

## 令和4年度沖縄型クリーンエネルギー導入促進調査事業

(沖縄県内離島におけるオンサイト水素製造と水素・アンモニア利用にかかる調査)

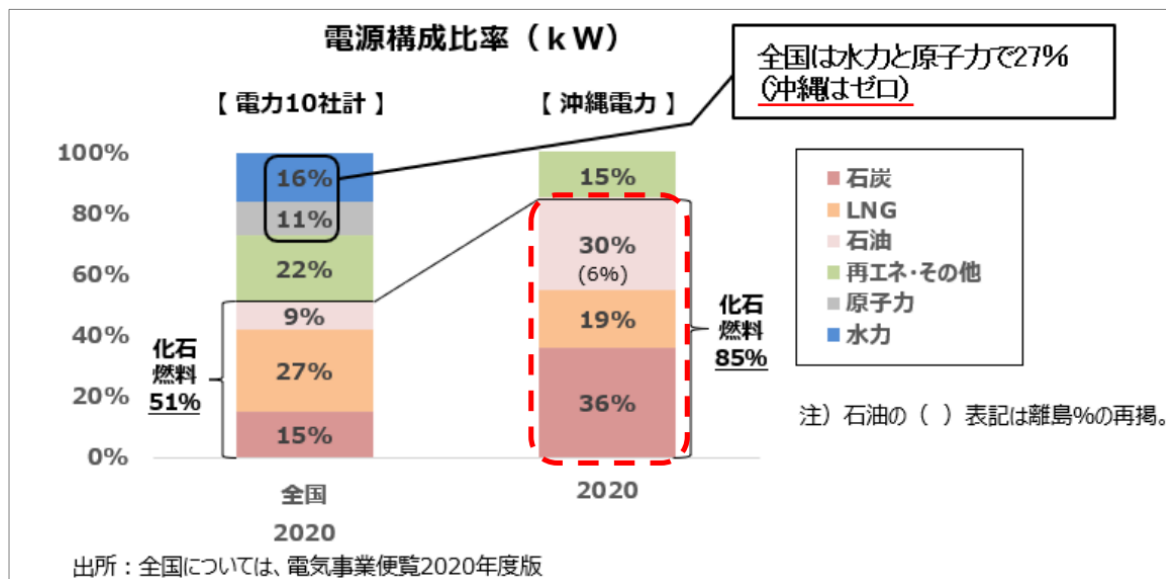
調査報告書＜概要版＞

令和5年3月 アイパックスグローバルオペレーションズ株式会社

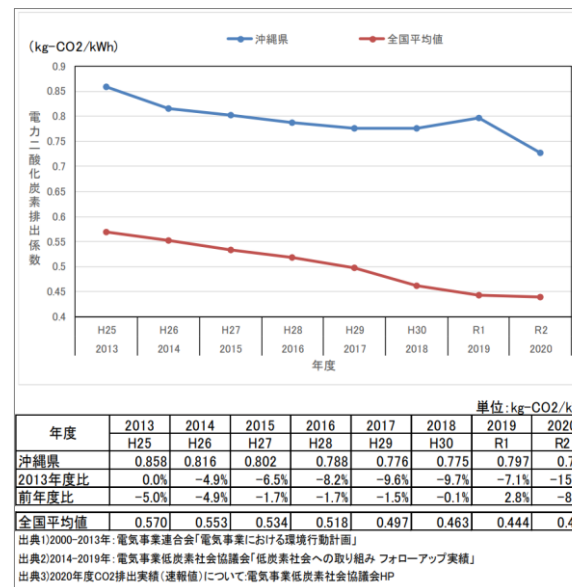
# 事業概要

## 本事業の目的

我が国は2050年カーボンニュートラルの実現を目標に掲げ、官民挙げての取組を推進することとしており、沖縄においても脱炭素に向けた取組を加速させていくことが求められている。しかしながら、沖縄の電源構成は地理的・地形的・需要規模の制約、構造的不利性から、原子力や大規模水力、地熱などのクリーンエネルギーを活用した電源開発が物理的に困難な状況となっている。そのため、石油、石炭及びLNGといった化石燃料に対する依存度が全国と比較して高く、CO2排出係数も全国で最も高い状況が続いている。



