

DETAIL - 建築を紐解く専門誌

2009/1 - DetailGreen

翻訳
春田修作
Shusaku Haruta
E-mail: shusaku.haruta@web.de

山本 想太郎
Sotaro Yamamoto



天然資源や環境を保護してゆくことは人類の未来のためにも非常に重要な課題であり、特に建築に携わる者にとってはなおさらである。この事実は、建築家や設計に携わるすべての専門家にとって、常に最新の情報を入手する必要があることを意味し、サステナブルな建築に関するあらゆる知識を持っている人間のみが、これからの建築界をリードしてゆくであろうと言っても過言ではない。

我々DETAIL誌が、新たにDETAIL Green 誌を創刊し、年に2回発行してゆくことにに対し、果たしてこれ以上の理由が必要だろうか。DETAIL Green誌は、サステナブルな設計と建築に関してあらゆる角度から分析・検証してゆく専門誌として、現代における最新技術に注目し、コンセプトやアイデア、素材、製品、公的助成制度、法規、規格など、ますます多種多様、複雑化する事例に対して、明確かつ的確な指針を示してゆく。この創刊号や、今後予定されている弊誌上では、特に今後さらに重要になってゆくであろう国際規格に重点を置き、新たに創設されたDGNB-Gütesiegel（ドイツ・サステナブル建築協会・品質保証規格）を始め、建材のエネルギー消費指数、建築のライフサイクルコスト、リサイクル、廃棄・取壊し処置に関する問題点などの特集を組んでゆく。そのためにも個々の建築を具体的に考察することは最も重要なことであり、その建築に携わった者が意図した全体的なコンセプトと様々な技術が如何にして融合・統合化されていくかに焦点を当てることになる。今号では、木造の社屋から、層ガラスの投資銀行まで、サステナブルなオフィス建築について紹介する。

『発想の転換、新たな決意、すべての垣根を越えた一致団結、アイデア、理想、将来性、毅然とした態度、知識欲、そして勇気』、ドイツの建築家、エンジニア、都市学の専門家らが今年3月末に起草した宣言書の中で世に問うた概念である。『世界規模の配慮』によって、『危機にさらされている世界の激変を最小限に留め』、同時にサステナブルな建築と建築技術を自らに課してゆくことによって…天然資源の利用に関して、必然ともいえる方向転換に寄与する基盤を築いてゆく。この道程を、DETAIL Green誌は共に歩んでゆきたいと思う。

クリスティアン・シッティヒ
Christian Schittich

米国におけるサステナブル建築の現状

インタビュー特集：キーラン・ティンバーレイク・アソシエイツ

キーラン・ティンバーレイク・アソシエイツ（フィラデルフィア）は、長年に渡ってサステナブル建築に対し、真摯な姿勢で取り組んできたが、その結果、米国の環境に関連した基準や規格の中でも最も評価の高いLEED（The Leadership in Energy and Environmental Design）規格のプラチナ基準を満たした建築を数多く実現してきた。イエール大学のスクラブチャービルやシドウェル・フレンズ・スクールの中等部などがその一例で、さらにロブローリー・ハウスやゼロファン・ハウスなどの実験的なプロジェクトにも取り組んできた。弊誌編集者であるトーマス・モドレーナーは、ジェームス・ティンバーレイク、リチャード・マイモンの両氏に、米国におけるサステナブル建築の現状と、今後の展望について話を聞いた。

今現在の米国におけるサステナブル建築に対する取り組みや姿勢をどう評価していますか、またそれらはどのような過程を経て発展し現状に至ったのでしょうか？

JT（ジェームス・ティンバーレイク）：ここ数年来、米国は全ての人間の認識を一新する、環境や現状の様々な変化に直面してきた。特に石油が1バレルあたり140 USドルまで高騰したことは重大な事件だったと言えるし、それまでそういったことにまったく関心を示さなかった多くの人々も、この事実が様々な分野において影響を及ぼすであろうことを認識せざるをえなかったのだ。ここ数年来、『サステナブル（持続可能な）』という概念は、特に公共の施設において大きく求められるようになってきている。米国では、建築に費やされる、もしくは建築が消費するエネルギーにかかる費用が、米国全体で消費するエネルギーコストの50%以上を占めているのが現状で、この事実を突きつけられた建築家や建築業界に携わる人間は、今に至ってようやくこれまでの考え方や意識の転換を迫られたというわけだ。

それによって今後、総合的なコンセプトというものが求められるようになるのでしょうか、それともこれまでに培われてきたコンセプト等に、簡単な緑化要素を取り入れるだけに留まってしまうのでしょうか？

JT：私達は総合的かつ効果的なものが求められていかなければならないと考えているし、ただ単に飾り程度の緑化を施すことによって、緑や環境を意識しているというスタンスをとることは間違っていると思う。

RM（リチャード・マイモン）：しかしそれでもこの環境を意識するというスタンスは、我々建築家が、新しい美的感覚を生み出すことに寄与してくれるのではないだろうか？

JT：しばらくは環境に関する基準に定められた規定をただ単純にひとつひとつクリアしていけば、基準を満たしたことになると思う建築家が大部分を占めるのかもしれない。また、建主にもそれは当てはまるのではと私は思う。しかしそれも時間の経過と共に変化してゆくはずだ。建築家は、自身に課せられたその責任の重大さに気づくことになるし、建主も環境に配慮した建築が、ユーザーや管理側から、そして世間一般的にも高く評価されることを認識してゆくはずだからだ。もしかしたらこの5年以内、遅くとも10年以内には、ここ米国内で『緑の建築』の評価如何が話題に上ることはなく当然のものとして捉えられるようになるのではないだろうか。そして逆に具体的に環境を意識した建築を作り出せない建築家は、窮地に追い込まれることになるのではと私は思う。特に好んで恥をさらしたいなどと考える人間は誰もいないだろうし、人々の考え方、認識はこれからも大きく変化してゆくはずだ。

