

取り組み紹介 ①学校教育現場から

スーパーエコスクール 瑞浪北中学校

瑞浪市教育委員会 教育総務課課長補佐 兼 施設管理係長 塚谷 浩嘉

こんにちは。瑞浪市教育委員会教育総務課の塚谷と申します。

私からはスーパーエコスクール瑞浪北中学校といたしまして、スーパーエコスクール実証事業での取り組みについてお話をさせていただきます。

はじめに瑞浪市と瑞浪北中学校について簡単に説明いたします（①）。瑞浪市は、岐阜県の南東部、美濃地方の東濃西部に位置しておりまして、東濃地方といえは全国でも有数の酷暑地域であります。多治見市に代表されるように夏場は非常に暑く、また冬場は山間部にある盆地の特有の冷え込みにより非常に寒いという寒暖差の激しい地域であります。

瑞浪北中学校は瑞陵中学校、日吉中学校、釜戸中

学校施設のゼロエネルギー化と環境教育の推進

- ・国内でも有数の暑い岐阜県東濃西部地域
- ・市内公立中学校の既存3校を統合し、瑞浪北中学校を新設



※本事業は平成26年度 文部科学省スーパーエコスクール実証事業です

①

学校の3校が統合して新しく平成31年の4月に開校した学校でございます。本校の新築にあたりまして

（仮称）瑞浪北中学校スーパーエコスクール実証事業報告書＜概要版＞

（仮称）瑞浪北中学校スーパーエコスクール実証事業の概要

本事業では、市内公立中学校の統合再編に伴い平成31年4月に開校する（仮称）瑞浪北中学校の新築にあたり、「学校施設のゼロエネルギー化」及び「環境教育の推進」に取り組み、国内でも有数の暑い地域である岐阜県東濃西部地域から、次世代の学校施設の在り方や環境教育の在り方について情報発信することを目指す。また、これらの成果を市内小中学校において活用することで、瑞浪市における今後の環境教育の充実を図る。

周辺中学校の現況調査

◆エネルギー消費量の実態調査

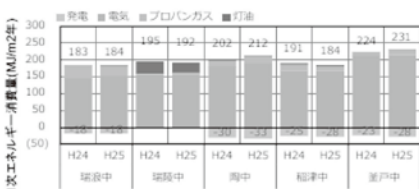
瑞浪市内の公立中学校5校^{※1}のエネルギー消費調査を行った。校舎床面積当たりの一次エネルギー消費量原単位（発電除く）は、180～230(MJ/㎡年)であった。節電対策の実施、普通教室への冷房設備の未導入等の影響もあり、学校施設の平均値278(MJ/㎡年)^{※2}よりも低い値を示している。

※1 中学校用途のみで比較。小中一貫校の日吉中学校は除く。

※2 DECC（日本エネルギー建築協会 非住宅建築物の環境関連データ）

（仮称）瑞浪北中学校の概要

計画地	岐阜県瑞浪市土岐町地内
校舎面積	約5,500㎡
屋内運動場面積	約1,600㎡
生徒数	約350人（平成31開校時）
学級数	13学級（特支2含む）



市内公立中学校のエネルギー消費量

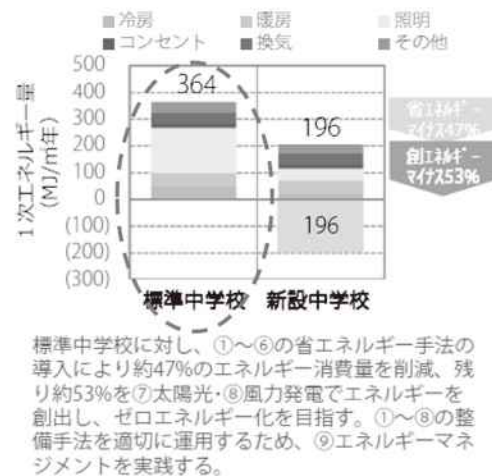
は文部科学省のスーパーエコスクール実証事業に応募いたしまして、スーパーエコスクール瑞浪北中学校のプロジェクトが始まりました(②)。このスーパーエコスクール実証事業の概要ですが、大きく2つの取り組みがございまして、1つは学校施設のゼロエネルギー化。そしてもう1つは環境教育の推進に取り組み、次世代の学校施設のあり方や環境教育のあり方について情報発信をすることを目指しております。

