

地球温暖化時代の英国建築

ホプキンス・アーキテクト プロジェクト・アーキテクト 南雲 要輔

気候変動に関する政府間パネル¹は、今年2021年10月末から英国グラスゴーで開かれる第26回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP26）に先駆けて、8月9日、産業革命前と比べた世界の気温上昇が2021～2040年に1.5度に達するとの予測を公表した。温暖化対策の国際的枠組みであるパリ協定は気温上昇を産業革命前から2度未満、可能なら1.5度以内に抑えることを目標としている。この目標達成に必要な30年の排出削減目標を含む温暖化対策の野心的な計画が各国に求められている。

1 環境配慮型建築は様式となるか

炭素排出量全体の40%を占める建物によるエネルギー消費量とCO₂排出量を大幅に削減することで気候変動に取り組むための基準²をEUは2002年に発効した。それは、加盟国に具体的な必要条件と適切な仕組みを規定することを要求した³。2007年からはEU内の建物の売買や賃貸にエネルギー・パフォーマンス・サーティフィケート（EPC）を添付することが義務づけられている。

京都議定書⁴が2005年に発効すると、参加先進工業国は、温室効果ガスを削減するためにそれぞれのポリシーを発行した。英国は先導する国々の一つで、目標達成のためにプランニング・ポリシーや建築基準法を改定した。最初の法改正は

2006年に行われ⁵、炭素排出量が規制されるとともに建築部位毎に最低限の断熱性能基準が定められた。地方自治体は、開発において敷地内で20%の再生可能エネルギー利用を義務づけるようになった⁶。

サステナビリティは英国政府のポリシーの中心に位置づけられ推進され⁷、国、地方自治体、市町村それぞれのレベルでの開発ポリシーへ加えられていった⁸。それらは、エネルギー効率を上げ、再生可能エネルギーを利用することで、英国が炭素排出量を2050年までに1990年比で60%削減、かつ2050年までに英国がすべての温室効果ガスを80%削減することを目標とした⁹。

公共建築を中心に環境評価手法BREEAM¹⁰の運用が推進され、2008年にはそれまでの最高ランクであったエクセレントの上に、ほぼカーボンニュートラルな基準のアウトスタンディングがつくられた。BREEAMには、建物に使用する素材や部材に対する環境評価¹¹も含まれ、設計プロセスにおける建材の選択に大きく影響する。

こうした設計業務の変化に対応し、エンジニアはエネルギー効率のよいデザインを主導するために、ガラス面積を制限し、日よけや高い断熱性能を外装に要求し意匠デザインに大きな影響を与え

1 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

2 The Energy Performance of Building Directive (EPBD), 2002.

3 英国ではThe Energy Performance of Buildings (Certificates and Inspections) Regulations 2007 in England and Walesによって履行された。

4 Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations 1998

5 The Building Regulations 2000, Approved Document Part L, Conservation of Fuel and Power, 2006 Edition

6 例えば、The London Plan, Spatial Development Strategy for Greater London, Consolidated with Alterations since 2004, (London), 2008, Policy 4A7 Renewable Energy, pp. 205-6

7 Securing the Future, 2005

8 例えば、The 2003 Energy White Paper, *Our Energy Future: Creating a Low Carbon Economy/A revised Energy White Paper* in 2007

9 Climate Change Act 2008

10 BRE (Building Research Establishment Ltd) Environmental Assessment Method

11 The Green Guide to Specification, (London), 2009

るようになった。

英国ではモダン・ムーブメントから派生したコンクリート躯体を露出するブルーリズムが1950年代から70年代にかけて流行した。70年代初頭に中空断面の鉄骨部材が利用しやすくなると、鉄骨構造が主な構造表現に用いられるハイテク建築が生まれた。それは、第二次世界大戦後にシカゴで流行した、主に金属とガラスによる美的表現¹²を継承していた。こうした構造躯体と透明なガラスによるデザインの表現は、高い断熱性能が要求され、ガラス面積が制限されていく中で実現が難しくなっていた。

