

巻末資料3 FS 調査報告書（豊岡第2清掃センター埋立処分場跡地）

平成27年度環境省委託業務

平成27年度
処分場等への太陽光発電導入実現可能性調査
「豊岡第2清掃センター埋立処分場跡地」
（管理者：豊岡市）

報告書

平成28年3月

国 際 航 業 株 式 会 社
株 式 会 社 エ ッ ク ス 都 市 研 究 所
株 式 会 社 東 洋 設 計
公 益 財 団 法 人 廃 棄 物 ・ 3 R 研 究 財 団

平成27年度処分場等への太陽光発電導入実現可能性調査
「豊岡第2清掃センター埋立処分場跡地」(管理者：豊岡市)
報告書目次

第1章 調査の全体概要	3-1
第2章 事業諸元の設定	3-5
2.1 太陽光の導入地の設定	3-5
2.2 事業の意義・目標等の設定	3-7
2.3 周辺環境情報の収集・整理	3-7
第3章 施設計画	3-9
3.1 太陽光発電設備の設計条件	3-9
3.2 太陽光軌道の解析	3-9
3.3 太陽光発電設備の概略設計	3-14
3.4 年間発電電力見込量の算出	3-15
3.5 架台・基礎の概略設計	3-16
3.6 その他の検討	3-17
第4章 概略施工計画	3-24
4.1 太陽光発電設備等の施工計画	3-24
4.2 工事工程表	3-25
第5章 発電した電気の活用方法の検討	3-26
5.1 既存事例調査	3-26
5.2 発電した電気の水処理施設での利用の検討	3-33
5.3 本事業の事業スキームに求められる条件	3-35
5.4 本事業において検討対象とした事業スキーム	3-35
第6章 概算事業費の算定と事業採算性の検討	3-36
6.1 概算事業費の算定	3-36
6.2 事業採算性の検討	3-41

第7章 事業実施による効果の検討	3-50
7.1 CO ₂ 削減効果の算定	3-50
7.2 CO ₂ 削減効果以外の効果の整理	3-52
第8章 事業実施に向けた必要手続き	3-53
8.1 本事業に関連する法制度	3-53
8.2 各種法制度の届出・認可等に関する事前協議	3-55
8.3 地域住民との合意形成の方法の検討	3-55
第9章 今後の課題と将来展望	3-56

添付資料：事業計画書（案）

第1章 調査の全体概要

本章では、調査の目的と調査概要、調査体制等を概説する。

1.1 調査の背景と目的

処分場等太陽光発電の導入促進に向けて、環境省では、平成26～28年度の3カ年事業として「廃棄物処分場等への太陽光発電導入促進事業」をスタートした。「処分場等への太陽光発電導入実現可能性調査」（以下「FS調査」という。）は、そのうち調査段階にある処分場等太陽光発電に対して支援を行うものであり、1)導入段階の事業への支援を行う「先進的設置・維持管理技術導入実証補助事業」（以下「補助事業」という。）を活用可能な段階に至るまで、強力な後押しを行うとともに、2)導入・運用ガイドラインの作成を目指す「廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進方策等検討委託業務」に反映可能な有効な事業手法や課題・解決策といった有用な知見等を抽出することが役割である。今年度は3カ年事業の2年目に当たり、初年度の“「調査対象の選定の考え方」から「調査の具体的な方法論」までの実現可能性の体系構築づくり・一通りの遂行”を踏まえ、事業化に向けた具体的な検討・取組み等を行い、事例集やガイドラインに掲載可能な優良事例を創り上げ、全国の発電事業者・処分場管理者の事業実施に向けた意識を喚起することをミッションとする。

本調査は、上記のFS調査の役割・ミッションを踏まえ、太陽光発電の設置の検討を始めた「豊岡第2清掃センター」について、当該処分場の管理者と連携して、発電見込量、事業採算性、維持管理方法、CO₂削減効果等の検討並びに概略設計等を行い、事業としての実現可能性を調査・検討することを目的とする。

併せて、処分場等への太陽光発電導入事業に関する課題・知見等を整理し、当該事業の有効性を検証することにより、平成28年度に予定される導入・運用ガイドラインの作成を目指す「廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進方策等検討委託業務」に反映可能な知見を抽出することも目的の1つとする。

1.2 調査の概要

(1) 調査地全体のベースとなる検討項目・検討手法

調査地全体のベースとなる検討項目・検討手法を表 1-1 に示す。

表 1-1 実現可能性調査の検討項目と具体的な検討手法

検討項目	具体的な検討手法	区分 [※]
意義、必要性、目標	処分場等管理者や検討会での意見を踏まえて意義等を設定する。	基本
導入位置、面積、発電最大出力、年間発電電力見込量	処分場等の埋設物による設置に関する制約条件や樹林や建物等による日影を考慮したうえで発電量を算出する。	基本
システム(架台等を含む)概略設計、概略施工計画	掘削不要型の架台の採用を基本とし、設備認定に必要なレベルを満たした設計及び施工計画を行う。CO ₂ 排出量最小化にも留意する。	基本
発電した電気の活用方法	全量売電を基本するが、災害時の地域貢献方策等も検討する。	基本
概算事業費	発電事業者である代表提案者(国際航業)が有する実績値等を基にした価格(実態価格)による積算を行う。	基本
資金計画	H26 業務で実施した事業採算性の定量化をベースに、地域の金融機関等へのヒアリングにより資金調達条件を確認のうえ、実態価格に基づくキャッシュフローを作成。補助事業の活用の有無による採算性の違いも比較する。	個別
事業採算性		基本
維持管理による発電への影響予測及びその対策	付加コストを最小化する対策工法を検討する。地域の金融機関等へのヒアリングにより、沈下や発生ガスの影響などの条件の違いによる資金調達コストや保険料率の上昇についても検討する。	個別
廃棄物の自重による沈下に伴う発電の不安定化についての対策		個別
モニタリング方法(項目、導入機器等)	既存のモニタリング項目に追加すべき項目及びその方法を明らかにする。	個別
CO ₂ 削減効果	H25 業務で実施した LCA の方法をベースに、系統電力と比較した削減効果について、処分場等管理者、発電事業者等であっても容易に算定可能な方法を検討する。	基本
地域住民との合意形成の方法等	対象地の地域特性を考慮のうえ短中長期的な視点で方法を検討する。	基本
関係法令・制度	H25 業務で収集した関連法制度等をもとに、必要な手続き等を整理する。	基本
従前の計画等で変更が必要となる項目とその可能性	既存の跡地利用計画もしくは過去の住民説明会等での意見・要望等を整理し、必要な対応を検討する。	個別
必要な事務手続き等	系統接続に関しては、可能な限り電力会社へのアクセス検討の申込み及び経済産業省への設備認定の申請を行う。	個別

※【基本】：事業者で検討予定の項目との重複を避け、基本的に全候補地で検討する。

【個別】：処分場等への太陽光発電導入促進方策の検討に資する項目を中心に、調査地ごとに個別に検討項目として設定する。

(2) 調査地ごとの特徴・課題に応じた検討内容の整理に当たっての基本的な考え方

各調査地の特徴や課題を踏まえ、上記(1)の検討項目の中から、調査地ごとの検討項目を整理した。整理に当たっての基本的な考え方を以下に示す。

- ① 「処分場等における太陽光発電に固有の課題に関する検討事項」、「環境省ガイドラインの作成に向けて有用な知見が得られると期待される検討事項」を優先する。
 - (ア) 廃棄物処分場の機能維持に関する視点（発生ガスや浸出水への影響等）
 - (イ) 太陽光発電事業の事業継続に関する視点（地盤沈下による発電量の減少等）
 - (ウ) 地域との合意形成に関する視点（地域へのメリット等）

② 別途、実施設計業務が進行中の場合は、実施設計で対応すべき事項は除外する。

(3) 豊岡第2清掃センター埋立処分場跡地の特徴・課題等とそれに応じた重点検討内容

調査にあたって、電話ヒアリング及び打合せを踏まえ豊岡第2清掃センター（豊岡市）FS調査（以下、豊岡市FS調査と称する）における重点検討内容の絞込みを行った。重点検討内容一覧を表1-2に示す。

表1-2 豊岡市FSにおける重点検討内容一覧

No.	重点検討内容	概要
(1)	浸出水への影響を考慮した太陽光パネル設置の検討	本処分場は内部保有水の高水位を起因とする浸出水の高アルカリ性問題が顕在化している。そのため、太陽光パネルの導入にあたっては「第二清掃センターの廃止にむけた基本計画、豊岡市、H23」に基づき、浸出水への影響を考慮した仕様とする必要がある。
(2)	災害廃棄物の仮置き場としての利用可能性の検討	本処分場は豊岡市により災害時の廃棄物仮置き場候補地として位置づけられており、太陽光パネルの導入にあたっては災害時にその機能に支障のない仕様とする必要がある。
(3)	リース方式を想定した発電事業スキームの検討	豊岡市は発電設備の調達・建設、維持管理等をリースによって調達する「リース方式」による太陽光発電事業を想定しているため、事業スキームの検討においてはリース方式の利点や留意点等の情報を整理する必要がある。
(4)	高アルカリ土質に適した架台・基礎の検討	本処分場は浸出水のpHが高く、表土が高アルカリ土質となっている（一部は白濁固化している）ため、処分場の土質に適した架台（杭基礎／コンクリート架台、連結／単独等）を選定する必要がある。
(5)	発電した電気の水処理施設での利用の検討	発電した電気を処分場施設内水処理施設の稼働エネルギーとして活用することについて、電力需給量や事業採算性、法制度等の観点から検討する必要がある。
(6)	日陰の発生を考慮した太陽光パネル設置場所の検討	本処分場は山間地に位置していることから、太陽光パネルの設置にあたっては日陰の発生を考慮する必要がある。

以上を踏まえた豊岡市 FS 調査の検討フローと市への協力要請事項を図 1-1 に示す。

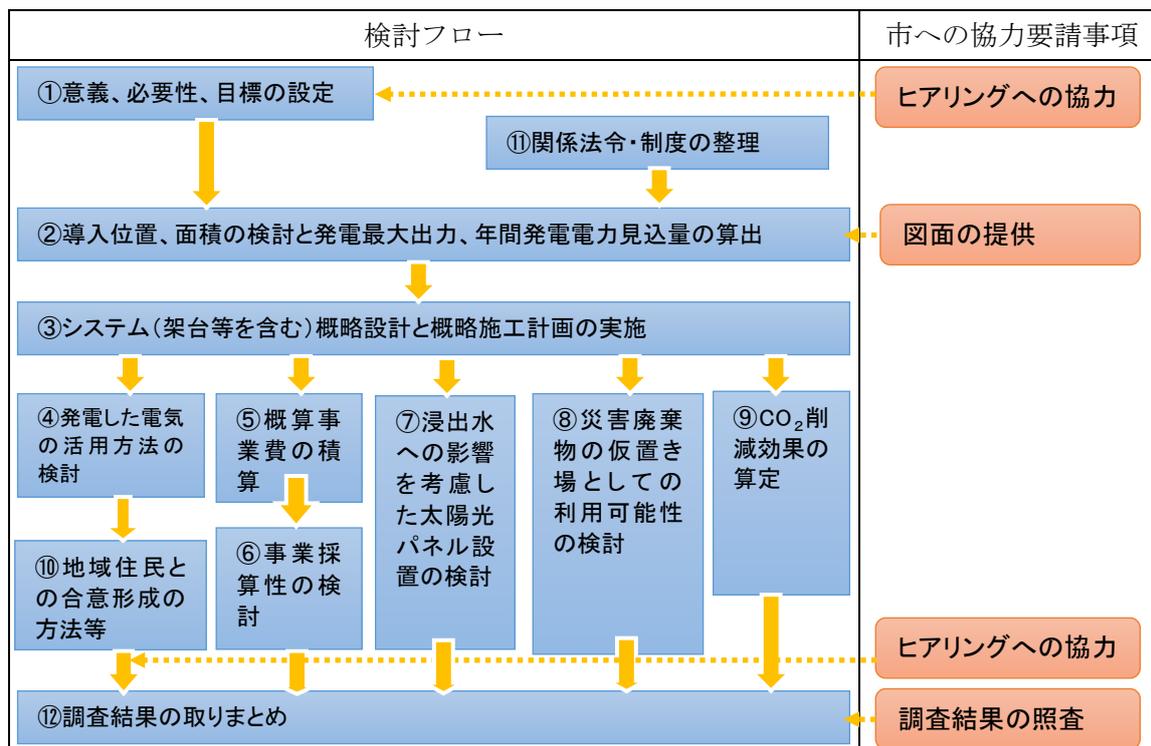


図 1-1 豊岡市 FS 調査の検討フローと市への協力要請事項

1.4 調査の実施体制

本調査は平成 27 年度環境省委託業務として、国際航業株式会社、株式会社エックス都市研究所、株式会社東洋設計、公益財団法人廃棄物・3R 研究財団の 4 社による共同実施体制によって実施した。実施体制図を図 1-2 に示す。

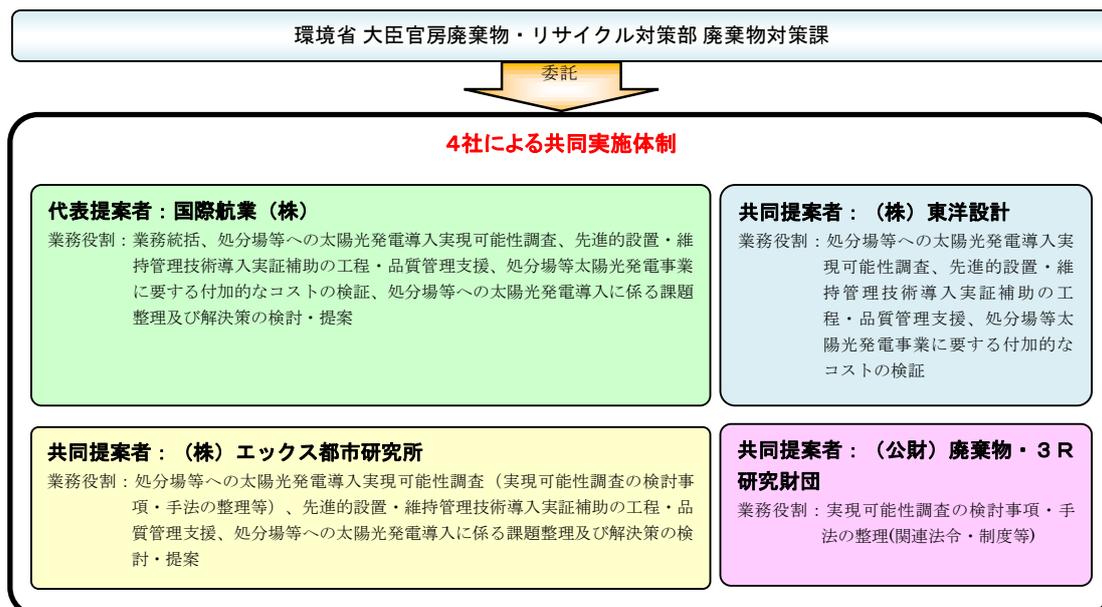


図 1-2 本調査の執行体制図

第2章 事業諸元の設定

本章では、太陽光の導入地及び事業の意義・目標等の設定、周辺環境情報の収集・整理に関する検討結果を概説する。

2.1 太陽光の導入地の設定

太陽光の導入地は「豊岡第2清掃センター埋立処分場」とした。導入地の概要を表 2-1、位置を図 2-1 に示す。

< 処分場の特徴 >

- 昭和 58 年 4 月に埋立を開始し、平成 12 年 10 月に閉鎖するまでの 17 年 7 ヶ月の間、清掃工場から排出される焼却灰及び不燃残渣を埋立処分していた。平成 12 年に最終覆土を施した後は他の目的では利用されていない。
- 埋立中の平成 10 年頃から浸出水(原水)の水素イオン濃度が基準値(5.8~8.6)を超える、強アルカリ性の状態が続いている。年間約 700 万円弱の運転維持管理費用がかかっている。

