神戸市エコロジー建築の環境効果及び維持管理に関する追跡調査とその考察

FOLLOW-UP SURVEY AND ITS STUDY ABOUT ENVIRONMENTAL EFFECT AND MAINTENANCE CONDITIONS OF ECOLOGICAL ARCHITECTURE BY KOBE-CITY GOVERNMENT

沖 正彦 — * 1 森山正和 — * 2
竹林英樹 — * 3

Masahiko OKI — * 1 Masakazu MORIYAMA — * 2
Hideki TAKEBAYASHI — * 3

キーワード：
神戸市, エコロジー建築, 環境効果, 維持管理状況, 追跡調査

Keywords:
Kobe-city government, Ecological architecture, Environmental effect, Maintenance conditions, Follow-up survey

Kobe-city government has made an effort to adopt ecological architecture methods into public buildings from 15 years ago. As result, many ecological buildings have been constructed, but environmental effect and maintenance conditions of those ecological architecture methods aren't made clear enough. So we have carried out the survey about those matters by questionnaire's papers and hearings to the caretakers of those public buildings. In this paper, we report the results and its study.

1. はじめに

1. 1 研究の背景

1960年代の初頭からドイツを中心として建築と都市に対するエコロジーの観点からの議論や試みが様々な形で活発化してきた。日本では建築学会の機関誌である「建築雑誌」の1984年6月号に「エコロジーと建築」の特集が生まれ、広範囲の識者から多彩な議論が展開され、当時の課題や今後の進むべき道が示された。^{1)~5)}

1990年代に入り地球温暖化問題が浮上してくると、建築物のライフサイクルを通じたCO₂の排出が、温暖化の一因として挙げられるようになり、その対策としてエコロジー建築が有効な手法として脚光を浴びることとなった。

神戸市が公共建築物にエコロジー建築の概念を導入してから既に15年以上経過しており、建築の寿命を一般的な50年余と考えると既に1/3程度経過している。建築設備に至っては、早い機器は更新を迎える時期でもある。この間、施設管理者により施設の運営、維持管理が行われてきたが、エコロジー建築の各要素の現在における機能維持状況、これまでの維持管理内容、環境効果の実態や光熱水費の定量的な把握等については、十分な検証が行われていない。

ここでエコロジー建築の要素とは、「神戸市エコロジー建築マニュアル」において示された敷地計画、建築、設備及び工法・施工の各項目の内容を細分化し具体化された対策手法であり、「2. 神戸市エコロジー建築の概要」で詳述する。

1. 2 研究の目的

本研究では、神戸市の公共施設の内、エコロジー建築の要素が導入された一般施設と教育施設を対象として、施設管理者への書面に

よるアンケートとヒアリングを含めた現地調査により、各エコロジー建築要素の①環境効果(温熱・光)、②使用の容易さ及び③維持管理についての実態を明らかにすることを目的とする。

ここで一般施設とは行政庁舎、福祉施設、文化施設等で教育施設を除くものであり、教育施設とは小学校、中学校、高等学校である。

平成18年度までにエコロジー建築の要素が導入された施設は45施設あり、その内一般施設は20施設、教育施設は25施設である。アンケート調査は、一般施設13施設、教育施設25施設、総数38施設で実施した。ヒアリング調査は、地域福祉センター(小学校区単位にある、まちづくりの活動拠点と呼ばれる250㎡程度の施設)2施設、アンケートの回答があった30施設の内9施設(一般施設4、教育施設5)と回答の無かった1施設(一般施設)の総数12施設で実施した。

2. 神戸市エコロジー建築の概要

神戸市では、1994年に「神戸市エコロジー建築マニュアル(基本編)」を作成した。⁶⁾1995年1月17日の阪神淡路大震災を経て、従前の環境に配慮する目的に加えて防災対策としての自然エネルギー利用という観点を追加し、1997年に「神戸市エコロジー建築マニュアル(実施編)」を作成した。⁷⁾

1998年からは、エコロジー建築要素の導入に際して検討すべき項目をチェックリスト様式にまとめ、設計時と工事施工時にこれを点検することでエコロジー建築要素の採用に一層の確実性を担保した。

神戸市におけるエコロジー建築の定義は、「環境に対する負荷の軽減に配慮し、利用者や居住者が健康で快適に暮らせるために、自然

¹⁾ 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻 博士後期課程
(〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

²⁾ 摂南大学理工学部住環境デザイン学科 教授・工博

³⁾ 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻 准教授・博士(工学)

⁴⁾ Dept. of Arch., Graduate School of Engineering, Kobe Univ.