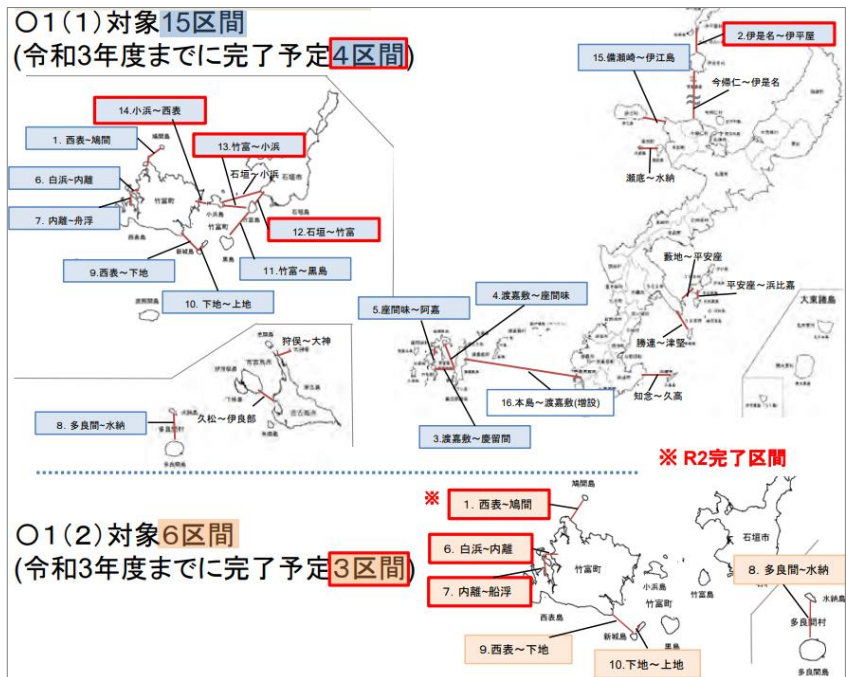
NEDO「沖縄エリアの吉の浦マルチガスタービン発電所を核とした地域水素利活用トータルシステムの構築に関する調査」



沖縄県環境部環境再生課「沖縄県の温室効果ガス排出量(2019 年度(令和元年度)推計値)」

# 事業概要

沖縄本島と橋梁で連結されていない37の有人島のうち複数の離島は沖縄本島と系統連結されておらず、電力の安定供給およびディーゼル発電のコストとCO2排出量の削減のため、海底ケーブル敷設作業が進められている。このような離島の状況において再生可能エネルギーを利用するにあたり、需要が数百kW～数万kWクラスと少なく、大規模な風力・太陽光発電など導入した場合には海底ケーブルを通した系統への逆潮流等が問題となってくる。一方で、台風の影響による停電や高波や軽石漂着によるフェリーの欠航なども離島の抱える問題であり、生活や産業への影響を低減するためには再生可能エネルギーの「地産地消」が求められる。



以上のことから、離島での再生可能エネルギー余剰電力によるオンサイト水素製造、製造した水素の地産地消、および貯蔵できる燃料として、アンモニア等の利用の社会実装を目的とした調査を行った。

内閣府沖縄総合事務局「沖縄離島活性化推進事業の概要」

## ① 既存の水素発生装置に関する仕様・価格調査

水素発生装置については、すでに商品化されているものがあり、水素発生電力原単位、水素発生量、メンテナンス性などの仕様および価格を調査し、オンサイト水素製造の導入・維持・コストに関する調査を実施。

## ② 離島でのオンサイト水素製造を想定した性能評価試験

調査結果を基にオンサイト水素製造を想定した性能評価試験を実施。また、水素発生装置メーカーと連携して、沖縄県内にて水素発生装置の製造・販売・メンテナンスが可能かについての技術的検討も実施。

## ③ 県内離島の需要家に対するヒアリング調査

水素発生装置を実際に離島の需要家に評価してもらいながら、具体的な利活用方法や耐環境性能に関するヒアリングを実施。離島ではCO<sub>2</sub>の排出量が多い製造業が少なく、農業・漁業・行政に焦点をあて、農業用機材・漁業設備の電動化や加工場等での利用、台風などの災害時における電源としての利用についてヒアリング調査を実施。

## ④ 既調査報告を基にした利活用シナリオ作成

水素製造装置を動かすためにも電力が必要なため、再生可能エネルギーの余剰電力を使うオンサイト水素製造を前提とした水素・アンモニア等の利活用シナリオを作成し、次年度以降のアクションプランに活用する。