表 2-1 太陽光の導入地の概要

管理者	豊岡市		
所在地	兵庫県豊岡市滝字手ノ内 79-1		
処分場等の種類	一般廃棄物処分場		
被覆施設の面積 (㎡)	17,000 ㎡	設置時期	昭和 58 年
		埋立開始時期	昭和 58 年
処分場の状況	埋立終了	埋立完了時期	平成 12 年 10 月
埋立内容物	焼却灰、不燃残渣	破碎の有無	有り
破碎後のサイズ	20mm 程度	覆土厚	50cm
遮水工の有無	有り	遮水工の種類	・難透水性の原地盤による表面遮水 ・コンクリート堰堤による鉛直遮水(一部)
構造基準・維持管理基準・処理基準(処分基準)への適合	適合(旧基準省令昭和 52 年)		

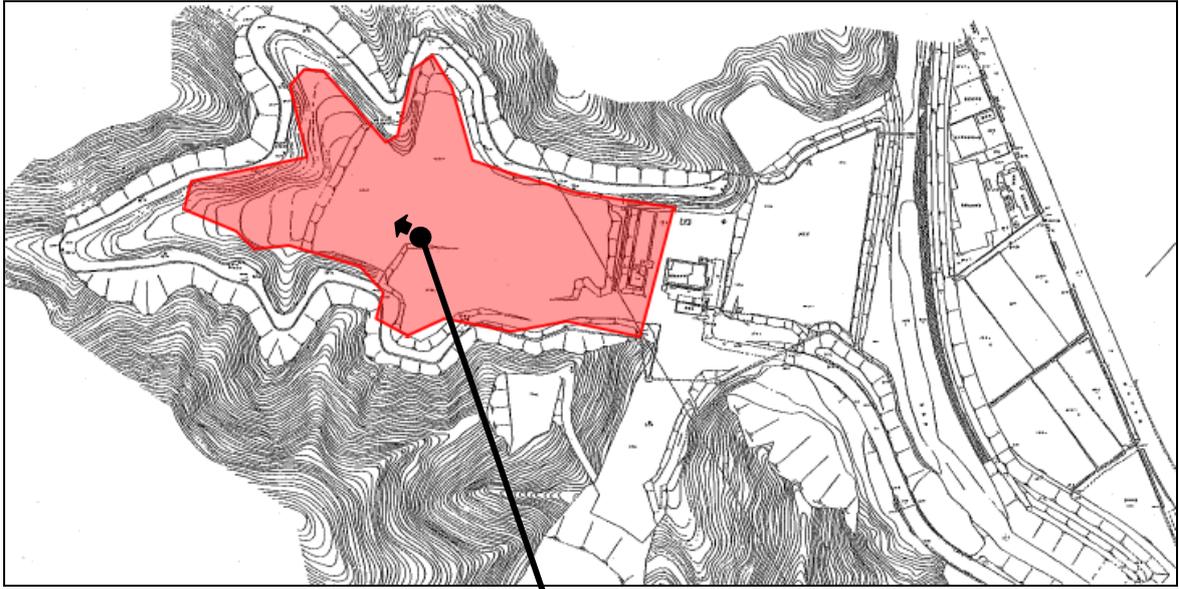


図 2-1 太陽光の導入地の位置

2.2 事業の意義・目標等の設定

上記 2.1 を踏まえ、事業の意義・目標等を以下のとおり設定した。

<事業の意義・目標等>

- 浸出水の処理に年間約 700 万円の運転維持管理費用がかかっており、豊岡市の財政の負担となっている。全国には本市と同様に埋立は終了したものの、廃止基準を満たさず維持管理費の負担に困っている処分場管理者は多い。そのような中、処分場太陽光事業による維持管理費用の負担軽減策は参考とすべきモデルケースとなる。
- 発電した電気を水処理施設の稼働エネルギーとして利用することを検討する。施設稼働エネルギーの自前調達は事例が少なく、先進的なモデルケースとなる。
- 豊岡市 FS 調査で事業化の可能性が見いだせれば、市が主体となって事業化を検討する。

2.3 周辺環境情報の収集・整理

豊岡第 2 清掃センター埋立処分場は市街地から約 4 km 離れた山間地に位置しており、北東方向に位置する入り口以外は林野に囲まれている（写真 2-1～2-2）。



写真 2-1 処分場南西方向の様子



写真 2-2 処分場北東方向の様子

最近隣民家は直線距離で230m離れており（図2-2）、処分場から見て北方向に位置していることから、パネルを南向きに設置することを想定すると光害の影響はないものと考えられる。

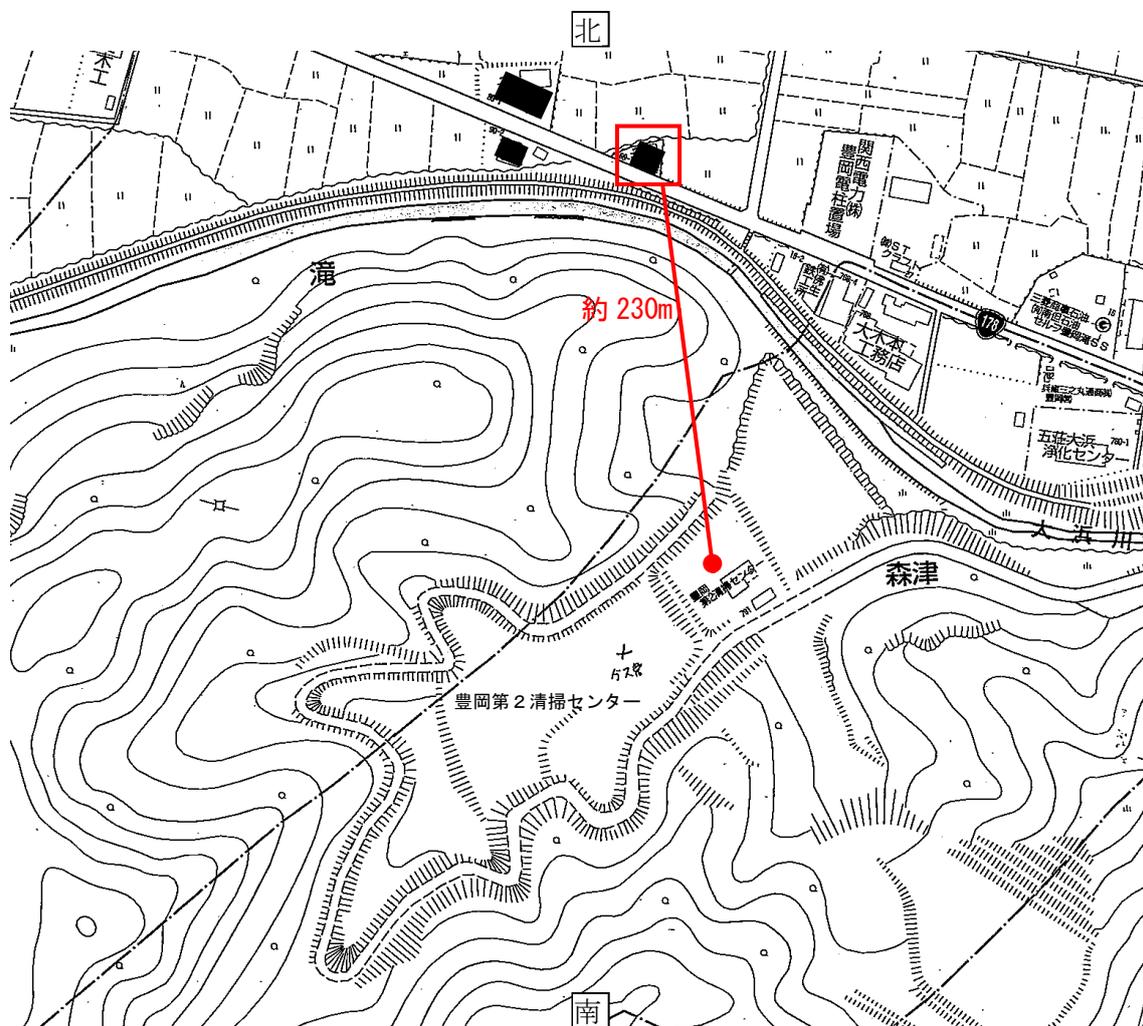


図 2-2 近隣民家との位置関係

第3章 施設計画

本章では、太陽光発電設備の設計条件、概略設計、年間発電電力見込量の算出、架台・基礎の概略設計、その他の検討等の結果を概説する。

3.1 太陽光発電設備の設計条件

太陽光発電設備の設計条件は以下のとおり。

<太陽光発電設備の設計条件>

- 導入位置：豊岡第2清掃センター埋立地（図 2-1 を参照）
- 方位角：0 度
- 傾斜角：20 度
- パネル間の距離：冬至に 6 時間日照を確保できる距離、周囲のメンテナンス通路幅：5 m
- ガス管を避けてパネルを配置

3.2 太陽光軌道の解析

(1) 天空写真の撮影

豊岡第2清掃センターにおいて天空写真を撮影し、太陽軌道の解析を行った。撮影条件を表 3-1 に、撮影位置を図 3-1 に示す。施設北側 1 箇所、施設南側の 2 箇所の合計 3 箇所を対象とし、それぞれの中央付近及び周辺を撮影場所とした。

表 3-1 撮影条件

項目	内容	備考
場所	兵庫県豊岡市滝字手ノ内 79-1 豊岡第2清掃センター最終処分場	
撮影日時	平成 28 年 1 月 28 日 9～12 時	
北緯	35 度 33 分 49 秒	
東経	134 度 47 分 29 秒	
磁気偏角	7.2° W	出典：国土地理院
当日の日赤緯	-18 度 23 分 50 秒	出典：理科年表(2016)
カメラ	Nikon coolpix4500	
レンズ	Nikon Fisheye Converter FC-E8	等距離射影準拠
天候	曇り	

(2) 太陽光軌道の解析

太陽高度は下式より算出した。

太陽高度 (Z) を求める式

$$Z = \sin^{-1} (\sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau)$$

太陽の方位角 (θ) を求める式

$$\theta = \cos^{-1} ((\sin Z \cdot \sin \phi - \sin \delta) / (\cos Z \cdot \cos \phi))$$

ここで、

Z : 太陽高度 (°)

θ : 太陽の方位角 (°) (午前中はマイナス、午後はプラスとする。)

注) 上記の式では午前中がプラスの値となるので、マイナスにする。

ϕ : その地方の緯度 (°)

δ : 太陽の赤緯 (°) (冬至 : $-23^{\circ} 27'$ 、春分・秋分 : $0^{\circ} 0'$ 、夏至 : $+23^{\circ} 27'$)

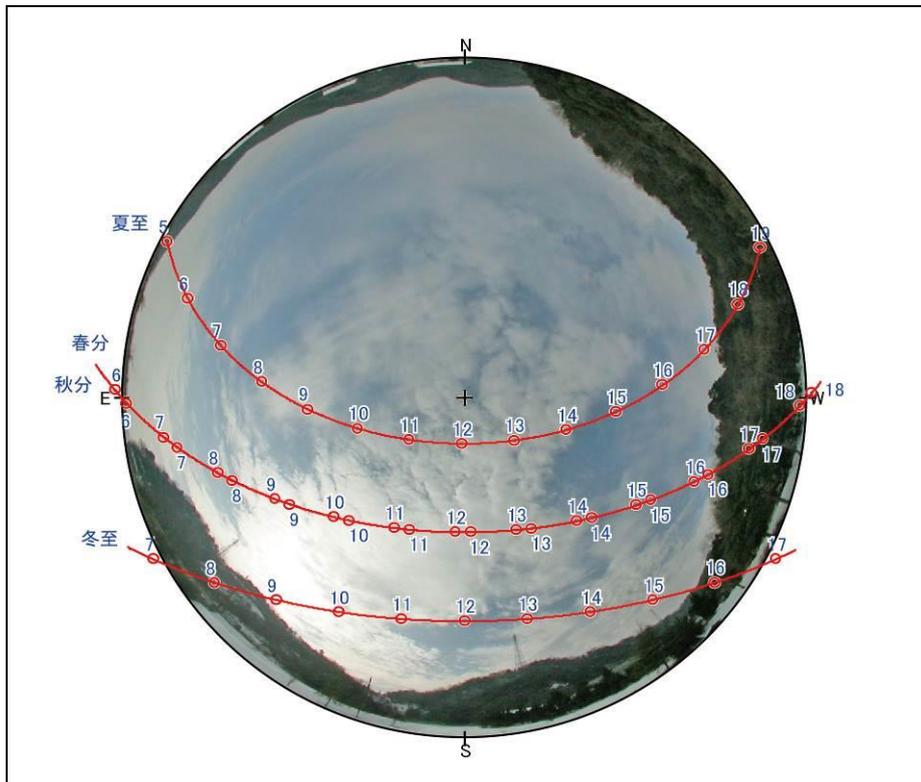
τ : 時角 (°) (太陽真時における 12 時を 0° とし、(太陽真時 - 12) $\times 15^{\circ}$ で求める値 5° / 時間 午前中はマイナス、午後はプラスとなる。)

参考文献

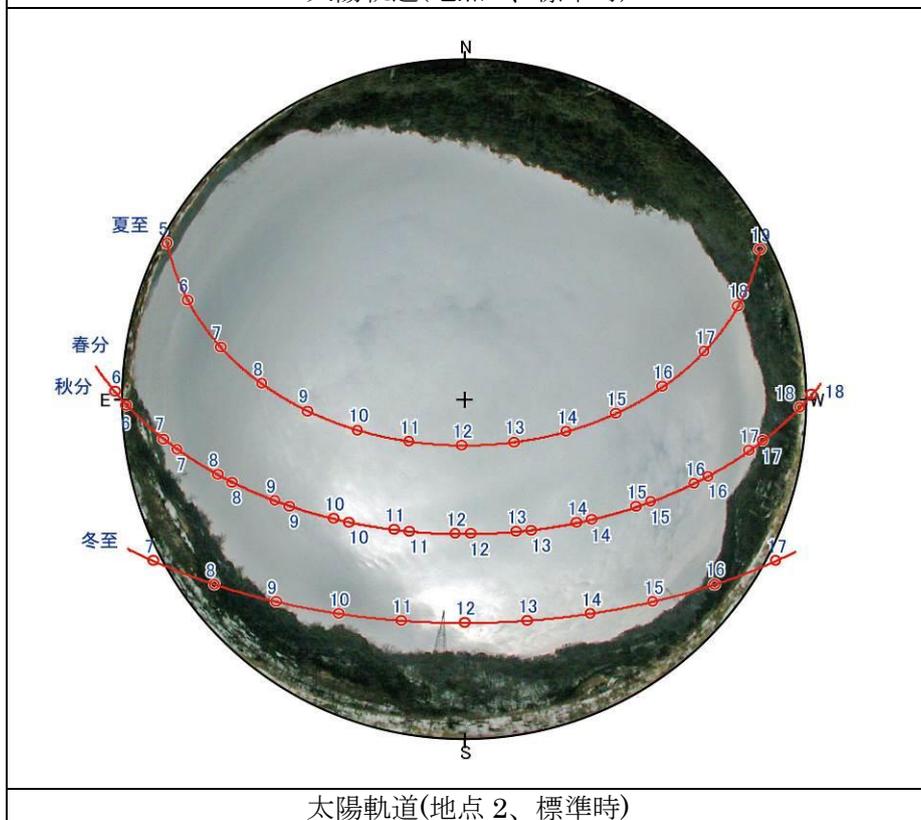
1) : 「道路環境影響評価の技術手法(平成 24 年版)」平成 25 年 3 月、国土交通省

2) : 「日影規制の手引きー街の日当たりを守るためにー」昭和 53 年、財団法人日本建築センター、建設省監修

太陽軌道解析結果 (代表地点のみ) を図 3-2~3 に示す。当該処分場は北東方向に開けた谷に位置しており、東側、南側、西側が尾根に近接している。地点 1~3 においては年間を通して 6 時間以上の日照が確保できるが、南側の尾根に近接する地点 4 は冬至日にはほぼ日照が無い状況となることが分かった。

