

# 次世代の環境建築 —Regenerative Architecture—

EHS&S 研究センター上級技師 兼 環境技術部長

塚田 敏彦

Keyword : 環境建築, Green, Sustainable, Regenerative, Living Building Challenge, BEST, REGEN, LENSES, PERKINS + WILL

## 1. はじめに

IBEC（一般財団法人建築環境・省エネルギー機構）のCASBEE（建築物総合環境性能評価システム）委員会において、ブリティッシュコロンビア大学のRaymond Cole教授によるRegenerativeに関する話を、2008年より数回伺う機会があった。Regenerativeに関する情報は、当時と比べ現在は格段に増えている。現在、気候変動対策として、2050年に地球全体のCO<sub>2</sub>排出量50%削減、先進国では80%削減を長期目標に、建築分野では2020年や2030年を目標としたZEB（Net Zero Energy Building）化の取り組みが世界的に進んでいるが、一方で北米を中心としてZEB達成を前提に、RegenerativeやNet-Positiveをキーワードとする、さらに先進的な目標設定と実践が進んでいる<sup>1)</sup>。

Regenerativeは、LEED（建築物環境性能評価制度）等の建築環境評価ツールを補完する総合的な思考を提供し、Sustainableの概念を向上させる等、今後の環境建築における主要な概念になるとされる<sup>2)</sup>。本稿では、Regenerativeに関する内容を、環境建築や環境思想の潮流とともに紹介する。

## 2. 環境建築とは

英語のGreen Building, Sustainable Buildingに相当する環境建築という言葉が使われ始めたのは2000年頃である。前後して米国では1997年からAIA（米国建築家協会）環境委員会が建物表彰制度を創設した。日本では1998年に国土交通省がグリーン庁舎設計指針を発表し、2001年からJIA（日本建築家協会）環境建築賞が始まっている。環境建築とは建築計画の基本でもある「地球環境に配慮し、自然と共生する建築」<sup>3)</sup>を目指すものであり特別な種類の建築ではないが、普及当初において、近代化による各種の環境問題の顕在化に対する言葉、言い換えれば建築の建設・運用において発生する環境への負荷削減を意識した言葉であった。

環境建築の内容を示す指針系、評価系各ツールの代表を以下に示す。

表1 日本における設計指針系ツール

| 指 針 名                                                  | 項 目                                                              |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| グリーン庁舎設計指針 <sup>4)</sup><br>(1998年 国土交通省)              | ①長寿命 ②省エネルギー・省資源<br>③エコマテリアルの使用<br>④適正使用・適正処理<br>⑤周辺環境への配慮       |
| 地球環境・建築憲章 <sup>5)</sup><br>(2000年 建築関連5団体)             | ①長寿命 ②省エネルギー<br>③省資源循環 ④自然共生 ⑤継承                                 |
| NTTグループ <sup>6)</sup><br>建物グリーン設計ガイドライン<br>(2000年 NTT) | ①長寿命 ②省資源・省エネルギー<br>③有害物質の使用抑制・撤廃<br>④廃棄物発生量の削減<br>⑤ハロン・フロンの使用抑制 |

### 2.1 設計指針系ツール

表1に2000年頃につくられたNTTグループを含む3種類の指針系ツールを示す。その内容はいずれも5項目からなり、「長寿命、省エネルギー、省資源」は3指針に共通している。特徴的な項目は、地球環境・建築憲章における「継承」とNTTグループの「ハロン・フロンの使用抑制」である。「継承」は文化的内容を対象としており、「ハロン・フロンの使用抑制」はNTTグループが多く持つ通信機械室での消火剤や空調機の冷媒に対する項目となる。

### 2.2 性能評価系ツール

現在、世界標準になっているLEEDをはじめ、各国で開発された性能評価系ツールが建築の関係者に幅広く浸透しており、評価対象も建物単体から街区や都市へ広がり、内容更新が継続的に行われている。評価項目の種類は、「敷地、水、エネルギー、資源、室内環境」の5項目がいずれのツールにも共通し、評価ウェイトは気候や文化が国によって異なるように違っている（図1）。指針系ツールとの違いは、「敷地、水、室内環境」が各ツールに共通して評価項目となっていることであり、国による違いとして「マネジメント、革新性、地域性」が評価項目とされている点に特徴がある。

## 3. 環境とは

環境という概念には広範な内容が含まれるが、定義は「環境とは主体を取り巻くものである」とされ、極めて明解である（図2）<sup>7)</sup>。主体を人にすれば、その環境は人の周囲にあるすべてであるが、一般的には自然環境や