# ①-1 既存の水素発生装置に関する仕様・価格調査

水素は、使用の際にCO<sub>2</sub>を排出しない(環境性)、エネルギーキャリアとして再生可能エネルギー等を貯める・運ぶ・利用することができる特性(貯蔵性、可搬性、多様性)を有する。これらの性質を利用した水素利用の方向性としては、運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量の大半を占める乗用車・貨物車の低炭素化や、熱利用(発電含む)などが挙げられる。

既存の水素発生装置に関する仕様・等について表にまとめる。

名称	メーカー	国	方式	生成量 (Nm <sup>3</sup> /h)	供給水素 圧(kPa.G)	消費電力 (kw)	寸法(W. mm)	寸法 (D)	寸法 (H)	重量 (kg)	価格
EHG-150	エノア	日本	高分子形水電解	0.009	400	0.09	227	420	352	15	-
EHG-3000	エノア	日本	高分子形水電解	0.18	400	1.5	450	500	800	25	-
GHM-5CM5N	エノア	日本	メタノール改質	5	500	0.45	650	800	1410	350	-
GHM-30CM6N	エノア	日本	メタノール改質	30	500	2.4	1500	850	2300	1500	-
HyGeia 50	三菱化工機	日本	化石燃料改質	50	700	-	3100	3700	-	-	-
M-HyGeia 1000	三菱化工機	日本	化石燃料改質	1000	700	-	11000	20000	-	-	-
HYSERVE-5	大阪ガス	日本	化石燃料改質	5	650	-	4650	1200	2500	-	-
HYSERVE-300	大阪ガス	日本	化石燃料改質	300	700	-	9700	3000	3550	-	-
suidel	東京ガス	日本	化石燃料改質	5	800	-	1150	2575	2525	1950	-
HHGO HB1	神戸製鋼	日本	高分子形水電解	1	820	6.5	-	-	-	-	-
HHGO SH100D	神戸製鋼	日本	高分子形水電解	100	820	650	-	-	-	-	-
OPGU-7200	ホリバ	日本	高分子形水電解	0.013	400	-	430	150	330	11	-
H-Genie	ThalesNano	ハンガリー	高分子形水電解	1	10000	1.5	345	365	460	38	3800000
FH2R	NEDO, 旭化成	日本	アルカリ水電解	1200	-	-	-	-	-	-	-
HYDROSPRING	日立造船	日本	高分子形水電解	200	850	1000	2400	12000	2900	-	-
-	伊ワタニ	日本	LNG 改質	-	-	-	-	-	-	-	-
-	伊ワタニ	日本	苛性ソーダ副生	-	-	-	-	-	-	-	-
-	新日鉄	日本	コークス副生	-	-	-	-	-	-	-	-

※各社とも価格について明確な回答は得られなかった

## ①-2 既存の水素発生装置に関する仕様・価格調査

### 燃料電池

燃料電池の原理は、水の電気分解の逆反応を行わせ、電気化学反応により燃料が持つ化学エネルギーから電気エネルギーを取り出す。純水素を燃料とした場合、燃料電池から排出されるのは水であり、発電時にCO<sub>2</sub>を排出しない。また、燃料が持つ化学エネルギーが熱エネルギー等を経ることなく直接電気エネルギーに変換されるため、発電効率は火力発電などよりも高い。水素燃料電池の種類と特徴について整理する。

方式	略称	電解質	移動イオン	燃料	作動温度(℃)	発電効率(LHV, %)	用途
アルカリ電解質形燃料電池	AFC	KOH 水溶液	OH <sup>-</sup>	純水素	50-150	70	宇宙開発用
リン酸形燃料電池	PAFC	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sup>+</sup>	改質水素	150-200	35-45	事業用, 非常電源用
溶融炭酸塩形燃料電池	MCFC	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	改質水素	600-700	44-66	事業用, 非常電源用
固体酸化物形燃料電池	SOFC	ジルコニア (ZrO <sub>2</sub> -Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	O <sup>2-</sup>	改質水素	600-1000	44-72	事業用, 家庭用, 可搬用
固体高分子形燃料電池	PEFC	陽イオン交換膜	H <sup>+</sup>	改質水素	70-120	30-60	家庭用, 車載用, 可搬用



