

エコロジカル・ランドスケープデザイン手法を活用した設計支援ツールの開発

清水建設(株) 正会員 ○橋本 純 小松裕幸
清水建設(株) 正会員 渡部陽介 (株)風景デザイン研究所 上田有利
法政大学 正会員 福井恒明 長岡造形大学 正会員 小川総一郎

1. はじめに

我が国のエネルギー政策では、安定的な発電の見込める再生エネルギーの確保の観点から、地熱発電の導入促進が進められている。地熱賦存量の約8割は国立・国定公園内の第2種・第3種特別地域にあるが¹⁾、地熱発電所開発の過程では坑井調査以降は土地改変が伴う。そのため、不特定多数の訪問者が登山道や展望台などの施設を利用する自然公園内では、自然環境及び風致景観への配慮が重要となる。環境省は、平成28年6月23日に「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて(平成27年10月2日環境省自然環境局長通知)及び同通知の解説(平成28年6月23日環境省自然環境局国立公園課長通知)」を出した。その中で、真に優良事例としてふさわしいものと判断される場合には個別に検討した上で、その実施について認めると記されている。しかし、優良事例形成のための効率的・効果的な手法の具体的な手法については不明瞭なままであった。

優良事例形成に貢献できる手法として、自然環境に配慮して景観を設計する手法である「エコロジカル・ランドスケープデザイン手法」²⁾を活用し、自然環境や風致景観に配慮して周辺環境と調和の取れた地熱発電所計画の立案方法を明確にするとともに、それを実現するためのツールの開発を目指した。この実現により合意形成が図られることで、優良事例が形成され地熱発電開発の促進に寄与すると考えた。具体的には、①配慮手法を参考資料として取りまとめた「配慮手法パターン参考集」、②自然環境や景観の分析や地熱発電所の計画のプロセス・手法を明確化した「自然環境・風致景観配慮マニュアル」、③より効率的な分析のための「支援ソフトウェア」の3つのツールを開発した。本稿では、上記3つのツールについて概要を報告する。

2. ツール1：配慮手法パターン参考集

クリストファー・アレグザンダーの「パターン・ランゲージ」³⁾の理論によると、「単語が集まって文章となり、詩が生まれるように、パターンが集まってランゲージとなり、このパターン・ランゲージを用いて生き生きとした建物やコミュニティを形成することができる」とある。この考え方を取り入れることで、現存する配慮手法を「パターン化」し、地熱発電所事業者が配慮方法を検討する際に役立つ参考資料ができると考えた。

国内14ヵ所、国外4カ国(ニュージーランド、ケニア、イタリア、アイスランド)で、関連施設を含む地熱発電所20ヵ所以上の目視調査を行うと共に、発電所関係者に配慮手法について聞き取り調査を行った。調査から実際に適用されている自然環境や風致景観への配慮の手法に加え、実際には適用されていないが発電所の状況から適用可能と考えられる自然環境・風致景観への配慮の手法を把握した。

調査により明らかとなった配慮手法をパターン化した結果、100の配慮手法パターンに整理した。カテゴリーを

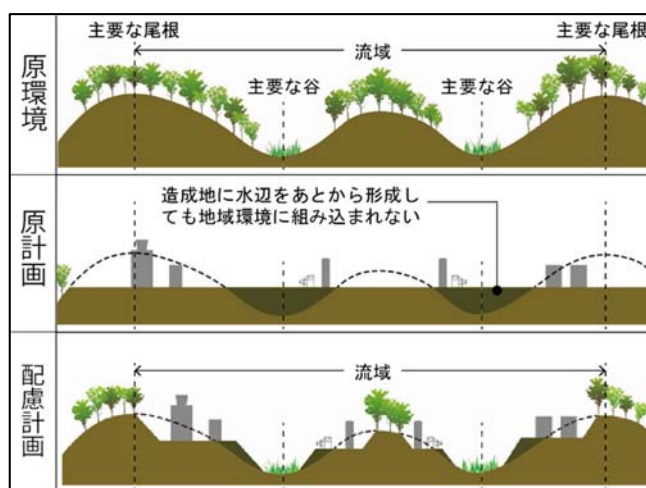


図-1 原環境、原計画、配慮計画のイラスト例

キーワード 地熱発電所、自然環境配慮、風致景観配慮、エコロジカル・ランドスケープ

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設(株) 土木技術本部 設計部 TEL 03-3561-3917

