

平成 24 年度

スーパーエコスクール実証事業報告書

京都市教育委員会

平成 25 年 3 月

## 1 京都市立金閣小学校（対象施設）の概要

本事業の対象施設である京都市立金閣小学校は、省エネ区分Ⅳに分類される京都市の北西に位置する。昭和33年に衣笠小学校宮敷分校として誕生し、昭和40年に第二衣笠小学校として独立開校した。平成27年度には開校50周年を迎える予定である。

学校の周辺には、世界文化遺産である金閣寺や龍安寺、仁和寺を初めとする名刹に加え、堂本印象美術館や立命館大学等といった文化教育施設に恵まれ、多くの観光客でにぎわう一方で、宇多天皇ゆかりの衣笠山等の自然環境にも囲まれ、子どもたちが地域を知るフィールドワークに活用してきた。平成21年度には学校運営協議会を発足させ、地域住民の支援を得て体験的活動や作業的活動等多様な学習活動を取り入れることで、児童が生き生きと学習する環境が整っている。

一方、校舎は昭和30年代から50年代に建築された建物で、老朽化に伴い今日的な教育活動を行う上での課題を抱えている。

### (1) 学校名・児童数・教職員数・クラス数（平成24年5月1日現在）

京都市立金閣小学校（諏佐準一校長） 児童数 566名 教職員数 37名  
普通学級 19クラス 育成学級 3クラス

### (2) 建物概要

ア 施設用途 小学校

イ 施設所在地 京都市北区平野上柳町 61番地の1

ウ 校地面積 15,137 m<sup>2</sup>

エ 建物敷地面積 7,573 m<sup>2</sup>

オ 校舎延べ面積 4,456 m<sup>2</sup>

カ 屋内運動場面積 455 m<sup>2</sup>

キ 運動場面積 7,564 m<sup>2</sup>

棟名称	棟番号	構造・階数	床面積	建築年
北校舎	1-1	RC造3階建	688 m <sup>2</sup>	昭和33年
	1-2	RC造3階建	282 m <sup>2</sup>	昭和34年
	1-3	RC造3階建	277 m <sup>2</sup>	昭和35年
	1-4	RC造3階建	402 m <sup>2</sup>	昭和37年
	1-5	RC造3階建	405 m <sup>2</sup>	昭和38年
	1-6	RC造3階建	411 m <sup>2</sup>	昭和39年
南校舎	12	RC造2階建	170 m <sup>2</sup>	昭和54年
	2-1	RC造2階建	358 m <sup>2</sup>	昭和45年
	2-2	RC造2階建	278 m <sup>2</sup>	昭和44年
	2-3	RC造2階建	346 m <sup>2</sup>	昭和47年
東校舎	9	RC造2階建	615 m <sup>2</sup>	昭和50年
	3	RC造1階建	455 m <sup>2</sup>	昭和41年

## 2 施設の主な特徴

### (1) 風致地区

金閣小学校周辺は、京都市風致地区条例に基づき「風致特別金閣寺周辺第三地区」に指定されており、金閣寺が重要な要素となって優れた自然的景観を有するとされている。計画策定にあたっては、周辺環境との調和が求められる。特に太陽光発電は公共用空地から見えない位置に設置する必要がある。

### (2) 校舎配置・部分改修

校舎は「北校舎」「南校舎」「東校舎」の3棟で構成されている。北校舎・南校舎は東西方向に、東校舎は南北方向に長く、日射や風向き等の条件が異なる。また部分的に改修している（北校舎教室間仕切り）等、棟ごとに条件が異なることからきめ細かな計画の立案が求められる。

### (3) 空調整備・照明改修

京都市では普通教室の冷房化を平成18年度に完了しており、金閣小学校においても普通教室・管理諸室に空調が整備されている。未空調化室の暖房はガスストーブを使用しており、省エネ化のためには、快適性を損なわずにガスストーブや空調の稼働率を引き下げる工夫が求められる。

また、照度確保と省エネルギー化を進めるため、平成24年度に、全ての居室において窓側に照度センサー付きHF蛍光灯、廊下側はHF蛍光灯、廊下の照明はLED照明への更新が完了している。

### (4) 給食室・プール

京都市の小学校では自校調理方式を採用しており、校内に給食室を整備している。調理機器はガス回転釜のみであり、食器消毒に電気式の乾燥機を用いている。

また、プールについては敷地条件により設置できない学校を除き、全校に整備している。主なエネルギー消費はろ過機の稼働である。

### (5) 周辺気候・敷地形状等

計画策定にあたって実施した微気候調査によれば、京都地方気象台の測定値に近く、京都市の代表的な気象条件を元に計画策定することとする。校舎敷地は北から南にかけて緩やかな下り坂となっており、校舎の日照条件は良い。

