

# カリフォルニア州を中心とした 米国における水素関連ビジネス動向

JXリサーチ株式会社

1. 水素ステーション
2. 燃料電池自動車(FCV)
3. FCV以外の水素利用
4. 水素需給
5. 水素関連ビジネス
6. ビジネスチャンス

# 1.水素ステーション

## 1.1 加州の整備状況

## 1.2 加州外の整備状況

## 1.3 加州の補助金制度

商用水素ステーション**31** が稼働中。First Element (18) がトップシェア(2017.10.22現在)

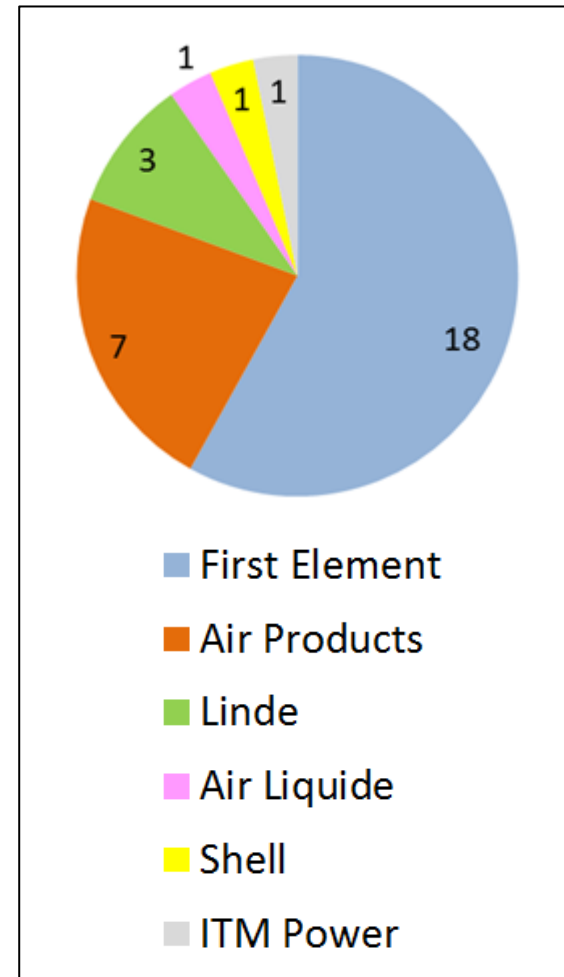
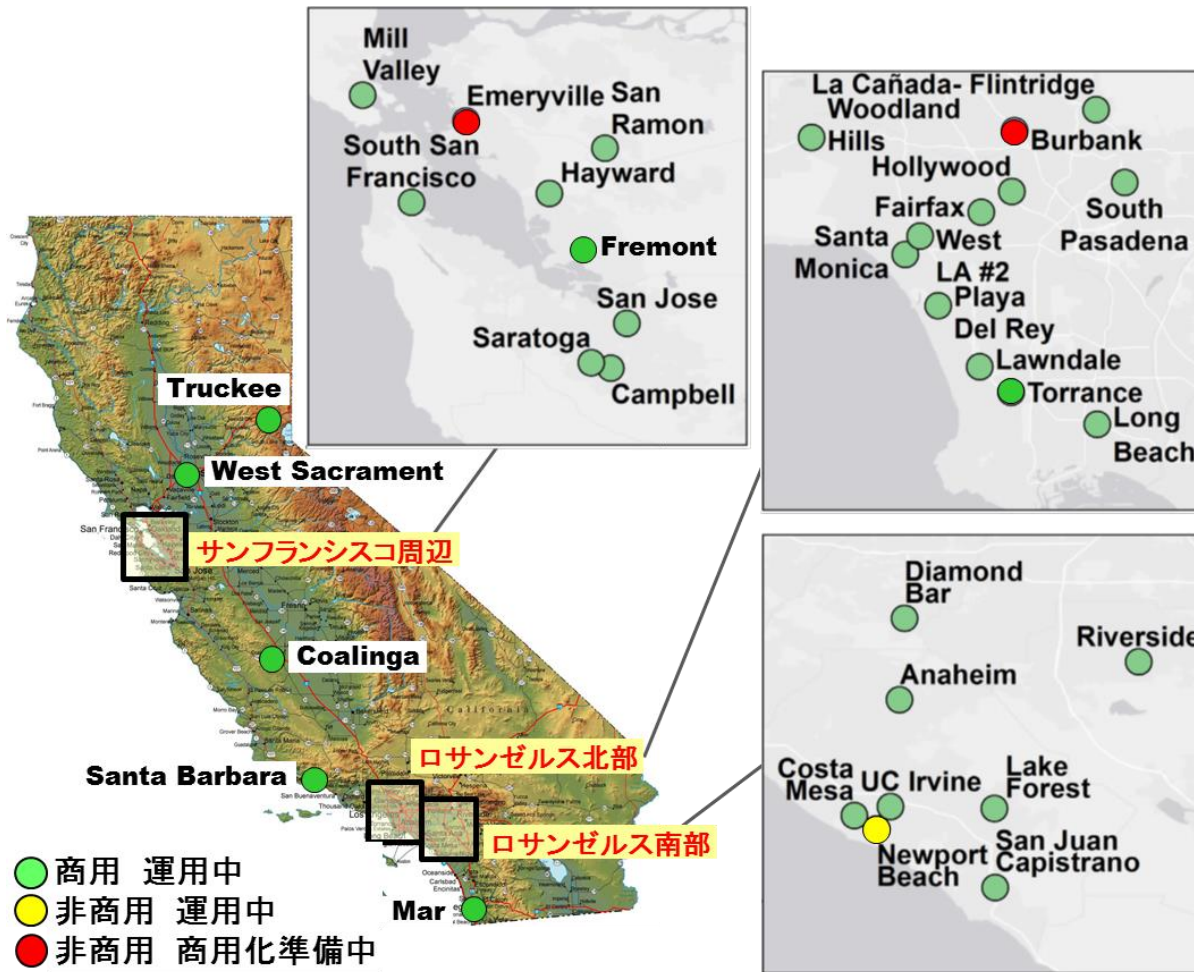
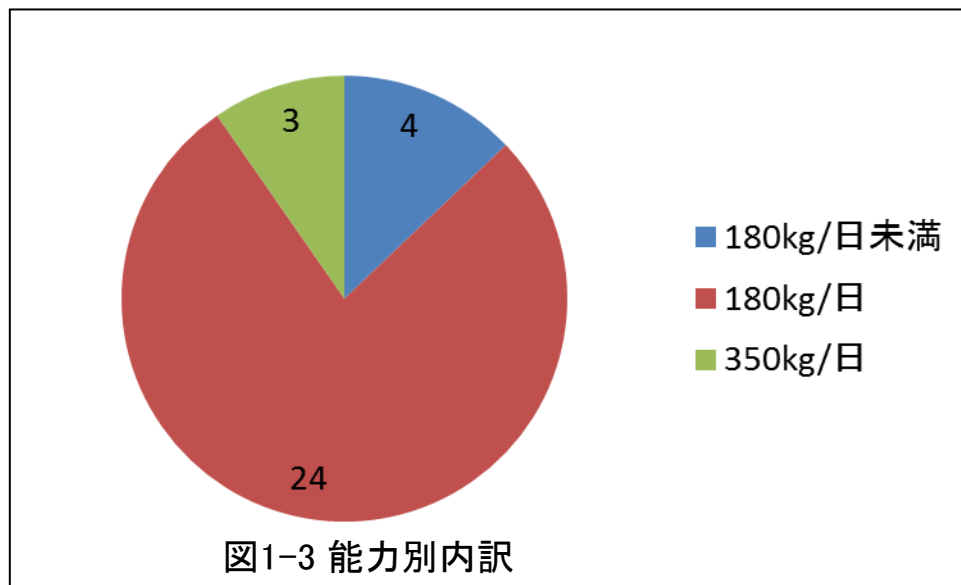


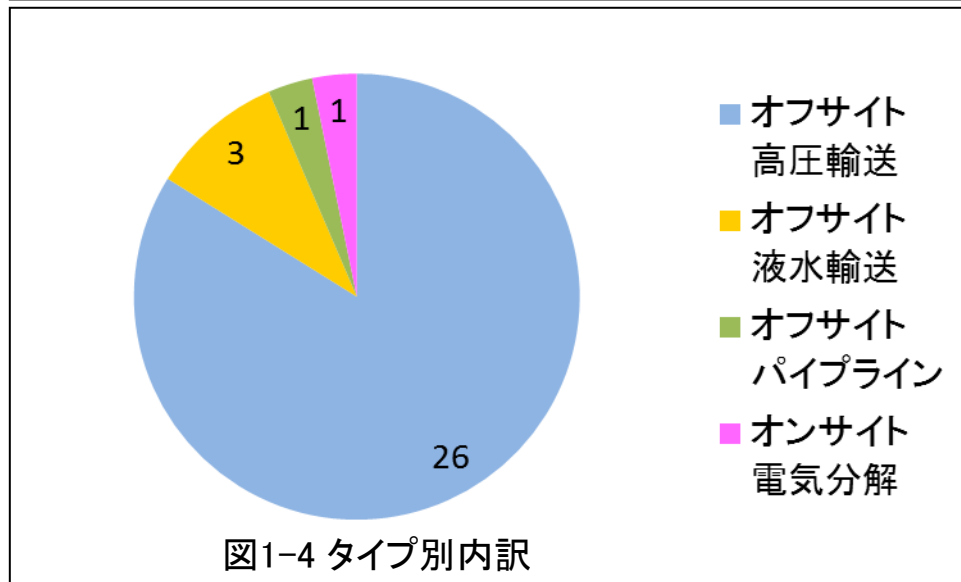
図1-1 カリフォルニア州の水素ステーション配置(2017.10.22)

図1-2 事業者別内訳

# 1.1 加州の整備状況 加州 現在の水素ステーション能力・タイプ別内訳



**180kg/日、または180kg/日未満の小型ステーション**(日本では140Nm<sup>3</sup>/hr相当以下)がほとんど



**オフサイト高圧輸送**がほとんど。  
なお、**液水輸送**は全て350kg/日(日本では300Nm<sup>3</sup>/hr相当)の**中型ステーション**。

## 1.1 加州の整備状況(参考)

表1-1 2017.10.22 稼働中の商用水素ステーション

| 番号 | ステーション名              | 住所                       | 郡             | 運営者           | 開業時期     | 能力 kg/日 | タイプ          |
|----|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|----------|---------|--------------|
| 1  | West Sacrament       | 1515 S River Rd          | Yolo          | Linde         | 2015, Q2 | 350     | オフサイト 液水輸送   |
| 2  | Diamond Bar          | 21865 E Copley Dr        | Los Angeles   | Air Products  | 2015, Q3 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 3  | Coalinga             | 24505 W Dorris Ave       | Fresno        | First Element | 2015, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 4  | San Juan Capistrano  | 26572 Junipero Serra Rd  | Orange        | Linde         | 2015, Q4 | 350     | オフサイト 液水輸送   |
| 5  | UC Irvine            | 19172 Jamboree Rd        | Orange        | Air Products  | 2015, Q4 | 150     | オフサイト 高圧輸送   |
| 6  | West LA#2            | 11261 Santa Monica Blvd  | Los Angeles   | Air Products  | 2015, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 7  | Costa Mesa           | 2050 Harbor Blvd         | Orange        | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 8  | La Canada-Flintridge | 550 Foothill Blvd        | Los Angeles   | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 9  | Lake Forest          | 20731 Lake Forest Dr     | Orange        | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 10 | Long Beach           | 3401 Long Beach Blvd     | Los Angeles   | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 11 | San Jose             | 2101 North First St      | Santa Clara   | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 12 | Santa Monica #1      | 1819 Cloverfield Blvd    | Los Angeles   | Air Products  | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 13 | Saratoga             | 12600 Saratoga Ave       | Santa Clara   | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 14 | South San Francisco  | 248 S Airport Blvd       | San Mateo     | First Element | 2016, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 15 | Campbell             | 2855 Winchester Blvd     | Santa Clara   | First Element | 2016, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 16 | Fairfax              | 7751 Beverly Blvd        | Los Angeles   | Air Products  | 2016, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 17 | Hayward              | 391 West A St            | Alameda       | First Element | 2016, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 18 | Santa Barbara        | 150 S La Cumbre Rd       | Santa Barbara | First Element | 2016, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 19 | Mill Valley          | 570 Redwood Hwy          | Marin         | First Element | 2016, Q3 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 20 | Truckee              | 12105 Donner Pass Rd     | Nevada        | First Element | 2016, Q3 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 21 | Playa Del Rey        | 8126 Lincoln Blvd        | Los Angeles   | First Element | 2016, Q3 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 22 | Anaheim              | 3731 E La Palma Ave      | Orange        | Air Liquide   | 2016, Q4 | 100     | オフサイト 高圧輸送   |
| 23 | Hollywood            | 5700 Hollywood Blvd      | Los Angeles   | First Element | 2016, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 24 | Woodland Hills       | 5314 Topanga Canyon Blvd | Los Angeles   | Air Products  | 2016, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 25 | Del Mar              | 3060 Carmel Valley Rd    | San Diego     | First Element | 2016, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 26 | Riverside            | 8095 Lincoln Ave         | Riverside     | ITM Power     | 2017, Q1 | 100     | オンサイト 電気分解   |
| 27 | Lawndale             | 15606 Inglewood Ave      | Los Angeles   | Air Products  | 2017, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 28 | South Pasadena       | 1200 Fair Oaks Ave       | Los Angeles   | First Element | 2017, Q2 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |
| 29 | San Ramon            | 2451 Bishop Dr           | Contra Costa  | Linde         | 2017, Q3 | 350     | オフサイト 液水輸送   |
| 30 | Torrance             | 2051 W 190th St 2017     | Los Angeles   | Shell         | 2017, Q3 | 140     | オフサイト パイプライン |
| 31 | Fremont              | 41700 Grimmer Blvd       | Alameda       | First Element | 2017, Q3 | 180     | オフサイト 高圧輸送   |

CARB (California Air Resource Board、カリフォルニア州定期資源局) によると、  
**2020年で確実に稼働が見込まれるのは62箇所**(稼働中31+新設31、補助金確定済み)

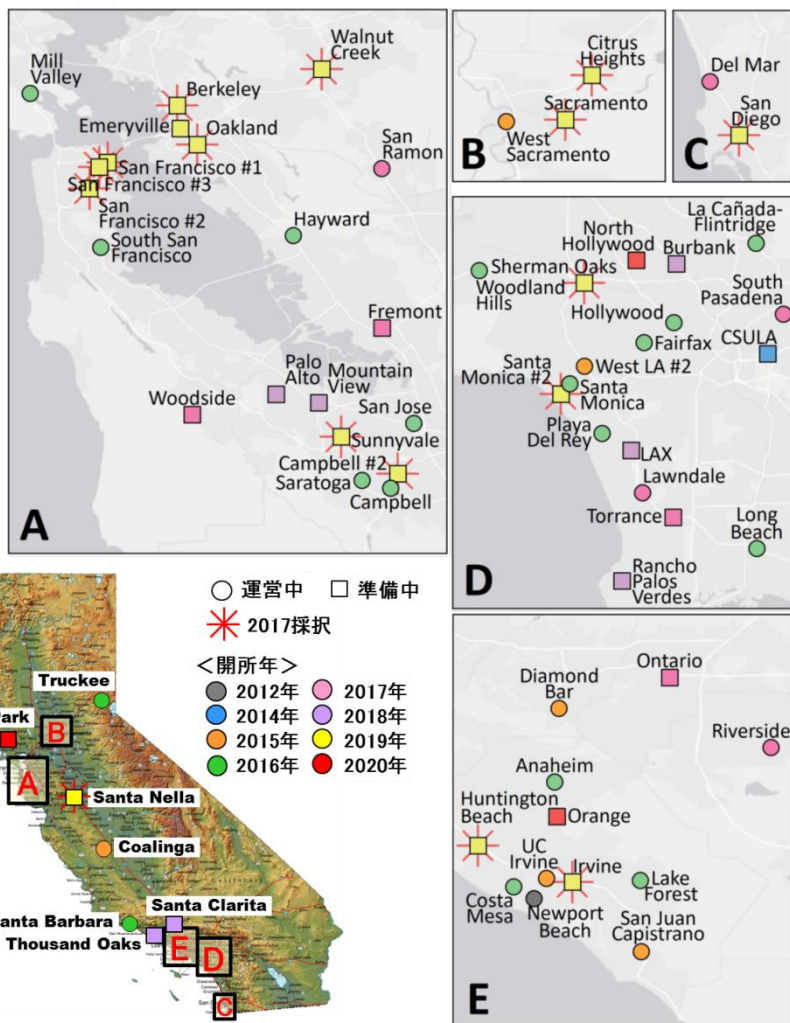


図1-5 水素ステーション 2020年見込み

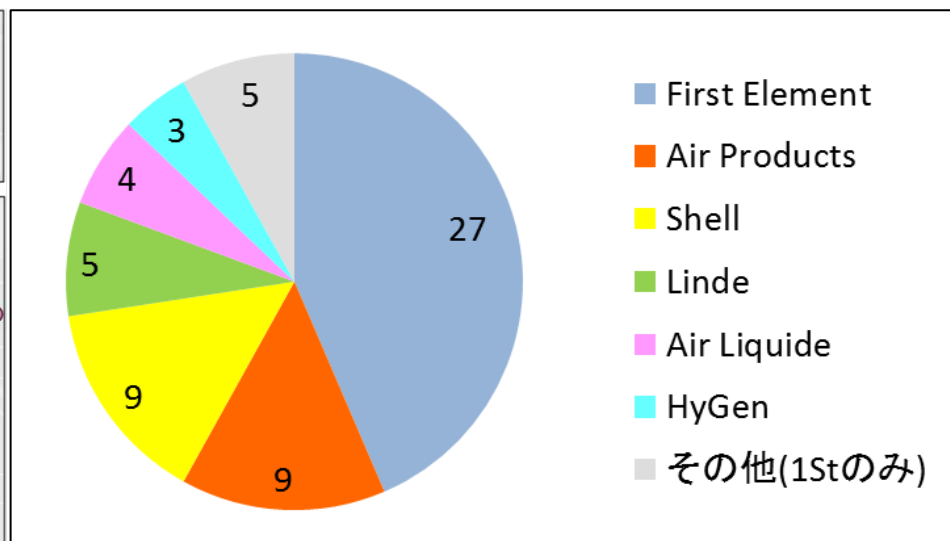
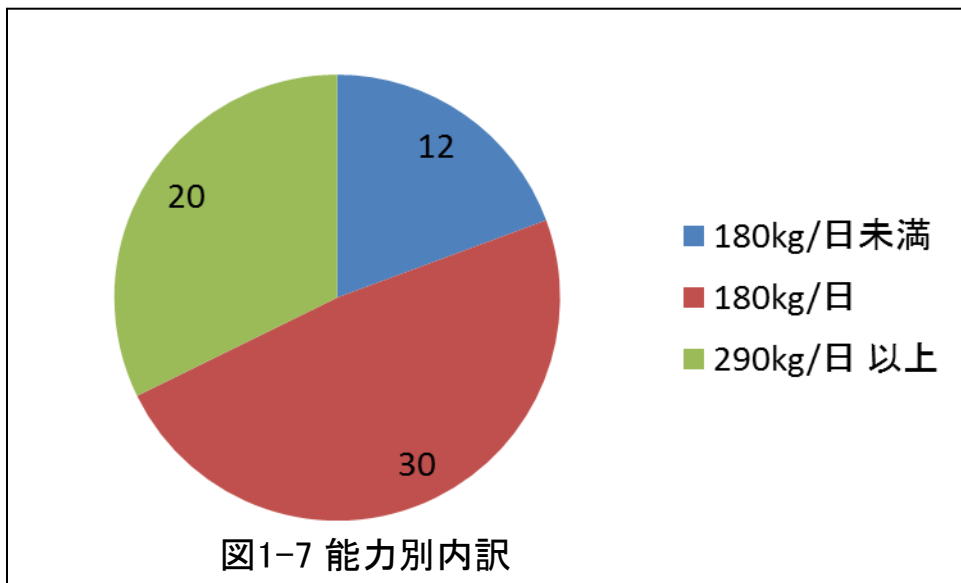


図1-6 事業者別内訳 2020年見込み

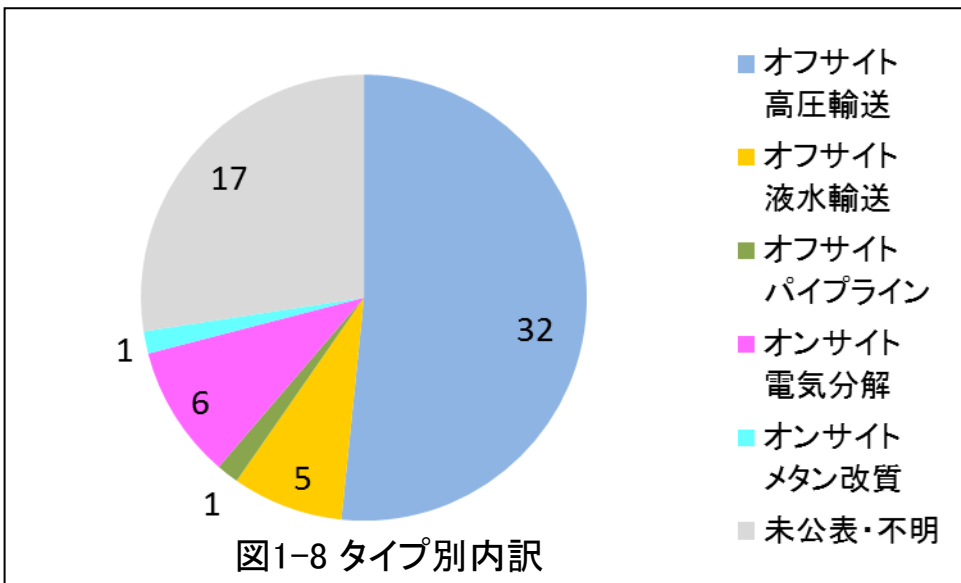
**Shell**が二番手に浮上の見込み。  
 ー トヨタ・ホンダと連携したエネルギーメジャーが  
 米国の水素マーケットに本格参入。

➡ 新たな機器・部品ユーザーとして期待



290kg/日以上の中大型ステーション（日本の現ステーションとほぼ同規模）が増える、3⇒20。

➡ 日本の実績ある中大型圧縮機（300Nm<sup>3</sup>/hr以上）に商機。



電気分解（全て180kg/日未満）が増加、1⇒6。

➡ 設備パッケージに必要なディスペンサーに商機



## 1.1 加州の整備状況(参考)

### 表1-2 2017Q4~2020に開業見込みの商用水素ステーション

| 番号 | ステーション名             | 住所                         | 郡              | 運営者             | 開業時期     | 能力 kg/日 | タイプ         |
|----|---------------------|----------------------------|----------------|-----------------|----------|---------|-------------|
| 32 | Ontario             | 1850 Holt Blvd             | San Bernardino | Ontario CNG St. | 2017, Q3 | 100     | オンサイト 電気分解  |
| 33 | Thousand Oaks       | 3102 Thousand Oaks Blvd    | Ventura        | First Element   | 2017, Q4 | 180     | オフサイト 高圧輸送  |
| 34 | Woodside            | 17287 Skyline Blvd         | San Mateo      | HTEC            | 2017, Q4 | 140     | オフサイト 高圧輸送  |
| 35 | LAX                 | 10400 Aviation Dr          | Los Angeles    | Air Liquide     | 2018, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送  |
| 36 | Palo Alto           | 3601 El Camino Real        | Santa Clara    | Air Liquide     | 2018, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送  |
| 37 | Rancho Palos Verdes | 28103 Hawthorne Blvd       | Los Angeles    | Air Products    | 2018, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送  |
| 38 | Santa Clarita       | 24551 Lyons Av             | Los Angeles    | Air Products    | 2018, Q1 | 180     | オフサイト 高圧輸送  |
| 39 | Burbank             | 145 W Verdugo Rd           | Los Angeles    | H2 Frontier     | 2018, Q4 | 100     | オンサイト メタン改質 |
| 40 | Mountain View       | 830 Leong Dr               | Santa Clara    | Linde           | 2018, Q4 | 350     | オフサイト 液水輸送  |
| 41 | Berkeley            | 1250 University Ave        | Alameda        | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 42 | Campbell #2         | 337 E Hamilton Ave         | Santa Clara    | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 43 | Citrus Heights      | 6141 Greenback Ln          | Sacramento     | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 44 | Huntington Beach    | 16001 Beach Blvd           | Orange         | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 45 | Irvine              | 5333 University Dr         | Orange         | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 46 | Oakland             | 350 Grand Ave              | Alameda        | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 47 | Sacramento          | 3510 Fair Oaks Blvd        | Sacramento     | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 48 | San Diego           | 5494 Mission Center Rd     | San Diego      | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 49 | San Francisco #1    | 551 Third St               | San Francisco  | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 50 | San Francisco #2    | 3550 Mission St            | San Francisco  | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 51 | San Francisco #3    | 1201 Harrison St           | San Francisco  | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 52 | Santa Monica #2     | 1866 Lincoln Blvd          | Los Angeles    | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 53 | Santa Nella         | 12754 State Hwy 33         | Merced         | Air Liquide     | 2019, Q1 | 180     | 未公表         |
| 54 | Sherman Oaks        | 14478 Ventura Blvd         | Los Angeles    | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 55 | Sunnyvale           | 1296 Sunnyvale Saratoga Rd | Santa Clara    | First Element   | 2019, Q1 | 310     | 未公表         |
| 56 | Walnut Creek        | 2900 N Main St             | Contra Costa   | Shell           | 2019, Q1 | 360     | 未公表         |
| 57 | Emeryville          | 1172 45th St               | Alameda        | Linde           | 2019, Q2 | 290     | 未公表         |
| 58 | North Hollywood     | 5957 Vineland Ave          | Los Angeles    | HyGen           | 2020, Q3 | 130     | オンサイト 電気分解  |
| 59 | Orange              | 1914 East Chapman Ave.     | Orange         | HyGen           | 未定       | 130     | オンサイト 電気分解  |
| 60 | Rohnert Park        | 5060 Redwood Dr            | Sonoma         | HyGen           | 未定       | 130     | オンサイト 電気分解  |
| 61 | New Port Beach      | 1600 Jamboree Blvd         | Orange         | Shell           | 2012, Q3 | 100     | オフサイト 液水輸送  |
| 62 | CSULA               | 5151 State University Dr   | Los Angeles    | CSULA           | 未定       | 60      | オンサイト 電気分解  |