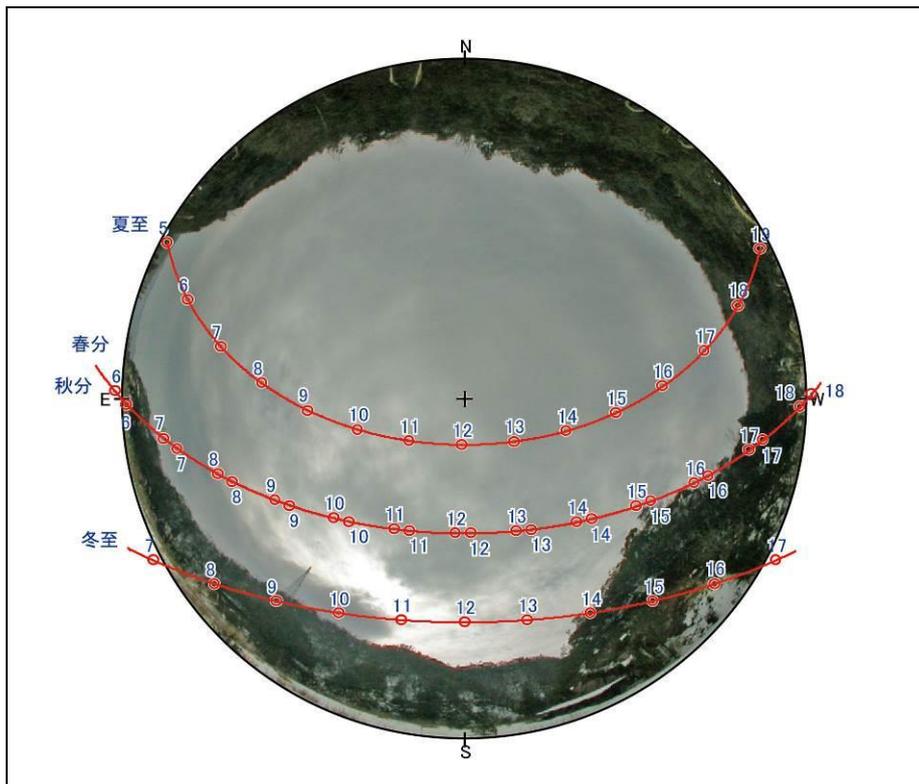


太陽軌道(地点 1、標準時)

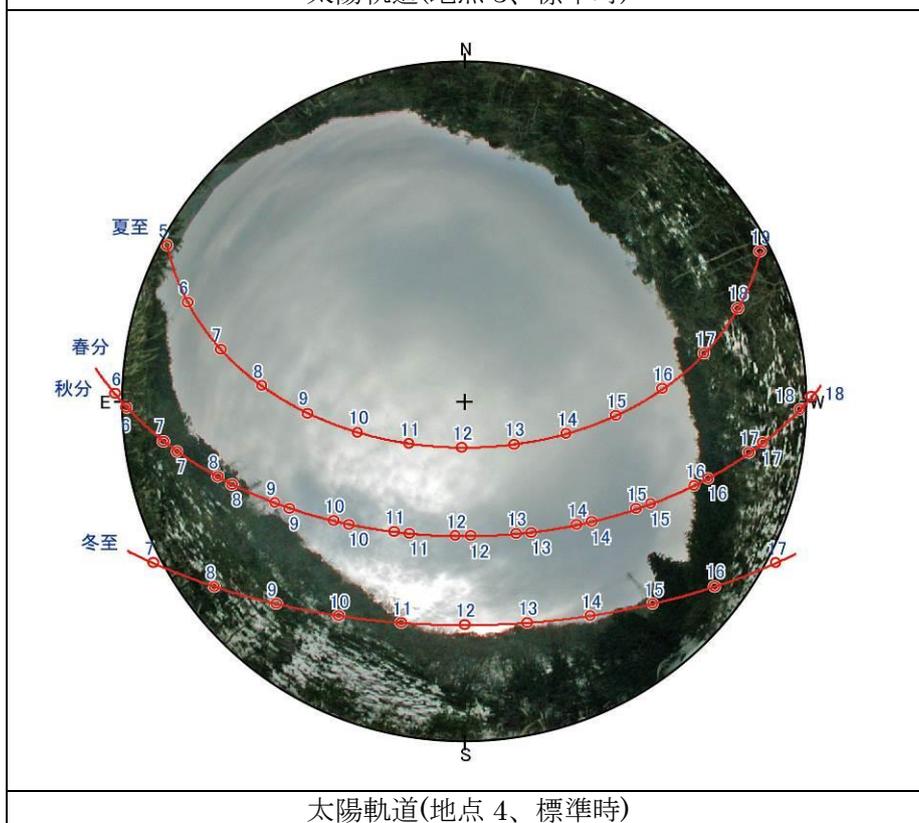


太陽軌道(地点 2、標準時)

图 3-2 太陽軌道解析結果①



太陽軌道(地点 3、標準時)



太陽軌道(地点 4、標準時)

圖 3-3 太陽軌道解析結果②

3.3 太陽光発電設備の概略設計

上述 3.1、3.2 を踏まえ太陽光発電設備の概略設計を行った。太陽光発電設備の導入位置を図 3-4 に示す。概略設計の結果、導入面積は約 7,939 m²、発電最大出力は 429kW と想定された。

○面積とパネル容量等

フェンス内面積 : 約 7,939 m²
フェンス長 : 約 411m
太陽光パネル : 260W/枚
太陽光パネル総量 : 429kW (1,650 枚)
パワーコンディショナ : 490kW×1 台

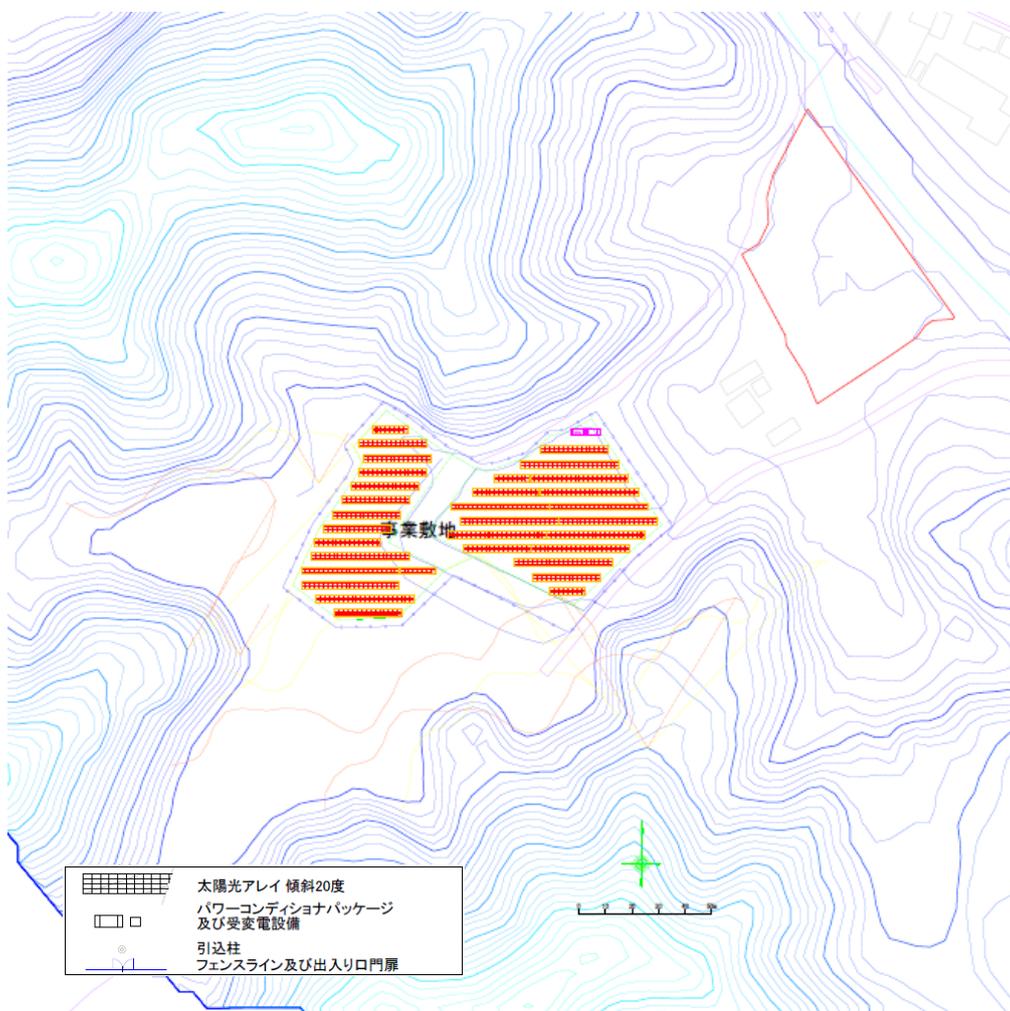


図 3-4 太陽光発電設備の導入位置

3.4 年間発電電力見込量の算出

発電電力見込量は下式により算出した。

$$\begin{aligned} & \text{年間発電電力見込量 (kWh/年)} \\ & = \text{発電最大出力 (kW)} \times \text{日射量 (kWh/m}^2 \cdot \text{日)} \times 365 \text{ 日} \times \text{総合設計係数}^{\ast 1} \\ & \quad \div \text{標準日射強度}^{\ast 2} \text{ (kW/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

※1 総合設計係数とは、直流補正係数、温度補正係数、インバータ効率、配線損失等を考慮した値であり、「大規模太陽光発電設備導入の手引書」（(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、平成23年3月）では0.65～0.8程度としている。参考までにJIS C 8907:2005 太陽光発電システムの発電電力量推定方法より、以下の値と式を用いて算出したところ0.796となる。本検討では、初年度の総合設計係数を0.8とし、年ごとの減水率を0.5%見込むものとした。

$$\begin{aligned} K_{HD} &: \text{日射量年変動補正係数 } 0.97 & K_{PD} &: \text{経時変化補正係数 } 0.95 \\ K_{PA} &: \text{アレイ回路補正係数 } 0.97 & K_{PM} &: \text{アレイ負荷整合補正係数 } 0.94 \\ \eta_{INO} &: \text{インバータ実効効率 } 0.95 \\ \text{総合設計係数} &= K_{HD} \times K_{PD} \times K_{PA} \times K_{PM} \times \eta_{INO} \\ &= 0.97 \times 0.95 \times 0.97 \times 0.94 \times 0.9 = 0.8 \end{aligned}$$

※2 地球大気に入射する直達太陽光が通過する路程の、標準状態の大気に垂直に入射した場合の路程に対する比をエアマス (AM) という。AM1.5 のときの日射強度を標準日射強度といい、1kW/m²となる。

導入地の日射量、気温及び上式により算出された発電電力見込量を以下に示す。

- 日射量：年平均 3.38kWh/m²・日 (NEDO MONSOLA-11 観測地点：豊岡市より)
- 気温：年平均 14.3℃ (同上)
- 年間発電電力見込量：約 423,406kWh/年

3.5 架台・基礎の概略設計

架台・基礎の種類・置き方は、①コスト、②環境影響、③高アルカリ土質への適性の3つの観点から検討することとした。検討結果を表3-2に示す。

豊岡第2清掃センターの場合、埋立地の一部が白濁固化していることからスクリュー杭基礎とFX鋼管基礎は使用困難と考えられる。そのため、コンクリート架台の中でも比較的成本の安い「コンクリート架台（単独）」が適していると考えられる。

表3-2 架台・基礎の種類・置き方に関する検討結果

架台・基礎	概要	コスト（例） （1kWあたり、工事費込）	環境影響	高アルカリ土質への適性
スクリュー杭基礎 	スクリュー杭を打込む工法。使用後は有価物として売却可能。	1.5～2.5万円 （国際航業㈱実績より）	地面への荷重あり （覆土を突き破る可能性）	特殊な加工がなければ腐食のおそれあり
FX鋼管基礎 	鋼管を打込む工法。使用後は、有価物として売却可能。比較的浅い打込みで強度を確保できる。	約2.5万円 （㈱トーエネック実績より）	地面への荷重あり （覆土を突き破る可能性）	特殊な加工がなければ腐食のおそれあり
コンクリート架台・基礎（連結） 	現場で型枠設置、鉄筋組立、コンクリート打設を行う工法。基礎は全体として連続している。最も一般的な構造。	2.5～3.5万円 （国際航業㈱実績より）	地面への荷重大	腐食の発生リスクは低い
コンクリート架台・基礎（単独） 	施工手順は上記連結と同じ。各基礎は独立した凸型の形状をした構造。	1.5～2.5万円 （発電事業者ヒアリング結果より）	地面への荷重やや大	腐食の発生リスクは低い

2) 太陽光発電設備を活用した浸出水対策に関する検討

上述の通り、浸出水の流入経路の大部分が地下からの浸透であると予測されるものの、太陽光発電設備を活用して処分場表面から浸透する浸出水（主に雨水）についても対策要望があったことから、太陽光発電設備を活用した浸出水の低減工法を検討することとした。

既存事例から浸出水対策に関する知見を調査し整理した結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 太陽光発電設備を活用した浸出水対策に関する調査結果

No	低減方法	調査結果	事例
1	防草シート  (出典：太陽光発電ムラ)	【利用方法】 防草シートを敷き、雨水の浸透を抑制する。 【特徴】 <ul style="list-style-type: none"> ・雑草対策と並行して浸出水対策が可能。 ・土地の傾斜付けとの併用で効率的な排水を促す。 【コスト例】 900 円～+人件費 150 円～400 円/m ² +10 年後補修（太陽光発電ムラより）	<ul style="list-style-type: none"> ・堺太陽光発電所 ・浜松・浜名湖太陽光発電所
2	遮水シート  (DINS メガソーラーの例)	【利用方法】 シートにより雨水の浸透を遮断する。 【特徴】 <ul style="list-style-type: none"> ・シート上部ではほぼ 100%の浸出水を抑制できる。 ・土地の傾斜付けとの併用で効率的な排水を促す。 【コスト例】 5,600～6,700 円/m ² （工事費込、覆土費別、三ツ星ベルト株式会社の場合）	<ul style="list-style-type: none"> ・DINS メガソーラー
3	造成時における傾斜付け  (ソーラーパークかいづの例)	【利用方法】 傾斜をつけた造成・砕石敷きにより、雨水の効率的な排出を促す。 【特徴】 <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の整地と併せて施工が可能。 ・砂利の敷設により雑草対策の効果が期待出来る。 【コスト例】 0.4 万円/kW（調達価格等算定委員会平成 27 年度委員長案より）	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラーパークかいづ ・三ヶ山メガソーラー ・DREAM Solar 仙台市延寿 ・DINS メガソーラー
4	パネル繋ぎ目へのテープ貼り付け  (DINS メガソーラーの例)	【利用方法】 パネルの繋ぎ目にテープを貼ることでパネル隙間を通る雨水の経路を遮断する。 【特徴】 <ul style="list-style-type: none"> ・各種シートや傾斜付けとの併設が必要。 【コスト例】 0.15 万円/kW（試算による；耐水性アルミテープ 0.03～0.05 万円/kW, 人件費 0.05 万円/kW + 諸経費）	<ul style="list-style-type: none"> ・DINS メガソーラー

豊岡第2清掃センターにおいて効率的に雨水を集水し排水するためには、パネル繋ぎ目へのテープ貼り付け、シート類（遮水シート、防草シート）、造成による傾斜を組み合わせで採用することで最も効果が得られると考えられる。そこで本事業においては、コストを考慮し No. 1 防草シート、No. 3 造成時における傾斜付け、No. 4 パネル繋ぎ目へのテープ貼り付けを選定した。この場合、浸出水対策に係る追加費用として 554 万円が想定される（表 3-4）。なお、これらの工法を採用したことによる事業採算性への影響は第 6 章で検討する。

表 3-4 浸出水対策に係る追加費用の試算結果

工法	単価	豊岡市規模	費用
防草シートの敷設	0.12 万円/m ²	2,646 m ² (※)	318 万円
造成時における傾斜付け	0.4 万円/kW	429kW	172 万円
パネル繋ぎ目へのテープ貼り付け	0.15 万円/kW	429kW	64 万円
合計			554 万円

