

エコスクール等の学校施設の持続的な運営に関する研究 その1 環境に配慮した施設・設備の維持管理および教育活用の現状把握

学校施設 アンケート	環境教育 ヒアリング	維持管理 エコスクール	正会員 同 同	○小原 由莉子*1 高口 洋人*4 村上 美奈子*7	同 鈴木 実夏*2 同 田中 稲子*5 同 谷口 新*8	同 吉本 桐子*3 同 望月 悦子*6 同 古賀 誉章*9
---------------	---------------	----------------	---------------	----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

1. はじめに

エコスクールは、一般に、環境負荷低減に貢献する学校施設や運営だけでなく環境教育に活用することが目指されているが、既存校舎とは異なる施設や設備のため維持管理や教育活用の難しさが指摘されるなど、様々な角度から検証が求められている。望月ら¹⁾は「杉並区版エコスクール推進事業」²⁾により新築された学校や既存校を対象にエネルギー消費への影響を2011年に分析した。しかしながら、竣工直後のエコスクールが対象であり、当時新築された学校は約10年が経過し、設備的な劣化が見られるなど運用や教育活用の面で再検証が必要と思われる。

そこで本研究では、杉並区エコスクールに着目して学校施設の運用実態から課題を整理し、教育面も含めたエコスクールの持続的な運営のためのガイドライン作成を目指す。本報では、アンケート及びヒアリング調査を通じて杉並区立小学校の環境に配慮した施設・設備の運用および教育活用の実態を明らかにすることを目的とする。

2. 調査概要

杉並区立小学校全41校、中学校2校^{注1)}(表1)を対象として、学校の環境に配慮した施設や設備の維持管理および環境教育活用の実態を把握するため、2019年1月末から2月上旬にアンケート調査を実施した。郵送配布・回収として、22校の回答を得た。調査内容は望月ら¹⁾のアンケート調査項目に、ICT機器や環境設備ごとに対する意識等を追加した。回答者は校長11名、副校長9名、その他2名であった。

また、杉並区立小中学校のうちエコスクール認定校を含む10校を選定し、各校の一般の設備と環境設備の管理状況や管理の引継ぎ方法や、管理上の問題についてヒアリング調査を行った。

3. アンケート調査結果

3.1 冷暖房の運用について

図1に冷暖房の使用期間を示す。学校によってばらつきがみられるが、主に冷房は6月中旬から9月下旬まで、暖房は12月上旬から3月下旬まで使用しているこ

とが分かった。図2より冷房設定温度の学校間の差は少ないが、暖房は学校によって8度以上の差があることが分かる。冷房設定温度の最頻値は普通教室より職員室の方が1度低い27°Cであった。暖房設定温度は普通教室では22°Cであるが、職員室の方が設定温度の高い学校は2校あった。設定温度については環境省や東京都の推奨値の影響があるものと思われる。

表1 アンケート項目

質問1	普通教室・職員室等における冷暖房・換気・照明設備について	15問
質問2	ICT機器の導入・使用頻度について	6問
質問3	プールの水入れ替え・節水設備の設置について	2問
質問4	環境配慮のための施設・設備の使い方、環境教育への活用に関して	17問
質問5	学校開放などの活動の有無について	3問

表2 杉並区立全小学校と中学校2校の概要

校名	延床面積(m ²)	築年数(年)	児童数(人)	校名	延床面積(m ²)	築年数(年)	児童数(人)
S1	3736	60	370	T2*	7987	3	684
S2	5926	57	506	T3	5797	53	427
S3	4639	45	190	T4	4519	47	279
S4	4413	25	259	SY	4262	46	439
S6	4637	53	308	HM	6226	51	795
S7	5059	51	321	F	5202	50	371
S8	4391	50	158	OM	4733	51	378
S9	5265	47	408	HR	4590	52	453
S10	6199	31	428	W	4891	52	447
N	5970	50	608	HN*	7433	9	483
H	5006	45	313	SI	5241	49	327
M	5309	45	497	HC	5288	47	643
M1	5200	53	768	MI	4588	51	530
M2	4871	52	520	MT	4049	48	242
M3	4672	52	481	TK	4768	44	603
M4	4689	52	594	K	5179	39	462
M5	6035	23	647	A*	7185	7	571
S	5507	45	711	E	4800	47	551
O*	7282	8	678	IZ	7118	4	658
I	4564	45	362	IG**	7380	7	358
MZ	6226	48	569	SK**	8988	6	491
T*	7517	9	623				

