

岡山県委託事業

水素利活用に向けた可能性調査

【報告書】

2017年3月

公益社団法人 中国地方総合研究センター

目 次

はじめに	i
調査フロー	ii
1. 水素エネルギー社会構築の動向及び岡山県の現状	1
1.1 水素エネルギー社会構築の動向	1
1.1.1 国の取組	1
1.1.2 先進自治体の取組	7
1.1.3 水素関連技術の動向	16
1.1.4 水素関連研究の動向	20
1.2 岡山県の現状	21
1.2.1 水島コンビナートの現状とビジネスチャンス	21
1.2.2 県内産業・技術の現状とビジネスチャンス	29
1.2.3 地球温暖化防止に向けた取組	35
1.3 水素エネルギー社会到来に向けた有識者意見	37
1.3.1 コンビナート関係	37
1.3.2 県内産業関係	39
1.3.3 地球温暖化防止関係	40
2. 岡山県における水素エネルギー社会到来に向けた展望	42
2.1 取組の方向性	42
2.2 将来の岡山県における水素利活用の可能性	43
2.3 コンビナートの競争力強化	45
2.3.1 水素サプライチェーンの構築	45
2.3.2 水素ステーションの整備	45
2.3.3 コンビナート内の水素利活用の推進	46
2.3.4 水素発電実証に向けた検討	48
2.4 県内産業の振興	49
2.4.1 県内中小企業の技術を活用した水素関連産業の創出	49
2.4.2 コンビナート関連の技術を活用した水素関連産業の創出	51
2.5 環境負荷の低減	53
2.5.1 水素利活用製品の導入促進	53
2.5.2 水素社会型スマートコミュニティの形成	55
2.6 取組時期	56
2.6.1 取組時期	56
2.6.2 産学官連携による推進体制の充実	57

資料編

○全国の自治体における水素利活用に向けた取組の概要.....	58
--------------------------------	----

はじめに

水素エネルギーを利活用する製品として、2009年に家庭用燃料電池「エネファーム」が販売開始された。また、トヨタ自動車（株）、本田技研工業（株）からは燃料電池自動車が販売されており、このほか、燃料電池フォークリフト、燃料電池バスも市場投入されている。

こうした中、水島コンビナートでは、生産過程で発生する水素のさらなる活用策を検討するため、2014年度に「水島コンビナート総合特区水素利活用研究会」を設置している。

中国経済産業局の調査によると、水島コンビナートにおける水素供給可能量は、2007年時点で、年間3.79億Nm³（Nm³は気体が0度1気圧時の1m³）、製造余力を含めた水素供給ポテンシャルは最大で年間13.06億Nm³とされている。水島コンビナートには石油精製業、鉄鋼業が立地していることが大きな要因であり、中国地域の中でも群を抜いた水素供給ポテンシャルを持っている。

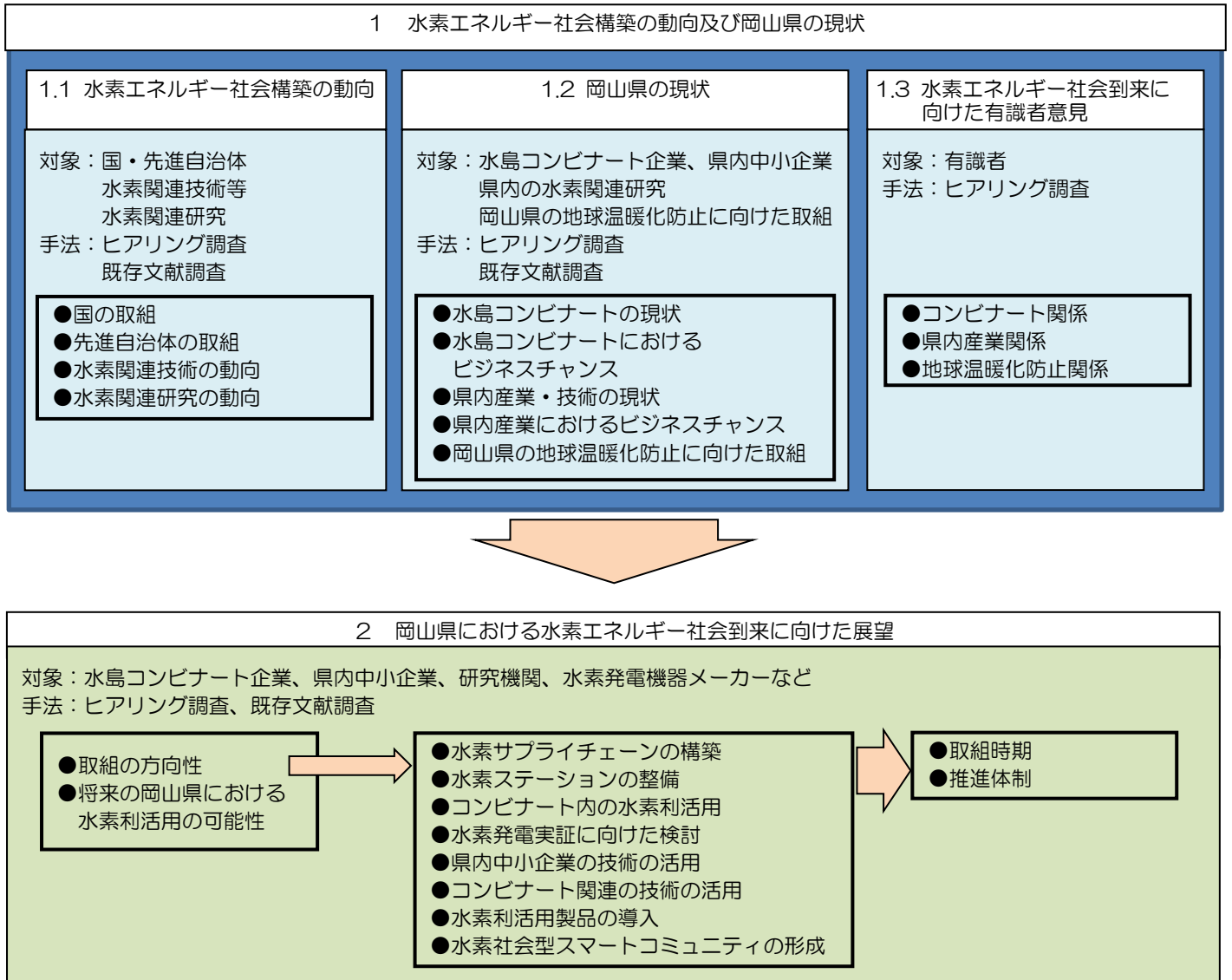
国では2016年3月に「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」を策定しており、ロードマップどおり、将来、水素需要が拡大した場合、水島コンビナートは国内屈指の水素供給拠点になる可能性がある。

ロードマップによると、2015年末に累計導入台数15万台を突破した家庭用燃料電池は、2020年に140万台、2030年には530万台の普及が目標とされている。また、燃料電池自動車は2020年に4万台程度、2025年に20万台程度、2030年に80万台程度の普及が目標とされている。これに伴い、水素需要量の拡大が想定されるが、国内には水島以外にもコンビナートがあることから、本格的な水素供給ビジネスの成立には、燃料電池自動車の水素需要量よりもさらに大きな需要量が必要となる。このため、ロードマップの示す「水素発電の本格導入/大規模な水素供給システムの確立」がなされる2030年頃以降が、水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを活かした本格的な水素関連ビジネスの拡大期になると考えられる。

中国地域で最も豊富な水素供給ポテンシャルを持つ水島コンビナートは、水素需要の拡大を含めて乗り越えるべきハードルはあるものの、コンビナートの競争力強化の観点にも立った先進的な取組を検討することに適した地域である。また、岡山県は本州と四国を結ぶ交通の要衝として立地特性を活かし、環境への取組も考慮した独自の水素サプライチェーンモデルを創出していくことが期待される地域でもある。

こうした背景のもと、本業務では、水素関連ビジネス拡大期になると考えられる2030年頃以降を視野に入れ、国が進める水素エネルギー社会構築の次なる展開に岡山県が即応できるよう、水島コンビナートが水素の一大供給拠点となり得る可能性や、市場拡大が見込まれる水素エネルギー関連分野の県内産業の振興に与える影響について、先進事例とともに把握する。また、これら情報を踏まえ、産業振興のみならず、環境、エネルギーの幅広い観点から、今後の取組の方向性と将来に向けた展望を取りまとめた。

調査フロー



1. 水素エネルギー社会構築の動向及び岡山県の現状

1.1 水素エネルギー社会構築の動向

1.1.1 国の取組

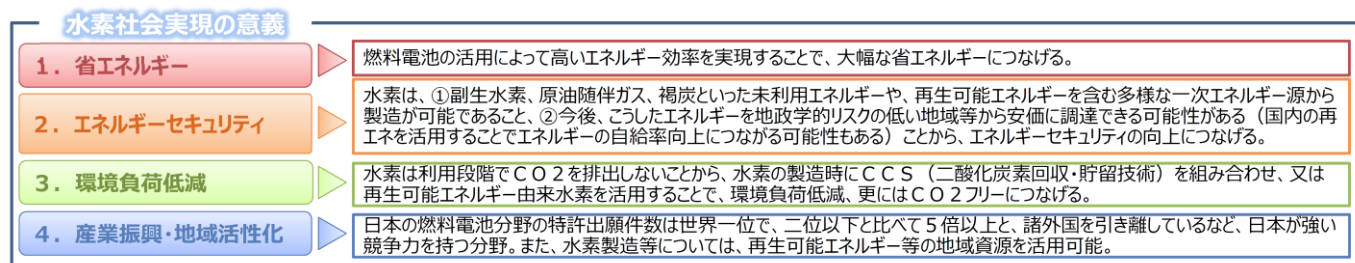
1.1.1.1 水素社会構築に向けたロードマップ

エネルギー資源のほとんどを輸入に頼るわが国にとって、安定的かつ安価にエネルギー資源を確保することは、産業・社会の安定的な活動に不可欠である。こうした中、国では多様なエネルギー資源の確保・利活用の観点から、新たなエネルギーとして水素エネルギーの活用及び水素社会の実現に向けた取組を進めている。

経済産業省では、2014年6月に策定した「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を、2016年3月に改訂した。新たな目標や取組の具体化を盛り込んだ「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(以下、ロードマップとは改訂版のロードマップを指す)では、水素が「社会に広く受容されるか否かは、まさにこれからの取組にかかっていると云える。しかしながら、水素を日常生活や産業活動で利活用する社会、すなわち「水素社会」の実現を目指すことには、その価値が十二分にあると考えられる。なぜならば、水素利活用技術の適用可能性は幅広く、…(中略)…利活用を抜本的に拡大することで、大幅な省エネルギー、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減に大きく貢献できる可能性があるからである。」として、今後の取組の重要性とともに、水素社会実現の意義を示している(図1)。

また、ロードマップでは、水素社会実現に向けた3つのフェーズにおける取組の方向性が示されている(図2)。フェーズ1では定置用燃料電池や燃料電池自動車(以下、FCVとする)などによる水素利用の飛躍的拡大が目指されており、これらの普及台数及び水素ステーション整備の目標値が示されている。2020年代後半からのフェーズ2では、水素発電の本格導入と大規模な水素供給システムの確立が目指されている。2040年頃から始まるフェーズ3では、水素製造時に排出されるCO₂を地中に埋蔵するCCS(二酸化炭素の固定化:Carbon dioxide Capture and Storage)技術や、再生可能エネルギーを活用した水の電気分解による水素製造などを組み合わせて、トータルでCO₂排出の少ない水素供給システムを確立することが目指されている。

図1 水素社会実現の意義



(資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版(概要)」(2016年3月22日)

図2 水素社会実現に向けた3つのフェーズにおける取組の方向性



(資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016年3月22日)

1.1.1.2 ロードマップにおける水素利活用製品・水素供給インフラ等の将来目標と普及状況

現在、市販されている水素利活用製品として、家庭用、業務・産業用の定置用燃料電池（以下、家庭用燃料電池とは家庭向けの定置用燃料電池を指し、業務・産業用燃料電池とは、事業所向けの定置用燃料電池を指す。単に定置用燃料電池とする場合は、両用途を含む）や、FCV、燃料電池（FC）バス、燃料電池（FC）フォークリフトがあげられる（図3）。

以下、ロードマップにおける水素利活用製品等の将来目標、普及状況などについてみる。

図3 水素利活用製品の今後



(資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016年3月22日)

a. 家庭用燃料電池

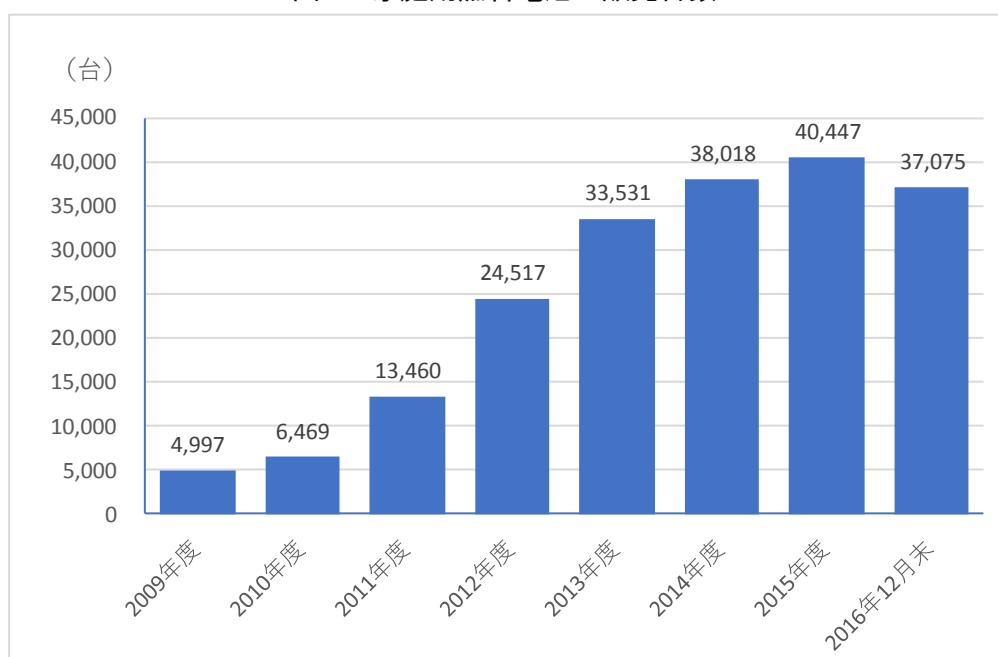
家庭用燃料電池は2009年の販売開始以来、2015年末には累計15万台が導入されており、2014年度以降の販売台数は毎年35,000台を超えている（図4）。ロードマップでは2020年に140万台、2030年に530万台の普及が目標とされている。

現在の家庭用燃料電池の設置コストは、PEFC型（固体高分子型：高分子膜を電解質膜とする）で概ね140万円、SOFC型（固体酸化物型：セラミックス膜を電解質膜とする）で概ね175万円である。ロードマップでは、家庭における光熱費節約のメリットと投資回収年数を考慮し、2020年頃にPEFC型で80万円、SOFC型で100万円といった価格目標を提示している。

定置用燃料電池は、これまで都市ガス（LNG）やLPGから改質した水素を燃料として用いるものが主であったが、水素を直接燃料として用いる純水素型の定置用燃料電池の市場投入が始まっており、水素供給システムの確立とあわせた実証が行われている。

さらに、今後、より出力の大きな業務・産業用燃料電池の市場投入が予定されている。こうした大出力の定置用燃料電池が、将来の電源供給の主流として、地域のエネルギー供給において大きな役割を担ってくると考えられる。

図4 家庭用燃料電池の販売台数



(資料) (一財) コージェネ財団ウェブサイト

b. FCV

ロードマップでは、FCVの普及目標台数（累計）を、2020年に4万台程度、2025年に20万台程度、2030年に80万台程度としている。また、価格の面では、2025年頃にハイブリッド車と同等の価格競争力を持つ車両価格の実現が目標とされている。

2014年末にはトヨタ自動車（株）が国内初となるFCV「MIRAI」を市場投入した。2015年の計画では2015年に約700台、2016年に約2,000台、2017年に約3,000台と普及拡大に向け、増産することとされている。現在、市場投入されているFCVとしては、これに2016年3月からリース販売が開始された本田技研工業（株）の「CLARITY FUEL CELL」が加わる。

FCV の購入にあたっては国のクリーンエネルギー自動車等導入促進対策費補助金（202 万円）が活用できる。

なお、FCV に用いられる水素は純度 99.999%の水素とされている。この水素のエンドユーザーにおける価格を 1,000～1,100 円/kg-H₂ とすることが、水素供給事業者により発表されている。これはハイブリッド車と同程度の燃料価格として戦略的に設定されているものである。

ロードマップの目標を達成していくためには、今後、車両の生産体制の拡充と車両・燃料価格の低下に加えて、税制優遇の充実などの政策的な導入支援が望まれる。

c. 水素ステーション

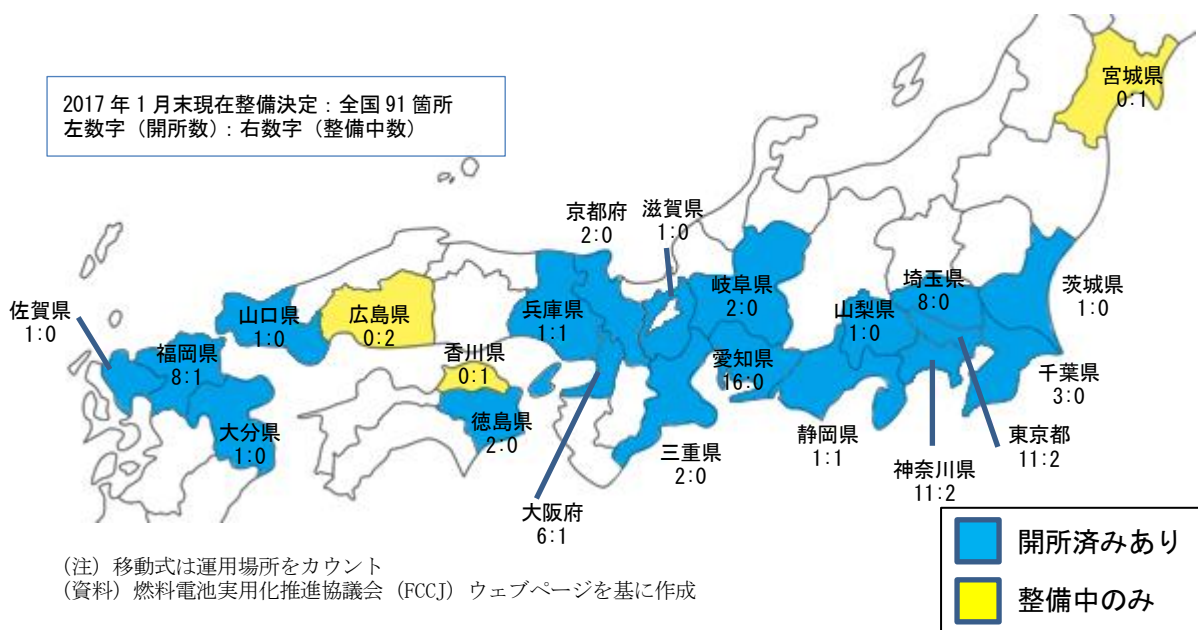
商用の水素ステーションの整備については、これまで 2011 年の国内自動車メーカーとエネルギー事業者の共同声明などにより、2015 年までに 4 大都市圏（首都圏、中京圏、関西圏、北部九州圏）を中心として 100 箇所程度を整備することが目標とされてきた。

この目標について、ロードマップでは、2016 年度内に 100 箇所程度、2020 年度までに 160 箇所程度、2025 年度までに 320 箇所程度とし、それ以降は水素需要の伸びに合わせ、水素ステーションを整備（2030 年時点で必要な水素ステーション数はおおよそ 900 箇所）することとしている。加えて、2020 年代後半までに水素ステーションの運営自立化を目指している。

また、通常の設定式水素ステーションと比較して規模の小さい、再生可能エネルギー由来の水素を製造・供給するステーションについても 2020 年度までに 100 箇所程度の設置を目標として別途あげている。

現在の商用の水素ステーションの整備状況についてみると、計画中のものを含めても全国で 91 箇所にとどまっている（図 5）。今後、FCV 等の水素利活用製品の普及拡大とともに、水素ステーションが着実に整備されていくことが期待される。

図 5 商用水素ステーションの国内整備状況



d. その他

ロードマップの運輸分野では、FCV 以外の水素利活用製品として、FC バスや FC フォークリフトをあげており、2016 年度中の市場投入を目標としている。これらは、目標どおりの市場投入が行われており、今後一層の普及が期待される。また、スクーター、トラック、船舶等への適用分野拡大をあげており、現在、実証試験や研究開発が行われている（図 6）。

図 6 燃料電池の用途・適用車種の拡大

		用途の拡大						
		乗用車	業務用車両	二輪車	バス	トラック	特殊自動車	鉄道
車種の拡大	普通車	 実用化水準	タクシー ハイヤー 	スクーター 	路線バス リムジンバス  実証・開発中	配送車  海外で 実証・開発中	フォークリフト  実証・開発中	鉄道車両 
	小型車	 未定	実証・開発中	実証・開発中	コミュバス  未定	トラック  海外で 実証・開発中	農業機械  海外で 実証・開発中	船舶 
	大型車	 海外で 実証・開発中		中・大型バイク  未定	都市間高速バス 大型観光バス  未定	トレーラー  未定	建設機械  未定	国内外で 実証・開発中 

（資料）水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」（2016 年 3 月 22 日）

ロードマップでは、運輸分野の水素利活用製品のほか、2020 年頃に自家発電用の水素発電の本格導入、2030 年頃に発電事業用の水素発電の本格導入が目標とされている。将来の水素発電として目指されているのは水素専焼方式のガスタービンコンバインドサイクル発電（ガスタービンと蒸気タービンの両方による発電）である。これに向けて現在は、水素専焼にも対応する水素混焼方式の発電設備の設計等が行われている（表 1）。

水素発電機器メーカーへのヒアリングによると、水素混焼方式として、水素と天然ガス等の他の燃料を混焼するガスタービンの設計が行われており、2020 年以降に実証段階に入る予定である。一方、水素専焼のガスタービンは、2020 年頃から設計が行われ、2025 年頃から 2030 年頃までに実証試験を行うことが予定されている。

