

# 中央大学多摩キャンパスの熱源更新について

高砂熱学工業(株) 東京本店 技術3部 石田 明 央  
 ファシリティ・サービス本部 グリーンエア事業推進部 山崎 聡  
 東京電力(株) 法人営業部 市丸 隼 人

## ■キーワード／温室効果ガス・郊外型キャンパス・氷蓄熱システム・ESCO

### 1. はじめに

東京都では、都内事業所の温室効果ガス削減を義務化した「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度」が導入され、昨年度より第一計画期間(2010~2014年度)として削減義務履行期間に入っている。表-1に建物別削減義務率を示す。

このように環境負荷低減への取り組みがますます重要となっているなか、中央大学多摩キャンパスでは、データに基づいたエネルギー消費実態の把握とそれに基づいた改善策を実施してきた。照明の高効率化や運用改善などの対策により、CO<sub>2</sub>排出量削減の効果は着実に得られていたが、さらなる環境負荷低減を目的として、平成20年度に経年劣化が問題となっていた主熱源システムの改修を、高砂熱学工業をESCO事業者とするギャランティードESCO事業の省エネ項目の一つとして実施した。

本報では、熱源システムの改修計画の概要、および運用実績による改修効果について報告する。

### 2. 施設の概要

中央大学多摩キャンパスは、東京都の西地区に位置し、東京ドーム約11個分(約52万㎡)の広大な敷地に、事務所、講義室、大規模空間の講堂、図書館、体育館といったさまざまな用途の建物が混在する、緑豊かな郊外型キャンパスである。図-1に中央大学多摩キャンパスの概要、表-2にエネルギーセンター供給先建物の一覧を示す。



写真-1 キャンパス内3号館外観

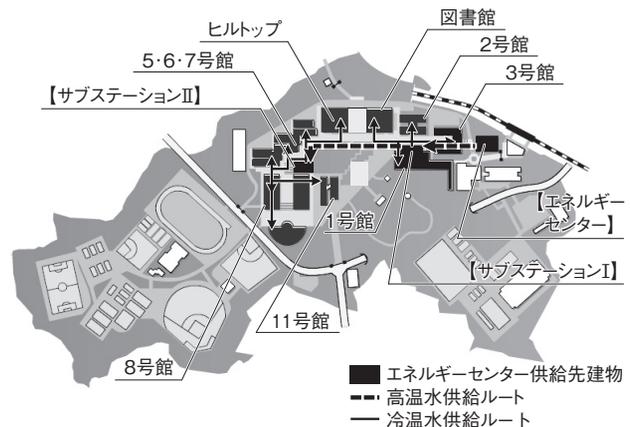


図-1 中央大学多摩キャンパスの概要

表-1 温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度における建物別削減義務率

区 分		削減義務率
I-1	オフィスビル等 <sup>(※1)</sup> と地域冷暖房施設(区分I-2に該当するものを除く。)	8%
I-2	オフィスビル等 <sup>(※1)</sup> のうち、地域冷暖房を多く利用している <sup>(※2)</sup> 事業所	6%
II	区分I-1、I-2以外の事業所(工場等 <sup>(※3)</sup> )	6%

※1 オフィスビル、官公庁庁舎、商業施設、宿泊施設、教育施設、医療施設等

※2 事業所の全エネルギー使用量に占める地域冷暖房から供給されるエネルギーの割合が20%以上

※3 区分I-1、区分I-2以外の事業所(工場、上下水施設、廃棄物処理施設等)

(東京都環境局ホームページより抜粋)

表-2 エネルギーセンター供給先建物の一覧

	建物名	用途	延床面積
サブステーション I	1号館	事務室・会議室	10,154㎡
	2号館	研究室	25,819㎡
	3号館	教室・研究室(文学部)	18,874㎡
	図書館棟	図書館	15,017㎡
サブステーション II	5・6・7号館	教室・研究室(商学部・法学部・経済学部)	27,503㎡
	8号館	大教室棟	13,767㎡
	9号館	ホール	5,150㎡
	食堂棟	食堂	15,319㎡
	11号館	教室・研究室(総合政策学部)	8,675㎡
	合計		140,278㎡