現実的にサステナブル建築は世間一般的にも認識され求められているのでしょうか、それともこれはただの市場効果を狙うトリックのようなものなのでしょうか？

JT：確かに数年前までに限って言えば、建築家の間でもそういう事実もあったのかもしれない。しかし建主レベルではまだまだ部分的に違いが見られるようだ。投資会社や、大手土地開発企業にとって、今でもその大部分はやはり市場効果を狙うためのひとつの手段であるように見受けられる。しかし世間一般的には、環境に配慮した車を購入することは、とてもシックなことだと考える人間が近年では多くなってきている。この『洗練された感覚』とその要素が、今後大きな役割を果たしてゆくことは明らかだし、認識度、マーケティング、さらに環境を意識し何かを実行してゆける人々の存在も重要なものとなってくる。以上のことを踏まえると、様々な分野・レベルにおいてこのテーマが浸透しているこ

とを容易に認識することができるし、近い将来、これはただの一過性のものではなく、私達人類がどのように暮らし、生きてゆけばいいのいかを示すまったく新しい根本的な指針として成り立ってゆくのではないだろうか。とはいえ、それには私達の次の世代を待たなければならないだろう。

世界的経済危機にさらされている現状は、安価な施工を余儀なくされることを考えれば、サステナブル建築に対して悪影響を及ぼしていると言えるのでしょうか？

JT: この問題に関して、すでに私達も何度も考えさせられることがあった。特に建設費に関するミーティングでは、ほぼ必ずと言っていいほど話題に上ることだから。世界的経済危機、そして根拠のない高騰を見せた後、急激に下落した原油価格も相まって、それらは実際に多くの人々の意識や認識の変革をもたらした。これは私個人の見解だが、それらは逆に、現状の変化・改善がすぐには望めない以上、ただ単に費用に関してだけに目を奪われるのではなく、自分の今後の人生のサイクルを意識した決断が必要であることを建主により容易に理解、納得してもらえ、そんな状況を作り出してくれたのではないかとと思う。

土地開発を手がける企業にも同じことが言えるのでしょうか？

JT: そうとは限らない。確かに有利な融資がほとんど望めなくなった現状では、大規模な開発事業が頓挫するケースが目立ち始めている。また施工が始まっている投資目的のための建築は完成までは滞りつづけるだろうが、それでも今後数年間は新しいプロジェクトが開始されることはほとんどないだろう。

RM: それは結果的に、システムや製品を供給するメーカーにとっても、製品開発に投資してゆけるかどうかの不確定要素となってくるのかもしれない。販売実績が後退した場合、住宅システムを開発しているメーカーは、果たしてそれまでと同額の開発費用を投資することができるのだろうか？太陽光発電パネルに関する技術には飛躍的な革新がもたらされたが、その開発と発展は今後も望めるのだろうか？もしくは市場のニーズに答えて大規模な製品展開が可能になるのだろうか？

今後、建築家にはどのような戦略が求められるのでしょうか？今後も引き続き新技術を採用した画期的な建築を求めてゆくのか、それとも安価で実現可能なローテクの手法を突き詰めてゆくべきなのでしょうか？

JT: もし短絡的な思考しか持てないのであれば、ローテク的な手法をとることになるだろう。しかし少しでも思慮深さがあるのであれば、新技術を積極的に採用していくことになる。残念ながら大部分の建築家は、低く抑えられたその報酬がゆえに、大量生産された安価な製品を選択することで、なんとか生き残ってゆけていると言っても過言ではない。その場合、サステナブルな建築を追及してゆくことは非常に困難だろう。とはいえ、全ての建築家には、いかなるプロジェクトであろうと、全ての建主に対して、経済的な許容範囲の規模や限界を真摯に問う姿勢や責任が課されているはずだ。LEED規格のプラチナ基準を満たした建築（写真10, 図11）を実現

するために設計を依頼してくれたシドウェル・フレンズ・スクールなどの建主に恵まれた私達は非常に幸運であると言える。もしくはイェール大学のように23ヶ月以内に最低でもLEED規格のシルバー、もしくはゴールド基準を満たすことを意図し、私達が建主の希望を取り入れた上でそれでもなお結果的にプラチナ基準を達成するような仕事を果たした時、建主たちは非常に有意義な投資ができたと認めてくれるのである（写真7-9）。また私達はロブリー・ハウス（図5, 写真6）やゼロファン・ハウス（図1, 写真2）などのような実験的なプロジェクトを実現するという幸運にも恵まれた。私達は独自の研究も継続しているし、多岐にわたって情報を収集しており、さらに実際の建築（現在は5つのプロジェクト）で様々な数値を測定しデータを収集している。それらの数値を分析することは、我々にとって専門知識の構築と研鑽のためのツールが開発されてゆくということを意味する。

キーラン・ティンバーレイクで行われている研究はどういった過程を経て現在のような形に成ったのでしょうか？

JT: 1999年から2000年にかけて、スティーブ・キーランと私は、それまでの業績を振り返った上で、私達の事務所に足りないものは何なのか自問し、それが将来への投資であることに気づいた。工業という分野では、どのような企業であっても研究と開発を行うのが当然で、利益のなかからそのための費用を捻出して投資をする。私達にとってはそれが、事務所としての成長、利益の還元と共有、知識の探求、同僚のモチベーション向上、すなわち事務所の『サステナビリティ』を意味していたというわけだ。現在我々は形態や表面のことだけを議論しているのではなく、より深く本質的な問題に取り組んでいるが、従事している者はその仕事と議論を楽しんでいる。

