

小中学校のゼロ・エネルギー化と室内環境質の向上に関する研究

Zero energy school building with high quality indoor environment

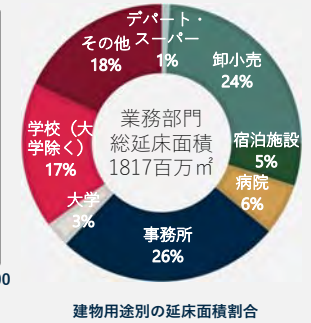
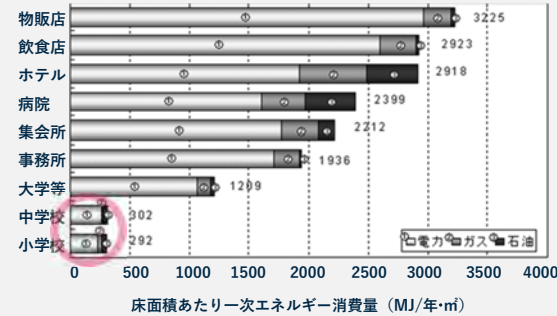
早稲田大学 對馬聖菜

石川春乃²⁾、酒井健太¹⁾、田辺新一¹⁾、Pawel Wargocki³⁾
1) 早稲田大学、2) 静岡理科大学、3) デンマーク工科大学

研究背景

エネルギー基本計画

2020年までに新築公共建築物で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現
Zero Energy Building



単位床面積当たりの1次エネルギー消費量少

延床面積割合大

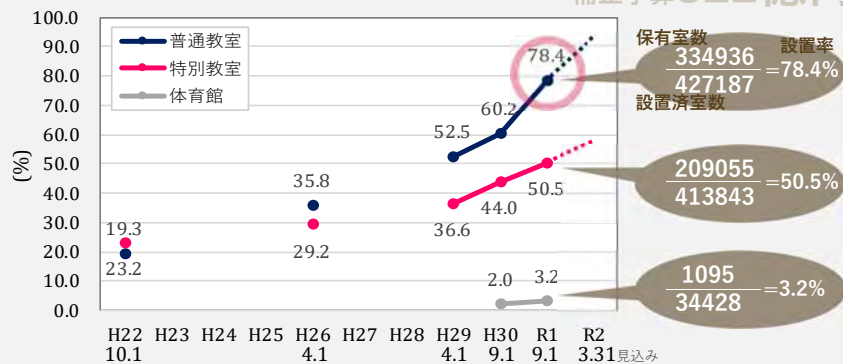
参考: http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/07/08072807/001.htm

小中学校等*の冷房設備設置率

2018年夏の猛暑を受けて空調設備設置が加速

(2019年9月時点: 全国で78.4%、東京で100%の設置)

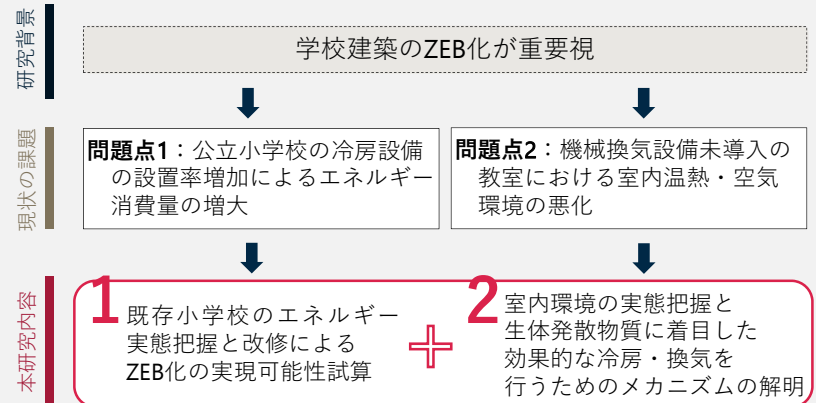
補正予算822億円



*「ブロック・冷房設備対応臨時特例交付金」(平成30年度補正予算)の対象となった学校種(公立の小中学校、義務教育学校、中東教育学校の前期課程、特別支援学校、幼稚園等)

