学校施設のエネルギー使用実態等調査報告書（令和元年度）（概要）

令和２年９月
国立教育政策研究所
文教施設研究センター

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。

国立教育政策研究所文教施設研究センターでは，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，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調査を継続的に行い，得られたデータの相関性を分析把握することとしています。このため，「学校施設の環境に関する基礎的調査研究（主査：小峯裕己　千葉工業大学創造工学部建築学科教授）」において，平成28年度から改修後の調査を開始しており，令和元年度は４校目として雫石町立雫石中学校を対象として調査を実施しました。

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。

１．背景・趣旨

○文部科学省と国土交通省において，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組を推進するため，既存校舎等のゼロエネルギー化を目指す基本計画，基本・実施設計，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年度から26年度で7校（うち4校が改修）が選定されました。

○このことを踏まえ，本調査研究では，スーパーエコスクール実証事業において，環境に配慮した改修整備（以下，「エコ改修」という。）を実施する上記４校につ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，その相関性を分析することとしました。

○平成28年度には京都市立金閣小学校，平成29年度には生駒市立鹿ノ台中学校，平成30年度には，矢吹町立矢吹小学校を対象として調査を行い，報告書を公開しています。令和元年度には４校目となる雫石町立雫石中学校を対象として調査を行い，報告書を公開することとしました。

２．調査対象校・内容

○調査対象校：雫石町立雫石中学校（改修前：平成25年度，改修後：令和元年度）

○改修内容：外壁内断熱，屋根断熱，複層ガラス，区画扉の設置，内装木質化，太陽光発電設備（50kW），太陽熱集熱装置，ボイラー更新，蓄電池（10kWh），LED照明等

○調査内容：立地条件の把握，学校施設・設備機器の運用実態調査，機器測定等によるエネルギー消費量の実態調査，教室等における室内外の温熱環境の実測測定調査，エコ改修前後のエネルギー消費と教室内熱環境の実態比較，FAST（Ver.2）[1]によるエコ改修効果等の検証