水素発電関連の技術は開発途上ではあるが、水素発電は大量の水素需要を生み出し、水素の低コスト化を促す利用技術であることから、今後の実用化が期待される。

表 1 水素発電の目指すべき形態、過渡期の形態

	目指すべき形態	過渡期の形態	
発電方式	ガスタービンコンバインドサイクル発電		
燃料種の数 (専焼/混焼)	水素専焼方式	水素混焼方式	
燃焼方式	予混合燃焼方式・新方式	予混合燃焼方式	拡散燃焼方式
特徴・理由等	<ul style="list-style-type: none"> ・熱効率が低い ・プラント設置スペースが小さい ・負荷変動対応の柔軟性が高い ・インフラコストの低減が可能 ・燃料制御の複雑性を回避 ・エネルギーセキュリティに資する 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱効率が低い ・技術的ハードルが低い(低濃度) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高濃度水素にも一定程度対応 ・技術的ハードルが低い
		<ul style="list-style-type: none"> ・既存火力発電所に水素供給設備を付設することで建設コストを抑制可能 ・大規模水素発電のオペレーションを試行可能 ・専焼発電の導入初期に必要な L N G 供給バックアップに向けた課題等の知見を蓄積可能 	

(資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016年3月22日)

また、水素の供給については、2030年頃に海外からの未利用エネルギー由来の水素製造、輸送・貯蔵を伴う水素供給サプライチェーンの本格導入の開始が目指されており、2040年頃には安価で安定的な低環境負荷の水素製造技術の確立と、トータルでCO₂フリーな水素供給システムの確立が目標とされている。この際には、海外の褐炭等を用いた発電とCCSの組み合わせや、海外の気象条件を活用した再生可能エネルギーからの発電により安価な水素を製造し輸入することなどが検討されている。

このように、将来の安価で安定的な水素供給システムの確立により、環境負荷の少ない水素社会の構築が期待される。

1.1.2 先進自治体の取組

水素の利活用を推進している自治体の多くは、水素ステーションが立地している自治体である（図5、図7）。その施策は、基本的にFCV購入のための支援、もしくは水素ステーション整備の支援であり、具体的には購入・整備資金の支援や、水素ステーション整備のための公有地無料貸与などがみられる。また、事業を管轄する部局についてみると、取組の早い自治体では、産業振興を所管している部局が多いが、2015年以降に取組を開始した自治体では、環境関連の部局の所管となる場合が比較的多い。これは水素関連産業の拡大期になると考えられる2030年頃までには時間を要することから、水素利活用による環境面の有効性に基づいた施策のほうが住民の共感を得やすいという考え方を反映しているとも考えられる。

図7 水素利活用に向けた主な自治体の取組



- (注) 1. 自治体名の右上に ● 印のある自治体は主担当部局が環境部局、それ以外は商工労働部局
 2. 上記以外で水素利活用・普及啓発を行っている自治体として、北海道(環境生活部環境局低炭素社会推進室)、北海道室蘭市(経済部産業振興課)、宮城県(環境生活部再生可能エネルギー室)、宮城県大河原町(町民生活課)、山形県(環境エネルギー部環境企画課)、福島県郡山市(生活環境部生活環境課)、茨城県(企画部科学技術振興課)、群馬県(産業経済部次世代産業課)、千葉県(商工労働部産業振興課)、神奈川県川崎市(臨海部国際戦略本部臨海部事業推進部)、静岡県(経済産業部産業革新局エネルギー政策課)、三重県(雇用経済部エネルギー政策・ICT活用課)、滋賀県(琵琶湖環境部温暖化対策課)、京都府(環境部地球温暖化対策課)、京都府京都市(環境政策局地球温暖化対策室)、大阪府堺市(市長公室企画部企画推進担当)、兵庫県(企画県民部水エネルギー課)、鳥取県(生活環境部環境立県推進課)、愛媛県新居浜市(経済部産業振興課)、福岡県北九州市(環境局環境未来都市推進部水素社会創造課)、熊本県(商工観光労働部産業支援課)、大分県(商工労働部産業振興課)、鹿児島県(企画部エネルギー政策課)があげられる
- (資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016年3月22日)に基づき、電話ヒアリング等により作成

1.1.2.1 コンビナート所在自治体における水素利活用推進の事例

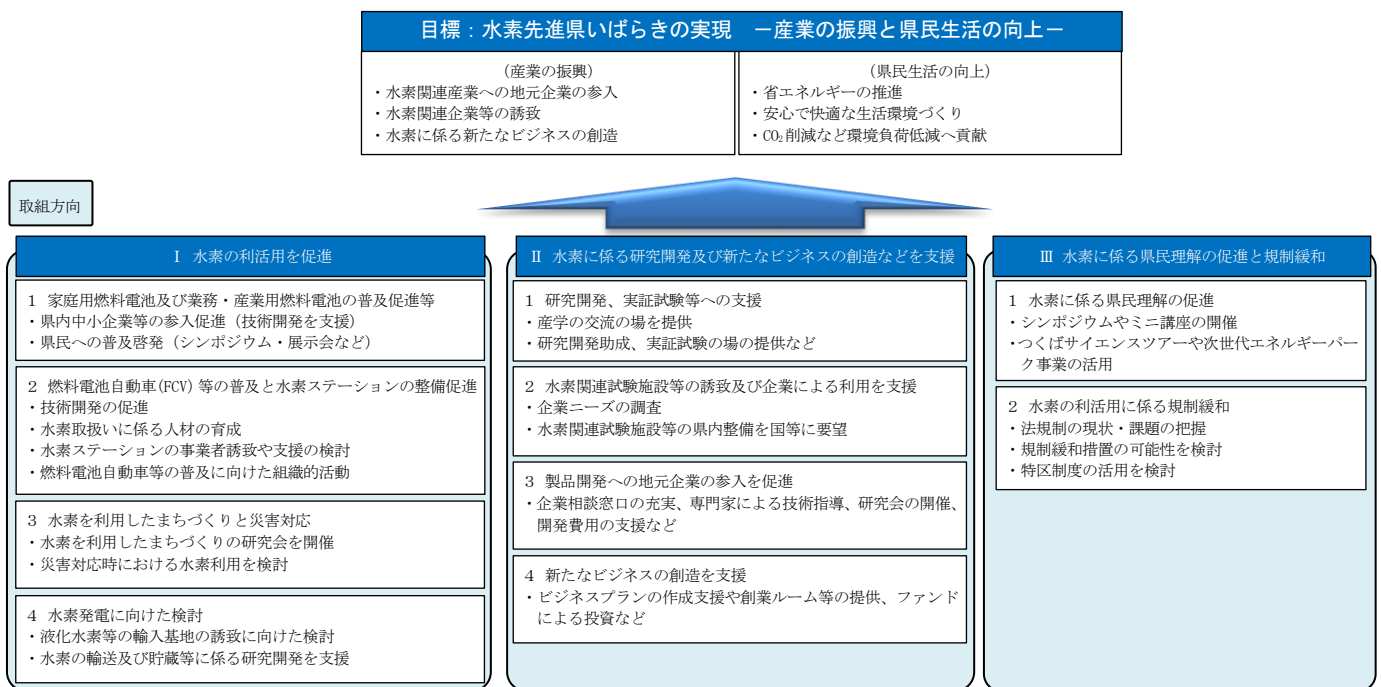
a. 茨城県

県南東部の鹿島地域にコンビナートを有する茨城県では、コンビナート企業と県、鹿嶋市、神栖市の連携により、「鹿島臨海工業地帯競争力強化検討会議」を設置し、2016年3月に取組指針として「鹿島臨海工業地帯競争力強化プラン」を策定している。

コンビナートに基づく大量の副生水素が発生すること、天然ガスのパイプラインが日立・鹿島間で計画されていること、多数の新エネルギー施設が立地していることなどのコンビナートの特徴を活かし、同プランでは、10の重点施策のうちの一つとして「水素エネルギーの拠点化」があげられている。このほか、プランではユーティリティコストの低減、副生成物の利活用、連携・共同化の推進、規制緩和の推進及び優遇制度の充実、産業集積の多様化・重層化の促進、港湾機能の強化、労働力の確保や人材の育成に向けた取組の推進などがあげられている。

また、茨城県は、つくば市に立地する筑波大学等の研究機関の集積、日立港におけるLNG基地の立地といった優位性を活かして、定置用燃料電池やFCV等の普及、水素関連産業創出を目指す「いばらき水素戦略」を2016年3月に策定している（図8）。同戦略では、今後の目標として、2020年までに家庭用燃料電池29,000台の普及、水素ステーション6箇所の整備、FCV1,500台の普及を掲げている。その実現に向けた具体的な施策、取組の進め方は、2016年度に別途設置された協議会で検討されている。なお、茨城県では、2016年5月にG7科学技術大臣会合がつくば市で開催されたことにあわせて日本の水素関連技術をPRするため、送迎にFCVを用いることとなり、水素ステーション整備の検討が行われた。結果、JXエネルギー（株）との協力により、移動式水素ステーションが整備されている。

図8 いばらき水素戦略



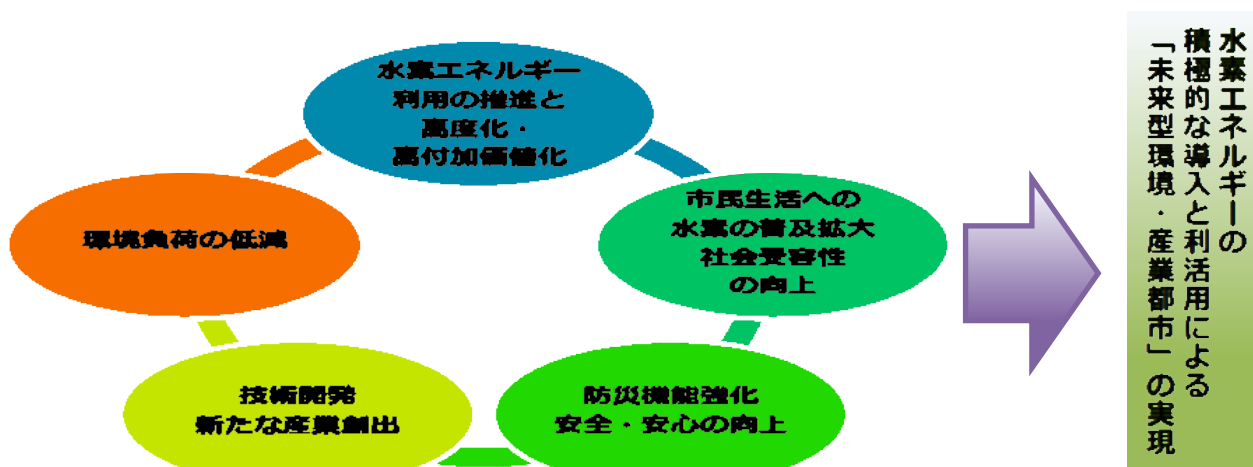
（資料）茨城県「いばらき水素戦略」（2016年3月）

b. 川崎市

神奈川県川崎市は、産学官からなる「川崎臨海部水素ネットワーク協議会」を2013年に設置し、臨海部に立地するコンビナートを中心に、供給と利用の両面から水素ネットワークの構築に向けた検討を行っている。

これまで「川崎水素戦略」に基づいて、水素エネルギーの利用推進、普及拡大とともに地域の防災機能強化、技術開発・新産業創出、環境負荷低減を目指した取組を進めてきた（図9）。

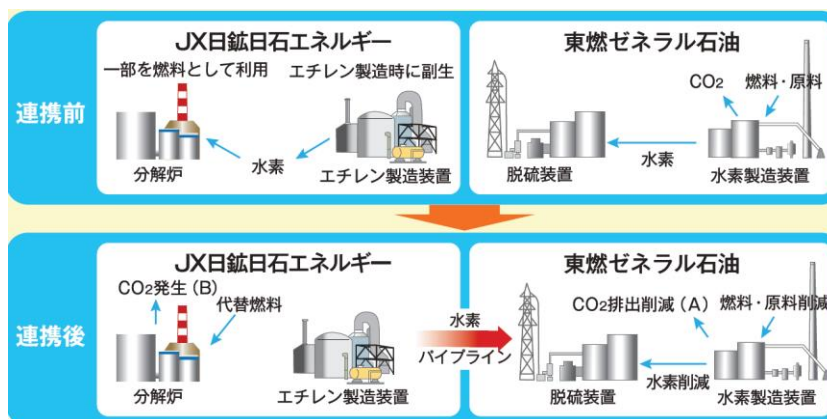
図9 川崎水素戦略の理念と方向性



（資料）川崎市「水素社会の実現に向けた川崎水素戦略」（2015年）

川崎臨海部では、コンビナート企業の連携により、水素の有効活用が行われている。2017年4月に経営統合する予定の大手石油精製企業2社間では、2012年よりパイプラインにより水素を企業間融通することによって、年間約1,800tのCO₂排出削減と石油製品製造時のコスト削減を実現している（図10）。このようなコンビナート企業の取組は、競争力強化のみならず地球温暖化防止にも寄与するものとして大きな意義がある。

図10 京浜臨海部における水素の有効活用



（資料）京浜臨海部コンビナート高度化等検討会議「京浜スマートコンビナート構築に向けて」（2014年）

c. 周南市

山口県周南市に立地する周南コンビナートは国内有数の苛性ソーダ工業の集積地である。周南市では 2013 年より、苛性ソーダ工場から発生する副生水素を活用した液化水素製造工場が稼働しており、工場立地を機に産学官民からなる「周南市水素利活用協議会」を設置し、新たなエネルギーの有効活用を軸としたまちづくりを推進している（図 11）。

また、同市内の鼓海地区では中国・四国地域で初となる商用水素ステーションが 2015 年 8 月に整備され、水素ステーション周辺では水素を直接燃料として用いる業務・産業用燃料電池や FC フォークリフトの実証などを積極的に行っている。

図 11 周南市水素利活用協議会の概要

<目的>

- ①水素ステーションを核とした、水素エネルギーの利用形態や需要量を調査、検討する。
- ②水素インフラ等の初期投資にかかる費用と規制の緩和策について調査、検討する。
- ③本市のまちづくり全般における、水素の利活用方策について協議する。
- ④市民の水素エネルギーに対する理解及び水素エネルギー利活用の普及・啓発方策について検討する。
- ⑤その他協議会で出された課題について協議する。

<参加メンバー>

- ・市民団体
- ・コンビナート関係企業（出光興産株式会社、東ソー株式会社、株式会社トクヤマ、徳山積水工業株式会社、日新製鋼株式会社、日本ゼオン株式会社）
- ・エネルギー関係企業（岩谷産業株式会社、高山石油ガス株式会社、山口合同ガス株式会社、株式会社日立プラントメカニクス、三井物産株式会社、株式会社三井物産戦略研究所、山口県石油商業組合周南連合支部）
- ・交通関係企業（周南近鉄タクシー株式会社、防長交通株式会社）
- ・自動車・産業車両・燃料電池メーカー（トヨタ自動車株式会社、株式会社豊田自動織機、本田技研工業株式会社、マツダ株式会社）
- ・建設関係企業（株式会社大林組）
- ・商工関係団体・自治会（周南地場産業振興センター、新南陽商工会議所、徳山商工会議所、櫛浜地区自治会連合会）
- ・学識経験者（山口大学、徳山大学、徳山工業高等専門学校）
- ・山口県、山口県産業技術センター、周南市、経済産業省中国経済産業局ほか

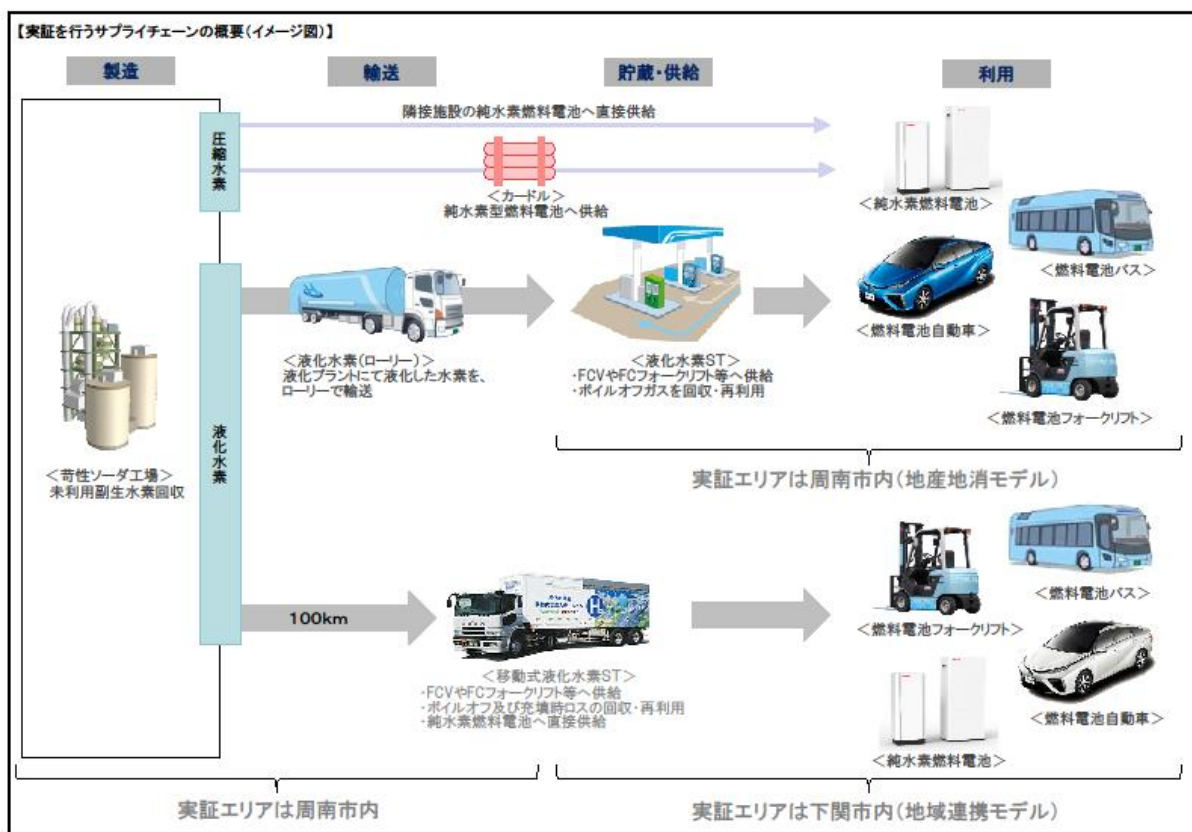
（資料）周南市ウェブページ

さらに、液化水素製造工場の立地、水素ステーションの立地といった地域環境を活かして、2015 年度からは、地元コンビナート企業、山口県、周南市及び下関市の連携により、環境省の「地域連携・低炭素水素技術実証事業」を進めている（図 12）。同事業では、水素の製造、輸送、貯蔵、利用にいたる水素サプライチェーンをコンビナート周辺に留まらず、県内の広域で構築し、地方におけるモデル創出を行う計画である。

また、水素の利活用に関して、周南市は、2015 年 4 月に「周南市水素利活用計画」を策定している。本計画では前年に策定した「周南市水素利活用構想」における 2020 年までの基本指標（目標）を期間内で 3 年ごとに細分化し、段階的な水素利活用製品の普及目標を設定している（表 2）。

こうした水素利活用推進の目標は、「第 2 次周南市環境基本計画」（2015 年）の基本施策の中でも「新エネルギーの活用と低炭素社会の実現」としてあげられ、市の CO₂ 排出量の将来目標に向けた地球温暖化防止を目指す取組としても位置づけられている。

図 12 山口県における地域連携・低炭素水素技術実証事業（実証イメージ図）



（資料）山口県ウェブページ

表 2 周南市における FCV 導入等の基本指標（累計）

指標名	年度	Step1	Step2
		平成 27～29 (2015～2017)	平成 30～32 (2018～2020)
水素ステーションの設置数		1 か所	1 か所
燃料電池自動車、水素自動車等、車両数		70	670
定置用燃料電池数（「エネファーム」等）		600	1,400

（注）1. 前提条件：ユーザーのメリット（価格・利便性等）が確保され、かつ水素利活用製品の市場投入が順調に進んだ場合
2. 経済産業省「次世代自動車戦略 2010」（2010 年 4 月 12 日）を参考に算出

（資料）周南市「周南市水素利活用計画」

1.1.2.2 産業振興を重視した水素利活用推進の事例

a. 福岡県（福岡水素エネルギー戦略会議）

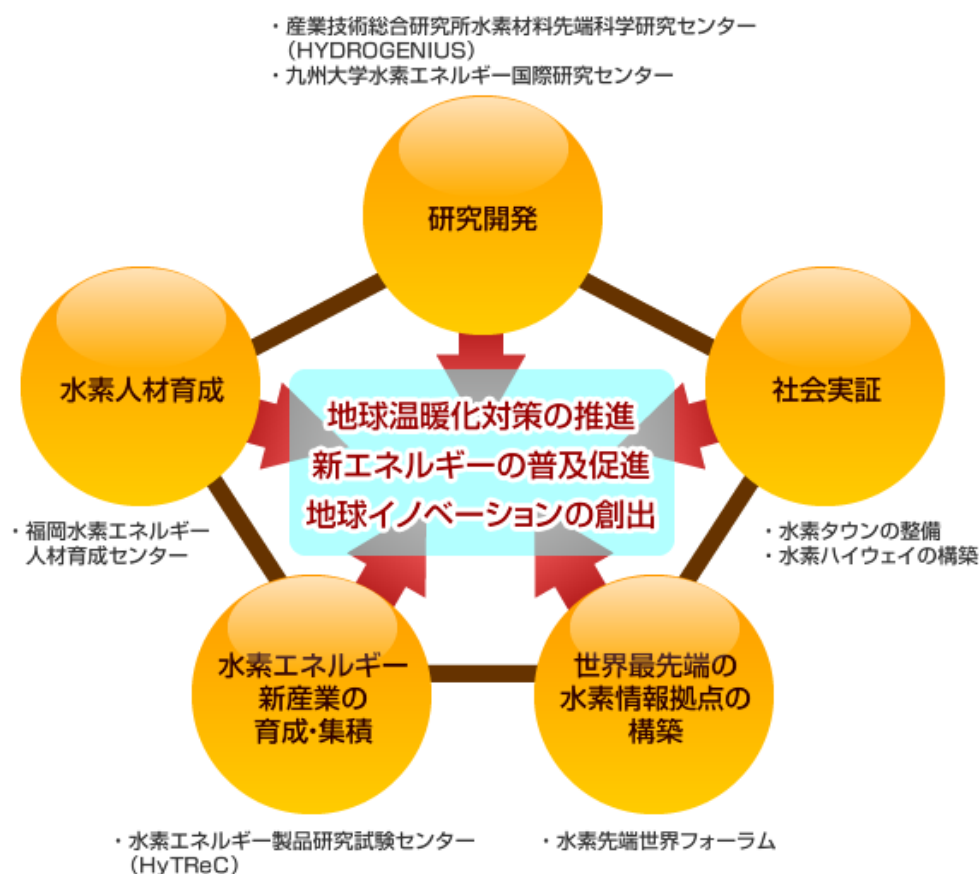
九州大学による水素利用技術の研究開発が文部科学省 21 世紀 COE プログラムに採択され、「水素利用技術研究センター」を発足させたことを機に、福岡県は、全国に先駆けて、2004 年に産学官から構成される「福岡水素エネルギー戦略会議」を組織している。