ではまず学校施設のゼロエネルギー化をはかるにあたりどのような手法で進めて行ったかを説明させていただきます。周辺中学校の現況調査(②)にありますように市内公立中学校のエネルギー消費量の実態調査や計画地周辺の気象条件の実態調査などを行

い、またデータベースなどから全国の中学校の値を調査しましてそこから様々な試算を行い、図(③)にありますように標準中学校の一次エネルギー量を求めます。この364(MJ/m²年)という値です。そこから、ゼロエネルギー化の検討を行ってまいります(④)。こちらの「ゼロエネルギー化の検討フロー」の内容を左から順に検討を行っていき、一番左のパッシブデザイン。パッシブデザインとは建物の形状を工夫しまして受け身の状態で省エネの手法を取り入れるということです。

屋外環境の適正化につきましては「建物概要」(⑤)の右上の建物の図にありますように、屋内運動場と南棟が少し傾いた配置となっております。また屋内運動

整備手法		比較	標準中学校	新設中学校
①	断熱の強化	屋根	40mm	100mm
		外壁	20mm	50mm
②	日射の遮蔽	庇	無	有
		窓仕様	単板	二重窓
③	自然換気	換気	無	有
④	自然採光	照明	制御無	昼光利用
⑤	地中熱利用	換気	無	有
⑥	高効率機器	空調	標準	高効率
		照明	蛍光灯	LED
⑦	太陽光発電	変圧器	標準	高効率
				有 100kW
⑧	風力発電		無	有
⑨	エネルギーマネジメント		無	有
	バイオ利用		無	今後導入可否を検討
		太陽熱利用	無	今後導入可否を検討

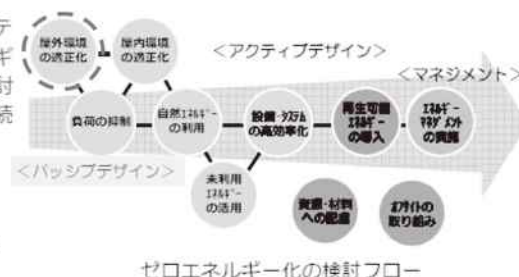


ゼロエネルギー化の検討

建物負荷の抑制、自然エネルギーの活用、高効率システムの採用による徹底した省エネルギーと再生可能エネルギーによる創エネルギーにより、ゼロエネルギー^{※3}化を検討する。また、エネルギーマネジメントの実施により、継続的なゼロエネルギー化運用を目指す。

