



自然エネルギーとランドスケープデザイン（特集 自然エネルギーとランドスケープ：ランドスケープが拓く自然エネルギーを活かした国土の未来像）

福岡, 孝則

(Citation)

ランドスケープ研究, 76(3):231-235

(Issue Date)

2012-10

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001872>



自然エネルギーとランドスケープデザイン

Renewable Energy and Landscape Design

福岡 孝則*

Takanori FUKUOKA

1. はじめに

2011年の3月11日に筆者はドイツのバーデン・ヴュルテンベルク州、ドイツ最大のボーデン湖畔の町ユーバーリンゲンに居住していた。震災の当日からドイツのテレビはどこを見ても原発の討論ばかり、それも真剣にドイツのエネルギーの将来をどうするか討議が続く。テレビの向こうでは日本の関係者が記者会見で事実を分析発表することなく、ひたすら頭を下げて謝っている。ドイツ人からみると全く理解不能な光景である。震災後は福島の特集の後チェルノブイリの爆発のドキュメンタリーが放映された夜もあり、心が張り裂けそうな気持ちでテレビのスイッチを切ったのを覚えている。その後ドイツで最も裕福で、教育レベルが高く、保守的なバーデン・ヴュルテンベルク州の選挙で緑の党が第一党に躍進した。物理学者出身であるメルケル首相はこうした世論の勢いに対応して原発戦略を撤回、震災の3か月後に2022年までに脱原発を決めた。翻って日本においては長期的なエネルギー政策のビジョンは明確に示されていない。ただ、エネルギー小国の日本においてこそあらゆるエネルギーの導入に挑戦し、実践していかなければならない。再生可能なエネルギーのベストミックスを戦略的に考え、システムを効率化することが求められている¹⁾。

自然エネルギーというのはあくまで持続可能性戦略の一つの要素である、と筆者は認識する。ドイツにおいては2002年に国家持続可能戦略が提案された。この中では「効率的なエネルギー利用による気候の保護」「環境に配慮したモビリティ」「農業と林業の有機的手法転換」等の行動指針を上げ、モデルプロジェクトを設定した²⁾。ドルトムント大学のエルクハルト・ハーン教授は今後エネルギーと原料消費、汚染排出と土地消費を4-10倍削減し、持続可能な社会への移行をすることは多くの人々にとっては想像することが難しく、非現実的で不可能と思えるだろうと述べている³⁾。こうした中で論理的に伝えるだけでは不十分であり、脱工業化の「人と自然のコミュニティ」を魅力的で、楽しく、関心を刺激し、伝達をしやすいものでなくてはならないと氏は述べている²⁾。日本の現状に目を向けると自然、再生エネルギーへの社会の期待と関心は非常に高まりつつあるようである。最近自然エネルギー政策、スマー

トグリッド、スマートハウス関連の研究、著作は急増している。しかしその多くがエネルギーを数字、または抽象的な理論で捉えているため一般の市民には実態が把握しにくいようである。また日本でも当然のことながら脱原発に向けた市民運動は広まってきている。ところで南ドイツの人口2,500人の町シェーナウには15年前に世界中で有名になった自然エネルギーを供給する電力会社が設立された。設立時1,700の顧客が10年間で13万5,000と拡大を続けている。エネルギー・シフトには再生可能エネルギーの施設整備、システム構築、そして省エネが欠かせない³⁾。日本での抽象的な議論と、ドイツの市民レベルでの実践的な取り組みの比較の中で明らかになるのはたしかな持続的環境創造に取り組む包括的な視点の必要性である。太陽光発電、風力エネルギー、バイオ発電所といった施設はある程度イメージできる。ただこうした自然エネルギーと我々の生活がどのように関わってくるのか、また自然エネルギーを取り入れることで社会は、建築・ランドスケープ・都市はどのように変わっていくのか見通さねばならない。

2. 自然エネルギーと都市・ランドスケープ

自然エネルギーと都市・ランドスケープの接点は何であろうか？アメリカのランドスケープ実務者の教科書である設計資料集の中でもエネルギーに関する記述は数ページと少ない。この中ではランドスケープを活用して建物のエネルギー排出量を抑える、敷地計画上で太陽光や気象条件に配慮する、エネルギー排出量の少ない製品を使用、地場材の利用、自然エネルギーの活用、施工における環境への配慮等一般的な説明があり、その中で何をすべきかという細分化されたリストが与えられている⁴⁾。これをクリアすることでサステイナブルな都市・ランドスケープ創出の認証取得へつながるという仕組みである。認証を取得することで企業側の環境イメージも高まることになる。

