

既存学校施設における環境対策推進支援事業  
報告書

平成23年3月



佐藤エネルギーリサーチ 株式会社

目次	
1.	はじめに..... 1
2.	調査概要 ..... 2
2.1	目的 ..... 2
2.2	調査フロー ..... 2
2.3	調査体制 ..... 4
2.4	調査スケジュール ..... 4
3.	環境対策メニュー選定フローチャートの基本的な考え方 ..... 5
3.1	環境対策メニュー選定フローチャートの修正内容 ..... 5
3.2	環境対策メニュー選定フローチャートの作成方法 ..... 6
4.	実態調査によるデータベースの整理 ..... 8
4.1	データベースの構成 ..... 8
4.2	データベース構築のための調査 ..... 14
4.2.1	現地調査・ヒアリング調査 ..... 14
4.2.2	アンケート調査 ..... 17
4.3	データベースの整理 ..... 18
4.3.1	設備機器データベース ..... 18
4.3.2	運用状況データベース ..... 21
4.3.3	エネルギー消費量データベース ..... 27
5.	CO2 排出特性 ..... 32
5.1	分析期間の気象状況 ..... 32
5.2	学校全体の CO2 排出量の既往文献との比較 ..... 33
5.3	学校全体 CO2 排出量の特性分析 ..... 34
5.3.1	学校全体の用途別 CO2 排出量 ..... 34
5.3.2	延べ床面積と学校全体の CO2 排出量の関係 ..... 35
5.3.3	竣工年と CO2 排出量 ..... 39
5.3.4	生徒・児童人数と CO2 排出量 ..... 42
5.4	用途別 CO2 排出量の特性分析 ..... 43
5.4.1	空調 ..... 43
5.4.2	照明 ..... 47
5.4.3	給食室 ..... 50
6.	環境対策メニュー選定フローチャート ..... 53
6.1	フローチャートの作成方法 ..... 53
6.2	環境対策メニュー選定フローチャートの選定方法 ..... 55
6.2.1	CO2 削減ポテンシャル表の作成方法 ..... 55
6.2.2	CO2 削減ポテンシャル表 ..... 58

6.3	環境対策メニュー選定フローチャートの利用方法.....	61
6.4	環境対策メニュー選定フローチャート.....	62
6.4.1	環境対策メニュー選定フローチャート(改修版).....	63
6.4.2	環境対策メニュー選定フローチャート(運用改善版).....	72
6.5	環境対策メニュー選定フローチャート適用例.....	76
6.5.1	改修予定の学校の例.....	76
6.5.2	STEP1 CO2削減を目的とした環境対策メニューの検討.....	77
6.5.3	STEP2 環境改善メニューの検討.....	82
6.5.4	STEP3 FASTを用いて確認.....	84
6.5.5	運用改善を目的とした学校の例.....	86
7.	まとめと今後の課題.....	90
資料 1.	運用実態調査 調査票.....	92
資料 2.	設備機器調査 調査票.....	96
資料 3.	設備機器の消費電力推定方法.....	100
資料 4.	学校施設のCO2削減設計検討ツールFAST.....	108
資料 5.	H21年度調査報告書 環境対策メニューの特性表・選定フローチャート.....	110
資料 6.	委員名簿.....	141

## 1. はじめに

川崎市では、川崎市環境基本条例に基づき環境問題に積極的に取り組んできた。川崎市は平成 21 年度に文部科学省の「既存学校施設における環境対策推進支援事業」(以下、平成 21 年度事業と呼ぶ)を受託し、学校の老朽化と教室環境(温熱環境、音環境、光環境)の改善、学校の特性、地域・気候特性という視点から採用すべき環境対策メニューの選定フローチャートを作成した。これは、校舎の環境の改善内容からスタートし、気候特性により効果の高い手法の選定、校舎の特性により改修工事の費用の安い方法を選定、さらに老朽化の度合いによって老朽化対策工事と同時に行うことで工事費を軽減させる手法が選定できるフローチャートとなっている。しかしながら、選定された環境対策メニュー間のプライオリティを示す統一指標が無いという課題が残った。そのため平成 22 年度の事業では、CO2 削減効果という定量的な指標を加えることで、CO2 削減効果の視点も加えて環境対策メニューを選定できるフローチャートを作成することを目的とする。環境対策メニュー選定フローチャートは、8 つにグループ分けされた学校ごとに CO2 削減の視点から優先すべき環境対策メニューを選定し、その後、教室環境という視点を加えてさらに環境対策メニューを選定する方法である。

より具体的な研究とするため、平成 21 年度に引き続き、川崎市教育委員会と連携した上で、教育委員会内に学識経験者、教育委員会、実務経験者などで構成される「既存学校施設環境対策推進委員会」を組織し、平成 21 年度事業で作成したフローチャートの課題を整理し、フローチャートに改善を加え、川崎市の学校施設の CO2 削減効果ポテンシャル等について検討することで今後の施設整備に活用していくこととした。

## 2. 調査概要

### 2.1 目的

平成 21 年度事業で作成した 8 つの環境対策メニュー選定フローチャートについて、CO2 削減効果という定量的な指標を加えることで、実施すべき環境対策メニューのプライオリティを決定できるフローチャートを作成することを目的とする。

### 2.2 調査フロー

調査は、川崎市学校施設データベースを整備するためのヒアリング調査、アンケート調査、現地調査を実施した。得られた調査結果を整理してマイクロソフトのエクセルを用いて川崎市学校施設データベースという形でとり纏めた。川崎市学校施設データベースは平成 21 年度に実施した「学校データベース」、「校舎データベース」、「教室データベース」に、「エネルギー消費量データベース」、「設備機器データベース」、「運用状況データベース」を加える形での整理方法である。得られた川崎市学校施設データベースを整理し、エネルギー消費量に関する特性分析を行い、これら特性分析の結果を基に平成 21 年度に作成した環境対策メニュー選定フローチャートを修正し、フローチャートの活用方法について整理した。

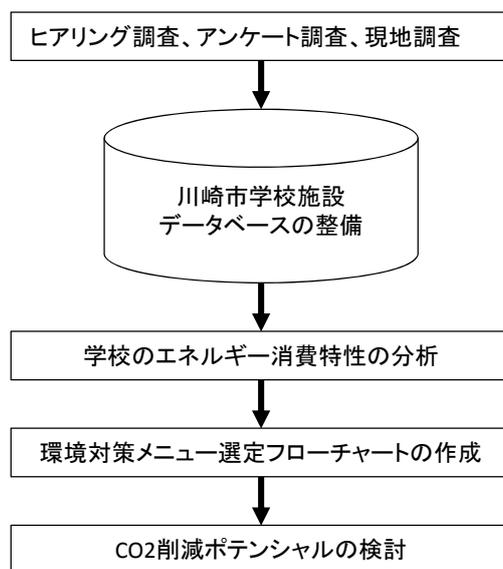


図 2.2-1 調査フロー

図 2.2-2 に本調査で想定する環境対策メニュー選定フローチャートの使われ方の例を示す。エネルギー消費データベースに収録されている学校ごとの用途別 CO2 排出量から改修による CO2 削減効果の高い用途の組み合わせで層別化されたグループ番号を確認し、グループごとに CO2 削減効果の高い用途の環境対策メニュー選定フローチャートを実施する。環境対策メニュー選定フローチャートからは、目的とする用途の CO2 を削減するいくつかの環境対策メニューと学校の老朽化対策工事と同時に実施すべき改修工事、学校の特性に応じて最適な環境対策メニューが選定される仕組みである。

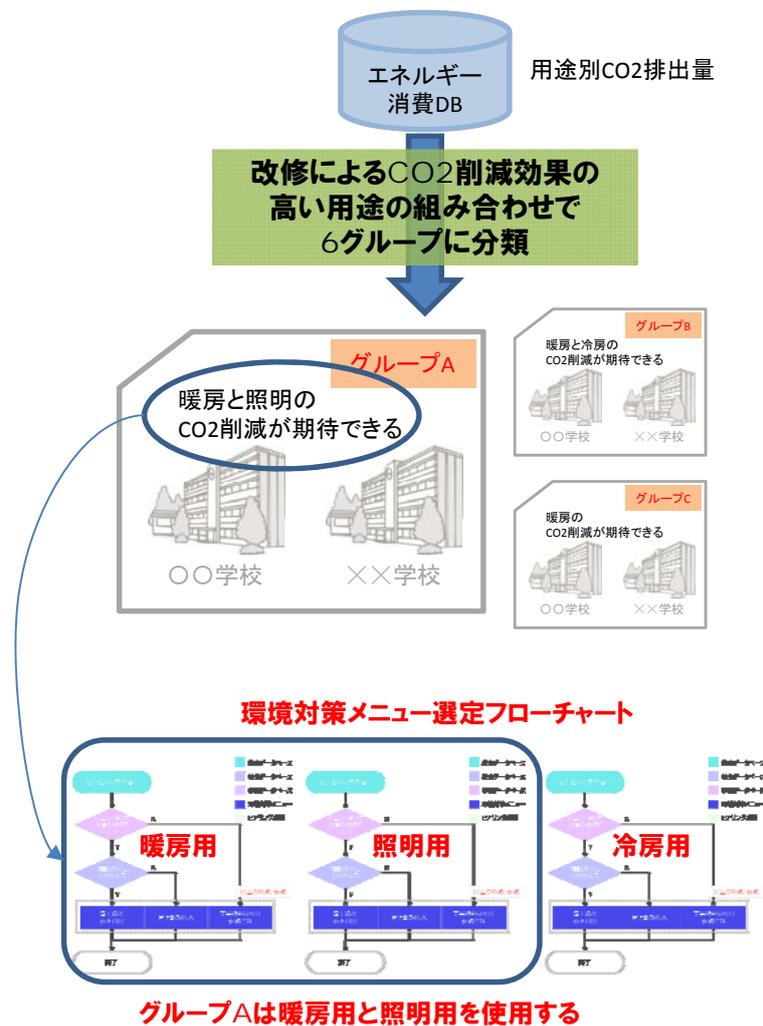


図 2.2-2 提案する環境対策メニュー選定フローチャートの使われ方

## 2.3 調査体制

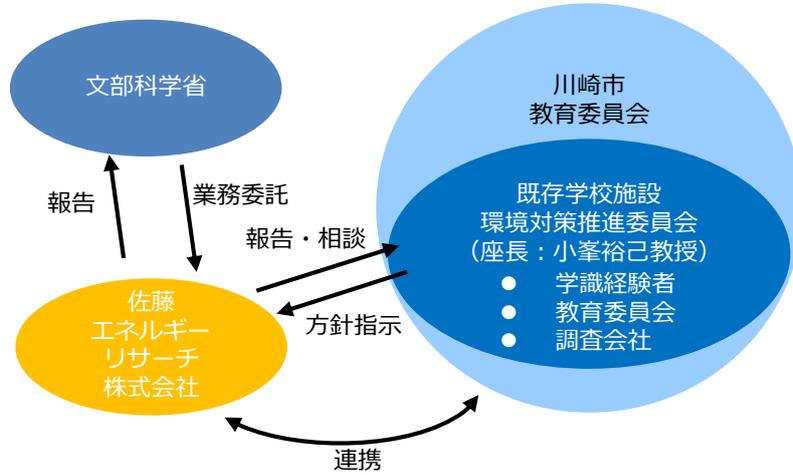


図 2.3-1 調査体制

## 2.4 調査スケジュール

表 2.4-1 調査スケジュール

	平成 22 年					平成 23 年		
	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 全体計画	●→							
2. データベースの追加								
2-1 データ収集		●→						
2-2 データベースの整理		●→						
3. 用途別エネルギー消費量の類型化				●→				
4. CO2 削減効果推定						●→		
5. CO2 削減効果の整理						●→		
6. フローチャートの作成						●→		
7. CO2 削減ポテンシャルの検討							●→	
8. 報告書作成							●→	
現地調査					2校	4校		
研究会開催	8/17				12/21		2/17	3/10

### 3. 環境対策メニュー選定フローチャートの基本的な考え方

#### 3.1 環境対策メニュー選定フローチャートの修正内容

上述のとおり、本調査では平成 21 年度に作成した環境対策メニュー選定フローチャートを図 3.1-1 に示すように修正を行った。平成 21 年度に作成した環境対策メニュー選定フローチャートは、教室環境改善の視点から環境対策メニュー選定フローチャートを作成したが、ここで作成するフローチャートはCO2削減の視点から作成され、当該環境対策メニューを実施した場合の教室環境改善効果について整理することとした。

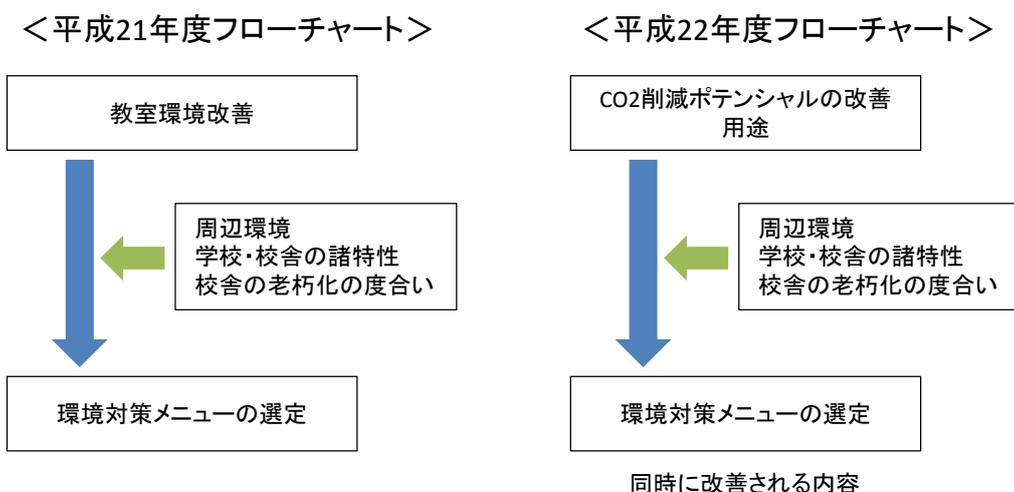


図 3.1-1 平成 21 年度と 22 年度のフローチャートの比較

環境対策メニューは 6 つにグループ分けされた小中学校ごとに、CO2 削減効果の高い環境対策メニューが選定され、その後、昨年度実施した教室環境の実態に応じた教室環境改善の視点から、再度環境対策メニューを見直す方針である。なお、ここで作成する環境対策メニュー選定フローチャートが CO2 削減という観点からとりまとめられていることから、比較的新しい学校施設で改修の予定のない学校に対しても CO2 削減の効果が望めそうな場合には、『環境対策メニュー』を広義にとらえ、運用改善についても選定できる環境対策メニュー選定フローチャートとして整備した。

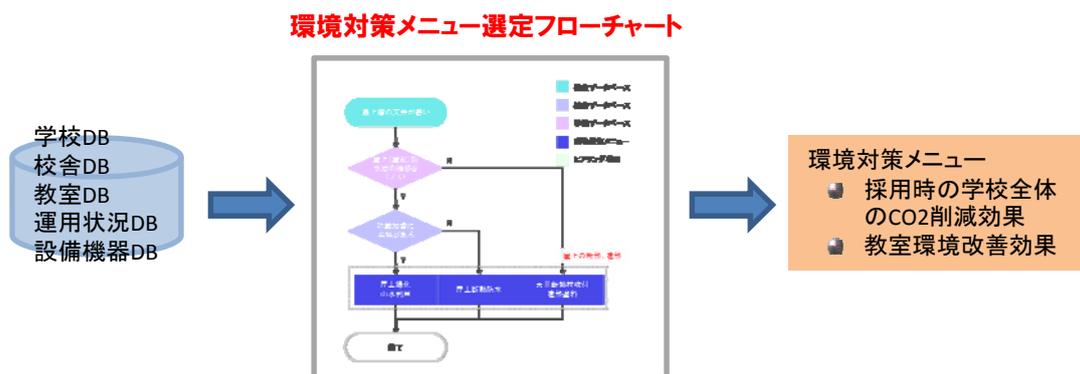


図 3.1-2 環境対策メニュー選定フローチャート



図 3.1-3 学校の築年数に応じた CO2 削減の方法

### 3.2 環境対策メニュー選定フローチャートの作成方法

本調査で作成する環境対策メニュー選定フローチャートは、平成 21 年度に作成した環境対策メニュー選定フローチャートを基礎とし、作成されたフローチャート間のプライオリティをつけられるように修正したものである。本調査では、平成 21 年度に整備したフローチャートにおいて校舎の環境改善をスタートとしていたのに対し、学校ごとの CO2 削減を主目的としたフローチャートとして整備することとする。フローチャートは学校ごとのエネルギー消費量の実績値やその季節変動から推定する用途ごとのエネルギー消費量から用途ごとの CO2 削減のポテンシャルを算出し、CO2 削減のポテンシャルの大きい用途から優先的に環境対策メニューを選定してゆく。そのため、最初に図 3.2-1 に示すように、各学校の CO2 削減ポテンシャルを求めるために、月別光熱費、運用や設備機器に関するアンケート調査および数校の現地調査・ヒアリング結果から「エネルギー消費量データベース」、「設備機器データベース」、「運用状況データベース」

を作成し、それらのデータベースから用途ごとの CO2 排出量の内訳を推定する(以下、用途分解)。さらに、エネルギー特性把握を行い、各学校のエネルギー削減ポテンシャルを算出し、CO2 削減ポテンシャルが大きいものから環境対策メニューを選定できるフローチャートに導かれる仕組みを作成する。なお、環境対策メニューは、CO2 削減だけでなく、老朽化対策、環境改善も重要な目的であるため、CO2 ポテンシャルが小さい項目についても検討できるようなフローとする。

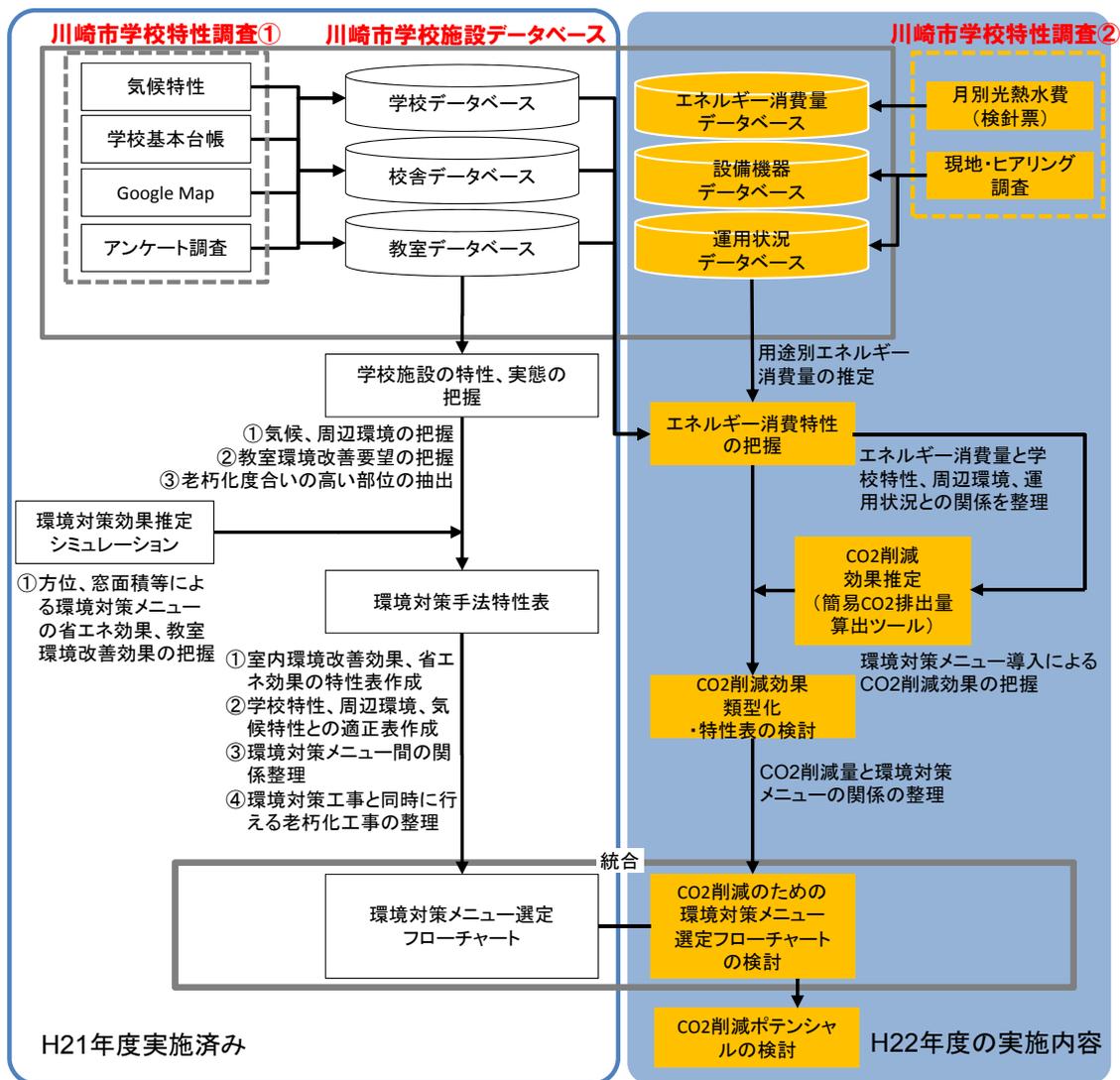


図 3.2-1 環境対策メニュー選定フローチャートの作成方法

## 4. 実態調査によるデータベースの整理

### 4.1 データベースの構成

平成21年度に構築した川崎市学校施設データベースは、「学校データベース」、「校舎データベース」、「教室データベース」の3構造で構成されていた。ここでは、平成21年度のデータベースに「エネルギー消費量データベース」、「設備機器データベース」、「運用状況データベース」を加えることで、これまでの教室の温熱・光・音環境の実態に加え、CO2の排出量の実態やその用途分解に必要な内容を1つのデータベースとして整理した。

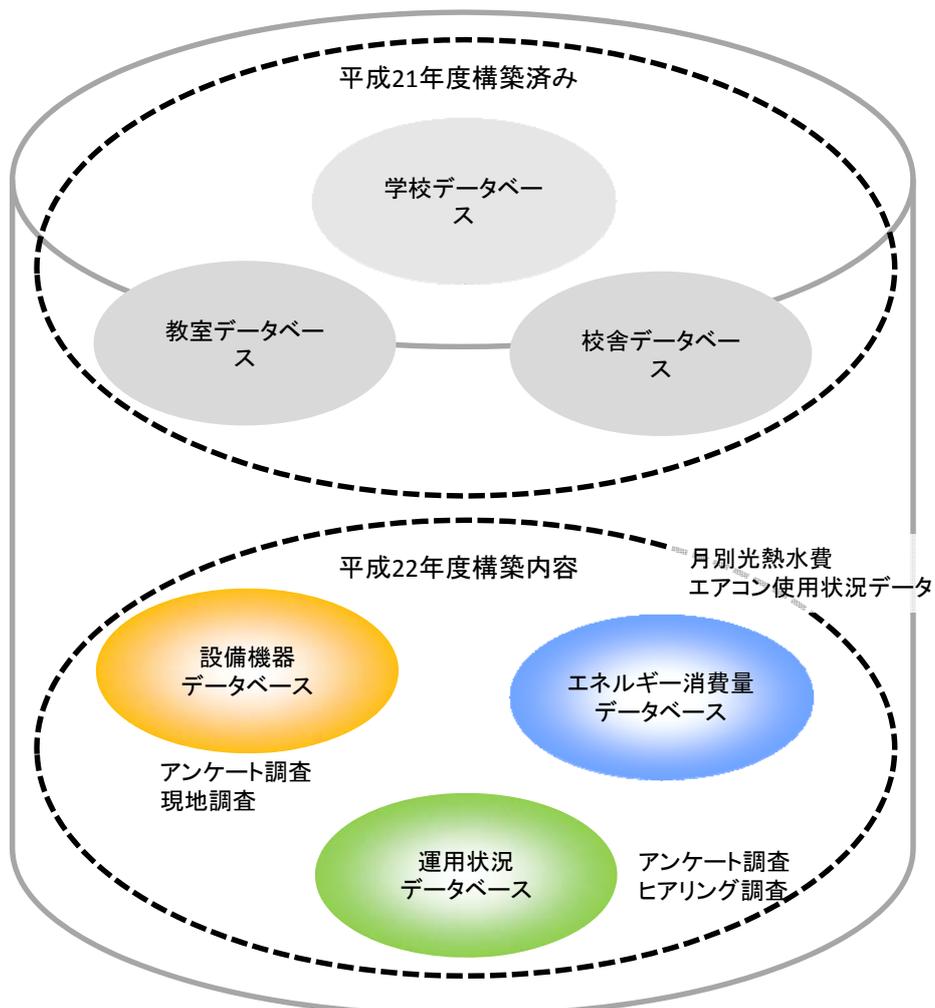


図 4.1-1 川崎市学校施設データベースの構成

データベースは、表 4.1-1 に示すように、6 種類ある。そのうち、本年度は設備機器データベース、運用データベース、エネルギー消費量データベースを作成した。それらのデータベース内容を表 4.1-2～表 4.1-5 に示す。

表 4.1-1 川崎市学校施設データベースの概要

名称	概要
学校データベース	1校につき1レコードのデータであり、学校の基本的な内容で構成される。データソースは学校基本台帳、既存収集データ、Google Map、大気環境測定データに加え、これらでは把握しきれない騒音環境やにおい、老朽化の度合いについて学校を対象に行ったアンケート調査を用いて補完した
校舎データベース	校舎データベースは1校につき棟数のレコードを保有する。データソースは学校基本台帳とGoogle Map である。
教室データベース	構築した学校データベース、校舎データベースより、代表的な環境となる教室を選定し、その教員を対象に行ったアンケート調査をもとに構築した。代表教室は学校の全ての棟に対し、教室が面する全方位、各方位1階と最上階を選定した。選定した代表教室数は2～8 教室/校である。
設備機器データベース	主に、校舎・教室タイプ別の照明の設置容量などがデータベース項目であり、アンケート調査や現地調査で確認した項目である。
運用状況データベース	アンケート調査やヒアリング調査をもとに構築した。1校で1レコードで構成される。長期休暇の期間や普通教室、特別教室、管理諸室の通常授業期間・通常授業期間中の休日・長期休暇中の稼働状況などで構成される。また、体育館の開放状況、通常授業期間の稼働時間なども整理されている。廊下の照明の点灯状況もデータベース項目として網羅されている。
エネルギー消費量データベース	月々の光熱水費および使用量と、一部小学校における普通教室のエアコン電力量より、月ごとのエネルギー種別ごとのエネルギー消費量のデータベースおよび CO2 排出量。他のデータベースをもとにエネルギー消費量の用途分解を行った結果も収録する。

表 4.1-2 設備機器データベースの項目およびデータベースの概要

項目	概要	調査方法
暖冷房設備	暖冷房機器の種類 普通教室  管理諸室 特別教室	PFI 事業実施校:教育委員会資料 PFI 事業非実施校:設備機器調査 設備機器調査 設備機器調査
校舎照明	教室・廊下・トイレの照明の個数、	設備機器調査
体育館照明	体育館全体の照明電力容量	教育委員会資料
格技場照明	格技場全体の照明電力容量	現地調査、床面積より算出
屋外照明	照明電力容量	教育委員会資料
換気設備	普通教室・管理諸室・特別教室の 換気扇の有無、定格電力(一部)	教育委員会資料、設備機器調査(換気扇の有無) 濾過ポンプ、プール水面積表(教育委員会)
給食室設備(冷蔵庫、 食洗機、料理器具)	殺菌庫・消毒庫・食洗機・冷蔵庫・ 冷凍庫の定格電力・台数	給食室関係一覧表(教育委員会資料)
プール関係	濾過ポンプ定格電力	教育委員会資料
その他機器	パソコン等の台数	教育委員会資料

表 4.1-3 運用状況データベースの項目およびデータベースの概要

項目	概要	調査方法
人数	児童・生徒・教員の人数	教育委員会資料
児童・生徒在校時間	児童・生徒在校時間 教員在校時間(平日・休日・長期休 み)	運用実態調査
登校日数	児童・生徒の登校日数	教育委員会資料
暖冷房	設定温度・管理方法	運用実態調査
教室照明	普通教室・管理諸室・特別教室の 使用時間(平日・休日・長期休み)	アンケート調査・一部昨年度アンケート 休日・平日・夏休みの教室等の在室時間)
廊下・トイレ照明	廊下・トイレの照明点灯時間(平日)	運用実態調査
体育館・格技場照明	運用時間(授業・部活・地域開放)	運用実態調査
屋外照明	運用時間	教育委員会資料
学童	運用時間	教育委員会資料

表 4.1-4 エネルギー消費量データベース(エネルギー種別・月ごと)

小学校		中学校
PFI 導入学校	PFI なし	
電力(普通教室暖冷房以外) 電力(普通教室暖冷房)	電力(全体)	電力(全体) 都市ガス(全体) プロパンガス(全体) 灯油(暖房) 水(一般) 水(プール)
都市ガス(給食以外) 都市ガス(給食) プロパンガス(給食以外) プロパンガス(給食) 灯油(暖房) 水(一般) 水(プール)		

- すべて1月ごとに配布される検針票の実績値

表 4.1-5 エネルギー消費量データベース(用途別・月ごと)

	小学校		中学校
	PFI 導入学校	PFI なし	
電力	暖房(普通教室)* 暖房(普通教室以外) 冷房(普通教室)* 冷房(普通教室以外)	暖房(全体) 冷房(全体)	暖房(全体) 冷房(全体)
	照明(普通教室) 照明(特別教室) 照明(管理諸室) 照明(廊下) 照明(体育館) 照明(格技場) 照明(グラウンド) プール濾過機 給食室 熱交換換気 給食室床暖房 暖房便座_電気温水器 <sup>1</sup>		照明(普通教室) 照明(特別教室) 照明(管理諸室) 照明(廊下) 照明(体育館) 照明(格技場) 照明(グラウンド) プール濾過機 熱交換換気
ガス(都市 ガス・プロ パンガス)	暖房(普通教室) <sup>2</sup> 暖房(全体) 冷房(普通教室) <sup>2</sup> 冷房(普通教室) ガス(給食)* ガス(その他)		暖房(普通教室) <sup>2</sup> 暖房(全体) 冷房(普通教室) <sup>2</sup> 冷房(普通教室) ガス(その他)
灯油	暖房*		
水	一般* プール*		

- \*印がついている項目は、実績値。他は推定値。
- エネルギーデータベースの単位は、エネルギー種別ごとに電気=kWh、都市ガス=m<sup>3</sup>、プロパンガス=kg、灯油=リットル、水=m<sup>3</sup>である。また、すべての項目に対してCO<sub>2</sub>排出量に換算した値もデータベース化しており、その単位はCO<sub>2</sub>-kgとしている。なお、排出係数は表4.1-6に示すとおりである。

<sup>1</sup> \*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校のみ:その他(用途不明)な項目が多かったため、電気図面を確認し追加した

<sup>2</sup> 普通教室、特別教室、職員室で暖冷房のエネルギー種別が異なる時のみ

表 4.1-6 CO2 排出係数

エネルギー種別	排出係数	単位
電力	0.418	kg-CO2/kWh
都市ガス	2.21	kg-CO2/m <sup>3</sup>
プロパンガス	3.00	kg-CO2/kg
灯油	2.49	kg-CO2/L
水道	0.36	kg-CO2/m <sup>3</sup>

## 4.2 データベース構築のための調査

### 4.2.1 現地調査・ヒアリング調査

小中学校全校に対するアンケート調査前に2010年10月12日\*\*小学校、\*\*中学校の2校を訪問し、教頭に学校の運用実態、設備機器などについてヒアリングを行いアンケート内容の確認を行った。合わせて学校の現地調査を行い、学校の運用実態を把握するとともに、アンケート内容の確認を行った。2校のヒアリング内容を以下にまとめる。

#### (1) \*\*小学校

学校概要 校舎面積:5234m<sup>2</sup>、体育館面積:974m<sup>2</sup>、学級数:3年生以外3クラス、3年生2クラス

- 冷房は28℃設定では暑いときは26℃設定、冷房期間は6月～9月としている。
- 休み時間は暖房時も冷房時も窓を開けて換気している。
- 管理諸室はエアコンもあるが、寒いとき石油ストーブで暖房している。
- 教師は、会議がなければ普通教室で作業をしている。
- 教師は7:30くらいから出勤、19:00までは8割、21:00までは1割程度作業をしている。
- 準備室は、教師は常時在室しておらず、教材置き場として使っている。
- 児童が登校していない時の夜間勤務はない。
- 教室の一般開放はしていない。
- 廊下の照明は、児童のいる時間、教師が教室で作業している間は常時点灯している。
- トイレの換気扇は24時間稼働している。
- 小便器はハイタンク式で、長期休みには水栓を閉めている。教職員用は常時開としている。
- プールの水位は可動床で調整している。
- 外灯は自動制御である。



外観



普通教室空調



パソコン室



廊下



職員室



小便器(ハイタンク)

写真 4.2-1 \*\*小学校

## (2) \*\*中学校

学校概要 校舎面積:5,998m<sup>2</sup>、体育館面積:983m<sup>2</sup>、425m<sup>2</sup> 学級数:1年生 5クラス、2・3年生 4クラス

- 管理諸室以外の空調(GHP)は集中管理で行っている。冷房の設定温度は 23℃、暑いときは 18℃としている。使っていない教室もすべて空調は稼働している。
- 普通教室にはロスナイが設置してある。
- 特別教室は、外皮面積が大きく寒くて暑いが、冷房は入っていない。
- 教師は 6:30 に出勤している人がいる。残業は 21:00 くらいまで行っている。
- 教師は、授業終了後は教室で作業は行わず、職員室で作業をしている。
- トイレのハイタンクは人感センサーつきである。
- 完全下校時間は 17:15、遅くても 18:00 で、体育館は、18:00～21:00 地域開放し、ほぼ毎日使用されている。
- 牛乳保管庫がある。



外観



普通教室



普通教室スイッチ



技術室



体育館



格技場

写真 4.2-2 \* \* 中学校

#### 4.2.2 アンケート調査

アンケートは、学校の利用時間や照明・空調の運用実態と学校に設置されている設備機器を把握するために行った。2010年11月17日に小学校113校、中学校51校へ配布し、各学校の教頭先生に回答していただき、回収率は100%である。アンケートは4.2.1の現地調査・ヒアリング終了後内容を精査し、回答者の負担を考え、表4.2-1に示す内容に絞って行った。運用実態調査の調査票を資料1.に、設備機器調査の調査票資料2.に示す。

表 4.2-1 アンケート設問概要

運用実態調査	設備機器調査
児童・生徒の登下校時間	普通教室・特別教室・管理諸室
普通教室・特別教室・管理諸室の使用状況 (部活動・教職員の放課後の作業含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 暖冷房設備機器の形、メーカー</li> <li>● 機械換気設備の有無</li> <li>● 照明の本数</li> </ul>
廊下・トイレの照明点灯状況	トイレ
体育館・格技場の使用状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 小便器の洗浄タイプ</li> <li>● 機械換気設備の有無</li> </ul>
冷暖房の使用状況(稼働時間・設定温度)	
プロパンガスの使用量	

### 4.3 データベースの整理

ここでは、本年度作成した設備機器データベース、運用実態データベース、エネルギー消費量データベースを集計し、学校施設に導入されている機器や運用状況の実態を把握する。

本節は構築したデータベースを様々な角度から分析することで、エネルギー消費の構造を把握するとともに、環境対策メニュー選定フローチャートの作成に資するデータの収集を目的とする。特に、新しい学校では改修よりも運用改善によりCO2の削減が望めるため初期費用が掛からない場合が多く、これら運用実態を把握することは有効であろう。

#### 4.3.1 設備機器データベース

##### (1) 暖房方式

暖房方式は、普通教室については、平成 21 年度の冷房化事業に伴い小学校では氷蓄熱型電気エアコン、中学校ではガスエアコンが多い。特別教室(図書室、理科室、音楽室)・管理諸室は FF 型石油暖房機による暖房が多い。特別教室や管理諸室が冷房化されていれば、冷房器具を用いて暖房しているが、冷房化されていない学校が多いことから、FF 型石油暖房機の採用事例が多いものと考えられる。

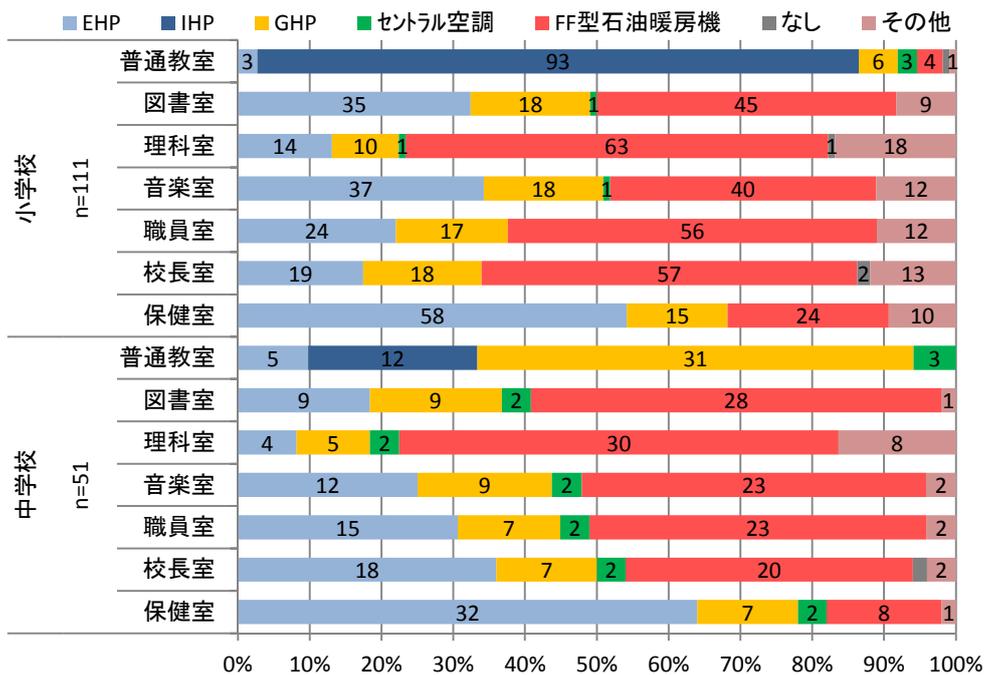


図 4.3-1 暖房方式

- EHP: 電気エアコン、IHP: 氷蓄熱型電気エアコン、GHP: ガスエアコン、セントラル空調: 主に吸収式空調機、その他: 主に FF 型ガス暖房機

## (2) 冷房方式

冷房方式は、普通教室については、暖房方式と同様に平成21年度の冷房化事業に伴い小学校では氷蓄熱型電気エアコン、中学校ではガスエアコンが多い。音楽室・管理諸室では電気エアコンが多いが、理科室はほとんどの学校で冷房は設置されていない。

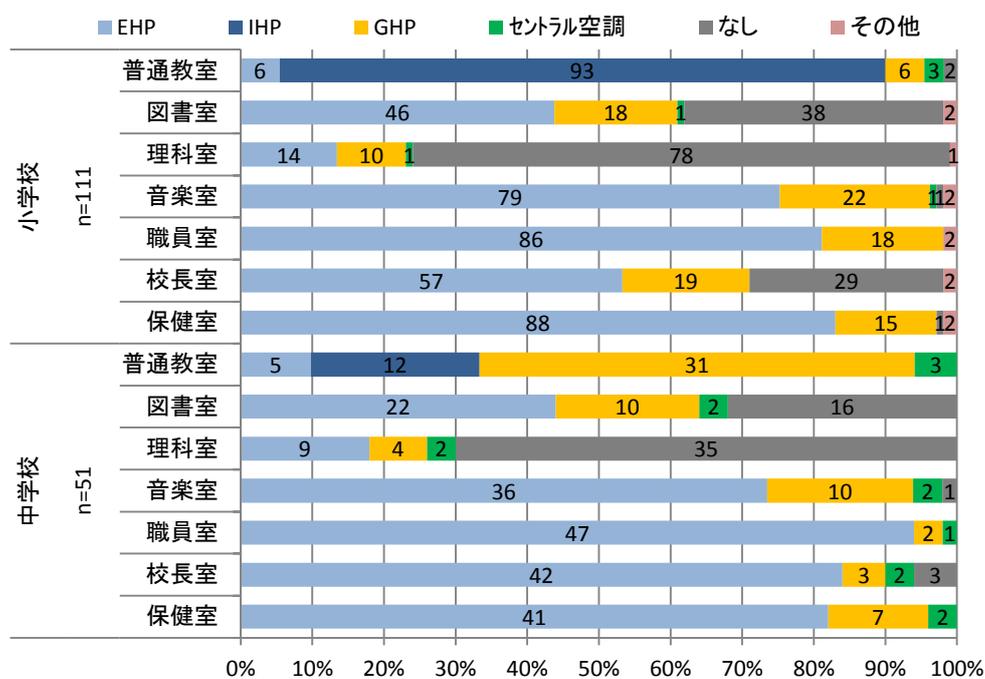


図 4.3-2 冷房方式

### (3) 照明

普通教室1教室当たりの照明の本数は、小学校、中学校ともに14本程度である学校が30%以上を占め、最も多い。学校で一般に使用される蛍光灯は40型が多く、通常の蛍光灯であれば40Wの消費電力となる。蛍光灯の点灯には安定器が必要であり、おおよそランプの消費電力10~20%程度のロスを生じる。そのため、14本の蛍光灯が教室に設置されている場合、すべてを点灯すると672Wの消費電力となり学校全体のエネルギー消費量に占める割合は大きい。学校の竣工年代別にみると1970年代以前を除けば、普通教室1教室当たりの蛍光灯の本数は新しい学校ほど多い傾向がある。1994年に文部科学省の照度基準が改正され、推奨照度が200lxから500lxに上がったことが理由と考えられる。

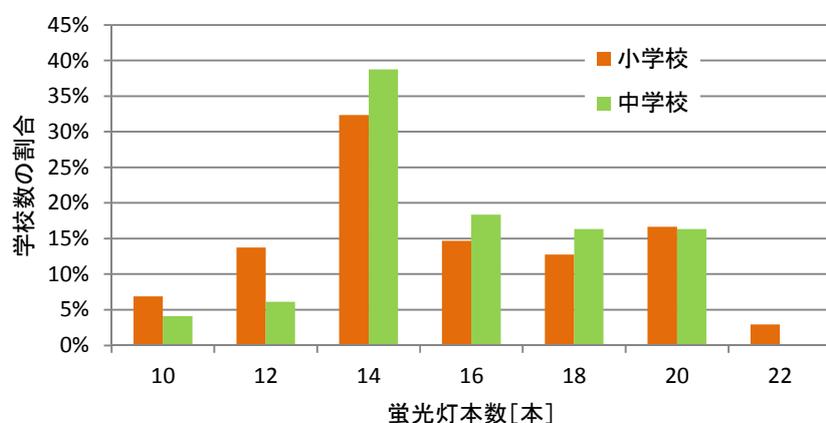


図 4.3-3 普通教室1教室当たりの照明の本数

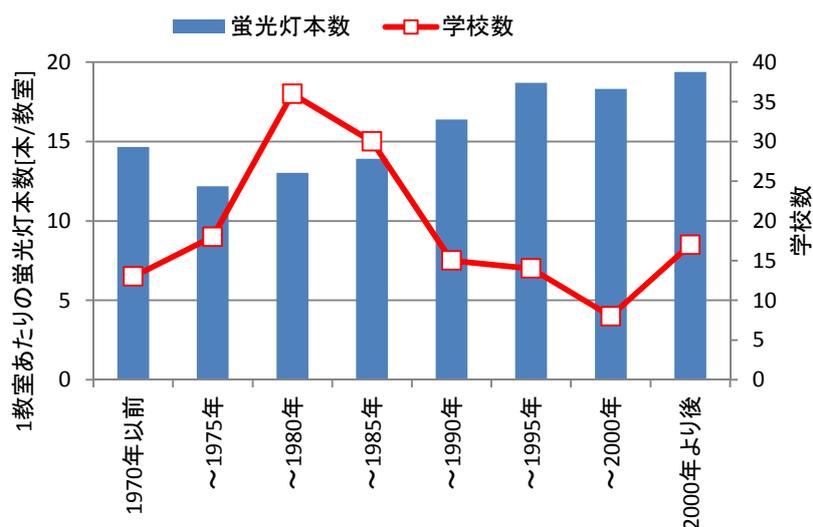


図 4.3-4 竣工年別 普通教室1教室あたりの蛍光灯の本数

- 竣工年は、最も面積の大きい棟の竣工年としている。

#### 4.3.2 運用状況データベース

##### (1) 授業以外の教室の使用状況

普通教室は、授業時間外でも18時台まで使用されており、教室の稼働時間は長い。ヒアリングによると小学校は教員が教室で作業をするケースが多く、中学校は部活動で使用されているとのことである。

