

令和3年度環境省委託業務

令和3年度資源循環に関する
情報プラットフォーム実証事業
(使用済太陽光パネルの適性管理情報プラットフォーム
の運用・事業面の検証)
委託業務

成果報告書

令和4年3月

丸紅株式会社

はじめに

平成24年7月から開始された固定価格買取制度により、太陽光発電設備の導入が大幅に拡大していることから、廃棄時の使用済太陽電池モジュール(以下、「PVモジュール」という。)の排出量も、普及カーブに沿って加速度的に増加することが想定される。これを受け、産業廃棄物における最終処分場の逼迫、使用済PVモジュールに含有される非鉄金属原料、ガラスの再資源化等が課題となっている。

今後、再生可能エネルギー発電が引き続き導入されていくことを踏まえると、資源の有効利用、最終処分場の逼迫回避、有害物質の適正処理といった社会課題を解決するために、将来にわたって安定的に使用済PVモジュールの処理を可能とするソリューションが早急に必要とされる状況である。

本実証事業においては、使用済PVモジュールの効率的な回収、適切なリユース・リサイクルの促進を目的とし、トレーサビリティの確保や適正な情報管理等の機能を有する、回収からリユース・リサイクルまでの一体的な管理情報PF(以下、「情報PF」という。)を、以下の点を含んだ形で実証を実施する。

- 法規制(環境省ガイドライン等)に則した使用済PVモジュール管理・オペレーションのデジタル情報PF化
- デジタル情報PF利用による使用済PVモジュールデータの一元化・可視化
- ブロックチェーン技術の利用によるデータ・書類の非改ざん性・トレーサビリティ担保

令和3年度は、情報PF検討のための事前調査、その結果を踏まえた要件定義の作成、情報PFの準備とその実証実験を行う。

目次

1.	事業の概要	1
1.1	事業の概要	1
1.1.1	目的・背景	1
1.1.2	解決すべき課題	1
1.2	事業実施体制	5
1.3	実証要素	6
1.3.1	課題	6
1.3.2	新規性	6
1.4	実証のスケジュール	7
1.5	実施内容詳細	8
2.	使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査	10
2.1	現状の使用済PVモジュールのサプライチェーンに関する調査・整理	10
2.1.1	基礎調査前の仮説の設定	10
2.1.2	基礎調査後の処理フロー	10
2.1.3	情報PF導入後の在り方の検討	11
2.2	使用済PVモジュールの適性管理情報PFに関するニーズの調査・整理	12
2.2.1	情報PFへのニーズ調査結果(まとめ)	12
2.2.2	情報PFへのニーズ調査結果(詳細)	12
3.	情報PFの試作及び実用化に向けた課題・改善点の検討	17
3.1	リユース運用パターン要件定義・ブロックチェーン化要件定義・データ要件定義に関する検討	17
3.1.1	リユース運用パターン要件定義	18
3.1.2	ブロックチェーン化の要件定義	19
3.1.3	業務フロー・実装パターンの要件定義	34
3.1.4	データの要件定義	38
3.2	ユーザーインターフェース要件定義・データ連携要件定義・インフラ要件定義	45
3.2.1	ユーザーインターフェースの要件定義	45
3.2.2	機能要件定義	56
3.2.3	非機能要件定義	68
3.2.4	インフラ要件定義	73
3.2.5	データ連携要件定義	74
3.3	情報PF準備	76
3.3.1	情報PFの試作結果	76

3.4	実用化に向けた課題・改善点の検討	98
3.4.1	PoC 実施概要.....	98
3.4.2	PoC 実施詳細.....	101
3.4.3	実証結果(実用化に向けた課題・改善点)	114
4.	事業における環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価.....	121
4.1	環境影響改善効果の評価方法の検討.....	121
4.1.1	評価方法に関する既往文献調査.....	121
4.1.2	本事業における評価シナリオの設定.....	122
4.2	環境影響改善効果の評価.....	123
4.2.1	CO2排出量削減効果の評価.....	123
4.2.2	新規資源投入量削減効果の評価	125
4.2.3	最終処分量削減効果の評価	125
4.2.4	PVモジュールに含有される有害物質の適正処理に関する評価.....	126
5.	事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討	128
5.1	資源循環情報PFビジネスの活性化の可能性に関する検討	128
5.1.1	本実証における出口戦略.....	128
5.1.2	事業の横展開可能性.....	131
5.1.3	資源循環に関する情報PFによる業界連携の促進やリサイクルビジネス の活性化の見込み	132
5.2	事業化に向けた課題と次年度の計画	132
5.2.1	事業化に向けた課題	132
5.2.2	次年度の計画	133
	添付資料.....	138

図 目次

図 1-1 実証事業を通じて構築する使用済PVモジュール情報PF	2
図 1-2 使用済PVモジュール情報PFの機能	3
図 2-1 基礎調査前の仮説(使用済PVモジュールの主な処理フロー)	10
図 2-2 基礎調査後(使用済PVモジュールの主な処理フロー)	11
図 2-3 情報PF導入後の在り方(使用済PVモジュールの処理フロー)	11
図 3-1 ファイル自体をブロックチェーンに書き込むケース	21
図 3-2 ファイルのハッシュ値をブロックチェーンに書き込むケース	21
図 3-3 改ざん検知の仕組み	24
図 3-4 Peer to Peer(P2P)ネットワークのイメージ図	25
図 3-5 中央集権型のシステムイメージ	26
図 3-6 分散型のシステムイメージ	26
図 3-7 ハッシュ関数のイメージ図	28
図 3-8 ブロックチェーンのデータ構造	29
図 3-9 ブロックチェーンのデータ構造に置けるブロックの前後関係	29
図 3-10 ブロックチェーンにおけるマイニングのイメージ図	30
図 3-11 PoW のイメージ図	31
図 3-12 太陽光発電所リサイクルセンターの画面	40
図 3-13 FIT ポータル及び JP-AC 太陽光パネル型式登録リスト	44
図 3-14 申込工程の画面フロー	47
図 3-15 検査工程の画面フロー	48
図 3-16 梱包工程の画面フロー	48
図 3-17 出荷工程の画面フロー	49
図 3-18 パネル情報確認工程の画面フロー	49
図 3-20 ログインの画面イメージ	52
図 3-19 トップページ画面イメージ	52
図 3-21 業務メニューの画面イメージ	52
図 3-23 申込フォームの画面イメージ②	52
図 3-22 申込フォームの画面イメージ①	52
図 3-24 申込情報一覧の画面イメージ	52
図 3-25 申込情報詳細の画面イメージ	53
図 3-27 パネル一覧の画面イメージ	53
図 3-26 パネル選択方法の画面イメージ	53
図 3-28 リユース判定の画面イメージ	53
図 3-29 検査結果ファイルアップロードの画面イメージ	53
図 3-31 梱包パネル選択の画面イメージ	54
図 3-30 梱包ユニット一覧の画面イメージ	54

図 3-32 梱包・出荷メニューの画面イメージ	54
図 3-34 梱包状態の画像登録の画面イメージ	54
図 3-33 QR コード読取の画面イメージ	54
図 3-37 出荷一覧の画面イメージ	54
図 3-36 出荷する梱包ユニット選択方法の画面イメージ	54
図 3-35 出荷する梱包ユニットの選択の画面イメージ	54
図 3-38 出荷情報の登録の画面イメージ	55
図 3-39 パネル情報詳細の画面イメージ	55
図 3-40 RFID・バーコード・QR コードの比較資料	60
図 3-41 申込から QR ラベル印刷までのフロー	62
図 3-42 QR ラベルのレイアウトイメージ	63
図 3-43 検査の詳細手順	64
図 3-44 梱包時の QR 利用ケース	65
図 3-45 出荷時の QR 利用ケース	66
図 3-46 パネル情報確認時の QR 利用ケース	67
図 3-47 非機能要求グレード表(一部抜粋)	68
図 3-48 本情報 PF のアーキテクチャ図(概略)	73
図 3-49 システム内の画面フロー	76
図 3-50 情報 PF のトップページ画面	77
図 3-51 情報 PF の申込情報入力画面	79
図 3-52 情報 PF のログイン画面	80
図 3-53 情報 PF の業務メニュー画面	81
図 3-54 情報 PF の申込情報一覧画面	82
図 3-55 情報 PF の申込情報詳細画面	83
図 3-56 情報 PF から出力される PDF	84
図 3-57 情報 PF のパネル選択方法画面	85
図 3-58 情報 PF のパネル選択画面	86
図 3-59 情報 PF のリユース判定画面	87
図 3-60 検査の詳細手順	87
図 3-61 情報 PF の検査結果ファイルアップロード画面	88
図 3-62 情報 PF の梱包・出荷 メニュー画面	89
図 3-63 情報 PF の梱包ユニット	89
図 3-64 情報 PF の梱包するパネルの選択画面	90
図 3-65 情報 PF の QR コード	90
図 3-66 情報 PF の梱包パネル	91
図 3-67 情報 PF の梱包状態の	91
図 3-68 情報 PF の梱包・出荷	92
図 3-69 情報 PF の出荷一覧画面	92
図 3-70 情報 PF の出荷する	93

図 3-71 情報 PF の出荷する	93
図 3-72 情報 PF の QR コード	94
図 3-73 情報 PF の出荷する	94
図 3-74 情報 PF の出荷情報登録画面	95
図 3-75 情報 PF の情報確認用	96
図 3-76 情報 PF のパネル情報	96
図 3-77 情報 PF のブロックチェーン ID 確認画面(検査記録)	97
図 3-78 ブロックチェーン上の検査記録データ(Corda Node Explorer にて確認)	97
図 3-79 実証に用いた使用済 PV モジュールの画像	98
図 3-80 申込情報入力工程の実証にて利用した情報 PF の画面	101
図 3-81 申込情報確認工程の実証にて利用した情報 PF の画面	102
図 3-82 使用済 PV モジュールの選定	103
図 3-83 外観検査の様子	103
図 3-84 使用済 PV モジュールへのラベル貼付作業の様子	104
図 3-85 ログイン作業の様子①	105
図 3-86 ログイン作業の様子②	105
図 3-87 ログイン作業の様子③	105
図 3-88 リユースチェッカーによる簡易検査の様子①	106
図 3-89 リユースチェッカーによる簡易検査の様子②	106
図 3-90 リユースチェッカーによる簡易検査の様子③	107
図 3-92 検査結果登録の様子②	108
図 3-91 検査結果登録の様子①	108
図 3-93 梱包作業の様子①	110
図 3-94 梱包作業の様子②	110
図 3-95 梱包作業の様子③	111
図 3-96 梱包作業の様子④	111
図 3-97 梱包作業の様子⑤	111
図 3-98 パネル情報確認の様子①	113
図 3-99 パネル情報確認の様子②	113
図 3-100 パネル情報確認の様子③	113
図 4-1 PVモジュールのリユースと一般電力による発電を比較する場合のバウンダリ設定の例..	121
図 4-2 PVモジュールのリユースと新品PVモジュールを比較する場合のバウンダリ設定の例....	122
図 4-3 環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価対象バウンダリ	123
図 4-4 CO2排出量削減効果の評価結果	124
図 6-1 PVCJの目的のイメージ図	138
図 6-2 PVCJの概要	140
図 6-3 秋田PRTDOの概要	140
図 6-4 PV CYCLEの概要	141
図 6-5 PVCJが窓口を務めた業務の概要	142

表 目次

表 1-1 事業実施の効果概要等	4
表 1-2 事業実施の効果概要等	5
表 1-3 実施内容の詳細	8
表 2-1 情報PFへのニーズ調査結果(まとめ)	12
表 3-1 使用済PVモジュールのリユース運用パターン一覧	18
表 3-2 情報項目の一覧	41
表 3-3 工程別の利用デバイス	46
表 3-4 画面単位の一覧	50
表 3-5 機能要件の一覧	57
表 3-6 QRコード関連部分の一覧	61
表 3-7 実証に用いた使用済PVモジュールの仕様	98
表 3-8 実施した実証の一覧	99
表 3-9 実証の対象範囲・内容の一覧	100
表 4-1 環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価シナリオ設定	123
表 4-2 CO2排出量削減効果の評価で使用した値	123
表 4-3 多結晶シリコン系PVモジュール(出力186W)の構成材料	125
表 4-4 1GWの多結晶シリコン系PVモジュールをリユースした場合の新規資源投入量削減効果	125
表 4-5 1GWの多結晶シリコン系PVモジュールをリユースした場合の最終処分量削減効果	126
表 4-6 多結晶シリコン系PVモジュールの含有量試験結果(国内、製造年2017年～)	126
表 4-7 多結晶シリコン系PVモジュール(出力186W)に含まれる物質重量	127

要約

1. 事業の概要

本実証では、使用済PVモジュールの効率的な回収、適切なリユース・リサイクルを目的とし、ブロックチェーン技術を活用して使用済PVモジュールの情報管理を行う情報PFを構築し、トレーサビリティや情報の非改ざん性の検証のための実証を行う。

具体的には、構築する情報PFにて使用済PVモジュール排出時からリユースに至るまでの取扱履歴、検査情報、リユース可否判断並びにリユース品の購入時に必要と考えられる情報を具備し、情報PFを構築することで法規制に則した使用済パネルの管理、デジタル情報PF化、データの一元化／可視化を図る。

尚、本事業は計3年間の実証を予定しており、令和3年度は、情報PF検討のための事前調査、その結果を踏まえた要件定義の作成、情報PFの準備とその実証実験を行った。

2. 使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査

環境省の太陽光発電設備のリサイクル等促進に向けたガイドライン(第一版)(平成28年3月)等を参考に、実証事業計画時の仮説として、使用済太陽電池モジュールの処理フローを整理した。これを踏まえ、基礎調査として関係者へのヒアリングを行い、使用済PVモジュールの排出に関する実態調査(仮説検証)並びに情報PFへのニーズを整理し、要件定義を実施した。ヒアリング調査の結果、大半の使用済PVモジュールは廃棄物として処分されているか海外の途上国へ廉価で輸出版売されていることを再確認した。但し、廃棄並びに海外輸出における具体的な数量は解明・分析がなされていないため、継続的な調査が求められる。情報PF導入を通して、情報の信頼性を担保、パネルの一定品質を確保することで、経済価値を付保、リユースの促進を図る。

情報PFへのニーズ把握結果は以下のとおり。ヒアリング結果を基に、PFの要件定義の構築並びに出口戦略を検討した。

- 全体としてESGの潮流を踏まえて情報PFによる環境改善効果に対する強い共感を確認した。
- 排出者側はリユース・リサイクルが一体化した情報PFに対する強いニーズを抱いている。
- 購入者側は情報PFを通じた循環型社会形成への強い関心を示している。

3. 情報PFの試作及び実用化に向けた課題・改善点の検討

(1) 基礎調査結果を踏まえた要件定義 【2021年8月～10月】

使用済PVモジュールの情報管理に要する知見を環境省ガイドライン並びに関係者意見により精緻化した。現場視察も行いながらレビューを重ね、業務プロセスの仮説構築・検証を実施した。これにより、情報PFの画面遷移・UI・機能のより最適な要件定義を実施した。

- プロセス
 - 現状ベースでプロセスの仮説立案
 - 関係者レビューで情報PF運用プロセスを定義
- 情報項目

- 登録すべき情報ガイドラインより抽出
- 関係者レビューで項目補足・最小限に厳選
- 登録タイミングを検討、初期入力を最小化
- ブロックチェーンで改ざん防止すべき項目(検査内容等)を選定
- 極力選択式としテキスト入力を最小化
- 画面
 - 現場プロセスに沿った画面遷移定義
 - 関係者レビューで画面数の最小化
 - 画面UIの設計
- 機能
 - パネルデータベース、QRコード、モバイル端末、ブロックチェーン機能の定義

(2) 情報PF開発・PoC実施【2021年11月～2022年1月】

ブロックチェーン・QRコード・モバイルなどを活用した、実証用(試作版)の情報PFを開発。計15事業者によるPoCを実施。フィードバックを戴き、その有効性と課題を多角的に確認した。

4. 事業における環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価

(1) 算定範囲

多結晶シリコンPVモジュールを対象に新品と使用済PVモジュールのCO2排出量の比較を実施。シナリオ設定は以下のとおり。情報PF導入前シナリオにおける新品太陽電池モジュールによる発電量と、情報PF導入後シナリオにおけるリユース品PVモジュールによる発電量が同等となるようにする。

- 情報PF導入前シナリオ:新品のPVモジュールを製造し、一度のみ設置、使用する。
- 情報PF導入後シナリオ:新品のPVモジュールを製造し、一度設置、使用后、輸送、洗浄・検査を経て、再度設置、使用する。

(2) CO2排出量試算結果

2021年6月時点での太陽光発電設備導入量63GWのうち、1年間で5%をリユースした場合、リユース品による年間発電量は3,198GWh/年で、CO2排出量は1,816t-CO2/年と推計された。仮に新品のPVモジュールで同量の発電を行う場合、CO2発生量は18.5万t-CO2/年となるため、情報PFを通じたりユースによる削減効果は、年間18.3万t-CO2と推計された。

5. 事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討

実証事業終了後の事業展開に係る出口戦略として、実証事業内、実証事業外、環境省連携が重要と考えている。具体的には、①リユースとリサイクルの一体化情報PFとしてのポジションの確立、②情報PFで蓄積したデータを活用し、日本・海外市場における適正なりユース取引の活性化を目指す。

Summary

1. Project Overview

For the purpose of efficient collection and appropriate reuse and recycling of used PV modules, Marubeni develops a digital platform for information management of used PV modules (Information PF) with blockchain technology and verifies its traceability and its function of making the records unchangeable.

Information PF has a function to manage information resulting from every process in the supply chain of used PV modules from withdrawal to reuse/recycling, which is quite important in buying decision process. Besides, Marubeni builds this platform in compliance with laws and guidelines. In this way, it can be expected that Information PF will lead all individuals and entities that dump PV modules to proper waste management.

2. Preliminary research for the development of Information PF

Referring to 'the Guidelines for Expediting Recycling of Photovoltaic Power Generation Facilities (1st Edition)' published by the Ministry of the Environment, March 2016, we hypothesize the processing flow of used PV modules. Then, we interview some actual business operators involved in the flow and sort out needs for Information PF to solve challenges in operation. Through the interviews, it is found that most of used PV modules are dumped or exported to developing countries at inexpensive prices, which results in illegal disposal as developing countries do not have well-developed processing systems. However, exact number of disposed and exported PV modules remain unknown, so further research needs to be conducted. In light of this situation, Information PF is expected to promote reuse and recycling as it ensures the quality of products (used PV modules) while ensuring the reliability of information.

Needs for Information PF identified by the research is as follows. Based on the result of research, we proceed to a requirements definition for Information PF and exit strategy development.

- Interviewees seem strongly impressed with the significance of the initiative and information PF, especially its contribution to solve environmental issues.
- They show strong interests in Information PF that manages the flow of both reuse and recycling at all once.
- Potential buyers of used PV modules are positive about using Information PF as it contributes to realizing circulating society.

3.Challenges and Improvements for Prototyping and Practical Use of Information PF

(1)Requirements definition based on the preliminary research [August-October 2021]

Referring to the guidelines of the Ministry of the Environment and the result of preliminary research, we define what kind of data and functions are necessary for a platform to equip with. In order to verify our hypothesis, we repeatedly review requirement definition conducting site visits sometimes. As a result, we achieve optimal requirements definition for screen transition, User Interface (UI), and functions of the Information PF.

- Process
 - Hypothesis formulation about the processing flow
 - Defining operational process of the platform
- Information items
 - Extracting information to be registered from guidelines
 - Selecting the minimum amount of information to be registered while supplementing the information items through interviews
 - Minimizing the initial data input, while considering the timing of data entry
 - Considering the information items to be temper-proof with the blockchain technology
 - Minimizing data input while making it as selective as possible
- Screen
 - Screen transition definitions in line with on-site processes
 - Minimizing number of screens based on results of interviews
 - Design of screen UI
- Function
 - Panel database, QR code, mobile terminal, definition of blockchain function

(2)Platform development and conducting Proof of Concept (PoC) [November 2021 - January 2022]

We develop a platform for demonstration (prototype) utilizing blockchain, QR code and mobile terminal. PoC is conducted in cooperation with 13 business operators in total. We verify the effectiveness and challenges based on the feedback in a multifaceted manner.

4. Evaluation of the environmental impact improvement

(1) Scope of calculation

We compare CO₂ emissions between new and reused PV modules for polycrystalline silicon PV modules. The scenario setting is as follows: The amount of electricity generated by the new PV modules in the pre-PF scenario and the amount of electricity generated by the reused PV modules in the post-PF scenario should be the same.

- Pre-PF installation scenario: New PV modules are manufactured, installed and used only once.
- Post-PF installation scenario: New PV modules are manufactured, installed and used once, then transported, cleaned and inspected, and then installed and used again.

(2) Estimated CO₂ Emission

If 5% of the 63 GW of installed solar power generation capacity as of June 2021 is reused in one year, the annual power generation by reused products is estimated to be 3,198 GWh/year, and CO₂ emissions are estimated to be 1,816 t-CO₂/year. If the same amount of electricity is generated with new PV modules, the amount of CO₂ generated is 185,000 t-CO₂/year, so the reduction effect of reuse through Information PF is estimated to be 183,000 t-CO₂/year.

5. Consideration on Vitalization of 3R Business with Information PF and Exit Strategy of the Project

As an exit strategy for business development after the completion of the demonstration project, we believe that cooperation within the demonstration project, outside the demonstration project, and with the Ministry of the Environment is important. Specifically, we aim to (1) establish a position as an information platform that integrates reuse and recycling, and (2) utilize the data accumulated in the Information PF to stimulate appropriate reuse transactions in the Japanese and overseas markets.

1. 事業の概要

1.1 事業の概要

1.1.1 目的・背景

平成24年7月から開始された固定価格買取制度により、太陽光発電設備の導入が大幅に拡大していることから、廃棄時の使用済PVモジュールの排出量も、普及カーブに沿って加速度的に増加することが想定される。環境省の統計によれば、PVモジュールの年間排出量のピークは、2035～2037年頃であり、年間約80万トン程度となる。今後再生可能エネルギーの発電が引き続き大量導入されることを踏まえると、資源の有効利用、最終処分場の逼迫回避、有害物質の適正処理といった社会課題を解決するために、将来にわたって安定的に使用済PVモジュールの処理が可能なソリューションが急ぎ必要な状況である。

かかる状況下、本実証事業において使用済PVモジュールの効率的な回収、適切なりユース・リサイクルを目的とし、トレーサビリティの確保や適正な情報管理等の機能を有する、以下の点を含んだ形での回収からリユース・リサイクルまでの一体的な適正管理情報PFの実証を実施する。

- 法規制(環境省ガイドライン等)に則した使用済PVモジュール管理・オペレーションのデジタル情報PF化
- デジタル情報PF利用による使用済PVモジュールデータの一元化・可視化
- ブロックチェーン技術の利用によるデータ・書類の非改ざん性・トレーサビリティ担保箇条書き

なお、本情報PFは次年度以降の国内外でのリユース市場の創生並びにリサイクル機能までを具備することを視野に入れた取組としている。

1.1.2 解決すべき課題

(1) 解決すべき課題

使用済PVモジュールのリユース・リサイクルに関して、現状は一部の限定された廃棄物処理業者等が個別に中古品としてリユース販売を行っている程度であり、また、リサイクルについてもソリューションは限定的である。背景としては、リユース取引を行う市場・マーケットそのものが整備されておらず、使用済PVモジュールを再利用する環境が整っているとは言い難いことが挙げられる。現状、リユース品の調達を意図する買手にとっては提供される情報に性能や品質等の不確定要素が多いことからリユース品の買取価格を低く提示せざるを得ず、また、売手(排出者)にとっても価格が低いことによりリユースに回さずに安易に廃棄してしまう傾向があり、結果としてリユースが促進されないといった課題を抱えている。リユース・リサイクルに共通して以下の点について解決すべき課題があると考えている。

- 使用済PVモジュールの製品・品質において売買における情報開示範囲について基準が存在しておらず、売買の際も提供される情報が極めて限定的である。
- 情報の信頼性を担保するシステム(情報PF)が存在していない。

背景としては、リユースに関するガイドラインが一般的に浸透されていないことに加え、使用済PVモジュールの情報を管理する基盤となるインフラが存在していないことが挙げられる。また、売買時において提供される製品・品質情報の信頼性についても判断する基準がないことが挙げられる。

(2) 実証事業の内容

実証事業を通じて構築する使用済PVモジュール情報PFを図 1-1に示す。情報PFは使用済PVモジュールの排出時からリユースに至るまでの取扱履歴、検査情報等、使用済PVモジュールのリユース可否判断並びにリユース品の購入時に必要と考えられる情報を具備する機能を有する。まずは2021年度に国内リユース向けの情報PF準備・実証を行い、2022年度以降にリサイクルを含めた対象領域の拡張検討を行う。情報PFの利用者としては、使用済PVモジュールの検査・販売・使用・処理を実施するサプライチェーン上の各ステークホルダーの利用を想定しており、自治体も含めて実証に十分なプレイヤーの巻き込みを実施する。また、欧州で使用済PVモジュールの回収スキームを既に構築しているPV Cycleの日本版であるPV Cycle Japan(以下「PVCJ」)の利用も想定している。PV Cycleは、使用済PVモジュールの適正処理を促す目的で2007年に設立されたNPOであり、PVCJはその日本版として2021年1月に設立されたものである。

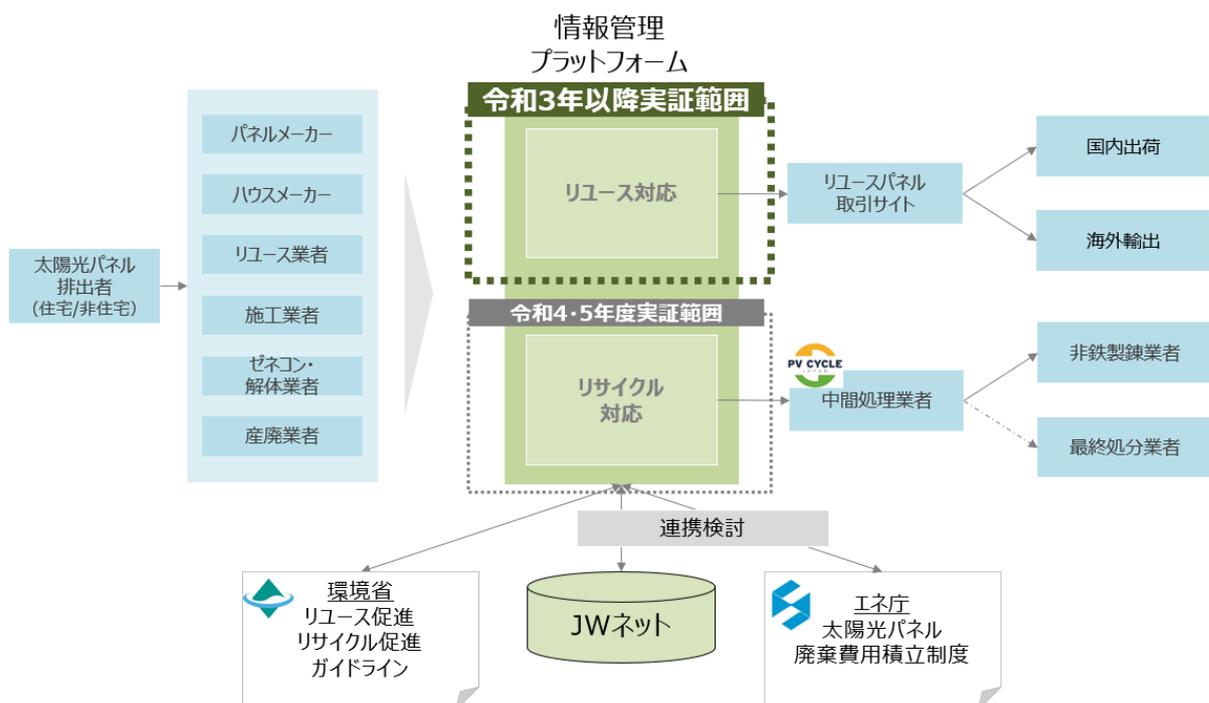


図 1-1 実証事業を通じて構築する使用済PVモジュール情報PF

使用済PVモジュール情報PFの機能を図 1-2に示す。機能は大きく3つのグループに分類される。1点目は「データ入力機能」。情報PFへ使用済PVモジュールの各種データを登録するための機能であり、現状の各ステークホルダーの管理方法を参考にしつつ、手入力機能・Excelファイルによるインポート機能を中心に、必要に応じて既存のデータベースとの連携による登録機能やセンサーやRFID等のIoT機器を利用したIoTデータ連携による登録機能を具備する。2点目は「データ管理機能」。情報PF内に登録されたデータを管理する機能であるが、単純な管理だけでなく、ブロックチェーン技術を導入することで登録されたデータの非改ざん性を担保してトレーサビリティの強化を行い、データの時系列性・網羅性を可視化することで透明性の高い情報PFを実現する。3点目は「データアウトプット機能」。情報PF内で登録・管理されたデータを必要な形式にてアウトプット可能とし、JWNET(Japan Waste Network)等の関連システムへの連携を行うことで、リユース・リサイクルにおける中心的な情報PFと位置づけることが可能となる。リサイクルについては次年度以降に別途検討を行う予定。

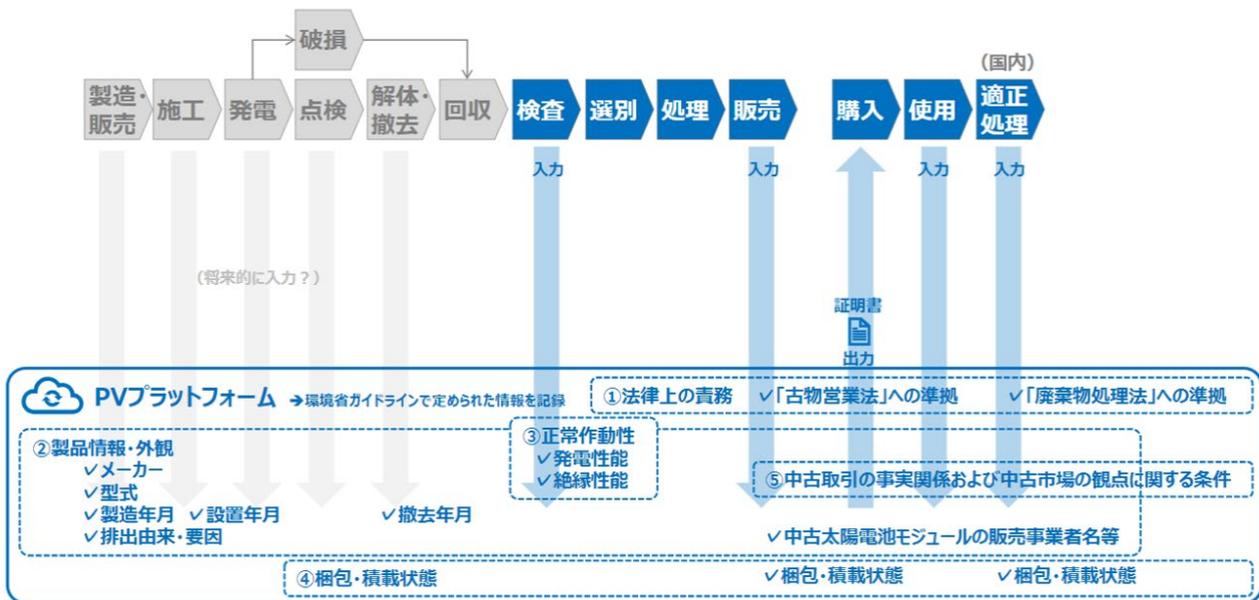


図 1-2 使用済PVモジュール情報PFの機能

(3) 実証事業の成果イメージ(目標)

実証事業の目指す全体図は図 1-1に示すとおりであり、2021年度に国内リユースを念頭に情報PFの骨格を検討し、2022年度以降にリサイクル、適正処理までの全体像を確立することを目標とする。

(4) 事業実施の効果概要等

本情報PFにより、使用済PVモジュールの情報を可視化すると共に、ブロックチェーン技術を活用して情報の信頼性担保を高める。適正な情報を信頼できる情報PFを通じて提供することによりリユース品の価値が高まることが期待できる。売手にとっては使用済PVモジュールを高く売却できる可能性を高め、買手にとっては情報の信頼性が高まることに繋がるため、結果としてリユース取引そのものの需要が増

え、市場が活性化することが期待できる。

太陽光発電は発電中にはCO₂は排出されないが、新品パネルの製造時には一定のCO₂が排出される。従い、使用済PVモジュールのリユースが活性化することにより新品パネルの代替品となり、パネルの再利用により、新品製造時に排出されるCO₂が削減できる。CO₂削減、産業廃棄物の削減に加え、新品パネルに使用される天然資源の消費の抑制やエネルギー削減効果にも繋がると考える。本実証事業により期待される効果は表 1-1に記載する。

表 1-1 事業実施の効果概要等

項目	期待される効果
A:CO ₂ 排出量の削減効果	リユースが促進されることで、新品がリユース品に代替され、新品パネル製造時のCO ₂ 排出量が削減される。具体的には、4章を参照。
B:循環資源の循環的な利用の促進効果	使用済PVモジュールに含有される非鉄金属原料、ガラスの再資源化
C:最終処分量の低減効果	使用済PVモジュールの最終処分量の削減
D:有害物質の適正処理効果	PVに含有される有害物質(Pb、As、Sb等)の適正管理

1.2 事業実施体制

事業の実施体制は図 1-3及び表 1-2のとおり。

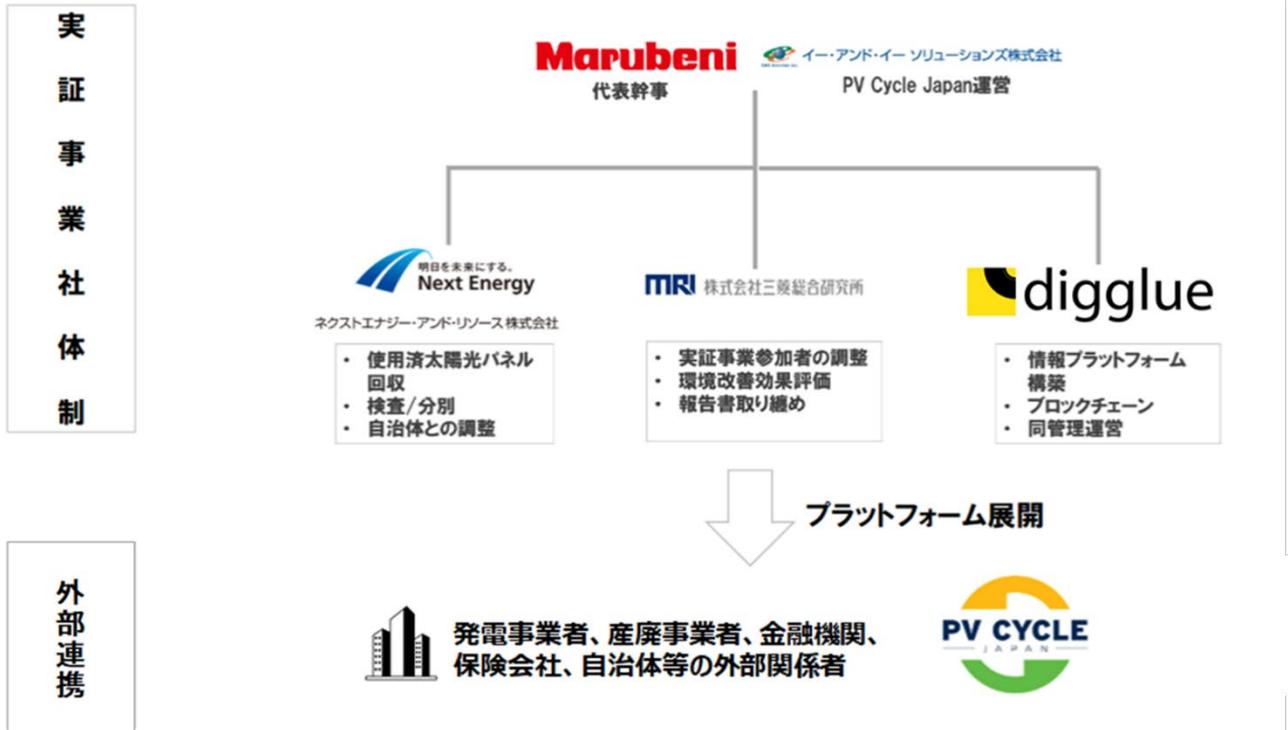


図 1-3 事業実施体制

表 1-2 事業実施の効果概要等

実施項目	担当プレイヤー		
	主	副	—
(1)使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査	丸紅	E&ES NER	
(2)情報PFの試作及び実用化に向けた課題・改善点の検討	丸紅	E&ES digglue	
①リユース運用パターン要件定義・ブロックチェーン化要件定義・データ要件定義に関する検討	丸紅	digglue	
②ユーザインターフェース(以下、「UI」という。)要件定義・データ連携要件定義・インフラ要件定義	丸紅	digglue	
③情報PF準備	丸紅	digglue	
④実用化に向けた課題・改善点の検討	丸紅	E&ES	
(3)事業における環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価	丸紅	MRI	
(4)事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討	丸紅	E&ES MRI	

1.3 実証要素

1.3.1 課題

実証における課題は、データの一元化、トレーサビリティ、情報PFの利便性の3点と考えている。

- 「データの一元化」について、アナログなデータ管理ではサプライチェーン上の各プレイヤーが個別に使用済PVモジュールに関するデータを登録・管理しており、ガイドラインに則したデータ管理やリユース・リサイクルに必要なデータの一貫性・網羅性の検証が困難である。
- 「トレーサビリティ」について、検査・販売・各種処理といった使用済PVモジュールに関するサプライチェーン上の各種データがセキュア(改ざん・修正不可)な形で管理することによりトレーサビリティを担保することが必要となる。
- 「情報PFの利便性」について、情報PFの事業化には単に情報PFを準備するだけでなく、情報PFに参加するインセンティブやメリットを高める工夫が必要となる。

1.3.2 新規性

実証における新規性は、デジタル技術の活用、リユース・リサイクルの一体管理の2点と考えている。

- デジタル技術(ブロックチェーン技術)を活用した情報のやりとりで、使用済PVモジュールをコントロール。これにより、使用済PVモジュールのリユース、リサイクル、適正処理に伴うデータの一元化を可能とし、情報PFと連携する形でリユース市場を創出。
- 使用済PVモジュールのリユース・リサイクルの一体管理を実現する情報PFを構築する。その一環として、JWNET等との外部機関との連携等を検討する。