３．調査結果概要

○エネルギー消費量の実態

・地域区分３に位置しており，冬季はボイラーや灯油ストーブ等の暖房用途の灯油の割合が大きく5割を占める。（図１）

・灯油以外の一次エネルギーとして，電力の中では，照明・コンセント等[2]の用途が約9割を占める。（図１）

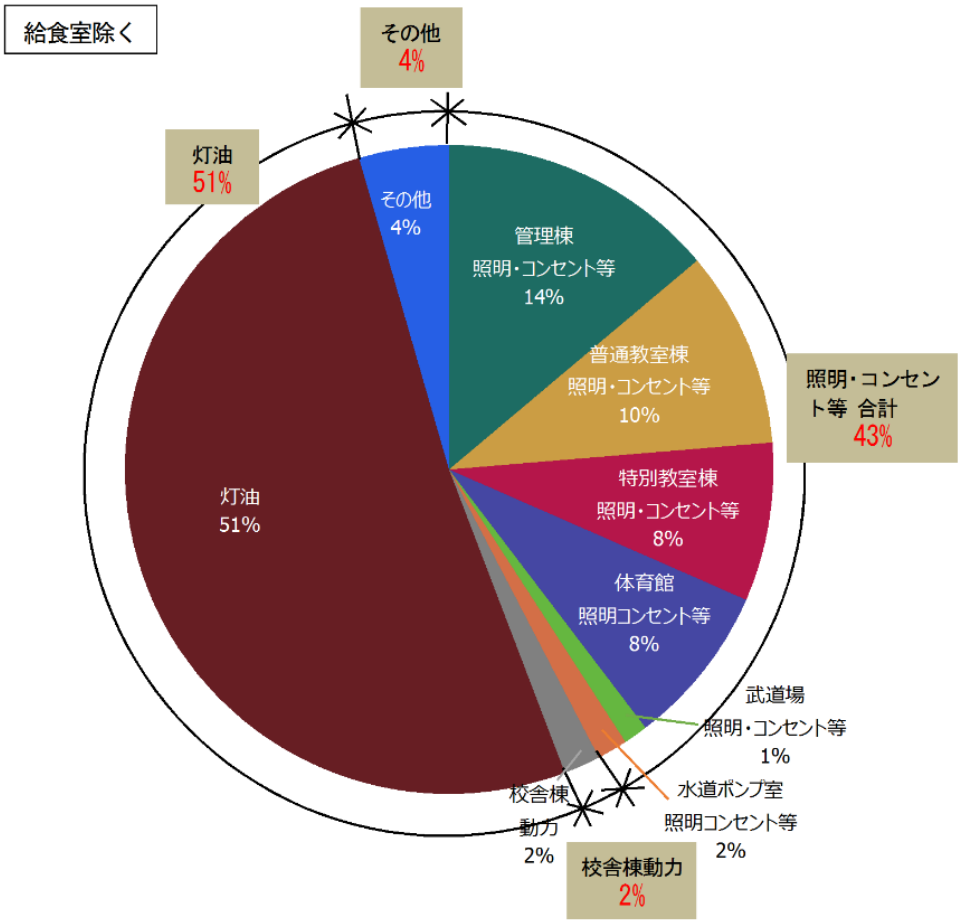

図１　用途別一次エネルギー消費量の割合（令和元年度　１１月～１月合計）[3]

---

[1] 「学校施設の CO2 削減設計検討ツール（略称：FAST）」は，平成 24 年 6 月に国立教育政策研究所文教施設研究センターにおいて公開した，学校施設が排出する CO2 の量を計算するパソコン用プログラム。

[2] トイレの凍結防止ヒーターに加え，暖房便座をもうけており，これらの電力も照明・コンセント等に含まれる。

[3] エネルギー削減の対象外である給食室は除外して計測している。

・エコ改修前後では，全一次エネルギー消費量として，11月は4.5%，12月は3.7%，1月は11.8%，改修前より減少した。（図２）
・一方で灯油＋重油の消費量としては，11月は120.2%，12月は27.0%，1月は16.2%，各々エコ改修前より増加している。これは，増加要因としては，11月についてはエコ改修前後でボイラー稼働の開始時期がずれていた（改修前：11月中旬，改修後：11月初旬）ことがあげられるが，内断熱や複層ガラスといった断熱改修を行っていたことや，平成25年度と令和元年度の平均外気温では，1月は令和元年度の方が1.7℃高かったこともあり，暖房を過剰に使用していないか検討する余地があると考えられる。

