

鹿児島県水素利用ビジネスモデル構築検討事業

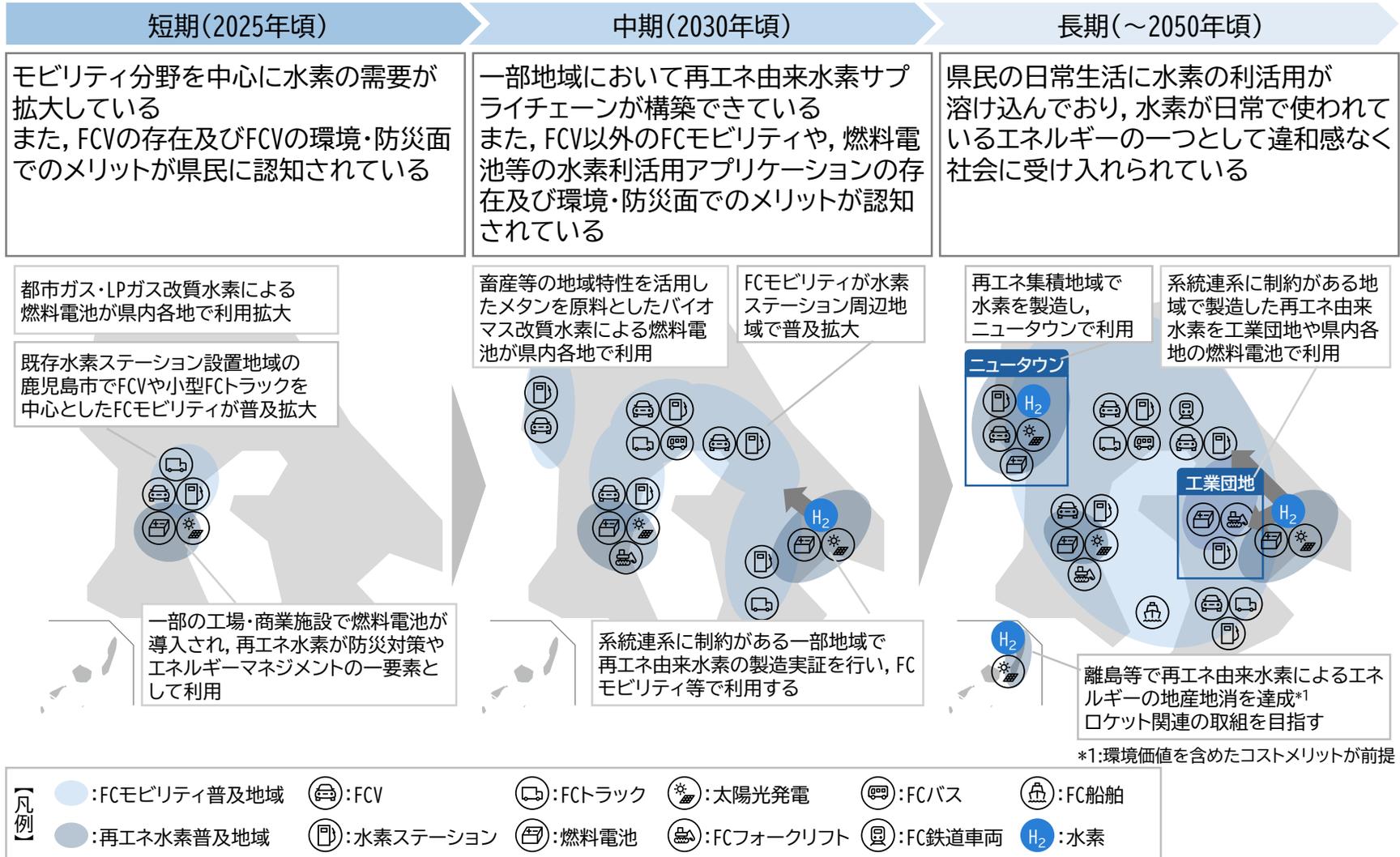
2021年3月

目次

水素利用ビジネスモデル素案の作成	3
水素利用ビジネスモデルの具体化	8
水素利用ビジネスモデルに係る協議会の意見	13
検討事業の総括	15

水素利用ビジネスモデル素案の作成

鹿児島県水素ロードマップでは、地域特性や地域の事情を踏まえて、水素燃料電池、水素モビリティ、再エネ由来水素が段階的に普及していくことを目指している



鹿児島県水素ロードマップの作成過程で出てきた様々な事業アイデアを踏まえて、水素利用ビジネスモデルの素案を作成した

これまでの議論で出てきた事業アイデア

燃料電池(FC)	公共施設、道の駅等でオンサイト型の再エネ由来純水素FCの導入を検討する
	公共施設、道の駅等で都市ガスを活用した改質型FCの導入を検討する
	畜産や焼酎産業があるためバイオマスでメタンを作ってSOFC（燃料電池の一つ）の燃料とできないか
グリーン水素製造 (CO2フリー水素)	離島でオンサイト型の再エネ由来純水素FCの導入を検討する
	地熱発電開発に伴い地熱発電由来のグリーン水素を製造する
水素モビリティ	送配電網に空きがない地域や、再エネの出力制御が増加する地域でグリーン水素を製造する
	空港、工業団地、市場、港など、多数のFLを長時間使う場所で水素フォークリフト（FCFL）を利用する
	MCH（水素キャリアの一つ）を中古車の燃料として活用する実証を離島で行う
RE100化	ディーゼル鉄道をFC鉄道化する
	水素ステーション近辺のタクシーをFCV化する
	水素を一要素としたRE100工業団地やRE100マンションなどを検討する

検討事業モデル一覧

「公共施設」、「工場」、「離島」、「バイオマス」、「地熱」のテーマごとに、概要、目指す効果、水素サプライチェーンのイメージを整理

検討モデル	目指す効果	概要	製造	輸送・貯蔵	供給	利用
1. 公共施設	1-1 公共施設等での高圧用FC導入	BCP対策、CO2削減 都市ガスから取り出した水素を使って、発電と熱供給を行う業務用FC（数kW級）を公共施設等に導入する	都市ガス配管		燃料電池 (SOFC)	公共施設、道の駅
	1-2 公共施設・道の駅等でのオンサイト型再エネ由来純水素FC導入	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消 再エネからオンサイトで水素を製造して、発電と熱供給を行う純水素FCを公共施設・道の駅等に導入する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	公共施設、道の駅