同会議では、水素エネルギー新産業の育成・集積のほか、全国唯一の水素に関する人材育成、水素の製造、輸送・貯蔵から利用まで一貫した研究開発、水素タウンの整備等の社会実証、世界最先端の水素情報拠点の構築に取り組む「福岡水素戦略」を推進している（図 13）。

中でも産業振興の観点で注目されるのは、国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）や九州大学を研究の中核に、助成制度を備えた研究開発支援、製品開発支援が行われていることである（表3）。

その成果として、九州大学を中心に、世界最先端の水素情報が受発信される拠点が形成され、人材・企業・研究所・投資の集積が促進されている。

図13 福岡水素戦略



(資料) 福岡水素エネルギー戦略会議ウェブページ

表3 研究開発支援事業（2016年度）

①可能性調査枠

助成対象	革新的なシーズ技術に対し、市場調査、ニーズ調査を含む事業化可能性の検討に対し助成。
助成額	500万円以内（採択決定時～2016年度末）
助成期間	1年間
採択件数	1～2件程度

②事業化研究枠

助成対象	事業化が期待される課題について本格的な製品開発を行うための助成。
助成額	1,000万円／年以内
助成期間	3年以内（採択決定時～最長2018年度末）
採択件数	1件程度

(資料) 福岡水素エネルギー戦略会議ウェブページ

b. 大阪府

大阪府は、これまで新エネルギーとライフサイエンス分野の産業振興を主に行ってきたが、新分野として水素関連産業の振興にも取り組んでいる。これまで関西国際空港をフィールドとした水素利活用の実証研究などが行われてきたが、今後は企業の集積を活かして、水素関連産業の育成を中心とした施策を展開することとしている。

大阪府では、2016年3月に「H₂ Osaka ビジョン」を策定している。同ビジョンでは、定置用燃料電池やFCVに加えて、水素利用の幅を拡大するFCバス、純水素型定置用燃料電池や水素発電をはじめとした新たな製品・サービスの実用化を図る方針をあげている（図14）。その推進母体として産学官連携による推進会議を設置し、その下部組織として個別の研究会等を設置する予定である。推進会議を事業者間の交流やアイデア創出の場として運営することにより、新たなプロジェクト創出につなげていくこととしている。

こうした取組の一環として、中小企業の水素関連産業への参入を支援するため、府内に集積する水素ステーション関連機器メーカーによる技術ニーズ説明会や、水素ステーション開所時の見学・マッチング会を開催している。

また、同ビジョンでは、水素社会の実現により温室効果ガスの削減をはじめ多くの社会課題解決に貢献できる可能性があることから、多様な水素利活用製品等の実用化とともに、水素に関する正しい知識の普及などにも取り組むこととしている。

図14 H₂ Osaka ビジョン策定の目的と取組の方向性



(資料) 大阪府「H₂ Osaka ビジョン」(2016年3月)

1.1.2.3 環境面を重視した水素利活用推進の事例（東京都）

東京都は、2014年11月に産学官が一体となり、水素社会構築に向けた具体的な取組を推進するための「水素社会の実現に向けた東京推進会議」を設置している。水素社会の構築は2020年の東京オリンピック開催に結び付けられており、世界に日本の水素関連技術をPRする場として、水素利活用を積極的に進める考えである。

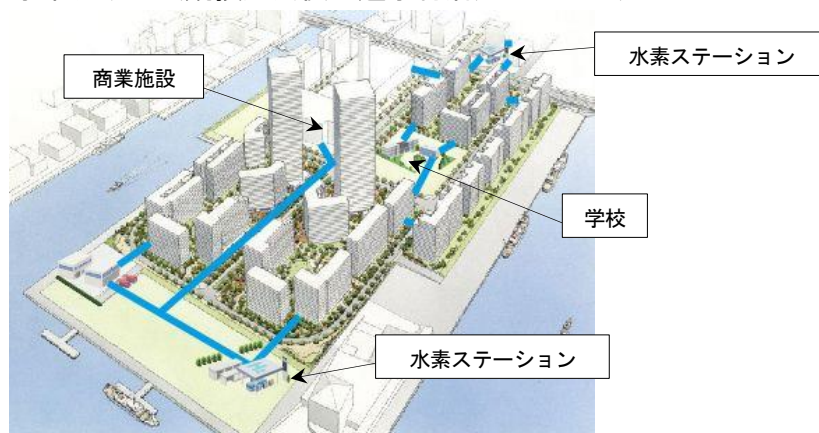
推進会議の2014年度とりまとめをみると、冒頭に水素エネルギーの意義が掲げられており、「水素エネルギーは、利用段階でCO₂を一切排出しないため、再生可能エネルギーの電力で水を分解して大量に水素を製造するシステムが実用化されれば、低炭素社会の切り札となる。」として、環境負荷の低減を水素利活用推進の意義として打ち出している。

施策を所管する環境局地球環境エネルギー部では、水素社会の実現に向けた水素エネルギーの普及拡大への取組として、①水素ステーションの整備、②FCVの普及、③FCバスの普及、④定置用燃料電池の普及、⑤都民への情報の普及・浸透、⑥安定的な燃料供給と需要創出という6つの柱をあげている。うち、①水素ステーションの整備では、2020年に35箇所、2025年に80箇所、2030年に150箇所、②FCVの普及では2020年に6,000台、2025年に10万台、2030年に20万台、また、③FCバスの普及では、2020年までに100台以上を東京都交通局で導入することを戦略目標としている。

予算規模も大きく、2015年度の水素関連予算では、FCVの導入促進や水素ステーション整備支援に向け、2020年度までに活用する基金として400億円を積み立てている。

こうした水素ステーションやFCV、FCバスの積極的な普及策に加えて、オリンピック後には選手村を活用し、水素タウンとして整備を行い、水素利活用の推進拠点とすることなどが考えられている（図15）。

図15 水素タウン（競技大会後の選手村活用イメージ）



（資料）東京都「選手村 大会終了後における住宅棟のモデルプラン」などを基にイメージ図作成

1.1.2.4 その他地域の取組

水素利活用に向けたビジョンの策定、産学官連携組織の設立など積極的に水素利活用を進めている自治体として、岡山県以外の計 42 地域（26 都道府県・16 市町）を抽出し、その取組について整理した（資料編参照）。

他地域の取組を概観すると、水素関連の取組の方向性を示すビジョン等を作成している地域は 29 地域となっている（全体の 69%、19 都道府県・10 市）。FCV、水素ステーションの整備目標を具体的に数値で示している地域は 18 地域である（全体の 43%、14 都道府県・4 市）。また、水素関連の補助金として、FCV 購入補助は 20 地域（全体の 48%、12 都道府県・8 市）で、家庭用燃料電池への補助は 24 地域（全体の 57%、11 都道府県・13 市）で、水素ステーション整備・運営への補助は 17 地域（全体の 40%、12 都道府県・5 市）で用意されている。このほか、27 地域（全体の 64%、17 都道府県・10 市）で FCV を公用車等として活用している。

他地域の自治体の取組をみると、まず、広く住民に水素社会構築の普及啓発を行うため、産学官が連携した組織を創設し、①家庭用燃料電池への補助制度の創設や、②FCV の公用車への導入を行う傾向にある。次に、③FCV の購入補助制度の創設、④FCV、水素ステーションの整備目標数値提示、⑤水素ステーション整備・運営への補助を行う傾向にある。

1.1.2.5 先進自治体の取組のポイント

先進自治体の取組は次のようにまとめられる。

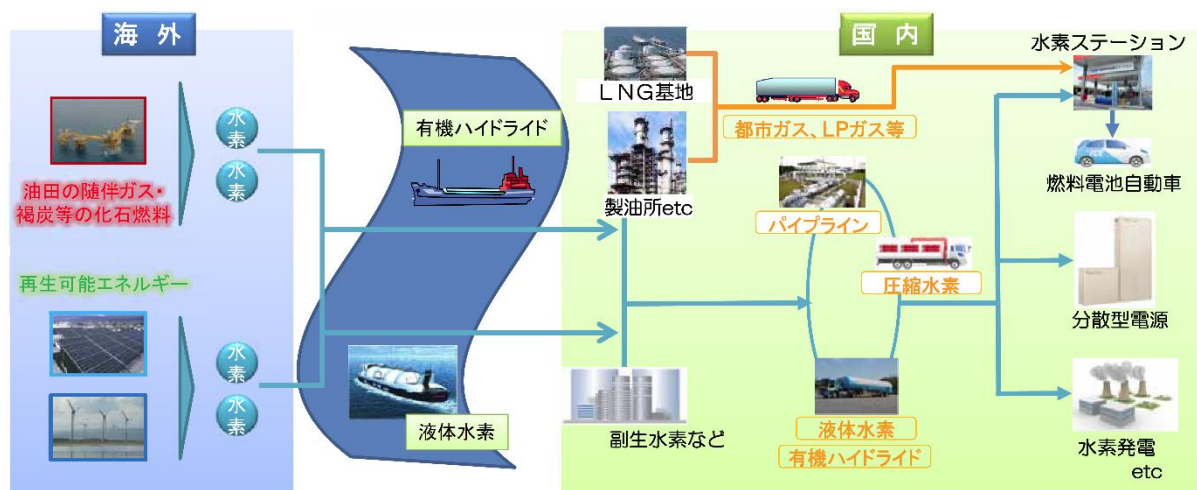
- ・コンビナート競争力強化の一環として、コンビナートの特徴を活かした水素利活用の取組を進めようとしている。（茨城県、神奈川県川崎市、山口県周南市など）
- ・コンビナート企業が水素供給インフラの整備等に積極的に関与している。（神奈川県川崎市、山口県周南市など）
- ・地域産業振興の視点から、国事業の活用などにより実証研究を進める中で水素関連の技術開発支援が行われている。（山口県周南市、福岡県など）
- ・水素関連産業の創出を目指して、産学官連携による推進会議を設置し、事業者間の交流やアイデア創出の場として運営するとともに、水素関連機器メーカーによる技術ニーズ説明会やマッチング会などを行っている。（大阪府）
- ・環境負荷低減につながることを大きな意義として、水素利活用に取り組んでいる。（山口県周南市、大阪府、東京都など）
- ・産学官連携により水素利活用を進める協議会等を設置している。（茨城県、福岡県、大阪府など）
- ・民間による FCV 等の導入や水素ステーション整備を支援するなど、水素の利活用促進や普及啓発の取組を進めている。（茨城県、神奈川県川崎市、山口県周南市、大阪府、東京都など）

1.1.3 水素関連技術の動向

1.1.3.1 水素エネルギー技術の概要

水素社会を実現するための水素エネルギー技術は製造段階から利用段階まで多岐にわたっており、その将来イメージは図 16 のとおりである。技術を大別すると、水素製造技術、水素貯蔵・輸送技術、水素供給・利用技術に分けられる（表 4）。既存資料をもとに、その技術や関連製品の全体像を俯瞰する。

図 16 水素の製造・貯蔵・利用に係る将来イメージ



(資料) 経済産業省資源エネルギー庁「水素・燃料電池について」(2013年10月28日、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会第8回会合資料)

表 4 水素エネルギー技術の概要

水素製造	水素輸送・貯蔵	水素供給・利用
<p>水素を他のエネルギーから製造する過程である。ここには水素を純化する水素精製プロセスも含まれる。</p> <p>水素を国内で製造するとともに、長期的には水素を海外で製造し、CO₂フリー化して輸入することも計画されている。</p>	<p>水素を製造地から需要地に輸送し、利用するためには、一定時間貯蔵するための技術が必要である。</p> <p>現状では圧縮水素、液化水素にて供給されている。FCV では水素の車載のため圧縮水素が用いられている。</p> <p>海外で製造された水素を輸入する場合には、有機ハイドライドや液化水素などの技術の適用が検討されている。</p>	<p>水素をエネルギーとして最終的に利用する技術のことである。</p> <p>FCVをはじめ、定置用燃料電池(純水素型)やFCフォークリフトなどの用途がある。</p> <p>水素をこれらの最終用途に供給する技術(水素ステーションなど)も重要な要素である。</p> <p>将来においては、大量の水素を需要し、水素の低コスト化を促す利用技術として、水素発電も期待されている。</p>

(資料) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 編「水素エネルギー白書」(2015年2月)を基に加筆・修正

1.1.3.2 水素製造

水素は多様なエネルギーや資源から製造することが可能であり、現在は化石燃料（天然ガス、ナフサ）の改質によって製造されているほか、製鉄所やソーダ工業からの副生水素が供給源となっている（表5）。

将来的には、火力や再生可能エネルギーからの電力を用いた水素製造の普及とともに、長期的には、バイオマスガス化、水熱分解、光触媒などの低炭素水素製造技術の確立が期待されている。

表5 水素製造技術

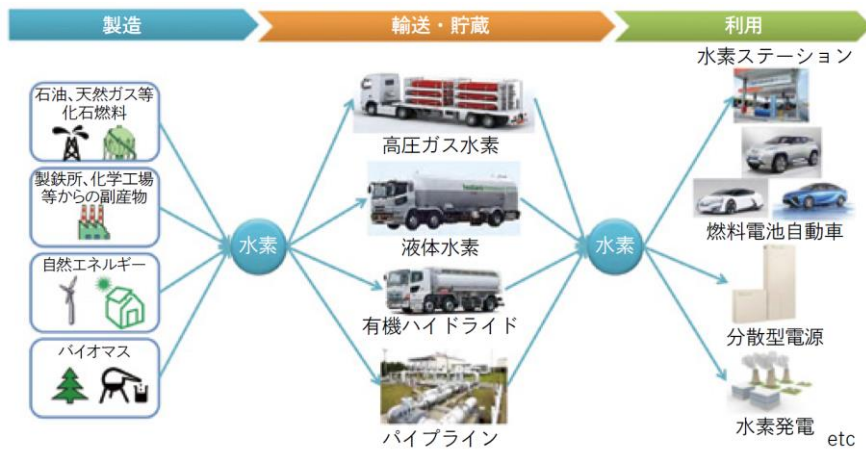
	実用化段階	安定性	環境性 (CO ₂ 排出)	経済性
副生水素	種類によるが既に導入されているものも多い	本来の目的となる製品の生産量に左右される	CO ₂ は排出されるが追加的な環境負荷は無い	副次的に生産されるものを活用するため経済的
化石燃料改質	既に導入されており実用化段階	安定的かつ大規模に生産が可能	CCS等を用いない限り、CO ₂ が排出される	技術的に確立しており、比較的安価に製造が可能
水電解 (火力からの電力を利用)	既に導入されており実用化段階	安定的かつ大規模に生産が可能	CCS等を用いない限り、発電時にCO ₂ が排出される	改質に比べると高コストだが比較的安価
水電解 (再生可能エネルギー発電からの電力を利用)	技術的には確立。再生可能エネルギー発電の低コスト化が課題	再生可能エネルギーの種類によっては出力変動が存在	CO ₂ は排出されない	再生可能エネルギーからの電力を活用するため一般的に高コスト
バイオマス	技術的には確立しているが低コスト化が課題	供給地が分散している	CO ₂ 排出量はゼロとみなすことができる	現段階ではコストは高い
熱分解	研究開発段階（一部実証も実施）	安定的な供給が可能	利用する熱を何から取るかによって異なる	N. A
光触媒	基礎研究段階（現在の変換効率は0.5%程度）	気象条件に左右される	CO ₂ は排出されない	N. A

（資料）（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）編「水素エネルギー白書」（2015年2月）を基に加筆・修正

1.1.3.3 水素輸送・貯蔵

水素は体積当たりのエネルギー密度が低い（天然ガスの3分の1程度）ことから、どのような手段で高い密度に維持しつつ、輸送・貯蔵するかが課題であり、さまざまな方法が考えられている。輸送・貯蔵の技術は高压ガス水素、液体水素、有機ハイドライド、パイプラインなどに分けられる（図17）。このうち、高压ガス輸送、液体水素輸送は実用化されており、新規技術として有機ハイドライド輸送が実証されている。長期的には水素製造場所に近接する一部の地域では水素パイプラインの整備も考えられる。また、将来技術としてアンモニア、水素吸蔵合金、メタン化による輸送・貯蔵技術も研究されている。

図 17 水素輸送・貯蔵技術



(資料) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 編「水素エネルギー白書」(2015年2月)

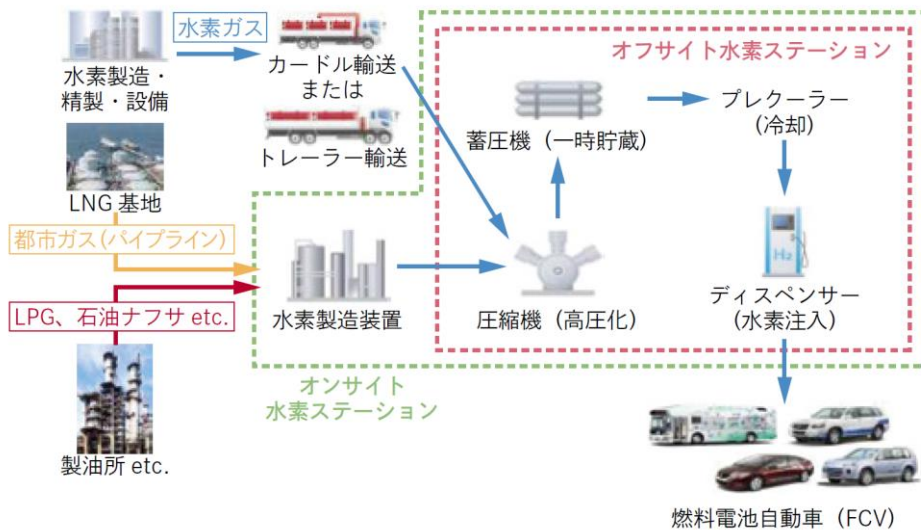
1.1.3.4 水素供給・利用

a. 水素供給

水素を供給するためには、水素の特質と用途に適した品質・圧力で安全かつ確実に供給することが必要であり、水素供給技術を代表するものとしてFCVに水素を供給する水素ステーションがある。

定置式水素ステーションの代表的な方式としては、都市ガスやLPGなどを原料として水素ステーション内で水素を製造して供給するオンサイト型と、水素トレーラーなどで水素ステーションまで水素を輸送してくるオフサイト型に分けられる(図18)。そのほか、水素ステーションの位置を変更でき、1つの設備で複数地域における水素供給を可能とする移動式水素ステーションや、水素ステーション設置箇所不足を安価に補うための充填圧力の低い簡易型の水素ステーションなどがある。

図 18 水素ステーションの構成



(資料) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 編「水素エネルギー白書」(2015年2月)

水素ステーションを構成する水素製造装置、圧縮機、蓄圧器、プレクーラー（冷却機）、ディスプレイ（水素注入機）などの機器には、それぞれに個別の課題と研究開発要素がある。水素ステーションの整備・運営コストは一般的なガソリンスタンドと比較し、高額になるため、ロードマップでは水素ステーションの自立的展開を目指し、FCVの普及状況に見合った仕様の確立、水素ステーションに関する法規制の見直しを通じた整備・運営コストの低減などを進めることとしている。

b. 水素利用

水素を利用する製品としては、既に市場投入されている定置用燃料電池やFCVをはじめ、市場投入が始まったばかりのFCバス、FCフォークリフトなどがある（図19）。

このうち家庭用燃料電池の一層の普及には、利用者の負担額を減らすことが重要であり、低コスト化が求められていることから、構成する燃料電池、材料、補機（ポンプ、ブロワ等）について、新たな技術を有する事業者の参入を促進する取組も検討されている。特に、補機については、中小企業を含む多数の企業の参画が期待されている。

また、FCVについては、順次生産台数の増加が計画されているが、一般の利用者を巻き込んで市場を広く拡大していくためには一定の経済性を確保することが重要であり、FCVの低コスト化・高耐久化・燃費性能向上などの技術開発が求められる。なお、燃料電池への水素供給関連機器や燃料電池本体は、化学反応に関わる空気、水素、生成水などの高度な制御技術等が必要なため、製品のコモディティ化が進みにくいと考えられる。

このほか、将来的に実用化が期待される機器等として、燃料電池を動力源とするスクーター、鉄道車両、船舶、飛行機等の各種輸送機器や、大量の水素需要を生み出し、水素の低コスト化を促す利用技術である水素発電などがある。

図 19 水素利活用技術の適用可能性



(資料) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 編「水素エネルギー白書」(2015年2月)

1.1.4 水素関連研究の動向

水素社会の実現に向けては、技術面、コスト面、制度面、インフラ面でいまだ多くの課題が存在していることから、これらの課題の一体的な解決に向けた取組が必要である。ロードマップでは、主として技術的課題の克服と経済性の確保に要する期間の長短に着目し、ステップ・バイ・ステップで、水素社会の実現を目指すこととされている。

水素エネルギーの社会実装を進めていく上では、安全性を確保しながら低コスト化を同時に進めていく必要がある。ロードマップでは、水素製造分野、流通に関わる輸送・貯蔵分野、定置用燃料電池やFCV、水素発電などの利用分野における開発・実証課題が示されており（表6）、その実現に向けて、産学官の連携のもと、さまざまな関係者がプロジェクトに積極的に協力して取り組んでいくこととしている。

その中で、家庭用燃料電池やFCV等の普及を拡大するためには、利用者が導入しやすい価格設定等が求められており、現在、低コスト化や高耐久化に向けた製品・研究開発が進められている。また、輸送・貯蔵に関わる流通面での水素サプライチェーン構築実証においては地域と連携した取組が期待されている。

表6 水素製造、輸送・貯蔵、利用の主な開発・実証課題

分野		2020年頃	2030年頃
製造		海外の未利用エネルギー（副生水素、原油随伴ガス、褐炭等）からの水素製造の開発・実証	
		再生可能エネルギー等を活用したCO ₂ フリーの水素製造に関する開発・実装	
輸送・貯蔵	水素ステーション	低廉な水素ステーションの開発	
	流通	地域と連携した水素サプライチェーン構築実証（水素ステーション、FCV等）	
		液化水素や有機ハイドライド等の形での国内流通に関する開発・実証	
		液化水素や有機ハイドライド等の形での海外からの水素輸送・貯蔵の開発・実証	
利用	業務・産業用燃料電池	実用化に向けた実証、規制見直し	
		低コスト化・高耐久化等に向けた技術開発	
	FCV	車両の低コスト化・高耐久化・燃費性能向上等に向けた技術開発	
	水素発電	水素発電ガスタービン等の開発・実証	

（資料）水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」（2016年3月22日）を基に作成

1.2 岡山県の現状

1.2.1 水島コンビナートの現状とビジネスチャンス

1.2.1.1 水島コンビナートにおける競争力強化の取組

1990年代以降、経済グローバル化により国内需要産業の空洞化が進むとともに、海外企業がM&A等により巨大化し、新興国企業も成長すると、わが国のコンビナート企業は、業界再編や事業構造の転換（選択と集中）による抜本的な競争力強化を迫られることとなった。このため、石油化学産業と川上の石油精製産業との統合促進を通じた石油化学コンビナートの国際競争力の強化に向けて、2000年に石油コンビナート高度統合運営技術研究組合（RING）が設立され、コンビナートルネッサンス事業等が進められてきた。

