

杉並区 エコスクール事業検討委員会報告

—平成 24 年度—

平成 24 年 5 月

杉並区教育委員会事務局学校整備課

目次

はじめに	.....	1
第1章 杉並区エコスクール事業の概要		
1 エコスクール事業の目的	.....	2
2 エコスクール事業の経緯	.....	2
3 エコスクール事業の状況	.....	3
第2章 今後のエコスクール事業の方針		
1 今後の基本的な考え方	.....	3
2 改築校におけるエコスクールメニュー	.....	4
3 既存校におけるエコスクールメニュー	.....	5
4 エコスクール事業の経費について	.....	7
5 環境教育について	.....	7
6 管理・運用体制について	.....	8
資料1 ~ 資料6	.....	10 ~ 35

はじめに

平成 13 年度に開始した杉並版エコスクールは、環境負荷の抑制、環境配慮行動、環境教育を柱に、校庭芝生化を始めとし、屋上緑化、壁面緑化等の緑化事業や、クールヒートトレンチ、ナイトパージ、庇・バルコニーの設置などの改修を進めてきました。

エアコンについては、一定の環境負荷低減策が講じられた学校に補助的装置として設置してきましたが、近年の夏季気温の異常な上昇及び、新学習指導要領による授業時間数の増から、平成 23 年度にすべての小中学校の普通教室にエアコンを設置しました。

このように、エコスクール事業の開始から 10 年が経過するなかで、様々な環境の変化があり、今後の取組みの方向性を定めるため、エコスクール事業検討委員会（以下「委員会」という。）を設置し検討を行ってきました。

本報告書では、エコスクールメニューの見直しを提案していますが、引き続き、地球環境問題への対応と、良好な学習環境の創出を並行して進めていくことが重要であると考えます。

第1章 杉並区エコスクール事業の概要

1 エコスクール事業の目的

エコスクール事業は、学習環境の向上を図るとともに、地球環境問題への取組みを、学校が核となって子どもだけでなく大人にも広げ、区民の省エネをはじめとする環境意識向上に繋げていくことを目的としています。

こうした考えのもと、杉並区版エコスクールは、「施設づくり」、「学校運営」、「環境教育」の3点が一体となって総合的に環境配慮が行われる学校を目指しています。

2 エコスクール事業の経緯

平成13年度に、八成小学校、和泉小学校でビオトープの設置と校庭の芝生化を実施し、その後も、校庭の芝生化をはじめとした学校の緑化を進めてきました。

平成18年度からは、これまでの緑化事業に加え、庇・バルコニー、ナイトパージ、クールヒートトレンチ等の設置や外断熱化を実施し、環境負荷を抑制しつつ、学習に望ましい教室内温熱環境などを創出する施設づくりを進めてきました。

この施設づくりの背景にあったものは、環境負荷低減を目的として、学校施設に空調設備の設置を行わない方針のもと、室内環境を快適温度に近づけるために、みどりと建築自体の工夫（環境・建築的手法）を組み合わせ、最大限できうる限り快適な室内環境にする。これらによっても達成されない場合、冷房装置によらないで、換気扇などを活用しパッシブデザイン（建築自体のデザインによって熱や光、空気などの流れを制御し、地球環境への負荷を極力少なくしつつ、快適な室内環境を得る設計手法）による良好な室内環境を創出する考えでした。（平成17年度「風とみどりの施設づくり報告書」）

しかし、平成20年7月に夏季の暑さ対策のため、「エコスクール化を十分行った学校に、補助的な装置としてエアコンを導入する」とこととした「杉並区小中学校におけるエアコン利用基準」を作成しました。

その後、平成22年8月には、近年の都市部における夏季気温の異常な上昇や授業時間数の増から、すべての小・中学校の普通教室にエアコンを設置するという方向転換をし、平成23年夏にエアコンの設置工事が終了しました。これにより学習環境が大きく改善されてきました。

3 エコスクール事業の状況

平成 24 年 2 月 1 日現在

	校庭 緑化 設置 校数	屋上 緑化 設置 校数	壁面 緑化 設置 校数	ビオト ープ 設置 校数	庇・パ ルコ ニー 設置 校数	ナイト パー ジ 設 置 校数	太 陽 光 発 電 設 置 校数	外 断 熱 施 工 校 数	内装 木質 化 実 施 校 数	クールヒ ートトレ ンチ設 置校数	その他 設 置 校 数
小学校	17	23	22	23	9	25	4	3	3	2	4
中学校	3	9	2	1	6	5	2	2	2	2	2
特別支援 学校	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	21	32	24	24	15	30	6	5	5	4	6

その他は、エコ表示モニター、風の塔、雨水再利用、ソーラーコレクター、複層ガラス、照明制御、風力発電です。

第 2 章 今後のエコスクール事業の方針

1 今後の基本的な考え方

パッシブデザインから高気密・高断熱と自然通風による省エネの学校づくり

これまで、学校においては環境負荷低減という目標実現のため、校庭緑化や庇の設置など環境負荷低減を行った学校に徐々にエアコンを導入してきました。

昨年度、近年のヒートアイランド現象による都市部における夏季気温の異常な上昇、新学習指導要領による授業時間数の増に対応するため、全校の普通教室にエアコンを設置したことに伴い、これまでのエコスクール項目について見直しを行い、今後の事業の方向性を明確にすることとしました。

これまでエコスクールの整備は大別すると「みどりの創出」と「建物自体の工夫」を組み合わせで行ってきました。

今後、「みどりの創出」のうち、校庭緑化については、環境改善や教育的効果も高く、また、地域コミュニティの形成に役立つことから、今後も引き続き、地域・保護者の協力のもと進めていくとともに、屋上・壁面緑化、ビオトープについても環境学習の面で重要であり、施設形態を踏まえ進めていきます。

「建物自体の工夫」については、設置されたエアコンに係る電気やガスの使用量を抑え、より効果的に活用していくため、高気密・高断熱化と自然通風に配慮した「省エネ施設」に重点を置いて、これまでのエコスクールメニューを再整理して進めます。

特に、地中熱を使ったクールヒートトレンチについては、省エネルギーの観点からは有効であるが、複雑なシステムの管理・運用にはきめ細かな対応が必要なことや費用対効果の面などから、今後は設置しないこととします。

2 改築校におけるエコスクールメニュー

今後、新たに建設する学校施設については、狙った効果が十分に得られるよう、下記のエコスクール基準を定めて実施していきます。

エコメニュー	今後の対応方針
1 校庭緑化	学校関係者の理解と協力を踏まえ、整備計画ごとに検討する。
2 屋上緑化	基本的に、緑化面積確保のため実施する。なお、規模や形態について、学校の状況ごとに判断する。
3 壁面緑化	植物の育成には日照時間が大きく影響するため、学校施設の形態に応じて個別判断とする。
4 ビオトープ	環境学習の利用が多いことから基本的に設置する。ただし設置場所の確保が難しい場合はこの限りではない。
5 ナイトパージ	空調設備の設置により、高気密・高断熱化のための内断熱やペアガラス、遮光フィルム等を設置し、ナイトパージについては設置しない。
6 クールヒート トレンチ	必要とされる設備の専門知識の習得や気象条件に応じた運転が困難で、設置経費も高額である。今後は、省エネエアコンと高気密・高断熱化により、同等の効果が得られるため設置しない（空気環境の管理も不要となる）。
7 自然通風	建物全体の自然通風経路を確保する。高所窓や給気ガラリを設置し、春秋の室内環境の向上を図る。
8 外断熱・内断熱	エアコンの稼働を考慮し、躯体への熱損失を最小限に抑えることを目的に屋根・壁を断熱する。（屋根：外断熱、壁：内断熱）
9 庇・バルコニー	日射遮蔽に効果的な場所に設置する。規模、形態等については経費、落下防止等の安全性を勘案し、バルコニー、ルーバー、遮熱フィルム等を選択し設置する。
10 ペアガラス	熱損失による空調負荷抑制に効果的なので、実施を基本とする。
11 内装木質化	「多摩産材利用推進方針」により、ランチルームやオープンスペースに設置する。
12 太陽光発電	発電量は10KW程度として設置する。また、風力発電等、自然エネルギーの活用も併せて検討していく。今後は、震災救援所としての防災機能強化についても検討していく。
13 エコモニター	可能な範囲で設置していく。（例：太陽光発電表示パネル等）
14 その他	その他、省エネ対策として有効と思われるものは、個別検討とする。（トイレ等の人感センサー、LED照明等）

3 既存校におけるエコスクールメニュー

エコメニュー	今後の対応方針
1 校庭緑化	学校関係者の理解と協力を踏まえ、整備計画ごとに検討する。
2 屋上緑化	基本的に、緑化面積確保のため実施する。なお、規模や形態について、学校の状況ごとに判断する。また、芝生の他にも、荷重を考慮したうえで、田んぼ、花壇など、学校の教育活動に沿って進めていく。
3 壁面緑化	植物の育成には日照時間が大きく影響するため、学校施設の形態に応じて個別判断とする。施工方法については、ネット式を基本とする。
4 ビオトープ	ビオトープの造設については、今後も計画的に設置を進めていく。
5 ナイトパージ	普通教室にエアコンが設置されたことを踏まえて、ナイトパージについては、今後、新たに設置はしない。また、既設のナイトパージの運用については、春や秋の冷房を使わない期間での換気設備として活用する。また、既存の運用については、マニュアルの整備を図り改善していく。
6 クールヒート トレンチ	既に設置した学校については、引き続き、温湿度等を測定して検証していく。
7 ペアガラス	工事負荷が少なく、熱損失による空調負荷抑制に効果的なので、検討する。また、比較的安価な遮熱フィルムについても検討していく。
8 ソーラー発電灯	自然エネルギーの環境学習の教材として、ソーラー発電灯の設置を検討していく。併せて、エコモニターの設置も検討する。

《 現在のエコスクール事業の概要 》

校庭の芝生化

芝生化は、児童・生徒が自然に直接触れることができるという教育的な意味と地面からの太陽光の照り返しを防ぐとともに、芝生からの水分の蒸発による冷却効果により校舎周囲の熱環境の改善を目的に進めてきました。

芝生化にあたっては、基本的に学校からの希望に基づき整備を進めており、規模・形状については、校庭全面や周辺部分など、学校により異なります。

芝の生育・維持管理については、業者へ委託していますが、日常の散水や芝刈りについては、地域・保護者等が協力して行い、芝生が地域コミュニティの形成に結びついている学校もあります。

屋上緑化

屋上緑化は、屋上への太陽光の遮蔽や、芝草や土壌からの蒸発による冷却効果で熱授受を防ぎ、校舎最上階（屋上直下の教室等）の熱環境の影響を改善する効果があります。

壁面緑化

壁面緑化は、屋上緑化と同様に外壁に面する校舎内の熱環境の改善に効果があります。学校ごとにネット方式、プランター方式、鉄骨方式、コケ方式、パネル方式、ワイヤー式等の多種の施工方法を実施しています。

ビオトープ

児童・生徒たちに対して、そこに住む生き物や自然の水生植物の観察、魚類、幼虫・昆虫などの生態系や自然環境の成り立ちなどを学ぶ環境学習等で活用されています。

庇・バルコニー

夏季の教室内温度の上昇抑制を図るため、庇・バルコニーを設置することにより直射日光を遮蔽します。

ナイトパージ

夏季の深夜から早朝にかけて、タイマー制御の自動運転による排気や、高所に設置した微風で開閉する窓と教室に設置した給気ガラリで通風を図り、夜間の外気でコンクリート壁面など蓄熱体の温度を下げ（蓄冷）、翌日の室温上昇を抑えます。

太陽光発電

自然エネルギーの活用のため改築校の屋上やバルコニー屋根に設置しています。

発電したエネルギーは照明等に利用し、省エネの教材としても活用しています。

外断熱

外部からの熱負荷を低減させるため、校舎の一部で試行実施しました。

内装木質化

森林保護、二酸化炭素削減（樹木がCO₂を吸収）、室内の湿度変化の緩和のため、多摩産材などの低環境負荷木材を改築時に取り入れて活用しています。

クールヒートトレンチ

クールヒートトレンチとは、地下ピットや地中に埋設した管内に空気を送り込み、地中温度が外気温より夏季は低く、冬季は高いことを利用して、空調時の外気導入の負荷を低減する方式です。先駆的な取組みとして、近年の改築校である荻窪小学校、天沼小学校、松溪中学校、井草中学校で導入してきました。

換気に必要な外気の予冷・予暖は省エネルギーの観点からは有効と考えられます。しかし、そのためには建築躯体のピット、送風ダクトや送風機、空調機と連動した複雑なシステムが必要となります。また、これらを適切に運用するには、設備の専門知識と毎日の気象条件に応じた、きめ細かな運転を行う必要があります。特に、湿度の高い梅雨の季節では、結露などピット内の空気環境の監視や維

持管理も必要となりますが、学校にこれらの多大な運転管理を求めることは、現状では極めて困難です。また、クールヒートトレンチ内に結露を生じない冷却温度は、梅雨期では3 から5 となることから、今後は高気密・高断熱の採用によりクールヒートトレンチと同等の省エネルギー効果を十分達成できるものと考えます。

