

大型車に関するICCTレポートについて

大型車の長期的な低炭素化に向けた勉強会（第3回）

ゼロエミッショントラックのコスト比較等に関するICCTのレポート

I . Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles

(M.Moulak, N.Lutsey and D.Hall, 2017)

ゼロエミッショントラック等の開発動向調査、**車両コスト**及び**CO2削減効果**のシミュレーション

- 対象技術：EV（走行中給電）、FCV、ディーゼル、HEV、CNG、LNG
- 車両カテゴリ：長距離トラック（Class 8）
- 想定エリア：アメリカ、ヨーロッパ、中国

II . Estimating the infrastructure needs and costs for the launch of zero-emission trucks

(D.Hall and N.Lutsey, 2019)

ゼロエミッショントラックの開発動向調査、貨物輸送に**必要なインフラ数及びコスト**のシミュレーション

- 対象技術：EV（停車中充電）、FCV、ディーゼル
- 車両カテゴリ：配送トラック（Class 6）、長距離トラック（Class 8）、コンテナ輸送車（Class7-8）
- 想定エリア：カリフォルニア州ロサンゼルス発着の輸送

I . Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles

(M.Moulak, N.Lutsey and D.Hall, 2017)

調査概要

(1) ゼロエミッショントラックの総保有コスト予測のシミュレーション

総保有コスト (10年間) = 車両価格 + 維持費 + 燃料・電気代

(2) ゼロエミッショントラックのCO2削減効果を算定

● 対象技術

EV (走行中給電 : 架線給電式、非接触給電式) 、FCV、ディーゼル、HEV、CNG、LNG

● 予測対象期間

2015~2030年

● 想定する輸送エリア

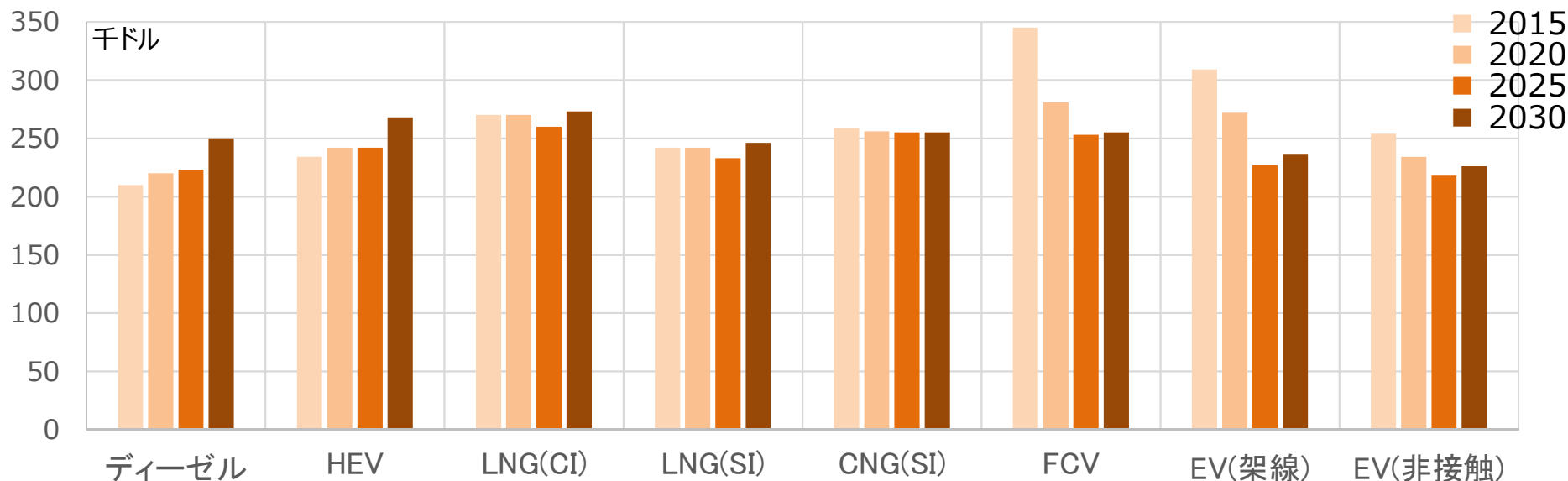
アメリカ、ヨーロッパ、中国で販売される輸送貨物トラック (本資料ではアメリカの結果を中心に抜粋)

● 対象車両カテゴリ

長距離トレーラトラック (Class 8, 16.5t超) : 1トラクタ & 3トレーラ

⇒貨物輸送トラックのCO2排出量の75%以上を占める。

(1) ゼロエミッショントラックの総保有コスト予測のシミュレーション 算定条件①：車両価格



＜想定された主な価格変動要素＞

ディーゼル

↗ エンジン等改良費

HEV

↗ エンジン等改良費

↘ HEV化コスト

天然ガス車

↗ エンジン等改良費

↘ CNG・LNGタンク価格

CO2・排出ガス
規制による上昇

FCV

↘ FCセルシステム価格

(84,000\$ ⇒ 20,500\$)

↘ H2タンク価格

(33\$/kWh ⇒ 19\$/kWh)

EV

↘ バッテリー価格

(326\$/kWh ⇒ 120\$/kWh)

↘ 給電システム価格

(架線 : 71,700\$ ⇒ 21,200\$)

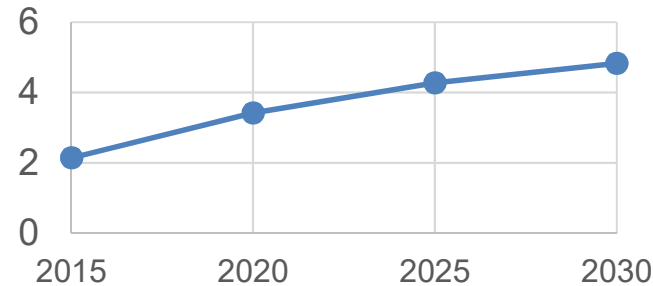
(非接触 : 16,700\$ ⇒ 10,800\$)

価格：@2015 ⇒ @2030

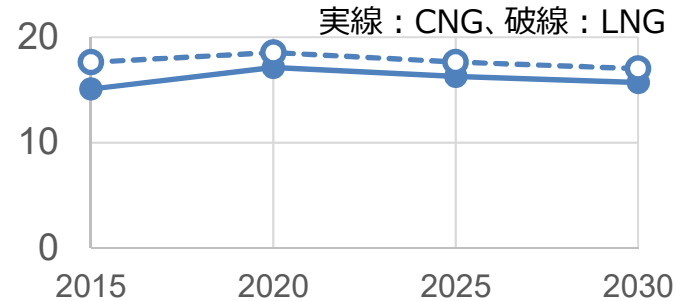
量産による低下
小型車とシステム
共通化を想定

(1) ゼロエミッショントラックの総保有コスト予測のシミュレーション 算定条件②：燃料・電気代

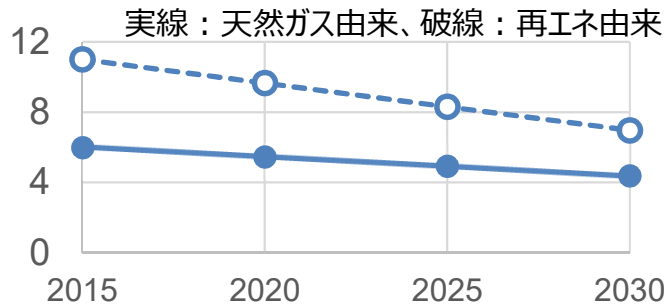
軽油価格 (ドル/ガロン)