モダニズムの建築家達は、科学的知識や技術を援用し、社会の進歩的思考として機械の美学に従い、新しい素材や技術を用いて純粋な幾何学を強調することを好んだ。それは、その時代の社会に求められ、主に消費的、資本主義社会で繁栄した。モダニズムの特徴の一つは、場所、敷地や気候によってデザインの解法に違いが少ないことで、その初期にはインターナショナル・スタイルと呼ばれ、敷地に固有の歴史や文化をあまり参照しなかった。ル・コルビュジェといったモダニズムの建築家達は、都市のデザインについて革新的な再考を提唱し¹³、都市の中心に公園のような空地をつくり、距離を離して高層ビルを配置する案を推奨した¹⁴。

工業化の過程で、歴史的な多用途が混在する都市の様相は衰退し、工場と住宅は緑地帯により大きなスケールで分離されることが好まれた。この時代には、工場や関連した仕事に就くために地方から都市へ人々が移住した。これらの新しい労働者の流入は住宅を必要とし、住宅を主な用途とする新しい都市地域が生まれた。更に、多くの工場は様々な公害を生み、影響を抑えるために他の用

途との距離が必要とされた。こうした要因により、単一用途による土地の用途区画が推進された。大量輸送システムの出現と、個人への自動車の普及は、職場、ショッピングセンター、娯楽施設から遠く離れて住まうことを可能にし、エネルギー消費に頼る前提で低密度広域な都市を生み出した。

20世紀後半を経て、多用途な都市の利点が明らかになり再び推進されるようになったが、民間の開発業者には経済的に効率よく利益を得やすい単一用途の開発を優先させる傾向があるため、コンパクトシティなど政府による明快なポリシーが必要とされる。

英国のサステイナブルデザインは、政府のポリシーと改定された建築基準法に導かれ主に工学的な解決法で発展してきた。それはモダニズム以来発展してきた英国の建築様式に大きな影響を与えている。サステイナビリティは現代社会の意志であり建築様式はそれに従う。既存の都市や建築をつくり上げている歴史的背景、文化、気候を受け入れ、空間的可能性を最大限引き出し、発展させ、多様で活気に満ちた都市を目指し、その結果環境への影響を最小限に抑える。

英国の建設業界と地方自治体は、リーン・クリーン・グリーン¹⁵と呼ばれる手法を推奨し建築の性能の向上を計ってきた。

リーン：熱負荷を最小にし、自然エネルギーを最大限利用する。

クリーン：付近のエネルギーを活用し効率よくエネルギーを供給する。

グリーン：可能な限り敷地内で再生可能エネルギーを活用する。

2008～2009年の国際金融危機の影響で多くの民間プロジェクトが中止や延期になる中で、主に公共建築において、カーボンニュートラル、エネルギー的に自立可能な環境配慮型建築が実現されて

12 最初期の事例は、1951年にLudwig Mies van der Roheの設計で完成した、The 860-880 Lake Shore Drive Apartments

13 The Athens Charter, 1933

14 例えば、1922年のThe Ville Contemporaine、1924年のVille Radieuse、1925年のPlan Voisin

15 The Lean, Clean and Green approach

いった。

2006年の法改正以降、英国建築基準法は段階的に改正され、要求基準が高くなってきている。建築士はビルディングフィジックス・エンジニアと協働しCO₂排出量を計算しながら設計を進め、外装の設計にはファサード・エンジニアを起用し、必要な性能を達成できるようにする。外装の専門工事業者とECI¹⁶にて協働し、実現可能な性能を確認し早期にデザインとコストを調整することも増えた。大規模な再開発を行う建築主は、プロジェクトの初期からサステナビリティ・コンサルタントを起用し、サステナビリティに関するあらゆる可能性を検証するようになってきた。

