

公開資料

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)

研究開発実施終了報告書

SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム
シナリオ創出フェーズ

「水素技術を活用し、住民参画を目指した
クリーンエネルギープロシューマーモデルの開発」

研究代表者氏名 牛房 義明

(北九州市立大学経済学部 教授)

協働実施者氏名 工藤 里恵

(北九州市環境局グリーン成長推進課
グリーン成長推進課長)

目次

I. 本研究開発実施報告書サマリー.....	3
II. 本編	4
1. 研究開発プロジェクトの目標	4
1-1. 研究開発プロジェクト全体の目標	4
1-2. プロジェクトの位置づけ	4
2. 研究開発の実施内容.....	5
2-1. 実施項目およびその全体像	5
2-2. 実施内容.....	7
3. 研究開発成果	17
3-1. 目標の達成状況.....	17
3-2. 研究開発成果	18
4. 研究開発の実施体制.....	21
4-1. 研究開発実施体制	21
4-2. 研究開発実施者.....	23
4-3. 研究開発の協力者	25
5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	26
5-1. シンポジウム等.....	26
5-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	27
5-3. 論文発表.....	27
5-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	27
5-5. 新聞報道・投稿、受賞など	28
5-6. 特許出願.....	28
6. その他（任意）	28

I. 本研究開発実施報告書サマリー

本プロジェクトは、地球温暖化に対応するために、化石燃料に依存しない脱炭素社会の実現を目標として掲げた。脱炭素社会の実現のためには、再生可能エネルギーの更なる普及、余剰再生可能エネルギーの有効活用が必要である。

本プロジェクトでは、余剰再生可能エネルギーを水素にして貯蔵し、必要な時にエネルギーに変換する水素システム（グリーンプロシューマー）の社会実装について検討した。具体的には主に以下の3つを実施し、成果を得て、課題も残った。

1つ目の実施項目は、本プロジェクトの技術シーズである理化学研究所が開発した水素貯蔵システムをシミュレーターとして再現することであった。水素システムのシミュレーターは MATLAB/Simulink を利用して構築された。構築された水素システムシミュレーターに北九州の実データを入力し、水素システムがどれだけ二酸化炭素削減や電気代節約に貢献するのかを検証する可能性試験を実施した。今後の課題としては、より現実に即したシミュレーター（集合住宅、商業施設などのタイプ別のシミュレーションモデル）の開発が求められる。

2つ目は、複数の水素システムの拡張の可能性を検討したことである。複数連携の際に発生する技術的なボトルネック（太陽光発電による逆潮流、電圧の不安定性など）がある。本実施項目では、水素システムが導入された配電システムモデルを検討し、配電システムの安定性を評価するために電圧の変動を把握するシミュレーターを構築することで、懸念されていたボトルネックが重要ではないことが共有できた。ただし、課題としては、水素貯蔵システム単体の最適制御について引き続き検討する必要がある。また、複数連携する際には、経済性、CO2 削減効果を考慮し、世帯単位で水素貯蔵システムを設置するのか、コミュニケーション単位で設置するのかについて検討する必要がある。

3つ目は、水素システムの社会実装の可能性を検討したことである。共創的対話の手段として、ワークショップを実施することで、グリーンプロシューマーを普及させる際の住民、事業者、行政の課題が明確になった。住民の課題としては、多くの住民は、エネルギーは供給されるのが普通で、空気や水のような存在として認識しているため、脱炭素に対する意識が低いことであった。事業者の課題はエネルギー関連の商品・サービスがユーザーの購買意欲につながっていないことである。行政の課題はエネルギー政策が住民に十分に浸透し、行動変容につながっていないことである。これからの課題を解決するために、市民、企業、行政が集い、自ら学び、考え、行動する探求型学習・行動プラットフォームを構築し、市民・企業が脱炭素やエネルギーの問題を自分事として考えるグリーンプロシューマーの育成を提案した。今後の課題としては提案したプラットフォームの実施主体、プラットフォームのコンテンツを具体化する必要がある。

II. 本編

1. 研究開発プロジェクトの目標

1-1. 研究開発プロジェクト全体の目標

本プロジェクトでは、理化学研究所が開発した水素システムを活用し、エネルギーの消費者でも生産者でもあるプロシューマーモデルを開発し、住民にも参画してもらいながらプロシューマーモデルの社会実装シナリオを策定する。

また、水素システムを搭載したプロシューマーモデルによる自立分散エネルギーマネジメントの可能性と再生可能エネルギー由来の水素生成・貯蔵システムによる小規模分散電源（再エネ電源）の出力変動制御、余剰電力活用、災害時の独立電源としての活用の可能性を明らかにする。

本プロジェクトは、理化学研究所の研究開発プロジェクトの一部ではなく、理化学研究所の技術シーズを活用した脱炭素社会実現に向けたシナリオ策定を北九州市立大学、北九州市が連携して行うものである。そのため、本プロジェクトで行う可能性試験とアウトカムは次の2点になる。

- ・余剰再生可能エネルギーの有効活用、脱炭素社会実現の一つのツールとして開発された理化学研究所の水素システムと北九州で収集された発電データ、電力使用量データを融合させ、クリーンエネルギーマネジメントシステムのエビデンスを導出する。
- ・上記で構築したプロシューマーモデルより得られたエビデンスをベースに、プロシューマーの当事者である住民の参画を見据えたクリーンエネルギーマネジメントシステムの社会実装に向けてのロードマップを作成する。

1-2. プロジェクトの位置づけ

九州地域では2012年度に固定価格買取制度（以下、FIT）が導入されて以降、再生可能エネルギーが普及してきた。しかし、九州地域においては、電力系統に接続可能な再生可能エネルギーには上限があり、再生可能エネルギーの接続制限が脱炭素社会の実現に大きな障壁となっている。

現在、国、地方のエネルギー政策、エネルギーインフラ整備は行政と大企業によるトップダウンで進められているため、多くの市民や地域中小企業が自ら参画できる機会や手段がないことから、電気は供給されることが当たり前で、空気や水のような存在として認識されている。このようなボトムアップの取り組みや仕組みがないことが、社会が一体となって脱炭素社会実現に取り組むうえでボトルネックとなっている。このボトルネックを解消するために、本プロジェクトでは、自分で発電・蓄電し、自分で消費できる小規模な水素システムの普及の可能性（グリーンプロシューマー）の検討を行った。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目およびその全体像