2. 工場	2-1 工場・物流施設における高圧用FC導入	BCP対策、CO2削減 都市ガスから取り出した水素を使って、発電と熱供給を行う業務用FC（数kW級）を工場・物流施設・病院等に導入する	都市ガス配管		燃料電池 (SOFC)	工場・物流施設、病院等
	2-2 工場・物流施設でのオンサイト型再エネ由来純水素FC導入	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消 再エネからオンサイトで水素を製造して、発電と熱供給を行う純水素FCを工場・物流施設・病院等に導入する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	工場・物流施設、病院等
	2-3 工場・物流施設におけるFCFL導入	工場・物流施設向け 水素製造工場	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	工場・物流施設
3. 離島	3-1 離島での水素サプライチェーン構築	CO2削減、再エネ地産地消 公共施設、病院等に導入する純水素FCや燃料充填機・FCカードに供給する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	公共施設、病院等
	3-2 長距離移動の調整	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消 日照時間が長い夏季に太陽光発電の余剰電力で水素を製造・貯蔵し、電力供給が不足する冬季に貯蔵した水素を利用して、燃料電池で発電する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	公共施設、病院等
4. バイオマス	4 4-1 メタンガスを活用する業務用FCの導入	BCP対策、CO2削減 畜産系廃棄物から得られるメタンガスを活用して、発電と熱供給を行う業務用FCを公共施設、道の駅に導入する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	公共施設、道の駅
5. 地熱	5 5-1 地熱発電を活用する水素サプライチェーン構築	CO2削減、再エネ地産地消 地熱発電の再エネで作る水素を、ボイラ、バイライン等で、公共施設、観光地、病院等に導入する純水素FCや燃料充填機・FCカードに供給する	水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵 水電熱連系水素貯蔵		燃料電池 (SOFC)	公共施設、観光地、病院等

詳細は後述

検討事業モデル一覧 (1/2)