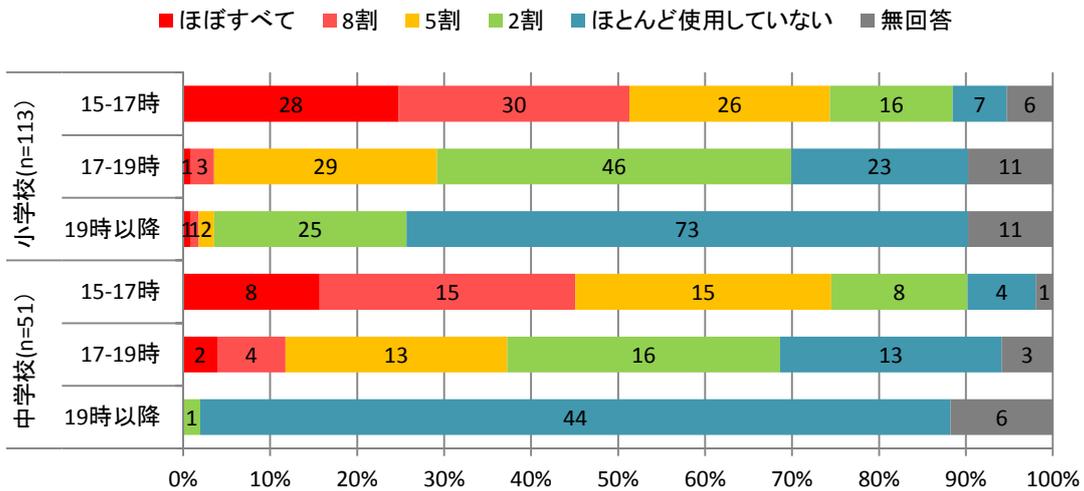


図 4.3-5 平日の放課後に使用している普通教室の数

休日における普通教室の1ヶ月あたりの使用時間は、部活動や教職員の放課後の作業等によって、小学校では200時間程度使用されている学校が30%程度、中学校では200時間以上使用されている学校が70%程度あり、照明や冷暖房の使用時間が非常に長いことから有効な環境対策メニューを選定することで大きなCO2削減効果が期待できると考えられる。

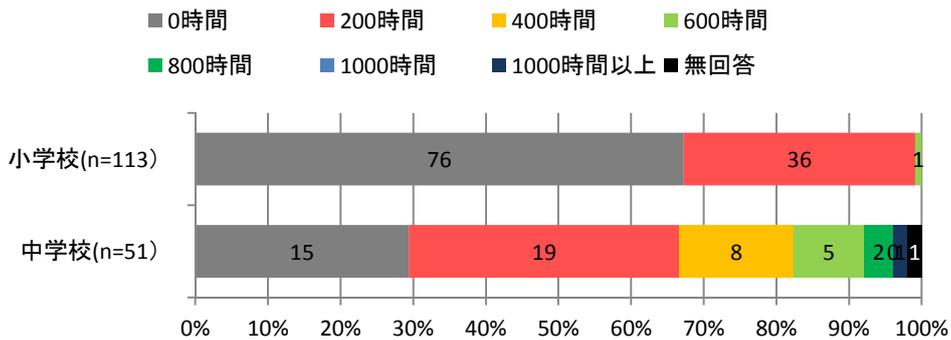


図 4.3-6 休日における普通教室の1ヶ月あたりの使用時間(使用教室の合計時間)

- 5教室を休日の8日間、5時間ずつ使用の場合： $5 \times 8 \times 5 = 200$  時間

職員室は、平日において 14～15 時間(7:00～21:00 の間)使用している学校が多く、使用時間が非常に長い。長時間にわたってすべての教員が在室していない場合に、無駄なエネルギー消費を削減するため、照明の回路の細分化やタスク照明の採用などによるエネルギー消費の削減が狙えると考えられる。

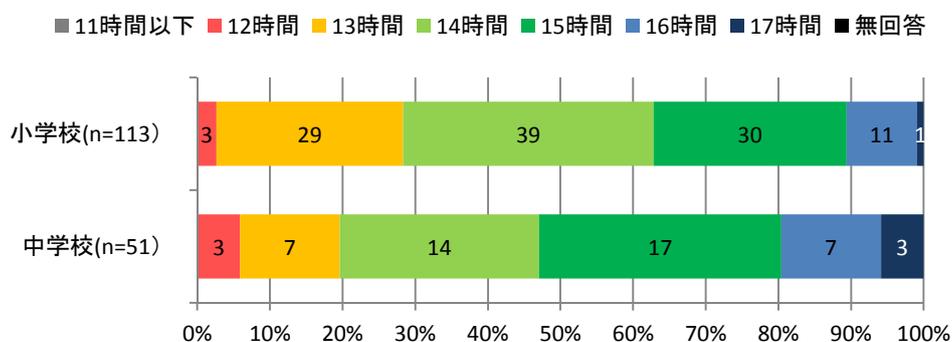


図 4.3-7 職員室の使用時間(平日)

職員室の休日における使用時間は小学校で 9 時間、中学校で 10～11 時間が最も多い。休日における使用時間も長く、職員室はほぼ毎日稼働しているといえる。

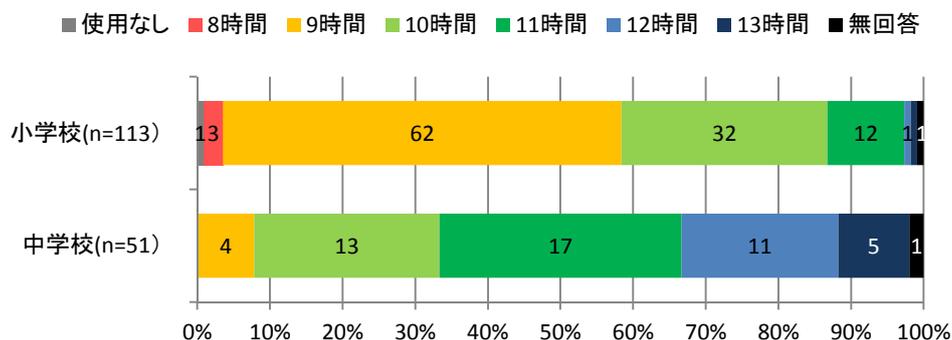


図 4.3-8 職員室の使用時間(休日)

## (2) 廊下の照明

50%以上の小中学校が天候に関わらず廊下の照明を6時間以上点灯している。特に職員室前の廊下の照明の点灯時間が長い。ヒアリングでは、教室に人がいる場合、そのフロアの廊下の照明は原則点灯するとのことである。本来、廊下の照明は廊下を通過するときだけに必要な照明であり、教室の使用人数が少なければ使用時間は非常に短くなる。このため、人感センサ付の照明が有効であると考えられる。

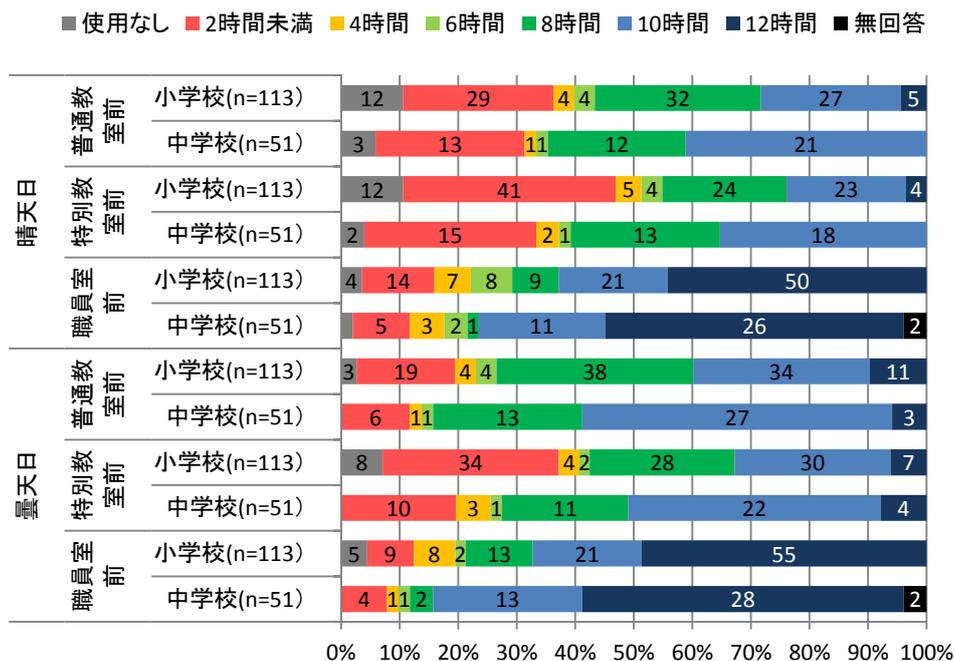


図 4.3-9 廊下の照明の点灯状況

### (3) 冷暖房の運用

移動教室時に普通教室の空調を OFF にしない学校が小学校で7校、中学校で5校ある。OFF にしたいが、セントラル空調のため OFF にできないという学校もあった。ヒアリングした学校では、普通教室の空調の消し忘れを防止するために職員室で集中管理している学校もあり、普通教室に設置されるリモコンには触れないことを徹底している学校もあった。

セントラル方式の場合には OFF にできないという制約もあるため、個別の空調への変更も視野に検討するという環境対策メニューも考えられる。

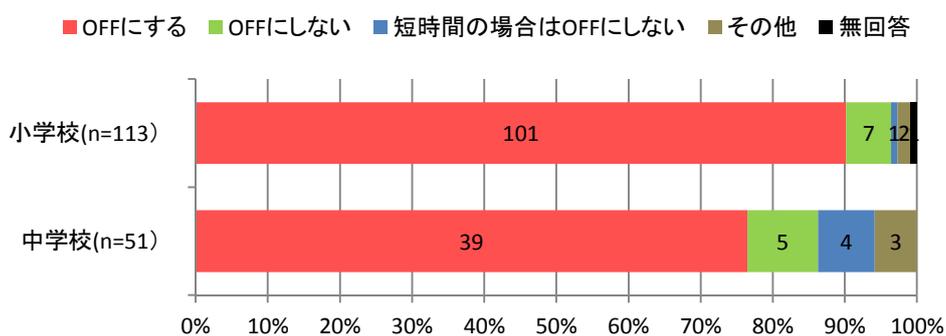


図 4.3-10 移動教室時に普通教室の空調を OFF にするか

暖房は 18℃設定という学校が小学校で 70%程度、中学校で 40%程度である。また、特に寒い日には設定温度を上げるか問いには、半数以上が設定温度を上げると答えており、断熱性能が低いため外気温がとくに低い場合は、躯体が冷やされ体感温度が低くなるため設定温度を上げていると考えられる。

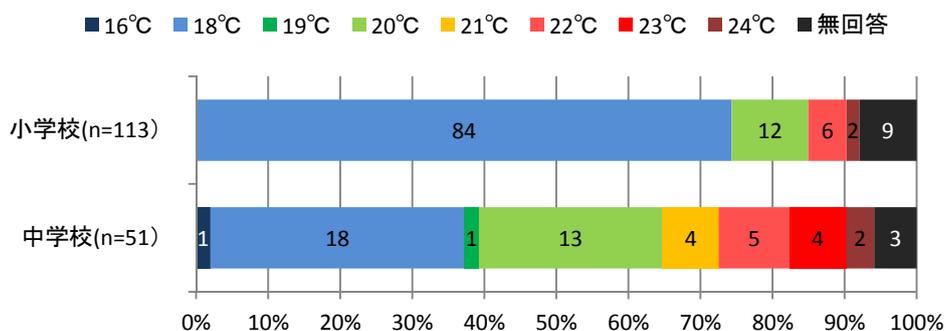


図 4.3-11 普通教室の暖房設定温度

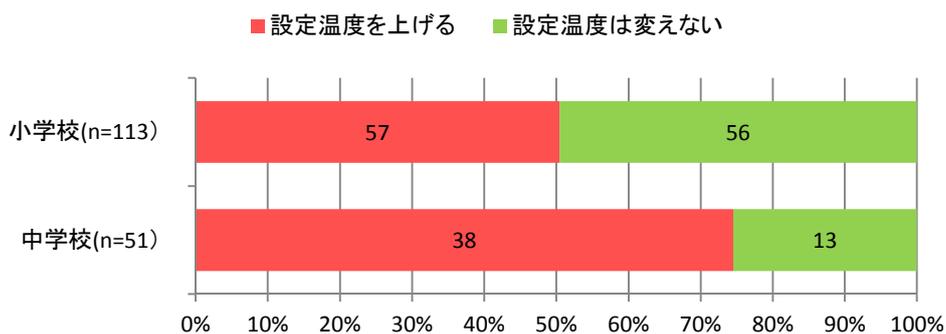


図 4.3-12 とても寒い日に暖房の設定温度を変更するか

冷房は28℃設定という学校が小学校で70%程度、中学校で50%程度である。ヒアリング、運用実態調査によると、設定温度に達しないため温度を低く設定しているという学校もある。セントラル空調の学校では、寒い教室と暑い教室があり、制御がうまくできていないとのコメントもある。

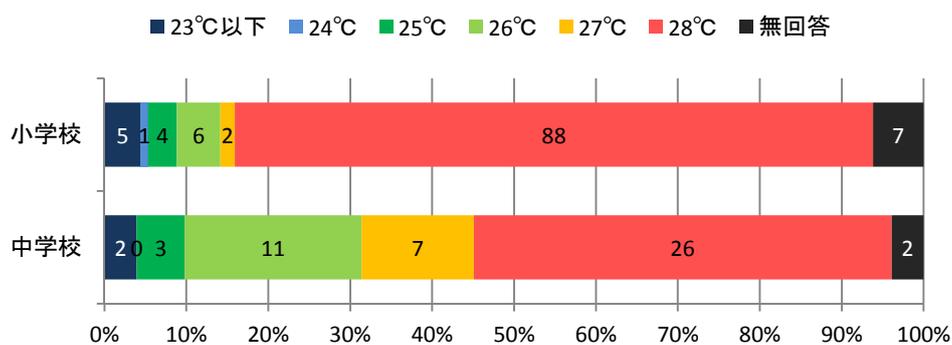


図 4.3-13 普通教室の冷房設定温度

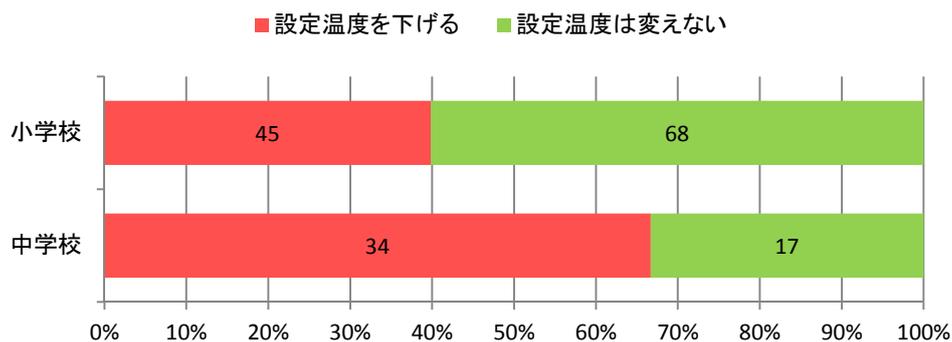


図 4.3-14 とても暑い日に冷房の設定温度を変更するか

### 4.3.3 エネルギー消費量データベース

#### (1) エネルギー消費量の用途分解とは

学校施設で消費されるエネルギーは、学校施設を運用する過程で照明や機器が使用され、各室のエネルギーが積算されて学校全体のエネルギー消費となる。学校全体のエネルギーは通常1か月間ごとの積算がなされ、使用量に基づき請求される。エネルギー消費量の用途分解はこのエネルギー需要の流れを逆にたどり、検針値の季節変動と設置されている機器の仕様、運用実態から冷房用、暖房用、照明用などの用途ごとのエネルギー消費量を推測することである。

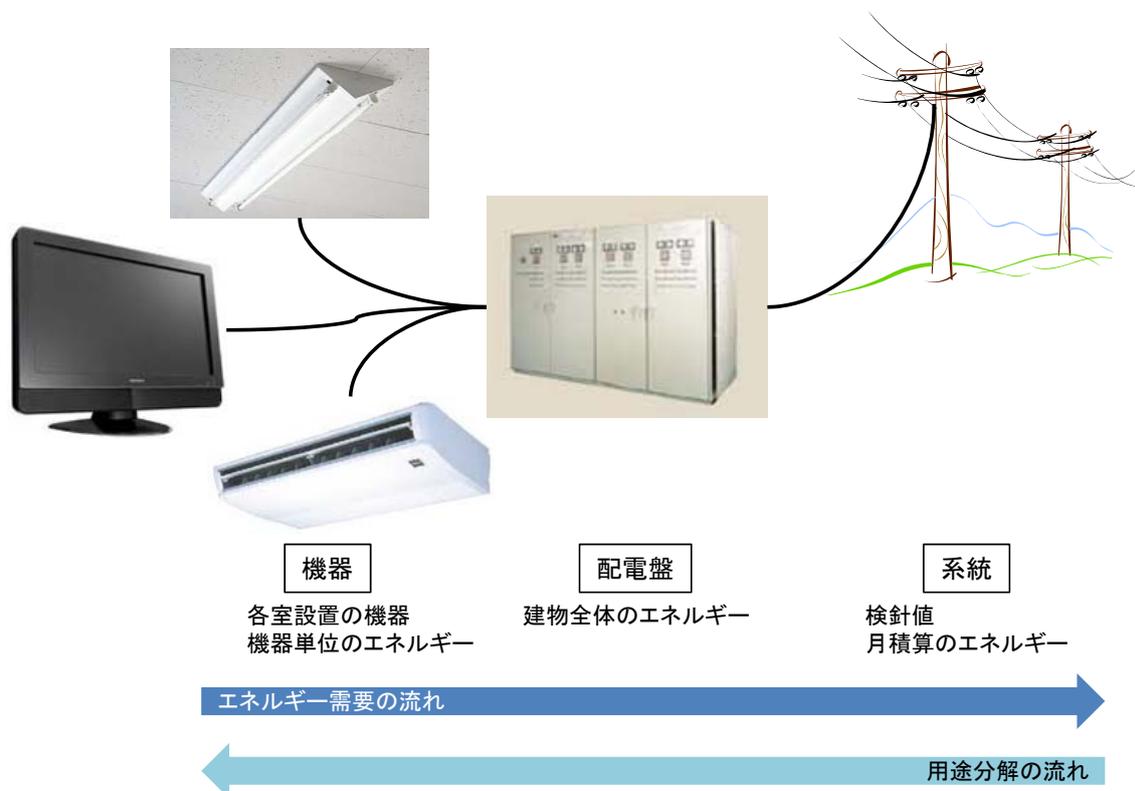


図 4.3-15 エネルギー需要の流れとエネルギーの用途分解の流れ(電気の例)

## (2) 分解する用途

エネルギー種別ごとの分解する用途は表 4.3-1 に示すとおりである。各室に設置されているエアコンの熱源については、通常わからないことから、資料 2. に示す設備機器調査票を用いたアンケートから普通教室、特別教室、管理諸室に設置されているエアコンのメーカー名より推測した。

表 4.3-1 エネルギー種別ごとの分解する用途

エネルギー種別	分解する用途
電力	暖房、冷房 <sup>3</sup> (普通教室、特別教室、管理諸室) 照明(普通教室、特別教室、管理諸室、トイレ、廊下、体育館・格技場、屋外照明) プール濾過機 給食(冷蔵庫・冷凍庫、食洗機、調理器具、給食室照明など) 熱交換換気 その他(上記以外。コンセントなど用途不明分。他熱源の空調補機も含まれる)
ガス	暖房、冷房 <sup>4</sup> (普通教室、特別教室、管理諸室) 給食 その他(上記以外はその他とした)
石油	全て暖房とした
水道	プール 一般(上記以外。手洗い、トイレなどが含まれる)

<sup>3</sup> 暖房、冷房に電力を使用している学校のみを対象とする。

<sup>4</sup> 暖房、冷房にガスを使用している学校のみを対象とする。

### (3) 用途分解の方法

エネルギー消費量データベース作成のために月々の検針値、設備機器データベース、運用データベースを用いて用途分解を行った。なお、エネルギー消費量データベースの内容は、表 4.1-4、表 4.1-5 に示す通りである。

に示す通りである。

用途分解は、電力、ガス、水道について行った。

川崎市では平成 21 年度にほぼ全校に対して普通教室の小中学校ともに冷房化を行っている。小学校については、すでに冷房化を行っている学校、大規模改修、改築の予定されている学校以外の 89 校については、PFI 方式によって冷房化を行った。これらの学校については、普通教室の冷暖房の電力量を把握できているため、このデータを活用した。他の学校については、毎月の検針票データより暖冷房の分離を行った。その際に 11 月～4 月を暖房、5 月～10 月を冷房とした。

小学校の給食は自校式であるが、給食室で使用しているガス(都市ガスまたはプロパンガス)の使用量は、学校内で使用されている給湯などのガス使用量とは分離して検針されている。中学校には、給食室はなく牛乳保温庫だけが設置されている。

なお、積み上げるエネルギー消費量の推定方法は資料 3. に示した。

#### 1) 電力

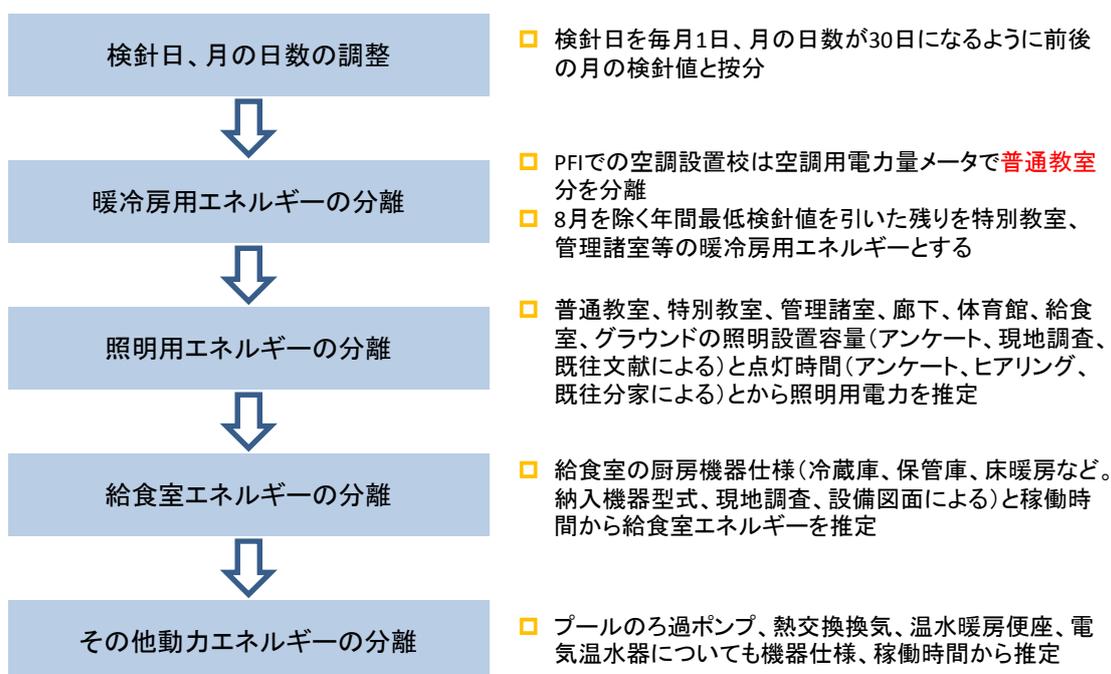


図 4.3-16 電力の用途分解のフロー

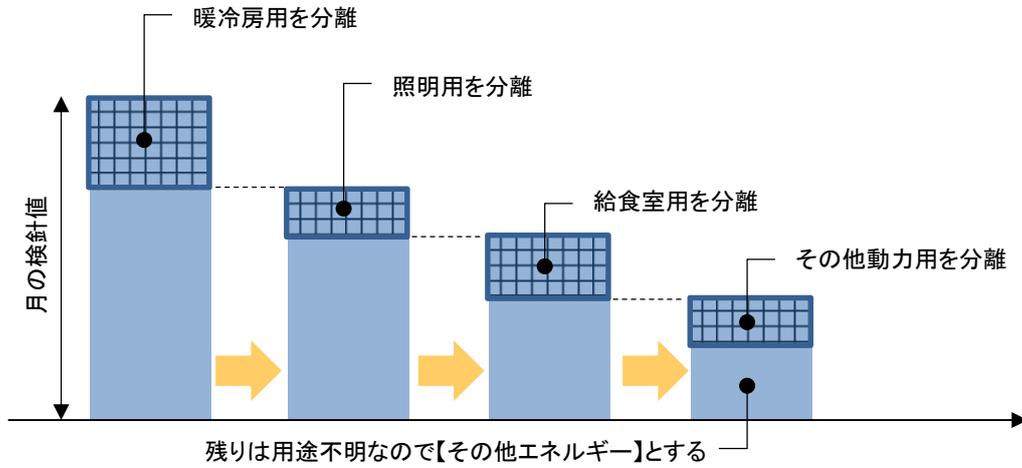


図 4.3-17 電力の用途分解のフロー

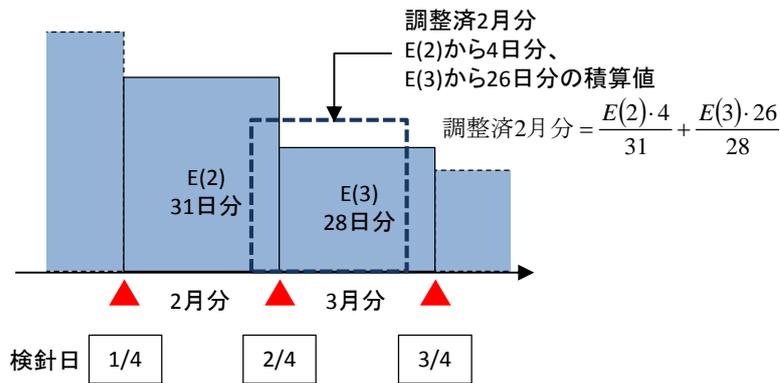


図 4.3-18 検針日、月の日数の調整

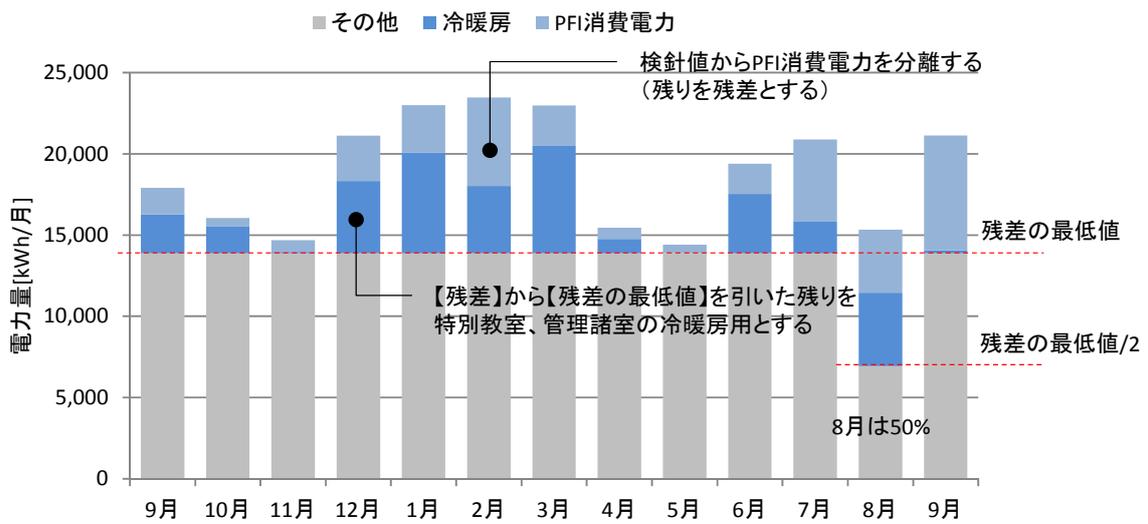


図 4.3-19 冷暖房用電力量の推定方法

## 2) ガス

ガスは給食室や暖冷房、給湯、特別教室で使用されるが、給食室用は検針票データがあるため分離する必要はない。「暖冷房」と「その他(給湯や理科室・家庭科室の使用)」との分離は、冷暖房のエネルギー種別がガスであるか機器データベースをチェックし、ガスであれば、中間期のガス使用量の最も小さい月をベース(「その他」とし、月のガス使用量からベースの値を減じ、暖冷房のガス使用量とする。暖冷房でのガスの使用がない場合は、すべて「その他」とする。

## 3) 水

「プール」と「一般(プール以外)」の分離は、下記のように行った。

プールの使用量=プール使用月の水使用量の合計-(4、5月・10~3月の平均水使用量)  
 なお、「プール」と「一般」で検針値自体が分離されている場合は、その値を用いる。

## (4) 用途分解結果

図 4.3-20 に\*\*小学校の用途分解結果を示す。このシートはすべての学校について出力が可能になっており、電気、都市ガス、プロパンガス、灯油、水道のエネルギー種別ごとのグラフとCO2排出量にまとめたグラフが納められている。

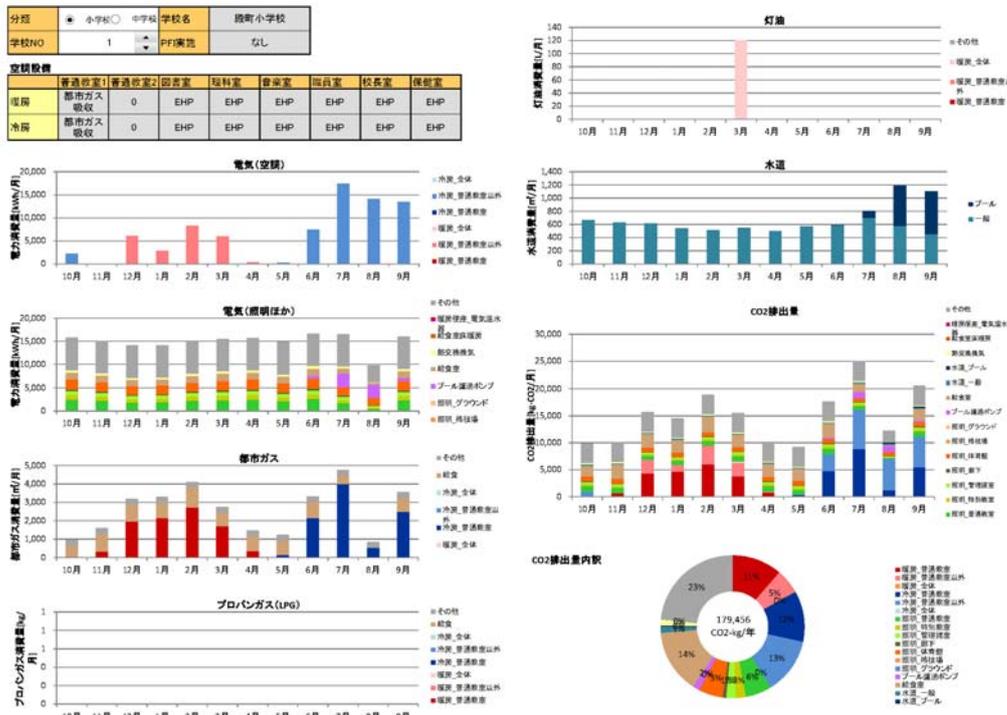


図 4.3-20 用途分解結果

## 5. CO2 排出特性

### 5.1 分析期間の気象状況

建物で消費されるエネルギーやそれに伴って排出されるCO2排出量は、使用する建物の性能や設置されている設備機器の仕様、その使い方に加え気象条件によっても変化すると考えられる。たとえば、冷房のエネルギー消費量は運用時間帯の外気温度が高いほどエネルギー消費量は多くなる。このため、分析対象とする期間の外気温度について前2年間の外気温度と比較し分析対象がどのような気象条件であるのかを確認することとした。

小中学校のエネルギー消費量データベースは、2009年10月～2010年9月の検針値を用いて行った。

図 5.1-1 に示すように、2010年の夏は、猛暑であり平年に比べ冷房のエネルギー消費量が多かったと考えられる。

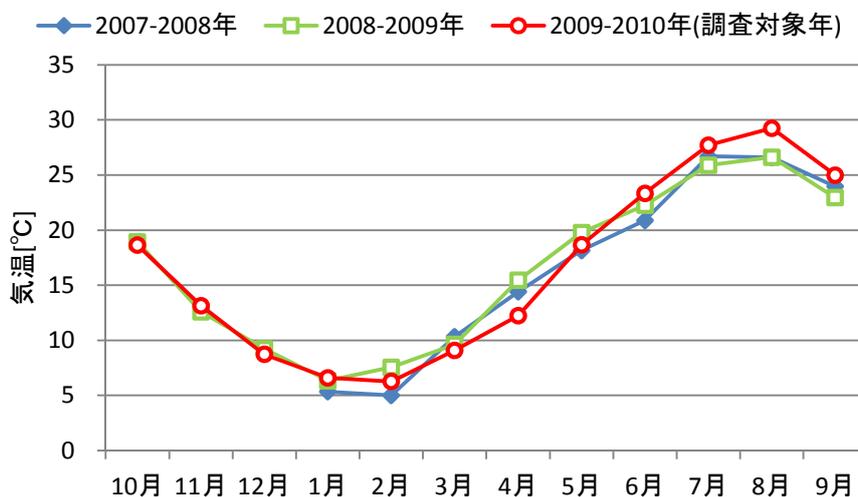


図 5.1-1 川崎市の気温(平均値)

## 5.2 学校全体のCO2排出量の既往文献との比較

図 5.1-1 にIV地域<sup>5</sup>(図中 NEIR 調べ)の平均および品川区<sup>6</sup>(38校の平均、図中既往文献)とのCO2排出量の比較を示す。IV地域の平均値は小中どちらも普通教室の冷房化を行っている学校のデータは少ないと考えられる。品川区の小学校は、全教室冷暖房設備完備でガスヒートポンプを主として使用し、小型氷蓄熱式パッケージエアコンを補助的に使用している。

本調査の結果は、小学校ではNIER調べと品川区における調査結果の間にあり、中学校ではNIER調べより若干大きい結果となっている。NIER調べが冷房化されていない学校が多いと考えられることから、これを考慮するとNIER調べの平均値に比較的近い結果であった。

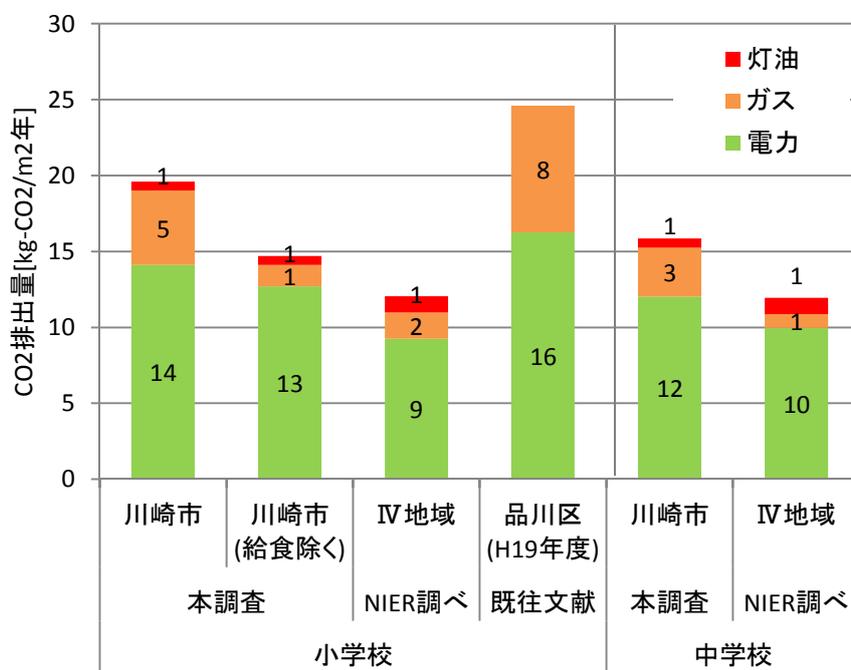


図 5.2-1 CO2 排出量の比較

<sup>5</sup> 国立教育政策研究所 文教施設研究センター調べ(平成18年度値)より作成

<sup>6</sup> 志村、小原、伊香、中島、小学校のエネルギー消費実態に関する実測調査研究2008年度日本建築学会関東支部研究報告集より作成

### 5.3 学校全体 CO2 排出量の特性分析

#### 5.3.1 学校全体の用途別 CO2 排出量

エネルギー消費量を用途分解し、CO2 排出係数を乗じて求めた用途ごとの CO2 排出量を 図 5.3-1、図 5.3-2 に示す。

中学校に比べ、小学校の方が CO2 排出量が多い。これは、給食室からの CO2 排出量が多いためである。暖房は小学校が、冷房・体育館の照明は中学校の方の CO2 排出量が多い傾向がある。

なお、小学校は 113 校、中学校は 51 校であるが、現在改築・改修工事中である学校や昨年度工事が終了した学校で 2010 年 10 月～2011 年 9 月までのエネルギー消費量データ(検針値)がない学校については集計から除外している。

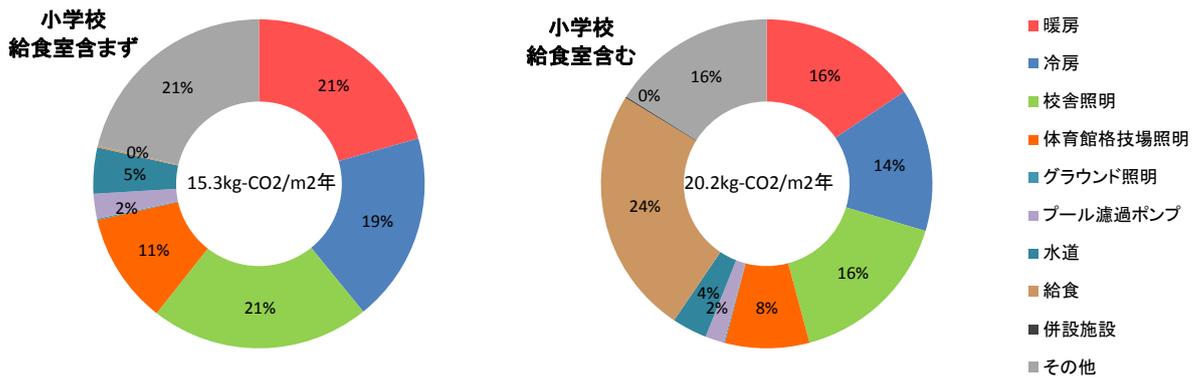


図 5.3-1 小学校の CO2 排出量の内訳(109 校の平均)

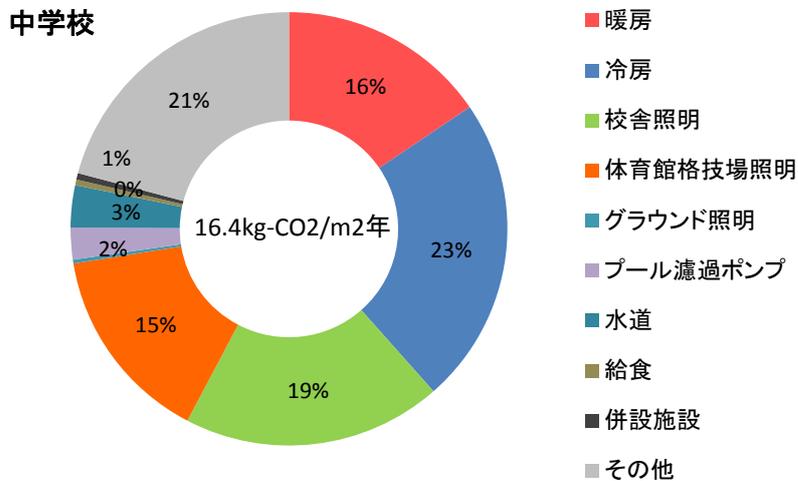


図 5.3-2 中学校の CO2 排出量の内訳(49 校の平均)

### 5.3.2 延べ床面積と学校全体のCO2排出量の関係

図 5.3-3に延べ床面積とCO2排出量の関係を示す。オープン化を実施している学校では空調面積や照明用電力が増加するなどの原因でCO2排出量が大きくなっている。また、セントラル空調を採用している学校も教室単位での空調運転制御が行えないことからCO2排出量は大きい。

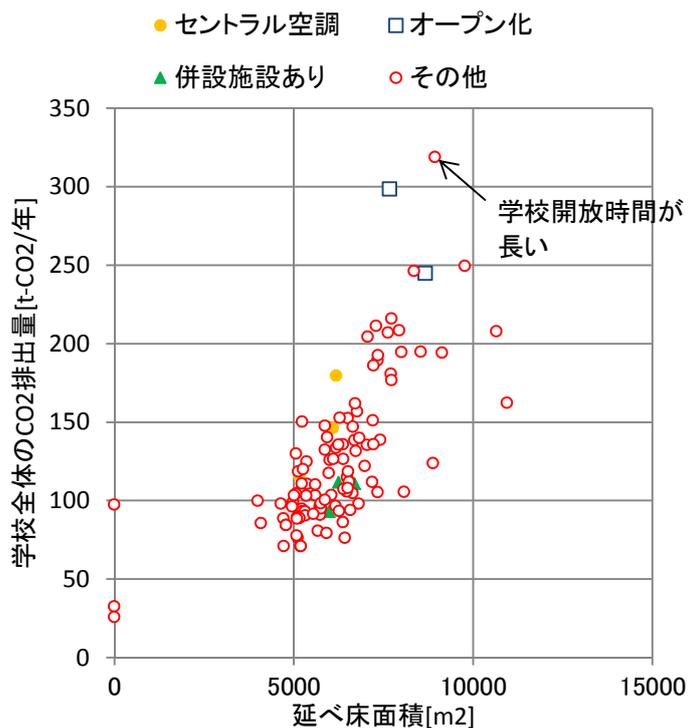


図 5.3-3 延べ床面積とCO2排出量の関係(小学校)

単位面積当たりのエネルギー消費量の最も大きい学校と小さい学校の比較を表 5.3-1 に示す。また、その学校の月別CO2排出量を図 5.3-4、図 5.3-5 に示す。

表 5.3-1 学校の概要

		延床面積	竣工年	児童人数	空調方式	その他
CO2 排出量大	**小学校	7,676m <sup>2</sup>	2009年	561人	EHP	オープン教室 体育館の開放 222 時間/月 体育館照明の容量:24.1kW
CO2 排出量小	**小学校	8,081m <sup>2</sup>	1982年	537人	IHP	体育館の開放 74 時間/月 体育館照明の容量:7.2kW

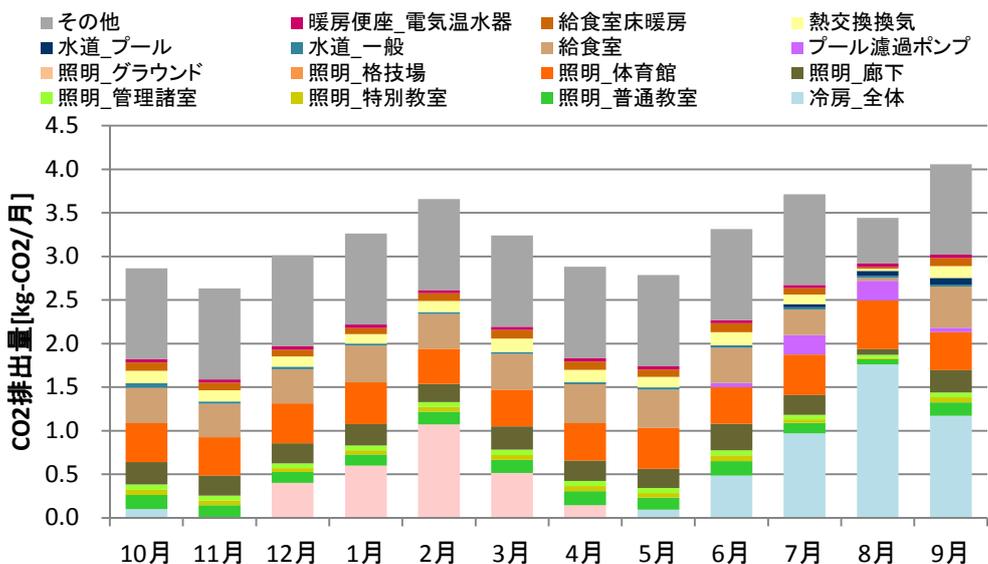


図 5.3-4 単位面積あたりの CO2 排出量が最も大きい小学校の CO2 排出量( \*\* 小学校)

