

スーパーエコスクール実証事業における学校施設のエネルギー使用実態等調査
— 学校施設の環境に関する基礎的調査研究報告書 —
(平成25年度とりまとめ)



平成26年9月



国立教育政策研究所文教施設研究センター
「学校施設の環境に関する基礎的調査研究」研究会

はじめに

近年、温室効果ガス排出量の削減が全世界的な課題となっており、学校施設においても環境負荷低減のための取組が求められています。学校施設は、次世代を担う子供たちが一日の大半を過ごす学習や生活の場であることから、環境対策の推進に当たっては、適切な教室内環境の確保と省エネルギー・省資源対策の両面から取り組む必要があります。

文部科学省と国土交通省においては、平成 24 年 5 月に報告書「学校ゼロエネルギー化に向けて」（学校ゼロエネルギー化推進方策検討委員会）を取りまとめ、学校施設のエネルギー消費量を減らす「省エネ」と、太陽光発電等を利用した「創エネ」等の技術を組み合わせて、年間のエネルギー消費量を実質ゼロとする考え方を整理しました。

文部科学省では平成 24 年度から、この学校ゼロエネルギー化に向けた取り組みを推進するため、既存校舎のゼロエネルギー化を目指す基本計画、基本・実施設計、改修工事までの支援を行う「スーパーエコスクール実証事業」を実施し、その成果を全国へ向けて発信・普及するためのモデル校として平成 24 年度は 3 校、平成 25 年度は 2 校（うち 1 校は改築）が選定されました。

国立教育政策研究所文教施設研究センターでは、「学校施設の環境に関する基礎的調査研究（主査：小峯裕己 千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授）」を実施し、ゼロエネルギー化を目指すスーパーエコスクール実証事業を行う学校施設において、改修前後の建物性能や設置されている設備機器の仕様、運用実態及びエネルギー使用量等の継続した調査を行い、データを蓄積して、その相関性を分析把握することにより、今後の学校施設整備に係る文教施設施策に資することを目的として研究を行っています。

今後の既存校舎のエコ改修事業等に本報告書が活用され、適切な教室内環境が確保されるとともに、学校の省エネルギー・省資源対策がより一層進展していくことを期待しています。

平成 26 年 9 月

調査研究の概要

○学校施設のエネルギー使用実態等調査

1) 調査対象校

岩手県雫石町立雫石中学校

2) 調査内容

①気象条件や地域特性等の調査

(対象学校が所在する地域の風況、日射量等 立地条件を把握)

②学校施設の温熱環境等調査

(学校施設の温度・湿度・照度等について、長期間に渡る測定データを収集し、日常における温熱環境等を調査)

※上記温熱環境等調査はスーパーエコスクール実証事業において測定

③学校施設の運用実態調査（アンケート）

(校舎、体育館、給食室、ベース電力等を把握するため運用実態について調査)

④エネルギー種別（電気・水道・ガス・灯油等）ごとの検針結果の収集

(校舎、体育館、給食室、ベース電力等のエネルギーについてデータを収集、また、電気については計測器を設置し、校舎、体育館、給食室、ベース電力等それぞれについての使用量を把握)

3) 分析内容

①学校施設における使用エネルギー種別・使用機器を把握し内容を整理

②学校施設の運用実態がエネルギー使用量にどのような影響を与えるか調査・分析

③エネルギー消費や温熱環境等を把握し改修計画の参考となる考察の整理

④FAST (Ver. 2) のシミュレーション結果と測定データとの整合性の検証

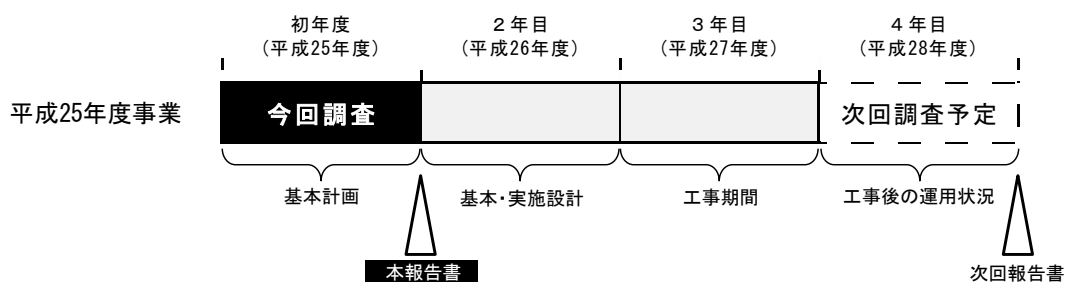
4) 全体スケジュール

改修前

現状の使用エネルギーの実態を把握(今回調査)

改修後

改修前と同条件で調査・分析を行い改修及び運用実態の効果を検証（次回調査予定）



○報告書の骨子

学校施設のエコ改修において、快適性の向上・省エネルギー実現のための方策について調査研究し、以下の結果が得られた。

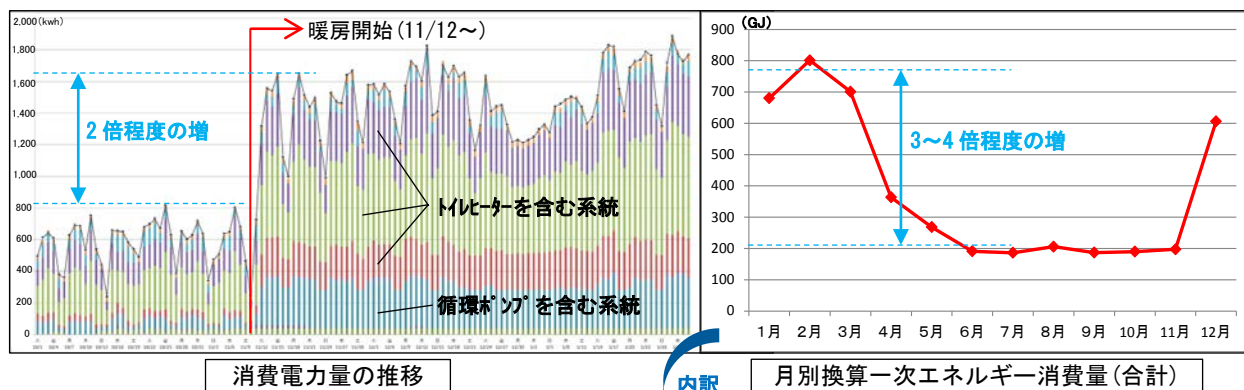
1) 冬期暖房に対する省エネルギー方策の提案

岩手県雫石町は、省エネ基準の3地域（旧基準のⅡ地域）に該当し、冬期暖房（真空式温水機による集中暖房）におけるエネルギー消費が相当大きい。本調査研究における詳細なエネルギー調査及び運用実態調査によって、ゼロエネルギー化も視野に入れたエコ改修を検討する際の様々な知見が得られた。

①使用エネルギーの実態

雫石中学校は冬期に使用エネルギーのピークを迎え、暖房使用時期における消費電力量は中間期の2倍程度、また、冬期の換算一次エネルギー消費量は夏期の3～4倍程度である。増加の主な要因として、温水循環ポンプやトイレ暖房用電気ヒーターの連続運転によるベース電力の増加や真空式温水機用A重油の消費が挙げられる。

詳細なエネルギー調査及び運用実態調査を行い、以下の方法により暖房用燃料及びベース電力量等の削減が可能であることを明らかにした。

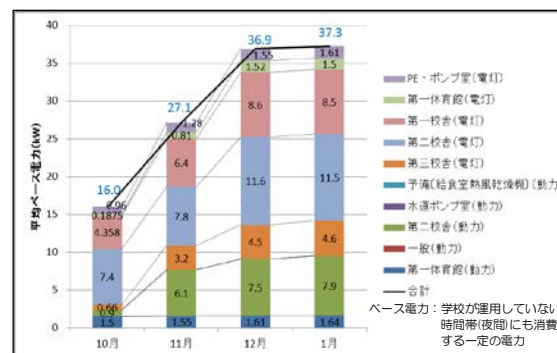
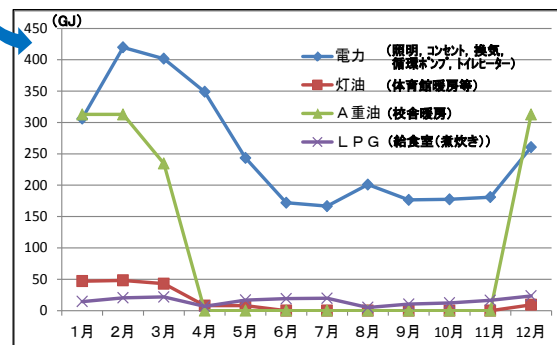


②暖房用燃料の削減

- ・少子化等、生徒の減少に伴い余裕教室等が生じている。使用時間帯が重なる教室の集約、廊下・階段室における空調区画の確立などにより、効率良く暖房を行うことで、A重油消費量を削減することが可能となる。
- ・真空式温水機の故障を少なくする意図で、2台の温水機を毎日交互運転しているが、熱源機器の熱負荷の増加要因になることから、週単位での交互運転を行うことで、温水機の運転効率の向上につながる。

③ベース電力量の削減

- ・温水循環ポンプの常時稼働は、温水系統配管からの漏水・水道水の補給に起因する不凍液濃度の低下による凍結を回避するためであるが、温水系統配管の修繕を行うことで、凍結防止を目的とした常時運転が不要となる。
- ・トイレヒーターは、配管類の凍結防止が目的であることから、窓及び壁を高断熱化することなどによって、設定温度の低下若しくは稼働時間の減少が可能となる。



12月の平均ベース電力量 = 36.9kw × 24h = 885.6kwh
12月(平日)の消費電力量 = 1,603kwh
よって、12月(平日)のベース電力量は、1日の消費電力量の55.2%を占める。

2) 本報告書の成果（ゼロエネルギー化に向けたテーマ別取組方法の主な提案）

①暖房エネルギーの削減

1) の②における提案による。

②ベース電力の削減

1) の③における提案による。

③照明エネルギーの削減

ライトシェルフ等の昼光利用，高効率機器の採用。屋内運動場におけるトップライトの採用。

④夏期の暑さ対策

風圧により自動開閉を行う風圧ダンパー及びナイトパージによる自然換気の実施。

⑤運用を考慮した計画

省エネルギーや環境改善を目指した建物を整備するだけでは目的を達成することは難しく，適切な使用が可能となるよう，また，教員の異動等があっても後任に引き継げるよう運用マニュアルの整備が必要。

⑥適切なデマンド監視装置の導入

学校の電力使用量を管理し，最大電力増加を抑制。

⑦井水の利用

自噴する井水の散水利用，トイレの洗浄水への利用。

3) 本報告書の活用例

本報告書記載のエコ改修に対する提案の内，以下の項目は雫石町が作成した「雫石中学校スーパーエコスクール実証事業基本計画」において採用されている。

雫石中学校の基本計画 (省エネに関する取組内容)	本報告書 における提案	雫石中学校の基本計画 (省エネに関する取組内容)	本報告書 における提案
①環境エネルギーの見える化	P73	⑥暖房区画の設置	P64
②利用教室の集約	P73	⑦デマンド導入	P64
③既設真空式温水機の温水管にバルブ設置	P64	⑧照明のLED化	P64
④外壁・天井・屋根・床面・開口部の断熱・気密化	P64	⑨真空式温水機の更新	P63
⑤ライトシェルフの設置	P64	⑩トップライトの採用	P64

※ 省エネ以外の取組

①創エネ: 太陽光発電設備，太陽熱利用設備，貯雪冷房，ベランダサンルーム化

②蓄エネ: 蓄電池

③その他: 内装木質化，雨水貯留ビット，貯雪池の設置

本報告書は，平成 25 年度のスーパーエコスクール実証事業において，当研究所が調査分析した内容を取りまとめたものであり，地方公共団体等が学校施設のエコ改修計画を検討する際に参考とすることが可能である。なお，巻末の調査票は本調査において使用したものであり，運用状況，照度の把握に活用されたい。

目 次

1. 調査概要	1
1.1 目的	1
1.2 調査項目	1
(1) 調査対象校	1
(2) 立地条件の把握	1
(3) 学校施設・設備機器の運用実態調査	1
(4) 検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査	1
(5) 機器計測によるエネルギー消費量の実測調査	1
(6) 教室等における室内環境の実測調査	1
(7) FAST (Ver. 2) によるエコ改修効果等の検証	1
1.3 調査対象校の概要	2
1.4 調査体制	5
1.5 調査スケジュール	5
2. 立地条件の把握	6
2.1 気温・湿度	6
2.2 風況	6
2.3 日射量	9
3. 学校施設・設備機器の運用実態調査	11
3.1 設置されている設備機器	11
3.2 設備機器の運用実態	11
4. 検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査	14
5. 機器計測によるエネルギー消費量の実測調査	15
5.1 使用した計測機器	15
5.2 測定点	16
5.3 実測調査結果	18
5.3.1 概要	18
5.3.2 測定期間における消費エネルギー変動の概要	22
5.3.3 暖房開始前後の消費エネルギーの変動	23
5.3.4 消費電力量の測定データ整理	29
5.4 校舎用暖房システムの熱収支	42
5.4.1 真空式温水機の概要	42
5.4.2 熱収支の算定	44
6. 教室等における室内環境の実測調査	47
6.1 調査項目	47
6.2 使用した計測機器	47
6.3 測定点	48
6.4 測定結果	49
6.4.1 観測された温湿度の概要	49
6.4.2 暖房用真空式温水機の運転回数・時間と室温、外気温の関係	54
6.4.3 教室の光環境	56
6.4.4 教室・廊下の放射環境	58
6.4.5 配管等の凍結対策	61
7. エコ改修に対する提案	63
7.1 省エネルギー診断と改善対策	63
8. FAST (Ver. 2) によるエコ改修効果等の検証	69
8.1 雫石中学校の現状施設（エコ改修前）の CO2 排出量の検証	69
8.2 雫石中学校のエコ改修後の CO2 排出量の予測	69

9. まとめ	71
9.1 エコ改修実施の際の留意点	71
9.2 雫石中学校のエネルギー消費実態	72
9.3 雫石中学校の教室内環境の実態	72
9.4 スーパーエコスクールの実現に向けて	72
9.5 今後の課題について	73
9.6 「学校施設の環境に関する基礎的調査研究」における検討及び 現地視察を踏まえて研究会委員の主なコメント	74
10. 参考資料	77
10.1 雫石町主催検討実施委員会での説明資料	78
10.1.1 環境研究会による成果物（モデルプラン，FAST，事例集）の紹介	78
10.1.2 エコ改修に関する具体的事例	82
10.2 調査票（雫石中学校運用状況ヒアリング結果）	86
10.3 調査票（運用状況ヒアリング様式，照度測定様式）	98
10.4 雫石中学校省エネルギー診断報告書	112
10.5 雫石中学校スーパーエコスクール実証事業基本計画報告書〔概要版〕	151
10.6 学校施設の環境に関する基礎的調査研究	153

1. 調査概要

1.1 目的

スーパーエコスクール実証事業を行う学校施設において、改修前後の建物仕様、運用実態及びエネルギー使用量の継続した調査を行い、その相関性を分析・把握することにより、ゼロエネルギーを目指す実証事業の一助とすること、併せて、「学校施設の環境に関する基礎的調査研究」の基礎データとして蓄積することを目的とする。

また、学校施設に関する運用時のエネルギー消費量等を把握し基礎データを収集・蓄積する。昨年度の他校での成果を踏まえて、個別箇所の電力測定を行い、その調査結果を基に、スーパーエコスクール実証事業対象校へゼロエネルギー化を目指すための手法について助言を行う。

1.2 調査項目

(1) 調査対象校

- ・岩手県雫石町立雫石中学校（岩手県岩手郡雫石町柿木 74-1）

(2) 立地条件の把握

- ・雫石中学校が所在する地域の風況、日射量等 立地条件を把握する。

(3) 学校施設・設備機器の運用実態調査

- ・校舎（普通教室、特別教室、給食室等）、体育館等の運用実態について、学校関係者からヒアリング等を行い、学校施設の運用の実態を把握する。

(4) 検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査

- ・検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査を行い、電力、灯油、A重油、LPG、水道を含めた換算一次エネルギー使用量の年間推移を把握する。

(5) 機器計測によるエネルギー消費量の実測調査

- ・電力計を設置し、主幹、照明・コンセント、体育館、給食、冷房（パソコン室）などの用途別の電力使用量を把握する。

(6) 教室等における室内環境の実測調査

- ・教室等における温湿度、放射環境測定、照度測定を行い、現状の室内環境を把握する。

(7) F A S T（Ver. 2）によるエコ改修効果等の検証

- ・F A S T（Ver. 2）により改修案のエコ改修効果及びF A S Tの予測精度を検証する。

1.3 調査対象校の概要

(1) 建物規模

- ・延床面積 10,356 m²
- ・校舎 第一校舎 2,814m², 第二校舎 2,142m², 第三校舎 2,655m²
第一体育館 780m², 第二体育館 1,472m² (取壊し中), その他 493m²
- ・階数 第一～三校舎とも, 地上 3 階, 地下 0 階
- ・しゅん功年月 1972 年 3 月 <しゅん功後 41 年経過>
- ・改修年月 1987 年 3 月 大規模改造工事 (主に建築)
- ・改修年月 1996 年 10 月 大規模改造工事 (主に機械, 電気)

(2) 人数, 学級数

- ・職員数 49 人 (先生 32 人, その他 17 人)
- ・生徒数 460 人 (1 年 ; 147 人, 2 年 ; 167 人, 3 年 ; 146 人)
- ・学級数 1 年生 ; 5 学級, 2 年生 ; 5 学級, 3 年生 ; 4 学級,
特別支援学級 ; 1 学級

(3) 稼働状況

- ・年間開校日数 245 日 (長期休み : 春 ; 21 日, 夏 ; 25 日, 冬 ; 20 日, 日祝 ; 54 日)
- ・勤務時間 職員 8 : 00 ~ 21 : 00 生徒 8 : 00 ~ 16 : 00
(課外活動, 部活動 19 : 00 頃まで)
- ・授業時間 (年) 1,960 時間/年

(4) 設備・機器

- ・暖房方式 温水暖房 (A 重油 : 校舎, 灯油 : 体育館) によるパネルヒーター (温水循環) 及び時間外の職員室, 会議室等でのポータブル式の石油ストーブ
- ・冷房方式 なし (コンピュータ室のみ EHP 空調あり)
- ・給水方式 高置水槽方式
- ・トイレ 温水洗浄便座なし, 冬季のドレインヒーターあり
- ・給食 自校方式 (電気, LPG)
- ・体育館 第 1 と第 2 (主に武道場用途) があるが, 第 2 は現在建て替えのために取壊し中。
- ・グラント照明 あり

(5) 建物の配置と写真による概況

図 1-1 に対象校である雫石中学校の配置図を、表 1-1 に写真で概要を示す。

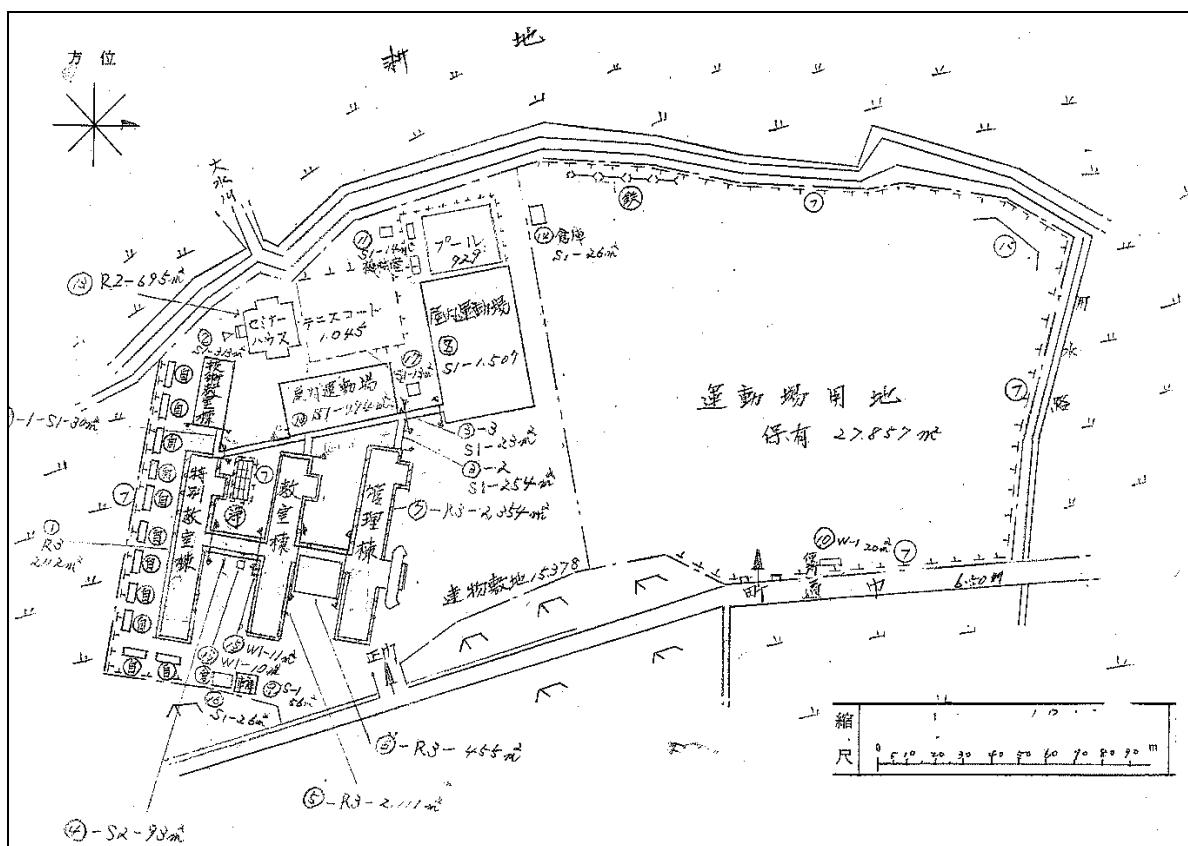


図 1-1 対象校（雫石中学校）の配置図

表 1-1 対象校（雫石中学校）の写真

		
校舎の外観(北側)	校舎の外観(南側)	第一体育館の外観
		
校舎用暖房ボイラー室	普通教室	廊下
		
理科室	コンピュータ室	給食室
		
職員室	第一体育館	音楽室

1.4 調査体制

図 1-2 に調査体制図を示す。なお、雫石中学校の温熱環境測定は、雫石町との契約調査会社が行った。

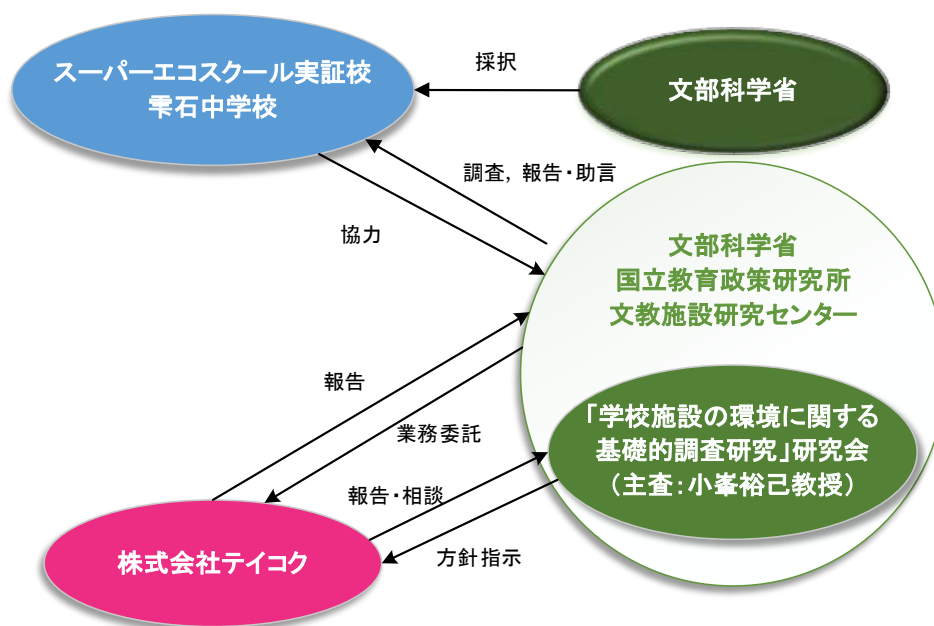


図 1-2 調査体制図

1.5 調査スケジュール

表 1-2 に調査スケジュールを示す。

表 1-2 調査スケジュール

	H25.9月	H25.10月	H25.11月	H25.12月	H26.1月	H26.2月	H26.3月
1. 学校施設・設備機器の運用実態調査	←→						
2. 検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査	←→						
3. 機器計測によるエネルギー消費量の実測調査	■設置			■データ回収	■データ回収	■撤去	
4. 教室等における室内環境の実測調査	←→						
5. FAST(Ver.2)によるエコ改修効果等の検証							←→
6. 報告書作成				←→			
7. 研究会			■11/19		■1/15		■3/12
8. 実証校への調査結果の報告及び助言							←→

2. 立地条件の把握

2.1 気温・湿度

図 2-1 に気象庁のデータに基づく、クリモグラフ（一年間の気候状態の平均状態を把握するため、縦軸に月平均気温、横軸に月平均湿度を取り、一箇月ごとの平均状態をプロットして閉曲線を描いたもの）を示す。比較のために昨年度のスーパーエコスクール実証事業の対象校であり、雫石中学校と同じ省エネ基準の3地域（旧基準：Ⅱ地域）（暖房度日：3,000～3,500）に属する福島県矢吹小学校（小野新町）も併せて示した。同地域だけあり、傾向は類似している。夏、冬の快適範囲の温湿度から大きく外れていることが分かる。

なお、2003年11月～2004年10月までの気象観測データから隣接する盛岡市の暖房デグリーデイ（ D_{18-18} ）は、3011.6と算定されている。

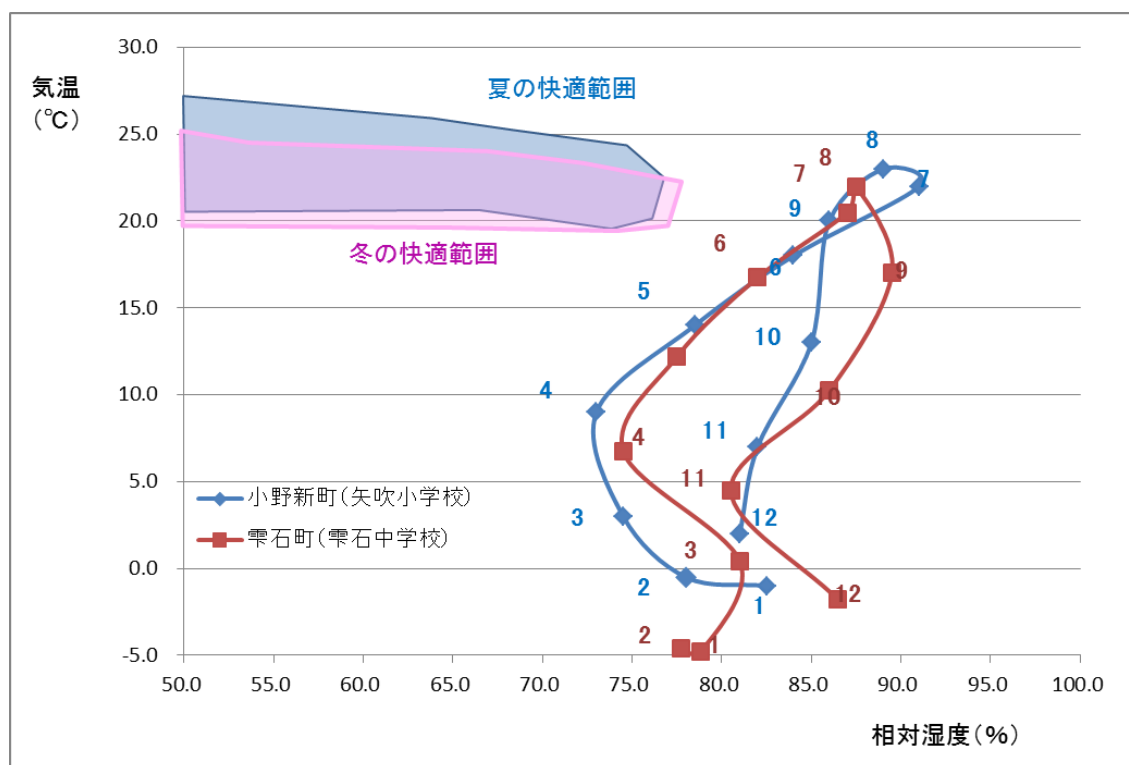


図 2-1 クリモグラフの比較

2.2 風況

雫石中学校では、連続的な風況観測は行われていないために、中学校から南西に 575m 離れた場所に位置する雫石役場（アメダス観測地点）を利用する。平成 25 年の季節別の風況を図 2-2 に、風向別風速階級別頻度分布を図 2-3 に、風速階級風速のヒストグラムを図 2-4 に示す。雫石中学校と雫石役場の間に風の流れを阻害するような大きな建造物はない。

年間を通して、W～WSE が卓越風向であることが分かる。特に冬期（1～3 月）は W 方向が卓越する。春期（4～6 月）と夏期（7～9 月）は、WSE 方向の卓越風向に加え、SSE からの風が顕著になる。年間の平均風速は 2m/s 未満であるが、冬期は W～WSE からの風が風速 2m/s を超え、特に W 方向は 3m/s 以上になる。すなわち、年間を通して校舎に平行な風向（西から東向き）が卓越していることから、夏期の暑さ対策のための風道づくり（渡り廊下部の通風等）、冬期の防風・断熱対策（昇降口への風除室の設置等）の基礎情報となる。

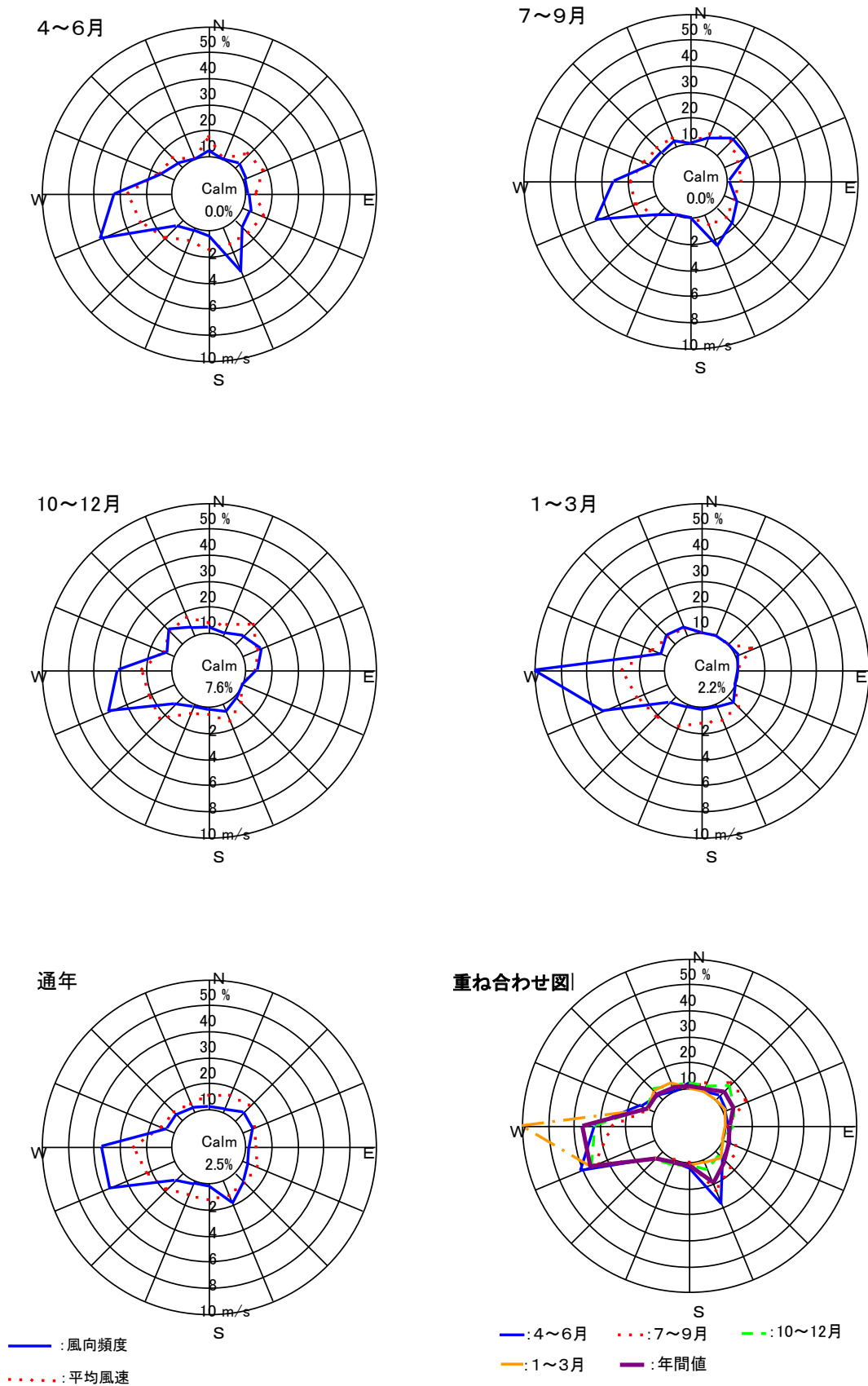


図 2-2 雫石役場における風配図（平成 25 年アメダス）

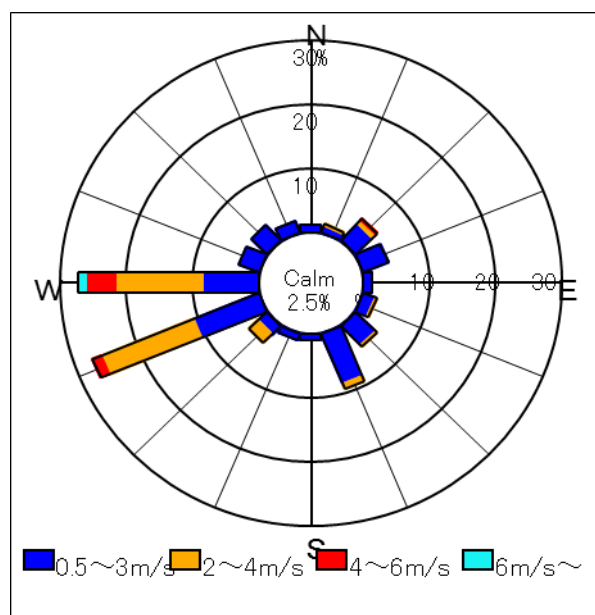


図 2-3 雫石役場における風向別風速階級別頻度分布図（平成 25 年アメダス）

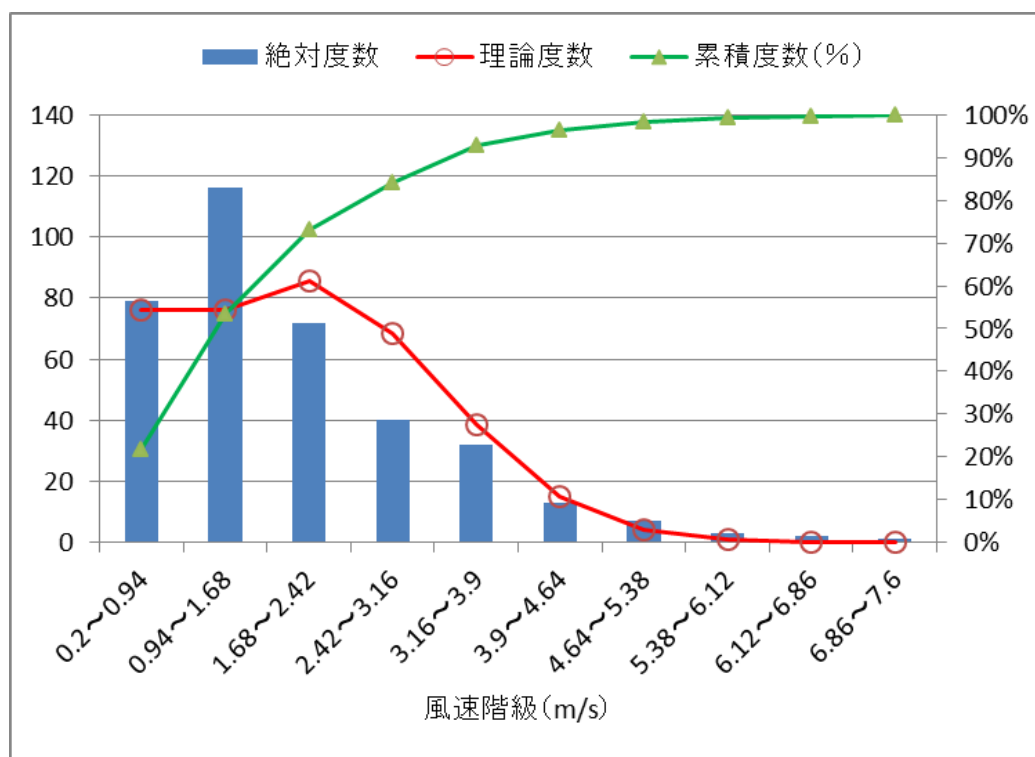


図 2-4 雫石役場における風速階級ヒストグラム（平成 25 年アメダス）

2.3 日射量

創エネとしての太陽光発電の有効発電量算定のため基礎情報となる日射量について NEDO（独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）が提供するデータベースを基に調査を行った。

図 2-5 は東北地方の最適傾斜角における年平均日射量マップである。雫石町は、太平洋沿岸の宮古市と異なり、日射量には恵まれていないことが分かる。図 2-6 に宮古市と対照した年間最適傾斜角における日射量グラフを示す。雫石町の日射量は平均日射量で、宮古市の約 87%である。特に、雫石町の冬期における日射量は、宮古市の同時期における日射量の 66%であり、太陽光発電には不利であることが分かる。我が国の太陽光発電の適地における年平均日射量は、おおよそ $15\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以上である。これと比較すると宮古市 ($14\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$) であっても必ずしも太陽光発電の適地でなく、雫石町は宮古市よりも低値 ($12\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$) である。

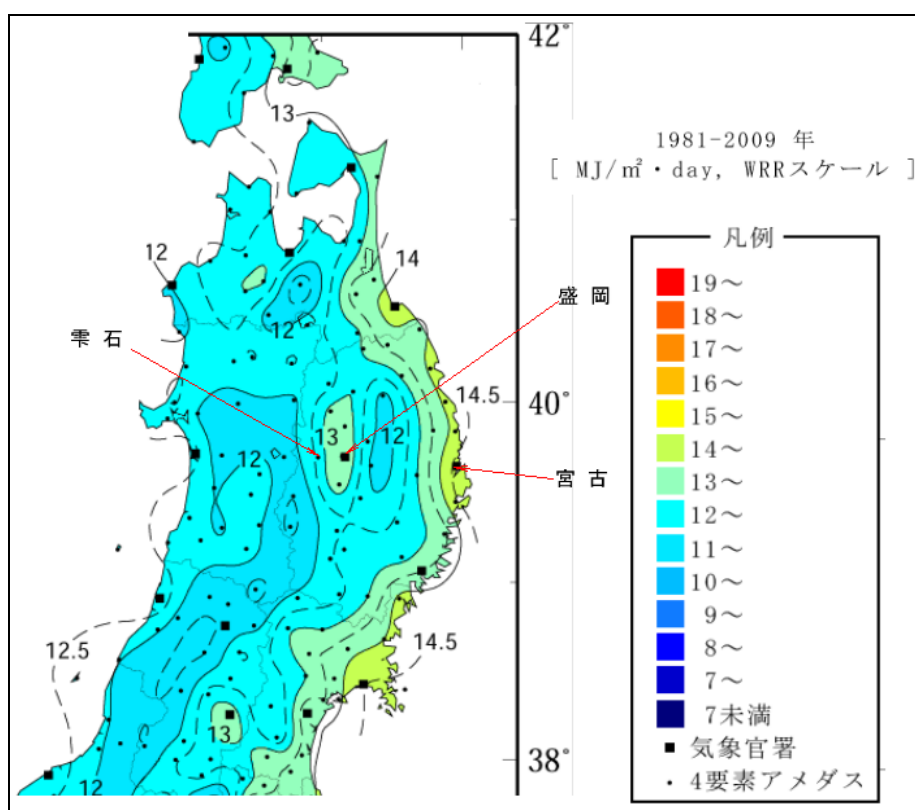


図 2-5 最適傾斜角における年平均日射量マップ

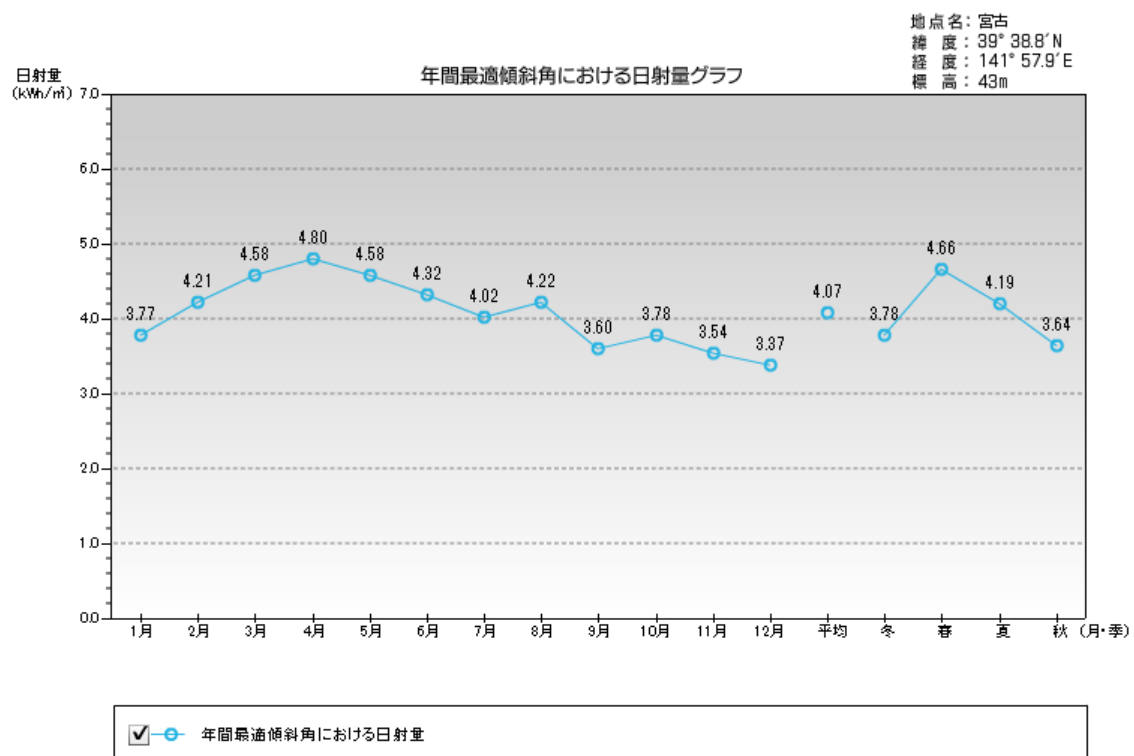
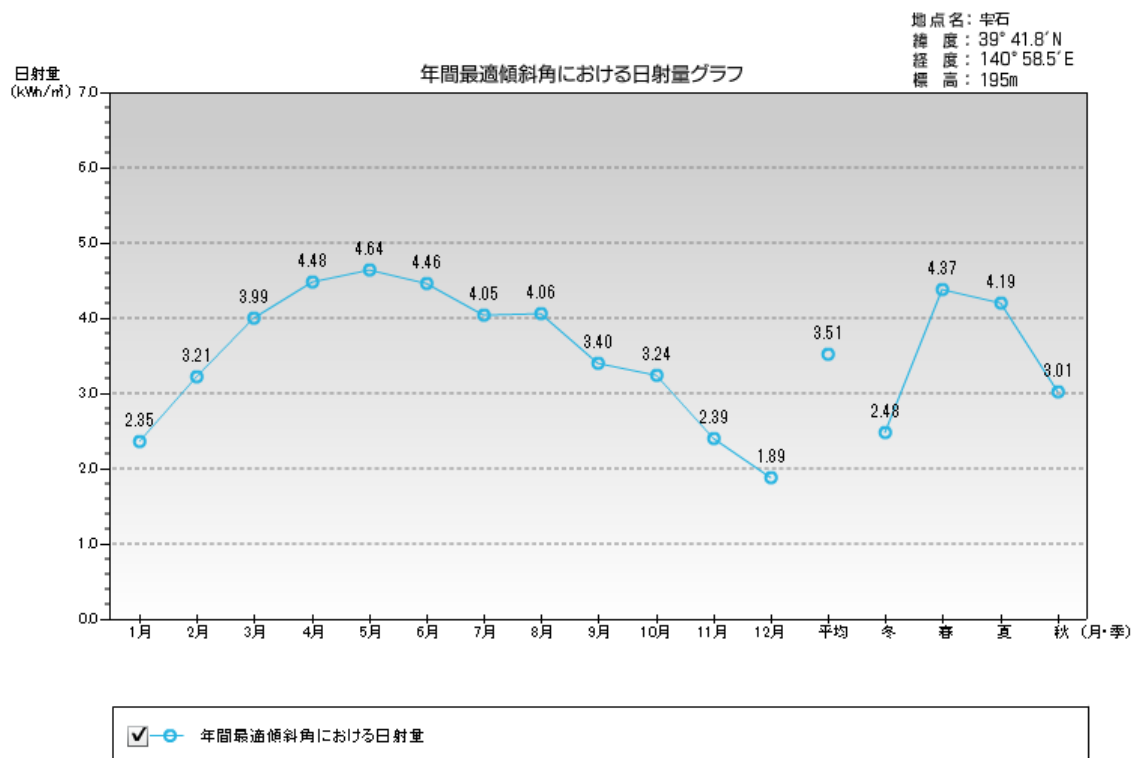


図 2-6 年間最適傾斜角における日射量グラフ (上: 牟石, 下: 宮古)

3. 学校施設・設備機器の運用実態調査

3.1 設置されている設備機器

主な設備機器を表 3-1 に示す。なお、詳細は実態調査ヒアリングシートに記入した巻末資料を参照のこと。

表 3-1 主な設備機器

冷房	なし	
暖房	普通教室	パネルヒーターを用いた温水暖房（熱源は重油焚き真空式温水機）
	特別教室	同上
	管理諸室	同上，時間外は大型灯油ストーブ（通称：ブルーヒーター）で対応
	第一体育館	灯油焚き真空式温水機による暖房（パネルヒーター）
普通教室 1 教室当たりの照明		黒板灯 FL40W×2 本，天井灯 Hf32W×18 本若しくは 24 本
普通教室の電化製品		なし
体育館照明		マルチハロゲン 400W×28 灯，耐震電球 500W×28 灯
給食室（自校方式）		<ul style="list-style-type: none"> ・LP ガスによる煮焚き，ボイラーによる温水供給 ・電気式遠赤外線焼き物器，冷凍・冷蔵庫，食器消毒保管器，食器洗浄機，食器食缶保管庫など
職員室		<ul style="list-style-type: none"> ・サーバ，パソコン，複合機などの OA 機器 ・コーヒーマーカー，冷蔵庫，電子レンジなどの什器
コンピュータ室		夏期のみ 24 時間 EHP 空調を稼働
保健室		ガスコンロ，ガス瞬間湯沸器
揚水ポンプ		自給式タービンポンプ 3.7kW
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・冬期はトイレヒーターが 24 時間稼働（夜間の凍結防止を兼務） ・冬期は校舎用暖房の循環ポンプが 24 時間稼働（夜間の凍結防止）

3.2 設備機器の運用実態

校長，副校長，用務員へのヒアリングにより，運用の実態調査を行った結果，明らかとなった教室等の運用状況の特徴的なものを以下に列挙し，運用状況を図 3-1 に示す。なお，詳細は実態調査ヒアリングシートに記入した巻末資料を参照のこと。

①空調

- ・冷房は無し，暖房は重油焚き真空式温水機によるパネルヒーター（廊下，教室）。配管からの漏水が生じている模様。
- ・暖房用機器は，校舎用（重油焚き）と体育館用（灯油焚き）の 2 組（校舎用は 2 台を日交互運用，体育館用は 1 台）。
- ・暖房用機器の稼働期間は，11 月中旬～4 月上旬。
- ・校舎用の重油焚き真空式温水機の運転は，午前 7 時から 2 時間程度運転，1 時間停止のサイクル，循環水ポンプの稼働は 24 時間連続（真空式温水機停止中も）。