大項目 A. 実データに基づく水素システムの能力の算定

中項目 1. 水素システムの出力規模に応じた数値モデル構築

期間： 2019.11～2020.9

実施者：牛房（北九州市立大学）

協力者：藤井・小池（理化学研究所）、九州工業大学

対象： 小規模需要家（戸建て住宅、マンション、商業施設など）

中項目 2. フィールドデータを用いた水素システムの能力算定

水素システムデモ機によるデータ収集

期間： 2020.1～2022.3

実施者：牛房（北九州市立大学）北九州市立大学、理化学研究所、九州工業大学

対象： 北九州市エリア

大項目 B. AI および最適制御技術を活用した予測・制御システムの構築

中項目 1. システム容量と連携制御をパラメーターとした街区モデル、都市モデル
の構築

期間： 2019.11～2020.9

実施者：北九州市立大学、理化学研究所、九州工業大学、東京工業大学

対象： 北九州市エリア

中項目 2. 水素システム導入率、再エネ導入率、炭素排出量削減率を指標としたシ
ステム導入・制御方法の最適化

期間： 2020.1～2021.1

実施者：北九州市立大学、理化学研究所、北九州市、九州工業大学、東京工業大学

対象： 北九州市エリア

大項目 C. 社会実装方法の提示

中項目 1. 水素システム導入時のコスト評価

期間： 2020.6～2021.1

実施者：北九州市立大学、理化学研究所

対象： 北九州市エリア

中項目 2. 社会実装方法に関する共創的対話

期間： 2019.1～2022.3

実施者：北九州市立大学、理化学研究所、北九州市、(株)北九州パワー、西部ガス、
城野ひとまちネット、九州大学、東宝ホーム、九州電力北九州支店

対象： 北九州市エリアの居住者、事業者

中項目 3. 社会実装シナリオの策定、他地域展開調査

期間： 2021.1～2021.10

実施者：北九州市立大学、北九州市、九州大学

対象： 北九州市

大項目 D. 用途展開

期間： 2021.11～

実施者：北九州市立大学、理化学研究所、北九州市

対象： 北九州市以外の都道府県、OECD「グリーン成長モデル都市」、「SDGs 推進
に向けた世界のモデル都市」に選定された都市

大項目 E. 他地域展開

期間： 2021.11～

実施者：北九州市立大学、理化学研究所、北九州市

対象： 北九州市以外の都道府県、OECD「グリーン成長モデル都市」、「SDGs 推進に
に向けた世界のモデル都市」に選定された都市

スケジュール

大項目	中項目	令和元年度		令和2年度		令和3年度	
		2020.3	2020.9	2021.3	2021.10		
A. 水素システムの能力算定	1. 数値モデル構築	→		需要規模に応じた数値モデル（プロシューマーモデル）構築			
	2. 実データによる能力算定	→				→	
B. AIおよび最適制御技術を活用した予測・制御システムの構築	1. 街区、都市モデル構築	→		AIで構築した要素を組み合わせ、連携運転も考慮した数値モデルを構築(可能性試験)			
	2. システム導入・制御の最適化	→		B-1のモデルを用い、水素システムの導入方法を最適化(可能性試験)			
C. 社会実装方法の提示	1. コスト評価	→		シナリオ作成		→	
	2. 共創的対話	→		評価			
	3. シナリオ策定 他地域展開調査	→				→	
		デザイン思考を活用した住民参画の設計 ワークショップの開催、アンケート調査など (可能性試験)		設置環境検証の多様化を図るため 調査候補地を探索		水素システムデモ機を展示とフィードバック	

2-2. 実施内容

実施項目 A-1：水素システムの出力規模に応じた数値モデル構築

(1) 内容・方法・活動：

初年度は、理化学研究所で研究された水素システムの理解及びモデル開発を行った。太陽光発電を模擬した入力電源そして蓄電池、水素貯蔵装置、燃料電池、各一種類を連携させた簡易的なモデルを MATLAB/Simulink 上で作成を試みた。

2020年11月に理化学研究所に訪問し、水素貯蔵システムを見学したことにより、水素システムのシミュレーションモデルをアップデートした。

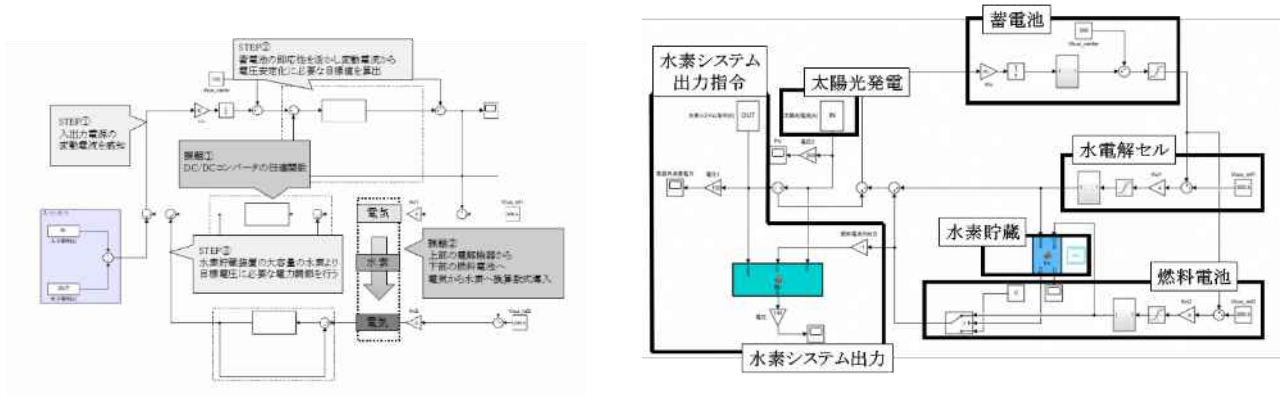


図 1: 水素貯蔵システムのシミュレーションモデルの改訂
(左図) 昨年度のシミュレーションモデル (右図) 今年度のシミュレーションモデル

(2) 結果：

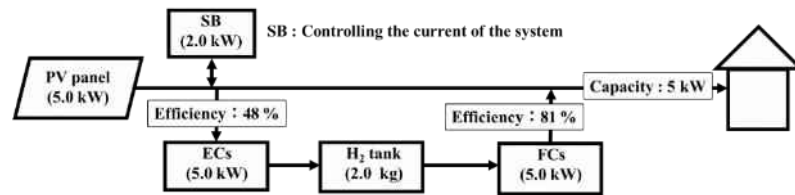
簡易的なものではあるが、水素システムのシミュレーターを構築することで、水素システムを利用したプロシューマーモデルを構築することができた（図 1 左）。理化学研究所にある 2kW の水素貯蔵システムを見学したことで、これまでの課題であったシミュレーション上の DC/DC コンバータの伝達関数の特定化に至っていない点、水素貯蔵装置中の電気からエネルギーを介して水素に変換する数式をシミュレーションに組み込み込めていなかった点が改善された（図 1 右）。

実施項目 A-2：フィールドデータを用いた水素システムの能力算定

(1) 内容・方法・活動：

初年度は、本プロジェクトのフィールドの一つである城野地区の居住者の太陽光発電データ、電力使用量データなどを北九州市と連携して収集し、水素システムシミュレーターに入力するデータセット構築を行なった。

次年度は、城野地区の居住者の太陽光発電データ、電力使用量データを利用し、水素システムシミュレーターに入力し、水素貯蔵システムの動作確認を行った。



太陽光発電: 5 kW 蓄電池 : 2kW
水電解セル: 5kW (電流→水素: 効率81%)
燃料電池 : 5kW (水素→電流: 効率48%)
水素貯蔵タンク: 2kg

図 2: 水素貯蔵システムの基本構成図

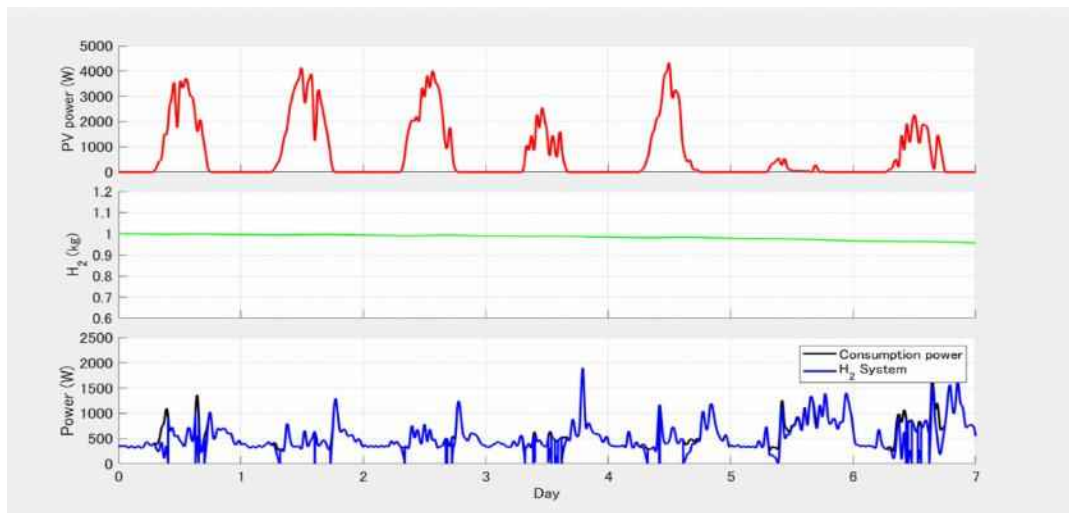


図 3: 水素貯蔵システムの稼働状況 (2018 年 4 月 1 日から 4 月 7 日)

