

顕熱処理コイルを利用した高温冷水活用による省 CO₂ 空調システムの開発
(第 2 報) LCEM を用いた開発システムの省エネ性シミュレーション

The development of the air-conditioning system to reduce the carbon dioxide (CO₂) emissions by
the high temperature level chilled water applied the sensible heat processing coil

正 会 員	○平須賀 信 洋 (三菱地所設計)	正 会 員	藤 野 健 治 (三菱地所設計)
正 会 員	佐 藤 友 昭 (三菱地所設計)	正 会 員	茂 呂 幸 雄 (三菱地所設計)
正 会 員	吉 川 信 二 (新晃工業)	非 会 員	井 川 洋 (新晃工業)
非 会 員	谷 口 成 賞 (東洋製作所)	非 会 員	針 谷 清 (アズビル)
非 会 員	大 津 宏 治 (アズビル)	正 会 員	染 谷 博 行 (アズビル)
非 会 員	笠 原 俊 之 (アズビル)		

Nobuhiro HIRASUGA*¹ Kenji FUJINO*¹ Tomoaki SATO*¹ Yukio MORO*¹ Shinji YOSHIKAWA*²
Hiroshi IKAWA*² Shigeyoshi TANIGUCHI*³ Kiyoshi HARIYA*⁴ Kouji Otsu*⁴ Hiroyuki SOMEYA*⁴
Toshiyuki KASAHARA *⁴

*¹ Mitsubishi Jisho Sekkei Inc. *² SINKO INDUSTRIES LTD.

*³ TOYO ENGINEERING WORKS,LTD. *⁴ Azbil Corporation

We propose a method of using the high-temperature chilled water without changing the structure or space existing HVAC system. Then, using the LCEM tool, we examined the effect of energy savings. As a result, we expect energy consumption reduction of about 8% in summer

1.はじめに

前報¹⁾では顕熱処理コイルを利用した高温冷水活用による省 CO₂ 空調システムの開発の概要を報告した。本報では、その夏期の省エネ性に関して LCEM (ライフサイクルエネルギーマネジメント) ツール (国土交通省大臣官房官庁営繕部公開) を用いてシミュレーションを行った。

2.LCEM オブジェクトの作成

2.1 オブジェクト作成の概要

LCEM ツールには標準的なオブジェクトは用意されているが、開発した空調システムのシミュレーションを実現するために必要な一部特殊なオブジェクトが用意されていない。そこで、本空調システム全体のシミュレーションを行うことを目的とし、必要なオブジェクトを作成した。

2.2 潜顕分離型空調機オブジェクトの作成

2.2.1 オブジェクト作成目的

LCEM デフォルトのオブジェクトである、空調機はシングルコイルである。今回開発の空調機 (潜顕分離型空調機) では、1 つ目のコイルに高温冷水、2 つ目のコイル

に低温冷水を流すオブジェクトが必要となるため、ダブルコイルの空調機のオブジェクト作成を行った。

2.2.2 オブジェクト概要

オブジェクトは LCEM3.03 の 04 空気調和器-コンパクト型-加熱・冷却コイル (コンパクト形空調機) _CHC(C)-XX2-303N_30-96_Ver303.xls をベースとして作成を行った。コイル部分を 2 つ作成し、それぞれのコイルに対して別の配管を参照させ、1 次側のやり取りを行うオブジェクトとした。図 - 1 に潜顕分離型空調機オブジェクトイメージを示す。

1 つ目のコイルのオブジェクトは、設定する任意の相対湿度まで絶対湿度一定で熱交換されるよう作成した。1 つ目のコイルを通過した後の出口空気温度、エンタルピは絶対湿度と設定相対湿度から近似式により求め、その値を 2 つ目のコイル入口空気状態として参照させた。それぞれの近似式は LCEM オブジェクトのユニット形空気調和機内の算出式を参考としている。他の部分に関しては、デフォルトと同様とし空調機二次側のユニット形空気調和機 (加湿なし) とは、2 つ目のコイルでデータの参照をした。