※パネル設置面積 7,939 m²の内、3分の1の面積にシートを敷設すると仮定。

(2) 災害廃棄物の仮置き場としての利用可能性の検討

1) 災害廃棄物仮置き場に求められる仕様の整理

豊岡第2清掃センターは災害廃棄物の仮置き場の候補地として位置づけられている。一般的な災害廃棄物仮置き場には、以下に示す仕様が求められると想定される。

〈一般的な災害廃棄物仮置き場に求められる仕様〉

- ・ 広大な土地が確保できること
- ・ 地面に突起物等がない平坦な土地であること
- ・ トラックが通る道路やスペースが存在すること

したがって、災害時に廃棄物の仮置き場として機能するためには、太陽光の導入において以下の条件が求められると想定される。

〈災害時に廃棄物の仮置き場としての機能するための条件〉

- ・ 広大な土地が確保できる様、即座に撤去（または移設）できる設置携帯であること
- ・ 設備を撤去した場合には地面に突起物等が残らない状態となること
- ・ トラックが通る道路やスペースが十分に確保されること

2) 既存事例調査及び太陽光発電事業者へのヒアリング調査

既存事例調査として、災害廃棄物の仮置き場の利用を想定して設計された三山クリーン株式会社最終処分場太陽光発電（福島県いわき市）の施工を担当した株式会社エイブルにヒアリング調査を実施した。また、太陽光発電事業に係るコンサルティング会社へのヒアリングを通して、災害時の撤去に係る実務課題等を整理した。調査結果を表 3-5～6 に示す。

表 3-5 災害廃棄物の仮置き場としての利用に関するヒアリング調査

No.1 既存事例調査	
ヒアリング先	株式会社エイブル（三山クリーン株式会社（福島県いわき市）の処分場太陽光発電設備の施工会社）
三山クリーン株式会社最終処分場の概要	<p>【所在地】 福島県いわき市</p> <p>【処分場種類】 産業廃棄物処分場</p> <p>【処分場面積】 7,000 m²</p> <p>【出力規模】 350kW</p> <p>【事業開始年】 2015 年</p>
ヒアリング記録	<ul style="list-style-type: none"> ・三山クリーン株式会社最終処分場の太陽光発電設備は、災害時に撤去が可能な仕様となっている。 ・パネルを撤去した場合、地面には何も無い状態となる。架台の下部が地面に埋まっており、上部のみを取り外した場合にも同様である。 ・地面に埋まっている基礎までを撤去するには、バックホウのような重機が必要となる。上部のみの場合には人力が良い。 ・撤去したパネルを再度設置することを想定する場合には、ベースとなる下部を残したまま撤去することとなる。 ・上部のみを取り外すのであれば、三山クリーン（350kW）の規模の工期は人数 10 人で 2 週間程度と考えられる。撤去費用は 300 万円程度と想定される（普通作業員の労務単価を 14,000 円/日とし、10 人×10 日による作業で一般管理費を含んだ場合）。 ・撤去は基本的にはボルトを外す作業であり、架台には人が持てるような軽い部材を採用している。 ・下部の基礎まで撤去するのであれば、バックホウ等を用いて 1 ヶ月程度要すると考えられる。 ・災害時に撤去した設備を置くのにおおよそ必要な面積は余裕を持って 150 m²程度と想定している（出力 350kW のパネル約 1200 枚を 20 枚ずつ積み重ねて整理し、架台を含めた場合）。
写真	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3-1 架台概観</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 3-2 架台の接合部</p> </div> </div>

表 3-6 災害廃棄物の仮置き場としての利用に関するヒアリング調査

No.2 太陽光発電事業に係るコンサルティング会社へのヒアリング調査	
ヒアリング先	太陽光発電事業に係るコンサルティング会社
ヒアリング記録	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処分場太陽光以外の設備も含め、これまでにメガソーラーを撤去した事例はない。 ・ 太陽光発電設備の設置は、基礎→架台→パネルの順で行われる。パネル架台・基礎の撤去工事は、設置とほぼ逆の工事が想定される。大きな置き基礎の場合、1アレイ分（4段10列等の40枚程度）作るのに型枠作成→コンクリ流し込み→乾燥で1週間程度必要である。また、架台構築は1アレイ分であれば1日、パネル設置も1日程度である。 ・ 設置工期は1,000kWの場合3～4ヶ月程度で10名程度の作業員を要すると考えられる。 ・ 設置工事において重機は主にフォークリフト、10tトラックを使用する。基礎によっては杭打ち機が必要である。 ・ 撤去工期を短くするポイントとしては、溶接を少なくすること、接続部を少なくすること、部品数を少なくすることが挙げられる。 ・ 災害時に即座（3日以内等）に撤去することを想定するならば、分解するのではなくそのまま移設することを検討した方が良い。 ・ パネル、架台、基礎を分解するのであれば、保管方法が重要となる。納品の段階では、パネル（1m×2m, 300W）はダンボールに入れ20枚程度積み重ねて運ばれる。 ・ 架台は分解すると小さく収納されるため、パネルの収納の方が面積を要すると考えられる。 ・ 一時的な保管でないのであれば、部品の扱いには注意する必要がある。部品の保管（傷をつけない等）が問題なく行われれば、パネルを再度設置することに大きな問題はない。 ・ コンクリート基礎をグラウンドレベルまで埋めることは可能であるが雨水がコンクリート基礎上に溜まることが想定され、架台との接合部が腐食する恐れがあるため、あまり望ましくない方法と考えられる。 ・ コンクリート基礎等を使用しない斜めに打ち込む杭基礎・架台を導入する場合、特別な機械を使用して杭打ちをしていると考えられるため、撤去の際には基礎を打ち込むのにかかった時間と同様の時間がかかると思われる。

3) 災害時の撤去時間・費用等の検討

上述1)、2)を踏まえ、豊岡第2清掃センターが必要時に災害廃棄物の仮置き場として機能する場合の撤去時間・費用等を検討した。

①災害時の撤去時間

ヒアリング調査結果より、一般的な太陽光発電設備の場合にはほぼ設置と逆の工程で撤去工事を行う必要があると分かった。豊岡市 FS 調査では 32 アレイの設置を想定していることから、10名の作業員により1日4アレイ撤去できるとすると、原状復帰までには30日程度かかると想定される。本撤去時間は作業員の増員により短縮できると考えられる。

表 3-7 災害時の撤去時間想定 (429kW の場合)

パネルの撤去	8	日
架台の撤去	8	日
基礎の撤去	8	日
その他調整・準備期間等	6	日
合計	30	日

②災害時の撤去費用

置型コンクリート基礎を利用した一般的な太陽光発電設備の場合、撤去費用として施工費用の5%程度が想定される。したがって、豊岡第2清掃センターの場合には、建設コスト113,685,000円(26.5万円/kWとした場合)の5%にあたる5,684,250円程度が必要撤去費用として想定される。なお、この5%には設備の処理費用も含まれるため、一時撤去であればこれよりもコストが抑制されることが考えられる。多くの太陽光発電設備の場合、売電収入からの積み立てにより当該費用を捻出する方式としている。

③撤去した設備に必要な面積

ヒアリング調査結果より、撤去した設備の内、架台部は分解によって小さく収納されるが、パネルの収納には面積を要することが分かった。また、パネル(1m×2m, 300W)は納品時には20枚程度積み重ねられてダンボールに入れて運ばれるとの知見を得た。つまり、豊岡市 FS 調査で設置を想定している太陽光発電設備を撤去する場合には、パネルの収納スペースとして約166㎡、架台等の収納スペースを考慮すると約200㎡の面積が必要となると考えられる(表3-8)。

表 3-8 撤去した設備の一時保管場所に必要な面積の試算結果 (429kW の場合)

パネル枚数	1,650	枚
パネル収納用ダンボールの数	83	個
パネル収納用ダンボールの面積	2	㎡
撤去したパネルに必要な面積	166	㎡
撤去した設備(パネル・架台含む)必要な面積の想定	200	㎡

第4章 概略施工計画

本章では、太陽光発電設備等の施工計画、工事工程表等に関する検討結果を概説する。

4.1 太陽光発電設備等の施工計画

第3章に示した検討結果を踏まえ、太陽光発電設備等の施工の項目を表4-1に示す。

表 4-1 施工項目

施工項目	内容
造成・整地	太陽光パネルを設置する場所の造成、整地が必要な場合に実施。
基礎工事	コンクリート基礎の搬入、設置。
架台組立	架台の搬入、組立を行う。
太陽光パネル設置	太陽光パネルの搬入、架台の取り付けを行う。
電気工事	引込内線工事、埋設管路工事、キュービクルの設置、パワーコンディショナの取り付け、配線工事、鉛管監視システムの設置を行う。
浸出水処理対策 (実施する場合)	造成による傾斜付け、防草シートの敷設、パネルへのテープ貼り付け等の浸出水処理対策を導入する。
電力会社側工事	配線増強工事、電力会社供給用メーターの設置等を行う。
検査	太陽光パネル取付検査、施主検査、絶縁抵抗測定を行う。
運転開始	電力会社立会いのもと、システムの連系運転を開始する。

また、施工において留意することが望ましい事項を以下に示す。

<施工上の留意事項>

- 墜落災害、車両災害、火災災害、第三者災害等、事前に予想される災害の防止
- 工事のPR、作業場所周辺への環境対策、騒音対策、地元住民への配慮、苦情等の対策
- 電力使用量の節減、事務用紙購入枚数の削減、古紙リサイクル率の向上、産業廃棄物リサイクル率の向上等、環境への配慮
- 工程管理
- 品質管理

4.2 工事工程表

施工計画を踏まえ工事工程表（案）を表 4-2 のとおり作成した。想定施工期間は、約 13 ヶ月となった。なお、電力会社側工事については関西電力への接続検討申込の回答により実際に必要となる工事期間が判明するため、実際の工期はこれよりも短縮される可能性がある。

表 4-2 工事工程表（案）

日程（ヶ月）	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
土木			■	■									
工事				■	■								
架台組立					■	■							
太陽光パネル設置						■	■						
電気工事				■	■	■	■						
浸出水処理対策		■	■	■			■	■					
電力会社側工事※	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
検査												■	
運転開始													●

※関西電力への接続検討申込の回答により、実際に必要となる工事期間が判明する。

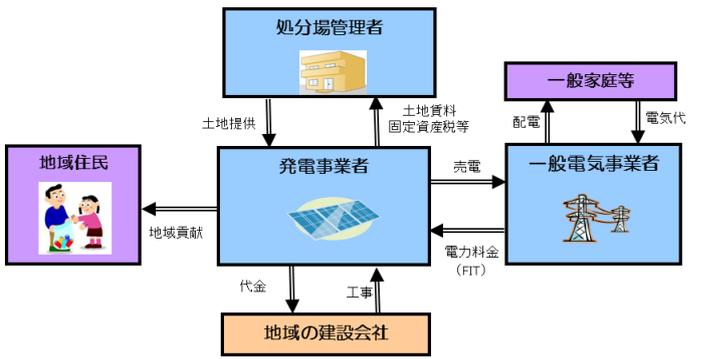
第5章 発電した電気の活用方法の検討

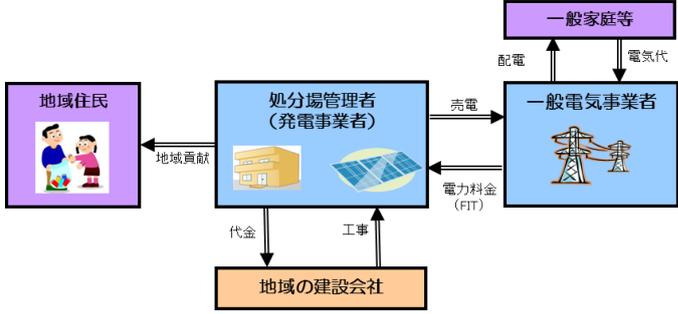
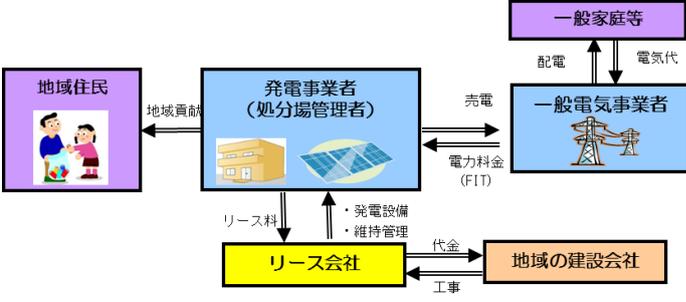
本章では、既存事例調査、本事業に求められる条件、本事業に相応しいと考えられる事業スキーム（案）等に関する検討結果を概説する。

5.1 既存事例調査

本調査では豊岡市のニーズを踏まえ、表 5-1 に示す「民間主導型」、「公共主導型」、「公共主導型（リース方式）」の3つの事業スキームを既存事例調査の対象とした。特に市として興味・関心の高い公共主導型（リース方式）を中心に整理するとともに、本方式を市内3ヶ所で運営している前橋市にヒアリング調査を行った結果を整理した。既存事例調査とヒアリング調査の結果を表 5-2～5-6 に示す。

表 5-1 処分場等太陽光発電の事業スキーム（基本3タイプ）の概要

タイプ	事業スキームの概要
<p><タイプ1> 民間主導型</p>	 <p>【概要】 民間事業者が地方公共団体から土地を賃借もしくは使用許可を得て実施される事業スキームである。地方公共団体は埋立終了後の処分場跡地の有効利用や維持管理費用の負担軽減等を目的として、発電事業者を公募することが多い。発電した電気はFIT制度を活用し一般電気事業者に売電されることが一般的である。</p>

タイプ	事業スキームの概要
<p data-bbox="316 517 472 584"><タイプ2> 公共主導型</p>	 <p data-bbox="587 656 1300 790">【概要】 地方公共団体が事業主体となり資金調達や事業計画等を行い、自ら電気を販売して収入を得る事業スキーム。事業主体が公共事業者のため、地域との連携等が図り易い。</p>
<p data-bbox="240 1122 544 1189"><タイプ3> 公共主導型（リース方式）</p>	 <p data-bbox="587 1178 1300 1514">【概要】 地方公共団体が事業主体となり発電事業を直営するが、発電設備の調達・建設、維持管理等はリースにより行う事業スキーム。発電設備の調達・建設、維持管理の手間がかからない一方、自営で事業を実施する場合よりも収益が低くなる。 【既存事例】 事例1：秋田市メガソーラー発電所 事例2：まえばし萩窪町太陽光発電所 事例3：メガソーラー所沢 事例4：大清水処分場太陽光発電所</p>

○公共主導型（リース方式）事業スキームの既存事例調査結果

表 5-2 事例 1：秋田市メガソーラー発電所

事例名称	秋田市メガソーラー発電所
場所	秋田市河辺豊成字虚空蔵大台滝 1 番地 1 ほか (秋田市総合環境センター内一般廃棄物最終処分場跡地)
実施主体	秋田市
リース事業者	東京センチュリーリース株式会社
発電出力	1,500kW
事業開始年	2013 年
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・「秋田市地球温暖化対策実行計画」に掲げる「再生可能エネルギーの普及および利用促進」のため、市有施設における再生可能エネルギーの導入推進を目的として建設。 ・秋田市総合環境センター内の土地であり一般人の立ち入りは不可であるため、賃貸借契約が困難であると判断し、包括的施設リース方式を採用した。 ・積雪対策としてパネル設置高を最低 1.5m、パネル角度を 30 度で設置。 ・表土流出対策のため雨水が直接当たるパネル下に草丈の低い植物を植栽。 ・年間予想発電量は 1,820,000kWh。
発電電力の活用方法	一般電気事業者への売電
地域への還元	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電導入・維持管理のために一部地元企業を活用 ・施設見学者の受け入れ
温室効果ガス削減効果	約 780t-CO ₂ /年
写真	
出典	秋田市 HP、処分場太陽光事例集