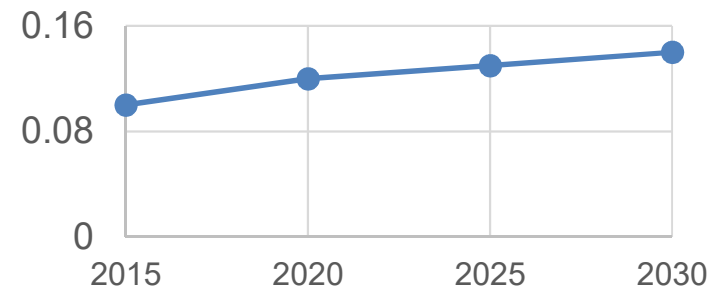
天然ガス価格 (ドル/MMBtu)



水素価格 (ドル/軽油ガロン相当)



電気代 (ドル/kWh)



<燃費・電費>

	ディーゼル	HEV	天然ガス	FCV	EV (架線)	EV (非接触)
2015年	実績値： 40L/100km	ディーゼル 比：0.95	ディーゼル 比： (CI) 0.9 (SI) 0.85	9.5 MJ/km	5.7 MJ/km	9.0 MJ/km
将来値	燃費基準値に対し 直線的に向上			↗2%/年	↗1%/年	↗2%/年

(1) ゼロエミッショントラックの総保有コスト予測のシミュレーション

算定条件③：維持費等

<維持費>

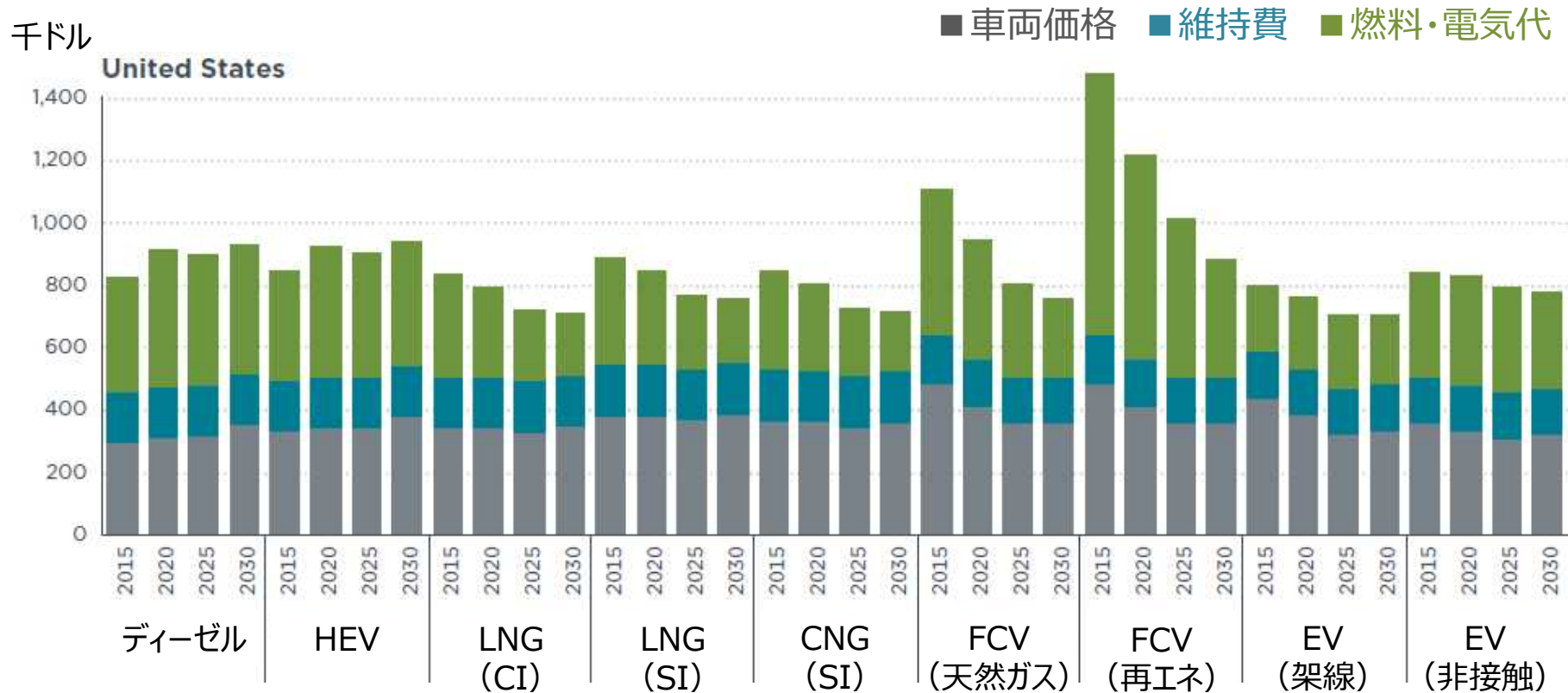
- 走行距離当たりの価格を設定（2015～2030年で一定）
 - ディーゼル車、天然ガス車 : 0.12\$/km
 - HEV、EV、FCV : 0.11\$/km
- バッテリー交換は想定していない

<その他>

- 保有期間（10年間）中の走行距離：約139万km（U.S. EPA & NHTSA, 2011）
- 自動車関連税や補助金、保険料は含まない
- 走行中給電のインフラコストは含まない
- 残存価額※は、総保有コストへの寄与が小さいので考慮しない（See Lee & Thomas, 2016）
※耐用年数経過後に、その資産を処分することによって回収が見込まれる額

(1) ゼロエミッショントラックの総保有コスト予測のシミュレーション

結果



✓ 天然ガス車は低価格傾向 (中国、EUも同様の傾向)