⁵⁾ Prof., Dept. of Living & Environmental Design, Setsunan Univ., Dr. Eng.

⁶⁾ Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Kobe Univ., Dr. Eng.

環境の持つ潜在的な力を活かすよう工夫された建築」としており、基本的には次の6つの視点で取り組まれている。

- ① 長い目でみた建築　ーライフサイクルコスト、ライフサイクルエネルギーの低減ー
- ② 自然の持つ潜在力の活用
- ③ エネルギーの有効利用　ー化石エネルギーのカスケード利用ー
- ④ リサイクル　ー自然の持つ循環系への取り込みー
- ⑤ 公共建築の先導的役割　ー次代の先取りー
- ⑥ 自然環境保護の意識　ー他の生物との共生ー

「神戸市エコロジー建築マニュアル」は、これらの視点を具現化するために敷地計画、建築、設備及び工法・施工の項目毎に取り組むべき内容をまとめ整理したものである。これらの項目における具体的な対策手法となるものが、エコロジー建築要素である。^{注1)}

3. アンケート調査の方法と結果

3. 1 アンケート調査の方法

アンケート調査を実施した38施設は、新築・改築された施設であり、神戸市役所内のメール便によりアンケート依頼書を送付し回答を得た。なお、改築は旧施設があった現地での建て替えであり、実質は新築である。また改修工事は対象から除外した。

調査対象施設の竣工年度別の施設数、施設の規模と用途別内訳を表1に、アンケートの調査項目を表2に示す。

3. 2 アンケート調査の結果

アンケート調査の回答は30施設（一般施設8、教育施設22）から

表1. 調査対象施設

		教育施設			一般施設		
延床面積		約3,000～9,000㎡			～1,000㎡	1,000～5,000㎡	5,000㎡～
用途		小学校	中学校	高等学校	消防署(出張所)	消防署、共同調理場、自然教育施設、公園	体育館、環境施設、総合福祉施設、区総合庁舎
竣工年度 (平成)	6～9	7	6		2	1	1
	10～13	3	2			4	3
	14～18	5	1	1 (32,000㎡)			2
計		25			2	5	6

表2. エコロジー建築のアンケート調査項目

項目	質問内容	回答方法
施設の光熱水費	毎月の光熱水費の金額の把握	有・無の選択
	光熱水費削減の工夫	有・無の選択
	工夫の内容	記述
エコロジー建築に対する認識	エコロジー建築の名称の認識	有・無の選択
	エコロジー建築の内容の理解	有・無の選択
施設への導入要素に対する認識	施設への導入に対する施設管理者の認識	有・無の選択
	施設管理者による導入要素の選択	表4から選択
	導入要素の効果への感想	記述
導入要素の現況	導入要素の機能の状態	可・不可の選択
	不十分な機能の状況	記述
その他	省エネ等に関する質問・意見	記述

あり、回答率は一般施設で62%、教育施設で88%、全体では79%であった。概ね高い回答率であった。

1) 施設の光熱水費に関する認識と削減の工夫

光熱水費は、一般施設で1か所、教育施設で5か所、把握されていなかった。教育施設では、教育委員会が市内全校の光熱水費を一括で支払っているが、毎月の光熱水費は学校側には連絡されているので、施設管理者には注意して把握することが求められる。施設管理者は光熱水費に不合理な変化があれば、その原因を究明し迅速に対処するとともに、また職員や生徒の啓蒙にも利用するべきである。

光熱水費の削減の工夫は、ほとんどの施設で行われているが、わずかに教育施設1か所でできていなかった。光熱水費の削減がCO₂発生抑制につながると言う意識も浸透していると思われる。

工夫の内容はハード面とソフト面に分類された。ハード面の工夫はエコロジー建築要素の導入等である。ソフト面の工夫は施設管理者が自ら立案し、意欲を持って取り組んでいるものである。具体的には節電・節水や空調機の管理など、使用に対する制約を設けたり、ノー残業デーの設定や各種の啓蒙を行ったりと多様である。教育施設で多くの取り組み事例が見られたのは、先生の意識が高いことと教育的な啓蒙の意図と思われる。