- ・体育館用の灯油焚き真空式温水機の運転は、午前7時～10時まで運転、後は停止、循環水ポンプの稼働は真空式温水機運転時のみ。
- ・ボイラー室内の配管継ぎ手部分及び廊下の配管継ぎ手部分が断熱されていない。
- ・管理室、会議室に灯油ファンヒータ6台、ポータブル式の大型石油ストーブ（通称：ブルーヒーター）2台、技術教室棟に石油FFが5台。（技術教室棟にはパネルヒーターが設置されていない。）
- ・校舎の1階は真空式温水機を停止すると、寒くなるのが早い。職員室のポータブル式の大型石油ストーブはパネルヒーターが停止した夕方以降、休日に稼働する。会議室は1階に集中。
- ・管理室、特別教室に換気扇があり、不定期に稼働。
- ・教室・廊下のほとんどが二重サッシ化、階段踊り場の窓が非二重化。

②照明

- ・普通教室はHf 蛍光灯（高効率蛍光灯）へ交換済み。黒板照明はFL 蛍光灯のまま。
- ・廊下は昼間消灯。

③その他

- ・築35年で全体的に老朽化が進む。東日本大震災時に壁面のひび割れ・亀裂、水道管の破裂、水道水ポンプの故障などが発生。
- ・日常的に雨漏り、水道管からの漏水がある。
- ・水道管の老朽化が著しく、さびによる汚れが生じている（しばらく放水後に利用）。東日本大震災時の復旧時に水道管の状況を目視確認。
- ・給食室の調理用燃料はLPGで、給湯用ボイラーの燃料もLPGである。食品保存、食器乾燥・消毒機器など電力消費が多いと推察される。
- ・合宿などの用途に、セミナーハウスが校内にある。年間稼働は20日程度で、宿泊や調理を伴うこともある。給湯用ボイラー、LPG調理器具を備える。
- ・8月20日（2学期開始）から9月上旬まで、体育でのプール授業がある。（水泳部は町営の温水プールを使用。）
- ・管理室にサーバ1台、クライアント35台。
- ・パソコン室のサーバ2台が常時稼働。
- ・保健室にLPG湯沸器とガスレンジ設置。
- ・職員室に電気給湯器1台、加湿器3台、電子レンジ1台、コーヒーメーカー1台。
- ・トイレに照明の人感センサーなし。
- ・夏場は30℃を超え暑い日もある。
- ・生徒用ロッカーが小さい（スポーツが盛んなので、個人の荷物が多い）。
- ・水飲み場が校舎に1箇所しかない。
- ・体育館は平日の夜にスポーツ用に地域開放している。
- ・キュービクル内の変圧器は高効率の機種に交換済みである。

登校時間	登校時刻	8:00 (何時までに登校することとしているか)							
	完全下校時刻	夏季(4 月～ 10 月)	18 時	冬季(11 月～ 3 月)	17 時				
平日のクラブ・部活動の時間	朝	夏季:	7:30 時～ 8 時	冬季:	7:30 時～ 8 時				
	放課後	夏季:	16 時～ 18 時	冬季:	16 時～ 17 時				
放課後の普通教室の使用教室数	部活・クラブ	15時～16時:	0 教室						
		16時～17時:	0 教室						
		17時～18時:	0 教室						
		18時～19時:	0 教室						
		19時～20時:	0 教室						
		20時～21時:	0 教室						
	教職員の作業	15時～16時:	1 教室						
		16時～17時:	1 教室						
		17時～18時:	1 教室						
		18時～19時:	1 教室						
		19時～20時:	1 教室						
		20時～21時:	1 教室						
長期休みの期間	夏休み	7 月 27 日 ～ 8 月 20 日							
	冬休み	12 月 26 日 ～ 1 月 14 日							
	春休み	3 月 13 日 ～ 4 月 3 日							
コンピュータ室使用時間		6 時間/週	サーバーの有無(2台)	<input checked="" type="radio"/> 有・無	デスクトップ 42 台				
体育館の使用時間	授業・朝礼等	5 時間/日 (6時限制)	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	平日のクラブ・部活動	2 時間/日	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	休日のクラブ・部活動	土曜日: 3 時間/日 日曜日: 3 時間/日	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	長期休みのクラブ・部活動	6 時間/日 を 5 回/週	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	平日の一般開放	2 時間/日 を 5 回/週	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	休日の一般開放	土曜日: 0 時間/日 日曜日: 0 時間/日	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
	長期休みの一般開放	2 時間/日 を 5 回/週	照明の点灯のルール 不要な照明は消す						
グラウンド照明	有無	<input checked="" type="radio"/> 有・無							
	利用時間(クラブ・部活等)	2 時間/日	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)						
	利用時間(一般開放)	0 時間/週	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)						
	コイン制度の有無	有 <input checked="" type="radio"/> 無							
給食室	給食室の室使用時間	調理: 7 時～ 12 時 洗浄: 13 時～ 16 時							
	冷暖房の有無	暖房 <input checked="" type="radio"/> 有・無 冷房 <input checked="" type="radio"/> 有・無 冷房は荷さばき室に家庭用ルームエアコン 1 台のみ							
管理諸室の運用状況		平日の利用時間	土曜日		日曜日		夏休み		照明点灯のルール
			利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数	(例)在室時に点灯
	校長室	8 時～ 17 時	時～ 時	日/月	時～ 時	日/月	8 時～ 17 時	5 日/月	不要な照明は消す
	職員室	7 時～ 20 時	9 時～ 12 時	4 日/月	9 時～ 12 時	4 日/月	8 時～ 17 時	5 日/月	〃
	保健室	8 時～ 17 時	時～ 時	日/月	時～ 時	日/月	8 時～ 17 時	5 日/月	〃
	事務室	8 時～ 17 時	時～ 時	日/月	時～ 時	日/月	8 時～ 17 時	5 日/月	〃
学童保育	有無	有 <input checked="" type="radio"/> 無							
照明の運用		点灯状況	点灯箇所						
	管理諸室	使用時に点灯	すべて点灯						
	普通教室	同上	同上						
	特別教室	同上	同上						
	廊下	暗いときのみ点灯	暗い箇所のみ点灯						
	昇降口	同上	同上						
	トイレ	同上	すべて点灯						
体育館	使用時に点灯	すべて点灯							

図 3-1 運用状況

4. 検針票等の資料に基づくエネルギー使用実態調査

図4-1に平成24年の換算一次エネルギーの消費量と水道使用量の年間推移を示す。電力、LPG、水道は検針票から、重油と灯油は購入伝票からデータを採取した。

一見して、冬期の換算一次エネルギー消費量が多いことが分かる。ピーク値で比べると、夏期の約4倍もの消費量である。暖房用の灯油、重油と同様に電力も同傾向で増加することが分かる。省エネの第一のターゲットは冬期の暖房需要のエネルギー削減であろうことが推察される。

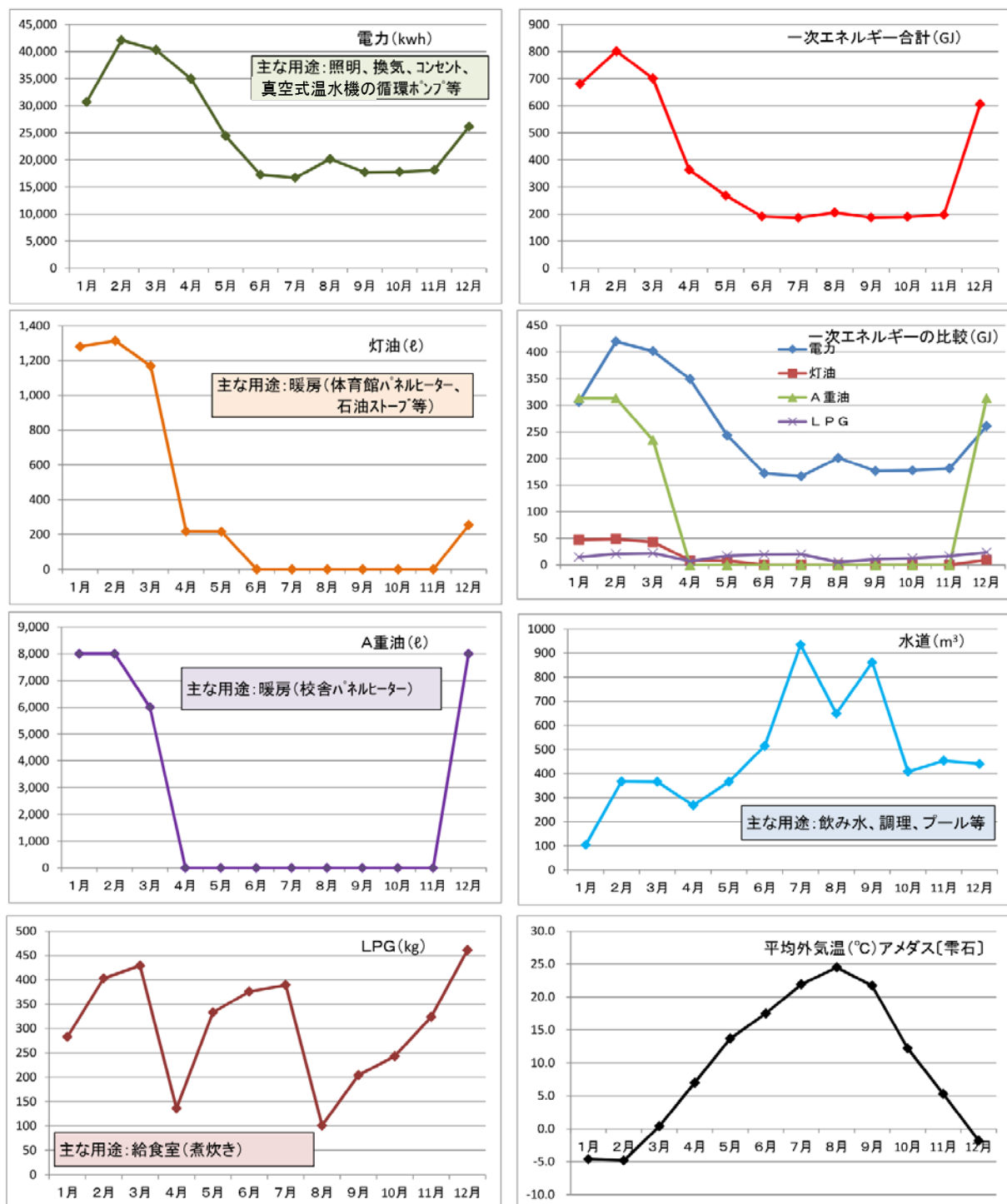


図 4-1 平成 24 年の消費エネルギーの状況

5. 機器計測によるエネルギー消費量の実測調査

5.1 使用した計測機器

測定に使用した機器を表 5-1 に示す。測定インターバルは 1 分とした。データの保存は、電力は SD カードとし、2 箇月に 1 回程度現地にてデータを回収する。

表 5-1 電力測定機器の概要

項目		測定機器	メーカー	型番	写真
電力	学校全体の 使用量	パルスセンサー	太陽工業（株）	HPC-3.5mA-PF-L	 パルスセンサー
		エコパワーメータ（パルス用）	パナソニック（株）	AKW2020G （基本ユニット） AKW2152G （増設ユニット）	 基本ユニット
	用途ごとの 使用量	エコパワーメータ（電力用）	パナソニック（株）	AKW2020G （基本ユニット） AKW2110G （増設ユニット）	 増設ユニット
		電流センサ（CT）	パナソニック（株）	AKW4801C AKW4803C AKW4804C	 電流センサ

(1) エネルギー消費量の把握方法と測定箇所

①電力量：前掲の測定機器による計測と月ごとの検針票による。電力量測定ポイントを表 5-2 と図 5-1 に示す。

②A 重油、灯油：前シーズンの油槽残量（把握済み）、今年度の購入量、真空式温水機の運転時間から推定する。A 重油（真空式温水機）については、流量計による把握も行う。

③LPG：月ごとの検針票による。

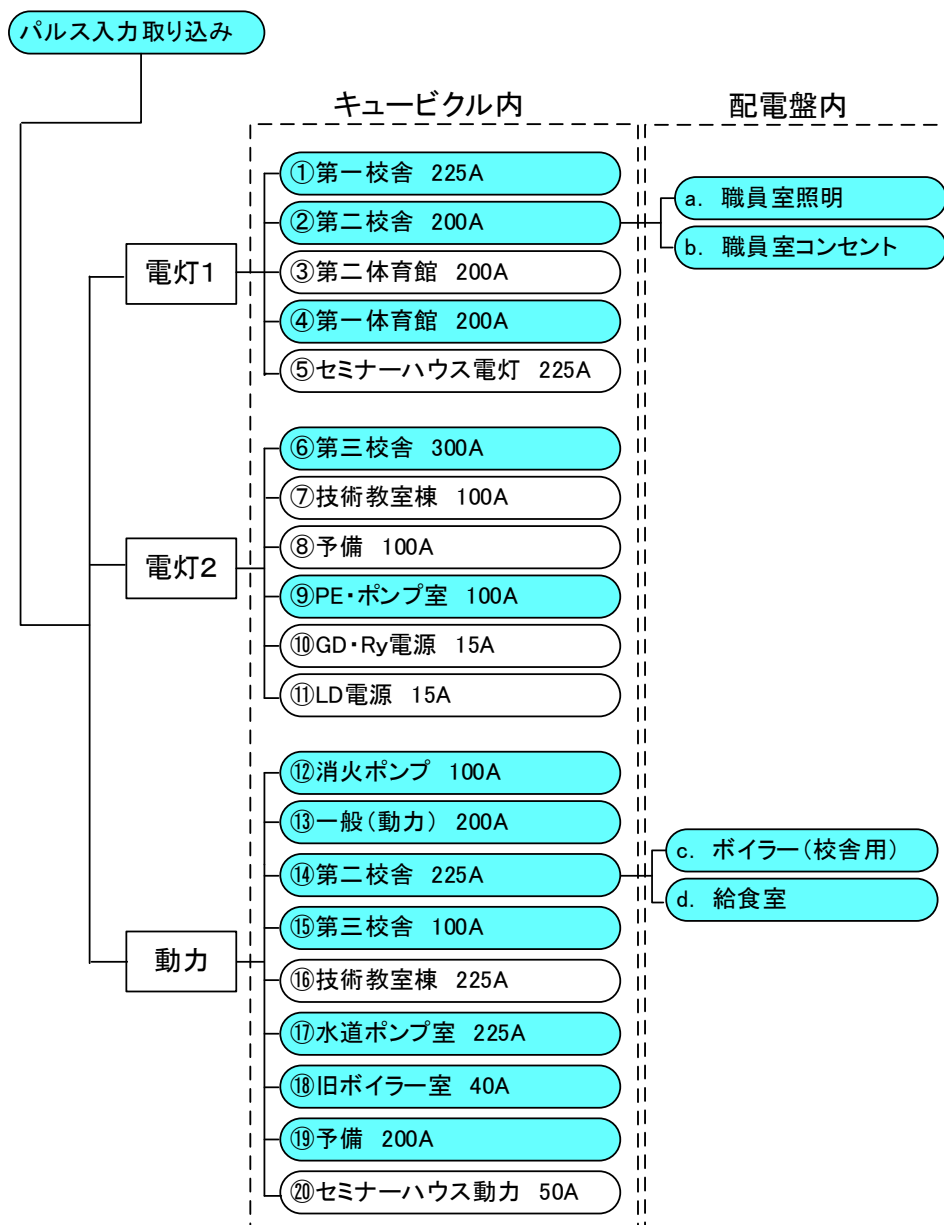
5.2 測定点

表 5-2 電力測定ポイント

通し 番号	変圧器	記号	電力測定ポイント			備 考
			ブレーカ (A)	用途	計測点	
①	電灯 1	LA-1	225	第一校舎	○	普通教室中心
②		LB-1	200	第二校舎	○	職員室と普通教室中心
③			200	第二体育館	不使用	取壊し中
④			200	第一体育館	○	
⑤			225	セミナーハウス電灯		稼働小
⑥	電灯 2	LC-1	300	第三校舎	○	特別教室中心
⑦		LD	100	技術教室棟	—	稼働小
⑧			100	予備 (ブレーカ OFF)	不使用	
⑨			100	PE・ポンプ 室	○	上水以外のポンプ
⑩			15	GD・Ry 電源	不使用	
⑪			15	LD 電源	不使用	
⑫	動力	PA	100	消火ポンプ	○	上水ポンプ
⑬		PA-1	200	一般(動力)	○	
⑭		PB-1・2	225	第二校舎	○	
⑮		PC-1・2	100	第三校舎	○	
⑯		PD-1・2	225	技術教室棟	—	稼働小
⑰		PE	225	水道ポンプ 室	○	高置受水槽
⑱			40	旧ボイラー室	○	
⑲			200	予備 (ブレーカ ON)	○	
⑳			50	セミナーハウス動力	—	稼働小
a				職員室	○	「照明用」に配電盤内に計測器を設置
b				〃	○	「コンセント用」に配電盤内に計測器を設置
c				新ボイラー室 (校舎用)	○	「動力用」に新ボイラー室内の配電盤内に計測器を設置
d				給食室	○	「動力用」に給食室内の配電盤内に計測器を設置
e				普通教室	▲	電灯のみでコンセント使用せず
f				少人数教室	—	稼働小
g				特別支援教室	▲	普通教室の仕様・使用状況と全く同じ
	その他：6kV 受電点 パルス入力取り込み			○		
	計測点合計			17		

凡 例

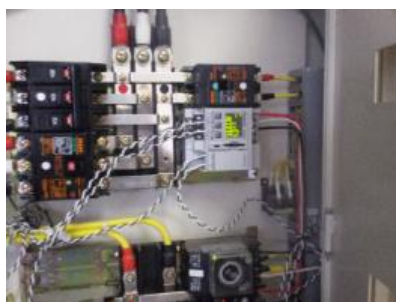
- ・通し番号①～㉔：キュービクル内
- ・通し番号 a～g：配電盤内その他
- ・○印：電力計測機器を設置
- ・不使用：現在、キュービクル内において結線されていない（使用していない）
- ・▲印：直接計測ではなく他の計測点からの算出が可能
- ・—印：稼働が僅かなので個別に測定しない



測定対象:



パルス計測の様子



配電盤内の電圧・電流計測の様子



キュービクル内の電圧・電流計測の様子

図 5-1 電力測定ポイント

5.3 実測調査結果

5.3.1 概要

過去のスーパーエコスクール実証事業におけるデータや将来のそれと比較対照するために、基礎的なグラフを作成した。図 5-2 に一人当たりの床面積，一教室当たりの人数を示す。

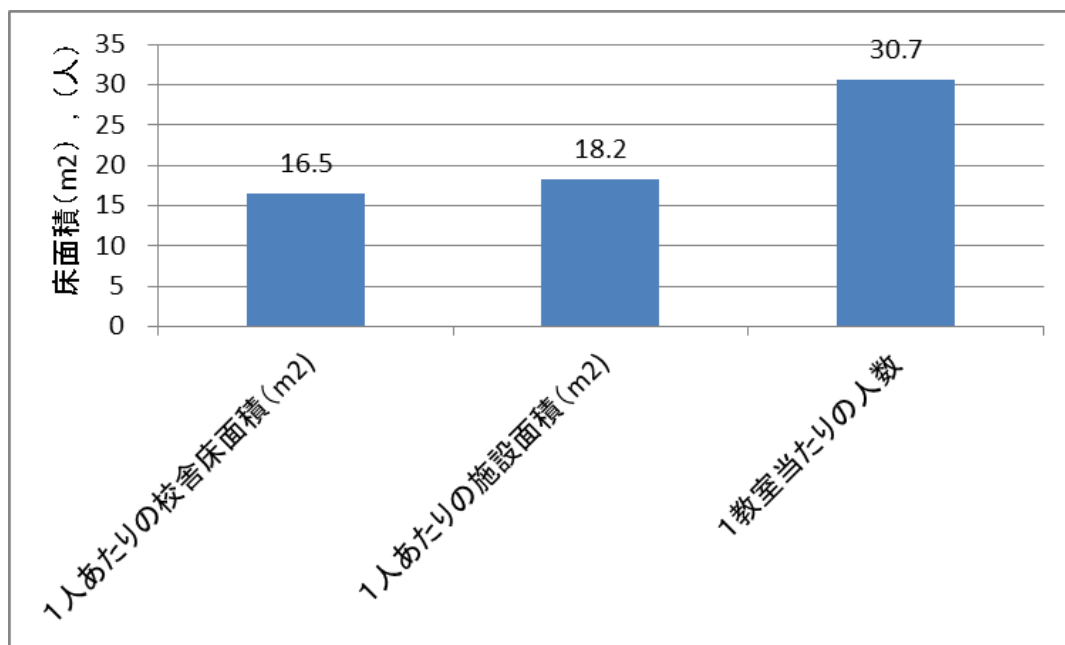


図 5-2 一人当たりの床面積，一教室当たりの人数

図 5-3 に月平均外気温と月積算換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

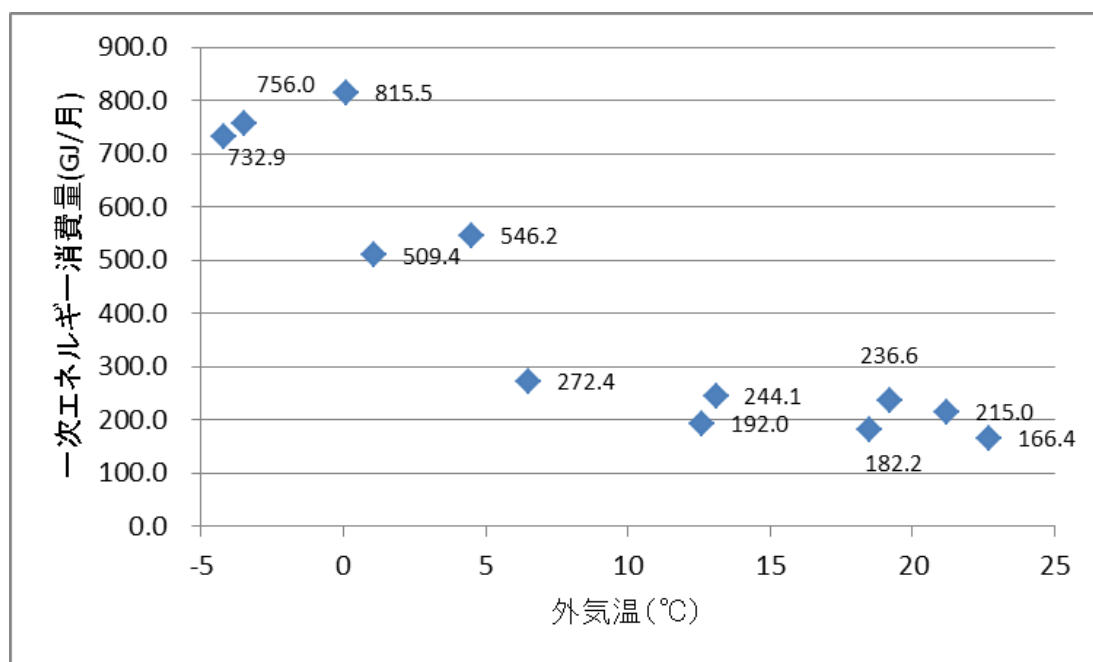


図 5-3 月平均外気温と月積算換算一次エネルギー消費量の関係

図 5-4 に月平均外気温と施設床面積当たりの月積算換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

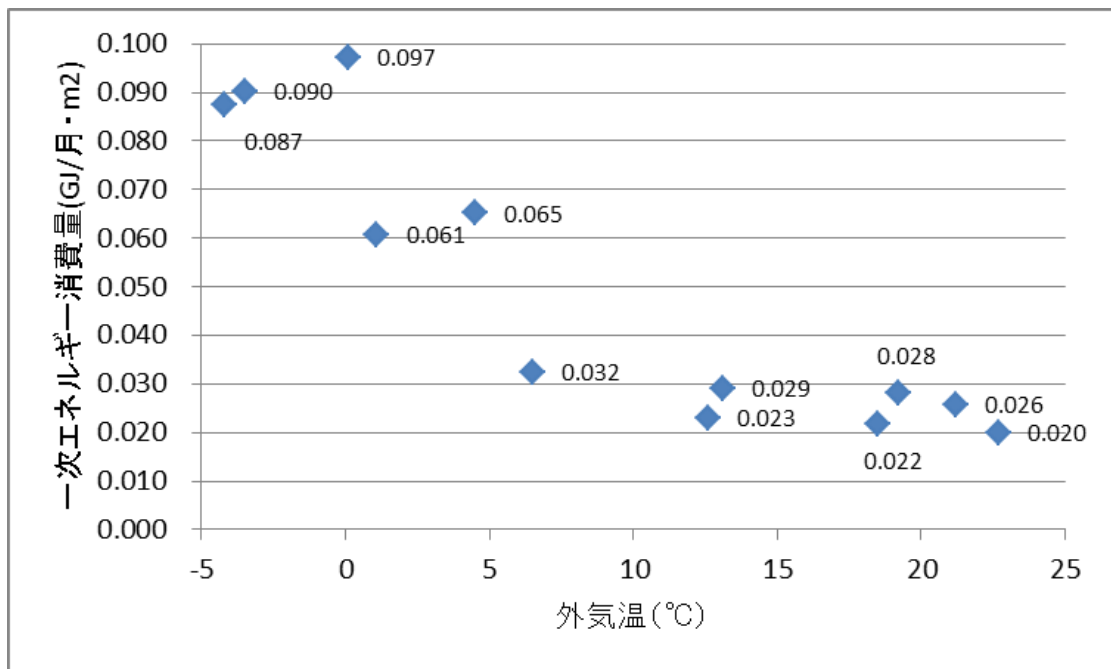


図 5-4 月平均外気温と施設床面積当たりの月積算換算一次エネルギー消費量の関係

図 5-5 に月平均外気温と生徒一人当たり月積算換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

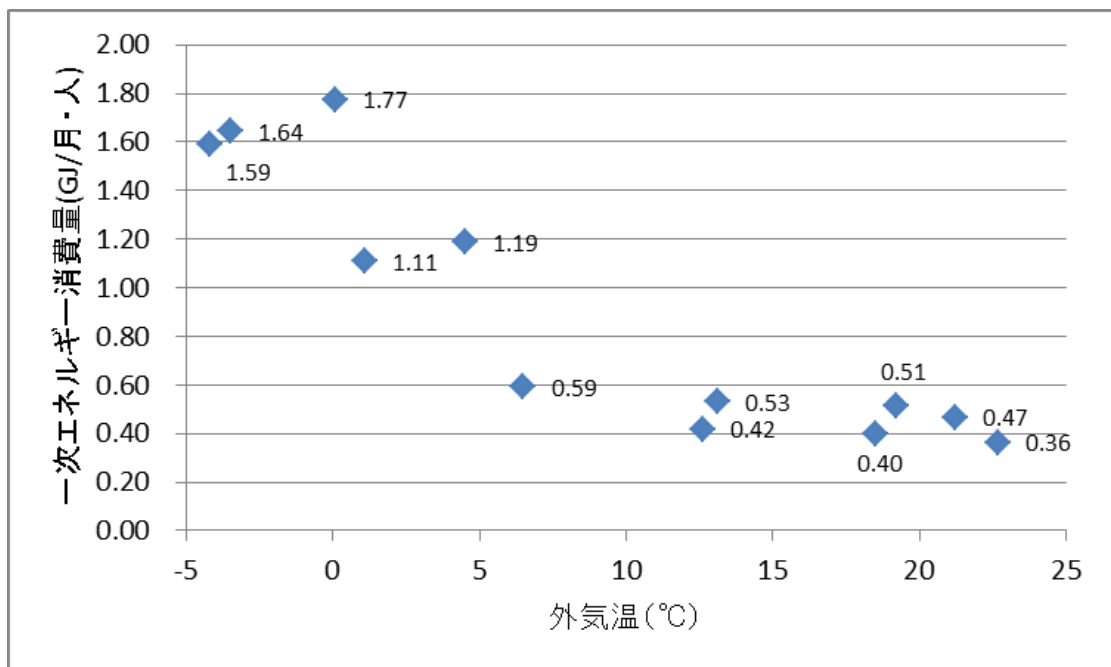


図 5-5 月平均外気温と生徒一人当たり月積算換算一次エネルギー消費量の関係

図 5-6 に月平均外気温と暖房用換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

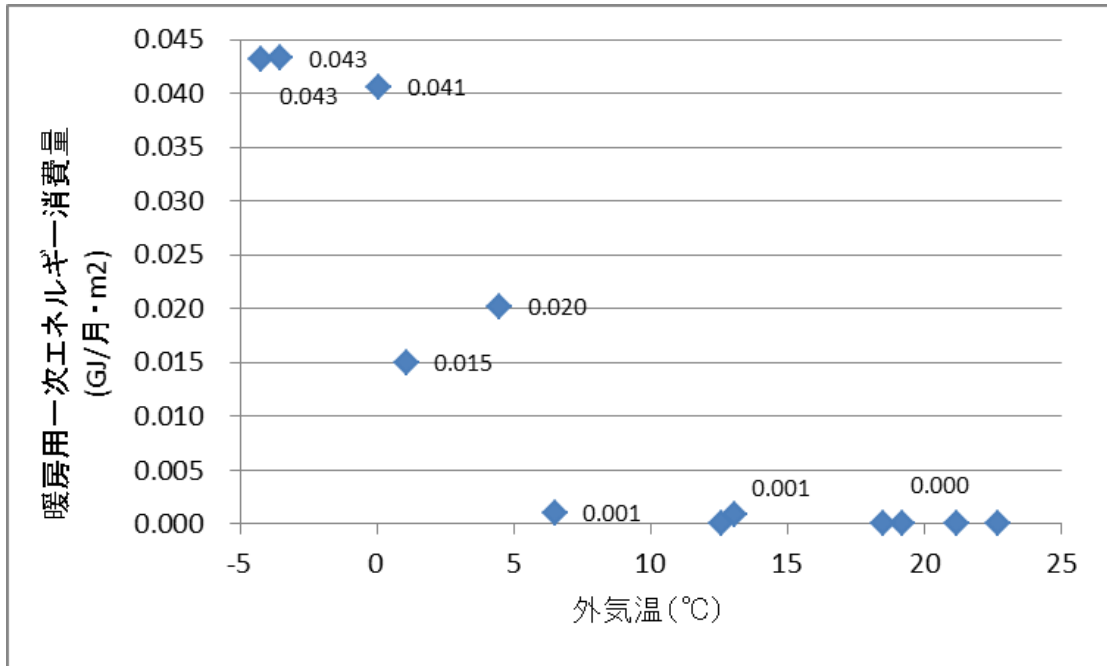


図 5-6 月平均外気温と暖房用換算一次エネルギー消費量の関係

図 5-7 に月平均外気温と生徒一人当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

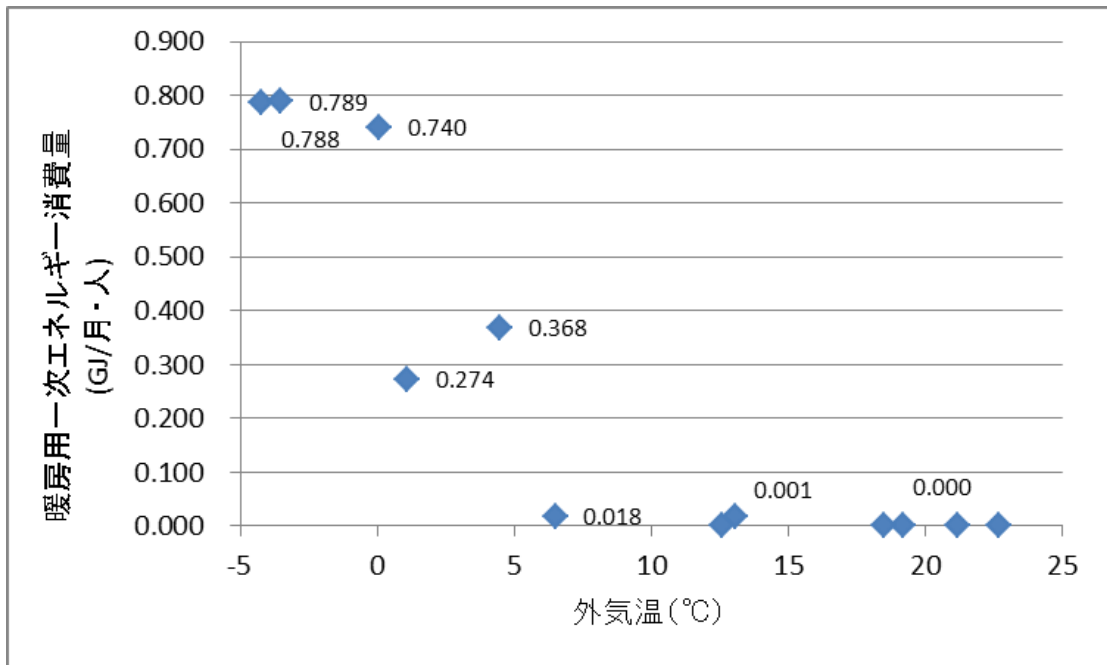


図 5-7 月平均外気温と生徒一人当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係

図 5-8, 図 5-9, 図 5-10 にそれぞれ月平均外気温と室内平均温度の関係, 内外温度差と暖房用換算一次エネルギー消費量の関係, 内外温度差と生徒一人当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係を示す。

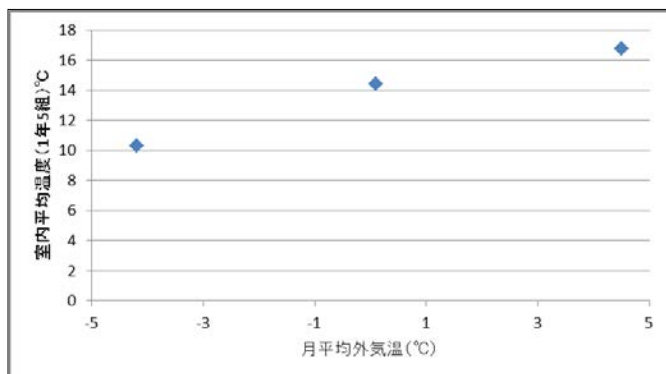


図 5-8 月平均外気温と生徒一人当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係

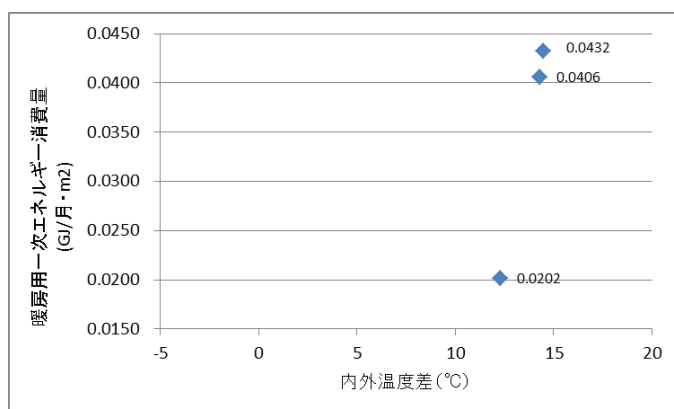


図 5-9 内外温度差と施設床面積当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係

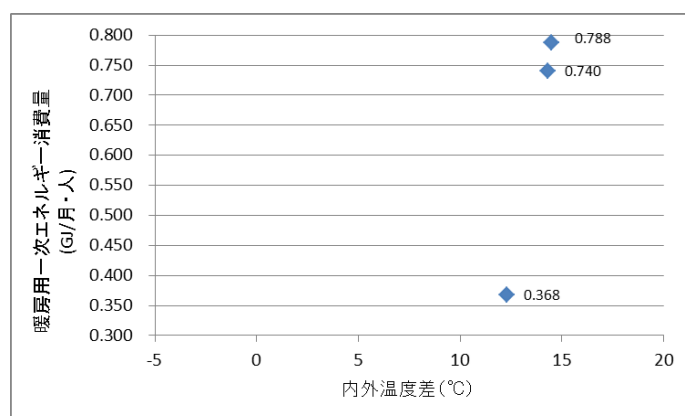


図 5-10 内外温度差と生徒一人当たり暖房用換算一次エネルギー消費量の関係

5.3.2 測定期間における消費エネルギー変動の概要

図 5-11 に暖房期間の日平均外気温と日積算電力量の関係を示す。当然ながら休日より平日の方が、消費電力が大きい。暖房期間（平日）においては外気温が低いほど消費電力が大きい傾向があることが分かる。

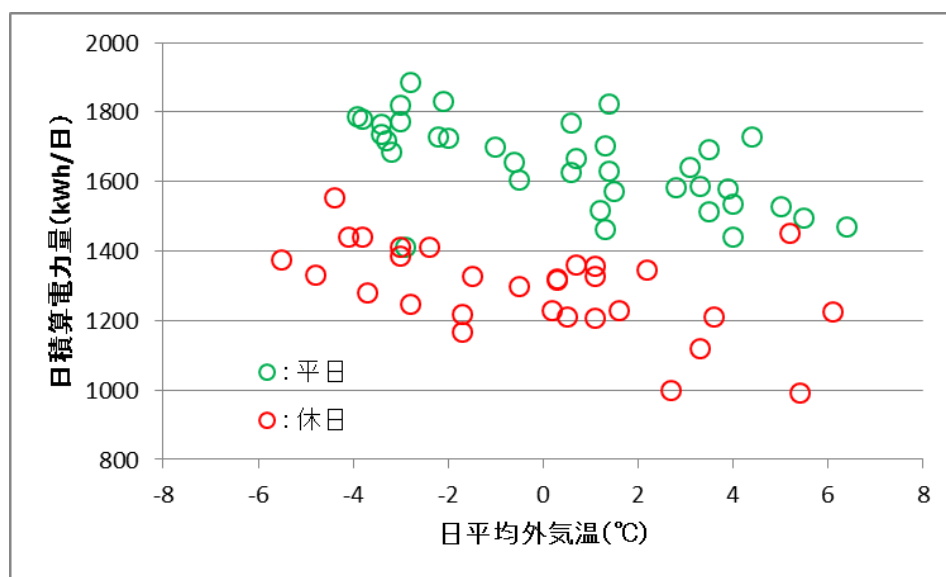


図 5-11 暖房期間の日平均外気温と日積算電力量の関係

図 5-12 に月別の平均日積算電力量を、図 5-13 に月別の平均日積算換算一次エネルギー消費量を示す。暖房開始（11 月 12 日）以降には消費電力、重油や灯油を含む換算一次エネルギーの消費量とも増大していることが分かる。

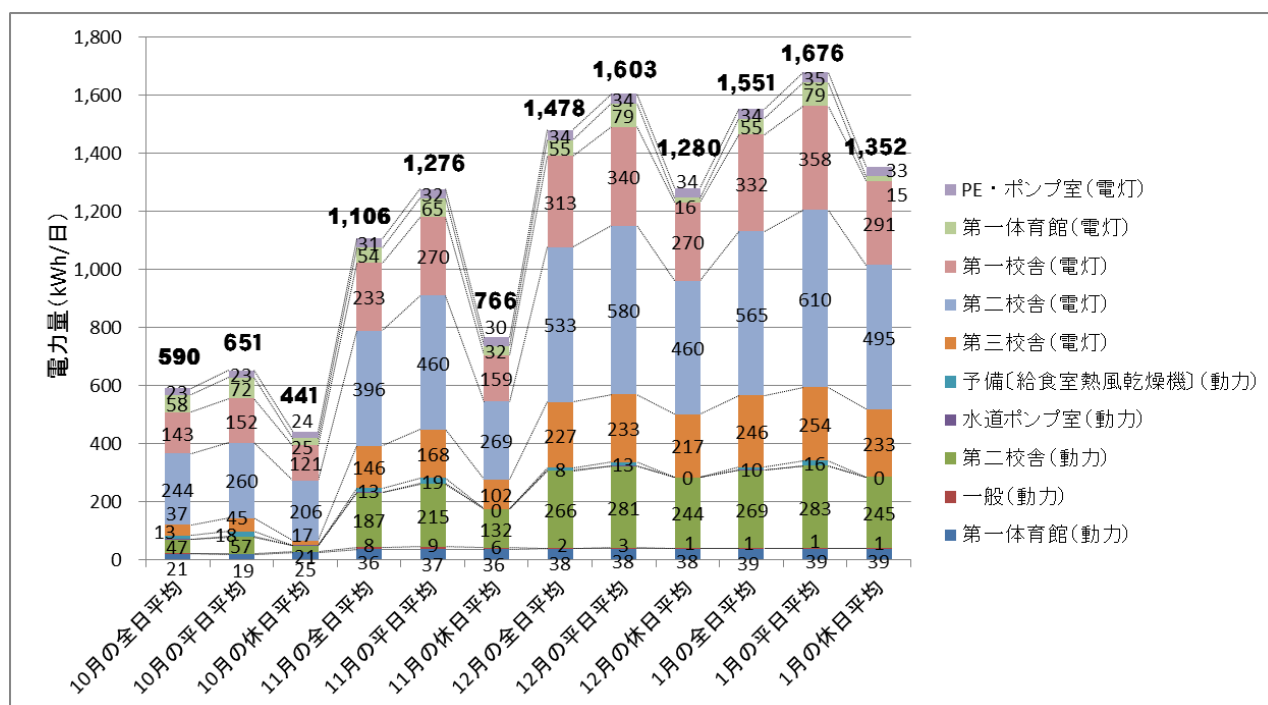


図 5-12 月別の平均日積算電力量

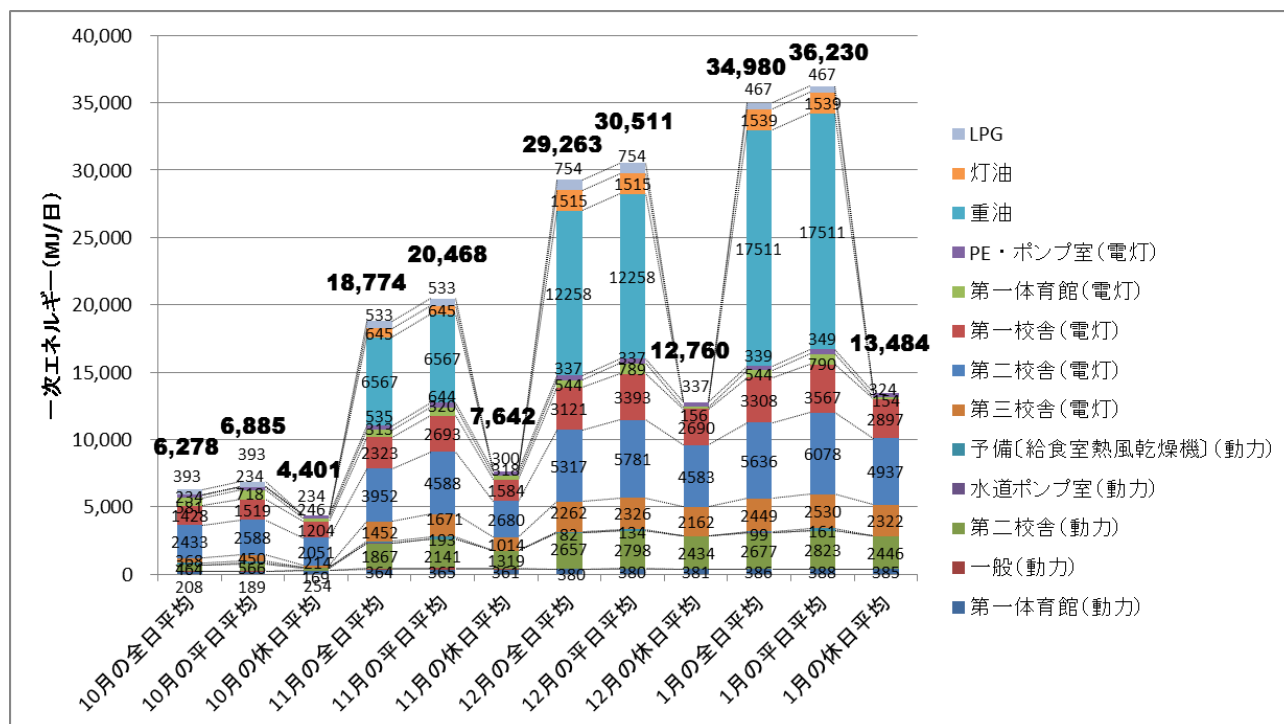


図 5-13 月別の平均日積算換算一次エネルギー消費量

5.3.3 暖房開始前後の消費エネルギーの変動

雫石中学校では、前述したように暖房需要によって冬期の換算一次エネルギー消費量のピークが現れる。今回の観測結果によって、その内訳が判明し、スーパーエコスクール改修に向けた方向性が明確になった。

(1) 暖房開始前後の消費電力の変動

今期は、平成 25 年 11 月 12 日に暖房が開始された。校舎・体育館の暖房（校舎：A 重油，体育館：灯油）とポンプなど関連機器（第二校舎の動力系統に接続），灯油ストーブ（職員室，会議室など），トイレヒーター，雨水排水ドレインヒーター（各校舎の電灯系統に接続）を運用し出した。表 5-3 に暖房関連機器の写真を示す。

図 5-14 と図 5-15 に示すように，消費電力の大幅な増加は明らかである。休日にも電力需要があるのは，温水の循環ポンプ（第二校舎の動力），トイレヒーターと雨水排水ドレインヒーター（第一校舎から第三校舎の電灯）が 24 時間稼働しているためである。

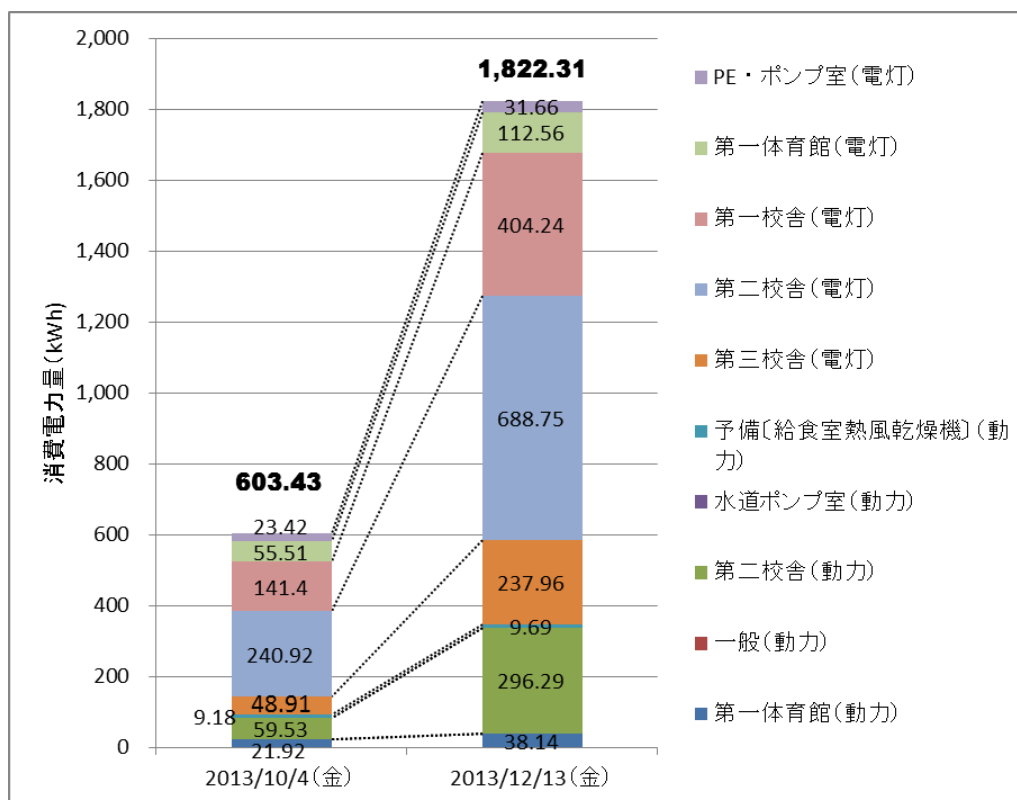


図 5-14 暖房開始前後の消費電力量の変化（平日）

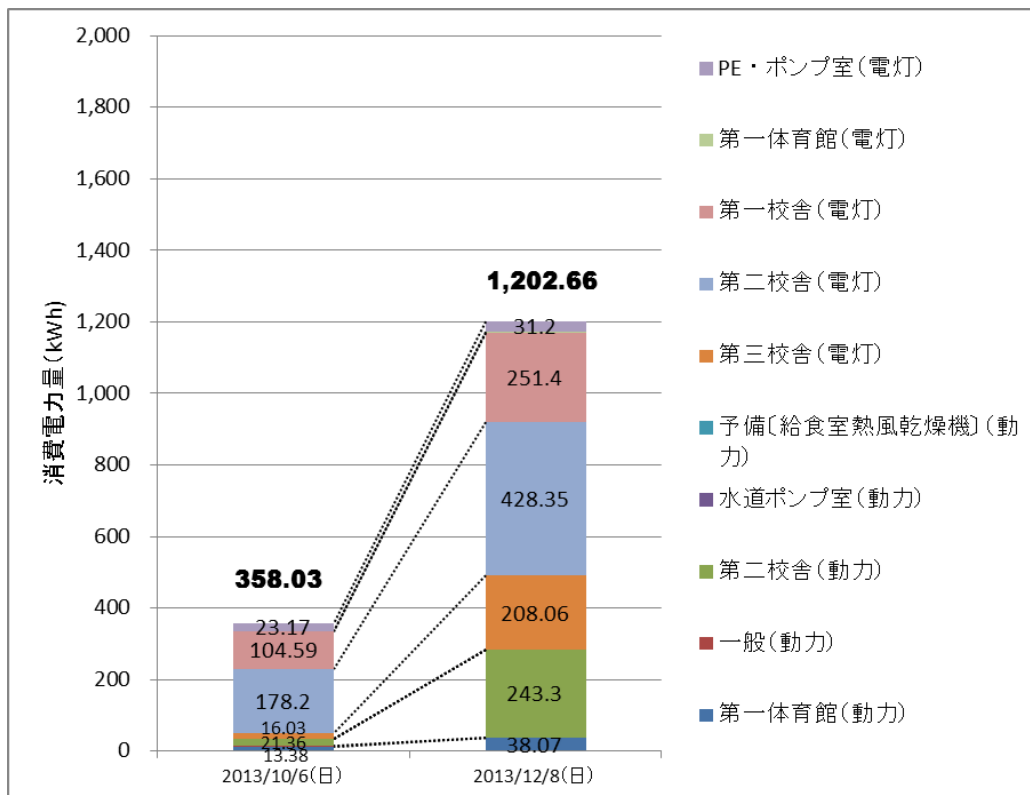


図 5-15 暖房開始前後の消費電力量の変化（休日）

表 5-3 暖房関連機器の写真

		
校舎用真空式温水機	校舎用真空式温水機の循環ポンプ	校舎用真空式温水機の不凍液補充用ポンプ
		
校舎用真空式温水機の膨張タンク	校舎用真空式温水機の重油流量計	パネルヒーターの設置状況(廊下)
		