表 5-3 事例 2 : まえばし荻窪町太陽光発電所

事例名称	まえばし荻窪町太陽光発電所
場所	群馬県前橋市荻窪町 671 番地ほか (荻窪最終処分場)
実施主体	前橋市
リース事業者	大和リース株式会社
発電出力	1,032kW
事業開始年	2015 年
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・年間予想発電量は 1,050,000kWh (約 290 世帯分の電力使用料に相当)。 ・リース料は 20 年間で 5 億 9,875 万。 ・売電収入見込は 20 年間で 8 億 3,145 万円。
発電電力の活用方法	一般電気事業者への売電
地域への還元	太陽光発電導入のために一部地元企業を活用
温室効果ガス削減効果	約 490t-CO ₂ /年
写真	
出典	前橋市 HP、大和リース HP

表 5-4 事例 3 : メガソーラー所沢

事例名称	メガソーラー所沢
場所	埼玉県所沢市北野南三丁目 16-24 (所沢市北野一般廃棄物最終処分場)
実施主体	所沢市
リース事業者	大和リース株式会社
発電出力	1,053kW
事業開始年	2014 年
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 所沢市が策定している『マチごとエコタウン所沢構想』の先導的事業及び本市の再生可能エネルギー導入のシンボルとして、北野一般廃棄物最終処分場を利用した「メガソーラー所沢」を設置。 ・ 想定売電量：1,066,560kWh/年（約 260 世帯の一般家庭で使用する電力量に相当）。
発電電力の活用方法	一般電気事業者への売電
地域への還元	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光発電導入・維持管理のために一部地元企業を活用 ・ 啓発施設を併設、見学受け入れ等
温室効果ガス削減効果	約 500t-CO ₂ /年
写真	
出典	所沢市 HP

表 5-5 事例 4 : 大清水処分場太陽光発電所

事例名称	大清水処分場太陽光発電所
場所	名古屋市緑区鳴海町字大清水 69 番地の 125 他 (大清水処分場)
実施主体	名古屋市
リース事業者	大和リース株式会社
発電出力	867.79kW
事業開始年	2013 年
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 推定年間発電量は 92 万 2,980kWh (約 234 世帯分の年間電力量)。 ・ リース料は 20 年間で 5 億 4,684 万円。 ・ 推定売電金額は 20 年間で 6 億 5,622 万円 (推定売電量 1,736 万 kWh)。
発電電力の活用方法	一般電気事業者への売電
地域への還元	<ul style="list-style-type: none"> ・ 災害など停電時において、太陽光で発電した電気を利用できる機能を有 (20A のコンセントを 8 個設置)。 ・ 電気を充電して避難所等で使用するため、発電設備の設置にあわせて、緑区役所に移動型蓄電池 5 台、プラグインハイブリッド車 1 台を配置。
温室効果ガス削減効果	約 340t-CO ₂ /年
写真	
出典	名古屋市 HP

表 5-6 前橋市ヒアリング調査結果

まえばし荻窪町太陽光発電所を運営している前橋市へのヒアリング調査結果	
ヒアリング先	前橋市環境政策課
ヒアリング記録	<p>○包括的施設リースについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前橋市が運営する3ヶ所の大規模太陽光発電事業は、全て包括的施設リースで運営している。 ・リース期間は20年。 ・リース内容は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> －メガソーラー施設の設計、施工、工事監理一式 －電力会社及び関係機関との協議及び申請手続き一式 －設備機器の法定点検、定期点検、部品交換、保証等を含むメンテナンス一式 －施設全体の維持管理一式 －設備機器のメンテナンス及び施設全体の維持管理一式を含めた包括的施設リース業務 －系統連系に係る業務（負担金支払いを含む） －その他、本事業開始に伴う全ての経費 <p>【包括的施設リース方式のメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多額の初期投資が不要である。 ・施設全体のメンテナンスや維持管理一式も含まれるため、手間がかからない。 ・全て依頼のため電気主任技術者等の専門資格取得者雇用の必要がない。 ・経費の平準化が可能。 <p>【包括的施設リース方式のデメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リース会社への手数料支払いにより、直営の場合に比べて収益が減少する。 <p>○起債による直営施工について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前橋市で計画中の小水力発電事業は、電気事業債を利用する予定である。 ・発電事業の業務内容は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> －事業に係る全ての設計・工事の発注、保守運用の委託業務一式 －系統連系に係る業務（負担金支払いを含む） －設備認定に係る業務 －その他、本事業開始から終了に伴う全ての手続き、経費負担一式 <p>【起債による直営施工のメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電気事業債は100%の充当が可能であり、多額の自己資金の確保が不要である。これによりイニシャルコストの平準化が可能となる。 ・運営・管理責任の明確化が可能となる。 ・職員が専門的知見を習得することができる。また、ノウハウの継承をすることができる。 ・リース方式よりも高い収益が見込める。 <p>【起債による直営施工のデメリット】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設全体のメンテナンスや維持管理は、直営または委託で実施する必要がある。 ・電気主任技術者等の専門資格取得者の雇用または委託の必要がある。 ・施設の設計、施工、工事監理を全て自前で行う必要がある。 ・事業採算性を見極め、事業化判断、事業リスクを全て担うこととなる。 ・土木、機械、電気、各種許認可の事業全体を俯瞰しコーディネートできる職員を確保する必要がある。 ・実務経験が無い段階では、全てが手探りの検討となる。

5.2 発電した電気の水処理施設での利用の検討

(1) 電力需要量の把握と出力規模の設定

本項では、発電した電気の水処理施設での利用の検討を行う。豊岡市から入手した豊岡第2清掃センターの過去3年間における水処理施設の電力使用実績を表5-7に示す。過去3年間の平均年間電力使用量は27,636kWh/年(2,303kWh/月)、直近1年の年間電力使用量は16,562kWh/年(1,380kWh/月)であった。担当者によると、現在は最低限の設備のみ稼働させている状態であり、今後、水処理量及び電力使用量が増加する可能性は低いとのことだった。なお、電力は水の処理量に応じ、冬季はポンプがよくまわるため電力使用量が増加する傾向がある。

上記より、今後、水処理施設の電気使用量が増加する可能性は低いと考え、直近年であるH27の実績を基準に水処理施設への電力供給に充てる出力規模を設定する。H27の実績によると、水処理施設では単純計算で1時間あたり約2kWhの電力を使用する(1,380kWh÷365日÷24h)。ここでは日射量及び温度上昇や昇圧に伴う損失等を考慮し、水処理施設への電力供給に充てる出力規模を3kWと設定した。

表5-7 豊岡第2清掃センター動力電力使用実績(単位:kWh)

	H25	H26	H27
1月	3,742	3,632	1,605
2月	3,099	3,196	1,375
3月	3,225	3,677	1,800
4月	3,745	2,980	2,049
5月	3,133	1,637	1,579
6月	2,662	1,183	1,019
7月	2,878	1,235	1,126
8月	2,743	1,880	895
9月	3,141	2,961	1,374
10月	2,998	3,111	1,131
11月	2,949	1,600	1,214
12月	3,340	1,600	1,395
合計	37,655	28,692	16,562

(2) 光熱費削減分の把握

光熱費削減分を計算した結果を表5-8に示す。計算の結果、年間約50,000円削減できることが分かった。

表5-8 年間光熱費削減量の計算結果

電力料金単価(※1)	16.89円/kWh
出力規模3kW分の予想年間発電量(※2)	2,961kWh/年
年間光熱費削減量	50,011円

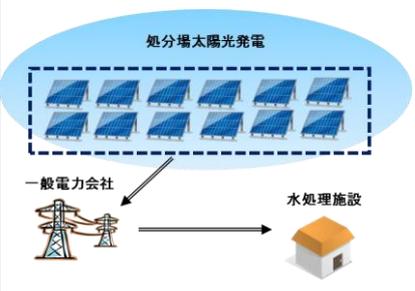
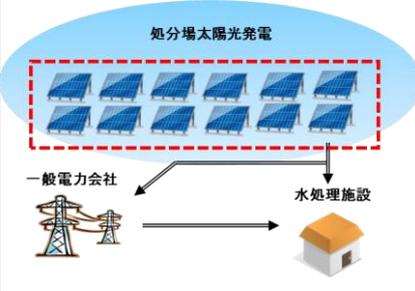
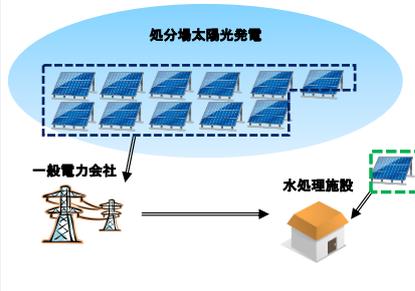
※1 関西電力低圧料金単価(7~9月:17.98円/kWh、その他9ヶ月:16.53円/kWh)より年加重平均を算出

※2 第3章3.4の式より算出

(3) 電力供給パターンの検討

豊岡市にとって最適な電力供給パターンを選定するため、①全量売電契約による供給パターン、②余剰売電契約による供給パターン、③自家発利用による供給パターンの3パターンについて検討した。検討にあたっては太陽光発電事業のシステムインテグレーション等を行うコンサルティング会社にヒアリング調査を実施し、各供給パターンの概要や特徴を表5-9に整理した。

表 5-9 各供給パターンの概要・特徴

供給パターン	概要	特徴等
<p>①全量売電契約による供給</p>  <p>処分場太陽光発電</p> <p>一般電力会社</p> <p>水処理施設</p>	<ul style="list-style-type: none"> FIT 制度を活用して電気全量を売電する。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な供給パターン。 採算が良い。
<p>②余剰売電契約による供給</p>  <p>処分場太陽光発電</p> <p>一般電力会社</p> <p>水処理施設</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水処理施設の稼働エネルギーを確保し、余剰電力を売電する。(売電は交渉価格による) 	<ul style="list-style-type: none"> FIT 制度のもとでは 10kW 以上は必ず全量売電契約とする必要があるため、FIT 制度は適用できない。 余剰売電契約を結ぶこととなるが、売電料金は交渉価格となり FIT 制度の価格よりも安価となることが一般的である。 採算が良くない。
<p>③自家発利用による供給</p>  <p>処分場太陽光発電</p> <p>一般電力会社</p> <p>水処理施設</p>	<ul style="list-style-type: none"> 本体事業とは別個に数 kW の太陽光設備を水処理施設に設置する。 本体事業は FIT 制度を活用して電気全量を売電する。 水処理施設に設置した太陽光から得られた電力は施設内で全量利用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水処理施設に設置する太陽光発電の初期投資分だけ追加負担となる。 それ以外は①と同様な供給パターンなので採算は取りやすい。

5.3 本事業の事業スキームに求められる条件

豊岡市との協議の結果、本豊岡市 FS 調査における事業スキームに求められる条件は、「水処理施設の維持管理費用の負担を最大限軽減できること」である。

5.4 本事業において検討対象とした事業スキーム

まず 5.1 で整理した 3 つの事業スキーム（以下、基本事業スキームと称する。）に関して比較検討を行い、豊岡市のニーズに最も適した基本事業スキームを選定する。さらに選定した基本事業スキームをベースに、上述 5.3 に示した条件を念頭に表 5-11 に示すオプション事業スキームを検討することとした。

表 5-10 基本事業スキームの概要

事業スキーム（基本）		概要
1	民間主導型による一般電気事業者への売電スキーム	5.1 を参照
2	公共主導型による一般電気事業者への売電スキーム	
3	公共主導型（リース方式）による一般電気事業者への売電スキーム	

表 5-11 オプション事業スキームの概要

事業スキーム（オプション）		概要
A	補助金を活用	平成 28 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業）等の活用を想定する。
B	浸出水対策を実施	防草シート、造成時における傾斜付け、パネル繋ぎ目へのテープ貼り付けにより、太陽光発電設備を活用した浸出水対策を実施する。 ※第 3 章 3.6（1）2）を参照
C	水処理施設に太陽光発電設備を設置	水処理施設に設置した太陽光発電より得られた電気全量を水処理施設内の動力として利用する。 ※5.2 を参照
D	初期投資と運転維持管理費用を抑制	調達の工夫により初期投資と運転維持管理費用を抑制する。

第6章 概算事業の算定と事業採算性の検討

本章では、概算事業費の算定、事業採算性の検討等の結果を概説する。

6.1 概算事業費の算定

(1) 売電単価の設定

事業採算性を重視した全量売電を前提とした。売電単価は平成 28 年度の調達価格^{※1}を使用することとした。なお、調達価格は毎年見直され、年度末に次年度の価格が決定される。非住宅用（10kW 以上）調達価格を表 6-1 に示す。

※1 調達価格とは、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成 23 年法律第 108 号）第 3 条の調達価格のこと。

表 6-1 非住宅用（10kW 以上）調達価格

項目	平成 28 年度
調達価格（税抜）	24 円/kWh
調達期間	20 年

出典：「平成 28 年度調達価格及び調達期間に関する意見」（調達価格等算定委員会）

(2) 資金計画

資金調達は、事業性を比較するため、代表実施者（国際航業（株））の実績値を基により一般的な比率として、基本的に建設コストの 70%を金融機関より借入れ、自己資金 30%と設定した。

(3) 事業採算性の評価条件の設定

事業採算性の評価には、一般的に投資事業の判断指標で用いられる IRR（内部収益率）^{※2}を用いる。指標の定義と事業化の一般的な目安を表 6-2 に示す。

※2 IRR（Internal Rate of Return）とは、投資に対する利回り（収益性）を表すもので、投資プロジェクトの正味現在価値（NPV）がゼロとなる割引率のことをいう。投資によって得られると見込まれる利回りと、本来得るべき利回りを比較し、その大小により判断する。

表 6-2 評価指標の定義と事業化の一般的な目安

指標名称	指標の定義	事業化の一般的な目安
PIRR	<p><u>Project Internal Rate of Return</u> : プロジェクト IRR</p> <p>投資額を資本金+借入金 (全投資額)、キャッシュフローとして融資に対する返済額を含まないフリーキャッシュフローを用いて算出する内部収益率。</p> <p>投資額 = $\sum (n \text{ 年後のフリーキャッシュフロー} / (1+R)^n)$ R : PIRR</p>	4~8%以上
EIRR	<p><u>Equity Internal Rate of Return</u> : 配当 IRR</p> <p>投資事業を純粋な株式投資と見立てた場合の指標。投資額を自己資本 (資本金+株主融資)、キャッシュフローを当期余剰金として算定する内部収益率。</p> <p>投資額 = $\sum (n \text{ 年後の当期余剰金} / (1+R)^n)$ R : EIRR</p>	8~10%以上
DSCR	<p><u>Debt Service Coverage Ratio</u> : 元利金返済カバー率</p> <p>融資機関から見た、返済される金額に対してどれくらいの余裕があるかをチェックする指標。</p> <p>DSCR = (返済前のキャッシュフロー) / 返済額 (元利金)</p>	1.30~1.50 以上

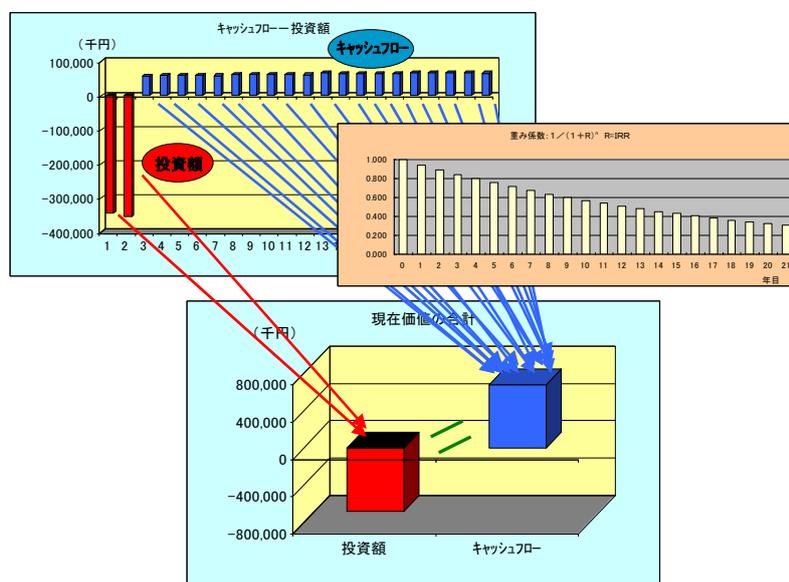


図 6-1 IRR の概念図

(4) 各コストの設定

事業採算性を把握するためには、建設コスト、系統連系工事負担金、その他開発コスト、運営管理費、借入金利、保険料、パワーコンディショナ交換費用、施設撤去費を設定する必要があり、表 6-3 のとおり各コストを設定した。