CARBは現在の補助金制度(年間上限20百万\$--後述)のもとで、約**8箇所/年**の建設ペースを仮定、**100箇所目標達成は2023年頃の見通し**。当初計画(2020年達成)より3年遅れ。

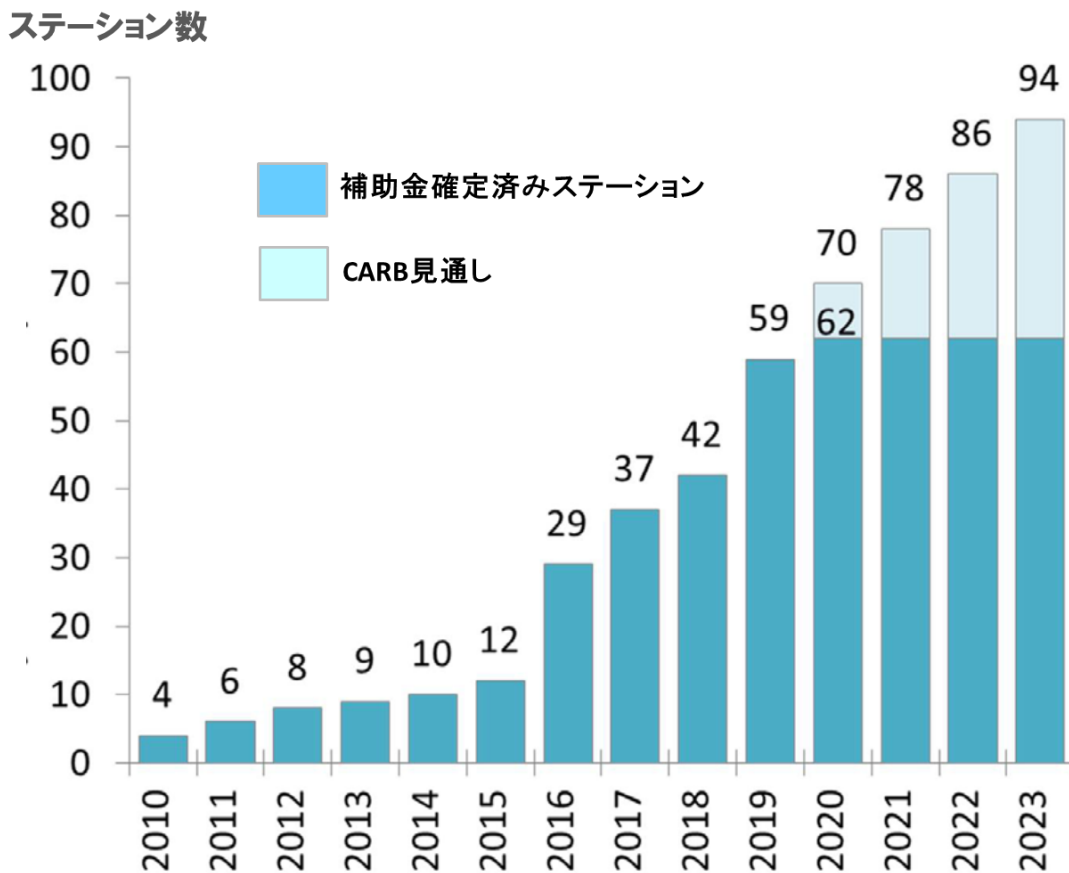


図1-9 水素ステーションの整備見通し

遅れは、2014年、2015年完成のステーション数が、当初見込より大幅に下回ったことによるもの

表3 ステーション整備 当初見込と実績

|       | 当初見通し<br>@2014 | 実績 |
|-------|----------------|----|
| 2013年 | 9              | 9  |
| 2014年 | 23             | 10 |
| 2015年 | 51             | 12 |

建設を計画通り進めるために州政府は、

- ①短期建設へのインセンティブ設定
- ②建設ベストプラクティス集の作成
- ③完成見込みの薄いステーションの建設中止命令(実行4件)

を施策として実行中

➡ 加州でも、ステーション建設は予定通りにはいかない

DOE (Department of Energy、連邦エネルギー省)によると、加州外で稼働中は20(商用4、非商用16)。商用も全て「要電話予約」、未だ本格商用段階ではない。

表1-4 カリフォルニア州外で稼働中の水素ステーション

| 番号 | ステーション名 運営者  | 所在地<br>町      | 州        | 開業日        | 種別  |
|----|--|---------------|----------|------------|-----|
| 1  | SunHydro - Wallingford   | Wallingford   | コネチカット   | 2010/10/22 | 商用  |
| 2  | Torrington Tri-Gen   | Torrington    |          | 2015/1/15  | 非商用 |
| 3  | National Park Service - Brentwood Maintenance Facility                   | Washington    | ワシントンDC  | 2016/6/13  | 非商用 |
| 4  | Air Liquide - Research and Development Center                            | Newark        | デラウェア    | 2007/1/1   | 非商用 |
| 5  | Hickam Air Force Base  | Honolulu      | ハワイ      | 2016/4/5   | 非商用 |
| 6  | Hawai'i Natural Energy Institute - US Marine Corps - Kaneohe Marine Base | Kaneohe Bay   |          | 2014/11/1  | 非商用 |
| 7  | Blue Planet Research   | Kailua-Kona   |          | 2016/3/15  | 非商用 |
| 8  | Hawaii Center for Advanced Transportation Technologies                   | Honolulu      |          | 2017/2/1   | 非商用 |
| 9  | Gas Technology Institute   | Des Plaines   | イリノイ     | 2007/4/1   | 非商用 |
| 10 | Nuvera Corporate Headquarters  | Billerica     | マサチューセッツ | 2008/8/11  | 商用  |
| 11 | Massachusetts Bus Transit Authority - Charlestown Bus Garage             | Boston        |          | 2016/1/30  | 非商用 |
| 12 | Ford Sustainable Mobility Transportation Laboratory                      | Dearborn      | ミシガン     | 1999/1/1   | 非商用 |
| 13 | Mass Transportation Authority Grand Blanc Alternative Fueling Center     | Flint         |          | 2012/5/21  | 非商用 |
| 14 | Town of Hempstead - Department of Conservation & Waterways               | Point Lookout | ニューヨーク   | 2009/10/15 | 非商用 |
| 15 | Ohio State University - Center for Automotive Research                   | Columbus      | オハイオ     | 2017/3/24  | 非商用 |
| 16 | Dull Homestead Inc - Energy Visitor's Center                             | Brookville    |          | 2010/10/5  | 非商用 |
| 17 | Clean Energy - Stark Area Regional Transit Authority                     | Canton        |          | 2016/9/26  | 非商用 |
| 18 | City of Columbia   | Columbia      | サウスカロライナ | 2017/6/1   | 商用  |
| 19 | Applied Research Center  | Graniteville  |          | 2011/2/11  | 商用  |
| 20 | Gas Technology Institute - University of Texas Austin                    | Austin        | テキサス     | 2007/2/22  | 非商用 |

**北東部州を中心に22箇所の建設予定が公表されている(DOE、トヨタ、NEESC情報をもとに集計)。**  
**トヨタ-Air Liquideステーション12カ所は2018年中開業を予定**

表1-5 加州外での建設予定

| 州        | 都市          | 開業見込み      | 備考                   |
|----------|-------------|------------|----------------------|
| マサチューセッツ | Braintree   | 2017 Q4    | トヨタ-Air Liquide共同で建設 |
|          | Mansfield   | 2017 Q4    |                      |
|          | Lexington   | 2017 Q4    |                      |
|          | Newton      | 2017 Q4    |                      |
|          | Boston      | -          | NEESC構想              |
| ニューヨーク   | Bronx       | 2018Q1~Q2  | トヨタ-Air Liquide共同で建設 |
|          | Brooklyn    | 2018Q1~Q2  |                      |
|          | Bay Shore   | 2017Q3~Q4  |                      |
|          | Hempstead   | 2018Q1~Q2  |                      |
|          | Manhattan   | -          | NEESC構想              |
| ニュージャージー | Whippany    | 2018Q1~Q2  | トヨタ-Air Liquide共同で建設 |
|          | Lodi        | 2018Q1~Q2  |                      |
| ロードアイランド | Providence  | 2017Q3~Q4  | 共同で建設                |
| コネチカット   | Hartford    | 2017Q3~Q4  | NEESC構想              |
|          | Stamford    | -          |                      |
|          | Monroe      | -          |                      |
|          | Danbury     | -          |                      |
| ハワイ      | Kailua-Kona | 2017/9/30  | 非商用                  |
|          | Volcanoes   | 2017/12/15 |                      |
|          | Honolulu    | 2017/6/15  |                      |
|          | Honolulu    | 2017/12/1  |                      |
|          | Honolulu    | 2019/6/30  |                      |

NEESC : Northeast Electrochemical Energy Storage Cluster(マサチューセッツ、ニューヨーク、コネチカットなど北東部8州のアライアンス)では、北東部州での2025年FCV・水素ステーション普及目標を策定。

表1-6 北東部州 2025年普及目標\*

| 州         | FCV    | FCバス | 水素ステーション |
|-----------|--------|------|----------|
| コネチカット    | 445    | 32   | 4~5      |
| マサチューセッツ  | 1,818  | 49   | 18~19    |
| ニューヨーク    | 2,808  | 364  | 27~32    |
| ロードアイランド  | 142    | 11   | 1~2      |
| バーモント     | 80     | 2    | 1~2      |
| メイン       | 80     | 3    | 1~2      |
| ニュージャージー  | 5,455  | 173  | 55~60    |
| ニューハンプシャー | 21     | 4    | 1~2      |
| 合計        | 11,487 | 636  | 109~125  |

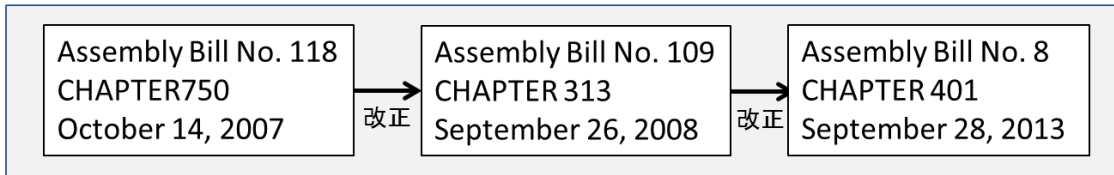
\*出典: NEESC 2016 State Monographs



➡ 加州の次のFCV普及ターゲットは、北東部州。トヨタが布石を開始

開所間近のHartfordステーション

根拠法



**“ARFVTP”代替燃料・自動車技術補助金**  
 100百万\$ /年のうち、**20百万\$ /年**を水素St整備に割り当てること(最低**100箇所**達成まで)を、Assembly Bill No.8で規定。

予算実績(2018~2019は提案)

|           |        |           |          |
|-----------|--------|-----------|----------|
| 2015~2016 | 20百万\$ | 2017~2018 | 19.4百万\$ |
| 2016~2017 | 20百万\$ | 2018~2019 | 20百万\$   |

**公募は随時、不定期に行われている。**

全体プログラム

**“ARFVTP”**

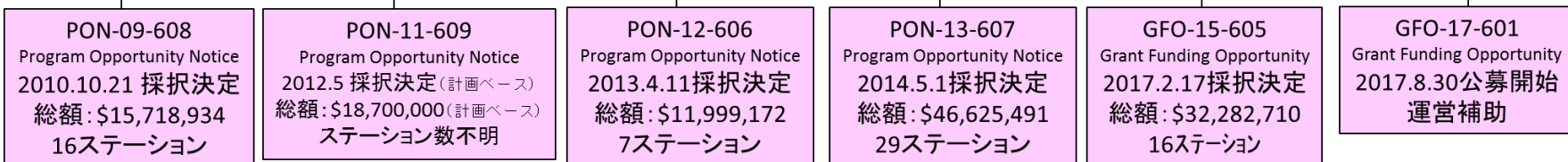
Alternative fuels and vehicle technologies: funding programs.  
 実行:CEC 予算:100百万ドル/年 期間:2024年1月まで

カテゴリー、実績\*、FY2017予算



\*2016年12月までの累計投入金額

公募実績



# 1.3 補助金制度 加州 ステーション補助金の仕組み(直近 GFO-15-605の例)

**設置補助:** 補助上限は総額の**85%以内**。1か月短縮毎に**\$77,917/St・月**のインセンティブ(300kg/dayの場合)があり、**最大額は20ヶ月後完成で\$2,337,500/St**。

**運営・メンテナンス補助金:** 総額**\$300,000/St**を5年間で分割。

**条件:** **設置すべき地域**(都市部と観戦道路沿い)をシミュレーションに基づき指定のうえ募集。  
**180kg/日以上、再生可能水素割合33%以上、12時間以上の営業、5台/hr連続充填等の条件付き。**

表1-7 設備補助金 (300kg/day以上の場合)

| 開所までの期間 | 最大額 \$/St   | 期間短縮インセンティブ \$/St・月 | 上限割合 |
|---------|-------------|---------------------|------|
| 26ヶ月以上  | \$1,870,000 | N/A                 | 70%  |
| 25ヶ月    | \$1,947,915 | \$77,915            | 75%  |
| 24ヶ月    | \$2,025,832 | \$77,917            | 75%  |
| 23ヶ月    | \$2,103,749 | \$77,917            | 80%  |
| 22ヶ月    | \$2,181,666 | \$77,917            | 80%  |
| 21ヶ月    | \$2,259,583 | \$77,917            | 85%  |
| 20ヶ月    | \$2,337,500 | \$77,917            | 85%  |

表1-8 設置指定地域 (都市部ステーションの場合)

| 指定地域   | 最大採択数 |
|--|-------|
| San Francisco                                      | 2     |
| Berkeley/Oakland/Walnut Creek/Pleasant Hill        | 2     |
| Greater LA/Sherman Oaks/Glendale/Pacific Palisades | 1     |
| San Diego/La Mesa                                  | 1     |
| Torrance/Manhattan Bch/Redondo Bch                 | 1     |
| South San Diego/Coronado                           | 1     |
| Pasadena/San Gabriel/Arcadia                       | 1     |
| Long Bch/Huntington Bch/Buena Park/Fullerton       | 1     |
| Santa Cruz   | 1     |
| Irvine/Tustin                                      | 1     |
| San Mateo/Palo Alto/Cupertino/Campbell/San Jose    | 1     |
| Sacramento/Carmichael                              | 1     |
| San Clemente                                       | 1     |
| Laguna Beach                                       | 1     |

出典 CEC 「Alternative and Renewable Fuel and Vehicle Technology Program Light Duty Vehicle Hydrogen Refueling Infrastructure Application Manual」2016. 7 より JXリサーチ作成

直近のGFO-15-605では、応募111件のうち**16件**が採択。  
 中小事業者から応募多数ながら、採択されたのは実績のある  
**First Element、Shell、Air Liquide**の3社。

表1-9 GFO-15-605で採択の水素ステーション



|    | 事業者  | 場所  | 補助金認可額  | 自己負担予定額      | 合計           |             |
|----|--|---|---|--------------|--------------|-------------|
| 1  | Air Liquide Advanced Technologies U.S. LLC  | 12754 State Highway 33, Santa Nella, CA 95322         | \$1,712,461                                     | \$733,912    | \$2,446,373  |             |
| 2  |   | 551 Third Street, San Francisco, CA 94107             | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 3  |  | 3550 Mission Street, San Francisco, CA 94110          | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 4  |  | 1250 University Avenue, Berkeley, CA 94702            | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 5  |  | Equilon Enterprises LLC (d/b/a Shell Oil Products US) | 1201 Harrison Street, San Francisco, CA 94103   | \$2,337,500  | \$1,634,213  | \$3,971,713 |
| 6  |  | 2900 N Main Street, Walnut Creek, CA 94597            | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 7  |  | 3510 Fair Oaks Boulevard, Sacramento, CA 95864        | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 8  |  | 6141 Greenback Lane, Citrus Heights, CA 95621         | \$2,337,500                                     | \$1,634,213  | \$3,971,713  |             |
| 9  |  | FirstElement Fuel, Inc.<br>FE FUEL                    | 14478 Ventura Boulevard, Sherman Oaks, CA 91423 | \$1,905,285  | \$635,095    | \$2,540,380 |
| 10 | 1296 Sunnyvale Saratoga Road, Sunnyvale, CA 94087  |   | \$1,950,285                                     | \$650,095    | \$2,600,380  |             |
| 11 | 1866 Lincoln Boulevard, Santa Monica, CA 90405   |   | \$1,882,785                                     | \$627,595    | \$2,510,380  |             |
| 12 | 350 Grand Avenue, Oakland, CA 94610  |   | \$1,972,785                                     | \$657,595    | \$2,630,380  |             |
| 13 | 16001 Beach Boulevard, Huntington Beach, CA 92647  |   | \$1,882,785                                     | \$627,595    | \$2,510,380  |             |
| 14 | 5494 Mission Center Road, San Diego, CA 92108  |   | \$1,875,285                                     | \$625,095    | \$2,500,380  |             |
| 15 | 337 East Hamilton Avenue, Campbell, CA 95008   |   | \$1,972,785                                     | \$657,595    | \$2,630,380  |             |
| 16 | 5333 University Drive, Irvine, CA 92612  |   | \$1,897,785                                     | \$632,595    | \$2,530,380  |             |
| 総計 |  |   | \$33,414,741                                    | \$17,286,663 | \$50,701,404 |             |

表1-10 事業者別の採非

| 事業者           | 応募  | 採択 | 非採択 |
|---------------|-----|----|-----|
| Air Liquide   | 6   | 1  | 5   |
| Shell         | 10  | 7  | 3   |
| First Element | 36  | 8  | 28  |
| Hydrogen-XT   | 23  | 0  | 23  |
| HTEC          | 9   | 0  | 9   |
| Ever Fuel     | 10  | 0  | 10  |
| StratosFuel   | 8   | 0  | 8   |
| ITM Power     | 5   | 0  | 5   |
| Air Products  | 1   | 0  | 1   |
| その他           | 3   | 0  | 3   |
| 合計            | 111 | 16 | 95  |

**本格参入したShell**  
 の予算額が大きい。  
 戦略を注視

出典 CEC 「REVISED NOTICE OF PROPOSED AWARDS Alternative and Renewable Fuel and Vehicle Technology Program」2017.3.16  
 よりJXリサーチ作成

## 2. 燃料電池自動車(FCV)

### 2.1 加州 FCVの販売状況

### 2.2 ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制



**トヨタ**が「MIRAI」、**ホンダ**が「CLARITY」を販売中<sup>1)</sup>  
**州補助金 \$5,000/台<sup>2)</sup>、連邦補助金(購入の場合のみ) \$8,000/台**

1)トヨタ 9割リース、ホンダ リースのみ

2)現在は中断中、予算確保でき次第再開



〈TOYOTA MIRAI〉 2015.10発売  
 2,156台販売(全米~2017年9月)、販売ペース100台超/月\*  
 満タンで312mile走行 4人乗り  
 3年間リース: **\$349/月** 頭金: \$2,499 (購入: \$57,500)  
 3年間で最大\$15,000分の**無償水素**供給(購入、リースとも)



〈HONDA CLARITY〉 2016.12 発売  
 456台販売(全米~2017年9月)、販売ペース 数十台/月\*  
 満タンで366mile走行 5人乗り  
 3年間リース: **\$369/月** 頭金: \$2,868(リースのみ)  
 3年間で最大\$15,000分の**無償水素**供給

\*販売数値はヒアリング情報

**ユーザー負担 30~40万円/年 程度(水素代コミ)の有利な条件で販売**  
**日本の3倍~4倍の販売ペース**

**Hyundai**が「TUCSON」を販売中(リース)、次世代車も発表  
**Daimler**が「GLC F-Cell」の2019年投入を発表

<販売中>



<Hyundai TUCSON> 2014.6発売  
 120台程度の販売 \*  
 満タンで265mile走行 5人乗り  
 3年間リース: **\$499/月** 頭金: **\$2,999** (リースのみ)  
 3年間の**無償水素供給**

\* 販売数値はヒアリング情報

<次世代車>



<Daimler GLC F-Cell> 2019~  
 プラグインFCV  
 水素満タン(4.4kg)で272mile走行  
 +バッテリー(13.8kwh)走行30mile = 302mile

2017.9 フランクフルトモーターショーで発表



<Hyundai GV80 Concept> 2019~  
 プラグインFCV 満タンで~500mile

2017.4 ニューヨークモーターショーで発表



2019年頃(トヨタ、ホンダも次世代車投入か?)  
 にはFCVのラインナップが増え、市場が**活性化**

**FCV累計販売台数1,609(2017.4.30)<sup>1)</sup>、  
以降、約200台/月の販売ペースで、8月末 2,500台超<sup>2)</sup>。**

- 1) 出典 CARB 2017 Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment and Hydrogen Fuel Station Network Development August 2017、
- 2) 関係者ヒアリングに基づくJXリサーチ推定

