点(迅速平衡器法)	℃				
引火点(ペンシキーマルテンス器法)	℃	88.0	81.0	84.0	min. 50 (℃)
水分(蒸留法)	質量%				
水分(カールフィッシャー式電量測定法)	質量%				
残留炭素分	質量%				
10%残油の残留炭素分	質量%	<0.01	<0.01	0.01	max. 0.1 (質量%)
灰分	質量%				
目詰まり点	℃	-22	-35	-17	max. -1 (℃)
硫黄分(紫外蛍光法)	ppm	<1	<1	7	max. 10 (ppm)
セタン指数		80.9	93.0	56.7	min. 50
燃焼特性	10%	℃	224.0	265.0	207.5
	50%	℃	257.5	280.5	274.0
	90%	℃	311.5	293.0	333.0
					max. 360 (℃)

この違いが、  
 ・車両部品  
 ・排出ガス  
 に影響するか

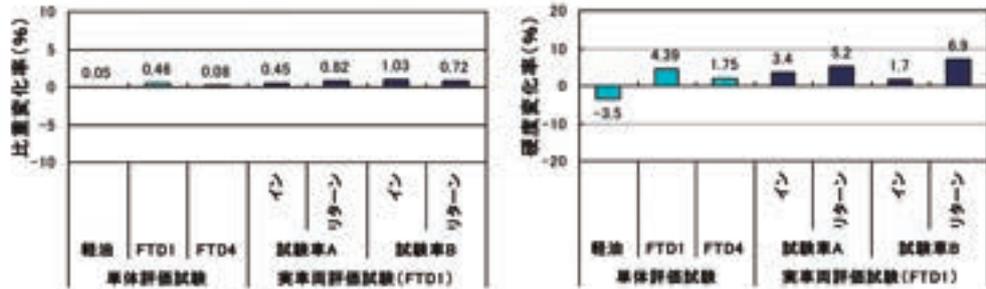
### 3-3. 部品影響(リング)



FTDと軽油で比較  
 (過去の一例)

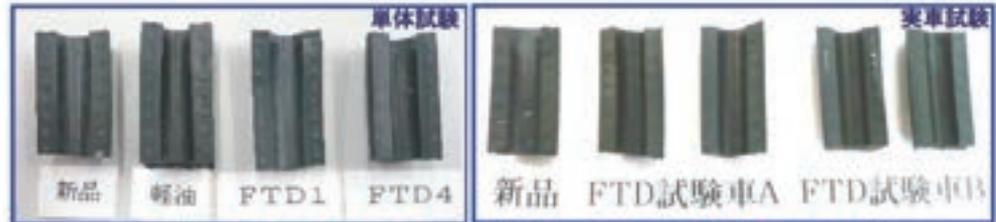
### 3-3. 部品影響(燃料ホース)

#### 物性評価結果



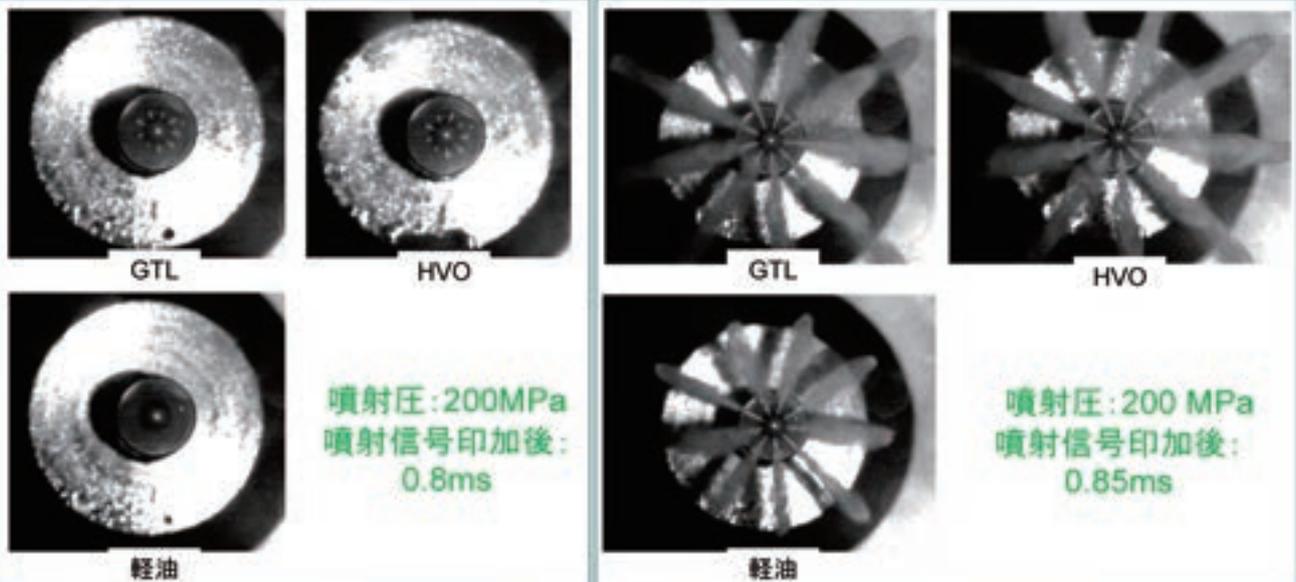
#### 内表面写真

FTDと軽油で比較  
(2008年度調査)



単体試験、実車試験ともに内部表面への影響は見られない

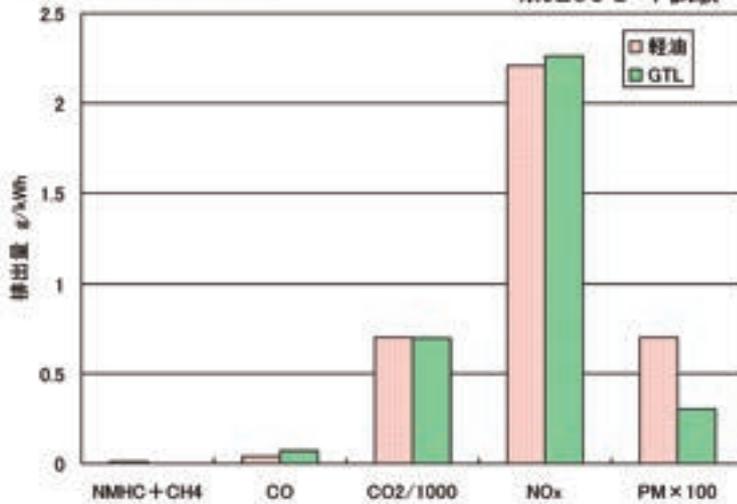
### 3-3. 部品影響(燃料噴射系)



### 3-4. 車両試験(排出ガス性能への影響)

(2008年度調査)

※JE05モード試験

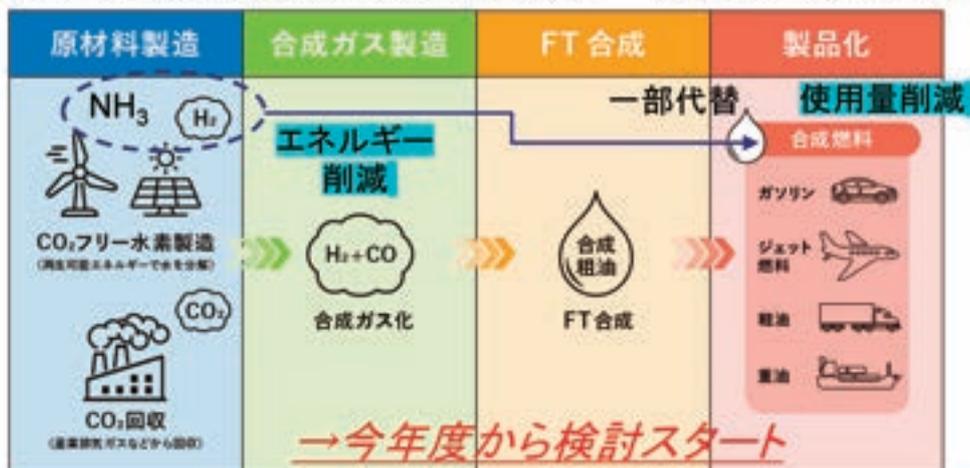


- ・ 極端な差は見られない
- ・ 新長期規制対応車での試験結果であり、最新規制に対応した車両での試験を今後実施予定
- ・ 高度化した後処理装置(尿素SCR\*など)への影響が現れる可能性

\*SCR: Selective Catalytic Reduction

### 3-5. (その他)カーボンフリー燃料の活用

- ・ カーボンフリー燃料(水素、アンモニア)を混焼させる  
⇒CO<sub>2</sub>排出量低減、合成燃料製造のエネルギー削減などの可能性



出典: JOGMEC

## 4. まとめ

- 内燃機関では、合成燃料などカーボンニュートラル燃料への対応が必須
- それらの燃料使用時、部品への悪影響や排出ガス性能の低下などがないことを確認しなければならない
- 交通研の取組みとして、それらの影響を確認するプロセスの構築を進めている
- その他、カーボンフリー燃料の活用(合成燃料の一部代替)についても検討を開始した

**講演2**

**Euro7  
- New proposal for vehicle emissions type  
approval in Europe -**

**Scientific Project Officer European Commission Joint Research Centre**

**Dr. Ricardo Suarez-Bertoa**





# Euro 7

New proposal for vehicle emissions type approval in Europe

R. Suarez-Bertoa

*Way forward for realization of automobiles as options for carbon-neutral society*



## JRC Mission

As the science and knowledge service of the Commission our mission is to support EU policies with independent evidence throughout the whole policy cycle.



## JRC sites

Headquarters in **Brussels**  
and research facilities located  
in **5 Member States**:

Belgium (Geel)

Germany (Karlsruhe)

Italy (Ispra)

The Netherlands (Petten)

Spain (Seville)



## Euro 7

New proposal for vehicle emissions type approval in Europe



## Wider context of Air Pollutant Emissions



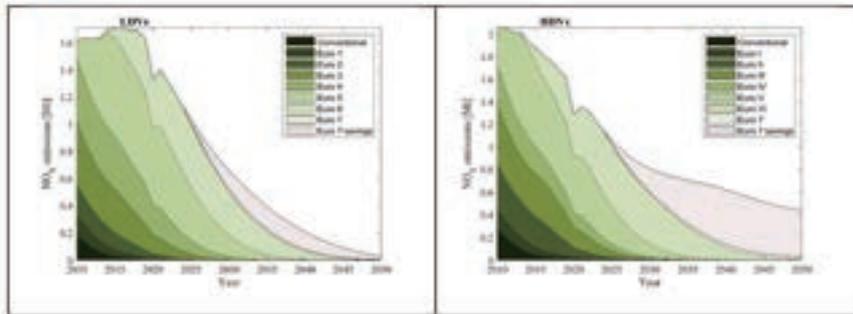
5

## The need to act

- **Important health and environmental concerns:** ~70.000 premature deaths due to road transport emissions in Europe each year
- **New Ambient Air Quality limits**
- **Selective Internal Combustion Engine (ICE) bans** from MS/cities and risk for single market
- **Developments in key world markets**
- **Conventional vehicles will stay in circulation** and brakes/tyres also emit

6

## Tapping the remaining potential for combustion engines



- Previous Euro emissions legislation has significant benefits
- All passenger cars sold in Europe after 1 September 2019 are Real-Driving-Emissions (RDE) compliant
- But potential remains to improve it further through Euro 7, in particular for heavy-duty vehicles

7



## Euro 7 Objectives

- **Improve air quality**
  - Limit pollutants at the source → *make a difference where it matters most*
  - Take account of new developments (electrification, digitalisation, batteries, brakes and tyres) → *future proof legislation*
- **Ensure proper functioning of internal market**
  - Avoid obstacles (incl. market imbalance across the EU) → *affordability, access restrictions...*
  - Reduce complexity and compliance costs → *look for synergies where they exist*
  - Ensure compliance throughout more representative lifetime → *second-hand markets*

8



EURO 6 for cars, vans      EURO VI for buses, lorries

ICE vehicles



Electric and H2 vehicles



**Euro 7**  
for cars, vans, buses, lorries

Significant simplification of legislation and testing  
Longer lifetime coverage  
Digital monitoring of compliance  
Brake particles and Microplastics from tyres

Fuel- and technology-neutral emission limits:  
NOx, particles, hydrocarbons, CO, ammonia, ...  
More representative on-road tests under wider driving conditions

In-vehicle battery durability (*complementing Battery Regulation*)



## Estimated impact of Euro 7 in 2035 (compared with Euro 6/VI)

### Reduction of NOx emissions

➤ **35%** from cars and vans

➤ **56%** from buses and lorries

### Reduction of particles from the tailpipe

➤ **13%** from cars and vans

➤ **39%** from buses and lorries

### Reduction of particles from the brakes

➤ **27%** from the brakes of a car and vans

### Low impact on consumers

These emission reductions are expected to be achieved with existing technologies. A moderate impact on the costs of cars - between €90 and €150 - and on the cost of buses and lorries - around €2600 - is expected.

### Big benefit for health and environment

For each euro spent on technologies for Euro 7, more than 5 euros are saved on health and environment.



## Euro 7 – Light Duty vehicles (LDV)



## Pollutants & emission limits – LDV

Table 1: Euro 7 exhaust emission limits for M<sub>1</sub>, N<sub>1</sub> vehicles with internal combustion engine

Pollutant emissions	M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> vehicles	Only for N <sub>1</sub> vehicles with power to mass ratio <sup>1</sup> less than 35 kW/t	Emission budget for all trips less than 10 km for M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> vehicles	Emission budget for all trips less than 10 km only for N <sub>1</sub> vehicles with power to mass ratio less than 35 kW/t
	per km	per km	per trip	per trip
NO <sub>x</sub> in mg	60	75	600	750
PM in mg	4.5	4.5	45	45
PN <sub>10</sub> in #	6 · 10 <sup>17</sup>	6 · 10 <sup>17</sup>	6 · 10 <sup>17</sup>	6 · 10 <sup>17</sup>
CO in mg	500	630	5000	6300
TBC in mg	100	130	1000	1300
NMHC in mg	68	90	680	900
NH <sub>3</sub> in mg	20	20	200	200



## RDE testing conditions – LDV

Table 1: Conditions for testing compliance of M<sub>1</sub>, N<sub>1</sub> vehicles with exhaust emission limits with any market fuel and lubricant within the specifications issued by the manufacturer of the vehicle

Parameter	Normal driving conditions	Extended driving conditions*
Extended driving divider	-	1.6 (applies to measured emissions only during the time when one of the conditions set out in this column applies)
Ambient temperature	0°C to 35°C	-10°C to 0°C or 35°C to 45°C
Maximum altitude	700 m	More than 700 m and below 1 900 m
Maximum speed	Up to 145 km/h	Between 145 and 160 km/h
Towing/aerodynamic modifications	Not allowed	Allowed according to manufacturer specifications and up to the regulated speed.
Auxiliaries	Possible as per normal use	-
Maximum average wheel power during first 2 km after cold start	Lower than 20% of maximum wheel power	Higher than 20% of maximum wheel power
Trip composition	Any	-
Minimum mileage	10 000 km	Between 3 000 and 10 000 km

\* The same emission strategy shall be used when a vehicle is run outside these conditions, unless there is a technical reason approved by the type approval authority.



