

氷蓄熱ビル用マルチエアコン 調査報告

(財)建築コスト管理システム研究所
新技術調査検討会

1 はじめに

地球環境への配慮を考えた蓄熱式空調システムが多く提案されている。蓄熱式空調システムとは、図1で示すとおり、電力使用量の少ない夜間に蓄えた熱エネルギーを電力使用量の多い昼間に使用することで、昼間に集中する電力消費のピークをカットし、またそれによって設備容量が小さくでき、電力消費の平準化を図ることができる空調システムである。

蓄熱式空調システムは、建物の規模や機器の設置スペース等建物の条件によって色々な方式が考えられている。代表的なシステムとしては、建物の地下の空きスペース等に水蓄熱槽を設ける水蓄熱システム、水に代えて氷を利用する氷蓄熱システム、同じ氷蓄熱システムでも熱源機と氷蓄熱槽をユニット化したタイプ、ビル用マルチエアコンと氷蓄熱槽をユニット化したタイプがある。また建物躯体（コンクリート床スラブ等）を蓄熱体として利用する躯体蓄熱システム等がある。

今回の調査はこの中から、中小建物に向いていて個別分散空調に対応できるビル用マルチエアコンと、氷蓄熱槽をユニット化した氷蓄熱システム（以降、氷蓄熱ビル用マルチエアコンと記す）を取り上げた。

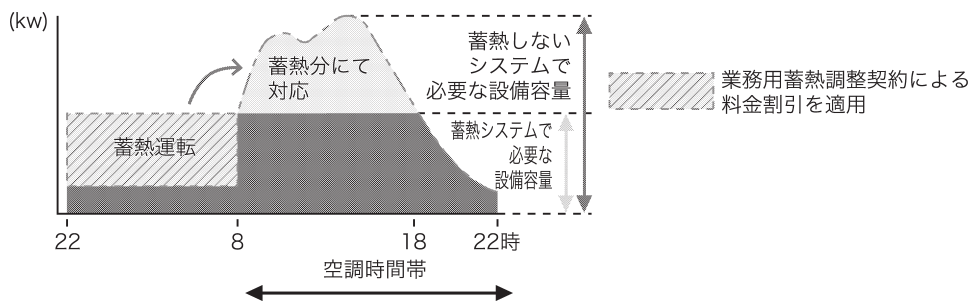


図1 蓄熱運転イメージ図 (東京電力資料より)

2 調査概要

空調システムを計画する場合、選択するシステムによって各々イニシャルコスト及びランニングコストに違いがある。イニシャルコストについては、計画時の仕様で問い合わせ等によって調査は

可能であるので調査対象より省き、今回はランニングコストについて調査し試算した。

今回の試算は、現状生産されている最新の氷蓄熱ビル用マルチエアコン及び非蓄熱式のビル用マルチエアコンのカタログ値及び過去の採用事例から稼働率（全負荷相当運転時間）を求め、1年間のコストの差額を算出する方法を取った。

また氷蓄熱ビル用マルチエアコンの特徴をメーカー各社のカタログ及びヒアリング等を中心に調査した事項についても記す。

3 氷蓄熱ビル用マルチエアコンの特徴

蓄熱の最大の特徴は、貯蔵の難しい電力と違って、熱量を簡単に貯蔵できることにある。氷蓄熱ビル用マルチエアコンは、夜間電力を使って冷熱を氷として蓄熱する。そのため氷蓄熱に比較して蓄熱槽の容量を大幅に小さくできる。一方、温熱は温水として蓄熱するため、暖房の効果を上げるためには蓄熱槽等システムの選択に考慮が必要である。また冷房時昼間の電力消費量の低減の程度によって、昼間全体をカバーするピークシフトタイプと、これに加えて電力消費が最大になる13時～16時をさらに低減するピークカットタイプがある。

