

海外調査報告：

豪州におけるグリーンビル等に向けた取り組み



EHS&S 研究センター上級マーケットリサーチアナリスト 兼 市場戦略サービス部担当部長 杉浦正爾

Keyword：グリーンスター^注、ZEB、ビッグデータ、BIM、オーストラリア、水素貯蔵

1. 調査概要

NTTファシリティーズが企画した「環境・エネルギー再考「風・光・水」を探る豪州視察団」に参加する機会を持ったので、その調査内容を報告する。同調査団は、2014年2月2日（日）～2月9日（日）のスケジュールで、オーストラリアのシドニー、ニューカッスル、ブリスベン、メルボルンにあるグリーンビル、ビッグデータの活用、BIMの保全への活用を行っている企業を訪問し調査を行った。

2. グリーンビル

2.1 8チフリー（シドニー）

シドニーで最も新しいグリーンスター6つ星ビルで、設計はポンピドーセンターやロイズ本社ビル、ミレニアムドームなどで知られる世界的な建築家リチャード・ロジャースである。この建築家の他の作品同様に、内部空間を大きくとるため、トイレ・洗面・エレベータなどの設備や階段は背後にコンパクトにまとめられている。前面に大きくとられた事務室空間には、3層吹抜けの大空間に3方向の大きなガラス面が設けてある。ここから外

光が注ぎ、部屋の奥まで明るい光が届く。ガラス面には庇状に飛び出したルーバーが設けられ、強い日差しを避ける日照調整機能を果たしている。

国際コンペによって選ばれたこの建物は、1～4層を1つのユニット（ビレッジと呼んでいる）とし、各ビレッジ内は、吹抜けと階段でつながれている。これは、1,000㎡ほどの基準階の狭さを補おうとして考え出されたものである。吹抜け上部の暖気の溜まりについては、天井内に設置されたアクティブチルドビーム（天井放射空調）で対応している。吹抜けは豪州のグリーンスタービルの定番とも言える手法で、吹抜けを通して間接光を幅広く取り入れ、人工照明のコストを抑えている。

最上階にある2つのビレッジは、専用使用できる屋上テラスを持っている。また、18階に位置する3層構造のビレッジにも屋上の外部空間があり、テナントが専用使

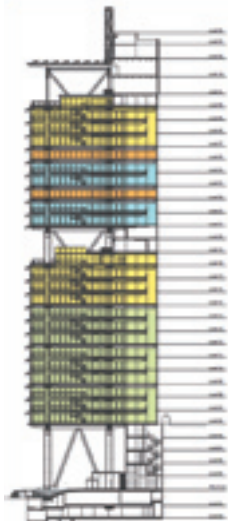


写真1 8チフリーと断面図。1層、2層、3層（緑）、4層（黄色）単位でテナントに貸す方式



写真2 3層の床を結ぶ階段



写真3 吹抜けからの自然採光

用できる開放的なプライベートガーデンとなっている。

8チフリーの炭素排出量は、一般的なシドニーのオフィスビルの75%以下と予想される。最新のセンサー、自動制御設備に加えて、T5蛍光灯、アクティブおよびパッシブソーラー、自然換気、高度なブラックウォーター（污水）処理と水のリサイクルなどの各種設備を備えている。

2.2 ワン・ブライ・ストリート・シドニー（シドニー）

ARUP社が空調・構造を担当したこのビルは、2011年に完成し、高層ビルで初めてグリーンスター6つ星を取得した。空室率5%と稼働率が高く、デベロッパーとして最も成功しているビルの一つである。シドニー湾の南側に位置しており、オーバル（楕円形）な形状は、シドニーハーバーに向けた景観確保のために採用された。ファサードを北側に向けた配置計画によって、眼下に素晴らしい景色を望むことができる。

1階の扉は大型ジャロジーと合わせて全部解放でき、吹抜けを通じて自然換気を行える。

寒冷地に多いダブルスキンを、日射の多いオーストラリアで初めて高層建築に採用した。一方日射遮蔽が不可欠で、透過率の高いガラスを用いながら、太陽の動きに合わせて外部ブラインドを自動制御して日射を遮蔽している。

このビルは、グリーンスターに加えて5つ星NABERSエネルギー・コミットメントも獲得している。NABERSは、建築物の実際の運用パフォーマンスに基づいた格付けであり、過去12カ月の実際の運用実績を踏まえて評価

