

# 空冷式ヒートポンプ氷蓄熱ユニット “コンパクトキューブICE”

大越 靖\* 落合康敬\*\*  
伊藤拓也\* 福井孝史\*\*  
石田和之\*

*Air-Cooled Heat Pump Ice Thermal Storage Unit "Compact Cube Ice"*

*Yasushi Ohkoshi, Takuya Ito, Kazuyuki Ishida, Yasutaka Ochiai, Koji Fukui*

## 要 旨

氷蓄熱ユニットは、深夜電力で蓄えた熱を昼間に利用するため電力負荷平準化の効果が大きく、今後の普及拡大に向けて省エネルギー性能が求められるとともに、システム構築の容易性に対する要望が高まっている。

このような市場ニーズの下、氷蓄熱ユニットの性能向上及びシステム構築の容易化を図った新形高効率氷蓄熱ユニット“コンパクトキューブICE”を開発した。

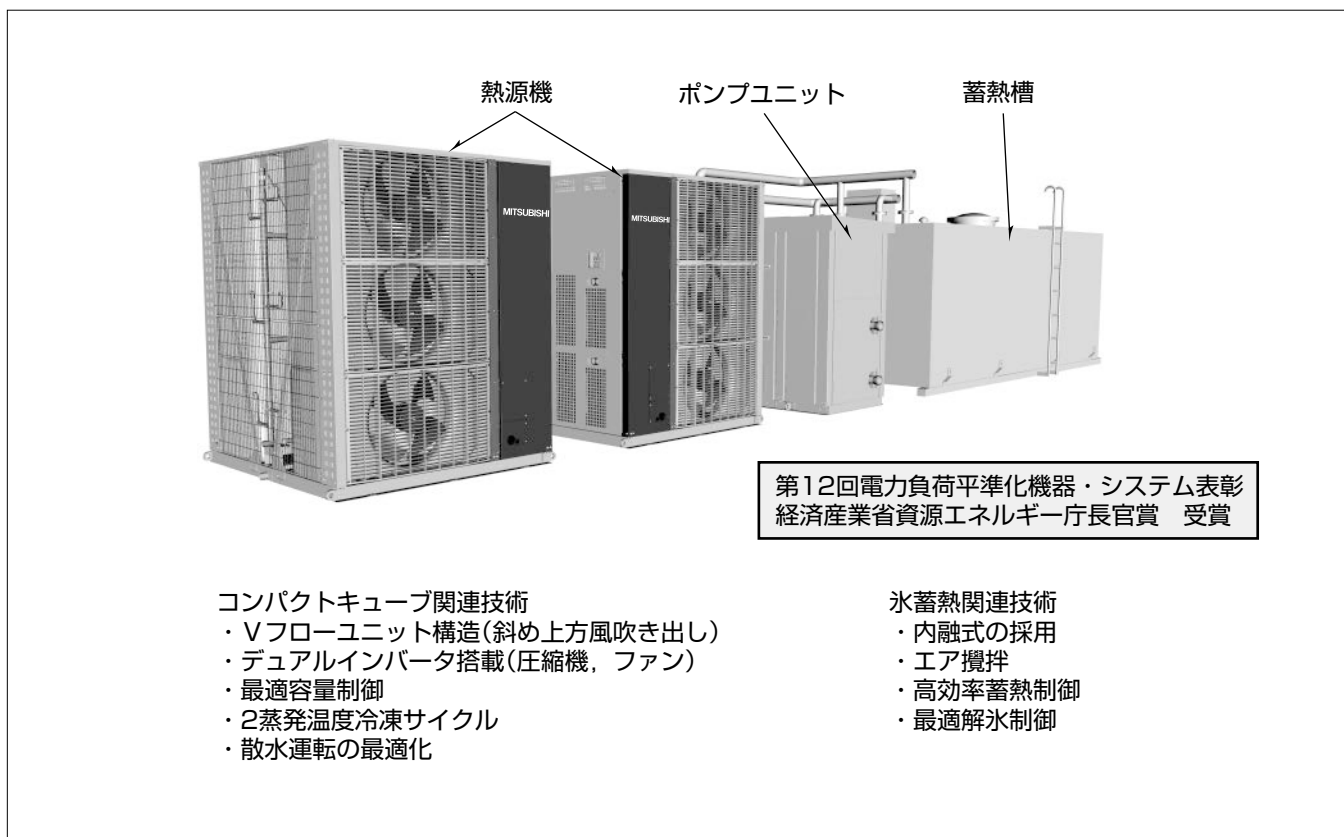
今回開発した高効率氷蓄熱ユニットは、圧縮機や空気側熱交換器、冷凍サイクルなどへ新技術を導入したコンパクトキューブをベースとし、三菱電機の従来氷蓄熱ユニットから冷房蓄熱COP(Coefficient Of Performance)で51%、