サステイナブルなエネルギー社会づくりにかかわる分野は多岐にわたる。上下水道整備、ごみ処理、地域暖房、公共交通網、土地利用計画、エネルギー会社の運営等あらゆる分野で何らかの改善は可能である。スイスにおいてはエネルギー・シュバイツという国のエネルギー政策に対応し

*神戸大学大学院工学研究科建築学専攻 持続的住環境創成講座

て自治体が独自のエネルギー政策を展開している⁵⁾。その先には市民の行動を誘導するという目的がある。「エネルギー都市」とは進歩的なエネルギー政策を実施する自治体を認証する国のエネルギー・シュバイツの制度であり、認証は90の項目に関して達成度に応じて採点が行われ、認定が行われる。また認証は4年に一度審査が行われ、達成度が増加していなければ認証の継続は認められない。つまり現状維持では認証は保つことができない⁵⁾。スイスのエネルギー都市制度とドイツ、オーストリアの制度の3つの認証をまとめて1999年には「ヨーロッパ・エネジー・アワード」が発足し現在までにヨーロッパ8か国、240都市が認証を受けた⁵⁾。目標を明確に掲げること、目標に対し何をするか明確にして行動すること、そしてその目標をより高いレベルで向上させていくという3つが連動している点でスイス、オーストリア、ドイツのエネルギー都市制度の優れた点がある。エネルギーというのは実は我々の生活の全てに密接に関連しており、包括的な視点で捉えていくということが重要である。より広い視点から考えると自然エネルギーへの転換は単なるエネルギー源の転換ではなく、他の分野においても持続可能な手段を促し、より包括的に持続的な開発が実践されるためのステップとなる⁶⁾。自然エネルギーへの転換によって循環性を包括的に考慮した水管理やインフラ計画、エコ建築、持続可能な交通手段への移行、都市の緑化と微気象への対応、地域における物質循環型社会の創出⁶⁾等が具現化する。自然エネルギーとランドスケープの関わり方はより包括的に、戦略的に考え、行動することが重要である。自然エネルギーとランドスケープデザインという表題に合わせていくつか自然エネルギーに関連するプロジェクトを紹介する。既に述べたように自然エネルギーとランドスケープを結びつける考え方や手法は無限にある。こうした新しい領域でのランドスケープデザインを考える際に参照にいただきたい。

3. イギリスのマックラーレン研究所

ロンドンの近郊に位置するこの研究所において建築物は大きな水面に浮かんでいるように建っており、水と建物との関係が一体となった空間である。ここで最も重要なのは、水は視覚的な建築の修景ではなく、環境設備の一環だということである。このプロジェクトでは、水の冷却塔を数棟建てて代わりに、建物の周辺の水面と人工的に作られた滝を活用して、建物の熱循環環境のシステムが構築された。建物の水による熱処理システムは可視のプロセスである。建物の屋根から集められた雨水は一旦人工湖水面へと貯められる。この人工湖の水面積は約16,000m²で、この中に長さ180m、高さ4mの人工的な滝が建物を囲うように設置されている。研究所内で利用された温水は地下のヒートポンプから人工湖水面へポンプアップされ、湖水に貯留さ

れた雨水と一体となってこの滝を流れる。多孔質な金属製の滝を流れる間に水は小さな水滴となり、温度を3度程下げる。この水は地下のヒートポンプへと戻され、冷却装置を通じて建物の熱制御へと再利用される。