2 残されたものの意義

新築の建築がゼロカーボンになる一方、既に存在する既存建築の性能を改善する必要がある。新築建築は、英国の建物の1%にすぎない¹⁷。

王立英国建築家協会（RIBA）は毎年最も優れた建築作品にスターリング賞を与えている。2013年から2017年までの5年間の受賞作品には、様々なアイデアで既存建築を活用した作品が選ばれていて、新築よりも既存の建築を活用した方が優れた作品をつくれる時代にある。

英国における既存建築の活用には、ベルリンの世界遺産、博物館島（ムゼウムスインゼル）にある、2009年に再オープンした新博物館（ノイエスマuseum）の改修が影響を与えていると思われる。新博物館はフリードリッヒ・アウグスト・シュテューラーが1841年に設計し、1859年に竣工したが、第二次世界大戦で破壊され60年以上廃墟となっていた。

復元や再建については、多くの議論を引き起こしたが、英国の建築家デビッド・チッパーフィールドとジュリアン・ハラップは、残された部分の

価値を失うことなく守り、それらを模倣することなく新しい部分を古い部分と連続するように全体を一つの建築として完成させた。彼らは戦争の記念碑でも歴史的建造物の復元でもなく、戦争で破壊されたのみならず、その後60年間放置され朽ちた異様な廃墟を意義あるものとして守りつつ、新しい部分を付け加えることで全く新しい博物館として再生した。

既存建築の活用は、BREEAMの中でも高く評価され、環境配慮型建築の重要な要素となっている。既存建築の改修・増築には、コントラクターによる既存建築調査など設計に必要な情報を共有してもらうことが、施工方法や工期、建設コストの早期立案に欠かせない。



写真1 新博物館（ノイエスマuseum）階段ホール、新旧の素材と意匠が対峙・融合している
(2010年撮影：南雲陽子)

16 Early Contractor Involvementの略

17 参考文献1, p.24

3 BIMによる協働

英国政府は、建設業がBIMを使い、3D環境でデザインをコーディネートしながら協働していきけるように、段階的な計画を用意した。2011年に発行された政府の建設戦略¹⁸の中で、2012年から主要な職種が3Dインフォメーション・モデルを設計施工工程に使用し始め、2016年から協働作業による3D BIMの電子データを公共事業で用いること、各コンサルタントのモデルを共有するBIMレベル2¹⁹を義務化した。

設計責任が明確に分担されている英国のデザインチームは、BIMによる設計作業へスムーズに移行し、より多くのコンサルタントや専門工事業者と協働するようになった。

既存建築の活用には、3Dレーザー・スキャニング、ポイント・クラウド・ソフトウェアにより既存部分をBIMモデルに取り込み、迅速な設計作業が行われている。英国政府は2020年代には一つの統合モデルにアクセスして設計を協働するBIMレベル3に移行したいと考えている。環境に配慮したデザインや既存建築・都市の活用がBIMによって多くのコンサルタントや専門工事業者との協働で効率よく進められることが期待される。

4 気候変動への挑戦

2015年に気候変動枠組条約に加盟する196カ国すべての参加によりパリ協定が採択されると、京都議定書の発効以来先進国が取り組んできた地球温暖化への対策は世界共通の課題となった。

パリ協定を受けて、2019年英国政府は、2050年までに1990年比100%の温室効果ガス排出量の削

減を目標とすると上方修正した²⁰。この目標は、日本を含む多くの国々の目標と符号する。今後は、この目標をどれだけ前倒しに実現できるかが課題となる。

RIBAは2050年にすべての英国内の建物をカーボンニュートラルとするために、2030年までに達成すべき目標を設定した²¹。そこでは、温室効果ガス排出量を、建物運用時の炭素排出量²²と建物建設に要する内包炭素量²³に分けている。建物運用時のゼロ・カーボンには既に可能となっていて、内包炭素量が重視される²⁴。達成すべき目標は、以下のようにまとめられている。