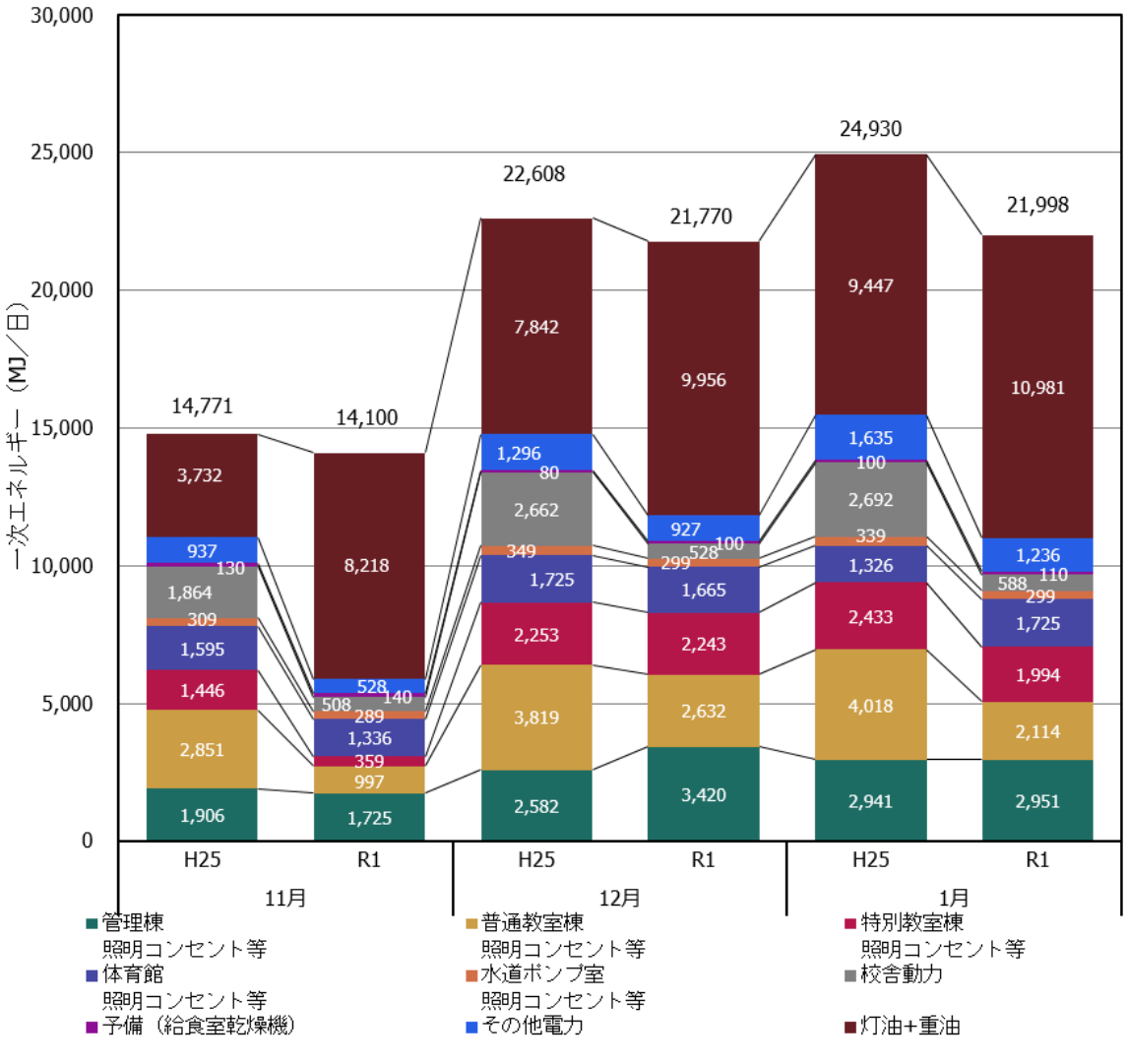

図２　エコ改修前後の一次エネルギー消費量比較（武道場除く）[4]

[4] 武道場は新設のため，除外。

○教室内外環境の実態

・11月，12月，1月における校舎内の平均温度は20℃～23℃程度であり，学校環境衛生基準内に保たれていた。
・12月の夜間の普通教室内温度は，約12℃以上に保たれており，外気との温度差が20℃程度生じていた。
・区画扉内外（普通教室・普通教室前廊下と階段）の温度差は，昼間に最大10℃程度，夜間に5℃程度であった。
・教室内の表面温度については，外気温2.4℃，教室室温23.3℃の時のサーモグラフィの測定結果によると，ヒーター上部に位置する複層ガラスを除き，教室内装仕上げ材の表面温度は17.6℃～22.9℃の範囲であり，教室表面と室内の温度差は数度の範囲に収まっていた。

○エコ改修による効果等

・区画扉内外（普通教室・普通教室前廊下と階段）の温度差は，昼間は最大10℃程度，夜間は5℃程度であったことから，区画扉を設置する効果が認められた。
・校舎照明のLED化更新や普通教室数の減少により電力消費量の削減が見られる。
・エネルギー使用量としては，電力量は27.5%，一次エネルギー全体としては13.5%削減と一定の効果が見られた。
・一方で「平成25年度スーパーエコスクール実証事業基本計画報告書（雫石町教育委員会）」で定めたエネルギー削減量の目標に対する達成率は21.4%，また，一次エネルギーの省エネ率は13.5%であり，目標を達成できていない。
・主な要因としては，太陽光発電の設備容量が計画時（112kW）に比べ小さいこと（50kW）や，計画されていた特別教室棟のエコ改修や水冷ヒートポンプとしての井水利用設備の導入がなされていないこと，トイレ凍結防止ヒーターの稼働抑制がなされていないこと，ボイラー更新による暖房用途の一次エネルギー消費量削減効果が乏しかった（ボイラー効率の向上は図れたが，ボイラーの設定温度の変更を行わなかったことや，稼働時間が長時間化したことにより，一次エネルギー消費量の削減効果が得られなかった）ことなどが挙げられる。