✓ ゼロエミッショントラックは2030年にかけて価格低下

ディーゼルに対し、

– EV (架線) は約25-30% ↓、EV (非接触) は約15-25% ↓

– FCVは約5-30% ↓

I . Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles

(2) ゼロエミッショントラックのCO2削減効果を算定

算定に用いたCO2排出原単位

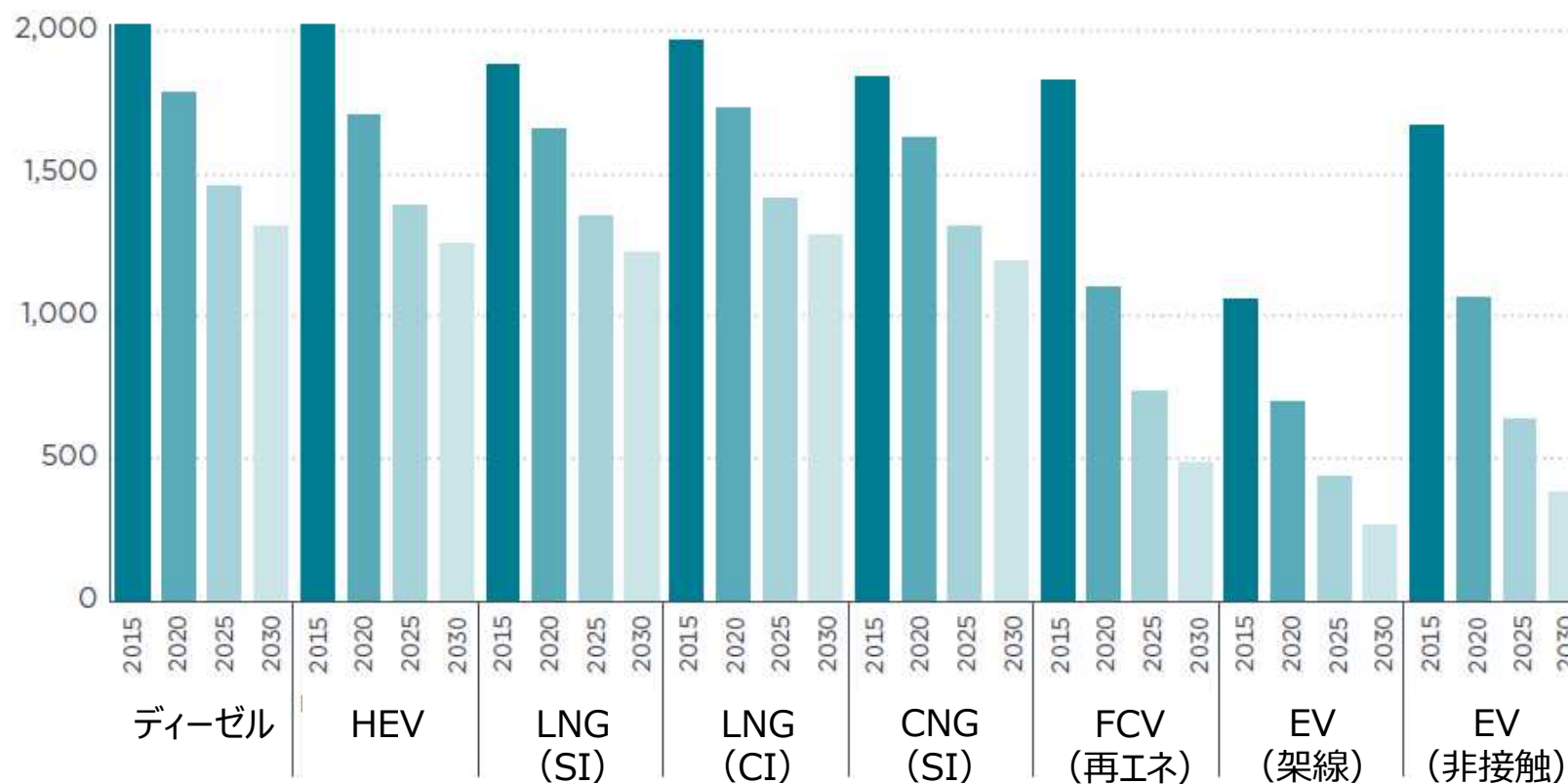
Fuel	Region	Fuel carbon intensity (gCO ₂ e/MJ)		Greenhouse gas emission reduction in 2030*
		2015	2030	
Diesel	All	102	102	-
Compressed natural gas	All	81	81	-
Liquefied natural gas	All	86	86	-
Hydrogen	All	151	70	54%
Electricity	United States	144	49	66%
	Europe	101	44	57%
	China	202	82	60%

- 軽油、天然ガスは、2030年まで一定
- 水素は、石油由来の水素から再エネ由来の水素に移行することで大幅に低減
- 電気は、World Energy Outlook 2015に基づき設定（2℃の気候安定化シナリオ）

(2) ゼロエミッショントラックのCO2削減効果を算定

結果

LCAでのCO2排出量 (トン)



- ✓ ゼロエミッション車がLCAで最も低炭素 (中国、EUも同様)
2030年におけるディーゼルに対し、
- FCVは62-67% ↓ EV (架線) は80% ↓

II. Estimating the infrastructure needs and costs for the launch of zero-emission trucks
(D.Hall and N.Lutsey, 2019)

調査概要

- (1) ゼロエミッショントラックの開発動向調査
- (2) 貨物輸送に必要なインフラ数及びインフラコストをシミュレーション
- (3) インフラを含めた総コストの算出・ディーゼル車コストとの比較