「造成」、「既存林」、「水辺」、「建屋」、「緑化」、「パイプライン」、「色」、「その他」の8つに振り分け、各ページに掲載するパタンは1パタンとした。建設候補地の「原環境」と一般的な計画としての「原計画」、代替策として参考となる「配慮計画」の3つをイラスト付きで解説し、配慮の主旨を確認できるよう工夫した（図-1）。この参考集がきっかけとなり、事業者が創意工夫を積み重ねることで、より良い配慮手法が生み出されていくものとする。

3. ツール2：自然環境・風致景観配慮マニュアル

エコロジカル・ランドスケープデザイン手法を活用した計画のプロセスを示す（以下、本プロセスという）（図-2）。地熱発電開発の多くは地熱有望地の比較的近傍の地域から、建設候補地を絞り込んでいくという計画の進め方が通常である。自然環境や風致景観への配慮は、その事業の初期段階より調査・検討することが有効だが、地熱発電所の場合は、事業の初期段階では建設候補地が未選定である場合が多い他、調査・分析範囲が数km四方となることや、土地所有等の都合で立入りが難しいことも数多くあり、現地調査の実施が現実的ではないことが多い。

こうした進め方を考慮し、自然環境・景観配慮のプロセスは、数km四方を対象とする「広域」と、絞り込まれた「建設候補地」の2段階のスケールとした。事業初期の「広域分析・シミュレーション」では公開データを活用して、この結果を利用して事業者がそれらと比較し、最終的に一つの建設候補地を選定するプロセスとした。本プロセスの明確化とともに、検討すべき内容や項目の基準となるものを研究成果の一部である「自然環境・風致景観配慮マニュアル」として取りまとめたことで、事業の段階に応じて検討すべき内容や項目が確認できるだけでなく、合意形成のためのエビデンス作成等に寄与できるコミュニケーション・ツールができたと考える。

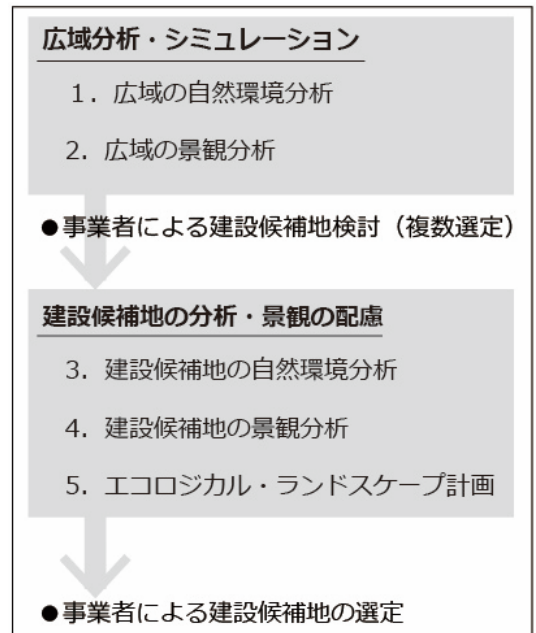


図-2 計画のプロセス

(1) 自然環境への配慮方法の構築

本プロセスの「1. 広域の自然環境分析」と「3. 建設候補地の自然環境分析」では、事業者による立地選定段階での環境配慮への貢献を目的として、自然環境・風致景観への影響といったネガティブな影響を最小限にとどめることを目指す「環境影響の最小化」と地域環境の改善や地域産業の振興といったポジティブな影響を目指す「地域への貢献」という2つの方向性を重視した。分析結果のイメージを示す（図-3）。