灯油ブルーヒーター	トイレヒーター	体育館用真空式温水機

図 5-16 に示すように、暖房開始前の平日の電力消費量は、全校で 400～600kWh であるが、暖房を開始すると、1,200～1,300kWh に跳ね上がる。この増加分は、以下に示すとおり、校舎真空式温水機のポンプ類とトイレヒーターの負荷増分であることが分かる。

全校におけるトイレヒーターの 1 日あたりの消費電力は以下のとおりである。

1.5kW×20 台×24 時間＝720 kWh (3 校舎＋体育館分)

これは、図 5-16 に示す第一校舎・電灯(緑線)におけるトイレヒーター6 台分の消費エネルギーの増分(216 kWh)にほぼ等しい。

また、校舎真空式温水機に関わる電気機器の 1 日あたりの消費電力は以下のとおりである。

- ・バーナ部：2.2kW×1.95 時間×1 台＝4.29 kWh
- ・オイルヒーター部：2kW×1.95 時間×1 台＝3.9 kWh
- ・循環ポンプ 1：2.2kW×24 時間×2 台＝105.6kWh
- ・循環ポンプ 2：1.5kW×24 時間×2 台＝72 kWh
- ・循環ポンプ 3：0.75kW×24 時間×1 台＝18 kWh
- ・オイルポンプ：0.2kW×1.95 時間×1 台＝0.39 kWh

合計 204 kWh

これは、図に示すボイラー室動力(赤線)における消費エネルギーの増分にほぼ等しい。休日

でも電力が低くならないのは、循環ポンプとトイレヒーターの 24 時間運転によるものである。
1.95 時間（117 分）の算出根拠は次項(2)に示した。なお、分析対象期間である 11/1～12/17 において、体育館用真空式温水機の運転は 1 回（60 分）であったので、割愛した。

以上より、暖房開始による全体の消費電力の増分である 924（=720+204）kWh もおおよそ説明が可能である。

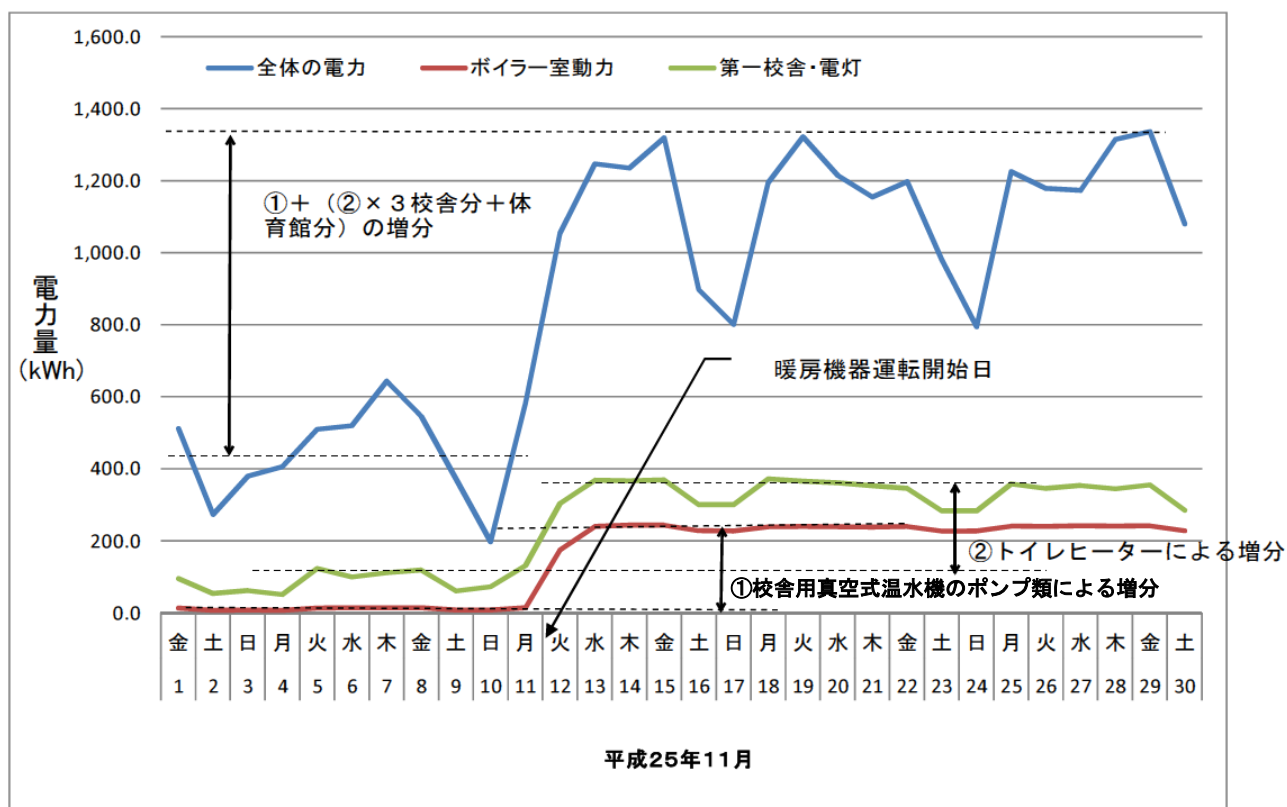


図 5-16 暖房機器運転開始前後の消費電力の状況

(2) 暖房開始後の A 重油消費量の状況

表 5-4 に校舎用真空式温水機の運転状況を示す。運転は手動による開始・停止が行われている。日によって、運転の状況はまちまちで、気温による自動制御などの明確なルール設定はなされていない。このことは図 5-17 に示す外気温、屋内外の平均気温の較差（1 日のうちの平均の室内温度と外気温度の差）と真空式温水機の総運転時間数の相関を示す。外気温が低いとき、すなわち、屋内外の平均気温の較差が大きくなるときほど真空式温水機の運転時間が長いという傾向が見られた。

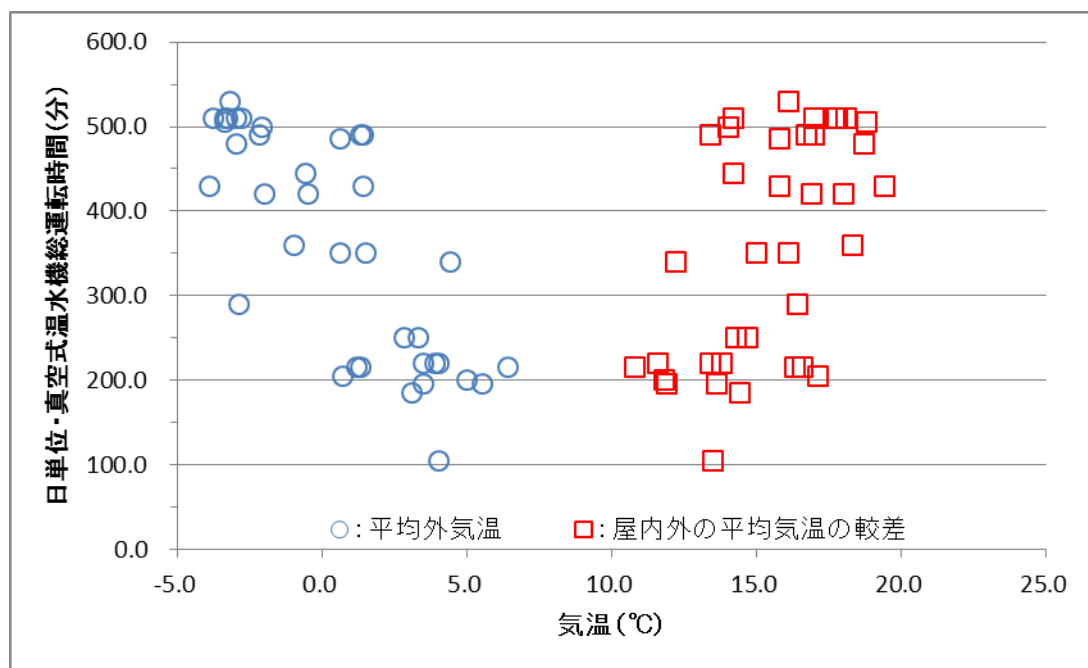


図 5-17 外気温、屋内外の平均気温の較差と真空式温水機の総運転時間の関係（日単位）

表 5-4 校舎用真空式温水機の運転状況

日付		真空式温水機運転状況			総運転 時間 (分)	推定消費 燃料 (リットル)	平均外気温 (℃)※
		運転回 数	運転開始時 間	運転停止時間			
11月12日	火	1	6時45分	9時00分	135	128	0.2
11月13日	水	1	6時45分	9時30分	165	157	0.7
11月14日	木	1	6時45分	10時00分	195	185	1.1
11月15日	金	2	6時45分	9時00分	135	128	4.2
			12時20分	13時20分	60	57	
11月18日	月	1	6時45分	9時00分	135	128	6.4
11月19日	火	2	6時45分	8時00分	75	71	4.3
			10時30分	11時30分	60	57	
11月20日	水	2	6時45分	9時00分	135	128	3.5
			12時45分	13時45分	60	57	
11月21日	木	1	6時45分	8時30分	105	100	4.0
11月22日	金	2	6時45分	9時00分	135	128	5.5
			11時30分	12時30分	60	57	
11月25日	月	2	6時45分	8時30分	105	100	5.0
			10時25分	12時00分	95	90	
11月26日	火	3	6時45分	8時30分	105	100	6.4
			10時45分	11時45分	60	57	
			15時10分	16時00分	50	48	
11月27日	水	3	6時40分	8時15分	95	90	1.3
			10時15分	11時15分	60	57	
			13時00分	14時00分	60	57	
11月28日	木	3	6時40分	8時15分	95	90	3.1
			9時15分	10時00分	45	43	
			14時00分	14時45分	45	43	
11月29日	金	3	6時45分	8時15分	90	86	0.7
			11時30分	12時30分	60	57	
			14時00分	14時55分	55	52	
12月2日	月	3	6時45分	8時45分	120	114	3.9
			10時00分	10時50分	50	48	
			14時00分	14時50分	50	48	
12月3日	火	2	6時40分	8時20分	100	95	2.8
			13時00分	15時30分	150	143	
12月4日	水	2	6時45分	9時20分	155	147	1.2
			15時00分	16時00分	60	57	
12月5日	木	2	6時40分	9時30分	170	162	3.3
			11時00分	12時20分	80	76	
12月6日	金	2	6時40分	8時40分	120	114	4.0
			10時50分	12時30分	100	95	
12月9日	月	3	6時30分	9時15分	165	157	1.5
			12時20分	13時45分	85	81	
			14時00分	15時40分	100	95	
12月10日	火	3	6時40分	9時10分	150	143	4.4
			10時30分	12時00分	90	86	
			13時20分	15時00分	100	95	
12月11日	水	2	6時30分	9時00分	150	143	3.5
			10時30分	11時40分	70	67	
12月12日	木	1	6時40分	13時40分	420	399	-0.5
12月13日	金	1	6時30分	14時40分	490	466	1.4
12月16日	月	1	6時40分	14時50分	490	466	1.3
12月17日	火	2	6時40分	11時30分	290	276	0.6
			14時00分	15時00分	60	57	
合計					6,290	5,976	
平均					123	117	

※11/1～11/19 はアメダス（雫石）の平均気温、11/20 以降は校内百葉箱での計測値。対象期間（11/12～12/17）における重油の消費量は、真空式温水機稼働前の前シーズンのタンク残量、対象期間の最終日のタンク残量、流量計などからほぼ正確な値が得られているものと考えられる。

5.3.4 消費電力量の測定データ整理

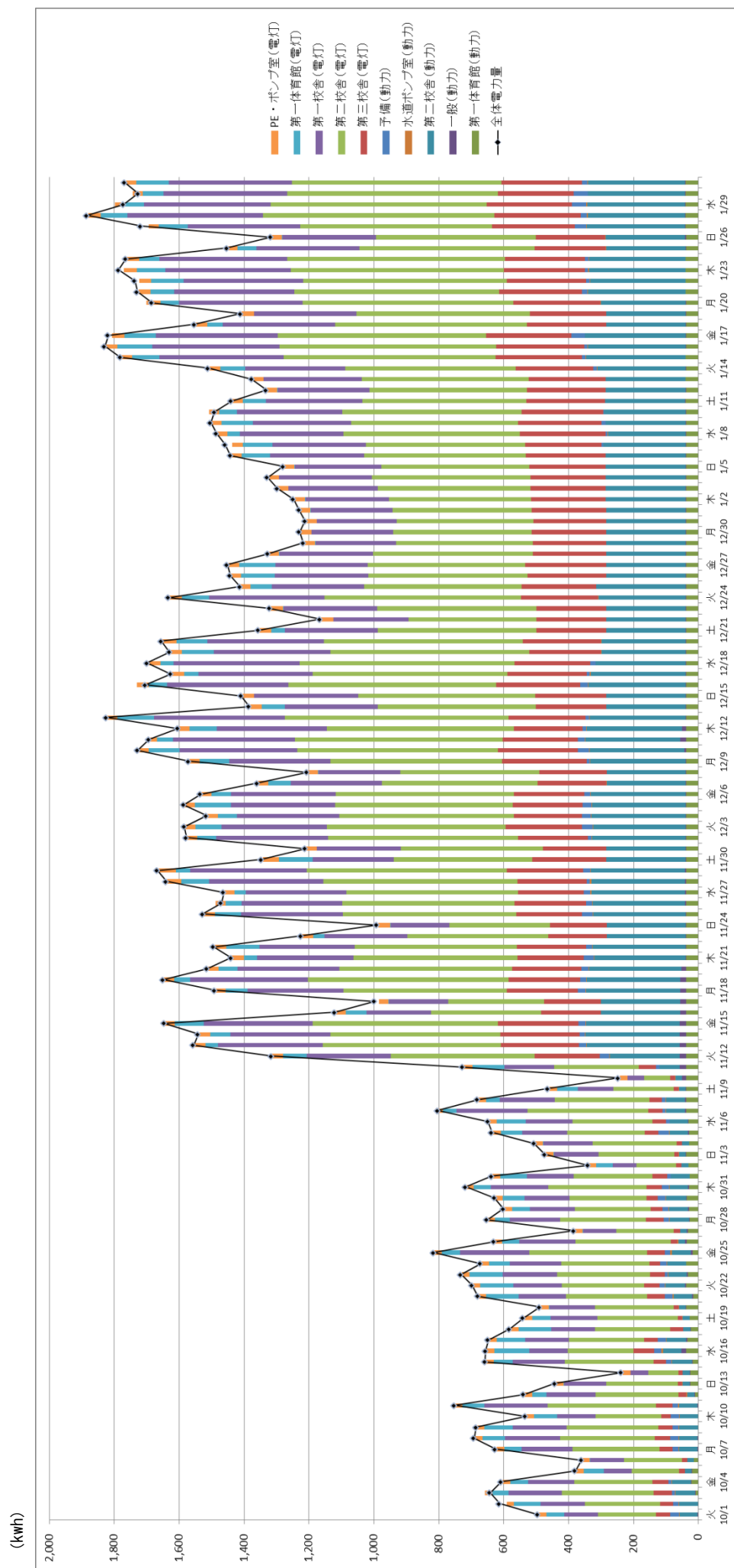
(1) 日変動の概要

計測を行った全期間における消費電力の状況を、図 5-18 に全体の消費電力の内訳、図 5-19 に全体の「動力」消費電力の内訳、図 5-20 に全体の「電灯」消費電力の内訳、図 5-21 に第二校舎（動力）の消費電力の内訳、図 5-22 に職員室の消費電力（電灯）の内訳、図 5-23 に給食室の消費電力（動力）の状況を示す。

冬期の電気エネルギー消費量は、それ以外の時期の 2 倍以上にもなる。その要因は暖房用の温水循環ポンプとトイレヒーターである。これは、図 5-18（全体の消費電力）における温水循環ポンプを含む第二校舎（動力）とトイレヒーターを含む各校舎電灯の消費電力量の極端な上昇、図 5-19（全「動力」の消費電力）及び図 5-20（全「電灯」の消費電力）の内訳構成の変化からも見て取れる。

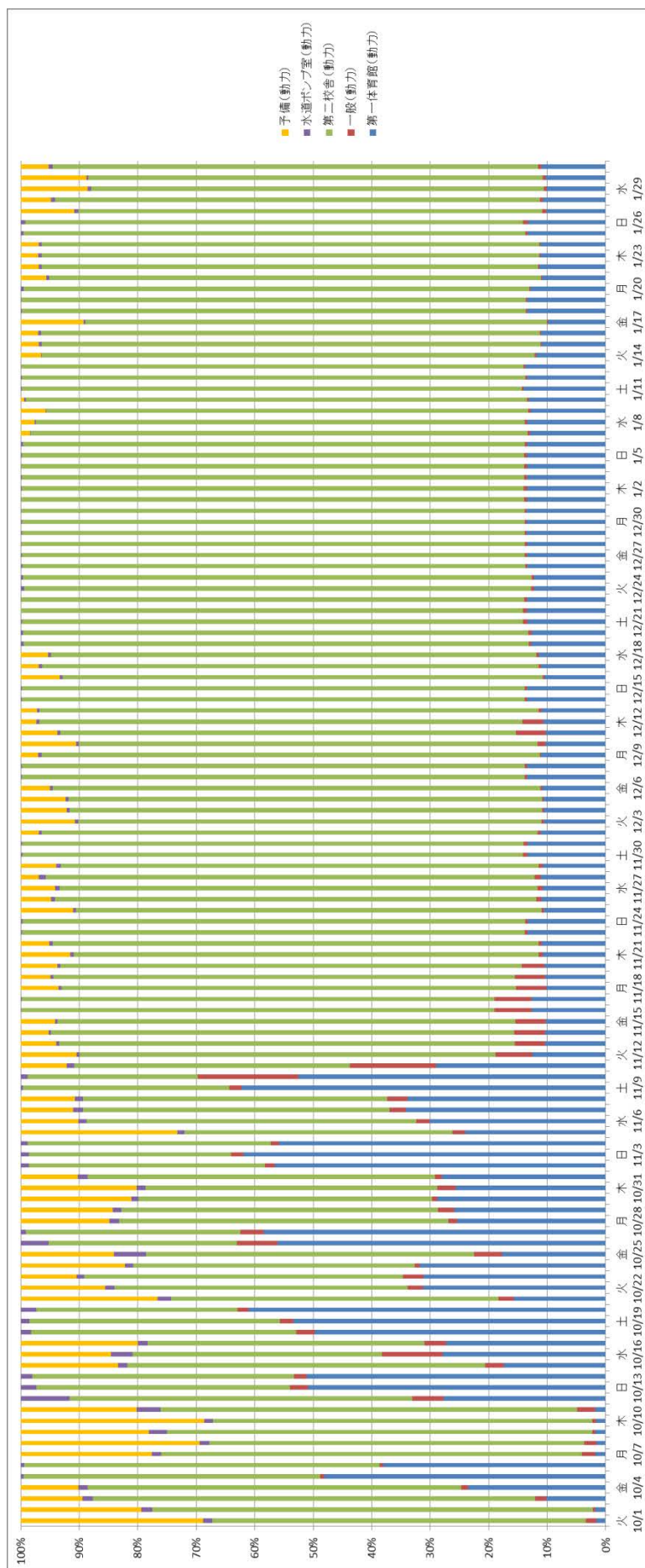
このことは、図 5-20 の第二校舎（動力）の消費電力に占める温水循環ポンプ（校舎用真空式温水機関連機器）の割合の大きさからも分かる。

図 5-22 からは、非暖房期には、職員室の消費電力（電灯）は第二校舎（電灯）の 25～30%程度を占めることが分かる。主たる消費先は、常時稼働している電気温水器とサーバであると推測できる。図 5-23 からは給食室の調理・換気・洗浄・冷蔵冷凍器具の消費電力（動力）の大きさが分かる。



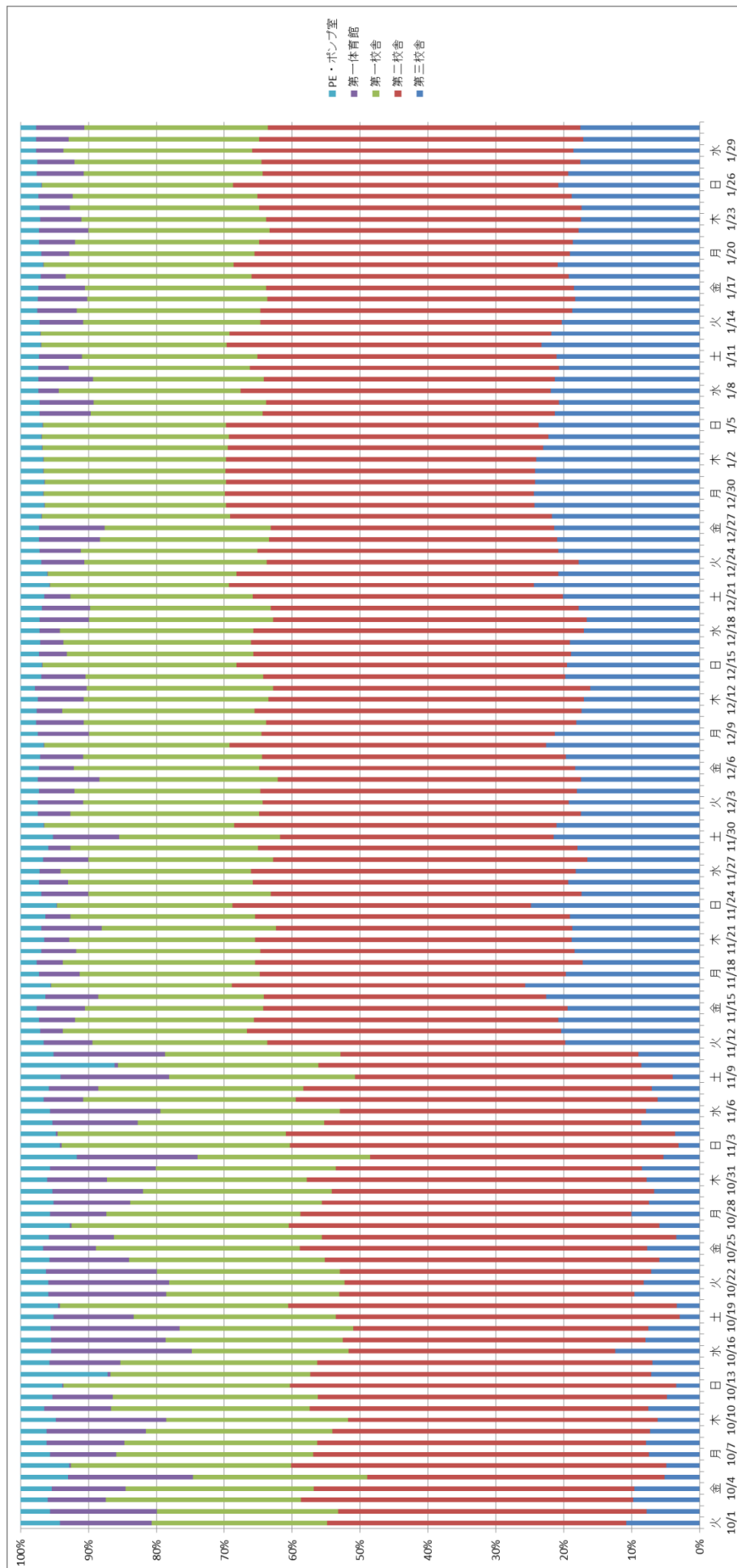
冬の電気エネルギー消費量は、それ以外の時期の2倍以上にもなる。その要因は暖房用の温水循環ポンプとトイレヒーターである。温水循環ポンプを含む第二校舎(動力)とトイレヒーターを含む各校舎電灯の消費電力量の極端な上昇が分かる。

図 5-18 全体の消費電力量の内訳



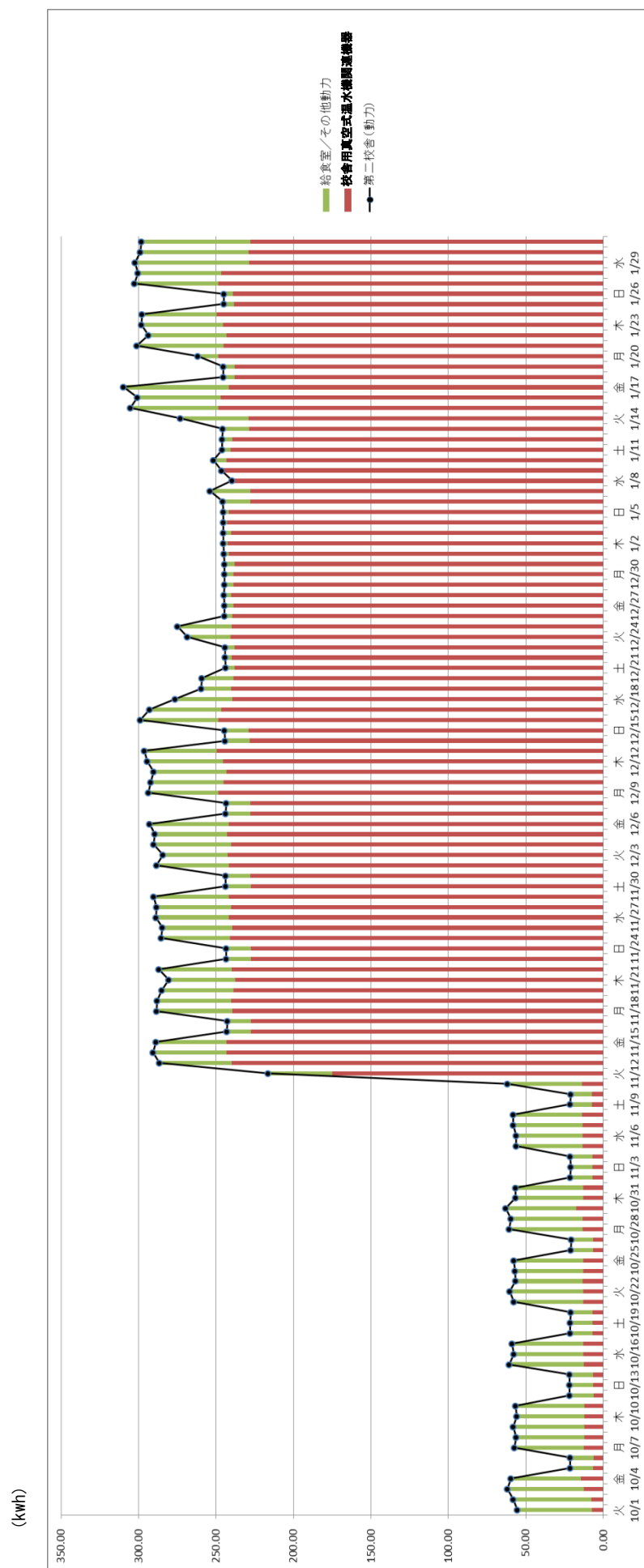
冬期の電気エネルギー消費量の構成比において、温水循環ポンプの動力を含む第二校舎の増大が分かる。

図 5-19 全体の「動力」消費電力量の内訳



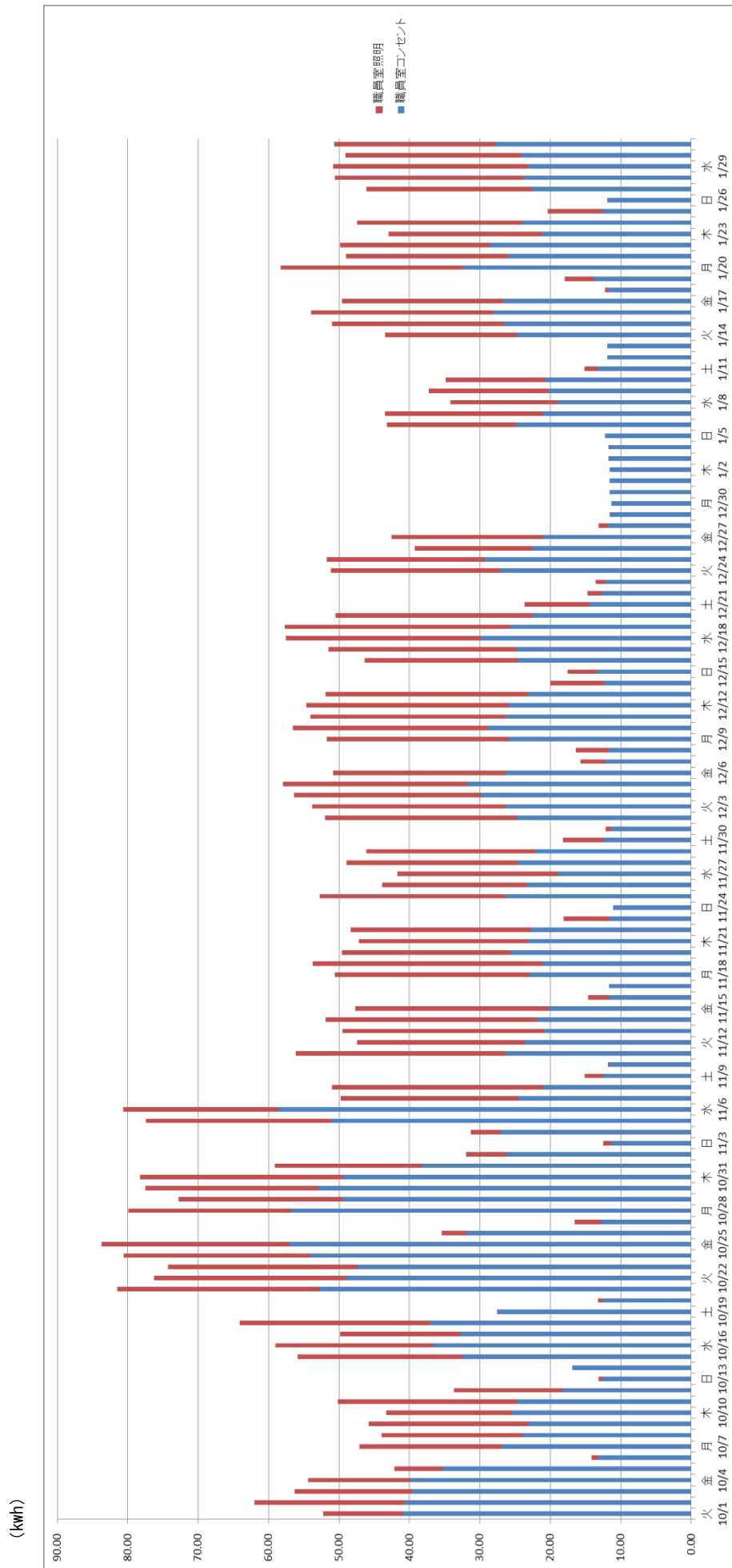
冬期の電気エネルギー消費量の構成比において、トイレヒーターを含む第一校舎の増大、第一体育館の減少が分かる。第二、三校舎もトイレヒーターを含む構成比としては余り変わらない。

図 5-20 全体の「電灯」消費電力量の内訳



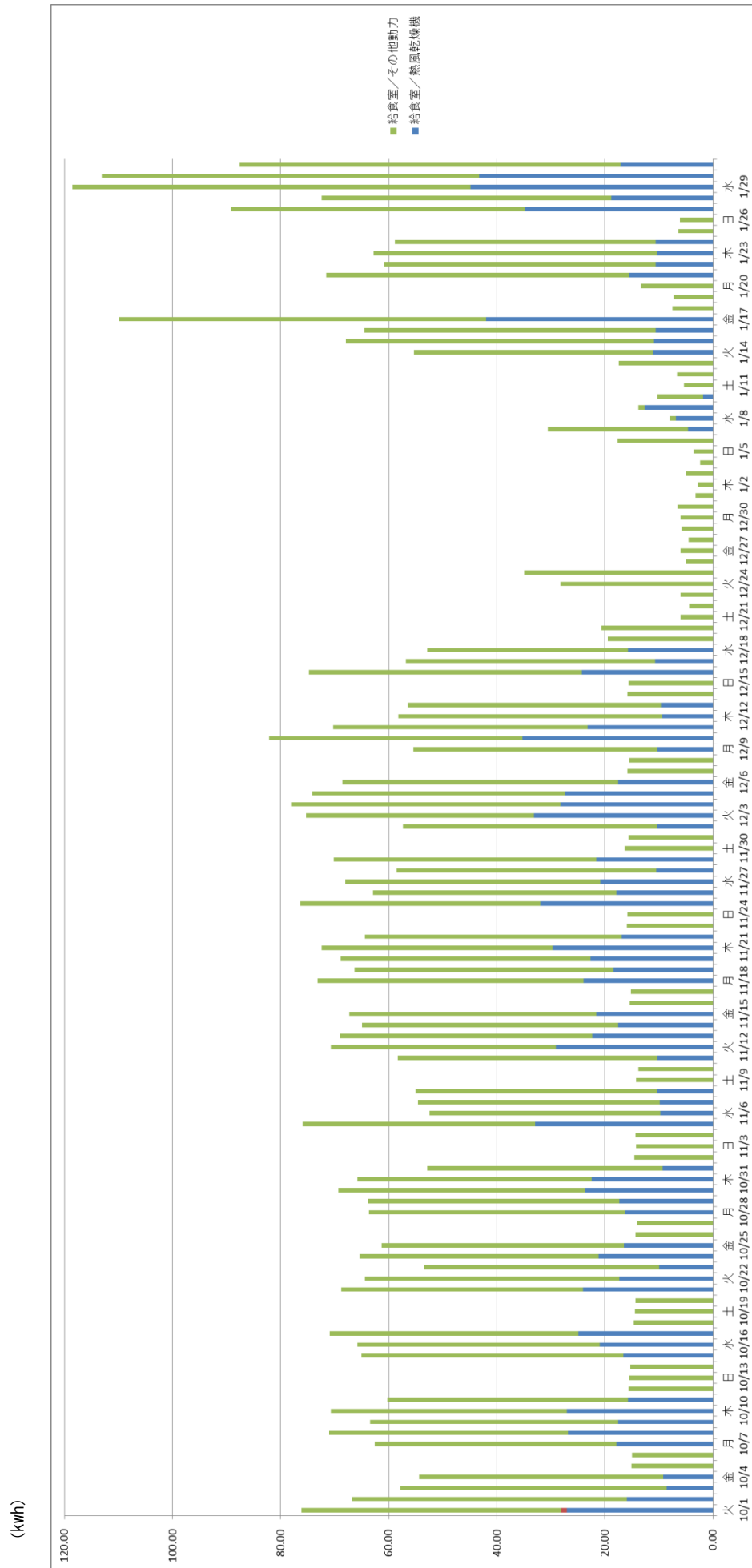
冬の電気エネルギー消費量は、それ以外の時期の2倍以上にもなるが、その要因は校舎用真空式温水機の関連機器（温水循環ポンプほか）の増大がその一つであることが分かる。

図 5-21 第二校舎（動力）の消費電力量の内訳



非暖房期には、職員室の消費電力（電灯）は第二校舎（電灯）の25～30%程度を占めることが分かる。

図 5-22 職員室の消費電力量（電灯）の内訳



給食室の調理・換気・洗浄・冷蔵冷凍器具の消費電力（動力）の大きさがうかがえる。

図 5-23 給食室の消費電力量（動力）の状況

(2) 時間変動の概要

図 5-24 に、9 日間の消費電力の時間変動を示す。次項(3)で検討するベース電力が 16kW 程度で、平日のピークが 60～65kW あることが分かる。

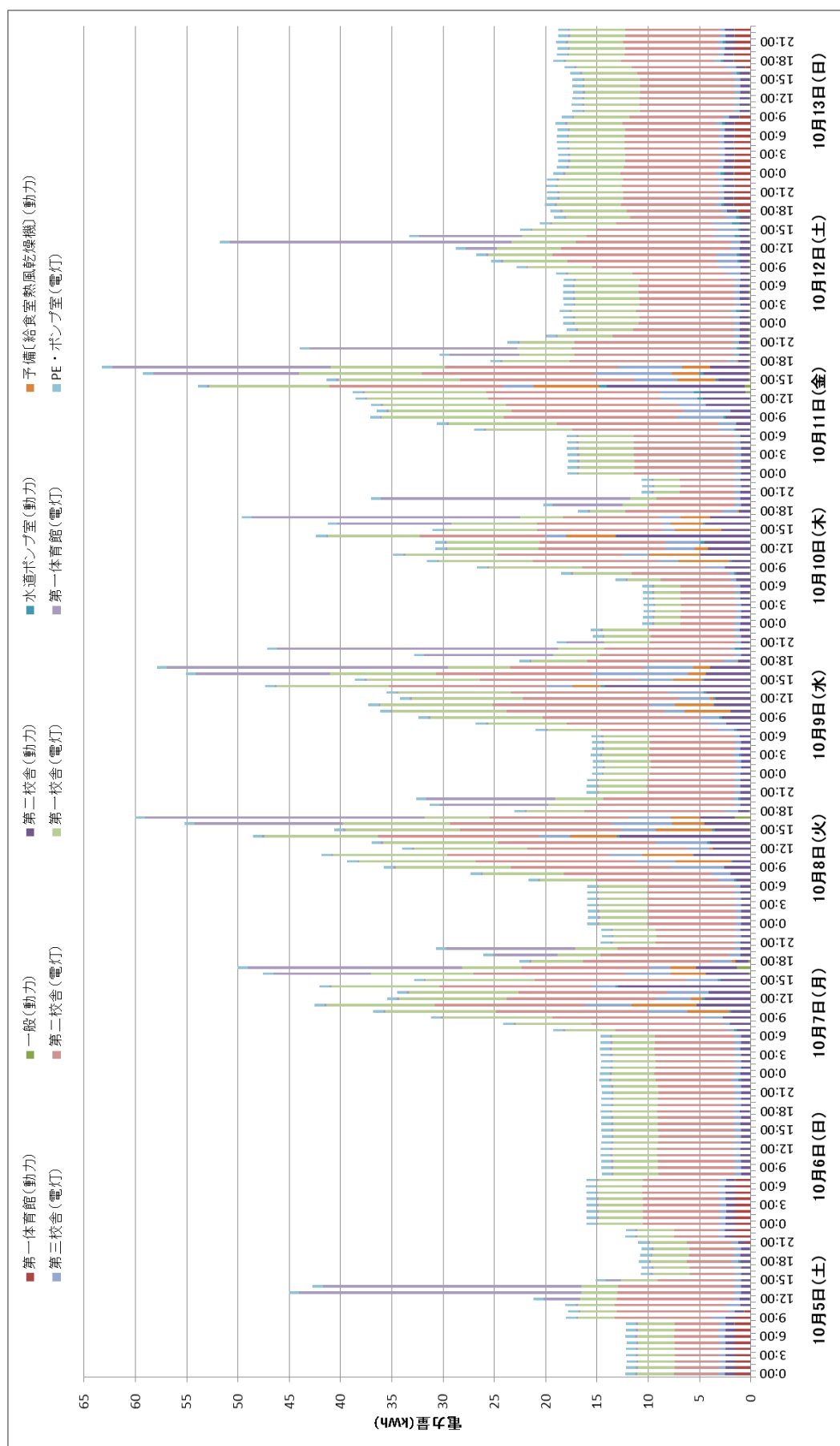


図 5-24 消費電力量（全体）の時間変動の状況

(3) ベース電力の推定

職員室などの管理室にはOA機器やコーヒーマーカー、電子レンジ等の什器があるが、普通教室や特別教室における電力使用の用途の多くは、照明と考えられる。表 5-5 に校舎（棟）ごとの照明ランプの本数、ランプの定格消費電力と点灯時間数から、照明用消費電力量の推定を行った結果を示す。試算の過程の詳細は表 5-6 と表 5-7 に示す。運用のヒアリング結果から、平日における照明点灯時間は、普通教室が 6 時間／日、特別教室は 3 時間／日、職員室は 10 時間／日、その他の管理室は 7 時間／日、第一体育館は 2.5 時間／日と仮定した。

第三校舎は特別教室しかないので一番小さく、第二校舎は職員室を含むので、最大の消費電力を示す。第二校舎と第三校舎の消費電力の差が倍以上もあり、エコ改修の対象として、照明用電力量も検討する必要があると考えられる。

図 5-25 に計測結果に基づく、月別の平均ベース電力の内訳を示す。ベース電力は学校が使われていない午前 1:00～6:00 の電力の平均としている。中間期のベース電力は 16kW（中間期の平日の場合で全体の電力量に対して約 25%）、暖房を行う冬期は約 37kW（冬期の平日の場合で、全体の電力量に対して約 53%）になる。

ベース電力の占める割合が季節により大きく変動するのは、暖房用エネルギーの増大が原因である。この変動をできるだけ小さく、年間を通して平滑化することが契約電力（電気料金）の低減に寄与することになる。

表 5-5 照明電力の推算結果

項目	平日の 消費電力量 (kWh)	土曜日の 消費電力量 (kWh)	日・祝の 消費電力量 (kWh)
第一校舎	53.5	3.0	0.96
第二校舎	70.1	8.4	0.96
第三校舎	32.6	11.5	0.96
第一体育館	67.6	55.0	4.56
合計	223.8	77.9	7.44

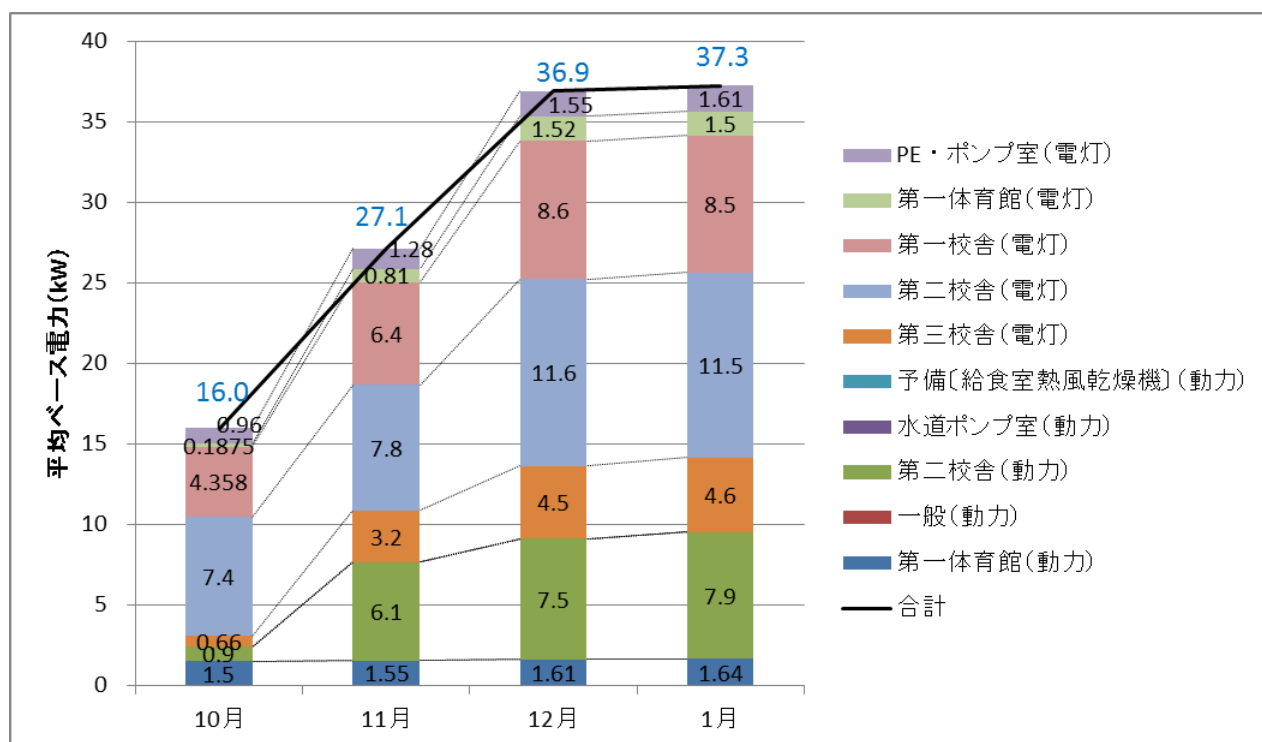


図 5-25 月別の平均ベース電力

図 5-25 の月別の平均ベース電力において、10 月（中間期）における第二校舎の電灯系統のベース電力が相対的に高い。この原因として、定格 3.0kW の電気温水器が職員室内の流し台に設置されていたが、この給湯管のパッキングが緩く、相当量の温水が常時漏れ出していたため、ベース電力の負荷原因となっていたと推測できる。省エネルギー診断時に早急の補修か撤去を進言したところ、11 月に撤去された。

(2) 年間換算一次エネルギー消費量の内訳

図 5-26 に月積算換算一次エネルギー消費量を、図 5-27 に年間換算一次エネルギー消費量を推定した。測定期間外である非暖房期（4 月～9 月）と暖房期間（3 月）は、それぞれ 10 月と 1 月の測定データの用途別電力量を比例配分し推定した。また、図 5-28 には施設面積当たりの年間換算一次エネルギー消費量の内訳を示す。