※3 ゼロエネルギーとは下記の場合とする。

「年間1次エネルギー消費量」－「年間創出エネルギー量」がゼロ以下



建物概要

校舎棟：延床約6,300m² 地上3階
屋内運動場：延床約1,600m² 地上2階



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

⑤

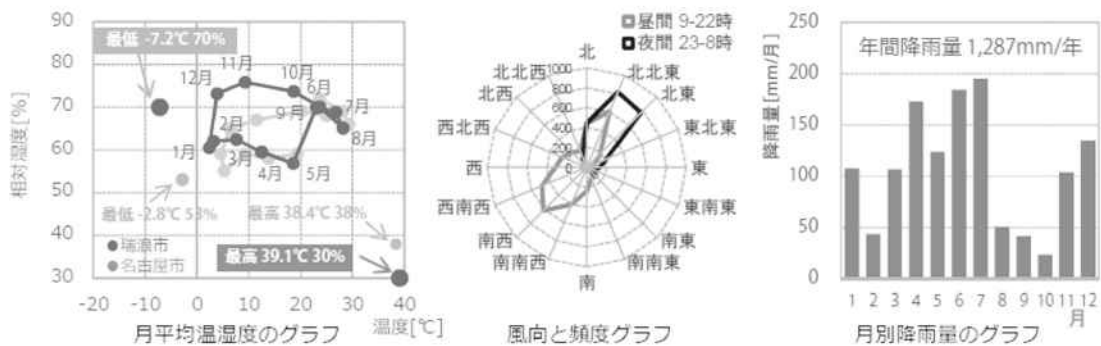


スーパーエコスクール瑞浪北中学校

⑦

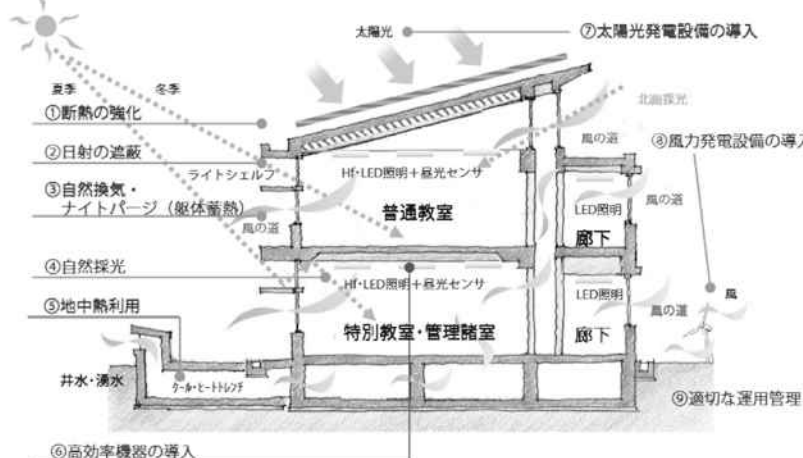
◆気象状況の実態調査

計画地周辺の平成25年度の気象データについて、瑞浪市消防本部にて観測されている気象データを用いて分析を行った。温湿度については、名古屋の気象データよりも寒暖差が大きく、内陸性気候の傾向を示している。風向は、昼間と夜間で南西・北東と向きが変わるものの、一定の方向の頻度が高い傾向を示している。降雨量については、月変動が大きい傾向を示している。



⑥

ゼロエネルギー化のための基本整備手法イメージ



①断熱の強化	②日射の遮蔽	③自然換気・ナイトバージ	④自然採光	⑤地中熱利用	⑥高効率機器の導入	⑦太陽光発電	⑧風力発電	⑨適切な運用管理
屋根・外壁の断熱強化、low-e複層ガラス	ライトシェルフ、low-e複層ガラス	中間期における換気、夜間の躯体蓄熱	昼光センサーによる照明制御	クーラー・ヒートポンプ、井水・湧水の熱源水利用	高効率ビル用マフ、Hf・LED照明、全熱交換器、トランス変圧器等	屋根面に100kW相当のPVを設置	小型風力発電機	"つかう・*つくる"の見える化

⑧

場の側面はカーブを描くような形をしています。当初、この4つの建物は南棟は東棟と北棟と平行に、また屋外運動場は直角に並んだ計画となっていたのですが、気象状況の実態調査の結果(⑥)により計画地周辺には南西の方向に高い頻度で風が吹いているデータを得ていたことからこのような配置や形状とし、より風を取り込み易くしています。こちら(⑦)は実際に出来上がった校舎を真上からみた写真になります。

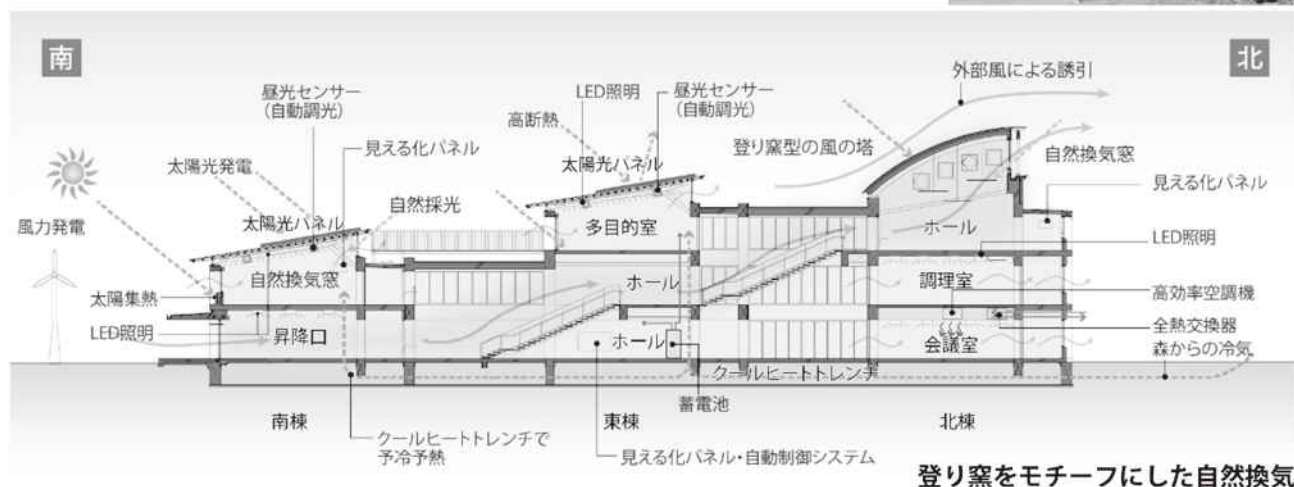
続いて負荷の抑制についてはこちら(⑧)のイメージ図にありますように、屋根外壁の断熱を強化しサッシ

