

Green Building 評価法に関する調査研究

○倉科大地¹⁾、全 貞ユン¹⁾、田村 明弘¹⁾¹⁾ 横浜国立大学

The Research on Green Building Evaluation Tools

Daichi Kurashina¹⁾, Chungyoon Chun¹⁾, Akihiro Tamura¹⁾¹⁾ Yokohama National University

Concerns about environmental issues and good building design have given rise to new terms such as 'Green Buildings' or 'Sustainable Buildings'. In the architecture field, various tools used to evaluate the 'green-ness' of a building have been developed: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), BREEAM-Canada, Hong Kong Building Research Establishment Environmental Assessment Method (HK-BEAM), GBTool, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). This paper discusses and evaluates Green Building evaluation tools. Our previous research defined a green building as a good balanced building in terms of energy efficiency, low impact on the environment, and environmental comfort. In this report we analyzed quantitative numerical items from all of the evaluation items. This paper will present information about standard and numerical values used in these Green Building evaluation tools.

近年、地球環境に対する関心が高くなるにつれ、建築の分野でも地球環境への負荷が少ない建物としてグリーン・ビルという言葉がしばしば聞くようになった。このグリーン・ビルを評価するための評価ツールや認証システム、ガイド、チェックリスト、ラベル、ソフトウェア、などがこの 10 年間色々な国で開発され、実施されている。我々はこの世界で開発され、実施されているグリーンビル評価ツール全般を調査し、整理することによって、グリーンビルとは、「エネルギー効率」、「地球環境への低負荷」、「室内の快適性」の主に 3 つに配慮している建物であると結論した。¹⁾

本報ではその評価ツールの評価項目の詳しい内容を分析した。それによりグリーンビルを実現させるために具体的にどのような努力が行なわれているかを知ることができると考えたためである。

今回分析対象とした評価法は一般的に良く知られており、評価内容が比較的公開されている GBTool、BREEAM、HK BEAM、BREEAM Canada、LEED であり、この中には住居用評価法が開発されてない評価法があるため、オフィス評価法のみを分析対象とした。また、評価項目には定性的なものと定量的なものがあるが、今回は客観的分析が容易な定量的評価項目のみを抽出した。

Table1 に海外の主な 19 の評価法とそれらの評価項目を示す。この中から今回は 5 つの評価法に絞った。以下にその 5 つのツールの簡略な概要を述べる。

■GBTool

「科学者・設計者・施工者に対して国際的な場でグリーンビルの総合的な性能及びそれによる効用の進歩の状況を知らせ、また建物の性能評価手法を開発して施行しその結果を公表すること」を目標として、カナダ政府資源庁の呼びかけにより 14 ケ国が参加した国際的な取り組みである GBC'98 が開かれた。

そこで「国・地域・建物の特性に適したように評価方法を変形することができるグリーンビルの設計指針」を目標として GBTool が開発された。評価対象は新築・既設事務所ビル、学校建築、集合住宅である。GBC'98 の参加国は、日本以外は欧米諸国であったが、今年オランダで開催が予定されている Sustainable Building 2000 (GBC 2000) にはオーストラリア、チリ、香港、韓国、南アフリカが加入する予定であり、さらに国際的な取り組みとなる。

■BREEAM

建物と建設、火災の防止・監視に関して研究する機関である BRE (Building Research Establishment) と、エネルギーと環境のコンサルタントである ECD Energy and Environment によって 1990 年にイギリスで初版が開発された。「所有者・居住者・設計者・運営者の環境配慮の自覚を高め、法律よりも厳しい基準を定めて最良の設計・運営・維持・管理を奨励する、そしてそれらの建物を区別し認識させること」を目的としている。これを基としてカナダ (BREEAM Canada)、香港 (HK-BEAM)、ニュージーランド (Green Home Scheme)、ノルウェー、シンガポールなどにも広がった。評価対象は新築・既設事務所ビル、新築住宅、新築工場、新築大規模店舗である。

