



ENEOS

本調査は、次世代自動車振興センター殿による「令和2年度燃料電池自動車の普及促進に向けた水素ステーション整備事業費補助金」事業の一環として、米国の水素ステーション事業や水素関連事業の最新動向について調査を行ったもので、同センター殿による一般競争入札の結果、弊社が選定され、令和2年9月1日から令和3年1月15日までの間に実施いたしました。

同センター殿のご了解のもとで掲載するものですが、転記・転載については許可されておられませんのでご注意ください。

「カリフォルニアを中心とした米国、並びに 欧州、カナダにおける水素ステーション関連事業の動向」

次世代自動車振興センター殿委託

「令和2年度 燃料電池自動車の普及促進に向けた水素ステーション整備事業費補助金に係る基礎調査」

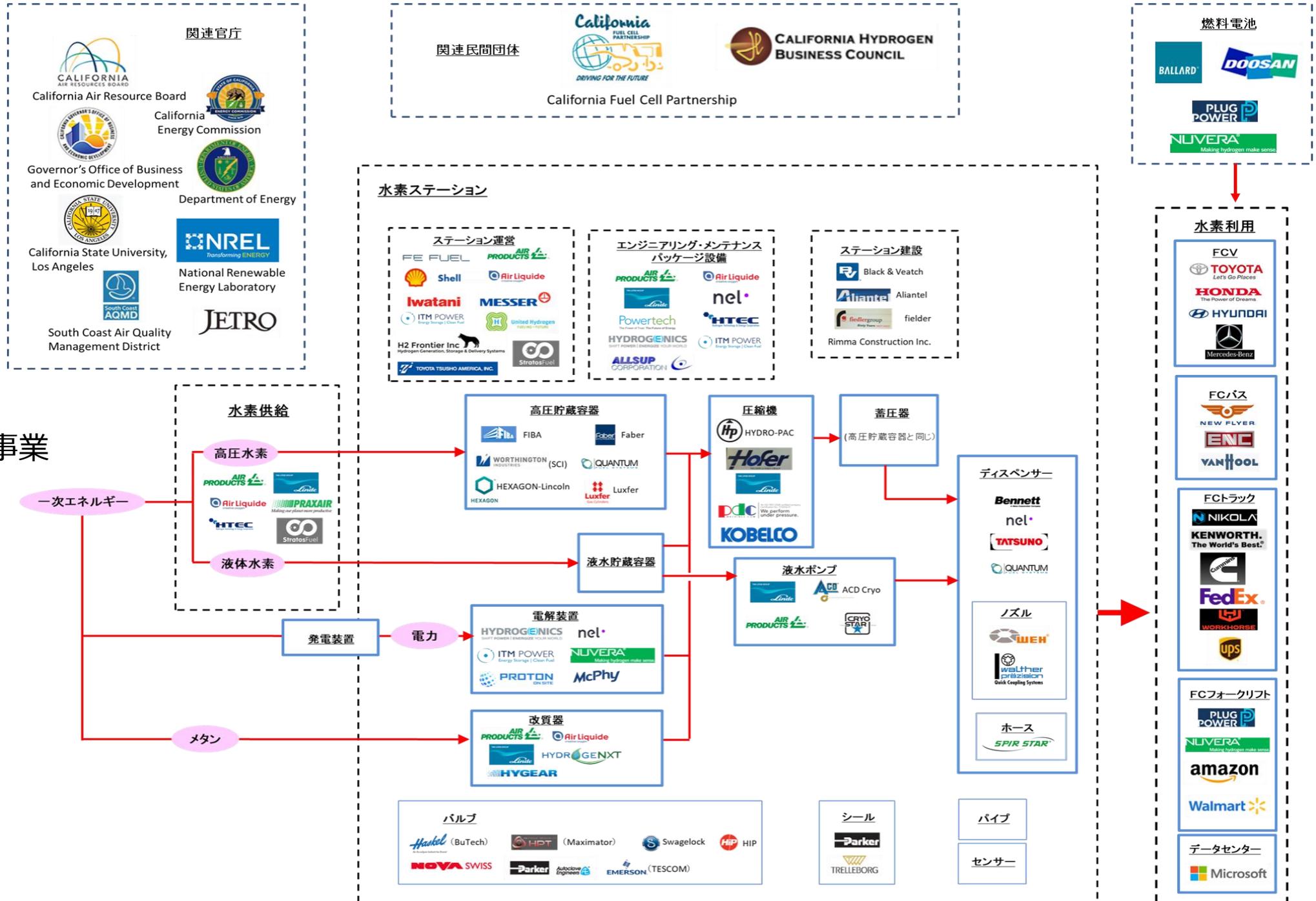
2021年1月

ENEOS 総研株式会社

目次

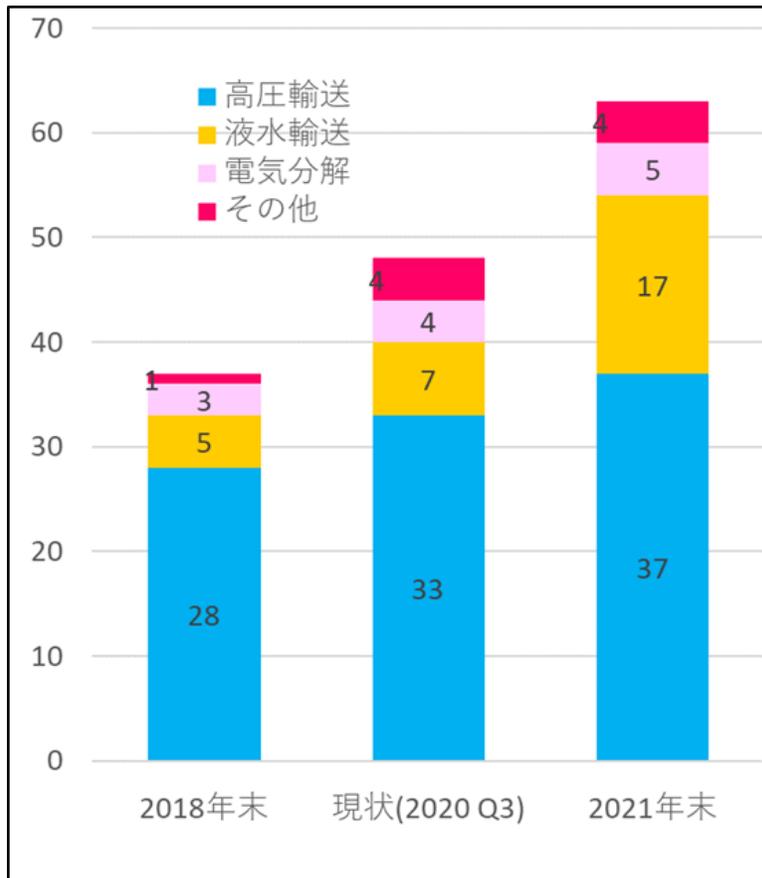
- 1.水素ステーション配備動向・見通し(加州)---3
- 2.St関連制度・補助金(加州)---10
- 3.FCV(乗用車・トラック、バス)---16
- 4.FCV以外の水素利用---32
- 5.水素製造・供給(全米・加州)---36
- 6.水素St建設・運営(加州)---43
- 7.ステーション自立検討(加州)---52
- 8.加州外の米国、カナダの関連動向---57
- 9.欧州の関連動向---61

カリフォルニア州 水素ステーション事業 関係者一覧

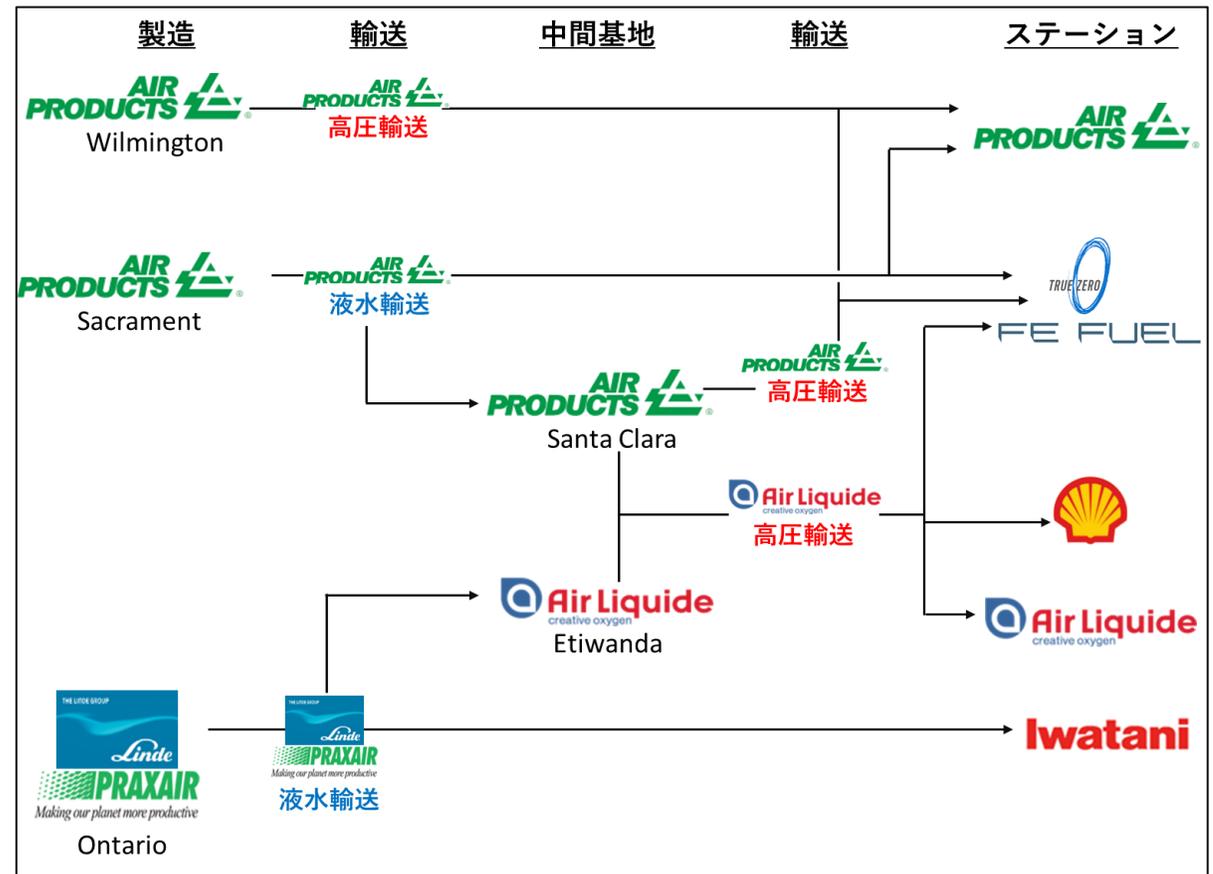


水素ステーションタイプ別分析(加州)

液水輸送が増える見込まれる。FCV需要の伸びに対応するためにステーションの大型化がすすみ、高圧水素による配送が限界にきていることによるもの。オンサイト電気分解は少ない。水素St用の電解製品が市場に少ないことと、製造コストの高さが要因と思われるが、中期的には再生可能水素の製造方法として伸びる可能性がある。



配送形態別推移 出典:CEC、CARB資料よりENEOS総研作成



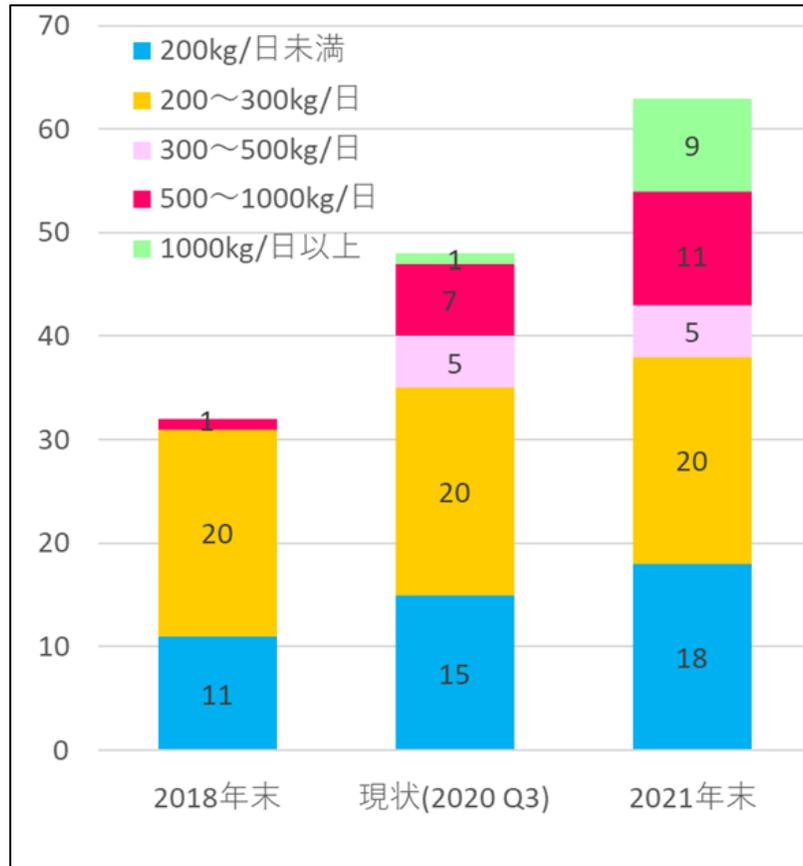
水素サプライチェーン

水素ステーション能力別分析(加州)

1.水素St 配備

大型化が進んでいる。新たに計画されたものは、**全て500kg/日以上**となっており、1200kg/日レベルの大型水素ステーションも建設の予定。販売はステーション平均では70~80kg/日。**稼働率平均は34%**ながら、ステーションによっては極めて稼働率が高く、公称能力を超える販売量を記録したステーションもある。

水素ステーションの稼働実態 出典:CEC Joint Agency Staff Report on Assembly Bill 8: 2019 Annual Assessment



能力別推移 出典:CEC、CARB資料よりENEOS総研作成

Quarterly statistics	Q4 2017	Q1 2018	Q2 2018	Q3 2018	Q4 2018	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2018 through Q3 2019 average or total
Number of open retail stations	31	33	35	35	39	39	40	40	40
% change over previous quarter		+6.5%	+6.1%		+11.4%		+2.6%		
Average retail price of hydrogen (\$/kg)	\$16.30	\$16.34	\$16.34	\$16.48	\$16.38	\$16.53	\$16.59	\$16.54	\$16.51
Range of retail prices (\$/kg)	14.99-16.78	14.99-16.78	14.99-16.78	14.99-17.99	14.99-18.29	14.99-19.99	14.99-19.99	14.99-18.71	
% change over previous quarter		+0.3%	-0.0%	+0.9%	-0.6%	+0.9%	+0.3%	-0.3%	
Average daily hydrogen sold (kg/day)	1,625	2,135	2,528	2,614	3,028	3,239	3,333	3,357	3,239
% change over previous quarter		+31.4%	+18.4%	+3.4%	+15.8%	+7.0%	+2.9%	+0.7%	
Average station capacity utilization (%)	21.8%	28.2%	30.9%	31.6%	35.4%	34.2%	34.4%	33.6%	34.4%
% change over previous quarter		+29.1%	+9.6%	+2.5%	+12.1%	-3.4%	+0.5%	-2.2%	
Total number of fueling events	47,158	60,645	74,150	81,921	92,003	94,904	101,481	101,825	390,213
% change over previous quarter		+28.6%	+22.3%	+10.5%	+12.3%	+3.2%	+6.9%	+0.3%	
Total hydrogen dispensed (kg)	149,500	192,150	230,048	240,488	278,576	291,510	303,303	308,844	1,182,233
% change over previous quarter		+28.5%	+19.7%	+4.5%	+15.8%	+4.6%	+4.0%	+1.8%	
Average fueling quantity (kg/sale)	3.17	3.17	3.10	2.94	3.03	3.07	2.99	3.03	3.03
% change over previous quarter		-0.1%	-2.1%	-5.4%	+3.1%	+1.4%	-2.7%	+1.5%	

水素ステーションの稼働率分布

Utilization	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
0% to 10%	17	18	18	18	18	19	19	19
10% to 20%	3	4	3	3	7	5	5	5
20% to 30%	11	8	6	5	2	1	1	
30% to 40%	8	5	9	6	5	5	7	4
40% to 50%	4	6	5	7	5	4	4	1
50% to 60%	1		5	4	5	4	3	4
60% to 70%			1	3	3	4	4	3
70% to 80%	1				1	1	1	2
80% to 90%	1	2	1	1			1	2
90% to 100%			1			1		
		1	1	2	2	1	1	1

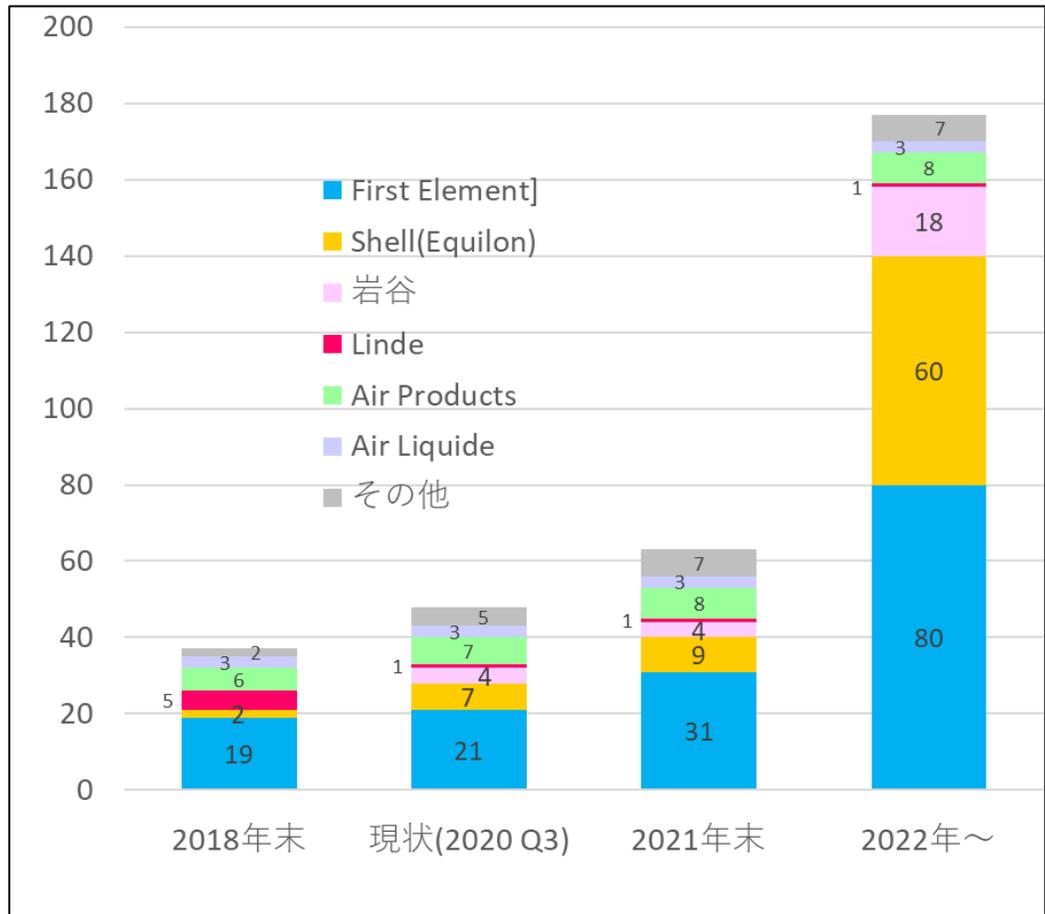
稼働率の高いステーションの例

ステーション名	公称能力 kg/日	最高販売量 kg/日	最高販売日
UC Irvine	180	384	9/4/2019
Torrance	200	350	9/13/2019
Costa Mesa	180	320	8/6/2019
Anaheim	180	320	8/5/2019
Mountain View	350	310	8/8/2019
Lake Forest	180	300	8/5/2019
San Ramon	350	280	9/19/2019

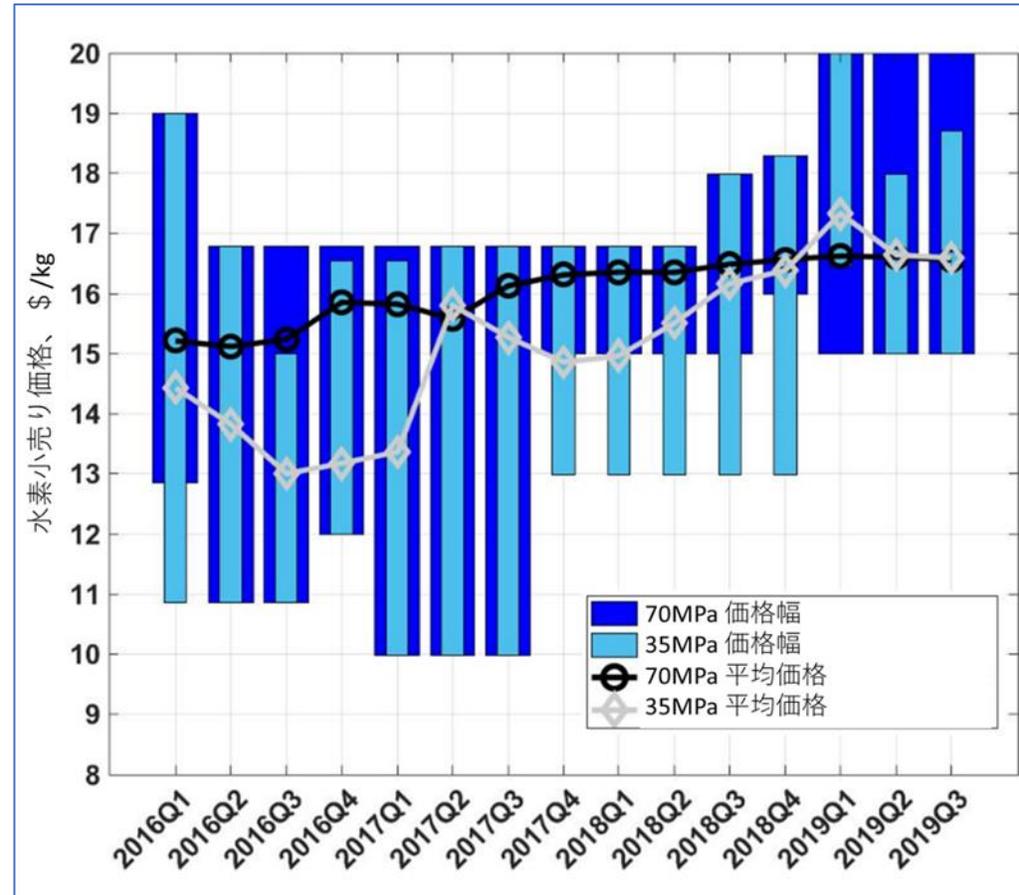
水素ステーション運営業者別分析/販売価格推移(加州)

2020年9月発表の新たなSt建設補助金GFO-19-602では、**First Element**、**Shell**、**岩谷**の三社で114カ所が採択された。当面は、この三社を中心に整備が進むと思われる。

車メーカーの水素代負担が続いていることもあり、価格は依然として**16\$/kg**前後である。モデルチェンジするトヨタMIRAIでも水素供給保証は継続の見込み。



運営業者別推移と見通し 出典:CEC、CARB資料よりENEOS総研作成



小売り販売価格推移 出典:NREL

水素ステーション建設中期見通し(加州)

1.水素St 配備

・ 2018年1月26日のEO-B-48-18(州知事令)で**2025年水素St200カ所**、2030年ZEV500万台普及を指示。これを受けてCAFCP(California Fuel Cell Partnership、民間団体)が**2030年FCV100万台**、**水素St1,000カ所**の目標を提示。これが官民共通のベンチマークとなっている。

・ 2020年9月23日の州知事令「**2035年ZEV販売100%**」を受けて、近々2030年以降の水素Stについても目標が示されるものと思われる。

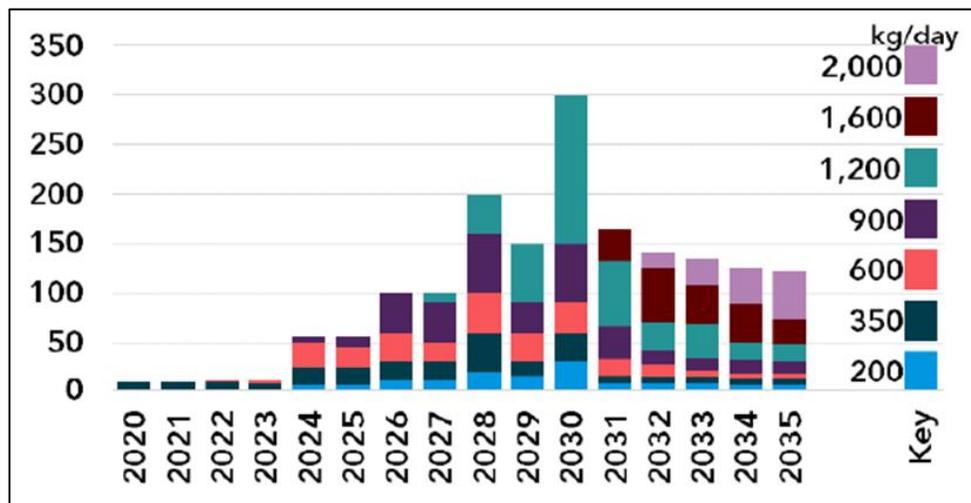
EO-B-48-18の指示概要

期限	項目	数値目標	予算措置
2030年	ZEV(BEV、FCV)	500万台	-
	電力の再生可能割合	50%	
	建物のエネルギー効率	2倍	
2025年	ZEV(BEV、FCV)	150万台	25億ドル
	充電器	25万個	
	急速充電器	1万個	
	水素ステーション	200カ所	

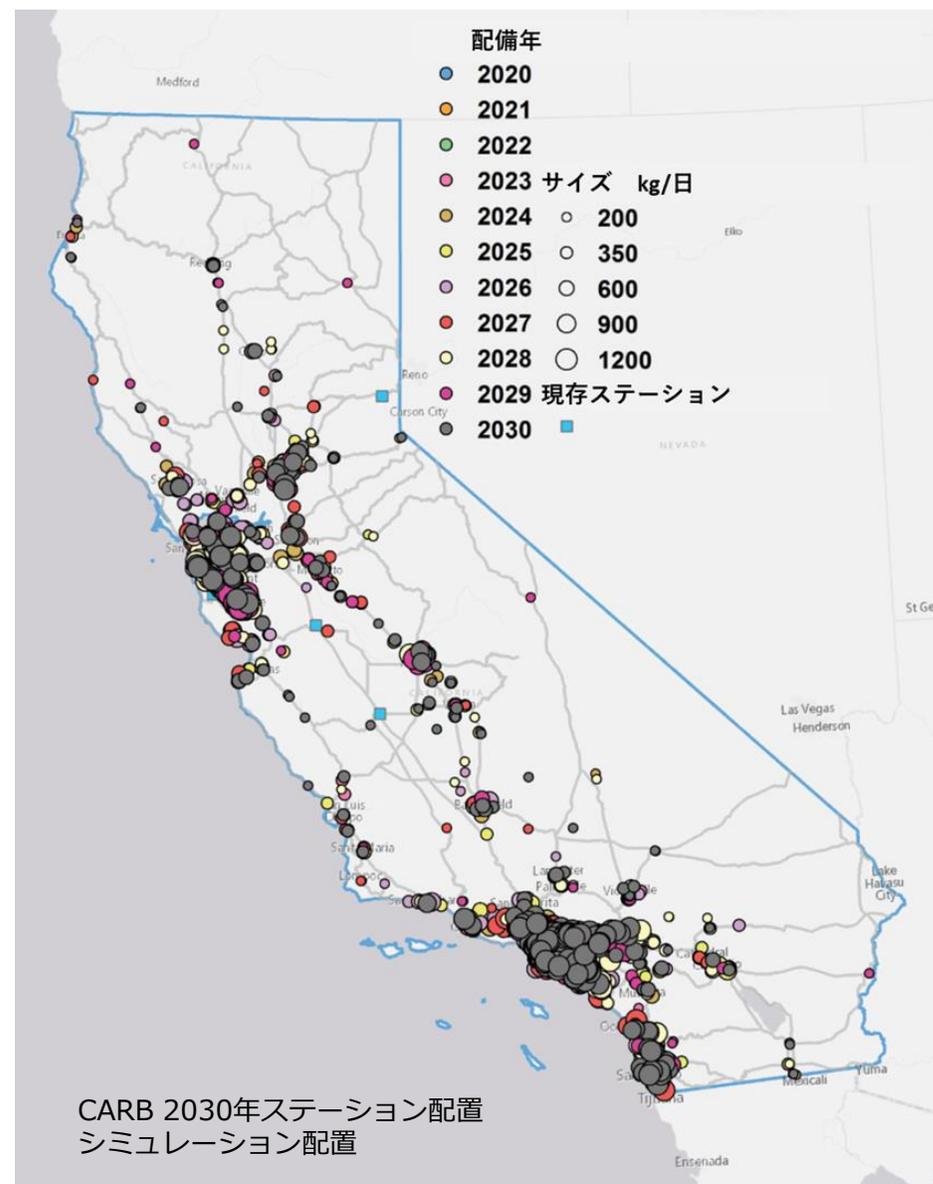
CAFCPによる “California Fuel Cell Revolution”目標

2030年
FCV 100万台
水素ステーション 1000カ所

CARB(California Air Resource Board)はステーション自立検討の中で、能力別のステーション建設シナリオを提示。
→大型化志向



年ごとのステーション建設シナリオ例 出典:CARB

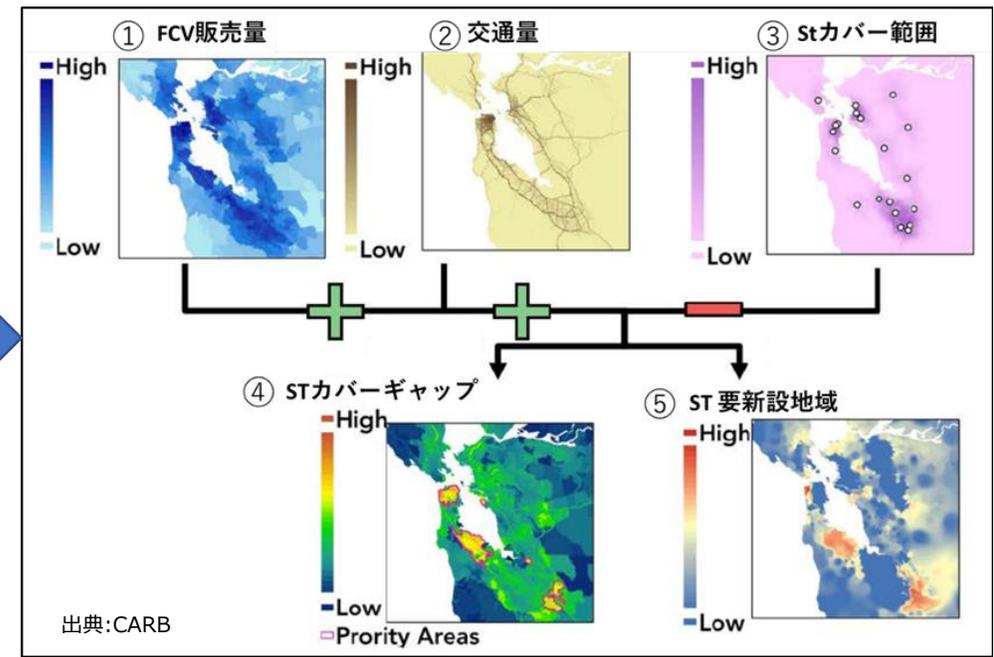


水素ステーション建設場所の決定方法(加州)

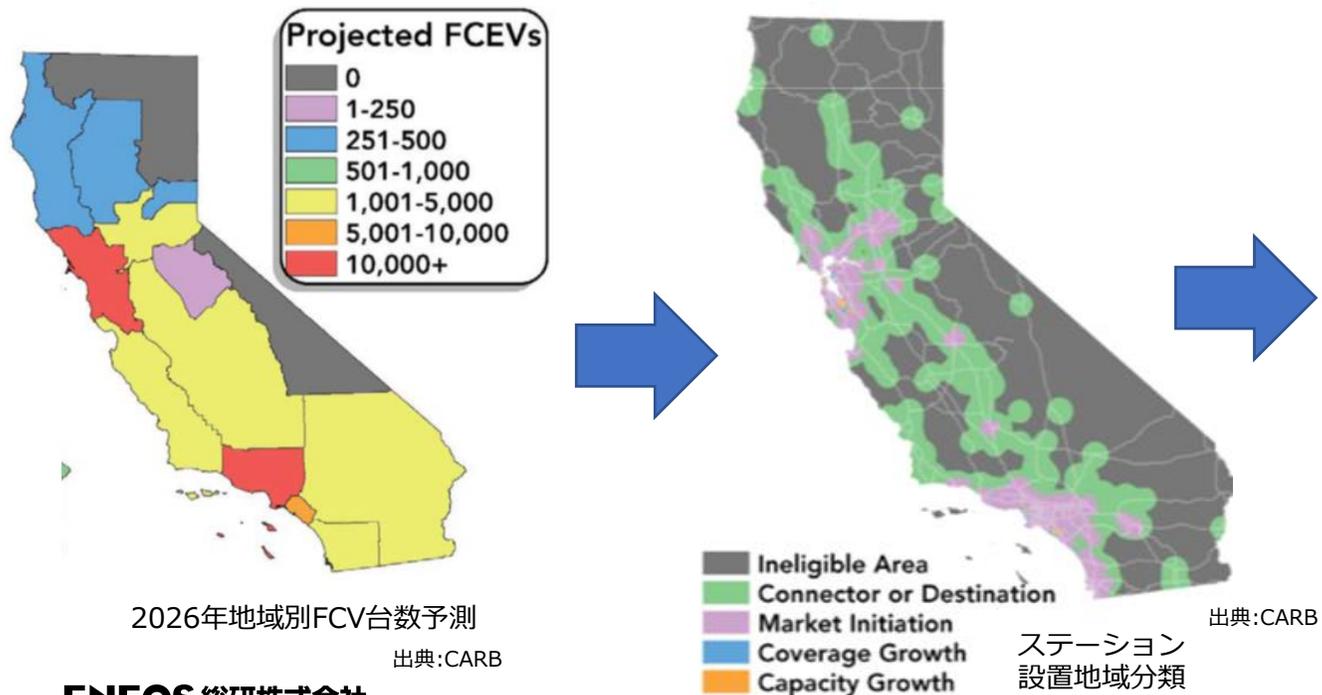
加州でのステーション配備は、FCV需要と需要者の利便性を組み込んだシミュレーションに基づいて、計画的に進められている。シミュレーションは、CHIT(California Hydrogen Station Tool)と呼ばれるシステムを用いる。
 CHITによる評価は

- ①FCV販売量
- ②交通量
- ③ステーションカバー範囲(周囲15分圏内)
- ④ステーションカバー範囲・量とFCV販売+交通量のギャップ
- ⑤ステーション新設・増強が必要な地域

