

水素社会の実現を目指す中国市場での協力に向けて

2020 年 6 月

一般社団法人

エネルギー・環境グローバルコンソーシアム

Global Consortium for Energy and Environment (GCFEN)

はじめに

水素社会の実現を目指して世界各国の動向を観る時に、「殊塗^{しゅとどうき}同帰」が頭に浮かんでくる。「塗を殊にして帰を同じくす」のは、手段や方法が違ってても、同じ目的や結論に到達することである。

水素エネルギーの導入普及は、環境負荷の低減、エネルギー供給源の多様化と安全保障、また新産業創出の経済産業への波及効果等は世界の共通目標である。然し、各国が異なる状況のなか、それぞれにさまざまなアプローチで試行錯誤しながら水素産業チェーンの整備、コスト削減、燃料電池車の導入拡大に取り組んでいる。

日本は水素燃料電池車（以下「FCV」という）の技術開発は世界のトップランナーであり、トヨタのみらい FCV は水素社会の実現可否に影響を及ぼすほどの存在である。一方、中国は急激な勢いで燃料電池バス、燃料電池軽トラックをフェーズ 1 として水素社会の実現を具現化しようとしている。

中国が水素社会の実現に向けて力を入れていることには、三つの主因があると考えられる。すなわち、一つは、地域環境とくに、大気汚染問題の改善と地球温暖化対策で、CO₂ 排出削減の必要性が切迫していることがある。

二つ目は、中国のエネルギーの海外依存度が上がっていることがある。2018 年の化石エネルギーの輸入量は 9.7 億トン（7,000kcal/kg の標準炭相当）で、中国の一次エネルギー全体の 21% を占めており、特に石油の海外依存度は 2019 年が 71%（5 億トン）で、今後さらに海外依存度が高まるに従いエネルギー安全保障上の懸念が出てくると考えられる。これに対して、2050 年にエネルギー消費の 10%を水素で代替することで、原油代替効果が 8.4 千万トンとなると試算している報告もある。

三つ目は、2015 年 5 月に国務院が発表した「中国製造 2050 年」のなかで水素を「戦略的任務及び重点」として位置づけていることがある。中国市場において水素燃料電池自動車産業を育成しながら将来的に世界において中国の製造業、自動車産業の競争力を高めることを目指していることがある。

中国の水素社会の実現に向けた取組は、2019 年 3 月の全国人民代表大会の『政府活動報告』¹ で「充電、水素ステーション等の施設の建設を推進する」として政策メニューに初めて明記され、水素産業は政策と市場の力強い追い風を受けるようになった。中央政府は FCV の導入に対して補助金制度を設け、地方政府は水素エネルギーの導入・利用、燃料電池車の普及をそれぞれの地域の振興施策として位置づけた。2019 年末までに、北京、上海、天津、重慶の 4 直轄市、10 の省、及び 30 以上の市が水素発展計画を発表し、助成金や税制面優遇政策を公布し、新産業による地域経済の振興と環境問題の改善を推し進めている。

¹ 2019 年 3 月 5 日、全国人民代表大会（国会に相当）に李克強総理が演説する 2019 年経済社会政策運営方針。

政府の政策措置のもと、燃料電池商用バスと燃料電池軽トラックを第一ステージとして市場への導入・普及を始めている。2019年に中国が生産した燃料電池車（以下、「FCV」という）3,022台（対前年度比 86.7%増）のうち、燃料電池バスは 1,340 台（同 85%増）、燃料電池軽トラックは 1,682 台（同 55.7%増）で、完全にこの両車種に集中している。これらの車種の燃料電池システムの技術開発、製造品質のハードルは低く、また市場導入への社会的条件が整っている。つまり、地方政府が公共バスとして燃料電池バスを購入するスキームで市場を育成している。

2019 年末には、中国において 17 の省、市で燃料電池車をあわせて 6,165 台を導入し、「省エネ・新エネルギー車技術ロードマップ」に定められる 2020 年の 5,000 台の導入目標を達成した。「中国水素エネルギーおよび燃料電池産業白書」²（以下、「水素白書」という）で、水素エネルギーの 2050 年までの中国エネルギー消費に占める割合を 10%としており、燃料電池商用車は 160 万台で車全体の商用車市場の 37%になると試算している。

然し、2020 年上半期の FCV の生産量は 390 台、販売量は 403 台であり前年同期比でそれぞれ 66.5%、63.4%減となった。新型コロナウイルスの感染拡大の影響で中国の経済活動はほぼ停滞しており、先行き不透明感の高まりのなか、企業は水素事業や FCV 等の新産業への投資より、現状の経営を支える既存事業の維持を選択していると思われる。

また、政策では、4 月 23 日中国財政部、工業と情報化部、科技部、及び国家発展改革委員会が連名で発表した「新エネ車に財政補助政策に関する通知」には、FCV 購入者への補助金措置により水素産業チェーン構築の奨励に軸足を移し、モデル都市に奨励金を与える方策を取るとした。

これをもとに、財政部は新たに北京市、山西省、上海市、江蘇省、河南省、湖北省、広東省、及び四川省をモデル都市として意見聴取方案を公表したが、モデル都市を支援する具体的な措置や、奨励条件等の基準は未だ発表されてない。そのため FCV 購入者や、生産企業のインセンティブが弱まっている。

中国において産業用水素の生産量は 2,500 万トン/年³であり、その 8 割は化石燃料からのもので、大部分は石炭に由来している安価な水素である。この水素源を活用して FCV 市場を育成しながら水素の製造・輸送・水素ステーション・水素利用の産業チェーンの市場を形成することを狙っており、この過程において技術開発と市場規模を拡大することで全体的に水素利用コストを下げるシナリオを持っている。

水素ステーションの整備は日本と同様にコスト高で伸び悩む課題を抱えている。現段階では利用者が少ないことから、水素の産業チェーンを形成する上で、まだ脆弱な部分ではあるが、すでに、東部沿海地域から全国に広げられ、2020 年 3 月現在で、固定式水素ステーションが全国で 60 ヲ所ある。計画中、又は建設中は 106 ヲ所で、うち 2020 年 12 月までに 41 ヲ所が完成する

² 中国水素聯盟、2019 年 6 月。

³ 水素白書。生産量は 3,800 万トン/年の試算もあり、第 2 節に紹介する。

見込みである。

燃料電池商用車・完成車の製造に携わる会社は 41 社（2019 年末）あり、長江デルタ地域、珠江デルタ地域に立地する企業が先行しており、京津冀（北京、天津、河北省）、山東省、湖北省、及び山西省などがそれに続いており、2020 年は新たに多くの企業が参入した。

燃料電池システムの現段階の製品出力は海外企業の 100kW 以上に対して 30～100kW が主流である。また、低温起動温度は日本、ドイツ等のメーカーが-30℃であるが、中国はまだ開発中の段階である。耐久性は海外メーカーが 18,000 時間に対して、中国は 12,000 時間である。また、水素タンクの圧力は 35MPa で、水素貯蔵量などでまだ改善すべき課題がある。

燃料電池に携わる企業は 100 社以上あるが、水素循環ポンプ、触媒、プロトン交換膜、カーボンペーパー等の材料は輸入しており、膜電極、バイポーラプレート、空気圧縮機、及び水素循環ポンプは国産品もあるが、信頼性の高い輸入品に頼っている。

水素貯蔵タンクについては、中国の FCV メーカーはアルミ円筒炭素繊維全巻強化の圧力 35MPa のものを採用しているが、同タイプの 70MPa のものは研究開発段階にある。

水素輸送は高圧ガスチューブトレーラーで、圧力は 20MPa に設定され輸送効率が低い。200～500km の中距離の場合は水素を液化して輸送し、500km 以上の長距離ではパイプラインを利用する検討がよく議論されている。

本調査では、中国の水素社会構築に向けた中央政府、地方政府、各企業の最新動向をネット情報だけでなく、従事者へのインタビュー等も含めて取り纏めた。特に、従来より交流を深めている山西省、浙江省、及び山東省については、水素産業チェーンの構築に向けた官民の取組の最新動向を、より詳細に取りまとめることにした。

中国において水素関連市場が大きい。現時点では、新型コロナウイルスによる停滞を招いているものの、中央政府及び地方政府は経済復興過程で、水素社会の構築を一つの大きな柱にすると思われる。

このような中で、長年にわたり水素社会の構築に向けて努力している日本企業が、中国国内のニーズを的確につかみ、より多くのビジネスチャンスを捕まえることが期待される。

当法人としても今後とも、水素社会構築に向けた日本企業と中国企業のビジネスベースでの協力を増やすべく努力したい。

目 次

第一章 水素社会の実現に向けた中国の現状と政策	1
はじめに.....	1
第1節 水素社会の推進に向けた政策的支援	3
1. 中国政府の水素に関する最新情報.....	3
1.1 「エネルギー法」で位置づける水素エネルギー.....	3
1.2 「第十四次五ヵ年計画」に盛り込む水素エネルギー.....	4
1.3 新エネ車補助金制度の継続を延長.....	4
1.4 国が指定する新エネ車推薦車種.....	4
1.5 燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知.....	5
2. 「中国水素エネルギーおよび燃料電池産業白書」目標.....	5
2.1 中国のエネルギー消費における水素割合とコスト目標.....	5
2.2 水素ステーション.....	6
2.3 水素の貯蔵・輸送.....	6
2.4 燃料電池車と定置型燃料電池の普及見込み.....	7
2.5 水素産業チェーンへの企業の参入状況.....	8
3. 中央政府が策定する主要な政策措置.....	8
3.1 国の産業支援策.....	9
3.2 国の燃料電池車補助・助成.....	11
3.3 科技部が推進する研究開発事業.....	12
4. 地方政府の政策的支援措置.....	14
4.1 省政府（直轄市）政府が発表した水素産業発展計画.....	14
4.2 燃料電池車補助措置.....	16
4.3 水素ステーション整備・運営に対する補助金制度.....	18
4.4 研究・技術開発の促進策.....	19
第2節 水素ステーションの整備と水素供給に関して	20
1. 水素ステーションの整備目標.....	20
2. 水素ステーションの現状と計画.....	21
3. 低コスト化を優先する水素供給源.....	26
4. 広東省仏山市の事例.....	27
5. 水素ステーションの投資費用.....	29
6. 水素ステーションの基準・規定.....	30
第3節 水素の生産	32
1. 水素生産・消費の現状.....	32

2. 水素の需給目標.....	33
3. 中国の主要な水素供給源.....	34
4. 石炭を原料とする水素生産.....	36
5. 産業副生水素.....	39
5.1 コークス炉ガス（COG）.....	39
5.2 苛性ソーダ.....	40
5.3 プロパン脱水素（PDH）.....	41
5.4 エチレン生産.....	41
6. メタノールプラントの改造による水素生産.....	42
7. 水電解の水素生産.....	43
8. 再生可能エネルギーの電力による水素.....	45
第4節 水素貯蔵と輸送.....	46
1. 水素の貯蔵.....	46
1.1 高圧気体の水素貯蔵.....	46
1.2 液体水素の貯蔵.....	47
1.3 有機ハイドライドによる水素貯蔵.....	48
2. 水素の輸送.....	48
2.1 高圧チューブトレーラーによる輸送.....	49
2.2 高圧気体水素による輸送の経済性.....	49
2.3 パイプラインの水素輸送.....	50
2.4 液体水素の動向.....	50
2.5 液化水素の輸送の経済性.....	51
第5節 燃料電池車及び燃料電池産業.....	53
1. 水素燃料電池車の導入目標.....	53
2. 政府支援による FCV の導入拡大.....	54
3. 燃料電池車の生産.....	56
4. 燃料電池の生産.....	57
4.1 燃料電池システム.....	58
4.2 燃料電池スタックとコア部品.....	60
4.2.1 燃料電池スタック.....	60
4.2.2 膜電極.....	61
4.2.3 触媒.....	61
4.2.4 双極板.....	61
4.2.5 プロトン交換膜.....	61
4.2.6 ガス拡散層.....	61

第二章 山西省の水素社会への取組	62
はじめに	62
第1節 山西省の水素エネルギー政策	63
1. 山西省の概況	63
2. 日本との友好交流	63
3. ようこそ、エネルギー博覧会	64
4. 中央政府は山西省への支援	64
4.1 構造調整と新産業育成	64
4.2 水素燃料電池自動車モデル都市	65
5. 山西省政府の水素エネルギー政策	65
5.1 モデル都市を指定	65
5.2 モデル都市の目標	66
5.3 財政補助金	67
5.4 企業と研究機関の連携を強化	68
6. 研究開発事業の推進	68
7. 山西省水素・燃料電池産業戦略連盟が設立	69
第2節 太原市の水素取組み	70
1. 太原市の概況	70
2. 新産業・新材料の導入促進	70
3. 水素関連企業	73
3.1 陽泉煤業（集団）有限責任公司	74
3.1.1 概況	74
3.1.2 水素業務への取組み開始	74
3.1.3 水素生産事業	74
3.2 山西美錦能源股份有限公司	75
3.3 太原鋼鉄（集団）有限公司	80
3.4 江鈴重型汽車有限公司	81
第3節 大同市の水素取組み	82
1. 大同地域の概況	82
2. 水素産業の推進状況	82
3. 水素産業に関わる主要企業	84
3.1 大同煤鋁集団有限責任公司	84
3.2 大唐国際曇岡熱電有限責任公司	85
3.3 大同 Qing 雄雲鼎 Qing 能科技有限公司	85
3.4 大同新研 Qing 能源科技有限公司	86

3.5 大同華熵氢能科技有限公司.....	86
第4節 長治市等山西省南部の水素・燃料電池概況.....	87
1. 長治市の水素・燃料電池概況.....	87
1.1 長治市の概況.....	87
1.2 長治市の水素産業に関する政策.....	87
1.2.1 「長治市上党区水素産業扶助方法(試行)」	87
1.2.2 資金サポート.....	87
1.2.3 水素ステーション建設の補助制度.....	87
1.2.4 水素ステーション運営の補助制度.....	88
1.2.5 FCV の補助.....	88
1.3 水素産業に関わる事業.....	88
1.3.1 長治市の新規事業.....	88
1.3.2 水素ステーション事業.....	89
1.4 長治市の水素産業に関わる企業.....	90
1.4.1 山西潞安鋁業(集団)有限責任公司.....	90
1.4.2 山西潞宝集団.....	91
1.4.3 陽光電源株式有限公司.....	91
2. 晋城市の水素・燃料電池概況.....	91
2.1 晋城市の概況.....	91
2.2 晋城市の水素産業に関わる取り組み.....	92
2.2.1 水素ステーション事業.....	92
2.2.2 愛馳汽車有限公司(FCV).....	92
2.3 晋城市の水素産業に関わる企業.....	92
2.3.1 山西晋城無煙煤鋁業集団有限責任公司.....	92
3. 臨汾市の水素と燃料電池産業.....	93
3.1 臨汾市の概況.....	93
3.2 臨汾市の水素産業に関わる政策.....	93
3.3 臨汾市の水素に関わる企業.....	93
3.3.1 山西国新正泰新能源有限公司.....	93
第三章 浙江省が取り組む水素社会について.....	94
第1節 浙江省水素エネルギー産業政策、計画.....	96
1. 浙江省政府の政策.....	96
1.1 水素エネルギー産業育成の指導意見.....	96
1.2 浙江省自動車産業発展計画.....	97
2. 市及び県の支援措置.....	98
2.1 寧波市水素エネルギー産業の発展.....	98

2.2 嘉善県水素エネルギー産業の発展.....	98
3. 補助金政策及び実施状況.....	98
3.1 浙江省の補助金政策.....	98
3.2 地方政府の補助金.....	99
3.2.1 嘉興市の水素補助金.....	99
3.2.2 寧波市の水素補助金.....	99
第2節 水素事業の状況.....	100
1. FCV の導入.....	100
1.1 燃料電池公共バスの導入.....	100
1.1.1 浙江省初の燃料電池バス路線.....	100
1.1.2 寧波燃料電池バス.....	100
2. 水素生産.....	101
2.1 寧波地域の水素生産.....	101
2.2 嘉興地域の水素生産状況.....	101
2.3 その他の水素源.....	102
3. 水素ステーション.....	102
3.1 寧波市の水素ステーション.....	103
3.2 嘉興市嘉善県の水素ステーション.....	103
3.2.1 善通複合エネルギー供給 ST.....	103
3.2.2 嘉善客運センター—東複合エネルギー供給 ST.....	103
第3節 水素設備製造関連.....	104
1. 貯蔵、輸送.....	104
1.1 貯蔵タンク.....	104
1.2 液体水素の貯蔵.....	104
1.3 その他.....	104
1.3.1 浙江寧波水素エネルギー産業創新センター.....	104
1.3.2 浙江藍能燃気設備有限公司.....	104
2. 燃料電池車バス・トラック生産メーカー.....	104
2.1 浙江 Qing 谷新能源汽车有限公司.....	104
2.2 青年汽車集团有限公司.....	105
2.3 浙江鋒源 Qing 能科学技術有限公司.....	106
2.4 杭州聚力 Qing 能科技有限公司.....	106
3. 燃料電池システム関連.....	106
3.1 愛徳曼 Qing 能源装備有限公司.....	107
3.2 浙江 Qing 途科技有限公司.....	107
3.3 浙江鋒源 Qing 能科技有限公司.....	107

3.4 浙江高成緑能科技有限公司.....	108
第4節 大手企業の水素社会の実現に向けた活動.....	109
1. 中央企業.....	109
1.1 中国石油化工股份有限公司.....	109
1.2 国家電力投資集団公司.....	109
1.2.1 寧波市と MOU の締結.....	109
1.2.2 浙江能源と MOU の締結.....	109
1.2.3 バイポーラプレートとスタック組立パイロット生産ラインプロジェクト.....	110
2. 省内の大手企業.....	110
2.1 浙江省能源集団有限公司.....	110
2.1.1 水素 ST 建設に向けた日本との協力.....	110
2.1.2 水素 ST の建設.....	110
2.1.3 長広水素エネルギー設備産業計画.....	110
2.1.4 他社との協力.....	111
2.1.4.1 国電投との水素エネルギー等の戦略協力.....	111
2.1.4.2 中国航天科工集団第六研究院との協力.....	111
2.1.4.3 寧波金甌新材料有限公司との協力.....	111
2.1.4.4 浙江嘉化能源集団股份有限公司との協力.....	111
2.2 浙江嘉化能源集団股份有限公司.....	112
2.3 浙江衛星石化股份有限公司.....	112
第四章 山東省が取り組む水素社会について.....	113
第1節 山東省の水素エネルギー政策.....	115
1. 省政府が策定する水素エネルギー政策.....	115
2. 山東省水素産業中長期發展計画.....	117
2.1 發展目標.....	118
2.2 産業分布.....	118
2.3 發展条件.....	119
2.4 課題.....	120
3. 地方政府の水素エネルギー支援措置.....	120
3.1 済南市の支援措置.....	120
3.2 濰坊市の支援措置.....	121
3.3 青島市の支援措置.....	121
3.4 済寧市の支援措置.....	122
4. 補助金措置.....	122
4.1 済南市の補助措置.....	122
4.2 濰坊市の補助措置.....	123

4.3 青島市の補助措置.....	123
4.4 済寧市の補助措置.....	125
4.5 淄博市の補助措置.....	125
5. 水素聯盟が設立.....	125
第2節 燃料電池車の導入普及.....	126
1. 燃料電池車の導入目標.....	126
2. 燃料電池公共バスの導入実績.....	127
3. 燃料電池物流車の導入普及.....	128
4. 青島港の水素導入利用.....	128
4.1 燃料電池コンテナ車の試運転開始.....	129
4.2 水素駆動自動化ガントリークレーン導入.....	129
4.3 燃料電池港湾機械利用モデル事業.....	129
第3節 水素生産と主要企業.....	131
1. 水素の生産状況.....	131
2. 主要企業.....	132
2.1 兗鋁集団有限公司.....	132
2.1.1 水素エネルギー産業計画及び実行.....	132
2.1.2 新エネルギー研究開発イノベーションセンター.....	133
2.1.3 兗鋁国宏化工有限責任公司.....	134
2.2 中融新大集団有限公司.....	135
2.3 山東中鴻新能源有限公司.....	135
2.4 山東省における水素製造事業.....	136
2.4.1 建設中の水素事業.....	136
2.4.2 稼働中の水素事業.....	136
2.4.3 企画進行中の水素企業.....	137
2.4.4 中長期計画における水素事業.....	138
第4節 水素ステーションおよび関連企業.....	139
1. 水素ステーションの整備目標.....	139
2. 水素ステーションの現状.....	141
3. 水素ステーションに関連する企業.....	142
3.1 青島康普銳斯能源科技有限公司.....	142
3.2 中科潤谷航天 Qing 能系統（泰安）有限公司.....	143
第5節 水素貯蔵と輸送.....	144
1. 水素貯蔵と輸送の目標.....	144
2. 水素輸送の現状.....	144

第 6 節 燃料電池と主要企業	146
1. 燃料電池の現状と目標	146
1.1 現状と重点都市	146
1.2 発展目標	147
2. 燃料電池主要企業	147
2.1 潍柴控股集团有限公司	147
2.2.1 会社概要	147
2.2.2 海外企業との燃料電池に関する協力事業	148
2.2.3 中国国内企業との水素関連協力事業	149
2.2.4 新エネ車普及応用推奨車種リストに入選	149
2.2 山東東岳集団	150
2.3 山東重工集团有限公司	151
2.4 山東通洋 Qing 能動力科技有限公司	151
第 7 節 燃料電池車と主要企業	152
1. 燃料電池車の製造目標	152
2. 主要企業	152
2.1 中通客車控股股份有限公司	152
2.1.1 燃料電池バス	153
2.1.2 燃料電池物流車	153
2.2 中車青島四方機車車両股份有限公司	154
2.3 中国重型汽車集团有限公司	155
2.4 山東沂星電動汽車有限公司	155
2.4.1 燃料電池バス	156
2.4.2 新エネルギーバス生産能力拡張改造事業	156
添付資料 4.1	157

第一章 水素社会の実現に向けた中国の現状と政策

はじめに

中国は、環境問題の改善、エネルギー構造の高度化と安全保障のため、また、国際社会において産業競争力を高める重要な技術領域として、水素社会の実現に向けて 2019 年から本格的に行動しはじめている。

国の施策を通じて燃料電池自動車市場の普及拡大に取り組み、水素エネルギーの製造、輸送・貯蔵・利用を整備しつつあり、水素社会の実現に向けた入り口に近づくというビジョンが見えてくるようになるが、地域の環境問題を改善しながらカーボン・フリーの水素社会の実現を目指して、また中国白書に描かれたエネルギー供給に 10%を占める水素のエネルギー・ミックスの一翼を担うものとして、水素発電の導入や、船舶領域の水素利用、高効率輸送のための水素液化の民生用への動向、および西北地域、西南地域に豊富な風力発電、太陽光発電等を利用して水素を製造し、パイプラインによる大量に消費地へのクリーン水素の輸送、さらに中国国内の水素生産・水素消費のサプライチェーンの高度化により水素を海外への輸出等について中国が検討・議論している話題である。

地域により水素社会への取組の進捗状況が異なる。「水素産業発展ポテンシャルトップ 100 都市」では、上海市や江蘇省を含む長江デルタ地域、広東省等の東南沿海部を含む珠江デルタ地域の経済発達地域は、水素産業への投資が進んでおり市場が拡大している。トップ 100 都市の半数以上はこれら広東省、江蘇省、山東省、浙江省および福建省に偏っている。一方、西部地域や東北地域は立遅れている。

京津冀地域（北京市、天津市、河北省）は 2022 冬季オリンピックに向けて水分解による水素製造、水素ステーションの整備、FCV の導入を推し進めている。山東省は自らの水素資源を生かし、水素産業チェーン全体をめぐり、基礎研究、コア技術の開発、設備製造、性能検査、及び FCV 生産拠点となり、水素利用の普及を促進すべく取組んでいる。

中西部地域に位置する山西省は石炭系の安価な水素供給源がある。省内の製造業等の強みをいかして中国の特徴のある水素社会を実現させるため、中国財政部は 4 月 29 日に「燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知」を発表し、山西省を対象地域のひとつとして指定した。

中国政府と地方政府は、水素社会への歩みを加速するために各種の政策的支援策を講じており、普及に向けた補助金や助成金制度を設け、技術開発にインセンティブを与えており、水素に関する中国国内の状況は過熱気味である。水素の、つくる・はこぶ・ためる・つかうという産業チェーンをバランスよく育てる必要があり、水素ロードマップ等の長期的戦略の策定が喫緊の課題と思われる。

第一章では、中国の水素社会の実現に向けた取組みの概況を取りまとめており、第 1 節には中

国政府の燃料電池車に対する支援政策、補助金措置、及び地方政府のインセンティブを発揮させることを通じて、水素利用を普及させ、水素についての社会的な受容性を向上していることについて紹介した。

第2節に紹介したように、圧力 35MPa、固定式の投資額は概ね 2 億円～5 億円である。35 MPa と 70 MPa の併存タイプは昨年上海で完成し、投資額は約 9 億円であった。水素ステーションの整備を促進するため、今年 3 月に中国政府は水素インフラ及び関連サービスを財政的に支援することを決定した。国家能源投資集団や、中国石油天然ガス集団等のエネルギー系の大手会社が水素ステーション整備事業への参入で動いている。既存するガソリンスタンドにあわせて水素ステーションを整備することは中国の推進方法の一つである。

中国では、石油精製や、ケミカル産業等の水素年間消費量は約 2,000 万トンで、ほぼ「自産自消」型で需給バランスを取っている。FCV の交通分野への水素供給は新しく利用増となるが、中国は既存する石炭資源由来の水素をいかして、低コストの水素供給で水素社会の初期段階を実現する狙いである。

第3節に水素の生産について工業副生ガスの保有見込み、利用コスト等について説明した。石炭ガス化技術の進歩につれて中国は 2050 年までの水素供給の長期目標においてクリーンコールテクノロジーの高度化による石炭由来の水素製造を終始貫くこととしている。

第4節に水素輸送について現状の高圧チューブトレーラーによるガス輸送の課題を紹介した。中国の水素利用市場の成熟・拡大に伴って水素の高効率の貯蔵と大量輸送に対するニーズが迫っている。液化水素の貯蔵・輸送をめぐる規制緩和と小規模のモデル事業が推められつつある。

第5節に紹介したように、政策的導引のもと、2019 年、中国の燃料電池車は急速に伸び、年間販売量は 3,022 台となった。投資と企業参入によって中国の燃料電池車産業は発展の軌道に乗り、更に拡大している一方、燃料電池システムに関わる技術開発や、コア製品は中国内外で技術格差が大きく海外への依存度が高い。

中国企業は日本企業と燃料電池システムの生産や材料・部品輸入等での協力を待望しており、日中の新ビジネスを創出する産業分野だと考えられる。

第1節 水素社会の推進に向けた政策的支援

中国のFCVの推進政策は、「第十三次五ヵ年国家科技创新計画」（2016年7月）、「第十三次五ヵ年国家戦略的新興産業発展計画」（2016年12月）、「自動車産業中長期発展計画」（2017年4月）などに定められている。これらにはFCVが国家の新エネルギー自動車戦略の重要な発展方向であることが示されている。

中国では、2013年から、新エネルギー車として、純電気自動車（以下「EV」という）、ハイブリッド車（以下「HV」という）、プラグインハイブリッド車（以下「PHV」という）、燃料電池自動車（以下「FCV」という）が普及対象となっていたが、2018年までは、EV、HEV、PHVに重点を置いた補助金の配分が行われていた。しかし、2018年5月、李克強総理が日本を訪問し、北海道苫小牧市のトヨタ自動車北海道工場を視察した後、大きな政策転換が行われ、翌年3月の全国人民代表大会の『政府活動報告』で水素発展に関わる内容が明記され、企業の水素産業チェーンへの参入と投資活動が一挙に活発になった。

1. 中国政府の水素に関する最新情報

中国政府は、2020年初からの新型コロナウイルス感染症への対応が一段落した4月に、水素の発展に関して、「第十四次五ヵ年計画」に盛り込むこと、エネルギー法に位置づけることを発表し、「燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知（意見徴収案）」が出された。いずれも、積極的に水素社会にシフトする態度表明であると考えられる。

1.1 「エネルギー法」で位置づける水素エネルギー

2020年4月10日、中国の国家エネルギー局は、「中華人民共和国エネルギー法（意見募集案）」（以下「意見募集案」という）に関するパブリックコメントの実施を発表した。「意見募集案」では、水素エネルギーを石炭、石油、天然ガス、風力エネルギー等の伝統的エネルギー源と同様なエネルギーとして法律上認めるとしている。また、「意見募集案」では再生可能エネルギーを優先して発展させると定義しており、水素エネルギーの位置づけがさらに高められることになった。

なお、意見募集案では、「エネルギー」という言葉に注釈をつけており、「エネルギーとは、エネルギーとは、熱エネルギー、機械エネルギー、電気エネルギー、核エネルギー、化学エネルギーなどのエネルギーを生成する資源である。主に石炭、石油、天然ガス（シェールガス、炭層メタンガス、生物天然ガス等）、原子力エネルギー、水素エネルギー、風力エネルギー、太陽エネルギー、水力エネルギー、バイオエネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギー、電力と熱力およびその他直接または加工、変換を通してエネルギーを生成する各種資源である」としている。

1.2 「第十四次五ヵ年計画」に盛り込む水素エネルギー

中国国家エネルギー局は「第十四次五ヵ年計画」の作成を議題として取上げた。2020年4月8日、第十四次五ヵ年計画に関する作成業務開始の通知（以下、「通知」という）を公文書にて所管先に発出した。所管先としては、同局綜合司は所管する各省（自治区、直轄市）のエネルギー局、関連する省・市發展改革委員会、国家電網、南方電網、内モンゴル電力公司、国家發展改革委員会エネルギー研究所、生態環境部環境エンジニア評価センター、中国気象局風力・太陽光資源センター、国家地熱エネルギーセンター、水力発電総院、電力規画総院、風力エネルギー専門委員会、太陽光専門家委員会、及び関連機構等である。

スケジュールとしては、2020年11月末までに「再生可能エネルギー發展“十四次五ヵ年”企画（意見募集案）」を完了し、パブリックコメントを通じて2021年3月末までに「再生可能エネルギー發展“十四次五ヵ年”企画（審査議案）」を提出し、審査プロセスを踏まえ公式に発表するとのことである。

「通知」では、地域の分散型再生可能エネルギー資源の開発を優先し、分散型再生可能電力、熱供給、及びガス等を、ユーザーが直接かつ近隣で利用できるように大いに推進するとしており、またエネルギー貯蔵、水素エネルギー等の新技術と組合せて、再生可能エネルギーの地域での供給割合を向上させるとしている。

1.3 新エネ車補助金制度の継続を延長

2020年4月17日の中国国家統計局の発表によると、2020年1～3月の国内総生産（GDP）は物価変動を除いた実質で前年同期比6.8%減となった。四半期の成長率としては記録がある1992年以降で初めてのマイナスとなる。新型コロナウイルスによる経済低迷の刺激策として、3月31日、中国国務院李克強総理が主催する国務院常務会議で新エネルギー車（NEV）への補助金制度を2年間延長することが決定された。延長期間中は購入補助金が交付され、購入税の免除が適用される。そもそも、同制度は2020年で終了する予定であった。

1.4 国が指定する新エネ車推薦車種

中国の工業と情報化部（以下、「工業情報化部」という）は新エネ車を普及促進するため、2013年からほぼ毎月、補助金の対象となる「新エネ自動車普及応用推薦車種目録」（以下「新エネ車推奨車目録」と称する）を公表してきた。FCVは、2018年2月4日に初めて掲載された（2013年以來の第304回）。その後、2019年1月4日までのほぼ一年間12回の公表で、FCV生産メーカー17社、86車種が推薦目録に入れられた。

2019年、中国FCVは生産量が2,838台、前年同期比85.5%増、販売量が2,737台、同79.2%増となった。2020年3月までに、新エネ車推奨車目録に掲載されたFCVの車種は214車種になった。

今年第1回新エネ車推奨車目録は1月14日に公表しており、燃料電池バスは8車種、燃料電

池保温車 1 車種、燃料電池都市清掃車 1 車種であった。4 月第 4 回まで燃料電池バス 18 車種、燃料電池ボックス型軽トラックは 3 車種、燃料電池保温車と都市部清掃車は各 1 車種、及び燃料電池シャーシは 2 種類を指定した。

1.5 燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知

2020 年 4 月 29 日、中国財政部は「燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知」（意見募集案、以下「通知」という）を北京市、山西省、上海市、江蘇省、河南省、湖北省、広東省および四川省等 2 直轄市、6 省を対象に出した。

今回発表された通知では、水素化社会に向けた各省内の実施内容に点数をつけ、点数で補助金に換算するスキームを検討している。それにより、対象事業を、国が指定する水素燃料電池自動車の実証・普及のモデルとしようとしている。

財政部が指定された対象地域は参加の可否を 2020 年 5 月 7 日までに回答することになっているが、最新情報は報道されていない。

2. 「中国水素エネルギーおよび燃料電池産業白書」目標

2019 年 6 月に中国水素聯盟は「中国水素エネルギーおよび燃料電池産業白書」（以下「水素白書」）を公表した。その中には、中国の水素社会の実現に向けた水素製造、水素ステーションの目標、開発予測等が取りあげられた。

2.1 中国のエネルギー消費における水素割合とコスト目標

水素白書では、水素は中国のエネルギー構造で重要な役割を果たすとしている。図 1-1 に現在から将来にわたる中国のエネルギー消費に対する水素の割合の推移を示した。また、同時水素を製造する原料とコスト目標を示した。

	現状 2019 年	初期 2020-2025 年	中期 2026-2035 年	長期 2036-2050 年
	水素はエネルギー供給に占める割合			
	2.7%	4.0%	5.9%	10%
水素製造	・化石燃料由来で工業原料とする水素	地域適応の水素製造路線 積極に工業副生水素利用	規模的再生エネ水素製造 石炭水素製造による集約的供給体制を形成	・継続に再生エネの水素製造を推進 バイオ、光触媒水素製造の推進
	コスト平均： 20 元/kg 以内	大いに再生エネ水素製造 コスト平均：20 元/kg 以内	コスト平均：15 元/kg 以内	クリーン石炭水素製造技術 コスト平均：10 元/kg 以内

出典：水素白書により GCFEN が作成

図 1-1 エネルギー消費に水素の割合推移、水素製造原料とコスト目標

2019 年に中国のエネルギー消費に占める水素の割合は 2.7%、2025 年までに 4.0%、さらに 2050 年までに約 10%となるとの予測である。

2020 年-2025 年の初期段階では、水素の年間需要量は 2,200 万トンであるとしている。化石燃料由来の副生水素はコストが低く、消費地に近いことから主要な供給源となる。一部の地域は再生可能エネルギーを利用して水素製造のモデル事業を実施することが考えられる。この時期の水素製造コストは平均 340 円/kg（1 元＝17 円で計算）である。

2035 年までの中期段階では、水素の年間需要量は 3,500 万トンである。石炭由来の水素製造に CCS を導入する。再生可能エネルギーによる水素製造は水素供給源の重要な役割を果たす。バイオマス由来の水素製造および太陽光触媒水分解技術などのモデル事業の実施を積極的に推し進める。長距離・大規模な水素輸送を実現する。この時期の水素製造コストは平均 255 円/kg（1 元＝17 円で計算）である。

2050 年には中国において水素需要は 5,938 万トンとなり、用途別でいうと、交通分野は 2,458 万トンで全体の 41%、工業分野は 3,370 万トンで全体の 57%、建設およびその他の分野は 110 万トンで全体の 2%である。水素は交通輸送、産業等で広く普及するとされている。

2050 年までに中国のエネルギー供給構造は化石エネルギー主体から再生可能エネルギー主体に替わりエネルギーミックスの適正化を実現するとしている。再生可能エネルギーによる水素製造は水素供給源の重要な役割を果たす。石炭の水素製造に CCS を導入する。バイオマス由来の水素製造および太陽光触媒水分解技術は水素供給を効果的に補完する。この時期の水素製造コストは平均 170 円/kg（1 元＝17 円で計算）である。そのころには水素供給に余裕があり、千万トン級のグリーン水素の輸出が実現するとしている。

2.2 水素ステーション

水素白書で掲げられた水素ステーションの目標は図 1-2 の通りである。2025 年までに 200 カ所、中期目標の 2035 年には 1,500 カ所、さらに長期目標の 2050 年には 10,000 カ所の目標である。

現状 2019 年	初期 2020-2025 年	中期 2026-2035 年	長期 2036-2050 年
水素ステーションの整備目標			
23 カ所	200 カ所	1,500 カ所	10,000 カ所

出典：水素白書より GCFEN が作成。

図 1-2 水素白書の水素ステーション目標

2.3 水素の貯蔵・輸送

現段階では、水素を高圧で貯蔵あるいは輸送するのが中国の一般的なやり方である。高圧水素

をトレーラーで輸送する際、圧力は 20MPa で輸送距離はせいぜい 300km 程度である。

表 1-2 は水素白書が企画する各段階における水素貯蔵と輸送方式である。

初期目標（2020 年-2025 年）では、水素貯蔵密度は 4.0wt% で圧力 70MPa の気体もしくは低温液体水素である。水素輸送は 45MPa のチューブトレーラーもしくは低温液体水素による。パイプライン輸送方式はデモストレーションを実施する。

中期目標（2026 年-2035 年）では、水素貯蔵密度は 5.5wt% で、低温液体又は固体での貯蔵となる。水素輸送は液体タンクまたはパイプラインを利用する。

長期目標（2036 年-2050 年）では、水素貯蔵密度は 6.5wt% で、高密度かつ高安全性の技術が普及する。水素輸送はパイプラインを利用する。

表 1-2 水素貯蔵と輸送方式

	現状 (2019年)	初期目標 (2020-2025年)	中期目標 (2026-2035年)	長期目標 (2036-2050年)
水素 貯蔵・輸送	35MPa気体水素貯蔵。 20MPa長管チューブ トレーラー輸送	貯蔵：70MPa気体及び低温液 体水素 輸送：45MPaチューブトレー ラー輸送、及びパイプライ ン（デモ） 水素貯蔵密度：4.0wt%。	貯蔵：低温液体および固体 水素 輸送：液体水素タンク、パイ プライン 水素貯蔵密度5.5wt%。	貯蔵：高密度かつ高安全性 の水素貯蔵 輸送：水素パイプライン ネットワーク 水素貯蔵密度6.5wt%。

出典：水素白書

表 1-3 は気体、液体、固体、及び有機ハイドライドによる水素輸送のコストと経済的輸送距離である。

表 1-3 輸送方式比較

	輸送方式	圧力 (MPa)	積載量 (kg/回)	単位密度 (kg/m³)	質量分率 (wt%)	コスト (円/kg)	電力消費 (kwh/kg)	経済範囲 (km)
気体	トレーラー	20	300-400	14.5	1.1	35	1-1.3	≤150
	パイプライン	1~4	-	3.2	-	5	0.2	≥500
液体	液体コンテナ ローリー	0.6	7000	64	14	208	15	≥200
固体	トラック	4	300-400	50	1.2	-	10-13.3	≤150
有機ハイド ライド	ローリー	常圧	2000	40-50	4	255	-	≥200

注：コスト計算は仮に 1 元=17 円とする。

出典：水素白書

2.4 燃料電池車と定置型燃料電池の普及見込み

水素白書では、2050 年の燃料電池システムは合計で 550 万台と予想しており、その内 FCV

が 500 万台、定置型燃料電池が 2 万セットに達すると予想している。

表 1-4 燃料電池と燃料電池車の産業発展目標

	現状 (2019年)	初期目標 (2020-2025年)	中期目標 (2026-2035年)	長期目標 (2036-2050年)
水素燃料電池車	2,000台	5万台	130万台	500万台
定置型燃料電池	200セット	1,000セット	5,000セット	20,000セット
燃料電池システム	1万ユニット	6万ユニット	150万ユニット	550万ユニット
	エネルギー密度:3kW / L、 耐久性:5,000時間以上 動作温度: -20℃ コスト:8,000元/kW以上	エネルギー密度:3.5kW / L 耐久性:5,000時間(乗用車) 15,000時間(商用車) 20,000時間(定置型発電) 動作温度: -30℃ コスト:4,000元/kW	エネルギー密度:4.5kW/L 耐久性:6,000時間(乗用車) 20,000時間(商用車) 50,000時間(定置型発電機) 動作温度: -30℃ コスト:800元/kW	エネルギー密度:6.5kW/L 耐久性:10,000時間(乗用車) 30,000時間(商用車) 100,000h(定置型発電) 動作温度: -40℃ コスト:300元/kW

出典：水素白書

2.5 水素産業チェーンへの企業の参入状況

2019 年 6 月の水素白書では、水素をつくる、運ぶ、使うという産業チェーンにおいて、水素製造と貯蔵を上流、水素輸送と水素ステーションの建設と運営を中流、水素燃料電池としての利用を下流としている。図 1-3 には水素産業チェーンと参入企業の割合に示した。上流に参入している企業の割合は全体の 48.5%、下流には 41.8%であるが、中流の水素輸送、水素ステーションは 9.7%であった。



出典：水素白書より GCFEN が作成。

図 1-3 水素産業チェーンと参加企業の割合

3. 中央政府が策定する主要な政策措置

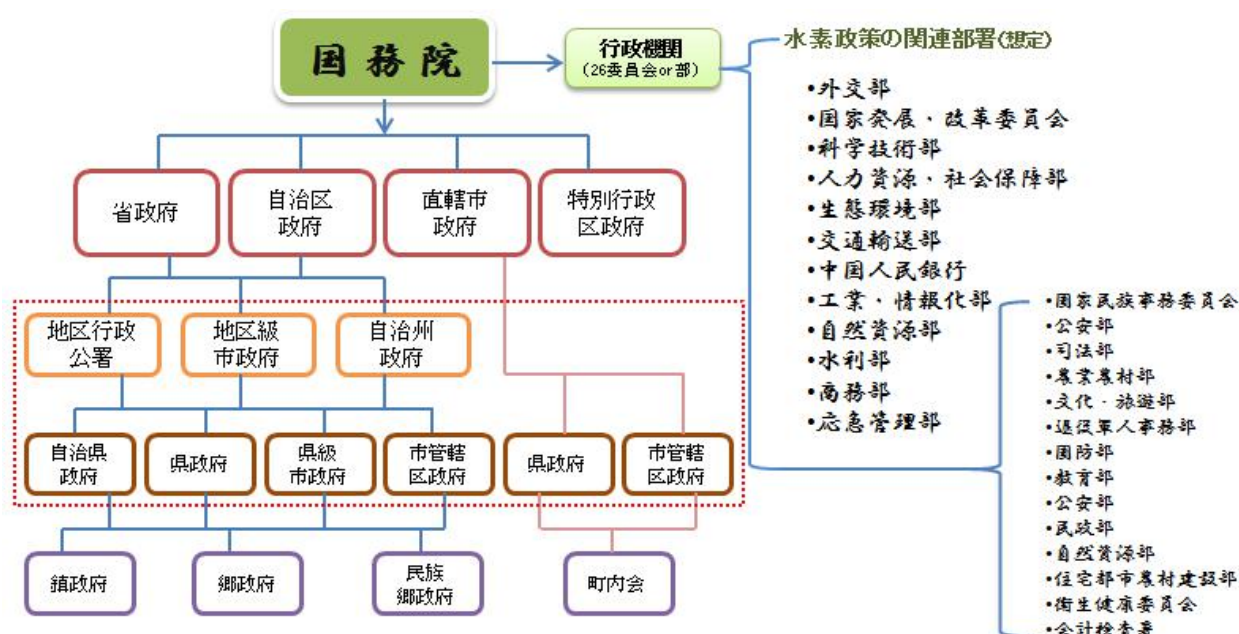
中央政府が策定する政策措置を三つに分けて紹介する。3.1 には、国务院、又は国家発展改革委員会が発表するもので、国の発展戦略、政策立案、また発展計画等である。3.2 は、財政部等が発表するもので、国の戦略、発展計画をスムーズに推進するために重点的事業に補助金を付ける政策的措置である。3.3 は、科技部が発表するもので、技術課題の克服や次世代技術開発等のために募集する案件に研究開発業を補助することである。

中国は水素燃料電池車の推進政策は、「十三五国家科学技術革新計画」（2016 年 7 月）、「十三

五国家戦略性新興産業発展計画」(2016年12月)、「自動車産業中長期発展計画」(2017年4月)などで、燃料電池車が国家の新エネルギー自動車戦略の重要な発展方向であることが示されたことであるが、2018年5月李克強総理が日本を訪問した際、北海道苫小牧市のトヨタ自動車北海道の工場を視察した後に、とくに翌年3月の全国人民代表大会の『政府活動報告』で水素発展を政策として明記され、水素社会の実現向けの中国にとって政策方針が大きな転換を迎えられた。

中央政府が水素燃料電池車への補助金政策のもと、多くの地方政府が水素燃料電池の産業振興による地域経済の貢献、環境改善の効果を目的として、政策措置を発表し企業誘致、水素ステーションの整備、水素燃料電池公共バス・物流車等の商用車を導入したりする活動が活発するようになった。

中国の行政組織関係は図1-4が示した通りに、右側は中央行政機関であり、省政府は国務院に所管される。省の下に赤色点線枠のなかに市、県の行政組織である。



出典：GCFEN が作成

図 1-4 中国行政組織図

3.1 国の産業支援策

中国では、新エネルギー自動車の定義は、新型動力システムを採用した自動車を指し、純電気自動車 (EV)、HV (ハイブリッド)、プラグインハイブリッド車 (PHV)、及び燃料電池自動車 (FCV)のことである。

2012年7月に国務院は「省エネ・新エネ自動車産業発展計画 (2012～2020年)」を発表し、FCVは新エネルギー自動車の範疇であることが明確にされた。FCVと燃料用水素産業を世界的

動向に合わせて推進させる目標を提出した。

2015 年 5 月に国務院は「中国製造 2025」を発表した。そのなかの「戦略任務と重点」の部分には FCV の推進に関する三つの目標を提出している。それらは、1) 重要材料、部品は順次国産化を実現すること、2) 燃料電池スタックと完成車の性能向上、3) FCV の導入規模の拡大である。

2016 年 4 月、国家発展改革委員会と国家能源局は「エネルギー技術革命創新行動計画（2016～2030 年）」を発表した。水素のイノベーションについては、研究開発の項目として、再生可能エネルギーと先進的な原子力に基づく水素製造技術、次世代石炭触媒ガス化による水素製造、メタネーションー部分的酸化による水素製造技術、分散型水素製造技術、水素精製技術の研究、水素貯蔵と輸送に関わる設備のコア材料の研究開発、大規模でかつ低コストの水素製造、水素貯蔵と輸送、及び水素ステーションのオンサイド水素製造貯蔵等を提出した。

表 1-5 中央政府が発表した主要な産業支援策

名称	発表年月	政令部門
「省エネ・新エネ自動車産業発展計画（2012～2020年）」	2012年6月	国務院
「中国製造2025」	2015年5月	国務院
「エネルギー技術革命革新行動計画（2016～2030年）」	2016年4月	国家発展改革委員会、国家能源局
「第13次五カ年計画国家戦略的新興産業発展計画」	2016年11月	工業情報部、国家発展改革委員会、科技部
「自動車産業中長期発展計画」	2017年4月	工業情報部、国家発展改革委員会、科技部
「第13次五カ年計画交通領域科技创新企画」	2017年5月	科学技術部、交通部
「省エネと新エネ自動車ロードマップ」	2016年10月	中国自動車工程学会

出典：中国水素産業政策研究。

また燃料電池技術のイノベーションについては、水素/空気高分子電解質膜燃料電池（PEFC）、メタノール/空気高分子電解質膜燃料電池（MFC）等の研究開発を行い、燃料電池による分散型発電のモデル事業の推進と導入普及の対象として、プロトン交換膜燃料電池（PEMFC）、固体酸化物燃料電池（SOFC）、金属空気燃料電池（MeAFC）、分散型水素製造及び燃料電池（PEMFC・SOFC）を組み合わせたシステムがある。

2016 年に「第 13 次 5 カ年国家戦略的新興産業発展計画」において水素・燃料電池を戦略的新産業であると位置付けた。同年、工業と情報化部の委託で中国汽车工程学会が策定した「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」および「中国製造 2025 重点領域技術革新グリーンブック技術ロードマップ（2017）」では、2020 年の FCV の生産台数を 5,000 台、2025 年 5 万台、2030 年には 100 万台の目標が掲げられている。



出典：「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」、「中国製造 2025 重点領域技術革新グリーンブック技術ロードマップ（2017）」より GCFEN が作成。

図 1-5 水素燃料電池目標

2017 年 5 月、科技部、交通部が発表した「第 13 次五カ年交通領域科技创新特別企画」に水素 FCV 用の 70MPa 水素タンク（タイプ四型）の基準を示し、圧力 70MPa での水素貯蔵と水素ステーションに関わる技術開発をする必要性を明確にした。

3.2 国の燃料電池車補助・助成

FCV に対する補助と助成金制度は財政部が中心に制定した。「省エネ・新エネ自動車モデル事業での普及に関する財政補助資金管理暫定方法」を 2009 年 2 月に発表しており、モデル事業の実施都市に対して、燃料電池乗用車に 25 万元/台、商用車には 60 万元/台の補助を実施することをはじめて明確にした。