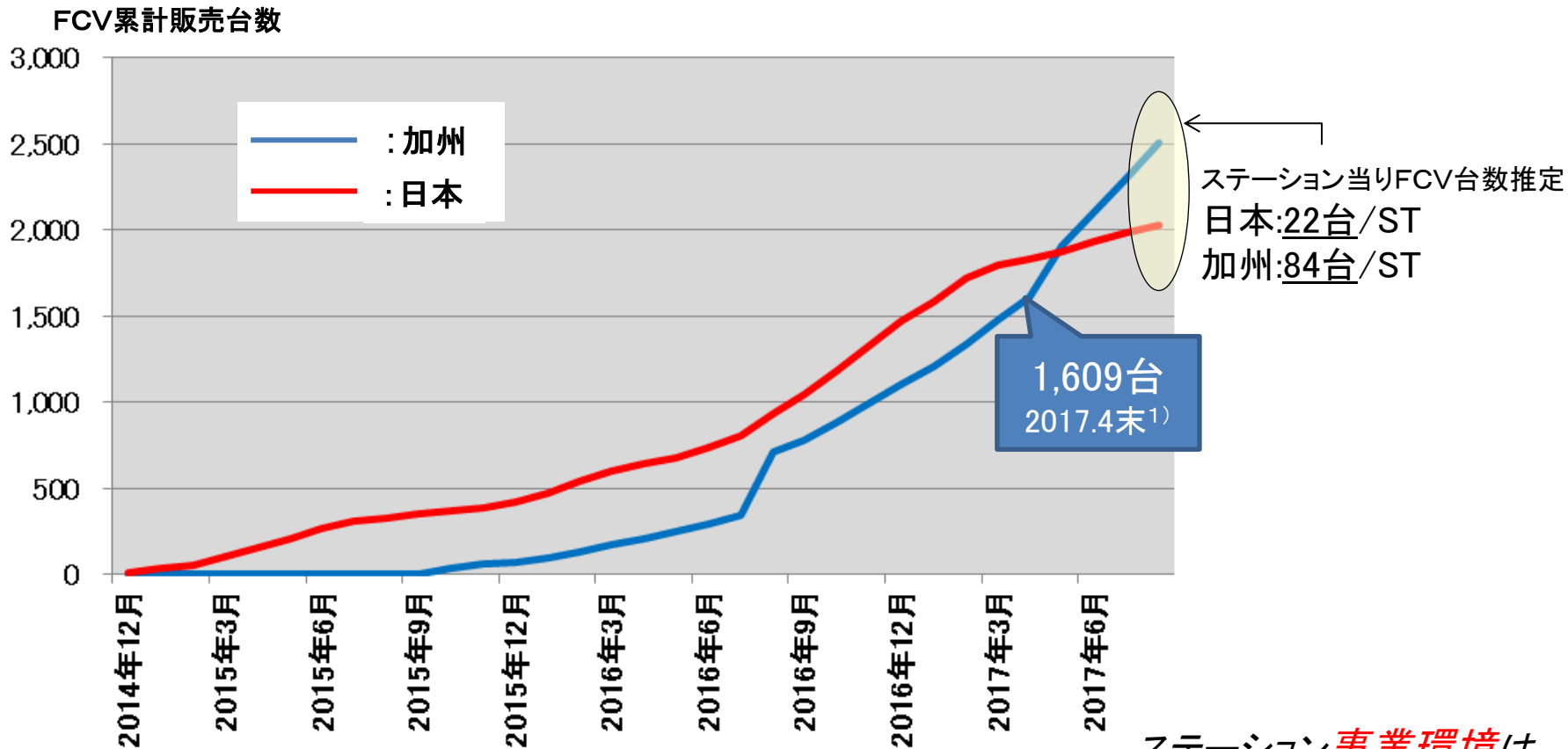


図2-1 FCV累計販売台数 日本ー加州比較

出典 CARB資料、ヒアリング結果をもとにJXリサーチ作成

**ステーション事業環境は  
FCV台数/Stで日本より4倍、  
走行距離\*含めると8倍有利**

\* 日本: 平均1万km/年未満 ⇄ 米国: 平均2万km/年 以上

自動車会社による見通しは、**2020年13,400台、2023年37,400台<sup>1)</sup>**  
**一方、ZEV規制を背景としたCARB見通しでは、2025年 122,800台<sup>2)</sup>**（進展ケース）  
 （なお、目標-Targetではなく、見通し-Projection。FCVの普及目標はない）

1) CARB 2017 Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment and Hydrogen Fuel Station Network Development August 2017、

2) CARB California's Advanced Clean Cars Midterm Review Appendix D

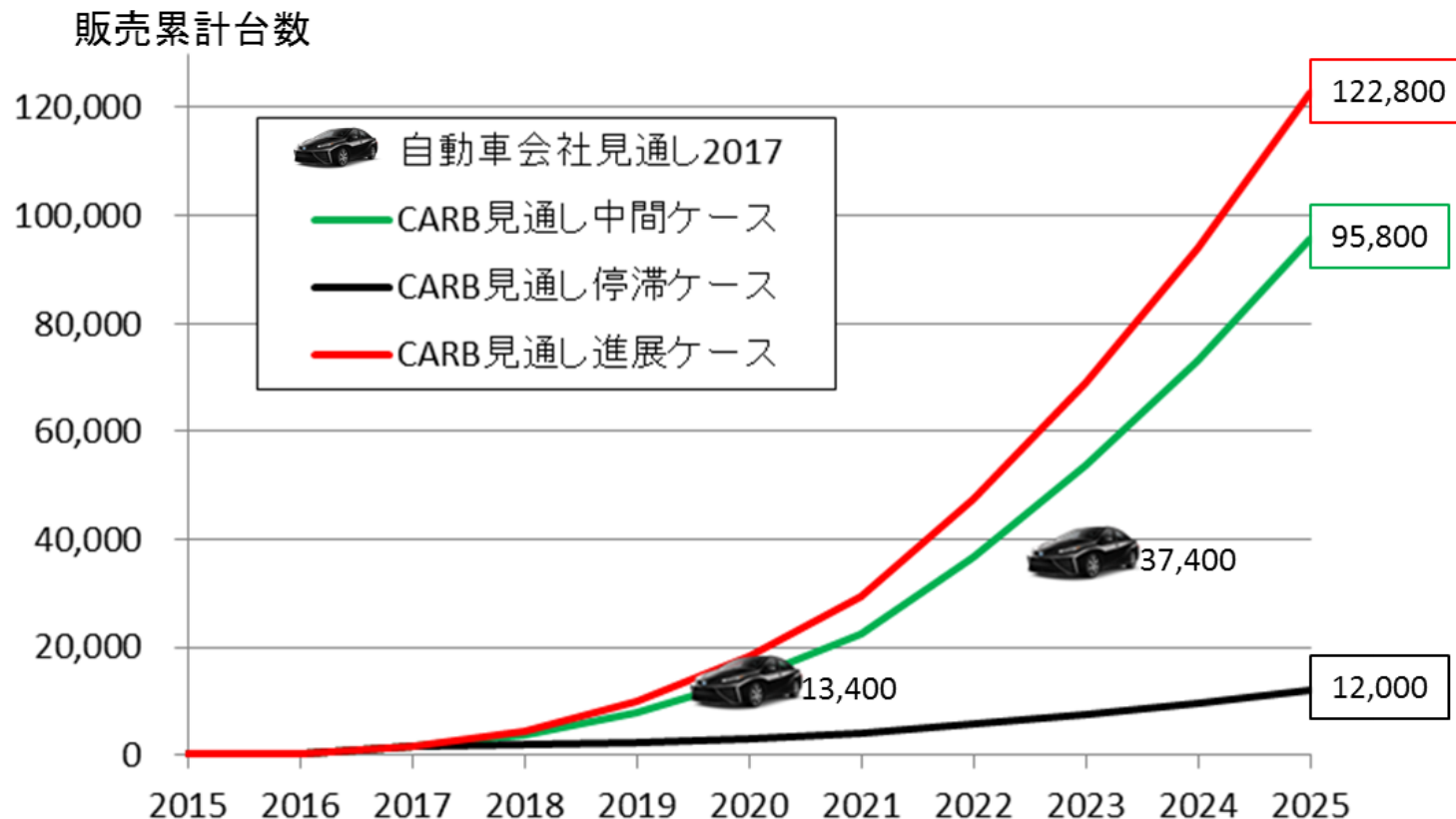


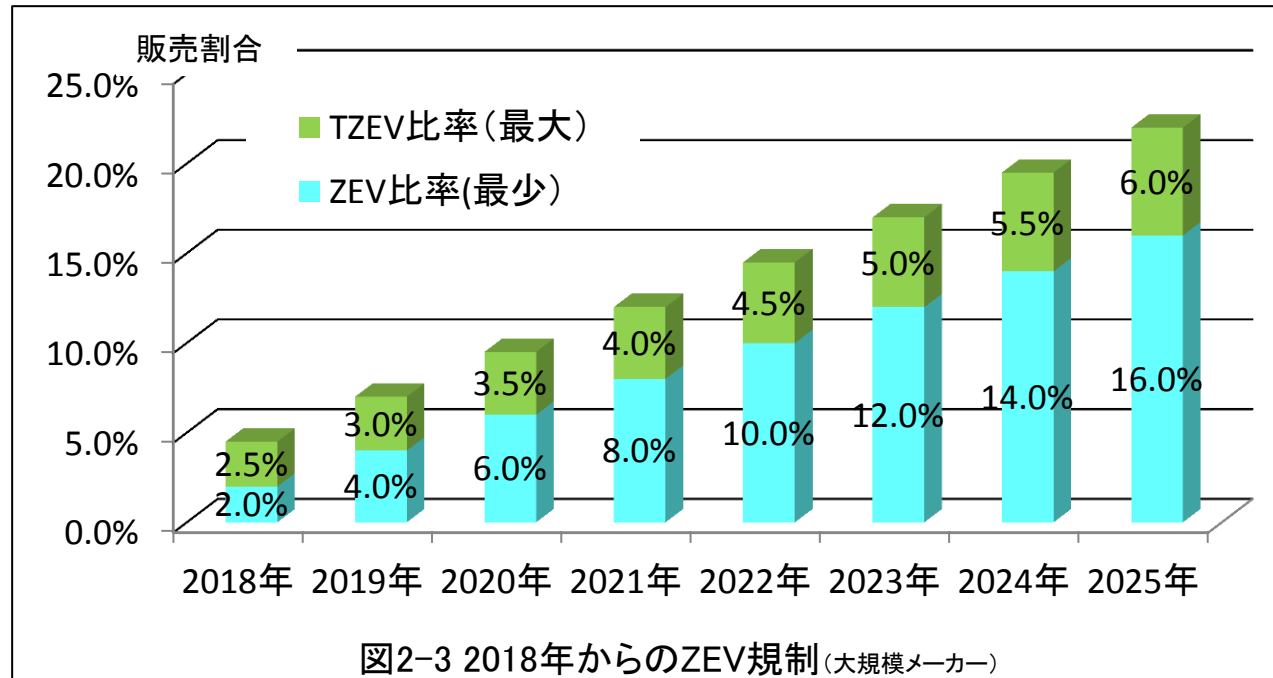
図2-2 FCV普及見通し

出典：CARB 2017 Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment and Hydrogen Fuel Station Network Development、California's Advanced Clean Cars Midterm Review Appendix D よりJXリサーチ作成

2018年より新たなZEV規制が施行。  
 ZEV販売義務割合は**2018年 2%**、以降、**2%/年**で引き上げ、**2025年 16%**。  
 販売台数に応じてZEVクレジットを取得、未達の罰金は**\$5,000/クレジット**

### ZEV(Zero Emission Vehicle)規制:

- ・大気汚染防止、CO2削減を目的に、**ある割合以上の低排ガス車(ZEV、TZEV)を販売**  
 (ZEVクレジット取得)しなければならないとする規則。
- ・一台あたり取得できるクレジットは、車種・航続距離により異なる。
- ・クレジットは事業者同士で売買可能＝規制が作るマーケット
- ・2018年より強化。



**2018年より対象車はZEVとTZEVのみ。大規模メーカー(トヨタ、ホンダも該当)はZEV販売が必須。FCVは他ZEV州での販売も、加州でダブルカウントできるトラベル条項あり。**

表2-1 ZEV規制対象と主なルール

|          |   |
|----------|---|
| 対象車      | <p><b>ZEV</b>: 燃料電池自動車 (FCV)、電気自動車 (BEV)、水素内燃機関車 (HICE)</p> <p><b>TZEV (Transitional ZEV)</b>: プラグインハイブリッド車</p> <p>従来対象のATPZEV(Advanced Technology Partial ZEV、ハイブリッド車)、及びPZEV(Partial ZEV、低公害内燃機関車)は2018年より対象外。</p>  |
| 対象メーカー   | <p><b>大規模メーカー</b>: 年間売上20,000台超<br/>トヨタ、ホンダ、GM、日産、フィアットクライスラー、フォード</p> <p>ある割合以上のZEVが必須、TZEVだけは不可(図2-3参照)</p> <p><b>中規模メーカー</b>: 年間売上4,500超~20,000台<br/>フォルクスワーゲン、BMW、KIA、メルセデス、現代、富士重、マツダ、ジャガー</p> <p>TZEVだけのクレジット取得可(例: 図2-3で2025年 TZEVだけで22%も可)</p> <p>小規模メーカー(売上4,500台/年以下)は対象外</p> |
| ZEVクレジット | <p>航続距離によって「クレジット」が異なる。</p> <p><b>FCVは4</b>、ZEVとしては4台カウント(図2-4参照)</p>   |
| トラベル条項   | <p>ZEV導入の9州*での販売は、加州でも販売したとみなす「<b>ダブルカウント</b>」ルール。BEVにも適用されていたが、2018年からは<b>FCVのみ</b>。</p> <p>* コネチカット、マサチューセッツ、メリーランド、メイン、ニュージャージー、ニューヨーク、オレゴン、ロードアイランド、ロードアイランド、ヴァーモント</p>   |

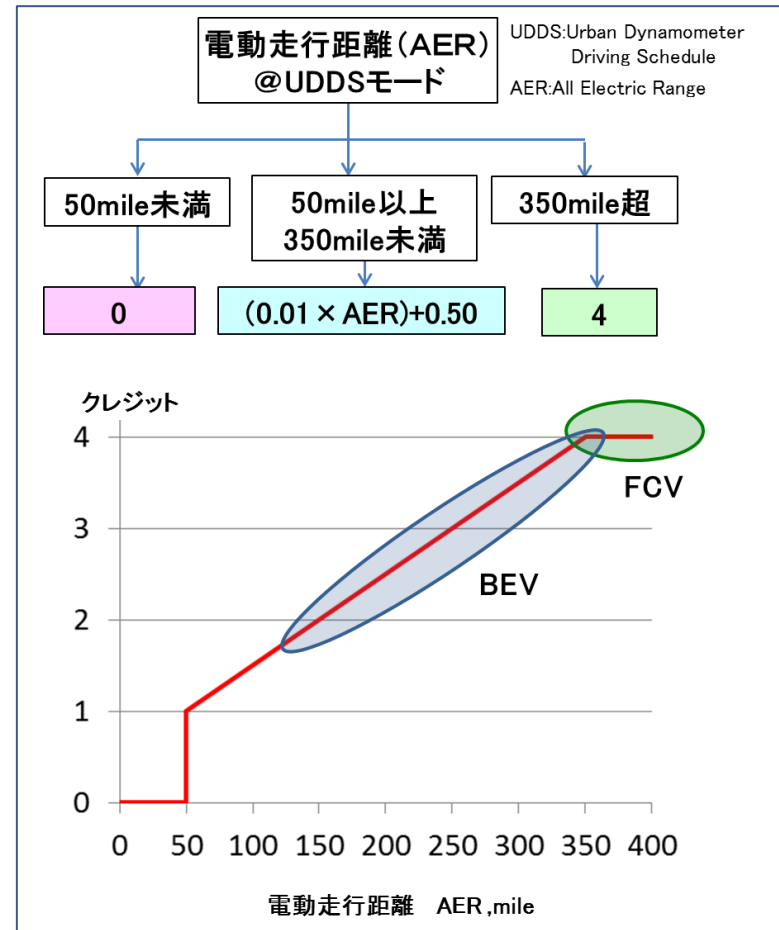


図2-4 1台あたりのクレジット算出方法

表2-2 加州 ZEVクレジット取引実績 2016.9～2017.8

| 社名            | 購入     |       |        | 売却     |       |        | 売却-購入   |
|---------------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|
|               | PZEV   | TZEV  | BEV    | PZEV   | TZEV  | BEV    |         |
| GM            | 12,700 |       | 2,500  |        | 6,000 |        | -9,200  |
| Fiat Chrysler |        |       | 13,200 |        |       |        | -13,200 |
| TOYOTA        |        |       | 35,200 |        |       |        | -35,200 |
| HONDA         |        | 6,000 |        | 12,700 |       | 2,500  | 9,200   |
| Subaru        |        |       | 3,376  |        |       |        | -3,376  |
| Tesla         |        |       |        |        |       | 51,776 | 51,776  |

**クレジット不足のメーカーは、他のメーカーからクレジット購入<sup>1)</sup>。Teslaの大きな収入源。(過去1年で259百万ドルの売却収入との報道)**

1)相場は3,000\$/クレジット 程度の模様

表2-3 ZEV規制のインパクト試算<sup>2)</sup>

| 年    | 販売割合<br>下限<br>as ZEV | 販売割合<br>下限<br>as FCV | 販売<br>義務台数<br>as FCV <sup>2)</sup> | 罰金<br>最大額 <sup>2)</sup><br>単位:百万ドル | 参考:会社別義務台数 as FCV |                 |
|------|----------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|
|      |                      |                      |                                    |                                    | トヨタ<br>(シェア20%)   | ホンダ<br>(シェア14%) |
| 2018 | 2.0%                 | 0.5%                 | 10,000                             | 500                                | 2,000             | 1,400           |
| 2019 | 4.0%                 | 1.0%                 | 20,000                             | 1,000                              | 4,000             | 2,800           |
| 2020 | 6.0%                 | 1.5%                 | 30,000                             | 1,500                              | 6,000             | 4,200           |
| 2021 | 8.0%                 | 2.0%                 | 40,000                             | 2,000                              | 8,000             | 5,600           |
| 2022 | 10.0%                | 2.5%                 | 50,000                             | 2,500                              | 10,000            | 7,000           |
| 2023 | 12.0%                | 3.0%                 | 60,000                             | 3,000                              | 12,000            | 8,400           |
| 2024 | 14.0%                | 3.5%                 | 70,000                             | 3,500                              | 14,000            | 9,800           |
| 2025 | 16.0%                | 4.0%                 | 80,000                             | 4,000                              | 16,000            | 11,200          |

**2025年 加州での販売義務台数は、FCV換算で80,000台/年と試算。販売ゼロだと罰金は他9州も含めて4,000百万ドル<sup>2)</sup>。**

FCV販売は

自動車メーカーにとって死活問題、

インフラ支援も

販促活動の一部として取り組んでいる。

2) 加州販売200万台、他9州300万台 (California New Car Associationデータ等より推定) を前提として前提でJXリサーチ試算  
4,000百万\$ = 16% (2025年) × (200万台 + 300万台) × 5,000 \$/クレジット (罰金)

# 2025年以降のZEV規制見通し

2025年以降のZEV規制検討はこれから。GHG **2030年40%減、2050年80%減目標\*** (いずれも1990年対比)達成に向けた具体策を加州政府が検討中。  
 更なる輸送部門GHG対策 = ZEV規制強化、中重量車規制などが想定される。

\* AB 32, Executive Orders B-30-16 and S-3-05

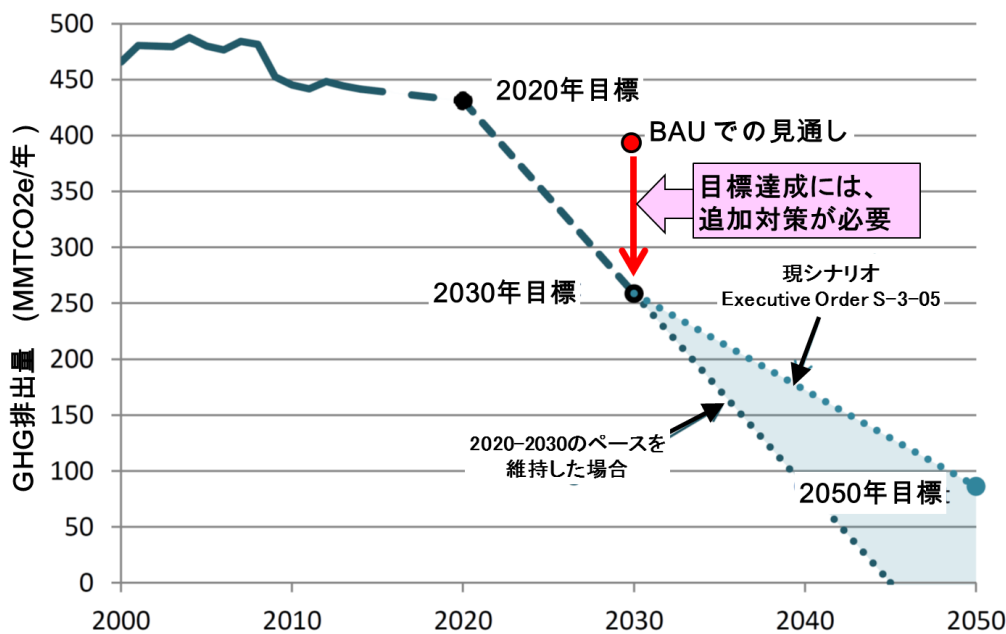


図2-5 長期CO2削減シナリオ

表2-4 加州2030年GHG削減策 (CARB提案)

|                    | 1990年<br>百万t/年 | 2030年<br>百万t/年 | 1990対比%           |
|--------------------|----------------|----------------|-------------------|
| 農業                 | 26             | 24-25          | -4 to -8          |
| 家庭・商業              | 44             | 38-40          | -9 to -14         |
| 電力                 | 108            | 42-62          | -43 to -61        |
| フロン等               | 3              | 8-11           | 167 to 267        |
| 工業                 | 98             | 77-87          | -11 to -21        |
| 廃棄物                | 7              | 8-9            | 14 to 29          |
| <b>輸送</b>          | <b>152</b>     | <b>103-111</b> | <b>-27 to -32</b> |
| 自然吸収               | -7             | TBD            | TBD               |
| CO <sub>2</sub> 取引 | n/a            | 30-85          | -20 to -30        |
| 合計                 | 431            | 260            | -40               |

CARBはGHG削減のため輸送部門の目標として下記を提案。

- ・ZEV+PHEV: 所有台数 **2025年150万台、2030年420万台**
- ・ゼロエミッションバス: 新規導入の割合 **2018年20%、2030年100%**
- ・Class3-7 のゼロエミッショントラック:
  - “Last Mile”車 **2020年より導入、**
  - “Local Fleet”車 **販売割合 2020年2.5%、2025年10%、**

**ZEV規制の強化**(ダブルカウント廃止による、加州+9州での義務量2.5倍も想定)、**中重量車のゼロエミッション化は、水素にとってのビジネスチャンス**





# 3. FCV以外の水素利用

3.1 FCトラック

3.2 FCフォークリフト

3.3 FCバス

3.4 FC船

3.5 Power to Gas

**トラック**(中重量車、MD・HD)は、輸送部門で乗用車(LDV)に次いで**GHG**への寄与が大\*。  
 また、港湾地域等の**大気汚染**の大きな原因。  
**州政府、ロングビーチ・ロサンゼルス港、CaFCP**(California Fuel Cell Partnership)がそれぞれトラックの**ゼロエミッション化、FC化**の計画を策定、動きが本格化。

\* 輸送部門の50%がLDV、30%がMDV・HDV

| 区分     | クラス     | 重量 ポンド lb<br>1,000lb=0.45t                    | 例   | 台数比 | CO2<br>排出比 |
|--------|---------|---|---|-----|------------|
| LDV    | Class1  | 6,000以下                                       | Mini Van Cargo Van SUV Pickup Truck               | -   | -          |
|        | Class2a | 6,001~8,500                                   |   | -   | -          |
| HDV    | Class2b | 8,501~10,000                                  | Mini Van Cargo Van Full Size Pickup Step Van      | -   | -          |
|        | Class3  | 10,001~14,000                                 | Walk in Box Truck City Delivery Heavy Duty Pickup | 13% | 4%         |
|        | Class4  | 14,001~16,000                                 | Large Walk in Box Truck City Delivery             | 6%  | 2%         |
|        | Class5  | 16,001~19,500                                 | Bucket Truck Large Walk in City Delivery          | 3%  | 1%         |
|        | Class6  | 19,501~26,000                                 | Beverage Truck Single Axle School Bus Rack Truck  | 33% | 12%        |
|        | Class7  | 26,001~33,000                                 | Refuse Furniture City Transit Bus Truck Tractor   | 4%  | 3%         |
| Class8 | 33,001~ | Cement Truck Truck Tractor Dump Truck Sleeper | 41%   | 78% |            |

図3-1 トラックの種類と台数・CO2排出割合(全米)

軽量車(LDV)

中重量車(MDV・HDV)

## カリフォルニア州政府 「California Sustainable Freight Action Plan」

### <目標>

- ・2030年までに二酸化炭素発生あたりの輸送効率を25%向上させる。
- ・2030年までに**100,000\***を越える**ゼロエミッション**輸送機器を導入する。再生可能燃料により輸送機器のエミッションをゼロに近づける。

\*加州トラック台数は約950,000

### <Action 3-A>

- ・CEC(California Energy Commission)は中～重量トラックに対する充電・水素インフラを評価し、計画を策定、補助制度の検討を行う。

州政府「California Sustainable Freight Action Plan」を受けて  
**CaFCP**は「Medium and Heavy Duty FC Electric Truck Action Plan」を策定、  
 FCTトラックの開発目標と、実証を提案。MDVは**宅配**、HDVは**港湾トラック**が優先対象。