<微気候調査の概要>

ア 測定日 平成24年8月27日～9月14日

イ 測定内容 北校舎屋上に測定機器を設置し、「風向」「風速」「温湿度」「降雨量」を計測



計測機器の配置状況



風速計・降雨量計



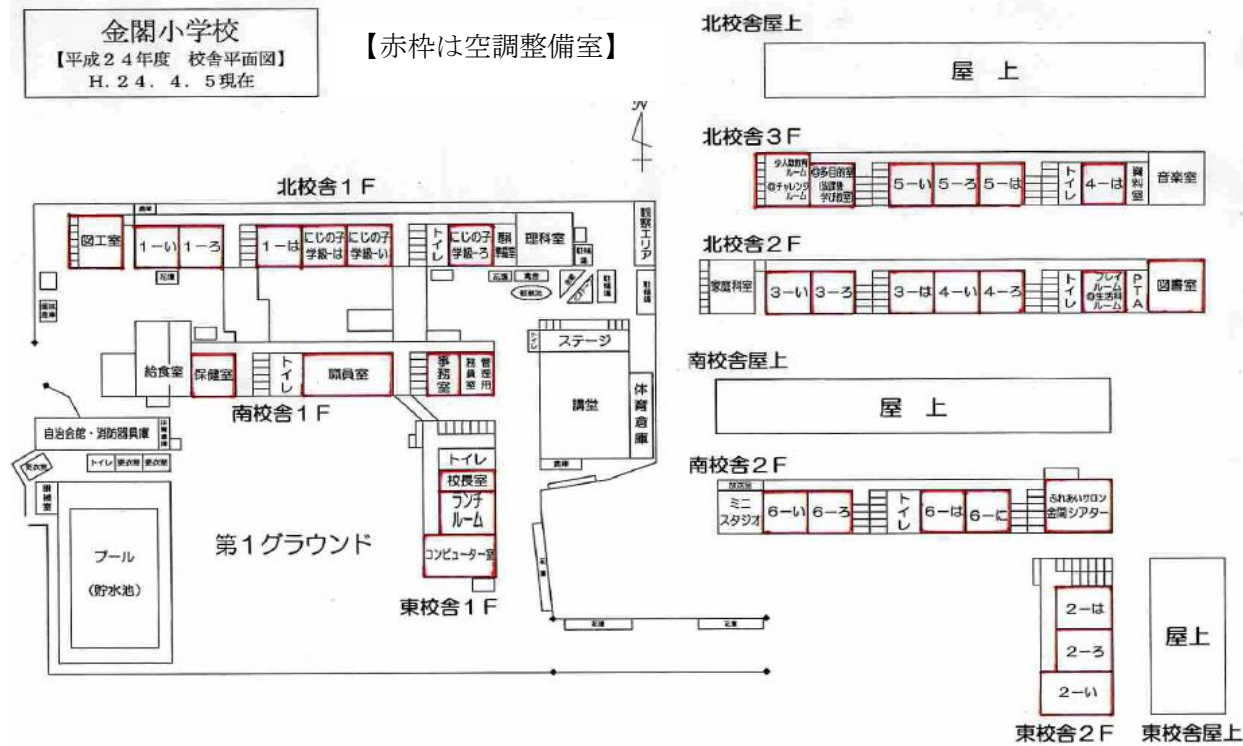
記録機器

<測定結果>

日付	時間	金閣小学校					京都地方気象台				
		気温	気圧	風速	風向	最大風速	気温	気圧	風速	風向	最大風速
9月8日	11:30	30.9	1018	4	南西	4	30.6	1018.4	3.9	南	6.7
9月8日	11:40	30.8	1017	4	南南西	7	30.7	1018.3	4.9	南	7.8
9月8日	11:50	30.6	1017	7	南南西	10	30.2	1018.3	3.9	南南西	6.4
9月8日	12:00	30.7	1017	4	南	5	30.2	1018.2	3.6	南西	6.2
9月8日	12:10	30.6	1017	3	南南西	5	30.3	1018	3	南南西	5
9月8日	12:20	31.1	1017	6	南	7	31	1017.9	3.5	南南東	5.8
9月8日	16:30	30.6	1015	2	東南東	4	30.1	1016.3	2.7	東	4.1
9月8日	16:40	30.6	1015	4	東北東	5	30.2	1016.3	3.1	東	5.9
9月8日	16:50	30.7	1015	2	東北東	2	30.1	1016.5	2.6	東	4.6
9月8日	17:00	30.3	1015	2	東南東	2	30.1	1016.6	2.5	東南東	4.4
9月8日	17:10	30	1015	4	東	5	29.8	1016.6	3	南南東	5
9月8日	17:20	29.7	1015	2	東	2	29.6	1016.6	3.4	南東	5.6
9月8日	20:30	27.6	1017	4.6	南東	5	27.8	1018.1	2.9	南東	5.1
9月8日	20:40	27.6	1017	3.2	南東	5	27.8	1018.2	2.5	南東	4.4
9月8日	20:50	27.5	1017	3.2	南東	5	27.7	1018.3	2.4	南東	3.9
9月8日	21:00	27.5	1017	4.3	南東	5	27.7	1018.2	2.1	南東	3.6
9月8日	21:10	27.4	1017	3.7	南東	5	27.7	1018.2	2	南東	3.1
9月8日	21:20	27.4	1017	3.1	南東	4	27.6	1018.2	2.3	南東	3.6



(6) 既存校舎配置図



(7) 既存建物写真



3 検討体制

本実証事業の目的は、ゼロエネルギー化の達成であるが、施設的な条件整備だけでなく、省エネに向けた地域・全市への波及効果を高める環境教育を重視することとし、学校関係者、学識経験者、地域住民、設計者からなる委員会を組織して検討を進めた。また、京都市では平成21～23年度に環境省モデル事業「学校エコ改修と環境教育事業」の指定を受け、既存校舎の環境配慮型改修を行った実績があり、この知見を生かして事業を進めることとした。また、ワークショップの講師手配にはプラチナ構想ネットワークの協力を得た。