4 エコスクール事業の経費について

現在のエコスクールメニューを実施した場合と、新たなエコスクールメニューを実施した場合の設置経費比較は下表のとおりです。

学校施設の老朽化に伴う改築時期のピークを迎えることから、今後は新たなエコスクールメニューを実施することにより、さらなる財政負担の軽減を行うこととします。

	従来メニュー	変更メニュー
改築校（一校あたり）	250,000 千円	175,000 千円
既存校（一校あたり）	100,000 千円	56,000 千円

<算定条件>

- ・改築校の従来メニューは、天沼小での校庭芝生、屋上緑化、壁面緑化、クールヒートトレンチ、ナイトパージ、外断熱、ペアガラス、太陽光発電、風力発電、照明制御、自然換気、内装木質化、貯留槽、ソーラーコネクターの経費
- ・改築校の変更メニューは、天沼小の従来メニューからクールヒートトレンチ、ナイトパージを除き、外断熱を屋上のみとしてそれ以外は内断熱とした経費
- ・既存校の従来メニューは、校庭芝生 1200 m²、屋上緑化 400 m²、壁面緑化 250 m²、ビオトープ 100 m²、ナイトパージ、外断熱、庇・バルコニーを実施した場合の平均経費
- ・既存校の変更メニューは、校庭芝生 1200 m²、屋上緑化 400 m²、壁面緑化 250 m²（ネット式限定）、ビオトープ 100 m²、遮熱フィルム 18 教室分、ソーラー発電灯を実施した場合の平均経費

5 環境教育について

環境共生型学校である「まるごとエコスクール」とした学校で育つ児童・生徒は、環境に対して関心をもち環境を大切にしようとする心情が養われ、環境学習により、今まで以上に学校に愛着を持ち、環境保全に配慮した働きかけができる実践力を培うことにつながっています。

今後もエコスクールの基本理念は継承し、積極的に取り組んでいきます。また、環境教育指針である「環境教育指導の手引き」を環境教育に十分活用していくとともに、環境教育に関する教育課題研究等の取組みについては積極的にPRしていきます。

6 管理・運用体制について

エコスクールの持つ性能や効果を十分に発揮するためには、適切な管理と運用が不可欠です。このため、計画から運用まで、区職員と現場の教職員のすべてが、常にその目的や適切な管理手法、運転方法を十分に理解しておく必要があります。

これまで設置した、ナイトパージ、クールヒートトレンチ等の「取り扱いマニュアル」を作成して適切な運用を行います。

また、クールヒートトレンチ設置校において、引き続き平成 24 年度も、首都大学東京の須永研究室と協力して温湿度等を測定して評価・検証を継続していきます。

～ 資料編 ～

- 資料1 …………… エコスクール改修一覧
- 資料2 …………… エコスクール事業に関するアンケート調査結果
- 資料3 …………… エコスクールの環境教育への活用
- 資料4 …………… クールヒートピットの効果に関する実測解析
(首都大学東京武藤大樹氏の講演論文より)
- 資料5 …………… エコスクール事業検討委員会開催状況
- 資料6 …………… エコスクール事業検討委員会名簿

検証の方法

エコスクール事業検討委員会の検証にあたっては、学校に対して 校庭芝生、屋上緑化、壁面緑化、ビオトープ、ナイトパージについて、それぞれの現状と今後の希望等についてアンケート調査を実施しました。(資料4 参照)

また、クールヒートトレンチについては、首都大学東京大学院・都市環境科学研究科・須永教授のもと須永研究室学生が、荻窪小学校、松溪中学校、天沼小学校において、検証調査した報告を基に検討をしました。(資料6)

外断熱施工、内装木質化、庇、複層ガラス等、施設部分(ハード)については、技術職の職員を中心に検討をしてきました。

【エコ改修一覧】
小学校

	校庭緑化	屋上緑化	壁面緑化	ビオトープ	庇・ バルコニー	ナイト パージ	太陽光	外断熱	内装 木質化	クールヒー トトレンチ
1 杉一小										
2 杉二小				H18						
3 杉三小		H19	H20							
4 杉四小					H20					
6 杉六小	H18			H19		H22				
7 杉七小	H17	H16	H18	H17	H18	H18				
8 杉八小		H15								
9 杉九小		H15		H19		H21				
10 杉十小										
12 西田小	H22	H18				H21				
13 東田小	H19		H19	H13						
14 馬橋小			H20							
15 桃一小	H21	H20	H18			H21				
16 桃二小		H20		H15	H20	H21				
17 桃三小			H17							
18 桃四小		H18		H18		H21				
19 桃五小	H16				H20	H22				
20 四宮小		H17				H21				
21 荻窪小	H20	H20	H20	H20	H20	H20	H20	H20	H20	H20
22 井荻小			H21							
23 沓掛小			H19	H15						
24 高井戸小	H22	H19	H19		H19	H19	H19		H19	
25 高井戸第二小			H19	H14						
26 高井戸第三小	H18	H20	H18	H20		H20				
27 高井戸第四小		H19	H21	H23		H21				
28 松庵小		H17	H21		H21	H21				
29 浜田山小				H16		H19		H19		
30 富士見丘小				H18						
31 大宮小	H20		H18	H23						
32 新泉小										
33 堀之内小	H17	H14	H20			H20				
34 和田小	H18	H20	H18	H17		H20				
35 方南小		H19	H19	H19	H19	H19	H19			
36 永福小		H18		H16		H20				
37 済美小	H19	H20	H19			H20				
38 八成小	H13	H19		H13		H20				
39 三谷小		H16		H22		H21				
40 松ノ木小			H18	H14						
41 和泉小	H13		H19	H13		H20				
42 高井戸東		H18				H21				
43 久我山小				H20						
44 永福南小	H20									
45 天沼小	H22	H22	H22		H22	H22	H22	H22	H22	H22
43 合計数	17	23	22	23	9	25	4	3	3	2

中学校

	校庭緑化	屋上緑化	壁面緑化	ビオトープ	庇・ バルコニー	ナイト パージ	太陽光	外断熱	内装 木質化	クールヒー トトレンチ
1 高円寺中	H 21	H 16	(H 15)							
2 高南中		H 17			H 21					
3 杉森中										
4 阿佐ヶ谷中										
5 東田中					H 20					
6 松溪中		H 22	H 22		H 22	H 22	H 22	H 22	H 22	H 22
7 天沼中										
8 東原中		H 18				H 22				
9 中瀬中										
10 井荻中										
11 井草中		H 23		H 23	H 23	H 23	H 23	H 23	H 23	H 23
12 荻窪中					H 20					
13 神明中										
14 宮前中		H 19								
15 富士見丘中										
16 高井戸中										
17 向陽中	H 22	H 19								
18 松ノ木中										
19 大宮中					H 20					
20 泉南中		H 14				H 22				
21 和田中	H 15									
22 和泉中										
23 西宮中		H 15				H 22				
23 合計数	3	9	2	1	6	5	2	2	2	2

特別支援学校

	校庭緑化	屋上緑化	壁面緑化	ビオトープ	庇・ バルコニー	ナイト パージ	太陽光	外断熱	内装 木質化	クールヒー トトレンチ
1 済美養護	H 21									
1 合計数	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

合計	21	32	24	24	15	30	6	5	5	4
----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---

エコスクール事業に関するアンケート調査結果

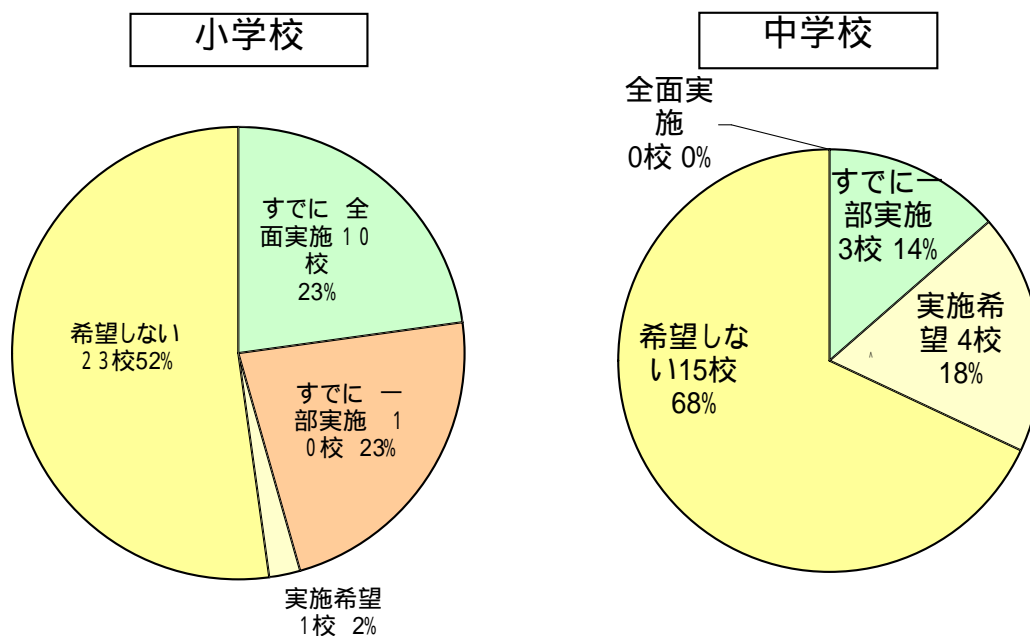
調査概要

- (1) 調査目的：今後のエコスクール事業の方向性を定めるための検討組織である「エコスクール事業検討委員会」での参考資料とする。
- (2) 調査対象：区立小・中・特別支援学校 67校
- (3) 調査期間：平成23年8月12日 ~ 9月8日
- * 特別支援学校は、小学校として集計。

<校庭芝生について>

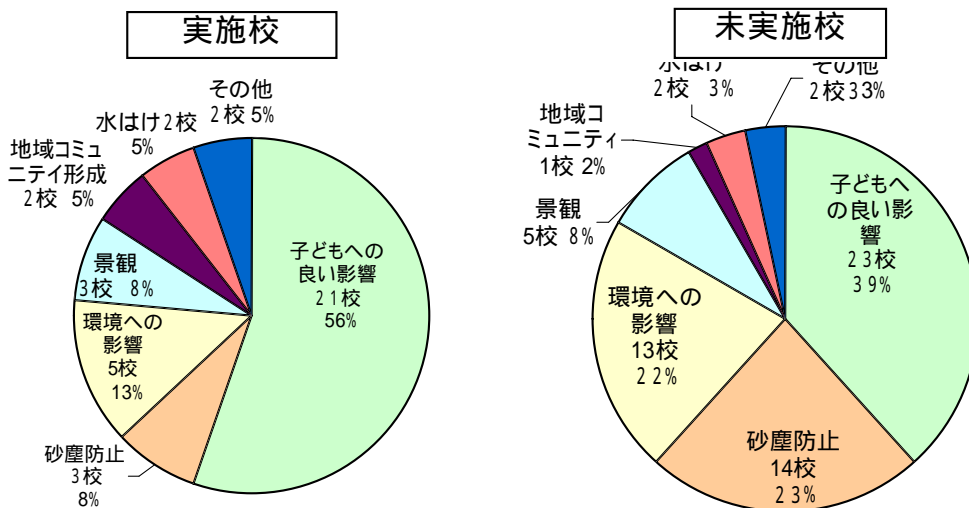
【問1】 校庭の芝生化について、下記の該当するものについて を付けてください。
(校庭全面芝生化とは、校庭の概ね7割以上の芝生とします。)

1 校庭全面芝生化実施	小学校 10校	中学校 0校	計 10校
2 校庭芝生化一部実施	小学校 10校	中学校 3校	計 13校
3 今後、校庭の芝生化を実施したい	小学校 1校	中学校 4校	計 5校
4 今後、校庭の芝生化を希望しない	小学校 23校	中学校 15校	計 38校



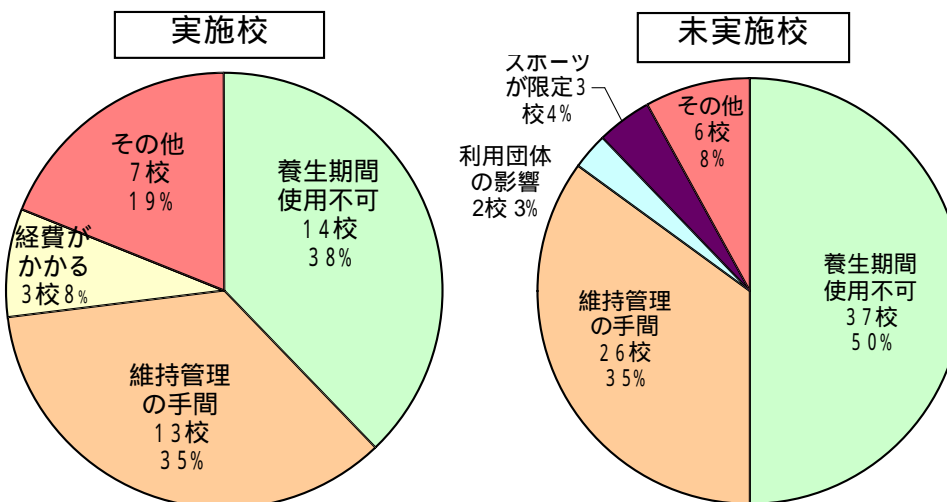
【問2】 校庭の芝生化についてのメリットは何だと思いますか。(複数回答可)