表 6-3 各コストの設定

建設コスト	設定前提	<ul style="list-style-type: none"> 調達価格等算定委員会では発電規模毎に平均単価を設定して、25.1 円/kW（税抜き）という調達価格を算出している。しかしながら、各候補地の特徴を考慮すると建設コストの実情と乖離があることから、本報告では、EPC 業者へのヒアリングや実績ベースでの単価を設定することとする。
	豊岡第 2 清掃センター (429kW)	<ul style="list-style-type: none"> 杭打ちは不可のため、基礎は現場打ちコンクリート or コンクリート式連続ゲタ基礎を採用 以上の条件を考慮し、26.5 万円/kW[*]と設定した。 <p>[*]26.5 万円/kW には系統連系工事負担金を含まない。</p>
系統連系工事負担金		<p>高圧連系の場合の系統連系負担金については、連系候補地への距離・連系希望系統の空き状況により大きく異なるが、本業務では調達価格等算定委員会の 1.35 万円/kW と設定した。</p>
その他開発コスト		<ul style="list-style-type: none"> 現地調査費用、設計費用、系統連系協議費用（高圧のみ）、法令許認可確認作業、地域貢献費用等の太陽光発電設備の開発のために必要な費用[*]をいう。 <p>[*]地域貢献の一貫として用いられる自立運転機能付きパワーコンディショナ（10kW 以上）にかかる追加費用や、発電量等の表示パネル等の整備のこと。自立運転機能付きパワーコンディショナは、自立運転機能のないものと比較すると 2~3 割程度割高になるため、そのコスト増加分を追加費用としてみている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 当該コストは規模に比例して費用が高むことから、建設コストの 5%と設定した。なお、調達価格等算定委員会では、詳細なコスト項目を積み上げていないため、より実態的なコストとするために国際航業(株)の調査によって費用を設定した。
運営管理費		<p>昨年度の調達価格等算定委員会が算出した値が概ね必要コスト通りと見込まれることから、民間事業者の場合には建設コストの 1.00%/年、自治体の場合には建設コストの 1.25%/年と設定した。</p>
借入金利		<ul style="list-style-type: none"> 借入金利は事業者の業績や担保の有無、これまでの金融機関との取引状況により大きく異なるため、ここでは発電設備以外の担保を設定しない条件で、金融機関との取引履歴が少ないことを想定し、日本政策金融公庫の基準利率を参考にし、年利 2.30%（借入期間 15 年）と設定した。 自治体の場合には地方公共団体金融機構の基準利率を参考にし、年利 0.3%（借入期間 17 年）と設定した。

<p>保険料</p>	<ul style="list-style-type: none"> •一般的に保険料は建設コストに応じて比率で算出することが多い。数箇所の発電事業における保険料実績から、建設コストの0.25%/年と設定した。 •当該保険料は火災保険（建物に起因する火災により被害を受けた場合、調達価格の100%の保険が受けられる）、利益保証保険（売電収入の3ヶ月分）、損害賠償保険（5億円/対人、5億円/対物）が含まれている。
<p>パワーコンディショナ交換費用</p>	<ul style="list-style-type: none"> •パワーコンディショナは10年程度が寿命といわれており、20年の売電事業期間中に一度入替え、若しくはオーバーホールをする必要があることから、1年目～10年目までの間11年目の入替え費用を毎年積立計算する条件とした。 •オーバーホールをするより入れ替えの作業に費用がかかるため、本費用設定においてはオーバーホールをする場合の現在の一般的なパワーコンディショナ費用である2万円/kW・年とした。
<p>施設撤去費用</p>	<ul style="list-style-type: none"> •事業終了後、施設を撤去することを想定し、パワーコンディショナ交換費用積立終了後の11年目～20年目までの間、毎年撤去費用を積立計上する条件とした。 •費用設定においては、昨年度の調達価格等算定委員会の根拠として用いられた建設費の5%を必要撤去費用とし、当該費用を10年間で分割積立する計算とした。
<p>賃料</p>	<ul style="list-style-type: none"> •調達価格等算定委員会では地上を想定し150円/㎡・年の使用料を算定根拠としているが、全国の公募事例を見ると、規模・日射量・形状等により決定貸付料には大きな差が生じている。 •本調査では土地所有者や施設所有者等が示す条件により設定することとする。

これら各コストの設定を踏まえ、表 6-4、6-5 に必要コストを整理した。

表 6-4 基本事業スキームの初期投資、維持管理費、その他費用の一覧

		1	2	3
		民間主導型による一般電気事業者への売電スキーム	公共主導型による一般電気事業者への売電スキーム	公共主導型（リース方式）による一般電気事業者への売電スキーム
初期投資	建設コスト	26.5 万円/kW		—
	系統連系工事負担金	1.35 万円/kW		—
	その他開発コスト	建設コストの 5%		—
維持管理費	運転管理費（年）	建設コストの 1.00%	建設コストの 1.25%	9,256,748 円 {(初期投資+20年間の維持管理費+20年間のその他費用)/20}×(1+利ざや率)
	借入金利・借入期間	2.3%・15年	0.3%・17年	
	保険料	建設コストの 0.25%		
その他	パワーコンディショナ交換積立（前半 10 年のみ）	98 万円		—
	施設撤去費用（後半 10 年のみ）	建設コストの 5%		—
	土地賃料	150 円/m ²	—	—

表 6-5 オプション事業スキームの初期投資、維持管理費、その他費用

		A	B	C	D
		環境省補助金を活用	浸出水対策を実施	発電した電気を水処理施設で利用	初期投資と運転維持管理費用を抑制
初期投資	建設コスト	26.5 万円/kW			25 万円/kW
	系統連系工事負担金	1.35 万円/kW			
	その他開発コスト	建設コストの 5%			
	浸出水対策費用	—	1.29 万円/kW を建設コストに追加（※1）	—	—
	水処理施設用太陽光発電設備費	—	—	79.5 万円（※2）	—
維持管理費	運転管理費（年）	民間：建設コストの 1.00% 公共：建設コストの 1.25%			建設コストの 1.00%
	借入金利・年	民間：2.3%・15年、公共：0.3%・17年			
	保険料	建設コストの 0.25%			
その他	パワーコンディショナ交換積立（前半 10 年のみ）	98 万円/年			
	施設撤去費用（後半 10 年のみ）	建設コストの 5%			
	賃料	民間：150 円/m ² 公共：0 円/m ²			
	補助金	1,700 万円	—	—	—

※1 造成による傾斜づけ、防草シート、テープ貼り付けにより 1.29 万円/kW の対策を実施（第 3 章 3.6（1）2）を参照）

※2 太陽光発電設備を水処理施設の屋根に設置することを想定し、3kW 分の建設コストを設定。

6.2 事業採算性の検討

(1) 評価の流れ

はじめに、「第5章 5.3 本事業において検討する事業スキーム」において提示した基本事業スキームの事業性を評価する。その結果を踏まえ、最も事業性が高いとされる事業スキームについて、オプション事業スキームを加味した場合の比較・検討を行う。

(2) 基本事業スキームの事業性試算

基本事業スキームの事業性試算結果を表 6-6 に、それぞれのシミュレーション結果を図 6-2～4 に示す。本事業の初期投資は 125,160,750 円、年間の売電収入は 10,161,740～9,196,375 円と算出された。PIRR に着目すると、民間主導型では-1.50%、公共主導型では 1.39%であり、どちらも事業化の一般的な目安となる 4～8%を下回る結果となったが、公共主導型であれば最終収支がマイナスとならないことが確認された。また、公共主導型（リース方式）のもとで事業が成立（※）するリース事業者の利ざや率を算出した結果、9%が分岐点となった。

※リース事業は売電収入とリース費用が均しくなる場合を事業成立と仮定している。

フリーキャッシュフロー（以下、FCF と称する。）の平均額は民間主導型では 433,083 円、公共主導型では 2,379,317 円、公共主導型（リース方式）では 422,310 円となった。したがって、最も維持管理費の負担軽減に貢献する基本事業スキームとして公共主導型による一般電気事業者への売電スキームを選定し、オプション事業スキームの事業性試算を行うこととした。

表 6-6 基本事業スキームの事業性試算結果

	1 (図 6-2)	2 (図 6-3)	3 (図 6-4)
	民間主導型による一般電気事業者への売電スキーム	公共主導型による一般電気事業者への売電スキーム	公共主導型（リース方式）による一般電気事業者への売電スキーム
初期投資	125,160,750 円	125,160,750 円	-
年間の維持管理費	1,136,850 円	1,421,063 円	9,256,748 円
年間の売電収入	10,161,740～ 9,196,375 円	10,161,740～ 9,196,375 円	10,161,740～ 9,196,375 円
20 年間の売電収入	193,581,150 円	193,581,150 円	193,581,150 円
投資回収年数	回収不可	17 年 8 ヶ月	-
PIRR	-1.50%	1.39%	-
EIRR	-4.94%	3.34%	-
DSCR	0.75	1.24	-
20 年間の FCF 平均額	433,083 円	2,379,317 円	422,310 円
事業が成立するリース事業者利ざや率	-	-	9%

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要

設置可能面積	8,000	㎡
設置規模	429	kW
固定式or追尾式	固定式	
設置場所	地上	
傾斜角	20	度
日射量	3.38	kWh/㎡・日

■スケジュール

事業期間 20年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	113,685,000
2.その他:	11,475,750
合計	125,160,750

固定買取価格

1.価格:	24円/kWh
2.期間:	20年

条件

使用料	150円/㎡・年
運営管理費	建設コストの1%
保険料	建設コストの0.25%
金利	2.30%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-10,938,376	-10,837,404	-10,660,242	-10,505,490	-10,370,303	-10,252,195	-10,148,998	-10,058,818	-9,980,002	-9,911,107
土地賃借料	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000
運営管理費	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	-140,232	-139,531	-138,830	-138,129	-137,427	-136,726	-136,025	-135,324	-134,623	-133,922
固定資産税	-1,489,728	-1,389,458	-1,212,997	-1,058,946	-924,460	-807,054	-704,558	-615,079	-536,964	-468,770
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353
営業利益	-776,636	-726,473	-600,119	-496,176	-411,798	-344,499	-292,110	-252,739	-224,732	-206,645
支払利息	-2,015,088	-1,880,749	-1,746,410	-1,612,070	-1,477,731	-1,343,392	-1,209,053	-1,074,714	-940,374	-806,035
税前収支	-2,791,724	-2,607,222	-2,346,529	-2,108,247	-1,889,529	-1,687,891	-1,501,163	-1,327,453	-1,165,106	-1,012,680
法人税等	949,186	886,455	797,820	716,804	642,440	573,883	510,396	451,334	396,136	344,311
税後利益	-1,842,538	-1,720,766	-1,548,709	-1,391,443	-1,247,089	-1,114,008	-990,768	-876,119	-768,970	-668,369
現金調整合計	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482	-133,482
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353
元本返済	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	-1,976,020	-1,854,248	-1,682,191	-1,524,925	-1,380,571	-1,247,490	-1,124,250	-1,009,601	-902,452	-801,851

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-9,850,872	-9,798,198	-9,752,124	-9,711,813	-9,676,532	-9,645,643	-9,618,588	-9,597,526	-9,576,740	-9,560,504
土地賃借料	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000	-1,200,000
運営管理費	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850	-1,136,850
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	-133,220	-132,519	-131,818	-131,117	-130,416	-129,715	-129,013	-128,312	-127,611	-126,910
固定資産税	-409,236	-357,263	-311,890	-272,280	-237,701	-207,513	-181,159	-158,152	-138,066	-120,532
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	0	0	0
営業利益	-197,219	-195,353	-200,088	-210,586	-226,114	-246,033	-269,787	6,390,466	6,360,444	6,327,871
支払利息	-671,696	-537,357	-403,018	-268,678	-134,339	0	0	0	0	0
税前収支	-868,915	-732,710	-603,106	-479,264	-360,453	-246,033	-269,787	6,390,466	6,360,444	6,327,871
法人税等	295,431	249,121	205,056	162,950	122,554	83,651	91,727	-2,172,758	-2,162,551	-2,151,476
税後利益	-573,484	-483,589	-398,050	-316,314	-237,899	-162,382	-178,059	4,217,708	4,197,893	4,176,395
現金調整合計	278,093	278,093	278,093	278,093	278,093	6,118,928	6,118,928	-568,425	-568,425	-568,425
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	0	0	0
元本返済	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	-5,840,835	0	0	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425
FCF	-295,391	-205,496	-119,957	-38,221	40,194	5,956,546	5,940,869	3,649,283	3,629,468	3,607,970

Equity IRR -

Project IRR -

DSOR 0.75

図 6-2 民間主導型による一般電気事業者への売電スキームの収支シミュレーション結果

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要	
設置可能面積	8,000 m ²
設置規模	429 kW
固定式or追尾式	固定式
設置場所	地上
傾斜角	20度
日射量	3.38 kWh/m ² ・日

■スケジュール	事業期間	20年
---------	------	-----

プロジェクトコスト

1.建設関連:	113,685,000
2.その他:	11,475,750
合計	125,160,750

固定買取価格

1.価格:	24 円/kWh
2.期間:	20年

条件

使用料	0 円/m ² ・年
運営管理費	:建設コストの1%
保険料	:建設コストの0.25%
金利	0.30%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353
営業利益	1,769,112	1,718,304	1,667,495	1,616,686	1,565,877	1,515,069	1,464,260	1,413,451	1,362,643	1,311,834
支払利息	-281,612	-265,046	-248,481	-231,916	-215,350	-198,785	-182,219	-165,654	-149,089	-132,523
税前収支	1,487,501	1,453,257	1,419,014	1,384,771	1,350,527	1,316,284	1,282,041	1,247,797	1,213,554	1,179,311
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,487,501	1,453,257	1,419,014	1,384,771	1,350,527	1,316,284	1,282,041	1,247,797	1,213,554	1,179,311
現金調整合計	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353
元本返済	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	1,673,056	1,638,812	1,604,569	1,570,326	1,536,082	1,501,839	1,467,596	1,433,353	1,399,109	1,364,866

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-1,705,275	-1,705,275	-1,705,275
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	0	0	0
営業利益	1,261,025	1,210,217	1,159,408	1,108,599	1,057,790	1,006,982	956,173	7,592,717	7,541,909	7,491,100
支払利息	-115,958	-99,392	-82,827	-66,262	-49,696	-33,131	-16,565	0	0	0
税前収支	1,145,067	1,110,824	1,076,581	1,042,338	1,008,094	973,851	939,608	7,592,717	7,541,909	7,491,100
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,145,067	1,110,824	1,076,581	1,042,338	1,008,094	973,851	939,608	7,592,717	7,541,909	7,491,100
現金調整合計	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	-568,425	-568,425	-568,425
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	0	0	0
元本返済	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425
FCF	1,742,198	1,707,954	1,673,711	1,639,468	1,605,224	1,570,981	1,536,738	7,024,292	6,973,484	6,922,675

Equity IRR 3.34%

Project IRR 1.39%

DSOR 1.24%

図 6-3 公共主導型による一般電気事業者への売電スキームの収支シミュレーション結果

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要

設置可能面積	8,000	㎡
設置規模	429	kW
固定式or追尾式	固定式	
設置場所	地上	
傾斜角	20	度
日射量	3.38	kWh/㎡・日

■スケジュール

事業期間 20年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	113,685,000
2.その他:	11,475,750
合計	125,160,750