RM: 2001年、私達はアメリカ建築家協会（American Institute of Architects）が主催したラトローブ・フェロウシップを受賞したが、その際私達は、建築以外の分野、例えば自動車や航空機、もしくは船舶などを生産する重工業が如何にして独自の研究を行い、彼らが如何にして高品質な製品を開発しているかをまとめたものを提出している。私達はただ彼らから何かを学びたかったのだ。なぜ米国の建築は機動性すら一切問われないにもかかわらず低品質なものに対して高額の費用が必要になるのだろうか？他の分野の生産性は確実に向上しているにも関わらず、なぜ建築界のものはその向上がみられないのだろうか？この研究奨学金によって私達は、必ずしも具体的な製品に左右される必要のない研究システムを構築することができた。現在では女性チーフ主導の下、何ものにも左右されない自由な研究が行われており、ゼロファン・ハウス実現のために必要になった製品を研究、開発したり、私達にとって必要な技術だけではなく、特別な依頼によって特定の研究をも行うようになってきている。それは例えば、新しい素材であったり、耐久性や耐性、リサイクルの可能性、エネルギー効率、機械設備などの技術開発であったりするわけだ。私達の事務所には1/1スケールの試作を製作し

テストできるアトリエが併設されており、特定の建主達はそれを特に評価してくれている。現在では『イノベーション』という観念を強く意識している建主ほど、私達を指名してくれるという傾向もある。

JT: 私達キーラン・ティンバーレイクが、事務所を設立して以来25年以上にも渡ってサスティナブルな、そして信頼性の高い建築を追及してきたことも忘れて欲しくない。例えば環境保護のためのLEED規格が設立されるずっと以前、16年ほど前にはすでにウエスト・ミッドスクールという、耐久性に優れた環境への影響が少ない塗料や素材、その地域に密着したサスティナブルな素材を採用した実用的な設計を手がけている（写真3）。

その当時も建主にコンセプトを理解してもらうのは難しかったのでしょうか？

JT: 建主に我々の意図を理解してもらうことは非常に簡単だった。学校に通う子供達のためだけを考えて結果だったのだから。そして16年を経た今、シドウェル・フレンズ・スクールでも、建物が如何にして機能するのか、また自然環境といかに対峙してゆくのか、子供達や保護者の方々に理解してもらうことは重要だったし、そのための説明を今回はより徹底して行っている（写真10, 図11）。ここでは、重点的な屋上緑化、太陽光発電パネル、ソーラー・チムニー、他の建物と共有のコジェネレーションシステム、排水を中水に戻して利用するためのピオトープ、またワイン樽を再生した外装材などを採用している。

RM: 私達のこれまでのクライアントは、ほぼ公共の教育機関に限られていたと言っても過言ではないし、彼らはその建物を長期的に所有、そして管理維持してゆくことを前提としている。だからこそ、『サスティナブル』という概念は非常に大きな意味を持つと共に評価されている。

JT: 私達がこれまでに手がけてきたものの多くはリフォームであり、その結果、私達は採用するシステムのライフサイクルコストという問題にも直面してきた。それらの経験、または繊細なテーマを、私達は新しい建築に活かしている。また、私達は一体型のシステムを大きく評価しており、例えばダブルスキンファサードは、我々のコンセプトにとって大きな意味を持つ。私達はペンシルベニア大学のレヴァイン・ホールのためにパルマステイリザ社と共同で、北米初の自動換気型ダブルスキンファサードを開発したが（写真4）、この時は確かに建主を説得するために多大な労力を必要とした。

将来的な改善の余地や可能性を、どう考えていますか？

JT: 今後、大きな注目を集めてゆくことになるのはその建築の本質であると思う。これまで建築家や建主、建物の利用者達はとにかく最新のものを、そして華美な贅沢さを求めてきた。しかし私達が目指すものは単純でフレキシブルな建築であり、それは建設コストを抑えるためでもあるし、同時に新しいシステムを採用し組み込んでゆくためである。そして現在サスティナブルな建築が複雑で高価なものになってしまうのは、その内容と技術的なシステムがとてつもなく複雑であるが故で

ある。その中でも後者に関しては、その製品寿命が尽きる前に交換できるように今後さらに明確に規格の画一化がなされてゆかなければならない。

『サステナブル』というテーマは、今後どう発展してゆくのでしょうか？

JT: 危機的状況、及びカタリシス、これらは時によって有意義だ。それらは今後の建築について改めて考えることを強要するからだ。2年前からは考えられないくらい、現在では『サステナブル』という概念がよく議論されている。

RM: 米国の個人住宅の平均住宅面積は1970年代からずっと拡大傾向にあり、最終的に滑稽とも形容できる規模にまで至ったのだが、それも現在の経済危機以前の2年ほど前から下降し始めていた。

JT: 今後の10年間は私達に残された資源を如何に管理し有効利用してゆくかという問題に取り組むことになるだろうし、それが重大な意味を成すことになると思う。2000年から2015年の間に、私達が60年代に体験したような社会構造の激変が訪れたとしても不思議ではないと思っている。もしあの当時、社会的な対話姿勢が変わっていなければ、2009年にアフロアメリカ系の大統領が誕生すると言うことはなかったはずだ。環境保護という問題を改めて意識してみると、20年後くらいまでには、私達の時代が行った行為の具体的な影響が如実に現れてくるだろうと考えている。