の手順で行われる



“CHIT” シミュレーション手順



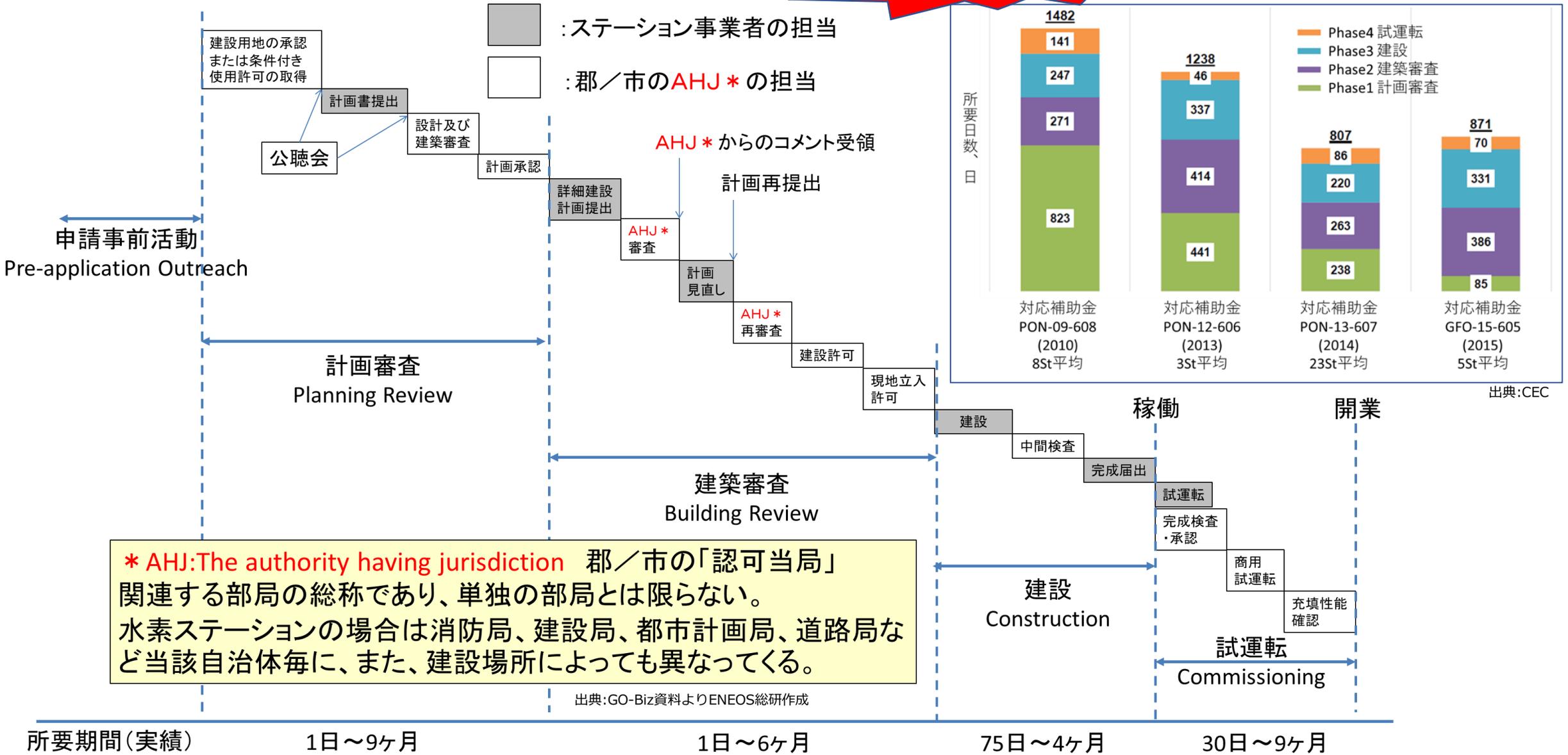
地域別St能力-ノズル数と充填能力 GFO-19-602(建設補助金)要件

分類	ノズル数 (充填ポイント)	ノズル当たり能力 kg/日	ステーション能力 kg/日
Capacity Growth	3	225以上	675以上
Coverage Growth	2		450以上
Market Initiation	2		450以上
Connector or Destination	1		225以上

水素St 建設手順と所用期間(加州)

建設に2年以上

1.水素St 配備



LCFS(Low Carbon Fuel Standard) 制度概要

- LCFSは輸送用燃料のCI (= Carbon Intensity、gCO2/MJ)を、2010年実績をベースに、2030年までに20%減らすことを目的とした制度
- 燃料製造業者や販売業者に、製造・販売する燃料のCIを政府目標にしたがって低減することを義務付け。
- 目標以上でCredits獲得、目標以下だとDeficits発生、期限内で未達の場合は最大1,000 \$ /tCO2のペナルティ
- Creditは民間同士で売買できる(いわばCO2排出権マーケット)。ペナルティよりも安い価格で売買、現在は200 \$ /CO2トン。
- 水素ステーション運営・水素販売事業者は、2種類の「クレジット」が取得できる。
 - ①燃料販売クレジット:販売した水素のCIが、毎年のCI基準値を下回った場合=(基準CI-販売した水素のCI/EER)×販売量
EER:対象車両により決まる係数、FCVの場合は2.5
 - ②Capacity-Basedクレジット:水素ステーションの待機能力(=ステーション能力-充填量)に応じたもの、通称「HRI」クレジット
HRIクレジット=待機能力×(基準CI-販売している水素のCI/EER)、但し、申請後15年間。

A. 基準CI例

	ガソリン車用 CI基準値、gCO2/MJ
2020	91.98
2021	90.74
2022	89.50
2023	88.25
2024	87.01
2025	85.77
2026	84.52
2027	83.28
2028	82.04
2029	80.80
2030以降	79.55

B. 燃料CI例

燃料	供給過程	CI, gCO2/MJ
ガソリン	100%石油起源	100.82
軽油	100%石油起源	100.45
天然ガス	CNG	79.81
プロパン	100%化石資源	83.19
エタノール	コーン	90.00
	セルロース	50.00
バイオディーゼル	廃油	45.00
電力	カリフォルニア平均	93.75
	100%再生可能	0.00
水素	天然ガス、集中改質、高圧輸送	117.67
	天然ガス、集中改質、液水輸送	150.94
	電解水素、加州平均電源	164.46
	電解水素、再生可能電力	10.51

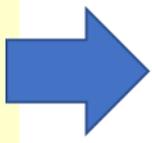
C. EER例

燃料&車両組み合わせ	EER ガソリン=1	燃料&車両組み合わせ	EER 軽油=1
ガソリンエンジン車	1	ディーゼルエンジン車	1
CNG車(火花着火)	1	CNG車(圧縮着火)	1
BEV	3.4	BEトラック・バス	5
FCV	2.5	FCバス・トラック	1.9
LPG車(火花着火)	1	LPG車(圧縮着火)	0.9

①燃料販売クレジットの計算例
 2020年、天然ガス改質-高圧輸送水素をFCVに販売した場合
 $(91.98 - 117.67 / 2.5) \times \text{販売量}$
 $44.9 \text{gCO}_2/\text{MJ} \times \text{販売MJ} \div 10^6 = \text{クレジット、tCO}_2$

LCFS(Low Carbon Fuel Standard) 制度概要、実績、収入試算

②HRIクレジットの計算例
 2020年、天然ガス改質-高圧輸送水素をFCVに販売しているステーション
 $(91.98-117.67/2.5) \times (\text{ステーション能力}-\text{販売量})$
 $44.9\text{gCO}_2/\text{MJ} \times (\text{ステーション能力}-\text{販売量})\text{MJ} \div 10^6 = \text{クレジット、tCO}_2$



①燃料販売+②HRIクレジット合計
 2020年、天然ガス改質-高圧輸送水素をFCVに販売しているステーション
 $(91.98-117.67/2.5) \times \text{ステーション能力}$
 $44.9\text{gCO}_2/\text{MJ} \times \text{ステーション能力}\text{MJ} \div 10^6 = \text{クレジット、tCO}_2$

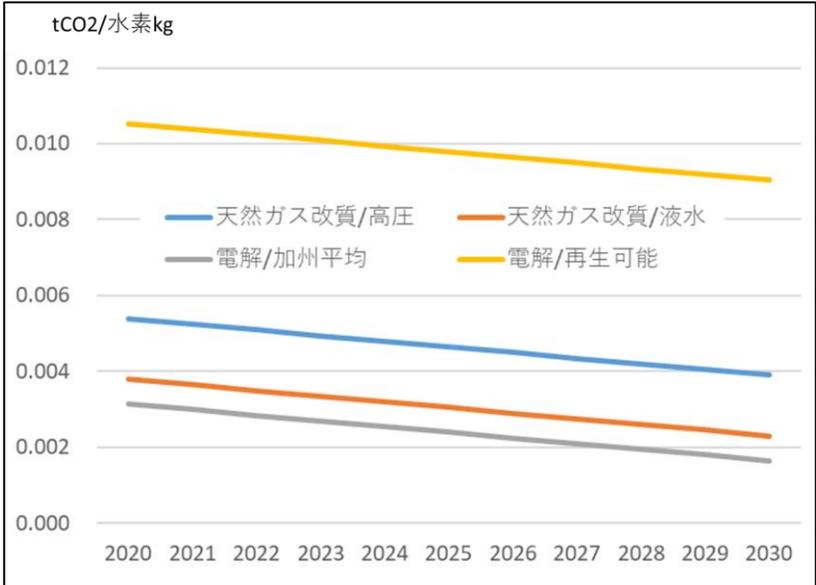


水素St事業者は、申請後15年間、**販売量に関係なく、ステーション能力に応じたクレジット**が取得できる。

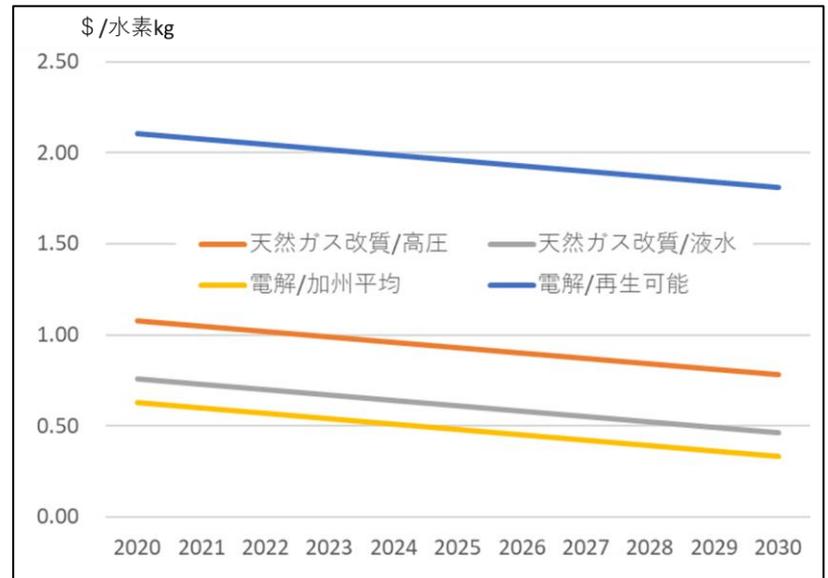
水素関連クレジット発生実績→現在はHRIクレジットの方が多い

	2019					2020	
	Q1	Q2	Q3	Q4	合計	Q1	Q2
水素販売クレジット、t	2,535	3,048	3,886	4,353	13,822	3,902	3,029
HRIクレジット、t	-	4,392	4,480	6,525	15,397	9,010	11,366

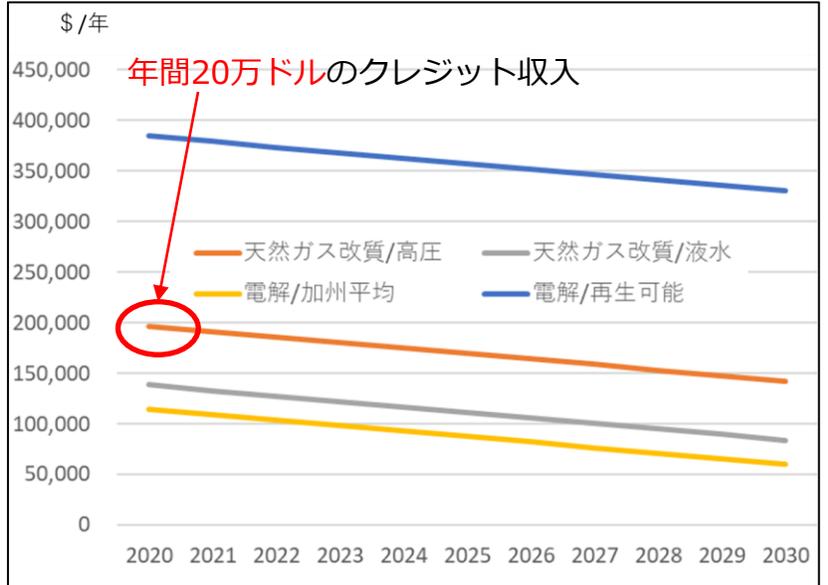
獲得クレジット量試算



獲得クレジット額試算 @200\$/水素kg

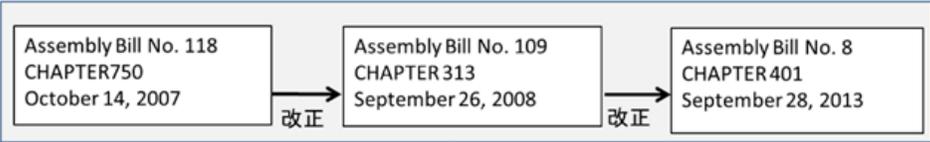


クレジット収入試算 @500kg/日ステーション



水素インフラ関連のCEC補助金体系(加州)

根拠法



全体プログラム

“Clean Transportation Program”
 旧名: “ARFVTP” Alternative and Renewable Fuel and Vehicle Technology Program
 実行: CEC 予算: 100百万ドル/年 期間: 2024年1月まで

- **GFO-19-602**¹⁾では、過去最大規模の**114ステーション**建設計画を採択、115百万\$ (2020.9.4)
- バス、トラック、鉄道、船舶関連のインフラ・プロジェクト公募開始(2020.7)
- Clean Transportation Program=“CTP”²⁾は2024年1月で終了。

カテゴリー、FY2020-2023予算 総額384.2百万ドル



水素インフラ関連補助金



1) GFO-19-602の主な応募要件

- 複数ステーションをまとめて“Tranche”として応募
 設置場所:
- CECの指定する地域
 - ステーション間の距離1mile以上
- 充填ポイント(ノズル)数:
- 地域により1~3を指定、
 - 充填ポイントあたり225kg/日以上
 - 充填ポイントあたり4kg×7台/hr以上充填可能。
- 再生可能比率:40%以上、CI 150gCO2/MJ以、

2) CTPの背景となるカリフォルニア州目標

- 2020年までにGHGを1990年レベルに低減
- 2030年までにGHGを1990年比**40%**低減
- 2045年までに**カーボンニュートラル**経済を達成

GFO-20-602(ZEB用インフラ)補助金概要

目的:ZEB=ゼロエミッション**バス用**のインフラ(充電/水素)整備、総額20百万\$

<タイプ別補助金額>

配備地域		適用するZEB		補助金額	
タイプ	人口	年間最大運行台数	配備台数	補助金額	補助率
小規模/農村	20万人以下	100台以下	最低30台	3百万\$以下	最大75%
小規模/都市	20万人以上	100台以下	最低50台	5百万\$以下	
大規模/都市	20万人以上	100~250台	最低65台	6百万\$以下	
小規模/シェア	N/A	100台以上	最低65台	6百万\$以下	

<その他条件>

- ・ 公共バス用、Class3-8
- ・ 水素ステーションはバス専用
- ・ 2025年3月31日までに運行開始

<スケジュール>

- ・ 応募締め切り 2020.10.2 5PM
- ・ 採択決定 2020.11
- 2021.1.12時点で発表無し
- ・ キックオフミーティング 2020.12

GFO-20-603(MD/HD-ZEV用インフラ)補助金概要

目的:MD/HD-ZEV=中・重量車ZEV用のインフラ(充電/水素)整備、総額50百万\$

<条件>

- ・ゼロエミッション燃料であること(電気、水素等)
- ・HVIP(Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project)や、VWの Environmental Mitigation Trustの対象となるMD/HD-ZEVの運用を補完するものであること。
- ・自己負担の条件無し

<2020.12.16採択発表>

採択者CALSTART, Inc*

PJ名:“Zero-Emission Vehicle Infrastructure Program (ZE-VIP)”

補助金要望額:20百万\$

補助金決定額:50百万\$ +17百万\$ (オプション)

自己負担: \$ 71,817

*CALSTART, Inc

- ・クリーンな輸送を目指す民間団体。1992年創立
- ・加州本拠ながら、全米各地に拠点をおいて関連PJ、デモンストレーションを実施。加州HVIP(上記)のパートナー
- ・メンバーは輸送機器・エネルギーメーカーを中心に200社以上。ポードメンバーは、Volvo、Southern California Gas、Westport Fuel Systems、ChargePoint、United Parcel Service、Southern California Edison、New Flyer、BAE Systems、Ford、

GFO-20-604(FC船・港湾鉄道実証試験)補助金概要

目的: **港湾地区**でのFC船・鉄道の実証試験

(H2RAM=Hydrogen Fuel Cell Demonstrations in Rail and Marine Applications at Ports)

グループ	内容	補助金			
		総額	最少額	最大額	自己負担率
グループ1	FC港湾機関車・ハーバークラフト実証	600万\$	200万\$	400万\$	20%以上
グループ2	港湾水素供給インフラ	600万\$	200万\$	400万\$	20%以上
グループ3	FCハーバークラフトの設計とFS	60万\$	20万\$	60万\$	0%以上

<供給する水素の条件>

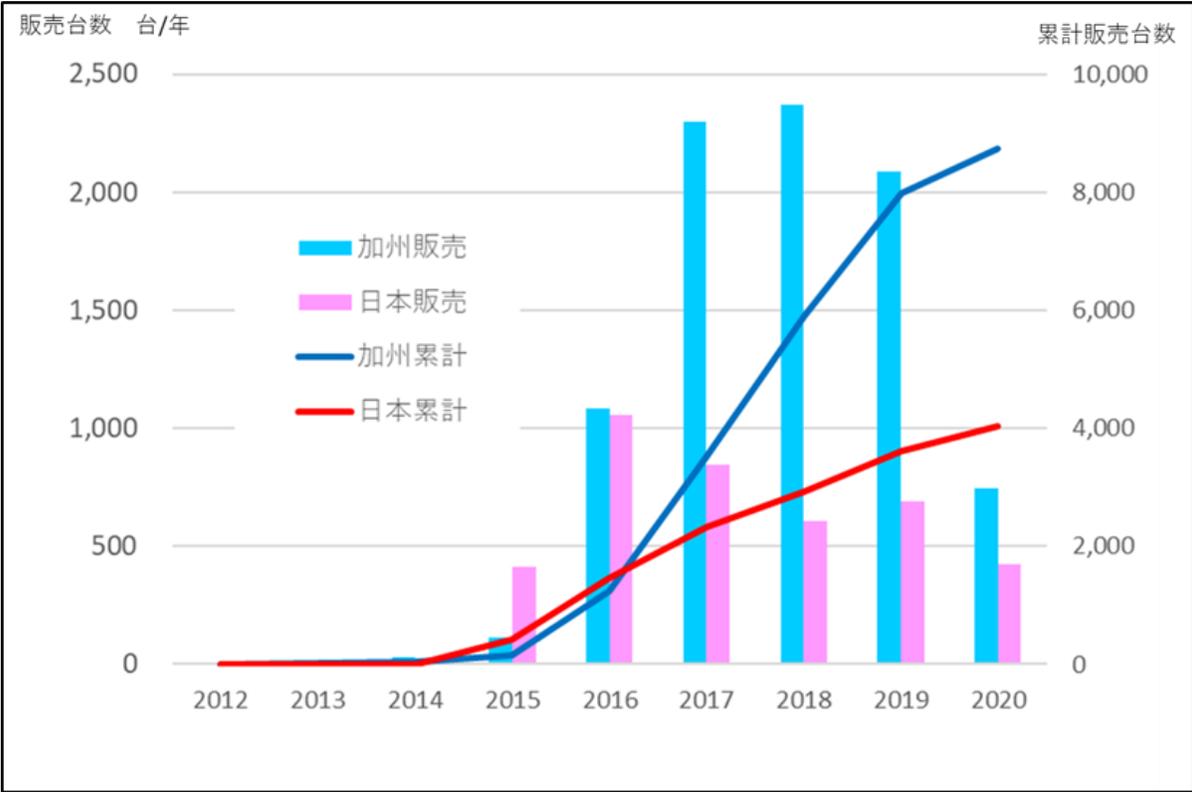
“Carbon Intensity”が150gCO2/MJ 以下、且つ、再生可能比率40%以上であること

<2020.12.10 採択結果> 水素StはShellが採択。Plug Powerも手を挙げたが不採択

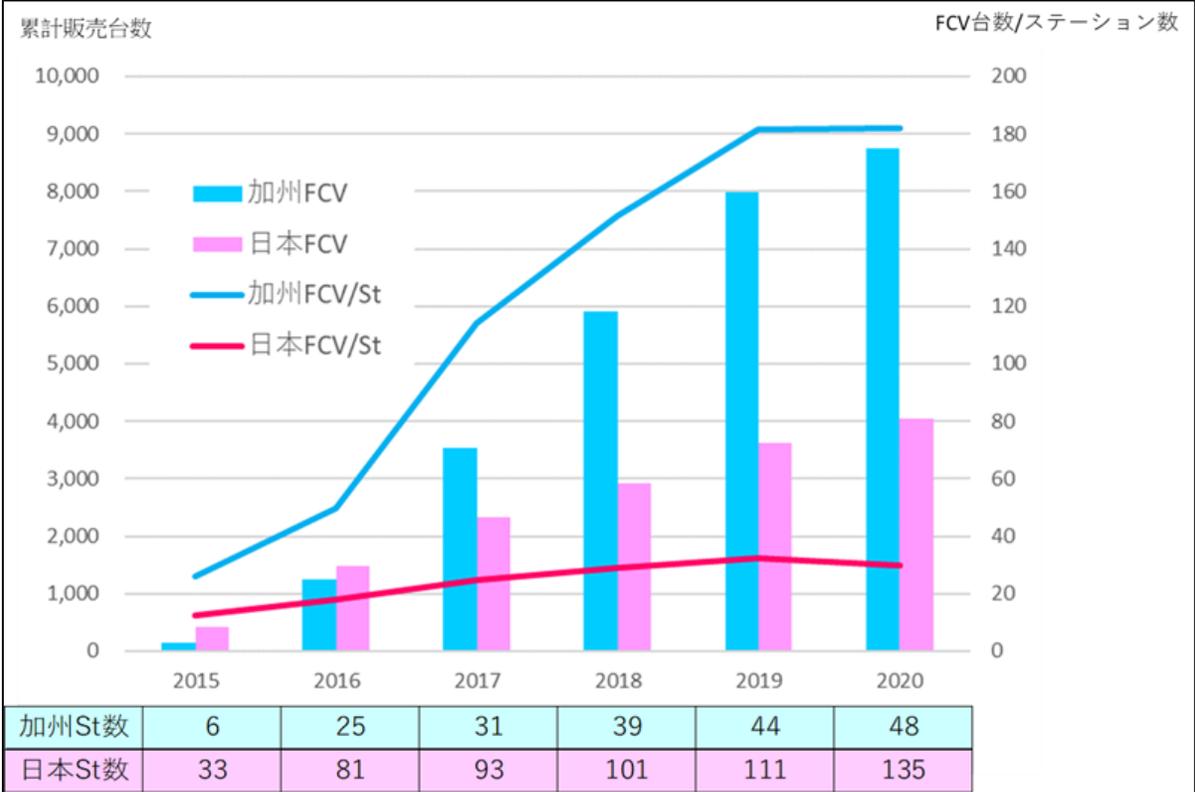
	事業者	PJ名称	要望額	決定額	自己負担	合計額 (決定分)
グループ1	Golden Gate Zero Emission Marine, Inc.	Small Fast Multi-Use Hydrogen Fuel Cell Harbor Craft	\$2,000,000	\$2,000,000	\$1,401,178	\$3,401,178
	Institute of Gas Technology dba Gas Technology Institute	Sierra Northern Hydrogen Locomotive Project	\$3,999,971	\$3,999,971	\$1,927,405	\$5,927,376
グループ2	Equilon Enterprises LLC d/b/a Shell Oil Products US	Shell Multi-Modal Hydrogen Refueling Station	\$4,000,000	\$4,000,000	\$2,810,400	\$6,810,400
グループ3	CALSTART, Inc.	HyZET: A Design and Feasibility Study of a Fuel Cell-Powered Commercial Harbor Craft	\$498,309	\$498,309	\$125,000	\$623,309

FCV(乗用車)普及実績(加州)

- ・ 2020年10月現在で、カリフォルニアは累計販売**8700台**、日本は4000台。今年度は双方ともに、やや販売が鈍化している。
- ・ Stあたりの車両台数は、加州が**180台/st**と日本の30台/stに対して6倍。年間走行距離が日本の倍以上であることからStあたりの販売量は、10倍以上の差があるものと思われる。



FCV販売台数 カリフォルニア-日本比較



FCV-ステーション比 カリフォルニア-日本比較

FCV(乗用車)現役製品(加州)

- ・積極的にマーケティングしているのは、トヨタ**MIRAI**と現代**NEXO**。
- ・MIRAIはまもなくモデルチェンジ、Mercedesは市販未だ。

① Toyota Mirai



出典:トヨタホームページ

価格:購入 \$ 59,480
 リース \$ 2,499+ \$ 339/月 3年
 水素: \$ 15,000上限で3年間水素無償提供
 保証:車両 3年間または35,000mile
 パワートレイン10万mileまたは8年
 総重量4075lb、4人乗り
 航続距離:300mile 燃費:67MPGe
 充填5分

③ Hyundai NEXO Fuel Cell



出典:Hyundaiホームページ

価格:購入 \$ 58,735
 リース \$ 2,499+ \$ 379/月
 水素: 15,000 \$ 上限で3年間水素無償提供
 保証:車両 5年間または60,000mile
 パワートレイン10万mileまたは10年
 総重量3990lb
 航続距離:380mile 燃費:61MPGe
 充填5分

② Honda Clarity Fuel Cell



出典:HONDAホームページ

価格:リース \$ 2,878+ \$ 379/月 3年
 水素: \$ 15,000上限で3年間水素無償提供
 保証:車両 3年間または36,000mile
 パワートレイン10万mileまたは8年
 総重量4134lb、5人乗り
 航続距離:360mile 燃費:68MPGe

④ Mercedes-Benz GLC F-CELL



出典:Mercedes-Benz ホームページ

FCVハイブリッド
 一般市販はされていない。
 航続距離:
 水素400km+バッテリー50km
 燃費:水素0.91kg /100km 充填3分
 217馬力 トルク375Nm
 水素タンク:.4kg、70MPa
 リチウムイオン電池 13.5kWh、

FCV(乗用車)の消費者インセンティブ(加州)

購入者のインセンティブとして、**カーメーカー**による**水素料金負担**、**州**による**補助金**“Clean Vehicle Rebate Project”、**HOVステッカー**の取得“Clean Air Vehicle Program”、**連邦税クレジット**の獲得、**自治体**ごとの補助金、がある。

① カーメーカーによる水素料金負担

- FCVを市販しているトヨタ、ホンダ、ヒュンダイは、いずれも**15,000\$**を上限に、**3年間**(リース期間)の水素代を負担。
- 現在の価格実勢16\$/kgでは、940kgの水素、走行距離として、10,000km~15,000km分



③ HOVステッカーの取得 “Clean Air Vehicle Program” CAVP

- HOV (High Occupancy Vehicle)ステッカーを取得し、**優先レーン(Car Pool)**が走行可能となる。
- なお、2018年以降のFCV購入者で、収入があるレベルを超えるものはCVRPの補助金か、このHOVステッカーのいずれかを選択することになる。
- EV、PHEV購入者で収入が多い場合は、CVRP補助金は受けられないが、HOVステッカーは獲得できる。



② 州からの補助金 “Clean Vehicle Rebate Project” CVRP



出典:CARB

- FCV購入・リースに、CARBより**\$4,500**の補助金。
- CARBによる“Clean Vehicle Rebate Project”(CVRP)によるもの、EV、PHEV、電気バイクもそれぞれ所定の補助。収入により\$2,500の加算金。
- 補助指定を受けるためには、メーカー設定価格が**\$60,000以下**であること、PHEVの場合はバッテリー走行が35mile以上であること、等の条件有り。
- EVとPHEVについては、年収があるレベルを超える(単身:15万ドル、家族持ち:20.4万ドル、共働き:30万ドル)と、補助金は受けられないが、FCVの場合は収入による制限はない。

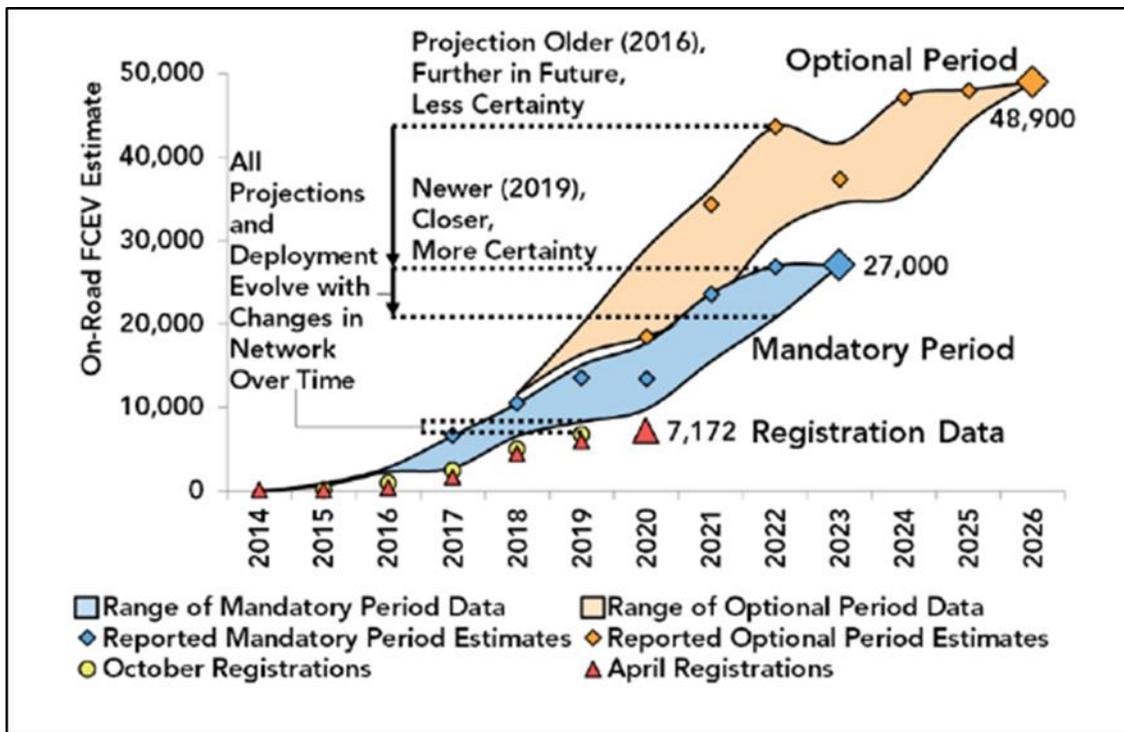
④ 連邦税クレジットの獲得

- FCVの購入者は、**\$8,000**の税控除を受けることができる。
- 小型車だけでなく、中・大型車にも適用される。

FCV(乗用車)今後の見通し(加州)

短期(~2026年)見通し

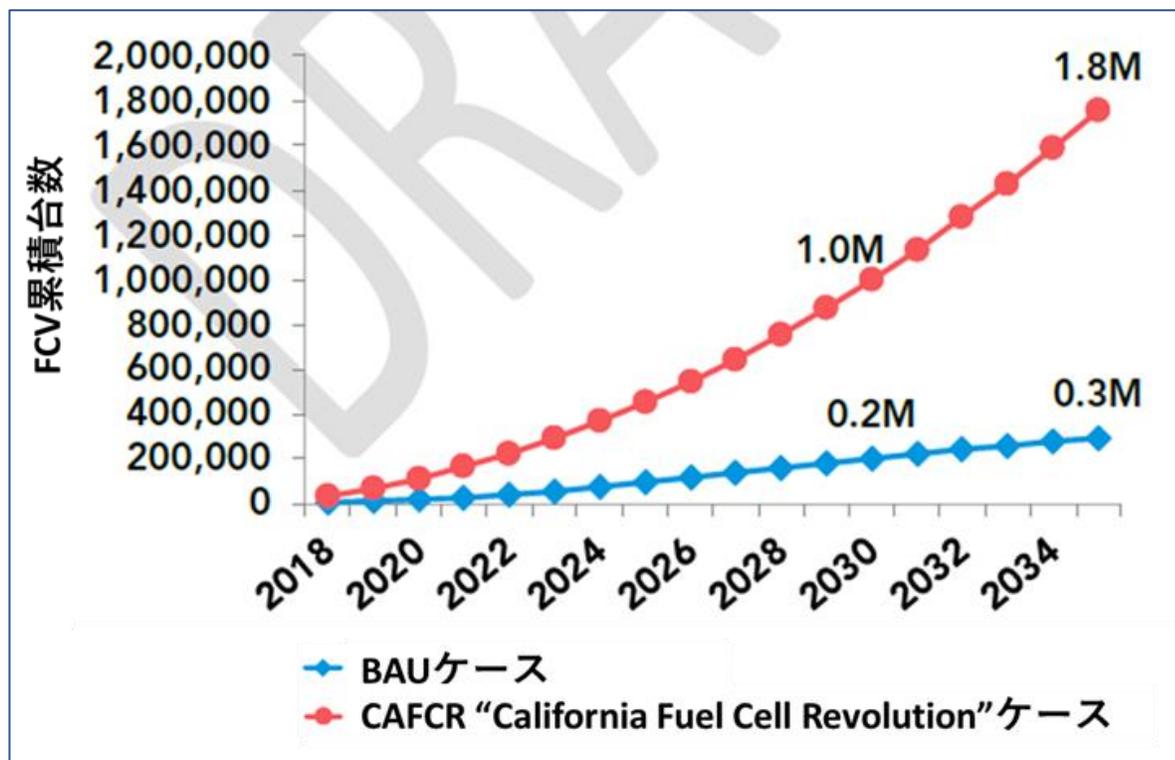
CARBが自動車メーカーへのアンケートをもとにとりまとめているFCV普及見通しでは、**2026年48,900台**。



CARB 自動車メーカーアンケートによるFCV普及見通し 出典:CARB

長期(2026年~)見通し

- ・ CAFCRは、**2030年100万台**目標としてかかげる。
- ・ 一方、CARBはシナリオ検討のなかで、2030年20万台ケースも評価している。



CARBシナリオ検討 FCV台数前提 出典:CARB

ZEV(Zero Emission Vehicle)規制(加州)

- ・大規模・中規模自動車メーカーは、**2025年ZEV販売割合22%**が義務付け。**罰金**は、ZEV換算1台(1クレジット)あたり**5,000 \$**
- ・FCV、EVは1台で最大ZEV換算4台分のクレジット獲得(航続距離による)、クレジットは**売買可能**(相場: \$ 3,000/クレジット)
- ・直近はクレジット売買の動きは鈍化(=TESLAが獲得したZEVクレジットの使い道は? なおTESLAは義務付け対象ではない。)
- ・カリフォルニアを含む**9州で同じ制度**を導入し、クレジットの相互"トラベル"を運用

ZEV販売割合規制



直近3年間のクレジット売買実績

年	売り			買い		
	メーカー	車種	クレジット	メーカー	車種	クレジット
2019	TESLA	BEV	6,000.00	Mazda	BEV	6,000.00
	合計			6,000.00		
2018	Fiat chrysler	BEV	23,906.00	HONDA	BEV	23,906.00
	合計			23,906.00		
2017	Fiat chrysler	BEV	469.00	HONDA	BEV	469.00
	TESLA	BEV	88,214.00	TOYOTA	BEV	88,214.00
	合計			88,683.00		