(1) 委員構成 (○：委員長)

氏名	職名	委員選定理由
○諏佐 準一	京都市立金閣小学校校長	対象校の校長であり、改修計画や教育面への活用などを総合的に判断できるため
立川 博司	京都市立金閣小学校学校運営協議会会長	対象校の学校運営協議会会長であり、地域の代表として主に環境学習の発信拠点としての整備について助言を受けるため
近本 智行	立命館大学理工学部建築都市デザイン学科教授	建築都市環境・建築設備工学の専門家であり、「学校エコ改修と環境教育事業」(環境省:H21-23)を踏まえて環境配慮建築物としての改修内容や環境教育への活用に向けての助言を受けるため
西村 清是	株式会社浦辺設計代表取締役	公募により決定した設計事務所の代表
今北 幸洋	京都市教育委員会事務局 総務部教育環境整備室担当課長	本実証事業所管課の担当課長

(2) 検討スケジュール

日程	会議名	協議内容等
8月31日 @金閣小学校	第1回検討委員会	○事業概要説明 ○施設現況・環境教育の取組について報告 ○考えられる再生エネルギー、省エネルギーの工夫 ○今後のスケジュール
9月24日 @京都市立朱雀第四小学校	第1回ワークショップ	○「学校エコ改修と環境教育事業」実施校の視察 ○施設を利用した環境教育についての委員ヒアリング
11月8日 @金閣小学校	第2回ワークショップ (教職員も参加)	○講演「北のエコスクールにあって」(黒松内中エコ改修の紹介) 北海道立総合研究機構北方建築総合研究所 鈴木大隆氏 ○教員によるグループ討議 「ゼロエネルギー化を目指す基本計画から思い描く施設や学校像」
12月17日 @金閣小学校	第2回検討委員会	○ゼロエネルギー化に向けた学校における省エネの取組について ○環境教育への活用について ○報告書骨子案について
2月19日 @金閣小学校	第3回検討委員会	○ゼロエネルギー化するための改修内容について ○環境教育への活用について ○地域・保護者への波及効果について
3月14日 @金閣小学校	第4回検討委員会	○実証事業報告書について



#### 4 ゼロエネルギー化の目的と改修の基本的な考え方

##### (1) 学校施設においてゼロエネルギー化を目指す目的

学校施設の消費エネルギーは商業施設等に比べて小さく、日本全体のスケールで見るとゼロエネルギー化による省エネ効果は限定的である。しかし、学校施設は子どもたちの学びの場であり地域活動の拠点でもあることから、施設自体を教材として体感的に省エネ生活を学ぶことができれば、省エネ志向を持った人材の育成に寄与することができ、地域住民への波及効果も期待できる。

また、できるだけエネルギーを使わずに快適に過ごせる施設は、災害時の避難所としての機能向上につながる。これらの観点からゼロエネルギー化の目的を次の3点に整理する。

ア 児童がゼロエネルギー化にチャレンジし、エネルギーの大切さを体感的に学習することを通じて、省エネ志向を持った人材育成を行うこと
イ 地域ぐるみの取組を通じて住民や保護者への省エネ志向の波及を図ること
ウ 自然エネルギーを活用した省エネ化により災害時の避難所機能を強化すること

##### (2) エネルギー利用状況

平成23年度の電気・ガス利用状況はメガジュール換算で1,893,648メガジュールである。

このうち、空調に係るエネルギー消費量は415,933メガジュールである。

(空調年間消費量：ガス8,026m<sup>3</sup>、電気5,611kWh、年間運転時間：8,845時間)

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
電気(kWh)	6,420	7,470	9,304	13,439	8,773	9,256	7,764	8,665
ガス(m <sup>3</sup> )	2,039	742	777	1,189	2,013	766	1,603	782
月	12月	1月	2月	3月	合計	メガジュール換算	年間エネルギー	
電気(kWh)	8,229	6,823	10,673	9,566	106,382	1,038,288	1,893,648	
ガス(m <sup>3</sup> )	836	1,739	2,866	3,656	19,008	855,360		

※給食室・プールの稼働にかかるエネルギー消費を含む

平成24年10月～平成25年1月にかけて、国立教育政策研究所が金閣小学校のエネルギー使用状況を調査した。主な特徴は以下のとおりである。

ア 校舎の電力量は、日中は、ほぼ一定であり照明による電力と考えられる。

イ 各教室には、テレビ、パソコン、パソコンモニター、ラジカセ、ビデオデッキ、ハブ等電化製品が多い。1教室当たりの消費電力は小さいが、教室数、時間を積算することによって電力量が大きくなると考えられる。(電気製品の待機電力の合計2200W(北校舎900W、南校舎1000W、東校舎300W))

このことから、省エネには照明の節電や、待機電力の削減が有効であることが分かる。

##### (3) ゼロエネルギー化実現のための省エネ・創エネの取組

###### ア ゼロエネルギー化の対象

学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会報告書(平成24年5月：学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会)(以下学校ゼロエネルギー化報告書)7ページのゼロエネルギー化可能性検討シミュレーションにおいて、「給食室等の運営方式や施設の有無により各学校で異なる要素についてはここでは考慮しない」と