2) エコロジー建築に対する認識

施設管理者がエコロジー建築の名称や内容を理解し、管理している施設への導入要素を認識しているかの結果を表3に示す。

エコロジー建築の名称自体は比較的認識されているが、その内容については特に教育施設であまり理解されていない。施設への導入要素の認識は、名称の認識度合に対応した関係を示している。

教育施設で内容の理解が不十分なのは、回答者である施設管理の責任者の教頭先生が、エコロジー建築の正確な定義を理解されていないと言うことである。人事異動の周期が短かく、十分な引き継ぎや施設の把握ができていないことが一因になっている。

表3. 施設管理者のエコロジー建築についての認識度合

	名称の認識			内容の理解			施設への導入要素の認識		
	ある	ない	未記入	知っている	言葉は認識、内容は不明	未記入	知っている	導入は認識、内容は不明	知らない 未記入
一般施設	6	2	0	6	0	2	7	0	1
教育施設	16	5	1	9	7	6	14	1	5
計	22	7	1	15	7	8	21	1	6

3) 施設への導入要素の認識

施設管理者に施設へ導入されている個々の要素をリストアップしてもらった。要素毎の回答数を表4に示す。実際に導入されている要素数を併記した。

施設管理者が導入されている要素を認識している割合は約80%と高い。教育施設ではエコロジー建築の内容を理解できていない場合が多かったが、その場合でも導入要素の列挙はできていた。エコロジー建築が環境配慮対策として、まだ十分に理解されていないことを反映していると思われる。

表 4. 導入要素数及びアンケートによる回答要素数

大項目	中項目	小項目		エコロジー建築要素 (例)	導入済要素			アンケート			
								回答要素			
					一般	教育	計	一般	教育	計	
敷地計画	配置	気候	①	自然風の利用		1	1		1	1	
	外部空間	外部の緑化	②	植物の育成、 土壌乾燥の防止		2	2		2	2	
		生態系の育成	③	ビオトープ	1	8	9	1	6	7	
建築	ブランニング	風	通風	④	小屋裏換気、垂直通風、壁体内の通気、 ケルチューブ、中庭等	1	3	4		3	3
			気流	⑤	天井扇風機、空気循環システム、ヒートチューブ	1	2	3	1	2	3
		光・熱	採光	⑥	トップライト、高窓	3	7	10	1	7	8
			遮光	⑦	ルーバー、庇		2	2		2	2
			採暖	⑧	空気集熱床暖房システム、サンルーム		3	3			
		断熱	⑨	外断熱、中斷熱、二重建具	1		1				
		緑の活用		⑩	屋上緑化	1	6	7		5	5
					壁面緑化	1		1			
		外構		⑪	透水性舗装	1		1	1		1
					浸透枳	1		1	1		1
設備	自然エネルギー	太陽光		⑫	太陽光発電	2	10	12	2	9	11
					太陽熱温水器、 太陽熱温水床暖房	5		5	4		4
	風力	⑬	風力発電	1	3	4	1	2	3		
		空調		⑭	空調機の高効率化、 熱交換換気	2	1	3	2	1	3
					氷蓄熱	1		1			
	省エネルギー	給排水		⑮	雨水利用	4	21	25	4	16	20
					井戸水利用	1	1	2		1	1
					節水器具、自動水栓	3	2	5	3	2	5
		照明	⑯	高効率化 昼光センサー、人感センサー		5	5		5	5	
	計					30	77	107	21	64	85

表 5. 導入要素に対する感想の内容別件数

	環境効果 (温熱・光)	省エネ効果	使用の容易さ	維持管理	その他
件数	6	22	5	8	8

表 5 に導入要素の効果に対する感想を回答内容別の件数で示す。

エコロジー建築要素の導入による環境効果（温熱・光）に関しては、感想件数が少ない。屋上緑化では、「階下の室温が上がらないように思う」と言う感想もあったが、「夏に緑がほとんどなく効果に疑問がある」と言った逆の感想も見受けられた。温熱環境の改善には目立った効果を実感されていないと思われる。

省エネ効果は、太陽光発電、太陽熱温水器、雨水利用、自動水栓等で回答があり、実際に設置された設備が視認できるとともに、節減されるエネルギー量などが確認されやすいこともあり、件数が多かったと思われる。ただ風力発電については、よい評価が得られていない。