ブロックチェーン技術について補足説明する。図 1-4に、ブロックチェーン技術の一般的な仕組みを示す。本実証においては最新のデジタル技術としてブロックチェーン技術を活用している。ブロックチェーン技術は、一般に、「分散型台帳」や「コンセンサスアルゴリズム」の採用により、データの非改ざん性や重複登録を防止する仕組みであり、本実証にてパネルのデータ管理に寄与すると考えられる。

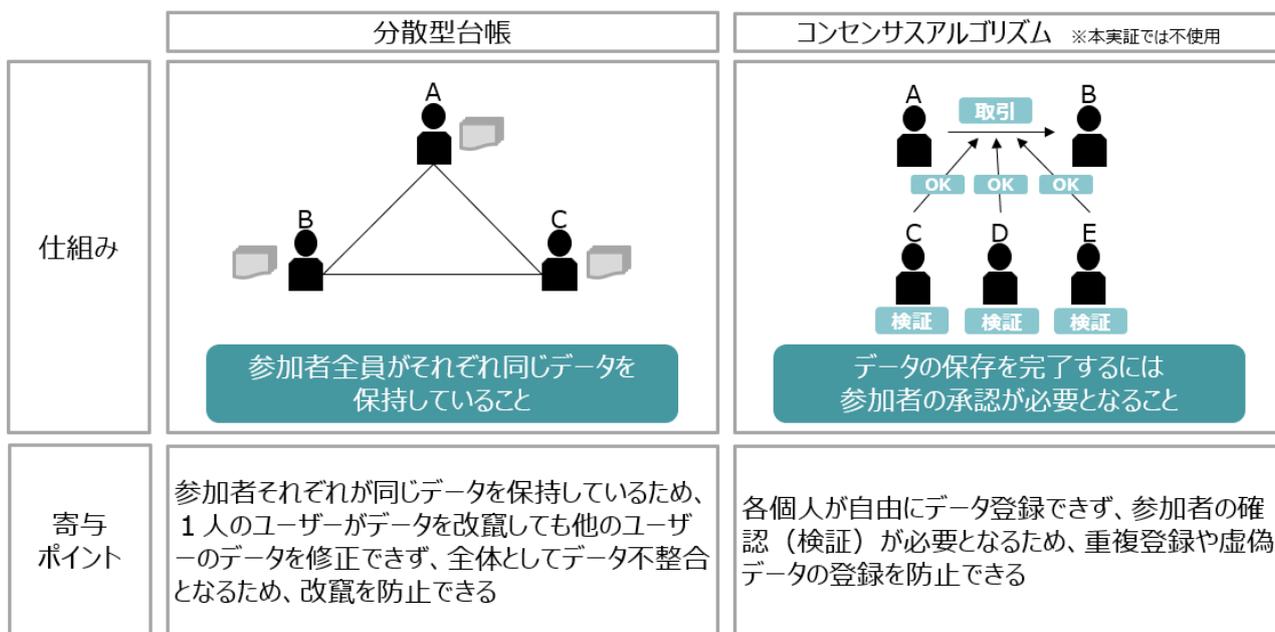


図 1-4 ブロックチェーン技術の一般的な仕組み

1.4 実証のスケジュール

実証のスケジュールは図 1-5のとおり。当初の計画通り、大幅な遅延はなく実証を進めた。

番号	業務内容	完成月	凡例													
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
1	(1)使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査	進捗														
2	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ①-1 リユース運用パターン要件定義に関する検討	進捗														
3	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ①-2 ブロックチェーン化要件定義に関する検討	進捗														
4	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ①-3 データ要件定義に関する検討	進捗														
5	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ②-1 ユーザーインターフェース要件定義	進捗														
6	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ②-2 データ連携要件定義・インフラ要件定義	進捗														
7	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ③情報PF準備	進捗														
8	(2)情報PFの試作および実用化に向けた課題・改善点の検討 ④実用化に向けた課題・改善点の検討	進捗														
9	(3)事業における環境影響改善効果の評価、CO2排出量削減効果の評価	進捗														
10	(4)事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討	進捗														

図 1-5 実証のスケジュール

1.5 実施内容詳細

実施内容の詳細は表 1-3のとおり。

表 1-3 実施内容の詳細

①実施項目	②最終目標	③令和3年度の目標	④実施内容
事業全体	<ul style="list-style-type: none"> 情報PFの社会実装 使用済PVモジュールのリサイクルビジネス及びリユースビジネスの活性化 環境影響改善効果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 実用化に向けた課題・改善点の特定 	<ul style="list-style-type: none"> 要件定義に向けた事前調査 PoCに向けた準備 実証に向けた情報PFの構築準備 CO2排出量削減効果の評価準備 出口戦略検討に向けた市場調査
1 使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査	<ul style="list-style-type: none"> 現状の使用済PVモジュールにおける検査・販売・処理・処理を実施するサプライチェーン上の各ステークホルダーの特定 情報PFの要件定義にむけた調査を完了 	<ul style="list-style-type: none"> 日本国内における現状の使用済PVモジュールにおけるサプライチェーンの運用整理等を完了の上、情報PFの要件定義にむけた調査を完了 	<ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物事業者、検査会社、PVCJ等へのヒアリングを含む使用済PVモジュールのサプライチェーン等に関する事前調査等
2 情報PFの試作及び実用化に向けた課題・改善点の検討	<ul style="list-style-type: none"> 横展開も視野に入れた情報PFの要件定義を実施。 機能改善等を行い、海外を含む横展開に適用できる情報PFを構築。 実用化に必要な機能の準備及び安定運用するための保守運用要件に対応した体制構築。 	<ul style="list-style-type: none"> リユースパターンの整理 情報PF上で管理・保持するデータの定義 実証に向けた情報PFの製作 実用化に向けた課題・改善点の洗い出し 	<ul style="list-style-type: none"> リユースパターンの事前調査、整理 情報PF上で管理・保持するデータの定義 情報PFのシステム設計に関する事前調査 PoCに向けた準備、情報PFのモックアップ構築 PoCの実施等
3 事業における環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価	<ul style="list-style-type: none"> 使用済PVモジュールリユース率向上に伴う、PVモジュールの調達・製造工程におけるCO2排出量を削減等 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済PVモジュールのリユースに伴うCO2排出量削減効果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 評価方法等の事前調査の実施 評価対象範囲、評価シナリオの検討 評価に必要なデータの収集・整理等
4 事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討	<ul style="list-style-type: none"> 埼玉県における取組事例の他県への展開 リユース市場の更なる活性化の実現 	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業終了後の事業展開に係る出口戦略に関して、E&ESの埼玉県における取り組み事例 	<ul style="list-style-type: none"> ステークホルダーとの意見交換 使用済PVモジュール活用におけるユースケースの検討等

①実施項目	②最終目標	③令和3年度の目標	④実施内容
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複数産業間(発電事業者・産廃事業者等)における連携構築の実現 等 	の他県水平展開可能性等、可能性を検討し、ロードマップ案を作成	

2. 使用済PVモジュールの適正管理情報PF構築に向けた基礎調査

現状の使用済PVモジュールの回収、検査、販売、リユース品利用、処理までのサプライチェーンを調査及び整理し、本業務における実装パターンの特典等、要件定義に必要な情報の把握、整理すべき点を明確にした上で、要件定義にむけた検討を行った。調査方法としては、サプライチェーンにおける関係企業に対するヒアリングを行い、使用済PVモジュールの排出後の処理に関する実態調査と情報PFに対するニーズをヒアリングした。

2.1 現状の使用済PVモジュールのサプライチェーンに関する調査・整理

2.1.1 基礎調査前の仮説の設定

環境省の太陽光発電設備のリサイクル等促進に向けたガイドライン(第一版)(平成28年3月)等を参考に、実証事業計画時の仮説として、使用済PVモジュールの処理フローを図 2-1に、のとおり整理した。

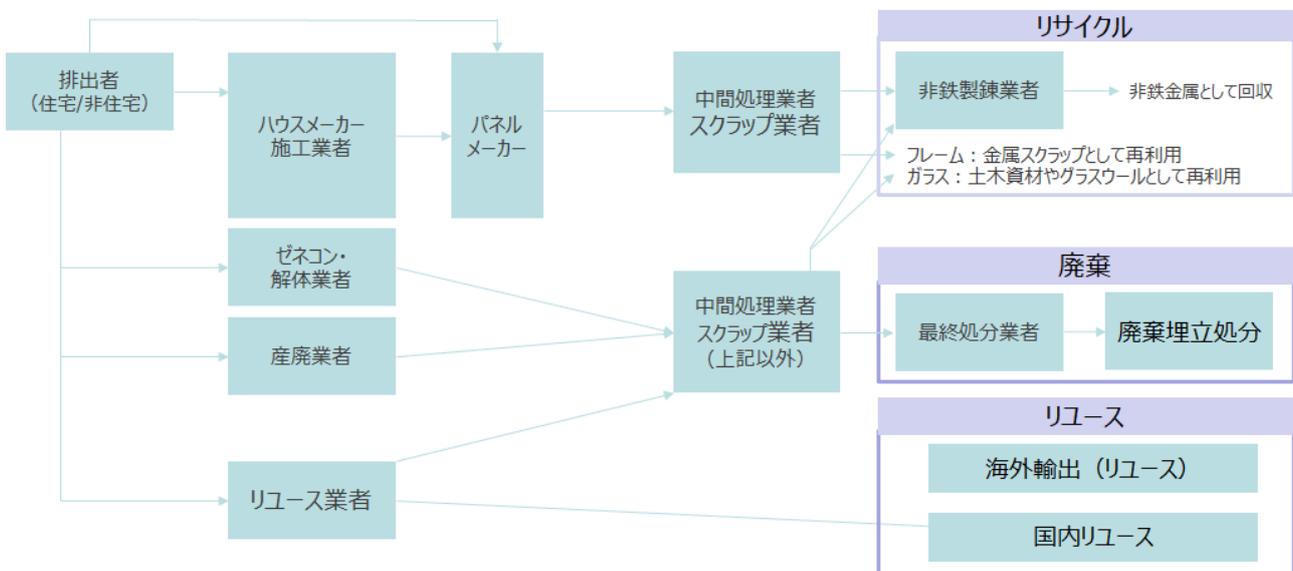


図 2-1 基礎調査前の仮説(使用済PVモジュールの主な処理フロー)

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等促進に向けたガイドライン(第二版)」平成30年12月等を参考に作成

2.1.2 基礎調査後の処理フロー

関係企業に対するヒアリング調査の結果、大半の使用済PVモジュールは廃棄物として処分されているか、或いは海外の途上国へ廉価で輸出販売されていることを再確認した。但し、廃棄並びに海外輸出における具体的な数量の解明・分析まではなされておらず、継続的な調査が求められる。図 2-2に、基礎調査後(使用済PVモジュールの主な処理フロー)を示す。

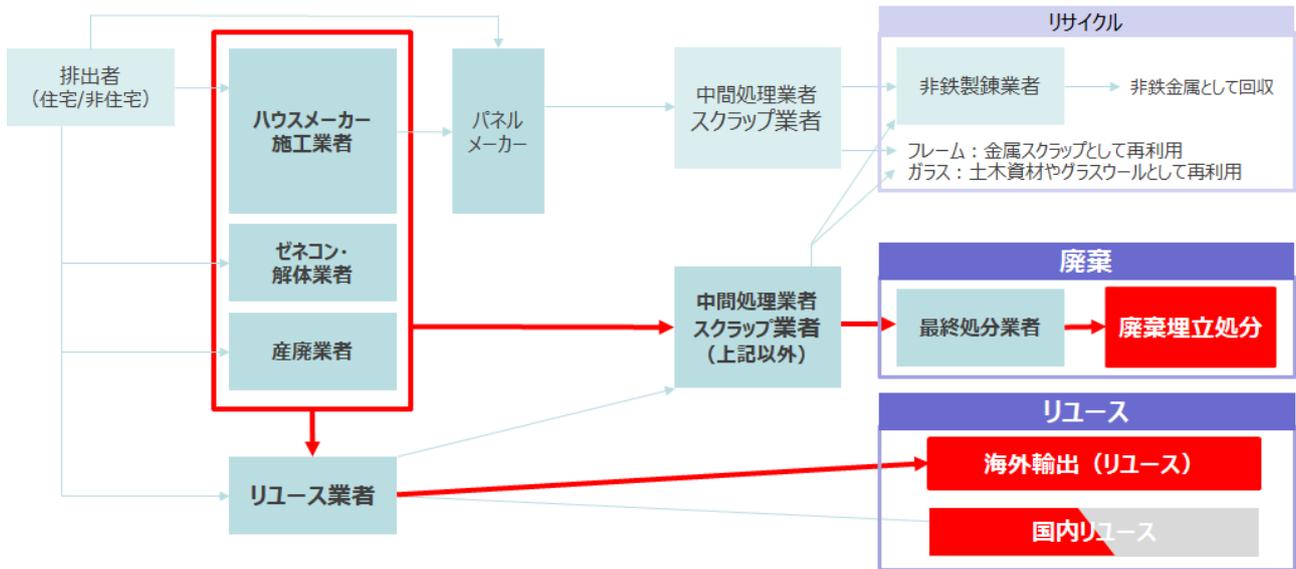


図 2-2 基礎調査後(使用済PVモジュールの主な処理フロー)

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等促進に向けたガイドライン(第二版)」平成30年12月等を参考に作成、赤色部分は基礎調査により確認された主な処理フローを表している。

2.1.3 情報PF導入後の在り方の検討

基礎調査(ヒアリング)結果を踏まえ、情報PFの導入により、排出に係る情報を網羅的に収集・管理することで、現時点では機械的に廃棄処分もしくは海外へ廉価で輸出されている使用済PVモジュールについて、リユース並びにリサイクルの適正処理を促す仕組みが構築できるものと考えられる。PF導入を通して、情報の信頼性を担保、パネルの一定品質を確保することで、経済価値を付保、リユースの促進を図る。図 2-3情報PF導入後の在り方(使用済PVモジュールの処理フロー)を示す。

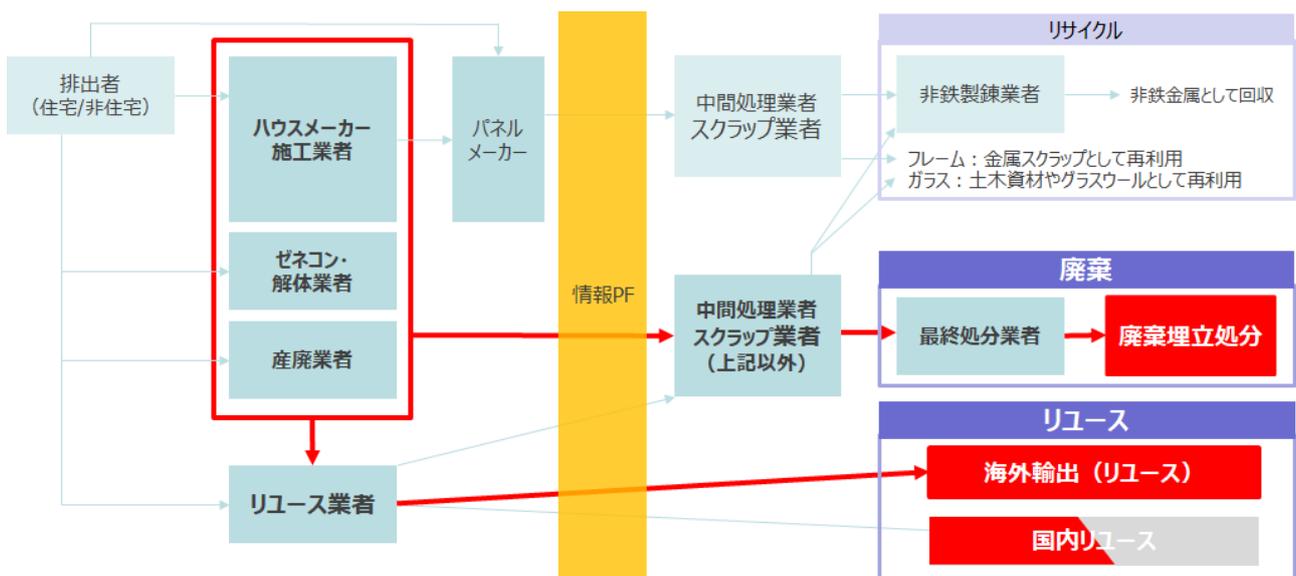


図 2-3 情報PF導入後の在り方(使用済PVモジュールの処理フロー)

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等促進に向けたガイドライン(第二版)」平成30年12月等を参考に作成

2.2 使用済PVモジュールの適性管理情報PFに関するニーズの調査・整理

2.2.1 情報PFへのニーズ調査結果(まとめ)

情報PFへのニーズ把握結果は表 2-1のとおり。ヒアリング結果を基に、情報PFの要件定義の構築並びに出口戦略を検討した。

表 2-1 情報PFへのニーズ調査結果(まとめ)

セグメント	機能	情報PFへのニーズ
中古販売・産廃系	排出者 (調達元)	<ul style="list-style-type: none"> 排出元から引き取った後の最終的な排出先として情報PFの活用を検討したい 情報PFにおける中古販売・リサイクルを担うプレイヤーとしての参画を検討したい
建設・工事		<ul style="list-style-type: none"> 使用済PVモジュールの適正な排出に向けて、適切に情報管理ができるスキームが欲しい
リース		<ul style="list-style-type: none"> リースアップした使用済PVモジュールのリユース・リサイクルを検討する際に、適切に情報管理ができるスキームが欲しい 適切に情報管理がされ、リユース、リサイクルを判定できるスキームはなく、期待が大きい
損害保険	保険付保	<ul style="list-style-type: none"> 新しい保険商品の開発を一緒に考えたい 既存の保険商品の中で情報PFの持つ情報を活用したい 使用済PVモジュールの性能保証のために情報PFの持つ情報を活用したい
銀行	融資・ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> 使用済PVモジュールのマーケット創出を、情報PFを通じて期待したい グリーンファイナンスの一環として連携可能性を模索したい グループ関係各社が保有する機能が情報PFの機能と補完関係にあれば機能提供を検討したい
検査・修理	可否検査、修理	<ul style="list-style-type: none"> 情報PFにおける検査・修理を担うプレイヤーとしての参画を検討したい
運送	輸送	<ul style="list-style-type: none"> 収集運搬に関する廃棄物処理法上の課題の解決を期待したい
自治体	納入先	<ul style="list-style-type: none"> 使用済PVモジュールに関する認知度が低く、知名度向上、マーケット創出効果を情報PFに期待したい 自治体内のメガソーラーのパネルの排出先として、事業者へ案内可能な適切に情報管理できるスキームが欲しい
空港		<ul style="list-style-type: none"> 国内リユースの出口として空港での使用済PVモジュールを利用した発電所の実証を検討したい
小売		<ul style="list-style-type: none"> プレスリリースを確認し、活動に興味を持った、引き続き動向を知りたい

出所)丸紅によるヒアリング調査結果に基づき作成

2.2.2 情報PFへのニーズ調査結果(詳細)

情報PFへのニーズ調査結果の詳細として、セグメントごとにヒアリング結果から得られたニーズ把握結果を整理した。

(1) 中古品販売・産廃系事業者

中古品販売・産廃系事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 使用済PVモジュールを排出元から引き取った後の最終的な排出先として情報PFの活用を検討したい。
- 情報PFにおける中古販売・リサイクルを担うプレイヤーとしての参画を検討したい。
- 使用済PVモジュールのリユース・リサイクル両方の観点から協業を検討したい。
- 使用済PVモジュールの調達を行う際に、情報PFと連携することでリユース市場拡大を目指していきたい。

(2) 建設・工事関連事業者

建設・工事関連事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 排出事業者として、使用済PVモジュールの適正な排出に向けて、適切に情報管理ができるスキームが欲しい。
- 排出事業者として、廃棄パネルを情報PFに登録することで、適切に情報管理、リユース、リサイクルができるようになることを期待する。
- 廃棄パネルの情報PFへの登録だけでなく、情報PFにて情報管理されたうえで市場に投入される使用済PVモジュールの需要家としての立ち位置も考えられる。引き続き協業・参画可能性を検討したい。

(3) リース事業者

リース事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- リースアップした使用済PVモジュールのリユース・リサイクルを検討する際に、適切に情報管理ができるスキームが欲しい。情報PFがこのような適正処理に向けたスキームになることを期待する。
- 適切に情報管理がされており、その情報に基づき使用済PVモジュールのリユース・リサイクルを判定できるスキームはなく、本情報PFへの期待は大きい。
- 既に一定量の被災パネルが出回っていることに加え、自然災害は不可抗力なものであるため、今後も相当数の被災パネルが出回ってくると考えられる。また、パネル以外にも廃棄パワコンも市場に出回っている。情報PFはこのようなパネルやパワコンを取扱えるようになればよいのではないか。

- リースアップした使用済PVモジュールについて情報PFに情報登録をして実際に動かしていただくようなことはできるのか。
- 使用済PVモジュールについては、どの程度の価格帯で取引することができるかがポイントとなる。

(4) 損害保険会社

損害保険会社に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 使用済PVモジュールに関する新しい保険商品の開発を一緒に考えたい。
- 既存の保険商品の中で情報PFの持つ情報を活用したい。
- 使用済PVモジュールの性能保証のために情報PFの持つ情報を活用したい。
- 情報PFの中で保険関連のサービスの可能性がないか一緒に検討していきたい。
- 使用済PVモジュールの性能保証は保険の事業性を踏まえるとハードルは高いものの、保険を付与することでリユースパネルの商品としての信用力を上げることは期待できるのではないか。
- 使用済PVモジュールの廃棄は保険契約者が当初の設置事業者や廃棄事業者に依頼し、当該費用を保険会社が保険金として支払っている事例が多い。廃棄事業者がリユース可能なパネルとそうでないパネルを区別することができるようになれば情報PFへの参画可能性もでてくると思う(情報PFへの参画に対するメリットが必要)。

(5) 銀行

銀行に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 使用済PVモジュールのマーケット創出を、情報PFを通じて期待したい。
- グリーンファイナンスの一環として情報PFとの連携可能性を模索したい。
- グループ関係各社が保有する機能が情報PFの機能と補完関係にあれば機能提供を検討したい。
- 使用済PVモジュールの需要家を銀行側で把握し、情報PF側とつなぐような連携可能性が考えられるのではないか。
- 銀行関連会社とも連携し、使用済PVモジュールの在庫保有の機能や使用済PVモジュール部品の分離摘出作業等の必要なプロセスにおいて情報PFに参画するプレイヤーとして協業できないか。3Rの観点から包括的な連携可能性を検討したい。
- 将来的に使用済PVモジュールの廃棄は社会課題となるはず。リユース・リサイクルの担い手として情報PFの可能性に期待したい。

(6) 検査・修理関連事業者

検査・修理関連事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 情報PFにおける検査・修理を担うプレイヤーとしての参画を検討したい。
- 情報PFに参画する場合、役割分担(どこまでを担うか)を明確にする必要がある。
- どのレベルまで検査をすべきか。詳細検査、簡易検査の使い分けを含め検討する必要がある。

(7) 運送事業者

運送事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 現状では、点検・交換などにより排出された使用済PVモジュールは基本的に廃棄物として発電業者から引き取り、処理業者まで運送を行っている。仮に、この使用済PVモジュールを有価物として運送する場合は、行政の確認(廃棄物該当性)が必要となり行政の許可が得られなければ有価物としての運送はできない。都道府県により、判断も異なっている(認められるところと、認められないところが存在)。
- 廃棄された使用済PVモジュールの収集運搬に関する廃棄物処理法上の課題(許可の取得、再委託不可等)の解決を期待したい。

(8) 自治体

自治体に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 使用済PVモジュールに関する認知度が低く、知名度向上、マーケット創出効果を情報PFに期待したい。
- 自治体内のメガソーラーのパネルの排出先として、事業者へ案内可能な適切に情報管理できるスキームが欲しい。
- 自治体として環境面で更にアピールするために使用済PVモジュールを調達したいと考えている。需要家として情報PFへのニーズを持っている。

(9) 空港

空港に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 昨今の国土交通省(以下、「国交省」)による空港脱炭素化に向けた取り組みの推進に伴い、国内主要空港を中心に、多くの空港並びに関係企業が脱炭素取り組みの一環として空港施設における太陽光発電設備の設置の検討を始めている。斯様な状況下、使用済PVモジュールは安価な調達コストや新品製造時のCO2排出量削減が見込めることから、空港での中古品を活用した発電所の実証を検討したい。
- 一般的に排出されている使用済PVモジュールでは、排出後の各種処理における情報の不確実性が高いため、これの活用には抵抗があるが、排出後のトレーサビリティや情報の信頼性を担保した情報PFで取り扱う使用済PVモジュールの活用については前向きに検討したい。

(10) 小売事業者

小売事業者に対するニーズ把握結果の主な内容を以下に示す。

- 循環型社会や脱炭素の観点から当社取り組みに関して活動に興味を持ち、情報PFを介した使用済PVモジュールの活用可能性を検討している。具体的には、当該事業者が保有する店舗の屋根上に使用済PVモジュールを活用した太陽光発電設備を設置した第三者所有者モデルを検討したい。
- 使用していたパネルを廃棄する際の、トレーサビリティと、リユース、リサイクルに関して興味がある。不動産の契約切れ等で使用済PVモジュールを廃棄することもあるため、登録者としての活用可能性も検討したい。

3. 情報PFの試作及び実用化に向けた課題・改善点の検討

2. の検討結果を踏まえたうえで、情報PFの要件定義を行い、情報PFの試作を行った。また、社会実装に向けて、試作した情報PFの実証実験を通じて課題・改善点の洗い出しを行った。

3.1 リユース運用パターン要件定義・ブロックチェーン化要件定義・データ要件定義に関する検討

以下のポイントを踏まえた、情報PFにおける取扱情報に関する要件定義を実施した。

- ブロックチェーン化を含む情報PF構築に係るリユース運用パターンの要件定義
- 整理した各リユースパターンにおける業務フロー、データフロー等に基づいた情報PFにおける実装パターンの定義
- 情報PF上で管理・保持するデータの定義(ドキュメントを含む製品データ、検査データ、取引データ)

3.1.1 リユース運用パターン要件定義

使用済PVモジュールをリユースする際の運用は、実際には関わる企業によって多くのパターンがある。今回の試作版の情報PF要件定義にあたっては、実際に使用済PVモジュールの販売を実施しているいくつかの事業者ヒアリングのうえ、各プロセスに沿ってパターンを抽出するという方式をとった。対象範囲における各工程のパターンと、本年度実証(試作版)がカバーしている対象範囲を以下に示す。

表 3-1 使用済PVモジュールのリユース運用パターン一覧

工程	パターン分岐項目	リユース運用 想定パターン	実証(試作版)対象範囲
申込	発電の用途	家庭用 (住宅用)	●
		事業用 (低圧(50KW未満))	●
		事業用 (高圧(50KW以上))	●
	情報入力者	個人 (一般家庭)	●
		太陽光発電 発電事業者	●
		各種工事業者 (電気・屋根・撤去など)	●
		太陽光発電所 販売事業者	●
太陽光発電O&M事業者		●	
撤去	パネルの撤去状態	撤去済	●
		未撤去	●
運搬	パターン抽出せず(実証の対象外工程のため)		—
回収・保管	パターン抽出せず(実証の対象外工程のため)		—
運搬	パターン抽出せず(実証の対象外工程のため)		—
洗浄・検査	性能検査方法	簡易検査	●
		詳細検査	—
梱包・出荷	梱包方法	透明ラッピング(ストレッチフィルム)	●
		段ボール	
	パネルの積み方	平積み	●
		縦積み	
販売・購入	販売チャネル	直販	●
		ECサイト等	

なお、この運用パターンについては、今後情報PFを熟成・実運用していく段階でも抽出していき、それに応じて情報PFの改善も適宜対応していく予定で考えている。

3.1.2 ブロックチェーン化の要件定義

(1) 要件定義

1) 概要(実施手順)

本情報PFへの登録が想定されている情報の中には、使用済PVモジュールが排出される以前の発電状況についての記録や保守点検業務の記録、性能検査の詳細結果やリユース可否判定のログといった、発電事業者のリユース品購入や保険会社による保証可否の判断に大きく影響を与えうる情報が複数含まれている。

また、それらの情報は、本情報PFを通して発電事業者が購入したりリユースPVモジュールが故障した際に、故障理由の究明に寄与する重要な情報にもなり得る。

これらの重要な情報が悪意を持った第三者に改ざんされ、情報PFの利用者に不利益を与えることを防ぐため、ブロックチェーン技術を用いた情報保護の仕組みの検討・実装を行った。

なお、ブロックチェーンの導入にあたっては、下記4点の検討を行っている。

- a. ブロックチェーンに記録する情報項目の選定
- b. ブロックチェーンへ記録するデータ形式の検討
- c. 情報PFとブロックチェーンとの連携頻度の検討
- d. 改ざんを検知する方法の検討

それぞれの検討内容の詳細について、次項より記述する。

2) 要件定義 詳細

a. ブロックチェーンに記録する情報項目の選定

情報PFへ登録するデータ項目とその検討背景については、「3.1.4 データの要件定義」にて記載する。その中でも、使用済PVモジュール購入の意思決定に強く影響を与える情報については、改ざんが発生した際の影響も相当に大きいと考えられる。例えば、性能検査の結果、リユースに不適合と判定された使用済PVモジュールに対して、再利用が可能であると判断される内容に登録されているデータが改ざんされてしまった場合、不適切な使用済PVモジュールがリユース市場に出回り、情報PF全体の信頼性も損なうリスクがある。このような影響度が大きいと考えられる情報として本情報PFでは下記6つの項目を定義し、これらの情報を対象としてブロックチェーン技術を用いた改ざん検知の仕組みを実装することとした。

- 発電実績記録
- 保守点検記録
- 性能検査結果
- リユース/リサイクル判定結果
- 使用済PVモジュール梱包状態の写真
- 使用済PVモジュール積載状態の写真

b. ブロックチェーンへ記録するデータ形式の検討

前項にて定義した本情報PFに登録された一部の情報をブロックチェーン上にも記録を行うにあたり、データ形式としては下記2つの方法が考えられる。

- ① ファイル自体を記録する方法(図 3-1)
- ② ファイルをハッシュ値に変換した上で記録する方法(図 3-2)

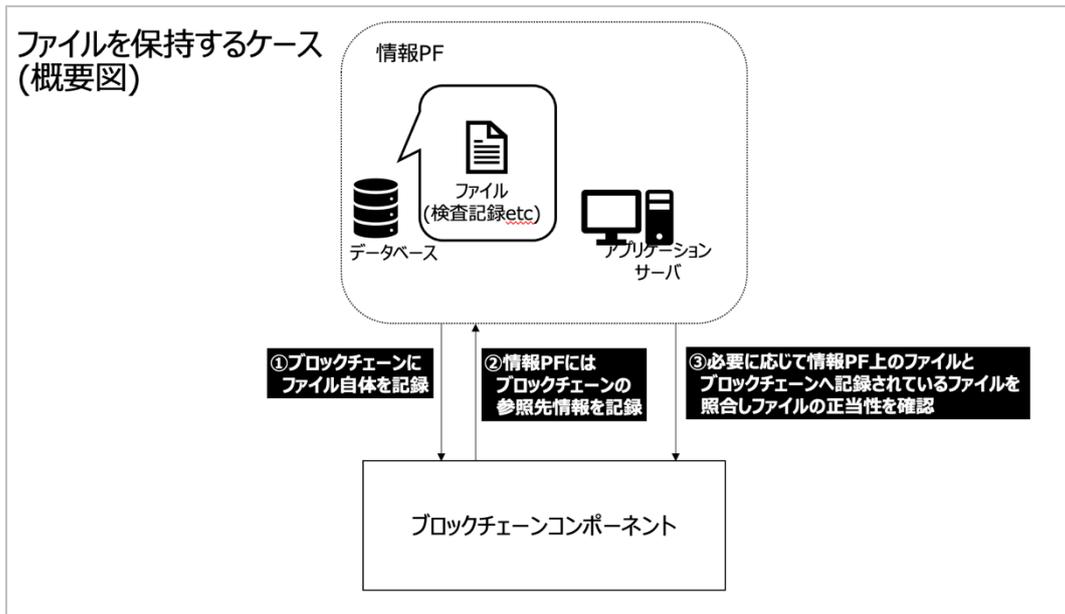


図 3-1 ファイル自体をブロックチェーンに書き込むケース

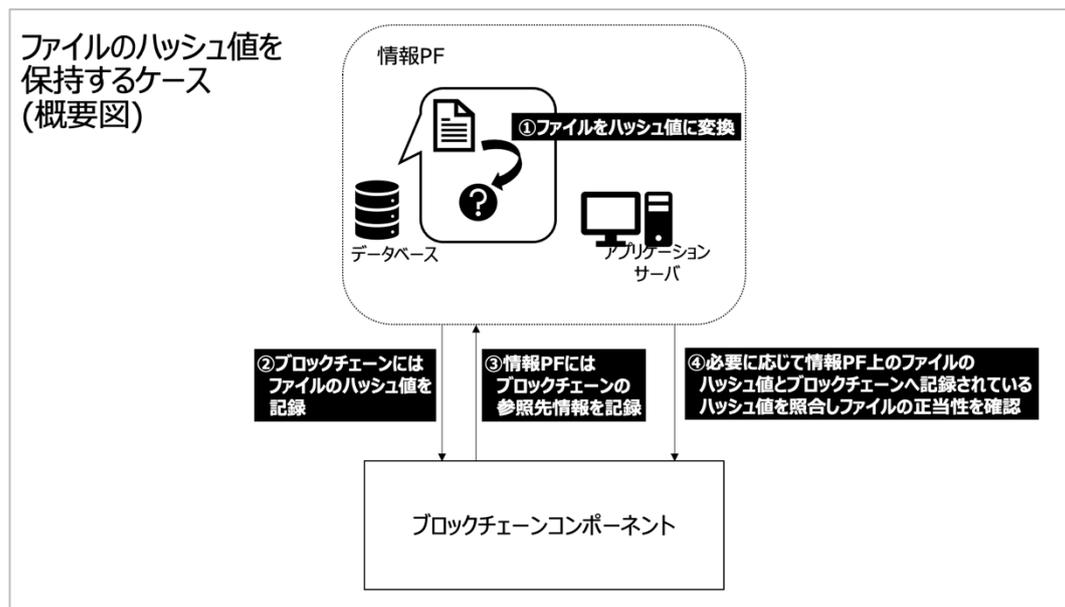


図 3-2 ファイルのハッシュ値をブロックチェーンに書き込むケース

それぞれの手法のメリット・デメリットを整理した結果を下記に記載する。

① ファイル自体を記録する場合

➤ メリット

- Webアプリ側で改ざんが発生した際、ブロックチェーンに記録されているデータを確認することができる。

➤ デメリット

- そもそもファイルの登録に対応していないブロックチェーン情報PFも存在するほか、ファイル登録が可能なケースでも、基本的にはブロックチェーン情報PF独自の仕様に則った仕組みを利用する必要があるため、特定のブロックチェーン情報PFに対してロックインされてしまう可能性が高い。
- データ量が膨大になってしまうため、インフラコストが肥大化する。

② ファイルをハッシュ値に変換して記録する場合

➤ メリット

- 今後の展開でブロックチェーン情報PFの移行検討が発生した場合、同様のロジックを一部用いた形での実装を行える可能性が高い。
- 特定のブロックチェーン情報PFにロックインされる可能性が低い。
- インフラコストを抑えることが可能。

➤ デメリット

- ブロックチェーンコンポーネントに記録された情報を検証することで改ざん検知は可能だが、復旧は困難になる。

ブロックチェーンにて保持する対象に選定した情報の中には、発電実績記録や保守点検記録等、資料が複数ページにわたるため、データサイズが大きくなる傾向が高い情報も複数含まれている。こういった情報を全てブロックチェーンに対してファイルのまま登録する場合、情報PFの維持運営にかかるインフラコストの負担が大きくなってしまう。

よって、本情報PFの試作においては、②のファイルをハッシュ値に変換した状態でブロックチェーンに記録する方法を選定した。

c. 情報PFとブロックチェーンとの連携頻度の検討

情報PFからブロックチェーン上へと情報を連携する頻度について、以下2パターンを想定して検討を行った。

- データが登録される都度、ブロックチェーンへの情報連携を行う
- 夜間のバッチ処理等によって、一括で情報連携を行う

本件については、ブロックチェーン上に記録されたデータを確認・利用する頻度や、情報PFへデータが記録される頻度とそれに伴うインフラコストの負担、利用するブロックチェーンコンポーネントのパフォーマンスから総合的に判断した上で手段を検討する必要がある。

しかしながら、本番データを想定した検討を行う上で必要な情報の収集が現時点で困難なことや、いずれの方法でも試作段階でのコスト負担に大きな影響が生じないことから、令和3年度の実証事業では、データが登録する都度ブロックチェーンへの情報連携を行う方法を選定した。

d. 改ざんを検知する方法の検討

前項までにおいて、ブロックチェーンへ記録するデータ形式については、ファイルをハッシュ値に変換したものとするを記載している。そのため、改ざん検知については、ある時点において情報PFへ記録されている該当ファイルのハッシュ値を計算し、その値がブロックチェーンに記録されているハッシュ値と一致するかを照合する方法を選定した。(図 3-3)