図3-2 CaFCP FCTトラック実証優先地域

表3-1 CaFCP FCTトラック開発目標

| 項目      | Class4-6               |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | MD FCET                | ベンチマーク車<br>(ガソリン又はCNG) |
| 航続距離    | mile >125              | 400                    |
| 性能      | 加速性能<br>0⇒60mph 26秒以内  | 加速性能<br>0⇒60mph 12秒以内  |
| トップスピード | mph 65                 | 85                     |
| 給油間隔    | 毎日                     | 複数日ごと                  |
| 稼働時間    | 時間/日 12                | 14                     |
| 経路選択制   | 95%                    | 100%                   |
| 登坂能力    | 15%勾配<br>停止⇒20mph 3秒以内 | 15%勾配<br>停止⇒20mph 3秒以内 |
| 耐久性     | mile 未定                | 30万                    |
| 耐久性     | hour >5,000            | -                      |
| 耐久性     | year 10月12日            | 22                     |
| 稼働率     | 95%                    | >98%                   |
| 補償期間    | 未定                     | 3年または5万マイル             |

| 項目      | Class7-8                     |                              |
|---------|------------------------------|------------------------------|
|         | HD FCET                      | ベンチマーク車<br>(ディーゼル港湾トラック)     |
| 航続距離    | mile 100-200                 | 400                          |
| 性能      | 400馬力<br>トルク1200-1800 ft-lbs | 400馬力<br>トルク1200-1800 ft-lbs |
| トップスピード | mph 62-65                    | 62-65                        |
| 給油間隔    | 1-2日ごと                       | 2-4日ごと                       |
| 稼働時間    | 時間/日 10-14                   | 10-14                        |
| 経路選択制   | 100%                         | 100%                         |
| 登坂能力    | 6.5%以上勾配<br>発進可能             | 6.5%以上勾配<br>発進可能             |
| 耐久性     | mile >50万                    | >50万                         |
| 耐久性     | hour -                       | -                            |
| 耐久性     | year 8+                      | 10+                          |
| 稼働率     | 90%                          | 90%                          |
| 補償期間    | 未定                           | 3年または30万マイル                  |

**ロングビーチ港・ロサンゼルス港は、2006年より実施中のCAAP(The San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan)を改訂、ZET(Zero Emission Truck)の導入をスケジュール化。CEC補助金「港湾地区における次世代トラック実証」にSCAQMD\*とも連携し応募、採択。**

表3-2 CAAP ZET 導入・保有割合見通し

\* South Coast Air Quality Management District

| 新規導入トラックの種類別割合                |               |                      |                     |          |
|-------------------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------|
| 時期                            | 2018年～        | 2023年～               | 2030年～              | 2035年～   |
| 種類別割合                         | 全て2014以降のモデル車 | ZET 2%～20%、NZET 残り全て | ZET 20%<br>NZET 80% | ZET 100% |
| 保有トラックの種類別割合                  |               |                      |                     |          |
| 年                             | 2021年         | 2024年                | 2031年               | 2036年    |
| 2010年より前のモデル車                 | 20-23%        | 0%                   | 0%                  | 0%       |
| 2010年以降のモデル車                  | 59-64%        | 9-30%                | 1-3%                | 0-1%     |
| NZET: Near Zero Emission トラック | 13-20%        | 69-90%               | 55-90%              | 0-44%    |
| ZET: Zero Emission トラック       | 0%            | 1-14%                | 7-44%               | 55-100%  |



出典 San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan 2017

注) 数字の幅は、複数シナリオによるもの。NZETの定義はこれから検討

表3-3 港湾地区における次世代トラック実証(GFO-16-604)採択結果

**<CECの補助金事業>**

- ・「**Sustainable Freight Transportation Projects**」をARFVTPの中に創設。
- ・GFO-16-604「港湾地区における次世代トラック実証」事業を公募。

総額\$27,036,799、補助率上限75%、最低額\$1,000,000、最高額\$10,000,000。

| 事業者     | プロジェクト名   | 補助額          | 事業者負担        | 総額           |
|---------|---|--------------|--------------|--------------|
| ロングビーチ港 | Port of Long Beach Zero-Emissions Terminal Equipment Transition Project     | \$9,755,000  | \$3,997,515  | \$13,752,515 |
| ロサンゼルス港 | Port of Los Angeles' Everport Advanced Cargo Handling Demonstration Project | \$4,524,000  | \$2,238,331  | \$6,762,331  |
| SCAQMD* | Southern California Advanced Sustainable Freight Demonstration              | \$10,000,000 | \$5,706,008  | \$15,706,008 |
| 合計      |   | \$24,279,000 | \$11,941,854 | \$36,220,854 |

**トヨタがロングビーチ港でのFCTトラック (Class 8) 実証プロジェクト開始を発表 (2017.4.19)。**  
**ミライのFCを積んだ36トントラックを、1.2t/日の大規模水素ステーションを建設して**  
**実証走行する計画。**



### <トヨタのFCTトラックプロジェクト概要>

トラック: 港湾運搬用Class8トラック  
 36トン、670PS<、航続距離2000mile<  
 ミライのFCスタック×2  
 +12kwhバッテリー(日本製)  
 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、300Nm<sup>3</sup>/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。バイオメタンはクレジットで取得するバーチャル品

### 港湾地域でのFCTトラック(Class 8)導入の意義 (ヒアリングをもとにJXリサーチ整理)

#### ①大気汚染対策

- ・港湾地域での大気汚染は訴訟問題も引き起こしており、その主たる要因が大型トラック
- ・ゼロエミッション対策としてのEVは航続距離の点で非現実的。FCETが唯一の選択肢

#### ②水素需要の喚起、コストダウン

- ・トラック用ステーションは、**50kg/回の充填、20ノズル、4,000kg/hr**の規模。少ないステーションで水素需要を増やすことのできる大型トラック導入は、水素コスト削減の有効な施策。

→ **港湾地区を端緒とするFCETは、水素供給の大きなビジネスチャンス**

トラックメーカーのNICOLA社が、FCET「NIKOLA ONE」を2016年12月に発表。  
12台×18ヶ月の実証試験の後、一回り小型の「NIKOLA TWO」とともに  
**2020年より販売開始の予定。**



#### <NIKOLA ONE 仕様>

航続距離: 800 - 1,200マイル

充填時間: 15分

トルク: 2,000 FT-LBS、1,000馬力、

バッテリー: 320 kWh

トップスピード: 65mph

加速: 0-60mph 30秒

重量: 18,000~21,000lbs

- ・現在、1台1,500\$の手付金で予約を受け付け中、すでに7,000台の予約があったとのこと。
- ・予定リース価格\$5,000/月、100万マイル分の水素無料
- ・364箇所のトラック用水素ステーション  
(オンサイト電気分解、NICOLA推定建設コスト10百万\$)  
を2018年より建設開始との構想も発表

**➡ 2020年 FCETが本格的に市場参入**

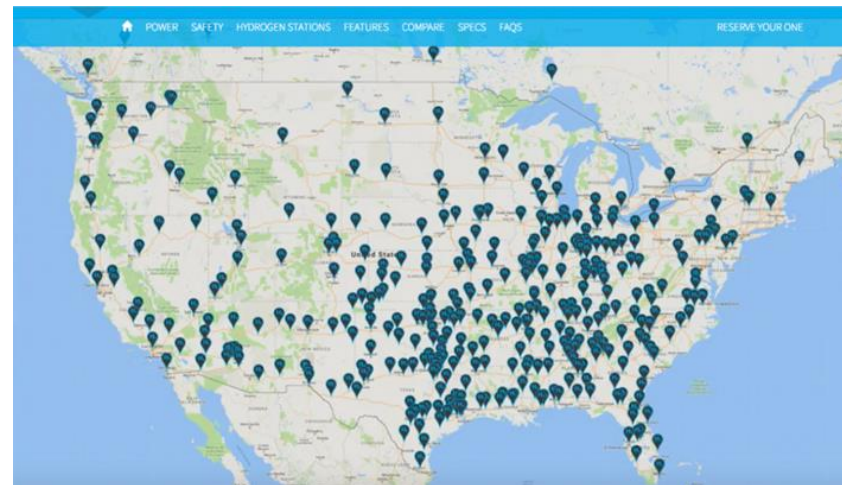


図3-3 NIKOLA トラック用水素ステーション構想

大手運送会社であるFEDEX、UPSがDOEの支援を受けてFCETの開発、実証を実施中。

### FedEx “Hydrogen Fuel Cell Extended-Range Battery Electric Vehicles \* ”



- ・予算: DOE 3百万ドル、FEDEX 3.4百万ドル
- ・期間: 2016.5～2019.10
- ・実施内容:  
Phase1 : FCETの設計、製作、試験  
Phase2 : 20台の実証走行、  
テキサスのメンフィスと、加州数か所
- ・車両仕様:  
80kwh バッテリー、20kw FCシステム  
水素搭載 11.6kg 35MPa
- ・メンバー: FEDEX、Plug Power
- ・協力: DOE、NREL、DOT、PNNL

\* 通称「eREV」。  
BEVの航続距離をFCで伸ばす、というアプローチ  
FedEXは年間走行距離16,000mile超はeREVに棲み分け

### UPS “Fuel Cell Hybrid Electric Delivery Van ”



- ・予算: DOE 3百万ドル、民間 8.3百万ドル
- ・期間: 2014.7～2020.11
- ・実施内容:  
Phase1 : FCETの設計、製作、試験、  
Phase2 : 16台の実証走行、  
加州の配送センターで使用
- ・車両仕様:  
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

長距離はFCETに棲みわけ。

「レンジエクステンダー」としての水素需要にも期待(日産もUS Hybridとヴァンタイプ開発中)。

Walmart、FedEx、BMW、メルセデスなどの工場や配送センターに、**15,000<sup>1)</sup>**を越える導入・受注を達成(全米の電動フォークリフトは100万台程度<sup>2)</sup>)。殆どが**Plugpower**(既存フォークリフトの蓄電池スペースに入るFC+1kg水素タンクのシステム+水素販売+メンテナンスでのビジネスを展開)。

1) 出典 DOE 2017Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting 2017.6.5

### <Plugpower社の“GENDRIVE FUELL CELLS”>

- ・蓄電池部分をFC+タンクで入れ替える“ドロップイン”タイプ
- ・従来の電池交換\*12分に対し、水素充填1kg-90秒の効率化
- ・大量のバッテリーチャージャー用の充電ラックも不要
- ・電池交換方式に対して10%以上の10年ライフサイクルコストの削減
- ・80種以上の既存フォークリフトに対応。
- ・同社は、屋内用ディスプレイ販売、水素供給、機器メンテナンスサービスも提供

\* 一般的に蓄電池を複数準備して交換、使用⇔充電を繰り返す=電池コスト2倍、これが水素でペイアウトする理由



FCフォークリフト  
紺色の部分が入れ替えたFCシステム



屋内ディスプレイ

➔ **水素の潜在需要**  
**73万t<sup>2)</sup>**

2) 電動フォークリフトの年間販売台数10万台(出典: Industrial Truck Association)を10年で買い替え=所有台数100万台と仮定。

2回/日の充填として試算。  
100万台 × 1kg × 2回/日 × 365日



加州では、AC Transit、SunLine Transit、Orange County Transit、UC Irvineで20台(35MPa)のFCバス(路線バス)を運用中。今後2年間で30台増の計画。

加州内の路線バス7,154台、内、FCEB20台、BEB87台



<AC Transit>  
13台⇒23台へ



<UC Irvine>  
1台



<Orange County>  
1台⇒11台へ



<SunLine>  
5台⇒15台へ



図3-4 運用中のFCEB、BEBと増車計画 (2017.9.13時点)

IMO\*による船舶の排ガス規制、CO2削減の流れを受け、船舶も水素化を検討中。  
 加州ではサンフランシスコ湾 FCフェリー”SF-BREEZE”のFS(船・水素供給設備の設計、排ガス・CO2低減効果、コスト・規制・安全面の評価)を実施。

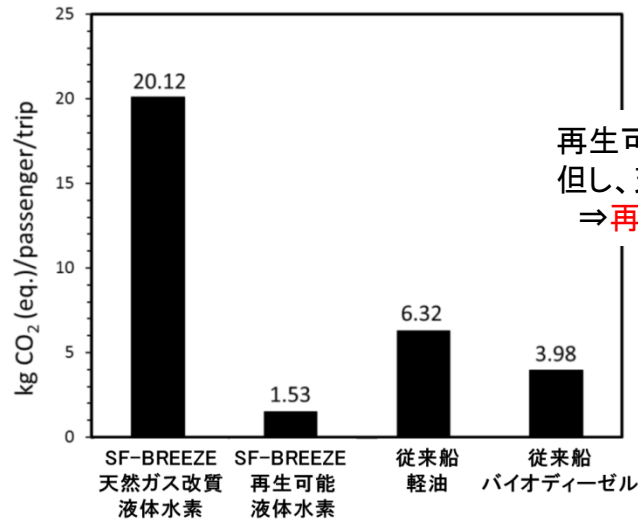
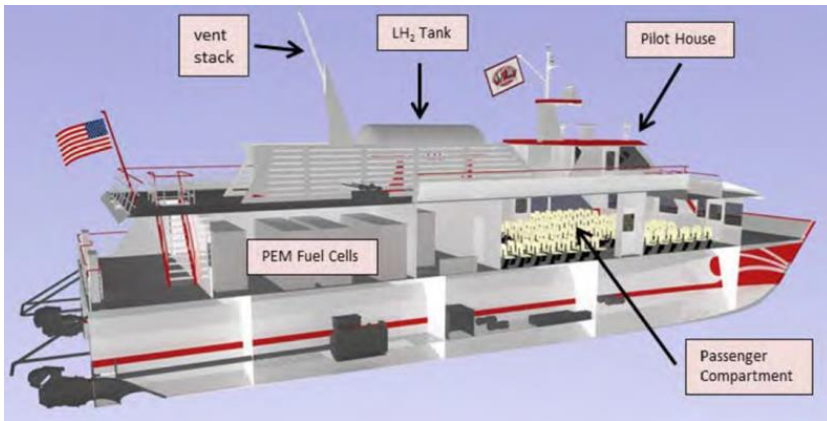
\* International Maritime Organization

### <FCフェリー SF-BREEZE>

最大速度 35ノット 150人乗り

PEM 燃料電池; 120kw × 41 液体水素タンク: 1,200kg

水素消費量: 2,000kg/日 = 1,000kg × 2回/日 充填



再生可能水素で大幅CO2削減  
 但し、天然ガス改質では増加  
 ⇒再生可能水素は必須

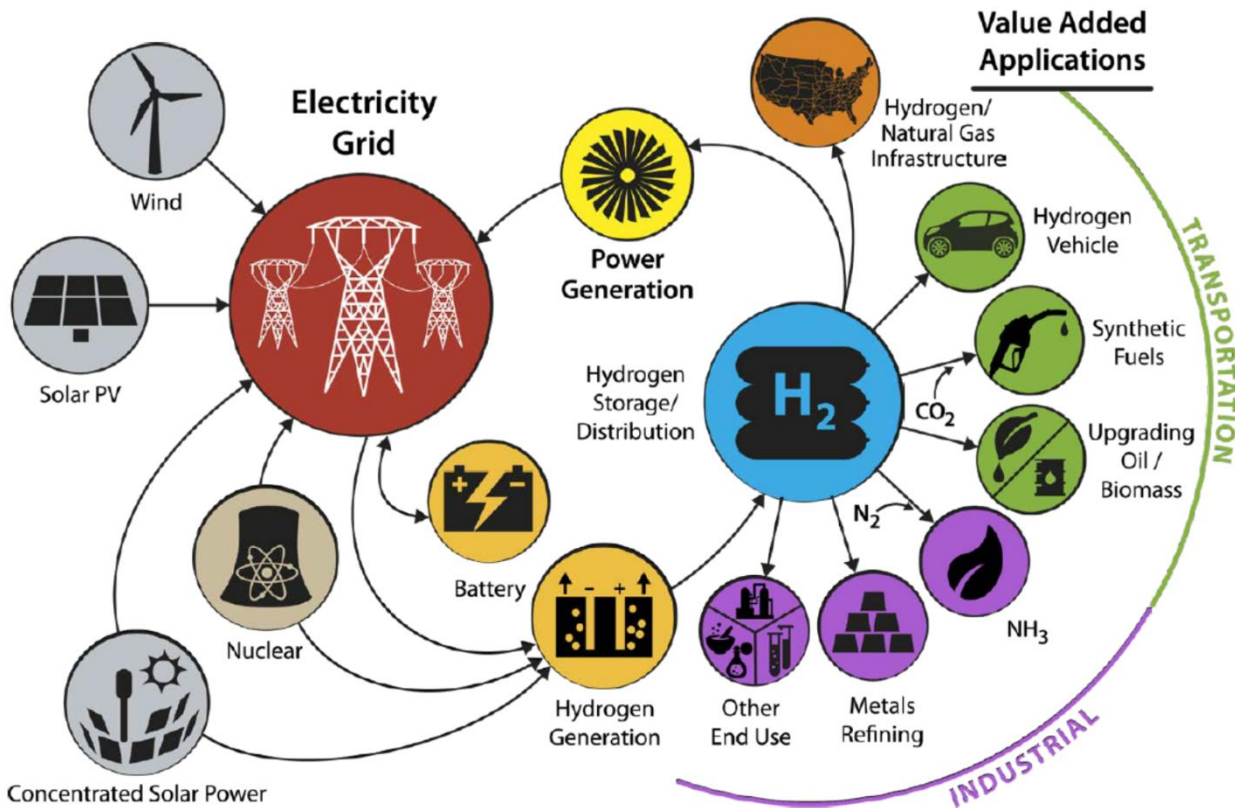
図3-5 FCフェリーによるCO2削減効果

表3-4 FC船と 従来ディーゼル船のコスト比較

| 項目             | SF-BREEZE    |              |              | 従来ディーゼル船    |              |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
|                | 最少           | 最大           | 将来           | 最少          | 最大           |
| 建造費            | \$21,990,000 | \$29,220,000 | \$17,166,000 | \$8,000,000 | \$15,200,000 |
| メンテナンス費用 /1年   | \$1,081,200  | \$1,796,200  | \$375,200    | \$226,650   | \$480,480    |
| 燃料費(非再生可能) /5年 | \$9,700,000  | \$15,600,000 | ↑            | \$3,900,000 |              |
| 燃料費(再生可能) /5年  | \$16,700,000 | \$48,700,000 | ↓            | -           | -            |
| 燃料充填設備         | \$970,000    | \$1,595,000  | ↓            | \$1,500     | \$338,000    |

➡ コストに課題あるものの  
水素の潜在需要は  
極めて大(港湾地区)

DOEでは、**水素生産と利用を拡大することによって、発電と送電の弾力性を確保し、併せて数十億ドル規模の経済効果(雇用創出含む)を生み出そうとする取組み「H2@Scale」を2016年に開始。**



\*Illustrative example, not comprehensive

図3-6 DOE H2@Scale コンセプト図

**<H2@Scaleの活動状況>**

- ・事務局: 下記の国研  
 NREL (National Renewable Energy Lab.)  
 ANL (Argonne National Laboratory)  
 INL (Idaho National Laboratory)  
 LBNL (Lawrence Berkeley National Lab.)  
 LANL (Los Alamos National Laboratory)  
 PNNL (Pacific Northwest National Lab.)  
 SNL (Sandia National Laboratories)  
 SRNL (Savannah River National Lab.)
- ・2回のワークショップ (2016.11、2017.5) が開催され、民間も含めて幅広い意見交換を実施。  
 主な民間参加者は、PG&E、ERCOT (発電)、Southern Company (原子力水素)、PROTON、Giner (電気分解機器)、PORT HOUSTON (港湾) など

**国研総動員か？**  
**民間(電力)はあまりつ**  
**いてきていない？**

H2@Scaleで検討中の「P to Gによる再生可能エネルギー&H2利用Max」ケースの2050年エネルギーフロー。水素利用増(BAU 2.1→H2Max 9.2)により、エネルギー消費29Quads減(BAU 108→H2Max 77)としている (Quads=10<sup>15</sup>BTU)。水素は輸送と工業に利用。

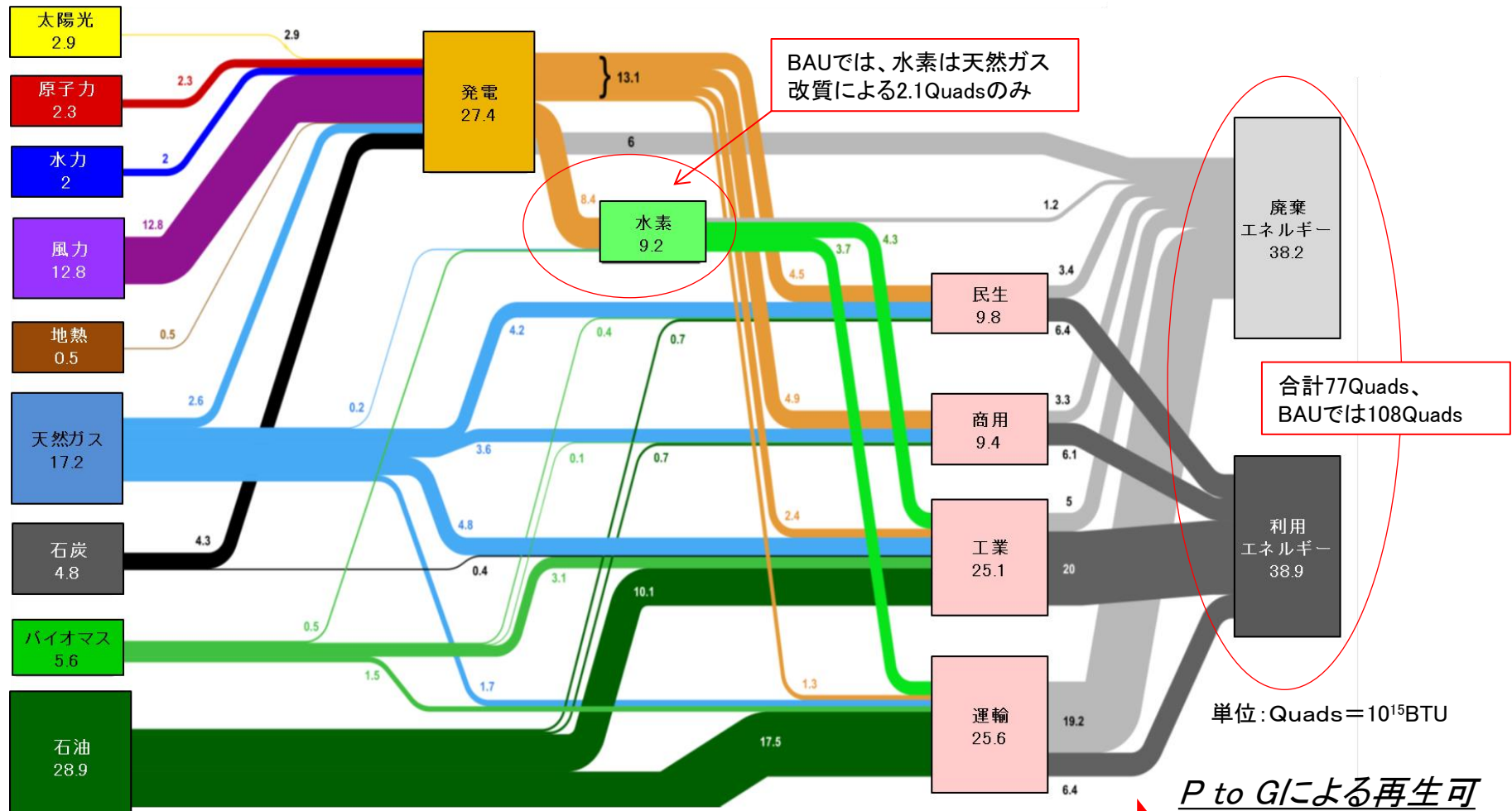


図3-7 2050年のエネルギーフロー(再生可能エネルギー&水素最大利用ケース)

➔ P to Gによる再生可能エネルギー有効利用、省エネ効果大。

加州では、**再生可能電力の有効利用**、という観点での検討がされている。  
SoCalGas(Southern California Gas Company、ガス・電力会社)と、UCI(University of California, Irvine)による実証試験。また、NRELによる電気分解水素のコストダウン評価など。

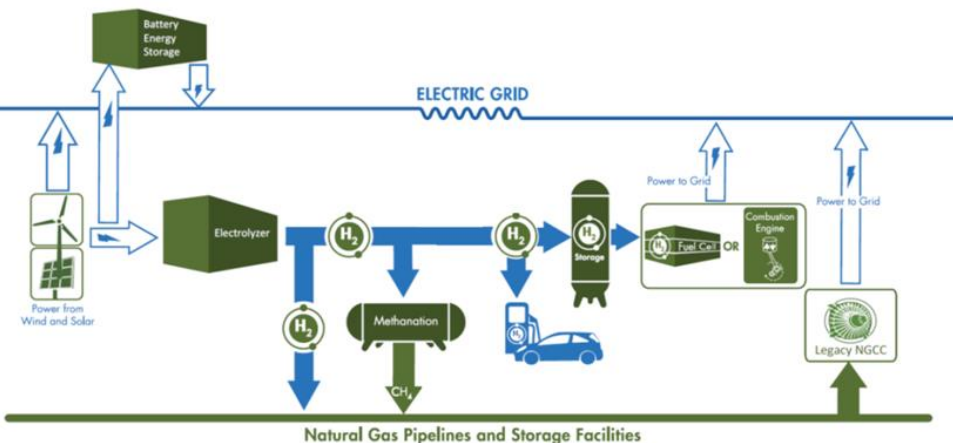


図3-8 SoCalGasとUCIが検討中のP to Gシステム

出典: California ISO Daily Renewables watch, July 1, 2017.