表 1-6 中国政府が発表した主要な補助金措置

名称	発表年月	政令部門
「省エネ・新エネ自動車モデル事業普及に関する財政補助資金管理暫定方法」	2009年2月	財政部
「新エネ自動車充電施設建設奨励に関する通知」	2014年11月	財政部
「2016～2020年新エネ自動車普及応用の財政支持政策に関する通知」	2015年4月	財政部
「省エネに新エネ車・船利用の税制に関する通知」	2015年5月	財政部、国税総局、工業情報部
「新エネ車の普及応用に政策補助の調整・完全化に関する通知」	2018年2月	財政部、工業情報部、科技部、国家発展改革委員会
「さらに新エネ車の普及応用に政策補助の完全化に関する通知」	2019年3月	財政部、工業情報部、科技部、国家発展改革委員会

出典：中国水素産業政策研究。

2014 年 11 月、財政部が公布した「新エネ自動車充電施設建設奨励に関する通知」には水素ステーションの補助が定められており、国家技術基準に達したものの、つまり、水素注入が 200kg/日の施設に中央財政より 400 万元を支出し奨励することになった。

2015 年 4 月、財政部が公布した「2016～2020 年新エネ自動車普及応用の財政支持政策に関

する通知」には、燃料電池乗用車に対して 20 万元/台、燃料電池小・中型バス・トラックに対して 30 万元/台、及び燃料電池中型・大型バス、中型トラックに対して 50 万元/台の補助を実施するとしている。また、2017 年～2020 年で燃料電池自動車以外の車種については適宜補助金を引下げるが、FCV は変えないことが明記された。

2018 年 2 月、財政部、工業と情報化部、科技部、及び国家発展改革委員会が連名で「新エネ車の普及応用に対する政策補助の調整・高度化に関する通知」（以下、「通知」という）を発表し、燃料電池自動車以外の新エネ車補助を大幅に引き下げた。一方、FCV 補助策は変更せず、燃料電池乗用車は最高 20 万元/台、小・中型バス・トラックは 30 万元/台、中・大型バス、中型トラックは 50 万元/台としている。

2019 年 3 月、上記政策の実施に基づき「更に新エネ車の普及応用に対する政策補助高度化に関する通知」（以下、「補足通知」という）が発表され、FCV 以外の車種に対する補助金を減少調整し、その費用を伸び悩んでいる水素ステーション等のインフラ整備に対して充てることを明確にした。

通知			補足通知		
車種	補助金基準	補助金上限	時期	車両要求	補助基準
乗用車	6,000元/kw	20万元/台	政策過度期	2018年技術指標に満たすものの、 2019年技術指標に満たせず。 販売且つ車番受理の新エネ車	2018年基準の10%
小型商用車 トラック	-	30万元/台	2019年 3月26日 6月25日	2019年技術指標に満たす。 販売且つ車番受理の新エネ車	2018年基準の60%
大型バス 中型バス 中型トラック 大型トラック	-	50万元/台		期間中に販売且つ車番受理の 燃料電池車	2018年基準の80%
			移行期間後	新エネ公共バス、燃料電池車 を除く新エネ自動車。	新エネ車の販売補助金を無く す。その財政は充電（水素充 填）インフラ及び関連サービ スを支援。

出典：「通知」、「補足通知」に基づき GCFEN が整理・作表。

図 1-6 FCV 普及促進への財政補助

3.3 科技部が推進する研究開発事業

2019 年 6 月、科技部は「再生可能エネルギーと水素技術」重点特別事業・2019 年度申請指南」を発表し、ソーラーエネルギー、風力エネルギー、バイオマスエネルギー、地熱エネルギー、海洋エネルギー、水素エネルギーなどの再生可能エネルギーの協調、及びシステム統合技術などの 6 つの技術革新分野の 38 件を重点研究内容とした。

実施期間は 5 年（2018-2022 年）で、2019 年には 24～45 プロジェクトを実施する予定であり、補助金予算額は 4 億 3800 万元である。プロジェクトは企業が主体であり、実施するためには国の補助と同額、或いはそれ以上の自社資金を投入することが条件となる。

水素は 6 つの技術革新分野の一つで、重点研究内容の 8 件が水素と燃料電池関連であり、表

1-7 に示した通りである。

表 1-7 科技部の水素技術開発重点特別事業リスト

車載燃料電池膜、電極及び大量生産技術	研究内容：	商用車におけるイオン交換膜燃料電池の技術要求に対して高性能且つ長寿命の膜、電極の大量生産加工
	具体内容：	高性能・長寿命・低コストのフッ素系イオン交換膜製造技術、電解質膜両極における触媒層の構造と性能の研究、フッ素系イオン導電集合物粘結相、電解質膜両極のガス拡散層の構造と性能の研究、外枠材料と密封構造の研究、膜・電極の連続工業化製造技術と設備の開発。
車載燃料電池コンプレッサー研究開発	研究内容：	車載燃料電池コンプレッサーに係るコア技術の研究
	具体内容：	コンプレッサーの最適化設計技術、先進的なコンプレッサーベアリング技術及び高速回転子の力学的マッチング技術、超高速高効率の永久磁石電気機械技術、車載高周波コントローラー技術、コンプレッサーシステムの集約一体化及び制御技術。コンプレッサーシステムの振動、騒音減少及び信頼性向上技術、少量ロットによる製造工程。
車載燃料電池水素再循環ポンプ開発研究	研究内容：	車載燃料電池水素再循環ポンプに係るコア技術の研究
	具体内容：	水素再循環ポンプの全体設計、水素再循環ポンプの防爆及び密封設計技術、各種媒質環境に適応する技術、水素再循環ポンプの信頼性向上の技術、水素再循環ポンプの振動、騒音減少技術、少量ロットによる製造工程。
70MPa車載高压水素タンク技術	研究内容：	中国製炭素繊維巻タンクの密度が低い、口部バルブセット部分の輸入依存を解決するため、高密度の車載水素タンク技術研究
	具体内容：	高压水素タンク内部設計、製造技術、低コストで高強度の炭素繊維による設計技術と加工の最適化、高耐気候を備えた粘結剤改質技術、炭素繊維製水素タンクの最適化設計及び加工、高、口部密封設計及び製造技術、高压水素タンクの充填、排出による水素循環失効メカニズム及び無損失検査技術の研究。
車載液体水素貯蔵、供給技術	研究内容：	大型車両の車載大容量液体水素供給システムに係る高密度液体水素貯蔵、供給重要技術の研究
	具体内容：	高密度液体水素貯蔵、供給システム全体法案作り、パラメーター整合性、車載液体水素貯蔵容器、水素ガス発生装置、液体水素注入ポンプ等のコア部品研究開発、状態監視システム、早期警告技術、安全技术標準の研究。
燃料電池自動車用水素純化技術	研究内容：	工業（高）純度水素に含有するH ₂ S等の有害不純物は燃料電池の寿命を縮め、固体粒子状物質が水素充填機械の信頼性を低下させる問題に、燃料電池用水素の低コスト純化技術の研究。
	具体内容：	H ₂ S等有害不純物の純化材料、純化材料と不純物との相互作用メカニズム、水素純化システム設計及び除去技術、水素中の残留不純物測定技術、品質のオンライン監視技術等。
水素ステーション高安全性の固体水素貯蔵技術	研究内容：	高安全性水素貯蔵技術のニーズに合わせて固体水素貯蔵技術の研究
	具体内容：	高安全性の固体水素貯蔵装置の設計、製造技術、高安全性、低圧力、高密度の固体水素貯蔵装置の設計と製造技術、静態圧縮装置の設計、製造技術、水素貯蔵供給装置の熱管理システム設計技術、水素貯蔵供給装置の水素ステーション用安全管理技術の開発。
70MPa水素ステーション加圧充填設備	研究内容：	70MPa水素ステーション用加圧充填設備に関するコア技術の研究。
	具体内容：	70MPa水素ステーション用加圧充填設備に関するコア技術を研究、90MPa水素圧縮機の全体設計、コア部品の設計と加工の研究、設備信頼性の研究。予冷と充填が一体化した充填設備の設計・加工と製品信頼性等。

出典：「再生可能エネルギーと水素技術」、科学技術部、2019年6月。

4. 地方政府の政策的支援措置

中国の省などの地方行政単位は水素産業チェーンへの支援、財政補助制度を設けている。今までに、北京市、上海市、天津市、山東省、浙江省、河北省等の 21 の直轄市や、省政府が水素産業・水素燃料電池車産業に関する政策、企画を発表した。



出典：2019 年末まで各省政府 Web 等の公表資料より。

図 1-7 省政府が発表する水素・燃料電池促進策一覧

FCV に対する補助は、国の補助金を 1 とすると 0.8 倍又は同等程度としている地域が多い。財政予算を利用して燃料電池公共バスを導入する計画を中国全体で合計すると、2020 年に 6,700 台、2025 年に 59,500 台になる見込みである。

水素ステーションへの支援、補助は主に市レベルで実施している。山東省済南市、済寧市、及び広東省仏山市は他所に比較して補助制度が手厚い。

地方政府は水素関連での企業誘致のために、技術研究開発等に対する研究開発費補助や、土地利用支援策、及び産業基金の重点的利用などの制度を設定している。

4.1 省政府(直轄市)政府が発表した水素産業発展計画

中国における水素社会に向けた行動は上海市、江蘇省、広東省、及び湖北省等が一步先に進んでいる。山西省、河南省、寧夏回族自治区等も積極的に展開すべく取組んでいる。

図 1-8 に赤色、黄色、青色、緑色、及び紫色で示したのは、水素社会への取組が比較的進んでいる地域である。枠内には当該地域の水素事業の参入企業数、FCV の導入台数と運営中の水素ステーションの数が示されている⁴。

⁴ 図内の数字は 2019 年 6 月に出版した「水素白書」から示した。



出典:水素白書。

図 1-8 主要地域の水素社会構築への取組

黄色は東部地域であり、上海、江蘇省、山東省が主となり水素関連の一定規模以上の企業⁵（以下、「規模的企業」という）は 68 社、燃料電池モデル運行車両は 563 台、水素ステーションは 8 カ所で、2020 年に水素ステーションは 50 カ所になる建設計画を有する。

緑色は広東省を中心としており、水素関連の規模的企業は 32 社、燃料電池モデル運行車両は 95 台、水素ステーションは 7 カ所である。広東省雲浮市と仏山市が最も注目され、仏山市と雲浮市は地域水素発展共同体(図 1-9 参照)のもと、2017 年 6 月に中国初の水素燃料電池公共バスを導入した。2019 年 10 月現在、317 台の水素バスが市の公共交通を支えている。



図 1-9 仏山－雲浮水素発展共同体

赤色の北部地域は北京、河北、及び遼寧省が代表的な地域で、2008 年の北京オリンピックに合わせて FCV を導入して以来、既存の水素製造工場を活かして 6,600 t の水素を製造し、年間 1.3 万セットの燃料電池システムを製造している。この地域の水素エネルギー関連の規模的企業は 73 社、燃料電池モデル運行車両は 219 台、水素ステーションは 3 カ所である。2020 年に 30 カ所の水素ステーションを完成する予定である。

⁵ 1996 年から中国で使用されている統計用語であり、2011 年 1 月以降、企業の主業務売上高が 2,000 万元以上（約 1 元＝17 円）の企業を規模的企業（Enterprise above designated size）という。

水色は中部地域で湖北省と河南省が代表的な地域である。中国における燃料電池の重要部品の研究開発、水素燃料電池バスの導入で大規模なモデル事業を実施しているところで、年産 100 万セットを生産する膜電極工場⁶が稼働中で、水素貯蔵材料を生産する企業を含め、水素エネルギー関連の規模的企業は 27 社、燃料電池モデル運行車両は 43 台、水素ステーションは 4 カ所ある。2020 年に 21 カ所の水素ステーションを完成する予定である。

紫色は四川省が主体である。水力発電は中国においてトップクラスでありながら、機会損失⁷の水力発電量が 140 億 kWh あり、水電解による水素製造のベストサイトである。この地域の水素エネルギー関連の規模的企業は 15 社、燃料電池モデル運行車両は 40 台、水素ステーションは 1 カ所である。2020 年に 5 カ所の水素ステーションを完成する予定である。

省・直轄市が発表した水素産業発展計画は表 1-8 に示したとおりである。

表 1-8 省・直轄市が発表した水素産業発展計画(2019-2020 年)

時期	省名	政策名称
2019年3月	海南省	海南省クリーンエネルギー自動車発展企画
2019年4月	山西省	山西省新エネルギー自動車産業2019年行動計画
2019年5月	重慶市	重慶市2019年度新エネルギー自動車普及利用に関する財政補助政策
2019年6月	河南省	河南省新エネルギー自動車普及利用に関する政策
2019年6月	山東省	山東省水素産業中長期発展企画（2019－2035）
2019年8月	江蘇省	江蘇省水素燃料電池自動車産業発展行動企画
2019年8月	浙江省	浙江省加速に水素産業発展育成の指導意見
2019年8月	河南省	河南省水素産業発展実施意見
2019年9月	天津市	天津市水素産業発展行動方案（2019－2022年）
2020年1月	天津市	天津市水素産業発展行動方案（2020－2022年）
2020年3月	重慶市	重慶市燃料電池自動車産業発展指導意見
2020年4月	河南省	河南省水素燃料電池自動車産業発展行動方案
2020年5月	寧夏回族自治区	加速に水素産業発展育成の指導意見

出典：関連地域の省政府等の公開情報より GCFEN が作成

4.2 燃料電池車補助措置

地方政府等の行政単位は財政予算による燃料電池公共バスの導入に取組み、環境改善と水素導入による地域振興策効果を狙っている。

⁶ 事業者は湖北省の氢陽新能源控股有限公司。

⁷ 中国語では「棄水」といわれ、電網が受け入れない電力のこと。

表 1-9 は燃料電池公共バスの導入事例である。広東省仏山市は 2019 年に 386 台の購買事業を行い、入札に 199 万元/台の上限金額を設けたりした。浙江省嘉興市、嘉善市は公共バス 100 台（8.5m 系列は 80 台、12m 系列は 20 台）を公募で購買したが、購買金額として 1.49 億元を提示した。

表 1-9 燃料電池公共バスの導入事例

地名	導入予定 (台)	提示金額 (万元)	車種	時期	上限制限 (万元/台)
広東省 仏山市 南海区	386	8733	8.6m バス	2019 年	199
浙江省 嘉興県 嘉善市	50		8.5m バス	2019 年	
	30		8.5m バス	2020 年	
	20		8.5m バス		
河南省 南陽市	72		-		120

出典：関連する市、区が公表した情報。

表 1-10 は省政府、地方行政の FCV 補助に関する措置である。

表 1-10 FCV 補助に関する省政府、地方行政の措置

発表	地名	関連内容
2019 年 6 月	北京市	補助金過度期（2019 年 3 月 26 日～6 月 25 日）が終了後に、EV 車に対する北京市の補助が取りやめる。FCV に対して国の補助額の 50% で補助する。財政資金を利用して充電/水素ステーションを補助する。
2019 年 6 月	河南省	省内企業の FCV に関連する事業を大いに支援する。積極的に国及び我が省が実施する燃料電池バスモデル事業に参加、推進する。省財政拠出で FCV、水素インフラ整備に補助する。
2019 年 4 月	山西	省財政で FCV に対して国の補助額に同等レベルで補助する。
2019 年 6 月	山東	条件が整える市の FCV 導入普及事業を支援する。国からの支援策を図るとして済南市、潍坊市、聊城市で水素燃料公共バスのデモ事業を実施する。
2019 年 1 月	広西 南寧	燃料電池自動車の補助金は、国家補助金の 80% に設定。
2019 年 1 月	広東	深圳 燃料電池乗用車（注1）は燃料電池定格出力に基づき補助金を付与し、6,000 元/kw、上限 20 万元/台。燃料電池バスとトラックに定額補助方式、それぞれ上限を 30 万元/台、50 万元/台である。
2019 年 1 月		茂名 地域補助金は国の補助金額以下に、1 台当たりの補助金総額（国家＋地方）は販売価格の 60% 以下とする。
2019 年 2 月		仏山市 禅城区で初めて登録し、2 年以内に転出せず、累計運行距離が 2 万 km に達する水素燃料電池バスに、地域補助金は国家補助金の同時期の 100% にする。補助金総額（国家＋地方）は販売価格の 80% 以下とする。
2019 年 9 月		広州 国の補助を受けたうえ、国の補助を超えない金額で補助する。補助金総額（国家＋地方）が販売価格（国家＋地方＋消費者支弁）の 80% 以下とする。
2019 年 11 月		江門 2017 年 1 月 1 日～2020 年 12 月 31 日、国の補助金の 50% 以下とする。
2019 年 2 月	浙江 嘉興市 嘉善県	中央財政を参照し実施する。
2019 年 3 月	山西 長治市 上党区	所定条件が満たした燃料電池車に 1 回限りで補助する。
2019 年 4 月	江蘇	蘇州 「水素エネルギー産業発展を加速する政策措置」に基づき乗用車は 5 万元/台、バスは 10 万元/台、トラックは 7 万元/台。
2019 年 8 月		鎮江 当市で車番登録の燃料電池車は、地域補助が同年度の国補助金の 40% で、地方補助総額は国家補助金を差引いたうえ、販売価格の 60% を上限とする。燃料電池乗用車は燃料電池定格出力に基づき補助金を付与する。燃料電池バスとトラックに定額補助方式である。
2019 年 6 月	四川 成都	新規購入の新エネルギー車に中央財政と地方付属割合 1:0.5 の比率で補助。
2019 年 8 月	青島	燃料電池車モデル運行に指定された車に対して、国の同時期補助金に同等扱いする。
2019 年 11 月	山東 済寧	水素バスと水素物流車を購入する費用に対して、国家基準に同等補助。

出典：省政府および地方行政が発表した資料を整理し、GCFEN が作成。

4.3 水素ステーション整備・運営に対する補助金制度

水素ステーションへの参入事業は2019年後半以降に増えている。その原因の一つは、FCVが増えていること、もう一つは国のEV車への財政予算を水素ステーション整備支援にまわしていることがある。

河北省張家口市は冬季オリンピック向けの水素ステーションを2020年までに21ヵ所設置する計画で、補助額は800万元/ヵ所で、最も高額な補助制度となっている。

江蘇省張家港市は「水素エネルギー産業発展の三年行動計画（2018-2020年）」で、水素充填圧力35MPaの場合、充填量500kg/dに対して、設備投資額の30%、上限300万元を補助する。充填量1,000kg/dに対しては、設備投資額の30%、上限は500万元を補助する。また、水素充填圧力70MPaの場合、充填量は200kg/dに対して設備投資額の30%、上限は300万元、充填量400kg/dに対して、設備投資額の30%、上限500万元を補助する。

2019年4月に南海区は「仏山市南海区水素ステーション建設運営及びFCV補助に関する方法」を発表した。水素ステーション、FCV、及びフォークリフト等の整備、導入計画を表1-11に示した。水素ステーションの新規建設、また改善・改造事業に補助金の措置を表1-12、水素ステーションでの水素販売に対する補助措置を表1-13に示した。

表 1-11 広東省仏山市南海区水素ステーション補助金

項目	2018年	2019年	2020年	2025年	2030年
水素ステーション（ヵ所）	10	28	28	43	57
燃料電池バス車（台）	290	1,000	1,500	2,500	4,000
燃料電池物流車（台）	1,000	3,000	4,000	6,000	10,000
路面電車（台）	0	0	20	60	100
フォークリフト	0	0	0	550	1,550
予備電源（セット）	0	0	0	1,000	3,000

出典：仏山市政府ネット。

表 1-12 広東省仏山市南海区水素ステーション補助措置

水素ST タイプ	注入能力 (kg)	事業	竣工完成日		
			2018/12/31まで	2019/12/31まで	2020年以降
固定式	500kg、 その以下	新規	500万元	300万元	200万元
		改造	400万元	300万元	200万元
	500kg、 その以上	新規	800万元	500万元	300万元
		改造	600万元	450万元	300万元
スキッド マウンド	350kg、 その以上	新規	250万元	150万元	無し
		改造	200万元	100万元	無し

出典：仏山市政府ネット。

表 1-13 広東省仏山市南海区水素補助

年度	販売価格(元/kg)	補助(元/kg)
2018-2019年度	40元、その以下	20元
2020-2021年度	35元、その以下	14元
2022年度	30元、その以下	9元

出典：仏山市政府公告。

表 1-14 は水素ステーションの整備又は水素の販売に対して補助をしている地域の動向である。

表 1-14 水素 ST・水素ガスに補助する一部地域

時期	地域名称	水素ST補助措置	補助
2020年5月	内モンゴル烏海市	FCV導入拡大と水素インフラ整備への財政補助	事業1件あたりに最高補助額は300元
2020年4月	江蘇省常熟市	FCV発展への補助措置	水素補助：水素STは $\leq 35\text{MPa}$ に20元/kg 水素STは $\leq 70\text{MPa}$ に25元/kg 水素ST整備：最高補助額は100元
2020年3月	山東省潍坊市	水素STの整備・運営を促進する通知	水素補助：2020年に10元/kg 2021年に5元/kg
2019年12月	山東省済寧市	水素産業発展を促進する通知	水素補助：20元/kg
2019年10月	湖北省武漢市	水素産業発展を支援する意見	水素補助：10元/kg 水素ST整備：最高補助額は200元
2019年10月	四川省成都市	FCV産業発展と導入拡大を支援する措置	水素補助：10元/kg 水素ST整備：最高補助額は500元

出典：公開情報より GCFEN 整理

4.4 研究・技術開発の促進策

水素、FCVに関わる技術開発について、広東省、江蘇省、山東省などの地方政府が補助金制度を発表している。地域により実施方法が異なるが、補助の対象によりいくつかの方法がある。

- ◆ 研究開発に対する補助：所管機関に申請し、事業許認可を受けたうえで年度内に補助金を交付する方法と事業が終了後に「研究開発経費」として事後請求に基づいて交付される方法がある。例えば、如皋市はハイレベル技術向けの研究開発事業に対してサポートするとしており、交付金は1000万元である。
- ◆ 機材とか設備の高度化に対する補助：例えば、江蘇省は技術の高度化を目指している事業の資材・設備投資総額の15%を補助する。但し補助最高限度は500万元以内としている。
- ◆ 産業パーク単位での補助：例えば、山東省は水素バレーを企画、建設しており、この水素バレーの高度化を目指した国家重大科技事業、重点研究開発事業やコア製品の生産に対して2000万元補助される。

第2節 水素ステーションの整備と水素供給に関して

中国は、2020 年末に水素ステーション（以下、「ST」という）を 100 ヶ所設置する目標である。今年 3 月時点で稼働中のものが 60 ヶ所あり、12 月までに 41 ヶ所が完成する見込みであるため、目標は達成するであろう。

水素 ST の整備は高コストで、現段階では利用者が少ないことから、水素の産業チェーンにおいて脆弱な部分となっている。中国は水素 ST の伸び悩みを解決するため、2019 年 3 月、財政部等の「更に新エネ車の普及応用に政策補助の完全化に関する通知」で、FCV 以外の新エネルギー車の補助金を取りやめて、その予算を充電/水素ステーション等の水素インフラ及び関連サービスの支援に利用することを決定した。

2019 年、水素 ST の整備範囲は東部沿海地域から全国に広げられつつあり、国家能源投資集団、中国石油天然ガス集団等のエネルギー系の大手会社が水素 ST 整備事業に参入するようになった。

1. 水素ステーションの整備目標

中国工業と情報化部が発表した「省エネと新エネ自動車技術ロードマップ」に取上げた水素 ST、FCV の発展目標は図 2-1 に示した通り、2020 年に水素 ST は 100 ヶ所、FCV は 5,000 台で、2025 年に同 300 ヶ所、5 万台で、さらに 2030 年に 1,000 ヶ所、100 万台である。

水素ST (カ所)	23カ所	100カ所	300カ所	1,000カ所
	2018年末	2020年	2025年	2030年
燃料電池車(台)		5,000	50,000	100万

出典：省エネと新エネ自動車技術ロードマップより GCFEN が作成。

図 2-1 水素 ST と燃料電池車の発展目標

2019 年 6 月に中国水素聯盟の「水素白書」では、水素 ST の発展目標は図 2-2 に示したように、初期段階、中期段階および長期段階でそれぞれ 200 ヶ所、1,500 ヶ所及び 1 万カ所である。

現状 2019年	初期 2020-2025年	中期 2026-2035年	長期 2036-2050年
水素ステーションの整備目標			
23カ所	200カ所	1,500カ所	10,000カ所

出典：水素白書より GCFEN が作成。

図 1-2 水素 ST の発展目標

2. 水素ステーションの現状と計画

水素 ST は、水素の供給方式で分類すると二つのタイプがある。ひとつはオフサイト方式で、外部で製造された水素をトレーラー、或いはローリーで輸送して水素 ST で FCV 車に充填するタイプで、もう一つはオンサイト方式で水素 ST で都市ガスや LP ガス等からの水素を製造して充填するタイプである。水素を充填方式で分類すると、固定式と移動式があり、移動式にはスキッドマウント式水素 ST と水素充填車がある。

中国では、山西省大同市に太陽光発電による水電解水素製造のオンサイトタイプの水素 ST がある。また上海驛藍金山水素 ST は化学工業パークの中のパイプラインで水素を ST に供給するタイプで、オンサイト方式の水素 ST と言える。それ以外はすべてオフサイトタイプの水素 ST である。図 2-3 に示したように 2019 年 6 月時点では固定式が全体の 59% を占めており、年末には 63% となった。移動式のスキッドマウント式が減少する一方、固定式が増えている。



出典：Trendbank 前瞻産業研究院

図 2-3 水素 ST タイプの変化

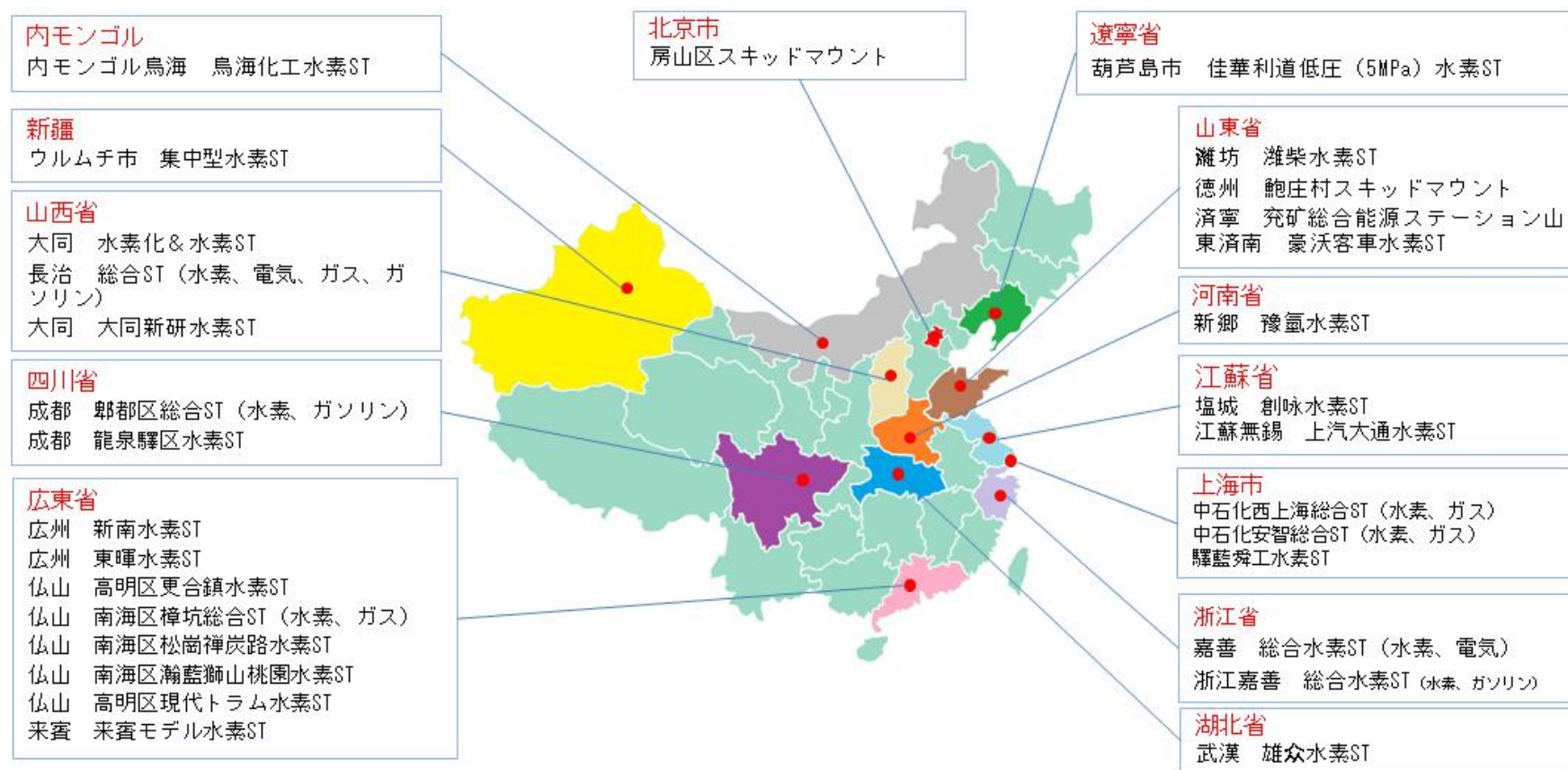
中国では、水素 ST は高圧ガス保安規定で定められており、設計圧力は 35 MPa、コンプレッサー作動圧力 45 MPa、高圧水素貯蔵タンク作動時圧力 45 MPa とされている。

設計上では、水素 ST だけの独立型とガソリンスタンドの敷地を利用する併存型のものが認められている。併存型の場合、一定の条件を満足すると水素 ST に係る建設許認可が通りやすく土地利用のコスト削減効果が大きい。

ガソリンスタンドとの併存型以外に、充電 ST、非石油系燃料補充 ST（エタノール等）、及びバイオガス充填等との併存型もあり、中国では併存・複合度合に応じて、「五位一体」、「四位一体」、及び「三位一体」と言う。

水素 ST は FCV 普及モデル事業の一環として扱われ、水素産業パークに立地するケースが多々ある。2019 年に完成した水素 ST は図 2-4 に示したように、上海市、広東省広州市、仏山市、羅定市、浙江省嘉善県、山西省大同市、湖北省武漢市、江蘇省塩城市、河南省新郷市、遼寧省興城市、山東省濰坊市、徳州市、内モンゴル烏海市、及び新疆ウルムチ市等、広範囲に広がっている。

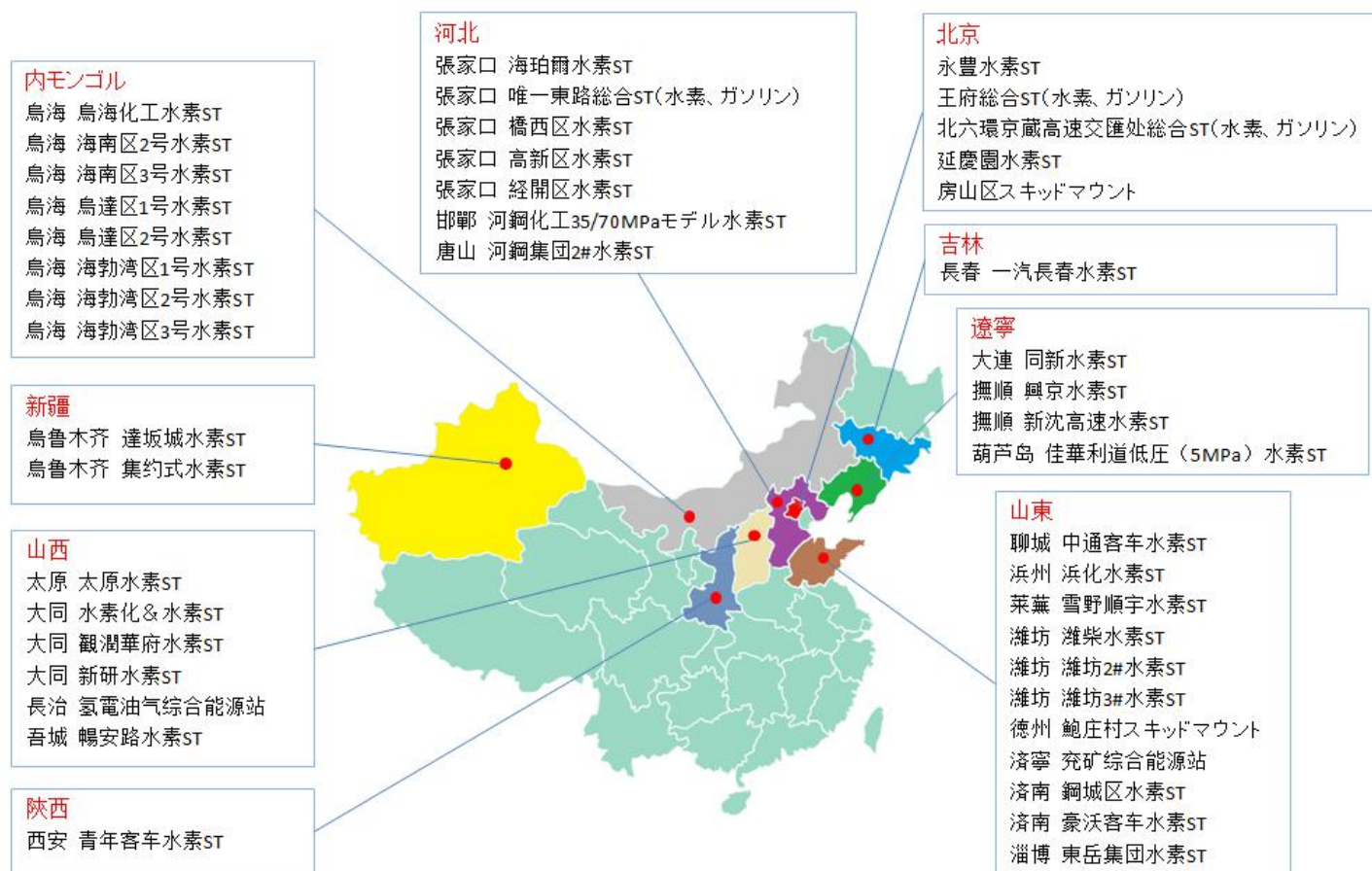
建設中、或いは建設向けの準備中の水素 ST は図 2-5 から図 2-7 まで北部地域、中部地域、及び南部地域に分けて中国地図にプロットした。



出典：亜化諮詢、香橙会研究院、前瞻研究院等のネット情報により GCFEN が作成。

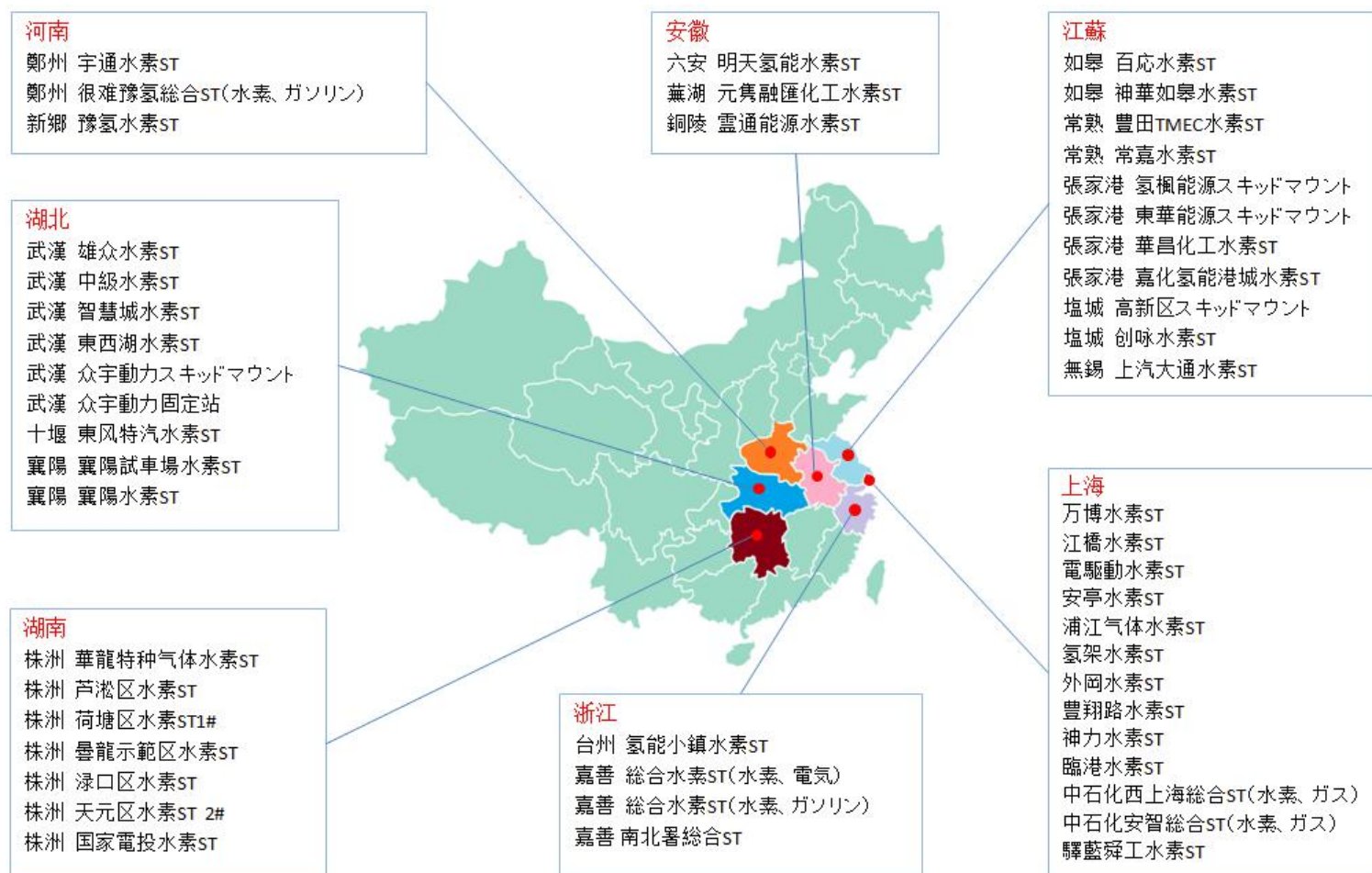
図 2-4 2019 年まで完成した水素ステーションの立地状況

河北省張家口市は 2022 年冬季オリンピック向けに水素 ST の整備、再生可能エネルギーで水素製造事業を進めている。



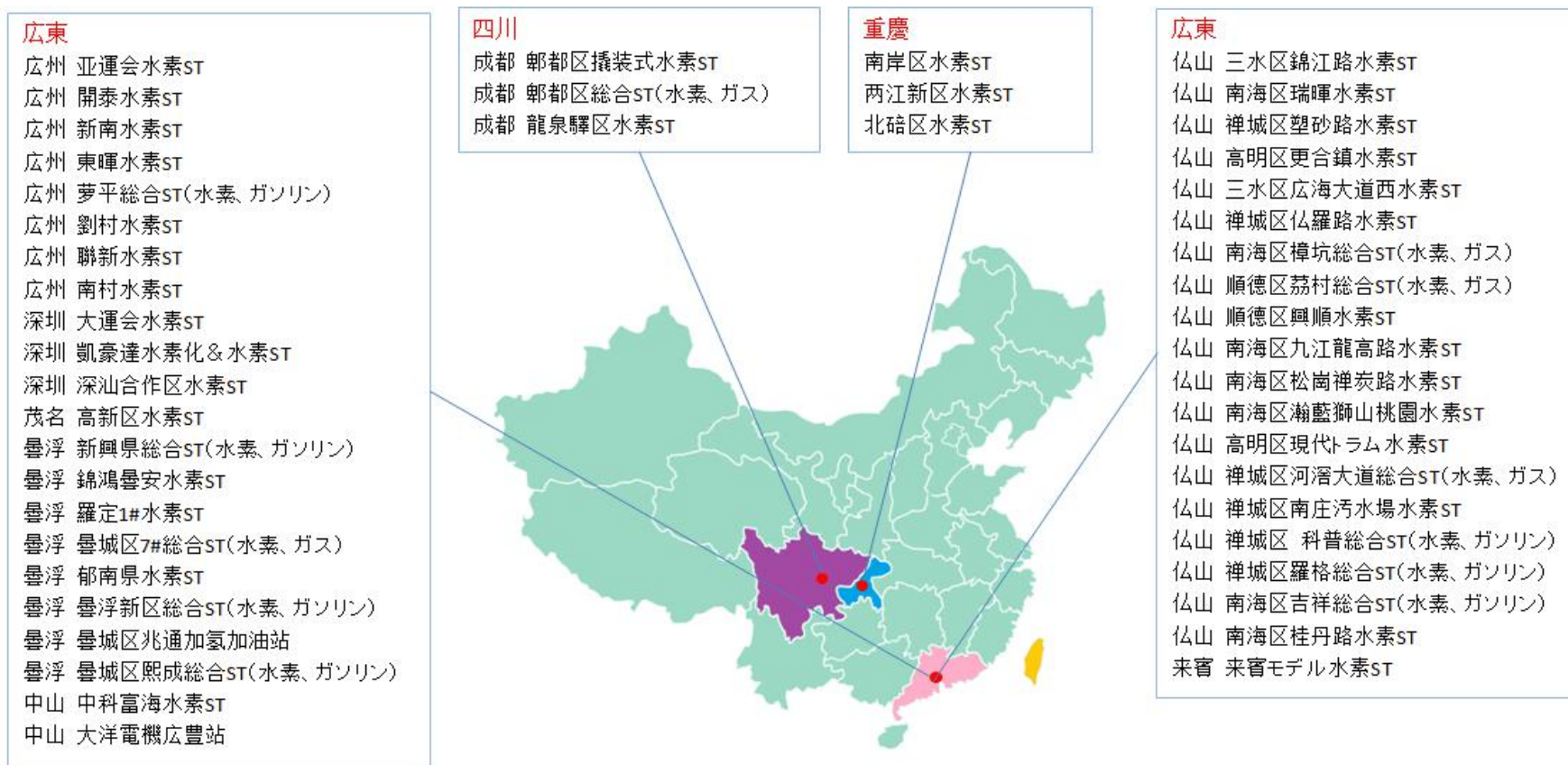
出典：亜化諮詢月刊、net income、香橙会研究院、前瞻研究院等のネット情報により GCFEN が作成。

図 2-5 北部地域に 2020 年まで稼働、建設、建設準備中の水素ステーション



出典：亜化諮詢月刊、net income、香橙会研究院、前瞻研究院等のネット情報により GCFEN が作成。

図 2-6 中部地域に 2020 年まで稼働、建設、建設準備中の水素ステーション



出典：亜化諮詢月刊、net income、香橙会研究院、前瞻研究院等のネット情報により GCFEN が作成。

図 2-7 南部地域に 2020 年まで稼働、建設、建設準備中の水素ステーション

上記の水素 ST について情報源が複数あり、それらの情報は必ずしも一致していないことをお断りしておく。

水素 ST は市民生活と密接に結びつくことから、従来に増して、安全安心対策、より高度な基準に基づく規制、計量校正、高度なメンテナンス技術等が期待されている。

2019 年 3 月の中国全国人民代表大会における全人大代表（議員に相当）の議論では、①水素 ST 等に関わる水素インフラ計画を策定すべきこと、②水素 ST の建設に関する規定・規範、及び許認可制度を完全化すべきこと、③水素 ST に対する補助制度を実施すべきこと、が指摘された。

3. 低コスト化を優先する水素供給源

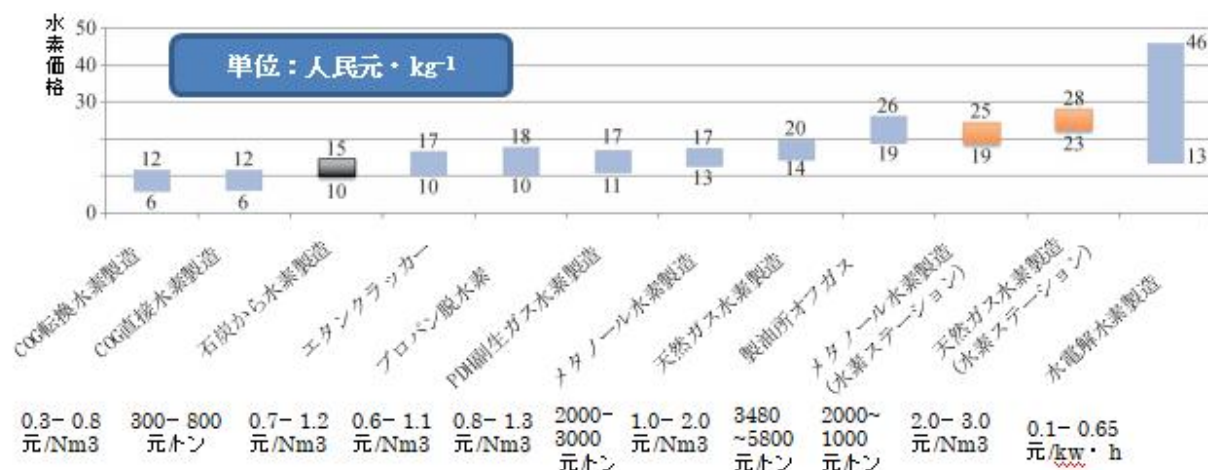
中国では水素の年間生産量の数字が主に 2 つある。一つは「水素白書」によるもので、「工業水素の製造能力を初歩的に評価すると 2,100 万トン/年で、水素エネルギーおよび燃料電池産業が発展する初期段階においては低コストの水素ソースとして提供することができる」としている。もう一つは石油・化学工業規画院の「水素の優位性を発揮し、中国特色ある水素供給網を構築する」論文で、「化学工業による水素製造能力が大きい。チベット以外に工場が立地しており、主に窒素肥料、メタノール、現代石炭化工（石炭液化、石炭天然ガス化、オレフィン、エチレングリコール）、石油精製、コークス炉ガス、及び PDH 等による水素ガス生産量はあわせて 3,800 万トン/年」と記載されている。

石油・化学工業規画院（以下、企画院と称する）は中国全土の石油・天然ガス、ケミカル工場、及び石炭ケミカルに関する国の事業計画のシンクタンクであり、具体的事業の立地企画に管轄する技術専門企画・設計機構である。3,800 万トン/年の水素生産量は、いままでの事業・工場ベースの実績に基づき試算されたデータとのことである。

企画院のデータを引用すると中間製品の水素生産能力として、合成アンモニア産業は約 1,250 万トン/年、メタノール工場は約 1,100 万トン/年、現代的石炭化工は約 750 万トン/年、コークス・セミコークスは合わせて 400 万トン/年（合成アンモニア生産とメタノール生産に利用される部分を除いた）、PDH 等の副生ガスは年産約 70~100 万トンで、その他、ファインケミカル生産に関わる水素生産量は限られており計算対象外としている。また水電解による水素生産プラントは全国に 1,500~2,000 台あり、水素生産能力は 10~20 万 t/年の見込みである。

図 2-8 は企画院が原料価格をローケースとハイケースに想定して試算した既存プラントの水素生産コストであり、COG と石炭由来の水素が安く、170~340 円/kgH₂⁸である。

⁸ 1 元=17 円



出典:「水素の優位性を発揮し、中国特色ある水素供給網を構築する」、韓紅梅等、石油・化学工業規画院。

図 2-8 化工産業プロセスと原料による水素製造価格

水素社会の実現に向けた第一歩として、地方政府は燃料電池公共バスを政府購買とし、また、都市部を中心として燃料電池物流車等を普及させ、低コストの工業副生水素を主要水素源とした水素産業チェーンを形成することを狙っている。

FCVに必要な水素を概略推定すると、2019年末まで中国の燃料電池車販売量は計 6,178 台⁹であることから、仮に燃料電池車の水素燃費が 100km で 6kg として、1 日 1 台の平均走行距離は 200km、年間利用日数は 240 日とすると、6,178 台に必要な年間水素需要量は約 18 万トンであり、既存する工業副生ガスに占める割合は 5%弱になる。

中国においてアンモニアや、メタノール等の生産プラントは過剰であり、稼働率が低く抑えている。したがって、都市部に近いこれらの工場を改造して水素インフラ整備に利用する動きもある。但し、既存する水素製造工場を活かす場合、安全で、良品質な水素を高効率で輸送することが課題である。

遠隔地での未利用の再生可能エネルギー由来の水素はグリーン水素として魅力があるが、長距離輸送の低コスト化が重要である。現在、液化水素とパイプラインで輸送する課題について議論されている。