は複層のガラスを採用しています。

次に自然エネルギーの利用については大きく3つありますが、1つ目は先ほどの建物の配置を工夫して呼び込んだ風を校舎内へと導き、自然換気・ナイトパージを行う工夫です。建物の中央部に配置した階段を1階から3階まで連続させることで、温まった空気が上昇し、自然に最上階の窓から排気され、この空気の流れによって校舎内の全体の自然換気を促しています。これは(⑨)右上の写真にあります、この地域に伝わる陶器を焼くための登り窯の仕組みを参

『登り窯』をモチーフにした自然換気システム

- ・登り窯の熱機能を疑似した浮力換気
- ・頂部排気塔による自然換気とナイトパージ
- ・卓越風を受け入れる建物のかたち



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

14

(9)



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

(10)



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

(11)

考にしたものです。実際に出来上がった階段の写真がこちら(⑩)です。生徒用の玄関から建物に入り、ラーニング commons の辺りから見上げた風景です。こちら(⑪)は風の塔と呼ばれている階段最上部の風が抜ける箇所の写真です。上部の窓は内側からの風圧によって自然に開閉する仕組みとなっています。校舎全体を見下ろした写真がこちら(⑫)です。この階段は中央部のちょうどこの点線の辺りに位置しており、先ほどの風の塔と呼ばれる場所はこちらの矢印のところになります。



スーパーエコスクール 徳島県立中学校

(12)

2つ目はクールヒートトレンチによる、地中熱の利用です。図(⑬)にもありますように、校舎の地下区分には大規模なトレンチを配置しまして、取り入れた空気がトレンチ内を進むことで夏場は冷却、冬場は加温された空気をダクトを通じて、各校舎内に送る仕組みとなっています。こちらの図(⑭)がトレンチから空気を普通教室内へ送り出す位置を示しており、教室の後ろに配置されたロッカーの上部、スリット状の吹き出し口より送り込まれる仕組みとなっています。これ(⑮)が出来上がった写真です。ロッカー上部

『大規模クールヒートトレンチ』による涼房温房システム

- ・ 全長200mのクールヒートトレンチにより外気負荷低減
- ・ クールヒートトレンチ経由で教室へ外気導入／ナイトバージ



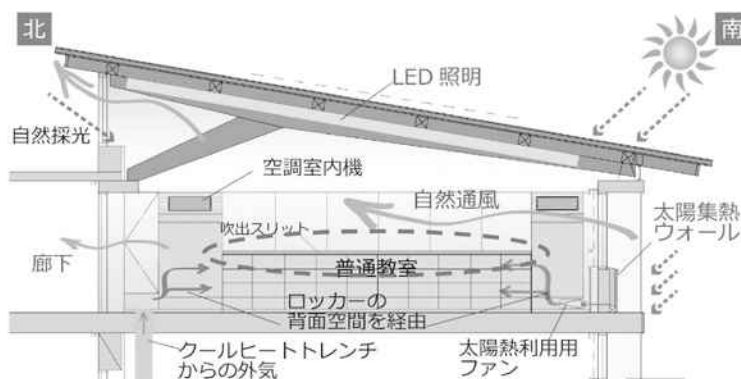
期待される涼房温房効果
 ・ 夏季：25～26℃まで冷却
 ・ 冬季：10～12℃まで加温

スーパーエコスクール 徳島県立中学校

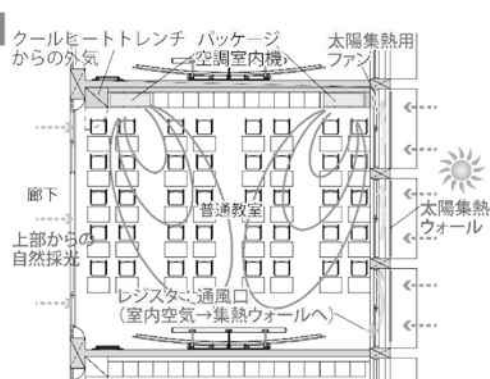
(13)