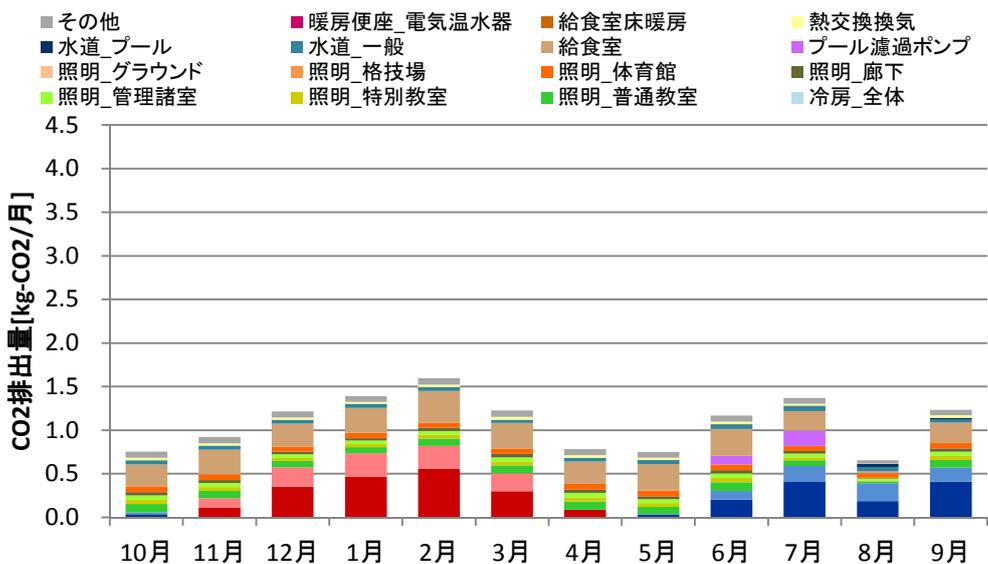


図 5.3-5 単位面積あたりの CO2 排出量が最も小さい小学校の CO2 排出量( \*\* 小学校)

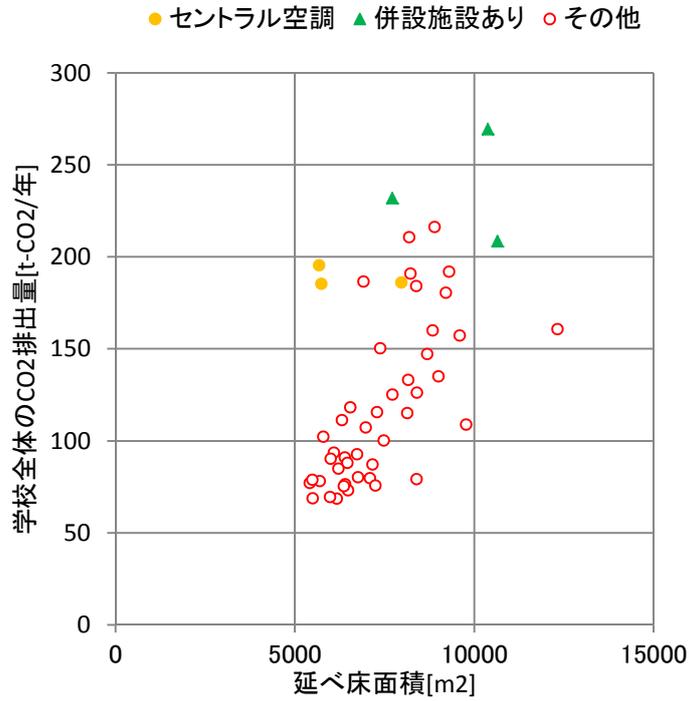


図 5.3-6 延べ床面積と CO2 排出量の関係(中学校)

単位面積当たりのエネルギー消費量の最も大きい学校と小さい学校の比較を表 5.3-1 に示す。また、その学校の月別 CO2 排出量を図 5.3-7、図 5.3-8 に示す。

表 5.3-2 学校の概要

		延床面積	竣工年	生徒 人数	空調 方式	その他
CO2 排出量 大	** 中学校	校舎:4,626m <sup>2</sup> 体育館:1,055 m <sup>2</sup> 格技場なし	1977 年	389 人	セントラ ル空調	体育館の開放 30 時間/月 体育館の照明電力容量 9.6kW
CO2 排出量 小	** 中学校	校舎:7,577m <sup>2</sup> 体 育 館 : 825m <sup>2</sup> 格 技 場 : 500m <sup>2</sup>	1978 年	537 人	IHP EHP	体育館の開放 95 時間/月 体育館の照明電力容量 4.6kW

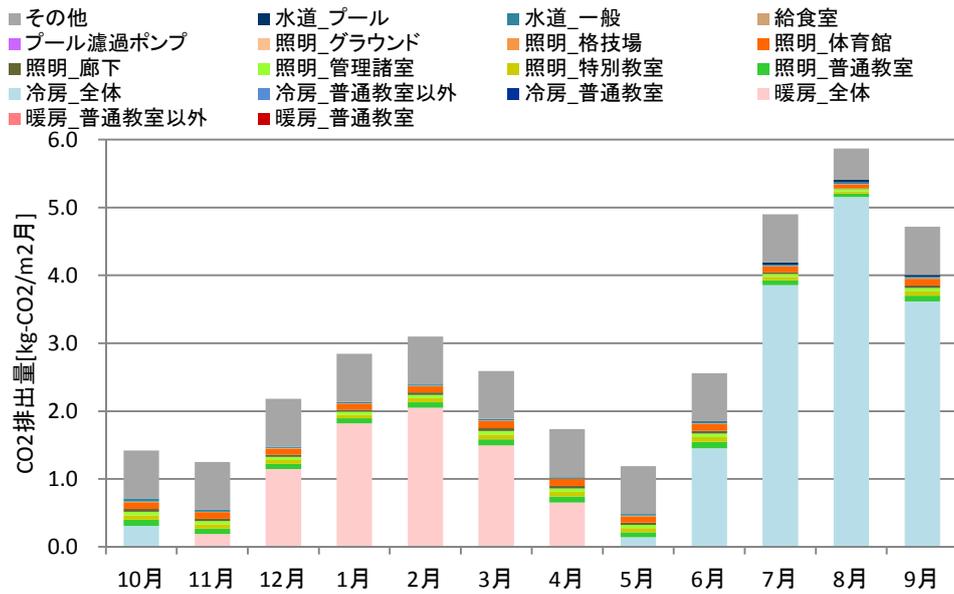


図 5.3-7 単位面積あたりの CO2 排出量が最も大きい小学校の CO2 排出量( \*\* 中学校)

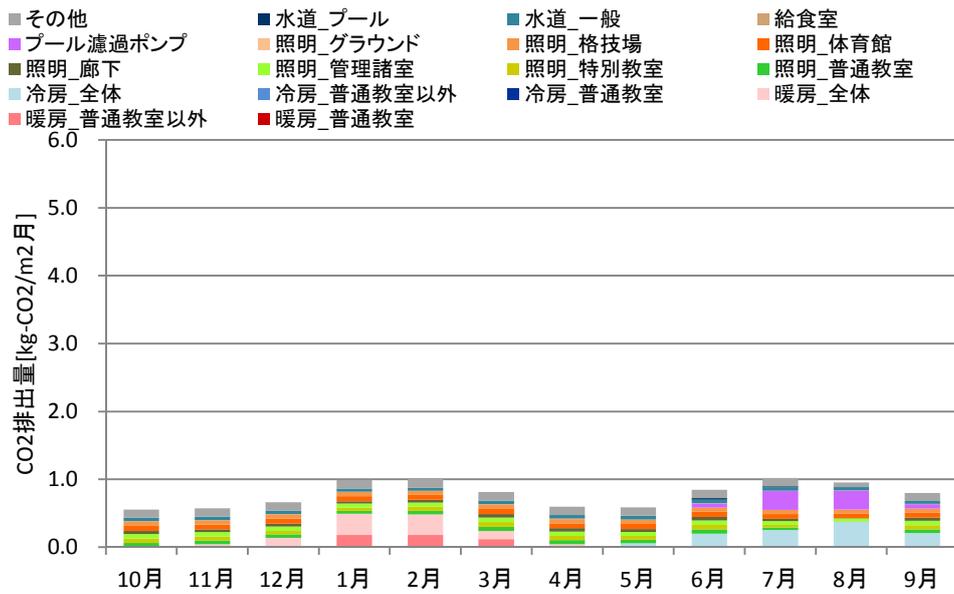


図 5.3-8 単位面積あたりの CO2 排出量が最も大きい小学校の CO2 排出量( \*\* 中学校)

### 5.3.3 竣工年とCO2 排出量

図 5.3-9 に竣工年と単位面積当たりの CO2 排出量の関係を示す。1970 年以前、1990 年以降に竣工した学校の CO2 排出量が多い。2000 年以降に竣工した学校は、ばらつきが大きい。

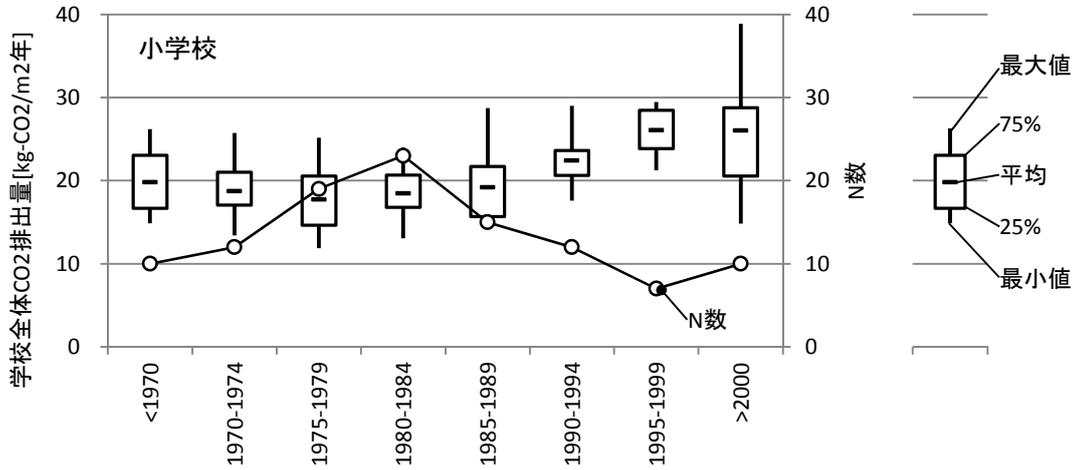


図 5.3-9 竣工年と単位面積当たりの CO2 排出量の関係(小学校)

図 5.3-10 に竣工年別の CO2 排出量の内訳を示す。1995 年以降は冷房が大きい、暖房はほとんど変わらない。建物の隙間が少なくなったこと、内部発熱が増加したことが影響していると考えられる。2000 年以降は「その他」が多い傾向がある。

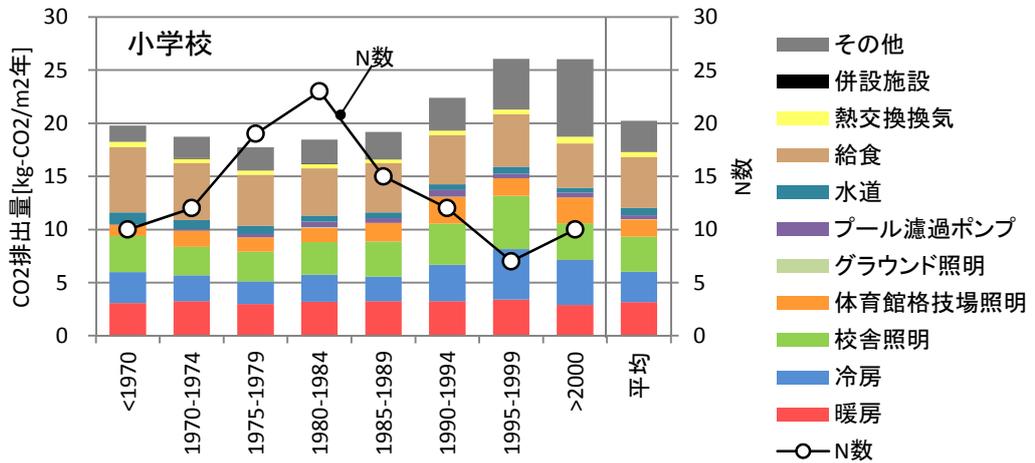


図 5.3-10 竣工年と CO2 排出量の内訳(小学校)

CO2 排出量の多い 1995 年以降に竣工した学校の CO2 排出量の内訳を図 5.3-11 に示す。「その他」の CO2 排出量の多い A 小、B 小、E 小、F 小については、電気図面より、電気温水器・暖房便座などの電力量を推定した。特徴的なのは、オープン教室の学校があること、給食室の空調および床暖を導入している学校が多い。

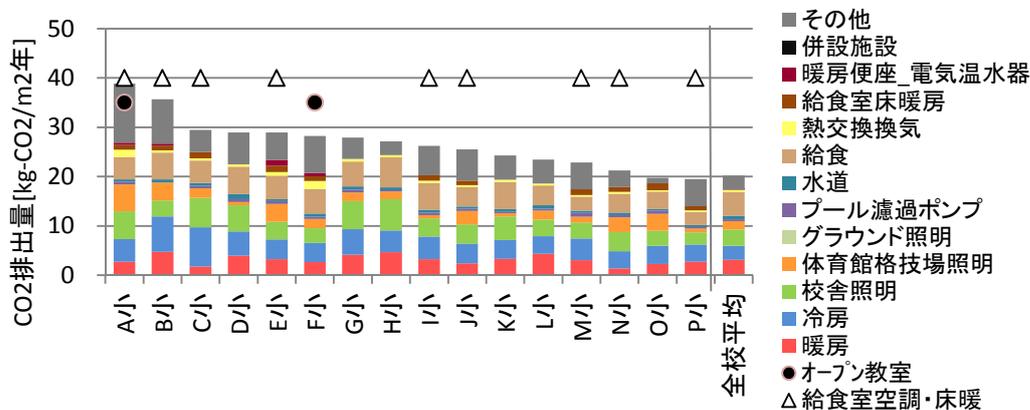


図 5.3-11 1995 年以降の CO2 排出量の内訳(小学校)

図 5.3-12 に中学校の単位床面積当たりの CO2 排出量の内訳を示す。小学校と同様に近年竣工した学校の CO2 排出量が多い傾向がある。また、1975～1979 年、1985～1989 年に竣工した学校の CO2 排出量のバラツキが大きい。

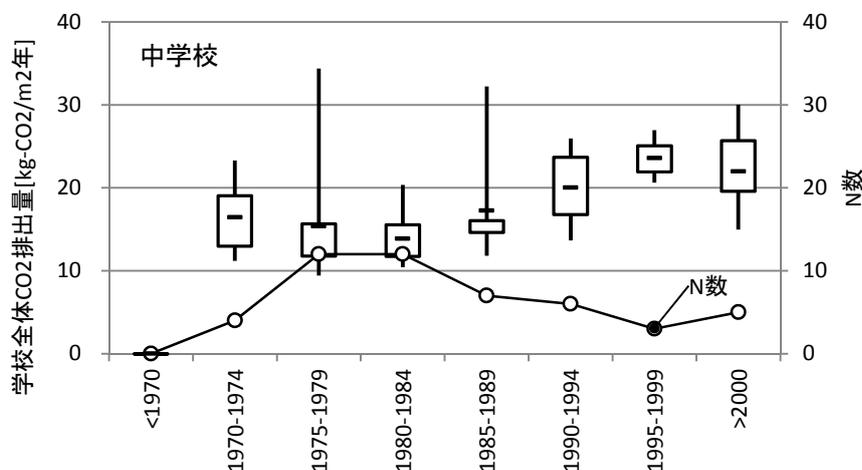


図 5.3-12 竣工年と単位床面積当たり CO2 排出量の関係(中学校)

図 5.3-13 に竣工年別の CO2 排出量の内訳を示す。近年竣工した学校は、冷房の CO2 排出量が大きい傾向がある。

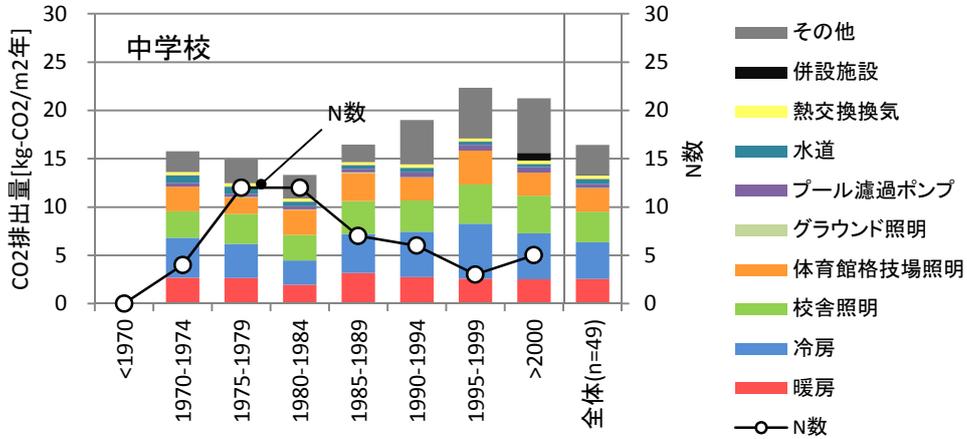


図 5.3-13 竣工年と CO2 排出量の内訳(中学校)

図 5.3-14 にバラツキの大きかった年代の CO2 排出量の内訳を示す。1975～1979 年、1985～1989 年どちらもセントラル空調を採用している。他の学校については、平均値と大きな差はない。

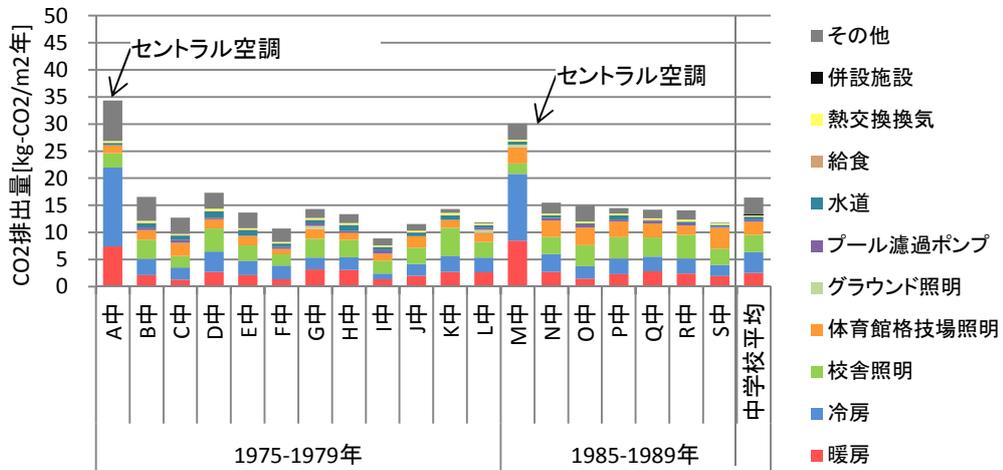


図 5.3-14 竣工年別 CO2 排出量のバラツキが多い年代の CO2 排出量の内訳(中学校)

図 5.3-15 に CO2 排出量の大きい 1995 年以降に竣工した学校の CO2 排出量の内訳を示す。暖房に比べて冷房の CO2 排出量が大きい傾向がある。

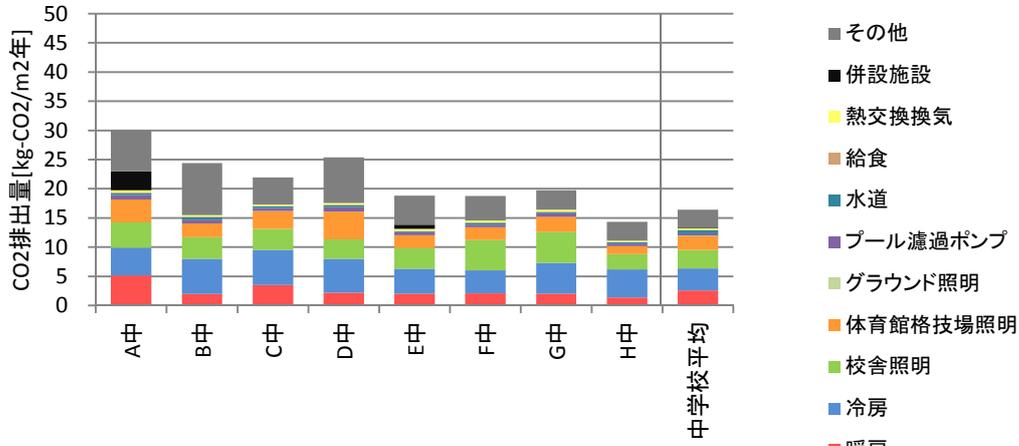


図 5.3-15 1995 年以降の CO2 排出量の内訳(中学校)

### 5.3.4 生徒・児童人数と CO2 排出量

図 5.3-16 に小学校の児童・生徒数と CO2 排出量の内訳を示す。児童数が多くなると CO2 排出量が多くなる傾向がある。

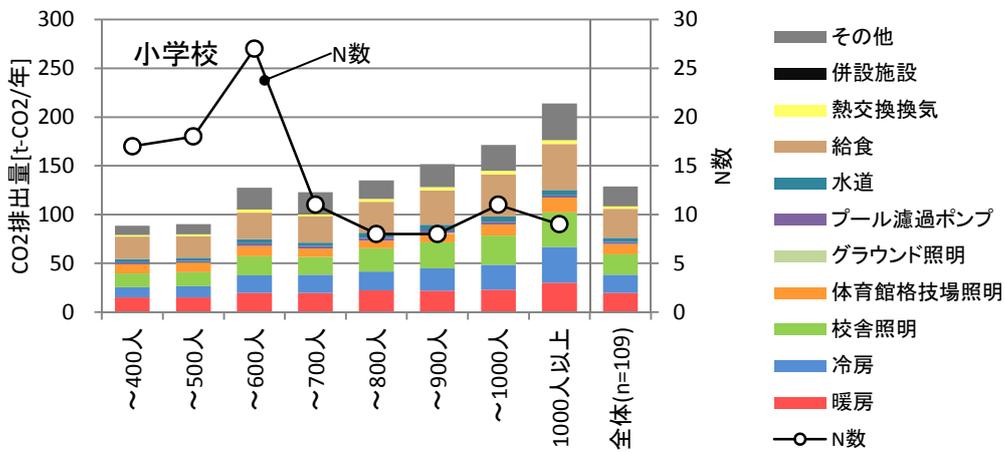


図 5.3-16 児童・生徒数と CO2 排出量の内訳(小学校)

図 5.3-17 に中学校の生徒数と CO2 排出量の内訳を示す。800 人までは、生徒人数が多いほど CO2 排出量は多いが、N 数は少ないがそれ以上は人数に比例しない傾向がある。

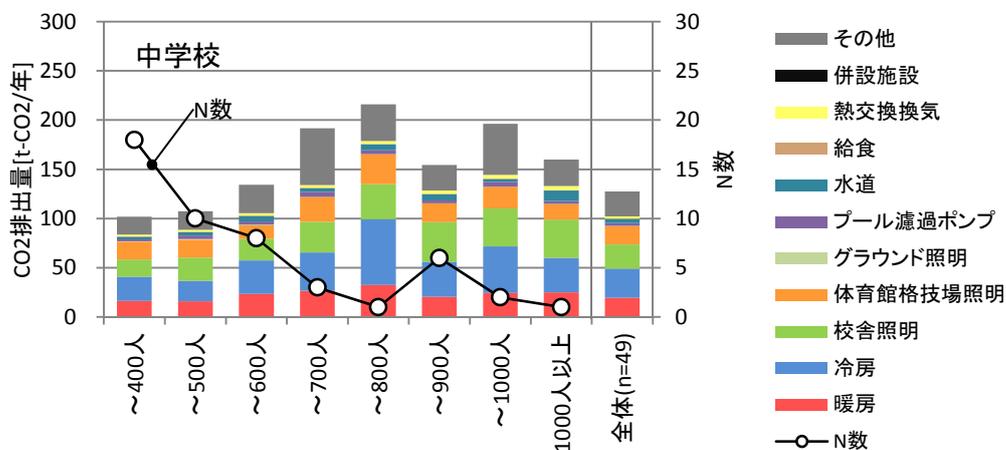


図 5.3-17 児童・生徒数と CO2 排出量の内訳(中学校)

#### 5.4 用途別 CO2 排出量の特性分析

##### 5.4.1 空調

##### (1) 設定温度と空調の CO2 排出量

図 5.4-1 に暖房の設定温度と暖房の CO2 排出量の関係を示す。設定温度はアンケート結果である。暖房の設定温度は 18～30℃くらいが多い。設定温度と暖房の CO2 排出量の相関はあまりない。

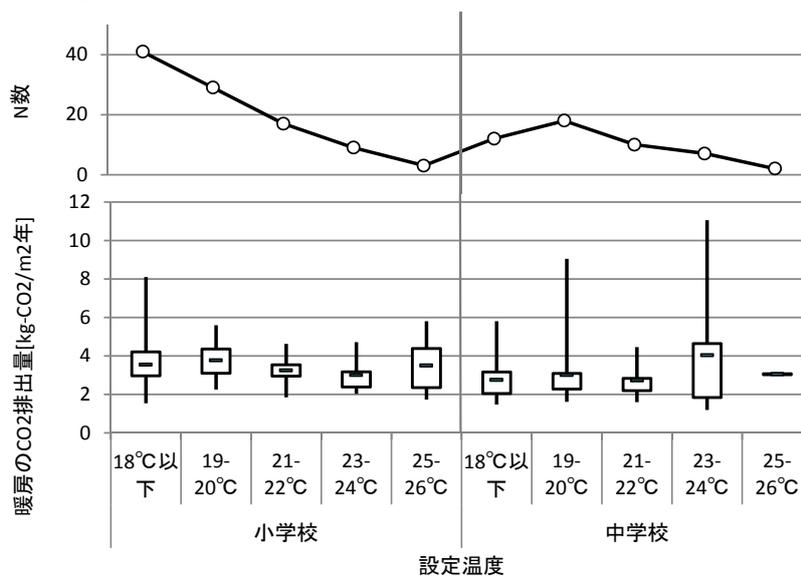


図 5.4-1 暖房の設定温度と CO2 排出量

図 5.4-2 に冷房の設定温度と冷房の CO2 排出量を示す。小学校は、24℃以下の場合に冷房の CO2 排出量が多い傾向がある。

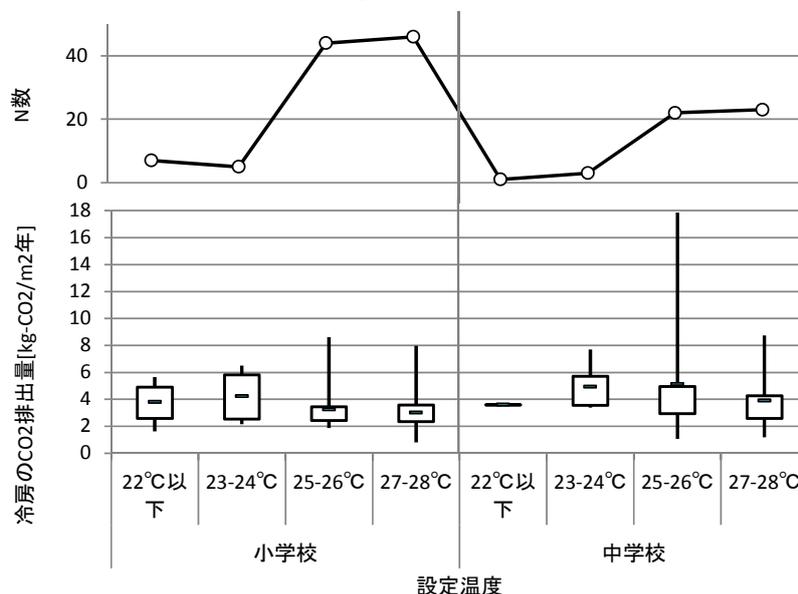


図 5.4-2 冷房の設定温度と CO2 排出量

(2) 暖冷房の稼働時間と CO2 排出量

図 5.4-3 に暖房の稼働状況と暖房の CO2 排出量を、図 5.4-4 に冷房の稼働時間と冷房の CO2 排出量を示す。暖冷房ともにセントラル空調の CO2 排出量が多い傾向があり、特に中学校では顕著である。セントラル空調は、移動教室時に暖冷房をも停止できないという点で、学校には適していない空調方式であると考えられる。

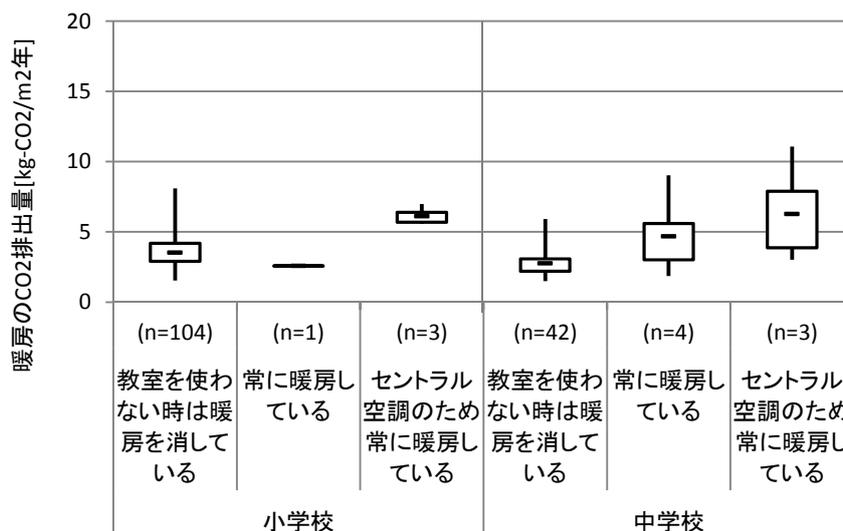


図 5.4-3 暖房の稼働状況と CO2 排出量

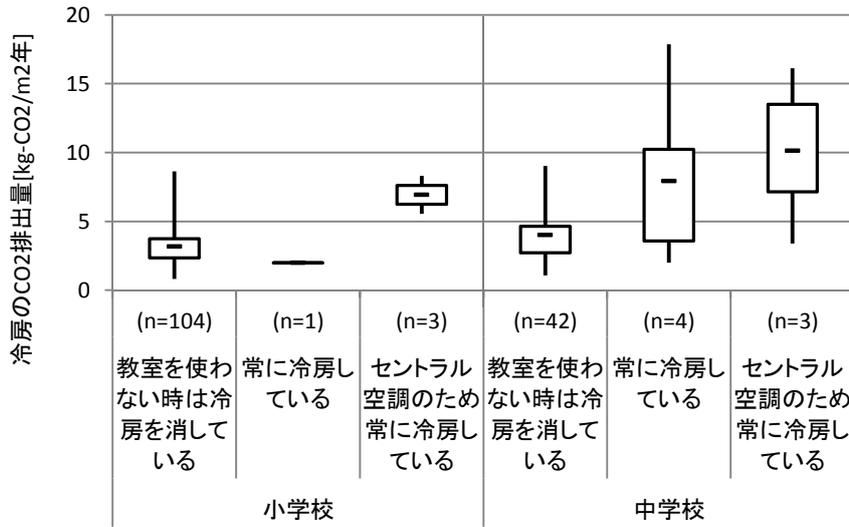


図 5.4-4 冷房の稼働状況と CO2 排出量

(3) PFI 事業の学校の普通教室の暖冷房

PFI 冷房化事業の 86 校の小学校のデータをもとにまとめる。

図 5.4-5 に普通教室数と普通教室の暖冷房 CO2 排出量を示す。

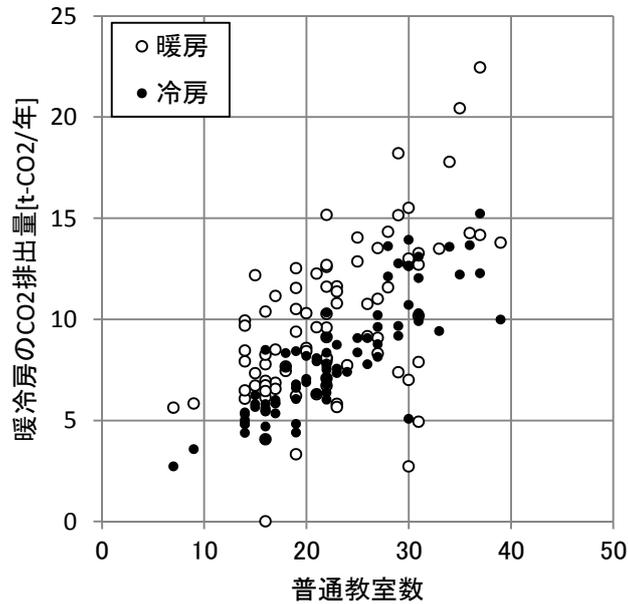


図 5.4-5 普通教室数と普通教室数 CO2 排出量の関係

図 5.4-6 に設定温度と普通教室の暖房 CO2 排出量の関係を示す。18～22℃までは、設定温度が高いほど、暖房の CO2 排出量が多い傾向がある。

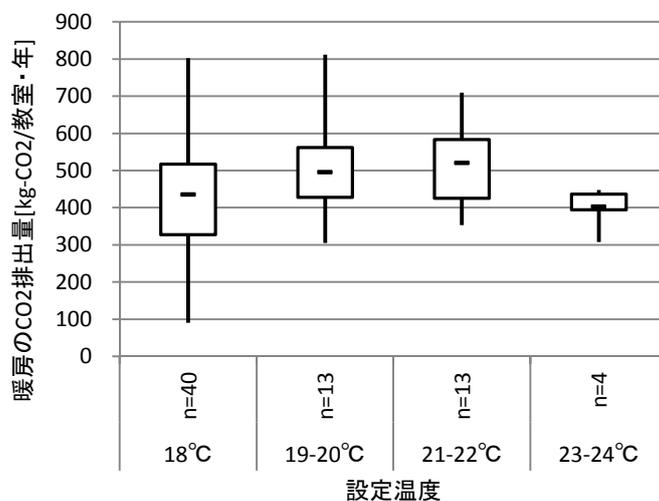


図 5.4-6 設定温度と普通教室の暖房 CO2 排出量の関係

図 5.4-7 に設定温度と普通教室の冷房 CO2 排出量の関係を示す。設定温度と冷房の CO2 排出量は若干ではあるが相関性がある。

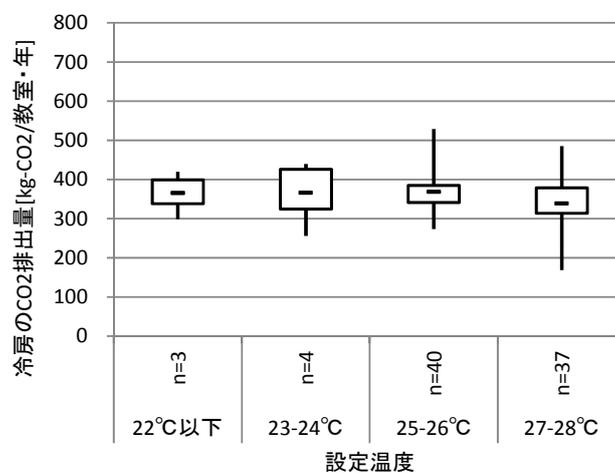


図 5.4-7 設定温度と普通教室の冷房 CO2 排出量の関係

## 5.4.2 照明

### (1) 照明用 CO2 排出量の内訳

図 5.4-8 に照明用 CO2 排出量の内訳を示す。小学校は普通教室での授業が多いことから全体の 31%は普通教室で特別教室は 15%程度であるが、中学校になると特別教室での授業時間が長くなり、普通教室の稼働率が低下することから普通教室と特別教室の照明用 CO2 排出量が同程度となり、それぞれ全体の 18%ずつを占める。小学校、中学校ともに体育館の照明用 CO2 排出量が非常に大きい。

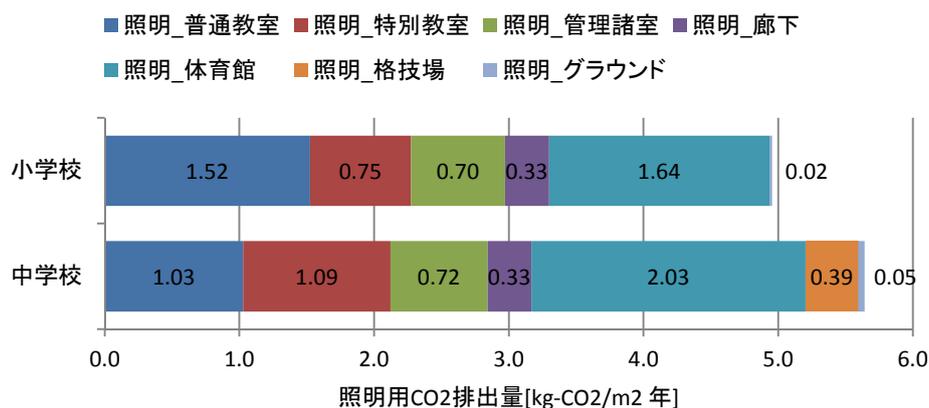


図 5.4-8 照明用 CO2 排出量の内訳

### (2) 廊下照明

図 5.4-9 に校舎の形と廊下照明の CO2 排出量を示す。廊下の照明の電力使用量は、アンケートによる点灯時間を基に推定している。片廊下は中廊下、複合廊下に比べ、廊下照明の CO2 排出量が少ない傾向がある。

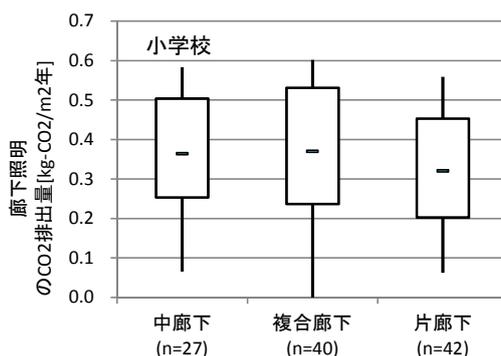


図 5.4-9 廊下照明の CO2 排出量(小学校)

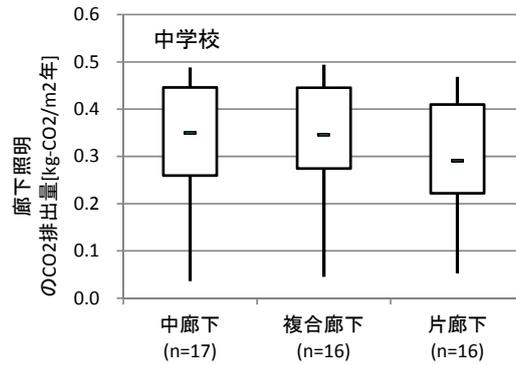


図 5.4-10 廊下照明の CO2 排出量(中学校)

### (3) 体育館・格技場の照明

図 5.4-11 に体育館・格技場の面積と体育館・格技場照明の CO2 排出量の関係を示す。体育館・格技場の照明の CO2 排出量には地域開放も含まれている。体育館の使用時間はアンケート結果によるものである。小学校に比べ、中学校の方が床面積が大きいのが、格技場の有無によるものである。

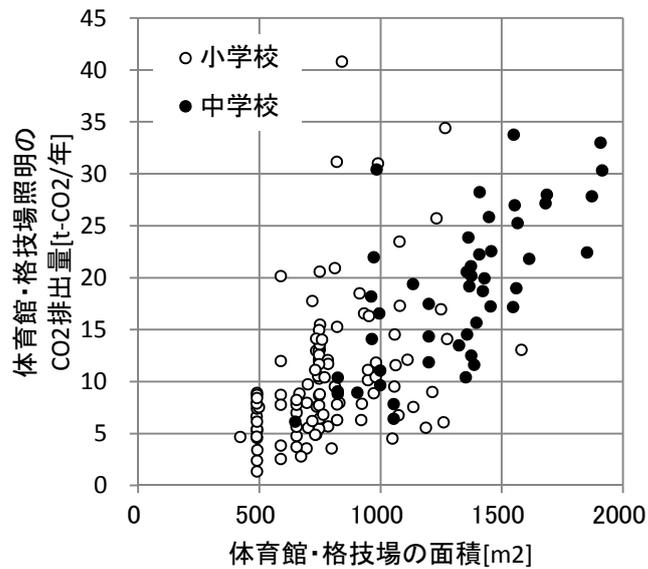


図 5.4-11 体育館・格技場の面積と照明の CO2 排出量

図 5.4-12 に体育館・格技場の面積と照明機器の容量(合計)を示す。面積と相関関係があるものの、極端に容量が大きい学校がある。

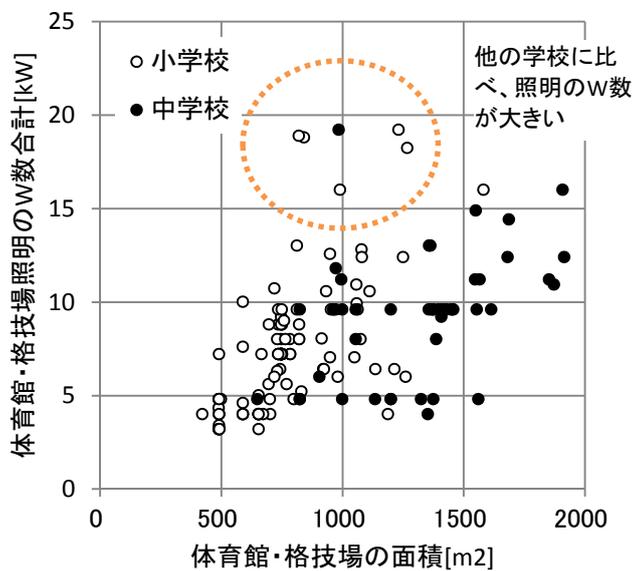


図 5.4-12 体育館・格技場の面積と照明機器の W 数

### 5.4.3 給食室

図 5.4-13 に給食室の CO2 排出量の内訳を示す。本来であれば、この中に給食室の冷房用 CO2 排出量が含まれなければならないが、他の室の冷房用と給食室の冷房とで分離する方法がないため、ここでは除いた。全体の 77% はコンロや釜などで消費されるガスであり、CO2 排出量の削減は難しい。

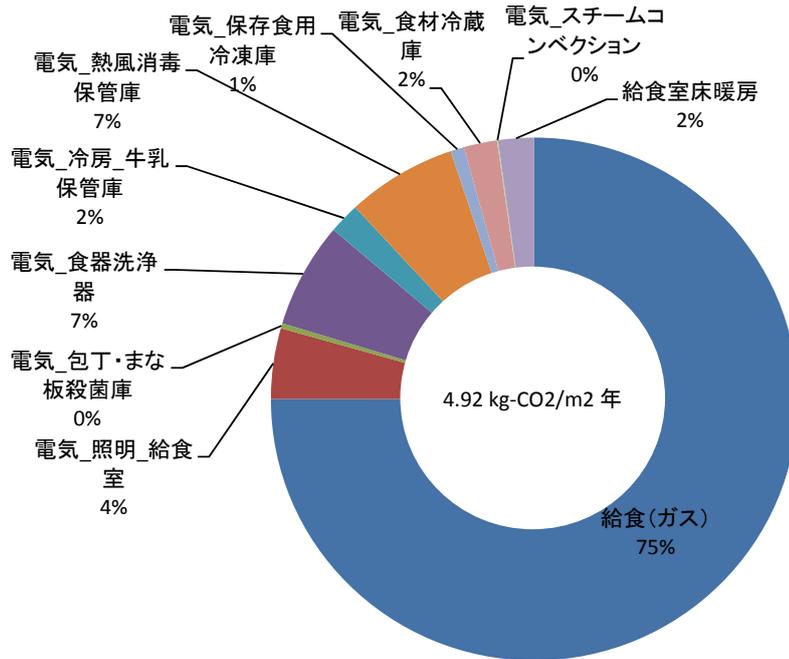


図 5.4-13 給食室での CO2 排出量の内訳(N=113)

