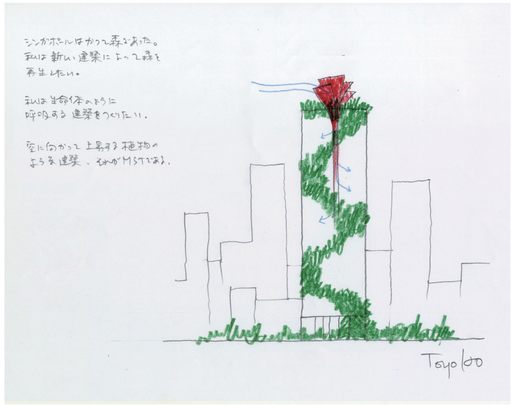
森の再生・呼吸する建築　CapitaGreen

株式会社 竹中工務店
株式会社 伊東豊雄建築設計事務所



新しい建築によってシンガポールの森を再生



2015 年に建国 50 周年を迎えたシンガポールは驚異的な経済性成長を遂げている。都市部を中心に高層建築が次々と建設され世界が認める近代都市国家となり、赤道直下の熱帯雨林気候の土地に機械制御による極めて密閉的でかつ快適な居住空間が提供されるようになった。一方ではこの都市化開発により、かつて存在した豊かな自然が次々と姿を消しはじめている。このシンガポールの状況にCapitaGreen の基本設計を行った建築家伊東豊雄氏は以下のコンセプトを唱えた。
「シンガポールはかつて森があった。私は新しい建築によって森を再生したい。私は生命体のように呼吸する建築を作りたい。空に向かって上昇する植物のような建築それが CapitaGreen である」

Singapore has celebrated its 50th anniversary in 2015 and is showing tremendous economical growth. High-rise buildings are rush constructed in this tropical climate metropolis and providing a mechanically controlled airtight comfortable living spaces, but resulting all the rich greenery and nature to disappear which was the glory of Singapore. Toyo Ito who was the Architect for CapitaGreen has advocated the following concept.
"Singapore was once a sumptuous forest. I wish to resurrect this forest by means of new architecture. My aim is to create architecture that breathes like a living organism. CapitaGreen is a piece of architecture that is like a plant growing towards the sky."

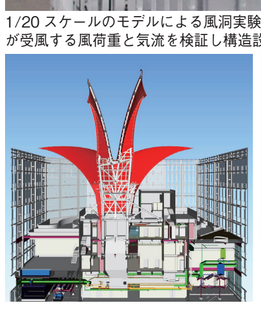
生命体のように呼吸する建築　Breathing Architecture

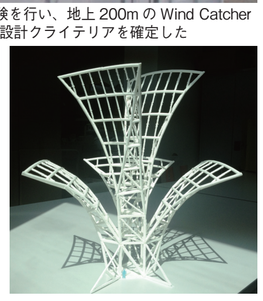


Wind Catcher：中央２枚（高さ 45m）は南北の卓越風を受け、周辺３枚は Sky Forest の清涼な新鮮空気を吸引する。仕上げ材はアルミパネルシングル葺き



1/20 スケールのモデルによる風洞実験を行い、地上 200m の Wind Catcher が受風する風荷重と気流を検証し構造設計クライテリアを確定した



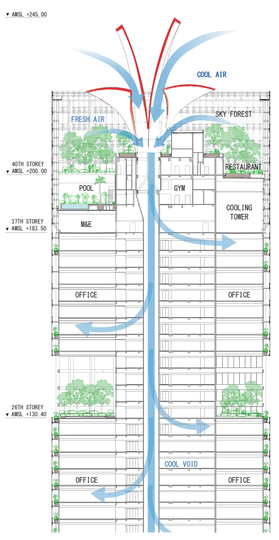


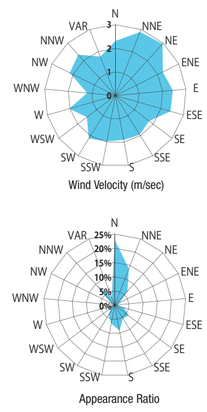
設計から生産に至るまで BIM を活用。幾何学的最適化検討、温度影響による環境検証を実施。３D プリンターは構造架構と工法の検証に利用した