4. 広東省仏山市の事例

地域活性化の一環として、水素産業チェーンをバランスよく発展させている代表的な都市は広東省佛山市である¹⁰。

⁹ 2015 年 10 台、2016 年 629 台、2017 年 1,275 台、2018 年 1,527 台、2019 年 2,737 台。

¹⁰ 「中国水素エネルギー産業政策研究」、2019 年。

仏山市は、2003 年に中国科学技術部と世界環境基金（GEF）、国連開発計画（UNDP）が協力を「中国燃料電池公共バス商業化モデルプロジェクト」の対象であった。

2014 年、科学技術部は燃料電池自動車の性能向上、コスト低減、燃料電池自動車商業化普及等の課題解決に向けて、GEF、UNDP と連携して北京市、上海市、河南省鄭州市、広東省佛山市、及び江蘇省塩城市など 5 つの都市で「中国燃料電池自動車の商業化発展促進プロジェクト」を実施した。

この背景で仏山市は 2016 年 9 月に 13 台の水素燃料電池バスを導入して全国初の水素燃料電池都市バスモデル路線を開設した。2019 年半ばまでに、水素燃料電池都市バスを延べ 317 台、軽トラック物流車を 448 台、さらに都市鉄道（路面電車）車を 5 輦導入した。因みに、この都市鉄道の運行距離は 17.4km、20 駅の構成である¹¹。

UNDP と中国自動車協会が主催する「2019UNDP 水素エネルギー産業大会」は仏山市で開催され、同市長蔣氏は、「水素サプライチェーンの構築には、水素製造、貯蔵、輸送、注入のそれぞれに課題を有する。今の段階では工業副生ガスを利用している。水電解による水素の選択肢があるが輸送コストが高いため、液体水素に関心がある。水素 ST のコストダウンのため土地利用に工夫することの重要である」と述べた。特に、国際協力については、海外の経験と先進的な技術を学ぶべきであると述べた。

大量の水素を低コストで安定的に確保するため、仏山市は市の周辺の 100km 範囲内の化工工場の余剰水素を利用している。図 2-9 は化工工場までの距離を示している。東莞市まで 100km 程度、江門市まで 70km、広州市まで 35km で、トレーラー輸送で水素の使用を支えている。

巨正源科技有限公司は虎門港に PDH 事業を新規に建設しており、60 万トン/年を 2 期に分けて建設する。事業の一環である石炭ガス化プラントによる水素供給能力は 5 万トン/年であり、仏山市の水素供給の主要供給元となった

仏山市のように、既存する化石燃料からの低コスト水素の利用は、中国の水素 ST の一般的なケースである。



出典：GCFEN 作成

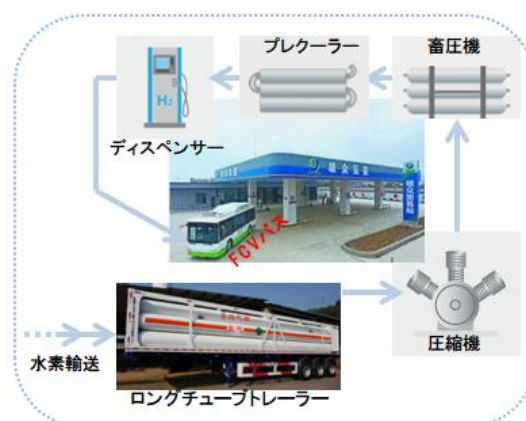
図 2-9 仏山市水素供給先

¹¹ 仏山市許国副市长インタビュー、2019 年 7 月 26 日。<http://chuneng.bjx.com.cn/news/20190726/995607.shtml>

5. 水素ステーションの投資費用

水素 ST の主要設備は図 2-10 に示したように、水素をトレーラーから受け入れて、圧縮機で所定の圧に昇圧して蓄圧器に入れ、プレクーラーで水素を冷却してディスペンサーから車両に供給する。

水素 ST はすでに述べたように、オフサイト方式、オンサイト方式で、また、充填方式では固定式と移動式のスキッドマウント式、水素充填車があり、タイプにより水素 ST の建設コストが大きく違う。中国の主な水素 ST であるオフサイト方式は圧縮設備蓄圧機、ディスペンサー、制御システムなどのコア設備は国産のものの割合が高く、コスト全体の削減につながっている。



出典：GCFEN 作成

図 2-10 水素 ST 主要構成

水素 ST の投資金額は土地の立地条件により大きく変わる。固定式水素 ST の投資額は概ね、圧力 35 MPa、固定式水素 ST で 1,000～3,000 万元（約 1.7～5.1 億円、1 元=17 円、以下同）で、スキッドマウント式は約 300～1,000 万元である。因みに、一般的な充電 ST は 800 万元程度で、ガソリンスタンドは 500 万元程度である。

表 2-1 に中国のオフサイト・固定式水素 ST 投資額を示した。2018 年 8 月広東省仏山市は 8 ヶ所で圧力 35 MPa の水素 ST を整備した。それらの投資実績は仏羅路水素 ST の 1,250 万元は最も低く、南海瑞晖水素 ST は 1,550 万元、瀚藍松岡禅炭路水素 ST は 2,985 万元であった。

上海金山水素 ST は圧力が 35 MPa と 70 MPa の併存タイプで、1 日の水素注入能力は 1,920kg で、投資金額は 5,500 万元で、日本円で約 9 億円となる。

表 2-1 中国のオフサイト・固定式水素 ST 投資額

	地名	水素ステーション	1日注入量	貯蔵容量	注入圧力	投資額
		名称	(kg/d)	(kg)	(Mpa)	(万元)
2017年	江蘇省如皋	南通百応水素ST	2000	930	35	2,473
2017年	広東省仏山市	丹灶水素ST	360	350	35	1,550
2018年	広東省仏山市	仏羅路水素ST	1000		35	1,250
2018年	広東省雲浮市	羅定水素ST	400		35	1,780
2019年	上海市	金山水素ST	1920		35/70	5,500

出典：天風証券研究所資料。

オフサイト方式の水素 ST の投資金額に占める主要項目の割合を表 2-2 に示した。全体投資 2 億 5,500 円（1,500 万元）の場合、圧縮機は 7,650 万円であり 30%を占める。ディスペンサー、プレクーラー、及びタンク・蓄圧器等の主要設備は合わせて約 8,000 万円ですべての投資額の 31%を占める。また土木建設費は 3,825 万円ですべての投資額の 15%、設備据付費用は 2,805 万円ですべての投資額の 11%、配管等は 3,315

万円で 13%である。

表 2-2 オフサイト・固定式水素 ST コスト構成

内容	投資に占める割合	価格	
	(%)	人民元(万元)	日本円(万円)
圧縮機	30	450	7,650
土木建設費	15	225	3,825
設備据付等	11	165	2,805
配管	13	195	3,315
ディスプレイ	13	195	3,315
ブレーカー	7.0	105	1,785
タンク・蓄圧機	11	165	2,805
合計	100	1,500	25,500

注：1 元=17 円で計算する。

出典：国際水素燃料自動車大会、天風証券研究所

6. 水素ステーションの基準・規定

表 2-4 に「我が国の都市部水素ステーション企画発展方式検討」による水素 ST のタイプ別の使用面積、水素貯蔵容量、充填能力を示した。この検討によると、固定式水素 ST で必要な面積は 2,000～4,000m²で、スキッドマウント式は 200～600m²、スキッドマウント式を除く移動式は 50m²以下である。

表 2-4 都市部の水素ステーション整備における分類、能力、土地利用面積

分 類	水素貯蔵容量 (kg)	充填能力	土地利用面積 (m ²)
固定式	1000	バス25台分、または乗用車100台分 水素消耗量2～3トン	2000～4000
スキッド マウント式	400～500	バス12台分、または乗用車50台分 水素消耗量2～3トン	200～600
移動式	200～300	バス8台分、または乗用車30台分 水素消耗量2～3トン	<50

注：移動式にスキッドマウント式を除く

出典：「我が国都市部水素ステーション企画発展方式検討」、房達等著書。

都市部で水素 ST を整備する場合、土地利用許認可が難しいことから、すでに述べたようにガソリンスタンド・充電スタンド等と合わせて整備する「三位一体」や、「四位一体」等のような併設型水素 ST がこれから伸びると予想される。

中国石油天然ガス集団、中国石油化工集団は既存のガソリンスタンドを活用した水素 ST の整備に着手している。2019 年 7 月 1 日、広東省仏山市でガソリン・充電・水素「三位一体」の樟

杭ステーションを整備し、中国初の併設型水素 ST となった。水素供給能力は 500kg/日である。

表 2-5 は中国の「水素 ST 技術仕様 (GB50516-2010)」に基づき、独立型と併設型の水素 ST の等級を総容量とタンク容量で分類している。

表 2-5 中国の独立型・併設型水素ステーションの分類

等級	独立系水素ST		水素・ガス併設ST		水素充填・ガソリン給油併設ST			
単位	総容量	タンク容量	総容量	タンク容量	ガソリンスタンド条件 (タンク総容積)			
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	120m ³ < ≤180m ³	120m ³ < ≤180m ³	120m ³ < ≤180m ³	120m ³ < ≤180m ³
一級	4000< ≤8000	≤2000	1000< ≤4000	≤1000	併設不可	併設不可	併設不可	併設不可
二級	1000< ≤4000	≤1000	≤1000	≤500	併設不可	一級 併設後	一級 併設後	一級 併設後
三級	≤1000	≤500			併設不可	一級 併設後	二級 併設後	三級 併設後
備考			パイプラインで水素供給に貯蔵総容積≤12m ³	サブST ガス総容積≤18m ³				

出典：水素 ST 技術規範「GB50516-210」.

第3節 水素の生産

国際エネルギー機関（IEA）によると、現在、化学分野を中心に世界全体で年間 7,000 万トンの水素が消費されている¹²。

中国において水素生産量は約 2,100 万トン/年¹³で、産業用水素については、長年需給はほぼバランスをとって推移してきた。

中国の水素は主に石炭、天然ガス等の一次エネルギーを原料とする水素、メタノール等の化工で副生する水素、製油所のオフ・ガス、コークス工場の副生ガス（COG）、苛性ソーダ工場の副生ガス、プロパン脱水素（PDH）等の工業副生水素、および水電解法による水素である。

中国では、水素燃料電池バス、水素燃料電池軽トラックなどの商用車の導入普及が広がりつつある。現段階では、水素供給源は近距離にある工業副生水素に依存している。

2020 年から水素をエネルギーは統計の対象となり、2019 年 11 月に中国国家統計局は水素消費量の申告の際には 10,000Nm³ 水素の発熱量を 142,000kJ/kg として、4.361 トン標準炭に換算するとの通知を発表した。

1. 水素生産・消費の現状

中国の産業用水素生産量と消費量の推移は図 3-1 に示したように、この 10 年間需給バランスがとれている。水素生産量は 2009 年の 1,097 万トンから 2017 年には 1,915 万トンとなり、水素消費は同期に 1,095 万トンから 1,910 万トンになった。



出典：「水素と水素工業は我が国の「能源自主」における戦略的位置づけ」、中国石油探査開発研究院、鄒才能、張福東等、2020 年 6 月。

図 3-1 中国の水素生産量・消費量推移（2009-2017 年）

表 3-1 に工業副生水素の年間産出量の試算結果を示した。COG 中の水素と苛性ソーダ生産工

¹² 2019 年 9 月 25 日東京・水素閣僚会議における IEA エネルギー技術政策課長。

¹³ 水素白書、2019 年 6 月出版。

程の副生水素は合わせて 800 万トン/年程度と試算している。エタנקラッキングやアルカン事業等の新規事業が増えていることを考慮して、これによる水素生産は全国で数百万トンあると見込んでいる。

表 3-1 工業副生水素年間産出量（試算値）

名称	単位	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
クロルアルカリ 水素計算量	万t/年	50.3	59.4	65.1	68.8	76.7	79.0	79.2	81.1
COG 水素計算量	万t/年	648	715.3	741.1	796.5	797.4	748.7	750.9	721.3
合計		698.3	774.7	806.2	865.3	874.1	821.7	830.1	802.4

注 1：コークス 1t から COG は 425.6 m³。COG100 m³に水素は 44m³含有しているとの前提。

注 2：苛性ソーダ生産量 1t から水素産出理論量は 270 m³。

出典：「水素ステーションに利用する化工副生水素のポテンシャル分析」、徐如輝。ENERGY CONSERVATION、NO.02 2019。

2. 水素の需給目標

水素白書の予測によると、水素は中国のエネルギー構造における一部を占め、エネルギー消費に占める割合は、2030 年までに 5%で、2050 年までに 10%となる見込みである。

水素供給源では、2020 年には化石資源由来の水素は水素全体の 67%を占めるが、2050 年には 20%に減少するとしている。一方、再生可能エネルギー由来の水素は 2020 年の 3%から 2050 年に 70%に増加するとしている。

水素の消費量は 2050 年までに交通分野で 2,458 万トン、工業分野で 3,370 万トン、建設及びその他で 110 万トンと試算されている。

表 3-2 中国燃料電池車の中長期予測

	商用車				乗用車
	ローケース		ハイケース		全体に占める割合
	台数	%	台数	%	%
2030年	36万台	7	72万台	13	3
2050年	160万台	37	300万台	70	14

出典：白書 P16 により GCFEN が作表。

水素白書の交通分野での水素消費予測を表 3-2 に示した。中国水素連盟は FCV 普及シナリオに沿って推定しており、2030 年に、水素燃料電池商用車販売台数はローケースで 36 万台、ハイケースで 72 万台になると予測しており、商用車全体の販売量に占める割合はそれぞれ 7%、13%とし、水素燃料電池乗用車は全体の 3%になるとしている。2050 年の水素燃料商用車の販売台

数はローケースで 160 万台、ハイケースで 300 万台になると予測しており、商用車全体の販売量に占める割合はそれぞれ 37%、70%であり、水素燃料電池乗用車は全体の 14%になるとしている。また、水素燃料トラックが交通分野の水素総消費量の 70%を占めると試算している。

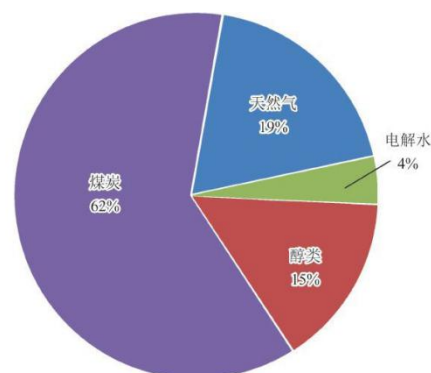
水素発電の推進は中国ではまだ検討中であり、将来の導入拡大が見込まれるが、現段階では水素消費量に係る予測まではなされていない。

船舶運輸での水素導入は、内陸水路向けの 35MPa 高圧水素シリンダー搭載、航行距離 140 キロ、4×135kW PEFC の水素燃料電池船が試作されたが、導入普及のスケジュールの報道はまだまだなく、水素消費量の予測の対象外である。

3. 中国の主要な水素供給源

中国は豊富な石炭資源を利活用して産業用水素を生産している。

図 3-2 に産業用水素の生産量割合を示した。2017 年で石炭由来水素は水素生産量全体の 62%占める。天然ガスからの水素が同 19%で、アルコール由来の水素は 15%である。水電解による水素生産は全体の 4%を占めている。一方、中国能源新聞によると、石炭由来、天然ガス由来とも同じ値が記されているが、アルコール由来は工業副産品水素として 18%、水電解水素は 1%としている。水電解水素は後述するが、1%未満と思われる。



出典：「天然気工業」2019 年。

図 3-2 産業用水素生産量の割合



出典：2010-2017 年データは智研諮詢報告書。2018 年は推定、2019 年は白書。

図 3-3 中国水素生産量と石炭由来の水素生産量の推移

図 3-3 は 2010 年から 2019 年の中国の水素総生産量と石炭由来の水素生産量の推移である。

石炭由来の水素の全体に占める割合は 2010 年に 52%であったが、その後も増えており、2014 年に 55%を超え、2016 年に 60%となり、2017 年には 62%であった。

原料別の水素生産コストについては、光大証券研究所が「石油精製工場における水素プロセス選択」の研究成果に基づき試算した結果がある（表 3-3）。この試算結果では直接石炭を原料としてガス化により水素を生産した場合のコストは約 14 円～20 円/Nm³（1 元=17 円）であり、工業副生水素を下回る。

表 3-3 原料別水素コストの試算

	化石燃料		化工副生水素				メタノール リフォーミング	水電解水素
	LNG リフォーミング	石炭水素生産	COG	塩化アルカリ 副生水素	プロパン 脱水素	エタン クラッキング		
原料	天然ガス・水	石炭・水	原料炭	原塩	PDH	エタン	メタノール・水	水電解水素
原料価格	2.2-3.5元/Nm ³	400-800元/t	-	-	-	-	1800-3400元/t	-
水素生産規模 (Nm ³ /h)	0.1-10	0.1-10万	19178 ¹	2500~12500 ²	19000 ³	100000 ⁴	3000	>300
水素製造コスト (元/Nm ³)	1.04-1.48	0.83-1.13	1.19	1.3	0	0	1.73-2.78	>3

注 1.仮にコークス生産規模は 100 万トン/年。

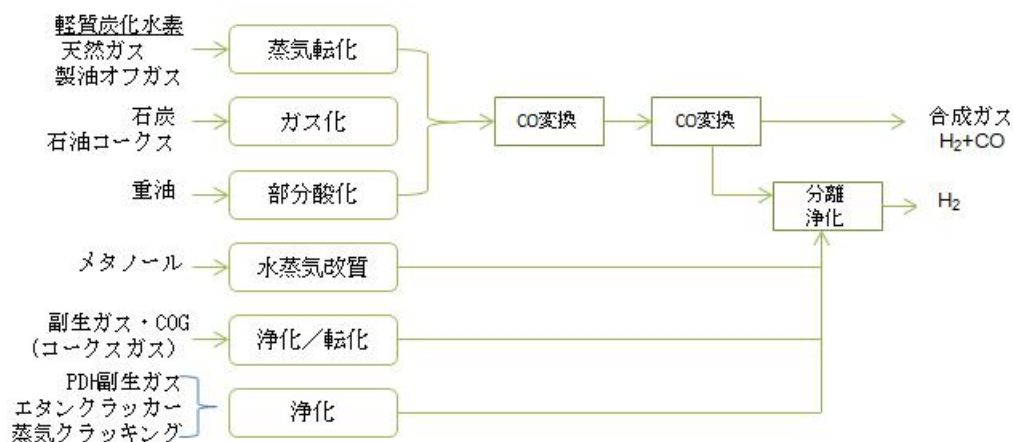
注 2.仮に活性ソーダプラント規模は 20-100 万トン/年。

注 3.仮に PDH プラント規模は 45 万トン/年。

注 4.仮にエタンクラッキングプラント規模は 125 万トン/年。

出典：「石油精製工場における水素プロセス選択」、化工管理 2018 年 5 月（月刊）、光大証券研究所等。

化石資源からの水素生産のフローを図 3-4 に示した。主要な技術は石炭ガス化、天然ガスやナフサなどの化石燃料を改質である。改質には水蒸気改質法や、部分酸化改質法、その両方を使用したオートサーマル改質法があるが、水蒸気メタン改質法（SMR：Steam Methane Reforming）が主流である。

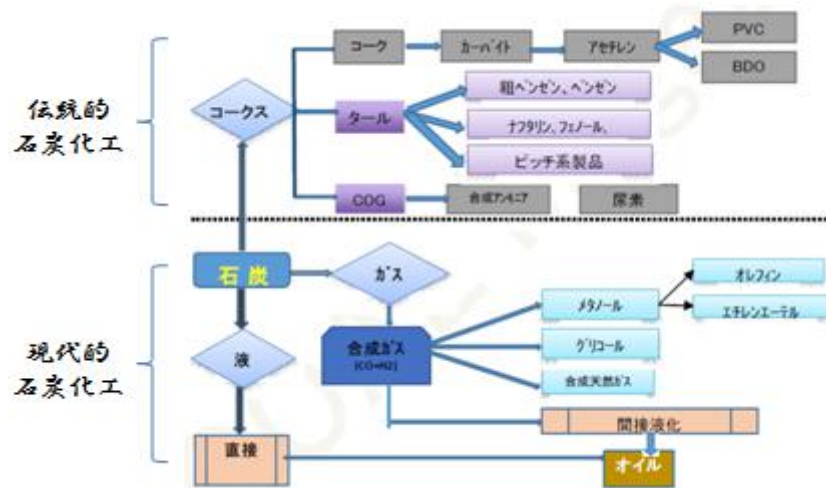


出典：「水素の優位性を発揮し、中国特色ある水素供給網を構築する」、韓紅梅等、石油・化学工業規画院。

図 3-4 化石資源からの水素生産フロー

4. 石炭を原料とする水素生産

中国政府がガソリンの品質に対して厳しく規制をかけている中で、石油精製工場は重油の脱硫や水素化分解などに用いる水素を石炭ガス化により安価に得ようとする動きが本格化した。水素プラントは 2000 年代以降に中国の石油会社に導入されており、石油精製工場では、もともと天然ガスや、ナフサのスチーム・リフォーミング法により水素を製造していたが、最近では、石炭を原料とする水素製造に切替えるようになった。



出典：JCOAL Magazine,第147号

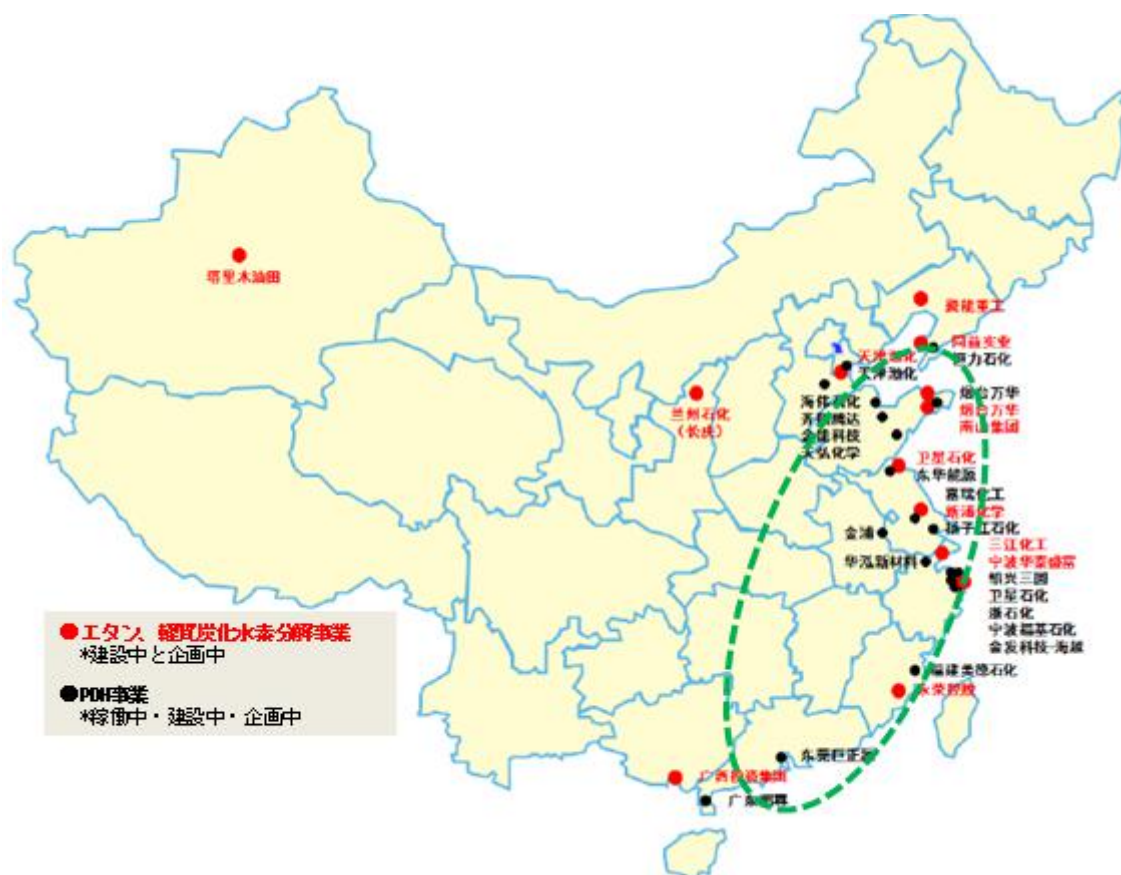
図3-5 現代的炭化工と伝統的炭化工

図 3-5 に示したように、中国の石炭化学工業は、コークス生産の副生 COG の利用、タールの化工、カーバイド - アセチレン化学などの伝統的炭化工から石炭ガス化をベースにした現代的炭化工事業に転換してきたが、その過程で、石炭ガス化技術が成熟し石油精製の水素源としても技術的信頼性が高まり、経済性も踏まえて使用されるようになったと考えられる。

表 3-4 に石油精製事業の一環として設置した石炭由来の水素製造プラントの一覧を示した。天然ガスの水素製造に比べて初期投資は高いが、ランニングコストが安い。また、原料の安定供給が確保される。中国国内では政府により各地域の石炭消費量は一定枠に抑えられているが、石油精製企業はこの石炭利用「枠」を確保するため、地元政府の協力を得て、「上大圧小」政策により、立遅れた火力発電所や工業ボイラを閉鎖させ、石炭の「消費権利」を獲得している。

ガス生産専門企業も石油精製企業と同様に石炭ガス化による水素生産を拡大する傾向である。

図 3-6 は中国のエタン等の軽質炭化の水素化分解、PDH 等の稼働中、建設中、及び新規計画の事業の所在地を示した。緑色の点線で示したところは中国では沿海水素バンドと言われている。



出典：卓創資迅、光大証券研究所等。

図3-6 化石資源から形成された沿海水素バンド

2010 年以降、石油コンビナートや、石炭工業団地に新規建設した大型石炭水素プラントの生産能力はあわせて 80 万 Nm^3/h である。表 3-4 は石油精製工場で稼働している石炭水素事業であり、表 3-5 はガス生産専門企業の水素事業である。

表 3-4 石油精製会社が稼働する石炭水素事業（2017 年）

社名	場所	水素プラント能力 (Nm^3/h)	原料
中石化 茂名石化公司	広東省茂名市	200,000	石炭
中石化 南化公司	江蘇省南京市	126,000	石炭
金城化工科技公司	山東省淄博市	60,000	石炭
中石化 九江石化公司	江西九江市	100,000	石炭
中海油 惠州二期事業	広東省惠州市	210,000	石炭

出典：関連会社、石油・化学工業規画院、ネット公開資料により GCFEN が作成。

表 3-5 ガス生産専門企業の石炭水素事業（2017 年）

社名	工場所在地	水素プラント能力 (Nm ³ /h)	原料
盛德気体集团有限公司	新疆克拉玛依	60,000	石炭
	河北石家庄市	126,000	石炭
	湖北省荆門市	220,000	石炭

出典：会社 Web、事業報道情報等により GCFEN が作成。

石油精製事業、ガス生産専門及び C1 化学事業での石炭ガス化の導入が増えている。表 3-6 には建設中の石炭水素事業を示し、表 3-7 には計画中のものを示した。これらは、亜化諮詢公司報告書、中国煤炭資源網および中国擬在建項目網¹⁴等のネット公開情報を整理した結果でありすべてを網羅しているものではない。

表 3-6 建設中の石炭水素事業

社名	場所	水素プラント (万t/年)	原料
山東神馳	山東省東営市	7.71	石炭
山東金城化工	山東省淄博市	4.02	石炭
中石化 鎮海製油場	浙江省寧波市	6.70	石炭 + 石油コークス
中石化 揚子石化二期	江蘇省南京市	4.76	石炭
盛德気体	湖北省荆門市	3.55	石炭
中科煉化	広東省湛江市	10.05	石炭
広西華誼化工	広西・欽州	20.10	石炭

出典：亜化諮詢公司 2018 年報告書、中国擬在建項目網

表 3-7 企画中の石炭水素事業

社名	事業規模・製油能力 (万トン/年)	PSA規模 (Nm ³ /h)	水素製造規模 (Nm ³ /h)	原料
恒力石化	2,000	730,000	500,000	石炭
浙江石化	4,000	480,000	145,000	石炭 + 石油コークス
盛虹煉化	1,600	440,000	230,000	石炭
中委広東石化	2,000	130,000	120,000	石炭
中石化 海南煉化	100万トンオレフィン 石油精製改造	90,000	96,000	石炭
中国兵器工業集團	精製化工	N/A	183,000	石炭
中化泉州	100万トンオレフィン 石油精製改造	N/A	140,000	石炭
北方華錦化学工業集團	リノベーション事業	N/A	100,000	石炭
中石化 燕山石化	1,200	N/A	100,000	石炭
中科合衆広東	1,500	80,000	N/A	石炭

出典：中国擬在建項目網、2020 年 4 月

¹⁴ <http://www.bhi.com.cn/default.html>

5. 産業副生水素

中国における各工業製品の生産実績や生産能力から推定した水素生産見込みを以下に述べる。

5.1 コークス炉ガス(COG)

中国のコークス生産量は、2018年で4億3,800万トン、2019年に4億7,100万トンである。コークス1トンに対してCOGは約425.6 m³産出されるのでCOGの年間生産量は2,000億m³程度と推定される。中国冶金新聞によると、最近のコークス炉は熱回収技術の導入が進み、COGの50～55%が余っているとのことである。余剰COGは都市ガス、発電、化工品生産に使われている。このガスの一部をPSAにかけ高純度水素ガスをつくり燃料電池等に利用することが期待される。

中国のコークス主要生産地域は図3-7に示したとおり、約60%が山西省、河北省、山東省、及び内モンゴルに集中している。



出典：卓創資迅、光大証券研究所等。

図3-7 中国のコークス生産主要地域

COG から PSA で水素を分

離すると、1m³COG から水素約 0.44m³ が得られる。一方、中国コークス協会の資料では、表 3-8 に示したように、0.55m³ の値が示されている。これらの値をもとに、中国における COG からの水素生産可能量を推定すると、2,000 億 m³ (標準状態と仮定) × 50 (%COG の外部利用) / 100 × 44-55(vol% COG 中の水素含有量) / 100 × 2(kg/モル) × 10⁻³ / 22.4 (Nm³/モル) = 393～491 万トンとなる。

表 3-8 COG 主要成分と含有量割合

COG成分	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂	O ₂	その他
含有量割合(%)	55%	23%	5%	2%	5%	0.5%	9.5%

出典：中国コークス協会資料。

5.2 苛性ソーダ

食塩電解による苛性ソーダ生産で副生する水素は苛性ソーダ 1 トン（固形 100%換算）で塩素 0.89 トン（乾燥）と同時に水素 280Nm³(乾燥)を生成する。

中国の食塩電解情報ネットによると、2019 年末の中国国内の食塩電解企業は 161 社あり、総生産量は 4,380 万トンである。その 65%は業界トップ 10 社に集約している。

主要生産地域は図 3-8 に示したように、山東省、江蘇省、内モンゴル、新疆、及び浙江省、河南省、河北省に集約している。



出典：卓創資迅、光大証券研究所等。

図3-8 中国の苛性ソーダ・塩素生産主要地域

表 3-9 中国国内苛性ソーダ企業トップ 3 社

会社名	2017年生産量 万トン	水素利用対象① 万トン
新疆中泰化学社	122.00	0.92
上海塩素ケリル社	75.00	0.56
山東・濱海集団	68.00	0.51

注①：未利用水素の30%で計算対象とする。

出典：中国食塩電解ネット情報。

表 3-9 に示したように、水素利用可能量は 1 社で 1 万トン未満であるが、将来の、水素の分散型利用での供給が期待される。

5.3 プロパン脱水素(PDH)

2019 年 3 月の情報により、中国の稼働中の PDH（Propane Dehydrogenation）生産能力は 558.5 万トンである。2019 年末までの新規事業（建設中、案件申請中）は約 60 件ある。

稼働しているプラントは表 3-10 に示したように 10 件で、水素の生産能力をあわせて約 21 万トン/年である。

表 3-10 稼働中 PDH 事業

所在地・会社	アクリル設計量 (万トン/年)	水素生産量 (万 t/年)
天津・渤海石化集団	60	2.28
浙江・衛星石化学集団	45	1.71
浙江・海越新材料公司	60	2.28
浙江・三錦石化公司	45	1.71
江蘇・東華能源張家口	60	2.28
江蘇・東華能源新材料	66	2.51
山東・万華化学公令	75	2.85
河北・海偉交通設施集団	50	1.90
遼寧・恒力石化	30	1.14
広東・深セン巨正源集団	60	2.28

出典：卓創資迅、亜化諮詢公司、光大証券研究所等。

5.4 エチレン生産

エタンやナフサを主とする炭化水素を水蒸気と混合して 800－900℃程度の高温で熱分解するエタンクラッキング法、又はナフサ法での副生水素の生産である。メタノールからオレフィンにしてエチレンを生産するプロセスでの副生水素生産もある。

エタンクラッキングでエチレンを生産するプロセスは収率が高く投資効果が高いことから、中国では新規事業が増えている。2019 年末現在で稼働している事業は 1 件、建設中事業は 6 件あり、FS 実施中の事業も 1 案件ある。

新浦化学公司是江蘇省泰興經濟開發区で中国初のエタンクラッキングプラントを建設し、2019 年に生産を開始した。エチレン製造設計能力は 78 万トン/年で、水素生産能力は 5.03 万トン/t である。建設中のエタンクラッキング事業は表 3-11 に示した 6 件である。

表 3-11 エタンクラッキング事業

会社名	エチレン生産能力 万トン/年	水素産出量 万トン/年
遼寧・宝来化工公司	80	5.16
山東・万華化学公司	100	6.45
浙江・華泰盛富公司	40	2.58
山東・魯清石化公司	75	4.84
新疆・中石油タリム	60	3.87
陝西・中石油蘭州石化	80	5.16

出典：亜化諮詢公司、ネット情報等により整理、作成

6. メタノールプラントの改造による水素生産

中国のメタノールは主に石炭、天然ガス、および COG から生産される。石炭からのメタノール生産は中国の伝統的な石炭化学であり、表 3-12 に 2017 年の原料別のメタノール生産の現状を示した。石炭を直接原料とするメタノール生産企業が全体の 70% で、メタノール生産量の 75.2% を占める。COG も含めるとメタノール生産の 9 割弱が石炭原料により生産されている。

表 3-12 原料別メタノール生産

原料	社数	社数に占める割合	生産能力（万トン）	生産に占める割合
石炭	154	70%	5,045	75.20%
天然ガス	20	9%	846	12.60%
COG	45	21%	821	12.20%
合計	219	100%	6,712	100%

出典：中国窒素工業協会情報により整理。

中国窒素工業協会の情報では、2017 年、メタノールプラントの生産能力は 8,167 万トンあり、2 年間連続の稼働停止中プラントを除いた有効生産能力は 7,644 万トンである。同年、メタノール生産量は 4,529 万トンでプラント利用率は 59.2% であった。

中国国内の議論によると、石炭系メタノールプラント生産工場に PSA と浄化ユニットを新たに設置すれば、水素工場に変身できて、新規工場に比べて投資額は大幅に抑えられるとのことで注目されている。

7. 水電解の水素生産

中国では、水電解法は主にアルカリ水電解による水素生産で、生産量は 80,000 トン程度と推定され、現状では中国水素総生産量の 1%に満たない。

表 3-13 に水電解水素技術の比較を示した。実用化されているアルカリ水電解は固体高分子形（PEM 形）水電解法は研究開発から実用化を目指している段階である。水の熱分解法や、バイオマスガス化、光触媒などの低炭素水素製造技術研究開発されている。

表 3-13 水電解水素技術

項目	ALK電解水	PEM電解水	SOEC電解水
電解質/膜	30% KOH/石綿膜	純水/イオン交換膜	固体酸化物
電解槽効率 (kWh/Nm ³)	4.5~5.5	4.3-5.0	≤3.5
電流密度 (A/cm ²)	0.2~0.4	1.0~2.0	0.3~1.0
作業温度 (℃)	80~90	60~90	900~1000
水素純度	≥99.8%	≥99.999%	-
コスト (円/kWh)	27,200~102,000	136,000~419,900	
技術成熟度	成熟	早期市場導入	研究開発

出典：「中国水素産業チェーン年度報告 2019」、亜化諮詢公司、2019 年。

水の電気分解による水素は、用いる電力によって火力発電由来と再生可能エネルギーの電力由来の水素に分けられる。火力発電では、安定的かつ大規模に水素生産を確保できるが、中国の電力供給の 7 割程度が石炭火力に依存するため、得られた水素は「グリーン水素」と定義されている。

再生可能エネルギーの電力はポテンシャルが大きく、CO₂フリーの水素を製造することが期待されている。然し、出力変動の大きい電力を使うことになるため、膜・電極の耐久性向上とともに、関連機器の安定運転を確保する必要がある。とくに、中国の再生可能エネルギーは水素消費地域と離れているので水素輸送がボトルネックとなる。

中国のアルカリ水電解設備製造大手企業は天津大陸製水素設備有限公司で水素製造設備の能力は 2~1,000Nm³/h、圧力は 0.5~5.0MPa である。また蘇州競立製水素設備有限公司は設備能力は 2~1,500 Nm³/h である。表 3-14 は海外メーカーとの比較である。

表 3-14 アルカリ水電解生産の比較

社名	水素製造能力 (Nm ³ /h)	電力消費 (m ³ /kWh)	水素濃度
ドイツEB	2-1,200	4.2-4.5	99.9
Enapter	250-1,000	—	99.9
天津大陸	0.1-1,000	≤1-	≥1-1
蘇州競立	2-1,500	—	99.9
揚州中電	20-1,000	4.5	99.999
安思卓	0.18-1,000	≤4.5	>99.999
中船重工718所	1-600	≤-6	99.99

出典：中国水素産業政策研究、2020年1月。

海外のアルカリ性水素の電流密度は1Aに達しているが、中国は0.4Aが努力目標である。PEM電解水では、単体電解槽10m³/h規模のものはまだ成熟していない。膜、電極材料および触媒等にも課題を抱えている。

水電解による水素製造は電気代が水素コストに直結する。中国では、工業用電力料金は民生用より高く設定されるため、表3-15に示したように、水素製造コストは998円/kgとなった。夜間電力を利用して水素を生産しても競争力がない。表3-15に電力料金別の水電解水素生産コストを化石由来水素の生産コストとの比較で示した。

表 3-15 電力料金別の水電解と化石燃料由来の水素製造コストの比較

種類	水素製造方法	主要素単価	水素製造コスト
水電解	工業用電力	13.6円/kWh	998円/kg
	夜間電力	5.1円/kWh	374円/kg
	再生エネ/ロス電力	1.7円/kWh	125円/kg
化石燃料	石炭	9,400円/t	120円/kg
	天然ガス	51円/Nm ³	290円/kg
工業副生水素		17円/Nm ³	187円/kg

出典：「2019-2020 中国自動車動力電池及び水素燃料電池産業発展」、2020年5月

昨年10月に、当法人は山西省大同市を訪問し、太陽光発電のオンサイト水素STを見学した。

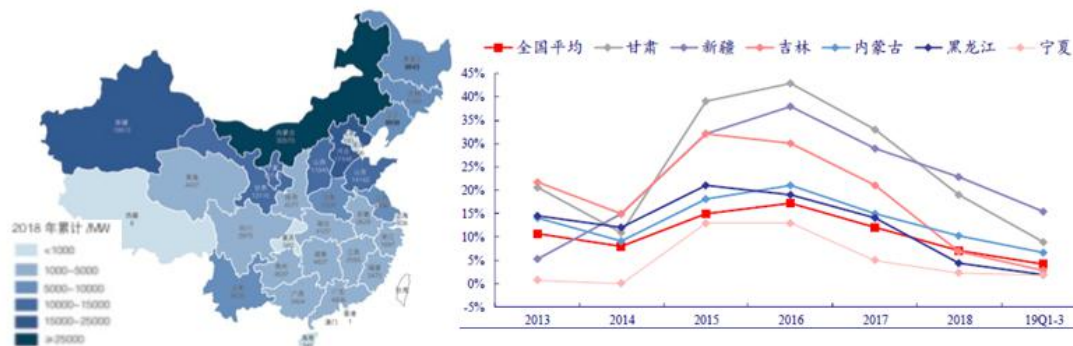
この水素ステーションで製造した水素は大同市内の水素燃料電池公共バス50台を支えている。現状では、水素生産コストは販売価格を上回っており、超過部分は水素燃料電池公共バス普及促進のモデル事業の一環として市が補助しているとのことである。



8. 再生可能エネルギーの電力による水素

中国国家エネルギー局のデータによると、2019 年末の中国の再生可能エネルギー発電ユニットの能力は 7.94 億 kW で前年同期比 9% 増となり、世界最大の再生可能エネルギー発電能力を有している。しかし、風力、太陽光、水力による発電電力は送電系統の能力が足りないため電網に受入れられないチャンスロスの電力が多くある。中国語で「棄風」「棄光」「棄水」とよばれ、中国再生可能エネルギー開発の大きな問題となっている。

2019 年、中国の風力発電チャンスロスの電力は 169 億 kWh であり、前年同期比 3% 減少した。図 3-9 の左図は地域別の風力発電能力で、内モンゴル、新疆、甘肅省、寧夏、河北、及び東北地域が高い。右図で分かるように、2016 年にチャンスロスがピークになったがその後徐々に下がってきている。



出典：国家能源局データ、中国銀河証券研究院等。

図 3-9 中国風力発電地域分布と主要地域のチャンスロス推移

同年、太陽光発電は 2,243 億 kWh で、そのうち、約 2% に相当する 46 億 kWh がチャンスロスであった。チベット、新疆、及び甘肅省の「廃光」率がそれぞれ 24.1%、7.4%、及び 4.0% で大幅な改善が求められる。

水電解により凡そ 5kWh の電力で 1 Nm³ の水素が生産される。中国は西北地域、東北地域等の再生エネルギー発電からの電力チャンスロスを利用して水素を生産するポテンシャルが大きくあるといえる。

国際水素エネルギー協会副主席、清華大学教授毛宗強先生は、グリーン水素は中国エネルギーの構造調整に貢献し、水素の活用による電力供給のフレキシビリティを引上げ、風力発電、太陽光発電による水素製造によって「棄風」「棄光」の問題を解決し、また水素発電は石炭火力発電の代替として主力電源となる時代を迎えられる。とくにグリーン水素の国際貿易においては、中国の西部地域と東北地域の豊かな再生可能エネルギーで生産する水素を欧州向けに輸出、東部地域で製造する水素を日本、韓国向けに輸出する一方、中部地域の水素は国内消費を満足するシナリオが実現されたら、中国のエネルギー構造が大きく変化すると述べた。

第4節 水素貯蔵と輸送

水素は常温常圧下では気体で、体積あたりのエネルギー密度が低いことから、貯蔵と輸送の効率を上げるために高い密度を維持することが求められる。

中国では、水素の貯蔵は高圧で圧縮して高圧タンクに入れて輸送するのが一般的な方法である。トレーラーで高圧ガスを国内輸送する圧力は、**20MPa**と規定されており輸送効率が低い。一回の輸送量が少なく、**200 km**以内程度の短距離輸送に向いている。

水素ガスを低温で液化すれば、約**800**分の1の体積になり貯蔵・輸送効率が低い。しかし、その実現には、国の規制緩和と液体水素を大量に製造し貯蔵・輸送する設備等の開発課題がある。**FCV**が急速に普及しつつあるなか、民生用の規制を整備し技術開発と実証事業を推し進めている。

パイプライン輸送は長距離且つ大量の水素を陸上で輸送できる。中国では、西部地域や西南地域の豊富な再生エネルギー資源による電力で水電解し低コスト・クリーンな水素を製造して遠距離の利用地へ輸送するシナリオがよく議論されている。

水素白書の**FCV**導入モデル事業は、工業副生水素が利用可能な地域か再生可能エネルギーによる水素製造の可能な地域で実施するとしており、その際の水素貯蔵と輸送は**200km**程度の近隣を想定しており、高圧気体方式を主としている。

FCV市場の形成の初期段階では、車載用の水素貯蔵は**70MPa**の高圧気体が主となり、低温液化水素と固体水素の貯蔵は従となる。輸送は**45MPa**の高圧ロングチューブトレーラー、低温液化水素、パイプライン（デモンストレーション事業）等の方式が共存するとしている。中期段階（**2030**年）には、車載用の水素貯蔵は気体、低温液化水素が主となり、多種多様な水素貯蔵技術を活かすことになる。また、輸送は高圧、液化水素タンク、及びパイプラインがともに利用することになる。長期段階（**2050**年）には、水素パイプラインは都市・農村ともに導入され、車載用の水素貯蔵は密度が高く安全性の高い技術を利用するとしている。

1. 水素の貯蔵

1.1 高圧気体の水素貯蔵

高圧気体での水素貯蔵は技術的に難易度が低い。技術は確立されており、中国の「地産地消型」¹⁵水素利用の初期段階においてはコスト面も含めて適切な選択肢と考えられている。

然し、高圧気体での水素貯蔵は体積密度が低いため貯蔵量が少ない。また、高圧水素での安全な貯蔵は、圧力に応じたタンク等の設備の材質の確保や溶接等の高度な製造技術に深くかかわる。

¹⁵ 石油精製オフガス、COG や、メタノール及びエチレンオフガス等はほぼ自社利用であった。

表 4-1 は水素貯蔵に使用するタンクの分類である。中国の FCV メーカーはすべてタイプⅢでアルミ円筒全体を炭素繊維により巻き付けて（「全巻」という）強化した圧力 35MPa のものを採用している。同タイプⅢ、70MPa のものは研究開発段階にある。その使用基準は 2017 年に公表した GB T 35544—2017「車用圧縮水素アルミ円筒炭素繊維全巻ガスタンク」に定められ、ごく一部の水素燃料電池乗用車の開発に導入利用されはじめた段階である。

表 4-1 中国の水素貯蔵タンク分類

	水素貯蔵タンク分類			
	I 型	II 型	III 型	IV 型
材質	クロムモリブデン鋼	スレンレス円筒 炭素繊維巻強化	アルミ円筒 炭素繊維全巻強化	プラスチック円筒 繊維全巻強化
作動時圧力	17.5-20MPa	26.8-30MPa	30-70MPa	70MPa以上
材質と水素の相性	脆弱性、腐食性あり	脆弱性、腐食性あり	脆弱性、腐食性あり	脆弱性、腐食性あり
水素貯蔵密度	14.28-17.23	14.28-17.23	40.4	48.8
体積/容量比	0.9-1.3kg/L	0.6-0.95kg/L	0.95-1kg/L	0.9-0.8kg/L
使用年間	15年	15年	15-20年	15-20年
コスト	低	中	最高	高

出典：北京市水素燃料電池エンジンエンジニア技術研究センター、高工産研ネット情報等。

第 1 節 3.3 の科技部が推進する研究開発事業の案件募集では、北京天海工業有限公司が「車載液体水素貯蔵、供給技術」に参加し、2020 年 6 月にⅢ型で 70MPa のタンクのサンプルを発表し、GB/T35544-2007 の品質認定証を獲得したとの報道がある。



注：公共バス用は 7 本セット（写真左）、長距離バス用は 8 本セット（写真右）

出典：新能源網、2020 年 6 月 1 日。

図 4-1 北京天海工業有限公司Ⅲ型 70MPa のアルミ円筒炭素繊維全巻タンク

1.2 液体水素の貯蔵

中国では、液体水素の貯蔵技術の研究開発に取り組んでいるが、コア部品は海外に依存しており設備投資額が高い。とくに液体水素に関する技術基準や規制は航空宇宙等の産業に限られていることから、参入している企業が少ない。代表的な企業は中国航天科技集団 101 研究所である。

液体水素設備を産業化するように取組んでいる企業は北京中科富海低温科技有限公司、江蘇国富Qing 能技術裝備有限公司である。

液体水素の貯蔵・輸送は重要な技術分野であることが、産学官で認識されており、全国水素標準委員会をはじめ関連企業、研究団体は民生用の「液水貯蔵と輸送の安全技術要求」、「液水生産系統技術規範」、「水素自動車用の燃料液水」を 2019 年 10 月に作成し、国の承認を待っているところである。

表 4-2 は中国自動車動力電池産業創新聯盟が予測した中国の水素貯蔵方式の割合の推移である。高圧ガス水素の貯蔵は 2020 年の 90%から 2030 年の 75%に、さらに 2050 年には 40%となる一方、液体水素の貯蔵は同時期に 10%から 25%に、さらに 2050 年には 55%となる。

表 4-2 水素貯蔵方式の割合の推移予測

	2020年	2030年	2050年
高圧気体貯蔵	90%	75%	40%
液体貯蔵	10%	25%	55%

出典：「2019-2020 中国自動車動力電池及び水素燃料電池産業発展」、2020 年 5 月

1.3 有機ハイドライドによる水素貯蔵

有機ハイドライドは、水素をトルエン等の芳香族化合物と反応させることで飽和環状化合物に転換し、これを水素の貯蔵、輸送媒体として用い、目的地で飽和環状化合物を脱水素し、水素を供給する方法である。

有機系水素化合物の種類は多数存在することから、安全性、水素貯蔵量、入手しやすさ、物性等の面から適切な化合物を選択する必要がある。

中国では、揚子江自動車集団、Qing 陽能源聯合公司等は技術開発を推し進めているが、難易度が高いと位置づけられている。

2. 水素の輸送

水素の輸送方法は、水素の状態によって気体、液体、固体での輸送に分けられる。輸送方法は、輸送のエネルギー効率、輸送量、輸送中のロス、および輸送距離等を総合的に判断して選択する。