機器効率としては、昼間に比較し外気温の低い夜間に蓄熱するので効率はアップする。

空調システムの設備容量としては、非蓄熱式のビル用マルチエアコンに比較して屋外機の容量を低減できるが、新たに蓄熱槽が必要となるので、トータルでのイニシャルコストは高くなる傾向にある。

以下にその特徴をまとめて示す。

- ①室外機容量の低減（新たに蓄熱槽が必要になる）
- ②ランニングコストの低減（イニシャルコストは増大する）
- ③昼間の冷房より夜間冷房（蓄熱時）の方が機器効率アップ
- ④電力消費の平準化
- ⑤夏期の昼間の消費電力のピークカット

また、導入時及び導入後の問題点として以下の事項が多く見られた。

- ①屋上に設置する場合荷重に注意が必要である。
- ②夜間運転による騒音の発生に注意が必要である。
- ③設計意図を理解した運転管理が必要である。

4 氷蓄熱ビル用マルチエアコン及び非蓄熱式ビル用マルチエアコンのランニングコスト比較

比較の対象は、学校については5,000㎡～6,000㎡、事務所については2,000㎡前後を想定し、各々についてのコスト比較を行う。いずれも地域は関東地区を想定した。

ランニングコスト算出においては、東京電力株式会社の業務用蓄熱調整契約の料金を使用し、氷蓄熱と非蓄熱式のビル用マルチエアコンの電力料金の差額を基本料金と電力量料金毎に、電力量料金はさらに夏季（7、8、9月）とその他季節に分けて計算する。また氷蓄熱ビル用マルチエアコンは、夜間の料金も別途算出し加算する。

空調機は屋外機・屋内機で構成されているが、氷蓄熱、非蓄熱式のビル用マルチエアコン両方式共屋内機の仕様は概ね同じなので、比較の対象より省く。

基本料金については、屋外機の最大電力量の差と考えて

屋外機消費電力計 × 基本料金 × 0.85 (力率割引) × 12ヶ月
で計算し、差額を算出する。

電力量料金については、夏季(7, 8, 9月)、その他季節共

屋外機消費電力計 × 運転時間 × 稼働率 × 時間当たりの電力量料金
で計算し、差額を算出する。

ただし、電力量料金は夏季(7, 8, 9月)とその他季節では単価が違うので、運転時間及び稼働率についても、それぞれに合わせた数値で計算する。夜間についても同様に各々の稼働率及び蓄熱割引率を用いて計算する。

学校についての運転時間及び稼働率は、学校の採用事例より仮定する。

事務所については、運転時間は1日10時間、1ヶ月25日と仮定する。稼働率は、事務所の採用事例の平均値を使用する。

空調機器の仕様(屋外機消費電力量)、電力料金、稼働率等は、「(3)ランニングコスト比較のための諸条件」を参照のこと。

(1) 学校のランニングコスト比較

学校の採用事例でも多くがそうであったが、氷蓄熱ビル用マルチエアコンにとってより有効である運転時間がパターン化されている一般教室を試算の対象とした。

教室の稼働時間は、1ヶ月90~120時間(平均100時間)であるが、7月は夏休みを考慮に入れ、7, 9月で180時間とした。

コスト比較の設定条件を表1の通り仮定した。

表1 学校の設定条件

項目	設定条件	備考
面積	5,000~6,000m ²	
対象場所	(72m ²) × 16教室	2.5HP × 2台/教室
教室稼働時間	180時間(夏季7, 9月のみ)	運転時間
使用空調機	20HP × 4組	表5 空調機器の仕様参照
空調屋外機稼働率		表7 学校の屋外機稼働率参照
地域	関東	