*文部科学省認定エコスクール **文部科学省認定エコスクールの中学校



図1 冷暖房使用期間

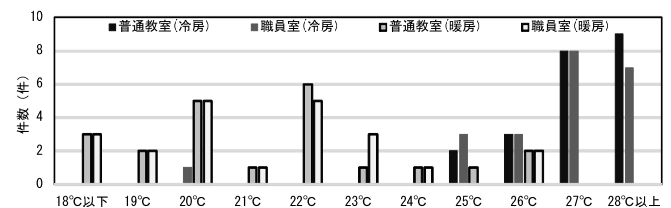


図2 冷暖房の設定温度

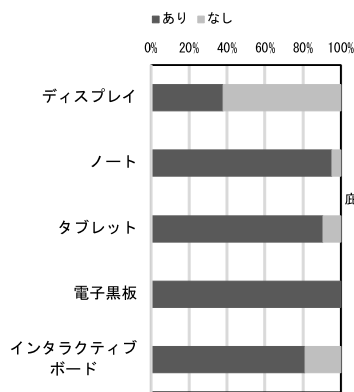


図3 ICT機器の設置状況

3.2 ICT機器の運用について

図3にICT機器の設置状況の回答結果を示す。電子黒板やノートパソコン、タブレットの設置率が高く、他のICT機器についても教室への設置率は高かった。近年、杉並区教育委員会が授業におけるICTの活用を推進していることから、ICT機器によるエネルギー消費量の増大に影響する可能性がある。

3.3 環境設備に関する把握状況・教育への活用

図4に代表的な環境設備の着任時における説明の有無、利用法・仕組みの認知度、効果の実感、維持管理状況、環境教育への活用に関する回答を示す。屋上芝生（屋上緑化）、ビオトープは目に見える設備であるがゆえに設置状況、利用法・仕組みを知っているとの回答が多い。屋上芝生は効果を感じないとの回答が42%と大きくなっており、不具合を把握しやすいことが理由としてあげられる。次に、夜間換気機器や自然換気窓（スウィンドウ）などの馴染みのない設備に関しては、設置している認識がない学校が多く、特に夜間換気機器は10校もの学校で設置を認識していなかった^{注2)}。また、効果が感じられないとの回答の割合が夜間換気機器で57%、熱交換型換気機器で50%と他の項目に比べて大きい。また、太陽光パネルなど設置状況が把握できている設備に関しては、着任時の説明がない場合でも利用法・仕組みはある程度認知されており、効果を感じるとの回答が多い。環境教育への活用では自然環境・住環境・施設環境の偏りはあるものの、それぞれ多様な分野の教育で活用されているとわかる。自由記述では屋上芝生などの安全上生徒の立ち入りが制限される設備は活用が難しい、校庭芝生は維持管理のための養生期間が長く、体育や休み時間の校庭の使用が制限されるとの意見がみられた。