検討モデル	目指す効果	概要	製造	輸送・貯蔵	供給	利用			
1. 公共施設	1-1 公共施設等での改質型業務用燃料電池導入	BCP対策、CO2削減	都市ガスから取り出した水素を使って、発電と熱供給を行う改質型業務用FC (数kW級)を公共施設等に導入する	都市ガス配管	燃料電池 (改質型)	3kW/4.2kW 熱 電気	市庁舎等		
	1-2 公共施設・道の駅等でのオンサイト型再エネ由来純水素FC導入	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消	再エネからオンサイトで水素を製造して、発電と熱供給を行う純水素FCを公共施設・道の駅等に導入する	30kW 水電解装置	1Nm ³ /h 水素貯蔵	270Nm ³ 蓄電池	25kW/44kWh 燃料電池	3.5kW 熱 電気	道の駅
2. 工場	2-1 工場・物流施設における改質型業務用燃料電池導入	BCP対策、CO2削減	都市ガスから取り出した水素を使って、発電と熱供給を行う改質型業務用FC (数kW級)を工場・物流施設・病院等に導入する	都市ガス配管	燃料電池 (改質型)	3kW/4.2kW 熱 電気	工場・物流施設 病院等		
	2-2 工場・物流施設でのオンサイト型再エネ由来純水素FC導入	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消	再エネからオンサイトで水素を製造して、発電と熱供給を行う純水素FCを工場・物流施設・病院等に導入する	30kW 水電解装置	1Nm ³ /h 水素貯蔵	270Nm ³ 蓄電池	25kW/44kWh 燃料電池	3.5kW 熱 電気	工場・物流施設 病院等
	2-3 工場・物流施設におけるFCFL導入	CO2削減	工場・物流施設等に簡易充填機を活用したFCFLを導入する	水素製造工場 工場で発生した副生水素等	カードル等 トラック	35MPa 簡易充填機	水素	FCFL、FCカート	

検討事業モデル一覧 (2/2)

検討モデル	目指す効果	概要	製造	輸送・貯蔵	供給	利用											
3. 離島 3-1 離島での水素サプライチェーン構築 (※道の駅でも検討)	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消	太陽光、風力等の再エネで作る水素を、ポンプ、パイプライン等で、公共施設、病院等に導入する純水素FCや簡易充填機・FCカートに供給する	再エネ	水電解装置	圧縮機	ポンプ	トラック	パイプライン	水素	燃料電池	熱	電気	公共施設、観光地、病院等	簡易充填機	水素	FCFL	FCカート
3. 離島 3-2 長周期変動の調整	BCP対策、CO2削減、再エネ地産地消	日照時間が長い夏季に太陽光発電の余剰電力で水素を製造・貯蔵し、電力供給が不足する冬季に貯蔵した水素を利用して、燃料電池で発電する	夏季に水素製造・貯蔵	冬季に水素を燃料電池で発電する	オンサイト型の再エネ由来純水素FC	公共施設、観光地、病院等											
4. バイオマス 4 メタンガスを活用する改質型業務用燃料電池の導入	BCP対策、CO2削減	畜産系廃棄物から得られるメタンガスを活用して、発電と熱供給を行う改質型業務用FCを公共施設、道の駅に導入する	畜産系廃棄物	小型メタン発酵	バイオガス	脱硫装置	メタンガス	ガスホルダー	パイプライン	ポンプ	トラック	燃料電池(改質型)	熱	電気	道の駅		
5. 地熱 5 地熱発電を活用する水素サプライチェーン構築	CO2削減、再エネ地産地消	地熱発電の再エネで作る水素を、ポンプ、パイプライン等で、公共施設、観光地、病院等に導入する純水素FCや簡易充填機・FCカートに供給する	地熱	水電解装置	圧縮機	ポンプ	トラック	パイプライン	水素	燃料電池	熱	電気	公共施設、病院等	簡易充填機	水素	FCFL	FCカート