## New elements

Table 1: Euro 7 Minimum performance requirements (MPR) for battery durability for M<sub>1</sub> vehicles

Table 3: Euro 7 evaporative emission limits for petrol fuelled M<sub>1</sub>, N<sub>1</sub> vehicles

Table 4: Euro 7 brake particle emission limits in standard driving cycle applying until 31/12/2034

Emission limits in mg/km per vehicle	M <sub>1</sub> , N <sub>1</sub> vehicles	M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> vehicles	N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub> vehicles
Brake particle emissions (PM <sub>10</sub> )	7		
Brake particle emissions (PN)			

15



## Euro 7 – Heavy Duty vehicles (HDV)



## Pollutants & emission limits – HDV

Table 2: Euro 7 exhaust emission limits for ME, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> and N<sub>1</sub> vehicles with internal combustion engine and internal combustion engines used in these vehicles

Pollutant emissions	Cold emissions <sup>1</sup>	Hot emissions <sup>2</sup>	Emission budget for all trips less than 3*WHTC long	Optional life emission limits <sup>3</sup>
	per kWh	per kWh	per kWh	per hour
NO <sub>x</sub> in mg	150	90	150	5000
PM in mg	12	3	10	
PN <sub>50</sub> in #	5x10 <sup>17</sup>	2x10 <sup>17</sup>	5x10 <sup>17</sup>	
CO in mg	3500	200	2700	
NMHC in mg	200	70	73	
NH <sub>3</sub> in mg	65	65	70	
CH <sub>4</sub> in mg	500	150	500	
NO in mg	100	100	140	
HCCHO in mg	30	30	30	

<sup>1</sup> Cold emissions refer to the 10<sup>th</sup> percentile of moving window (MW) of 1 WHTC for vehicles, or WHTC<sub>10</sub> for engines.

<sup>2</sup> Hot emissions refer to the 90<sup>th</sup> percentile of moving window (MW) of 1 WHTC for vehicles or WHTC<sub>90</sub> for engines.

<sup>3</sup> Applicable only if a system is not present that automatically shuts down the engine after 100 seconds of continuous idling operation (once the vehicle is stopped and idling applied).



## RDE testing conditions – HDV

Parameter	Normal driving conditions	Extended driving conditions <sup>a</sup>
Extended Driving Divider	-	2 (applies to measured emissions only during the time when one of the conditions set out in this column applies)
Ambient temperature	-7°C to 35°C	-10°C to -7°C or 35°C to 45°C
Vehicle Payload	Higher or equal than 10%	Less than 10%
Articulation	Possible as per normal use	-
Internal Combustion Engine Loading at cold start	Any	-
Trip composition	As per normal use	-
Minimum mileage	5 000 km for <16 TPMLM 10 000 km for > 16 TPMLM	Between 3 000 km and 5 000 km for <16 TPMLM Between 3 000 km and 10 000 km for > 16 TPMLM



## Ongoing work - HDV

- Durability multiplier for additional lifetime
- Brake particle emissions test
- Tyre abrasion test
- Battery durability requirements
- OBM

19



## Timing

- Quick adoption is needed in order to have a good return on investment
- Quick adoption is consistently requested by industry (OEMs and suppliers), civil society and NGOs (POLIS, EUROCITIES, T&E, ICCT, ...), Member States and several MPs

20



## Conclusions

- The proposal is based on whole-vehicle testing on the road on typical use, including short trips, larger boundaries and larger durability resulting in significant emission savings
- The finally selected option is a balanced proposal which has **significant net benefits for the EU: €145,4 billion between 2025-2050**
- It requires minimal changes to cars and vans (mostly calibration of the engine, OBM for ICE and cleaner brakes for all)
- It requires technologies already used for buses and lorries (i.e. double SCR, slightly better particle filter, OBM for ICE)

21



# Thank you

22



\*Based on EU Mix fit-for-55 Scenario 2021 reflecting the impact of the agreed CO<sub>2</sub> standards for cars and vans

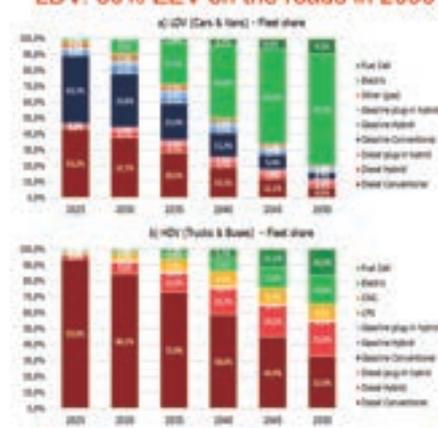
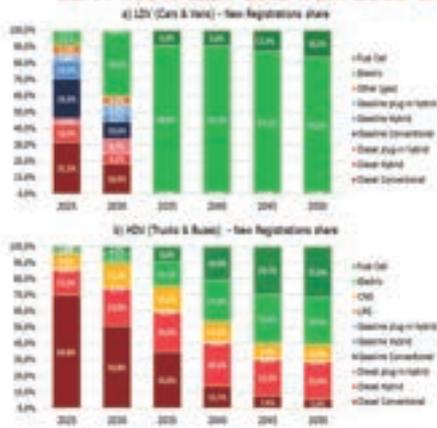
## A changing environment for the automotive industry

Sales of new vehicles:

Vehicles on the roads:

LDV: 100% ZEV sold from 2035 on

LDV: 80% ZEV on the roads in 2050



HDV: only 61% ZEV sold in 2050

HDV: 35% ZEV on the roads in 2050



## 招待講演2

### 未来への電動化の貢献

東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科 教授

吉本 貫太郎 氏



# 未来への電動化の貢献

2023年6月8日  
 東京電機大学 未来科学部  
 ロボット・メカトロニクス学科  
 教授 吉本 貴太郎



東京電機大学 未来科学部  
 ロボット・メカトロニクス学科  
 教授 吉本 貴太郎

学科の特徴  
 機械・電気電子・情報・制御の分野を総合的に

## 電動モビリティ研究

- ・パワーエレクトロニクス
- ・モータ制御
- ・車両のトラクションコントロール
- ・手押し車のアシスト制御
- ・航空機電動化

## 前職

### 日産自動車

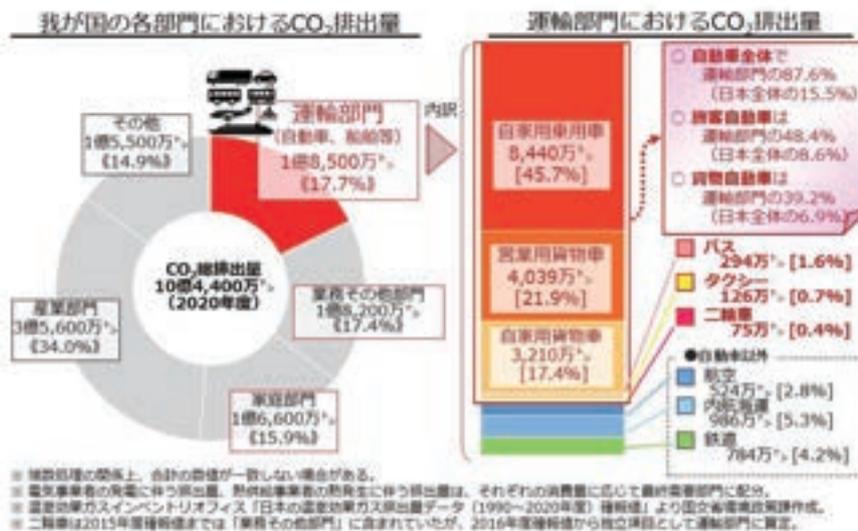
- ・総合研究所  
 モータやパワーエレクトロニクスの研究
- ・電動パワートレインの先行開発
- ・EV、e-POWERの制御開発  
 パワートレインコントローラ VCM



## Contents

- ・BEVの走行時CO<sub>2</sub>排出量
- ・LCAの報告例  
日本、欧州  
自動車メーカーの検討例
- ・バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>排出量
- ・大型車・建機などの電動化の課題
- ・電動化へ貢献する 東京電機大 電動モビリティ研究室の研究紹介

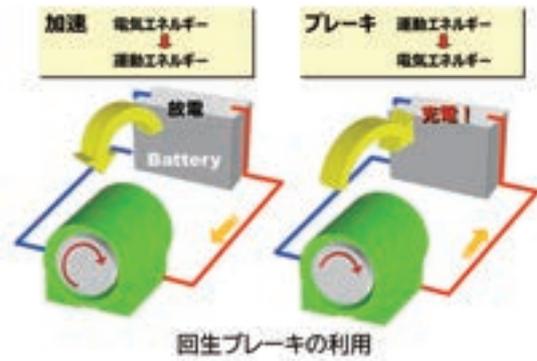
## 運輸部門のCO<sub>2</sub>の課題



出典：国土交通省ウェブサイト [https://www.mlit.go.jp/sogoseitaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseitaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html)

## 電動化のメリット

- ・高効率のパワートレイン
- ・回生ブレーキの利用
- ・モータの制御の良さを活用



## 各種電動パワートレイン

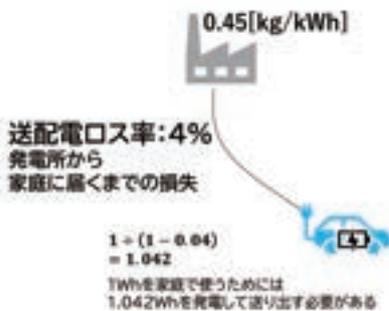
	モータのみで駆動	エンジン・モータ双方で駆動
外部充電する	BEV <small>走行中車庫からの電力供給をゼロ</small>	PHEV(S) PHEV(P)
外部充電しない	FCEV	HEV(S) HEV(P)

BEV: 電気自動車 FCEV: 燃料電池電気自動車 PHEV(S): シリズPHEV(プラグイン) HEV(S): シリズHEV PHEV(P): シリズPHEV(プラグイン) HEV(P): シリズHEV

## BEV使用時のCO<sub>2</sub>排出量

走行時のCO<sub>2</sub>排出量はゼロ 火力も使って発電した電力で充電してもCO<sub>2</sub>を削減できる？

発電: 1kWhの電力量を発電するのに 0.45kg のCO<sub>2</sub>を排出



交流電力量消費率:

1km走行するために、どれだけの電力量[Wh]を充電するか？

例: 日産リーフ 155[Wh/km]

1km走行するとき、何[g]のCO<sub>2</sub>を排出していることになるか？

$$155 \times 0.45 \div (1 - 0.04) = 0.0727 \text{ [kg/km]}$$

155[Wh/km] 0.45[kg/kWh] 送配電ロス率

72.7 [g/km]

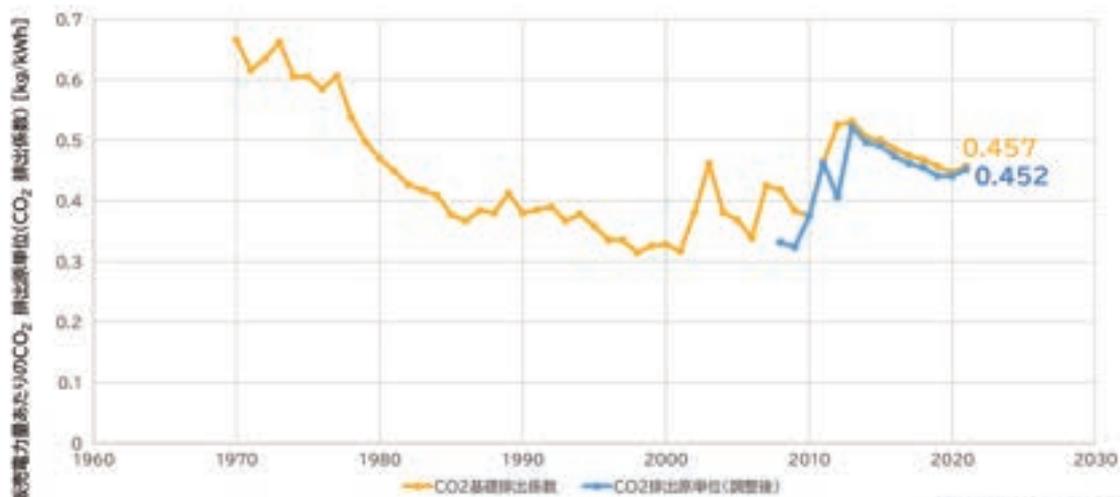
日本で日産LEAFを1km走行する場合に発電所の電力で生じるCO<sub>2</sub>

\*環境省(ならびに日本のエネルギー)、電気事業連合会、<https://www.nepc.or.jp/themes/energy/content3.html>

\*送配電ロス率(数値)を見る東京電力、東京電力、[https://www.tepco.co.jp/corporate/inf/illustrated/electricity\\_supply/transmission\\_distribution\\_loss.html](https://www.tepco.co.jp/corporate/inf/illustrated/electricity_supply/transmission_distribution_loss.html)

## 電力のCO<sub>2</sub>排出量

参考：2021年での東京電力のデータでも0.45kg/kWh



WebサイトのCSVデータを元に読者が作成

\*CO<sub>2</sub>排出量・排出原単位と販売電力量, 東京電力, <https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/environment/emissions-co2-j.html>