■HK-BEAM

REDA (the Real Estate Developers Association) と HKPU (the Hong Kong Polytechnic University) によって 1996 年に香港で BREEAM を基に開発された。新築・既設事務所ビル、新築居住建物を対象とする。

■BREEAM Canada

BRE と ECD Energy and Environment Canada によって 1996 年にカナダで開発された。評価対象は既設事務所ビルである。

■LEED

建築産業のあらゆる分野からの代表で構成される U.S. Green Building Council によって 1996 年にアメリカで開発された。グリーンビルの決定的な基準を提供することを目的としている。評価対象は新築・既設商業建築、公共建築、高層居住建築である。

Table2 はこれらの五つの評価法の評価項目の中から定量的なもののみを抽出したものである。5つの評価手法の定量的評価項目を比較してみた結果、定量的項目は主に室内環境、資源、敷地、交通に関する項目に見られた。GBTool は全評価項目数が多いため定量的評価項目も多く細かな内容となっている。また、国別参照建物との比較項目まで含めるとその数はより多くなる。一方、BREEAM Canada、HKBEAM は全評価項目数が少ないため定量的項目も少なかった。LEED は約半分、BREEAM、BREEAM Canada、HKBEAM は全評価項目数の 2~4 割ほどが定量的なものとなっている。LEED、HKBEAM は ASHRHE などの既存の基準を採用し

ている項目が多かった。LEED は騒音に関して、BREEAM 系は温熱環境に関して定量的項目はなかった。

定量的項目は定性的項目に比べて、制定までかかる時間と努力が大きいと思われる。しかし、これらグリーン・ビル評価法は建物の環境性能評価という面以外に今の段階ではガイダンス・広報の意味も大きいと思う。そのような面から考えると、定量的項目はユーザに達成目標を明確に提示できるという面から有効ではないかと思われる。

なお、環境性能評価法は他の性能評価法と違って、建物の地球環境への負荷がいかに少ないかを評価する方法ではあるが、室内快適性の問題を軽視すると「不快であるが倫理的に我慢すべし」建物を作る危険性があると思われる。長く使われるグリーンビルを作るためには室内の快適性と環境への低負荷のバランスを取ることが大事だと思われる。

1) 全貞ユン他：海外の Green Building 評価ツールに関する動向調査 その 1・その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp919-922、2000 年 9 月