される。本来は既存ビルを対象としたものであるが、新築ビルについても、パフォーマンスの予測に基づいて暫定的に格付けを取得することができるようになっている。

2.3 ピクセル（メルボルン）

メルボルンの205クイーンズベリーストリートに位置し、デベロッパーのGrocon社によって建設された。もともと隣地を含む大きい区画で計画されたが、買収がうまくいかずに小さい区画で建設せざるを得なかった。しかし、全く特徴のないビルでは価値がないということで、徹底したサステナブル建築を目指した。その結果、オーストラリアで最初のカーボンニュートラルのオフィスビルとして、グリーンスタースコアの最高点を達成し、6つ星を取得している。

躯体にはリサイクルコンクリートを使っているが、強度の高いコンクリートとしている。また、セメント含有量は少なくすんでいる。

建物の外側にあるサンシェードシステムは、スマートウィンドがナイトパージのために自動的に開き、夏にはグレアと暑さを防ぎながら採光を行っている。

コンクリートスラブにウォールチューブを設置し、室温より6度低く設定した冷水を流し天井を冷やすヒートクレーリングを採用している。



写真4 自然換気のための吹抜け



写真5 楕円のダブルスキン



写真6 日射調整のためのカラフルなフィンで覆われた外観



写真7 窓際の葎のマット

北面と西面の庇部分に設置されている葦のマットは、雑排水をろ過し、その時の気化熱で窓際の空気（外気側）を冷却する。これにより空調のエネルギーコストを大幅に削減している。

屋上にはメルボルン大学で設計された風力発電装置が搭載されており、風の少ない都市部で回転しやすいように作られている。屋上緑化は、ビクトリア州の草原と同じ種類の植物が植えられている。

水資源の乏しいオーストラリアでは、節水は重要なテーマであるが、ここでは航空機に使われる真空式トイレを採用して、これまで9ℓだった洗浄水を450ccにまで減らしている。

屋上の野草の実験ベッドも建物内の温度制御を助ける。廃棄物のすべてを収納するタンクが設けられており、発酵タンクは、廃棄物からメタンガスを抽出し、得られたガスは、建物内のエネルギー源として活用される。

2.4 CSIROエネルギーセンター（ニューカッスル）

CSIRO（連邦科学産業研究機構：Commonwealth Scientific and Industrial Organisation）は、オーストラリア科学技術省の下部組織で、農業、環境・自然、情報技術・インフラストラクチャー、製造、鉱物・エネルギーなど、60に及ぶセンターや局を持つ科学技術の研究拠点である。農業ビジネス、情報・製造・鉱物、および環境と自然資源の3つの大きなグループに分類される19の研究部門を国内外57カ所に配置しており、CSIROには約3,000名の科学者を含め、合計約7,500名のスタッフが在籍している。

本部および主要な研究施設は首都のキャンベラにあり、オーストラリア全体では70カ所以上の施設がある。



写真8 CSIROのニューカッスル研究施設

訪問したニューカッスル研究施設内の太陽熱発電は、我国では例の少ない集光型太陽熱発電設備が設けられている。電気より太陽熱を貯蔵する方がコストがかからないことから、太陽熱で温めた蒸気でタービンを回すことで効率化を図っている。

トップライトの多いオーストラリアでも、コスト高からあまり使われない建材一体型のソーラートップライトが実験的に使われている。敷地内の多くの場所で建材

一体型の透過型太陽光発電が採用されている。環境意識への訴求効果もあり、今後普及が期待されている。

CSIROでエネルギー研究は全体の1/10を占め、110人のスタッフで地球温暖化ガス・CO₂削減、再生可能エネルギー、マイクログリッド、マイクロガスタービン、太陽光発電、風力発電の研究を行っている。太陽熱温水と高効率なガス吸収冷温水機のハイブリッド冷暖房システム「ソーラークーリング」の研究も行われている。

オーストラリアでの太陽光発電は、過去2年間に住宅を中心に2GWが設置（過去累計で3GW）されている。太陽エネルギーの豊富な地区は電力需要のある都市部からはるかに離れているため、送電線にコストがかかりすぎるのが問題となっている。



写真9 太陽光集熱装置（ヘリオスタット）とレシーバ。多数の鏡を並べたヘリオスタットによる集熱温度は3,000度となり、加熱処理により蒸気は850度になる

2.5 グリフィス大学環境教育研究センター

太陽光発電と燃料電池・水素貯蔵技術を用いて、電力網から独立して電力を得るシステムを目指している。系統の電力に依存しないZEBの技術が評価され、グリーンスター6つ星を得ている。