(2) 結果 :

初年度は、居住者の太陽光発電データ、電力使用量データ、気温データなどを収集し、水素システムシミュレーターに入力するデータセットの構築ができた。
次年度は、北九州の太陽光発電データ、電力使用量データを実施項目 A で構築した水素貯蔵システムシミュレーター (システム構成は図 2) に入力し、水素貯蔵システムの動作確認を行い、水素生成、水素による発電量の出力データが得られ、それらを見える化することができた (図 3)。 それによって、水素貯蔵状況、水素による発電状況を把握でき、また安定した水素生成、発電の確認ができ、可能性試験が実施できた。

実施項目 B-1：システム容量と連携制御をパラメーターとした街区モデル、都市モデルの構築

(1) 内容・方法・活動：

初年度は、実施項目 A で構築した水素システムをベースに複数連携した街区モデルに拡張し、さらに街区単位を連携し、水素システムのマイクログリッドモデルの構築の可能性、課題を検討した（図 4）。

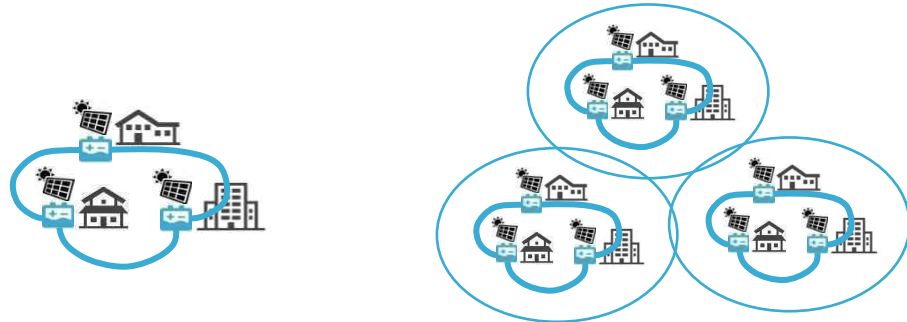
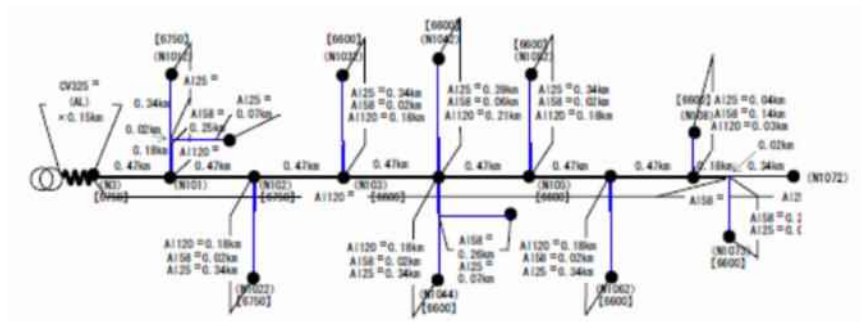


図 4：水素システムの複数連携のイメージ
街区モデル（左）、都市モデル（右）

次年度は、複数連携の水素システムモデルを、東京工業大学 石崎孝幸准教授にも参画してもらい検討した。具体的には、住宅地域に水素システムが導入された配電システムモデルを検討し、配電システムの安定性を評価するために電圧の変動を把握するシミュレーターを構築した。



住宅地域を想定した配電システムモデル※

※ 電気協同研究会:「配電系統の高調波防止対策」,Vol.37,No.3 pp97-104,S56

図 5：複数連携モデルの一例

(2) 結果：

住宅地域に複数の水素システムが導入された配電システムモデル（図 5）を構築し、検討した結果、太陽光発電の変動が水素貯蔵システムの導入により吸収され、複数連携を行う場合に懸念されたボトルネック（電流・電圧の不安定化、配電システムに与える負荷）は現時点では大した問題ではない可能性があることが確認できた。

実施項目 B-2：水素システム導入率、再エネ導入率、炭素排出量削減率を指標とした
システム導入・制御方法の最適化

(1) 内容・方法・活動：

初年度は、本プロジェクトで構築した水素システムモデルの評価、制御手法を検討した。評価指標としては、水素システム導入による負荷平準化率（負荷率）、ゼロ・カーボン達成度、エネルギー自給率などの評価指標を検討した。また、制御手法については、モデル予測制御、分散協調制御を活用した。

次年度は、評価指標として水素システム導入によるゼロ・カーボン達成度（創エネルギー量 [太陽光発電量+燃料電池による発電量] ÷ 使用エネルギー量）を作成し、北九州のデータを利用して、水素貯蔵システムシミュレーターでゼロ・カーボン達成度を試算した。

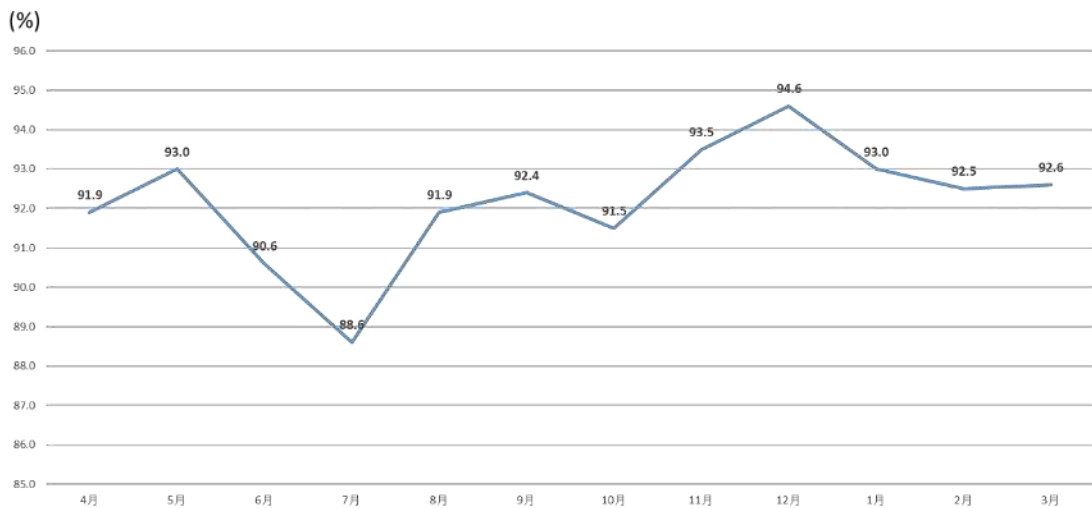


図 6: ゼロ・カーボン達成度の試算

(2) 結果：

水素貯蔵システムモデルのCO2削減効果を測定するためにゼロ・カーボン達成度（創エネルギー量 [太陽光発電量+燃料電池による発電量] ÷ 使用エネルギー量）を作成し、北九州のデータを用いた水素貯蔵システムシミュレーターでゼロ・カーボン達成度を試算した（図 6）。現時点では水素貯蔵システムによりすべてのエネルギーをまかなうことはできないが、年間を通じて7割から9割は太陽光発電と水素貯蔵システムからまかなえる可能性があることが確認された。