### 3. 熱源設備の概要

#### 3-1 改修前の熱源設備概要

図-2に改修前の熱源システム概要、表-3に熱源機の仕様を示す。エネルギーセンター方式の熱供給形態を有しており、エネルギーセンターの灯油焚ボイラで製造された高温水を2つのサブステーションへ搬送し、各サブステーションの高温水吸収式冷凍機で冷水を、温水熱交換器で温水を製造し、各建物へ冷温水を供給していた。

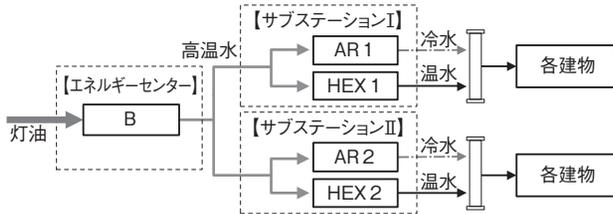


図-2 熱源システム概要(改修前)

表-3 熱源機の仕様(改修前)

記号名	設備名称	冷房能力	暖房能力	台数
B	灯油焚高温水ボイラ	—	9,302kW	3台
AR1	吸収式冷凍機	640Rt	—	3台
HEX1	熱交換器	—	4,070kW	3台
AR2	吸収式冷凍機	840Rt	—	3台
HEX2	熱交換器	—	4,070kW	2台
			3,488kW	2台

#### 3-2 改修後の熱源設備概要

エネルギーセンター方式による熱供給形態の問題点であった熱製造効率の低さと搬送時のエネルギー損失、補機・搬送動力の過多を解決し省CO<sub>2</sub>を実現すること、また低廉なライフサイクルコストを併せて実現するために検討を行い、改修システムを決定した。図-3に改修後の熱源システム概要、表-4に熱源機の仕様を示す。灯油焚ボイラによる高温水供給を廃止し、サブステーションI・II各々に熱源システムを分散配置することで、従来の問題点であった搬送時のエネルギー損失を解消し、併せてエネルギーソースを油主体(高温水)から電気(ヒートポンプ)へ転換することで熱製造効率を向上させた。

また氷蓄熱システムを採用し、熱源機容量の圧縮をはかった。氷蓄熱槽は、法対応のため同時に実施した受水槽の改修工事により空いた既設躯体受水槽を活用した。

### 4. 改修工事の概要

#### 4-1 熱源システムの構成

冷房時のみならず、暖房時においても高効率な運転が可能な空冷式ヒートポンプを熱源システムの主要機器とした。機器は、改修前に冷却塔を設置していた2号館と7号館の屋上へ配置することとした。さらに、既存の機械基礎を最大限有効に利用した設置スペースと許容耐荷重を考慮して、設置可能な台数を割り出し、そのうち水

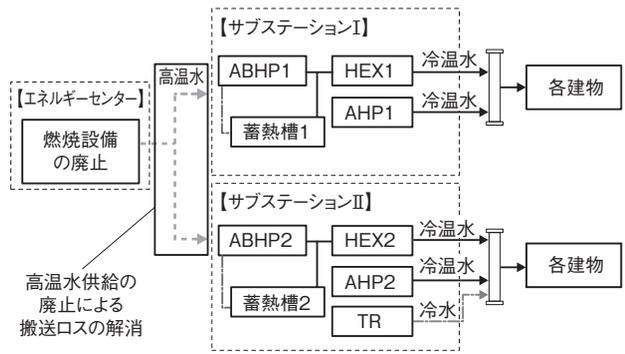


図-3 熱源システム概要(改修後)

表-4 熱源機の仕様(改修後)