天然ガスパイプラインに対して

- ①水素を直接混合
- ②メタン化して混合

の2ケースを検討。

電力グリッドに対しては

- ①水素⇒燃料電池で発電
- ②水素混合天然ガスから発電(従来法)

の2ケースを検討。

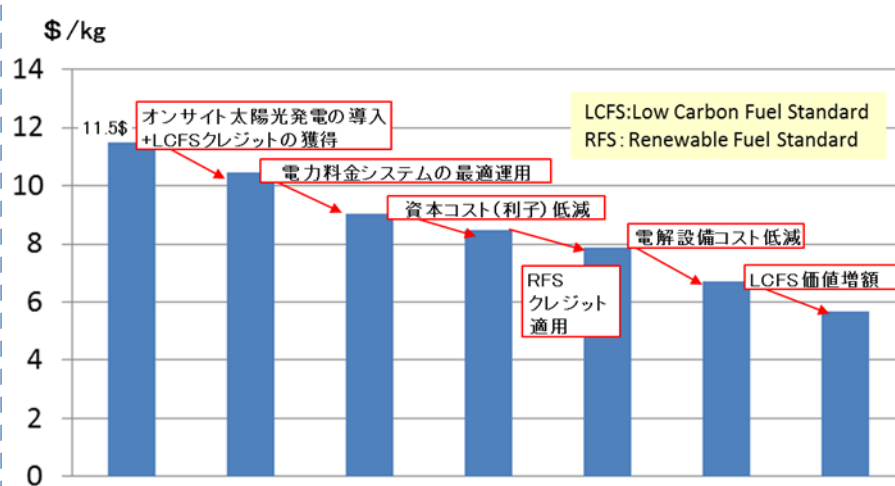


図3-9 NREL電解水素コスト低減検討

(出典:NRELCalifornia Power-to-Gas and Power-to-Hydrogen Near-Term Business Case EvaluationよりJXリサーチ作成)

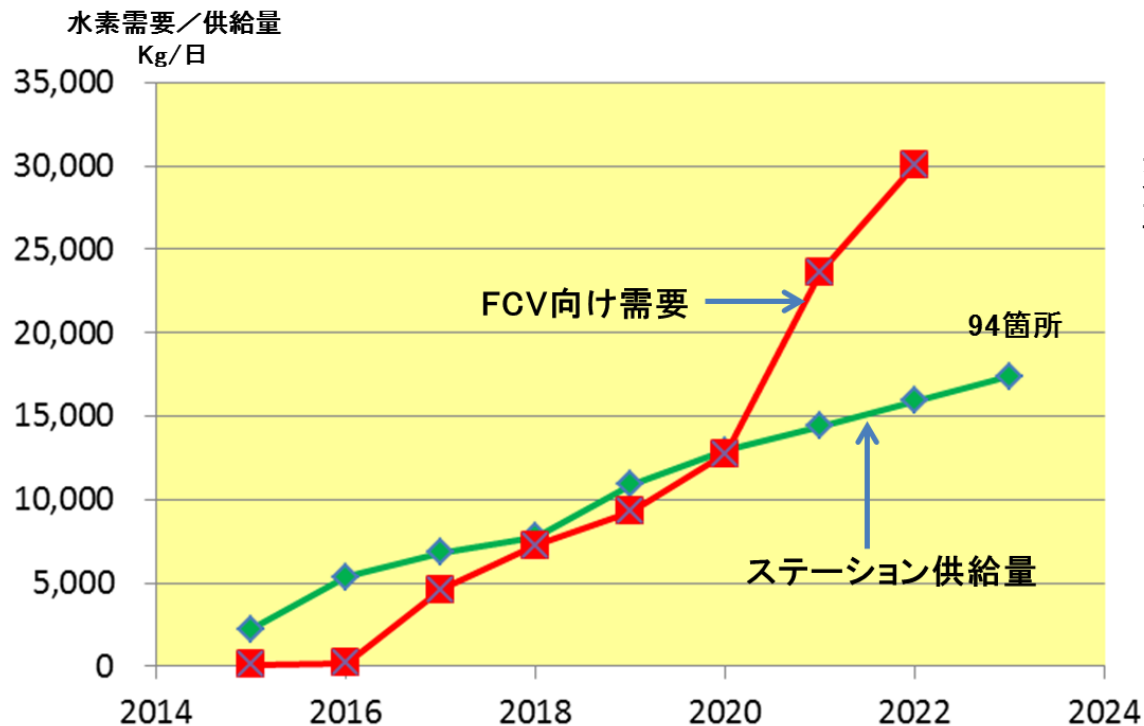
- ・系統+オンサイト発電でコストダウンが可能。
- ・LCFSクレジット(Low Carbon Fuel Standard Credit=現在適用可能)、電力料金システムの運用、RFSクレジット(Renewable Fuel Standard Credit=現在は水素に適用されない)などの制度を有効活用することで、コストダウン可能。

# 4.水素需給

## 4.1 短中期の水素需給

## 4.2 長期の水素需給

水素Stの平均販売量**800kg/月**、最大**3000kg/月・160kg/日**に達し、**能力不足が顕在化**。  
これから建設されるステーションは従来の**180kg/日**から**300kg/日超**が主流。



CARBによると、現在の水素ステーションの建設ペースでは、**2020年を境に水素不足**に転じる見通し、早急な対策が必要な状況

ヒアリングによると、ステーションでの充填待ちも度々。最大で20台待ちも発生(原能力は5台/hrが限界)。

また、連続充填が日常化することにより、耐久性**トラブル**、ノズルの凍結**トラブル**(後述)も**顕在化**。

図4-1 ステーションでの水素需給見通(CARB)

➡ 能力不足: 能力増強の追加措置の可能性あり。ステーション機器の**ビジネスチャンス**。  
トラブル増: 品質・性能の良い日本製機器・部品の**ビジネスチャンス**

**製造は余裕**: 加州内の水素製造能力(外販用)は、2,100,000kg/日。

2022年FCV必要量30,000kg/日に対して余裕あり。

**問題は輸送**: 高圧トレーラーを所持しているのがAir Products社のみ\*の為、  
配送インフラの弱さについての懸念が増大。液水輸送、輸送の必要がないメタン改質、  
電気分解によるステーションでの製造の検討が本格化。

\* Air Products社 出荷可能拠点は2箇所。 AirLiquide社は自社Stのみにカードル輸送、Lindeも自社Stのみに液水輸送

表4-1 カリフォルニア州の水素製造拠点 出典 H2 tools

| 製造業者         | 都市         | 製造方法   | 主なユーザー      | 能力(kg/day) |
|--------------|------------|--------|-------------|------------|
| 液体水素         |            |        |             |            |
| Air Products | Sacramento | 天然ガス改質 | -           | 5,542      |
| Praxair      | Ontario    | 天然ガス改質 | -           | 20,483     |
| 小計           |            |        |             | 26,025     |
| 高圧水素         |            |        |             |            |
| Air Liquide  | El Segundo | 天然ガス改質 | シェブロン       | 207,240    |
| Air Liquide  | Rodeo      | 天然ガス改質 | コノコフィリップス   | 289,172    |
| Air Products | Carson     | 天然ガス改質 | テキサコ、シェル    | 240,976    |
| Air Products | Martinez   | 天然ガス改質 | シェル         | 212,059    |
| Air Products | Martinez   | 天然ガス改質 | テソロ         | 84,342     |
| Air Products | Sacramento | 天然ガス改質 | プロクター&ギャンブル |            |
| Air Products | Wilmington | 天然ガス改質 | -           | 385,562    |
| Praxair      | Ontario    | 天然ガス改質 | -           | 28,917     |
| Praxair      | Richmond   | 天然ガス改質 | シェブロン       | 626,539    |
| 小計           |            |        |             | 2,074,807  |
| 総計           |            |        |             | 2,100,832  |

➡ 高圧トレーラー用貯蔵容器の需  
要が増している。

➡ また、輸送の必要のないオンサイト  
設備(改質器、電気分解)、大量  
輸送に適した液体水素、有機ハ  
イドライドにも、ビジネスチャン  
スが広がっている。



## 4.2. 長期の水素需給 加州 再生可能水素への取組み ①33%以上義務付け

**加州目標：2050年 再生可能エネルギー80%**(風力45%、太陽光25%、その他10%)  
 州政府は目標に向けて

- ①FCV用水素の再生可能割合33%以上を義務付け、
- ②LCFS(Low Carbon Fuel Standard) クレジットの水素への適用
- ③再生可能水素製造設備への補助等の施策を講じている。

### 水素St 再生可能水素割合の義務付け

- ・ステーションで販売する水素の**33%以上を再生可能**とする事が補助金の要件。
- ・但し、電解を除き加州内で再生可能水素の実製造無し。  
 SGIP \* 制度を活用した、「**バーチャルなバイオガス**」による水素製造で対応。

\* Self-Generation Incentive Program :  
 ・再生可能電力へのインセンティブを目的としたプログラム。  
 ・”Directed Biogas”として「州外でパイプラインに注入されたバイオガスも**加州に移送・使用したとみなす**」ルールあり。

表4-2 各水素ステーションの再生可能割合 出典 CAFCP

| 番号 | ステーション名              | 運営者           | タイプ  | 再生可能 | 番号 | ステーション名        | 運営者           | タイプ    | 再生可能 |
|----|----------------------|---------------|------|------|----|----------------|---------------|--------|------|
| 1  | West Sacrament       | Linde         | 液水輸送 | 33%  | 17 | Hayward        | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 2  | Diamond Bar          | Air Products  | 高圧輸送 | 33%  | 18 | Santa Barbara  | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 3  | Coalinga             | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 19 | Mill Valley    | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 4  | San Juan Capistrano  | Linde         | 液水輸送 | 33%  | 20 | Truckee        | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 5  | UC Irvine            | Air Products  | 高圧輸送 | 33%  | 21 | Playa Del Rey  | First Element | 高圧輸送   | 100% |
| 6  | West LA#2            | Air Products  | 高圧輸送 | 33%  | 22 | Anaheim        | Air Liquide   | 高圧輸送   | 33%  |
| 7  | Costa Mesa           | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 23 | Hollywood      | First Element | 高圧輸送   | 100% |
| 8  | La Canada-Flintrodge | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 24 | Woodland Hills | Air Products  | 高圧輸送   | 33%  |
| 9  | Lake Forest          | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 25 | Del Mar        | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 10 | Long Beach           | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 26 | Riverside      | ITM Power     | 電気分解   | 100% |
| 11 | San Jose             | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 27 | Lawndale       | Air Products  | 高圧輸送   | 33%  |
| 12 | Santa Monica #1      | Air Products  | 高圧輸送 | 33%  | 28 | South Pasadena | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 13 | Saratoga             | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 29 | San Ramon      | Linde         | 液水輸送   | 33%  |
| 14 | South San Francisco  | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 30 | Torrance       | Shell         | パイプライン | 33%  |
| 15 | Campbell             | First Element | 高圧輸送 | 33%  | 31 | Fremont        | First Element | 高圧輸送   | 33%  |
| 16 | Fairfax              | Air Products  | 高圧輸送 | 33%  |    |                |               |        |      |

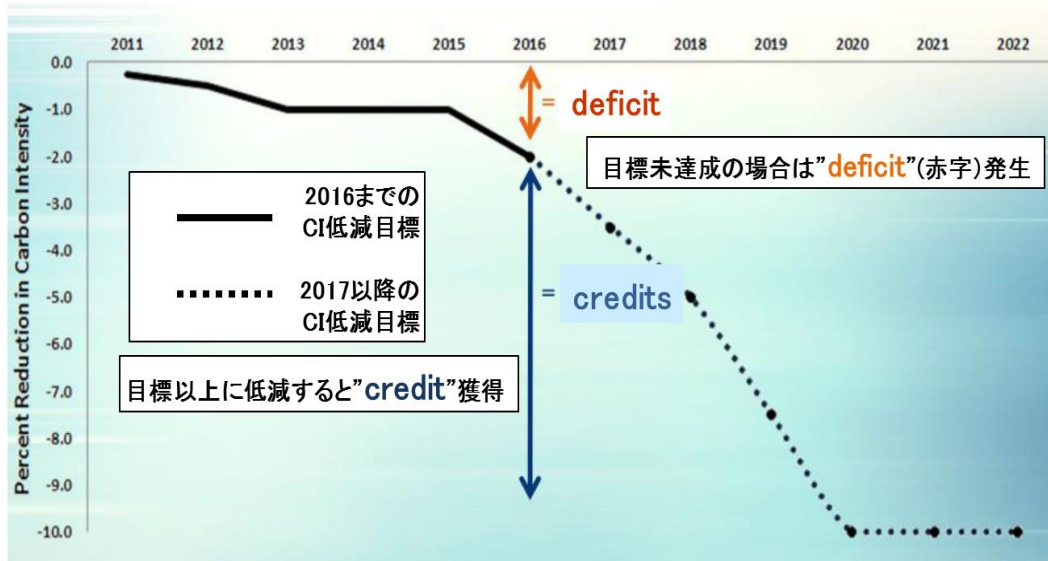
## 4.2. 長期の水素需給 加州 再生可能水素への取組み ②LCFSクレジット

### 2015年よりLCFS(Low Carbon Fuel Standard) クレジットの水素への適用開始

#### LCFS(Low Carbon Fuel Standard)

- ・2020年までに輸送用燃料のCI = Carbon Intensity\*を10%減らすことを目的とした制度(2009~)。
- ・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。目標以上達成でCredit獲得、目標に達成しないとDeficit発生、罰金1,000 \$/tCO<sub>2</sub>。
- ・クレジットは売買できる = ZEVと同様「規制が作るマーケット」を利用(現相場 100\$/tCO<sub>2</sub>前後)

\* 従来化石燃料&従来車両を100としたライフサイクルのGHG排出量を示す指標。燃料の製造方法や適用する車両によっても異なる。



出典 CARB資料よりJXリサーチ作成

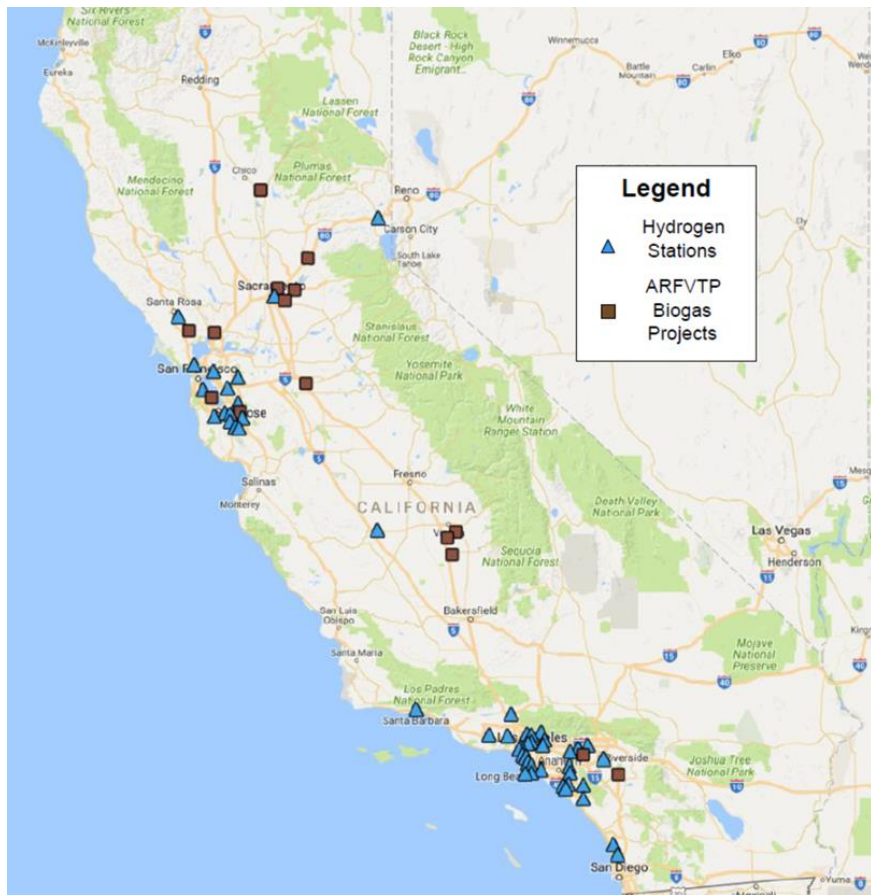
表4-3 FCV用水素供給で得られるクレジットの販売価格  
(価格相場100 \$/tCO<sub>2</sub>前提でのCARB試算)

| 項目                          | 再生可能電力<br>(100%) | バイオメタン<br>(100%) | 天然ガス<br>(高圧水素) | 天然ガス<br>(液化水素) |
|-----------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| CIスコア(gCO <sub>2</sub> /MJ) | 0                | 54               | 106            | 144            |
| FCV(LDV)補正係数*               | 2.5              | 2.5              | 2.5            | 2.5            |
| 補正後CI(gCO <sub>2</sub> /MJ) | 0                | 22               | 42             | 58             |
| クレジット販売価格(\$/kg)            | \$2.90           | \$2.25           | \$1.62         | \$1.17         |

\* 重量車は1.9、フォークリフトは2.1

FCV用水素販売により、1\$/kg(天然ガス改質)~3\$/kg(再生可能)程度のクレジットが獲得できる

加州では、再生可能水素の実製造(現在は電解を除きバーチャルなバイオガスによる製造)を促進すべく補助制度の創設を検討中、年内公募予定。



再生可能水素製造に対する補助制度  
 「Renewable Hydrogen Transportation Fuel Production Facilities and Systems」(案)

＜主な条件＞

- ・一件あたり最大補助率75%、上限200万\$
- ・設備機器メーカー、再生可能エネルギー供給業者、水素ステーション事業によるチームに補助。
- ・水素はFCV用商用ステーションで使用
- ・原料、製造、使用全てカリフォルニア州内
- ・現存施設への増設も可
- ・100%再生可能水素の製造量 1000kg/日以上
- ・6ヶ月以上の実績を有する技術
- ・対象原料: バイオマス消化ガス、ランドフィルガス、排水処理場ガス、都市廃棄物ガスなどのバイオメタン、バイオガス
- ・対象電力: 再生可能原料によるFC発電、地熱、小水力、波力、潮力、太陽光、太陽熱、バイオガス発電、風力。異なる場所での再生可能電力をグリッドで繋いでも可。

出典: CEC Presentation - Alternative and Renewable Fuel and Vehicle Technology Program 2017.7.28

図4-3 加州の水素ステーションとバイオガス製造拠点

出典 CEC ARFVTP Hydrogen Refueling Infrastructure and Biogas Production Projects



改質設備のビジネスチャンスではないか

## 4.2. 長期の水素需給 全米 再生可能水素(バイオガス)のポテンシャル

全米のバイオガス水素の入手可能量は1,643千t/日、FCV300万台分と多くはない。その中で、加州は比較的バイオガスポテンシャルの高い地域。

表4-4 全米のバイオ水素ポテンシャル

| 資源            | ポテンシャル@メタン<br>千t/年 |       | ポテンシャル@水素<br>千t/年 |       |
|---------------|--------------------|-------|-------------------|-------|
|               | 全量                 | 入手可能量 | 全量                | 入手可能量 |
| 排水処理設備        | 2,339              | 1,927 | 618               | 509   |
| 埋立地(Landfill) | 10,586             | 2,455 | 2,795             | 648   |
| 動物堆肥          | 1,905              | 1,842 | 503               | 486   |
| 工場排水          | 1,158              | N/A   | 306               | N/A   |
| 合計            | 15,988             | 6,224 | 4,221             | 1,643 |

表4-5 加州で入手可能な主なバイオガス

| 種類                | 場所                | 入手可能           |       |
|-------------------|-------------------|----------------|-------|
|                   |                   | 水素 t/年         | 場所数   |
| 排水処理設備            | Los Angeles CA    | 10,000         | 23    |
|                   | Orange CA         | 3,500          | 11    |
|                   | San Diego CA      | 3,800          | 29    |
| 埋立地(Landfill)     | Los Angeles CA    | 27,400         | 3     |
|                   | Orange CA         | 19,000         | 1     |
|                   | Stanislaus CA     | 13,700         | 1     |
|                   | Alameda CA        | 13,000         | 2     |
| 動物堆肥              | 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          | -     |
|                   | 工場排水              | 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             | -              |       |

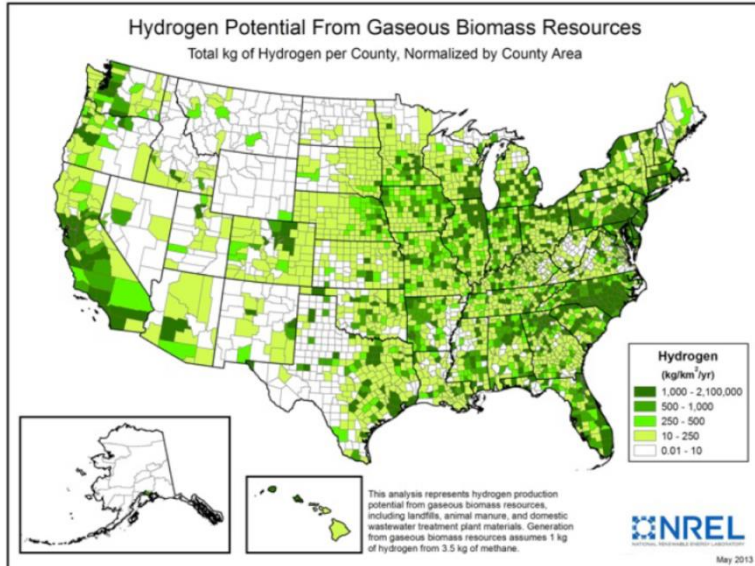


図4-4 全米のバイオ水素賦存マップ

➡ 加州での中期的な再生可能水素は**バイオガス**

## 4.2. 長期の水素需給 全米 再生可能水素(再生可能電力)のポテンシャル

風力、太陽光はバイオマスより多くのポテンシャルを持つ。豊富に賦存するのは中部

表4-6 全米 再生可能水素のポテンシャル

| 項目         |      | バイオマス          | 風力        | 太陽光        |
|------------|------|----------------|-----------|------------|
| 技術的ポテンシャル  | @各原料 | 417-1,192Mtons | 50,000TWh | 400,000TWh |
|            | @水素  | 30-80MMT       | 1,100MMT  | 8,700MMT   |
| FCV50万台必要量 | @各原料 | 114Mtos        | 460TWh    | 460TWh     |