車種別 獲得クレジット数の例

メーカー	車種	年式	燃料	UDDS AER マイル	クレジット数
トヨタ	MIRAI	2018	H2	444.50	4.00
本田	CLARITY FUEL CELL	2020	H2	519.00	4.00
日産	LEAF S PLUS	2019	LiB	364.05	4.00
TESLA	MODEL X STANDARD	2020	LiB	355.67	4.00
ダイムラー	SMART EQ FORTWO	2019	LiB	100.20	1.50
HYUNDAI	KONA ELECTIC	2020	LiB	413.59	4.00
VW	E-GOLF	2018	LiB	184.00	2.34
BMW	i2 120AH	2020	LiB	237.90	2.88

ZEV規制導入州とCO2削減目標

出典:CARB

States have committed to ambitious GHG reduction goals, typically resulting in 80% reductions by 2050.		2020	2030	2050
	CALIFORNIA	0% Below 1990 levels	40% Below 1990 levels	80% Below 1990 levels
	CONNECTICUT	10% Below 1990 levels	45% Below 2001 levels	80% Below 2001 levels
	MARYLAND	25% Below 2006 levels	40% Below 2006 levels	90% Below 2006 levels
	MASSACHUSETTS	25% Below 1990 levels		80% Below 1990 levels
	NEW JERSEY	0% Below 1990 levels		80% Below 2006 levels
	NEW YORK		40% Below 1990 levels	80% Below 1990 levels
	OREGON	10% Below 1990 levels		75% Below 1990 levels
	RHODE ISLAND	10% Below 1990 levels	45%* Below 1990 levels	80% Below 1990 levels
	VERMONT**	10% Below 1990 levels	50%*** Below 1990 levels	75% Below 1990 levels

FCVトラック導入目標(加州)

- ・州知事令EO-B-32-15を受け、CARBが2016年に「**2030年までに100,000台**のゼロエミッション輸送車両普及」とする“California Sustainable Freight Action Plan”を策定
- ・これを受けCAFCPはトラック用水素St整備も含む“MD&HD FCET Action Plan for California”を策定。

参考:米国の自動車クラス分け

区分	クラス	重量 t*	例	台数比	CO2 排出比
LDV	Class1	2.7以下	Mini Van, Cargo Van, SUV, Pickup Truck	-	-
	Class2a	2.7~3.9	Cargo Van, Full Size Pickup, Step Van	-	-
MDV HDV ACT規制対象	Class2b	3.9~4.5	Mini Van, Cargo Van, Full Size Pickup, Step Van	-	-
	Class3	4.5~6.4	Walk in, Box Truck, City Delivery, Heavy Duty Pickup	13%	4%
	Class4	6.4~7.3	Large Walk in, Box Truck, City Delivery	6%	2%
	Class5	7.3~8.8	Bucket Truck, Large Walk in, City Delivery	3%	1%
	Class6	8.8~11.8	Beverage Truck, Single Axle, School Bus, Rack Truck	33%	12%
	Class7	11.8~15.0	Refuse, Furniture, City Transit Bus, Truck Tractor	4%	3%
Class8	15.0~	Cement Truck, Truck Tractor, Dump Truck, Sleeper	41%	78%	

*正式にはlb表示のものをtに換算

California Sustainable Action Plan 効率向上・GHG削減目標

年	2000	2014	2015	2020	2030	2040	2050
輸送システムGDP 百万\$	\$36,731	\$43,950	\$44,829	\$49,495	\$60,334	\$73,547	\$89,653
CO2排出量 CO2-t	28.63	28.35	29.03	31.97	37.48	44.63	52.5
GDP/CO2 \$/CO2-t	\$1,283	\$1,550	\$1,544	\$1,548	\$1,610	\$1,648	\$1,708
GDP/CO2比の変化 対2014年	(実績)	(ベース、 実績)	-0.40%	-0.10%	3.80%	6.30%	10.20%

CAFCP MD&HD FCET Action Plan for California概要(水素ST関連)

配送方法:
 オフサイト、液化水素配送
 オフサイト、パイプライン
 オンサイト、天然ガス改質
 オンサイト、電気分解
 のいずれか。「オフサイト、高圧水素輸送」は1回あたりの配送可能量制約によりトラック用には不向き、

コスト:
 トラック用(35MPa)STの現状コストは、建設費500万\$、運営費20万\$/程度。水素調達コストが4~7\$/kgであれば、水素価格は軽油換算で2.26~4.75\$/gallon(2020年10月の軽油価格実勢=2.40\$/gallon)

St配置イメージ

出典:CAFCP

FCトラック開発目標/現状コストの推定

- CAFCPは” MD&HD FCET Action Plan for California”の中で、開発目標を提示
- 航続距離:中型=125mile、大型=100~200mileと、既存の内燃機関車よりは短い設定。1~2日おきに充填することを前提としている。
- 耐久性は、中型10~12年、大型8年・500,000mile

CAFCP FCトラック開発目標(中型)

出典:CAFCP

Parameter	Minimum requirement for MD FC package delivery truck	Gasoline or CNG package delivery truck (ultimate) benchmark
Range per fueling ¹	>125 miles (daily)	400 miles (before refueling)
Performance ²	0-60 MPH in 26 sec (for Class 5)	0-60 MPH in 12 sec
Top speed	65 MPH	85 MPH
Refueling interval	1 day	Multiple days, depending on duty cycle and 400 miles range
Operating time per day	12 hrs	14 hrs
Flexibility to assign to a subset of routes ³	95%	100%/full service
Gradability ⁴	5% - launch to top cruising speed of 30 mph in 7 sec 10% - launch to top cruising speed of 20 mph in 2 sec 15% - launch to top cruising speed of 20 mph in 3 sec	
Durability - miles	TBD	300,000 miles
Durability - hours	>5000 hours	
Durability - years	10-12 years	22 years
Uptime/availability ⁵	95% (5% scheduled maintenance)	≥98% ⁶
Warranty	TBD	3 yrs/50,000 miles

CAFCP FCトラック開発目標(大型)

出典:CAFCP

Parameter	Minimum requirement for HD FC short haul/drayage truck	Diesel drayage truck (ultimate) benchmark
Range per fueling ¹	100-200 miles (daily)	400 miles (before refueling)
Performance ²	1,200-1,800 ft-lbs of torque	400 HP/1,200-1,800 ft-lbs of torque
Top speed	62-65 MPH	62-65 MPH
Refueling interval	1-2 days	2-4 days
Operating time per day	10-14 hrs	10-14 hrs
Flexibility to assign to a subset of routes ³	"Full service"	"Full service"
Gradability ⁴	6.5%	6.5%
Durability - miles	~500,000 miles	~500,000 miles
Durability - years	≥8 years	≥10 years
Uptime/availability ⁵	≥90% (Or 100% minus scheduled maintenance.)	≥90% (Or 100% minus scheduled maintenance.)
Warranty	TBD	3 yrs/300,000 miles

<FCトラックのコスト>

- **大型**は現状で**100万ドル**程度とされている。ディーゼルトラックが中古で10万ドル、新車でも30万ドル程度であるので、まだ大きな差がある。
- 中型は、Deloitte China-Ballardによる” Fueling the Future of Mobility Hydrogen and fuel cell solutions for transportation”レポートのなかでは、中国でのFC宅配トラックのコストとして1,480千RMB=約24百万円という数値を提示している。これに対してBEVは約4.8百万円、内燃機関トラックは1.6~2.4百万円としている。

FCトラック開発動向-大型-

① トヨタ-Kenworth/トヨタ-日野

ロングビーチでの実証向けに、KenworthのT680をベースにしたFCトラックを制作し、10台を投入する計画。



出典:Kenworth

その一方、2020年10月、日野とともにClass8 FCトラック(25t)の北米市場参入をプレスリリース。日野のXLシリーズをベースとしてトヨタのFCを装備するもので、日本でも2021年の上期に実証。



出典:トヨタプレスリリース

② 現代-Cummins

2019年9月に共同開発MOUを締結。現代のFCとカミンズの車両パワートレイン、蓄電池の組み合わせ。なお、カミンズは電動化・FC化に積極的なメーカーであり、HYDROGENICS社を傘下に入れている。

③ NIKOLA-(GM)

NIKOLAは、従来よりFCT開発とトラック用水素Stの整備を掲げて活動しており、先ごろGMとの提携を発表、したが---



“TRE”
FCトラックまたはEトラック

“TWO”
FCトラック



“Badger”
FCまたはバッテリー、
6万\$~8万\$で予約受付中、手付金100\$

トラック用水素St、
全米700カ所構想も
発表している。



出典:NIKOLAホームページ

FCトラック関連プロジェクト(加州)

港湾地区の大気汚染問題解決も含め、H2Freightをはじめとする種々のFC輸送機器(トラック、バス等)が進められている。

H2Freight プロジェクト(大型トラック)

トヨタ、シェルを中心にロングビーチ港で進められているFCトラック向け再生可能水素供給ステーションPJ。CECとSCQMD補助金交付、プロジェクト総額\$ 12,000,000、民間負担24%。

トラック：
TOYOTA-Kenworth 製 港湾運搬用Class8(>15t)トラック×10台
 36トン、500kW <、航続距離300mile <、70MPa水素、充填15分ミライのFCスタック×2+12kWhバッテリー（東芝製）
 トヨタ、UPS、Total Transportation、Southern Counties Expressの配送に用いる。

ステーション：
1.2t/日 再生可能水素のオンサイト電解 300kg/hr相当、
 300Nm³/hrの圧縮機×4
 バイオメタン⇒MCFC⇒再生可能電力⇒電気分解⇒再生可能水素 *
 2.3MWの電力も供給
 * Tri-Generation System (Fuel Cell Energy製)

加州内のFC輸送機器実証プロジェクト

プロジェクト名	内容	水素供給	想定水素消費量 kg/日
SunLine Fuel Cell Buses and Hydrogen Onsite Generation Refueling Station Pilot Commercial Deployment	FCバス5台 水素STアップグレード Sunline Transit	電解オンサイト	250
Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project	SunLine Transit FCバス5台	電解オンサイト	250
Fuel Cell Electric Bus Commercialization Consortium	FCバス20台 OCTAとAC Transit 水素ステーションは、AS Transit-Emeryville、OCTA-Santa Ana	液水オフサイト	350
Fast-Track Fuel Cell Truck	5台のPH-FCバス ロサンゼルス港	高压オフサイト	60
Zero-Emission for California Ports Yard Trucks	2台のヤードFCトラック ロサンゼルス港	高压オフサイト	10~20
Fuel Cell Hybrid Electric Top Loader	1台のFCローダー ロサンゼルス港	高压オフサイト	20
Fuel Cell Hybrid Electric and Next Generation Fuel Cell Delivery Van Deployment	19台のFC配達バン オンタリオ	高压オフサイト	80
Zero-Emission Hydrogen Ferry Demonstration	1台のFCフェリー サンフランシスコ湾	高压オフサイト	60
Port of Los Angeles "Shore to Shore"	10台のClass8FCトラック ロサンゼルス港	高压オフサイト	160
The Commercialization of Port of Long Beach Off-Road Technology Demonstration	1台のヤードFCトラック ロングビーチ港	高压オフサイト	10
Zero Emission Cargo Transport II (ZECT II)	SCAQMD、CEC、ロサンゼルス港、ロングビーチ港、Los Angeles Department of Water and Power、SoCal Gas	-	-
	Kenworth (CTE) トラック		50
	TransPower トラック2台		38
	U.S. Hybrid トラック2台		40
	Hydrogenics トラック		40

FC宅配トラックプロジェクト(全米、加州)

DOE補助金による中型(宅配)FCトラックの実証もカリフォルニア州内で実施中。

FedEx

- ・ 予算：DOE 3百万ドル、FEDEX 3.37百万ドル
- ・ 期間:2016.5~2021.3
- ・ 実施内容：
 - Phase 1：FCETの設計、製作、試験
 - Phase 2：20台のFCETによる実証走行、テキサスのメンフィスと、カリフォルニア州
- ・ 車両仕様：
 - 80kwh バッテリー、
 - 20kW-2100 N-mモーター
 - 10kW×2=20kW FCシステム
- ・ 水素搭載 11.6kg 35MPa
- ・ 航続距離：160マイル(0.9kWh/mile)
- ・ メンバー：FedEx、Plug Power、Workhorse
- ・ 協力:DOE、NREL、DOT、PNNL

UPS

- ・ 予算:DOE3百万 \$、UPS 8.3百万 \$
- ・ 事業期間:2014.7~2022.7
- ・ 実施内容：
 - Phase 1（~2018年）：FCETの設計、製作、試験
 - Phase 2（2019~2022年）：計16台による実証走行、カリフォルニア州の配送センターで使用
- ・ 車両仕様：
 - Class6の配達用トラック
 - 48kWh バッテリー
 - 32kW FCシステム
 - 水素搭載 10kg 35MPa
- ・ メンバー：cte, UPS、Hydrogenics、UES、UT-CEM、Valence
- ・ 協力:DOE、CEC、SCAQMD



出典:DOE



出典:DOE

FCバス普及目標(加州)

- ・2018年にCARBは、Innovative Clean Transit regulationのなかで、公共バスについて、**2029年以降は新規購入の100%をZEB、2040年には走行している全ての公共バス***をZEBとすることを定めた。
- ・この動きを受けてCAFCEPでは、2019年に” FUEL CELL ELECTRIC BUSES Enable 100% Zero Emission Bus Procurement by 2029”として、FCEB普及目標と提言をまとめた。また、”Sunline Transit”は、2040年までにFCEB190台導入と、それに合わせた水素St設置を含む” ZERO-EMISSION BUS ROLLOUT PLAN”を2020年6月に発表。

*カリフォルニア州内で、公共交通事業者は約200、所有しているバスの台数は約10,000台。

CARB Innovative Clean Transit regulation 公共バス規制

年、期限	ZEB累積台数 努力目標	新規購入のZEB割合		備考
		大手	中小	
2020年12月31日	850	-	-	-
2021年12月31日	1250	-	-	-
2023年	-	25%	-	2020年の努力目標達成の場合は取り下げ
2024年	-	25%	-	2021年の努力目標達成の場合は取り下げ
2025年	-	25%	-	-
2026年	-	50%	25%	-
2027年	-	50%	25%	-
2028年	-	50%	25%	-
2029年以降	-	100%	100%	-

CAFCEP FCEB導入目標

目標年	2020	2025	2029
FCEB受注数	100台	300-400台	ZEBの内、 25%以上



Sunline Transit ZEB導入計画

年	FCEB				BEB	ZEB 総計
	Standard	Cutaway	その他	小計		
2021	5	0	0	5	0	5
2022	7	0	0	7	0	7
2023	2	0	0	2	6	8
2024	6	0	0	6	0	6
2025	2	0	0	2	2	4
2026	6	2	0	8	0	8
2027	7	3	0	10	0	10
2028	0	3	5	8	0	8
2029	3	10	0	13	0	13
2030	3	7	0	10	0	10
2031~2040	53	64	2	119	12	131
総計	94	89	7	190	20	210

Sunline Transit バス用水素ST建設計画

ステーション	場所	設置機器	設置年
Thousand Palms	32-505 Harry Oliver Trail Thousand Palms, CA 92276	900kg/日 電気分解	2019
		2ディスペンサー設置 それぞれ360kg/8hr	2019/2020
		液化水素配送ステーション バス50台対応	2026
Indio	83-255 Highway 111 Indio, CA 92201	液化水素配送ステーション バス10台対応	2034

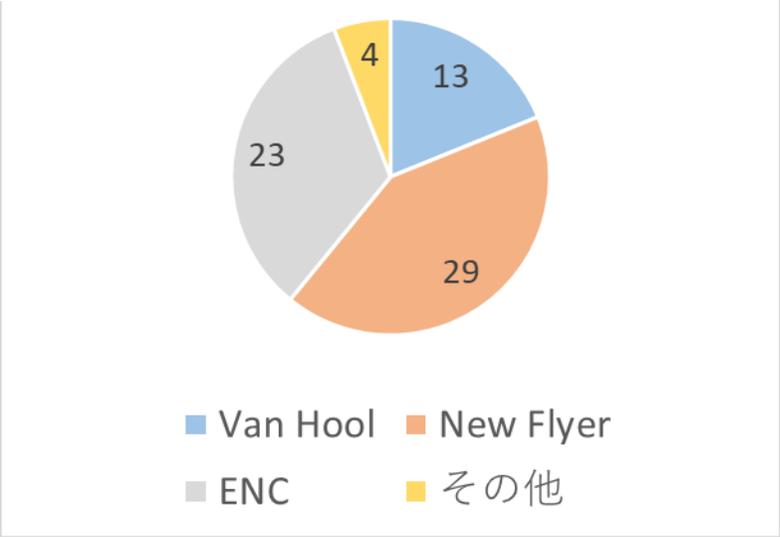
FCバス実証プロジェクト(全米、加州)

- ・全米では、計画中也含めて**96台**のFCEBPJが進行中(詳細リスト別添)、そのうち**76台**(走行中51台、計画25台)が**カリフォルニア州**。
- ・バス用水素ステーションは、**液水/電解/液水+電解**のいずれか、高圧輸送は無し。

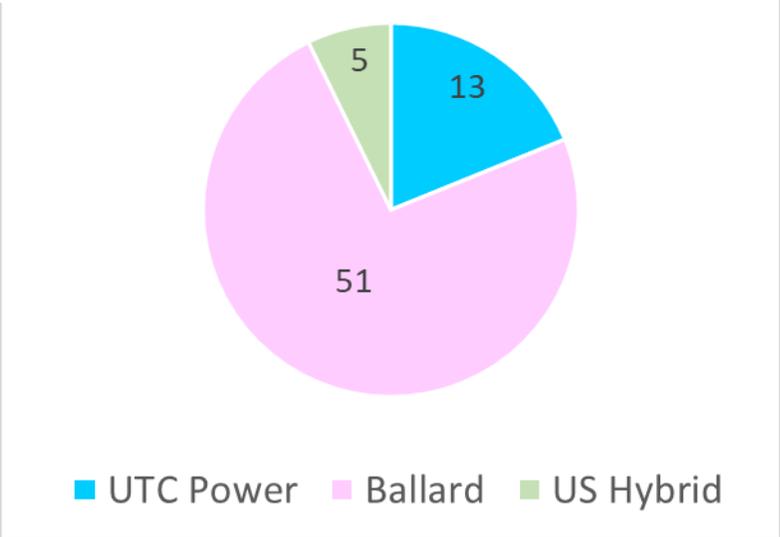
カリフォルニア 事業者別FCバス台数



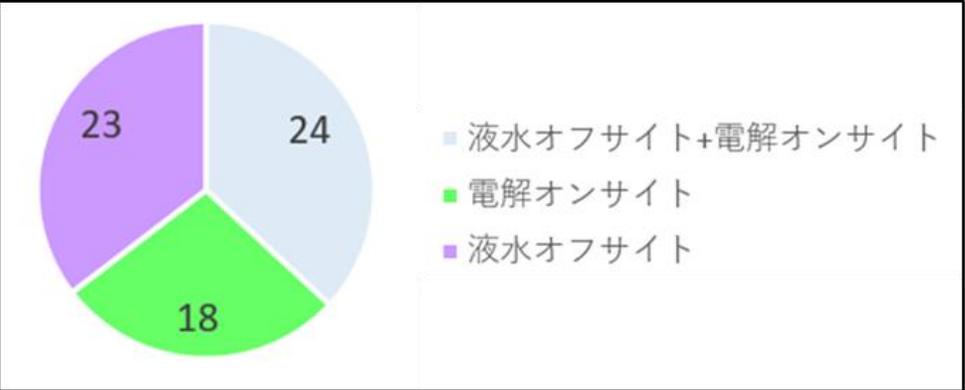
全米 バスメーカー別FCバス台数



全米 FCメーカー別FCバス台数



全米 ステーションタイプ別FCバス台数



FCバス仕様

- 実証試験には、Van Hool(ベルギー)、ENC(米)、New Flyer(米)が参画。
- New Flyerは2019年より新たに参画ながら、既に製品にラインアップされている。

FCEBバス仕様 VanHool、ENC

Bus OEM	ENC	Van Hool
Model	Axxess	A300L
Bus length	40 ft	40 ft
Gross vehicle weight	43,420 lb	39,350 lb
Fuel cell OEM	Ballard	UTC Power
Fuel cell model	FCvelocity HD6	Puremotion 120
Fuel cell power (kW)	150 gross power	120 net power
Hybrid system integrator	BAE Systems	Van Hool
Design strategy	Fuel cell dominant	Fuel cell dominant
Energy storage OEM	A123	EnerDel
Energy storage type	Li-ion	Li-ion
Energy storage capacity	11 kWh	21 kWh
Hydrogen storage pressure (psi)	5,000	5,000
Hydrogen cylinders	8	8
Hydrogen capacity (kg)	50	40



Van Hool-AC Transit

FCEBバス仕様 New Flyer



出典:New Flyerパンフレット

Measurements	xcelisior CHARGE H2 [®] 40'	xcelisior CHARGE H2 [®] 60'
Length	41' 0" (12.50m) over bumpers; 0' 2" (12.24m) over body	60' 10" (18.54m) over bumpers; 60' 0" (18.29m) over body
Width	102" (2.6m)	102" (2.6m)
Weight		
Curb Weight* <small>*for high-grade packages add 500 lb (227 kg)</small>	32,250 lb (14,628 kg)	49,900 (22,634 kg)
Propulsion		
Motor	Siemens ELFA2 Electric Drive System Optional High Gradeability Motor	Siemens ELFA2 Electric Drive System ZF AVE130 In-Wheel Motor Center Drive Axle Optional High Gradeability Motor
Rated Power	160 kW	210 kW
Rated Torque	1,033 lb-ft	1,475 lb-ft
Passenger Capacity <small>(*Based on 150kWh ESS configuration)</small>		
Seats	Up to 40*	Up to 52 (with one exit door)*
Standeeds	Up to 42*	Up to 73 (with one exit door)*
Energy Storage System		
Fuel Cell	Ballard FCvelocity-HD85	Ballard FCvelocity-HD85
Equivalent Battery Energy	700 kWh	1100 kWh
Hydrogen Storage Volume	37.5 kg	60 kg
Net Power	85 kW	85 kW



出典:NREL

FCバス開発目標・実証成果/コスト

- CAFCPのコスト目標は、2020年85万ドル、2025年72.5万ドル、**2029年60万ドル(=DOE)**。
- 米国各地での実証試験2018年時点の平均は190万ドルであったが、**現状は、85万~110万ドル**のレベルとの情報
- New Flyer(バス製造)は、25ユニット生産で123.5万ドル、100ユニット生産で85万ドルとコメント。
- SunLine(バス運行)は、導入計画のなかで、2021年購入分を115万\$と見積もっている。

FCEB実証試験成果(NREL統括)

出典:NREL

	Units	Current Status ^a		2016 Target ¹	Ultimate Target ¹
		Range	Average		
Bus lifetime	years/miles	0.2-8/ 6,000-222,000 ^b	4.5/ 119,790	12/500,000	12/500,000
Power plant lifetime ^c	hours	500-29,000 ^{b,d,e}	13,236	18,000	25,000
Bus availability	%	55-88	72	85	90
Fuel fills ^f	per day	1	1	1 (<10 min)	1 (<10 min)
Bus cost ^g	\$	1,270,000- 2,400,000 ^h	1,920,000	1,000,000	600,000
Roadcall frequency (bus/fuel cell system)	miles between roadcalls	2,500-5,700/ 13,000-36,800	4,239/ 24,406	3,500/ 15,000	4,000/ 20,000
Operation time	hours per day/ days per week	7-21/ 5-7	11.8/ 6	20/7	20/7
Scheduled and unscheduled maintenance cost ⁱ	\$/mile	0.22-0.73	0.49	0.75	0.40
Range ^j	miles	199-348	266	300	300
Fuel economy	miles per diesel gallon equivalent	5.83-7.82	7.01	8	8

出典:NREL

CAFCP FCEB技術・コスト目標

出典:CAFCP

Factor	Units	2020	2025	2029	Comments
Bus lifetime	years/miles	12/500,000	12/550,000	12/600,000	
Power plant lifetime	hours	25,000	27,000	30,000	Expected efficiency improvements
Bus availability	%	≥ BEB	≥ BEB	≥ BEB	
Fuel fills	per day	1 (<10 min)	1 (<7 min)	1 (<5 min)	Specific transit agency requirement may differ
Bus cost	\$	\$850,000	\$725,000	\$600,000	Assuming alignment with Table 1 target orders by 2020, 2025 & 2029
Power plant cost	\$ Δ	\$200,000	<\$100,000	\$0	Incremental cost versus current conventional buses
Hydrogen storage cost	\$	\$50,000	\$40,000	\$30,000	
Road call frequency (bus/fuel cell system)	miles between road calls	>4,000/ >20,000	>5,000/ >20,000	>5,000/ >25,000	
Operation time	hours per day/ days per week	20/7	20/7	20/7	
Scheduled and unscheduled maintenance cost	\$/mile	\$0.40	\$0.28	\$0.20	Path to reduce cost must be obvious Unscheduled maintenance cost reduction is key Transit size may influence cost reduction
Range	miles	300	325	400	For all climates, terrains and loading conditions
Fuel economy	MPGDE	8	9	12	Improves with increased scale of production & efficiency improvements
Infrastructure cost	\$/kg/day	Decreasing	Decreasing	\$1.00	H2 fueling station equipment & civil construction cost ≤ BEB EVSE
Total Cost of Ownership	Not a common factor/parameter for transit operations, but is informative to decision makers and aligns with other transportation modes				

FC重量車-トラック、バス-関連規制(加州)

2020年6月26日に、“Advanced Clean Trucks Regulation”=ACT規制、中重量車に対するZEV規制の導入が決定した。

1. 規制対象となる車両

- 米国のクラス分けで、Class2b~8の車両。
- 規制は、2b~3クラス車(ミニバン、ピックアップトラック、宅配トラック等)、4~8クラス車(中大型トラック、バス、ゴミ収集車)、7~8クラスのトラクター、の3カテゴリで規制が行われる。

出典:CARB



2. カテゴリ別規制 ゼロエミッション車の販売割合下限

モデル年	Class2b-3	Class4-8	Class7-8 Tractors
2024	5%	9%	5%
2025	7%	11%	7%
2026	10%	13%	10%
2027	15%	20%	15%
2028	20%	30%	20%
2029	25%	40%	25%
2030	30%	50%	30%
2031	35%	55%	35%
2032	40%	60%	40%
2033	45%	65%	40%
2034	50%	70%	40%
2035+	55%	75%	40%

2035年、フリート車(市中走行車両)の15%がゼロエミッション

3.完全ゼロエミッション化(販売割合100%)の目標年

- ① 2035年 港湾、鉄道ヤードでの貨物トラック
- ② 2040年 ごみ収集車、集配トラック、バス、公用車
- ③ 2045年 全ての車両

FC重量車-トラック、バス-関連購入補助制度(加州)

ハイブリッド、ゼロエミッション重量車(トラック、バス)に購入補助金が設定されている(2010年～)。現在、ZEV以外はPHEVのみ。
 HVIP” Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project”
 大型のFCトラック、バスに対する補助金は、**30万ドルまたは31.5万ドル**。PHEVは最大クラスで7.5万\$またはHVとの差額の50%。

HVIP補助金 「ゼロエミッション」認定 メーカー別車種数

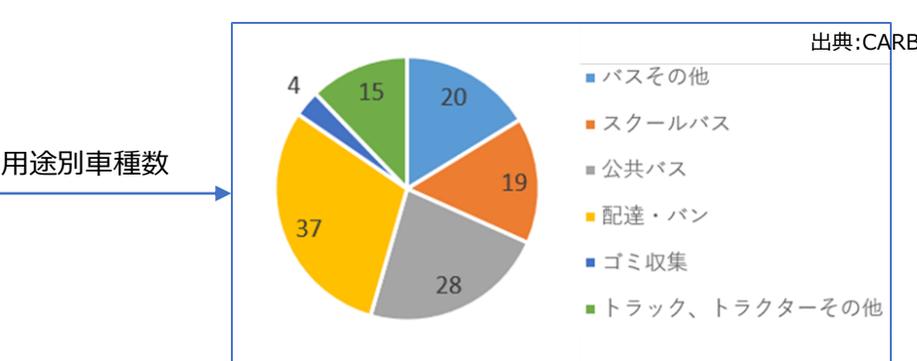
メーカー	認定車種数	メーカー	認定車種数
Blue Bird	7	Motiv Power Systems	9
BYD	16	Motor Coach Industries	3
Chanje	1	Navistar IC Bus	1
Complete Coach Works	1	NewFlyer	5
EIDorado National California	2	Peterbilt	3
Envirotech Drive Systems Incorporated	2	Phoenix	8
Freightliner	2	Proterra	5
Gillig	3	ROUSH Clean Tech	1
GreenPower Motor Company	8	SEA Electric	25
Kenworth	3	Thomas Built	1
Lightning Systems	7	Workhorse Group Inc.	2
Lion Electric	5	Xos	1
Micro Bird	2	合計	123

HVIP補助金額(ゼロエミッショントラック) 出典:CARB

GVWR (lbs)	Base Vehicle Incentive	
	Outside Disadvantaged Community	In Disadvantaged Community
5,001 – 8,500	\$20,000	\$25,000
8,501 – 10,000	\$25,000	\$30,000
10,001 – 14,000	\$50,000	\$55,000
14,001 – 19,500	\$80,000	\$90,000
19,501 – 26,000	\$90,000	\$100,000
26,001 – 33,000	\$95,000	\$110,000
>33,000	\$150,000	\$165,000
>33,000 Hydrogen Fuel Cell Truck	\$300,000	\$315,000

HVIP補助金額(ゼロエミッションバス) 出典:CARB

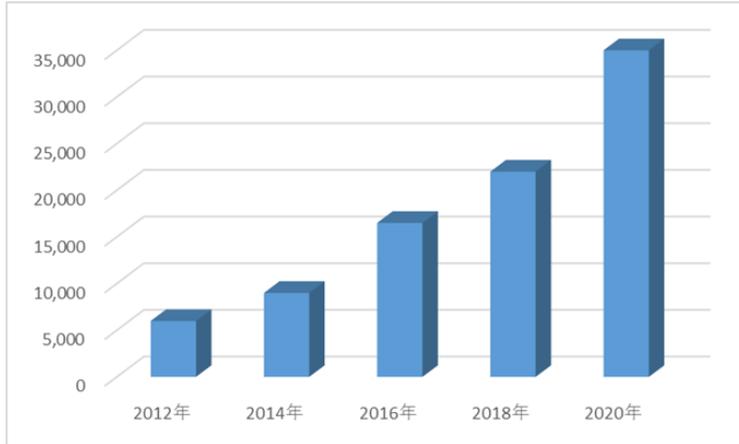
Bus Length and Bus Type	Base Vehicle Incentive	
	Outside Disadvantaged Community	In Disadvantaged Community
20 ft – 24 ft	\$80,000	\$90,000
25 ft – 29 ft	\$90,000	\$100,000
30 ft – 39 ft	\$120,000	\$135,000
40 ft – 59 ft	\$150,000	\$165,000
≥ 40 ft. Double Decker Bus	\$175,000	\$190,000
≥ 60 ft. Zero-Emission Battery- Electric Articulating Transit Bus	\$175,000	\$190,000
≥ 40 ft. Hydrogen Fuel Cell Electric Bus	\$300,000	\$315,000



FCフォークリフト普及(全米)/規制動向(加州)

- 2020年3Qで**35,000台**以上、2018年5月**22,000台**の1.5倍以上。
- 主なユーザーは、**Amazon、Walmart**等の流通業者や、**トヨタ、日産、コカ・コーラ**等の製造工場。

FCフォークリフト累計販売台数



出典:DOE

ユーザー

Ace Hardware	Golden State Foods	Stihl
Amazon	IKEA	Sysco Foods
BMW Manufacturing Co.	Kimberly-Clark/GENCO	Testa Produce
Canadian Tire	Kroger Co.	Unified Grocers
Central Grocers	Lowes	United Natural Foods, Inc. (UNFI)
Coca-Cola	Martin-Brower	U.S. Foodservice
CVS	Mercedes	Walmart
EARP Distribution	Nestle Waters	Wegmans
East Penn Manufacturing	Nissan North America	Whole Foods Market
FedEx Freight	Proctor and Gamble	WinCo Foods, LLC

CARBは**フォークリフトゼロエミッション化**の検討を2020年10月より開始、導入は**2025年**新規購入分からを予定。

現在のFCフォークリフトは、もともと電動のものをFC化したもの、CARBの提案は内燃機関が使われている**Class4と5のゼロエミッション化**

Electric Counterbalanced Rider Trucks	Electric Narrow Aisle Trucks	Electric Hand Trucks	ICE (cushion tire)	Internal Combustion Engine (ICE) (pneumatic tire)
CLASS 1 1.0T to 8.0T	CLASS 2 1.5T to 6.0T	CLASS 3 1.5T to 8.0T	CLASS 4 1.0T to 7.0T	CLASS 5 1.0T to 52.0T
Electric CB 3-wheel Electric 4-wheel Electric Lithium-Ion	Warehouse Equipment Reach Trucks Very Narrow Aisle Trucks	Pallet Trucks Order Pickers Stackers	Counterbalance Internal Combustion Engine	Big Trucks Reach Stackers Empty / Laden Container Handlers

すでに電動化(蓄電池またはFC)が進んでいる ← → 現状は内燃機関 出典:Hyster-Yale

CARB Class4&5フォークリフト ゼロエミッション化想定スケジュール

65馬力以下のClass4&5

65馬力超のClass4&5

出典:CARB

Calendar Year	Engine Phase-Out by MY	Calendar Year	Engine Phase-Out by MY
		2030	2020 & Older
2031	2021		
2032	2022		
2033	2023		
2034	2024		
2035	2025		
2036	2026		
2037	2027		
2038	2028		
2039	2029		
2040	2030		

FCフォークリフト製品

- **Plug Power**(FCメーカーとしては売上世界一)と**NUVERA**(Hyster-Yale Materials Handlingの子会社)が、二大フォークリフト向けFCメーカー。
- 両社ともに、電動フォークリフトの蓄電池部分をFCで置き換えて、併せて水素供給も行うビジネスモデル

PlugPower フォークリフト向けFC "GenDrive"



SERIES 1000
Class-1 フォークリフト用

SERIES 2000
Class-2 フォークリフト用

SERIES 3000
Class-3 フォークリフト用

出典: Plug Powerパンフレット

NUVERA フォークリフト向けFCシステム

Series	Model	Voltage	Nominal Dimensions X x Y x Z (inches)	Typical Truck
C	C95A-27	48	38.6 x 26.4 x 22.6	1-2 ton DBB
	C95A-30	48	38.6 x 29.4 x 22.6	2-3 ton CBB
	C95A-33	48	38.6 x 32.2 x 22.6	2-3 ton CBB
	C95B-36	48	38.6 x 35.6 x 22.6	2-3 ton CBB
	C95C-40	48	38.6 x 38.8 x 22.6	2-3 ton CBB
N	N95A-21	36	38.6 x 20.4 x 30.9	Reach/Order Picker
M	M55A-13	24	30.9 x 13.0 x 31.1	Pallet Rider