中国は高圧ガスチューブトレーラーに輸送が主流であるが、パイプライン輸送と液体水素タンクトラック輸送も小規模で行っており、これらは技術開発の進展と市場のニーズに応じて段階的に拡大する見込みである。

表 4-3 には、水素白書が試算した高圧気体水素、液体水素、固体水素および有機ハイドライドの輸送方式と費用、経済的輸送距離の関係を示した。150km 範囲までの輸送は高圧ガストレー

ラーが最も安価で約 35 円/km であるが、それより距離を超えると単位距離当たりの輸送費が嵩む。液体水素の場合、200km～500km の範囲で経済的メリットがある。

表 4-3 輸送方式比較

	輸送方式	圧力 (MPa)	積載量 (kg/回)	単位密度 (kg/m ³)	質量分率 (wt%)	コスト (円/kg)	電力消費 (kwh/kg)	経済範囲 (km)
気体	トレーラー	20	300-400	14.5	1.1	35	1-1.3	≤150
	パイプライン	1~4	-	3.2	-	5	0.2	≥500
液体	液体コンテナ ローリー	0.6	7000	64	14	208	15	≥200
固体	トラック	4	300-400	50	1.2	-	10-13.3	≤150
有機ハイ ドライド	ローリー	常圧	2000	40-50	4	255	-	≥200

注：コスト計算は仮に 1 元=17 円とする。

出典：水素白書

2.1 高圧チューブトレーラーによる輸送

中国では、高圧ガス水素の輸送は技術的に確立されており、「地産地消型」¹⁶の水素ガス利用や、水素燃料電池車の導入初期段階においてはコスト面も含めて適切な選択肢と考えられている。

中国の規定では高圧チューブトレーラーに積載するガスタンクの公称作動圧力は 10～30MPa である。水素ガスタンクは一般的には圧力 20MPa で、充填体積 4,164Nm³、質量 347kg である¹⁷。

主要な生産メーカーは上海南亮圧力容器技術有限公司、上海浦江特殊気体有限公司、中集安瑞科有限公司、魯西化工集団、山東濱華 Qing 能源公司等である。

2.2 高圧気体水素による輸送の経済性

高工産研が 2019 年 8 月に出版した「2019 年水素貯蔵運搬業界分析報告」のデータによると、水素ステーションの水素扱い量が 500kg/日、水素生産場所との距離が 100km の場合、表 4-4 に示したとおり、水素輸送コストは 8.66 円/kg（約 150 円/kg、1 元=17 円）である。

試算条件には、高圧チューブトレーラーのディーゼル燃料費 175 円/回、水素を高圧チューブに詰め水素ステーションで貯槽に移すための一連の電気消費 1kWh/kg で電力料金 0.6 円/kWh、運転手と補助員の人件費等も含めている。

¹⁶ 石油精製オフガス、COG や、メタノール及びエチレンオフガス等はほぼ自社利用であった。

¹⁷ 上海某メーカーのデータ。

表 4-4 高圧気体水素ガス輸送コスト試算

科目		費用(円/kg)	費用(元/kg)
固定費	設備減価償却	18.70	1.10
	人件費	55.93	3.29
	車両保険	0.85	0.05
	小計:	75.48	4.44
変動費	ディーゼル油	21.25	1.25
	水素注入時電力代	10.20	0.60
	車両メンテ	3.57	0.21
	道路料金	7.31	0.43
	小計:	42.33	2.49
コスト合計:		117.81	6.93

注：仮に 1 元=17 円で試算。

出典：「2019 年水素貯蔵運搬業界分析報告」、高工産研、2019 年 8 月。

2.3 パイプラインの水素輸送

水素のパイプライン輸送は表 4-5 に示したように、現在、輸送距離 42km と 25km の 2 本がある。巴陵-長嶺は烏海市と銀川市の間で COG と水素の混在輸送をしている。済源石油精製工場から洛陽までの水素輸送量は年間 11.2 億 N m^3 である。

表 4-5 既設パイプライン

輸送方式	巴陵-長嶺	済源洛陽
完成時期	2014年4月	2015年8月
全長(km)	42	25
パイプ直径(mm)	350	508
水素輸送量(万t/年)	4.42	10.04
設計圧力(Mpa)	4	4
投資総額(億人民元)	1.9	1.46
単位当たりコスト(万元/km)	452.38	584

出典：ネット公開資料、広証恒生レポート。

2.4 液体水素の動向

液化水素は、水素を -253°C で液化し体積を 1/800 に縮小するもので、高圧水素輸送に比べても 12 倍の輸送効率である。

中国では液化水素の貯蔵と同様、輸送においても民生用としての普及を促進するため、中国全国水素標準委員会をはじめ関連企業及び研究団体は共同で、2019 年 10 月に「液水生産系統技術規範」、「液水貯蔵と輸送の安全技術要求」、「水素エネルギー自動車用の燃料液水」等の三つの基準草案を完成した。中国航天科技集団をはじめとして、北京航天発射技術研究所、中国特殊設備検査計測研究院等の専門家が草案に対して検討、議論を行っており、2020 年中に公表すること

が見込まれている。

全国水素標準委員会の予測によると、2020 年から暫くの間は高压での水素ガス輸送が主流であるが、液化水素を導入する動きも始まるとしている。2030 年には、高压水素ガスが依然として主流であるものの、全体輸送量に占める割合が下がり、替わりに液体水素が増加することである。

2019 年 12 月に中国初の「液水共同創新連合体」が発足した。主要メンバーは中国航天科技集団六院 101 研究所、中国特種設備検測研究院、中国科学研究院物理化学所、北京低炭素研究院（国家能源投資集団傘下の研究院）、西安交通大学、浙江大学、浙江能源集団等 13 社である。同連合体は液体水素に関する主要機器、検測装置、車載液体水素ガス供給システムの検測装置を一般企業も利用できることを公表した。

中国航天科技集団六院 101 研究所、北京中科富海低温科技有限公司、江蘇国富 Qing 能技術裝備有限公司等は大規模に水素を液化にする前提で、液化プロセスと関連設備、貯蔵タンクの漏洩防止（30 日間）、高压注入時の省エネ等に関する技術開発に取り組んでいる。

液化装置のコア部品は米国の Air Products、Praxair、フランスの Air Liquide、ドイツの Linde などに依存しているが、中国航天科技集団六院 101 研究所と浙能北海水力発電有限公司は試作した 1 m³/h の水素液化システムを浙江省でモデル実証するための MOU を調印した。

内モンゴル自治区烏海市区域経済合作局は 2020 年 3 月 18 日、内モンゴル烏海化工有限公司が 5 万トン水素製造事業を企画している旨発表した。5 万トンの水素の 3 万トンは液化し、2 万トンは高压水素ガスでの供給となる。

2020 年 3 月に、北京中科富海低温科技有限公司は安徽省昊源集団と液体水素生産・輸送モデル事業を実施することを合意した。

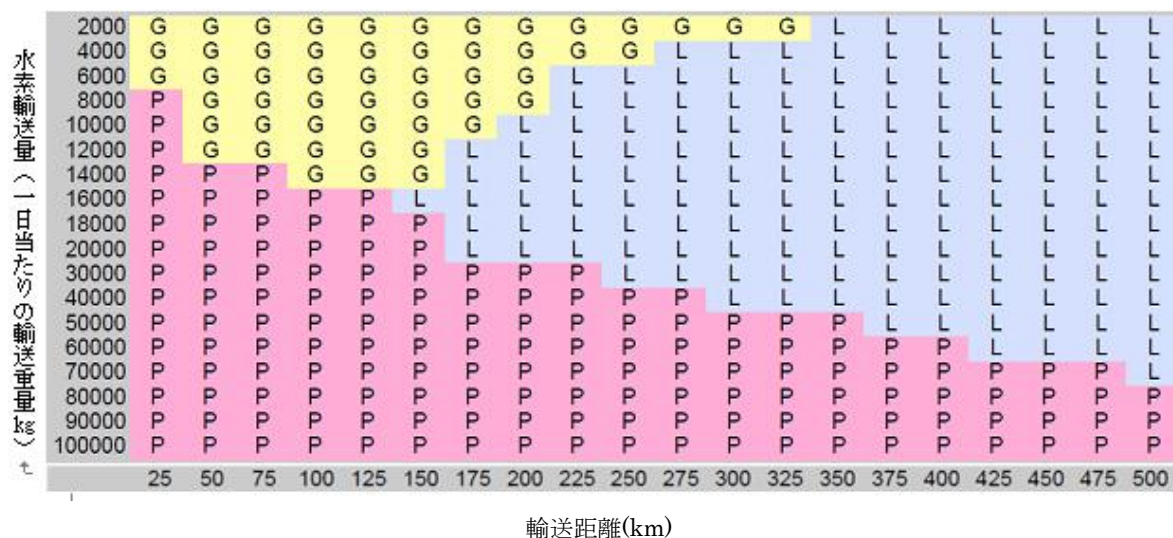
2020 年 4 月に、大同市政府は成都深冷液化設備有限公司と「深冷水素設備基地事業投資合意協定」を調印した。水素液化に係る製造装置、タンク、貯蔵システムが投資対象の中に含まれている。

2.5 液化水素の輸送の経済性

中国各所で水素輸送のコストが試算されているが、様々な需給の条件に基いているので、比較は容易ではない。周囲を海で囲まれている日本とは異なり、供給元と利用先を結ぶ陸路での長距離輸送やパイプライン輸送の手段も加えて比較する必要がある、今後、より具体的なケースでの試算が求められる。

参考として、図 4-6 に、陸上での水素の輸送量と輸送距離で高压ガス（G）、液体水素（L）、パイプライン（P）のどれが安価な輸送手段であるか検討した結果を示した。運搬する水素量が少なく運搬距離が 200km 程度なら高压ガスでの輸送が経済的で、運搬する水素量が多くなるほどパイプライン輸送が経済的となっている。しかし、長距離になるほど、運搬量にかかわらず、

液体水素での運搬が経済的に有利な傾向としている。



高圧ガストラック輸送 (G)、液体水素トラック輸送 (L)、パイプライン輸送 (P)

図 4-6 水素の輸送量と輸送距離による最も安価な輸送手段¹⁸

中国では、現在、高圧水素ガスをトレーラー輸送して燃料電池公共バス、都市部の燃料電池トラックを支えているが、大型トラック、船舶への水素燃料電池の導入モデル事業を開始している。また水素発電も検討の視野に入った。

水素供給のインフラ整備は距離や地域条件に応じ、経済的で安全な輸送方法を選択する。パイプラインと液体水素および高圧ガスのトレーラーでの輸送を有機的に組み合わせて利用することになる。

¹⁸ Christopher Yang and Joan Ogden, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 32, Issue 2, February 2007, Pages 268-286

第5節 燃料電池車及び燃料電池産業

1. 水素燃料電池車の導入目標

中国工業と情報化部は中国汽车工程学会(SAE China)に依頼して「省エネ・新エネ自動車ロードマップ」を作成し、2016年10月に発表した。このなかで水素燃料電池車(以下「FCV」という)の生産台数の目標は、図5-1の通り、2020年までに5,000台で、公共サービス用途の燃料電池バス、燃料電池軽トラックを主として初期市場を形成するとしている。2025年までに50,000台で、商用車を拡大しながら燃料電池乗用車を生産、市場に導入する。さらに2030年までに100万台となり、大型燃料電池商用車を導入普及するとしている。



出典：「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」、「中国製造 2025 重点領域技術革新グリーンブック技術ロードマップ（2017）」により GCFEN が作成。

図 5-1 水素燃料電池車発展目標

中国の自動車分類には商用車のなかにトラック、バス、セミトレーラーが含まれる。商用バスの長さによる区分、トラック総重量による区分は表 5-1 の通りである。

表 5-1 中国商用車区分

バス		トラック	
分類	総長(m)	分類	総重量(トン)
微型バス	≤3.5m	微型トラック	1.8トン以下
輕型バス	3.5m～7m	輕型トラック	1.8～6トン以下
中型バス	7m以上～10m以下	中型トラック	6～14トン以下
大型バス	10m以上	重型トラック	14トン以上

出典：交通違章差詢網、法規、2020年自動車分類標準。

一方、2020年1月に出版した「中国水素産業政策研究」では、中国の燃料電池商用車生産量について「中国水素産業基礎施設発展青書」、「省エネと新エネ自動車技術ロードマップ」、及び中国水素聯盟、中国自動車工業協会等のデータに基づき試算している。その結果は表 5-2 のとおりである。これによると、2020年の水素燃料電池商用車の生産量は1万2,500台で、中国におけるすべての自動車生産量の0.04%を占め、新エネ自動車の生産量全体の0.6%、また商用車生産量全体の1.4%を占める。2030年には165万台で、商用車全体の7.3%を占めるようになると

している。

表 5-2 中国燃料電池生産量予測（2020～2030 年）

	自動車 (万台)	新エネ自動車 (万台)	商用車 (万台)	燃料電池商用車 (万台)
2020年	3,200	200	92.90	1.25
2025年	4,200	700	637.13	9.5
2030年	5,281	1,417	2,274	165

出典：「中国水素産業政策研究」。社会科学文献出版社、2020 年 1 月。

「省エネ・新エネ自動車技術ロードマップ」は現段階では省エネ・新エネ車に関する総合的な指針である。このなかに燃料電池商用車に関する性能目標は表 5-3 のとおりである。

表 5-3 中国水素燃料電池商用車発展目標

2020年		2025年		2030年	
航続距離	500km 0-50km/h 加速20秒	航続距離	600km 0-50km/h 加速18秒	航続距離	600km 0-50km/h 加速16秒
水素消費量	<7.0kg/100km	水素消費量	<6.5g/100km	水素消費量	<6.0kg/100km
最高速度	80km/h	最高速度	100km/h	最高速度	100km/h
冷間始動	-20℃	冷間始動	-30℃	冷間始動	-40℃
使用寿命	40万km	使用寿命	80万km	使用寿命	100万km
コスト	<150万元	コスト	<100万元	コスト	<80万元

注：1 元は約 17 円で換算すると、上表コスト欄では、2020 年に 2,550 万円、2025 年に 1,700 万円、2030 年には 1,020 万円である。

出典：新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ。

2. 政府支援による FCV の導入拡大

2019 年、中国の FCV は急速に伸び、年間販売量は 3,022 台となり、前年同期比 86.7%増¹⁹となった。政府は補助金等の政策面からの支援で水素燃料電池車産業の育成を大いに促進している。

2019 年 3 月 26 日に財政部、工業と情報部、科技部、及び国家発展改革委員会は連名で「更なる新エネ自動車普及応用に関する財政補助政策の通知」を発表した。その中で、EV（電気自動車）に対して 2018 年に定めた国の補助金を約半減し、地方政府の補助金の禁止を継続した。一方、燃料電池車は補助金を 2018 年の 8 割としたが、地方政府の補助金の支給を認めることとした。

¹⁹ 中国自動車動力電池産業創新聯盟データ。

今年3月31日に、中国国务院常务会议は、「新エネ車補助金と車両購入税の免税政策を2年延長する」と発表した。補助金の延長は、FCVを含む新エネ自動車産業にとって大きな影響を及ぼしている。中国政府は新型コロナウイルス感染拡大による消費低迷を刺激し、内需の活性化を狙っていると考えられる。

上記の国务院の決定にはFCVに対する補助金の特別政策はまだ言及されていないが、2018年に対応する基準の8割の補助金を支給し、地方政府が同額で補助すると、1台に最大80万元（1元は約17円で換算すると、1,360万円）の財政的補助が受けられることになる。一方、燃料電池バスの販売価格は通常200万元(3,400万円)程度であることから、FCV製造メーカーや購入者にとって大きなインセンティブとなる。

地方政府のうち、北京市等の4つの直轄市、10の省、30以上の市、県は水素産業を促進するための補助金制度、FCV発展計画を発表した。上海市、広東省、山西省等は中央政府と同等の金額を補助するFCV導入支援策を発表した。

図5-2の中国地図に示した赤印は燃料電池バスを導入する地域である。地方政府が公共バスとして燃料電池バスを購入するスキームで市場を育成しており、広東省仏山市と雲浮市、河北省張家口市、河南省鄭州市、山東省済南市、山西省大同市、四川省成都市、江蘇省蘇州市、北京市、上海市等は先行して導入普及に取り組んでいる。



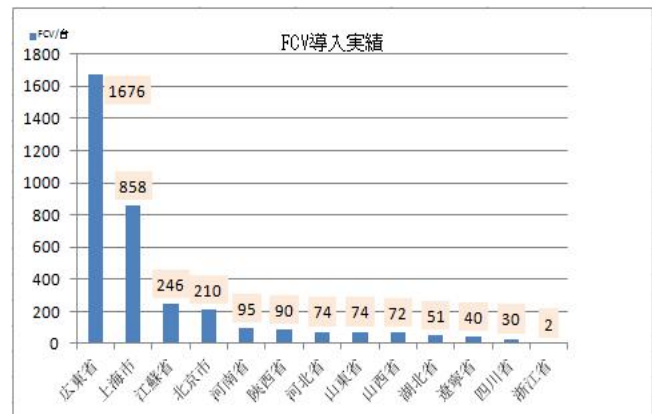
出典：ネット公開情報により整理して GCFEN が作成

図5-2 中国における燃料電池公共バスの導入状況（2019年）

図5-3は「新エネルギー自動車国家観測・管理プラットフォーム」に登録された省別のFCV導入実績である。そのうち、広東省は1,676台で最も多い。上海市は858台、江蘇省は246台、

北京市は 210 台である。

世界環境基金（GEF）、国連開発計画（UNDP）は中国科学技術部と協力して、2003 年から「中国燃料電池自動車商業化モデルプロジェクト」を三期に分けて北京市、上海市、鄭州市（河南省）、仏山市（広東省）、及び塩城市（江蘇省）など 5 つの都市で実施した。その啓蒙的な水素燃料電池車普及事業の実施に関与した都市は、他都市よりはやく FCV の生産と導入普及に取り組んでいるといえる。



出典：新エネルギー自動車国家観測・管理プラットフォーム

図 5-3 省別 FCV 導入実績（2019 年 9 月時点）

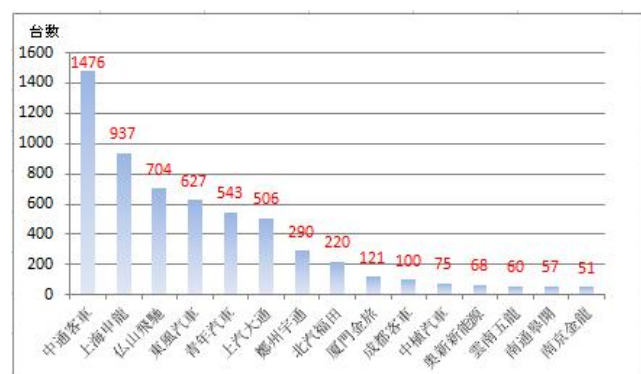
3. 燃料電池車の生産

中国は FCV の導入拡大を燃料電池商用車から始め、燃料電池システムの製造コストを交通用途に使用できるように削減すると同時に、水素燃料バスについては政府が都市整備の一環で公共バスとして購入し、普及に弾みをつけている。また、軽トラックは主に都市部と周辺地域の物流で積極的に利用しようとしている。市場保有累積台数の 6,165 台のうち燃料電池バスは全体の 34%を占め、燃料電池軽トラック等は 66%を占めている。

2019 年末、燃料電池バスと燃料電池軽トラックを製造する完成車メーカーは 41 社あり、上海市を中心とする揚子江デルタ地域、広東省を中心とする珠江デルタ地域に立地する企業が先行しており、京津冀（北京、天津、河北省）、湖北省、及び山西省などがそれに続いている。

主要 FCV 製造メーカーと生産実績は図 5-4 のとおりである。

燃料電池バスは中通客車控股 Feng 有限公司（以下「中通客車」という）、上汽大通汽車有限公司（以下「上汽大通」という）、上海申龍客車有限公司（以下「上海申龍」という）、仏山市飛馳汽車製造有限公司（以下「飛馳汽車」という）の 4 社が 72.3%を占める。



出典：2019-2020 中国自動車動力電池と水素燃料電池産業発展年度報告

図 5-4 主要な FCV 製造企業と実績(2017-2019 年)

表 5-1 に日本製の燃料電池バス「SORA」と中国の燃料電池バスの比較を示した。SORA は日野自動車とトヨタ自動車が共同開発したもので、日本の「2018 年度グッドデザイン・ベスト 100」に選出された。



出典：公益財団法人日本デザイン振興会。 <https://www.g-mark.org/award/describe/47628>

表 5-4 主要燃料電池バスの性能

		日野SORA	中通客車	上汽大通	上海申龍	仏山飛馳
燃料電池出力	kW	2×114	32	30	60	85
バッテリー	kWh	2×1.6	27	14.3	100	36
水素タンク圧力	MPa	70	35	35	35	35
水素タンク数	個	10	3	2	8	8
水素貯蔵量	kg	18	9	4.4	24	25
耐久性	hr	5000	1200	5000	12000	12000
航続距離	km	200	350	490	350	300
氷点下始動性	℃	-30	-15	-10	-15	-15

出典：2019－2020 中国自動車動力電池と水素燃料電池産業発展年度報告

燃料電池軽トラックでは、物流大手の京東物流集団（本社は北京市）、申通物流公司（本社は上海市）等の物流会社は積極的に燃料電池軽トラックを導入利用している。

4. 燃料電池の生産

中国自動車動力電池産業創新聯盟が出版した「2019－2020 中国自動車動力電池と水素燃料電池産業発展年度報告」によると、燃料電池スタックとコア部品の開発・生産に関わる中国国内の企業は2019年には100社で、2018年より16社増となった。

表 5-5 に示したように、2019年に燃料電池システム企業は56社、スタック生産企業は24社、膜電極製造企業は4社、空気圧縮機製造企業は6社、DC/DCコンバータの製造企業は10社である。

燃料電池生産の地域分布から見ると、揚子江デルタ地域には40社、珠江デルタ地域には23社、京津冀（北京、天津、河北省）地域には14社ある。

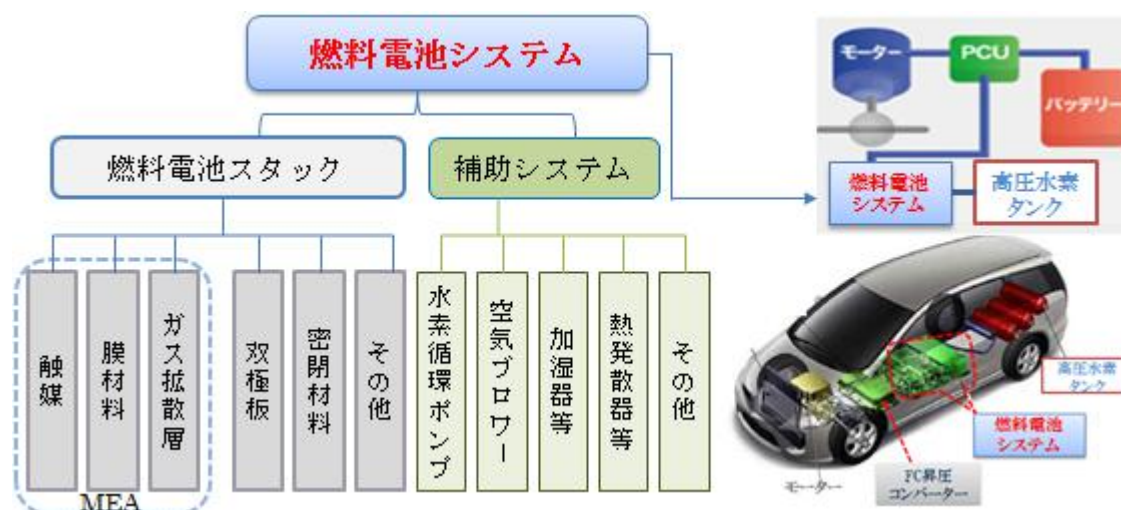
表 5-5 燃料電池の部品別の参入企業社数

年度	システム	スタック	膜電極	空気圧縮器	DC/DC	計
2018年	46	20	4	5	9	84
2019年	56	24	4	6	10	100

出典：2019－2020 中国自動車動力電池と水素燃料電池産業発展年度報告

4.1 燃料電池システム

燃料電池車システム技術は中国企業が開発しているが、現段階では海外に高く依存しており、主にトヨタ、カナダの Ballard Power Systems 社、Hydrogenics Corporation 社である。2019 年にスタック出力が 60kW 級のものは国産化が実現しつつあり、性能は商用車向けである。



出典：GCFEN が作成。

図 5-6 燃料電池システムに関わる主要部品の構成

図 5-6 は燃料電池システムに関わる主要部品の構成である。日本の燃料電池システムにかかわる部品は、高出力・小型化・軽量化であり耐久性と信頼性が高いことから、中国企業は日本の技術に期待し、部品も含め燃料電池システムの生産協力や部品輸入を望んでいる。

主要部品として、水素循環ポンプは、中国では研究開発の段階にあり、製品化されていない。主要な輸入先はドイツの Busch SE 社である。

空気圧縮機の場合、ツインスクリー構造のエアコンプレッサーは量産化しており、主要企業は上海重塑能源科技有限公司（以下「上海重塑」という）、上海漢中精機股份有限公司、福建雪人股份有限公司等である。一方、遠心式エアコンプレッサーは研究開発の段階で輸入に依存している。輸入先は米国の Honeywell International 社、UQM Technologies 社、及び欧州 Liebherr 社である。

膜加湿器は中国では研究開発の段階で製品化されてない。輸入先は韓国の Kolon 社、米国の Perma Pure LLC 社である。

DC/DC コンバータは、90kW 以下のものが量産化した。90kW 以上のものは輸入に依存しており、主にはドイツの Brusa 社である。

燃料電池システムに関わる中国の主な企業とそれらの主要製品は下記の通りである。

- 上海重塑 :中国燃料電池システムの 3 割程度の市場シェアを占めている。主要製品は 32kW、46kW、80kW の CAVEN シリーズ燃料電池である。

2019 年 7 月、トヨタ自動車株式会社（以下「トヨタ自動車」という）と提携関係を結び、トヨタの燃料電池スタックを補助システムと組み合わせて、蘇州金龍聯合汽車工業が生産する燃料電池商用車に搭載している。

- 北京億華通科技股 Fen 有限公司（以下「億華通」という）：主要製品は 30-100kW の G シリーズの燃料電池システムである。2015 年にカナダ Hydrogenics 社と中型・大型バス向け燃料電池システムの開発で提携した。

2019 年 4 月に億華通はトヨタ自動車と提携し、億華通の燃料電池システムにトヨタ燃料電池スタックなどの部品を採用し、北京福田汽車股 Fen 有限公司の FCV 商用車に搭載する共同事業を発表した。

2020 年 6 月 5 日億華通はトヨタ自動車、中国第一汽車集团有限公司、北京汽車工業集団総公司、広州汽車集団股 Fen 有限公司、及び東風汽車集団とは「連合燃料電池システム研究開発（北京）有限会社」の設立に向け、合弁契約を締結したと発表した。出資割合は、トヨタ自動車は 65%を、億華通は 15%を、その他の 4 社はそれぞれ 5%を占める。

- 上海捷 Qing 科技有限公司：荣威 950 燃料電池乗用車、大通 FCV80 燃料電池小型バス、申沃燃料電池バス等に燃料電池システムを提供する。主要製品は 30-100kW、P390 シリーズ燃料電池システムである。
- 愛徳曼 Qing 能源装備有限公司：2016 年 6 月に浙江省嘉善県で発足した。主要製品は 30/35/80/100kW 燃料電池システムである。
- 江蘇清能股 Fen 有限公司：2003 年に発足したシンガポール系の企業である。中国の水素社会を早くから推し進めている江蘇省如 Gao 市、張家港市、上海市で生産工場を有する。主要製品は 40/60/80/100kW 燃料電池システムである。
- Wei 柴動力股 Fen 有限公司：大型自動車向けディーゼルエンジンを製造する中国最大手自動車部品メーカーである。2018 年 6 月東京で Wei 柴動力創新科技株式会社を設立した。2020 年 3 月に山東省 Wei 坊市の水素燃料電池動力システム工場が操業を開始した。

主要製品は 60kW 燃料電池システムである。

- 広東国鴻重塑有限公司：中国燃料電池システムの市場シェアは10%弱である。カナダ Ballard Power Systems Inc. 社と合弁会社を設立した。主要製品はスタック FCveloccity-9SSL である。
- 恒動 Qing 能（北京）科技有限公司：自社開発製品、1-120kW 燃料電池システム

表 5-6 は中国の燃料電池システムの海外製品との比較である。

表 5-6 燃料電池システムの比較

項目	単位	中国製品	海外製品
定格出力	kW	70	60
単位容量密度	W/L	190	641
質量密度	W/kg	200	600
低温作動	℃	-25	-30
圧力	Bar	1.85	1.8
システム寿命	hrs	4000	≥5000

出典：2019—2020 中国自動車動力電池と水素燃料電池産業発展年度報告

中国の燃料電池の開発と生産能力は海外に比べて遅れている部分があるが、まずは 30kW 級、50kW 級、及び 60kW 級の燃料電池を通して水素燃料電池商用車の市場を育成することに主眼をおいている。そのうえで、商用車向けの 80kW 級、100kW 級、120kW 級の燃料電池や乗用車向けの燃料電池の開発を進めている。

4.2 燃料電池スタックとコア部品

中国は燃料電池スタックと補助システムを海外から輸入しながら、海外企業と提携したり自社開発したりしている。

4.2.1 燃料電池スタック

高工産研 Qing（水素）電研究所のデータによると、2019 年、中国燃料電池スタックの年間生産高は 10 億 7,100 万元（1 元約 17 円で約 180 億円）で、前年比 48.44%増加した。スタック出荷ベースの出力は 174.92MW で前年比 74.62%増となった。

主要なスタック企業は国鴻 Qing 能、上海神力科技有限公司、江蘇清能股 Fen 有限公司、新源動力股 Fen 有限公司、愛徳曼 Qing 能源装備有限公司、東方電気（成都）Qing 燃料電池科技有限公司、武漢衆宇動力系統科技有限公司等である。

2019 年に中国企業の自主開発したスタック技術の生産量は全体の 58.2%で、輸入品は 41.8%であった。平均価格は 6,000 元～8,000 元/kW である。

輸入先は主にカナダ Ballard Power Systems Inc.社、ドイツ ElringKlinger 社、Powercell 社等である。

4.2.2 膜電極

中国の主要企業は鴻基創能科技（広州）有限公司（以下「鴻基創能」という）、江蘇擎動動力科技有限公司（以下「江蘇擎動」という）、武漢理工 Qing 能、東方 Qing 電、及び明日 Qing 能等の会社であり、年間生産能力はあわせて 35 万 m²である。

これらの企業は商品化に向けて少量生産しているが、市場に受入れられてない。現段階では、日本のトヨタ、ホンダ、韓国の現代自動車、及びカナダ Ballard Power Systems Inc.からの輸入に依存する。

4.2.3 触媒

2019 年に中国市場の水素燃料電池関連の触媒使用量は約 525kg、売上高は 1.8 億元（約 30 億円）と高工産研 Qing（水素）電研究所が試算した。

日本のトヨタ、ドイツの Powercell 社、カナダの Hydrogenics Corporation 等からスタックの輸入時に触媒も合わせて輸入しているが、市場消費量の約 2 割を占める。

触媒輸入先は主に、日本の田中貴金属、クラリアント触媒(株)、英国の Johnson Matthey plc 社、ベルギー Umicore 社、米国の Premetek である。

4.2.4 双極板

中国は Ballard Power Systems Inc.社の技術の流れで双極板を開発し製品化した。燃料電池バスやトラック等の大型車両で空間制約が少ないこと、また、寿命や安定性の要素を考慮したうえで黒鉛を利用することにした。

トヨタ社の双極板は金属の材料であり、カーボンより電導性が高いが、酸腐食に弱く、耐久性はカーボンに劣るとの評価がある。

4.2.5 プロトン交換膜

中国企業が生産しているプロトン交換膜として、山東東岳集団の過フッ素化プロトン交換膜、中科同力公司のプロトン交換樹脂とプロトン交換膜、武漢理工新能源公司の複合プロトン交換膜があるが、水素燃料電池向けのプロトン交換膜は輸入に依存している。

輸入先は日本の AGC 社、米国の GORE-SELECT 社などである。

4.2.6 ガス拡散層

中国には生産企業がない。中南大学、武漢理工大学、安泰環境エンジニア有限公司が研究開発しているが、商業化されていない。

現段階では日本の東レ社、ドイツの SGL Carbon 社、カナダの AvCarb 社からの輸入に頼っている。

第二章 山西省の水素社会への取組

はじめに

山西省は「石炭の都」と言われていた。今までに石炭生産で省外さらには海外への安定供給に尽くしてきた。2019 年の出炭量は 9.48 億トンで中国の石炭総生産量 37.5 億トンの 1/4 を占め、中国の経済発展に重要な役割を果たしている。

今年 5 月 22 日全国人民代表大会において、李克強総理大臣は「政府活動報告」という方針演説で、「エネルギーの安全保障を確保する。石炭のクリーン、高効率の利用を促進し、再生可能エネルギーを発展し、石油、天然ガス、及び発電の生産・供給体制を完全化し、エネルギー備蓄能力を強化する」と述べた。「脱石炭」の強い風潮のなかでも、中国にとりエネルギー安全保障の確保で、安価な石炭のクリーン・高効率な利用を推進することが重要であると考えられる。

したがって、石炭の高度利用技術による低コストの水素生産と再生エネルギーの余剰電力による CO₂ フリーの水素生産を組み合わせることで水素の利用拡大につなげ、中国のエネルギーの安全保障と環境問題の改善に寄与することを期待していると考えられる。

山西省政府は省都太原市、北部の大同市、南部の長治市で水素導入普及のモデル事業を行うこととし、省内の南北を軸とした水素社会の実現に向けた基幹を形成し、周辺都市への波及効果を図っている。

省内ではコークス炉副生ガス（COG）からの水素のポテンシャルが大きい。太原市に立地する中国科学院山西石炭科学研究所が開発する石炭を原料にメタノール改質水素生産技術は商業化段階にあるとのことである。大同市に立地する大同煤鋁集団の石炭から水素生産し、液化して大同地域以外への輸送も検討されている。

山西省政府は太原市を中心とする周辺地域の一部を含める産業パークのインフラ整備を進めている。長年の重工業、製造業で培った製造能力を生かして、水素燃料電池トラックの製造、燃料電池の開発と部品生産、新材料、産業用ロボット、次世代情報ネットワーク技術、バイオ技術等の新規分野への展開を期待しており、国内外の企業を招致している。

山西省は中国の中央に位置し交通の要衝として航空、道路、鉄道網が発達しており、ビジネスのポテンシャルが大きいと見込まれる。

第 1 節には山西省の水素エネルギー政策をまとめた。第 2 節は太原市が取組んでいる産業基盤の整備、水素生産と水素利用に関わる主要企業について述べ、第 3 節は水素燃料電池車公共バスを導入し、水素ステーションを整備しつつある大同市を紹介する。第 4 節は長治市等の南部 3 都市について水素社会の実現に向けた取組と主要企業を紹介する。

第 1 節 山西省の水素エネルギー政策

1. 山西省の概況

山西省は中国の中部地域に位置し、面積は 15.67 万 km²で、右図に示したように東西が約 290km、南北が約 550km である。省内の人口は 3,729 万人（2019 年末現在）である。



北京、天津、河北省などの主要都市に隣接しており道路・鉄道・空路等の交通の便が良い。

2019 年に山西省の GDP は 17,027 億元（17 円/元で約 28.9 兆円）で対前年比 6.2%の伸びである。そのうち、第一次産業は全体の 4.8%、第二次産業は 43.8%、第三次産業は 51.4%を占める。鉱工業・製造業・建設業などの第二次産業の GDP に占める割合が他省より高い。

山西省は豊富な石炭、鉱物資源をもとに、省内に電力産業、鉄鋼業、コークス産業、及び機械製造業等の産業体系を整えている。2019 年の山西省の一定規模以上の企業²⁰（以下、「規模的企業」という）の利益総額は 1,184 億元であり、そのうち石炭生産と加工は 688 億元である。

既存する産業をベースに航空、省エネ・環境、次世代情報技術、新材料、医薬と医療機器、石炭からのファインケミカルの各分野や軽工業等の新産業を育成している。

2. 日本との友好交流

山西省は日本との文化交流や経済協力を積極的に推し進めている。特に、1982 年には埼玉県と友好都市を提携するなどして、工業、農業、医療、環境、観光業、及び大学間の交流事業を多く実施している。

2019 年 8 月に楼陽生省長（現書記）は産学官訪日団を率いて来日し、当法人が事務局となり、ホテルニューオータニで「中国（山西）・日本と経済貿易及び文化交流会」を主催した。政府関係者に加えて、日中経済協会をはじめとする公的団体、金融関係、電力を含むエネルギー関係、各種製造業、医療介護、観光等の幅広い分野からの関係者が、日中の双方で 300 名以上出席した。また、交流会では 27 件の協力案件を調印した。



宗岡日中経済協会会長（左側）
楼陽生省長（現書記、右側）

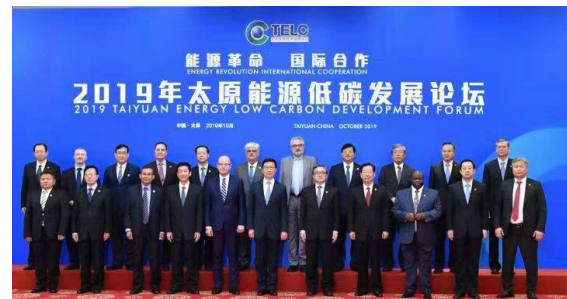
²⁰ 1996 年から中国で使用されている統計用語であり、2011 年 1 月以降、企業の主業務売上高が 2,000 万元以上（約 1 元＝17 円）の企業を規模的企業（Enterprise above designated size）という。

日本との企業間協力を支援するため、山西省政府関連機関は当法人と協力して、2020年2月26日（水）～28日（金）、東京ビッグサイトで開催されたスマートエネルギーウィーク 2020 で「中国・山西省」展示ブースを設営し、山西省企業の水素・燃料電池、及び省エネ、新エネ等の取組状況を展示・紹介した。

3. ようこそ、エネルギー博覧会

中央政府は山西省の産業構造の健全化、エネルギー供給体制の高度化を期待し、支援するため、2019年5月に中央政府の全面的改革深化委員会（主任：習近平国家主席、副主任：李克強総理、王沪寧中央政治局常務委員、韓正副総理）が山西省を中国初の革新的エネルギー改善実証地域とすることを決定した。

2019年10月に省都で開催された中国（太原）国際エネルギー産業博覧会（以下、エネルギー博覧会）といく）の一環で行われた第4回「太原エネルギー低炭素発展フォーラム」には韓正副総理が出席し、習近平国家主席からのメッセージを紹介した。その中で、「エネルギーの低炭素発展は人類未来に係るものだ。中国はこれを非常に重視し、エネルギー消費・供給・技術・体制の改革を積極的に推進している。中国は世界各国とともに、エネルギー分野での全面的な協力を強化し、エネルギーの安全保障、気候変動に対応し、生態環境を保護して、持続可能な発展を促進し、世界各国の人々に幸せをもたらしていきたい」と述べた。



韓正副総理：1列目の真中
竹川代表理事：2列目右から3番

本年も、2020年9月16日にエネルギー博覧会が、中国商務部、科技部、及び国家能源局と山西省政府の共同主催で開催される。

ただし、本年は新型コロナウイルス対策のためオンラインで開催する方向で、基調講演、分科会、及び企業PR&製品紹介等の各パートを準備している。

山西省政府関連機関は日本企業の出席と参加を期待しており、詳細な情報は、当法人のホームページを通じて掲載する予定である。

4. 中央政府は山西省への支援

4.1 構造調整と新産業育成

中国政府はエネルギーの安全保障を確保し、資源供給地域の経済振興を促進するため、2017年9月に国務院は、「国務院は山西省の深化する改革で資源型の経済転換・発展を促進する意見を支持する」という公文書を発表した。そのなかに、山西省は重点的に次世代情報技術、輸送、

新エネルギー自動車、新材料、その他の新興産業や先進的な製品の開発を支援すること、伝統産業の環境に配慮した改善・高度化を支援すること等である。

上記公文書に関連して出された国家発展改革委員会の「太原市、大同市、長治市等の民生用航空機の整備・部品製造等での優位性を考慮すべき」²¹との指示に基づき、山西省政府はエネルギー生産・供給基地の役割を果たしながら、新産業の発展に歩みを進めることとした。

今年 5 月に習近平国家主席が山西省を視察し、「質の高い構造転換と発展でより大きな一歩を踏み出さなければならない」とのメッセージを述べたと報道された。

4.2 水素燃料電池自動車モデル都市

2020 年 4 月 29 日、中国財政部が発表した「燃料電池自動車モデル実証・普及に関する通知」（意見募集案）は北京市、山西省、上海市、江蘇省、河南省、湖北省、広東省および四川省等を対象地域にした。中央政府は山西省を国が指定する水素燃料電池自動車の実証・普及のモデルとしようとしている。

山西省は北京に次いで 2 番目の指定都市となり、政策的に山西省を応援するのではないかと中国業界関係者が議論するポイントとなった。

今般、山西省は重要な水素燃料電池車のモデル実証・普及地となるのは、中国政府は既存するエネルギーを活用しながら石炭のクリーン、かつ高度利用技術の開発を通じて石炭地域が水素社会にシフトする成功事例の創出に期待を示唆されるのではないかと思う。

5. 山西省政府の水素エネルギー政策

2019 年 4 月 30 日、山西省工業と情報化庁は「山西省新エネルギー自動車産業 2019 年行動計画」を発表した。この行動計画は山西省の水素社会の実現に向けた基本方針であり、ロードマップでもある。

5.1 モデル都市を指定

行動計画では太原市、大同市、長治市等（図 2-1、赤色点線）の都市で、すでにある水素燃料電池自動車（以下「FCV」という）に関連する産業を活用してモデル事業を行うこととし、国家レベルの FCV モデル都市となる資格申請を積極的に支援することを決定した。

図 2-1 に示したように、大同市から太原市へ、さらに長治市までの省内の南北を軸とした水素社会の実現に向けた

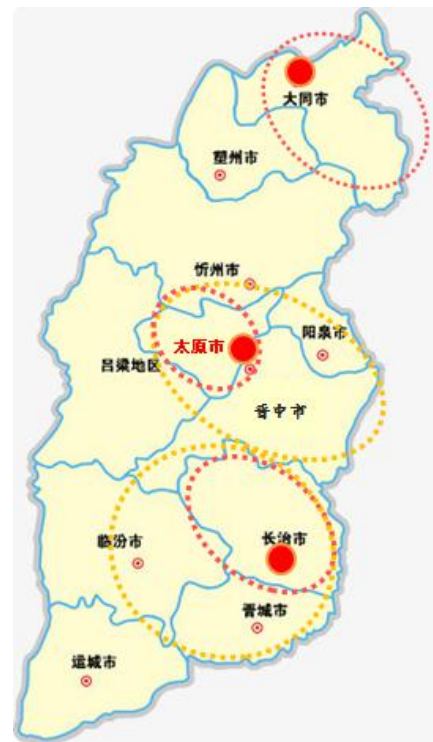


図 2-1 山西省市別地図

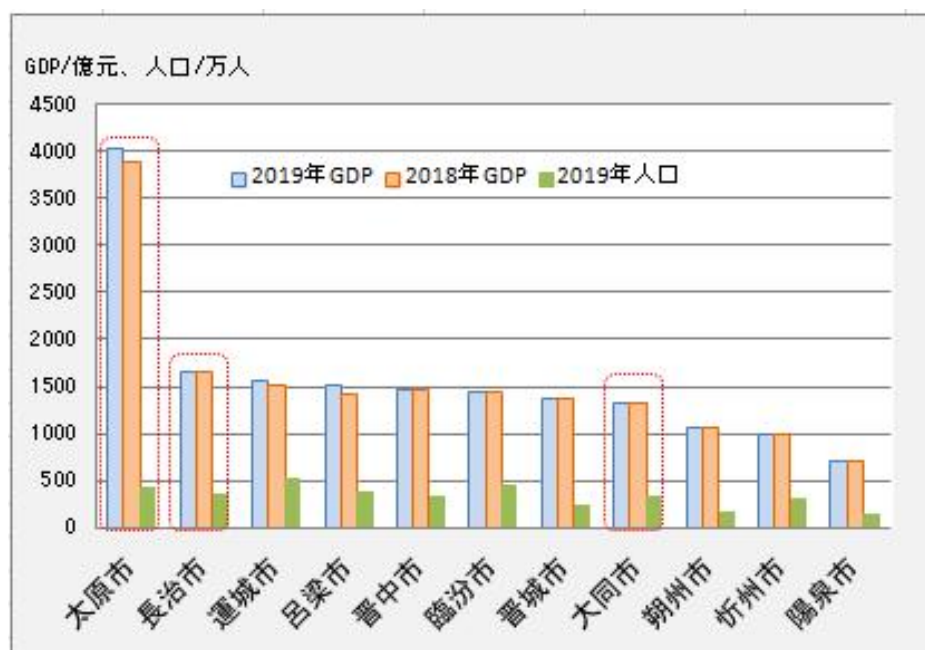
²¹ 山西日報、2019 年 4 月 29 日。

基幹を形成し、周辺都市への波及効果を期待するとしている。図の黄色点線の範囲は既存産業を基礎とし工業副生水素の利用や、FCV 部品の生産、また燃料電池バス、物流車の導入に努めている都市である。

大同市は、2017 年に水素産業による地域振興策を出し、面積 50km² の水素バレーを企画し、水素関連企業の大同への投資や工場建設を熱心に招致している。特に、太陽光発電等の電力による水電解水素製造を付設したオンサイト型水素ステーションを整備し、大同市内の水素燃料電池公共バスを支えている。

太原市は地理的に山西省の中心に位置しており、省都として財政的に燃料電池バスの導入に有利である。また、大都市として物流が盛んなことから、燃料電池軽トラックの利用でも有利である。ここでのモデル事業の実施は周辺地域への影響が大きい。

長治市は大手コークス会社の副生水素を生かして燃料電池バスの導入や、水素ステーションに対する補助を手厚く行っている。



出典：山西省統計年鑑データにより GCFEN が作成

図 2-2 山西省市別 GDP と人口

図 2-2 に示したように、山西省は 11 市からなり、2019 年、省都太原市は人口 442 万人、GDP は 4,028 億元で、長治市は人口 347 万人、GDP は 1,652 億元で、大同市は人口 345 万人、GDP は 1,318 億元である。

5.2 モデル都市の目標

行動計画では、FCV 等の新エネ車を推進することは、新興産業の育成に積極的な意義があり、企業の技術的グレードアップを促進する効果があると述べている。

山西省の石炭、電力、及びガス産業が盛んなことから、EV、FCV、メタノール自動車、LNG 自動車を重点的産業として、イノベーション能力を向上させるとともに、市場規模を育成するとしている。

水素産業チェーンの整備と FCV の導入普及を以下の 3 ステージで実施し、山西省を水素バレーとするのが事業目標の一つである。

- ステージ 1：モデル都市における実施期（2019～2020 年）

水素・燃料電池技術研究開発センター、FCV 検定測定センターを設立する。表 1-1 に示したように、モデル実証都市において水素ステーション 3 ヶ所を整備し、モデル燃料電池公共バス路線を 10 本開設し、700 台の燃料電池バスを導入する。

- ステージ 2：導入利用期（2021～2022 年）

モデル実証の成果をベースに、さらに水素ステーション 10 ヶ所を整備し、モデル燃料電池公共バス路線を 300 本開設し、3,000 台の燃料電池バスを導入する。

- ステージ 3：市場拡大期（2023～2024 年）

さらに、省内で水素ステーション 20 ヶ所を整備し、燃料電池公共バスの商業運用を開始する。燃料電池バスは 7,500 台の規模となると見込まれている。

表 2-1 山西省水素・燃料電池車導入普及の目標

	モデル実証 (2019～2020年)	導入利用 (2021～2022年)	市場拡大 (2023～2024年)
水素燃料電池車	700台	3,000台	7,500台
水素ステーション	3都市に3ヶ所のモデル実証	10ヶ所を整備	20ヶ所を整備
燃料電池バス	モデル路線・10路線	モデル路線・300路線	省内に商業化バス路線の運営開始

出典：山西省新エネルギー自動車産業 2019 年行動計画、GCFEN が作成。

5.3 財政補助金

国の FCV に対する補助政策が変更しない限り、山西省は国の補助金を 1 とすると、同等額に補助し、また水素ステーションと FCV に注入する水素に対して適度に補助を行うとしている。

山西省は新エネ自動車産業が手遅れ、自動車工業の基盤は弱い一方、新エネ車産業をめぐって山西省なりの優位性を有する。新エネ車の競争力を強め、また関連産業への波及効果を期待するため、国の新エネ車に対する補助金額が年々と減少するなか、山西省は独自の補助政策を検討している。

5.4 企業と研究機関の連携を強化

新エネ車製造メーカーと研究院や大学との連携を強化し、新エネ車の開発プロセスを最適化し、車体設計、パワートレイン等の共通的な技術に取り組む。また水素燃料電池スタック、水素製造、水素貯蔵、水素輸送、及び水素注入等の技術を研究、開発することを強化している。