参考: http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/31/09/1421285.htm

研究の流れ



モデル校概要



| 都市A校 エコスクール | |
|-------------|-------------------------|
| 竣工(大規模改修) | 2010年 |
| 主要構造 | RC造、一部鉄骨造 |
| 階数 | 地上3階、地下1階 |
| 主用途 | 教室 |
| 延床面積 | 9,718 m ² |
| 建築面積 | 3,536.12 m ² |
| 児童数(学級数) | 777人(22学級) |

| 都市B校 一般校 | |
|-----------|-------------------------|
| 竣工(大規模改修) | 1962年(2004年) |
| 主要構造 | RC造 |
| 階数 | 地上3階 |
| 主用途 | 教室 |
| 延床面積 | 4,263.2 m ² |
| 建築面積 | 1,712.05 m ² |
| 児童数(学級数) | 146人(6学級) |

| 地方A校 市街地 | |
|-----------|----------------------|
| 竣工(大規模改修) | 1984年(1995年) |
| 主要構造 | RC造 |
| 階数 | 地上3階 |
| 主用途 | 普通・特別教室 |
| 延床面積 | 5,066 m ² |
| 建築面積 | 1,523 m ² |
| 児童数(学級数) | 313人(12学級) |

| 地方O校 郊外地 | |
|-----------|----------------------|
| 竣工(大規模改修) | 1975年(1991年) |
| 主要構造 | RC造 |
| 階数 | 地上3階 |
| 主用途 | 普通・特別教室 |
| 延床面積 | 6,652 m ² |
| 建築面積 | 1,863 m ² |
| 児童数(学級数) | 625人(20学級) |

エネルギー消費量計算



標準入力法

国土交通省告示第265号
「建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令における算出方法」

各室面積 + 各室の外皮・設備仕様を入力

一次エネルギー消費量算定用WEBプログラム

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量}}{\text{基準一次エネルギー消費量}}$$

モデル建物法

各室の主要な外皮・設備仕様のみを入力

BEI ≤ 0.5 ⇒ ZEB Ready... 「ZEB」を見据えた先進建築物として外皮の高断熱化及び高効率な省エネルギー設備を備えた建築物

都市型S区と地方型S市の比較



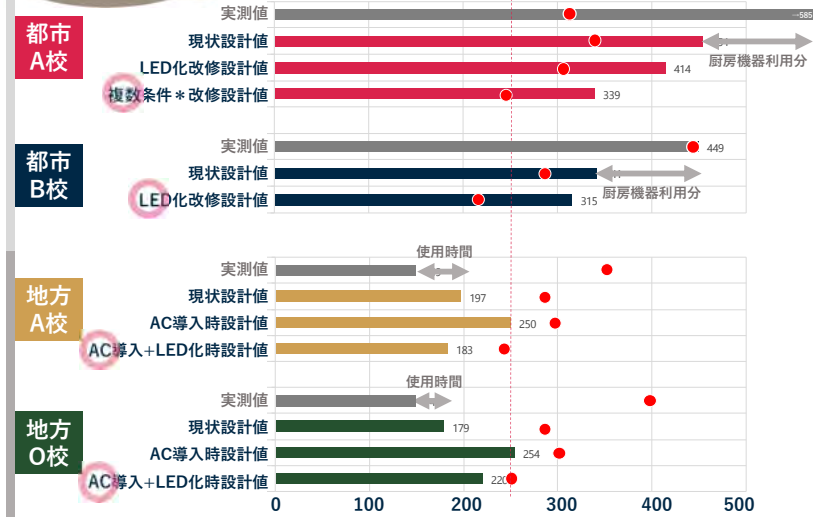
| 地域内 全校 実測値 平均 | 対象校 | 現況 | | | 冷房設備 導入後 | | LED化 改修後 | | 複数項目* 改修後 | |
|------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | 外皮性能 | 現況教室設備 | 実測値 /BPI | 設計値 /BEI | 設計値 /BEI | 設計値 /BEI | 設計値 /BEI | 設計値 /BEI | |
| S区 91校 488 | A校 エコスクール | 断熱有 屋根: プール、 屋上緑化 | 教室AC有 全熱交換器 照明Hf | 585 /0.62 | 454 /0.68 | - /- | 414 /0.61 | 339 /0.49 | | |
| | B校 一般校 | 断熱無 屋根: 屋上緑化 | 教室AC有 換気設備無 照明Hf | 449 /0.88 | 341 /0.57 | - /- | 315 /0.43 | - /- | | |
| S市 87校 192 | A校 市街地 | 断熱無 | 教室AC無 換気扇無 照明Hf | 149 /0.7 | 197 /0.57 | 250 /0.59 | 183 /0.48 | - /- | | |
| | O校 郊外地 | 断熱無 | 教室AC無 換気扇無 照明Hf | 149 /0.79 | 179 /0.57 | 254 /0.6 | 220 /0.5 | - /- | | |