地熱・太陽熱を利用した冷暖房換気システム（普通教室）

- ・ 熱負荷抑制（高反射高断熱屋根、屋根庇、Low-e複層ガラス）
- ・ 自然エネルギー利用（クールヒートトレンチ、効率的な自然通風）



普通教室での環境配慮技術



普通教室平面図

(14)



スーパーエコスクール 横濱北中学校

15



スーパーエコスクール 横濱北中学校

18

ライトシェルフと北面採光

- ・高窓による北面採光（最上階）
- ・ライトシェルフ（中間階）
- ・LED照明＋昼光センサー・手動減光による調光



ライトシェルフによる自然光導入



普通教室の自然採光シミュレーション

スーパーエコスクール 横濱北中学校

16



スーパーエコスクール 横濱北中学校

19



スーパーエコスクール 横濱北中学校

17

の黒く細長い部分が吹き出し口です。

3つめは最上階の高窓による北面採光や、中間階のライトシェルフによる自然採光の工夫です（16）。普通教室は三棟に分かれた校舎のそれぞれの最上階に配置し、屋根を南に下がった形状とすることで南面から入る直射光を抑え、できるだけカーテンを閉じなくても良い工夫をするのと、北側の大きな高窓より安定した採光を得ることで天気の良い日は自然採光の

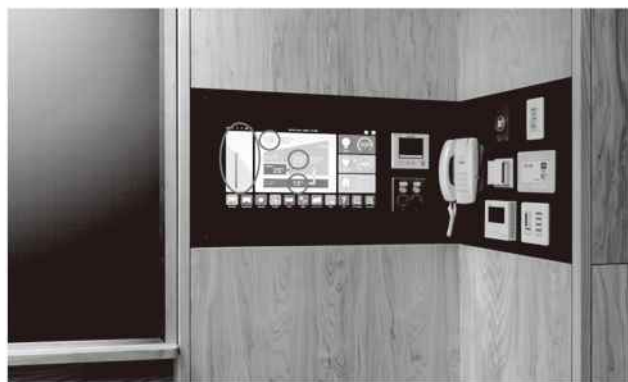
みで学校環境衛生基準を満たす照度が得られるようになっております。出来上がった教室の写真はこちら（17）です。また図（16）の右上にあります中間階に位置する理科室などに代表される特別教室では南面窓にライトシェルフを配置し、直射光を遮るとともに、ライトシェルフ上面で日光を反射させて光を建物内部へと導き、天井などを照らすことで明るさを確保します。出来上がった理科室の写真はこちら（18）です。天井に目盛りが振ってありますが、ちょうど点線のあたりまで天井が明るくなっている様子がわかるかと思います。こちら（19）がライトシェルフを外側から見た写真です。一階部分の白いひさしがライトシェルフとなります。

ここまでがパッシブデザインとなります。次にアクティブデザイン（4）へと移り、設備・システムの高効率化を図っていきます。機器の高効率化では LED 照明などに代表される高効率の機器の導入を図ります。ここまでの整備手法によって、はじめにありました標準中学校の一次エネルギーより約 47% のエネル

各普通教室には、教室と外気の状態、エネルギー消費量が分かる、エコモニターがあります。エコモニターは、タッチパネルになっていて、照明や空調の調節に伴い、エネルギー消費量を表示します。省エネ活動の効果を感じ取り、アクションを起こすためのヒントとなります。



トップページの見方



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

(21)

ギーの消費量の削減を図っております。残りの53%については太陽光発電などに代表される再生可能エネルギーの導入によってエネルギーを創出し、ゼロエネルギー化を目指しました。