● **対象技術**

EV

停車時のプラグイン充電のみ
急速充電50kW、超急速充電350-500kW

FCV

水素ステーションからの充填

● **予測対象期間**

2015～2030年

● **想定する輸送エリア**

カリフォルニア州ロサンゼルス内に発着する貨物輸送トラック

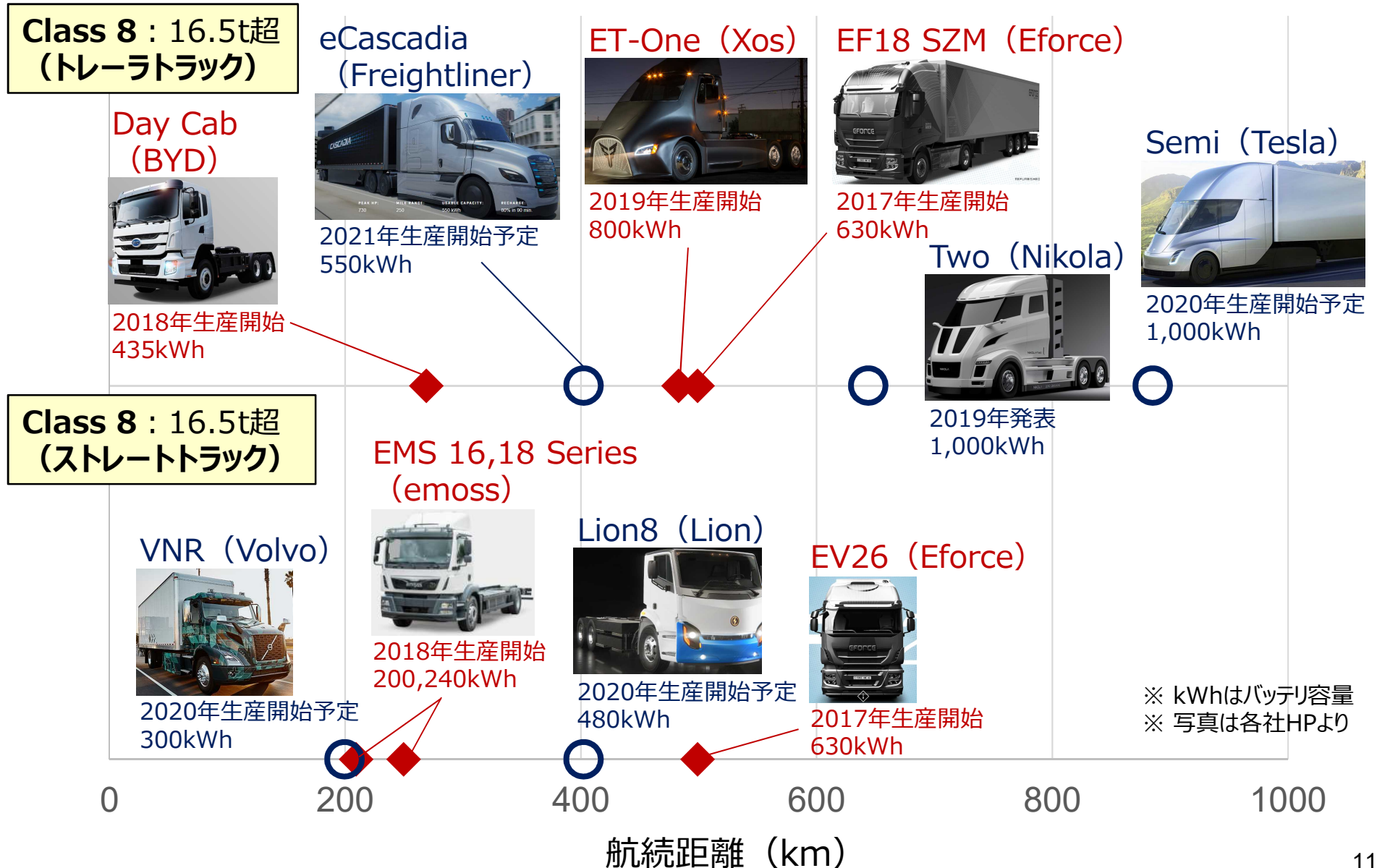
● **対象車両カテゴリ**

- ①長距離トレーラトラック (Class 8, 16.5t超)
- ②港湾におけるコンテナ等の輸送車 (Class 7~8, 13t超)
- ③配送トラック (Class6, 9.75~13t)

(1) ゼロエミッショントラックの開発動向調査

EV

◆ 生産開始 (2019年時点)
○ 発表あり



(1) ゼロエミッショントラックの開発動向調査

EV

◆ 生産開始 (2019年時点)
○ 発表あり

Class 7 : 13~16.5t

AEOS (Cummins)



2019年生産開始
140kWh

eTGM (MAN)



2018年発表
150kWh

EMS 12 Series (emoss)



2018年生産開始
200kWh

eActros (Mercedes-Benz)



2021年生産開始予定
240kWh

FL Electric (Volvo)



2019年生産開始
300kWh

Class 6 : 9.75~13t

MDV (Xos)



2020年発表
60kWh

EMS 10 Series (emoss)



2018年生産開始
120kWh

E220 (Peterbilt)



2019年発表
148kWh

Class 6 Truck (BYD)



2018年生産開始
221kWh

※ kWhはバッテリー容量
※ 写真は各社HPより

0 100 200 300 400

航続距離 (km)

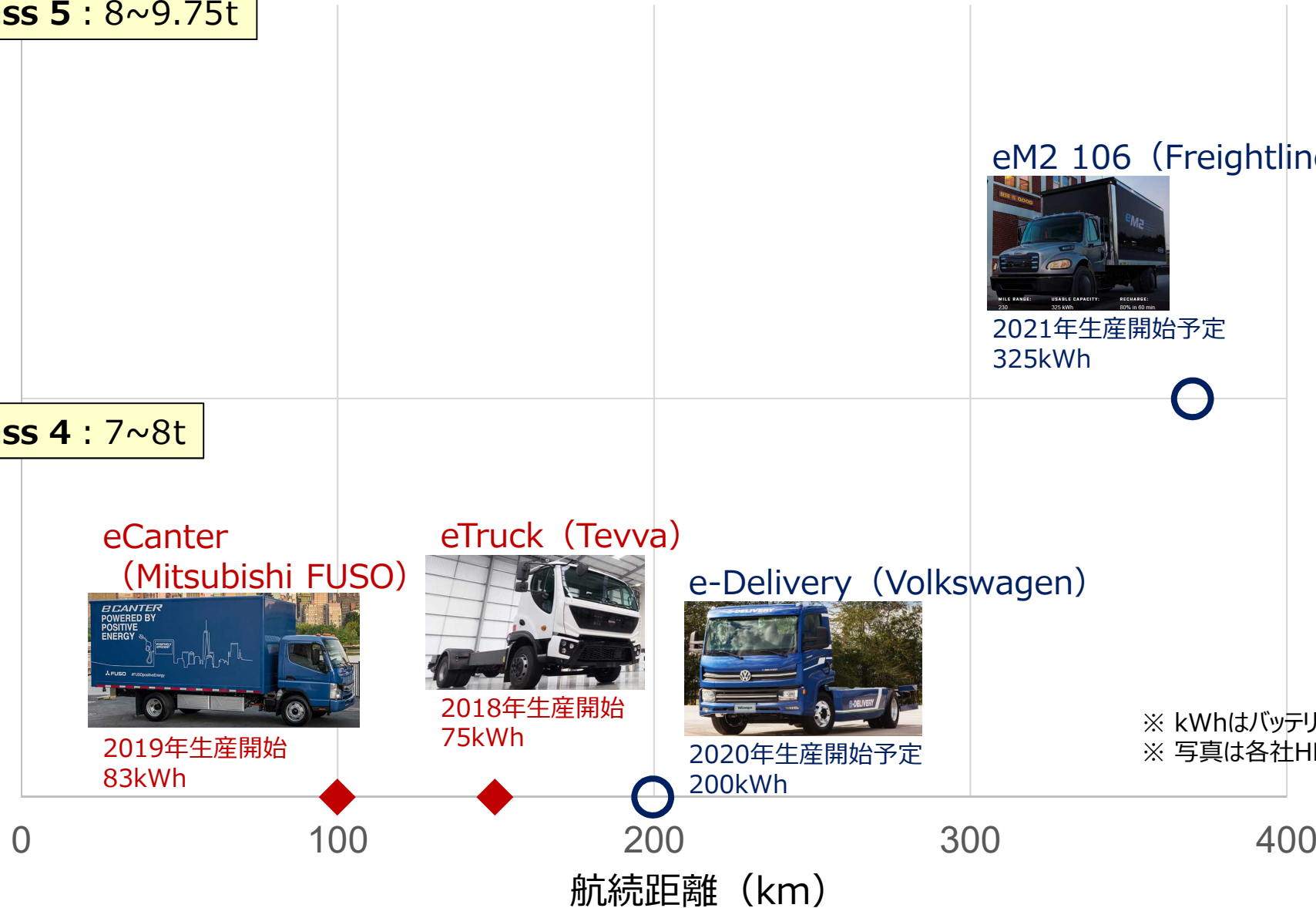
(1) ゼロエミッショントラックの開発動向調査

EV

◆ 生産開始 (2019年時点)
○ 発表あり

Class 5 : 8~9.75t

Class 4 : 7~8t



※ kWhはバッテリー容量
※ 写真は各社HPより

(1) ゼロエミッショントラックの開発動向調査

FCV

※ HP情報を元に一部情報を修正・補足
※ 写真は各社HPより



One (Nikola)