されていることから年間消費エネルギーのうち、給食室及びプールの消費エネルギーは検討から除く。

##### イ 省エネの検討

###### (ア) 電力に係る省エネ(照明・待機電力)

学校が消費するエネルギーは、給食室を除けば、照明と空調が大部分を占める。「学校施設の節電対策に関するシミュレーションについて」(平成23年5月：国立教育政策研究所)によれば、普通教室と特別教室の1/3及び廊下の照明を消灯すれば電気使用量の2割を削減できるとの試算結果がある。平成23年度にライトシェルフを設置した本市の朱雀第四小学校で改修後照度測定を行ったところ、晴天であれば窓側を消灯しても概ね500ルクスを確保できることが分かった。

		調査結果【北校舎3階普通教室】								
条件	改修前：カーテン無/照明無	改修後：カーテン無/照明無			改修後：カーテン無/照明一部有					
		窓側	ロッカー側	廊下側	窓側	ロッカー側	廊下側			
調査結果 上：照度 下：昼光率	黑板側	2,743.3	336.3	343.0	665.7	565.7	444.0	719.3	748.0	582.7
	窓側	1,356.7	746.3	291.0	5,303.3	617.7	438.3	3,586.7	779.0	695.7
	ロッカー側	4,493.3	479.0	176.7	3,453.3	498.3	448.3	3,273.3	678.0	600.7
	黑板側	3.38	0.41	0.43	0.62	0.52	0.41	0.69	0.72	0.56
	窓側	1.70	0.93	0.36	4.86	0.57	0.40	3.46	0.75	0.67
	ロッカー側	5.69	0.61	0.23	3.17	0.46	0.41	3.15	0.65	0.57

改修前測定：平成22年7月10日14:00-15:00 改修後測定：平成24年7月27日11:30-12:00

国立教育政策研究所が平成24年11月に金閣小学校の照度測定を行った。晴天であれば、照明を点灯させずにカーテンを開けた状態で教室の中央付近まで300ルクスを超える結果となった。

この結果は、金閣小学校においてもライトシェルフ等の日射遮蔽を行い、カーテンを開ければ、照明に頼らずとも十分な照度を確保できることを示している。

ライトシェルフ等環境配慮施設の効果を子どもたちが学び、自ら率先して消灯する取組や、不要な電化製品はコンセントを抜く等の待機電力を削減する取組など、電気製品の使い方を環境教育で見直すことで、学習活動への影響を配慮しながら消費電力量を削減することができると考えられる。この取組により消費電力量の2割を削減できると試算する。

測定日時	2012/11/12 15:00	2012/11/13 15:00	2012/11/17 12:00	2012/11/21 13:00	2012/11/21 17:00
天候	晴れ	曇り	晴れ	曇り	晴れ
屋外北側照度	3,880 lx	1,085 lx	9,410 lx	7,780 lx	6 lx
屋外南側照度	58,500 lx	1,155 lx	18,650 lx	11,800 lx	12 lx
照度(lx)					
照明あり	5890 1460 965	611 593 500	4000 1520 845	1258 615 460	380 538 365
カーテン開	3060 2580 1200	718 721 567	5480 1880 1044	1667 733 541	494 678 495
	3040 1829 1137	588 501 408	15200 1380 769	1306 518 339	251 357 288
照明あり	1670 945 685	391 569 462	600 590 442	340 471 446	375 557 442
カーテン開	1330 1180 785	499 671 577	841 688 630	460 535 534	522 695 520
	1510 925 675	365 423 403	563 449 350	366 384 290	343 382 321
照明なし	5320 860 380	150 31 24	1722 350 192	1148 191 102	
カーテン開	2100 3340 450	136 51 26	1480 448 164	1243 310 138	
	2330 1370 630	143 47 21	2270 451 193	1239 208 128	
照明なし	1240 400 210	17 8 7	185 76 50	126 50 34	
カーテン開	785 520 234	30 11 8	227 81 47	164 73 35	
	945 400 242	29 13 11	230 90 57	203 74 38	

屋外が10,000lxを超える程度の曇天日であれば、窓側は1000lxを超えている。

照度測定位置



## (イ) 空調にかかる省エネ

断熱によるエネルギー効率の向上や通風確保により空調稼働率を減らし、学習活動への影響を最小限にしながら省エネ化する方法を検討する。検討にあたっては、平成 23 年度に学校エコ改修工事で壁面・窓・屋上の断熱等を行った本市立朱雀第四小学校における、改修前後のエアコン稼働率の比較を参考にする。

改修後、朱雀第四小では夏期のエアコン稼働時間が 2,294 時間から 765 時間に削減されており、削減割合は約 67%であった。敷地条件による差異を考慮しても、稼働時間の約 6 割を削減できると見込まれる。

### <朱雀第四小学校における改修前後の空調稼働率比較>

	改修前	改修後	削減時間
4月～10月	2,294 時間	765 時間	1,529 時間(67%削減)

## ウ 創エネの検討

風力発電や太陽熱発電等発電の仕組みは様々あるが、発電効率の観点から太陽光発電を主な発電設備として採用する。金閣小学校は、風致地区に立地している。風致地区では、都市計画法に基づき地方自治体が条例で建築物等の制限を設けることができる。京都市においても「京都市風致地区条例」により制限を設けているが、太陽光発電については、「京都市風致地区条例施行規則」に以下のような設置基準を設けている。