1. 運用されるエネルギーを75%削減する（事務所55kWh/m²/year以下、学校60kWh/m²/year以下、住宅35kWh/m²/year以下）。
2. 内包CO₂を50-70%削減する（事務所500kgCO₂e/m²以下、学校540kgCO₂e/m²以下、住宅300kgCO₂e/m²以下）。
3. 水の使用量を40%削減する（事務所10litres/person/day以下、学校0.5m³/pupil/y以下、住宅75litres/person/day以下）。
4. 健康な環境をつくる²⁵。

これらの目標は自発的な提案であり、会員への強制ではなく設計者の行動を促し、現実を見据えた設計手法を協働的に行っていくという意図による。RIBAの目標に同意する設計事務所は、設計する新築と主要な改修プロジェクトがその目標を達成できたか、その情報をRIBAに提供し共有していく。そこには、アーキテクトという職能をサステナブルデザインのリーダーとして再構築しようという意志が見受けられる。

設計時に予想したエネルギー消費量と実際の値との違いが認識されている。RIBAは、設計工程

18 Cabinet Office. *Government Construction Strategy*. May 2011

19 BS 1192-4:2014-Collaborative production of information-Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie-Code of practice, Figure 1 Core maturity model参照

20 Climate Change Act 2008 (2050 Target Amendment) Order 2019

21 RIBA 2030 Climate Challenge (参考文献6)

22 Operational Carbon Dioxide emissions

23 Embodied Carbon Dioxide

24 参考文献6, p. 3.

25 Good Health and Wellbeing

(プラン・オブ・ワーク²⁶) ができた1963年にはあったがあまり運用されずに1972年に消滅となっていた、ステージMフィードバックを、現在のプラン・オブ・ワークにステージ6ハンドオーバー、ステージ7運用²⁷という名称で復活させた。そこで、RIBAは実際のプロジェクトにおいて設計時に予測した運用エネルギー消費量と1年後の運用消費量の値を会員事務所から収集して、その違いを分析し実際にどれだけのエネルギー消費量を削減できるのか確実に把握しようとしている。

地方自治体も、開発における温室効果ガス排出量削減のために、リーン・クリーン・グリーンに新たにシーン²⁸を加えて、実際のエネルギー性能を測定し評価分析、レポートすることをポリシーに加えている²⁹。

建設業界側からは終身炭素排出量の規制を法制化するべきとの提案が出されている³⁰。多くの企業は既に社内でプロジェクトの終身炭素排出量を算出して、そうした努力を活かす法制化を望んでいる。フィンランド、スウェーデン、オランダ、フランスでは既に内包炭素排出量の法規制が整備されていて英国にも同様の法整備が求められている³¹。

サステナブルな建物の建設や長期的な運用には、資産評価、長寿命化、災害へのレジリエンスなどに影響するライフサイクルコストが重要とされ、環境配慮型建築の経済的優位性については、英国を始めいくつかの国から報告されている。地球温暖化時代では、複雑な建物による高いランニングコストはサステナビリティの面で疑問視される。RIBAは建物の運用コストをICMS³²のライフ

サイクルコストの算出方法³³により £/m²で算出し、賃料、建物の評価額、社会的価値などプロジェクトによる利益と比較することを推奨している。投資額と運用費の合計が建物のライフサイクルに見合うかの評価が必要とされる³⁴。

5 更新する英国の街並

京都議定書の発効からパリ協定までの英国建築界の動向は次のようにまとめることができる。まず、2006年の法改正や2008年BREEAMアウトスタンディングの設定により、主に公共建築において新築建築を高性能化した。2010年代には、高性能化が進むとともに、既存建築の活用に対する評価が高まった。2016年からは、公共建築を軸に協働のプラットフォームとしてBIMの使用が義務化され、BIMによる効率的な協働設計が急速に一般化してきている。2015年のパリ協定の採択は、先進国が推し進めてきた地球温暖化への対策を世界共通の課題へと広げた。共有化された課題を解決していくために、国際間を含むより多くのコンサルタントやコントラクターとの協働のあり方が重要になる。

2010年代後半になると、金融危機の影響から徐々に回復し民間のデベロッパーによる再開発が再開されるようになった。そうした設計を手がけるアーキテクトやコンサルタント、コントラクターは、既に公共工事で環境配慮型建築を手がけた経験があり、民間の開発においてもその経験を発展させていける。

1980年代のビッグバン（金融大改革）を象徴し建造された12haのブロードゲート・キャンパスは、金融の中心から技術系やメディア系の企業も集まる多様性のあるエリアへと変貌してきた。その中の一つである100リバプールストリートに

26 RIBA Plan of Work

27 use

28 be lean, be clean, be green, be seen

29 例えば、Mayor of London, *The London Plan*, March 2021, Policy SI 2 Minimising greenhouse gas emissions.