維持管理については、設備に不具合が発生した場合の補修対応が難しいと言う評価の割合が多かったが、件数自体は少なくあまり維持管理を意識しなくても済んでいるようである。

その他では、設備の使用方法や内容についての意見が散見されたが、特に教育施設では導入要素を生徒への環境教育に活用したいと言う要望があった。実際に要素を見て、触れて、仕組みを理解し、

さらに種々のデータを取り込み、活用できるような工夫が要望されていた。教育施設に導入する要素には、このような機能を設計時から考慮し、組み込んでおくことが望まれる。

4) 導入要素の現況

各施設における導入要素全般の機能の現況を表 6 に示す。

機能の維持状況は概ね良い状態を保っているが、未記入が多いのは機能の現況を十分把握できていないことを反映していると思われる。

「効果は小さくなっている」の回答が 2 件あった。1 件は一般施設において全熱交換換気扇が正常に作動しているのか疑わしいと言う内容であり、記載内容によると完成当初からの問題ではないかと判断された。別の 1 件は教育施設で生徒数の増加による校舎の増築に際してビオトープが撤去されたというものであった。

5) その他

その他（省エネ等に関する質問・意見）は 4 件あった。エコロジー建築の整備が地球環境保全につながり、さらに民間の建築物にも普及が促進されることを希望する意見があった。建築物だけの地球温暖化防止対策ではなく、広く都市全体でなすべき対策を立案するように求める意見もあった。ただ 1 件、エコロジー建築要素の内容がほとんど理解できないと言う回答があり、エコロジー建築の一層の啓蒙が必要であると痛感した。

4. ヒアリング調査の方法と結果

4. 1 ヒアリング調査の方法

ヒアリング調査では、アンケート調査で十分確認できなかったエコロジー建築要素の現状や使用状況の把握、維持管理の実態と施設管理者の意見を調査し、アンケート調査の結果と合わせてエコロジー建築要素の課題を明らかにする。

ヒアリング調査実施施設と導入要素を表 7 に示す。

表 6. 導入要素の機能の現況

	十分機能している	効果は小さくなっている	修理をしないと使用できない	未記入
一般施設	6	1	0	1
教育施設	7	1	0	14
計	13	2	0	15

表 7. ヒアリング調査実施施設とその導入要素

〔導入要素の○数字は表 4 を参照〕

	調査施設	導入要素
一般施設	地域福祉センター 1	⑥高窓、⑩屋上緑化、壁面緑化、⑬雨水利用
	地域福祉センター 2	④小屋裏換気、⑤ヒートチューブ、⑫太陽熱温水床暖房、⑬雨水利用
	消防署（出張所）	⑫太陽熱温水器
	区総合庁舎 1	⑫太陽光発電（防災型）
	総合福祉施設	⑥トップライト、⑩屋上緑化、⑫太陽熱温水器、⑬井戸水利用
	区総合庁舎 2	⑥高窓、⑫太陽熱温水器、⑭熱交換換気、フリーリンク、⑬雨水利用、自動水栓
教育施設	消防署	⑫太陽熱温水器、⑭氷蓄熱
	小学校 1	⑧空気集熱床暖房システム、⑫雨水利用、⑬自動水栓、⑯昼光センサー
	小学校 2	⑫太陽光発電
	中学校 1	⑥トップライト、⑩屋上緑化、⑫太陽光発電、⑬雨水利用
	中学校 2	⑧空気集熱床暖房システム、⑬雨水利用
施設	小学校 3	③ビオトープ、⑩屋上緑化、⑫太陽光発電、⑬雨水利用

表 8. 現地調査及びヒアリング内容

[導入要素毎に下表の内容をヒアリング調査]

項目	質問内容	回答方法
機能	現在の状態	口頭での説明
使い易さ	使用の容易さ	5段階評価
維持管理	管理の程度・頻度	3段階評価
	管理の容易さ	3段階評価
	過去の故障	口頭での説明
	過去の修繕	口頭での説明
光熱水費への影響	削減量等	口頭、資料による説明
その他、要望等		口頭での説明
満足度		5段階評価