京都市風致地区条例施行規則第 13 条第 1 項第 4 号キ

キ 太陽光発電装置等を屋根の上に設ける場合にあつては、次に掲げる基準に適合するものであること。

(ア) 公共用空地から見えない場所に設ける場合にあつては、当該太陽光発電装置が景観上支障がないと認められる形態であり、かつ、第 1 号オ(ウ)に掲げる色彩(注：濃い灰色、黒色又は濃紺色)であること。

(イ) 公共用空地から見える場所に設ける場合にあつては、当該太陽光発電装置が屋根面から著しく突き出さず、景観上優れた形態であり、かつ、第 1 号オ(エ)に掲げる色彩(注：濃い灰色又は黒色)であること

原則として公共用空地から見えない場所に設置することが求められ、公共用空地から見える場合であっても屋根面から著しく突き出さないことが求められる。景観行政所管課と協議し、太陽光発電の上端がパラペットより下になる位置に設置することとなった。こうした景観への配慮は、町並みの保全とゼロエネルギー化の両立のために極めて重要なプロセスであり、古都京都を代表する歴史的景観地区にある金閣小学校において大規模太陽光発電を設置するゼロエネルギー化の実証を行うことは、この点においても有意義であるといえる。

また、金閣小学校校舎は耐震補強済みであり、太陽光発電の荷重による耐震性能に影響を考慮しなければならない。年間エネルギー消費量に見合う発電を行うには 90kW 程度の太陽光発電が必要であるが、荷重検討の結果、校舎の屋上の高架水槽を撤去し、その荷重軽減分と耐震補強時の屋上荷重余力の範囲で設置可能であるとわかった。こうした検討を踏まえて 90kW の太陽光発電を設置することとした。

## エ 他校への波及効果の検討

本実証事業はゼロエネルギー化の実現可能性について、実際の学校で検証し、その成果を全国の学校のゼロエネルギー化するためモデルケースとすることが目的であることから、全国の学校にも波及効果が高いと考えられる点について検討する。

### (ア) 窓側照明を消しても照度は確保できること

京都市においては、採光を確保するため、普通教室は南側に面して配置することを原則としている。南側は採光に優れている一方、日差しがまぶしく、通常カーテンを閉じて授業を行っており、不足する照度を人工照明で補っている場合が多い。今回、日射遮蔽庇を教室外部の窓に設けることとしている。この庇により日射日光を遮るとともに庇のライトシェルフ効果で天井面を照らすことで窓側と廊下側の照度バランスが補正されることを期待している。これによりカーテンを開けて自然光を教室に取り入れることができ、窓側の照明を消灯したり、照度センサーによる減光によって電力消費を抑えることができる。全国的にも多くの教室が南側採光を有していると考えられるため、波及効果が高いと考える。

### (イ) 高架水槽を撤去し荷重軽減分を利用することで耐震性への影響なしに太陽光発電を設置できること

金閣小学校校舎は耐震補強工事を終えており、屋上へ太陽光発電等の荷重を加えるには、重量によっては再補強が必要となる。金閣小学校は高架水槽による給水方式を採用しており、北校舎・南校舎・東校舎にそれぞれ高架水槽が設置されている。今回、給水方式を加圧給水方式に変更し、高架水槽を撤去することで、荷重増分が吸収できないか検討した。

金閣小学校は構造体としては北校舎・北校舎西側・東校舎・南校舎の 4 棟から構成されており、うち北校舎・東校舎・南校舎の 3 棟に高架水槽が設置されている。高架水槽の荷重は 3 棟とも 8.3 トン(水槽 3 m<sup>3</sup>:3.0 トン、鉄骨架台 1.9 トン、RCベース 3.4 トン)である。設置する太陽光発電の重量は北校舎 8.2 トン(45kW)、南校舎 5.7 トン(30kW)、東校舎 2.5 トン(15kW)であり、いずれも高架水槽の荷重を下回ることから、耐震性能には影響しないと評価できる。また太陽光パネルの設置範囲が校舎全体に渡っているが、パネルの総重量がラーメン用積載荷重(65kg/m<sup>2</sup>)以下になっている(北校舎:パネル重量 8.7kg/m<sup>2</sup>、南校舎パネル重量:8.0kg/m<sup>2</sup>、東校舎パネル重量:8.3kg/m<sup>2</sup>)ため、問題はない。北校舎西側には高架水槽がないが、太陽熱集熱パネル(1.0 トン)の 1 m<sup>2</sup>あたりの荷重は 12.1kg/m<sup>2</sup>であり、地震用積載荷重 30kg/m<sup>2</sup>及びラーメン用積載荷重 65kg/m<sup>2</sup>を下回っており、耐震性能には影響しない。

京都市立学校には、438 槽の高架水槽があり、1 槽当たりの重量を 3.8 トンとし、高架水槽を撤去し同量の太陽光発電パネルを設置する(170kg/kW と想定)と仮定すると、9,790kW の太陽光発電が設置できる計算になる。全国的にも高架水槽による給水方式は一般的であり、波及効果が高いと考える。ただし、耐震性能は棟の構成や補強の考え方により異なることから個別に検討することが必要である。