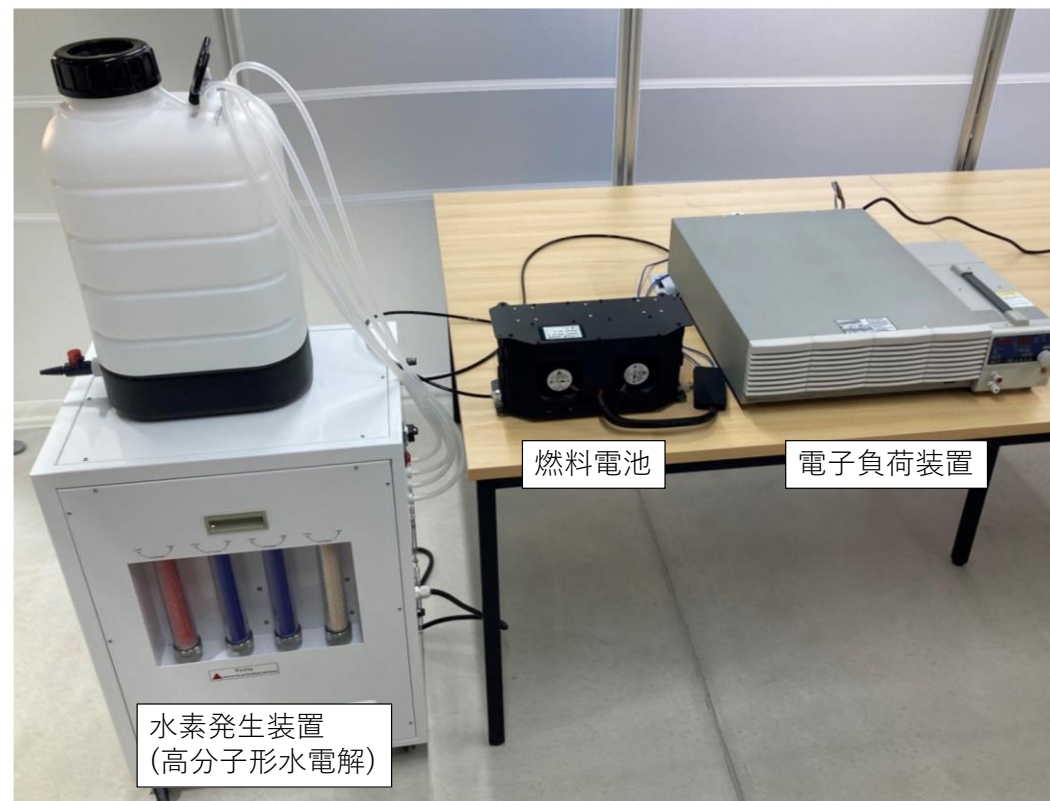
## ②-1 離島でのオンサイト水素製造を想定した性能評価試験 I-PEX

### オンサイト水素製造を想定した性能評価

離島でのオンサイト水素製造を想定して、沖縄県内に立地するI-PEX株式会社沖縄イノベーションセンター(以下、OIC)にてオンサイト水素製造を想定した性能評価試験を行った。また、沖縄県内での水素発生装置の製造・販売・メンテナンス可否についての技術的検証も実施した。