30 www.part-z.uk

31 Stephen Cousins, "Part Z embodied carbon cap tabled by industry group". www.ribaj.com, 23 July 2021 (2021年8月参照)

32 International Cost Management Standard

33 ICMS: Global Consistency in Presenting Construction and Other Life Cycle Costs. International Construction Measurement Standards Coalition (2019).

34 参考文献1, pp. 44-5.

は、巨大なトレーディング・フロアがあったが、より多業種のテナントに使いやすいようにコアを集約し、地上階には店舗、屋上階には飲食店も入居し、ビジネスだけでなく週末も賑わうように再開発された。ロンドンの景観を守り、地上階の日照に影響しないように慎重にセットバックさせながら増床させている。御影石による重厚な既存外装デザインは、より開放的なガラス面積の大きい性能のよいカーテンウォールに取り換えられた。自転車通勤を促すように660台の自転車が収容できる駐輪場が、使われていなかった巨大なトラスの間に設けられた。駅と広場を結ぶ地上階の公開通路は、スロープをなくしバリアフリーとするために、リチャード・セラの200トンのコールテン

鋼の彫刻³⁵がある広場の床を1.4m下げ敷地の回遊性を高めた。

再開発を手がけたデベロッパー、ブリティッシュ・ランドは2030年までにブロードゲート・キャンパス全体をネット・ゼロ・カーボンとしたいと考えており、100リバプールストリートはブリティッシュ・ランドにとって初めてのネット・ゼロ・カーボンの建物となった。敷地の下には地下鉄が貫通し、地上階を使用しながら工事を進める必要があったこともあり、既存の鉄骨躯体の3分の1、主に地下のコンクリート躯体の半分を再利用することで内包炭素量を390kgCO₂e/m²とし、2030年までの目標を既に達成している。2050年までにすべての建物をカーボンニュートラルとすべく、英国の建築と都市は更新を続ける。



写真2 ブロードゲート・サークルから見た100リバプールストリート

(2020年撮影：Janie Airey)

＜筆者略歴＞

1966年東京生まれ。1990年日本大学大学院修士課程修了後、竹中工務店設計部勤務。2001年AAスクール大学院デザイン・リサーチ・ラボ修了後、ホプキンス・アーキテクトに入社。2020年京都大学大学院博士後期課程編入学。作品に「新丸の内ビルディング」「ハックニーサービスセンター」「プレント・シビックセンター」「聖トーマス病院イーストウイング」ほかがある。

(参考文献)

- 1) Clark, Gary. *RIBA Sustainable Outcomes Guide*. London: Royal Institute of British Architects, 2019.
- 2) David Chipperfield Architects in collaboration with Julian Harrap. *Neues Museum Berlin*. Köln: Verlag der Buchhandlung Walther Konig, 2009.
- 3) Foges, Chris. "Building Broadgate." *The RIBA Journal*, June 2021, pp. 32-8.
- 4) Nagumo, Yosuke. "Potential of Sustainable Architecture as a Style." *UIA2011 Tokyo Academic Program, Research Papers and Design Works*. Tokyo: The Japan Institute of Architects, 2011 (DVD).
- 5) Priestley, Sara. *Net zero in the UK*, House of Commons Library, Briefing Paper Number CBP8590, 16 December 2019.
- 6) RIBA. *2030 Climate Challenge Version 2*. London: Royal Institute of British Architects, 2021.

35 Fulcrum, 1987