<Table 1> Foreign Green Building Evaluation Tools and Main Categories

GBTool		BREEAM 98 for offices		Environmental Standard: homes for a greener world (BREEAM)	
資源消費	Resource Consumption	管理	Management	地球環境と資源の利用	Global issues and use of resources
環境負荷	Environmental Loadings	健康と快適	Health and comfort	地域環境	Local issues
室内環境	Quality of Indoor Environment	エネルギー	Energy	室内環境	Indoor issues
長期耐用	Longevity	交通	Transport	BREEAM/Green Leaf	
LCMプロセス	Process	水資源	Water	地球環境	Global issues
近隣環境適合	Contextual Factors	材料	Materials	地域環境	Local issues
BREEAM/New Industrial Units. Version 5/93		敷地利用	Land use	室内環境	Indoor issues
地球環境と資源の利用	Global issues and use of resources	地域生態系	Site ecology	温熱的快適	Thermal comfort
地域環境	Local issues	汚染	Pollution	安全性	Security
室内環境	Indoor issues	BREEAM Canada		オフィスレイアウト	office layout
The City of Austin's Green Building Program		Part1		Eco-Quantum	
エネルギー効率	Energy efficiency	地球環境と資源の利用	Global issues and use of resources	資源枯渇	Raw material depletion
水資源	Water efficiency	地域環境	Local issues	気体排出	Emissions
建築材料	Materials efficiency	室内環境	Indoor issues	エネルギー消費	Energy consumption
健康・快適性	Health and comfort	Part2		廃棄物	Waste
地域性	Community	地球環境と資源の利用	Global issues and use of resources	Green Home Scheme	
The Advanced Houses Program		地域環境	Local issues	地球環境	Global issues
エネルギー効率	Total purchased energy	室内環境	Indoor issues	地域環境	Local issues
室内の健康・快適性	Indoor comfort and health	環境政策	Environmental Policy	室内環境	Indoor issues
環境性能	Environmental features	Energy Star label for buildings		EcoProp	
BEPAC		物理的属性	Physical attributes	conformity to business processes	Conformity to business processes
オゾン層保護	Ozone Layer Protection	運営特性	Operating characteristics	ライフサイクルコスト	Life cycle costs
エネルギー消費による環境への影響	Environmental Impacts of Energy Use	エネルギー消費	Energy consumption	敷地	Location
室内環境品質	Indoor Environmental Quality	室内汚染物質の制御	Control of indoor air quality	室内環境	Indoor conditions
省資源	Resource Conservation	換気	Ventilation	設備の寿命と劣化リスク	Service life and deterioration risk
敷地と交通	Site and Transportation	温熱的快適	Thermal comfort	順応性	Adaptability
C-2000 Advanced Commercial Buildings Program		照度	Lighting levels	運営時の環境負荷	Environmental loads
エネルギー効率	Energy efficiency	HK-BEAM		Embodied environmental loads	Embodied environmental loads
環境負荷	Environmental impact	地球環境	Global issues	安全性	Safety
室内空気質	Indoor air quality	地域環境	Local issues	近隣環境への負荷	Loadings to immediate surroundings
快適性	Comfort	室内環境	Indoor issues	Process requirements	Process requirements
LEED		BEARS		BEES	
景観維持計画	Planning Sustainable Sites	地球環境	Global issues	地球温暖化	Global warming potential
エネルギー効率の向上	Improving Energy Efficiency	地域環境	Local issues	酸性雨	Acidification potential
材料と資源の保護	Conserving Materials and Resources	室内環境	Indoor issues	Nutrition Potential	Nutrition Potential
環境の質の向上	Enhancing Environmental Quality	PIMWAQ		天然資源の枯渇	Natural resource depletion
水資源の保護	Safeguarding Water	汚染	Pollution	室内空気質	Indoor air quality
設計の向上	Improving the Design/Build Process	自然資源	Natural resources	固形廃棄物	Solid Waste
		健康	Health		
		自然生態学的多様性	Natural biodiversity		
		食品生産	Food production		