都市空間において快適な居住空間を自然の持つ力（光・水・風）とどこまで共存出来るかに挑戦した。定常的な卓越風が吹くシンガポールの特性を活かし、風の力を利用して事務所空間に清涼空気を供給するシステムの構築、屋上で集積した雨水を植栽の潅水に再利用、そしてファサードと植栽の一体計画により執務空間に入る光と熱を制御した。それはあたかも建築が生命体のように静かに呼吸しているかのように機能している。

Wind Catcher • Cool Void

地上200mの屋上に高さ45mの大型吸気口Wind Catcherを設置、コンセプトの一つである「呼吸する建築」を実証した。この紅白のアルミパネルの色は、デザイン性だけではなく、日射による温度影響の検証の結果採用されたものである。南北に吹く卓越風による誘引力を利用し、地表面よりも2℃低温、かつNO2が50%低減された屋上の清涼空気は、26℃に冷やされたRC造のCool Voidを通過して熱回収され、各階オフィスに供給される。この原理は中東ペルシア地方の伝統建築に見られるWind Catcherの理論に類似しており、その効果に関しては竣工後の実地性能検証で確認した。給気方式を機械動力に依存するだけではなく自然の風のエネルギーを利用し、必然的に大型になる給気口を機能満足だけでなくむしろ機能装置であることを隠蔽するがごとく建物のデザインに昇華させた。





赤道直下の北緯1°17'、東経103°51'に位置するシンガポールでの定常風はほぼ北方向の風となる。
年間平均風速は2.2m/s、地上200mでは約5.4m/sとなる



空に向かって上昇する植物のような建築　Vertical Landscape



バルコニ植栽の前には Green Façade を設置。67% の開口率を有し、植栽育成に必要な通風を確保し、かつ突風から植栽を保護する効果をもたらす。



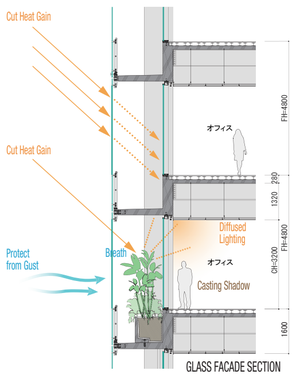
Green Façade、Urban Façade 共に日射熱遮蔽に効果があることを確認。高層執務空間からの外部眺望は数値以上に清涼感と安心感を提供する



6点DGP工法による Outer Skin セミダブルスキンCW.。実大モックアップ、強制落雷実験、強制ガラス破壊実験等を経て、機能性、安全性を検証した

植栽・ファサード・設備の一体設計

シンガポール政府は「City in the Garden」を提唱している。一方で都市開発はその土地の持っていた植樹の伐採を余儀する。このパラドックスに対してCapitaGreenは垂直の森の再生で解答した。再生確保した緑化面積は、5,500㎡の敷地に対して約2倍の10,443㎡を達成し、ヒートアイランド現象に対抗する積極的な提案である。大地からSky Terraceを介して屋上のSky Forestに達する螺旋状に上昇するGreen Façadeは外壁面の55%を占める。建物全体の植栽は集積雨水（20m3/日）及び空調機凝縮水（15m3/日）による再利用水による完全自動潅水システムで維持管理している。



Semi-Double Skin Curtain Wall

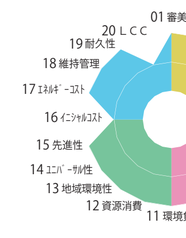
Outer Skin
フレームレスガラス
6点支持DPG工法
Green Façade（開口率67%）
Urban Façade（開口率16%）