建物は、1,124枚の太陽電池モジュールで覆われている。太陽光の電力は、バッテリーに保存することで24時間安定した電源を供給する。余剰電力は、夜間に翌日の空調の水を冷却するために使用される。現段階では雨季や長期の曇天時には商用電源を使う。2014年からは、バッテリーが一定のレベルまで放電すると、水素燃料電池が作動するようになる。

各デスクまたはワークステーションごとに執務者が吹



写真10 グリフィス大学環境教育研究センター

出し温度や気流を調整できるようにしている。

屋根から雨水を回収し、水タンクに貯蔵し、景観灌漑や便器洗浄に使用している。

グリフィス大学では、バッテリーに代わる、圧力が小さく安全性が高い水素貯蔵合金の研究を行っている。日本のメーカの協力による水素貯蔵合金が、2014年度にも導入される予定である。

3. ビッグデータ・BIM 活用

IBM では、メルボルントラム、ヤラトラム（トラムは路面電車のこと）にレールの異常を検知するセンサーを付けて、常時情報を収集している。収集した膨大なデータから、レールの不具合を未然に察知する試みである。

上記の取り組みでは行われていないが、一般にビッグデータでは、集めた情報を公開してオープンデータとして他企業が無料で利用できることが大切である。他のデータとの相関性を調べることで、新たな発見や法則性が見つかりそれが思いもよらないイノベーションにつながることもあるのだという。

ARUP 社は BIM を使ってシドニーオペラハウスの維持保全を行っている。1973年の新築時から3次元モデルを用いて構造設計を行っていたが、当時のモデルを現在も保全計画で活用している。2003年、オペラハウスの施設をアップグレードするプロジェクトがスタートした。それに合わせて、レーザースキャナー測量を3次元モデルに反映し、データ精度を高めることでモデルをFMにも使えるようにした。エスカレーター改修工事、その他の小規模な修復作業でも BIM を使っている。

ARUP 社では、データを発掘しながらモデルを作っている。重要なのは、モデルそのものでなくデータである。実際の工程は、現在の平面図からモデルを作る作業が中心で、25,000枚の図面から3次元モデルを起こしている。すべてのパーツにバーコードを付ける膨大な作業を行った。部材ごとにバーコードを付けたものを「3次元モデル」に反映し、メンテナンスすべきもの、そうでないものを区分している。

4. おわりに

世界で最も日射量が多い国の一つであるオーストラリアは、気候も温暖で石炭・天然ガスなどの資源に恵まれた国である。一人当たりのCO₂排出量では世界で第2位という負の一面も持っている。再生可能エネルギーに関しては、大規模な風力発電は見られるものの、メガソーラーはほとんどつくられていない。

一方、建物の環境格付けで有名な米国のLEEDに類似したグリーンスターという評価基準を設けて、環境負荷の少ないビルを目指す取り組みを積極的に行っている。オーストラリアでは、交通に次いで建物が第2のエミッションファクターとして認識されている。今後もグリーンビルの建設が進む見通しである。

断熱や暖房を重視する欧米の環境ビルと異なる点は、オーストラリアの気候が温暖で、冷房や換気の省エネルギーに力点を置いている点である。日射量の多い気候から、天窓・吹抜けを使って日光を間接光として取り入れ、窓からの日射はブラインドやルーバーで遮蔽する事例が多く見られた。また、不足がちな水資源への対応もオーストラリアのオフィスビルの重要な課題の一つになっている。

ビッグデータの活用・保全のBIM利用については、技術的にも実績的にもこれからさらに進む分野と思われる。ビッグデータ利用では、オープンデータの活用、BIMでは、データに基づきモデルを作るのであり、データの収集・発掘が重要なのだという説明が印象的であった。

[注記]

注) グリーンスター (Green Star) : オーストラリア・グリーンビルディング協議会 (GBCA : Green Building Council of Australia) が開発・運営している格付け制度。対象建築物は、オフィス、集合住宅、リテイルセンター、病院、学校等。格付けは、最高が星6つであり、星4つから6つまでの格付けがある。評価に際しては、管理状態、室内環境の質、エネルギー、輸送、水、材料、土地利用・エコロジー、排出、革新性の各項目が考慮される