実施項目 C-1：水素システム導入時のコスト評価

(1) 内容・方法・活動：

水素システム導入による費用を試算し、経済性評価を行った。また、水素システム、プロシューマーなどの認知度を把握するために、九州を中心に太陽光発電を所有している 1000 世帯を対象にオンラインアンケートを実施した。

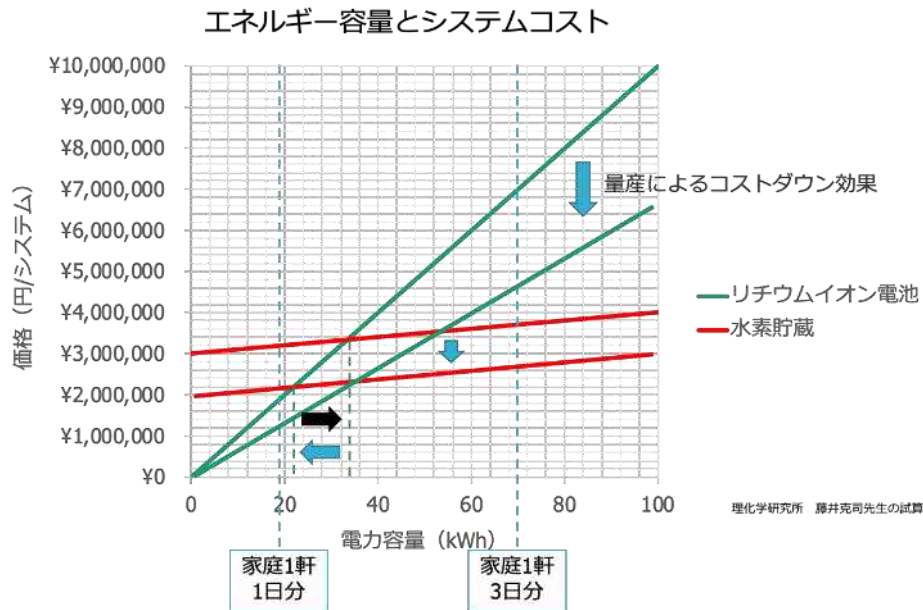


図 7: 水素貯蔵システムの経済性評価

(2) 結果：

国の水素基本戦略にある水素供給コストなどを参考にして、水素システム導入による費用を試算し、図 7 のような経済性評価を行った。戸建住宅 1 軒分で 1 日分の蓄電量だと水素貯蔵システムより蓄電池の方がコストは安いですが、量産によるコストダウンが進めば、水素貯蔵システムも蓄電池と同じくらいの費用に近づくことが確認された。

また、オンラインアンケートの結果の一部として、プロシューマーを知らない世帯は 7 割であった (図 8)。水素システムに対する認知度は 3 割であり、地域での共有よりも戸別設置が求められていた。各戸での月払いリース形態の場合、住宅からの二酸化炭素排出量の追加削減 1% あたり 40 円～46 円、停電時の電力供給能力 1 日増あたり 650 円～720 円の追加支払いが見込めることがわかった (表 1)。

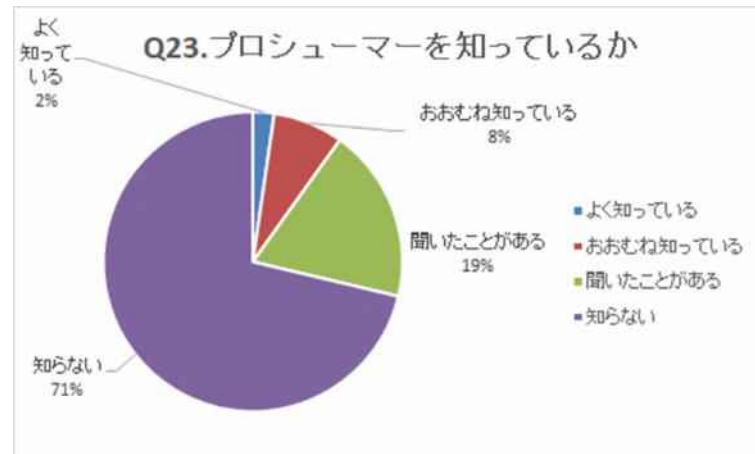


図 8: オンラインアンケート結果 1 (プロシューマー認知度)

表 1: オンラインアンケート結果 2 (水素貯蔵システムに対する評価)

CO ₂ 排出削減価格あり		CO ₂ 排出削減価格なし	
非価格属性変数	限界支払意思額 [円/月]	非価格属性変数	限界支払意思額 [円/月]
CO ₂ 排出削減率 [%]	45.9	CO ₂ 排出削減率 [%]	40.6
停電時のエネルギー供給期間 [日]	650.6	停電時のエネルギー供給期間 [日]	719.9
(事業者) [ダミー変数]		(事業者) [ダミー変数]	
新規大手	-430.6	新規大手	-210.0
新規中小	-1265.1	新規中小	-1549.0
既存中小	-655.8	既存中小	-235.9

実施項目 C-2 : 社会実装方法に関する共創的対話

(1) 内容・方法・活動 :

初年度は、水素システム技術やプロシューマーそのものに対する認知度を把握するために、2020年2月、北九州市城野地区において、城野ひとまちネットと連携して、エネルギーマネジメントに関するワークショップを開催した。

また、他地域展開を見据え、多様なステークホルダーと連携を図るために、初年度は国内では宮古島、海外ではドイツのブッパタール、オスナブリュックのシュタットベルケ（電気、ガス、水道、交通サービスを供給する都市公社）、ハンブルクにある地元企業が出資して設立された再生可能エネルギークラスターを訪問した。各関係者と再生可能エネルギー由来の水素エネルギーシステムを活用したプロシューマーモデルに関する意見交換を行い、協働可能な関係を構築する活動を行った。

またパリにおいて、北九州市立大学と大学間協定を締結しているパリ大学とワークショップの開催、OECD 本部への訪問の際に、本プロジェクトを紹介した。さらに OECD 主催によるドイツのボンで開催された SDGs ラウンドテーブルに参加し、OECD から選定された SDGs パイロット都市/地域に対し、本プロジェクトの紹介を行い、ネットワーク構築を試みた。

次年度は、水素システムの実装、住民の参画を促すために九州大学芸術工学研究院の平井康之教授に協力者として参画してもらい、共創的対話のワークショップを 9 回実施した。また、つくば市のスマエコシティと城野ひとまちネット主催のオンライン・フォーラム、北九州市立大学主催のオンラインシンポジウムを開催した。

(2) 結果：

当初は水素システムの普及のためには、テクノロジーマーケティングについて検討していた。そのため、生産者（企業）と消費者（市民、住民）の関係を注目していた。しかし、初年度に城野地区の住民を対象に実施したワークショップでは、住民のエネルギー問題に対する意識の低さを認識した。そのため次年度では、エネルギーの地産地消、再生可能エネルギーの普及、プロシューマー、水素システムなどがなぜ必要なのかを住民目線から考えるワークショップを実施した。また、次年度のワークショップでは、北九州市温暖化対策課に温暖化対策、エネルギー政策について紹介してもらった。温暖化対策、エネルギー政策、脱炭素政策で課題となるのが、政策を実施しても、市民の温暖化、エネルギー、脱炭素に対する意識に温度差があるため、行動変容につながる市民、つながらない市民が存在することが共有された。そのため、市民と行政との関係にも焦点をあてることになり図 9 につながった。