水素利用ビジネスモデルの具体化

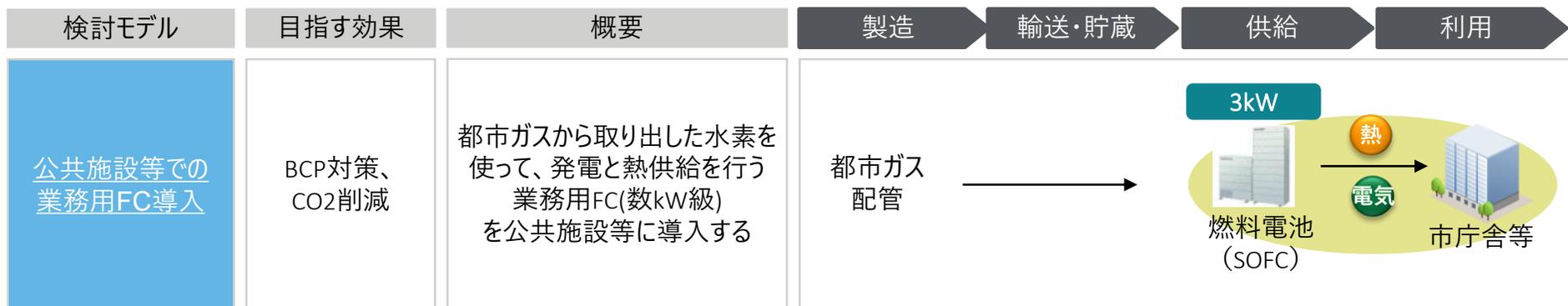
水素利用ビジネスモデルの具体化検討

水素利用に関するニーズ調査・勉強会の結果を踏まえ、 以下のモデルについて、具体を検討・情報収集した

WG =WG実施

検討モデル	概要	検討・実施内容
燃料電池 (SOFC) 導入モデル	<ul style="list-style-type: none"> 公共施設への業務用FC導入 鹿児島市の下水処理施設・し尿処理施設由来のメタンガスを使って都市ガスを低炭素化 	<ul style="list-style-type: none"> 公共施設にSOFCを導入した際のコストについて、WGにて協議した WG メタンガス由来の都市ガスの環境価値としての使用方法を検討した
オンサイト型 水素製造モデル	<ul style="list-style-type: none"> 道の駅や公共施設での再エネ発電設備（太陽光等）及びオンサイト型水素製造装置の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 道の駅にオンサイト型水素製造装置を導入した際のコスト試算について、WGにて協議した WG
メタンガス由来 水素モデル	<ul style="list-style-type: none"> 下水汚泥や畜産を活用したメタンガス由来水素・メタンガス由来都市ガスの製造・供給 	<ul style="list-style-type: none"> 県内の下水処理場の設備更新計画について整理した 自治体・大手ガスのカーボンオフセット制度について調査した
離島水素 サプライチェーンモデル	<ul style="list-style-type: none"> 離島においてパイプラインやボンベを活用した水素サプライチェーンの構築 	<ul style="list-style-type: none"> 離島水素サプライチェーンのコスト試算、課題について、WGにて協議した WG 離島における再エネ取組、国内外の水素関連技術について、WGにて協議した WG
再エネ由来水素 サプライチェーンモデル (※情報収集のみ)	<ul style="list-style-type: none"> 九州及び国内における地熱やその他再エネ由来水素サプライチェーン構築の事例を調査した 	

燃料電池 (SOFC) 導入モデルでは、公共施設への燃料電池の設置を検討した



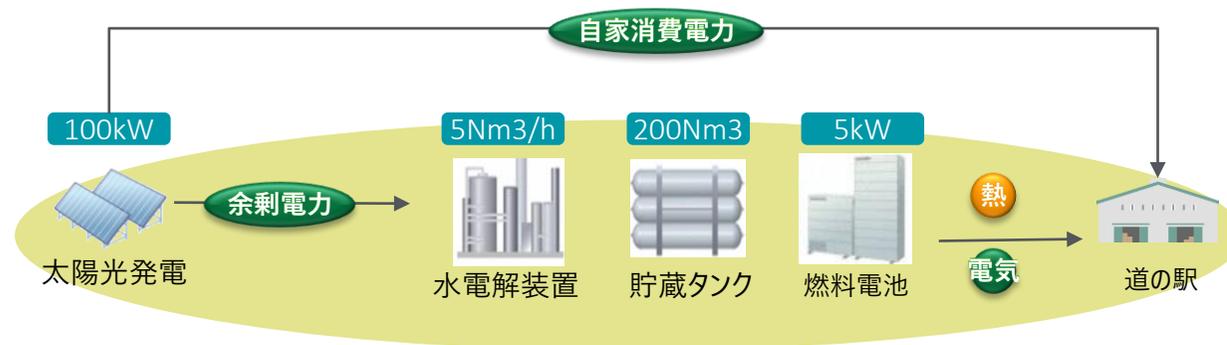
複数の公共施設の電力・ガスに関するデータをもとに、
SOFC導入時のランニングコストでのメリットを試算