Inner Skin
３層 Lowe-E 複層ガラス
ユニット式等圧工法

高性能ガラス
U-value：1.6W/m2K
SC-value：0.32
外装熱貫流率ETTV:38W/m2
（Envelope Thermal Transfer Value）

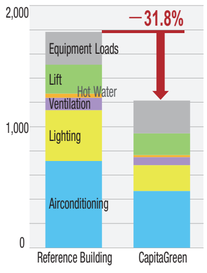
評価項目 ★特に重視したデザインの視点			評価項目に対する設計者のデザイン意図　従前のデザインに比較し、優れている部分、卓越している部分に関して具体的に記述してください。　自己評価欄	0	+1	+2	小計
Form 造形 A.感性軸	01 審美感	★	屋上Wind Catcherは、卓越風を捉える大型給気口としての機能を隠蔽し、植物の花の如く建物の象徴として審美性を追求。外部仕上げは工業製品を排し、植栽とRC化粧打放しにてオーガニックに統一			○	2
	02 調和性	★	周辺は超高層建築が林立した都市景観を構成している。その中で本建物は透明ガラスと爽行きのある緑化した外装により陰影をもたらし、新しい都市景観への提案を込めて街区景観への調和を配慮			○	2
	03 独創性	★	緑化バッファーを持つセミダブルスキンCWは、超高層建築では類例が無く、庇効果による省エネ効果に寄与。床から天井までの大開口による採光と眺望、また窓際の緑化は執務空間に安らぎを提供			○	2
	04 象徴性	★	「呼吸する建築」を具現化する大型吸気口である「Wind Catcher」、「森の再生」を具現化する「グリーンファサード」は遠望からの視認性に優れ、かつ機能を環境配慮デザインに昇華させて象徴的に表現			○	2
	05 完成度		利便性、省エネ、環境配慮型設備機能を有する最新型の高機能オフィスであり、かつ憩いの場としてスカイテラスや屋上庭園なども配置。機能とデザインを融合させ破綻なく「植物のようなな建物」を実現			○	2
Technology 技術 B.機能軸	06 機能性	★	地上200mの屋上から更に高さ45mのWind Catcherは、南北の卓越風を捉えて清浄かつ清涼な新鮮空気を取り入れ、躯体の蓄冷効果により冷やされながら各階に新鮮空気を供給し省エネに貢献			○	2
	07 効率性	★	Wind Catcherから吸気され、各階に供給する外気は、通常は未処理の新鮮空気。当地の熱帯雨林気候を配慮し、雨天時のみ風洞内の結露やカビ育成防止のために供給空気を26℃湿度60%に外気処理			○	2
	08 利便性		快適なオフィス機能を確保した上で、1階には地域に開放したピロティー、中間階には5箇所の4層吹抜けスカイテラスを配置。屋上庭園と合わせて高木を150本以上植樹。建物利用者への憩いの場を提供			○	2
	09 安全性	★	外装は、植栽を配した大判ガラスパネルによるセミダブルスキンであり、幅1.8mの庇兼バルコニーによりメンテナンスの安全性を考慮。ガラスは強制破壊、強制落雷などの実大実験を実施し安全性を検証			○	2
	10 先導性	★	赤道直下で年平均気温が27～28℃のシンガポールにおいて、卓越風を利用した吸気システムは類例を見ない試みである。自然エネルギーの有効利用であり機械的な吸引方式であっても省エネ性を実証			○	2
Environment 環境 C.社会軸	11 環境負荷	★	シンガポール建築建設庁主管（BCA）の環境性能評価「Green Mark」において、最高ランクPlatinumを取得。基準となる建物と比較し、一次エネルギー消費量の30%削減を達成していることによる認定			○	2
	12 資源消費	★	緑化外装、スカイテラス、屋上庭園の植栽の散水に、集積雨水（20m3/日）及び空調機からの凝縮集積水（15m3/日）を再生利用しての完全自動灌水システムを採用。資源消費制御に積極的に寄与			○	2
	13 地域環境性	★	かつてこの地に存在した豊かな緑が都市開発により消滅。当建物の緑化面積（10,443㎡）は敷地面積の約2倍であり、外装緑化率は55%を確保。垂直の森の実現で地域が失った自然を約2倍の植栽で再生			○	2
	14 ユニバーサル性	★	シンガポール建築建設庁（BCA）主管のUniversal Design Awardにおいて最高ランクの「Gold Plus」賞を受賞。身障者・老齢者対策の他、受付の難聴者対策や授乳室の配置など建物の各所で配慮を実施			○	2
	15 先進性	★	環境配慮・省エネ・建物緑化などシンガポール政府が推進している政策を前倒し実践導入。環境技術と共に先進的なモデルを実現。世界的にもCTBUHのBest Tall Building Award Asia Australasia最優秀賞を受賞			○	2
Life Cycle Cost LCC D.経済軸	16 イニシャルコスト		Wind Catcherの各種素材・構造架構は設計から生産まで一貫して採用したBIMによって性能/コスト/意匠/生産性のベスト/バランスで決定。極めて合理的かつ適正価格を達成		○		1
	17 ランニングコスト	★	一般建物のエネルギー消費量と比較し30%削減を達成。モーションセンサーの設置、共用部や外装照明などはLED照明を採用し、交換コストも低減。光熱費は特に大幅なコスト削減を達成			○	2
	18 維持管理	★	外装ガラスと植栽は、各階に設置した庇兼バルコニーにより安全な保守点検スペースを確保。Wind Catcher内部には高低２箇所の点検床を配置し。各階給気用の風洞はゴンドラにより安全に清掃、点検可能			○	2
	19 耐久性		Wind Catcherの素材は屋根材料であるアルミ板材フッ素樹脂塗装、外部仕様のステンレスは全てSS316を採用。耐候性の高い素材の選定と簡易な保守点検アクセスの確保により耐久性を最大限に考慮			○	2
	20 ＬＣＣ		外装のイニシャルコストは一般的な外装より若干高価ではあるが、都市景観への好影響、室内環境の向上、また日射遮蔽で得られる省エネ効果はランニングコストの低減に寄与し、トータルバランスを確保		○		1