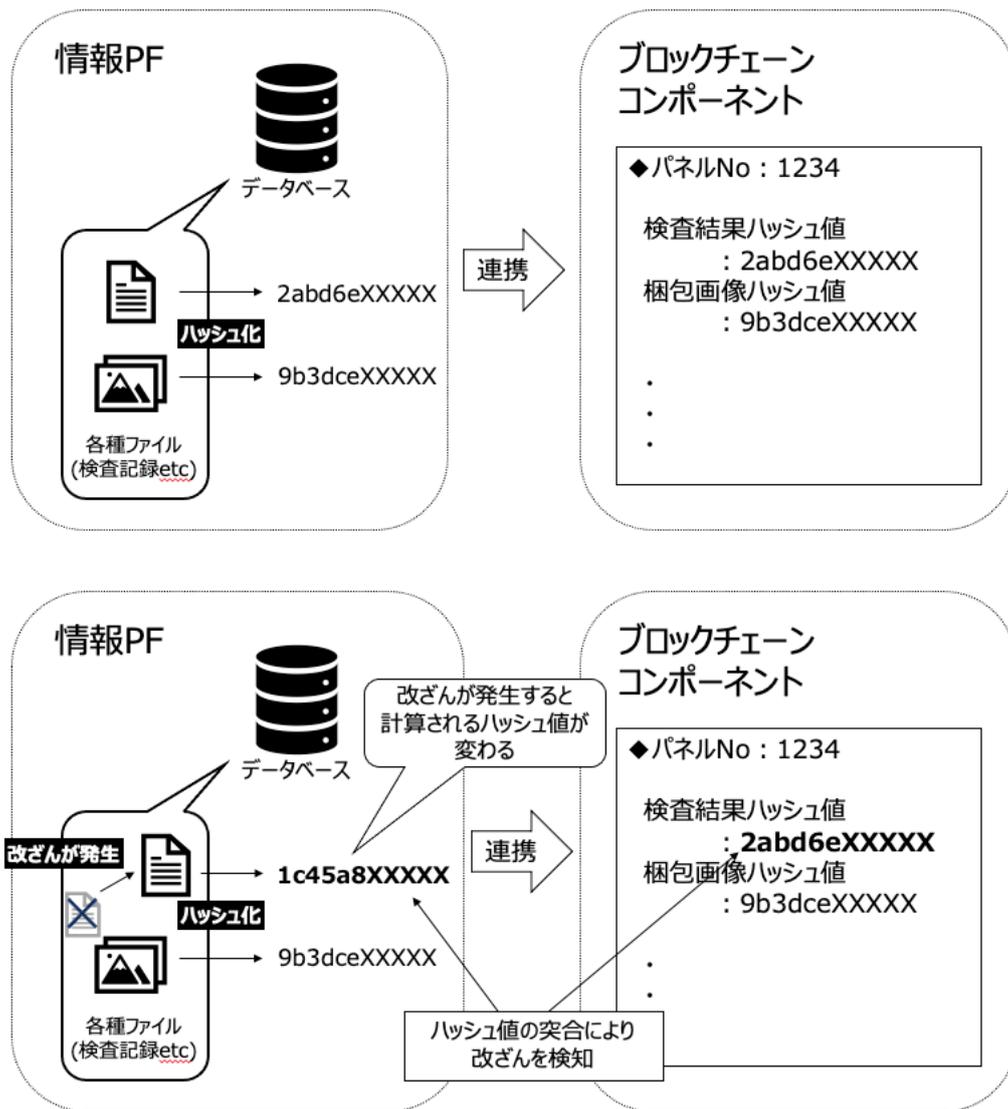


図 3-3 改ざん検知の仕組み

(2) ブロックチェーン技術について

1) ブロックチェーンとは

ブロックチェーンの定義については、2022年2月現在の段階でも国際的に標準化は行われていないため、文献や論者によってブロックチェーンという言葉の取り扱いが異なっている状況ではあるが、「日本ブロックチェーン協会」(JBA)が提唱している下記2つの定義に基づいた技術の総称という形で使われるケースが多い。

1)「ビザンチン障害を含む不特定多数のノードを用い、時間の経過とともにその時点の合意が覆る確率が0へ収束するプロトコル、又はその実装をブロックチェーンと呼ぶ。」

2)「電子署名とハッシュポインタを使用し改ざん検出が容易なデータ構造を持ち、且つ、当該データをネットワーク上に分散する多数のノードに保持させることで、高可用性及びデータ同一性等を実現する技術を広義のブロックチェーンと呼ぶ。」

なお、より平易な言い換えとして、Peer to Peer(サーバーやクライアントといった区別が無く、接続されたコンピューター同士が同格で通信し合うネットワークの形態)のネットワークを用いた分散型台帳技術を総称して使われることも多い。

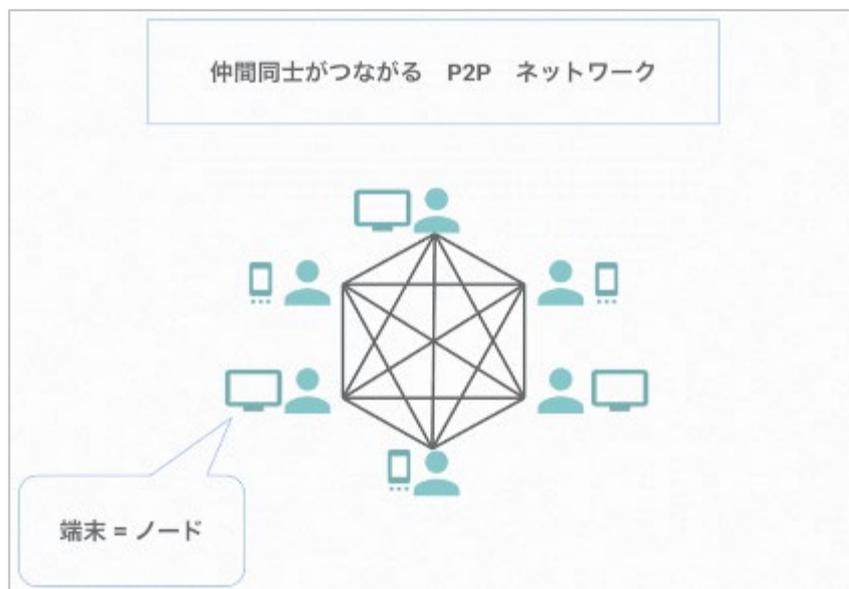


図 3-4 Peer to Peer(P2P)ネットワークのイメージ図

出所)<https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

2) 用いられている主要技術

ここでは、ブロックチェーン情報PFにおいて一般的に用いられる技術として、「分散型台帳」「コンセンサスアルゴリズム」について紹介する。

a. 分散型台帳

一般的なシステムの多くは、何かしらのデータをやり取りする場合、特定の組織・企業が中間に入り、データを管理・所有する中央集権型の仕組みをとっている。

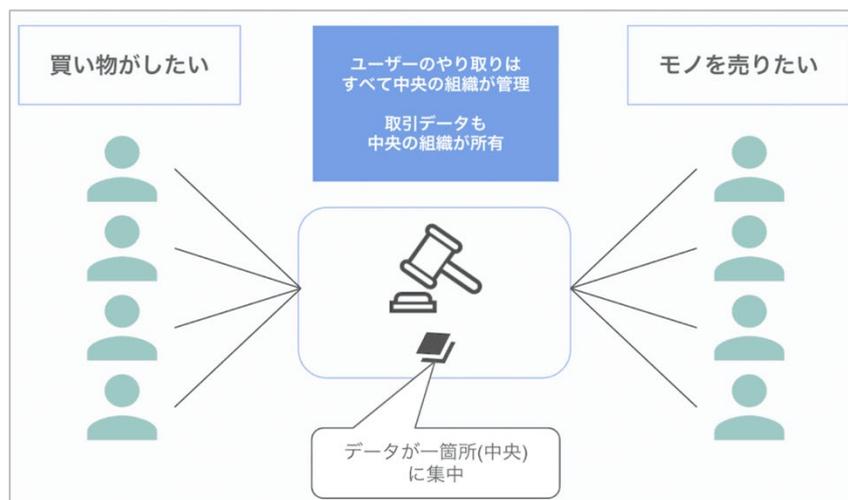


図 3-5 中央集権型のシステムイメージ

出所) <https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

一方、ブロックチェーンにおいては、複数のユーザで同じデータを管理し合う、すなわち特定の組織・企業に管理が集中しない、分散型の仕組みが取られている。

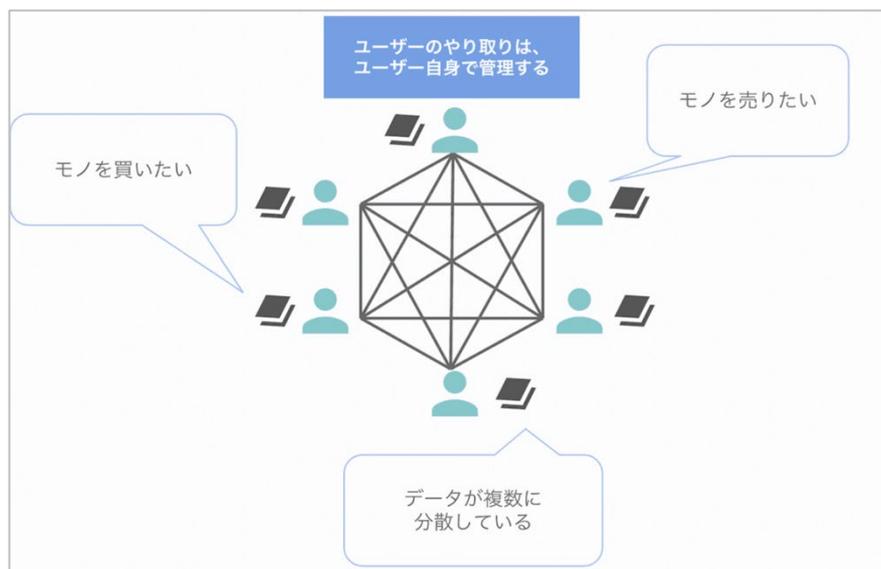


図 3-6 分散型のシステムイメージ

出所) <https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

分散型台帳を用いるメリットとしては、下記のような内容が挙げられる。

- 各ユーザが同じ情報を持ち合うため、データの透明性・信頼性が高くなる。
- 中央集権型のシステムの場合、データを管理する主体がダウンしてしまうとシステム全体の運用に致命的な影響があるが、分散型の場合は特定のサーバーがダウンした場合でもシステムが継続して運用できる。

一方、中央集権型に比べて処理スピードに劣ることや、各ユーザが持っているデータについての正当性を担保する仕組みを取り入れる必要があるといった課題もある。

データの正当性を担保する仕組みについては、次項「コンセンサスアルゴリズム」にて記述する。

b. コンセンサスアルゴリズム

前項で記載したとおり、分散型台帳においては各ユーザが持つデータの正当性を担保する仕組みを導入する必要がある。言い換えると、新たに記録されるデータが分散型台帳の上で正当なものだということを検証し、合意を取る仕組みのことで、この仕組みのことを指して「コンセンサスアルゴリズム」と呼ばれている。なお、全てのブロックチェーンが同一のコンセンサスアルゴリズムに基づいて稼働しているわけではなく、各情報PFの特徴や思想によって最適なコンセンサスアルゴリズムに基づき、各々のブロックチェーン情報PFは形作られている。

ここでは、代表的なコンセンサスアルゴリズムとしてビットコインでも用いられているプルーフ・オブ・ワーク(PoWと略される)について紹介する。

● ビットコインのコンセンサスアルゴリズム(PoW)

前提情報として、ブロックチェーンのデータ構造を説明する上で非常に重要なハッシュ関数について説明する。

ハッシュ関数、及びそこから生成されるハッシュ値については、大きく分けて以下3つの特徴を備えている。

- ① 関数を通したあとのデータからは、もとのデータが何か分からない。
- ② どんなデータをハッシュ化しても、同じ長さのハッシュ値になる。
- ③ 同じデータを何度ハッシュ化しても、常に同じハッシュ値になる。

(図 3-7)

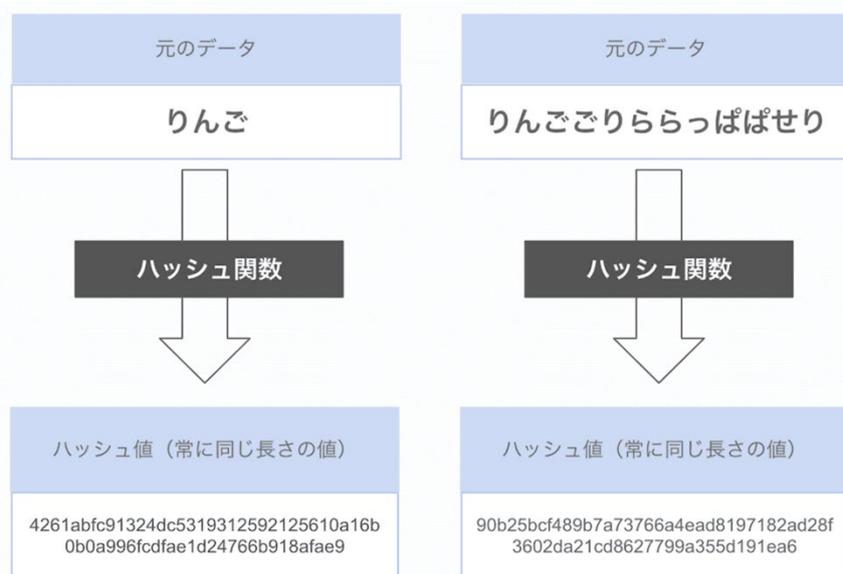
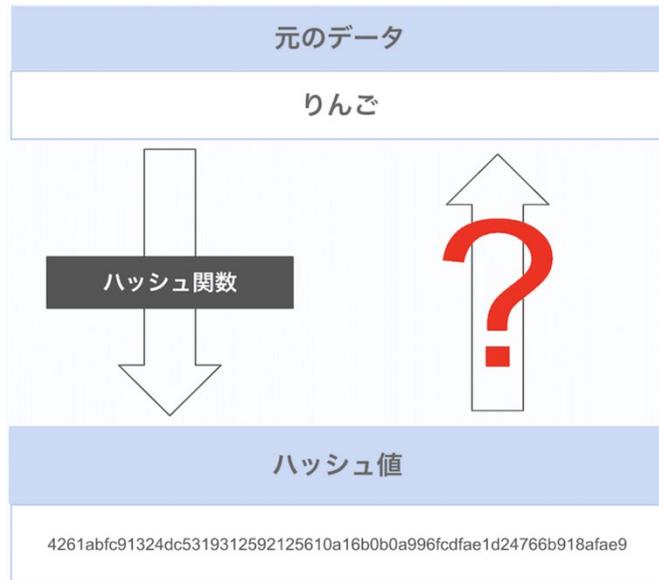


図 3-7 ハッシュ関数のイメージ図

出所) <https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

これらの特徴を持つハッシュ関数が、ブロックチェーンにおけるコンセンサスアルゴリズム及びデータ構造において重要な役割を担っている。

続いて、ビットコインにおけるデータ構造及びコンセンサスアルゴリズムについて説明する。まず、ビットコインで用いられているブロックチェーンのデータは、名前のおりブロックがチェーン状に連なった構造(図 3-8)となっており、各々のブロックには「取引データ」「NONCE(number used onceの略で、1回だけ使われる番号という意味)」「前のブロックのハッシュ値」が保存されている。

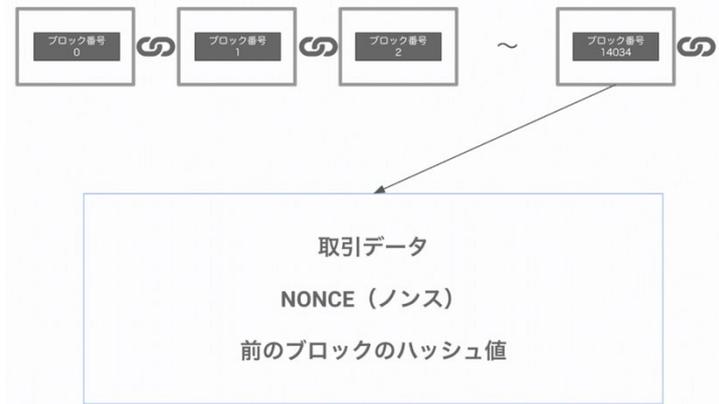


図 3-8 ブロックチェーンのデータ構造

出所)<https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

このうち、「前のブロックのハッシュ値」については、ひとつ前のブロックに含まれるに含まれる「取引データのまとめり」「NONCE」「前のブロックのハッシュ値」をハッシュ化することで割り出されている。(図 3-9)

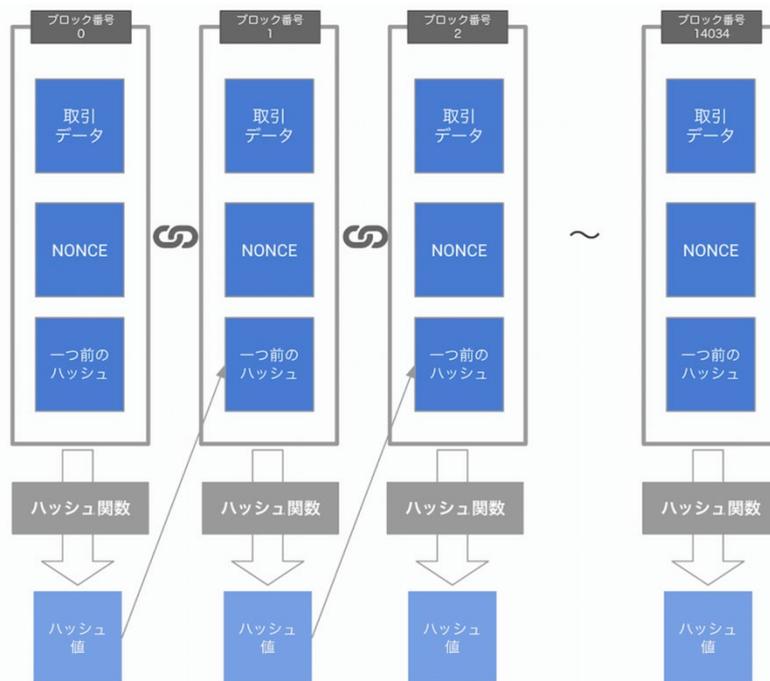


図 3-9 ブロックチェーンのデータ構造に置くブロックの前後関係

出所)<https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

取引データが含まれた新しいブロックをチェーンに追加する際には、いくつかの条件をクリアする必要

があると決められており、その条件の一つに「追加するブロックのハッシュ値がある特定の数字より小さいこと」というものがある。(図 3-10 ※なお、表中は表現を簡略化するために、特定の数字より小さいことを「先頭に0が並ぶ」としている。)

そのため、ブロックを新たに追加するためには、このハッシュ値が小さい数字となるNONCEや取引データの組み合わせをハッシュ値の計算を繰り返すことで探していく必要がある。この作業のことはマイニングと呼ばれており、マイニングを行う人や組織のことはマイナーと呼ばれている。

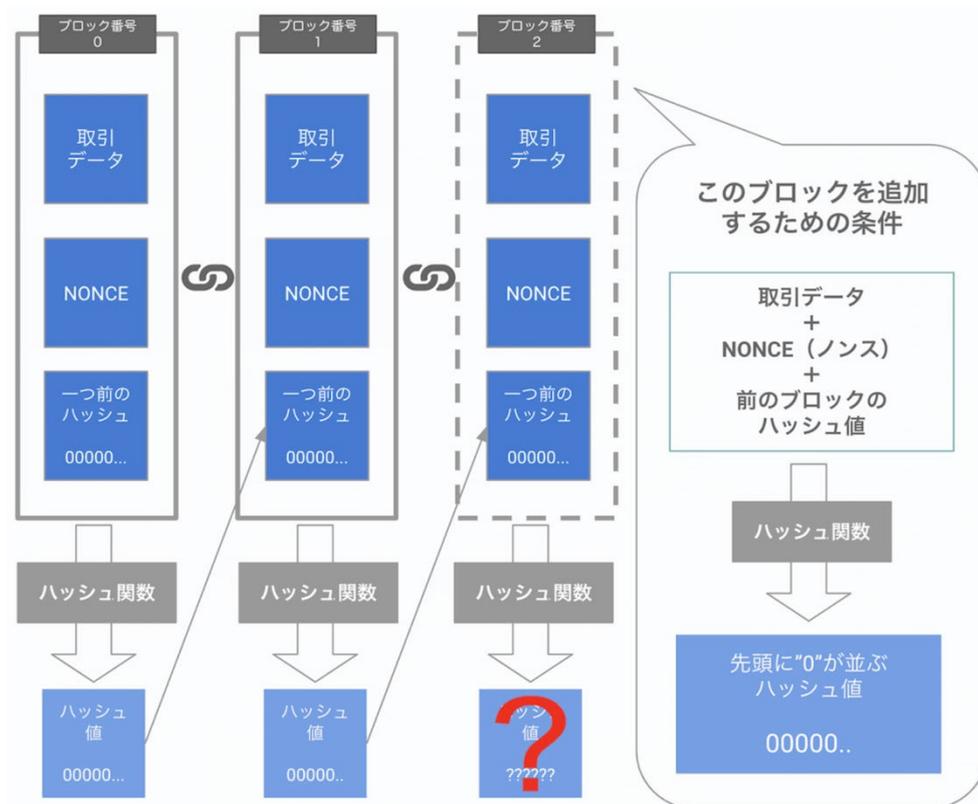


図 3-10 ブロックチェーンにおけるマイニングのイメージ図

出所) <https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

複数のマイナーがマイニングの作業を同時並行で行っていき、最初に条件を満たすハッシュ値を見つけたマイナーが新たなブロックを追加する権利を得ることができる。そのブロックの正当性を他のマイナーが検証し、過半数の合意を得ることでブロックが追加されていく仕組みがビットコインで採用されているPoWと呼ばれるコンセンサスアルゴリズムである。(図 3-11)

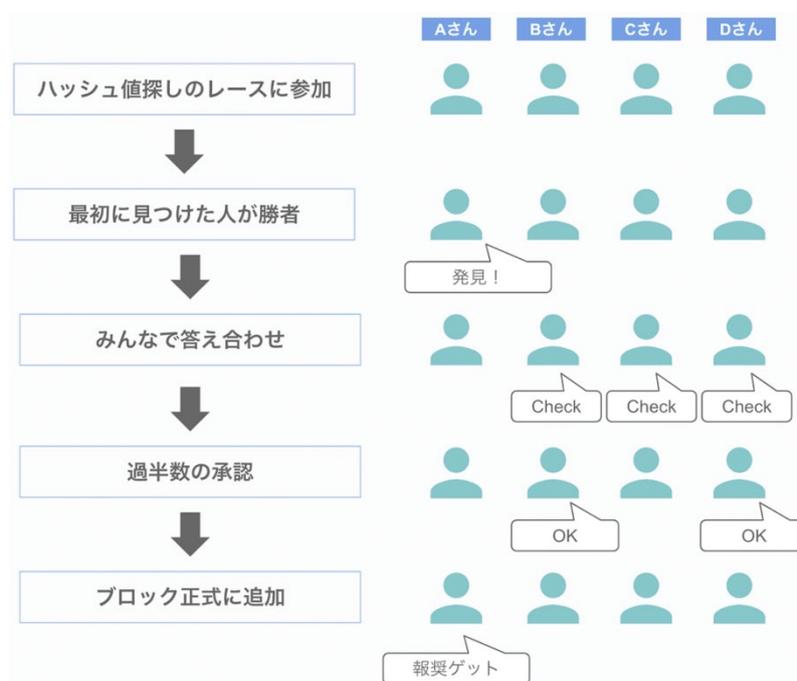


図 3-11 PoW のイメージ図

出所) <https://enterchain.online/> より2022年2月14日取得

ビットコインが取引を開始してから長い時間が経過した今現在もなお、破綻せずに稼働し続けていることから分かる通り、PoWは非常に強固なセキュリティを有するコンセンサスアルゴリズムであるというメリットが有る一方、稼働には膨大な電力を必要としてしまうといった課題も挙げられている。

なお、この仕組みによりなぜ強固なセキュリティを保つことが出来ているかについては、次項にて記述する。

3) 改ざん・不正が困難とされる理由

a. 特定のデータを改ざんすると、後に続くブロックのデータが成立しなくなってしまうため

コンセンサスアルゴリズムの項でも記述したとおり、多くのブロックチェーンでは、前後のブロックが関係する構造でデータが保持されている。

ビットコインの例で考えると、ブロックのハッシュ値を計算する際には一つ前のブロックのハッシュ値を用いている構造上、ある一つの取引データに対して第三者が悪意をもって改ざんを試みた場合、改ざんを行った取引データが含まれているブロック以降の全ブロックのハッシュ値までもが変わってしまうため、それらはすぐさま不正なデータとして取り扱われる形となってしまう。それを防ぐためには、改ざんを行った取引データ以降の全てのブロックに対して改めてマイニングを行った上で再生成する必要が発生する。

しかしながら、マイニングには莫大な計算処理を必要となることや、改ざんしたデータを正当なものとするためにブロックを生成しようとしているまさにその瞬間も、新しいブロックがマイニングによって生成され続けているため、それに追いつく速度で対抗することは実質不可能であるとされている。

こういった理由から、ある特定のデータを改ざんすることが非常に困難な構造となっているのである。

b. 各台帳で検証を行うため

個々の取引データは一般的にトランザクションと呼ばれるが、ある取引が発生した場合、ブロックチェーンに参加するユーザがトランザクションのデータを各ユーザへと伝播させていくことによって、分散型台帳として全てのユーザが共通のデータを持ち合う形となる。

データを受け取ったユーザは、確認すること無くそのデータを正当なものとして扱うのではなく、各々においても個々のトランザクションに不正な情報が含まれていないかを検証するプロセスを経た上で、他のユーザへと伝播させる仕組みを採っている。そのため、悪意を持った情報が取り込まれようとした際には、その情報はこの検証プロセスの段階で淘汰され、各ユーザに対して共有されない仕組みとなっている。

例えばビットコインでも、A氏からB氏への入金が行われたにも関わらず、悪意を持ったC氏がA氏からC氏への入金としてトランザクションを生成しようとしても、暗号化技術によって検証の段階で弾かれ、A氏からC氏の入金情報はブロックチェーン上に記録されること無く淘汰されていく。

中央集権型のシステムの場合は、そのデータの主体となっている組織・企業にとっては悪意のあるデータを記録することが容易であるため、この点もブロックチェーンが不正を行うことが難しいと言われる由縁の一つとなっている。

4) ブロックチェーンの課題

採用しているコンセンサスアルゴリズムやネットワークへの参加方法については、ブロックチェーン情報PF毎に大きく異なるため、全てのブロックチェーンに対して共通して該当する内容ではないものの、ブロックチェーンを用いたシステム構築を行う際は下記のようなデメリットが生じるケースが多い。

- 処理のスピードが一般的なデータベースを用いたシステムに比べて劣る。
- 誤って情報が記録された場合も変更や削除ができない。
- ビットコインのようなパブリックブロックチェーンと呼ばれる参加者を問わない方式の場合、悪意を持った参加者が含まれていても排除することが困難である。

上記のようなデメリットは、ブロックチェーンが有するセキュリティや高可用性といった特性とトレードオフとなる内容も含まれているため、システムを設計・構築する段階で、求められる要件や優先度に応じてブロックチェーンの利用可否、又は部分的な併用といった選択肢を検討する必要がある。

また、パブリックブロックチェーンが抱える課題を解決すべく誕生した、ネットワークへの参加者を制限する形で運用されるコンソーシアム型やプライベート型のブロックチェーンについても日々技術開発が進んでおり、既に多くのシステムで実際に使われている状況となっている。

3.1.3 業務フロー・実装パターンの要件定義

情報PFの試作にあたり、使用済PVモジュールの排出から購入に至るまでの業務フローの定義を実施した。業務フロー可視化の進め方と、各業務の内容を以下に説明する。

(1) 業務フロー要件定義の進め方

1) 業務プロセスの可視化

業務フロー可視化の起点として、実際にリユースPVモジュールを販売している業者へのヒアリングをベースに、現状実施している業務プロセスに加え、情報PF導入後に必要と想定される業務プロセスも追加しながら、一連の流れを描いていった。

業務フローの流れは、大きく以下のプロセス(中工程)と仮定した。各プロセスの詳細内容(小工程)については、3.1.3(2)で後述する。

- 申込情報入力 →①
- 申込情報確認(受付) →②
- 撤去
- 運搬
- 回収・保管
- 運搬
- 洗浄・検査 →③
- 梱包 →④
- 出荷 →⑤
- 運搬
- 納入(リユースPVモジュール受取) →⑥

上記のうち、各種情報の入力・閲覧を実施する「①申込情報入力」「②申込情報確認」「③洗浄・検査(一部)」「④梱包」「⑤出荷」「⑥納入(リユースPVモジュール受取)」の工程を、情報PFを試作してPoCを実施する対象範囲として選定した。

2) 担当者の分類定義

次に、それぞれの業務を誰が実施しているかを、担当者ごとにスイムレーン(行単位)に分けて表現した。担当者の分類は、役割に応じて以下のように仮定した。

- 一般家庭： 自宅の屋根等にPVモジュールを設置して発電している者。
- 発電事業者： 太陽光発電所の所有者。高圧(50KW以上)と低圧(50KW未満)に大別。
- 情報PF運用管理者： 情報PFの運用管理を担う組織(新たに創設予定)。
- 工事業者： 使用済PVモジュールの撤去を実施する業者。
- 運送業者： 使用済PVモジュールを運搬する業者。
- 回収業者： 撤去された使用済PVモジュールの回収する業者。
- 検査・販売業者： リユース可能な使用済PVモジュールを販売する業者。
- 購入者： リユースPVモジュールを購入する事業者等

(2) 業務フローの詳細内容

PoCを実施する範囲について、各プロセス(中工程)の担当者と詳細内容(小工程)を説明する。

1) 申込情報入力工程

- 詳細内容(工程)：

使用済PVモジュールを買取・処分してもらいたい者が、情報PFのURLにアクセスし、申込フォームに沿って必要情報を入力する工程。入力する情報は、①顧客情報 ②製品(使用済PVモジュール)情報 ③発電所情報 に大別される。具体的に登録する情報項目は、データの要件定義を参照。

- 担当者：

申込情報を入力する担当者については、いくつかのパターンを想定した。

- 一般家庭
- 発電事業者(低圧)
- 発電事業者(高圧)
- 工事業者(電気工事) ※使用済PVモジュールの電気系統を外す際に作業する業者。
- 工事業者(屋根工事) ※住宅等の屋根より使用済PVモジュールを下す業者
- 工事業者(太陽光発電所の施工・撤去等)

※業務フロー要件定義の実施後、PoCの実施段階などに判明した

申込情報入力を実施する可能性のある事業者としては、さらに以下が挙げられる。

- 太陽光発電所 販売事業者
- 太陽光発電所O&M事業者 ※発電所の定期点検・メンテナンスを行う業者

2) 申込情報確認(受付)工程

- 詳細内容(工程):

申込者によって入力された情報について、不明・不足情報を問い合わせて入手・更新しリユース候補となる使用済PVモジュールについてQRコードラベルを発行する。詳細は以下。

- ログイン: 運用管理者の権限で、情報PFにログインする。
 - 申込情報確認(・編集): 各申込者から入力された情報を閲覧・編集する。
 - QRコードラベル発行: リユースPVモジュールの情報を1枚ずつ管理するための QRコード等が印字されたラベルを出力する。
-
- 担当者: 情報PF運用管理者

3) 洗浄・検査工程

- 詳細内容(工程):

リユース候補となる使用済PVモジュールを洗浄し、外観検査・性能検査を実施する工程。詳細は以下。

- 使用済PVモジュール洗浄: パネル表面の汚れを高圧洗浄機等で洗い落とす。
- 外観検査: パネルをひとつお目視で確認し割れや破損などの不良がないかを確認する。
- QRコードラベル貼付: 外観検査OKの証も兼ね、情報管理のためのラベルを貼付する。
- ログイン: 検査・販売業者の権限で、情報PFにログインする。
- 性能検査: 測定装置を用いて、発電性能・絶縁性能の検査を実施する。
- リユース可否判定入力: 検査結果の判定を情報PFに登録する。
- 性能検査結果の登録: 検査結果の詳細ログを情報PFに登録する。

なお、使用済PVモジュールの洗浄工程は情報入力を行わないため、今回のPoCの対象範囲外とした。

- 担当者: 検査・販売業者

4) 梱包工程

- 詳細内容(工程):

性能検査の工程で「リユース可」と判定された使用済PVモジュールについて、購入者より発注があったと仮定し、梱包作業を実施する工程。詳細(小工程)は以下。

- ログイン: 検査・販売業者の権限で、情報PFにログインする。
- 梱包単位の情報登録: 一緒に梱包するパネルのQRコードをまとめて読み取る。
- 梱包作業の実施: 梱包作業を実施する(パレット上に積み上げ、ラッピング等)
- 梱包状態の情報登録: 梱包が終了した状態を撮影し、情報PFに登録する。

なお、梱包作業の工程は情報入力を行わないため、今回のPoCの対象範囲外とした。

- 担当者: 検査・販売業者

5) 出荷工程

- 詳細内容(工程):

梱包作業の実施後、出荷先の情報を登録し、積載・出荷作業を実施する工程。詳細は以下。

- ログイン: 検査・販売業者の権限で、情報PFにログインする。
- 出荷単位の情報登録: 出荷先の住所・宛名を登録する。
- 積載作業の実施: 梱包された使用済PVモジュールをトラック等に積載する。
- 積載状態の情報登録: 積載が終了した状態を撮影し、情報PFに登録する。

なお、積載作業の工程は情報入力を行わないため、今回のPoCの対象範囲外とした。

- 担当者: 検査・販売業者

6) 納入工程(リユースパネル受取)

- 詳細内容(工程):

購入者のもとへ、リユースPVモジュールが納入されたと仮定し、パネルに貼付されているQRコードラベルを読み取って、情報を閲覧する工程。詳細(小工程)は以下。

- ログイン: 購入者の権限で、情報PFにログインする。
- QRコードラベル読取: リユースPVモジュールに貼付されたQRコードを読み取り、製品情報や検査結果などの来歴情報を確認する。

- 担当者: リユースPVモジュール購入者

3.1.4 データの要件定義

(1) データ要件定義の進め方

情報PFへ登録すべきリユースPVモジュールの情報について、以下のような進め方で定めた。詳細内容については、3.1.4(2)を参照。

- 1) 「環境省ガイドライン」の読解
- 2) 情報項目の抽出
- 3) 情報項目の補足
- 4) 情報項目の厳選
- 5) ブロックチェーンに記録する情報項目の選定
- 6) 情報入力仕様の定義
- 7) 情報入力の自動化(メーカー・型式選択との連動):

(2) データ要件定義の詳細内容

1) 「環境省ガイドライン」の対応

- 活用方針

情報PFに登録されているリユースPVモジュールが、自動的に本ガイドラインの条件を満たしている製品であることが望ましいと考える。よって、基本的には本ガイドラインに記載されている条件を情報項目化したうえで、しかるべきタイミングで各工程の担当者が登録していく方針とした。

2) 情報項目の抽出

『環境省ガイドライン』の各ページの記載内容を、情報PFに登録する単位(「データ項目」)に分解・分類していった。作業の結果、『環境省ガイドライン』からは計34項目を抽出した。

3) 情報項目の補足

『環境省ガイドライン』のほか、以下のソースより情報項目を追加で抽出した。

- 太陽光発電リサイクルセンター 申し込みフォーム【18項目追加】

(<https://pvrecycle.com/sell.html>)

実際に使用済PVモジュールの買取を実施しているサイトの事例を参照し、必要項目を抽出した。

→主にお客様情報、発電所情報を追加した。

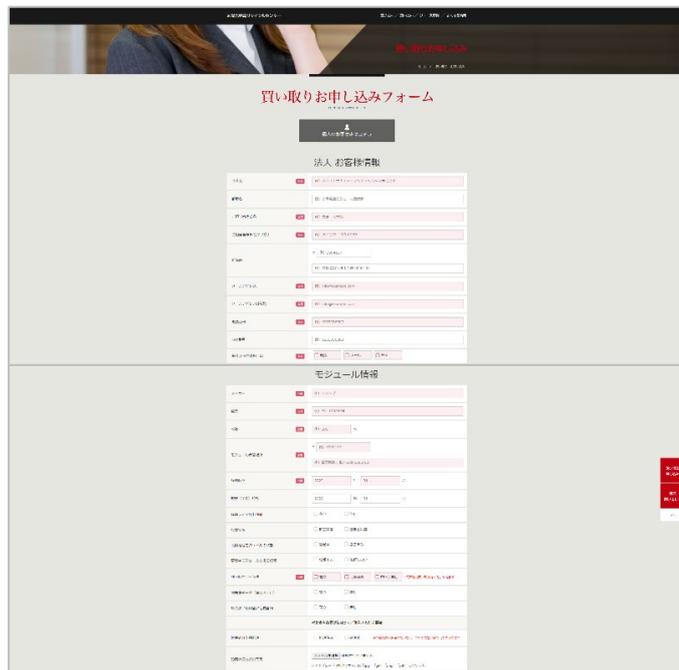
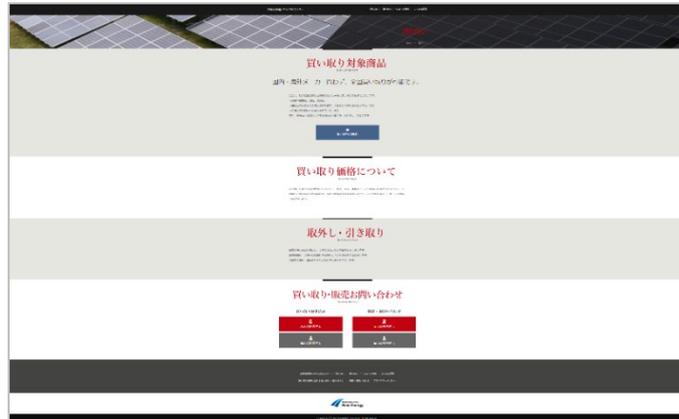


図 3-12 太陽光発電所リサイクルセンターの画面

出所)「太陽光発電リサイクルセンター申し込みフォーム」<https://pvrecycle.com/sell.html>より2021年9月取得

- 使用済PVモジュール処理及び中古買取ヒアリングシート【5項目追加】

実際に使用済PVモジュールのリサイクル・販売を行う企業が使用しているシートより項目を抽出した。

→主にパネル引取時の車両・荷姿などに関する情報を追加した。

- 関係者によるレビュー【14項目追加】

本事業に参画している関係者の知見を活用し、不足している項目を追加した。

→製品情報詳細(サイズ、重量、出力等)や発電所情報(使用済PVモジュールの設置形態・撤去範囲等)

4) 情報項目の厳選

抽出した情報項目の一覧を以下に示す。ここから情報PFに登録すべき項目を関係者によるレビューを実施のうえ選定した。(使用済PVモジュールのリユース可否や性能保証等に必要な項目)