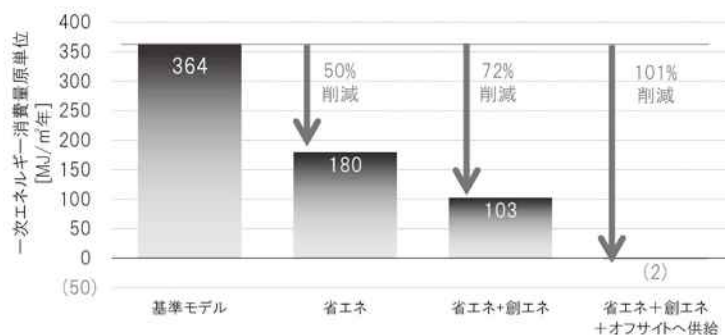
最後にここまでの手法を適切に運用する必要がありますが、これらのエネルギーマネジメント(④)を実践するのは機械が全自動で行うのではなく、この図(②①)にあります、エコモニターを各普通教室に設置し、学校全体の環境条件や室内の温度、湿度、二酸化炭素濃度などを見て生徒が手動で操作する仕組み

をとっております。普通教室に設置されたエコモニターの実際の写真がこちら(②①)です。このモニターを見ながら、例えば教室内とトレンチ内、また外気との温度を見比べ、今どこからの空気を教室内に取り込むことが最適かを生徒が判断して操作することで教室内の環境を整える仕組みをとっております。またこのモニターには他の教室と比較した省エネランキングなども表示されるようになっており、こうして生徒に環境について興味を持ち意識を高めてもらうことで、スーパーエコスクール実証事業の取り組みである学校施設のゼロエネルギー化と、もう一つの取り組みでありました環境教育の推進に取り組んでいく仕組みとなっています。この取り組みについてはまだ始まったばかりですが、今後生徒が培った運転方法をマニュアルとして代々引き継いでいくことによって、より良い運転方法を考え出して、自然と無理なく環境教育が推進されることを目指しています。

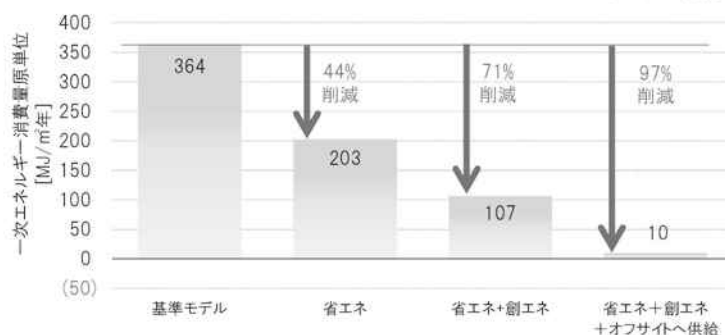
最後に瑞浪北中学校のこれまでの運用実績について紹介します(②②)。電力会社への余剰電力売電が始まった2019年9月からの2年間の実績です。1年目につきましては上段のグラフになりますが、左か

瑞浪北中学校の1次エネルギー消費量について

1年目
計測期間 2019/9～2020/8



2年目
計測期間 2020/9～2021/8



スーパーエコスクール瑞浪北中学校

33

(22)

ら基準モデル。これは先ほど説明しました標準中学校の一次エネルギー量である364という値です。その隣の、省エネ50%削減180とあるのが瑞浪北中学校が実際に消費した1年間の一次エネルギーの量です。この時点で当初の計画にありました約47%削減が達成されていることがわかります。次にその隣の省エネ+創エネ、72%削減、103とあるのは瑞浪北中学校が実際に消費した1年間の一次エネルギー量180の内、本校で創出したエネルギー（主に太陽光発電で発電したエネルギー）でまかなった量を差し引いた量となります。したがってここに数値はありませんが、180から103を引いた77が主に太陽光発電からまかなったエネルギー量で、残りの103が外部から供給を受けたエネルギー量ということになります。そして最後に一番右の省エネ+創エネ+オフサイトへ供給で101%削減とあるのは本校で創出したエネルギーが使い切れずに外部へ供給した量。つまり太陽光発電で発電した電力量のうち余った電力を売電した、売った量を差し引いた値となっております。ご覧のように外部へ供給した量も含みますと、1年目はゼロエネルギーを達成し、2年目についても97%削減

を達成しております。

現時点でもこのような結果が得られておりますが、本事業の取り組みであります環境教育の推進により、先ほどのエコモニターを活用したエネルギーマネジメント、生徒たちの経験による、より良い運転方向の伝承などによって今後もさらなる省エネルギーが達成されることに期待しています。ご清聴ありがとうございました。

(2021.12.4 オンライン開催)

地域志向学研究 | Vol.6 | 2021