<Table 2> 5 Evaluation Tools and Quantitative Numerical Items

	GBTool (日本版)	BRFFAM98	BREEM Canada	HKBEAM (office)	LEED2.0
騒音	Appropriate noise attenuation through the building envelope	評価対象建物の下から3フロアの窓の透過損失が25dB以上(0), 30dB以上(3), 40dB以上(5)	小さいオフィスでは40dB LAeqT以下、大きいオフィスでは45dB LAeqT以下にする	Indoor noise ambient noise levelsが45dB以下 (private office, 小会議室), 50dB以下 (large office)	Noise during construction Noise from the building background levelより5dB以上低い(7~23時) background levelを超えない(23~7時) BS 4142, Environmental
	Transmission of building equipment noise to workplace areas	執務空間の室内騒音レベルが40dB A以下(0), 35dB A以下(3), 30dB A(5)以下			外部騒音、空調騒音 private office, 小会議室: 40dB LAeq,T=8hr or 45dB LAeq,T=30min large office: 45dB LAeq,T=8hr or 50dB LAeq,T=30min
視環境	Daylighting of workplace areas	評価対象建物の最下の基準階において外壁から5mのところで執務空間の昼光利用が不可能(-2), 0.5%可能(0), 1.5%可能(3), 3%可能(5)	net lettable office areaの少なくとも80%が十分に昼光照明されている	Lighting 設計はIESNA Lighting Handbook and VDT Lighting に従う	Interior lighting ランプ: CIE colour rendering index 80以上 (1A, 1B) 設計: CIBSE Code for Interior Lighting, CIBSE Lighting Guide LG7, CIBSE TM10
	Illumination levels in workplace areas	エネルギー消費量20W/m ² 程度の照明負荷(0), 15W/m ² 程度(3), 10W/m ² 以下(5)	視界を保つため全執務空間が窓から最大7mの距離にある		Light Pollution Reduction Daylight and Views
	Colour rendition	主な執務空間の管球の演色評価数が55以下(-2), 65以上(0), 75以上(3), 85以上(5)			
	Visible light transmission factor	評価対象建物の執務空間に近いガラスの可視光透過率が25%以下(-2), 40%(0), 60%(3), 85%以上(5)			
	Visual access to exterior	平面計画と室内の配置が景色への視界を制限し、執務机から外壁までの最大距離が20m以上(-2), 10m(0), 8m(3), 6m(5)			
空気質	Filtration performance in HVAC systems	冷暖房空調換気システムにおける空気浄化システムは、比色法あるいはそれ同等の効率で1.5ミクロン粉塵粒子に対して25%(-2)の捕集効率である。30%(0), 50%(3), 60%(5)	少なくとも30%の窓が開閉できる	Air quality 換気: CSA Guideline for Managing Indoor Air Quality フィルター: ASHRAE Standard 52-7642	Indoor air quality 外気取り入れ口は地上から50m以上上に、取り入れ口と排気口は10以上離れている、(ASHRAE 62) 換気率は8 1/2 /s/person以上 (Non-Smoking)
			空気取り入れ口と排出口が10m以上離れている	Radon 200Bq/m ³ 以下	HVAC system commissioning CIBSE and BSRIA guidelines
			空調機械換気システムに少なくとも30%の新鮮空気が提供される		Increase Ventilation Effectiveness
					Thermal Comfort
温熱環境	Maintenance of acceptable indoor thermal conditions	重要な空間の室温が許容快適範囲より暑いあるいは寒い時間が設計上1年間の執務時間の15%以上(-2), 10%以上(-1), 5%以上(0), 2.5%以上(3), 常に快適範囲(5)			
	Maintenance of acceptable relative humidity during heating season	暖房期を通して執務域相対湿度を40~70%に維持できる設計手法がない(0) 取り入れられている(5) (ビル管理法による)			
	Maintenance of acceptable relative humidity during cooling season	ビル管理法による			
資材とリサイクル	Dedicated recycling storage and handling areas and systems	再生利用のための保管・分別取り扱い設備がない(0), 1m ² の保管場所あたり利用床面積が最大1000(1), 750(3), 500(5)m ²	Green Guide to Specificationに従い、upper floor slab、外壁、屋根、窓の仕舞書で80%以上がA評価を得る	Recycling of materials 分別貯蔵設備が2 m ³ /1000m ²	Facility for recycling materials 分別貯蔵設備が2 m ³ /1000m ²
	Minimum use of scarce material resources	型枠合板について、熱帯雨林材の削減が35%未満(0), 35%以上(3), 50%以上(5)	既存ファサードの50%以上が再利用	Recycled materials 廃棄物や副産物の50%以上含む壁・床材の50%以上明確にする Concrete aggregate: British Standard	Building Reuse 建設、廃棄、整地時廃棄物の50%再活用で(1), 75%で(2), さらに建物の50%以上外皮・枠なしで(3)
			主要構造の80%以上(建物容積で)が再利用		Resource Reuse 建築材料中リサイクル、あるいは再活用材料を5%明示で(1), 10%明示で(2)
					Recycled Content 一般再活用材料を最低重量平均で20%、あるいは産業リサイクル材料を40%、を含めて総建築材料の25%以上を明記。(1) 一般再活用材料を最低重量平均で20%、あるいは産業リサイクル材料を40%、を含めて総建築材料の50%以上を明記。(2)
					Local/Regional Materials 半径500マイル以内で製造された建築材料の少なくとも20%明示(1) 地域の材料のうち、500マイル以内で extracted, harvested, recoveredされたものを少なくとも50%明示(1)
					Certified Wood Forest Stewardship Council guidelines公認の木材ベースの材料を少なくとも50%使う(1)