- 給食室の冷房は用途分解ができないため除いた

図 5.4-13 から床暖房を設置している学校を抽出した結果を図 5.4-14 に示す。床暖房を設置する学校は1割程度であるが、全校の給食室のCO2排出量に比べて8%ほどCO2排出量が多い。また、CO2排出量の構造が異なり、床暖房のCO2排出量が20%を占める。

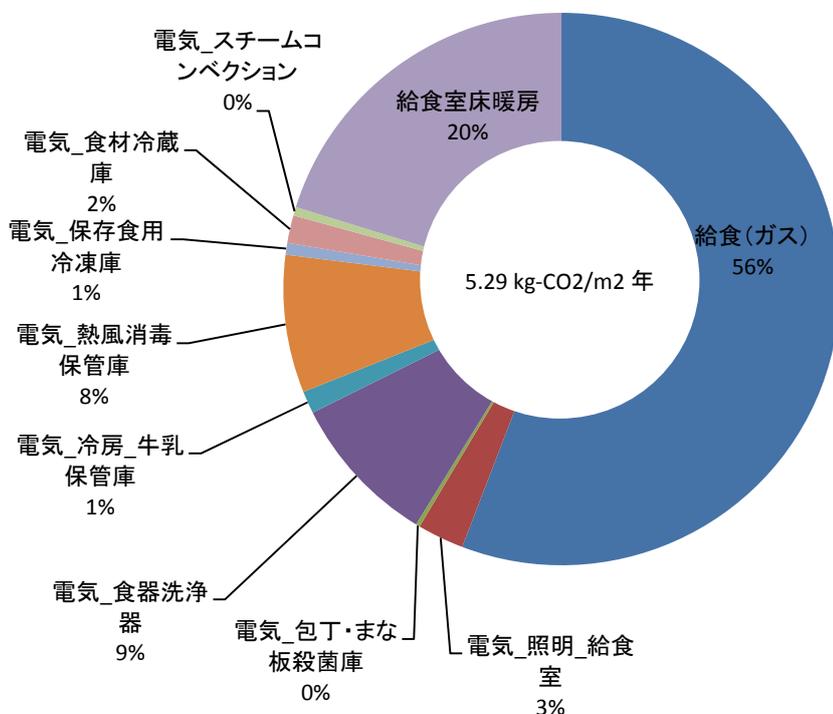


図 5.4-14 床暖房設置校の給食室での CO2 排出量の内訳 (N=11)

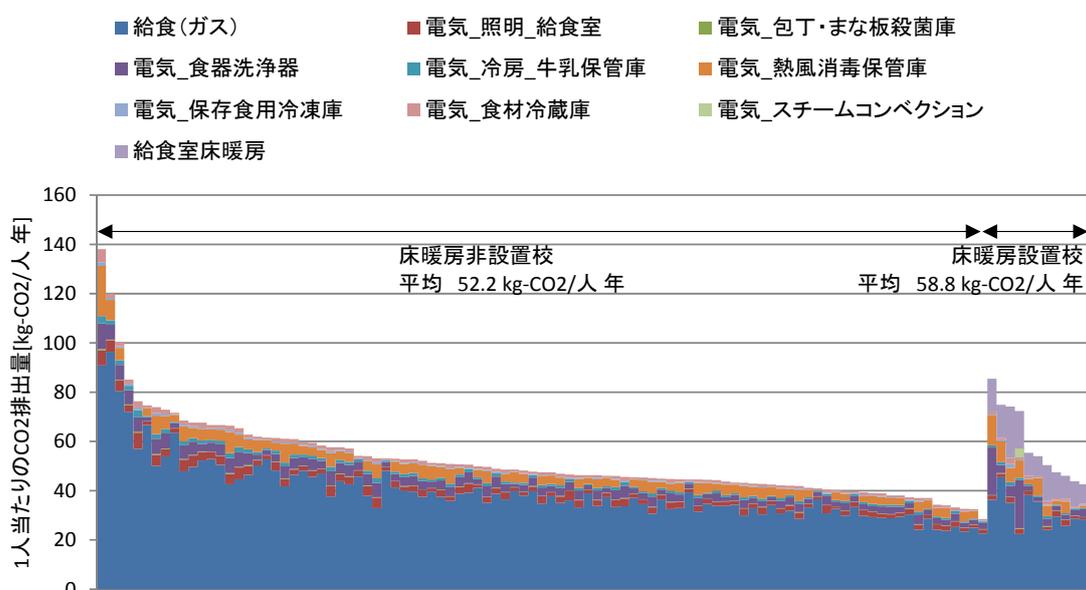


図 5.4-15 床暖房設置校の給食室での CO2 排出量の内訳 (N=113)

給食室の冷暖房は含まれていない。児童人数に比べて給食室のCO<sub>2</sub>排出量が多い学校は、同規模の学校に比べて給食室が狭く大きな釜が設置できないため何度かに分けて調理をしていることも要因であると考えられる。

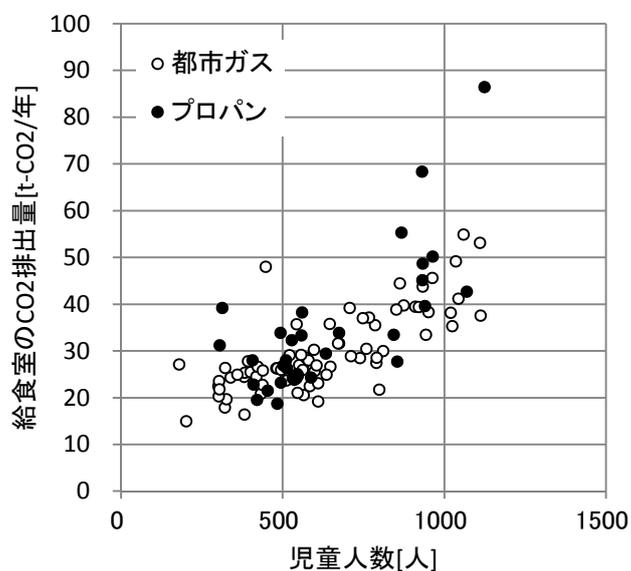


図 5.4-16 給食室のCO<sub>2</sub>排出量(小学校)

図 5.4-17 に児童 1 人当たりの給食室での CO<sub>2</sub> 排出量を示すが、児童が多いほど減少する傾向にあり、人数が少ない場合には非効率な調理になっているものと考えられる。

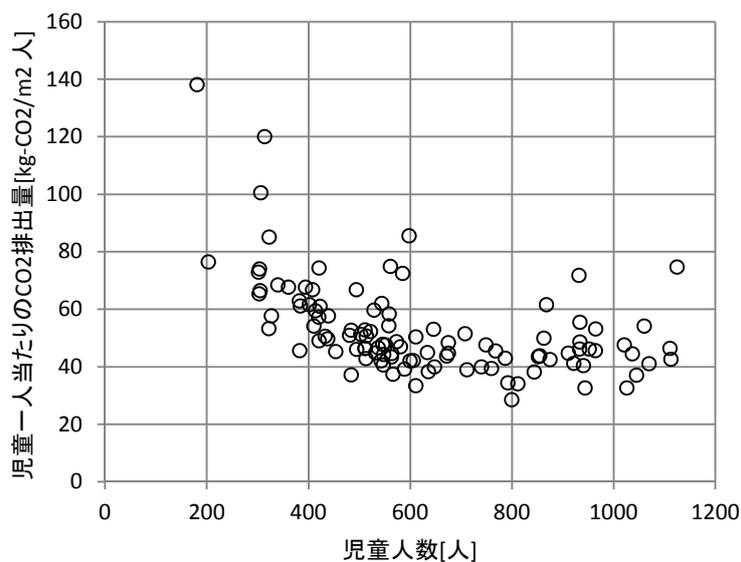


図 5.4-17 給食室の 1 人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量(小学校)

## 6. 環境対策メニュー選定フローチャート

### 6.1 フローチャートの作成方法

作成する環境対策メニューフローチャートは表 6.1-1 に示すように、改修版と運用改善版とする。改修版としては CO2 削減を主目的として環境対策メニューを選定するフローチャートを 5 つ、教室の環境改善・老朽化対策を主目的とする環境対策メニュー選定フローチャートを 4 つ作成する。運用改善版については現在の学校の運用方法の改善を目的としたフローチャートを 4 つ作成する。運用改善版は、主に CO2 排出量が比較的大きい 1990 年以降に竣工した学校を対象としているが、それ以前の学校についても CO2 削減ポテンシャルの値を除いて当てはまる内容となっている。それぞれのフローチャートの作成方法は以下による。

なお、「改修予定の学校」とは 1990 年より前に竣工した学校、「改修を予定していない学校」とは 1990 年以降に竣工した学校とする。

表 6.1-1 フローチャートの種類

		目的	検討内容	備考
環境対策メニュー選定フローチャート	改修版 主に、改修予定の学校を対象	CO2 削減	暖房の CO2 削減	環境改善も見込める
			冷房の CO2 削減	環境改善も見込める
			校舎照明の CO2 削減	
			体育館照明の CO2 削減	
			水の CO2 削減	トイレ環境の改善も可能
		環境改善 老朽化対策	最上階の暑さ環境改善	最上階の冷暖房 CO2 削減も見込める
			風通しの悪さの改善	
			教室の暗さ、明るさのムラの改善	照明の CO2 削減も見込める
			音環境の改善	
運用改善版 主に、改修を予定していない学校を対象	運用改善	暖冷房の CO2 削減 校舎照明の CO2 削減 体育館照明の CO2 削減 その他(用途不明)の CO2 削減	CO2 削減ポテンシャルの値を除き、改修予定の学校についてもあてはまる	

**(1) 環境対策メニュー選定フローチャート(改修版)**

- ① 学校ごとに CO2 排出量の削減の余地のある用途を優先的に改善できるようにした。
- ② 老朽化対策と同時に行うことで工事費が軽減される環境対策メニューが優先的に選定されるようにした。
- ③ CO2 削減を目的とした環境対策メニュー選定フローチャートでは、改修を実施することで改善される教室環境も提示できるようにした。
- ④ 現場の要望に応えるため、劣悪な教室の環境を③で提示された項目では改善されていない場合に対応し、教室環境改善を主目的とする環境対策メニュー選定フローチャートも整備した。

**(2) 環境対策メニュー選定フローチャート(運用改善版)**

- ① 改修を予定していない学校に対しても CO2 削減の効果が望めそうな場合には、『環境対策メニュー』を広義にとらえ、運用改善についても選定できるフローチャートとして整備した。

## 6.2 環境対策メニュー選定フローチャートの選定方法

### 6.2.1 CO2 削減ポテンシャル表の作成方法

環境対策メニュー選定フローチャートは、用途別(暖房・冷房・校舎照明など)に用意されており、どのフローチャートを選択するかが重要である。フローチャート間の優先度を明確にするためにあらかじめ CO2 削減ポテンシャル表を準備し、CO2 削減効果の高い環境対策メニュー選定フローチャートに導かれるようにする。以下に、CO2 削減ポテンシャル表の作成方法をまとめる。

#### (1) 改修予定の学校を対象とした CO2 削減ポテンシャル

CO2 削減を主目的とした環境対策メニューを選定するためには、表 6.1-1 の CO2 削減フローチャートのどれを選択するかが重要である。つまり、CO2 削減効果の高い用途(暖房・冷房・校舎照明・体育館照明・水道)を把握することが必要である。

その理由は、例えば図 6.2-1 に示すように、CO2 排出量の内訳が異なる A 校、B 校で、同じ断熱改修を行い、暖房の CO2 を 51%削減できたとしても、学校全体から見た CO2 削減効果は大きく異なるからである。

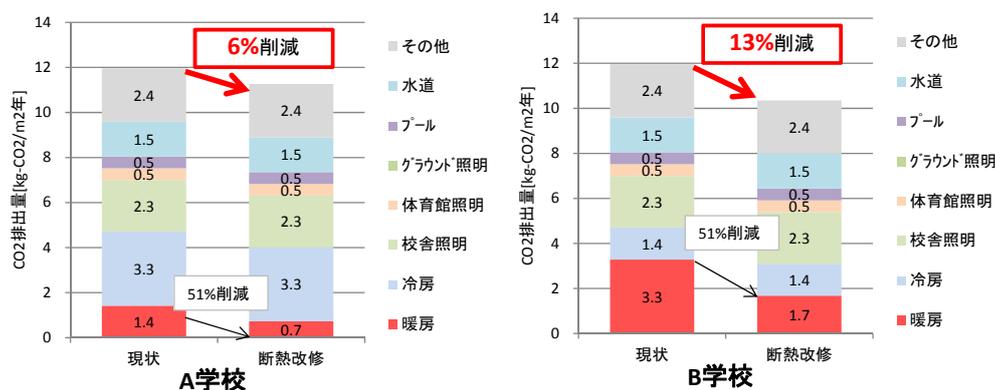


図 6.2-1 断熱改修による CO2 削減効果

そこで CO2 削減効果が高い用途が把握できるように用途ごとに CO2 削減ポテンシャルをあらかじめ準備する。ここでは、CO2 削減効果の高い 2 つの用途(例えば、暖房と冷房)が同じ学校を組み合わせ、A~F の 6 つのグループを作成し CO2 削減ポテンシャル表を作成することによって、計画段階に簡易に利用できるようにする。さらに、フローチャートに環境対策メニューに対してグループごとの CO2 削減ポテンシャルを併記することによって、環境対策メニューを選定する際に CO2 削減効果も一目でわかるようにする。

ここで、

CO2 削減ポテンシャル = 各用途の CO2 削減量 / 全体の CO2 排出量 とする。

\*各用途:暖房、冷房、学校照明、体育館照明、水

\*各用途のCO2削減量=各用途のCO2排出量×各用途のCO2削減率

なお、CO2排出量は、実績値。CO2削減率はFASTの計算結果(ただし、体育館照明については照明機器の機器効率より算出)

①FASTを用いて、以下の用途ごとの「現状」と「環境対策メニューを採用した場合(以下、採用後)」のCO2排出量を算出

- 暖房
- 冷房
- 校舎照明
- 水道

\*体育館は、照明機器の効率より算出

②FASTの結果より、各用途のCO2削減率を算出

(例: 照明のCO2削減率=1-採用後の照明のCO2/現状の照明のCO2排出量)

③各用途のCO2削減量を算出

各用途のCO2削減量=各用途のCO2排出量<sup>※1</sup>×各用途のCO2削減率<sup>※2</sup>

(例:照明のCO2削減量=照明のCO2排出量×照明のCO2削減率)

※1:各用途のCO2排出量:実績値

※2:②の計算結果(FASTより計算)

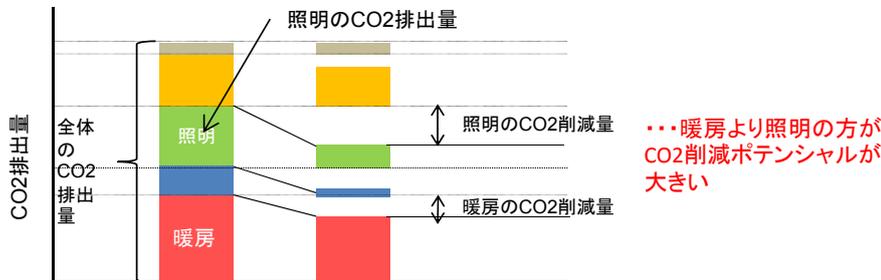
④各用途のCO2削減ポテンシャルを算出

各用途のCO2削減ポテンシャル=各用途のCO2削減量/学校全体のCO2排出量<sup>※3</sup>

(例:照明のCO2削減ポテンシャル=照明のCO2削減量/学校全体のCO2排出量)

※3:学校全体のCO2排出量:実績値

⑤CO2削減ポテンシャルの大きい用途を選定



⑤CO2削減ポテンシャルの大きい上位2種の用途が学校をグループ化  
→小中学校ごとに全6グループ

⑥CO2削減ポテンシャル表を作成

図 6.2-2 CO2 削減ポテンシャルの算出方法

CO2 削減ポテンシャルを算出するためには、改修による各用途の CO2 削減量を求める必要があるが、その際の環境対策メニューは川崎市の計画を考慮して表 6.2-1 とおとした。

表 6.2-1 CO2 削減ポテンシャル算出のための環境対策メニュー

	現状	環境対策メニュー	それぞれの項目 に対する削減率
暖房	壁、屋根：断熱なし 単板ガラス	壁：内断熱 40mm、屋根：外断熱 85mm 複層ガラス	56%
冷房	日よけ無	ルーバー（稼動ルーバーを仮定し、夏期のみ 利用できる）、緑のカーテン ※1	46%
校舎照明 (普通教室・特別教 室・管理諸室・廊 下・トイレ)	FL 型照明機器 センサーなし	Hf 照明機器の導入 廊下・トイレ：人感センサー 教室・管理諸室：調光センサー	38%
体育館照明	水銀灯	セラミックメタルハライドランプ	47% ※2
水道	節水型の採用なし	節水型トイレ 節水ゴマの導入	46%

※1 川崎市の計画としては、状況に応じて庇、ルーバー、ライトシェルフを設置するとしているが、ここではルーバーの設置とした。

※2 照明機器の効率より算出

なお、体育館の照明以外の CO2 削減ポテンシャルの算出には、文部科学省国立教育政策研究所で開発した【学校施設の CO2 削減設計検討ツール FAST】(資料 4.)を使用した。また、CO2 削減ポテンシャルは学校の諸特性(たとえば、教室の方位や庇の有無等)によって異なることが予想されるが、FAST を使用して代表的な学校で南向き・東向き・西向きの庇のあり、なしの 6 パターンを試したところ、CO2 削減量自体は大きく異なるが、相対的な削減率については図 6.2-3 に示すように用途ごとで最大、冷房の CO2 排出量で 10%(全体の削減率に対して 1%程度)であるため、ここではこれら 6 パターンの平均値の削減率を用いて CO2 削減ポテンシャルを算出した。

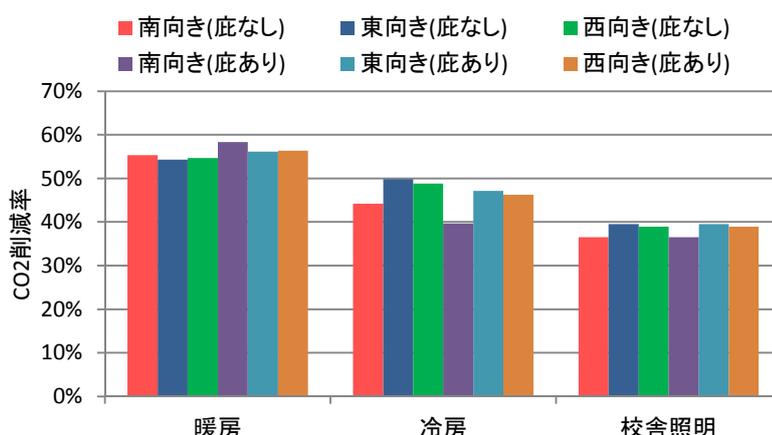


図 6.2-3 方位・庇の有無による CO2 削減率の比較

## (2) 改修を予定していない学校の CO2 削減ポテンシャル

改修を予定していない学校は、5. に示したように、改修予定の学校に比べて冷房・校舎照明・体育館照明・その他の CO2 排出量が多い傾向がある。これは、照明の本数が増加したり、給食室の床暖房、電気温水器、暖房便座の設置など設備容量が増加したことが要因であることを確認した。よって、改修を予定していない学校は、運用改善によって改修予定の学校の CO2 排出量の平均と同レベルにすることを目標として CO2 削減ポテンシャルを算出する。

各用途の CO2 削減ポテンシャル =  $(CO2_{改修なし} - CO2_{改修予定}) / 全体の CO2_{改修なし}$

CO2<sub>改修なし</sub>: 改修を予定していない学校の各用途の CO2 排出量

CO2<sub>改修予定</sub>: 改修予定の学校の各用途の CO2 排出量

全体の CO2<sub>改修なし</sub>: 改修を予定していない学校の学校全体の CO2 排出量

### 6.2.2 CO2 削減ポテンシャル表

CO2 削減ポテンシャル表を表 6.2-2 に、グループごとの CO2 排出量を図 6.2-4～図 6.2-7 に示す。グループ A～F は改修予定の学校、グループ G は改修を予定していない学校である。

表 6.2-2 用途ごとの CO2 削減ポテンシャル(グループごとの平均値)

グループ	削減効果が大い項目	小学校							中学校						
		CO2削減ポテンシャル							CO2削減ポテンシャル						
		暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水	その他	学校数	暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水	その他	学校数
改修予定の学校	A 暖房・冷房	10%	7%	5%	3%	2%	-	37	10%	13%	6%	5%	2%	-	11
	B 暖房・校舎照明	9%	5%	6%	3%	2%	-	30	11%	8%	9%	6%	3%	-	9
	C 暖房・体育館	10%	5%	5%	7%	2%	-	9	8%	6%	7%	15%	2%	-	4
	D 冷房・校舎照明	6%	7%	7%	3%	1%	-	2	8%	9%	8%	6%	2%	-	2
	E 冷房・体育館	6%	6%	6%	6%	2%	-	1	7%	9%	7%	10%	2%	-	6
	F 校舎照明・体育館	-	-	-	-	-	-	-	-	8%	8%	9%	10%	1%	-
改修を予定していない学校	G 冷房・その他	0%	6%	4%	4%	0%	11%	29	0%	8%	3%	1%	0%	14%	14

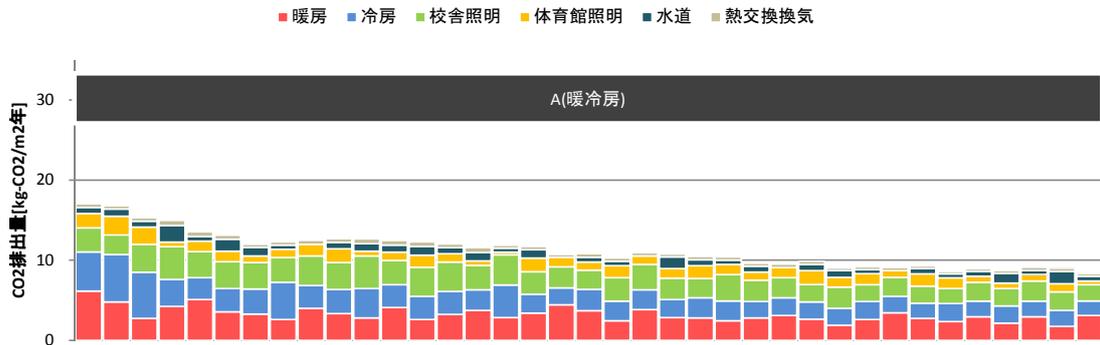


図 6.2-4 暖房・冷房・照明・水道・換気の CO2 排出量 (小学校 Aグループ)

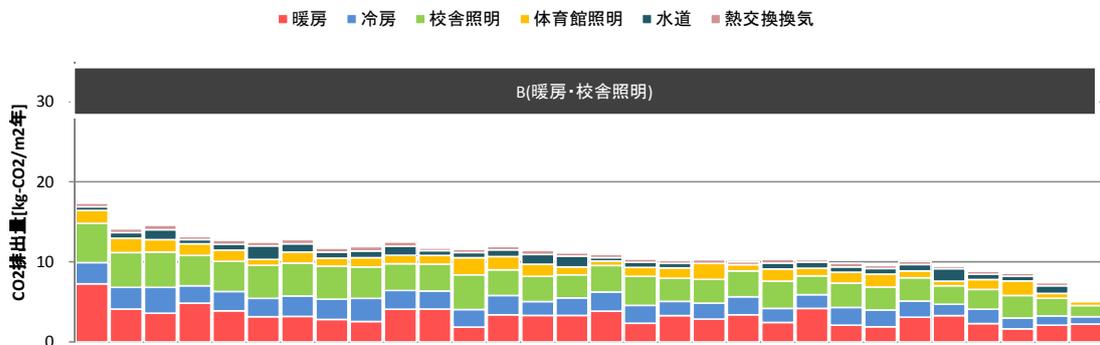


図 6.2-5 暖房・冷房・照明・水道・換気の CO2 排出量 (小学校 Bグループ)

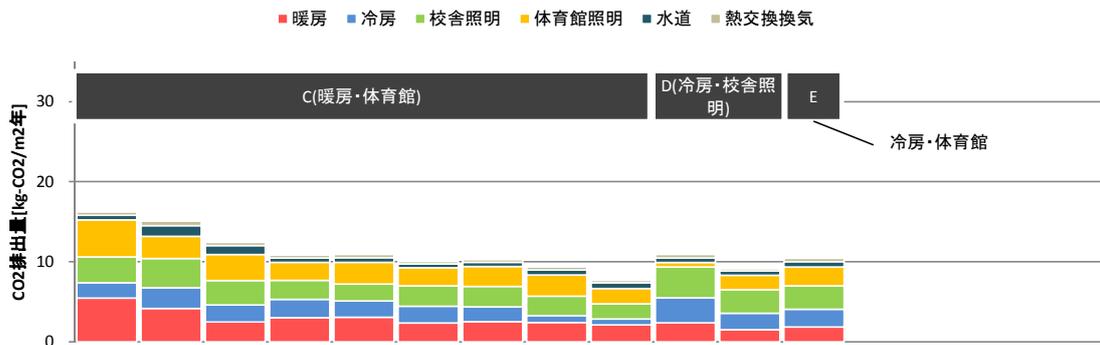


図 6.2-6 暖房・冷房・照明・水道・換気の CO2 排出量 (小学校 C~Eグループ)

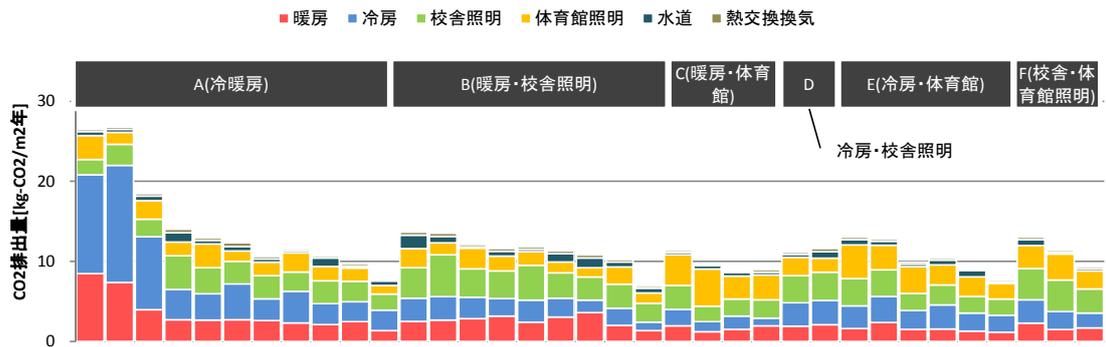


図 6.2-7 暖房・冷房・照明・水道・換気の CO2 排出量 (中学校 A~F グループ)

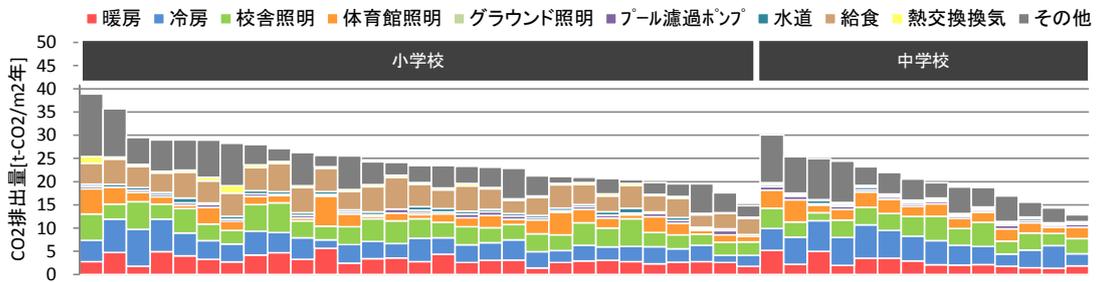


図 6.2-8 学校全体の CO2 排出量 (G グループ)

### 6.3 環境対策メニュー選定フローチャートの利用方法

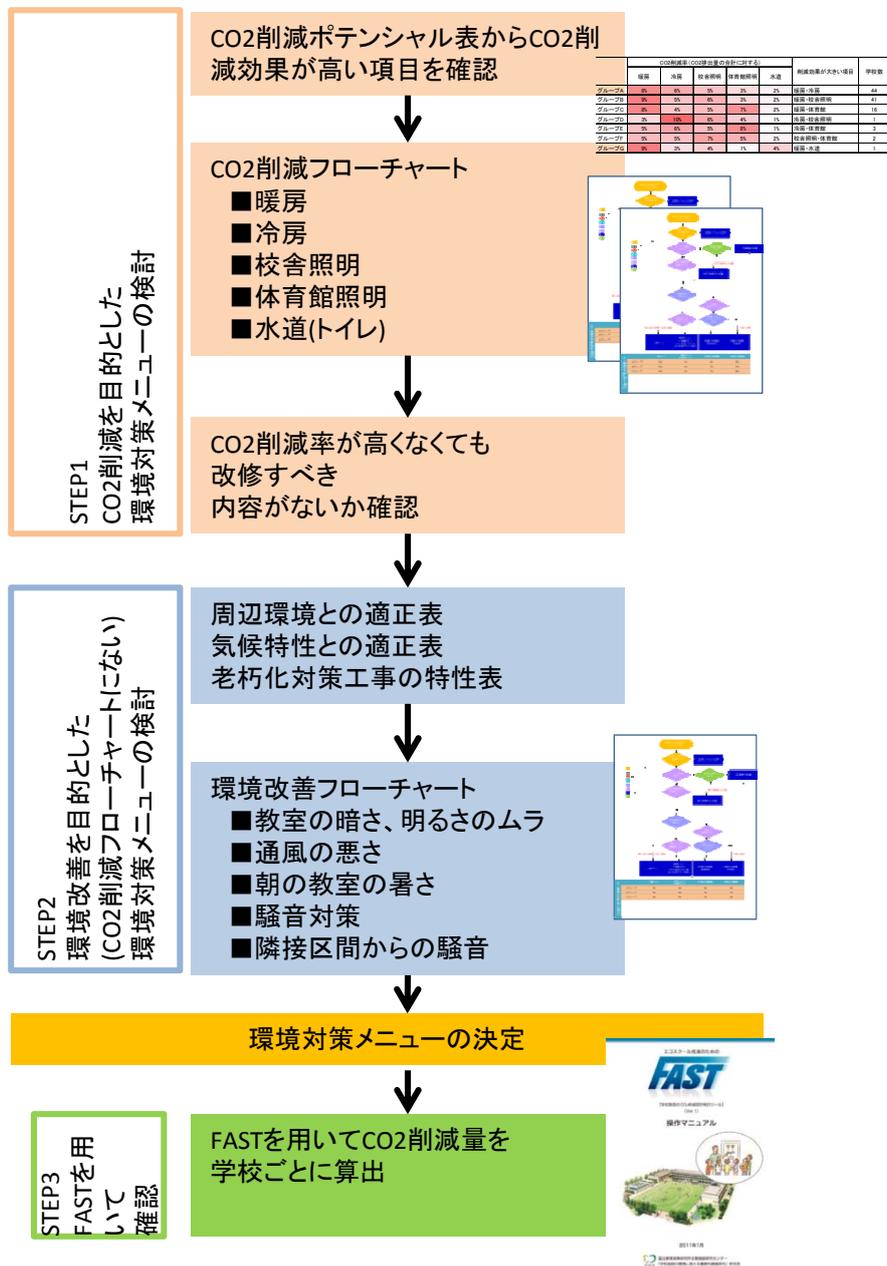


図 6.3-1 環境対策メニュー選定方法および CO2 削減効果確認の流れ(改修予定の学校)

## 6.4 環境対策メニュー選定フローチャート

表 6.4-1 フローチャートの概要

部位 場所	環境対策メニュー	CO2 削減項目	項目ごとの CO2 削減率	改善内容	同時実施が望ましい補修工事	フローチャート
教室	熱交換換気の設置、	暖房	24%	外壁の騒音対策	外壁の補修、窓サッシの補修	図 6.4-1 図 6.4-2
	空調の適切な運転時間	暖房 冷房	22% 26%	無駄な空調運転の改善		図 6.4-1 図 6.4-2
	二面採光、高反射率仕上げ	—	—	教室の暗さ、明るさのむらの解消	廊下側間仕切りの補修	図 6.4-3
	遮音・吸音仕上げ	—	—	隣接空間からの騒音	—	図 6.4-9
開口部 外壁	二重サッシ 複層ガラス 外断熱 内断熱 外断熱+二重サッシ 外断熱+複層ガラス 内断熱+二重サッシ 内断熱+複層ガラス	暖房	31% 10% 42% 39% 69% 51% 72% 54%	すきま風、足元の寒さ	外壁の補修、窓サッシ補修	図 6.4-1
屋根	屋上の断熱、遮熱	冷房	3%	最上階天井の暑さ	屋上防水層の補修	図 6.4-7
開口部	日射遮蔽(庇) 日射遮蔽(ルーバー)	冷房	8% 32%	窓際の暑さ 窓際のまぶしさ	外壁の補修	図 6.4-2
通風	通風経路の確保、 ナイトページの利用	—	—	風通しの悪さ 朝の教室暑さ	廊下側間仕切りの補修	図 6.4-7
普通教室・ 特別教室・ 管理諸室	高効率照明の導入 人感センサー・調光 センサーの設置	校舎照明	17% 29%	照明の回路数の少な さ 習慣的に全ての照明 を点灯している	—	図 6.4-3
手洗い	節水型器具の設置	水	35%			図 6.4-5
トイレ	節水型器具	水	11%	トイレの環境改善		図 6.4-5
	Hf 型照明器具の設置 Hf+人感センサー の設置	校舎照明	2% 6%	トイレの環境改善	トイレの改修	図 6.4-5 図 6.4-5
廊下	Hf 型照明器具の設置	校舎照明	1%			図 6.4-4
	Hf+人感センサー の設置		2%			
体育館	高効率照明機器	体育館照明	47%			

- 項目ごとの CO2 削減:暖房・冷房・照明・体育館照明の CO2 排出量に対する削減割合(トイレの照明の場合、教室・廊下・トイレの照明の CO2 排出量の合計値に対する削減率)

### 6.4.1 環境対策メニュー選定フローチャート(改修版)

#### (1) 主に CO2 削減を目的としたフローチャート

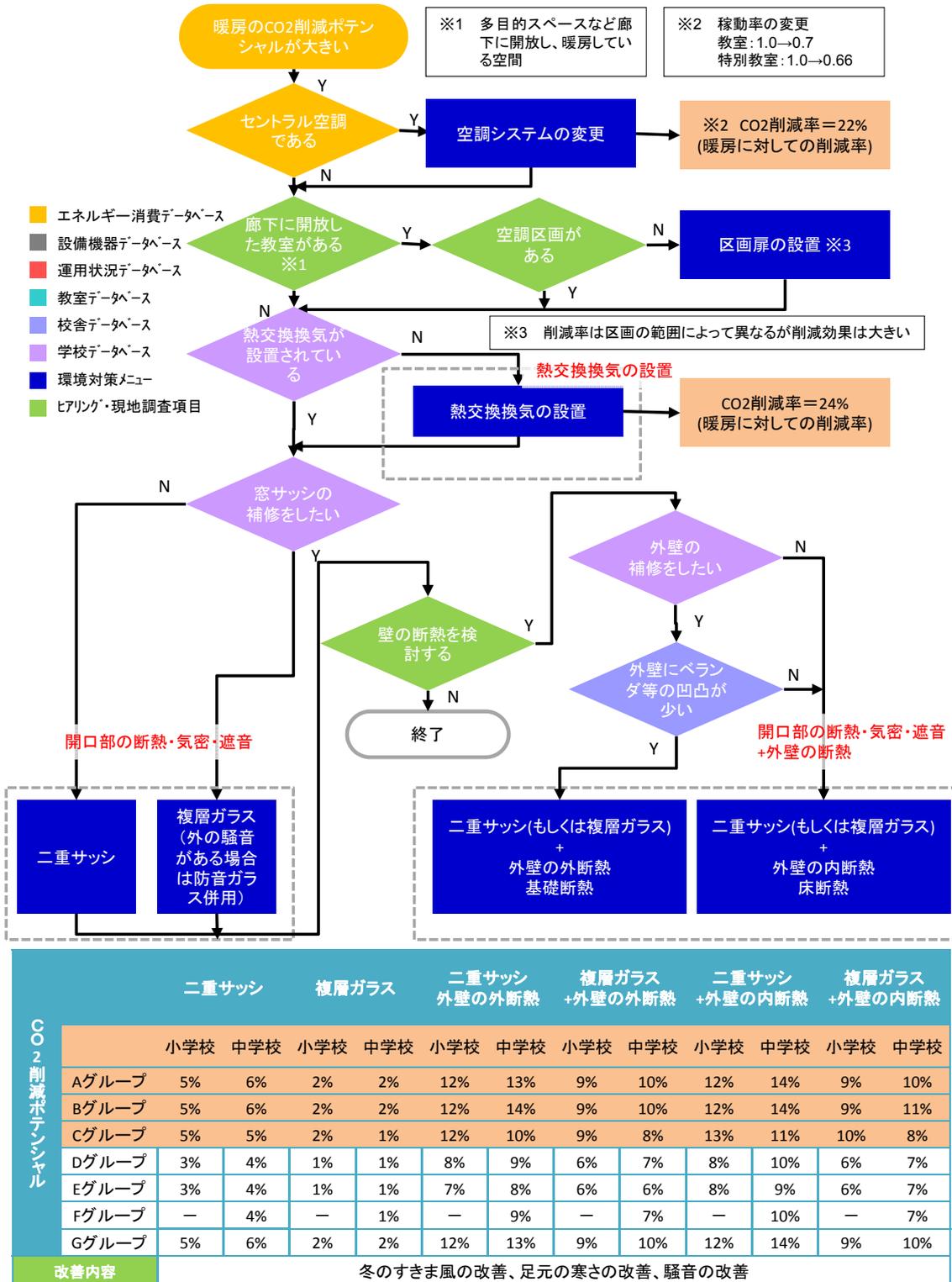


図 6.4-1 暖房 CO2 削減・冬期の温熱環境改善に対する環境対策メニュー

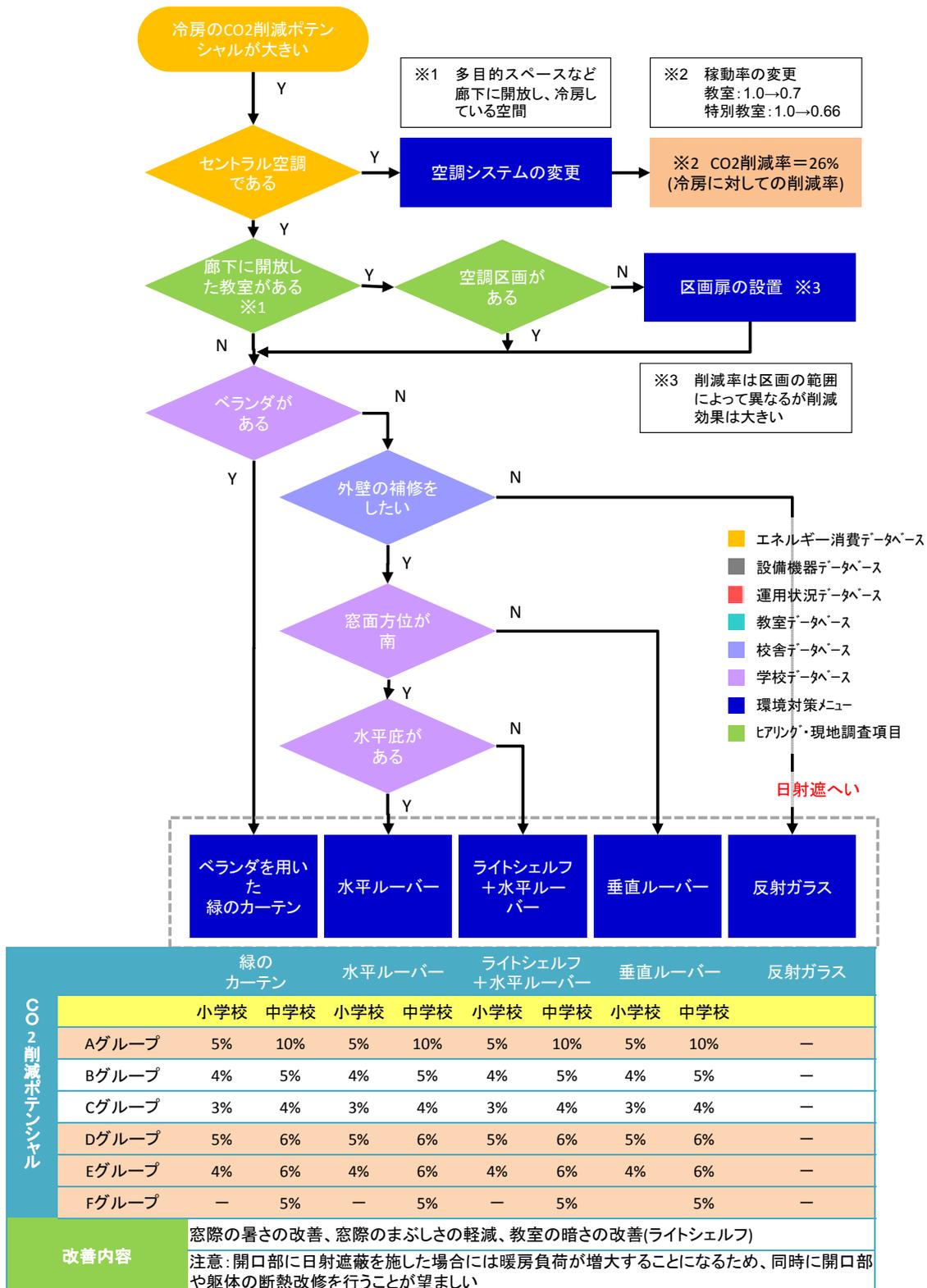
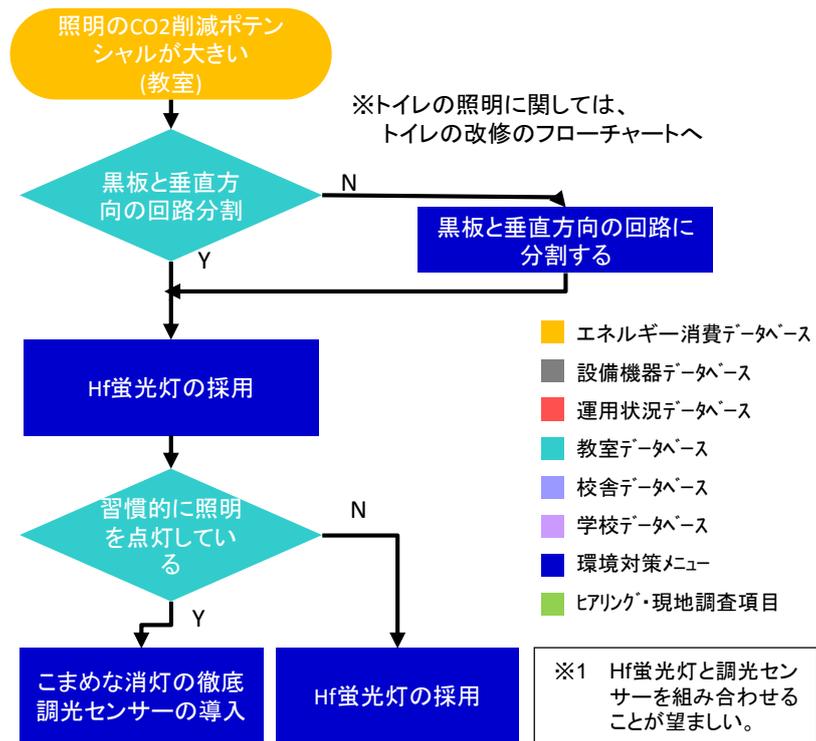


図 6.4-2 冷房 CO2 削減・窓際の暑さ改善に対する環境対策メニュー



CO <sub>2</sub> 削減ポテンシャル	調光センサーの導入		Hf蛍光灯の導入		※1 Hf蛍光灯 +調光センサーの導入	
	小学校	中学校	小学校	中学校	小学校	中学校
	Aグループ	3%	3%	3%	3%	4%
Bグループ	3%	5%	3%	5%	5%	8%
Cグループ	3%	4%	3%	4%	4%	6%
Dグループ	3%	4%	3%	4%	6%	7%
Eグループ	3%	3%	3%	3%	5%	6%
Fグループ		5%		5%		8%