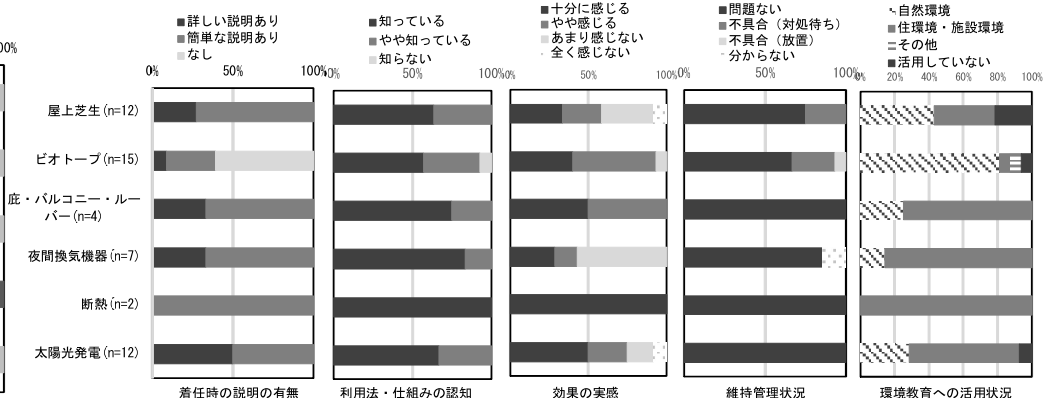


図4 環境設備の維持管理と教育活用等

4. ヒアリング結果との比較

アンケートによる環境設備の運用の回答とヒアリング（その3に詳細を記載）による回答との比較を行った。夜間換気機器について、アンケート結果では83%の学校が維持管理に問題がないとの回答であったが、ヒアリングでは半数もの学校が未使用・故障あるいは問題があると回答していた。その他自然換気窓やモニターパネルなど、実際に学校においてヒアリング調査した際には不具合や未使用が見受けられた設備について、アンケート調査では問題ないと回答している学校が多く、回答者である校長、副校長が設備の現状を把握しきれていない可能性がある。また、環境教育への活用に関しては、断熱の仕組みなどの目に触れない設備は活用が難しいといった意見、専門的な知識を持つ教員が少ないことから専門家によるレクチャーを求める意見が得られた。

5. まとめ

今後、アンケート・ヒアリング結果を杉並区立小中学校のエネルギー消費と合わせて分析し、各校の特性と維持管理の実態がエネルギー消費に与える影響を明らかにする必要がある。続報にてエネルギー消費量に関する分析、エコスクールの持続的な運営のためのガイドライン作成に関する課題整理を行う。

注釈

注1) 中学校2校の補足をする。アンケート回収1校。中学校については第4章のヒアリング調査と比較できるように、補足的に2校のみ実施した。

注2) 学校名が不明な6校を除く

謝辞: 本調査にご協力頂いた杉並区教育委員会および各学校関係者の皆様には多大なるご協力をいただきました。また、本研究は早稲田大学(当時)・牧内悠香氏の修士論文の研究の一環で行われたものです。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究は(公財)建築技術教育普及センター平成30年度調査・研究助成を受けて実施されたものです。

参考文献

- 1) 望月悦子ら: 建物改修と環境教育がエネルギーにもたらす効果 東京都杉並区立小学校を事例として、日本建築学会学術講演梗概集、D2, pp267-270, 2011.
- 2) 第二次エコスクール事業検討懇談会検討報告書、杉並区教育委員会、2008. 3.

*1 横浜国立大学, 大学院都市イノベーション学府, 博士課程前期1年
 *2 早稲田大学, 大学院創造理工学研究科, 博士課程前期1年
 *3 早稲田大学, 大学院創造理工学研究科, 博士課程前期2年
 *4 早稲田大学, 教授, 博士(工学)
 *5 横浜国立大学, 准教授, 博士(工学)
 *6 千葉工業大学, 教授, 博士(工学)
 *7 計画工房, 主宰
 *8 大妻女子大学短期大学部, 教授, 博士(工学)
 *9 宇都宮大学, 准教授, 博士(工学)

*1 Graduate Student, Yokohama National University
 *2 Graduate Student, Waseda University
 *3 Graduate Student, Waseda University
 *4 Professor, Waseda University, Dr. Eng.
 *5 Associate Prof., Yokohama National University, Dr. Eng.
 *6 Professor, Chiba Institute of Technology, Dr. Eng.
 *7 Principal, KEIKAKU-KOBO inc.
 *8 Prof., Otsuma Women's University Junior College Division, Dr. Eng.
 *9 Associate Prof., Utsunomiya University, Dr. Eng.