自然環境分析は、自然環境要素の相互関係を表現するためにGISを活用した。既存地熱発電所の現地調査や事業者ヒアリングにより地熱開発計画の基礎要件を整理し、「地熱開発適地の抽出」、「環境配慮重要性の相対評価」、「社会的制約条件（法規制等）の特定」の3つの手法を「環境影響の最小化」の方向性の中で構築した。「地域への貢献」の観点からは、「ジオサイト候補地の抽出」と「オフサイト代償の適地抽出」の2手法を構築した。ジオサイトとは、ジオパークの中で主要な見所とされる場所を示す。ジオパークとは、「ジオ（大地）」と「パーク（公園）」を組み合わせる用語で、地球の遺産（地形・地層・火山等）を守りつつ、観光・教育へ活用することで持

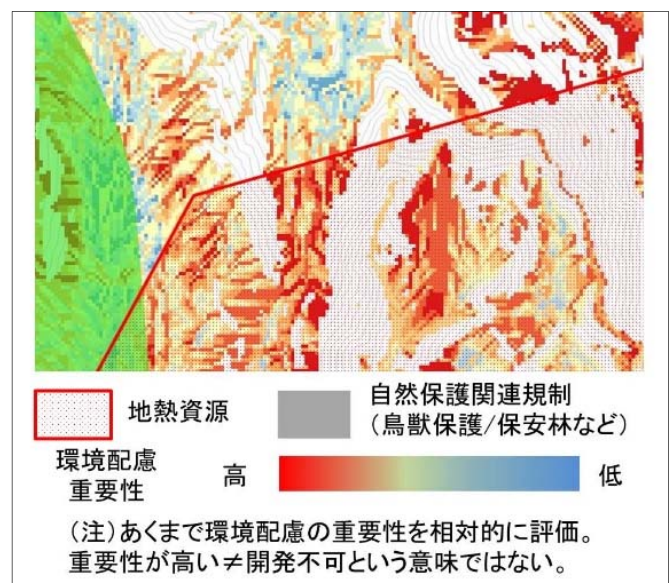


図-3 自然環境分析イメージ

続可能な開発を目指す地域を指す。ゆざわジオパークや霧島ジオパーク等の先進地の例から、地域の多様なステークホルダーが協働し地熱発電の仕組みなどを積極的に発信できる。一方で、オフサイト代償とは、開発地で緩和しきれない残存影響を敷地から離れた場所で環境を改善（緑化や生息地保全・創出等）することで、地域全体として環境影響の緩和を図る取り組みである。よって、荒廃が懸念される視認性の高い場所を把握し改善に繋げられる。

地熱賦存地を考慮し、自然環境への配慮項目と地域貢献のための検討項目を明確にしたことで、地熱発電開発事業だけでなく地域への貢献を見据えた総合的な検討や合意形成に寄与できると考える。

(2) 風致景観への配慮手法の構築

自然環境分析で収集した情報や分析の結果から選定された複数の建設候補地に対して、「2. 広域の景観分析」を実施して風致景観の観点からの立地選定条件を明確化することとした。「広域の景観分析」の目的は、事業者による複数の建設候補地の絞り込みを支援することである。「広域の自然環境分析」の結果から浮上した複数の建設候補地周辺の景観をシミュレーションし、視点の高さを考慮して「可視領域の推定」を行い、建設候補地の主要な展望台などからの視認性を確認する。その結果を比較することで、事業者は建設候補地をさらに絞り込むことが可能となる。また、地形だけでなく現存植生を反映させた景観シミュレーションや可視領域の推定は、実際の見え方に近い形で表現が可能となるだけでなく、現地調査で確認する視点の絞り込みにも貢献できる（図-4）。

また、建設候補地を最終的に1ヵ所に絞り込む場合の比較や、1ヵ所の建設候補地に対して複数の土地利用計画立案による比較を想定して「4. 建設候補地の景観分析」や「5. エコロジカル・ランドスケープ計画」の手法を構築した。まず、建設候補地とその周辺を対象に現地を調査し、保護すべき資源か、保全して地熱発電所開発に活用できる景観デザイン資源かといった情報を取りまとめる。GISにより図化したこれらの情報を踏まえて、開発計画方針を立て基本計画レベルの土地利用計画を立案する（図-5）。方針や計画立案の際には、前述の「配慮手法パターン参考集」を、様々な角度から配慮の方法を考える参考とする。