表 9. 各機能状態に対する要素件数

	発揮できている要素	満足の行かない要素	故障中の要素	操作不明・未利用な要素	撤去・転用した要素
件数	19	9	3	3	3

ヒアリング調査は、直接施設を訪ね施設の状況視察と合わせて施設管理者にヒアリングを実施した。ヒアリング内容を表 8 に示す。

4. 2 ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査は導入要素毎に行い、総数は 37 要素となった。

1) 機能の現況について

機能の現況について、各状態にある要素の件数を表 9 に示す。

機能が発揮できている要素は、51%程度である。雨水利用、太陽熱温水器等は、経年的にある程度の保守が必要であるが、機能としては十分に発揮されていた。太陽光発電は日常的な保守は不要であり機能も発揮されているが、故障時や蓄電池の経年劣化への対応で苦慮されていた。

現状の機能に満足の行かない要素は 9 件あった。屋上緑化や空気集熱床暖房システムと言った要素であり、自然エネルギーを直接的に利用して環境改善を図るものだが、効果を十分体感するまでに至っていないようである。

故障中の要素 3 件を含め、当初期待していた機能を全く発揮できていない要素は 9 件 24%に上る。

2) 使い易さについて

「使用の容易さ」については、5段階評価の回答を得た。その結果を図 1 に示す。

導入要素には使用に当たり操作の必要ないものが多かった。

「使い難い」要素は 5 件あったが、「使っていない（あるいは使い方がわからない）」要素も 4 件あった。

「使い難い」要素として、雨水貯留タンクから自然流下方式で散水や打ち水に使う雨水利用システム、開閉操作が困難なハイサイドライト（高窓）、太陽熱温水器と床暖房を組み合わせた複雑なシステム、寒冷地で冬場の使用が不可能な太陽熱温水器、夏季と冬季で切換えと温度設定が必要な空気集熱床暖房システム等が挙げられた。これらは、操作そのものが複雑（雨水利用、ハイサイドライト、太

図 1. 使用の容易さ

陽熱利用床暖房）、使用が気象条件で制限される（太陽熱温水器）、操作方法の説明・引き継ぎが不十分（空気集熱床暖房システム）の場合に分類された。すなわち設計上と管理上の 2 つの要因があった。

「使っていない」要素は、学校に設置されている昼光センサーによる自動点消灯照明と撤去されたビオトープであった。

3) 維持管理について

「管理の頻度」についての結果を図 2 に示す。「管理の必要がない（していないを含む）」要素は、40%弱あり、「普通」程度の頻度も含めると 80%近くなり、維持管理の頻度は多くない。

「その他」の 3 件は、エコロジー建築要素が現在使えない状態のものであった。

「管理頻度が多い」要素としては、誤動作のある自動水栓、新鮮空気の流入量を手動調節する空調設備、繁茂した植生の剪定が必要な壁面緑化、多雨時に雑用水槽からオーバーフローが発生する雨水利用システム、故障し勝ちだった太陽熱床暖房設備であった。

「管理の容易さ」についての結果を図 3 に示す。「普通」程度が約半数、「管理し難い」が 15%程度であった。

「その他」は、エコロジー建築要素が現在使えない場合と管理の必要がない場合である。

「管理しやすい」のは、太陽熱温水器であったが、これは管理を担当する技術員がいるためであり、管理体制が確立している場合である。

「管理し難い」要素は、高い場所での剪定作業が必要な壁面緑化、故障時の修理対応方法が不明だった太陽熱床暖房設備、メーカーの故障対応が悪く修理金額も高額な太陽光発電設備、システムの系統が不明であった雨水利用設備、植栽の水遣りが困難な屋上緑化であった。

次に過去の故障発生状況の代表的な事例を表 10 に示す。

故障の発生原因を見ると経年的な劣化によるものの他、トップライトの雨漏れや樋の水漏れ等の施工状況に起因するもの、植生の立ち枯れ等の維持管理に起因するものが見受けられた。さらに凍結による破損に見られるような設計に起因する故障もあった。

修理については施設管理者から一般の修理業者に直接発注して行

図 2. 管理の頻度

図 3. 管理の容易さ

表 10. 過去の故障事例

要素	故障内容
小屋裏換気	駆動源の太陽電池の破損
トップライト	雨漏り（強風雨時）
雨水利用	インバータ盤の故障、雨水マターのゴミ噛み、樋の水漏れ
屋上緑化	土壌の散逸、植生の立ち枯れ
壁面緑化	繁茂による建築物への悪影響
太陽光発電	コンディショナ盤の弱電部品の故障、バッテリー容量の低下
太陽熱温水器	凍結による破損（集熱パネル、バルブ、ポンプ）
氷蓄熱	室外機で冷媒が凍結