- Class 8 (16.5t超) のトレーラトラック
- 航続距離 800~1,200 km
- 2022年 生産開始



T680 (Toyota & Kenworth共同開発)

- Class 8 (16.5t超) のトレーラトラック
- 航続距離 480 km
- 2019年 発表



XCient (Hyundai)

- Class 8 (16.5t超) のストレートトラック
- 航続距離 380 km
- 2019年 生産開始



Special Vehicle (Dongfeng)

- Class 4 (7~8t)
- 航続距離 328 km
- 2017年発表

(2) 貨物輸送に必要なインフラ数及びインフラコストの算定 主な算定条件：EV・FCV共通

- 想定するトラック導入数・時期 ⇒ 3ケースについて算定
Low : 100台(2020年)、 Medium : 1,000台(2025年)、 High : 10,000台(2030年)

- 対象車両カテゴリ・走行割合 (ロサンゼルス発着の輸送実績をベースに設定)

(1) 長距離トレーラトラック (Class 8, 16.5t超)

Trip distance(km)	160-320	320-800	800-1600	1600-2400	2400+
Road freight (thousand tons, 2016)	7,672	5,893	1,334	930	802
Percentage of fleet driving time	10%	10%	25%	25%	30%

(2) ドレージ：港湾におけるコンテナ等の輸送車 (Class 7~8, 13t超)

Trip type	Port ↔ Near dock	Port ↔ Rail yards	Port ↔ Inland Empire	Port ↔ Beyond Inland Empire	Trip outside of port
Distance (miles)	5	20	50	80	30
Average speed (mph)	20	30	38	48	45
Percentage of truck trips	64%	10%	15%	2%	9%

(3) 配送トラック (Class6, 9.75~13t)

One-way trip distance	24 km	48 km	80 km
Percentage of driving time	35%	35%	30%
Average trip time (minutes)	30	51	67

(2) 貨物輸送に必要なインフラ数及びインフラコストの算定

主な算定条件 (技術別)

EV

<充電器の設置数>

- 全てのトラックは急速充電 (50kW) により、夜間フル充電
- 日中運転距離を最大化するよう超急速充電 (350-500kW) の設置数を算定
- バッテリー容量 (長距離 : 550kWh、ドレージ : 500kWh、配送 : 300kWh)

<充電器のコスト>

- インフラコスト = (充電器価格 + 設置費・系統接続費※) × 充電器数
 - 急速充電器 (25,000 \$/台@2020 ⇒ 20,427 \$/台@2030)
 - 超急速充電器 (225,000 \$/台@2020 ⇒ 165,920 \$/台@2030)
 - 設置費・系統接続費は、サイト内の充電器数が増えると価格低下

量産による低下

FCV

<水素充填器の設置数>

- 必要エネルギーから算定

<水素充填器のコスト>

- 長距離 : 4,971,061 \$/台@2020 ⇒ 2,882,217 \$/台@2030
- ドレージ : 4,971,061 \$/台@2020 ⇒ 2,447,139 \$/台@2030
- 配送 : 3,239,012 \$/台@2020 ⇒ 2,046,555 \$/台@2030

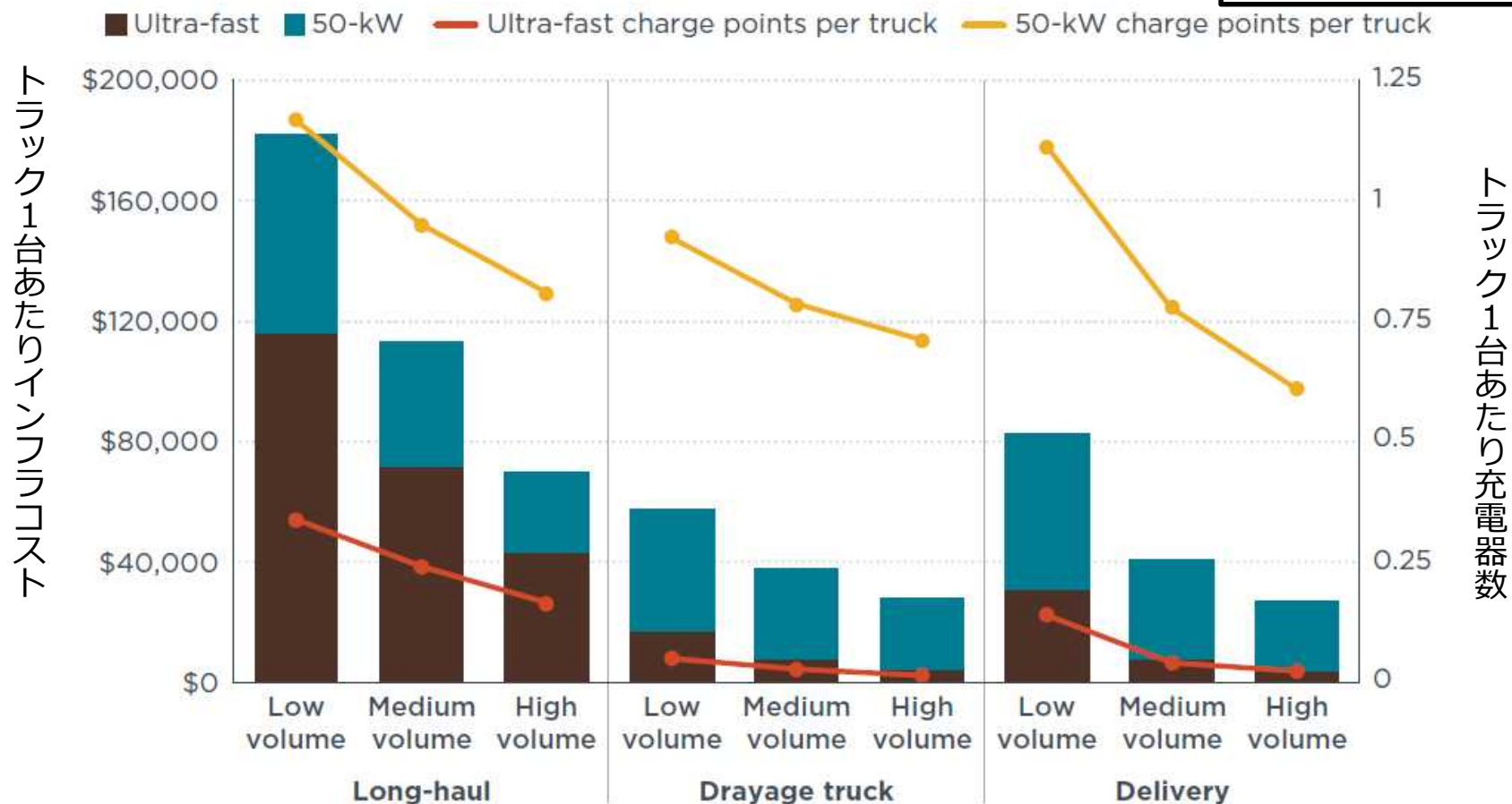
Heavy-Duty Refueling Station Analysis Model, アルゴンヌ国立研究所により算定