冷房追い掛けCOPで34%の性能向上を達成した。

また、ヒートポンプチラー“コンパクトキューブ”と高効率氷蓄熱ユニットの混在制御が可能なシステムコントローラを開発し、大規模負荷への適用が可能となる複数台システム構築の容易化を図った。

なお、設備更新を想定した場合、既設吸収冷温水機からの入替えて55%、既設氷蓄熱ユニットからの入替えて31%のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を見込んでいる。

本稿では、今回開発した高効率氷蓄熱ユニットについて述べる。



## 高効率氷蓄熱ユニット“コンパクトキューブICE”シリーズ

電力負荷平準化、ランニングコスト低減、CO<sub>2</sub>排出量削減を同時に実現(氷蓄熱ユニットとしては、40馬力の製氷COP3.77を達成)した。また、圧縮機と送風機のデュアルインバータ制御によって、夜間蓄熱運転時の高効率化と低騒音化の両方を実現した。

氷蓄熱ユニットとして3機種(40, 60, 120馬力)を揃え、“コンパクトキューブ”との組合せシステムをコントローラで容易に構築できる。

1. ま え が き

近年、ヒートポンプチラー(非蓄熱ユニット)でCO<sub>2</sub>排出量削減を目的とした機器の性能向上が進められており、氷蓄熱ユニットについても今後の普及拡大に向けて省エネルギー性能の向上が求められている。

氷蓄熱ユニットは電力負荷平準化への効果が大きく、国土交通省“建築設備技術基準”に氷蓄熱ユニットに関する記述が追加されるなど今後の普及促進が期待される状況にあり、普及加速の観点からシステム構築の容易性に対する要望がますます高まると考えられる。

このような背景の下で、氷蓄熱ユニットの性能向上及びシステム構築の容易化を図った新形高効率氷蓄熱ユニットを開発した。

2. 製品仕様

図1にコンパクトキューブICEの配管系統図を示す。

熱源機は当社空冷式ヒートポンプチラー“コンパクトキューブ”をベースに氷蓄熱専用熱源機を開発し、部品共通化によってコスト上昇抑制を図るとともに当社従来氷蓄熱ユニットからの大幅なCOP向上を図った。蓄熱槽はエア攪拌(かくはん)方式の内融式蓄熱槽を採用し、解氷運転のみでピーク負荷への対応(ピークカット運転)を可能とした。

表1に製品仕様を示す。今回開発したコンパクトキューブICEは、40, 60, 120馬力の3機種をラインアップした。

また高効率化を図ることで、当社従来氷蓄熱ユニットと比較して冷房蓄熱COPを51%, 冷房追い掛けCOPを34%向上させた。

3. システム構築の容易化

機器の開発にあわせて、大規模負荷への対応を容易にするために、システムコントローラを開発を行った。

このコントローラは高効率氷蓄熱ユニットのみのシステム

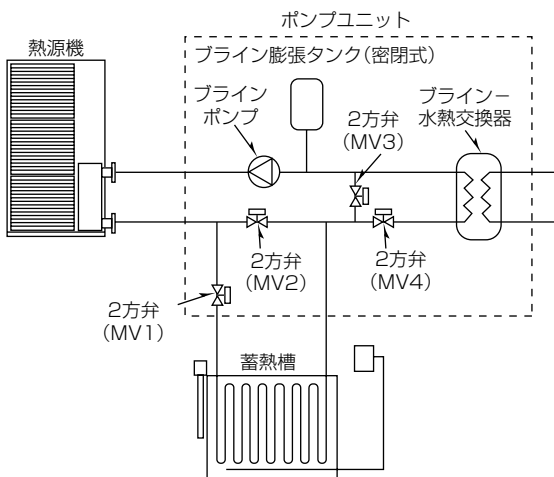


図1. コンパクトキューブICEの配管系統図

ムだけでなく、非蓄熱ユニットと高効率氷蓄熱ユニットの両方が混在するシステムにも使用可能な全自動システムコントローラとし、非蓄熱ユニットと組み合わせたシステムを容易に構築できるようにした。