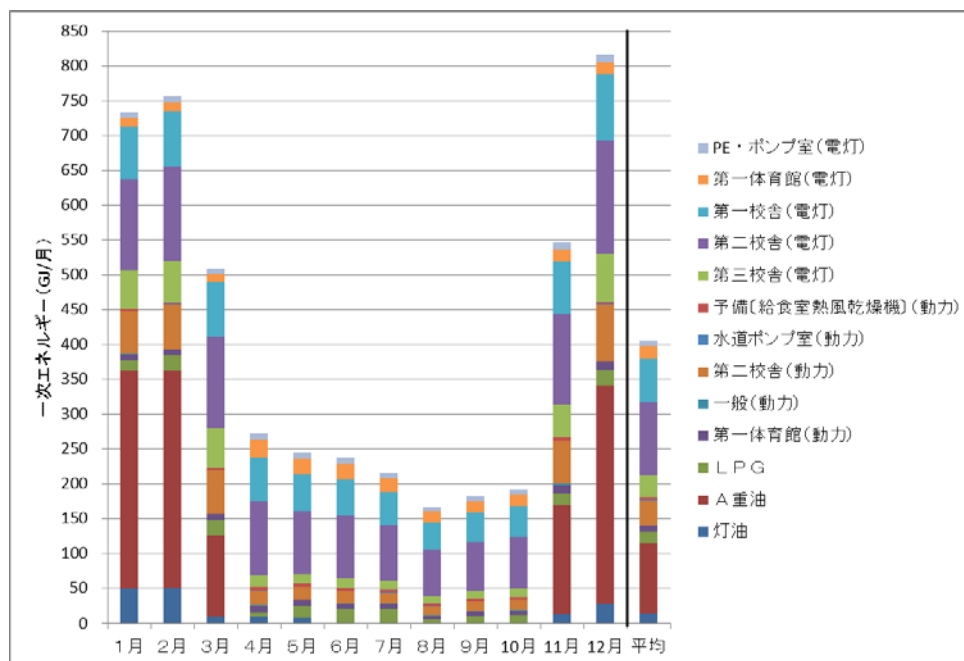


図 5-26 月積算換算一次エネルギー消費量の内訳

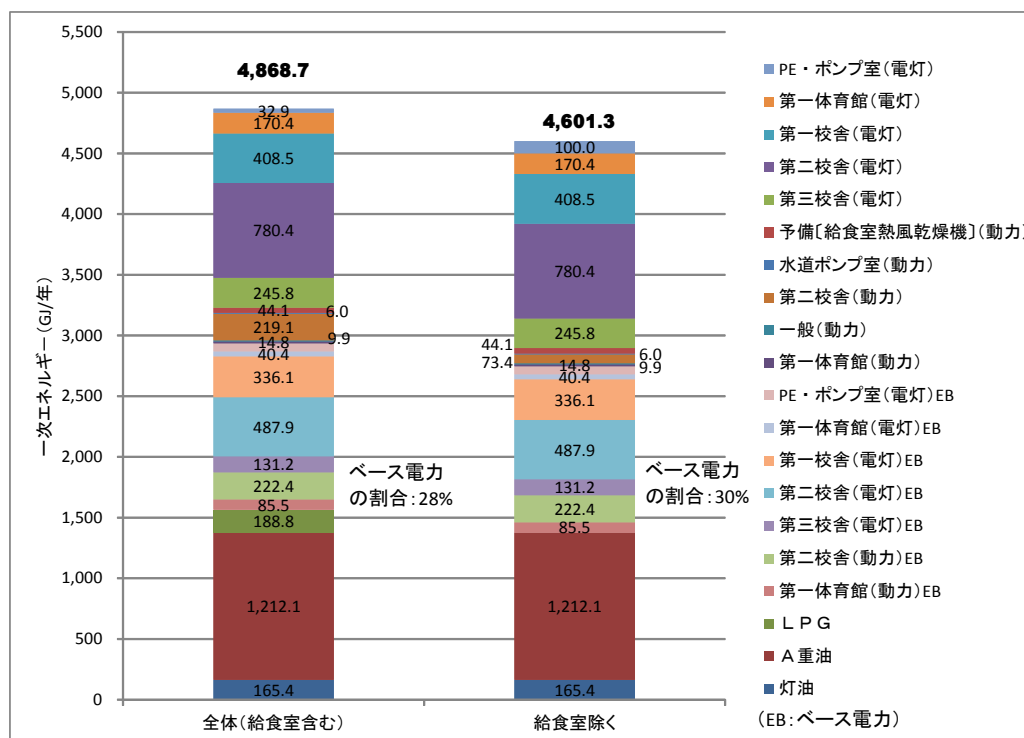


図 5-27 年間換算一次エネルギー消費量の内訳

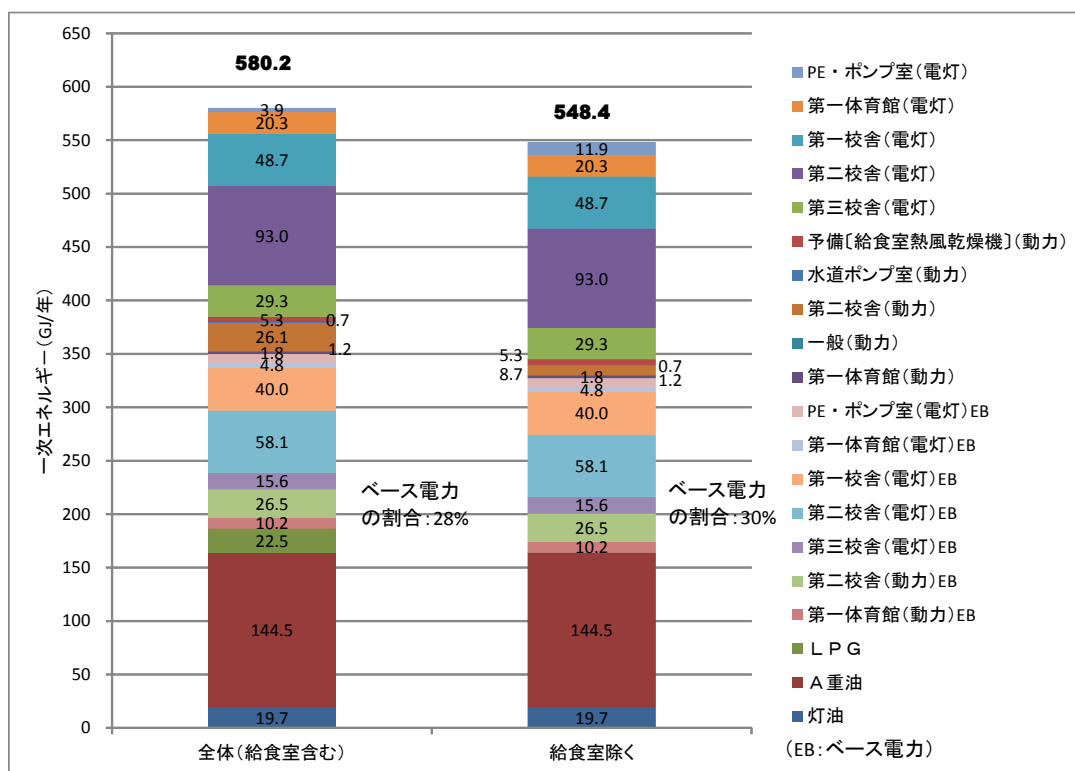


図 5-28 施設面積当たりの年間換算一次エネルギー消費量の内訳

5.4 校舎用暖房システムの熱収支

5.4.1 真空式温水機の概要

図 5-29 に床面積当たりと一教室当たりの暖房機器の能力を示す。校舎と第一体育館の床面積当たりの能力はほぼ等しいと考えられる。

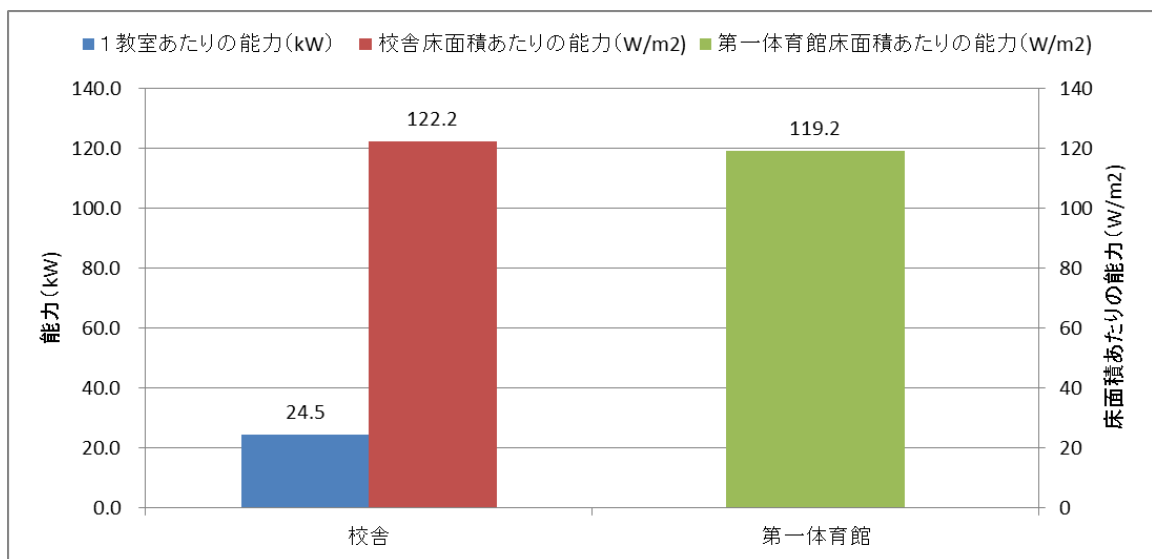


図 5-29 床面積当たりの暖房機器の能力

雫石中学校の校舎用暖房システムは、重油焚き真空式温水機からの給温水を、配管を通じてパネルヒーターに熱供給するシステムとなっている。この真空式温水機は、バコティンヒーターと呼称されるものである。また、この制御方式はハイ・ロー・オフ動作による制御（3位置動作）

が行われている。ここでは、バコティンヒーターとハイ・ロー・オフ動作による制御（3位置動作）について概説する。

(1) 雫石中学校で運用中のバコティンヒーターの概要

バコティンヒーターは、バーナ・燃烧室（火炉）・水管・熱媒水・減圧蒸気室・熱交換器などで構成される。缶体内は真空で完全に外気と遮断・密閉されている。熱媒水は火炉・水管を覆い満たすように封入されている。減圧蒸気室は大気圧以下に減圧された状態に保持されているため、封入している熱媒水は、バーナによって加熱されると直ちに沸騰し、そのときの熱媒水温度と同じ蒸気を発生する。缶体内で発生した蒸気は、減圧蒸気室内に配置された熱交換器表面で、凝縮することによって水を加温し、水滴となって再び熱媒水に戻る。つまり、熱媒水は缶体内で「沸騰－蒸発－凝縮－熱媒水」のサイクルを繰り返している（図 5-30 参照）。

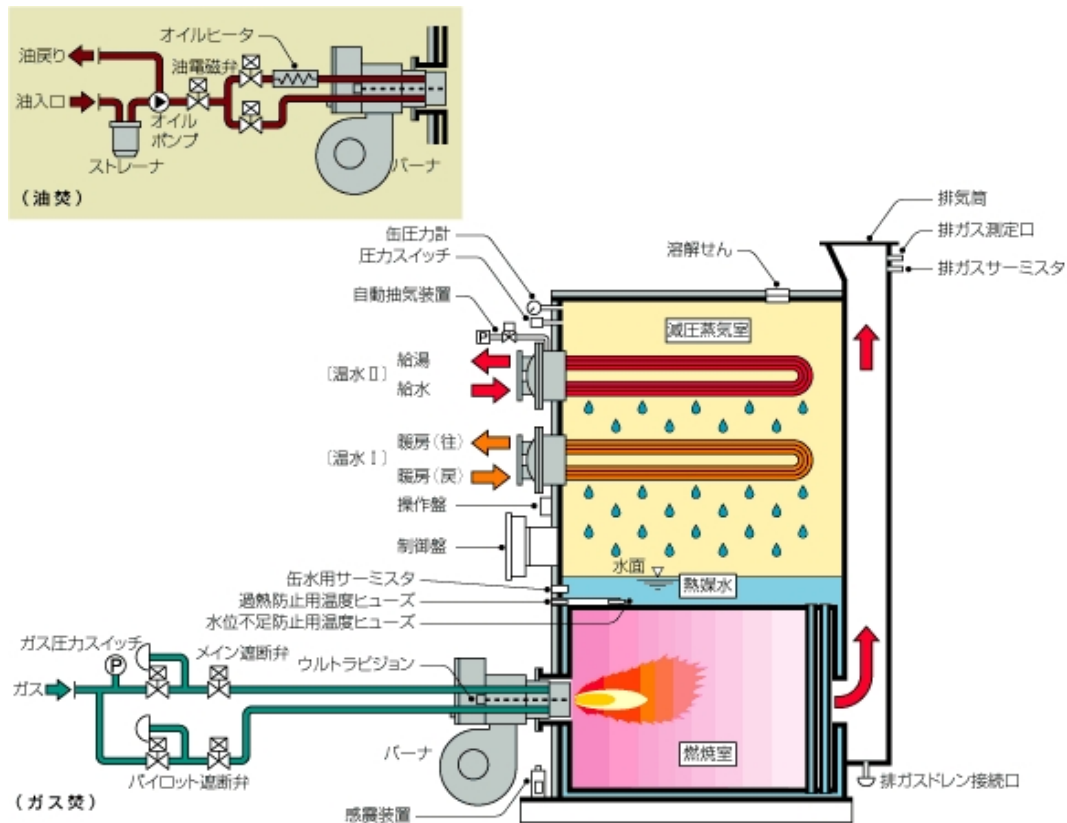


図 5-30 バコティンヒーターの概要（出典：日本テス（株）のホームページ）

(2) 雫石中学校で運用中のバコティンヒーターのハイ・ロー・オフ動作による制御（3位置動作）の概要

設定圧力を2段階に分ける制御で、蒸気圧力が設定圧力より一定圧力以下になっているときは高燃焼状態となり、燃焼量は100%になる。蒸気圧力が設定圧力よりもやや低い圧力まで上昇すると、低い燃焼に切り替わって、燃焼量が約30～50%に低下する。更に圧力が上昇し、設定圧力に達すると燃焼を停止するためのリミットスイッチが作動する（図 5-31 参照）。

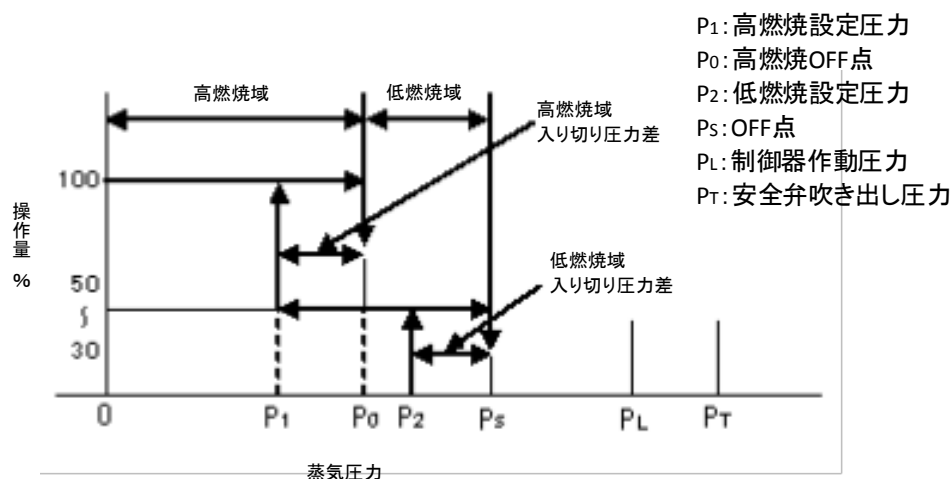


図 5-31 ハイ・ロー・オフ動作による制御（3 位置動作）の概念

5.4.2 熱収支の算定

雫石中学校の最大のエネルギー負荷である校舎暖房システムの熱収支調査を実施した（調査日時：平成 26 年 2 月 6 日 11 時～7 日 12 時）。図 5-32 に校舎暖房の設備構成を示す。

(1) 設備構成

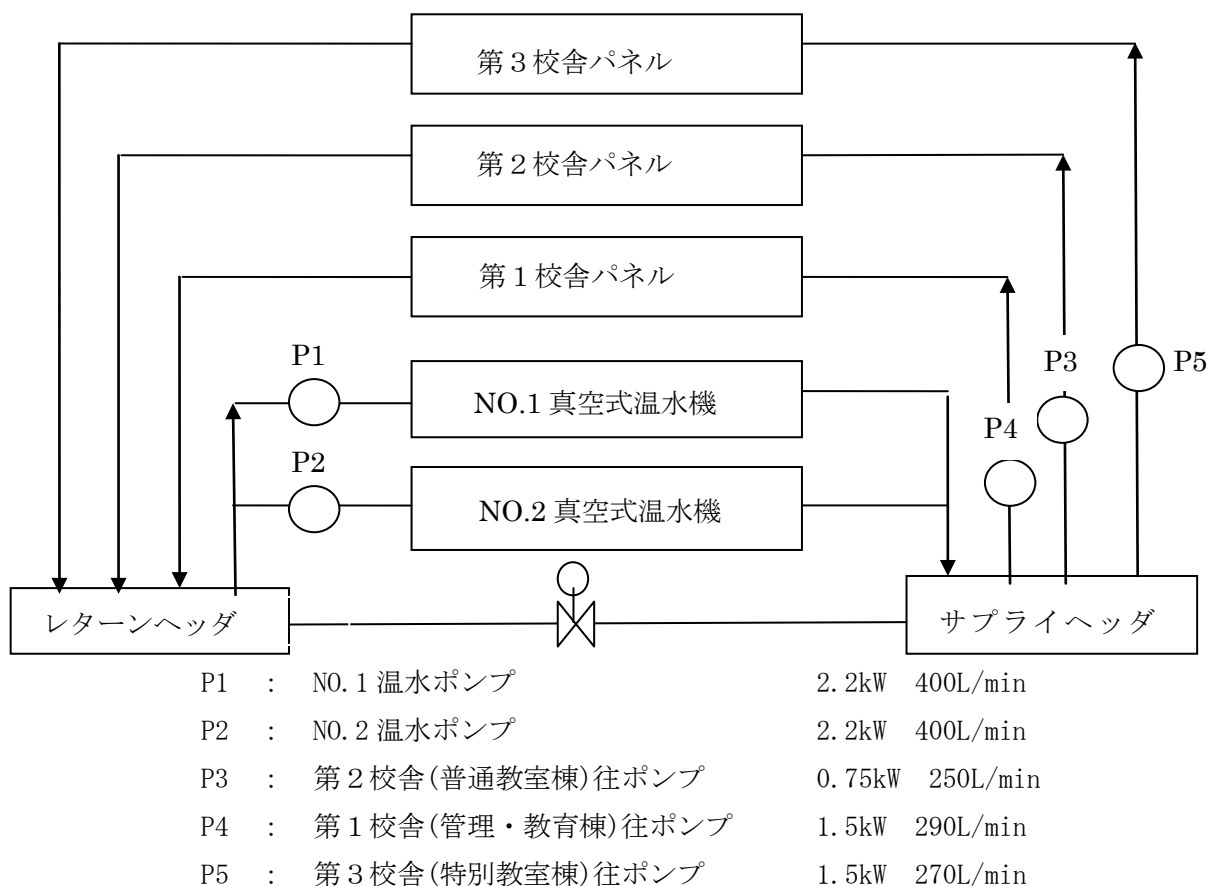


図 5-32 校舎暖房の設備構成

(2) 測定時の運転状況

- ・ NO.2 真空式温水機が運転中で NO.1 真空式温水機は停止中
- ・ ポンプは P1～5 の全てが定格値（負荷率 100%）で運転中
- ・ 温水温度 サプライヘッダー部 41～52℃
 レターンヘッダー部 31～42℃ }
- ・ 燃料（A重油）消費量 11:14～14:14 の間の平均で 206 L/h

(3) エネルギー効率計算

1) 入熱量計算

A重油使用量 ; 206 L/h---実測値

II 発熱量 ; 39.1 MJ/L

$$\text{入熱量} = 206 \text{ L/h} \times 39.1 \text{ MJ/L} = 8054.6 \text{ MJ/h}$$

2) 出熱量

- | | | |
|------------|--------|------------------------|
| ・ 温水送水量 | P1 押入量 | 400L/min |
| | P2 押入量 | 400L/min |
| | P3 吐出量 | 250L/min |
| | P4 吐出量 | 290L/min |
| | P5 吐出量 | 270L/min |
| | 計 | 1,610L/min ⇒ 96,600L/h |
| ・ 往還温水の温度差 | | |

表 5-8 往還温水の温度差

測定時間	午前 10 時頃	午後 2 時頃
往温水温度	52℃	41℃
還温水温度	42℃	31℃
温度差	10deg	10deg
燃焼状況	高・低燃焼の交互運転	低燃焼運転

- ・実際には不凍液は使用されていないので、(配管からの漏出がひどく、不凍液は不経済という理由で水道水 100%)
- ・循環水の比重 1.0kg/L
- ・循環水の比熱 1.0 kCal/kg・deg
- ・出熱量 = 96,600 L/h×1.0kg/L ×1 kCal/kg・deg×10 deg
 = 966 千 kCal/h ⇒ ×4.2 MJ/千 kCal=4,057.2 MJ/h

3) 校舎暖房システムのエネルギー効率

$$\begin{aligned} & (\text{出熱量} \div \text{入熱量}) \times 100 = (4,057.2 \text{ MJ/h} \div 8054.6 \text{ MJ/h}) \times 100 \\ & = 50.4\% \end{aligned}$$

電気によるヒートポンプ技術を利用しない単独の化石燃料を利用している暖房システムの場合、エネルギー効率は70%～85%が一般的である。したがって、雫石中学校の校舎暖房システムのエネルギー効率50.4%は、かなり劣っていることになる。

(4) 校舎暖房システムのエネルギー効率が低いことの推定原因

- ・ 真空式温水機の1日ごとの交互運転による損失。
- ・ 停止中の真空式温水機に温水が流れ、常時放熱している。
- ・ 循環水の漏出と不足分の水道水（低温）の補給
- ・ 配管の保温不全
- ・ 低燃焼運転時間が長い（配管途中での放熱や循環水の漏出が長時間運転の主原因と推測される）

6. 教室等における室内環境の実測調査

6.1 調査項目

温湿度，照度，放射温度

6.2 使用した計測機器

測定に使用した測定機器を表 6-1 に示す。測定インターバルは 10 分とした。データはロガーの内部メモリに保存し，2 箇月に 1 回程度現地にてデータを収集した。

表 6-1 温熱環境測定機器の概要

測定機器	メーカー	型番	写真
温湿度センサー・ロガー	(株) 佐藤計量器 製作所	SK-L200THII α	 温湿度センサー・ロガー
デジタル照度計	コニカミノルタ (株)	T-10	 デジタル照度計
サーモグラフィー (放射環境測定)	ニホンアビオニクス (株)	Themo GEAR G120	 サーモグラフィー

6.3 測定点

- ① 温熱環境調査は、図 6-1 に示すように普通教室（1 年 5 組；第一校舎 3 階）、特別教室（第二理科室；第三校舎 1 階）、職員室（第一校舎と第二校舎間の 2 階）、トイレ（第二校舎 1 階）及び百葉箱の温湿度を測定した。
- ② 照度計測は、普通教室（3 年 4 組；第一校舎 2 階）と少人数教室 2（第二校舎 3 階）で、晴天時、曇天（雪）の天候のとき、午前、正午付近、午後の時間帯に行った。
- ③ 放射環境の計測は、少人数教室 2（第二校舎 3 階）で、真空式温水機運転前、運転中、運転停止後の時間帯に行った。

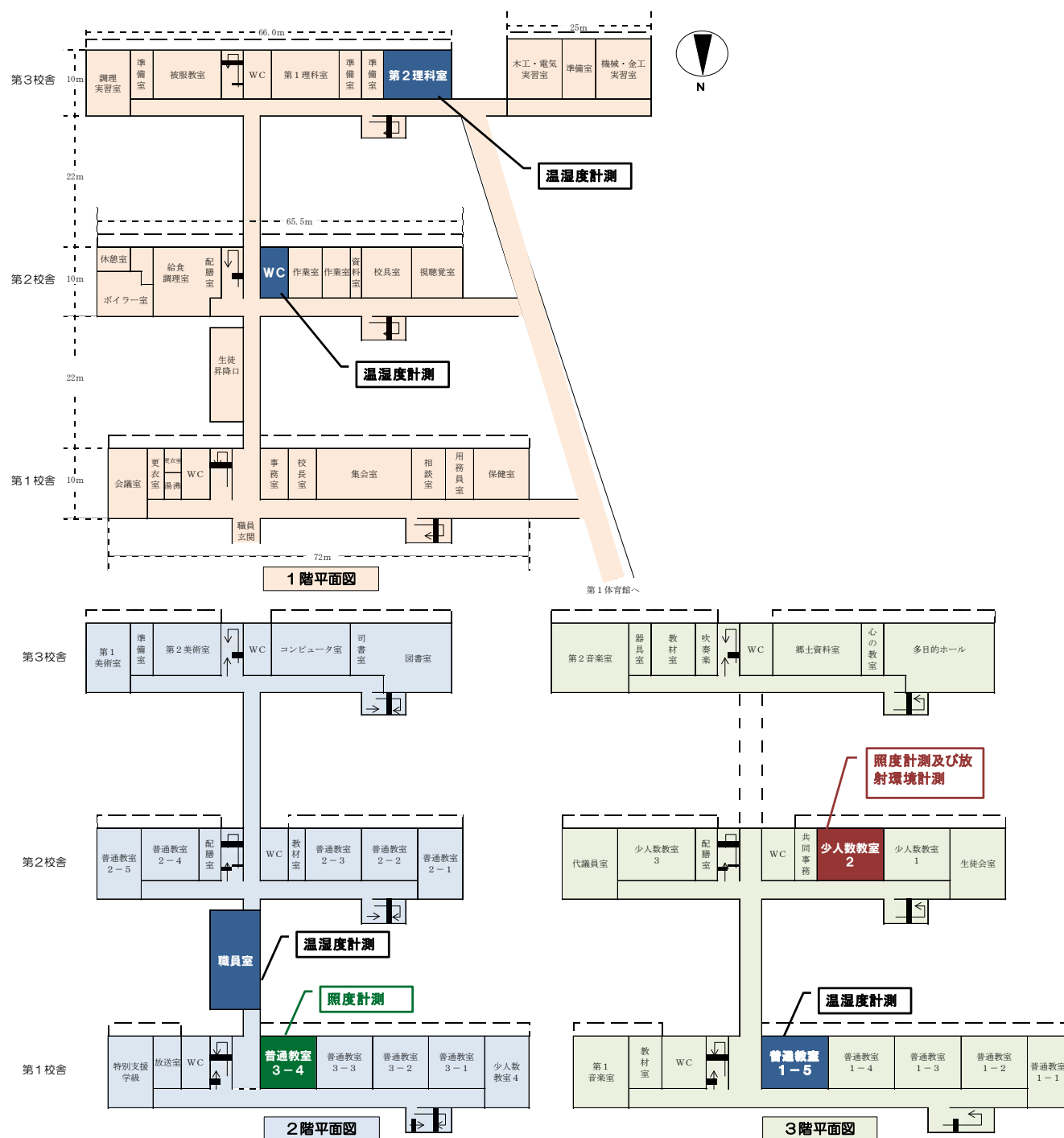


図 6-1 計測対象の教室等の位置見取図

6.4 測定結果

6.4.1 観測された温湿度の概要

11/20～12/27の期間の普通教室（1年5組）、特別教室（第二理科室）、職員室及び百葉箱の温湿度の変動状況を図6-2～図6-5に示す（やなぎさわ建築研究設計室計測分）。また、12/18～12/19の24時間におけるトイレの温湿度の変動状況を図6-6に示す（（株）テイコク計測分）。

「教室等の環境に係る学校環境衛生基準」の温度の基準「10℃以上、30℃以下であることが望ましい。」相対湿度の基準「30%以上、80%以下であることが望ましい。」を満たしていると考えられるが、特別教室（第二理科教室）で湿度が30%を僅かだが下回ることがある。普通教室に比べて稼働率が低い他の特別教室の状況も見て、冬期は加湿器の設置を検討すべきである。図6-2～図6-5は絶対湿度の表示をしているが、相対湿度(%)では、普通教室(1年5組)〔平均:44.5%、最低:31.4%、最高:84.3%〕、特別教室(第二理科室)〔平均:39.2%、最低:29.9%、最高:56.4%〕、職員室〔平均:52.4%、最低:40.2%、最高:68.3%〕である。

各教室の内部の方が廊下よりも1～3℃程度高く、同じ教室内でも天井の方が高いことが分かる。また、トイレの室温(17℃)は、教室の全日平均室温(14～15℃)よりも高い。在校時の教室の平均室温は16～18℃(1年5組:17.9℃、第二理科室:16.1℃、職員室:16.6℃)である。

また、湿度については、普通教室では内部と廊下の差異がほとんど見られないのに対し、特別教室と職員室では差異が認められる。普通教室では生徒が、ほぼ常在し呼気・発汗によって、日射があるのにもかかわらず湿度が高まるためと考えられる。特別教室では、その利用時間がそれほど多くないために、日射により室内の湿度が抑えられ、廊下側の方が、湿度が高くなると考えられる。職員室では、日射はなく、加湿器、コーヒーマーカー、電気温水器からの蒸気・水漏れなどがあり、湿度が高くなっていると考えられる。温度と湿度の変動には強い相関が認められる。

また、月ごとの変動が理解しやすいように、図6-7～図6-9に教室・廊下・屋外の温度をローソク足グラフで示した。ここで示した25%値とはN個のデータ数を昇順にし、 $0.25 \times N$ 番目のデータ値を指す。同様に、75%とは $0.25 \times N$ 番目のデータ値を指す。

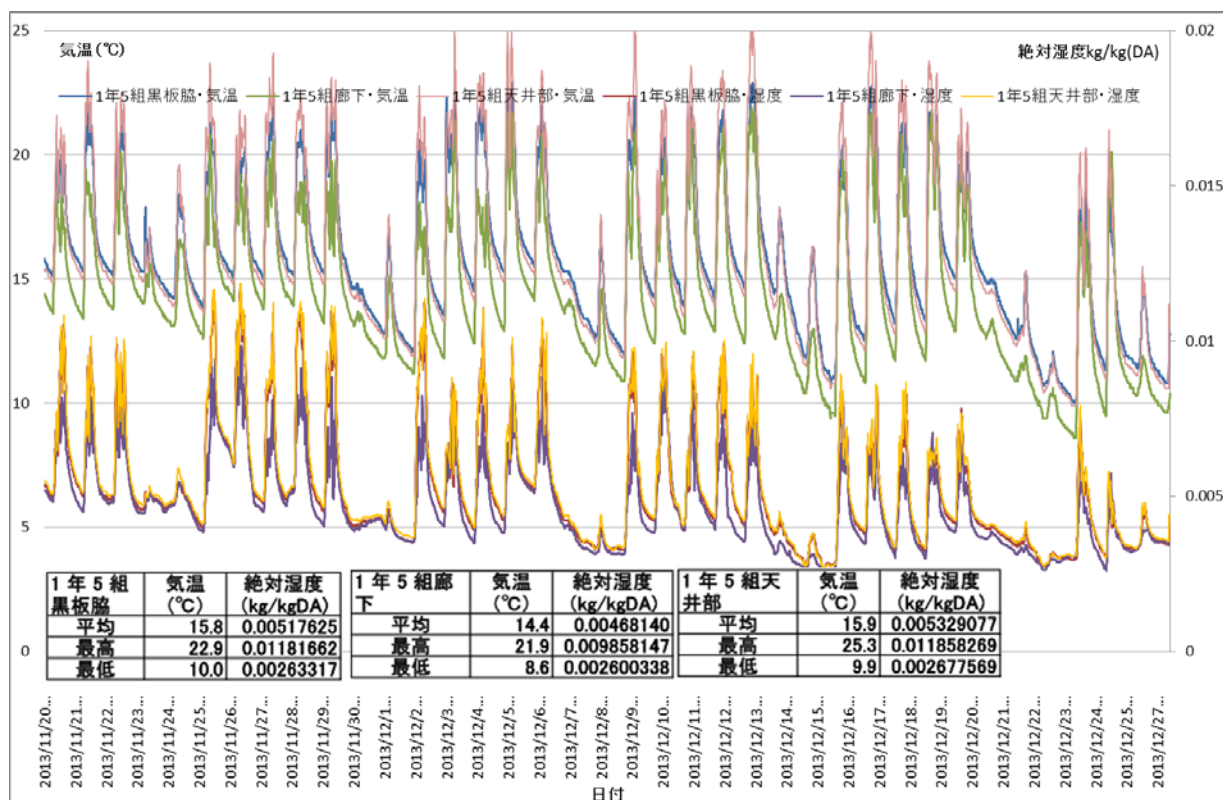


図 6-2 普通教室（1年5組；第一校舎3階）における温湿度の変動

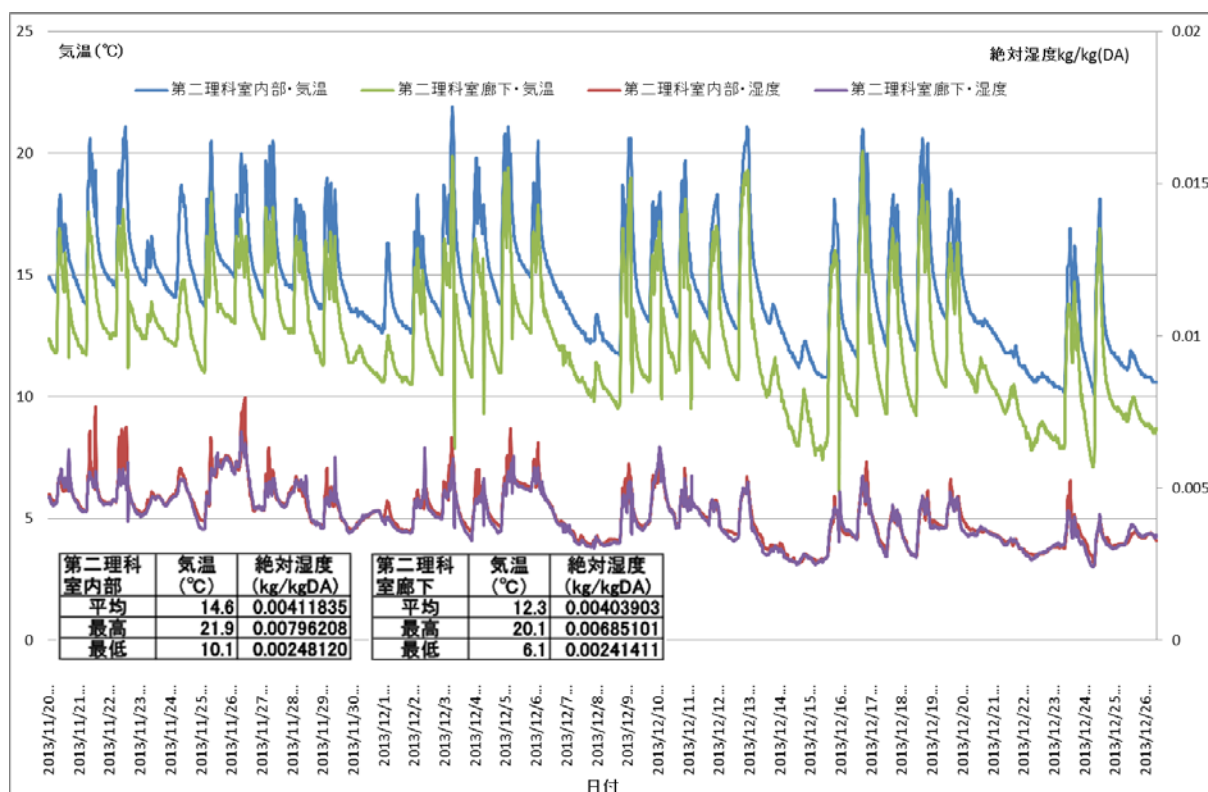


図 6-3 特別教室（第二理科室；第三校舎1階）における温湿度の変動

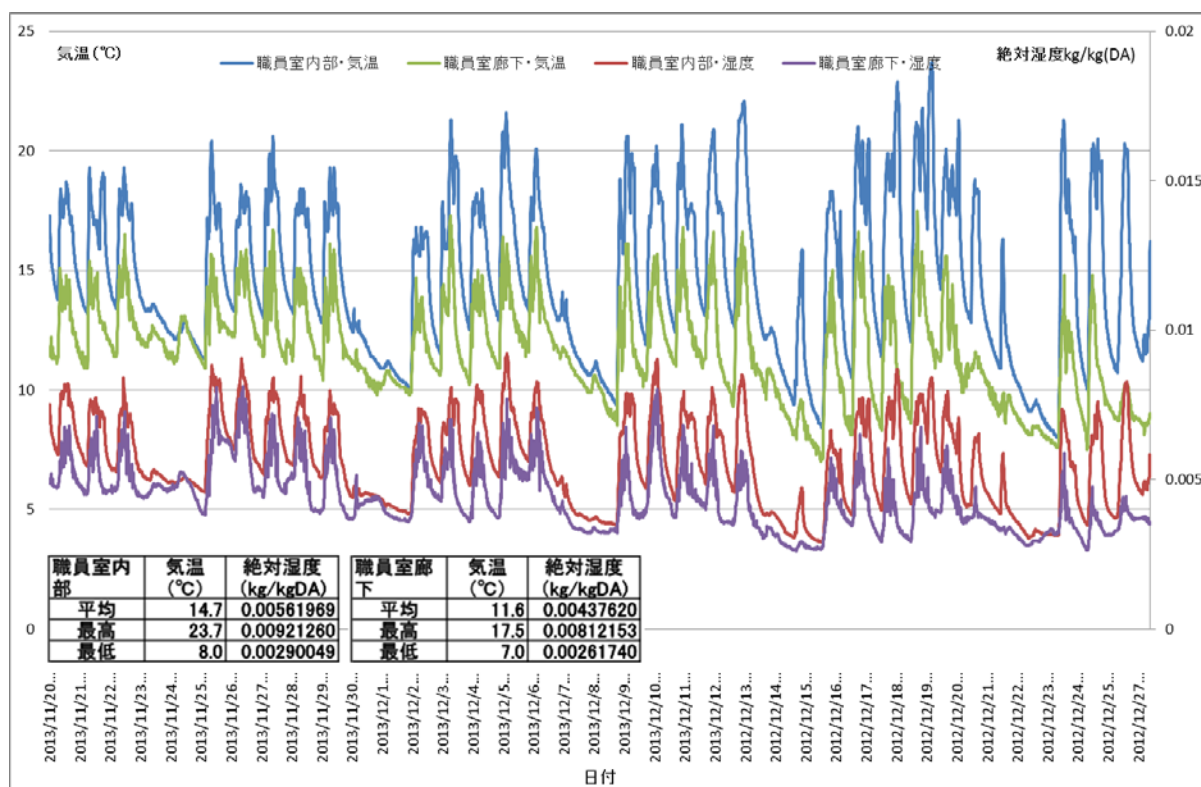


図 6-4 職員室（第一校舎と第二校舎の間・2階）における温湿度の変動

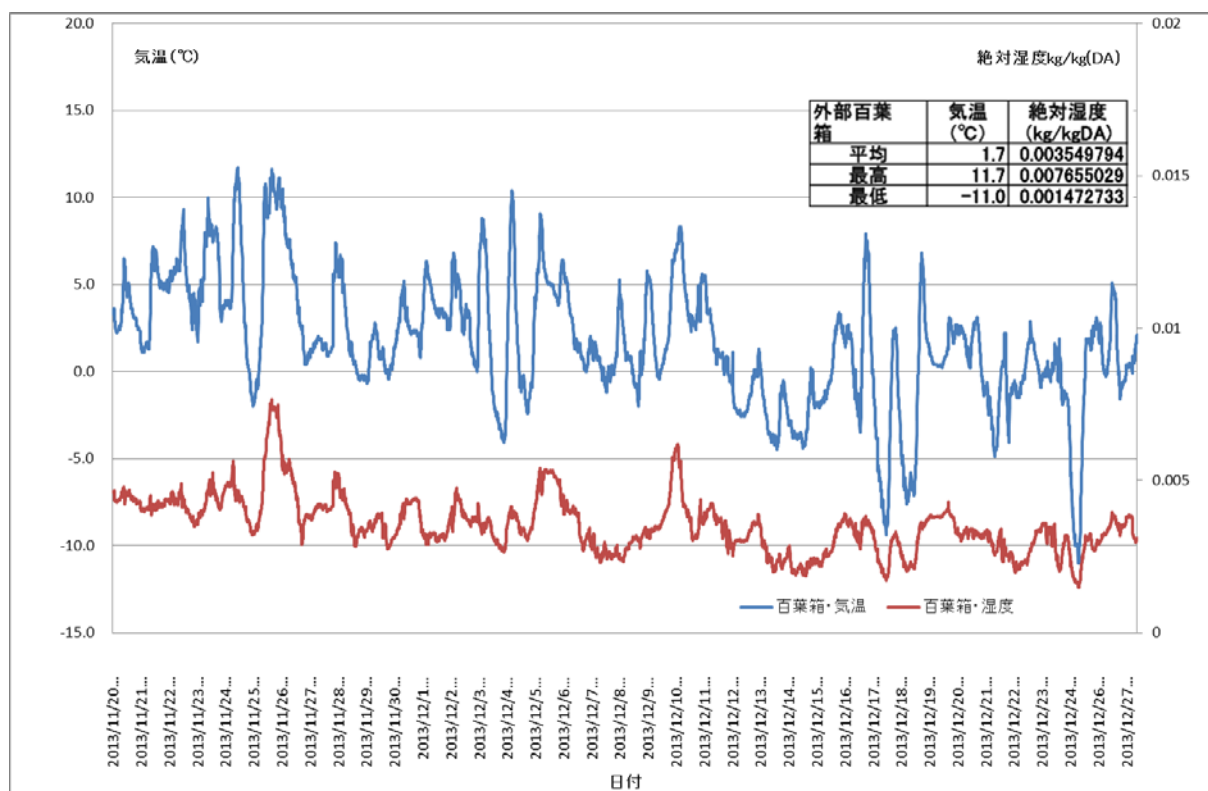


図 6-5 外気温（百葉箱）における屋外の温湿度の変動

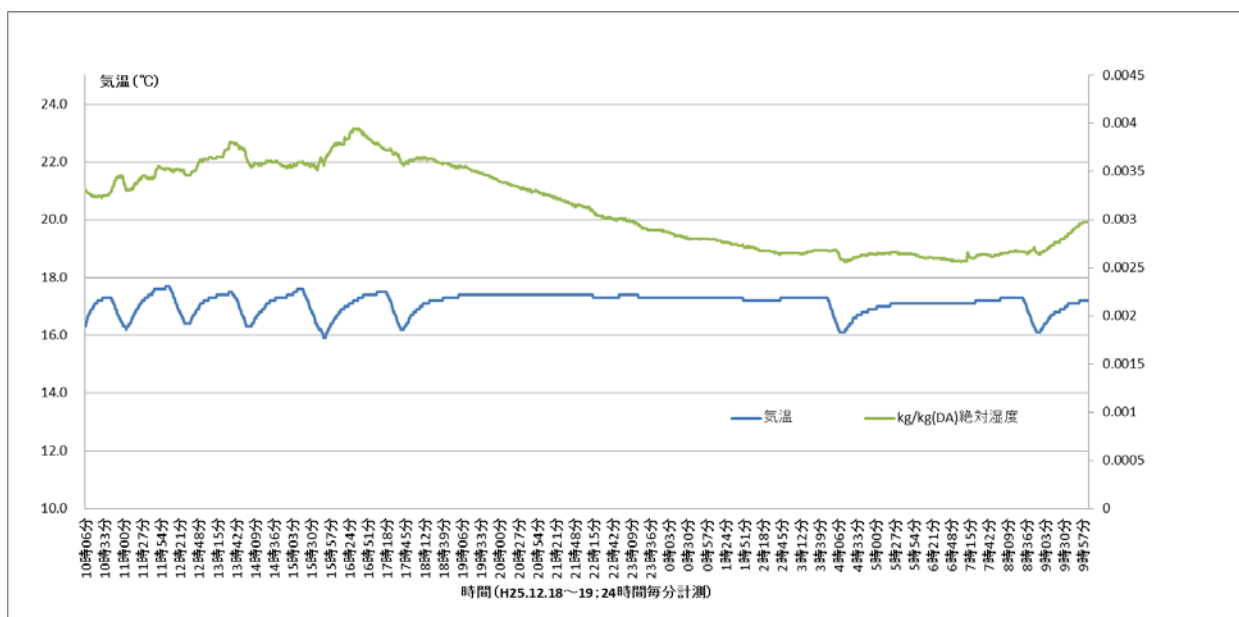


図 6-6 トイレ（第二校舎 1 階女子トイレ）における温湿度の変動

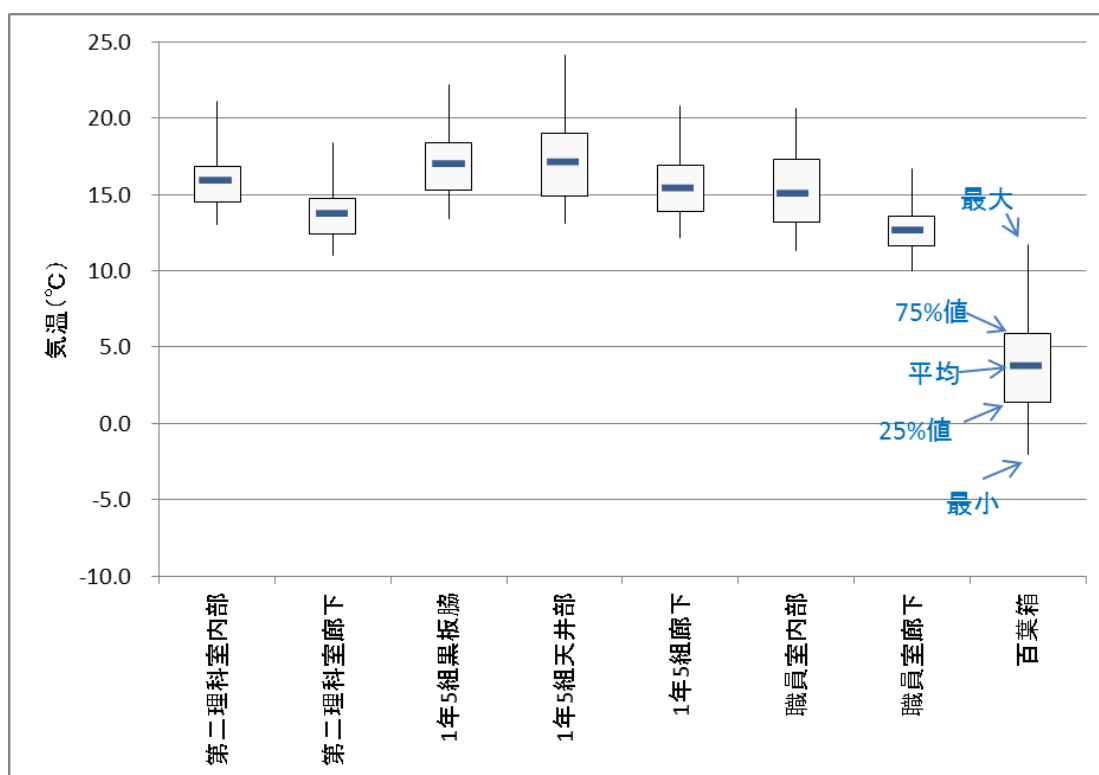


図 6-7 教室・廊下・屋外の温度（11 月）

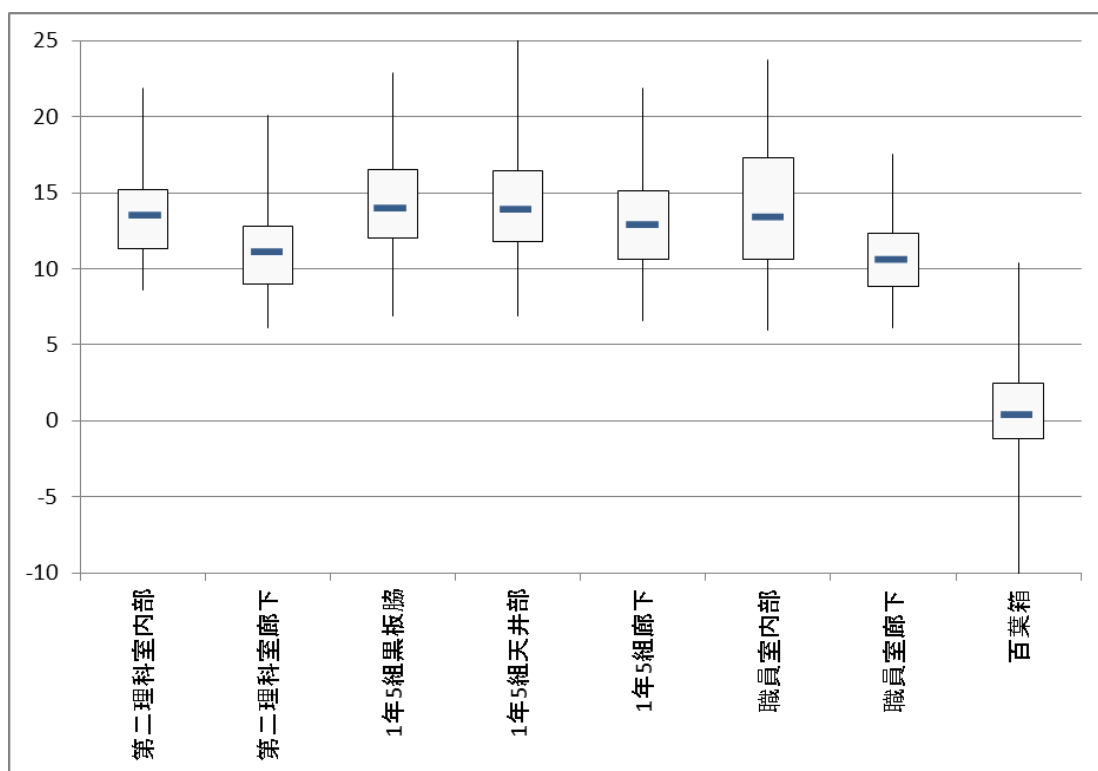


図 6-8 教室・廊下・屋外の温度（12 月）

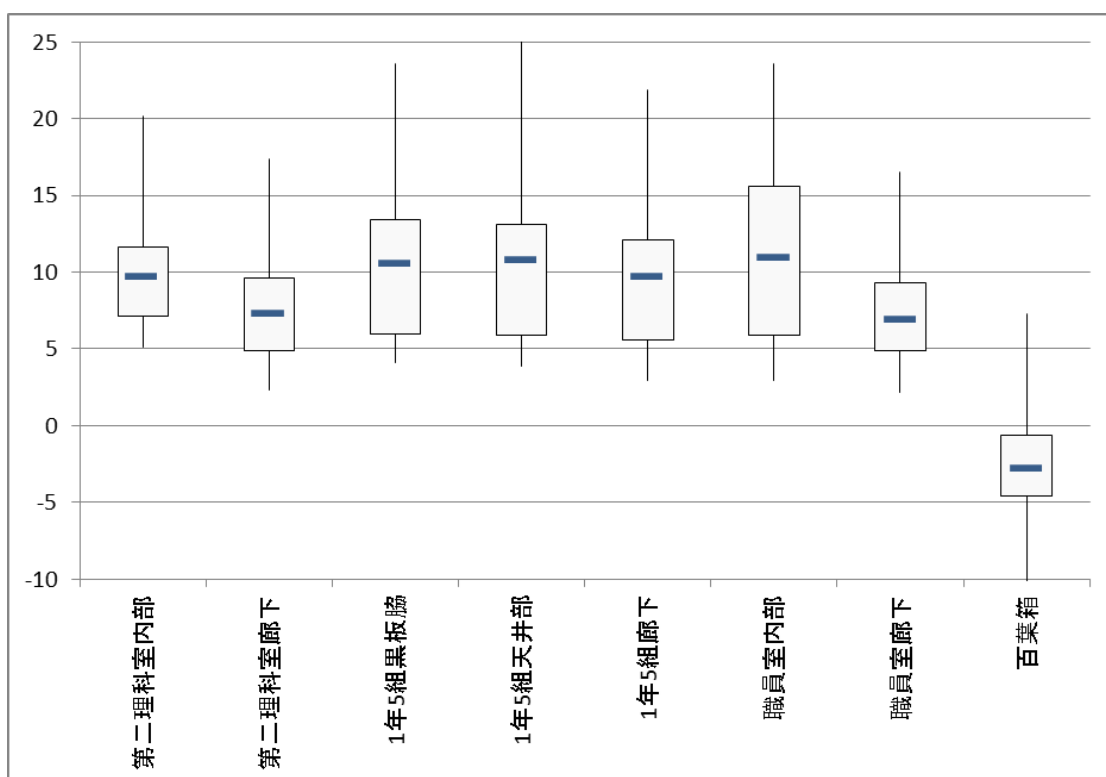


図 6-9 教室・廊下・屋外の温度（1 月）

図 6-10 に外気温と内外温度差の関係を示す。なお、外気温と内外温度差は、平日 (8:00～15:00) の日平均気温である。室内気温は 1 年 5 組の黒板脇の気温を用いた。