図 6.4-3 教室の照明の対する環境対策メニュー

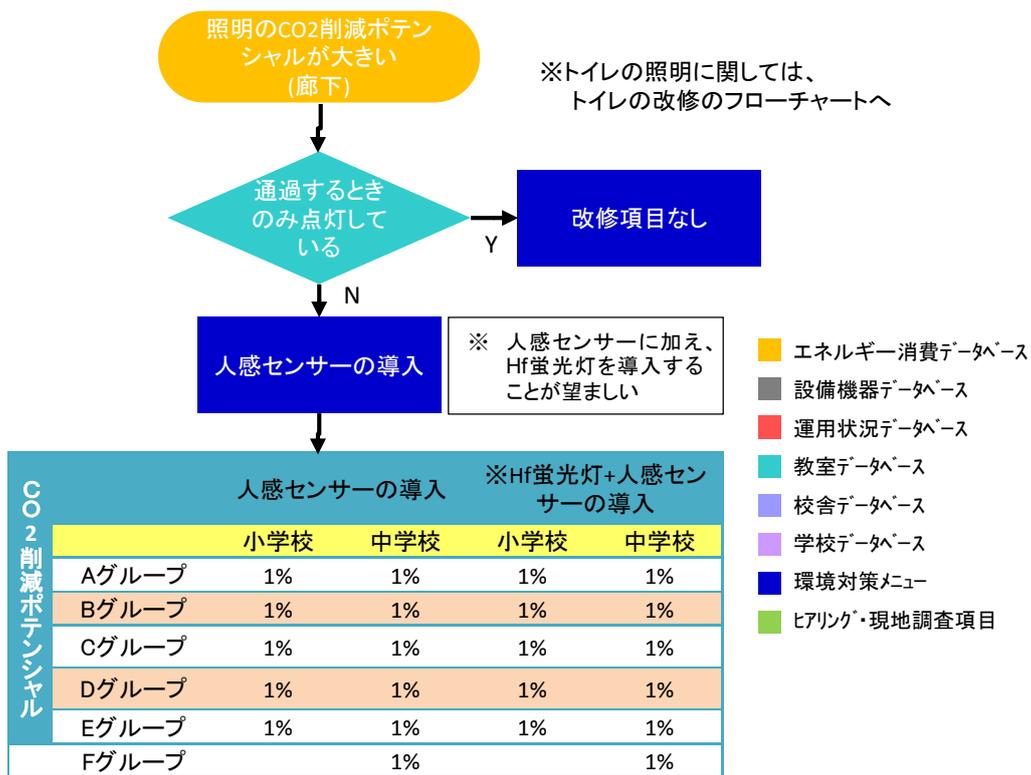
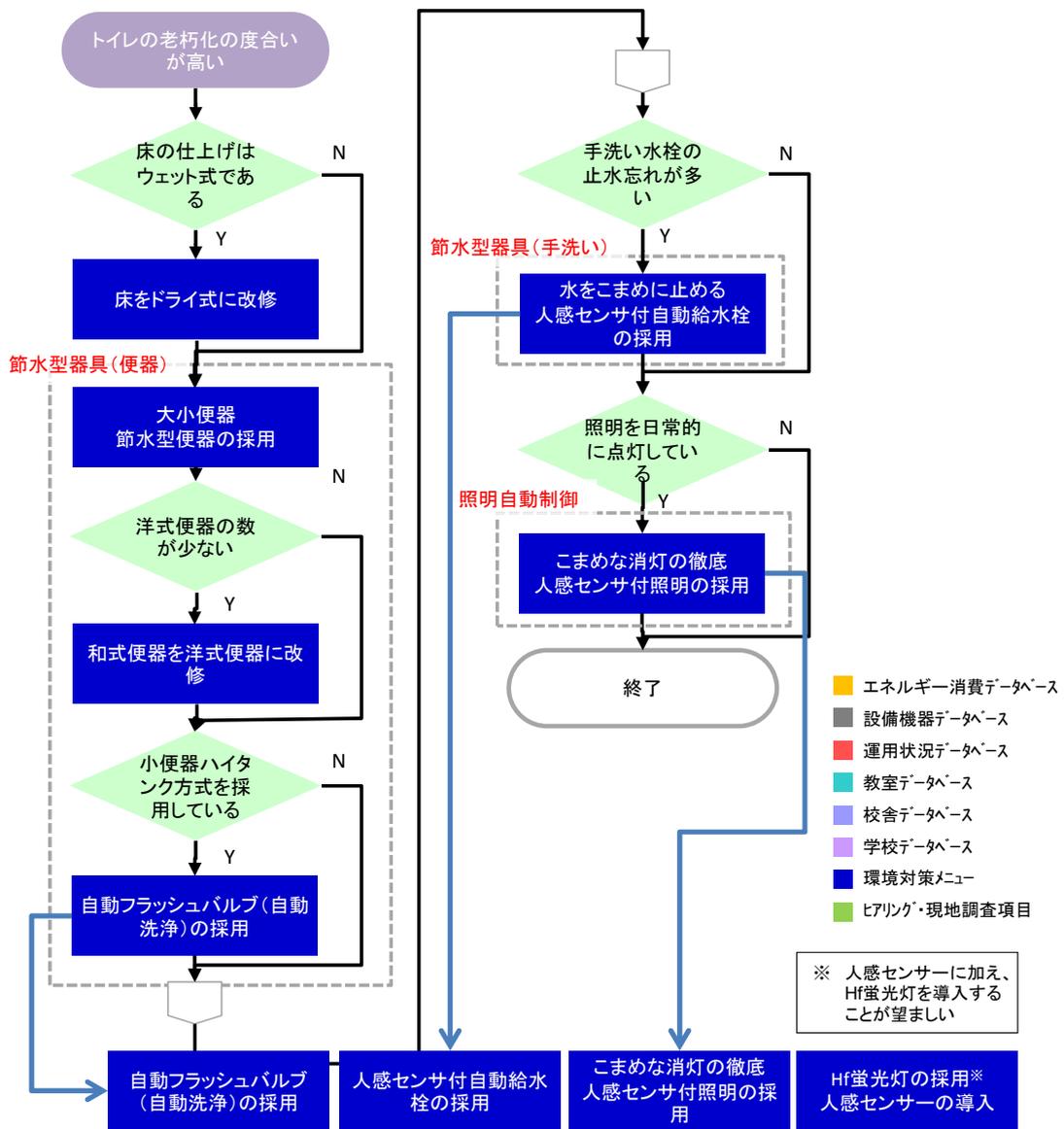


図 6.4-4 廊下の照明に対する環境対策メニュー



CO <sub>2</sub> 削減ポテンシャル	節水型トイレの導入		節水型手洗い		人感センサーの導入		Hf蛍光灯+人感センサーの導入	
	小学校	中学校	小学校	中学校	小学校	中学校	小学校	中学校
Aグループ	0%	0%	1%	1%	2%	2%	3%	2%
Bグループ	0%	1%	1%	2%	2%	4%	3%	4%
Cグループ	0%	0%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
Dグループ	0%	0%	1%	1%	3%	3%	3%	4%
Eグループ	0%	0%	1%	1%	2%	3%	3%	3%
Fグループ		0%		1%		4%		4%

善 改 境 環    トイレの環境改善    注意:暖房便座や電気温水器の設置する場合には、タイマーの採用などの配慮が必要

図 6.4-5 トイレの改修に対する環境対策メニュー

(2) 主に環境改善・老朽化対策を目的としたフローチャート

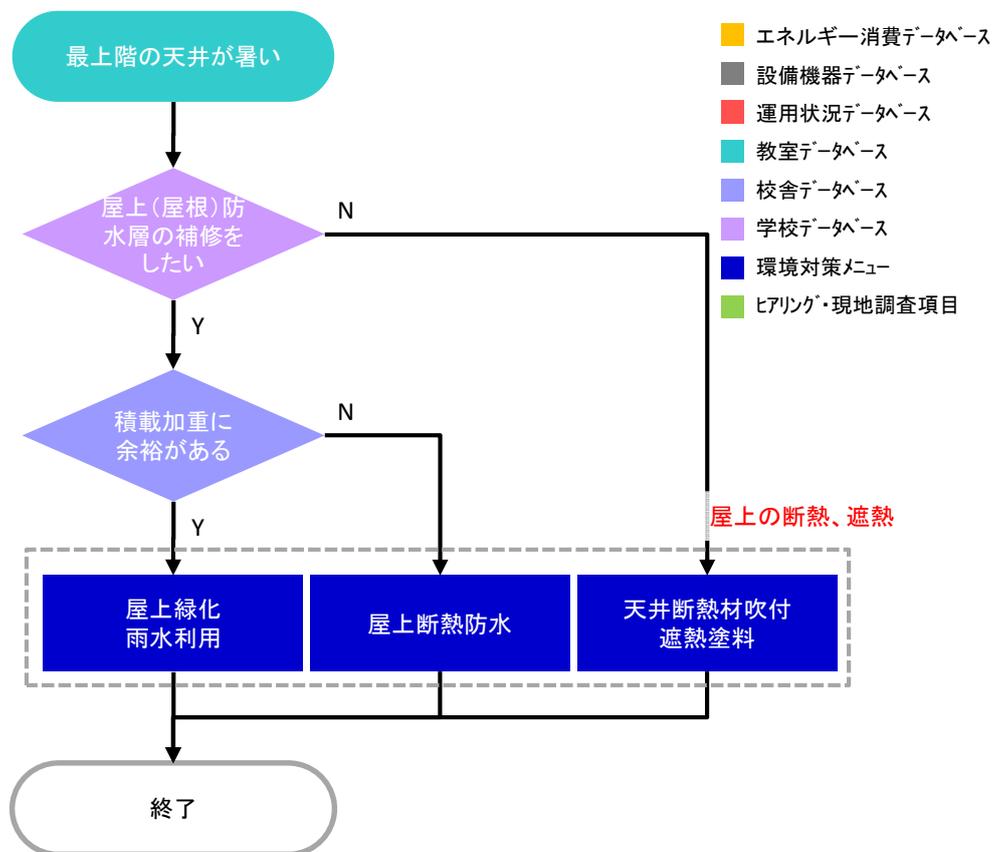


図 6.4-6 最上階の暑さに対する環境対策メニュー

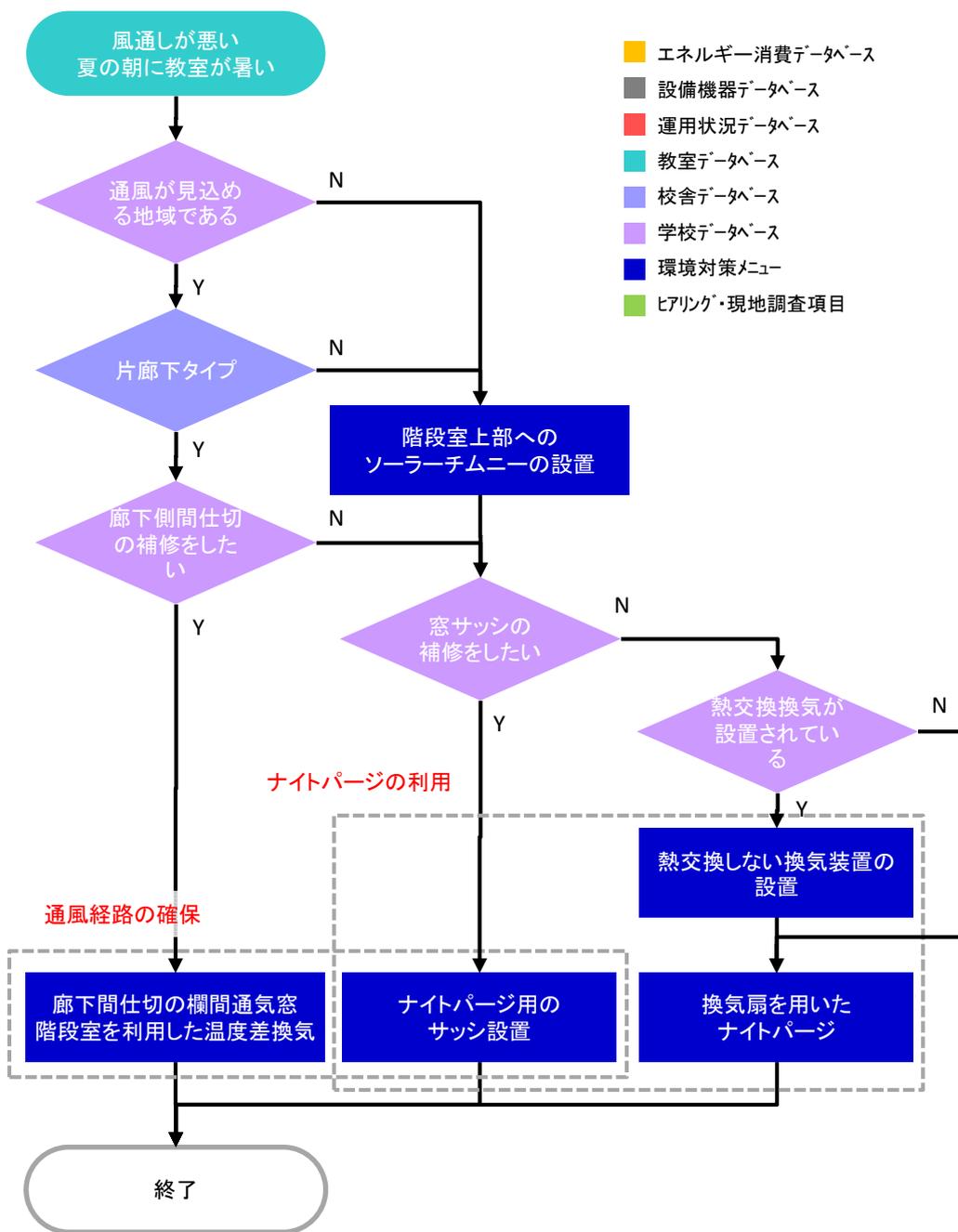


図 6.4-7 風通しの悪さ、朝の暑さに対する環境対策メニュー

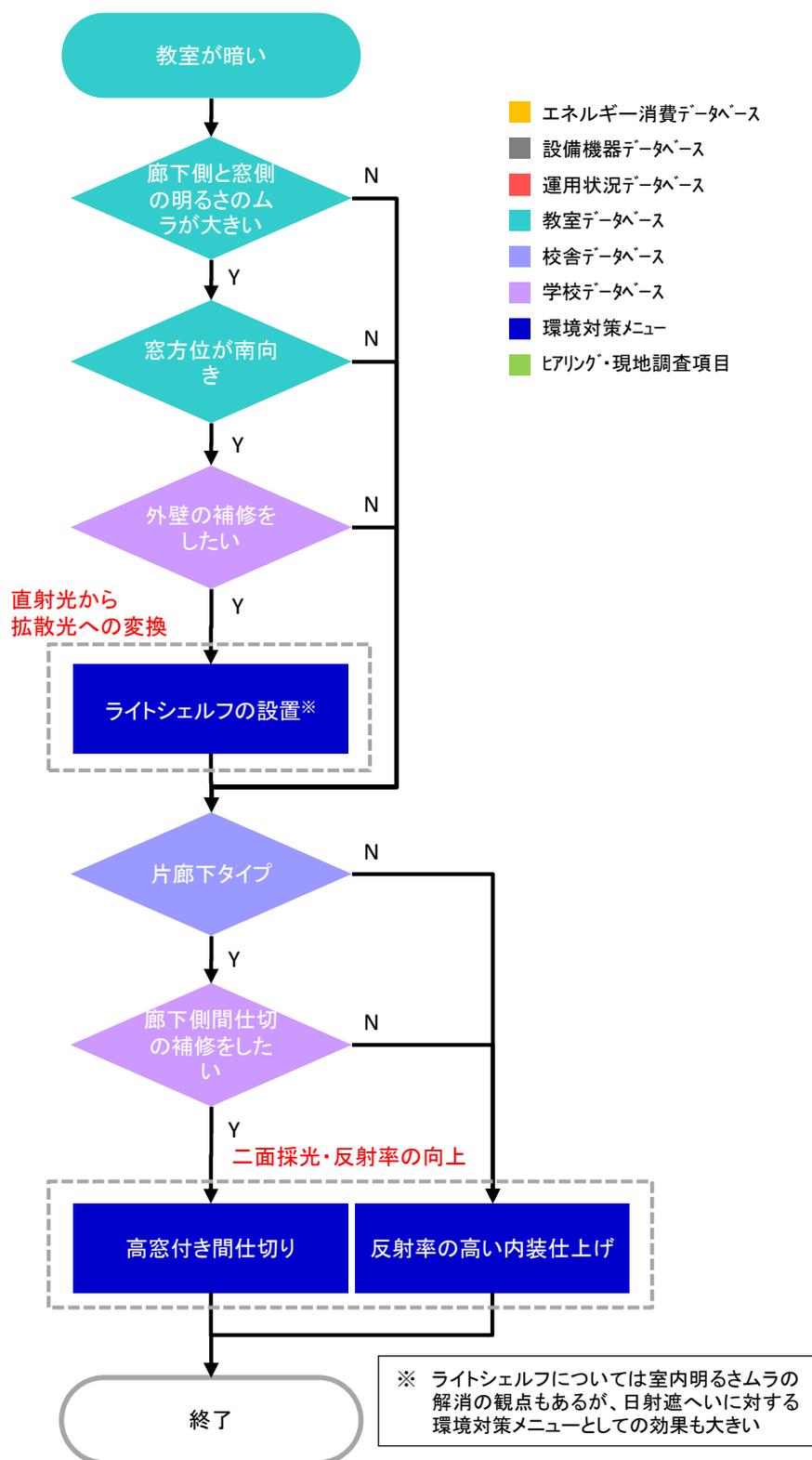


図 6.4-8 教室の暗さに対する環境対策メニュー

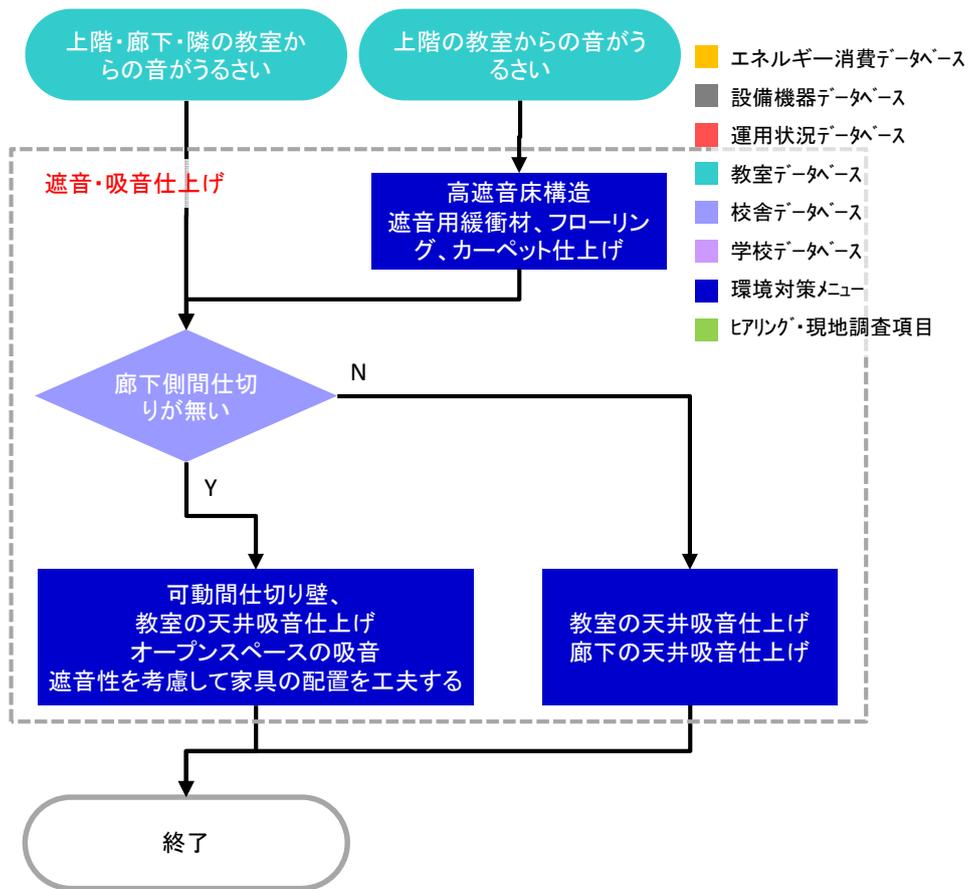
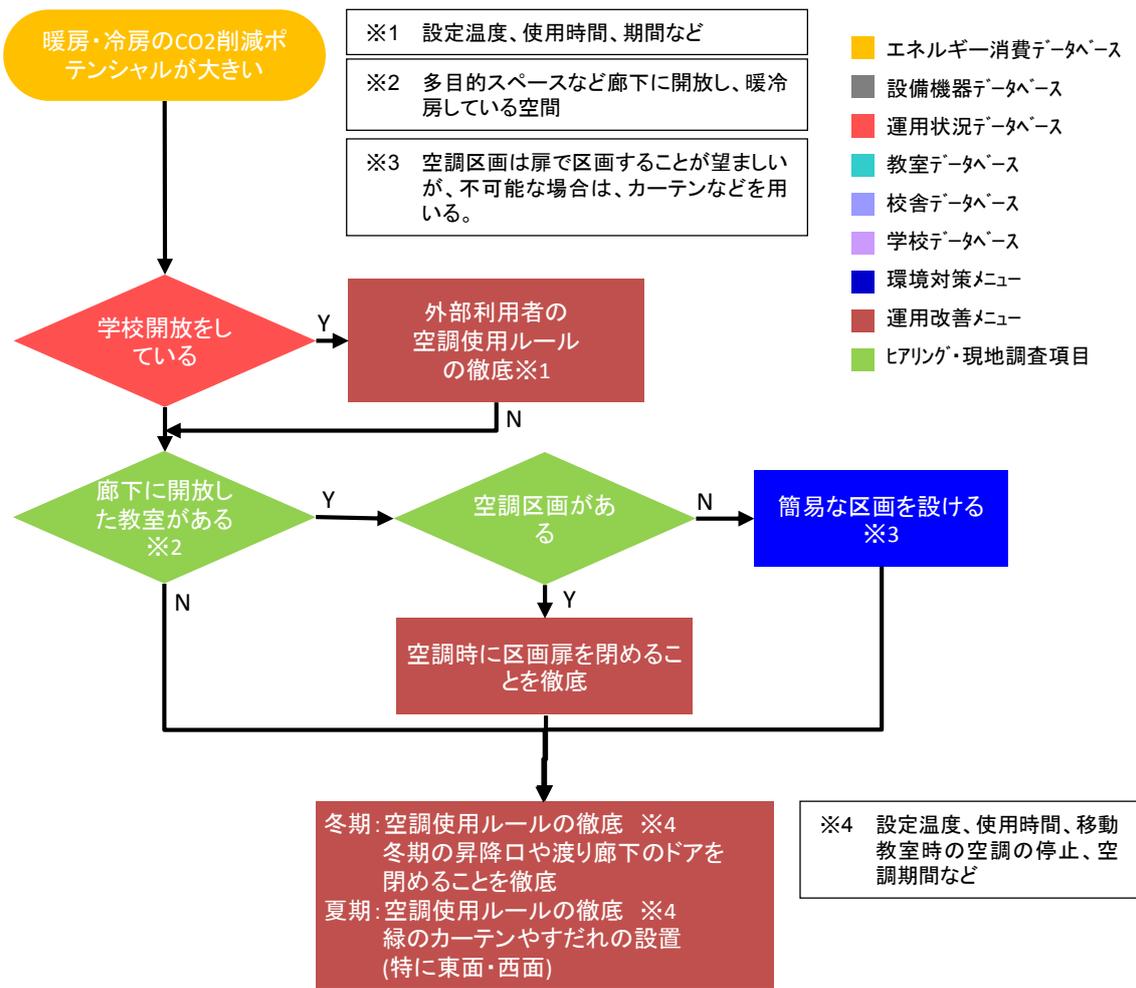


図 6.4-9 隣接空間から騒音に対する環境対策メニュー

### 6.4.2 環境対策メニュー選定フローチャート(運用改善版)

改修を予定していない学校を対象としたフローチャートは主に運用改善の方法をまとめた(運用改善フローチャート)。改修版と異なる部分は、運用改善メニューを追加しているところである。学校は学校開放をしている学校が多く、教員、児童・生徒だけでなく、地域住民も利用していることから、環境改善メニューの対象は、教員、児童・生徒および外部利用者とした。これらのフローチャートは主に改修を予定していない学校に対して作成しているが、改修予定の学校に対しても対応可能である。



1990年以降に竣工した学校の運用改善によるCO2削減ポテンシャル		
	小学校	中学校
暖房	0%	0%
冷房	6%	8%

注) 1990年以降に竣工した学校は、1990年以前に竣工した学校に比べて暖房のCO2排出量は同等、冷房は多い傾向がある。これは、建物の隙間が少ないこと、照明機器の灯数が多く内部発熱が多いことが関わっていると考えられる。

図 6.4-10 暖冷房のCO2削減に対する運用改善メニュー

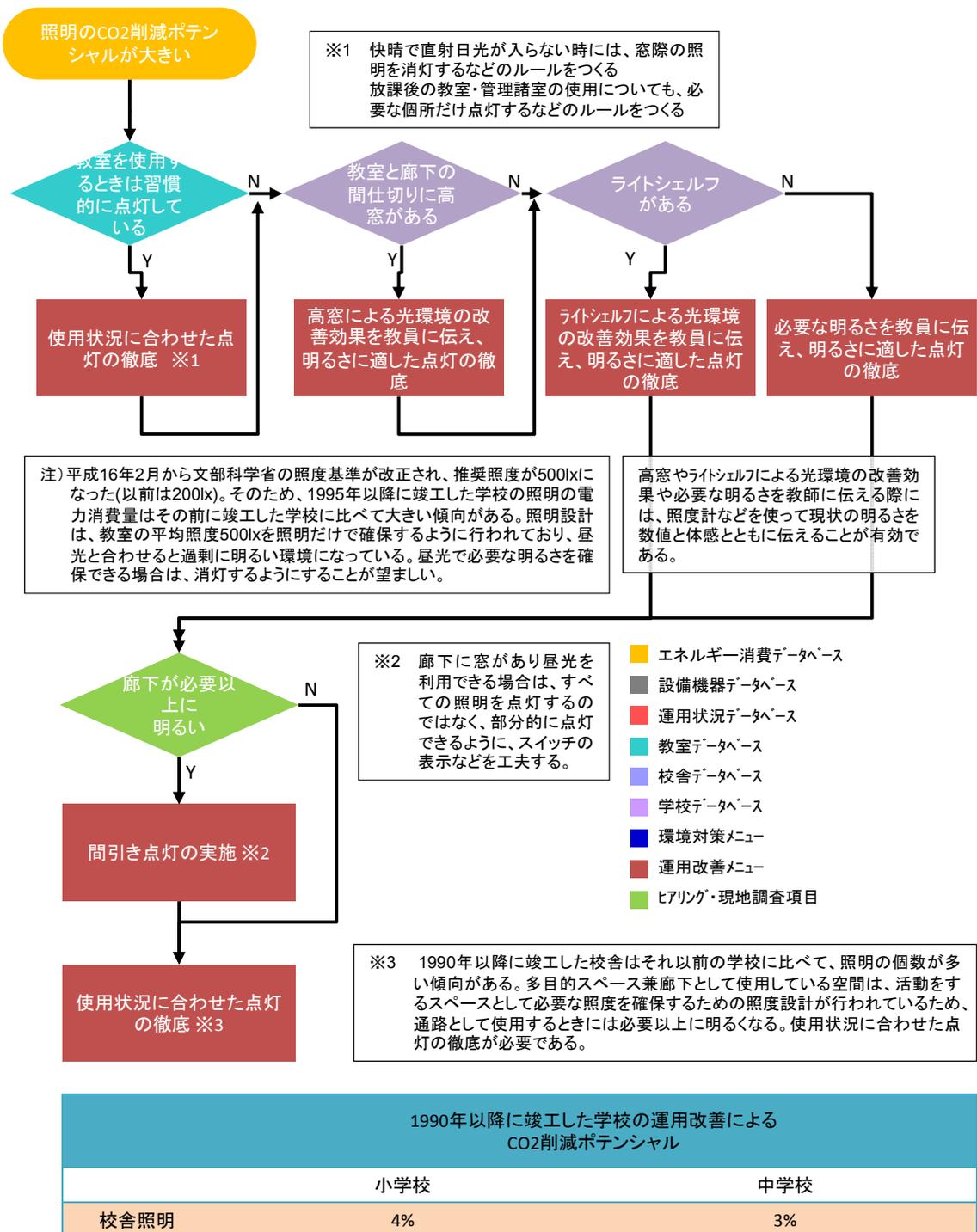
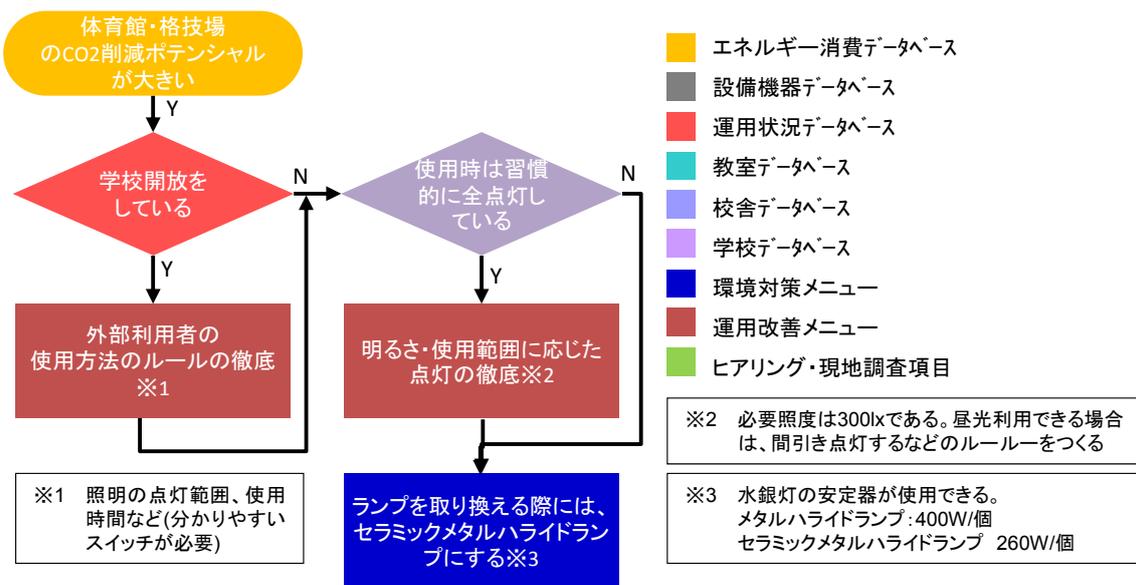
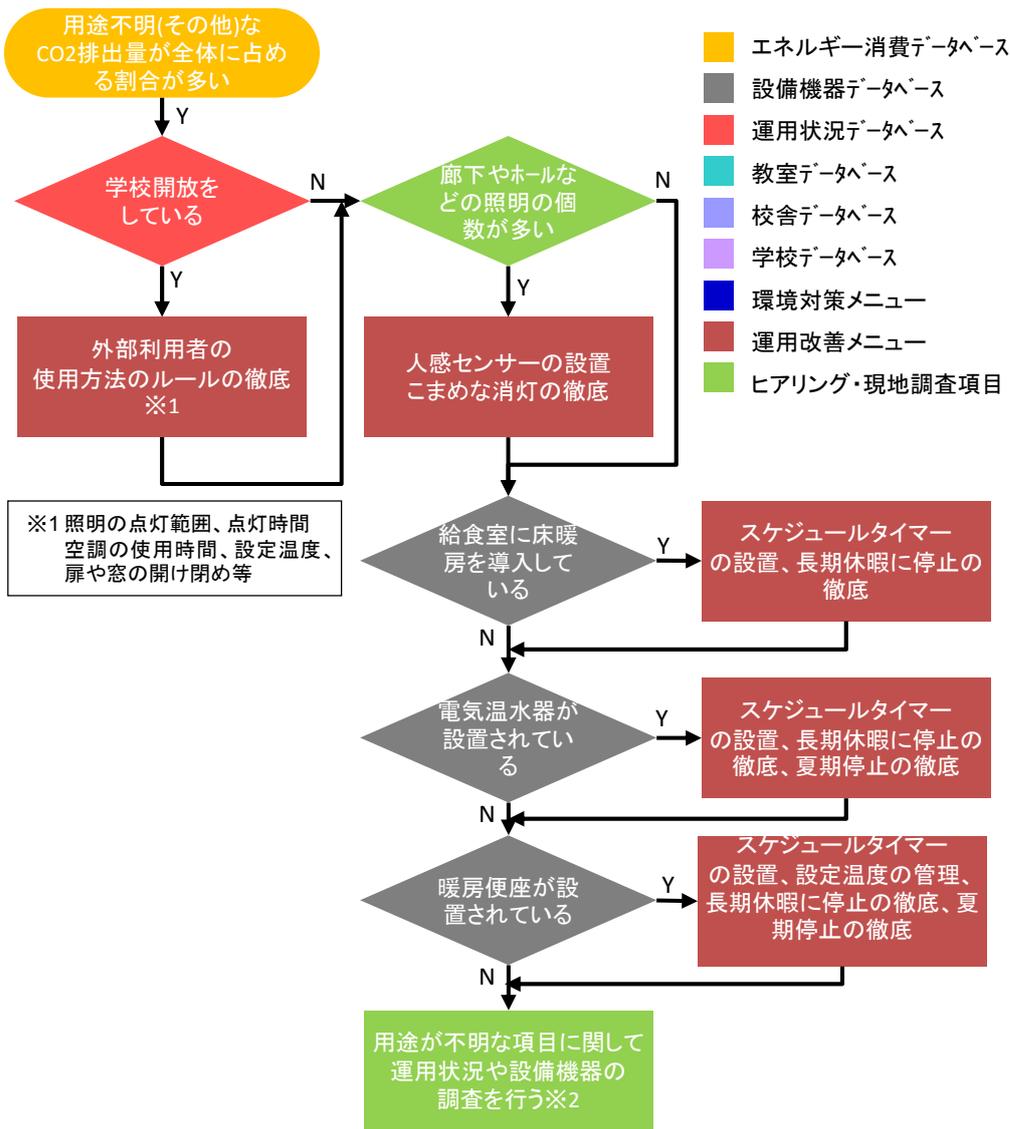


図 6.4-11 校舎照明のCO2削減に対する運用改善メニュー



1990年以降に竣工した学校の運用改善によるCO2削減ポテンシャル		
	小学校	中学校
体育館照明	4%	1%

図 6.4-12 体育館・格技場照明のCO2削減に対する運用改善メニュー



※2 専門家による調査が望ましい。電気設備図で設置されている機器を確認しヒアリング、現地調査を行う。電力測定を行うことで要因が明確になる可能性が高い。1990年以降に竣工した学校は、給食室の床暖房(乾燥用)、暖房便座、電気温水器が導入され照明機器の個数が多い傾向がある。これらの機器の稼働時間を調査し、運用方法を話し合う。

1990年以降に竣工した学校の運用改善によるCO2削減ポテンシャル		
	小学校	中学校
校舎照明	11%	14%

図 6.4-13 用途不明(その他)の CO2 削減に対する運用改善メニュー

## 6.5 環境対策メニュー選定フローチャート適用例

フローチャートの妥当性および使い方を示すために環境対策メニュー選定フローチャート(改修版)と環境対策メニュー選定フローチャート(運用改善版)を運用してみる。改修版については、再生整備の対象となる川崎市立\*\*小学校(高津区)とした。運用改善版については、川崎市立\*\*小学校(多摩区)を対象とした。

### 6.5.1 改修予定の学校の例

表 6.5-1 \*\*小学校のデータベースの概要

データベース区分	内容	
学校データベース	老朽化の度合の高い箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● サッシ</li> <li>● 天井仕上げ</li> <li>● 床仕上げ</li> <li>● トイレ設備</li> <li>● 照明器具</li> </ul>
校舎データベース	校舎延床面積	● 5991m <sup>2</sup>
	廊下タイプ	● 片廊下
	窓面方位	● 南
	窓面積率	● 50%以上
	ベランダ	● なし
	ひさし	● なし
教室データベース	教室の環境改善要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 直射日光のまぶしさ</li> <li>● 室内の暗さ</li> <li>● 冬期すきま風の寒さ</li> <li>● 廊下側の寒さ</li> <li>● 窓の結露</li> <li>● 暖冷房の効きの悪さ</li> </ul>



図 6.5-1 \*\*小学校<sup>7</sup>

<sup>7</sup> \*\*小学校ウェブサイト

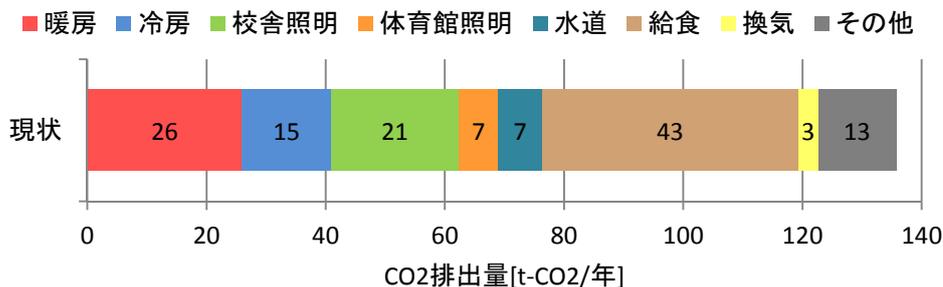


図 6.5-2 \*\*小学校のCO2排出量の内訳

### 6.5.2 STEP1 CO2削減を目的とした環境対策メニューの検討

STEP1として、CO2削減効果の高い環境対策メニューを選定する。

#### (1) CO2削減ポテンシャルの大きい用途の選択

図 6.5-3、表 6.5-2 に示すように\*\*小学校はBグループであり、CO2削減ポテンシャルが大きい暖房、冷房、校舎照明について検討する。

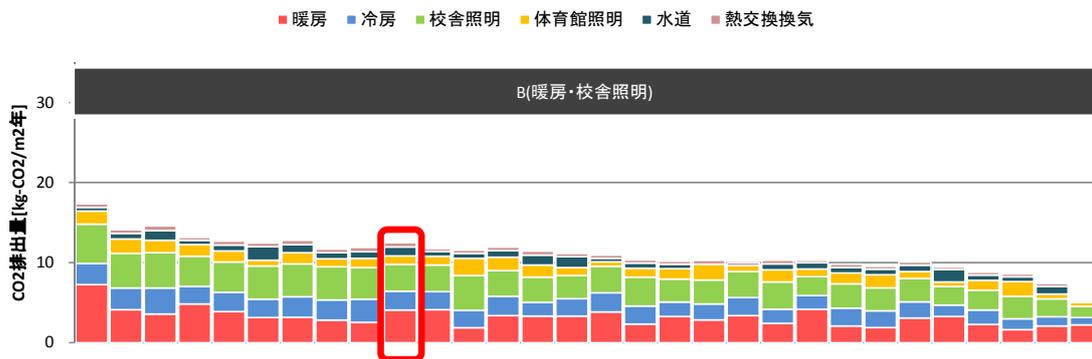


図 6.5-3 \*\*小学校のグループ

表 6.5-2 CO2削減ポテンシャル

グループ	削減効果が高い項目	小学校							中学校						
		CO2削減ポテンシャル						学校数	CO2削減ポテンシャル					学校数	
		暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水	その他		暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水		その他
改修予定の学校	A 暖房・冷房	10%	7%	5%	3%	2%	-	37	10%	13%	6%	5%	2%	-	11
	B 暖房・校舎照明	9%	5%	6%	3%	2%	-	30	11%	8%	9%	6%	3%	-	9
	C 暖房・体育館	10%	5%	5%	7%	2%	-	9	8%	6%	7%	15%	2%	-	4
	D 冷房・校舎照明	6%	7%	7%	3%	1%	-	2	8%	9%	8%	6%	2%	-	2
	E 冷房・体育館	6%	6%	6%	6%	2%	-	1	7%	9%	7%	10%	2%	-	6
	F 校舎照明・体育館	-	-	-	-	-	-	-	8%	8%	9%	10%	1%	-	3
改修を予定していない学校	G 冷房・その他	0%	6%	4%	4%	0%	11%	29	0%	8%	3%	1%	0%	14%	14