## BEVの走行時CO<sub>2</sub>排出量

1km走行するとき、何[g]のCO<sub>2</sub>を排出していることになるか？

BEVの走行時CO<sub>2</sub>排出量 [g/km]を求め、HEVの走行時CO<sub>2</sub>排出量 [g/km]と比較

走行時CO<sub>2</sub>排出量 [g/km]

BEV 日産 リーフ ZAA-ZE1	BEV 日産 サクラ ZAA-B6AW	HEV トヨタ プリウス 6AA-MXWH60	HEV トヨタ ヤリス 6AA-MXPH10
72.7~75.5	58.1	74~81	64~71

主要装備一覧/諸元表の交流電力消費率(WLTC)と日本での発電電力CO<sub>2</sub>排出係数を用いて計算

Webサイトの各車「環境仕様」PDFより

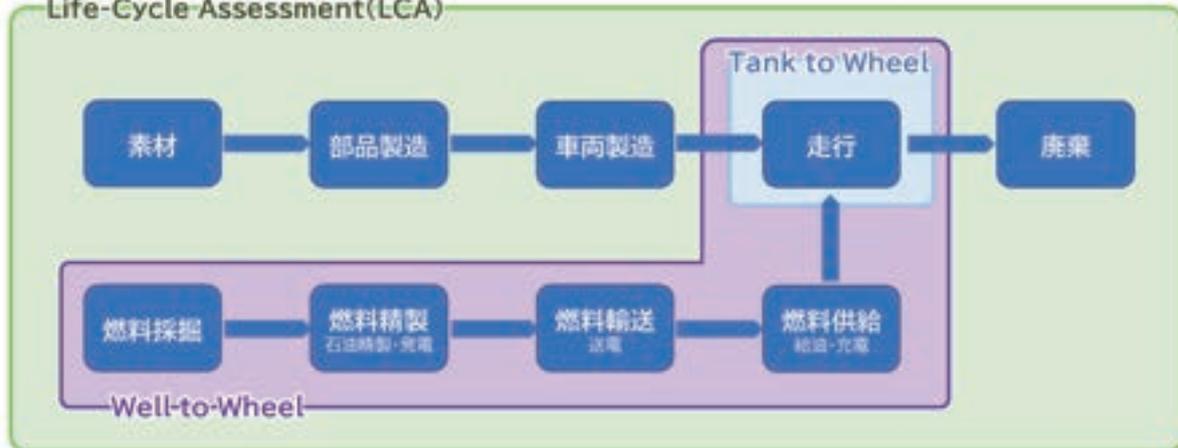
多くの原子力発電所が停止中の日本でも、電気自動車BEVは、HEVよりもCO<sub>2</sub>の排出量が少ない、または同程度

BEV 日産 リーフ ZAA-ZE1	主要装備一覧/諸元表の交流電力消費率155Wh/km(WLTC)とそれぞれの国での発電電力CO <sub>2</sub> 排出係数と送配電ロス率4%として計算
8.1	フランス 原子力発電の比率高
33.9	イギリス 新エネルギー発電の比率高
102.8	中国 石炭火力発電の比率高 (※近年CO <sub>2</sub> 排出量は減少中)

## 走行時の比較だけでなく、製造・廃棄のCO<sub>2</sub>排出量を含めた評価 LCA : Life-Cycle Assessment

前述のBEVの走行時CO<sub>2</sub>排出量は「燃料精製(発電)・燃料輸送(送電)・燃料供給(充電)・走行」までを考慮したWell to Wheelの一部  
HEVはTank to Wheelでの比較 (※同じ範囲で比較していない)

### Life-Cycle-Assessment(LCA)

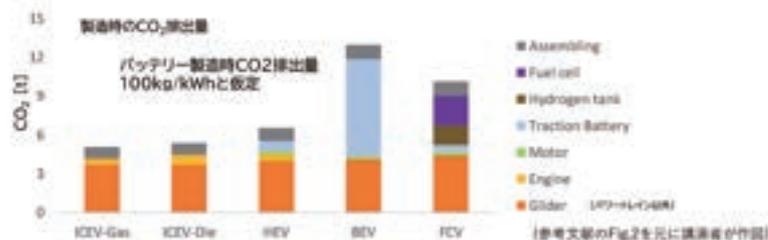
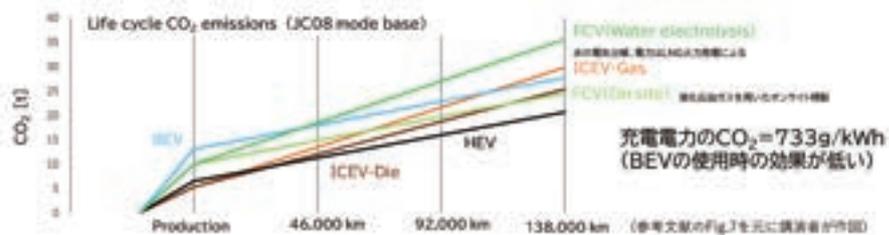


脱炭素社会のグリーン化推進検討会 第2回 報告書, 令和2年11月, [https://www.ene.go.jp/policy/post\\_40.html](https://www.ene.go.jp/policy/post_40.html)

## LCAの報告例 (日本)

石崎, 中野, "内燃機関自動車, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車両LCCO<sub>2</sub>排出量の比較分析", 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 866, p. 18-00050 (2018)

いくつかの文献を参考に、それぞれの値を仮定してLCAとしてのCO<sub>2</sub>を求めたもの  
→ HEVやディーゼルが、BEVよりもLCAの観点で有利という結果

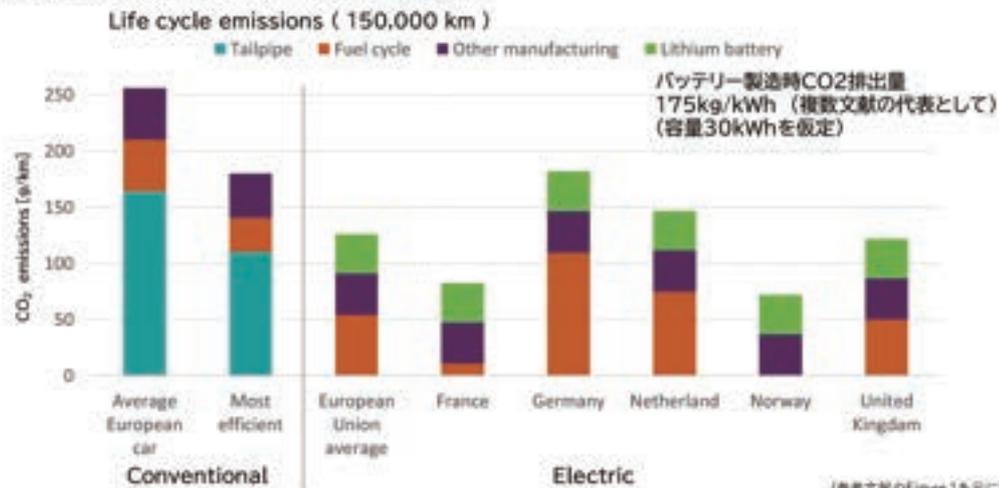


## LCA の報告例（欧州）

International Council on Clean Transportation

"EFFECTS OF BATTERY MANUFACTURING ON ELECTRIC VEHICLE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS" (2018)

発電電力の構成の違いにより、欧州の中でも国別での違いが表れる



"EFFECTS OF BATTERY MANUFACTURING ON ELECTRIC VEHICLE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS", International Council on Clean Transportation (2018)  
[https://theicct.org/wp-content/uploads/2018/06/EV-life-cycle-GHG\\_ICCT-briefing\\_09022018\\_of.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2018/06/EV-life-cycle-GHG_ICCT-briefing_09022018_of.pdf)

International Council on Clean Transportation

"EFFECTS OF BATTERY MANUFACTURING ON ELECTRIC VEHICLE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS" (2018)

バッテリー製造時CO<sub>2</sub>排出量175kg/kWh (文献3番目の150-200の間を採用)

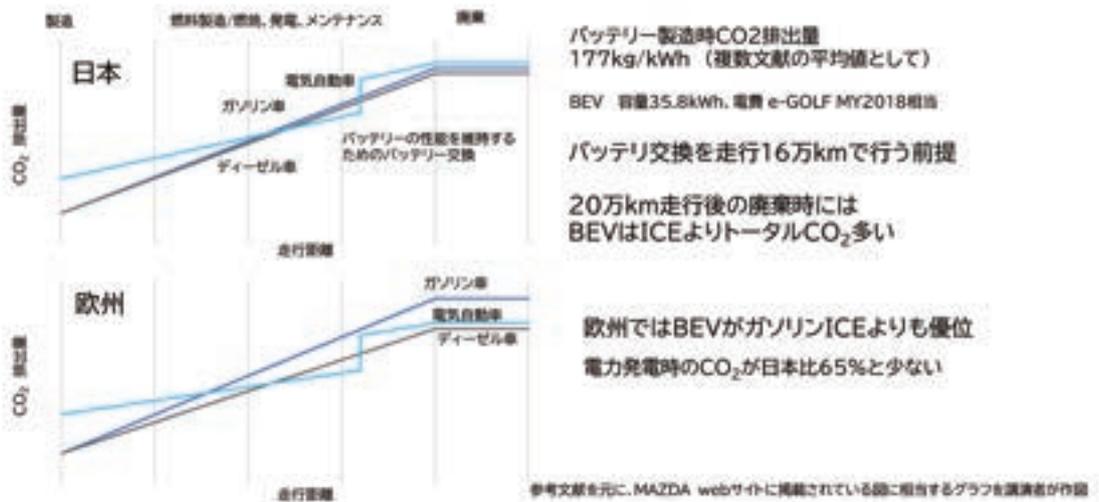
Authors	Year	Battery production emissions (kg CO <sub>2</sub> /kWh)	Additional notes
Message	2017	56	Assumes vehicle with 30 kWh battery constructed in the European Union, finding that BEVs will have lower life-cycle emissions than a comparable diesel vehicle when operated in any country in Europe.
Hao et al.	2017	98-127	Uses China grid for battery manufacturing. Finds substantial differences between battery chemistries. Batteries produced in U.S. create 65% less GHGs.
Romare & Dahlhoff	2017	150-200	Reviews literature, concluding manufacturing energy contributes at least 50% of battery life-cycle emissions. Assumes battery manufacturing in Asia.
Wolfram & Wiedmann	2017	106	Models life-cycle emissions of various powertrains in Australia. Manufacturing inventories come primarily from ecoinvent database.
Ambrose & Kendall	2016	194-434	Uses top-down simulation to determine GHG emissions for electric vehicle manufacturing and use. Manufacturing process energy represents 85% of battery emissions. Assumes manufacturing grid representative of East Asia.
Dunn et al.	2016	50-60	Uses bottom-up methodology, with U.S. electricity used for manufacturing.
Ellingsen, Singh, & Strømman	2016	157	BEVs of all sizes are cleaner over a lifetime than conventional vehicles, although it may require up to 70,000 km to make up the manufacturing "debt."
Kim et al.	2016	140	Study based on a Ford Focus BEV using real factory data. Total manufacturing of BEV creates 39% more GHGs than a comparable ICE car.
Peters et al.	2016	110 (average)	Reveals significant variety in carbon intensities reported across literature based on methodology and chemistry.
Nealer, Reichardt, & Anair	2015	73	Finds that BEVs create 50% less GHGs on a per-mile basis than comparable ICEs, and manufacturing in U.S. is 8%-12% of life-cycle emissions.
Majeau-Bettez, Hawkins, & Brilman	2011	200-250	Uses combined bottom-up and top-down approach. Different battery chemistries can have significantly different effects.

レビュー論文として、これらの発行された年よりも以前に公開された情報を基に、バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>排出量を推計

Table 1. Studies on electric vehicle battery production emissionsを元に講演者が表を作成

## LCAの報告例 自動車メーカー MAZDA Webページより

具体的な算出方法や使用したパラメータは論文中に記載（複数文献の情報、他社BEV情報などを利用）

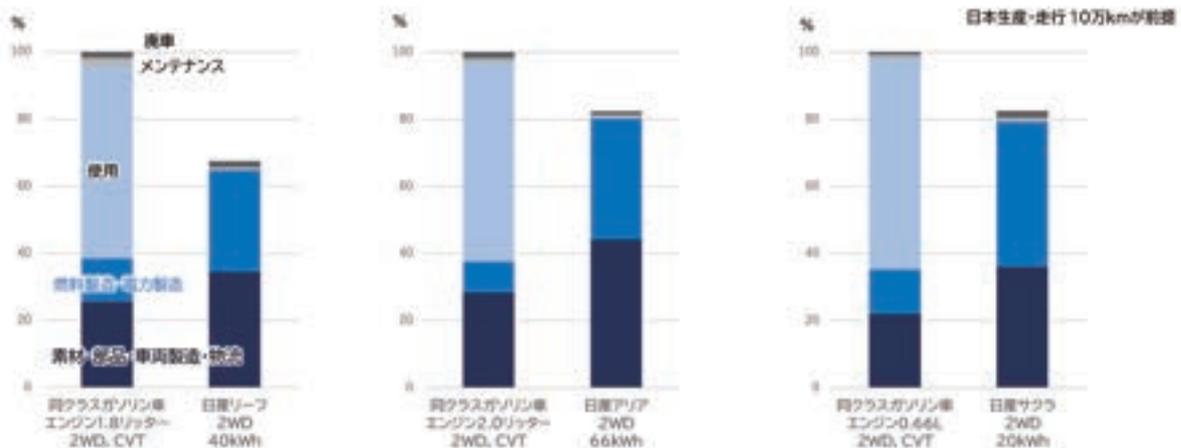


「LCA(ライフサイクルアセスメント)」、MAZDA Webサイト、<https://www.mazda.com/ja/sustainability/lca/>

Rawamoto et al., "Estimation of CO<sub>2</sub> Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA", Sustainability 2019, 11(9), 2692.

