

都立高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

正会員 ○熊谷 俊*
同 須永修通**
同 山本康友***

学校建築 エネルギー消費量 原単位
冷房導入

1. 研究の背景と目的

近年、地球温暖化およびヒートアイランド現象の進行により、都立高校においても夏季の教室内熱環境が悪化し、また最近では夏休みに校舎を利用する機会も増えていることから、平成19年度から平成20年度にかけて、全ての都立高校の普通教室に冷房・換気設備が導入された。

しかし、校舎の熱性能はそのまま新しい設備が追加されたためエネルギー消費量は増加していると考えられ、また、都立高校においても二酸化炭素排出量の大幅削減が急務であり、エネルギー消費を効率的に削減していく対策を考える必要がある。

そこで、本研究では、都立高校全体のエネルギー消費の現状、および、冷房導入に伴う増加の程度と傾向を把握することを目的として調査を行った。

2. 調査・解析概要

2-1 調査概要

都立高校は普通・総合・商業・工業高校から構成されており、平成21年度で204校ある。これらの学校を対象とし、表1に示す項目について調査をした。調査項目は、建物・設備概要とエネルギー消費量である。

2-2 解析概要

エネルギー消費量は、東京都より提供されたデータから求めた。このデータには平成17年度から21年度までの5年間、全都立高校のエネルギー源別の使用量が月ごとに掲載されている。

表2に1次エネルギー換算係数を、表3に電気・ガス・プロパンの使用量から換算したエネルギー源別の1次エネルギー換算値とエネルギー消費原単位を示す。

表中の有効データ数は解析対象学校数であり、総数からデータが揃わない高校および伊豆諸島など気候が異なる地域にある高校を除いたものである。年度によって183~193校となった。

平均延床面積は、2009年度に東京都が調査した施設台帳データから算出した値である。

また、気候変動の影響について、気温・日射量による検討も行ったが、平成21年度が冷夏であった以外は、特に変化は見られなかった。^{*2}

3. エネルギー消費量と原単位の解析結果

3-1 エネルギー消費量と原単位の現状

表1 調査項目

建物概要	建築名 階数 構造 所在地 学級数 生徒数 延床面積 創立年月
設備概要	熱源 空調方式 メーカー名 型番 設置年度 設置タイプ 設置箇所
エネルギー消費量	電気 ガス プロパン使用量(月別)

表2 エネルギー換算値¹

電気	9.97MJ/kwh
ガス	41.1MJ/m3
プロパン	50.8MJ/m3

表3 エネルギー消費量と原単位

	冷房導入前		冷房導入時期		冷房導入後
	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年
電気消費量(MJ・年)	953010914	944318869	958737493	955747649	993793040
ガス消費量(MJ・年)	197636376	175367864	203085170	188982896	196297792
プロパン消費量(MJ・年)	1481884	1277696	1419530	1281892	1365900
総エネルギー消費量(MJ・年)	1152129176	1120964429	1163242193	1146012437	1191456732
有効データ数(校)	193	191	188	184	183
平均総エネルギー消費量(MJ・年)	5969581	5868924	6187458	6228328	6510693
都立高校の平均延床面積(m ²)	11103.4				
エネルギー原単位(MJ/m ² ・年)	537.6	528.6	557.3	560.9	586.4