表 3-2 情報項目の一覧

ソース カテゴリ	情報項目	情報PF 登録範囲	備考 (対象/対象外の理由や仕様など)		
『太陽電池モジュールの適正なりユース促進ガイドライン』より【計34項目】					
法律上の責務	1	"「古物商」、「古物市場主」、「古物競りあっせん業者」の分類に従い、古物市場が所在する都道府県の都道府県公安委員会ごとに営業許可を受けること" の証明	-	※将来的に使用済PVモジュールを販売するサイト上で証明が必要	
	2	" 古物の取引を行うたびに、帳簿若しくは国家公安委員会規則で定めるこれに準ずる書類に記載し、又は電磁的方法により記録をすること。" の証明	-		
	3	" 太陽電池モジュールがリユースに適さず、廃棄物となった場合には、排出事業者が廃棄物処理法に基づいた適切な処理を行うこと。" の証明	-		
製品情報・外観	4	メーカー	●	※プルダウン選択 (メーカー名・型式)	
	5	型式	●		
	6	製造年月	●	※カレンダーより年月選択	
	7	設置年月	●		
	8	撤去年月	●		
	9	排出由来・要因	●		※プルダウン選択
	10	ガラスの割れ	-	※左記項目は外観検査で実施、 ・OK →使用済PVモジュールにQRコードラベル貼付し性能検査へ。 ・NG →リユース不可としてリサイクルへ回す	
	11	セル・タブ線・バスバー電極のずれ	-		
	12	外観の焦げキズ	-		
	13	バックシートの破れ	-		
	14	ケーブルの断線	-		
	15	アルミフレームの変形	-		
	16	ジャンクションボックス接続不良や絶縁不良	-		
	17	支障をきたす程度の汚れ	-		
	正常作動性	18	発電実績記録(直近数ヶ月分)	●	※ファイル添付
		19	保守点検記録	●	※ブロックチェーンに記録
		20	発電性能を示す記録【I-V(電流・電圧)曲線測定結果】	-	
21		発電性能を示す記録【EL(エレクトロルミネセンス)検査結果】	-		
22		発電性能検査の内容に責任を負う売手の名前・名称	-		
23		発電性能検査の内容に責任を負う売手の連絡先	-		
正常作動性		24	当該製品の使用に際し、必要な発電用付属品(例:コネクタ)が欠損している場合は、その付属品名と現地での調達可能性の説明	-	※海外流通時における登録がガイドラインで推奨されている
	25	絶縁性能を示す記録【絶縁抵抗測定結果】(絶縁抵抗値など)	-		
	26	絶縁性能検査の内容に責任を負う売手の名前・名称	-		
	27	絶縁性能検査の内容に責任を負う売手の連絡先	-		
梱包・積載状態	28	パネル梱包状態の写真	●	※ファイル添付又はカメラ撮影	
	29	パネル積載状態の写真	●	※ブロックチェーンに記録	
中古取引の 事実関係及び 中古市場の観点	30	中古太陽電池モジュールの販売事業者名等	-	※将来的に使用済PVモジュールを販売するサイト上で登録が必要	
	31	リユース品の出荷先(国・事業者) ※確定していない場合でも予定の記載	-		
	32	販売先 ※確定していない場合でも予定の記載	-		

ソース カテゴリ	情報項目	情報PF 登録範囲	備考 (対象/対象外の理由や仕様など)
	33 利用用途 ※確定していない場合でも予定の記載	-	
	34 契約及び価格等の取引情報 ※確定していない場合でも予定の記載	-	
太陽光発電リサイクルセンター申込フォーム より【計18項目】			
顧客情報	35 氏名	●	※テキスト入力
	36 氏名フリガナ	●	※テキスト入力
	37 郵便番号	●	※テキスト入力(半角数字7桁制限)
	38 住所	●	※テキスト入力
	39 メールアドレス	●	※テキスト入力(半角英数制限)
	40 電話番号	●	※テキスト入力(半角数字制限)
	41 FAX番号	●	※テキスト入力(半角数字制限)
	42 当社からの連絡手段	-	-
	43 会社名	●	※テキスト入力
	44 部署名	●	※テキスト入力
発電所情報	45 枚数	●	※数値で入力
	46 設置レイアウト情報	●	※ファイル添付
	47 太陽電池モジュールの状態	●	※ラジオブタン(撤去済/未撤去)
	48 稼働中モジュールの撤去依頼	●	※ラジオブタン(依頼する/しない)
	49 購入時のローン残	-	-
	50 取扱説明書/仕様書	●	※ファイル添付
	51 財産処分申請処理	-	-
	52 設置状況などの写真 (パネル表面、裏面(全体)、ラベル、ジャンクションボックス)	●	※ファイル添付又はカメラ撮影
使用済PVモジュール処理及び中古買取ヒアリングシート より【計5項目】			
引取関連情報	53 引き取り希望時期	-	※今回の実証では除外したが、 実運用では必須情報のため 登録要否・タイミングを継続検討
	54 現地進入可能車両サイズ(mm)	-	
	55 車両への積込作業	-	
	56 ガラスの割れ状態	-	
	57 荷姿	-	
関係者によるレビュー より【計14項目】			
製品情報・外観	58 製品寸法(幅)(mm)	●	※メーカー・型式に応じて自動入力
	59 製品寸法(高さ)(mm)	●	
	60 重量(kg)	●	
	61 公称最大出力(W)	●	
	62 半導体の種類	●	
	63 パネル外観の写真	●	
正常作動性	64 検査レベル(簡易or詳細)	-	※今回の実証は簡易検査で実施
	65 簡易検査結果	●	※ファイル添付 ※ブロックチェーンに記録
	66 精密検査結果	-	※今回の実証は簡易検査で実施
	67 リユース/リサイクル判定結果	●	※ラジオブタン(リユース可/不可) ※ブロックチェーンに記録
発電所情報	68 パネルの設置場所(住所)	●	※テキスト入力
	69 パネルの設置形態	●	※ラジオブタン (屋根/野立て/その他)
	70 パネルの撤去範囲	●	※ラジオブタン選択
	71 パネルの保管場所(住所) ※設置場所と異なる場合のみ記入	●	※テキスト入力

5) ブロックチェーンに記録する情報項目の選定

情報項目を選定したのち、ブロックチェーンに記録すべき項目を選定した。(表の備考に記載の6項目) 選定の根拠については、3.1.2 ブロックチェーン化の要件定義を参照。

6) 情報入力仕様の定義

情報PFへの項目入力作業を可能な限り効率化するために、テキスト入力が最小限になるような入力仕様を検討した。(上記の表の備考欄に記載)例えば、ラジオボタン選択、プルダウン選択(選択項目の標準化)、モバイル端末を用いてカメラ撮影からの登録、選択項目に応じた関連項目入力の自動化(詳細次項)など。

7) 情報入力自動化(メーカー・型式選択との連動)

情報PFへの入力効率化の一環として、メーカー・型式選択と連動した自動入力機能の要件定義を実施した。仕様は以下のとおり。

- 情報PFのトップページより「申込フォーム」の画面へ
↓
- 「メーカー」の入力欄で、該当する使用済PVモジュールのメーカーをプルダウンの一覧より選択
↓
- 「型式」の入力欄で、プルダウンメニューを選択すると、
先ほど選択したメーカーだけに絞られた型式一覧が表示される
↓
- 型式を選択すると、以下の5項目が自動で入力される。
製品寸法(幅)(mm)、製品寸法(高さ)(mm)、重量(kg)、公称最大出力(W)、
半導体の種類(シリコン系又は化合物系)

上記の仕様を実現するために、情報PFの内部に使用済PVモジュールの型式リストをデータベースとして構築した。(国内外の主要メーカー計18社・573型式、今回の実証で使用する型式を含む)登録した情報は、FITポータル(固定価格買取制度 再生可能エネルギー電子申請)のHPにある「JP-ACP Vモジュール型式登録リスト」(PDF、2021年10月8日時点)を参照した。



図 3-13 FIT ポータル及び JP-AC 太陽光パネル型式登録リスト

出所) [https://www.fit-portal.go.jp/servlet/servlet.FileDownload?file=01528000003rz40AAA](https://www.fit-portal.go.jp/servlet/servlet.FileDownload?file=01528000003rz40AAAより2021年9月取得)より2021年9月取得

3.2 ユーザーインターフェース要件定義・データ連携要件定義・インフラ要件定義

以下のポイントを踏まえた、情報PFの構成に関する要件定義を実施した。

- 各ステークホルダー、検査業者、販売業者・処理業者等)が使いやすくインプットに手間のかからないユーザインターフェース(以下、「UI」という。)の定義
- 外部データベースとのデータ連携の定義、実証事業段階で情報PFに必要なインフラ
- (サーバー・ネットワーク・システム運用)関連の要件の定義

3.2.1 ユーザインターフェースの要件定義

(1) 全体概要

業務フローの要件定義とデータの要件定義結果をもとに、以下のようにユーザインターフェースの要件定義を進めた。

- 各工程で使用するデバイスの検討(パソコン／モバイル)
- 画面フローの検討(画面単位と画面遷移)
- 画面イメージの検討

(2) 詳細

1) デバイスの検討

工程ごとに、どのような利用環境か、必要機能は何かを検討したうえで、基本的には以下の判断基準でどちらの端末を使用するのが適しているのかを検討した。

- 場所が作業現場 →モバイル推奨
- QRコード印刷が必要 →PC必須
- QRコードの読取が必要 →モバイル必須
- カメラ撮影が必要 →モバイル必須
- ファイル添付が必要 →PC必須

どのデバイスを使用するかは、以下のような結果となった。

表 3-3 工程別の利用デバイス

工程	場所	QR印刷	QR読取	カメラ撮影	ファイル添付	標準端末
申込情報入力	机上／現場				●	→PC
申込情報確認	机上	●				→PC
洗浄・検査	現場		●		●	→PC
梱包	現場		●	●		→モバイル
出荷	現場		●	●		→モバイル
パネル受取	現場		●			→モバイル

2) 画面フローの検討

次に、業務フローに沿って、各工程でどのような画面単位・画面遷移で情報PFを活用していくかを、画面フローを作成しながら検討した。(詳細工程・実施内容の定義、画面の要否検討、必要なボタンの検討、画面の遷移など)

a. 申込工程(申込情報入力)

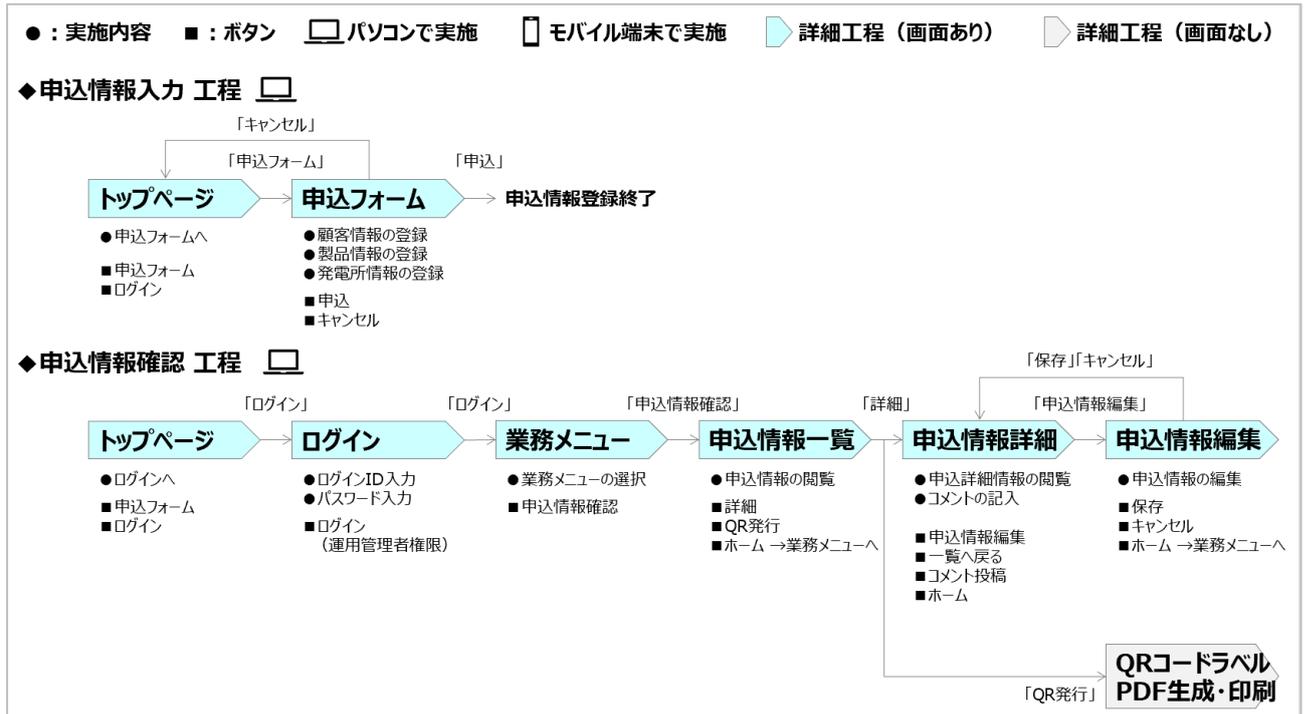


図 3-14 申込工程の画面フロー

b. 検査工程(外観検査・性能検査)

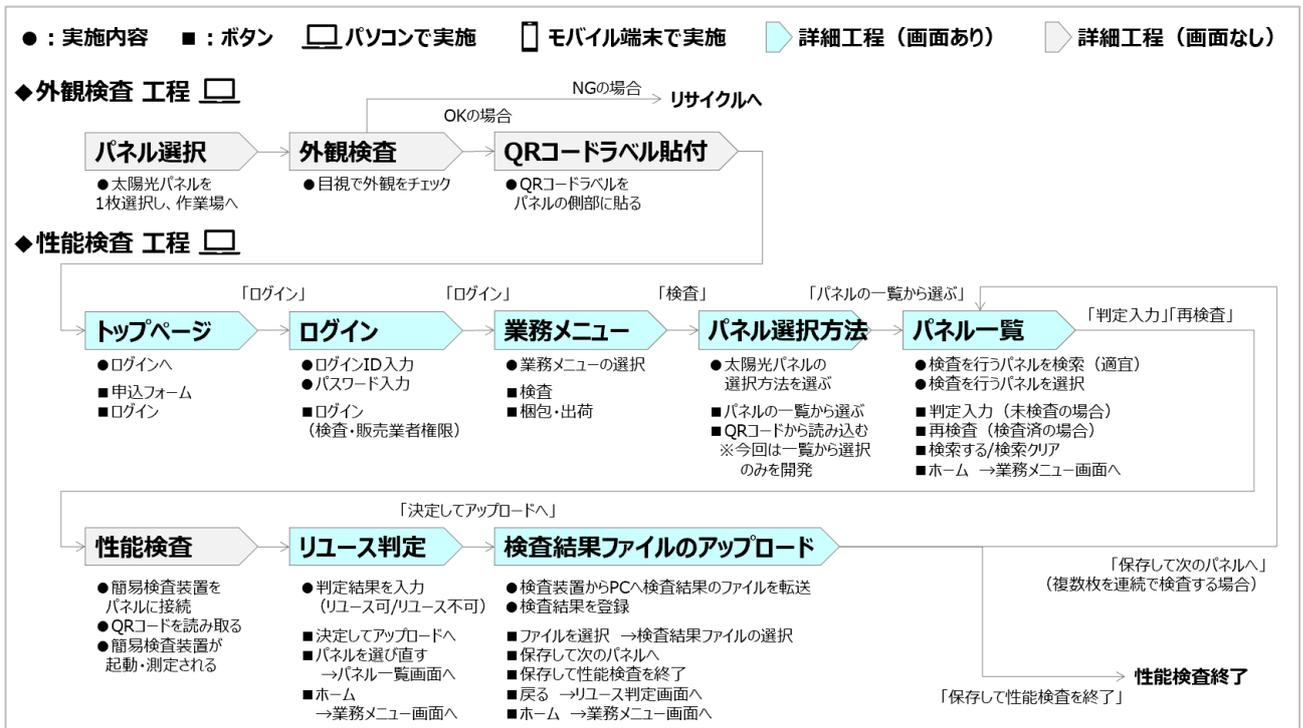


図 3-15 検査工程の画面フロー

c. 梱包工程

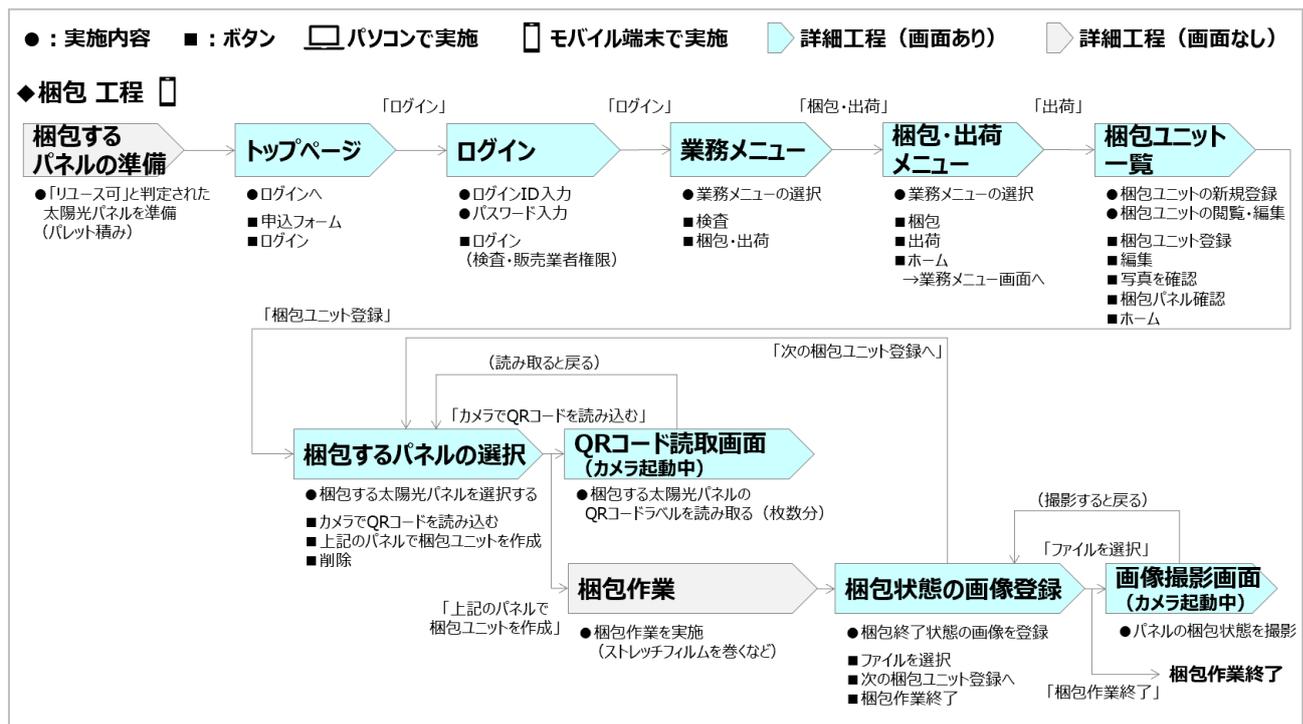


図 3-16 梱包工程の画面フロー

d. 出荷工程

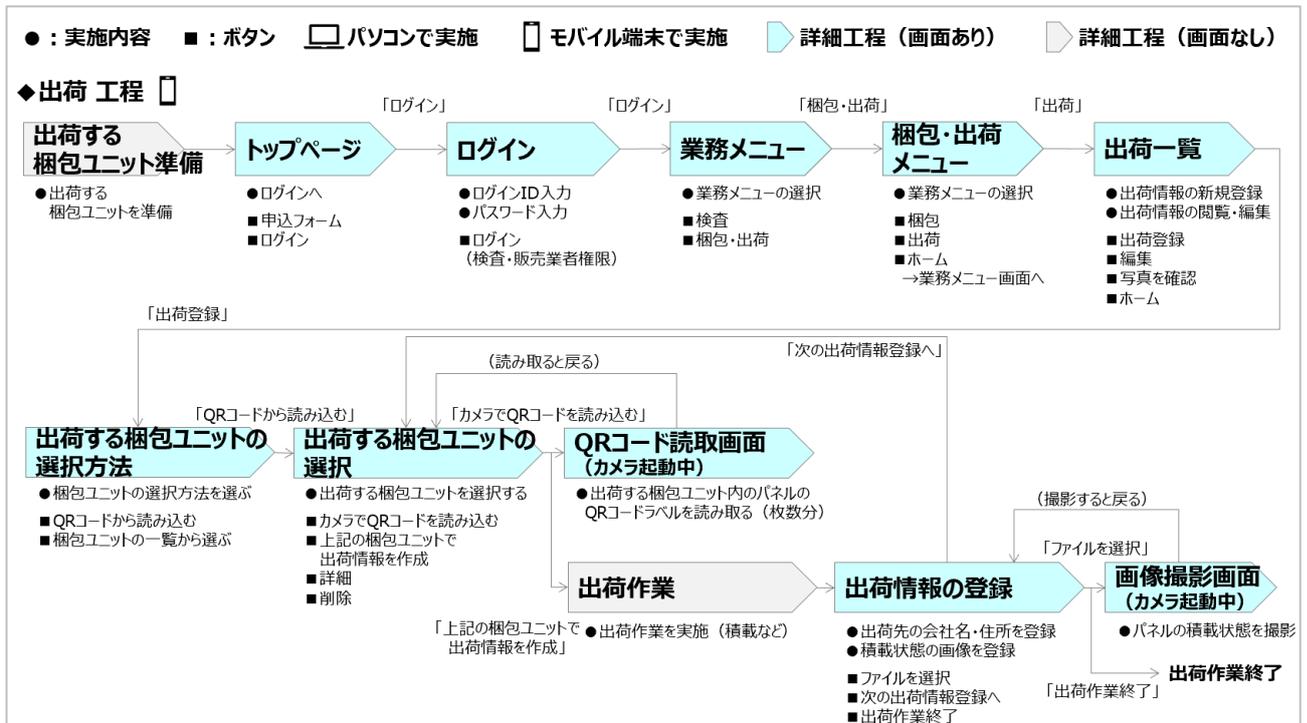


図 3-17 出荷工程の画面フロー

e. パネル情報確認工程

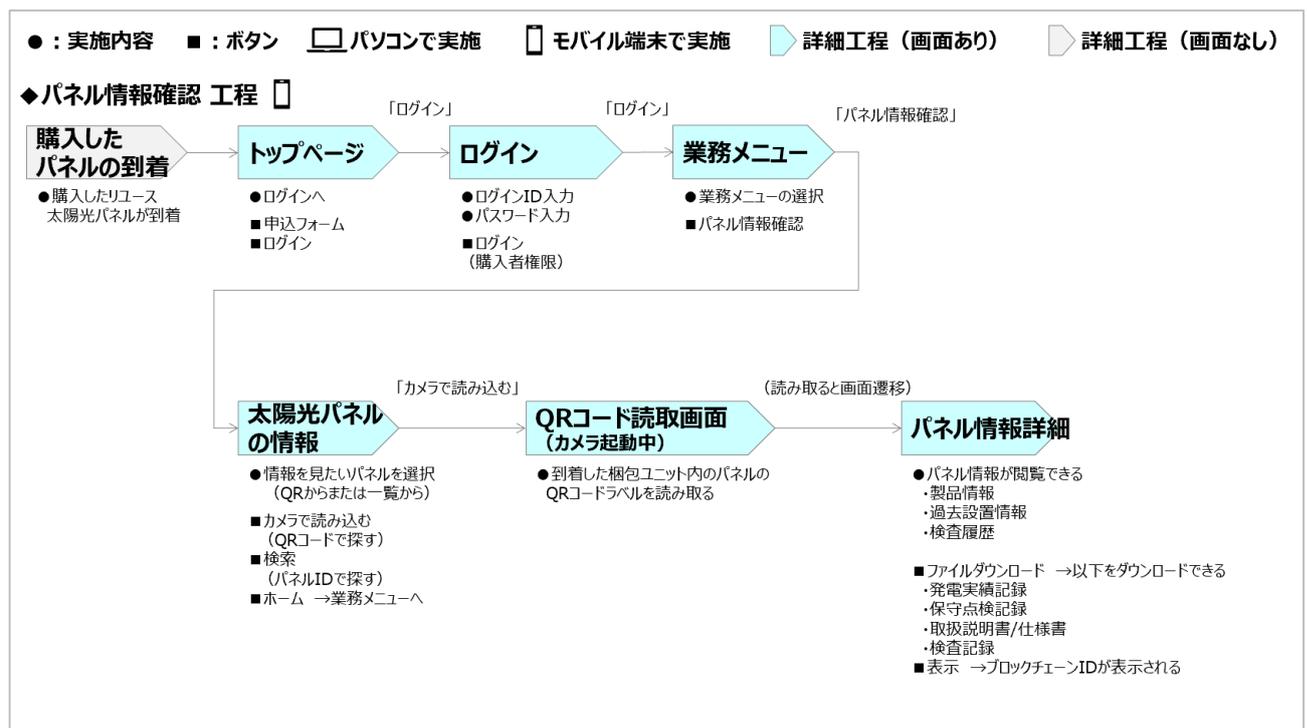


図 3-18 パネル情報確認工程の画面フロー

画面フローで定義した画面単位を、以下に一覧としてまとめる。

表 3-4 画面単位の一覧

工程		画面	
共通		1	トップページ
		2	ログイン
		3	業務メニュー
申込	申込情報入力	4	申込フォーム
	申込情報確認	5	申込情報一覧
		6	申込情報詳細
		7	申込情報編集
検査	外観検査	—	(画面なし)
	性能検査	8	パネル選択方法
		9	パネル一覧
		10	リユース判定
		11	検査結果ファイルのアップロード
梱包・出荷	梱包	12	梱包・出荷メニュー
		13	梱包ユニット一覧
		14	梱包するパネルの選択
		15	QRコード読取
		16	梱包状態の画像登録
		17	梱包状態 画像撮影
		出荷	—
	18		出荷一覧
	19		出荷する梱包ユニットの選択方法
	20		出荷する梱包ユニットの選択
	—		QRコード読取
	21		出荷情報の登録
	22		積載状態 画像撮影
	購入	パネル受取	23
—			QRコード読取
24			パネル情報詳細

3) 画面イメージの検討

定義した画面単位に対して、およその画面イメージをドキュメントとして作成していった。そのドキュメントをベースに画面UIレビューを数回実施し、挙げた指摘を織り込んで実際の画面開発を進めた。

なお、以下に示す画面イメージは当初のものであり、実際に出来上がった画面とは異なる部分がある。また、複数の工程で複数回登場する同一の画面については、掲載を割愛している。

a. 共通

1. トップページ



図 3-20 トップページ画面イメージ

2. ログイン



図 3-19 ログイン画面イメージ

3. 業務メニュー



図 3-21 業務メニュー画面イメージ

b. 申込工程

4. 申込フォーム



図 3-23 申込フォーム画面イメージ①



図 3-22 申込フォーム画面イメージ②

5. 申込情報一覧



図 3-24 申込情報一覧画面イメージ

6. 申込情報詳細



図 3-25 申込情報詳細の画面イメージ

c. 検査工程

8. パネル選択方法



図 3-27 パネル選択方法の画面イメージ

9. パネル一覧



図 3-26 パネル一覧の画面イメージ

10. リユース判定



図 3-28 リユース判定の画面イメージ

11. 検査結果ファイルのアップロード



図 3-29 検査結果ファイルアップロードの画面イメージ

d. 梱包工程

12. 梱包・出荷メニュー



図 3-32 梱包・出荷メニューの画面イメージ

13. 梱包ユニット一覧



図 3-31 梱包ユニット一覧の画面イメージ

14. 梱包するパネルの選択



図 3-30 梱包パネル選択の画面イメージ

15. QRコード読取



図 3-34 QRコード読取の画面イメージ

16. 梱包状態の画像登録

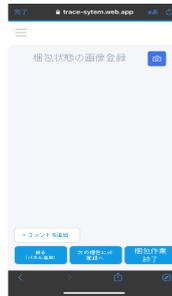


図 3-33 梱包状態の画像登録の画面イメージ

e. 出荷工程

18. 出荷一覧

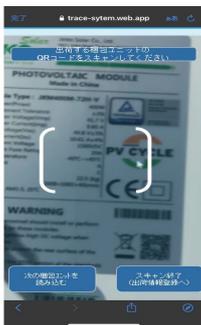


図 3-37 出荷する梱包ユニットの選択の画面イメージ

19. 出荷する梱包ユニットの選択方法



図 3-36 出荷する梱包ユニット選択方法の画面イメージ

20. 出荷する梱包ユニットの選択



図 3-35 出荷一覧の画面イメージ

21. 出荷情報の登録



図 3-38 出荷情報の登録の画面イメージ

f. 購入工程

24. パネル情報詳細



図 3-39 パネル情報詳細の画面イメージ

3.2.2 機能要件定義

(1) 概要

ここまでに記載してきた業務フロー・実装パターン、データ、ユーザインターフェースの要件定義結果を踏まえつつ、情報PFに実装する機能要件について定義した。機能要件の抽出は、より網羅的に抽出するため、業務プロセス(工程)に沿ってリストアップを行った。

以下、情報PFを構築しPoCを実施した工程について、要件の詳細を記載する。

(2) 詳細

機能要件の内容を以下に示す。

表 3-5 機能要件の一覧

大項目 (大工程)	中項目 (中工程)	小項目 (小工程)	機能	説明	想定ユーザ	
共通	アカウント 管理	ユーザ管理	ログイン/ログアウト	事前に発行したユーザ情報を元に ログイン/ログアウトができる。	全ユーザ	
		ロール管理	業務メニュー 表示・選択	ユーザに割り当てたロールに従っ て、(申込情報確認・検査・梱包/出 荷)のメニューを表示・選択できる。	全ユーザ	
	ブロック チェーン	ブロックチェー ン 連携	ブロックチェーン上への 情報記録	Cordaのnode上に 情報を記録する。	—	
申込	申込情報 入力	顧客情報 登録	顧客情報登録	入力フォームから、 申込情報(顧客情報)を登録する。	発電事業者 撤去業者	
		製品情報 登録	製品情報登録	製品情報登録	入力フォームから、 申込情報(製品情報)を登録する。	発電事業者 撤去業者
			メーカー情報 入力支援	製品情報登録時、メーカーを事前に 登録したマスタから選択できる。	発電事業者 撤去業者	
			型式情報 入力支援	製品情報登録時、型式を事前に登 録したマスタから選択できる。	発電事業者 撤去業者	
			寸法情報 自動登録	選択した型式から、 製品情報を自動で登録できる。	発電事業者 撤去業者	
			重量情報 自動登録	選択した型式から、 製品情報を自動で登録できる。	発電事業者 撤去業者	
			定格出力 自動登録	選択した型式から、 製品情報を自動で登録できる。	発電事業者 撤去業者	
			半導体種類 自動登録	選択した型式から、 製品情報を自動で登録できる。	発電事業者 撤去業者	
	発電所情報 登録	発電所情報登録	入力フォームから、申込情報(発電 所情報)を登録する。	発電事業者 撤去業者		
		ID発行	パネルID発行	申込枚数に応じて、パネル毎のユ ニークなIDが発行される。(パネル データの作成)	—	
申込情報 確認	申込情報 一覧	申込情報 一覧表示	申込情報を一覧で確認ができる。	運用管理者		

大項目 (大工程)	中項目 (中工程)	小項目 (小工程)	機能	説明	想定ユーザ
申込	申込情報 確認	申込情報 一覧	QRコード 発行・印刷(一括)	申込を一つ選択して、パネルに貼り 付けるためのQRコードのデータを 出力できる。	運用管理者
		申込情報 詳細	申込情報 詳細表示	申込を選択して、詳細情報を確認で きる。	運用管理者
			申込情報 編集	申込を選択して、詳細情報を編集で きる。	運用管理者
撤去	撤去作業	PoCの対象外工程			
運搬	運搬				
回収・保管	PVパネル 仕分け				
運搬	運搬				
洗浄・検査	パネル洗浄				
	QRコード貼付				
	外観検査				
	性能検査	検査結果 登録	パネル一覧からの パネル選択(1枚)	パネル一覧から、検査記録を行うパ ネルを1枚選択できる。	検査・販売業者
		QRコード読取での パネル選択(1枚)	スマートフォンからQRコードを読み 取り、検査記録を行うパネルを1枚 選択できる。	検査・販売業者	
		リユース判定入力	リユース・リサイクル判定を入力でき る。	検査・販売業者	
		検査結果ファイル アップロード	検査結果のファイルをアップロード できる。	検査・販売業者	
梱包・出荷	梱包	梱包ユニット 作成	パネル一覧からの パネル選択(複数)	パネル一覧から、検査記録を行うパ ネルを複数枚選択し、梱包ユニット を作成できる	検査・販売業者
			QRコード読取での パネル選択(複数)	スマートフォンからQRコードを読み 取り、検査記録を行うパネルを複数 枚選択し、梱包ユニットを作成でき る	検査・販売業者
		梱包写真 登録	梱包写真 アップロード	梱包状況の画像をアップロードでき る。	検査・販売業者
		梱包ユニット 一覧	梱包ユニット 一覧表示	梱包ユニットを一覧で確認ができ る。	検査・販売業者

大項目 (大工程)	中項目 (中工程)	小項目 (小工程)	機能	説明	想定ユーザ
梱包・出荷	梱包 出荷 出荷	梱包ユニット 詳細	梱包ユニット 詳細表示	梱包ユニットを選択して、詳細情報 を確認できる。	検査・販売業者
		出荷作成 出荷作成	梱包ユニット一覧から 梱包ユニット選択 (複数)	梱包ユニット一覧から、出荷を行う 梱包ユニットを複数選択できる。	検査・販売業者
			QRコード読取での 梱包ユニット選択 (複数)	スマートフォンからパネルのQRコー ドを読み取り、出荷を行う梱包ユ ニットを複数選択できる。	検査・販売業者
			出荷写真 アップロード	梱包状況の画像をアップロードでき る。	検査・販売業者
			出荷情報入力	出荷先情報(会社名・住所)を入力 フォームから入力できる。	検査・販売業者
			出荷一覧	出荷一覧表示	出荷情報を一覧で確認ができる。
		出荷詳細	出荷詳細表示	出荷を選択して、詳細情報を確認で きる。	検査・販売業者
運搬	運搬	—	—	—	—
購入	パネル受取	パネル詳細	パネル詳細表示	スマートフォンからQRコードを読み 取り、パネルの詳細情報を確認でき る。	購入者

(3) QRコードの活用について

使用済PVモジュールを、1枚ごとにモノと対応付けた情報管理(情報の登録・閲覧)を行うにあたり、この情報PFではQRコードを採用した。以下にその選定理由、活用に向けて実施した内容、どのような利用シーンで活用したかを記載する。

1) 選定理由

物品管理の方法で汎用的かつ代表的なものとして、RFID、バーコード、2次元コード(QRコードやその他)などがある。他の方式と比較してQRコードを選定した理由としては、以下の要素が挙げられる。

- 導入コスト

RFIDは、タグと専用の読取装置(リーダーライター)の導入費用がかかる。

(QRコードは印刷でラベル作成可能。まだ通常のスマホのカメラ機能で読み取り可能)

- データ容量

バーコードだと数十文字のため、URLなどの長い文字列を適用することができない。

情報PF運用において、QRコードを利用することの懸念としては、使用済PVモジュールに貼付するQRコードラベルの耐久性が挙げられる。これに関しては、今回は耐水性・耐久性の高いラベル用紙を採用することで対応している。ただ、今後実証を進めていく中で耐久性が不十分となった場合は、QRコードの印字ほか、適宜改善策を取っていく必要がある。

	RFID	バーコード	2次元コード
イメージ			
可視化の必要性 スキャン対象が見える必要があるか	不要	必要	必要
読み取り可能範囲 一般的なスキャン可能距離	数メートル	数十センチ	数十センチ
読み書き機能	読み書き	読み取りのみ	読み取りのみ
データ容量	～数千文字 <small>※周波数帯やRFタグによって変わります。</small>	～数十文字	～数千文字
耐久性	汚れに強く、耐久性に優れる	汚れやシワなどで読み取り不可	汚れやシワなどで読み取り不可
コスト	高	低	低

図 3-40 RFID・バーコード・QRコードの比較資料

2) 実施内容

QRコードを情報PFで活用していくにあたり、以下のような要件定義を行った。

表 3-6 QRコード関連部分の一覧

工程	要件定義内容
申込	①パネルIDの発行
	②パネルIDをQRコードに変換する機能(開発キットを活用)
	③印刷する用紙の仕様(サイズ・耐水性・耐久性など)
	④QRコードラベルとして印刷する機能 (ラベルレイアウト→用紙レイアウト→PDF化→ダウンロード)
検査	⑤バーコードリーダーでQRコードを読み取り、 検査装置と連携できる機能
梱包	⑥モバイル端末のカメラを用いてQRコードを読み取り、 梱包ユニットを登録する機能
出荷	⑦モバイル端末のカメラを用いてQRコードを読み取り、 出荷単位を登録する機能
購入 (パネル情報確認)	⑧モバイル端末のカメラを用いてQRコードを読み取り、 パネル情報を表示する機能

ア) 申込 工程

申込から申込情報確認のフェーズでは、まずパネルに貼付するためのQRラベルを出力できる形にする必要がある。そのために、情報PFとしては下記プロセスで実装を行うことと定義した。(図 3-41)

- ① ユーザが申込を行う。
- ② 情報PF内に申込情報のデータが作成される。
- ③ 申込データに紐づいたパネルのデータが作成される。
- ④ 作成されたパネルデータに含まれるパネルIDを元に、QRを生成する。
- ⑤ 生成したQRを印刷用にレイアウトする。
- ⑥ レイアウトしたデータをPDFとしてダウンロードできるようにする。