- 1 セロファン・ハウスに使用された部品と素材、さらにそのリサイクル性の一覧表
- 2 セロファン・ハウス, ニューヨーク近代美術館, 2008年:
ニューヨーク近代美術館が主催した『Home Delivery展』のために依頼されたセロファン・ハウスは、ユニット化された建材で構築されるシステムを採用しており、その結果、設置から解体、もしくはユニットの交換まで容易にできるようになっている。ダブルスキンファサードには太陽光発電パネルが内蔵されている。開閉式の換気パネルは、冬季であれば太陽光によって暖められるファサードの中空層の温度を保ち、夏季であれば同じく中空層の換気を可能にする。
- 3 ウェスト・ミドルスクール, ブリン・マウル, ペンシルベニア州, 1993年:
すでにLEED規格が創設される以前にも、持久性に優れた環境への影響が少ない塗料や素材、その地域に密着したサステナブルな素材を採用した建築を実現している。
- 4 ペンシルベニア大学のレヴァイン・ホール, フィラデルフィア, 2003年:
カーテンウォールファサード(自動換気型ダブルスキンファサード)
- 5 ロブローリー・ハウスのファサード概略:
ファサードの前に設置された折戸パネルは、太陽光の遮光およびダブルスキンファサードの中空層の温度を保持する役割を果たす。
- 6 ロブローリー・ハウス, テイラーズ・アイランド, メリーランド州, 2006年
この別荘は細心の注意を払ってチェサピーク湾岸に群生するロブローリー・バインの合間を縫う形で設置されている。プレファブ製のユニット式建材で構築されているため、簡単に設置および解体することが可能となっている。
- 7,9 イェール・スクラップチャペル, イェール大学, 2007年:
設置角度の最適化が図られた遮光ルーバーや半透明の断熱パネル、3層ガラス窓などを採用したファサードは温暖効果を抑え、空調システムは低速の空気流によって温風を送風する際の熱損失を抑える。内装には古新聞をリサイクルし再利用されたものを素材に採用した。また、無水小便器およ

び雨水利用システムの採用により、水の使用量を抑制する。

- 8 ファサードのダイアグラム: イェール大学スクラップチャペル(測定値を併記)
- 10 シドウェル・フレンズ・ミドルスクール, ワシントンD.C., 2006年:
建主は、子供達に自然環境と如何にして対峙してゆくかという責任意識を認識してもらえような増築およびリフォームを強く望んだ。その結果、中庭に設置されたピオトープ、排水の再利用および雨水利用システム、コジェネレーションシステム、ファサードに設置された遮光ユニット、太陽光ヒーター、緑化屋根、太陽光発電パネルの設置などのサステナブルな手法が取り入れられた。リサイクルおよび再生速度の高い地元密着型の素材として、ワイン樽や寝台列車の床材を再利用したファサード素材、ボルチモア港の杭材を再利用した内装材などが挙げられる。
- 11 水利用に関するダイアグラム: シドウェル・フレンズ・ミドルスクール

バンクオブ・アメリカ・タワー 質量と密度に秘められた経済的ポテンシャル クック+フォックス・アーキテツ

完成を間近に控えたバンク・オブ・アメリカ・タワーは、ニューヨークの高層ビル群の中でもエンパイア・ステート・ビルに次いで2番目の高さを誇る。タイムズ・スクエアにほぼ隣接する形のこの建築は、関係者の中でも特に有力な建主の2グループが同じ理念の下、一致団結して取り組んだが故に実現することができたのである。バンク・オブ・アメリカ銀行は、すでに90年代からニューヨークの本拠地のためにこの銀行の象徴的な存在になりうる新社屋を建設することを強く望んでいた。これはマンハッタンにおいて外観的に主張する建築としてだけではなく、最高の労働環境を実現することによって企業と社員の結びつきをより強固なものにしようとしたのである。また米国において自然環境やエネルギーに関する関心が年々高まっていることを背景に、建主はサステナブルな概念を基幹とした模範的建築を実現することによって、エコノミーとエコロジーの融合に対して大きく関心を抱いていることを世に知らしめようとしたのである。デベロッパのダースト社は、40年以上の年月をかけてブロードウェイと42番通りの間にある個々の敷地を買収し統合することによって、マンハッタンに広大な建築用地(0.8ha)を作り出すことに成功した。ダースト社はやはりエコロジー建築に秘められた市場効果に対するポテンシャルに注目し、様々な試みを経て実績を積んできており、今回の先導的な高層ビル計画に際し、実用できるテクノロジーとノウハウの全てを集約しつぎ込む事を目指したのである。サステナブル建築を専門とするリチャード・クック、ロバート・フォックスはこれまでも何度かダースト社と共同で設計を手がけてきたが、前述の理由により2003年に今回の設計を依頼されることとなった。魅力的なワン・ブライアント・パークに面したバンク・オブ・アメリカ・タワーは、2008年の秋にはその半分が入居、稼動し始めたが、ビルの頂上部分と下層部分は2009年の夏までに完成する予定である。そのクリスタルのような形状は、隣接する建築群からこの建築を明確に際立たせており、高い再認識性や『シグニチャービル』としてその存在の大きさを誇っている。この建築の上部2/3は内側に

軽い傾斜を描いており、その結果生まれるシャープな外観ラインは、より繊細でダイナミックな印象を与える。これによって道路空間の日照と通気は改善されることになったが、同時にニューヨークの基盤の目状の道路が作り出す狭い視界も開放することとなった。また空に向かって傾斜しているファサードによって、建物内部へより多くの日光を取り込むことが可能になっている。広大な販売スペースを組み込んだ7階建ての下層部分は、全敷地にまたがって展開しており、敷地内の地下鉄の出入口は、斜め向かいに位置するブライアント・パークを延長した空間と共に『アーバン・ガーデン・ルーム』という公共の空間を作り出し、近隣の都市空間に対して様々な可能性を提供しその影響を及ぼしている。建築密度の高い地区にこの建築を実現し、公共交通機関への導線に組み込んだ決断は、環境保護のために設けられた新基準において高く評価されることとなる。このワン・ブライアント・パークはオフィス建築として米国内で初めて、アメリカの環境に配慮した建築のためのLEED基準の最上位であるプラチナ認可を受けることになったからだ。

