

CS 宮城やくらい GC 太陽光発電所
令和 6 年地形地質評価業務

報 告 書

2024 年 7 月

株式会社環境地質

目 次

1. 業務概要	1
1. 1 業務目的	1
1. 2 業務位置	1
1. 3 業務工期	2
1. 4 業務内容	2
1. 5 業務体制	3
2. 業務方法	4
2. 1 準備工・既往文献調査	4
2. 2 現地地形地質精査	5
2. 3 土層強度検査棒試験・土質サンプリング・室内土質試験（粒度試験・土粒子の密度試験）	6
2. 4 斜面地盤リスク評価	8
3. 業務結果	9
3. 1 現地地形地質精査と土検棒による土層深測定結果	9
3. 2 土検棒による土層強度測定と室内土質試験結果	41
3. 3 斜面のリスク評価	45
4. 斜面防災計画の提案	48

巻末資料

1. 土層深の計測一覧表
2. 土層強度測定データ
3. 室内試験データシート
4. 斜面防災カルテデータシート

1. 業務概要

1. 1 業務目的

CS 宮城やくらいGC 太陽光発電事業に係る環境影響評価の手続きに際して、審議会より指摘を受けている事柄に対して、地形学、地質学ならびに防災工学の観点から事業実施の影響を予測・評価することを目的とする。

1. 2 業務位置

業務対象範囲は図 1-1 に示す、CS やくらいサイズ GC 東側の葉菜山の山麓斜面である(青丸の位置)。

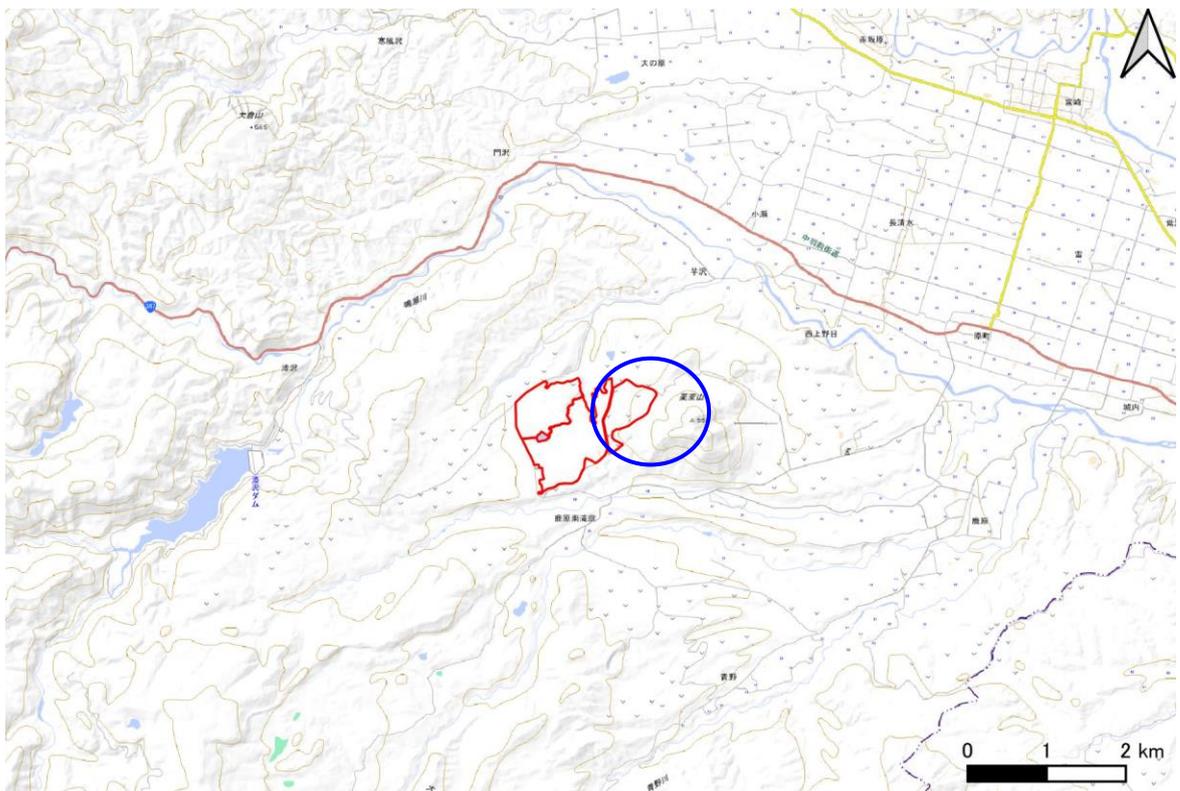


図 1-1 業務位置図

1. 3 業務工期

工期：2024年6月12日～7月31日（現地調査：6月23～27日）

1. 4 業務内容

業務内容は、以下の9項目からなる。

① 準備工・既往文献調査

現地調査に入る前に、既往文献を精査しまとめ、現地調査の準備を行う。

② 現地地形地質精査

敷地東側のやくらい山の緩斜面において地表の地形・地質・植生状況を精査し、対象地地盤の詳細を記載する。特に、地表での地質、認められれば礫種・礫の大きさ、地形の傾斜を調べる他、地表の変状や植生についても記載する。