記号名	設備名称	冷房能力	暖房能力	台数
ABHP 1	空冷式ブラインヒートポンプ	製氷:176Rt	蓄熱:694Mcal/h	2基
		追いかけ:242Rt	追いかけ:768Mcal/h	
AHP 1	空冷式ヒートポンプ	251Rt	771Mcal/h	2基
HEX 1	熱交換器	710Rth	832Mcal/h	1台
		178Rth	832Mcal/h	1台
蓄熱槽 1	水蓄熱槽	533Rth	2,973Mcal/h	1槽
		2,130Rth	2,728Mcal/h	1槽
ABHP 2	空冷式ブラインヒートポンプ	製氷:211Rt	蓄熱:933Mcal/h	2基
		追いかけ:290Rt	追いかけ:922Mcal/h	
AHP 2	空冷式ヒートポンプ	251Rt	771Mcal/h	2基
HEX 2	熱交換器	941Rth	818Mcal/h	1台
		235Rth	818Mcal/h	1台
蓄熱槽 2	水蓄熱槽	705Rth	3,938Mcal/h	1槽
		2,822Rth	2,960Mcal/h	1槽
TR	ターボ冷凍機	600Rt	—	1台

蓄熱システムに必要な能力をブライン仕様機種とした。写真-2に空冷式ヒートポンプの設置状況を示す。

一方、冷房負荷が多いサブステーションIIには、高効率ターボ冷凍機を配置した。

また、冷房負荷の状況によってはサブステーション間の熱融通も可能なシステムとなっている。



写真-2 空冷式ヒートポンプ設置状況(屋上)

#### 4-2 搬送動力の削減率

前述した従来の搬送時のエネルギー損失の解消に加え、各サブステーションから全11棟への冷温水の送水においても、送水ポンプへインバータを導入し搬送動力を低減している。休学期間・夜間などにより空調負荷の変動が激しい大学施設にとって有効な省エネルギー手法である。

### 4-3 蓄熱システム

蓄熱システムは、

- ① 夏季のピーク時間帯に集中して解氷することが可能なこと
  - ② 蓄熱槽は、既存地下躯体水槽を活用するため、槽の大小・深さ・位置などへ柔軟に対応可能なこと
  - ③ 温水蓄熱システムとしても兼用可能なこと
- の条件を満たすシステム構築とし、高砂熱学工業のスーパーアイスシステム-MII (SIS-MII)を採用した。SIS-MIIは、過冷却状態の水から流動性のある溶けやすいシャーベット状の水を作り蓄氷する氷蓄熱システムであり、今回の要求される条件をすべて見事に満たしたシステムである。図-4に氷蓄熱システム SIS-MIIの概要を示す。