水島コンビナートにおいてもRING事業として、先端的総合生産管理システム技術開発（RINGⅠ）、副生炭酸ガス冷熱分離回収統合利用技術開発（RINGⅡ）、熱分解軽質留分統合精製処理技術開発（RINGⅢ）、コンビナート原料多様化最適供給技術開発（RINGⅣ）や、コンビナート高度統合生産連携事業（複数の石油・石化事業所の連携設備設置による設備有効活用や原料・燃料多様化による統合一体運営）が進められてきた。さらに、2011年には「ハイパー&グリーンイノベーション水島コンビナート総合特区」として地域活性化総合特区に指定され、バーチャル・ワン・カンパニーの実現、水島港ハイパーロジスティクス港湾戦略、グリーンイノベーションコンビナート戦略の3つの戦略を国との協働プロジェクトとして推進している。バーチャル・ワン・カンパニーの実現は、コンビナート全体を1つの企業とみなし、規制緩和と財政支援で企業間連携を実現し、高効率・省資源型コンビナートの構築を目指すものである。水島港ハイパーロジスティクス港湾戦略は、インフラ整備と規制緩和によって、国際バルク戦略港湾に選定された水島港を利用する多くの船舶の輸送効率を改善するものである。また、グリーンイノベーションコンビナート戦略は、規制緩和と投資促進策によってタイムリーな事業展開を支援し、西日本一の素材供給基地として成長分野のマザー工場化等、産業集積を図ることとしている。

こうしたコンビナート企業の連携が進むとともに、JXエネルギー（株）の設立（新日本石油（株）と（株）ジャパンエナジーの統合・再編）や三菱化学（株）と旭化成（株）によるエチレンセンターの一体運営などの競争力強化も図られている。その結果、現在も水島コンビナートは、石油精製・石油化学のほか鉄鋼や自動車などの基幹産業が集積した西日本最大規模のコンビナートとして、基礎素材等のグローバルな供給拠点としての役割を果たし、わが国産業の国際競争力を下支えしている。

国内外のコンビナートの規模を比較すると（表7）、わが国のコンビナートは小規模であり、今後の海外の能力・機能増強も考えられることから、さらなる競争力強化が必要とされている。なお、国内コンビナートのインフラ等諸機能を比較すると（図20）、水島コンビナートは、製造品出荷額等からみた規模では京葉に次いで第2位であり、物流機能やユーティリティ・保安面などでも総じて上位に位置する。

表7 コンビナート規模の国際比較

	蔚山・湯山 (韓国)	麦寮 (台湾)	鎮海 (中国)	ジュロン シンガポール	サムガール (インド)	ジュベイル サウジアラビア	アントワープ (ベルギー)	ベータウン (米国)	水島	鹿島	京葉	京浜	四日市	堺・泉北	周南	大分
原油処理能力(万BD)	151	54	48	137	124	71	88	58	38	25	74	33	34	37	-	14
エチレン装置能力(万t/年)	133	294	100	401	150	1,075	246	220	50	47	210	90	49	46	62	62

（資料）石油コンビナート高度統合運営技術研究組合「石油コンビナートの連携・統合による生産性向上」（2016年12月20日）

図 20 水島コンビナートの競争力～国内のコンビナートとの比較～

		水島	鹿島	京葉	京浜	四日市	堺・泉北	周南	大分
規模	製造品出荷額等 2014年(百億円) (所在自治体)	466	232	834	447	318	424	130	312
企業間連携	RINGの取組	RINGⅢ RINGⅡ RINGⅠ	RINGⅢ RINGⅡ RINGⅠ	RINGⅢ RINGⅡ	RINGⅠ	—	RINGⅡ	RINGⅡ RINGⅠ	—
	コンビナート連携石油 安定供給対策事業	●		●		●			
	石油産業構造改善事業			●					
物流・港湾	海上出入貨物 2014年(百万トン)	輸出: 9, 輸入: 48	輸出: 5, 輸入: 38	輸出: 16, 輸入: 138	輸出: 42, 輸入: 91	輸出: 4, 輸入: 38	輸出: 4, 輸入: 27	輸出: 3, 輸入: 14	輸出: 7, 輸入: 35
	国際コンテナ取扱量 2014年(千TEU)	輸出: 57, 輸入: 55	—	輸出: 23, 輸入: 16	輸出: 1415, 輸入: 1244	輸出: 38, 輸入: 81	輸出: 11, 輸入: 12	輸出: 39, 輸入: 22	輸出: 16, 輸入: 13
	公共埠頭岸壁最大水深 (m)	水島港 (-12m)	鹿島港 (-14m)	千葉港 (-12m)	横浜港 (-18m)	四日市港 (-14m)	堺港 (-14m)	徳山下松港 (-14m)	大分港 (-14m)
	国際コンテナ航路数 ・便数/週 2017年1月	航路数: 27, 便数: 32	航路数: 3, 便数: 3	航路数: 5, 便数: 6	航路数: 93, 便数: 100	航路数: 17, 便数: 17	航路数: 2, 便数: 2	航路数: 15, 便数: 18	航路数: 7, 便数: 8
物流・陸運	最寄コンテナ取扱駅ま での直線距離 (コンビナートの地理的中心 からの直線距離)	東水島駅 20ftISO 0.5km	上栖駅 20ftISO 3.1km	京葉窪田駅 20ftISO 1.8km	川崎貨物駅 20ftISO 1.3km	四日市駅 20ftISO 2.3km	安治川口駅 20ftISO 14.5km	新南陽駅 20ftISO 6.4km	西大分駅 20ft 8.9km
	最寄高速道路IC までの直線距離	水島 5.4km	潮来 9.9km	市原 5.2km	浜川崎 2.0km	四日市東 6.5km	高石出入口 1.0km	徳山東 2.9km	大分米良 8.4km
ユーティリティ	工業用水価格 (円/m3)	10.0~20.5 最高基本料金 最低基本料金	20.0~47.0	19.5~53.0	25.1~40.5	17.0	32.4	6.6~25.8	8.8~15.8
	共同発電出力 (MW、t/h)	電気: 613, 蒸気: —	電気: 1856, 蒸気: 6312	電気: 1153, 蒸気: —	—	—	—	—	510
保安	災害・事故発生件数 2013~2015年(件/事業所)	0.33	0.62	0.52	0.49	0.36	0.35	0.21	0.33
規制緩和	工業緑地面積率等の緩和	緑地面積率: 10% 環境施設面 積率: 15%	緑地面積率: 5% 環境施設面 積率: 10%	緑地面積率: 10% 環境施設面 積率: 15%	緑地面積率: 15% 環境施設面 積率: 20%	緑地面積率: 15% 環境施設面 積率: 20%	緑地面積率: 10% 環境施設面 積率: 15%	緑地面積率: 5% 環境施設面 積率: 10%	—
リサイクル	セメント工場 2016.4.1現在 クリカ製造能力 (千t/年)	—	—	—	㈱デイ・シイ 川崎工場 : 767	—	—	㈱トクヤマ 南陽工場: 4,751 東ソー㈱南 陽事業所: 1,166	—

(資料) (公財) 日本港湾協会ウェブサイト、国土交通省港湾局(監)『数字でみる港湾2016』、日本貨物鉄道株式会社ウェブサイト、各自治体ホームページ、(一社) 日本工業用水協会ウェブサイト、エレクトリカル・ジャパンウェブサイト、消防庁特殊災害室「石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要」、(一社) セメント協会ウェブサイト

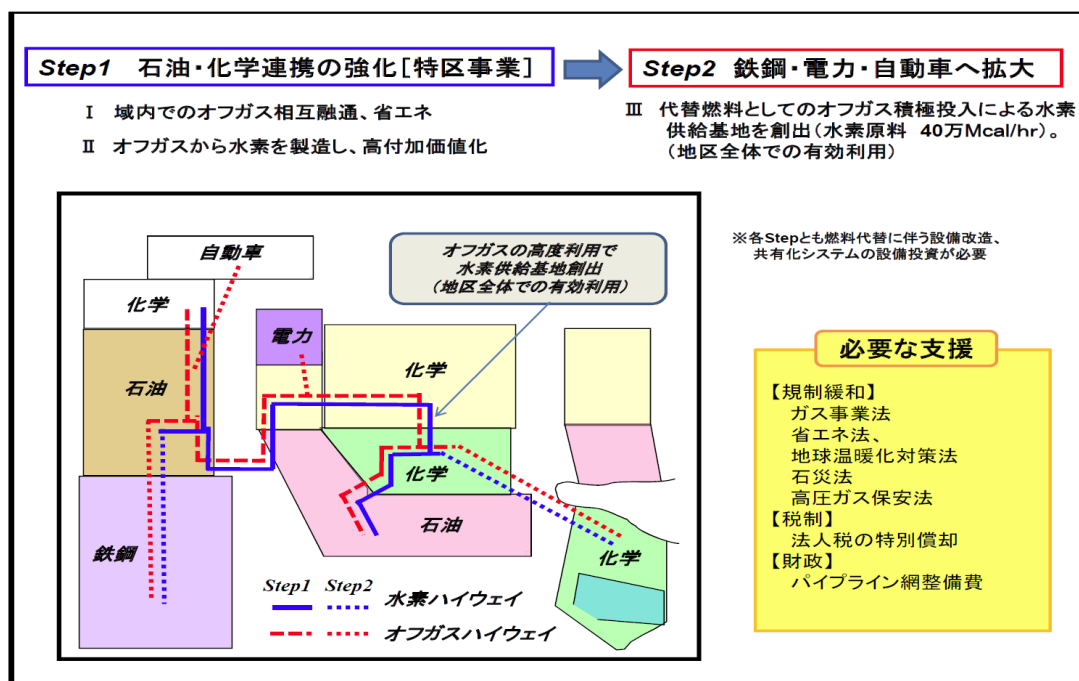
1.2.1.2 水島コンビナートにおける水素利活用の現状

a. 総合特区制度を活用した水素利活用の取組

岡山県では、水島コンビナートの競争力を強化するため、総合特区制度を活用し、規制緩和等による操業環境の向上などに取り組んでいる。この取組の一環として、石油精製業と化学工業間での水素融通のネットワークの範囲を広げていくことが計画されている（図 21）。

さらに 2014 年 7 月には、総合特区の推進母体である「水島コンビナート発展推進協議会」（水島立地企業 8 社、3 銀行、県、倉敷市、中国経済産業局で構成）の研究会として「水島コンビナート総合特区水素利活用研究会（事務局：岡山県、倉敷市）」が設置され、水素関連企業へのヒアリング、先進事例研究、意見交換等を実施するなど、コンビナートの生産過程で発生する水素の有効活用についての検討が進められている。

図 21 水島コンビナートの水素融通



(資料) 岡山県「ハイパー&グリーンイノベーション水島コンビナート総合特区」申請書(2011年9月)

b. 水島コンビナートの水素供給ポテンシャル

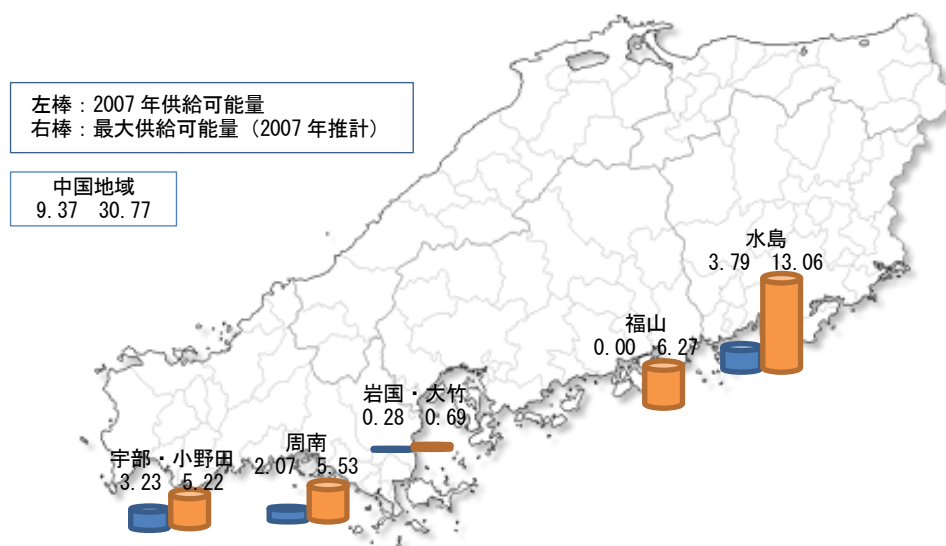
全国の水素製造能力は 2006 年時点で年間 318 億 Nm³ であり、うち既存需要を除いた供給可能量は年間 138 億 Nm³ とされている（中国経済産業局「中国地域におけるコンビナートのポテンシャルを活用した水素インフラ整備と機能性素材活用方策調査」（2008 年））。

既存資料によると FCV は 1 台あたり年間で 1, 133Nm³ の水素を消費すると推定される（（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「山口県における水素供給インフラの導入可能性調査」）。これより、2030 年頃の全国の水素 FCV 普及目標である 80 万台による水素需要は年間約 9 億 Nm³ になると考えられる（1, 133Nm³ × 80 万台）。この数字は一見、膨大な量と考えられるが、国内の供給可能量からみると、さほど多くないことがわかる。

中国地域は、瀬戸内海沿岸にコンビナートを有しており、中国経済産業局の調査によると

2007年時点で既存需要を除いた供給可能量は年間9.4億Nm³とされている(図22)。うち水島コンビナートの供給可能量は3.79億Nm³であり、既存需要を含めた最大生産力である最大供給可能量は13.06億Nm³で、単一のコンビナートとしては中国地域で最も大きな供給ポテンシャルを持つとされている。

図22 中国地域の水素供給可能量(億Nm³/年)



(注) 外販量を含む

(資料) 経済産業省中国経済産業局「中国地域におけるコンビナートのポテンシャルを活用した水素インフラ整備と機能性素材活用方策調査」(2008年)を基に作成

c. コンビナート企業へのヒアリング結果

本調査では、こうした既存資料による水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを踏まえて、現在の水島コンビナートにおける水素利活用の状況等について、コンビナート企業10社にヒアリングを実施した。実施結果は次のようにまとめられる。

(a) 水素供給可能性

- ・副生水素は生産物に併産されるため、供給量は一定ではなく、大量にかつ安定的に生産されるものではない。
- ・定期修理時には既に設置済みの水素配管を用いて企業間の融通が行われている。また、水素は化学製品の原材料として自社や他社で使用されている。
- ・水島コンビナートは、水素を供給するポテンシャルはあるが、現時点では需要と供給がバランスしている。
- ・副生水素の純度は各社で異なり、FCV向けの高純度(99.999%)の水素製造のためには精製が必要である。
- ・高純度の水素製造装置を保有する企業は多いが、水素の外販には輸送用のトレーラーへの水素充填設備をはじめ、多額の設備投資が必要である。
- ・副生水素は燃料として使用されている。代替燃料を確保した上で、水素が代替燃料よりも高い価格で、かつ、安定した量で販売ができるのであれば、今後、水素の外販も考えられる。

- ・外部に水素を供給するためには代替燃料の確保のみならず、代替燃料の使用を可能にするため多額の設備投資が必要である。
- ・水電解による高純度水素の製造を行う場合、電解に使用する電気代が高いため、経済性に乏しい。FCV 向けの水素販売価格 (1,000~1,100 円/kg-H₂) は、FCV 普及に向けた戦略的な価格である。電気代が格安になり、水素需要が拡大するならば、FCV にも使用できる高純度の電解水素を大量生産することも考えられる。

(b) 水素発電

- ・既存発電所で、将来、水素発電を行うにしても、バーナー部分の改造や水素供給設備の設置などが必要となる。現在、水素発電機器メーカーが技術開発を行っているところであり、技術面・コスト面での予測は難しい。このため、現時点では水素発電に関する判断はできない。

(c) 今後の取組の方向性

- ・コンビナートに関連する地元企業では、水素等、高圧ガスの取り扱いに通じているメンテナンス企業が存在するため、将来、水素社会が構築された際には、企業の技術、人材を活かしたビジネスも考えられる。
- ・水素エネルギーの普及を目指すにはエネルギーの地産地消を行うことが望ましい。例えば、太陽光発電やバイオマス発電からの電力を用いて電気分解により CO₂ フリーの水素を製造する。その水素を輸送、貯蔵する研究を行う中で、コンビナート企業が有する水素のハンドリングノウハウを活かしていくことが考えられる。
- ・将来、水島地域における FC バスの無料運行や、既設太陽光発電設備から CO₂ フリーの水素製造を行い、FCV や FC フォークリフトの燃料に使用するといった地域実証が行われることが期待される。

(d) ヒアリング結果のまとめ

水島コンビナートにおける水素利活用の現状についてみると、定期修理時には企業間の融通が行われており、今後、常時融通するネットワークの構築は可能である。

水島コンビナートの立地企業から発生する副生水素は化学製品の原材料や発電用燃料に使用されているため、需給バランスはとれており（既に用途が決まっている）、余剰はほとんどない。

新しく一般向けに水素の外販を行うためには、輸送用トレーラーへの水素充填設備をはじめ、大きな先行投資が必要である。現在の需要だけでは、投資回収には長時間を要するため、採算性の確保は難しく、当面、新規の水素外販体制を整えることは考えにくい。また、産業用で必要とされる水素純度は企業によって異なっており、FCV 向けに必要とされる 99.999% までの高純度の水素を必要とする場合は少ない。

一方で、追加需要あるいは副生水素よりも高純度の水素を必要とする工程のために水素製造装置を有する企業が存在し、その製造能力も高い。

このことは、例えば、水素製造装置を有する代表的な水島コンビナート企業を見ただけでも、他のコンビナートと比べ、圧倒的に能力が高いことが分かる（表 8）。

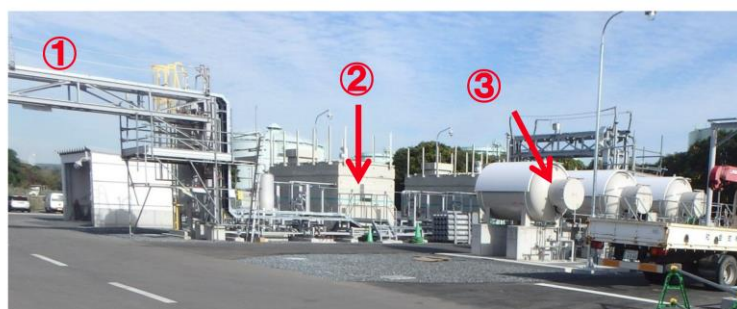
表 8 水素製造ポテンシャルの比較 (JX エネルギー (株))

	水島製油所	仙台製油所	根岸製油所	麻里布製油所	大分製油所
所在市区町	倉敷市	仙台市宮城野区	横浜市磯子区	山口県和木町	大分市
原油処理能力 (バレル/日)	345,200	145,000	270,000	127,000	136,000
水素製造装置基数	6	1	2	-	1
水素製造装置能力 計 (Nm ³ /日)	4,835,000	1,752,000	1,529,000	288,000	400,000

(注) 仙台製油所は1時間あたりの水素製造装置能力の記載であるため24倍している
(資料) JX エネルギー (株) ウェブページ

また、同社では、将来のFCVの普及を見据えて、4大都市圏を中心に水素ステーション整備を進めるとともに、水素の製造・輸送・販売を効率的かつ安定的に行う体制の構築を目指し、2016年3月に横浜市において水素製造出荷センターの運営を開始している(図23)。水素の製造出荷設備の運営、水素トレーラーによる配送、水素ステーション運営等は関連企業が行っている。このように、製油所やその付近で水素を製造し、安定的な水素供給を行う水素サプライチェーンの構築を目指し、会社を上げて取り組んでいる。

図 23 水素製造出荷センター



①水素パイプラック (←至 出荷設備) ②水素製造装置 (2基) ③LPGタンク (3基)

(資料) 高橋真澄「JXの水素ステーションと水素社会に向けた取組」(愛知県「水素エネルギー社会形成研究会」平成28年度第3回セミナー、2016年11月1日)

また、水素は石油化学製品の製造時に副生するほか、より高純度な水素は苛性ソーダの製造時にも副生する。

「1.1.2.1 コンビナート所在自治体における水素利活用推進の事例」でみたように、山口県周南市においては、岩谷産業(株)がトクヤマ(株)との共同出資で、液化水素製造工場(山口リキッドハイドロジェン(株))を設立・運営している。同工場の液化水素は苛性ソーダの製造時の副生水素を原料としている。現在、1時間あたり3,000Lの製造能力があり、2017年には生産能力の倍増が計画されている。既存資料によると同社設立時の岩谷産業(株)の投資額は約30億円とされている。

水島コンビナート内でも、苛性ソーダを製造する企業が立地している。水島コンビナートにおける苛性ソーダの生産能力は、最も生産能力の大きい周南コンビナートと比較すると約15%ではあるが、国内コンビナートでみると、周南、鹿島に次いで第3位である。

苛性ソーダ 1t あたり水素 280Nm³ が同時に生成されることから、設備がフル稼働した場合には、年間 6,944 万 Nm³ もの高純度の水素が副生すると推計される（表 9）。

表 9 国内のコンビナートにおける苛性ソーダ生産能力

	水島	鹿島	京葉	京浜	四日市	堺・泉北	周南	大分
生産能力計 (t/y)	248,000	609,000	228,900	209,056	156,000	—	1,615,000	—
副生水素発生量推計 (万 Nm ³ /y)	6,944	17,052	6,409	5,854	4,368	—	45,220	—

(資料) 重化学工業通信社『日本の石油化学工業 2017』、福岡正雄「食塩電解工業における副生水素利用の現状」(『水素エネルギーシステム』、Vol. 28No. 1(2003 年)) より作成

このように、将来、水素需要が大幅に拡大した場合には、水島コンビナートの持つ水素供給ポテンシャルを發揮できると思われる。

1.2.1.3 コンビナートにおけるビジネスチャンス

a. コンビナート企業





コンビナート企業へのヒアリング結果を踏まえると、将来の本格的な水素エネルギー普及期に向けて、水素を含めた多様なエネルギーの利用合理化を図る過程で、水素社会構築への準備も行っていくことが現実的である。

将来、水素をコンビナート全体で計画的に製造し無駄なく利用できれば、コンビナート全体のコスト削減につながる。例えば、こうした役割を果たす組織が設立されれば、コンビナートの競争力強化とともに水素社会構築に向けた取組ともなる。

また、石油化学や鉄鋼などの基礎素材型産業を中心とするコンビナート企業においては、水素を製造するだけでなく、水素の製造、輸送・貯蔵、利用のためのさまざまな機器に必要とされる新素材・新用途の開発にも寄与することが期待できる。