- | | | |
|------------------------------|---------|----------|
| ○子どもへの良い影響(ケガ、体力、情緒面等) | 実施校 21校 | 未実施校 23校 |
| ○砂塵防止 | 実施校 3校 | 未実施校 14校 |
| ○環境(気温抑制、CO ₂ 削減) | 実施校 5校 | 未実施校 13校 |
| ○景観への影響 | 実施校 3校 | 未実施校 5校 |
| ○地域コミュニティの形成 | 実施校 2校 | 未実施校 1校 |
| ○水はけのよさ | 実施校 2校 | 未実施校 2校 |
| ○その他 | 実施校 2校 | 未実施校 2校 |



【問3】 校庭の芝生化についてのデメリットは何だと思いますか。(複数回答可)

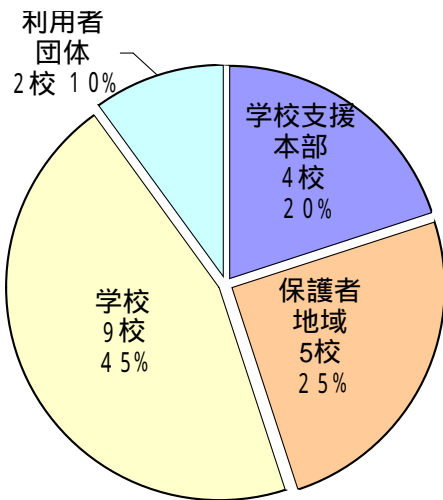
- | | | |
|-----------------|---------|----------|
| ○養生期間の校庭使用不可 | 実施校 14校 | 未実施校 37校 |
| ○維持管理の手間 | 実施校 13校 | 未実施校 26校 |
| ○経費がかかる | 実施校 3校 | 未実施校 0校 |
| ○利用団体の使用場所確保 | 実施校 0校 | 未実施校 2校 |
| ○スポーツが限定される | 実施校 0校 | 未実施校 3校 |
| ○その他(猫の糞・芝の剥げ等) | 実施校 7校 | 未実施校 6校 |



【問4】 校庭の芝生化実施校について伺います。維持管理体制を教えてください。

○学校支援本部	小学校	3校	中学校	1校	計	4校
○保護者・地域	小学校	5校	中学校	0校	計	5校
○学校	小学校	8校	中学校	1校	計	9校
○施設利用者団体	小学校	1校	中学校	1校	計	2校

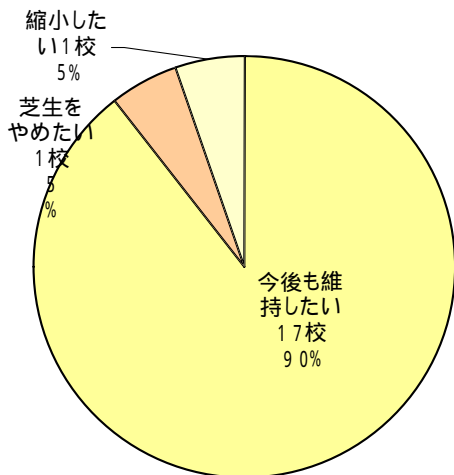
小・中学校



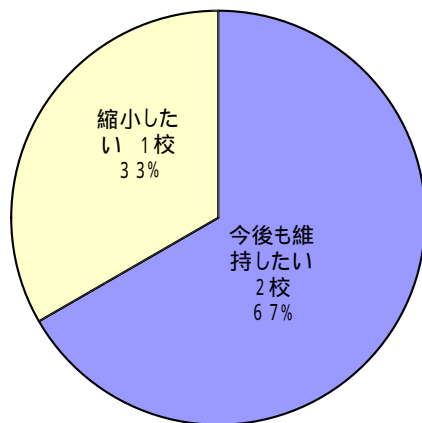
【質問5】 校庭の芝生化実施校に伺います。今後の校庭芝生について下記に当てはまるものに を付けてください。

1 今後も維持していきたい	小学校	17校	中学校	2校	計	19校
2 芝生を辞めたい	小学校	1校	中学校	0校	計	1校
3 縮小していきたい	小学校	1校	中学校	1校	計	1校

小学校



中学校

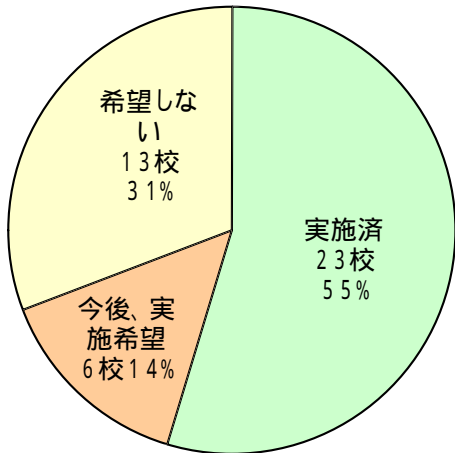


<屋上芝生ついて>

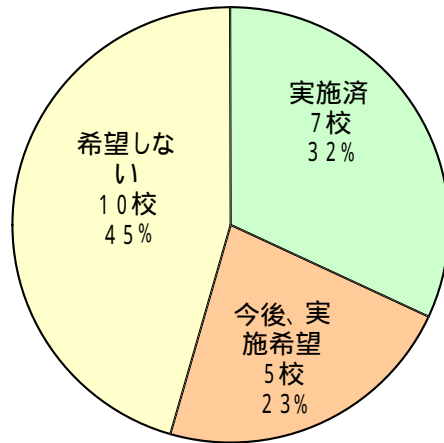
【質問6】 屋上の芝生化について、下記の該当するものについて を付けて下さい。

1 実施済	小学校 23校	中学校 7校	計 30校
2 今後、実施を希望	小学校 6校	中学校 5校	計 11校
3 希望しない	小学校 13校	中学校 10校	計 23校

小学校



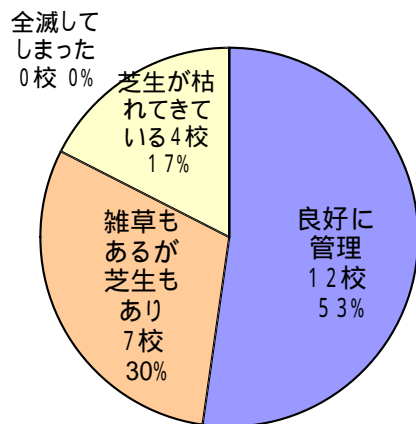
中学校



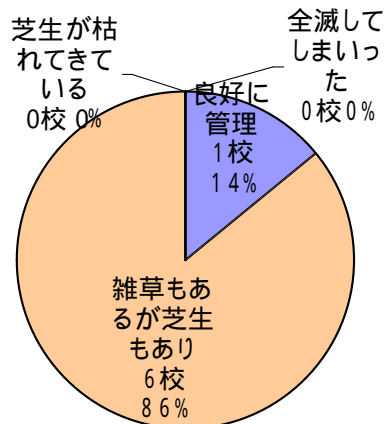
【質問6-1】 屋上芝生実施校について伺います。現在の状況を教えてください。

1 良好に管理されている	小学校 12校	中学校 1校	計 13校
2 雑草も生えているが芝生もある	小学校 7校	中学校 6校	計 13校
3 芝生が枯れてきている	小学校 4校	中学校 0校	計 4校
4 全滅してしまった	小学校 0校	中学校 0校	計 0校

小学校



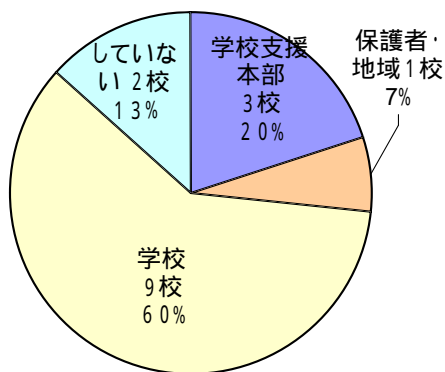
中学校



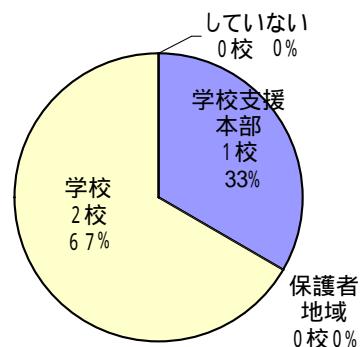
【質問6 - 2】 屋上芝生実施校に伺います。普段の手入れは誰が行っていますか。

○学校支援本部	小学校	3校	中学校	1校	計	4校
○保護者・地域	小学校	1校	中学校	0校	計	1校
○学校	小学校	9校	中学校	2校	計	11校
○していない	小学校	2校	中学校	0校	計	2校

小学校



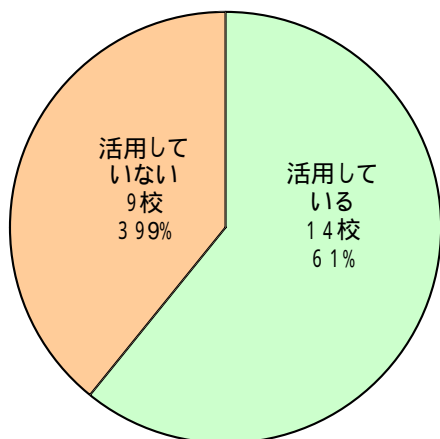
中学校



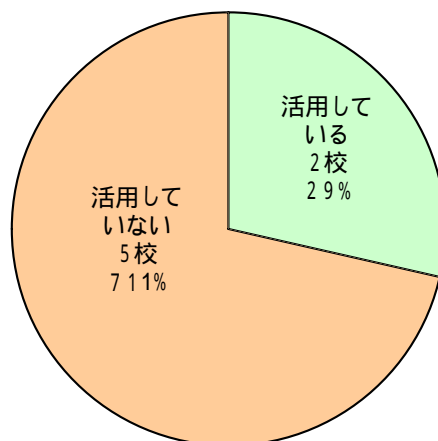
【質問6 - 3】 屋上芝生実施校に伺います。授業等で活用していますか。

1 活用している	小学校	14校	中学校	2校	計	16校
2 活用していない	小学校	9校	中学校	5校	計	14校

小学校

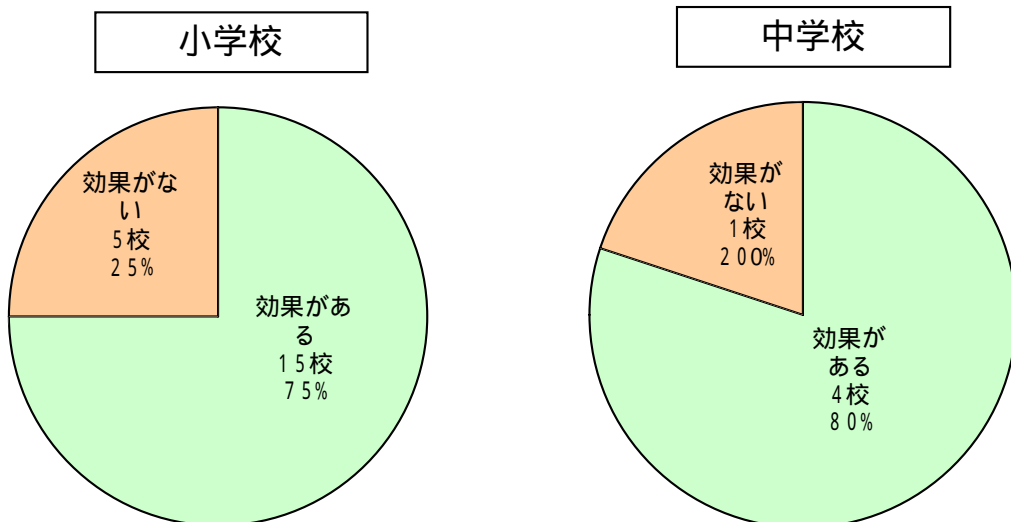


中学校



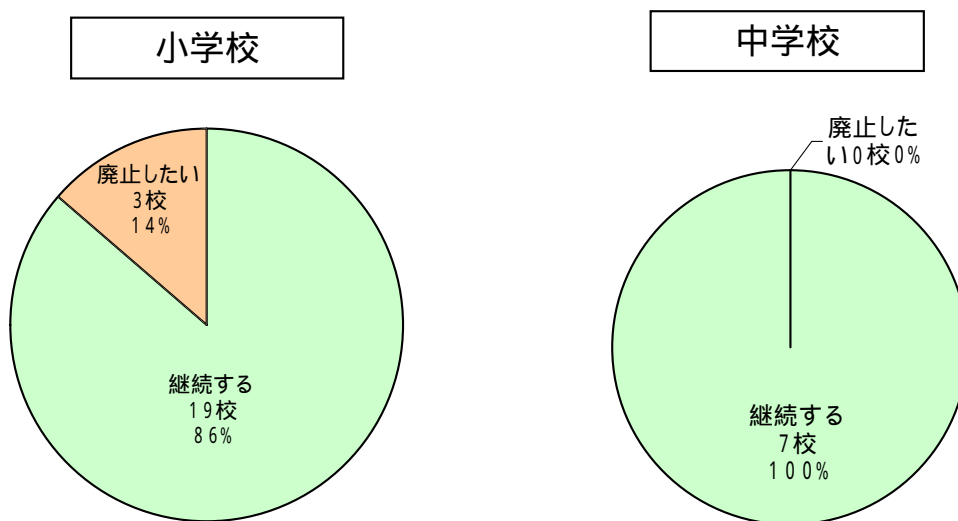
【質問 6 - 4】 屋上芝生実施校に伺います。最上階教室の温度低下に効果があると思いますか。

- | | | | | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|----|------|
| 1 | 効果がある | 小学校 | 15校 | 中学校 | 4校 | 計19校 |
| 2 | 効果がない | 小学校 | 5校 | 中学校 | 1校 | 計6校 |



【質問 6 - 5】 屋上芝生実施校に伺います。今後、屋上緑化の継続を希望しますか。

- | | | | | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|----|-----|
| 1 | 継続する | 小学校 | 19校 | 中学校 | 7校 | 26校 |
| 2 | 廃止したい | 小学校 | 3校 | 中学校 | 0校 | 3校 |

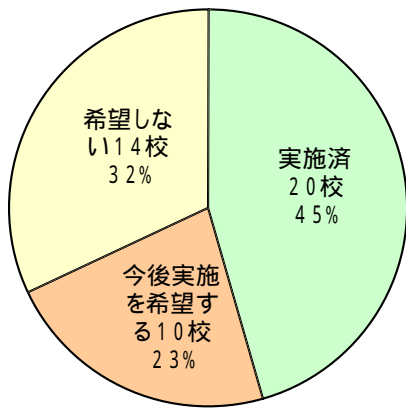


<壁面緑化について>

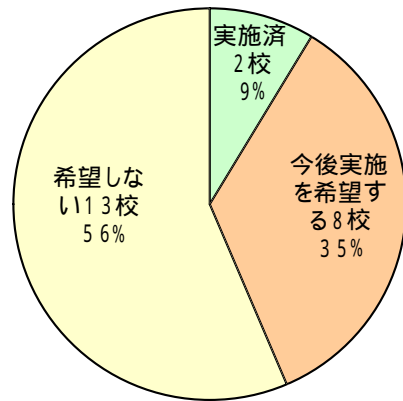
質問7 壁面緑化について、下記に該当するものに を付けてください。

1 実施済	小学校	20校	中学校	2校	計22校
2 今後、実施を希望する	小学校	10校	中学校	8校	計18校
3 希望しない	小学校	14校	中学校	13校	計27校

小学校



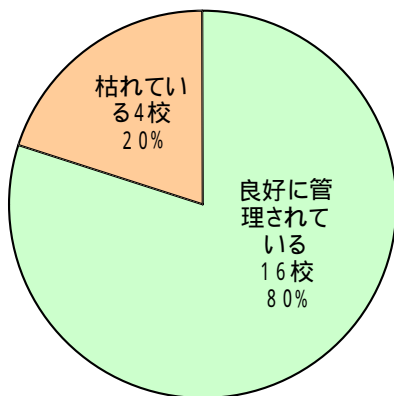
中学校



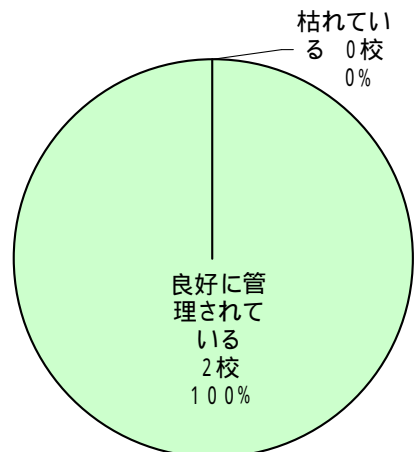
【質問7 - 1】 壁面緑化実施校に伺います。現在の状況を教えてください。

1 良好に管理されている	小学校	16校	中学校	2校	計18校
2 枯れている、枯れかけている	小学校	4校	中学校	0校	計4校

小学校

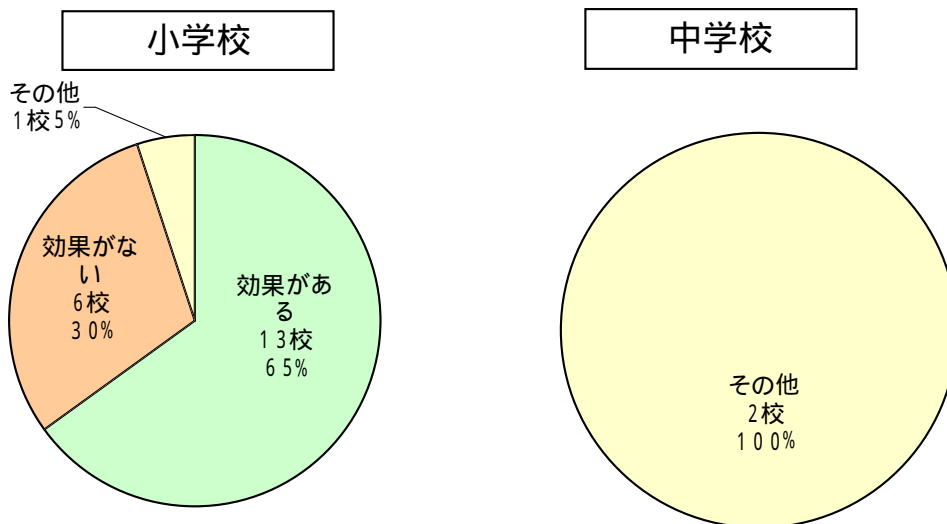


中学校



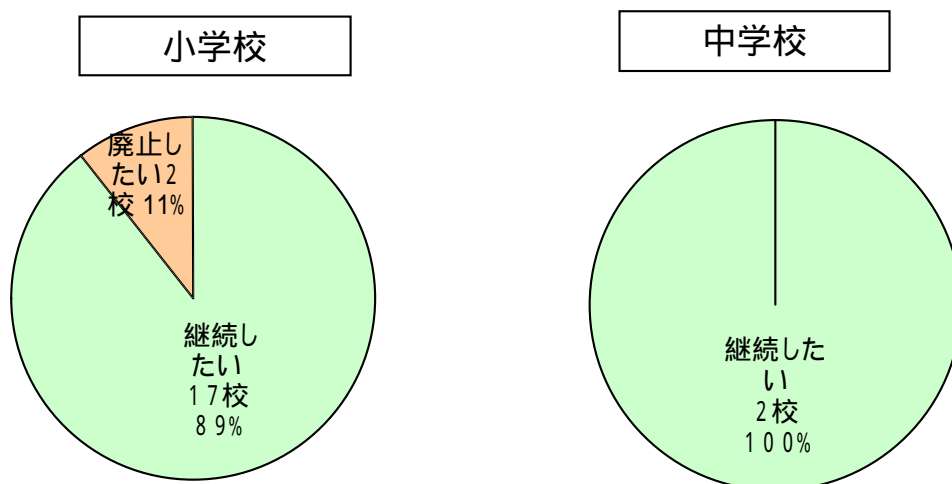
【質問7 - 2】 壁面緑化実施校に伺います。教室内の温度低下の効果があると思いますか。

1 効果がある	小学校	13校	中学校	0校	計	13校
2 効果がない	小学校	6校	中学校	0校	計	6校
3 その他	小学校	1校	中学校	2校	計	3校



【質問7 - 3】 壁面緑化実施校に伺います。今後、壁面緑化の継続を希望しますか。

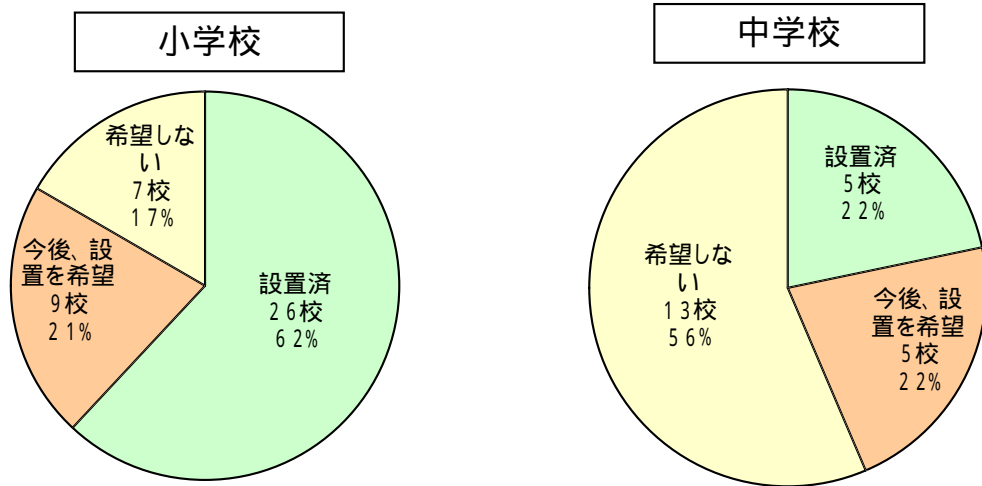
1 継続する	小学校	17校	中学校	2校	計	19校
1 廃止したい	小学校	2校	中学校	0校	計	2校



<ピオトープについて>

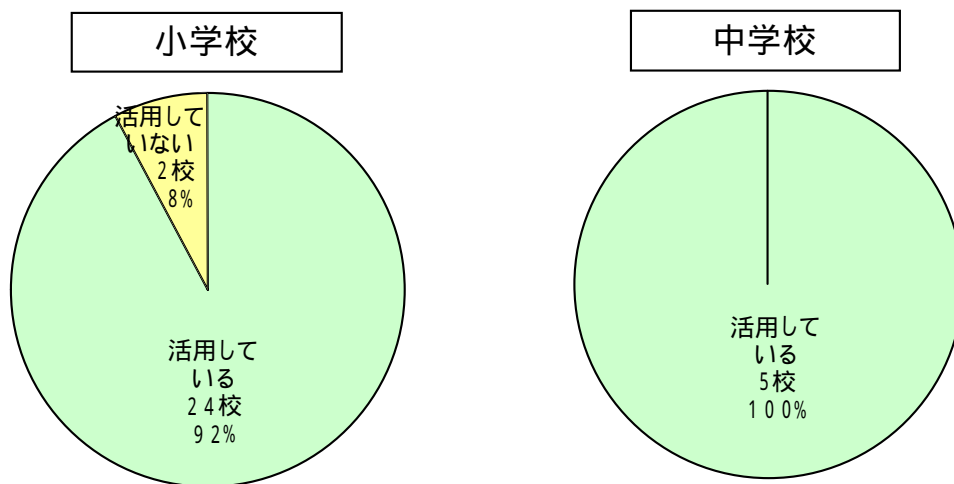
【質問8】 ピオトープについて、下記に該当するものに を付けてください。

1 設置済	小学校 26校	中学校 5校	計31校
2 今後、設置を希望	小学校 9校	中学校 5校	計14校
3 希望しない	小学校 7校	中学校 13校	計20校



【質問8 - 1】 ピオトープ実施校に伺います。ピオトープを授業等で活用していますか。

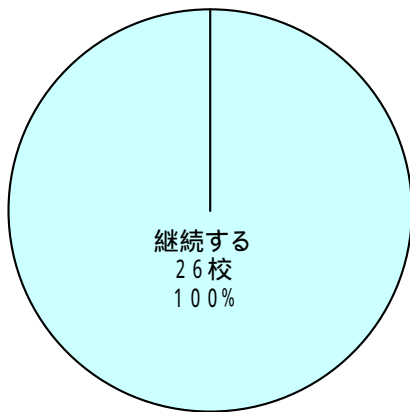
1 活用している	小学校 24校	中学校 5校	計29校
2 活用していない	小学校 2校	中学校 0校	計2校



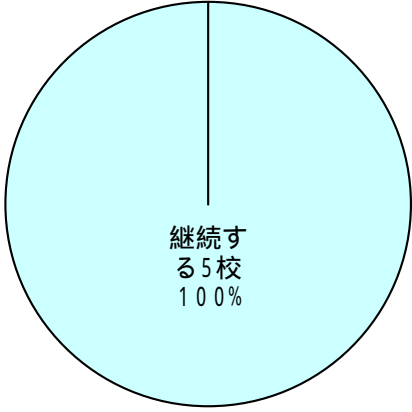
【質問8 - 2】 ビオトープ実施校に伺います。今後、ビオトープの継続を希望しますか。