③ 土検棒による土層深測定

敷地東側のやくらい山の緩斜面において、土検棒によるによる浸食されやすい表土厚を面的に計測する。

④ 土検棒による土層強度測定

敷地東側のやくらい山の緩斜面において、土検棒によるによる浸食されやすい表土の土層強度を計測する。

⑤ 土質サンプリングと室内土質試験（粒度試験）

代表的な表層土質をサンプリングし、表層土層の浸透性を把握するための室内土質試験（粒度試験）を行い、④と合わせて地表の浸食性の考察を行う。

⑥ 斜面防災カルテ作成

敷地東側のやくらい山の緩斜面において、代表的な4箇所斜面防災カルテを作成し、斜面の安定性評価を取り入れた防災カルテを作成する。

⑦ 斜面防災計画の提案

②現地地形地質精査、③土検棒による土層深測定、④土検棒による土層強度測定、⑤土質サンプリングと室内土質試験（粒度試験）、⑥斜面防災カルテ作成の結果に基づいて、対象地の太陽光発電施設範囲と斜面防災対策を提案する。

⑧ 報告書作成

①～⑦に基づき、報告書を作成する。

⑨ 打ち合わせ協議

必要に応じて、WEB会議とメール審議などを行う。

1.5 業務体制

会社名：株式会社環境地質

所在地：神奈川県川崎市川崎区貝塚 1-4-15-203

照査技術者：稲垣秀輝 博士（工学）、修士（理学）技術士（総合技術監理・応用理学・建設・森林部門）、一級土木施工管理技士、地すべり防止工事士、地盤品質判定士、道路防災総点検技術者、二級ビオトープ管理士

主任技術者：小坂英輝 博士（理学）

現場代理人：鶴澤貴文 測量士、技術士補（応用理学）

2. 業務方法

2. 1 準備工・既往文献調査

地盤リスクにかかわる、地形、地質、土地履歴等を調査するために、表 2-1 に示す既往資料等を収集する。収集資料のうち、地図データは GIS により座標を管理し、それぞれのデータを重ね合わせられるように整理する。

表 2-1 収集資料の一覧

収集資料	収集先
EIA関係資料	提供資料
ドローン成果	提供資料
地形図(基盤地図情報、数値標高モデル)	基盤地図情報ダウンロードサービス (国土地理院)
空中写真	地図・空中写真閲覧サービス (国土地理院)
旧版地形図	謄本交付申請 (国土地理院)
地質図	地質図Navi (産総研地質調査総合センター)
土砂災害警戒区域	国土数値情報ダウンロードサービス (国土交通省)
地すべり分布図	J-SHIS WMS (防災科学技術研究所)
地震動予測地図(30年 震度6弱)	J-SHIS WMS (防災科学技術研究所)
(仮称)CS宮城加美町太陽光発電事業に係る計画段階環境配慮書他関係資料	ティーダ・パワー110合同会社
(仮称)CS宮城やくらい太陽光発電事業に係る配慮書作成業務他関係資料	一般財団法人日本気象協会
やくらいゴルフ場竣工図書	大成建設他
(仮称)やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書(資料編)	積水化学工業株式会社
(仮称)やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書(第1分冊)	積水化学工業株式会社
(仮称)やくらいリゾート開発事業に係る環境影響評価調書(第2分冊)	積水化学工業株式会社
やくらいゴルフ場地盤リスク評価報告書	株式会社環境地質
CS宮城加美町令和5年地盤調査業務報告書	株式会社環境地質

2. 2 現地地形地質精査

2.1の結果を踏まえて、現地調査を実施する。確認する主な項目を以下に示す。

①地形地質状況：地形地質発達史に係わる斜面傾斜の変換線や地盤災害につながりやすい表層の微地形（ガリー・段差・沖積錐等）、表層地質（特に、比較的新しい崩積土 dt2）などを調査確認する。