オンサイト水素製造を想定し、OICにて燃料電池による発電システムを含めた性能評価試験を行った。

試験の結果、1.5kW前後の電力を得られることが確認できた。  
このことから、離島での災害時の非常用電源に成り得ると考えられる。



## ②-2 離島でのオンサイト水素製造を想定した性能評価試験 I-PEX

### 沖縄県内での水素発生装置の製造・販売・メンテナンスに関する検証

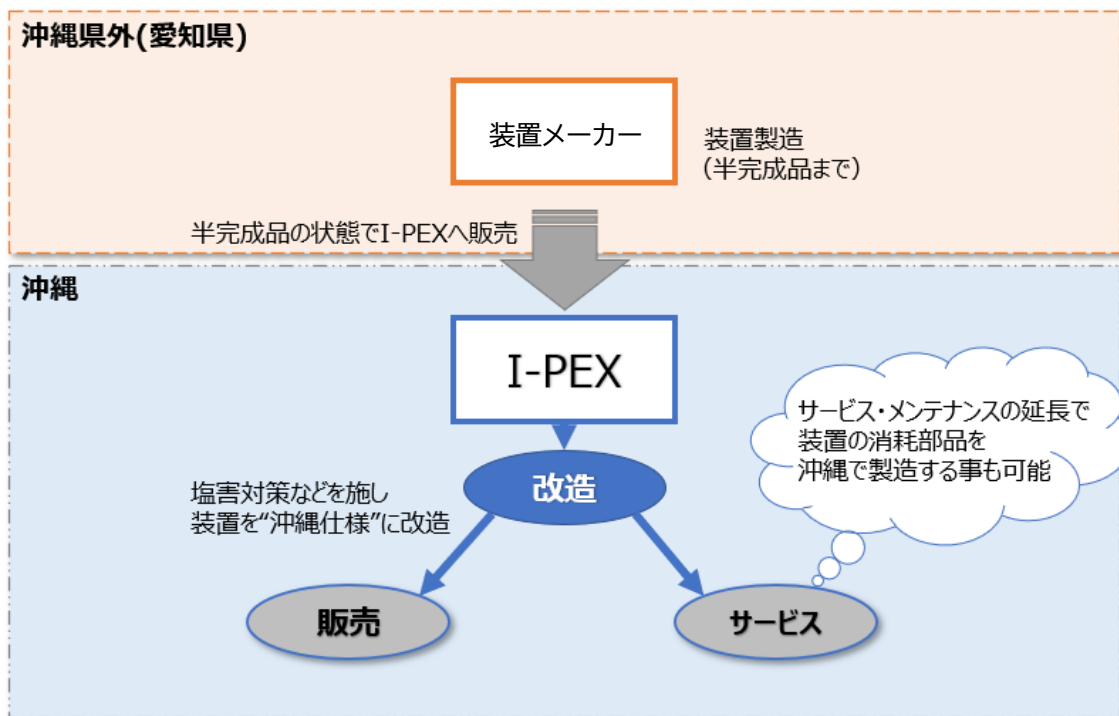
水素発生装置メーカーであり水素の製造やロジスティクスの特  
門家でもある企業と連携し、沖縄県内での水素発生装置の製造、  
販売、およびメンテナンスについての検討を行った。

現状として、沖縄で水素発生装置の製造を行うことについて不  
可能ではないものの、コスト面や部品調達面で課題があるといえ  
る。一方、今後沖縄に水素発電を普及させるためには現地に水素  
発生装置が必要となる。

沖縄における水素発生装置の製造・調達においてコストや部品調  
達以外にも塩害対策を考慮する必要もあり、離島県である沖縄  
県の実情に合わせたスキームを検討する必要がある。

専門企業との意見交換では、水素発生装置の製造を沖縄県内で  
完結することにこだわらず、コア部分は県外で製造し、塩害対策  
を含めた「沖縄仕様」を沖縄県内で付加し、販売することが検討  
された。

また、水素発生装置に必要な電解スタックを沖縄で量産する可  
能性についても議論を行った。電解スタックは比較的小さく、輸送  
においても離島県である沖縄の不利性が大きく問題にはならな  
いと考えられる。





### ③ 県内離島の需要家に対するヒアリング調査

#### 離島の課題解決に向けてヒアリング調査

伊平屋村は国内最大級のアーラミーバイ陸上養殖施設を有しているが、電気代高騰による経営の悪化や養殖タンク内の酸素不足による生育遅れ、台風など自然災害による停電などが課題となっている。