* 校舎・体育館棟も含み全建築物について、外皮断熱性能の向上、空調設備の高効率化、照明のLED化及び居室調光制御など改修

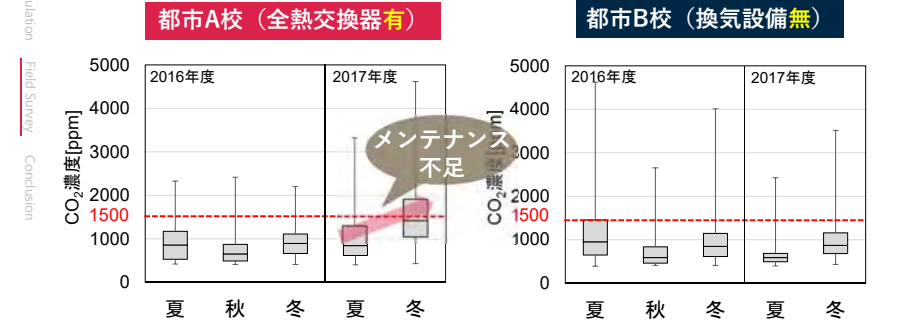
AC導入/改修後の試算結果



外皮性能の向上
LED化: 効果大



実測/設計一次エネルギー消費原単位 (MJ/m²・年)



- ・換気設備が正常に稼働している場合、良好な教室空気環境が形成
- ・適切なメンテナンスを行わないと室内環境質が悪化する
- ・教員が担任教室の換気設備の有無を認識していない場合があります
適切なインストラクションが必要

既存の小学校を実際に実測調査した上で具体的なZEB化改修方法を提案

1 既存小学校のエネルギー実態把握と改修によるZEB化の実現可能性試算

- ・ 照明設備の全灯LED化によりBEI 0.5を下回りZEB_readyとなる建物多数
- ・ 床面積に対する空調床面積が多い場合、外皮断熱性能の向上・空調設備の高効率化・照明のLED化及び居室調光制御など複数条件で改修する必要

⇒ 建築物の断熱性能等、建築時に考慮すべき

2 室内空気質環境の実態把握

全熱交換換気を行う小学校では

- ・ 換気設備が正常に稼働している場合、良好な教室空気環境が形成
- ・ 適切なメンテナンスを行わないと室内環境質が悪化する
- ・ 教員が担任教室の換気設備の有無を認識していない場合があります
適切なインストラクションが必要

11/12

謝辞

助成頂いた一般財団法人大成学術財団に深謝の意を表します。2017年度共同研究者の当時早稲田大学大学院の中村大介様、調査に協力頂いた当時早稲田大学大学院の酒井健太様、現修士課程の村上航様、研究実施にあたり熱心に協力頂いたS区教育委員会教育施設課の東海林伸篤様をはじめとした職員の皆様、M市教育部教育企画課の高橋徹様、渡邊克利様をはじめとした職員の皆様、S市教育委員会教育局教育施設課の朝比奈直樹様をはじめとした職員の皆様、実測対象校の皆様他数多くの関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

ご清聴ありがとうございました

12/12