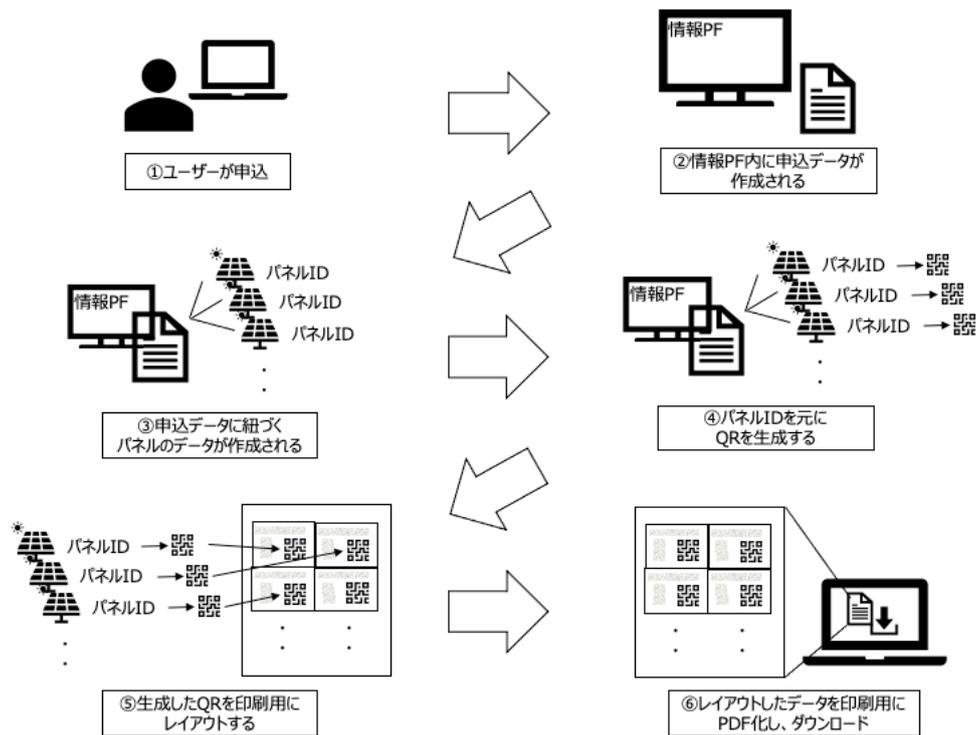


図 3-41 申込から QR ラベル印刷までのフロー

なお、検討したレイアウトのイメージを図 3-42にて記載する。



図 3-42 QR ラベルのレイアウトイメージ

また、本年度実証事業にて利用するラベルシールとしては、屋外でも利用可能であり、かつ安価に手に入るものとして、「3M社製 A-one品番31057」のラベルシールを選定した。

イ) 検査 工程

今回の実証事業にて利用するリユースチェッカーは、バーコードリーダーとリユースチェッカーを事前にBluetooth接続することで、バーコードリーダーが情報を読み取ることを検査開始のトリガーとして利用できる機能を有している。

なお、バーコードリーダーの読み取りをトリガーとして検査を実施した場合、生成される検査結果のデータファイルには、測定結果とバーコードリーダーが読み取った情報が紐づく形で保存される。

図 3-43は、上記のリユースチェッカーを本実証で利用する場合のフローを整理したものである。

上図に書かれているとおり、検査開始のトリガーを使用済PVモジュールに貼付されているラベルシールに書かれたQRコードをリーダーで読み込むことで、リユースチェッカーによって生成される検査データに、あらかじめ情報PF上のパネルIDを含む運用を行うことができる。令和3年度実証にて実施するPOCにおいても、上記のフローに則った運用を行うこととした。

赤字のプロセス・・・検査を行う手順

青文字のプロセス・・・検査結果データをPCに吐き出す手順

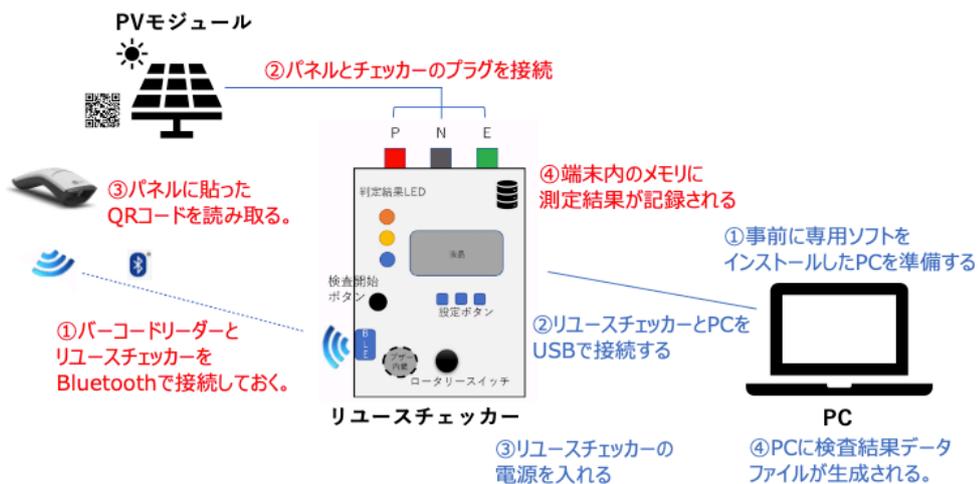


図 3-43 検査の詳細手順

ウ) 梱包 工程

本情報PFでは梱包状態の写真登録する必要があるため、現場での作業効率の観点から、梱包に含まれるパネルの登録から梱包状態の写真撮影及び登録までをモバイル端末にて一気通貫で行うことを想定している。

モバイル端末の利用にあたり、梱包に含まれるパネルを一枚一枚検索し登録する工数を削減するため、端末付属のカメラを利用したQR読み取りによってパネルを登録することができる機能を実装することとした。具体的な利用の流れについては、図 3-44に記載する。



図 3-44 梱包時の QR 利用ケース

エ) 出荷 工程

本情報PFでは積載状態の写真を登録する必要があり、現場での作業効率の観点から、出荷を行う梱包ユニットの登録から積載状態の写真撮影及び登録までをモバイル端末にて一気通貫で行うことを想定している。

モバイル端末の利用にあたり、積載する梱包ユニットを一つ一つ検索し登録する工数を削減するため、端末付属のカメラを利用したQR読み取りによって登録することができる機能を実装することとした。

なお、現場でのヒアリング結果から、パネルの梱包はストレッチフィルムで行われていることを想定しているため、梱包ユニットを登録する際は梱包ユニットに含まれているパネルいずれか1枚のQRを読み込むことで登録が完了する形式を採用した。具体的な利用の流れについては、図 3-45に記載する。

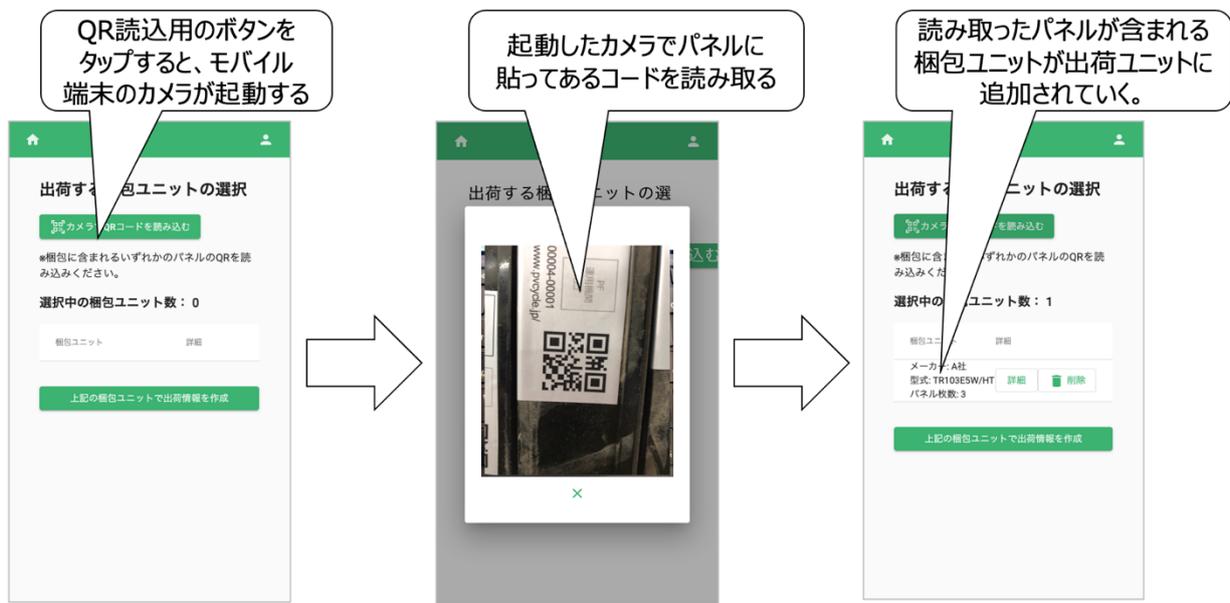


図 3-45 出荷時の QR 利用ケース

オ) パネル情報確認

購入したパネルの情報を確認したいユーザについては、モバイル端末・PC双方での情報PFへのアクセスが想定される。

モバイル端末でアクセスし、かつ目の前に該当パネルが存在するようなケースにおいては、QRを用いて該当のパネル情報へアクセスする形が最もユーザへの負担の少ない動線と考えられることから、IDから検索する方法に加えて、カメラでのQR読み取りの方法も実装することとした。

具体的な利用の流れについては、図 3-46に記載する。

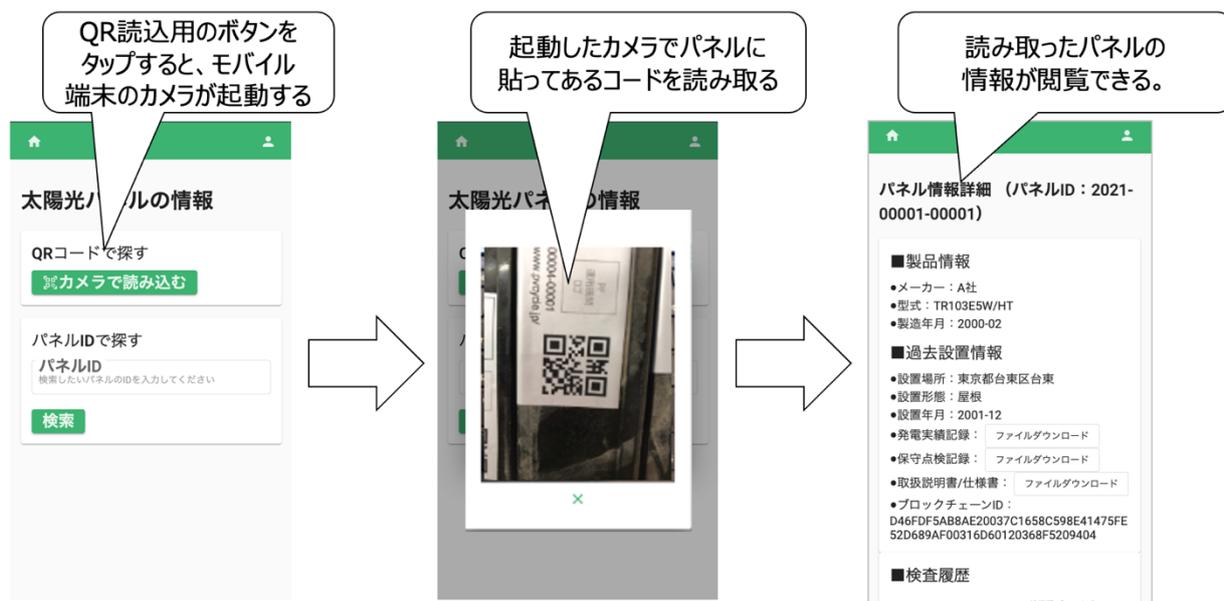


図 3-46 パネル情報確認時の QR 利用ケース

3.2.3 非機能要件定義

(1) 対象範囲

独立行政法人 情報処理推進機構が公開している、「非機能要求グレード システム基盤の非機能要求に関するグレード表」を参考として、本情報PFの試作システムにおける非機能要件の定義を行った。

なお、本情報PFの試作システムの段階においては、不特定多数の利用を想定せず、利用者・利用期間を制限した運用としているため、非機能要求グレードの大項目6分類(小項目として計55項目)のうち、「移行性」「システム環境・エコロジー」の2分類を除いた、「可用性」「性能・拡張性」「運用・保守性」「セキュリティ」の4分類(小項目として40項目)を対象としている。

また、「可用性」「性能・拡張性」「運用・保守性」の3分類については、小項目全28項目の中でも一定の影響を持つ小項目13項目を選定し、検討の対象とした。

非機能要求グレード 2018 システム基盤の非機能要求に関するグレード表

グレード表

項目	大項目	小項目	小項目説明	非機能要求分類	レベル						備考	社会的影響が低いシステム		社会的影響が中程度のシステム		社会的影響が極めて大きいシステム	
					0	1	2	3	4	5		適用レベル	適用条件	適用レベル	適用条件	適用レベル	適用条件
A111	可用性	運用システム	システムの稼働維持が停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A112	可用性	運用システム	システムの稼働維持が停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A113	可用性	運用システム	システムの稼働維持が停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A121	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A122	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A123	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A131	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A132	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						
A133	運用・保守性	運用システム	運用システムが停止しないこと。	運用維持	監視	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)	監視(1時間)						

図 3-47 非機能要求グレード表(一部抜粋)

出所) <https://www.ipa.go.jp/sec/softwareengineering/reports/20100416.html> より2021年10月取得

(2) 詳細

1) 可用性

可用性については、「非機能要求グレード システム基盤の非機能要求に関するグレード表」に定められている小項目6項目のうち、下記の5項目を対象とし検討を行った。

- 運用スケジュール

- 定義した内容

システムの稼働時間や停止運用に関する情報。

- 試作段階での対応

PoCの実施期間においては事前にダウンタイム等をスケジュールリングする運用はせずに、システム改修等によって一時的にシステムが利用不可となる時間帯が発生する場合には、都度関係各所と調整し対応する方法とした。

- 業務継続性

- 定義した内容

可用性を保証するにあたり、要求される業務の範囲とその条件。

- 試作段階での対応

当該システムにおいて要求される業務範囲については、3.2.2機能要件定義の項目にて詳しく説明を行う。なお、現段階ではPoCとしての利用にとどまるため業務停止については許容されるものとして開発を行った。

- 目標復旧水準(通常時・大規模災害時)

- 定義した内容

業務停止を伴う障害が発生した際、何をどこまで、どれ位で復旧させるかの目標。

- 試作段階での対応

PoC期間中については、下記のとおり目標を定め対応を行った。

RPO(目標復旧地点):5営業日前の地点

RTO(目標復旧時間):2営業日以内 (但し、大規模災害時を除く。)

RLO(目標復旧レベル):システム復旧

- 稼働率

- 定義した内容

明示された利用条件の下で、システムが要求されたサービスを提供できる割合。

明示された利用条件とは、運用スケジュールや、目標復旧水準により定義された業務が稼働している条件を指す。その稼働時間の中で、サービス中断が発生した時間により稼働率を求める。

- 試作段階での対応

PoC段階においては短期間となる兼ね合いで稼働率の定義や正確な数字の算定が困難であるため、割愛することとした。

- 耐障害性

- 定義した内容

サーバー、ネットワーク、ストレージにおける耐障害性(冗長化及びバックアップ)について。

- 試作段階での対応

ユーザを限定した状態での利用となるため、データベースについては一定期間においてバックアップをとり、冗長構成については取らない方針とした。

2) 性能・拡張性

性能・拡張性については、「非機能要求グレード システム基盤の非機能要求に関するグレード表」に定められている小項目7項目のうち、下記の4項目を対象とし、検討を行った。

- 通常時の想定業務量
 - 定義した内容
 - 性能・拡張性に影響を与える業務量。
 - 試作段階での対応
 - PoCの実施期間の利用については、同時アクセス数は一桁以下、パネル数は最大200枚程度を想定し、対応を行った。

- 保管期間
 - 定義した内容
 - システムが参照するデータのうち、OSやミドルウェアのログなどのシステム基盤が利用するデータに対する保管が必要な期間。
 - 試作段階での対応
 - PoCの実施期間におけるデータについては、令和3年度の実証事業完了までを保管期間と想定して対応を行った。

- 業務量増大度
 - 定義した内容
 - システム稼働開始からライフサイクル終了までの間で、開始時点と業務量が最大になる時点の業務量の倍率。
 - 試作段階での対応
 - PoC時点では爆発的なユースケースの増加は想定していないため、割愛した。

- リソース拡張性
 - 定義した内容
 - CPU、メモリ、ディスク、ネットワーク環境などの拡張性についての項目。
 - 試作段階での対応
 - PoC時点では爆発的なユースケースの増加は想定していないため、割愛した。

3) 運用・保守性

運用・保守性については、「非機能要求グレード システム基盤の非機能要求に関するグレード表」に定められている小項目15項目のうち、下記の4項目を対象とし、検討を行った。

- 運用時間

- 定義した内容

システム運用を行う時間。利用者やシステム管理者に対してサービスを提供するために、システムを稼働させ、オンライン処理やバッチ処理を実行している時間帯のこと。

- 試作段階での対応

PoCの実施期間においては事前にダウンタイム等をスケジューリングする運用はせずに、システム改修等によって一時的にシステムが利用不可となる時間帯が発生する場合には、都度関係各所と調整し対応する方法とした。

- バックアップ

- 定義した内容

システムが利用するデータのバックアップに関する項目。

- 試作段階での対応

期間等は割愛するが、一定間隔で自動バックアップを行う運用とした。

- 運用監視

- 定義した内容

システム全体、あるいはそれを構成するハードウェア・ソフトウェアに対する監視に関する項目。

- 試作段階での対応

外部サービスのモニタリング機能を利用した不定期監視を行う運用とした。

- サポート体制

- 定義した内容

保守対応にまつわる体制について

- 試作段階での対応

PoCの実施期間においては、平日9時～18時での対応とした。

4) セキュリティ

セキュリティについては、「非機能要求グレード システム基盤の非機能要求に関するグレード表」に定められている小項目12項目について事前に検討した上で本情報PFの開発は実施しているものの、情報保護及び不正アクセス防止の観点から、検討項目及び各項目の詳細についての記載は割愛する。

3.2.4 インフラ要件定義

先の記載のとおり、使用済PVモジュールの年間排出量のピークは2035～2037年にピークを迎え、その総量は年間約80万トンにも上るといふ推計がされており、今後の情勢においては一般公開された本情報PFについてもアクセスユーザが爆発的に増加していく可能性も大いに考えられる。そういった状況下においても柔軟な対応を取りやすいことや、また試作段階においても導入コストを抑え速やかに実証をスタートすることが可能となる点から、本情報PFのシステム構築環境としてはクラウドサービスを選定した。なお、本情報PFではデータ通信量を削減可能とするため、3層アーキテクチャにて実装を行っている。

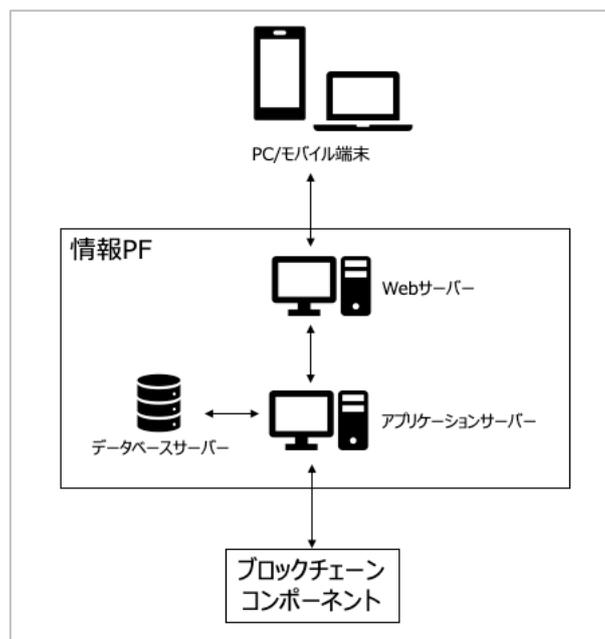


図 3-48 本情報 PF のアーキテクチャ図(概略)

3.2.5 データ連携要件定義

(1) 概要

次年度以降の実証内容であるリユース向け機能の商用化対応及びリサイクル向け機能の追加に向けて、今年度は、公益財団法人日本廃棄物処理振興センターや資源エネルギー庁含む連携候補先3社と協議を実施した。協議内容の要旨を以下にて整理する。

- リユース向け機能の商用化対応について
外部の売買取引サイト(以下、「売買取引サイト」と)との連携を検討しており、同サイトの機能や運用体制を確認するとともに、連携において軽微な開発作業が伴うことを確認した。
- リサイクル向け機能について
JWNETとの連携を検討しており、連携可能性を模索した。JWNETとの連携に関する協議では、情報PFとJWNETとの関係性や両者を将来的に連携した場合の意義や技術的なポイントについて確認できており、具体的な連携案については引き続き協議を実施する。加えて、次年度以降は廃棄等費用積立制度との連携も視野に入れており、資源エネルギー庁と協議のうえ、連携可能性を追求する。

(2) 詳細

このうち、連携候補先2社との主な協議内容は以下にて整理する。

① 外部売買取引サイト(リユース)

売買取引サイト開発会社との主な協議内容を以下に示す。

- 本実証事業の社会的意義を理解いただき、将来的に情報PF上のデータを取引サイトへ連携し、実際の取引まで連携するための協議を実施した。
- 当該取引サイトのデモを拝見し、基本的な機能概要に加え、情報PFとの連携や使用済PVモジュールを取り扱う際に考慮すべき事項や機能、その他実運用面を含む協業案を検討した。
- 情報PFとの連携に際して、カスタマイズ開発が可能なことを確認し、今後は情報PF及び使用済PVモジュールという商品特性を踏まえた上で、必要となる要件や機能を整理し、売買取引の実証の検討を行う。

② JWNET(リサイクル)

公益財団法人日本産業廃棄物処理振興センターとの主な協議内容を以下に示す。

- 廃掃法に則った廃棄物を対象とするなど、JWNETの取扱範囲や情報PFとの役割分担を含む基礎概要を確認した。
- 製品情報の管理機能を有する情報PFとの連携による電子マニフェスト作成に必要なデータの連携やマニフェスト作成の効率化などの観点で意見交換を実施した。
- 今後、情報PFのリサイクル機能を基に、JWNETとの具体的な連携案及び連携方法について協議を重ねていく予定。

3.3 情報PF準備

3.1及び3.2を踏まえ、情報PFの試作及び情報PFを活用した運用面及び事業面の検証を実施した。

3.3.1 情報PFの試作結果

(1) 概要

試作した情報PFのシステムフローを図3-49に示す。

次項より、各画面の詳細情報について説明する。

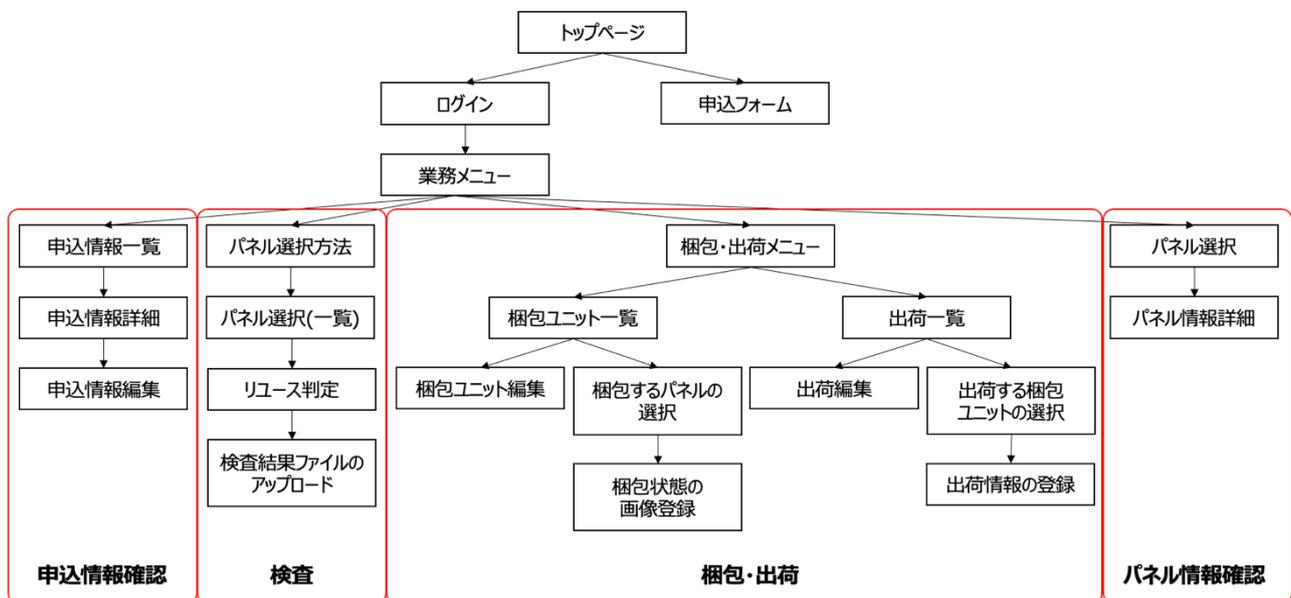


図 3-49 システム内の画面フロー

(2) 詳細

1) トップページ 画面

- トップページ (図 3-50)

情報PFにアクセスした際に表示されるトップページでは、以下2つのボタンを実装している。

- ① 発電事業者や排出事業者といった使用済PVモジュールについての情報を入力するユーザが利用するための「申し込みフォーム」ボタン
- ② 情報PFの運用管理者や検査事業者等のユーザが利用するための「ログイン」ボタン



図 3-50 情報 PF のトップページ画面

なお、申し込みフォームについてはアカウント登録やログイン等を設けずに、誰でもアクセスが可能な状態としている。

2) 申込情報入力 画面

● 申込フォーム(図 3-51)

トップページより「申込みフォーム」ボタンを選択すると、情報入力画面に遷移する。登録が必要な情報は「お客様情報」「製品情報」「発電所情報」の3分類に分かれており、入力項目に応じて「テキスト入力」「プルダウン方式」「ラジオボタン方式」「ファイル登録」の5パターンの入力形式で実装を行っている。情報を入力後、画面最下部の「申込」ボタンを押下することで、情報PF上に申込データが登録される。

太陽光パネルのリユース・リサイクル
申込フォーム

01_お客様情報登録

会社名 例：株式会社〇〇	<input type="text"/>
部署名 例：営業部	<input type="text"/>
お客様氏名 例：光電太郎	<input type="text"/>
お客様氏名カナ 例：ハツデンタロウ	<input type="text"/>
郵便番号（ハイフンなし） 例：1234567	<input type="text"/>
住所 例：東京都台東区〇〇1-1-1	<input type="text"/>
メールアドレス 例：XXXXXXXXX@XXX.com	<input type="text"/>
電話番号（ハイフンなし） 例：0300000000	<input type="text"/>
FAX番号（ハイフンなし） 例：0300000000	<input type="text"/>

02_製品情報登録

メーカー 例：〇〇	<input type="text"/>
型式 例：〇〇	<input type="text"/>
製品寸法（長辺）【mm】 例：1000	<input type="text"/> mm
製品寸法（短辺）【mm】 例：2000	<input type="text"/> mm
重量【kg】 例：10.0	<input type="text"/> kg
公称最大出力【W】 例：130	<input type="text"/> W
半導体の種類 例：シリコン系	<input type="text"/>
排出理由 選択してください	<input type="text"/>
パネルの製造年月 --年--月	<input type="text"/>
設置年月 --年--月	<input type="text"/>

03_発電所情報登録

枚数
例：80 枚

パネルの設置住所
例：東京都台東区〇〇3-3-3

パネルの保管住所 —保管住所と異なる場合は修正してください。*
例：東京都台東区〇〇3-3-3

パネルの設置形態*
 屋根 野立て その他(自由記述)

太陽電池モジュールの状態*
 撤去済 稼働中

稼働中モジュールの撤去依頼*
 依頼する 依頼しない

状況写真（パネル表面）

 ファイルが選択されていません

状況写真（パネル裏面）

 ファイルが選択されていません

状況写真（ラベル）

 ファイルが選択されていません

状況写真（ジャンクションボックス）

 ファイルが選択されていません

発電実績記録（直近数ヶ月分）

 ファイルが選択されていません

保守点検記録

 ファイルが選択されていません

設置レイアウト情報

 ファイルが選択されていません

取扱説明書/仕様書

 ファイルが選択されていません

図 3-51 情報 PF の申込情報入力画面

3) ログイン 画面

- ログイン(図 3-52)

トップページより「ログイン」ボタンを選択すると、ログイン画面に遷移する。

ユーザは、事前に配布したログインID及びパスワードを用いてログインを行う。



太陽光パネル リユース・リサイクル 情報管理プラットフォーム

ログイン

ログインID:

パスワード:

ログイン

図 3-52 情報 PF のログイン画面

4) 業務メニュー 画面

- 業務メニュー(図 3-53)

ログインを行うと、業務メニュー画面に遷移する。選択できるメニューは「申込情報確認」「検査」「梱包・出荷」「購入パネル情報確認」の4種類となっており、ログインするアカウントの権限によって、選択ができるメニューは制限される。



図 3-53 情報 PF の業務メニュー画面

5) 申込情報確認 画面

- 申込情報一覧(図 3-54)

業務メニュー画面から「申込情報確認」ボタンを押下すると、申込情報の一覧画面に遷移する。

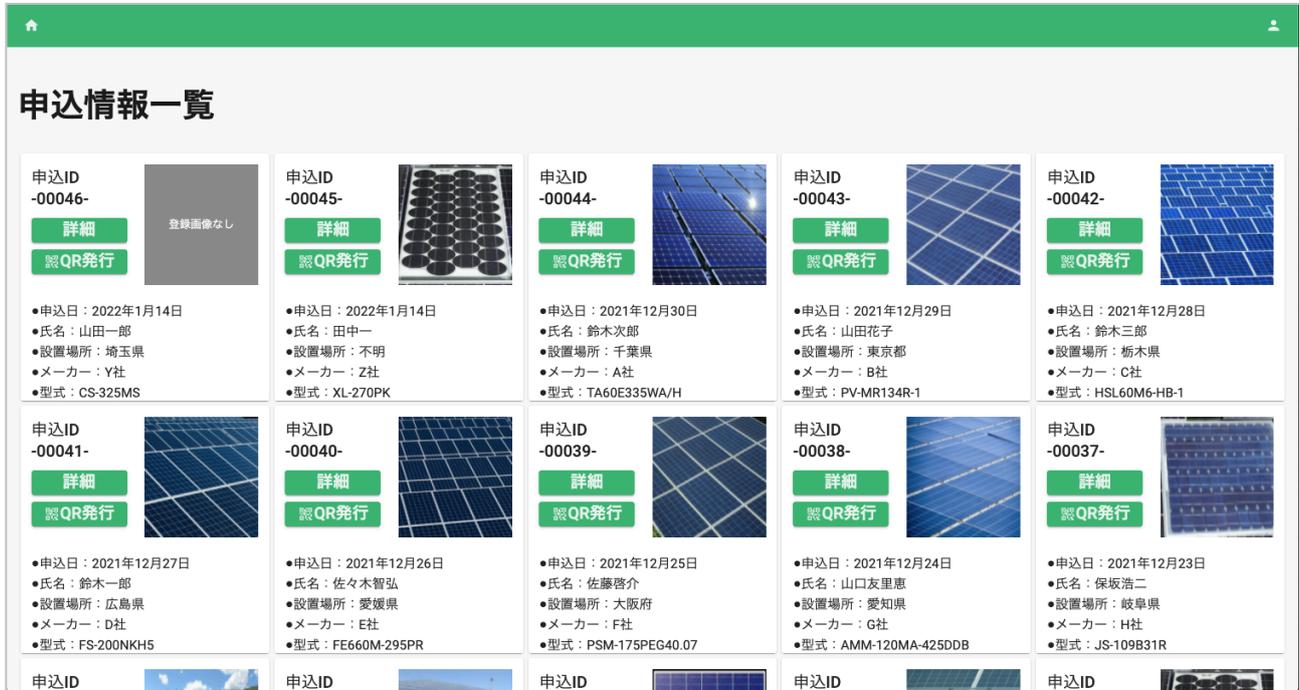


図 3-54 情報 PF の申込情報一覧画面

表示されている各申込情報には、申込情報の詳細画面へと遷移する「詳細」ボタンと、QRラベル用のPDFをダウンロードする「QR発行」ボタンが表示される。

- 申込情報詳細(図 3-55)

「詳細」ボタンを押下すると、申込情報に含まれる全ての情報を確認することができる。

なお、詳細画面からは下記の機能を利用することができる。

- 申込情報の編集機能
- 申込情報に対するコメント機能
- 申込に紐づくパネルデータのID閲覧機能

申込情報詳細 (申込ID : 00001)

▼お客様情報

会社名	株式会社pvtest
部署名	太陽光発電事業部
お客様氏名	山田太郎
お客様氏名カナ	ヤマダタロウ
郵便番号	1234567
住所	東京都台東区台東
メールアドレス	test@testview.com
電話番号	1234567890
FAX番号	

▼製品情報

メーカー	A社
型式	TR103E5W/HT
製品寸法 (長辺)	1000mm
製品寸法 (短辺)	2000mm
重量	10kg
公称最大出力	450W
半導体の種類	シリコン系
排出理由	8.建屋の解体または改修のため
パネルの製造年月	2000-02
設置年月	2001-12

▼発電所情報

枚数	5枚
パネルの設置住所	東京都台東区台東
パネルの保管住所	東京都台東区台東
パネルの設置形態	屋根
太陽電池モジュールの状態	撤去済
稼働中モジュールの撤去依頼	依頼しない

▼添付資料

状況写真 (パネル表面)	提出ファイルを確認
状況写真 (パネル裏面)	提出ファイルを確認
状況写真 (ラベル)	提出ファイルを確認
状況写真 (ジャンクションボックス)	提出ファイルを確認
発電実績記録 (直近数ヶ月分)	提出ファイルを確認
保守点検記録	提出ファイルを確認
設置レイアウト情報	提出ファイルを確認
取扱説明書/仕様書	提出ファイルを確認

申込情報編集 | 一覧へ戻る

コメント欄

コメント: 発電実績記録を受領したため情報追加
投稿者: テストユーザー
投稿日: 2022-02-16 19:06

コメント欄

コメント投稿

パネル一覧

パネルID	QR
2021-00001-00001	QR発行
2021-00001-00002	QR発行

図 3-55 情報 PF の申込情報詳細画面

- QR発行(図 3-56)

申込一覧画面から「QR発行」ボタンを押下すると、該当する申込含まれるパネルに貼付するためのラベルデータ用PDFをダウンロードすることができる。

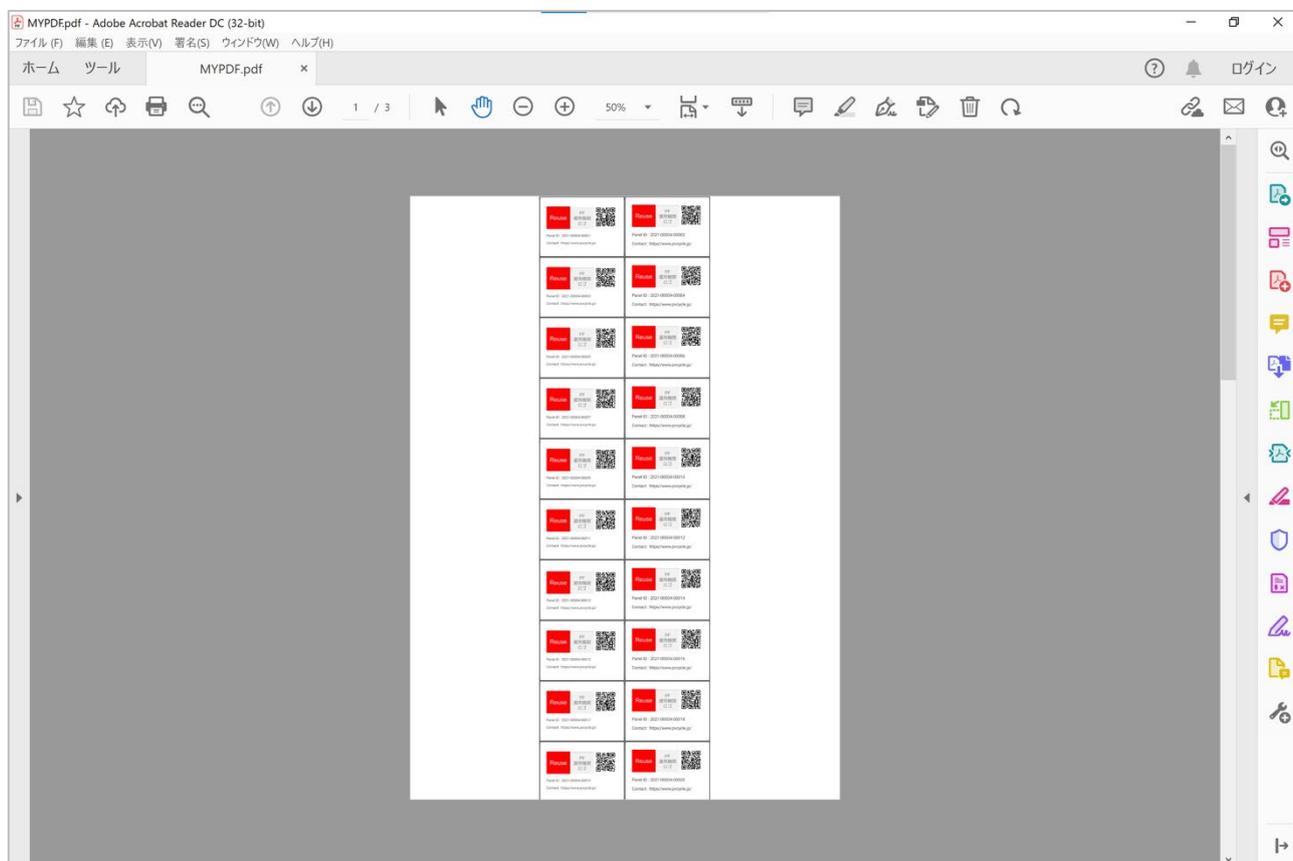


図 3-56 情報 PF から出力される PDF

6) 検査 画面

- パネル選択方法(図 3-57)

検査工程では検査結果のデータファイルを情報PFへアップロードする必要があるが、データサイズの都合上、検査機器から出力されるデータをモバイル端末にて扱うことが難しいケースが多い。

そのため、検査工程の作業についてはPCで利用されることを想定している。業務メニュー画面から「検査」ボタンを押下すると、検査する使用済PVモジュールの選択方式を選ぶ画面に遷移する。