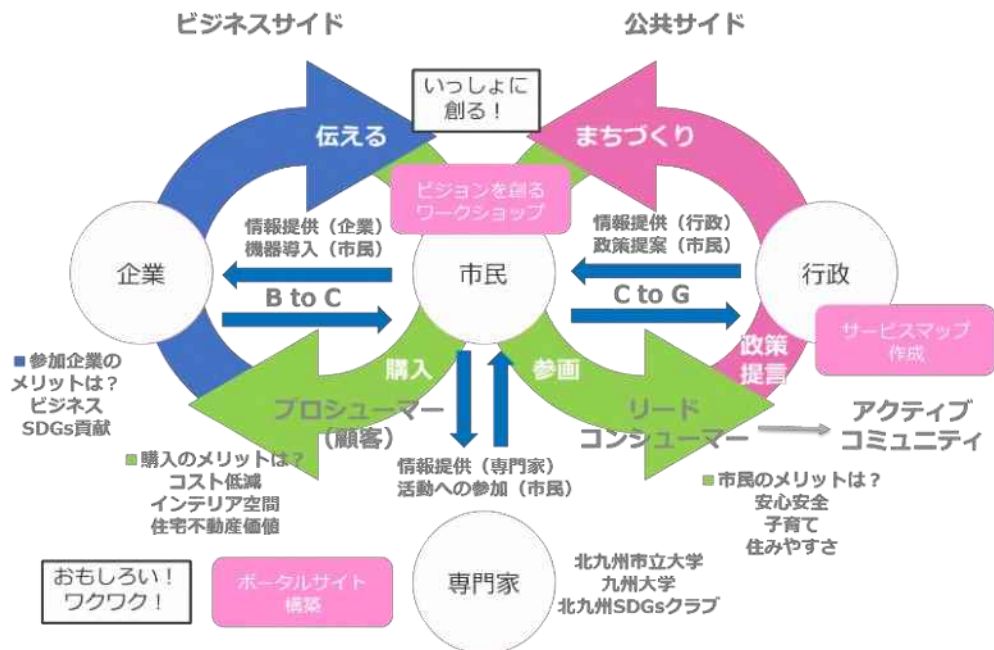


図9：産学官民のネットワークのイメージ

実施項目 C-3：社会実装シナリオの策定、他地域展開調査

(1) 内容・方法・活動：

社会実装シナリオの策定では、水素システム導入によるグリーンプロシューマーの普及のために、各ステークホルダーの課題を抽出するために、共創的対話であるワークショップを実施し、その対応策、事業構想の具体化を検討した。福岡県福津市、大分県竹田市、山口県下関市、徳島県上勝町と意見交換した。

(2) 結果：

共創的対話であるワークショップを通して、図9のような産学官民から構成されるネットワーク構築を提案した。また、本プロジェクトの立ち位置、グリーンプロシューマーを増やしていくシナリオとして、図10、図11のようなイメージを共有することができた。他地域展開調査では、次年度に宮古島未来エネルギー、OECD 合同ワークショップ、ドイツのシュタットベルケとの意見交換会を行う予定だったが、コロナの影響で延期になった。しかしながら、福岡県福津市、徳島県上勝町と意見交換することができ、他地域展開への連携を進めることができた。

「SDGs の達成に向けた共創的研究開発プログラム (シナリオ創出フェーズ)」
 「水素技術を活用し、住民参画を目指したクリーンエネルギープロシューマーモデルの開発」
 研究開発プロジェクト 実施終了報告書

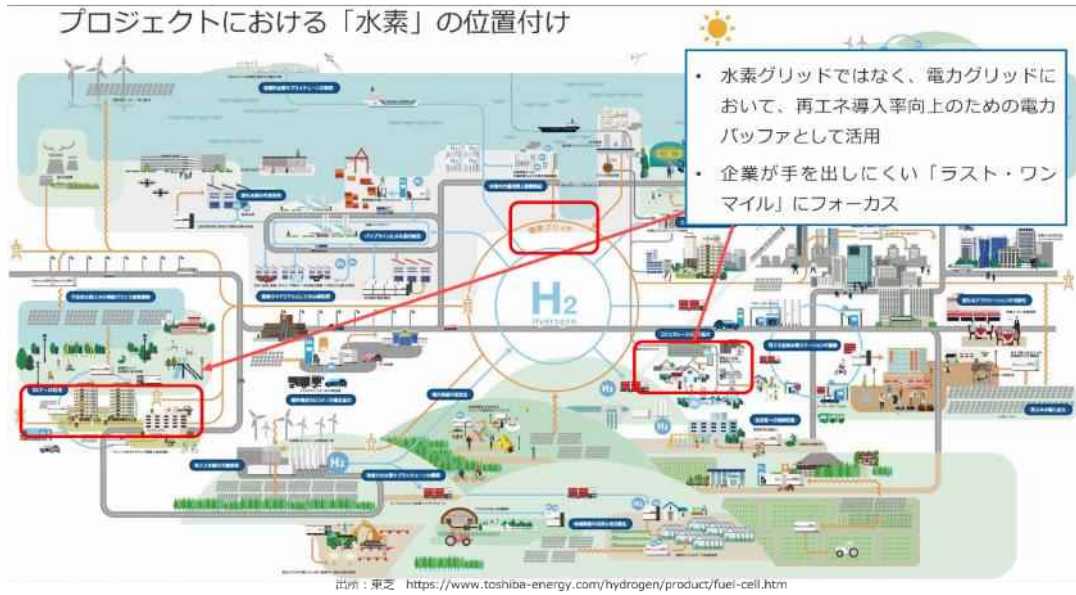


図 10：本プロジェクトの立ち位置

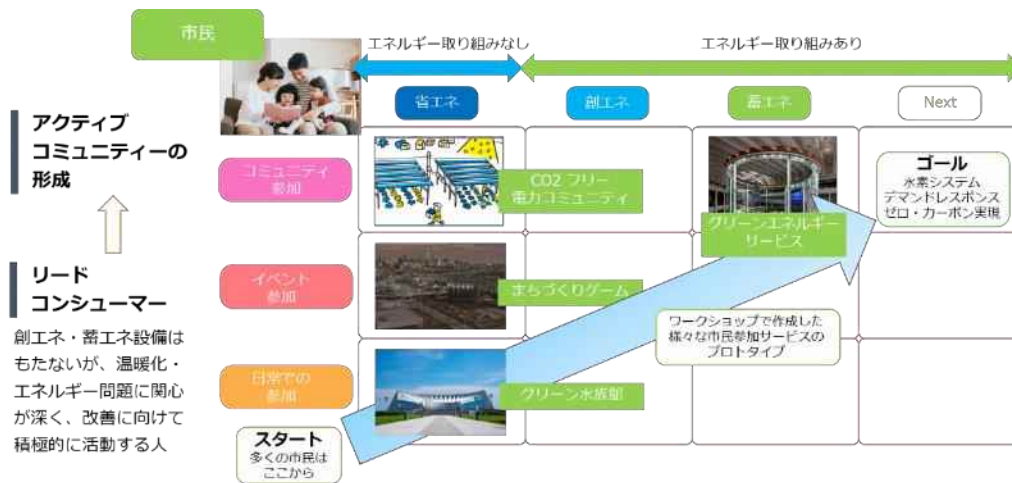


図 11：グリーンプロシューマーへのシナリオイメージ

3. 研究開発成果

3-1. 目標の達成状況

本プロジェクトでは、水素システムを活用し、エネルギーの消費者でも生産者でもあるプロシューマーモデルを開発し、住民にも参画してもらいながらプロシューマーモデルの社会実装シナリオを策定することである。

また、水素システムを搭載したプロシューマーモデルによる自立分散エネルギーマネジメントの可能性と再生可能エネルギー由来の水素生成・貯蔵システムによる小規模分散電源（再エネ電源）の出力変動制御、余剰電力活用としての活用の可能性を明らかにすることである。