っているが、太陽光発電のインバータ盤の故障のように専門業者でないと対応できない場合もある。またシステムによっては特注の部品交換が必要となり、高額で納期に時間が掛かるものがあった。加えて、ほとんどの施設で管理者が技術職員でないために、修理の処理方法の不明、内容や金額の妥当性の判断に苦慮されており、その結果故障が放置され機能が停止している設備も見受けられた。

4) 光熱水費への影響

エコロジー建築要素を導入することで、施設の光熱水費がどの程度削減されたかを定量的に把握できているかの質問をしたが、ほとんどの設備に計量装置が設置されておらず把握は出来ていなかった。太陽光発電においては全施設に日射量や発電量を表示する装置が設置されていたが、データを蓄積する機能はなかった。データを計量・蓄積する装置の設置が望まれる。なお雨水利用設備は、市の下水道部署に2ヶ月毎の使用水量を報告する義務があるため、下水道の担当部署に問い合わせれば、データの入手は可能である。

5) その他（意見・要望等）

その他（意見・要望等）として、効果の面では屋上・壁面緑化及びパッシブソーラーシステムの実感の乏しさ、吹き抜け部の冷暖房の効きの悪さ、学校における夏休み期間中の雨水利用の減少の指摘があった。維持管理の面では防災型太陽光発電システムの蓄電池の高額な更新費用、太陽熱温水床暖房設備が故障修理されないまま撤去されたことへの意見があった。

6) 満足度について

施設毎に全体を通したエコロジー建築要素の満足度の回答結果を図4に示す。

概ね満足されていると言えるが、「やや不満」以下の内容は、導入要素の効果が感じられない場合、故障時の対応に苦慮されている場合が該当する。

図4. エコロジー建築要素の満足度

5. 調査結果に対する考察

5. 1 環境効果

アンケート及びヒアリングを通して、環境効果についての評価を調査した。環境効果を①環境効果（温熱・光）、②省エネ効果に分類して考察する。

1) 環境効果（温熱・光）

アンケート及びヒアリングにより評価された環境効果（温熱・光）は体感に基づくものであり、夏場や冬場における室内の温熱環境の改善、太陽光による室内照度の改善などが期待される効果である。結果は実感できるほどの効果は得られていないと言うことであった。自然エネルギーの密度は高くなく直接利用の効果は限定的にならざるを得ないためであると思われる。

具体的には、空気集熱床暖房システムが冬場に床付近の寒さを和らげ、トップライトが室内を明るくすると言う良い評価があった。一方、屋上緑化では効果がわからないと言う感想が多かった。また、トップライトには夏場の室内温熱環境の悪化と冬場の採暖効果の両方が指摘された。屋上緑化が屋上庭園として利用されている場合には、緑と触れ合うことで安らぎの場を提供する心理的な効果が指摘された。

2) 省エネ効果

太陽光発電、太陽熱温水器や雨水利用については、建築物に必要な光熱水への補給に利用され、直接的な省エネ効果が図られていた。実際、太陽光発電では時々刻々の発電量や積算電力量が表示パネルで確認できる。太陽熱温水器は風呂の給湯を中心にガス使用量の削減に寄与している。雨水利用も雑用水槽を介してトイレの洗浄水や散水に利用されていた。

5. 2 使用の容易さ

導入されたエコロジー建築要素は、操作の必要がない要素が多いことから、使い易さの問題はそれほど多くなかった。

しかし操作が必要な要素の中には、特殊な設備のため使い方を習熟しておく必要があるものや、設計時の操作要領への配慮が不足しているものがあった。

施設を運営する担当者は、人事異動により数年で交代するケースが多く、操作方法や維持管理の十分な引継ぎができていないのが実情である。引継ぎ資料が不足していたり、その内容が難解なため施設や維持管理について十分に理解することは困難であったと思われる。

操作が必要な要素については、少なくとも実際に操作が求められる箇所に、具体的で分かりやすい操作方法を記載した堅牢なパネルを設置する等の工夫が必要である。

5. 3 維持管理

維持管理については、あまり行われていないのが実態である。実際に不具合が発生しておらず運営上の問題はないが、機能の低下や寿命に影響が出てくるとも想定される。これらの管理を十分に達成するためには、管理体制や担当する人の立場を考慮した管理手法を構築することが肝要である。