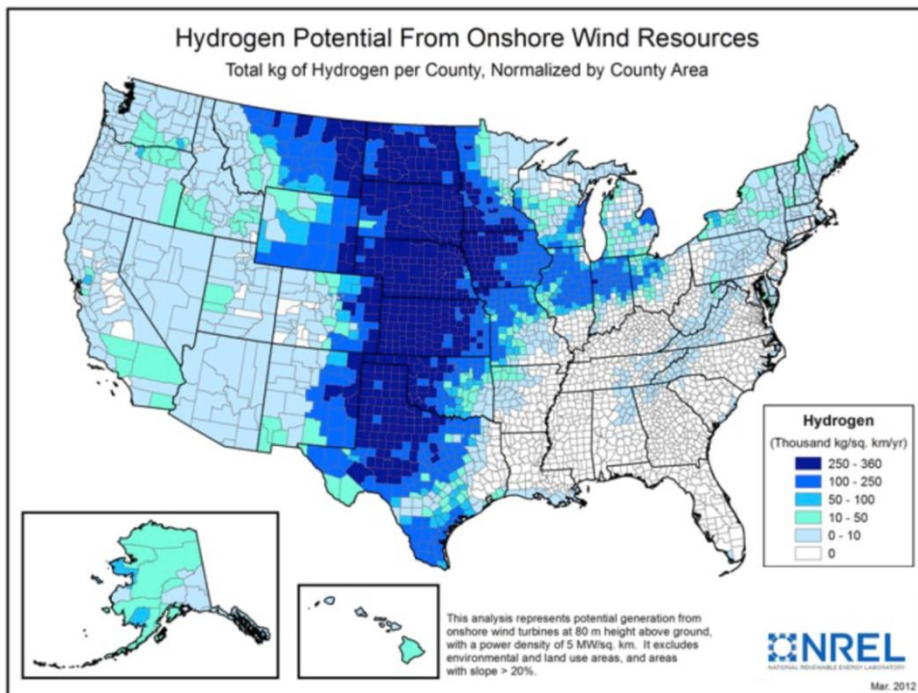


図4-5 全米の陸上風力水素賦存マップ

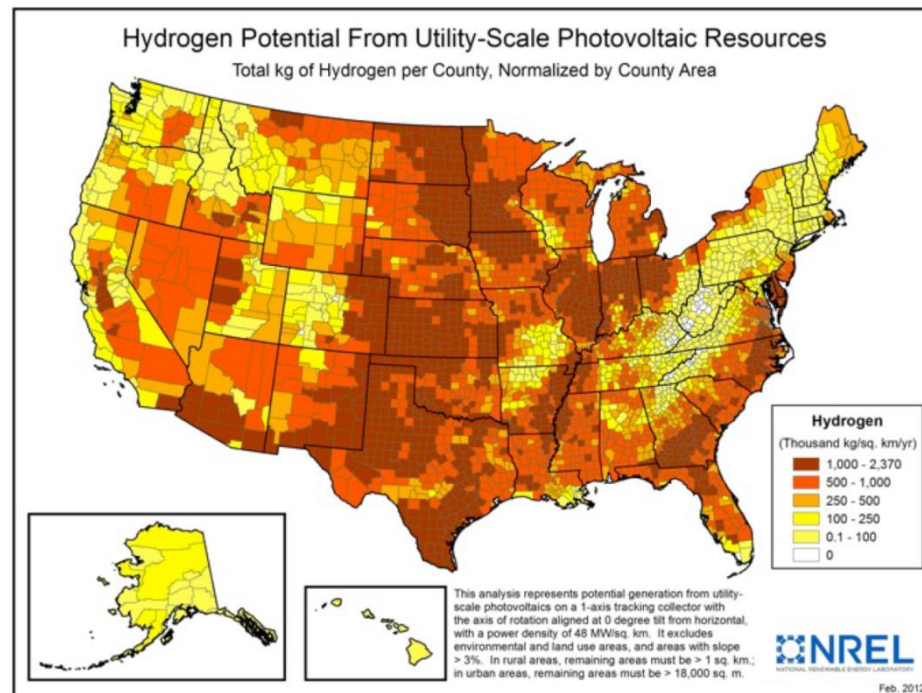


図4-6 全米の太陽光水素賦存マップ

➡ 長期的には水素の長距離輸送(液水、有機ハイドライド)に商機

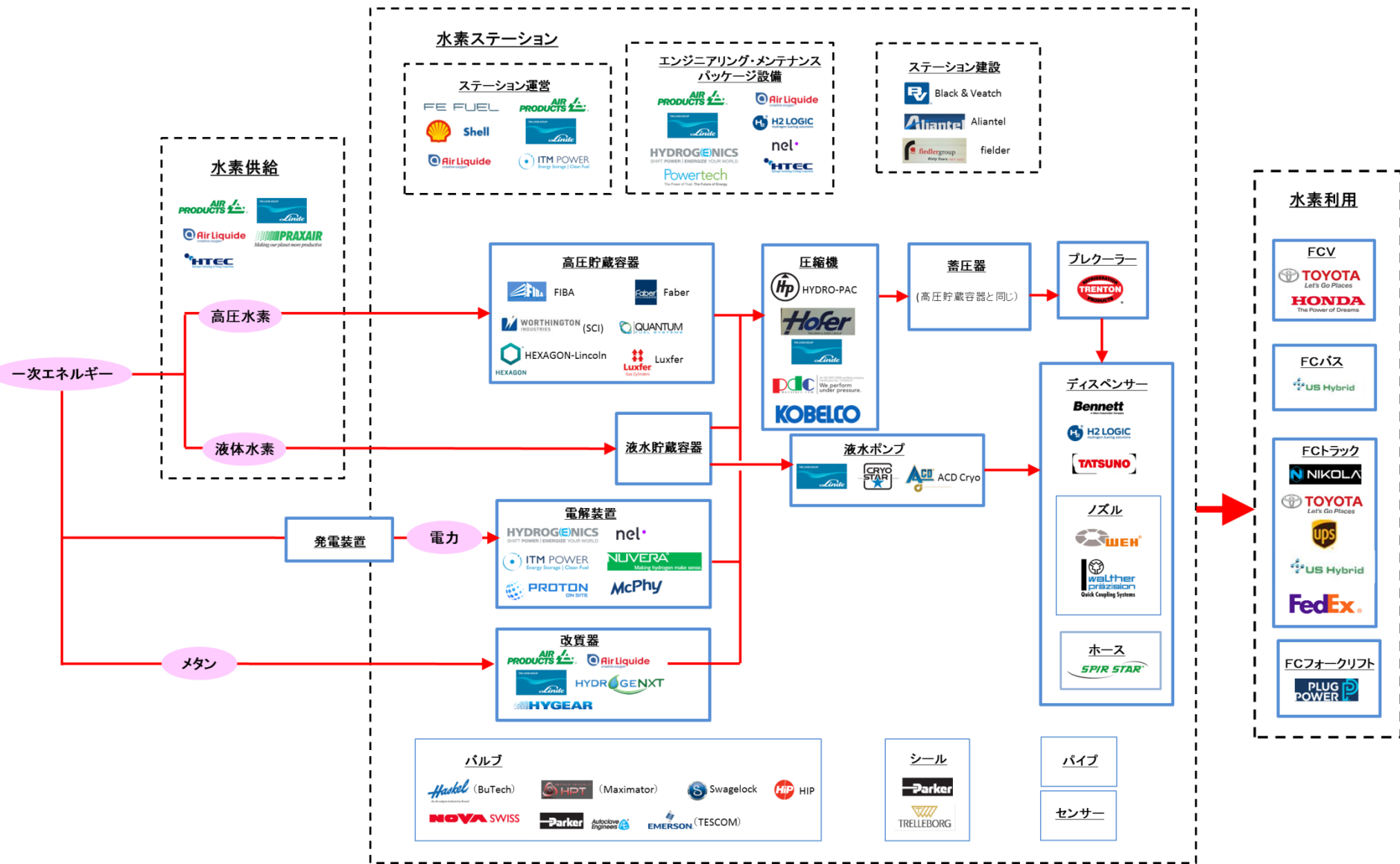
# 5. 水素関連ビジネス

5.1 ビジネスプレーヤー

5.2 ステーション運営

5.3 設備・機器・部品

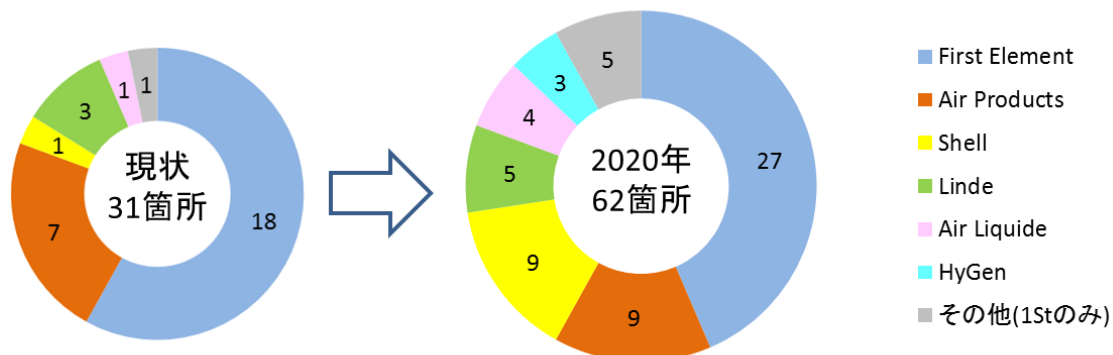
5.4 水素調達



ヒアリング結果等をもとにJXリサーチ作成

図5-1 主な水素関連事業者

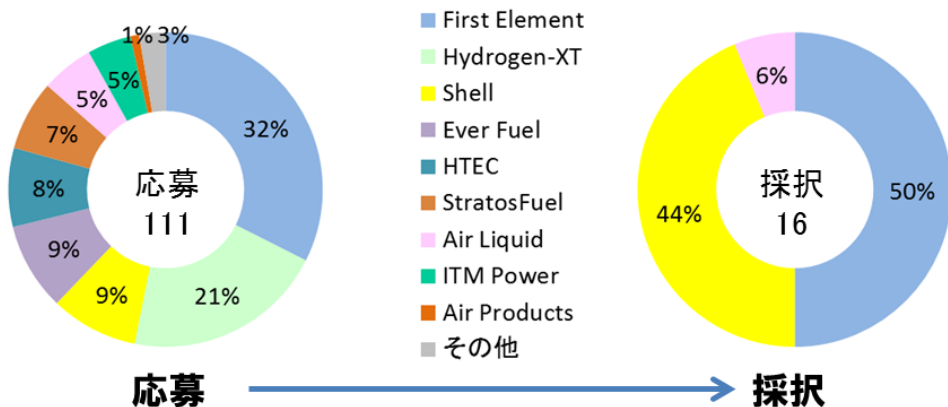
トヨタ、ホンダから融資を受けた**First Element**が現存**31**のうち**18**。残りは**Air Products (7)**、**Linde(3)**、**Air Liquide (1)** のガス供給者と**Shell (1)**、電解設備メーカーの**ITM (1)** がステーションも運営。今回の補助金公募では、**Shell**が**7**箇所を獲得し、加州⇒全米を視野に本格参入。北東部州には、Air Liquidがトヨタからの要望により、共同でステーション展開**(12)**を予定。



### <First Element Fuel>

- ・ステーション事業の中心的存在
- ・但し、専業故に経営は厳しいー自動車会社の追加融資が頼りか？

図5-2 事業者別ステーション数



### <Air Products, Air Liquide、Linde>

- ・本来はガス会社
- ・いずれ、水素供給+関連設備事業に戻るか？
- ・Air Liquideはトヨタと関係が深い。

### <Shell>

- ・エネルギーメジャーの本格参入
- ・世界1,000、米国450のステーション構想
- ・トヨタ、ホンダとも関係構築

### <ITM等 機器ベンチャー>

- ・参入を試みるも実績上がらず
- ・機器販売までで、ステーション運営は困難か？

図5-3 GFO-15-605(補助金)事業者別採否



市場価格: 15~17\$/kg 水素調達コスト: 7\$/kg、内、輸送コスト(高圧ローリー) 3\$/kg  
 建設コスト: 2,500,000\$(180kg/日 オフサイト高圧)  
 運営コスト(土地代除き): 200,000\$/年 土地代(例): 48,000\$/年

出典: First Element ヒアリング

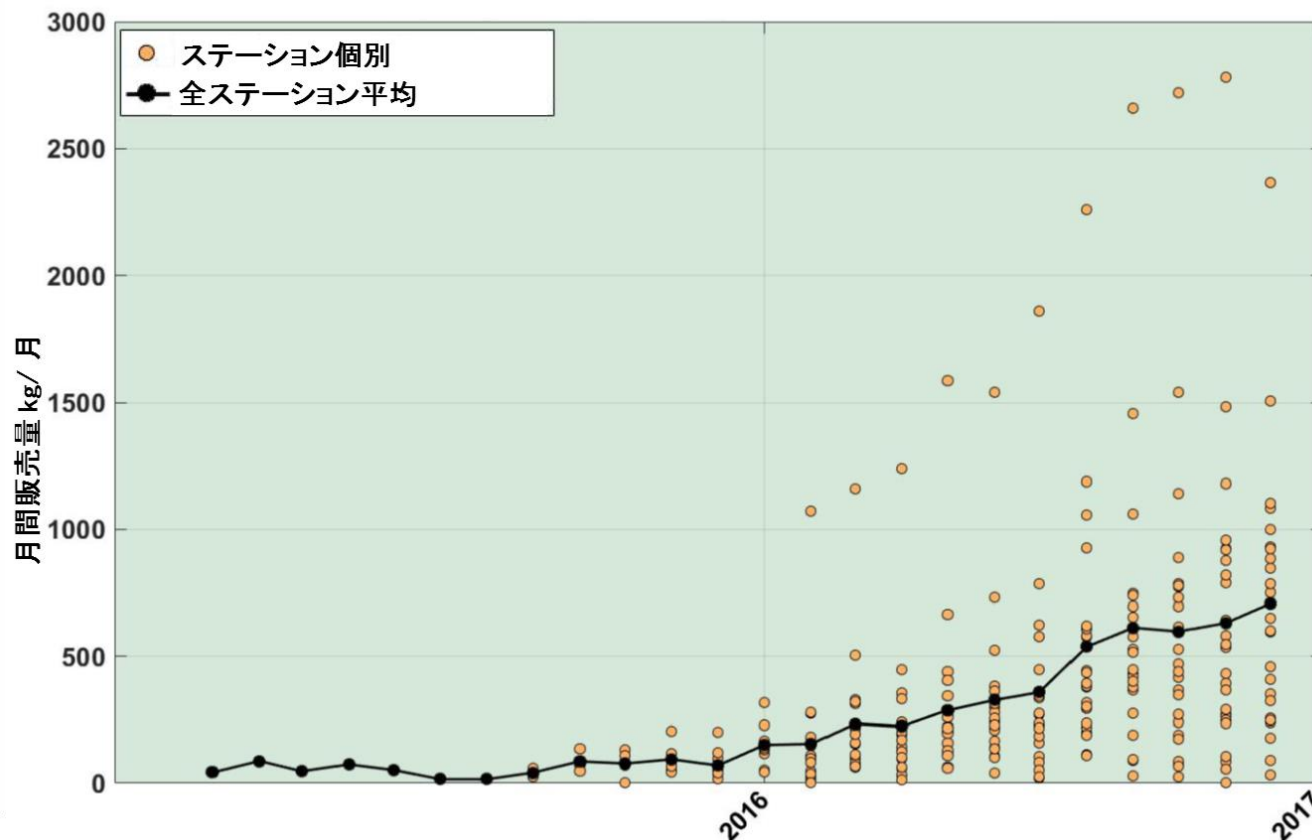


図5-4 月間販売量の推移

出典 NREL Next Generation Hydrogen Station Composite Data Products: Retail Stations Data through Quarter 4 of 2016

### <販売量>

平均で約800kg/月の売上。  
 ステーションによっては能力不足(現在は180kg/日が標準)が顕在化、更には水素調達チェーンの脆弱さへの懸念が生じている。

### <価格>

①販売増(能力アップ)、②輸送コスト削減(液水化)、③ステーション技術により、2023年に10\$/kg(日本並み=ガソリン等価)を目指す方針。出典: First Element ヒアリング

価格16\$/kg + 補助金有り、であれば、投資回収可能と推定

(IRR=7.7%、JXリサーチ試算)

# 課題① ステーション建設に手間がかかる

一般的に、補助金確定から開業までから2年程度を要している。  
 原因は「土地交渉」と「認可取得」。

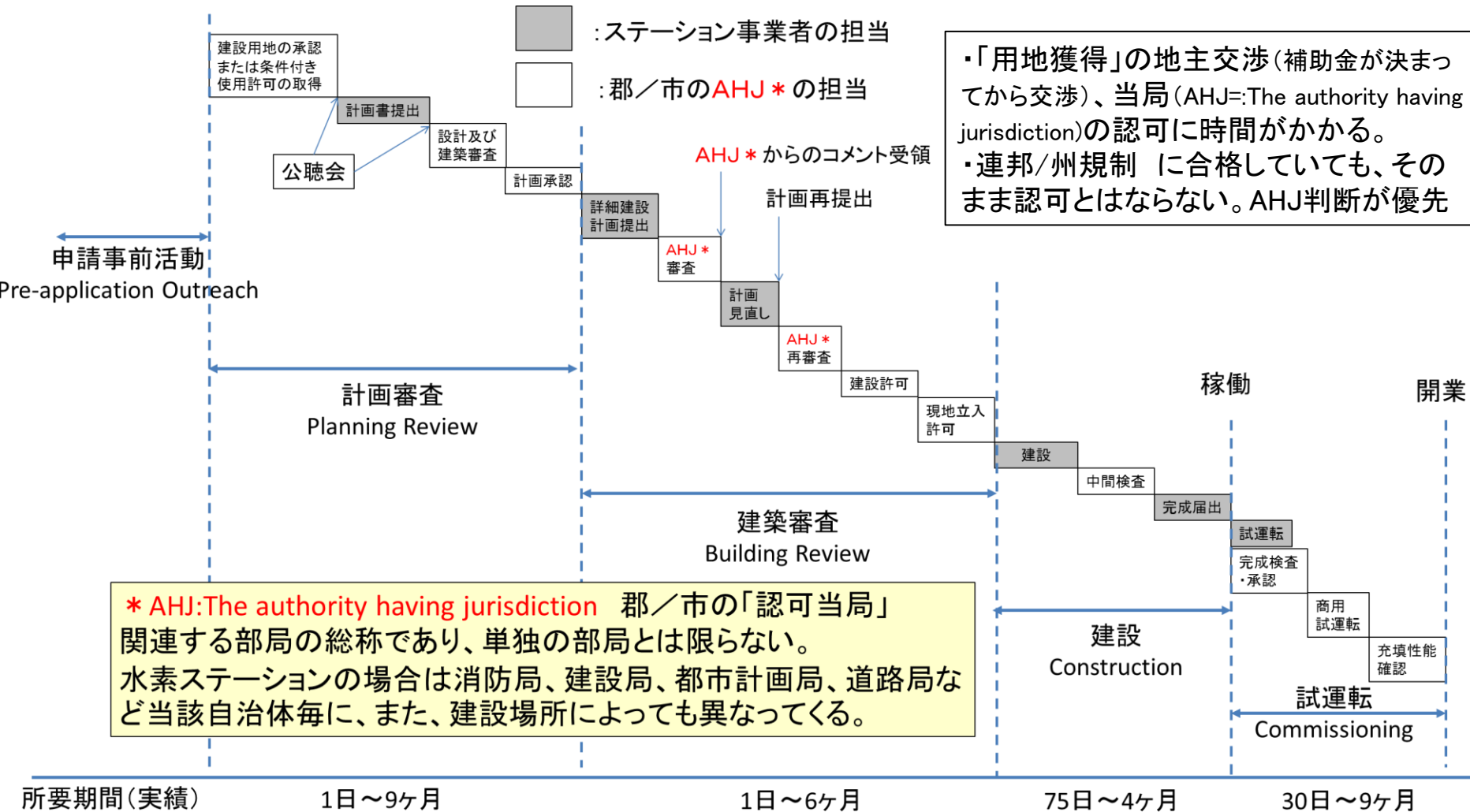


図5-5 水素ステーション建設の一般的な工程



## 5.2 ステーション運営 課題① ステーション建設に手間がかかる～認可・規制対応

**ステーションの建設認可は、AHJ<sup>1)</sup>(The authority having jurisdiction)判断<sup>2)</sup>が全て。  
 規制、規格は、その判断のために「参照」されるだけのもの。  
 規制、規格適合は、必要条件であっても十分条件ではない<sup>3)</sup>。**

1) AHJ: The authority having jurisdiction 郡／市の「認可当局」

関連する部局の総称であり、**単独の部局とは限らない**。水素ステーションの場合は消防局、建設局、都市計画局、道路局など当該自治体毎に、また、建設場所一近くに何かがあるかーによっても異なってくる

2) 水素についてなにも知らないと(水素ステーション初めての地域)「水素とは?」「FCVとは?」から教育開始。

3) 極端には、AHJが了解すれば、規制適合も不必要。しかし、適合していた方が了解もしやすい。

やはり、**現地「参照」規格合格は必要**。(日本の規格ー「参照」規格に設定されていないー合格は説得力無し)

表5-1 日米規制比較例

| 項目                   | 日本  | 米国   |
|----------------------|---|--|
| 使用鋼材                 |   |  |
| 圧縮機<br>ディスペンサー<br>配管 | ・ステンレス鋼(SUS316、SUS316Lの2種)<br>Ni当量= $12.6 \times C + 0.35 \times Si + 1.05 \times Mn + Ni + 0.65 \times Cr + 0.98 \times Mo$ が $-10^{\circ}\text{C}$ 以下の場合には28.5%以上、 $-10 \sim 20^{\circ}\text{C}$ で27.4%以上、 $20^{\circ}\text{C} \sim$ は26.3%以上 | ・SUS316、SUS316Lに加え、より強度の高い(汎用)ステンレス鋼や、クロムモリブデン鋼等が安全性を評価した上で製造者責任において広く使用可能<br>・ASME Sec.VIII Div3 KD-10(KCS-1、KHA-1、A6061-T6、A6061-T651)に鋼材を定め、解析等による適合性評価結果を第三者機関が認証、ASMEマーク付与。 |
| 蓄圧器                  | ①ステンレス鋼(SUS316、SUS316Lの2種)<br>Ni当量規制(上記と同じ)付き。<br>②クロム・モリブデン鋼(常用40MPa以下かつSCM435に限る)   |  |
| 設計係数(耐圧倍数)           |   |  |
| 圧縮機、ディスペンサー、配管       | ・引張応力 4.0<br>・20MPa以下では3.5<br>・2.4の特認例あり  | ・引張応力3.0<br>・引張応力3.5----公式による肉厚算定<br>・引張応力2.4----解析による設計   |
| 蓄圧器                  |   |  |
| 距離規制                 |   |  |
| 高压ガス設備～敷地境界          | 8m以上(障壁による短縮可能)   | 10.38m以上(障壁による短縮可能)  |
| 設備間距離                | 6m以上  | 4.7m以上   |
| 公道～ディスペンサー           | 8m以上  | -  |
| 液水タンク保安距離            | -   | 15m以上  |

## 5.2 ステーション運営 課題② 機器トラブルの顕在化

ディスペンサーと圧縮機のトラブルが、販売量の増加に伴い増加している。  
**特にディスペンサー**は連続充填に伴う温度変化－結露－氷結によるノズルの固着、  
 また、ディスペンサーの内部リーク(**バルブ、シール材**)が大きな問題として捉えられている。