サマリー

- 一定の給湯需要があり、24時間の電力負荷がある施設（例：児童相談所等）ではSOFC導入のメリットを出しやすい
- 給湯需要が大きすぎる場合は、SOFCでは賅うことができない。逆に、給湯などのガス需要が少なすぎる場合もSOFCの発電による排熱を全て有効利用できない
- コスト以外にレジリエンスや環境価値についてアピールする必要がある
- 公共施設以外でも、福祉施設など一定の給湯需要・電力負荷がある施設ではSOFCの導入が効果的と考えられる
- 今後はインシヤル・メンテナンスコストも含めた全体のメリットを試算する必要がある

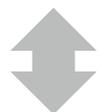
検討の例② 道の駅でのオンサイト型水素製造モデル・WG

山間部の道の駅に太陽光とオンサイト型純水素燃料電池を設置するモデルを検討し、コスト試算を行った



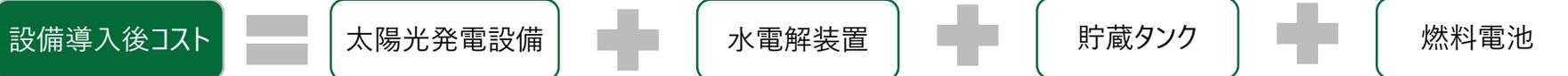
- 太陽光発電設備を道の駅に設置し、発電した電力を自家消費し、余剰電力を使って水素を製造
- 燃料電池をフル稼働で3日間電力・熱を供給するために必要な水素を貯蔵できるタンクを設置
- オンサイトに設置されている燃料電池で水素を発電して、道の駅に電力と熱を供給