例えば、水島コンビナート企業の中には既に水素ステーション向けに低コスト、長寿命を目指した蓄圧器などの開発を進めている企業もある（図 24）。また、今後、新たな樹脂等の開発により、用途に応じた安価な水素関連機器を供給することが可能になることも考えられる。

図 24 NEDO 水素利用技術研究開発事業における蓄圧器の開発状況

機 器 名	蓄圧器	蓄圧器type	蓄圧器の開発状況
用 途	高圧水素を蓄圧する	 Type1 鋼製	・実使用 ・鋼製
対 象 ガ ス	水素(品質はISO14687-2に準ずる)	 Type2 鋼 + CFRP	NEDO「水素利用技術研究開発事業」で開発中 ・鋼ライナーCFRP*複合容器 (CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic 炭素繊維強化型樹脂) ・他の容器よりも低コスト可能性大
使 用 温 度	常温～40℃	 Type3 金属 + CFRP	NEDO「水素利用技術研究開発事業」での開発終了 ・Alライナー複合容器: 実使用 ・鋼ライナー複合容器: 基本設計終了(JFEグループ)
常 用 圧 力	70MPa以上	 Type4 樹脂 + CFRP	NEDO「水素利用技術研究開発事業」で開発中
耐 久 サ イ ク ル 数	50,000回以上		
容 量	～300L		
目 標 コ ス ト	容器1Lあたり12千円		

(資料) JFE コンテナイナー (株) パンフレット

b. コンビナート関連企業

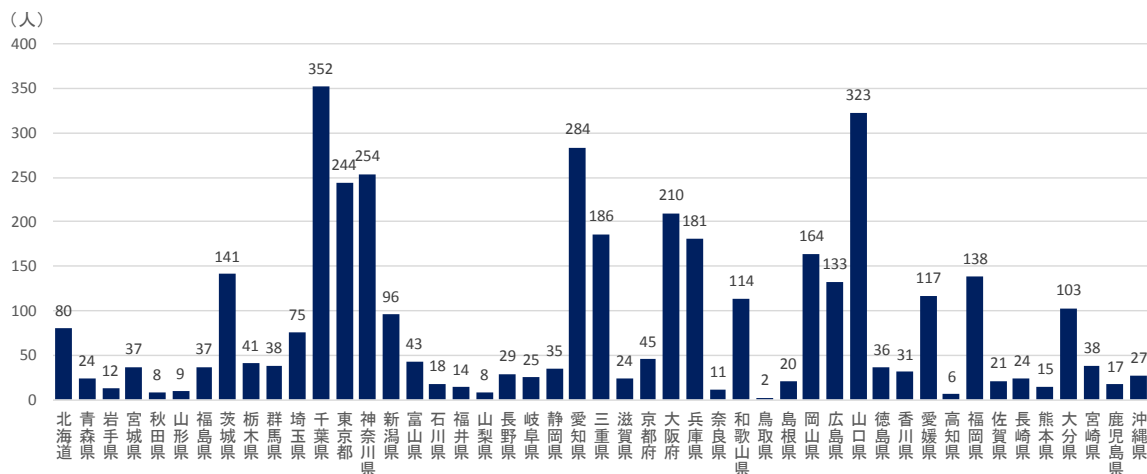
コンビナート企業へのヒアリングでは、将来の可能性として、コンビナート関連企業による水素流通管理ビジネスがあげられた。これは、コンビナート関連企業の中に長年、プラント管理等を手掛けている企業があり、水素等の高圧ガスの取り扱いに通じているためである。また、こうした企業やコンビナート企業には、高圧ガス製造保安主任者や高圧ガス販売主任者（第一種）の免許保有者が多い。高圧ガスの移動・販売ができる高圧ガス製造保安主任者乙種（化学・機械）の平成 28 年度試験の合格者数をみると、大都市とコンビナート立地府県での合格者数が多いことがわかる。平成 28 年度合格者数は全国で 3,890 名であり、岡山県は 164 名（全国の 4.2%、全国 9 位）となっている（図 25）。

水素ステーションでは、水素を 70MPa 以上に昇圧して差圧により FCV に充填するため、現行の法規制では、ステーションを運営するにあたり高圧ガス製造保安主任者が必要である。

こうした背景から、将来的に、定年退職者を含めた人材や技術・ノウハウを活用することにより、コンビナート関連企業が水素流通管理ビジネスに参入していく方向が考えられる。

なお、今後 FCV の普及が進む中で、自動車への燃料充填という点で共通するガソリンスタンド併設型の水素ステーションが増えてくることが予想される。現在、ガソリンスタンドでは、ガソリン販売量の減少により、経営が難しくなっており、レンタカーや中古車販売などのさまざまな自動車関連サービスを行っている。また、電力の小売全面自由化が進む中、エネルギー需要の最適化を図る事業も考えられる。こうした背景から、将来、地域における電力等のエネルギー需要の最適化を図る役目（アグリゲータ役）を水素ステーション運営者が担うことにより、水素ステーションの運営コストの一部を賄っていく方向も考えられる。

図 25 高圧ガス製造保安責任者試験乙種（化学・機械）合格者数（平成 28 年度）



（資料）高圧ガス保安協会ウェブページ合格者番号の公表を基に作成

1.2.2 県内産業・技術の現状とビジネスチャンス

1.2.2.1 県内における水素関連分野への取組状況等

岡山県内には、水素ステーションやFCVの部品加工・製造に取り組む企業があるものの、まだわずかであり、ロードマップにおいて示される将来の家庭用燃料電池やFCV等の普及見込みを考えると、市場拡大が見込まれる水素関連分野に取り組む県内企業を順次増やしていくことが期待される。

また、「1.1.3 水素関連技術の動向」でみたように、家庭用燃料電池やFCVについては、現在、低コスト化や高耐久化に向けた製品・研究開発が進められている。こうした取組にあたり、県内企業が保有する技術を応用した新たな加工方法等が適用できれば、水素関連分野でのビジネスチャンスが生まれる可能性がある。

加えて、岡山県内の大学等においては、水素関連分野での先端的な研究を進めている研究者も存在しており、将来、こうした研究シーズを製品開発に結び付けることも期待できる。

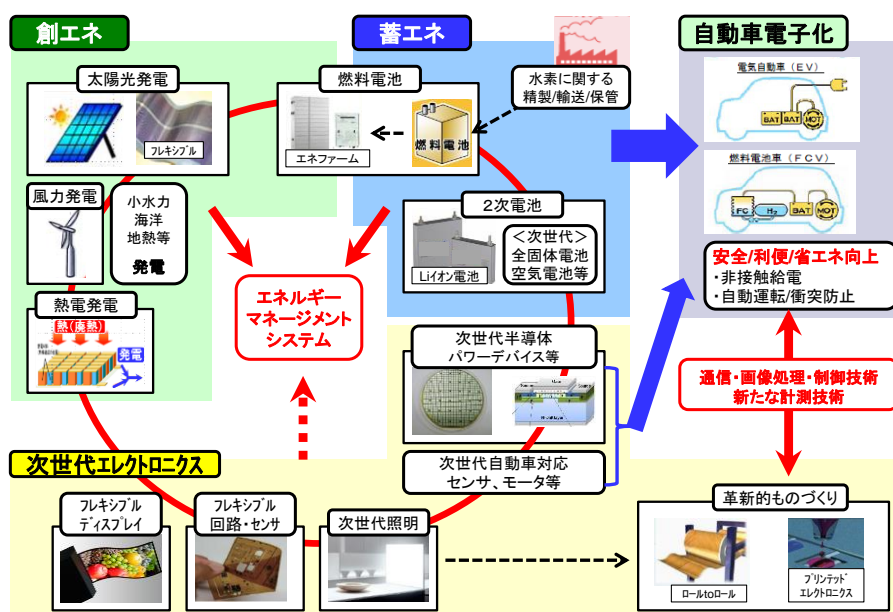
こうした状況を踏まえ、県内企業の水素関連分野への参入可能性を検討するため、岡山県における水素関連分野への参入支援の取組、県内企業が保有する技術、県内における水素関連の研究開発の状況について概観する。

1.2.2.2 岡山県における水素関連分野への参入支援の取組状況

岡山県では、新エネルギー・次世代エレクトロニクスを対象とする次世代産業分野への県内企業の参入を促進するため、2014年度から次世代産業育成事業に取り組んでいる。

具体的には、太陽光発電・風力発電などの「創エネ」、燃料電池や二次電池などの「蓄エネ」、フレキシブルディスプレイ等の「次世代エレクトロニクス」、EV（電気自動車）やFCVに関する「自動車電子化」に加え、これらを結び付けるエネルギーマネジメントシステムを対象分野としている（図26）。

図26 次世代産業育成事業の対象分野



(資料) 岡山県「岡山県における次世代産業育成について」

次世代産業の育成に向けて、大学等との共同研究を支援する「次世代産業研究開発プロジェクト創成事業」では、2014年度から2016年度までの3年間でのべ30件の共同研究開発が採択されており、水素関連分野としては、水素ガスセンサや水素配管システムに関する研究開発が進められている。

また、岡山県では、2015年度から岡山県工業技術センター、(公財)岡山県産業振興財団に加え、国立研究開発法人産業技術総合研究所(AIST)等とも連携して「水素関連技術研究会」を開催している。研究会は、市場拡大が見込まれる水素関連産業分野への県内企業の参入を促進することを目的としており、水素関連分野に係る技術・市場動向などの技術・知識の習得を支援している。

岡山県では、このほか、機器開発ニーズの把握や技術課題に対応するため、機器メーカーや公設試験研究機関と県内企業とのマッチングを通じ、県内企業の水素関連分野における技術の応用可能性の探索や研究開発の推進を支援している。

1.2.2.3 県内企業の保有技術と水素関連分野への参入状況

a. 金属加工技術

岡山県北の津山地域には、かねてよりステンレス関連産業が発展しており、全国トップレベルの金属加工技術を持つ企業が集積している。こうした地域特性を活かし、ステンレス加工を中心とした各種金属加工企業と学・官を含めた総合的なネットワークとして津山ステンレス・メタルクラスターが形成されている。

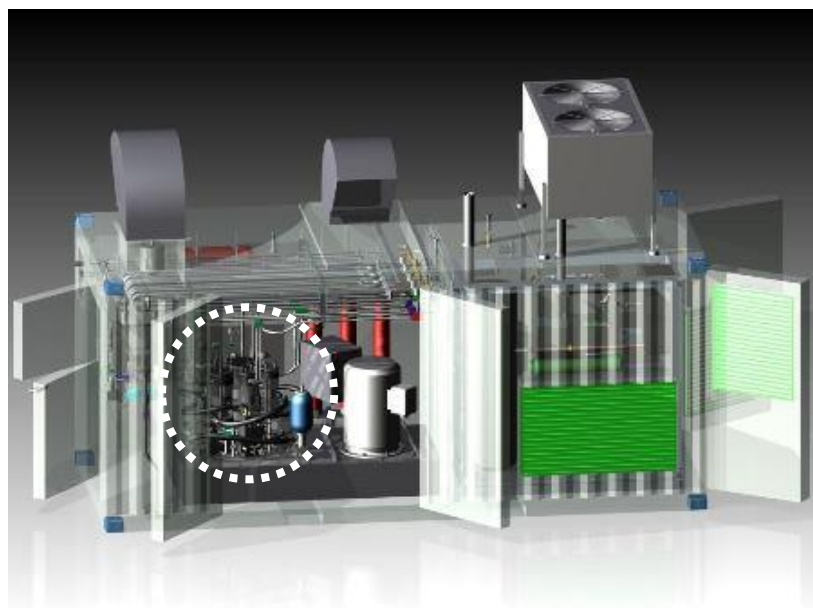
津山ステンレス・メタルクラスター会員企業では、これまで食品・医薬品の製造プラントで用いられるバルブ・パイプ・継手等で、ステンレスの加工を手がけてきている。こうした製造プラントでは金属の溶出による食品等への汚染・混入を防止するため、耐食性の高いステンレス素材が用いられている。この素材は一般的な金属素材よりも硬く粘りがあり加工が難しい素材であり、津山ステンレス・メタルクラスター会員企業には、特殊なステンレス素材に対応する鋳造、切削、板金・プレス、溶接といった各種加工技術が蓄積されている。

一方、金属材料は水素にさらされると鋼材の強度が低下する水素脆化現象が発生する。このため、水素ステーション等を構成する配管や継手などの部材(図27)ではニッケルを含むステンレス鋼等、水素脆化の影響が少ない特殊な金属材料が用いられている。この特殊な金属材料は、食品・医薬品の製造プラントで用いられる特殊なステンレス素材に近い特性を持っており、水素ステーション等を構成する部材加工の分野で、津山ステンレス・メタルクラスター会員企業が保有するステンレス加工技術を応用できる可能性が高い。

津山ステンレス・メタルクラスター会員企業の中には、既に水素ステーション等の部材加工について受注実績を有する企業もあり、今後の水素関連産業の進展に伴い、受注の拡大及び新規参入につなげることが期待される。

図 27 水素ステーションの配管と継手

水素ステーション内の配管



水素ステーション用超高压継手



(資料) 左：岩谷産業（株）ウェブページ (<http://www.iwatani.co.jp/jpn/newsrelease/detail.php?idx=1178>)
右：ヤマト産業（株）ウェブページ (http://www.e-yamato.co.jp/detail.php?cd_products=555)

b. セラミックス関連技術

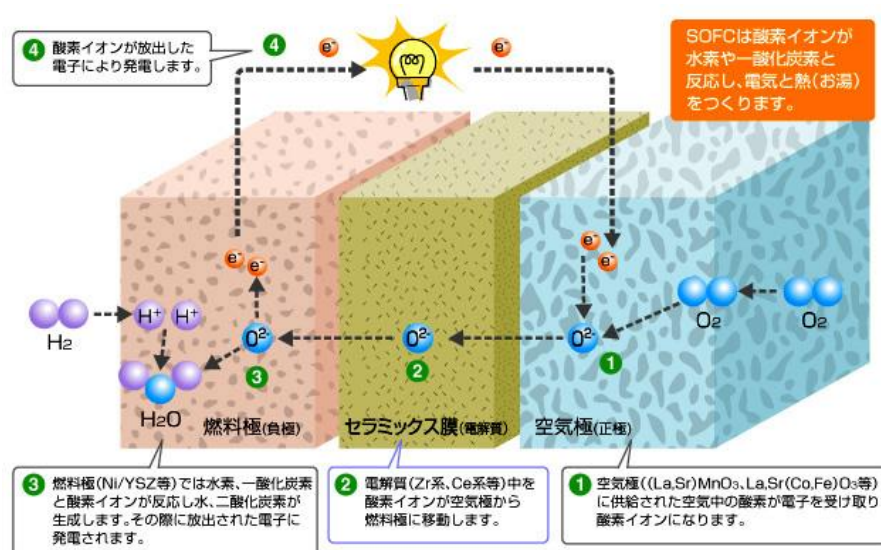
岡山県の備前地域は、日本の耐火物の3分の1を生産している耐火物関連企業の集積地である。地域には技術的な支援のため、(一財)岡山セラミックス技術振興財団が運営する岡山セラミックスセンターが立地し、日本で唯一の耐火物に関する公的研究機関として、耐火物の新規合成原料の開発等、セラミックスに特化した世界最先端の研究が行われている。

水素利活用の分野において、セラミックスは、発電効率が高く作動温度が約700度以上となり業務・産業用燃料電池での実証も進められているSOFC型(固体酸化物形燃料電池)の電解質(図28)として実用化が進められているほか、これまで日本が蓄積してきたセラミックス技術を活用し、高効率での水素製造を目指した水素分離膜、高密度で水素貯蔵ができる水素吸蔵材料などに応用する研究が大学、水素関連機器メーカー等で行われている。

岡山県内の耐火物関連企業は、これまで素材としての耐火物を電子機器メーカー等へ提供する企業が多く、燃料電池のセパレータ等の部材を開発した経験のある企業はないと考えられるが、(一財)岡山セラミックス技術振興財団の会員企業の中には、高精度・高耐熱のファインセラミックスを取り扱い、新しい分野での取組を進める意向を持つ企業が存在している。

定置用燃料電池等については、低コスト化が求められていることから、耐火物関連企業が持つセラミックス関連の素材開発・製造・応用技術を活用し、今後、SOFC型(固体酸化物形燃料電池)の電解質として用いられているジルコニアをはじめとするセラミックス素材関係で、水素利活用製品メーカー等から求められるセルスタック素材や構造の見直しといった技術課題への対応や、燃料電池の効率を高めるためセルスタックと燃料改質装置を覆う断熱材として用いられているセラミックス製の部材について、新たな加工方法等、生産コストの低減につながる提案ができれば、ビジネスチャンスが生まれる可能性がある。

図 28 セラミックス膜を電解質に用いる燃料電池の模式図



(資料) 大阪ガス (株) ウェブページ (<http://www.osakagas.co.jp/rd/fuelcell/sofc/sofc/>)

c. 水素関連分野への参入に係るヒアリング結果

本調査では、県内企業のうち水素関連分野の受注実績がある企業、研究開発に取り組む企業を中心とする 12 社に水素関連産業への参入意向等についてヒアリングを実施した。実施結果は次のようにまとめられる。

(a) 水素関連分野への参入状況等

- ・食品・医薬品製造プラント等で用いられる特殊なステンレス部材の加工技術を活かし、水素ステーション関連の継手等の部材加工を既に受注している。
- ・家庭用燃料電池の貯湯ユニット向けに、ステンレス鋳造による配管部材を製造した実績がある。
- ・IT 関連機器に使用される精密加工部品等、特殊な超精密切削加工を得意としており、水素関連分野で使用される特殊なステンレス素材の加工も行っている。
- ・食品・医薬品製造プラント等で使用されるポンプ、バルブ、配管部品等の加工を行っており、水素関連分野で使用される特殊なステンレス鋼材の加工の実績もある。
- ・FCV ではコストダウンを目的に電気モーターやインバーターなどの電気システムのシステム等でハイブリッド車と同じ技術が利用されており、当社で製造するハイブリッド車の部品も、一部、FCV に採用されている。
- ・FCV 用の燃料電池の周辺部分に使用されるガスケット（封止材）等について先行開発、共同開発を行っている。

(b) 水素関連分野への参入意向

- ・国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）と連携し、岡山県の「次世代産業研究開発プロジェクト創成事業」に採択され、水素社会の実現に向けた水素配管システムの製品実用化を目指している。

- ・水素ステーション整備の進捗に伴い水素関連部材の受注が増加していることもあり、今後の受注拡大に向け、加工設備の導入及び加工プロセスの最適化等の検討を行っていききたい。
- ・チタン、インコネル等の難削材の加工技術の研究を進めており、こうした技術をベースに、医療、航空機、水素関連分野を含め、微細な部品加工で参入できる分野がないか見極めている。
- ・新素材加工に対応するため、チタン溶接の試作等にも取り組んでおり、水素脆化への影響が少ない素材使用が進んだ場合、自社の加工技術を活かせる可能性がある。
- ・水素関連分野に限らず、いかなる分野においても、顧客の視点から性能、メカニズム、要件を考える提案型の企業として新しい仕事にチャレンジしたい。

(c) 水素関連分野への参入に当たっての課題等

- ・水素関連の部材は、試作品の評価を行うには防爆設備が必要となるなど評価が非常に難しい。外部の評価機関に依頼するしかないが、費用と時間がかかってしまう。
- ・水素関連分野は安全確保等の観点から要求される技術水準が高く、人材と資金の先行投資が続いている状況である。水素社会が本当に実現するのか、水素関連ビジネスがいつ立ち上がるのかといった情報が欲しい。
- ・水素関連分野の市場拡大は見込まれ、既存事業の発展形として取り組みたいが、水素関連機器メーカー等とのつながりがなく、具体的な開発ニーズを把握するのが難しい。

(d) ヒアリング結果のまとめ

県内企業の水素関連分野への参入状況としては、水素ステーションやFCVの部品加工・製造に取り組む県内企業があるものの実際に参入できている県内企業はまだ数社のみとわずかである。しかし水素関連分野は今後の市場拡大が見込まれると期待しており、自社の保有技術を活用し、水素関連分野への参入を目指す企業が存在している。

一方で、水素関連分野は、安全性確保の観点から性能・信頼性の証明を求められるなど技術水準も高く、水素関連機器メーカーとのつながりがなく家庭用燃料電池やFCV等の機器要求仕様等の具体的な開発ニーズを県内企業では十分に把握できていない状況にある。また、水素社会がいつ実現するのかを見通せない中での水素関連機器の開発では、性能・信頼性を確保するため試作・評価を重ねる必要があるなど開発期間が長期にわたることから、人材・開発資金等の先行投資が必要となるなど、参入に当たって課題がある。

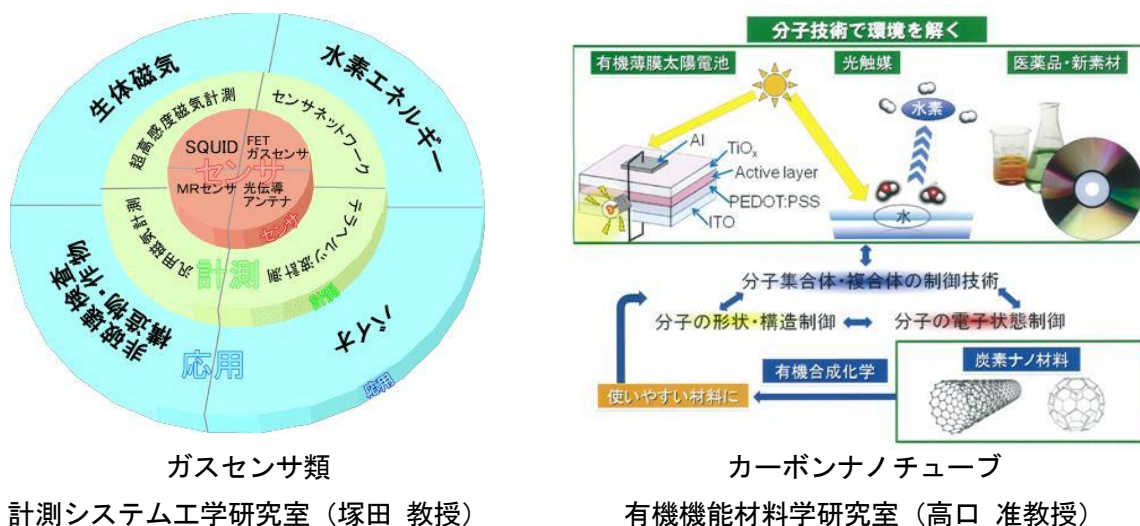
1.2.2.4 県内における水素関連の研究開発の状況

岡山県内の大学等で行われている水素関連の研究開発の状況を把握するため、岡山県内で「燃料電池」をキーワードとする特許についてみると、岡山大学を権利者とする特許が多く、中でも塚田啓二教授(岡山大学工学部電気通信系学科)、高口豊准教授(岡山大学環境理工学部環境物質工学科)の特許が複数みられる。塚田教授の有する特許は常温動作可能な超薄膜水素ガスセンサをはじめガスセンサに関するもの(図29左)が多く、高口准教授の有する特許は太陽光により水から直接水素を取り出すことができる光触媒にも用いられるカーボンナノチューブ(炭素原子が網目状に結び付いた筒状の微細物質、図29右)に関するものが多