出典: Nuveraパンフレット

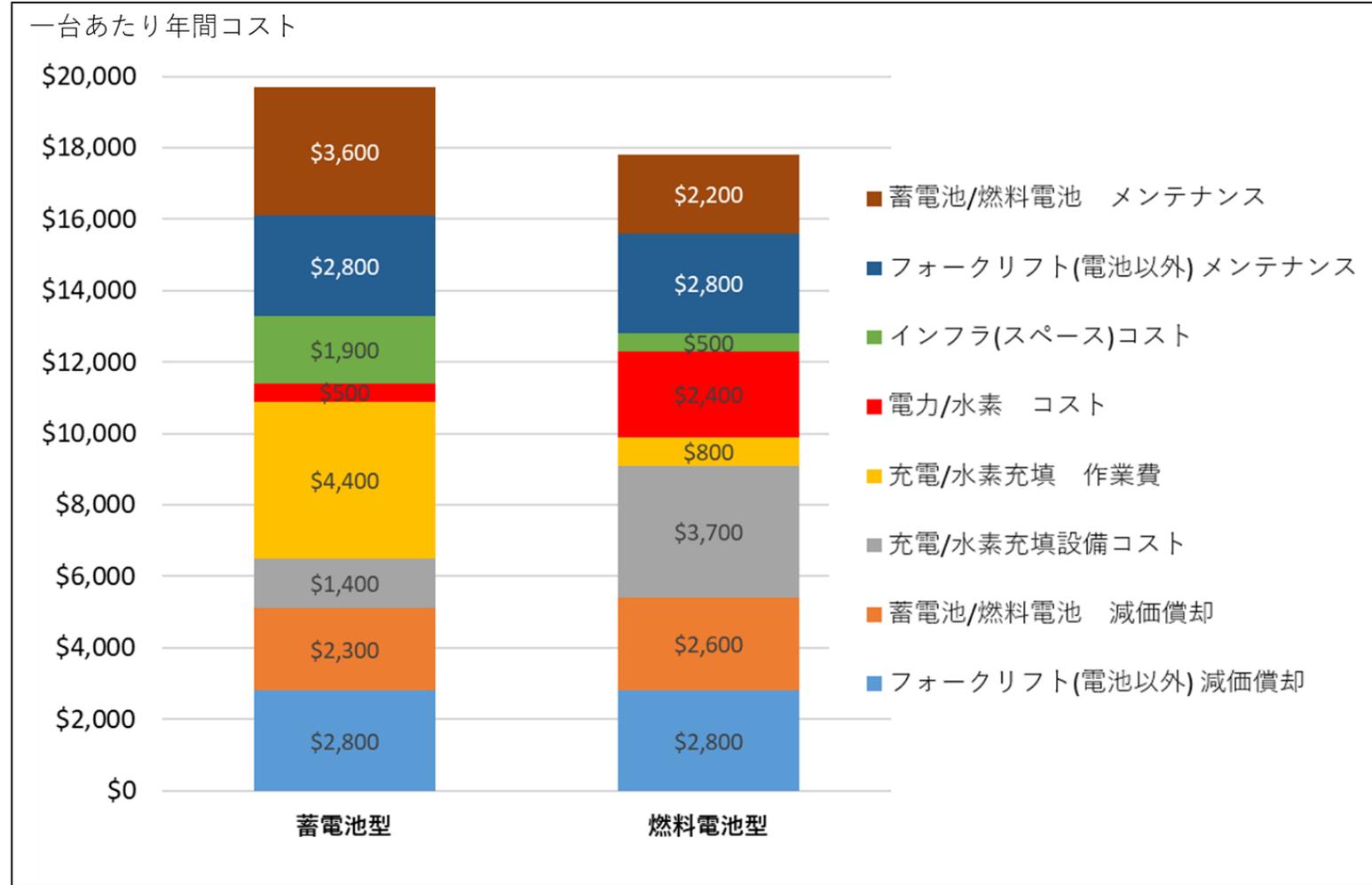
FCフォークリフトの経済性

電動フォークリフトは、蓄電池型よりも**燃料電池型**が、現時点でも**経済的に有利**とされている(NREL検討結果)

- ・ 充電/充填時間・回数(人件費)や、必要スペース(屋内)等の点でFC型が有利。
- ・ 耐用年数や一台あたりの個数もFC型が有利
- ・ FC機器コストは33,000 \$、水素8 \$ /kgが前提

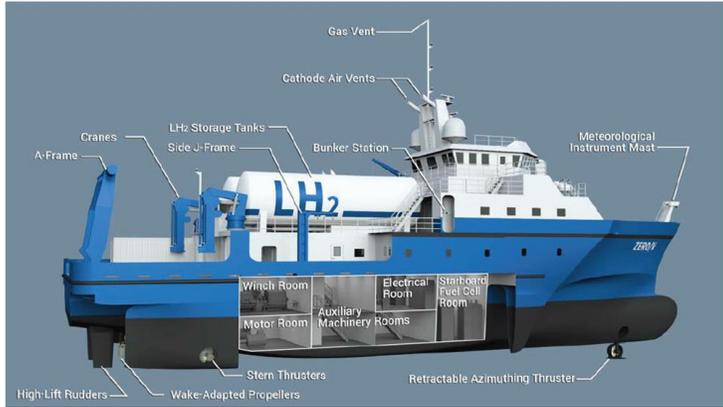
NREL 経済性評価前提

		蓄電池型	燃料電池型
一般	年間稼働日数	340日	
	年間稼働時間	2,400時間	
	水素コスト	-	\$ 8/kg
フォークリフト (電池以外部分)	設備コスト	\$250,000	
	耐用年数	10年	
蓄電池/ 燃料電池部分	蓄電池/燃料電池 機器コスト	\$4,800	\$33,000
	連邦税控除	-	\$9,800
	フォークリフトあたり必要数	2	1
充電/充填設備	耐用年数	4.4年	10年
	充電器設備コスト	\$2,800	-
	充電器耐用年数	7.5年	-
	フォークリフトあたり必要数	1.1基	-
充電/充填作業	充電/充填設備+サービスコスト	\$ 75/台	\$17,000
	充電/充填所用時間	10.5分	3.0分
必要スペース	充電/充填回数	2.25回/日	1.0回/日
	インフラ屋内スペース	5,100ft ²	500ft ²
メンテナンス	インフラ屋外スペース	-	2,500ft ²
	フォークリフト(電池以外)	\$ 230/月	\$ 230/月
	蓄電池/燃料電池	\$ 150/月	\$ 180/月



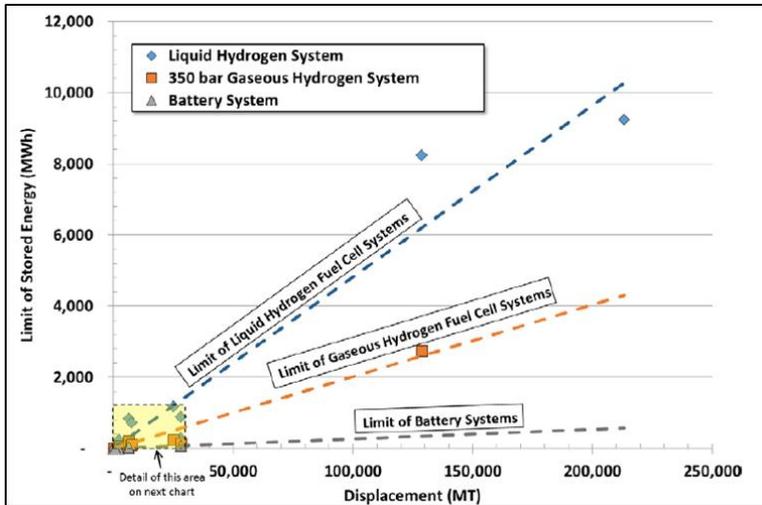
NREL 電動フォークリフト経済性評価結果
一台あたり年間コスト

船舶:SNLが、150人乗り速度35ノットを想定した、高速FCフェリー“Sea Breeze”のFSと、それに関連した一連の水素の船舶利用の検討を実施。**液化水素**搭載



Power	10 x 180 kW hydrogen fuel cell racks
LH ₂ Tanks	2 x 28,800 gal type C
Propulsion	2 x 500 kW PM motors
Bow Thruster	500 kW, retractable azimuthing
Stern Thrusters	2 x 500 kW tunnel
Propellers	Wake-adapted fixed pitch
Rudders	High-lift

液化水素、高圧水素、蓄電池のエネルギー搭載可能量評価結果(大型船)



現在の大型船例

出典:SNL

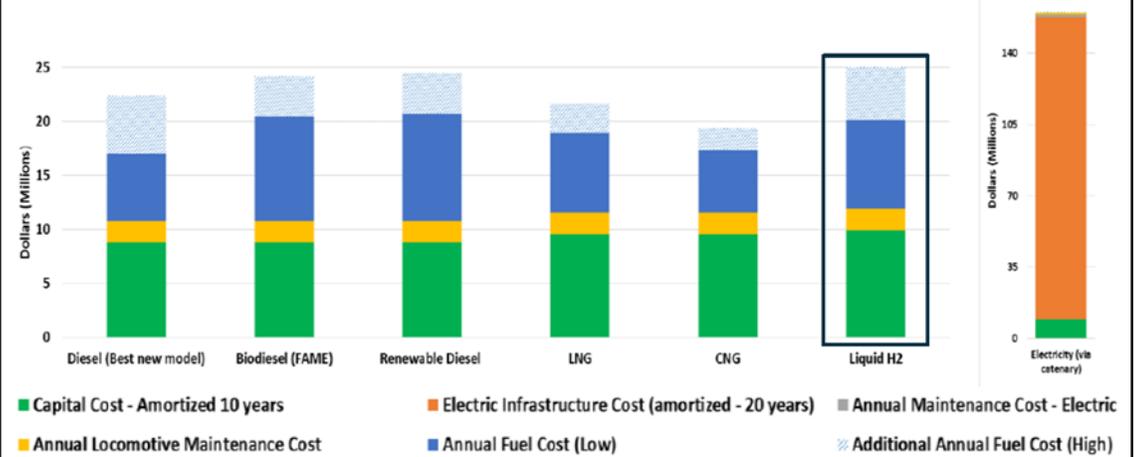
鉄道:DOEが経済性のFSを実施。加州 SBCTA(San Bernadino County Transportation Authority)は、**2023年に実証**を予定



FC鉄道経済性評価結果

Annual Costs Example: Passenger Rail – UC Davis Study

Hydrogen fuel technology cost is slightly higher than the diesel, LNG, and biodiesel, but much less than catenary electric technology



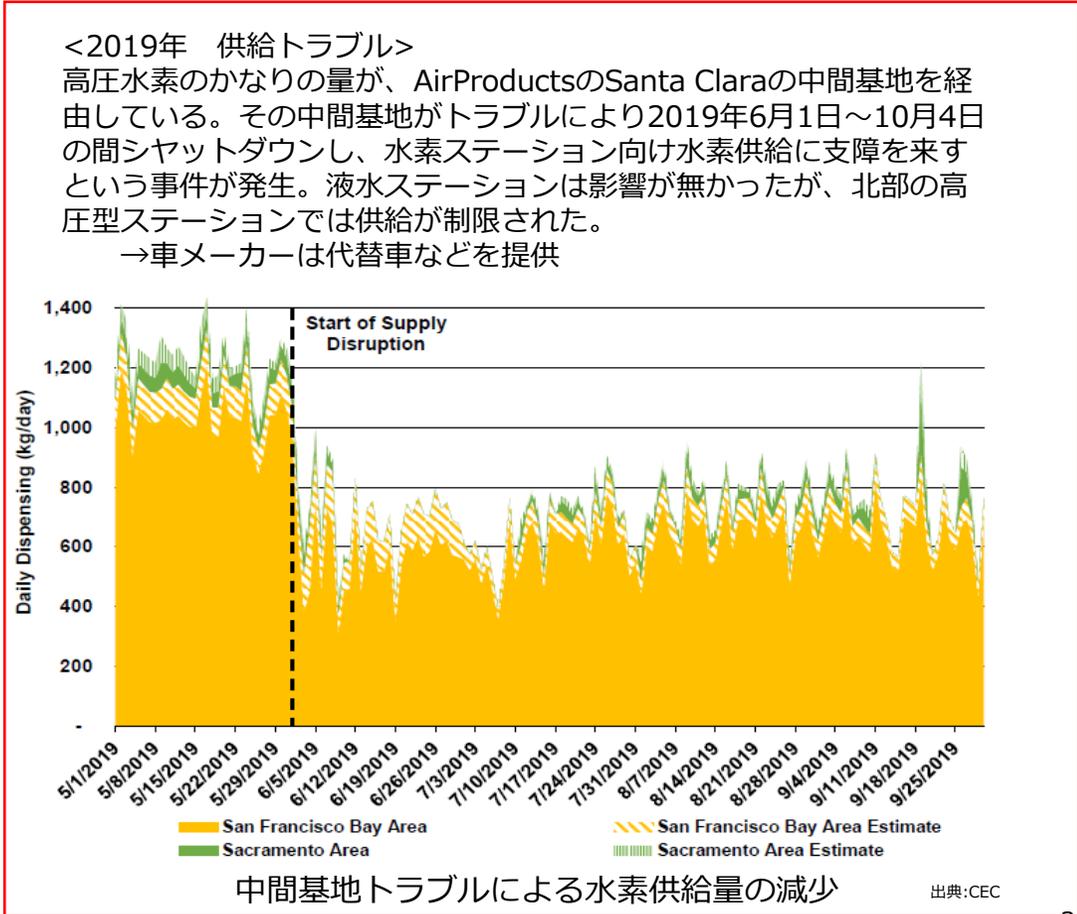
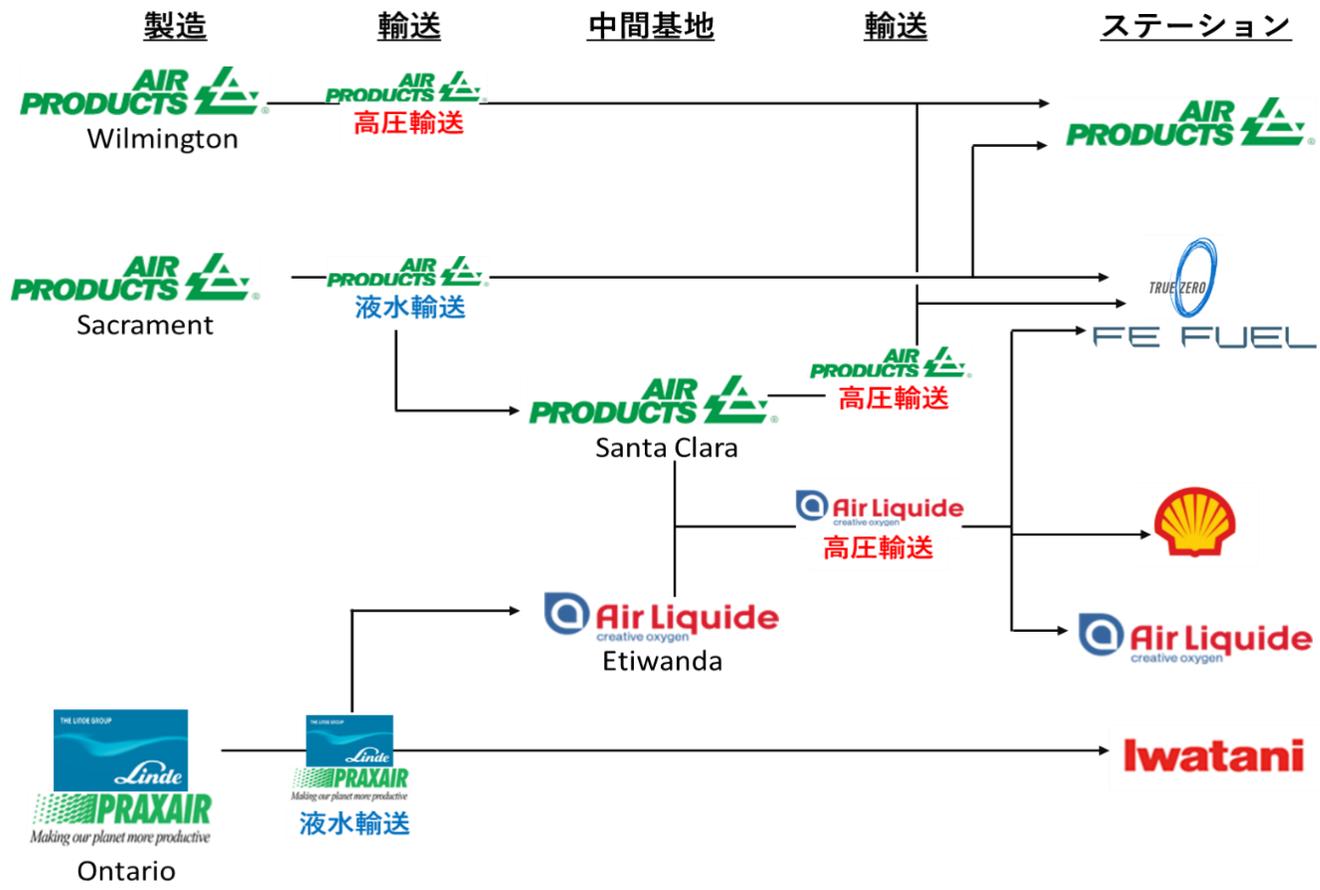
Assumptions:
 Liquid Hydrogen Cost: \$5.16-\$9.03/gallon
 Vehicle Cost: \$8.05-\$9.95 million/locomotive + Tender car

Source: Isaac, Raphael et al. UC Davis (2016)

出典:DOE

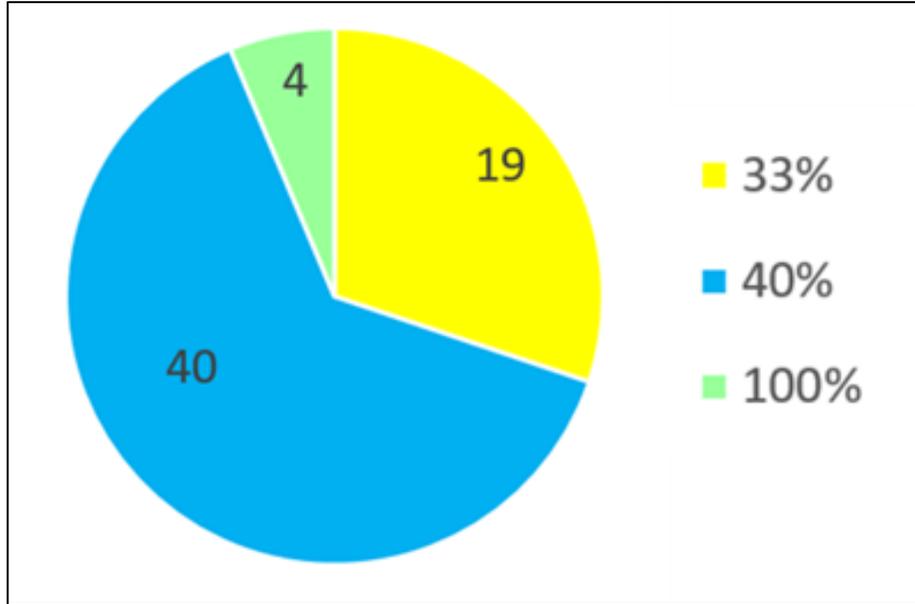
現在の水素サプライチェーン(加州)

- ・水素ステーション向けの**製造拠点は3カ所**。、Air ProductsのWilmington工場(加州南部)からは高圧水素が、同社のSacrament工場(加州北部)とLinde傘下のPraxair Ontario工場(加州南部)からは液化水素を出荷。
- ・高圧水素はそのまま水素ステーションに配送されるが、液化水素の一部は、AirProductsのSanta Clara(加州北部)やAir LiquideのEtiwanda(南部)の**中間基地**で高圧水素に変換されて配送。
- ・Air Liquide ネバダ郡北ラスベガスに30t/日の液水プラント、Air Products も加州2基めの液水プラント建設中



再生可能水素供給の現状(加州)

建設補助金GFO-15-605、運営補助金GFO-17-601では再生可能比率33%以上、LCFS=HRIクレジット取得と建設補助金GFO-19-602では40%以上が要件とされているため、全てのステーションで33%以上。



- ・「100%」のステーションは全て電気分解。再生可能電力を指定して購入、オンサイトで電気分解を行っている。
- ・高圧・液水ステーション向けの水素は、Air Products、Air Liquide、Praxair Airといったガスメーカーが、メタン等を改質して供給。
- ・原料となるメタンは、現物は化石資源由来。これをSGIP(Self-Generation Incentive Program)制度を活用して、一部を「バイオメタン」としてみなして再生可能比率を確保。

再生可能比率毎の水素ステーション数

例) AirProductsは、Shellがペンシルバニア州で権利を持っているランドフィルガスの供給を受け(バーチャル取引)て、そのバーチャルバイオメタンを40%用いて水素を製造。

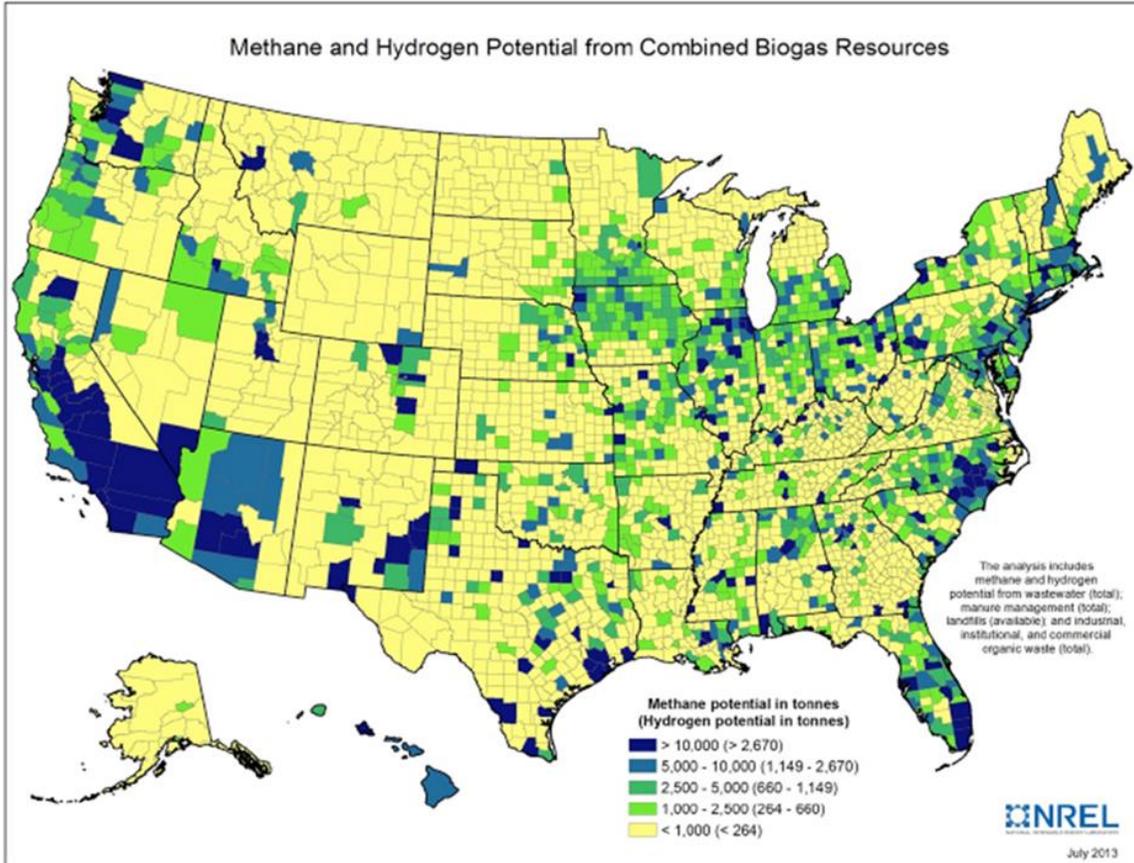
供給元	住所	パイプライン配送	受領	配送
GreenTree Landfill	635 Toby Road Kersey, PA 15846	National Fuels Gas TETCO NGPL	Landfill meter Net Fuel-Bristonia Tetco-Sweet Lake 3825	Bristonia NGPL-Sweet Lake EPNG Jal 3083
Imperial Landfill	11 Boggs Road Imperial, Pa 15126	EPNG SoCal Gas FAR	EPMG Jal 3825 Topock	Topock Socal Clygate



再生可能水素 原料バイオガスの供給ポテンシャル(全米、加州)

- ・カリフォルニアは、全米のなかでもバイオガスのポテンシャルが高い地域である
- ・但し、全ての再生可能水素の中では、**バイオガスのポテンシャルは小さい**(全米比較で太陽光の1/100程度)。

- ・ **Landfill Gas**が、現状では水素製造源として、もっとも一般的である。
- ・ 動物性廃棄物(**Manuer**)は、ラグーン(糞尿貯留施設)からメタンとして回収する。メタンはCO2の25倍もの温室効果があるため、このガスを燃料転換した場合には、CIをマイナスカウントされる場合もある。
- ・ 工場廃棄物については、SGH2 がランカスター(ロサンゼルス北側)で、11t/日の再生可能水素プラントの建設構想を発表している。



全米のバイオ水素ポテンシャル 出典NREL

カリフォルニア州のバイオ水素ポテンシャル 出典NREL

種類	場所	ポテンシャル		入手可能	
		水素 t/年	場所数	水素 t/年	場所数
排水処理設備 WWTP:Waste Water Treatment Plant	Los Angeles CA	15,500	28	10,000	23
	Orange CA	5,900	13	3,500	11
	San Diego CA	5,200	34	3,800	29
	小計	26,600	75	17,300	63
埋立地ガス Landfill Gas	Los Angeles CA	-	-	27,400	3
	Orange CA	-	-	19,000	1
	Stanislaus CA	-	-	13,700	1
	Alameda CA	-	-	13,000	2
小計	-	-	73,100	7	
動物堆肥 (Manure)	Tulare CA	-	-	21,700	-
	Merced CA	-	-	12,500	-
	Stanislaus CA	-	-	9,300	-
	Kings CA	-	-	7,500	-
	Kern CA	-	-	5,700	-
	Fresno CA	-	-	5,600	-
	San Bernardino CA	-	-	5,000	-
	San Joaquin CA	-	-	5,000	-
小計	-	-	72,300	-	
工場廃棄物 IIC: industrial, institutional, and commercial	Los Angeles CA	-	-	9,800	-
	Orange CA	-	-	3,400	-
	San Diego CA	-	-	3,300	-
	Santa Clara CA	-	-	1,800	-
	Riverside CA	-	-	1,800	-
	San Bernardino CA	-	-	1,700	-
小計	-	-	21,800	-	
総計					184,500

再生可能水素 オンサイト電解の現状・コスト(加州)

- 稼働している**オンサイト電解**水素ステーションは**2カ所**のみ。
- 建設中断や、一時休止のケースが多い。
- 一時休止の理由は「ビジネスモデルの再検討」「追加補助金の手当」等、**コスト高**によるもの。

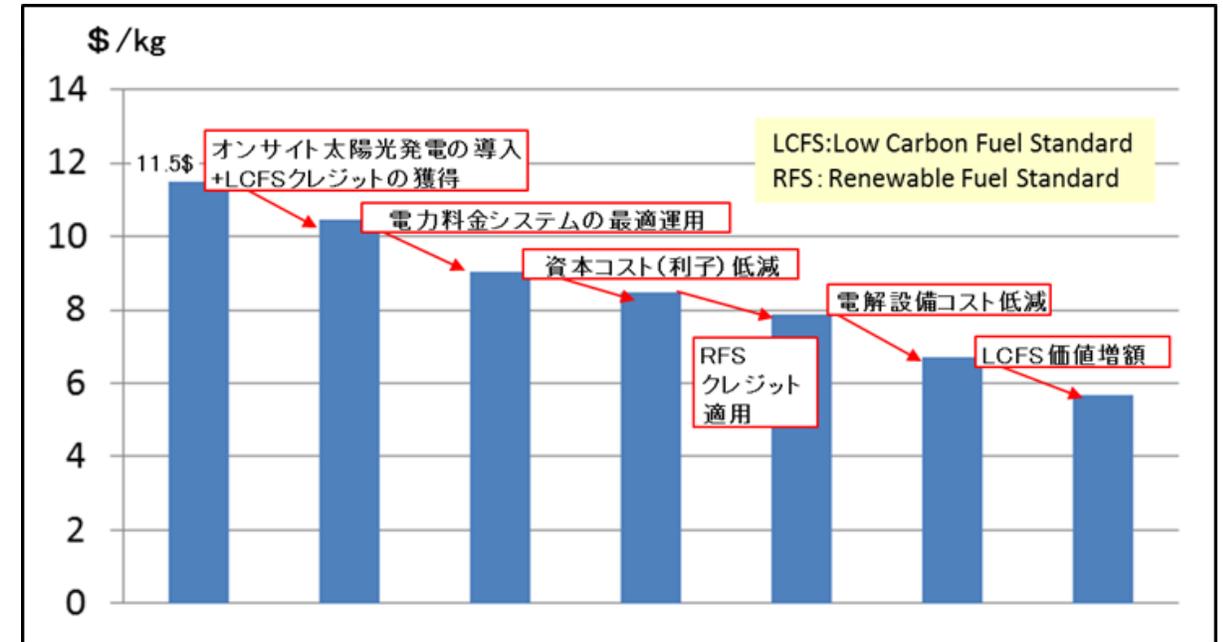
- 電解水素は、再生可能水素の中では最も製造コストが高く、**10~15 \$/kg**のレベル
- 設備コスト低減、LCFS制度の活用である程度のコスト低減は可能ながら、**最後は電力コスト次第**(現状電力コスト=6.7 \$/水素kg)。

再生可能水素の製造コスト (例) 出典:EIN

プロセス	再生可能割合	製造技術	エネルギー源	能力 (kg/日)	コスト (\$/kg)
PV+系統→電解水素	32%	PEM電解	系統+PV電気	398	8.02
100%PV→電解水素	100%	PEM電解	PV電気	126	15.43
バイオガス→改質水素	100%	水蒸気改質	バイオガス	1,500	2.94
Tri-generation バイオガス→改質水素	100%	Tri-generation	バイオガス	1,500	5.99
天然ガス→水質水素	0%	水蒸気改質	天然ガス	398	2.17

オンサイト電解ステーションの現状

ステーション名	住所	郡	運営者	開業時期	能力 kg/日	稼働・現状
Riverside	3044 St. Lawrence Street, Riverside, CA 92504	Riverside	ITM Power	2017, Q1	100	一時休止
Ontario	1850 Holt Boulevard, Ontario, CA 91761	San Bernardino	Ontario Hydrogen, StoratosFuel	2018, Q2	100	一時休止
Emeryville	1172 45th St, Emeryville, CA 94608	Alameda	Messer	2018, Q4	350	稼働
Cal State LA	5151 State University Dr, Los Angeles, CA 90032	Los Angeles	Cal State LA	2019, Q4	60	稼働
Chino	12600 East End Ave., Chino, CA 91710	San Bernardino	ITM Power (H2 Fronrier)	2021	100	計画中
North Hollywood	5957 Vineland Ave	Los Angeles	HyGen	2020, Q3	NA	不明
Orange	1914 East Chapman Ave.	Orange	HyGen	未定	NA	不明
Rohnert Park	5060 Redwood Dr	Sonoma	HyGen	未定	NA	不明



電解水素コストの低減施策例 出典:NREL

再生可能水素-電解-実製造プロジェクト(加州)

- ・ CECでは「州内での原料調達、製造、利用」を前提とした再生可能水素製造の補助金プロジェクトGFO-17-602を進めている。
- ・ 採択は3件(応募9件)。いずれも電解水素で、**1件が集中製造、2件がオンサイト電解**

<Stratos Fuel>

” Zero Impact Production Facility”

場所:Moreno Valley, Riverside County

能力:2,000kg/日(当初計画)

→15,000kg/日(現在)

完了予定:2019Q4(当初)

→2022年6月(現在)

費用:33百万ドル

原料:風力発電のPPA

電解装置:Hydrogenics

<Shell(Equilon)>

” Shell Solar-Hydrogen Production”

場所:Bay Point, Contra Costa County

能力:1,000kg/日

完了予定:2020Q4

費用:8.3百万ドル

原料:オンサイト太陽光発電

<H2B2>

” Solar PV hydrogen production plant in Central California ”

場所:Unincorporated Kings County

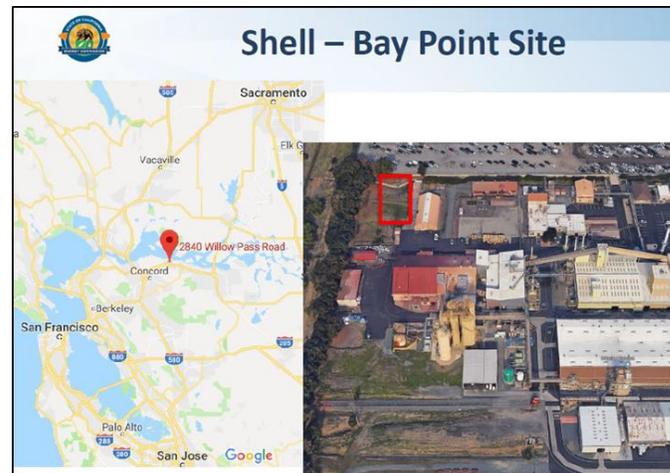
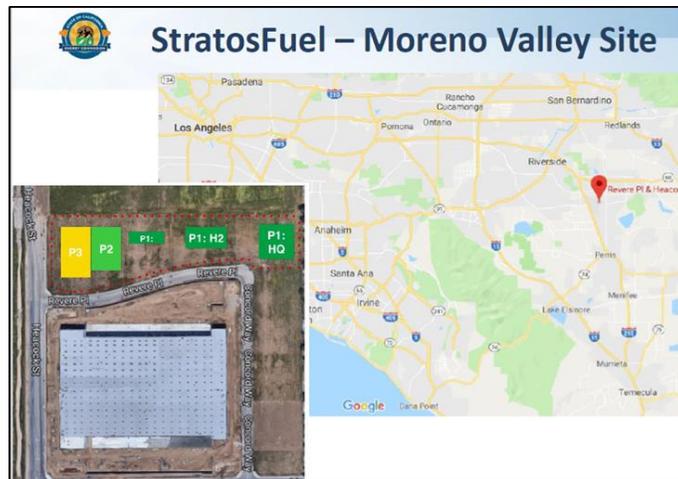
能力:1,000kg/日