(2) 貨物輸送に必要なインフラ数及びインフラコストの算定

結果

EV

ZEV車の導入規模
 Low:100台(2020年)
 Medium:1,000台(2025年)
 High:10,000台(2030年)



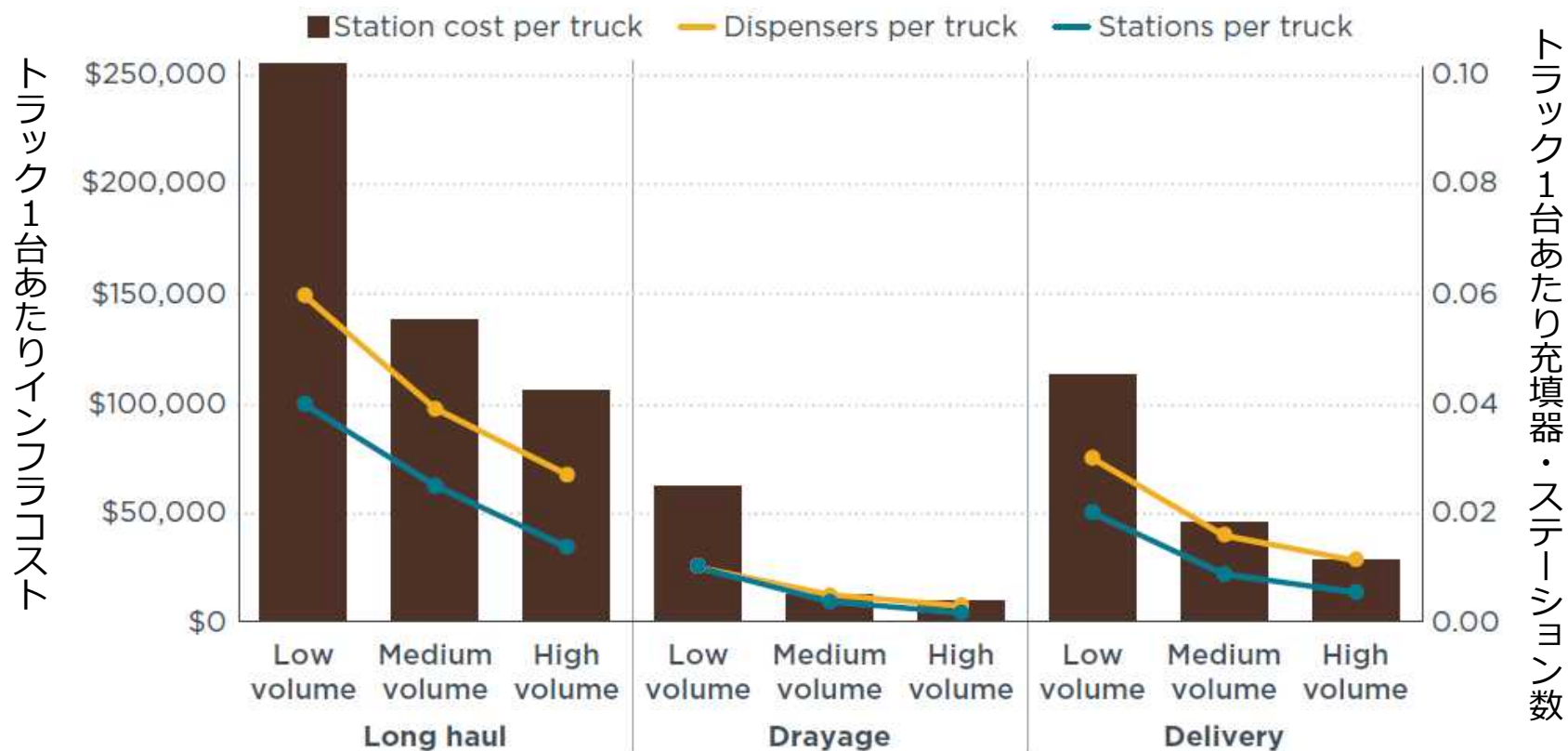
- ✓ 長距離トレーラトラックのインフラコストが最も高い。特に、超急速充電のインフラコストが6割超。
(必要エネルギー量多く、充電ステーション密度が低いため)
- ✓ トラック数が増えるほどインフラコスト低減。
(スケールメリットによる充電器の価格低下、1ステーションあたりの充電器数の増加等)

(2) 貨物輸送に必要なインフラ数及びインフラコストの算定

結果

FCV

ZEV車の導入規模
 Low:100台(2020年)
 Medium:1,000台(2025年)
 High:10,000台(2030年)



- ✓ 長距離トレーラトラックのインフラコストが最も高い。
- ✓ トラック数が増えるほどインフラコスト低減。
 (1ステーションあたりの充電器数の増加、スケールメリットによる充電器の価格低下等)
- ✓ EV用インフラコストの方が、FCV用インフラコストより低い。(ドレージを除く)