6. 研究開発事業の推進

2020年2月、山西省科技厅は「2020年度科技重点特別事業指南」を発表して、省内のエネルギーに係る4つの技術革新分野を重点的研究内容とした。水素・燃料電池はその4つの技術革新分野の一つである。

中国科技部や、各省の科技厅が募集する重点特別事業や、研究開発事業は一般的には研究補助金を付けるものである。付け方は、事業許認可を受けたうえで年度内に補助金を交付する方法、或いは企業、研究機関が事業終了後に「研究開発経費」として事後請求に基づいて交付される方法がある。

山西省科技厅は、山西省が保有する水素供給能力を生かして、FCVを柱とした水素産業チェーンの構築のためのイノベーションを促進し、高いレベルの研究開発で水素・燃料電池車の産業を発展するとして、6つの重点的研究テーマを設定した。

- 水素貯蔵タンク分類タイプのIV型（表2-2）を対象として、プラスチック製インナーに炭素繊維全巻強化した高圧水素貯蔵容器の製造技術。

事業評価の基準は、タンクの公称圧力は70 MPa、破裂圧力は115 MPa、水素貯蔵容量は最大9 wt%、圧力サイクル回数は最大200,000回であり、年間100本のタンクを製造するデモスケールの達成である。

表 2-2 中国の水素貯蔵タンク分類

	水素充填タンクタイプ			
	I型	II型	III型	IV型
材質	クロムモリブデン鋼	スレンレス円筒 炭素繊維巻強化	アルミ円筒 炭素繊維全巻強化	プラスチック円筒 繊維全巻強化
作動時圧力	17.5-20MPa	26.3-30MPa	30-70MPa	70MPa以上

出典：北京市水素燃料電池エンジンエンジニア技術研究センター、高工産研ネット情報等。

- 水素ステーションにおける水素注入の重要な施設に係る安全性測定技術、及び評価基準の研究。

水素ステーションには主要部品の漏洩や、破損問題をターゲットに重要な部品の機能低減シミュレーション、故障検定、安全評価、高圧水素によるシール・シーリング材料の損傷測定、水素供給システムの高圧高速水素衝撃力による腐食、自発着火、火災などによる高圧タンク能力の喪失と防爆対応技術である。

- 次世代高温水素燃料電池非プラチナ系触媒の材料と関連部品の開発。

事業評価の基準は、高温水素燃料電池膜の電極の Pt 使用量は $\leq 0.3\text{g/kW}$ で、動作温度は 140°C 以上、電圧は 0.4V 以下、電流密度は 500mA/cm^2 以上、安定動作時間は100時間以上、出力減衰は10%以下、質量活性比は 450mA/mg 以上であり、次世代高温水素燃料電池のパイロット試験を完成する。

- 燃料電池高温プロトン交換膜のバッチ生産及び実用化。

事業評価の基準は、ポリマー特性粘度は 1.3 dL/g 以上、プロトン交換樹脂溶液固体濃度は3wt%以上、溶剤沸点は 110°C 以下、プロトン交換膜厚さは $50\mu\text{m}$ 以下、偏差値は $\pm 5\%$ 以下、ADLは7以上、酸保持率は80% (80°C 、40%RH)、プロトン伝導率は $0.1\sim 0.25\text{S/cm}$ (180°C 、無加湿)以下、プロトン伝導率安定性は1,000時間以上 (180°C 、10%、RH)であり、また幅400mm、 $160\sim 200^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で連続生産を実現し、パイロットデモ事業で20,000m²/年に達する。

- 高出力車載水素燃料電池駆動システムに係るコア技術と実証研究。

事業評価の基準は、水素燃料電池駆動システムの定格出力は 150kW 以上、功率は45%以上、密度体積比は 600W/L 以上、使用寿命は15,000時間以上である。駆動システム測定施設、年間1,000台以上の生産ラインを整備する。

- 水素燃料電池利用技術の研究及び新幹線車両用水素燃料電池の開発研究

事業評価の基準は、燃料電池鉄道車両に利用する場合、車軸の数は4軸/6軸、車輪出力は $1,000\text{kW}/700\text{kW}/500\text{kW}$ 、起動牽引力は $\geq 200\text{kN}/\geq 160\text{kN}/\geq 120\text{kN}$ で、連続牽引力は $\geq 200\text{kN}/\geq 160\text{kN}/\geq 120\text{kN}$ で、最大動作速度は 80km/h 以上である。

7. 山西省水素・燃料電池産業戦略連盟が設立

山西省工業と情報庁の指導のもと、2019年11月27日に太原で山西省水素・燃料電池産業戦略連盟が発足した。

潞安集団を理事長会社として、潞安集団社長・劉俊義氏を理事長として選出した。省内の水素・燃料電池に関連する大手企業、研究機関等で構成され、関連する技術や事業の交流を強化し、情報を共有しながら山西省の水素・燃料電池産業の発展を促進する狙いである。

第2節 太原市の水素取組み

1. 太原市の概況

太原市は山西省の省都であり、人口は442万人、面積は6,956km²である。

西、北、東の三面が山々に囲まれ、黄河支流・Fen(汾)河が市の北から南へ100kmほど流れている。太原市はこの沖積平野に立地している。海拔は平均800mで、北側が高く、南側は低い地形を呈する。

2019年、太原市のGDPは4,028億元である(17円/元で約6.8兆円)。そのうち、第一次産業は42.48億元で全体の1.05%、第二次産業は1,518億元で全体の37.7%、第三次産業は2,467億元で全体の61.2%である。



表 2-3 太原市 GDP に占める三次産業の割合推移 (2005 年～2019 年)

	2005年	2010年	2015年	2017年	2018年	2019年
第一次産業	2.2	1.7	1.4	1.2	1.1	1.1
第二次産業	47.5	44.6	37.8	37.6	37.0	37.7
第三次産業	50.3	53.8	60.8	61.2	61.9	61.2

出典：2018 年までは太原統計年鑑。

2019 年データは国家統計局太原調査隊が発表会、2020 年 1 月 22 日。

太原市はもともと鉄鋼、機械製造、化工、石炭生産と加工等の重工業が経済基盤であったが、近年、新材料、自動車部品生産、医薬と医療機器、食品加工、及び第三次産業の推進により産業構造が変わりつつある。

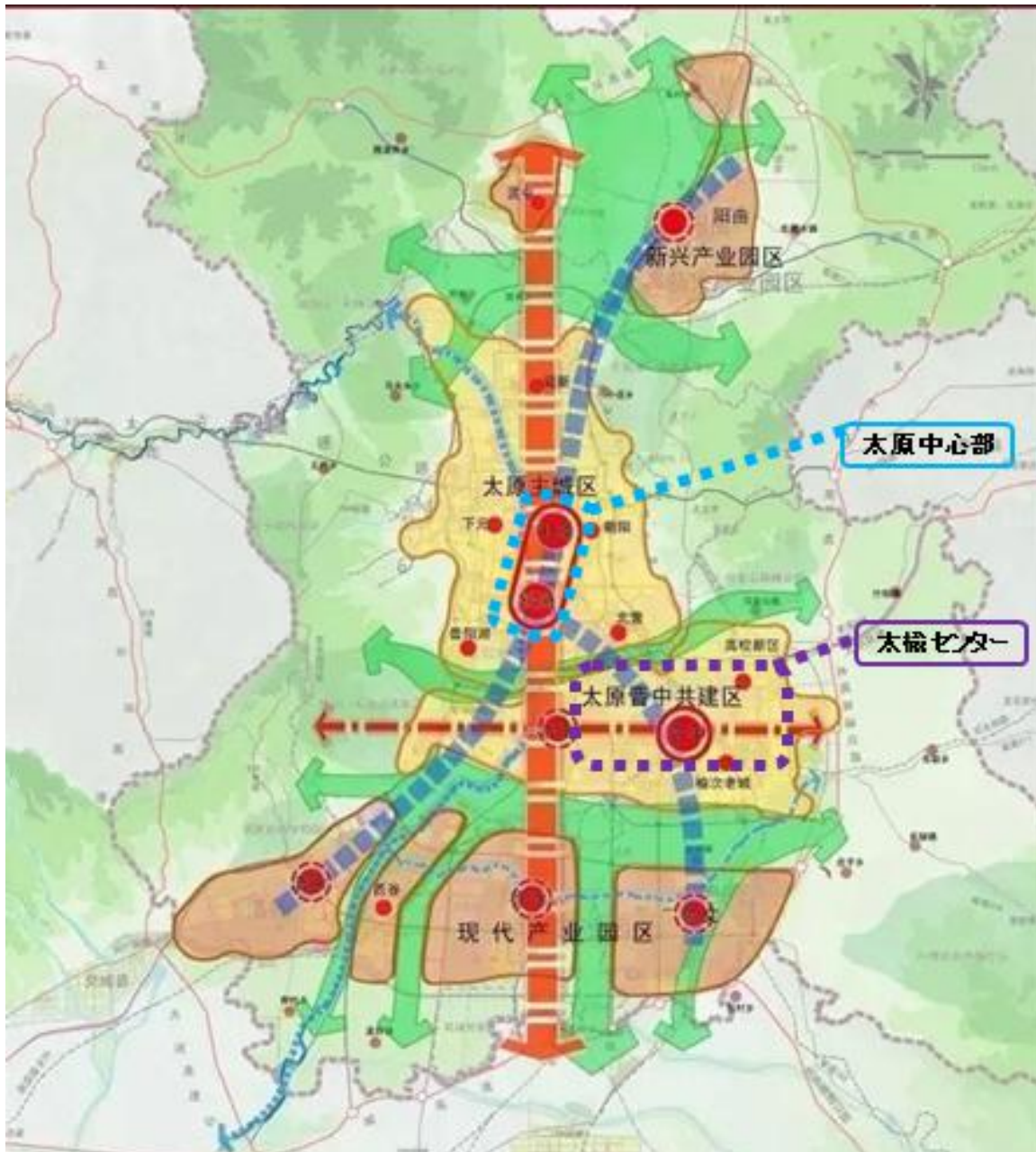
2. 新産業・新材料の導入促進

太原市は地域経済の発展、製造業基地の整備、産業・生活の環境改善等を図り、計画的に産業構造調整と都市圏基盤整備を推し進めようとしている。

山西省政府が 2017 年に公表した「太原都市区企画 (2016-2030)」では、太原圏国家新型産業基地とエネルギーイノベーション基地の形成を目指している。太原圏のコンセプトのもと、太原市内の 6 区と周辺の清徐県、陽曲県、晋中市榆次区、太谷県等を含む 6,503km²に都市区は一つ、副都市区は一つ、モデル区は一つ、及びマルチ工業団地であり、役割別エリアを計画し実現の途上にある。2035 年の太原圏工業用途の土地は 845km²となり、人口 770 万人に達するとの試算である。

都市区は、現在の太原市中心部を金融・ビジネス、商業、文化、国際交流の中核エリアとする（図 2-3、青点線エリア）という意味である。

副都市区の範囲は、太原市東部と晋中市榆次区を含める「太榆センター」（図 2-3、紫点線エリア）であり、自動車部品製造、次世代産業、IT 産業、国際的低炭素技術・石炭系クリーン高効率技術創業、及び紡績機械等の生産地域とする意味である。



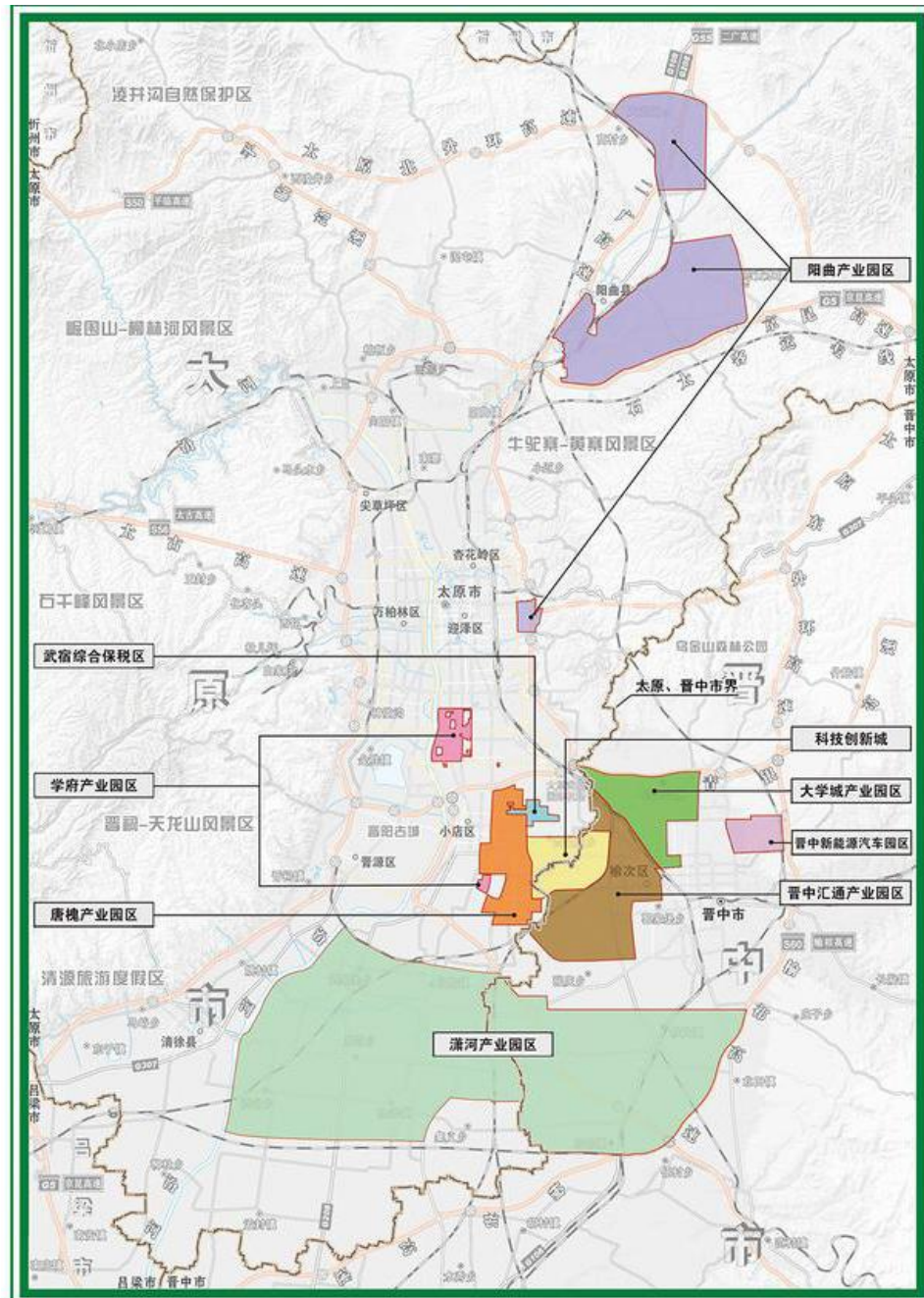
出典：太原都市区企画（2016-2030）、山西省住建庁が公開情報。

図 2-3 太原都市区企画の「1 主・1 副」位置図

モデル区は、山西構造転換総合改革モデル区のことである（図 2-4）。国家戦略的新興産業新基地を目指して太原市南部に立地しており、瀟河産業パーク、科技創造新都市、大学都市産業パ

ーク、晋中新エネ自動車パーク、晋中匯通産業パーク、武宿総合保税區、学府産業パーク、唐槐産業パーク等から構成される。

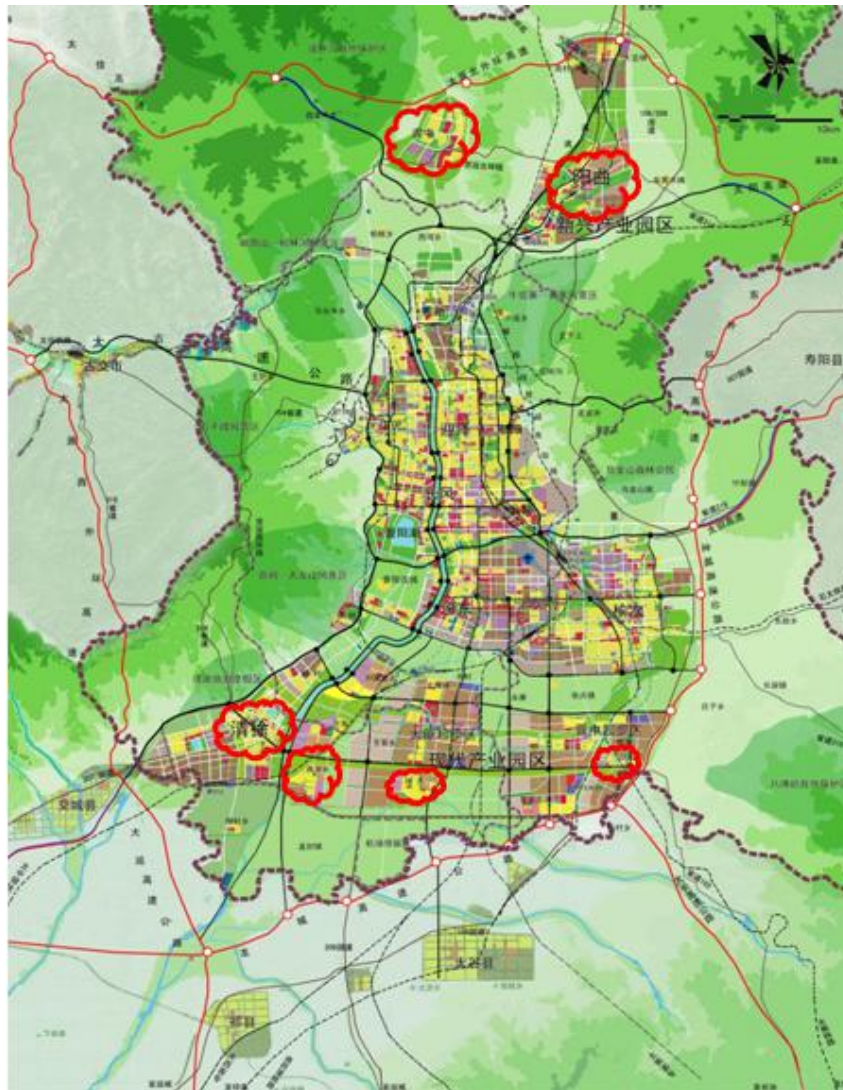
瀟河産業パークは企画面積 57.3km² で、新エネ自動車産業、航空材料、3D プリンター材料、産業用ロボット、多目的ドローン、次世代情報ネットワーク技術、太陽電池、バイオ技術を重点対象とする。2030 年に人口は 30 万人になるとしている。



出典：北京聯盟、2020-06-10。http://www.010lm.com/roll/06101262L22020.html

図 2-4 山西構造転換総合改革モデル区企画図

マルチ工業団地は太原市北部の陽曲、泥屯、南部の清徐、西谷、徐溝、修文で合わせて6つあり、下図の赤線が囲まれる地域である。



出典：太原都市区企画（2016-2030）、山西省住建庁が公開情報。

図 2-5 太原都市区企画の「マルチ工業団地」位置図

3. 水素関連企業

太原市は、1950年代から国家事業として石炭加工、鉄鋼、機械製造等の重工業大手企業が育成されてきた。いまは、それらを生かしつつ産業構造の調整を推進しており、原料と製造業の優位性を発揮し、水素産業を起爆剤にして、新材料、自動車産業等の部品製造基地となることをめざしている。

3.1 陽泉煤業(集団)有限責任公司

3.1.1 概況

陽泉煤業(集団)有限責任公司(以下「陽煤集団」という)は、1950年に設立された陽泉鉱務局が前身であり、国内最大の無煙炭生産と供給会社である。2019年に「フォーチュン・グローバル 500 (Fortune Global 500)」の469位である。

資産総額は2,430億元(約41,310億円)、従業員数は17万人で、子会社は62社ある。石炭生産炭鉱は41鉱で、保有埋蔵量は約200億トンである。

石炭を原料として化成品を生産する子会社は25社あり、ファインケミカルプラントは156基、製品は80種類である。石炭を燃料として「石炭・火力発電・アルミ電解」と「ボーキサイト・アルミナ・アルミ電解・アルミ製品生産」の産業チェーンを持っている。

3.1.2 水素業務への取組み開始

2019年11月に陽煤集団は陽泉市政府、梧桐樹資本管理有限公司と共同で「双陽産業転型基金」を設立した。基金は30億元で、初回は水素産業チェーンに係る利用、次世代製造業、新エネルギー・新材料、省エネおよび環境保全等の事業向けに投資し、基金枠は10億元である。

陽煤化工股份有限公司(以下「陽煤化工」という)は上場企業(2012年10月、上海証券取引所)で、資本金は23.7億元(約402.9億円)である。2019年12月30日に取締役会で水素事業の参入に関する事業範囲の変更を審議し、承認された。

陽煤化工の水素に関する規程では、高純度水素生産、水素ステーションの整備、水素燃料電池大型トラックの実証事業、水素燃料電池の技術開発等の業務を展開するとしている。

3.1.3 水素生産事業

陽煤化工の子会社・河北正元気能科技有限公司は石炭化工工場を運営すると同時に立地している滄州臨港経済技術開発区(工業パーク)に水蒸気、水素、CO₂を供給する役割を果たしている。現在、工業副生水素産出量は1.44億m³/年である。



図 2-6 河北正元気能科技有限公司

二期工事は石炭クリーン・高効率利用事業で投資概算は28.84億元である。

水素社会の推進につれて水素の需要が増え、とくに北京、天津等の大都市への供給はビジネスチャンスであると認識しており、二期工事では水素生産 6 億 m^3 /年の体制に変更した。

同工場は黄骅港に近隣して、海上輸送に利便性のよい場所である。

黄骅港は国家能源集团（旧神華集团）が山西省、陝西省北部、内モンゴルの石炭を輸送するために整備した石炭取扱港湾である。日本へ水素を輸送するとすれば、図 2-7 に示したルートが考えられる。



図 2-7 水素工場の立地と中国国内・日本への輸送概念図

3.2 山西美錦能源股份有限公司

美錦能源集团は、1981 年に中国山西省で発足した民間会社であり、当初はコークス生産、貨物輸送、及び石炭ガス供給が主業務で、社名は美錦公司であった。

2003 年に山西省で「美錦工業団地」（中国語：美錦工業園）を整備し、コークス、鉄鋼、マグネシウム精製、電力・熱供給、石炭化工等の事業を展開した。2018 年の売上高は山西省民間企業の第 2 位、納税額は同 1 位であった。

山西美錦能源股份有限公司（以下「美錦能源」という）は美錦能源集团傘下の子会社であり、1992 年に設立され、1997 年に中国広東省深セン証券所で上場した。2015 年～2018 年までの売上高と資産総額は下図 2-8 の通りである。



図 2-8 美錦能源の売上高と資産総額（2015～2018 年）

美錦能源の主業務は石炭・コークスと水素事業である。

石炭・コークスでは、山西省政府から認定された石炭生産能力は 3,000 万トン、コークス生産能力は 620 万トン（新規建設中のコークス工場を入れると、715 万トン）である。

水素事業では、図 2-9 に示した通りに、山西省、揚子江デルタ地域（浙江省等）、珠江デルタ地域（広東省等）、山東省、及び北京周辺を重点的に展開している。



図 2-9 美錦能源水素事業分布

1) 山西省における水素事業の展開

美錦能源のコークス工場は山西省に立地する。コークス工場の COG から水素を生産すると、年間約 5.9 万トンの水素を市場に提供し、中型燃料電池トラック 1.3 万台、また燃料電池バス 9,000 台の水素利用を支えられるとの試算である。

安価に水素を供給すると同時に、水素ステーションを整備し、燃料電池部品製造工場を建設し、また、政府の支援の下、燃料電池車バスの導入普及に取り組む計画である。

「第 14 次 5 カ年計画」（2021～2025 年）の期間によると、美錦能源は山西省内での水素事業の投資計画は 65 億元（1 元=約 16 円）であり、主要投資方針は下記のようなものである。

- 水素製造プラントを建設する。省内に豊富な COG を有し、低コストで水素を生産する。液体水素の貯蔵と輸送を開発して省内に、さらに省外に水素供給事業を推進する。
- 水素ステーションの整備を通じて水素燃料電池公共バス、清掃車、水素燃料電池通勤バス、燃料電池物流車、燃料電池軽トラックの普及に寄与する。
- スタック等の燃料電池部品の生産工場を建設する。
- 水素燃料電池バスと燃料電池重型貨物トラックの生産工場を建設する。
- 水素エネルギー技術の研究開発センターを整備する。

表 2-4 山西省における事業計画（2021～2025 年）

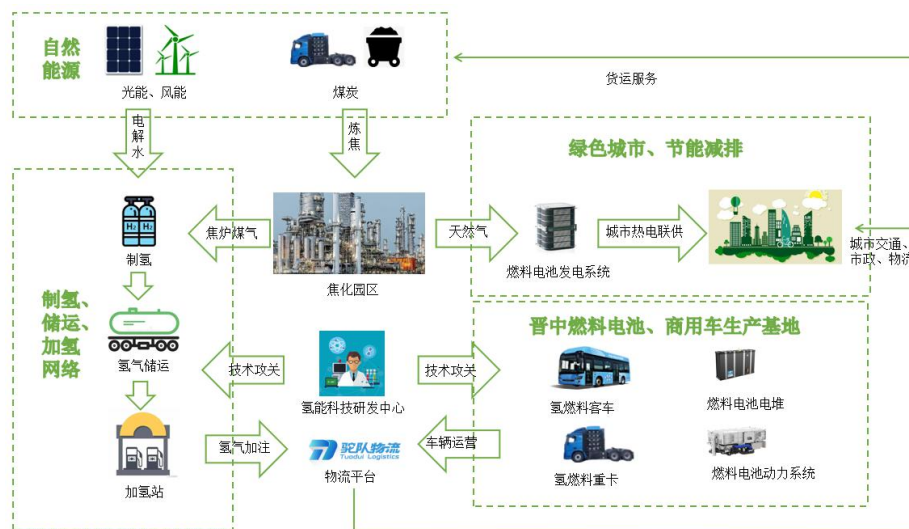
事業	投資予算 (億元)	事業規模	計画能力
水素生産工場	2	3工場	23,000トン
水素ST	8	20ヶ所	7,200トン
燃料電池システム	45	1工場	10,000セット
スタック			50万KW
燃料電池商用車工場		2工場	10,000台
水素科技研究センター	10	1センター	

出典：美錦能源水素分野・2021-2025 年に山西省における事業目標

現在、美錦清徐コークス産業団地に工業副生ガス高純度水素生産事業の一期目を建設しており、設計規模は $2,000\text{Nm}^3/\text{h}$ である。第二期事業は市場ニーズに応じて生産能力を調整するが、最大設計能力は $10,000\text{Nm}^3/\text{h}$ である。

同産業団地は山西省中部に位置し、省都太原市に 50km 程度である。一期目事業の水素ガス供給対象は太原市、晋中市等の都市部の燃料電池公共バス、燃料電池清掃車と物流車等である。

2022 年から 2025 年にかけて水素生産工場の新規事業は 2 つあり、生産規模は両方とも $10,000\text{Nm}^3/\text{h}$ である。液化水素技術を導入して水素貯蔵、また中長距離の水素輸送を実現するにともなう山西省内の隅々まで水素ユーザーに水素ガスを供給する狙いである。



出典：美錦能源水素分野・2021-2025 年に山西省における事業目標

図 2-10 山西省における水素上下流一体化事業構想

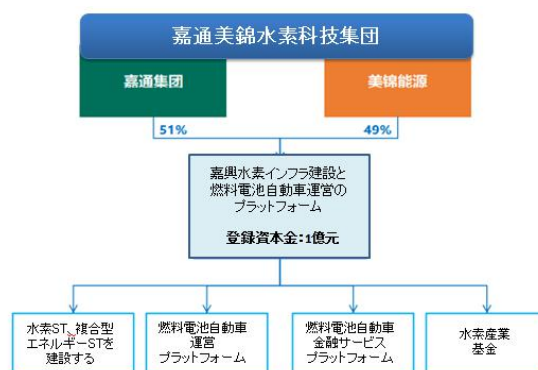
2) 浙江省嘉興市における水素事業の展開

浙江省は揚子江デルタ地域に位置し、中国において経済が発達し、陸上輸送と船舶輸送の物流が盛んな地域あり、水素エネルギーイノベーション推進地域と言われるほど、水素を交通輸送業に導入普及するポテンシャルが高い。

2019 年 3 月、美錦能源は浙江省嘉興秀洲ハイテク産業パーク管理委員会と「美錦能源 FCV 産業パーク協力覚書」を調印した。嘉興秀洲の港湾地帯において美錦 FCV パークを建設し、燃料電池システム 5,000 基/年の生産を目標としている。投資総額は 100 億元の計画である。

美錦能源は浙江省の地元企業・嘉通集団と共同出資で嘉通美錦水素科技集団（以下、「嘉通美錦」という）を設立し、「嘉興水素インフラ建設と燃料電池自動車運営のプラットフォーム」事業（以下、「プラットフォーム事業」という）と「水素燃料電池自動車と設備産業基地」事業（以下、「産業基地事業」という）、水素研究開発センター事業、及び水素産業基金事業を企画、実施している。

- プラットフォーム事業では図2-11に示したように、水素ステーションと複合型エネルギーステーションを建設し、燃料電池自動車運営と金融サービスに関わるプラットフォームを構築し、水素産業の基金を設立することとした。



出典：美錦能源・嘉興水素産業投資報告資料。

図 2-11 嘉通美錦プラットフォーム事業計画

プラットフォーム事業の2020年から2023年までの目標は表2-5に示したように、2020年に水素ステーションの整備4ヶ所、燃料電池公共バスと物流車の運営はそれぞれ30台、200台で、2021年に水素ステーションの整備は15ヶ所、燃料電池公共バスと物流車の運営はそれぞれ225台、1,000台で、さらに2023年では水素ステーションの整備は40ヶ所、燃料電池公共バスと物流車の運営はそれぞれ500台、2,500台である。

表 2-5 プラットフォーム事業の三年計画

年度	2020年	2021年	2022年
水素ステーション	4ヶ所	15ヶ所	40ヶ所
燃料電池公共バス	30台	225台	500台
燃料電池物流車	200台	1,000台	2,500台

出典：美錦能源・嘉興水素産業投資報告資料。

- 産業基地事業は、図2-12に示したように、FVC自動車生産、船舶用と自動車用の燃料電池システム生産、スタックと膜電極等のコア製品生産からなっており、投資と建設期間は10年間である。



出典：美錦能源・嘉興水素産業投資報告資料。

図 2-12 嘉通美錦産業基地事業計画

FVC 自動車生産は、バス、小型車・普通車・中型車・大型車等の貨物車、清掃車等特殊用途の燃料電池車等の車種であり、事業全体計画は 6 万台/年、一期目事業（2019 年 7 月から 2022 年 12 月まで、以下同）は 1 万台/年である。

船舶用と自動車用の燃料電池システム生産は、事業全体計画には自動車用は 6 万セット/年、船舶用は 1 万セット/年であり、一期目事業は自動車用だけで 1 万セット/年である。

スタック生産では、事業全体計画は 100 万 kW/年、一期目事業は 50 万 kW/年である。

膜電極の事業計画は 30 万 m²/年である。

- 水素研究開発センター事業は大学、研究所と連携して浙江省水素社会の実現に向けて技術開発と商業化に寄与する目的であり、投資総額は4億元で、一期目に土木工事、実験室、データベース等の投資は3億の予算である。
- 水素産業基金事業は、嘉興市に工業団地の建設と事業化を支援し、技術の研究とイノベーション、産業インキュベーション、水素関連事業の実証、水素ステーションの建設を支援する目的である。

3) 燃料電池バス製造事業

美錦能源は仏山市飛馳汽車製造有限公司（以下「飛馳汽車」）の 51.2%の株式を持つ筆頭株主である。飛馳汽車の水素燃料電池バスの中国市場シェアは 2018 年に 43%であり、車両長さ 8.5m の EV バス、10.6m のハイブリットバス、11m の水素燃料電池バスは中国工業と情報化部の推薦目録に指定される車型である。

2019 年に水素燃料電池バス中国市場シェアの 13.7%となるものの、水素バス生産分野に No.1 である。



図 2-13 仏山飛馳汽車製造有限公司水素燃料電池バス

4) 燃料電池コア部品の製造事業

鴻基創能科技(広州)有限公司（以下、「鴻基創能」という）は 2017 年 12 月に設立し、膜電極の開発に注力するベンチャー企業である。2019 年 1 月に美錦能源は鴻基創能に 1.02 億元の投資して、51%の株を保有するヒット株主となった。

2020 年、鴻基創能の膜電極生産計画は 20,000m²であり、2,000 から 4,000 台燃料電池車の使用量である。

広東国鴻 Qing 能科技有限公司（以下、「国鴻 Qing 能」という）は中国においてスタック生産のトップ企業であり、市場シェアは約 70%で年間生産能力は 20,000 台である。また燃料電池システムの生産能力は 5,000 セットである。

2019 年 7 月に美錦能源は国鴻 Qing 能に 1.8 億元の投資して、国鴻 Qing 能 9.09%の株を有した。

5) 青島における水素事業

2019 年、美錦能源は青島市行政機関と水素事業実施協力枠組み協定に調印した。青島美錦水素事業パークを建設し、水素生産、燃料電池バス製造、燃料電池コア部品の生産等の事業を中心として、約 100 億元の投資計画である。

燃料電池バス製造工場は建設しており、2020 年末に完成する予定である。

上述したように、美錦集団は「水素製造・水素貯蔵・水素輸送・水素ステーション運営・燃料電池部品生産・燃料電池バス製造」の水素産業チェーンを一体化に発展する目標を立てられ、これから 5 年から 10 年にかけて実現することを目指している。

3.3 太原鋼鉄(集団)有限公司

太原鋼鉄（集団）有限公司（「太鋼」と略称）はステンレス業界のトップ企業である。「2019 中国製造業トップ企業 500 社」の 110 位である。

高強度ステンレス 300、400 シリーズは厚さ 0.02-0.05mm、幅 3-650mm で、年間生産能力は

20,000t である。SUS316L/SUS304 の平坦度は $0.3\mu\text{m}$ 以下で高耐食性、平滑性、塗布後の高導電性で優れた性能を備えており、双極板等の燃料電池材料として利用できるとされている。



図 2-14 太鋼ステンレス精密帯鋼写真(厚さ 0.02mm 極薄帯状)

3.4 江鈴重型汽車有限公司

江鈴重型汽車有限公司（以下「江鈴重汽」）は中国商用車製造の大手である江鈴汽車株式会社（江西省南昌市、江鈴汽車）傘下の大型トラックメーカーであり、2013 年 1 月 8 日に山西省太原市で設立された。

2019 年 9 月、江鈴重汽は中国の工業と情報化部に 4XT 燃料電池牽引車と燃料電池トラックの型式認定を申告し公示された。新製品の水素充填時間は 7 分以内で済ませることができる。詳細は表 2-6 の通りである。



図 2-15 重汽の燃料電池トラック写真

表 2-6 江鈴重汽の大型燃料電池トラック

製品名称	製品型番	航続距離	燃料電	
			企業名	ピーク時定額電力
燃料電池牽引車	SXQ4180J1A2FCEV	401	上海杰寧	95/96
燃料電池トラック	SXQ5090XXYJ1CWFCV	420	新能源	30/50

出典：第一電動。GCFEN が整理

2019 年 6 月、江鈴重汽は水素燃料電池システムを搭載した江鈴凱銳 FCV を 2019 中国（山西）国際クリーンエネルギー博覧会で展示した。

2019 年下半年には、江鈴重汽は武漢泰歌 Qing 能汽車有限公司が開発した 80 kW 以上の水素燃料電池システムを搭載した 18 トンの大型水素燃料電池トラックの試作車を発表した。

2019 年 9 月末、江鈴重汽は上海清能燃料電池技術会社が生産した水素燃料電池を搭載した 42 トン大型燃料電池トラックを発表した。

2019 年 12 月、江鈴重汽は潞宝集団、上汽大通汽車有限公司、北京氢璞創能科技有限公司と協定を結び、連携して水素燃料電池大型トラック物流モデル事業を推進することになった。

第3節 大同市の水素取組み

1. 大同地域の概況

大同市は山西省の北部に位置し、北京の東 350km、面積 14,200km²、人口 345.6 万人（2018 年）である。

大同市は鉱物資源に恵まれ、石炭以外に、銅、鉄、金、銀、アルミニウム、亜鉛などの鉱石以外に石墨、リン、長石、ウンモ、石灰石等を生産する。

福岡県大牟田市は大同市とは「石炭」の縁で 1981 年 10 月に姉妹都市を提携した。当初、三井三池製作所が大同石炭会社に採炭プラントを輸出したり、大同の石炭を日本に輸出したりしていた。また炭鉱技術者間の友好往来から始まり、文化、教育、医療、及び環境など幅広い分野にわたって両市はビジネスや、国際協力を行ってきた。

石炭の産地と製造業、重工業の都市として深刻な環境問題を抱え、中国の都市環境評価ではワースト 3 になったこともあり、環境改善は喫緊の課題であった。

2. 水素産業の推進状況

大同市の水素社会への歩みは、豊富な石炭資源を活かし、豊かな太陽光発電資源を利用し、また長年に蓄積してきた製造業の強みを発揮する条件のもとに、水素生産と燃料電池関連部品の製造、水素をキャリアとするエネルギー貯蔵・供給、新エネ自動車機器製造、太陽光発電産業チェーン、及び石炭クリーン高効率利用等の 5 つの関連させた産業クラスターの形成²²に向けた取組を行うとしている。

大同市は、「水素みやこ新エネ産業パーク」（以下「水素パーク」という）を企画し、面積 50km²に第一期整備事業を 2018 年 10 月から開始した。

大同市政府は、土地利用、起業支援金、税制面優遇、及び水素産業基金を呼び水にして北京、上海、武漢、広東省深セン等の水素関連企業を誘致している。2019 年 8 月時点では、水素パークの事業登録案件は 22 件であった。

現在、水素生産、水素ステーション整備、燃料電池部品の生産、FCV の導入普及等に取り組みながら国内外との協力事業を期待している。

水素生産

- 5,000 万トンの石炭からの水素生産事業は 2018 年に企画され、2019 年に大同市重点事業と

²² 氢能与燃料电池先导、储能蓄能、新能源汽车装备制造、光伏全产业链、煤炭清洁高效利用五大产业集群

位置づけられた。(実施主体：大同煤業集団)

- 太陽光・風力発電の水電解水素生産事業。(実施主体：大唐国際曇岡熱電有限責任公司)
- 水素製造及び水素供給事業。(実施主体：北京首航艾啓威節能技術股份有限公司)

燃料電池

- 大同 Qing 雄雲鼎 Qing 能科技有限公司は、深セン雄 Tao 電源科技株式有限公司、上海田鼎投資管理有限公司、大同 You 雲企業管理有限公司が出資して設立した燃料電池システム会社である。
- 上海華熵能源科技有限公司が設立した大同 Qing 雄雲鼎 Qing 能科技有限公司である。主に空気圧縮機、水素ポンプ、DC/DC コンバーター等の部品製造である。
- 北京新研創能科技有限公司が設立した大同新研氢能科技有限公司は主にスタック生産を行う。
- 四川榮創新能科技有限公司は燃料電池パワーシステムを生産する会社である。

水素ステーション

- オンサイト水素ステーションを1ヶ所整備し、2019年4月にモデル実証のための運用を開始。水電解水素製造能力は400Nm³/h、水素の生産・充填能力は500kg/hで、燃料電池公共バス(全長10.5m)への満タン注入時間は3～5分。
- 上記の敷地内にスキッドマウント式一セットあり。
- 移動式水素ステーションは1つあり、設計能力は500kg/日でモデル実証用。

燃料電池公共バス

- 2018年6月、山西省初めての長さ10.5m、燃料電池公共バスを導入した。
- 大同市政府は燃料電池バスメーカーと契約し、300台の導入予定。
- 2018年12月、40台導入。
- 2019年6月、60台導入。



図 2-16 大同市が導入した燃料電池公共バス

3. 水素産業に関わる主要企業

3.1 大同煤鋁集團有限責任公司

大同煤鋁集團有限責任公司（以下「同煤集團」）は一般炭²³の生産企業であり、神華集團（現在：国家能源投資集團有限責任公司）、中国中煤能源集團有限公司とともに「日中長期総合貿易に関する覚書」（通称:LT 協定）のもと、長年にわたり日本に石炭を輸出し日本の火力発電の燃料確保に寄与した企業である。

2019 年の売上高は 1,136 億元²⁴（約 1.9 兆円）で、主要な業務は石炭生産、化工、活性炭、機械製造、物流（鉄道・道路）等である。「大同炭」は中国の代表的な銘柄で、中国国内向け価格のベンチマークとしての役割がある。

表 2-7 中国石炭生産トップ企業

社名	本社所在地	出炭量 (万t)
国家能源投資集團有限責任公司	北京市	52,413
中国中煤能源集團有限公司	北京市	19,222
Yan鋁集團有限公司	山東省	16,148
陝西煤業化工集團有限責任公司	陝西省	16,023
山東能源集團有限公司	山東省	14,537
大同煤鋁集團有限責任公司	山西省	13,722
山西焦煤集團有限責任公司	山西省	10,011

出典：中国石炭工業協会。

同煤集團は石炭資源を活用して水素産業に参入しており、2018 年に年間 5,000 万トンの石炭から水素を生産する事業を企画し、2019 年に大同市重点事業と指定された。

同事業の投資総額は概算 30 億元で、二期に分けて実施する。同煤集團は中国の液化水素に対する規制動向をウォッチしながら市場調査している。

中国の規制緩和、市場ニーズ、及び技術と経済性の両立が可能だという前提で、同煤集團は一期目事業を 2023 年に建設開始し、生産規模 3,300t/d レベルの液体水素生産工場を計画している。2026 年の二期目事業の液体水素は大同地域以外の、北京市・天津市や華中地区、華東地区に輸送・販売する計画である。

これらの情報は、当法人と市政府等との交流会での話であるが、その後の推移をさらにフォローしていく予定である。

²³ 石炭は用途により一般炭と原料炭を分けて、一般炭は主に発電用燃料として、原料炭は主に製鉄（コークス）の原料とする。

²⁴ 大同煤業 2019 年年度報告。上場企業報告書。

3.2 大唐国際雲岡熱電有限責任公司

山西大唐国際雲岡熱電有限公司（以下「雲岡熱電」という）は大同市に本社があり 2000 年に発足した。火力電力と熱供給のユニット規模は 104 万 kW である。そのうち、空冷ユニット 22 万 kW が 2 基、30 万 kW が 2 基ある。域内送電網と熱供給配管ネットを所有している。

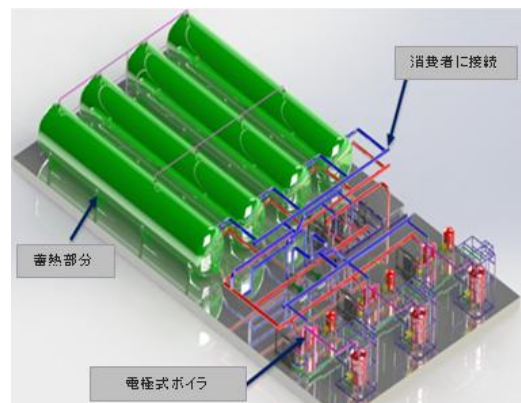
雲岡熱電は大同地域の豊かな太陽光発電と風力発電を利用して水素を生産し、地元に水素供給する事業を大同攸雲企業管理有限公司と協力して取組みはじめた。

事業投資規模は 6 億元（約 100 億円）で、二期に分けて建設する。

一期目は、6×25MW 分散式太陽光発電、100MW 風力発電、150MW 電極式電気ボイラ熱供給システム、及び 10MW 水電解水素生産・高圧気体貯蔵システムで構成される。太陽光と風力発電の電力をすべて自社所有の送電網にいったん受入れ、電極式電気ボイラにより電気料金が安い時間帯に蓄電装置内の温水を加熱し、電力料金が安い時間帯に電力網の負荷をバランスよく調整する。この自社電網の電力を利用して水素生産する。

水素生産目標は、FCV に利用する高純度のもので 5,000kg/日である。この量は水素ステーション 10 ヶ所を支えられると見込んでいる。

二期目事業は、1,000MW 太陽光発電、50MW 水電解水素生産・液体貯蔵システムである。水素生産目標は、FCV に利用する高純度のもので、10,000kg/日であり、水素ステーション 20 ヶ所を支えられるとの試算である。



出典：百度文庫、2018 年 10 月 11 日。

図 2-17 温水ボイラーシステム概念図

3.3 大同 Qing 雄雲鼎 Qing 能科技有限公司

2018 年 1 月、大同市政府は広東省深セン雄 Tao 電源科技株式有限公司（以下「雄 Tao 科技」）と「投資協力協定」を締結した。そのなかには、雄 Tao 科技は大同水素産業パークへの投資額を 30 億元以上にして、水素燃料電池触媒、プロトン交換膜、スタック、バッテリー制御システム、FCV 駆動システム、水素生産・貯蔵と水素ステーションを研究、又は生産活動を行うとしている。

2018 年 3 月に雄 Tao 科技は上海田鼎投資管理有限公司、大同 You 雲企業管理有限公司と共同出資で大同 Qing 雄雲鼎 Qing 能科技有限公司（以下「大同雲鼎」という）を設立した。

2018 年 9 月、大同雲鼎は大同市とはオンサイト水素ステーション建設事業と 300 台水素燃料電池バスを購入代理について合意した。同年 12 月に、雄 Tao 科技の燃料電池システムを採用する燃料電池バス 50 台を大同に導入した。2019 年 4 月、さらに燃料電池バス 50 台を導入し、またオンサイト水素ステーションをモデル事業としてオープンした。



図 2-18 水素産業パークに立地する大同雲鼎社（2019 年 9 概念図）

3.4 大同新研 Qing 能源科技有限公司

大同新研氢能科技有限公司は 2018 年 8 月に大同で設立された。共同出資者は北京新研創能科技有限公司、首航艾啓威省エネ技術株式会社、大同開發区經濟發展投資有限公司である。

主業務は燃料電池スタックの研究開発、部品生産である。事業投資規模は 8 億元（約 136 億円）で、燃料電池スタック 1 万セットを生産する。一期目の工場建設は 2019 年に完了し、スタック年間生産計画は 1,000 セットである。

3.5 大同華熵氢能科技有限公司

大同華熵 Qing 能源科技有限公司は 2018 年 10 月に大同で設立された。共同出資者は上海華熵能源科技有限公司、山西中鼎物流集団、大同開發区睿鼎新能源自動車販売公司である。

上海華熵能源科技有限公司は 2018 年 9 月に設立された企業で、水素燃料自動車部品の研究開発、生産、販売サービスの専門業者であり、コンバーター DC/DC、エアコンプレッサー、水素ポンプなどの自社製品は上海汽車集団、中国中車、威馬自動車などの大手企業への納品実績をもっている。大同においては、主に水素燃料電池システム補助部品の研究開発、生産、運営、販売を担当する。

第 4 節 長治市等山西省南部の水素・燃料電池概況

1. 長治市の水素・燃料電池概況

1.1 長治市の概況

長治市は山西省の南部に位置しており、面積は 13,896 平方km²で、人口は 347 万人である。2019 年の長治市の GDP は 1652.1 億元である。そのうち、第一次産業は 63.6 億元で GDP の 3.8% を占め、第二次産業は 874.9 億元で同 53.0%、第三次産業は 713.6 億元で同 43.2% を占める。

長治市の規模的企業の 2019 年の石炭生産量は 13,041.7 万トンで、発電量は 315.4 億 kWh である。コークス生産量は 1,486.5 万トンで、鋼材生産量は 528.2 万トンとなった。

1.2 長治市の水素産業に関する政策

1.2.1 「長治市上党区水素産業扶助方法(試行)」

2019 年 3 月、長治市上党区は「長治市上党区水素産業扶持方法(試行)」(以下「扶持方法」という)を公布した。

扶持方法は水素産業発展の専用扶助資金で、上党区での水素産業科学技術イノベーション、水素 ST の建設・運営及び水素自動車を運営する企業、会社或いは個人に適用する。

扶助資金は水素 ST 運営を奨励し、資金補助と経営規模拡大のために運用するとした。2019－2021 年の奨励金額は水素 ST における水素充填業務の増値税及び所得税の区レベルでの徴収部分の 100% とし、2022－2023 年の奨励金額は 50% としている。

1.2.2 資金サポート

市レベル及びそれ以上で認定された水素産業分野に関する重点科学技術プロジェクトの革新プラットフォームに対して、状況に合わせて補助金のスキームを適用するとしており、最大 100 万元である。

また、資金サポートには水素 ST の建設、水素 ST 運営、FCV の購入に対して、上党区から一定の財政を補助することも含まれている。

1.2.3 水素ステーション建設の補助制度

水素 ST の建設について、固定式の水素 ST は水素充填能力 500kg 以上の場合は最大 800 万元を補助し、500kg 以下の場合は最大 500 万元を補助するとした。また、スキッドマウント式の水素 ST では、水素充填能力は 350 kg 以上であれば、最大 250 万元を補助するとした。