完了予定:2020Q4

費用:5.9百万ドル

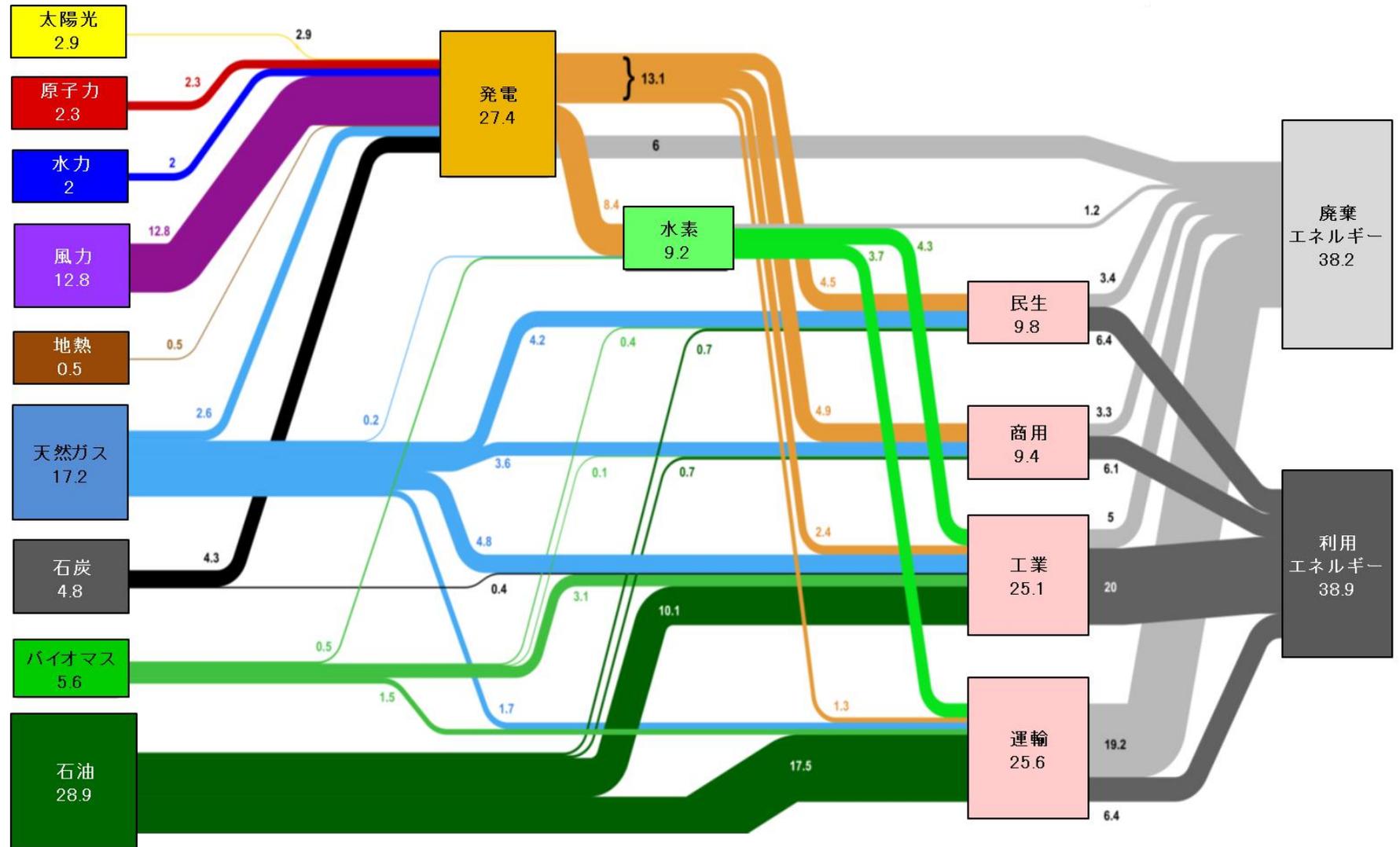
原料:オンサイト太陽光発電

設備協力:Giner ELX



全米 長期水素需給 2050年エネルギーフロー

・ DOEは、H2@Scaleプロジェクトの中で**2050年のエネルギーフローにおける水素の**位置づけ、役割を検討。
 ・ 2020年10月に
 ①供給ポテンシャル
 ②需要ポテンシャル
 ③経済シナリオによる需給バランス
 についての評価結果を発表。



2050年 米国エネルギーフロー検討例 「再生可能エネルギー/水素 最大ケース」

出典:DOE-NREL

全米 長期水素需給 供給・需要ポテンシャル、需給経済性評価結果

- 供給ポテンシャル:再生可能電解のポテンシャル大、一方バイオマスは小
- 需要ポテンシャル:2050年最大106百万t(水素<1\$/kgの場合)、現状の10倍
- コストダウン見込みと限界コストから評価した需給:設定したシナリオでは、需給がバランスするのは40MMT程度まで。それ以上は電力コスト次第。

水素供給ポテンシャル(国産原料)

出典:DOE-NREL

原料	原料ポテンシャル		水素製造ポテンシャル
	2,800兆立方feet	2,600	
天然ガス	2,800	2,600	17,800
石炭	470	9,500	50,100
ウラン	400	700	2,900
バイオマス	800	12	50
風力	37,800	400	700
太陽光	261,800	2,400	5,100
水力	690~2,500	6~20	14~50
地熱	180~24,800	2~230	4~480

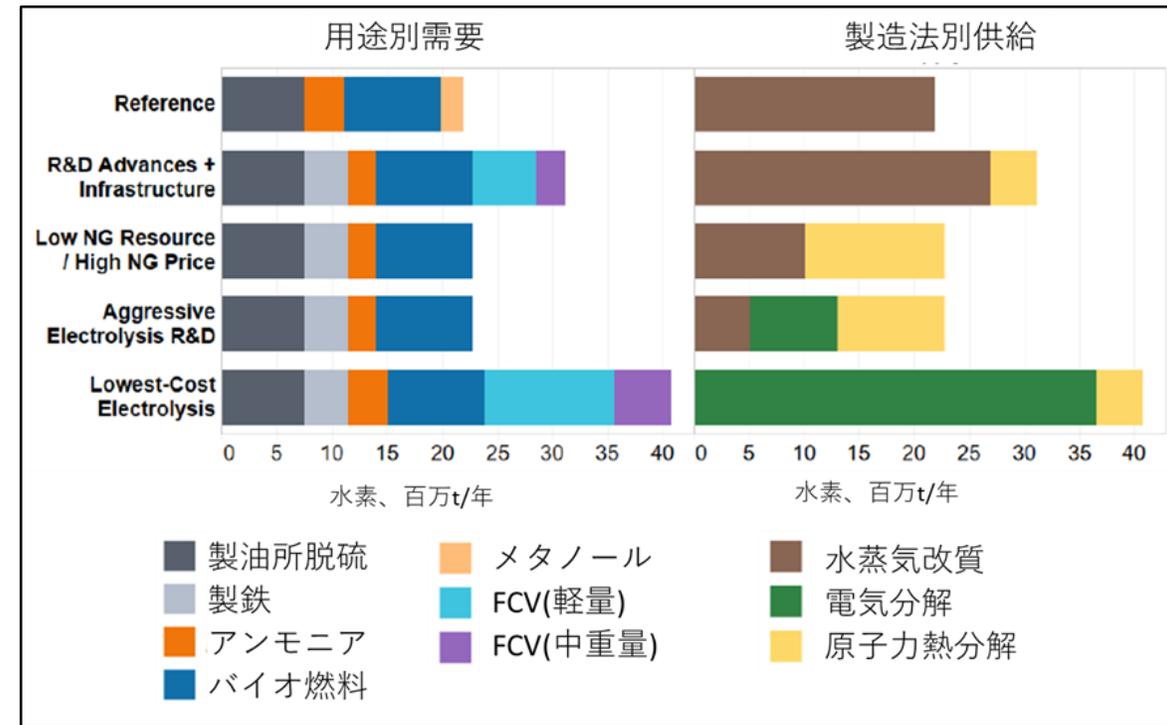
水素需要ポテンシャル

用途	水素限界コスト* \$/kg	2050年需要見通し MMT/年	2015年需要実績 MMT/年
ガソリン・軽油等の脱硫	3	7.5	6
バイオ燃料	3	8.7	0
アンモニア	3~2	2.5~3.6	3
メタノール	1.73	6	1
燃料合成(CCUS)	<<1	8	0
パイプライン注入	0.8	16	0
製鉄	1.7~0.8	4~8	0
季節間の電力貯蔵	1,10~0.26	14~15	0
乗用車、軽量商用車	5.03	21	0
中重量車	5.03	8	0
合計		96~106	10

*水素が当該用途で競争力を持つ価格(ユーザーコスト)

経済性から評価した水素需給(2050年)シナリオ

シナリオ名	定義
Reference	水素製造技術は現状並み。ガス価格は比較的安価。
R&D Advances+Infrastructure	Referenceより、製鉄への水素利用とFCV用インフラ整備が進む。ガス価格は比較的安価。
Low NG Resource/High NG Price	R&D Advances+Infrastructureと同様の製鉄利用、インフラ整備で、ガス価格が高いケース。
Aggressive Electrolysis R&D	Low NG Resource/High NG Priceに加えて、電解コストが\$200/kwに低減された場合
Lowest Cost Electrolysis	Aggressive Electrolysis R&Dで、更に電解コストが\$100kwに低減された場合



水素ステーション建設費-初期St:実績報告ベース総額(加州)

・初期(2015～2018完成)の実績報告ベースでは、**266kg/日**(営業時間換算で123Nm²/hr)ステーションで、**220～230万ドル**程度。

ステーション建設費(実績ベース 2015～2018完成) PON-13-607

ステーション名	運営者	公称能力 kg/日	能力推定 Nm ³ /hr*	タイプ		建設費実績 \$
Campbell	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,193,862
Costa Mesa	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,071,981
Del Mar	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,314,876
Harris Ranch	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,159,000
Hayward	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,257,978
Hollywood	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,314,464
La Cañada Flintridge	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,199,075
Lake Forest	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,237,181
Lake Tahoe-Truckee	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,181,195
Long Beach	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,248,066
Mil Valley	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,382,934
Playa Del Rey	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,297,111
San Jose	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,269,761
South San Francisco	First Element	266	123	オフサイト	高圧輸送	2,254,481
Riverside	ITM Power	100	46	オンサイト	電気分解	2,737,684
West Sacrament	岩谷	350	162	オフサイト	液水輸送	2,494,751

*kg/日(公称能力)と営業時間(CARB 届け出)から算出

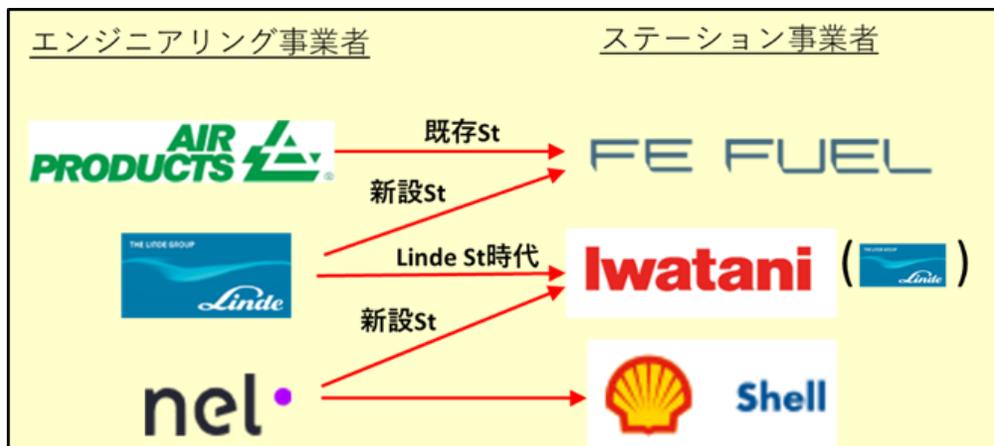
水素ステーション建設費-初期St:実績報告ベース内訳(加州)

First Elementステーション建設費内訳(初期:実績ベース)

ステーション名	水素関連機器		付帯設備部品		工事		手続き		合計
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	
Campbell	\$1,479,874	67%	\$95,831	4%	\$561,570	26%	\$56,588	3%	\$2,193,862
Costa Mesa	\$1,480,192	71%	\$77,109	4%	\$457,457	22%	\$57,222	3%	\$2,071,981
Del Mar	\$1,483,691	64%	\$85,092	4%	\$664,513	29%	\$81,581	4%	\$2,314,876
Harris Ranch	\$1,480,192	69%	\$99,939	5%	\$530,066	25%	\$48,803	2%	\$2,159,000
Hayward	\$1,479,874	66%	\$98,802	4%	\$640,539	28%	\$38,763	2%	\$2,257,978
Hollywood	\$1,480,192	64%	\$153,461	7%	\$638,015	28%	\$42,795	2%	\$2,314,464
La Cañada Flintridge	\$1,480,192	67%	\$99,734	5%	\$537,607	24%	\$81,542	4%	\$2,199,075
Lake Forest	\$1,480,192	66%	\$75,703	3%	\$613,766	27%	\$67,520	3%	\$2,237,181
Lake Tahoe-Truckee	\$1,479,874	68%	\$66,728	3%	\$581,472	27%	\$53,121	2%	\$2,181,195
Long Beach	\$1,480,192	66%	\$93,429	4%	\$573,550	26%	\$100,895	4%	\$2,248,066
Mil Valley	\$1,479,874	62%	\$82,754	3%	\$745,594	31%	\$74,714	3%	\$2,382,934
Playa Del Rey	\$1,483,691	65%	\$138,321	6%	\$632,674	28%	\$42,425	2%	\$2,297,111
San Jose	\$1,479,874	65%	\$123,035	5%	\$580,601	26%	\$86,252	4%	\$2,269,761
South San Francisco	\$1,479,874	66%	\$112,829	5%	\$622,054	28%	\$39,724	2%	\$2,254,481

First Elementステーションの内訳は、
機器・部品が約160万ドル、
工事費等が60~70万ドルと、
工事費が日本よりかなり安い。

水素St大手三社のStエンジニアリングパートナー



同じエンジニアリング業者に一括発注することでもコストダウンを図っているものと思われる。

水素ステーション建設費-建設中～完成St:補助金申請ベース(加州)

- 直近(2018以降完成/建設中)の実績報告ベースでは、First Elementが**250～260万ドル程度**、Shellは**390万ドル**。
- First Elementは、初期よりも公称能力が約2倍に上がり、液水に代わったが、見積もり額の上昇は30万～40万ドル程度。
- 一方のShellは能力の割りに見積もり額は大きい(日本並み)。実質、加州での最初の建設でもあり、安全を見たか?

ステーション建設費(補助金申請ベース) 2018以降完成/建設中 GFO-15-605

ステーション名	運営者	補助金 (申請額)	自己負担	建設コスト ²⁾ (申請額ベース)	公称能力 kg/日	能力 Nm3/hr (換算) ¹⁾	タイプ	輸送方法	完成時期
Citrus Heights	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	238	オフサイト	高压輸送	2018, Q4
Sacramento	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	238	オフサイト	高压輸送	2019, Q2
Oakland	First Element	\$1,972,785	\$657,595	\$2,630,380	808	374	未公表	液水輸送?	2019, Q3
San Francisco - Third St	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	380	オフサイト	高压輸送	2019, Q4
San Francisco - Harrison St	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	380	オフサイト	高压輸送	2019, Q4
San Francisco - Mission St	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	238	オフサイト	高压輸送	2020, Q1
Fountain Valley	First Element	\$1,875,285	\$627,595	\$2,502,880	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2020.Q3
Sunnyvale	First Element	\$1,950,285	\$650,095	\$2,600,380	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2020,Late
Berkeley	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	238	オフサイト	高压輸送	2020,Q4
Sherman Oaks	First Element	\$1,905,285	\$635,095	\$2,540,380	808	374	オフサイト	液水輸送	2020,Late
Mission Hills	First Element	\$1,897,785	\$632,595	\$2,530,380	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2020,Late
Campbell - East Hamilton Ave	First Element	\$1,972,785	\$657,595	\$2,630,380	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2020,Late
Studio City	First Element	\$1,920,285	\$640,095	\$2,560,380	808	374	オフサイト	液水輸送	2021,Early
Concord	First Element	\$1,957,785	\$652,595	\$2,610,380	1,200	556	NA	液水?	2021,Early
San Diego	First Element	\$1,875,285	\$625,095	\$2,500,380	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2021, Early
Redwood City	First Element	\$1,980,285	\$660,095	\$2,640,380	1,200	556	オフサイト	液水輸送	2021
Culver City	First Element	\$1,882,785	\$627,595	\$2,510,380	1,200	556	NA	液水?	2021
San Jose - Bernal Road	Shell	\$2,337,500	\$1,634,213	\$3,971,713	513	238	NA	高压?	2021,Mid
Laguna Beach	First Element	\$1,870,000	\$690,380	\$2,560,380	1,200	556	NA	液水?	2021,Early

参考:不採択各社の見積もり額レベル
能力は不明、但し180kg/日以上

HTEC	230～260万 \$
Hydrogen-XT	300万 \$
ITM-Power	250万 \$
Rebert V Jensen	360万 \$
Stratos Fuel	220万 \$
United Hydrogen	530万 \$

水素ステーション建設費-計画中St:補助金申請ベース(加州)

- ・9月に採択されたGFO-19-602補助金申請ベースでは、First Elementが平均**330万ドル**、Shellは平均**160万ドル**、岩谷が平均**450万ドル**。サイズは不明であるが、大都市は最低675kg/日、都市部は最低450kg、郊外は最低225kg/日が補助金要件。
- ・First Elementは、GFO-15-605よりは高くなっている。Linde社の液水ポンプ型を一括発注していると思われる。
- ・一方のShellは反対にGFO-15-605の半分以下。パートナーのNel品は安いとされるが、この数値がそのまま実態なのかは現状不明。
- ・岩谷は申請額に対して決定額は減額されている。決定額ベースだと、370万\$の建設費となる。Nelに発注したと報道されている。

ステーション建設費(補助金申請ベース) 計画中中 GFO-19-602

ステーション名	運営者	採否	補助金 (申請額)	補助金 (決定額)	自己負担	建設コスト ²⁾ (申請額ベース)	St数
49Stations "Tranche"	First Element	○	\$64,780,000	\$52,076,370	\$98,454,190	\$3,331,310	49
51Stationa "Tranche"	Shell		\$40,868,028	\$40,868,028	\$41,503,028	\$1,615,119	51
23Stations "Tranche"	岩谷		\$41,580,300	\$22,780,868	\$61,801,950	\$4,494,880	23
6Staios "Tranche"	豊田通商	×	¥5,734,008	\$0	¥13,379,523	\$3,185,589	6
1Stations "Tranche"	SunLine Transit		¥1,457,180	\$0	¥1,575,000	\$3,032,180	1
15Stations "Tranche"	United Hydrogen		¥22,069,822	\$0	¥22,069,822	\$2,942,643	15
21Stations "Tranche"	Air Products		¥24,950,114	\$0	¥28,345,431	\$2,537,883	21
10Stations "Tranche"	StratosFuel		¥10,000,000	\$0	¥20,474,950	\$3,047,495	10

1) 「kg/日」の公称能力を1日の営業時間で割り返して換算。

2) GFO-19-602ステーションは、"Tranch"のステーション数で割り返して一か所あたりを推定



Linde
水素St設備パッケージ
"CP90"
充填能力:40/100 kg/hr

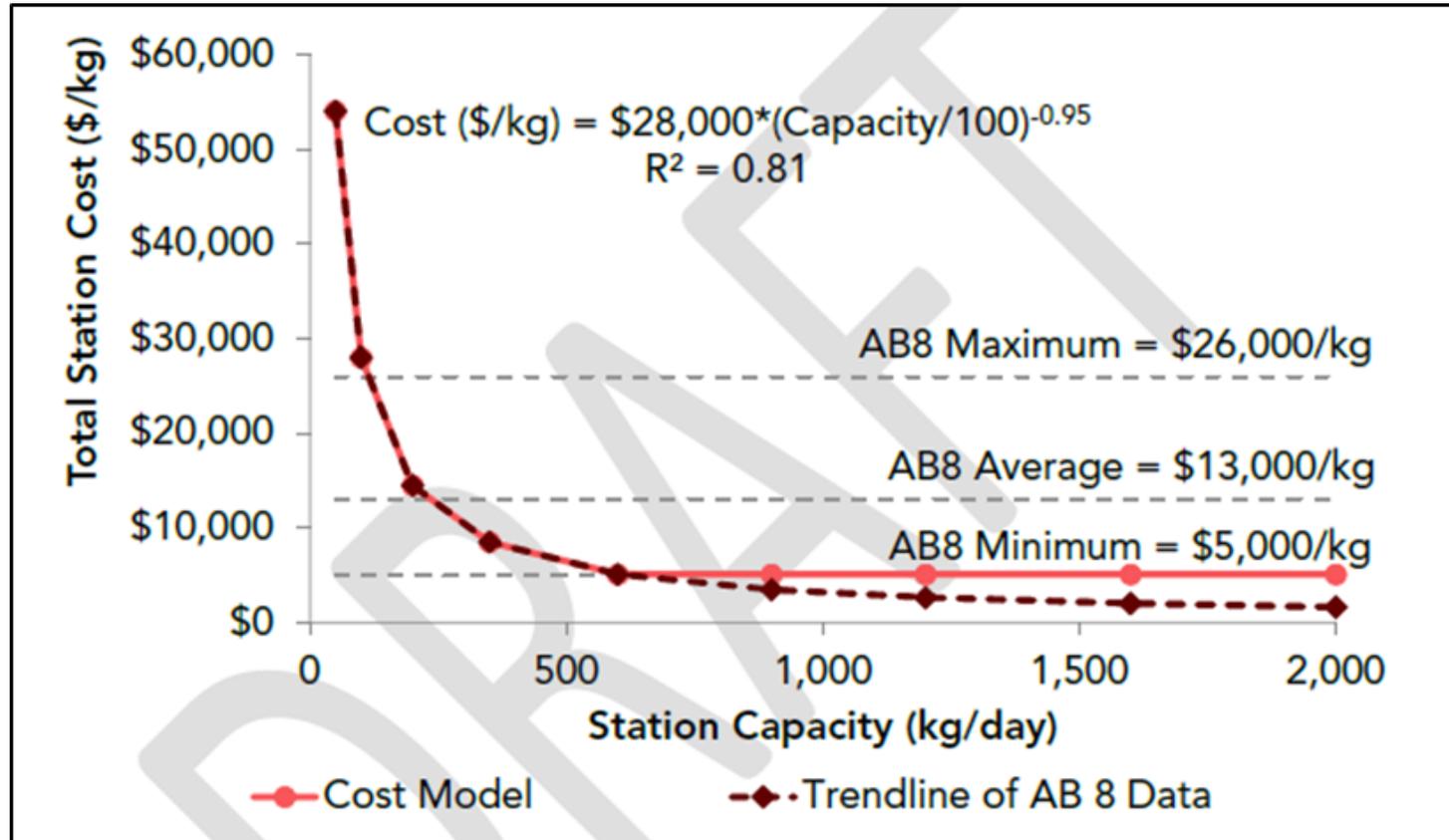


Nel
水素St設備パッケージ
"H2Station™"
充填能力:65kg/hr

水素ステーション建設費-CARB とりまとめ、自立検討用- (加州)

- CARBはステーション自立検討用に、実績データをもとにした建設費をとりまとめ、相関式を作成している。
- コストは、\$/ステーション能力(kg/日)で表され、600kg/日でコスト下限 \$ 5,000/kg/日に達するとしている。
- サイズが100~1200kg/日で変わっても、建設コストは280万ドル~320万ドルと振れ幅は小さい、との見積もり。

建設コストと能力の関係(CARBによる解析)



CARB相関式による能力別建設コスト試算

能力		建設コスト	
kg/日(24時間)	Nm3/hr 換算	\$/能力kg	\$/st
100	46	\$28,000	\$2,800,000
200	93	\$14,494	\$2,898,742
300	139	\$9,860	\$2,958,108
400	185	\$7,502	\$3,000,966
500	231	\$6,069	\$3,034,635
600	278	\$5,104	\$3,062,426
700	324	\$4,409	\$3,086,121
800	370	\$3,883	\$3,106,795
900	417	\$3,472	\$3,125,145
1000	463	\$3,142	\$3,141,652
1100	509	\$2,870	\$3,156,659
1200	556	\$2,642	\$3,170,422

水素ステーション建設費-個別機器コスト-

個別機器コストは、日本と大きな差はないものと思われる。

ステーション設備機器コスト(NREL見積もり)

機器・仕様	数	コスト/基	合計コスト
tanks [13 kg each, 945 bar MAWP, Type II]	3	\$45,633	\$136,899
pressure transducer and indicator	6	\$1,141	\$6,845
block and bleed valve	6	\$570	\$3,422
air operated valve	6	\$2,282	\$13,690
pilot solenoid valve	7	\$57	\$399
isolation hand valve	12	\$570	\$6,845
check valve	3	\$456	\$1,369
coolant pump	1	\$1,369	\$1,369
water chiller	2	\$4,563	\$9,127
coolant filter	1	\$57	\$57
instrument air compressor	1	\$1,141	\$1,141
instrument air dryer and filter	1	\$2,909	\$2,909
hydrogen compressor [2-stage, 950 bar outlet]	100 kg/day station -6 kg/hr, 25 kW	\$189,827	\$189,827
	200 kg/day station -14 kg/hr, 60 kW	\$328,774	\$328,774
	300 kg/day station -23 kg/hr, 100 kW	\$453,010	\$453,010
hydrogen dispenser [(1) 350 bar and (1) 700 bar hose]	1	\$250,000	\$250,000
hydrogen chiller and cooling block	1	\$150,000	\$150,000
IR flame detector	2	\$1,711	\$3,422
hydrogen filter	1	\$2,852	\$2,852
PLC	1	\$5,704	\$5,704
tubing	-	\$22,817	\$22,817
fittings	-	\$17,112	\$17,112
electrical upgrades	-	\$57,041	\$57,041
fencing	-	\$5,704	\$5,704
bollards	-	\$5,704	\$5,704
Total	100 kg/day station		\$894,256
	200 kg/day station		\$1,033,203
	300 kg/day station		\$1,157,439

ステーション建設・設備機器コスト(CECまとめ)

オフサイト高圧水素 180kg/日			
機器	高圧水素貯蔵容器	\$370,000	250 kg Type 3 - 25 tubes
	圧縮機	\$270,000	40 HP reciprocating compressor
	ディスペンサー	\$270,000	Dual-hose, H35 and H70
	蓄圧器	\$135,000	Fiba™ Type 2 storage tubes - 3 @ \$45,000 each
	チラー	\$150,000	Aluminum block with internal coil tubing
	チューブおよびバルブ類	\$150,000	Specialty tubing and valves for high pressure hydrogen systems
	その他 材料と設備	\$230,000	Electrical- and construction-related materials
	POSシステム	\$20,000	-
	ユーティリティ接続機器	\$12,000	-
	小計	\$1,607,000	-
建設	小計	\$799,000	-
総計		\$2,406,000	-
オンサイト電気分解 130kg/日			
機器	高圧水素貯蔵容器	\$222,000	84.6 kg at 450 Bar - 12 tubes (7 kg/tube)
	蓄圧器	\$53,000	14 kg at 1,000 Bar - 2 tubes (7 kg/tube)
	水電解装置	\$1,008,000	15 Bar
	圧縮機	\$147,000	For H35
		\$123,000	H70 Bar booster
	ディスペンサー	\$392,000	H35/H70 Bar Dispenser & Chiller, includes Point-of-Sale
	チラー	\$19,000	Pre-Chiller for High Pressure
	その他 材料と設備	\$128,000	Electrical and construction-related materials
	小計	\$2,092,000	-
	建設	小計	\$828,000
総計		\$2,920,000	-
オフサイトバイブライン 180kg/日			
機器	高圧水素貯蔵容器	\$162,426	-
	圧縮機	\$500,000	-
	ディスペンサー	\$97,680	-
	蓄圧器	\$237,000	-
	チラー	\$230,000	H2 Cooler/Cooling Block/Cooling Water Unit
	チューブおよびバルブ類	\$48,635	-
	その他 材料と設備	\$20,000	-
	POSシステム	\$56,405	-
	ユーティリティ接続機器	\$200,000	-
	小計	\$1,552,146	-
建設	小計	\$853,080	-
総計		\$2,405,226	-

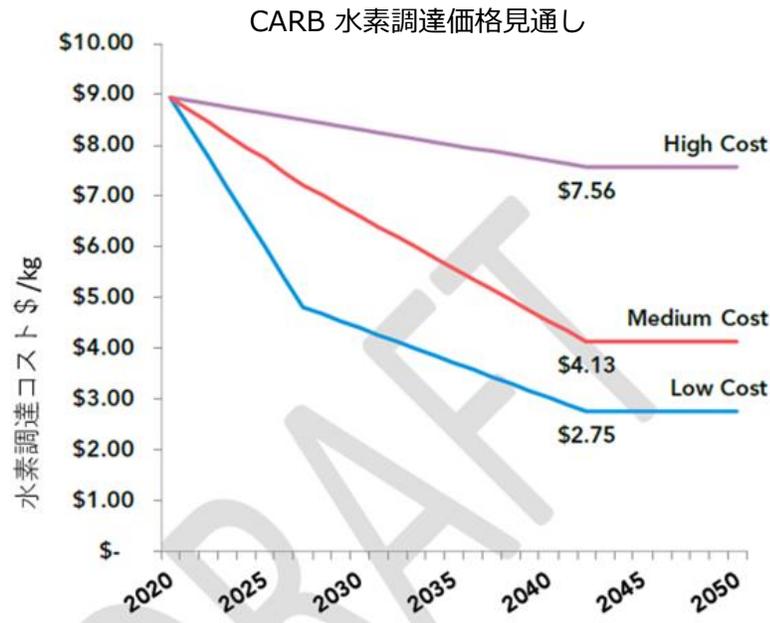
水素ステーション運営費・水素調達コスト(加州)

<運営費>

- CARBはこのステーション自立検討用前提に基づく試算では、運営コスト(水素調達代除き)は、**23万ドル(500kg/日)~30万ドル(1,200万ドル)**と、運営コストにおいても大型化が有利。
- 前回のFirst Elementヒアリング結果ともレベル感は同じ(Lindeは土地代除き)。

<水素調達コスト>

- CARBの検討前提では、現状**9 \$/kg**との設定
- 一方、前回ヒアリングでは**7~8 \$/kg**で契約、との情報も有り



CARB関連式による運営コスト試算

		CARB 採算評価 検討前提	CARB前提によるケーススタディ 2)		参考:2017.1 ヒアリング(前回報告)	
			ケース1 (500kg/日)	ケース2 (1200kg/日)	First Element	Linde
ケーススタディ 前提	能力 kg/日	-	500	1,200	180→現233	350
	タイプ	-	-	-	オフサイト高圧	オフサイト液水
	売上 kg/年 3)	-	75,000	180,000	-	-
	建設コスト 百万ドル 4)	-	3.03	3.17	-	-
	販売価格 \$/kg 5)	-	16	16	-	-
固定費	インターネット	2,300 \$/年	\$2,300	\$2,300	-	-
	電力(固定部分)	2,100 \$/年	\$2,100	\$2,100	-	-
	認証	3,700 \$/年	\$3,700	\$3,700	-	-
	品質管理	5,400 \$/年	\$5,400	\$5,400	\$5,400	\$5,000
	計量管理	-	-	-	-	\$10,000
	保険	7,200 \$/年	\$7,200	\$7,200	\$9,504	-
	固定資産税	1% @設備費	\$30,300	\$31,700	\$15,000	\$40,000
	土地賃借代	48,000 \$/年	\$48,000	\$48,000	\$48,000	-
	人件費(メンテナンス)	3% @設備費	\$90,900	\$95,100	\$57,996	\$30,000
	点検・補修費	-	-	-	\$28,260	\$50,000
	小計	-	\$189,900	\$195,500	\$164,160	\$135,000
変動費	税金	2.25% @売上	\$1,688	\$4,050	-	-
	カード代	2.50% @売上	\$1,875	\$4,500	-	-
	電力(変動費)	0.54 \$/kg 1)	\$40,500	\$97,200	-	-
	小計	-	\$44,063	\$105,750	-	-
電力小計(固定+変動)		-	\$42,600	\$99,300	\$30,000	\$16,000
その他		-	-	-	\$85,392	-
総計		-	\$233,963	\$301,250	\$279,552	\$151,000
水素kgあたり総計		-	\$3.12	\$1.67	-	-
定期点検		10% @設備費 5年ごと	\$303,000	\$317,000	-	-

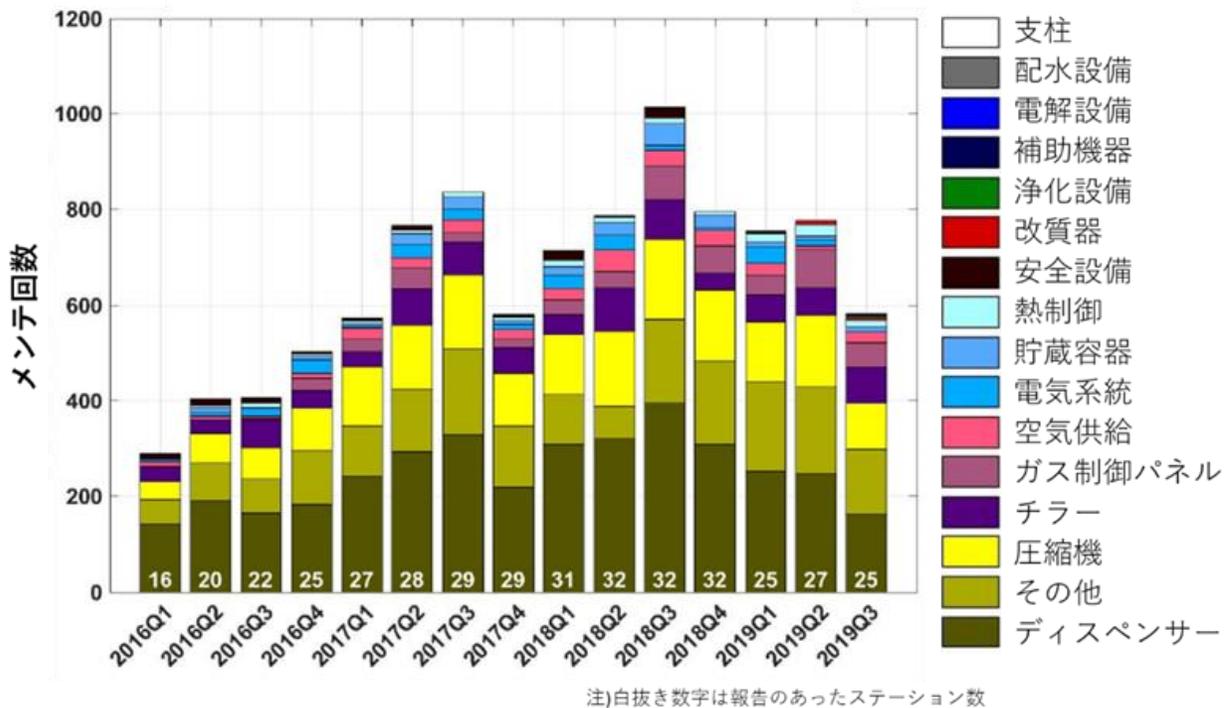
1)0.18 \$/kwh、3kwh/水素kg 2)ENEOS総研がケース設定 3)能力×50%稼働×300日営業でケース設定

4)表8.1-11参照、CARB関連式に基づきケース設定 5)現状でケース設定

水素ステーション メンテナンス*の現状

機器別のメンテナンス回数

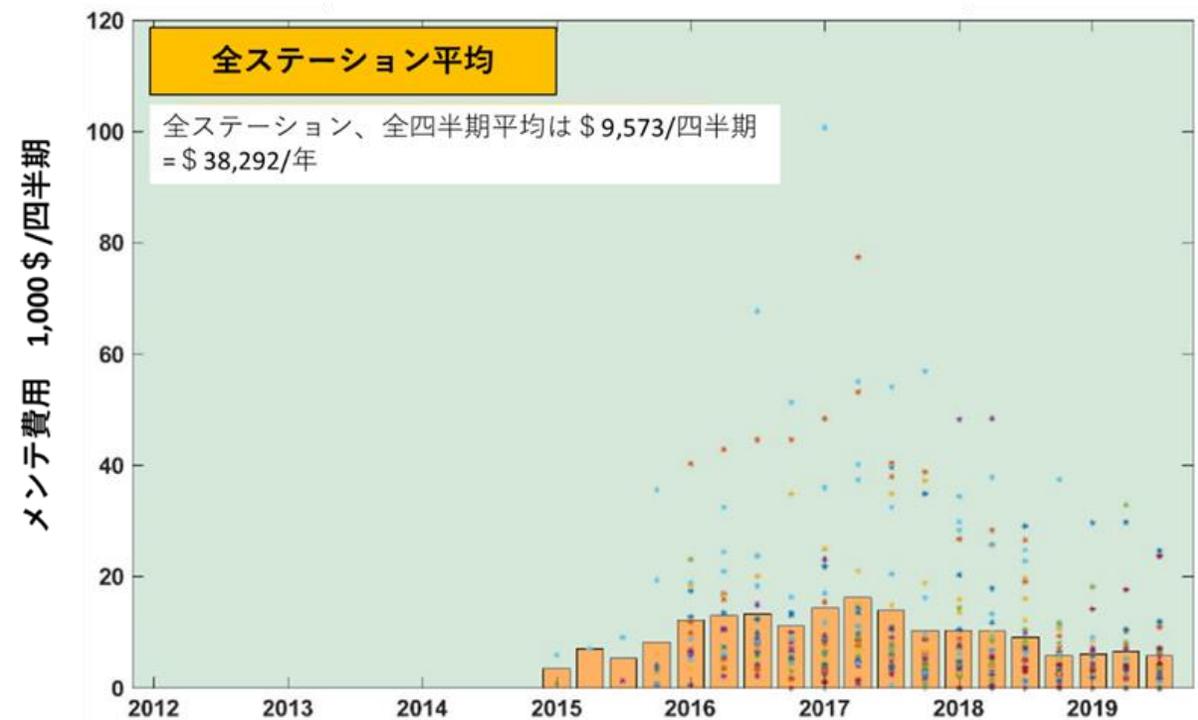
ディスペンサー、圧縮機、チラーの回数が多い。
 なお、大規模な定期点検は含まれていない。