建築家/Architects: Cook + Fox Architects, New York
構造設計/Structural engineers: Severud Associates, New York
設備設計/Mechanical engineers: Jaros, Baum & Bolles, New York
ファサード設計/ Exterior wall consultant: Israel Berger Associates, New York
エネルギーコンサルタント/Energy consultant: Viridian Energy & Environmental, LLC, New York
LEED基準コンサルタント/LEED consultant: E4, Inc., New York
BoAテナント設計/BoA tenant architect: Gensler, New York
建築施工/Construction: Tishman Construction Corporation

敷地図
S=1:7500

高炉スラグ微粉末を含んだコンクリート

アンディ・ミューラー=ルスト (PE, SECD, Principal, Severud Associates)
アリス・ハートレイ (LEED AP, Cook + Fox Architects)

セメントを製造する際に排出されるCO2の総量は、全世界のCO2排出量の実に約5%を占めており、建築分野における最大の地球温暖化の原因といっても過言ではない。特にコンクリートの成分としてセメントが占める割合は15%もあり、それをリサイクル資材によって部分的に代用することは、コンクリートが構造体や基礎部分に用いられることを考慮すれば、セメントを節約する意味でも大きな可能性を秘めている。高炉スラグ微粉末 (GBFS - granulated blast furnace slag) は製鉄工程において破棄物として副産される素材であり、石灰と鉄鉱石に含まれるミネラル物質によって引き起こされる科学反応によつ

て生じる。これはポルトランドセメントに非常に似た性質のものであり、石炭を燃焼するとき生じるフライアッシュと同じように、コンクリートを生成する際にセメントの代わりに過去にも市場に占める割合は小さいものの使用されてきている。しかしこの廃棄素材を再利用することで、1トンのセメントを製造する際に発生する約1トンのCO₂を抑止することができるのである。また高炉スラグ微粉末をコンクリートに使用しても、その強度・性質に悪影響を及ぼすことはなく、逆に高密度または高強度のコンクリートを生成するというメリットにつながる。これは最大で45%のセメントを高炉スラグ微粉末で代用したコンクリートの強度が、従来のものより約25%も勝っているという研究成果によってすでに証明されている。しかし高炉スラグ微粉末を使用したコンクリートの場合、従来のものと比べて約2倍の硬化時間を要するという短所があり、その結果、この技術が開発された当初からしばらくは、どの建築業者も敬遠しがちであったのである。しかし今回のプロジェクトではこれまでの経験や研究の結果が活かされ、素材の新しい混合割合が生み出されたことによりその短所をも補ったのである。バンク・オブ・アメリカ・タワーに使用されたコンクリートの総量は最終的に66,000 m³にも及んだが、このうち高炉スラグ微粉末をセメントに代用することによって約16,000トンのCO₂排出を抑える結果につながっている。

プロセスに秘められたサステナビリティ

欧州における模範的なエコロジー建築において、エネルギーの有効活用および再利用のために実際に採用される建築的かつ技術的な手法は、時に外観的特徴としてはっきりと視認できる形となって現れてしまうものである。しかしそれに対して今回のワン・ブライアント・パークは、アメリカの常識から考えるとその突出したエコロジーに対する配慮が、まったく建築の外観的特徴からは見て取れないように施されている点で特筆に価するのである。通常であればその技術的な実績からも当然と思われる太陽光発電パネルはおろかダブルスキンファサードも、風力発電装置も設置されていないのだ。デベロッパーのダースト社は、10年ほど前に隣接する敷地に『緑化』されたコンデ・ナスト・タワーを実現しているが、この建築には太陽光発電パネルを内蔵したファサードが採用されている。しかし結果的にこの手法はあまり経済的な成果が得られず、好評を得るということはなかったようである。その経験を踏まえた上でこの建主は、エコロジー的な手法のための経済的な上乗せ投資額（総建築費の約2%）が、完成から5年以内に減価償却できるという前提の技術のみ採用するという決断を下したのである。すなわちこの経済的な制約のなかであれば、建築家はそのサステナブルなコンセプトを自由に選択することを許されたのである。また建築コストと同じく大きな意味をなしたのは、LEED基準によって定められた認可基準をクリアすることであった。この認可基準において、サステナブル素材が視認できるかどうかなどの外観や形状といった建築的要素が占める割合は低いかなかった評価され

ないため、全評価ポイントのうち、建築や敷地に与えられるポイントは約1/4に過ぎず、その他のポイントは主に建設プロセスに振り分けられている。素材や建材のすべての供給源が、半径500マイル以内（図1）に存在することで輸送の際のエネルギー消費が抑制されているかどうか、建材としてスチールが再利用されることは米国では一般的ではあるものの、その割合が60%を超えることによってエネルギーの消費が抑制されているかどうかなどである。コンクリートの総量のうち、その半分にリサイクル資材を使用した点（前述のコラム参照）に関してはイノベーションポイントが振り分けられている。この基準が建設プロセスに大きくそのオリエンテーションがとられている結果、以下のリストを見てもらえばわかる通り、認可を受けている木材を利用した再利用が可能なケーブルドラムを使用しているかどうかも評価の対象となっている。

