

東京大学における空調用エネルギー消費の実態と省エネ化に向けた提案

その1 工学部1号館を対象とした夏季実測結果

正会員 ○柳原 隆司*
 正会員 金田一 清香**
 正会員 河野 匡志***
 正会員 坂本 雄三****

東京大学 キャンパス 省エネルギー
 非住宅建築物 空調用エネルギー 実測

1. はじめに

非住宅建築物は温室効果ガス排出量全体の18%を占めており、これは1990年比で45.4%の増加であった(2005年実績)。規模の大きな大学は二酸化炭素の大量排出源になり得る危険性があり、東京大学本郷キャンパスにおいても年間排出量9万ton-CO₂と都内最大の排出源となっている。東京大学では2008年度より東大・サステナブル・キャンパス・プロジェクト(TSCP)を発足し、アクションプランTSCP-2012において2008年から2012年までに大型熱源系の二酸化炭素を6.3%削減することを目標としている。ここでは、キャンパス省エネルギー化に向けた実態調査の一環として、本郷キャンパス工学部1号館(以下、1号館)を例にセントラル空調システムの夏季エネルギー消費について実測した結果を報告する。

2. 対象建物および熱源設備の概要

2.1 対象建物の概要

表1に対象建物(1号館)の基本情報を示し、図1に基準階の平面図を表す。鉄筋コンクリート造の地上5階、地下1階からなり、大きく旧館(延床面積10131m²)と新館(同6379m²)に分けられる。各月の電力・ガス消費量を積算して求めた年間一次エネルギー消費量原単位は約2.3GJ/m²・年となった。これは、非住宅建築物を対象として大規模に行われた調査結果¹⁾に比べて1.6倍と大きな結果である。この理由には、同建物には講義室の他、在室時間が極めて長いと予想される研究室も多く含まれていることがあげられる。

2.2 熱源設備および計測の概要

図2に対象建物の空調システムの系統図を示し、表2に各熱源機の仕様を示す。冷房用熱源としては、吸収式冷温水機が3台、うち2台は旧館用、1台は新館用に用いられている。実測期間は2008年9月12日(金)~25日(木)(新館側は9月19日午後~25日)であった。図中のTは温度測定箇所を示す。既設吸収式冷温水機3台と各補機の電力消費量、ガス消費量、温度、流量について5分毎(ただしガス消費量は30分毎)に測定した。

表1 対象建物の基本情報

所在地	東京都文京区
主要用途	大学
構造	鉄筋コンクリート造
規模	地上5階 地下1階
竣工年	旧館：1935 新館：2005
建築面積 [m ²]	3,263
延床面積 [m ²]	16,510 旧館：10,131 新館：6,379

単位延床面積当り水消費量 [m ³ /m ² ・年]	0.729
一次エネルギー消費量 [MJ]	3.774E+07
一次エネルギー消費量原単位 [GJ/m ² ・年]	2.286

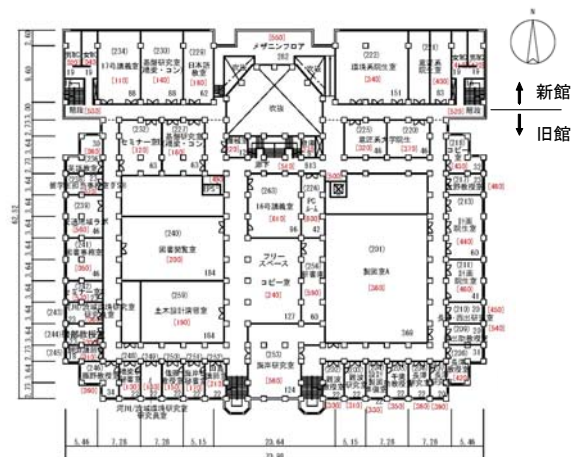


図1 対象建物基準階平面図

3. 実測結果および考察

期間中の製造熱量の変化を図3に示す。この図より、旧館熱源2台は隔日で運転していること、運転開始の5:00から約一時間は大きな負荷がかかっていること、新館熱源は24時間運転し続けていることがわかる。またシス

表 2 熱源機の仕様

[旧館系統]		設置年月日	平成7年2月	冷水出入口温度	7 °C / 12 °C
吸収式冷水温水機	消費電力	7.65 kW	都市ガス(1.3A)	冷却水出入口温度	37.5 °C / 32 °C
	燃料			温水出入口温度	55 °C / 50 °C
(冷房)	能力	240 USRT		COP(単体)	0.9997
	燃料使用量	65.4 m ³ /h			
(暖房)	能力	525 Mcal/h		COP(単体)	0.84
	燃料使用量	55.9 m ³ /h			
[新館系統]		設置年月日	平成7年2月	冷水出入口温度	7 °C / 12 °C
吸収式冷水温水機	消費電力	3.5 kW	都市ガス(1.3A)	冷却水出入口温度	37.5 °C / 32 °C
	燃料			温水出入口温度	55 °C / 50 °C
(冷房)	能力	98 USRT		COP(単体)	0.995
	燃料使用量	26.8 m ³ /h			
(暖房)	能力	249 Mcal/h		COP(単体)	0.85
	燃料使用量	26.5 m ³ /h			