い。

このほか、地域と連携した取組が期待される輸送・貯蔵の面から、県内研究シーズをみると、広範囲のエネルギーの効率的利用に寄与するエネルギーの輸送・貯蔵技術として、蓄熱材等を対象とする伝熱工学分野の研究がみられる。

図 29 岡山大学の水素関連研究例



(資料) 岡山大インキュベータウェブサイト

1.2.2.5 県内企業におけるビジネスチャンス

以上の岡山県における水素関連分野への参入支援の取組、県内企業が保有する技術、県内における水素関連の研究開発の状況を踏まえると、水素関連分野において、県内の産業・技術を活かした次世代のものづくり産業の育成につなげることが可能な分野として、金属加工分野とセラミックス関連分野があげられる。

金属加工分野では、津山ステンレス・メタルクラスター会員企業等が保有する特殊なステンレス素材等の加工技術が、水素ステーションや水素利活用製品の配管・継手などに展開できる可能性が高い。

セラミックス関連分野では、(一財)岡山セラミックス技術振興財団が運営する岡山セラミックスセンターの研究シーズ及び県内耐火物関連企業のセラミックス関連の素材開発・製造・応用技術が、燃料電池のセラミックス製電解質膜等に活用できる可能性がある。

また、県内には常温動作可能な水素ガスセンサや太陽光により水から直接水素を取り出すことができる光触媒に活用可能なカーボンナノチューブをはじめとする水素関連の研究シーズがあることから、産学連携を通じて実用化に向けた研究開発を進め、将来、CO₂フリーの水素製造装置などでの産業化を図ることも考えられる。

1.2.3 地球温暖化防止に向けた取組

1.2.3.1 地球温暖化対策

岡山県では、地球温暖化対策をより一層推進するために、「岡山県地球温暖化防止行動計画」を2017年3月に改定した。計画では、①強みを活かした低炭素社会の構築、②経済成長と環境負荷低減の両立への挑戦、③新エネルギーの普及・拡大、④県民総参加による取組の推進という4つの方向性のもと、地球温暖化対策を積極的に進めていくこととしている。

岡山県は、「晴れの国」といわれるほど降水量が少なく日照時間が長いこと、三大河川や森林などの自然資源が豊富であることなど、自然エネルギーに恵まれており、その活用ポテンシャルがある。また、県内では太陽光発電分野に関連する部材を製造する企業が立地し、市民共同発電所をはじめとする住民参加に基づく新エネルギーの導入の取組があるほか、木質ペレットの製造やバイオマス発電等、バイオマス利活用の取組も進められている。

2011年3月に策定された「おかやま新エネルギービジョン」では、豊富な自然エネルギーの有効活用、高度な利用技術の開発・普及を目指して、太陽光発電、木質バイオマスの利活用、小水力発電、EVの普及と技術開発という4つの重点分野が設定され、取組が進められている。これを受けて2012年度より、おかやまスマートタウン構想が推進されており、パイロット地域として、2012年度に赤磐市、西粟倉村、2013年度に津山市、2016年度に矢掛町が指定され、新エネルギーの導入拡大、新たなエネルギーシステムの構築に向けた取組が行われている。

なお、「おかやま新エネルギービジョン」についても2017年3月に改定され、従前の重点4分野とともに「今後期待される新たな視点」として、「水素の利活用」、「熱の有効利用」、「蓄エネの導入」が加えられた。

1.2.3.2 スマートコミュニティ形成

スマートコミュニティとは、家庭やビル、交通システムをITネットワークでつなぎ、地域でエネルギーを有効活用する社会システムである。低炭素社会を実現するエネルギー供給・利用の面からみると、供給面では再生可能エネルギーを含む電源のベストミックスを図り、利用面では蓄電池技術等により負荷平準化を行う地域エネルギーマネジメントシステムとして考えられる。

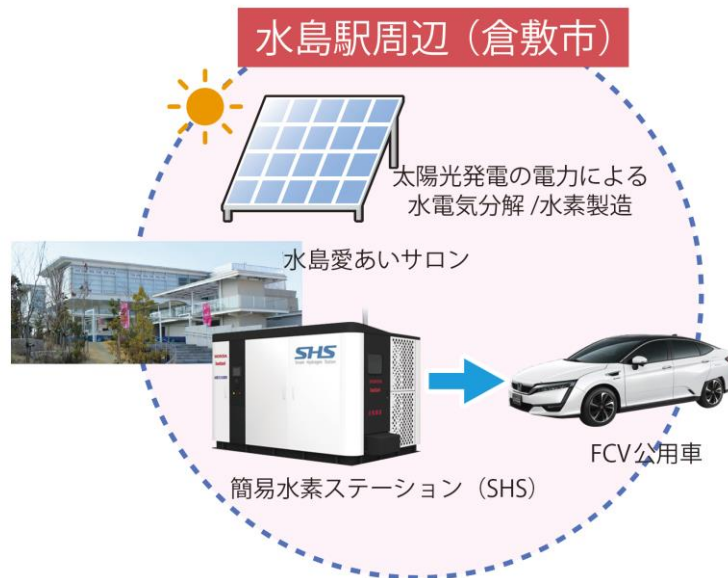
岡山県におけるスマートコミュニティ形成の取組としては、おかやまスマートタウン構想による4市町村の取組のほか、水素利活用に取り組む倉敷市の事業があげられる。

水島コンビナートが立地する倉敷市では、環境省の「地域再エネ水素ステーション導入事業」に採択され、水島臨海鉄道の水島駅付近に立地する水島愛あいサロン（倉敷市環境交流スクエア）の駐車場に簡易水素ステーション（本田技研工業（株）のスマート水素ステーション：SHS）を整備する計画である（図30）。簡易水素ステーション（SHS）は、水島愛あいサロンに設置されている太陽光発電を用いた水の電気分解により水素を製造する。水素製造能力は1.5kg-H₂/日、水素貯蔵量は約19kgであり、35MPa（約350気圧）でFCV約3～4台に充填できるとされている。当面は市が公用車として導入する予定のFCVへの水素充填が主となるが、市民の保有するFCVへの充填も視野に入れた検討が行われている。

今後、FCVが普及し、より大きな商用水素ステーションが必要となった場合には、水島コ

ンビナートからの水素供給が現実的になる。商用水素ステーションの設置とともに、地域の施設が連携してエネルギー融通・消費管理を行うスマートコミュニティ形成の取組に発展することが考えられる。

図 30 倉敷市の地域再エネ水素ステーション導入事業の概要



1.3 水素エネルギー社会到来に向けた有識者意見

水素が社会に広く受容されるか否かは、これからの取組にかかっている。このため、到来が期待される水素エネルギー社会に対して、どのように取り組むべきかといった展望について、コンビナート、県内産業、地球温暖化防止という3つの観点から有識者にヒアリングを行った。

1.3.1 コンビナート関係

1.3.1.1 橘川武郎教授（東京理科大学大学院イノベーション研究科）

水素社会構築への第一歩として、地域で可能であれば、苛性ソーダ等の生産で副生する水素の利活用が望まれる。また地域企業で水素リッチ（水素の含有率が高い）な副生ガスが発生しているのであれば、水素純度を上げて、ロードマップのフェーズ2以降の水素発電に備えていくことが望まれる。

ただし、水素需要の少ない現在は、各企業ともビジネスとしてはまだ動きにくい。このため、まず、コンビナートの競争力強化という視点で、企業共同によりコスト削減につながる取組を行い、企業連携を強めることが長期的な水素社会対応への足掛かりとなる。

水島地域は、人材育成では他のコンビナートがうらやむ形で事業が自立継続している。人材育成の取組と同様に、コンビナートの競争力強化を行う中で、水素社会への対応を織り込んでいくことが取組の契機となる。例えば鹿島地域では「鹿島臨海工業地帯競争力強化プラン」の中で、水素エネルギーの拠点化が重点施策の1つとしてあげられるとともに、電気や水などのユーティリティコストの低減、副生成物の利活用、連携・共同化の推進などがあげられている。

水島地域の特徴は、石油精製産業と石油化学産業が揃っていることである。加えて鉄鋼や自動車産業がある。また、水島地域にはLPG国家備蓄基地がある。これが国際的なハブとして機能することが、今後のエネルギー市場の戦略としては重要である。

フェーズ2以降の水素発電に関しては、水島地域で、既に水素含有の副生ガスを活用して発電を行っている事業が、今後どのように動くかが鍵となる。

石油化学産業では、より最終ユーザーに近く付加価値の高い川下の製品生産にシフトしたほうが収益率は上がる。水島ではエチレンセンターの集約が行われたため、今後は発電やエネルギー供給も含めてユーティリティの一体化を図り、各社が付加価値の高い川下の製品生産に専念できる環境を整える方向が考えられる。

1.3.1.2 稲葉和也教授（山口大学大学院技術経営研究科）

水島地域には水素供給のポテンシャルがある。（一社）岡山経済同友会の提言書（「花の都 東京、水の都 大阪、水素の都 倉敷～水島は未来のショーケース～」（2015年5月））にあるように、水素社会構築を民間がやる気になれば、実現できる地である。ただ、一般での水素需要の少ない現在は、行政が政策的に水素利活用を進めることにより、追って民間が動き出すであろう。花火を打ち上げる必要はある。最初は苛性ソーダ等の生産で副生する水素の利活用が望まれる。

岡山県は地理的に四国と本州を結んでいる交通の要衝であることから、水島は四国への水

素供給拠点としても考えられる。

川崎重工業（株）は、海外で褐炭を用いた発電により電気分解で水素を製造し、製造時のCO₂はCCSにより地中埋蔵することによって、CO₂フリーの水素として、神戸に輸入することを計画している。ただし、これは海外に依存する現在のエネルギー輸入の構造と同様となる。エネルギーを可能な限り地産池消することが必要である。

ビジネスとしてのエネルギー創出には資金が必要となるが、水素需要が創出されれば自然に動きが出る。水素の利活用をどのように行うかが鍵であり、ポイントは、日常的に使われるものを水素エネルギーで動かすことである。山口県では周南市、下関市でFCフォークリフトやゴミ収集車の実証を行っている。このほか、路線バス等、毎日、住民に使われるエネルギー源に水素を用いることで利活用を進めることが可能となる。岡山県北部ではバイオマスの利活用が既に進んでいる。知恵を出すのはこれからであり、農業用のトラクターの駆動エネルギーやビニールハウスに用いられる熱源・照明など、電気を用いるものを対象に水素の利活用を検討する必要がある。その際、地元中小企業の出番は、水素供給のための配管工事や基礎工事となる。

水島コンビナートは石油精製、石油化学、鉄鋼、自動車など、一地域でさまざまな産業が集約されている地域である。コンビナート全体で最適化を図るためには、半導体産業のように、地域内でどのようにモノの流れが起こっているかという情報を企業間で共有することが望まれる。いわば企業内だけではなく企業間で利用するオープンなIoT（さまざまな「モノ」をインターネットに接続し、情報交換を行う仕組み）である。コンビナートはその入門編となりうる。ドイツでは電子機器メーカーや自動車メーカーなどでインダストリー4.0（IoTの活用による生産プロセスの革新）が進められている。目指すべきところは、各社で最適化されているところをコンビナート全体として最適化することである。各社のデータを開示するのではなく、各社のデータを層別化し、その層別のデータをビッグデータとして共有することが考えられる。むろん実現は難しいかもしれない。ただし最初からできるかできないかの答えがわかっているものはイノベーションではない。天災へのリスク回避の面からも、東の鹿島とは異なる西の水島で行うことには意味がある。

1.3.1.3 コンビナートの競争力強化に向けて

ヒアリング結果より、コンビナートの競争力強化と水素利活用の両面に通ずるポイントは次のようにまとめられる。

- ・水素社会構築に向けた取組の第一歩として、ユーティリティコストの低減やインフラ整備をはじめとしたコンビナート企業間の連携・共同化の推進をできるところから始めることが考えられる。
- ・コンビナート企業間でオープンなIoTの活用を視野に入れた情報共有を構想し、コンビナート全体で最適化を図ることが水素を含むエネルギーやユーティリティの共有にも役立つ。
- ・水島コンビナートの全国的、国際的な位置づけも踏まえ、グローバルな観点にも立った広域的な水素供給・輸送ネットワークを構想することが期待される。

1.3.2 県内産業関係

1.3.2.1 塚田啓二教授（岡山大学工学部電気通信系学科）

2014年度の岡山県の「次世代産業研究開発プロジェクト創成事業」による試行研究では、県内企業とともに「水素エネルギー安全活用のための超薄膜水素センサの研究開発」を実施した。研究は継続中であり、他のセンサも合わせて、量産ラインでの新たなプロセスを検討している。

また、社会インフラを対象に非破壊検査を行うプロジェクト（「インフラ劣化評価と保全計画のための高感度磁気非破壊検査」）を実施しているほか、IoTにおけるマルチセンサの位置の研究を通じて、システム内のセンサの有効性について検証している。この点は、コンビナート企業間のIoTシステム構築の際の要素技術として考えることができる。

常温動作する安価な水素ガスセンサは水素社会構築には欠かせないことから、センサをはじめとする安全関連機器を県内企業と連携して開発する方向が考えられる。

1.3.2.2 高口豊准教授（岡山大学環境理工学部環境物質工学科）

カーボンナノチューブの光触媒機能（光エネルギーを利用した物質変換機能）を活用したカーボンナノチューブ光触媒は、太陽光等の自然エネルギーにより水を水素エネルギーに変換することができることから、将来のエネルギー創出につながる材料として注目されている。また、CO₂から合成されるため、CO₂排出削減にも有効である。

将来の水素社会について、住宅等の屋上に太陽光利用水素製造デバイスを設置し、小型の水素貯蔵装置と純水素型の定置用燃料電池とを組み合わせたCO₂フリーの水素モジュールにより、各家庭で発電と水素製造を行うことができる小規模分散型の創エネ拠点を展開し、不足分の水素をコンビナート等からの流通で補うことを構想している。

将来、カーボンナノチューブ光触媒を活用したCO₂フリー水素製造の実用化に向けて、産学連携により応用・開発研究を進めていくことが考えられる。

1.3.2.3 堀部明彦教授、春木直人准教授（岡山大学工学部機械工学科）

現在の主な研究テーマは、①熱エネルギーの輸送・貯蔵における潜熱蓄熱（物質の状態が変化する際に必要な熱を利用した蓄熱）システムおよび熱輸送に関する研究、②新たな冷凍空調システムの開発における収着剤の熱・物質移動に関する研究、③さまざまな伝熱現象の工業的利用における凝固・融解現象等の解明に関する研究である。

①に関しては、エリスリトール（天然の糖アルコール）の蓄熱材としての利用について研究しており、他の蓄熱材についての検討も鉄鋼業界との共同研究として推進している。②に関しては、有機系の収着剤の研究を地元アクリル繊維メーカーとの共同研究として進めている。

①はコンビナートにおける未利用熱の有効利用を実現化する熱輸送媒体に関するもの、②はデシカント空調（除湿剤を用いた空調）による工場の現場作業員の快適性向上や熱エネルギーの有効利用に関するものであり、いずれもコンビナートの競争力強化に資する研究である。また、エネルギー輸送・貯蔵の面で、水素エネルギーと熱エネルギーなど、複合的なエ

エネルギー媒体を同時に輸送することで輸送コスト低減に役立つ技術研究でもある。

エネルギー輸送・貯蔵媒体に関する企業との共同研究をさらに推進することにより、2030年頃に見込まれる大規模な水素供給システムの確立に寄与することが期待できる。

1.3.2.4 県内産業の振興に向けて

以上のような研究シーズから、水素管理のための安価な水素ガスセンサシステムの普及、カーボンナノチューブ光触媒等による民間住宅での創エネ、水素エネルギーと熱エネルギーの複合化を可能とする蓄熱材等を活用したエネルギー輸送・貯蔵媒体の多様化などについて考えることができ、これらの研究シーズの製品化を県内企業が担うことも期待される。

水素社会構築に向けて、こうした県内で特色のあるシーズを実用化し、さらに製品化していくために、産学連携による研究や実証構想を立案していくことが望まれる。

1.3.3 地球温暖化防止関係

1.3.3.1 大島堅一教授（立命館大学国際関係研究科）

日本のこれまでの大規模集中型エネルギーシステムによるエネルギー供給は2つの限界にぶつかっている。1つはエネルギー消費により発生する環境問題を抱えていること、もう1つは化石資源やウラン資源といった枯渇性資源の消費を前提にしていることである。環境問題として、気候変動（地球温暖化）は重大な問題であり、環境負荷の大きい大規模集中型のエネルギーシステムから再生可能エネルギーを中核とする地域分散型のエネルギーシステムに変革していく必要がある。

代表的な分散型エネルギー関連技術として、①自家発電、②太陽光発電に代表される再生可能エネルギー、③新技術、④省エネがあげられる。このうち④省エネは需要家の行為に関係するため、エネルギー創出の観点からみると、①自家発電、②再生可能エネルギー、③燃料電池や蓄電池などの新技術が重要となる。

環境省の「地域再エネ水素ステーション導入事業」でも進められているように、再生可能エネルギーから電力を創出し、その余剰電力を電気分解により水素として貯蔵することで、蓄電池よりも長期のエネルギー貯蔵が可能になる。また、水素をFCV等の移動体や定置用燃料電池で用いることも可能となる。

将来の地域分散型エネルギーシステムへの移行には、事業主体や関係者が社会問題の解決や地域発展を目的とした理念・倫理規範を持っていることが不可欠である。その代表例として、岡山県の西栗倉村などがあげられる。同村では、市民共同発電所（太陽光発電）の設置に取り組んでおり、住みやすいまちづくりを実現する目的で事業が進められている。

地域で、長期的な目標を持ちスマートコミュニティを形成していくことにより、電気・熱といったエネルギーの総合活用だけでなく、再生可能エネルギー設備の運転・維持による雇用創出も可能になる。

岡山県は、「晴れの国おかやま」といわれている。日照時間が長い地域特性を活かして、エネルギーシステムのパラダイム変換を実証していくことに適した地であるといえる。

1.3.3.2 環境負荷の低減に向けて

環境負荷低減の観点からみた今後の水素利活用における示唆は以下のように整理できる。

- 環境負荷低減のためには、地域分散型のエネルギーシステムが必要である。再生可能エネルギーを中核として、燃料電池等の新技術や省エネ技術などを組み合わせたシステム構築が必要である。
- 岡山県は、日照時間が長い地域特性を活かし、太陽光発電を軸にスマートコミュニティ形成を図るのに適した地である。

2. 岡山県における水素エネルギー社会到来に向けた展望

2.1 取組の方向性

これまでの調査結果を踏まえると、今後の取組の方向性として、「コンビナートの競争力強化」「県内産業の振興」「環境負荷の低減」の3つが考えられる（図 31）。

① コンビナートの競争力強化

水島コンビナートにおいて、水素エネルギーの供給・利用をはじめとする企業間連携・共同化を図り、コンビナートの全体最適化を通じた競争力強化と水素供給・利活用の拠点化を目指す。

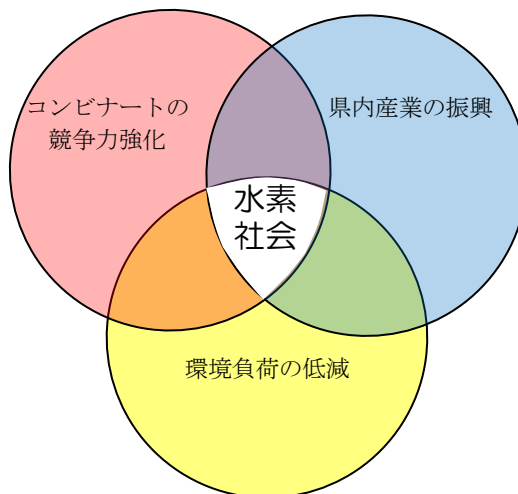
② 県内産業の振興

県内の中小企業、コンビナート企業や大学等が有する水素関連技術・研究シーズを活かし、産学連携等による研究開発を促進することにより、水素関連産業の創出を目指す。

③ 環境負荷の低減

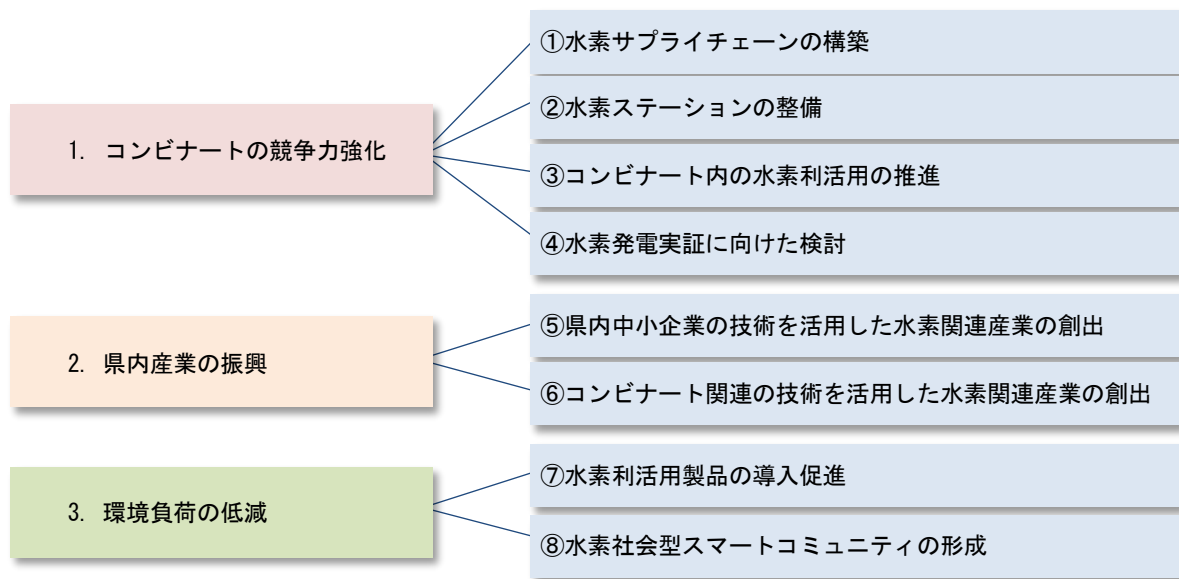
水素利活用製品導入や水素供給インフラの整備を促進し、地球温暖化防止に積極的に取り組む。