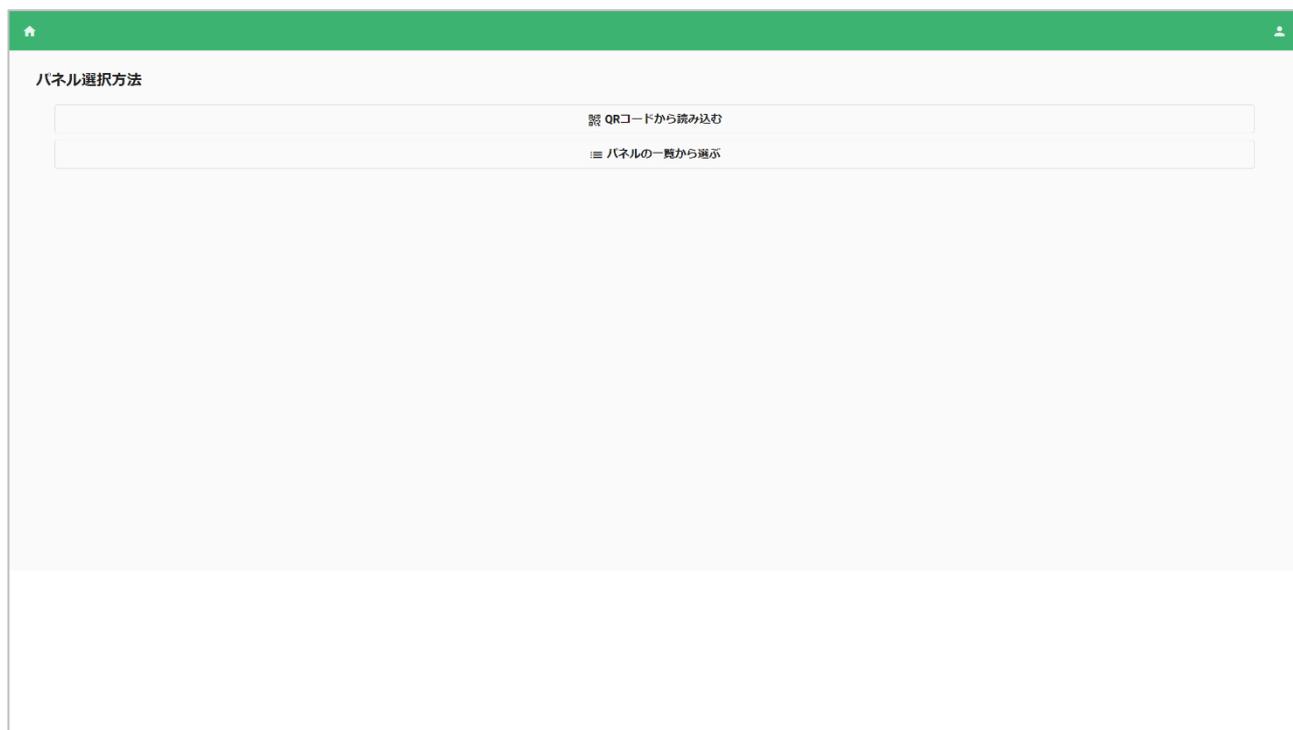


図 3-57 情報 PF のパネル選択方法画面

- パネル選択一覧(図 3-58)

ここではPCでのアクセスを想定しているため、パネル選択方法の画面では、「パネル一覧から選ぶ」を押下し、パネルの選択画面へと遷移する。

パネルID	メーカー	型番	検査状況	
2021-00001-00001	R社	RO-M131Q-4	リユース可	再検査
2021-00001-00002	R社	RO-M131Q-4	リユース可	再検査
2021-00001-00003	R社	RO-M131Q-4	リユース可	再検査
2021-00001-00004	R社	RO-M131Q-4	リユース不可	再検査
2021-00001-00005	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00006	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00007	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00008	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00009	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00010	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00011	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00012	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00013	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00014	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00015	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00016	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00017	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00018	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00019	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力
2021-00001-00020	R社	RO-M131Q-4	未検査	判定入力

図 3-58 情報 PF のパネル選択画面

- リユース判定(図 3-59)

パネル一覧から検査を行うパネルを選択すると、リユース判定結果の入力画面に遷移する。

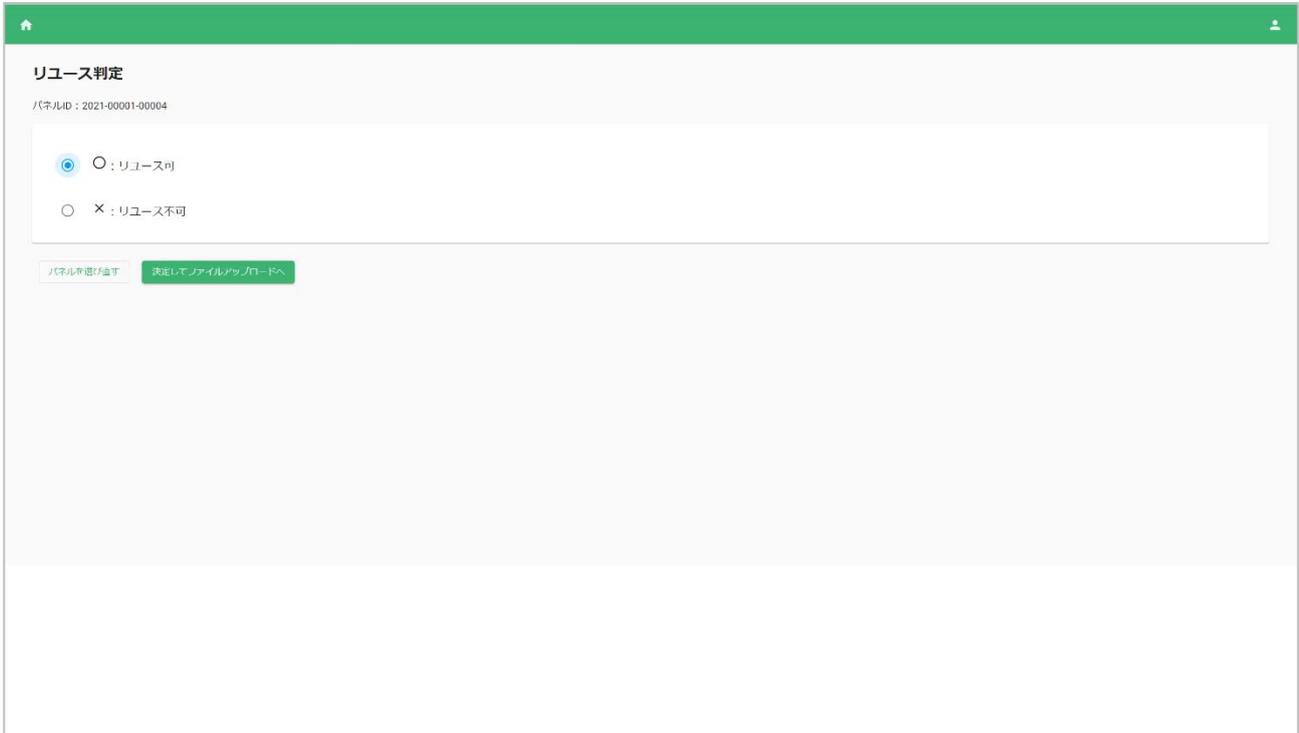


図 3-59 情報 PF のリユース判定画面

ここで、使用済PVモジュールと検査機器を接続した上で、使用済PVモジュールに添付されたQRを利用して性能検査を行い、リユース可否の判定結果を情報PF上へ入力する。

検査の詳細フローについては、図 3-60にて記載する。

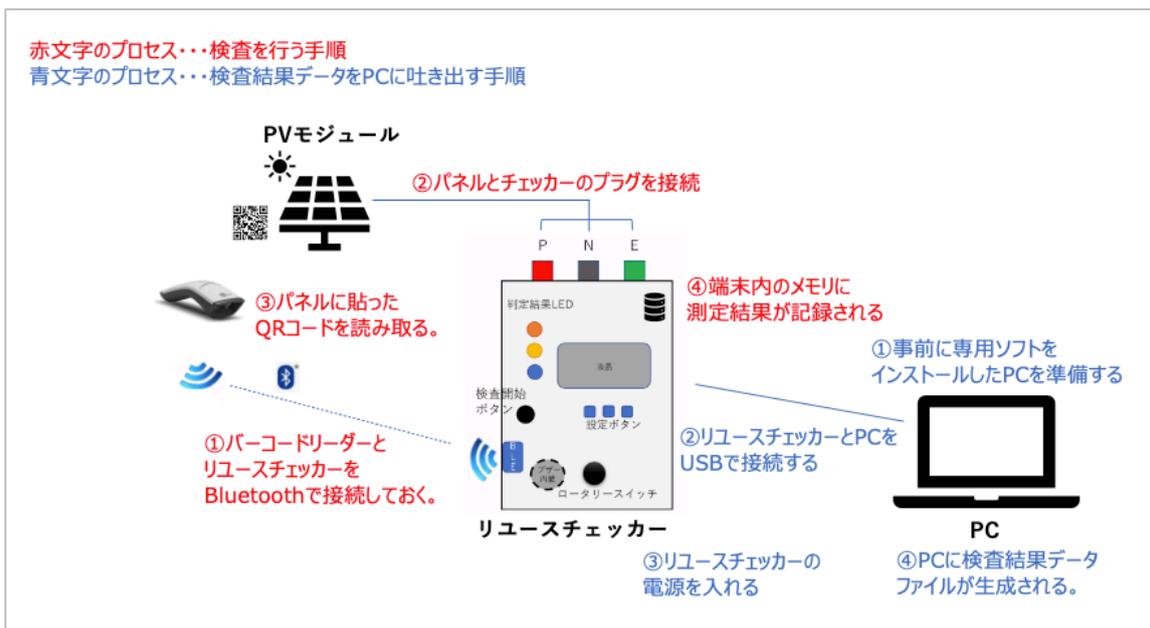


図 3-60 検査の詳細手順

- 検査結果ファイルのアップロード(図 3-61)

リユース判定結果の選択後、検査データのアップロード画面に遷移するため、検査機器よりダウンロードした性能検査データのファイルをアップロードし、検査を終了する。

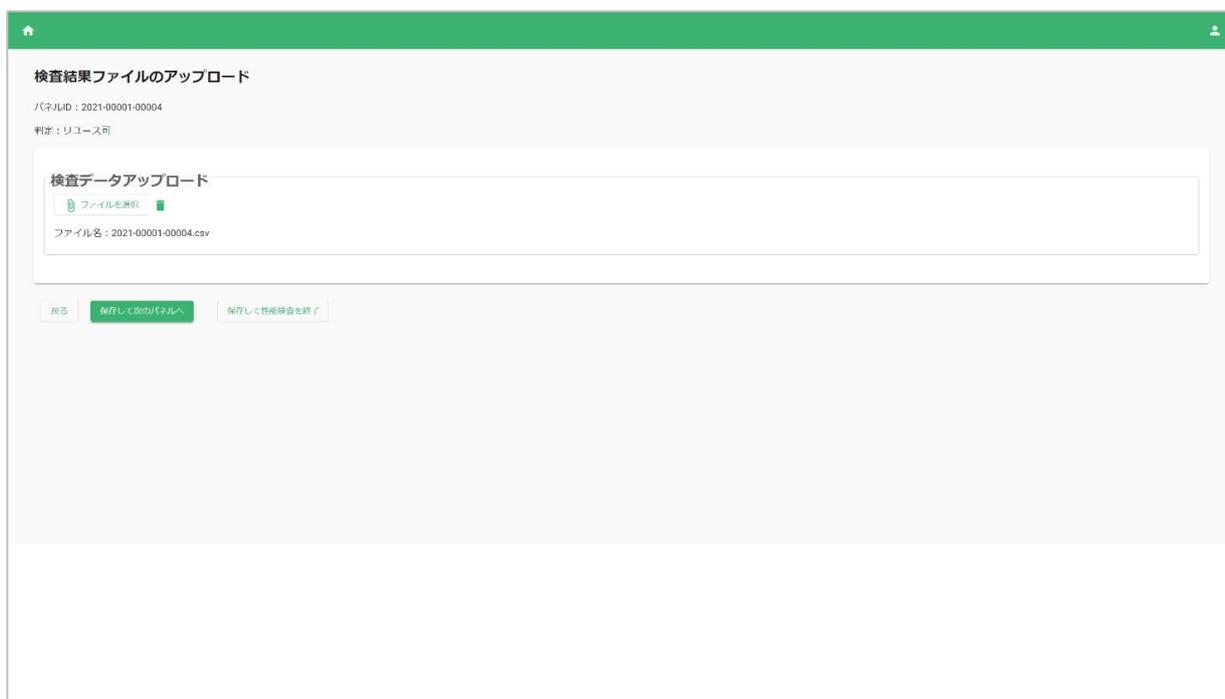


図 3-61 情報 PF の検査結果ファイルアップロード画面

7) 梱包 画面



図 3-62 情報 PF の梱包・出荷メニュー画面

- 梱包・出荷メニュー (図 3-62)

業務メニュー画面から「梱包・出荷」ボタンを押下すると、梱包・出荷メニュー画面に遷移する。ここでは、梱包を押下し、梱包作業を行う際の画面を説明する。

なお、後の工程において梱包状態の写真を登録する必要があることから、梱包関連の機能についてはモバイル端末での利用を推奨している。そのため、画面についてもモバイル端末での利用を想定した構成としている。



図 3-63 情報 PF の梱包ユニット一覧画面

- 梱包ユニット一覧 (図 3-63)

梱包・出荷メニュー画面にて「梱包」ボタンを押下すると、登録済の梱包ユニット一覧が表示される。

なお、登録済の梱包ユニットに対しては、登録されている使用済PVモジュールと梱包写真の閲覧や、登録されている情報の編集を行うことができる。



図 3-64 情報 PF の梱包するパネルの
選択画面

- 梱包するパネルの選択（図 3-64）

新規の梱包ユニット登録は、まず梱包ユニットに含まれるパネルの選
択から始まる。

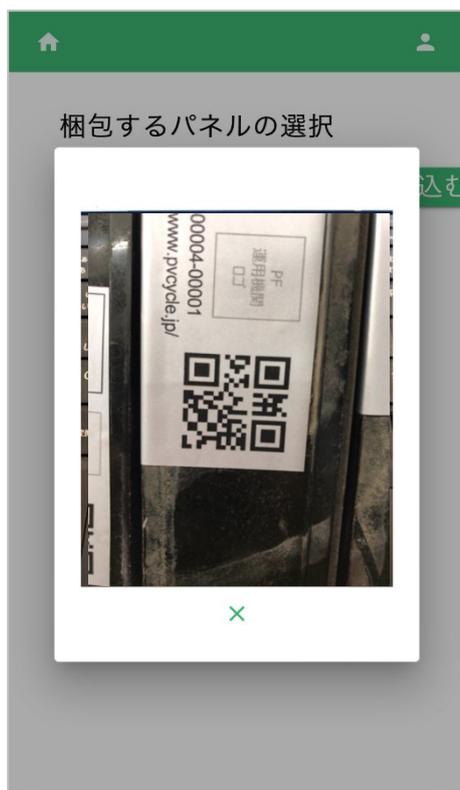


図 3-65 情報 PF の QR コード
読取画面

- QRコード読取画面（図 3-65）

前述の画面からQR読込のボタンを押下することで、モバイル端末の
カメラが起動する。



図 3-66 情報 PF の梱包パネル
選択後画面

- 梱包するパネルの選択 ※選択後（図 3-66）

起動したカメラで使用済PVモジュールに貼付されたQRを読み取っていき、梱包ユニットに使用済PVモジュールが登録されていく。

使用済PVモジュールの登録が全て完了した後、梱包ユニット作成ボタンを押下すると梱包ユニットが作成される。



図 3-67 情報 PF の梱包状態の
画像登録画面

- 梱包状態の画像登録（図 3-67）

続く画面では、梱包ユニットへ梱包状態の写真をアップロードする。

使用しているモバイル端末にて写真を撮影し、アップロードを行うことで、梱包作業が完了する。

8) 出荷 画面



図 3-68 情報 PF の梱包・出荷メニュー画面

- 梱包・出荷メニュー（図 3-68）

業務メニュー画面から「梱包・出荷」ボタンを押下すると、梱包・出荷メニュー画面に遷移する。ここでは、出荷を押下し、出荷作業を行う際の画面を説明する。

なお、後の工程において積載状態の写真を登録する必要があることから、出荷関連の機能についてはモバイル端末での利用を推奨している。そのため、画面についてもモバイル端末での利用を想定した構成としている。



図 3-69 情報 PF の出荷一覧画面

- 出荷一覧（図 3-69）

梱包・出荷メニュー画面にて「出荷」ボタンを押下すると、登録済の出荷一覧が表示される。

なお、登録済の出荷に対しては、登録されている梱包ユニットと積載写真の閲覧や、出荷情報の編集を行うことができる。



図 3-70 情報 PF の出荷する
梱包ユニットの選択方法選択画面

- 出荷する梱包ユニットの選択方法(図 3-70)

新規の出荷登録は、まず出荷に含まれる梱包ユニットの登録から始まる。

梱包ユニットの登録については、まず始めに選択方法を使用済PVモジュールのQRを読み込んで登録する方法と、梱包ユニットの一覧から選択して登録する方法の2種類から選択する。

ここでは、QRを読み込む方法を選択した際の画面遷移について記載する。



図 3-71 情報 PF の出荷する
梱包ユニット選択画面

- 出荷する梱包ユニットの選択(図 3-71)

前述の画面にて「QRコードから読み込む」を選択すると、梱包ユニットの登録画面に遷移する。



図 3-72 情報 PF の QR コード
読取画面

- QRコード読取画面(図 3-72)

前述の画面からQR読込のボタンを押下することで、モバイル端末のカメラが起動する。



図 3-73 情報 PF の出荷する
梱包ユニット選択後の画面

- 出荷する梱包ユニットの選択※選択後(図3-73)

なお、使用済PVモジュールの梱包は一般的にストレッチフィルムで行われていることから、梱包後も使用済PVモジュールに添付したQRをカメラで読み取ることが可能な場合が多い。

そのため、使用済PVモジュールに貼付されたQRを読み取ることで、該当の使用済PVモジュールが含まれている梱包ユニットが登録される仕様となっている。

梱包ユニットの登録が全て完了した後、出荷作成ボタンを押下すると出荷情報が作成される。



出荷情報の登録

会社名*
例：株式会社〇〇

住所*
例：東京都文京区〇〇 1-1-1

積載写真アップロード

ファイルを選択

ファイルが選択されていません

次の出荷情報登録へ 出荷登録終了

- 出荷情報の登録(図 3-74)

続く画面では、出荷情報及び積載状態の写真アップロードを行う。

使用しているモバイル端末にて写真を撮影し、アップロードを行うことで、出荷作業が完了する。

図 3-74 情報 PF の出荷情報登録画面

9) パネル情報確認 画面



図 3-75 情報 PF の情報確認用
パネル選択画面

● パネル選択(図 3-75)

業務メニュー画面から「購入パネル情報確認」ボタンを押下すると、パネル情報の確認画面に遷移する。

この画面では、情報を確認したい使用済PVモジュールを選択する必要があるが、PC・モバイル端末両方での利用が予測されるため、使用済PVモジュールのQRを読み込んで使用済PVモジュールを選択する方法と、パネルIDを検索して使用済PVモジュールを選択する方法、2種類の方法から選んで情報を閲覧したい使用済PVモジュールを選択する。



図 3-76 情報 PF のパネル情報
詳細画面

● パネル情報詳細(図 3-76)

使用済PVモジュールを選択すると、該当パネルの情報が表示される。

10) ブロックチェーン連携について

情報PFとブロックチェーンの連携については3. 1. 2「ブロックチェーン化の要件定義」にて記載した情報6項目を対象に行っているが、ここでは検査記録にまつわる画面を抜粋して実装結果を記載する。

図 3-77については、あるパネルの検査にまつわる情報が記録されているブロックチェーン上の識別子を、情報PF内のパネル情報確認画面より閲覧している画面のキャプチャを示しており、図 3-78はその識別子に該当するブロックチェーン上のデータを閲覧している様子を示している。

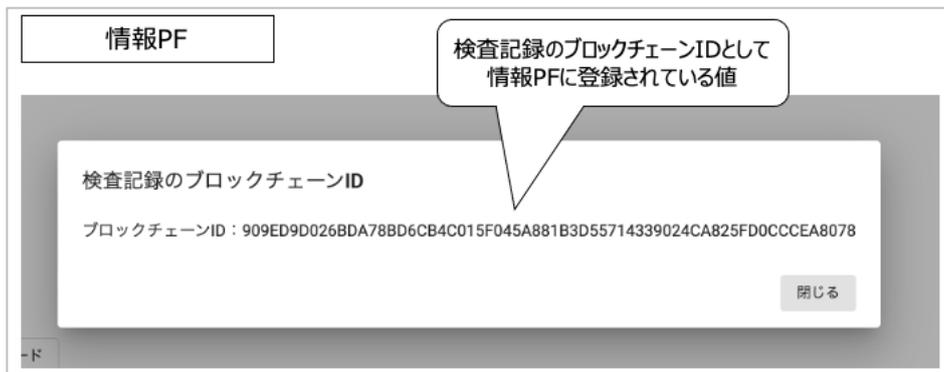


図 3-77 情報 PF のブロックチェーン ID 確認画面(検査記録)

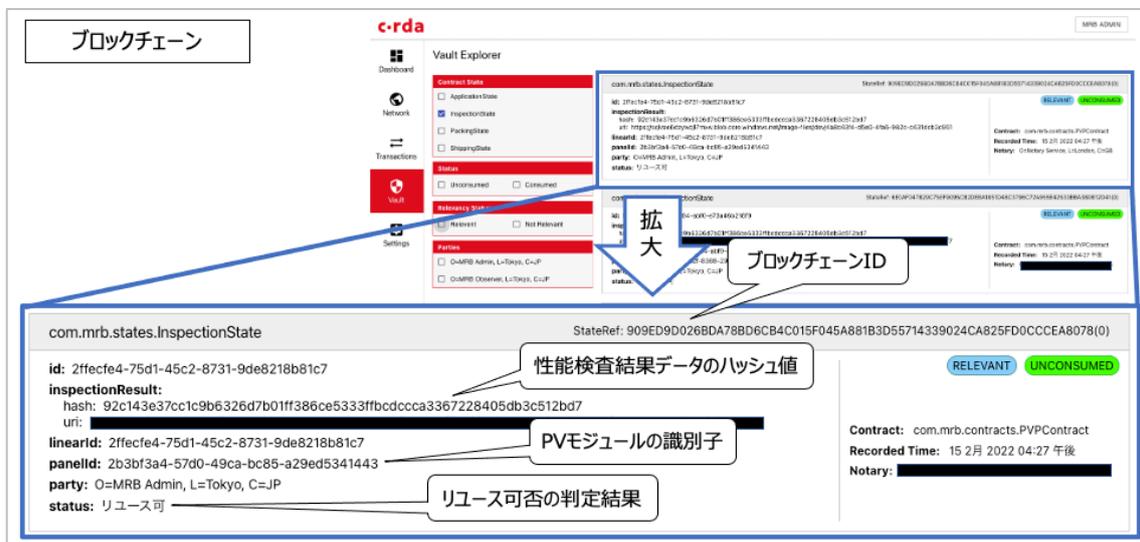


図 3-78 ブロックチェーン上の検査記録データ(Corda Node Explorer にて確認)

図にて示されているとおり、情報PFに記録されたブロックチェーンIDと連携された形で、「該当するパネルの識別子」「リユース可否の判定結果」「性能検査結果データのハッシュ値」といった情報がブロックチェーン上にも記録されていることが確認できる。

3.4 実用化に向けた課題・改善点の検討

試作した情報PFを用いて、埼玉県をフィールドとして実際の使用済PVモジュールの情報を入力する実証実験を実施し、実用化に向けた課題・改善点の洗い出しを行った。実証に当たっては、当初は最大で400枚程度のパネルを扱う想定としていたが、結果的には40枚を対象とした。以下に実証の概要、結果、課題・改善点の検討について記載する。

3.4.1 PoC 実施概要

(1) 実証に用いた使用済PVモジュール

情報PFに入力した使用済PVモジュールの情報は、他の環境省実証である『令和2年度 脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業(使用済PVモジュールの収集・リユース及び非鉄金属の回収に係る技術)』において実際に回収されたパネルの一部(計40枚)を対象とした。詳細は以下のとおり。

表 3-7 実証に用いた使用済PVモジュールの仕様

メーカー	シャープ
型式	NE-130AH
サイズ(長辺)	1200mm
サイズ(短辺)	790mm
重量	12.5kg
公称最大出力	130W
半導体の種類	シリコン系
枚数	40枚
設置場所	住宅屋根(東京都)
撤去者	建設関連業者(埼玉県)
撤去理由	屋根の改修工事のため



図 3-79 実証に用いた使用済 PV モジュールの画像

(2) 実証参画者・スケジュール

2021年12月～2022年1月にかけて、計15の事業者による実証を行った。

参画した事業者と実施スケジュールは以下のとおり。

表 3-8 実施した実証の一覧

大項目 (大工程)	中項目 (中工程)	参画者	実施日	
申込	申込情報入力	太陽光発電事業者 (高圧)	①発電事業者A	2022/1/19
			②発電事業者B	2022/1/19
			③発電事業者C	2022/1/21
		太陽光発電事業者 (低圧)	④発電事業者D	2021/12/24
			⑤発電事業者E	2021/12/24
			⑥発電事業者F	2021/12/24
		使用済PVモジュール 販売 事業者 産廃処理事業者	⑦PVモジュール 販売事業者A	2021/12/9
			⑧使用済 PVモジュール販売事業者B	2021/12/24
		工事事業者(屋根)	⑨工事業者A	2021/12/10
		工事事業者(全般)	⑩工事業者B	2021/12/22
		工事事業者(解体)	⑪工事業者C	2022/1/14
		太陽光発電O&M事業者	⑫太陽光発電所 O&M事業者	2022/1/17
		太陽光発電所 販売事業者 太陽光発電O&M事業者 工事事業者(解体)	⑬太陽光発電所 販売事業者	2022/1/25
	申込情報確認	使用済PVモジュール 販売 事業者産 廃処理事業者	⑭ネクストエネルギー・アンド・リソース 株式会社	2022/1/14
撤去	撤去作業	対象範囲外		
運搬	運搬	対象範囲外		
回収・保管	パネル仕分け	対象範囲外		
運搬	運搬	対象範囲外		
洗浄・検査	パネル洗浄	対象範囲外		
	外観検査	産廃処理事業者	⑮株式会社ウム・ヴェルト・ジャパン	2021/12/13
	性能検査			
梱包・出荷	梱包			
	出荷			
運搬	運搬			
購入	パネル受取			

(3) 実証対象範囲・内容

実証の対象範囲(グレーの部分は対象外)と、実証内容(概要)は以下のとおり。

表 3-9 実証の対象範囲・内容の一覧

大項目	中項目	実施・実証の内容
申込	申込情報入力	<p>■実施内容:発電事業者ほか、入力の可能性がある事業者による、リユースしたい使用済PVモジュールの申込み (顧客情報、製品情報、発電所情報の入力)</p> <p>■実証内容(意見を伺った内容):</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報PFに入力する項目の過不足 ●情報PF完成度(入力作業における機能・操作性) ●情報PFの利用ニーズ(インセンティブ) ●情報PFの認知度を上げるための施策
	申込情報確認	<p>■実施内容:情報PF運用管理者による、 申込情報の確認・編集・コメント記入</p> <p>■実証内容:</p> <ul style="list-style-type: none"> ●画面のユーザインターフェース・操作性は十分か ●申込情報の運用管理業務として機能は十分に足りているか
撤去	撤去作業	対象範囲外
運搬	運搬	対象範囲外
回収・保管	PVパネル 仕分け	対象範囲外
運搬	運搬	対象範囲外
洗浄・検査	パネル洗浄	対象範囲外
	外観検査 性能検査	<p>■実施内容:実際のパネル・簡易検査装置を用いた実地検証 (外観検査・性能検査と、結果登録)</p> <p>■実証内容:</p> <ul style="list-style-type: none"> ●現場オペレーション成立性(QR貼付、検査装置連携ほか) ●ブロックチェーンへの検査情報記録・改ざん防止
梱包・出荷	梱包	■実施内容:モバイル端末を用いたパネルの適切な梱包・出荷作業
	出荷	<p>■実証内容:</p> <ul style="list-style-type: none"> ●QRコード、モバイルを活用した現場オペレーション成立性
運搬	運搬	
購入	パネル受取	<p>■実施内容:モバイル端末でQRコードを読み取りパネル情報確認 (製品情報、過去設置情報、検査履歴)</p> <p>■実証内容:</p> <ul style="list-style-type: none"> ●ブロックチェーンで保護されたパネル情報のQRコード読取・閲覧

3.4.2 PoC 実施詳細

実証の詳細について、工程ごとに記載する。

(1) 申込情報入力 工程

1) 実施内容

計15の事業者に協力を依頼し、オンライン若しくは対面で実施した。情報PFのトップページより「申込フォーム」をクリックし、「PVモジュールのリユース・リサイクル申込フォーム」の画面へ移動、お客様登録情報、製品情報、発電所情報の入力作業を実施・評価戴いた。

※一部の事業者は、実際の入力作業は行わずに、画面の説明とご意見を伺う方法とした。



図 3-80 申込情報入力工程の実証にて利用した情報 PF の画面

2) 実証内容

- 情報PFに入力する項目の過不足の確認
ひとつおりの情報を入力したうえで、使用済PVモジュールの登録情報として、各事業者の観点より過剰な項目、不足な項目がないかを評価戴いた。
- 情報PFの完成度の確認
情報の入力時に、入力する情報の内容が不明、操作が煩雑、操作方法が不明など、システムの機能・操作性に問題がないかを評価戴いた。
- 情報PFの利用ニーズ(インセンティブ)の確認
各事業者の立場において、このような情報PFを利用することのメリット、あるいはこういった改善を行えば利用価値がある、などのニーズに関するご意見を戴いた。
- 情報PFの認知度を上げるための施策の列挙
今後、この情報PFの社会的認知度を向上させていくためには、どのような施策が考えられるかの意見を伺った。

(2) 申込情報確認 工程

1) 実施内容

情報PFの運用管理を想定し、使用済PVモジュールの評価・購入・販売の経験・知見を持つ事業者を
実証の被験者として選定、オンラインで実施した。

情報PFのトップページより「ログイン」、業務メニュー画面から「申込情報確認」をクリックし、申込情
報を一覧で確認、さらに詳細情報を確認するという作業を実施・評価戴いた。

2) 実証内容

- 画面のユーザインターフェース・操作性は十分か
(申込情報一覧画面、申込情報詳細画面)
- 申込情報の運用管理業務として機能は十分に足りているか

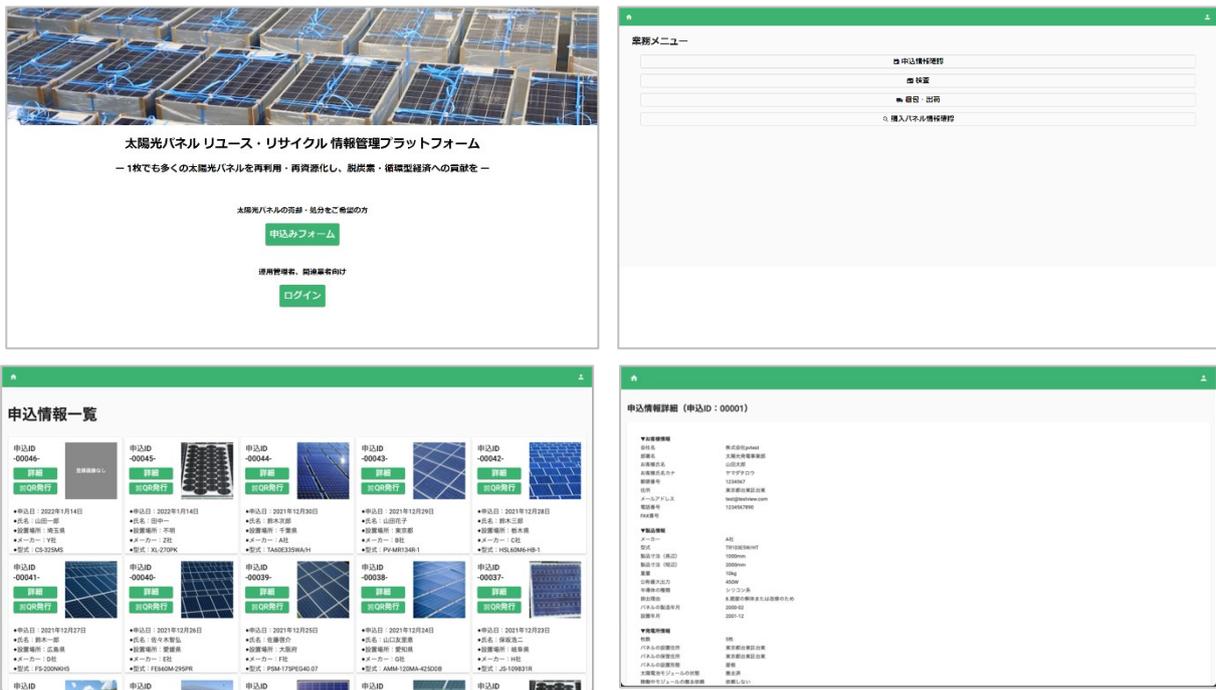


図 3-81 申込情報確認工程の実証にて利用した情報 PF の画面

(3) 検査 工程

1) 実施内容

実際の使用済PVモジュールと簡易検査装置を用いて、情報PFに検査結果を登録する実地検証を、2021年12月13日、埼玉県寄居町の株式会社ウム・ヴェルト・ジャパンにて行った。

(検査工程、梱包・出荷工程、パネル受取工程を仮想) 実施内容(大きく4ステップ)を以下に示す。

1. 外観検査

まずは、検査を行う使用済PVモジュールを1枚選定した

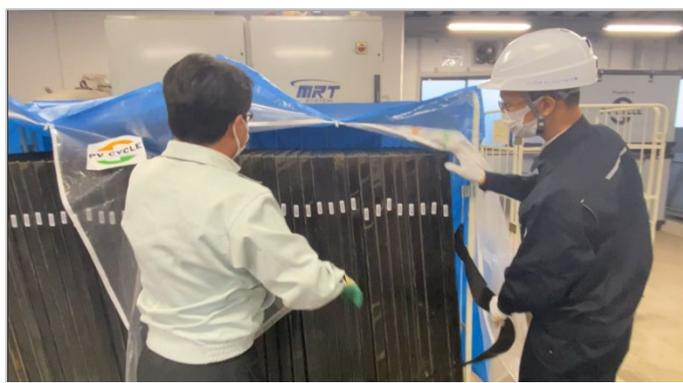


図 3-82 使用済 PV モジュールの選定

外観検査は目視にて行い、割れなどの不備がないことを確認した



図 3-83 外観検査の様子

外観検査OKの場合、合格の印も兼ね、パネル側部にQRコードラベルを貼付した
※以後、このQRコードを用いて使用済PVモジュール1枚ごとの情報入力・閲覧を行う



図 3-84 使用済 PV モジュールへのラベル貼付作業の様子

2. 情報PFへのログイン(PCより)

検査・梱包業者の権限でIDとパスワードを入力しログイン



図 3-85 ログイン作業の様子①

「検査」メニューを選択

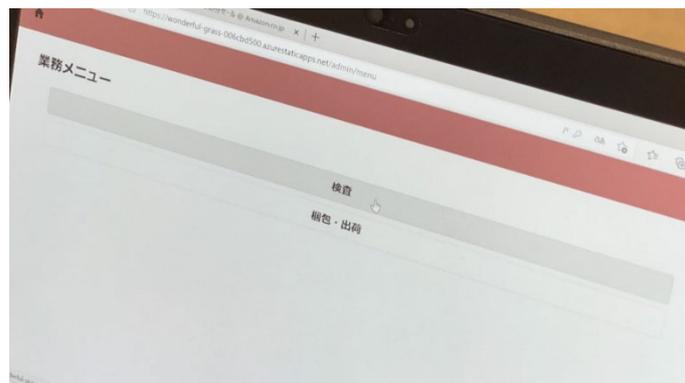


図 3-86 ログイン作業の様子②

「パネルの一覧から選ぶ」を選択し、検査を行うパネルの選択へ

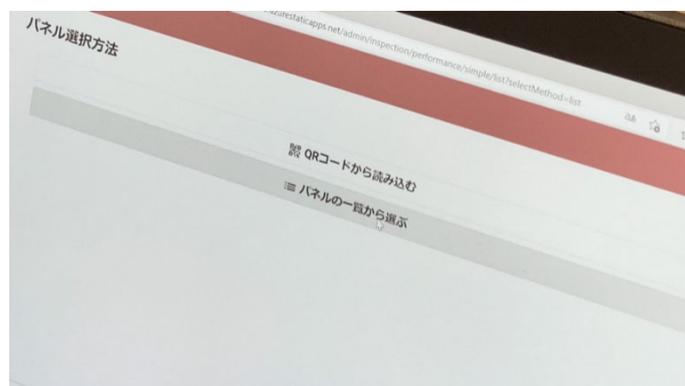


図 3-87 ログイン作業の様子③

3. 性能検査の実施（簡易検査装置を用いた方法）

使用済PVモジュールと簡易検査装置を接続(+/-/アース)