潞宝集団が建設した水素 ST は 4,300 万元であった(約 7.3 億円、1 元＝17 円で換算)。

具体的な補助制度は下記の表 2-8 のように示す。

表 2-8 水素 ST 建設に対する補助制度

種類	充填能力 (kg/日)	状態	2019年まで完成		2020年まで完成		2021-2023年に完成	
			人民幣(万元)	日本(万円)	人民幣(万元)	日本(万円)	人民幣(万元)	日本(万円)
固定式	500以下	新設	500	8,500	300	5,100	200	3,400
		改造	400	6,800	300	5,100	200	3,400
	500以上	新設	800	13,600	500	8,500	300	5,100
		改造	600	10,200	450	7,650	300	5,100
スキッドマウント式	350以上	新設	250	4,250	150	2,550	無し	無し
		改造	200	3,400	150	2,550	無し	無し

注：1 元＝17 円で換算する。

出典：汽車総站網の情報により GCFEN が作成

1.2.4 水素ステーション運営の補助制度

水素 ST 運営の補助については、水素の販売額、運営時期により、補助金額が違ふ。具体的には下記の表 2-9 で示す。

表 2-9 水素ステーション運営に対する補助制度

期間	販売額(元/kg)	補助金額(元/kg)
2019-2020年	40元以下	24
2021-2022年	35元以下	18
2023年	30元以下	12

出典：亜化能源の情報をもとに GCFEN が作成

1.2.5 FCV の補助

FCV は 1 回だけの補助となっており、具体的な補助基準は省・市の新エネルギー自動車の車両購入補助政策が明確になった後に別途決めるとしている。

1.3 水素産業に関わる事業

1.3.1 長治市の新規事業

2019 年 12 月 25 日～26 日、山西省長治市で「第 1 回中国(長治)従来型工業と資源型都市水素産業発展フォーラム」を開催し、水素産業に関わる 7 つの事業が締結された。総投資額は 45.65 億元に達した。

この 7 件の水素事業には石炭ガスからの水素製造、水素 ST の整備、水素供給システムと水素専用車両の製造、水素大型トラックモデルの運用などの多様な分野が含まれている。その 7 つの事業は下記の表の通りである。

表 2-10 新規水素事業（7 件）

事業名	企業名	投資額 (億元)
長治高新区水素充填設備投資協力事業	長治国家高新区管委会	3.6
	広東荔松海德利森新能源科技有限公司	
長治高新区水素検査測定センター事業	長治国家高新区管委会	1.5
	山西国投海德利森Qing能裝備股份有限公司	
車載水素充填システム設備事業 (1,000セット)	遼寧沐与康中Qing燃料電池有限公司	0.85
	山西国投海德利森Qing能裝備股份有限公司	
長治市水素専用車両研究開発製造 戦略協力事業	長治国家高新区管委会	18
	山西航天清華裝備有限責任公司	
	山西成功汽車製造有限公司	
	山西国投海德利森Qing能裝備股份有限公司	
	北京Qing璞創能科技有限公司	
長治市水素大型トラック物流モデルパーク事業	潞城經濟技術開發区管委会	18
	山西潞宝新能源集团	
	上汽大通汽車有限公司	
	江鈴重型汽車有限公司	
	北京Qing璞創能科技有限公司	
	遼寧沐与康中Qing燃料電池有限公司	
潞宝集团水素製造モデル事業 COGの利用・水素万トン単位	潞城經濟技術開發区管委会	3.6
	山西潞宝新能源集团	
	海德利森(北京)Qing能技術研究院	
固定水素ST及び付属高压水素貯蔵容器 (60台、50MPa、7.3m³) 事業	山西国投海德利森Qing能裝備股份有限公司	0.6
	広東荔松海德利森新能源科技有限公司	
	浙江大学化工機械研究所	

出典：新能源網、高工 Qing 電の情報より GCFEN が作成

1.3.2 水素ステーション事業

表 2-9 に示した。すでに運営中の四位一体化（複合ステーション）が一期目として 2019 年 12 月より運営中で、同規模の二期目が計画中である。さらに、上党区では 3 か所の水素 ST の設置が予定されている。

表 2-11 長治市における水素 ST 一覧

水素ST名称	規模(kg/日)	現状
水素・電気・ガソリン・ガス総合エネルギーステーション(一期)	500	運営中
水素・電気・ガソリン・ガス総合エネルギーステーション(二期)	500	計画中
上党区水素ステーション	N/A	登録済
潞州区至上党区快速路水素ステーション	N/A	登録済
上党区省道水素ステーション	N/A	登録済

出典：亜化エネルギーの情報をもとに GCFEN が作成

1.4 長治市の水素産業に関わる企業

1.4.1 山西潞安鋁業（集団）有限責任公司

山西潞安鋁業（集団）有限責任公司(以下「潞安集団」)は山西省長治市の大型国有石炭会社で、年売上高は 1,607 億元（2018 年）である。山西省内 TOP5 の石炭企業の一つであり、2019 年 7 月「フォーチュン・グローバル 500 (Fortune Global 500)」公表した 462 位である。

2019 年 1 月、山西省科技重点特別事業「低コスト高効率水素燃料電池コア技術開発・実証事業」を立ち上げた。当事業は潞安集団はじめとする、山西省の豊かな水素を利用し、低コスト・高効率の水素 PEM 燃料電池システムにかかわるコア技術の研究開発を実施する。水素燃料電池システムの産業化を実現する。特にプロトン交換膜の性能、寿命及びコストの課題を解決することを狙っている。

2019 年 2 月に北京でアメリカ AP 社との水素産業戦略協力協定を締結し、合併会社を設立することも合意した。双方は、ロングチューブトレーラー、液水タンクローリー、パイプラインの水素輸送、及び水素 ST 等の業務を展開し、水素の上下流一体の会社を目指している。

2019 年 3 月、江鈴重汽(全称「江鈴重型汽車有限公司」)と戦略的協力を締結し、潞安集団の水素利用と江鈴重汽の大型自動車製造に係る双方の優位性を生かして協力するとしている。

2019 年 7 月、潞安集団と東方電気(全称「中国東方電気集団有限公司」)は四川省成都市で「枠組み協定」を締結した。双方は水素産業協力でウインウインな発展を実現するとしている。

また、潞安集団傘下の潞安阿斯本（全称「潞安阿斯本 Qing 動力科技有限公司」）が東方電気と協力し、3 期に分けて山西構造転換モデル区に水素燃料電池とシステム生産ラインを建設するとしている。一期の規模は 1,000 セット/年で、二期の規模は 5,000 セット/年で、三期までに総規模で 20,000 セット/年の生産能力を建設するとのことである。

2019 年 10 月、潞安集団と山西省国新能源發展集団は戦略的枠組み協定を締結し、双方の補完性を生かした水素産業発展で協力するとしている。

2019 年 11 月、潞安集団は今後の水素の発展について、「最初 2 基の水素 ST を建設し、10 基まで増やす。2024 年までに全省に水素 ST を 20 基展開し、2025 年までに水素の産業チェーンの配置を完成し、10,000 kg/日の水素充填を実現する計画である。」と述べた。

1.4.2 山西潞宝集団

山西潞宝集団(以下「潞宝集団」)は 1994 年 4 月に創立し長治市潞城に位置する。現在総資産は 160 億元以上で、年間売上高は約 200 億元である。現在、年間冶金コークス 600 万トン以上で、コールタールは 30 万トンを生産している。メタノールは年間 50 万トンを生産し、ファインケミカル製品は 100 万トンである。現代的石炭・コークス・化学工業を主とする会社で、中国民間企業上位 100 社の一つで、2016 年までの 3 年連続で山西省民間企業トップの座を保っている。

2019 年 12 月、潞宝集団は年産で万トン規模のコークス炉ガス (COG) からの水素製造モデル事業と水素充填、充電、ガソリン給油の併設ステーションの複合ステーションの実証事業を開始した。この複合ステーションは 2019 年 12 月 25 日から運営し、水素充填圧力は 35MPa で、水素充填能力は 500kg/日である。また、設備として 70MPa ・ 500kg/日の水素充填能力を有する。

1.4.3 陽光電源股份有限公司

陽光電源股份有限公司は太陽光発電技術とシステム統合技術を使用して、エネルギーを回収・貯蔵する会社である。

2019 年 9 月、長治市屯留区人民政府は陽光電源股份有限公司と締結した 200MW 太陽光発電事業(第一期)の建設をはじめ、総投資額約 8.2 億元である。年間発電量は 2.6 億 kWh の能力を持っている。

第二期に 500MW 太陽光発電の水素製造事業も締結した。

2. 晋城市の水素・燃料電池概況

2.1 晋城市の概況

晋城市は山西省の東南に位置し、総面積は 9,490 km²、人口は 234 万人で、2019 年の GDP は 1362.2 億元である。そのなかで、第一次産業は 55.6 億元で、GDP の 4.1%を占め、第二次産業は 736.1 億元で同 54.0%、第三次産業 570.7 億元で同 41.9%を占める。

晋城市の炭田面積は 5,350km²で、市面積の 56.4%に占め、石炭埋蔵量は 808 億トンである。可採埋蔵量は 271 億トンで、中国無煙炭の 1/4 以上を占める。原炭の年間生産量は 4,000 万トンに達する。

2.2 晋城市の水素産業に関わる取り組み

2.2.1 水素ステーション事業

晋城市は現在 2 つの水素 ST をモデル事業として計画している。事業は山西華焰能源開発有限公司が投資し、事業総投資額は 1,751.69 万元である。事業内容を表 2-12 に示した。第一期のは建設済みで、水素コンプレッサー 1 セット、5m³の縦型貯蔵タンク 2 個と水素充填機 1 台が含まれる。)

表 2-12 暢安路水素 ST モデル事業

水素ステーション名称	規模(kg/日)	現状
暢安路水素ステーション(一期)	500	建設済
暢安路水素ステーション(二期)	1000	計画中

出典：亜化能源の情報をもとに GCFEN が作成

2.2.2 愛馳汽车有限公司(FCV)

愛馳汽车有限公司(以下「愛馳汽車」)は 2017 年 2 月に設立し、資本金は 80,157.2 万元である。新エネ自動車を生産しており、新エネ自動車及び部品の技術研究開発、製品開発や自動車業界が推進している自動運転の電気自動車も生産している。

2019 年 11 月、第 2 回中国国際輸入博覧会に愛馳汽車のスポーツカーが登場した。このスポーツカーはメタノールからの高温水素製造燃料電池の技術を採用している。

また、愛馳汽車は山西省高平市人民政府との協力を締結し、高平市でメタノールから水素製造燃料電池の駆動システムの製造基地を建設することで合意した。

2.3 晋城市の水素産業に関わる企業

2.3.1 山西晋城無煙煤鋁業集團有限責任公司

山西晋城無煙煤鋁業集團有限責任公司(以下「晋煤集团」)は山西省の国有エネルギー企業であり、年間売上高は 1,666 億元(2018 年)である。

主業務は石炭生産、石炭化工、電力、エネルギー分野以外の新興事業で、具体的には炭層メタングスの抽出と利用、無煙炭生産、石炭化工とガス発電などを実施している。

2019 年 1 月、晋煤集团と仏中エネルギー協会は戦略的枠組協定を締結し、国際協力を通して水素の開発利用の調査を行うことで合意した。

2019 年 3 月、フランス Orano Qing 儲能公司、Orano Qing 能集团、法馬通公司、仏中エネルギー協会は晋煤集团を視察し技術交流した。水素を天然ガスパイプラインに混合して輸送し、水素燃料電池分散型発電システムのモデル事業を実施する可能性を評価した。

2020 年 1 月、晋煤集団は山西晋城晋鳳バス有限公司との水素エネルギー協力事業を始め、前期事業として 2 台の水素燃料電池バスを投入するとした。

3. 臨汾市の水素と燃料電池産業

3.1 臨汾市の概況

臨汾市は山西省の西南に位置しており、長治市と晋城市と隣接しておる。人口は 450 万人で、20,275km²である。

2017 年の統計では、臨汾市の GDP は 1,320.1 億元である。そのなかで、第一次産業は 94.7 億元で GDP の 7.2%を占め、第二次産業は 611.2 億元で同 46.3%で、第三次産業は 614.2 億元で同 46.5%を占める。

3.2 臨汾市の水素産業に関わる政策

2020 年 2 月 17 日、山西省政府の第 5 回常務会議で、水素、現代石炭化工、新型建築材料を主要事業とする「古県経済技術開発区」の設立が許可した。計画面積は 11.01km²である。

3.3 臨汾市の水素に関わる企業

3.3.1 山西国新正泰新能源有限公司

山西国新正泰新能源有限公司(以下、「国新正泰」という)は 2012 年 6 月に設立し、主に天然ガス、水素を生産する会社である。山西省国新能源發展集団有限(60%)と古県正泰煤気化有限公司(40%)の合弁企業である。

2020 年 3 月、国新正泰は 1 億元を投資し、年間 1,000 万 m³の高純度水素技術改造事業を実施する。本事業は古県での「石炭・コークス・ガス・化学・水素」の産業チェーンによる循環経済の実現を目指すとしている。を一体化とする産業チェーンが形成され、また循環経済の機能が働くようになっている。

第三章 浙江省が取組む水素社会について

浙江省は中国の東南沿海の長江デルタ地域に位置し、中国では経済的に最も先進的な省の一つである。

人口は 5,858 万人（2019 年末現在）である。

浙江省は「七割が山、一割が水、二割が田」と言われている。面積は 10.55 万 km² あり、うち陸地面積は 10.18km² で総延長 6,500km の海岸線がある。



自然が豊かで、昔から「魚米の里、シルクとお茶の産地、文化財の邦、観光の地」と呼ばれている。世界銀行に「中国の全体投資環境に最適の都市」1 位に選ばれた。日本との友好都市は静岡県、福井県、茨城県である。

浙江省は「経済大省、資源小省」と言われている。エネルギー自給率は 5%程度で 95%は国内の他の地域か海外からの輸入に依存している。2018 年のエネルギー総消費量は 2.17 億トン（標準炭ベース）である。そのうち、石炭は約 1.2 億トン（原炭ベース）で、65%弱は火力発電に、また、3 割強はガス化して石油精製の水素供給や、ファインケミカル生産に利用されている。石油製品は 1,800 万トン、天然ガスは 135 億 m³ である。

省内の発電ユニット能力は 6,221 万 kW である。2019 年末、石炭火力発電は主電源であり、風力発電能力 160 万 kW、太陽光発電能力 1,339 万 kW、原子力発電能力は 430 万 kW、及び水力発電である。

浙江省には機械、電子、化学工業、医薬の産業分野に関係する中小企業が多く、経済発展を支えているところに特徴がある。

2019 年、GDP は 62,352 億元で、一人あたりは 107,624 元（15,601 米ドル）である。同年、中国一人あたりの GDP は 10,276 米ドル²⁵。三次産業には、第一次産業は 2,097 億元で、第二次産業は 26,567 億元で、第三次産業は 33,688 億元である。

第一章で述べた、中国の燃料電池車（FCV）に関する「燃料電池自動車モデル推進展開に関する通知」（以下、「通知」という）の意見募集における推進対象地域ではないが、JETRO の報告によれば、新エネルギー新素材関連のシンクタンク Trend Bank が実施した水素エネルギー都市競争力ランキング上位 30 社のなかで 6 位嘉興市、9 位寧波市の省内 2 都市が選ばれている。

このランキング評価には通知のモデル都市の条件である(1)コア部品、コア材料などの産業基盤があること、(2) 既に FCV 発展計画や行動方案など支援策を有し、少なくとも FCV が 50 台

²⁵ 2020 年 1 月 17 日、国家統計局長が発表した数字。

普及していること、(3) 水素ステーションを1カ所建設運営していること、などの内容も加味した指標となっており、今後モデル都市の選定対象となることも期待されるとのことである。

浙江省政府は水素発展戦略を定めており、機械製造業の優位性を活かし、沿海地域の強い投資力により、FCVと電量電池等のハイレベル製造業を目指している。また、省内、及び長江デルタ地域の化学工業からの副生水素を利用してFCVを導入、普及し、経済促進とともに長期的にエネルギー源の高度化を期待している。

第 1 節 浙江省水素エネルギー産業政策、計画

表 3.1 に浙江省及び省内の各地方政府の水素社会構築に向けて出された政策を時系列で示した。政策には水素エネルギー産業の発展計画と実施措置を明確にしており、水素の生産、水素ステーション（ST）の建設、燃料電池の開発、水素燃料電池車の導入普及などがある。

表 3.1 浙江省水素エネルギー産業に関する政策

公表時期	政策名称	発表元
2019年1月	寧波市は水素産業の発展を加速するための指導意見	寧波市
2019年6月	浙江省自動車産業の高品質な発展行動計画（2019～2022年）	浙江省
2019年8月	浙江省水素産業発展の育成を加速する指導意見	浙江省
2019年10月	嘉善県は水素産業の発展と利用モデルを推進する実施案（2019-2022年）	嘉善県
2020年1月	嘉興水素産業の発展を加速する意見	嘉興市
2020年3月	省を強化する建設推進行動計画	浙江省
2020年4月	浙江省自動車消費を促進するに関する意見（2020-2022年）	浙江省

出典：浙江省及び地方政府の発表した政策より GCFEN が作成

1. 浙江省政府の政策

1.1 水素エネルギー産業育成の指導意見

浙江省は「浙江省水素エネルギー産業の育成を加速させるための指導意見」（以下「指導意見」）を 2019 年 8 月に発表した。ここでは、浙江省の水素エネルギー発展に向けた、短・長期目標を示し、省として力を入れる分野と内容、また、4 つのモデル都市を指定した。それらの概要を以下に示す。

（1）短期目標：～2022 年まで

- 水素エネルギー産業の総生産額 100 億元超；
- 燃料電池自動車生産能力 1,000 台；
- 燃料電池エンジン生産 10,000 台；
- 水素ステーション 30 基超；
- 水素燃料電池自動車の普及 1,000 台。

(2) 長期目標：～2025 年まで

- 水素関連設備と中核部品産業の基本システムに対応できるようにする；
- 水素燃料電池スタック、基幹材料、部品と動力システムのコア技術を先進的な 国際水準並みとして、一部の技術は世界をリードする；
- 水素製造、水素貯蔵（輸送）、水素充填及び関連補助施設のネットワーク化を完成させる；
- 水素エネルギーを乗用車、船舶、定置型燃料電池、インフラなどの応用分野でより広く普及させる。

(3) 力を入れる分野と内容

- 创新能力構築の強化：難しいコア技術への取組；高次元産業イノベーションの構築；水素産業革新の人材育成；
- コア設備製造に力を入れる：燃料電池及び燃料電池自動車本体製造産業を中心に推進する；水素応用分野の開拓；
- インフラ整備：水素充填、貯蔵、輸送、水素生産の建設及び運営；
- 産業化モデル事業の展開：四つのモデル都市の指定。

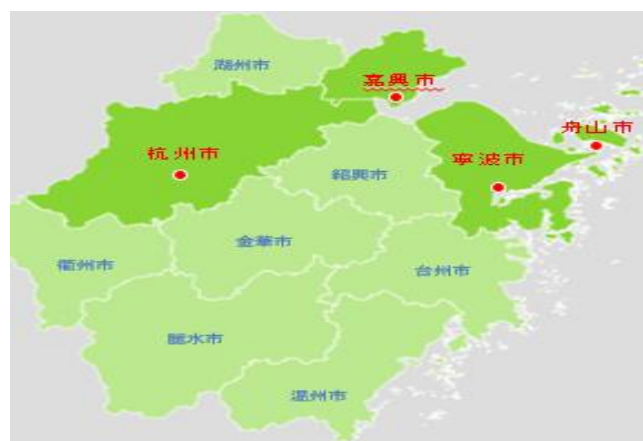


図 3.1 4つのモデル都市位置図

- 杭州市—水素燃料電池公共バスのモデル市；
- 寧波市—水素燃料電池物流運輸車応用のモデル市；
- 嘉興市は水素技術の革新及び産業化モデル市；
- 舟山市は水素産業の海洋分野応用モデル市。

1.2 浙江省自動車産業発展計画

「浙江省自動車産業の高品質な発展行動計画（2019～2022 年）」（以下「計画」）では、燃料電池自動車の産業チェーンの育成を図り、能力のある企業の燃料電池自動車の研究・製造を加速するとしている。また、嘉興市が石化設備の副産物水素等の資源を利用し、水素 ST の建設を推し進めることを奨励した。さらに、燃料電池自動車の普及・応用を加速し、都市のバス、物流輸送

等の分野での試験運用を優先的に行うとしている。

2. 市及び県の支援措置

2.1 寧波市水素エネルギー産業の発展

「寧波水素エネルギー産業の発展を加速させるための指導意見」（以下、「指導意見」という）では 2025 年までに、寧波市が国際的な影響力を持つ水素設備企業を集め、水素エネルギー利用を一定規模以上にして、商業利用による一層の普及を図るために、水素 ST を 20～25 基建設し、水素燃料電池自動車の運行規模を 1,500 台以上とする目標を示した。



出典：寧波晩報より GCFEN が作成

図 3.2 寧波市の 2025 年目標

2.2 嘉善県水素エネルギー産業の発展

「嘉善県水素エネルギー産業の発展と応用モデルを推進する実施案（2019-2022 年）」では 2022 年までに 120kW の燃料電池シングルスタックの設計と開発の完成を完成させ、燃料電池の生産能力を 10,000 台とし 5,000 台の販売を目指し、水素 ST または水素供給を伴う複合エネルギー供給ステーションを 3～5 基建設するとしている。また、燃料電池公共バスは新エネルギーバスの総保有量の 50%とするとした。

3. 補助金政策及び実施状況

2014 年に中国は初の水素 ST 建設補助案を発表し、水素充填能力 200kg/日を持つステーションに対して 400 万元を補助すると定めた。2019 年 3 月 26 日、国家発展改革委員会等は「更に新エネ車の普及応用に対する政策補助を高度化することに関する通知」を発表し、同年 11 月「産業構造調整指導目録（2019 年版）」を発表した。その中で、国として地方補助金で水素 ST の建設を支援する必要性を提起し、水素 ST の建設を重視する方向を示した。

3.1 浙江省の補助金政策

中央政府の補助金政策に基づいて、各地方政府も相次ぎ政策を打ち出した。その中で、2020 年 4 月 1 日、浙江省発展改革委員会等 7 部門が共同で「浙江省が自動車消費を促進する意見（2020

～2022 年)」を公布し、自動車の購入制限の緩和措置を打ち出し、省内の自動車販売市場を拡大することを示した。具体的な内容は以下の通りである。

- 新エネルギー車の運営コストを低減する。
- 各地域の新エネルギー車の購入に対する補助金スキームを充電、水素充填インフラ整備および関連サービスに充てることを支援する。
- 充電量の実績に基づき新エネルギー車の運営費用に対して補助する。
- 各地域は実情に基づき適切に新エネルギー車の駐車料金、充電施設の運営費を引下げる。

3.2 地方政府の補助金

3.2.1 嘉興市の水素補助金

固定式水素 ST を対象に、実際の設備投資額に基づき、その補助額は 400 万元を超えない範囲で投資額の 50%を補助する。

水素販売については、表 3.2 に示したように、2019 年より水素販売補助金として 20 元/kg を支給し、開始年の翌年から毎年 1kg 当たり 5 元逡減する。

表 3.2 嘉興市の水素 ST 建設補助金

項目	補助対象項目	補助金最高金額
固定式水素ST	設備金額の50%	400万元
水素販売	20元/kg	20元 2019年より毎年5元/kg逡減

出典：公開情報より GCFEN が整理

3.2.2 寧波市の水素補助金

寧波市が発表した「水素エネルギー産業の発展を促進する実施方法」には、水素 ST の設備投資額の 30%を、充填能力と供給圧力に応じて補助上限額を定めている。詳細は表 3.3 に示した。有効期間は 2022 年 12 月 31 日までとしている。

表 3.3 寧波市内の水素 ST 建設補助金

ステーションタイプ	充填能力	圧力	補助対象	補助金上限
固定式	500kg/d	70MPa以下	設備金額の30%	500万元
		35MPa以下		250万元
固定式	350～500kg/d	70MPa以下	設備金額の30%	350万元
		35MPa以下		200万元
スキッドマウント型	350kg/d		設備金額の30%	250万元

出典：寧波市政府政策より GCFEN が整理

第2節 水素事業の状況

1. FCV の導入

浙江省の水素産業育成の「指導意見」の中では、**2022 年**までに、水素燃料電池自動車の普及は 1,000 台に達するとしている。また、各モデル市の政策には、それぞれの目標を設定した。

嘉興市は **2022 年**までに燃料電池自動車の運営を 200 台以上にして、5 系統の燃料電池公共バス路線で利用する。

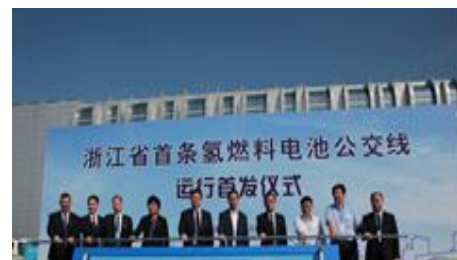
寧波市は燃料電池物流車普及のモデル地域として、**2022 年**までに燃料電池自動車の普及を 600~800 台に、また、**2025 年**までに 1,500 台にすることを計画した。

杭州市は **2022 年**アジアスポーツ大会の開催地として、燃料電池公共バスの専用路線を開通することとした。

1.1 燃料電池公共バスの導入

1.1.1 浙江省初の燃料電池バス路線

2019 年 10 月 16 日、浙江省初の公共燃料電池バス 10 台を嘉善県で正式な運行を開始した。この水素バスは金龍旅行車有限公司が製造したもので、長さは 8.5m であり、燃料電池システムは嘉善県の愛徳曼水素装備有限公司が研究開発したものである。燃料電池バスは在来の 702 番系統 33 駅で運行を開始した。



出典：浙江交通網

図 3.3 浙江省燃料電池公共バス始発式

嘉善県は **2022 年**までに、県内の公共バス路線の 50%以上を燃料電池公共バスにすることを目標としている。

1.1.2 寧波燃料電池バス



寧波市の燃料電池バスは鄞州浙江中車電子有限公司が製造し 2020 年 1 月 3 日に第一台目を納品した。バスの燃料電池システムは国家電力投資集団が自主開発した 100kW のスタックを使用し、水素充填時間は 15 分で航続距離は 600km である。本年中に運行開始する予定。

出典：Qing 能雲鏈

図 3.4 寧波市燃料電池公共バス

2. 水素生産

寧波化学工業区及び嘉興港化工新材料工業パークは国家レベルの化学工業地域であり、毎年大量の工業副生水素を製造しており、水素源として提供している。

2.1 寧波地域の水素生産

浙江省は化学工業が発達している地域で、工業副産物として豊かな水素源があり、特に寧波市化工工業園区地域の水素生産量は 43.02 万トン/年で、自産自消以外は、外部へ 7.23 万トン/年の供給が可能である。燃料電池公共バス車は 100km 当たり水素 6kg が必要とすると、年間 2,880kg 必要となり、2.5 万台へ供給できることになる。(表 3.4 参照)

表 3.4 寧波地域水素生産状況

所属地域	会社	水素製造量 (万t/a)	水素使用量 (万t/a)	増設予定量(万 t/a)	外部への可能供給量 (万t/a)	注
鎮海地域	鎮海煉化	14.4	14.4	31.38	僅か	増設予定量が全部煉化拡張事業に応用
	中金石化	11.7	11.7	10.8	0	増設予定量は原有量とお互いに予備となる
	鎮洋化工	0.81	0.4	/	0.41	恆河材料と広昌達を主に供給
	四明化工	0.72	0	/	0.72	水素製造量はアンモニア合成用の水素量を含まず、外部供給量は不足
	恆河材料	/	0.95	/	/	四明化工と鎮洋化工に供給される
	広昌達	/	0.2	/	/	鎮洋化工に供給される
	小計	27.63	27.05	42.18	1.13	
北侖地域		0.94	0.84	/	0.1	
大樹地域	大樹石化	5.3	5.3	/	/	自産自消、接触水素化の改善に応用
	万華化学	7	8.3	/	/	生産用
	万華氯碱	1.3	-	/	/	
	東華能源	3	/	3(長期9)	6(15)	長期が15万トンになるが、利用不可
	小計	16.6	13.6	3(長期9)	6(長期15)	

出典：勢銀能鏈より GCFEN が作成

2.2 嘉興地域の水素生産状況

嘉興地域は嘉興港化学新材料工業園区の元に、工業副産物を水素源をとっている。その生産量は以下の通りである。

- 嘉化能源苛性ソーダの副生水素量 1 万トン、アルカン分解の副生水素量 2 万トン；

- 衛星石化プロパン脱水素 3 万トン；
- 浙江華泓新材料 45 万トンのプロパンから脱水素によって 1.6 万トン作られる。

2.3 その他の水素源

工業副生水素源以外で、水力、風力、太陽光発電による電気分解やバイオマスの水素源も期待している。

- 風力発電能力 160 万 kW、杭州湾地域の風力発電が期待できる。
- 太陽光発電能力 1,339 万 kW。
- 水資源：1,100~1,600mm/年、新安江ダム面積 570km² で、蓄水量 178 億 m³。
- 潮汐エネルギー：钱塘江口杭州湾の平均潮差は 46m で、潮ユニット 536 万 kW、全国の 1/4 を占めている。
- 杭州市のバイオマスからの水素生産。

3. 水素ステーション

浙江省政府は積極的に水素社会、燃料電池自動車を推進している。水素 ST の建設計画が最も多い省であり、省政府としての目標は 2022 年までに省内の水素 ST を 30 基以上建設するとしている。

また、浙江能源集団は省内でガソリン・ガス・電気等の複合エネルギーサービス ST の建設を計画している。2022 年まで 700 ケ所で、2025 年まで 1,000 ケ所の規模である。水素 ST の設置については必要に応じ、これらの複合 ST に水素充填設備の設置スペースを確保するとしている。

嘉興市嘉善県は長江デルタの中核である上海市に隣接し、水素 ST の普及と推進に有利な地理環境にある。浙江省が 2020 年に着工する 10 基の水素 ST のうち 3 基が嘉善県にあり、そのうちの 2 基は浙江能源集団、1 基は中国石油化工集団傘下の企業が建設する予定である。

浙江省は嘉興市、寧波市、湖州市、杭州市の水素 ST 及び燃料電池車の導入を計画している。具体的な水素 ST の建設計画及び運営状況は表 3.5 に示した。

表 3.5 浙江省の水素ステーション

所在地	水素ステーション名称	充填能力	建設/運営時間	現状
嘉善	水素・電力総合建設エネルギー供給サービスステーション	500kg/d	2019	運営
嘉善	善通ガソリン・水素ステーション	500kg/d	2019	運営
嘉善	南北暑総合エネルギー供給サービスステーション	N/A	2020E	企画
平湖	宏光路水素ステーション	N/A	2020E	企画
湖州	金固株式水素ステーション	N/A	N/A	企画

出典：亜化能源より GCFEN が作成

3.1 寧波市の水素ステーション

2019 年寧波市は「水素産業の発展促進実施弁法（意見募集稿）」を発表した。寧波市の水素 ST 建設計画では 2022 年までに 10～15 基、2025 年までに 20～25 基を建設することを示した。

3.2 嘉興市嘉善県の水素ステーション

2020 年 1 月 20 日、嘉興市人民政府は「嘉興市が水素産業の発展を加速させる事業に関する意見」を発表し、2022 年に固定式水素 ST を 8 基以上（複合エネルギー ST を含む）建設するとした。2019 年 10 月までに水素 ST を 2 基建設した。

3.2.1 善通複合エネルギー供給 ST



出典：嘉善生活網

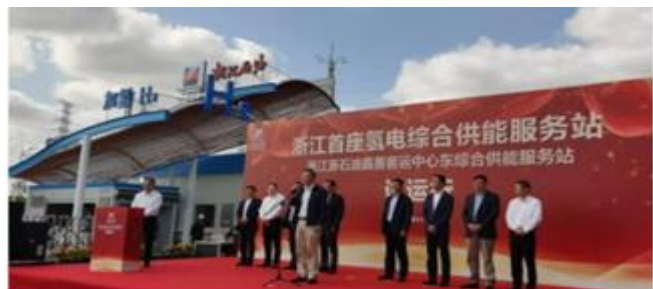
図 3.5 嘉善水素 ST

中国石化集団が浙江省内初の給油と水素充填機能を一体化した複合エネルギー供給 ST として 2019 年 9 月 6 日に建設した。

敷地面積は 2,784m² で、2 つのガソリンタンク、2 つのディーゼルオイルタンク、3 つの水素貯蔵タンクで構成されている。水素貯蔵タンクの総容量は 15m³ で、構内は 2 台のディスペンサーを設置し、各ディスペンサーには充填ノズル 2 本と計量器 2 つについている。水素充填能力は 500kg/日に達している。熱交換システムを採用し、コンプレッサー 2 台が設置されており、公共バス等の水素の充填でスムーズで且つ、安全で効率的なサービスを提供する。

3.2.2 嘉善客運センター東複合エネルギー供給 ST

2019 年 10 月 15 日浙江省初の充電と水素充填機能一体化した複合エネルギー供給 ST が稼働開始した。嘉善県姚庄バス停に位置し、敷地面積は 1,253m² で、水素充填能力は 500kg/日であり、浙江能源集団が建設、管理運営し、上海舜華新エネルギーシステム有限公司が設備を提供した。構内にはディスペンサーを 1 基設置し、充填ノズル 2 本と計量器 1 つある。水素コンプレッサー及び付属設備も設置されている。



出典：南湖晚報

図 3.6 嘉善客運センター東複合水素 ST

第3節 水素設備製造関連

1. 貯蔵、輸送

1.1 貯蔵タンク

2012年6月に設立した浙江巨化裝備工程集团有限公司は、浙江省傘下の国有企業巨化集团公司が100%出資する子会社である。主な製品は包装用容器と高圧容器である。浙江大学と連携し、国家「863計画」の高圧水素貯蔵タンク（圧力は47MPaと75MPa、容積は5m³）を3台製造し、中国初のモデル水素ST（北京）に採用された。

1.2 液体水素の貯蔵

浙江能源集団は嘉興市において、国内初の工業副産水素精製・液化→液体水素貯蔵・輸送→液体水素充填の液体水素供給の産業チェーンモデルを展開しており、液体水素整備と技術の国産化を実現し、中国の液体水素の民間利用分野の空白を埋めた。

嘉化能源との共同モデルプロジェクトは嘉興市で国内初の液体水素生産工場を建設した。液化水素を1m³/hで1日あたり約1.5トン生産できる。2020年から生産を開始する予定である。

1.3 その他

1.3.1 浙江寧波水素エネルギー産業創新センター

2019年10月18日、湖北 Qing 陽新能源控股有限公司（以下「湖北 Qing 陽」という）は浙江寧波市と戦略提携を締結した。両者の協力内容によると、湖北 Qing 陽は寧波市に100億元を投資し、水素生産、水素貯蔵、水素輸送、燃料電池、重要な材料などの分野に関する、水素エネルギー産業創新センター、石油貯蔵生産基地、水素製造設備などの生産基地を共同で建設する予定である。

1.3.2 浙江藍能燃氣設備有限公司

浙江藍能燃氣設備有限公司は浙江杭州湾上虞工業園区内に位置する。開発した20MPaのボンベを束ねたコンテナは従来の全鋼質ガスタンクに比べて水素充填量が42.6%増えた。45MPaの水素ST用水素貯蔵容器シリーズは、機械加工や熱処理技術等の課題を解決し、水素貯蔵タンクの高圧化により充填密度を増やした。

2. 燃料電池車バス・トラック生産メーカー

2.1 浙江 Qing 谷新能源汽車有限公司

浙江 Qing 谷新能源汽車有限公司（以下、「浙江 Qing 谷」という）は2017年3月に設立した。登録資本金15億元で、所在地は浙江省莫干山国家高新区である。この会社による湖州市工業園

区での新エネルギー車動力総成生産基地プロジェクトは総投資額 120 億元で、新エネルギー自動車の全体設計、水素燃料電池及びコア部品の研究開発で、生産と販売を一体化している。このプロジェクトには水素燃料電池システムの組み立てとコア部品、水素エネルギー商用車の生産などを実証する 5 つのサブプロジェクトがある。

この会社は燃料電池を東風汽車公司の中型トラックなどの物流車用に提供している。工業と情報化部の 2018 年第一期の公告目録²⁶に燃料電池商用車として掲載された。

また、浙江 Qing 谷が出資している会社である浙江 Qing 谷億邦科技有限公司²⁷は、一汽解放汽車公司の子会社である長春知恵客車公司与 MOU を締結し、浙江 Qing 谷の中型トラック用の燃料電池等の技術を「一汽」ブランドに組み入れることを期待している。双方は燃料電池物流車及び軽トラック分野で高品質の製品の生産を望んでいる。



出典：浙江 Qing 谷新能源汽车公司

図 3-7 東風水素トラック

2.2 青年汽車集团有限公司

青年汽車集团有限公司（以下「青年汽車」）本社は浙江省金華市に所在し、済南、泰安、連雲港、衢州などに生産基地がある。バスと大型トラック分野ではドイツの NEOLAN 社と MAN 社のそれぞれの技術を導入し、乗用車分野ではロータスの技術を導入している。中国民営企業で唯一バス、トラック、乗用車の 3 種類を併産できる企業である。

青年汽車は水素燃料電池及び水素燃料自動車の研究開発と応用において世界トップの地位を占めているとのことで、水素燃料電池、水素燃料電池完成車、水素製造、水素充填の水素エネルギーに係る全産業チェーンを配置している。青年汽車の水素燃料プロジェクトは科学技術部の 2018 年度重点科学技術研究プロジェクトに選ばれ、4,000 万元の補助金支給対象となった



出典：中国客車網

青年汽車が開発した水素燃料電池車、水素燃料電池物流車のうちの 9 車種が 2017 年の中国における 29 種類の燃料電池自動車の製品リストに入った。青年汽車は 2018 年に 500 台の水素燃料電池物流車を市場に投入した。

図 3.8 JNP6103BFCEV

青年汽車の JNP6103BFCEV 燃料電池都市バスは、浙江省の微宏動力システム（湖州）有限公司のマンガン酸リチウム蓄電池を採用し、南通百応能源有限公司（青年汽車は 60%の株を保有）の水素燃料電池を使用している。このバスは 20～34 人乗りで、外部給電可能な仕様で、最大速度は 69km/h である。

²⁶ 中国工業と情報化部が公布する新エネルギー車リスト。

²⁷ 浙江 Qing 谷新能源汽车有限公司が資本金の 60%出資。

2.3 浙江鋒源 Qing 能科学技術有限公司

浙江鋒源 Qing 能科学技術有限公司の水素燃料電池及び付属部品は吉利四川商用自動車の「遠程燃料電池都市バス」(DNC6850FCFVG2)に使用された。このバスは 2020 年 4 月、中国工業と情報化部が発表した「道路機動車両生産企業及び製品公告」(第 331 回)に掲載された 4 つの新エネルギー自動車の一車種である。



出典：中国客車網

図 3.9 吉利遠程燃料電池都市バス

2.4 杭州聚力 Qing 能科技有限公司

杭州聚力 Qing 能科技有限公司（以下、「杭州 Qing 能」という）は 2014 年に設立した企業で、常温常圧下での液体水素の貯蔵と払出技術を、燃料電池の設計及び生産、新型触媒などの水素産業チェーン全体に応用して研究開発を行っている。

この会社の常温常圧下での液体水素貯蔵と払出技術を、燃料電池自動車に応用すれば、80ℓの水素で 500km を走行できるとしている。武漢揚子江客車集団の燃料電池バスと安徽省合肥市の江淮汽車の水素燃料電池物流車の生産にこの技術を取り入れている。

3. 燃料電池システム関連

「浙江省による水素エネルギー産業発展・育成を加速させる意見」は、中核設備・部品製造業の構築とインフラ整備の強化に重点を置いている。応用においては、一貫して水素燃料電池及び完成車産業を重点としているが、他の応用分野も積極的に開拓し、通信基地、緊急時の救援などの分野での普及を拡大し、水素燃料電池による発電とエネファームの推進に力を入れている。

表 3.6 浙江省の燃料電池主要メーカー

企業名	所在地	製品	生産能力
淳華氢能源科術股份有限公司	台州産業パーク	PEM電解スタック	
浙江氢途科技有限公司	杭州市	水素燃料電池システム製品	
杭州鑫能石墨有限公司	桐廬県	バイポーラプレート	
	嘉興市		年間2,000ユニット
愛徳曼氢能源装備有限公司	嘉善県	金属板燃料電池スタック	製品規格30kW、35kW、40kW、45kWの燃料電池 中国研究開発
紹興俊吉能源科技有限公司	紹興市	触媒、PEM、GDL、MEA スタック、燃料電池	
		PECVDグラファイトボート、 C/C、フレーム、燃料電池	グラファイトボート：120トン
浙江紐能新能源科技有限公司	嘉善県	バイポーラプレート等	バッテ：100,000機 リーボードの生産ライン グラファイトフレーム
嘉興徳燃動力系統有限公司		燃料電池システム、	エアコンプレッサー、燃料電池 システム生産能力1,000ユニット/
D.R. Power	嘉興市	電源バックアップ、 エアコンプレッサ 水素循環ポンプ	年。2020年に10,000ユニット/年 の事業拡大。 コア部品は自社開発
浙江潤豊能源集团有限公司	杭州市	燃料電池研究、製造	
浙江高成緑能科技有限公司	浙江省長興県 経済開発区	120kW燃料電池スタック	
浙江神通氢能燃料電池科技有限公司	嘉興市	バイポーラプレート、水素燃 料電池、(PEMFC)	

出典：百度より GCFEN が作成

3.1 愛徳曼 Qing 能源装備有限公司

燃料電池スタックを自主技術として開発し、生産した製品を東風特汽（十堰）客車有限公司に提供している。現在 2,000 セット/年の生産能力がある。

3.2 浙江 Qing 途科技有限公司

燃料電池駆動システムの研究開発と産業化に専念し、自動車用燃料電池駆動システムのコア技術を把握し、国際基準並みの水素燃料電池駆動システムの製造企業を目指す。

3.3 浙江鋒源 Qing 能科技有限公司

水素燃料電池に用いる黒鉛板を用いたスタックは国家の品質検査に合格し、最大出力 80kW で、体積比 3kW/l であり、すべての燃料電池車の要求規格を満たしたものを生産できるようになったとのこと。表 3.7 にこの会社の燃料電池モジュールの見本仕様を示した。

表 3.7 浙江鋒源 Qing 能科技有限公司の燃料電池モジュール見本仕様

サンプル名称	燃料電池モジュール
サンプル型式	FY02-70K-1
種類	プロトン交換膜燃料電池 (PEMFC)
公称燃料成分	99.999%水素/空気
モジュールサイズ(mm)	593*530*206
モジュール質量(kg)	66
冷却方式	水冷
モジュール運転電圧範囲(V)	182-320
電圧(V)、電流(A)と公称出力(kW)	198V@360A@70kW
燃料電池スタック出力密度(kW/L)	3
温度(℃)と冷却剤流量公称熱出力(kJ/min)	60℃/4,333kJ/min
燃料電池モジュール貯蔵温度範囲(℃)	-40~70
燃料電池モジュール公称温度範囲(℃)	-20~75
陽極と陰極の媒体公称圧力範囲(kPa)	30-100/10-100
メーカーによる公称範囲内の出力変化率	±5%

出典：浙江鋒源 Qing 能科技有限公司公式 HP より GCFEN が整理

3.4 浙江高成緑能科技有限公司

2019 年 12 月に開発した 120 kW の燃料電池を『長城水素技術センター』で実測し、最大持続出力 123 kW の設計目標を達成していることを確認した。

2020 年 4 月 8 日、浙江高成緑能科技有限公司の水素燃料発電システムは中国鉄塔アモイ支社の 5G 基地局で持続的に給電できることを世界で初めて実証した。



出典：勢銀能鏈

図 3.10 5G 基地局での給電保障測定

第 4 節 大手企業の水素社会の実現に向けた活動

1. 中央企業

1.1 中国石油化工股份有限公司

中国石油化工股份有限公司（以降、「中石化」という）は特大型国有石油化工集団の傘下の企業で、資本金は 2,749 億元、資産総額は 15 億元で、本社は北京である。

中国では水素 ST の建設は、土地使用料が高く、煩雑な事業許認可手続きをする必要がある。中石化は石油—水素一体化の運営モデルに基づき、既存のガソリン ST に水素 ST を併設することで、土地使用料と事業認可手続きの課題を克服した。

中石化は 2019 年に浙江省初の水素 ST を併設する中国石化浙江嘉興嘉善・善通複合 ST を嘉興市港区化学工業地帯に建設し、運営を開始した。運営管理は中石化と嘉善県交通建設投資集団が共同出資で設立した企業が行っている。

嘉興市港区化学工業地帯は浙江省嘉善県に位置し、水素供給会社、水素燃料コンプレッサー製造会社があり、水素 ST の建設、普及に有利な条件を揃えている。

また、中石化傘下の浙江石油公司是、浙江能源と共同出資で浙江中石化浙能油气發展公司を設立した。資本金は 1 億元で、両社の株保有割合は各 50% である。省内での天然ガス、石油と天然ガス、ガス、電気自動用充電等のステーションの建設、経営管理、石油販売とそれらから派生する事業での共同経営を企図している。

1.2 国家電力投資集团公司

国家電力投資集团公司（以下、「国電投」という）は総資産 1 兆元超で、従業員は 13 万人である。中国五大発電集団の 1 つで、水素産業の開発計画を立案し、燃料電池に関する触媒、膜電極、スタック等の自主開発を行っている。

1.2.1 寧波市と MOU の締結

2019 年 1 月、国電投は寧波市と MOU を締結し、クリーンエネルギー産業分野で優位性の相互補完を互惠互利のもとに実現するとしている。同年 3 月、国電投 Qing 能科技發展有限公司（以下、「Qing 能公司」という）の寧波拠点を寧波慈溪市濱海經濟開發区に設立した。

1.2.2 浙江能源と MOU の締結

2019 年 9 月杭州で浙江能源と MOU を締結し、双方はクリーンエネルギーと水素分野で国内外のプロジェクトや、新産業と新技術分野での協力を目指すことになった。

1.2.3 バイポーラプレートとスタック組立パイロット生産ラインプロジェクト

国電投バイポーラプレートとスタック組立パイロット生産ラインプロジェクトは、総投資額 4 億円で、Qing 能公司傘下の寧波緑動燃料電池有限公司が建設した。100kW の燃料電池スタックの生産規模は 1,000 台/年であり、合計生産能力は 100MW である。

2. 省内の大手企業

2.1 浙江省能源集团有限公司

浙江省能源集团有限公司（以下、「浙江能源」という）は、2001 年に発足した。本社は中国浙江省杭州市に位置する。主業務は電力、熱電供給、石油・石炭・天然ガス開発と貿易、エネルギーに関わる金融等である。

資本金は 100 億元、傘下企業は 200 社弱、メジャー投資の発電能力は 3,343 万 kW あり（省全体の 50%）、石炭供給能力は年間 6,100 万トン（同 47%）、天然ガス供給パイプラインは 1,505km を有し、ガス供給は 87 億 m³/年（同 83%）である。

2.1.1 水素 ST 建設に向けた日本との協力

2018 年以来、技術担当幹部が複数回にわたり日本企業を訪問し、浙江省内の複合エネルギー供給ステーション（ガソリン/ガス/水素/充電）の建設に向けた意見交換を行った。同集団は水素エネルギー技術導入と応用に向けたプロジェクトチームを設立している。

2.1.2 水素 ST の建設

浙江省政府は積極的に水素社会、燃料電池自動車を推進しており、2019 年から浙江省内に 700 カ所の複合エネルギー供給ステーション（ガソリン/ガス/水素/充電）を建設する予定で、その一部に水素 ST を併設するとしている。業務推進の主体は浙江能源としているとのことである。

2019 年 10 月に、浙江能源初の水素充填と充電ができる複合エネルギー供給ステーションが試験運用に入った。

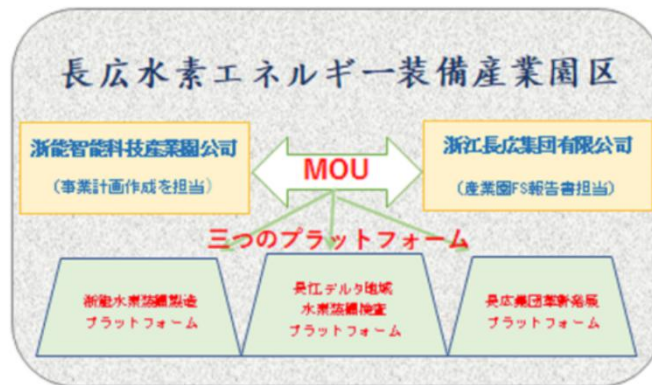
2.1.3 長広水素エネルギー設備産業計画

浙江能源のグループ会社は水素エネルギーの産業チェーン全体に関与することを推進しており、特に、液体水素の生産、貯蔵・輸送、充填に関するコア設備の発展を努力するとしている。