機器別のメンテナンス回数 出典:NREL

メンテ費用

全四半期平均は \$ 9,573/四半期、年間で \$ 38,292/年
 運営コスト低減のターゲットが、トラブル減少→メンテコストの低減*、とされている。



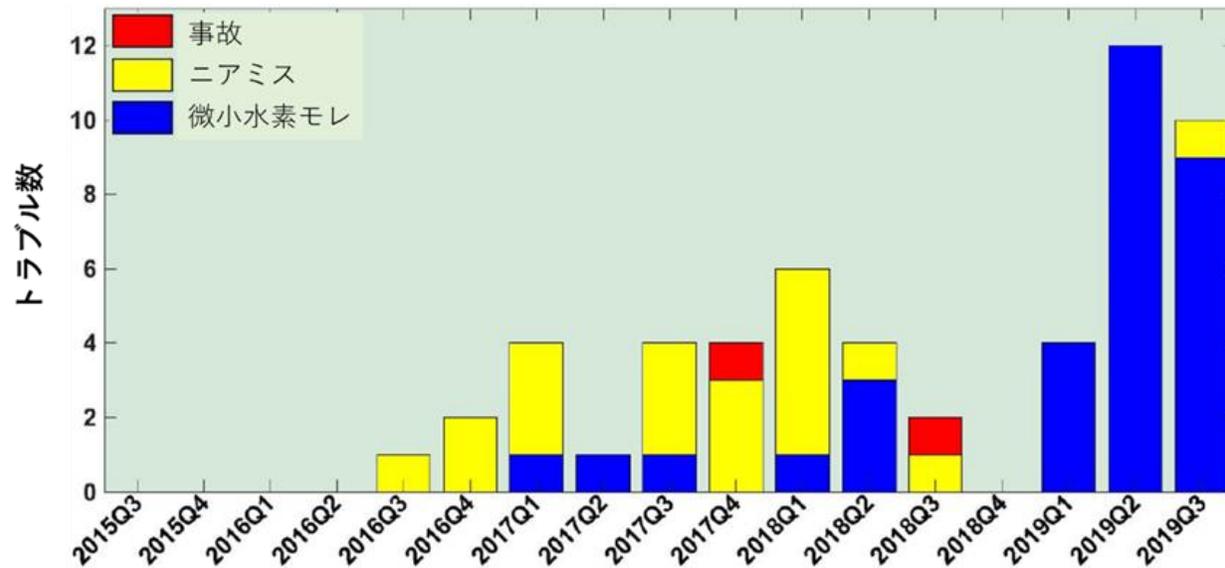
メンテコストの推移 出典:NREL

* 「メンテ」回数の65%、所要時間の77%が予定外のブレークダウンメンテ(出典:NREL)

水素ステーション トラブルの現状

水素漏洩の発生件数

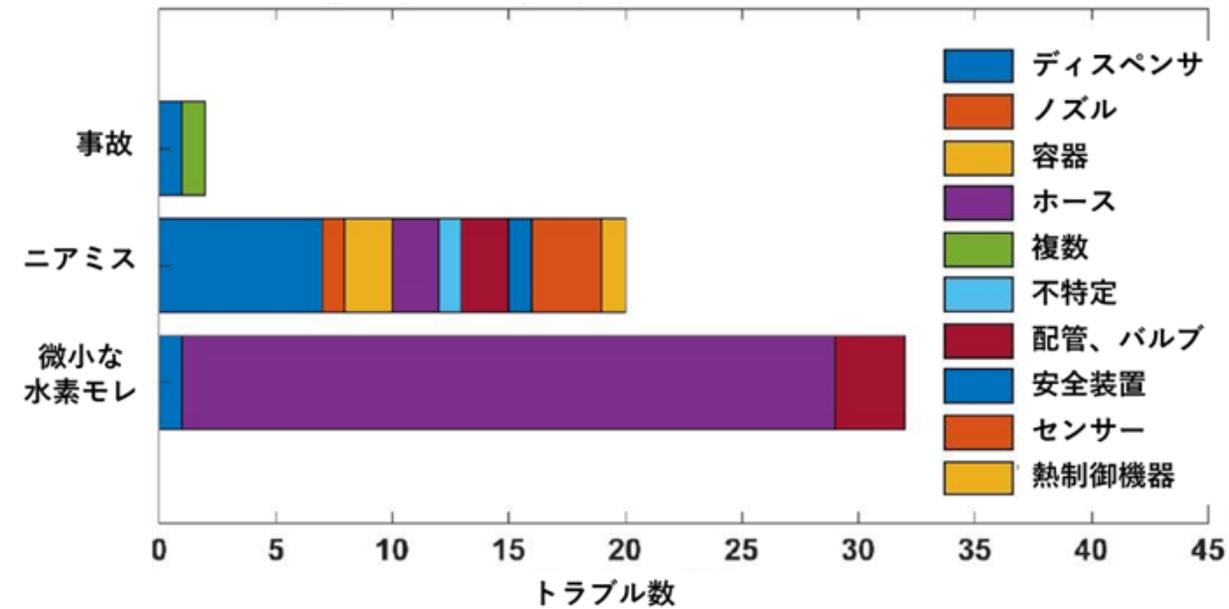
ステーションの増加に伴い発生件数は増えているが、大きなトラブルは減少している。



水素漏洩の発生件数 出典:NREL

水素漏洩の発生場所

ディスペンサー関連が多いが、微小洩れはホースが殆どである。

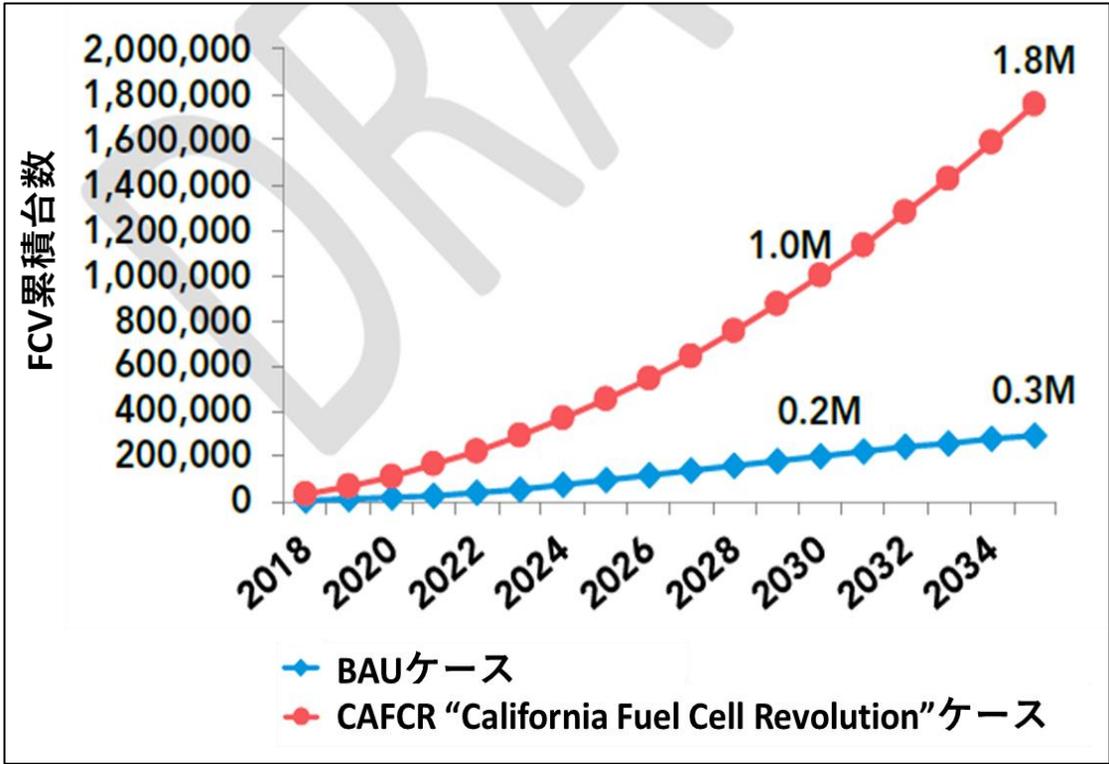


水素漏洩の発生場所 出典:NREL

CARB 水素ステーション自立シミュレーション

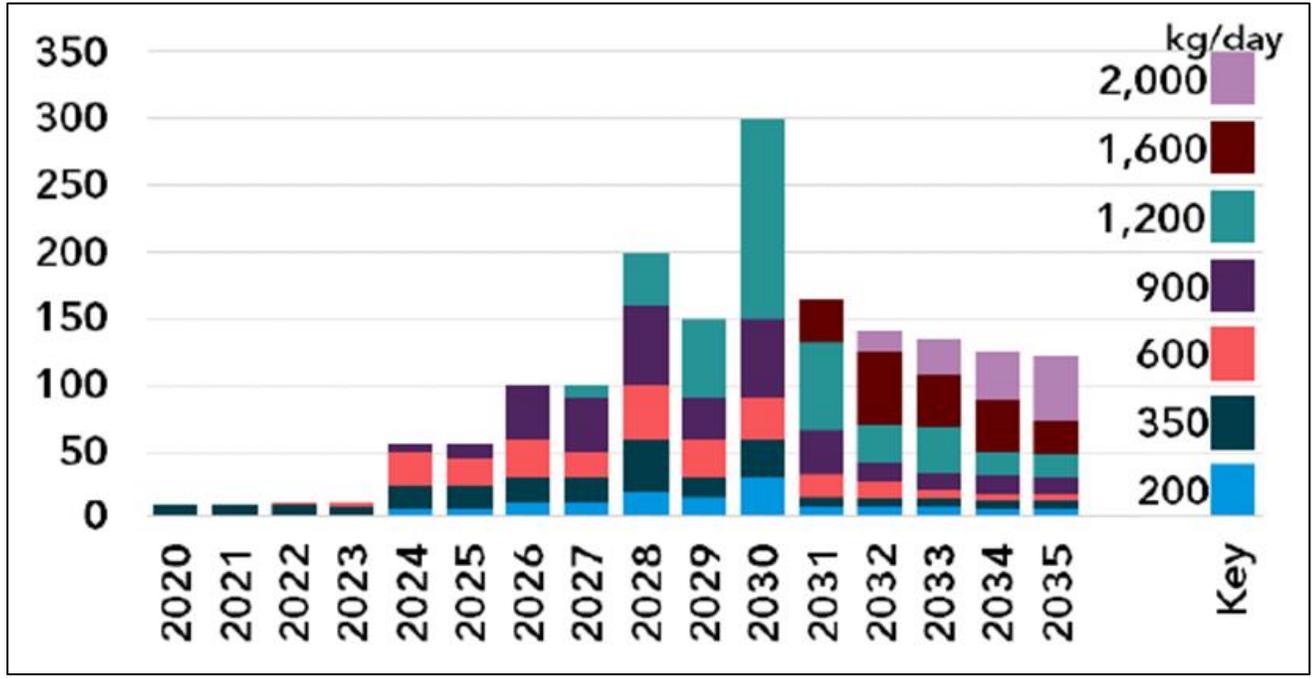
前提①

CARBは、2016年より継続検討してきた水素ステーション自立分析をとりまとめ、2020年11月にドラフトを公表。
 「ステーション自立させるには、補助金をいくら投入すれば良いか」という観点で、800以上をケーススタディ。
 “CARB Hydrogen Station Network Self-Sufficiency Analysis per Assembly Bill 8 November 2020 ”



FCV台数前提

→CAFCPの2030年100万台に併せて20万台ケースも検討
 但しているが、メインシナリオは100万台ケース

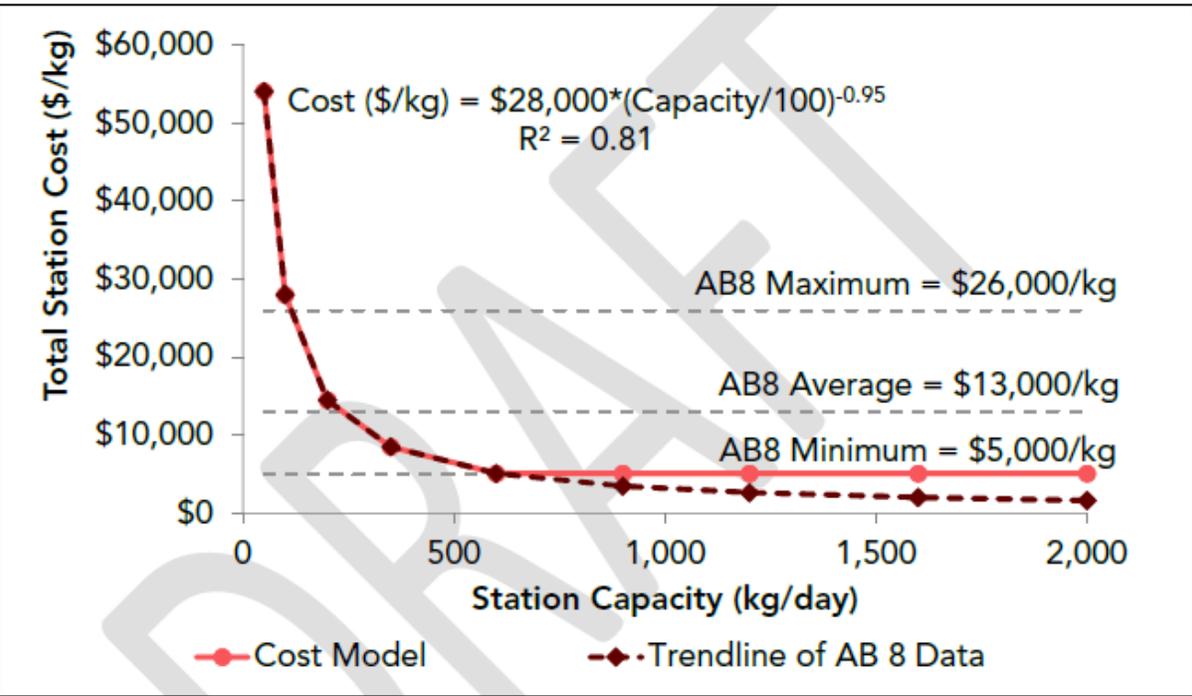


St設備前提(例)

→FCV需要に併せて建設、大型化が進む

CARB 水素ステーション自立シミュレーション

前提②



建設コストと能力の関係

<建設コスト>

→600kg/日までは大型化によるスケールメリット有り

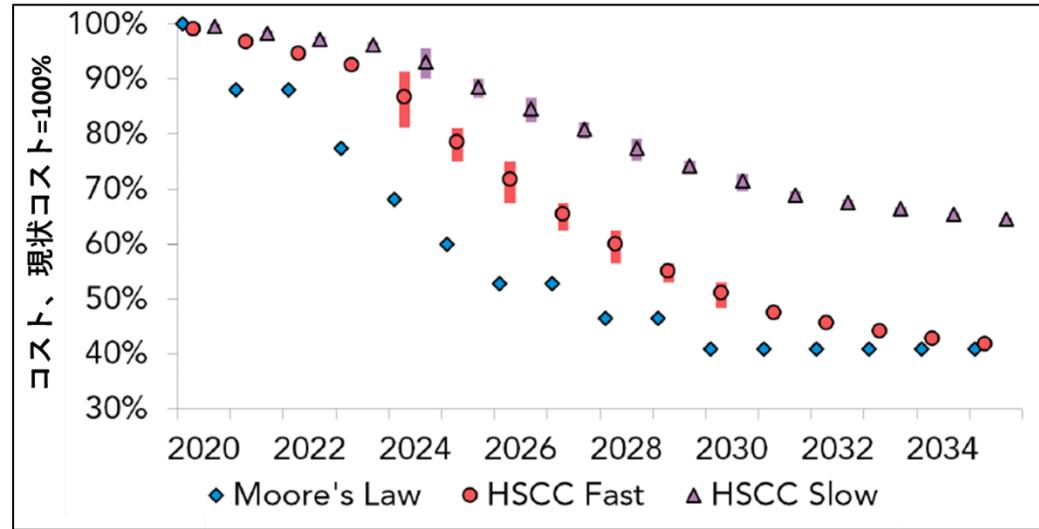
600kg/日以上では、5,000 \$/kg-St能力で一定

→建設数増加の効果として、2035年で30~50%の建設コストダウンを想定。

<運営コスト>

→メンテナンスコストも設備コストの関数として想定

500kg/日Stでは約9万\$のメンテコスト、固定費部分合計で約19万\$



St建設コストダウン前提

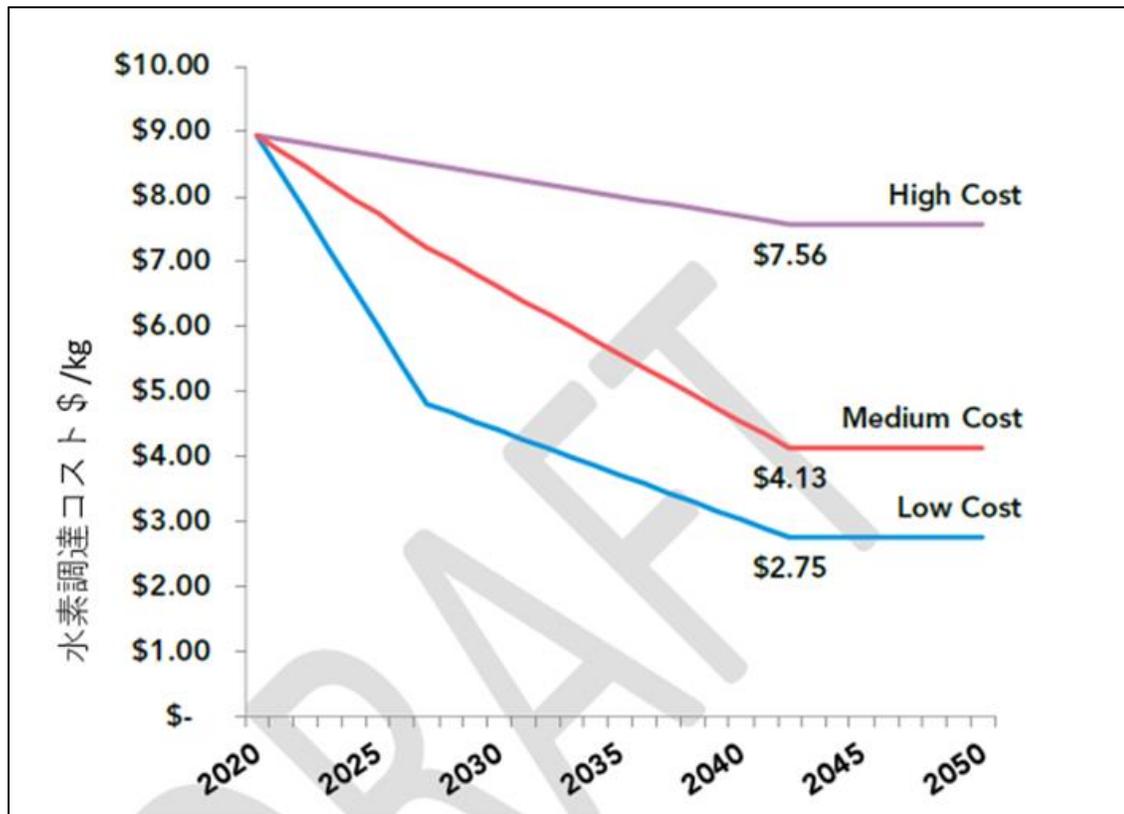
オペレーションコスト前提

		CARB 採算評価 検討前提
固定費	インターネット	2,300 \$/年
	電力(固定部分)	2,100 \$/年
	認証	3,700 \$/年
	品質管理	5,400 \$/年
	保険	7,200 \$/年
	固定資産税	1% @設備費
	土地賃借代	48,000 \$/年
	人件費(メンテナンス)	3% @設備費
変動費	税金	2.25% @売上
	カード代	2.50% @売上
	電力(変動費)	0.54 \$/kg (1)
定期点検		10% @設備費5年ごと

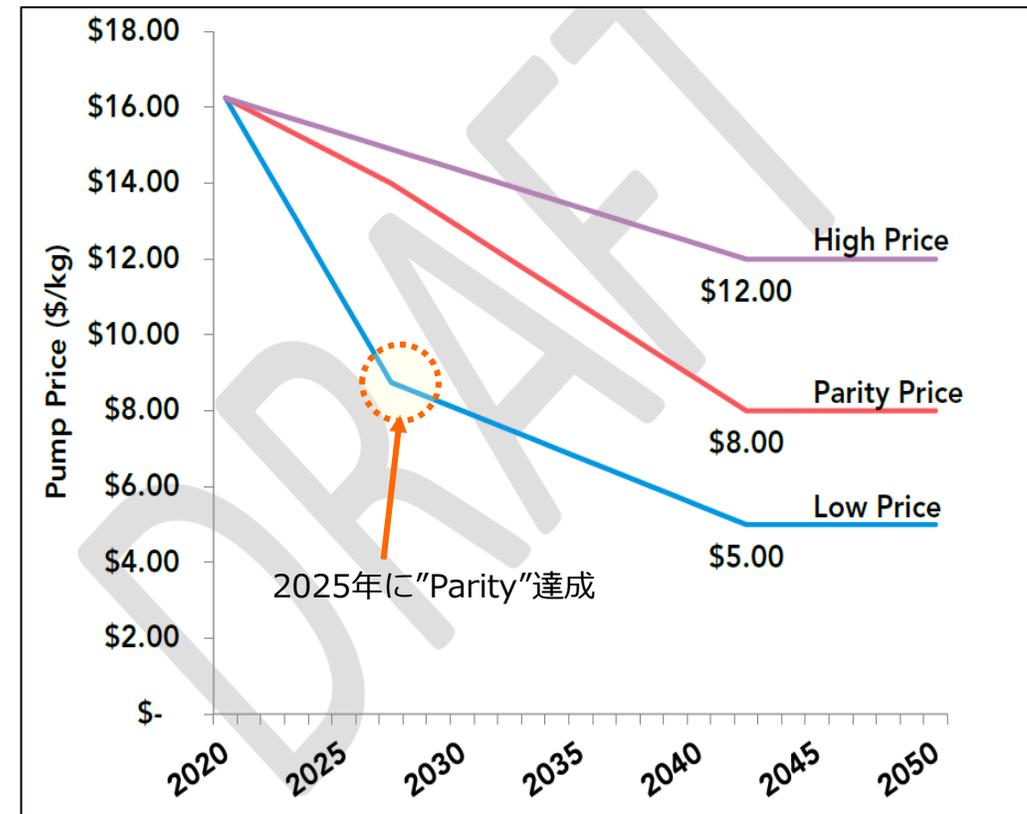
1)0.18 \$/kwh、3kwh/水素kg

CARB 水素ステーション自立シミュレーション

前提③



水素調達価格前提



水素小売り価格 ケース設定

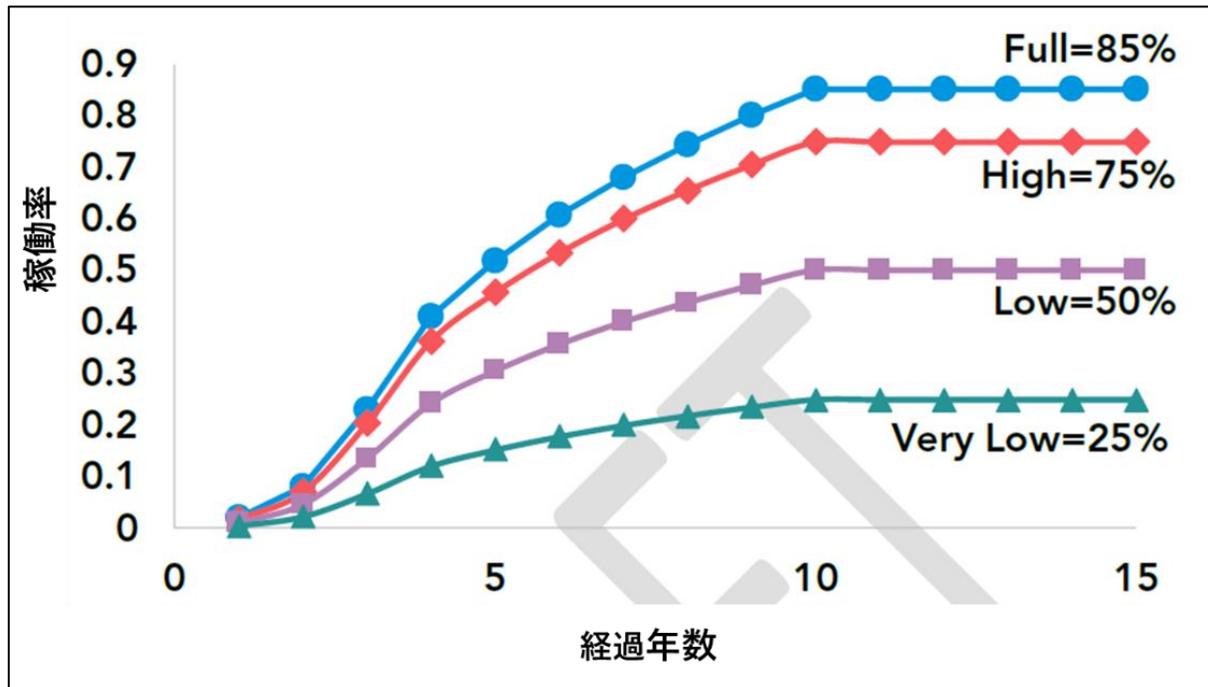
→現状9 \$/kgから価格が低下し、最終的には、**2042年に2.75~7.56 \$/kg**に落ち着く想定。

7.56 \$/kg程度であれば、現状でも達成可能。

「Low Cost」がメインシナリオと思われる。

→現状16 \$/kgから価格が低下し、最終的には、**2042年に5~12 \$/kg**に落ち着く想定。

8 \$/kgがガソリン等価と認識されており、本報告書の解析のなかでは、早期(2025年)に8\$/kgを目指すことを志向している=Low Priceがメインシナリオ。



St稼働率上昇カーブ 前提

→ステーション設置後、FCV台数が増えて、稼働率が上がることを前提にしている。

上限は25%~85%のケーススタディ行っているが、メインシナリオは75%または85%

CARB自立検討 諸前提の最大値、最小値

	最大	最小
FCV台数2035年	1,800,000	300,000
最小ステーション能力	350kg/日	200kg/日
最大ステーション能力	2,000kg/日	1,200kg/日
ステーション数	1,800	310
最大ステーション稼働率	85%	25%
設備コスト低減係数	-0.212	-0.106
水素小売り価格2040年	\$12.00/kg	\$5.00/kg
水素調達コスト最終目標	\$7.56/kg	\$2.75/kg
MIRR設定値	15%	10%
その他政府補助金	MIRRに合わせて調整	
赤字がメインシナリオ		

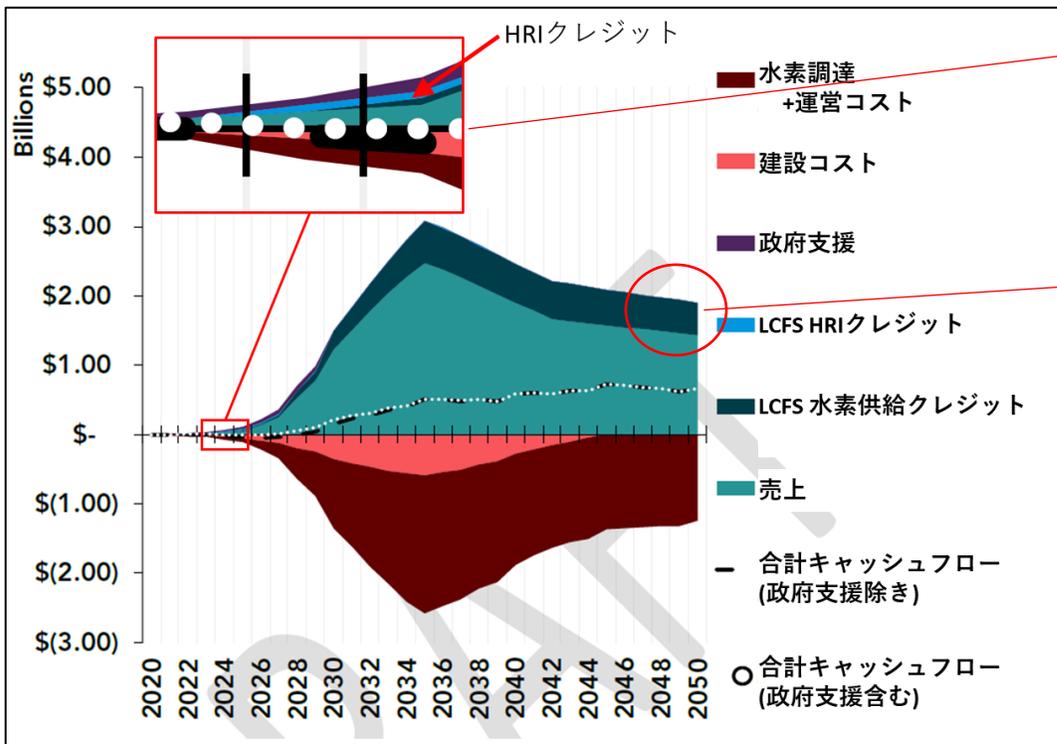
→諸前提を組み合わせて、MIRRが10~15%になるために必要な政府補助金の額を算定。

なお、LCFSクレジット価格は80\$~120\$を想定して試算している。

シナリオ別検討結果 自立に必要な政府支援額

			シナリオA	シナリオB	シナリオC
名称			"Industry Leads the Way" 「産業が道を開く」	"Parity in the Decade" 「10年でガソリン等価」	"Government Ahead of Industry" 「政府が民間の先頭に立つ」
概要			早いコストダウン ガソリン等価達成は2040年	早いコストダウン ガソリン等価達成は2030年	遅いコストダウン ガソリン等価達成は2030年
政府支援額	総額		\$ 18M	\$ 190M	\$ 320M
	Stあたり	平均	\$123,000	\$319,000	\$289,000
		最大	\$382,000	\$667,000	\$691,000
自立時期			2026年	2028年	2029年
PPNI*			\$ 104.7M	\$ 252.2M	\$ 387.0M

*PPNI :Pre-Profit Network Investment、自立までのマイナスキャッシュフローの合計



HRIクレジットは最初期のみ絶対額インパクトは小さい。

2050年でも収入の1/4程度はLCFS(水素販売)クレジット

出典: CARB Hydrogen Station Network Self-Sufficiency Analysis per Assembly Bill 8 November 2020

・レポート報告結果から、加州政府の意図は「2030年FCV100万台を大前提として、3億\$の政府支援により、2025年までに水素価格8\$/kg、2027年~2030年ステーション自立を達成する。」ということと思われる。

・そのための条件は、ステーション能力600kg/日以上、最大稼働率75%以上、建設コスト5,000\$/kg/日以下、水素調達コスト8\$/kg以下、運営コスト5~8\$/kg(15年平均)、+LCFSクレジット、といったレベル感。

CARBによる「結果まとめ」

- ・最大300百万\$の政府支援により、2030年までにステーション経営は自立
- ・支援額と自立時期を確実なものにするためには、
 - ✓早期のステーションネットワークの構築
 - ✓より広範囲のステーションネットワーク
 - ✓ステーションの大型化
 - ✓FCVの速やかな普及とステーション稼働率の速やかな上昇
 - ✓郊外ステーションの運営コスト低減が必要
- ・支援額は
 - ✓小売り価格の低下が加速
 - ✓建設コスト低減スピードが低下
 - ✓運営コスト低減スピードが低下
 - ✓グローバル市場での水素価格の低下によって増加する可能性がある。

カリフォルニア州以外の米国 水素ステーション

- ・加州以外米国での水素ステーション整備は低調である。 商用ステーションは8カ所のみ。
- ・DOEも「12～20カ所を計画中」と述べるのみに留まっている。
- ・民間団体、北東部8州のNEESC(Northeast Electrochemical Energy Storage Cluster)やオハイオ周辺5州のThe OHIO FUEL CELL COALITIONが、普及提案をしているが、州政府を動かすに至っていない。
- ・加州以外の州では、大気環境に大きな問題がないことから(加州との比較)、水素・FCVに対する行政側のバックアップ体制が弱く、FCVの市場投入も見合わせざるを得ない状況。FCVが橋やトンネル走行を制限されており、その点からもFCVを投入できる状況にない。

加州外の米穀 商用ステーション

ステーション名/事業者	所在地		
	住所	町	州
SunHydro - Wallingford	10 Technology Dr	Wallingford	コネチカット
Air Liquide	165 Leibert Rd	Hartford	
Nuvera Corporate Headquarters	129 Concord Rd	Billerica	マサチューセッツ
Air Liquide - Braintree	240 Wood Rd	Braintree	
Air Liquide	377 Chauncy St	Mansfield	
Air Liquide	797 Peninsula Blvd	Hempstead	ニューヨーク
Air Liquide	333 W River St	Providence	ロードアイランド
SERVCO	2850 Pukoloa St	Honolulu	ハワイ

NEESCCによる2025年普及目標
(2018年策定)

州	FCV	FCバス	水素St
コネチカット	548	43	6～7
マサチューセッツ	823	84	6～7
ニューヨーク	2,038	349	18～23
ロードアイランド	171	14	1～2
バーモント	92	4	1～2
メイン	137	7	1～2
ニュージャージー	3,232	139	31～34
ニューハンプシャー	25	5	1～2
合計	7,066	645	65～79

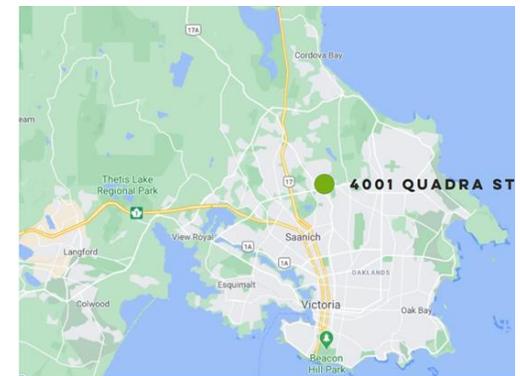
カナダの水素ステーション整備状況

- ・現在の商用水素ステーションは**5カ所**、ブリティッシュコロンビア州4カ所、ケベック州1カ所、いずれも、2018年6月以降の完成。
- ・**ブリティッシュコロンビア州**では、**HTEC**がバンクーバー周辺にあと2カ所建設(合計6カ所)を当面の目標としている。現在の4カ所のうち、2カ所はShellとの協業、2カ所はセブンイレブンの協業。
- ・**ケベック州**は、電解装置メーカーである**Hydrogenics**とトヨタの協業で、オンサイト電解。能力200kg/日で建設コスト5.2百万ドル、内、2.9百万ドルが政府補助。