図 31 取組の方向性



また、「コンビナートの競争力強化」「県内産業の振興」「環境負荷の低減」の取組の方向性に対応し、8つの分野を考えることができる。（図 32）。

図 32 水素エネルギー社会到来に向けた取組の方向性



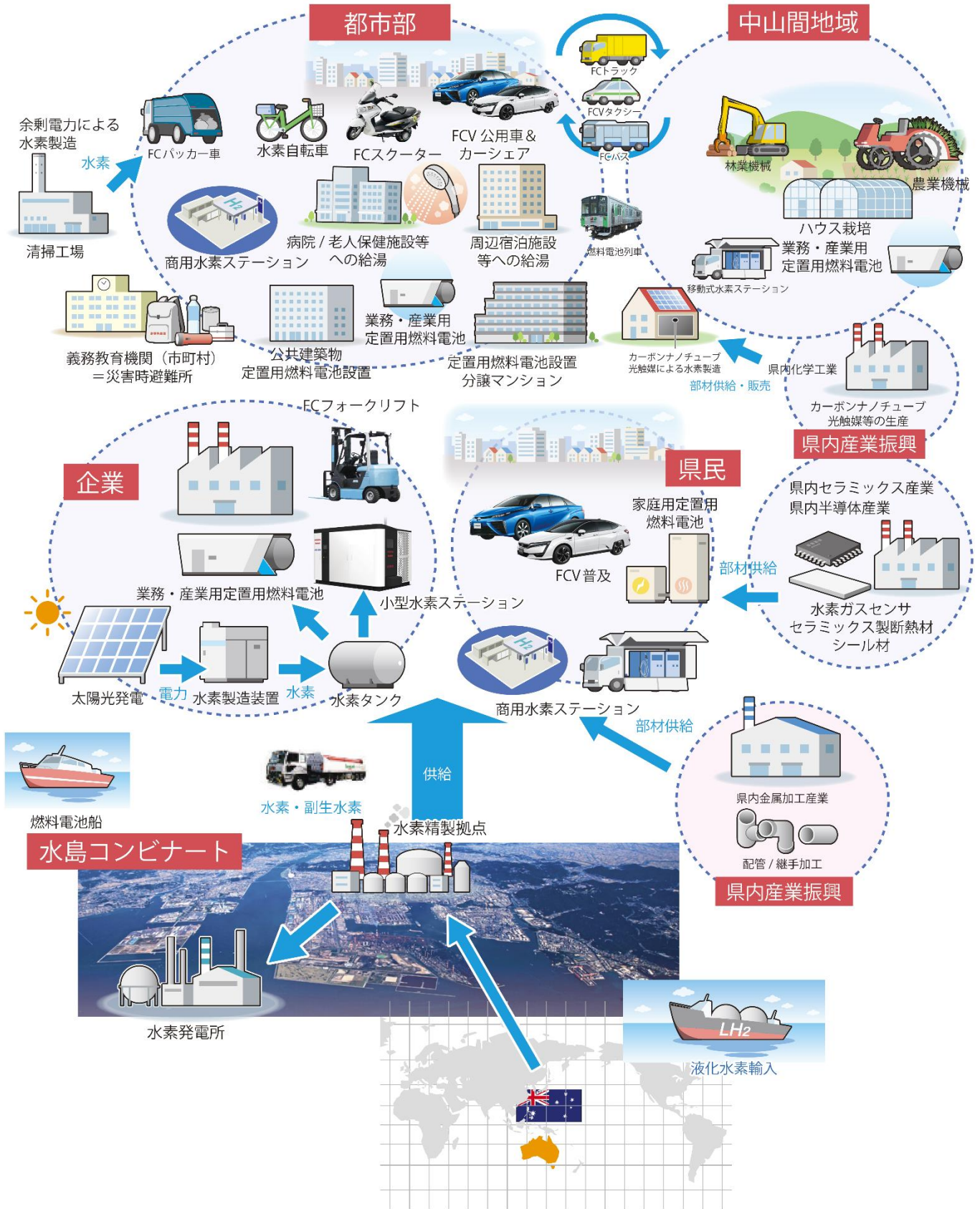
2.2 将来の岡山県における水素利活用の可能性

ロードマップどおりに水素社会が構築されると仮定した場合の将来（2040年頃）の岡山県における水素利活用の可能性について描いたのが図 33 である。図では短期の 2020 年頃までに、定置用燃料電池や FCV の普及、水素ステーション整備が始まり、中期の 2030 年頃までに水素発電の導入と大規模な水素供給システムが確立していることを想定している。加えて、長期の 2040 年頃には水素製造技術の多様化や広域的・国際的な水素供給ネットワークの形成が進んでいる姿を見込んでいる。

岡山県における水素サプライチェーンの特徴は、水素供給の面で水島コンビナートが拠点の役割を果たすことである。このほか、日照時間の長さを活かした太陽光発電や県北部で先進的な取組が進められているバイオマスの利用を含めて、これらの再生可能エネルギーと水素を複合的に活用して地域分散型のエネルギーシステム創出につなげ、都市部や中山間地域の実情に応じた多様な水素利活用を実現することが可能であることも岡山県の特徴である。

また、図 33 では、水素サプライチェーンに加えて、県内産業振興として中小企業やコンビナート企業の技術等を活かした次世代産業創出の姿も描いている。具体的に、短期では金属加工技術による配管や継手などの加工・製作、中・長期では、定置用燃料電池内のセラミックス製電解膜や断熱材、シール材やセラミックス関連部材の創出、カーボンナノチューブ光触媒など、産学連携を通じた県内研究シーズの産業化に期待ができる。

図 33 将来の岡山県における水素利活用の可能性



2.3 コンビナートの競争力強化

2.3.1 水素サプライチェーンの構築

水島コンビナートにおいては、水素需給はバランスしており、即座に水素供給に対応することは難しい。また、水素外販のためには設備投資が必要となるが、現時点では採算性の確保は難しく、当面、新規の外販体制を整えることは考えにくい。しかし、将来、ロードマップのとおり、全国で順調に水素供給システムが確立され、外販のための設備投資回収に見合う適正な価格・量での水素取引が可能となった場合には、水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを活かすことができると考えられる。

将来の水素社会では、再生可能エネルギーと水素を複合的に活用する地域分散型のエネルギーシステムが、都市部や中山間地域で実現すると考えられる。その際には、水素エネルギーの安定供給拠点として、水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを活かした水素サプライチェーンを構築することが考えられる。

ロードマップにおける水素社会実現に向けた3つのフェーズにあわせて、短期では、水島コンビナートを起点とした近距離地域におけるスマートコミュニティ実証に対する水素供給や、今後、整備が進むと考えられる水素ステーションへの水素供給体制の整備について検討することが望まれる。中・長期では、県内や近県を対象としたより広域での水素サプライチェーン構築が、さらに長期ではLPGの国家備蓄基地を有する港湾機能も活かして、水素輸入で海外ともネットワークされる水素サプライチェーン構築が期待される。

2.3.2 水素ステーションの整備

FCVが短期的に普及していくことは難しい状況にあるものの、ロードマップでは、今後のFCVの普及のほか、FCバス等の本格的な導入などにより、水素利用の飛躍的拡大を見込んでおり、水素ステーションの着実な整備を目指している。

全国でFCV等の普及にあわせた水素ステーションの整備が進む中、岡山県においても、国の動きを見据えて水素ステーションの整備に向けた準備を行っていくことが考えられる。

2.3.2.1 水素ステーション整備箇所数の試算結果

ロードマップでは2030年に全国で80万台程度のFCVの普及、900箇所程度の水素ステーション設置を目標としている。ロードマップの想定どおりにFCVの普及が進んだ場合、全国のFCV普及目標台数から、2016年3月末の自動車保有台数の全国比に基づいて、岡山県における台数を按分すると、岡山県では2030年に16,000台の普及となる。また、全国の水素ステーション1箇所あたりのFCV普及台数を基に、岡山県内で必要な水素ステーション数を試算すると、2030年に18箇所程度となる(表10)。

表 10 水素ステーション整備箇所数の試算結果（2030年）

全 国	FCV 将来普及台数	800,000 台
	水素ステーション将来整備箇所数	900 箇所
	水素ステーション1箇所あたりFCV普及台数	889 台
岡山県	岡山県 FCV 将来普及台数 (自動車保有台数の全国に占める割合より按分)	16,000 台
	岡山県の水素ステーション将来整備箇所数	18 箇所

(注) 2030年の水素ステーション将来整備箇所数についてはFCV普及台数あたりの整備数から推計
 (資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016年3月22日)
 (一財) 自動車検査登録情報協会ウェブページ「都道府県別・車種別保有台数表」

2.3.2.2 水素ステーションの整備主体

水素ステーションの整備は民間事業者が行うこととなる。行政の役割としては、水素ステーション整備のために一定期間、公有地を無償もしくは低額で貸与することなどの支援について検討することが考えられる。

2.3.3 コンビナート内の水素利活用の推進

今後とも、海外コンビナートの能力・機能増強が想定され、わが国のコンビナートを取り巻く競争環境は一段と厳しくなると考えられる。

こうした中、水島コンビナートでは、競争力強化の一環として、生産過程で発生する水素の有効活用をさらに進めていくことが考えられる。そのためにも、図 21 にみられるコンビナート内での水素・オフガスネットワークの拡大も念頭に置き、エネルギーや原燃料調達をはじめとする全体最適化を行うことが求められる。その実現に向けては、IoT 等を活用し、スマートコンビナートの構築を行っていくことが考えられる。

また、水島コンビナートの水素を、近距離地域のスマートコミュニティ実証に供給することや、将来の水素供給体制としてコンビナート企業の連携による水素精製拠点設立について検討を行うことが考えられる。

2.3.3.1 IoT を活用したスマートコンビナートの構築

水島コンビナートの競争力強化には、各社の取組だけでなく、これまで以上にコンビナート全体で原材料調達やエネルギー利用の最適化を図っていく必要がある。

最適化の手段として、IoT を活用することがあげられる。例えば、(一社) 日本化学工業協会は、IoT を利用してコンビナート各社の設備の稼働データを収集し安全対策に活用できる共通基盤を構築する実証プロジェクトの実施を計画している。また、経済産業省でも、水島コンビナートや鹿島コンビナートを想定し、IoT 活用により工場の安全・安心の確保と生産性向上を両立するシステムについて、2017 年度以降の導入を目指しているとされている。

こうした動きを踏まえ、コンビナート企業間での IoT 活用を進め、エネルギーや原材料調達等でコンビナート全体の最適化に資するシステムへと発展させていくことが望まれる。

将来、生産性向上に向けた情報管理をコンビナート全体で行うスマートコンビナートを構築する方向が考えられる。

2.3.3.2 スマートコミュニティ実証の推進

水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを活かしたスマートコミュニティ実証では、水島から近距離地域で、コンビナートの水素の輸送・貯蔵から利用までを行う水素サプライチェーンの構築に向けて、技術課題や経済性等を検討していくことが考えられる。

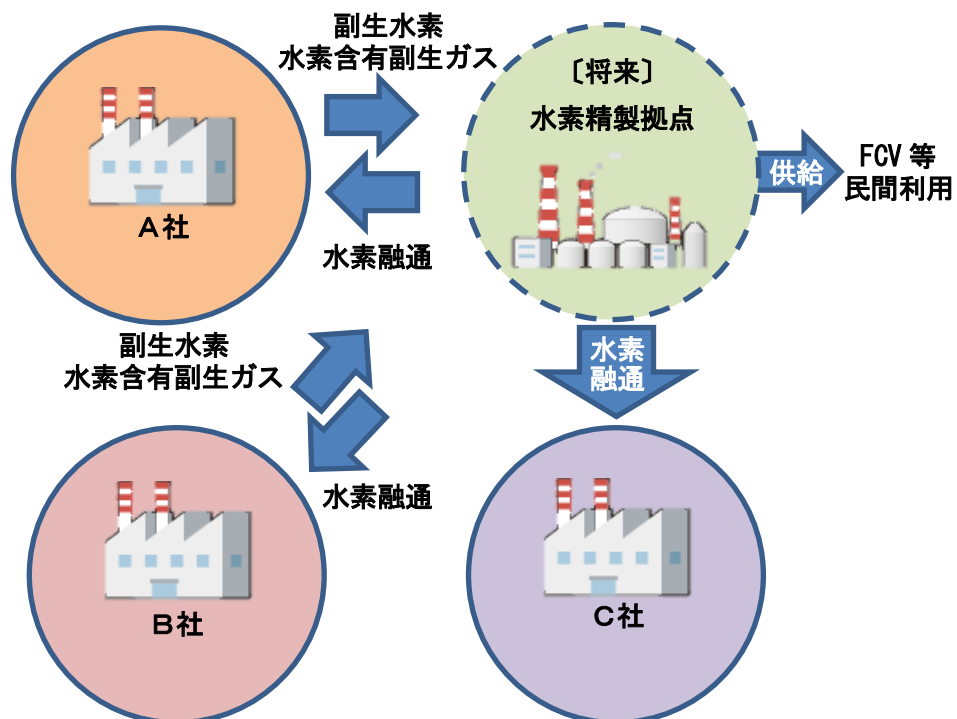
例えば、倉敷市では水素利活用の取組が始まっており、今後、FCV が普及し、より大きな商用水素ステーションが必要となった場合には、水島コンビナートからの水素供給が現実的となる。水島愛あいサロンにおける取組は、再生可能エネルギー由来の CO₂ フリーの水素を利活用するものであるが、水素社会構築を目指していくためには、商用水素ステーションの設置とともに、地域の施設が連携してエネルギー融通・消費管理を行うスマートコミュニティの実証へと発展させていく必要があると考えられる。

このほか、業務・産業用燃料電池による発電、発電時の熱による温水製造、給湯需要の多い業種の施設との連携などが考えられる。給湯需要が多い業種としては、宿泊業やリネンサプライ業、美容・理容業、医療施設や介護施設などがあるが、岡山県の場合、製造工程において給湯需要の大きい繊維産業との連携が考えられる。

2.3.3.3 水素精製拠点設立の検討

水素社会の実現がロードマップどおりに順調に進んだ場合、FCV 等や水素発電の普及により、中・長期的に大量の水素需要が発生する。この際には、水島コンビナートの各社が独自に水素を作るのではなく、生産工程で副生する水素を活用し、各社が使用する工程に必要な純度に精製することで、安価に水素を企業間で融通する水素精製ネットワークを構築することが考えられる。

図 34 水島コンビナート内の水素利活用（将来イメージ）



このネットワークの中心として、最終的に FCV にも活用できる高純度の水素を製造する水素精製拠点を共同で設立することができれば、大量の水素需要にも対応できる可能性がある。また、その拠点が水素の供給のみならず、コンビナートのエネルギーやユーティリティの共同管理を行っていくことも期待される（図 34）。

2.3.3.4 広域的でグローバルな水素供給・輸送ネットワークの形成

ロードマップでは、2040 年頃にトータルでの CO₂ フリー水素供給システムの確立が目指されており、あわせて国内では水素発電も普及していると考えられている。

水島コンビナートには、現在、LPG の国家備蓄基地があり、将来的には、水素の製造拠点、さらには水素も含めたエネルギーの輸入拠点になることが考えられる。こうした機能を活かして、中・長期では、中四国地域の水素サプライチェーンの製造・輸送の起点となる可能性がある。

2.3.4 水素発電実証に向けた検討

ロードマップにおいては、2030 年頃に発電事業用水素発電の本格導入が開始されていることを見込んでいる。中・長期的に安価な水素が供給される場合には、水島コンビナートにおいても水素発電が導入され、電力を含むエネルギー供給拠点としての役割を果たしている可能性がある。

このため、水島コンビナートにおいては、発電所の立地や水素供給ポテンシャルを活かし、2020 年以降 2030 年までの実施が予定されているガスタービンを活用した混焼方式、専焼方式の水素発電実証試験への協力を検討することが考えられる。

水島コンビナートにおけるガスタービンの設置についてみると、瀬戸内共同火力（株）倉敷共同発電所で 1994 年に導入されており、JFE スチール（株）の高炉ガス（水素含有量が 50% を超える副生ガス）を主燃料として発電が行われている。このほか、中国電力（株）水島発電所の 1 号機でも天然ガスを燃料とするガスタービンが導入されている。

水素発電の実現により、水島コンビナートの水素供給ポテンシャルを十分に発揮することが期待できる。また、水素精製拠点や IoT 等を活用したスマートコンビナートシステムと連携することにより、コンビナート全体でのエネルギーや原材料調達の最適化が一段と進むことも期待できる。

2.4 県内産業の振興

2.4.1 県内中小企業の技術を活用した水素関連産業の創出

「1.2.2.5 県内企業におけるビジネスチャンス」で検討したように、ビジネスチャンスのある分野として、①金属加工分野（水素ステーションや水素関連機器内部の配管、継手等）、②セラミックス関連分野（定置用燃料電池のセラミックス製電解質膜等）、③産学連携による研究シーズの産業化（水素ガスセンサ、カーボンナノチューブ光触媒等）が想定される。

こうした県内企業の保有技術等を活かしたビジネスの実現に取り組んでいくことが考えられる。

2.4.1.1 金属加工分野でのビジネス展開

金属加工分野は、津山ステンレス・メタルクラスター会員企業等のステンレスをはじめとする金属加工技術を活かせる分野であり、既に水素ステーションへの部材供給に参入している企業もあることから、短期での参入可能性が高い。

津山ステンレス・メタルクラスター会員企業等の金属加工技術を活かすことができる製品対象として、水素ステーションや定置用燃料電池などの水素利活用製品の配管・継手での受注拡大、新規参入を図ることが考えられる。このほか、水素貯蔵タンクや熱交換器等の関連機器、水素ステーション周辺製品への展開の可能性も高い。特に、水素の輸送車両に搭載する新たなタンクやカードル（ガスを大量に供給するためにガス容器を集結させた機器）のほか、将来的にパイプラインにおける配管・継手などでは、輸送効率向上に資する新たなアイデアのもとで参入可能性が高まると考えられる。

ただし、水素関連機器の部材については、水素関連機器メーカーの研究開発時点から部材供給に参画している大手・中堅企業が、過去の納入実績を基に既に高いシェアを持つ傾向にある。県内の中小企業がこれらに対抗し、水素関連機器メーカーと新たに取引を開始するには、他社が真似できない独自技術や独自生産体制を有することが重要といえる。

2.4.1.2 セラミックス関連分野でのビジネス展開

セラミックス関連分野については、備前地域を中心とした耐火物関連企業（セラミックス産業）の集積を活かすことが可能である。

ただし、燃料電池メーカーにとって、燃料電池のセル（燃料電池本体を構成する板状の燃料極・電解質・空気極のセット）内部の技術はコア技術であり、たとえ部素材や生産技術の共同開発であっても、短期での情報共有体制の構築は難しいと考えられる。

このため、備前地域を中心とするセラミックス産業では、セル内部のセラミックス製電解質膜等についての新素材や生産技術における開発・参入は中・長期を目標とすることが考えられる。燃料電池等の技術開発・研究を進めている国内有数の研究機関である技術研究組合FC-Cubicへのヒアリングによると、まず、定置用燃料電池の周辺部材分野への参入が有効と考えられる。特に、発電効率が高いSOFC型の定置用燃料電池では、発生した熱を効率良く利用するため断熱材が使用されているが、セラミックス等を活用して断熱材の新素材を研究することで、定置用燃料電池の総合効率を向上させることに寄与できる。また、岡山地域で強

いゴム製品製造業と連携し、燃料電池内で水素が漏れないように封止するための新規シール材（封止材）の開発等を進めることも有効と考えられる。

既に普及している家庭用燃料電池（都市ガス・LPG改質型）では、コストダウン、コンパクト化、高効率化が今後の課題とされており、定置用燃料電池の補機や補機内の部材におけるコスト低減につながる生産方法や、小型化・軽量化につながる形状等のアイデアがあれば、参入可能性は高まると考えられる。また、断熱材とシール材というように県内企業が複数の部材に関与することで、この分野への参入可能性を高めることも期待される。

2.4.1.3 産学連携による研究シーズの有効活用

産学連携による研究シーズの産業化については、地元の研究シーズとして基礎研究が進められている分野で、産業化を目指すものである。このため、中・長期の実用化を進めていくことが適切であると考えられる。

産学連携により産業化が期待できる県内の研究シーズとして、水素ガスセンサ、カーボンナノチューブ光触媒、セラミックス製の電解質膜や、伝熱工学分野の水素輸送・貯蔵媒体などがあげられる。

ロードマップどおりに水素利用の飛躍的拡大がなされた場合、2030年頃には水素ステーションは全国各地で整備されていると考えられる。これに向けて、センサの研究シーズを活かした常温動作する安価な水素ガスセンサの開発・製品化などが想定されるとともに、配管部分等とあわせて水素漏洩を管理するシステムの製造までを岡山県内の企業で担うことも期待できる。

セラミックス関連の研究シーズについては、セラミックス産業との連携により水素に関する新用途開発、製造技術開発を進めていくことが想定され、これにより、県内企業の定置用燃料電池の部素材への参入の可能性を高めることが期待できる。

蓄熱材等の水素輸送・貯蔵媒体については、2030年頃に大規模な水素供給システムの確立が見込まれることから市場性が高まるものと考えられ、県内中小企業のほかコンビナート企業も含めた産学連携を通じて、水素輸送・貯蔵媒体の効率向上や新たな媒体の実用化が進むことが期待できる。

カーボンナノチューブ光触媒は、太陽光等により水を直接水素エネルギーに変換する材料として注目されている。大規模な水素供給システムが確立された後の2040年頃には、これまでとは異なる未利用エネルギーを用いた水素製造が可能な社会の到来も考えられ、県内企業との産学連携を通じてカーボンナノチューブ光触媒が実用化され、建築物の壁面等に設置して水素製造・収集を可能にすることも考えられる。

このほか、岡山県が進める「次世代産業研究開発プロジェクト創成事業」では、水素以外にも太陽光発電や二次電池など、創エネ、蓄エネに関する材料・装置開発も多く採択されている。同事業で研究された技術を組み合わせ、再生可能エネルギーによる発電及び水の電気分解により、CO₂フリーの水素製造システムを構築できる可能性もある。

2.4.1.4 水素関連産業創出に向けた支援

これらの水素関連ビジネスを実現するためには、第1段階として岡山県の「次世代産業研究開発プロジェクト創成事業」による研究・技術力向上を行い、次に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）など国のプロジェクトを活用し、参入・事業拡大を図る方向が考えられる。

また、新規分野参入に向けては、水素関連機器メーカー等から最先端の製品部素材への加工ニーズ等を得ることが重要となる。こうした情報収集の場やマッチングの場を創出していく方策が求められる。

このほか、カーボンナノチューブ光触媒をはじめ、将来有望な研究シーズの基礎研究が進められ、これが実用化に結び付くことが理想的であるため、実用化に至る前の応用研究等に対し独自の助成制度の整備を検討することも望まれる。

2.4.2 コンビナート関連の技術を活用した水素関連産業の創出

現状では定置用燃料電池やFCVの部素材等に直接関与しているコンビナート企業はみられない。ただし、今後は「1.2.1.3 コンビナートにおけるビジネスチャンス」でみたように、コンビナート企業は、水素の製造、輸送・貯蔵、利用のためのさまざまな機器に必要とされる新素材・新用途の開発に寄与することが期待できる。