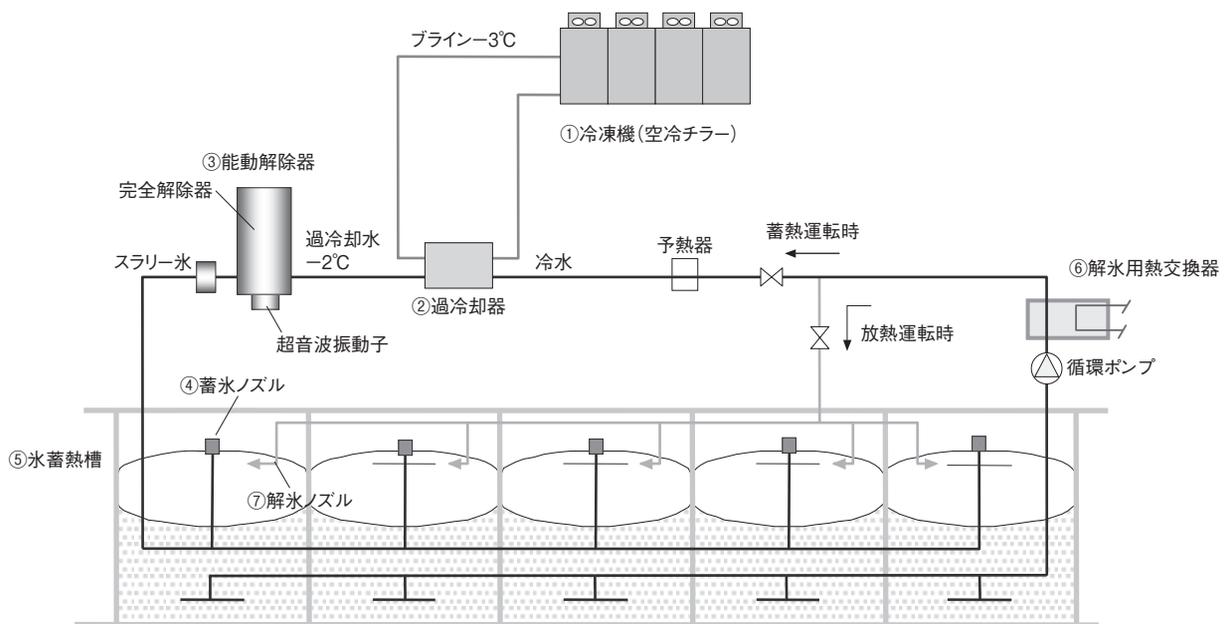


図-4 氷蓄熱設備システム SIS-MIIの概要

### 4-4 地下躯体水槽の有効利用

改修前には受水槽と兼用消火水槽として利用していた地下躯体水槽を蓄熱槽として利用した。受水槽は、上水の実績使用量から必要な槽容量を算出し、既存より小容量となったため、現行法規に対応した地上パネルタンク型とし、機械室内に設置した。図-5に地下躯体水槽の用途変更を示す。