## LCAの報告例 自動車メーカー NISSAN Webページより

CO<sub>2</sub>等価排出量を同クラスのガソリン車のを100%としたときのBEVを相対評価  
具体的な算出方法や使用したパラメータは不明



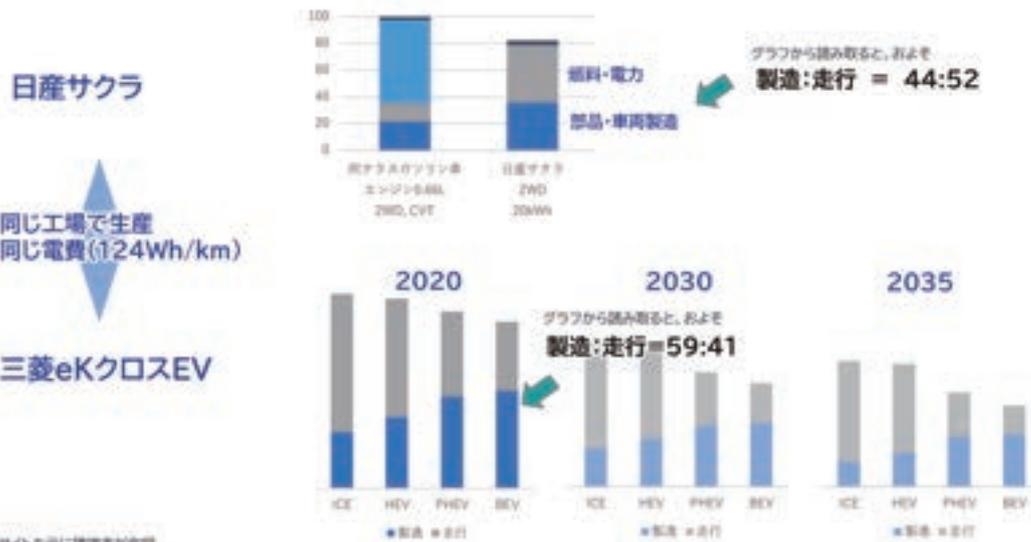
「EV」のライフサイクルにおけるLCA比較(CO<sub>2</sub>等価排出量)」、日産自動車Webサイト、

<https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/GREENPROGRAM/FOUNDATION/LCA/>

参考文献を元に講演者が作成

## BEV 日産サクラと三菱eKクロスEVの比較

本来同程度と思われるが、前提とする使われ方や電力のCO<sub>2</sub>等価排出量に差異があると異なる見え方

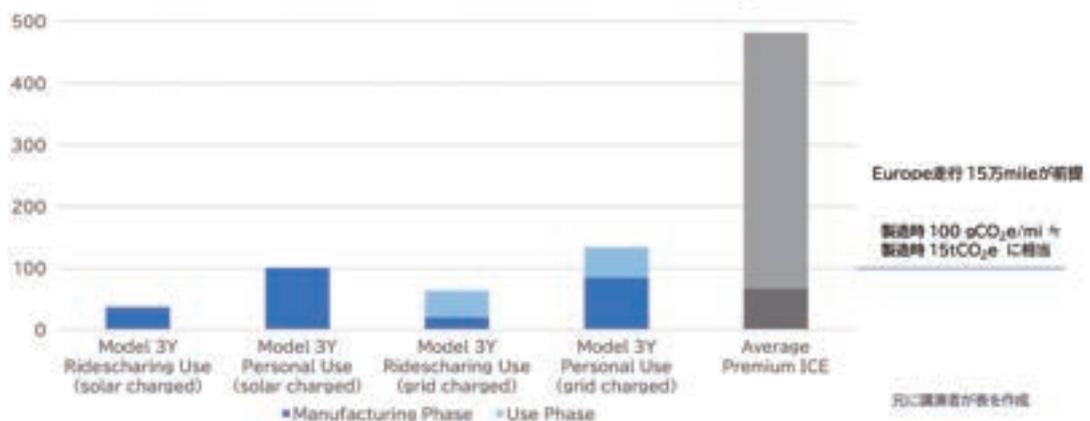


## LCAの報告例 自動車メーカー

Tesla 2021 Impact Report

製造考慮でも、テスラのBEVはプレミアムICEより大幅にCO<sub>2</sub>が少ない  
具体的な算出方法や使用したパラメータは不明

### Average Lifecycle Emissions in Europe (gCO<sub>2</sub>e/mi)



"2021 Impact Report", Tesla, [https://www.tesla.com/rs\\_videos/2021-tesla-impact-report.pdf](https://www.tesla.com/rs_videos/2021-tesla-impact-report.pdf)

## LCAの報告例 自動車メーカー

### TOYOTA

要旨: "2050年カーボンニュートラル実現に向けて", 2021年度ALPS国際シンポジウム(2022)  
[https://www.rits.or.jp/system/events/7-3\\_alba.pdf](https://www.rits.or.jp/system/events/7-3_alba.pdf)

BEV, FCEVはエネルギー製造によって変動(製造時CO<sub>2</sub>としてはHEV, PHEVよりも大)  
具体的な算出方法や使用したパラメータは不明



試算前提 年間走行距離1.5万km 使用期間 10年  
電池容量 BEV:80kWh, PHEV:10.5kWh (EV走行6割程度)

## LCAの報告例から

### 既公開文献からのデータを活用したLCA

製造時CO<sub>2</sub>数値の参考とした文献、計算手法が明示されている  
レビュー論文など、過去情報を基にせざるを得ない

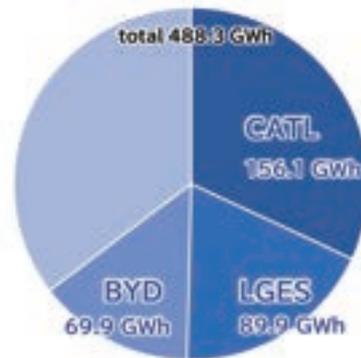
### 情報の詳細は非公開としたLCA

詳細の数値・計算手法は示されていないが、結果のみを示している  
各パワートレインでの相対比較にとどまる  
各自動車会社の技術戦略の説明を支えている

→バッテリー製造のCO<sub>2</sub>排出量の前題の置き方によって、結論が大きく異なる

古い公開情報ではなく、近年のバッテリー製造のCO<sub>2</sub>排出量の情報を得る方法は他にないか？

2022年 新車EV,HEV,PHEVバッテリーの販売量[GWh] \*  
を元に上位3社を円グラフ化



Webのデータを元に講演者が表を作成

バッテリー生産のCO<sub>2</sub>排出量を過去のレビュー論文などを根拠にするのではなく、  
バッテリー各社のCSR(Corporate Social Responsibility)やESG(Environmental, Social  
and Governance)レポートから、バッテリー生産のCO<sub>2</sub>排出量を読み取れないか？

\*In 2022, a Massive 488.3 GWh Deployed Onto Roads Globally in New Passenger EVs", Adamas Intelligence,  
<https://www.adamasintel.com/adamas-battery-capacity-deployed-2022/> (1/23/23)

BEVバッテリー シェア上位の各企業のESG, CSRLレポート調査

	CSR, ESG	CO <sub>2</sub> 排出量に関する記載内容
CATL	公開	バッテリーWhあたりのCO <sub>2</sub> 排出量、企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が表に数値として示されている
LGES	公開	企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が表に数値として示されている
BYD	公開	企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が表に数値として示されている
Panasonic	公開	グループ全体の企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が図中に示されている (Panasonic Energyとしてのレポートはない)
SK On	Webに無	
Samsung SDI	公開	事業別あたりのCO <sub>2</sub> 、企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が表に数値として示されている
CALB	Webに無	
Gotion	Webに無	
Farasis Energy	Webに無	
SVOLT	Webに無	
Sunwoda	公開	企業活動としてのCO <sub>2</sub> 排出量が表に数値として示されている (2020まで)

## ESG, CSRLレポートから (CATL, LGES)

CATL: 10.5 kg/kWh, LGES: 21.2 kg/kWh(推定) のCO<sub>2</sub>排出量 (Scope 1 + Scope 2)

### CATLのESGレポート2022 Greenhouse Gas (GHG) Emission

Indicator	unit	2021	2022
Emission intensity			
GHG emission intensity	tCO <sub>2</sub> e/MWh	13.98	10.50
Cell	tCO <sub>2</sub> e/MWh	11.95	9.28
Module	tCO <sub>2</sub> e/MWh	0.51	0.33
Pack	tCO <sub>2</sub> e/MWh	0.26	0.21
Others	tCO <sub>2</sub> e/MWh	1.27	0.68
GHG emission intensity decline	%	10.33	24.89

単位(MWh)であるので、数値そのままで比較はできません

GHG emission intensityの内訳

\* "Environmental, Social and Governance (ESG) Report 2022", CATL, <https://www.catl.com/en/about/responsibility/> ↳右→左に調査者が変更可能

### LGES のESGレポート2021

#### Major Performance Index > Environment > Greenhouse gases

2021年のEV/バッテリー出荷量63.5GWh<sup>1</sup>に対して、  
企業活動のCO<sub>2</sub>排出量が全て投じられたとすれば  
 $1,347,068 \times 10^3 \div (63.5 \times 10^6) = 21.2 \text{ kg/kWh}$

	Unit	2019	2020	2021
Total GHG emissions	ton CO <sub>2</sub> e	962,792	1,221,921	1,347,068

\* "2021 ESG REPORT", <https://www.lges.com/en/ing-sustainability/> ↳右→左に調査者が変更可能

<sup>1</sup> "A Record 286.2 GWh Deployed Onto Roads in Passenger EV Batteries in 2021", Adamas Intelligence, <https://www.adamasintel.com/record-battery-capacity-deployed-in-2021/>

## CATLとLGESのESGレポートから得た値は 論文などの値と比べると小さすぎないか？

CATL: 10.5 kg/kWh, LGES: 21.2 kg/kWh(推定) のCO<sub>2</sub>排出量は「Scope 1 + Scope 2」



Scope3 の調達する材料などが含まれていない  
→ バッテリー製造では、このScope3 が大きい？

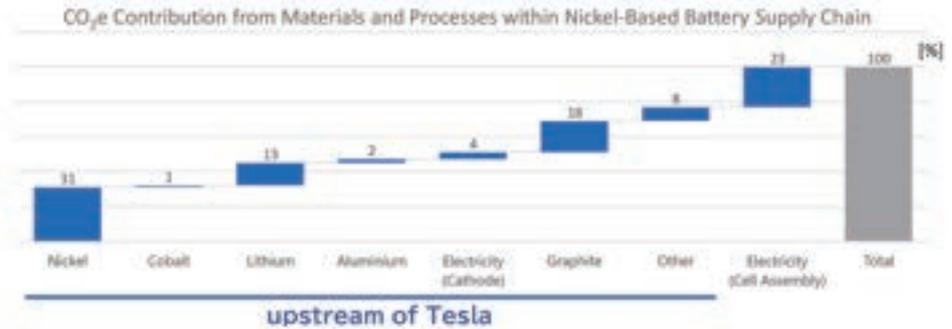
**バッテリー製造におけるCO<sub>2</sub>の内訳** Tesla, Samsung SDIのレポートから、前工程はセル製造の3.3倍程度

**Tesla**

セル製造：前工程  
= 23 : 77

前工程 ÷ セル製造 × 3.3

Teslaでのセル製造に要するCO<sub>2</sub>排出量の内訳、絶対値は不明



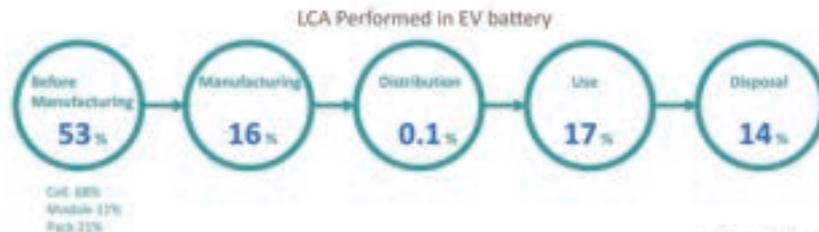
"2021 Impact Report", Tesla, [https://www.tesla.com/na\\_sustainability/2021-tesla-impact-report.pdf](https://www.tesla.com/na_sustainability/2021-tesla-impact-report.pdf) レポートを元に講演者が図を作成

**Samsung SDI**

製造：前工程  
= 16 : 53

前工程 ÷ 製造 × 3.3

Samsung SDIでのセル製造に要するCO<sub>2</sub>排出量の内訳、絶対値は不明  
Automotive & ESS batteryのCO<sub>2</sub>排出量と比率から推定



"Sustainability Report 2021", Samsung SDI, <https://www.samsungsd.com/sustainable-management/sustainability/report/sustainability-report.html> レポートを元に講演者が図を作成

**バッテリー製造におけるCO<sub>2</sub>の内訳**

**CATL**

ESGレポートと別に"Carbon Accounting Report(2021)"を発行しており、Scope3の値が示されている

Unit: [tCO<sub>2</sub>e] Tons of carbon dioxide equivalent

Emission Category	2021
Scope1 GHG Emissions	256,458.29
Scope2 GHG Emissions	1,327,595.65
Scope3 GHG Emissions	7,339,949.42
GHG Emissions (Scope1+Scope2+Scope3)	8,924,003.36

"Carbon Accounting Report 2021", CATL, [https://www.catl.com/en/apply/zh/fin/public/202207/20220718/2021\\_carbon.pdf](https://www.catl.com/en/apply/zh/fin/public/202207/20220718/2021_carbon.pdf)

(Scope1+Scope2) : Scope3 から Scope3は(Scope1+Scope2)の4.6倍程度

「Scope 1 + Scope 2」 = 10.5 kg/kWh

CATLバッテリー製造 Scope1+Scope2+Scope3 = 10.5 kg/kWh × (1+4.6)  
= 58.5 kg/kWh

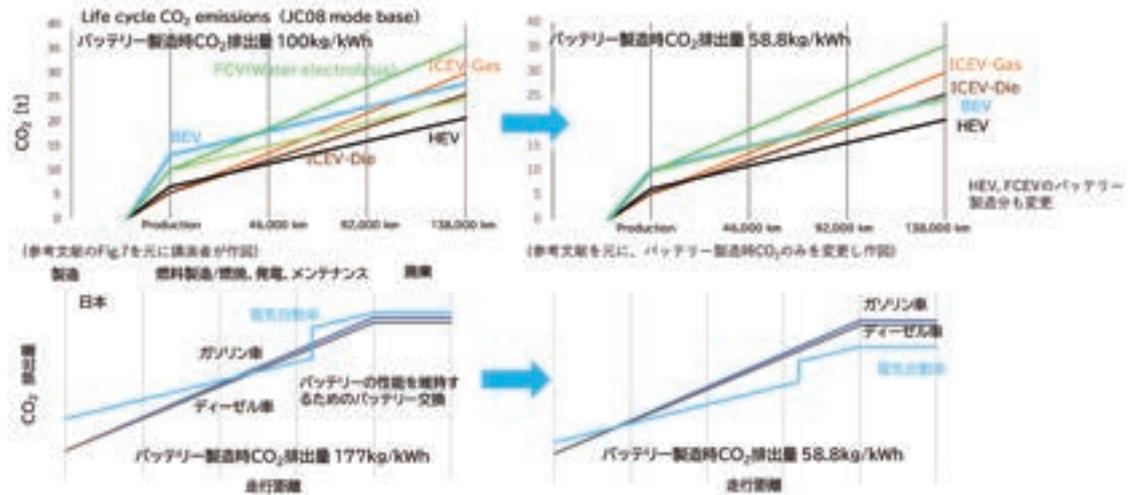
Carbon Accounting Reportの2022は確認できていないため、Scope1,Scope2,Scope3の比率をCarbon Accounting Report2021から、バッテリー製造Scope1+Scope2はESGレポート2022を参照した

## CATLのCO<sub>2</sub>排出量を用いた場合のLCA

方法と使用した数値が公開されている以下2例を、バッテリー製造時のCO<sub>2</sub>排出量を58.8kg/kWhに置き換え

→ 当然であるが、BEVに対する評価が変わる

中国以外でバッテリー製造すれば、製造時に使用する電力のCO<sub>2</sub>排出量を、より減らすことも期待できる



内閣府環境省, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における車内空調を考慮した製造車両のCO<sub>2</sub>排出量の比較分析, 地球環境, 中野 隆 2018年04巻006号p.18-00200  
MAZDA Webサイト「LCA (ライフサイクルアセスメント)」, <https://www.mazda.com/ja/sustainability/lca/>

Kawamura et al., "Estimation of CO<sub>2</sub> Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA", Sustainability 2019, 11(9), 2090.