伊平屋村役場、漁協に出向き各課題についてのヒアリング。

再生可能エネルギー利活用の可能性・実際に水素発生装置で水素を発生させ、発電までの仕組みについて説明。

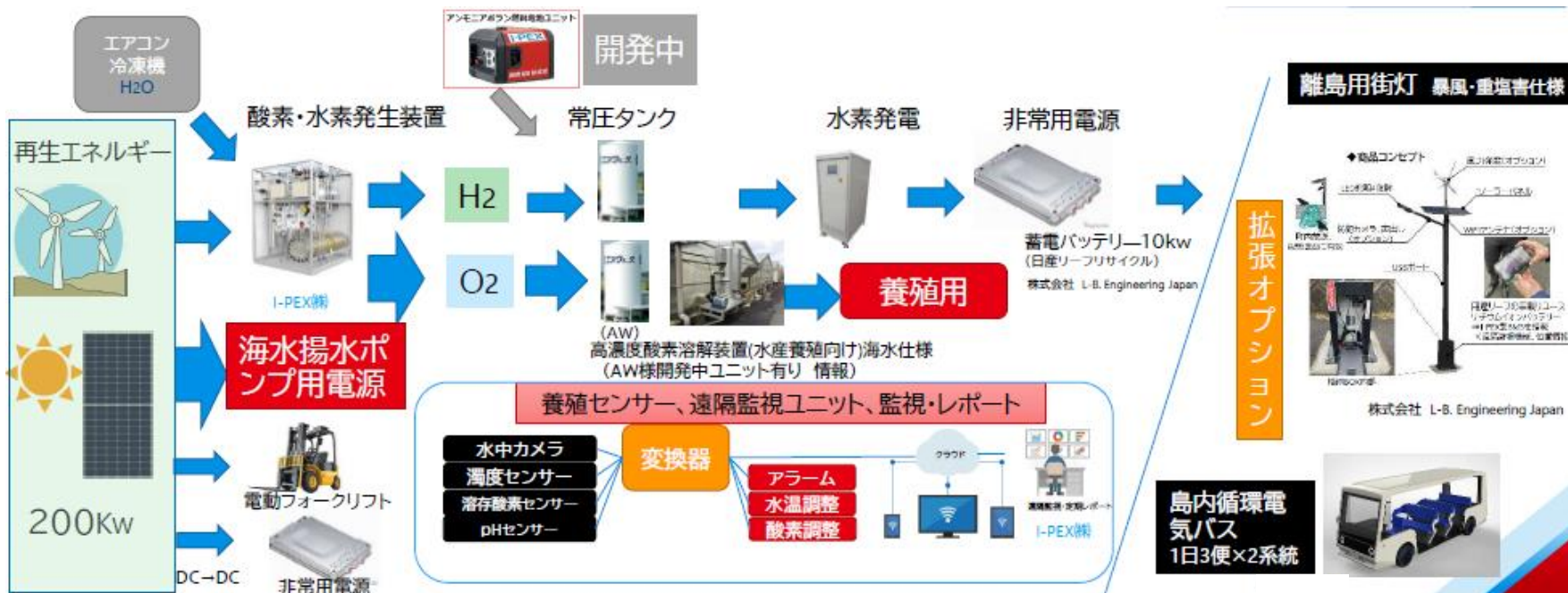


再生可能エネルギー余剰電力によるオンサイト水素製造、製造した水素の地産地消、および水素を貯蔵できる燃料として、アンモニア等の利用について琉球大学の専門家らと共に紹介をした。

## ④ 既調査報告を基にした利活用シナリオ作成

### 候補地離島における実証計画について

伊平屋村の陸上養殖における先進化・再生可能エネルギー活用について下図のようなシナリオを提案、今後実証化していきたい。



再生エネルギーをポンプ用電源として利用。余剰電力で水素を発生させ水素を常圧タンクで保存、必要な時に発電し電力を活用、また非常電源として蓄電バッテリーに貯める事もできる。水素製造時に発生する酸素も回収し貯めておくことで養殖用としても活用する事が可能で、現在陸上養殖の課題となっている事項の課題解決につなげる事ができる。

離島県である沖縄にとって、カーボンニュートラルの実現において他の自治体とは異なる課題があり、沖縄県の地理的・地形的な需要規模の制約や構造的不利性を考慮したエネルギー政策が求められる。台風の影響による停電や高波や軽石漂着によるフェリーの欠航なども離島の抱える問題であり、生活や産業への影響を低減するためには再生可能エネルギーの「地産地消」が求められる。本事業では、離島での再生可能エネルギー余剰電力によるオンサイト水素製造、製造した水素の地産地消、および貯蔵できる燃料として、アンモニア等の利用の社会実装を目的とした調査を行った。デスクリサーチのみならず、実際に専門家と事業スキームの検討を実施し、またオンサイト水素製造を想定した技術的検証も行い離島自治体へのヒアリングにてデモンストレーションも行った。沖縄県の地理的特性や構造的不利性を考慮したクリーンエネルギー導入実現可能性を検討する上で基礎資料となると考える。



I-PEX株式会社