(3) インフラを含めた総コストの算出・ディーゼル車コストとの比較

総保有コスト（10年間）＝車両価格＋燃料・電気代＋維持費＋インフラコスト＋その他

主な算定条件

<車両価格、燃料電気代、維持費>

- Moultak et al, 2017（前述ICCTレポート）等の分析手法を採用
- 最新のデータ、文献等に基づき更新

<インフラコスト>

- 前項に基づき設定

<その他>

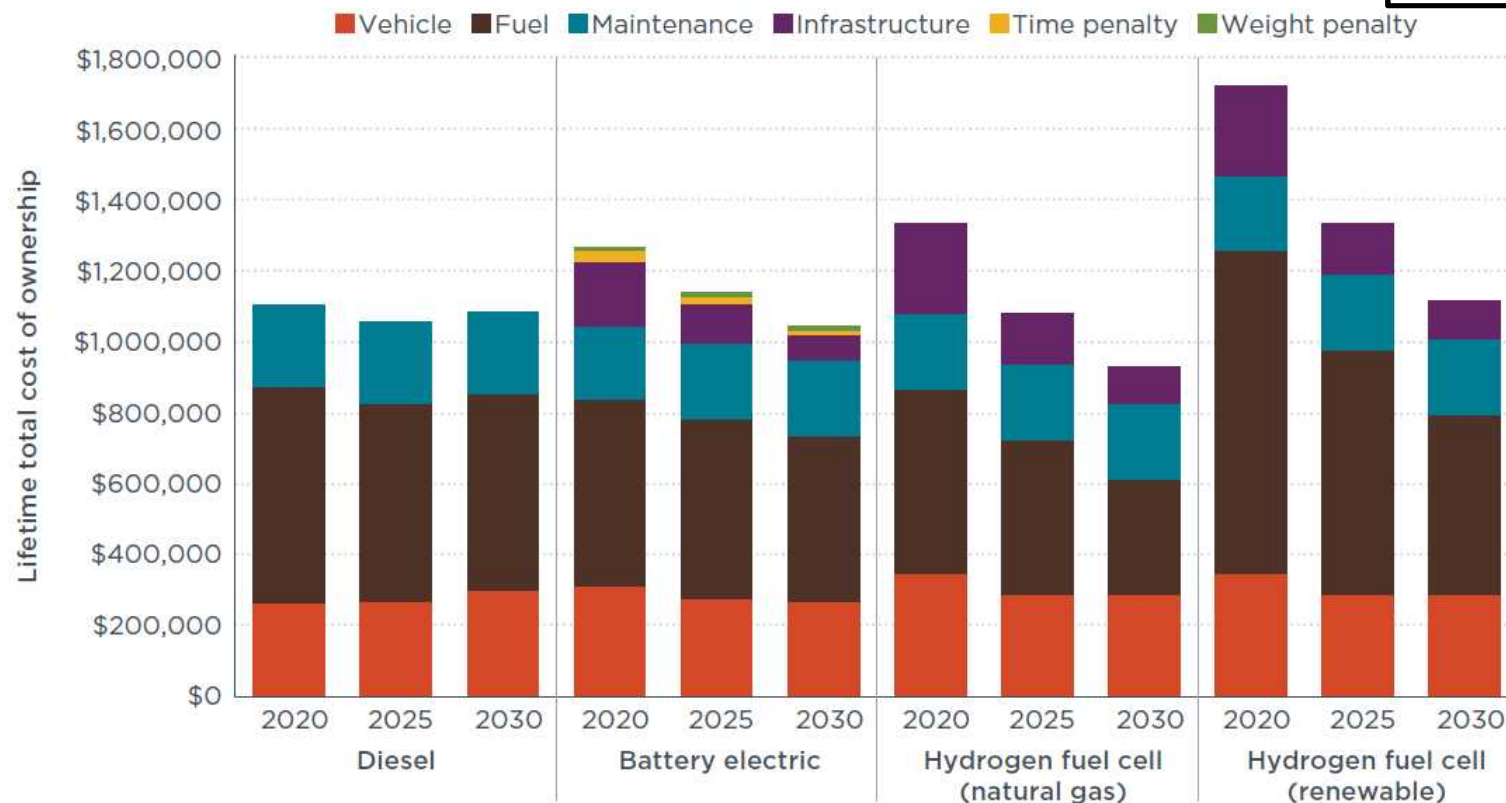
- EVのコストには、**充電時間ロス**、**バッテリー重量による積載量減**も考慮
 - 充電時間ロス
⇒充電時間ロス分に伴う輸送量減から、追加コストを算定
 - バッテリー重量による積載量減率（長距離：3%↓、ドレージ：ほぼ0%、配送：6%↓）
⇒半数のトラックがフル積載のため積載率減の影響を受けると想定し、追加コストを算定
- 補助金は考慮しない

(3) インフラを含めた総コストの算出・ディーゼル車コストとの比較

結果

ZEV車の導入規模
2020年：100台
2025年：1,000台
2030年：10,000台

①長距離トレーラトラック (Class 8, 16.5t超)



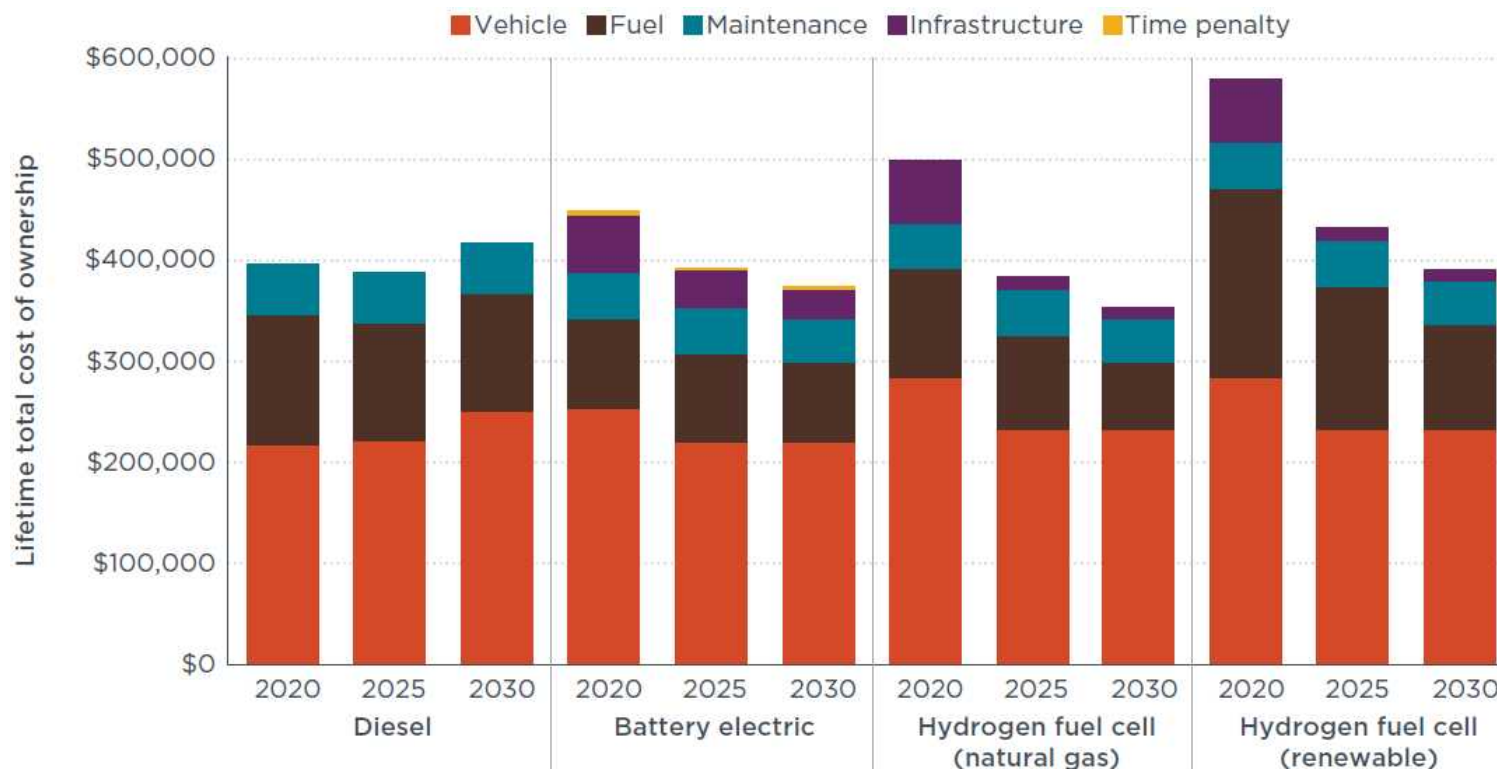
- ✓ 燃料・電気代の割合が最も高い。
- ✓ ディーゼル車は、排ガス規制対応や燃料高騰により、2025年以降は価格上昇。
- ✓ EVは、2026年頃にディーゼルトラックの価格を下回る。
- ✓ 再エネ由来の水素を充填するFCVは、2030年においてディーゼル車より3%高い。
⇒傾向から、2030年以降に価格が逆転する可能性はある。