## LCAの課題と期待

公表されたLCAの検討結果は多い

- 手法など知の蓄積
- 企業の技術戦略へ活用・反映

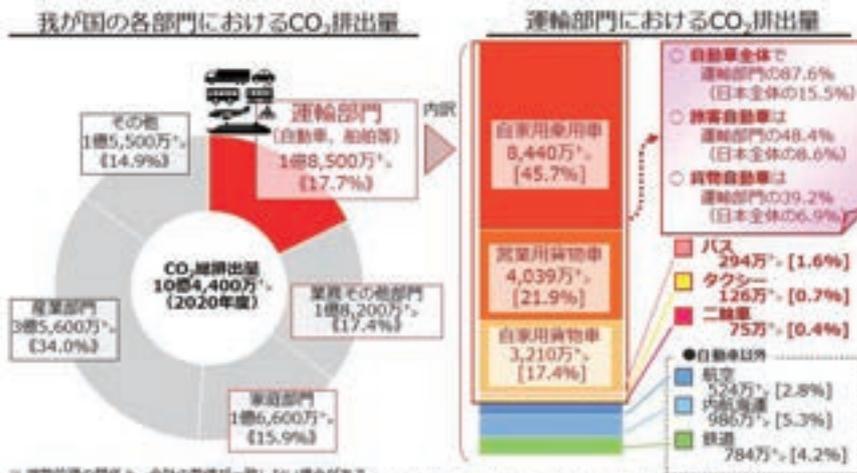
**課題:** 検討結果の比較が難しい

- 計算方法や前提条件の違い
- 方法・条件の非開示



国連WP.29における  
Automotive-Life Cycle Assessment(A-LCA)  
の活動が今後の期待

# 「乗用車」はLCAの観点も含め 製造時・走行時のCO2削減の取り組みが進んでいる



乗用車以外では？

※ 増設給油の関係上、合計の数値が一致しない場合がある。  
 ※ 電気事業者の発電に由来する排出量、熱供給事業者の熱発生に由来する排出量は、それぞれの消費量に応じて最終消費部門に配分。  
 ※ 国土交通省ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2020年度）概観値」より国土省環境政策課作成。  
 ※ 二輪車は2015年度運輸統計までは「業務その他部門」に含まれていたが、2016年度運輸統計から独立項目として運輸部門に算定。

出典：国土交通省ウェブサイト [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_0k\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_0k_000007.html)

## 大型車(トラック)・建機などの電動化の課題

### 進むBEVの普及

2022では中国のBEV新車販売台数は、日本の新車販売台数全体よりも多い

BEV販売台数	2021	2022
EU	88万台 (新車販売9%)	112万台 (新車販売12%)
中国	291万台 (新車販売11%)	536万台 (新車販売20%)

\*2020年の新車登録台数、BEVが46万7千台(1.3%)、EVが1万7千台(0.05%)、EV+BEVが48万4千台(1.3%)  
 \*2021年中国新車販売、EVが106万7千台(1.2%)、EV+BEVが117万7千台(1.3%)、日本新車販売、EVが1万7千台(0.05%)、EV+BEVが1万7千台(0.05%)  
 \*EUのEV販売、EVが106万7千台(1.2%)、EV+BEVが117万7千台(1.3%)、日本新車販売、EVが1万7千台(0.05%)、EV+BEVが1万7千台(0.05%)

- バス**
- 中国 2017年 深圳市の公共バスの100%BEV化
  - US, LA 2030年までにCNGバス2300台をBEV化
  - UK, ロンドン2037年までに市中心のバスの100%BEV化

\*100%バス→EVへの海外市場移行の動向、電産協、<https://www.ama.or.jp/news/20220424.pdf>

### 大型車・建機の電動化 BEVの課題

EU BEVトラック登録数 346台 (CY2021) → 1041台 (CY2022) Heavy trucks 全体 25万台の販売台数

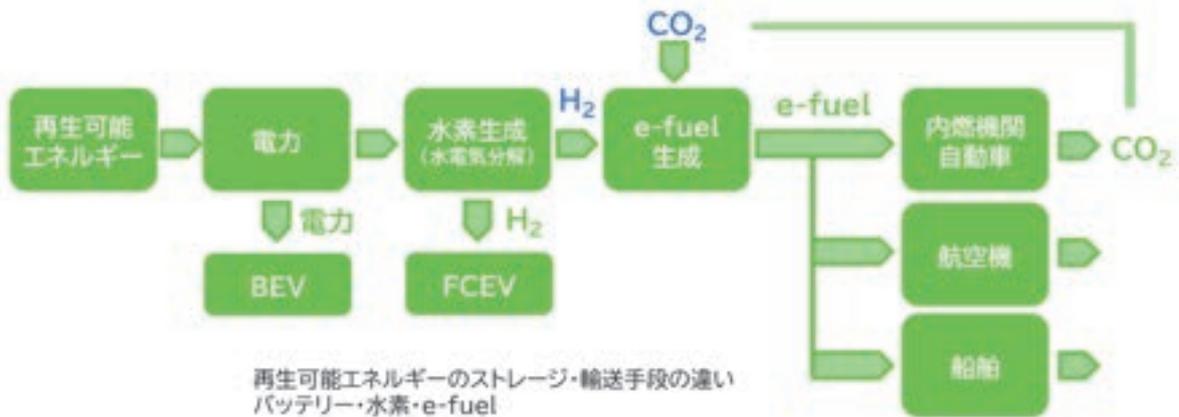
- 大型車：大容量バッテリー・充電が課題、BEVの普及は進んでいない
- 建機：充電ステーションへ移動が困難

\*"Value Trucks leads the electric truck market in Europe", Value, <https://www.value-trucks.jp/en/news/press-releases/2022/04/value-trucks-leads-the-electric-truck-market-in-europe.html>  
 \*"Value leads the booming market for electric trucks", Value, <https://www.value-trucks.com/en/news/stories/press-releases/2022/04/value-leads-the-booming-market-for-electric-trucks.html>  
 \*"Commercial vehicle registrations: 14.0% in 2021, 5.3% in December", ACEA, <https://www.acea.eu/registrations/commercial-vehicle-registrations-14-0-in-2021-5-3-in-december/>

## e-fuel (合成燃料)は?

再生可能エネルギーによる水素とCO<sub>2</sub>を合成した燃料 (燃焼してもCO<sub>2</sub>は増えない)

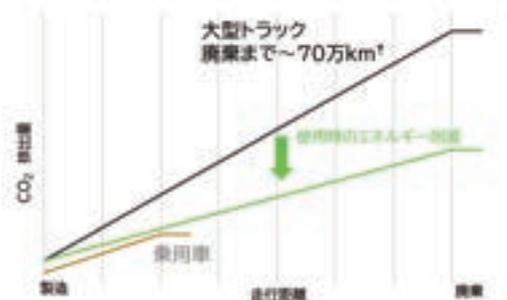
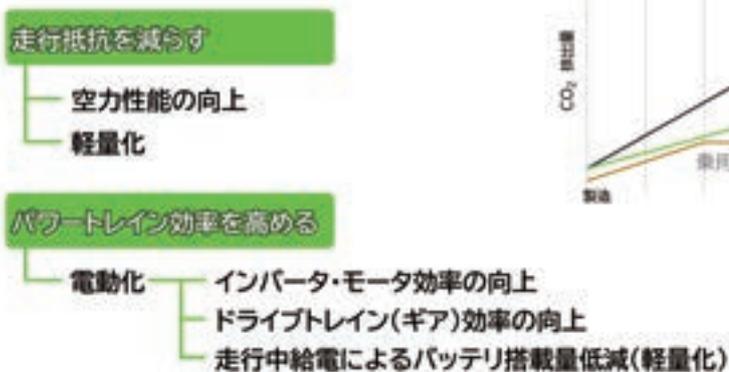
既存アセットを活用できる方法 : 燃料のインフラだけでなく、導入済みの車両・設備などに



K. Ueckerdt, et al., "Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation", Nature Climate Change, vol. 11, no. 5, pp. 1-10 (2021)

## 大型車のCO<sub>2</sub>削減の取り組みも必要

廃棄までの走行距離の長い大型車  
「使用時のエネルギー消費削減」は大きな効果



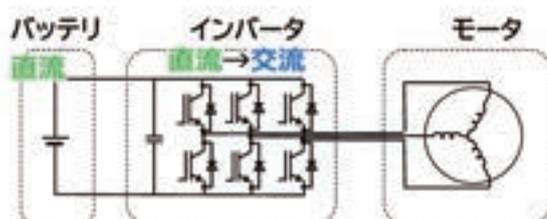
<sup>1</sup> トラックの市場動向の整理、環境省、<https://www.env.go.jp/press/00044120.pdf>

## 新しい電力変換器D-EPCを用いた 電動モビリティの電力変換損失低減

### 電動化一般 - インバータによるモータ駆動

BEV, FCEV, HEV 市販化されている電動車のほとんどがインバータによる交流モータ駆動

一般的なBEVの構成 1電源を利用



モータ駆動の主は交流モータ

EV,ハイブリッド,燃料電池車, 電車, 家電, エレベータ, ドローン

電源の直流を交流に変換するインバータを用いる

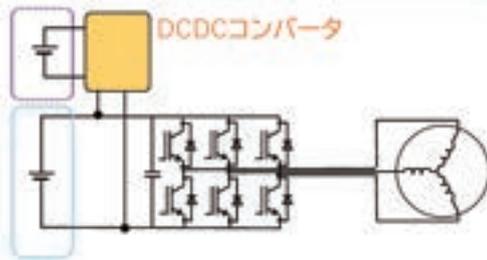


電気自動車のモータ・インバータ  
(日産リーフ)

# DCDCコンバータ・昇圧チョッパ

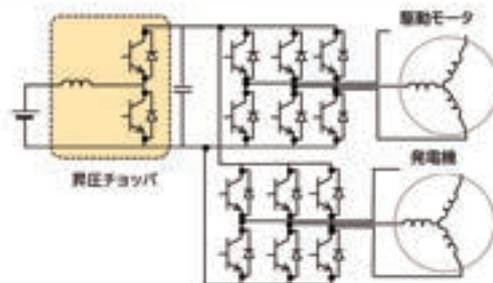
直流電圧を可変する回路 2電源システムや高出力ハイブリッドに用いられる

FCEV 2電源を入力



異なる特性・電圧の電源は直接接続できない  
2電源の入力では、DCDCコンバータが必須

HEV 電圧を昇圧



バッテリー電圧を高く昇圧し、高出力化

## DCDCコンバータ・昇圧チョッパの課題

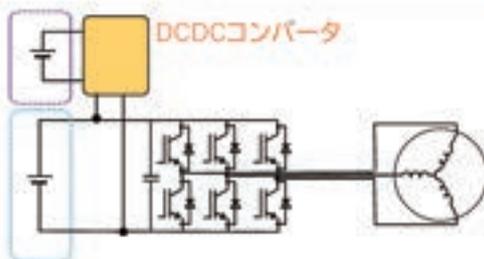
回路に用いるコイルは重く・大きい  
電力損失が発生する

# 提案するD-EPCとは？

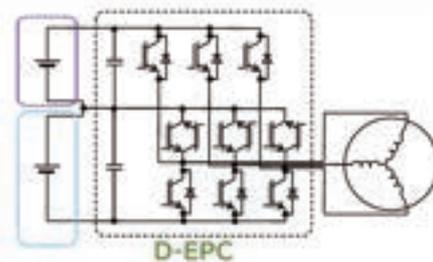
D-EPC = 2電源入力のインバータ  
Direct/Dual - Electric Power Converter

FCEV 2電源を入力

従来の回路構成



D-EPCを用いた回路構成



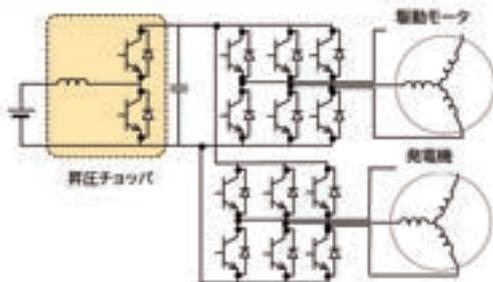
D-EPCを用いた回路構成

- DCDCコンバータを用いず、インバータの回路に半導体スイッチを追加
- 低損失 : モータと電源の間には半導体スイッチのみで直接接続
- 小型・軽量化 : 大きく重いコイルを用いない
- 高出力化 : 電源直列の電圧を出力し、モータの高出力化が可能