②変状箇所の状況：地盤災害につながりやすい表層地質の浸食による変状や表流水・湧水状況等を確認する。

③植生の状況：土地利用や表層浸食に係わる植生の状況を草地（牧草地跡、）低木林、高木林などに分けて確認する。

④排水施設状況：地表の浸食に係わる排水施設の現況を確認する。

以上の調査結果は平面図及び断面図などにまとめる。

2. 3 土層強度検査棒試験・土質サンプリング・室内土質試験（粒度試験・土粒子の密度試験）

土層強度検査棒試験法は、従来の斜面調査用簡易貫入試験である簡易動的コーン貫入試験をより軽量コンパクトにし、傾斜地での表層の土層調査を簡易に行うことを目的とし国立研究法人土木研究所によって開発された工法で、表層土深度や強度を求めることができる試験機である。土検棒による試験としては、土層深測定と土層強度測定がある（図 2-1）。

（1）土検棒による土層深測定

土検棒による土層深測定は、先端コーン付きの細いロッドを人力で静的に押し込むことにより大まかな土質、土層深を簡易に測定する試験である。

調査結果は平面図及び土層深一覧図等にまとめる。

（2）土検棒による土層強度測定

土検棒による土層強度測定は、土層内の所定の深度に羽根突きコーン（ベーンコーン）を設置し、ロッドの押し込み力と土層のせん断に必要なロッドおよびベーンコーンの回転トルクを複数の荷重条件で測定することにより原位置での粘着力と内部摩擦角を測定する試験である（図 2-2）。

一般に、不安定な表層土は N 値 10 程度以下の土層であり、土検棒の限界測定深はこの N 値 10 程度までである。また、ベーンコーンせん断試験も、試料採取して室内一面せん断試験や三軸圧縮試験を行うのに比べて迅速で経済的な測定ができる。

（3）土質サンプリングと室内土質試験

土検棒による土層強度測定位置で、深さ 50cm 程度の小ピットを掘削し、表層土層の浸透性を把握するための室内土質試験（粒度試験・土粒子の密度試験）を行い、地表の浸食性の考察を行う。