(3) インフラを含めた総コストの算出・ディーゼル車コストとの比較

結果

ZEV車の導入規模
2020年：100台
2025年：1,000台
2030年：10,000台

②ドレージ：港湾におけるコンテナ等の輸送車（Class 7~8, 13t超）



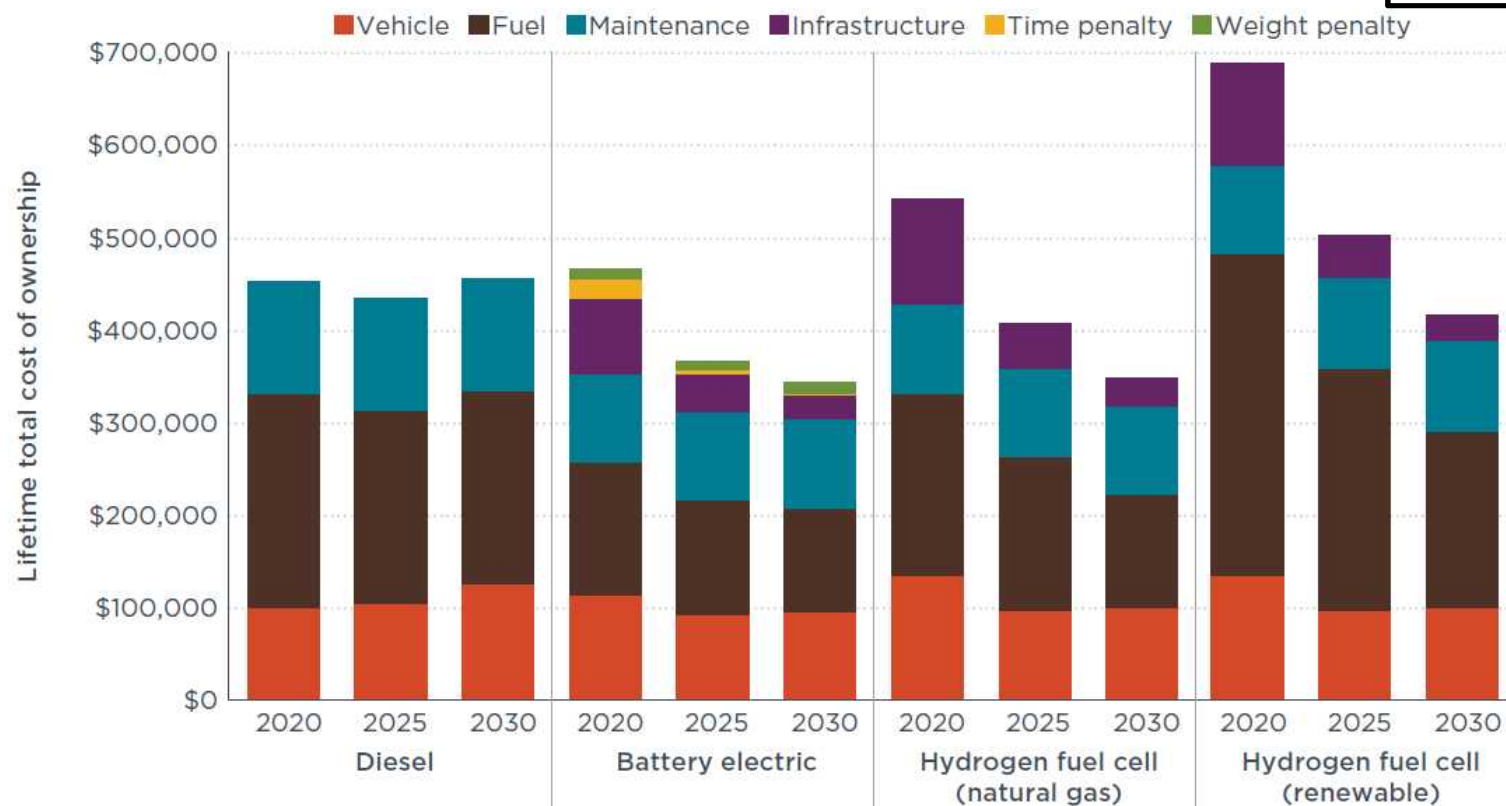
- ✓ 車両価格の割合が最も高い。
- ✓ ディーゼル車は、排ガス規制対応や燃料高騰により、2025年以降は価格上昇。
- ✓ EV・FCVとも、2030年までにディーゼル車の価格を下回る。
- ✓ しかしながら、実際には多くのドレージは新車ではなく中古車であることから、中古市場についても考慮する必要がある。

(3) インフラを含めた総コストの算出・ディーゼル車コストとの比較

結果

ZEV車の導入規模
 2020年：100台
 2025年：1,000台
 2030年：10,000台

③ 配送トラック (Class6, 9.75~13t)



- ✓ 燃料・電気代の割合が最も高い。
- ✓ ディーゼル車は、排ガス規制対応や燃料高騰により、2025年以降は価格上昇。
- ✓ EVは、2020年代早々にディーゼル車の価格を下回る。
- ✓ 再エネ由来の水素を充填するFCVは、2028年頃にディーゼル車の価格を下回る。

I. Transitioning to zero-emission heavy-duty freight vehicles

(M.Moulak, N.Lutsey and D.Hall, 2017)

ゼロエミッショントラック等の開発動向調査、**車両コスト**及び**CO2削減効果**のシミュレーション

- 対象技術：EV（走行中給電）、FCV、ディーゼル、HEV、CNG、LNG
- 車両カテゴリ：長距離トラック（Class 8）
- 想定エリア：米、中、欧

<結論>

- ✓ 運輸部門の脱炭素化に大型車の電動化は必須
- ✓ 2030年までに電動大型車はディーゼル車に対するコストメリットが出る
- ✓ 各種電動化技術は様々な重量車カテゴリに適用可能だが、巨大なインフラ整備が必要

II. Estimating the infrastructure needs and costs for the launch of zero-emission trucks

(D.Hall and N.Lutsey, 2019)

ゼロエミッショントラックの開発動向調査、貨物輸送に**必要なインフラ数及びコスト**のシミュレーション

- 対象技術：EV（停車中充電）、FCV、ディーゼル
- 車両カテゴリ：配送トラック（Class 6）、長距離トラック（Class 8）、コンテナ輸送車（Class7-8）
- 想定エリア：カリフォルニア州ロサンゼルス発着の輸送

<結論>

- ✓ 超急速充電や水素ステーションのコスト低減がゼロエミッションシフトに重要
- ✓ 初期のインフラコストの寄与は大きいですが、ゼロエミッショントラック数が増えればその寄与は小さくなる
- ✓ 初期のインフラ構築における慎重な計画やインフラのシェアがコスト低減に大きく影響