長広水素エネルギー産業パーク計画では、水素 ST を中心とした上下流の設備製造に係るプロジェクトを切り口として、「長広集団28革新発展プラットフォーム」、「浙能水素装備製造プラットフォーム」、「長江デルタ地域水素装備検査プラットフォーム」の 3 つのプラットフォームを設置した。図 3.10 に長広水素エネルギー設備産業パークにおける各企業とプラットフォームの関

²⁸ 全称が浙江長広（集団）有限責任会社。1958 年 8 月に設立され、2014 年 6 月浙江能源に吸収合併された。

係を示した。



出典：中国電力新聞網記事より GCFEN が整理

図 3.11 長広水素エネルギー産業パークの概況

2.1.4 他社との協力

2.1.4.1 国電投との水素エネルギー等の戦略協力

2019 年 9 月 4 日、国家電力投資集团有限公司は浙江能源と戦略提携契約を締結した。双方は海島原発、クリーンエネルギー、スマートエネルギー、水素エネルギー、電力市場建設などの重点分野で協力し、戦略的パートナーシップを構築する。

2.1.4.2 中国航天科工集団第六研究院との協力

2019 年 10 月 20 日、浙能集団と中国航天科工集団第六研究院は北京で戦略提携契約を締結した。双方は共同で水素エネルギーエンジニアリング会社を設立し、水素エネルギー研究開発センターを共同建設し、浙江省の水素エネルギー産業チェーン建設を加速するとしている。

2.1.4.3 寧波金甌新材料有限公司との協力

2019 年 8 月、金甌科学技術公司の子会社である寧波金甌新材料有限公司と浙江能源は戦略的パートナーシップを締結し、水素エネルギー産業チェーンの建設を推進することで合意した。寧波金甌新材料有限公司は浙江省寧波に位置し、国家級石化産業基地の重要プロジェクトである 60 万トン/年のプロパン脱水素装置を建設する。このプロジェクトの一期投資は 60 億元で、完成すれば約 2.5 万トン/年の水素供給能力を持つ。

2.1.4.4 浙江嘉化能源集团股份有限公司との協力

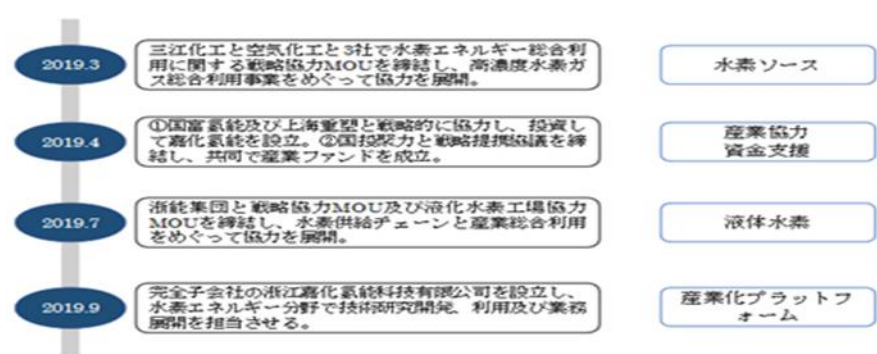
2019 年 7 月、浙江能源と浙江嘉化能源集团股份有限公司（以下、「嘉化能源」という）は液化水素工場協力 MOU を締結した。具体的なプロジェクト名は「1m³/h 水素液化モデル工場（水素処理量 1.92×10⁴Nm³/d）」で、嘉興港区乍浦経済開発区嘉化能源園區に建設される。このプロジェクトでは、浙江能源がプロセスフローの設計と技術、水素液化設備、浙江省の水素供給ネットワークの設置、液体水素の販売、技術指導、プロセスフローの合理性と安全性の審査等の分野

を担当する。

2.2 浙江嘉化能源集团股份有限公司

浙江嘉化能源集团股份有限公司（以下、「嘉化能源」という）は浙江省嘉興地区で水素生産、貯蔵、運輸、水素充填の産業チェーンを構築した。嘉化能源は長江デルタ水素エネルギー産業連盟の副理事長企業である。

嘉興港区の化学工業の副産物の水素資源は非常に豊富である。この地区に位置している嘉化能源は、ここで、現在、苛性ソーダの副生水素量は 1 万トンで、関連会社の三江化工有限公司（以下、「三江化工」という）と浙江美福石油化工有限公司の軽炭化水素 2 万トンを分解することで、合計 9 万トン/年の水素生産が期待できる。



出典：香橙会研究院

図 3.12 嘉化能源の他社との協力

嘉化能源傘下の浙江嘉化能源化工股份有限公司は浙江省の水素販売の主な企業であり、苛性ソーダの製造の副生水素を販売している。2018 年水素分野の利益は会社全体の 1.94%を占める。

上述したように 2019 年 7 月 8 日、嘉化能源と浙江能源は、「嘉化水素エネルギー複合開発利用プロジェクト」契約を結んだ。

2.3 浙江衛星石化股份有限公司

浙江衛星石化股份有限公司（以下、「衛星石化」という）は 250 万トンのエタン分解プロジェクトを 2020 年に運開する予定で、それにより、副生水素年間 16 万トンの生産が可能となる。衛星石化はすでに年間 90 万トンの PDH プラントを建設しており、水素生産量は約 3 万トン/年あるが、オレフィン総合利用プロジェクトが建設された後には水素生産量は約 25 万トン/年となり、国内の水素エネルギーの開発、普及と利用に安定した高品質水素資源を提供できる。

第四章 山東省が取り組む水素社会について



出典：GCFEN が作成。

図 4-1 中国における山東省の位置図

山東省は中国の東部沿海に位置し、経済が発達している省の一つとして、2007 年以来、GDP は全国で第 3 位となっている。経済規模が大きいと共に、エネルギー消費量も多い。

苛性ソーダ製造及びコークス製造などからの工業副生水素資源が豊富で全国一位であり、これらの安価で品質がよい水素をクリーン且つ効率的に利用してエネルギー消費量の高い山東省が直面している石炭の消費量制限と環境規制の課題の解決に大きく寄与することが期待されている。

工業副生水素資源以外に、山東省は太陽光や風力発電など再生可能エネルギー発電設備の容量が中国のトップレベルで、新エネルギーによる水素製造のポテンシャルも大きい。

また、山東省は水素製造に優位性を持っていることに加えて、大型ディーゼル駆動システムや大型トラックなどの車両関連の設備製造産業が中国トップレベルで、水素産業チェーンにおける川下の燃料電池車の完成車製造の基盤がある。

山東省は政府から大手企業まで水素エネルギー産業の発展に着実に取り組み、計画の策定から実現に向け迫力のある行動力が見られる。

今年 6 月、山東省は中国において、省レベルでは最初となる「水素エネルギー産業中長期発展計画」を公表した。水素エネルギー全産業チェーン発展の具体的目標と実施に係るプロジェクト及び関連企業への要求を明確にした。また、水素エネルギー産業発展を「国民経済と社会発展に関する第十四次五ヵ年計画」に組み入れることにしている。

省内における水素エネルギーと燃料電池産業の発展を統括して計画的推し進めるために、省政府は「水素エネルギー産業発展活動指導グループ」を設立し、副省長が指導グループのリーダーを務めている。

山東省政府は省都済南、青島及び中部の濰坊・淄博、又は西部の聊城・済寧を中心に水素エネルギーと燃料電池産業に係る技術開発から普及利用までに事業を展開し、各都市は 2019 年～2025 年にわたって、水素の製造・供給、設備製造、利用普及など二十余りの「水素エネルギー産業重大実証モデルプロジェクト」を建設する。

また、水素エネルギー産業へ資金の投入を拡大し、山東省政府が設けた「新旧動能転換基金」の投資計画に良質な水素エネルギー産業プロジェクトを入れるほか、税金面で関連企業に優遇政

策を打ち出した。金融機関、民間資本が水素エネルギー企業との連携を積極的に促進している。

2019 年、省に所属する大手企業 3 社を主体に「山東水素エネルギーと燃料電池産業聯盟」を設立した。2019 年末までに、国内外の企業、研究機関、大学、金融機関など合わせて 86 社が参入し、技術提携、資金サポートと実証応用において力を合わせて全産業チェーン協力プラットフォームを構築しようとしている。

水素産業チェーンにおける川上の水素製造及び川下の完成車製造に比べ、川中の水素貯蔵・輸送設備、水素 ST 及び燃料電池技術とコア材料産業が立ち遅れている。

コア技術のイノベーション開発のため、山東省は工業副生水素の利用と純化技術、水素燃料電池プロトン交換膜とモジュール化高出力の燃料電池スタックの製造技術、燃料電池駆動システムのアセンブリ技術などに力を入れ、2025 年までに水素エネルギーに係る完全な技術体系を構築することを目指している。

また、米国、日本、韓国、EU などの水素技術が先進する国と地域に向けて、ハイレベルの科学技術人材の誘致、先進技術の成果の導入と消化吸收を加速させ、水素産業の世界的ネットワークに積極的に参入しようとしている。

第 1 節 山東省の水素エネルギー政策

1. 省政府が策定する水素エネルギー政策

山東省は中国政府が 2016 年に「第十三次五ヵ年国家戦略的新興産業発展計画」を公表した翌年の 2017 年に、「山東省『十三・五』戦略的新興産業発展計画」を発表し、初めて燃料電池、水素電池等の新型電池の研究開発と産業化を加速することを表明した。

2018 年国に先駆けて「水素エネルギー産業の中長期発展計画」（以下、「中長期計画」という）の策定を始めた。

2019 年 1 月に開催された中長期計画に関する報告会において、「山東省水素産業発展ロードマップ」（提案プラン）を発表した。その中で、2020～2035 年までの山東省の水素産業チェーンにおける川上、川中、川下の各段階に対して初歩的な発展目標、詳細コスト、性能、普及の目標データに言及した。また、今年 6 月に公表した中長期計画において、燃料電池の出力密度、FCV 車の生産能力と走行距離・寿命、水素 ST の数など具体的な発展目標を下方修正した。

水素産業発展ロードマップの詳細な内容は下記表 4-1 に示した。

表 4-1 「山東省水素産業発展ロードマップ」（提案プラン）

			2020 年	2025 年	2035 年
川上	水素	水素供給方式	既存する余剰の水素がメイン	化石燃料精製による水素製造がメイン、再生可能エネルギーによる水素製造が補填	化石燃料精製と再生可能エネルギーによる水素製造が並行
			ガス輸送がメイン		ガスと液体輸送が並行
		水素消費	～1 万 t/年	～10 万 t/年	～40 万 t/年
		製造コスト	25 元/kg	20 元/kg	15 元/kg
	水素 ST	数量	20 基	200 基	500 基
		充填圧力	35MPa がメイン	35MPa/70MPa が並行	70MPa がメイン
		充填能力	500－1,000kg/d	1,000－2,000kg/d	2,000kg/d 以上
		コスト (充填能力ベース)	15－20 元/kg	10－15 元/kg	8－12 元/kg
	水素貯蔵	輸送方式	カードル式トレーラー		貯蔵材料
				液体水素	
		輸送コスト	10 元/100km・kg	5 元/100km・kg	2 元/100km・kg
		貯蔵密度	5wt%	8wt%	10wt%
	PEMFC	出力密度	3kW/l	4kW/l	5kW/l

川中		スタックコスト	1,500 元/kW	800 元/kW	500 元/kW
		システムコスト	2,000 元/kW	1,000 元/kW	600 元/kW
	SOFC	出力密度	0.3W/cm2	0.4W/cm2	0.5W/cm2
		発電効率	50%	55%	60%
		コスト	20 万/kW	10 万/kW	5 万/kW
川下	燃料電池自動車	数量	2,000 台	5 万台	10 万台
		車種	バス、物流車		
			フォークリフト、特種車		
			建設機械、大型トラック、		
			乗用車		
		走行距離	600km	800km	1,000km
		寿命	1 万時間	3 万時間	5 万時間

出典：OFweek 水素網 2019 年 1 月に整理。

2018 年に公表した「山東省自動車産業中長期発展計画（2018～2025 年）」では、燃料電池のコア部品と技術の研究開発、FCV 完成車の製造技術などを推し進め、水素燃料電池車の製造と利用は中国をリードできるように加速して発展させるとしている。

また、同じ年に「山東省新エネルギー産業発展計画（2018～2028 年）」と「山東省装備製造業転換・グレードアップの実施方案」が公表され、「山東製造（伝統的製造産業）」から「山東知造（産業スマート化）」、「山東創造（新技術、新産業、新発展モードなどを中心に、イノベーションを実現する）」への転換と水素コンプレッサー・燃料電池等新型動力設備の発展を加速することを強調した。

2020 年に入って、中央政府と地方政府は立て続けに水素エネルギー産業の支援政策を公表した。中央政府は 7 つの関連政策を発表し、地方の 22 つの省・市は合わせて 30 つの政策を発表したがそのうち、山東省の数は最多で 6 つの政策を発表した。

2020 年 6 月に公表された「山東省水素産業中長期発展計画（2020～2030 年）」は中国初の省レベルの水素産業中長期発展計画として注目されている。詳細内容はこの第 2 節に記載した。

山東省政府が策定する主な水素エネルギー政策を下記表 4-2 に示した。

表 4-2 山東省の水素エネルギー政策

公表時期	政策と主要内容
2017年3月	山東省「十三・五」戦略的新興産業発展計画 初めて燃料電池、水素電池等新型電池の研究開発と産業化の加速を明確にした。
2018年6月	山東省自動車産業中長期発展計画（2018-2025年） 燃料電池コア部品と技術の開発製造を促進。
2018年9月	山東省新エネルギー産業発展計画（2018-2028年） 2028年までに水素産業の総生産が500億元、済南、青島、濰坊を中心に水素の利用普及を推進。
2018年12月	山東省装備製造業の転換・グレードアップ実施方案 水素コンプレッサー・燃料電池等新型エネルギー設備の発展を加速、国家燃料電池イノベーションセンターを建設。
2019年1月	山東省水素産業発展ロードマップ（提案プラン） 2035年までに山東省の水素産業の詳細な発展目標を提案。
2020年1月	膠東経済圏の一体化発展を加速することに関する指導意見 膠東（青島、煙台、威海と濰坊の一部）水素普及モデルエリアを建設。
2020年3月	山東省2019年国民経済と社会発展計画の執行情况及び2020年計画草案に関する報告 済南、青島などで水素及び燃料電池モデルエリアを建設。
2020年3月	済青煙国際誘致産業園建設行動方案（2020-2025年） 水素製造、貯蔵・輸送、充填、水素FCV車の研究開発と製造、水素製品の全産業チェーンを構築。
2020年6月	山東省水素産業中長期発展計画（2020-2030年） 10年をかけて水素エネルギー全産業チェーンの発展促進の目標と措置を挙げた。

出典：公用情報に基づき GCFEN が整理。

2. 山東省水素産業中長期発展計画

山東省は工業規模とエネルギー消費量の大きい省として、現在は「新旧動能転換」、経済アップグレードの重要な段階にあり、石炭の消費量制限と環境規制への厳しい挑戦に直面している中、水素エネルギー産業を発展することはより一層重要だとしている。

「新旧動能転換」は既存する産業に対して現代的な技術の導入、産業高度化及びイノベーションなどを図ることである。最初は 2015 年 10 月に開催した政府会議で李克強総理より提出され、李克強は当時の中国経済を評価し、新旧動能転換の困難な過程にあると指摘した。

また、2016 年「政府活動報告書」には「新旧動能転換」を重要な議題として取り上げた。

2017 年 1 月 20 日、中国国務院は初めて「新旧動能転換」の加速推進に関する公文書を発表した。3 月に開催した「両会議」（全国人民代表大会、全国政治協商会議）において、李克強総理は山東代表団の審議会議に出席し、山東省の発展は「新旧動能転換」のおかげであると指摘し、今後は引き続き「新旧動能転換」の過程にリーダーシップを発揮することを望んでいると語った。

2017 年以来、山東省は水素エネルギー産業発展に係る一連の促進策として、「山東省水素産業中長期発展計画（2020～2030 年）」を公表した。これは今後の山東省水素エネルギー産業発展

の指導的文書であり、省内の地方都市が水素エネルギー産業発展計画や行動計画を作成する上での重要な根拠となる。

2.1 発展目標

「山東省水素産業中長期発展計画（2020～2030 年）」では、今後の 10 年間をかけて、技術創新開発、設備製造、製品応用、商業運営が一体化する水素・燃料電池の国家モデルエリアを作るとアピールした。

「発展計画」は、

- ✧ 全面起動期（2020～2022 年）
- ✧ 加速発展期（2023～2025 年）
- ✧ 高度化育成期（2026～2030 年）

の 3 段階に分けて実施する予定となっている。水素産業の総生産、省内における燃料電池駆動システムの生産能力、FCV の製造能力及び普及台数、水素 ST などに関して目標が決められた。

各目標値は表 4-3 に示した。

表 4-3 「山東省水素産業中長期発展計画（2020～2030 年）」の目標

分野	単位	全面起動期 (2020～2022年)	加速発展期 (2023～2025年)	高度化育成期 (2026～2030年)
水素産業総生産	億元	200	1,000	3,000
水素ステーション	ヶ所	30	100	200
FCV完成車	万台	0.5	2	5
FCV実証運行	万台	0.3	1	5
燃料電池駆動システム	万台	2	5	10

出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020～2030 年）により GCFEN が作成。

2.2 産業分布

山東省は水素エネルギー産業の発展が上海、江蘇省、浙江省を中心とする長江デルタや広東省をはじめとする珠江デルタ地域に比べて少し立ち遅れているが、中長期計画によると、主力企業と研究機関が先頭となり、資源を集中して「山東水素経済ベルト（青島・濰坊・淄博・済南・聊城・済寧）」、「二大高地（済南と青島）」、「二大集群（濰坊と淄博・聊城と済寧）」を構築し、国家レベル水素と燃料電池モデルエリアを作るなどを通じて産業発展に取り組んでいる。詳細な内容は下記の通りである。

- 済南市を「中国水素バレー」として、水素技術イノベーション開発、設備製造、展示コンベンション、商業応用の基地とする。
- 青島市を「東方水素島」として、水素軌道車両及び船舶にかかわる技術研究開発・製造、水素港用機械及び物流応用、燃料電池コージェネレーションシステム及び固定式・分布式電源の開発・応用基地とする。
- 濰坊市と淄博市をはじめとする地域を燃料電池及びコア材料の産業クラスターとする。

- 聊城市と済寧市をはじめとする地域を燃料電池車及び水素製造・貯蔵設備の産業クラスターとする。
- 青島・濰坊・淄博・済南・聊城・済寧を重要区域とする「山東水素経済ベルト」を設ける。

上記の主要都市は図 4-2 に示された。



出典：ネット情報に基づき GCFEN が作成。

図 4-2 山東省の水素産業配置における主要都市

2.3 発展条件

◇ 水素源

山東省は水素源が豊富で、苛性ソーダ製造及びコークス製造などからの副生水素の生産量が多く、特に化石燃料による水素製造規模が大きい。関係機関の試算によると、全省で年間約 260 万トンの水素が生産されており、全国トップとなっているが、その大部分は工業副生物の水素で、品質が良くて価格も低く、まとまった量で利用されることが期待されている。

同時に、山東省の太陽光と風力発電設備容量はそれぞれ 1,619 万 kW と 1,275 万 kW で、中国における一位と四位となっている。また、稼働中及び建設中の原子力発電設備容量は 570 万 kW があるので、新エネルギーによる水素製造に有利な条件が揃っている。

◇ 産業基盤

山東省の水素エネルギー産業は基本的に水素製造、貯蔵・輸送、燃料電池のコア材料、燃料電池自動車及び関連付属産業までの産業チェーン全体に展開しており、大手企業（研究機関）は 50 社余りある。

設備製造産業の強い省として、大型ディーゼル駆動システム、大型トラック、鉱山機械、建設・土木用重機械などの設備産業はすべて中国のトップレベルであり、多くの分野で水素と燃料電池の利用の潜在的な市場を持っている。

2.4 課題

山東省は水素エネルギー産業において、燃料電池技術とコア材料が立ち遅れており、水素 ST の建設、水素製造、貯蔵・輸送設備の製造が弱いなどの課題があり、より具体的には下記課題の解決に一層努力する必要がある。

✧ 人材不足とコア技術の立ち遅れ

燃料電池スタックのコア技術と材料、水素 ST 用コンプレッサー、高圧水素貯蔵システムのコア部品及び水素充填用ディスペンサーなどはいずれも国際先進技術に遥かに及んでおらず、コア材料は主に輸入に頼っている。

✧ インフラ整備が弱い

水素 ST などの建設が遅れ、燃料電池車の普及に影響している。

✧ 計画と連携の不十分

水素エネルギー産業の参入企業は産業全体に関する発展方針と計画が不十分で、川上と川下の企業間の連携が不十分であることから、産業クラスター化しても集約効果が薄い。

3. 地方政府の水素エネルギー支援措置

2019 年以来、山東省潍坊市、青島市、済南市、済寧市の 4 つの地方都市は相次いで水素エネルギーに関する支援措置を発表した。

潍坊市が 2019 年 5 月に公表した「全市における自動車水素 ST の計画・建設・運営管理に関する意見」は中国初の地方都市レベルの水素 ST 管理方法で、それ以降、各都市の参考となった。

3.1 済南市の支援措置

済南市は山東省の省都で、「山東新旧動能転換総合試験区」戦略の重要な一環として、「済南新旧動能転換先行区」（以下、「先行区」という）の構築に取り組んでいる。

面積が 1,030km²（済南市総面積の十分の一）、人口が 120 万の地域において、「水素エネルギー科学技術園」、「水素エネルギー産業園」、「水素エネルギー展示コンベンションエリア」が集める「中国水素バレー」を建設する計画である。

2019 年 9 月に、「済南新旧動能転換区先行区水素エネルギー産業計画」を発表した。主要内容は以下に示した。

- ✧ 再生可能エネルギーによる電解水素製造と工業副生水素精製など多様な水素製造技術の探究。
- ✧ 液体水素、低圧固体水素貯蔵及び新型水素貯蔵材料の貯蔵、輸送技術と設備を発展。

- ◇ 35ヵ所の水素 ST を建設し、水素のオンサイト製造、貯蔵と充填一体化モードの標準化と応用普及を実現する。
- ◇ 済南市を「中国水素バレー」として水素エネルギー産業クラスターを構築。

また、2020 年 6 月に「全市における自動車水素 ST の計画・建設・運営管理に関する意見」を公表した。詳細な内容は済南市に先立って出された潍坊市の関連文書とほぼ一致している。

3.2 潍坊市の支援措置

潍坊市が 2019 年 5 月には発表した「全市における自動車水素 ST の計画・建設・運営管理に関する意見」は、水素 ST の監督管理、企画建設、経営サービス、安全管理、経営許可等五つの面において水素 ST の企画建設から運営管理に至る具体的な要求を打ち出した。うち、市政府の監督管理原則と職務分担の明確及びガス ST の管理方法を参考して水素 ST を管理することで、水素 ST の建設などに係る手続きの不明確さなどの課題を解決した。

2020 年 1 月、潍坊市は「潍坊市水素エネルギー産業発展三年行動計画（2019～2021 年）」を公表した。2019～2021 年の三年間にわたる潍坊市における水素 ST、燃料電池バス・物流車などの数について明確な目標を挙げた。具体的な目標は下記表 4-4 に示した。

表 4-4 潍坊市の目標（2019～2021 年）

時期	水素 ST	燃料電池バス	物流車	環境清掃車	フォークリフト	乗用車
2019 年	1	30	10	0	0	0
2020 年	6	100	100	50	50	0
2021 年	8	200	240	50	100	50

出典：公用情報に基づき GCFEN が作成。

今年 3 月に公表された「潍坊市水素 ST 建設及び運営扶助方法」は、2020 年 4 月 1 日～2021 年 12 月 31 日までに水素 ST の建設と運営企業へ補助金を給付することを明らかにした。詳細な内容は第 4 節を参考にされたい。

3.3 青島市の支援措置

2019 年 9 月、青島市政府は「青島市新エネルギー自動車産業発展を加速する若干の政策措置」（以下「政策措置」）を発表した。水素 ST の類型と水素充填能力によって水素 ST 建設補助金と水素補助金を給付する。また、燃料電池自動車の普及のために、地方購入補助金を給付している。

2020 年 4 月 28 日、青島西海岸新区都市管理局が「青島西海岸新区汽車水素 ST 計画建設と運営管理暫定弁法」（意見徴求）を公布した。水素 ST 及び水素 ST で扱う水素に補助金を給付した。詳細内容は第 4 節を参照されたい。水素 ST の建設計画、工事、検収及び運営管理等の規定を定めた。

2020 年 6 月に、青島市市委弁公庁、市政府弁公庁が「更なるチーム体制より新旧動能転換重点任務の着実な実施を統括促進するための活動方案」の通知を公布した。

新エネルギー新材料の産業発展面では、新エネルギー自動車、AI 電力ネットワーク及びエネルギー貯蔵、ヒートポンプ、太陽光発電、風力発電、バイオマス、水素、海洋エネルギー、原子力発電などの分野での業界の細分化による戦略策定をもとに、新エネルギー産業を加速発展させている。主に新エネルギー自動車産業を発展し、水素燃料電池自動車の課題の突破を実現し、年内には水素燃料電池商用車の生産を実現とするとしている。

企業育成集合面では、美錦水素タウン、青島院士港水素エネルギー総合モデル利用などの重点企业（プロジェクト）の発展をサポートし、燃料電池自動車、水素エネルギー港、水素タウンなどの応用モデル事業の建設を加速し、国際的な水素エネルギー都市として、「東方水素島」を建設するとしている。

3.4 済寧市の支援措置

済寧市政府は 2019 年 9 月に「水素エネルギー産業発展を支持する意見」を公布した。主に水素 ST、水素 ST で扱う水素と水素バス及び水素物流車への補助金の給付であり、詳細内容は後述の補助金措置で紹介する。

また、2019 年 11 月に「済寧市水素ステーション建設管理暫定方法」を公布し、全ての水素 ST プロジェクトの立案、建設申請、工事、検収及び運営等について明確に規定し、ガス産業管理部門は水素 ST プロジェクトの管理を担当するとした。

4. 補助金措置

2019 年以来、済南市、青島市、済寧市、潍坊市と淄博市の 5 つの水素産業発展の重点都市は水素と燃料電池の補助政策を公布した。内容は水素 ST の建設・運営、水素充填、燃料電池企業に対する補助で、水素 ST の建設時期と充填能力により異なる補助基準を示した。

4.1 済南市の補助措置

2019 年 4 月、済南市先行区が「産業発展を促進する十条政策」（以下「十条政策」）を発表した。主に産業発展の促進、科学技術のイノベーション促進、次世代情報技術及び人工知能産業の重点発展、新エネルギー産業の重点発展、人力資源サービス産業の集合発展を加速することなどが含まれている。

十条政策のなかの新エネルギー産業の重点発展については、水素エネルギー科学技術園区、水素エネルギー産業園、水素エネルギーコンベンション商務区の建設投資または国家科学技術重点プロジェクト、重点研究開発計画プロジェクトに対して、認定後最大 2,000 万元の補助金を給付するとした。

また、先行区で建設し商業的運営をする公共サービス用水素 ST、ガソリン・電気・ガス・水素共用ステーションの建設企業に対して、最高で 900 万円の補助金を給付するとした。

先行区の事業体、科学研究機構などに水素エネルギーの基準化の制定を奨励し、最大 100 万円の奨励を与えるとしている。

4.2 潍坊市の補助措置

2020 年 3 月、潍坊市人民政府は「潍坊市水素 ST の建設及び運営の促進に関する扶助方法」(以下「扶助方法」)を公布した。2020 年 4 月 1 日から実施し、有効期限は 2021 年 12 月 31 日としている。

扶助方法は固定式の水素 ST に対して、建設時間により最大 600 万円、最小は 50 万円補助する。補助基準は下記の表 4-5 の通りである。

表 4-5 潍坊市固定式水素 ST の補助

建設完成時期	充填能力 (S, kg/d)	補助金額 (万元/基)
2019年	$200 \leq S < 500$	200
	$500 \leq S < 1,000$	400
	$S \geq 1,000$	600
2020年	$200 \leq S < 500$	100
	$500 \leq S < 1,000$	300
	$S \geq 1,000$	500
2021年	$200 \leq S < 500$	50
	$500 \leq S < 1,000$	200
	$S \geq 1,000$	400

出典：公用情報に基づき GCFEN が作成。

また、水素に対する補助は年度と販売価格により補助金額が異なっている。最大 30 元/kg で、最小 5 元/kg である。

表 4-6 潍坊市水素に対する補助

年度	補助金額 (元/kg)	販売価格 (元/kg)
2019年	30	46
2020年	10	≤46
2021年	5	≤40

出典：公用情報に基づき GCFEN が作成。

4.3 青島市の補助措置

2019 年 9 月、青島市政府は「青島市新エネルギー自動車産業発展を加速する若干の政策措置」(以下「政策措置」)を発表した。有効期限は 2021 年 12 月 31 日である。

政策措置では水素 ST の種類と水素充填能力によって、一定の水素充填補助を給付するとしており、運営開始後 3 年以内は、地方経済への貢献により 100% の補助金を給付するとしている。

FCV 車のモデル運行車両に、同期の国家財政補助基準に基づき、地方補助金を給付する。

燃料電池車について、総投資額が 30 億元及び以上の燃料電池車完成車プロジェクトに対して、状況に合わせて補助金の給付スキームを適用する。

青島市政府と正式に投資協議が締結され 3 年以内に生産が始まり、総投資額が 30 億元以下の燃料電池車完成車プロジェクトについて、乗用車生産企業に 1 億元、商用車生産企業に 5,000 万元を補助するとしている。

新エネルギー自動車のコア部品、燃料電池スタックモジュール及びシステムなどの重大プロジェクトに対しては、新設 10 億元以上を投資する場合は状況に合わせて補助金の給付スキームを適用し、新設 5,000 万元～10 億元を投資する場合は設備投資額の 20%を一回だけ補助するとしている。但し、事業 1 件に対して補助金額は 2,000 万元以下である。

2020 年 4 月 28 日、青島西海岸新区都市管理局が「青島西海岸新区汽車水素 ST 計画建設と運営管理暫定弁法」（意見徴求）（以下「暫定弁法」）を公布した。有効期限は 2020 年 12 月 31 日である。

暫定弁法では、水素 ST について固定式とスキッドマウント式に分けて補助を給付するとしている。また、建設時間と充填能力により補助の金額が異なっており、最大 900 万元で、最小は 200 万元である。具体的な内容は下記の表 4-7 に示した。

表 4-7 暫定弁法に水素 ST に関する補助

類型	建設時間	充填能力 (S, kg/d)	補助金額 (万元/基)
固定式	2020年	500以上	900（新規）
			600（改造）
		500未満	700（新規）
			500（改造）
	2021年	500以上	700（新規）
			500（改造）
		500未満	500（新規）
			400（改造）
スキッドマウント型	2020年	350以上	400（新規）
			300（改造）
	2021年	350以上	300（新規）
			200（改造）

出典：公用情報に基づき GCFEN が作成。

また、水素 ST の運営企業に対して 2020 年と 2021 年度の販売価格目標を掲げ、補助金額を設定した。その内容を表 4-8 に示した。

表 4-8 暫定弁法に水素に関する補助

年度	補助金額	販売価格
2020年	20元/kg	40元/kg以下
2021年	14元/kg	35元/kg以下

出典：公用情報に基づき GCFEN が作成。

4.4 済寧市の補助措置

済寧市政府は 2019 年 11 月に「水素産業発展を支持する意見」(以下「支持意見」)を公布した。有効期限は 2022 年 12 月 7 日である。

支持意見では、水素(ガソリン・ガス・電気)などの複合エネルギー供給ステーション水素の分散式エネルギー利用モデルを検討するとしている。また、水素 ST について水素充填能力が 500kg/日のスキッドマウント式に対して、400 万元を補助し、水素充填能力が 500kg/日の固定式水素 ST に 800 万元を補助するとしている。

また、水素 ST を運営し、販売する水素に対して、20 元/kg 補助するとしている。

支持意見では、水素燃料電池自動車、公共バス、物流車などのモデル効果が加速し、着実に水素燃料電池自動車の新エネルギー車における割合を高めることを目標としている。水素公共バスと水素物流車の購入企業に対し、国の基準と同額の地方補助金を給付する。

水素産業の技術開発、人材育成等に取り組む企業を重視し、最高 100 万元の補助金を給付する。

4.5 淄博市の補助措置

2020 年 3 月、淄博市が公表した「淄博高新区新規工業プロジェクト資金補助意見」の意見公募案に関する通知では、水素関連設備とコア部品の技術開発と応用、水素エネルギーの技術研究開発プロジェクトに資金補助することを示した。

5. 水素聯盟が設立

2019 年、兗鋁集団、山東重工集团有限公司と山東国恵投資有限公司の省属企業 3 社を始めとする「山東水素エネルギーと燃料電池産業聯盟」が成立した。

聯盟は山東省内外の 86 社より構成され、理事会員 38 社、会員 45 社がある。会員名簿は添付資料 4.1 に示した。

聯盟によると、兗鋁集団は石炭から水素の製造技術に基づき水素製造、純化、貯蔵・輸送等供給側産業体制を構築し、水素の集中と分散供給システムの利用モデルにより普及を促進させる。山東重工等を始めとする省内の企業は、水素燃料電池のコア技術の課題の突破に集中して取り組み、山東国恵投資が水素産業チェーンの発展に向けた経済的仕組みの構築と資本サポートを提供することになっている。

第2節 燃料電池車の導入普及

1. 燃料電池車の導入目標

2020年6月に発表された山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020～2030年）（以下「山東省水素発展計画」という）では、工業副生水素の資源優位性と堅実な製造業の基盤を活用して水素社会の実現を具現化する計画であると強く感じられる。

図4-3は燃料電池車の導入普及に関する中国の全体目標と山東省の目標である。山東省は、2020年から2022年までを水素産業の全面起動期として位置づけ、燃料電池車の導入台数は3,000台を目指している。2025年までの加速発展期が10,000台、さらに2030年までの高度化育成期には50,000台でなる。とくに2025年には山東省の燃料電池車保有台数は中国全体の1/5を占めるとしている。



出典：「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」、「中国製造 2025 重点領域技術革新グリーンブック技術ロードマップ（2017）」、山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020～2030年）により GCFEN が作成。

図 4-3 中国全体と山東省の燃料電池車導入普及目標

2020年から2022年までの水素産業の全面起動期では、都市部の公共交通の実現に向けたパイロットモデル都市の推進を優先的に展開するとしている。

パイロットモデル都市は済南市、青島市、淄博市、潍坊市、済寧市、聊城市等6都市である。また、これらの都市では物流車も積極的に導入拡大する。

2023年から2025年までの加速発展期では、商用車、乗用車、燃料電池船舶、フォークリフト、電網のピーク調整、島の電力・熱供給とエネルギー貯蔵などの分野で水素燃料電池の普及を図る。

パイロットモデル都市は山東省の東から西までを連結しており、2022年までの省全体に導入予定の3,000台の燃料電池のうち、このモデル都市で2,800台を占める。

表 4-9 モデル都市の燃料電池車導入普及計画

	2020～2022年 産業全面起動期	2023～2025年 産業加速発展期	2026～2030年 産業高度化育成期
済南市	600	1,500	8,000
青島市	600	1,500	8,000
淄博市	400	900	4,000
潍坊市	600	1,200	5,000
済寧市	300	900	4,000
聊城市	300	900	4,000
合計	2,800	6,900	33,000

出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020～2030 年）により GCFEN が作成。

表 4-10 非モデル都市の燃料電池車導入普及計画

	2020～2022年 産業全面起動期	2023～2025年 産業加速発展期	2026～2030年 産業高度化育成期
棗莊市		300	1,000
東宮市		300	2,000
煙台市	100	400	3,000
泰安市		300	1,500
威海市		200	1,000
日照市		300	1,000
臨沂市		400	3,000
徳州市	100	300	1,500
濱州市		300	1,500
荷澤市		300	1,500
合計	200	3,100	17,000

出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020～2030 年）により GCFEN が作成。

2. 燃料電池公共バスの導入実績

山東省は燃料電池公共バスの導入普及を積極的に推し進めている。表 4-11 に示したように、2019 年度、済南市、潍坊市、済寧市、聊城市では燃料電池公共バスを合計 110 台導入し、燃料電池バスに向けたバス路線を 7 本運転させた。とくに 2020 年 6 月、潍坊市では 150 台の水素燃料バスを導入した。

表 4-11 2020 年上半期まで導入した水素燃料電池

	2019年度		2020年度	
	バス	公共バス路線	バス	公共バス路線
済南市	40台	1路線		
潍坊市	30台	3路線	150台	
済寧市	10台	1路線		
聊城市	30台	2路線		

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

3. 燃料電池物流車の導入普及

山東省は燃料電池物流車の利用を拡大するため、省内 120 カ所の高速道路サービスエリアに水素 ST を整備する案を検討議論している模様である。

また、全般的に水素供給、水素貯蔵及び水素輸送を一括りに企画するようにして、水素ビジネスへの企業の参入がしやすくなるように社会的環境を整えつつある。山東省内に物流車を最もはやく導入したのは徳州市であり、図 4-4 に 2019 年 5 月に最初に導入した 30 台のうちの一台の写真を示した。

徳州市は引き続き普及拡大に取り組んでいる。導入した物流車の情報を表 4-12 にまとめた。



図 4-4 燃料電池物流車

表 4-12 燃料電池物流車の関連情報

タイプ	所有者	燃料電池システム	スタック	容積	積載量	水素充填時間	水素貯蔵量	走行距離
コンテナ式トラック	山東Qing能汽車運営公司	浙江Qing途科技有限公司	北京Qing璞創能科技有限公司	14.5m ³	3t	3～5min	10kg	400km

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

4. 青島港の水素導入利用

青島港（Qingdao Port）は山東半島の南岸・膠州湾口に位置し、中国北部地域の代表的な港湾であり、国際貿易に重要な位置づけでもある。

同港は青島大港港区、黄島油港区、前湾港区、董家口港区、威海港等の 5 大港区で構成されている。バース数は 116 ヶ所、岸壁の長さは 28km、主要貨物は石炭、原油、鉄鋼、



図 4-5 青島港位置

穀物などである。世界 180 ヶ国の国々と 700 ヶ所の港湾と貿易している。2019 年度の貨物取扱量は 6 億トン以上で、コンテナ取扱量は 2,183 万 TEU である²⁹。

4.1 燃料電池コンテナ車の試運転開始

2019 年 10 月、青島港は燃料電池コンテナ車 3 台を導入し試運転を開始した。大型燃料電池トラックの利用を実現しディーゼルトラックの代替として環境への貢献が大いに期待される。

青島前湾集装箱碼頭有限責任公司、機科（山東）重工科技股份有限公司、江蘇奧新新能源汽车有限公司、塩城国投中科新能源科技有限公司の 4 社は燃料電池コンテナ車を共同で開発して試運転を展開している。表 4-13 は燃料電池コンテナ車の仕様である。

表 4-13 燃料電池コンテナ車主要なパラメーター

タイプ	燃料電池システム	燃料電池出力	エネルギー消費 節約量	最高速度	走行距離
コンテナ式 トラック	燃料電池＋ リチウム電池133kWh	60kW	0.2kg/TEU	85km/h	210km以上

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

4.2 水素駆動自動化ガントリークレーン導入

2019 年 11 月に開始した青島港全自動化埠頭第 2 期プロジェクトでは水素駆動自動化ガントリークレーン（以下、「水素駆動 ARMG」という、図 4-6 参照）が稼働を開始したが、導入した 5G+自動化技術は世界的に注目される。



図 4-6 水素駆動 ARMG

水素駆動 ARMG は、山東港湾社が研究開発した水素燃料電池システムである。高圧巻取り式ケーブル、変圧器、巻取り装置などによる従来の電力方式に代わって、ガントリークレーンのゼロエミッションを実現し、設備の重量も約 10 トン低減できるとしている。

CO₂ の排出削減にも貢献する。コンテナの吊り下げ作業に要する電力を節約することで、CO₂ 排出量の削減ができ、その量は年間 2.8 万トンになると試算している。

4.3 燃料電池港湾機械利用モデル事業

燃料電池港湾機械利用モデル事業は山東省の「第 14 次五カ年計画」期間中に実施すること予定されている。

燃料電池港湾機械利用モデル事業は青島港を基に、環境に優しい輸送、物流、港湾のインフラ

²⁹ 青島港（集団）有限公司ウェブサイトより。

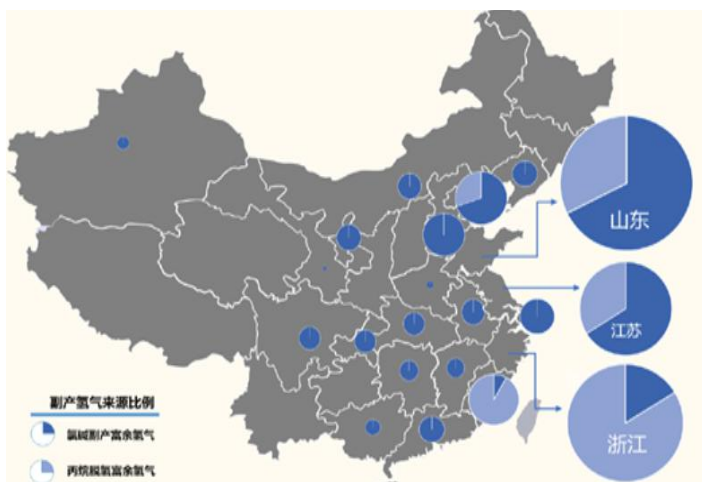
整備等に水素エネルギーの利用を導入するプランである。投資総額は 1.5 億元（約 25.5 億円）で、2020 年までに、水素駆動 ARMG5 基の改造を完了し、燃料電池フォークリフト、牽引車、積載車を導入し、実証する。またこのモデル事業には水素 ST の建設、運営も含まれている。

第3節 水素生産と主要企業

1. 水素の生産状況

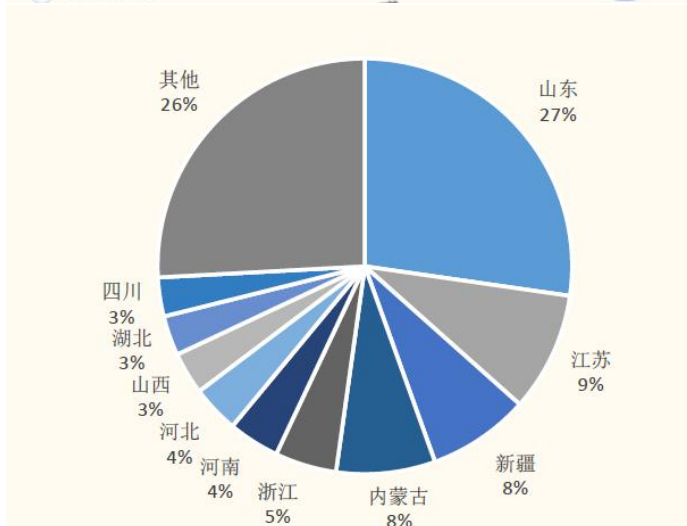
山東省は水素資源に富んでいる。化石燃料による水素生産の規模が大きい、ほか太陽光発電、風力発電、原子力発電による水素生産も良い条件を揃えている。

すでに述べたように山東省の水素年間生産量は約 260 万トンで、全国 1 位である³⁰。濰坊、德州、済寧などは未利用水素が多く、省外への供給も期待できる。



出典：百川資訊

図 4-7 地域別工業副生水素規模



出典：百川資訊

図 4-8 地域別活性ソーダの生産割合

山東省は化学工業大省として、石炭化工、塩素アルカリ工業、鉄鋼業などによる副生水素が多い。石炭コークス副生ガスや他の工業排ガスからの回収水素は年間約 96.2 万トンで、約 11.5 万台バスの 1 年間の運転に利用できる³¹。

山東省は水素生産の川上産業と川下産業が他省より良い条件を持ち、水素供給は保障されてい

³⁰ 山東省水素産業中長期発展企画（2020～2030 年）、2020 年 6 月。

³¹ 2019 年 1 月 5 日、齊魯晚報「山东制氢产业底子好，这次要“氢”装上阵放大招」。

るため、水素生産の低コスト化、大量生産の実現を期待できる。

低コスト化の有利条件として、以下の内容がある。

◆ 生産規模：

省内、各地に水素生産企業があるため、近距離（近傍）での供給が可能でコスト低減につながる。

◆ 技術面：

兗鉱集団を代表とする先導企業は石炭ガス化技術を持ち、水素生産技術が成熟している。石炭による水素生産コストは1元/m³未満であるため、低コストで大規模な水素製造の実現が出来る。

◆ 政策面：

山東省水素産業中長期発展企画（2020～2030年）の中で、水素コスト低減について下記の記載がある。

- ▶ 淄博、濰坊、濱州、泰安、済寧を重要都市として、水素精製技術の最適化により副産水素の回収利用率を高め、水素コストを低減する。
- ▶ 省内で水素利用企業と供給企業が協力し、近距離供給によるコスト低減を奨励している。
- ▶ 再生可能エネルギーの水電解と原子力による水素生産を推進し、段階的にコストを低減させている。

2. 主要企業

2.1 兗鉱集团有限公司

兗鉱集团有限公司は特大型国有エネルギー企業³²で、石炭、化学産業、物流貿易及び金融投資を主要産業分野としており、世界のトップ500企業の中で399位にランクされている。

水素生産で、兗鉱集団は3つの有利な条件を持っている。

- 1) 政府政策面の支援。
- 2) 集団は石炭と石炭ガスを豊かで、水素生産の原料を保障されている。全国で水素生産ポテンシャルは80万トン/年である。山東省内だけで2.4万トン/年に達し、3,000台の水素自動車と20MWの分散型水素燃料電池の同時利用に対応できる。
- 3) 集団は安全、高効率、低コストの石炭ガス化技術を持ち、規模的な水素生産が容易である。

2.1.1 水素エネルギー産業計画及び実行

兗鉱集団の計画と実施経緯を下記にまとめた。

³² ①年間生産能力が1,000万トン以上。②生産用固定資産の取得原価が20億元以上の企業。

1) 計画：

- 直接メタノール型燃料電池モデル事業の建設。
- 水電解による水素製造、メタノール改質による水素製造、液体有機水素キャリアに係るモデルプラントの建設。
- 初の水素エネルギー自動車モデル路線の建設、水素エネルギー自動車モデル専用線を開設する等。

2) 実施経緯：

- 特別ワーキンググループを設置し、日本の水素燃料電池生産と使用分野等企業を見学し、技術交流を行った。
- 水素を企業の開発戦略に組み入れ、水素産業チェーンの技術の検討及び水素エネルギー利用のモデル地域を計画した。
- 2018 年 11 月、水素エネルギー利用の分野での協力について当法人（GCFEN）と MOU を締結した。
- 2019 年 1 月、エアリキードグループと MOU の締結。

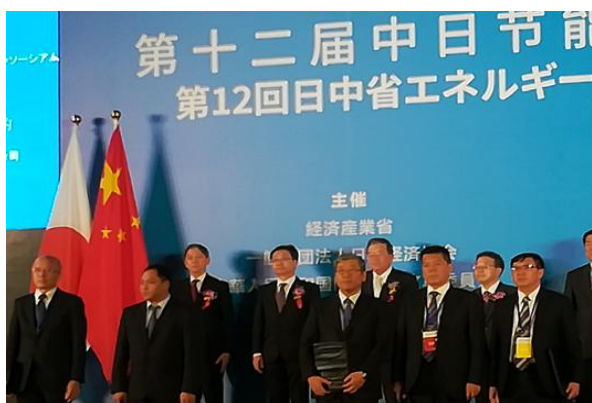


図 4-9 兗鋁集団と GCFEN との MOU 締結



出典：山東財經報道

図 4-10 兗鋁集団とエアリキード社との MOU 締結

2.1.2 新エネルギー研究開発イノベーションセンター

2019 年初に、兗鋁集団は 3 億 9 千萬元を投資して、新エネルギー研究開発イノベーションセンターを建設し、2020 年 1 月に環境アセスメントを行った。

計画としては、研究開発イノベーションセンターは「1 ステーション・3 エリア・4 センター」を建設するとのことである。大学と研究院等との協力あるいは自主開発研究を通じて、水素産業チェーンの研究モデル事業を行う。

● 1 ステーション：

複合エネルギー供給ステーション³³である。詳細は表 4-14 に示した。

³³ ガソリンスタンド、充電、水素ステーションが同一エリアに。

表 4-14 総合エネルギー供給ステーション建設内容

内容	水素 充填装置	ガソリン 充填装置	軽油	炭化水素油 充填装置	充電装置	メタノール 燃料	CND 充填装置
規模	1,000kg/年	1,000t/年	2,000t/年	200kg水素/年	6セット	500t/年	36x10 ⁴ Nm ³ /年