自然環境への配慮の結果を踏まえての景観分析とし、分析項目を明確化することで、立地選定や土地利用計画の立案の過程で、検討すべき内容や配慮すべき事項を明らかにした。事業ごとに検討内容を精査する必要はあるものの、様々な利害関係者間での合意形成の際のコミュニケーション・ツールとして活用できる基盤ができたと考える。

4. ツール3：支援ソフトの開発

構築した分析手法のうち、風致景観に関する分析をするため、支援ソフトを開発した。支援ソフトは、これまで使用されてきたコンピューター・グラフィックス（以下、CGという）やフォトモンタージュのような定点からの2D表現ではなく、作成した3Dモデル空間を自由に移動して見え方の確認ができるよう、3Dバーチャルリアリティを採用した。作業効率の向上やデータの軽量化を図るため、支援ソフトで地形を作成する地形情報は、国土地理院から公



図-5 景観シミュレーションイメージ

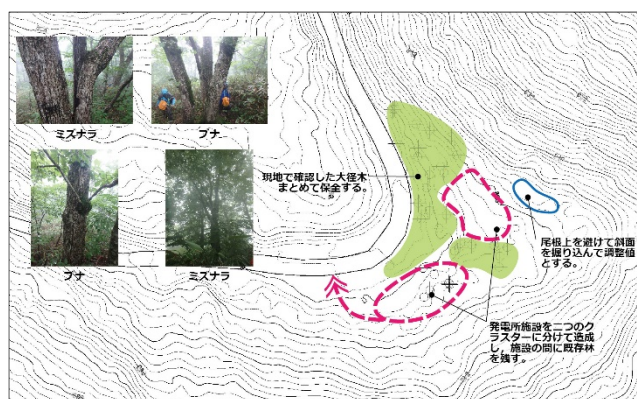


図-4 開発計画方針図

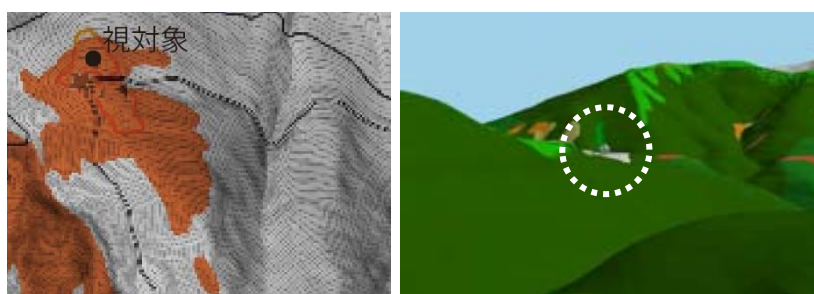


図-6 樹木なしの可視領域推定結果と景観シミュレーション

開されている 10m メッシュ DEM (数値標高モデル) を用いた。地図上で指定した場所の 3D 地形が自動的に作成できる。また、実際の景観に近いシミュレーションを目指して 3D 樹木モデルの軽量化や、視距離に応じた樹木モデルの自動変換配置などを取り入れ、データを軽量化ができたと考える。現存する他のソフトウェアでは不可能であった樹木を考慮した「可視領域の推定」についても、分析の結果と景観シミュレーションでの見え方を比較し、結果に齟齬がないことが確認できた (図-6, 7)。前述の計画のプロセスのうち、「5. エコロジカル・ランドスケープ計画」で目指した土地利用計画の立案では、簡易造成による景観シミュレーション検討を可能にした。造成地盤の矩形を作成し勾配を指定すると新規に地形が作成され、樹木も新規地盤上は削除される。施設配置についても、検討が必要な展望台等からの見え方を確認しながら、土地利用計画ができるようになった (図-8)。