また、コンビナート関連企業では、定年退職者を含めた人材や技術・ノウハウを活かして、水素（高圧ガス）を取り扱う水素流通管理ビジネスに参入する方向が考えられる。

水素社会構築のためには、水素の製造、輸送・貯蔵、エンドユーザーへの小売等の流通分野を担う新たなビジネスが必要である。地域に集積する技術や人材を活かして、水素社会構築を支えるコンビナート発のビジネスを創出していくことが望まれる。

2.4.2.1 コンビナート企業のビジネス展開

基礎素材型産業を中心とするコンビナート企業は、バイオマスガス化、水熱分解、光触媒などの低炭素水素製造技術、アンモニアの利用やCO₂との反応による水素のメタン化等の輸送・貯蔵技術のほか、代表的な水素利用製品である定置用燃料電池やFCVの低コスト化・高耐久化・燃費性能向上等に対して、素材の新用途や新素材の開発で貢献できる可能性は高いと考えられる。

コンビナート企業における新分野展開として、各社の製品・技術等を活かした水素関連素材の研究開発・市場投入を進め、長期的には水島コンビナートが水素関連素材の供給拠点となることも期待できる。

2.4.2.2 コンビナート関連企業のビジネス展開

プラントメンテナンス等を担うコンビナート関連企業においては、水素ステーションに対して管理者派遣を行うビジネスが考えられる。FCVが普及するとともに規制緩和が進んだ場合には、水素ステーションに常駐が必要な高圧ガス製造保安主任者が、複数の水素ステーション

ョンを巡回管理することも考えられる。また、コンビナート関連企業の集積を勘案すると、水素ステーションの管理・運営を行うビジネスは、県内にとどまらず広域的に展開していく可能性もある。

加えて岡山県には、前述のように水素ガスセンサ等の水素保安関連の技術研究シーズが存在している。こうした地域の研究シーズを活用した機器開発と地域人材を活かし、総合警備会社と連携した水素ステーション管理ビジネスが将来のビジネスチャンスとして考えられる。

2.5 環境負荷の低減

2.5.1 水素利活用製品の導入促進

水素エネルギーは利用段階で CO₂ を一切排出しないため、その利活用を進めることは地球温暖化対策として大きな意義がある。

今後、地球温暖化防止の観点からも、家庭用燃料電池やFCV等の導入を促進することにより、水素利活用の拡大と環境負荷低減に努めていくことが考えられる。

2.5.1.1 家庭用燃料電池の導入促進

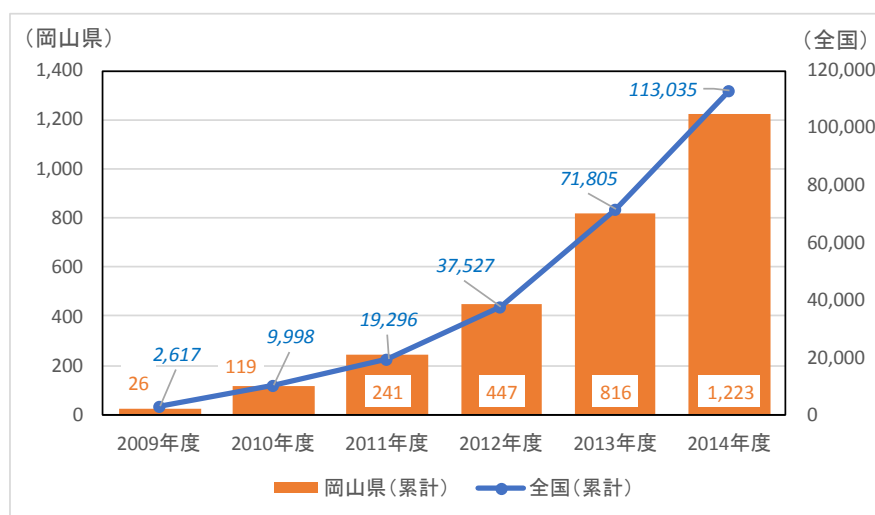
岡山県における家庭用燃料電池の普及状況について、設置補助金の交付状況からみると、2014年度末に累計1,223台となっている(図35)。2009年度からの岡山県の普及台数を全国比でみると、各年度とも1.0%~1.2%となっている。

ロードマップでは、2030年に全国で530万台の家庭用燃料電池を普及させることを目標としている。これを岡山県の全国に占める割合で按分すると、2030年の岡山県における家庭用燃料電池の普及台数は5.30~6.36万台となる。これは、住民基本台帳に基づく現在の岡山県の世帯数(829,811世帯)に対しては6.4%~7.7%の普及率に相当する。

また、ロードマップでは、家庭用燃料電池によるCO₂削減率は41%~45%とされている。これらにより、将来の岡山県における家庭用燃料電池導入によるCO₂排出削減効果は、2030年には少なくとも10.18万t-CO₂/年になると考えることができる(表11)。

CO₂排出削減効果の見込まれる家庭用燃料電池の導入促進から、水素社会型のスマートコミュニティの形成につなげていくことが望まれる。

図35 家庭用燃料電池普及状況



	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
全国(累計台数)	2,617	9,998	19,296	37,527	71,805	113,035
岡山県(累計台数)	26	119	241	447	816	1,223
対全国割合	1.0%	1.2%	1.2%	1.2%	1.1%	1.1%

(資料) (一社)燃料電池普及促進協会ウェブページ「補助金交付年度別補助金交付台数」より作成

表 11 岡山県における家庭用燃料電池将来普及台数の試算結果と CO₂ 排出削減可能量

	2030 年	
岡山県の家庭用燃料電池将来普及台数	5.30 万台	6.36 万台
CO ₂ 排出削減可能量	10.18～11.17 万 t-CO ₂ /年	12.25～13.44 万 t-CO ₂ /年

(注) CO₂ 排出削減可能量の計算は次のとおり

5.30 万台ケース：6.4%×41%～45%×388 万 t-CO₂ (2014 年度の岡山県内家庭からの CO₂ 排出量)
=10.18 万 t～11.17 万 t

6.36 万台ケース：7.7%×41%～45%×388 万 t-CO₂ (2014 年度の岡山県内家庭からの CO₂ 排出量)
=12.25 万 t～13.44 万 t

岡山県の世帯数及び家庭からの CO₂ 排出量が現状と変わらないと仮定

(資料) 岡山県「岡山県内の温室効果ガス排出量 (平成 25 年度・平成 26 年度速報値) の状況を取りまとめました」(2017 年 1 月 13 日)

2.5.1.2 FCV の導入促進

ロードマップによると、ハイブリッド車から FCV に転換した場合の CO₂ 排出削減効果は約 16g-CO₂/km とされている。自家用自動車全てがハイブリッド車である仮定した場合であっても、CO₂ 排出削減量は、FCV の普及に伴い、2030 年には 2,965t-CO₂/年の CO₂ 排出削減が可能となる (表 12)。

走行距離が自家用自動車に比べて長い業務用自動車に FCV の普及が先行した場合には、これ以上の CO₂ 排出削減効果を見込むことができる。

より大きな CO₂ 排出削減効果を見込むためには、自家用自動車に加えて走行距離の長い業務部門やバス、タクシー、レンタカーといった運輸部門で FCV 導入支援を積極的に進めていくことが必要となる。

表 12 岡山県における FCV 将来普及台数の試算結果と CO₂ 排出削減可能量

	2030 年
岡山県 FCV 将来普及台数	16,000 台
CO ₂ 排出削減可能量	2,965t-CO ₂ /年

(注) 1. 1 台あたり年間走行距離は、国土交通省「自動車燃料消費量統計年報 (平成 27 年分)」による自家用乗用車 (ハイブリッド) の数値 (31.73km/日×365 日=11,581.45km) を用いた

2. CO₂ 排出削減可能量の計算は次のとおり

2030 年：16,000 台×11,581.45km/台×16g-CO₂/km=2,965 t

(資料) 水素・燃料電池戦略協議会「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」(2016 年 3 月 22 日)

(一財) 自動車検査登録情報協会ウェブページ「都道府県別・車種別保有台数表」

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)「平成 23 年度地域水素供給インフラ技術・社会実証地域導入可能性調査 (山口県における水素供給インフラの導入可能性調査) 報告書」(2012 年 2 月)

2.5.2 水素社会型スマートコミュニティの形成

岡山県のスマートコミュニティ形成の動向と自然エネルギー活用・水素供給のポテンシャルを踏まえると、水素ステーションが核となり、再生可能エネルギーや水素をはじめとするエネルギー需給を地域で総合的にマネジメントすることが理想的である。

その実現に向け、公共施設で定置用燃料電池等の水素利活用製品の先導的な導入を進めることにより、地域分散型の水素社会型スマートコミュニティの実証・形成を行うことが考えられる。

2.5.2.1 地域分散型のスマートコミュニティの実証・形成

岡山県では、日照時間の長い地域特性を活かして、太陽光発電からの電力などを活用して水の電気分解などにより水素を生成し、再生可能エネルギーと水素エネルギーとを複合的に利用することが考えられる。

また、こうした特性を活かして、スマートコミュニティの実証を行うことが想定される。

このような実証については、総合的な省エネルギー効率、太陽光からの余剰電力の収集・有効活用の検討、また、水素をオフラインで運び経済的に成立する範囲などの実証項目を考えることができる。

2.5.2.2 公共施設への定置用燃料電池の導入

定置用燃料電池の導入が考えられる公共施設としては、医療・福祉施設のほか、庁舎、教育機関、清掃工場など、非常時の避難場所となる施設や電力・熱供給が可能な施設があげられる。

特に小中学校は、災害時に地域の一次避難場所とされていることが多く、定置用燃料電池は災害時に電力網が寸断した際にも自立できるエネルギー源として考えることができる。また、清掃工場では、余剰電力からの水素製造や、熱化学を利用し未利用熱から水素製造を行うことも考えられ、エネルギーの利用先というだけでなく、少量ではあっても水素を製造できる可能性もある。

今後、こうした公共施設を核に周辺施設等に電力・温水を供給するといったネットワークをつくることが考えられることから、水素社会の本格的な到来が見込まれる 2030 年頃を見据え、県内の小中学校や清掃工場などの公共施設における水素利活用の検討を進めていくことが望まれる。ただし、公共施設に現在設置されている定置用燃料電池は、都市ガス改質による水素を用いる燃料電池がほとんどであるため、水島コンビナートから水素を供給し、水素を直接用いる純水素型の定置用燃料電池を想定した場合には、水素貯蔵タンク等の設置用地が必要となる。

2.6 取組時期

2.6.1 取組時期

国のロードマップのシナリオどおり水素利活用が進むものとして、取組時期を整理すると表13のようにまとめられる。

表 13 取組時期

取組の方向性		短期 (～2020年頃)	中・長期 (2030年頃～2040年頃)	
コンビナートの競争力強化	①水素サプライチェーンの構築	近距離地域への水素供給の検討	広域水素サプライチェーン構築の検討	
	②水素ステーションの整備	FCVの普及に合わせた段階的な整備促進 水素ステーションの整備促進	水素ステーション事業の自立化	
	③コンビナート内の水素利活用の推進	IoTを活用したスマートコンビナートの構築	スマートコミュニティ実証の推進	広域的でグローバルな水素供給・輸送ネットワークの形成
		水素精製拠点設立の検討		
④水素発電実証に向けた検討		水素発電実証に向けた検討 (スマートコンビナートシステム・水素精製拠点等との連携)		
県内産業の振興	⑤県内中小企業の技術を活用した水素関連産業の創出	金属加工分野でのビジネス展開	セラミックス関連分野でのビジネス展開	
		産学連携による研究シーズの有効活用	水素関連産業創出に向けた支援	
⑥コンビナート関連の技術を活用した水素関連産業の創出	コンビナート企業の水素関連素材の研究開発・市場投入	水素関連素材の供給拠点	コンビナート関連企業の水素流通管理ビジネス	
環境負荷の低減	⑦水素利活用製品の導入促進	家庭用燃料電池の導入促進	FCVの導入促進	
			FCバス等の導入促進	
⑧水素社会型スマートコミュニティの形成		地域分散型のスマートコミュニティの実証・形成	公共施設における定置用燃料電池の導入	

2.6.2 産学官連携による推進体制の充実

先進的な自治体では水素利活用の取組方向を検討する場として、産学官連携の協議の場が設置されている場合が多い。岡山県においても水島コンビナート総合特区水素利活用研究会によるコンビナート由来の水素の有効活用等の検討や、水素関連技術研究会による県内企業の水素関連産業分野への参入促進が図られている。

こうした研究会などを活用し、水素利活用製品メーカーなどとの勉強会や、県民を交えて水素社会構築に向けた普及啓発事業を行うなど、産学官が連携した活動を活発化させていくことが望まれる。

資料編

全国の自治体における水素利活用に向けた取組の概要

自治体名	所管部局	水素関連ビジョン	数値目標	補助金			FCV 公用車	産学官連携組織
				FCV	燃料 電池	水素 ST		
北海道	環境生活部環境 局低炭素社会推 進室	北海道水素社会実現戦 略ビジョン(2016.1)	—	—	—	○	—	北海道水素イノベーショ ン推進協議会
北海道 室蘭市	経済部産業振興 課	室蘭グリーンエネルギ ータウン構想(2015.2)	—	—	○	—	M1	室蘭地域環境・エネルギ ーフロンティア産学官民 研究会/水素部会
宮城県	環境生活部再生 可能エネルギー 室	みやぎ水素エネルギー 利活用推進ビジョン (2015.6)	—	—	○	—	M2C1	みやぎFCV普及促進協議 会
宮城県 大河原町	町民生活課	—	—	—	—	—	—	みやぎ県南水素エネルギ ープロジェクト協議会
山形県	環境エネルギー 部環境企画課	—	—	—	—	—	—	水素エネルギーの利活用 に係る勉強会
福島県 郡山市	生活環境部生活 環境課	郡山市水素利活用推進 構想(2016.3)	—	—	—	—	—	—
茨城県	企画部科学技術 振興課	いばらき水素戦略 (2016.3)	2020年：FCV1,500台、水素 ST6基	—	—	○	M1	いばらき水素利用促進協 議会
群馬県	産業経済部次世 代産業課	—	—	—	—	—	—	群馬県水素関連技術研究 会
埼玉県	環境部環境政策 課環	—	—	○	○	○	MIC1	埼玉県水素エネルギー普 及推進協議会
埼玉県 さいたま市	環境局環境共生 部環境未来都市 推進課	—	—	○	○	—	—	—
千葉県	商工労働部産業 振興課	千葉の特色を活かした 水素の利活用に関する 可能性及び方向性等に ついて(提言)(2016.3)	—	○	○	○	M1	千葉の特色を活かした水 素の利活用に関する研究 会
東京都	環境局地球環境 エネルギー部次 世代エネルギー 推進課	水素社会の実現に向 けた東京戦略会議(26年 度)とりまとめ (2015.2)	<ul style="list-style-type: none"> 2020年：FCV6,000台、FC バス100台以上、水素 ST35基、家庭用燃料電池 15万台 2025年：FCV10万台、水 素ST80基、家庭用燃料電 池100万台 	○	○	○	M1	水素社会の実現に向けた 東京戦略会議
神奈川県	産業労働局産業 部エネルギー課	神奈川の水素社会実現 ロードマップ(2015.3)	<ul style="list-style-type: none"> 2020年度：FCV5,000台、 水素ST25基、家庭用燃料 電池10.3万台 2025年度：FCV2~10万 台、水素ST25~50基、家 庭用燃料電池43.7万台 	○	—	○	M1	かながわ次世代自動車普 及推進協議会
神奈川県 横浜市	環境創造局環境 保全部環境エネ ルギー課	横浜市エネルギーアク ションプラン(2015.3)	2020年度：FCV2,000台、水 素ST10基、家庭用燃料電池 4万台、業務用燃料電池20 台	○	○	○	M2	—
神奈川県 川崎市	臨海部国際戦略 本部臨海部事業 推進部	水素社会の実現に向 けた川崎水素戦略 (2015.3)	—	—	○	—	M1	<ul style="list-style-type: none"> 川崎臨海部水素ネット ワーク会議 川崎臨海部再生リエン ン研究会
神奈川県 相模原市	環境経済局環境 共生部環境政策 課	相模原市水素エネルギ ー普及促進ビジョン (2014.12)	—	○	○	—	M1	—
山梨県	産業労働部新事 業・経営革新支 援課	山梨県燃料電池自動車 普及促進計画(2014.7)	2025年：FCV800台、FCバス 10台	○	○	○	M3	やまなし・水素燃料電池 ネットワーク協議会

(注) 1. 2017年3月時点

2. FCV 公用車欄のMはMIRAI、CはCLARITY FUEL CELLを示し、数値は台数

自治体名	所管部局	水素関連ビジョン	数値目標	補助金			FCV 公用車	産学官連携組織
				FCV	燃料 電池	水素 ST		
岐阜県	商工労働部新産業・エネルギー振興課	岐阜県次世代エネルギービジョン(2016.3)	—	○	○	○	M1	次世代エネルギー産業創出コンソーシアム
静岡県	経済産業部産業革新局エネルギー政策課	—	・2015年度：水素ST1基 ・以降早期：東部・中部・西部で3基	—	—	○	—	ふじのくにFCV普及促進協議会
愛知県	産業労働部産業科学技術課	—	—	○	○	○	M2	・愛知県水素エネルギー社会形成研究会 ・あいちFCV普及促進協議会 ・愛知県新エネルギー産業協議会 ・あいち次世代自動車インフラ整備推進協議会
愛知県 安城市	環境部環境都市推進課	—	—	○	○	○	—	—
三重県	雇用経済部エネルギー政策・ICT活用課	三重県新エネルギービジョン(2016.3)	—	—	○	—	M1	みえスマートライフ推進協議会／新エネルギー導入部会／みえ水素エネルギー社会研究会
三重県 鈴鹿市	産業振興部産業政策課	鈴鹿市水素社会ロードマップ(2016.2)	・2020年：FCV210台、家庭用燃料電池2,400世帯、水素ST2基 ・2030年：FCV4,900台、家庭用燃料電池10,200世帯、水素ST8基	—	—	○	C1	—
滋賀県	琵琶湖環境部温暖化対策課	—	—	○	○	—	M1	—
京都府	環境部地球温暖化対策課	京都府燃料電池自動車(FCV)普及・水素インフラ整備ビジョン(2015.12)	・2020年度：FCV1,500台、水素ST7基 ・2025年度：FCV2万台、水素ST16基	○	—	—	—	京都府次世代自動車普及推進協議会／FCV・水素社会研究部会
京都府 京都市	環境政策局地球温暖化対策室	—	—	—	○	—	M3	—
大阪府	商工労働部成長産業振興室新エネルギー産業課	・おおさかエネルギー地産地消推進プラン(2014.3) ・大阪府内における水素ステーション整備計画(2015.1) ・H2osakaビジョン(2016.3)	・2018年度：水素ST9基 ・2025年：水素ST9～80基	—	—	—	—	大阪次世代自動車普及推進協議会
大阪府 堺市	市長公室企画部企画推進担当	堺市水素エネルギー社会構築ロードマップ(2016.7)	—	—	○	—	—	堺市水素エネルギー社会推進協議会
兵庫県	企画県民部水エネルギー課	兵庫県燃料電池自動車普及促進ビジョン(2014.7)	・2020年：FCV3,000台、水素ST9基 ・2030年：FCV2.5万台、水素ST20基	○	—	—	—	水素社会戦略研究会
兵庫県 神戸市	環境局環境政策部環境貢献都市課	神戸市燃料電池自動車(FCV)普及促進ロードマップ(2015.3)	2030年：FCV1万台、水素ST7基	○	○	—	M1	神戸市環境モデル都市推進協議会
兵庫県 尼崎市	経済環境局環境部環境創造課	—	—	○	○	—	M1	—

(注) 1. 2017年3月時点

2. FCV 公用車欄のMはMIRAI、CはCLARITY FUEL CELLを示し、数値は台数

自治体名	所管部局	水素関連ビジョン	数値目標	補助金			FCV 公用車	産学官連携組織
				FCV	燃料 電池	水素 ST		
鳥取県	生活環境部環境 立県推進課	鳥取県水素エネルギー 推進ビジョン(2015年 度)	・2020年：水素供給インフ ラ4箇所 ・2030年：FCV4,400台(う ちバス10台)、水素ST10 基(うち再エネ由来5基)、 家庭用燃料電池1万台	—	○	—	C1	—
山口県	商工労働部新産 業振興課	山口県の地域別水素利 活用に関する調査 (2015.3)	・2020年：FCV472台、FCバ ス17台 ・2030年：FCV6,283台、FC バス57台、FCフォークリ フト240台、純水素型定 置用燃料電池システム 2,731基	○	—	—	M1	やまぐち水素成長戦略推 進協議会
山口県 周南市	経済産業部商工 振興課	・周南市水素利活用構 想(2014.4) ・周南市水素利活用計 画(2015.4)	・2020年度：FCV900台、水 素ST1基、定置用燃料電 池1,400台 ・2030年度：FCV4,000台、 水素ST2基、定置用燃料 電池5,100台	○	○	○	M1C1	周南市水素利活用協議会
徳島県	県民環境部環境 首都課	徳島県水素グリッド構 想(2015.10)	・2025年：FCV1,700台、FC バス10台 ・2030年：FCV3,600台、FC バス20台	○	—	○	M2	徳島県水素グリッド導入 連絡協議会
愛媛県 新居浜市	経済部産業振興 課	—	—	—	○	—	—	新居浜市水素社会推進協 議会
福岡県	商工部新産業振 興課	・福岡水素戦略 ・北部九州燃料電池自 動車普及促進構想 (2012.1)	・2015年：水素ST9基 ・2020年：水素ST20基	—	—	○	M1	福岡水素エネルギー戦略 会議
福岡県 北九州市	環境局環境未来 都市推進部水素 社会創造課	北九州スマートコミュ ニティ創造事業マス タープラン(2010.8)	—	○	○	○	M1	北九州市水素供給拠点形 成連絡会議
佐賀県	産業労働部新エ ネルギー産業課	北部九州燃料電池自動 車普及促進構想 (2012.1)	・2015年：水素ST5基 ・2020年：水素ST8基	—	—	—	M2	—
熊本県	商工観光労働部 産業支援課	熊本県燃料電池自動車 普及促進計画(2015.3)	・2024年：FCV100台 ・2025年以降：FCV100台/ 年増	—	—	—	C1	くまもとFCVプロモ・ミ ーティング
大分県	商工労働部工業 振興課	—	—	—	—	—	—	大分県エネルギー産業企 業会/水素ワーキンググ ループ
鹿児島県	企画部エネルギ ー政策課	水素社会を見据えた取 組方針(2016.3)	—	—	○	—	—	—

(注) 1. 2017年3月時点

2. FCV 公用車欄のMはMIRAI、CはCLARITY FUEL CELLを示し、数値は台数