固定買取価格

1.価格:	24 円/kWh
2.期間:	20年

条件

使用料	0 円/㎡・年
運営管理費	:建設コストの1%
保険料	:建設コストの0.25%
金利	0.00%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748
保険料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
営業利益	904,993	854,184	803,375	752,567	701,758	650,949	600,140	549,332	498,523	447,714
支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税前収支	904,993	854,184	803,375	752,567	701,758	650,949	600,140	549,332	498,523	447,714
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	904,993	854,184	803,375	752,567	701,758	650,949	600,140	549,332	498,523	447,714
現金調整合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
元本返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	904,993	854,184	803,375	752,567	701,758	650,949	600,140	549,332	498,523	447,714

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748	-9,256,748
保険料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
営業利益	396,906	346,097	295,288	244,480	193,671	142,862	92,053	41,245	-9,564	-60,373
支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税前収支	396,906	346,097	295,288	244,480	193,671	142,862	92,053	41,245	-9,564	-60,373
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	396,906	346,097	295,288	244,480	193,671	142,862	92,053	41,245	-9,564	-60,373
現金調整合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
元本返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	396,906	346,097	295,288	244,480	193,671	142,862	92,053	41,245	-9,564	-60,373

Equity IRR -

Project IRR -

DSOR -

図 6-4 公共主導型（リース方式）による一般電気事業者への売電スキームの収支シミュレーション結果

(4) オプション事業スキームの事業性試算

オプション事業スキームの事業性試算結果を表 6-7 に、シミュレーション結果を図 6-5～8 に示す。参考までに 2-B～2-D のケースでは補助金を活用した場合についても試算した。PIRR に着目すると、環境省補助金を活用した場合は 2.92%、浸出水対策を実施した場合は 0.79%、発電した電気を水処理施設で利用する場合には 1.32%、初期投資と運転維持管理費用を抑制した場合には 2.50% となった。

FCF は年平均で 2,058,681～3,637,927 円得られることがわかった。特に、初期投資と運転維持管理費用抑制スキームを選定し、且つ補助金を利用した場合に最大で 3,637,927 円の収入となる。

表 6-7 事業スキーム（オプション）の事業性試算結果

	2-A (図 6-5) 環境省補助金を活用	2-B (図 6-6) 浸出水対策を実施 (補助金利用の場合)	2-C (図 6-7) 発電した電気を水処理施設で利用 (補助金利用の場合)	2-D (図 6-8) 初期投資と運転維持管理費用を抑制 (補助金利用の場合)
初期投資	125,160,750 円	130,971,555 円	125,955,750 円	118,404,000 円
維持管理費	1,421,063 円	1,490,239 円	1,421,063 円	1,072,500 円
年間の売電収入	10,161,740～ 9,196,375 円	10,161,740～ 9,196,375 円	10,161,740～ 9,196,375 円	10,161,740～ 9,196,375 円
20 年間の売電収入	193,581,150 円	193,581,150 円	193,581,150 円	193,581,150 円
投資回収年数	11 年 8 ヶ月	18 年 9 ヶ月 (14 年 4 ヶ月)	17 年 9 ヶ月 (11 年 11 ヶ月)	13 年 2 ヶ月 (8 年 8 ヶ月)
PIRR	2.92%	0.79% (2.22%)	1.32% (2.85%)	2.50% (4.11%)
EIRR	7.65%	1.69% (5.69%)	3.14% (7.35%)	6.44% (10.99%)
DSCR	1.44	1.17 (1.35)	1.15 (1.33)	1.38 (1.60)
20 年間の FCF 平均額	2,934,029 円	2,058,681 円 (2,713,394 円)	2,339,566 円 (2,994,279 円)	3,020,274 円 (3,637,927 円)

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要	
設置可能面積	8,000 m ²
設置規模	429 kW
固定式or追尾式	固定式
設置場所	地上
傾斜角	20 度
日射量	3.38 kWh/m ² ・日

■スケジュール	
事業期間	20 年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	113,685,000
2.その他:	11,475,750
合計	125,160,750

固定買取価格

1.価格:	24 円/kWh
2.期間:	20 年

条件

使用料	0 円/m ² ・年
運営管理費	:建設コストの1%
保険料	:建設コストの0.25%
金利	0.30%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353
営業利益	1,769,112	1,718,304	1,667,495	1,616,686	1,565,877	1,515,069	1,464,260	1,413,451	1,362,643	1,311,834
支払利息	-243,362	-229,046	-214,731	-200,416	-186,100	-171,785	-157,469	-143,154	-128,839	-114,523
税前収支	1,525,751	1,489,257	1,452,764	1,416,271	1,379,777	1,343,284	1,306,791	1,270,297	1,233,804	1,197,311
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,525,751	1,489,257	1,452,764	1,416,271	1,379,777	1,343,284	1,306,791	1,270,297	1,233,804	1,197,311
現金調整合計	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555	935,555
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353
元本返済	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	2,461,306	2,424,812	2,388,319	2,351,826	2,315,332	2,278,839	2,242,346	2,205,853	2,169,359	2,132,866

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-1,705,275	-1,705,275	-1,705,275
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	0	0	0
営業利益	1,261,025	1,210,217	1,159,408	1,108,599	1,057,790	1,006,982	956,173	7,592,717	7,541,909	7,491,100
支払利息	-100,208	-85,892	-71,577	-57,262	-42,946	-28,631	-14,315	0	0	0
税前収支	1,160,817	1,124,324	1,087,831	1,051,338	1,014,844	978,351	941,858	7,592,717	7,541,909	7,491,100
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,160,817	1,124,324	1,087,831	1,051,338	1,014,844	978,351	941,858	7,592,717	7,541,909	7,491,100
現金調整合計	1,347,130	1,347,130	1,347,130	1,347,130	1,347,130	1,347,130	1,347,130	-568,425	-568,425	-568,425
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	0	0	0
元本返済	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	-4,771,798	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425
FCF	2,507,948	2,471,454	2,434,961	2,398,468	2,361,974	2,325,481	2,288,988	7,024,292	6,973,484	6,922,675

Equity IRR	7.65%	Project IRR	2.92%	DSOR	1.44%
------------	-------	-------------	-------	------	-------

図 6-5 公共主導型-環境省補助金を活用スキームの収支シミュレーション結果

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要	
設置可能面積	8,000 m ²
設置規模	429 kW
固定式or追尾式	固定式
設置場所	地上
傾斜角	20 度
日射量	3.38 kWh/m ² ・日

■スケジュール	
事業期間	20 年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	119,219,100
2.その他:	11,752,455
合計	130,971,555

固定買取価格

1.価格:	24 円/kWh
2.期間:	20 年

条件

使用料	0 円/m ² ・年
運営管理費	:建設コストの1%
保険料	:建設コストの0.25%
金利	0.30%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239
保険料	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888
営業利益	1,360,565	1,309,757	1,258,948	1,208,139	1,157,331	1,106,522	1,055,713	1,004,905	954,096	903,287
支払利息	-294,686	-277,352	-260,017	-242,683	-225,348	-208,014	-190,679	-173,345	-156,010	-138,676
税前収支	1,065,879	1,032,405	998,931	965,457	931,983	898,508	865,034	831,560	798,086	764,611
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,065,879	1,032,405	998,931	965,457	931,983	898,508	865,034	831,560	798,086	764,611
現金調整合計	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731	254,731
減価償却費	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888
元本返済	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	1,320,611	1,287,137	1,253,662	1,220,188	1,186,714	1,153,240	1,119,765	1,086,291	1,052,817	1,019,343

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-8,801,175	-1,788,287	-1,788,287	-1,788,287
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239	-1,490,239
保険料	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048	-298,048
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	-7,012,888	0	0	0
営業利益	852,478	801,670	750,861	700,052	649,244	598,435	547,626	7,509,706	7,458,897	7,408,088
支払利息	-121,341	-104,007	-86,672	-69,338	-52,003	-34,669	-17,334	0	0	0
税前収支	731,137	697,663	664,189	630,714	597,240	563,766	530,292	7,509,706	7,458,897	7,408,088
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	731,137	697,663	664,189	630,714	597,240	563,766	530,292	7,509,706	7,458,897	7,408,088
現金調整合計	638,636	638,636	638,636	638,636	638,636	638,636	638,636	-596,096	-596,096	-596,096
減価償却費	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	7,012,888	0	0	0
元本返済	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	-5,778,157	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096	-596,096
FCF	1,369,773	1,336,299	1,302,825	1,269,350	1,235,876	1,202,402	1,168,928	6,913,610	6,862,802	6,811,993

Equity IRR 1.69%

Project IRR 0.79%

DSOR 1.17%

図 6-6 公共主導型-浸出水対策を実施スキームの収支シミュレーション結果

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要

設置可能面積	8,000	㎡
設置規模	429	kW
固定式or追尾式	固定式	
設置場所	地上	
傾斜角	20	度
日射量	3.38	kWh/㎡・日

■スケジュール

事業期間 20年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	113,685,000
2.その他:	11,475,750
合計	125,160,750 ※

固定買取価格

1.価格:	24円/kWh
2.期間:	20年

条件

使用料	0円/㎡・年
運営管理費	建設コストの1%
保険料	建設コストの0.25%
金利	0.30%

※水処理施設の屋根に設置する3kW分の建設コストを含めると125,955,750円となる(収支シミュレーションにおいては3kW分の建設コストを初年度の運営管理費に計上している)。

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-9,187,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-2,216,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353
営業利益	974,112	1,718,303	1,667,494	1,616,686	1,565,877	1,515,068	1,464,260	1,413,451	1,362,642	1,311,833
支払利息	-281,612	-265,046	-248,481	-231,916	-215,350	-198,785	-182,219	-165,654	-149,089	-132,523
税前収支	692,500	1,453,257	1,419,013	1,384,770	1,350,527	1,316,283	1,282,040	1,247,797	1,213,554	1,179,310
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	692,500	1,453,257	1,419,013	1,384,770	1,350,527	1,316,283	1,282,040	1,247,797	1,213,554	1,179,310
現金調整合計	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555	185,555
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353
元本返済	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	878,055	1,638,812	1,604,569	1,570,325	1,536,082	1,501,839	1,467,595	1,433,352	1,399,109	1,364,865

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-8,392,628	-1,705,276	-1,705,276	-1,705,276
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063	-1,421,063
保険料	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213	-284,213
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	-6,687,353	0	0	0
営業利益	1,261,025	1,210,216	1,159,407	1,108,599	1,057,790	1,006,981	956,173	7,592,717	7,541,908	7,491,099
支払利息	-115,958	-99,392	-82,827	-66,262	-49,696	-33,131	-16,565	0	0	0
税前収支	1,145,067	1,110,824	1,076,580	1,042,337	1,008,094	973,850	939,607	7,592,717	7,541,908	7,491,099
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,145,067	1,110,824	1,076,580	1,042,337	1,008,094	973,850	939,607	7,592,717	7,541,908	7,491,099
現金調整合計	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	597,130	-568,425	-568,425	-568,425
減価償却費	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	6,687,353	0	0	0
元本返済	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	-5,521,798	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425	-568,425
FCF	1,742,197	1,707,954	1,673,710	1,639,467	1,605,224	1,570,981	1,536,737	7,024,292	6,973,483	6,922,674

Equity IRR 3.14%

Project IRR 1.32%

DSOR 1.15%

図6-7 公共主導型-発電した電気を水処理施設で利用スキームの収支シミュレーション結果

収支シミュレーション

発電設備概要及びスケジュール

■発電設備概要	
設置可能面積	8,000 m ²
設置規模	429 kW
固定式or追尾式	固定式
設置場所	地上
傾斜角	20 度
日射量	3.38 kWh/m ² ・日

■スケジュール	
事業期間	20 年

プロジェクトコスト

1.建設関連:	107,250,000
2.その他:	11,154,000
合計	118,404,000

固定買取価格

1.価格:	24 円/kWh
2.期間:	20 年

条件

使用料	0 円/m ² ・年
運営管理費	:建設コストの1%
保険料	:建設コストの0.25%
金利	0.30%

収支

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
発電量(kWh)	423,406	421,289	419,172	417,055	414,938	412,821	410,704	408,587	406,470	404,353
売上合計	10,161,740	10,110,931	10,060,123	10,009,314	9,958,505	9,907,697	9,856,888	9,806,079	9,755,271	9,704,462
支出合計	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500
保険料	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824
営業利益	2,512,292	2,461,483	2,410,674	2,359,866	2,309,057	2,258,248	2,207,439	2,156,631	2,105,822	2,055,013
支払利息	-266,409	-250,738	-235,067	-219,396	-203,725	-188,053	-172,382	-156,711	-141,040	-125,369
税前収支	2,245,883	2,210,745	2,175,607	2,140,470	2,105,332	2,070,195	2,035,057	1,999,920	1,964,782	1,929,644
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	2,245,883	2,210,745	2,175,607	2,140,470	2,105,332	2,070,195	2,035,057	1,999,920	1,964,782	1,929,644
現金調整合計	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118	105,118
減価償却費	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824
元本返済	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706
PCS積立	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000	-980,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	2,351,000	2,315,863	2,280,725	2,245,588	2,210,450	2,175,312	2,140,175	2,105,037	2,069,900	2,034,762

	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
発電量(kWh)	402,236	400,119	398,001	395,884	393,767	391,650	389,533	387,416	385,299	383,182
売上合計	9,653,653	9,602,844	9,552,036	9,501,227	9,450,418	9,399,610	9,348,801	9,297,992	9,247,184	9,196,375
支出合計	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-7,649,449	-1,340,625	-1,340,625	-1,340,625
土地賃借料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
運営管理費	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500	-1,072,500
保険料	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125	-268,125
法人事業税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固定資産税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
減価償却費	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	-6,308,824	0	0	0
営業利益	2,004,205	1,953,396	1,902,587	1,851,779	1,800,970	1,750,161	1,699,352	7,957,367	7,906,559	7,855,750
支払利息	-109,698	-94,027	-78,356	-62,684	-47,013	-31,342	-15,671	0	0	0
税前収支	1,894,507	1,859,369	1,824,232	1,789,094	1,753,956	1,718,819	1,683,681	7,957,367	7,906,559	7,855,750
法人税等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税後利益	1,894,507	1,859,369	1,824,232	1,789,094	1,753,956	1,718,819	1,683,681	7,957,367	7,906,559	7,855,750
現金調整合計	548,868	548,868	548,868	548,868	548,868	548,868	548,868	-536,250	-536,250	-536,250
減価償却費	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	6,308,824	0	0	0
元本返済	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	-5,223,706	0	0	0
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250	-536,250
FCF	2,443,374	2,408,237	2,373,099	2,337,962	2,302,824	2,267,687	2,232,549	7,421,117	7,370,309	7,319,500

Equity IRR 6.44%

Project IRR 2.50%

DSOR 1.38%

図 6-8 公共主導型-導入費と運転維持管理費用を抑制の収支シミュレーション結果

第7章 事業実施による効果の検討

本章では、CO₂削減効果の算定、CO₂削減効果以外の効果の整理等の結果を概説する。

7.1 CO₂削減効果の算定

(1) 算定方法の検討

CO₂削減効果については、次年度以降の補助事業への移行の可能性も踏まえ、二酸化炭素排出抑制対策事業費補助金の申請書類のひとつであるハード対策事業計算ファイルに従って算定を行う。算定に当たっては、環境省「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」も参考とした。なお、波及的なCO₂削減効果に関しては、環境省平成26年度2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書の太陽光発電高位ケース（将来の低炭素社会の構築、資源・エネルギーの高騰等を見据え、初期投資が大きくとも社会的効用を勘案すれば導入すべき低炭素技術・製品等について、導入可能な最大限の対策を見込み、それを後押しする大胆な施策を想定したケースで、具体的には、2020年の太陽光発電の導入量が6,311万kW、2030年度の導入量が10,874万kWとなるケース）での一般的な太陽光発電の累積導入量とCO₂削減量として算定している。

(2) 算定に当たっての前提条件の設定

CO₂削減効果の算定に当たっての前提条件を表7-1に示す。

表 7-1 CO₂削減効果の算定に当たっての前提条件

事項	設定内容	設定理由
事業案件名称	(仮称) 豊岡第2清掃センター太陽光事業	
平成27年度予算額(予定)	100,000千円	算定結果に影響しないため仮設定
事業期間	平成28年度～平成37年度	同上
累積予定額(予定)	100,000千円	同上
導入単位	kW	太陽光発電であるため
部門	電力	太陽光発電であるため
分野	再エネ	太陽光発電であるため
耐用年数	20年以上	国家戦略室 コスト等検証委員会における電源別耐用年数(稼働年数)より設定
新開発機器エネルギー種類	商用電力	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照
従来機器エネルギー種類	商用電力	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照
導入量の計算方法	供給数	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照

事項	設定内容	設定理由
		※太陽光発電導入事業については、導入量の基準となるストック数、フロー数が明確でないため、政府の施策による導入見込量を基に供給数にて計算
削減原単位の計算方法	再生可能エネルギー供給量	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照 ※年間の導入量[kW]に対する発電量[kWh/kW/年]を設定
削減原単位	0.67 tCO ₂ /kW	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照
事業による直接導入量	429 kW	導入する太陽光の発電最大出力より設定
累計導入量	2020年：63,110,000kW 2030年：108,740,000kW	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照 ※各年の供給量はわからないため、環境省平成26年度2050年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書に基づきの2020年、2030年の導入見込量を使用
排出係数	0.55 kgCO ₂ /kWh	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」より参照
年間平均稼働率	14%	「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」では12%を推奨しているが、近年の太陽光パネルの性能向上を考慮し、14%に変更した。

(3) CO₂削減効果の算定結果

直接的なCO₂削減排出量を表7-2に、波及的なCO₂削減効果を表7-3に示す。

表7-2 直接的なCO₂排出削減量

導入量	429 [kW]
削減原単位	0.67 [tCO ₂ /kW]
CO ₂ 削減量	289 [tCO ₂]

表7-3 波及的なCO₂削減効果

2020年度までの累積導入量	63,110,000 [kW]
2020年度のCO ₂ 削減量	42,568,957 [tCO ₂ /年]
2030年度までの累積導入量	108,740,000 [kW]
2030年度のCO ₂ 削減量	73,347,305 [tCO ₂ /年]

7.2 CO₂削減効果以外の効果の整理

処分場管理者との意見交換を踏まえ、本事業におけるCO₂削減効果以外の期待される社会的効果等を表7-4のとおり整理した。

表 7-4 処分場太陽光発電事業により期待される効果

項目	効果
収入の増加	太陽発電事業の実施により、年間2,379,317円のキャッシュが得られる（公共主導型の基本事業スキームの場合）。これにより維持管理費用等の負担軽減が期待できる。
環境学習への利用	太陽光発電所の概要説明パネルと発電状況の表示装置を設置することで、豊岡第2清掃センター及び発電施設を訪れた人の環境学習を支援することが可能となる。また、社会科見学会を開催することで、地元の小・中学生等の環境教育を行うことが可能となる。
地域産業の活性化と雇用創出	施工工事や維持管理業務を県内や市内の地元企業に委託することで、地元産業の活性化に貢献できる。使用するパネルは豊岡市に工場を有するカネカ製のものを使うことも検討する。
処分場イメージの向上	地域住民は豊岡第2清掃センターについて、迷惑施設との印象を持っていると考えられるが、太陽光発電の導入により地域住民の処分場等に対するイメージが向上することが期待される。また、地域自体のイメージも良くなると期待される。
地域のエネルギー政策等への寄与	豊岡市が取り組んでいる「環境基本計画」及び「環境経済戦略」における再生可能エネルギーの利用推進に貢献できる。また、地域エネルギー自給率の向上に寄与できる。

第8章 事業実施に向けた必要手続き

本章では、本事業に関連する法制度、各種法制度の届出・認可等に関する事前協議、地域住民との合意形成の方法等に関する検討結果を概説する。

8.1 本事業に関連する法制度

最終処分場等へ太陽光発電設備を設置する際に、届出や許可などの事前協議が必要になると考えられる法令等（不要となる法令等については、その理由）を表8-1～2に示す。

最終処分場に係る法令等は、土地の形質変更の内容や規模、最終処分場の状態（廃止前、廃止後）、廃止前であれば処分場の所有者（市町村、民間）などによって手続きが変わるため、各処分場においては、それぞれの状況に応じた手続きを行う必要がある。

表 8-1 処分場に関連する法令等

法制度名	実施主体	概要	処分場の状態	処分場等太陽光に関する手続き等
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	環境省	土地の形質変更を行う際に必要となる。	廃止前	一般廃棄物最終処分場（ただし、市町村が届出を行った施設を除く）及び産業廃棄物最終処分場においては、都道府県知事の許可が必要である。 市町村が届出を行った一般廃棄物最終処分場においては、都道府県知事へ届出が必要である。 ただし、その変更が環境省令で定める軽微な変更である時は、この限りではない。
			廃止後	都道府県知事により指定された指定区域内での土地の形質を変更しようとする者は、都道府県知事へ事前の届出を行う必要がある。 ただし、この限りでない行為もある。 なお、環境省令で定める措置が行われた不法投棄地は、指定区域に含まれる。
最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン	環境省	指定区域における土地の形質変更を行う際に役立つ。	廃止後	指定区域の指定範囲と指定方法、届出事項及び届出が不要な場合の考え方、施行基準の具体的な内容について、都道府県知事等や事業者が法の適正な執行に資するための内容が整理されている。

法制度名	実施主体	概要	処分場の状態	処分場等太陽光に関する手続き等
跡地利用計画に関する条例等	地方公共団体	最終処分場の跡地利用を行う際に係る。	廃止前・廃止後	<p>最終処分場の跡地利用を行う際には、その地域の福祉向上、地域の活性化及び発展など、地域への還元について検討を行うことが、持続的に最終処分場の立地を推進するためにも重要である。</p> <p>そのため、地方公共団体は、条例などにより、跡地利用計画を作成している。また、その計画を基に跡地利用の事業者等に対し、開発工事を開始する前に、周辺住民説明会などにより、その計画の概要を周知し、住民の理解・協力を得ることを求めている。</p> <p>なお、民間の最終処分場については、地方公共団体が条例などを基に指導要綱などを作成し、跡地利用の指導を行っている場合もあることに注意する必要がある。</p>

表 8-2 太陽光に関連する法令等

法制度名	実施主体	概要	摘要	処分場等太陽光に関する手続き等
電気事業法	経済産業省	電気工作物の設置および利用する際に必要となる。	廃止前 廃止後 廃止後	太陽光発電設備（50kW 未満を除く）は、「自家用電気工作物」と定義されているため、保安規定を定め、電気主任技術者を選任し、経済産業大臣に届出を行う必要がある。
電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法	経済産業省	電力事業者により再生可能エネルギーを固定価格で売電する際に必要となる。	廃止前 廃止後	一般的な太陽光発電施設と同様に、経済産業大臣へ設備認定の申請を、電気事業者へ特定契約・接続契約の申し込みを行う必要がある。

なお、上記以外にも、場合によっては、所定の手続きが必要となる最終処分場もある。

8.2 各種法制度の届出・認可等に関する事前協議

本調査において事前協議を実施すべきと判断した関連法制度等について、豊岡市と協議した結果、該当する項目は特になかった。

8.3 地域住民との合意形成の方法の検討

地域住民に対しては、市として太陽光発電設備の設置に係る調査を実施することの説明を実施済であることを踏まえ、設置検討時と工事前において、以下を目的とした説明を行うことが重要と考えられる。

- 設置検討時（公募前）：太陽光発電設備の事業を行うことについて同意を得ること。
- 工事前：事業（工事）内容の同意を得ること（説明会の開催等）。

第9章 今後の課題と将来展望

本章では、本業務で得られた知見より、豊岡第2清掃センターで太陽光発電事業を実施するための今後の課題等について概説する。

①事業実施体制の確立

本豊岡市FS調査では、最も維持管理費の負担軽減に貢献する基本事業スキームとして豊岡市が主体となった公共主導型スキームを提案した。処分場太陽光発電事業の実現にあたっては、太陽光発電のみならず、金融や廃棄物行政等の様々な知見を必要とする。そのため事業化にあたっては、事業全体を統括する責任者を据えるとともに、関係部署が連携したプロジェクトチームの設立が有効である。

②詳細設計の実施

今回実施したFS調査では調査地付近の系統空き容量や系統連系負担金の確認、最新の市場動向を反映したコスト設定までは行っていない。そのため今後の事業化にあたっては詳細設計を実施し、より具体的に事業化の可能性を検討することが求められる。

③事業に係る資金調達

本調査結果では、初期投資が約1.3億円必要であることがわかった。この額を市の単年度予算で確保することは難しいため、市としての予算確保のほか、地元金融機関等の調達候補先との調整を進めていく必要がある。

以上

添付資料 事業計画書（案）

豊岡第2清掃センター埋立処分場跡地太陽光発電事業計画書(案)

【背景】

- 昭和58年4月に埋立を開始し、平成12年10月に閉鎖するまでの17年7ヶ月の間、清掃工場から排出される焼却灰及び不燃残渣(破砕サイズ20mm程度)等を埋立処分していた。平成12年に最終覆土を施した後は他の目的では利用されていない。
- 埋立中の平成10年頃から埋立地からの浸出水(原水)の水素イオン濃度が基準値(5.8~8.6)を超える、強アルカリ性の状態が続いている。年間約700万円弱の運転維持管理費用がかかっている。

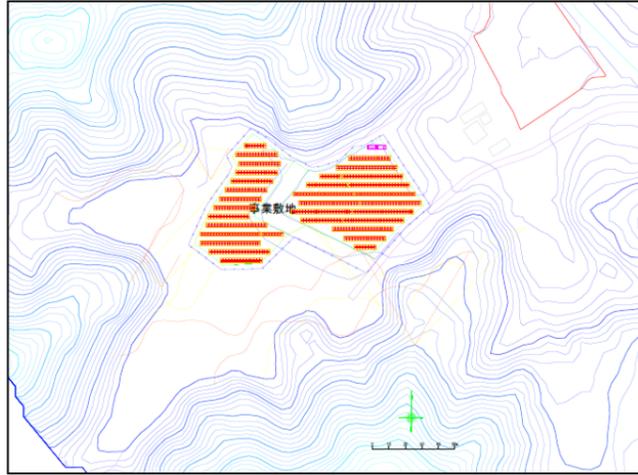
【基本コンセプト】

- 全国には豊岡市と同様に埋立は終了したものの、廃止基準を満たさず維持管理費の負担に困っている処分場管理者は多い。処分場太陽光事業による維持管理費用の負担軽減を検討することでそのような自治体のモデルケースとする。
- 発電した電気を水処理施設の稼働エネルギーとして利用することを検討する。
- FS調査で事業化の可能性が見いだせれば、市が主体となって事業化を検討する。

【事業計画の概要(案)】

＜プロジェクトの全体概要＞

項目	概要
事業実施エリア	豊岡第2清掃センター埋立地(右図)
発電所全体の設備容量	429kW
年間発電量(予測)	402,236kWh/年
概算事業規模 (公共主導型の場合)	建設費:1億1,369万円 系統連携工事負担金:579万円 その他開発コスト:568万円 運転管理費:142万円/年 保険料:28万円/年 パワーコンディショナー交換積立:98万円/年 (事業開始後1年目~10年目) 施設撤去費用:57万円/年 (事業開始後11年目~20年目)



概略設計図



事業計画地周辺写真

＜太陽光パネルを活用した浸出水発生抑制対策に関する検討結果＞

No.1 防草シート	No.2 遮水シート
<p>【利用方法】 防草シートを敷き、雨水の浸透を抑制する。</p>	<p>【利用方法】 シートにより雨水の浸透を遮断する。</p>
No.3 造成時における傾斜付け	No.4 パネル繋ぎ目へのテープ貼り付け
<p>【利用方法】 傾斜をつけた造成・砕石敷きにより、雨水の効率的な排出を促す。</p>	<p>【利用方法】 パネルの繋ぎ目にテープを貼ることでパネル隙間を通る雨水の経路を遮断する。</p>

⇒効率的に雨水を集水し排水するため、本事業においてはコストを考慮しNo.1防草シート、No.3造成時における傾斜付け、No.4パネル繋ぎ目へのテープ貼り付けを選定した。この場合、浸出水対策に係る追加費用として約588万円が想定される。

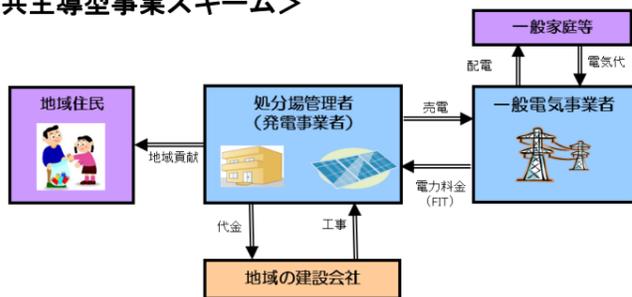
＜発電した電気の水処理施設での利用の検討＞

- ・豊岡第2清掃センターの直近1年の年間電力使用量は16,562kWh/年(1,380kWh/月)であった。水処理施設では単純計算で1時間あたり約2kWhの電力を使用する(1,380kWh÷720h)。本事業では日射量、温度上昇や昇圧に伴う損失等を考慮し、水処理施設への電力供給に充てる出力規模を3kWと設定した。
- ・平成26年度の豊岡市第2清掃センターの運転維持管理経費の内、電気料金は871,713円であった。太陽光発電の出力規模3kW分を水処理施設で利用することで、年間約50,000円の光熱費の削減が想定される。
- ・3つの供給パターンの特徴を整理した。

①全量売電契約による供給	②余剰売電契約による供給	③自家発利用による供給
<p>・一般的な供給パターン。 ・採算が良い。</p>	<p>・余剰売電契約を結ぶこととなるが、売電料金は交渉価格となりFIT制度の価格よりも安価となるのが一般的である。 ・採算が良くない。</p>	<p>・水処理施設に設置する太陽光発電の初期投資分だけ追加負担となる。 ・それ以外は①と同様な供給パターンなので採算は取りやすい。</p>

【事業スキーム・事業性評価結果等】

＜公共主導型事業スキーム＞



○概要

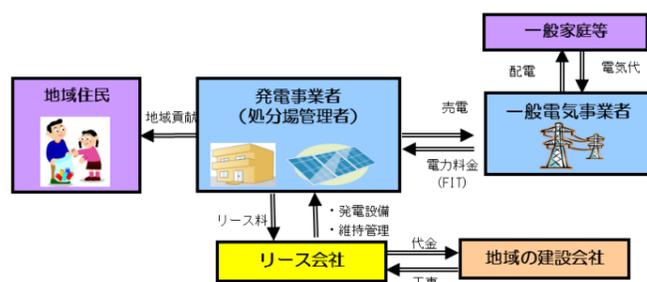
地方公共団体が事業主体となり資金調達や事業計画等を行い、自ら電気を販売して収入を得る事業スキーム。事業主体が公共事業者のため、地域との連携等が図りやすい。

○事業性評価等

公共主導型事業スキームではPIRRが1.39%となったが、初期投資と維持管理費を抑制する場合には2.50%、環境省の補助金を使用した場合には2.92%となった。

スキーム	PIRR
公共主導型事業スキーム	1.39%
〃(補助金あり)	2.92%
〃(浸出水処理対策を実施)	0.79%
〃(発電した電気を水処理施設で利用)	1.32%
〃(初期投資と維持管理費を抑制)	2.50%

＜公共主導型(包括的リース方式)事業スキーム＞



○概要

地方公共団体が事業主体となり発電事業を運営するが、発電設備の調達・建設、維持管理等はリースにより行う事業スキーム。発電設備の調達・建設、維持管理の手間がかからない一方、自営で事業を実施する場合よりも収益が低くなる。

○事業性評価等

リース事業が成立する利ざや率の分岐点は9%であった。

○事業性評価用資料

リース方式による太陽光発電事業を運営している自治体によると、初期投資と維持管理(20年間分)の事業全体の費用に対し、リース方式を採用することで、年間2~3%程度プラスで費用がかかっていると考えられるとのことであった。

参考: 既存事例のリース料

事例名	出力規模	20年間のリース料
まえばし 荻窪町太陽光発電所	1,032kW	5億9,875万2千円
大清水処分場太陽光発電所	867.79kW	5億4,68万4千円