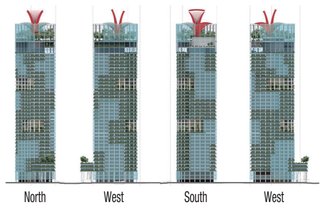
建物名称	CapitaGreen（Market Street Tower）
発注者	CapitaLand・Capitaland Commercial Trust・三菱地所アジア社
建築地	138 Market Street, Singapore
基本設計	伊東豊雄建築設計事務所
実施設計	竹中工務店（申請：RSP）
構造設計	竹中工務店（申請：RSP）
設備設計	竹中工務店（申請：SquireMech）
内装設計	三菱地所設計（オフィス共用部）
施工	竹中工務店
用途	オフィス、飲食、スポーツジム
延床面積	82,003.07㎡（駐車場を除く）
構造・規模	RC・SRC・S造　地上40階 / 地下3階 / 塔屋1階
建物高さ	245.00m +AMSL
工期	2012年1月1日～2014年12月31日
環境・省エネ	Green Mark Platinum（最高クランク）取得





1ST STOREY FLOOR PLAN







経済性・環境性能

CapitaGreenはシンガポールの環境性能評価Green Markにおいて、最高グレードのPlatinumを取得した。標準ビルと比較して30%以上の省エネルギーの設定がBCA(シンガポール建築建設庁)に認定され床面積の2%（約1300㎡）のインセンティブを取得した。またCool Voidの省エネ効果については、シンガポールの年平均気温29℃の外気はCool Voidの冷却効果により26℃に冷やされ、削減される熱エネルギーは建物全体の年間エネルギー消費量の約2.4%に達する。30%のエネルギー削減達成による1,300㎡の賃貸面積の増加は環境面、経済面の向上に寄与する。小さな一歩ではあるが、大きな前進につながることを確信する。