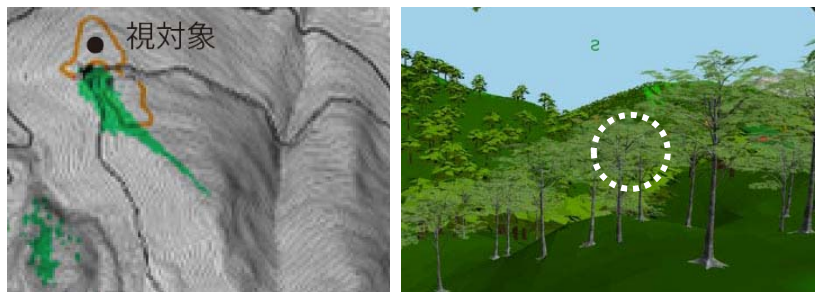


図-7 樹木ありの可視領域推定結果と景観シミュレーション

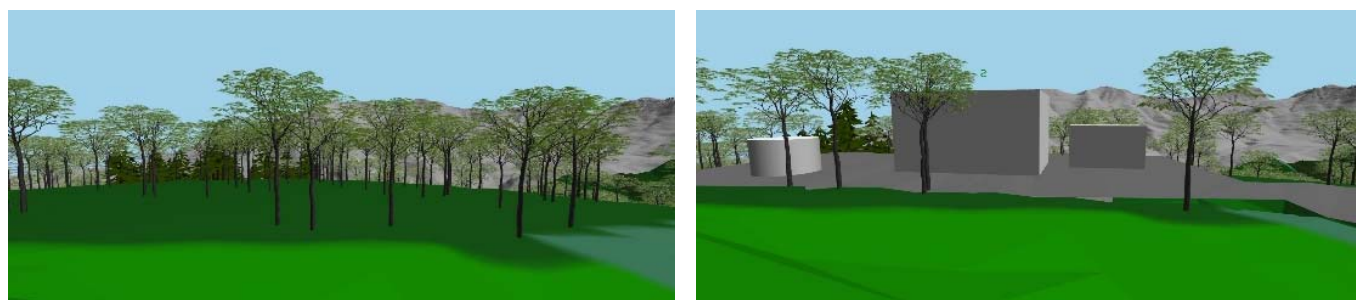


図-8 景観シミュレーション (左：造成前, 右：造成・施設配置後)

これまで複数の既存ソフトを使用して造成による景観への影響や変化をシミュレーションしていたが、支援ソフトではそれらの作業を一つのソフトで行うことが可能となった。また、CG やフォトモンタージュのように定点からの 2D 画像ではなく、様々な場所からの見え方を画面上で確認できることは、地域住民への説明の際などに大いに役立つ。

5. まとめ

自然環境や風致景観への配慮項目やその手法を明確にすることで、地熱発電所計画の合意形成に寄与するツールを開発した。プロセスの明確化、それを支援する配慮手法の参考集の作成、支援ソフトの開発という 3 つを組み合わせることで、事業者や設計者にとってより使いやすく、その他の利害関係者にも分かりやすいコミュニケーション・ツールができたと考える。今後も、実事業での使用をとおして拡充・改善を進める予定である。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託業務の結果得られたものである。本検討にあたっては、検討委員会の委員である、国立研究開発法人産業技術総合研究所名誉リサーチャーの野田徹郎氏、東京大学大学院 新領域創成科学研究科教授の斎藤馨氏、日本地熱協会運営委員長で国際石油開発帝石株式会社シニアコーディネーターの安達正敏氏、検討委員会のオブザーバーとして参加いただいた経済産業省の皆様にご指導、ご助言をいただいた。ここに深く感謝する。また、発電所の視察、ヒアリングにご協力いただいた発電所事業者、ケーススタディの場を提供していただいた発電所事業者の皆様にも合わせて深く感謝する。

参考文献

- 1) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第 2 版, 13 ページ, 森北出版株式会社, 2014.
- 2) 小川総一郎: エコロジカル・ランドスケープというデザイン手法, 理工図書, 2009.
- 3) アレグザンダー・クリストファー: パタン・ランゲージ環境設計の手引き, 平田翰那訳, 鹿島出版会, 1984.