

都立高校のエネルギー消費削減に関する研究 その2 建築の省エネルギー性能とエネルギー消費の関係

正会員 ○兒玉 和生* 同 須永 修通**
同 熊谷 俊*** 同 山本 康友****

学校建築 エネルギー消費量 冷房導入 BEST 省エネルギー改修 PAL/CEC

1. 研究の背景と目的

東京都ではヒートアイランド現象等の影響により、冷房のない学校建築では夏季の室内環境が悪化している。そこで、東京都では高等学校の学習環境改善を目指し、2007~2008年度に全ての都立高校に冷房・換気設備を導入した。しかし、校舎の建物性能は以前のままであるため、エネルギーの浪費が懸念される。一方、東京都では2020年までにCO₂排出量を2000年比で25%削減することを目標としている。

したがって、都立高校においても有効な省エネルギー手法を明確にすることが急務であり、本研究では適切な改修や運営方法等を提案することを目的としている。前報¹⁾では、建築・設備の概要とエネルギー消費量の全体像を把握した。本報では、エネルギー消費量を継続して調査した結果、および、代表的な校舎について建築と設備の両面から環境性能について検討した結果を示す。

2. 調査・解析概要

2010年度時点の都立高校188校について、表1に示す項目で調査・解析を行った。また、校舎の平面形の分類については全日制・普通科の学校計98校を対象とした。

都立学校の建築と設備の標準仕様は東京都の標準建物予算単価²⁾より求めた。エネルギー消費量は、2005~2010年度の月ごとの各校のエネルギー源別の消費量から求めた。表2に1次エネルギーの換算値を示す。

また、冷暖房期の空調エネルギー消費量は、空調期のエネルギー消費量と中間期のエネルギー消費量の平均値の差とした。

代表的な校舎である23校を対象として、シミュレーションソフトBESTを用いて、表1に示す項目を算出した。

3. 調査・解析結果

3-1 エネルギー消費量の現状

図1に都立高校の平均エネルギー消費原単位を示す。2005,2006年度が空調機器導入前、2007,2008年度が導入中、2009,2010年度が導入後のデータである。空調機器の導入に伴いエネルギー消費原単位は約11%増加した。

3-2 PAL・CEC/ACの算出結果

図2と図3にPALとCEC/ACの算出結果を示す。PALは全体的に基準値(320MJ/m²・年)に近い。CEC/ACは性能が良く、基準値(1.5)の半分程度の学校が多い。建物性能の向上を優先する方が得策である。

表1 調査・解析項目

建築概要	n=188	生徒数,竣工年,延床面積,標準仕様,
	n=98	校舎の平面形(衛星写真)
	n=23	空調部面積,開口率,断熱材
設備概要	n=188	空調方式,熱源,設置年,設置場所,型番,標準仕様,
	n=23	冷房能力,暖房能力,消費エネルギー
エネルギー消費量	n=188	電気,ガス,プロパン
シミュレーション	n=23	PAL,CEC/AC,空調エネルギー消費量

表2 エネルギー換算値³⁾

電気	9.97[MJ/kWh]	ガス	41.1[MJ/m ³]	プロパン	50.8[MJ/m ³]
----	--------------	----	--------------------------	------	--------------------------

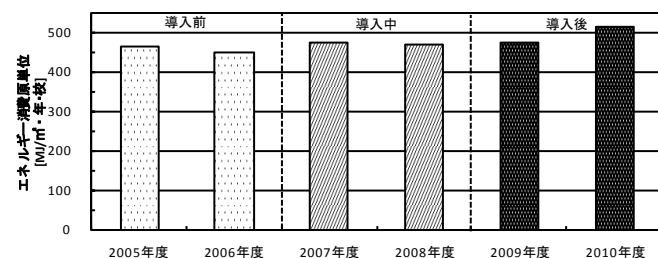


図1 平均エネルギー消費原単位 (n=167)

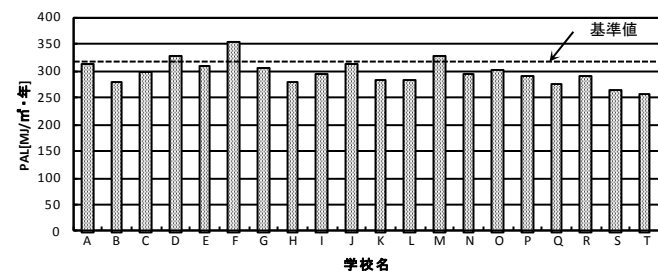


図2 PAL (n=20)