ステーション名	建設	場所	州	開業時期	備考
(Vancouver)	HTEC	8686 Granville ST, Vancouver	British Columbia	2018/6/15	Shell共同
(Burnaby)	HTEC	4505 CANADA Way, Burnaby	British Columbia	2019/12/5	Shell共同
7-Eleven - Hydrogen Technology and Energy Corp	HTEC	2501 Westview Dr , North Vancouver	British Columbia	2020/6/25	セブンイレブン共同
(Victoria)	HTEC	4001 Quadra St, Victoria	British Columbia	2020/Q4	
Esso Harnois Groupe Pétrolier - Hydrogenics	Hydrogenics	5105 boul Wilfrid-Hamel ,Québec	Québec	2018/6	トヨタ共同、電解 200kg/日、建設費5.2百万ドル-2.9百万ドル政府補助



バンクーバー周辺



ビクトリア周辺

出典:HTEC

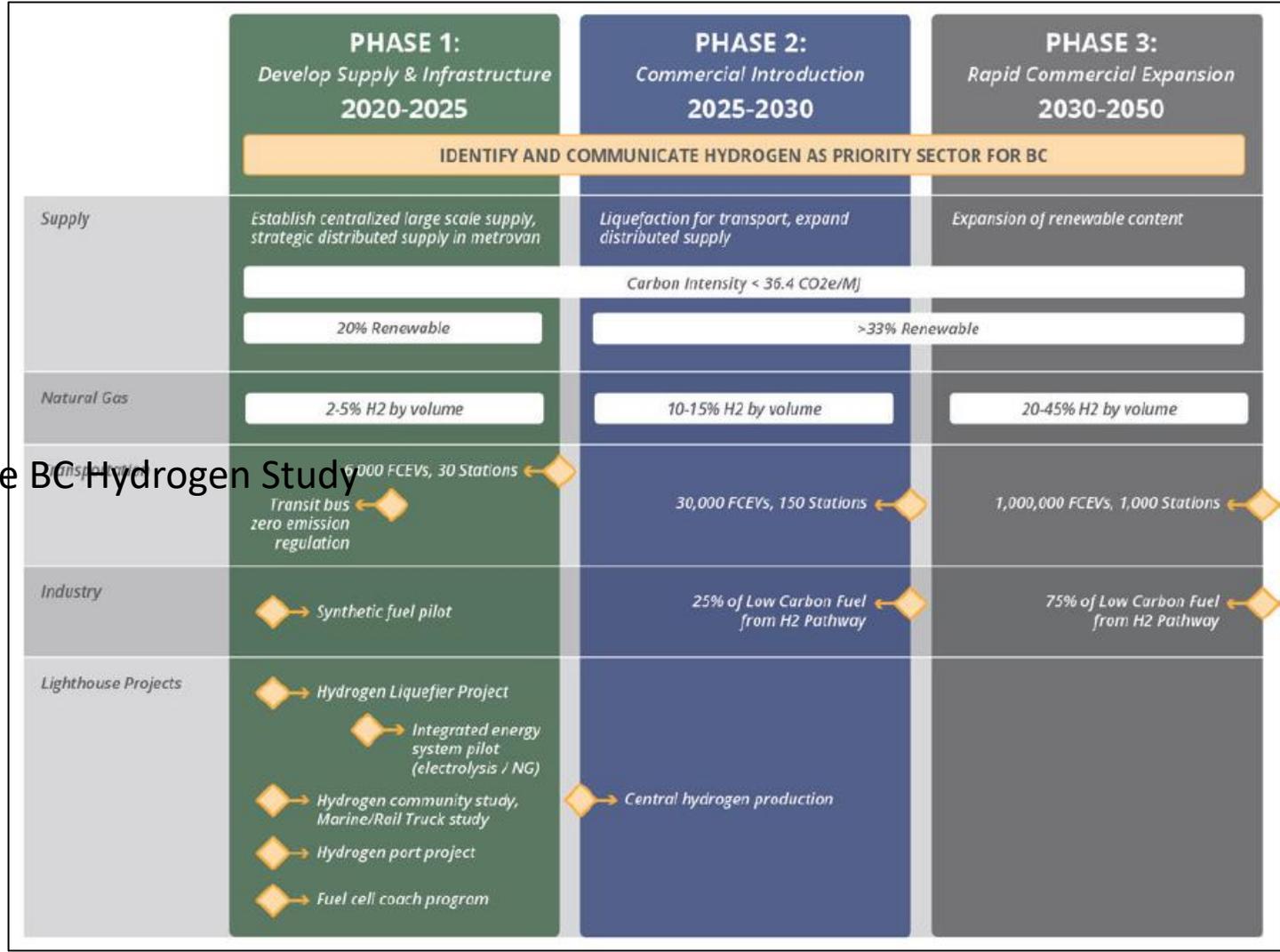


HTEC-Shellの水素ステーション

ケベックの水素ステーション設備、
圧縮機はHPの製品

ブリティッシュコロンビア州 水素ロードマップ

- ・ブリティッシュコロンビア州は、加州同様のZEV規制を施行。先ごろのACT規制にも賛同するなど、カナダで先端的な取り組みを進める州。
 - ・水素Stは、**2023年**までに10百万ドルを投資し、あと**10カ所**建設する方針(2020年9月発表)
 - ・2019年に州としての水素ロードマップを策定
- <ロードマップ>
- ・CO2目標達成のための必要手段として水素を位置づけ
 - ・**2025年**までに水素St **30カ所**-FCV **6,000台**、**2030年****150St**-**30,000台**、**2050年** **1,000st**-**1,000,000台**。
 - ・再生可能割合2025年以降は33%以上、炭素強は36.4gCO2/MJ未満。
 - ・パイプラインへの水素導入割合も目標設定。2-5%混合からスタートし、最終的には20-45%。



ブリティッシュコロンビア州 水素ロードマップ 水素インフラ関連目標

目標年		2020-2025	2025-2030	2030-2050
水素供給	炭素強度	36.4gCO2/MJ未満		
	再生可能割合	20%	33%超	
FCV		6,000	30,000	1,000,000
水素ST		30	150	1,000

ブリティッシュコロンビア州 水素ロードマップ

カナダ 水素戦略

2020年12月、カナダ政府は水素戦略を発表。 出典: HYDROGEN STRATEGY FOR CANADA Seizing the Opportunities for Hydrogen A Call to Action

カナダ 水素戦略 「2050年ビジョン」

- 500万台以上のFCV普及
- カナダ全土での水素供給インフラ構築
- エネルギー消費の30%が水素
- 低コスト水素製造のための新産業創出
- 35万業種以上の雇用創出による経済成長
- 世界トップクラスのグローバルクリーン水素生産国
- 水素関連事業による50,000百万ドル以上の収入
- 190Mt/年以上のGHG削減

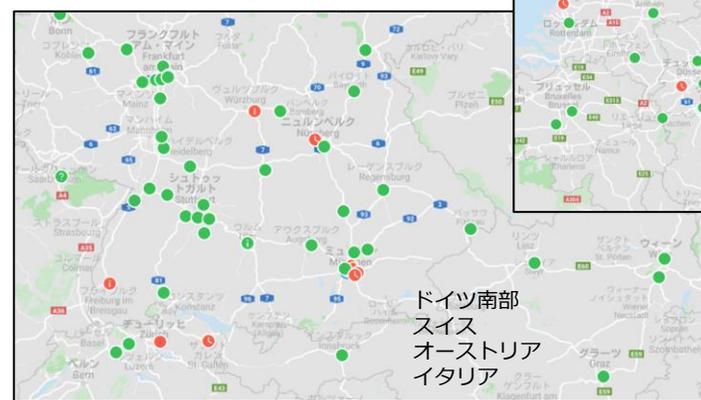
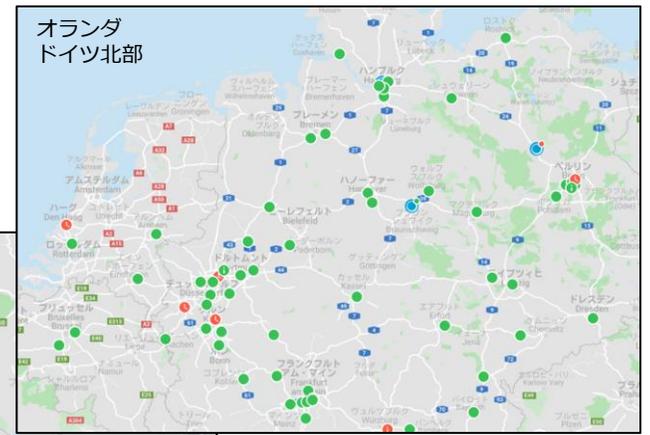
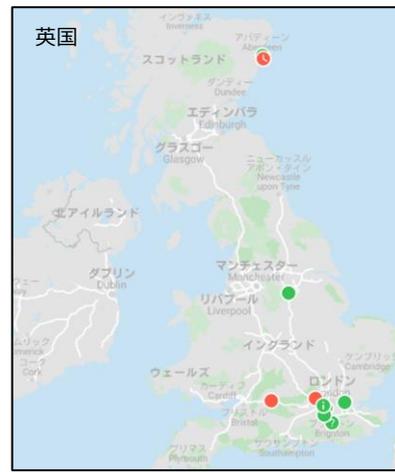
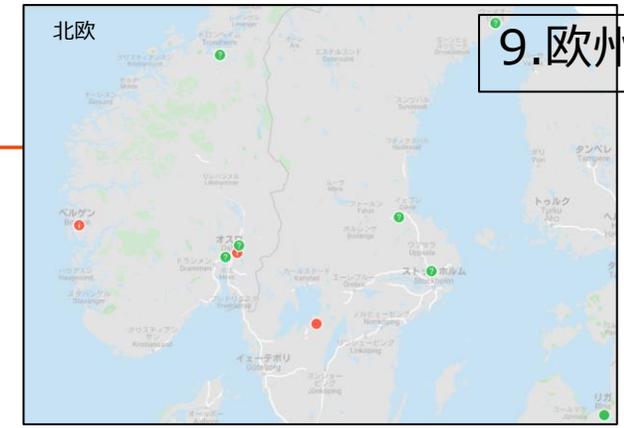
- 水素St数を特定した目標は示されていないが、2050年軽量車500万台、トラック16万台、バス6,500台で水素需要の13%との見通し。500万台は、軽量車の約1/4に相当。
- 産業やビルの熱利用としての水素は、水素需要の約半分。
- 産業向けの原料としての水素需要は全体の1/3、
- 液体燃料製造(e-fuel)用の水素を2030年以降に利用開始。

カナダ 水素戦略 具体的・定量目標

目標年		2020-2025	2025-2030	2030-2050
タイトル		Laying the Foundation	Growth & Diversification	Rapid Market Expansion
水素供給	炭素強度	36.4gCO2/MJ未満、低減推進		
	再生可能割合	33%超、向上推進		
	水素調達コスト	5.0~12.0 \$/kg		1.5~3.5\$/kg
水素輸送・貯蔵	圧縮水素	25MPa	45+MPa	
	液化水素	東海岸地域	全カナダ	
	パイプライン	水素/天然ガス混合	混合+水素専用	
	貯蔵	-	-	岩塩洞窟
水素利用	商用	乗用車 バス フォークリフト 工場	→	
	実証	パイプライン トラック 石油採掘	電力貯蔵 電車 船舶 鉱山	新たな産業
地域の水素エネルギーハブ		地域でのエネルギーハブ構築	ハブの拡大 ハブ同士のコネクション	全土でのハブコネクション 州同士の取引、協力
研究開発		材料、水素製造、貯蔵、CCUS、利用技術の継続的研究開発		
水素製造量		3Mt/年(高炭素強度)	4Mt/年(低炭素強度)	20Mt/年(低炭素強度)
エネルギーに占める水素の割合		1.6%	6.2%	30%
GHG削減量		-	~45Mt	~190Mt

欧州 水素ステーション配備の現状

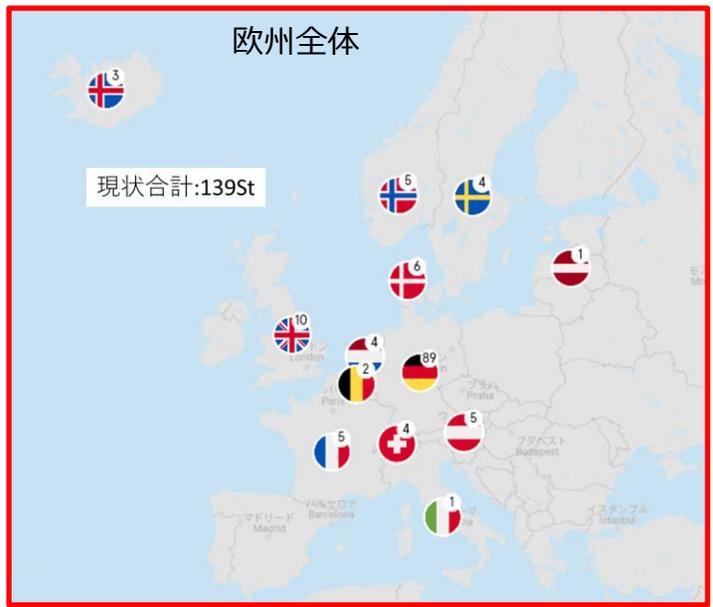
既存ステーション**139カ所**、建設中も含めれば183カ所。既存の**7割がドイツ**



赤丸または緑丸がステーション
 緑はデータ採取時点で充填可能St.
 赤は充填休止中のステーション

出典:H2Mobilty

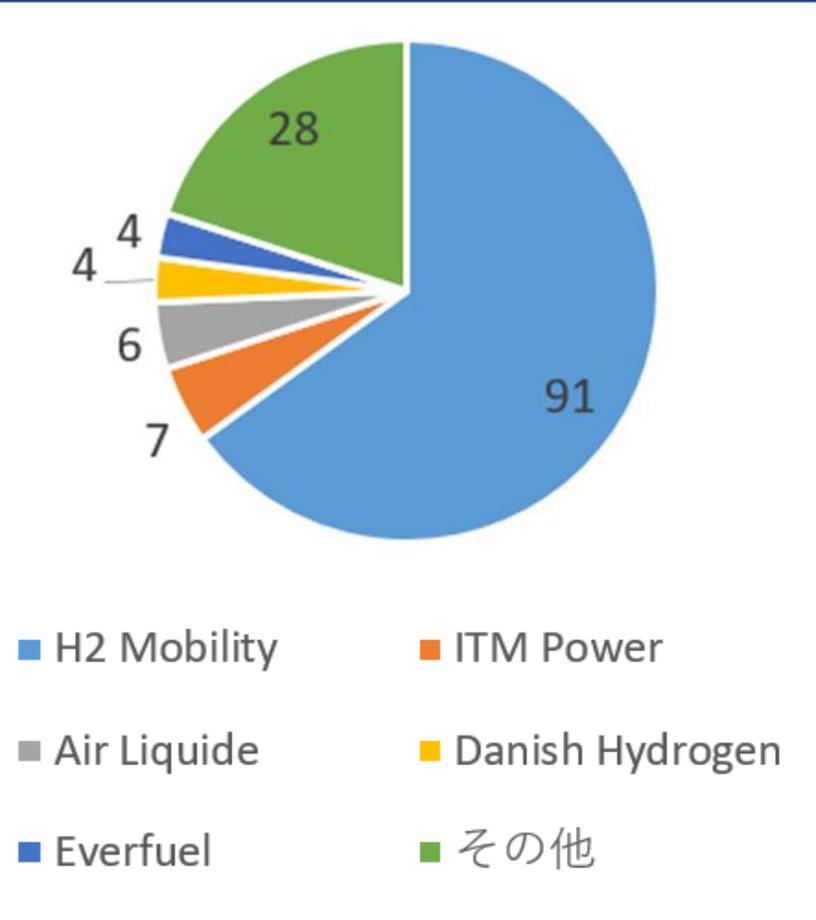
国名	既存	建設中	合計	国名	既存	建設中	合計
ドイツ	89	16	105	スウェーデン	4	0	4
イギリス	10	1	11	アイスランド	3	0	3
デンマーク	6	2	8	ベルギー	2	0	2
ノルウェー	5	4	9	イタリア	1	0	1
フランス	5	2	7	ラトヴィア	1	0	1
オーストリア	5	0	5	チェコ	0	3	3
スイス	4	7	11	スペイン	0	2	2
オランダ	4	6	10	エストニア	0	1	1
合計					139	44	183



欧州の水素ステーション 分類

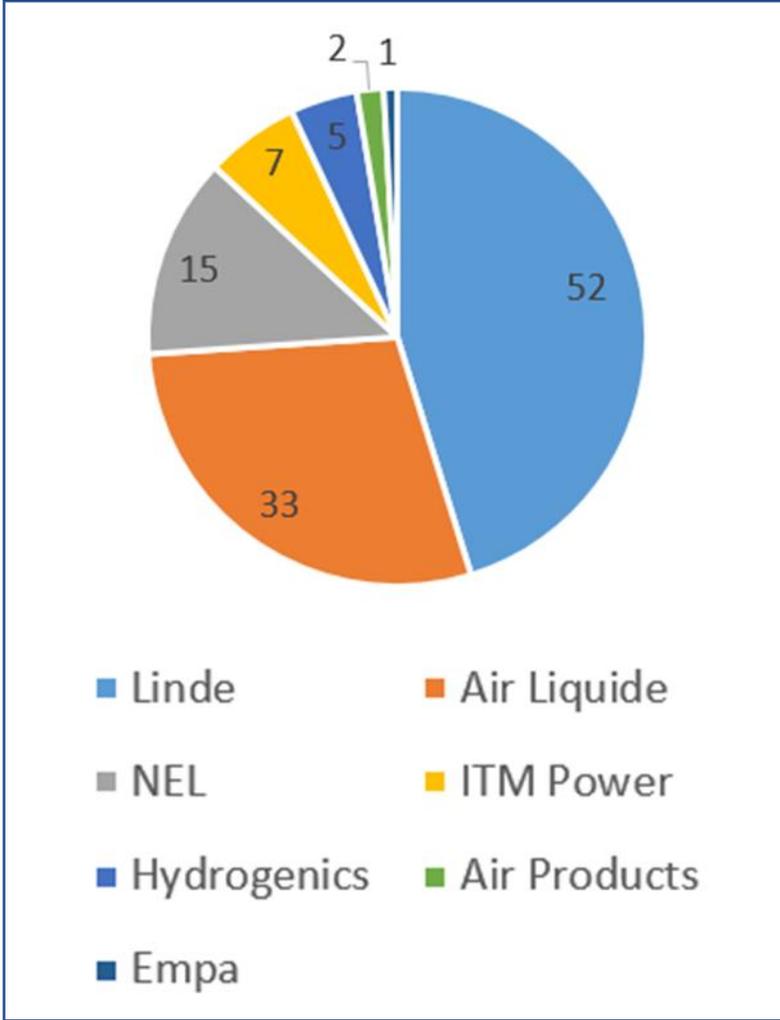
<オペレーター別ステーション数>

ドイツ国内の整備を一手に行っているH2モビリティが最多。ITM Powerはイギリス、Air Liquideはフランスでのオペレーション。Danish HydrogenとEverfuelはデンマークとノルウェー。



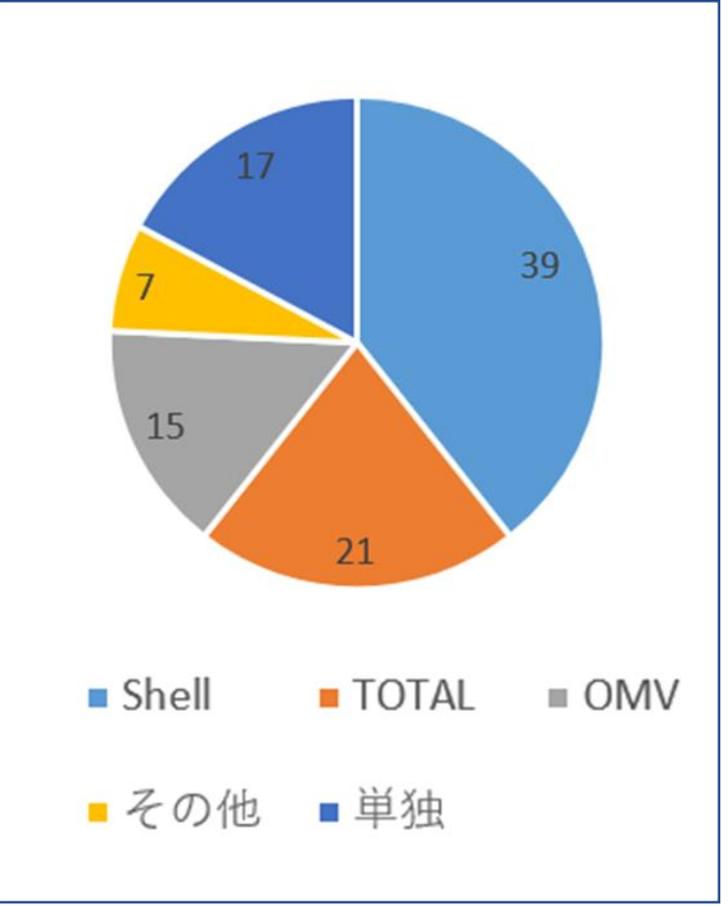
<建設、エンジニアリング事業者別ステーション数>

LindeとAir Liquideが二強。Air Liquideはドイツでも多くの実績。Nelはデンマーク、北欧中心でドイツにも進出。ITM Powerは全て英国。



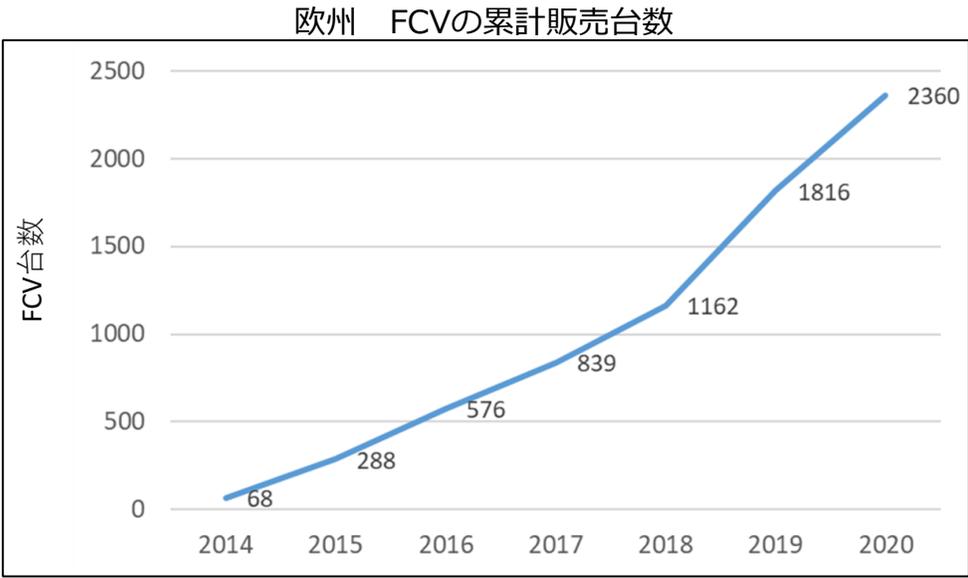
<ガソリンスタンド併設の有無とガソリンスタンド事業者>(ドイツとオーストリアのみの情報)

ドイツではShellとTOTAL、オーストリアはOMVのガソリンスタンドに併設されている場合が多い。

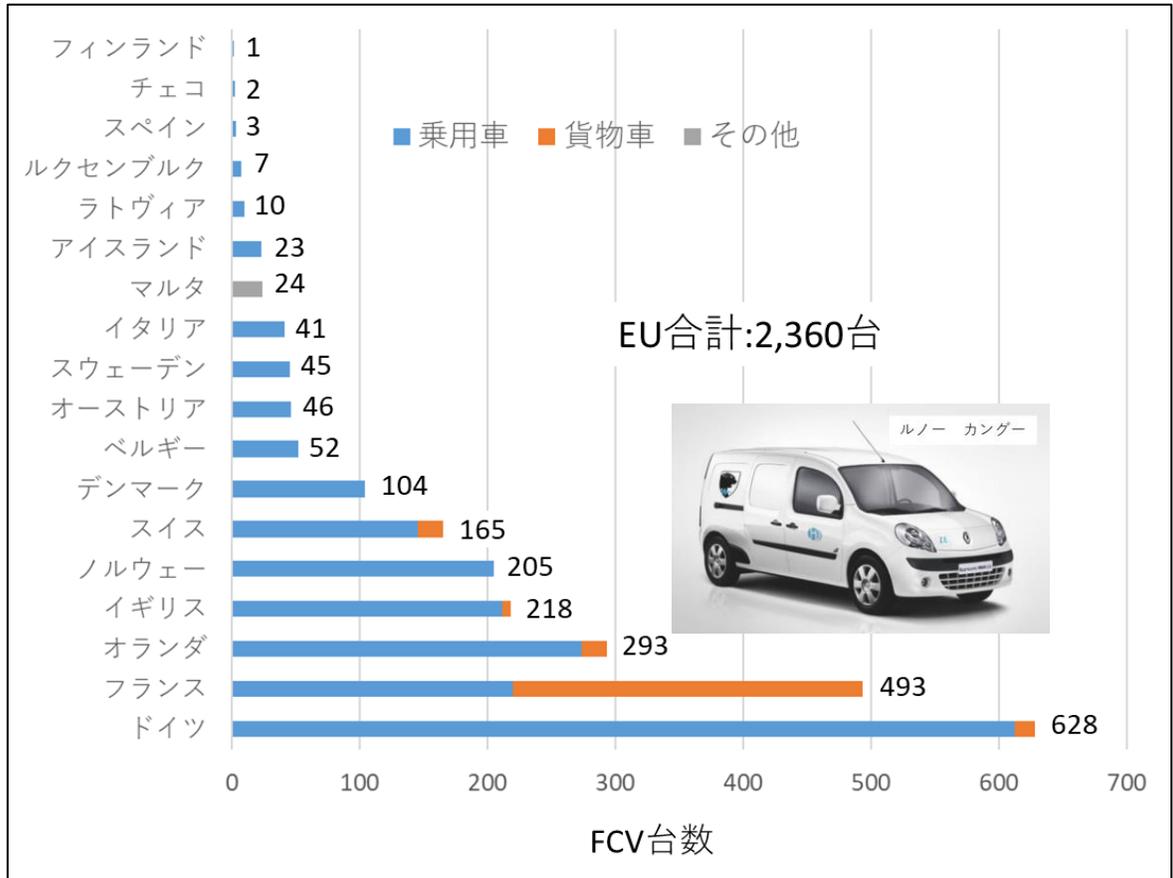


欧州 FCV普及の現状

- ・現状は**2360台**。Stあたりは**17.0台/St**となり、日本より厳しい。
- ・**ドイツが628台**と最も多いが、St数も多いために、Stあたりは7台。
- ・フランスがドイツの次で半分以上が「貨物車」。ルノーのFCエクステンダーEVの Kangoo と思われる。Kangoo は10kwのFCを積んだ35MPa仕様の貨物車で主に郵便配達に使用。



欧州 国別FCV累計販売台数



参考:主要国のMIRAI/NEXO 販売実績

国	モデル	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	合計
ドイツ	NEXO					41	140	193	374
	MIRAI								*
フランス	NEXO					2	6	10	18
	MIRAI			4	11	23	57	41	136
英国	NEXO						12	13	25
	MIRAI		4	8	33	36	56	44	181
オランダ	NEXO					12	108	89	209
	MIRAI		2	5	2	1	48	7	65
ノルウェー	NEXO					27	22	0	49
	MIRAI			10	17	24	7	15	73
米国	NEXO					8	267	195	470
	MIRAI		72	1,034	1,838	1,700	1,502	483	6,629
カナダ	NEXO						9	6	15
	MIRAI						70	11	81
日本	NEXO								0
	MIRAI	7	411	950	766	575	644	448	3,801
韓国	NEXO					727	4,194	5,453	10,374
	MIRAI								0

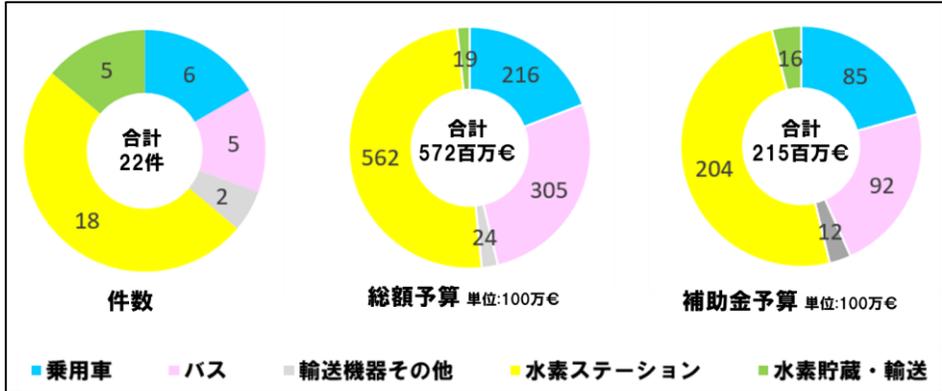
*データ不明

水素St関連プロジェクト FCHJUプロジェクトの概要

- EUの水素ステーション建設は、EUの補助と各国・自治体の補助を受けて進められている(民間負担割合は個別に設定)
- 最も多くの実績があるドイツのH2Mobilityは、EUのFCH JU-"H2ME"と"COHRS"、及びドイツ"NIP"に参画し、支援を受けている。

<FCH JUプロジェクト全体概要>

- EUによる水素・燃料電池関連の研究開発・実証PJは、EUの下部組織FCH JU(The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)が統括。
- 2008年の開始以降、累計で246テーマが実施され、費用のうち約半額の916百万ユーロを補助。現在は81テーマを実施中、内、22テーマが輸送機器、水素ステーション関連。
- 開発目標が設定されている。「再生可能」が大前提の目標である。
- 輸送部門では、乗用車のほかに、バス、列車、航空機、フォークリフト関連それぞれについて目標設定がされている。



FCHJU 水素ステーション関連の開発目標と実績値

番号	項目	単位	実績		目標		
			2012年最良値	2017年最良値	2020年	2024年	2030年
1	使用年数	years	na	10	12	15	20
2	耐久年数	years	na	-	5	10	15
3	エネルギー消費	kWh/kg	na	10	5	4	3
4	可用性	%	na	95	96	98	99
5	故障インターバル	days	na	20	48	72	168
6	年間メンテナンスコスト	EUR/kg	na	-	1	0.5	0.3
7	人工	Person h/kh	na	-	70	28	16
8	ステーション建設コスト	1,000EUR/ (kg/day)	7.5	7	4-2.1	3-1.6	2.4-1.3
9	再生可能水素コスト	EUR/kg	13	12	11	9	6

2017年実績で、200kg/日ステーションの建設費は、7,000€/kg×200kg=140万€が最良値

FCHJU 輸送機器関連プロジェクト一覧

略称	名称(原題)	主要メンバー	期間	総予算	補助金(内数)	実装目標
H2ME	HYDROGEN MOBILITY EUROPE	エレメントエナジー、ダイムラー、BMW、ルノー、リンデ、トヨタ、NEL、マクフィー、エアリキッド、日産、ITMパワー、ヒュンダイ、ホンダ、OMV、H2モビリティ、アウディ等	01/06/2015 - 31/05/2020	€ 62,840,821	€ 32,000,000	水素ステーション29 FCV 300台以上
H2ME2	EUROPE		01/05/2016 - 30/06/2022	€ 103,181,911	€ 34,999,549	水素ステーション20 FCV 1,100台以上
BIG HIT	BUILDING INNOVATIVE GREEN HYDROGEN SYSTEMS IN AN ISOLATED TERRITORY: A PILOT FOR EUROPE	アラゴン水素開発財団、デンマーク工科大学、欧州船舶燃料センター、ITMパワー、Symbio FCell、オークニー諸島評議会、マルタ国土交通省、スコットランド水素燃料電池協会他	01/05/2016 - 30/04/2021	€ 7,246,103	€ 5,000,000	オークニー諸島での潮力・風力発電→水素地産地消システム開発 <目標>HRS エネルギー消費:5kwh/kg、トレーラーキャバ:1,000kg
SWARM	DEMONSTRATION OF SMALL 4-WHEEL FUEL CELL PASSENGER VEHICLE APPLICATIONS IN REGIONAL AND MUNICIPAL TRANSPORT	エレメントエナジー、ブレーメン大、ブリュッセル大、リェージュ大、コベントリー大、バーミンガム大、ドイツ地球エネルギー戦略研究所、エアリキッド、TUV SUD他	01/10/2012 - 31/10/2018	€ 15,803,804	€ 6,712,986	小型FCVによる地域実証。英、ベルギー、独の三地域 <目標>燃費1kg/100km、水素価格 10€/kg
ZEFER	ZERO EMISSION FLEET VEHICLES FOR EUROPEAN ROLL-OUT	エレメントエナジー、ロンドン警察、BMW、リンデ、エアリキッド、パリ市、低炭素・燃料電池技術センター、ITMパワー、パリ電動タクシー協会、グリーンマト自動車他	01/09/2017 - 31/08/2022	€ 25,883,005	€ 4,998,843	ロンドン、パリ、ブリュッセルでのFCV実証180台、HRS6 <目標>走行90,000km/台、耐久6,000時間
3EMOTION	ENVIRONMENTALLY FRIENDLY, EFFICIENT ELECTRIC MOTION	ヴァンフル、エアリキッド、バラード、フランス原子力・代替エネルギー委員(CEA)、CIRP、FIT、南ホラント州、北デンマー郡、RETバス、SAVACバス、ロンドン交通局(TfL)、WaterstofNet 他	01/01/2015 - 31/12/2022	€ 39,232,163	€ 14,999,983	5都市でのFCバス29台を使った実証。 <目標>燃費9kg/100km、稼働率:90%、コスト850K€/台
HIGH V.LO-CITY	CITIES SPEEDING UP THE INTEGRATION OF HYDROGEN BUSES IN PUBLIC FLEETS	ヴァンフル、アバディーン市評議会、Qbuzz、リグリ郡、バラード、フラマン輸送、Pitpoint、水素ネット、HyER、ジェノバ大学、FITコンサルティング他	01/01/2012 - 31/12/2019	€ 30,494,110	€ 13,491,724	グロニンゲン、サンレモ、アントワープ4都市での、FCバス14台、HRS4か所による実証
HYTRANSIT	EUROPEAN HYDROGEN TRANSIT BUSES IN SCOTLAND	BOC、アバディーン市評議会、バラード、エレメントエナジー、HyER、PLANET、Stagecoach、ヴァンフル、DANTHERM POWER、	01/01/2013 - 31/03/2019	€ 17,850,709	€ 6,999,999	英国アバディーンでのFCバス6台、HRS1か所による実証
JIVE	JOINT INITIATIVE FOR HYDROGEN VEHICLES ACROSS EUROPE	エレメントエナジー、アバディーン市、バーミンガム市、ダンディー市、ケルン交通、ロンドンバスサービス、南チロル交通、トレンティノ交通、西ミッドランド交通他	01/01/2017 - 31/12/2022	€ 110,375,045	€ 32,000,000	EU広域でのFCバスと水素インフラの普及。 <目標>2020年初までの自立を目指す。耐久8年、故障までの走行距離2500km以上
JIVE2	JOINT INITIATIVE FOR HYDROGEN VEHICLES ACROSS EUROPE2	エレメントエナジー、ダンディー市、Hydrogen Europe、ケルン交、THINKSTEP、WSW自動車、REBELグループ、ノード・ブラバンド郡、VATGAS、南ホラント州、ライン鉄道他	01/01/2018 - 31/12/2023	€ 107,398,382	€ 25,000,000	EU広域でのFCバスと水素インフラの普及。 <目標>2020年初までの自立を目指す。14都市で152台のFCバスを配備。
REVIVE	REFUSE VEHICLE INNOVATION AND VALIDATION IN EUROPE	TRACTEBELエンジニアリング、Suezオランダホールディング、グロニンゲン市、ブレダ市、アントワープ市、アムステルダム市、エレメントエナジー、CEA、VZW水素ネット、Eトラックヨーロッパ他	01/01/2018 - 31/12/2021	€ 8,706,255	€ 4,993,851	FCトラック(ごみ収集車)の実証 <目標>15台、FC>40kw、TtW効率50%、寿命25,000時間
FLHYSAFE	FUEL CELL HYDROGEN SYSTEM FOR AIRCRAFT EMERGENCY OPERATION	Safran パワーユニット、原子力/再生可能エネルギー委員会(仏)、ドイツ航空宇宙センター、ウルム大、エステバン・テラダス国立航空宇宙技術研究所、ZODIAC AEROTECHNICS	01/01/2018 - 31/12/2020	€ 7,365,901	€ 5,063,023	航空機用FCの開発とデモンストレーション <目標> EPU重量 150kg、EPU容積200L、効率40%、エネルギー密度2kw/kg、2.5kw/L
HYCARUS	HYDROGEN CELLS FOR AIRBORNE USAGE	ZODIAC AEROTECHNICS、原子力/再生可能エネルギー委員会(仏)、JRC、DASSAULT 航空、ARTTIC、国立航空宇宙技術研究所(仏)、ドリセン航空宇宙 CZ SRO、エアリキッド	01/05/2013 - 31/03/2019	€ 12,064,474	€ 5,219,265	航空機の補助電源用FCの開発と実証試験 <目標>TRL6、出力20kW、耐久2500時間、効率55%
MARANDA	MARINE APPLICATION OF A NEW FUEL CELL POWERTRAIN VALIDATED IN DEMANDING ARCTIC CONDITIONS	フィンランドVTT技術研究センター、フィンランド環境センター、ABB、パワーセル、OMB SALERI、PERSEE、SWISS HYDROGEN	01/03/2017 - 28/02/2021	€ 3,704,758	€ 2,939,458	船舶用PEMFCシステム(3×82.5kW)の開発 <目標>耐寒性-35°C、耐久4.6mV/1000時間、効率48%
HYLIFT-EUROPE	LARGE SCALE DEMONSTRATION OF FUEL CELL POWERED MATERIALHANDLING VEHICLES	Ludwig-Boelkowシステム、JRC、FAST、H2ロジック、エレメントエナジー、エアリキッド、ヒースロー空港、コペンハーゲン水素ネットワーク、エアプロダクツ他	01/01/2013 - 31/12/2018	€ 15,680,960	€ 6,896,871	FCフォークリフト等、業務車両の実証 <目標>200台、FC効率45-50%、充填時間3分以内