オ 検討のまとめ（単位：MJ）

(ア) ゼロエネルギー化達成目標

	電気	ガス	計	備考
年間エネルギー消費量①	1,038,288	855,360	1,893,648	換算式 電気 1kWh=9.76MJ ガス 1m <sup>3</sup> =45MJ
エアコンによる消費内数	54,763	361,170	415,933	
ゼロエネルギー化対象外②			494,190	給食室ガス消費量 (年間ガス消費－空調ガス消費)
			61,000	給食室運営に係る電気エネルギー
			15,500	プール運営に係る電気エネルギー
ゼロエネルギー化対象(①－②)			1,322,958	

(イ) ゼロエネルギー化のための創エネ・省エネの取組

取組内容	削減量	説明
創エネによる創出	90kW 太陽光発電	90kW=90000kWh/年×9.76
運用・指導による省エネ	教室窓側照明消灯	年間電気使用量の2割
	エアコン稼働率60%削減	249,560
合計	1,335,618	

※ ゼロエネルギー化対象 1,322,958MJ と創エネ・省エネの取組による削減量 1,335,618MJ との差 12,660MJ（約2教室分の年間照明エネルギー相当）は、雨天や夜間に教室照明を点灯せざるを得ない可能性もあることを考慮し、計画実現のための予備値として計画に計上する。

(4) 環境教育に活用できる施設とするための取組

金閣小学校の校区には衣笠山をはじめとする豊かな自然があり、自然を大切にすることや自然と共存していくことの大切さを体験的に学習する「森林教室」の取組を進めてきた。また発電所の見学「発電教室」を通じて環境問題への関心を高める取組を進めている。こうした実践をさらに発展させ、省エネの「見える化（show エネ）」をテーマとして次の観点からの改修を行うこととする。

ア 省エネや発電の仕組みの見える化

- ・ 設備の省エネ効果等が子どもたちに理解しやすい形に整備する。
- ・ 設備の効果を比較できるよう様々な省エネ設備を用意する。

イ 快適性と省エネの両立

- ・ 快適性と省エネは両立することを体験的に学習（断熱等）

ウ 校区の自然を生かした環境教育に資する

- ・ 川水をビオトープに引き込む（河川管理者との協議が必要）
- ・ 市内産木材による木質化

(5) 地域の環境教育への発信拠点とするための取組

地域行事の拠点でもある金閣小学校には日常的に地域住民が集まる。中庭を新金閣セントラルガーデンと位置付け、ミストシャワーや風力発電等の環境配慮施設を見える形で整備することで、利用の際に環境に関する関心を高める。

また、金閣小学校は、金閣寺から龍安寺にいたる「きぬかけの道」にあり、多くの観光客が学校周辺を訪れる。全国初の「スーパーエコスクール」として環境配慮技術や環境教育の重要性を発信することで、観光客が、古来、京都人が京町家で培ってきた自然エネルギーを活用した生活様式（坪庭で風の道を作る、高窓で光を取り込む、軒を作って光を遮る等）を再認識するエコツーリズム効果も期待できる。

さらに、隣接する立命館大学とも連携し、環境教育の取組への学生の参加を促し、小学校の枠を超えた地域ぐるみの環境教育の実践を目指す。

(6) 多角的視点から施設を評価

「快適性」「安全性」「経済性」「学習活動への適応性」「環境への適応性」の5つの観点から施設を評価し必要な改修を計画。

<特に改善が必要と考えられる項目>

- 校舎内廊下床のモルタル面老朽化により、メンテナンス性が低下している。さらに床面の黒さが廊下全体を暗くしているため快適性に欠ける。【安全性・快適性・経済性】
- 北校舎3階の音楽室が夏場特に暑い。【安全性・快適性】
- 校舎出入口、トイレ等全般的にバリアフリー化が遅れている。【快適性】
- 良好な衛生環境を保つため、トイレの改修が必要である。【快適性】
- 中庭の遊び場としての整備が必要である。【快適性】
- 上下足置場が散在しており、昇降口の整備が必要である。【学習活動への適応性】
- 施設及び外構において、京都らしさが感じられるところがない。【学習活動への適応性】
- 学校内に環境教育への活用ができる施設、設備等が少ない。【学習活動への適応性】

(7) 基本計画のコンセプト

これまでの検討を踏まえ、基本コンセプトを以下のとおり整理する。

ア 立地特性を生かした環境技術と環境学習

- (ア) 南面傾斜・風致地区規制による良好な太陽光発電環境（校舎日影なし）
- (イ) 卓越風を利用した風力発電装置、自然通気システム
- (ウ) 雨水貯留による灌水
- (エ) 宇多川河川水のビオトープへの引込み

イ 快適なのに省エネルギー

- (ア) 屋上断熱、教室壁面内断熱、窓ガラスの複層化による温熱環境の改善、空調効率の向上
- (イ) 遮光庇により、天井面の明るさを保ちながら教室の照度バランスを改善、照度センサー付き照明が庇の反射光を検知し、消費電力を削減
- (ウ) 重力換気窓によるナイトパーズ（夜間の外気取り入れにより躯体を冷却）で熱気を改善、冷房効率の向上

ウ 衣笠山の森林教室から学ぶエコロジーな生活の知恵

- (ア) 森林管理作業を学ぶ芝刈り

(中庭「金閣セントラルガーデン」に森林教室で持ち帰った木材をストックし活用)