(2) フローチャートによる環境対策メニューの選定

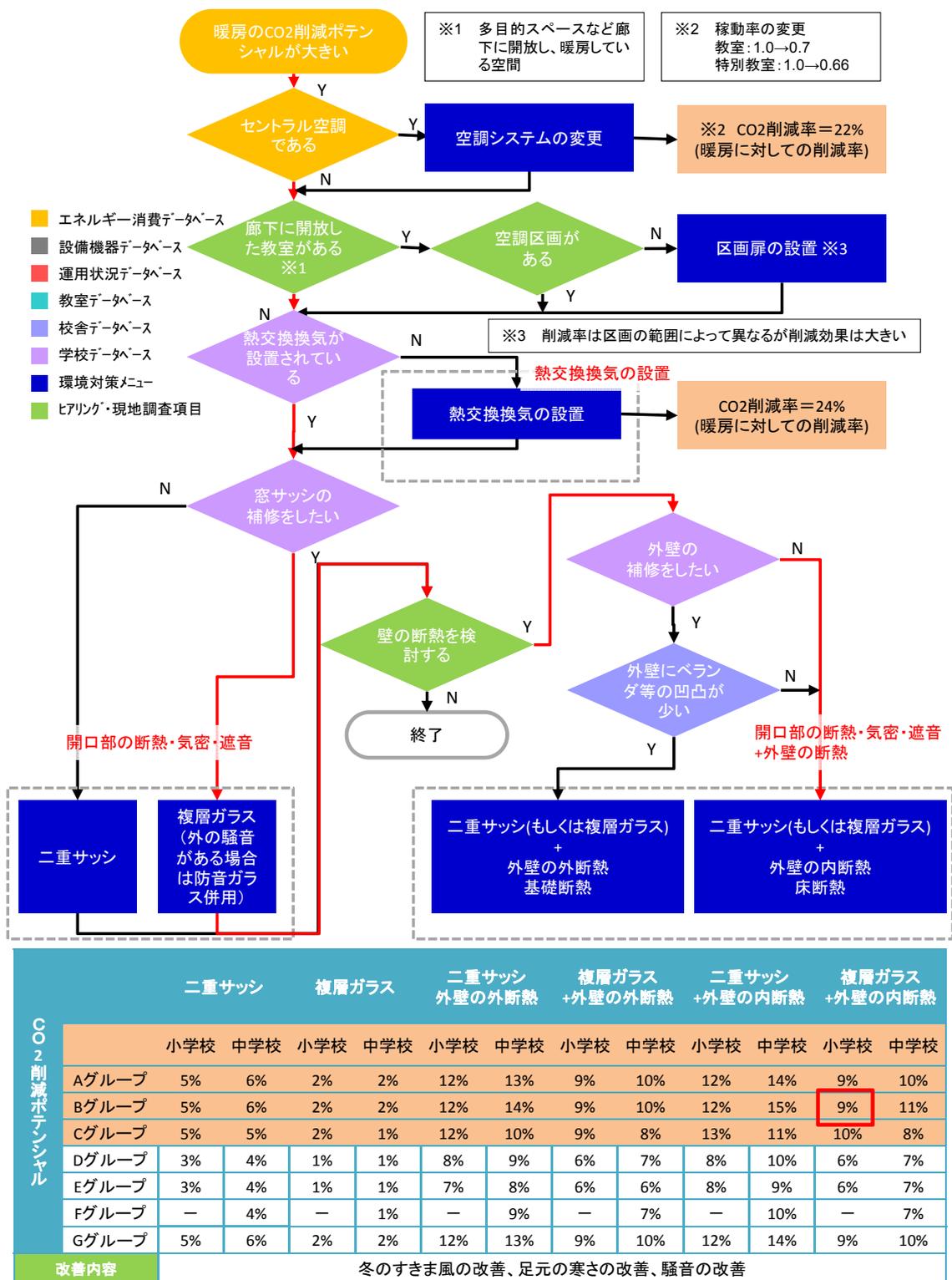


図 6.5-4 暖房 CO<sub>2</sub> 削減・冬期の温熱環境改善に対する環境対策メニュー

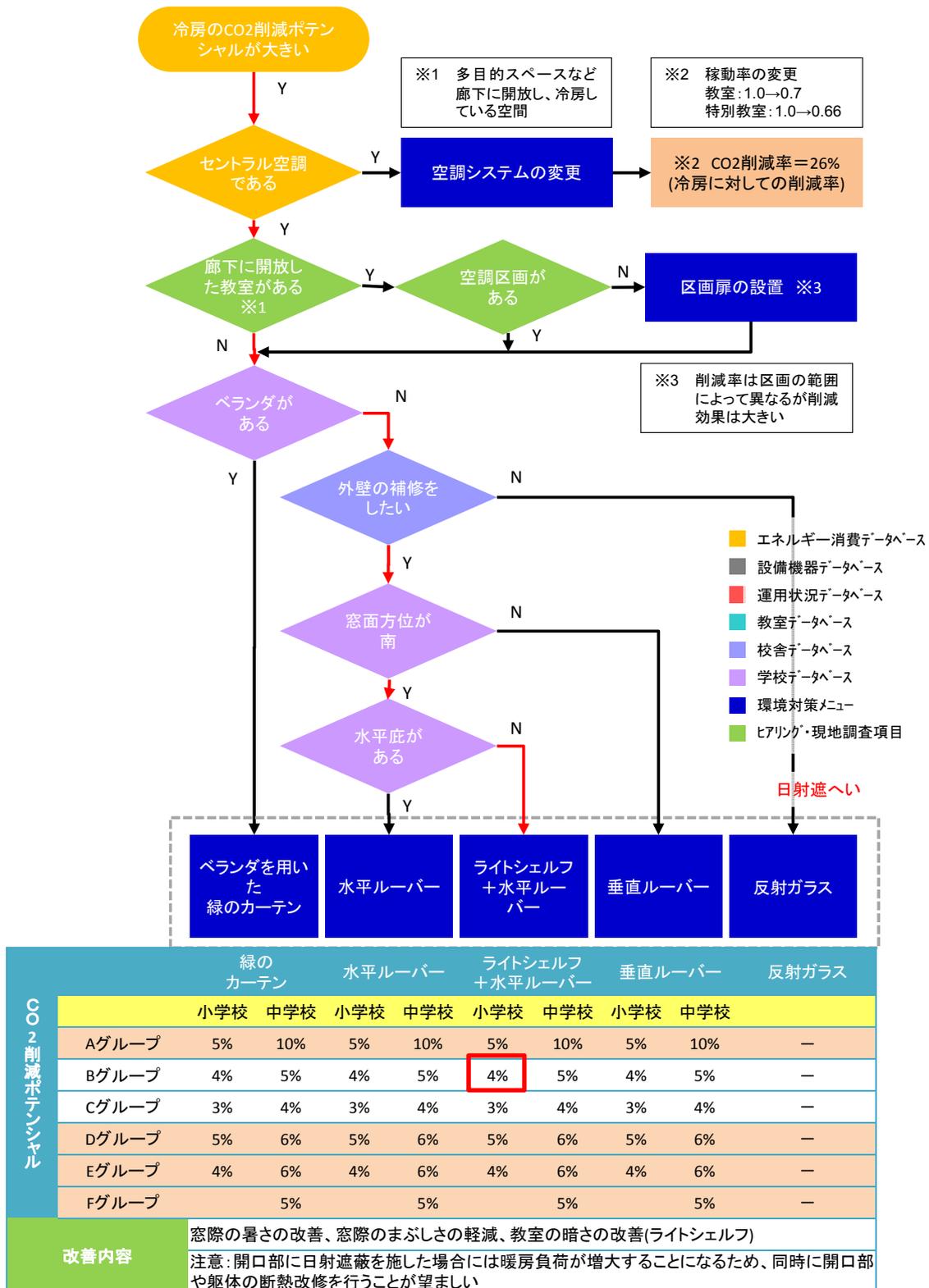
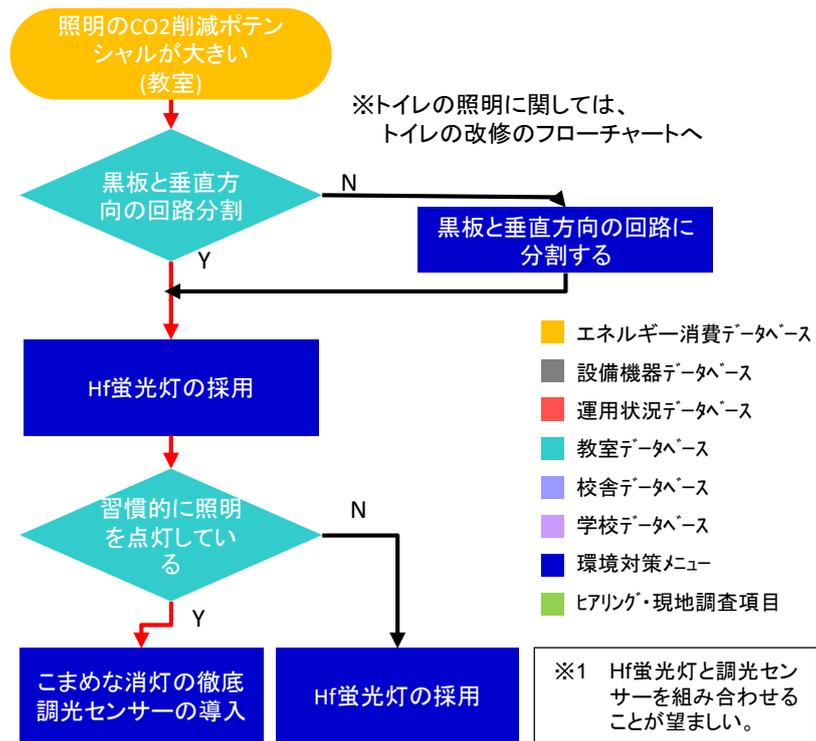


図 6.5-5 冷房 CO2 削減・夏期の温熱環境改善に対する環境対策メニュー



CO <sub>2</sub> 削減ポテンシャル	調光センサーの導入		Hf蛍光灯の導入		※1 Hf蛍光灯 + 調光センサーの導入	
	小学校	中学校	小学校	中学校	小学校	中学校
	Aグループ	3%	3%	3%	3%	4%
Bグループ	3%	5%	3%	5%	5%	8%
Cグループ	3%	4%	3%	4%	4%	6%
Dグループ	3%	4%	3%	4%	6%	7%
Eグループ	3%	3%	3%	3%	5%	6%
Fグループ		5%		5%		8%

図 6.5-6 照明の CO2 削減に対する環境対策メニュー(教室)

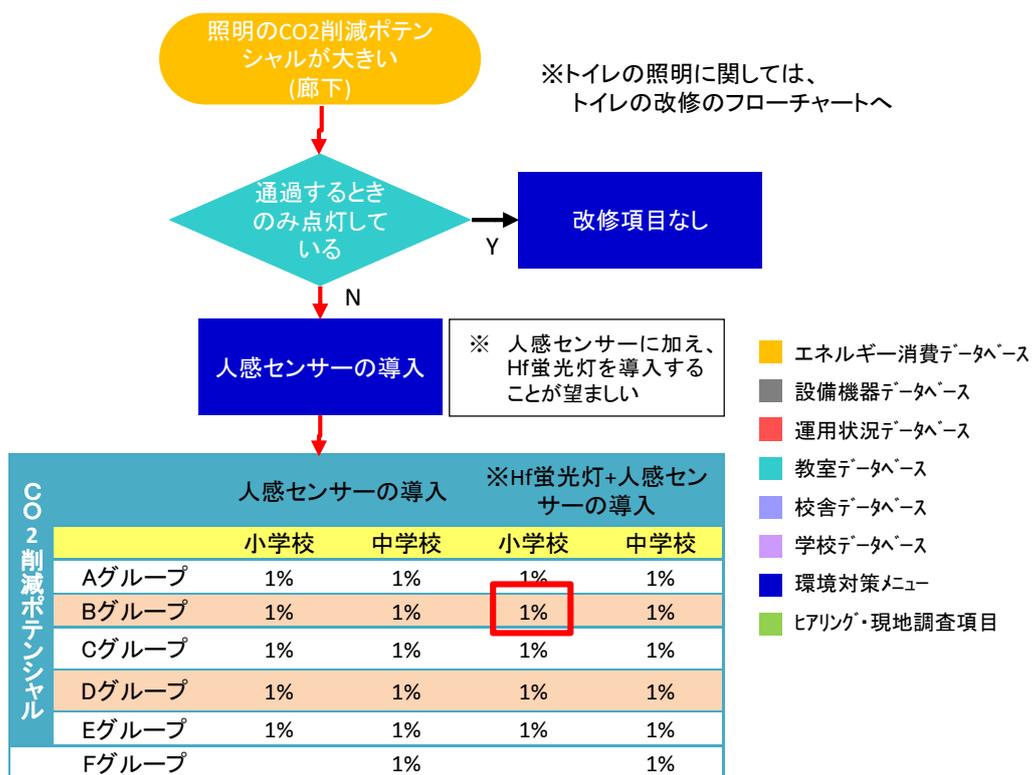


図 6.5-7 照明の CO2 削減に対する環境対策メニュー(廊下)

(3) 環境対策メニューによる CO2 削減効果と環境改善効果

表 6.5-3 CO2 削減効果および環境改善効果

用途	手法	CO2 削減量 (全体に占める割合)	環境改善効果	備考
暖房	断熱強化 (内断熱+複層ガラス)	9%	すきま風、足元の寒さの改善	
冷房	日射遮蔽 (水平ルーバー+ライトシェルフ)	4%	窓際の暑さ	ライトシェルフの設置により 教室の暗さやまぶしさの改善にもつながる
照明	Hf 蛍光灯+調光センサー Hf 蛍光灯+人感センサー	5%(教室) 1%(廊下)		
合計		19%		

### 6.5.3 STEP2 環境改善メニューの検討

STEP2 では、CO2 削減効果は高くないが、老朽化度合いの高い箇所、環境改善要望が満たすための環境対策メニューを検討する。表 6.5-4 を見ると STEP1 では、トイレ設備の老朽化に対応できていない。STEP2 として STEP1 の項目に加えてトイレ設備の老朽化に対する環境対策メニューについて検討を行う。

表 6.5-4 老朽化・環境改善要望のチェック表

データ	内容		STEP1 で改善された項目	STEP2 で検討する項目
学校データベース	老朽化の度合いの高い箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● サッシ</li> <li>● 天井仕上げ</li> <li>● 床仕上げ</li> <li>● トイレ設備</li> <li>● 照明器具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○(内断熱絡み工事)</li> <li>○(内断熱絡み工事)</li> <li>×</li> <li>○</li> </ul>	○
教室データベース	教室の環境改善要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 直射日光のまぶしさ</li> <li>● 室内の暗さ</li> <li>● 冬期すきま風の寒さ</li> <li>● 廊下側の寒さ</li> <li>● 窓の結露</li> <li>● 暖冷房の効きの悪さ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ul>	

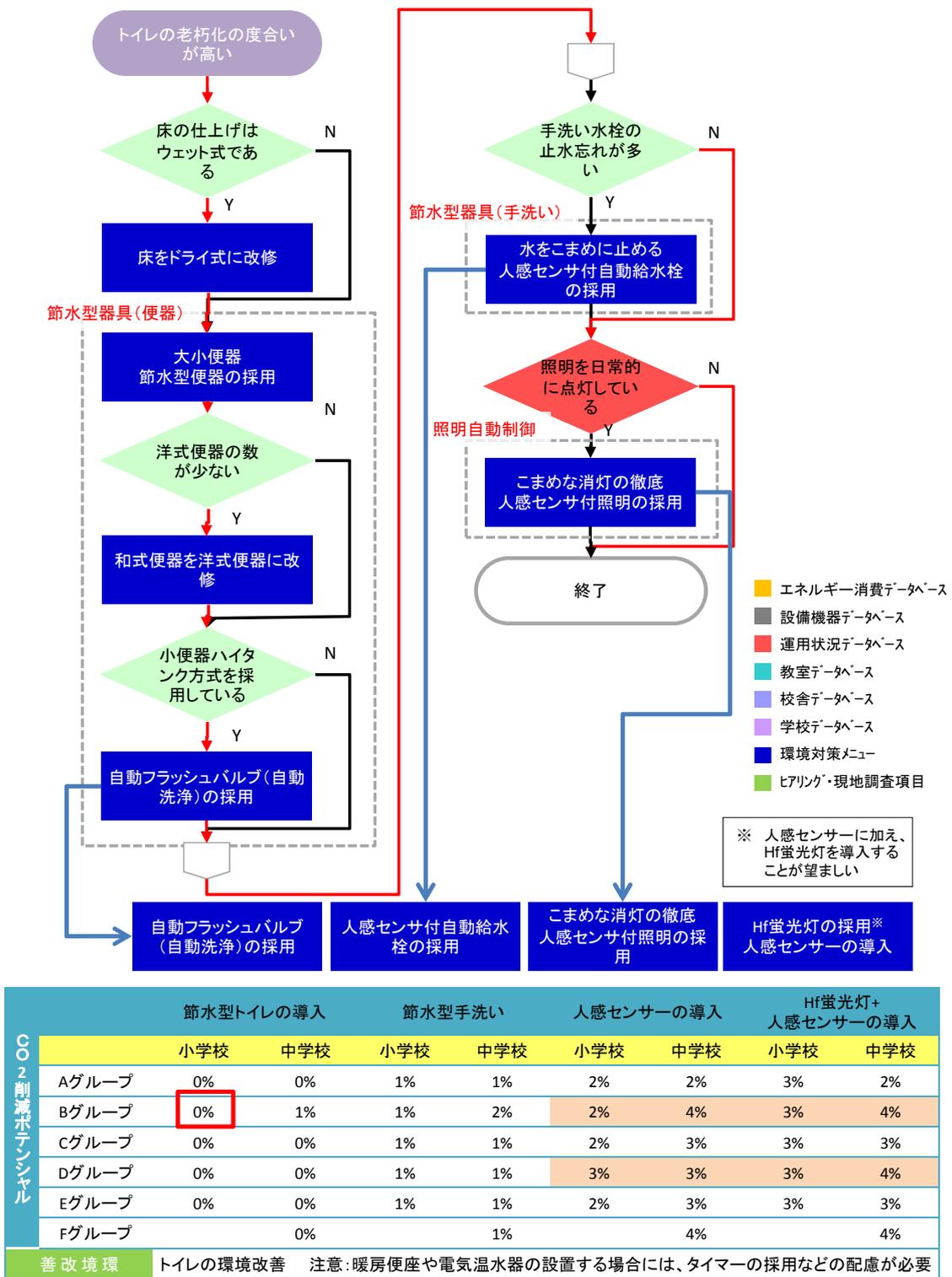


図 6.5-8 トイレの改修に対する環境対策メニュー

- 床のドライ式とともに節水型トイレの導入を行う。トイレの照明は休み時間のみの点灯を徹底している(運用状況データベース)ため、人感センサーの導入はしない。

表 6.5-5 STEP2 による CO2 削減効果および環境改善効果

用途	手法	CO2 削減量 (全体に占める割合)	環境改善効果	備考
暖房	断熱強化 (内断熱+複層ガラス)	9%	すきま風、足元の寒さの改善	
冷房	日射遮蔽 (水平ルーバー+ライトシェルフ)	4%	窓際の暑さ	ライトシェルフの設置により教室の暗さやまぶしさの改善にもつながる
照明	Hf 蛍光灯+調光センサー Hf 蛍光灯+人感センサー	5%(教室) 1%(廊下)		
トイレ	節水型トイレの導入	0%	トイレの環境改善	
合計		19%		

#### 6.5.4 STEP3 FAST を用いて確認

FAST を用いて\*\*小学校の環境対策メニューの実施による CO2 削減効果を確認する。

表 6.5-6 FAST による削減率の結果(各用途に対する)

	STEP1	STEP2
暖房	52%	52%
冷房	44%	44%
照明	28%	28%
換気	0%	0%
水道	0%	10%

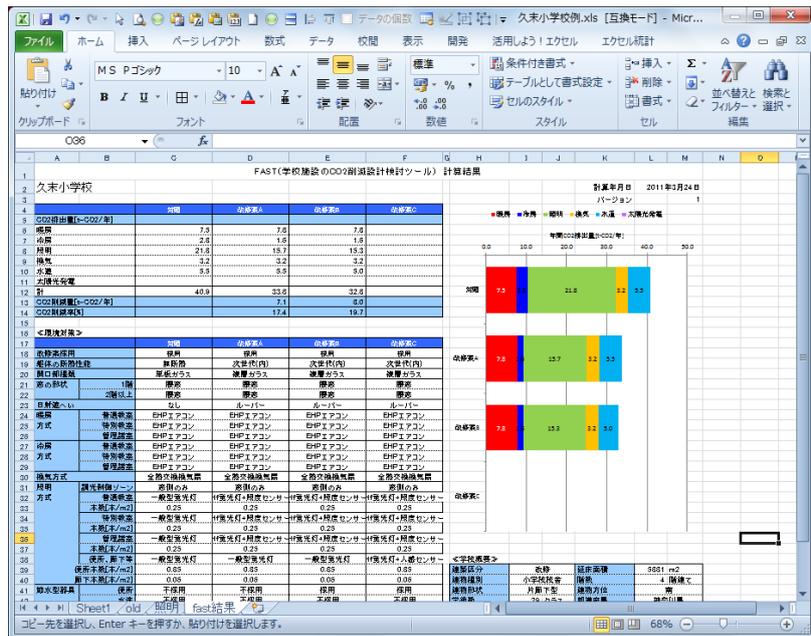


図 6.5-9 FAST の計算結果

表 6.5-6 に示す削減率(FAST の結果)を\*\*小学校の暖房、冷房、校舎照明、水道の CO2 排出量の実績値に乘以 CO2 削減量を算出する。

STEP1 で 27t-CO2/年、STEP2 で 28t-CO2/年の削減となり、削減率はどちらも 20%となり、環境対策メニュー選定フローチャートを用いて計算した削減率とはほぼ同じである。

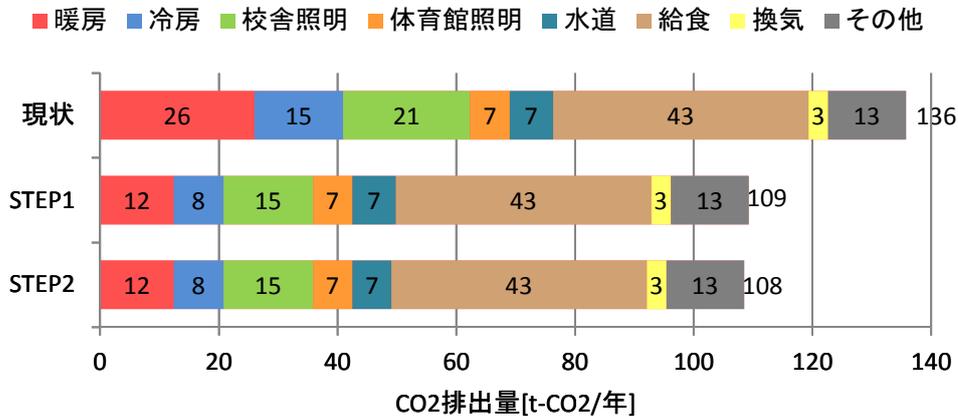


図 6.5-10 環境対策メニュー実施による\*\*小学校全体での CO2 削減効果

### 6.5.5 運用改善を目的とした学校の例

表 6.5-7 \*\* 小学校の概要

竣工年	1999年
校舎形態	中廊下(L字型)
特徴	各フロアに多目的ホールがある。



図 6.5-11 \*\* 小学校の外観

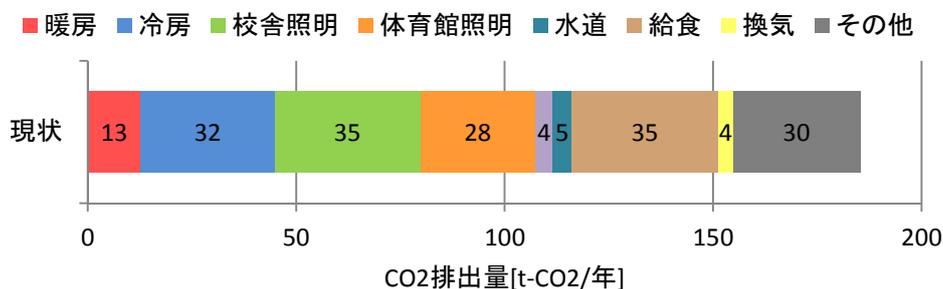


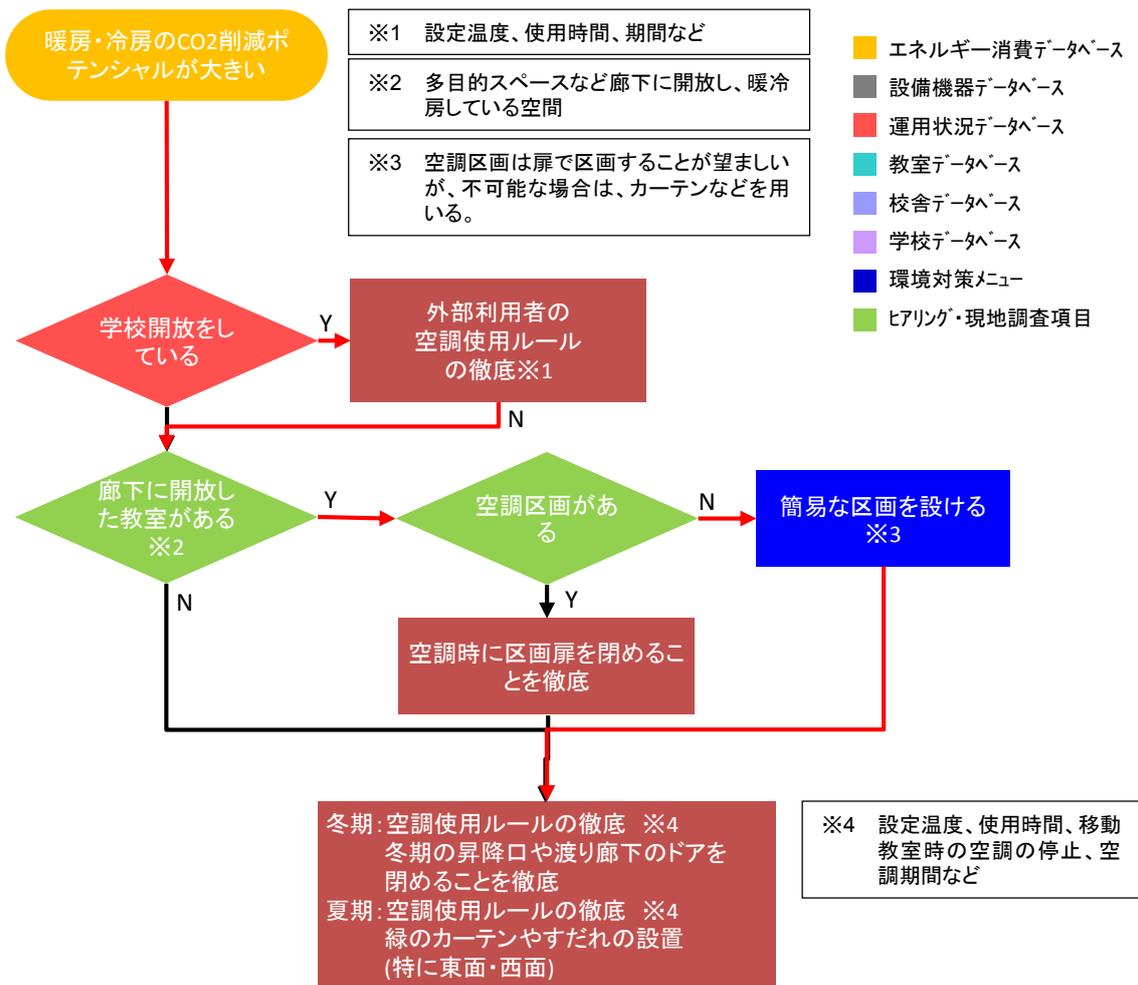
図 6.5-12 \*\* 小学校の CO2 排出量の内訳

#### (1) CO2 削減ポテンシャルの大きい項目の選定

表 6.5-8 より、CO2 削減ポテンシャルの大きい冷房、その他について検討する。

表 6.5-8 CO2 削減ポテンシャル

グループ	削減効果が高い項目	小学校							中学校						学校数
		CO2削減ポテンシャル							CO2削減ポテンシャル						
		暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水	その他	暖房	冷房	校舎照明	体育館照明	水	その他		
改修予定の学校	A 暖房・冷房	10%	7%	5%	3%	2%	-	37	10%	13%	6%	5%	2%	-	11
	B 暖房・校舎照明	9%	5%	6%	3%	2%	-	30	11%	8%	9%	6%	3%	-	9
	C 暖房・体育館	10%	5%	5%	7%	2%	-	9	8%	6%	7%	15%	2%	-	4
	D 冷房・校舎照明	6%	7%	7%	3%	1%	-	2	8%	9%	8%	6%	2%	-	2
	E 冷房・体育館	6%	6%	6%	6%	2%	-	1	7%	9%	7%	10%	2%	-	6
	F 校舎照明・体育館	-	-	-	-	-	-	-	-	8%	8%	9%	10%	1%	-
改修を予定していない学校	G 冷房・その他	0%	6%	4%	4%	0%	11%	29	0%	8%	3%	1%	0%	14%	14

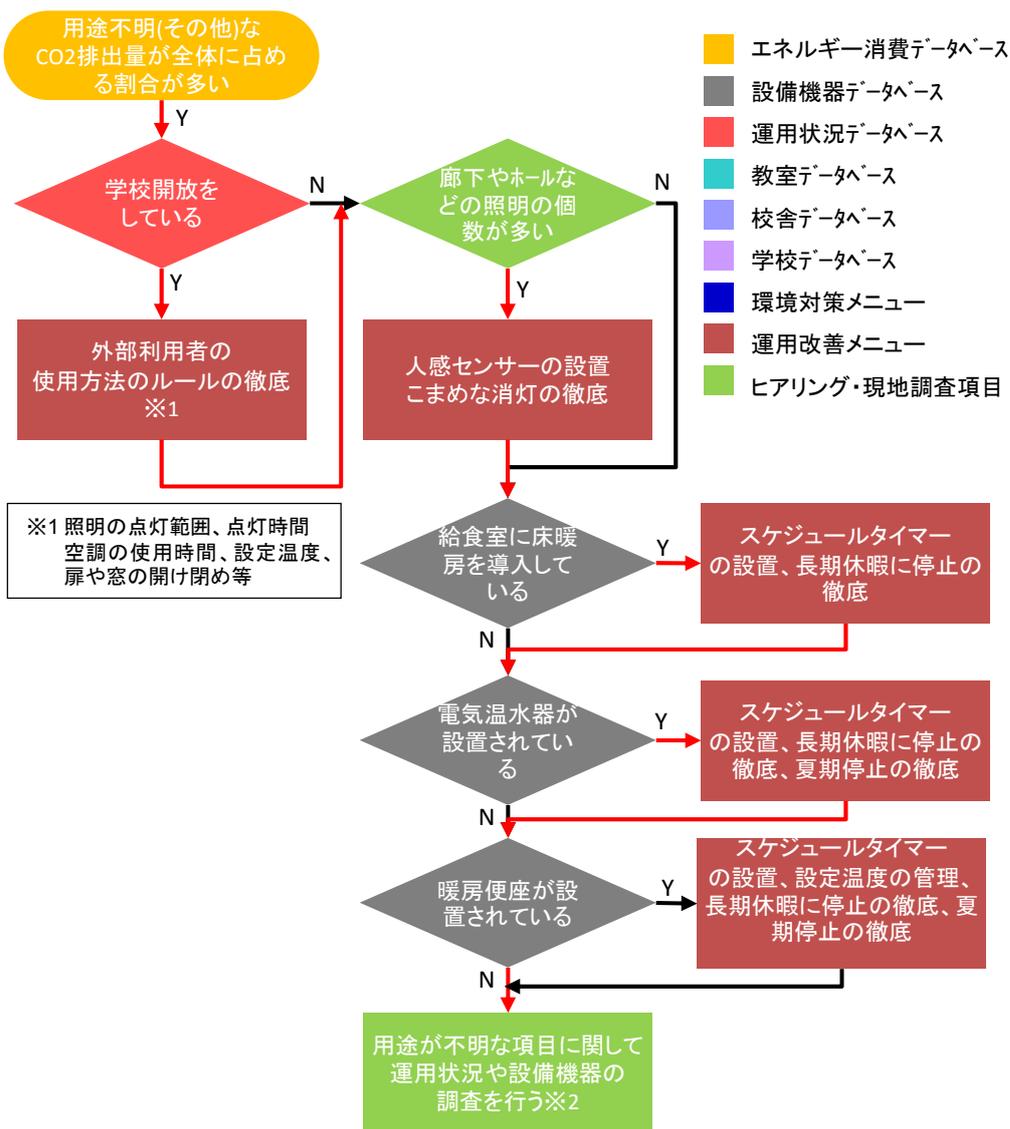


1990年以降に竣工した学校の運用改善によるCO2削減ポテンシャル

	小学校	中学校
暖房	0%	0%
冷房	6%	8%

注) 1990年以降に竣工した学校は、1990年以前に竣工した学校に比べて暖房のCO2排出量は同等もしくは少なく、冷房は多い傾向がある。これは、建物の隙間が少ないこと、照明機器の灯数が多く内部発熱が多いことが関わっていると考えられる。

図 6.5-13 体育館のCO2削減に対する運用改善メニュー



※2 専門家による調査が望ましい。電気設備図で設置されている機器を確認しヒアリング、現地調査を行う。電力測定を行うことで要因が明確になる可能性が高い。1990年以降に竣工した学校は、給食室の床暖房(乾燥用)、暖房便座、電気温水器が導入され照明機器の個数が多い傾向がある。これらの機器の稼働時間を調査し、運用方法を話し合う。

1990年以降に竣工した学校の運用改善によるCO2削減ポテンシャル		
	小学校	中学校
校舎照明	11%	14%

図 6.5-14 その他の CO2 削減に対する運用改善メニュー

## (2) 運用改善によるCO2削減効果

図 6.5-15 に示すように冷房時の運用、校舎の照明、給食室の床暖房、電気温水器の運用を見直す(1990年より前に竣工した学校と同程度のエネルギー消費量とする)ことによって、17%程度のCO2削減量が期待できる。

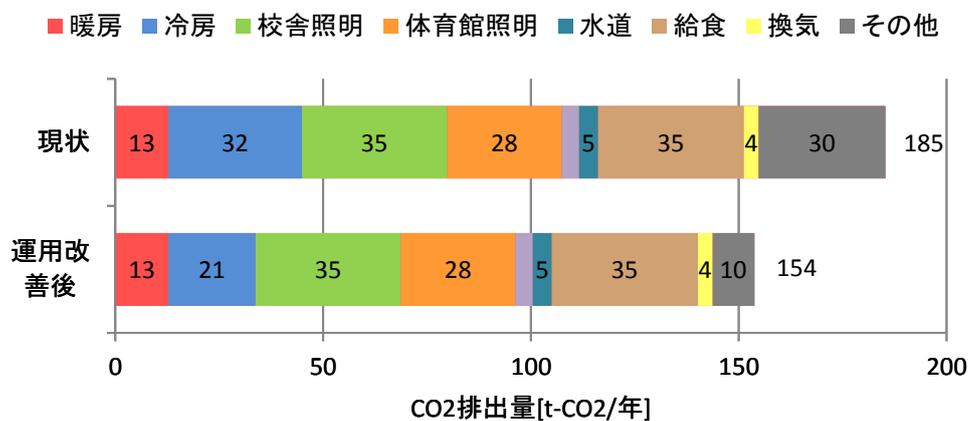


図 6.5-15 運用改善によるCO2削減効果

## 7. まとめと今後の課題

既存学校施設の環境対策メニューを取り入れた改修を行う際に、学校に適した環境対策メニューを選定することは、その効果について環境工学に関する専門的な知識と経験を必要とし、設計にあたっては高度な構法やディテールに関する知識が必要となる。

一方、川崎市には 165 の小中学校があり建築後 40 年以上経過したものが各 20%、30 年以上だと約 50%に達する。川崎市では改修することでより長く利用することとしているが、この改修の際に環境対策メニューを取り入れることを検討している。しかしながら、上述のとおり、学校によって適した環境対策メニューを選定するには高い専門性が必要とされる中で、短期間で非常に多くの学校の環境対策メニューを選定するには、高い専門性を有さない人でも利用できる環境対策メニュー選定方法を整備することが必要である。平成 21 年度から実施してきた調査では、その手法としてフローチャートを整備する方針とした。

平成 21 年度は、教室環境改善の視点から環境対策メニューが選定されるフローチャートを作成したが、教室環境の改善要望の数だけで選定される環境対策メニューにはプライオリティがつけられていないため、どの環境対策メニューを優先的に実施すべきかということが課題であった。本調査では、喫緊の課題である CO2 削減という視点も加えて環境対策メニューを選定する手法全体を整理し直し、学校ごとに優先すべき環境対策メニューが選定される方法を構築した。

図 6.5-1 に本調査で確立した環境対策メニューを選定するフローを示す。CO2 削減については、全校に対して現状の用途別 CO2 排出量(暖房用、冷房用、照明用、給食室用、その他動力用)をまとめ、環境対策メニューを採用した場合の CO2 の削減ポテンシャルを求め、その特徴から 6 つのグループに分けた。CO2 を削減すべき用途が決定すれば、環境対策メニュー選定フローチャートにより、学校の特性(教室の方位やベランダの有無など)、気候特性、敷地特性を用いて環境対策メニュー選定フローチャートを使用し、最も安価で効果的な環境対策メニューを選定することができ、同時に改善される教室環境についても導出できる。しかしながら、学校の環境対策メニューを取り入れた改修を行う場合には、現場の理解が重要になることから、現場で要望のある教室環境改善が網羅されていないものについては、これを改善する環境対策メニューをフローチャートより求める。

本調査を行うにあたって用途別 CO2 排出量について整理したところ、改修の必要のない比較的新しい学校で CO2 排出量が多い傾向があったため、本調査の主目的が CO2 削減であることから、環境対策メニューを広義にとらえ運用改善についても選定できるフローチャートも整備した。運用改善のフローチャートについては、新しい学校に限らず改修を予定している古い学校にも適用できることとしている。

以上のように、本調査では川崎市で今後、非常に速いペースで実施する改修工事で取り入れるべく環境対策メニューを選定する手法について整理した。今後は、実際の改修に関する計画段階において実態にそぐわない部分などを修正し、より正確な環境対策メニュー選定手

法を整備することが必要である。また、手法自体に若干煩雑な部分もあるため、データベースと連動し、現場の要望を入力することで環境対策メニューが選定できるツールの整備も必要であろう。

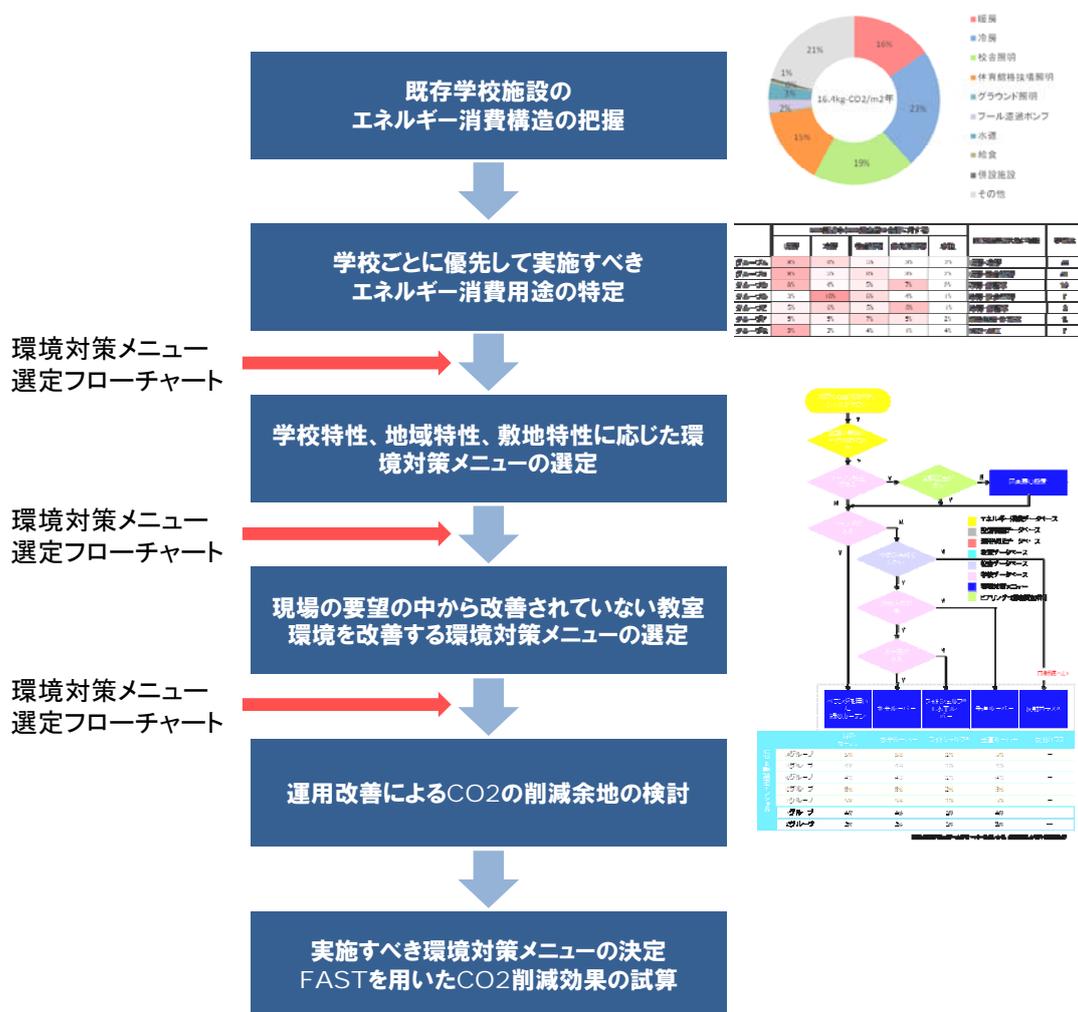


図 6.5-1 環境対策メニューを選定するフロー

資料1. 運用実態調査 調査票

【調査票1 運用実態調査】

下の記入欄に、区名と学校名、回答した日付をご記入下さい。

区	学校	平成 22 年	月	日
---	----	---------	---	---

**児童・生徒の登下校についてお聞きします。**

Q1.朝の児童・生徒の登校時刻を教えてください（何時までに登校することとしているか）。

\_\_\_\_\_ :

Q2.夏期及び冬期の完全下校時刻を教えてください。

夏期 \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ 冬期 \_\_\_\_\_ :

**普通教室使用状況(部活動・教職員の放課後の作業など)についてお聞きします。**

Q3.平日の放課後の普通教室の使用（部活動・教職員の作業など）について、使用頻度と、各時間帯で何割程度使用しているかをご記入ください。

<使用頻度> \_\_\_\_\_ 週に \_\_\_\_\_ 日程度使用

<時間帯ごとの使用割合>

	普通教室を ほぼすべて 使用している	8割程度 使用している	5割程度 使用している	2割程度 使用している	普通教室を ほとんど使用 していない
15時～17時	<input type="checkbox"/>				
17時～19時	<input type="checkbox"/>				
19時以降	<input type="checkbox"/>				

Q4. 休日（土日祝）における普通教室の使用はありますか。

1.使用している（Q4・2へすすむ）

2.使用していない（Q5へすすむ）

Q4・2.使用している教室数を教えてください。また、月に休日が10日間（土日8日間、祝日2日間）あると仮定した場合、月に何日程度、1日に何時間程度使用しますか。

\_\_\_\_\_ 教室（数） \_\_\_\_\_ 月に \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_ 1日に \_\_\_\_\_ 時間程度使用

Q5. 夏期休業における普通教室の使用はありますか。

1.使用している（Q5・2へすすむ）

2.使用していない（Q6へすすむ）

Q5・2.使用している教室数を教えてください。また、夏期休業期間中におよそ何日程度、1日に何時間程度、使用していますか。

\_\_\_\_\_ 教室（数） \_\_\_\_\_ 休業期間中に \_\_\_\_\_ 日 \_\_\_\_\_ 1日に \_\_\_\_\_ 時間程度使用

**特別教室使用状況(地域開放・部活動・教職員の放課後の作業など)についてお聞きします。**

※理科準備室や音楽準備室など、準備室の利用は除く

Q6.平日の放課後における特別教室の使用(地域開放・部活動・教職員の作業など)はありますか。

1.使用している (Q6-2へすすむ)

2.使用していない (Q7へすすむ)

Q6-2.使用している教室数を教えてください。また、週に何日程度、1日に何時間程度、使用していますか。

\_\_\_\_ 教室(数) \_\_\_\_ 週に \_\_\_\_ 日 \_\_\_\_ 1日に \_\_\_\_ 時間程度使用

Q7.休日(土日祝)における特別教室の使用はありますか。

1.使用している (Q7-2へすすむ)

2.使用していない (Q8へすすむ)

Q7-2.使用している教室数を教えてください。また、月に休日が10日間(土日8日間、祝日2日間)あると仮定した場合、月に何日程度、1日に何時間程度使用していますか。

\_\_\_\_ 教室(数) \_\_\_\_ 月に \_\_\_\_ 日 \_\_\_\_ 1日に \_\_\_\_ 時間程度使用

Q8.夏期休業における特別教室の使用はありますか。

1.使用している (Q8-2へすすむ)

2.使用していない (Q9へすすむ)

Q8-2.使用している場合は、使用している教室数を教えてください。また、夏期休業期間中におよそ何日程度、1日に何時間程度、使用していますか。

\_\_\_\_ 教室(数) \_\_\_\_ 休業期間中に \_\_\_\_ 日 \_\_\_\_ 1日に \_\_\_\_ 時間程度使用

**職員室使用状況についてお聞きします。**

※一人でも入室者がいれば、使用している時間とみなしてお答え下さい。

Q9.平日における職員室のおよその使用時間を教えてください。

朝 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~夜 \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Q10.休日における職員室の使用はありますか。使用がある場合、およその使用時間を教えてください。

1.使用している (Q10-2へ進む)

2.使用していない (Q11へ進む)

Q10-2. 休日における職員室のおよその使用時間を教えてください。

朝 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~夜 \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Q11.夏期休業中の平日における職員室のおよその使用時間を教えてください。

朝 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~夜 \_\_\_\_ : \_\_\_\_

Q12.夏期休業中の土日における職員室の使用はありますか。使用がある場合、およその使用時間を教えてください。

1.使用している (Q12-2へ進む)

2.使用していない (Q13-1へ進む)

Q12-2.夏期休業の土日における職員室のおよその使用時間を教えてください。

朝 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~夜 \_\_\_\_ : \_\_\_\_

**廊下・トイレの照明点灯状況についてお聞きします。**

各場所で点灯している時間帯にチェックをいれてください（複数回答可）。

※「4. 放課後」は授業終了から完全下校の時間までとします。

※「5. 夜間」は完全下校の時間以降とします。

※「6. 通過時・利用時のみ」にチェックした場合は、他の選択肢にはチェックしないでください。

Q13-1. 晴天時

		1.登下校時	2.授業中	3.休み時間	4.放課後	5.夜間	6.通過時・利用時のみ
例:廊下	普通教室前	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
廊下	普通教室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	特別教室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	職員室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
トイレ	職員トイレ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	児童生徒用トイレ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q13-2. 雨天・曇天時

		1.登下校時	2.授業中	3.休み時間	4.放課後	5.夜間	6.通過時・利用時のみ
例:廊下	普通教室前	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
廊下	普通教室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	特別教室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	職員室前	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
トイレ	職員トイレ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	児童生徒用トイレ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**体育館・格技場の使用状況についてお聞きします。**

Q14.部活動、地域開放等（※授業時間を除く）における体育館・格技場の使用頻度は、週に何日程度ですか。格技場がない場合は、回答欄に「×」と記入して下さい。

部活動 体育館 週 \_\_\_\_\_ 日                      格技場 週 \_\_\_\_\_ 日  
 地域開放 体育館 週 \_\_\_\_\_ 日                      格技場 週 \_\_\_\_\_ 日