水素ステーション
整備補助金を含む

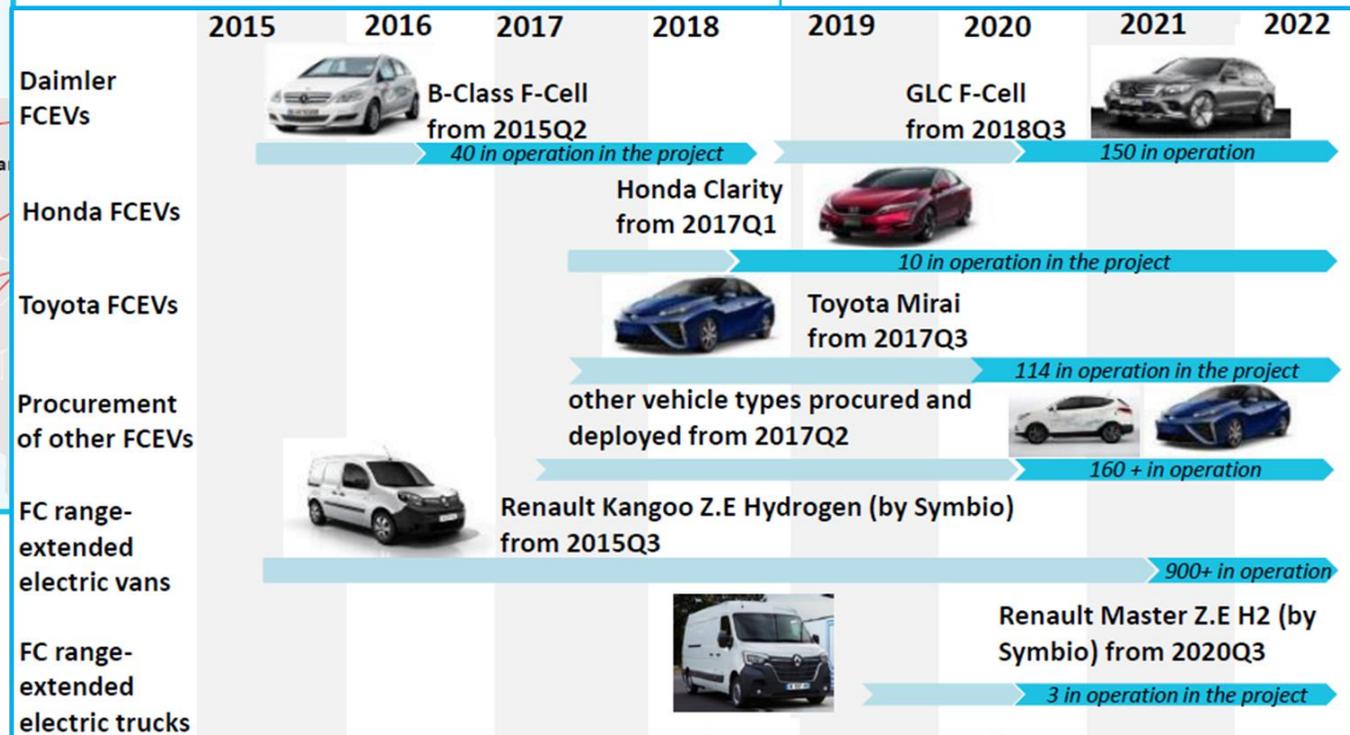
H2ME “Hydrogen Mobility Europe” プロジェクト概要

- H2ME(2015-2020)及び、その後継プロジェクトであるH2ME2(2016-2022)は、FCV・水素Stの技術開発・実証試験プロジェクト
- 現存ステーションのうち**50カ所**は、H2MEプロジェクト補助金で建設されている。
- メンバーは**46社・団体**、コーディネーターはElement Energy(英)。予算総額164百万€、内、EU負担67百万€。



- New hydrogen refuelling stations:**
- 20 - 700bar HRS in Germany
 - 12 - 700bar HRS in Scandinavia
 - 11 - 350bar and 700bar HRS in France
 - 6 - 350bar and 700bar HRS in the UK
 - 1 - 700bar HRS in NL

車両は**500台のFCV**、**900台のレンジエクステンダー車**が投入されている。



出典:FCHJU

H2ME プロジェクトメンバーと予算配分(青バックはステーション建設関連メンバー)

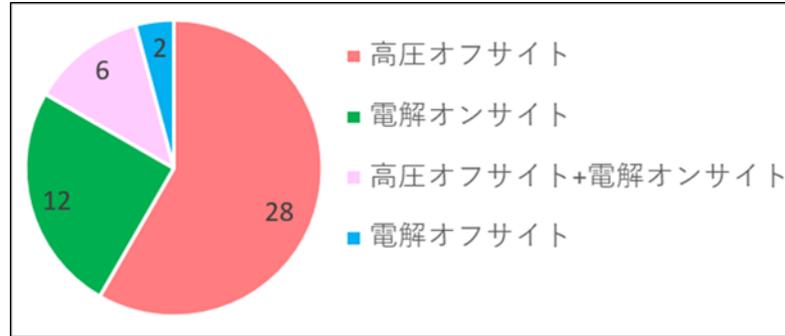
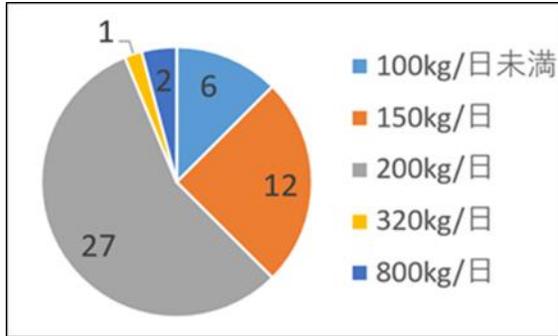
メンバー	国	EU負担額		
		H2ME	H2ME2	合計
AGA	瑞典	€ 847,343	€ 26,250	€ 873,593
AIR LIQUIDE	仏	€ 6,100,111	€ 2,405,000	€ 8,505,111
ALPHABET FUHRPARKMANAGEMENT	独		€ 660,000	€ 660,000
AREVA H2GEN	仏	€ 1,269,955	€ 1,369,000	€ 2,638,955
AUDI	独		€ 0	€ 0
B. KERKHOF & ZN	蘭		€ 784,750	€ 784,750
BMW	独	€ 0	€ 0	€ 0
BOC	英	€ 497,437		€ 497,437
BRINTBRANCHEN	丹		€ 120,769	€ 120,769
CENEX	英	€ 509,781	€ 757,150	€ 1,266,931
COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION SARREGUEMINES CONFLUENCES	仏	€ 192,770		€ 192,770
COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE SA	仏		€ 490,700	€ 490,700
COMMUNAUTE URBAINE DU GRAND NANCY	仏		€ 0	€ 0
DAIMLER	独	€ 0	€ 3,300,000	€ 3,300,000
DANISH HYDROGEN	丹	€ 0		€ 0
EIFER	独	€ 163,114	€ 330,000	€ 493,114
ELEMENT ENERGY	英仏	€ 686,450	€ 684,500	€ 1,370,950
GNVERT	仏		€ 836,934	€ 836,934
H2 MOBILITY	独	€ 5,264,264	€ 40,000	€ 5,304,264
HONDA	独	€ 0	€ 350,000	€ 350,000
HYDROGENE DE FRANCE	仏		€ 0	€ 0
HYOP AS	諾	€ 502,207	€ 1,305,231	€ 1,807,438
hySOLUTIONS	独		€ 184,164	€ 184,164
HYUNDAI	独	€ 0		€ 0
ICELANDIC NEW ENERGY	氷	€ 103,359	€ 567,111	€ 670,470

メンバー	国	EU負担額		
		H2ME	H2ME2	合計
HYUNDAI	独	€ 0		€ 0
ICELANDIC NEW ENERGY	氷	€ 103,359	€ 567,111	€ 670,470
INTELLIGENT ENERGY	英	€ 0		€ 0
ISLENSKA VETNISFELAGID	氷		€ 0	€ 0
ITM POWER	英	€ 2,340,923	€ 5,572,116	€ 7,913,039
KOBENHAVNS	丹		€ 304,000	€ 304,000
LINDE	独	€ 5,094,499		€ 5,094,499
MCPHY	仏	€ 496,755	€ 1,686,300	€ 2,183,055
MERCEDES-BENZ	独	€ 2,000,000		€ 2,000,000
MICHELIN	仏		€ 0	€ 0
MINISTERIE VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT	丹		€ 43,250	€ 43,250
NEL	丹	€ 847,343	€ 4,724,639	€ 5,571,982
NISSAN	英	€ 0	€ 0	€ 0
OMV	奥	€ 0		€ 0
OPEN ENERGI	英		€ 79,285	€ 79,285
RENAULT	仏	€ 0	€ 0	€ 0
SEMITAN	仏		€ 222,000	€ 222,000
SOCIETE DU TAXI ELECTRIQUE PARISIEN	仏		€ 1,569,250	€ 1,569,250
STEDIN DIENSTEN	蘭		€ 0	€ 0
STEDIN NETBEHEER	蘭		€ 368,750	€ 368,750
SYMBIO	仏	€ 1,262,250	€ 4,784,400	€ 6,046,650
THE UNIVERSITY OF MANCHESTER	英		€ 154,000	€ 154,000
TOYOTA	丹諾比	€ 3,780,000	€ 1,280,000	€ 5,060,000
WATERSTOFNET	比	€ 49,438		€ 49,438
EU負担額合計		€ 32,000,000	€ 34,999,549	€ 66,999,549
プロジェクト総額		€ 62,308,186	€ 101,449,352	€ 163,757,538
EU負担割合		51%	34%	41%

H2ME ステーション仕様

9.欧州

- 200kg/日の小型が中心。本格的整備が進むドイツでも150kg/日及び200kg/日。
- 100kg/日未満はいずれもオンサイト電解。800kg/日は集中電解で製造した水素をパイプラインまたは高圧輸送をするもの、北欧での取組。



OEM	Site(s)	Type of HRS	Source of H2	Project
Scandinavia				
AGA (Linde)	Sandviken, SW	1 HRS ≥ 800kg/day @700bar	Off-site water electrolysis delivered via district pipelines.	H2ME (1)
Nel	Mariestad, SW	1 HRS ≥ 800kg/day @700bar	Supplied with trucked in H ₂ from centralised electrolyzers.	H2ME 2
HYOP	Hovik, NO	1 HRS ≥ 200kg/day @700bar	On-site water electrolyzers and trucked in H ₂	H2ME (1)
Nel H2	Kolding, DK	1 HRS ≥ 200kg/day @700bar	Supplied with trucked in H ₂	H2ME (1)
Nel H2	Reykjavik, Keflavik, Selfoss, IS	3 HRS ≥ 200kg/day @700bar	2 - Supplied with trucked in H ₂ 1 - On-site water electrolyzers	H2ME 2
Nel H2	Copenhagen Herring, DK	2 HRS ≥ 200kg/day @700bar	Supplied with trucked in H ₂	H2ME 2
TBC	TBC	1 HRS ≥ 200kg/day @700bar	Supplied with trucked in H ₂	H2ME 2
Netherlands				
Kerkhof (Resato)	The Hague	1 HRS ≥ 200kg/day @700bar	Trucked in H ₂	H2ME 2

OEM	Site(s)	Type of HRS	Source of H2	Project
France				
Air Liquide	Paris Sud (Orly)	1 HRS ≥ 200kg/day @ dual pressure	Supplied with trucked in H ₂	H2ME (1)
Air Liquide	Paris North, Paris West, Versailles, Creteil	4 HRS ≥ 200kg/day @ dual pressure	Supplied with trucked in H ₂ and on-site water electrolysis	H2ME 2
ArevaH2Gen / EIFER	Rodez	1 HRS ≥ 80kg/day @350bar	Supplied with trucked in H ₂ and on-site water electrolysis	H2ME (1)
ArevaH2Gen /SEMITAN/ EIFER	Nantes	1 HRS ≥ 80kg/day @350bar	On-site water electrolyser	H2ME 2
McPhy/ EIFER/ CASC	Sarreguemines	1 HRS ≥ 40kg/day @350 bar	On-site water electrolyser	H2ME (1)
McPhy/CNR /GNVERT	Lyon	1 HRS ≥ 80kg/day @350 bar	On-site water electrolyser	H2ME 2
TBC	TBC	2 HRS ≥ 80kg/day @700 bar	On-site water electrolyser	H2ME 2

OEM	Site(s)	Type of HRS	Source of H2	Project
Germany				
Air Liquide	Laatzen, Leverkusen, Magdeburg, Erfurt, Dortmund, Bayreuth, Monchengladblac, Furth, Passau, Schnelldorf	10 HRS ≥ 200kg/day @700 bar	Supplied with trucked in H ₂	H2ME (1)
Linde	Leipzig, Potsdam, Berlin, Berg bei hof, Frankfurt, Aachen, Essen, Hagenow, Halle, Herten,	10 HRS ≥ 150kg/day @700 bar	Supplied with trucked in H ₂	H2ME (1)
United Kingdom				
BOC (Linde)	Aberdeen	1 HRS ≥ 320kg/day @700 bar	On-site water electrolyser	H2ME (1)
ITM	Beaconsfield, Gatwick	2 HRS ≥ 100-150kg/day, @dual pressure	On-site water electrolyser	H2ME (1)
ITM	Swindon, Birmingham, London	3 HRS ≥ 200kg/day @dual pressure	On-site water electrolyser	H2ME 2

出典:FCHJU

H2MEステーション建設コスト推算

- ・ P67の補助金データと、P68の建設実績(担当OEMと建設ステーション数)から建設コストを推定した。建設を担当したOEMは、補助金は全て建設に充当したものと想定し、補助率はP67補助金データよりH2MEでは50%、H2ME2では33%とした。
- ・ また、ドイツではH2MOBILITYもH2MEの補助金を受けている、この補助金はステーション建設に用いていることから(出典:H2MOBILITYホームページ)、ドイツの20カ所については、OEMのLinde、Air Liquide、オペレーターのH2Mobiltyの合計額で推算。

y	プロジェクト	設置場所、数	EU負担額	建設ST数	StあたりEU負担額	総額推定 1)	能力	タイプ
AIR LIQUIDE	H2ME	仏1・独10	€ 6,100,111	11	-	-	200	高圧オフサイト
	H2ME2	仏4	€ 2,405,000	4	€ 601,250	€ 1,803,750.0	200	電解オンサイト+高圧オフサイト
ITM POWER	H2ME	英2	€ 2,340,923	2	€ 1,170,462	€ 2,340,923.0	150	電解オンサイト
	H2ME2	英3	€ 5,572,116	3	€ 1,857,372	€ 5,572,116.0	200	電解オンサイト
LINDE	H2ME	独10	€ 5,094,499	10	-	-	150	高圧オフサイト
NEL	H2ME	北欧1	€ 847,343	1	€ 847,343	€ 1,694,686.0	200	高圧オフサイト
	H2ME2	北欧6	€ 4,724,639	6	€ 787,440	€ 2,362,319.5	800(1) 200(5)	電解高圧オフサイト(1)、電解オンサイト(1)、高圧オフサイト(4)
H2 MOBILITY	H2ME	(独20)	€ 5,264,264	20	€ 263,213	€ 526,426.4	200(10) 150(10)	高圧オフサイト
ドイツ合計推定 2)	H2ME	独20	€ 15,904,318	20	€ 795,216	€ 1,590,431.8	200(10) 150(10)	高圧オフサイト

1) 補助率 H2ME=50%、H2ME2=33%と仮定 2) H2ME のAirLiquideのドイツ分(推定)、Linde、H2Mobilityを合計して試算



ドイツでの高圧オフサイトSt(150kg/日 10カ所、200kg/日 10カ所の平均)の建設コストは、約160万€程度との推算結果。同様に高圧オフサイトの、Nelは200kg/日で170万€、AirLiquideの仏Stは200kg/日で180万€ IMPowerが高額なのは電解設備も含むことによると思われる。

EU COHRS プロジェクト概要

- “COHRS”=Connecting Hydrogen Refuelling Stationsは、オーストリアからドイツにかけて、水素St20カ所を建設するプロジェクト。
- EUの自動車交通網を整備するThe Trans-European Networks (TEN)プロジェクトの一部で、H2MEとは別枠予算。
- ST整備のみであり、FCV実証は含まない。

<概要>

期間:2015年9月~2020年12月

費用:総額€25,955,574
EU補助額€12,977,787(50%)

メンバー:H2Mobility(コーディネーター)
Air Liquide、Daimler、Linde、OMV、Shell、TOTAL

ステーション仕様:70MPa、212kg/日、6台/hr充填、高圧オフサイト

ステーション運営:H2Mobility

ステーション(建設中含む):ドイツ17カ所、オーストリア3カ所。

ステーション名	開業
ドイツ	
Bad Homburg	○
Biebelried	○
Dresden	○
Duisburg	○
Flensburg (Handewitt)	○
Friedberg/Derching	○
Hagenow	○
Hamburg (Großmoorbogen)	○
Hasbergen	○
Irschenberg (Rosenheim)	○
Lohfelden	○
München	○
Rastatt	○
Ratingen	○
Rheda-Wiedenbrück	○
Stuhr/Groß Mackenstedt	○
Weiterstadt	○
オーストリア	
Asten, An der Bundesstraße 1	○
Dobl near Graz, A2	○
Wien Neudorf	○



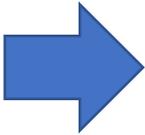
COHRSプロジェクト補助金で整備されたステーション

ドイツNIPプロジェクト概要

- ドイツH2Mobilityは、EUのH2ME(20カ所)、COHRS(17カ所)に加えて、NIPプロジェクトからも支援を受けている。
- **NIP(National Innovation Program for Hydrogen and FuelCell Technology)**は、水素・燃料電池技術開発を目的とした国家プロジェクト。連邦交通建設住宅省 (BMVI)等により2006年創設され、第一期~2016年、第二期“NIP II”~2025年。
- NOW(Nationale Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie)が統括。
- 第一期でCEP(Clean Energy Partnership)がステーションを建設。現在はH2Mobilityに運用が移管されている。
- NIP II は~2019年で2.5億€を交付。内、**37百万€**がH2Mobilityの**水素ST 40カ所**→930万€/St。補助率50%とすると建設コストは1,860万€。

ドイツ NIP 開発・普及目標

		2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
水素ST建設・運営	ステーション数	100	140	140	153	223	295	365
電気分解 水素製造	設備コスト			<1.000€/kW			<800€/kW	
	補助金	800€/kw	600€/kw	600€/kw	400€/kw	400€/kw	400€/kw	200€/kw
	設置数				100MW	200MW	300MW	500MW
	水素製造コスト			<6€/kg			<4€/kg	
FCV(乗用車)	システムコスト			<150€/kw		<100€/kw		
	累計台数			20,000		50,000		
FCバス	製造コスト	900,000 €				<550,000€		
		2023年	2024年	2025年	-	民間資金	独政府資金	期間
水素ST建設・運営	ステーション数	432			ST建設運営	275百万€	125百万€	2016-2023
電気分解 水素製造	投資コスト			<600€/kW	電気分解	900百万€	301百万€	2016-2025
	助成金	200€/kw	100€/kw	100€/kw				
	設置数	800MW	1100MW	1500MW				
	水素製造コスト							
FCV(乗用車)	システムコスト	<75€/kw			FC車両	167百万€	110百万€	2016-2025
	累計台数	100,000						
FCバス	製造コスト			<510,000€				



- ステーション設置目標 **2023年432カ所**
- FCV台数目標 **2023年100,000台**
- FCバスコスト目標 **2025年510.000€**
- 水素製造コスト目標 **2021年4€/kg**
- 電気分解設備設置 **2025年 1,500MW**

ステーション運営コスト (参考:2017年 1月ヒアリング結果)

- EUでのステーション運営コストは、実績としての情報は得られなかった。
- 一方、目標としては2020年で、メンテナンスコスト1€/kg、人工(メンテナンス所要時間)70hr/1,000hrが提示されている。これは、仮に200kg/日 24時間-365日営業し、能力の70%稼働(来客)した場合は、メンテナンスコストは51,100€/年(=200×365×0.7)、人件費25,000€/年=(365×24×70/1000)×40€/hr(人件費時間単価仮定)、といったレベルになる。
- 参考として、2016年度調査で2017年1月に現地で聞き取り調査を行った際のデータを示す。

ソース	CEP実証データ 単位: ユーロ/年 (CEPヒアリング)					
	2014実績	2015実績	2014実績	2015実績	2014実績	2015実績
時期						
ステーションタイプ	オフサイト 20MPa輸送		オフサイト 液水輸送		オンサイト 電気分解	
ステーション能力	70MPa 200kg/day					
メンテナンス	90,704	80,470	250,000	241,000	153,340	41,795
エネルギー	10,854	14,939	10,700		7,908	8,694
Loss			100,000	84,000		25,504
COGS(原料代)	2,155	1,989	157,000	11,000	15,891	10,666
輸送費	10,500	9,800	2			
運営費総計	115,591	108,602	526,000	346,000	177,140	86,659

ソース	FCH-JU Total Shell Vattenfall H2 Mobility CEP ヒアリング*
*()内はヒアリング先	
保守・点検費	80,000€/年 (Vattenfall)
水素調達代 €/kg	ベルギー: 高圧輸送 12€/kg フランス: オンサイト電解 6-8€/kg ノルウェー: オンサイト電解2€/kg ドイツ: オンサイト電解12-14€/kg (以上 FCH JU) ドイツ: 高圧輸送 5€/kg (Vattenfall)
運営費計	100,000~120,000€/年 (FCH JU、H2モビリティ)
販売価格	EU: 10-15€/kg (FCH JU) UK: 10€/kg (FCH JU) ドイツ: 9.5€/kg (H2モビリティ、Total、Shell、CEP)

出典: NeV-JXリサーチ報告書(2016年度)

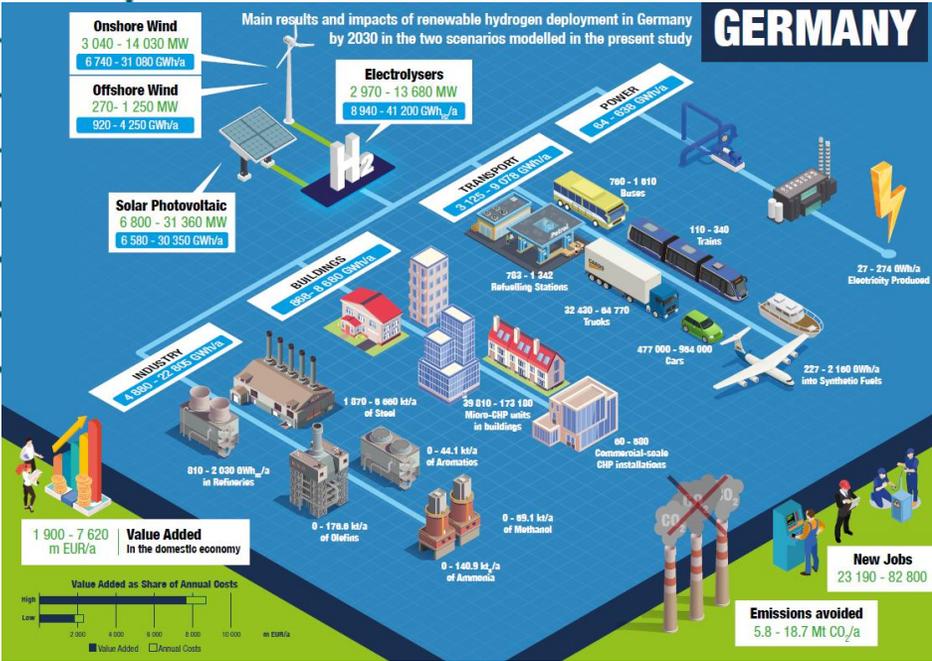
EU 今後の見通し NECPシナリオ検討(水素全体需給)

- EU各国は2020年8月“National Energy and Climate Plans for 2021-2030”=NECPをEU に提出。
- EUはこれを受け、2030年のGHG削減目標を従来の40%よりも強化し、55%とすることを発表。
- FCHJUは各国のNECP策定をうけ水素の役割、適用可能性、需要のシナリオスタディを実施

2030年 用途別水素需要シナリオ

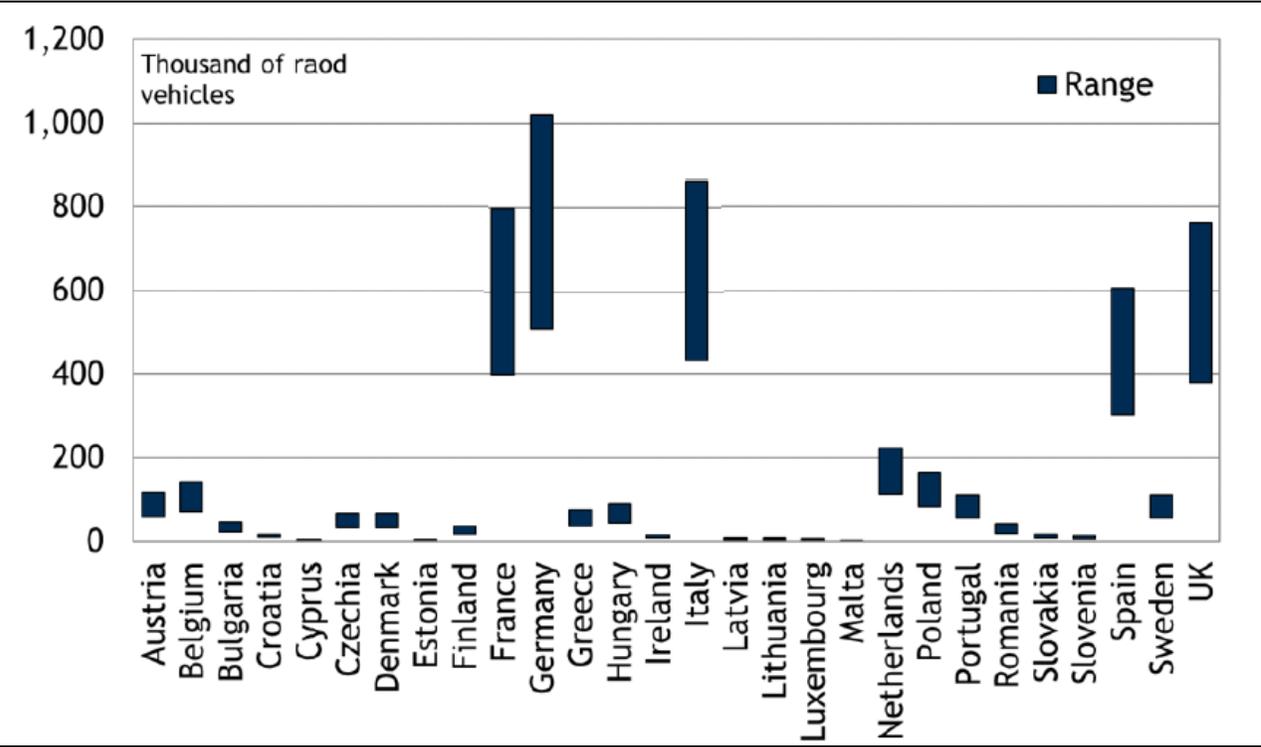
Sector and sub-sector	Unit	Low scenario	High scenario	Market share (low)	Market share (high)
Passenger cars	N°	2,493,077	4,986,154	1.0%*	1.9%*
Buses	N°	7,973	16,944	0.9%*	1.8%*
Trucks	N°	187,341	382,638	0.5%*	1.1%*
Heavy duty vehicles	N°	21,861	44,509	0.6%*	1.2%*
Trains	N°	503	1,570	6.7%*	20.8%*
Aviation	GWh/a	1,327	12,606	0.2%**	1.9%**
Inland navigation	GWh/a	139	1,322	0.2%**	1.9%**
Micro CHP units	N°	177,610	803,356	0.4%**	1.8%**
Large CHP units	N°	224	2,509	0.02%**	0.2%**
Refining	% prod.	12.6%	20.5%		
Ammonia	% prod.	0.0%	5.0%		
Methanol	% prod.	0.0%	5.0%		
Iron & steel	% prod.	1.9%	6.8%		
Olefins & aromatics	% prod.	2,493,077	4,986,154		

2030年 需給イメージ(ドイツの例)

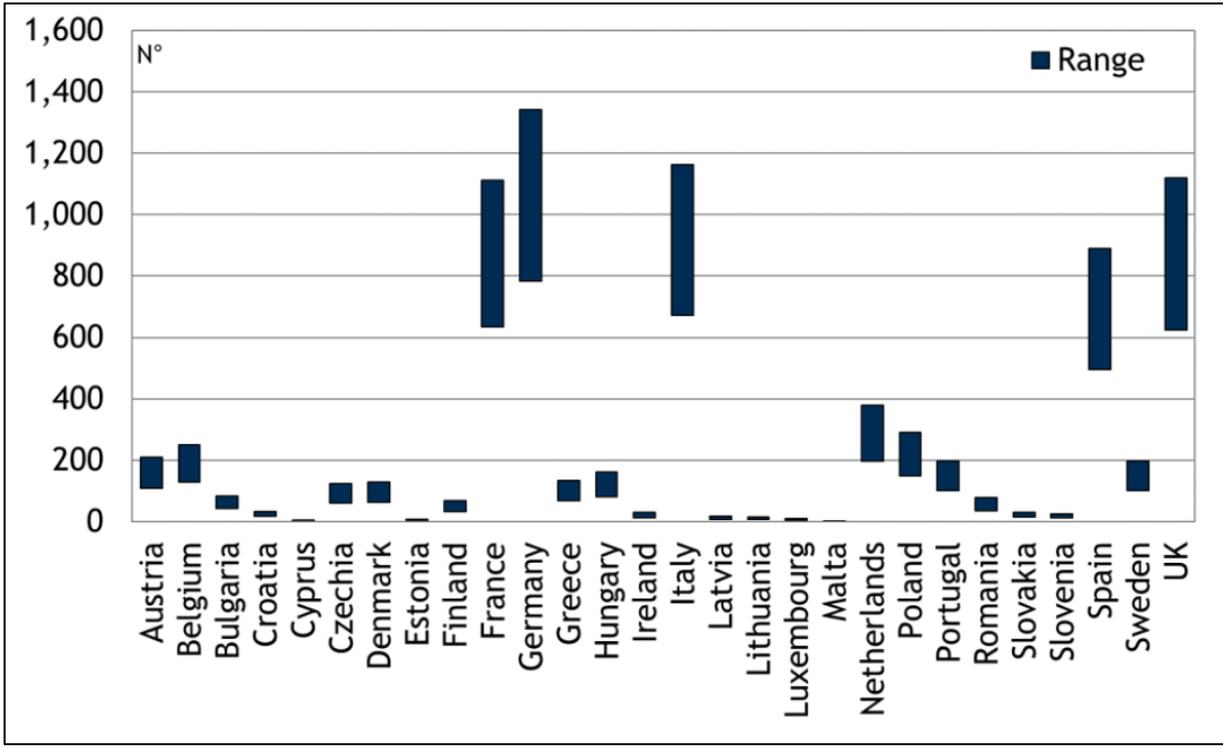


EU 今後の見通し NECPシナリオ検討(FCV・水素ステーション)

- FCVは、2030年でドイツ50万台~100万台、イギリス・フランス・イタリアが40~80万台。
- 水素ステーションは、2030年でドイツ800~1,350、イギリス・フランス・イタリアが600~1,100。



2030年 国別FCV普及シナリオ



2030年 国別水素ステーション設置シナリオ

終わりに

カリフォルニア州を中心に、米国における水素ステーション関連事業の動向について調査・解析を実施した。

併せて、水素ステーションをとりまく水素エネルギー関連の動向についても、欧州等の関連諸国も含めて概要をとりまとめた。

- ・カリフォルニアや欧州における水素の論点は、環境・エネルギーが中心。
- ・FCVは輸送に水素を使うための道具、水素は再生可能エネルギーを輸送に使うための手段と位置づけて検討されている。。
- ・輸送以外への水素展開も、水素が出発点ではなく、カーボンニュートラルを目的としたエネルギー体系の中で役割が与えられている。

- ・諸国の水素に関する検討は、カーボンニュートラルとともに、エネルギー自給が大前提であった。

- ・水素ステーション事業では、カリフォルニアにおいて、LCFSによる炭素マーケット収入が、水素ステーション自立のための必要条件として扱われていた。