具体的な課題として、植生を使った要素では、繁茂状況を確認したり雑草の除去や水遣りをしたり、場合によっては枝の剪定等の植物に係した管理が必要となっている。

機械的な設備で構成されるエコロジー建築要素は、必然的に故障の発生が見込まれる。故障した場合は速やかな復旧が望まれるが、管理担当者によっては対応措置の方法を把握していない場合があったり、修理が高額になると言ったような課題もあった。また管理担当者が自ら修理を業者に手配する場合、修理内容と金額が適正であるかの判断も困難である。今回の調査では故障が修理されず、機能していない要素が3件あった。加えて故障が復旧されないまま撤去された設備も1件あった。

施設によりどの様な立場の人が管理担当者になっているのかはまちまちであり、一般的には専任の技術職員を配置している場合は限られている。専門知識に乏しい人であっても適正な維持管理をできるようにするには、要素毎に分かり易い取扱説明や維持管理に必要な資料を作成しておく必要があると思われる。

5. 4 エコロジー建築の計画・設計、運営、評価の流れ

以上の考察を通して、同じエコロジー建築要素であっても環境効果、使い勝手、維持管理の評価は、施設によって異なっていることが分かった。すなわち施設の敷地環境、用途、規模、管理体制等の諸条件により評価が分かれていた。

エコロジー建築要素を導入した施設の運営段階における評価を検証し、その結果に基づく要素の改修や更新、管理の見直しを行うことで、運営段階の評価を引き上げることは可能である。評価の検証

については定期的に実施することが望ましい。

エコロジー建築要素の計画から終焉までの流れを図5に示す。

この流れ図は、個々の施設毎に実施すべきフローであり、運用、評価、修正の過程が繰り返し実施されることで環境効果が向上し、そこでの結果が同用途・規模の施設の計画・設計に反映できる。

図5. エコロジー建築要素のライフサイクル

6. 結論

本論文では、これまで約15年間に渡って導入されてきた神戸市のエコロジー建築の環境効果や維持管理について、施設管理者がどの様に認識し、取り組んでいるのかを追跡調査した。その結果以下のことが明らかとなった。

エコロジー建築要素の認識について

1) 地球温暖化への対応は、よく意識され積極的な取り組みがなされていた。

2) エコロジー建築要素の理解と施設への導入の認識は高い。

3) エコロジー建築要素の機能の現状は、十分把握できていない。

環境効果について

1) 温熱環境の改善を図る要素は、満足できる効果を発揮していないが、屋上緑化等には心の安らぎを与える心理的效果が指摘された。

2) 省エネを図る要素は、一定の効果を発揮している。

維持管理について

1) 使用方法が特殊な要素や操作が困難な要素が少数見られた。

2) 維持管理に、あまり時間と頻度を掛けていない。

3) 使用や操作の方法、維持管理の要領を施設管理者が理解できていない場合が見られた。

4) 技術者が管理を担当している場合は稀であり、維持管理や故障対応に苦慮されている。

今回の調査で省エネ効果を期待される要素において一定の省エネ効果が発揮されていることは判明したが、実際に削減できた数値の把握までには至っていない。今後、これらの実績値を調査し、その効果を検証したい。

謝辞

本研究に際しアンケート並びにヒアリングに快くご協力いただきました各施設の管理者の方々にお礼申し上げます。また暑い夏場に施設の現地調査にご協力いただいた神戸市都市計画総局建築技術部設備課技術職員藤谷雅彦氏並びに当研究室の大学院生青山雅則氏及び阿部洋子氏にも深謝いたします。