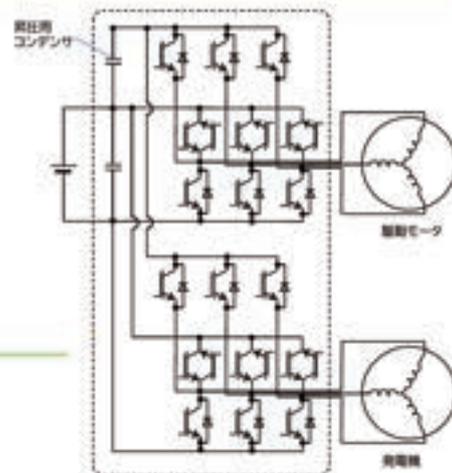
## D-EPCを用いたハイブリッドシステム

HEV 電圧を昇圧

従来の回路構成



D-EPCを用いた回路構成



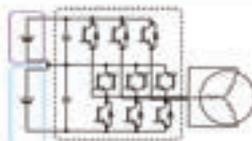
**D-EPCを用いたハイブリッドシステム**  
 D-EPCをモータ・発電機にそれぞれ適用  
 電源の1つは接続せず、コンデンサのみ  
 ⇒コンデンサの電圧を昇圧

## D-EPCを用いたアプリケーション

2電源を入力  
 燃料電池・架線式大型車

FCEV  
 燃料電池+バッテリー

長距離走行の大型車



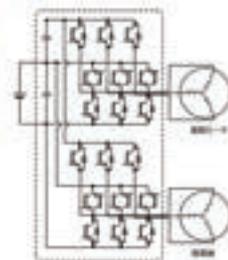
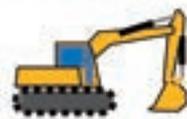
トロリー充電式ダンプトラック  
 架線+バッテリー  
 鉱山用ダンプトラック

架線で走行とバッテリー充電  
 架線のないエリアも走行可



ハイブリッドシステム  
 大型車・建設機械

HEV  
 エンジン発電機+バッテリー



バッテリー充電・H<sub>2</sub>充填が難しい使用環境用

効率の良い発電点でエンジン動作  
 ⇒CO<sub>2</sub>の排出量を削減

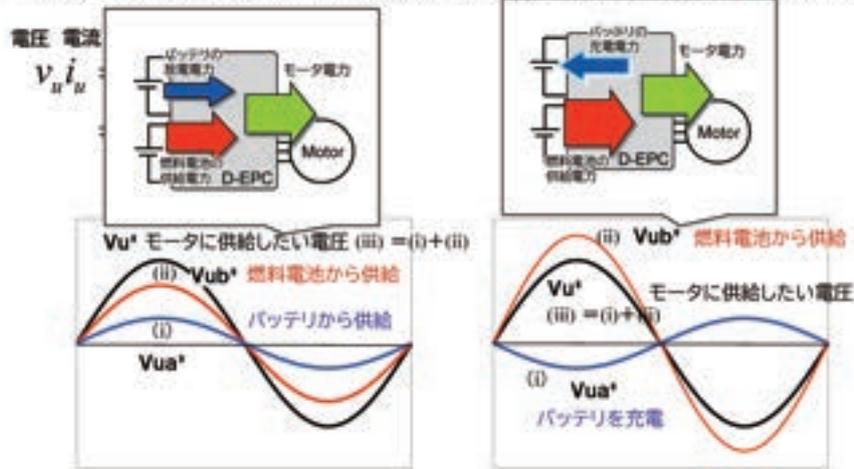
## D-EPCによる2電源の電力配分

どちらの電源をどれだけ使うか？  
エネルギーマネジメント

電力 = 電圧 × 電流

モータに流れる“電流”が回転トルクをつくる = 電流は運転状態で決まる

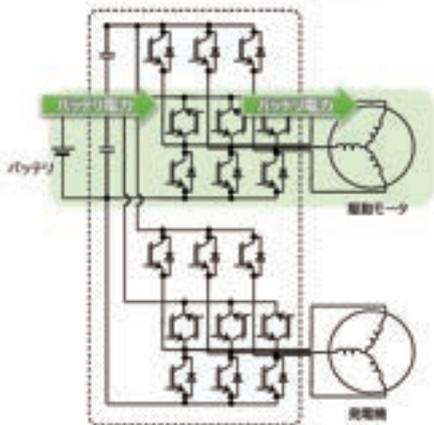
2つの電源に接続するスイッチでモータに加える電圧をつくる ⇒ スwitchの操作で電圧をそれぞれ配分



## ハイブリッドシステムの駆動

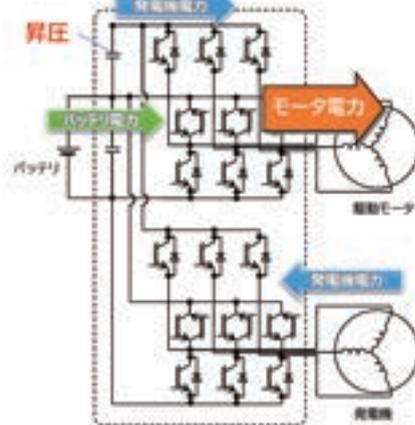
### バッテリーでの駆動(EVモード)

直接変換:  
バッテリーとインバータ・モータの間で損失発生なし



### 発電機昇圧駆動(ハイブリッド)

昇圧と電力合成:  
発電電力を昇圧、バッテリー電力と合わせモータ駆動



# D-EPCを用いたハイブリッドシステム

## D-EPCを用いたハイブリッドシステムの効率・損失

- ・昇圧チョップバレス
- ・インバータの3レベル化での低損失化
- 電力変換損失1/2 の可能性

ハイブリッドシステムの損失見積(簡易計算)

		従来システム	提案システム
効率	モータ出力 [kW]	120	←
	発電機出力 [kW]	60	←
	モータ電力変換効率 [%]	98.0	98.6
	発電機電力変換効率 [%]	98.0	98.6
電力	昇圧チョップバ効率 [%]	98.0	-
	モータ入力電力(DC) [kW]	122.4	121.7
	発電機出力電力(DC) [kW]	58.8	59.2
	昇圧チョップバ出力電力 [kW]	63.6	-
損失	バッテリー出力電力 [kW]	64.9	62.5
	モータ電力変換損失 [kW]	2.4	1.7
	発電機電力変換損失 [kW]	1.2	0.8
	昇圧チョップバ損失 [kW]	1.3	-
電力変換損失合計 [kW]		4.9	2.5



## 200W級のモータベンチで原理確認実験

- ・電力配分を用いた昇圧制御
- ・損失計算方法の確立
- ・電源電圧・昇圧制御の最適化による損失低減

# 参考文献

- (1) “環境適合なるほど | 日本のエネルギー”, 電気事業連合会, <https://www.tepc.or.jp/theme/energy/mis/content3.html>
- (2) “送配電ロス率(数値で見える東京電力)”, 東京電力, <https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/electricity-supply/transmission-distribution-loss-j.html>
- (3) “CO2排出量-排出原単位と販売電力量”, 東京電力, <https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/environment/emissions-co2-j.html>
- (4) 税制全体のグリーン化推進検討会第2回 開催後, 令和2年11月, [https://www.emc.go.jp/policy/post\\_40.html](https://www.emc.go.jp/policy/post_40.html)
- (5) 石崎, 中野, “内燃機関自動車, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車用LCCO2排出量の比較分析”, 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 864, p. 18-00050 (2018)
- (6) “EFFECTS OF BATTERY MANUFACTURING ON ELECTRIC VEHICLE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS”, International Council on Clean Transportation (2018)
- (7) “LCA (ライフサイクルアセスメント)”, MAZDA Webサイト, <https://www.mazda.com/ja/sustainability/lca/>
- (8) Kawamoto et al., “Estimation of CO2 Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA”, Sustainability 2019, 11(9), 2690
- (9) “EV/LVのライフサイクルにおけるLCA比較 (CO2等価値排出量)”, 日産自動車Webサイト, <https://www.nissan-global.com/JP/SUSTAINABILITY/ENVIRONMENT/GREENPROGRAM/FOUNDATION/LCA/>
- (10) “eKワイドEV 環境性能”, 三菱自動車工業, [https://www.mitsubishi-motors.co.jp/lineup/ek\\_x\\_ev/usp/environment.html](https://www.mitsubishi-motors.co.jp/lineup/ek_x_ev/usp/environment.html)
- (11) “2021 Impact Report”, Tesla, [https://www.tesla.com/ns\\_videos/2021-tesla-impact-report.pdf](https://www.tesla.com/ns_videos/2021-tesla-impact-report.pdf)
- (12) 電機: “2050年カーボンニュートラル実現に向けて”, 2021年度ALPS国際シンポジウム(2022)
- (13) “In 2022, a Massive 488.3 GWh Deployed Onto Roads Globally in New Passenger EVs”, Adamas Intelligence, <https://www.adamasintel.com/adamas-battery-capacity-deployed-2022/> (2023/03)
- (14) “Environmental, Social and Governance (ESG) Report 2022”, CATL, <https://www.catl.com/en/about/responsibility/>
- (15) “2021 ESG REPORT”, LGES, <https://www.lgesol.com/en/esg-sustainability>
- (16) “A Record 286.2 GWh Deployed Onto Roads in Passenger EV Batteries in 2021”, Adamas Intelligence, <https://www.adamasintel.com/record-battery-capacity-deployed-in-2021/>
- (17) “Sustainability Report 2021”, Samsung SDI, <https://www.samsungsdi.com/sustainable-management/sustainability/report/sustainability-report.html>
- (18) “排出量算定について”, 環境省, [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply\\_chain/gpc/estimate.html](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gpc/estimate.html)
- (19) “Carbon Accounting Report 2021”, CATL, [https://www.catl.com/en/uploads/1/file/public/202207/20220718135544\\_swld8486n.pdf](https://www.catl.com/en/uploads/1/file/public/202207/20220718135544_swld8486n.pdf)
- (20) 国土交通省ウェブサイト [https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_0k\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_0k_000007.html)
- (21) “EUは2022年の新車登録台数, 販売が初めて100万台超え”, JETRO, <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/02/950640f1b5dc0f1.html>
- (22) “22年中国新車販売, 2%増の2686万台 EVは25.36万台”, 日本経済新聞, <https://www.nikkei.com/article/DGKZQOGM06820W3A100C2000000/>
- (23) “中国EV販売, 最高が291万台”, 日本経済新聞, <https://www.nikkei.com/article/DGKZQOGM127E3052A110C2000000/>
- (24) “EV/FCバスターックの海外市場動向の整理”, 環境省, <https://www.env.go.jp/content/900444224.pdf>
- (25) “Volvo Trucks leads the electric truck market in Europe”, Volvo, <https://www.volvotrucks.jp/ja/news/press-releases/2022/feb/volvo-trucks-leads-the-electric-truck-market-in-europe.html>
- (26) “Volvo leads the booming market for electric trucks”, Volvo, <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/feb/volvo-leads-the-booming-market-for-electric-trucks.html>
- (27) “Commercial vehicle registrations - 14.6% in 2022 - 5.1% in December”, ACEA, <https://www.acea-auto/cv-registrations/commercial-vehicle-registrations-14-6-in-2022-5-1-in-december/>
- (28) F. Ueckerdt, et al., “Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation”, Nature Climate Change, vol. 11, no. 5, pp. 1-10 (2021)
- (29) “トヨタのEV市場案件の整理”, 環境省, <https://www.env.go.jp/content/900444223.pdf>
- (30) 松野, 秋山, 吉本, 橋山, “二電源入力電力変換器D-EPCを用いたハイブリッドシステムにおける昇圧制御の実験検証”, 電気学会研究会資料, pp. 89-94 (2022)

**講演3**

**バッテリーの耐久性能に関する  
国際基準等策定への取組み**

環境研究部 主席研究員

**奥井 伸宜**



# バッテリーの耐久性能に関する 国際基準等策定への取組み

環境研究部  
主席研究員 奥井 伸宜

## 講演内容

1. 背景
2. 自動車基準調和世界フォーラム  
(WP.29 / EVE) の活動
3. 当研究所における活動事例
4. まとめ

## 背景

2015年12月、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国連枠組み「パリ協定」が採択された。

…産業革命前からの気温上昇を2℃未満に抑える長期目標を設定

### 《長期目標》

(日本)2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す

(欧州)2050年に温室効果ガス排出量を、1990年比で80～90%削減することを目指す

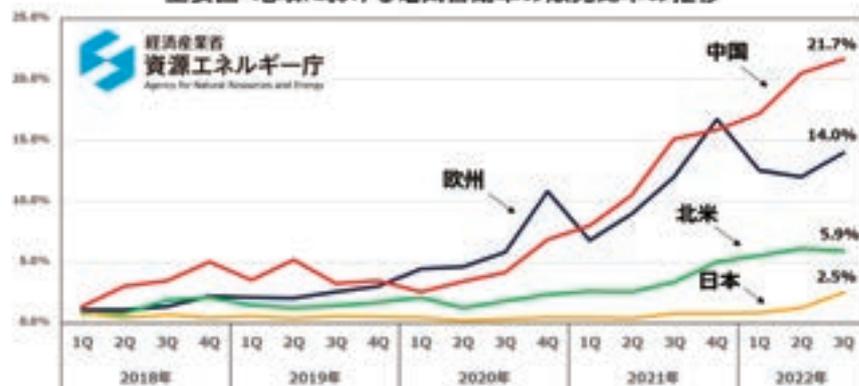
### 今後、電動車の普及が加速する

- 【欧州】・Fit for 55を発表(CO2排出量、2030年に55%削減(1990年比)、2035年に100%削減目標)  
・内燃機関導入禁止の政策検討(2035年に、新車販売のCO2をゼロに) → eFuel対応の内燃機関は容認
- 【米国】・2050年カーボンニュートラル達成方針、2035～2040年内燃機関車の新車販売禁止
- 【中国】・省エネルギー・新エネルギー車技術ロードマップ2.0(2035年までにZEVの新車比率を50%以上)
- 【日本】・グリーン成長戦略  
(2035年までに新車販売の20～30%を、2040年までに電動車と脱炭素燃料車で100%を達成する目標)