この水を使った発生熱の冷却が一つ目のシステムの特長である。水システムの二つ目の特長は、人工湖水の水を取り込み、それを既存の自然の湖と一体とさせ、新たにデザイン・施工された湿地植物を使った水面積約2,100m²の浄化ビオトープを通すことによる水の自然浄化システムである。ここで浄化された水は更に人工湖にポンプアップされる。建物の周辺で自然の水システムと一体となって取り込まれた水の浄化、熱処理ということが二つの水システムを通じて同時処理されてゆく。降雨量が平均を超える場合は、オーバーフローして湖と川に流れ込むように設計されている。この水システムの開発にあたっては、コンピュータによるシミュレーションで、浄化のプロセス、熱処理の解析が入念に行われた。システム設計を通じてランドスケープと建築、設備デザインがコラボレーションをすることで、このユニークなプロジェクトが具現化された。この自然エネルギーとしての水を熱環境設備に応用し周辺の自然環境へも接合する自然浄化の仕組みは持続的環境デザインの新しい挑戦といえる。

4. オーストリア リンツ ソーラー・シティ

ソーラー・シティはオーストリア最大級の都市開発事業であった。リンツはオーストリア大都市のひとつであり、上オーストリア州の首都である。1990年から新しい都市への構想は開始された。第一期は32.5haの土地の4,500人の居住者のための都市が計画、設計された。このうちの20haがオープンスペースである。リンツ ソーラー・シ

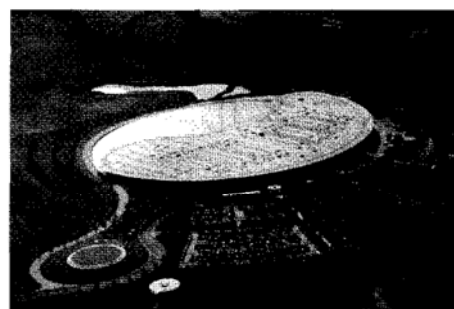


写真-1 マックラーレン研究所の航空写真

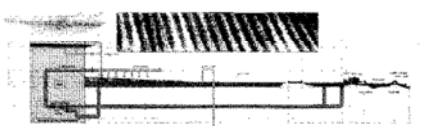


図-1 水の自然エネルギー、浄化システムのダイアグラム (Atelier Dreiseitl) (Foster + Partners)



写真-2 人工的な滝を熱環境設備に応用 (Atelier Dreiseitl) (Foster + Partners)

ティのビジョンは持続的都市、住環境の創成、エネルギー消費量を削減し低炭素社会の実現、そして質の高い都市デザインの水準を達成することであった。特にランドスケープはドイツのドライザイテル社が担当し、イギリスのノーマン・フォスター、リチャード・ロジャース、そしてドイツのトーマス・ヘルツォークといった建築家と協働で持続的都市の創造に向けたビジョンを作り上げた。また全体の建築における再生可能エネルギーの利用とデザイン戦略はドイツの READ グループが担当した。持続的都市環境の創出のパイロットプロジェクトを支えるために EU 政府も計画段階で約 600,000 ユーロの支援をしている。1995 年までには更に 8 つの事務所が参加し、32.5ha の敷地に約 1,300 戸の住宅が計画された。ここでは以下のような評価基準に基づいて計画が進められた。a) 建物の配置、ボリュームはソーラー建築の基準に基づいて計画する。b) アクティブ、パッシブな太陽エネルギーの両方を活用 c) 室内及び屋外環境の計画において太陽を最大限に生かした快適な空間を創造する d) 再生可能エネルギーの最大限の活用 e) 自然やレクリエーションを活用 f) 包括的な社会、快適な社会、社会エネルギー g) 持続性のある住宅地の計画である。それぞれの評価基準に更に細分化された目標が提示された。ここで面白いのは一口にソーラーといっても単なる太陽光パネルを取り付けた住宅地の計画ではない、ということである。エネルギーの排出量を減らし、代替的な交通システムを考えることによって化石燃料の利用を減らし、ランドスケープ・自然空間を戦略的に建築と同時に計画し、健康的で持続性のある都市を創造するという目標に向けて個々の建築家、ランドスケープデザイナーが協働で作業を進めた。