エコスクール等の学校施設の持続的な運営に関する研究 その2
エネルギー消費量の分析と考察

学校施設	エコスクール	維持管理	正会員	○吉本 桐子*1	同 鈴木 実夏*1	同 小原 由利子*2
エネルギー消費量	水消費量	重回帰分析	同	高口 洋人*3	同 田中 稲子*4	同 望月 悦子*5
			同	村上 美奈子*6	同 谷口 新*7	同 古賀 誉章*8

1. はじめに

前報では、アンケート及びヒアリング調査を通じて杉並区立小学校の環境に配慮した施設・設備の運用および教育活用の実態を明らかにした。

本報では、杉並区立小学校全校を対象に、過去18年間における小学校のエネルギー消費量データよりその特性を明らかにすることを目的とする。

2. エネルギー消費量と管理運用に関するデータ収集

杉並区教育委員会より提供いただいたデータをもとに分析を行った。分析対象校は東京都杉並区の区立小学校40校、本研究では対象期間を2000年度から2017年度の18年間とする。文部科学省認定のエコスクール・パイロットモデル校、エコスクール・プラス校をエコスクール校、それ以外の小学校を既存校と表記する。図1に環境設備の設置数を示す。杉並区では全ての小中学校の普通教室にエアコンが設置されており、2018年度現在、合計台数はEHP586台、GHP237台である。

3. エネルギー消費量の傾向

3.1 エネルギー消費量の推移

一次エネルギー換算係数は、東京都環境局の「地球温暖化対策報告書制度における係数一覧」¹⁾を基に、電気を9.76 MJ/kWh、ガスを44.9 MJ/m³と設定した。図2に18年間の平均年間エネルギー消費量原単位の推移を示す。2000年度比で2017年度の電気一次エネルギー消費量原単位平均(MJ/m²)は1.28倍、ガス消費量原単位平均(MJ/m²)は1.23倍に増加していた。一方、水消費量原単位(m³/人)平均は0.89倍と減少していた。

3.2 エコスクール校と一般校のエネルギー消費量の比較

エコスクール校と既存校に分類したエネルギー消費量の年間電気・都市ガス・水の消費量原単位の推移を図3に示す。平均してエコスクール校は既存校よりも電気消費量が大きく、ガス・水の消費量は小さくなっている。2017年度で比較すると、既存校比電気消費量原単位1.23倍、ガス消費量原単位0.90倍、電気・ガス消費量原単位1.08倍、水消費量原単位0.84倍となっている。図4に2017年度の年間電気・ガス一次エネルギー消費量原単位と延床面積、年間水消費量原単位と児童数の関係を示す。電気・ガスについてはばらつきが大きい。環境設備などの設置数の差が理由として考えられる。一方、水は児童生徒数が多いほど原単位も低い傾向にあり、学校規模が大きいほど一人当たりの水消費量も抑えられている。