設備導入前
コストの考え方



設備導入することでコスト削減できるか試算した

設備導入後
コストの考え方

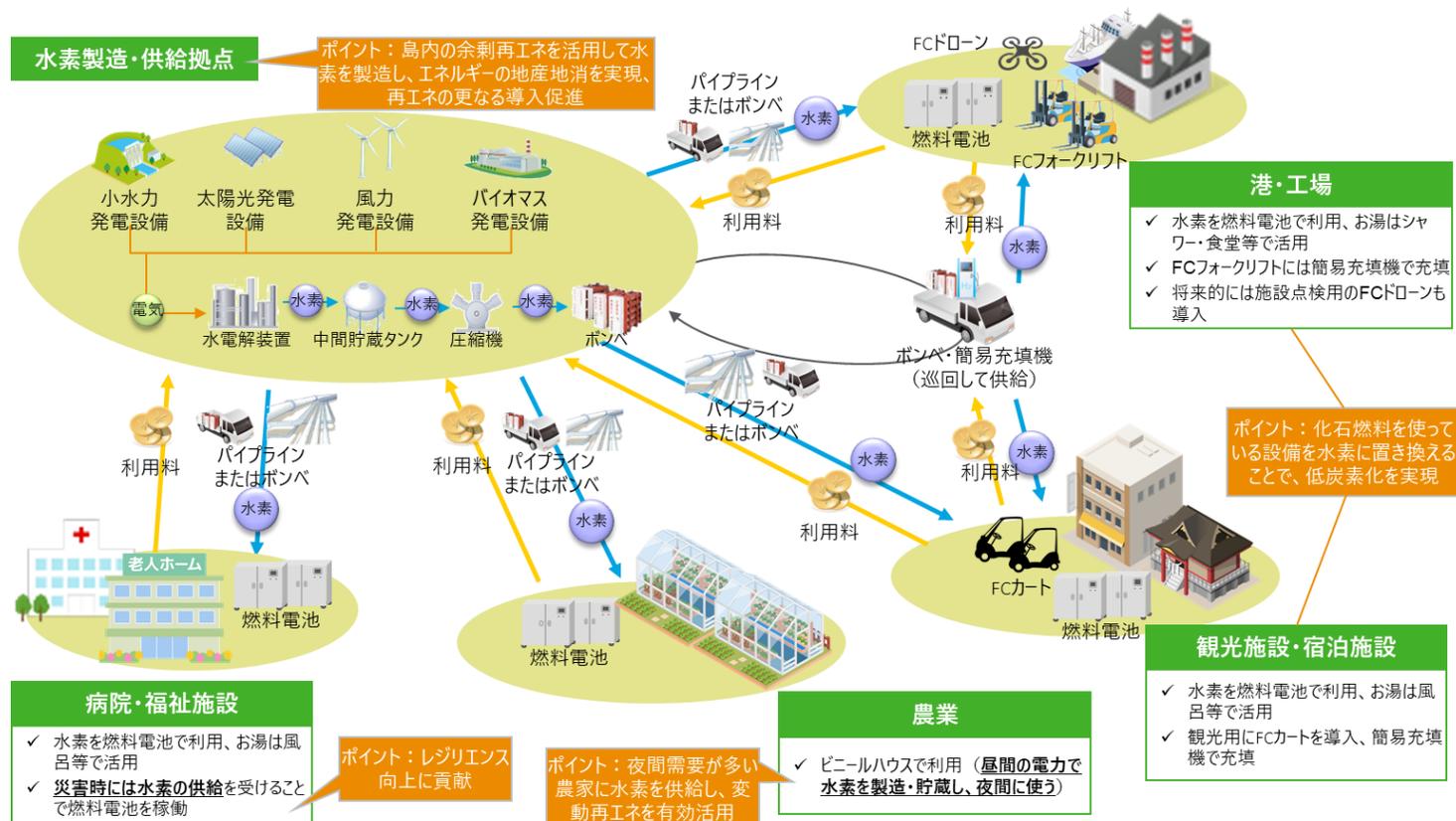


サマリー

- オンサイト型水素製造モデルは、現時点ではコストメリットがないため、BCP対策・環境価値などのメリットも合わせて考える、あるいはランニングコストに対する手当（補助金等）について検討する必要がある

検討の例③ 離島水素サプライチェーンモデル・WG

離島で再エネを活用した水素を製造してポンペやパイプラインで輸送するモデルを検討し、コストや技術的な課題を協議した



サマリー

- 水素エネルギーの導入は、島内のゼロカーボンに向けてどのように再エネを増やしていくのか、水素はその中のどこに貢献できるのかを議論する必要がある
- 利用シーンとしては、レジリエンスの観点から病院や福祉施設への燃料電池利用、観光目的のモビリティ、港湾や島内産業でのフォークリフトが考えられる
- 離島ならではの技術課題、実証要素を特定する必要がある（例：海水を活用した水素製造）

水素利用ビジネスモデルに係る協議会の意見

計2回の協議会では、検討中の水素事業モデル及び今後の進め方について報告を行い、フィードバックを受けた

鹿児島県水素エネルギー利活用促進検討協議会での意見（抜粋）

第1回

- メタンガス由来水素モデル
 - ・ メタン発酵を通じて鹿児島県の畜産を有効利用できるのではないか。
 - ・ メタンガスは再エネ且つ一次エネルギーとして活用できるガスであるため、下水汚泥の再利用は重要視すべきと考える。
 - ・ 下水処理施設の改築のタイミングでメタン発酵槽等、設備導入を検討すべきと考える。