項目 a) ～ d) に関しては建物のオリエンテーション、ボリューム、構造体、ファサードのデザイン、断熱材、窓の位置と形状まで徹底的にエネルギー消費を効率的にする建築モデルを検証した。結果として当初目標であった 34% の住宅における太陽光の温熱利用が 50% にまで高めることができた。実際 3,500 平方メートル分の太陽光パネルが設置され、これに対してはリンツ市が 1 平方メートル当たり 720 ユーロの補助を行った。目標としてのエネルギー消費量は $44\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ が最大と規定され設計が行われたことで結果としては $36\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ に抑えられている。またリンツのソーラー・シティはバイオ発電所と提携し、約 20% のエネルギーは近隣のリンツ・エネルギー公社から取得している。この際住宅地の居住者に再生可能エネルギーが安定供給できるように一定のエネルギー代を住民に保障している。項目 e) に関しては新しく湖を創造し、ビーチや水泳場、また人々がレクリエーションに使えるような場所を創出した。敷地外に土を持ち出すことを避けるために残土はランドフォーム等にして再活用された。また雨水

や水環境に配慮した計画が建築計画と同時に進められ、巨大な開発による水環境への影響を避けるためにも雨水貯留、緑溝、浸透といった雨水管理と緑地の計画を包括的に行うことで敷地における環境への影響を最小限に抑え、またより積極的な持続的環境へのインフラを作ること

で、リンツのソーラー・シティと周辺の湿地等自然環境をスムーズに接合することに成功した。こうした水と緑のインフラストラクチュアが個々の住宅に庭、子供遊び場、湖、小さな公園や歩行者空間をつなげ、人々が利用することによって最大限の効果をあげることがランドスケープの究極の目的である。項目 f),

g) にも関連するが交通計画に関しても様々な工夫が行われた。基本的には歩車共存であるが、住宅地の中心部においては 3,000 台分の地下駐車場を整備しできるだけ歩行者優先の空間となるようにした。これに加えてトラム(路面電車)を新たに新設、環境負荷の少ないバスを導入することにより炭素の排出量も少なく、またエネルギー消費量を抑えることにも貢献している。社会的な要素としては家族構成、利用形態、



写真-3 リンツ・ソーラーシティ航空写真 (Atelier Dreiseitl)



写真-4 先進的な交通計画と歩行者空間デザイン (Atelier Dreiseitl) (Foster + Partners)



写真-5 ソーラー建築



写真-6 水環境管理システムと一体となって作られた湖 (Atelier Dreiseitl)

収入, 社会的な背景などを配慮し混成した住宅利用者象を設定し, より多様な社会構造, コミュニティとなるように計画された。

次は実際にリンツ・ソーラーシティの評価を行った Juergen ら⁷⁾ による評価について紹介したい。オープンスペースについては既存の植生やランドフォームを活用, 原生植物の多用, 緑地帯の創造や湿地の保全によるエコロジカルネットワークの再生, レクリエーション, 子供の遊び場の創出で高い得点が出ているが, 屋上緑化項目で評価は低い。エネルギーに関してはエネルギーを考慮した都市計画, 省エネ, 再生可能エネルギーの利用, パッシブ冷暖房, 断熱, 代替的エネルギー, 建物における太陽光の活用等すべて高い評価がでている。交通部門の評価では歩行者, 自転車空間の創出, 道路幅の縮小, 浸透性の舗装, 駐車場の計画, 代替的交通システムの計画等で高い評価が出ているが, カー・シェアリングや騒音関連で低い評価となっている。水に関しては, 包括的な水環境管理, 雨水の貯留, 浸透, 活用, 中水の再利用, 水利用の削減等すべての項目において高い評価を獲得している。廃棄物の項目では施工中の廃棄物の削減, 住宅地内の廃棄物の削減, 廃棄物の再利用またリサイクル製品の活用等いずれの項目においても平均点的な評価となる。建物の内の居住性に関しては快適性, 空気の質, 太陽光等いずれの項目でも評価は高い。敷地計画に関しては建物のボリュームと配置, コミュニティの創出, 自動車利用依存率の低減, 多様な居住者を想定した住宅計画, 既存の自然環境の保全活用等いずれも高い評価となっている。リンツ・ソーラーシティは国連のベスト・プラクティス賞, 地球社会財団からの環境賞等多数の受賞があり, 今日より重要性の増したエコ・シティの計画の一つのモデルとして EU から認定されている。

リンツ・ソーラーシティにおいてはランドスケープデザインはこのように敷地計画, 緑と水のランドスケープ空間のデザイン, 建築関連, 交通に関わるものから周辺自然環境の保全, 修復, 生物多様性の向上, コミュニティの創出などあらゆる領域において建築, エネルギー, 交通等との関連性が配慮された包括的なランドスケープデザインが進められた。

5. ドイツ ファーフエンホーフエン・エコタウン・プロジェクト

ファーフエンホーフエンは敷地面積 20ha の敷地に計画された次世代型のエコ・タウンである。計画は 2007-2011 年で現在施工中である。建築はドイツ・エコ建築のエブレ建築事務所, ランドスケープはドライザイテル社が担当した。自立循環型のエコ・タウンの計画のビジョンは施主でもあるクレマブラウアー・アグロ・食品会社社長の自立型の都市を作るという構想からきている。自立循環型で, エ

コ農業, 生活, 職場と居住がすべて統合された多様なコミュニティの創出と素晴らしい社会, 文化的またレクリエーション空間の創出がこの計画の大きな目標である。プロジェクトは当初は資源依存率ゼロを目指していた。ドイツ南部の緩やかな美しい農村の一部に立地するファーフエンホーフエンにおいては, 敷地の起伏と水環境管理のシステムを組み合わせることで敷地の基本計画が作成された。敷地周辺に残る農村景観は保全され, りんごの果樹園や多様な形態をもつ生垣も既存の環境と開発区域を接合する要素として保全された。また周辺の生物棲息区域は再生され, 敷地内でもより生物多様性を向上させるような計画が行われた。特にこの計画で際立っているのは経済, 社会, 資源・エネルギーの循環を新しい開発計画と包括的に考えている点である。エネルギーの観点からはパッシブハウス, 太陽熱とバイオ発電所からのエネルギー利用が核となっている。全ての建築は屋根に太陽光電池を設置しており, またパッシブハウス基準の導入によりエネルギーの利用量が少なく抑えられている。バイオプラントは近隣の農業, 林業の副産物からエネルギーを創出し, エコ・タウン内で利用される。エネルギーの中核になるのが「テラ・プレタ」技術を活用したテラ・プレタバイオ発電所である。テラ・プレタとはそもそもアマゾン地方で生成されていた炭化物を多く含む土⁶⁾で近年ドイツでは注目を集めている。堆肥, 残飯, といった有機資源をテラ・プレタ技術の活用, 微生物による分解でエネルギーが生成される。またこの副産物として非常に肥沃な土が作りだされ, これらは有機肥料等として再利用される⁶⁾。水のシステムにおいても革新的な提案がされた。雨水は敷地内で浸透, 浄化, 貯留, 再利用され敷地外には雨水を一切排出していない。雑排水は自然浄化式で浄化され, 貯留された雨水と合わせてトイレ用中水道に戻される⁶⁾。このように地表面を流れる雨水, 人間の生活による排水をテラ・プレタという微生物を活用した技術でエネルギーと活用, 水は浄化して再利用するという循環型の理想的なループが構築されている。またこうしたバイオ発電の原料も近隣の林業, 農業や家庭からの残飯, 堆肥等から作られているということも興味深い。敷地の計画としては a) 有機農業, バイオ発電所, 有機農業研究所ゾーン, b) エコ・ビジネスパーク, c) エコ住宅地の 3 つに分けられており, b) においては有機農業市場, 有機園芸センター, エコ・ホームセンター等の地場産業が, c) においては配置に工夫がされ個々の住宅の庭, そして公共の小さな広場や公園が計画的に配置され, 社会的にも豊かなコミュニティの創成を目指している。

サステイナブルな施工のホルシム賞の審査⁸⁾ においては特に革新的なエネルギー・コンセプトが高い評価を受けている。農村区域における一つのモデルとして, また農業や林業とのつながりやエネルギー循環のシステムの作り方

にそのユニークさがある。次に評価が高いのは環境の質と資源の効率的な活用、そして周辺環境への影響、包括的な水環境システムの構築等である。その他にも社会的な人間環境の創成、経済的なモデルとしてという面でも評価を受けている。このファーフェンホーフェン・プロジェクトがこれだけ徹底して自立的循環型の計画を推し進めることができたのは施主の役割が大きい。プロジェクト担当者の話によると、施主はまず全ての土地を買い取り、エコ・タウンの創造という高い目標に向かって建築、ランドスケープの能力を引き出しながら包括的に計画をまとめあげた人物であるという。このドイツの無名の農村が昨年世界の最もサステイナブルなエコ・シティ計画（人口2万〜7万5千人部門）で最優秀賞を受賞したのである。