Q15.平日、休日（部活動・地域開放等（※授業時間を除く）における体育館・格技場の使用時間は、1日何時間程度ですか。格技場がない場合は、回答欄に「×」と記入して下さい。

平日 体育館 \_\_\_\_\_ 時間                      格技場 \_\_\_\_\_ 時間  
 休日 体育館 \_\_\_\_\_ 時間                      格技場 \_\_\_\_\_ 時間

**暖冷房設備の使用状況についてお聞きします。**

Q16.普通教室で使用されている暖冷房機器の管理方法で、当てはまるものにチェックをしてください。

- 1.職員室で一括管理    2.各教室で管理    3.その他 ( \_\_\_\_\_ )

Q17. 体育・音楽などでの移動教室時に、使用していない普通教室の暖冷房はOFFにしていますか。

- 1.OFFにしている(消し忘れを除く)    2.短時間の場合は意図的にOFFにしていない  
3.OFFにしていない    4.その他 ( \_\_\_\_\_ )

Q18.暖房の設定温度は通常何℃に設定されていますか。また、特に寒い日などで設定温度を変更することはありませんか。変更がある場合、設定温度を概ね何℃としていますか。

- 普通教室 通常時 \_\_\_\_\_℃    特に寒い日    1.変更あり \_\_\_\_\_℃程度  
2.変更あり 温度は把握していない  
3.変更無し
- 職員室 通常時 \_\_\_\_\_℃    特に寒い日    1.変更あり \_\_\_\_\_℃程度  
2. 変更あり 温度は把握していない  
3.変更無し

Q19.冷房の設定温度は通常何℃に設定されていますか。また、特に暑い日などで設定温度を変更することはありませんか。変更がある場合、設定温度を概ね何℃としていますか。

- 普通教室 通常時 \_\_\_\_\_℃    特に暑い日    1.変更あり \_\_\_\_\_℃程度  
2.変更あり 温度は把握していない  
3.変更無し
- 職員室 通常時 \_\_\_\_\_℃    特に暑い日    1.変更あり \_\_\_\_\_℃程度  
2. 変更あり 温度は把握していない  
3.変更無し

**プロパンガスの使用量についてお聞きします。**

Q20.平成22年4月から9月までのプロパンガス使用量について、次の表に使用量(kg)を記入してください。

	プロパンガス使用量(kg)
4月	
5月	
6月	
7月	
8月	
9月	

※「プロパンガス」について (m<sup>3</sup>) で把握している場合は、1.8954 (kg/m<sup>3</sup>) として重量換算する。

以上で運用実態調査の設問は終了です。ご協力ありがとうございました。  
 続いて「調査票2」の記入をお願いいたします。

## 【調査票2 設備機器調査】

普通教室、特別教室、管理諸室の調査

普通教室調査 ※別紙1で学校ごとに指定した教室についてお答え下さい。

別紙1で指定した教室についてお答えください。	暖房		冷房		機械換気設備 機械換気設備が導入されているかどうか、その有無をお答え下さい。(設備の例について、別紙2「機械換気設備について」を参照)	照明 室内に設置されている蛍光灯の合計本数をお答え下さい。(数え方について、別紙2「蛍光灯の本数の数え方」を参照)
	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照		
暖房機器の種類・メーカーを「別紙2」から選択し、回答してください。 冷房機器の種類・メーカーを「別紙2」から選択し、回答してください。 メーカー選択欄で、「その他」を選択した場合はお手数ですがメーカー名も記入して下さい。(複数回答可)	年組	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 メーカー※別紙2参照 記号:	有無	本数
	年組	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
	年組	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
	年組	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
	年組	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本

特別教室調査 ※図書室・理科室・音楽室についてお答え下さい。第一、第二と複数ある場合は、第一についてお答えください。

図書室 理科室 音楽室	暖房		冷房		機械換気設備 有無	照明 本数
	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照		
図書室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
理科室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
音楽室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本

管理諸室調査 ※職員室・校長室・保健室についてお答え下さい。

職員室 校長室 保健室	暖房		冷房		機械換気設備 有無	照明 本数
	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照	種類※別紙2参照	メーカー※別紙2参照		
職員室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
校長室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本
保健室	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	種類※別紙2参照 記号:	メーカー※別紙2参照 記号:	有・無	本

### トイレ設備の調査

Q1. トイレの洗浄方式で当てはまるものにチェックをしてください(最も多いタイプのもの)

1. センサー式 (Q2へ進む) 2. 手動 (フラッシュバルブ) 式 (Q2へ進む) 3. ハイタンク式 (Q1-2へ進む) 4. その他 ( ) (Q2へ進む)



Q1-2. ハイタンク式への給水は常時行われていますか。

1. 常時、給水されている 2. センサー制御により給水されている 3. その他 ( )

2. トイレに機械換気設備は設置されていますか。

1. すべてのトイレに設置されている  
2. ほぼ設置されているが、一部のトイレは設置されていない  
3. ほぼ設置されていないが、一部のトイレは設置されている  
4. すべてのトイレに設置されていない

以上で設備機器調査は終了です。ご協力ありがとうございました。

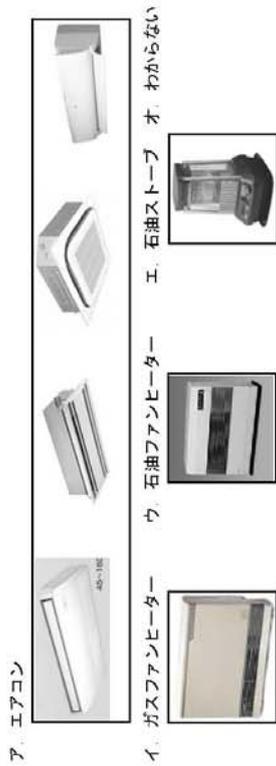
## 別紙2

### 設備機器調査の留意点

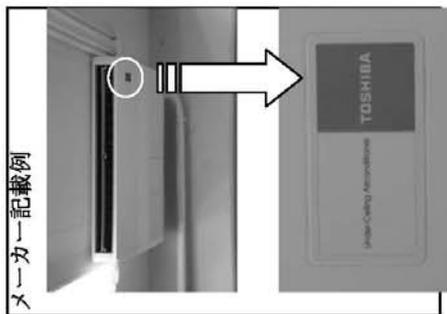
#### 冷暖房機器について

※現在使用しているものについてのみお答えください。  
 (例えばFFストーブがあっても使用しない場合にはそのことについては回答不要)  
 ※設置されていない場合は「なし」と記入してください。

#### 機器種類



メーカー記載例



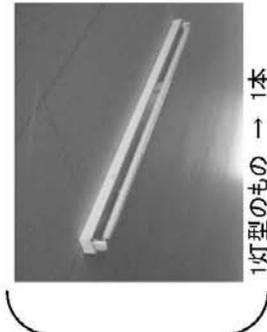
#### メーカー (※本体及びリモコンに記載あり)

- |         |               |           |                   |            |                 |
|---------|---------------|-----------|-------------------|------------|-----------------|
| a. ダイキン |               | b. 東芝キャリア | <b>TOSHIBA</b>    | c. 富士通ゼネラル | <b>FUJITSU</b>  |
| d. サンヨー | <b>SANYO</b>  | e. 三菱電機   | <b>MITSUBISHI</b> | f. サンポット   | <b>SUNPOTT</b>  |
| g. コロナ  | <b>CORONA</b> | h. ダイニチ   | <b>DAINICHI</b>   | i. トヨタミ    | <b>TÔYÔTOMI</b> |
| j. リンナイ | <b>Rinnai</b> | k. 長府製作所  |                   | その他 ( )    |                 |

機械換気設備について  
機械換気設備の例を示します。



蛍光灯の本数の数え方



### 資料3. 設備機器の消費電力推定方法

#### (1) 普通教室の照明

普通教室の照明の電力量は、下記の式で推定した。

$$E_{lcr} = P \cdot N \cdot n_{cr} (h_{cr} \cdot d + h_{as} \cdot d \cdot r_{as} + h_h \cdot d_h \cdot r_h + h_{lh} \cdot d_{lh} \cdot r_{lh})$$

資料表 1 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_{lcr}$	普通教室の照明電力量[kWh/月]	
$N$	1 教室あたりの照明個数	設備機器データベース
$P$	照明の定格電力[kW]	設備機器データベース FL40 の場合、安定器損失を考慮して $40W \times 1.2 = 48W$
$n_{cr}$	普通教室数	学校データベース
$h_{cr}$	授業による 1 日あたりの使用時間[h]	運用状況データベース 休み時間・移動教室などを考慮して登校から下校までの 60% の時間
$h_{as}$	放課後の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$h_h$	休日の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$h_{lh}$	長期休暇の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$d_h$	休日の日数[日/月]	運用状況データベース
$d_{lh}$	長期休暇の日数[日/月]	運用状況データベース
$r_{as}$	放課後の教室使用率[-]	全普通教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース
$r_h$	休日の教室使用率[-]	全普通教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース
$r_{lh}$	長期休暇の教室使用率[-]	全普通教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース

(2) 特別教室の照明

特別教室の照明の電力量は、下記の式で推定した。

$$E_{ltr} = P \cdot N_{tr} \cdot n_{tr} (h_{tr} \cdot d + h_{tas} \cdot d \cdot r_{tas} + h_{th} \cdot d_{th} \cdot r_{th} + h_{tlh} \cdot d_{tlh} \cdot r_{tlh})$$

資料表 2 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_{ltr}$	特別教室の照明電力量[kWh/月]	
$N_{tr}$	1 教室あたりの照明個数	設備機器データベース 図書室・音楽室・理科室の平均値
$P$	照明の定格電力[kW]	設備機器データベース FL40 の場合、安定器損失を考慮して $40W \times 1.2 = 48W$
$n_{tr}$	特別教室数	学校データベース
$h_{tr}$	授業による 1 日あたりの使用時間[h]	運用状況データベース
$h_{tas}$	放課後の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$h_{th}$	休日の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$h_{tlh}$	長期休暇の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$d_{th}$	休日の日数[日/月]	運用状況データベース
$d_{tlh}$	長期休暇の日数[日/月]	運用状況データベース
$r_{tas}$	放課後の教室使用率[-]	全特別教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース
$r_{th}$	休日の教室使用率[-]	全特別教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース
$r_{tlh}$	長期休暇の教室使用率[-]	全特別教室に対する使用教室の割合 運用状況データベース

(3) 職員室・校長室・保健室の照明

職員室・校長室・保健室の照明の電力量は、それぞれ下記の式で推定した。

$$E_{lr} = P \cdot N_r \cdot (h_r \cdot d + h_h \cdot d_h + h_{lh} \cdot d_{lh})$$

資料表 3 記号の説明

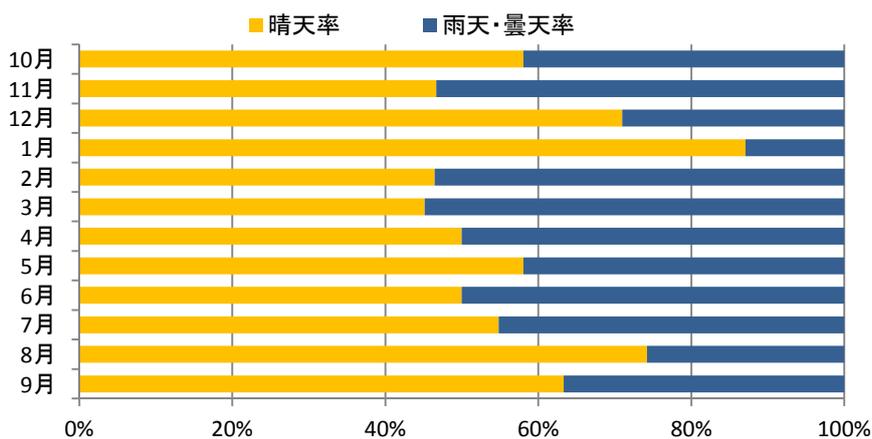
記号	意味・単位	備考
$E_{lr}$	職員室・校長室・保健室の照明電力量[kWh/月]	
$N_r$	職員室・校長室・保健室のそれぞれの照明個数	設備機器データベース
$P$	照明の定格電力[kW]	設備機器データベース FL40 の場合、安定器損失を考慮して $40W \times 1.2 = 48W$
$h_r$	平日の 1 日あたりの使用時間[h]	運用状況データベース
$h_h$	休日の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$h_{lh}$	長期休暇の 1 日あたりの使用時間	運用状況データベース
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$d_h$	休暇の日数[日/月]	運用状況データベース
$d_{lh}$	長期休暇の日数[日/月]	運用状況データベース

(4) 廊下の照明

廊下の照明については、普通教室前、特別教室前、管理諸室前に分けて整理した。また、天候によっても点灯状況が変わると考え、晴天日と曇天・雨天日とに分けて点灯状況を把握した。1日の点灯時間の推定には、運用実態調査において、廊下の照明点灯する時間を「登下校時、授業中、休み時間、放課後、夜間、通過時・利用時のみ」から選択(複数選択可)してもらい、その時間数を足し合わせた。その際各時間数は資料表4に示す通りとした。

資料表 4 点灯時間の積算時間

項目	時間数
1.登下校時	1
2.授業中	4.5
3.休み時間	1.5
4.放課後	1.5
5.夜間	1
6.通過時・利用時のみ	1



資料図 1 晴天率と雨天・曇天率(横浜)

廊下の照明の電力量は、それぞれ下記の式で推定した。

$$E_{lc} = A \cdot a_c \cdot P_c \cdot d \cdot (h_{cf} \cdot w_f + h_{cc} \cdot w_c)$$

資料表 5 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_{lc}$	廊下の照明電力量[kWh/月]	
$A$	校舎の延べ床面積[m <sup>2</sup> ]	
$a_c$	廊下面積率[-]	0.216(4校の平均値) ※1 ただし、下記の学校については図面から照明の個数を拾った。 **小学校、**小学校、**小学校、**小学校
$P_c$	床面積あたりの照明電力[kW]	0.0027kW/m <sup>2</sup> :4校の平均値 ※1 ただし、下記の学校については図面から照明の個数を拾った。 **小学校、**小学校、**小学校、**小学校
$h_{cf}$	平日晴天日の1日あたりの使用時間[h]	運用状況データベース 資料表 4 に示す時間を積算
$h_{cc}$	平日曇天・雨天日の1日あたりの使用時間[h]	運用状況データベース 資料表 4 に示す時間を積算
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$w_f$	晴天率	気象庁データ(横浜)
$w_c$	曇天・雨天率	日照率≥40%を晴天日とした

- ※1 廊下面積率、床面積あたりの照明電力: \*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校については、図面から廊下面積、照明の個数を拾った。

(5) 体育館・格技場の照明

体育館・格技場の照明の電力量は、それぞれ下記の式で推定した。

$$E_{lc} = P_t \cdot \{d \cdot (h_{tl} + h_{tc} + h_{to}) + d_h \cdot (h_{tch} + h_{toh})\} \\ + A_k \cdot P_k \cdot \{d \cdot (h_{kl} + h_{kc} + h_{ko}) + d_h \cdot (h_{kch} + h_{koh})\}$$

資料表 6 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_{lc}$	体育館・格技場の照明電力量[kWh/月]	
$P_t$	体育館の照明の定格電力(合計値)[kW]	設備機器データベース
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$d_h$	休日数[日/月]	運用状況データベース
$h_{tl}$	体育館の平日の授業による使用時間[h/日]	授業時間×使用率(0.5) <sup>8</sup> 運用状況データベース
$h_{tc}$	体育館の平日の部活による使用時間[h/日]	
$h_{to}$	体育館の平日の地域開放による使用時間[h/日]	
$h_{tch}$	体育館の休日の部活による使用時間[h/日]	
$h_{toh}$	体育館の休日の地域開放による使用時間[h/日]	
$A_k$	格技場の床面積[m <sup>2</sup> ]	学校データベース
$P_k$	格技場の床面積あたりの照明電力[kW/m <sup>2</sup> ]	3校の現地調査より
$h_{kl}$	格技場の平日の授業による使用時間[h/日]	授業時間×使用率(0.2) <sup>8</sup> 運用状況データベース
$h_{kc}$	格技場の平日の部活による使用時間[h/日]	
$h_{ko}$	格技場の平日の地域開放による使用時間[h/日]	
$h_{kch}$	格技場の休日の部活による使用時間[h/日]	
$h_{koh}$	格技場の休日の地域開放による使用時間[h/日]	

<sup>8</sup> 多胡ら、尼崎市における中学校建築の体育館・セカンダリースペース空き教室の利用実態、平成4年度日本日本建築学会近畿支部研究報告集、pp417-420によると授業による体育館利用率は42.3%より、ここでは50%とした。同文献で格技場使用率は13.6%よりここでは20%とした。

(6) 給食室

給食室は小学校のみに設置されている。ガスについては、給食室での使用とその他(給湯や家庭科室利用等)などは検診データが分かれているが、電力は分離されていない。給食室に設置されている機器や備品の容量と使用時間から、給食室に関わる電力量を推定した。

$$E_c = d_c \cdot (P_s \cdot h_s + P_h \cdot h_h + P_w \cdot h_w + M \cdot e_{sc}) + E_m + E_r + E_f$$

資料表 7 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_c$	給食室の照明電力量[kWh/月]	
$d_c$	給食室稼働日数[日/月]	登校日数の90%とした。
$P_s$	包丁・まな板殺菌庫電力[kW]	設備機器データベース 0.6kW程度の機器が1、2台設置されている。
$h_s$	包丁・まな板殺菌庫稼働時間[h/日]	2h/日とした(メーカーヒアリング)。
$P_h$	消毒保管庫電力[kW]	設備機器データベース 4.4~19kWの機器が1~5台設置されている。
$h_h$	消毒保管庫稼働時間[h/日]	2h/日とした <sup>9</sup> 。
$P_w$	食器洗浄機電力[kW]	設備機器データベース
$h_w$	食器洗浄機稼働時間[h/日]	4.8~47.5kWである。3h/日とした <sup>10</sup> 。
$e_{sc}$	スチームコンベクションオープン <sup>1</sup> の1食あたりの電力量[kWh]	設備機器データベース(1校のみ) 電力量を0.037kWh/日・食 <sup>10</sup> とした
$M$	児童・教職員人数[人]	
$E_m$	牛乳保管庫電力量[kWh/月]	2.16[Wh/L・年] <sup>11</sup> ×628L=1356[kWh/年] これより、1か月あたりの日数に応じて換算した。 設置されている冷蔵庫の種類が不明な学校もあるため、平均的な牛乳保管庫をすべての学校に設置してであると想定した。
$E_r$	冷蔵庫電力量[kWh/月]	設備機器データベース 冷蔵庫電力量= 2.16[kWh/L・年] <sup>11</sup> ×各学校の冷蔵庫の容量[L] これより、1か月あたりの日数に応じて換算した。
$E_f$	冷凍庫電力量[kWh/月]	設備機器データベース 冷凍庫電力量= 4.65[kWh/L・年] <sup>12</sup> ×各学校の冷凍庫の容量[L] これより、1か月あたりの日数に応じて換算した。

<sup>9</sup> 村川ら、学校給食施設における厨房エネルギー消費と温熱環境特性に関する研究その1、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、2002.9、pp568-572

<sup>10</sup> 川村ら、全電化学校給食施設における調理機器の使い方とエネルギー消費量の解析、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2005.8、pp1133-1136の表-9の4施設の平均

<sup>11</sup> ホシザキ電機冷蔵庫 従来機型 HR-120S(1065L)の年間電力消費量2310kWh/年より算出

<sup>12</sup> ホシザキ電機冷凍庫 従来機型 RT-120(240L)の年間電力消費量1,095kWh/年より算出

(7) プールの濾過ポンプ

プールの濾過ポンプの消費電力量は、プールが使用される期間は、ヒアリング結果より濾過ポンプが常時稼働していると稼働していると仮定して積算した。濾過ポンプの定格出力は 3.7～7.5kW である。

(8) 熱交換型換気

熱交換型換気の電力量は、下記の式で推定した。

$$E_v = P_v \cdot R \cdot d \cdot h$$

\*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校、\*\*小学校については、電気図面の値を用い、使用時間を乗じている。

資料表 8 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_v$	熱交換換気の電力量[kWh/月]	
$P_v$	熱交換換気の定格電力[kW]	設備機器データベース 170W/教室
$R$	普通教室数	学校データベース
$d$	登校日数[日/月]	運用状況データベース
$h$	普通教室の使用時間[h/日]	運用状況データベース

(9) 給食室床暖房

給食室床暖房の電力量は、下記の式で推定した。

$$E_f = P_f \cdot d \cdot h$$

資料表 9 記号の説明

記号	意味・単位	備考
$E_f$	床暖房の電力量[kWh/月]	
$P_v$	床暖房の定格電力[kW]	
$d$	登校日数[日/月]	学校データベース
$h$	稼働時間	蓄熱調整契約であるため 10 時間/日とした

## 資料4. 学校施設のCO<sub>2</sub>削減設計検討ツール FAST

国立教育政策研究所 報道発表より([http://www.nier.go.jp/03\\_laboratory/houdou\\_pdf/houdou\\_230131.pdf](http://www.nier.go.jp/03_laboratory/houdou_pdf/houdou_230131.pdf))

### 学校施設のCO<sub>2</sub>削減設計検討ツール(略称:FAST)の概要

国立教育政策研究所 文教施設研究センター

当研究所では、このたび「学校施設のCO<sub>2</sub>削減設計検討ツール」(略称 FAST:Facilities Simulation Tool (for ECO SCHOOL))を開発しました。このツールは、パソコン用プログラム(CD-R)と操作マニュアル(冊子)のセットで全国の教育委員会へ提供されます。

#### 1. 学校施設のCO<sub>2</sub>削減設計検討ツール (FAST)とは

- FASTは、老朽校舎を大規模改修する際に、どのような環境対策手法を実行すれば、どれだけCO<sub>2</sub>排出量を削減できるかの目安を瞬時に算出するプログラムです。
- FASTを使えば、あらかじめ用意した11種類の環境対策メニュー(断熱化、省エネ型冷暖房、省エネ型照明、太陽光発電等)から選択することにより、改修設計を始める前にCO<sub>2</sub>排出量の削減予想を計算することができます。
- FASTを使えば、これまで設計事務所等に委託しなけばできなかった複雑なCO<sub>2</sub>排出量の削減予想を、どなたでも瞬時に算出することができます。
- FASTの算出結果は、老朽校舎のエコ改修において、耐震補強のIs値と同じような役割を果たすものといえます。



操作マニュアルの表紙

#### 2. FASTが持つ5つの特徴

- FASTは、どなたでも使用することができるプログラムです。  
建築に関する専門知識を持たない方が使用することを前提にして開発  
入力はあらかじめ用意されたメニューからプルダウンで選択
- FASTは、簡易な入力方式と短い計算時間で瞬時に結果を出します。  
1校当たりの入力時間は20~30分程度、計算時間は20~30秒程度  
算出結果は、改修前後の年間CO<sub>2</sub>排出量を用途別(暖房、照明、水道等)に表示
- FASTは、日本全国を対象に地域の気象特性を反映した計算を実行します。  
全国842地点の過去10年分の気象データ(時間毎の気温、日射量)を内蔵  
全国どこでも過去の実測値に基づくシミュレーションが可能
- FASTは、改修前の校舎の設計図を必要としません。  
学級数、児童生徒数、建物面積等を入力するだけで改修前の校舎を自動設計  
算出対象を片廊下型の一文字校舎に限定することで、既存校舎の図面は不要
- FASTの計算結果は、エコ改修の先進事例のデータと概ね整合しています。  
エコ改修済の校舎の実測値を入手してFASTの算出結果と比較し、整合性を確認

### 3. FASTを使ったCO<sub>2</sub>排出量削減効果の算出方法

#### [STEP 1]

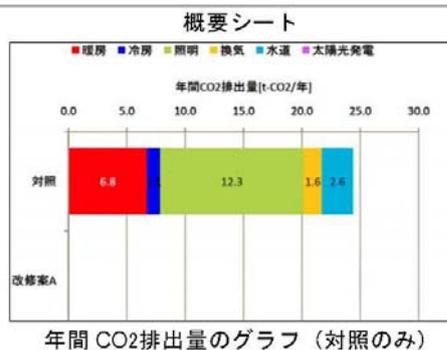
- 概要シートに基本情報を入力します。

(入力項目) 学級数、児童生徒数、  
教職員数、  
延床面積、階数  
教室の窓の方位、地域等

#### [STEP 2]

- 環境対策メニューの対照欄に改修前の建物仕様を選んで入力します。
- 改修前のCO<sub>2</sub>排出量の算出結果が用途別に表示されます。

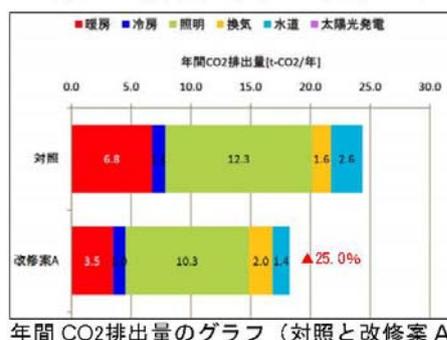
(入力項目) 窓の形状  
暖房方式、冷房方式  
照明方式 等



#### [STEP 3]

- 環境対策メニューの改修案A欄に、改修後の仕様を選んで入力します。
- 改修後のCO<sub>2</sub>排出量とSTEP2に対する削減率が表示されます。

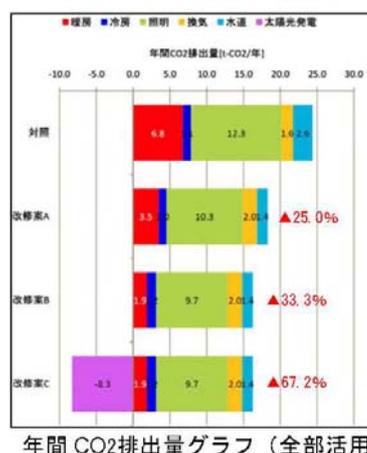
(入力項目の例) 冷暖房方式の高効率化  
建物の断熱、ペアガラス  
照明の高効率化



#### [STEP 4]

- 環境対策メニューの改修案B欄に、STEP3以上に省エネ効果が高くなる仕様を選んで入力します。(太陽光発電を採用する場合はC欄に入力。)
- 改修後のCO<sub>2</sub>排出量と削減率が表示されSTEP3との違いを比較できます。

(入力項目の例) 照明にセンサー使用  
節水型器具、太陽光発電



※ STEP3と4で選択する仕様を組み替えて仕様毎の削減効果を算出することができます。  
例えば、照明のみ、暖冷房設備のみを改修した場合の削減効果も検証できます。

プログラムダウンロードサイト	<a href="http://www.nier.go.jp/shisetsu/tools/FAST_Ver1.zip">http://www.nier.go.jp/shisetsu/tools/FAST_Ver1.zip</a>
マニュアルダウンロードサイト	<a href="http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/FAST_manual.pdf">http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/FAST_manual.pdf</a>

5.2.6 シミュレーションによる環境対策メニューの効果のまとめ

ここで実施したシミュレーション結果をとりまとめると以下の通りとなる。

表 5.2.6 環境対策メニューの効果の取りまとめ

項目	内容	
	夏期	冬期
断熱強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 温熱環境、冷房負荷ともにほとんど影響しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 開口部および躯体ともに大きく暖房負荷を削減する効果がある</li> <li>☉ 窓面積率が 50%を超える学校では開口部の断熱効果、50%以下では躯体の断熱強化が有効であるが、両者を複合的に利用すると効果が大きくなる</li> </ul>
日射遮へい	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 省エネ効果としてはそれほど大きいわけではない</li> <li>☉ 窓面積が大きくなると削減効果は大きくなる。ただし、水平庇については庇の出に制約があるので学校のような窓面積が大きい建物には不向き</li> <li>☉ 冷房していない時の窓際の席で体感温度が低くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 暖房負荷が大きくなる。そのため、併せて開口部もしくは躯体の断熱強化も行うことが望ましい。</li> </ul>
熱交換換気	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 冷房負荷の削減効果は小さい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 暖房負荷の削減効果が非常に大きい</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>☉ 各種環境対策メニューは単発ではなく複合的に採用することで年間暖冷房負荷をバランスよく削減することができる</li> </ul>	

なお、学校施設におけるエネルギー消費構造、特性を考慮した場合、暖房負荷の低減、照明用電力消費の低減が重要になる。

5.3 環境対策メニュー特性表

5.3.1 環境対策メニューによる室内環境改善効果、省エネ効果の特性

表 5.3.1 に環境対策メニューによる室内環境改善効果、省エネ効果の特性表を示す。行方向に環境対策メニュー、列方向に改善される室内環境および省エネ効果についてまとめられている。改善される項目の交点に“●”を記載している。室内環境については、風環境(通風環境)、熱環境、光環境、音環境に区分して整理した。断熱性能の向上についてはおもに熱環境や空調負荷削減効果と関連があり、日射遮へいは熱環境と光環境との関連があった。

表 5.3.1 環境対策メニューによる室内環境改善効果、省エネ効果の特性表

				風環境			熱環境			光環境			音環境			省エネ				
				風通しの悪さ	室内温度の不均一	夏季の暑さ	冬季の寒さ	最上階の天井からの放射熱	直射日光の暑さ	直射日光のまぶしさ	黒板のまぶしさ	室内照度の向上	室内照度の不均一	上階からの音	室内の音	隣室からの音	廊下やオープンスペースからの音	外からの音	節水	電力消費量低減
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法	断熱防水		●	●	●											●		
			断熱吹付		●	●	●												●	
	壁面の断熱	屋上緑化	内断熱		●	●	●												●	
			外断熱		●	●	●													●
	開口部の断熱	ガラス	複層ガラス		●	●									●				●	
			熱線反射ガラス		●			●	●										●	
			熱線反射フィルム		●			●	●										●	
			サッシ	2重サッシ		●										●			●	
	暖冷房区画設置	昇降口に扉設置	可動間仕切りの設置			●									●				●	
			1階床の断熱	基礎断熱			●													●
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇		●		●	●	●	●										注	
		ルーバー	水平ルーバー		●		●	●	●	●									注	
	外付け日除け(ルーバータイプ)	垂直ルーバー		●		●	●	●	●	●									注	
		植物による日射遮蔽	緑のカーテン		●		●													注
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーターの設置	天井設置		●																
室内照度の均一化	日照を調整する装置	カーテン・ブラインドの活用	カーテン					●	●	●	●									
			ブラインド					●	●	●	●									
	廊下からの採光	透過性間仕切り	高窓付き間仕切り		●						●	●								
			反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更								●	●							
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板								●										

			風環境	熱環境				光環境			音環境				省エネ					
			風通しの悪さ	室内温度の不均一	夏季の暑さ	冬季の寒さ	最上階の天井からの放射熱	直射日光の暑さ	直射日光のまぶしさ	黒板のまぶしさ	室内照度の向上	室内照度の不均一	上階からの音	室内の音	隣室からの音	廊下やオープンスペースからの音	外からの音	節水	電力消費量低減	空調負荷低減
学習に適した音環境の確保	遮音性能の向上	窓面の遮音	防音合わせガラス																	
	吸音性能の向上	多孔質吸音仕上げ オープン教室の吸音											●	●	●	●				
自然風の活用	通風経路の確保	廊下間仕切りの欄間通気窓		●																
	階段室等を活用した温度差換気	階段室を利用した温度差換気		●																
	ナイトバージ			●																
エネルギー資源としての活用	雨水利用	雨水利用																●		
エネルギーの効率的利用	節水	節水こま・泡沫水洗																	●	
		自動洗浄水便器																	●	
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具																	●	
	照明器具の点滅の工夫	人感センサー 照度センサー																	●	
	照明のスイッチの工夫	照明スイッチの分割																	●	
暖冷房機器の効率	熱交換方換気																		●	

注 日射遮へいを施した際の空調負荷削減効果については、最も効果を発揮する7月下旬から8月末まで長期休暇となるため、一般的に言われているような削減効果とはなっていない。詳細な理由については、58ページの5.2.5(2)に示す。

### 5.3.2 環境対策メニューと学校施設の特性との関係

環境対策メニューと最も効果的な学校施設の特性について整理した結果を表 5.3.2 に示す。項目としては、教室の窓面方位、バルコニー有無、廊下タイプ、窓面積率、積載荷重、散水の必要性で整理されている。断熱強化については施工性を考慮したバルコニーの有無や積載荷重が挙げられており、効果の観点からの躯体の断熱性能と窓面積率などに●が記載されている。日射遮へいについては、太陽高度を考慮して教室の窓面方位に●が記載されている項目が多い。

表 5.3.2 環境対策メニューにおける学校特性との適正表

				学校特性の適正								
				南面に不適切	東西方向に不適切	バルコニー等に施工が難しい	中廊下タイプに不適切	窓面積率50%以上に不適切	積載加重の増加に注意	散水が必要		
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法	断熱防水 断熱吹付									
		屋上緑化						●				
	壁面の断熱	内断熱						●				
		外断熱			●			●				
	開口部の断熱	ガラス	複層ガラス									
			熱線反射ガラス									
			熱線反射フィルム									
サッシ		2重サッシ 断熱サッシ										
暖冷房区画設置	昇降口に扉設置 可動間仕切りの設置											
1階床の断熱	1階床の断熱基礎断熱											
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇			●							
	外付け日除け(ルーバータイプ)	ルーバー	水平ルーバー 垂直ルーバー		●							
		植物による日射遮蔽	緑のカーテン								●	
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーター	天井設置 壁設置										
室内照度の均一化	日照を調整する装置 廊下から透過性間仕切りの採光	カーテン・ブラインドの活用	カーテン ブラインド ライトシェルフ			●						
							●					

			学校特性の適正						
			南面に不適切	東西方向に不適切	バルコニー等に施工が難しい	中廊下タイプに不適切	窓面積率50%以上に不適切	積載加重の増加に注意	散水が必要
		高窓付き 間仕切り				●			
	反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更							
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板							
学習に適した音環境の確保	遮音性の向上	窓面の遮音							
	吸音性の向上	多孔質吸音仕上げ オープン教室の吸音							
自然風の活用	通風経路の確保	廊下間仕切りの欄間通気窓							
	階段室等を活用した換気	階段室を利用した温度差換気							
	ナイトバージ								
エネルギー資源としての活用	雨水利用	雨水利用							
エネルギーの効率的利用	節水	節水こま・泡沫水洗自動洗浄水便器							
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具							
	照明器具の点滅の工夫	人感センサー 照度センサー							
	照明のスイッチの工夫	照明スイッチの分割							
	暖冷房機の効率	熱交換方式換気							

### 5.3.3 環境対策メニューと周辺環境との関係

環境対策メニューと周辺環境の関係を整理した適正表を表 5.3.3 に示す。周辺環境に応じて重点的に実施すべき環境対策メニューには“●”を、実施する必要の無い環境対策メニューには“×”を記している。周辺環境には、周囲の騒音や臭いで窓が開放できない、周囲の障害物等で直射光が入らない、風の通りが悪い の3つを選定した。

表 5.3.3 環境対策メニューにおける周辺環境との適正表

				周辺環境		
				周囲の騒音、臭いで窓開放ができない	周囲の障害物等で直射光が入らない	風の通りが悪い
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法	断熱防水		●	
			断熱吹付		●	
			屋上緑化		●	
	壁面の断熱	内断熱			●	
			外断熱		●	
	開口部の断熱	ガラス	複層ガラス		●	
			熱線反射ガラス		●	
			熱線反射フィルム		●	
		サッシ	2重サッシ		●	
	断熱サッシ			●		
暖冷房区画設置	昇降口に扉設置			●		
		可動開仕切りの設置		●		
1階床の断熱	1階床の断熱			●		
		基礎断熱		●		
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇		●	×	
		ルーバー	水平ルーバー	●	×	
		垂直ルーバー	●	×		
植物による日射遮蔽	緑のカーテン			●	×	
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーターの設置	天井設置				
		壁設置				
室内照度の均一化	日照を調整する装置	カーテン	カーテン		×	
		ブラインド	ブラインド		×	
		の活用	ライトシェルフ		×	
	廊下からの採光	透過性間仕切り				
	高窓付き間仕切り					
	反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更				

				周辺環境		
				周囲の騒音、臭いで窓開放ができない	周囲の障害物等で直射光が入らない	風の通りが悪い
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板			×	
学習に適した音環境の確保	遮音性能の向上 吸音性能の向上	窓面の遮音 多孔質吸音仕上げ オープン教室の吸音	防音合わせガラス			
自然風の活用	通風経路の確保 階段室等を活用した温度差換気 ナイトパージ	廊下間仕切りの欄間通気窓 階段室を活用した温度差換気				×
エネルギー資源としての活用	雨水利用	雨水利用				
エネルギーの効率的利用	節水	節水こま・泡沫水洗自動洗浄水便器				
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具				
	照明器具の点滅の工夫	人感センサー 照度センサー				
	照明のスイッチの工夫	照明スイッチの分割				
	暖冷房機器の効率	熱交換方換気				

注 凡例 ●:重点的に実施すべき環境対策メニュー、×:実施する必要の無い環境対策メニュー

#### 5.3.4 環境対策メニューとの気候特性との関係

環境対策メニューと気候特性との関係を表 5.3.4 に示す。4.4 で述べたように、川崎市内の気候特性という観点からは夏期夜間の外気温度や屋外風速というところから、前者についてはナイトパージに対する有効性、後者については通風の有効性について整理したものである。沿岸部や内陸部では、中間期から夏期における授業時間帯の風速が他の地域に比べて比較的高いため、通風経路を確保した環境対策が重要である。このとき、卓越風向は南向きなため、南から北に抜けるような経路を確保すること。また、内陸の宮前区、多摩区、麻生区では夏期の夜間に外気温度が低下するため、ナイトパージの活用が見込めるので積極的に活用すると

よい。

表 5.3.4 環境対策メニューにおける気候特性との適正表

				地域特性の適正						
				川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法	断熱防水 断熱吹付							
		屋上緑化								
	壁面の断熱	内断熱								
		外断熱								
	開口部の断熱	ガラス	複層ガラス							
			熱線反射ガラス 熱線反射フィルム							
		サッシ	2重サッシ 断熱サッシ							
	暖冷房区画設置	昇降口に扉設置								
可動間仕切りの設置										
1階床の断熱	1階床の断熱 基礎断熱									
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇								
	外付け日除け(ルーバータイプ)	ルーバー	水平ルーバー 垂直ルーバー							
	植物による日射遮蔽	緑のカーテン								
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーターの設置	天井設置 壁設置								
室内照度の均一化	日照を調整する装置	カーテン・ブラインドの活用	カーテン ブラインド ライトシェルフ							
		廊下からの採光	透過性間仕切り 高窓付き間仕切り							
	反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更								
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板								
学習に適した音環境の確保	遮音性能の向上	窓面の遮音	防音合わせガラス							
	吸音性能の向上	多孔質吸音仕上げ オープン教室の吸音								
自然風の活用	通風経路の確保	廊下間仕切りの欄間通気窓		●			●	●	●	

			地域特性の適正						
			川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区
エネルギー資源としての活用	階段室等を活用した温度差換気	階段室を利用した温度差換気							
	ナイトバージ					●	●	●	
エネルギーの効率的利用	雨水利用	雨水利用							
	節水	節水こま・泡沫水洗 自動洗浄水便器							
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具							
	照明器具の点滅の工夫	人感センサー 照度センサー							
	照明のスイッチの工夫	照明スイッチの分割							
	暖房機器の効率	熱交換方換気							

### 5.3.5 環境対策メニューと老朽化対策工事の特性

環境対策メニューと老朽化対策工事の関係を表 5.3.5 に示す。行方向に整理された環境対策工事と列方向に記載の老朽化対策工事とで同時に行うことで施工費を軽減できる項目に●が記してある。断熱の向上については、断熱等を施工する際に取り除く内装を、劣化の観点から撤去する際に同時に行うとよい項目に●が多くみられる。それ以外についても内装の老朽化対策と同時に行うとよい環境対策工事が多い傾向にある。

表 5.3.5 環境対策メニューと老朽化対策工事の特性表

			既存部材撤去項目								環境対策メニューと同時に改修すると効果的な老朽化項目				
			既存防水層の撤去	既存天井上げの撤去	既存外壁仕上げの撤去	既存内壁仕上げの撤去	既存間仕切りの撤去	既存サッシの撤去	既存床仕上げの撤去	既存照明器具の撤去		既存水便器の撤去	既存黒板の撤去		
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法	断熱防水	●										既存防水層の老朽化	
		断熱吹付	●											天井仕上げの老朽化	
	壁面の断熱	屋上緑化		●										既存防水層の老朽化	
		内断熱			●									内壁の老朽化	
	開口部の断熱	外断熱			●									外壁の老朽化	
		ガラス	複層ガラス						●					窓ガラス・サッシの老朽化	
	暖冷房区画設置	昇降口に扉設置	熱線反射ガラス												
			熱線反射フィルム												
		サッシ	2重サッシ						●					窓ガラス・サッシの老朽化	
	1階床の断熱	断熱サッシ													
基礎断熱															
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇													
	外付け日除け(ルーバータイプ)	ルーバー	水平ルーバー												
			垂直ルーバー												
植物による日射遮蔽	緑のカーテン														
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーターの設置	天井設置													
室内照度の均一化	日照を調整する装置	カーテン・ブラインドの活用	カーテン												
		ブラインド	ブラインド												
廊下からの採光	透過性間仕切り	ライトシェルフ						●					間仕切りの老朽化		

			既存部材撤去項目										環境対策メニューと同時に改修すると効果的な老朽化項目
			既存防水層の撤去	既存天井仕上げの撤去	既存外壁仕上げの撤去	既存内壁仕上げの撤去	既存間仕切りの撤去	既存サッシの撤去	既存床仕上げの撤去	既存照明器具の撤去	既存水便器の撤去	既存黒板の撤去	
		高窓付き間仕切り					●						間仕切りの老朽化
	反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更				●							内壁の老朽化
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板										●	黒板
学習に適した音環境の確保	遮音性能の向上	窓面の遮音											
	吸音性能の向上	多孔質吸音仕上げ オープン教室の吸音		●									天井仕上げの老朽化
自然風の活用	通風経路の確保	廊下間仕切りの欄間通気窓					●						間仕切りの老朽化
	階段室等を活用した温度差換気 ナイトバージ	階段室を利用した温度差換気											
エネルギー資源としての活用	雨水利用	雨水利用											
エネルギーの効率的利用	節水	節水こま・泡沫水洗											
		自動洗浄水便器									●		水便器
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具								●			照明器具
	照明器具の点滅の工夫 照明のスイッチの工夫	人感センサー 照度センサー 照明スイッチの分割		●									天井仕上げの老朽化
暖冷房機器の効率	熱交換方換気												

### 5.3.6 環境対策メニュー間の特性

62 ページの 5.2.5(4) で述べたように、環境対策メニューの中には対策を施すことで教室環境等が改善される一方で、他の教室環境が劣悪になることもある。例えば、日射遮へいについてみると、冷房時の教室にあ温熱環境は改善するが、年間暖房負荷は増大することとなるので、同時に断熱性能の強化を行うことで年間暖房負荷の増大を抑制することが狙えるような環境対策メニュー間の相互作用について整理する。

環境対策メニュー間の相互作用				
断熱性能の向上	屋上の断熱	断熱材工法 断熱防水 断熱吹付	<ul style="list-style-type: none"> <li>断熱性能を強化した場合には、夏期の夜間など外気温度が低下した際の躯体や家具の冷却を妨げることがあるので、日射遮へいや通風の利用、ナイトバージの活用などを同時に導入することが望ましい</li> </ul>	
		屋上緑化		
	壁面の断熱	内断熱 外断熱		
	開口部の断熱	ガラス		複層ガラス 熱線反射ガラス 熱線反射フィルム
		サッシ		2重サッシ 断熱サッシ
	暖冷房区画設置	昇降口に扉設置 可動間仕切りの設置		
1階床の断熱	1階床の断熱 基礎断熱			
日射の遮蔽・照り返しの防止	外付け日除け(庇タイプ)	水平庇	<ul style="list-style-type: none"> <li>日射の遮へいを行うと特に南向きの教室では暖房負荷が増加することになるので、躯体や窓の断熱強化を同時に行うことが望ましい</li> <li>暖房負荷増加を抑制するためには夏期のみ遮へいできるような可動式の遮へい装置が望ましいが、実際に設計時の意図どおりに運用されない場合もあるので、落葉性の植物を用いた緑のカーテンは効果的である</li> <li>水平庇の出を大きくすると、遮へい効果と同時に室内昼光照度が低下することになるので、ライトシェルフにするなどの工夫が必要である</li> </ul>	
	外付け日除け(ルーバータイプ)	水平ルーバー 垂直ルーバー		
	植物による日射遮蔽	緑のカーテン		
適切な室内温度	扇風機やサーキュレーターの設置	天井設置 壁設置		
室内照度の均一化	日照を調整する装置	カーテン・ブラインドの活用	カーテン ブラインド ライトシェルフ	
	廊下からの採光	透過性間仕切り 高窓付き間仕切り	<ul style="list-style-type: none"> <li>ライトシェルフの採用は同時に夏期の日射遮へい効果もあるので、日射遮へいに関する項目についても同時に検討すること</li> </ul>	
	反射率の高い仕上げ	壁面の仕上げ材変更		
黒板の見やすさ向上	黒板への入射光の調節	曲面黒板		
学習に適した音環境の確保	遮音性能の向上	窓面の遮音	防音合わせガラス	
	吸音性能の向上	多孔質吸音仕上げ		