1 継続する	小学校 26校	中学校 5校	計 31校
2 廃止したい	小学校 0校	中学校 0校	計 0校

小学校



中学校

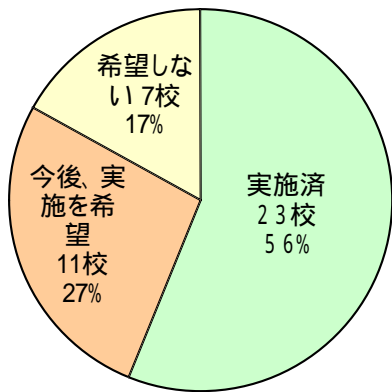


<ナイトパージについて>

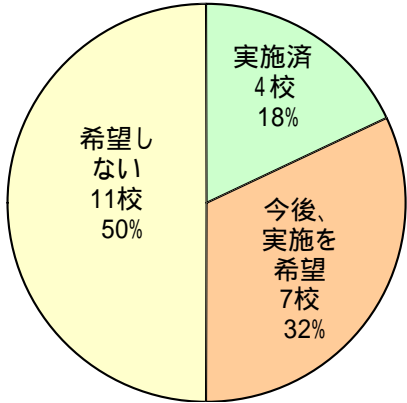
【質問9】 ナイトパージについて、下記に該当するものに を付けてください。

1 実施済	小学校 23校	中学校 4校	計 27校
2 今後、実施を希望	小学校 11校	中学校 7校	計 18校
3 希望しない	小学校 7校	中学校 11校	計 18校

小学校

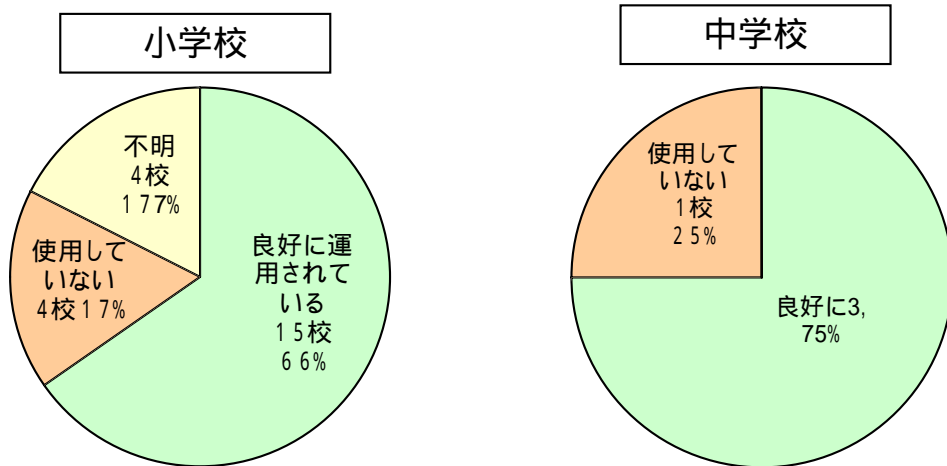


中学校



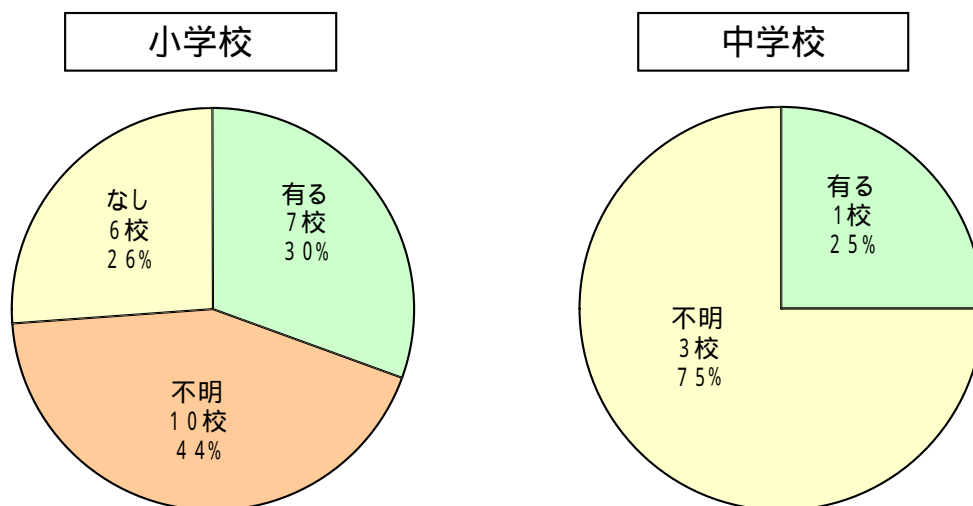
【質問9 - 1】 ナイトページ実施校に伺います。現在の状況を教えてください。

1 良好に運用されている	小学校	15校	中学校	3校	計	18校
2 使用していない	小学校	4校	中学校	1校	計	5校
3 不明	小学校	4校	中学校	0校	計	4校



質問9 - 2 ナイトページ実施校に伺います。運用マニュアルはありますか。

1 有る	小学校	7校	中学校	1校	計	8校
2 不明	小学校	10校	中学校	0校	計	10校
3 なし	小学校	6校	中学校	3校	計	9校



<そ の 他>

【質問10】 身近な環境・自然との関わりとして、芝生やピオトープ等を活用していますが、具体的に環境教育について、エコスクール事業ごとにどのように活用されていますか。

【小学校】

- ・ミミズコンポスト、雨水利用の栽培活動等の「有機物循環」の体験学習を実施。
- ・各教室で芝生を種から育てる活動の実施。
- ・環境教育の中で必要に応じてふれる程度。
- ・善福寺公園で野鳥観察・清掃活動・環境学習を年間で実施。
- ・ピオトープを活用している。
- ・C o 2 削減月間・自然環境利用・節電月間の取組の継続。

【中学校】

- ・グリーンカーテンを活用した環境教育の実施。
- ・アンネバラ活動を通じた環境教育の実施。
- ・C o 2 削減月間・節電月間の取組。
- ・給食廃棄物による堆肥を作り、年2回プランターで環境美化を実施。

【質問11】 今後とりいれたいことやエコスクール事業についての意見等をお聞かせください。

【小学校】

- ・太陽光発電の設置。(2校)
- ・芝生の養生期間中に本来の教育活動が制限されることに疑問。また、コストがかかりすぎる
- ・専門業者による管理・メンテナンスを委託しないとうまくいかない。
- ・ピオトープの充実、屋上緑化の導入。
- ・屋上緑化は芝生以外でも良い。灌水装置の見直しなど。
- ・壁面緑化はネット式だと児童の歩行の安全面から困難である。
- ・全面芝生は養生期間中、遊び場が限られるのでケガが多くなる。
- ・壁面緑化は良好に茂っていれば効果があると思う。
- ・屋上緑化で上階の暑さ軽減を感じるが、教室内では感じられない。
- ・エコ月間や巡回授業を希望。雨水、風力エネルギーを利用した環境学習の実施。
- ・無理なく授業の一環として取り組んでいければ長続きするのではないか。
- ・電気・ガスの使用量(料)が児童にもわかる電子パネルを希望する。

【中学校】

- ・屋上緑化、ナイトパーズ等気温抑制が顕著であれば導入したい。
- ・天延芝の一部芝生化を希望する。
- ・今後、太陽光発電を活用したい。
- ・特別教室棟へのナイトパーズの設置と壁面緑化を希望する。
- ・エアコンとナイトパーズの共用の仕方等、区でのマニュアル化を希望する。

【エコスクールの環境教育への活用】

<小学校>

分野	学習内容	校庭芝生	屋上緑化	壁面緑化	ビオトープ	太陽光発電	ナイトパーズ	雨水貯蓄タンク	計
自然・生命に関する内容	緑の保全	9校	7校	4校	6校	2校		3校	31校
	野生動植物の現象	3校	3校	2校	12校				20校
	生命	5校	3校	3校	9校				20校
	自然への愛着	6校	4校	2校	11校				23校
	生態系	1校	2校	3校	13校		1校		20校
	水・大気・土	4校	4校	2校	4校	1校	1校	5校	21校
ごみ・資源に関する内容	飲料水・ガス・電気				1校		1校	4校	6校
	廃棄物と自然循環				1校			2校	3校
	公害・化学物質			1校	2校		1校		4校
	その他の環境問題			2校	1校	1校	2校	1校	7校
エネルギー・地球温暖化に関する内容	温暖化のシステム	2校	4校	1校	1校	2校	4校	1校	15校
	温暖化の影響	2校	3校	1校	1校	2校	5校	1校	15校
	温暖化の原因	4校	3校	2校	1校	1校	4校	2校	17校
	今後の予測	1校	1校	1校		1校	2校		6校
	京都議定書 国・都・区 の取組	1校	2校	1校	1校		2校		7校
	温暖化防止対策	6校	6校	6校	2校	1校	6校	1校	28校
計		44校	42校	31校	66校	11校	29校	20校	243校

<中学校>

分野	学習内容	校庭芝生	屋上緑化	壁面緑化	ビオトープ	太陽光発電	ナイトパージ	雨水貯蓄タンク	計
自然・生命に関する内容	緑の保全	1校	2校						3校
	野生動植物の現象	1校	1校						2校
	生命	1校	2校	1校					4校
	自然への愛着	1校	2校						3校
	生態系		2校						2校
	水・大気・土		1校				1校	1校	3校
ごみ・資源に関する内容	飲料水・ガス・電気								0校
	廃棄物と自然循環							1校	1校
	公害・化学物質								0校
	その他の環境問題	1校	1校						2校
エネルギー・地球温暖化に関する内容	温暖化のシステム					1校			1校
	温暖化の影響	1校	1校			1校	1校		4校
	温暖化の原因		1校			1校			2校
	今後の予測					1校			1校
	京都議定書 国・都・区の取組								0校
	温暖化防止対策	1校	1校	1校		1校	1校		5校
計		7校	14校	2校	0校	6校	2校	2校	33校

回答は1校につき複数回答

エコスクール事業として主管課で改修したエコ項目のみ掲載

環境学習の現況及び成果

各学校では、学習指導要領を踏まえ、児童・生徒の発達段階に応じて住環境、自然環境、地球環境など多様な視点で、以下のような児童・生徒の生活に身近な環境教育を学校全体で行っています。

< エコスクールの施設を活用した主な活動例 >

校庭芝生化

理科・・・季節の移り変わりによる生き物の変化を継続的に観察する学習

理科、社会科・・・温暖化防止対策等、エネルギー・地球温暖化に関する学習

壁面緑化

家庭科・・・直射日光熱の抑制を生かした住まいの環境について学習

技術・家庭科・・・緑の保全等、自然・生命に関する学習

屋上緑化

生活科・・・芝生において昆虫に触れ、自然環境の大切さに気付く学習

社会科・・・雨水の利用を生かした水を大切に作る工夫について学習

バルコニー

理科・・・差し込む日光を調べ、太陽の当たり方と地面の温まり方の違いを学習

家庭科・・・日光の抑制や日光の取り込みを生かした住まいについて学習

内装木質化

家庭科・・・温もりのある住環境について学習

自然換気

家庭科・・・自然通風による室温上昇の抑制を生かした住まいについて学習

保水性舗装

理科・・・太陽の当たり方と地面の温まり方の学習

ビオトープ

生活科・・・ビオトープで生き物と触れ合い、身の回りの環境に気付く学習

理科・・・野生動植物の現象や生態系等、自然・生命に関する学習

太陽光発電

社会科・・・自然エネルギーを生かした環境の大切さについて学習

理科・・・自然エネルギーを利用した発電による電気の利用について学習

以上のような学習を通して、児童・生徒の環境に対する関心が高まり、自然環境を大切にし、その保全に寄与しようとする態度を育てることができています。

< 環境教育』を研究主題とした教育課題研究指定校の取組例 >

高井戸小学校は、校庭の芝生化、校舎の屋上緑化、壁面緑化、ビオトープ(自然生態園)等を設置するとともに、校舎の電力に太陽光を利用する設備を設置するなど、環境共生型学校である「まるごとエコスクール」として校舎の改築を行い、教育環境の充実を図ってきています。こうした学校で育つ児童には、環境に対して関心をもち環境を大切にしようとする心情が養われます。

また、平成21・22年度、「環境教育(エコスクール)』を教育課題とし、杉並区教育委員会教育課題研究指定校として「環境を見つめ、考え、表現する子供の育成-生活科・社会科の学習を通して』を主題として研究を進めてきました。研究では、エコスクールとしての充実した教育環境を学習活動に生かすとともに、学習過程に環境教育の視点を取り入れた生活科・社会科の授業づくりに関する研究を進め、児童を取り巻く身近な環境や社会的事象、自然環境などを環境教育の視点から見直し、学習過程に環境の視点を取り入れた独自の高井戸プランを開発しました。本研究の成果により、児童は今まで以上に学校の教育環境に愛着を持ち、環境保全に配慮した働きかけができる実践力を培うことにつながっています。

81 都内の学校建築におけるクールヒートピットの効果に関する実測解析 その2. システム形態の異なる3校比較による検討

学生員 ○ 武藤大樹 (首都大学東京)

会員 須永修通 (首都大学東京)

木下雅広 (首都大学東京)

Experimental Study on the Effect of Cool/Heat Pit
in School Building in Tokyo

Part2. Comparison of thermal performance of
the Different Cool/Heat Pit Systems

Daiki MUTO*, Nobuyuki SUNAGA*
and Masahiro KINOSHITA*

* Tokyo Metropolitan University
1-1 Minami-Osawa, Hachioji-shi, Tokyo
192-0397, JAPAN
E-mail: muto-daiki@ed.tmu.ac.jp

ABSTRACT

Today, it is required to reduce energy consumption of buildings, and in the field of school buildings the number of ecological schools has been increasing. The measurement investigation is newly done for two schools with different Cool/Heat Pit Systems in addition to an elementary school mentioned in the former paper, which has Cool/Heat Pit, too, in this paper the thermal performance of these Cool/Heat Pit is compared and discuss the condensation in pits.