### 4-5 その他の工事

熱源システムの改修のほかESCO事業を構成している省エネ項目は、下記の2項目である。

- ・図書館棟，第一体育館，第二体育館における高効率ボイラへの更新
- ・水処理設備による井水利用

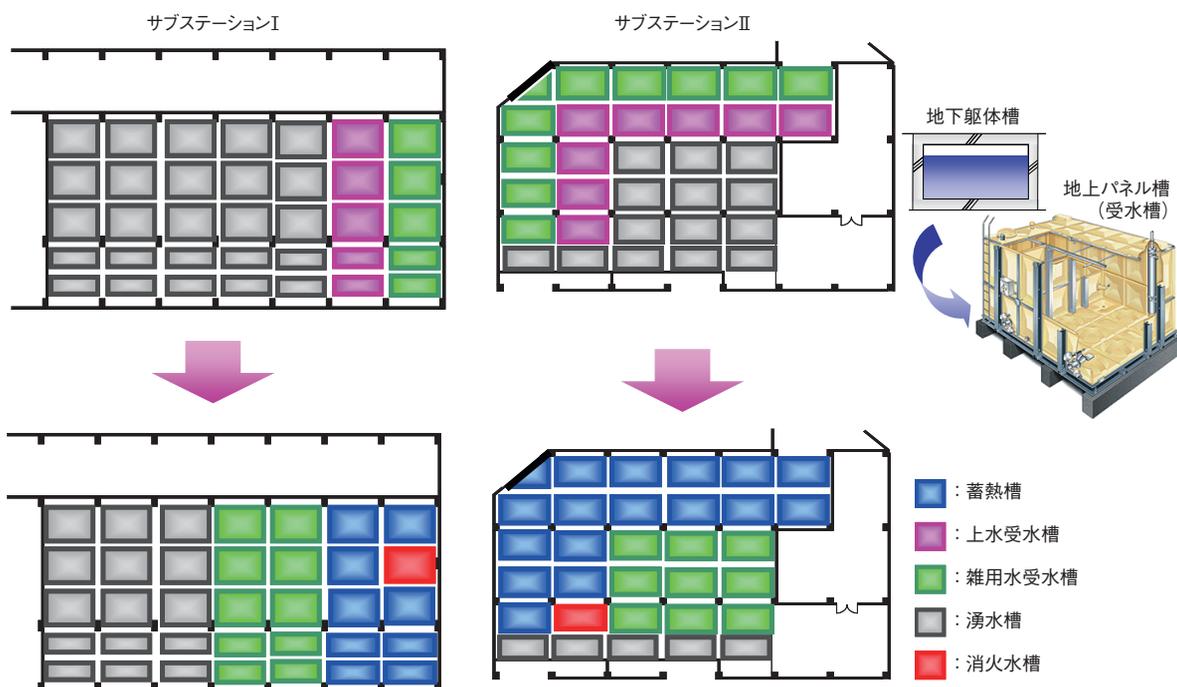


図-5 地下躯体水槽の用途変更

	2008年(平成20年)								2009年(平成21年)			
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
中央大学 スケジュール												
年間スケジュール	← 前期		← 夏期休暇			← 後期			箱根駅伝 ▼	入学試験 ▼	卒業式 ▼	入学式 ▼
空調スケジュール	← 換気運転		← 冷房運転			← 換気運転			← 暖房運転		← 換気運転	
工事スケジュール												
工事計画 【熱源設備；サブI】						← 機器設置・配管他 工事				← 試運転調整		← 既存設備撤去
【熱源設備；サブII】				← 機器設置・配管他 工事			← 試運転調整					
【ボイラ設備】				← ヒルトップ・第二体育館・第一体育館								
【井水水処理設備】					← サブII設置		← サブI設置					

図-6 事業実施スケジュール

#### 4-6 改修工事スケジュール

今回の事業は、平成20年度の国土交通省「住宅・建築物CO<sub>2</sub>推進モデル事業」として実施している。採択決定後に事業着手となるため、8月以降に着工し平成20年度内での事業完了が求められた。大学を運用しながらの工事であり、非常にタイトなスケジュールであったが、中間期を利用し、サブステーションI・IIの工事実施時期をずらすことで問題なく実施した。図-6に事業実施スケジュールを示す。

### 5. 環境負荷削減効果

表-5に改修前(平成19年度)と改修後(平成21年度)の空調熱源システムのエネルギー消費実績を示す。運用実績による削減効果はCO<sub>2</sub>排出量が約58%(2,527t-CO<sub>2</sub>/y)。

表-5 空調熱源システムのエネルギー消費実績

	改修前(平成19年度)	改修後(平成21年度)	削減率
灯油	1,163k ℓ	— k ℓ	—
ガス	357千m <sup>3</sup>	— 千m <sup>3</sup>	—
電気	1,578MWh	4,707MWh	—
CO <sub>2</sub> 排出量	4,310t-CO <sub>2</sub>	1,798t-CO <sub>2</sub>	58%
一次エネルギー消費量	74,148GJ	45,940GJ	38%
建物供給熱量	41,415GJ	37,480GJ	—
総合エネルギー効率	0.56	0.82	—

※ 一次エネルギー換算係数：電力9.76MJ/kWh、都市ガス45MJ/Nm<sup>3</sup>、灯油36.7MJ/ℓ  
CO<sub>2</sub>排出原単位：電力0.382kg-CO<sub>2</sub>/kWh、都市ガス2.277kg-CO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>、灯油2.489kg-CO<sub>2</sub>/ℓ

一次エネルギー消費量が約38%であった。空調熱源システムの総合エネルギー効率率は、0.56から0.82へと向上した。

### 6. まとめ

本報では、中央大学多摩キャンパスにおける熱源システムの改修概要と改修効果について報告した。熱源システムについて、集中方式をやめ分散配置し、エネルギーソースを油主体から電気主体へ転換したことで、大幅なCO<sub>2</sub>削減効果が得られた。

同時に実施した分散ボイラの高効率化などの省CO<sub>2</sub>対策効果を含めると、多摩キャンパス全体でのCO<sub>2</sub>排出量の削減率は、2002年から2004年の3カ年平均CO<sub>2</sub>排出量に対し約23%であり、東京都環境確保条例の第一計画期間(2010年から2014年)の平均削減義務率8%を大きく上回っている。

今後は、熱源システムの運用状況を詳細に把握しデータを分析することで適正な運用を実施し、さらなる環境負荷低減をはかっていく予定である。

### 7. おわりに

最後に、本報告におけるデータの提供、分析において、多大なる協力をいただきました学校法人中央大学殿をはじめ、関係者の方々に、この場をお借りしてお礼申し上げます。