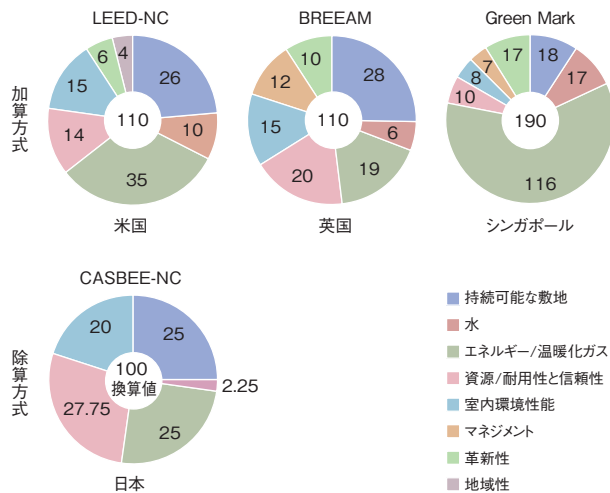


図1 各ツールの評価項目重み付け

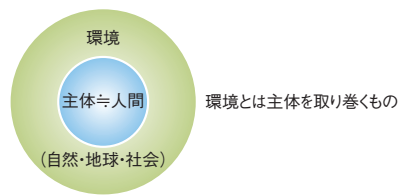


図2 環境の定義

地球環境を指す場合が多い。個人を主体にすれば、他の人も環境に含まれるので社会環境も対象となり、主体は暗に人間にしている場合が多い。以上のように明解な定義で、広範な内容を持ち、人間が中心と考えられる環境であるが、環境思想の潮流において思想は多様化し、人間中心主義から非中心主義に移行している。

### 3.1 環境思想の潮流

環境思想の潮流において、1700年代の啓蒙主義や英国産業革命への反動となるロマン主義が、自然の全体性、人間と自然の一体性を説いて出現したことが環境思想の起源である。今では慣用語となっているエコロジー（生態学）は1800年代に端を発し、1900年代初めにエコシステム（生態系）の概念が生まれている。戦前まで思想の種類は比較的少ないが、戦後になると思想間で対立が起きるほどに、その数や内容が多様になっている（表2）<sup>7)</sup>。

対立の1例として、「保全・保存」が挙げられる。ヨセミテ国立公園ヘッチ・ヘッチー渓谷でのダム建設では、人間の自然に対する働きかけを認めるか否かの論争を経て開発が行われた。建築行為においても敷地選定等、自然への対峙方法は問われるところである。

その他多くの議論を背景に、1970年代に欧米で始まった環境倫理学における3本柱は、①地球有限主義（バックミンスターフラーの宇宙船地球号が該当）、②世代間倫理（現在世代の未来世代に対する責任）、③自然の生存権（生物多様性など自然資本の価値）である。思想の種類は日常用語化した言葉から馴染みの薄い専門用語まであり、詳細を説明するまでの知見を筆者は有してい

表2 環境思想の潮流

| 年代          | 環境思想の潮流                                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1700年代      | ロマン主義                                                                                                          |
| 1800年代      | 動物愛護運動、森林環境思想、超越主義、エコロジー                                                                                       |
| 1900年代      | 土地倫理、生態系                                                                                                       |
| 1960～1980年代 | キリスト教批判、スチュワードシップ、動物開放論、動物の権利、全体論的環境倫理学、自然物の当事者適格、ガイア仮説、ディープエコロジー、生命地球主義、救命艇の倫理、宇宙船地球号、世代間倫理、政治的エコロジー、エコフェミニズム |
| 1980～1990年代 | 生命中心主義、道徳的多元主義、ディープエコロジー、ソーシャルエコロジー、先住民思想、ソーシャルエコフェミニズム、ディープソーシャルエコロジー                                         |

表3 CASBEE不動産の評価分類と環境白書の分野の対照

| CASBEE不動産の評価分類 | 環境白書の環境分野          | 環境問題      |
|----------------|--------------------|-----------|
| エネルギー／温暖化ガス    | 低炭素社会の構築           | 地球温暖化問題   |
| 水              | 大気環境、水環境、土壌環境等の保全  | 大気・水・土壌汚染 |
| 資源利用／安全        | 循環型社会の形成           | 持続可能な資源管理 |
| 生物多様性／敷地       | 生物多様性の保全および持続可能な利用 | 多様性の減少    |
| 屋内環境           | 化学物質の環境リスクの評価・管理   | シックハウス    |

いが、環境思想の潮流は人間中心主義から人間非中心主義、生命中心主義を経て、現在は生態系中心主義に移行している。

### 3.2 環境行政

環境思想は環境問題の発生に伴い生まれ、概略の流れは前記のとおりであるが、1980年代に国連等で提示された地球環境問題の基本理念となる「持続可能な開発」（Sustainable development）をはじめ、環境行政においては人間中心主義と非人間中心主義（生態系中心主義や環境中心主義など）の中間的な立場が取られている<sup>8)</sup>。

日本では1993年施行の環境基本法において、環境と経済・社会を対立的に捉えず統合する考え方を規定し、①低炭素社会、②循環型社会、③自然共生社会を環境行政の3本柱として、持続可能な社会の構築を目指している。近年は低炭素、循環、自然共生社会を統合して「環境・生命文明社会の創造」を環境省は標榜している。これは環境と生命・暮らしを第一義とする文明時代認識と、真に持続可能な循環共生型社会を追求するビジョンである<sup>9)</sup>。