キーワード: クールヒートピット, 地中熱利用,
温熱環境, ピット形態, 実測, 学校建築

Keywords: Cool/Heat Pit, Geothermal Energy,
Thermal Environment,
Pit Shapes and Air-conditioning Method,
Actual Measurement,
School Buildings

1. 研究の背景と目的

前報¹⁾では、地中熱を利用したパッシブ手法の一つであるクールヒートピット(以下CHP)が用いられた東京都区内の小学校(以下A校)を対象とした実測調査により、CHPが室内温熱環境に与える影響を明らかにした。

本報では、A校に加え、新たにCHPのシステム形態の異なる2校(以下B校, C校)を対象とし実測調査を行ない、3校について比較することによりCHPのピット形状や室内への給気方式の違いによる効果を検討した。また、ピット内における結露に関して現状を把握し、評価を行なった。

2. 調査対象の建物概要


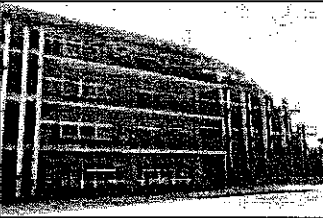
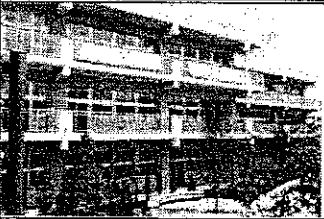
2.1. 対象建物

表1に実測調査を行なった3校の建物外観と概要を示す。対象とした3校は、いずれもエコスクールとして計画され、CHP以外にも環境に配慮した様々な取り組みがなされた学校である。

2.2. 各校のクールヒートピット概要

表2に各校CHPの概要を、図1に各校の地下ピットの平面図とCHP内を通る空気の流れ、およびCHPのシステムダイアグラムと外気がCHP内に流入してから室内に給気され、排気されるまでの空気の流れを示す。A校では、梁に直径600mmの貫通穴が設けられており、CHP内を流れる空気はこの穴を抜け末端部へと進んでいく。その後、CHP内の空気は各階の天井裏に設置されたファンによって縦ダクトを介して吸い上げられ、そのまま天井裏を通り、各教室の天井吹き出し口から直接

Table 1. Building outline

	school A	school B	school C
building facade			
building use	primary school	primary school	junior high school
completion	2009/3	2010/11	2010/7
construction	Reinforced Concrete Structure	Reinforced Concrete Structure	Reinforced Concrete Structure
number of stories	Three Stories on the Ground and One Story in Underground	Four Stories on the Ground and One Story in Underground	Four Stories on the Ground and One Story in Underground
total floor area	8,271 [m ²]	8,714 [m ²]	8,819 [m ²]

室内に給気される。B校のCHP内の空気は、地中梁の間につくられた大空間を抜け、教室横に設置された空調機により各階へ吸い上げられ、室内側のレターン空気と混ざり空調された後、床下を通り各教室の腰壁から室内へと給気される。C校では、地中梁が逆梁となっているため、空気はピットの上部空間を通り奥へと進み、ピット中間部から末端部にかけては結露防止のために設置された断熱ダクトを通る。CHP内の空気は、ピット内の断熱ダクトに設置されたファンおよび各階に設けられた空調機により各階へ吸い上げられ、空調された後、床下を通り各教室の床吹き出し口から室内へ給気される。また排気については、A校およびC校は第一種機械換気方式により、各階のオープンスペース天井に設けられた排気ファンによりダクトを介して外へ排気され、B校は第二種機械換気方式で、オープンスペース上部に設けられた換気ガラリにより建物外へ自然排気される。

3. 実測概要




図1に各校の地下ピットの温湿度および風速の測定点を、図2に各校の室内プランと温湿度測定点を示す。地下ピット内の温湿度測定位置は、CHP断面における中央点とし、ピット内表面温度の測定点は、土中と接している床面とした。室内熱環境測定の対象室は、各校各階の中央教室とし、温湿度測定点は、CHP空気給気前のダクト内、CHPの吹出し口、代表室温として黒板付近(床上1200mm)、および排気吸い込み口とした。なお、測定にはメモリー付温湿度計、および表面温度計を用い、10分間隔で記録した。本報の解析期間は、各校とも2011年6月16日から2011年8月14日とした。また、CHP内の風量測定については、CHP入口付近と出口付近のある断面を25分割し、各々の点における風速の実測値を平均し、風量を算出した。

4. 各校のクールヒートピット内温熱環境

4.1. 空気温度の経時変動

図3に各校CHP中間部における空気温度の経時変動を示す。CHP内の空気温度は外気と地中温度の影響を受け変動しているが、各校とも期間を通して緩やかに上

Table 2. Each school's CHP outline

	school A	school B	school C
total length	205.2 [m]	122.1 [m]	96.1 [m]
depth from GL	2000 [mm]	7100 [mm]	1900 [mm]
volume	2028.9 [m ³]	1013.2 [m ³]	566.9 [m ³]
ave. cross-section	5.7 [m ²]	6.9 [m ²]	4.6 [m ²]
joist shape			
	penetration hole dia. 0.6 [m]	ward off joist H1.8 [m], W3.8 [m]	inverted joist H0.6 [m], W2.8 [m]

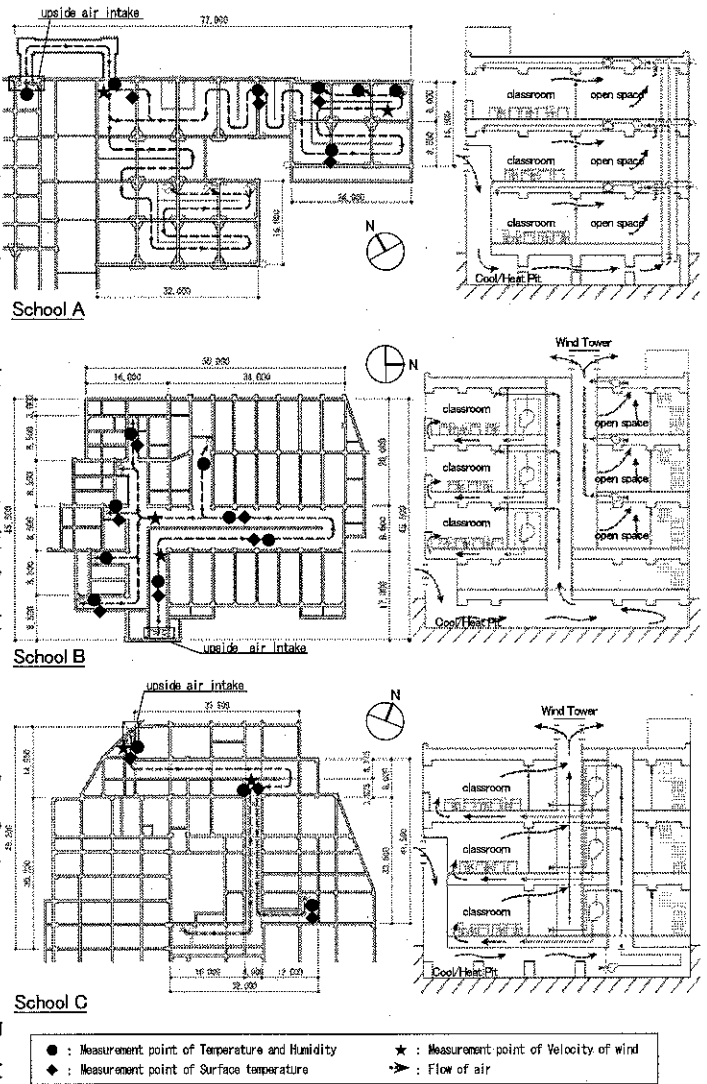


Fig 1. Each school's plan (B1) and CHP system diagram

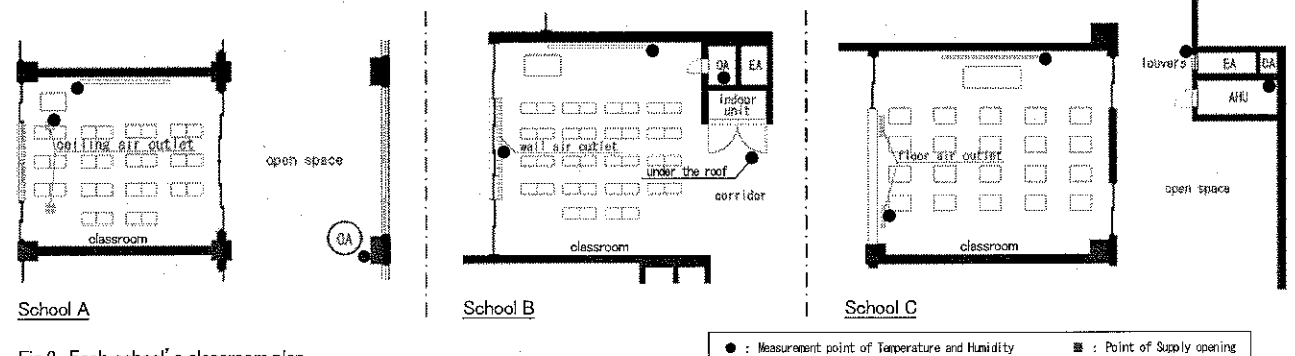


Fig 2. Each school's classroom plan

昇傾向にある。しかし、A校のCHP内温度が安定している一方、C校は外気温の影響も大きく受けており、ピット形態の違いによりCHP内の温熱環境は異なることがわかる。

4.2. ピット内の躯体表面温度

図4に外気および各校CHP内躯体表面の7月の温度変動幅を示す。A校およびB校は約24°Cで推移しており、B校の出口付近の温度が低いのは、地表面からの深さによる影響と思われる。C校の温度が他校に比べ高く推移しているのは、地中梁が逆梁であり、室内側温度の影響を多く受けているためと考えられる。

4.3. クールヒートピット稼働時の空気温度変動

図5にCHPの稼働した日における各校CHP内各点の温度変動を示す。CHPが稼働すると、A校ではCHP入口付近の温度が上昇し、出口付近の温度が低下する。これは、室内側に近くその影響を受けながら停滞していた出口付近の空気が、CHP稼働によりピット内を通過する過程で冷やされた外気と入れ替わったためである。B校では、CHP稼働による各点間での温度の入れ替わりは見られない。これは、CHPが地表面から約7mと深く、外部や室内側から遠いことが主因と考えられる。C校では、CHP稼働時にピット内全体の温度が上昇する傾向が見られる。これは、空気がCHP途中から設置された断熱ダクトを通るため、この間の地中熱による冷却が見込めないことに起因していると考えられる。

4.4. 距離による空気温度変動

図6に各校CHPの入口から出口までの距離と温度の関係を示す。各校ともにCHP入口付近での温度低下が顕著であり、その後もCHP内を進むにつれて温度の低下は見られるが、次第にその割合は小さくなる。CHP入口から約50m以降の区間においては、大きな温度低下が認められず、この間での外気冷却としての効果は微小なものとなるため、ファン動力や建設コストを加味すると、効率的であるとは言えない。

5. 各校のクールヒートピット内風量

5.1. ファン稼働台数とピット内入口・出口風量

図7に各校のファン稼働台数とその時のCHP入口および出口付近の風量を示す。A校では、ファンを最大数稼働させた場合の想定風量と実測値で約4000m³/hの差が見られ、ピット内の梁に設けられた貫通穴を空気が通過する際に生じる抵抗による損失と考えられる。B校は全体的に値が小さく、空調機に取り込む際の室内レターン空気とのつり合いを模索していかねばならない。C校のCHP内風量は空調機の稼働台数の影響をあまり受けておらず、CHP内の断熱ダクトに設置されたファンとの連動性を確認する必要がある。