図 3-88 リユースチェッカーによる簡易検査の様子①

QRコードリーダーでQRコードを読み取る



図 3-89 リユースチェッカーによる簡易検査の様子②

簡易検査装置(リユースチェッカー)が起動し、10秒程度で判定結果が表示される
※QRコードリーダーと簡易検査装置が連動している



図 3-90 リユースチェッカーによる簡易検査の様子③
※写真は「0」の表示、リユース可能という判定結果

4. 検査結果の登録

リユース可否の判定結果を情報PFに登録

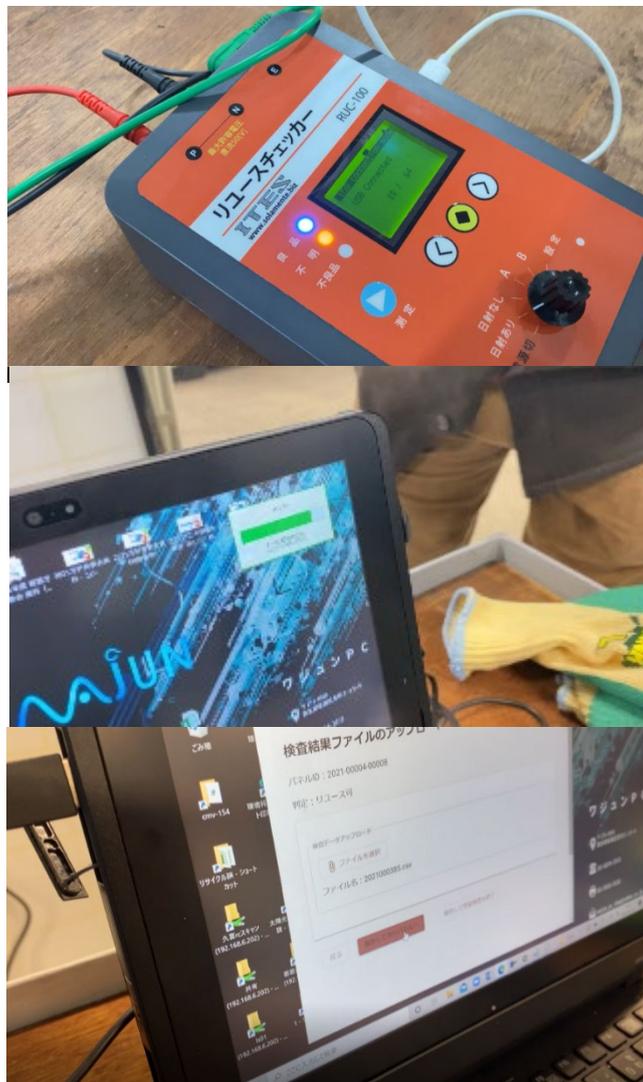


図 3-91 検査結果登録の様子②

※この情報は改ざん防止のためブロックチェーンに記録される

検査結果の詳細データ(CSVファイル)が簡易検査装置からPCへ転送された後、
検査結果のCSVファイルを情報PFへ登録

※この情報は改ざん防止のためブロックチェーンに記録される

2) 実証内容

- 検査現場でのオペレーションは成立しているか、作業効率はどうか
 - ・QRコードラベルの貼付作業
 - ・QRコードリーダーと簡易検査装置の連携
 - ・検査結果の登録作業(判定結果登録、CSVファイル登録) など

(4) 梱包・出荷 工程

1) 実施内容

外観検査・性能検査を実施後、「リユース可」と判定されたパネルについて、購入者が決定し出荷するという想定で、梱包・出荷作業を行った。なお、作業現場で登録しやすいよう、情報PFをモバイル端末上で利用できるような開発を行い、カメラでのQRコード読取・撮影機能を活用した。

1. 梱包ユニットの登録

モバイル端末で情報PFにログイン、「梱包」メニューを選択

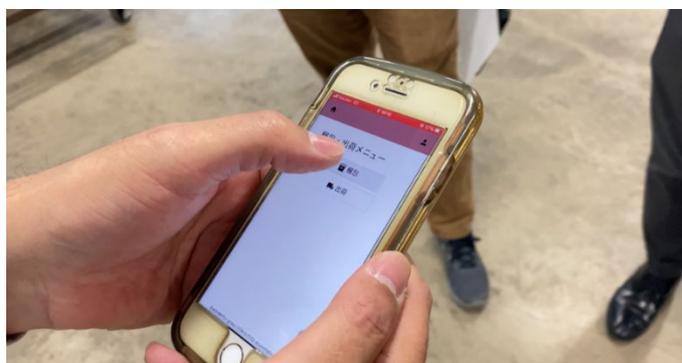


図 3-93 梱包作業の様子①

まとめて梱包するパネルのQRコードを連続で読み取り

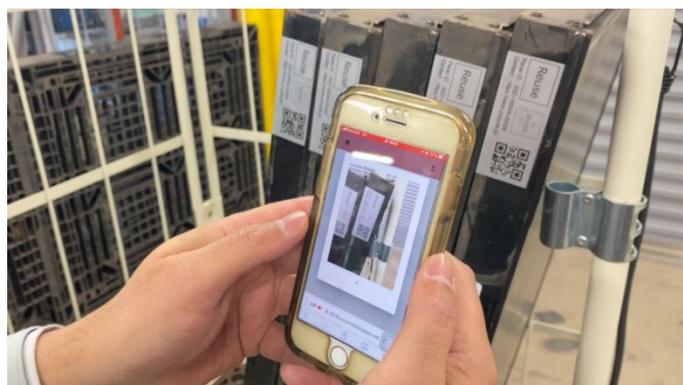


図 3-94 梱包作業の様子②

梱包ユニット(梱包するひとまとまりの単位)として登録

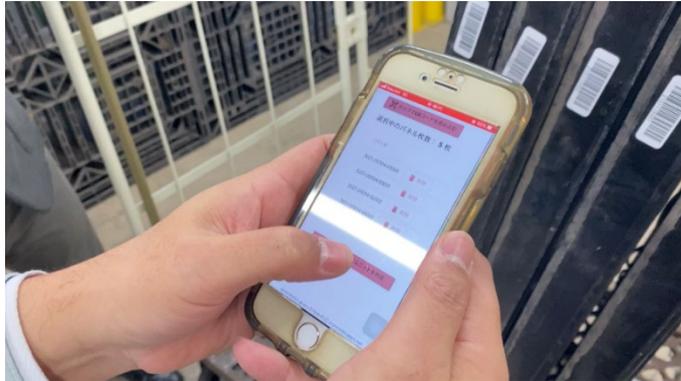


図 3-95 梱包作業の様子③

2. 梱包状態の登録

梱包状態(梱包されていると仮想)をモバイル端末のカメラ機能で撮影



図 3-96 梱包作業の様子④

そのまま情報PFに登録(梱包ユニット単位で)

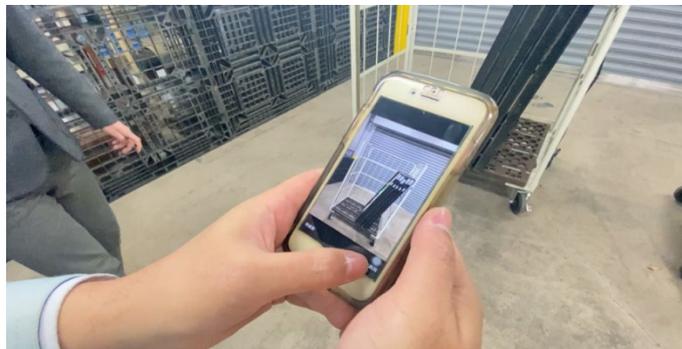


図 3-97 梱包作業の様子⑤

※出荷工程のオペレーションは、梱包工程とほぼ同様のため割愛

(「梱包ユニット登録」→「出荷単位の登録」、「梱包状態の登録」→「積載状態の登録」)

2) 実証内容

- モバイル端末を活用した現場オペレーションが成立するか、作業効率はよいかの確認した
 - ・カメラ機能を用いたQRコード読取による作業効率化
(梱包ユニット・出荷単位の登録)
 - ・カメラ機能を用いた撮影による情報登録の効率化
(環境省ガイドラインで定められた、「梱包状態」「積載状態」の登録)

(5) パネル情報確認 工程

1) 実施内容

購入者のもとに使用済PVモジュールが届いたと仮定し、パネル情報を閲覧できるかどうかの確認を行った。

購入した使用済PVモジュールが届いたと仮想し、QRコードを読取



図 3-98 パネル情報確認の様子①

パネルの情報が表示される(製品情報、過去設置情報、検査履歴)



図 3-99 パネル情報確認の様子②

検査結果がブロックチェーンに記録されていることも確認可能

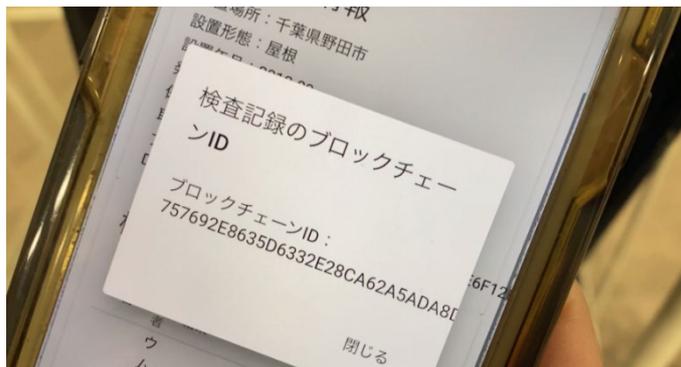


図 3-100 パネル情報確認の様子③

2) 実証内容

- QRコード読取で、ブロックチェーンで保護されたパネル情報を閲覧できるか

3.4.3 実証結果(実用化に向けた課題・改善点)

3.4.2のような実証を行った結果を、工程ごとに以下にまとめた。

(1) 申込情報入力 工程

- 実証内容(意見を伺った内容):
 - ①情報PFに入力する項目の過不足はないか
 - ②情報PFの機能・操作性は十分か
 - ③情報PFの利用ニーズ(インセンティブ)は。
※あるいは、利用ニーズを高めるにはどうしたらよいか
 - ④情報PFの認知度を上げるための施策
- 実証結果(各事業者からの総合評価サマリ)
 - ① →入力すべき項目はほぼ網羅されているとの評価。改善点は課題に記載。
 - ② →機能・操作性とも各事業者からの評価は基本的に良い。
特にメーカー・型式を入力するとその他の仕様情報が自動で入力される機能は、どの事業者も揃って高評価であった。改善点は課題に記載。
 - ③ →各事業者とも利用・参画ニーズや意義はあるとの意見。
更なるニーズ向上施策は課題に記載。
 - ④ →認知度向上のためのアイデアを戴いた。詳細は課題に記載

● 課題(要改善・検討)

各事業者から戴いた評価・意見をもとに、この工程の課題をまとめた。

分類		課題（意見含む）	指摘者
①入力項目の過不足	顧客情報	●申込者氏名：不要ではないか。 会社名だけでよいのでは。担当者は頻繁に変わるため。	発電事業者①
	製品情報	●型式： ・1種類しか登録できないが、実際には複数種類を使用した発電所もあるため、そういう場合に対応できる必要がある。 ・一部を途中で交換しているときなどは、製造年月や設置年月が異なるパネルが含まれているかもしれない。 ・1発電所について全てパネルが同じとは限らないことや、同じPVモジュールでも厚みが変わってしまっているようなケースもある。	発電事業者② O&M事業者⑫ 発電所販売⑬
		●製造年月：わからない(調べられない)ので入力ができなかった。	発電事業者④ 工事業者⑪
	発電所情報	●発電実績・保守点検記録：不要ではないか。(開示できない) 購入者とNDAを締結したタイミングでは開示できるが、情報PFに登録する初期段階で入力するのは難しい。 また、そもそも入れても意味がないのではないか。 使用済PVモジュール1枚ごとの性能保証にはならないため。	発電事業者①
		●点検・検査実績：購入するためにはI-Vカーブの情報が欲しい。 I-Vがない場合は、裏面から取ったサーモパネルの画像データ。	発電事業者②
		●撤去予定時期：引取・販売側としては、発電所が稼働中の場合は、パネルがいつ頃に入ってくるかがわかると動きやすい。	販売事業者⑦
●設置レイアウト情報：必要か？情報を取る必要性がわからない。 ●設置場所：住所だと発電所の位置にたどり着けないケースが多いため、グーグルマップのピンなど、ピンポイントじゃないと難しいケースが多い。 使用済PVモジュール回収のことを考えると、情報が足りないと思う。		販売事業者⑦ 発電所販売⑬	
②機能・操作性	全体	●入力フォームの分離： ・個人と法人で入力フォームを別個に分けたほうが良い。 ・家庭用と事業用は入り口を分けたほうがいいのではないか。 用途が違うし、家庭用の場合はもっと簡単な最低限の入力項目にしたほうがよい。	発電事業者⑥ 施工業者⑩
		●モバイル(スマホ)での入力対応 ・一人親方で屋根工事をしている業者は、60歳を超えるような年配の人が多いため、そういった方々がPCを使って対応することは難しい印象。 そういった人もカバーするためには、紙ベースでの対応も必要。 また、若い職人でもPCを持っていない人は多いので、スマホ対応は必須。	施工業者⑨
	顧客情報	●住所入力の効率化 ・郵便番号を入れたら住所の途中まで自動で入ってくると嬉しい。	施工業者⑨
	製品情報	●メーカー・型式入力作業の更なる効率化： メーカーを選ぶときに、プルダウンから探しにくいというのがあったので、頭文字を入れたら予測で出てくると良い。	発電事業者⑤
		●メーカー・型式・枚数の入力タイミング(住宅屋根の場合) ・解体前に屋根に上ることはできない。また、屋根から撤去した後でない、裏面を見ることもできないため、事前にメーカーや型式や枚数の入力は難しい。 ・PVモジュールの製品仕様書も保管されていない場合が多く、事前入力は課題あり。	施工業者⑩

分類	課題（意見含む）	指摘者
③利用ニーズ (こういう時に活用したい)	●FIT変更認定申請の回避 ・PVモジュール交換時に、型式を変えるとFITの変更認定申請が必要となり大変なので、同じ型式のPVモジュールを使いたいというニーズがある。 ・PVモジュール交換時に基本的には新品で同等のものを探すが見つからない。工数がなく入れられる使用済PVモジュールが見つければ、中古品でも非常に助かる。	発電事業者① 発電事業者② O&M業者⑫
	●使用済PVモジュールの廃棄処理費用低減 ・排出の費用が現状より安くなるのであれば良い。撤去費用の総額の中で、作業を含めて代行してもらえるのであればありがたい。(高圧事業者) ・廃棄費用の積立を実施中の発電所に関しては、使用済PVモジュールが売却できると費用低減となるので有難い。(低圧事業者)	発電事業者② 発電事業者⑤ 発電事業者⑥
	●使用済PVモジュールの検索性・調達確度向上 ・使用済PVモジュールの売買のコネクションがない業者にとっては、利用メリットが大きいと思う。 ・使用済PVモジュール専用の検索サイトがあると有難い。 現状メルカリなどの消費者向け中古品取引サイトも含めて検索している状態。 リユース品を探そうとしてもなかなかほしい型式のPVモジュールが見つからないので。すぐ見つかるのであれば認知は広がりそう。	発電事業者① O&M業者⑫ 発電所販売⑬
	●使用済PVモジュールだけを用いた発電所の新設 ※将来の予想ニーズ ・将来的に大量にPVモジュールが集まり、採算が取れるのであれば発電所を作りたいという思いはある。 ・中古で発電所を作るニーズがあるのかわからないが、そういった市場ができる可能性がある場合は利用意義がありそう。	発電事業者③ 発電事業者④
	●在庫PVモジュール(未使用)の活用・売却 ・大規模な発電事業者だと、使用済PVモジュールの在庫を持っている。使用しない場合もあるため、その使用済PVモジュールも検索・売却できるとよい。 ・PVモジュールの販売店は使いそう。在庫を抱えているところなど。	発電事業者① 販売事業者⑧
	●住宅(屋根)工事の施主への、使用済PVモジュール導入の提案 ・施主に中古品という選択肢を与えられるといったメリットはあると思う。	施工業者⑨
	●無償(又は買取)での、使用済PVモジュール引き取り・処分代行 ・壊さないようにきれいに外して持っていくという手間はありますが、無料で処分も代行してスムーズに引き取ってくれるならメリットを感じる。 ・周りの知り合いにも少し聞いたが、どこの業者も処分には困っている様子。	施工業者⑩
	●請負工事でのリニューアル活用(特に地方公共施設) ・大規模にやるとしたら、その先に請け負った工事でのパネル設置などにも展開していける可能性はある。 ・高度成長期に建てた地方市庁舎などの施設について、脱炭素の兼ね合いで手を打つ必要があっても建て替えるお金がないためリニューアルで何とかしてくれ、といった相談は多い。	施工業者⑩
	●建設現場事務所への活用 ・全国で約1,000か所ある工事の仮設事務所に使用済PVモジュールを付けたいと考えているので、ニーズはある。2年スパンくらいでパネルが移設されていく。	施工業者⑩
	●使用済PVモジュールの安心感・信頼感の醸成 ・回収された使用済PVモジュールについて、買った側で情報が見られるまでの流れができるのは非常に良いと思う。 ・屋根に載るものなので、壊れないか、爆発しないか、みたいな不安が拭えないとなかなか屋根に載せてもらえない。売る方も買う方も安心感を持てることは大切。	施工業者⑨
●FIT期間終了後に更地にするケース ・20年経ってFITが切れた際に、更地にするケースではこちらの情報PFに使用済PVモ	O&M業者⑫	

分類	課題（意見含む）	指摘者
③利用ニーズ (こういう時に 活用したい)		
	O&M事業者 ●撤去した使用済PVモジュールの保管期間短縮・不要に 発電所から使用済PVモジュールを撤去した際、その県内で適切に処理できる設備がなく、県外に持ち出して処分をした。その間、1ヶ月間マニフェストの確認待ちで 保管せざるを得ず、土地をわざわざ借りたりもした。 FIT終了に伴い、同じようなロジスティクスとストレージの部分が 大きな課題として多発する可能性があるとおもう。 そのようなケースでも情報PFで引き取ってもらって解決を期待したい。	発電所販売③
④認知度向上・普及への施策 (こうすると広まる)	●業界団体(各種協会)等において、情報PFの存在をアナウンス ・JPEA(太陽光発電協会)のHPをよくチェックするので、使用済PVモジュールを売りたい側へのアナウンスであれば、そのような団体からの広報が良いのでは。 ・弊社のような屋根業者は組合があるので、普段は組合経由での情報収集や、 会合に参加する等している。そういったものと連携して行くと良いと思う。	発電事業者① 発電事業者③ 施工業者⑥ O&M業者⑫
	●買い取り(リユース)/廃棄処理(リサイクル)の費用査定機能 ・この情報PFを利用することで、金額的にどれだけのメリットがあるかが示されることがシンプルにわかりやすく使われると思う。 ・リユース事業者としては、年式が比較的新しいものをとりあえず登録すれば 販売につながる、などがわかるのであればありがたい。 ・買取可否の判定期間は長くても1週間以内が良い。 倉庫のスペースを圧迫していて早く出さないといけないというケースもあるため。	販売事業者⑦ 発電事業者⑧
	●法的な強制力の醸成 情報PFの活用に関しては、国の方針、法的に強制と 言われたほうが使うとなりやすい。	発電事業者②
	●太陽光発電所の販売業者による情報入力(低圧の場合) 販売した発電所の情報をまとめて保有しており、詳しく知っているため。	発電事業者④
	●税制面でのメリットを制度化 使用済PVモジュールを用いて発電所を新設すると、耐用年数が短く単年で経費化できる、というようなメリットを与えることで新規参入プレイヤーを増やせないか。	発電事業者④
	●パネル処理の道筋の示唆(リユースorリサイクル、国内or海外) 排出する使用済PVモジュールの行き先・道筋が見えるようなものだと嬉しい。 この使用済PVモジュールは国内がいいとか、海外の方がいいとか、 そういったものが入り口でわかるといい。	販売事業者⑧
	●国(環境省)や業界団体の認証取得 ・国が公認した唯一の情報PFとして認可してもらってやっていけると 良いと思う。同じようなシステムが乱立すると困るため。 ・発電協会などが推しているといいかもしれない。 我々も発電協会のガイドラインなどを使わせてもらうことがある。	施工業者⑩
	●検索エンジン最適化 ・PVモジュール処分を処分したい際に、「PVモジュール」「無料」「処分」「安い」などの検索キーワードを入れて探している。 ・キーワードを想定し、検索エンジン上位に表示されるような対応をとることも ひとつの施策として考えられる。	施工業者⑪

(2) 申込情報確認 工程

- 実証内容
 - ①画面のユーザインターフェース・操作性は十分か(申込情報一覧／申込情報詳細)
 - ②申込情報の運用管理業務として、機能は十分に足りているか

- 実証結果(できたこと)
 - ①画面のユーザインターフェース・操作性とも基本的に問題なし。
申込情報がサムネイル表示で一覧化されており、わかりやすいとの評価。
 - ②必要情報は閲覧できるが、運用管理を行うためには追加すべき機能がある。

- 課題(要改善・検討)
 - ①について
 - 申込情報一覧のサムネイル表示はわかりやすいが、リスト表示にも切り替えられるとよい
→一覧情報として出力・印刷をしたい場合もあると思われるため
 - 申込情報一覧のサムネイル表示は、ラベル部の写真を映すとよい
→現状はパネル表面が移っている。一番見たい情報はラベル部(パネル仕様)

 - ②について
 - 申込情報を閲覧(チェック)したかどうかを管理できる機能が必要
→詳細情報未確認のみを表示、情報が確定したかどうかのステータス入力など
 - 申込情報が登録されたことに、管理者が気づける機能が必要
→メールなどでプッシュ通知。
 - 申込フォーム側に、自由記述のコメント欄を追加したほうが良い
→定型の項目だけでは申込者の細かい要望までは読み取れないため
 - 運用管理者以外に、誰がこの申込情報を閲覧・編集可能とすべきか。
→販売業者、購入者など。

(3) 検査工程

- 実証内容
 - 検査現場でのオペレーションは成立しているか、作業効率はどうか
 - ・QRコードラベルの貼付作業
 - ・QRコードリーダーと簡易検査装置の連携
 - ・検査結果の登録作業(判定結果登録、CSVファイル登録) など

- 実証結果(できたこと)
 - QRコードラベルを使用済PVモジュールに貼付することができた。
(貼付スペース、粘着力とも問題なし)
 - QRコードリーダーの読取と連携して簡易検査装置を起動・測定することができた。
 - 検査の判定結果を情報PFに登録することができた。
 - 検査記録ファイル(CSV)を検査装置からPCに転送し、情報PFに登録できた。

- 課題(要改善・検討) ※情報PFとしてのクリティカルな課題は特になし。
 - 検査のオペレーション工数・コスト・作業負荷 (指摘事業者 多数)
現状、使用済PVモジュールの販売業者は、使用済PVモジュールを1枚ずつ測定して結果を登録するという作業を実施していないため、その分が追加費用として加算され、使用済PVモジュール価格が高くなってしまう。
また、使用済PVモジュール1枚あたり最大で数十キログラムを、測定するごとに移動させる作業も、検査担当者への負担が大きい。枚数が数千枚レベルになると、現実的ではない。
リユース判定結果や検査記録ファイルの登録を自動化するなど、システム改善の余地はあるが、そもそも使用済PVモジュールの性能情報をいつ、だれが、どれくらいの精度でどのように測定するか、また、その費用をだれが負担するのか。
一方で、使用済PVモジュールを購入する側としては、何らかの性能検査で保証されていないと信頼できないという声もあるため、根本的に検討する必要がある。
太陽光発電所の年次点検時の測定データ(ストリング単位)を保証として活用できないかなど使用済PVモジュールの購入者が求めるレベルに応じた対処策が必要となってくる。

 - 検査装置・検査種類の情報開示
誰が検査したかどうかだけでなく、検査装置・検査種類の情報も見られたほうが良い。
(発電事業者②)

(4) 梱包・出荷工程

- 実証内容
 - モバイル端末を活用した現場オペレーションが成立するか、作業効率はよいかの確認
 - ・カメラ機能を用いたQRコード読取による作業効率化（梱包ユニット・出荷単位の登録）
 - ・カメラ機能を用いた撮影による情報登録の効率化
（環境省ガイドラインで定められた、「梱包状態」「積載状態」の登録）
- 実証結果(できたこと)
 - モバイル端末の利点を最大活用し、梱包・出荷の現場オペレーションと並行した上述のような情報PFへの効率的な登録作業を行うことができた。
- 課題(要改善・検討)
 - よりリアルな現場のロジスティクス要件を織り込んだ運用の成立性確認
今回の実証では、梱包・出荷作業とも仮想的なオペレーションで確認を行ったため、より実際に即した梱包・出荷作業での成立性確認・課題出しが必要である。(例えば、実際にパレットに25枚平積みし、ラッピングやダンボールで梱包するなど)
また、使用済PVモジュールを撤去する現場から直接購入者へと輸送するなど、様々なロジスティクスのパターン検討・対応も実施していく必要がある。

(5) パネル情報確認 工程

- 実証内容
 - QRコード読取で、ブロックチェーンで保護されたパネル情報を閲覧できるか
- 実証結果(できたこと)
 - 問題なくQRコードを読み取り、情報を閲覧することができた。(製品情報、過去設置情報、検査履歴、検査ファイル)
 - 検査記録に対応したブロックチェーンIDが表示され、記録・改ざん防止の処理がなされていることを確認できた。
- 課題(要改善・検討)
 - パネル情報閲覧の手間と情報秘匿の両立
現状仕様はログイン後にQRコードを読み取りパネル情報を閲覧するようになっているが、実運用において全ての購入者にユーザ登録をしてからログイン・閲覧をしてもらうことは難しい。かといって、ログイン不要にすると、誰でもパネル情報を閲覧可能となり、秘匿上問題があるため、引き続き、効率とセキュリティの両立に向けた検討が必要である。

4. 事業における環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価

事業における環境影響改善効果として、「PVモジュールのリユースによるCO2削減」「火力発電設備の代替促進によるCO2排出削減」、並びに「非鉄金属原料、ガラスの資源循環促進」「産業廃棄物最終処分量の低減」「有害物質の適正処理促進」が見込まれることから、これらの評価方法を明確化するとともに、効果を評価した。

4.1 環境影響改善効果の評価方法の検討

4.1.1 評価方法に関する既往文献調査

PVモジュールのリユースにおける環境影響改善効果を評価した例として、環境省「平成28年度低炭素型3R技術・システム実証事業（使用済太陽電池モジュールの新たなリサイクル、リユースシステムの構築実証事業）」が挙げられる。

当該事業では、PVモジュールのリユースと、一般電力による発電を比較することを目的として、図4-1に示すバウンダリ設定を用いて、PVモジュールのリユース時に発生する輸送（使用済PVモジュールの輸送、リユースモジュールの輸送）や各種検査といった工程を考慮した評価を行っている。

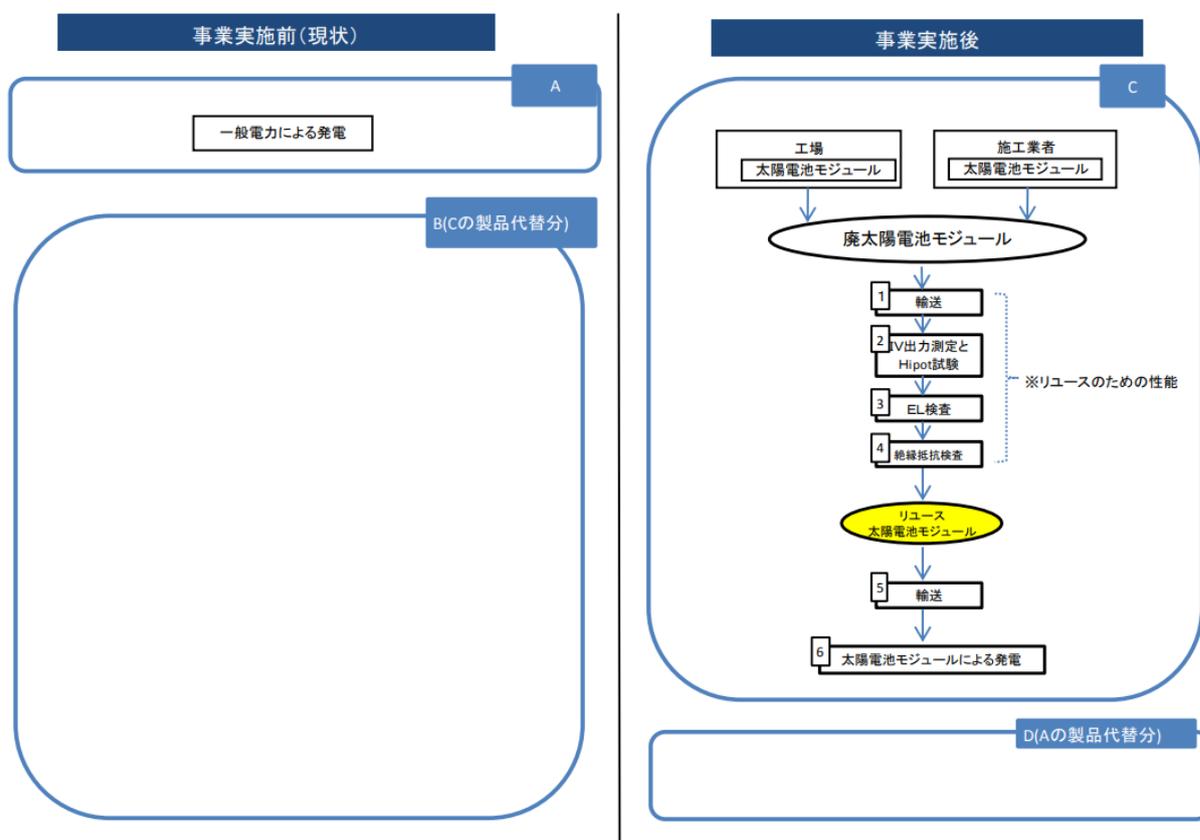


図 4-1 PVモジュールのリユースと一般電力による発電を比較する場合のバウンダリ設定の例
出所)環境省「平成28年度低炭素型3R技術・システム実証事業（使用済太陽電池モジュールの新たなリサイクル、リユースシステムの構築実証事業）」報告書(平成29年3月)

また、図 4-2に示した文献例では、PVモジュールのリユースと、新品PVモジュールの使用を比較することを目的として、前者では一回目の使用以降の輸送から二回目の使用まで、後者では新品PVモジュールの製造から輸送、使用、廃棄までをバウンダリとして設定している。

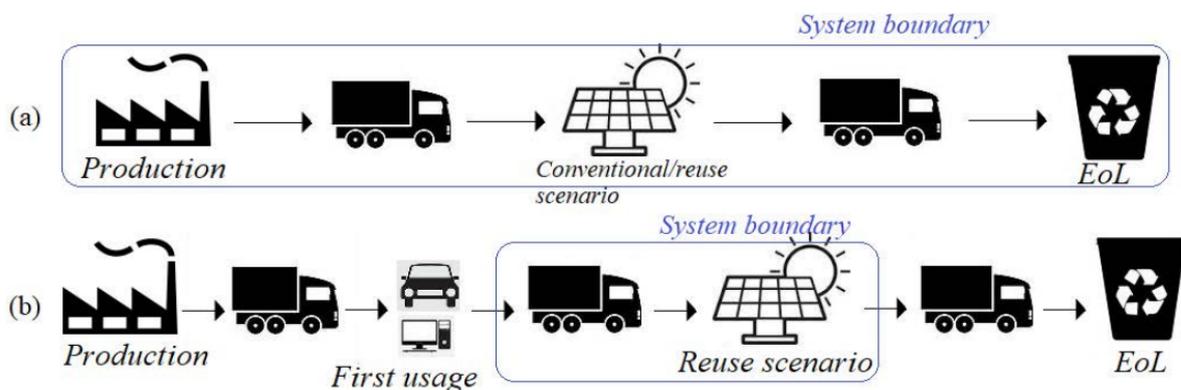


Fig. 6: System boundary of life cycle assessment.

(a) For newly made components from both conventional and reuse solutions, each stage of their lifecycle is taken into account; (b) For second use components (reuse solution), only reuse stages which include transportation and refurbishing are assessed

図 4-2 PVモジュールのリユースと新品PVモジュールを比較する場合のバウンダリ設定の例
 出所) Bunthern Kim, Catherine Azzaro-Pantel, Maria Pietrzak-David, Pascal Maussion, Life cycle assessment for a solar energy system based on reuse components for developing countries, Journal of Cleaner Production, Volume 208, 2019, Pages 1459-1468

4.1.2 本事業における評価シナリオの設定

本事業では、多結晶シリコンPVモジュールを対象に、新品及び使用済PVモジュールのCO2排出量の比較を実施することとした。前項4.1.1の既往文献で採用されている評価手法を参考として、以下の点に留意してシナリオ設定(情報PF導入前シナリオ、情報PF導入後シナリオ)を行った。

- 本事業では情報PF導入により使用済PVモジュールのリユースが実施されることを想定し(情報PF導入後シナリオ)、比較対象として、PVモジュールを一度のみ使用する場合を想定することとした(情報PF導入前シナリオ)。
- 情報PF導入後シナリオでは、リユース実施のために追加的に必要となる工程(検査・洗浄、リユース品の輸送等)及び情報PF運営にかかるエネルギー使用についても、評価対象とした。
- 情報PF導入前シナリオにおける新品PVモジュールによる発電量と、情報PF導入後シナリオにおけるリユース品PVモジュールによる発電量が同等となるようにした。

以上の考え方に基づくシナリオ設定を表 4-1に、また、環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価対象バウンダリを図 4-3に示す。

表 4-1 環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価シナリオ設定

シナリオ名	設定の考え方
情報PF導入前シナリオ	● 新品のPVモジュールを製造し、一度のみ設置、使用する。
情報PF導入後シナリオ	● 新品のPVモジュールを製造し、一度設置、使用后、情報PFを活用することで、製品回収・輸送、洗浄・検査を経て、再度設置、使用する。

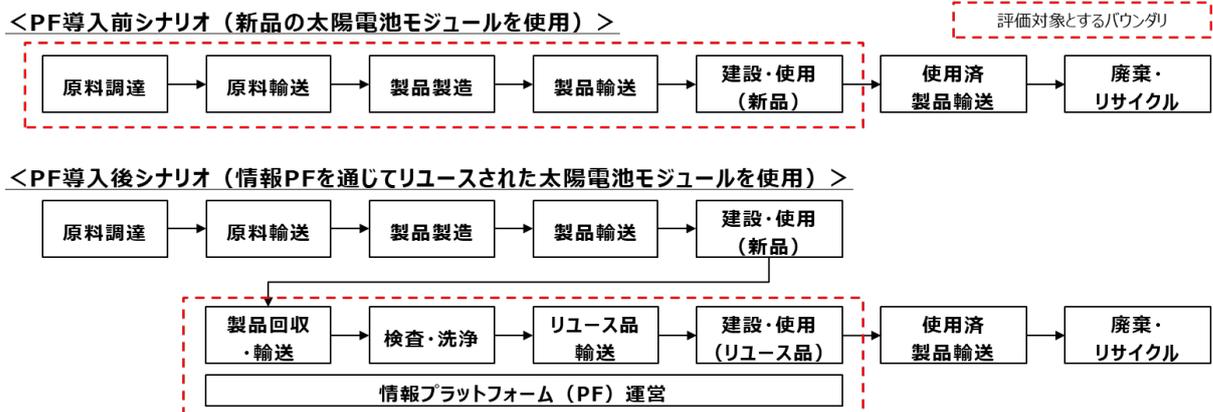


図 4-3 環境影響改善効果、CO2排出量削減効果の評価対象バウンダリ

4.2 環境影響改善効果の評価

4.2.1 CO2排出量削減効果の評価

(1) 評価に用いたデータ

CO2排出量削減効果の評価に用いたデータを表 4-2に示す。

表 4-2 CO2排出量削減効果の評価で使用した値

項目	値	単位	出所
国内電源のCO2排出係数	0.47	kg-CO2/kWh	環境省「電気事業者別排出係数」(令和元年度実績)代替値
新品PVモジュールのCO2排出係数	0.06	kg-CO2/kWh	電力中央研究所「日本における発電技術のライフサイクルCo2排出量総合評価(Y06) 別冊付録」
太陽光発電の設備利用率	15%	-	
発電量に占める所内利用率	3.1%	-	
使用済PVモジュールの洗浄・検査拠点への輸送	0.0009	kWh-CO2/枚/km	産業環境管理協会「カーボンフットプリント制度試行事業CO2換算量共通原単位データベースver. 4.01 (国内データ)」
洗浄	0.05	kWh-CO2/枚	
検査(絶縁抵抗測定、EL画像測定、IV出力測定、バイパスダイオード故障測定)	0.06	kWh-CO2/枚	関係事業者ヒアリング結果に基づき設定
PF運管用サーバー電力消費量	3,000	kWh/年/台	国立研究開発法人科学技術振興機構、低炭素社会戦略センター「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響(Vol. 1)」(2019年3月)
国内太陽光発電導入量(2021.6時点)	62.8	GW	第73回 調達価格等算定委員会資料1「太陽光発電について」(2021年12月)
PVモジュール1枚当たり発電容	0.25	kW/枚	みずほ情報総研株式会社「太陽光発電システム

量			共通基盤技術研究開発／太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009年3月)
年間稼働時間	8760	h/年	24h×365日/年
国内太陽光発電導入に占める年間のリユース割合	5%	—	(仮定)
使用済PVモジュールの洗浄・検査拠点への輸送距離	100	km	(仮定)
新品PVモジュールに対するリユース品の出力低下率	20%	—	(仮定)

(2) 評価結果

(1)で示したデータを用いてCO2排出量削減効果を評価した結果を図 4-4に示す。

情報PF導入後シナリオでは、2021年6月時点での太陽光発電設備導入量63GWのうち、1年間で5%をリユースした場合、リユース品による年間発電量は3,198GWh/年で、CO2排出量は1,816t-CO2/年と推計された。他方で、仮に新品のPVモジュールで同量3,198GWh/年の発電を行う場合、CO2発生量は18.5万t-CO2/年と推計された。したがって、情報PFを通じたリユースによる削減効果は、年間18.3万t-CO2と推計された。

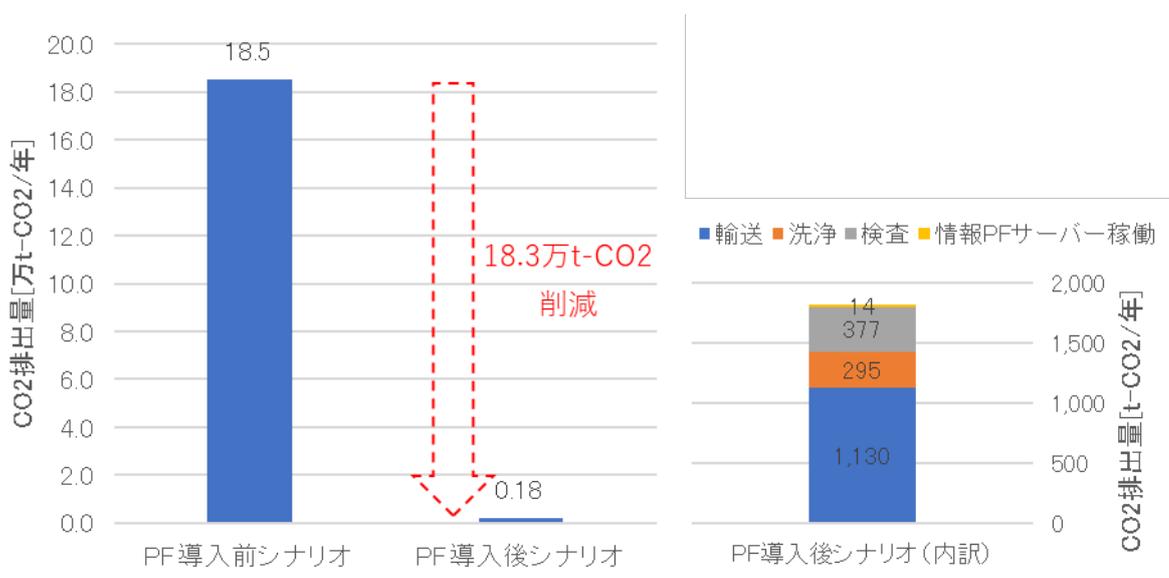


図 4-4 CO2排出量削減効果の評価結果

(3) 今後の検討課題

今回は、新品のPVモジュールを代替するシナリオについてCO2排出量削減効果の評価を実施したが、石炭火力発電等も含む我が国の電源一般を代替するシナリオとの比較も検討する。