①冬季は、氷蓄熱、非蓄熱共消費電力は同じとし、今回の試算には含めない。

②管理系統及び特別教室は、非蓄熱型とし、今回の試算には含めない。

試算結果は、表2の通りである。

表2 試算結果

単位：円

	氷蓄熱ビル用マルチエアコン	非蓄熱ビル用マルチエアコン	差引計
基本料金	45.2kw × 1,560円 × 0.85 × 12ヶ月 = 719,222	68.8kw × 1,560円 × 0.85 × 12ヶ月 = 1,094,746	-375,524
電力量料金	夏季 45.2kw × 180H × 38% × 11.08円 = 34,256	68.8kw × 180H × 38% × 11.08円 = 52,142	-12,868
	夏季夜間 45.2kw × 180H × 19% × 11.08円 × (1 - 0.707) = 5,018		
合計	758,496	1,146,888	-388,392

試算より以下のことが言える。

- ①学校については、夏休みを除いた7、9月のみの試算で、冬季については含まれていない。今回は最小運転時間での試算であり、他の運転時間が加算されれば当然差額は増大する。
- ②基本料金の差が大きい。一方、電力量料金の影響は少ない。

② 事務所（庁舎）コスト比較

事務所は、延面積2,000㎡程度とし、全て氷蓄熱ビル用マルチエアコンを採用するものとし、屋外機20HP×4台設置するとして試算する。

コスト比較の設定条件は、表3の通り仮定する。

表3 事務所（庁舎）の設定条件

項目	設定条件	備考
面積	2,000㎡	
運転時間	250時間/月	夏季750時間，他季2,250時間
使用空調機	20HP×4組	表5 空調機器の仕様参照
空調屋外機稼働率		表8 事務所の屋外機稼働率参照
地域	関東	

試算結果は、表4の通りである。

表4 事務所（庁舎）の試算結果

単位：円

	氷蓄熱ビル用マルチエアコン	非蓄熱ビル用マルチエアコン	差引計
基本料金	$45.2\text{kw} \times 1,560\text{円} \times 0.85 \times 12\text{ヶ月} = 719,222$	$68.8\text{kw} \times 1,560\text{円} \times 0.85 \times 12\text{ヶ月} = 1,094,746$	-375,524
電力量料金 夏季	$45.2\text{kw} \times 750\text{H} \times 69\% \times 11.08\text{円} = 259,172$	$68.8\text{kw} \times 750\text{H} \times 69\% \times 11.08\text{円} = 394,492$	
夏季夜間	$45.2\text{kw} \times 750\text{H} \times 48\% \times 11.08\text{円} \times (1-0.707) = 52,826$		
他季	$45.2\text{kw} \times 2,250\text{H} \times 33\% \times 10.07\text{円} = 337,959$	$68.8\text{kw} \times 2,250\text{H} \times 33\% \times 10.07\text{円} = 514,416$	
他季夜間	$45.2\text{kw} \times 2,250\text{H} \times 20\% \times 10.07\text{円} \times (1-0.678) = 65,953$		
合計	1,435,132	2,003,654	-568,522

試算より以下のことが言える。

- ①学校同様、基本料金の差が大きい。また年間試算の場合は、電力量料金の影響も少なくない。

③ ランニングコスト比較のための諸条件

1) 空調機の仕様

表5は、空調機器の仕様で現状生産されている最新の氷蓄熱ビル用マルチエアコンの中で、消費電力の最小数値のメーカーを選定した。また、非蓄熱ビル用マルチエアコンは同一メーカーの同等能力の機器を採用した。

氷蓄熱ビル用マルチエアコンは、ピークシフトタイプで試算を行う。

学校、事務所共下記仕様の空調機器でコスト比較を行う。

表5 空調機器の仕様

		氷蓄熱ビル用マルチエアコン	非蓄熱ビル用マルチエアコン
屋外機	冷房能力	56kw (20HP)	56kw (20HP)
	消費電力	11.3kw	17.2kw
	台数	4台	4台
屋内機	冷房能力	7 kw (2.5HP)	7 kw (2.5HP)
	台数	32台	32台