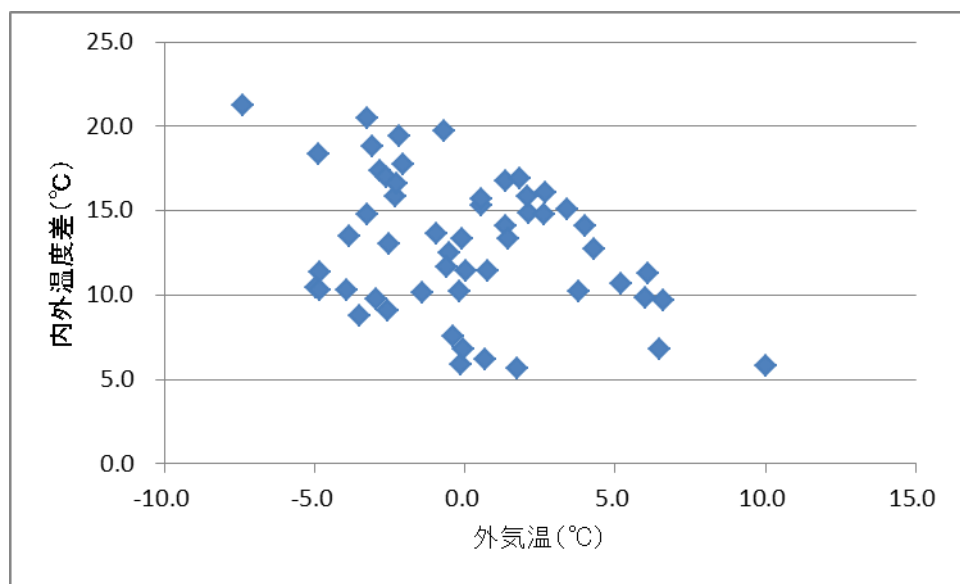


図 6-10 外気温と内外温度差の関係

6.4.2 暖房用真空式温水機の運転回数・時間と室温、外気温の関係

普通教室 (1 年 5 組) を例にとり、真空式温水機運転回数、運転時間の違いによる室内温度変化と外気温の関係を表したものが、図 6-11～図 6-13 である。それぞれ運転回数 1 回、2 回、3 回のときの典型的なものを 2 例ずつ示した。

図 6-11 (左図) のように、在校時間帯の外気温がおおよそ 5℃以上ある場合には、早朝に約 2 時間の運転 1 回で対応している。図 6-11 (右図) のように、外気温が零下あるいはそれに近い厳寒時には、早朝から 6～8 時間の連続運転 1 回で対応している。

図 6-12 (左図) のように、15 時以降に外気温がおおよそ 5℃を下回ってくるような場合には、早朝のほかに午後に 2 回目の運転を行い対応している。図 6-12 (右図) は、午前中に外気温がおおよそ 5℃に達しないような場合に、早朝のほかに追加的に午前中に 2 回目の運転を行い対応している。

図 6-13 (左図) のように、在校時間帯の外気温が 0～5℃の場合には、早朝のほかに 2 回目、3 回目の運転を行い対応している。図 6-13 (右図) は、耐震補強工事の影響で吹きさらし箇所が生じ、室温が低下した場合に 3 回の運転で対応したケースである。

図示した以外の日付のデータも加味すると、前述したように、在校時間帯 (8:20～16:50) に、室温約 20℃を目標とする真空式温水機の運転管理がなされていることが分かった。

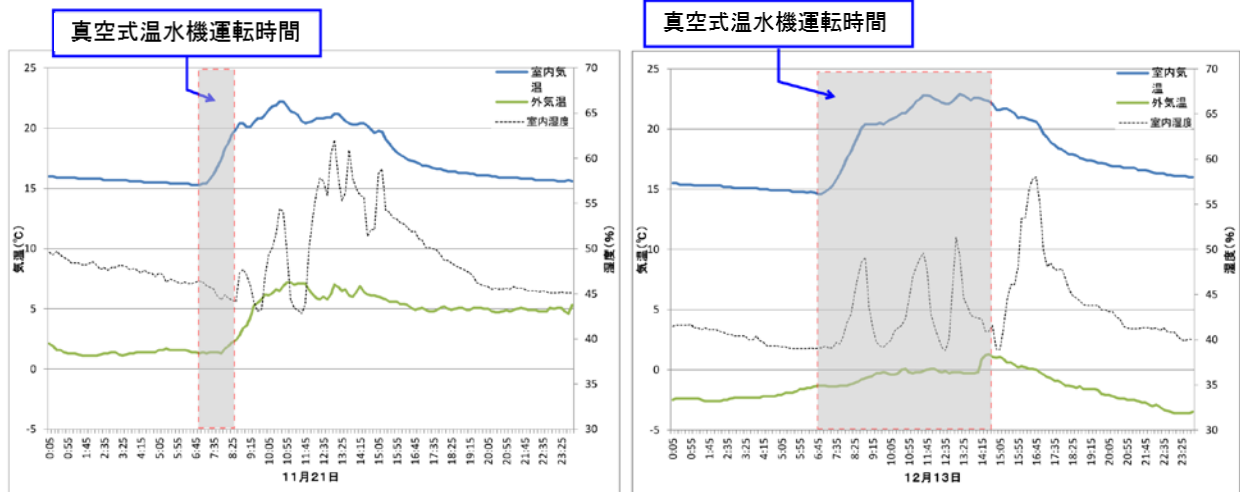


図 6-11 真空式温水機運転回数 1 回のときの室温の変動と外気温の関係（左図：11/21，右図：12/13）

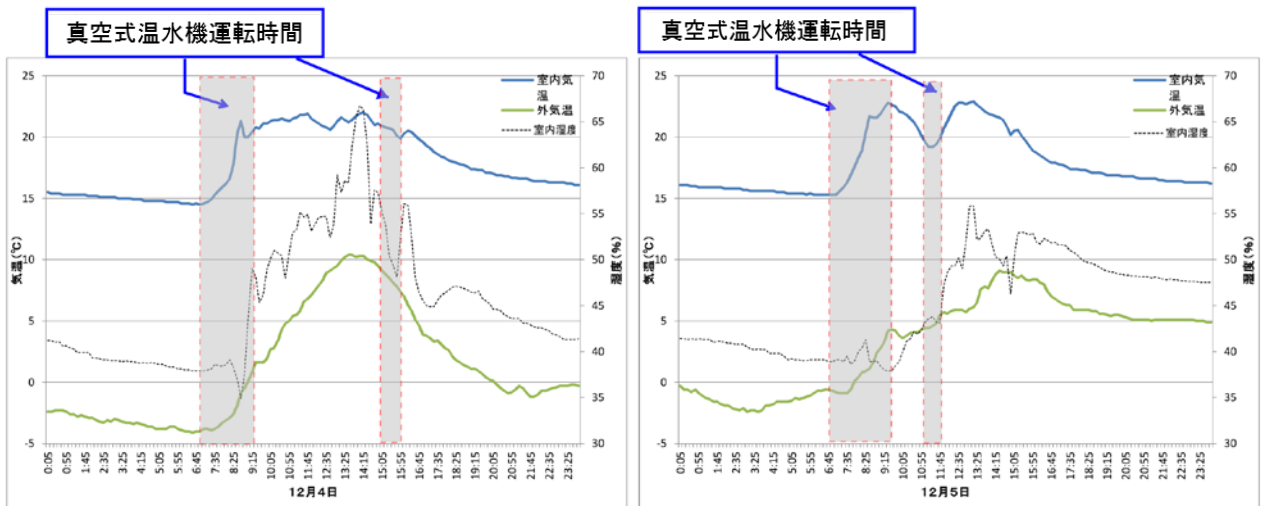


図 6-12 真空式温水機運転回数 2 回のときの室温の変動と外気温の関係（左図：12/4，右図：12/5）

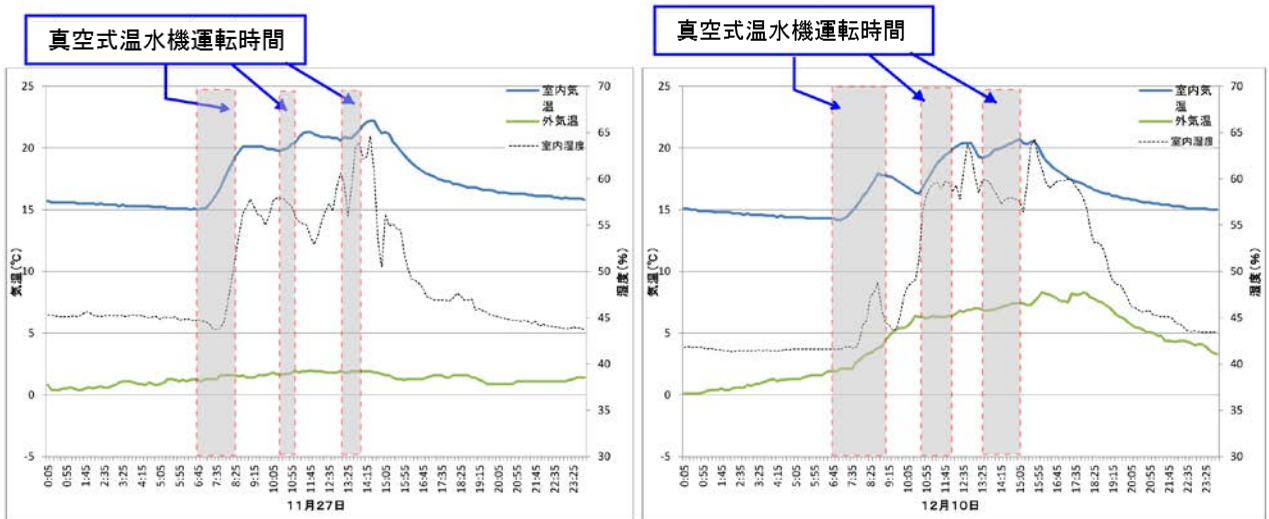


図 6-13 真空式温水機運転回数 3 回のときの室温の変動と外気温の関係（左図：11/27，右図：12/10）

6.4.3 教室の光環境

時間帯と天候が異なる状況下の計測結果を図 6-14（教室平面）と図 6-15（黒板立面）に示す。図 6-14 から、天候が曇り・雪で午前や 15 時以降は、照明を点灯してカーテンを開けても照度が学校環境衛生基準により望ましいとされる 500 lx を下回る地点が散見される（なお、下限値は 300lx）。晴れの日の正午頃は、カーテンを閉じることによって、最大照度と最小照度の比を 1:10 以内に収めることができている。

■教室平面

分類No.	No.1			No.2			No.3			No.4		
測定日時	平成25年12月27日(金) 11:40～			平成26年1月31日(金) 9:00～			平成26年1月31日(金) 12:00～			平成26年1月31日(金) 15:00～		
天候	晴れ・時々曇り			曇り・雪			曇り			雪		
調査教室名	3年4組(第一校舎2階)			少人数教室2(第一校舎3階)			少人数教室2(第一校舎3階)			少人数教室2(第一校舎3階)		
校舎北側	25,500 lx			12,650 lx			39,000 lx			10,600 lx		
校舎南側	29,100 lx			12,750 lx			57,600 lx			8,740 lx		

	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側
照明点灯／カーテン開	8,350	12,400	554	610	440	240	3,020	1,000	580	850	490	320
	23,300	22,400	724	1,040	590	410	5,280	1,320	640	1,340	680	430
	23,800	16,800	1,120	780	440	420	6,590	950	710	890	540	450
照明点灯／カーテン閉	1,025	895	738	310	360	190	760	530	420	400	390	290
	1,273	1,491	876	530	500	370	1,050	700	450	690	570	390
	2,075	1,078	918	380	410	390	960	550	540	580	450	380
照明清灯／カーテン開	6,780	1,110	718	660	180	120	2,500	590	440	770	200	150
	18,200	1,510	868	880	220	90	3,950	900	310	1,090	280	110
	21,500	1,915	1,085	780	160	170	3,010	610	450	740	210	150
照明清灯／カーテン閉	1,226	863	708	280	90	90	640	180	240	230	70	85
	4,560	1,235	575	360	90	40	690	180	90	410	71	43
	3,510	987	746	300	60	90	600	130	250	250	57	78

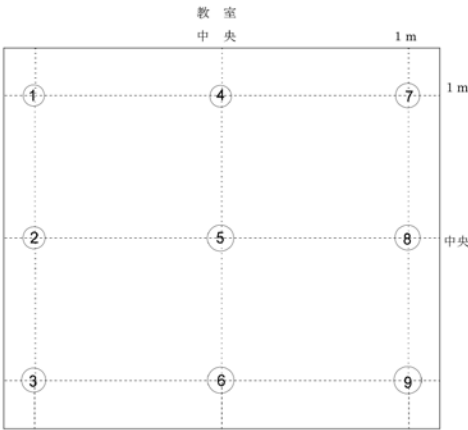


図 6-14 教室平面における照度計測結果

同様に図 6-15 から、天候が曇り・雪で午前や 15 時以降は、照明を点灯してカーテンを開けても照度が学校環境衛生基準もより望ましいとされる 500 lx を下回る地点が散見される（なお、下限値は 300lx）。

■ 黒板立面

分類No.	No.1			No.2			No.3			No.4		
測定日時	平成25年12月27日 (金) 11:40～			平成26年1月31日(金) 9:00～			平成26年1月31日(金) 12:00～			平成26年1月31日(金) 15:00～		
天候	晴れ・時々曇り			曇り・雪			曇り			雪		
調査教室名	3年4組 (第一校舎2階)			少人数教室2 (第一校舎3階)			少人数教室2 (第一校舎3階)			少人数教室2 (第一校舎3階)		
校舎北側	25,500 lx			12,650 lx			39,000 lx			10,600 lx		
校舎南側	29,100 lx			12,750 lx			57,600 lx			8,740 lx		
	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側	窓側	中央	廊下側
照明点灯／ カーテン開	1,363	1,345	546	360	400	260	950	980	700	430	440	280
	1,109	1,170	557	370	390	280	1,180	970	780	440	410	290
	1,120	700	585	300	370	290	880	1,070	830	340	420	330
照明点灯／ カーテン閉	1,140	1,258	998	260	320	200	580	490	340	310	350	230
	1,035	1,018	1,041	260	290	210	550	490	350	300	320	240
	965	1,205	771	220	270	220	430	440	370	260	290	240
照明消灯／ カーテン開	1,495	1,235	475	240	190	130	800	540	380	430	240	160
	1,332	1,180	545	260	200	150	830	620	460	400	260	180
	1,128	830	510	170	220	180	500	640	530	240	290	200
照明消灯／ カーテン閉	1,282	1,242	904	180	140	90	470	300	210	180	110	80
	1,158	1,163	918	190	130	90	450	300	220	180	100	80
	986	1,122	950	140	120	110	320	270	240	130	100	90

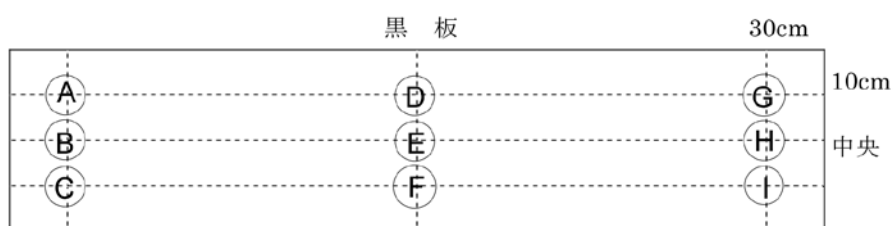


図 6-15 黒板立面における照度計測結果

6.4.4 教室・廊下の放射環境

放射環境の把握のために、サーモカメラを用いて教室と廊下の表面温度測定を行った。

(1) 測定条件

測定条日：平成 26 年年 2 月 17 日(月)

天候：晴れ時々雪

室内気温・湿度：8.7～19.7℃・20～29%（教室），7.9～18.3℃，20～31%（廊下）

撮影時間帯：暖房（真空式温水機）稼働前，暖房稼働開始 1 時間 30 分後，暖房稼働開始 3 時間後，暖房稼働停止 1 時間 30 分後，暖房稼働停止 3 時間後

(2) 測定結果

1) 教室

図 6-16、図 6-17 に教室の熱画像を示す。教室の表面温度は、暖房（真空式温水機）の稼働に伴い、以下の特徴が見られた。

- ・暖房稼働前は、全体的に温度差は小さいが、外窓の表面温度が低い。
- ・暖房稼働後は、パネルヒーター付近の表面温度が高くなり、外窓と廊下側の窓の温度が逆転し、外窓の表面温度の方が高くなった。
- ・パネルヒーター側壁、天井及び廊下側壁の温度が相対的に高く、柱、床及び壁下部の温度が相対的に低い。
- ・暖房停止後は、外窓の温度低下が早い。

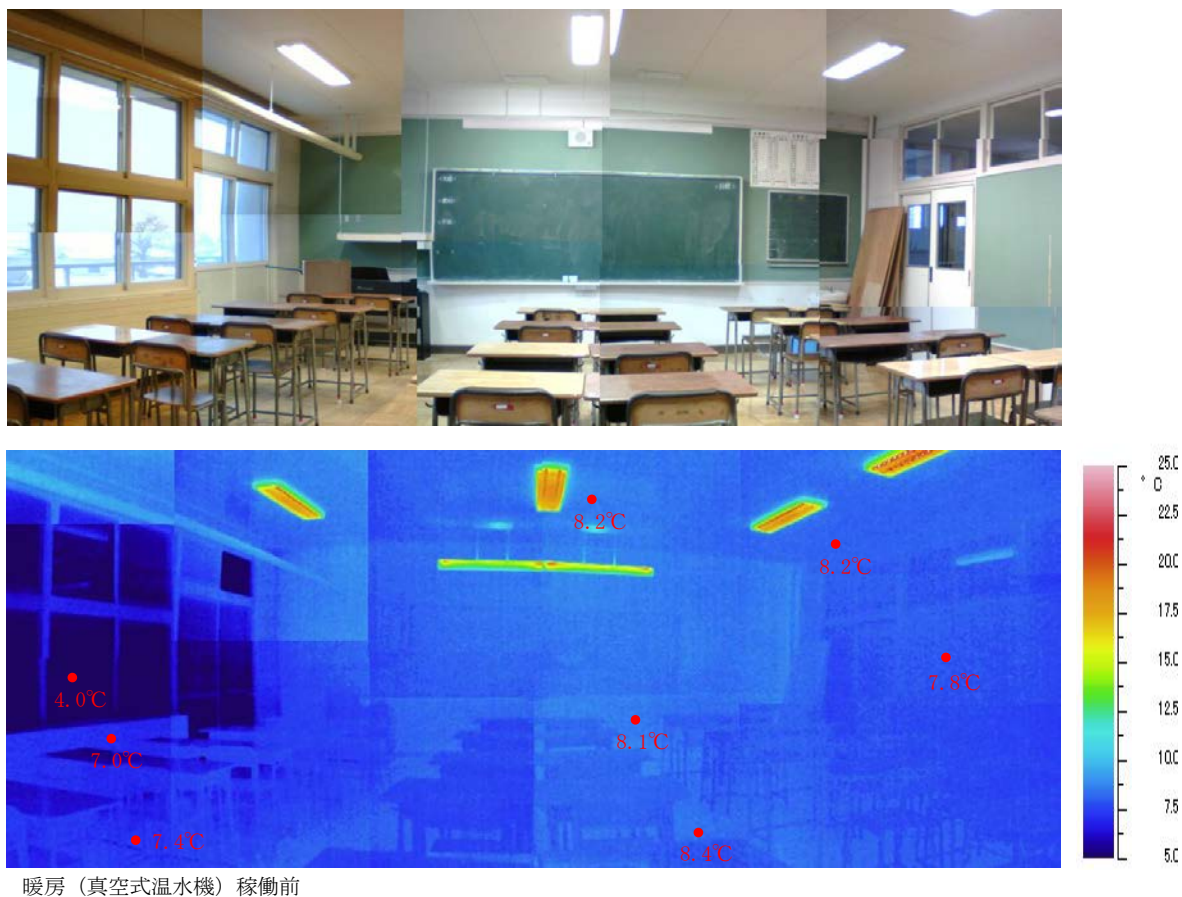
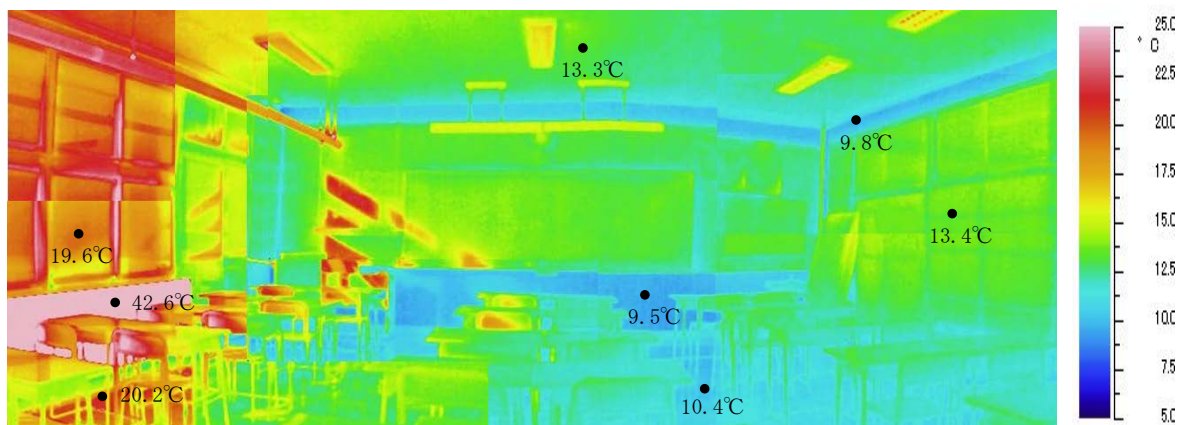
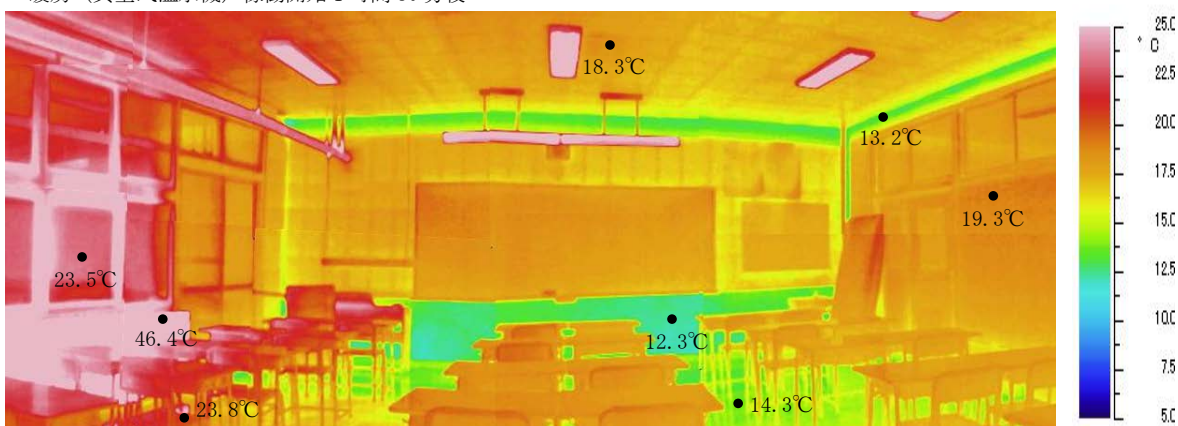


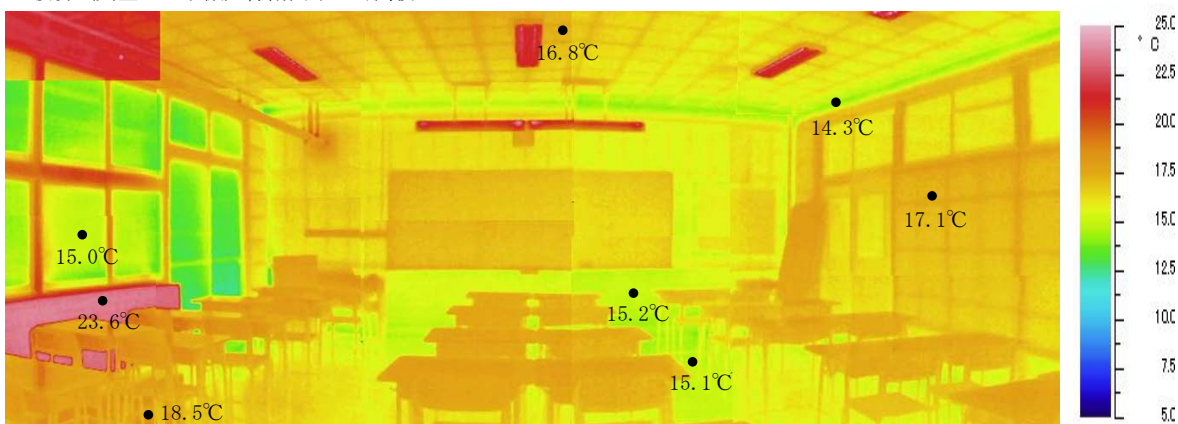
図 6-16 教室のサーモグラフィ（1）



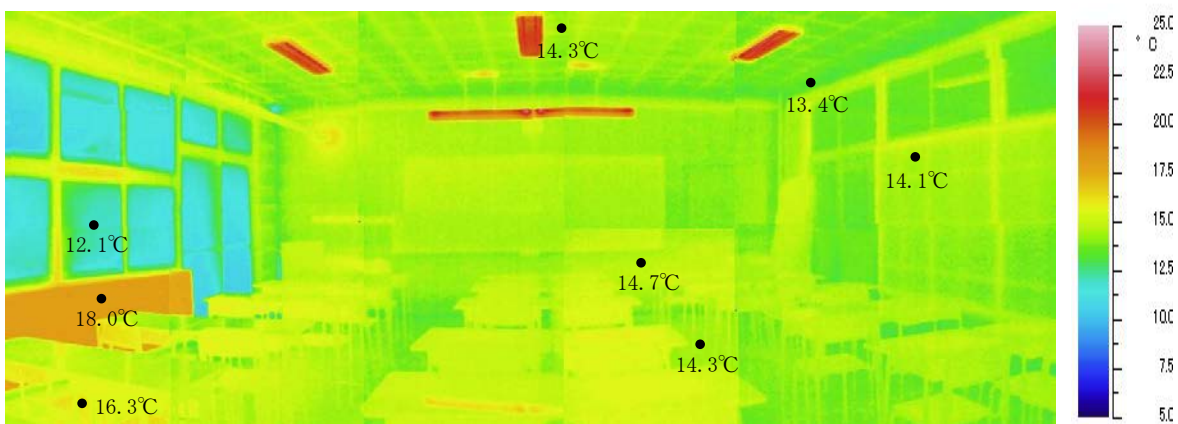
暖房（真空式温水機）稼働開始 1 時間 30 分後



暖房（真空式温水機）稼働開始 3 時間後



暖房（真空式温水機）稼働停止 1 時間 30 分後



暖房（真空式温水機）稼働停止 3 時間後

図 6-17 教室のサーモグラフィ（2）

1) 廊下

図 6-18 に廊下の熱画像を示す。廊下の表面温度は、暖房（真空式温水機）の稼働に伴い、以下の特徴がみられた。

- ・暖房稼働前は、全体的に温度差は小さいが、暖房稼働開始後、天井、教室側の上部窓の温度が高くなり、全体の温度差が広がった。
- ・柱、床及び壁下部の温度が相対的に低い。

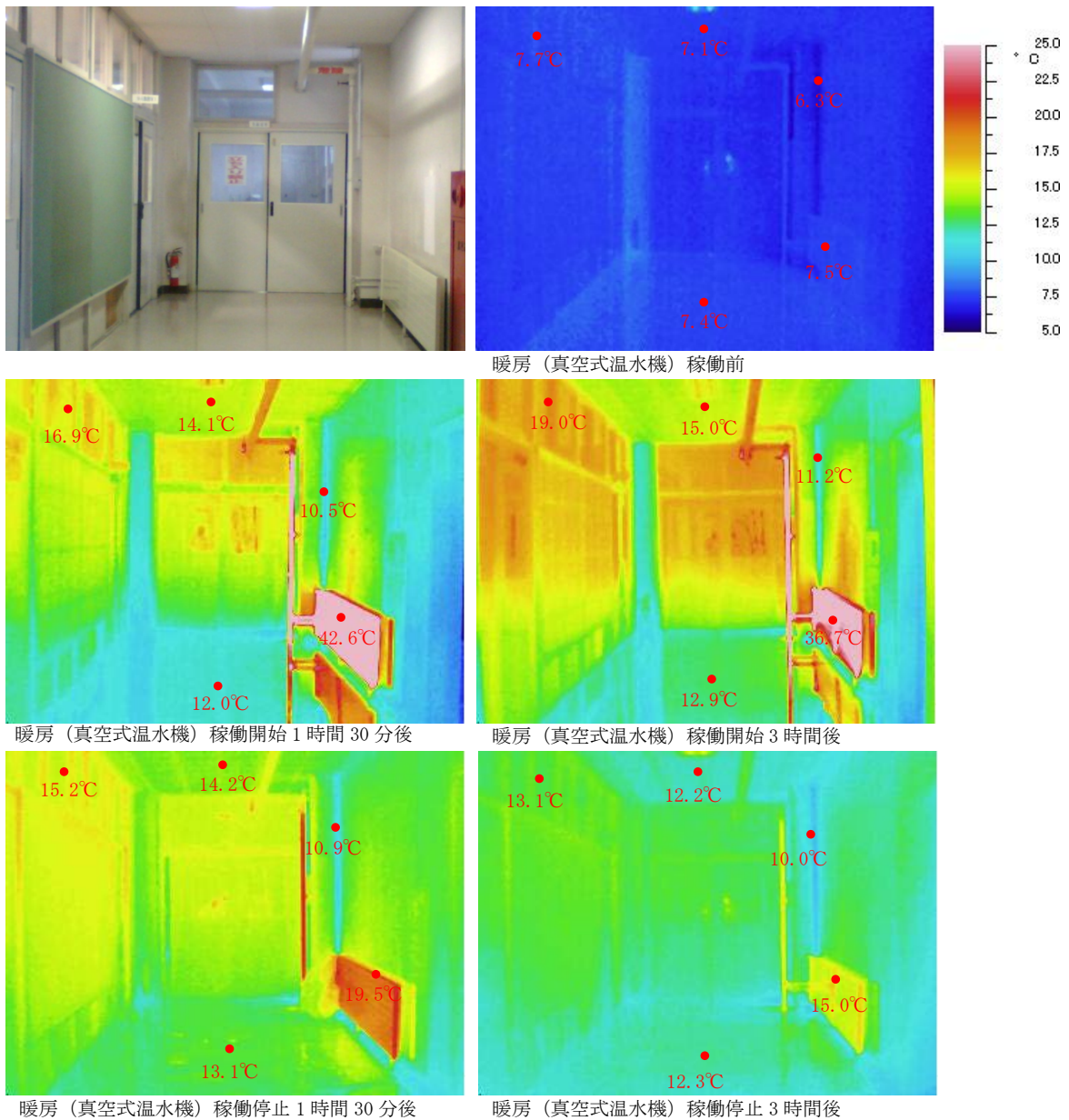


図 6-18 廊下のサーモグラフィ

6.4.5 配管等の凍結対策

(1) 校内のピンポイント温度測定

冬期における暖房負荷の削減方策の基礎資料とするために、廊下、トイレ、パネルヒーター表面温度のピンポイント測定を時系列的に行った。その代表的なものを表 6-2 に示す。

表の黄色箇所は、故障中のトイレヒーターのあるトイレ内での温度計測結果である。外気温が -7°C のときでも一番温度の低い床面は 0.3°C 程度で収まっていることが分かる。夜間の凍結防止用であれば、全てのトイレヒーターを稼働する必要がないことが分かる。

(2) 真空式温水機メンテナンス会社へのヒアリング結果

前述したように、校舎用真空式温水機の配管からの漏出が目立ち、補給される循環水には不凍液が含まれず、補給には 100%水道水が充てられている。このため、現在、循環水の凍結防止のために循環ポンプを 24 時間運転している状況である。しかし、体育館用真空式温水機は配管から漏れもなく、不凍液の濃度は 35%を保っている。このため、暖房の運転時にしか循環ポンプを稼働させていない。つまり、不凍液が所定の濃度を保っていれば、 -10°C 程度の外気温では、真空式温水機の配管は凍結しないということになる。

表 6-2 校内のピンポイント温度測定結果

校舎			第一校舎			第二校舎			第三校舎					
ボイラー稼働状況				運転中	停止中	停止中		運転中	停止中	停止中		運転中	停止中	停止中
測定部位			測定場所	10時頃	15時頃	7時頃	測定場所	10時頃	15時頃	7時頃	測定場所	10時頃	15時頃	7時頃
1F	パネルヒータ側面	上 ↓ 下	事務室付近(8段)	50.3	19.1	7.9	作業室付近(8段)	43.9	12.5	3.4	第一理科室付近(6段)	46.7	11.4	3.3
				51.1	16.6	7.9		45.8	12.6	3.6		48.3	11.9	3.9
				51.7	16.4	7.9		46.8	12.8	3.6		49.1	12	4.2
				50.5	15.9	7.9		46.6	12.6	3.6		47.8	12.7	4
				49.8	15.9	7.9		44.8	12.5	4		47.7	12.3	3.9
				—	15.9	8.4		44.5	12.4	3.8		—	—	3.8
	天井 床 壁(屋外側) 壁(屋内側)			11.4	13.3	6.6	15.7	6.9	1.9	16.3	7.6	2.2		
				9.9	11.5	6.4	6.8	5.8	1.8	7.2	6.6	2.2		
				11.6	12.5	3.9	11	6.4	0.1	12.4	6.1	0.3		
				16.2	13.1	5.6	8.6	7	1.6	13.4	7.4	1.8		
	ヒータ上 天井 床 壁 温度設定		トイレ	18.6	20.6	18.3	トイレ	20.6	21.5	20.3	トイレ	8.6	7.3	2.2
				14.4	15.6	13.8		13.7	13.7	11.8		9.3	8.6	2.2
				11.8	12.7	10.9		10.1	9.6	7.8		7.2	6.6	0.3
				13.8	14.9	12.8		11.9	12.2	10.4		8.1	8.4	1.8
				15	20	20		中間	中間	中間		故障	故障	故障
2F	パネルヒータ側面	上 ↓ 下	普通教室3－4付近(8段)	51.6	15.6	5.2	教材室付近(8段)	48.4	13.4	4.5	CPU室付近(6段)	44.4	13.3	5.6
				52.4	15.1	5.2		49.4	13.3	4.5		48.6	13.4	5.6
				52.4	15.6	5.2		49.4	13.3	4.5		48.8	13.4	5.3
				52.2	15.3	5.2		49.2	13.7	4.7		47.7	13.3	5.3
				51.1	15	5.2		48.3	13.4	4.7		47.2	—	5.2
				51.3	14.8	5.2		47.9	—	—		—	—	—
	天井 床 壁(屋外側) 壁(屋内側)			17	10.2	4.1	15.1	9.5	4.6	13.6	9.2	4.4		
				11.8	9.3	4.3	10.3	9.1	4.6	9.3	9.2	4.6		
				15.3	8.1	1.9	15	7.9	3.1	13.4	8.6	2.3		
				18.1	10.4	4.4	12.9	10.7	4.6	14.9	9.7	4.4		
	ヒータ上 天井 床 壁 温度設定		トイレ	23.3	23.7	21.3	トイレ	19.9	23.6	13	トイレ	16.8	18	15.6
				17.1	16.9	14.4		17.1	15.4	12.9		15.3	16.2	13.4
				15.1	13.9	12.6		14.6	13.3	10.4		13.8	13.1	11.1
				16.6	16.4	14.4		15.3	13.9	11.1		15.3	15.8	13.4
				30	30	30		?	最大	最大		カバー	カバー	カバー
3F	パネルヒータ側面	上 ↓ 下	普通教室1－5付近(8段)	51.1	13.4	4.6	共同事務室付近(8段)	42.4	11.7	4.5	郷土資料室付近(6段)	46.4	12.7	5.2
				52.1	12.9	4.5		44.7	12.3	4.4		48.8	12.8	5.8
				52.3	13	4.4		45.8	12.2	4.5		49.4	12.8	5.2
				51	12.9	5		50	12.3	4.6		47.6	13.5	5.1
				49.6	12.9	4.4		50.4	12.6	4.8		46.9	12.9	5.1
				48.9	12.7	4.1		50.1	12.8	—		—	—	—
	天井 床 壁(屋外側) 壁(屋内側)			19.1	—	1.9	16.6	8	3.4	14.3	7.4	3		
				12	—	4.1	11	9.3	5.3	10.1	9.3	4.7		
				15.3	—	3.6	11.4	8.4	3.5	13.4	7.2	1.8		
				19.1	—	—	13.4	10.1	5.2	15.4	9.1	4		
	ヒータ上 天井 床 壁 温度設定		トイレ	11.7	11.7	7.6	トイレ	26.6	25.5	20.4	トイレ	18.7	17.4	16.2
				10.6	9.9	6.6		19.6	15.1	13.4		16.6	14	13.3
				12.2	11.6	8.6		20.1	16.8	14.7		14.5	13.4	12.2
				11.9	12.1	8.5		18.7	17	16.1		14.5	14.6	13.1
				OFF	OFF	OFF		カバー	中間	中間		最小	最小	最小
1F	パネルヒータ側面	第1・2間連絡路(昇降口)	48.3	—	—	第2・3間連絡路	パネルヒータなし							
			50.4	—	—									
			50.3	—	—									
			49.3	—	—									
			48.9	—	—									
			47.9	—	—									
	天井 床 壁(屋外側) 壁(屋内側柱)			8.8	—	—	—6.8	—	—					
				4	—	—	—5.6	—	—					
				0.8	—	—	—7.8	—	—					
				4.1	—	—	—7	—	—					

7. エコ改修に対する提案

7.1 省エネルギー診断と改善対策

(1) エコ改修への基本スタンス

①省エネ対策

以下の二つを基本方針とする

- ・ 冬期の暖房にかかるエネルギーの大幅削減
- ・ 照明の高効率化，昼光照明の活用，むやみな照明点灯の排除

②環境改善

以下の四つを基本方針とする

- ・ 夏期の体感温度の改善（冷涼感）
- ・ 教室の光環境の改善
- ・ 水飲み場の増設
- ・ 地場産木材の活用（暖房区画の素材，生徒用ロッカーの増設）

(2) エコ改修案

現状の雫石中学校の環境から，エコ改修案を列挙したものを表 7-1 に示す。このうち，代表的なエコ改修案である「①冬期トイレヒーターの運用」と「⑤校舎暖房用真空式温水機配管の補修と運用」については，具体的なエコ改修案の内容とその定量的指標の算出過程を示す。その他のエコ改修案については，参考資料に示す。

この表には，現状の真空式温水機による暖房の改修を提案している。しかし，雫石中学校の真空式温水機は導入から平成 26 年（本年）で，20 年となり，設計・建築物改修工事の期間を含めると，ちょうど更新時期に当たるため，他の暖房方式の導入を含めた検討も視野に入る。創エネとの関連で，新たな空調システムを計画するとすれば，豊かな地下水を利用した地下熱利用のヒートポンプ，夏期の教室内温熱環境改善のための井水冷房（井水をパネルヒーターに通水），地場産材を利用した木質バイオマス・ボイラーによる暖房支援も検討に値する。また，日射量は沿岸部に比較して少ないため，創エネの主力として太陽光発電の導入は困難であるが，生徒や地域住民の環境教育のために，小規模な太陽光発電の導入は望ましい。

表 7-1 エコ改修案

エコ改修案	指標他	エネルギー 種別	省エネ率	CO2 削減率	削減額 (千円/年)	導入費 (千円)	投資回収年 (年)	備考
① 冬期トイレヒーターの運用:トイレ窓及び壁を高断熱化し、設定温度を15℃程度に下げる。放課後・休日は、凍結防止用に各階1台が稼働するように間引き運転する。		電気	11.5%	9.2%	1,046	1,200	1.1	トイレヒーターは排水管凍結防止の機能を兼ねる。現状、冬期は24時間稼働。現状のトイレ室温は、17℃程度。
② 冬期パネルヒーターの運用:全体の2割程度に当たる利用されていない教室は、パネルヒーターの温度調節用バルブを閉め、温水の供給を停止する。		A重油	5.1%	7.2%	562	0	—	温水配管は、各教室個別に供給されているため、パネルヒーターは単独でオン・オフが可能。
③ 二重サッシ窓の開閉の運用:二重サッシ窓に手掛かりの設置や左右間違いを防ぐ印を窓に貼り付ける。		—	—	—	—	—	—	左右逆に閉めると、隙間が生じ、冬期の断熱性が損なわれる。
④ 暖房区画の設置:冬期の気密性向上のため、階段区画と教室・廊下の暖房区画を設定し、間仕切る。あわせて、職員室への影響を考慮して、階下の昇降口に断熱対策(風除室の設置、断熱強化等)を行う。		A重油	2.5%	3.6%	281	9,000	32.0	ソフトパーティション、アルミスタッドパテション、シャッター折り戸、ビニールカーテン等を通過頻度と構造に応じて使い分ける。パーションには、自動つり下げ戸を採用する。これらの既製品の他に、地元産木材を使用した間仕切り等が想定される。
⑤ 校舎暖房用真空式温水機配管の補修と運用:循環水の漏水箇所を補修し、保温を行い、不凍液濃度を維持することによって、循環ポンプの24時間運転を停止する。		電気	4.7%	3.8%	426	7,500	17.6	
⑥ 体育館の冬期対策:カーテンを高気密性電動ブラインドに更新し、冬期夜間の断熱・保温を実施する。		灯油	0.3%	0.5%	40	3,500	87.5	
⑦ 体育館の環境改善:照度向上と更新するLED照明のエネルギー抑制、夏期の風道創成のためトップライトの採用とハイサイド部の電動開閉窓を採用する。		電気	3.0%	2.4%	276	9,800	35.5	現状の天井ファンとの有効利用を図る。
⑧ 夏期の暑さ対策1:教室に天井ファン(リバーシブル型)を設置する。		電気	-0.6%	-0.5%	-57	3,240	—	冬期にもスポット的な使い方で、暖房ムラを解消。
⑨ 夏期の暑さ対策2:風圧による自動排熱ドア(風圧ダンパー)やベンチレーター及びナイトバージを実施する。		—	—	—	—	1,200	—	
⑩ 教室の照度不足対策:極端な照度差の解消のために、ルーバーと調光/角度可変型模型ブラインド(バッシン採光型ブラインド)を設置。		—	—	—	—	6,500	—	各教室の窓側(南側)照明の間引き点灯とライトシェルフ(中底)の設置し、直射日光の遮蔽、窓の上部からは反射光を採り入れ、日射制御と屋光利用を両立させる。バルコニーがあるが、冬期は太陽高度が低く、日差しが入り込む。
⑪ 教室の照度不足対策:廊下側にLED照明具を追加する。		電気	-0.9%	-0.7%	-81	2,400	—	若しくは廊下側の教室の壁をすりガラス化。
⑫ 従来形蛍光灯のLED化		電気	4.6%	3.7%	415	6,163	14.9	
⑬ 従来形誘導灯のLED化		電気	0.4%	0.3%	35	538	15.4	
⑭ 温水循環ポンプのインバータ化		電気	0.8%	0.6%	68	408	6.0	現状、冬期は24時間稼働。
⑮ 温水配管の保温強化		A重油	0.1%	0.2%	16	351	22.6	
⑯ 井水利用:トイレ中水の利用、夏期対策として屋上等への散水。		上水	—	—	—	3,000	—	井水が豊富で自噴している箇所が近くにある場合、くみ上げのエネルギーは不要である。
⑰ 上水漏れ箇所の補修及び節水		上水(下水道削減含む)	—	0.1%	154	0	—	
⑱ デマンド監視装置の導入		電気	—	—	323	300	0.9	
計			31.5%	30.3%	3,504	55,100	15.7	