表１　省エネ率にみるエコ改修の効果[5]

	電力消費量※1 (kWh)	重油＋灯油 消費量（GJ）	一次エネルギー 消費量（GJ）	省エネ率		
				電力	灯油	一次エネルギー
平成25年度	351,568	1,202	4,707	27.5%	−27.1%	13.5%
令和元年度※2 (創エネあり)	255,022	1,528	4,071			

表2　エネルギー削減目標と実績値（令和元年度）との比較

	目標値（計画時）	実績値（令和元年度）[6]	達成率
太陽光発電	1,100GJ	589GJ	53.5 %
エコ改修・運用による省エネ	2,071 GJ	90 GJ	4.3 %
合計	3,171 GJ	679 GJ	21.4 %

[5] 平成30年度2月～令和元年度1月のデータ。電力消費量は買電量の値。

[6] 平成30年度2月～令和元年度1月のデータ。

○今後の課題について

・太陽光発電の設備容量や改修範囲の変更など，当初の計画時とは状況が変わりゼロエネルギー化の達成が困難ではあるが，特にエネルギー使用量の増加の要因と考えられる以下について見直しを検討するなど，エネルギー使用量の削減に取り組むことが望ましい。

①暖房の運用の見直し

・エコ改修前後でボイラーの稼働期間・１日当たりの稼働時間の増加や，ボイラーの温水温度がうまく制御できていなかったことを踏まえ，暖房期間・１日当たりの稼働時間，教室の室温設定の見直しや柔軟な変更等，暖房のエネルギー消費量を抑える対策を検討。

・放課後等で部分的に教室を使用する場合は使用教室は省エネルギーに配慮。

・放課後に１教室などごく少数の教室のみ暖房する場合は，個別のストーブを用いるなども検討。

・太陽熱集熱装置の稼働が見込まれる天候の場合には，ボイラーの設定温度の引き下げや稼働抑制を行う。

②トイレの凍結防止ヒーターの運用の見直し

・トイレ凍結防止ヒーターの設定温度は 7.5℃[7]で運用する。

・暖房便座の運用は通年ではなく秋冬（11 月から３月）中心に稼働させる。

・暖房便座の消費電力を抑える観点から便座の蓋を閉める運用を行う。

③その他の見直し

・電気温水器は土日等必要のない時の運転を停止する。

・水道ポンプ室の凍結防止ヒーターも，トイレと同様の運用へ変更する。[8]

・十分に日射が得られる場合は，教室の窓側の照明を消す，照度を落とすなどの運用を行う。

○今後のエコ改修（特別教室棟など）への期待について

・特別教室棟など，次にエコ改修を行う際は以下についての検討が期待される。

-太陽光発電の容量拡充のため，特別教室棟への増設の検討。

-廊下の照明に人感センサーの設置の検討。

-（各教室）放射パネル温水入口への電磁弁の設置

-夏季の教室内環境を調査した上で，屋上や外壁の緑化，豊富な井水を活用した自噴井，無電源ポンプによる屋上等への散水等，省エネルギー化をはかりながら行える建物内の室温上昇の抑制を検討。

[7] 調査期間中に設定温度を 15℃から 7.5℃に変更したが，トイレ内の気温は 10℃に保たれ，凍結防止ヒーターとしての役割を十分に果たしていた。

[8]水道ポンプ室の凍結防止ヒーターは設定温度 15℃で 11 月から稼働していた。