- ①氷蓄熱ビル用マルチエアコンには蓄熱槽がついているが、消費電力はゼロである。
 - ②屋内機の動力は、氷蓄熱、非蓄熱共同として今回の試算に含めない。
 - ③負荷低減時の効率の変化は、今回の試算に含めない。
 - ④氷蓄熱ビル用マルチエアコンについての夜間の消費電力は選定機器によって変化するが、試算については実測値をそのまま使用する。
- 2) 電力料金及び蓄熱割引率

表6は電力料金及び蓄熱割引率で、業務用蓄熱調整契約の料金体系である。

表6 電力料金及び蓄熱割引率 (契約電力500kw 未満の場合)

業務用電力	単価 (円)	蓄熱割引率
基本料金	1,560	—
電力量料金 夏季	11.08	0.707
他季	10.07	0.678

東京電力(株)H.16.10.1現在

3) 稼働率の調査分析

調査は東京電力株式会社へのヒアリングと、財団法人ヒートポンプ・蓄熱センターのインターネット上に公開されている採用事例を元に試算に必要な稼働率を求める。

稼働率は、電力料金の単価の違う項目毎に算出した。また今回の調査ではピークシフトタイプを対象にした。

表7は学校の屋外機稼働率を調査したもので、表8は事務所の屋外機稼働率を調査したものである。

表7 学校の屋外機稼働率

件名	面積	月間定格 消費電力量	夏季 (9月1ヶ月)			
			昼間		夜間	
			消費電力	稼働率	消費電力	稼働率
	(㎡)	(kwh)	(kwh)	(%)	(kwh)	(%)
A中学校	5,486	5,825	2,192	38	1,167	20
B中学校	6,212	6,558	2,439	37	1,177	18
平均				38		19

表 8 事務所の屋外機稼働率

件名	面積 (m ²)	月間定格 消費電力量 (kwh)	夏季（7，8，9月）1ヶ月平均				他季（9ヶ月分）1ヶ月平均			
			昼間		夜間		昼間		夜間	
			消費電力 (kwh)	稼働率 (%)	消費電力 (kwh)	稼働率 (%)	消費電力 (kwh)	稼働率 (%)	消費電力 (kwh)	稼働率 (%)
A事務所	2,350	17,400	10,333	59	6,667	38	6,767	39	5,156	30
B事務所	1,300	8,450	6,300	75	4,400	52	2,489	29	738	9
C庁舎	2,300	14,000	10,433	75	7,333	52	4,100	29	3,156	23
平均				69		48		33		20

①月間定格消費電力量は、1ヶ月当たりの空調運転時間（250時間～300時間）に屋外機の定格消費電力を乗じたもので、全負荷運転時間を表す。

②学校の調査は、9月の1ヶ月のみの詳細データより算出した。他のデータは無し。

9月の稼働時間は、90～120時間であった。

(4) まとめ

蓄熱システムを設置することは、電力消費の平準化を図り、発電設備の有効利用につながる。またランニングコストが低減され、経済性の面でも有効であることが分かった。一方、地球温暖化の原因であるCO₂発生削減については、今回の調査では確認できなかった。

採用に当たって有効な建物としては、昼間の消費電力のピークカットができることから、使用時と非使用時で電力量の差が大きく、稼働時間がパターン化されている建物に適している。リニューアル工事等で、受電容量に余裕は無いが、事務処理のOA化等によって冷房負荷を大きくしなければならぬ場合には、特に有効である。

今回の調査はピークシフトタイプで調査比較してきたが、消費電力の夜間への移行率が高いピークカット対応型を採用すれば、さらなる効率が期待できる。

また、大部分のメーカーの製品がグリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）調達基準適合品であり、グリーン購入の計画を立てる上でも有効である。

〈本調査に対する意見等〉

この調査報告について随時意見を受け付けています。なお各工法についての比較評価は行いません。

また、記載内容については自由に利用可能としますが、著作権は当研究所に帰属します。

（転載・引用等の場合は、コスト研にご連絡願います。担当：平 善之，小川重昭）