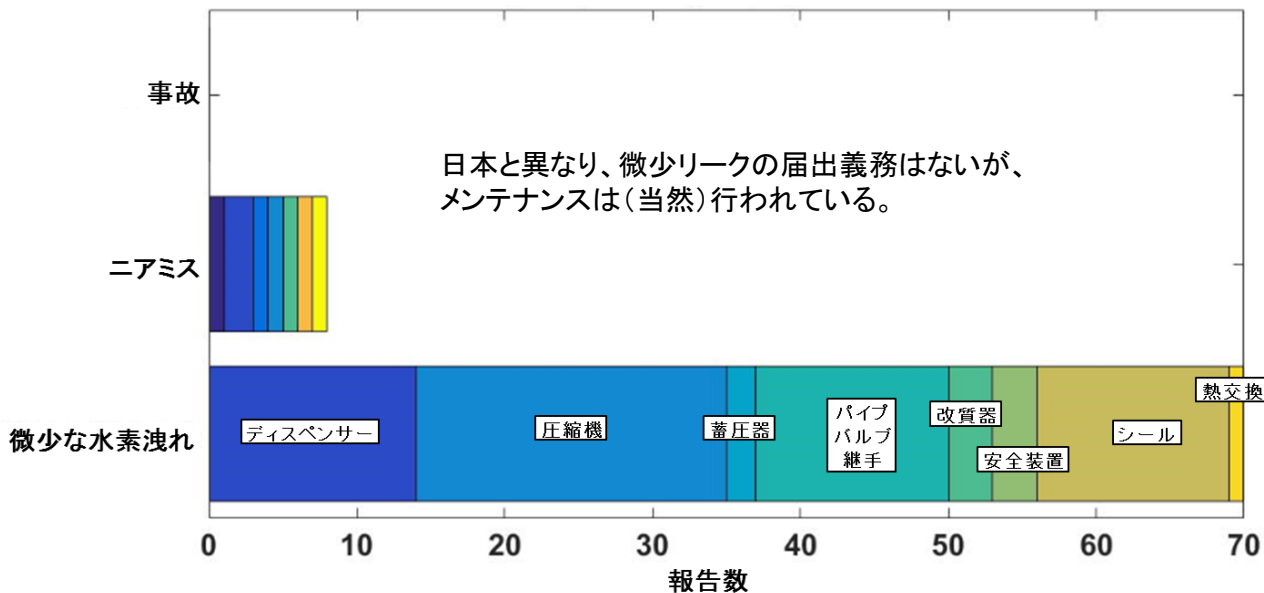


図5-7 水素リークの発生頻度

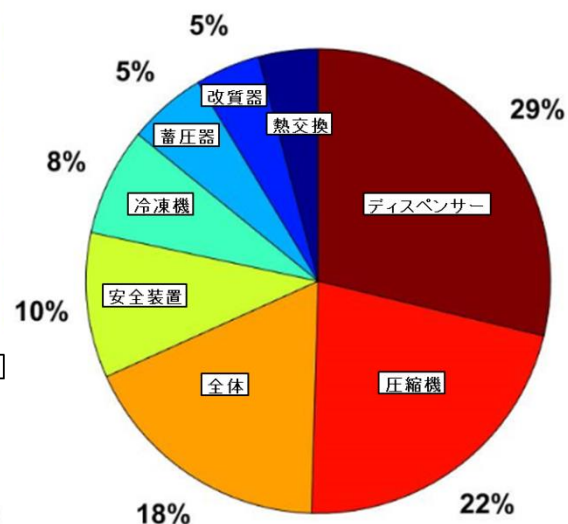


図5-8 機器別メンテナンス割合

・トラブル増加は、機器・部品が、必ずしも水素ステーション用に最適化(水素・高圧・温度の3点での特殊な条件下)されたものではないことも、要因の一つと思料。

・また、こうしたトラブルの発生－ステーション休止情報が、必ずしも正確に伝わっていない＝行ったら閉まっていた、というソフト面でのクレームも発生。(ヒアリングより)



耐久性に優れたディスペンサー、  
圧縮機や、水素ステーション用開  
発されたバルブ、シールのビジネス  
チャンス

建設コスト(表5-2):建設コスト(設備・エンジニアから見ると価格)実績は、オフサイト高圧180kg/日で  
**\$2,406,000**、オフサイト液水350kg/日で\$2,803,000。

日本より安い、能力を勘案すると、従来言われていたほどには安くない。

機器コスト(表5-3):NRELで検討に用いている機器コスト(メーカーからヒアリングして作成)

表5-2 建設コスト(価格)実績

| 項目   | コスト            | 仕様   |  |
|--|----------------|--|--|
| システム1 オフサイト高圧水素 180kg/日 First Element 水素ステーション |                |  |  |
| 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                                 |  |
|  | デイスペンサー        | \$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   | エンジニアリングとデザイン  | \$55,800 -   |  |
|  | 認可             | \$42,400 -   |  |
|  | 建設             | \$624,000 -  |  |
|  | 試運転            | \$35,700 -   |  |
|  | プロジェクト管理と一般管理費 | \$41,100 -   |  |
|  | 小計             | \$799,000 -  |  |
| 総計   | \$2,406,000 -  | -  |  |
| システム2 オフサイト液体水素 350kg/日 Linde 水素ステーション         |                |  |  |
| 機器   | 液体水素タンク        | \$1,314,000  | Refurbishment of 1 vessel, 3000 gallons          |
|  | 圧縮機            |  | Linde IC90, ionic compression unit and cold fill |
|  | 液水ポンプ          |  | High pressure liquid pump and evaporator         |
|  | デイスペンサー&チラー    |  | H35/H70 Bar Dispenser & Chiller                  |
|  | POSシステム        | -  | -  |
|  | ユーティリティ接続機器    | \$42,000 -   | -  |
|  | その他 材料と設備      | \$574,000  | Electrical and construction-related materials    |
| 小計   | \$1,930,000    | -  |  |
| 建設   | エンジニアリングとデザイン  | \$50,000   | -  |
|  | 認可             | \$31,000   | -  |
|  | 建設             | \$599,000  | -  |
|  | 試運転            | \$76,000   | -  |
|  | プロジェクト管理と一般管理費 | \$117,000  | -  |
|  | 小計             | \$873,000  | -  |
| 総計   | \$2,803,000    | -  |  |

表5-3 機器コスト(価格)例

| 機器・仕様  | 価格/基             |           |
|--|------------------|-----------|
| tanks<br>[13 kg each, 945 bar MAWP, Type II]             | \$45,633         |           |
| pressure transducer and indicator                        | \$1,141          |           |
| block and bleed valve                                    | \$570            |           |
| air operated valve                                       | \$2,282          |           |
| pilot solenoid valve                                     | \$57             |           |
| isolation hand valve                                     | \$570            |           |
| check valve  | \$456            |           |
| coolant pump   | \$1,369          |           |
| water chiller  | \$4,563          |           |
| coolant filter   | \$57             |           |
| instrument air compressor                                | \$1,141          |           |
| instrument air dryer and filter                          | \$2,909          |           |
| hydrogen compressor<br>[2-stage, 950 bar outlet]         | 6 kg/hr, 25 kW   | \$189,827 |
|  | 14 kg/hr, 60 kW  | \$328,774 |
|  | 23 kg/hr, 100 kW | \$453,010 |
| hydrogen dispenser<br>[(1) 350 bar and (1) 700 bar hose] | \$250,000        |           |
| hydrogen chiller and cooling block                       | \$150,000        |           |
| IR flame detector  | \$1,711          |           |
| hydrogen filter  | \$2,852          |           |
| PLC  | \$5,704          |           |
| tubing   | \$22,817         |           |
| fittings   | \$17,112         |           |
| electrical upgrades                                      | \$57,041         |           |
| fencing  | \$5,704          |           |
| bollards   | \$5,704          |           |

<First Element(FE)の例 特記事項>

①ステーション建設

- ・主な機器は「設備一式」の形で、FEからAir Products(AP)に発注
- ・建設請負はFEとBlack & Veatchにより、公募によりAlientelに決定
- ・FEはAPの調達する機器に対し、リコメンドする場合がある。

②メンテナンス

- ・日常の監視、軽微なメンテナンス、部品交換はFE自身が実施

設備・機器・部品のセールスは、AP等の「設備一式」受注業者に併せて、ステーション事業への働きかけも効果がある。

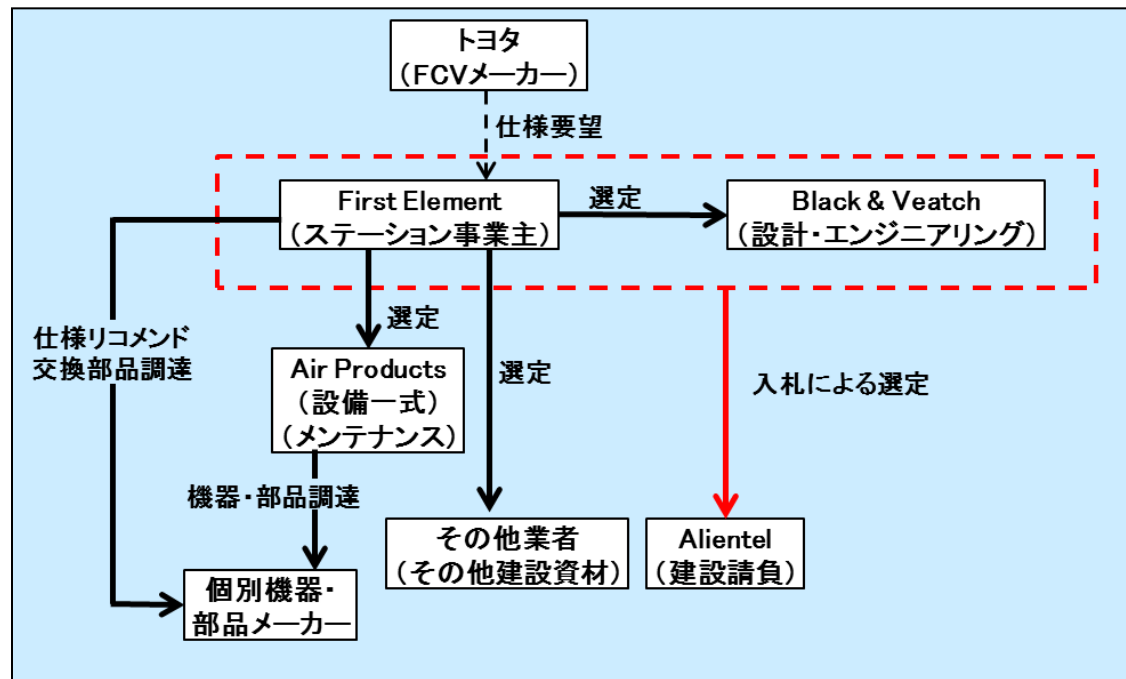



表5-4 運営コスト実績例 (First Element)

| ヒアリング時期          | 2017.1    |
|------------------|-----------|
| ステーションタイプ        | オフサイト 高圧  |
| ステーション能力         | 180kg/日   |
| 点検・補修費           | \$28,260  |
| 品質・計量管理          | \$5,400   |
| 人件費(点検・メンテ人件費含む) | \$57,996  |
| 電気代・ユーティリティ      | \$30,000  |
| 保険料              | \$9,504   |
| その他              | \$85,392  |
| 固定資産税            | \$15,000  |
| 土地代              | \$48,000  |
| 総計               | \$279,552 |

出典CEC-600-2016-001 Alternative and Renewable Fuel and Vehicle Technology Program FINAL PROJECT REPORT COALINGA HYDROGEN STATION, FirstElement Fuel, 2016.8、First Element等ヒアリングよりJXリサーチ作成

図5-9 建設・メンテナンスに係る受発注関係 (First Elementの例)

- 価格レベルは、TYPE2、水素13kg、94.5MPa品で\$45,633。
- エンジニアリングメーカーとのおおよその組み合わせで  
Air Products(米)⇒FIBA(米) Air Liquide(仏)／Linde(独)⇒Faber(伊)
- ステーションのトップシェアであるFEが、設備一式の殆どをAPに発注しているため、蓄圧器もFIBA社がトップシェア。
- 輸送用トレーラーでは主にLincoln(TYPE4)、SCI(TYPE3)。  
特にLincolnは需要を伸ばしていると思われる。

<FIBA社> 

本社所在地: Millbury, Massachusetts、  
 主な製品: 圧力容器(水素用はType2)、チューブトレーラー、スキッドコンテナ、液水貯蔵容器、蒸発器他

<Faber社> 

本社所在地: 本社 Cividale del Friuli (Udine) - Italy  
 主な製品: 圧力容器—CNG、NGV、水素用等

HYDROGEN - Design Pressure 15,000 PSI (Operating 13,500 PSI); 16 In. O.D.

| LENGTH |        | VESSEL WEIGHT |           | WATER VOLUME |        | HYDROGEN WEIGHT |           | HYDROGEN PAYLOAD    |                     |
|--------|--------|---------------|-----------|--------------|--------|-----------------|-----------|---------------------|---------------------|
| FEET   | METERS | POUNDS        | KILOGRAMS | CUBIC FEET   | LITERS | POUNDS          | KILOGRAMS | STANDARD CUBIC FEET | NORMAL CUBIC METERS |
| 7.0    | 2.1    | 1,758         | 797       | 5.24         | 148    | 16              | 7         | 2,997               | 79                  |
| 9.5    | 2.9    | 2,385         | 1,082     | 7.53         | 213    | 22              | 10        | 4,307               | 113                 |
| 14.5   | 4.4    | 3,640         | 1,651     | 12.11        | 343    | 36              | 16        | 6,927               | 182                 |
| 29.0   | 8.8    | 7,279         | 3,302     | 25.46        | 721    | 76              | 34        | 14,523              | 382                 |

図5-10 FIBA社の水素用高圧容器(TYPE2)  
 (出典:FIBA社カタログ)

表5-5 Faber社水素高圧容器(700bar以上のASME規格品のみ抽出)

| Water Capacity litre | Nominal Diameter mm | Standard                      | Working Pressure bar | Base Shape  | Comments            |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|-------------|---------------------|
| 48                   | 271                 | ASME SECT. VIII DIV.3 ED.2013 | 1000                 | Double Neck | Type 2 Carbon Fibre |
| 48                   | 271                 | ASME SECT. VIII DIV.3 ED.2015 | 1000                 | Double Neck | Type 2 Carbon Fibre |
| 50                   | 267                 | ASME VIII DIV.3 ED.10+ADD.11a | 850                  | Double Neck | Type 2 Carbon Fibre |

(出典:Faber社ホームページ)

マーケット初期のため、其々が出身地メーカーを使っている状況。需要が伸びれば調達先は多様化、複数購買に移行するは確実。

安価なTYPE2狙いで、売込み先はAPなどのガス事業者か。建設実績の少ないベンチャーにも可能性。



## 5.3 設備・機器・部品 圧縮機-1

- 価格レベルは、6kg/hrが\$189,827、14kg/hrが\$328,774、23kg/hrが\$453,010。
- エンジニアリングメーカーとの組み合わせでは、おおよそ  
Air Products⇒HP(Hydro-Pac、米)と一部PDC(米) Air Liquide⇒Hofer(独) Linde⇒Linde
- HPがトップシェア。蓄圧器同様に「実績」「ありもの」「手近」「顔見知り」の採用。
- 神戸製鋼が米国向け水素ステーション設備パッケージ「HyAC mini-A」を積極的にマーケティング。

<HP,Hydro-Pac社> 

本社所在地: Fairview Pennsylvania (米)


主な製品: 圧縮機、高圧液体ポンプ

表5-6 HP社水素高圧圧縮機  
(ピストン型、80MPaグレードのみ抽出)

| モデル番号          | 吐出圧力 |       | 吸入圧力 |     | 最低吸入容量 |  | 最高吸入容量 |  | 消費エネルギー |
|----------------|------|-------|------|-----|--------|--|--------|--|---------|
|                | MPa  |       | MPa  |     | Nm3/hr |  | Nm3/hr |  | KW      |
| C12-03-10500LX | 80   | 10-40 | 3.6  | 23  | 2.3    |  |        |  |         |
| C12-05-10500LX | 80   | 10-40 | 5.8  | 37  | 3.8    |  |        |  |         |
| C12-10-10500LX | 80   | 10-40 | 11   | 72  | 7.5    |  |        |  |         |
| C12-15-10500LX | 80   | 10-40 | 21   | 114 | 11     |  |        |  |         |
| C12-20-10500LX | 80   | 10-40 | 27   | 149 | 15     |  |        |  |         |
| C12-40-10500LX | 80   | 10-40 | 76   | 325 | 30     |  |        |  |         |
| C12-60-10500LX | 80   | 10-40 | 115  | 487 | 45     |  |        |  |         |



出典:HP社カタログ

<Hofer社> 

本社所在地: Mülheim an der Ruhr (独)

主な製品: 圧縮機、バルブ、継手

表5-7 Hofer社水素高圧圧縮機  
(ピストン型、100MPaグレードのみ抽出)

| モデル                | 吸入圧力 MPa |     | 容量 Nm3/hr |     | 消費エネルギー |
|--------------------|----------|-----|-----------|-----|---------|
|                    | 最低       | 最高  | 最低        | 最高  | kw      |
| TKH 36/18-100-100  | 2.5      | 5.0 | 4         | 8   | 4       |
| TKH 52/22-200-100  | 2.5      | 5.0 | 13        | 29  | 11      |
| TKH 72/30-300-100  | 2.5      | 5.0 | 39        | 85  | 30      |
| TKH 100/42-500-100 | 2.5      | 5.0 | 110       | 240 | 75      |
| TKH 125/52-500-100 | 2.5      | 5.0 | 170       | 370 | 110     |

出典:Hofer社カタログ



## 5.3 設備・機器・部品 圧縮機-2

### <Linde>



小型大容量の「イオンック圧縮機 IC-90」を開発し、販売(日本でも実績あり)。

IC90を組み込んだパッケージ設備(圧縮機、蓄圧器、冷凍機、ディスペンサー)も販売。ドイツの自社のステーションは、このIC90システムで標準化。スペースを要しないことなどから、次世代の圧縮機として注目。

#### 本体部分

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Dimensions (L x W x H)                                     | 4.2 x 2.7 x 2.6 m (14-ft container) |
| Weight   | 17 t                                |
| Electrical requirements - system                           | 105 kW                              |
| Noise level  | 75 dB(A) in 5 m                     |
| Inlet pressure   | 0.5 to 20 MPa                       |
| Approx. throughput, single line (maximum)                  | 33.6 kg/h                           |
| Approx. throughput, double line (maximum)                  | 67.2 kg/h                           |
| Maximum operating pressure                                 | 100 MPa                             |
| Target fuelling pressure                                   | 70 MPa at 15 ° C                    |
| Ambient operating temperature                              | -40 ° C to 50 ° C                   |
| Energy requirement at 70 MPa (depending on inlet pressure) | 2.7 kWh/kg H2 from 0.5 to 90 MPa    |

#### ディスペンサー部分

|                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Flow rate measuring              | Mass flow meter                    |
| Maximum flow rate                | 60 g/s at 35 MPa, 60 g/s at 70 MPa |
| 35-MPa maximum delivery pressure | 43.9 MPa                           |
| 70-MPa maximum delivery pressure | 87.6 MPa                           |
| Nozzle temperature at 70 MPa     | -40 ° C                            |
| Fuelling protocol                | SAE J 2601                         |
| Fuelling nozzles                 | Various options (including IRDA)   |

図5-11 Linde社 IC90パッケージシステムの仕様  
(出典:Linde社パンフレット)

### <神戸製鋼>

HyAC mini-A(タツノディスペンサーとセット)販売中



| 項目               | 仕様                          |
|------------------|-----------------------------|
| 充填圧力             | 87.5MPa充填対応                 |
| 充填方式             | 差圧充填 SAE J2601 (2014年度版) 対応 |
| 圧縮機能力(水素供給能力)    | 340Nm <sup>3</sup> /h       |
| 蓄圧器              | 87.5MPa充填(複合容器)             |
| 冷凍機ユニット(プレクーラー用) | 液体ブラインによる冷却                 |

図5-12 販売中の神戸製鋼-タツノのパッケージ設備  
出典:神戸製鋼プレスリリース

小型の「ありもの」を使っている状況。水素St用に最適化されたものではなく、「水素St用中大型圧縮機のマーケットはない」のが現状ではないか。



需要が伸び、トラック用など大型Stが増えることで、実績があり、St用パッケージとして提案ができる日本製へのニーズは高まるのではないか。

## 5.3 設備・機器・部品 ディispenser

- 価格レベルは、35MPaと70MPaの2ホース品で\$250,000。  
(市販のFCVは70MPaで統一されているが、ファーストエレメントでは「まだ35MPa車が残っている」「70MPaのバックアップ」という理由で、要求仕様は35MPaと70MPaの2ホース)
- ディispenser本体はCNGディispenserで実績のあるBennett(米)が独占状態。
- プレーヤーが少なく、機器トラブルやユーザーの不満が大きい機器。より良い製品に向けたニーズ大。
- **タツノ**が神戸製鋼の米国向けパッケージの一部として、自社ディispenserをマーケティング。

<Bennet> **Bennett**  
A Hydrogen Dispenser Company

本社所在地: E. Pontaluna Rd. Spring Lake, ミシガン (米)

主な製品: CNG、LNG、水素を含む自動車燃料のディispenser



|              |   |
|--------------|---|
| DIMENSIONS   | W113.7cm × H247cm × D52.07cm/340kg                      |
| PRODUCTS     | Up to 2 Products Per Side                               |
| HOSES        | Up to 2 Hoses Per Side                                  |
| UNOT TYPE    | Straight Grade Only                                     |
| HYDRAULICS   | Remote Only   |
| VOLTAGE      | 120/240 VAC, 50/50Hz                                    |
| FLOW RATE    | 1kg/min   |
| INLET/OUTLET | .95 Medium Pressure Female<br>/.95 Medium Pressure Male |
| PROTOCOL     | Bennet Open Protocol/Generic/RS485                      |

トラブル多く、水素St事業者、更にはFCVメーカーの**不満**が大きい。

機器サプライチェーンの細さ(1社のみ)に対する**懸念大**、**新規**参入歓迎。

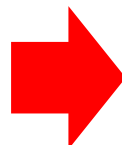
トヨタ・本田も、FCVに一番近いディispenserについて、**信頼**できる日本製を**待っている**のではないか。

図5-13 ベネット社の水素ディispenser

出典: ベネット社ホームページ

## 5.3 設備・機器・部品 改質器

- 価格レベルは、\$1.15百万(100kg/day)、\$2.04百万(200kg/day)、\$2.46百万(300kg/day)。
- 加州 商用ステーションでの実績は無し
- Air Products、Linde、Air Liquideのガス3社はいずれもオンサイト改質器の製品有り。
- ステーション**大型化**、**バイオガス**改質により、オンサイト改質器のニーズ発生か。



- ① バイオガス改質の補助金制度創設
  - ② 高圧水素の配送面への不安
  - ③ ステーション大型化
- により改質器に**ビジネスチャンス**。

ガス大手3社の改質器はいずれも大型。「ガソリンスタンドにも設置できる」改質器に**商機**。

図5-14 大手ガス3社のオンサイト改質器

出典：各社ホームページ

## 5.3 設備・機器・部品 ノズル／ホース

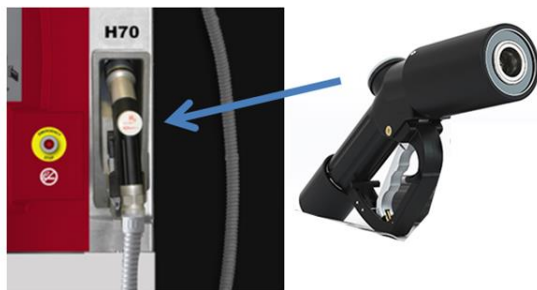
### <ノズル>

- **WEH**(独)が独占、一部Walther(独)も試験採用。
- 需要増、連続充填増による摺動部分の氷結トラブル頻発、喫緊の課題。(WEH, Walter共に内部送風による氷結防止機構をテスト中)。
- 部品サプライチェーンが細く(1社のみ)、安定供給・メンテナンスの不安大。
- 氷結しないノズルの安定供給が切望されている。

### <WEH>


本社所在地: Illertissen、ドイツ

主な製品: CNG、水素ディスペンサー用ノズル、バルブ、継手



Bennetのディスペンサー

Wehのノズル

 氷結しないノズルへのニーズ大。  
ディスペンサーとセットでなくても、単体でも可。

### <ホース>


- **SPIR STAR**(独)が、ほぼ独占。
- 耐久性にバラつき-1,000回持つものもあれば、100回程度でダメになるものも一という評価。
- セルフ充填のため、取扱いが荒く、ロバスト性が必要。
- 部品サプライチェーンが細く(1社のみ)、日本勢の進出を待つ声有り。

### <SPIR STAR>

本社所在地: Rimbach-Mitlechtern ドイツ

主な製品: ホース、バルブ、継手

課題は日本と同様。

 耐久性に優れたホースがあれば、  
すぐにでも参入が可能。

ホース単体でも交換部品として販  
売が可能ではないか。

## 5.3 設備・機器・部品 バルブ・シール／メンテナンス

### <バルブ・シール>

- **TESCOM、BuTECH、Parker**などを使用。汎用高圧品、水素St用に開発されたものではない<sup>1)</sup>と思われる。
- 水素St用としては耐久性・性能不足。漏れトラブル、ディスペンサー内部リーク頻発の原因。
- トラブル時の対応もあまりよくない(呼んでもなかなかこない)という評判も有り。
- 加州は僅かなモレに対する法規制はないが、メンテナンス対応が必要な点は日本と同様。ユーザーの不満も大。
- 軽微なバルブ、シールの**交換は、St事業者(FE)のメンテ・トラブル対応チーム<sup>2)</sup>が実施。**