本プロジェクトでは、以下の5つの実施項目を設定し、それぞれ以下のことが達成された。

A. 実データに基づく水素システムの能力算定

水素システムシミュレーターを構築することで、水素システムの脱炭素貢献度、光熱費削減効果を明らかにすることができた。

B. AI および最適制御技術を活用した予測・制御システムの構築

水素システムを複数連携したマイクログリッドシミュレーションを構築することで、太陽光発電の変動が水素貯蔵システムの導入により吸収され、当初複数連携を行う場合に懸念されたボトルネック（電流・電圧の不安定化、配電系統に与える負荷）は大きな問題にならない可能性があることが確認できた。

C. 社会実装方法の提示

共創的対話であるワークショップを通して、住民、事業者、行政の課題が明確になり、社会実装シナリオの方向性として、図9のような産学官民から構成されるネットワーク構築を提案した。

また、本プロジェクトの立ち位置、グリーンプロシューマーを増やしていくシナリオとして、図10、図11のようなイメージを共有することができた。

D. 用途展開と E. 他地域展開

地域ごとで再生可能エネルギー源、エネルギー消費のパターンが異なる徳島県上勝町、福岡県福津市を実証フィールドの候補地として展開することができた。

また、クリーンプロシューマー育成の担い手を展開に関しては環境パートナーシップオフィス（EPO 九州）の支援により他地域への展開が可能である。海外展開として

は、北九州市立大学と連携協定を締結しているパリ大学、ブレーマーハーフェン大学と連携し水素関連の実証研究プロジェクト、九州大学と連携協定を締結しているアールト大学と行政サービスプロジェクト実施の準備を進めることができた。

3-2. 研究開発成果

成果 水素システムシミュレーターの開発

(1)内容：

理化学研究所が開発した分散型水素システムを本プロジェクトでシミュレーションモデルとして構築し、北九州市における一般家庭の太陽光発電データ、電力使用データを利用して、エネルギーの生産者でもあり、消費者でもあるプロシューマーモデルを構築した。

(2)活用・展開：

構築したプロシューマーモデルと実データ（2018年度）の活用により、図、表のような見える化を行った。年平均でゼロ・カーボン達成率は77.1%（365日中約280日）となり、年間の電気代は、太陽光発電、水素システムを導入していない世帯と比べると、年間約10万円の節約のなることが試算された。また、太陽光発電、水素システムは化石燃料の使用を削減することになり、それによる社会的便益（化石燃料利用減少による温暖化、大気汚染の抑制により発生する便益）は年間約2.3万円になる。

しかしながら、初期コストは数千万円になることから、普及のためのビジネスモデルを検討する必要がある。

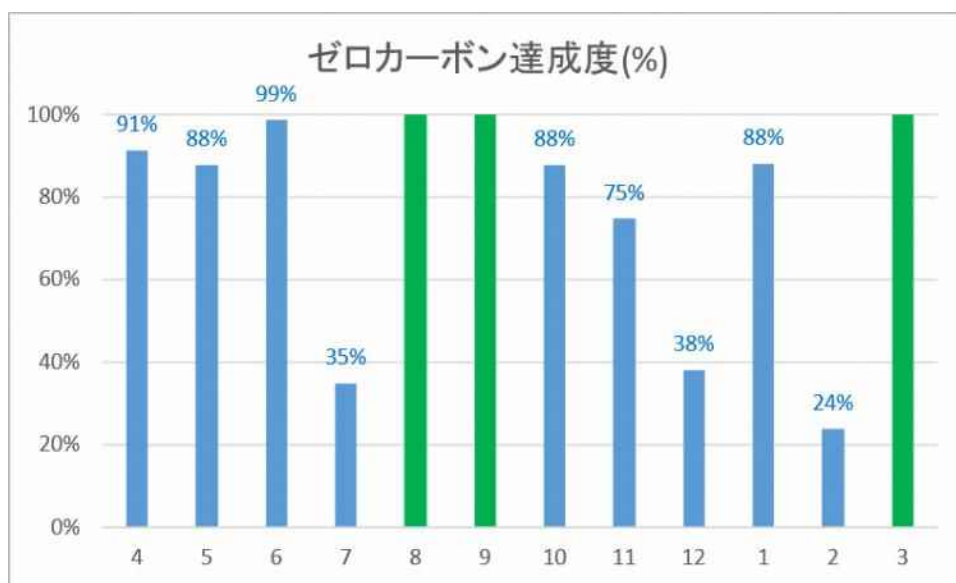


図 12 太陽光発電、水素システム導入によるゼロ・カーボン達成度

表2 太陽光発電、水素システム導入による電気代の変化

条件	年間電気料金	節約分
設備導入なし	¥136,161	—
PVのみ	¥95,349	¥40,812
PV+水素システム	¥28,163	¥107,998

(3) その他：

水素システムシミュレーターを開発することで、理化学研究所が立ち上げた分散型水素システム社会実証研究会に参画している企業から共同研究の申し出が2件あり、今後は企業と共同で水素システムシミュレーターを開発し、社会実装につなげていく予定である。

成果 プロシューマーモデルの社会実装シナリオの策定

(1) 内容：

水素システムを社会に普及させるために、水素システム技術やプロシューマーそのものに対する理解を高め、住民の参画を促す共創的対話（ワークショップ）を実施し、どうすれば水素エネルギーシステムが導入されるのかを検討した。共創的対話を通じて、図9の産学官民のネットワーク、図11のグリーンプロシューマーへのシナリオイメージを作成した。

脱炭素社会実現に向けた再エネ普及には、市民の意識向上、行動変容が必要であるが、多くの市民、住民は、新しいライフスタイルがイメージできず、エネルギーに積極的に関わる手段・機会がないことが確認されたことから、誰でも利用できるグリーン電力貯蔵システムの実用化支援、脱炭素ライフスタイルを見つけ出すプラットフォーム「SDGs みらいスクール」の構築、各地のグリーンプロシューマーが連携・融合を図る「SDGs みらいコンソーシアム」の構築を提案した。

「SDGs の達成に向けた共創的研究開発プログラム (シナリオ創出フェーズ)」
 「水素技術を活用し、住民参画を目指したクリーンエネルギープロシューマーモデルの開発」
 研究開発プロジェクト 実施終了報告書