出典：百度文献に基づき GCFEN 作成

● 3 エリア：

- ✧ 石炭ガス化水素製造プロセスモデル展示エリア：
800Nm³/h PSA 水素精製措置で、変圧吸収による水素精製技術のモデルエリア。
- ✧ 新エネルギー発電モデル展示エリア：
80kw 太陽光発電装置と 30kW 風力発電のモデルエリア。
- ✧ 燃料電池自動車展示エリア及び試運転展示エリア：
車両テストモデルで、燃料電池車の性能分析及び燃料電池車以外の車両との性能、コスト等の比較分析、測定分析が行うエリア。

● 4 センター：

- ✧ 分析検出センター：
燃料電池用水素の品質を測定・分析し、燃料電池車用水素の測定技術を把握する。
- インテリジェント制御センター：
DCS システムを利用し、水素生産工程のモニタリングとコントロールを行う。
- ✧ 産業展示センター：
メディア等音、光、電気及び実物展示を通じて、新エネルギー研究開発イノベーションセンターを宣伝する。
- ✧ 水素サービスセンター：
ビックデータ、クラウドコンピューティング、ネット販売の技術を通じた水素サービスセンターを構築する。

2.1.3 兗鉦国宏化工有限責任公司

兗鉦集団の傘下の兗鉦国宏化工有限責任公司は 800 m³/h の水素 PSA 精製設備を建設し、メタノール生産の副生ガスにより得られた濃度 99.99%の水素は GB/T 37,244 規格を満たし、安定に運転している。

この設備と兗鉦複合エネルギー供給ステーションとの距離は約 2 km で、当面はカードトレーラーで水素を輸送としているが、今後水素パイプラインによる水素輸送を目指している。

また、膜分離によって工業排ガスを除去して水素を精製する設備を持っており、高効率かつ低コストで水素濃度を 45%から 90%以上に引き上げることが期待される。

2.2 中融新大集团有限公司

中融新大集团有限公司は 2003 年に創立され、エネルギー化学、金融投資、物流クリーンエネルギー、鉱物資源開発を主に展開する大手企業である。2 つの子会社が水素を生産している。

子会社の山東鉄雄冶金科技有限公司のコークス炉ガスからの発生 COG14 万 m³/h で、副生水素約 7.7 万 m³/h である。PSA 方法による純度 99.99%の水素 6.5 万 m³/h を精製できる。具体的事業内容を表 4-15 に示した。

子会社の公司山東鉄雄新沙能源有限公司は 2019 年水素総生産量が 1.04 億 Nm³である。具体的な事業内容を表 4-15 に示した。

表 4-15 中融新大集团子会社の水素製造事業（子会社別）

会社名	事業	進捗	概況
山東鉄雄冶金科技有限公司	石炭ガス由来水素事業1期 5,000m ³ /h、 コークス炉ガス	2020年3月 建設開始	鄒平市水素エネルギータウンの核心事業 原料：コークス炉ガス PSA技術で99.99%以上の水素を製造 水素供給能力12万m ³ /h見込み 年間新規営業収入は1.7億元、利益は5,200万元
山東鉄雄新沙能源有限公司	PSA水素精製 改造事業	建設完了	水素精製量を2万Nm ³ /hに引き上げ 2020年水素生産総量が1.5億Nm ³ になる見込み 宝舜化工のアントラセンの水素化及びベンゼンの水素化装置等をフル稼働させる 年間新規利益が3,000万元を突破

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

2.3 山東中鴻新能源有限公司

2018 年 3 月 8 日、山東中鴻新能源有限公司は三峡資本控股有限責任公司、米 PROTON ENERGY SYSTEMS 社、プロトン（北京）製 Qing 科技有限公司と 4 社で水素エネルギー産業協力契約を締結した。

協力契約によると、維坊高新区に合弁会社を設立し、水素製造・貯蔵・充填に係る設備の研究開発及び生産に取り組む。

合弁会社は、生産工場と研究開発センターを設立し、米 PROTON ENERGY SYSTEM 社の技術を導入し、第 4 世代である H シリーズ、C シリーズ、M シリーズの PEM 型（プロトン交換膜型）水電解水素製造装置生産の生産を行うとともに第 5 世代の製品の開発を行う。2020 年までに、スタックを含むすべての部品を国産化し、事業第 1 期の年間生産能力は 300MW 以上を目標にしている。

2.4 山東省における水素製造事業

2015 年以来の山東省における水素事業について、建設中、稼働中、計画中の水素製造事業について紹介する。

2.4.1 建設中の水素事業

建設中の水素事業は広饒科力達石化科技有限公司であるが詳細は表 4-16 で示した。

表 4-16 山東省建設中の水素事業

会社名	事業名	規模 (Nm ³ /h)	水素製造方法 (原料)	時期	備考
広饒科力達石化 科技有限公司	120万t/年の油製品の 高度化付属工程事業	25,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	建設中	120万t/年の油製品高度化装置

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

2.4.2 稼働中の水素事業

山東省の水素事業は 2015 年から多数稼働している。詳細は表 4-17 に示した。

表 4-17 稼働中の水素事業

会社名	事業名	規模 (Nm ³ /h)	水素製造方法 (原料)	時期	備考
山東広悦化工有限公司	160万t年重油水素化による改質	15,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2019年	
山東濱華Qing 能源有限公司		1期1,000 2期12,000	塩素アルカリ 副生水素 (塩+水)	2019年5月	塩素アルカリ装置による副生水素を圧縮して、パイプ式トレーラーに充填して水素ステーションへ運び、燃料電池車へクリーンな燃料を提供する。
山東寿光魯清 石化有限公司	230万t年のディーゼル オイル水素化による改 質及び付属工程事業	60,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2018年7月	熱媒油炉に提供された熱エネルギーを利用し、メタノールをガス化させ、PSA法で純度が99.9%以上の水素が分離される。
山東金誠化工 科技有限公司	油製品の品質高度化及 び付属改造事業	60,000	石炭から 水素製造 (メタノール+水)	2017年	6.5MPaの清華炉CWM加圧ガス化技術を採用、低温メタノールによる脱硫脱炭素とメタン化精製等の技術で水素を生産、220万t年の水素化熱分解装置、120万t年の連続精製装置
山東東辰化工 有限公司	61万t年のMCC(重油緩 和熱分解)装置	20,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2017年	26万t年の軽質芳香族炭化水素の水素化装置
山東濱化濱陽 燃化有限公司	油製品の水素化による 品質高度化事業	30,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2017年	他に、40万t年のディーゼルオイル水素化による改質装置
東宮常潤化工 有限公司	油製品の品質高度化及 び付属工程事業	30,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)		150万t年の水素化分解装置、120万t年の連続精製装置、48万t年の芳香族炭化水素抽出、25万t年の異性化装置、10万t年のアルキル化装置
山東匯東新 能源有限公司	40万t年のアントラセ ン油精製事業	30,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2016年	
山東海科化工 集团有限公司	80万t年の油製品高度 化改造及び付属工程事 業	20,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2016年	
山東東辰化工 有限公司	60万t年のMCC(重油緩 和熱分解)装置	20,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2016年	25万t年の軽質芳香族炭化水素の水素化装置
山東尚能実業 有限公司	100万t年の水素化 熱分解装置	30,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2015年10月	
潍坊石大昌盛能 源科技有限公司	60万t年に水素化によ る芳香族化装置	15,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2015年10月	40万t年の軽質白油と潤滑油装置
東宮奥星石油 化工有限公司	120万t年のサイドカッ ト油の精製分留	2系 15,000	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	1系 2014年 2系 2016年	50万t年の水素化による分解 40万t年の水素化による改質 15万t年の白油生産

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

2.4.3 企画進行中の水素企業

建設前の段階の企画進行中の水素事業は表 4-18 に示した。

表 4-18 企画進行中の水素事業の状況

会社名	事業名	規模 (Nm ³ /h)	水素製造方法 (原料)	時期	備考
濱州邦聯新能源 科技发展有限公司	10万t年の軽質油 精製事業	1,500	メタノールから 水素製造 (メタノール+水)	2016年6月	環境アセスメント許可
東宮市亞通石化 有限公司	天然ガスから水素 製造事業	50,000	天然ガスから 水素製造 (LNG+水)	2017年11月	2回目の環境アセスメント許可 高温と触媒による置換反応をさせて工業用 水素を生産。 主に原料ガス生成、軽質炭化水素の水蒸気 転換、PSA水素ガス高純度化等の工程。 総投資額が3.06億元、敷地面積が4510m ² 見 込み。

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理

2.4.4 中長期計画における水素事業

山東省の中長期計画における水素生産の 2 つのプロジェクトは以下の通りである。

- 工業副生物による水素生産事業：

青島西海岸の新材料及び水素総合事業の元に、PDH 設備の建設。

- 1) 金能（青島）有限公司：投資 30 億元、2 つの PDH 設備の建設。2022 年に 1 期稼働し、水素生産能力は 4 億 Nm^3 /年で、2024 年 2 期目の稼働で、8 億 Nm^3 /年となる。
- 2) 淄博斎翔騰達化工股份有限公司：70 万 t/年 PDH 装置の建設。

- 再生可能エネルギーによる水電解水素生産事業：

東営太陽光発電基地の元で、国内外の技術を利用し、再生可能エネルギーによる水電解水素生産のモデル事業を建設する。

第4節 水素ステーションおよび関連企業

1. 水素ステーションの整備目標

2020年6月に発表された山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020－2030年）（以下「山東省水素発展計画」という）では、水素STの整備を3段階に分けて推進する計画である。図4-11に示した通りに、2020年から2022年までの産業全面起動期に30ヶ所（含む複合エネルギー供給ステーション）、2025年までの産業加速発展期に100ヶ所、さらに産業高度化育成期（2026年～2030年）に200ヶ所を設置する目標である。



出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020－2030年）により GCFEN が作成。

図4-11 山東省水素ステーションの整備目標

山東省の行政区画市は16あり、水素STの新規計画はこの16の市を中心に推進する。表4-19に赤字で示した市は山東省政府が企画した「山東水素経済ベルト」の地域であり、これらの地域にとくに力を入れて水素STを整備、普及することとしている。

表4-19 山東省市別水素STの整備計画

	2020年～2022年 産業全面起動期	2023年～2025年 産業加速発展期	2026年～2030年 産業高度化育成期
済南市	6	15	28
青島市	6	15	28
淄博市	4	9	15
枣庄市		3	6
東宮市		3	8
煙台市		4	12
濰坊市	6	12	20
済寧市	3	9	15
泰安市		3	7
威海市		2	5
日照市		3	6
臨沂市		4	12
徳州市	1	3	7
聊城市	3	9	15
濱州市		3	8
荷澤市		3	8
合計	30	100	200

出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020－2030年）により GCFEN が作成。

本章第1節に紹介したが、山東省は山東省水素発展計画に先立つ、2019年1月に「山東省水

素産業発展ロードマップ（提案プラン）」（以下「ロードマップ」という）を発表しており、水素ステーションに係る目標は表 4-20 に示したように、2025 年に 200 ヶ所、2035 年に 500 ヶ所と高く設定していたが、山東省水素発展計画ではこの目標を下方修正した。

ロードマップでは山東省の水素エネルギー消費量は 2020 年に 1 万トン、2025 年に 10 万トン、さらに 2035 年に 40 万トンの目標である。山東省水素発展計画はこの目標値に対しては下方修正等の変更はしていない。

表 4-20 ロードマップの目標

	単位	2020年	2025年	2035年
水素ステーション	ヶ所	20	200	500
水素燃料電池消費	万t/年	～10,000	～100,000	～400,000
水素充填圧力	Mpa	主体：35	35/70	主体：70
水素ステーション充填能力	kg/日	500～1,000	1,000～2,000	2,000以上
コスト（充填能力ベース）	円/kg	255～340	170～255	136～204

出典：山東省水素産業発展ロードマップ（提案プラン）に基づき GCFEN が作成。

山東省では産業副生水素は 260 万トン³⁴あり、産業用以外で利用できる「品質が良く、価格が安価で、大規模に利用可能」な水素が年間 10 万トンあると凌文中国水素聯盟理事長、山東省副省長は 2019 水素産業発展サミットにおいて披露した。

水素エネルギー消費量の目標値および FCV の導入利用計画で見ると、山東省にとって水素ステーションの建設は喫緊の課題である。言い換えれば、水素ステーションをしっかりと整備しない限り、山東省の水素社会を実現する夢はうまく叶えられないと考えられる。

山東省水素発展計画の「重点任务措置分担表」では、技術開発の重点課題や、推進すべき業務等を詳しく分類し、政府部門の主担当機関、支援担当機関の役割を明確にしている。

設備の高度化に向けたエンジニアリングを実施し、（水素）産業チェーンの各要素の整合性が取れるように主担当機関として山東省工業と情報化庁、支援担当機関は省发展改革委、省科技厅および国有資産委員会を指定している。同分担表には、国際、国内の著名な企業の招致を奨励し、ディスペンサー、制御弁ブロック、水素圧縮機、水素 ST 制御システムなどの水素エネルギーのインフラ基盤の整備を加速的に推進するとしている。

水素 ST の投資費用については第 1 章で言及したが、中国の現地相場では、圧力 35 MPa、固定式水素 ST は凡そ 2 億～5 億円であり、立地場所により土地使用の費用が異なる。この状況や投資費用は日本とはそれほど大きな違いはない。水素 ST の設計、設備等は日本と山東省とのビジネス協力のポテンシャルが高いと考えられる。

³⁴ 山東省水素産業中長期発展計画（2020～2030 年）、2020 年 6 月。

2. 水素ステーションの現状

山東省が稼働している水素 ST は、報道によれば、2020 年 6 月まで済南市、濰（Wei）坊市、聊城市、済寧市、及び徳州市等 5 市（図 4-12 参照）において 6 ヶ所を整備した。それらは、済南市の豪沃客車水素 ST、濰（Wei）坊市の濰柴水素 ST、聊城市の中通水素 ST、済寧市の兗鉍複合エネルギー供給 ST（以下「エン鉍複合 ST」という）、及び徳州市のスキッドマウント型 ST である。



出典：ネット情報に基づき GCFEN が作成。

図 4-12 山東省水素 ST 配置図（5 ヶ所）とディスペンサーの写真

済南市の水素 ST は中国重汽集団済南豪沃客車有限公司敷地に立地しており、スキッドマウント型である。図 4-13 に示すように済南市中心部から約 350km 離れているとのことである。同社は水素社会の実現に向けて FCV の生産を拡張する計画を立てており、将来は自社生産した FCV に出荷前に水素充填するために整備した水素 ST である。

2019 年 11 月に済南市は燃料電池公共バス 40 台（中通客車バス、全長 10.5m）を導入してこの水素 ST を活用している。然し、2020 年 7 月に TV 番組で「燃料電池公共バスは水素補填のため片道 350km 移動する必要がある、充填した水素の 8 分の 1 はこの移動の間に消費されてしまうという問題が指摘された。



出典：GCFEN が作成

図 4-13 済南市水素 ST の位置

済南市発展改革委員会はこの指摘に直ちに答えて、2022 年末まで市内に 6 ヶ所の水素 ST を

の整備するとともに、水素燃料電池公共バスを 600 台導入を積極的に推進することを表明した。

新型コロナウイルスで経済が低迷しているなか、このような公共施設の投資は済南市の経済振興策の一環でもありと考えられる。

表 4-21 は稼働中の水素 ST であり、水素源は工業副生水素である。充氫複合 ST は充氫集團傘下の国宏化工有限公司の石炭系メタノール生産過程における副生水素である。敷地内にガソリンスタンド、ガスステーション、充電ステーション、及び非石油系燃料補充ステーション（エタノール等）の機能を有して、最大で 16 台の車が同時に利用することができる。

表 4-21 山東省水素 ST 関連情報

名称	タイプ	所有者	設備	水素タンク	圧力MPa	貯蔵能力 kg/d	運転開始
潍柴水素ST	固定式	潍柴集团	エアプロダクツ社	100MPa	35/70	1,000	2019.6
充氫複合ST	複合型	充氫集团	厚朴清潔能源公司	45MPa	35	1,000	2019.11
中通水素ST	スキッド マウント型	中通客車	厚朴清潔能源公司	NA	35/45	200	2019.4
德州水素ST	スキッド マウント型	山東Qing能 汽車運管公司	北京海德利森 科技有限公司	NA	35/45	500	2019

出典：ネット情報に基づき GCFEN が整理

3. 水素ステーションに関連する企業

3.1 青島康普銳斯能源科技有限公司

青島康普銳斯能源科技有限公司は 2017 年 10 月に設立された、油圧ピストンコンプレッサーを生産するメーカーであり、本社は青島市黄島区に位置する。

コンプレッサー製品の係る業務内容は、水素ステーションコンプレッサー、CNG 充填ステーション（スタンダードステーション、サブステーション、マザーステーション等）コンプレッサー、超臨界 CO₂ コンプレッサー、高圧窒素コンプレッサー、及びヘリウムコンプレッサーである。

製品の利用分野はエネルギー産業、ケミカル産業、食品生産、印刷業、電子工学、及び航空宇宙産業等である。

2020 年 1 月、次世代水素 ST 向けコンプレッサーの試作品が発表された。排気圧力 90MPa、充填能力 1,500kg/日である。公表した情報では、使用期間は 10,000 時間以上で、圧力 35MPa と 70MPa の切替が可能とのことである。中国コンプレッサー冷凍設備品質監督検査センターで第 3 者商品認証を取得したとのことである。

3.2 中科潤谷航天 Qing 能系統(泰安)有限公司

中科潤谷航天 Qing 能系統（泰安）有限公司（以下「潤谷泰安」という）は中科潤谷資産管理有限公司と泰安泰山株式有限公司が共同出資で 2019 年 6 月に設立した。本社は山東省泰安市に位置する。

水素事業の投資計画は 10 億元（約 170 億円）で業務範囲は水素貯蔵設備、特殊車両³⁵向けの燃料電池システムである。

2019 年 8 月 30 日、泰安航天特種有限公司と共同で建設された水素エネルギーシステムのアセンブリに係るプロジェクトが泰安市ハイテク産業開発区で生産を開始した。

潤谷泰安は泰安航天特殊車両会社と協力合意書を締結し、一期目に投資額は 1.5 億元（約 25.5 億円）で主に燃料電池測定実験室、燃料電池モジュールシステムに係る研究開発を行うこととしている。

³⁵ 特殊車両は気体・液体輸送車、測定機器搭載車、攪拌車、清掃車、及び保温車等。

第 5 節 水素貯蔵と輸送

1. 水素貯蔵と輸送の目標

山東省水素発展計画には、工業副生水素を有する優位性を生かして水素精製装置、また水電解による水素製造装置の開発に注力して、水素の低コスト化と大量貯蔵・輸送の目標を達成することとしている。

積極的に 30～50MPa の高压気体ローングチューブトレーラーの輸送、低温液体水素、およびパイプラインの輸送を導入し、輸送によるエネルギー損失を低減することを狙っている。

水素貯蔵・輸送の設備にかかわる自主研究開発と生産能力の形成を加速するとしており、高压気体貯蔵・輸送、低温液体貯蔵・輸送の設備開発、また複合材料の水素貯蔵技術に必要となる新型水素貯蔵設備の開発を重点的に推進する。

パイプラインによる水素輸送を発展させるため、関連するパイプ材料、圧縮機、水素計量器等のコア技術の課題を突破することとしている。

表 4-22 は山東省水素発展計画に立てられた水素の貯蔵と輸送の短期、中長期目標である。

表 4-22 水素の貯蔵と輸送に関する短期、中長期目標

分類	短期目標	中長期目標
貯蔵	高压気体貯蔵	低圧から高压へ 気体から低温液体 気体から固体 有機キャリア等
輸送	カードル式トレーラー	高効率、パイプラインのスマート水素輸送

出典：山東省水素発展計画、2020 年 6 月。

2. 水素輸送の現状

2020 年上半期まで山東省は燃料電池公共バス 300 台（路線運営に使用台数は 242 台）を導入しており、主に済南市（40 台）、濰坊市（180 台）、済寧市（10 台）、及び聊城市（30 台）に利用されている。また、徳州市は燃料電池箱型軽トラック（積載能力 8t、全長 7m）は 30 台を有している。水素源は地産地消の工業副生ガスであることから、水素の製造から消費地までの長距離・大量輸送、及び水素輸送・貯蔵に関するハンドリング技術はこれからの課題であると考えられる。

現在、山東省の産業用水素の輸送は高压ガス水素のカードルや、トレーラーによる。



出典：GCFEN が作成。

図 4-14 水素の出荷フロー

水素ガスのシリンダー（ロングチューブ）の設計圧力は **22MPa**、設計温度は **-30～60℃** であり、圧縮機をかけてからの水素圧力は **20MPa** である。シリンダー本数 10 本のカードルの設計仕様を表 4-23 に示した。



出典：公開情報。

図 4-15 ロングチューブカードル（左）、ロングチューブ（右）

表 4-23 シリンダー設計仕様

項目	単位	設計仕様
公称作動圧力	MPa	20
作業環境温度	℃	-40～60
鋼板高度	mm	16.5
合金構造用鋼		30CrMo※
外形サイズ（外径、長さ）	mm	559、10,975
水圧試験圧力	MPa	33.4
気密性試験圧力	MPa	20
シリンダー本数	本	10
シリンダー公称容積(1本)	m ³	2.25
水素充填体積	m ³	3,965※※

注：※30CrMo は日本 SCM430(SCM2)に相当。

※※圧力は 20MPa、温度 20℃の条件で水素充填量は 3965m³。

出典：山東化工誌、トレーラーは水素輸送に導入利用、海科瑞化工有限公司、2015 年。

今後、水素エネルギーの利用拡大に伴って、地産地消の近距離から長距離輸送になり、経済性が課題となることから、液体水素輸送やパイプライン輸送が山東省の重点的發展項目に盛り込まれたことになった。

第 6 節 燃料電池と主要企業

1. 燃料電池の現状と目標

1.1 現状と重点都市

山東省は燃料電池の発展において、潍柴集団、東岳集団など代表的な大手企業は関連技術の研究開発及び製品化することに実力を持っている。

潍柴集団は初歩的に燃料電池の基礎部品から完成車までの研究開発とテスト能力を有し、シリーズ化燃料電池駆動システム製品、年間 2 万台の水素燃料電池駆動システム製造工場を建設した。

東岳集団が研究開発した燃料電池用プロトン交換膜は世界先進水準並みの品質に達した。

山東省は国内外から先進技術の導入と自主研究開発が平行する方針で、既存する産業基盤に基づき、青島、濰坊、淄博を中心に、燃料電池及び動力システムの規模化生産基地を建設し、燃料電池コア材料と部品、動力システムの産業化と規模化発展を図っている。また、燃料電池が交通産業での実証利用を重点的に推進するとしている。

濰坊市は世界トップクラスの燃料電池駆動システム製造基地の構築、淄博市は燃料電池のコア材料と部品の産業基地の構築、青島市は燃料電池の実証利用に取り組んでいる。

濰坊市は潍柴集団を中心に燃料電池水素供給動力ユニットと燃料電池駆動システムの製造プロジェクトを展開している。



出典：ネット情報に基づき GCFEN が作成

図 4-16 燃料電池の重点都市

年間 1 万台の車に適用する高圧水素貯蔵ボンベ及び車用燃料電池水素供給システムの生産ラインを建設すること、また、年間 1 万セット以上の燃料電池生産ライン、膜電極、スタック、燃料電池駆動システムの生産とテスト、並びに燃料電池重型トラック及び多車種の商用車に適用する動力システムを製造することを目標としている。

潍柴集団が建設した省レベルの燃料電池技術イノベーションセンターに基づき、省内外の大学、研究機関及び企業と提携して国家レベルの燃料電池技術イノベーションセンターを構築することを目指している。

淄博市では、東岳集団を中心に燃料電池用プロトン交換膜の産業化プロジェクトが展開している。また、水素エネルギー新材料研究開発センター及びプロトン交換膜スマート工場を建設し、東岳集団が含フッ素機能膜材料国家重点実験室を建設するとしている。

青島市は主に公共バス、市政府用車などの交通産業及び青島港を中心に港湾作業用機械と物流車、または民生用に建設する水素タウンなどで燃料電池の実証利用を展開するとしている。

1.2 発展目標

「山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020－2030 年）」には、燃料電池コア材料のプロトン交換膜の出力密度及び燃料電池駆動システムの生産能力について、各発展段階において発展目標を設定した。詳細な目標値は下記図 4-17 に示した。

	2019年基準年	全面起動期 2020～2022年	加速発展期 2023～2025年	高度化育成期 2026～2030年
プロトン交換膜 燃料電池出力密度	1.7kW/l	2.0kW/l	3.0kW/l	4.0kW/l
燃料電池駆動 システム	3,000台	20,000台	50,000台	100,000台

出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020－2030 年）により GCFEN が作成。

図 4-17 燃料電池の発展目標

目標を実現するには、2022 年までに燃料電池に係る先進技術を導入吸収し、コア技術と材料、ハイエンド設備の研究開発への投入を拡大する。また、山東省の燃料電池駆動システムと含フッ素機能性膜材料技術をさらに強化し、できるだけ早くボトルネックとなる技術の解決を実現し、量産能力を徐々に上げるとしている。

2023～2030 年までに、自主研究・開発を主とし、国際協力を強め、高出力のシリーズ製品を開発、製品の性能、寿命と国産率化を高める。コスト削減に努め、量産能力を育てる計画である。

2. 燃料電池主要企業

2.1 潍柴控股集团有限公司

2.2.1 会社概要

潍柴控股集团有限公司（以下「潍柴」と略す）は 1946 年に設立され、本社は潍坊市に位置し、海外の子会社も含め従業員は 9 万人であり、2019 年売上高は 2,600 億元である。設立以来、主業務の一つとしてディーゼル駆動システムを生産している。



図 4-18 WEF60 燃料電池駆動機

潍柴は燃料電池技術創新センターを設立し、「燃料電池駆動システム及び商用車産業化技術応用」というテーマのもとに、燃料電池コア材料、単電池、スタック、駆動機、パワートレイン及び完成車に関する研究開発を行い、それらの性能分析、評価もしている。

山東省の水素産業、水素技術の開発と推進の主力メンバ

一である。

2020 年 3 月、潍柴は新規水素燃料電池駆動機工場が稼働した。生産能力は 2 万台である。

水素燃料電池システム（WEF60kW）をバス製造メーカーの宇通客車³⁶、中通客車、亜星客車³⁷等に納品しており、車両完成後は潍坊市の公共バスに提供する予定である。主要指標は表 4-24 に示したとおりである。

表 4-24 WEF60 燃料電池システムパラメータ

指標	性能
定額出力	60kW
作動電流	20～260A
作動電圧	195～390V
作動温度	－100℃
最低起動温度	－25℃
燃料ピーク効率	57%
特徴	1、-25℃の環境で冷間起動、リアルタイムエネルギー制御戦略を適用する 2、継続した高出力効率 3、燃料電池スタックの作動時間は25,000時間以上

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2.2.2 海外企業との燃料電池に関する協力事業

潍柴は海外の企業と協力して燃料電池の研究、開発を推し進めている。協力パートナーと協力内容は表 4-25 に示した通りである。

表 4-25 海外との協力事業

時期	協力先	内容
2017年11月	独ロバートボッシュグループ (Robert Bosch)	戦略協力MOUを締結し、燃料電池自動車技術革新チェーンと産業チェーンを構築し、水素燃料電池と関連部品の開発・生産について協力する。
2018年5月	英セレスパワーホールディングス (CERES POWER)	戦略協力枠組を締結し、固体酸化物燃料電池産業において全面的協力を展開し、潍坊市で合弁会社を設立する。
2018年8月		戦略協力MOUを締結し、中国市場に適応する次世代プロトン交換膜燃料電池スタックとバス、商用トラック、フォークリフト用次世代燃料電池モジュールの開発について協力する。
	カナダの巴拉ードパワーシステムズ (Ballard Power Systems)	正式に巴拉ード社の筆頭株主となった。
2018年11月		合弁会社の潍柴巴拉ードQing能科技有限公司を設立し、セレスパワー社独自のSteelCell技術を採用、バス、トラック、特定発電市場に使用される燃料電池システム、スタック、バッテリー極板を生産と販売する。

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

³⁶ 全称：鄭州宇通客車股份有限公司。

³⁷ 全称：揚州亜星客車股份有限公司、潍柴の傘下企業。

2.2.3 中国国内企業との水素関連協力事業

● 2016 年

燃料電池企業である蘇州弗爾賽能源科技股份有限公司に戦略的投資を行い、水素燃料電池バスと大型トラック等の製品開発を中心に協力関係を結んだ。

● 2018 年 8 月

潍柴は企業・大学・研究所等 12 カ所と協力関係を締結し、共同で国家プロジェクトに取り組んでいる。事業は燃料電池駆動機及び商用車産業化技術と利用であり、共同推進拠点は済南市にある。

総投資額 19 億 7,668 万元で「基礎部品・スタック・駆動機・完成車」の技術研究を実施している。スタック・駆動機・完成車の技術開発と量産技術の最適化、評価システムの構築等の成果は、大規模なモデル事業に導入利用されると期待されている。

● 2018 年 10 月

潍柴は国家能源集團準能集團、国家能源集團 Qing 能科技公司、北京低炭清潔能源研究院と MOU を締結し、共同で 200 トン級鉍山用水素燃料電池ダンプカーに関する研究開発を行っている。

2.2.4 新エネ車普及応用推奨車種リストに入選

潍柴の燃料電池を使用する自動車メーカーの燃料電池車は、表 4.13 に示したように、中国政府の「新エネ車普及応用推奨車種リスト」に選定されたものが数多くある。

表 4-26 新エネ車普及応用推奨車種リストに選定される車種（2019-2020 年）

燃料電池システム 生産企業	推奨 回数	企業名	車種	サイズ L*W*H/m	走行距離 (km)	電池 種類	駆動機 メーカー
潍柴動力 股份有限 公司	19年 第4回	揚州亞星客車 股份有限公司	JS6108GH FCEV	10.5*2.5* 3.48	510 (燃料電池稼働) / 165 (燃料電池非稼働)	リン酸鉄リチウム電 池、燃料電池	潍柴 (潍坊)
	19年 第9回	潍柴(揚州) 亞星新能商 用車有限公司	YBL5040X XYFCEV	5.915/5.995* 2.04*2.85	500 (燃料電池稼働) / 105 (燃料電池非稼働)	マンガン酸リチウム 電池、燃料電池	同上
	19年 第9回	中通客車控股 股份有限公司	LCK6105F CEVG2	10.5*2.55* 3.45	510 (燃料電池稼働) / 165 (燃料電池非稼働)	リン酸鉄リチウム電 池、燃料電池	潍柴動力
	19年 第9回	同上	LCK6900F CEVG4	8.955*2.55* 3.35	350 (燃料電池稼働) / 90 (燃料電池非稼働)	マンガン酸リチウム 電池、燃料電池	同上
	19年 第9回	同上	LCK6900F CEVG5	8.955*2.55* 3.35	同上	同上	大洋電機 新動力科技
	20年 第2回	中国重慶汽車 集团有限公司	ZZ6106GF CEVHQ1	10.5*2.5*3.5	452	/	潍柴動力
	20年 第2回	同上	ZZ6126GF CEVHQ1	11.99*2.5* 3.5	520	/	同上
蘇州弗爾 賽能源科 技股份有 限公司	19年 第4回	揚州亞星客車 股份有限公司	YBL6818 HFCEV	8.11*2.26* 3.15	300 (燃料電池稼働) / 100 (非稼働)	リン酸鉄リチウム電 池、燃料電池	同上
	19年 第9回	中通客車控股 股份有限公司	LCK6900F CEVG1	8.955*2.55* 3.35	350	マンガン酸リチウム 電池、燃料電池	同上

出典：公開情報により GCFEN が整理。

2.2 山東東岳集団

山東東岳集団（以下、「東岳」という）は1987年に設立された。本社は山東省淄博市に位置する。2007年に香港株取引所に上場した。

会社の主業務は次世代冷媒、フルオロシリコンハイテク材料、プロトン交換膜に関わる研究開発と製品生産であり、輸入依存度の高い商品を生産するようになった。取引先には、グリーン・エレクトリック社、ハイアールグループ社、ハイセンスグループ社、ダイキン工業株式会社、三菱系会社などがある。

2013年11月、Automotive Fuel Cell Cooperation (AFCC 社) と「共同開発協議」を合意しており、DF260 燃料電池膜を共同で開発している。因みに、AFCC 社は独ダイムラーと米フォードモーターの共同出資により設立した会社である。

2016年、東岳 DF260 の燃料電池膜は、ダイムラーベンツ社で加速劣化試験を受けたところ、6,000 時間を超える耐久性を示した。燃料電池膜はその他の仕様も基準値に達した。メルセデスベンツ、フォードなどの燃料電池自動車の最初の量産化に採用された。主要仕様を下記表 4-27 に示した。

表 4-27 東岳 DF260 燃料電池膜の特性

仕様	単位	特性
厚さ	um	15
モジュラス	MPa	-350MPa (TD), -350MPa (MD)
降伏応力	MPa	14 (TD), 15(MD)
引張強度	%	120 (TD), 100(MD)
膨潤率	%	2 (TD), 5(MD)
導電率	mS/cm	-60(80°C, 50%)
OCV@30%RH&95°C	h	600
BDV@RT	V	>50
BDV with GDL@RT	V	>3
RH循環	週	22,000
H2透過率@ (95%RH, 90°C, 2.5barH2)	mA/cm ²	11
耐久性	h	6,000

出典：TrendBank

東岳は2017年12月、山東東岳未来 Qing 能材料有限公司（以下「東岳 Qing 能」と略す）を設立した。東岳 Qing 能は主に水素エネルギーに関連する材料の生産、販売、水素製造用膜材料、リチウム電池材料、及びフッ素高分子繊維材料などの業務を展開している。

2018年、東岳は設計年産能力 50 トンのプロトン交換膜生産工場をつくった。同年、3 種類の

燃料電池膜製品を開発し、バッチ生産のための試運転を実施している。

東岳 Qing 能は山東桓台東岳フッ素シリコン材料産業園で燃料電池膜と関連製品の事業を計画した。投資額は 14.2 億元、工場面積は 150 万 m² である。2020 年に建設工事が竣工する予定である。

2.3 山東重工集团有限公司

山東重工集团有限公司（以下、「山東重工集団」という）は 2009 年 6 月に設立され、済南市を本拠とする国有独資企業である。傘下には潍柴控股集团有限公司、工作機械大手の山東工程機械集团有限公司、トラック・部品生産の山東省汽車工業集団などの企業がある。

山東重工集団は燃料電池産業の取組みは表 4-28 の通りである。

表 4-28 山東重工集団の取組んでいる燃料電池事業

2018年8月	済南市政府
「グリーンパワー、水素エネルギー都市」モデル工事協議を締結し、3年～5年をかけて、済南市の省エネルギー排出削減と低炭素発展を全面的に推進し、水素産業の企画立案を実現。計画として500億元の投資で燃料電池事業を建設し、済南ハイエンド装置製造産業園が出来上がったら、年間新エネルギー燃料電池バス2,000台を生産。	
2019年10月	独ロバート・ボッシュ
戦略的協力協定を締結して、燃料電池市場を共同で開発。	
2019年12月	済南市萊蕪区
「山東重工業グリーンインテリジェント製造業都市事業協力協定」を締結。総額1,535億元の投資で、萊蕪区において100万台の商用車完成車産業基地を建設し、燃料電池、固体酸化物燃料電池、HPDI天然ガスエンジンなどの新技術を集約。建設期間が5～8年で、予定の生産量に達したら、生産額は3,000億元になる。	

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2.4 山東通洋 Qing 能動力科技有限公司

山東通洋 Qing 能動力科技有限公司は 2017 年 9 月に設立され、聊城市に位置している。主に電気駆動システム、燃料電池駆動機、燃料電池システム組立、新エネルギー作業車の開発・設計・製造・販売及びサービスなどの分野に取り組んでいる。中通客車控股股份有限公司と大洋電機有限公司の資金、資源と技術的優位性を生かして、水素燃料電池自動車を 800 台近く生産販売し、市場の 50%を占めている。

燃料電池事業は新エネルギー自動車用燃料電池システム及び水素燃料パワートレインシステムである。2018 年に契約して総投資額は 26 億元である。

主要内容は、カナダバラッド社のパワーテクノロジーを導入して燃料電池システム年間 2 万セット、燃料電池のパワートレインシステム 3 万セットを生産することとしている。

第 7 節 燃料電池車と主要企業

1. 燃料電池車の製造目標

山東省水素発展計画では、山東省は段階的に燃料電池車の製造を推進する計画である。

短期的には、済南市、青島市、聊城市などの都市を中心に、全長 8～12m の燃料電池バス、4.5～7.5 トンの物流車、市政環衛専用車などの製造に力を入れて発展させ、40 トン以上の燃料電池大型トラックにかかわるコア技術の課題を克服し、燃料電池車の量産を実現するとしている。

長期的には、燃料電池技術の成熟とコストの削減により、乗用車分野での活用を段階的に推進し、多車種、多様な規格、シリーズ化に適用した製品システムを築き上げ、国内トップの燃料電池自動車の大規模化生産基地と産業クラスターを建設する。

製造目標としては、図 4-19 に示した通りに 3 ステップに分けて、2022 年までに 5,000 台、2025 年までに 20,000 台、さらに 2030 年までに 50,000 台を目指している。



出典：山東省水素エネルギー産業中長期発展計画（2020—2030 年）により GCFEN が作成。

図 4-19 山東省燃料電池車の製造目標

2. 主要企業

山東省は整体車製造能力を有する。図 4-20 は燃料電池車を生産する主要な企業で、主に中通客車控股股份有限公司、中車青島四方機車車両股份有限公司などである。

2.1 中通客車控股股份有限公司

中通客車控股股份有限公司（以下、「中通客車」という）は 1958 年に設立され、総資産が 150 億元である。業界で初めて、最新バージョンの燃料電池、純電気およびプラグインハイブリッド商用車の製造資格を取得した。



出典：公開情報に基づき GCFEN が作成

図 4-20 燃料電池車の主要な生産企業

2.1.1 燃料電池バス

表 4-29 に示した通りに、中通客車は全長 9～12m シリーズの燃料電池バスを開発した。

表 4-29 主要な燃料電池バスの関連情報

車型	全長	水素貯蔵装置	水素 充填時間	走行距離	燃料電池 システム関連
LCK6900FCEVG	9m	35MPa、140L*4	6min	標準状態で400km	燃料電池がメイン、 動力電池が補足 出力：32kW
LCK6900FCEV	9m	140L (35MPa)*4 巻付構造ポンペ、 頂部設置、カバー付き		均一速度で400km、 CWTVC状態で200km (水素だけの走行距離、 動力電池が非稼働)	燃料電池+動力電池 出力：30kW
LCK6105FCEVG2	10.5m	140L (35MPa)*6	10min	350km以上	燃料電池+動力電池 出力：46kW
LCK6120FCEVG	12m	140L (35MPa)*8 巻付構造ポンペ	3～10min	400km	燃料電池がメイン、 動力電池が補足 出力：60kW

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2014 年、燃料電池バスの開発を開始し、2016 年末に国内初の全長 9m の燃料電池バスの発売に成功した。



図 4-21 全長 10.5m の燃料電池バス

2018 年 12 月、中通客車 40 台の全長 10.5m の燃料電池バス（図 4-21）が山西大同市に引き渡され、現在、大同市のバス路線に導入されている。

2019 年、中通客車は済南市、潍坊市、聊城市、済寧市で大量に燃料電池バスを投入した。

9 月、中通客車高性能燃料電池システムと完成車の開発と産業化事業は、正式に立ち上げられた。主に燃料電池の起動の高性能化とコールドスタート機能、燃料電池システムと完成車の大規模生産プロセス、長寿命有機液体による大容量水素貯蔵技術などの課題に取り組んでいる。

2.1.2 燃料電池物流車

中通客車は燃料電池物流車（図 4-22）の製造も取り組んでいる。仕様の一部を下記表 4-30 に示した。

2019 年 12 月 31 日現在、新エネルギー車両国家監視プラットフォームの統計によると、中通客車は燃料



図 4-22 燃料電池物流車

電池物流車が 1,322 台で中国燃料電池物流車企業の 1 位となり、市場の 58.8%を占めている。

表 4-30 燃料電池物流車の主要仕様

容積	積載量	水素 貯蔵装置	水素 充填時間	燃料電池 システム	燃料電池 出力	走行距離
18.1m ³	3,000kg	3*35MPa	5~6min	水素-空気型 プロトン交換膜 燃料電池	30kW	530km

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2.2 中車青島四方機車車両股份有限公司

中車青島四方機車車両股份有限公司（以下、「中車四方股份公司」という）は中国中車股份有限公司（CRRC）の中核企業で、高速鉄道車両や地下鉄車両などの電車を主に開発製造する企業である。

2015 年 3 月 19 日、世界初の水素エネルギー電車（図 4-23）を開発した。

この水素エネルギー電車は 230kW の燃料電池を主な動力として、チタン酸リチウム電池を補助的な動力にしている。140 L の水素タンクを 6 つ設置しており、水素充填時間が 3 分程度で、走行距離が 100km、最高時速が 70km に達する。



図 4-23 水素エネルギー電車

2017 年の初めに、中車四方股份公司是広東省佛山市高明現代レール交通建設投資有限公司と、佛山市高明区現代路面電車のモデルライン第 1 期プロジェクトの電車供給契約を結んだ、プロジェクトでは水素エネルギー電車を 8 台提供する。

同年 12 月、水素エネルギー電車は佛山市で組み立てが完了し、第 1 回中国（佛山）国際水素エネルギー・燃料電池技術製品展覧会に実機を出展した。

2018 年 6 月 19 日、中車四方股份公司是国際水素エネルギー協会（International Association for Hydrogen Energy: IAHE）³⁸より、「IAHE サー・ウィリアム・グローブ賞（IAHE Sir William Grove Award）」を受賞した。

2019 年 12 月 30 日、水素エネルギー電車は広東省佛山市高明区で運行開始し、本格的に商業運転に入った。

³⁸ 水素エネルギーについての学術および技術振興活動を行っている国際組織である。2 年に一度、水素エネルギー分野では世界最大の国際会議である「世界水素エネルギー会議（World Hydrogen Energy Conference: WHEC）」を開催し、その中で、顕著な業績をあげた研究者、組織に対し、5 部門の賞を贈与している。

2.3 中国重型汽車集团有限公司

中国重型汽車集团有限公司（以下「中国重汽」と略す）は 1956 年に設立され、主に各種類のトラック、特殊自動車、バスと特装車及びエンジン、ギヤボックス、車軸などの組立部品と自動車部品を研究・開発・生産・販売している。2019 年度は完成車販売量が 29.62 万台、営業収入が同期比 6%増の 1,167 億元、営業利益が同期比 8.9%増の 57.9 億元である³⁹。

2017 年 7 月、中国重汽は燃料電池港湾作業用牽引車、燃料電池バスなどの試作車を開発した。

下記表 4-31 に示した通り、燃料電池港湾作業用牽引車（図 4-24）は水素燃料電池を主な動力とし、二次電池を補助的な動力としている。水素充填時間は 3・5 分程度で済むので二次電池を充電する必要はほとんどない。そのため、純電気自動車のように、充電に時間がかかる問題は避けることができる。



図 4-24 燃料電池港湾作業用牽引車

また、レンジエクステンダー（Range Extender、航続距離延長装置）技術を採用し、燃料電池をレンジエクステンダーとして補助的に使うことができる。実際の需要に応じて、水素ガスボンベを設置し、いろいろな運用状況に対応することが可能である。例えば、電気自動車で行中に万が一充電ステーションが見つからない場合、水素ガスボンベで燃料を補給し、燃料電池の力で走り続けることができる。

表 4-31 主要燃料電池車の関連情報

車種	水素 充填時間	走行距離	燃料電池システム関連
豪沃（HOWO） 燃料電池環境衛生車	約3min		プロトン交換膜燃料電池（燃料電池 +リチウムイオン電池パック） 出力：35kW
HOVA 燃料電池港湾作業用牽引車	3～5min	112km	REX-B 燃料電池（ブランドが LOOP） 出力：50kW
豪沃（HOWO） BRT燃料電池バス	3min	400km	燃料電池（カナダ産）+マンガン酸 リチウム電池

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2.4 山東沂星電動汽車有限公司

山東沂星電動汽車有限公司（以下、「沂星」という）は 2003 年に設立され、主に電気バス及び特種用途電気自動車を研究・開発・生産する。

³⁹ 中国重汽 HP の会社紹介

2.4.1 燃料電池バス

2016 年、沂星は北京藍吉新能源科技有限公司（以下「北京藍吉」と略す）、カナダ・ハイドロジェニックス社と協力して、第 1 世代、第 2 世代、第 3 世代の燃料電池バスを次々と開発した。現在、第 3 世代燃料電池バスは走行距離が 500 km を達成した。

2019 年 7 月、沂星、北京藍吉と山東理工大学産学研が共同で協力した 11.5m 燃料電池バス事業は検収に合格して、山東理工大学に引き渡された。仕様の一部を下記表 4-32 に示した。

表 4-32 11.5m 燃料電池バスの一部仕様

全長	水素貯蔵装置	水素消費量	走行距離
11.5m	35MPa、140L*4	0.05kg/km	300km

出典：公開情報に基づき GCFEN が整理。

2.4.2 新エネルギーバス生産能力拡張改造事業

沂星新エネルギーバス生産能力拡張改造事業は臨沂市国家ハイテク産業開発区に位置し、総投資額が 26.6 億元で、中国初の水素燃料電池バス生産ラインを重点的に建設する。当事業は 2018 年 7 月に立ち上げ、2020 年までに年間 3,000 台の純電気バスと 2,000 台の水素・燃料電池バスを生産する。年間新規営業収入は 60 億元に達する見込みである。

添付資料 4.1

山東水素エネルギーと燃料電池産業聯盟会員

理事長兼秘書長会員	
山東国恵投资有限公司	
常務副理事長会員	
山東重工集团有限公司	兗鉅集团有限公司
副理事長会員（11）	
中国鋼研科技集团有限公司	山東鋼鐵集团有限公司
華魯控股集团有限公司	山東高速集团有限公司
齊魯交通發展集团有限公司	山東能源集团有限公司
山東特種設備検査検測集团有限公司	済南市新旧動能転換先行区管理委員会
中国石油大学（華東）	信発集团有限公司
東岳集团有限公司	東岳集团有限公司
理事会員（27）	
山東泰山地勘集团有限公司	兗鉅国宏化工有限責任公司
兗鉅 CWM 炭化及び石炭化工国家工程研究中心	潍柴動力股份有限公司
中通客車控股股份有限公司	中国重型汽車集团有限公司
山東国恵基金管理有限公司	山東 Qing 惠新能源發展有限公司
山東華魯恒昇集团有限公司	中鋁山東有限公司
万華化学集团股份有限公司	済南先行投資有限責任公司
青島特鋭徳電気股份有限公司	中国科学院青島生物能源及び過程研究所
中車青島四方機車車両股份有限公司	山東交通学院
エア・リキード（中国）投资有限公司	神力集团有限公司
山東京博石油化工有限公司	山東石大勝華化工集团股份有限公司
山東明化投資控股集团有限公司	山東賽克賽斯 Qing 能源有限公司
安泰環境工程技術有限公司	済南市公共交通總公司
山東電力工程諮詢院有限公司	北京海德利森（Hydrosys）科技有限公司
青島漢纜股份有限公司	
会員（45）	
濱化集团股份有限公司	ドイツ科林工業技術有限公司
谷夫科技（上海）有限公司	国開証券有限責任公司山東分公司
国泰貸資有限公司	国研資本管理有限公司
湖南凱美特氣體股份有限公司	魯西化工集团股份有限公司
魯領投資集团股份有限公司	魯洲集团沂水化工有限公司
齊魯中泰資本管理有限公司	青島科技大学
山東大学	山東東岳未来 Qing 能材料有限公司
山東方成 Qing 能科技有限公司	山東理工大学
山東聯盟特種裝備有限公司	山東 Qing 華能源發展有限公司
山東 Qing 探新能源科技有限公司	山東山科控股集团有限公司
山東省交通運輸集团有限公司	山東省科学院（齊魯工業大学）
山東省工程諮詢院	山東偉基炭科技有限公司
山東 兗鉅国際焦化有限公司	山東沂星電動自動車有限公司
山東中材大力專用自動車製造有限公司	山推工程機械股份有限公司
上海華西化工科技有限公司	濰坊富源増圧器有限公司
兗鉅魯南化工有限公司	濰博創新金屬製品有限公司
濰博中 Qing 氣體有限公司	山東奧冠新能源科技有限公司
山東国金自動車製造有限公司	山東 Qing 億新能源設備有限公司
濰博安澤特種氣體有限公司	山東建築大学
通裕重工股份有限公司	煙台經濟技術開發区管理委員会
山東海裕投資管理有限公司	美啓氣化工業（広東）有限責任公司
中材科技（成都）有限公司	山東榮信集团有限公司
安徽明天 Qing 能科技股份有限公司	

出典：山東水素エネルギーと燃料電池産業聯盟の公式アカウントより。

- ◇ 当報告書に掲載されているあらゆる内容は無断転載・複製を禁じます。
- ◇ 中国の公開情報、現地ヒヤリング調査、及び中国が発表した水素報告書等の情報に基づき作成するものですが、当法人はその正確性、完全性、信頼性等を保証するものではありません。