平面図
レベル3, 20, 50
S=1:2000

地元密着型の資材供給

- A スチール
- B ファサード
- C コンクリート
- D 洗面カウンター
- E 砕石
- F 石材加工
- G 建具製作
- H OAフロア
- I 石膏ボード

LEED基準（The Leadership in Energy and Environmental Design）：

以下に挙げられている評価は、計画または予定されている設計および設備に対してなされたものであり、現段階では仮認可である。最終的なLEED基準に関しての評価は、予定されている2010年の完成を待って改めてプラチナ認可が行われる予定である。ワン・ブライアント・パークの評価プロセスは、主にLEED-CS、バージョン2.0に基づいたものである。建築家はCSカテゴリー（ビルの構造と設備を対象とするもの）のLEED基準に従って提案をおこなっている。

認可に関する評価一覧

総獲得ポイント：51/61（認可＝24-28, シルバー＝29-34, ゴールド＝35-44, プラチナ＝45-61）

（獲得ポイント／総ポイント）

サステナブルな建築用地（11/15）

建設作業によって引き起こされかねない環境汚染の防止措置（前提条件）、建築用地の選定（1/1）、建築密度（1/1）、ブラウンフィールド（汚染土地）の再開発（1/1）、交通網の選択肢（2/4）、敷地内のインフラ整備（1/2）、雨水利用（2/2）、ヒートアイランド現象の抑止（2/2）、光害の抑止（0/1）、テナントデザイン+利用のためのガイドライン（1/1）

水資源の有効利用（5/5）

水資源保護を意識したランドスケープ設計（2/2）、革新的な排水テクノロジー（1/1）、水資源使用量の削減（2/2）

エネルギー+環境（13/14）

根本的かつ機能的な管理（前提条件）、省エネなどの環境対策の継続（前提条件）、根本的な冷暖房マネージメント（前提条件）、エネルギー使用状況の最適化（8/8 最大ポイント獲得が望ましい）、消費エネルギーの再利用（0/1）、機能的な品質管理に関する追加措置（1/1）、オゾンホール対策（1/1）、データの収集と検証（2/2）、自然エネルギー発電（1/1）

資材+資源（6/11）

リサイクル資材の収集と保存（前提条件）、既存建築の再利用（0/3）、建築廃材のリサイクル率（2/2）、建材再利用の可能性（0/1）、既存建材の再利用（2/2）、地元密着型の建材供給（1/1）、認証済み木材の使用（1/2）

室内環境+空間クオリティ（11/11）

室内空気質に関する最低条件のクリア（前提条件）、非喫煙者の保護（前提条件）、CO₂モニタリング（1/1）、換気効果向上のための追加措置（1/1）、工期中の空気質管理計画（1/1）、有害物質含有量の少ない素材使用に関しての総合評価（3/3）、施設利用の際の快適さ、および快適な室温（1/1）、室内に使用された化学物質および汚染物質のコントロール（1/1）、快適な室温維持のためのコンセプトとその有効性の検証（1/1）、室内の日照状況と展望の良し悪し（2/2）

イノベーション+デザイン（5/5）

デザインの革新性（4/4）、LEED プロフェSSIONAL認定（1/1）

テクノロジーによって実現するサステナビリティ

エネルギーや水資源の利用、そして労働環境に関する評価基準は、建設プロセスや立地条件に左右される要素よりも、構造もしくは建築そのものと密接に結びついている。

エネルギー供給システム：

天然ガスによって稼動する4.6 MW コージェネレーション（コージェネユニット）は、下層部分の最上階である地上7階に構造計算と防音処置が施されたうえで設置されており、このエネルギー供給システムによって建物の年間消費エネルギーの約70%が生産されている。この高い現地生産性は、エネルギーの損失を極力抑えることやガスタービンの排熱を利用することによって実現されており、これはドイツでも熱併給発電システムとしてすでに長年に渡って評価を受けてきたシステムである。このシステムによって生成される蒸気は、建物の空調に使用される吸収式冷凍機に供給されるほか、温水供給システムにも利用される。暖房に関しては、建物内部の温暖効果によって特に必要とすることはないが、極

度の寒気が訪れた場合、ファサード沿いに設置された床下空調システムによって暖気が送風されるようになっている。さらに供給効率の向上を図るために、供給機関の運転時間を最適化するという処置も取られている。前述のコーゼネユニットは毎日24時間、常に稼動しているが、夜間には格安料金が適用される電力も平行して利用することによって冷却装置のためのエネルギー源を生産している。すなわち全部で44基あるグリコール・スパイラル内蔵の貯水タンクに、毎晩227,000kgにも及ぶ氷が製造され備蓄されるのである。ここで冷却された水は昼間、各階に設置されている空調システムのために利用されることになる。さらに貯蓄されている氷が全て消費されてしまう状況を考慮し、個々に使用が可能な従来型の冷房装置もバックアップとして設置されている。

空調システム:

新鮮な外気は屋上部分に設置された開口部より吸引されフィルター処理が行われるが、そのための開口部および装置は建物の頂上部分のガラスのカーテンウォールによって巧妙に隠される形となっている。セントラルエアダクトによって各階の冷房装置に供給された外気は、地下階からポンプで汲み上げられる冷水によって冷却され、OAフロアの特性を活かした床下空調システムとして各オフィスルームに送風される。今回、これまで米国ではあまり知名度が高くなかった置換換気空調システムが採用されているが、ベンチレーション装置が不要、消費電力の節約という長所だけでなく、室温が高くても効果が得られるということ、冷房という行為自体も抑えることが可能になっている。またフィルター処理や低速の空気流は、粉塵や病原体の飛散を防ぐ役割を果たす。このワン・ブライアント・パークは、米国で初めて全フロアに置換換気空調システムを採用した建築であり、室内の空気は吊り天井の中空層を介して、もしくはトイレやエレベーターの場合は排気ダクトを介して再び吸引・排出される。そのため建主は、この建物から排出される空気が、取り込まれる外気よりも清潔であるとし、この建築そのものがマンハッタンのミッドタウンのためのエアフィルターとしての役割を果たしていると主張している。