### 3.3 環境建築と環境

建築と環境分野の対応関係を概略的に把握するため、建築の内容としてCASBEE不動産の5評価分類と、環境分野の内容として環境省が作成している環境白書における5分野を比較すると、ほぼ1対1の対応関係が見られる（表3）。CASBEEにおける5評価分類の詳細となる19項目の中で、「防災、耐震、自然災害リスク対策、眺望」の4項目は環境白書に該当する項目がないが、そ

の他15項目は対照可能であり、相関関係の高さが改めて確認できる。これは環境貢献に対する建築分野の広範さでもある<sup>10, 11)</sup>。

4. Green・Sustainable・Regenerative

Green, Sustainableは環境に関する慣用語であり、環境に優しい、持続可能な、といった理解がされている。定義が曖昧なため、パズワードともいわれる。Regenerativeは一般的に「再生力のある」という意味であり、Regenerative brake: 回生ブレーキ（ブレーキによる運動エネルギーの電気エネルギーへの変換）、Regenerative medicine: 再生医療（臓器や組織機能を再建する医療技術）という熟語等に使用されている。これらについて、北米の建築分野をはじめとする各種の専門組織が中心となって発信している明解な定義を以下に紹介する。

4.1 環境と建築に関する出来事

1970年代から2030年代における、環境と建築に関する出来事を示す（図3）。Greenは1970年代の2度にわたるオイルショックを契機として、省エネルギーが課題となった1980年代に端を発し、建築分野では1990年代にGreen Buildingとして一般化している。Sustainableは1987年の国連ブルントラント委員会の報告書で、Sustainable developmentが中心理念とされたこと等により1990年代に広がり、建築分野では2000年頃からSustainable Buildingとして一般化している。京都議定書第1約束期間の温室効果ガス排出削減目標6%を日本は達成し、現在の第2約束期間に参加はしていないが、2015年のCOP21において2020年以降のすべての国が参加する新たな国際枠組発効となるパリ協定が採択された。日本は2030年度に2013年度比-26%削減の目標案を提出している。建築では2020年に新築公共建築、2030年に新

築建築平均のZEB達成を目標としている<sup>12)</sup>。また、EU加盟国では、2020年末に全新築建築をnearly Zero Energy Building (nZEB)にするという、日本を上回る野心的目標を掲げている<sup>13)</sup>。

一方で、ZEB達成にとどまらないGreenやSustainableに続く概念とされているRegenerativeの実践が北米を中心に進行中である。

4.2 環境性能の枠組

環境性能に関連する概念を下記に示す。①から⑤に向けて環境性能の高い概念となり、エネルギー需要も少なくなっていく。



(Cradle to cradle, Bioinspired, Ecological, Reconciliatory)

Green, Sustainable, Regenerativeについて、米国のBR&I誌2012年1月号に掲載されているRaymond Cole教授の論文「GreenからRegenerativeデザインへの移行」を表に要約する（表4）<sup>14)</sup>。これによれば、Conventional（一般的）な状態において、建設や運用により発生する環境負荷の削減（Less harm, Less badにすること）がGreenであり、負荷削減が進んで No harm, No badに近づくことでSustainable な状態になる。Greenと Sustainableは短所や欠点の減少により有限な資源の持続的利用を可能にするもので、この理想状態はゼロである。これに対してRegenerativeはゼロにとどまらず、周囲へポジティブな影響（Some good）を与えることを目指したものであり、Net-Positiveとも表現される。

上記を基本枠組として、別の出典ではSustainableと

|    |                                                                                                      |                                              |                                                                         |                                                                |                                                             |                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 世界 | 石油ショック (1973年, 1979年)                                                                                | チェルノブイリ (1986年)                              | 北米大規模停電 (2003年): ハイチ地震 (2010年)<br>インド洋大津波 (2004年): ハリケーン (2005年, 2012年) |                                                                |                                                             |                       |
|    | 国連人間環境会議 (Only One Earth) (1972年)<br>ラムサール条約, ワシントン条約発効 (1975年)<br>成長の限界 (1972年)<br>Soft Energy Path |                                              | 国連環境開発会議 (リオ地球サミット) (1992年): エコロジカルフットプリント (1997年)<br>温暖化防止京都会議 (1997年) | 国連環境開発会議 (リオ+20) (2012年)                                       | 気候変動対策<br>すべての国が参加する<br>法的枠組発効 (2020年)                      |                       |
|    | Energy Efficient Building                                                                            | ブルントラント委員会 (Sustainable development) (1987年) | Green Building<br>BREEAM (1990年) LEED (1998年)                           | Sustainable Building<br>Living Building Challenge (2006年)      | REGEN LENSES                                                | Regenerative Building |
|    | 時代 1970年代                                                                                            | 1980年代                                       | 1990年代                                                                  | 2000年代                                                         | 2010年代                                                      | 2020年代 2030年代         |
| 国内 |                                                                                                      |                                              | グリーン庁舎<br>設計指針 (1998年)                                                  | CASBEE (2002年)<br>建築関連5団体地球環境・建築憲章 (2000年)<br>JIA環境建築賞 (2001年) | LCCM住宅 (2011年)<br>新築公共建築 ZEB (2020年)                        | 新築建築平均 ZEB (2030年)    |
|    | 省エネ法 (1979年)<br>水質汚濁防止法 (1970年)                                                                      | オゾン層保護法 (1988年)                              | 改正省エネ法 (1993年, 1998年, 2002年, 2009年, 2013年)<br>環境基本法制定 (1993年)           | 生物多様性基本法 (2008年)<br>循環型社会形成<br>推進基本法 (2000年)                   | 温室効果ガス3.8, 26%削減 (2013年, 2015年)<br>革新的エネルギー<br>環境戦略 (2012年) |                       |
|    |                                                                                                      |                                              | 阪神・淡路大震災 (1995年)                                                        | 中越大地震 (2004年)                                                  | 東日本大震災 (2011年)<br>熊本地震 (2016年)                              |                       |