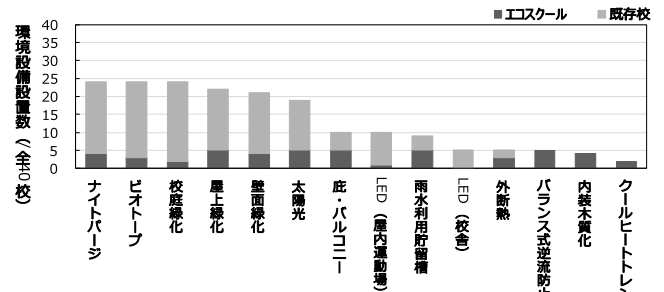


図1 環境設備の設置数

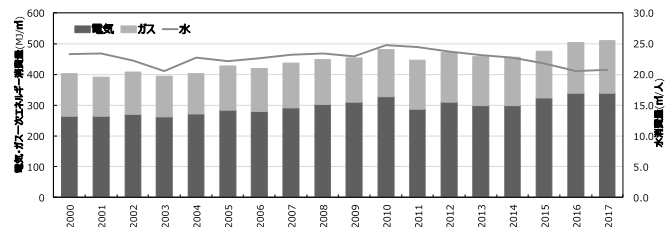


図2 全校合計年間エネルギー消費量の推移

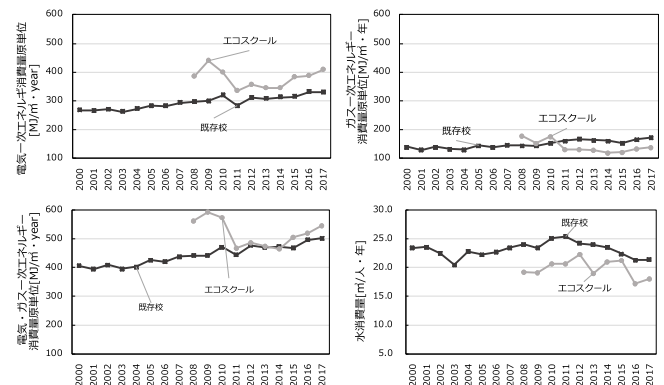


図3 既存校とエコスクール校のエネルギー消費量比較

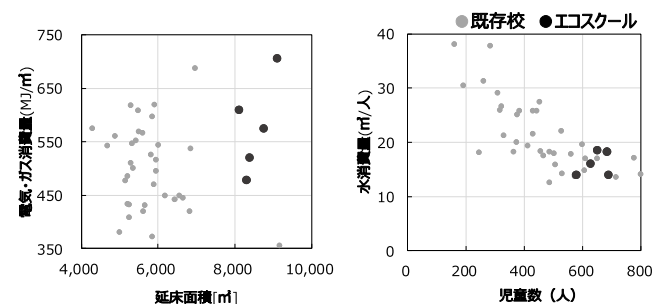


図4 年間電気・ガス一次エネルギー消費量原単位と延床面積、年間水消費量原単位と児童数の関係

4. エネルギー消費量の変動要因推定

4.1 重回帰分析の概要

エネルギー消費量の決定要因を推定するため、重回帰分析を行う。表 1 に分析の概要を示す。電気・ガス一次エネルギー消費量(GJ)は年間とともにピークとなる 7 月、2 月の月別消費量を目的変数とする。水消費量は年間のみとする。環境設備・エアコン・学童保育の有無についてはダミー変数を使用する。重回帰モデルの作成には、統計分析ソフト R を用いる。ステップワイズ法により、重回帰式(1)式に変数を組み込む。環境設備の設置数は新しい学校ほど多い為、環境設備同士の多重共線性を避けるため、相関係数 0.50 以上の変数の組は取捨選択を行い、重回帰式を決定した。

4.2 重回帰分析の結果

表 2 に電気、表 3 にガスの年間・7 月・2 月の一次エネルギー消費量、表 4 に年間水消費量の重回帰分析結果を示す。説明変数毎に表の上段に偏回帰係数、下段に標準化偏回帰係数を示している。各変数の p 値判定は、0.1%有意を***、1%有意を**、5%有意を*と表している。重回帰式が有意とならなかった場合に斜線を引いている。

電気一次エネルギー消費量の結果では、全目的変数について築年数・エアコンの有無、次いで児童数の影響が大きい。築年数が負の影響を与える理由として給湯、厨房などのエネルギー消費は築年数の浅い学校ほど電気の比率が高い可能性が考えられる。

ガス一次エネルギー消費量の結果では、児童数・クールヒートトレンチの与える影響が大きい。クールヒートトレンチが負の値を示す理由として、クールヒートトレンチが有効に働いている他、導入している 2 校の空調機が全て EHP であることも有意に働いた可能性がある。水消費量についての分析結果を示す。最も影響の大きな要因が児童生徒数、次いで雨水利用貯留槽、校庭緑化となった。児童生徒数は水消費量に大きな増加の影響があり、児童一人ひとりの節水意識を高めることで水消費量の削減効果が期待できると考えられる。雨水利用貯留槽はトイレ洗浄や緑化の散水に利用されており、その分水消費量が抑えられていると考えられる。

謝辞

本調査では杉並区教育委員会および学校関係者の皆様には多大なるご協力を頂きました。また、本研究は早稲田大学(当時)・牧内悠香氏の修士論文の研究の一環で行われたものです。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究は(公財)建築技術教育普及センター平成 30 年度調査・研究助成を受けて実施されたものです。

参考文献

- 1) 東京都環境局：地球温暖化対策報告書制度における係数一覧、
<<http://www8.kankyo.metro.tokyo.jp/ondanka/report/pdf/keisuitiran.pdf>>
(最終アクセス 2019/1/17)