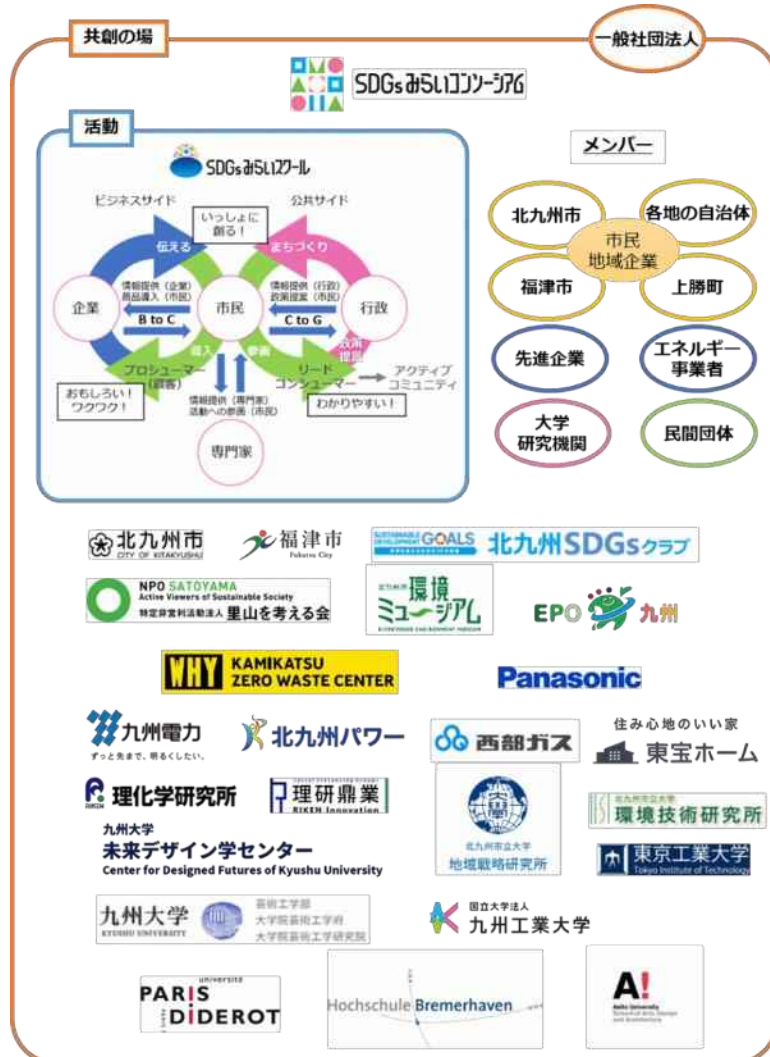


図 13 SDGs みらいコンソーシアムと SDGs みらいスクール

(2)活用・展開：

「SDGs みらいスクール」の活動において、脱炭素社会を担うステークホルダーを育成する教育、社会実装プログラムを開発し、クリーンプロシューマーの拡大を進める。本スクールでは、ステークホルダーに応じた共創・教育プログラムを開発し、提供することにより、市民、地域企業、自治体のエネルギーに対する意識や行動レベルを引き上げ、地域の担い手を増やすことを目指す。

(3)その他：

本プロジェクトの技術シーズの開発機関である理化学研究所は水素システムに関する研究成果を社会的価値に還元するために、株式会社理研鼎業を 2019 年 12 月に創

業した。理化学研究所と研究成果の活用法人である理研鼎業が中核となって、2021年に分散型水素システム社会実装研究会が立ち上げられた。本研究会には実証意欲のある企業、自治体、研究機関が参画し、地域、目的施設に適した分散型システムプロトタイプの実証施工を推進、有用性を実証し、自立的に産業実装が進む「社会モデル」を構築する。北九州市立大学、北九州市も本研究会に参加し、水素システムの普及の一翼を担う。

4. 研究開発の実施体制

4-1. 研究開発実施体制

(1) ソーシャルデザインチーム

グループリーダー：牛房義明（北九州市立大学経済学部、教授）

役割：経済性評価、共創的対話、社会実証シナリオ策定

概要：水素システム導入による社会的な便益と費用の試算や共創的対話を行いながら、水素システムを社会に普及させるためのシナリオを作成。

(2) システムデザインチーム

グループリーダー：永原正章（北九州市立大学環境技術研究所、教授）

役割：街区・都市モデル構築、システム導入・制御の最適化

概要：1つの水素システムモデルを複数の水素システムモデルに拡張し、AIおよび最適制御技術を活用し、水素システム内の制御モデルを検討。

(3) 水素システムチーム

グループリーダー：藤井克司（理化学研究所、研究員）

役割：水素システムモデルの構築、数値モデル構築

概要：水素システムモデルとフィールドデータを融合させ、水素システムの能力算定を行う。

(4) 協働実施者

グループリーダー：工藤里恵（北九州市、課長）

役割：共創的対話への参画、データ提供、フィールドの提供、政策への活用

概要：共創的対話の参画、データ提供などを行い、本プロジェクトで得られたエビデンスを政策に活用。

(5) コーディネーター

グループリーダー：藤本潔（北九州産業学術推進機構、部長）

概要：各機関との調整、研究プロジェクト実施機関、協働実施者、協力機関との円滑な連携を図る。

(6) 協力機関

機関名：北九州パワー、西部ガス、城野ひとまちネット、東宝ホーム九州電力北九州支店

役割：共創的対話への参画、データ提供、フィールドの提供

概要：共創的対話の参画、データ提供などを行い、本プロジェクトで得られたエビデンスを事業に活用。

(7) 協力者

平井康之 教授（九州大学大学院 芸術工学研究院）

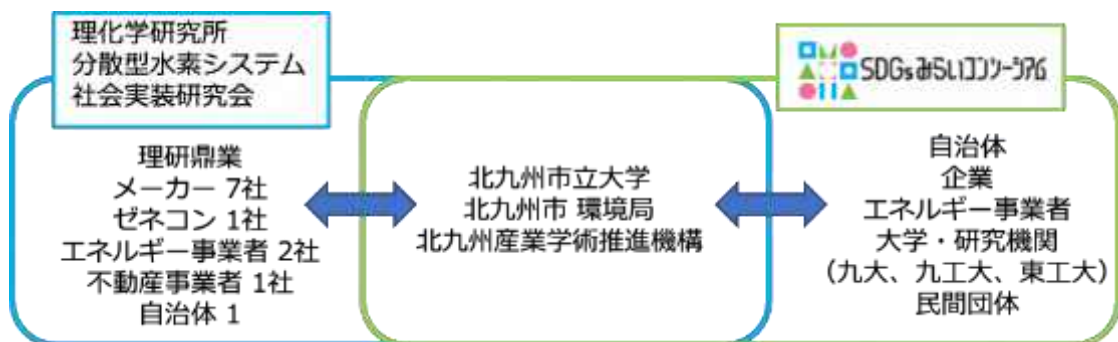
役割：共創的対話のデザイン、社会実装シナリオの策定

石崎孝幸 准教授（東京工業大学 工学院）

役割：システム導入・制御の最適化

協働実施者に期待された役割は、共創的対話に参画し、脱炭素に関する政策、施策の情報提供、実証データの提供、フィールドの提供である。

研究代表者と協働実施者との協働による主な成果は、協働実施者が提供したエネルギーデータを一部利用して、研究代表者が水素システムシミュレーターを開発したこと、協働実施者が提供した脱炭素政策をもとに、研究代表者、研究協力者と協働でグリーンプロシューマーの育成のためのプラットフォームを構築したことである。



本プロジェクトは上記に示すステークホルダーマップの右側の囲みの中にあるステークホルダーで構成され、実視されてきた。一方、本プロジェクト期間中に本プロジェクトの技術シーズを開発した理学研究所は分散型水素システム社会実装研究会を立ち上げ、ステークホルダーマップの左側の囲みのステークホルダーが参画している。

ステークホルダーマップをもとに、実証意欲のある企業、自治体、研究機関などが参画し、地域、目的施設に適した分散型システムプロトタイプの実証施工を推進、有用性を実証し、自立的に産業実装が進む「社会モデル」を構築する。

4-2. 研究開発実施者

(1) ソーシャルデザイングループ（リーダー氏名：牛房義明）

役割：水素システムの経済性評価、社会実装方法に関する共創的対話（住民参画）、社会実装シナリオの策定

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
牛房 義明	ウシフサ ヨ シアキ	北九州市立大学	経済学部	教授
中武 繁寿	ナカタケ シ ゲトシ	北九州市立大学	国際環境工学部	教授
松本 亨	マツモト ト オル	北九州市立大学	国際環境工学部	教授
加藤 尊秋	カトウ タカ アキ	北九州市立大学	国際環境工学部	教授
藤山 淳史	フジヤマ ア ツシ	北九州市立大学	国際環境工学部	准教授