高効率氷蓄熱ユニットと非蓄熱ユニットの混在システムの配管システムイメージを図2に示す。このシステムは非蓄熱ユニットと高効率氷蓄熱ユニットの組合せから構成され、夜間の冷房蓄熱運転、ピークカット運転時の氷蓄熱用熱源機の停止及び追い掛け運転時の非蓄熱ユニットを含めた熱源機の台数制御を全自動で行う。

図3に高効率氷蓄熱ユニットと非蓄熱ユニットの混在システムの負荷対応を示す。開発したシステムコントローラは混在システムにも容易に対応が可能であり、ピークカット中はシステムコントローラによって高効率氷蓄熱ユニットの熱源機を停止させ、停止した熱源機に相当する負荷を解氷で対応し、ピーク時間帯の電力量を削減する。

表1. コンパクトキューブICEの製品仕様

項目	形名	MKHV-P1180AE-ST	MKHV-P1800AE-ST	MKHV-P3550AE-ST
相当馬力		40	60	120
電源		三相200V 50/60Hz		
日量冷却能力(MJ/D)		3,600	5,148	12,420
日量冷却COP(ポンプ入力なし)		4.32	4.09	3.83
冷房	能力(kW)	100.0	143.0	345.0
追い掛け	COP	4.61	4.29	3.93
冷房蓄熱	能力(kW)	39.2	44.5	110.2
	COP	3.77	3.68	3.61
暖房	能力(kW)	117.7	154.6	309.2
	COP	3.50	3.43	3.43
製品質量	熱源機(kg)	1,630	1,650	1,650×2
	蓄熱槽(kg)	4,470	4,470	9,090
	ポンプユニット(kg)	1,550	1,550	1,650

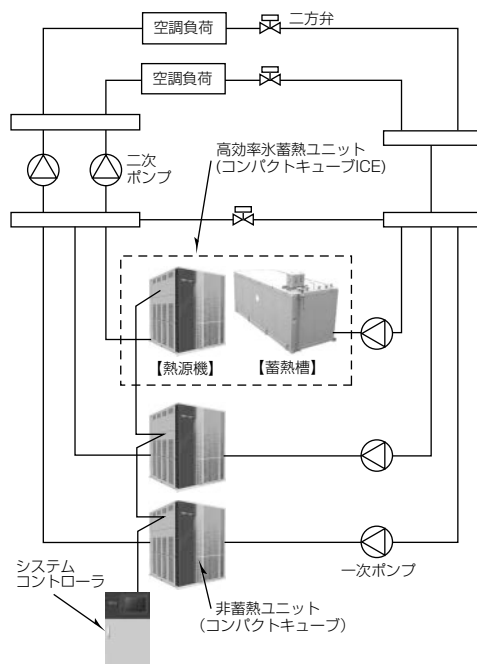


図2. 高効率氷蓄熱+非蓄熱ユニットの混在システム

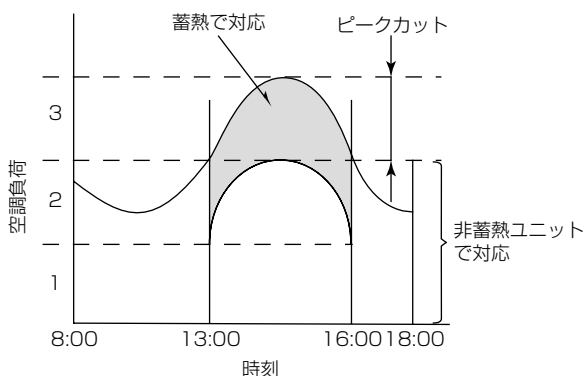


図3. ピーク負荷への対応(高効率氷蓄熱+非蓄熱 混在システム)