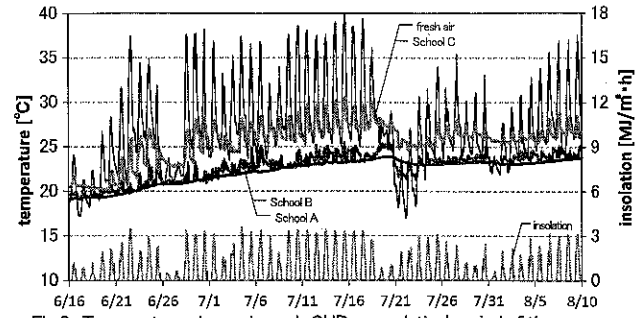


Fig 3. Temperature change in each CHP an analytical period of time

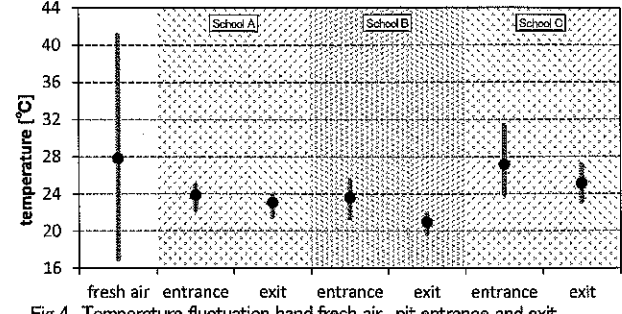


Fig 4. Temperature fluctuation band fresh air, pit entrance and exit

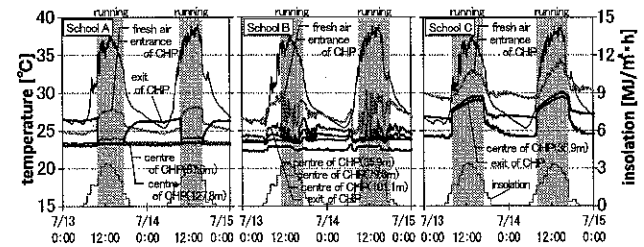


Fig 5. Temperature in each CHP when running

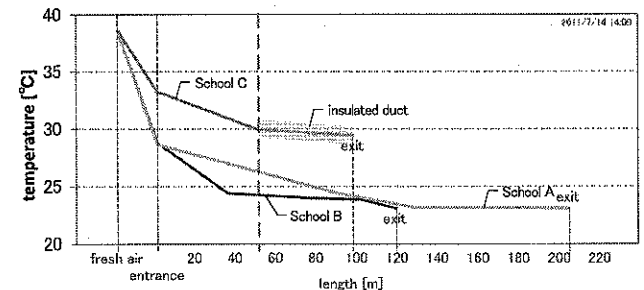


Fig 6. Relation to temperature change and length from entrance to exit

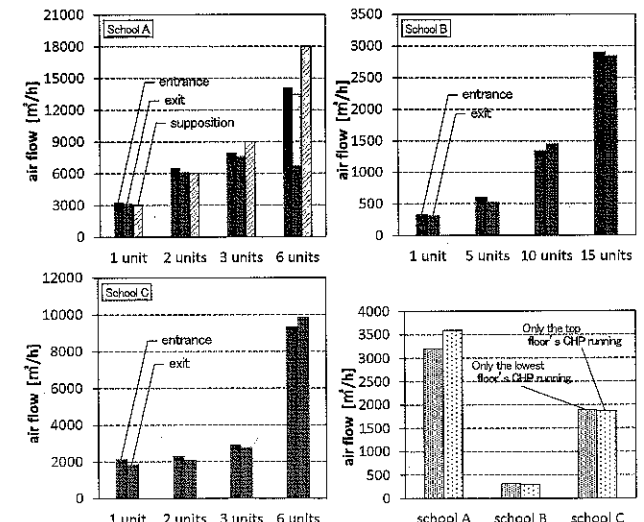


Fig 7. Relation to the number of fan running and air volume

Fig 8. Air volume when only the top or lowest floor's CHP running

5.2. 建物の上下階による風量損失

図8に各校最下階に設置されたファンのみを稼働させた場合のCHP内風量および最上階に設置されたファンのみを稼働させた場合のCHP内風量を示す。各校とも測定値に大きな差は見られず、建物の上下階による風量損失は微弱であることがわかった。

6. 各校のクールヒートピット内冷却熱量

6.1. 日中における時間別冷却熱量

図9に7月晴天日の外気温と各校のCHP内出口温度との温度差およびCHP内風量(各校ファン最大数稼働時)を用いて算出した1時間あたりの平均冷却熱量を示す。各校ともに外気温の高くなる正午過ぎに最大となり、A校で133MJ/h、B校で50MJ/h、C校で30MJ/h程度となる。なお、7月中旬頃における台風通過後の冷涼な期間は解析対象外としている。

6.2. 距離による冷却熱量

図10に外気温と各校のCHP内各点における空気温度との温度差およびCHP内風量を用いて算出した各点までの冷却熱量、およびCHP内各点までの単位長さあたりの冷却熱量を示す。4.4.で述べた温度変動同様、CHP入口付近での冷却量が大きく、距離が進むにつれ冷却効率は悪くなる。A校に比べ、B校やC校の熱量が小さい理由として、B校はCHP内の風量が小さいこと、C校はCHP内のダクトにより温度低下が抑制されていることが主因として挙げられる。また、C校のCHP内は逆梁により空気がピット上部を通過するため、ピット床面との熱伝達が小さいことも一因として考えられる。芦谷らによるCFD解析を用いた研究²⁾では、CHP内において壁面および床面での冷却効果が高いことが述べられており、ピット形状の検討ではこれらの面との熱伝達を促すような設計手法が重要であると言える。

7. 雨季におけるピット内結露の検討

図11に雨季における外気温および外気露点温度と各校のCHP内相対湿度および躯体表面温度を示す。A校およびB校は、ほぼ全日90%を超える相対湿度で推移しており、躯体表面温度が外気露点温度を下回る期間も多々見られることから、結露の発生している可能性が濃厚である。しかし、結露対策として常時紫外線殺菌灯が点灯しているなどの処置が施されているため、直ちに空気質汚染が懸念されるわけではない。一方、C校のCHP内では、躯体表面温度が外気露点温度を下回る事象はなく、結露対策のために導入された断熱ダクトの効果が表れていると考えられる。

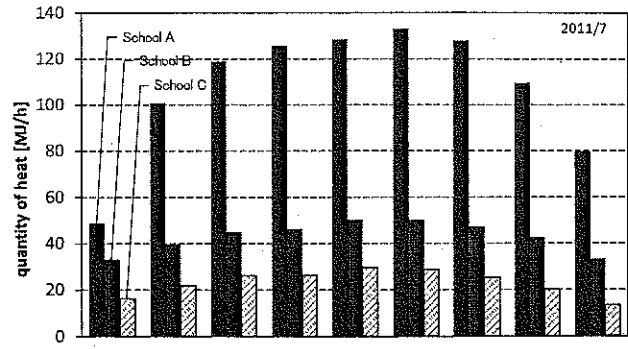


Fig 9. Mean quantity of heat of each CHP

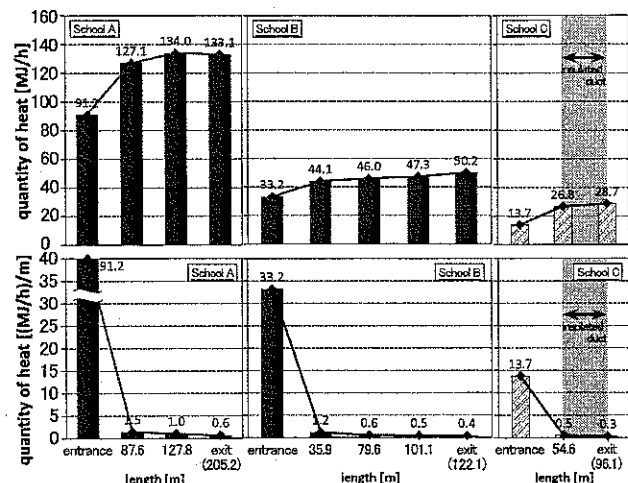


Fig 10. Relation to heat quantity and length and Heat quantity per unit length

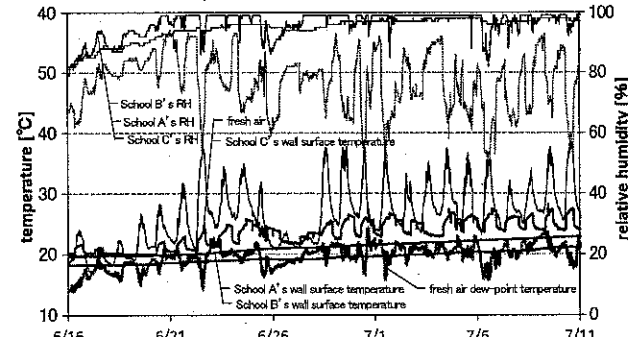


Fig 11. Fresh air dew-point temperature and Wall surface temperature in each CHP

8. まとめ

- 本研究により得られた主な知見を以下に示す。
- CHP入口付近での冷却効果が大きく、CHP内を進むにつれて、その割合は次第に小さくなる。
 - 約50m以降の地点においては顕著な温度低下が見られず、それより長くしても効率的とは言えない。
 - 地中梁の形状や室内レターン空気とのつり合いなど、CHPの長さ以外にも冷却熱量に大きな影響を及ぼす要因がある。
 - CHPの形態により結露の危険性に差があり、冷却熱量を加味して仕様を検討する必要がある。

【謝辞】 本研究は、各学校の校長先生をはじめとする教職員の皆様および彩遊区役所職員の方々に多大な御協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究、課題番号20560551、研究代表者 須永修彦)による。

【参考文献】 1) 武藤大樹 日本太陽エネルギー学会太陽/風力エネルギー講演論文集, pp. 311-314, 2010 『部内の学校建築におけるクールヒートピットの効果に関する実測解析』
2) 芦谷友美 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp. 329-332, 2010 『CFD解析による地下ピットの空調源としての有効利用法に関する研究—一定常解析モデルによる夏季冷房時を対象としたケーススタディー—』

学校建築におけるクールヒートピットに関する実測研究

その1. 開校1年目の夏期室内温熱環境改善効果

正会員 〇武藤大樹*
同 須永修通**

クールヒートピット 地中熱利用 夏期実測
室内温熱環境 小学校 運用方法

1. 研究の背景と目的

近年、環境問題が顕在化したことへの対策として、建物の省エネルギー性能向上が求められている。学校建築においても、エコスクール化に力を入れている自治体が増加傾向にあり、環境配慮型建築を推進する動きが強まっている。

本研究では、地中熱を利用したパッシブ手法の一つであるクールヒートピット(以下CHP)が用いられた東京都区内の小学校を対象として実測調査を行い、CHPが室内温熱環境に与える影響を明らかにするとともに、CHPの運用方法について検討する。

2. 調査対象の建物概要

2.1. 対象建物 表1に建物概要を示す。対象建物は、東京都区内にある2009年開校のRC造地上3階地下1階建の小学校である。対象校はエコスクールとして設計され、外断熱など様々な環境に配慮した取組みがなされている。

2.2. クールヒートピット概要 図1に外気がCHP内に流入してから、室内に吹出されるまでの空気の流れを示す。対象校では、CHP内を通り冷された空気がファンによって吸上げられ、各階の天井裏を通り、各教室の2つの天井吹出し口から室内に給気される。

3. 実測概要

図2に地下ピットと3階の平面図、および温湿度測定点を示す。CHP内の熱環境は、外気取込み口から末端部の間の温湿度、表面温度を測定した。室内の熱環境は、各棟各階中央の教室にある天井吹出し口(床上高さ2700mm)と教室の代表温度として黒板付近(床上高さ1200mm)、およびオープンスペース(床上高さ1400mm)の温湿度を、また3階天井の表面温度を測定した。なお、測定にはメモリー付温湿度計、および表面温度計を用いて、10分間隔で記録した。測定期間は、CHP内の熱環境を2009年6月8日から10月19日、室内の熱環境を2009年6月22日から10月19日まで行った。

4. 実測結果および考察

4.1. クールヒートピット内の空気温度変動 表2に主要部の月平均温度、図3にCHP内の空気温度変動を示す。外気温の日変動が5~9℃であるのに対し、CHP内の中間部では1℃以下と安定していることがわかる。なお、期間を通してCHP内の温度が上昇傾向にあり、授業期間と夏休み期間の変動を比べると、前者の方が温度上昇は速い。これは、外気温の上昇ほか、CHPの稼動頻度も影響していると考えられる。

表1. 対象建物概要

所在地	東京都区内
竣工	2009年3月
構造	鉄筋コンクリート造
階数	地上3階 地下1階
延床面積	7145㎡
設備	クールヒートピット ナイトバース 太陽光発電
環境配慮項目	屋上・壁面緑化 校庭芝生化 日射遮蔽バルコニー 外断熱・複層ガラス 雨水再利用 ビオトープ