また、今回は情報PF導入によるリユース促進の効果のみを評価の対象としたが、使用済PVモジュールのリサイクル促進による効果(リサイクル材の利用による他分野でのCO2排出量削減への寄与)の評価も検討する。

4.2.2 新規資源投入量削減効果の評価

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)「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発 太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(平成21年3月)によると、多結晶シリコン系太陽電池モジュールの構成材料は表 4-3に示すとおりである。

したがって、情報PF導入により、1GWの使用済PVモジュールをリユースできた場合、新品のPVモジュールで発電を行う場合と比べて、ガラス約4万トン、アルミニウム約1万トンの新規資源投入量削減効果が生じると推計された。

表 4-3 多結晶シリコン系PVモジュール(出力186W)の構成材料

構成材料	素材	重量(kg)	構成比
セル	結晶シリコン	0.5	3.1%
フロントカバー	ガラス	10.0	62.5%
フレーム	アルミニウム	2.5	15.6%
充填材	EVA	2.8	17.5%
周辺シール	プラスチック		
バックカバー	プラスチック		
電極材料	銅/はんだ	0.1	0.6%
端子ボックス	プラスチック	0.1	0.6%

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン」(平成30年)より作成

表 4-4 1GWの多結晶シリコン系PVモジュールをリユースした場合の新規資源投入量削減効果

構成材料	素材	重量(t)
セル	結晶シリコン	2,151
フロントカバー	ガラス	43,011
フレーム	アルミニウム	10,753
充填材	EVA	12,043
周辺シール	プラスチック	
バックカバー	プラスチック	
電極材料	銅/はんだ	538
端子ボックス	プラスチック	538

注)1GWのPVモジュールをリユースした際は、新品と比べて発電効率が20%減少することを考慮して推計

4.2.3 最終処分量削減効果の評価

環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン」(平成30年)(以下、「環境省ガイドライン」という。)によると、2030年代後半には年間約50~80万tの太陽電池モジュールが排出される見通しである。

情報PF導入により、1GWの使用済PVモジュールをリユースできた場合、それらが全量最終処分される場合と比べて、約9万トン¹の最終処分量削減効果が生じると推計された。なお、使用済PVモジュールに含まれる素材(非鉄金属、ガラス等)をリサイクルすることで、より最終処分量を削減可能である。

¹ 表 4-3 の文献値(モジュール出力 186W の場合の重量 16kg)を用いて、リユース量1GWの場合を推計したもの。

表 4-5 1GWの多結晶シリコン系PVモジュールをリユースした場合の最終処分量削減効果

構成材料	素材	重量(t)
セル	結晶シリコン	2,688
フロントカバー	ガラス	53,763
フレーム	アルミニウム	13,441
充填材	EVA	15,054
周辺シール	プラスチック	
バックカバー	プラスチック	
電極材料	銅/はんだ	538
端子ボックス	プラスチック	538
合計		86,022

4.2.4 PVモジュールに含有される有害物質の適正処理に関する評価

環境省ガイドラインによると、多結晶シリコン系のPVモジュールには、鉛、アンチモン、銅、すず、銀といった物質が含まれている(表 4-6)。前掲表 4-3で示した使用済PVモジュールの構成材料を踏まえ、使用済PVモジュール当たりの含有量を算出した結果を表 4-7に示す。

情報PF導入による使用済PVモジュールのリユースを通じて、有害物質を含む使用済PVモジュールの平均使用年数が延伸することで毎年の排出量自体を抑制できることに加え、使用済PVモジュールの情報を情報PFに登録して一元管理することで、不適切な処理を行うルートへの排出を抑制できる可能性がある。

表 4-6 多結晶シリコン系PVモジュールの含有量試験結果(国内、製造年2017年～)

上:最大値、下最小値 含有量単位:mg/kg

部位	鉛(Pb)	アンチモン(Sb)	銅(Cu)	すず(Sn)	銀(Ag)
フロントカバー ガラス	15	2,600	37	12	<1
	15	1,800	10	<1	<1
電極	68,000	<1	900,000	60,000	12,000
	68,000	<1	830,000	55,000	5,700
EVA・結晶・ バックシート	29	180	32	86	2,000
	29	24	11	34	1,200

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン」(平成30年)より抜粋して作成

表 4-7 多結晶シリコン系PVモジュール(出力186W)に含まれる物質重量

単位:g

部位	構成材料との 対応	鉛(Pb)	アンチモン (Sb)	銅(Cu)	すず(Sn)	銀(Ag)
フロントカバー ガラス	フロントカバー	0.2	22.0	0.2	0.1	0.0
電極	セル 電極材料	40.8	0.0	519.0	34.5	5.3
EVA・結晶・ バックシート	充填材 周辺シール バックカバー 端子ボックス	0.1	0.3	0.1	0.2	4.6
合計		41.0	22.3	519.3	34.7	41.0

出所)環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン」(平成30年)より作成

5. 事業における資源循環情報PFビジネス活性化に向けた検討、出口戦略の検討

今年度実証事業を踏まえて、使用済PVモジュールのリユース・リサイクルの適正処理促進にあたり、今年度に試作した情報PFにおける技術的な課題への対応に加え、リユース・リサイクルに対する認知度向上や使用済PVモジュールの活用事例の創出など、抜本的な施策が必要であることが判明した。これを鑑み、実証事業終了後の事業展開における具体的な施策としては、後述するアクションが必要と考えている。

将来的な展望としては、本事業によって日本国内における使用済PVモジュールを一元管理するシステムが確立されることで、「他地域及び蓄電池や風力発電タービンのブレード等の他廃棄物への横展開」や、「発電事業者、産業廃棄物処理事業者、使用済PVモジュール取扱業者等の業界連携」が見込まれる。これらを通じた新規市場の創出及びそれに伴う経済性を確保した資源循環情報PFビジネスの活性化の可能性について検討した。

5.1 資源循環情報PFビジネスの活性化の可能性に関する検討

5.1.1 本実証における出口戦略

実証事業終了後の事業展開に係る出口戦略として、実証事業内、実証事業外、環境省連携が重要と考えている。具体的には、

- リユースとリサイクルの一体化情報PFとしてのポジションの確立
- 情報PFで蓄積したデータを活用し、日本・海外市場における適正なりユース取引の活性化

を目指す。図 5-1に出口戦略の検討における概念図を示す。

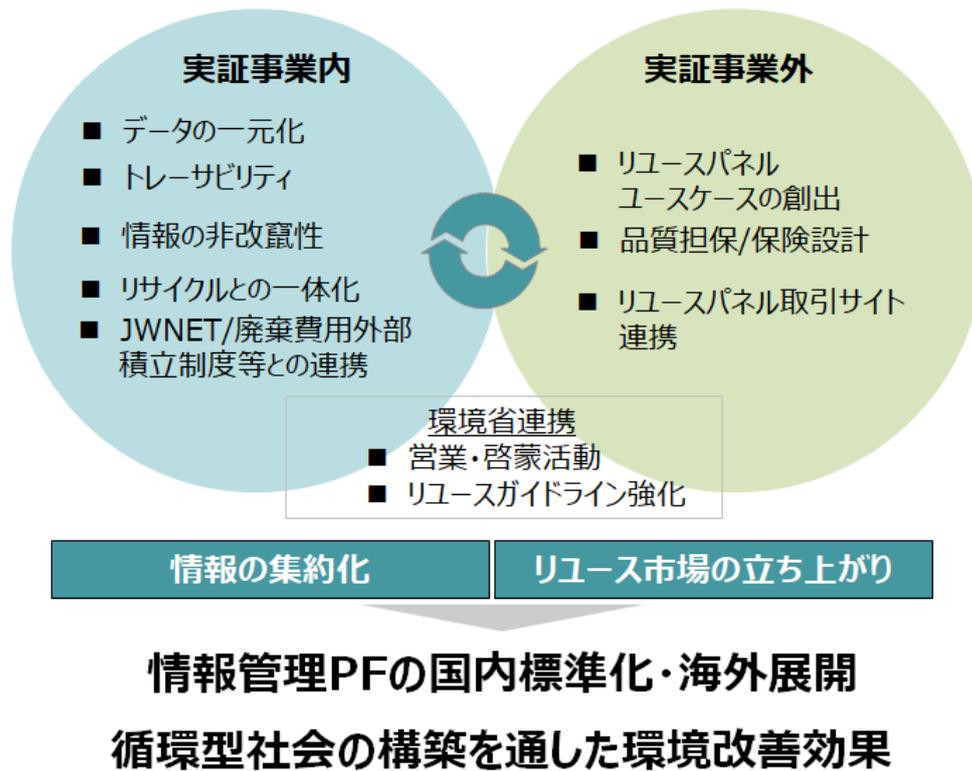


図 5-1 出口戦略の検討における概念図

(1) 実証事業内

「実証事業内」では、以下の3点が出口戦略検討にあたり重要と考える。

a. データの一元化

環境省ガイドラインに従って情報PFにおいてメーカー、型式、製造年月情報、外観状態、発電性能検査結果等を管理・公開し、買手が安心して購入できる仕組みを構築する。

b. トレーサビリティ及び情報の非改ざん性

情報PF上の製品に対する情報やサプライチェーンに伴う情報の信頼性については、ブロックチェーン技術を活用することで改ざん不可能な状況とし、担保することを意図している。信頼性の高い十分な情報が提供できることにより売買双方にとっても製品に対する不確定要素が減り、結果として商品価値が高まることが期待される。

c. リユース・リサイクルの一体化／JWNET・廃棄費用外部積立制度並びにPVCJとの連携

本実証事業では、使用済PVモジュールのリユースとリサイクルを一体的にとらえて、情報PF導入の実現可否の検証をしている。

➤ JWNET並びに廃棄等費用積立制度との連携

廃棄物については電子マニフェストシステムであるJWNET並びにエネ庁・廃棄費用積立制度との連携を目指し、リユースのみならずリサイクルを含めた一体化した情報PF構築を実現することで、より多量、且つ広範囲にわたる使用済PVモジュールの再利用の促進への貢献が期待できる。

➤ PVCJとの連携

PVCは欧州で15年にわたり使用済PVモジュールの回収・処理の管理業務を担ってきており、PVCJはこの仕組みを日本に導入することを目的として設立された。本実証事業においては、将来的な情報PFとPVCJとの連携の可能性について検討する。検討内容並びに詳細については、添付参照。

(2) 実証事業外

「実証事業外」では、以下の3点が出口戦略検討にあたり重要と考える。

a. ユースケースの創出

現在日本国内において使用済PVモジュールの活用が普及しておらず、そもそもの認知度が低いことに加え、使用済PVモジュール自体の性能や活用による経済的合理性等の情報が乏しい。国内における利活用事例を大々的に創出し、使用済PVモジュールを活用した発電事業や自家消費型等のユースケースを創出する。

b. 品質担保／保険組成の検討

使用済PVモジュールは撤去された段階で、メーカーからの製品保証がなくなる。今後の使用済PVモジュール活用の観点では品質担保が重要な要素として考えられるため、現状、保険会社複数社と品質担保並びに保険設計を検討している。

c. リユースパネル取引サイト連携

現状、使用済PVモジュールの排出側と想定利用者を結びつける仕組みが存在しない。今後、リユースを促進するためには両社を結びつける取引市場そのものの構築が必要であり、情報PFにて蓄積した情報を活用することで取引の活性化を後押しすることとなる。

5.1.2 事業の横展開可能性

(1) 横展開可能性

本取り組みは2021年度に日経新聞を始めとするメディアに掲載されたことも助けとなり、関心を有する地方自治体や企業から多くの問い合わせを受けており、社会課題としての関心の高さが伺えた。上述の出口戦略に従い、本取り組みを深化すべく啓蒙活動等について継続的に取り組む必要がある一方、関心を示している自治体や企業向けに対する横展開についても積極的に検討する。

具体的には、以下のモデルが想定出来る。

▶ 自治体向けソリューション

現状、全国各地の自治体がゼロ・カーボンシティを宣言し、脱炭素化に向けた取組が益々加速しているが、太陽光発電設備の設置も脱炭素に向けた代表的な取組の一つに位置付けられる。一方、使用済PVモジュールの問題については社会課題として提起される報道も目にするが増え、一部の業界関係者だけに限定された問題ではなくなりつつある。かような状況下、地方自治体として使用済PVモジュールの処理問題について積極的に検討を始めているケースも伺い知れており、そのような自治体向けに本ソリューションを提供することが考えられる。

▶ 企業向けソリューション

多くの企業がSDGsを認識した経営に重きを置いていることはもはや説明するまでもないが、建設業や小売事業者においてもその流れを受け、それぞれ仮設の建設事務所や店舗に積極的に太陽光発電設備を導入する動きがある。それらの事務所・店舗では頻繁に撤去や移転といったことが発生するが、その際に使用済PVモジュールをどのように効率的に再利用するかが一つの課題と聞いている。同じ社内での資産を使い回しに留まらず、企業間でも効率的に使用済PVモジュールを再利用する枠組みが構築することが出来れば更に有効活用が促進されると考えており、そのような企業向けに本ソリューションが提供できる可能性があると考えている。

なお、上記に加えて、提案書提出時から想定している海外向けの展開についても引き続き検討するが、既に国内の使用済PVモジュールの大半が廃棄もしくは海外に廉価で売られている状況であることも判明しており、海外での使用済PVモジュールの受入環境・体制から再度調査が必要と考えている。

(2) 他廃棄物への横展開可能性

使用済PVモジュールの次のステップとしては蓄電池や風力発電タービンのブレードといった、同様に産業廃棄物としての廃棄量削減が求められる装置・部材についても同PFを展開することを想定している。丸紅は後述のリチウムイオン電池のリサイクル事業や日本初の洋上風力発電所を秋田県で建設しており、本実証事業を通じて得られるノウハウと合わせ、他素材におけるリユースマーケットとの効果的

な連携においても十分に活用でき、更なる循環型社会の構築に貢献できると考えている。

5.1.3 資源循環に関する情報PFによる業界連携の促進やリサイクルビジネスの活性化の見込み

(1) 業界連携の促進

使用済PVモジュールの取扱においては、情報PFを通じて発電事業者、産業廃棄物処理事業者、パネル取扱業者等が接点を持つこととなり、業界を横断する形でのエコシステムが構築されることが期待される。情報PFの導入により業界内で更なる連携が図れ、情報がより迅速且つ広範囲で共有されることとなり、使用済PVモジュールの適正処理並びにリユース市場の更なる活性化に結びつくものと考えている。

(2) リサイクルビジネスの活性化

使用済PVモジュールの排出後はリユース、リサイクルの順に検討するスキームを構築することを想定しており、結果として安易に廃棄される処分量の削減に繋がり、リサイクルビジネスの活発化が期待できる。丸紅は既に使用済PVモジュール強化ガラスのリサイクルビジネスに取り組んでおり、リユースからリサイクルへシームレスなビジネスモデルの構築が可能となる。また、丸紅のガラスリサイクルの取り組みはガラスから多孔質ガラス発泡体を製造するものであり、それらは脱臭装置や水質浄化、土壌改良に活用できるため新たな付加価値が期待でき、「アップサイクル」とも言えると考え。2030年代後半に仮に100千トン／年の使用済PVモジュールがリサイクルされると仮定した場合、単純計算すると年間約44億円のリサイクル市場となるが、アップサイクル化することにより取引価値が向上し取扱規模は更に拡大すると考えている。

5.2 事業化に向けた課題と次年度の計画

5.2.1 事業化に向けた課題

(1) 情報PFに関する技術面での課題

情報PFに関する技術面での課題は以下のとおりである。

- 申込情報入力
 - 登録のインセンティブ設計
 - 上流データ(別DB)連携でさらなる簡素化
- 申込結果確認
 - 運用管理プロセス確立

- 履歴管理強化
- 検査
 - オペレーション効率化(検査・判定結果の自動登録など)
- 梱包・出荷
 - ロジスティクス要件への対応
- パネル受取
 - 購入者以外の情報秘匿

(2) 情報PFに関する運用面での課題

情報PFに関する運用面での課題は以下のとおりである。

- リユースの活性化
 - 現在日本国内において使用済PVモジュールの活用が進んでいない。使用済PVモジュールにおける更なる利活用を促進すべく実際に使用済PVモジュールを活用した発電事業若しくは自家消費型のユースケースの創出が重要である。
- 事業性の確立
 - 情報PFの商用化を目指したマネタイズ戦略の確立。
 - 保険会社複数社と使用済PVモジュールに対する保証の付保可能性に関して検討中。
 - 使用済PVモジュール活用により期待される収益性・費用(性能保証・検査費用等)の精査を通じた事業性評価。
- リサイクルとの統合
 - リユースのみならずリサイクルを含めた(廃掃法への対応も含む)一体化したワンストップソリューション情報PFを構築することで、使用済PVモジュールの更なる利活用を促進する。
- 啓蒙活動
 - リユース・リサイクルを含む一体化情報PFビジネスの事業化にむけて、幅広いステークホルダーへの啓蒙活動が重要。
 - 包括的な使用済PVモジュールの利活用及び適正処理の普及を目指す。

5.2.2 次年度の計画

事業化に向けた課題を踏まえ、次年度の計画を以下のとおり検討した。

(1) リユースに関する計画

1) 令和の3年度実証を通して確認できた課題点に対する改善検討及び対応

a. 情報PFにおける機能拡張

令和3年度実証を踏まえ、情報入力の変更による簡素化を図るための外部データベースとの連携、検査結果の自動登録、履歴管理機能等、情報PFへの追加機能を整理の上、実装していく。

b. 運用面での不測事態対応の検討

想定しているリユースフローにおける不測事態(破損・欠品・取り違い等)パターンについて、幅広い関係者へのヒアリング、並びに後述する実際の使用済PVモジュール複数枚を活用した実証を通して整理を実施する。

整理した各不測事態に対する未然防止策、事後対応等を検討し、有効性の検証も行う。

2) 実オペレーションを通じた情報PFの有効性評価並びにマーケット概観の整理

令和3年度に確認した机上での情報PFの意義や効果、及び上記記載の課題対応等について、実際の使用済PVモジュールの調達・売買といった事業者間での取引商流において、情報PFを利用したオペレーションを実施し、実際の商流における情報PFの有効性・商用化に向けた課題を確認する。

なお、対象とする使用済PVモジュールの売買取引については、使用済PVモジュールの排出／購入理由、及びその排出事業者／購入業者の特性・発電所の規模等、多様なケースを検証するため、合計で1,000枚程度(リサイクル対象を含む)の取り扱いを目指す。なお、1,000枚の取扱いパネルを確保すべく、既に参画中の使用済PVモジュール取扱実績を有するネクストエナジー・アンド・リソース社に加えて、リユースパネル取扱量が豊富な株式会社浜田とも協業する方針。実証の検証内容としては以下を想定している。

a. 情報PFの情報・機能の網羅性の検証

実際の取引において、取引成立に至る必要な情報・機能が情報PF上で網羅されているか、また、それらの情報が利用者から取得可能か否かを検証する。網羅性だけでなく、取引の高度化・効率化に寄与できる情報・機能があれば併せて実装を検討することとし、その情報取得にかかる利用者へのインセンティブ設計も併せて検討を実施する。

b. マーケット概観及び外生要因の整理

上記の実商流に対する情報PFの適用を通して、実際のリユース率算出及びその要因分析等を行う。加えて令和3年度より実施している業界関係者へのヒアリングを更に深堀して継続し、その両者の結果を踏まえて、本実証事業が置かれているマーケットの概観整理を行う。

また、リユース需要には、新品PVモジュールの値上げ等、外生要因による影響も多分に考えられるため、リユースマーケット成立可否の観点より、情報PF以外の成立要件の整理及びそれぞれの状況確認

と課題整理も併せて行う。

c. 情報PFの商用化可能性検証

実際の取引における利用を踏まえ、利用者メリットを整理の上、商用化の可能性を検証し、商用化に向けたロードマップを考察する。

3) 情報PFの認知度拡大

情報PFを利用したリユース売買が機能するためには、情報PFへの使用済PVモジュールの登録数増加が必須であり、そのためにはまず情報PFを認知拡大させ、業界の幅広いプレイヤーに認知してもらう必要がある。具体的な取り組みとしては以下2点を想定している。

a. 業界団体との連携

令和3年度の実証より、廃棄事業者は各地の業界団体の推奨するオペレーションに沿った運用を行っているため、当該団体へ情報PFの意義・メリットを協議し、推奨するオペレーションに情報PFを位置づけられるか検証する。

b. リユースコンソーシアム創設

丸紅として情報PFを通じたリユース事業を拡大すべく、民間のコンソーシアムを立ち上げ、情報PFの認知拡大を図る。定期的に情報PFの内容・実証の進捗状況についてオープンに発信することで、情報PFへの理解・賛同を得ると共に、リユース事業自体に対する抜本的な認知拡大に努める。

(2) リサイクルに関する計画

具体的な実証内容については、令和3年度に実施したリユース領域での進め方と同様に、下記のとおり調査・開発・検証を進めていく。

1) 調査フェーズ

ステークホルダーとの事前調査や現状のサプライチェーンやリサイクル運用・ルール(廃棄物処理法等)の整理等といったリサイクル取引における運用体制の実態を把握する。なお、環境省においても過去に使用済PVモジュールの処理状況について調査され統計情報も公開されているが、令和4年度においても業界関係者に対するヒアリングを継続的に実施し、それらを環境省・その他公表データと掛け合わせることで、統計情報のより詳細な分析が可能となり、リユース・リサイクルを含めたマーケット全体の構造の解明も同時に進める。

2) 要件定義・開発フェーズ

1)の調査結果を基にリサイクル向け機能の構築に向けた情報PFの要件定義を実施するとともに、廃棄物処理法に規定された電子 manifests システムであるJWNETや資源エネルギー庁より2022年4月に開始された太陽光発電設備の廃棄等費用積立制度との連携を検討する。

3) 有効性検証フェーズ

試作したリサイクル向け機能について、実際の排出ケースと連携させることで、機能の有効性を検証する。上述のリユースにおいて想定している1,000枚の取り扱いを通じて、リサイクルにおける有効性も検証する。取引における排出者等の当事者は、排出事由により異なるが発電事業者やO&M事業者等が想定される。

なお、本実証では、リユース・リサイクルまでの一体的な適正管理情報PFの確立が全体の主旨であるため、当該フェーズではリサイクル向け機能の有効性に限定することなく、リユース・リサイクル一体化情報PFの観点からその有効性を検証することとする。

(3) スケジュール

1) リユース向け機能の改善と商用化対応

a. 令和3年度実証を通して確認できた課題点に対する改善検討及び対応

令和3年度実証を踏まえ情報PFへの追加機能を整理の上、実装する。なお、想定のリユースフローにおける不足事態(破損・欠品・取り違い等)パターンについて幅広い関係者へのヒアリング、並びに使用済PVモジュール複数枚を活用した実証を通して整理を行ったうえ、未然防止策、事後対応等を検討し、有効性の検証も行う。

b. 実オペレーションを通じた情報PFの有効性評価並びにマーケット概観の整理

検証内容としては、情報PFの情報・機能の網羅性の検証、マーケット概観及び外政要因の整理、情報PFの商用化可能性検証の3つに大別される。

1点目については、取引成立に至る必要な情報・機能が情報PF上で網羅されているか、それらの情報が利用者から取得可能か否かを検証する。

2点目については、実際のリユース率算出及びその要因分析等を行う。加えて令和3年度より実施している業界関係者へのヒアリングを更に深掘りして継続し、その両者の結果を踏まえて、本実証事業が置かれているマーケットの概観整理を行う。また、リユース需要には、新品PVモジュールの値上げ等、外生要因による影響も多分に考えられるため、リユースマーケット成立可否の観点より、情報PF以外の成立要件の整理及びそれぞれの状況確認と課題整理も併せて行う。

3点目については、実際の取引における利用を踏まえ、利用者メリットを整理の上、商用化の可能性を検証し、商用化に向けたロードマップを考察する。

c. 情報PFの認知拡大

具体的な取り組みとして、業界団体との連携、リユースコンソーシアム創設を想定している。

1点目については、令和3年度の実証より、廃棄事業者は各地の業界団体の推奨するオペレーションに沿った運用を行っているため、当該団体へ情報PFの意義・メリットを協議し、推奨するオペレーションに情報PFを位置づけられるか検証する。

2点目のリユースコンソーシアムについては、丸紅として情報PFを通じたリユース事業を拡大すべく、民間のコンソーシアムを立ち上げ、情報PFの認知拡大を図る。

2) リサイクル向け機能の検討

a. 調査フェーズ

ステークホルダーとの事前調査や現状のサプライチェーンやリサイクル運用・ルール(廃棄物処理法等)の整理等といったリサイクル取引における運用体制の実態を把握する。

b. 要件定義・開発フェーズ

リサイクル向け機能の構築に向けた情報PFの要件定義を実施するとともに、廃棄物処理法に規定された電子マニフェストシステムであるJWNETや資源エネルギー庁より2022年4月に開始された太陽光発電設備の廃棄等費用積立制度との連携を検討する。

c. 有効性検証フェーズ

試作したリサイクル向け機能について、リユースにおいて想定している1,000枚の取り扱いを通じて、リサイクルにおける機能の有効性を検証する。取引における排出者等の当事者は、排出事由により異なるが発電事業者やO&M事業者等が想定される。なお、本実証では、リユース・リサイクルまでの一体的な適正管理情報PFの確立が全体の主旨であるため、当該フェーズではリサイクル向け機能の有効性に限定することなく、リユース・リサイクル一体化情報PFの観点からその有効性を検証することとする。

● リユースとリサイクルの一体化に向けた検討

本実証事業では、使用済PVモジュールのリユースとリサイクルを一体的にとらえて、情報PF導入の実現可否の検証をしている。昨年設立されたPVCJも、リユースとリサイクルを一体的に捉えて、各種取り組みを開始していることから、ここでは情報PFとPVCJの連携の可能性について検討する。なお、PV CJに関する情報は、主に下記に掲載されている。

- PV CYCLE a. i. s. b. l. (以下、「PV CYCLE」)ウェブページ²
- PV CYCLE JAPANウェブページ³
- 一般財団法人秋田県資源技術開発機構ウェブページ⁴
- 令和2年度環境省委託業務令和2年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業(PVモジュールの収集・リユース及び非鉄金属の回収に係る技術実証委託業務成果報告書)⁵

1. PVCJの目的

PVCJは、使用済PVモジュールの排出者が安心して処理委託できるネットワークを形成することを目的としている(図 6-1参照)。

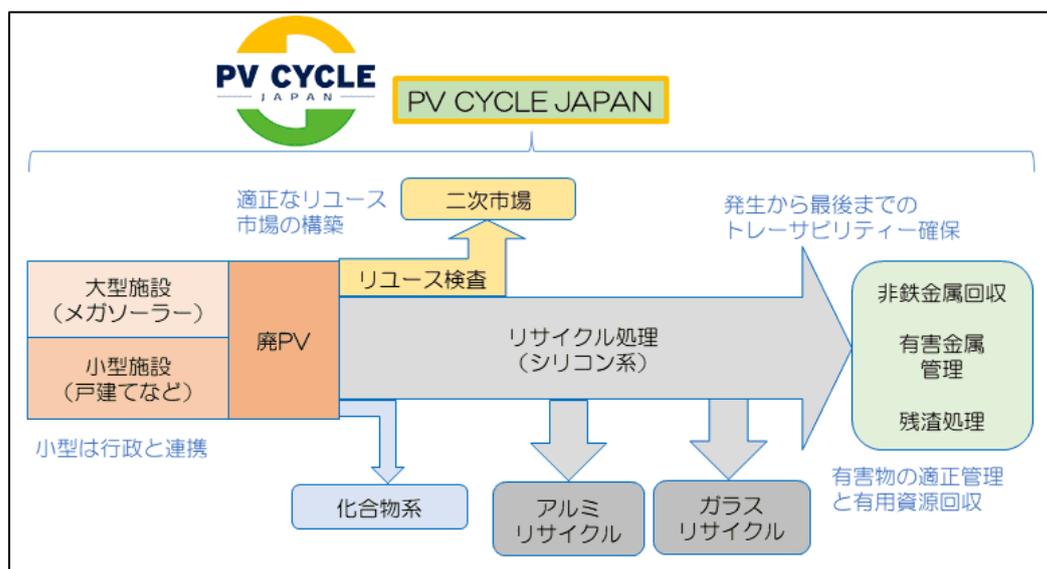


図 6-1 PVCJの目的のイメージ図

出所)一般財団法人秋田県資源技術開発機構ウェブサイト、<https://akita-sigen.jp/pages/64/>、2022年2月7日取得

² <https://pvcycle.org/2021/07/01/joint-take-back-and-recycling-scheme-for-japanese-pv-market/> (2022年2月7日取得)

³ <https://pvcycle.jp/> (2022年2月7日取得)

⁴ <https://akita-sigen.jp/pages/64/> (2022年2月7日取得)

⁵ https://www.env.go.jp/recycle/recycle/circul/EES_revise%20210625.pdf (2022年2月7日取得)

PVCJの目的で留意すべき点は以下の4つである。

- 健全なリユースの実施(必要な検査と二次市場形成)
- 最終処分量の最小化と資源回収量の最大化
- 大型発電所から戸建てまで、同様なサービスの提供
- 全てのタイプのPVの有害物質の適正処理

PVCJも、使用済PVモジュールのリユース・リサイクルを一体的に捉えている。また、使用済PVモジュールの発生時点から、リユース市場への供給又はリサイクル処理の完了時点までのトレーサビリティを確保しようとしている。さらに、排出事業者としてはメガソーラーなどの大型施設だけでなく、戸建てなどの小型施設も対象としており、使用済PVモジュールに関する一元的な処理の受け皿を作ろうとしている。

2. PVCJの組織概要

PVCJは、秋田県小坂町に位置する一般財団法人秋田県資源技術開発機構(以下、「秋田PRTDO」と言う。)の一部門であり、設立にあたってはベルギーに本部を置くPV CYCLEが重要な役割を果たしている(図 6-2、図 6-3、及び図 6-4参照)。PVCJの組織面での留意事項は、欧州で15年にわたり使用済PVモジュールの回収・処理の管理業務を担ってきたPV CYCLEと協調している点である。EUでは、法制度の下で使用済PVモジュールの収集率・リカバリー率(いわゆるリサイクル率)の目標の達成などが求められている。PVCJは、PV CYCLEを通して欧州の優良事例へアクセスできる状態にあるはずである。

PV CYCLE JAPANの組織概要

■目的

- PV CYCLE JAPANは、太陽発電モジュールの持続可能な廃棄物管理の仕組みを日本に導入することを目的とする。

■設立日

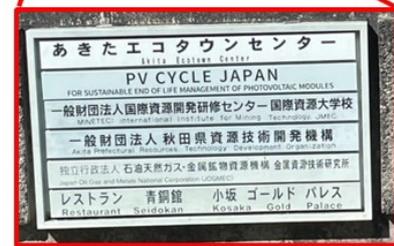
- 2021年1月12日に一般財団法人秋田県資源技術開発機構(以下、「秋田PRTDO」)の一部門として設立。

■所在地

- 秋田PRTDO内(秋田県鹿角郡小坂町小坂鉱山古館9-3)。

■その他

- PV CYCLE JAPAN設立にあたっては、ベルギーに本部を置くPV CYCLE a.i.s.b.l.が重要な役割を果たした。



(撮影)イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社

図 秋田PRTDO入口のPVCJの看板

図 6-2 PVCJの概要

出所)公開情報より作成

【参考】秋田PRTDOの概要

■設立

- 1990年11月

■設立目的

- 鉱物資源に関する技術の開発、試験研究、研修等を行い、もって県内における資源に関する産業の振興発展に資することを目的とする。

■出損金

- 地方自治体(秋田県、小坂町、大館市、鹿角市)
- 非鉄金属大手(DOWAメタルマイン株式会社、小坂製錬株式会社、三菱マテリアル株式会社、日鉱金属株式会社(現JX金属)、住友金属鉱山株式会社)
- 産業廃棄物業者(エコシステム花岡株式会社)
- 地銀(株式会社秋田銀行、株式会社北都銀行)
- 保険大手(損保保険ジャパン株式会社、東京海上日動火災保険株式会社)
- 東北電力株式会社

■その他

- 秋田PRTDOは、同じ敷地内に位置する一般財団法人国際資源開発研修センター(JMEC)の一部門の国際資源大学校(MINETEC)と石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)の金属資源技術研究所と相互に機能を補完・連携しながら、鉱物資源の研究開発、研修、学術・国際交流の拠点としての役割を果たしている。秋田PRTDO、MINETEC、およびJOGMEC金属資源技術研究所の主たる3機関を総称して、金属鉱業研修技術センターと呼ぶ。

図 6-3 秋田PRTDOの概要

出所)公開情報より作成

【参考】PV CYCLEの概要

■改正WEEE指令(2012年)以前のPV CYCLE

- 2007年に、製造者が国際非営利団体のPVCYCLEを設立。
- 欧州全域で廃PVモジュールの収集網を自主的に構築。

■改正WEEE指令(2012年)

- 改正WEEE指令で、PVモジュールが対象品目に含まれる。
- EU加盟国の制度上、廃PVモジュールの収集率・リカバリー目標達成を求められる。

■改正WEEE指令(2012年)以後のPVCYCLE

- EUの各加盟国の規制内容に応じて、製造者が法的責任を果たすことを支援。
- 例えば、フランスでは、改正WEEE指令(2012年)を受けて制定されたフランス国内法が、2014年8月から施行。Soren(旧:PC CYCLE FRANCE)は、フランス政府より、PVモジュールの収集・処理システムを構築する組織として認可された唯一の組織。
- 廃PVモジュールは、一定水準のマテリアルリサイクルを実現する処理工場に運搬。

図 6-4 PV CYCLEの概要

出所)公開情報より作成

3. PVCJの事業概要

PVCJは、次の3つの業務を行う組織である。

- 窓口業務
 - 使用済PVモジュールのリユース・リサイクルの問い合わせ受付業務を行う。
- 認定業務
 - 使用済PVモジュールのリユース・リサイクルを行う業者を認定する。
- 統計値集計業務
 - 使用済PVモジュールのリユース・リサイクルに関する統計値集計業務を行う。

また、2021年7～12月までの期間、環境省の「令和3年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業(PVモジュールの収集・リユース及び非鉄金属の回収に係る技術実証)」の下で実施された回収事業では、PVCJは窓口業務を担っていた(図 6-5参照)。

環境省令和3年度脱炭素型金属リサイクルシステムの早期社会実装化に向けた実証事業（太陽光パネルの収集・リユースおよび非鉄金属の回収に係る技術実証）

PV CYCLE

太陽光パネルの回収事業を行います



回収事業へご協力ください。
～不要になった太陽光パネルを回収しています～

住宅用太陽光パネル導入量が全国で2番目に多い埼玉県をフィールドにして、リユース・リサイクル推進を上位目的とした環境省の実証事業の下で、太陽光パネルの回収事業を行います。

回収事業の期間中、不要になった太陽光パネルを、回収拠点で無償で引き取ります。

不要になった太陽光パネルを回収拠点までお持ち込みください。

ただし、外観から明らかに破損していることが分かる太陽光パネルは、引き取り対象外です。

回収事業では、PV CYCLE JAPANが窓口業務を務めます。

<回収事業の実施期間>
● 2021年7月1日～12月31日
※ 回収事業の実施期間内であっても、一定の目標枚数を回収した段階で、回収事業を終了いたします。

回収事業への参加方法等の詳細情報は、ホームページをご覧ください。
<https://www.jpvcollection.jp>

太陽光パネルの回収拠点を埼玉県内に4か所設置



● 回収拠点の位置



埼玉県マスコット「コバトン」

図 6-5 PVCJが窓口を務めた業務の概要

出所)一般社団法人埼玉県環境産業振興協会ウェブサイト、<https://saitama-sanpai.or.jp/content/files/news/20211011-%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E3%83%91%E3%83%8D%E3%83%AB%E5%9B%9E%E5%8F%8E%E3%83%81%E3%83%A9%E3%82%B7.pdf>、2022年2月7日取得

PVCJの事業面での留意事項は、PVCJが使用済PVモジュールのリユース・リサイクルの受付窓口の役割を担おうとしているとともに、(認定事業を通して)排出事業者が安心して処理委託できるリユース・リサイクルの業者のネットワークを形成しようとしている点である。

4. 情報PFとPVCJの連携の可能性に関する検討

上記では、PVCJの概要とその留意点を概観した。情報PFとPVCJの連携の可能性の観点からは、以下が留意事項である。

- 情報PFもPVCJも、使用済PVモジュールのリユースとリサイクルを一体的に捉えている。
- PVCJに関する公開情報からは、PVCJが情報PFを構築するという情報は得られていない。その観点から、情報PFはPVCJに対して、情報PFという情報インフラを提供できる可能性がある。
- 一方で、PVCJは、排出事業者が安心して処理委託できるリユース・リサイクルの業者のネットワークを形成しようとしている。この観点からは、PVCJは情報PFに対して、処理業者のネットワークを提供できる可能性がある。
- なお、情報PFもPVCJも、解決が難しい課題を1つ抱えている。それは、現在我が国では、使用

済PVモジュールのリユース・リサイクルを促進するための制度が存在しないことである。仮に情報PFとPVCJが将来連携したとしても、使用済PVモジュールの排出事業者が、情報PFを経由してPVCJのネットワークの業者を起用してリユース・リサイクルを行うかどうかは、排出事業者自身の判断に委ねられていることに留意が必要である。

令和3年度資源循環に関する情報PF実証事業(使用済PVモジュールの適性管理情報PFの運用・事業面の検証)委託業務 成果報告書

2022年3月

丸紅株式会社