(2) システムデザイングループ（リーダー氏名：永原正章）

役割：街区・都市モデルの構築、システム導入・制御の最適化

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
永原 正章	ナガハラ マ サアキ	北九州市立大学	環境技術研究所	教授
牛房 義明	ウシフサ ヨ シアキ	北九州市立大学	経済学部	教授
池田 卓也	イケダ タク ヤ	北九州市立大学	国際環境工学部	講師

(3) 水素システムチーム（リーダー氏名：半田 敬信）

役割：数値モデル構築、水素システムモデルの構築

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
----	------	------	------	--------

半田 敬信	ハンダ ケイ シン	理研鼎業	共同研究促進部	主任コーディネーター
藤井 克司	フジイ カツ シ	理化学研究所	光量子工学研究センター	研究員
小池 佳代	コイケ カヨ	理化学研究所	光量子工学研究センター	特別研究員
山本 周平	ヤマモト シ ユウヘイ	九州工業大学	工学府工学専攻	M2

(4) 協働実施者（リーダー氏名：工藤 里恵）

役割：共創的対話への参画、データ提供、フィールドの提供、政策への活用

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
工藤 里恵	クドウ リエ	北九州市	環境局グリーン成長推進課	グリーン成長推進課長
玉井 健司	タマイ ケン ジ	北九州市	環境局グリーン成長推進部グリーン成長推進課水素戦略	係長
香月 勇磨	カツキ ユウ マ	北九州市	環境局グリーン成長推進部グリーン成長推進課水素戦略	一般職員

(5) 協力機関

役割：共創的対話への参画、データ提供、フィールド提供

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職（身分）
藤本 潔	フジモト キ ヨシ	北九州産業学術推進機構	イノベーションセンター	産学連携担当部長
神谷 和秀	カミヤ カズ ヒデ	北九州パワー	統括部	部長
益本 健	マスモト タ ケシ	北九州パワー	総務政策課	課長
今長谷 大助	イマハセ ダ イスケ	西部ガス	都市リビング開発部 暮らし・まちづくり推進グループ	マネジャー

檜原 英明	ナラハラ ヒ デアキ	西部ガス	都市リビング開発部 不動産フィナンシャル グループ	
中山 歩	ナカヤマ ア ユム	西部ガス	事業開発部 事業推進 グループ	
太田 信知	オオタ マコ ト	城野ひとまちネット	事務局	統括タウンマ ネジャー
蒲池 信雅	カマチ ノブ マサ	東宝ホーム	北九州支店 マンショ ン事業部	所長
荒木 敏郎	アラキ トシ ロウ	九州電力	北九州支店 企画・総 務部 企画・地域共創 グループ	グループ長

4-3. 研究開発の協力者

氏名	フリガナ	所属	役職（身分）	協力内容
平井 康之	ヒライ ヤスユ キ	九州大学 芸術工学研 究院	教授	共創的対話、社会実装 シナリオ策定
石崎 孝幸	イシザキ タカ ユキ	東京工業大学 工学院	准教授	最適制御技術を活用し た予測・制御システム の構築

5. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

5-1. シンポジウム等

5-1-1. プロジェクトで主催したイベント（シンポジウム・ワークショップなど）

年月日	名称	場所	概要・反響など	参加人数
2019/12/02	Paris - Kitakyushu Knowledge Exchange by Young Scholars on Green Cities (KEYS 2019)	パリ大学	OECD のグリーン成長モデル都市に選定された4都市（ストックホルム市、シカゴ市、パリ市、北九州市）にある大学が毎年開催しているワークショップにおいて本プロジェクトを報告	50名
2020/03/02	Joint Workshop on Offshore Wind Energy for coming collaboration between Germany and Japan	北九州市立大学	再生可能エネルギー（洋上風力）と水素エネルギーに関するワークショップ	15名
2020/08/23	サステイナブル・コミュニティ・フォーラム 2020 持続可能なまちをつくるために私たちにできること～北九州とつくばの先導モデルタウンの実践に学ぶ～	オンライン	住民主導によって持続可能なまちを育てていくため、身近な近隣コミュニティの運営手法等について、先導モデル街区同士の情報共有	40名
2021/01/13/ ～ 2021/02/10	市民カレッジ「SDGs の視点から見た北九州」	北九州市立大学	北九州市におけるSDGs の取り組みを紹介	20名
2021/02/19	未来のSDGs社会の衣食住とエネルギーを考えるー『2050年カーボン	オンライン	SDGs × 衣食住 × エネルギーをテーマに2050年の衣食住を産学官民で議論	115名

	ニュートラル』って どういうこと？—			
--	-----------------------	--	--	--

5-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

5-2-1. 書籍、フリーペーパー、DVD など論文以外に発行したもの

なし

5-2-2. ウェブメディアの開設・運営

なし

5-2-3. 学会以外のシンポジウムなどでの招へい講演 など

(1) 計測自動制御学会主催、第4回 SICE ポストコロナ未来社会ワークショップ（「人間行動と社会のモデリング—経済・AI・制御の接点において」オンライン）、講演タイトル「小規模分散型エネルギーマネジメントシステムの取り組みについて」、2020年9月11日

(2) 東宝ホーム発進会、講演タイトル「住宅産業とSDGsについて」、2021年1月6日、小倉ステーションホテル

(3) 九州大学主催 デザイン×ビジネス×SDGs を考えるオンラインセミナー

「SDGsのデザインからビジネスへ」、講演タイトル「SDGs スクール×ビジネス」、(2021年1月14日)

5-3. 論文発表

5-3-1. 査読付き (0 件)

5-3-2. 査読なし (0 件)

5-4. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

5-4-1. 招待講演 (国内会議 件、国際会議 件)

5-4-2. 口頭発表 (国内会議 0 件、国際会議 3 件)

(1) Kato, Takaaki, User Preferences in Hydrogen Electricity Storage Configurations, Thematic Sessions, The 10th Congress of the Asian Association of Environmental and Resource Economics, Seoul, Korea, August 20, 2021.

(2) Yamamoto, Shuhei, Examination of Hydrogen Energy System for Reducing Purchasing Power by Self-Consumption of Photovoltaic Power, Thematic Sessions, The 10th Congress of the Asian Association of Environmental and Resource Economics, Seoul, Korea, August 20, 2021.

(3) Ushifusa, Yoshiaki, Introduction of Kitakyushu City Hydrogen Demonstration

and Policy, Thematic Sessions , The 10th Congress of the Asian Association of Environmental and Resource Economics, Seoul, Korea, August 20, 2021.

5-4-3. ポスター発表（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

5-5. 新聞報道・投稿、受賞など

5-5-1. 新聞報道・投稿

(1) 西日本新聞 2020年8月25日 CO2排出ゼロ住宅の紹介

2020年8月23日に開催された「サステイナブル・コミュニティ・フォーラム2020 持続可能なまちをつくるために私たちにできること～北九州とつくばの先導モデルタウンの実践に学ぶ～」の紹介

(2) 西日本新聞 2021年3月1日 再生エネを地産地消

2021年2月19日に開催された「未来のSDGs 社会の衣食住とエネルギーを考える『2050年カーボンニュートラル』ってどういうこと？」の紹介

(3) 2021年4月19日のNHKニュース9、特集「脱炭素ロードマップ 骨子案 全国100か所に“先行地域”」において、城野地区のゼロ・カーボン先進街区の取り組み、インタビューが放映された。

<https://www.nhk.or.jp/politics/articles/lastweek/58624.html>

5-5-2. 受賞 0件

5-5-3. その他

(1) 福岡水素エネルギー戦略会議主催の「福岡県・北九州市CO2フリー水素普及フォーラム」において本プロジェクトのパネル、100Wの分散型水素システムデモ機を展示（2021年11月25日）

5-6. 特許出願

5-6-1. 国内出願（0件）

5-6-2. 海外出願（0件）

6. その他（任意）

なし