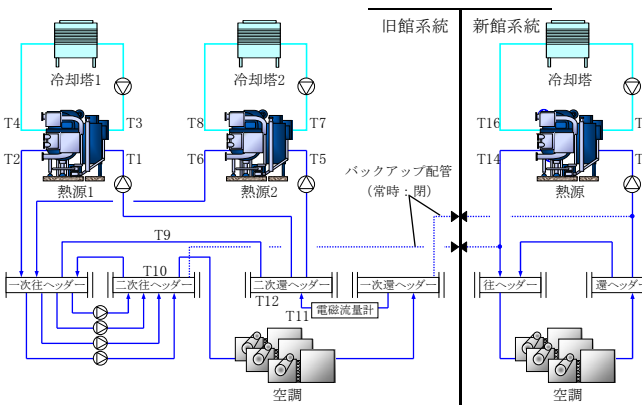


図 2 1号館空調システム系統図

テム COP は各機器で異なり、このことを念頭に運転スケジュールを調整することで省エネルギー化が可能であると考えられる(表 3)。負荷率は3台合計で17.9%であり、より大きな負荷に対応できることが予測される。

各温度および各二次ポンプの発停を図 4 に示す。熱源停止中でも二次ポンプが運転を続けていること、冷水出入口温度差が設計値の 5°C に達していないことがわかる。またバイパス管内への逆流が観察された。これは本来であれば冷水出口温度と一致するはずのバイパス温度が、冷水入口温度と一致していることから推察される(図 5)。また停止中の熱源の冷水温度は時間とともに上昇しているが、旧館熱源 2 が運転しているときには、旧館熱源 1 の冷水温度は約 13°C に保たれていた。これは図 6 に示すように、二次還ヘッダーにおいて、旧館熱源 1 への接続位置が旧館熱源 2 に比べて物理的に近いことから停止中にも通水されていたことが考えられる。

4. まとめ

東京大学工学部 1 号館のセントラル空調システムを対象として、夏季エネルギー消費量の実測を行った。実測期間中において負荷率は平均で 17.9%、システム COP は 0.41 となった。その他、機器の 24 時間運転、発停の繰り返し、停止中熱源への冷水の通水、バイパス管内における冷水の逆流などが確認され、今後のキャンパス省エネルギー化へ向け有用な資料を収集することができた。なお、今回の実測期間は 9 月 12 日～25 日とピーク期から外れていると予想されるが、この点については次報において熱負荷計算を行い検証する。

謝辞 実測に際しては、東京都市サービス株式会社 竹之内康宏様、株式会社テクノ菱和 福本悦男様に多大なご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。
参考文献 1) 村上他:非住宅建築物の環境関連データベース構築に関する研究(第 1 報～第 2 報),平成 20 年度空気調和衛生工学会大会 講演論文集,2008.8

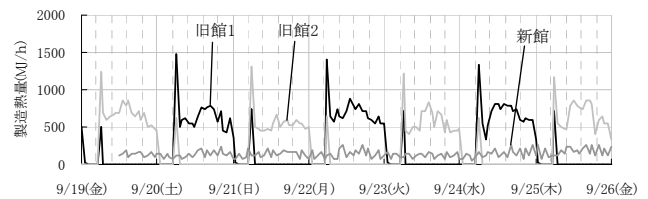


図 3 実測期間中の製造熱量

表 3 実測によるシステム COP と負荷率

	旧館1	旧館2	新館	3台計
システムCOP※2)	0.54	0.41	0.26	0.41
負荷率(%)	24.2	21.8	11.4	17.9

※2 システムCOP=熱源製造熱量(MJ) ÷ (ガス消費エネルギー(MJ) + 熱源・冷水ポンプ・冷却水ポンプ・冷却塔ファンの合計電力消費エネルギー(MJ))

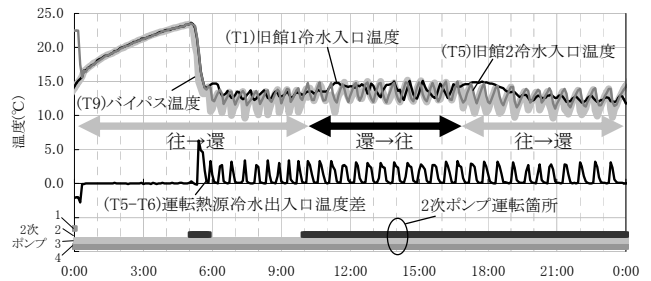


図 4 各温度と二次ポンプの発停 (9月23日)

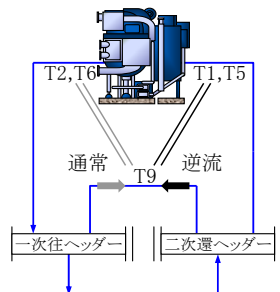


図 5 バイパス管内の逆流

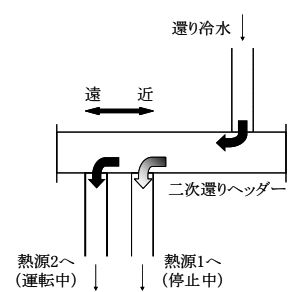


図 6 停止中熱源への通水

* 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)
*** 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

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