①冬期トイレヒーターの運用

[現状と課題]

24 時間計測で、平均 17℃の気温があることが分かった。また、トイレヒーターは、冬季間中は 24 時間連続的に運転している。平成 26 年 2 月 6～7 日の放射温度計による温度測定結果を表 7-2 に示す。この観測時に故障中や電源がオフのものがあった。

表 7-2 温度測定結果

測定箇所	第一校舎 3 階		第三校舎 1 階	
	2/6: 18 時頃	2/7: 7 時頃	2/6: 18 時頃	2/7: 7 時頃
ヒータ天板	11.7℃	7.6℃	7.3℃	3.9℃
トイレ床	11.6	8.6	6.6	3.9
〃 天井	9.9	6.6	8.6	5.3
〃 壁	12.1	8.5	8.4	5.1
外気温度	-4.3	-7	-4.3	-7

[削減対策の概要]

- ①トイレヒーターがオフでも 5℃程度の室温が得られることが分かった。
- ②現地確認の結果、トイレヒーターはトイレ内水道水の凍結防止に関係していないことが分かった。

上記条件から、トイレ窓及び壁を高断熱化し、冬季間のトイレヒーターの運転時間を次のように短縮する。

- ・平日 第一校舎 1 階以外のトイレ ; 8 時～17 時とし、その他の時間はヒーターを停止
第一校舎 1 階のトイレ(職員室関係) ; 7 時～21 時とし、その他はヒーターを停止
- ・冬休み、春休み及びその他の土・日の休日
全トイレ ; 8 時～17 時とし、その他の時間はヒーターを停止

(注) クラブ活動や地域開放室が明確の場合は、使用トイレの対象を限定することが可能である。

また、通常の設定温度を 15℃に下げる。

[削減対策実施上の留意点]

- ・学校の行事等により、使用上の支障が生じないように、柔軟な運用が求められる。
- ・上記改善で問題がない場合は、更に時間を短縮する検討が必要となる。

[定量的指標の算出]

[試算条件]

・トイレヒーター容量・台数 $1.5\text{kW}/\text{台}$, 19 台 (=6 台/校舎 × 3 校舎 + 第一体育館 1 台)

・負荷率 平均 90%と仮定します

・トイレヒーター年間運転時間

現状 全トイレ $24\text{h}/\text{日} \times 136 \text{ 日}/\text{年}$ (冬季間; 11/15~3/31)=3,264h/年

改善後

平日 第一校舎1階以外 $9\text{h}/\text{日}$ (8~17 時) × 78 日/年(11/15~3/31 の平日)=702h/年

平日 第一校舎1階 $14\text{h}/\text{日}$ (7~21 時) × 78 日/年(11/15~3/31 の平日)=1,092h/年

休日 全トイレ $9\text{h}/\text{日}$ (8~17 時) × 58 日/年(11/15~3/31 の休日)=522h/年

・現状の消費電力量 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 19 \text{ 台} \times 3,264\text{h}/\text{年} = 83,722\text{kWh}/\text{年}$

・改善後の消費電力量

平日 第一校舎1階以外 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 17 \text{ 台} \times 702\text{h}/\text{年} = 16,111\text{kWh}/\text{年}$

平日 第一校舎1階 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 2 \text{ 台} \times 1,092\text{h}/\text{年} = 2,948\text{kWh}/\text{年}$

休日 全トイレ $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 19 \text{ 台} \times 522\text{h}/\text{年} = 13,389\text{kWh}/\text{年}$

計 $32,448\text{kWh}/\text{年}$

[削減対策の効果]

・電力削減量: $83,722\text{kWh}/\text{年} - 32,448\text{kWh}/\text{年} = 51,274\text{kWh}/\text{年} \div 51.3\text{MWh}/\text{年}$

・原油換算量: $51.3\text{MWh}/\text{年} \times 9.76\text{GJ}/\text{千 kWh} \times 0.0258\text{kL}/\text{GJ} = 12.9\text{kL}/\text{年}$

・CO₂削減量: $51.3\text{MWh}/\text{年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = 19.6\text{t-CO}_2/\text{年}$

・削減額 : $51,274\text{kWh}/\text{年} \times 20.4 \text{ 円}/\text{kWh} = 1,046 \text{ 千円}/\text{年}$

・投資金額 : スケジュールタイマー設置工事

50 千円/階(2 箇所) × 3 階校舎 × 3 校舎 = 450 千円

高断熱化工事一式

750 千円

合計 450 千円 + 750 千円 = 1,200 千円

・回収年数 : $1,200 \text{ 千円} \div 1,046 \text{ 千円}/\text{年} = 1.1 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算

⑤校舎暖房用真空式温水機配管の補修と運用

[現状と課題]

ボイラー室内 NO. 1～NO. 5 循環（温水）ポンプは、冬季間中は凍結防止上 24 時間連続的に運転している。平成 26 年 2 月 6～7 日に計測した真空式温水機からの給水温水温度の推移を図 7-1 に示す。

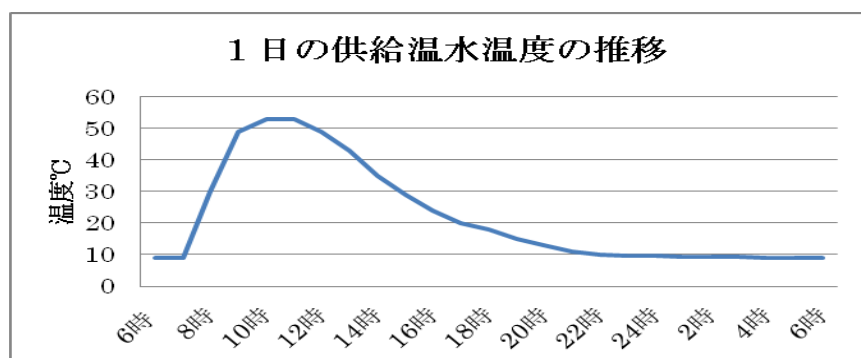


図 7-1 真空式温水機からの給水温水温度の推移

(注) ・ 7 時から 14 時, 18 時, 7 時頃は 1 時間ごとの実測値で, その他は推測値である。

- ・ 温水（循環水）は不凍液でなく水道水である。
- ・ 調査時の外気温度は 22 時～6 時は -4.6℃～-7.0℃であった。
- ・ 真空式温水機は 6 時 30 分頃に運転を開始し, 15～16 時頃に停止している。

校舎用真空式温水機の配管からの漏出が目立ち, 補給される循環水には不凍液が含まれず, 補給には 100%水道水が充て見られられている。このため, 現在, 循環水の凍結防止のために循環ポンプを 24 時間運転している状況にある。しかし, 体育館用真空式温水機は配管からの漏出もなく, 不凍液の濃度は 35%を保っている。このため, 暖房の運転時のみ, 循環ポンプを稼働させている。つまり, 不凍液が所定の濃度を保っていれば, -10℃程度の外気温では, 真空式温水機の配管は凍結しないということになる。

[削減対策の概要]

循環水の漏水箇所を補修し, 保温を行い, 不凍液濃度を維持することによって, 循環ポンプの 24 時間運転を停止する。つまり, 暖房（真空式温水機）稼働時のみ, 循環ポンプを運転する。

[定量的指標の算出]

[試算条件]

・循環ポンプの容量: $2.2\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 1.5\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 0.75\text{kW} \times 1 \text{ 台} = 8.15\text{kW}$

・負荷率 100% (実測値)

・温水ポンプ年間運転時間

現状 $24\text{h/日} \times 136 \text{ 日/年 (冬季間; 11/15} \sim 3/31) = 3,264\text{h/年}$

改善後 平日 $9\text{h/日 (6:30} \sim 15:30) \times 78 \text{ 日/年 (11/15} \sim 3/31 \text{ の平日)} = 702\text{h/年}$

・現状の消費電力量 $8.15\text{kW} \times 3,264\text{h/年} = 26,602\text{kWh/年}$

・改善後の消費電力量 $8.15\text{kW} \times 702\text{h/年} = 5,721\text{kWh/年}$

[削減対策の効果]

・電力削減量: $26,602\text{kWh/年} - 5,721\text{kWh/年} = 20,881\text{kWh/年} \div 20.9\text{MWh/年}$

・原油換算量: $20.9\text{MWh/年} \times 9.76\text{GJ/千 kWh} \times 0.0258\text{kL/GJ} = 5.3\text{kL/年}$

・CO₂削減量: $20.9\text{MWh/年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = 8.0\text{t-CO}_2/\text{年}$

・削減額 : $20,881\text{kWh/年} \times 20.4 \text{ 円/kWh} = 426 \text{ 千円/年}$

・投資金額 : 循環水の漏水箇所を補修・保温工事一式

7,500 千円

・回収年数 : $7,500 \text{ 千円} \div 426 \text{ 千円/年} = 17.6 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算

8. F A S T (Ver. 2) によるエコ改修効果等の検証

8.1 雫石中学校の現状施設（エコ改修前）の CO2 排出量の検証

FAST は、校舎をエコ改修した際の CO2 の削減量を試算するプログラムであり、ここでは、エコ改修前における FAST の予測精度を検証した結果を図 8-1 に示す。測定結果と検針票のデータから推定した CO2 排出量と FAST によるそれとの差異は約 8%で、試算のためのプログラムとして、十分な実用性があると判断できる。

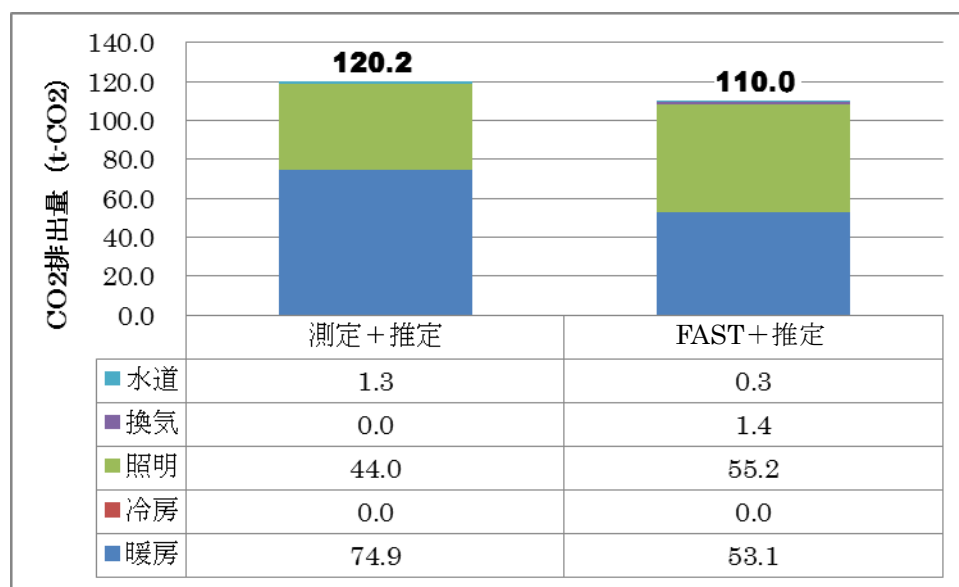


図 8-1 FAST による現状施設（エコ改修前）の CO2 排出量の検証結果

8.2 雫石中学校のエコ改修後の CO2 排出量の予測

(1) 計算条件

現行の FAST2 においては、雫石中学校の現状の適合しない初期設定（入力条件）であるため、下記のような仮定を行った。

・校舎タイプ

2 校舎の並列タイプに対応しているが、雫石中学校のような 3 校舎の並列タイプには対応していないため、第一校舎と第二校舎の教室数、用途・機能を合わせてひとつの校舎と仮定し試算を行った。

(2) 改修案

空調システムの検証を中心に行うために、改修案 A は冷房無しの EHP（高効率）、改修案 B は冷暖房ありの EHP（高効率）、改修案 C は冷房無しの FF 型石油ストーブとした。

※ ただし、雫石町は冬期（1～2 月）の外気温の平均が -5°C 程度、相対湿度が 80%程度となる地域であり、EHP 暖房の場合、頻繁にデフロスト（除霜）運転を行う可能性が高く、暖房効率の面から見て必ずしも EHP 暖房が良いとは限らない。

(3) 計算結果

計算結果を図 8-2 に示す。仮定の計算結果であるが、EHP を採用するのであれば、冷房機能を生かしても暖房のみの場合と変わらないので、有利であると考えられる。また、現状の重油焚き真空式温水機よりも FF 型石油ストーブの方が省エネであると考えられる。

《①環境対策》

	対照	改修案A	改修案B	改修案C
改修案採用	採用	採用	採用	採用
躯体の断熱性能	無断熱	次世代(壁内)	次世代(壁内)	新省エネ
開口部種類	二重サッシ(単板+単板)	複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
窓の形状▲	1階	腰窓	腰窓	腰窓
	2階以上	腰窓+掃き出し窓	腰窓+掃き出し窓	腰窓+掃き出し窓
日射遮蔽▲	バルコニー	ルーバー	ルーバー	ルーバー
窓の形状▲	1階			
	2階以上			
日射遮蔽▲				
暖房方式	普通教室	石油温水セントラル	EHPエアコン(高効率)	FF型石油ストーブ
	特別教室	石油温水セントラル	EHPエアコン(高効率)	FF型石油ストーブ
	管理諸室	石油温水セントラル	EHPエアコン(高効率)	FF型石油ストーブ
冷房方式	普通教室	冷房なし	EHPエアコン(高効率)	冷房なし
	特別教室	冷房なし	EHPエアコン(高効率)	冷房なし
	管理諸室	冷房なし	EHPエアコン(高効率)	冷房なし
換気方式	自然換気	換気扇	換気扇	換気扇
照明方式	調光制御ゾーン	室全体	室全体	室全体
	普通教室	Hf蛍光灯	Hf蛍光灯+照度センサー	Hf蛍光灯+照度センサー
	本数[本/m ²]	0.0956	0.0956	0.0956
	特別教室	Hf蛍光灯	Hf蛍光灯+照度センサー	Hf蛍光灯+照度センサー
	本数[本/m ²]	0.0001	0.0001	0.0001
	管理諸室	一般型蛍光灯	Hf蛍光灯+照度センサー	Hf蛍光灯+照度センサー
	本数[本/m ²]	0.1486	0.1486	0.1486
	便所、廊下等	一般型蛍光灯	一般型蛍光灯	一般型蛍光灯
	便所本数[本/m ²]	0.0029	0.0029	0.0029
	廊下本数[本/m ²]	0.0254	0.0254	0.0254
節水型器具	便所	不採用	採用	採用
	適用率[%]	100	100	100
	水栓	不採用	採用	採用
	適用率[%]	100	100	100
太陽光発電	有無	不採用	不採用	不採用
	容量[kW]			
	方位			
	傾斜角[°]			
屋根形状	陸屋根	陸屋根	陸屋根	陸屋根
屋上緑化	不採用	不採用	不採用	不採用

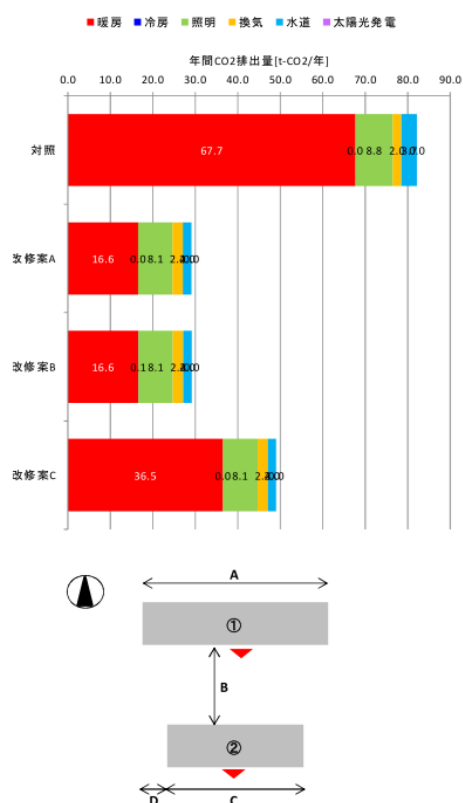


図 8-2 FAST によるエコ改修後の CO₂ 排出量の予測結果

9. まとめ

9.1 エコ改修実施の際の留意点

○スーパーエコスクール改修の理念・目標

雫石中学校のスーパーエコスクール改修の理念・目標の設定（エネルギーの視点から）が必要となる。

- ・スーパーエコスクール実証事業では、「省エネの徹底によりエネルギー負荷の低減を図るとともに、学校運営上必要なエネルギーを創エネ、蓄エネ等の技術を適用することで賄い、年間のエネルギー消費を実質上ゼロとするゼロエネルギー化」を目指すこととしている。
- ・通常の省エネルギー対策は、燃料・電気使用量の削減、すなわち無駄の排除とエネルギー効率向上によって、費用削減とCO2削減を同時に達成する。実際に採用する省エネルギー対策は、投資回収年とその効果量によって判断される。しかし、雫石中学校は公立学校という性格から、投資効果、エネルギー効率一辺倒だけではなく、環境教育・地域社会への啓発という側面にも配慮が必要である。
- ・総換算一次エネルギー消費量削減、CO2削減、費用削減のどれを優先するか？
- ・創エネ、蓄エネに関わる再生可能エネルギー（特に木質バイオマス・ボイラーなど地産エネルギー）をどこまで導入するのか？

○ケーススタディ

雫石中学校の総屋上面積が概算で約 5,000m² である。この面積で設置できる最大の太陽光発電のシステム容量は 400kW 程度である。理論上の年間予想発電量（kWh）は約 3,719(GJ) である。

雫石中学校における平成 24 年の換算一次エネルギーの総計は、4,578(GJ) なので、太陽光発電だけでは、賄うことができない。仮にエコ改修で 15%〔20%〕のエネルギー削減が可能だとすると、換算一次エネルギーの総計は 3,891(GJ)〔3,662(GJ)〕まで削減される。

年間エネルギー消費を実質上ゼロとするゼロエネルギー化を第一優先目標とするのであれば、省エネ率 20%までの対策を採用すれば、太陽光発電のみで換算一次エネルギーを賄うことが、理論上は可能である。しかし、省エネ率 15%までの対策までとすれば、他の再生可能エネルギーを導入する必要がある。

雫石町は日射量に恵まれず、特に冬期は日射量が低減し、太陽光発電の適地とは決して言えない。対費用効果の観点からも、ゼロエネルギー化を太陽光発電のみで達成することは非現実的である。

○他校のスーパーエコスクール実証事業の事例

福島県矢吹町立矢吹小学校のゼロエネルギー化の数値目標（GJ/年）

換算一次エネルギー使用量	省エネ量（26.6%）	創エネ量※	数値目標
1,430	—	381	—
		1,049	= 0

※創エネは、太陽光発電（110kW）と太陽熱利用（ソーラーシステム）

矢吹小学校は、雫石中学校と同様に省エネ基準の 3 地域（旧基準：Ⅱ地域）に含まれ、冬期に換算一次エネルギー使用量のピークが現れる。矢吹小学校の校舎のみの延べ床面積は、雫石中学校の 61%であるが、年間の換算一次エネルギー使用量は 31%である。校舎の形態（校舎数）に違いがあるため、一概に延べ床面積で比較はできないが、矢吹小学校はエネルギー節約型で、雫石

中学校はエネルギー多消費型であるといえる。これは、矢吹小学校では、冬期の暖房にFF型石油ストーブを用いていることが大きな原因と推測される。

雫石中学校の真空式温水機は導入から本年で20年となり、設計・建築物改修工事の期間を含めると、ちょうど更新時期に当たるため、他の暖房方式の導入を含めた検討も視野に入れると良い。

○留意点（実現性の観点から）

- ①雫石町では、太陽光発電による創エネでエネルギー収支を合わせること（ゼロエネルギー化）は困難である。
- ②温水暖房は暖房用エネルギー消費が膨大であることから、ゼロエネルギーを目指すのであれば、FF型石油ストーブによる暖房など、暖房方式の変更も検討すべきである。

9.2 雫石中学校のエネルギー消費実態

雫石中学校では、前述したように暖房需要によって冬期の換算一次エネルギー消費量のピークが現れる。ピーク値で比べると、夏期の約4倍もの消費量である。

需要先としては、校舎・体育館の暖房（校舎：A重油、体育館：灯油）とポンプなど関連機器、灯油ストーブ（職員室、会議室など）、トイレヒーター、雨水排水ドレインヒーターである。重油、灯油は用途先が明確であるが、電力の増加の内訳については、今回の測定で明確になった。すなわち、暖房開始前の平日の電力消費量は、全校で400～600kWhであるが、暖房を開始すると、1,200～1,300kWhに跳ね上がる。この増加分は、校舎用暖房用真空式温水機における循環水のポンプ類とトイレヒーターの負荷増分であることが定量的に示された。

9.3 雫石中学校の教室内環境の実態

- ①冬期の教室内温熱環境は、関東地方の学校施設における温熱環境よりも良好である。
- ②夏期の教室内温熱環境は改善の余地があり、教室内に気流を形成しての体感温度の低下が必要不可欠である。しかし、冷房設備の導入までは必要ないと考えられる。
- ③教室内机上面照度は学校衛生基準を満足しない場所も存在することから、基準を満足するようにすべきである。

9.4 スーパーエコスクールの実現に向けて

省エネの観点からは、冬期の暖房需要のエネルギー削減が第一のターゲットであり、事業実現のための必須事項である。特に校舎用の真空式温水機（重油）、温水の循環ポンプ、トイレヒーターのエコ改修案として、以下を提案した。

- ①冬期トイレヒーターの運用：トイレ窓及び壁を高断熱化し，設定温度を温熱環境の観点から 15℃程度に下げる。放課後・休日は，省エネの観点から凍結防止用に各階 1 台が稼働するように間引き運転を行う。
- ②冬期パネルヒーターの運用：全体の 2 割程度の稼働していない教室は，パネルヒーター表近くの温度調節用バルブを閉める。
- ③暖房区画の設置：冬期の気密性向上のため，階段区画と教室・廊下の暖房区画を設定し，間仕切る。
- ④冬期における真空式温水機の配管の補修と運用：循環水の漏水箇所を補修し，保温を行い，不凍液濃度を維持することによって，循環ポンプの常時間運転を真空式温水機稼働時のみとする。

併せて，地場産材を活用した省エネ，生徒用ロッカーの増設，水飲み場の増設，夏期の暑さ対策などにも配慮した提案を行った。

また，校舎建設時に比べ生徒数の減少に伴い発生する空き教室等が散見されることから，改修に併せて，平面レイアウトを見直し，利用教室の集約化を図ることも省エネに大きく寄与するものと考えられる。

さらに，省エネルギーや環境改善を目指した建物を整備するだけでは目的を達成することは難しく，適切な使用が可能となるよう，また，教員の異動等があっても後任に引き継げるよう運用マニュアル等の整備が必要であると考えられる。

その他，環境教育に有効と考えられる太陽光発電設備の表示パネルにも発電量と消費量の対比を表示することや，各教室に電力メーターを設置し，使用機器と電力消費の関係が分かるような工夫（エネルギーの見える化）を行うことで，生徒の節電意識も高まると考えられる。

9.5 今後の課題について

スーパーエコスクール実証事業の実現に向けて，まず，理念と数値目標を明確に設定する必要がある。その上で，省エネ分，創エネ分を幾らにするかを，必要な費用・経費・維持管理などライフサイクルコストと，各々の効果，すなわち，省エネ率や CO2 削減率（ライフサイクル CO2）についても勘案して，総合的に評価を行うことが必要である。創エネにおいては，固定価格買取制度における収入についても考慮しなければならない。

一般的に，公共建築を含む公共事業では，以下の三つの指標を明らかにして，比較検討の過程を明示し，合意形成を図ることが必要である。そのための詳細調査を次年度に実施することがひとつの課題と考えられる。

9.6 「学校施設の環境に関する基礎的調査研究」における検討及び現地視察を踏まえて研究会委員の主なコメント

■主なコメント

- ・温水パネルヒーターについて、配管のどこからか不凍液の漏れが考えられる。（タンクに不凍液を注入してもすぐに減っていく）真空式温水機からの送水時の温度が 55～60℃に対し戻りが 35℃の場合もある。これは、不凍液の漏れによることと断熱が悪いことが原因として挙げられ、この状態ではパネルヒーターとしての放射暖房の効果が出ていないと考えられる。
- ・エネルギー消費原単位を考えると、単純にエネルギー使用量を建物全体面積で割ると、空き教室（エネルギーを使用していない室）が多い学校は有利側に働くので、そういった部屋の状況を把握しながら見ていかないといけない。
- ・使用頻度の低い第3校舎を切り分け、第1～2校舎をしっかりと断熱を行うといった改修方法も考えなくてはいけないのではないか。
- ・生徒昇降口はピロティのような環境であることから、その直上の職員室が一番長く使用される居室であるにもかかわらず温熱環境が非常に悪い。
- ・トイレの電気パネルヒーターは1箇所当たり 1.25kw、生徒用トイレ全体では 22.5kw が 24 時間稼働し続けている状態であり電力使用量がかなり大きい。
- ・暖房方法について、ゾーニング、機器等を含め抜本的に見直す必要があるのでは。
- ・従来の蛍光灯と同数で LED 灯に変更すると光の当たり方がスポット的になるので、暗くなった印象になる。
- ・真空式温水機について、自動ではなく手動運転により運転回数を調整しているがこの方法は適正運転といえるのか。
⇒適正運転かどうかは判断しづらいが、長年勤めておられる用務員が、気温や校舎の状況等を勘案し運転している。
- ・「外気温と真空式温水機の総運転時間の関係」を示したグラフにおいて、時刻別にデータを取っており、ディグリータイムを使用して解析すると、気温の変化による暖房設定温度の差が見えてくるので良いと考える。
- ・トイレのパネルヒーターは、サーモスタット制御ではなく、土日も含めて 24 時間常に運転している。
- ・温水暖房のパネルヒーターについては、メーカーに放熱量及び真空式温水機の入り口・出口の温度設定を確認すべきである。
- ・パネルよりファンコイルの方が暖房効率は良いと考えられる。
- ・改修コストも考慮した上で、断熱を高めた方が良いのか、機器を交換した方が良いのか検討する必要がある。
- ・トイレにおける温湿度の変動について、夜間において、温度は変わらないのに湿度だけ下がっている理由は。
⇒夜間であり使用しない時間帯であることから、トイレ洗浄水等による給水がない、若しくは扉が閉まったままであることなどが考えられる。

- ・照度測定については、各ポイントの計測に時間がかかると気象等の状況が異なってしまうため、各ポイントの測定を可能な限り同時に行うべきである。
- ・周りに雪が積もると光が雪に反射しライトシェルフ効果もある。
- ・照度計測に関して、時間により日差しの入り方も異なるのでその辺りの考慮が必要。
⇒9時、12時、15時に分けて計測することとする。
- ・雫石中学校の生徒数は校舎建設当時に比べて約半分となっており、稼働率の低い部屋まで一様に暖めるのは非効率である。
- ・職員室(2階)の下の昇降口(1階)は現在ピロティに近い環境にあるが、風除室を設けるなどして、昇降口を室内空間化することにより、職員室の室内環境が良くなると考えられる。
- ・暖房区画のエリアについて明確化すべきである。
- ・風況調査の結果によると、主たる風向きは西方向(校舎と並行の向き)であり、棟間を接続する渡り廊下が通風を行う上で支障となっている。
⇒対応方法としては、校舎窓にウィンドウキャッチャーを設置する、階段室屋上に風圧により自動開閉を行う風圧ダンパーを設置し熱気を逃がす、などが考えられる。
- ・ライトシェルフについて、南側はバルコニーがあること、東北といった地域性から考慮すると晴天率は低いと考えられ、有効性について要確認。
- ・太陽光発電が可能であると考えれば、環境教育も兼ねて太陽熱利用の導入も検討できないか。
- ・雫石町は井水が利用可能であり、冬は水道水より温度が高い(年間を通して13~15℃)ことから、トイレの凍結防止に使えるか。
- ・消費電力の内訳について、12月31日~1月1日(年末年始)の電力についても相当多いのは、トイレヒーターが稼働しているためである。
⇒トイレヒーターは暖房に使用しているのであれば切ることはできないが、凍結防止目的であれば、今回の調査の結果、ヒーターが故障中の第三校舎でも室内温度がマイナスにならないことが分かったので、節電することが可能である。

■雫石中学校視察

(学校関係者からヒアリング)

- ・トイレは男女とも古く狭い。また、流しが少なく歯磨き指導ができない。
- ・夏場は軽装で過ごし、クーラーはない。ただし、教室内は30℃を超えることもある。
- ・この地方は夏より冬の方が、風が強い傾向にある。
- ・建物は3棟並行に建てられているので校舎間の風の流れは余り良くない。
- ・授業中は、基本的にカーテンを引いている。
- ・教室内に収納スペースがない。
- ・校舎には隙間が多くある。
- ・体育館はバスケット、グラウンドはソフトボール練習用に地域開放している。
- ・近隣の雫石町より寒い地域では、ペレットを活用した暖房も採用している。

(施設調査)

- ・二重サッシの閉め方を左右逆にしていたため、召し合わせ部分の隙間から暖気が漏れていた。

⇒ 暖房効率を上げるために二重サッシの使い方を徹底する必要がある。

- ・ 渡り廊下の扉は隙間が多く、また昇降口の気密性も劣っており、隙間風が多量であると推測されることなどが指摘された。
- ・ 真空式温水機から校舎へ温水を送り出す往管において、不凍液の漏水跡が見受けられた。
- ・ 給食室はドライ方式ではなく、従来型のウェット方式によるものであった。
- ・ 雫石町は寒冷地であるが、二重サッシや躯体の断熱が施されており、実際に雫石中学校を訪れてみると、関東の学校よりも温かい印象であった。
- ・ 雫石中学校は、少子化により生徒が減っているにもかかわらず、使用室の集約化を図っておらず、稼働率の低い棟も含めた全館に対し一様に温水循環による暖房を行っているため非効率である。

■参考

①エネルギー・ペイバック・タイム

エコ改修による初期投入エネルギー量を、エコ改修後の設備の稼働によって、回避可能な年間エネルギー量からエコ改修事業中に追加投入される年間エネルギー量を差し引いた正味分によって、回収するために必要な年数。

②CO₂ ペイバック・タイム

エコ改修に用いる資材・設備等の製造時の CO₂ 排出量を、その実行段階に回避可能な年間 CO₂ 排出量によって、回収するために要する年数。

③コスト・ペイバック・タイム（投資回収年）

エコ改修の導入・維持コストを、導入後に回避可能なコストで回収するために必要な年数。

10. 参考資料

10. 1 雫石町主催検討実施委員会での説明資料

10.1.1 環境研究会による成果物(モデルプラン, FAST, 事例集)の紹介

10.1.2 エコ改修に関する具体的事例

10. 2 調査票(雫石中学校運用状況ヒアリング結果)

10. 3 調査票(運用状況ヒアリング様式, 照度測定様式)

10. 4 雫石中学校省エネルギー診断報告書

10. 5 雫石中学校スーパーエコスクール実証事業基本計画報告書[概要版]

10. 6 学校施設の環境に関する基礎的調査研究

10. 1 雫石町主催検討実施委員会での説明資料

10.1.1 環境研究会による成果物(モデルプラン, FAST, 事例集)の紹介

※ 環境研究会により作成した報告書を、学校施設ゼロエネ化検討の参考としてもらうために、スーパーエコスクール実証事業を実施する地方公共団体へ配布及び説明を行った。

《 校舎のエコ改修の推進のために 》

既存校舎の「エコ改修」の改修内容、改修効果、イニシャルコスト等を評価・検討し、全国各地域に対するモデルプランを作成した。

■校舎のエコ改修の基本的な考え方

モデルプランにおける CO₂ 排出量シミュレーションの結果、以下の三つを総合的に実施することで、冷房化を含む教室の暑さ寒さ対策と CO₂ 排出量の削減を同時に達成することが十分に可能であることが分かった。

- ① 断熱化や日射遮へいなど建物性能の向上
- ② 照明機器や冷房機器の効率化
- ③ 温度設定など適切な運転管理の励行

以下の URL で参照することができます。

<http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/allmodelplan.pdf>



＜＜ 学校施設（体育館）のエコ改修の推進のために ＞＞

構造や使われ方が校舎と異なる体育館に着目し、既存の標準的な体育館をベースとしてエコ改修を行う際のモデルプランを作成した。

■体育館のエコ改修の基本的な考え方

◇室内温熱環境の改善には、

- ①建物の断熱、日射遮へい
- ②気密性能の向上（冬期）
- ③高低差による温度差を利用した自然換気の確保（夏期）等の工夫が必要

◇室内光環境の改善には、

- ①ハイサイドライトなどからの昼光の積極的利用
- ②運動の支障となる直射日光の遮へい等が必要

◇エネルギーの効率的利用・運用管理の面では、

- ①照明器具の省エネ型への交換
- ②明るさ不足の箇所のみを点灯させるゾーン制御
- ③自然エネルギーの活用等の検討が必要

以下の URL で参照することができます。

<http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/taiikukan.pdf>



<< 学校施設のCO₂削減設計検討ツール (Ver.2) >>

※ 略称 FAST: Facilities Simulation Tool (for ECO SCHOOL) (Ver.2)

■学校施設のCO₂削減設計検討ツール (FAST)とは

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CO₂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。FASTにより算出した結果は、学校施設の大規模改造（老朽：エコ改修）の補助申請を行う際に、必要となる資料としても活用される。

平成 23 年 1 月に公表した Ver. 1 の改良版 Ver. 2 を平成 24 年 6 月に公表。

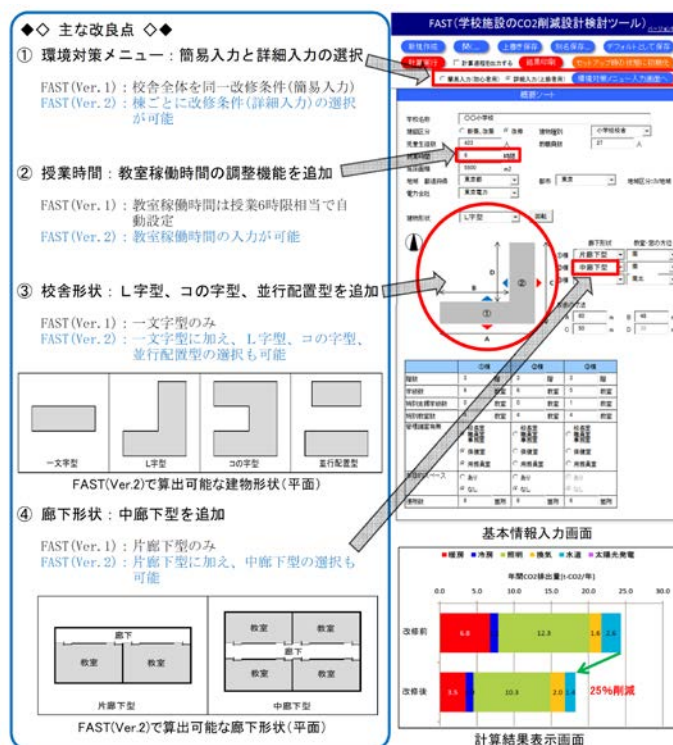
■FAST の五つの特徴

- ①誰でも使用することができるプログラム
- ②簡易な入力方式と短い計算時間で瞬時に結果を算出
- ③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
- ④改修前の校舎の設計図が不要
- ⑤計算結果は、エコ改修の先進事例のデータと整合

以下の URL で参照することができます。

FAST(プログラム) : http://www.nier.go.jp/shisetsu/tools/FAST_Ver2.zip

操作マニュアル : http://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/FAST2_manual.pdf



＜ 学校施設における再生可能エネルギー活用事例集～熱利用分野＞

災害時に避難所となる学校施設の使用を考慮した、再生可能エネルギー技術について検討し、再生可能エネルギーのうち、熱利用分野（地中熱利用、雪氷熱利用、バイオマス熱利用、太陽熱利用）について整理を行った。

■概 要

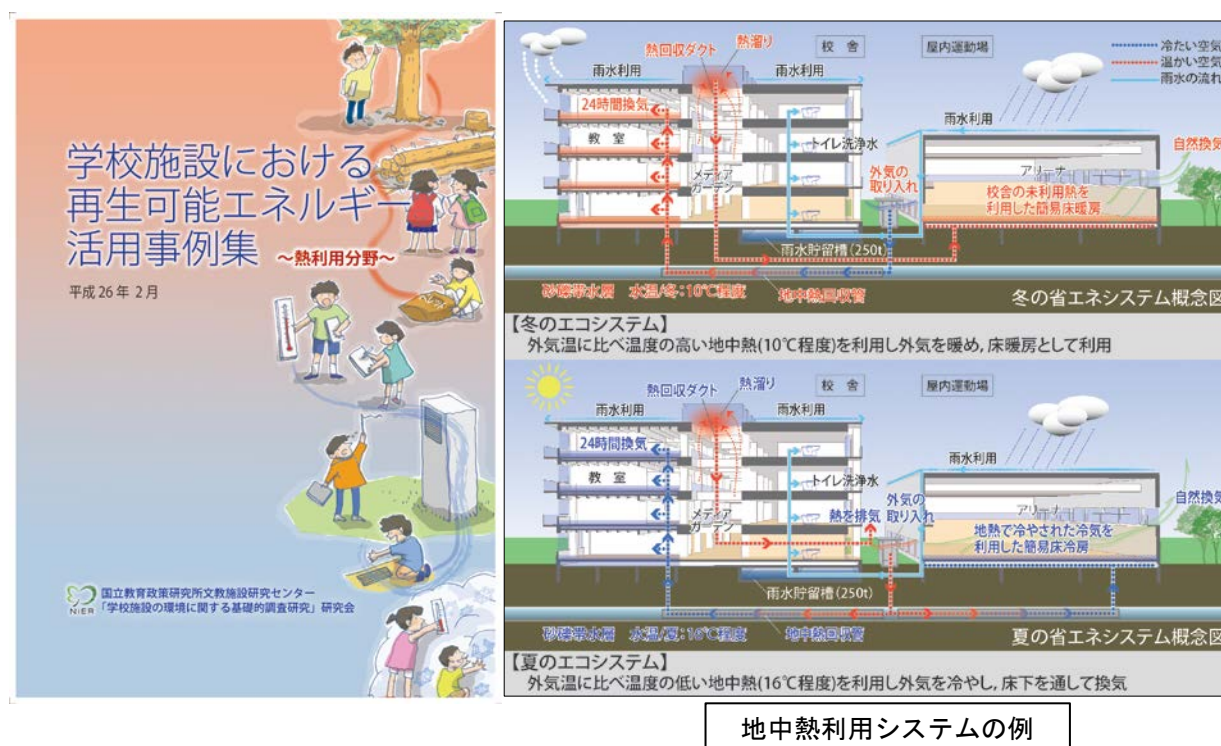
本事例集では、再生可能エネルギーの熱利用分野の種別ごとに、概要や特徴・留意点等のほか、事例紹介において整備・維持管理等に係る経費の一例を示し、CO₂ 排出量や室内環境の改善に伴う効果について考察した。

具体的には、熱利用分野のカテゴリごとに、一般編（前半）と事例編（後半）に分けた構成としており、一般編では、システムの概要、特徴・留意点に加え、災害時等において商用電力が途絶した場合での運用を可能とするための留意点を整理した。

事例編では、現地調査・ヒアリング等により得られた情報を基に、システムの設置事例を詳細にまとめた。学校名、設備名、学級数、児童（生徒）数、設備容量、活用区域、設置年度、工期といった①基本情報のほか、②システム概要、③設置の経緯、④維持管理方法、⑤環境教育への活用、⑥災害における活用、⑦コスト情報（イニシャルコスト、ランニングコスト、年間省エネ額）、⑧効果の検証（CO₂ 排出量、室内環境）、⑨全国導入状況を分かりやすく整理した。

以下の URL で参照することができます。

<http://w.nier.go.jp/shisetsu/pdf/netsuriyoubunya.pdf>



10.1.2 エコ改修に関する具体的事例

1. 断熱・気密



(内)アキレスボード 30mm(埼玉県立浦和高等学校)



(内)発泡ウレタン吹付 25mm(高山市立北小学校)



(内)杉板 30mm(海士町立海士中学校)



(外)ウレタン吹付 30mm(若狭町立三方中学校)

2. 暖房区画



区画ライン

2階

階段室と廊下を区画(荒川区立第七峡田小学校)



昇降口(若狭町立三方中学校)

3. 換気スリット

 <p>神戸市立多聞東中学校</p>	 <p>北九州市立曽根東小学校</p>
 <p>埼玉県立浦和高校</p>	 <p>若狭町立三方中学校</p>

4. ライトシェルフ・ルーバー

 <p>荒川区第七峡田小学校</p>	 <p>若狭町立三方中学校</p>
 <p>北名古屋市立西春中学校</p>	 <p>北九州市立曽根東小学校</p>

5. 温度差換気



北名古屋市立西春中学校



神戸市立多聞東中学校

6. 照明の工夫・両面採光



窓側の蛍光灯の数で調整(若狭町立三方中学校)



スイッチの工夫(伊予市立翠小学校)



改修前(若狭町立三方中学校)



改修後(若狭町立三方中学校)

両面採光、暑い日はパーティションを開放して、通気を促す

7. 体育館の昼光利用の例(新築)



府中市立府中学園 撮影者:日暮写真事務所 日暮雄一



府中市立府中学園 撮影者:日暮写真事務所 日暮雄一



港区立港南小学校 撮影者:SS 東京



港区立港南小学校 撮影者:SS 東京

8. 太陽光発電デザイン



東京工業大学 環境エネルギーイノベーション棟



北海道工業大学

9. その他



ネットの設置(神戸市立多聞東中学校)

建物自体をマニュアル化



運用がうまくできるような工夫(例)

※1～6, 9の参考文献は以下のとおり。

環境省, (株)エコエナジーラボ: 学校エコ改修と環境教育事業 モデル校における3年間の取り組みのまとめ(平成22年3月)

環境省, エコフローサポート本部: 環境省・学校エコ改修と環境教育事業

エコ改修後の学校で快適に生活する運用ガイド作成のための手引き(平成22年3月)

※8は各大学HPより引用

A. 運用の概要

	登校時間	登校時刻	(何時までに登校することとしているか)					冬季(11月～3月)	冬季(7:30時～8時)	冬季(16時～17時)
			8:00	4月～10月	18時	17時	17時			
1		完全下校時刻	夏季(7:30時～8時)	8時						
2		朝	夏季(16時～18時)	18時						
3	平日のクラブ・部活動の時間	放課後	15時～16時: 0 教室							
4		部活・クラブ	16時～17時: 0 教室							
5	放課後の普通教室の使用教室数		17時～18時: 0 教室							
6			18時～19時: 0 教室							
7			19時～20時: 0 教室							
8			20時～21時: 0 教室							
9			15時～16時: 1 教室							
10		教職員の作業	16時～17時: 1 教室							
11			17時～18時: 1 教室							
12			18時～19時: 1 教室							
13			19時～20時: 1 教室							
14			20時～21時: 1 教室							
15										
16										
17	長期休みの期間	夏休み	7月27日～	8月20日						
18		冬休み	12月26日～	1月14日						
19		春休み	3月13日～	4月3日						
20	コンピュータ室使用時間		6時間/週	サーバーの有無(2台)	有・無	デスクトップ	42台	ノート	0台	
21	体育館の使用時間	授業・朝礼等	5時間/日(6時限制)			照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
22		平日のクラブ・部活動	2時間/日			照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
23		休日のクラブ・部活動	土曜日: 3時間/日	日曜日: 3時間/日		照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
24		長期休みのクラブ・部活動	6時間/日を5回/週			照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
25		平日の一般開放	2時間/日を5回/週			照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
26		休日の一般開放	土曜日: 0時間/日	日曜日: 0時間/日		照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
27		長期休みの一般開放	2時間/日を5回/週			照明の点灯のルール	不要な照明は消す			
28										

29	学童 (放課後 学級)	有無	有	無											
30		使用教室数	教室												
31		使用教室の名称	①	②	③										
32		人数			④										
33		運営時間(平日)	時間/日												
34	運営時間(土曜日)	時間/日													
35	運営時間(夏休み)	時間/日													
36	暖冷房使用の有無	暖房	有・無	冷房	有・無	暖房機器の種類	冷房機器の種類								
37	グラウンド 照明	有無	有	無											
38		利用時間(クラブ・部活等)	2 時間/日	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)											
39		利用時間(一般開放)	0 時間/週	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)											
40		コイン制度の有無	有	無											
41	給食室	給食室の室使用时间	調理	7 時～	12 時	洗浄	13 時～	16 時							
42		冷暖房の有無	暖房	有・無	冷房	有・無	冷房は荷さばき室に家庭用ルームエアコン1台のみ								
43															
44	管理諸室の 運用状況		平日の利用時間	土曜日		日曜日		夏休み	照明点灯のルール (例)在室時に点灯 不要な照明は消す						
45				利用時間	回数	利用時間	回数			利用時間	回数				
46				校長室	8 時～	17 時					時～		8 時～	17 時	5 日/月
47				職員室	7 時～	20 時	9 時～			12 時	4 日/月	9 時～	12 時	4 日/月	5 日/月
48				保健室	8 時～	17 時					時～		8 時～	17 時	5 日/月
49				事務室	8 時～	17 時					時～		8 時～	17 時	5 日/月
50				用務員室			時～				時～		時～		日/月
51				その他()			時～				時～		時～		日/月
52	その他()			時～		時～		時～		日/月					
53															
54															
55															
56															
57															

		平日		土曜日		日曜日		夏休み		暖房使用 の有無	冷房使用 の有無
		利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数		
58	特別教室 の 授業以外 の 部活動利 用										
59											
60		3 時間/日	5 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	有・無	有・無
61		3 時間/日	5 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	2 時間/日	5 日/週	有・無	有・無
62		3 時間/日	5 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	有・無	有・無
63		2 時間/日	1 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	0 時間/日	0 日/週	有・無	有・無
64		3 時間/日	5 日/週	3 時間/日	1 日/週	3 時間/日	1 日/週	0 時間/日	0 日/週	有・無	有・無
65		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無	有・無
66		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無	有・無
67		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無	有・無
68		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無	有・無
69		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無	有・無
70	特別教室 の 授業以外 の利用 (地域開 放)	平日		土曜日		日曜日		夏休み		暖房使用 の有無	冷房使用 の有無
71		利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数		
72		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
73		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
74		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
75		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
76		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
77		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
78		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
79		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
80		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		
81		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週		

B. 照明の機器と運用(稼働がごく希な教室・準備室等は除く)

■は、ヒアリング

■は現地調査

1 2 3 4	名称/共通事項	蛍光灯種類・ランプW数				蛍光灯本数			回路数 (スイッチ の数)	部屋 数	照明区画の方向	消灯時の 明るさの 感じ方	照度	壁・天井・床の 色	点灯のルール/備考	
		黒板灯		天井照明		黒板灯	天井照明	本数							①在室時のみ点灯	②在室+暗い時のみ点灯
		種類	ランプW数	種類	ランプW数	本数	本数	本数								
5	普通教室(タイプⅠ)	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	2 本	18 本	2 本	2 回路	11	黒板に垂直・黒板に平行	やや暗い	k	アイボリー系	すべて①	
6	普通教室(タイプⅡ)	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	2 本	24 本	2 本	2 回路	3	黒板に垂直・黒板に平行		k		普通教室(タイプⅡ)と同一仕様	
7	特別支援学級	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	2 本	24 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
8	第1理科教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	32 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
9	第2理科教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	32 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
10	第1音楽教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	24 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
11	第2音楽教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	32 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
12	コンピュータ教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	36 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
13	第1美術室	FL	40 W/本		W/本	2 本	30 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
14	第2美術室	FL	40 W/本		W/本	2 本	32 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k		おもに美術部が使用	
15	被服教室	FL	40 W/本		W/本	2 本	30 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
16	調理実習室	FL	40 W/本		W/本	2 本	32 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
17	生徒会室	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	2 本	24 本	2 本	2 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
18	図書室:司書室	FL	40 W/本		W/本	本	58 本	本	2 回路	1			k			
19	会議室	FL	40 W/本		W/本	本	24 本	本	1 回路	1	黒板に垂直・黒板に平行		k			
20	少人数教室	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	2 本	18 本	2 本	2 回路	1			k			
21	多目的ホール	FL	40 W/本		W/本	2 本	50 本	2 本	2 回路	1			k		第2体育館の代替で部活利用	
22	集会室	FL	40 W/本		W/本	本	36 本	本	1 回路	1			k			
23	校長室	FL	40 W/本		W/本	本	6 本	本	1 回路	1			k			
24	事務室	FL	40 W/本		W/本	本	6 本	本	1 回路	1			k			
25	職員室・通路部分合	FL	40 W/本		W/本	本	62 本	本	3 回路	1			k			
26	保健室	FL	40 W/本		W/本	本	12 本	本	1 回路	1			k			
27	保健室(ベッド)	白熱	40 W/本		W/本	本	1 本	本	1 回路	1			k			
28	事務室	FL	40 W/本		W/本	本	8 本	本	1 回路	1			k			
29	放送室	FL	40 W/本		W/本	本	8 本	本	1 回路	1			k			
30	ボイラー室	FL	40 W/本		W/本	本	10 本	本	1 回路	1			k			
31	配膳室	FL	40 W/本		W/本	本	6 本	本	1 回路	2			k		給食の配膳エレベータ用2,3階	