1)「水素」「高圧」「低温～高温」の特殊条件に耐える必要あり。特に、70MPa充填のための「-40℃」へのハードルが高い。

水素St用に最適化された日本製に品質面で競争力。価格次第で**商機**。

St事業者が自ら交換しているケースもあり。設備メーカーのみならず、St事業者**に直接販売し、交換用としてストックさせる事が可能ではないか。**

### <メンテナンス>

- 専門的な技術を必要とするもの、定期的な機器の点検は、Air Products、Air Liquide、Linde等の設備パッケージ・エンジニアリング会社**が実施。**
- **日常の微少モレへの対応、バルブ、シール等の交換は、ステーション事業者のトラブル対応チームが実施<sup>2)</sup>。**

2)ステーションがセルフ、常駐係員無し。遠隔監視により、トラブル時は対応チームが駆けつける体制。First Elementでは、12名ほどで対応チームを編成

軽微なメンテナンス部品は、St事業者にも**マーケティング**することが有効。

なお、その際にFCVメーカーからリコmendもらえると、より効果的。

**原料別：天然ガス61%、バイオガス37%。但しバイオガスは「バーチャル品」のため、実質は天然ガス改質98%。**

**輸送形態別：高圧78%、液水18%、パイプライン2%、電解オンサイト2%。液水は全てLinde。**

**業者別：Air Products78%、Linde 18%、Air Liquide 2%、ITM(電解オンサイト)2%。**  
 Air Productsは自社とFirst Element向け。他は全て自社ステーション向け

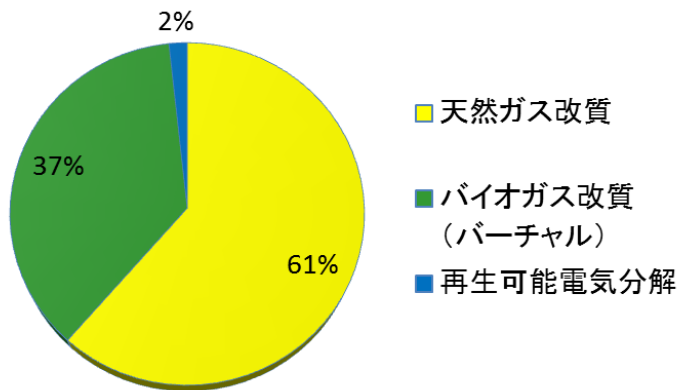


図5-15 稼働中水素ステーション原料別割合

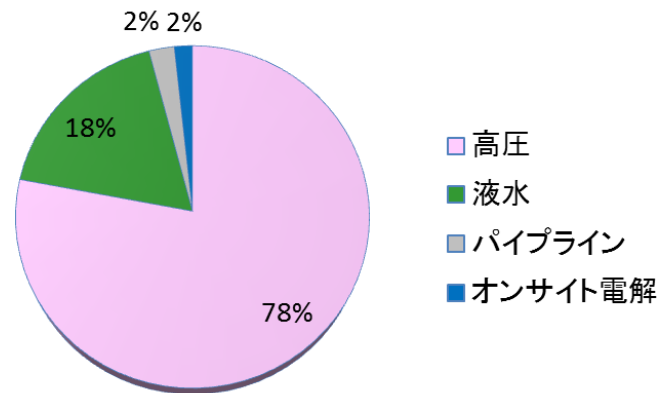


図5-16 稼働中水素ステーション輸送形態別割合

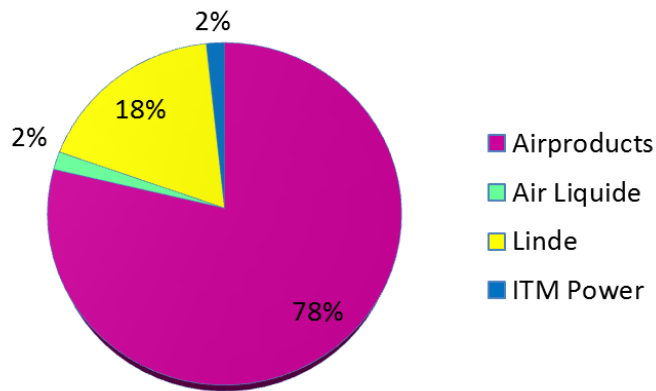
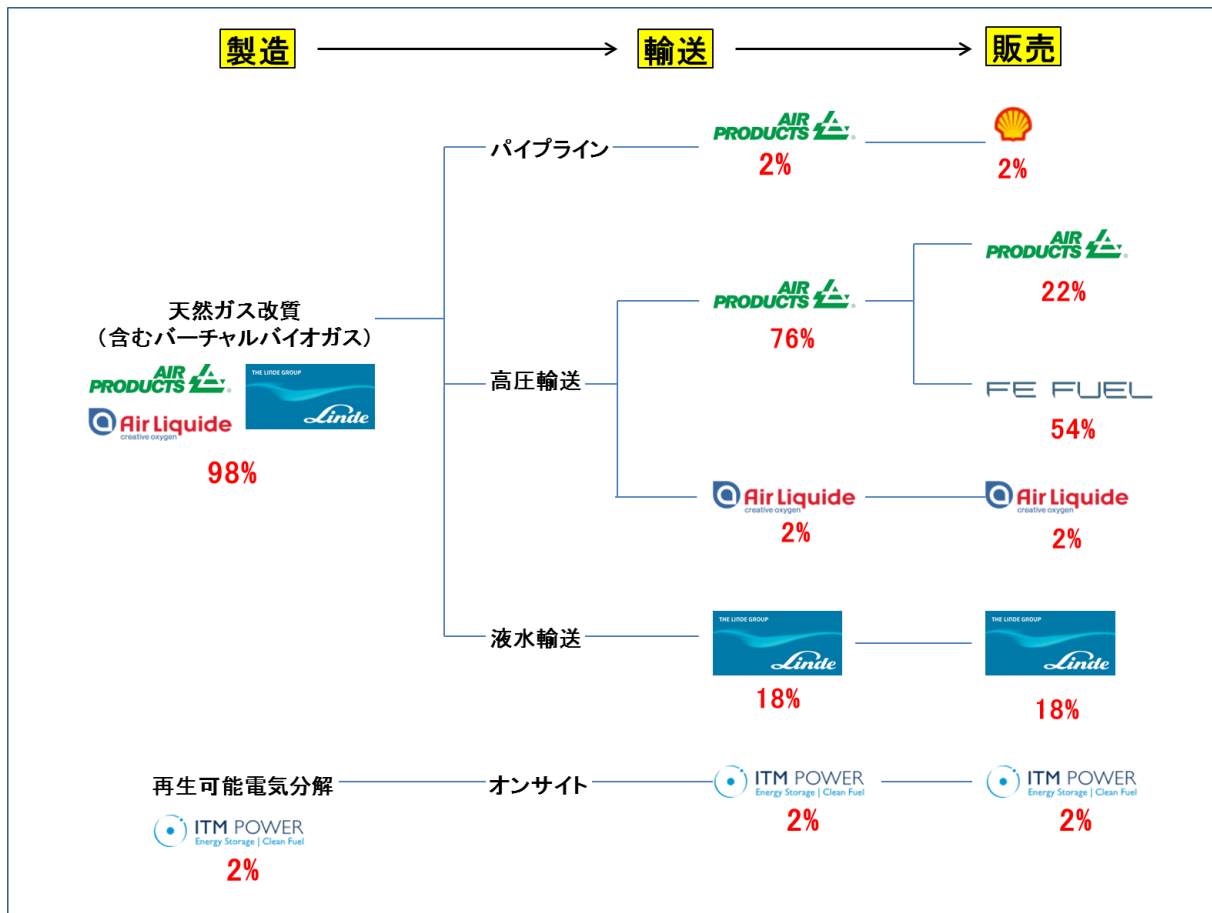


図5-17 稼働中水素ステーション供給業者別割合

注) 数値は供給量(ステーション能力 × ステーション数)での割合

**Air Productsのみが、自社以外にも供給。  
First Elementは、全てAir Products から調達。  
Linde、Air Liquideは自社Stにのみ供給。**

本格参入のShellがどこにつきあうか？  
あるいは自社調達か？  
First Elementは調達先の多様化に向かうのではないか  
ガス3社は自社ブランドStを継続するか？



注) 数値は供給量(ステーション能力×ステーション数)での割合

図5-18 製造－輸送－販売系列の現状



# 6. ビジネスチャンス

6.1 水素関連ビジネスの背景

6.2 ユーザーの声

6.3 ビジネスチャンス考察

## <カリフォルニア水素関連ビジネスの背景>

- ①日本を越えるFCV販売の伸び
- ②FCV以外への水素利用の拡大
- ③水素ステーションの能力不足
- ④揺るぎない再生可能水素への歩み
- ⑤ユーザートラブルの顕在化
- ⑥水素関連ビジネスの寡占

### ①日本を越えるFCV販売の伸び

- ・FCV台数は**2,500台を越え**、Stあたり台数84台、日本越え。  
**ZEV規制**が背景。規制により2025年 16%のZEV(**FCV換算4%**)販売が必要。
- ・**メーカー**は、低価格、水素の供給無料保証などにより**FCを拡販**。  
水素Stへの融資、建設サポートなど、**インフラ整備**に対しても**貢献**。  
加州にとどまらず、他のZEV規制州、全米へとFCV販売を広げる戦略。
- ・**行政**(加州)も、**2030年**CO2削減30%等の目標に向け、ZEV規制の**継続**、場合によっては**強化**。



## ② FCV以外への水素利用の拡大

・トラック、フォークリフト、バス、船といった、FCV以外に水素利用が拡大。

## &lt;トラック&gt;

- ・①大気汚染(特に港湾)改善、②CO2削減の観点から  
**ゼロエミッション化**へのニーズ大。  
長距離輸送が求められるため、**FCET**によるゼロエミッション化に期待。
- ・**加州**は「California Sustainable Freight Action Plan」を策定  
目標：**～2030年 100,000超**のゼロエミッション輸送機器を導入。
- ・**ロングビーチ・ロサンゼルス港**「Clean Air Action Plan」強化、**2023年**以降は従来ディーゼル車導入**禁止**。
- ・**トヨタ**はロングビーチ港での大容量水素Stの建設・FCETの実証プロジェクトを開始。



## &lt;その他&gt;

- ・**フォークリフト**: **15,000**台を超える実績、受注を獲得。プラグパワー社の電池スペースに埋め込むFCシステム+水素供給セットのビジネスモデルが成功。
- ・**バス**: ゼロエミッション化進行中。加州内**20**台走行、2年後**50**台。
- ・**船**: サンフランシスコ湾内の水素フェリーFSを実施。水素消費**2,000kg/日・隻**
- ・**Power to Gas**: DOEが、**2050年**に向けて、再生可能エネルギー&水素利用の拡大によるエネルギー需給構造変革プロジェクト「**H2 @ Scale**」を立ち上げ。



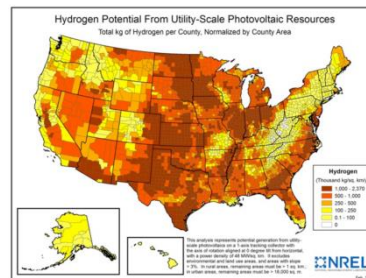
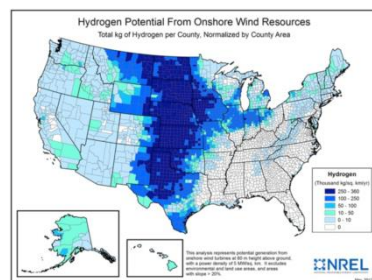
### ③水素ステーションの能力不足の顕在化

- FCVの伸びにより、**St能力の不足**が顕在化、現状ペースでは**2020年**には供給ショートの見込み  
**建築ペース**があがらないことによる「数」の問題に併せて、**小型St**であることも課題。  
サイズ180kg/日から**300kg/日超**へのシフトが進行中。
- 大型化に際しては、水素**配送**の確保も大きな課題。  
高圧輸送は限界、**液水**や、**オンサイト供給**  
(再生可能電解、バイオガス改質)の検討開始。



### ④揺るぎない再生可能水素への歩み

- 加州目標**GHG 2050年80%削減**に向け、水素は再生可能エネルギー導入のための手段。  
BEVとFCVは補完し合う協力関係。
- 州政府**は、FCV向け水素の**33%以上**再生可能を義務付け。但し、殆どがバーチャルなバイオガス改質。  
実製造を目指し**地産地消再生可能水素**の補助金制度準備中
- 長期的な全米規模の再生可能水素の供給を、DOEやNREL等の国研が検討中。  
米国中央部に、太陽光、風力の再生可能電力ー水素の大きなポテンシャルが存在。



## ⑤ユーザートラブルの顕在化

- ・ST稼働増により、ユーザートラブルが顕在化。
- ・ノズル氷結、ディスペンサー内部リークと信頼性、ホースの耐久性、POSやチャラーのトラブル、圧縮機の耐久性・信頼性など。
- ・エンドユーザーでのトラブルは、FCVへの不満となり普及の大きな障害。



## ⑥水素関連ビジネスの寡占

- ・製造～販売まで、機器・設備も含め、ビジネスに参入している事業者が極めて少ない。
- ・製造：3社（Air Products、Air Liquide、Linde）。 販売：製造兼業3社除きで実質1社（First Element）。



FE FUEL

設備：蓄圧器2社（FIBA、Faber）、圧縮機3社（Hydro Pac、Hofer、Linde）、ディスペンサー1社（BENNET）

Bennett  
A First Element Company

部品：ノズル1社（Weh）、ホース1社（SPIR STAR）



- ・寡占のため、供給・調達に不安。価格・性能の両面で競争原理が働かず、トラブル対応も不十分。
- ・市場が成熟するためにも、より多くのビジネス参入者が必要。

### <自動車メーカー ヒアリング概要>

- ・ノズルの氷結や、冷却技術に課題がある。
- ・**ノズルが氷結する問題に一番困っている**。北米はWehが100%であるが解凍するまでロックがはずれない。日本製のほうが、少し良いのではないか(力で外せる)、と試してみたい。連続充填二回ぐらいで水がたまり、そのあと充填すると温度が下がって氷結する。Wehだと再現性100%。いまのところは対症療法しかない。
- ・日本製に期待してもう二年間待っているが、なかなか来てくれない。規制の壁があることは承知しているが——我々は良いノズルを求めている。
- ・**ゴム材の低温性能も課題**と捉えている。-30℃より下がると、急に使える材料がなくなる。
- ・圧縮機の耐久性、安定性、信頼性にも課題がある。トラック用となると、更に圧縮機のキャパシティが必要になる。現状は**大型圧縮機メーカーが少なく不安だ**。
- ・水素関連**部品のサプライチェーンは極めプア**である。コスト低減、品質改善の両面で。日本企業の参入余地はたくさんある。
- ・現在の設備の信頼性は、ステーション事業者から見ると問題ないかもしれないが、自動車会社から見ると大変プアだ。**消費者は、トラブルを求めている**。消費者はステーションに行ってもノズルが凍っていることは求めている。トラブルで休止している情報を正しく伝えていないことすらある。

## ＜ステーション事業者 ヒアリング概要＞

- ・**たくさんのサプライチェーン(設備機器・部品)の課題を抱えている**。調達先の多様化が必要。ディスペンサー、ノズルは一社しかない。圧縮機も多様化したい。
- ・**ガス供給者も一社しかない。輸送が最大の問題**。カリフォルニアで、水素を高圧化して運べる設備をもっているのは、Air Productsだけで、出荷場所は二か所しかない。LindeとAir Liquideは自身のステーションにのみ20MPaの鋼製カードルで運んでいる。極めて非効率である。まだ高圧の輸送手段を持っていない。Praxairは、液水の製造拠点があり、それを売りたいと言っているが、高圧に変えて運ぶ手段を持っていない。
- ・改質の課題は信頼性。耐久性、ガスの品質、そしてスペースの問題。ガソリンスタンドに間借りしているので、スペースの問題が大きい。
- ・**もっとも大きい問題はノズル**、つぎに冷凍システム。ノズルはまず「ユーザーフレンドリーでない」こと、次が氷結で外れなくなる問題。ノズルからのリークも問題。
- ・**次の問題はホースの耐久性**。交換が頻繁。1000回もつものもあるが100回程度でダメになるものもある。セルフなので、扱われ方がバラバラ、ロバスト性を求められる。日本製品を待っている。
- ・今の圧縮機は高く、キャパが不足なので液水ポンプを検討している。
- ・日本の部品、バルブ、センサーメーカーとは話をしているし、期待もしている。日本製シールを評価したが、とてもよかった。が、日本の部品は高い。米国の10倍ぐらいするものもある。ただ、性能がよければメンテ・交換費用は少なくて済むので、バランスではある。

### ＜ステーション事業者 ヒアリング概要＞ 続き

- ・日本の経験に裏打ちされた製品は素晴らしい。もっと試してみたいし、もっと使いたい、彼らがこちらにくることをサポートしたい。
- ・参入したい場合は、我々に話しかけてくれれば良い。建設に際して実際に使うのはエンジニアリングメーカー（例えばLinde、Air Products、Hydrogenics）なので、そちらに話しかけることも有効であろう。ただ、FEから彼らに「これを使ってくれ」と指定することもできるので、両方の話かけルートがある。もし彼ら（日本メーカー）が望むならば、我々はステーションでテストすることもできる。
- ・以前、蓄圧器メーカーと話したことはあったが、彼らは米国で適用できる製品はもっていなかった。
- ・それにしてもよいノズルはないか？
- ・交換部品は、我々自身がストックしている。部品の交換、変更は自分自身の判断でやることができる（KHKのような変更許可システムはない）。

### ＜CHBC (California Hydrogen Business Council) 質問への回答＞

#### 1) 機器・部品調達の問題点

プレーヤーが少なすぎる。そこへ注文が殺到すればどうしても価格も上がるし納期も延びる。特に価格はかなり問題。メンテごとに高いパーツを買わないといけない。

#### 2) 日系企業への期待

プレーヤーが少ないので、日系企業が参入してくれることは非常にありがたい。もちろん各種規制もあるが、日本よりは北米の方が参入しやすいのではないか。



## ①水素製造

・足元、ガス大手3社(特に、米国籍のAir Products)に割って入るのは困難と思われる。

・長期的には、

「米国中央部やカナダで再生可能水素製造

⇒液体水素または有機ハイドライドによる**長距離輸送**」

に可能性があるのではないか。

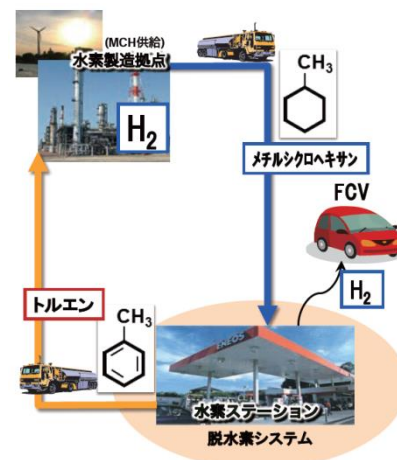
DOEなど政府機関が行うプロジェクトへの参加、  
NRELなど国立研究所との共同検討、  
等での参入を図ってはどうか。

## ②水素輸送

・**効率の良い輸送**方法は、喫緊の課題。

・液水の検討が本格化しているが、有機ハイドライドを提案してはどうか。

課題に直面しているFirst Elementなどのステーション事業者、Air Productsなどの水素製造業者と連携して実証を仕掛ける、といった方法もあり得るとと思われる。



### ③蓄圧器

- ・ステーション増、能力増、輸送能力強化に加え、メーカー寡占状態。新規参入のニーズがあると思われる。
- ・働きかけ先としては、
  1. Air Products 等の設備パッケージ業者
  2. First Element 等ステーション事業者蓄圧器は設備パッケージに組み込まれる一方、ステーション事業者が設備業者に機器をリコメンドする場合もある。
- ・日本の主要機器(圧縮機やディスペンサー、改質器)メーカーが中心となり、日本製設備パッケージを作って販売する、という方法もある。



## ④圧縮機

・ステーション増、大型化、耐久性・信頼性への不満により、大容量で小型、実績ある圧縮機にニーズ有り。トラック用Stにも着目してはどうか。

・働きかけ先としては、蓄圧器同様に  
1. Air Products などの設備パッケージ販売業者  
2. First Element などステーション事業者。



・単品ではなく、設備パッケージをSt事業者に販売する、という形がより効果的か。他の部品・機器も日本製を採用することにより、より信頼性の高いパッケージが提案できるのではないか。

事業に参入できていない現地の電解設備メーカーとパッケージを仕立てる、という方法も考えられる。

・なお、海外への機器導入に際しては、メンテナンスの問題がある。

日本製パッケージでは、参加企業や現地に拠点を持つ商社などが代表して、メンテナンス窓口となる(FCVメーカーの支援も受け)という体制もあるのではないか。

メンテナンス費用の低減も必須である。

## ⑤ディスペンサー

- ・BENNET独占による**機器サプライチェーンの弱さ**、製品の**品質問題**により、性能に優れた日本製への期待は極めて高いと思われる。
- ・働きかけ先としては圧縮機と同じ。  
ディスペンサーメーカーが中心となったパッケージ提案も可能ではないか。
- ・個別機器として直接、ステーション事業者に働きかけることも有効と思われる。
- ・日本製ディスペンサーの高い計量精度は日本のFCVメーカーとの共同成果。  
彼らからのリコmendも受けてはどうか。



## ⑥ディスペンサーノズル／ホース

- ・ノズル: Weh独占による**部品サプライチェーンの弱さ**、**品質問題**を抱えている。トラブルを起こさないノズルにニーズ有り。



- ・ホース: Spir Star独占による**弱い部品サプライチェーン**、St事業者**品質不満**。耐久性に優れたホースにニーズ有り。



- ・いずれも、当初はディスペンサーの一部としての海外進出となろうが、ディスペンサー品質を左右する重要な部品として、積極的な参入が望まれる。
- ・メンテナンスは日本企業同士で連携して窓口を設定する形が可能ではないか。なお、ホースについては、ステーション事業者自身が部品をストックして交換も自身が行う、という対応も可能。

⑧改質器

- ・バイオガス改質の具体化、トラック用も含むステーションの**大容量化**、**輸送課題**の顕在化を踏まえて、オンサイト改質器へのニーズが生じている。
- ・自身の改質器をもっているガス3社での採用はハードルが高いと思われるが、ステーション事業者への話しかけは、タイムリーではないか。
- ・日本での経験を生かしたパッケージ設備の提案ができれば、より効果的。
- ・再生可能水素実製造の補助金制度が創設される。  
ステーション事業者、現地バイオガス事業者等と組み、事業参画ができないか？



## ⑧バルブ・シール

- ・ディスペンサー内部を始めとした微少リークが課題。  
「水素」「高圧」「高・低温」用に開発され、実績あるバルブ、シールにニーズ有り。  
液水用にも商機。
- ・販売先は、部品として使う内外の機器メーカーとなるが、交換部品としてはステーション事業者自身が部品を**ストック**、**交換も自身**が行うという対応も可能。  
サンプルを送付して、試験採用を働きかけてみてはどうか。
- ・現地拠点のある関連日系企業、海外連携を実施しているHySUT、海外展示会への参加、ISOなど業界共通の国際会議への参画、などにより関係構築を図ってはどうか
- ・大阪商工会議所のように、ビジネスマッチングの機会を設けている団体もある。  
こうした場面の活用も有効。



大阪商工会議所では、「水素・燃料電池 海外進出促進プラットフォーム」を立ち上げ、セミナー・商談会（海外関係者を招聘）、ミッション派遣（海外関係者を訪問）等を企画し、開催している。最近の実施例は以下のとおり

2017年9月19日 「オープン イノベーション フォーラム・個別商談会」

招聘企業：バラード、日本エアリキード、エアプロダクツ、プラグパワー、

2017年9月19日 「ドイツ水素・燃料電池市場参入促進セミナー」

招聘：ドイツ水素・燃料電池機構（NOW）

2017年2月6日～2017年2月12日 「欧州水素燃料電池ビジネスミッション」

訪問先：テムズバレー商工会議所（TVCC）、ドイツ自動車工業会、

ドイツ水素・燃料電池機構等

2016年11月13日～11月20日 「北米水素燃料電池ビジネスミッション」

訪問先：米国商務省、H2USA訪問、米国水素・燃料電池協会、

BC州政府、カナダ水素燃料電池協会、

バラード、CaFCP、LA オートショー



また、米国、ドイツ、イギリスにコーディネーターを配置し、進出を目指す企業の便宜をはかるとともに電話会議などでの情報提供を行っている。



水素供給関連ビジネスの進出により、海外の水素インフラを構築・拡大させることは、機器、部品等関連事業者の競争力強化にとどまらず、日本の自動車産業が海外でも勝ち続けるための支援体制を作り上げることでもある。

関係者連携による積極的な取り組みが望まれる。