## 背景

### 各国の電気自動車(EV)の新車販売比率

主要国・地域における電気自動車の販売比率の推移



EVの販売比率は伸び悩んでいる状況



EVの課題

(注) 北米は米国、欧州はEU域内(ベルギー、ドイツ、フランス、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、デンマーク、フィンランド、ギリシャ、スペイン、ポルトガル、オーストリア、スウェーデン、スロバキア、スロベニア、チェコ、ハンガリー、ポーランド、リトアニア、ラトビア、エストニア、キプロス、マルタ)の平均値、中国はEV/NEV(小型トラックを除く)の割合、乗用車+小型トラックの割合。



## 背景

バッテリー容量の検証：交通研調査

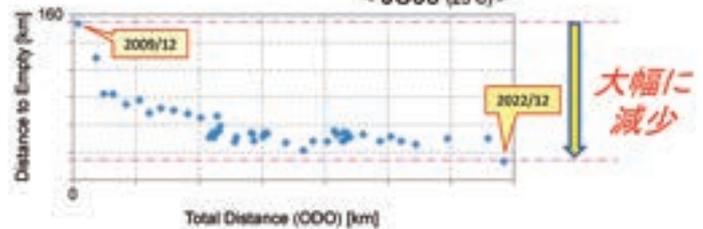


カタログ値  
一充電航続距離=160km

Motor / Max Power	Permanent magnet synchronous motor / 47 kW
Battery / Rated Capacity	Lithium-ion / 16 kWh
Powertrain	EV / FR (2WD)
Product Year	2009

【一充電航続距離】

シャシダイナモ評価  
< JC08 (25°C) >



車両に搭載されるバッテリー性能の  
劣化度合いの見える化・基準化が必要

## 目次

1. 背景
2. 自動車基準調和世界フォーラム  
(WP.29 / EVE) の活動
3. 当研究所における活動事例
4. まとめ

# 自動車基準調和世界フォーラム (WP.29) の活動

## 安全で環境性能の高い自動車の普及

- ・自動車の安全・環境基準の国際的な調和
- ・各国間における自動車認証の国際的な相互承認の推進



国際連合に、  
自動車基準調和世界フォーラム (WP.29) を設置



排出ガス・エネルギー分科会 (GRPE)  
…自動車の環境・エネルギーに関する議論



**電気自動車環境部会 (EVE IWG)**

EVE: Electric Vehicles and Environment

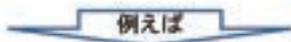


## EVE IWGの活動

### 電気自動車環境部会 (EVE IWG)

2012年以降、  
電動車(電気自動車、プラグインハイブリッド自動車)の普及促進に向けて、  
EVE IWGにて、基準策定のための議論が、継続的に行われている

- ・普及の妨げとなる、粗悪な車両の排除
- ・ユーザーへの信頼性の高い情報提供



**車両に搭載されるバッテリー性能の劣化度合いの見える化・基準の策定**  
＜日本、欧州、アメリカ、カナダ、韓国＞

### EVE-IWGの活動履歴(抜粋)

【2012/6】EVE IWG発足 …2024/1 活動終了予定

- ・様々な市場におけるEVの現在及び将来の規制要件に関する情報を交換
- ・規制要件に準拠する車両の普及促進を目的に、規制要件の違いを最小限に抑えた「世界統一基準 (GTR: Global Technical Regulation)」を目指す

【2020/6~】(UN GTR No.21)

- ・電動車のシステム出力試験の検討  
→新GTRとして成立<2020年11月:第182回WP.29>

【2021/11~】(UN GTR No.22)

- ・車載バッテリーの耐久性(乗用車)に関する検討  
→新GTRとして成立<2022年3月:第186回WP.29>  
→検討されたバッテリー容量保証(5年10万キロで80%、8年16万キロで70%)は、ユーロ7案にも記載された

【2022/1~】(UN GTR No.22)

- ・上記に重量車を追加し、新GTRに向け対応

# EVE IWGの活動（現在のスコープ）

## GTR\_21の改定

効率よく、より正確に試験結果を得るため、外部測定のためにオンボードシグナル（ECU信号）の読み取りを認めることを提案【欧州】



妥当性のデータが必要 <EVE 59th>



複数モータ対応と、燃料流量/インテークマニホールド圧計測のECU信号の読み取りはサポート【日本】 <EVE 60th>



燃料消費流量については、ECU信号値の読み取りが可能

GTR-21 Development: Hybrid Power Determination

- Efforts on GTR-21 are focused refining the text and test procedures
  - Consideration of CAN signals in place of direct measurement
  - Data analysis required
  - Rational accuracy requirements

1. Proposal to replace fuel flow measurement with on-board data

Revision proposal summary

- Current requirement: Measure using an external measurement device, and the accuracy requirement is ±2%
- Reason for Proposal: There is a safety risk of fuel leakage when measuring the fuel flow rate in vehicle testing. Once the proposed use of fuel flow rate replaces the required accuracy of the external measurement device, it can be substituted.
- Proposed solution: (None)

Accuracy verification result

This is the result of subject companies, verifying the difference between the external measurement device and the on-board data.

The fuel flow rate can be replaced with the on-board measurement data because it can satisfy the accuracy requirement.

# EVE IWGの活動（現在のスコープ）

## GTR\_22の改定

・・・EV商用車（GVW:3.5t以下）へのV2X適用に関して  
冷凍機を搭載する保冷車などは、車両停止中もバッテリーの電力で駆動する。  
バッテリー容量保証に対し、どのように扱う？



8年16万km  
バッテリー保証

・V2X相当の電費を距離に換算する具体的な方法が不明であり、確認が必要  
・ECU値の正しさを確認する規定がなく、V2XでVirtual mileage※が正しく計算されることを担保する手段がない

※ 車両認証時に求める電力消費率[km/kWh]を用い、消費電力分の走行距離(virtual mileage)を算出  
※ 大型車においては認証電費値がない(日本以外)

GTR-22 Development: LDV Battery Durability

- GTR-22 was finalized in 2022
- Limited experience with the GTR to-date
  - Included in the implementation of Euro 7
- EVE is focused on several issues
  - Accommodation for energy consumption not related to mobility, with focus on Category 2 vehicles that may have auxiliary, non-propulsion electrical loads

ANNEX 2: Values to be read from vehicles

Values to be read from vehicles:

- On board SOCE value
- On board SOC value
- Odometer (in km)
- Type of manufacturer of the vehicle
- Total distance (sum of the distance driven and the virtual distance) (km, if applicable)
- Percentage of virtual distance (in per cent), if applicable
- Worst case certified energy consumption of PART B family (Wh/km), if applicable
- Total discharge energy in V2X (Wh), if applicable
- Load charged by more than 50 per cent SOC, using on (Date)
- Maximum, minimum, average ambient temperature\* the vehicle was exposed to during its lifetime

Note: \* ambient temperature to be read as daily averages

## EVE IWGの活動（現在のスコープ）

### 大型車の電池容量劣化

EV大型車の駆動用電池の容量劣化度合いを評価する手法が必要

◀前掲▶ Reference Test（認証時）と In-service Test（使用過程時）で同一の手順

いかなる試験法もまだ排除していないが、充放電試験装置を用いた試験から始めることは合意【WGメンバー】

大型車は乗用車と異なり、シャシダイ試験装置を有するメーカーが少ないこともあり、充放電試験機を使った検証を進めたい【欧州/日本】

EVE-IWGで決定されたHD電池劣化の課題に対応し、新GTR作成ボランティアグループ活動に貢献する

Informal document GRPE-87-52  
87th GRPE, 10 January - 13 January 2023  
Agenda Item 9



自工会とともに、交通研にて実施  
(次ページ以降で紹介する)

## 目次

1. 背景
2. 自動車基準調和世界フォーラム  
(WP.29 / EVE) の活動
3. 当研究所における活動事例
4. まとめ

# 重量車の電池容量劣化測定法

EV大型車の駆動用電池の容量劣化度合いを評価する手法が必要  
 <前提> Reference Test (認証時) と In-service Test (使用過程時) で同一の手順

★シャシダイ試験による電池容量の測定は、精度が高い

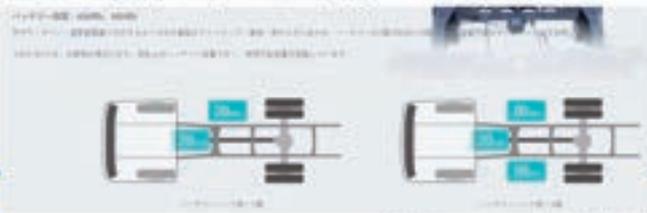
**【懸念事項】**

- ・大型車用のシャシダイ試験設備を有するメーカは少ない
- ・In-service Testで全数検査となると、検査で運用しきれない
- ・大型車のバッテリー搭載量が多く、試験にかかりすぎる

**【シャシダイ試験】**



**ELF-EV (いすゞホームページ)**



<https://www.isuzu.co.jp/product/elf-ev/>

**eCANTER (三菱ふそうホームページ)**

ホイールベースに合わせて、3タイプのバッテリーを設定。

	Short Wheelbase	Midsize	Long Wheelbase
長さ	176mm	230mm	280mm
幅	99mm	213mm	324mm
重量	α8kg	α16kg	α23kg
容量	α50Wh~α40Wh	α95Wh~α65Wh	α150Wh~α90Wh

<https://www.mitsubishi-fuso.com/ja/product/new-ecanter/#tab-ecanter>

14

# 重量車の電池容量劣化測定法

シャシダイ試験に置き換わる、効率の良い測定手法を検討

・・・充放電試験装置を用いる測定手法

**【検討内容】**

- ・充放電試験装置の採用の可否判定
- ・試験法及びその留意点

制御BOXから、任意の放電パターンを車両側に送ることで、充放電装置側のバッテリーに車両側の電力を受電させることができる装置

**①実車CHDY試験**



**②充放電装置試験**



供試車両

EVトラックのV2X機能を利用

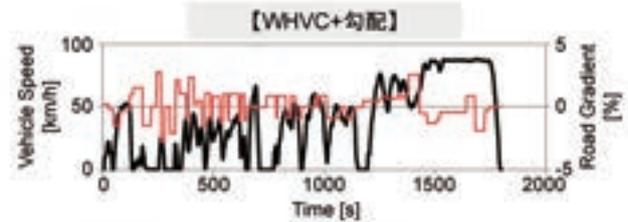
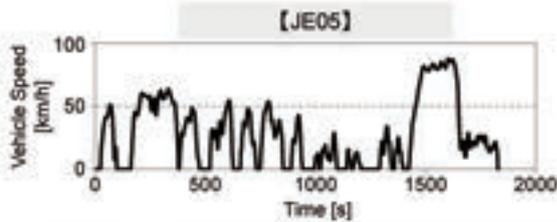
## 重量車の電池容量劣化測定法

### 【検証】

・シャシダイ試験と充放電装置試験のそれぞれの累積放電電力量を取得し、その差異を確認する

### 実験条件

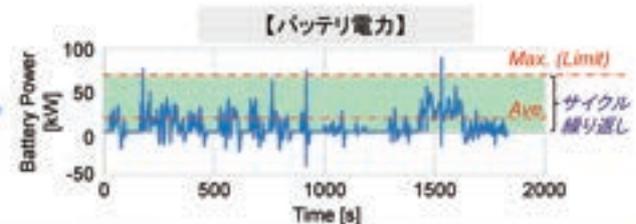
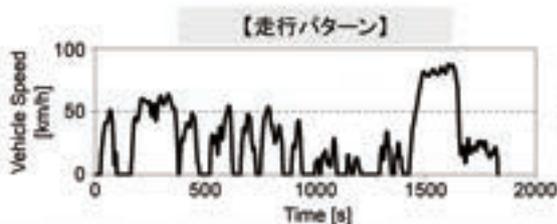
- ・車両：EV塵芥車(試験時重量:5,500kg)、バッテリー容量:48kWh
- ・評価モード：JE05, WHTC(WHVC+勾配)、室内温度:25℃



## 重量車の電池容量劣化測定法

### 【手順】

- ① 実車によるシャシダイ試験を実施し、バッテリー満充電状態から電欠状態まで走行する
  - a. すべての評価モードにおける、バッテリーの充放電パターンを取得する
  - b. 走行終了時の累積放電電力量を測定する
- ② 充放電試験装置を用い、下記の放電パターンで試験を行い、累積放電電力量を測定する
  - a. 評価モード繰り返した際の放電パターン
  - b. 評価モード走行時の最大電力で一定とした放電パターン → 機器側の制限により, MAX=69kW
  - c. 評価モード走行時の平均電力で一定とした放電パターン



# 目次

1. 背景
2. 自動車基準調和世界フォーラム  
(WP.29 / EVE) の活動
3. 当研究所における活動事例
4. まとめ

## まとめ

1. 自動車基準調和世界フォーラム (WP.29 / EVE) の活動
  - 電動車の普及促進に向けてEVE IWGが発足
  - 世界統一基準 (GTR: Global Technical Regulation) の策定に取り組む
    - ・GTR No.21 & 22の改定、大型車の電池容量劣化手法の策定
2. 当研究所における活動
  - 副議長職を務め、各国と連携して課題に対応
  - 電池容量劣化測定法等の技術的検証により、国際基準成立の取り組みに貢献

今後も、国際基準の策定及び見直しに向けて、  
データ収集や分析を行い、国際議論に貢献する

ご清聴ありがとうございました。

## 【参考】国連自動車基準調和世界フォーラム（WP.29）の概要

### 1. 自動車基準調和世界フォーラムの目的

安全で環境性能の高い自動車を容易に普及させる観点から、自動車の安全・環境基準を国際的に調和することや、政府による自動車の認証の国際的な相互承認を推進することを目的としている。

### 2. 自動車基準調和世界フォーラムの組織

自動車基準調和世界フォーラムは、国連欧州経済委員会(UN/ECE)の下にあり、傘下に六つの専門分科会を有している。分科会で技術的、専門的検討を行い、検討を経た基準案の審議・採決を行っている。

### 3. 自動車基準調和世界フォーラムのメンバー

欧州各国、1地域（EU）に加え、日本、米国、カナダ、オーストラリア、南アフリカ、中国、インド、韓国等（日本は1977年から継続的に参加）、また、非政府機関（OICA（国際自動車工業会）、IMMA（国際二輪自動車工業会）、ISO（国際標準化機構）、CLEPA（欧州自動車部品工業会、SAE（自動車技術会）等）も参加している。