調査結果は表層土の粒径加積曲線を示し、地盤表層の土質や D20 からその透水係数を求める。

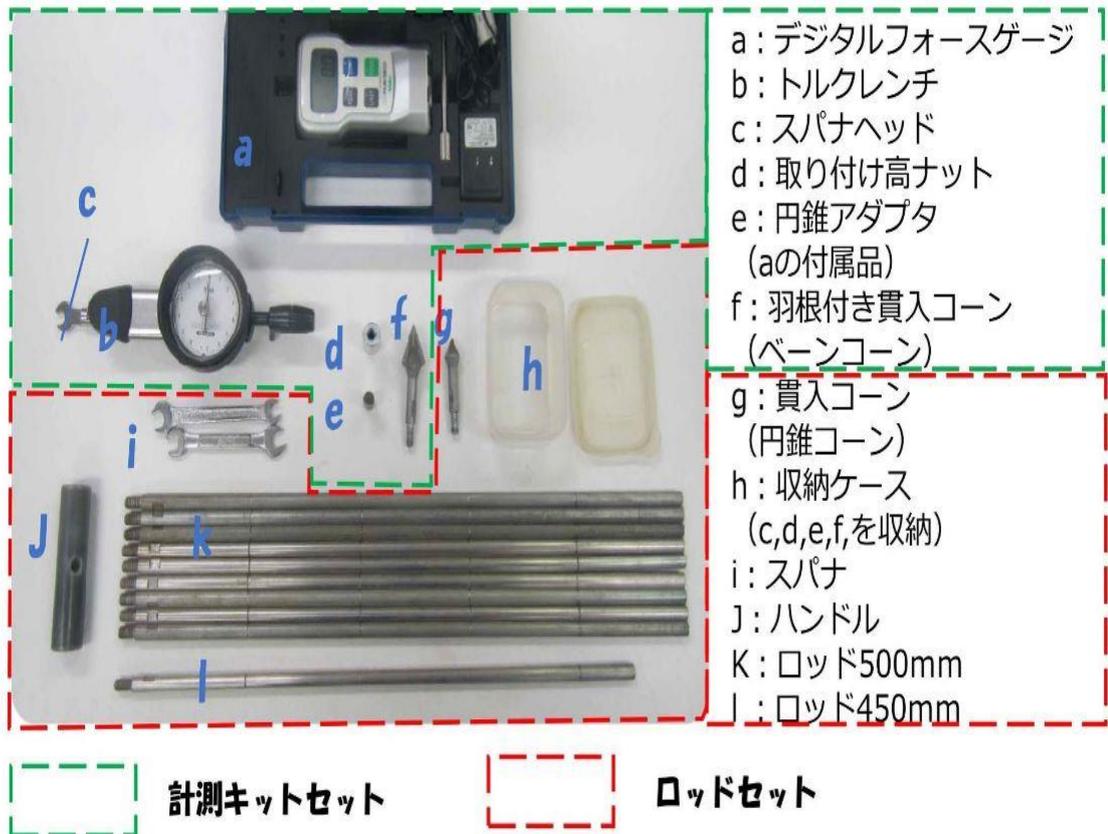


図 2-1 土層強度検査棒一式

土層検査棒データシート

調査件名					試験者	
測点No.	1	地質	崩積土	実施日	天候	晴れ
深度	G.L.- 0.5	m	記事			

No	測定値		算定値		採否
	荷重 W(N)	トルク T(N・m)	σ (240・W : N/m ²)	τ (15000・T : N/m ²)	
1	0	0.50	0	7,500	採用
2	30	0.70	7,200	10,500	採用
3	50	1.10	12,000	16,500	採用
4	75	1.40	18,000	21,000	採用
5	100	1.60	24,000	24,000	採用
6	150	1.90	36,000	28,500	採用
7	200	2.20	48,000	33,000	採用
8					

粘着力 C =	8.90	kN/m ²
せん断抵抗角 ϕ =	28.5	度

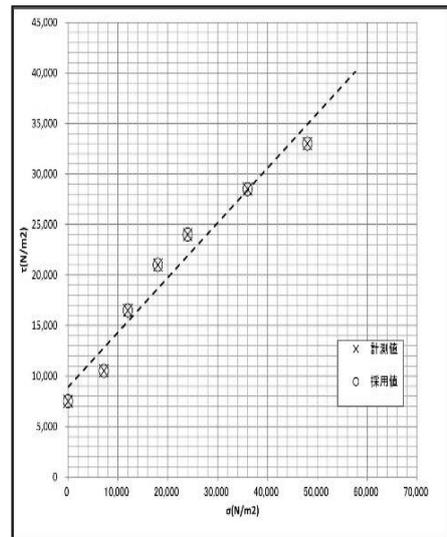


図 2-2 ベーンコーンせん断試験のデータシート例

2. 4 斜面地盤リスク評価

(1) 斜面防災カルテ作成

やくらい山西側の緩斜面において、代表的な4か所の斜面の斜面防災カルテを作成し、斜面の安定性評価を行う。これらの結果から、発電所計画地の地盤リスク評価およびその対応案など取り纏める。

(2) 斜面防災計画の提案

現地地形地質精査、土検棒による土層深測定、土検棒による土層強度測定、土質サンプリングと室内土質試験（粒度試験）、斜面防災カルテ作成の結果に基づいて、やくらい山西側山麓斜面での太陽光発電施設に係わる斜面防災対策の素案を提案する。

3. 業務結果

3. 1 現地地形地質精査と土検棒による土層深測定結果

1) 地形・地質・地盤の変状・土層深・植生

対象地の現地地形地質精査および土検棒による土層深測定結果を表 3-1-1 の調査結果一覧表と図 3-1-1 の地形地質平面図に示した。そして、図 3-1-2 には、E1-E7 の地形地質断面図を示した。また、現場写真を P1-33 にまとめたが、対象地だけでなく薬菜山の山頂まで登山道を歩いて地形地質の調査も追加して行った写真も加えてある。これらの結果から対象地の地形地質発達史を模式的に示したものが図 3-1-3 である。なお、土層深の計測一覧表は巻末資料-1 にまとめた。

以下にこれらの調査結果をまとめて示す。

① 対象地の地質精査を行ったところ薬菜山西麓に認められた古い規模の大きな崩壊跡からの新しい崩積土の堆積物 (dt2) が、開析された沢等から沖積錐を形成して広く分布していることがわかった。ただし、dt2 の堆積層は 10~20m 程度で、その下位には古い規模の大きな崩壊によって堆積した dt1 が堆積厚 30~40m 程度で分布している。さらに、その下位には西側で Td 層と 0n 層が分布し、東側では An 層が分布している。

② 新しい堆積物である dt2 の傾斜は 7~10° で、表層には、雨水や表流水によるガリーやガリー跡が比較的多数認められた。dt2 の地表面には、牛の水場施設や車が放置されたままのものがああり、牧草地等に利用され、その後放置されたところである。一度開発された斜面をそのまま維持管理をしないで放置するとどうしても地表面が荒れ、土砂災害が発生しやすいことを示している。