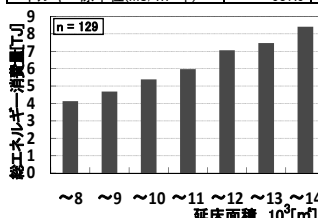


図1 延床面積と消費量

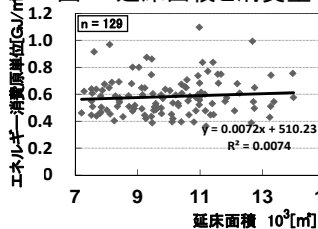


図3 延床面積と原単位

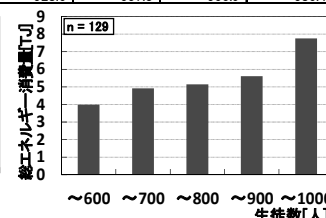


図2 生徒数と消費量

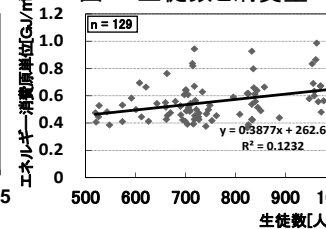


図4 生徒数と原単位

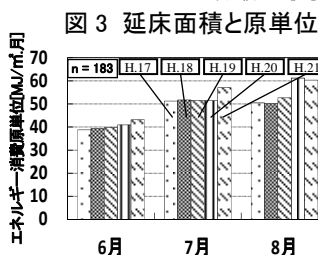


図5 1校当りの夏期・冬期における平均エネルギー消費原単位

図1, 2には、冷房導入後の平成21年度における普通高校(129校)の延床面積・生徒数別の年間1次エネルギー消費量平均値を示す。延床面積・生徒数が多くなるほど、エネルギー消費量は増加し、年間でおおよそ4.0~8.5[TJ]の使用量になっている。

図3, 4には年間一次エネルギー消費原単位の分布と近似式を示す。延床面積が増加してもあまり変化は見られないが、生徒数が多くなるとエネルギー消費原単位は若干増加する傾向がある。

3-2 夏期・冬期におけるエネルギー消費量

図5には、冷暖房が必要となる夏期(6~8月)・冬期(11~1月)におけるエネルギー消費原単位を示す。冷房導入前の平成18年度と比較して、平成21年度は冷夏であったが、8月ではエネルギー消費原単位が1校当たり10[MJ/m²・月](約20%)増加している。

冬期は、夏期と比較し上昇の仕方は緩やかではあるが、増加傾向にあるといえる。エネルギー消費原単位が最も高い数値を示したのは、2月の66.7[MJ/m²・月]であった。

このように、冷房が導入されたことにより、エネルギー消費原単位が増加していることがわかる。

3-3 築年代別のエネルギー消費原単位と増加率

図6には、築年代別の年間平均エネルギー消費原単位と冷房導入による増加率を、図7には築年代別の冷房導入高校数を示す。増加率は冷房が新たに導入された高校では導入年の前後、既に導入されている高校では冷房導入前の平成18年度と導入後の平成21年度で比較を行い、算出した。なお、既に冷房が導入されている高校の割合が最も高かったのは、1990年代であった。

原単位をみると、1980年代を除くと築年代による大きな相違はみられず、各年代580~590[MJ/m²・年]である。1980年代は530[MJ/m²・年]と他の年代と比べ小さくなっているが、これは、小規模な高校が多く、図4のように生徒数が少ないと原単位が小さくなるためと考えられる。

増加率は、1960年代に建設された高校が1.11と約1割増加している。原因として、1960年代は新たに冷房が導入された高校の割合が特に高いこと、また、この年代に建設された高校の建物性能が低いことが考えられる。全体ではおよそ1.5%増となっている。