表2. 検討条件

	項目	検討条件
負荷条件	①建物規模	12,000m <sup>2</sup>
	②用途	事務所
	③運転期間	冷房(5~10月のうち平日) 暖房(11~4月のうち平日)
	④気象条件	東京地区 月別平均外気温度, 外気湿度
対象機種	①氷蓄熱ユニット (開発機)	120馬力×3台システム 冷温水送水ポンプ用電動機18.5kW
	②氷蓄熱ユニット (既設機)	120馬力×3台システム 冷温水送水ポンプ用電動機18.5kW
	③吸収冷温水機 (冷却能力 1.080kW相当)	ガス吸収冷温水機+冷却塔(新設機/既設機) 新設:冷房定格COP1.32, 暖房定格COP0.88 既設:冷房定格COP1.03, 暖房定格COP0.86 冷温水送水ポンプ用電動機18.5kW 冷却水ポンプ用電動機37kW 冷却塔ファン用電動機11kW
	④電気	東京電力業務用電力
料金メニュー	①水道	東京都水道局23区内 水道:一般100mm 下水:一般汚水
	②ガス	東京ガス 東京地区等産業用A契約
	CO <sub>2</sub> 排出 原単位	①電力 0.339kg-CO <sub>2</sub> /kWh ②都市ガス 2.08kg-CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>

#### 4. CO<sub>2</sub>排出量・経済性比較

今回開発した高効率氷蓄熱ユニットに関し、CO<sub>2</sub>排出量と経済性(ランニングコスト)の削減効果を検討した。

比較の対象は、既設氷蓄熱ユニット、新設吸収冷温水機及び既設吸収冷温水機とし、同一空調負荷(1.080kW相当)で検討した。表2に検討条件を示す。

##### 4.1 CO<sub>2</sub>排出量

図4に年間CO<sub>2</sub>排出量の比較を示す。設備更新を想定した場合、既設吸収冷温水機から高効率氷蓄熱ユニットへ入れ替える場合で55%、既設氷蓄熱ユニットから入れ替える場合で21%のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を見込むことができる。新設吸収冷温水機との比較でも43%の削減効果があり、高効率氷蓄熱ユニットの採用によって大幅なCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が見込める。

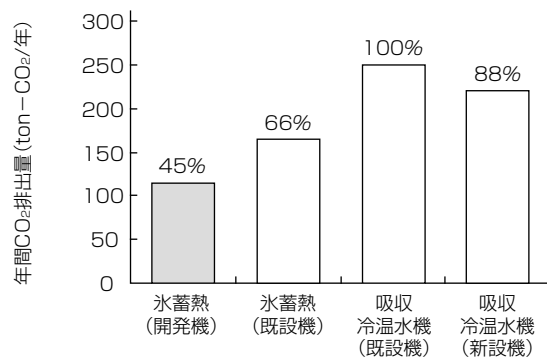


図4. 年間CO<sub>2</sub>排出量の比較

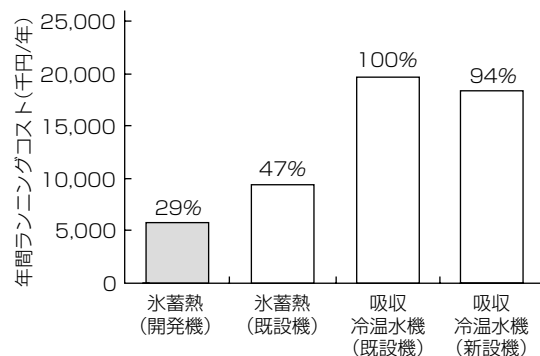


図5. 年間ランニングコストの比較

#### 4.2 経済性

図5に年間でのランニングコスト試算結果を示す。高効率氷蓄熱ユニットの年間ランニングコストは既設吸収冷温水機の29%となり、設備更新によって71%のランニングコスト低減を図ることができる。既設氷蓄熱ユニットからの入替える場合は18%のランニングコスト低減を見込むことができる。新設の吸収冷温水機との比較でも65%の削減効果があり、高効率氷蓄熱ユニットの採用によって大幅なランニングコスト低減が見込まれる。

#### 5. むすび

氷蓄熱ユニットは電力負荷平準化効果が大きく、今後の普及拡大に向けて省エネルギー化が求められるとともにシステム構築の容易性に対する要望が更に高まると考えられる。

今回開発した高効率氷蓄熱ユニットは、圧縮機や空気側熱交換器、冷凍サイクルなどへ新技術を導入したコンパクトキューブをベースとし、当社従来氷蓄熱ユニットに対して冷房蓄熱COPで51%、冷房追い掛けCOPで34%の省エネルギー性の向上を達成した。また、非蓄熱ユニットと氷蓄熱ユニットの両方が含まれる混在システムの制御が可能なシステムコントローラを開発し、大規模負荷への適用が可能となる複数台システムの構築の容易化を図った。

今回開発・製品化した高効率氷蓄熱ユニットによって、電力負荷平準化及び省エネルギーに効果の大きい氷蓄熱システムの普及拡大を進めていく。