

平成28年度
処分場等への太陽光発電導入実現可能性調査
「長塚埋没処分地」
（管理者：銚子市）

報告書

平成29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28年度処分場等への太陽光発電導入実現可能性調査
「長塚埋没処分地」(管理者：銚子市)
報告書目次

第1章 調査の全体概要	5-1
1.1 調査の背景と目的	5-1
1.2 調査の概要	5-2
1.3 調査の実施体制	5-4
第2章 事業諸元の設定	5-5
2.1 太陽光の導入地の設定	5-5
2.2 事業の意義・目標等の設定	5-7
2.3 周辺環境情報の収集・整理	5-7
第3章 施設計画	5-7
3.1 太陽光発電設備の設計条件	5-7
3.2 太陽光軌道の解析	5-7
3.3 太陽光発電設備の概略設計	5-9
3.4 年間発電電力見込量の算出	5-11
3.5 架台・基礎の概略設計	5-12
3.6 大規模整地計画とコストの算出	5-13
3.7 塩害に関する検討	5-21
第4章 概略施工計画	5-22
4.1 太陽光発電設備等の施工計画	5-22
4.2 工事工程表	5-23
4.3 系統接続の可能性の検討	5-23
第5章 発電した電気の活用方法の検討	5-24
5.1 事例となる事業スキーム	5-24
5.2 本事業の事業スキームに求められる条件	5-25
5.3 本事業において検討対象とした事業スキーム	5-25
第6章 概算事業費の算定と事業採算性の検討	5-27
6.1 概算事業費の算定	5-27

6.2	事業採算性の検討	5-31
6.3	公共主導による自家消費型事業スキームの検討	5-33
第7章 事業実施による効果の検討		5-39
7.1	CO ₂ 削減効果の算定	5-39
7.2	CO ₂ 削減効果以外の効果の整理	5-40
第8章 事業実施に向けた必要手続き		5-41
8.1	本事業に関連する法制度	5-41
8.2	各種法制度の届出・認可等に関する事前協議	5-43
8.3	地域住民との合意形成の方法の検討	5-43
第9章 今後の課題と将来展望		5-44

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カ年事業の最終年に当たり、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「長塚埋没処分地」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「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」において公表される導入・運用ガイドライン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
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。
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。
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 排出最小化にも留意する。
発電した電気の活用方法	全量売電を基本するが、必要に応じて処分場内施設での利用や地域貢献方策等も検討する。対象地域内に電力供給を行う新電力会社(PPS)がある場合には、処分場太陽光で発電した電力の需要を調査する。
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。
資金計画	H25~27 業務で実施した事業採算性の定量化をベースに、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。
事業採算性	
維持管理による発電への影響予測及びその対策	
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	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検討する。
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検討する。
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。
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。必要に応じて反射光の影響調査(太陽光軌道解析を応用した時刻別分析)を行う。
関係法令・制度	H25~27 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。
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、然るべき対応を検討する。
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事前協議及び経済産業省への設備認定の申請支援を行う。

※環境省「平成 25 年度廃棄物処理システムにおける創エネルギーポテンシャル調査委託業務」

(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、表 1-1 の検討項目の中から、調査地ごとの検討項目を整理する。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。
 - ①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）
 - ②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）
 - ③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) 長塚埋没処分地の特徴・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長塚埋没処分地（銚子市）FS 調査（以下、銚子市 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 銚子市 FS 調査における重点検討内容一覧

No.	重点検討内容	概要
1	大規模場整地を踏まえた事業採算性の検討	長塚埋没処分地はくぼ地に位置しており、処分場全体においてうねりや傾斜が見受けられることから、太陽光事業の実施にあたっては大規模な整地が必要となる。処分場の複雑な地形を考慮したうえで、整地コストを算出し、事業採算性を試算する。
2	系統接続の可能性の検討	近年、全国的に太陽光発電事業が急激に増加し、系統に接続できないエリアが多くなっていることから、本処分場において太陽光事業を実施した場合に、系統に接続可能かどうかを検討する必要がある。具体的には、一般送配電事業者に対して系統接続の事前相談及び接続検討申込を行い系統接続の可否を確認する。

以上を踏まえた銚子市 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。

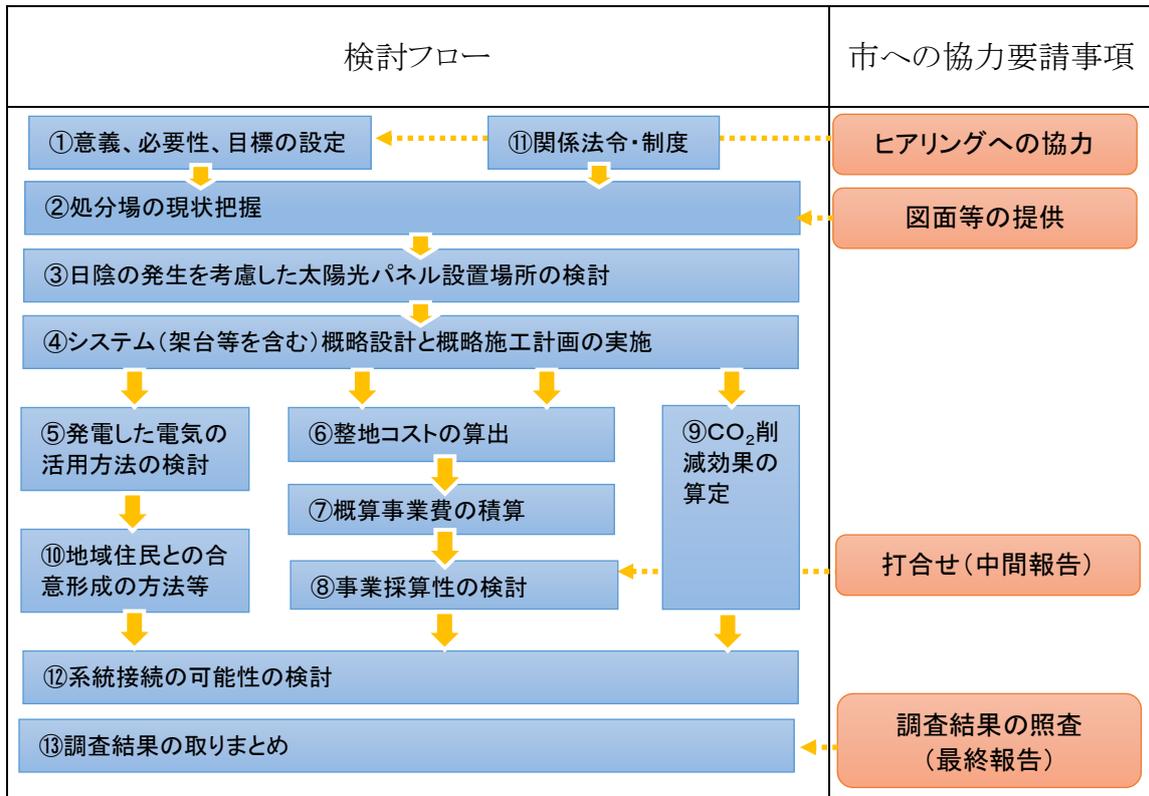


図 1-1 銚子市 FS 調査の検討フローと市への協力要請事項

1.4 調査の実施体制

本調査は平成 28 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。

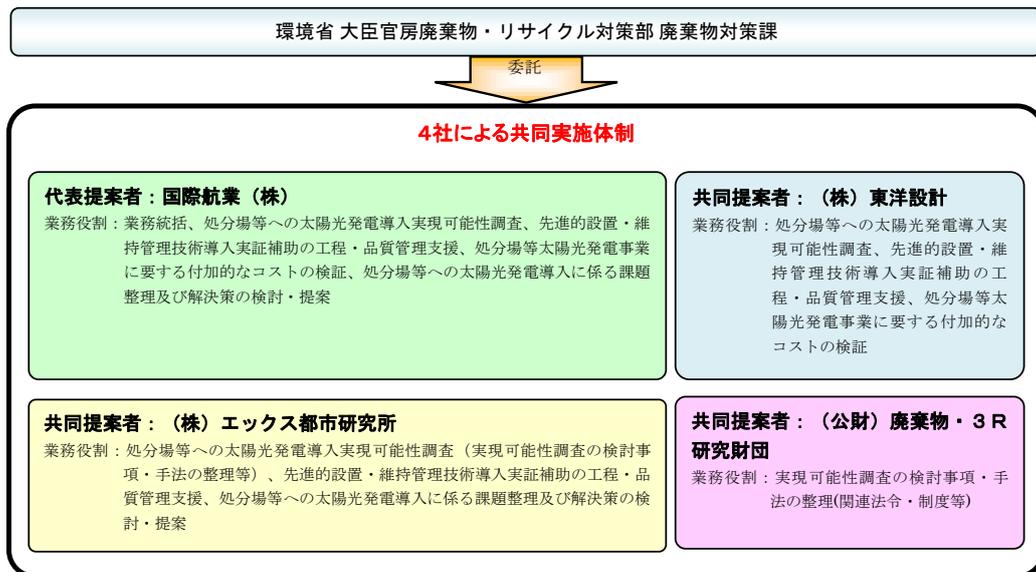


図 1-2 本調査の執行体制図

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「長塚埋没処分地」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 52 年 3 月「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場の技術上の基準を定める命令」適用以前に設置された処分場であるため、当時の地形図や埋立計画等の詳細なデータが整備されていない。
- 処分場はくぼ地に位置しており全体的に起伏の激しい地形となっている。また、処分場には 0～4m の草木が生い茂っている。
- 埋立終了から 20 年以上経過しているが、発生ガスが廃止基準を満たしていないことから廃止の見込みがたっておらず、維持管理費用として年間約 400 万円かかっている。

表 2-1 太陽光の導入地の概要

管理者	銚子市		
所在地	千葉県銚子市長塚町 6-4261-1		
処分場等の種類	一般廃棄物最終処分場		
被覆施設の面積 (㎡)	31,697 ㎡	設置時期	1975 年
		埋立開始時期	1975 年 8 月
処分場の状況	埋立終了	埋立完了時期	1988 年 8 月
埋立内容物	<ul style="list-style-type: none"> ・不燃ごみ (直接搬入含む) 54% ・未焼却可燃ごみ 13% ・焼却残渣 13% ・溝汚泥 17% ・し尿処理場脱水ケーキ 4% 	破碎の有無	— (不明)
破碎後のサイズ	— (不明)	覆土厚	50cm 以上
遮水工の有無	無し	遮水工の種類	—
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)		

平面図 s = 1:2,000

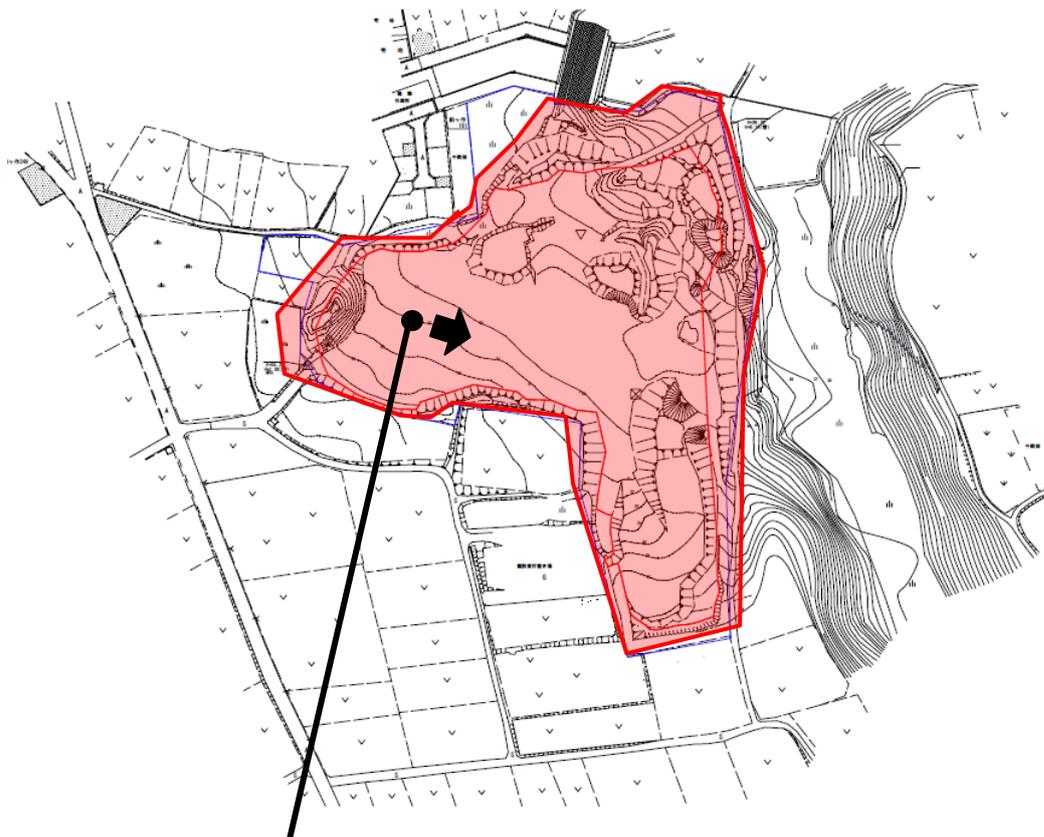


図 2-1 処分場の図面及び現地写真

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>

- 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。そのような処分場管理者にとって参考となるようなモデルケースを目指す。
- 民間事業者への土地貸しによる民間主導型のビジネスモデルの構築を目指す。

2.3 周辺環境情報の収集・整理

長塚埋没処分地は市の南部を横断する国道 126 号線の北部に位置している。当該処分場は下総台地上にあり、台地からやや傾斜して谷地に向かう山林・雑種地となっていたくぼ地を掘り下げて設けたもので、処分場の周辺は畑地となっている。



写真 2-1 処分場南側の様子



写真 2-2 処分場を西側の入り口から北東方向に見た様子

最近隣民家は処分場と隣接しているものの、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。ただし、パネルを設置することによる景観の変化に関して配慮する必要がある。

平面図 s = 1:2,000

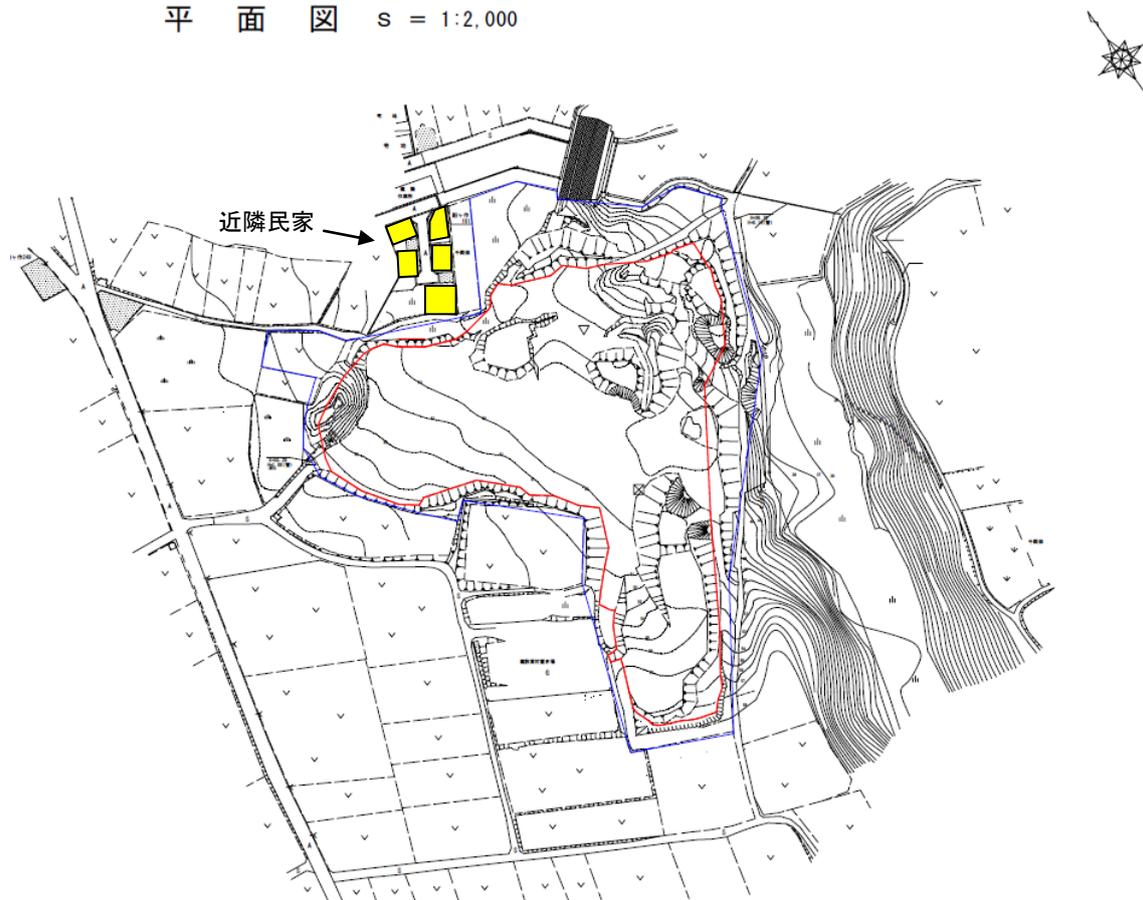


図 2-2 近隣民家との位置関係

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：長塚埋没処分地
- 方位角：0度
- 傾斜角：10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：5m
- ガス管を避けてパネルを配置

3.3 太陽光発電設備の概略設計

上述 3.1 を踏まえ太陽光発電設備の概略設計を行った。概略設計の結果を表 3-1 に、太陽光発電設備の導入位置を図 3-1 に示す。概略設計の結果、導入面積は約 24,125 m²、発電最大出力は 1,825kW と想定された。

表 3-1 太陽光発電設備の概略設計結果

敷地面積	約 24,125 m ²
フェンス内面積	約 19,947 m ²
フェンス長	約 743 m
太陽光パネル (単体)	265 W
太陽光パネル総量	1,825 kW 6,885 枚
パワーコンディショナ	1,500kW 500kW×3台

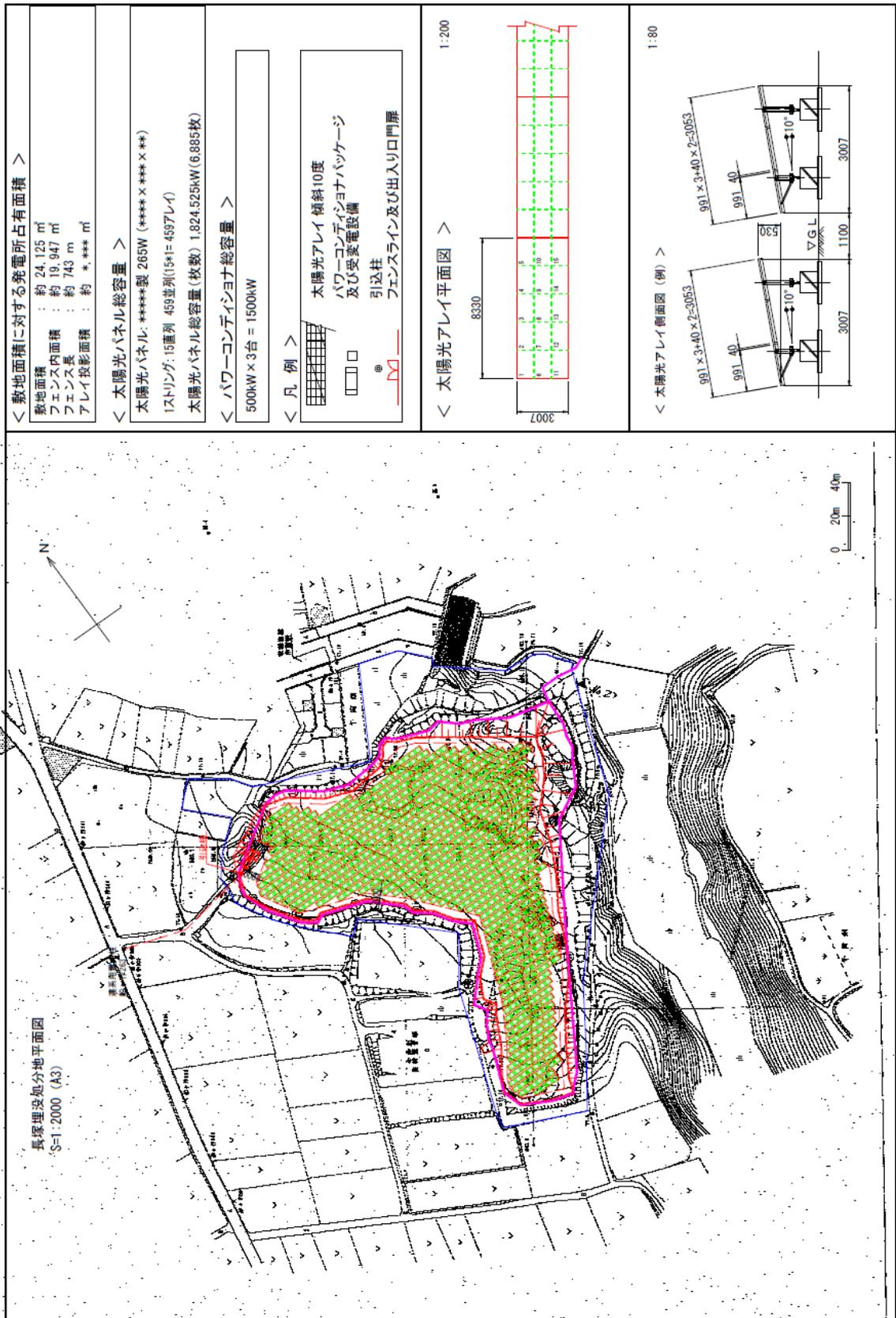


図 3-1 太陽光発電設備の導入位置

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」(NEDO/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0.80となる。また、「平成29年度以降の調達価格等に関する意見」(調達価格等算定委員会)によると平成29年度の調達価格の算定においては、設備利用率は昨年度の14%から15.1%に上昇したものを採用されていることから、本検討では、初年度の総合設計係数を0.86 ($0.80 \times 15.1/14 = 0.86$)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/m^2 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 $3.94\text{kWh/m}^2 \cdot \text{日}$ (NEDO MONSOLA-11 観測地点：銚子市より)
- 気温：年平均 15.4°C
- 年間発電電力見込量 (初年度)：約 $2,257,098\text{kWh/年}$

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環境影響の2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。

長塚埋没処分地の場合、覆土厚が不明確であることから、スクリー基礎と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・基礎（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
スクリー杭基礎 	スクリー杭を打込む工法。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）
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）
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
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

3.6 大規模整地計画とコストの算出

長塚埋没処分地はくぼ地に位置しており、処分場全体においてうねりや傾斜が見受けられることから、太陽光事業の実施にあたっては大規模な整地が必要となる。処分場の複雑な地形と埋立物の位置を考慮したうえで整地コストを算出した。

(1) 造成計画

「平成13年長塚埋没処分地緑化整備環境調査業務報告書」を参考に、廃棄物層の位置を確認し、太陽光発電設備を設置するための造成計画図を作成した。作成した造成計画図を図3-2～7に示す。なお、図中の緑部分は盛土を示している。

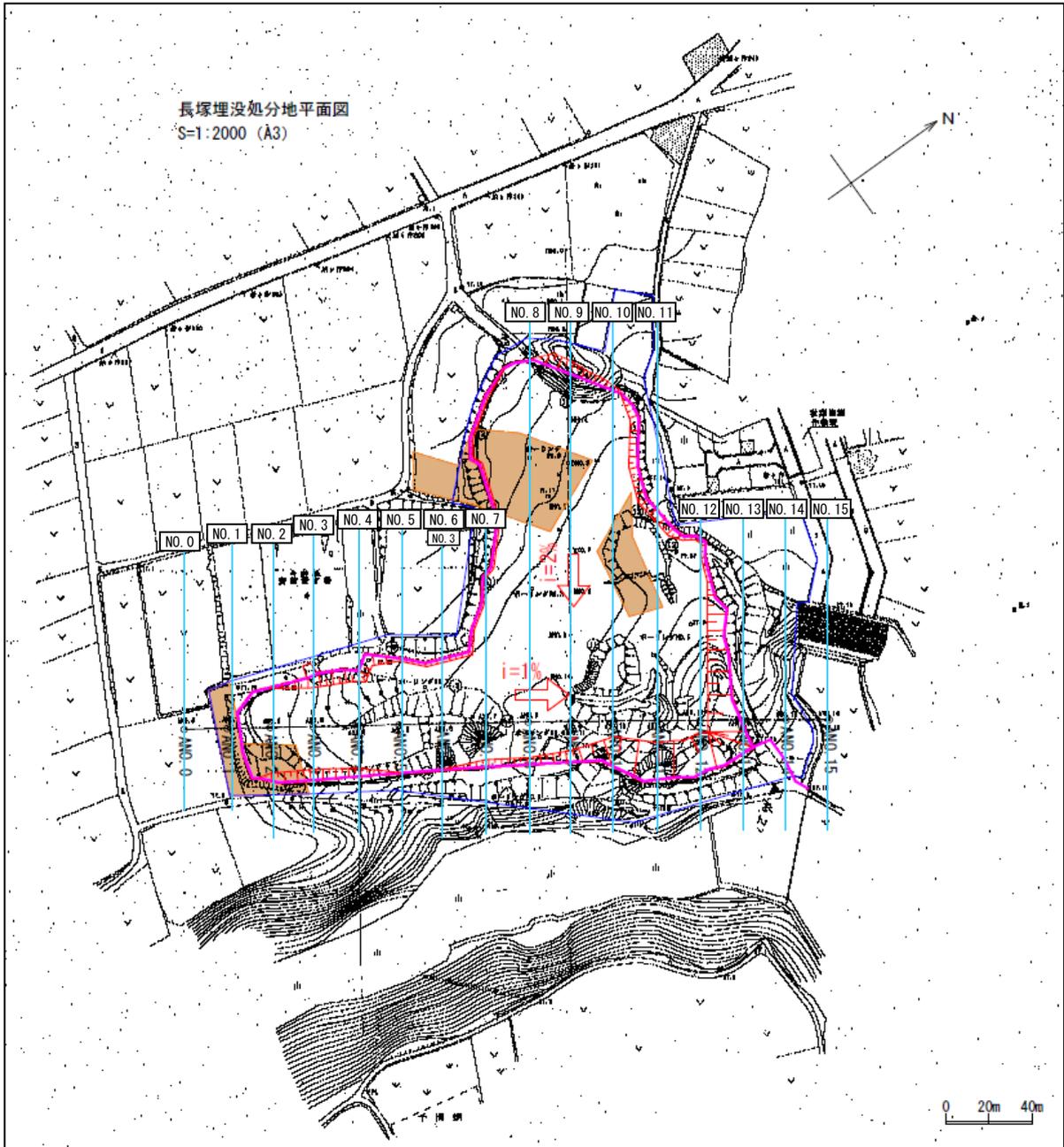


图 3-2 造成計画図 (平面図)

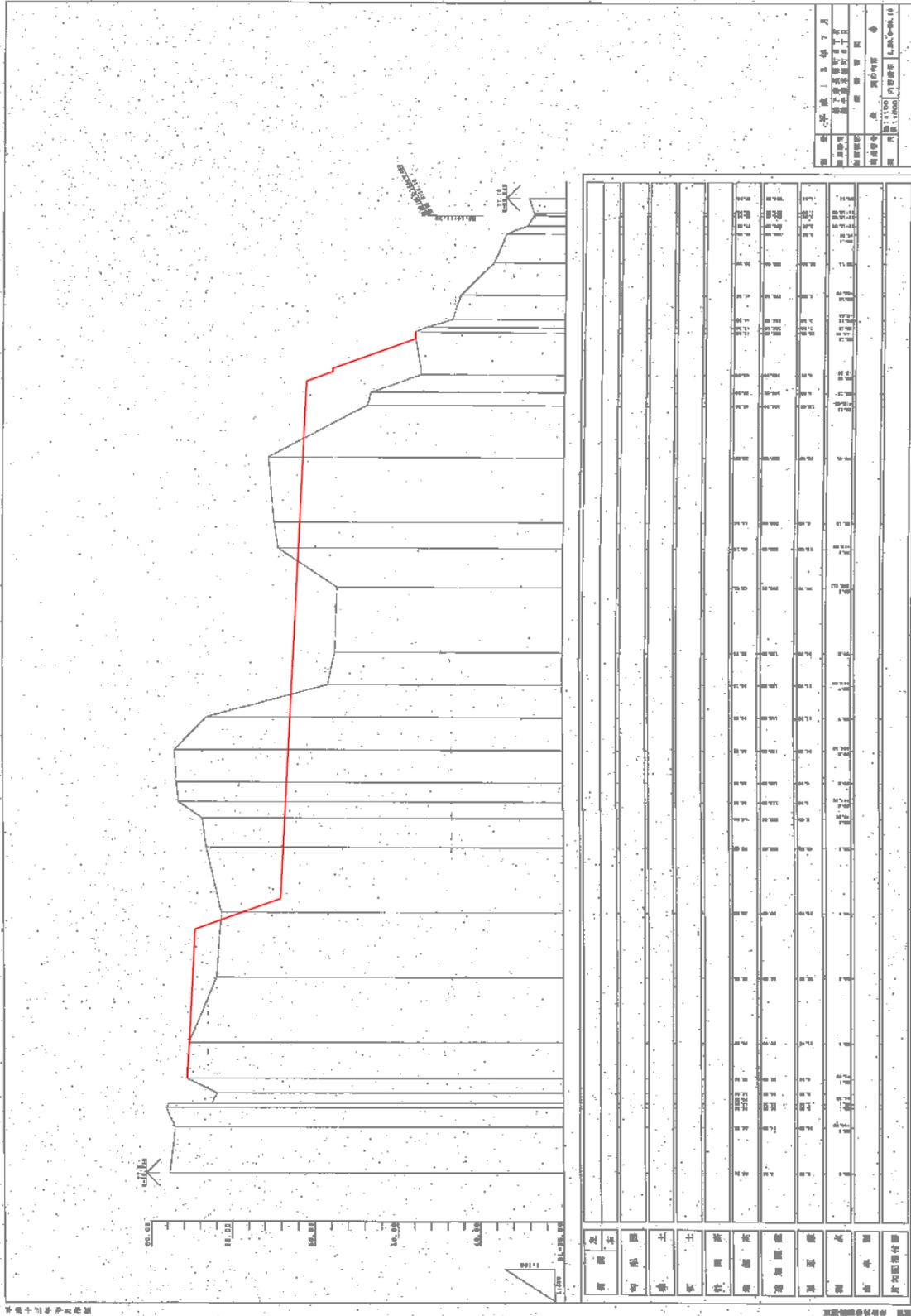


图 3-3 造成計画图 (断面图)

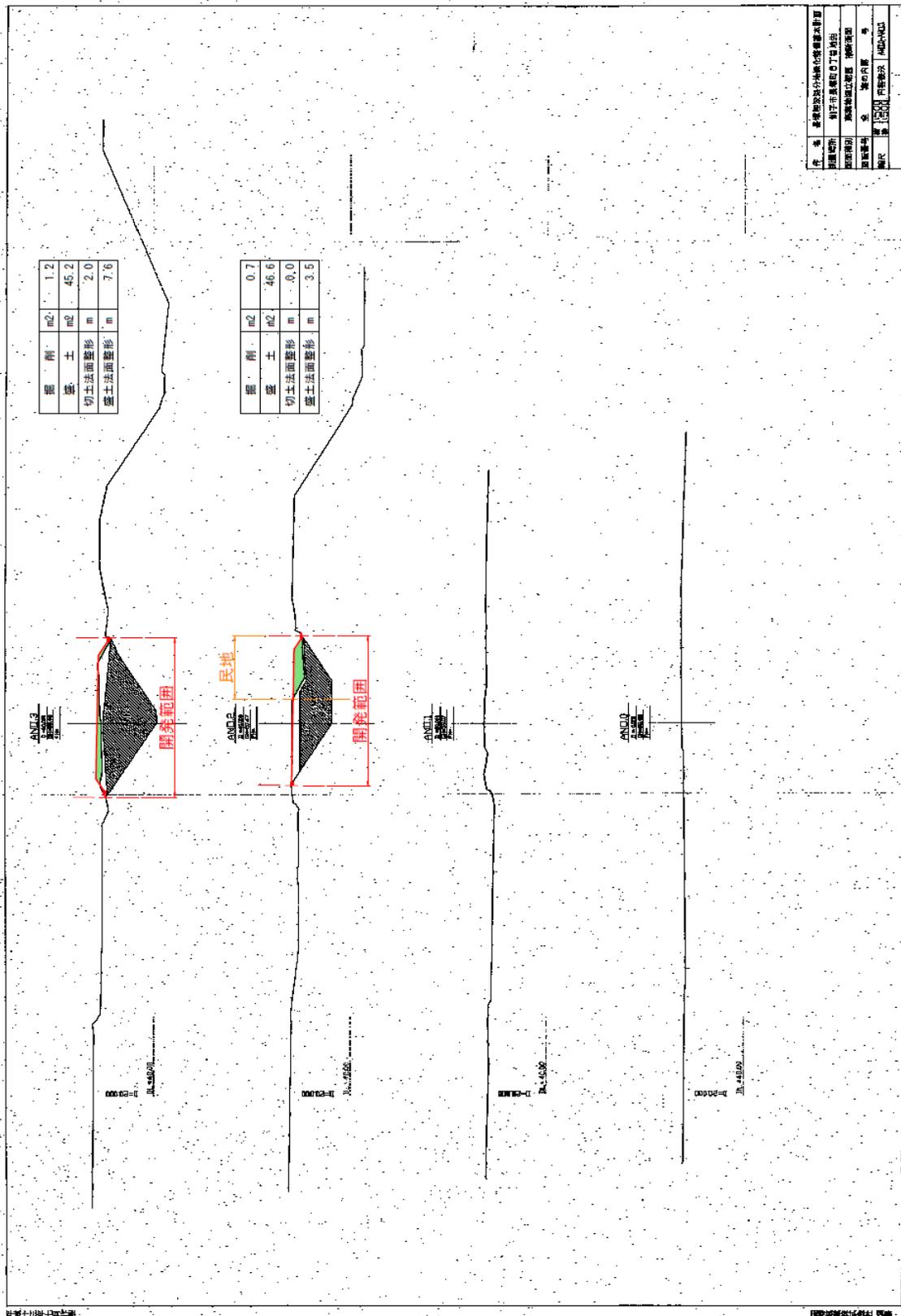
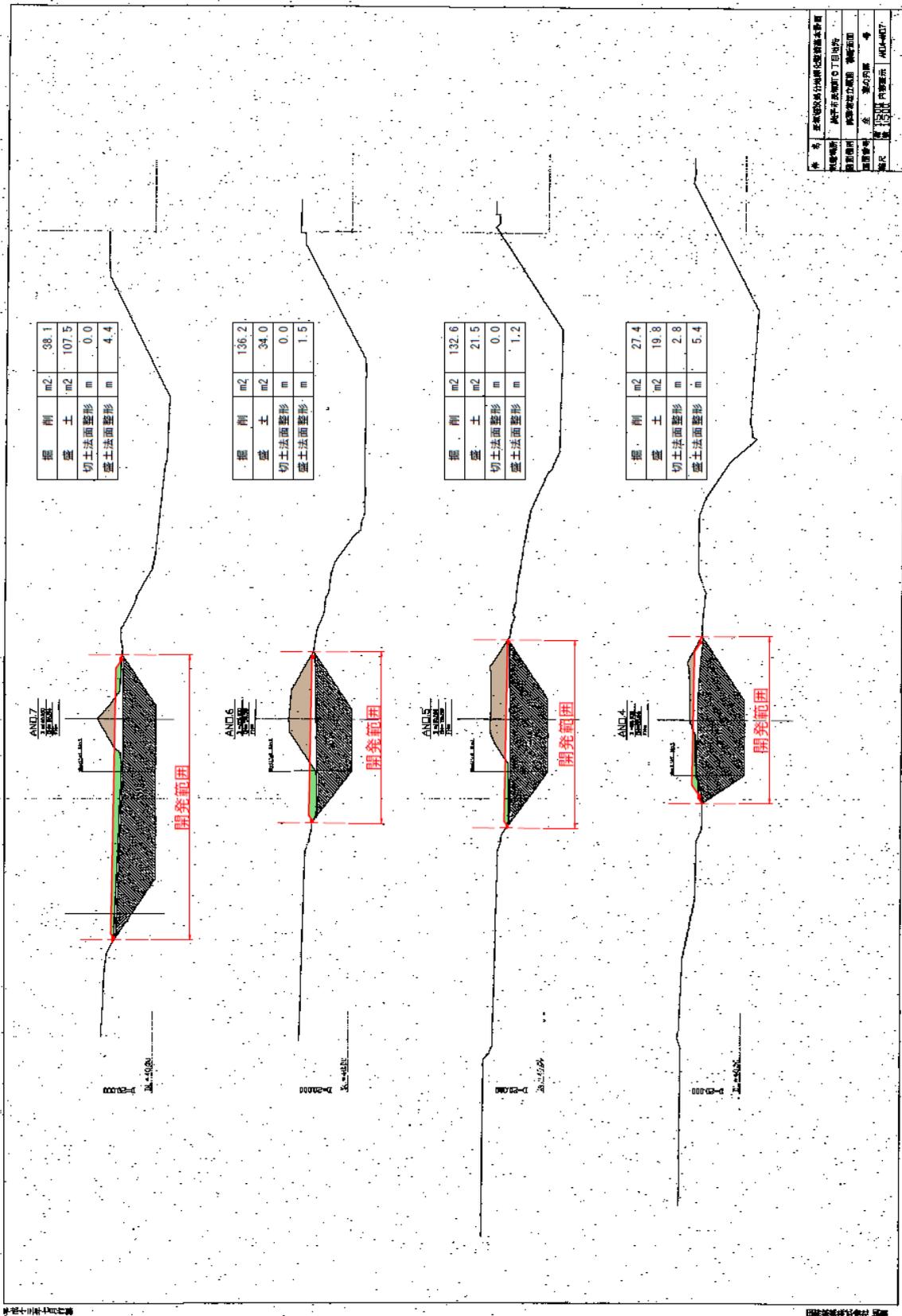
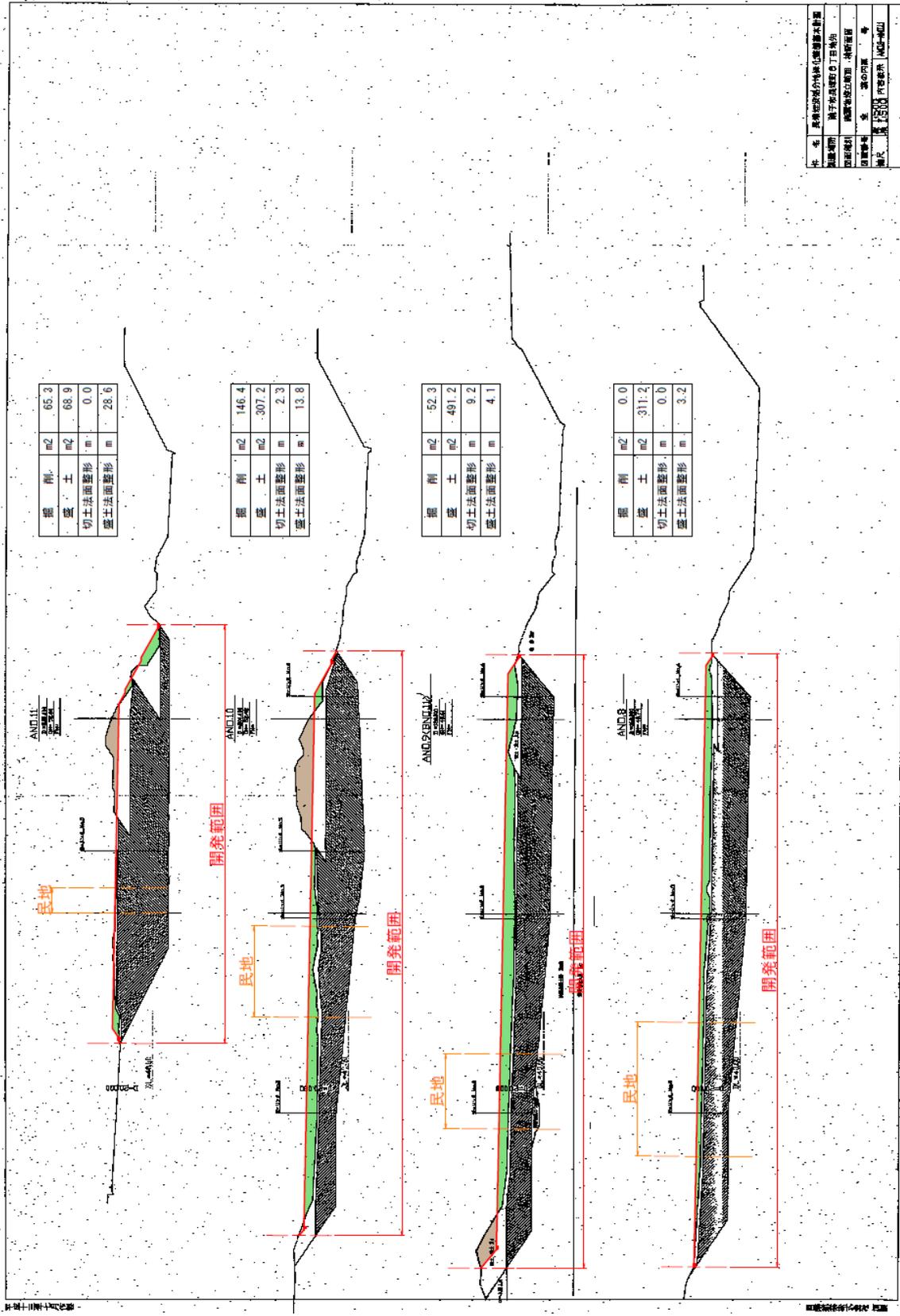


图 3-4 造成計画図 (断面図 No. 0~3)



名称	東京都建設局 土木部 建設課
所在地	東京都中央区 本町
図面番号	建設課 建設課 建設課
縮尺	1/20,000
備考	

図 3-5 造成計画図 (断面図 No. 4~7)



社名	長崎建設株式会社
事業所	長崎県長崎市
代表取締役	佐藤 誠
担当	佐藤 誠
設計者	佐藤 誠
作成者	佐藤 誠
作成日	2011.11.11
図名	AND 11~11

図 3-6 造成計画図 (断面図 No. 8~11)

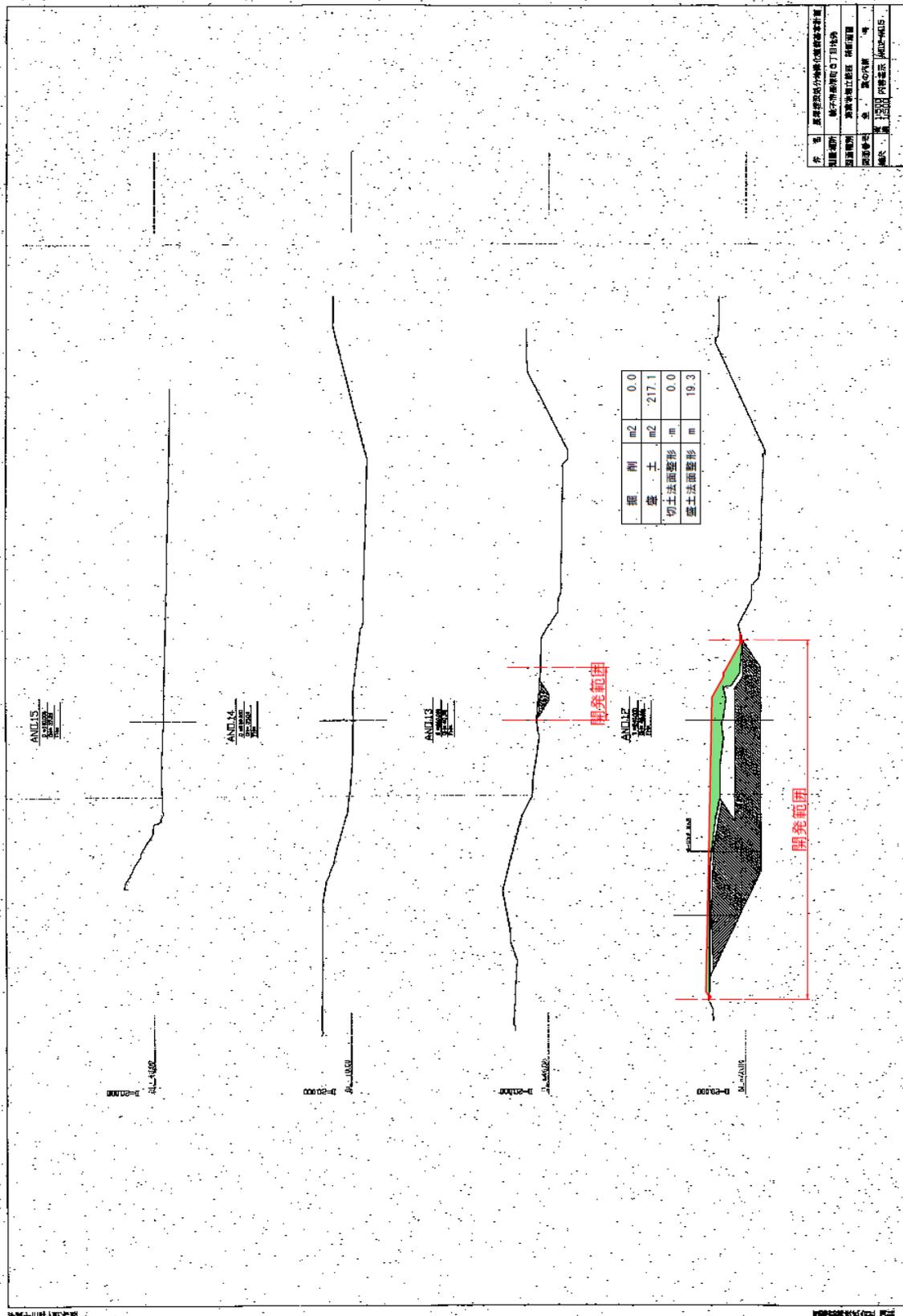


图 3-7 造成計画図（断面图 No. 12~15）

(2) 整地コストの算出

国土交通省が定める土木工事積算基準に基づき、樹木伐採～盛土輸送～整地までのコストを積算した結果を表3-3に示す。整地コストは約7,100万円となった。なお、整地用の盛土は利根川河川の浚渫工事に伴い発生した残土（現在仮置き中だが利用計画がないもの）を活用することを想定している。そのため盛土については輸送費のみ積算している（浚渫残土の仮置き場は、長塚埋没処分場から直線距離で4.5km、人口集中地区（DID区間）を通る）。

表3-3 整地コストの算出結果

種別	細別	数量	単位	単価	単位	金額
樹木伐採	伐木・積込	21,131	m ³	185	円/m ³	3,898,904 円
	ダンプトラック輸送	21,131	m ³	17	円/m ³	351,435 円
	処理費用	10	t	20,000	円/t	200,000 円
	直工					4,450,339 円
	工事費（一般管理費含む）					6,675,508 円
盛土輸送	敷鉄板	1	式	1,000,000	円	1,000,000 円
	ダンプトラック輸送	24,881	m ³	1,042	円/m ³	25,926,002 円
	直工					26,926,002 円
	工事費（一般管理費含む）					40,389,003 円
整地	掘削	12,001	m ³	300	円/m ³	3,600,300 円
	盛土	33,194	m ³	200	円/m ³	6,638,800 円
	切土法面整形	326	m ²	800	円/m ²	260,800 円
	盛土法面整形	1,836	m ²	700	円/m ²	1,285,200 円
	植生工	2,162	m ²	200	円/m ²	432,400 円
	U型側溝	821	m	4,900	円/m	4,022,900 円
	直工					16,240,400 円
	工事費（一般管理費含む）					24,360,600 円

※国土交通省土木工事積算基準(平成25年度版)、建設物価(2015,10)等により単価を設定

※一般管理費を直工費の50%として計算

直工計	47,616,741 円
工事費合計（一般管理費含む）	71,425,111 円

3.7 塩害に関する対策検討

長塚埋没処分地は海岸より約2kmの地点に位置している。塩分を多く含む潮風の影響でモジュールの配線や金属製の架台などが錆びやすくなることから、事業の実施にあたっては、塩害に対して一定程度の配慮を行う必要がある。本項ではその対策例等を整理した。

(1) 塩害地域について

一般的には海岸から500m以内を「重塩害地域」、海岸から2km以内を「塩害地域」と区別されている。長塚埋没処分地は海岸より約2kmの地点に位置していることから塩害地域に該当する。

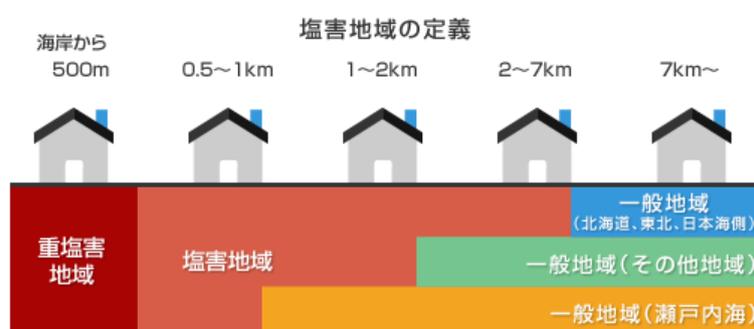


図 3-8 塩害地域の定義

出典：太陽光ビジネス HP (<http://taiyo-biz.jp/>)

(2) 塩害への対策例

塩害対策の手段としては防錆性・防錆性に優れた機器を選定することや、絶縁を強化することが考えられる。塩害対策製品の一例を表 3-4 に整理した。

表 3-4 塩害対策製品の一例

製品例	対策
京セラ(株) 太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・受光面は強化されたガラス(白板熱処理ガラス)、裏面は耐候性に優れた複数積層のフィルム(バックシート)、フレームにはアルミニウム合金に各種表面処理(アルマイト処理、電着塗装)を実施。 ・内部の太陽電池セルを透明な樹脂等の薄層で封入すること(完全密封)により、湿気・ホコリ等から保護。 ・コネクタは防塵・防水構造となっている。 出典：京セラ HP「太陽光発電システムに関する補足事項」
京セラ(株) ラックシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・陸屋根・地上設置向けは溶融亜鉛めっき鋼材を塗装。 ・一部の高耐荷用ラックに ZAM(溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウムめっき鋼板)が使用されている。 出典：京セラ HP「太陽光発電システムに関する補足事項」
三菱電機(株) 太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・耐候性に優れた複数積層構造の PET フィルムを採用。 ・モジュールのフレームやネジ類・取付部材についても耐蝕性に優れたメッキ処理を実施。 出典：三菱電機 HP「公共・産業用太陽光発電システム太陽電池モジュール」

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。
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東京電力パワーグリッド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					■								
電力会社側工事※	■												
検査												■	
運転開始													●

※東京電力パワーグリッド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。

4.3 系統接続の可能性の検討

東京電力パワーグリッド(株)に対して系統接続の事前相談を行い系統接続の可否を確認した。その結果、近隣の連系ポイントにおける高圧連系（6.6kV）の空き容量は0kWとの回答であった。系統接続には上位系統の対策工事が必要となる。対策工事の計画はあるが、当該区域の施行時期は未定であるとのことであった。

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 事例となる事業スキーム

平成27年度調査結果から整理したニーズを踏まえ有望と考えられる事業スキームを選定した結果を表5-1に示す。各種ニーズに対応した6つの事業スキームを選定した。

<平成27年度調査結果から整理したニーズ（抜粋）>

- ・環境政策や市民ファンドを通じて地域に収益・メリットを地域還元したい
- ・災害時に利用できる蓄電池をしたい
- ・（自治体が）事業者となって事業を実施したい。
- ・税収入の増加につながる施策としたい。
- ・初期投資の負担をなるべく軽くした事業としたい。
- ・発電した電気を処分場維持管理施設内で利用し、費用負担を軽減したい。
- ・地域ぐるみで「責任・役割」と「収益還元」を公平に分配できる事業実施体制ができないか。
- ・電気事業法の改正を活かした地域内自家消費の事業ができないか。

表5-1 検討対象とする事業スキーム

事業スキームNo	基本となる事業スキーム	付加することが適当と考えられるオプション	事業スキームの名称	選定理由
SC1	民間主導型	民間主導型	民間主導事業スキーム	管理者が土地を提供して民間事業者が事業を推進する。
SC2		売電収益の一部を地域に還元	売電収益地域還元スキーム	一般的な太陽光事業では民間事業者が市民ファンドや基金設立により地域に売電収益を事例が増えている。
SC3		災害時に電力の一部を防災拠点に供給	災害時対応スキーム	既存事例では災害対策の面から地域に貢献する事例が多く見られ有効な事業スキームと考えられる。
SC4	公共主導型	電力の一部を処分場及び関連施設で使用	処分場施設内電力利用スキーム	処分場機能の維持管理施設の費用負担の軽減に役立つことから自治体にニーズがあると推測される。
SC5		電力を地域の公共施設や地域家庭へ供給	電力地域供給スキーム	地域のエネルギー自給率向上及び災害対策の面から今後ニーズが高まることが予想される。
SC6	公民連携型	上下分離スキーム	上下分離スキーム	土地の整備・管理を公共、発電事業を民間事業者が請け負うことによりリスク分担が図られる。

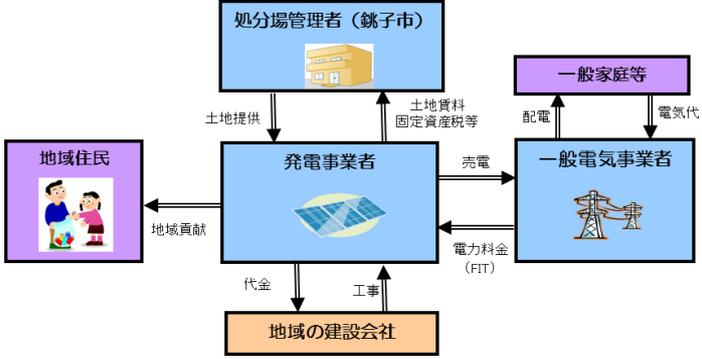
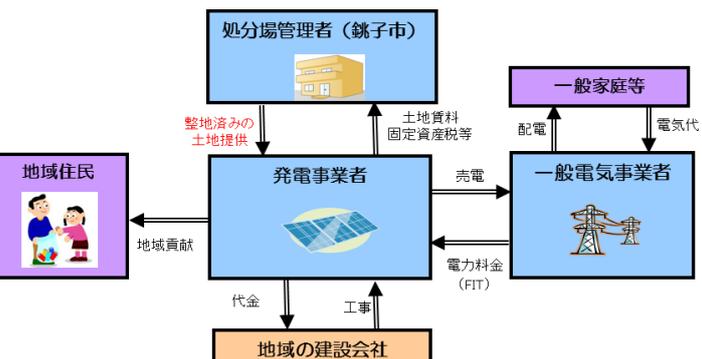
5.2 本事業の事業スキームに求められる条件

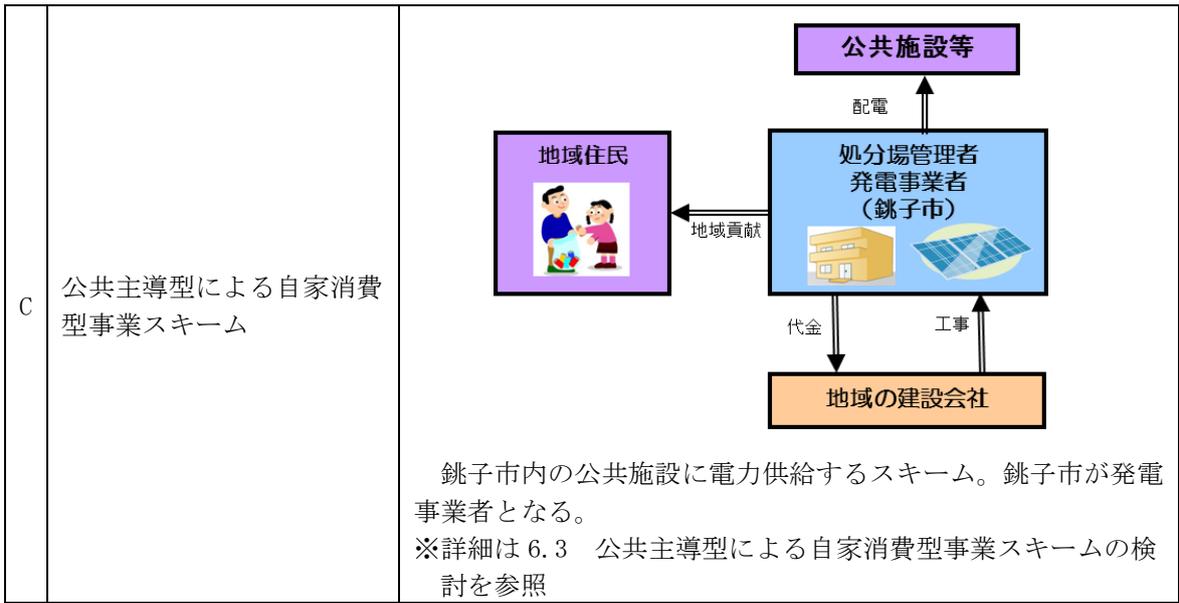
銚子市との協議の結果、銚子市 FS 調査における事業スキームに求められる条件は、「維持管理費用の負担を最大限軽減でき、銚子市の財政に負担の少ないスキームで事業を行うこと」である。

5.3 本事業において検討対象とした事業スキーム

上述 5.2 を踏まえ、本事業において検討対象とする事業スキームを設定した。結果を表 5-2 に示す。系統接続の停滞状況を考慮し、連系の可能性が比較的高いと考えられる C: 自家消費型事業スキームも検討した。

表 5-2 本事業において検討対象とした事業スキームの概要

事業スキーム	概要
<p>A</p> <p>民間主導型による一般電気事業者への売電スキーム</p>	 <p>民間事業者が事業主体となり、資金調達や事業計画等を行い、FIT を活用して売電により収入を得る事業スキーム。銚子市は土地貸しを行う。</p>
<p>B</p> <p>民間主導型による一般電気事業者への売電スキーム (整地費用を銚子市が負担)</p>	 <p>民間事業者が事業主体となり、資金調達や事業計画等を行い、FIT を活用して売電により収入を得る事業スキーム。銚子市が整地費用を負担し、土地貸しを行う。</p>



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 29 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 29 年度
調達価格（税抜）	21 円/kWh
調達期間	20 年

出典：「平成 29 年度調達価格及び調達期間に関する意見」経済産業省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 75%を金融機関より借入れ、自己資金 25%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	<u>Project Internal Rate of Return</u> : プロジェクト IRR 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。 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	4~8%以上
EIRR	<u>Equity Internal Rate of Return</u> : 配当 IRR 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。 投資額 = $\sum (n \text{ 年後の当期余剰金} / (1+R)^n)$ R : EIRR	8~10%以上
DSCR	<u>Debt Service Coverage Ratio</u> : 元利金返済カバー率 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。 DSCR = (返済前のキャッシュフロー) / 返済額 (元利金)	1.30~1.50 以上

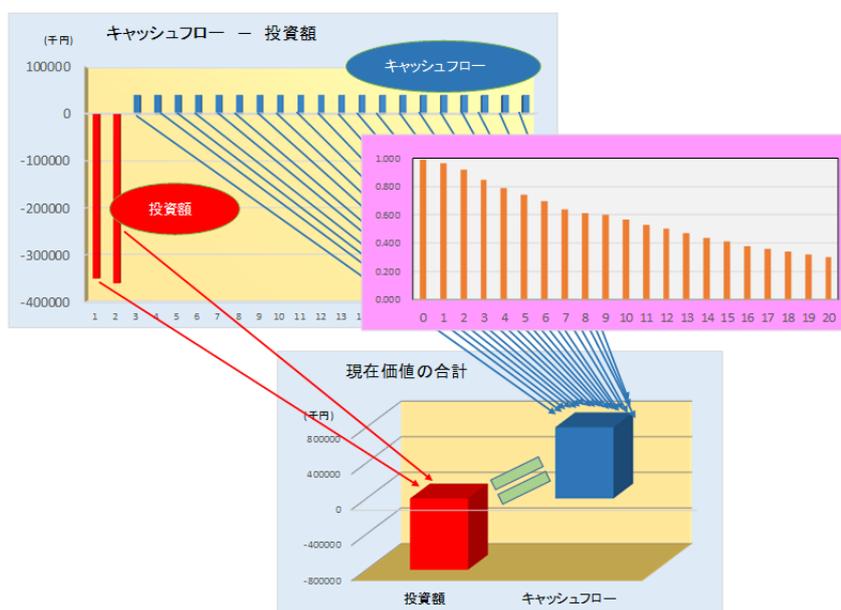


図 6-1 IRR の概念図

(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、24.4 万円/kW (税抜き) という調達価格を算出している。しかしながら本値は各候補地の特徴や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。 太陽光モジュールについては、実績のある国産メーカー製を採用することとする。
	長塚埋没処分地	<ul style="list-style-type: none"> 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する。 整地コストとして 7,100 万円の費用が発生する。 <p>以上の条件を考慮し、以下の通り建設コストを設定した。</p> <p>建設コスト (スキーム A) 23.9 万円/kW 建設コスト (スキーム B) 20.0 万円/kW</p> <p>※上記の金額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		<ul style="list-style-type: none"> 【高圧連系】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。
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。 ※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。 当該コストは規模に比例して費用が嵩むことから、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 (修繕費)		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、建設コストの 0.84%/年と設定した。
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 2.0% (借入期間 15 年) と設定した。
保険料		<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。

パワーコンディショナ 交換費用	<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。
施設撤去費用	<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。
土地賃借料	<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/m²・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。なお、公共主導型による自家消費型事業スキーム（C）は6.3項において別途検討した。

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

		A：民間主導型 事業スキーム	B：民間主導型 事業スキーム (銚子市が整地費用を負担)
初期 投資	建設コスト	23.9万円/kW	20万円/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	修繕費	建設コストの0.84%	
	借入金利・借入期間	2%・15年	
	保険料	建設コストの0.25%	
	土地賃借料	125円/m ²	
その他費用	パワーコンディショ ナ交換積立（前半10 年のみ）	2万円/kW	
	施設撤去費用（後半 10年のみ）	建設コストの5%	

6.2 事業採算性の確認

事業スキーム毎の事業性試算結果を表 6-5 に、それぞれのシミュレーション結果を図 6-2 ~3 に示す。税引前 PIRR に着目すると、A：民間主導型事業スキームでは 3.01%であり目安となる 5%を下回る結果となったが、B：民間主導型事業スキーム（銚子市が整地費用を負担）の場合では PIRR=5.36%となり、事業が成り立つことが示された。どちらの事業スキームにおいても、年間の土地賃借料約 300 万円が銚子市に支払われるため、処分場の維持管理費用の負担軽減につながる。

表 6-5 事業スキームの事業性試算結果

		A	B
		民間主導型事業スキーム	民間主導型事業スキーム (銚子市が整地費用を負担)
初期投資		482,495,636 円	407,781,338 円
初期投資内訳	建設コスト	436,061,475 円	364,905,000 円
	系統連系工事負担金	24,631,088 円	24,631,088 円
	その他開発コスト	21,803,074 円	18,245,250 円
年間維持管理費		7,768,695 円	6,993,090 円
年間維持管理費内訳	年間の修繕費	3,662,916 円	3,065,202 円
	年間の保険料	1,090,154 円	912,263 円
	年間の土地賃借料	3,015,625 円	3,015,625 円
年間の売電収入		42,884,982 円 ～ 47,386,720 円	42,884,982 円 ～ 47,386,720 円
20 年間の売電収入		902,717,020 円	902,717,020 円
投資回収年数※1		14.4 年	10.7 年
税引前 PIRR		3.01%	5.36%
EIRR		1.41%	5.42%
FCF 平均額※2		7,601,314 円	10,418,735 円

※1 投資回収年数：初期投資÷（年間の売電収入－年間維持管理費（修繕費、保険料、土地賃借料））

※2 FCF：営業利益に税金、返済金、利息、減価償却費、その他積立金の増減を加味した年間の純現金収支のこと。

発電設備概要

設置可能面積	24,125 m ²
設置規模	1,825 kW
固定式	固定式
設置場所	地上型
設置角	10度
日射量	3.94 kWh/m ² ・日

■スケジュール 20年
事業期間

プロジェクトコスト

1.建設関連	438,061,475
2.その他	46,434,161
開発コスト	21,803,074
系統負担金	24,631,088
合計	482,495,636

固定買取価格

1.価格	21円/kWh
2.期間	20年

条件

使用料	125円/m ² ・年
運営管理費	建設コストの0.84%
保険料	建設コストの0.25%
金利	2.00%

図6-2 シミュレーション結果：A整地費用込み

収支

	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)	2,266,510	2,245,228	2,233,945	2,222,663	2,211,380	2,200,098	2,188,815	2,177,533	2,166,250	2,154,968
売上合計	47,386,720	47,149,787	46,912,853	46,675,919	46,438,986	46,202,052	45,965,119	45,728,185	45,491,251	45,254,318
支出合計	-39,787,456	-39,389,580	-38,719,459	-38,125,297	-37,606,179	-37,152,574	-36,756,161	-36,409,677	-36,106,782	-35,841,939
土地賃借料	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625
修繕費	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916
保険料	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154
法人事業税	-653,937	-650,667	-647,397	-644,128	-640,858	-637,588	-634,319	-631,049	-627,779	-624,510
固定資産税	-5,714,150	-5,329,543	-4,952,691	-4,581,800	-4,216,910	-3,858,020	-3,505,130	-3,156,240	-2,811,350	-2,466,460
減価償却費	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675
営業利益	7,599,264	7,750,206	8,193,394	8,550,622	8,832,807	9,049,479	9,208,958	9,318,508	9,384,470	9,412,379
税引前支	361,829	995,267	1,920,951	2,760,674	3,525,355	4,224,522	4,866,497	5,458,543	6,007,000	6,511,405
法人税等	-123,022	-338,391	-653,123	-938,629	-1,188,621	-1,436,338	-1,684,609	-1,855,903	-2,042,380	-2,215,918
税後利益	238,807	656,876	1,267,828	1,822,045	2,326,734	2,788,185	3,211,888	3,602,638	3,964,620	4,301,487
現金調正合計	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107	-1,474,107
現金調正前	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675
元本返済	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782
PCS積立	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000
散去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOF	-1,235,289	-817,230	-206,279	347,938	852,627	1,314,078	1,737,781	2,128,531	2,490,513	2,827,381

	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)	2,143,685	2,132,402	2,121,120	2,109,837	2,098,555	2,087,272	2,075,990	2,064,707	2,053,425	2,042,142
売上合計	45,017,384	44,780,451	44,543,517	44,306,583	44,069,650	43,832,716	43,595,783	43,358,849	43,121,915	42,884,982
支出合計	-35,610,316	-35,407,693	-35,230,389	-35,075,187	-34,939,280	-34,820,218	-34,715,862	-34,617,669	-34,524,358	-34,431,047
土地賃借料	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625
修繕費	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916	-3,662,916
保険料	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154	-1,090,154
法人事業税	-621,240	-617,970	-614,701	-611,431	-608,161	-604,891	-601,622	-598,352	-595,082	-591,813
固定資産税	-1,569,706	-1,370,353	-1,196,318	-1,044,386	-911,749	-795,957	-694,870	-606,622	-528,581	-462,324
減価償却費	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675	-25,650,675
営業利益	9,407,069	9,372,757	9,313,128	9,231,397	9,130,370	9,012,498	8,879,921	8,735,180	8,580,000	8,414,419
税引前支	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775	7,442,775
法人税等	-2,378,161	-2,530,543	-2,674,318	-2,810,578	-2,940,277	-3,064,249	-3,181,173	-3,291,173	-3,395,209	-3,493,311
税後利益	5,064,614	4,912,231	4,768,457	4,632,197	4,502,498	4,378,526	4,259,602	4,145,602	4,036,566	3,932,464
現金調正合計	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414	-654,414
現金調正前	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675	25,650,675
元本返済	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782	-24,124,782
PCS積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
散去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FOF	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307	-2,180,307
Equity IRR	1.41%									
Project IRR	3.01%									

税引き前

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	24,125 m ²
設置規模	1,825 kW
固定式/浮体式	固定式
設置場所	地上型
設置角	10度
日射量	3.94 kWh/m ² ・日

■スケジュール	
事業期間	20年

1.建設関連:	364,905,000
2.その他:	42,876,338
合計	407,781,338

■固定買取価格	
1.価格:	21円/kWh
2.期間:	20年

■条件	
使用料	125円/m ² ・年
運営管理費:建設コストの0.84%	
保険料:建設コストの0.25%	
金利	2.00%

図 6-3 シミュレーション結果：B 整地費用を含まない

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)	2,256,510	2,245,228	2,233,945	2,222,663	2,211,380	2,200,098	2,188,815	2,177,533	2,166,250	2,154,968
売上合計	47,366,720	47,149,787	46,912,853	46,675,919	46,438,986	46,202,052	45,978,185	45,728,185	45,491,251	45,254,318
支出合計	-33,892,741	-33,588,825	-32,998,892	-32,501,213	-32,006,271	-31,688,151	-31,383,891	-31,082,413	-30,809,410	-30,587,281
土地賃借料	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625
修繕費	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202
保険料	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263
法人事業税	-653,937	-650,667	-647,397	-644,128	-640,858	-637,588	-634,319	-631,049	-627,779	-624,510
固定資産税	-4,781,715	-4,459,869	-3,893,466	-3,389,995	-2,967,323	-2,590,473	-2,261,483	-1,974,275	-1,723,542	-1,504,652
減価償却費	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000
営業利益	13,492,979	13,581,161	13,913,901	14,174,707	14,372,715	14,519,901	14,611,228	14,664,772	14,681,841	14,667,067
支払利息	-6,116,720	-5,708,938	-5,301,157	-4,893,376	-4,485,595	-4,077,813	-3,670,032	-3,262,251	-2,854,469	-2,446,688
病前収支	7,376,259	7,872,222	8,612,743	9,281,331	9,887,121	10,438,088	10,941,196	11,402,521	11,827,372	12,220,379
法人税等	-2,507,928	-2,676,556	-2,826,333	-3,156,652	-3,361,621	-3,548,950	-3,720,006	-3,876,857	-4,021,306	-4,154,929
税後利益	4,868,331	5,195,667	5,886,411	6,125,678	6,525,500	6,889,138	7,221,189	7,525,664	7,806,065	8,065,450
現金調整合計	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067	-1,924,067
減価償却費	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000
元本返済	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067
PC5積立	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000	-3,000,000
撤去積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCF	2,944,264	3,271,600	3,760,344	4,201,611	4,601,433	4,965,071	5,297,122	5,601,597	5,881,998	6,141,383

	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)	2,143,685	2,132,402	2,121,120	2,109,837	2,098,555	2,087,272	2,075,990	2,064,707	2,053,425	2,042,142
売上合計	45,017,384	44,780,451	44,543,517	44,306,583	44,069,650	43,832,716	43,595,783	43,358,849	43,121,915	42,884,982
支出合計	-30,392,891	-30,222,799	-30,073,693	-29,943,483	-29,829,220	-29,729,063	-29,641,193	-29,563,979	-29,497,784	-29,441,610
土地賃借料	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625	-3,015,625
修繕費	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202	-3,065,202
保険料	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263	-912,263
法人事業税	-621,240	-617,970	-614,701	-611,431	-608,161	-604,891	-601,622	-598,352	-595,082	-591,813
固定資産税	-1,313,561	-1,146,739	-1,001,103	-873,963	-762,970	-666,073	-581,481	-507,633	-443,164	-386,892
減価償却費	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000	-21,465,000
営業利益	14,624,494	14,557,652	14,469,624	14,363,100	14,240,429	14,103,663	13,954,590	35,259,774	35,090,580	34,913,198
支払利息	-2,038,907	-1,631,125	-1,223,344	-815,563	-407,781	0	0	0	0	0
病前収支	12,585,587	12,926,527	13,246,280	13,547,537	13,832,648	14,103,663	13,954,590	35,259,774	35,090,580	34,913,198
法人税等	-4,279,100	-4,395,019	-4,503,735	-4,606,163	-4,703,100	-4,795,245	-4,881,917	-11,988,323	-11,930,797	-11,870,487
税後利益	8,306,487	8,531,508	8,742,545	8,941,375	9,129,548	9,308,417	9,476,673	23,271,451	23,159,783	23,042,710
現金調整合計	-748,592	-748,592	-748,592	-748,592	-748,592	-748,592	-748,592	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525
減価償却費	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000	21,465,000
元本返済	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067	-20,389,067
PC5積立	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
撤去積立	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525	-1,824,525
FCF	7,557,896	7,782,916	7,993,953	8,192,783	8,380,956	8,562,892	8,742,417	21,446,826	21,335,258	21,218,185

Equity IRR 5.42%
Project IRR 5.36% 税引き前

6.3 公共主導型による自家消費型事業スキームの検討

(1) 自家消費型事業スキームの概要

自家消費型事業スキームの概要を図 6-4 に示す。長塚埋没処分地の敷地内には電力需要を持つ施設が存在しないため、自己託送制度を活用し、託送供給による自家消費型事業スキームの検討を行うこととした。自己託送制度とは経済産業省により 2014 年 4 月に施行された、企業等が工場などで自家発電した電力を、一般送配電事業者の送配電ネットワークを利用して離れた場所にある事業所や施設へ供給できる制度である（図 6-5）。また、本スキームでは、地域貢献の一環として可動式の蓄電池を設置し、災害時・非常時には地域住民へ電源を供給することを想定する。

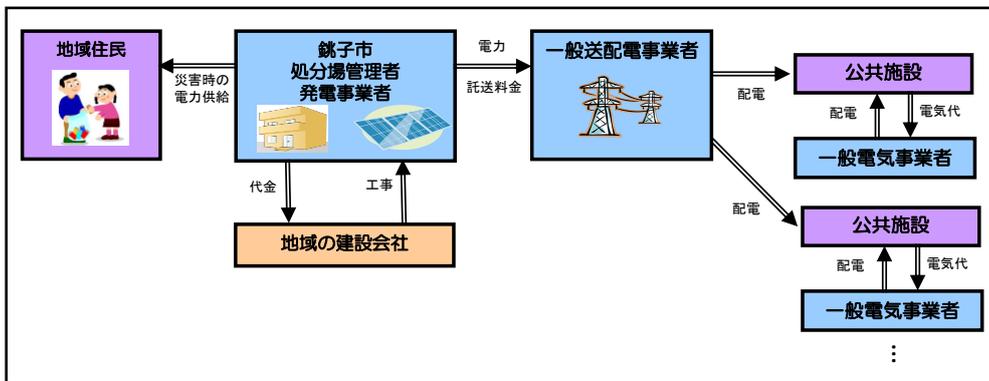


図 6-4 自家消費型事業スキームの概要

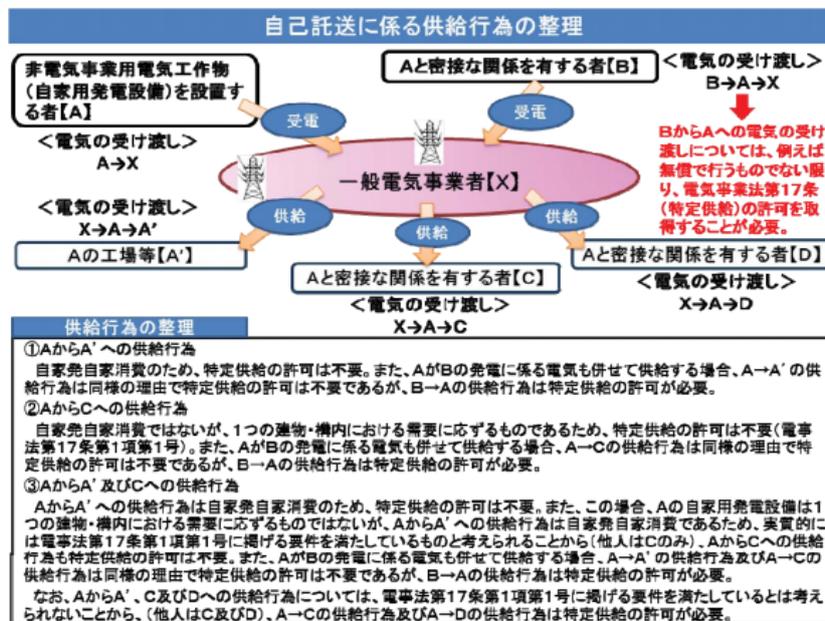


図 6-5 自己託送制度における供給行為の整理

出典：経済産業省「自己託送制度に係る指針」, H26. 4

(2) 供給先施設の検討

銚子市から入手した供給候補先公共施設（高圧受電の施設）の平成27年度の電力使用量と電力料金のデータを基に、自家消費型事業スキームにおける供給先を検討した。現状の契約電力単価を比較した結果を表6-6に示す。現状の契約単価が高い、①勤労コミュニティセンター、②保健福祉センター、③銚子市庁舎、④銚子市衛生センターの順に供給することで電力料金の削減効果を最大限に発揮することが出来ると考えられる。なお、以下に示した電力単価は電力使用量と電力料金の実績値に基づいて単純割戻しを行った結果であり、実単価に対して過大評価をしている可能性がある。したがって、詳細検討にあたっては基本料金と従量電力料金を加味した電力単価を求める必要がある。

表 6-6 供給候補先公共施設の契約電力単価の比較（H27実績より）

	年間電力使用量 (H27実績) kWh	年間電力料金 (H27実績) 円	単価 円/kWh
銚子市衛生センター	1,446,445	28,540,527	19.7
銚子市一般廃棄物最終処分場	189,134	3,600,180	19.0
銚子市庁舎	960,416	20,217,763	21.1
勤労コミュニティセンター	18,897	733,597	38.8
保健福祉センター	233,921	7,293,390	31.2

(3) 事業採算性の検討

①概算事業費の算定

各コストの設定（表 6-3）に基づき自家消費型事業スキームのコストを設定し、概算事業費を算定した。自家消費型事業スキームのコスト一覧を表 6-7 に、20 年間の概算事業費を表 6-9 に示す。なお、本スキームでは東電パワーグリッド㈱の接続送電サービス料金表を参考に、表 6-8 の通り自己託送に係るコストを設定している。

以上を踏まえ自家消費型事業スキームにおける 20 年間の概算事業費を算定した結果を表 6-9 に示す。20 年間の概算事業費は 6 億 1,765 万円と算定された。また、20 年間の概算事業費より電力単価を算出した結果を表 6-10 に示す。太陽光発電事業による電力単価は 14.4 円となり、現状の電力料金単価（表 6-6）よりも安価であった。

表 6-7 自家消費型事業スキームの設定初期投資、維持管理費、その他費用の一覧

初期投資	建設コスト	23.9 万円/kW
	その他開発コスト	建設コストの 5%
	補助金※1	建設コスト、開発コスト、自己託送工事費の 3分の2を補助
	自己託送工事費	表 6-8 を参照
維持管理費	修繕費	建設コストの 0.84%
	借入金利・借入期間	0.25%・15 年
	保険料	建設コストの 0.25%
	土地管理費用 (民有地の借地料等)	80 万円
	自己託送料金	表 6-8 を参照
その他費用	パワーコンディショナ交換積立 (前半 10 年のみ)	2 万円/kW
	施設撤去費用 (後半 10 年のみ)	建設コストの 5%
	非常時の電源供給設備※2	380 万円

※1 補助金：環境省平成 29 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進事業）を想定。

※2 可動式蓄電池「パワーイレ・スリー」蓄電池容量 2.5kWh×2 台（90 万円/台）及び自立運転型コンセント付パワコン（200 万円/台）の設置を想定。

表 6-8 自己託送に関連するコスト設定

託送料金 (東電パワーグリッド㈱自己託送 A 高圧標準接続送電サービス)	基本料金	545.40 円/kW
	電力量料金	2.30 円/kWh
託送工事費 (申込後に工事費用が判明するためここでは想定値とした)		100 万円

表 6-9 自家消費型事業スキームの概算事業費算定結果（20 年間）

初期費用	建設コスト	436,061,475 円
	開発コスト	21,803,074 円
	自己託送工事費	1,000,000 円
	補助金※	-305,909,699 円
維持管理費	修繕費	73,258,328 円
	利息（初期費用+1年目運転維持管理費の返済利息）	2,832,743 円
	保険料	2,820,743 円
	土地管理費用（民有地の借地料等）	16,000,000 円
	自己託送料金	295,213,008 円
その他費用	P C S 積立	30,000,000 円
	撤去積立	21,803,070 円
	非常時の電源供給設備	3,800,000 円
合計		617,653,071 円

※補助金額は、建設コスト、開発コスト、自己託送工事費の合計金額の3分の2補助を想定し、458,864,549円×(2/3)=305,909,699円とした。

表 6-10 太陽光発電事業の電力単価の算出結果

20年間の発電電力量	42,986,525	kWh
20年間の概算事業費	617,653,071	円
電力単価	14.4	円/kWh

②現状の電力費用と自家消費型事業スキームの事業費の比較

上述(2)供給先施設の検討結果を踏まえ、電力供給先施設の前提条件を設定し(表6-11)、現状の電力契約形態における電力費用と自家消費型事業スキームの事業費用を比較した。現状の電力契約形態における電力費用とは、各電力供給施設の現状の単価に基づき、太陽光発電で供給できる電力と同量の電力を使用した場合に発生する費用である。その結果、事業開始7年目には自家消費型事業スキーム事業費が現状の電力契約形態における電力費用を下回ることが分かった。比較検討結果を表6-12、図6-6に示す。

表 6-11 電力供給先施設の前提条件

供給先施設	現状の単価 (円/kWh)	供給電力量 (kWh/年)
①勤労コミュニティセンター	38.8	18,897
②保健福祉センター	31.2	233,921
③銚子市庁舎	21.1	960,416
④銚子市衛生センター	19.7	(各年の発電電力量から①～③への供給電力量を差し引いた量)

表 6-12 現状の電力契約形態における電力費用と自家消費型事業スキームの事業費の比較結果

(累積費用, 単位: 百万円)

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	10年目	20年目
現状の電力契約形態	48.8	97.5	145.9	194.1	242.0	289.8	337.3	478.5	934.7
自家消費型事業スキーム	180.7	204.5	228.3	252.1	275.8	299.5	323.1	393.7	617.7

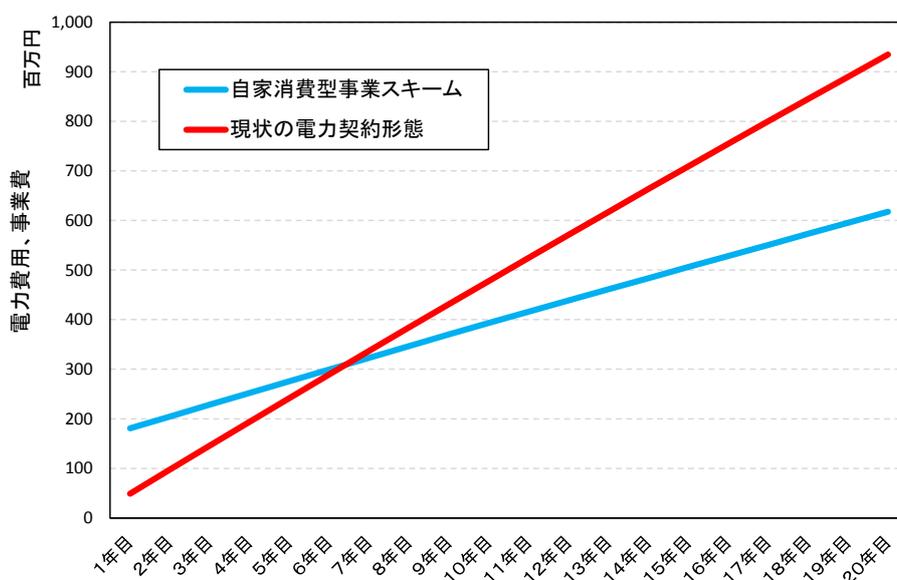


図 6-6 現状の電力費用と自家消費型事業スキームの事業費の比較結果

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、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い、環境省「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック(B.再生可能エネルギー発電用),H29.2」を参考とした。本計算ファイルでは、年間設備利用率から設備容量当たりの発電量を算出し、設備容量当たりの発電量にCO₂排出係数を掛け合わせて設備容量当たりのCO₂削減量を算出し、これに設備容量を掛け合わせることで年間CO₂削減量及び累積CO₂削減量を算出している。

(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
設備容量	1,824.5kW	—
導入する機器・システムの種類	太陽光発電	—
耐用年数	20年	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
設備利用率	15.1%	経済産業省調達価格等算定委員会第28回資料より設定
排出係数	0.000587 t-CO ₂ /kWh	電気事業者別排出係数の代替値(平成27年度実績)

(3) CO₂削減効果の算定結果

年間CO₂削減量及び累積CO₂削減量を算定した結果を表7-2に示す。

表7-2 CO₂削減量の算定結果

年間CO ₂ 削減量	1,417	t-CO ₂ /年
累積CO ₂ 削減量	28,333	t-CO ₂ (20年間)

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7-3のとおり整理した。

表 7-3 処分場太陽光発電事業により期待される効果

項目	効果
エネルギーセキュリティの向上	自家消費型事業スキームでは可動式の蓄電池を設置するため、災害時・非常時における電源の確保につながり銚子市のエネルギーセキュリティの向上に貢献できる。
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、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。
処分場イメージの向上	地域住民は長塚埋没処分地について、迷惑施設との印象を少なからず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。
地域のエネルギー政策等への寄与	銚子市が取り組んでいる「銚子市総合計画「銚子ルネッサンス2025」 第二次基本計画」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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
			廃止後	<p>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。</p> <p>ただし、この限りでない行為もある。</p> <p>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。</p>
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	<p>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。</p>

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

自家消費型事業スキームを自己託送制度により実施する場合には、東京電力パワーグリッド株式会社に対して以下の手続き等が必要となる（詳細については東京電力パワーグリッド株式会社に確認する必要あり）。

- ・系統連系の接続検討申込み
- ・非電気事業用であることを証明する資料の提出（非電気事業用であることを資源エネルギー庁担当部局に確認する）
- ・「自己託送に係る指針」に記載されている密接な関係を証明する資料の提出
- ・上記確認後「発電量調整供給兼基本契約申込書」の提出

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、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：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。特に、生活環境への影響（景観の変化、工事による粉塵の発生等）に関して十分な説明を行い、同意を得ること。

第9章 今後の課題と将来展望

本章では、銚子市FS調査の達成状況を取りまとめ、長塚埋没処分地で太陽光発電事業を実施するための今後の課題と将来展望を整理した。

(1) 事業の意義・目標等に対する達成状況

○処分場維持管理費用の負担軽減

自家消費型事業スキームの検討において、事業開始7年目に自家消費型事業スキームにおける電力費用が電力契約形態における電力費用を下回ることが分かった。このことから、7年以上の期間を想定する場合には、太陽光発電事業は処分場維持管理費用（銚子市財政）の負担軽減に貢献することができる。一方で、本スキームは補助金の活用を想定しており、処分場管理者にとって参考となる継続的なモデルケースとは言いがたい。自家消費型事業スキームによる処分場太陽光発電事業のさらなる拡大にあたっては、補助を受けなくても処分場維持管理費用の負担軽減につながる方法を検討する必要がある。

○民間主導型のビジネスモデルの構築

銚子市FS調査では民間事業者への土地貸しによる民間主導型のビジネスモデルを検討したが、整地コストの発生を起因として事業採算性は厳しい結果となった。現状では、民間事業者による事業化の可能性は乏しいと考えられる。長塚埋没処分地のような大規模な整地が必要となる処分場において民間主導型により事業を実施する場合には、整地コストを可能な限り削減することに加え、自治体による整地コストの一部負担やその他優遇措置等により事業化の気運を高めることが求められる。

(2) 長塚埋没処分地太陽光発電事業の今後の課題と将来展望

○詳細設計の実施

今回実施した銚子市FS調査では新たな盛土による荷重増加による処分場埋立内容物への影響の検討や、自家消費型事業スキームの詳細な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。

○系統連系の接続検討への申込みとその対応

事業化にあたっては民間主導型事業スキーム及び自家消費型事業スキームのどちらのスキームについても系統連系に関する接続検討の申込みを行い、系統空き容量や系統連系負担金等を確認する必要がある。接続検討により接続が困難と判断された場合には、自営線の敷設などの別の方法を検討する必要がある。

○資金調達に係る調整

自家消費型事業スキームでは、初期投資が約 3.5 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、事業化にあたっては市としての資金確保のほか、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。また、国の補助金事業に応募するにあたり、市内部における予算化等の調整をはかる必要がある。

以上

添付資料 事業計画書（案）

長塚埋没処分地太陽光発電事業計画書(案)

【背景・処分場の特徴】

- 昭和 52 年 3 月「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場の技術上の基準を定める命令」適用以前に設置された処分場であるため、当時の地形図や埋立計画等の詳細なデータが整備されていない。
- 処分場はくぼ地に位置しており全体的に起伏の激しい地形となっている。また、処分場には 0～4m の草木が生い茂っている。
- 埋立終了から 20 年以上経過しているが、発生ガスが廃止基準を満たしていないことから廃止の見込みがたっておらず、維持管理費用として年間約 400 万円かかっている。

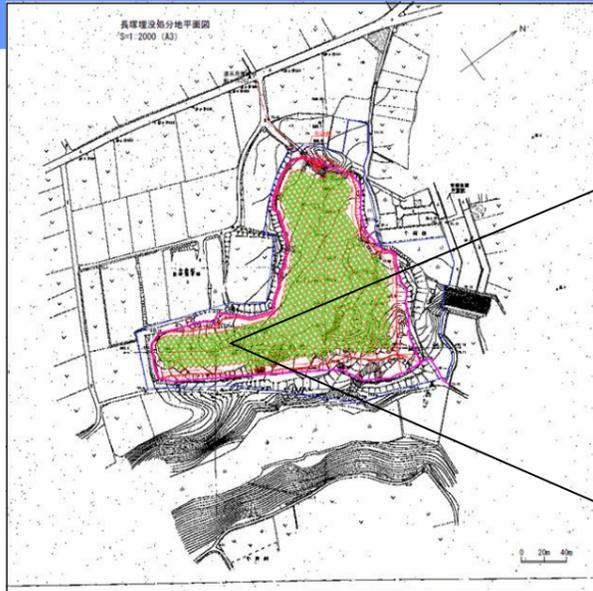
【基本コンセプト】

- 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。そのような処分場管理者にとって参考となるようなモデルケースを目指す。
- 民間事業者への土地貸しによる民間主導型のビジネスモデルの構築を目指す。

【事業計画の概要(案)】

<事業計画の全体概要>

項目	概要
事業実施エリア	長塚埋没処分地(右図)
発電所全体の設備容量	1,825kW
年間発電量(予測)	2,257,098kWh/年
概算事業費 (民間主導型,大規模整地費用込みの場合)	建設費:4億3,606万円 その他開発コスト:4,643万円 修繕費:366万円/年 保険料:109万円/年 パワコンデッドストック交換積立:300万円/年 (事業開始後1年目~10年目) 施設撤去費用:241万円/年 (事業開始後11年目~20年目)

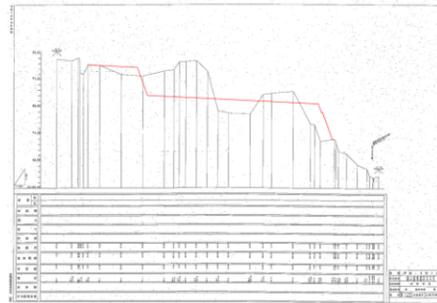


事業計画地写真

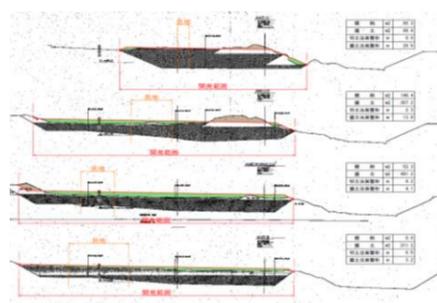
概略設計図

<大規模整地の検討>

長塚埋没処分地はくぼ地に位置しており、処分場全体においてうねりや傾斜が見受けられることから、太陽光発電事業の実施にあたっては大規模な整地が必要となる。処分場に関する既存情報を収集・整理し、造成計画を立案し、整地コストを試算した結果、約 7,100 万円であった。



造成計画図①



造成計画図②

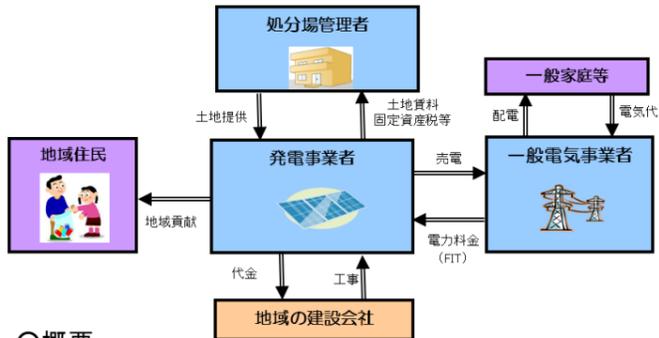
○整地費用試算結果

樹木伐採	667万円
盛土輸送	2,436万円
整地	4,038万円
合計	7,141万円

※一般管理費を含む

【事業スキーム・事業性評価結果等】

<民間主導型事業スキーム>



○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。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する。

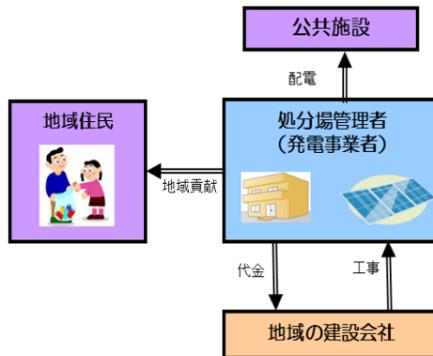
○事業採算性

整地費用込みの場合は PIRR=3.01% となり採算性が低い。なお、東京電力へ系統接続の事前相談を行った結果、空き容量「0kW」の回答であった。

	PIRR	EIRR
整地費用込み	3.01%	1.41%
整地費用を銚子市が負担した場合	5.36%	5.42%

※売電単価 21円/kWh として試算

<自家消費型事業スキーム>

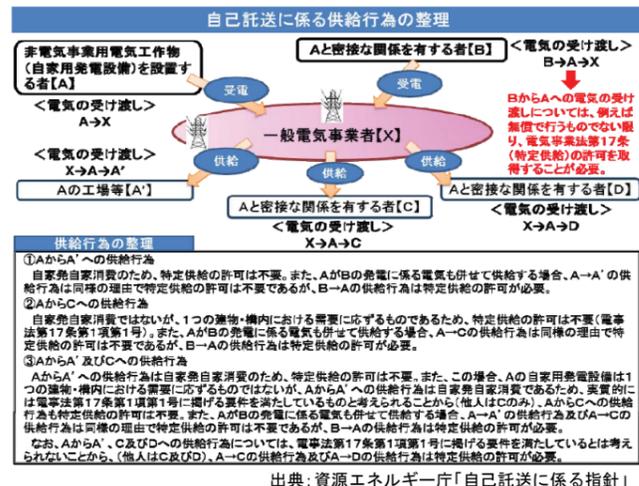


○概要

自己託送制度を活用し、銚子市内の公共施設(衛生センター、市庁舎など)に電力供給するスキーム。銚子市が発電事業者となる。

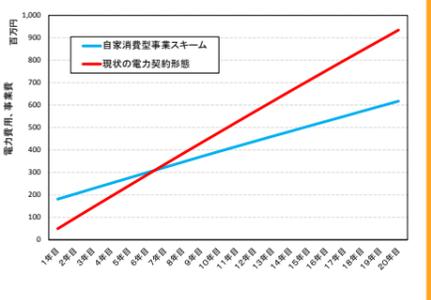
○従来電力料金との比較

自家消費型事業スキームによる 20 年間の事業費は約 6 億円と算出された。電力供給する公共施設の現状の電力費用と比較した結果、事業開始 7 年目に自家消費型事業スキーム事業費が現状の電力契約形態における電力費用を下回ることが分かった。



(累積費用:単位:百万円)

	1年目	5年目	10年目	20年目
現状の電力契約形態	48.8	242	478.5	934.7
自家消費型事業スキーム	180.7	275.8	393.7	617.7



出典:資源エネルギー庁「自己託送に係る指針」