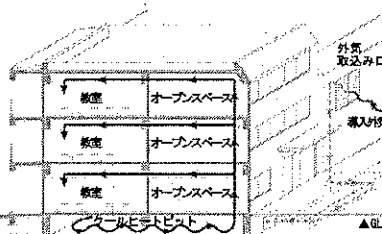


図1. 空気の流れダイアグラム

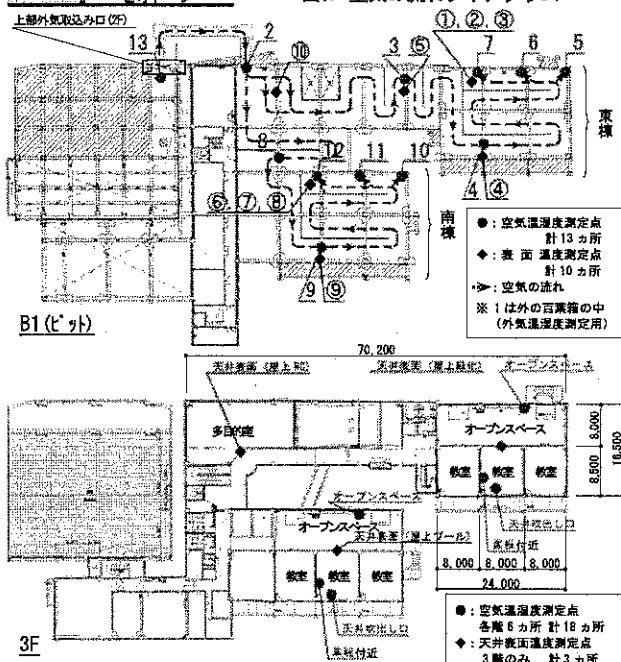


図2. 平面図(B1, 3F)と測定点

表2. 月平均最高最低温度

平均温度(℃)	外気	東棟						南棟										
		最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低							
6月	25.6	19.3	20.8	20.3	27.7	24.0	28.3	25.3	27.9	24.7	20.9	20.7	27.8	24.2	27.7	25.0	28.2	24.9
7月	28.3	23.0	23.9	23.3	28.0	25.5	28.7	26.3	28.4	26.0	23.6	23.5	28.1	25.6	26.2	28.2	28.9	26.8
8月	33.1	23.2	24.6	24.3	28.6	26.5	29.5	27.4	29.9	27.8	24.6	24.5	28.6	26.3	29.3	27.6	29.8	28.1
9月	28.6	19.3	23.7	23.4	26.9	24.3	27.5	25.0	27.3	24.7	23.7	23.5	27.4	24.4	27.1	25.1	27.5	25.3
10月	24.0	15.3	21.8	21.6	24.3	21.3	24.3	22.1	24.4	22.1	22.4	22.2	25.0	22.0	24.7	22.3	24.7	22.3

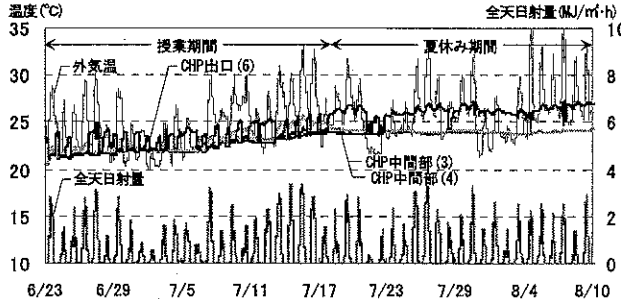


図3. 東棟CHP内の空気温度変動

4.2. クールヒートピット内における冷却熱量 図4に東棟 CHPの入口と出口の温度差、および教室天井吹出し口の風量(1階1070m³/h, 2階1118m³/h, 3階1045m³/h)を用いて算出した1時間あたりの冷却熱量を示す。外気温が高くなる晴天日は冷却熱量が大きく、ピークを迎える14時には8.9MJ/hになり、9時から17時までの総冷却熱量は64.2MJになる。また月別では、暑さの厳しい8月に最高値を記録しており、10.1MJ/hに達する。中間期に入る9月は効果が小さい。

4.3. 室内の空気温度変動 図5に東棟各階の教室内の空気温度変動を、図6に外気温と東棟2階教室温度の相関を示す。一般的な小学校の教室室内温度は、外気温と同等かそれ以上になることが既往研究¹⁾で示されている。一方、対象校では外気温が35.8℃になる日でも、3階教室の最高温度は30.5℃、1階・2階に至っては30℃に達しておらず、CHPによる効果と言える。CHP稼動時に2階室温が30℃を超えることは少なく、室内温熱環境改善効果があることを示している。CHP非稼動時でも室温が31℃を超える日は稀であり、8月の3階教室内月平均最高温度は29.9℃と一般校より低い。6月からCHPを稼動させ、RC躯体の温度上昇を抑制したためと考えられる。また、3階教室内月平均最低温度は27.8℃で1日の温度変動幅が小さい。

4.4. 室内空気のダクト逆流について 図7に東棟各階の天井吹出し口と3階教室の温度変動を示す。6月25日にCHPが稼動したと同時に3階天井吹出し口の温度が上昇していることから、CHPを全階で同時に稼動していない場合、ファンがCHPの稼動していない階の教室天井吹出し口から室内空気を吸込み、ダクトを逆流していることが考えられる。

4.5. 教室の冷却熱量 図8に東棟2階教室のCHPによる1時間あたりの冷却熱量を示す。晴天時での効果が大きく、14時で1.8MJ/h、9時から17時までの総冷却熱量は10.7MJである。雨天時は外気温が低くCHP稼動動力に見合うだけの冷却効果が得られない可能性が高いため、CHPの使用を控えた方がよい。7月の効果が小さいのは、冷房を使用したためと考えられる。

4.6. 中間期における運用方法について 図9に東棟CHPの入口と出口の表面温度、ならびにその差を示す。8月30日付近から入口と出口温度が入替わり始め、9月中旬には出口表面温度の方が高くなる。図8でも示したように、9月以降は予測される冷却熱量も小さいため、気象状況を考慮し、その日の運用を考えることが必要である。

5. まとめと今後の展望

実測結果から、CHPによる夏期の室内温熱環境改善効果が示された。8月の教室室内月平均最高温度は29.9℃と一般校より低く、また月平均最低温度は27.8℃で1日の変動幅は小さい。CHPの運用については、雨天時や9月以降は外気温が低く冷却効果の小さい日が多くなるため、気象状況や稼動動力を考慮し運用するべきである。

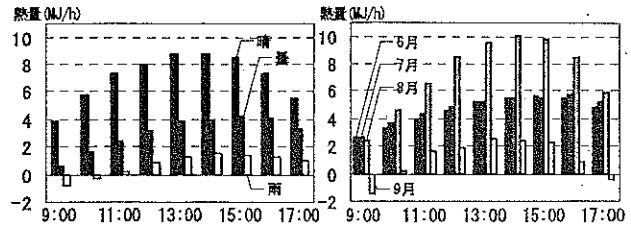


図4. 東棟CHP内1時間あたりの平均冷却熱量(左:天候別 右:月別)

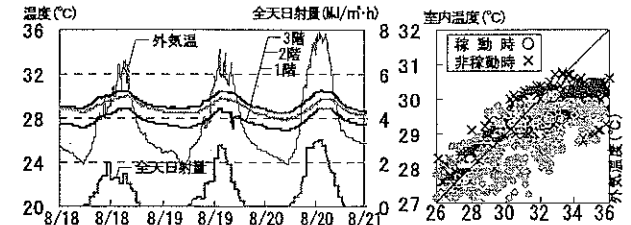


図5. 東棟各階における室温変動 図6. 東棟2階における室内外温度相関

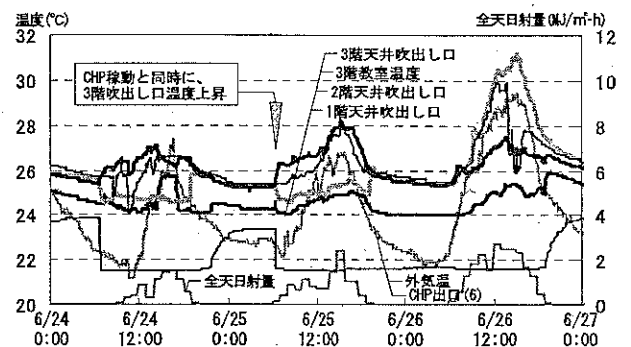


図7. 東棟各階における天井吹出し口と3階教室の温度変動

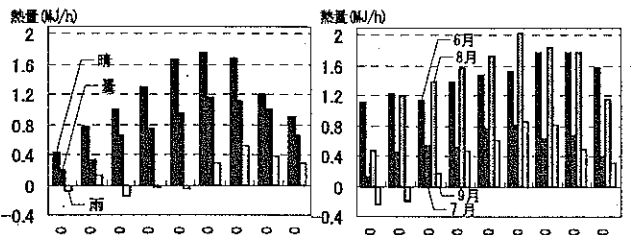


図8. 東棟2階教室1時間あたりの平均冷却熱量(左:天候別 右:月別)

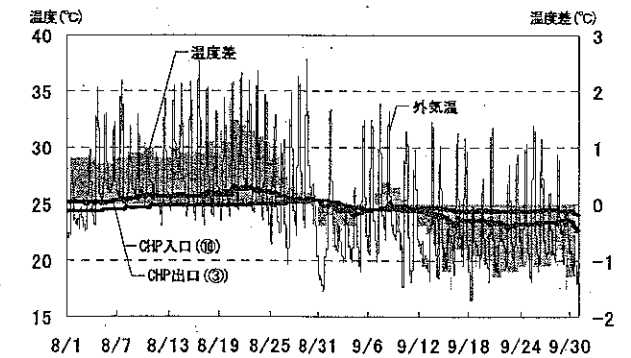


図9. 東棟CHP入口出口の表面温度差

今後は、CHPの冬期および2年目以降の実測調査を行う。

【謝辞】 本研究は、校長先生をはじめとする学校教職員の皆様および校区役員職員の方々に多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。また本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究C、課題番号20560651、研究代表者 須永修通)による。

【参考文献】 1) 伊藤紗加 日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2, pp. 531-534, 2007
【学校および自宅における児童・生徒の温熱環境実態調査】

*首都大学東京 都市環境科学研究科建築学域 博士前期課程
**首都大学東京 都市環境科学研究科建築学域 教授・博士(工学)

*Graduate Student, Dept. of Arch. and Bld. Eng., Tokyo Metropolitan University
**Prof., Dept. of Arch. and Bld. Eng., Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.

エコスクール事業検討委員会開催状況

No.	開催年月日	内 容	備 考
1	平成 23 年 7 月 6 日	エコスクール事業検討委員会開催	
2	平成 23 年 11 月 7 日	クールヒートトレンチ検証報告会	首都大学より 資料 4 の提出
3	平成 23 年 12 月 8 日	環境教育検討作業部会開催	
4	平成 23 年 12 月 12 日	学校緑化事業作業部会開催	
5	平成 24 年 3 月 9 日	事務局作業部会開催	
6	平成 24 年 5 月 18 日	エコスクール事業検討委員会開催(持回り)	

1 委員名簿

No.	職 名 等	氏 名	備 考	
1	教育委員会事務局次長	吉田 順之	副委員長	
2	教育委員会事務局教育改革担当部長	渡辺 均	委員長	H24.3 まで
	教育委員会事務局学校教育担当部長	玉山 雅夫		H24.4 から
3	教育委員会事務局庶務課長	北風 進		
4	教育委員会事務局学校適正配置担当課長	幸内 正治		H24.3 まで
	教育委員会事務局学校整備課長	喜多川 和美		H24.4 から
5	済美教育センター所長	田中 稔		
6	政策経営部営繕課長	大竹 直樹		
7	政策経営部施設整備担当課長	岡部 義雄		H24.3 まで
8	都市整備部みどり公園課長	吉野 稔		

2 作業部会名簿

No.	職 名 等	氏 名	備 考	
1	教育委員会事務局学校適正配置担当課長	幸内 正治		H24.3 まで
	教育委員会事務局学校整備課長	喜多川 和美		H24.4 から
2	政策経営部営繕課長	大竹 直樹		
3	都市整備部みどり公園課長	吉野 稔		
4	政策経営部営繕課営繕係長	大野 宣行		
5	政策経営部営繕課営繕係主査	相馬 吏		
6	政策経営部営繕課機械設備係長	清水 勝		
7	政策経営部営繕課機械設備担当係長	岡野 輔仁		
8	政策経営部営繕課電気設備担当係長	清水 治郎		
9	都市整備部みどり公園課みどりの事業係長	巻島 千栄子		H24.3 まで
	"	赤見 広之		H24.4 から
10	教育委員会事務局学校整備課教育施設設計画係長	伊藤 修一		
11	" 学校整備課教育施設整備係長	伊藤 学	事務局	
12	" 教育改革推進課教育施設設計画係	針谷 聡	事務局	H24.3 まで
	" 学校整備課教育施設整備係	高野 貢志	事務局	H24.4 から