- A エアフィルター (集塵率95%)
- B 各階に設置されたエアハンドリングユニット
- C ガスタービン+発電機
- D 廃熱回収+蒸気生成システム
- E 吸気式冷凍機
- F トランス
- G 製氷装置
- H 冷凍機関+熱交換器
- I 氷貯蔵タンク
- J クーリングタワー

環境保護コンセプト:

- ・リサイクル資材の再利用
- ・建材輸送ルート最短化
- ・天然ガスを利用した現地エネルギー供給システム
- ・氷蓄熱システムを採用した革新的な冷却コンセプト
- ・徹底した雨水の回収とその再利用
- ・置換換気空調システムを採用した太陽光溢れる最高の労働環境

- 1 平日の昼間に迎えるであろうエネルギー消費量のピークは、夜間における製氷作業によってカバーされる
- 2 設備室に設置された電動の高性能ターボ冷却装置
- 3 製氷および貯水用のグリコール・スパイラルが組み込まれた貯水タンク
- 4 空調システムを解説したオフィスフロアの断面図 (縮尺なし)
- 5,6 フリントガラス採用することによって視覚的にも高い透過性を実現している
- 7 ファサードの施工図抜粋 (縮尺表示なし)
- 8,9 ガラスパーテーションの採用によってフロアの最深部にまで常に日光が差し込む

エコロジーな水資源利用:

水資源の使用量削減もLEED基準において重要な評価基準のひとつとなっている。下層部分の陸屋根の緑化は、雨水を蓄える役割を果たすだけでなく、屋根面積の加熱を抑制する働きも果たす。さらにこの下層部分の陸屋根、もしくはビル部分の根元を一周する形に配置されたリング状の陸屋根は、ファサードを斜めに打ち付ける雨水をニューヨークの下水道に逃がさず無駄なく回収する。屋上部分で回収される雨水は、特に重要な意味を持っている。この雨水は高層ビルの異なるレベルに設置された4つの雑排水タンクを上から順に満たしてゆき、結果的にポンプで水を汲み上げることなくそのまま利用できる状況を作り出す。また4つのタンク全てが満たされた場合、余剰分はマンハッタンのミッドタウンでも最下層に位置する地下階に設置されたメインタンクに貯水される。このメインタンクには、雨水やシンクからの排水、空調設備に結露する水分などが集められフィルター処理が施された上で、冷房やトイレの洗浄水などに利用される。その結果、公共の下水道を利用するのはキッチンやトイレなどのシンクに限定されることになる。しかし最も節水効果が発揮されるのは、その採用が比較的簡単な無水小便器である。以上、これらの設備によって、同じ規模の建築と比較するとその水道使用量は半分程度に抑えられることになり、これによって年間約50万ドルもの費用を節約できることになる。

ファサード:

ほんの数ブロック離れたニューヨーク・タイムズ本社ビル (DETAIL ドイツ語版 2007/09号) のダブルスキンファサードに対して、バンク・オブ・アメリカ・タワーのファサードは単層である。ダブルスキンファサードや遮光ルーバーなどは、その設置のために広大な面積を必要とするため、設計初期にすですにその採用が見送られたためだ。ファサードの全面にはニュートラルな色彩とその高い日射透過率を理由にフリントガラスが採用され、Low-E コーティングが施された断熱ガラスは日光を適度に遮光する。またセラミック製の網点グラデーションが階上床部分に施されており、これによって日射によって加熱される面積を減少させつつ、画一的なファサードユニットに柔らかな印象を与えている。

労働環境:

全面ガラスの採用によって、オフィスの室内にいる人間はその素晴らしい展望と、光溢れる空間を堪能することが可能となっている。

またこれはニューヨークでは他にあまり例を見ない2.9mという天井高にも拠るところが大いと言える。この開放感、各階の中心部にまで及んでおり、できるだけ大多数の社員に日光を供給、もしくは屋外への視界を確保するためにも各オフィスの内壁にはガラスパーテーションが採用されている。この結果、ワン・ブライアント・パークのオフィスはニューヨークでも最も魅力的なワーキングスペースのひとつに数えられ、LEED基準におけるプラチナ認可にも大きく寄与している。

ガラスのプロパティ:

強化ガラス 2x6,5 mm + 中空層 13 mm
 外側のガラスの内側は Low-E コーティング処理
 階上床に面した部分はセラミック製の網点グラデーション処理
 日射熱取得率 0.39
 ファサードユニットの高さ 2.90 m