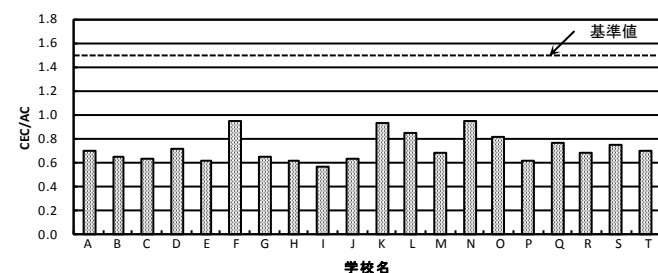


図3 CEC/AC (n=20)

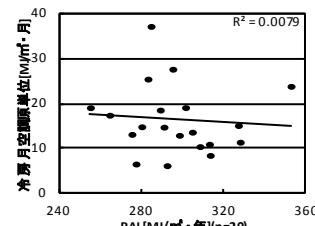


図4 PALと冷房空調原単位

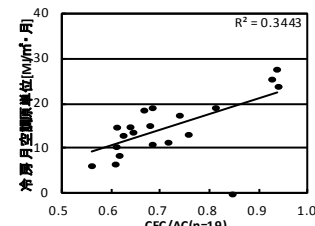


図5 CEC/ACと冷房空調原単位

3-3 PAL・CEC/ACとエネルギー消費量の関係

図4にPALと冷房エネルギー消費原単位、図5にCEC/ACと冷房エネルギー消費原単位の関係を示す。PALはエネルギー消費原単位との相関はみられないが、CEC/ACは強い相関がみられる。

3-4 PALと竣工年の関係

図6に竣工年とPALの関係、図7に竣工年とエネルギー消費原単位の関係を示す。竣工年が新しくなるにつれPALは緩やかに下がる傾向がある。しかし、竣工年とエネルギー消費原単位は相関がみられない。

3-5 PALと校舎の平面形の関係

本報では校舎の平面形を図8に示す5種に分類した。これらのPALを実際の条件で算出したが、PALは建物の断熱性能に左右されるので、平面形による違いは明確ではなかった。そこで、外皮性能の条件を東京都の標準仕様に統一して再計算を行った。その結果を図9に示す。また、図10に平面形別の空調エネルギー消費原単位を示す。

PALは平面形による大きな差は見られない。冷房エネルギー消費原単位は南側と西側の壁面積が大きい、北廊下型と周回廊下型が大きい。また、暖房エネルギー消費原単位は壁面積が小さい周回廊下型(中庭小)と中廊下型が小さい。夏期と冬期のエネルギー消費原単位の挙動は異なるため、季節に応じた対策をすることが望ましい。

また、冷房期と暖房期を比較すると冷房のエネルギー消費量がより大きいため、冷房期の省エネルギー対策を優先することが効果的であると考えられる。

3-6 省エネルギー手法の検討

図11に竣工年と外皮の熱抵抗の関係、図12に竣工年と庇の出の関係を示す。竣工年が新しくなるにつれ外皮の断熱性能は向上しているが、庇の出は短くなっている。断熱性能が向上したとはいえ、日射遮蔽は行わねばならない。庇の重要性を再確認する必要がある。

図13と図14に現状の断熱性能と東京都の標準仕様、さらに庇を設けた場合の3通りのPALと空調エネルギー消費原単位を示す。まず、標準仕様の断熱性能にするとPALと暖房エネルギー消費原単位は減少するが、冷房エネルギー消費原単位はやや増加する。そこで、庇を設けると夏期は減少するが冬期がやや増加することがわかる。