(イ) 教室・昇降口・渡り廊下を市内産間伐材(みやこ杣木)等により木質化

## エ 環境技術の見える化による環境学習

(ア) 昇降口に環境モニターを設置(エネルギーの作られ方・消費のされ方を学習)

(イ) 自然に目に入る様々な環境技術

a 受水槽移設・人工芝化により、中庭を「金閣セントラルガーデン」として整備。ミストシャワー、風力発電、透過型太陽光発電、雨水貯留タンク等の環境配慮施設を集中的に整備し環境学習の拠点として活用。地域利用も想定し、省エネ志向の波及効果も期待

b 中庭に風力発電・透過型太陽光発電を設け、発電電力を使えるコンセントを設置。環境学習に活用

c 太陽光発電、透過型太陽光発電、太陽熱発電、風力発電といった異なる発電の仕組みを一体的に整備し仕組みの違いを学習

d 風力発電の電力を昇降口のホット・クールファンに接続。発電時のみ稼働

(ウ) 比較対象により環境技術の効果をわかりやすく

a 理科室に異なるガラス(LOW-e、複層、強化)を整備し、断熱効果の学習に利用

b 廊下面、未空調室には壁・窓の断熱を設けず、断熱効果の比較対象として活用

## 5 ゼロエネルギー化でこう変わる金閣小学校

### (1) 整備内容と効果・概算経費

コンセプトの実現に必要な整備内容と期待する効果は下表のとおりである。

整備内容	省	教	地	防	期待する効果	概算費用
太陽光発電	○	○	○	○	全校舎の屋上に整備。北校舎から東・南校舎の設備を閲覧可。	101,300
透過型太陽光	○	○	○	○	渡り廊下屋根に整備。発電電力は専用コンセントから、環境教育に活用	775
風力発電	○	○	○	○	中庭に整備。発電電力は専用コンセントから、環境教育に活用	3,670
太陽熱発電	○	○		○	図工室・家庭科室の給湯に活用。比較学習ができるよう、太陽光、透過型太陽光、風力等発電の仕組みが異なる設備を整備。	4,094
屋上断熱	○	○		○	空調稼働率減に寄与。教室内の温熱環境改善。	30,380
複層ガラス化	○	○	○	○	空調室をアタッチメントで複層ガラス化。空調効率向上による省エネ効果	20,127
LOW-e ガラス	○	○	○	○	東校舎、理科室の一部に整備。理科室に複層・フロート・LOW-e の3種類のガラスを整備し比較学習が可能	1,641
外壁内断熱	○	○	○	○	空調室の腰壁を内断熱化。空調効率向上による省エネ効果	5,582
自然通気換気	○	○	○	○	重力換気窓を階段室に整備。パッシブエネルギーによるナイトバージ効果	23,709
遮光庇	○	○	○	○	遮光による空調効率向上、照度バランスの改善。ライトシェルフ効果による照明電力の削減効果	13,518
ドライミスト	○	○	○		中庭に整備。気化熱の仕組みを体感的に学習	1,036
環境エネルギー情報一元化		○	○		玄関に発電量やエネルギー消費量の掲示パネルを設置。棟ごとにエネルギーの消費のされ方を把握。環境学習に寄与	13,986
受変電設備更新	○				高効率型変圧器に更新し、省エネ化を図る。	19,544
ハイブリッド外灯等	○	○	○	○	太陽光発電による照明・時計を学校入口に整備。省エネの他地域波及に期待	7,956
雨水利用		○	○	○	各校舎に雨水タンクを設置。散水等に利用	1,688
河川水引込み		○	○		小学校横に流れる川を校内のビオトープに引込み。環境学習に活用	2,995
発電電力の利用		○	○	○	①風力発電の電力を昇降口のホットクールファンに接続。発電時のみファンが稼働し発電の見える化を図る。②停電時に太陽光発電の電力を供給するコンセントを体育館そばに設置。避難所機能の強化を図る。③透過型太陽光発電の発電電力を中庭屋内コンセントに流し、環境教育に活用。	1,825
節水コマ	○	○	○		手洗水栓に節水コマを設置。水使用量削減。	463
内装木質化		○	○		市内産間伐材により教室腰壁、昇降口の内容を木質化。木の由来を学習し森林学習に寄与。	12,632
発酵熱ベンチ		○	○		落ち葉などの発酵熱を利用した温ベンチを中庭に設置。環境学習に寄与	547
空調区分の区画	○				一部の廊下を仕切り、空調区画を形成して保温効果を高める	254

※ 省=省・創エネに資する 教=環境教育に資する 地=地域波及に資する 防=防災機能強化に資する

※ 改修項目の囲みは、「校舎のエコ改修の推進のために」(平成22年11月国立教育政策研究所)によるIV地域に特徴的な改修内容を示す。

※ 改修項目の下線は、環境教育への活用のために整備する項目

### (2) 整備費の妥当性の検討

本実証事業は実現可能なゼロエネルギー化のモデルを示すことが目的であることから、事業費が過大にならないよう配慮することが求められる。このため、窓・壁面断熱を行う部分を空調室の窓面に限定することとした。高断熱化のためには棟全体を断熱することが有効であるが、断熱面を限定することで断熱室と非断熱室の体感温度の差を学習できる等の環境教育効果も期待できる(非断熱室は、基本的に特別教室)。また、感染症予防のために十分な換気が必要であるが、空調効率の点では熱交換ができる換気設備が有効である。しかし、窓の開閉による換気で十分換気量を確保できること、引込み換気を増やすことによる空調効率の低下、事業費圧縮の観点から熱交換換気設備は採用せず、東校舎のみ欄間換気や廊下を一体化した教室換気等

を取り入れ、校舎による換気の違いを明確にすることとした。

なお、学校エコ改修により空調稼働率が67%減少した京都市立朱雀第四小学校においても、廊下壁面の断熱及び熱交換ができる換気設備は採用していないことから、今回ゼロエネルギー化達成のために見込んでいる空調稼働率60%削減には影響しないと考えられる。

次に、整備費用の妥当性を「校舎のエコ改修のために」（平成22年11月国立教育政策研究所）のエコ改修シミュレーション（以下シミュレーション）を根拠に検討する。本事業の目的達成のための整備費は63千円/m<sup>2</sup>（271,220千円）※1である。シミュレーションと比較するため、すでに整備済の照明と空調設備の整備費※2を加えると68千円/m<sup>2</sup>となる。このうちゼロエネルギー化や環境教育に活用する等本事業に特徴的な設備である、太陽光発電設備23千円/m<sup>2</sup>（101,300千円）（シミュレーションにおいてもオプション扱いとされ費用に含まれていない）及び環境教育に活用するための整備費※47千円/m<sup>2</sup>（33,673千円）を検討から除外すると、本事業の整備費は38千円/m<sup>2</sup>である。

シミュレーションによればIV地域における環境配慮にかかる経費増は36千円/m<sup>2</sup>とされており、本事業の整備費との差は2千円/m<sup>2</sup>（8,564千円）であることから、本事業の整備費は過大ではないと考える。

総整備費	63千円/m <sup>2</sup>
+ 照明・空調更新	5千円/m <sup>2</sup>
- 太陽光発電	23千円/m <sup>2</sup>
- 環境教育のための整備	7千円/m <sup>2</sup>
<b>差引整備費</b>	<b>38千円/m<sup>2</sup></b>
(比較対象) エコ改修シミュレーション	36千円/m <sup>2</sup>

※1 整備費271,220千円には特殊仮設費3,498千円を含む。m<sup>2</sup>単価は給食室を除く床面積4,282m<sup>2</sup>で割戻した値

※2 照明改修費3千円/m<sup>2</sup>（24年度工事実績）、空調改修費2千円/m<sup>2</sup>（国立教育政策研究所シミュレーションにおける空調整備校と未整備校の単価差から推定）

※3 整備内容一覧表のうち、省エネに○がなく、環境教育に○があるもの（表中整備内容に下線を付した項目）

### (3) CASBEE 学校, FAST の評価

	現状	計画
CASBEE 学校	B E E = 0.9 (B <sup>+</sup> )	B E E = 1.8 (A)
FAST	27.8	-7.6 (35.4t-CO <sub>2</sub> /年, 127.2%減)

### (4) 今後のスケジュール

#### ア 省エネ行動計画・環境学習計画

ゼロエネルギー化には継続的な省エネの取組が必要であることから、省エネ行動計画を策定することとする。児童が自ら率先する継続的な行動を引き出すため、計画は「児童が考え」「児童が実行する」ととし、平成25年度当初に教職員が研究部において、環境学習・省エネの指導計画を検討する。

#### イ 地域等への波及

平成25年度以降、学校を利用した地域行事や学校通信等を活用して、本基本計画や検討委員会での議論、今後の環境教育等スーパーエコスクール実証事業で得た知見を広く紹介し、家庭・地域等への環境配慮指向の波及を図る。また、近隣大学と連携した取組を進めるとともに、児童の活動を公開し、参観やPTA行事の中で、保護者の環境活動を行うことで、エコへの意識を高める。

#### ウ 設計・施工

平成25年度に基本設計・実施設計を行い、平成26年度に施工する。

#### エ 大学等研究機関との連携

計画から工事の竣工、その後の環境教育の実践につながる息の長い取り組みを支える重要な柱として、大学等研究機関と協力し、環境教育への取組手法や改修後の効果検証について助言を仰ぎ、事業の継続性を担保する。

	平成25年度	平成26年度	平成27年度～
環境教育	<b>【研究部での検討】</b> ○省エネ行動計画策定 ○環境教育に関する研究・研修 ・テーマ教材の選定 ・年間指導計画の策定 ・教材開発  <b>【基礎資料の継続的な収集・分析】</b> ○電気エネルギー使用量（電力量）記録比較 ○温度変化測定記録・比較 ○二酸化炭素濃度測定（学校薬剤師の協力）	→	～新たな環境教育の実践～ (以前との違いを明確にする)
地域波及	学校通信・ホームページ等による情報発信の他、地域行事・PTA行事等折に触れ新たな取組みを紹介	授業公開	学校施設公開
設計・施工	設計	施工・竣工	
大学等研究機関との連携	省エネ行動計画や環境教育に関する研究		省エネ効果や環境学習への効果検証

#### <参考資料>

- 1 検討委員会・ワークショップ摘録
- 2 FAST・CASBEE学校評価
- 3 学校施設評価
- 4 太陽光発電設置による耐震性影響評価