③ 対象地を含む斜面傾斜は、An 層の斜面でほぼ 25° 以上で薬菜山頂上に近い程傾斜が急となり 30~45° 程度にまでなる。そして、頂上付近では塊状の安山岩が認められ、溶岩ドームの可能性を示している。ただし、頂上に至る登山道では、火山角礫岩が認められこれらは火山噴火当時の崖錐性堆積物の可能性が高い。したがって、An 層は薬菜山頂付近では安山岩溶岩で、傾

斜がやや緩くなる山麓部では火山角礫岩となっている。これらの An 層の分布範囲は溶岩ドーム地形のオリジナルな薬菜山といえる。

④ dt1 は溶岩より脆弱な山麓部の火山角礫が古い時期に大規模に崩壊して堆積したもので、土質強度は新しい崩積土である dt2 より高く（3.2 章に詳しい）、ガリー跡等の地表の変状も少ない。傾斜は 12～17° で、植生は低木林主体で一部高木林があり、牧草地周辺の残地であったと考えられる。

⑤ Td 層は船形山付近から来た岩屑堆積物であり、よく締まった地層で層厚は 20～30m、土層深は 0.3～1.1m と比較的浅い。斜面傾斜は 2～5° ときわめて緩い特徴がある。植生は草地・低木林である。

⑥ 対象地周辺の地形・地質発達史の概念図を図 3-1-3 に示した。これによると、本来の薬菜山の地形地質は崖錐性堆積物の火山角礫岩を含む An の分布範囲である。その後、発時期は不明であるが、かなり古い時期（更新世頃？）に発生した大規模崩壊で dt1 層が山麓に広がった。完新世に入ってから古い崩壊跡から流出した土砂が沖積錐を形成しながら、dt1 上にさらに広い範囲に堆積したと推定した。したがって、薬菜山の本来の範囲は An 層の分布範囲と考えられる。

⑦ 対象地を南北方向の A～E 測線の 5 測線、東西方向の F～J 測線の 5 測線の計 10 測線でグリッド状に土層深を測定した。測定間隔はほぼ 10m である。ただし、G 測線と J 測線は用地の関係で枝測線を配置している。各測線の土層深の特徴は 2) 土層深の解析結果で詳しく述べる。



P1 牧草地跡からやくらい山を望む



P2 道路脇残置低木林



P3 道沿いの低木林



P4 dt1 上の低木林、地表の変状なし



P5 dt2 上のガリー上部の湧水点



P6 dt2 斜面上の高木林



P7 dt2 上のガリー



P8 マムシに注意



P9 dt2 上の廃車



P10 dt2 上の牛の水場施設



P11 dt2 低木林内のガリー跡



P12 dt2 上の草地(牧草地跡)



P13 Td 上の低木林で変状なし



P14 Td 上の草地(牧草地跡)



P15 Td 上の低木林で変状なし



P16 道路脇の土溝とU字溝



P17 道路脇の土側溝(U字溝)



P18 dt2 上の低木林



P19 dt2 上のガリー跡



P20 dt2 の沖積錐



P21 dt1 上の低木林、変状なし



P22 An 斜面で根曲がり木あり(積雪と表土のクリープによる)



P23 斜面上に An の角礫あり



P24 An 斜面で傾斜は 30° 前後



P25 用地境界のフェンス跡



P26 dt2 のガリー跡 (草地と高木林の境)



P27 やくらい山登山口



P28 登山道で安山岩礫



P29 登山道で安山岩角礫岩



P30 やくらい山山頂での安山岩巨礫と石碑



P31 巨礫の状況で溶岩ドームの可能性



P32 山頂の石碑



P33 山頂からゴルフ場方面を望む(ゴルフ場は植生で見えない)

表 3-1-1 地形地質・地盤の変状・土層深・植生結果一覧表

地質	分布範囲	斜面傾斜 (°)	層厚 (m)	土層深 (m)	土層強度	地盤の変状	土地利用	植生	記事
dt2	対象地の西～中央にかけて広く分布	7～10	10～20	0.5～1.5	低	ガリー、ガリー跡多い	牧草地跡主体	草地主体で、低木林・高木林あり	古い大規模崩壊跡からの新しい流出土砂
dt1	対象地の東に分布	12～17	30～40	0.9～1.5	中	ガリー、ガリー跡少ない	牧草地周辺の残地	低木林主体で高木林あり	古い大規模崩壊時の流出土砂
Td	対象地の西に分布	2～5	20～30	0.3～1.1	高	ガリー、ガリー跡少ない	牧草地跡など	草地・低木林	船形山付近からきた岩屑流堆積物
An	対象地外の東に分布	25～32	-	0.6～1.2	低～中	対象地付近では、火山角礫岩主体で地盤は脆弱となっている	林地	高木林	薬来山火山のオリジナルな堆積物