表 1 重回帰分析概要

Schools	public elementary 40 schools in Suginami ward
Coverage period	Apr. 2000 ~ Mar. 2018
Samples	703 samples (excluding 17 samples)
Response variables	annual/Jul/Feb electricity consumption [GJ] annual/Jul/Feb gas consumption [GJ] annual water consumption [m ³]
Explanatory variables	total floor area [m ²]
	building age [years]
	number of students
	number of classes
	environmental facility(13types)
	Night purge/Biotope/Schoolyard greening/Rooftop greening/Wall greening/Solar power/Eaves or Balcony/Rainwater storage tank/LED lamp of gymnasium/LED lamp of school building/External insulation/Natural ventilation window/Wooden interior/Heat and cool trench systems
	Presence or absence of air conditioners
	Presence or absence of after-school day-care program
	Number of users of school extension
	average temperature in Jul/Feb

表 2 電気一次エネルギー消費量重回帰分析結果

	Annual	Jul	Feb
Number of students	0.87 0.23 ***	0.10 0.24 ***	0.08 0.18 ***
Building age	-18.58 0.40 ***	-1.79 0.36 ***	-2.70 0.49 ***
Total floor area	0.09 0.16 ***	/	0.01 0.18 ***
External insulation	235.22 0.12 ***	39.98 0.15 ***	/
Eaves/Balcony	205.17 0.09 ***	30.61 0.18 ***	/
Air conditioners	360.15 0.32 ***	46.37 0.40 ***	50.69 0.38 ***
Night purge	/	-15.27 0.12 **	/
After-school day-care program	/	-16.08 0.10 **	/
Heat/cool trench systems	/	/	82.44 0.18 ***
Natural ventilation window	/	/	-41.15 0.15 ***
(Constant)	132.69 ***	179.93 ***	142.12 ***
Adjusted R2	0.61	0.50	0.53

表 3 ガス一次エネルギー消費量重回帰分析結果

	Annual	Jul	Feb
Number of students	0.79 0.47 ***	0.06 0.31 ***	0.15 0.53 ***
Building age	-2.18 0.11 **	0.66 0.28 ***	-0.97 0.28 ***
Total floor area	0.05 0.19 ***	0.01 0.23 ***	0.01 0.13 ***
Eaves/Balcony	94.47 0.13 ***	13.36 0.16 ***	/
Night purge	137.79 0.26 ***	/	/
Heat/cool trench systems	-651.33 0.38 ***	-83.20 0.42 ***	-125.06 0.44 ***
Air conditioners	55.86 0.11 ***	/	13.81 0.17 ***
After-school day-care program	76.54 0.11 ***	6.34 0.08 **	/
Natural ventilation window	/	68.75 0.57 ***	/
Average temperature in Jul/Feb	/	0.77 0.05	-6.96 0.18 ***
(Constant)	249.14 ***	-52.42 ***	110.83 ***
Adjusted R2	0.63	0.54	0.53

表 4 水消費量重回帰分析結果

	Annual
Number of students	9.44 0.57 ***
Total floor area	0.34 0.14 ***
Schoolyard greening	976.47 0.18 ***
Eaves/Balcony	1420.73 0.20 ***
Night purge	421.64 0.08 ***
Solar power	-1375.44 -0.18 ***
Rainwater storage tank	-1949.68 -0.29 ***
biotope	-358.48 -0.07 ***
(Constant)	3062.64 ***
Adjusted R2	0.54

*1 早稲田大学大学院創造理工学専攻 建築学専攻 修士課程
*2 横浜国立大学, 博士課程前期
*3 早稲田大学 建築学科 理工学研究所 教授 博士(工学)
*4 横浜国立大学, 准教授, 博士(工学)
*5 千葉工業大学, 教授, 博士(工学)
*6 計画工房, 主宰
*7 大妻女子大学短期大学部, 准教授, 博士(工学)
*8 宇都宮大学, 准教授, 博士(工学)

*1 Graduate Student, Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda Univ.
*2 Graduate Student, Yokohama National University
*3 Dep. Architecture, WISE, Waseda Univ. Prof. Dr.Eng.
*4 Associate Prof., Yokohama National University, Dr. Eng.
*5 Professor, Chiba Institute of Technology, Dr. Eng.
*6 Principal, KEIKAKU-KOBO inc.
*7 Associate Prof., Otsuma Women's University Junior College Division, Dr. Eng.
*8 Associate Prof., Utsunomiya University, Dr. Eng.