	種 類	ランプW数	蛍光灯本数 1教室当たりの 本数	回路数 (1階あた りの回路 数)	センサーの有無	点灯のルール		消灯時の 明るさの 感じ方	照度	備 考
						点灯のルール 暗れ 時間 ①登校時 ③休み時間 ⑤夜間 ⑦暗いときのみ	点灯のルール くもり・雨 ②授業中 ④放課後 ⑥この廊下付近の教室の使用時 ①～⑦で記入			
33	FL	40 W/本			なし	⑦	⑦	明るい	lx	
34										
35										
36			42	3 回路					lx	
37			12	3 回路					lx	
38			26	3 回路					lx	
39			20	3 回路					lx	
40			20	3 回路					lx	
41			20	3 回路					lx	
42			14	1 回路					lx	
43			14	1 回路					lx	
44			10	1 回路					lx	
45									lx	

	種 類	ランプW数	蛍光灯本数 1階当たりの本 数	回路数 (1階から 最上階 までの回 路数)	センサーの有無	点灯のルール		消灯時の 感じ方	照度	備 考
						点灯のルール 暗れ 時間 ①登校時 ③休み時間 ⑤夜間 ⑦暗いときのみ	点灯のルール くもり・雨 ②授業中 ④放課後 ⑥この廊下付近の教室の使用時 ①～⑦で記入			
47	FL	40 W/本			なし	⑦	⑦	明るい	lx	
48										
49										
50			6	1 回路					lx	
51			4	1 回路					lx	
52			4	1 回路					lx	
53			4	1 回路					lx	
54			4	1 回路					lx	
55			4	1 回路					lx	
56			4	1 回路					lx	

83
84

		種 類	ランブW数	蛍光灯本数 1昇降口当たり の本数	回路数	センサーの有無	点灯のルール		消灯時の 明るさの 感じ方	照度	点灯時間
							点灯のルール 晴れ 時間 ①登校時 ③休み時間 ⑤夜間 ⑦暗いときのみ	点灯のルール くもり・雨 ②授業中 ④放課後 ⑥この廊下付近の教室の使用時 ①～⑦で記入			
85							⑦	⑦	やや暗い	lx	時～ 時
86											
87	名称／共通事項					なし	⑦	⑦		lx	時～ 時
88	給食調理室(配膳他含)	FL	40 W/本	32	6 回路					lx	時～ 時
89	給食調理室(休憩室)	FC	40 W/本	1	1 回路					lx	時～ 時
90		FC	32 W/本		回路					lx	時～ 時
91											

		ランブW数	蛍光灯本数 1昇降口当たり の本数	回路数	種類	点灯のルール		消灯時の 明るさの 感じ方	照度	備考
						点灯のルール 晴れ ①使用するときのみ ②1日中 ③夕方暗くなったら ④その他() ①～④を選択	点灯のルール くもり・雨 ①			
92						①	①		lx	
93										
94	名称／共通事項					①	①		lx	
95	第1体育館	400 W/個	28	1 回路	マルチハロゲン			暗い	lx	
96	第1体育館	500 W/個	28	1 回路	耐震電球			暗い	lx	
96	第2体育館	400 W/個	20	1 回路	蛍光水銀灯			暗い	lx	取り壊し中
97	グランド	W/個		回路					lx	

C. 暖冷房機器

■は、ヒートポンプは現地調査

暖房				冷房				一括管理
1	2 名称/仕様・運用	種類	メーカー・型式	能力	期間	設置温度	数量	
3	温水機(校舎用)	真空式(A重油)	(株)タクマ KSL-800AH	930 kW	12月～3月	廊下:15℃	2	一括・個別
4	パナ部	電力		2.2 kW	月～	教室:20℃	2	一括・個別
5	オイルヒーター部	電力		2	月～	℃	2	一括・個別
6	循環ポンプ1	ラインポンプ		2.2 kW	月～	℃	2	一括・個別
7	循環ポンプ2	ラインポンプ		1.5 kW	月～	℃	2	一括・個別
8	循環ポンプ3	ラインポンプ		0.8 kW	月～	℃	1	一括・個別
9	オイルポンプ	渦流ポンプ		0.2 kW	月～	℃	1	一括・個別
10	加圧シスターンポンプ	軸受けポンプ	荏原	0.4 kW	月～	℃	1	一括・個別
11	温水機(体育館)	真空式(灯油)	(株)タクマ KSAN-80	93 kW	月～	℃	1	一括・個別
12	循環ポンプ1	ラインポンプ		kW	月～	℃	1	一括・個別
13	循環ポンプ2	ラインポンプ		kW	月～	℃	1	一括・個別
14	オイルポンプ			kW	月～	℃	1	一括・個別
15	電気ヒーター			kW	月～	℃		一括・個別
16				kW	月～	℃		一括・個別
17	コンピュータ教室			kW	月～	℃		一括・個別
18	給食調理室(荷捌室)			kW	月～	℃		一括・個別
19				kW	月～	℃		一括・個別
20	ドレインヒーター	(電気式凍結防止)		kW	12月～3月	℃	10	一括・個別
21				kW	月～	℃		一括・個別
22	ブルーヒーター	(灯油)、職員室、会議室、音楽室		kW	12月～3月	℃		一括・個別
23			ダイニチ工業(株)					
24	石油ファンヒーター	(灯油)、事務室、校長室、集会室、保健室		kW	12月～3月	℃		一括・個別
25			ダイニチ工業(株)	kW	月～	℃		一括・個別

E. 水関係

■ は、ヒアリング
■ は現地調査

E. 水関係									
1	大便器種類 更器種類				トイレの手洗い			暖房便座	
	水量	水量	水量	自動水栓の有無	ハイタンク閉栓の 長期休みに閉にする かどうか (○で囲む)	節水コマ の有無	自動水栓 の有無	有無	使用期間
2									使用時間
3	トイレ(第1校舎1階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	通年
4	トイレ(第1校舎2階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
5	トイレ(第1校舎3階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
6	トイレ(第2校舎1階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
7	トイレ(第2校舎2階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
8	トイレ(第2校舎3階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
9	トイレ(第3校舎1階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
10	トイレ(第3校舎2階)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
11	トイレ(体育館)	13 リットル/回	4 リットル/回	有無	閉にする・閉にしない	有無	有無	有無	
12	※小便器:40、様式大便器:22、和式大便器:50								
13									
14	水飲み場		節水ゴムの有無						
15	水飲み場(第1校舎1階)		有・無						
16	体育館		有・無						
17			有・無						
18									
19									
20	プール	プールの大きさ Om x Om	水をかえる頻度	メーカー・型式	消費電力 ①プールの時期(24時間) ②使用時				備考
21	プール	25 x 15	替えない	珪藻土濾過方式	2 ①				夏の2週間
22		x							
23									
24	その他ポンプ	種類	メーカー・型式	能力	期間	数量			備考
25	揚水ポンプ	自給式タービンポンプ		3.7 kW	通年	1			地上一次貯水槽から屋上受水槽へ

F. その他

 は、ヒアリング
 は現地調査

1	教職員人数	6 人		数量	
		消費電力	W	1	
2	給食調理室	冷蔵冷凍庫(AIHO製643S2型)			
3		冷蔵冷凍庫(AIHO製バスル-型EXD-42PM5)	795 W	1	
4		冷凍庫〔保存食用〕(AIHO製SD-318)	450 W	1	
		冷蔵庫(2階配膳室)	W	1	
		冷蔵庫(3階配膳室)	W	1	
5		衣類乾燥機(ナショナル製NH-D502-H)	W	2	稼動時間 1 時間
6		洗濯機(ナショナル製NAF60KHD5)	W	1	稼動時間 2 時間
		換気扇	W	3	稼動時間 7 時 ~ 12 時
7		LPG温水ボイラー(三浦工業(株)製UT-120NS)	140 kW	1	稼動時間 7 時 ~ 16 時
		球根皮むき器(ドライ仕様)(AIHO製P-47D)	400 W	1	稼動時間 7 時 ~ 12 時
		ガス回転釜(180L/AIHO製KIGS2-240KH)	40 W	2	稼動時間 7 時 ~ 12 時
8		ガス回転釜(150L/AIHO製KIGS2-30KH)	33 W	2	稼動時間 7 時 ~ 12 時
		電気式遠赤外線焼き物器(久保長製)	15.1 W	1	稼動時間 7 時 ~ 12 時
		ガスフライヤー(久保長製)	40 kW	1	稼動時間 7 時 ~ 12 時
		包丁・まな板殺菌庫(AIHO製KT-53H)	575 W	1	稼動時間 7 時 ~ 12 時
9		食器洗浄機(三機製DWN-B6)	1,740 W	1	稼動時間 13 時 ~ 16 時
		食器消毒保管器(AIHO製EWK-1003)	6.7 kW	2	
		悪臭清浄器	W	1	
		消毒保管庫(AIHO製EW-3503)	23 kW	1	
10		食器食缶保管庫(プレート殺菌庫)	518 W	1	
11	職員室	冷蔵庫	kW		
		サーバ	1 台		
12		パソコン	ノート型	38 台	(事務室、校長室、保健室含)
13			デスクトップ型	2 台	
14		コーヒーメーカー		1 台	
15		電子レンジ		1 台	

16		リングラフィ印刷機	1 台	
17		プリンタ	2 台	
		コピー機	1 台	
18		コピー／FAX複合機	1 台	
19		電気湯沸かし器	1 台	
20	保健室	ガスコンロ	1 台	
21		ガス湯沸かし器	1 台	

G. その他 校舎の劣化状況、不便な部分、温熱環境、光環境についてのヒアリング

1	校舎の劣化状況	雨漏り	有	無	雨漏りの場所	校舎全体	
2		カビ	有	無	カビの発生する時期・場所	雨漏り箇所が発生	
3		水飲み場			水の出について 特になし(数が少ない)	排水溝の詰まりやすど特になし	
4		トイレ			水の出について 特になし	詰まりやすさ	臭い 特になし
5		コンセント			数量の過不足 特になし	故障の有無	
6		照明スイッチ			操作性 特になし		
7	温熱・光・音環境	夏の教室			風通り あまり良くない	冷房の効き	教室による暑さの差
8		冬の教室			隙間風 多い	暖房の効き	教室による寒さの差 1階は寒くなる場合が多い
9		教室の光環境			暗い教室の有無 特になし		
10					まぶしさについて 特になし		
11					黒板の見やすさ 特になし		
12					カーテンを閉める時期・時間について 日差しの強い時間帯		
13		廊下の光環境			廊下の明るさ 夕方はやや暗くなる		
14		夏の体育館			体育館の暑さについて 特になし		
15		冬の体育館			体育館の寒さについて 暖房が効くまでに時間がかかる		
16		校舎内の音			音について問題があるか 特になし		
17	改善要望箇所	雨漏り、温水配管、上水道配管の漏水、隙間風などの補修・改善					
18		水飲み場の増加(1箇所と少ないために昼食時に混雑)					
19							

A. 運用の概要

登校時間		時 (何時までに登校することとしているか)						
1	登校時刻	夏季(月～	時	冬季(月～	時	
2	完全下校時刻	夏季:	時～	時	冬季:	時～	時	
3	平日のクラブ・部活動の時間	夏季:	時～	時	冬季:	時～	時	
4	放課後の部活・クラブ	夏季:	時～	時	冬季:	時～	時	
5	放課後の普通教室の使用教室数	15時～16時:	教室					
6		16時～17時:	教室					
7		17時～18時:	教室					
8		18時～19時:	教室					
9		19時～20時:	教室					
10		20時～21時:	教室					
11	教職員の作業	15時～16時:	教室					
12		16時～17時:	教室					
13		17時～18時:	教室					
14		18時～19時:	教室					
15		19時～20時:	教室					
16		20時～21時:	教室					
17	長期休みの期間	夏休み	月	日～	月	日		
18		冬休み	月	日～	月	日		
19		春休み	月	日～	月	日		
20	コンピュータ室使用時間	時間/週	サーバーの有無	有・無	デスクトップ	台	ノート	台
21	体育館の使用時間	授業・朝礼等	時間/日			照明の点灯のルール		
22		平日のクラブ・部活動	時間/日			照明の点灯のルール		
23		休日のクラブ・部活動	土曜日: 時間/日	日曜日: 時間/日	時間/日	照明の点灯のルール		
24		長期休みのクラブ・部活動	時間/日	を	回/週	照明の点灯のルール		
25		平日の一般開放	時間/日	を	回/週	照明の点灯のルール		
26		休日の一般開放	土曜日: 時間/日	日曜日: 時間/日	時間/日	照明の点灯のルール		
27		長期休みの一般開放	時間/日	を	回/週	照明の点灯のルール		
28								

29	学童 (放課後 学級)	有無	有・無								
30		使用教室数	教室								
31		使用教室の名称	①②③④								
32		人数	人								
33		運営時間(平日)	時間/日								
34		運営時間(土曜日)	時間/日								
35		運営時間(夏休み)	時間/日								
36	暖冷房使用の有無	暖房	有・無	冷房	有・無	暖房機器の種類	冷房機器の種類				
37		有無	有・無								
38	グラウンド 照明	利用時間(クラブ・部活等)	時間/日	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)							
39		利用時間(一般開放)	時間/週	(グラウンド照明がある場合のみお答えください)							
40		コイン制度の有無	有・無								
41	給食室	給食室の室使用时间	調理:	時	時	洗浄:	時	時			
42		冷暖房の有無	暖房	有・無	冷房	有・無					
43											
44	管理諸室の 運用状況		平日の利用時間	土曜日		日曜日		夏休み		照明点灯のルール (例)在室時に点灯	
45				利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数		
46		校長室	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
47		職員室	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
48		保健室	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
49		事務室	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
50		用務員室	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
51		その他()	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
52		その他()	時～	時	時～	時	時～	時	時～	時	日/月
53											
54											
55											
56											
57											

		平日		土曜日		日曜日		夏休み		暖房使用 の有無	冷房使用 の有無
		利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数	利用時間	回数		
58											
59											
60	特別教室 の 授業以外 の利用 部活動		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
61			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
62			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
63			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
64			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
65			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
66			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
67			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
68			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
69			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
70											
71											
72	特別教室 の 授業以外 の利用 (地域開 放)		時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
73			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
74			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
75			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
76			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
77			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
78			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
79			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
80			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無
81			時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	時間/日	日/週	有・無

B. 照明の機器と運用

■は、ヒアリング

は現地調査

			蛍光灯種類・ランプW数						蛍光灯本数			回路数 (スイッチの 数)	照明区画の方向	消灯時の 明るさの 感じ方	照度	壁・天井・床の色	点灯のルール ①在室時のみ点灯 ②在室+暗い時のみ点灯
1	2	3	黒板灯			黒板に垂直			黒板灯	黒板に垂直							
			種類	ランプW数	種類	ランプW数	種類	ランプW数	本数	本数							
4		入力例	FL	40 W/本	Hf	32 W/本	4	本	12	本	4	回路	黒板に垂直	暗い	500 lx	クリーム・クリーム・濃い灰色	①
5		普通教室()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
6		普通教室()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
7		普通教室()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
8		普通教室()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
9		理科教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
10		生活教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
11		音楽教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
12		図画工作教室(美術室)		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
13		技術室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
14		家庭教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
15		外国語室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
16		視聴覚教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
17		コンピュータ教室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
18		図書室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
19		特別活動室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
20		教育相談室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
21		多目的室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
22		少人数		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
23		校長室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
24		職員室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
25		保健室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
26		事務室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
27		用務員室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
28		放送室		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
29		その他()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		
30		その他()		W/本			W/本		本	本		回路	黒板に垂直・黒板に平行		lx		

C. 暖冷房機器

■ は、ヒアリング ■ は現地調査

		暖房					冷房					一括管理		
		種類	メーカー・型式	能力	期間	設置温度	種類	メーカー・型式	能力	期間	設置温度			
1													一括・個別	
2													一括・個別	
3	普通教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
4	理科教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
5	生活教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
6	音楽教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
7	図画工作(美術室)			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
8	技術室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
9	家庭教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
10	外国語室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
11	視聴覚教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
12	コンピュータ教室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
13	図書室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
14	特別活動室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
15	教育相談室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
16	多目的室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
17	少人数			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
18	()			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
19	()			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
20	校長室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
21	職員室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
22	保健室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
23	事務室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
24	用務員室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
25	()			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
26	()			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別
27	給食室			kW	月～	月	℃			kW	月～	月	℃	一括・個別

■は、ヒアリング

1	2	3	4	換気扇種類 (なしは、取り消し線)	メーカー・型式	風量[m3/h]				電力[W]				使用時の運転 のモード	換気扇運転のルール				備考
						強	中	弱	m3/h	強	中	弱	W		期間 ①通年(長期休 み以外) ②冷暖房と連 動	時間 ①始業～終業まで ②始業～課外活動終わり まで ③在室時のみ	平日	休日	
4	記入方法/例		全熱交換型	三菱・SCH-50ESH	500	300	200	m3/h	170	150	120	W	強	②		③			
5	普通教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
6	理科教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
7	生活教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
8	音楽教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
9	図画工作教室(美術室)		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
10	技術室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
11	家庭教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
12	外国語室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
13	視聴覚教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
14	コンピュータ教室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
15	図書室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
16	特別活動室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
17	教育相談室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
18	多目的室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
19	少人数		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
20	校長室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
21	職員室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
22	保健室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
23	事務室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
24	用務員室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
25	放送室		全熱交換型・排気型					m3/h				W							
26	トイレ()		排気型					m3/h				W							
27	トイレ()		排気型					m3/h				W							
28	トイレ()		排気型					m3/h				W							
29	トイレ()		排気型					m3/h				W							
30	その他()		排気型					m3/h				W							
31	給食堂		全熱交換型・排気型					m3/h				W							

Ⅲ. 水関係

■ は、ヒアリング ■ は現地調査

暖房便座															
大便秘器種類			小便器種類			トイレの手洗い			有無			使用期間	使用時間	休日の使用のルール	
1		棟	階段	水量	水量	自動水栓の有無	長期休みに閉にするかどうか(○で囲む)	ルール	節水コマの有無	自動水栓の有無	有無	使用期間	使用時間	休日の使用のルール	
				水量	水量	自動水栓の有無	長期休みに閉にするかどうか(○で囲む)	ルール	節水コマの有無	自動水栓の有無					
2															
3	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
4	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
5	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
6	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
7	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
8	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
9	トイレ	棟	階	リットル/回	リットル/回	有・無	閉にする・閉にしない	閉にする・閉にしない	有・無	有・無	有・無	月～	月	時～	休日停止・休日運転
10															
11															
12	水飲み場	棟	階	有・無	有・無										
13	水飲み場	棟	階	有・無	有・無										
14	水飲み場	棟	階	有・無	有・無										
15															
16															
17															
18	プール1														
19	プール2														
20															
21															
22	緑のカーテン1														
23	緑のカーテン2														

は、ヒアリング

は、ヒアリング

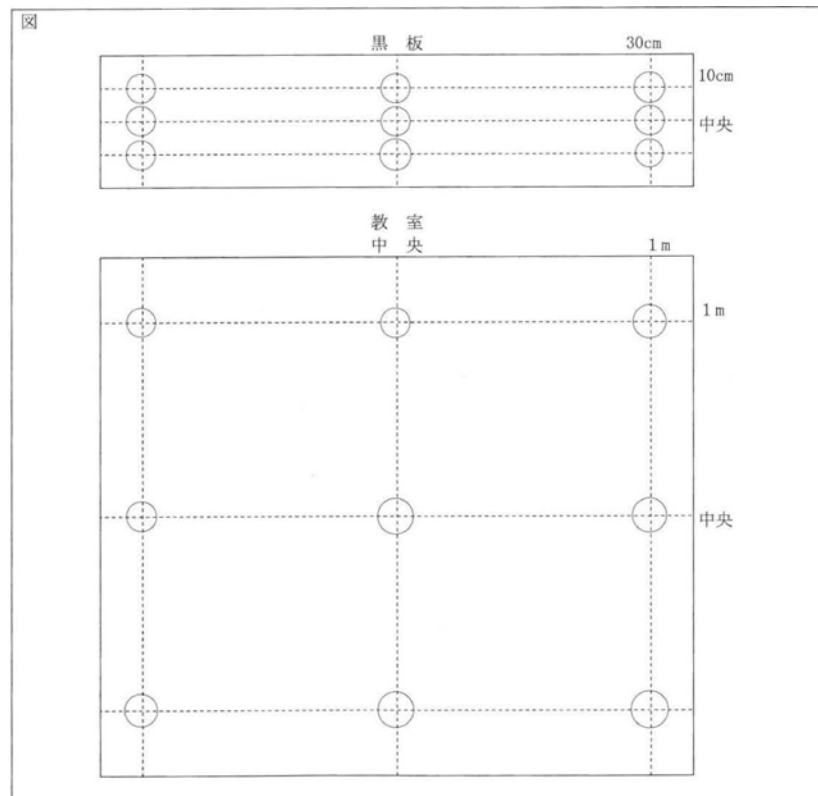
G. その他 校舎の劣化状況、不便な部分、温熱環境、光環境についてのヒアリング

1	校舎の劣化状況	雨漏り	有・無	雨漏りの場所	
2		カビ	有・無	カビの発生する時期・場所	
3		水飲み場	水の出について	排水溝の詰まりやすさ	
4		トイレ	水の出について	詰まりやすさ	臭い
5		コンセント	数量の過不足	故障の有無	
6		照明スイッチ	操作性		
7	温熱・光・音環境	夏の教室	風通り	冷房の効き	教室による暑さの差
8		冬の教室	隙間風	暖房の効き	教室による寒さの差
9		教室の光環境	暗い教室の有無		
10			まぶしさについて		
11			黒板の見やすさ		
12			カーテンを閉める時期・時間について		
13		廊下の光環境	廊下の明るさ		
14		夏の体育館	体育館の暑さについて		
15		冬の体育館	体育館の寒さについて		
16		夏の体育館	体育館の暑さについて		
17		校舎内の音	音について問題があるか		
18	改善要望箇所				
19					
20					

照度測定調査票

1) 調査場所

- ・ 外部…校舎の北側及び南側 2箇所
- ・ 内部…中間階の教室1室における机上面(水平面) 9箇所, 黒板面(垂直面) 9箇所



2) 調査方法

冬期において,

- ・ 天候が, 晴れ, 曇り(又は雨等)のそれぞれ
- ・ カーテン又はブラインドの開・閉のそれぞれ
- ・ 照明の点灯・消灯のそれぞれ
- ・ 9時, 12時, 15時のそれぞれ

において, 1) 調査場所における照度を測定する。

3) その他

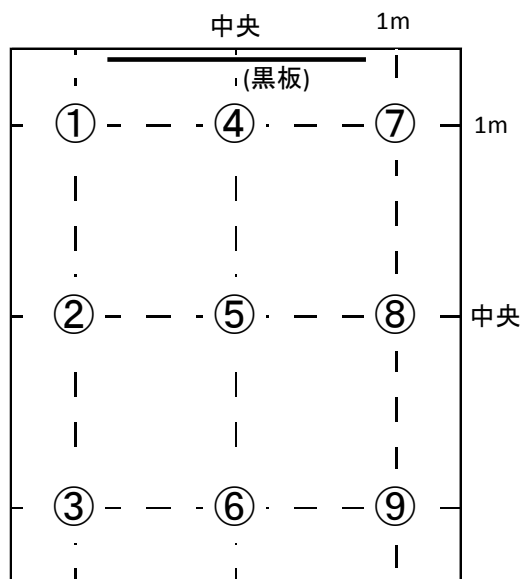
本調査方法に記載なき事項は, 「学校環境衛生基準」Ⅱ学校環境衛生基準 第1教室等の環境に係る学校環境衛生基準 2採光及び照明 B検査方法等の解説 (10)照度 ③検査方法 によるものとする。

照度計測【調査票】

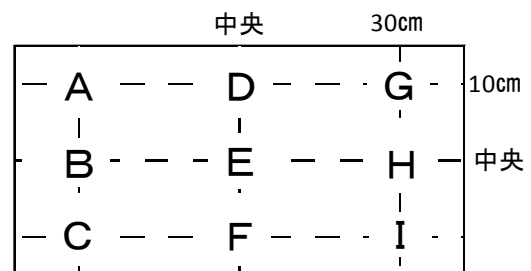
調査教室名： _____

記録者： _____

調査日時			平成 年 月 日 () 時									
天 候			晴れ ・ 曇り ・ 雨 ・ 雪									
外部 (lx)			(校舎北側)					(校舎南側)				
内部 (中間階教室) (lx)	照明点灯	ブラインド /カーテン開	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
		ブラインド /カーテン閉	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	
		照明消灯	ブラインド /カーテン開	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
				A	B	C	D	E	F	G	H	I
	ブラインド /カーテン閉		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	



教室平面図



黒板立面図

10. 4 雫石中学校省エネルギー診断報告書

雫石中学校省エネルギー診断報告書



株式会社 テイコク

目 次

■改善提案の結果一覧.....	2
■中学校の概要	3
1. 中学校概要	3
(1) 建物規模	3
(2) 学校のデータ.....	3
(3) 授業状況	3
(4) エネルギー管理状況.....	3
2. 各種エネルギー使用量とその費用等.....	4
(1) 一年間の各種エネルギー使用量とその費用等.....	4
■過去の省エネルギー対策.....	7
■改善提案内容	8
1. 一般管理事項に関する留意点.....	8
2. 個々の改善提案	9
(1) 改善提案－1.....	9
(2) 改善提案－2.....	11
(3) 改善提案－3.....	12
(4) 改善提案－4.....	13
(5) 改善提案－5.....	14
(6) 改善提案－6.....	16
(7) 改善提案－7.....	17
(8) 改善提案－8.....	19
(9) 改善提案－9.....	20
(10) 改善提案－10.....	21
(11) 改善提案－11.....	22
(12) 改善提案－12.....	23
(13) 改善提案－13.....	25
(14) 改善提案－14.....	28
(15) 改善提案－15.....	30
(16) 改善提案－16.....	32
(17) 改善提案－17.....	33
(18) 改善提案－18.....	35
(20) その他の提案.....	37
■報告書で使用了定数, 計算式.....	38

■改善提案の結果一覧

指標他 エコ改修案	エネルギー種別	(1) 省エネ量 (Mwh/ 年、kL/ 年、kg/ 年、千m3/ 年)	(2) 原油換算 (kL/年)	(3) 省エネ率 =(2)/A	(4) CO2削減 量 (t/年)	(5) CO2 削減 率 =(4)/B	(6) 削減額 (千円/ 年)	(7) 導入費 (千円)	(8) 投資回収 年(年) =(7)/(6)
①冬期トイレヒーターの運用	電気	51.30	12.90	11.5%	19.60	9.2%	1,046	1,200	1.1
②冬期パネルヒーターの運用	A重油	5.60	5.70	5.1%	15.20	7.2%	562	0	—
③二重サッシ窓の開閉の運用	A重油	—	—	—	—	—	—	—	—
④暖房区画の設置	A重油	2.80	2.80	2.5%	7.59	3.6%	281	9,000	32.0
⑤校舎暖房用真空式温水機配管の補修と運用	電気	20.90	5.30	4.7%	8.00	3.8%	426	7,500	17.6
⑥体育館の冬期対策	灯油	0.40	0.38	0.3%	1.00	0.5%	40	3,500	87.5
⑦体育館の環境改善	電気	13.50	3.40	3.0%	5.16	2.4%	276	9,800	35.5
⑧夏期の暑さ対策1	電気	-2.80	-0.71	-0.6%	-1.07	-0.5%	-57	3,240	—
⑨夏期の暑さ対策2	—	—	—	—	—	—	—	1,200	—
⑩教室の照度不足対策、極端な照度差の解消のために、ルーバーと調光／角度可変型横型ブラインド(パッシブ採光型ブラインド)を設置。	—	—	—	—	—	—	—	6,500	—
⑪教室の照度不足対策：廊下側にLED照明具を追加する。	電気	-4.00	-1.01	-0.9%	-1.53	-0.7%	-81	2,400	—
⑫従来形蛍光灯のLED化	電気	20.30	5.10	4.6%	7.75	3.7%	415	6,163	14.9
⑬従来形誘導灯のLED化	電気	1.71	0.43	0.4%	0.65	0.3%	35	538	15.4
⑭温水循環ポンプのインバータ化	電気	3.35	0.84	0.8%	1.28	0.6%	68	408	6.0
⑮温水配管の保温強化	A重油	0.16	0.16	0.1%	0.42	0.2%	16	351	22.6
⑯井水利用	上水	0.44	—	—	0.09	0.0%	—	3,000	—
⑰上水漏れ箇所の補修及び節水	上水(下水道削減含む)	0.20	—	—	0.13	0.1%	154	0	—
⑱デマンド監視装置の導入	電気	—	—	—	—	—	323	300	0.9
計			35.29	31.5%	64.2646	30.3%	3503.8	55,100	15.7

(注) ・投資金額は概算値です。

- ・デマンド監視装置の導入による削減電力 20 kW
- ・事業所使用エネルギーの原油換算量 A=112 kL/年
- ・事業所使用エネルギーの総 CO2 排出量 B=212 t-CO2/年
- ・事業所使用エネルギーの総エネルギー使用量 4,343 GJ/年

■中学校の概要

1. 中学校概要

(1) 建物規模

延床面積 10,356 m²
 第一校舎 2814m², 第二校舎 2142m², 第三校舎 2655m²
 第一体育館 780m², 第二体育館 1472m², その他 493m²
 階数 第一～三校舎とも, 地上 3 階, 地下 0 階
 しゅん功年月 年 月 <しゅん功後 年経過>
 改修年月 1996 年 10 月 大規模改造工事(機械, 電気)

(注)延床面積は入手図面から計算しました。

(2) 学校のデータ

事業所の用途 学校
 職員数 49 人(先生 32 人, その他 17 人)
 生徒数 460 人(1 年;147 人, 2 年;167 人, 3 年;146 人)

(3) 授業状況

年間開校日数 245 日 (長期休み:春;21, 夏;25, 冬;20, 日祝;54)
 勤務時間 職員 8:00~21:00 生徒 8:00~16:00
 授業時間(年) 1,960 時間/年

1 日の平均稼働スケジュール(設備稼働)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
平日	教室・事務室																						
	職員室																						
	クラブ活動																						
	校舎用真空式温水機																						
	体育館用真空式温水機																						
土・日	職員室																						
	クラブ活動																						
	地域開放																						

(4) エネルギー管理状況

エネルギー使用量等
 総エネルギー使用量 4,343 GJ
 原油換算量 112 kL
 総 CO₂排出量 212 t-CO₂
 エネルギー消費原単位 419 MJ/m²・年
 注)1GJ=1,000MJ

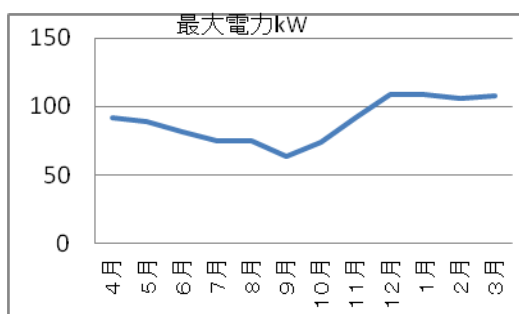
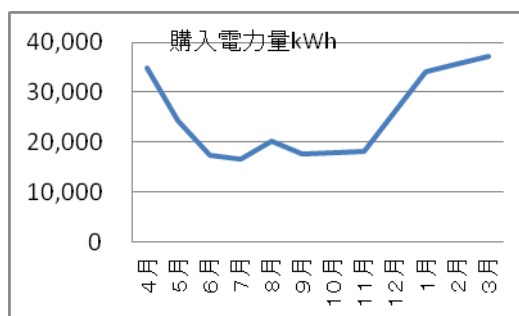
2. 各種エネルギー使用量とその費用等

(1) 一年間の各種エネルギー使用量とその費用等

1) 月別エネルギー使用量(電力, 燃料)

① 電力

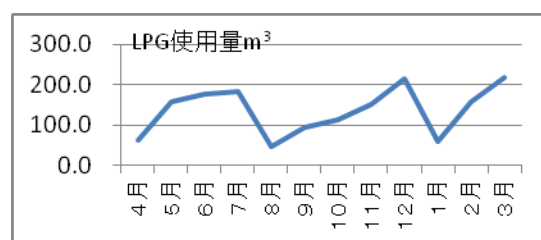
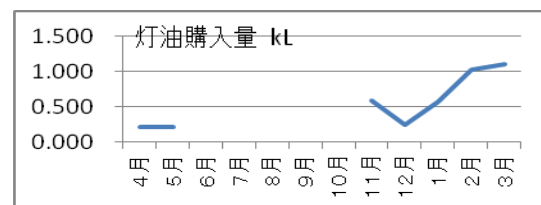
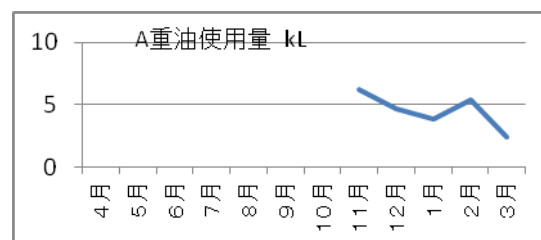
電力		電力	
		最大電力 kW	購入電力量 kWh
24 年	4月	92	34,988
	5月	89	24,424
	6月	81	17,260
	7月	75	16,703
	8月	75	20,152
	9月	64	17,713
	10月	74	17,797
	11月	92	18,140
	12月	109	26,151
	25 年 1月	109	34,063
25 年	2月	106	35,676
	3月	108	37,310
合計			300,377
エネルギー費 千円/年			6,116
エネルギー単価 円/kWh			20.4



(注) 冬季での使用量が増加しています。

② 燃料

燃料		燃料		
		A 重油 kL	灯油 kL	LPG m ³
24 年	4月	5.4	0.218	63.9
	5月		0.216	156.5
	6月			176.5
	7月			182.4
	8月			47.6
	9月			96.0
	10月			114.3
	11月	6.2	0.593	151.9
	12月	4.7	0.254	216.5
	25 年 1月	3.9	0.571	58.3
25 年	2月	5.4	1.031	158.2
	3月	2.4	1.100	217.4
合計		28	3.983	1639.5
エネルギー費 千円/年		2808	394	932
エネルギー単価 円/kWh		100.3	98.9	568.5



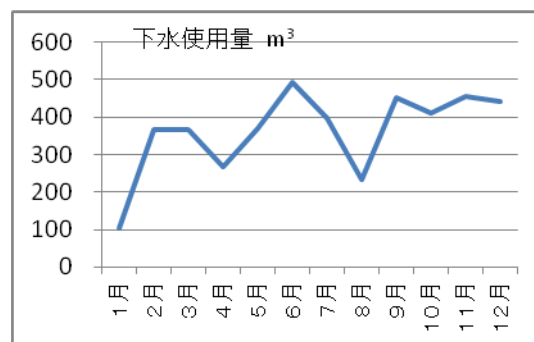
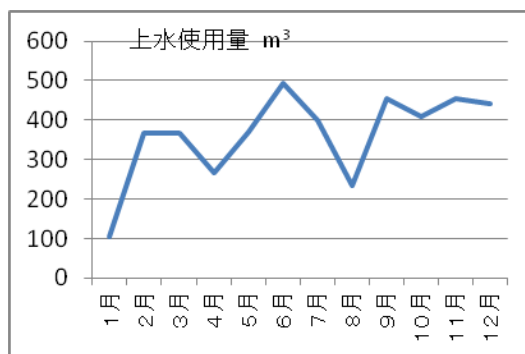
(注) ・A 重油は校舎用真空式温水機で使用しています。使用量は推定値です。

・灯油は体育館真空式温水機及び石油ストーブで使用されています。灯油量は購入量です。

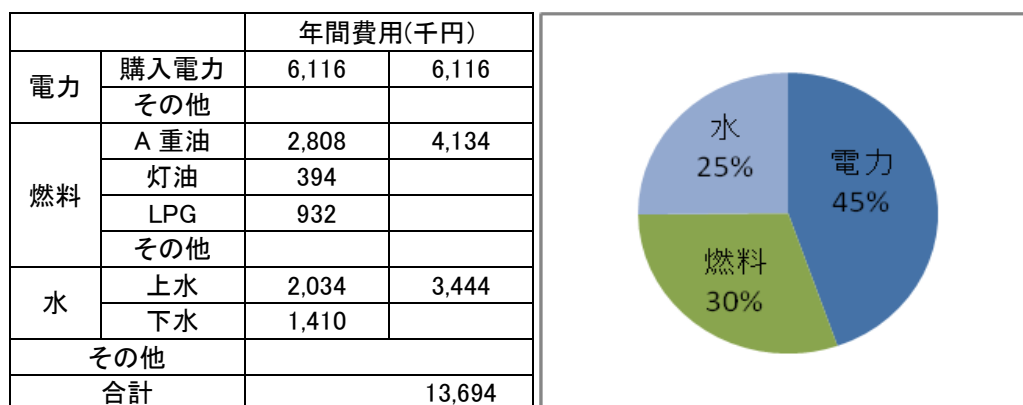
- ・LPG は給食調理室の給湯用で使用しています。
- ・LPG は $1\text{m}^3=2.13\text{kg}$ で計算しています。

2) 月別エネルギー使用量(水)

水		水	
		上水 m^3	下水 m^3
24 年	1月	104	104
	2月	367	367
	3月	366	366
	4月	268	268
	5月	371	371
	6月	492	492
	7月	398	398
	8月	234	234
	9月	453	453
	10月	410	410
	11月	454	454
	12月	440	440
合計		4,357	4,357
エネルギー費 千円/年		2,034	1,410
エネルギー単価 円/kWh		466.8	323.6



3) 年間エネルギー費用割合



4) 二酸化炭素排出量・原油換算エネルギー消費量

	電力量 kWh/年	燃料			水		合計
		A 重油 kL	灯油 kL	LPGm ³	上水千 m3	下水千 m3	
年間消費量	300	28	4	1.6	4.357	4.357	
CO ₂ 排出量 t-CO ₂ /年	115	76	9.9	8.7	0.9	2	212
原油換算量 kL/年	76	28.2	3.8	4.4			112
総エネルギー使用量 GJ/年	2,931	1,095	146	171			4,343
原油換算比	67.50%	25.20%	3.40%	3.90%			100%

■過去の省エネルギー対策

実施済み対策名

高効率照明器具の導入

[実施内容]

1996 年の大規模改造工事（機械，電気）で普通教室棟の照明に高効率の Hf 形蛍光灯を導入しています。

[テイコクからの気づき]

Hf 形蛍光灯も設置後 17 年経過するため，安定器に故障の出るころと思われます。

実施済み対策名

不使用箇所の消灯

[実施内容]

不使用教室や廊下等の消灯を実施中です。

[テイコクからの気づき]

しっかり管理されているように思われました。

■改善提案内容

1. 一般管理事項に関する留意点

(1)エネルギー管理体制

現状ではエネルギー管理体制はできていませんので、早急に構築することが必要と思われます。この組織で関係者の省エネへの啓もうをとおして省エネ意識を統一し、省エネルギー目標を示し、関係者の省エネ活動を督励し、活動を継続すること等が重要となります。

また、省エネルギー管理組織は、一部の関係者だけで構成するのではなく、貴校内の関係者全員が参加するものとし、全員で目標達成に向けて努力するようにすることが重要です。

(2)エネルギー使用量管理及び計測・記録の実施状況

省エネルギーの第一歩は、エネルギー使用の現状を把握することから始まります。

現在、貴校ではエネルギーの使用管理はしていますが、使用量の管理は学校管理課で行っています。省エネの推進にはエネルギーの使用並びに使用量の管理を一元的に行うことが重要となります。また、エネルギー使用量は全体量だけでなく、校舎別や用途別(暖房・照明・コンセント・その他など)に把握することが大事で、これができる由省エネ推進に有効なデータが得られると思われます。データの収集に当たっては、現有計測器を最大限に活用し、現有計測器で不足する場合は可搬式測定器などを使用することも有効です。

(3)機器の保守管理

エネルギー消費設備が、常に効率の良い状態で運転できるような保守管理が求められます。エネルギー消費設備の設備台帳、設備図面などの整備も保守管理として重要です。

(4)事業所特有の課題

- ・熱源が校舎棟、体育館、セミナーハウスの3箇所に分散しています。できれば熱源を1箇所にまとめられると、効率的な使用ができると思われます。
- ・冬季の暖房負荷が大きくなっています。暖房負荷の削減が省エネのポイントとなります。
- ・デマンド監視装置を設置し電力のピークカットを行うと、節電と共に基本電気料金の削減が期待できます。

2. 個々の改善提案

(1) 改善提案－1

削減対策名

①冬期トイレヒーターの運用

[現状と課題]

24時間計測で、平均17℃の気温があることが分かりました。また、トイレヒーターは冬季間中は24時間連続的に運転しています。平成26年2月6～7日の調査で、温度設定OFFのものがありました。それらの温度測定結果は下表のようになります。

測定箇所	第一校舎 3 階		第三校舎 1 階	
	2/6 18 時頃	2/7 7 時頃	2/6 18 時頃	2/7 7 時頃
ヒーター天板	11.7℃	7.6℃	7.3℃	3.9℃
トイレ床	11.6	8.6	6.6	3.9
〃 天井	9.9	6.6	8.6	5.3
〃 壁	12.1	8.5	8.4	5.1
外気温度	-4.3	-7	-4.3	-7

[削減対策の概要]

- ①トイレヒーターが OFF でも 5℃程度の室温が得られることが分かりました。
- ②現地確認の結果、トイレヒーターはトイレ内水道水の凍結防止に関係していないことが分かりました。

上記条件から、トイレ窓及び壁を高断熱化し、冬季間のトイレヒーターの運転時間を次のように短縮します。

- ・平日 第一校舎 1 階以外のトイレ ; 8 時～17 時とし、その他の時間はヒーターを停止します。
第一校舎 1 階のトイレ(職員室関係) ; 7 時～21 時とし、その他はヒーターを停止します。
- ・冬休み、春休み及びその他の土・日の休日
全トイレ ; 8 時～17 時とし、その他の時間はヒーターを停止します。

(注)クラブ活動や地域開放室が明確の場合は、使用トイレの対象を限定することが可能です。

また、通常の設定温度を 15℃に下げます。

[削減対策実施上の留意点]

- ・学校の行事等により、使用上の支障が生じないように、柔軟な運用が求められます。
- ・上記改善で問題がない場合は、更に時間を短縮する検討が必要となります。

[改善提案 No1 の説明]

[試算条件]

・トイレヒーター容量・台数 $1.5\text{kW}/\text{台}$, 19 台 (=6 台/校舎 \times 3 校舎 + 第一体育館 1 台)

・負荷率 平均 90%と仮定します

・トイレヒーター年間運転時間

現状 全トイレ $24\text{h}/\text{日} \times 136 \text{ 日}/\text{年}$ (冬季間; 11/15~3/31)=3,264h/年

改善後

平日 第一校舎1階以外 $9\text{h}/\text{日}$ (8~17 時) $\times 78 \text{ 日}/\text{年}$ (11/15~3/31 の平日)=702h/年

第一校舎1階 $14\text{h}/\text{日}$ (7~21 時) $\times 78 \text{ 日}/\text{年}$ (11/15~3/31 の平日)=1,092h/年

休日 全トイレ $9\text{h}/\text{日}$ (8~17 時) $\times 58 \text{ 日}/\text{年}$ (11/15~3/31 の休日)=522h/年

・現状の消費電力量 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 19 \text{ 台} \times 3,264\text{h}/\text{年}=83,722\text{kWh}/\text{年}$

・改善後の消費電力量

平日 第一校舎1階以外 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 17 \text{ 台} \times 702\text{h}/\text{年}=16,111\text{kWh}/\text{年}$

平日 第一校舎1階 $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 2 \text{ 台} \times 1,092\text{h}/\text{年}=2,948\text{kWh}/\text{年}$

休日 全トイレ $1.5\text{kW}/\text{台} \times 0.9 \times 19 \text{ 台} \times 522\text{h}/\text{年}=13,389\text{kWh}/\text{年}$

計 $32,448\text{kWh}/\text{年}$

[削減対策の効果]

・電力削減量: $83,722\text{kWh}/\text{年} - 32,448\text{kWh}/\text{年} = 51,274\text{kWh}/\text{年} \div 51.3\text{MWh}/\text{年}$

・原油換算量: $51.3\text{MWh}/\text{年} \times 9.76\text{GJ}/\text{千 kWh} \times 0.0258\text{kL}/\text{GJ} = 12.9\text{kL}/\text{年}$

・CO₂削減量: $51.3\text{MWh}/\text{年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = 19.6\text{t-CO}_2/\text{年}$

・削減額 : $51,274\text{kWh}/\text{年} \times 20.4 \text{ 円}/\text{kWh} = 1,046 \text{ 千円}/\text{年}$

・投資金額 : スケジュールタイマー設置工事

50 千円/階(2 箇所) $\times 3 \text{ 階校舎} \times 3 \text{ 校舎} = 450 \text{ 千円}$

高断熱化工事一式

750 千円

・回収年数 : $1,200 \text{ 千円} \div 1,046 \text{ 千円}/\text{年} = 1.1 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算ですので, 実施の場合は, 工事会社から見積りを取って検討してください。

(2) 改善提案－2

削減対策名

②冬期パネルヒーターの運用

[現状と課題]

全体の2割程度に当たる利用されていない教室にもパネルヒーターに向けて温水が供給されている。

[削減対策の概要]

温水配管は、各教室個別に供給されているため、パネルヒーターは単独でオン・オフが可能なため、利用されていない教室は、パネルヒーターの温度調節用バルブを閉めて、温水の供給を停止する。

[改善提案 No2の説明]

[試算条件]

- ・年間の A 重油消費量(現状): 28kL/年
- ・20%の削減が見込めると仮定します。
- ・改善後の重油消費量
 $28 \text{ kL} \times 0.8 = 22.4 \text{ kL/年}$

[削減対策の効果]

- ・A 重油削減量 : $28 \text{ kL/年} - 22.4 \text{ kL/年} = 5.6 \text{ kL/年}$
- ・原油換算量 : $5.6 \text{ kL/年} \times 39.1 \text{ GJ/kL} \times 0.0258 \text{ kL/GJ} = 5.7 \text{ kL/年}$
- ・CO₂削減量 : $5.6 \text{ kL/年} \times 39.1 \text{ GJ/kL} \times 0.0189 \text{ t-C/GJ} \times 44/12 = 15.2 \text{ t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $5.6 \text{ kL/年} \times 100.3 \text{ 円/L} = 562 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額 : 0 千円
- ・回収年数 : ー

[補足説明]

特になし。

(3) 改善提案－3

削減対策名

③二重サッシ窓の開閉の運用

[現状と課題]

冬期に左右を間違えて、サッシ窓を閉めているケースが散見される。せっかくの断熱効果が失われてしまう。

[削減対策の概要]

二重サッシ窓の左右間違いを防ぐ印を窓に貼り付ける。

(4) 改善提案－4

削減対策名

④暖房区画の設置

[現状と課題]

屋外からの隙間風、昇降口や職員・来客用の玄関の開閉に伴う冷気の侵入によって、暖房効果が低下しています。

[削減対策の概要]

冬期の気密性向上のため、階段区画と教室・廊下の暖房区画を設定し、間仕切ります。あわせて、職員室への影響を考慮して、階下の昇降口に断熱対策(風除室の設置、断熱強化等)を行います。

[改善提案 No4の説明]

[試算条件]

- ・年間の A 重油消費量(現状): 28kL/年
- ・10%の削減が見込めると仮定します。
- ・改善後の重油消費量
 $28 \text{ kL} \times 0.9 = 25.2 \text{ kL/年}$