参考文献

1) 特集「エコロジーと建築」、建築雑誌 第1221号, pp.1~55, 日本建築学会, 1984.6

会, 1984.6

2) 岩村和夫：建築環境論 SD 選書211, 鹿島出版会, 1990

3) 森山正和 他25名：国際デザイン史, P.110~112, 思文閣出版, 2001

4) 建設省住宅局住宅生産課監修：環境共生住宅宣言, ケイブン出版, 1992

5) 小玉祐一郎：エコハウジングの勧め, 丸善, 1996

6) 神戸市住宅局：神戸市エコロジー建築マニュアル (基本編), 1994.4

7) 神戸市住宅局：神戸市エコロジー建築マニュアル (応用編), 1997.9

注

注1) 神戸市エコロジー建築マニュアルにおける取り組み内容を表11に示す。

表11. 神戸市エコロジー建築マニュアルにおける取り組み内容

大項目	中項目	小項目	実施細目 (エコロジー建築要素)
敷地 計画	配置 計画	地域・敷地・気象条件への適用及びこれらの活用 (自然環境の保護保全)	1) 敷地条件のチェック 2) 場所による気候の変化 3) 神戸市の降水量と気温
		自然環境に対応した外部の緑化	1) 植物の生育への配慮 2) 建物南面の高木、西日を遮る高木 3) 緩衝緑地 (遮音、大気浄化) 4) 緑被率を上げる
	外部空間 計画	生態系を育む外部空間を計画	1) 潜在自然植生と合った植栽計画 2) ビオトープ 3) ミニサンクチュアリをつくる 4) けものみちや池、せせらぎ 5) 透水性舗装
		ライフサイクルに対応	1) ベンチ・ジョイントシステム
建築	プランニング	自然エネルギーを有効に取り込んでプランニングー風ー	1) 風の通り道 2) 垂直の通風、壁体内の通風 3) 中庭や坪庭を設ける 4) 冬の賊風を遮る 5) クールチュープ
		自然エネルギーを有効に取り込んでプランニングー光・熱ー	1) 南面する面積を大きくする 2) 庇・ルーバー等を設ける 3) 南面のサンルーム 4) 高窓・天窗 5) 蓄熱体
	材料選定	断熱性を高めてエネルギーを有効に使う	1) 外断熱と内断熱 2) 熱開口部の断熱化 3) 高気密化の注意
		緑を活用した建築物の計画	1) 屋上・屋根緑化 2) 壁面緑化 3) ベランダ緑化 4) 室内緑化
設備	空調	環境にやさしい材料の選定	1) リサイクル 2) 長寿命化 3) 森林資源の保護 4) 自然素材 5) 室内汚染
		環境にやさしい木構造を積極的に採用	
	給排水	太陽エネルギーを活用した冷暖房方式	1) ソーラーエアコン 2) 温水利用暖房 3) 空気循環式暖房
		水や廃熱等の未利用エネルギーを活用した冷暖房方式	1) 地下水利用 2) 下水処理水利用 3) 河川水利用 4) ゴミ焼却場廃熱利用等
工法・ 施工	電気	エネルギーを有効利用する換気方式	1) 天井扇風機 2) 全熱交換器利用の換気扇 3) 太陽光発電の小屋裏換気扇
		エネルギーを有効に利用する給湯方式	1) 未利用エネルギーを利用 2) 電力エネルギー利用の均整化 3) 他の用途に利用後の廃熱を利用
	ゴミ処理	雨水の有効利用	1) 散水、トイレ洗浄水等への利用
		節水ー節水型機器の使用	1) 節水型器具、自動水栓
工法・ 施工	森林資源を保護する工法の選定	自然エネルギーを活用した発電システム	1) 太陽光発電 2) 風力発電
		節電 (照明方式について)	1) 節電型スイッチ制御方式の採用 2) 照明器具の高効率化
	ダウンスライジングが可能な構造の採用と材料使用量の抑制	廃棄物の発生を抑制するゴミ処理の方法	1) 生ゴミコンポスト 2) 生ゴミ分解・加熱乾燥処理機
		廃棄物を極力少なくする工法の選定	1) 使用量の削減 2) 代替型枠の使用 3) PC工法の活用
工法・ 施工	廃棄物を極力少なくする工法の選定	高強度の材料を用い、部材を小さく	1) 高強度の材料を用い、部材を小さく 2) PC工法を用いて梁断面を小さく 3) 免震構造の採用による上部構造部材の軽小化
		地表面を極力少なくする工法の選定	1) 廃棄物の抑制 2) 地区外搬出の抑制 3) 大気汚染防止
	地表面を極力少なくする工法の選定	地表面を極力少なくする工法の選定	1) 掘削土量 (運土量) の抑制 2) 表土及び立木の保全・活用 3) 地下水脈の保全
		地表面を極力少なくする工法の選定	

[2010年6月15日原稿受理 2010年9月1日採用決定]