標準仕様の断熱性能に庇を設けた場合、PALは約24%、空調エネルギー消費量は約11%減少させることができるが、庇の出を綿密に調整する必要がある。

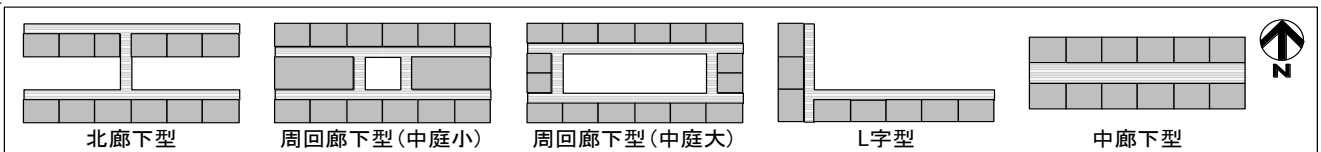


図8 校舎の平面形の分類

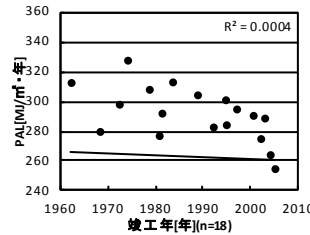


図6 竣工年とPAL

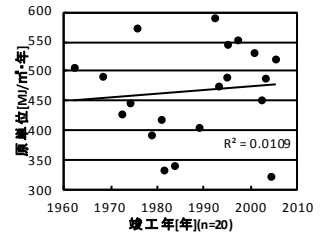


図7 竣工年と原単位

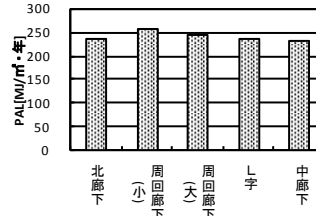


図9 平面形とPAL (n=20)

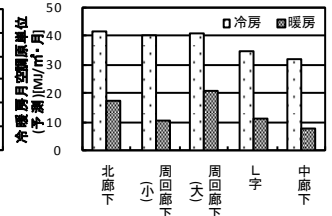


図10 平面形と空調原単位

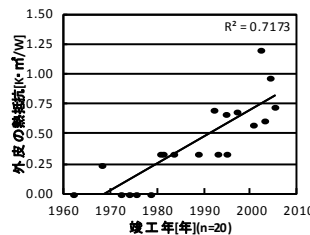


図11 竣工年と外皮の熱抵抗

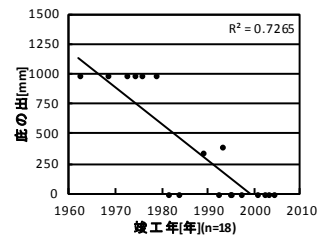


図12 竣工年と庇の出

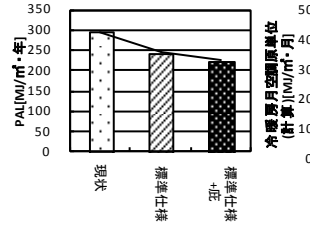


図13 PAL (n=20)

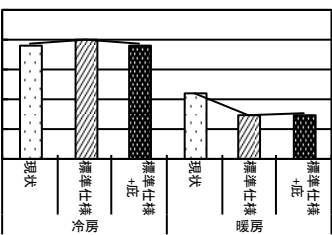


図14 空調原単位 (n=20)

4. まとめ

- I) 都立高校のエネルギー消費原単位は、空調機器の導入に伴い2005～2010年度で、約11%上昇している。
- II) 空調設備の性能は良いが、庇など校舎の建築性能を向上させる必要がある。
- III) 計算では暖房負荷よりも冷房負荷の方が2倍程度大きく、夏期の日射対策が不可欠であると考えられる。
- IV) 校舎の断熱性能は徐々に向上しているが、日射遮蔽は不可欠であるのにも関わらず庇は少なくなっている。

【参考文献】1) 熊谷俊、須永修通、山本康友、高等学校のエネルギー消費削減に関する研究 その1 エネルギー消費の現状と普通教室への冷房導入の影響 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2分冊、pp. 1341-1342、2011年8月
2) 東京都標準建物予算単価(平成23年度用)
3) エネルギーの使用の合理化に関する法律

【謝辞】 本研究は、東京都LP1の一環として行ったものである。データを提供いただいた東京都の財務局・教育庁の皆様に、ここに記して謝意を表します。

*東京大学大学院 工学系研究科 建築学専攻 修士課程 (当時首都大学東京)
**首都大学東京大学院 都市環境科学研究所 建築学域 教授・博士(工学)
***首都大学東京大学院 都市環境科学研究所 建築学域 博士前期課程
****首都大学東京大学院 都市環境科学研究所 建築学域 特任教授・博士(工学)

*Graduate Student, Dept. of Arch., Univ. of Tokyo
**Prof., Dept. of Arch. and Bld. Eng., Grad. School of Urban Env. Sciences, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.
***Graduate Student, Dept. of Arch. and Bld. Eng., Grad. School of Urban Env. Sciences, Tokyo Metropolitan University
****Prof., Dept. of Arch. and Bld. Eng., Grad. School of Urban Env. Sciences, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng.