

大学施設における環境負荷低減手法に関する研究

その1 東京大学における原単位集計と個別分散空調機器の更新手法の提案

正会員 ○河野 匡志\*  
 正会員 坂本 雄三\*\*  
 正会員 柳原 隆司\*\*\*  
 正会員 一ノ瀬 雅之\*\*\*\*

東京大学 キャンパス 非住宅建築物  
 調査・実測 空調用エネルギー 省CO2

1.はじめに

大学キャンパスは、様々な用途の建物が混在しておりエネルギー利用形態も様々となっている。このような特徴を有する大学において、省エネルギー、創エネルギー、エネルギー源転換などにより、温室効果ガス排出削減に関する計画の策定・実施から効果検証に至るまで実践していくには、教育・研究機関として独自の対応が不可欠となっている。これに対し、東京大学(以下、本学)では、総長の強いイニシアティブにより、サステイナブルな社会の実現への道筋を示すことを目的として、東大サステイナブルキャンパスプロジェクト(以下、TSCP)<sup>1)</sup>を、H20年4月に全学的なプロジェクトとして立ち上げ、各種対策を実行している。本報では、このTSCP活動における各種調査・分析等から得られた結果について以下に報告する。

2. 建物毎のエネルギー消費実態の把握

本学は、日本全国に1,180棟、延床面積の合計で159万㎡の建物を保有しており、なかでも主要5キャンパス(本郷、駒場1、駒場2、柏、白金)が全体の8割強を占めている。キャンパス単位のエネルギー消費については、これまで環境報告書等で報告してきたが、建物毎にエネルギー消費量を振り分けると、図1に示す通りとなる。

床面積あたりの年間一次エネルギー消費量原単位は、建物規模によらず幅広く分布しており、なかでも、病院用途、医学・薬学系用途の建物を中心に大きな値を示すことが把握できた。これらの傾向から4つの建物用途に大別集計(H18~H20年度)すると、図2に示すように最も低い原単位を示す文科系用途建物と比較して、理工系建物や医薬病院系建物は2~3倍の違いがあることが判る。また、図3にこれらの用途について、年間CO2排出量原単位を示すが、同様の傾向を示していることが判る。

3. 学内における調査結果と対策実施に伴う効果想定

2.に示したエネルギー消費実態に加え、これまで各建物に導入されている各種機器について、実態調査を行っている。表1にその一覧を示す。研究室や実験室など20~30㎡程度の小部屋が多いことから、個別分散空調機や家庭用ルームエアコン、小型の家庭用冷蔵庫などの台数・容

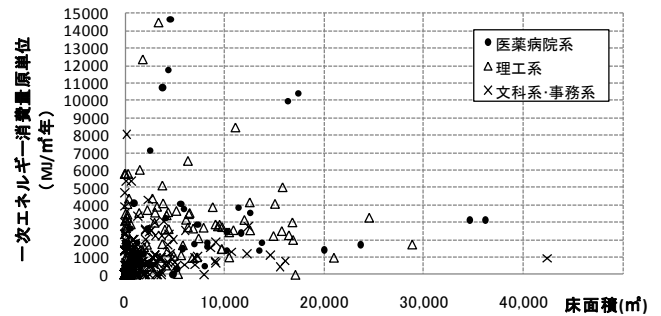


図1.建物毎の一次エネルギー消費原単位 (H20年度)

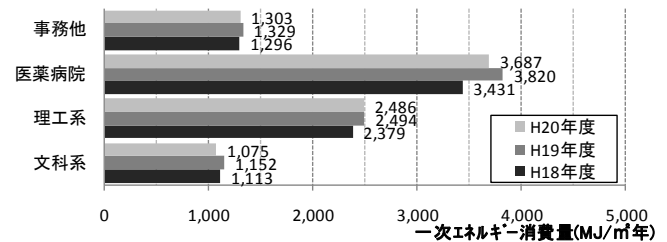


図2.建物用途毎の年間一次エネルギー消費量原単位

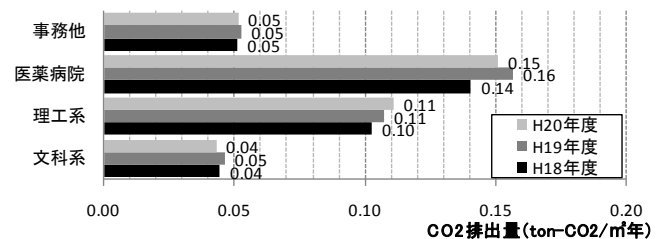


図3.建物用途毎の年間CO2排出量原単位

表1 調査結果の一覧

機器名称	台数・容量	更新対象 <sup>†1</sup>	CO2削減量 (ton-CO2/年)
家庭用ルームエアコン	1,626 台	619 台	162
個別分散空調機 (本郷のみ)	17,694 HP	3,959 HP	1,679 (2,079)
大型冷凍機	9,099 Rt	9,099 Rt	944 (2,463)
ボイラー	91,228 kW	55,530 kW	1,125 (1,981)
誘導灯(蛍光灯型)	5,265 台	5,625 台	252
家庭用冷蔵庫	4,159 台	1,803 台	415 (598)
実験用冷凍冷蔵庫	854 台	492 台	254

†1 更新対象機は、設置年代などを考慮して選定。

量が多い傾向を示している。また、理学系、薬学系、病院系については、実験用冷凍冷蔵庫を多く保有する建物もあることがわかった。各種機器の台数・年代から、対象機器を選定しCO<sub>2</sub>削減量について整理した結果を表1右に示す。これら機器毎のCO<sub>2</sub>削減量については、機器容量の適正化・統合化、熱源転換等を行うことで、同表中の括弧内に示した数値まで拡大する余地があることも判った。

#### 4. 個別分散空調機器の更新手法の提案と効果推定

機器容量の適正化について、本学において導入台数の多い個別分散空調機を対象に検討した結果を以下に示す。個別分散空調機は、実験室における機器発熱想定、室内機の型番選定、冷媒配管長・高低差の補正、室外機の型番選定の課程を経て、当初計算された建物最大負荷に比べると機器容量が過大になる傾向がみられる。図4に単位床面積あたりの室内機冷房能力を集計した結果(本郷のみ)を示す。建物外皮や室人員などから決まる設計最大冷房負荷は、一般的に80(W/m<sup>2</sup>)程度であるものの、特に小規模室、理工系用途の研究室・実験室(図5)、電算機器系の室(図6)において、機器容量が大きくなる傾向を示した。

これらの原単位の大きな機器について、各室単位で最適な容量を検討することは困難であることから、機器更新時にベンチマークを設定する方法を検討した。ベンチマークには、集計分析結果に加え、これまでの本学における設計データ等を活用し、非実験系用途の建物については、室内機の選定容量を原則200(W/m<sup>2</sup>)以下とし、実験系については、同様に250(W/m<sup>2</sup>)以下(電算機室を含め、機器発熱が大きい場合等は個別検討)とした。機器更新時にこのベンチマークを適用することにより、図7に示すように、実稼働時の効率を改善することが可能となる。表2にその削減効果の試算結果を示すが、同容量で更新する場合に比べ、CO<sub>2</sub>削減量はさらに約24%向上、併せて投資回収年数も52%減と大幅に短縮できることが判った。

#### 5. おわりに

本報では、本学内における建物単位のエネルギー消費実態の把握と各種機器の導入量把握などを併せて行うことで、TSCP2012の削減目標の達成に向け、各々のCO<sub>2</sub>削減量について具体化した。また、なかでも非常に台数の多い個別分散機器について、適正容量化を行うことでさらなるCO<sub>2</sub>排出量に寄与するだけでなく、LCCを縮減できる手法を示した。次報以降では、大型熱源の短期計測・運用改善、機器更新対策後の効果などについて事例を示す。

参考文献:1) 東京大学におけるサステイナブルキャンパス活動, 日本建築学会技術報告集, 第15巻第30号(2009.6) 2) 大学キャンパスにおける二酸化炭素排出削減策の立案・実行～東京大学におけるサステイナブルキャンパスプロジェクト～, エネルギー・資源学会技術報告, 会誌通巻176号(2009.7)

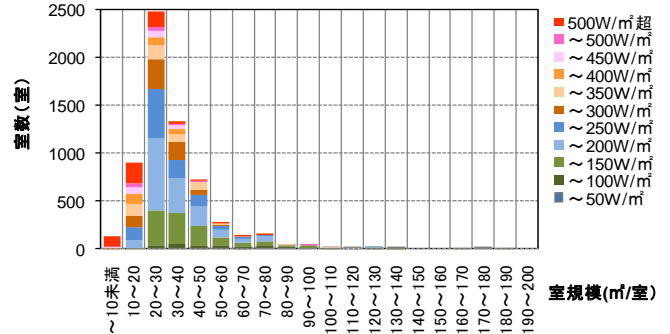


図4 個別分散空調機の内単位集計結果(全体)

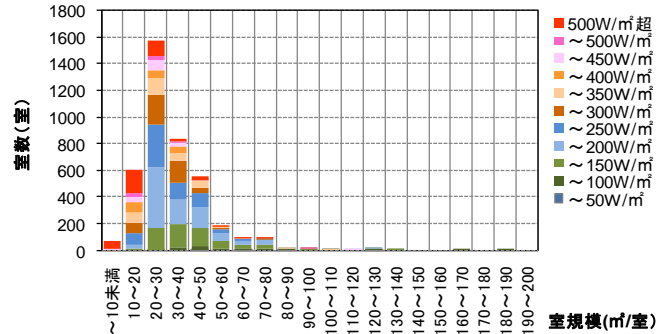


図5 個別分散空調機の内単位集計結果(理工系)

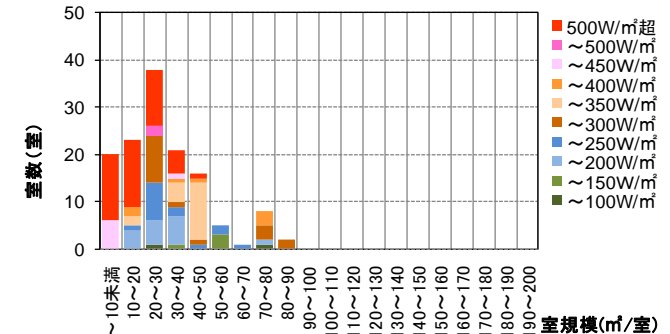


図6 個別分散空調機の内単位集計結果(電算室系)

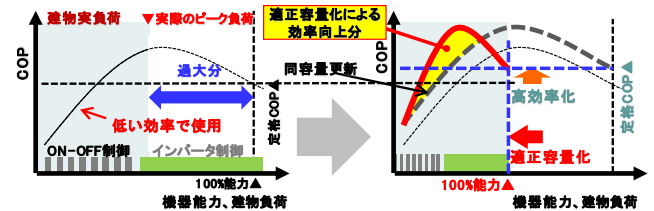


図7 更新による効果概要図

表2 ベンチマーク設定による削減効果推計

項目	同容量更新	ベンチマーク適用
年間CO <sub>2</sub> 削減量(ton-CO <sub>2</sub> /年)	1,679	2,079(+24%)
対象馬力(馬力)	3,959	2,360(-40%)
投資回収年数(年)	15.2	7.3(-52%)

※JIS-B8616のAPF計算を参考に試算

謝辞:本研究は、本学に設置したTSCP産学連携研究会の中の機器高効率化方策検討WGにおいて検討した成果を含んでいる。同会の関係者にここに記して深く謝意を表したい。

\* 東京大学 TSCP 室 特任専門職員・修士(工学)  
 \*\* 東京大学大学院工学系研究科 教授・工学博士  
 \*\*\* 東京大学大学院工学系研究科 特任教授・博士(工学)  
 \*\*\*\* 東京大学大学院工学系研究科 特任助教・博士(工学)

\* Project Specialist, TSCP, The Univ. of Tokyo, M.Eng.  
 \*\* Project Prof., Grad. Sch. of Eng., The Univ. of Tokyo, Ph.D.  
 \*\*\* Prof., Grad. Sch. of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.  
 \*\*\*\* Project Assistant Prof., Grad. Sch. of Eng., The Univ. of Tokyo, Ph.D.