図-2 ファーフェンホーフェン・エコタウン



図-3 ファーフェンホーフェン・エコタウン敷地計画図 (Atelier Dreiseitl)

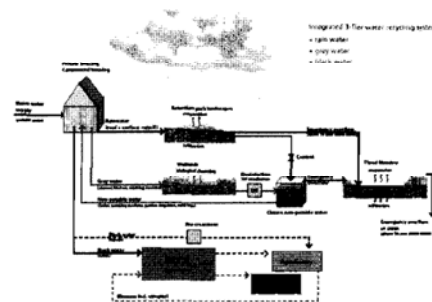


図-4 自然エネルギーと水環境システムのダイアグラム (Atelier Dreiseitl)



図-5 夏のエコタウン イメージ・パース

6. おわりに

当初自然エネルギーとランドスケープデザインというテーマを与えられ、具体的にどのような事を記すべきか考えてみた。この過程で現状の論評には抽象的なエネルギー論が多く、特に共有される現象には風力エネルギー、太陽光パネル、バイオ発電所というハコモノなどのハード・ウェアのイメージが多いことだった。自然エネルギーに対してランドスケープの専門家は何かできるのか？取り組みや可能性の一部の紹介を試みた。本稿の論旨をまとめるとA) 自然エネルギーの技術精度が上がるにつれ、それに対応したランドスケープデザインの進化の可能性はある。太陽光発電、屋上緑化や雨水管理といったものをシステムとして組み合わせる提案能力が問われる。マックラーレン研究所はクーリングタワーを廃止し、代わりに巨大な滝をつくり水を熱環境システムと自然浄化の両者から循環型のシステムとして建築に組み込んだ。こうしたエネルギー循環の可視化と人間の体験を結びつけたところが革新的である。B) ソーラー・シティとファーフェンホーフェンにおいてはスケールや敷地の立地条件、想定人口等も異なるが、ランドスケープは環境保全、敷地計画、エネルギーの計画への応用、雨水、交通、建築の中でどのようにエネルギー排出量を抑え、健康で豊かで持続的な生活を創出するためのビジョンを統合的に考える役割を大きく担っていると考える。リンツでは実現できなかった中水の再利用、バイオ発電所の敷地内での稼働等ファーフェンホーフェンでは実に革新的

な思想が計画に反映されている。今後の日本においてはどのように自然エネルギーをランドスケープデザインに展

開していくことができるのだろうか？その一つの鍵は分散型、自然エネルギーを内包するだけでなく、生態系の一部である人間⁹⁾が持続的な新しいライフスタイルを構築するうえで、生活の質を落とすことなく、楽しく、健康に暮らすことのできる場所を創造できるかということである。新しいエネルギー、環境、生態技術がどうシステムとして成立し、どのように人々に感動を与え、生活に組み込めるような豊かな環境を創造しうるのが今後の大きな課題である。

引用文献

- 1) 山家公雄 (2011) : エネルギー復興計画: エネルギーフォーラム新書
- 2) エルクハルト・ハーン (2004) : ドイツにおける持続可能な発展に欠かせない都市の役割: 学芸出版社
- 3) 田口理穂 (2012) : 市民がつくった電力会社 ドイツ シェーナウの草の根エネルギー革命: 大月書店
- 4) Leonard J. Hopper (2008): Landscape Architectural Graphic Standards: John Wiley & Sons
- 5) 滝川薫 (2012) : サステイナブル・スイス 未来志向のエネルギー、建築、交通: 学芸出版社
- 6) エルクハルト・ハーン (2012) : ドイツ・オランダのエネルギー転換最前線 コミュニティー・エネルギーの未来モデル: ブックエンド社
- 7) H. Breuste, Juergen and Riepel, Juergen (2009): Solar City Linz/Austria-A European Example for Urban Ecological Settlements and its Ecological Evaluation: The European Association for Landscape Ecology
- 8) Atelier Dreiseitl (2012): Self-Sustaining Neighborhood Pfaffenhofen: Holcim Awards Submittal Documents
- 9) Spirn, Whiston Anne (to be published) Ecological Urbanism: A Framework for the Design of Resilient Cities