### 4. 自動車基準調和世界フォーラムの主な活動内容

次に掲げるそれぞれの協定に基づく規則の制定・改正作業を行うとともに、それぞれの協定の管理・運営を行う。

- ・「国連の車両等の型式認定相互承認協定（略称）」…UNR（1958年協定）
- ・「国連の車両等の世界技術規則協定（略称）」…GTR（1998年協定）

（出典）交通研フォーラム2021

自動車技術に関する国際基準等策定活動への貢献、井田孝夫

### 国際基準は以下の2種類

#### 1. 国連基準（UNR-United Nation Regulation）



#### 2. 世界技術基準（GTR-Global Technical Regulation）



〔富士交通産業及びJASCO資料提供による〕



**講演4**

**FCVの水素燃料消費率・一充填走行距離の  
試験法について**

環境研究部 主席研究員

**小鹿 健一郎**



# FCVの水素燃料消費率・ 一充填走行距離の試験法 について

環境研究部  
主席研究員 小鹿 健一郎

## 講演内容

1. FCVの環境性能に関する試験法の整備状況について
2. 水素燃料消費率測定試験
3. 一充填走行距離測定試験
4. 残された課題の整理

# 1. FCVの環境性能に関する試験法の整備状況について

## FCV

### 水素燃料消費率

- 重量法  
—※WLTPに規定あり

### 一充填走行距離

- WLTPに試験法がまだない。

## EV (参考比較)

### 交流電力量消費率

- WLTPに規定あり

### 一充電走行距離

- WLTPに規定あり

※ Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure  
乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法

WLTPに規定された水素燃料消費率試験について紹介したうえで、交通研で検討を行った一充填走行距離試験法のコンセプトについて紹介する。

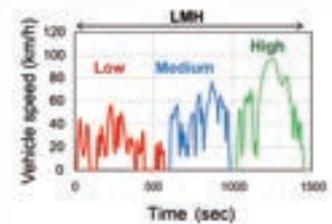
## 講演内容

1. FCVの環境性能に関する試験法の整備状況について
2. 水素燃料消費率測定試験
3. 一充填走行距離測定試験
4. 残された課題の整理

# 水素燃料消費率とは

Z "Executive Package"			G "Executive Package"		
 <p>8,050,000 円 (税込)</p> <p>WLTCモード 135 km/L WLTCモード 152 km/L 一気体走行距離 750 km (参考値)</p>			 <p>7,556,000 円 (税込)</p> <p>WLTCモード 135 km/L WLTCモード 152 km/L 一気体走行距離 750 km (参考値)</p>		
駆動方式	パワーユニット	車体寸法	駆動方式	パワーユニット	車体寸法
2WD	トヨタFCスタック (燃料電池) + モーター	5c	2WD	トヨタFCスタック (燃料電池) + モーター	5c

## 走行モード: WLTC



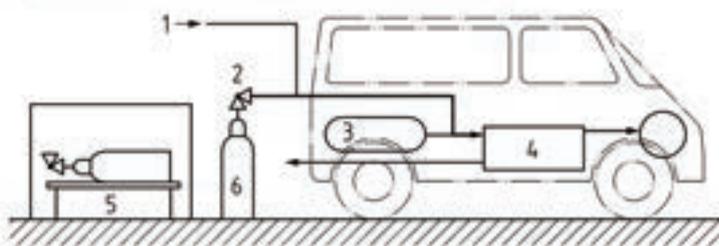
距離: 15.01 km  
時間: 1477 sec

トヨタHPより一部編集して掲載

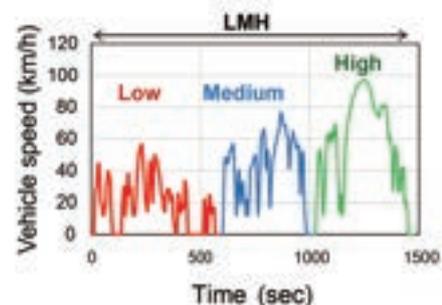
- ◆ 1kgの水素で何キロメートル走れるかを表した値
- ◆ WLTP (GTR15) に測定方法が定められている。

# 重量法について

## 試験概要イメージ



## 走行モード: WLTC



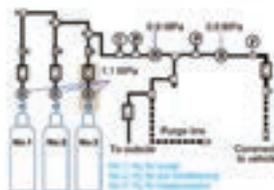
- ◆ 重量法では、車外に設置された水素ポンペから配管を通じて、車載の燃料電池システムに水素を供給する。(車両改造必須)
- ◆ 走行前後に水素ポンペの重量を電子天秤にて計測し、その差分を走行に使用した水素量とする。

## 重量法について(実際の試験の様子)

試験車両  
(改造済み)



外付けポンペの様子



ポンペを計量する  
天秤



- ◆ 重量法の実施には、改造車両、水素供給配管、外付けポンペ、ポンペ用の天秤が必要。

## 水素燃料消費率試験策定と交通研の関わり



UNECE WLTP-IWGで議論

研究員が会議参加

水素燃料消費率を含む  
※GTR15が2016年11月に成立



国内導入プロセス実施

バリデーションの実施

交通研で試験実施

TRIAS化  
(現在は、別添42-II)



WLTP-IWGに修正提案

日本修正提案を含む  
GTR15 Amendment 5が  
2019年6月に成立

※ Global Technical Regulation No. 15  
(Worldwide harmonized Light vehicles Test  
Procedure)

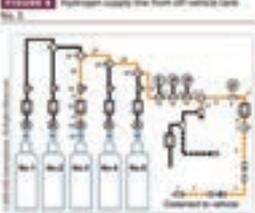
# 水素燃料消費率試験のバリデーション結果



**Validation of Test Procedure for Measuring the Fuel Consumption of Production-Model FCVs**  
Koshihiko Koshika, Tetsuya Niikuni, and Tetsuya Kawai | National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

引用: Koshika, K., Niikuni, T., and Kawai, T., "Validation of Test Procedure for Measuring the Fuel Consumption of Production-Model FCVs," SAE Int. J. Adv. & Curr. Prac. in Mobility 1(3):815-821, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0382>.

**試験前後の配管内圧力差による水素重量計測誤差**



**TABLE 3 Estimation of hydrogen gas amount.**

	Setting Value MPa	Measured value MPa	Hydrogen g
Condition 1	0.00	0.13	0.038
Condition 2	0.30	0.29	0.062
Condition 3	0.60	0.70	0.195

交通研で行った燃費試験のバリデーションについてSAEで論文発表を行った。

- ◆ 水素供給配管の設計と管理が水素燃料消費率測定に与える影響度合いを評価した。

## 水素燃料消費率試験まとめ

- ◆ 水素燃料消費率(km/kg)は、WLTPに定められた試験法(重量法)を用いて測定されている。
- ◆ 試験時は車載タンクは使わず、外付けポンベから水素が供給される仕組みになっている。
- ◆ 使用された水素量は、走行前後の外付けポンベを電子天秤で計量し、その差分として求めている。

# 講演内容

1. FCVの環境性能に関する試験法の整備状況について
2. 水素燃料消費率測定試験
3. 一充填走行距離測定試験
4. 残された課題の整理

## 一充填走行距離(FCVレンジ)とは



トヨタHPより一部編集して掲載

- ◆ 1回の水素満充填で何キロメートル走れるかを表した値
- ◆ WLTPに測定方法が定められていない。⇒交通研でコンセプトを検討した。

# 交通研が検討したコンセプトのご紹介

## 計算による一充填走行距離測定方法

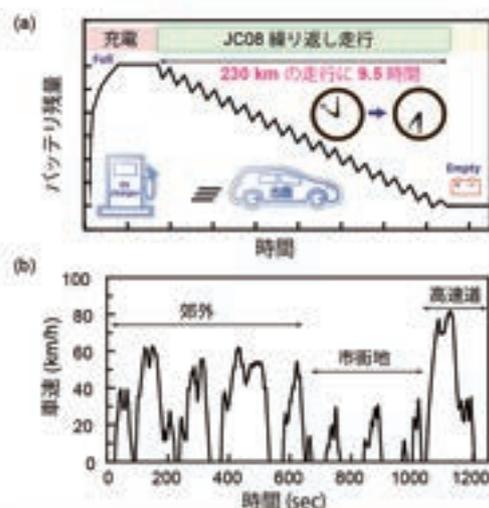
$$\begin{array}{|c|} \hline \text{一充填走行} \\ \text{距離} \\ \text{(km)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{水素燃料} \\ \text{消費率} \\ \text{(km/kg)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{使用可能な} \\ \text{水素量} \\ \text{(kg)} \\ \hline \end{array}$$

電気自動車の一充電走行距離試験(短縮法)を参考に検討

## 【参考】EVの一充電走行距離試験法

2015年3月以前

- ◆ 一充電走行距離試験法は、連続法のみであった。
- ◆ 連続法では、満充電状態から、走行モードを繰り返し走行し、電欠により走行モードを4秒以上追従できない状態が継続すると試験終了となり、それまでに走行した距離を一充電走行距離としていた。



# 【参考】一充電走行距離試験法(短縮法)

2015年4月以降

- ◆ 一充電走行距離が約70km以上の車両は、短縮法が選択できるようになった。
- ◆ 短縮法は、『バッテリーの使用可能な電力量』と『直流電力量消費率』の関係から一充電走行距離を計算により求める方法である。
- ◆ モード走行の回数が減ったことで測定時間も大幅に短縮された。

## 新測定法のコンセプト

電力量の比をもとに計算により距離をもとめる。



### 【計算式】

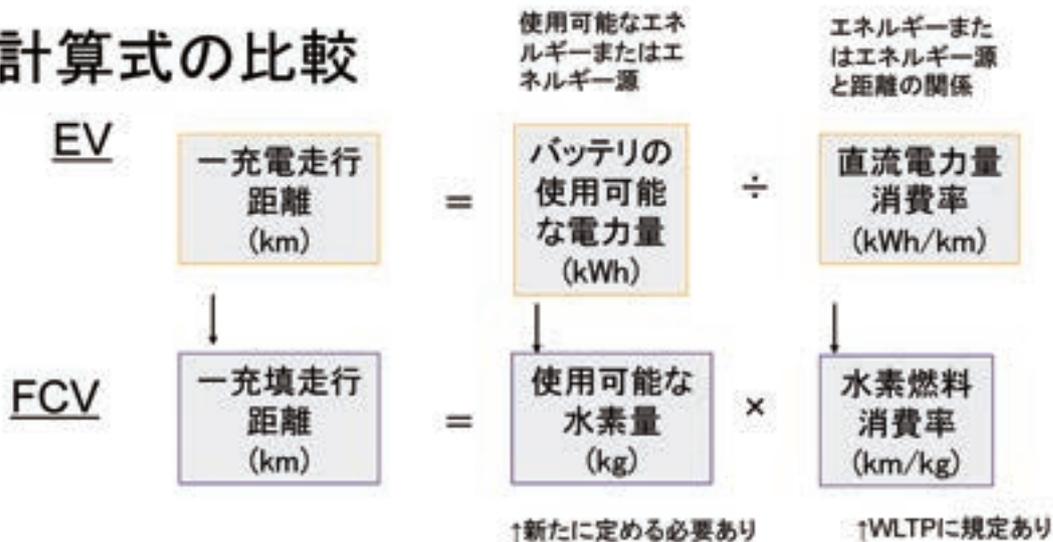
$$\text{一充電走行距離 (km)} = \text{UBE (kWh)} \div \begin{matrix} \text{単位距離あたりの} \\ \text{消費電力量} \\ (= \text{直流電力量消費率}) \\ \text{(kWh/km)} \end{matrix}$$

### 【具体例】

$$200 \text{ km} = 20 \text{ kWh} \div 1/10 \text{ kWh/km}$$

近年、多くの車両が短縮法により一充電走行距離測定を行っている。

## 計算式の比較



使用可能な水素量を新たに規定することで同様に計算できると考えた。

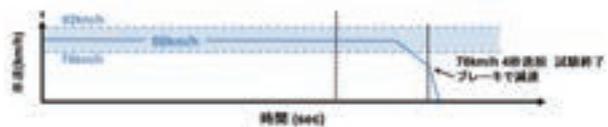
# 使用可能な水素量について

$$\text{使用可能な水素量 (kg)} = \text{満充填時の水素量 (kg)} - \text{試験終了となった時の残存水素量 (kg)}$$

## 試験終了となった時の残存水素量(kg)

- 一定速走行試験を行う。
- 試験終了判定時の水素タンクの内圧を記録する。
- 気体の状態方程式により残存水素量を求める。

参考 EVの一定速走行における試験終了のイメージ



# 国内の状況と国際の動向

## 国内状況

2018年、2019年に試験法開発のため交通研で検討を実施

2020年

- 国交省に試験法案ご説明
- 自工会に試験法案ご説明

将来:WLTP-IWG再開後

- 最新の国際状況を確認したうえでWLTPへの提案準備

## 国際状況

2020年5月から WLTP-IWGの活動が休止

休止理由

- 欧州委員会がEURO7に注力するため

2022年 11月 欧州委員会がEURO7を提案

## 一 充填走行距離試験まとめ

- ◆ 一充填走行距離(km)は、WLTPに試験法が定められていない状態。
- ◆ 電気自動車の一充電走行距離測定法(計算法)をベースとした試験法を交通研で検討した。
- ◆ 現在、将来の提案に向けて、国際の動向を注視している。

## 4. FCV評価法の残された課題の整理

### 一 充填走行距離試験

- WLTPに試験法なし  
計算法
  - 交通研で試験実施済み
  - 国際提案に向けた準備

### 水素燃料消費率試験

- WLTPに試験法あり
- (室温のみ、低温(-7°C)なし)  
重量法
  - 改造車両を使用するため、完成後検査に対応できない

## 本日の講演のまとめ

- FCVの性能を表す試験法である水素燃料消費率測定法と一充填走行距離測定法について説明した。
  - 水素燃料消費率測定法:重量法(WLTPに記載)
  - 一充填走行距離測定法:計算法(交通研で検討したコンセプト)
- FCV性能に関する試験法の残された課題について整理した。