	GBTool(日本版)		BREEAM98	BREEAM Canada		HKBEAM(office)		LEED2.0	
* ozone depletion potential			ODPゼロの冷却剤か、冷却剤を使わない	Ozone depletion	冷却剤のODPがゼロ(1)、0.06以下(1)	Ozone depletion	冷却剤のODPがゼロ(2)、0.03以下(1)	*CFC Reduction in HVAC & R Equipment	HVAC システムでCFCベースの冷却剤の使用ゼロ、あるいは段階的撤去(必修)
CO ₂			CO ₂ 排出量0~160(kg/㎡/yr)まで15段階	Carbon dioxide emissions	0~170(kg/㎡/yr)まで10段階				
NO _x			boiler plant内のburnerのNO _x 排出量が、100-200、70-99、40-69、40mg/kWh以下	Acid rain	NO _x の排出量200mg/kWh以下				
水資源			予測水消費量10-20m ³ /人/年、5-9、5以下	Water conservation	最高で6リットルの流水量のトイレ			Water Efficient Landscaping	高性能の灌漑技術使用、あるいは雨水やリサイクル水の使用により灌漑のための水道水の消費を従来より50%削減(1) 雨水あるいはrecycled site waterの100%使用により従来の水道水を100%削減、あるいは永久的灌漑システムを設置しない。(1)
								Innovative Wastewater Technologies	建物汚水運搬用として市が提供する水道水を最低50%削減、あるいは第3の基準に沿って雨水を100%浄化(1)
敷地	Efficiency of land use	全敷地面積に対し建築面積、地上の駐車場、通路面積の合計が同等(0)、15%以上少ない(1)、25%以上少ない(2)、35%以上少ない(3)、45%以上少ない(4)50%以上少ない(5) 郊外では同等、30、50、60、70、80%	50年以内に建物が建てられていたか、工業目的に使われていた					Site Selection	以下の敷地に建物を建てない:農地トラスとに定義されてある第一農耕地。40CFR, Parts 230-233、そしてPart 22、あるいは地方の法律などによって定義されている湿地から100feet以内、FEMAの100年floodエベレーションより5feet以上低い敷地。(1)
								Reduced Site Disturbance	緑地に対する土木工事や植木の除去などを建物から40feet以内に収める。主要幹線道路から5feet以内、浸透性舗装地域から25feet以内。あるいは、既に開発された地域で空き地の50%以上の自然を回復させる。(1) その地方のオープンスペース要求の25%を超えることにより、建物、道路、駐車場などを含む開発の足跡を削減する。(2)
交通	Proximity to public transportation	公共交通機関より1km以上離れている(0)、ビジネス時間一般定期運転されている公共交通機関が500m(3)、300m(5)以内の歩行距離にある	公共交通網へ500m以内で、市の中心地へ15分間隔で行ける	Transport	500m以内に少なくとも1つのバス・路面電車停、電車・地下鉄の駅があり、ラッシュ時に15分ごとにはあること			Alternative Transportation	通勤電車より1/2マイル以内、あるいは2個以上のバス路線から1/4マイル以内。(1) 居住者の5%以上を収容できるシャワーや着替え室を含んだ自転車置き場を設置する。(1) その敷地の駐車容量の3%に代価燃料ステーションを設置する。液体あるいはガス燃料施設は独立換気されるか、屋外に位置すること。(1) 駐車場はその地方の最低要求を超えないと同時に、総居住者の5%以上に相乗りを促進させる駐車場を提供する。あるいは新しい駐車スペースを作らないと同時に、総居住者の5%以上に相乗りを促進させる駐車場を提供する。(1)
	Proximity to appropriate amenities and services	500m以内に何の商店もその他の個人的サービスもない(0)、400m以内(3)、近隣(5)	公共交通網へ500m以内で、主要交通機関へ30分間隔で行ける						
	Locational factors that may affect commercial transport usage	全種類の事務所ビルサポートサービスを供給するセンターから車で30分以上の距離(0)、30分以内(3)、15分以内(5)							