[削減対策の効果]

- ・A 重油削減量 : $28 \text{ kL/年} - 25.2 \text{ kL/年} = 2.8 \text{ kL/年}$
- ・原油換算量 : $2.8 \text{ kL/年} \times 39.1 \text{ GJ/kL} \times 0.0258 \text{ kL/GJ} = 2.8 \text{ kL/年}$
- ・CO₂削減量 : $2.8 \text{ kL/年} \times 39.1 \text{ GJ/kL} \times 0.0189 \text{ t-C/GJ} \times 44/12 = 7.59 \text{ t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $2.8 \text{ kL/年} \times 100.3 \text{ 円/L} = 281 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額: 自動つり下げ戸付きのソフトパーティションとアルミスタッドパテーションによる間仕切り工事一式
 $9,000 \text{ 千円}$
- ・回収年数 : $9,000 \text{ 千円} \div 281 \text{ 千円/年} = 32.0 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施の場合は、工事会社から見積りを取って検討してください。

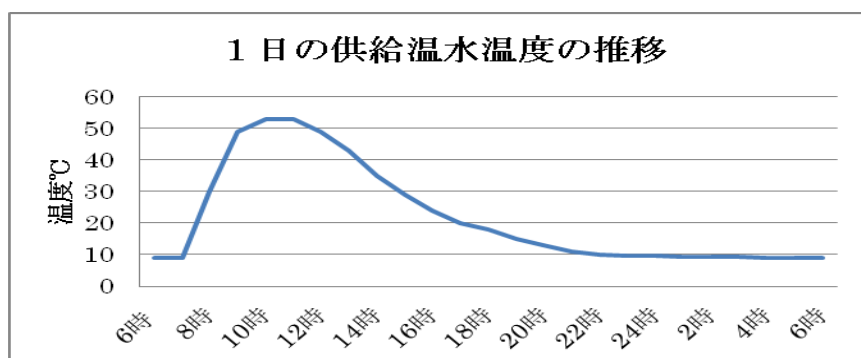
(5) 改善提案－5

削減対策名

⑤校舎暖房用真空式温水機配管の 補修と運用

[現状と課題]

ボイラー室内NO.1～NO.5温水ポンプは、冬季間中は凍結防止のため24時間連続的に運転しています。平成26年2月6～7日の調査で、温水温度は下図のように推移します。



- (注) ・7時から14時、18時、7時頃は1時間ごとの実測値で、その他は推測値です。
・温水は不凍液でなく水道水です。
・調査時の外気温度は22時～6時は-4.6℃～-7.0℃でした。
・真空式温水機は6時30分頃運転し、15～16時頃停止しています。

校舎用真空式温水機の配管からの漏出が目立ち、補給される循環水には不凍液が含まれず、補給には100%水道水が当てられています。このため、現在、循環水の凍結防止のために循環ポンプを24時間運転している状況です。しかし、体育館用真空式温水機は配管から漏れもなく、不凍液の濃度は35%を保っています。このため、真空式温水機の運転時にしか循環ポンプを稼働させていません。つまり、不凍液が所定の濃度を保っていれば、-10℃程度の外気温度では、真空式温水機の配管は凍結しないということになります。

[削減対策の概要]

循環水の漏水箇所を補修し、保温を行い、不凍液濃度を維持することによって、循環ポンプの24時間運転を停止します。つまり、真空式温水機稼働時のみの運転となります。

[改善提案 No5の説明]

[試算条件]

- ・循環ポンプの容量: $2.2\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 1.5\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 0.75\text{kW} \times 1 \text{ 台} = 8.15\text{kW}$
- ・負荷率 100%(実測値)
- ・温水ポンプ年間運転時間
 - 現状 $24\text{h/日} \times 136 \text{ 日/年(冬季間; 11/15} \sim 3/31) = 3,264\text{h/年}$
 - 改善後 平日 $9\text{h/日}(6:30 \sim 15:30) \times 78 \text{ 日/年}(11/15 \sim 3/31 \text{ の平日}) = 702\text{h/年}$
- ・現状の消費電力量 $8.15\text{kW} \times 3,264\text{h/年} = 26,602\text{kWh/年}$
- ・改善後の消費電力量 $8.15\text{kW} \times 702\text{h/年} = 5,721\text{kWh/年}$

[削減対策の効果]

- ・電力削減量: $26,602\text{kWh/年} - 5,721\text{kWh/年} = 20,881\text{kWh/年} \div 20.9\text{MWh/年}$
- ・原油換算量: $20.9\text{MWh/年} \times 9.76\text{GJ/千 kWh} \times 0.0258\text{kL/GJ} = 5.3\text{kL/年}$
- ・CO₂削減量: $20.9\text{MWh/年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = 8.0\text{t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $20,881\text{kWh/年} \times 20.4 \text{ 円/kWh} = 426 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額 : 循環水の漏水箇所を補修・保温工事一式
7,500 千円
- ・回収年数 : $7,500 \text{ 千円} \div 426 \text{ 千円/年} = 17.6 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算ですので, 実施の場合は, 工事会社から見積りを取って検討してください。

(6) 改善提案－6

削減対策名

⑥体育館の冬期対策

[現状と課題]

布製の手動カーテンで、夜間にも閉められることはありません。夜間の地域開放によって、暖まった熱が、冬期には放射されて冷え切ってしまい、翌日の暖房効果が低下します。

[削減対策の概要]

カーテンを高気密性電動ブラインドに更新し、冬期夜間の断熱・保温を実施します。

[改善提案 No6の説明]

[試算条件]

- ・年間の灯油消費量(現状): 3.983kL/年
- ・10%の削減が見込めると仮定します。
- ・改善後の灯油消費量
 $3.983 \text{ kL} \times 0.9 = 3.585 \text{ kL/年}$

[削減対策の効果]

- ・灯油削減量 : $3.983 \text{ kL/年} - 3.585 \text{ kL/年} = 0.4 \text{ kL/年}$
- ・原油換算量 : $0.4 \text{ kL/年} \times 36.7 \text{ GJ/kL} \times 0.0258 \text{ kL/GJ} = 0.38 \text{ kL/年}$
- ・CO₂削減量 : $0.4 \text{ kL/年} \times 36.7 \text{ GJ/kL} \times 0.0185 \text{ t-C/GJ} \times 44/12 = 1.0 \text{ t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $0.4 \text{ kL/年} \times 98.9 \text{ 円/L} = 40 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額: 高気密性電動ブラインド設置工事一式
3,500 千円
- ・回収年数 : $3,500 \text{ 千円} \div 40 \text{ 千円/年} = 87.5 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施の場合は、工事会社から見積りを取って検討してください。

(7) 改善提案－7

削減対策名

⑦体育館の環境改善

[現状と課題]

体育館天井照明に 400W マルチハロゲン灯と 500W 耐震電球を使用しています。これら照明器具は最近の高効率な LED 灯に比較して効率が低く、電力消費量が大きくなっています。また、夏期に扉を開放していても、風のとおり道がなく、暑い環境にあります。

[削減対策の概要]

既設 400W マルチハロゲン灯と 500W 耐震電球を高効率の LED 形照明に更新して省エネを図ります。また、夏期の風道創成のためトップライトの採用とハイサイド部の電動開閉窓を採用します。

	器具名	台数 [台]	全光束 [lm]	消費電力 [kW]	総合効率 [lm/W]	寿命 [時間]
現状(更新前)	MF400W	28	30,500	0.415	73.5	9000
	耐震電球 500W	28	8,000	0.5	16	2000
更新後	相当 LED 灯	28	21,600	0.202	107	40000

(注) ・マルチハロゲン灯や耐震電球は管全体が光るのに対し、LED 照明は光の方向が主として一方向を向いているため、LED の光束が小さくても下面方向の明るさはほとんど変わりません。

・上記数値は、メーカー等のカタログを参考に作成しています。

[削減対策実施上の留意点]

LED 照明器具は重量が重く(約 5kg)なりますので天井に固定するようになりますが、更新に当たり天井の建築補修は軽度なものと仮定しました。



LED 照明外観(一例)

[改善提案No7の説明]

[試算条件]

・現状の消費電力量合計: 73,135kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②×③ 消費電力量 kWh
第一体育館	マルチハロゲン MF400W	0.415	28	11.6	798.5	85	7,873
	耐震電球 500W	0.5	28	14	798.5	85	9,502
合計			56				17,375

・更新後の消費電力量合計: 16,170kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②×③ 消費電力量 kWh
第一体育館	既設相当 LED 灯	0.202	28	5.66	798.5	85	3,842
合計			28				3,842

(注)年間運転時間

- ・平日 2.5h/日 × 245 日/年 = 612.5h/年
- ・土 2h/日 × (48 日/年) = 96h/年
- ・長期休 2h/日 × 5 日/週 × (3 月; 3 週 + 7 月; 1 週 + 8 月; 3 週 + 1 月; 2 週 = 9 週)
= 90h/年
- ・以上の合計 798.5h/年

[削減対策の効果]

- ・電力削減量 : 17,375kWh/年 - 3,842kWh/年 = 13,533kWh/年 = 13.5MWh/年
- ・原油換算量 : 13.5MWh/年 × 9.76GJ/MWh × 0.0258kL/GJ = 3.40kL/年
- ・CO₂削減量 : 13.5MWh/年 × 0.382 t-CO₂/MWh = 5.16t-CO₂/年
- ・削減額 : 13,533kWh/年 × 20.4 円/kWh = 276 千円/年
- ・投資金額 : 28 台 × 184 千円/台 × 0.8(値引き) × 1.2(工事費) = 4,946 千円
トップライトの採用とハイサイド部の電動開閉窓設置工事一式
4,854 千円
- ・回収年数 : 9,800 千円/年 ÷ 276 千円/年 = 35.6 年

[補足説明]

- ・投資金額は概算ですので, 実施時は工事会社から見積りを取り検討してください。
- ・LED 照明の技術進歩及び価格は日進月歩ですので実施の際はよく検討する必要があります。

(8) 改善提案－8

削減対策名

⑧夏期の暑さ対策1

[現状と課題]

冷涼な気候とはいえ、真夏には 30℃を超える場合もあります。現状では冷房機器は設置されていません。

[削減対策の概要]

教室に天井ファン(リバーシブル型)を設置します。

[改善提案 No8の説明]

[試算条件]

- ・リバーシブル・シーリングファン: $20\text{W} \times 3 \text{ 台} \times 2 \text{ 列} \times 27 \text{ 教室} \times 8\text{h} \times 120 \text{ 日/年} \times 0.9 = 2,799\text{kWh/年}$
=2.8MWh/年
- ・負荷率 90%(カタログ値)
- ・現状の消費電力量 0kWh/年

[削減対策の効果]

- ・電力削減量: -2.8MWh/年
- ・原油換算量: $-2.8\text{MWh/年} \times 9.76\text{GJ/千 kWh} \times 0.0258\text{kL/GJ} = -0.71\text{kL/年}$
- ・CO₂削減量: $-2.8\text{MWh/年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = -1.07\text{t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $-2,799\text{kWh/年} \times 20.4 \text{ 円/kWh} = -57 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額 : 設置取付工事一式
3,240 千円
- ・回収年数 :-

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施の場合は、工事会社から見積りを取って検討してください。

(9) 改善提案－9

削減対策名

⑨夏期の暑さ対策2

[現状と課題]

冷涼な気候とはいえ、真夏には 30℃を超える場合もあります。現状では冷房機器は設置されていません。

[削減対策の概要]

風圧による自動排熱ドア(風圧ダンパー)やベンチレーター及びナイトパーズを実施します。

[改善提案 No9の説明]

・投資金額 : 各校舎の最上階に自動排熱ドアの設置及びナイトパーズ用に改良工事一式
1,200 千円

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施時は工事会社から見積りを取り検討してください。

削減対策名

⑩教室の照度不足対策

[現状と課題]

照度計測の結果、曇りの日にはカーテン全開、照明点灯でも廊下側に照度不足の箇所が発生します。

[削減対策の概要]

極端な照度差の解消のために、ルーバーと調光／角度可変型横型ブラインド(パッシブ採光型ブラインド)を設置します。

[改善提案 No10の説明]

・投資金額 : 工事一式
6,500 千円

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施時は工事会社から見積りを取り検討してください。

削減対策名

⑪教室の照度不足対策

[現状と課題]

照度計測の結果、曇りの日にはカーテン全開、照明点灯でも廊下側に照度不足の箇所が発生します。

[削減対策の概要]

廊下側に LED 照明具を追加します。

[改善提案 No11の説明]

[試算条件]

- ・シーリングファン LED: $43\text{W} \times 3 \text{ 台} \times 1 \text{ 列} \times 16 \text{ 教室} \times 8\text{h} \times 240 \text{ 日/年} = 3,963\text{kWh/年}$
=4.0MWh/年
- ・両側に窓がある教室は除く
- ・現状の消費電力量 0kWh/年

[削減対策の効果]

- ・電力削減量: -4.0MWh/年
- ・原油換算量: $-4.0\text{MWh/年} \times 9.76\text{GJ/千 kWh} \times 0.0258\text{kL/GJ} = -1.01\text{kL/年}$
- ・CO₂削減量: $-4.0\text{MWh/年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = -1.53\text{t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $-3,963\text{kWh/年} \times 20.4 \text{ 円/kWh} = -81 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額 : 設置取付工事一式
2,400 千円
- ・回収年数 :-

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施の場合は、工事会社から見積りを取って検討してください。

削減対策名

⑫従来形蛍光灯のLED化

[現状と課題]

校内では従来形の FL40 形蛍光灯を多数使用しています。従来形は銅鉄形安定器を使用しているため効率が低く、また設置後約 20 年経過するため、老朽劣化現象の出る時期と考えられます。

[削減対策の概要]

従来形の FL40 形蛍光灯を、高効率のベースライト形 LED 灯に器具ごと更新し、消費電力の低減を図ります。なお、従来形蛍光灯と更新後の LED 灯の仕様は以下のとおりです。

現状と更新後の機器の比較

	器具名	台数 [台]	全光束 [lm]	消費電力 [W]	総合効率 [lm/W]	寿命 [時間]
現状	FL40W×2 灯	201	6,200	85	73	
	FL40W×1 灯	64	3,100	44	70	
更新後	FL40W×2 相当 LED 灯	201	4,600	48	96	40,000
	FL40W×1 相当 LED 灯	64	2,300	24	96	40,000

更新対象は、比較的点灯時間が長いと考えられる下記室としました。

FL40W×2 灯 計 201 台

：第一校舎 職員室, 事務室, 用務員室, 保険室, 職員玄関 34 台

第二校舎 給食調理室, 配膳室 12 台

第三校舎 特別教室, 図書室, 司書室 155 台

FL40W×1 灯 計 64 台

：第一校舎 普通教室, 少人数教室, 特別支援学級, 第1音楽室 24 台

第二校舎 普通教室, 少人数教室, 視聴覚室, 生徒会室, 代議員室

作業室, 校具室 30 台

第三校舎 特別教室 10 台

[削減対策実施上の留意点]

- ・室内照度は室内環境(取付け高さ, 壁の色など)に影響されます。LED 照明導入の際は、既存照明器具との違い(光源色の種類, 演色性, 光の広がり等)を確認し、現状の室内環境に合った製品を選択しましょう。選定を誤ると「明るすぎる」「暗い」といったクレームにつながる恐れがあります。
- ・蛍光灯は管の全周が光るのに対し、LED 灯は、光の方向が主として一方向を向いているため光束が蛍光灯より小さくても、机上の明るさはほとんど変わりません。
- ・天井面, 壁面は少し暗くなると考えられますので、LED に更新する際は部分的に導入し、問題のないことを確認してから全体に導入してください。
- ・従来形の FL40 形蛍光灯安定器に PCB を含有する場合は、施設内に保管する必要があります。

[改善提案 No12の説明]

[試算条件]

・現状(更新前)の照明器具消費電力量:41,919kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②×③ 消費電力量 kWh
1F 職員室	FL40W×2	0.085	20	1.7	3,790	90	5,799
その他の 40W ×1	FL40W×2	0.085	181	15.385	2,205	90	30,532
40W×1 関係	FL40W×1	0.044	64	2.816	2,205	90	5,588
合計			265				41,919

(注)・年間点灯時間 職員室:245 日/年×14h/日+120 日/年×3h/日=3,790h/年

その他:245 日/年×9h/日=2,205h/日

・負荷率 : 推定値

・更新後の照明器具消費電力量:21,601kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②× ③ 消費電力量 kWh
1F 職員室	FL40W2 相当 LED 灯	0.044	20	0.88	3,790	90	3,002
その他の 40W ×1	FL40W2 相当 LED 灯	0.044	181	7.964	2,205	90	15,805
40W×1 関係	FL40W1 相当 LED 灯	0.022	64	1.408	2,205	90	2,794
合計			265				21,601

[削減対策の効果]

・電力削減量:41,919kW/年-21,601kW/年=20,318kW/年=20.3MWh/年

・原油換算量:20.3MWh/年×9.76GJ/千 kWh×0.0258kL/GJ=5.11kL/年

・CO₂削減量:20.3MWh/年×0.382t-CO₂/千 kWh=7.75t-CO₂/年

・削減額 :20,318kW/年×20.4 円/kWh=414 千円/年

・投資金額 :5,136 千円×0.8(推定割引)×1.5(工事費)=6,163 千円

FL40W×2 相当 LED 灯 20.3 千円×201 台=4,080 千円

FL40W×1 相当 LED 灯 16.5 千円×64 台=1,056 千円

・回収年数 :6,163 千円÷414 千円/年=14.9 年

[補足説明]

・投資金額は概算ですので、実施の際は、工事会社から見積りを取って検討してください。

削減対策名

⑬従来形誘導灯の LED 化

[現状と課題]

従来形誘導灯が使用されています。これらの誘導灯は、銅鉄型安定器を使用しており、効率が低く、最新の LED 照明器具と比較すると消費電力が大きくなっています。

[削減対策の概要]

現状の従来形誘導灯を LED 照明器具へ更新し、消費電力の削減を図ります。
更新後の器具の仕様は以下のとおりです。

現状と更新後の機器の比較

	設置箇所	仕様	台数 [台]	容量[kW]
現状(更新前)	体育館	BL 級 (FL20W×1)	5	0.022
		C 級 (FL10W×1)	9	0.013
更新後	体育館	LED 誘導灯 BL 級	5	0.0027
		LED 誘導灯 C 級	9	0.0020

従来型誘導灯外観



LED 誘導灯外観



[削減対策実施上の留意点]

- ・実施の場合は所轄の消防署へ相談してください。
- ・撤去した誘導灯安定器に PCB を含む場合は、貴校内に保管しておく必要があります。

[改善提案 No13の説明]

[試算条件]

- ・更新前(現状)の照明器具消費電力量:1,989kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②×③ 消費電力量 kWh
第一体育館	BL 級 (FL20W × 1)	0.022	5	0.11	8,760	100	964
	C 級 (FL10W × 1)	0.013	9	0.117	8,760	100	1,025
合計			14				1,989

- ・更新後の照明器具消費電力量:276kWh/年

設置場所	概略仕様	容量 kW	台数	① 合計容量 kW	② 運転時間 h/年	③ 負荷率 %	①×②×③ 消費電力量 kWh
第一体育館	LED 誘導灯(BL 級)	0.0027	5	0.0135	8,760	100	118
	LED 誘導灯(C 級)	0.002	9	0.018	8,760	100	158
合計			14				276

[削減対策の効果]

- ・電力削減量:1,989kWh/年－276kWh/年＝1,713kWh/年≒1.71MWh/年

- ・原油換算量:1.71MWh/年×9.76GJ/千 kWh×0.0258kL/GJ＝0.43kL/年

- ・CO₂削減量:1.71MWh/年×0.382t-CO₂/千 kWh＝0.65t-CO₂/年

- ・削減額 :1,713kW/年×20.4 円/kWh＝35 千円/年

- ・投資金額 :448.2 千円×0.8(推定割引)×1.5(工事費)＝538 千円

機器費

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{LED BL 級} & 34.2 \text{ 千円/台} \times 5 \text{ 台} = 171 \text{ 千円} \\ \text{LED C 級} & 30.8 \text{ 千円/台} \times 9 \text{ 台} = 277.2 \text{ 千円} \end{array} \right\}$$

- ・回収年数 :538 千円÷35 千円/年＝15.4 年

[補足説明]

投資金額は概算ですので、実施の際は、工事会社から見積りを取って検討してください。

削減対策名

⑭温水ポンプのインバータ化

[現状と課題]

校舎棟用温水ポンプは冬季間中は配管凍結防止のため、温水を24時間連続的に循環運転しています。暖房負荷は外気温度により変化しますが、温水ポンプは外気温度に関係なく連続運転されています。

[削減対策の概要]

温水ポンプをインバータ制御し、循環水の戻り温度を検出し、外気温が上昇し不凍液が凍結する危険のない温度になった場合は、循環水量を減量し省エネを図ります。

対象ポンプは温水ポンプ NO.1～5 の 5 台とします。

[削減対策実施上の留意点]

循環水配管の管路抵抗が小さい場合は、2.2kW の温水ポンプ2台は停止可能と考えられます。

[改善提案 No14の説明]

[試算条件]

- ・温水ポンプモータ容量・台数 2.2kW 2 台, 1.5kW 2 台, 0.75kW 1 台
- ・負荷率 100%(実測値)
- ・温水ポンプ年間運転時間 24h/日 × 65 日/年(12/1～4/15 の平日)=1,560h/年
(真空式温水機年間運転時間 7h/日 × 65 日/年(12/1～4/15 の平日)=455h/年)
- ・インバータ効率 95%
- ・動力比 改善後 70% ---推定値
- ・現状の消費電力量
 $(2.2\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 1.5\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 0.75\text{kW}) \times 1 \times 1,560\text{h/年} = 12,714\text{kWh/年}$
- ・改善後の消費電力量
 $(2.2\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 1.5\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 0.75\text{kW}) \times 1 \times 1,560\text{h/年} \times 0.7 \div 0.95$
 $= 9,368\text{kWh/年}$

[削減対策の効果]

- ・電力削減量: $12,714\text{kWh/年} - 9,368\text{kWh/年} = 3,346\text{kWh/年} \div 3.35\text{MWh/年}$
- ・原油換算量: $3.35\text{MWh/年} \times 9.76\text{GJ/千 kWh} \times 0.0258\text{kL/GJ} = 0.844\text{kL/年}$
- ・CO₂削減量: $3.35\text{MWh/年} \times 0.382\text{t-CO}_2/\text{千 kWh} = 1.28\text{t-CO}_2/\text{年}$
- ・削減額 : $3,346\text{kWh/年} \times 20.4 \text{ 円/kWh} = 68.3 \text{ 千円/年}$
- ・投資金額 : $(2.2\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 1.5\text{kW} \times 2 \text{ 台} + 0.75\text{kW}) \times 50 \text{ 千円/kW} = 408 \text{ 千円}$
- ・回収年数 : $408 \text{ 千円} \div 68.3 \text{ 千円/年} = 6.0 \text{ 年}$

[補足説明]

投資金額は概算ですので, 実施の場合は, 工事会社から見積りを取って検討してください。

削減対策名

⑮ 温水配管の保温強化

[現状と課題]

真空式温水機発生温水はヘッダー部で3系統に分配されていますが、分配バルブ及び周辺配管が保温されていません。なお、バルブ以外のヘッダー管、配管等は保温されています。

未保温バルブ外観



[削減対策の概要]

分配バルブ及び周辺配管を保温して省エネを図ります。

現状の送出温水温度及びボイラー室の室内温度が不明ですが、それぞれ 60℃、30℃と予想して、省エネ量を検討します。

[削減対策実施上の留意点]

ボイラー室内以外にも未保温部がある場合は、その部分も保温することをお勧めします。

[改善提案No15の説明]

[illegible]

削減対策名

⑩井水利用

[現状と課題]

井水が豊富で自噴している箇所も多数あり、井水のくみ上げ規制もありません。現状では、一切利用されていません。

[削減対策の概要]

トイレ中水, の利用, 夏期対策として屋上等へ散水します。

[削減対策実施上の留意点]

できるだけ自噴井を利用し, くみ上げに電力を使用しないようにします。自噴井でなくてもウォーターハンマー現象を利用した無電源ポンプなどの利用を検討します。

[改善提案 No16の説明]

[試算条件]

・トイレ水洗使用量

$$\textcircled{1}\text{小}: 1.2\text{L} \times (460 + 49)\text{人} \times 3\text{回/日} \times 230\text{日} = 421\text{m}^3/\text{年}$$

$$\textcircled{2}\text{大}: 1.44\text{L} \times ((460 + 49)\text{人} \div 10) \times 1\text{回/日} \times 230\text{日} = 17\text{m}^3/\text{年}$$

$$\text{合計} \quad 438\text{ m}^3/\text{年}$$

[削減対策の効果]

・上水削減量 : 0.438 千 m³/年

・CO₂削減量 : 0.438 千 m³/年 × 0.2t-CO₂/千 m³ = 0.0876t-CO₂/年

・削減額 : 438m³/年 × 790.6 円/m³ = 346 千円/年

・投資金額 : 自噴井を利用した配管工事費一式
3,000 千円

・回収年数 : —

[補足説明]

投資金額は概算値ですので, 実施の際は工事会社から見積りを取り, 検討してください。

削減対策名

⑰上水漏れ箇所の補修及び節水

[現状と課題]

校内調査時に職員室電気給湯器用蛇口から水漏れしていました。校内ではその他箇所でも水漏れがあるようにお聞きしました。水漏れがあると、給水ポンプが無駄な運転をするとともに、貴重な水を無駄に捨てることになり、また貴校では上下水単価が高いため、経費の無駄遣いとなります。

さらに、貴校では節水対策をとっていないようです。

[削減対策の概要]

- ・水漏れ箇所を早急に修理し水の無駄な使用を防止します。
- ・次に蛇口の給水水栓の水量調整バルブを絞り、蛇口から出る水量を抑え節水します。

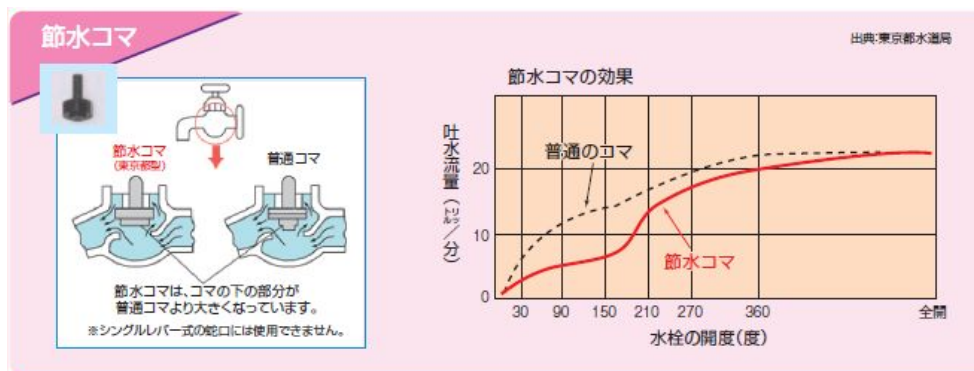
なお、節水方法には各種の方法がありますが、参考として一例を次に示します。

①水量調整方法

バルブ式の蛇口の下部に水量調整バルブがありますので、そのバルブを閉方向に回すと蛇口から出る水量が抑えられます。蛇口から出る水量を監視しながら、適正な水量になるようにバルブを閉方向に閉める方法です。

②節水コマを利用する方法

節水コマの「構造と効果」を下図に示します。



節水コマの構造と効果

[削減対策実施上の留意点]

- ・節水コマを使用せずに自動水栓、泡沫水栓、シャワー水栓などで節水する方法もあります。
- ・節水コマ交換の際は必ず元バルブを閉めてから交換してください。

[改善提案 No17の説明]

[試算条件]

1. 水漏れ量

①職員室; $1\text{L}/\text{分} \times 24\text{h}/\text{日} \times 60\text{分}/\text{h} \times 30\text{日}/\text{年} = 43.2\text{m}^3/\text{年}$ ——推定値

②その他; $43.2\text{m}^3/\text{年}$ ——職員室と同程度と仮定します。

2. 手洗い使用水量

①年間上水使用量: $4,357\text{m}^3/\text{年}$ ——5 ページ「月別エネルギー使用量: 水」参照ください

②上水使用比率を次のように推定します

厨房・給湯・飲用; 50%, トイレ水洗; 30%, クラブ・清掃・散水; 15%, 手洗い; 5%

③②より手洗い使用水量 $4,357\text{m}^3/\text{年} \times 5\% = 218\text{m}^3/\text{年}$

3. 水量調整バルブによる節水率: 50%——推定値

[削減対策の効果]

・上水削減量 : $(43.2\text{m}^3/\text{年} \times 2 + 218\text{m}^3/\text{年} \times 0.5) = 195.4\text{m}^3/\text{年} = 0.195\text{千m}^3/\text{年}$

・CO₂削減量 : $0.195\text{千m}^3/\text{年} \times (0.2 + 0.45)\text{t-CO}_2/\text{千m}^3 = 0.127\text{t-CO}_2/\text{年}$

・削減額 : $195.4\text{m}^3/\text{年} \times 790.6\text{円}/\text{m}^3 = 154\text{千円}/\text{年}$

・投資金額 : 工事費は不要です——水漏れ修理は経費扱いとしました

・回収年数 : —

[補足説明]

特にありません。

蛇口給水栓の外観(水飲み場)



蛇口給水栓の漏れ状況(職員室)



削減対策名

⑱ デマンド監視装置の導入

[現状と課題]

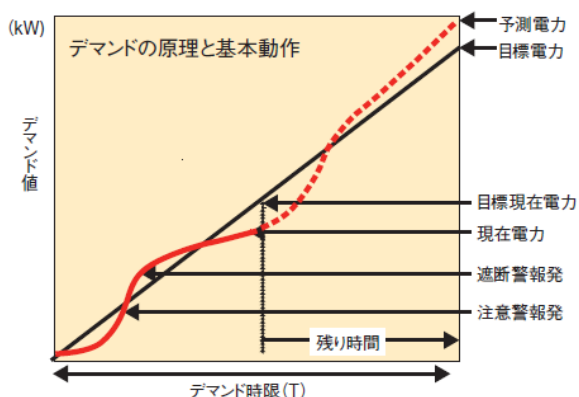
現状では時間ごとの電力使用量の管理がされておられません。このため使用した電気の最大値がそのまま契約電力になっています。貴中学校では冬季に電力の最大値が発生しています。

[削減対策の概要]

デマンド監視装置を導入して時間ごとの電力使用量(最大電力)を計測し、最大電力が目標値(例えば契約電力の90%)を超えたら警報を出し、電気負荷の運転を制限することで、最大電力の増加を抑制します。最大電力(契約電力)が増えると基本料金が増え、電気料金が増えることになりますので、最大電力の増加を抑制すると電気料金が安くなります。

参考として、下記にデマンド監視制御装置(デマンドコントローラ)の概要を示します

- デマンドコントローラは、使用電力量を予測し目標を超えないように負荷の低減、遮断を知らせる装置です。
- デマンドコントローラを設置し、負荷電力の平準化と、基本料金を低減しましょう。
- デマンドコントローラで、時刻別電力使用量を知ることができ、エネルギー管理に役立ちます。



省エネ豆知識 最大電力について

高圧電力Aの場合、基本料金の算定基礎になる契約電力は、その1月の最大電力と前11月の最大電力のうち、どちらか大きい値となります。

従って、ある月に1回でも大きな最大電力が発生すると、以後1年間は、この最大電力によって、基本料金を支払うことになります。

しかも、最大電力は30分毎に計量されるので、1月の内、ある30分に不用意に最大電力が発生すると、以後1年間は高い基本料金を支払うことになるので注意が必要です。

出典: オフィス空間の省エネルギー対策
東京都地球温暖化防止推進センター

[削減対策実施上の留意点]

- ・警報が出た場合を想定して、あらかじめ、負荷を低減又は遮断する順位を決めておく、適切な対応を取ることができます。例えば、使用頻度の少ない箇所の電気ヒーターの停止、厨房の停止可能負荷の停止等です。通常、制限時間は30分間程度と短時間なので、生徒への影響は出ないと考えられます。

[改善提案No18の説明]

[試算条件]

- ・現状最大電力(現契約電力): 109 kW
- ・目標最大電力(新契約電力): 89 kW(希望値)
- ・月額基本料金は次式で求められます。
基本料金単価(円/kW) × 契約電力(kW) × (185 - 力率) / 100
なお, 基本料金単価(円/kW) ; 1,585.5 円/kW --- 東北電力の業務用電力単価
(185 - 力率) / 100 は力率割引で力率は 100%と仮定します。

[削減対策の効果]

- ・年間電気料金削減額: 1,036 千円 - 819 千円 = 217 千円
 - ①現状 : 1,585.5 円/kW × D1kW × (185 - 100) / 100 × 12 箇月
 - ②改善後: 1,585.5 円/kW × D2kW × (185 - 100) / 100 × 12 箇月
 - ③料金削減額
: ① - ② = 1,585.5 円/kW × (109 - 89)kW × (185 - 100) / 100 × 12 箇月
= 323 千円
- ・投資金額 : 300 千円(カタログ値より推定)
- ・回収年数 : 300 千円 ÷ 323 千円/年 = 0.9 年

[補足説明]

- ・使用電力が現在の契約電力を超えるとその値が翌月から一年間の契約電力となり基本料金が高くなります。
- ・デマンド監視装置は警報だけを出す単機能機種から, 機器を自動的に制御する機能を持ったものまで, 様々な機能を持った機種が販売されていますが, 本提案では, 警報機能のみを持ち, 負荷は手動で停止・運転するものを想定しています。
- ・金額は概算です。実施の際は, メーカーから情報を得て, 適当な機種を選定してください。
- ・デマンド監視装置は, 警報が出たときに負荷制限をして成果を得ることができます。負荷制限することで省エネになる場合もありますので, 設置を機に省エネ推進が期待できます。

(20) その他の提案

1. 第三校舎のコンピュータ室でサーバーが2台稼働していました。恐らくこの状態が年間を通して継続しているものと思われます。パソコン台数は42台程度ですので、サーバーは1台で可能なように考えられます。何らかの理由があるとした場合は、その原因を除去しサーバーを1台とすることをお勧めします。

サーバーを1台停止した場合の省エネ量

サーバー容量	0.5kW---推定値
運転時間	24h/日 × 365 日/年 = 8,760h/年
電力削減量	0.5kW × 8,760h/年 = 4,380kWh/年
削減金額	4,380kWh/年 × 20.4 円/kWh = 89 千円/年

コンピュータ室のサーバー



2. 真空式温水機交互運転間隔の延長化

校舎棟用真空式温水機は2台あり、1日置きに交互運転しています。現状は1日の運転時間が短いので、エネルギー損失は少ないと考えられますが、運転時間が長くなった場合は損失が増えますので、1日置きに交互運転でなく、1週間置きの交互運転とすることをお勧めします。

3. 温水パネルのバイパス化

各教室、廊下に温水パネルが設置され、暖房期間は連続して温水が循環されています。教室の中には使用しない室もあるので、これら室への温水パネルの温水循環を停止すれば、温水循環系の配管抵抗及び温水ポンプの負荷が低下し、省エネになります。

■報告書で使した定数，計算式

(1) 中学校のエネルギー単価

平均電力単価	: 20.4 円/kWh
平均 A 重油単価	: 100.3 円/L
平均灯油単価	: 98.8 円/L
平均 LP ガス単価	: 568.2 円/m ³
平均上水単価	: 466.9 円/ m ³
平均下水単価	: 323.7 円/ m ³

(2) 原油換算エネルギー使用量

＜直接排出(燃料の燃焼)＞

原油換算エネルギー使用量＝燃料等使用量×単位発熱量×原油換算係数

＜間接排出(電気及び熱)＞

原油換算エネルギー使用量＝燃料等使用量×一次エネルギー換算係数
× 原油換算係数

(3) 特定温室効果ガス排出量(CO₂)

＜直接排出(燃料の燃焼)＞

温室効果ガス排出量＝燃料等使用量×単位発熱量×C 排出係数×44/12

＜間接排出(電気及び熱)＞

温室効果ガス排出量＝燃料等使用量×CO₂ 排出係数

(4) 燃料別各係数

燃料の種類	単位発熱量	原油換算係数	C 排出係数
灯油 [L]	36.70 [GJ/kL]	0.0258 [kL/GJ]	0.0185 [t-C/GJ]
A 重油 [L]	39.10 [GJ/kL]	0.0258 [kL/GJ]	0.0189 [t-C/GJ]
LPG [t]	50.80 [GJ/t]	0.0258 [kL/GJ]	0.0163 [t-C/GJ]
電気及び熱	一次エネルギー換算係数	原油換算係数	CO ₂ 排出係数
購入電力 [kWh]	9.76 [GJ/千 kWh]	0.0258 [kL/GJ]	0.382 [t-CO ₂ /千 kWh]
水道水 [m ³]	—	—	0.200 [t-CO ₂ /千 m ³]
公共下水道 [m ³]	—	—	0.450 [t-CO ₂ /千 m ³]

*LPG 使用量の単位換算係数(千 m³ → t) : 1 m³ = 2.13 kg

*購入電力の CO₂排出係数は、1996 年度の全国平均値(出典: 電気事業連合会)

雫石中学校スーパーエコスクール実証事業基本計画報告書【概要版】

雫石中学校の現況

- 雫石中学校は、昭和47年4月1日に町内5つが名目統合してできた中学校で、町内に1つの中学校である。
- 建設から約40年が経過している。
- 校舎は、東西に約70m延びた片側廊下式の校舎が3校舎並行に並び、それぞれを渡り廊下で南北に結んだ地上3階の校舎である。



所在地	岩手県岩手郡雫石町柿木74-1
省エネ区分	Ⅱ 地域
敷地面積	44,228㎡ (校舎敷地15,378㎡ +運動場28,850㎡)

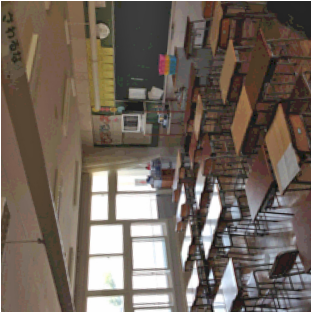
計画地概要

棟	人数
教職員	48
生徒数	464
合計	512

教員数・生徒数



職員玄関と管理棟北面



冬期の職員玄関

検討のプロセス

- 検討委員会の組織
 - 地域や保護者が参加する雫石中学校学習環境改善検討委員会を組織した。
- 検討委員の選定
 - 609.01km2と広大な雫石町の面積の内、山林が7割以上を占めている。
 - エコ改修の一つとして、この豊富な森林資源を活用し、森を育てるため県産木材を活用した改修とする。
 - 雫石木材についての専門的な意見を取り入れるため、地域の木材関連の方々に参加していただいた。
 - ゼロエネルギー化等については、大学の教授、技術的支援者からの情報提供により、検討委員会を進めた。

〈検討会での意見〉

- 学校の中心が図書館になるのはよい。憩いの場になるし、次世代の学校として発信材料になる。
- 学校を開かないといけない。地域の人の力を借りる時がきた。これからの学校は変わっていく。それを見据えている。
- 計画に関する情報を開示して進めていくべき。

年	日時	テーマ
第1回	H25/10/21	事業について
第2回	H25/11/28	学習環境の重要体について 雫石中学校の校舎再編 エコ改修事業の具体的事例紹介
第3回	H26/1/23	教室配置について 普通教室の改修について エコ改修のメニューについて 図書館と地域開放について
第4回	H26/1/24 H26/2/20	中学校でのワークショップ開催 エネルギー使用実態調査等について ワークショップの報告 ゼロエネルギー化の目標について エコ改修のメニュー エネルギー改修について
第5回	H26/3/11	ゼロエネルギー化へのストーリー 今年度の事業報告

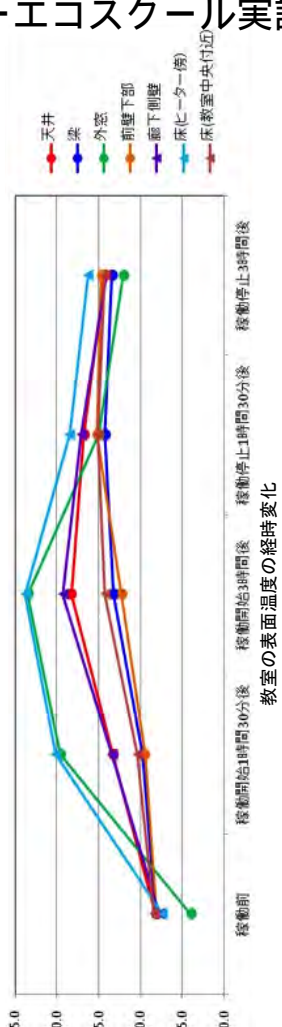
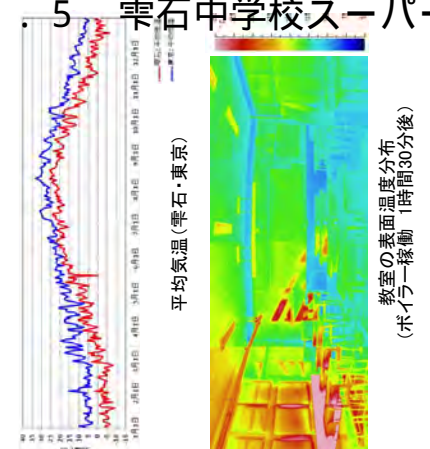
検討委員会の内容

ワークショップ

- 中学校1年生5クラス147名を対象に2つのワークショップ(WS)を行った。
 - 温熱環境WS（断熱模型やサーモグラフィを使い、生徒に体感しながら考えてもらう）
 - 希望の学校WS（改修アイデア企画提案書づくり）
- 総入れ替え制で全員が各ワークショップに参加した。
- 環境に配慮した建築物や室内物理環境、省エネルギーについての意識の向上、および啓蒙を図ること、改修工事に興味を持ってもらうことを目的とした。
- 生徒は、積極的にアイデアを出し、改修工事について興味を持つことができた。特に図書館についての多くのアイデアが出された。

環境測定データ

- 周辺気候
 - 平均気温は、東京と比較すると年間通して、概ね10℃低い。／年間通して西からの風が多い。／最深積雪量は、概ね60cm程度であり、1mを超える積雪は10年に1回程度ある。
- 校舎環境測定
 - 重油ボイラーによるパネルヒーターにより暖房を行っている。
 - ボイラー稼働後は、外窓に比べて廊下側の方が温度が低い。柱や腰壁などの躯体部分が天井や廊下側の壁に比べて温度が低い。



エネルギー使用状況

- 調査により用途別場所別の年間一次エネルギー消費量及びCO2排出量を算出した。
- 学校環境改善の主旨に沿った計画として、給食室と地域開放利用がされている第一体育館のエネルギー使用量を除いた分を本計画のゼロエネルギー化に向けたターゲットとした。（一次エネルギー消費量：3,171GJ、CO2排出量：176.5t-CO2）
- 雫石中学校のエネルギー使用量は一般的な数値よりも高い状態にある。

電気	動力 (通常運転期間)	校舎用ボイラー 給食 第一体育館 水道ポンプ 一般動力 予備(給食室熱風乾燥機)	使用量 単位	一次エネルギー消費量 (t-CO2/年)		CO2排出量 (t-CO2/年)	
				ターゲット	除外	ターゲット	除外
電気	動力 (暖房運転期間)	給食	1.60MWh	15.9	46.4	0.7	2.2
		第一体育館	4.66MWh	51.2	51.2		2.4
		水道ポンプ	5.14MWh	1.8	0.1		
		一般動力	0.18MWh	6.7		0.3	
		予備(給食室熱風乾燥機)	0.67MWh	11.4	16.6		0.5
	電力	校舎用ボイラー	35.38MWh	352.8	57.8		2.7
		給食	5.80MWh	57.3			2.7
		第一体育館	5.75MWh	2.5		0.1	
		水道ポンプ	0.26MWh	15.1	24.3	0.7	
		一般動力	1.52MWh	64.9			1.1
電灯	コンセント	第一校舎(管理棟)	64.39MWh			30.2	
		第二校舎(普通教室棟)					
		※給食室除く					
		給食室	50.00MWh	498.5	23.5		
		職員室	52.99	528.3		24.9	
	燃料	第三校舎(特別教室棟)	12.56MWh	125.2	5.9		
		第一体育館	30.83MWh	307.4	14.5		
		PE・ポンプ室	15.94MWh	156.9		7.5	
		9.06MWh	90.4		4.3		
		校舎暖房	28.00KL	1,094.8	75.9		
燃料	A重油	体育館	3.50KL	128.5		8.7	
	灯油	灯油ストーブ(職員室、保健室)	0.50KL	18.4		1.2	
	LPG	給食室給湯	3.41t	173.1		10.2	
	上水	全体	4.40㎥	2.6		63.0	
合計				3,171.5	1,237.2	176.5	239.5
				一次エネルギー消費量・CO2排出量とターゲット			
				4,408.7			

エネルギー種別	一次エネルギー熱量換算係数	CO2排出係数
電気	9,970 MJ/MWh ※1	0.469 t-CO2/MWh ※3
A重油	39.1 GJ/kL ※2	2.71 t-CO2/kL ※2
灯油	36.7 GJ/kL ※2	2.49 t-CO2/kL ※2
LPG	50.8 GJ/t ※2	3.00 t-CO2/t ※2
水		0.58 t-CO2/㎥ ※4

※1「エネルギーの使用量の合理化に関する法律施行規則」別表第三「建物の電気(経済産業省、平成22年3月19日)」
※2「通算効果ガス排出量算定・報告マニュアル」(環境省)より算定
※3「地球温暖化対策の推進に関する法律」(平成10年法律第117号)
※4「身近な地球温暖化対策」(環境省、平成15年10月)
※LPGの比重は、2.13t/㎥と算定する

10.6 学校施設の環境に関する基礎的調査研究

平成19年10月24日
平成26年3月28日(最終改正)
国立教育政策研究所長決定

1 趣旨

近年、地球規模の環境問題が世界共通の課題として提起されており、学校施設においても環境負荷の低減や自然との共生を考慮した施設を整備することが求められている。また、平成20年に京都議定書の約束期間が開始することから、政府等においても、温室効果ガスの排出削減等の取り組みを強化している。

このような状況を踏まえ、学校施設のエネルギー消費の現状を把握するとともに、既存校舎における環境対策の推進方策等について調査研究を行い、今後の学校施設整備に係る文教施設施策に資する。

2 調査研究事項

- (1)学校施設におけるエネルギー消費に関する実態把握
- (2)既存校舎を対象にした環境対策モデルプランの作成
- (3)学校施設におけるCO₂排出量算出ツールの開発
- (4)その他

3 実施方法

別紙の学識経験者等の協力を得て、2に掲げる事項について調査研究を行う。なお、必要に応じ、その他の関係者の協力を求めることができる。

4 実施期間

平成19年10月24日から平成29年3月31日までとする。

(別紙)

学校施設の環境に関する基礎的調査研究協力者

(五十音順, ○印：主査)

(委員)

小泉 治	株式会社日本設計第2建築設計群 副群長 チーフ・アーキテクト
○ 小峯 裕己	千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授
坂口 淳	新潟県立大学国際地域学部国際地域学科教授
寺嶋 修康	株式会社長大まちづくり推進事業部 副技師長
中野 淳太	東海大学工学部建築学科准教授
望月 悦子	千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授

(オブザーバー：文部科学省大臣官房文教施設企画部)

真野 善雄	施設企画課専門官 (平成26年3月31日まで)
後藤 勝	施設企画課専門官 (平成26年4月1日から)
島田 智康	施設企画課指導第二係長 (平成25年9月24日まで)
野口 公伸	施設企画課指導第二係長 (平成25年9月25日から平成25年12月31日まで)
岩井 康雄	施設企画課指導第二係長 (平成26年1月1日から)
錦 泰司	施設助成課課長補佐 (平成25年7月7日まで)
木村 哲治	施設助成課課長補佐 (平成25年7月8日から)
扇谷 圭一	施設助成課技術係長

(調査協力)

株式会社ティコク

なお、国立教育政策研究所においては、次の関係官が本報告書の作成にあたった。

齋藤 福栄	文教施設研究センター長
西 博文	文教施設研究センター総括研究官
幅崎 美行	文教施設研究センター専門調査員



国立教育政策研究所文教施設研究センター
〒100-8951 東京都千代田区霞が関 3-2-2