3-4 地域ごとのエネルギー消費原単位と熱源の種類

図8には、新たに冷房が導入された高校(114校)の地域別の校数と、エネルギー消費原単位および採用されている熱源の種類を示す。

東京都23区では、ガスが熱源として主に採用されており、電気は東京都下で多く採用されている。導入された

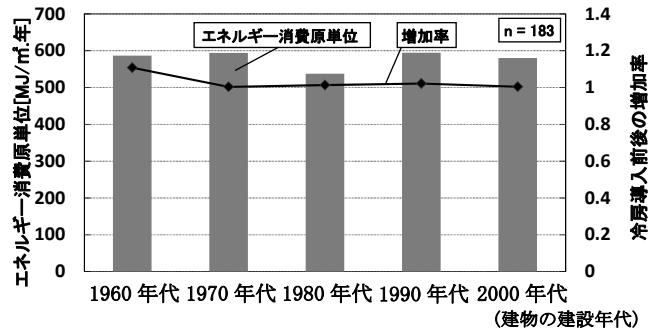


図6 築年代別エネルギー原単位と増加率

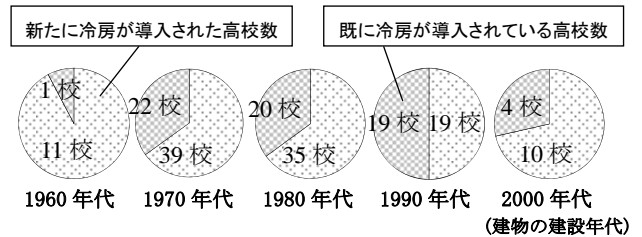


図7 築年代別の冷房導入高校数

ほとんどの市・区では1.0を超えており、墨田区では1校だけであるが、3割増加している。世田谷区や八王子市は導入された高校が多いにもかかわらず増加率は低い。

4. まとめ

都立高校全体でのエネルギー消費の現状と傾向が把握された。また、普通教室にも冷房が導入されたことにより、1校あたりの平均エネルギー消費量は導入前と比較し、8月で20%、年間では約1.5%増加したこと、さらに、新たに冷房が導入された高校に限ると、年間平均で約10%の増加となることが明らかになった。冬季についても、全高校の平均で増加傾向にあることが示された。従って、遮熱・断熱などの建物性能の向上、また、設備や運用面での改善を早急に行う必要がある。

～謝辞～

本研究は、東京都リーディングプロジェクトの「環境負荷低減に資する都市建築ストック活用型社会の構築技術」の一環として行ったものである。データを提供していただいた東京都の皆様、ここに記して謝意を表します。

【参考文献】 *1 エネルギー使用の合理化に関する法律施工規則
*2 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

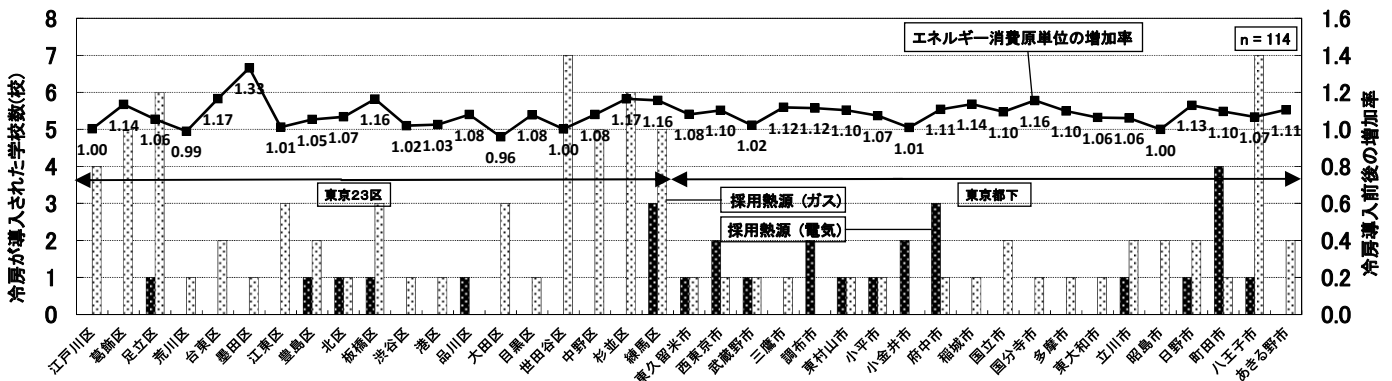


図8 地域別エネルギー消費原単位増加率と熱源の種類(冷房設置校:114校)

* 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学域 博士前期課程

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

** 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学域 教授 博士(工学)

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

*** 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 建築学域 特任教授 博士(工学)

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