図3 環境と建築に関する出来事

表4 Green, Sustainable, Regenerative

| Green                                                                                                                                                                  | Sustainable                                                                                                                                                                              | Regenerative                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1980年代～                                                                                                                                                                | 1987年<br>国連ブルントラント報告<br>Sustainable development                                                                                                                                          | 2000年代～<br>Permacultureに起源                                                                                                                                                |
| Less harm                                                                                                                                                              | No harm                                                                                                                                                                                  | Some good                                                                                                                                                                 |
| 分析的, 合理的, 還元的                                                                                                                                                          | 統合的, 生物中心的, 総合的                                                                                                                                                                          | システムの, 総合的, コンテキスト, 場所                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>資源利用と環境負荷の削減<br/>自然, 敷地, 都市基盤, 廃棄物, 流出物, 資源 (水, エネルギー, 材料), 入居者の不快感, 室内刺激物</li> <li>悪い点を少なくするソリューション<br/>理想的性能はゼロである</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>将来世代のニーズを損なうことなく現在の世代のニーズを満たすこと</li> <li>生態システムを維持する環境容量の範囲内での人間生活の質の改善</li> <li>エコロジカルフットプリント (EF) 1.7 gha/人以下, 人間開発指数 (HDI) 0.7以上の達成</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>人間と自然がともに進化する関係の重視, 建築デザインを大きな文脈の中で創造</li> <li>場所に基づくデザイン, 統合デザイン</li> <li>生態地域主義<br/>環境システムが退化する活動を最小化し, 回復・再生する活動を最大化</li> </ul> |

Regenerativeの間が細分化してRestorative (回復推進の) が入り, さらに詳細なものではRegenerativeの範疇における内訳としてCradle to cradle (完全循環型の), Bioinspired (生物に学ぶ), Ecological (生態系をモデルにした), Reconciliatory (人間と自然が調和した) が挙げられている<sup>15,16)</sup>。

Regenerativeは, パーマカルチャー (Permaculture) に由来する。Permacultureとは, permanentとagricultureを組み合わせた造語で, 「永続する農業, 文化」という意味を持ち, 自然と産業化以前の持続可能な社会を観察することで普遍的な原理が抽出できるという考えに基づいている<sup>17)</sup>。

Sustainableの定義は種々あり, 特徴としては環境, 経済, 社会的持続可能性を考慮した定常状態のことであるとされ, 代表的なものは表4により, 環境倫理学の基本とも重なる。

表4におけるエコロジカルフットプリント (EF: Ecological Footprint) とは, 人間活動が1年間に消費し環境に与える負荷を永続的に支えるため, 資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な土地および水域面積の合計として示した指標で, 単位はgha/人で表される。1.7gha/人以下が地球1個分の面積に相当して持続可能となる。日本のEFは4.17gha/人であり, 世界中の人が平均的日本人と同じ生活をするると2.3個の地球が必要となる<sup>18)</sup>。

人間開発指数 (HDI: Human Development Index) とは, ①平均寿命指数, ②識字率や就学率をもとにした教育指数, ③1人あたりGDP指数に基づく指数である。

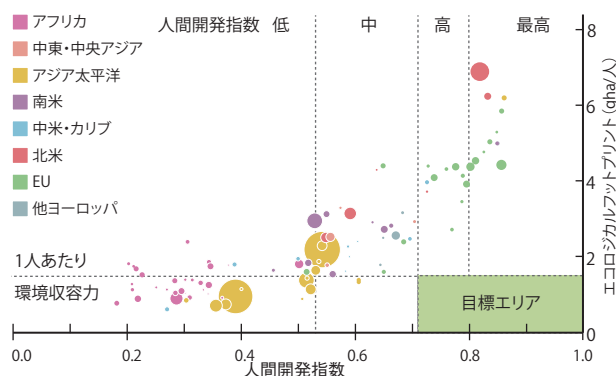


図4 人間開発指数・エコロジカルフットプリント

各国の人間開発の度合いを測る包括的な経済社会指標となる。世界自然保護基金 (WWF: World Wide Fund for Nature) では持続可能な発展の指標として, EF1.7gha/人, かつHDI0.7以上の達成を示し, 世界各国の状況をプロットしている (図4)<sup>19)</sup>。

## 5. デザインツール

Raymond Cole教授によれば, デザインツールは表5に分類される。Greenビルのアプローチは機械論的世界観に基づき, 還元的, 人間中心的, 効率性を価値とし, LEEDやCASBEE等, 各国で作成されている評価ツールはGreenビルのツールになる。一方, Regenerativeのアプローチは生態学的世界観に基づき, 全体的, システムベース, 生命中心主義, 有効性を価値とし, 評価ツールとの関係では後述するREGEN, LENSES, PERKINS+WILLが該当する<sup>14)</sup>。

上記の分類より, 先端的で日本での認知が低いツールを以下に紹介する。

### 5.1 Green デザインツール

表5のGreenに分類されるツールにおいて, 特筆すべきはLiving Building Challengeである。米国シアトル等に拠点を置く非営利団体International Living Future Instituteにより2006年に開発され, LEEDやBREEAM以上に厳格で, 環境性能が最も高い建物を評価するツールである<sup>20)</sup>。2008年より認証が始まり, 2014年までに192件, 49万m<sup>2</sup>の建物が認証されている。水需要の100%とエネルギー需要の105%を敷地内で供給すること等を必須事項としていることから明らかなように, LEEDプラチナクラス以上の建物を認証するものであり, 評価の構成は7項目で, 公正や美という抽象度の高い項目が含まれる (表6)。Greenに分類されているが, 高い環境性

表5 デザインツールの分類

| Green                                                                                     | Sustainable                                                    | Regenerative                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| BREEAM (英国)<br>LEED (米国)<br>CASBEE (日本) 等<br>Living Building Challenge (米国 Living Future) | SPeAR (Arup)<br>BEST (南アフリカ)<br>SBAT (南アフリカ)<br>SBTool (iiSBE) | REGEN (米国 BNIM)<br>LENSES (米国 コロラド州立大学)<br>PERKINS+WILL (米国) |

表6 Living Building Challenge評価項目

| 7評価項目 | 必須事項 20                                                          | 内 容                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 敷 地   | 成長の限界<br>都市農業<br>生息地の交換<br>人力による生活                               | 敷地や周囲の環境を通じた自然への積極的貢献<br>プロジェクトは既存開発敷地に建設<br>容積率に応じた農業機会（食糧生産）                                 |
| 水     | NET POSITIVE WATER                                               | 需要の100%を降水、自然の水循環、再利用により供給                                                                     |
| エネルギー | NET POSITIVE ENERGY                                              | 需要の105%のエネルギーを敷地内の創エネルギーで供給                                                                    |
| 健 康   | 文明化した環境<br>健康的な室内環境<br>生物自己保存の環境                                 | 人間と自然をつなぐ要素の統合<br>すべての居室は新鮮空気と採光を得る<br>操作可能な窓が必要                                               |
| 材 料   | レッドリスト<br>内包カーボンフットプリント<br>産業への責任<br>生活圏経済<br>NET POSITIVE WASTE | 建設段階からの内包カーボンフットプリントの算出<br><br>廃物利用も含めた廃棄物の削減<br>Cradle to cradle<br>ライフサイクルを通じた材料保存管理<br>計画作成 |
| 公 正   | 人間的尺度と空間<br>自然への自在なアクセス<br>衡平な投資<br>公正な組織                        | 公開空地の提供と慈善活動への貢献<br>車のスケールではなく、人間的スケールのデザイン                                                    |
| 美     | 美と精神<br>感化と教育                                                    | 入居者や来訪者に、運用や性能の資料を公開                                                                           |

表7 BEST（Built Environment Sustainability Tool）評価項目

|          | 評価項目  | 内 訳                            |
|----------|-------|--------------------------------|
| E F 関連   | 住まい   | 建物規模、環境調整、湯沸し、調理、照明、設備、水       |
|          | 移動性   | 歩行、非歩行の移動、公共交通、地域施設、ICT        |
|          | 食料    | 飲料水、果物・野菜、炭水化物、たんぱく質、農業        |
|          | 物資    | 地域の提供、共用アクセス、ICT               |
|          | サービス  | 地域の提供、共用アクセス、ICT               |
|          | 廃棄物   | 有機物、紙と厚紙、金属、プラスチック、ガラス         |
|          | 環境収容力 | エリア、生産力、レジリエンス                 |
| H D I 関連 | 健康    | 食料と水、スポーツ・レジャー、健康管理、宿泊施設、地域の危険 |
|          | 知識    | 幼児期の発育、初等教育、中等教育、高等教育、継続学習     |
|          | 雇用    | 雇用、自営業、中小企業支援                  |

表8 REGEN評価項目

| 象限 | 栄養素        | インフラ                       | 触媒                            | 結果        |
|----|------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|
| 自然 | 栄養素        | 地球                         | 日光、風、火、水                      | 動物相、植物相   |
| 建設 | 土地利用、材料、資源 | 水、エネルギー、輸送、快適              | 管理                            | 建物        |
| 経済 | サービス、資本、物資 | 産業、貿易                      | 公平、雇用                         | 発展、革新、生産性 |
| 社会 | 食料         | 社会正義、市民サービス、近隣アメニティ、安全サービス | 活動的ライフスタイル、地域活動、生命愛、権限委譲、文化遺産 | 幸福、公衆衛生   |

表9 LENSES評価項目

| レンズ    | 内 容                                             |
|--------|-------------------------------------------------|
| 基本レンズ  | 世代間の視点、相互依存、限界の尊重、正義、パートナーシップ、健康、精神、管理、自然、社会、経済 |
| 流動レンズ  | 水、美、金銭、移動、土地利用、生態システム、エネルギー、教育、健康、材料、文化         |
| 生命力レンズ | 再生力のある、退化的な                                     |

能を確保するためには統合的デザインが必要となり、Regenerativeデザインにつながる特徴を持っている。

## 5.2 Sustainableな思考を支援するツール

南アフリカ、プレトリア大学のJeremy Gibberd氏による環境評価システムBEST（Built Environment Sustainability Tool）では、10の評価項目のうち前記のEFから7項目、HDIから3項目採用している。先進国のツールと違い持続可能性の定義に関して極めて忠実で、途上国の実情に即した独自性のある評価システムとなっている。評価項目からわかるように、建物単体の性能に関する評価は粗い一方で、地域コミュニティを含めた持続可能性を評価するものとなっている（表7）<sup>21)</sup>。

## 5.3 Regenerativeな思考を支援するツール

LEEDやCASBEE等Greenに分類されるツールは、環境性能を評価するものであるが、Regenerativeな思考を支援するツールは、これらでは網羅できない個々のプロジェクトにおける固有性（場所や自然等）を関係者間で議論し深めることを補完するツールである。Greenツールに代替するものではない。

下記に示す3つのツールはいずれも北米で開発されているものであり、各々に要約して付記する項目表には図形的構成が表現されていないが、実物は評価項目が円環状に外枠から内枠に複数の層が重なって並び、項目相互の関係を視覚化する構成になっている。参考文献に本ツールのURLを示すので参照頂きたい。

### 1) REGEN

LEEDの開発団体であるUSGBC（米国グリーンビルディング協会）や、北米の建築設計事務所であるBNIM等が開発したWebベースのツールである。自然、建設、経済、社会の4象限に40の要素項目が分類され、円環状に並んでいる（表8）。

最初に40項目の健全度を関係者により段階評価すると、次に各項目の健全度を高めるための方策点が円環の中に、項目同士が関連付けられた網とともに現れる仕組みになっている。また、40の各項目にはそれぞれプロジェクトの立地する場所に応じた詳細情報や、健全度を高めるための情報が得られるリンク先リストがシート化されている<sup>22)</sup>。

### 2) LENSES（Living Environments in Natural, Social and Economic Systems）

米国コロラド州立大学とロッキーマウンテン研究所が開発したツールである。基本レンズ（大、11項目）、流動レンズ（中、11項目）、生命力レンズ（小、2項目）という順に大きさが小さくなる3つのレンズが同芯円状に重なっていて、各レンズの周上に評価項目が並んでいる。中心の周りで各レンズが回転し、各レンズの評価項目の

表10 PERKINS + WILL評価項目

| 生態システム                                                                                                 | 人間システム                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>生息機能 支援</b><br>生物多様性の促進<br>生息地接続の助長<br>絶滅危惧種の保護<br>野生生物の生息地創造維持<br>損傷した生態系の回復                       | <b>社会の活気</b><br>多様性+活力の助長<br>周知活動促進<br>教育機会の創造<br>建築の新技术+アイデア促進                                |
| <b>調節機能 支援</b><br>気候変動の緩和<br>ヒートアイランドの緩和<br>環境外乱減衰<br>水循環の統制<br>土壌保持形成<br>栄養分の吸収、貯留、処置、循環<br>危険物質の除去分解 | <b>健康と幸福</b><br>心の健康促進<br>身体健康促進<br>自然生物の快適環境創出<br>自然+動物交流促進<br>清潔な水、空気、安全な食料<br>清潔で健康な食料の安全入手 |
| <b>生産機能 支援</b><br>材料+自然素材の循環<br>非再生資源の保存<br>資源の補充<br>太陽エネルギー資源利用                                       | <b>健全な経済</b><br>雇用機会の創造<br>経済機会の創造<br>歴史的意味への貢献<br>自治体資源への依存縮減による地域<br>ビジネス創造                  |
|                                                                                                        | <b>文化的活力</b><br>場所の特徴+感覚の助長<br>歴史的意味への貢献<br>在来植物/動物への意識と感受性による文化創造<br>既存文化価値の活用                |

表11 ツールの評価

| 評価の視点        | 全システムへの便益 | 建物スケールの超越 | 非伝統的関係者の参加 | 学際的会話 | 場所に基づくデザイン | 全体的/システム思考 | 地域社会との約束 |
|--------------|-----------|-----------|------------|-------|------------|------------|----------|
| REGEN        | ◎         | △         | ○          | △     | ◎          | ○          | ○        |
| LENSES       | ◎         | ◎         | △          | △     | ○          | ◎          | △        |
| PERKINS+WILL | ◎         | ◎         | ◎          | ◎     | ○          | ○          | △        |

組み合わせを基に熟考する仕組みである。評価対象は建物単体から都市計画までマルチスケールに対応可能となっている（表9）<sup>23)</sup>。

### 3) PERKINS+WILL

北米の建築設計事務所Perkins+Willと、カナダのブリティッシュコロンビア大学が開発したツールである。統合デザイン過程の重要性、デザインへの生態学者、植物学者、地質学者等の参加を企図するとともに、生態システム（3分類16項目）と人間システム（4分類23項目）の便益を重視している（表10）<sup>24)</sup>。

### 4) REGEN, LENSES, PERKINS+WILLの比較

上記の3ツールに関して、文献によれば表11のように比較評価がされている<sup>24)</sup>。評価の詳細は省略するが、これよりRegenerativeな思考では総合的視点、個々の場所や地域に対する独自性やつながり等を重視することがわかる（表11）。

## 6. Regenerative 建築の実例

Regenerativeを標榜し、Webで情報が得られる建物の初期の事例として、環境教育施設・水再生施設でLEEDプラチナと米国初のLiving Building Challengeの認証を取得したOmega Center for Sustainable Living（2009年完成）がある。他には下記の著名な事例がある。

### 1) UBC's Center for Interactive Research on Sustainability (CIRS)<sup>25)</sup>

各種環境技術やパッシブデザインの統合により、外皮等のサステナブルデザイン化を実現している。

〈概要〉

カナダ・ブリティッシュコロンビア大学内の研究教育施設、面積5,675m<sup>2</sup>、4階建て、2011年竣工、LEEDプラチナ

〈特徴〉

大断面集成材構造による600CO<sub>2</sub>-tの貯蔵、大学内建物とのエネルギー融通によるキャンパスエネルギー消費削減275MWh/年、雨水による100%の水供給、キャンパスCO<sub>2</sub>排出削減150CO<sub>2</sub>-t/年、屋上/壁面緑化、雨水利用/中水利用 等<sup>26)</sup>

Living Building Challengeの要求事項を満たす最初のオフィスビルであり、建物におけるエネルギーや水の取得や処理について、木や林と比較した説明が記載されている。

〈概要〉

米国・シアトル、面積4,800m<sup>2</sup>、6階建て、2012年竣工

〈特徴〉

歩きやすい近隣エリア（ウォークスコア100）、太陽光パネルの大庇（ZEB、23万kWh/年発電）、大断面集成材構造（FSC認証木材に545CO<sub>2</sub>-t貯蔵）、自転車通勤対応施設（駐輪場、シャワー）、眺望の良い階段、輻射式空調/地熱利用、外付け自動調整ブラインド、無水トイレ/コンポスター、雨水利用/中水利用、人工湿地による排水浄化、回生電力機能付エレベーター 等

## 7. まとめ

本稿で紹介したように、Regenerativeは世界的な環境思想の潮流を汲む先端的概念である。Regenerativeは、自然界において生物が環境と種々のリンクやバランスの上で存在しているように、環境（自然、社会、経済）とのかかわりが深い建築においても、持続可能なより良い環境を構築するために、環境との関係を大きな視点で考えようとするものである<sup>27)</sup>。Regenerativeの思考を支援するツールが各種開発されていることは、環境性能を還元的に分析する既存の評価ツールの成果をもとに、建築が果たす役割や可能性を議論し深化させることが求められていると理解できる。欧米の企業では、イケア、コカコーラ、キングフィッシャーなどがNet-PositiveをCSR戦略としている。このような企業が現れていること、2016年11月から本格運用となるLEED V4のコンセプトがDo Less Harm vs. Do More Goodであること等から推察されるように、今後、Net-PositiveやRegenerativeに向けた議論と実践、具体的にはエネルギーをはじめ、水、材料、廃棄物における建築の自立化等が進展するであろう<sup>28)</sup>。