第2回

- 燃料電池（SOFC）導入モデル
 - ・ 熱需要のある民間（病院、ホテル等）への導入促進を検討すべき。
 - ・ 環境性のみならず緊急時の自立運転によりレジリエンスにも対応できる分散型エネルギーシステムという特徴も備えていることから、ストックを積み増していくための導入支援策の検討は重要。
- オンサイト型水素製造モデル
 - ・ コスト・環境・レジリエンスなどの兼ね合いで導入メリットが高まっていくことを踏まえ、多少のコストを度外視しても、実用化への浸透が求められる場合は検討を継続しても良い。
 - ・ オンサイトで余剰電力の利用を前提としたモデルは水電解設備等の利用率が低くなり、事業モデルとしては難しいと考えられる。
 - ・ 再エネ電源の余剰電力貯蔵方法としての水素利用は、離島などの送配電網に懸念のある立地での活用が有効ではないか。
 - ・ 日本の場合グリッドの制約もあり、小型分散型の再エネ電力＋水電解装置＋FCによる電力供給モデルを普及させていかないと、結局は海外水素に頼らざるを得ない状況が想定される。設備のコストダウンは必須であるが、導入が促進されるような支援策の働きかけが重要と考える。
- メタンガス由来水素モデル
 - ・ メタン改質時に発生するCO₂をどのように活用、固定するかを考慮する必要がある。
 - ・ 人口減少における下水施設の維持管理費用を創出する意味でも堆肥化以外の汚泥処理方法の検討は意味があるのではないかと考える。県の基幹産業である畜産業においても脱炭素化を進めることで競争力強化に繋がる。
- 離島水素サプライチェーンモデル
 - ・ 離島の環境に合った潮力・地熱や、台風にも耐えられる風力を使った発電を検討するべきではないか。
 - ・ 試算にあるように、経済性の面では厳しい。現状のアプローチのように技術開発によるコスト低減を待ちながらニッチなところに入れていくといった方法性になる。
 - ・ 集落単位で地域エネルギーシステムのような形（エネルギーをシェア）での検討が良いのではないかと考える。
- 総括
 - ・ 最終的に地域経済の活性化と低炭素社会の実現の双方を見据えた計画とする必要がある。
 - ・ 今後は、郷土にある未利用資源を活用し、実践していく必要があるのではないかと考える。
 - ・ 鹿児島県全体のエネルギーバランス、炭素バランスを確認しながら、カーボンニュートラル社会を見据えて長期的にどのように炭素を管理するか、ある程度考えておく必要がある。それによって水素エコノミー・メタンエコノミーの大きさといったものが見えてくるのではないかと考える。
 - ・ 余剰電力のストックのあり方として水素エネルギー一択ではない可能性も出てきているのではないかと考える。安定的な供給やコスト、セキュリティなどの視点から様々なエネルギーを組み合わせて最適化を図ることは今後ますます重要になっていくと思われる。また、様々な取り組みが進んでいくと思われるが、そこで生まれた価値を顕在化していくためにカーボンオフセットの制度設計も今後は検討を進めていく必要があるのではないかと考える。

検討事業の総括

各モデルにおいて、次年度以降のスケジュール案を作成した

検討モデル		今後のスケジュール案
燃料電池（SOFC） 導入モデル	公共施設への SOFC導入	<ul style="list-style-type: none"> 公共施設へのSOFC導入を念頭に、関係者でスペック、価格、契約形態（リース/購入）、国補助金などを継続的に意見交換する
	民間企業への SOFC導入	<ul style="list-style-type: none"> 民間企業へのSOFC導入を念頭に、民間企業を対象としたSOFC導入への支援策予算組みを検討し、業界団体やセミナーを通してPRを行う
オンサイト型水素製造モデル		<ul style="list-style-type: none"> ランニングコストに対する支援策などについて関係者で議論する
メタンガス由来水素モデル		<ul style="list-style-type: none"> 設備更新が近い施設において、メタンガスを活用する水素事業を検討する 畜産由来のメタンを農家からどのように調達するか等の課題を議論 既存のインフラを活用できる水素キャリアについて検討する
離島水素 サプライチェーンモデル	候補自治体 における事業	<ul style="list-style-type: none"> 離島での水素サプライチェーンについて、関係者で継続的に意見交換を行い、技術課題、実証要素を特定する コンソーシアムを組み、上記課題を解決するための実証事業等を企画する
	その他離島 における事業	<ul style="list-style-type: none"> 離島の市町村と水素関連事業への関心について意見交換する 離島の市町村を集めた勉強会を開催し、水素関連の最新情報、課題等を共有する場を設ける
再エネ由来水素サプライチェーンモデル (※情報収集のみ)		<ul style="list-style-type: none"> 再エネ由来水素サプライチェーンに向けて以下を行う <ul style="list-style-type: none"> 九州及び国内の水素関連事業の情報収集・連携を行う ランニングコストに対する補助金について関係者で議論する 輸送・貯蔵に係る新技術を開発しているメーカーと継続的に意見交換する