			環境対策メニュー間の相互作用
		オープン教室の吸音	
自然風の活用	通風経路の確保	廊下間仕切りの欄間通気窓	<ul style="list-style-type: none"> <li>断熱性能を強化した場合には、夏期の夜間に躯体や家具が例約するのを妨げることがあるので、通風経路の確保にも配慮した設計が望ましい</li> </ul>
	階段室等を活用した温度差換気	階段室を利用した温度差換気	
	ナイトバージ		<ul style="list-style-type: none"> <li>断熱性能を強化した場合には、夏期の夜間に躯体や家具が例約するのを妨げることがあるのでナイトバージを積極的に利用するといった点にも配慮した設計が望ましい</li> </ul>
エネルギー資源としての活用	雨水利用	雨水利用	
エネルギーの効率的利用	節水	節水こま・泡沫水洗 自動洗浄水便器	
	省エネ型照明器具の設置	高効率照明器具	
	照明器具の点滅の工夫	人感センサー 照度センサー	
	照明のスイッチの工夫	照明スイッチの分割	
	暖冷房機器の効率	熱交換方換気	

## 6. 環境対策メニュー選定フローチャート

### 6.1 フローチャートの作成方法

フローチャートは 5.3 でとりまとめた環境対策メニュー特性表をベースに作成する。

- ① 既往の研究や 5.2 で実施したシミュレーション結果から効果の小さいもの、また効果に対して初期費用が高いものについては選定されないようにした
- ② 環境対策メニューではなく老朽化などの改修工事を予定している場合、同時に行うことで工事費が軽減されると考えられるメニューが優先されるようにした
- ③ 教室やトイレの環境改善からスタートし結果的に省エネルギーにつながるようなフローチャートとした

### 6.2 環境対策メニュー選定フローチャートの利用方法

ここで作成するフローチャートは、教室やトイレの環境を改善するフローチャートでまとめられている。また、実施予定の老朽化対策工事などがある場合には、併せて行うことで工事費が低減されるといったメリットを把握できるように整理されている。

フローチャートは、学校の建物としての特性や教室内、トイレの環境の改善要望によって、効果の小さい環境対策メニューを排除するとともに、各学校の改修の設計を始める前の基本計画段階で検討のベースとなる整備の基本方針を導き出すために用いられる。実際に改修工事の内容決定する際には現地調査を実施したうえで、学校への十分なヒアリングを行い、老朽化の度合いや改善要望のある環境の劣悪度合いによって環境対策メニューの最終決定を行うこととなる。

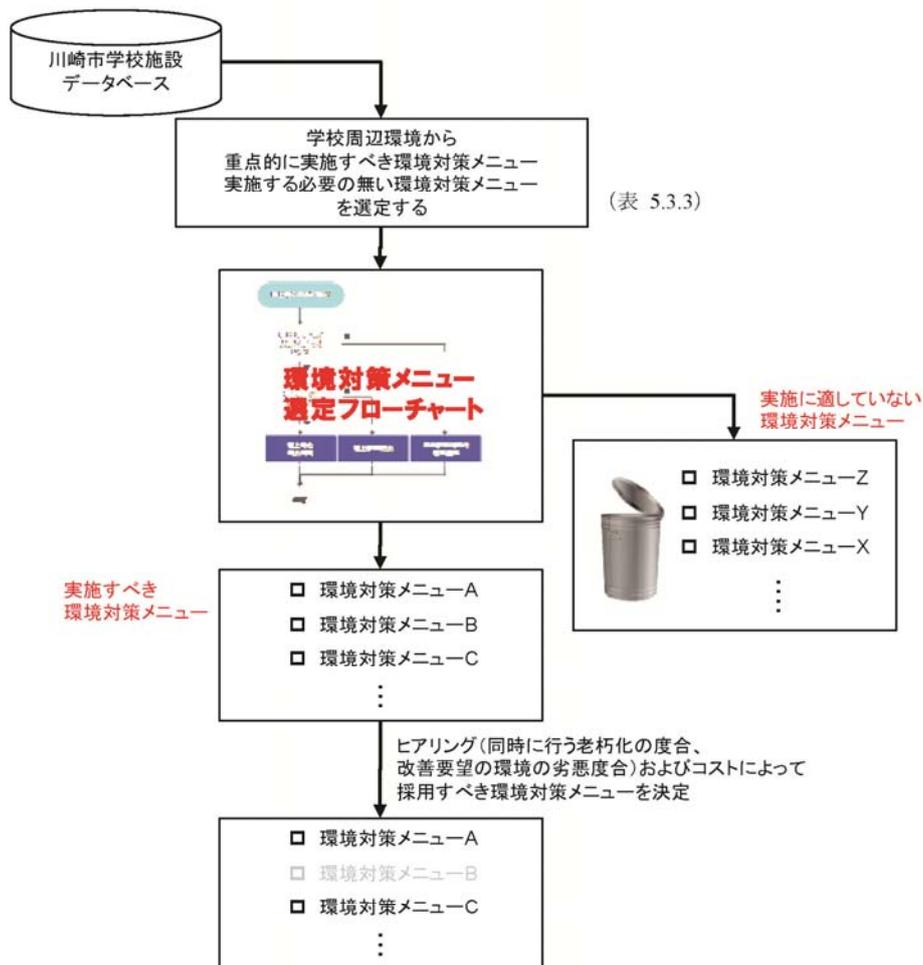


図 6.2.1 環境対策メニュー選定フローチャートを用いた改修メニューの選定方法

### 6.3 環境対策メニュー選定フローチャート

ここで作成したフローチャートは表 6.3.1 に示す 8 つである。教室内環境やトイレの環境改善項目と補修工事の予定に応じて実施すべき環境対策メニューが選定されるようになっている。実態調査結果欄については、フローチャートで改善すべき教室の環境における現在の実体であり、改善要望の度合いを把握できるようになっている。

表 6.3.1 作成したフローチャートの概要

季節	改善内容	実態調査結果	同時実施が望ましい補修工事	環境対策メニュー	フローチャート	備考
年間	外壁の騒音対策	図 4.3.2	外壁の補修、窓サッシの補修	熱交換換気の設置、開口部・外壁の断熱強化、暖冷房区画の設置	図 6.3.1	日射遮へい、通風経路の確保、ナイトパーズの利用にも配慮
冬	すきま風、足元の寒さ	図 4.3.38、 図 4.3.43				
夏	最上階天井の暑さ	図 4.3.35	屋上防水層の補修	屋上の断熱、遮熱	図 6.3.4	
夏	窓際の暑さ	図 4.3.35	外壁の補修	日射遮へい	図 6.3.8	開口部、外壁、屋上の断熱強化
年間	窓際のまぶしさ	図 4.3.52				
夏	風通しの悪さ	図 4.3.28	廊下側間仕切りの補修	通風経路の確保、ナイトパーズの利用	図 6.3.10	
夏	朝の教室暑さ	—				
年間	教室の暗さ、明るさのむらの解消	図 4.3.54、 図 4.3.55	廊下側間仕切りの補修	二面採光、高反射率仕上げ	図 6.3.14	
年間	隣接空間からの騒音	図 4.3.57	—	遮音・吸音仕上げ	図 6.3.18	
年間	照明の回路数の少なさ	図 4.3.47、 図 4.3.48	—	照明回路、点灯制御の工夫	図 6.3.22	
年間	習慣的に全ての照明を点灯している	図 4.3.49、 図 4.3.50				
年間	トイレの環境改善	—	トイレの改修	節水型器具、照明自動制御	図 6.3.23	

- 実態調査結果欄には、実態調査した結果のグラフ掲載図番号を記している。“—”は実態調査をしていない項目である。

### 6.3.1 断熱強化、熱交換換気の設置に関する環境対策メニューの選定フローチャート

図 6.3.1 は外の騒音や冬期の温熱環境に対する環境対策メニューの選定フローチャートである。冬期のすきま風や足元の冷たさに関しては、断熱強化と熱交換換気の設置の観点から整理されている。外からの騒音については、窓サッシの補修を行う場合についてのみ防音ガラスが選べるようになっている。窓面積率によって開口部、壁体の断熱強化に対しより効果的な方法を選択するようになっているが、必ずしも一方だけしか強化できないわけではないことから、両者を強化することが望ましいとした。

「冬の寒さ」を改善するフローチャートでは、開口部の断熱・気密や躯体断熱の手法を選定する。「窓サッシの補修をしたい」に当てはまる場合は、サッシ改修に伴い「断熱サッシ」「複層ガラス」を導入し断熱効果を高める上に、さらに隙間風も軽減する。補修の必要が無い場合は、内窓の追加設置により二重サッシとする。「外壁の補修をしたい」、「外壁にベランダなどの凹凸が無い」に当てはまる場合は、外壁の補修に伴い外断熱を採用する。これらに当てはまらない場合は、内断熱を採用する。また、「外からの騒音」を改善するフローチャートでは、開口部の断熱・気密の手法を採用する。「外からの音が気になる」場合には、複層ガラスを採用する際に遮音性の高い防音ガラスを採用する。さらに、暖冷房区画を設置するため昇降口や階段室と廊下との間に扉を設けるなどして特に冬期の温熱環境の改善を狙うフローチャートとした。

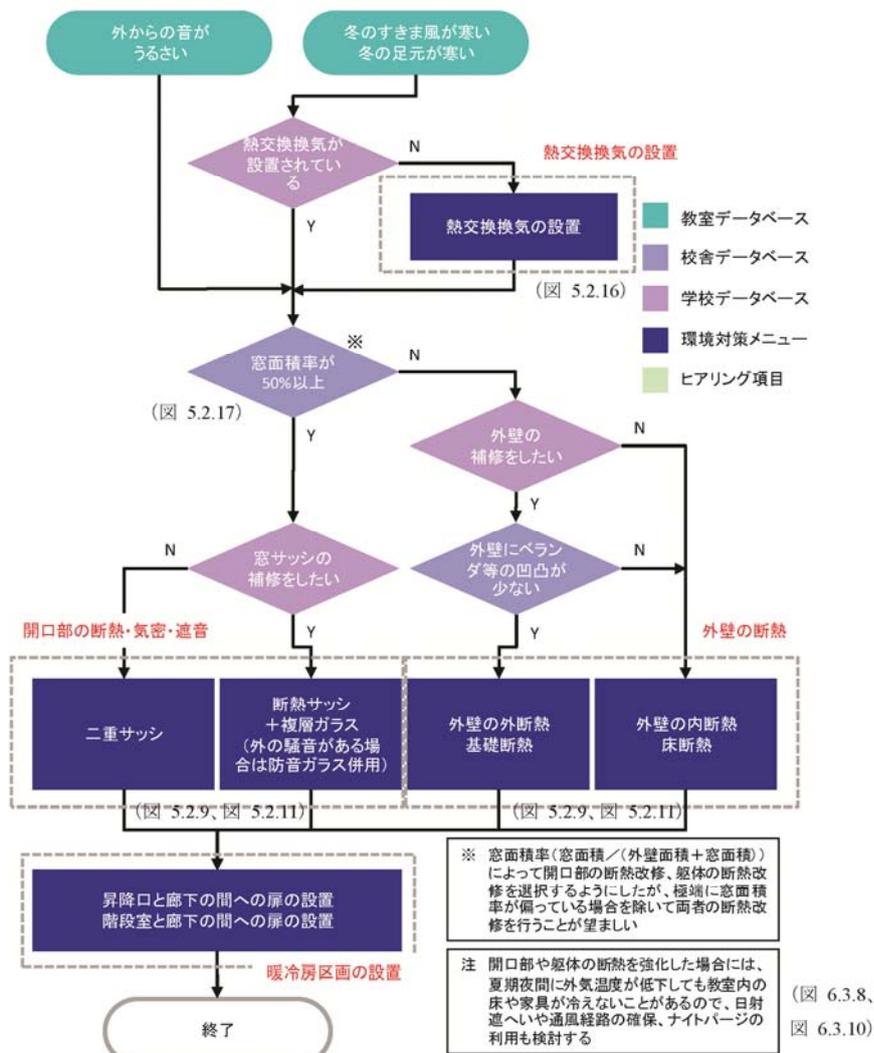


図 6.3.1 外の騒音や冬期の温熱環境に対する環境対策メニュー(熱交換換気の設置、開口部・外壁の断熱強化、暖冷房区画の設置)

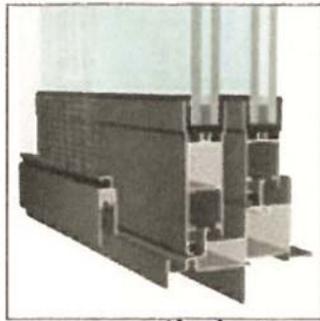


図 6.3.2 二重サッシ<sup>9</sup>

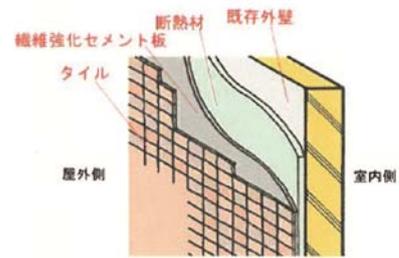


図 6.3.3 外壁の外断熱<sup>9</sup>

<sup>9</sup> 国立教育政策研究所 文教施設研究センター「学校施設の環境配慮方策等に関する調査研究」研究会：環境に配慮した学校施設の整備推進のために—学校施設の環境配慮方策等に関する調査研究報告書—、2008.2

### 6.3.2 屋上の断熱、遮熱方法に関する環境対策メニューの選定フローチャート

図 6.3.4 に夏期に最上階の教室の天井が暑い場合の環境対策メニューの選定フローチャートを示す。選定される環境対策メニューは、屋上の断熱や遮熱に関するものである。「屋上(屋根)防水層の補修をしたい」「積載加重に余裕がある」に当てはまる場合は、防水層の改修に伴い屋上緑化を採用し、散水が必要になるため同時に雨水利用も導入する。また積載加重に余裕が無い場合は、屋上断熱防水を採用し、防水層の補修が必要ない場合は天井断熱吹付と遮熱塗料を選択する。

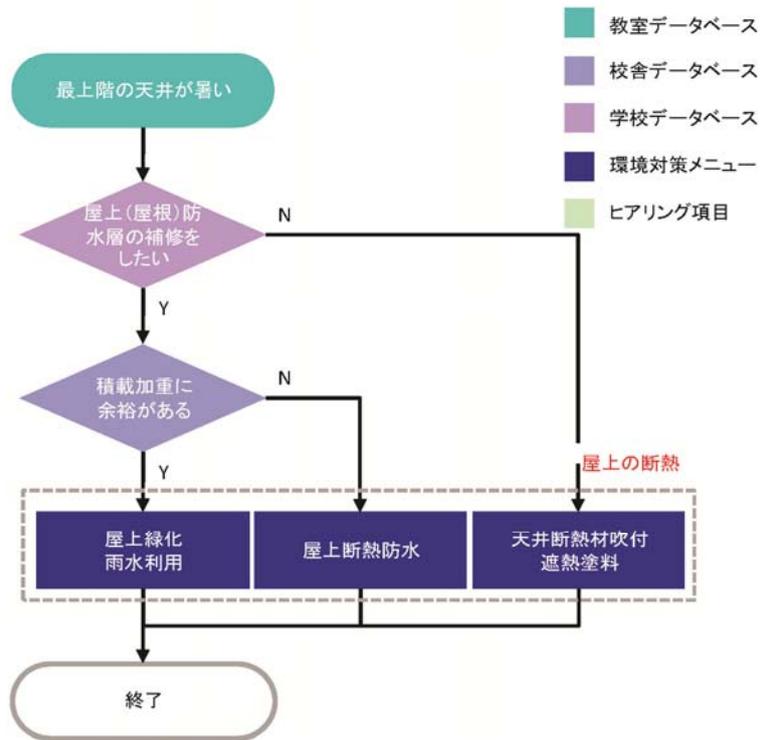


図 6.3.4 最上階天井の暑さに対する環境対策メニュー(屋上の断熱、遮熱)



図 6.3.5 屋上緑化<sup>9</sup>

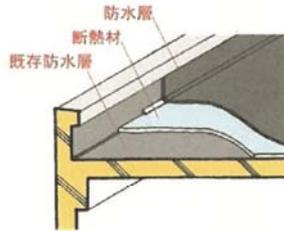


図 6.3.6 断熱防水<sup>9</sup>

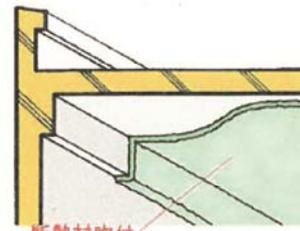


図 6.3.7 天井断熱材吹付<sup>9</sup>

### 6.3.3 日射遮へいに関する環境対策メニューの選定フローチャート

直射日光による暑さやまぶしさを改善するフローチャートでは、日射遮へい手法を選定する。

「ベランダがある」に当てはまる場合は、「ベランダを用いた緑のカーテン」を採用する。ベランダにプランターを設置し植物を育てるため、非常に安価に行うことができる。「緑のカーテン」は学習材料としても利用でき、学校施設における日射遮へい手法に適していると考えられる。さらに散水が必要になることから、雨水利用を同時に採用する。緑のカーテンの場合、冬期には落葉するため冬期の窓面侵入日射の低減による年間暖房負荷の増加が無く、非常に有効である。「外壁の補修をしたい」に当てはまる場合は、外壁の補修のための足場を利用し、新たに外付け遮へい物を構築する。東西面には垂直ルーバーが適していて、南面に水平庇がある場合は水平ルーバーを選定し、庇がない場合はライトシェルフと水平ルーバーの組み合わせで、同時に室内照度の向上も図る。光環境に問題が無い場合にはライトシェルフ+水平ルーバーの代わりに、水平庇を選定したほうがコストの面で有利となる場合があると考えられる。補修が必要ない場合は室内側から施工できる反射ガラスを採用する。

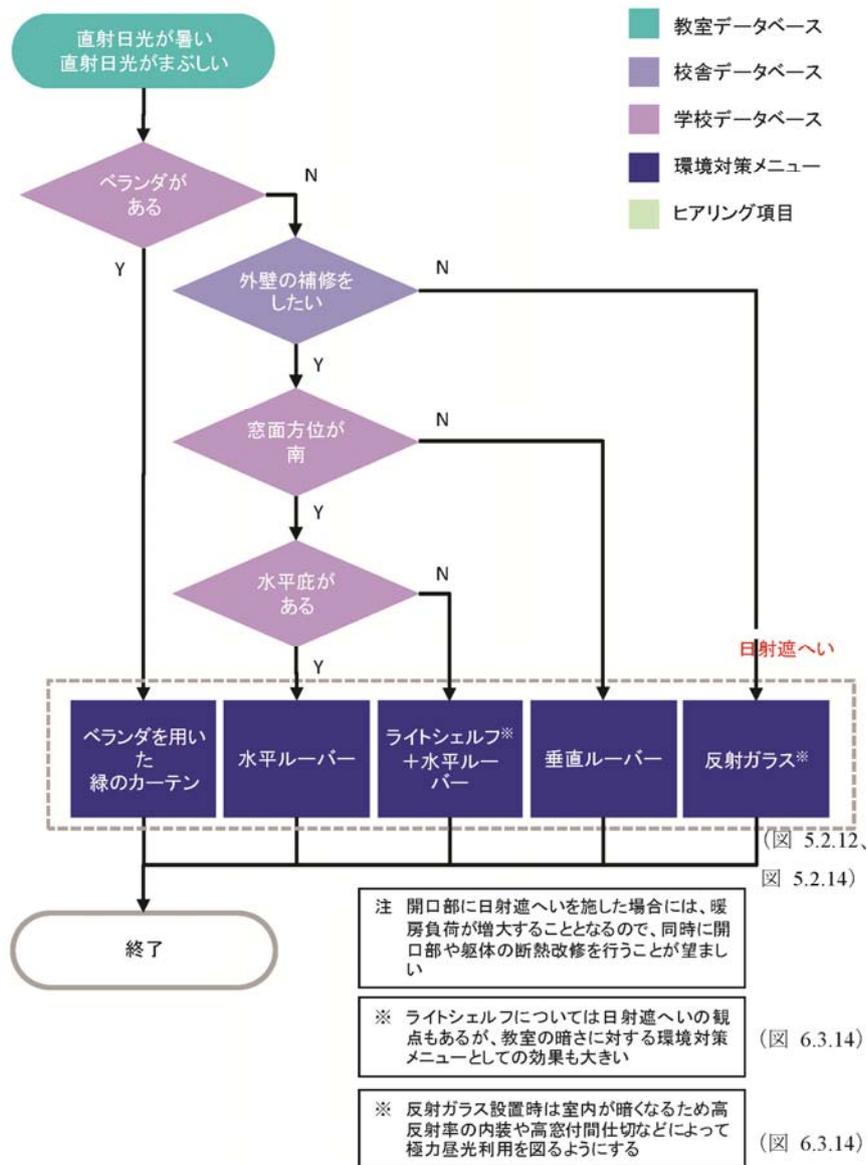


図 6.3.8 夏期窓際の暑さ、まぶしさに対する環境対策メニュー(日射遮へい)



図 6.3.9 水平ルーバー<sup>9</sup>

#### 6.3.4 通風経路の確保、ナイトパージの利用に関する環境対策メニューの選定フローチャート

「風通しの悪さ」「夏の朝に教室が暑い」を改善するフローチャートでは、通風経路の確保や夜間換気(ナイトパージ)の手法を選定する。

「日中の通風を見込める地域である」「片廊下タイプ」「廊下側間仕切りの補修をしたい」場合は、廊下側間仕切りに欄間通気窓を設置して、通風経路を確保する。また、これらの項目に当てはまらない場合は、階段室上部にソーラーチムニーを設置することで日中の換気量を確保するか、夜間換気(ナイトパージ)の手法を採用して、排熱や蓄冷を促すことで日中過ごしやすくする。特に、夏の朝に教室が暑いのは夜間の外気温度が低下した際にも躯体の冷却が遅れるためであり、ナイトパージが有効である。

「窓サッシの補修をしたい」場合はサッシ改修の際にナイトパージ用の開口部を設置し、「補修の必要が無い」場合は、川崎市の小学校に設置されている換気システムを夜間も運転させてナイトパージをすることになるが、小学校の多くで採用されている熱交換換気はナイトパージに利用するには不向きなため別途換気装置を追加する必要がある。

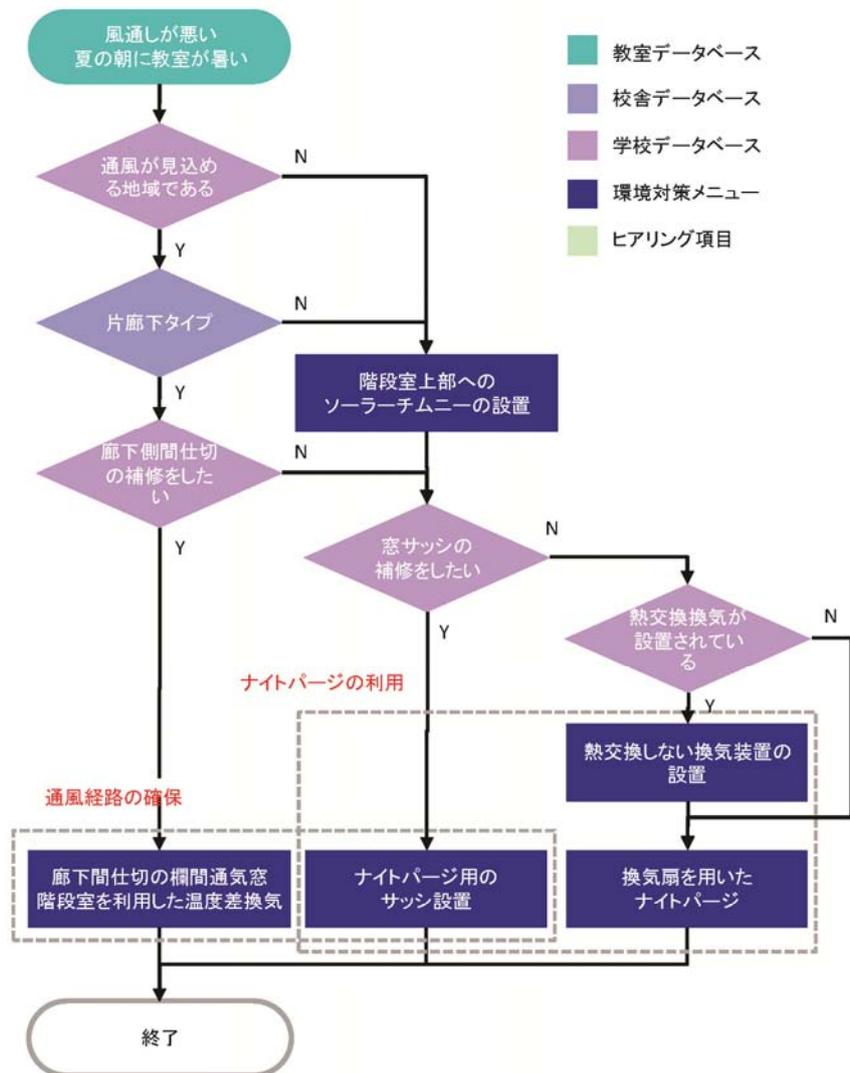


図 6.3.10 風通しの悪さ、夏の朝の暑さに対する環境対策メニュー(通風経路の確保、ナイトパーズの利用)

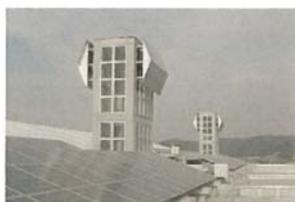


図 6.3.11 ソーラーチムニー<sup>9</sup>



図 6.3.12 欄間通気窓<sup>9</sup>

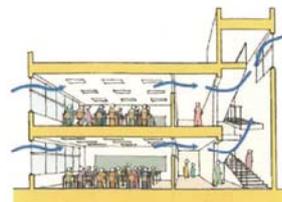


図 6.3.13 階段室を利用した  
温度差換気<sup>9</sup>

### 6.3.5 直射光から拡散光への変換、二面採光、高反射率仕上げに関する環境対策メニューの選定フローチャート

「教室の暗さ」を改善するフローチャートでは直射光から拡散光への変換、二面採光や反射率向上の手法を採用する。教室内の窓側と廊下側の明るさのムラが大きく、教室の窓が南向きの場合には、窓面に入射する直射光を拡散光に変換し、室の奥へ導く「ライトシェルフの設置」が有効なため採用されるようなフローチャートとしている。ライトシェルフは日射遮へいの観点からも有効なため、フローチャートにはその旨注記している。

「片廊下タイプ」に当てはまる場合は、廊下側からの二面採光が可能なので、廊下側間仕切りの改修と共に、高窓付き間仕切りを採用し、二面採光により廊下側からの光を取り入れる。これらに当てはまらない場合は、室内仕上げを反射率の高い仕上げに変更することで、教室全体の照度向上を図る。

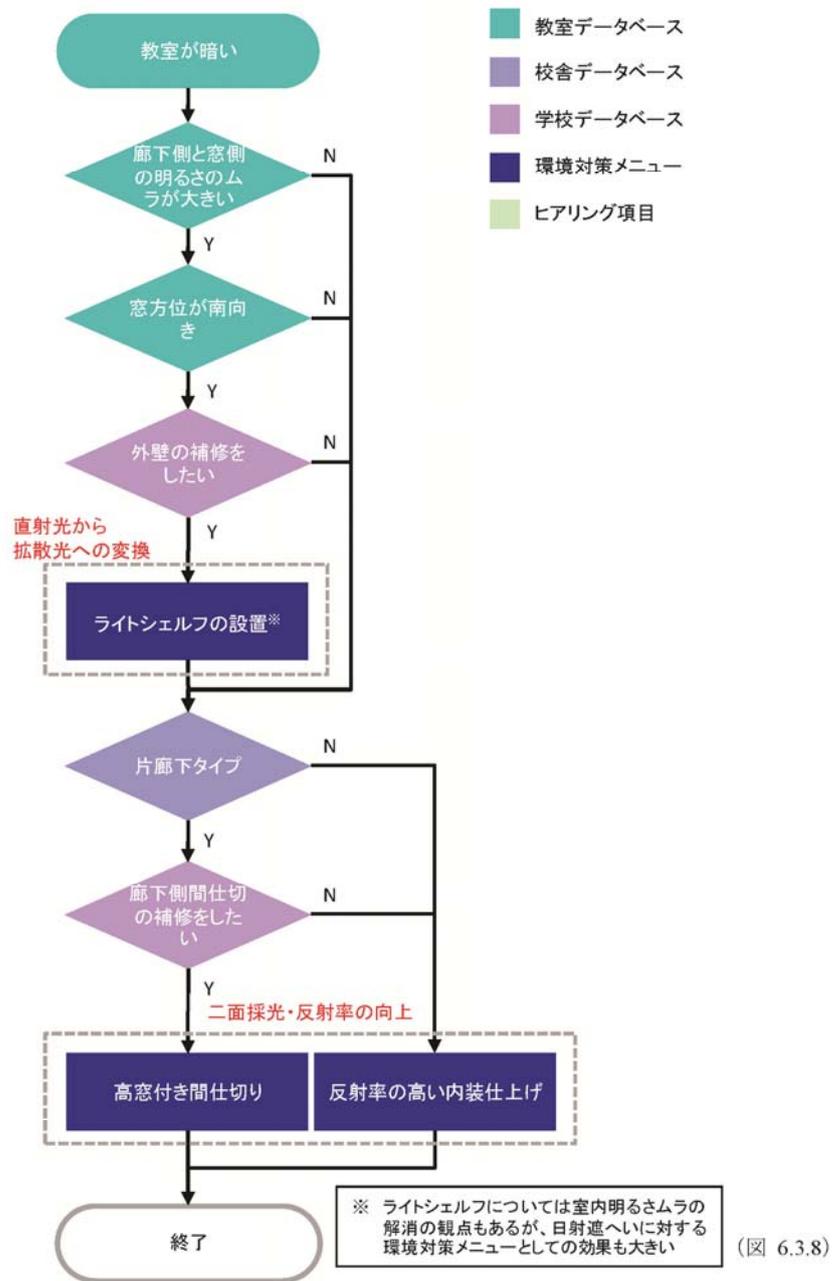


図 6.3.14 教室の暗さに対する環境対策メニュー(直射光から拡散光への変換、二面採光、高反射率仕上げ)

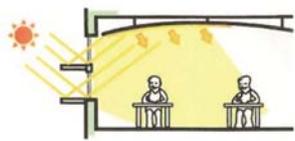


図 6.3.15 ライトシェルフ<sup>9</sup>



図 6.3.16 高窓付間仕切<sup>9</sup>

材質(色目)	反射率
白色	80~85%
淡色	30~70%
濃色	15~40%

図 6.3.17 内装材の反射率<sup>9</sup>

### 6.3.6 遮音・吸音仕上げに関する環境対策メニューの選定フローチャート

「上階・廊下・隣の教室からの騒音」を改善するフローチャートでは、遮音・吸音仕上げの手法を選定する。廊下側の間仕切りが無い(オープンスクール)場合は、可動式間仕切りや家具の配置を工夫するなどして音が出る授業を行う場合などに教室を音的に閉じる工夫をする。さらに通常時は、間仕切りを開けている状態が理想的なので、教室の天井吸音仕上げや、オープンスペースの吸音仕上げをすることで、落ち着いた音環境に改善する。

また上階からの衝撃音を軽減するには、杖や椅子の足にクッション性のあるゴムなどを設置することも有効である。

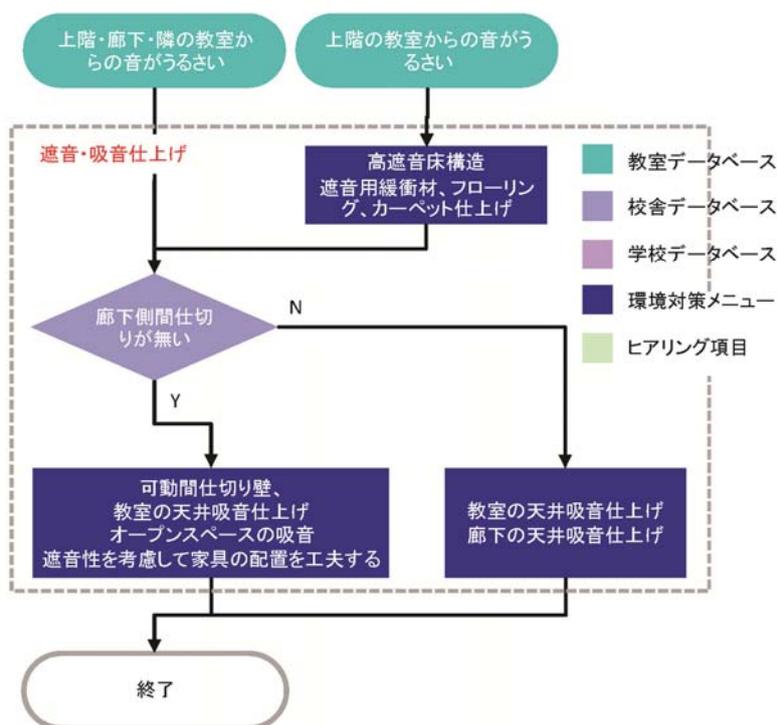


図 6.3.18 隣接空間からの騒音に対する環境対策メニュー(遮音・吸音仕上げ)



図 6.3.19 可動間仕切壁<sup>9)</sup>

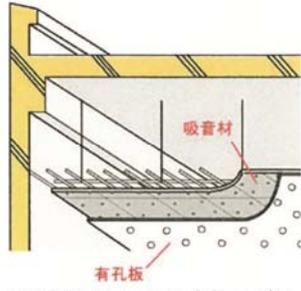


図 6.3.20 天井吸音仕上げの例<sup>9)</sup>

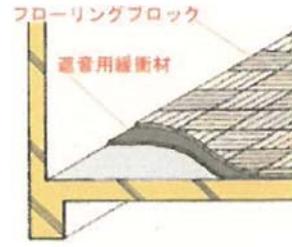


図 6.3.21 高遮音床構造の例<sup>9)</sup>

### 6.3.7 照明回路、点灯制御の工夫に関する環境対策メニューの選定フローチャート

「照明の回路数が少ない」場合には、照明の回路の工夫を行うこととし、さらに習慣的に照明を点灯している場合には点灯制御を工夫するようなフローチャートになっている。照明の回路については、多くの教室で複数に分割されているようであるが、中には1教室で1回路の学校もあり、こういった教室については回路を分割するような工夫が必要となる。また、多くの教室で授業中には教室内全ての照明を常時点灯しているので、「こまめな消灯を徹底する」や「調光制御装置を導入する」といった環境対策が非常に有効であると考えられる。

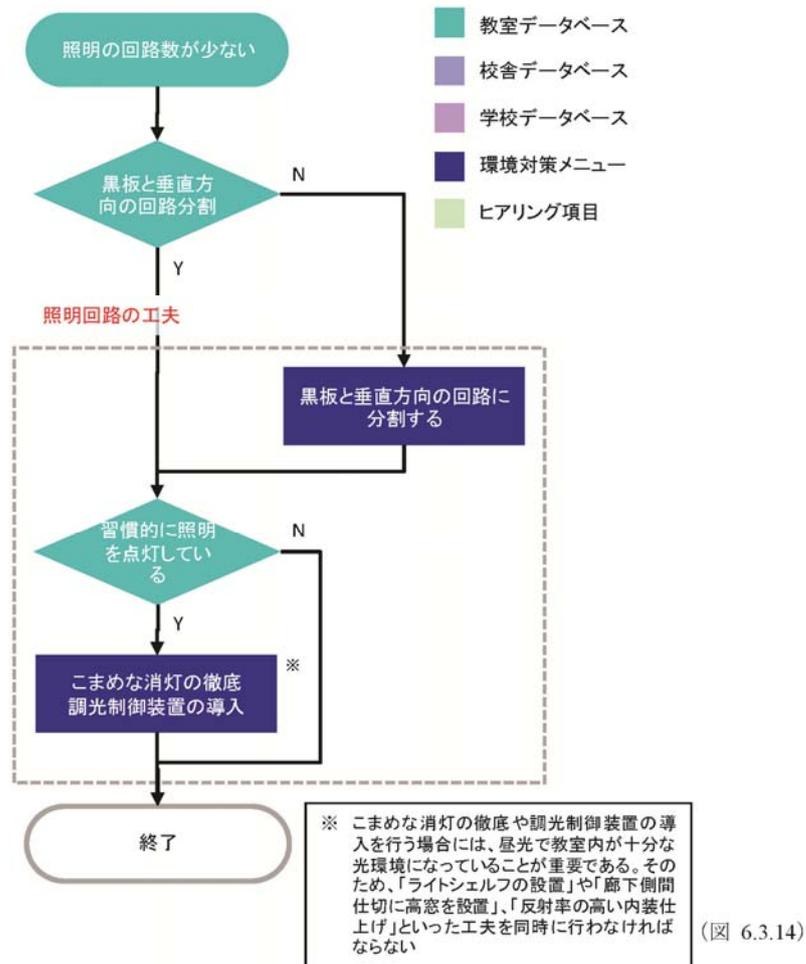


図 6.3.22 照明の回路数の少なさに対する環境対策メニュー(照明回路、点灯制御の工夫)

6.3.8 トイレの節水型器具、照明点灯制御に関する環境対策メニューの選定フローチャート

川崎市の小中学校は、比較的古いトイレが多く改修に対する要望も多い。トイレの改修を行う際には、主に便器や手洗い水栓の節水型器具への交換が選定され、また、便所の照明の点灯状況によって便所の照明の自動点灯制御が選定できるフローチャートとなっている。

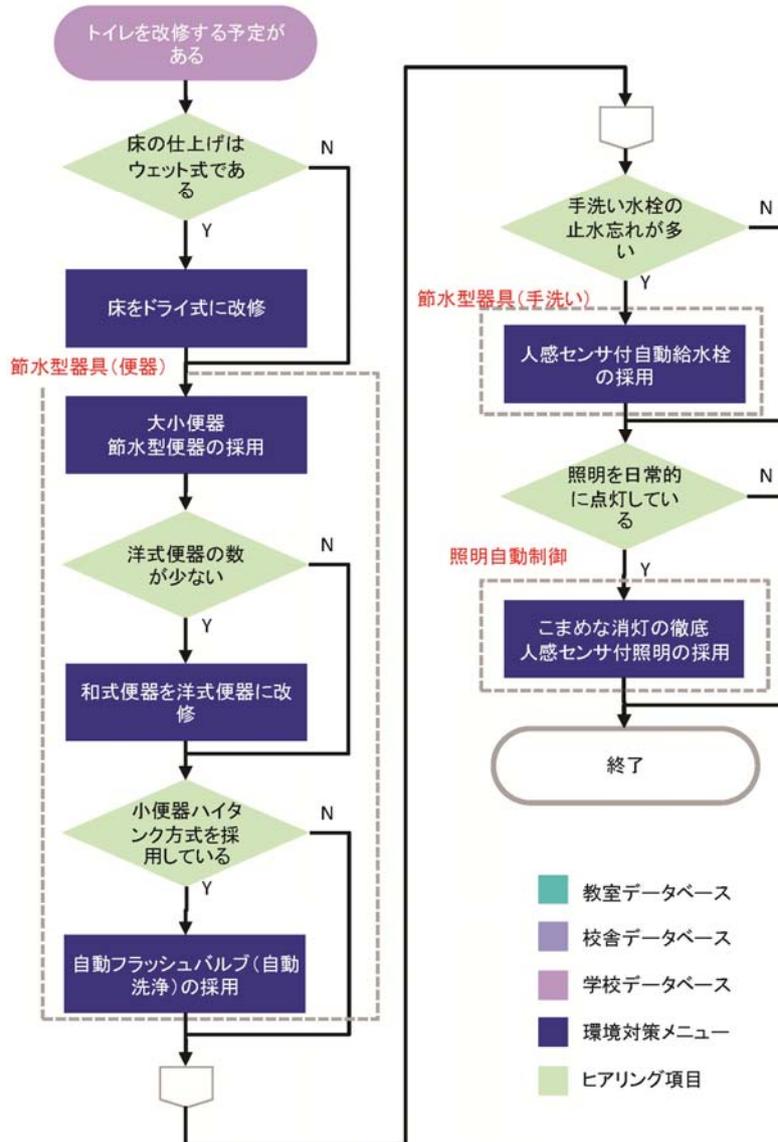


図 6.3.23 トイレの改修予定がある場合の環境対策メニュー(節水型器具、照明自動制御)

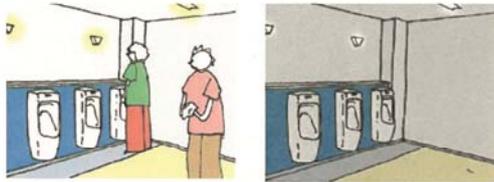


図 6.3.24 人感センサ付照明<sup>9</sup>

#### 6.4 フローチャート適用例

作成したフローチャートの妥当性を確認するために、学校のデータベースを用いて実際にフローチャートを運用してみる。今後再生整備の対象となる可能性がある川崎市立西丸子小学校(中原区)を対象とした。西丸子小学校の学校データベースでは「サッシ」「間仕切り」「天井仕上げ」「床仕上げ」「トイレ設備」「照明器具」が老朽化していると分かる。校舎データベースでは校舎別に「廊下タイプ」「窓面方位」「窓面積率」「ベランダの有無」「庇の有無」を確認する。教室データベースでは、室内環境の有無を確認する。西丸子小学校では、「直射日光のまぶしさ」「室内の暗さ」「隙間風の寒さ」「窓側・廊下側の寒さ」「窓の結露」「空気の乾燥」が問題になっているので、これらを改善するフローチャートを用いて、環境対策メニューを選定する。

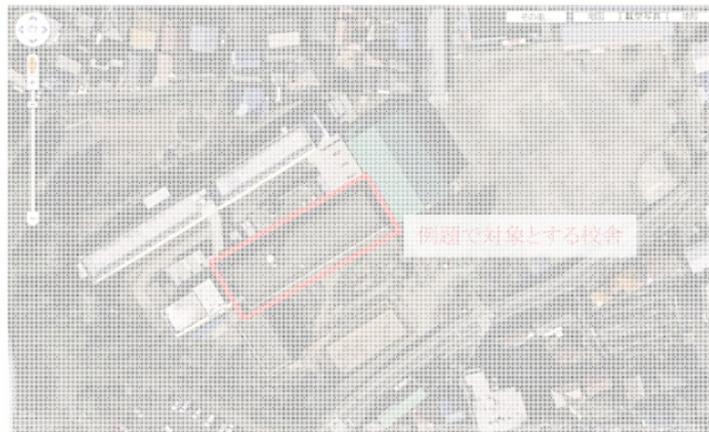


図 6.4.1 例題に用いた西丸子小学校

## 資料6. 委員名簿

	氏名	所属及び役職
座長	小峯 裕巳	千葉工業大学 工学部建築都市環境学科教授
副座長	丹野 典和	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室担当課長
委員	佐藤 英樹	川崎市まちづくり局 施設整計画課担当係長
委員	齋藤 英彦	川崎市まちづくり局 施設整計画課事務職員
委員	小林 昭一	川崎市環境局 地球環境推進室担当係長
委員	山井 康明	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室担当係長
委員	櫻井 武雄	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室主任
委員	竹下 研	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室主任
委員	川上 克哉	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室職員
委員	大槻 康晴	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室職員
委員	野村 麦子	川崎市教育委員会 教育環境整備推進室職員
委員	佐藤 誠	佐藤エネルギーリサーチ株式会社 代表取締役
オブザーバー	小田桐 直子	佐藤エネルギーリサーチ株式会社
オブザーバー		千葉工業大学 工学部建築都市環境学科 小峯研究室