その他	Adequacy of floor-to-floor height for future uses	すべての階の階高が3.5m未満であり、将来における他の利用への変更を困難にする構造的要素を含んでいる(-2)、3.8m未満(0)、4.0m未満(3)、4.0m以上で将来における他の利用への変更を困難にする構造的要素がない(5)	自然水路・市営水路への流入量を50%削減でき、またoil interceptor/filtrationなどが設置されている設備がある			Legionella bacteria from wet cooling towers	Code of Practice Prevention of Legionnaires Disease (in H.K.)	Landscape and Exterior Design to Reduce Heat Islands	駐車場や歩道、プラザなどの屋根でない不透水性の表面の30%に日よけを設ける(5年以内)、または反射率0.3以上のlight colored/high-albedo materialsを屋根でない不透水性表面に使う、または駐車場の50%以上を地下に造る、または駐車場の50%以上をopen-grid pavement systemを使う(1) ENERGY STAR Roofにしがたって、高反射性 (ASTM E408に従い最初0.65で3年後0.5以上)で低放射線の屋根を屋根の75%以上に使う、または屋根の50%を緑化する(1)
	Provision of change facilities	更衣・シャワーの施設がない(0)、長期駐輪20台毎に設備が1~10ある(3)、10台毎に1~10ある(5)				Biological contamination	Code of Practice Prevention of Legionnaires Disease (in H.K.)	Stormwater Management	現在の不透水性が50%以上なら、豪雨時の雨水量を25%削減できる管理計画がある(1) 平均的な1年間のpost development total suspended solidsの80%と、post development total phosphorousの40%を除去できるシステムがある(EPA 840-B-92-002.1/93X1)
	Specification of construction and demolition waste strategy	混合廃棄物の排出量100kg/延㎡以上(-2)、60kg程度(0)、30kg程度(2)、15kg程度(4)、10kg以下(5)				Electrical energy consumption	CIBSE Code for interior lighting、照明:15、18、21W/㎡以下 年間空調電力消費90~150kWh/㎡/year	Controllability of Systems	外周壁の15フィート以内に、すべての居住域で200s.f.につき最低1つの開閉窓と照明制御域を設ける(1) 中央一般居住域の50%に、気流、温度、照明の個々の制御を設ける(1)
	Interference with access to daylight of adjacent property	最も近い施設の地面にある建物から評価対象建物の屋根の仰角が70°(0)、55°(3)、30°以下(5)				Electrical maximum demand	ピーク電力が120~160VA/㎡	*Minimum Energy Performance	ASHRAE/IESNA 90.1-1989または地域エネルギー規則で要求されるエネルギー性能を満たす設計(必修)
	Interference with access to winter sun of adjacent property	建築基準法で定める水準(0)、基準の50%以下(3)、20%以下(5)						Optimize Energy Performance	ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1989にある規定されたエネルギー要素のエネルギーコスト予算と比べて設計エネルギーコストを削減する(新築20~60%、既築10~50%)(2~10)
	Solar heat absorption and re-radiation from building surfaces	評価対象建物の影のない主たる水平面、および影のない硬い外構の日射吸収率が90%(0)、75%(1)、60%(2)、45%(3)、35%(4)、30%(5)							
	Reflected glare from building surfaces	評価対象建物の日射に対するガラスの外反射率が40%以上(0)、30%以上(1)、25%以上(2)、20%以上(3)、15%以上(4)、10%以下(5)							
	Adverse wind conditions at grade	評価対象となる事務所ビルの高さが周囲の建物の3倍以上で50m以上(-2)、50m以下・3倍以下(0)、50m以下・2倍以下(3)、30m以下・2倍以内(5)							

* ODPとは、特定の化学物質によるオゾン層破壊度の相対尺度である。数が多いほど危険度が高く、CFC11が最も影響度が高くODPIは1である。