太陽光発電パネルとメンブレン構造の融合 ヤン・クレマース

メンブレン素材とは、膜を広範囲にわたって緊張させることによって可視光透過率の高い軽量の建築外壁材を構成することが出来るという非常に魅力的な可能性にあふれている。また『テント』という人類史上において長い歴史を誇る形状を起源に持つ万能型メンブレン素材やフィルム素材は、これまでに実現してきた建築のその多種多様性を見ればわかるように、さらに大きなポテンシャルを秘めていると言っても過言ではない。しかしスタジアムの屋根や空港施設などの広大な面積への設置が宿命付けられていたにも関わらず、これまで太陽光発電パネルを自由荷重型の繊維質構造体に組み込む有効な解決策は見出されてこなかったわけだが、SolarNext社が開発した『PV Flexibles (柔軟型太陽光発電パネル)』は、初めて発電セルを直接メンブレン素材に組み込むことを可能とした。この技術は、ETFE (エチレン・テトラフルオロエチレン) フィルムに組み込まれた柔軟性に優れたアモルファスシリコン製薄型セルによって成り立っており、寿命の長いETFEフィルムや、フッ素ポリマー系に属するPTFE (ポリテトラフルオロエチレン) によってコーティングされたグラスファイバー素材は、その信頼性をより高いものとする。またそれらは通常のPVC (ポリ塩化ビニル) メンブレンに比べ、高い持続性と耐UV性を誇ると共に、『自浄作用』のある表面によって汚れに対してもその長所を発揮する。『PV Flexibles』は特別な基礎構造を必要とせず、例えば一層の屋根やファサードに採用することも可能であり、また空圧によって支えられているクッション構造の外側の膜の代わりに使用することも可能である。その場合、太陽光発電モジュールは、ただ単に発電という機能だけではなく、往々にして必要不可欠である遮光という機能をも果たすこととなり、それによって夏場における温室効果を抑えるだけでなく、冷却によるエネルギーの消費をも抑制することになる。この相乗作用は、内蔵型の太陽光

発電装置の経済性を向上するためにも重要な要素である。薄型の太陽光発電セル自体の開発はスイスにあるヌーシャテル大学によって行われ、現在では新たに創設されたVHF Technologies社によって引き続き開発と改良が行われ、実用レベルにまで至っている。この発電セルは連続的な製造プロセス（Roll-to-Roll Procedure）によって何層にもわたってポリマー系の基盤上に形成されてゆくが、それでもこの発電パネル自体は最終的に約1 μmという薄さに留まるのである。安価なポリマー系の物質を基板として採用することは、他の選択肢であるガラスやスチール系の基板よりもより高い蒸着速度が望まれ、それが結果的には基板をより最適な温度で加工できることを意味する。つまりそれ以外の場合、適切ではない熱にさらされる基板は必然的に支障をきたすほどの変形を余儀なくされることになる。この技術によってもたらされる費用削減の可能性は、世界最大の発電セルメーカーであるQ-Cells社にも、他の技術に群を抜いて優れているものだと評価されており、この技術を採用したシステムの生産コストは、2010年までには既存の比較対象たりうるシステムにかかるコストに比べて70%も抑えることが可能だと言われている。この薄型発電セル技術を採用して生産された発電パネル・ロールは、建築の規模・形状によって異なるニーズに合わせて加工され、調整された上でラミネート加工される。そしてこの発電パネル層は2層からなるEPEフィルムの中に挟まれる形となり、そのフィルム自体の厚さも状況に合わせて変化する。これらの処置によって発電セルは、機械的または電圧的な過剰負荷や、湿気、水分などから効果的に保護されることになる。現在のところこのモジュールの最大規模は、実際に使用されるラミネート加工機の規格に制限されているが（約3 m x 1.5 m）、今後は屋根やファサード、単層、もしくは多層構造のフィルムなどのニーズに合わせて、より大規模なラミネート加工が可能になるように改善してゆかなければならない。また3次元的な複雑な形状に対して、その断面も特別な接着・溶接技術によって結合できるようにならなければならない。この2点が改善されて初めて、『PV Flexibles』は巨大な空圧構造体に組み込むことができるようになるのである。またこの発電パネルを中層、もしくは内側の層に組み込むことも可能であり、それは確かにパネル自体の保護につながる。しかし外側のメンブレンによる日光の屈折効果や、温室効果により中層に位置する発電体の発電量は制限される結果につながるため、やはり外側もしくは表面のメンブレンに発電パネルを内蔵することは必然的に優先されるべきである。

PTFE製メンブレンに組み込まれたPV Flexibles（柔軟型太陽光発電パネル）
空圧構造のプロトタイプ
空圧構造の内部パース

- 1 太陽光発電セル（ロール型）
- 2 ラミネート加工
- 3 PTFEメンブレンに組み込まれラミネート加工された太陽光発電セルが柔軟な形状を描く様子
- 4 2層のETFEフィルムに挟まれたアモルファスシリコン製薄型セル
- 5 太陽光発電セルとエアクッション構造の融合ー外側の膜への設置例

6,7 フレキシブル型太陽光発電セルの大型メンブレン構造への設置例（合成写真：ゴットリーブ・ダイムラー・スタジアム/シュトゥットガルト）

ヤン・クレマース教授（工学博士）
、SolarNext社（Hightex Group/in Rimsting am Chiemsee）のエンベロープ・テクノロジー部門の総責任者にして、シュトゥットガルト専門単科大学でも教鞭をとる。
www.solarnext.de

生産性の予測:

メンブレン構造に組み込まれた太陽光発電パネルの生産性を予想することは、一般的な太陽光発電モジュールに比べ、以下の理由により非常に複雑で難しいものとなる。

- 内蔵型の太陽光発電パネルの設置は、様々な建築デザインによって導きだされる屋根構造やファサードの形状の結果に従属したものとなる。よってスタンダードになりえるようなケースがほとんど存在せず、その結果、規格が統一された製品化、及び開発等が困難である。
- 各々の太陽光発電セルの太陽に対する設置方向は例え同一の建築であっても多種多様であり、フィルムやメンブレンの形状の算出や形成は、その建築の形状や基本構造、荷重の分散方法などに大きく左右されるが、それが結果的に太陽光発電パネルの形状をも決定的に左右する。
- 基本的にその形状は、最低でも1方向、さらに可能な限り2方向にカーブを持たせる必要があり（耐衝撃性）、それができない場合、構造的に不安定である。
- 複雑かつ三次元的な形状は、それによってもたらされる陰影効果の予想をさらに困難なものとする。