# 〔参考文献〕

- 1) 環境省： <http://www.env.go.jp/press/102299.html>, 2016.4.15
- 2) Green Building Japan： <http://www.gbj.or.jp/leed/>, 2016.4.15
- 3) 日本建築家協会環境行動委員会：環境建築ガイドブック, 建築ジャーナル, 2007.11
- 4) 国土交通省：グリーン庁舎基準及び同解説2005, 公共建築協会, 2005
- 5) 日本建築学会： <http://news-sv.aij.or.jp/kensho/>, 2016.4.15
- 6) NTT： <http://www.ntt.co.jp/design/>, 2016.4.15
- 7) ウィキペディア：環境, 環境倫理学
- 8) 安彦 一恵： <http://www.edu.shiga-u.ac.jp/~abiko/gyouseki/paper/pdf2/anthropo.pdf>, 2016.4.15
- 9) 環境省： <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=18377>, 2016.4.15
- 10) JSBC, IBEC：CASBEE-不動産評価マニュアル
- 11) 環境省： <http://www.env.go.jp/press/101036.html>, 2016.4.15
- 12) 経済産業省： <http://www.meti.go.jp/press/2015/12/20151217002/20151217002.html>, 2016.4.15
- 13) Article9 of Directive 2010/31/EU on the recast of the EPBD, 2016.4.15
- 14) Raymond J. Cole: Transitioning from green to regenerative design Building Research & Information, Volume40, 2012.1
- 15) Bill Reed：A Regenerative Approach to Design Regeneration
- 16) ニューゼーランド政府：Rethinking our built environments : Towards a sustainable future
- 17) ウィキペディア：パーマカルチャー
- 18) ウィキペディア：エコロジカルフットプリント
- 19) WWF：生きている地球レポート2014
- 20) Living Building Challenge： <http://living-future.org/lbc>, 2016.4.15
- 21) Jeremy Gibberd：Measuring capability for sustainability Tool (BEST) BR & I, Vol43, 2015.1
- 22) Robert Berkebile & Joel Ann Todd：REGEN：toward a tool for regenerative thinking BR & I, Vol.40, 2012.1
- 23) Josette M. Plaut, Brian Dunbar, April Wackerman & Stephanie Hodgkin: the LENSES Framework for buildings and communities BR & I, Vol.40, 2012.1, コロラド大学： <http://www.ibe.colostate.edu/lenses.aspx>, 2016.4.15
- 24) Devon Miller: Regenerative Design : An Exploration of Process, Practice and Role of Planners 2013 UBC
- 25) プリティッシュコロンビア大学： <http://cirs.ubc.ca/building>, 2016.4.15
- 26) Bullitt Center： <http://www.bullittcenter.org/building/building-features/>, 2016.4.15
- 27) 高槻成紀：シカ問題を考える, ヤマケイ新書, p.96, 2015.12
- 28) Kingfisher： <http://www.kingfisher.com/netpositive/index.asp?pageid=1>, 2016.4.15  
イケア： [http://www.ikea.com/ms/ja\\_JP/this-is-ikea/people-and-planet/index.html](http://www.ikea.com/ms/ja_JP/this-is-ikea/people-and-planet/index.html), 2016.4.15  
コカコーラ： <http://j.cocacola.co.jp/csr/index.html>, 2016.4.15  
日経アーキテクチャー： <http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/knp/column/20140624/668133/>, 2016.4.15



つかだ としひこ  
塚田 敏彦

EHS&S 研究センター上級技師 兼 環境技術部長  
建築計画, 環境計画のコンサルティングに従事  
一級建築士, CASBEE建築評価員  
LEED AP, CFMJ, 日本建築学会, GBJ会員  
元 環境省環境専門調査員

## Synopsis

### Environmental Architecture of the Next Generation — Regenerative Architecture —

Toshihiko TSUKADA

This paper introduces the term Regenerative, an environmental term of the next generation that is expected to gain wide recognition and spread in the future, following Green and Sustainable. The chapter structure of this paper is as follows: it begins with a concept of general environmental architecture, a guideline of environmental architecture design in Japan and an introduction of design tools such as LEED and CASBEE, and then proceeds to the definition of environment, the trend of an ideology of environment by the West, a timeline of events concerning environment and architecture of the world and Japan in parallel, and an introduction of features of Green, Sustainable, and Regenerative. This paper, therefore, provides simple and systematic explanations about Regenerative Architecture, which are easy to understand even for beginners.

For the classification of the design tools including LEED and CASBEE, this paper classifies them into Green, Sustainable, and Regenerative, and introduces advanced tools with low recognition in Japan from each classification. From the Green classification, Living Building Challenge, which certifies buildings with the highest level of environmental performance, is introduced. From the Sustainable classification, BEST (Built Environment Sustainability Tool), which exhibits the characteristics of a developing country, is introduced. From Regenerative classification, REGEN, LENSES, and Perkins & Will are introduced.

This paper features comprehensive assessment items, from a domestic design guideline to the latest Perkins & Will, adopted by various design tools. Hence, Green focuses on reductive environmental performance of individual pieces of architecture, and Regenerative focuses on broad and general items such as nature, society, and economy. As a result, readers can understand that the role played by architecture needs to be improved further by utilizing both Green and Regenerative.

Lastly, this paper introduces two examples of state-of-art architecture that stand for Regenerative, UBC's Center for Interactive Research on Sustainability (CIRS) in Canada, and Bullitt Center in the USA.

In the Conclusion, this paper introduces the emergence of enterprises that formulate Net-Positive as CSR strategy, and concludes that Regenerative might be a keyword for the next generation.