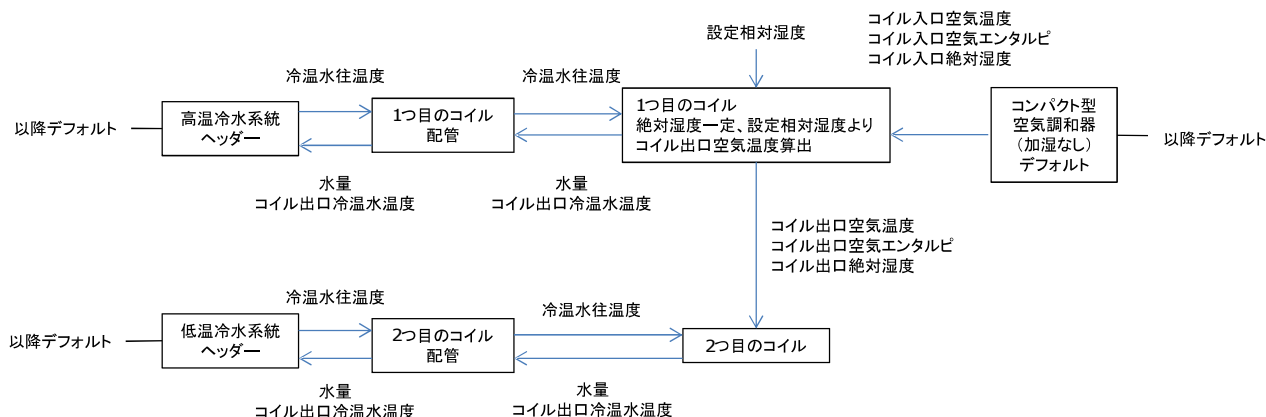


図 - 1 潜熱分離型空調機オブジェクトイメージ

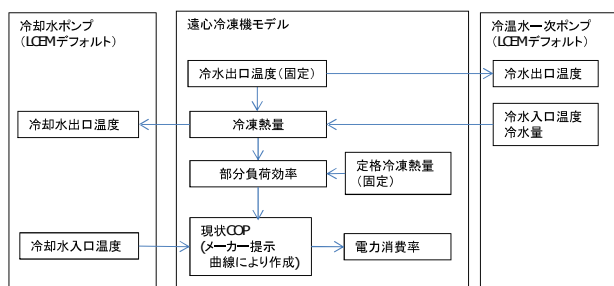


図 - 2 インバーターターボ冷凍機オブジェクトイメージ

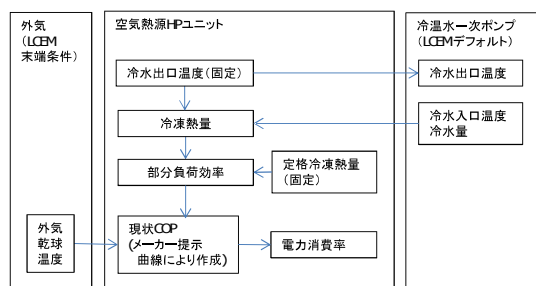


図 - 3 空冷ヒートポンプオブジェクトイメージ

2.3 インバーターターボ冷凍機のオブジェクト作成

2.3.1 オブジェクト作成目的

今回のインバーターターボ冷凍機(INVTR)のオブジェクト作成にあたり、LCBM デフォルトの遠心式冷凍機のオブジェクトをベースとして作成した。このデフォルトのオブジェクトは冷水出口温度の対応が 4℃～12℃までとなっており、今回想定する 14℃程度の冷水取り出しには対応していない。そこで、今回のシミュレーションでは、メーカーより入手する最新の実態に合った INVTR 運転 COP を取り入れることを目的とし、冷凍機のオブジェクト作成を行った。

2.3.2 オブジェクト概要

図 - 2 にインバーターターボ冷凍機オブジェクト概要を示す。LCBM のデフォルトの遠心式冷凍機のオブジェクトでは、冷水量、冷水出口温度設定値、冷水入口温度、冷却水量、冷却水入口温度の条件から、電力消費率の算出を行い、それを基に冷水出口温度、冷却水出口温度、電力消費量、冷凍機 COP を算出するモデルとなっている。

今回は、メーカーより入手可能である INVTR の冷却水入口温度、部分負荷効率と運転 COP との関係曲線を取り込む。それを元に近似曲線を作成し、前後のオブジェクトより得られる冷却水入口温度と部分負荷効率から、運転 COP 並びに電力消費率を算出できるようモデルを作成した。前後のオブジェクトである、冷却水ポンプ、冷温水一次ポンプとのやり取りはデフォルト通りである。

2.4 空冷ヒートポンプのオブジェクト作成

2.4.1 オブジェクト作成目的

前項で作成した INVTR のオブジェクト同様の条件で、シミュレーションを行うために、メーカーより入手する最新の実態に合った運転 COP を取り入れることを目的として、空冷ヒートポンプ(HP)のオブジェクトの作成を行った。

2.4.2 オブジェクト概要

図 - 3 に空冷ヒートポンプオブジェクトイメージを示す。基本思想は INVTR オブジェクトと同様であり、メーカーより入手可能である外気乾球温度、部分負荷効率と運転 COP の関係曲線を取り込む。それを元に近似曲線を作成し、前後のオブジェクトより得られる外気乾球温度と部分負荷効率から、運転 COP 並びに電力消費率を算出できるようモデルを作成した。前後のオブジェクトである、外気、冷温水一次ポンプとのやり取りはデフォルト通りである。

3.シミュレーション概要

T ビルの基準階事務所の設計に合わせたモデルを作成し、従前どおりの空調機と熱源による基準条件と、開発した空調システムである開発システム条件との比較を行った。基準条件のシステム系統図を図 - 4 に、開発システム条件のシステム系統図を図 - 5 に、シミュレーション条件概要を表 - 1 に示す。

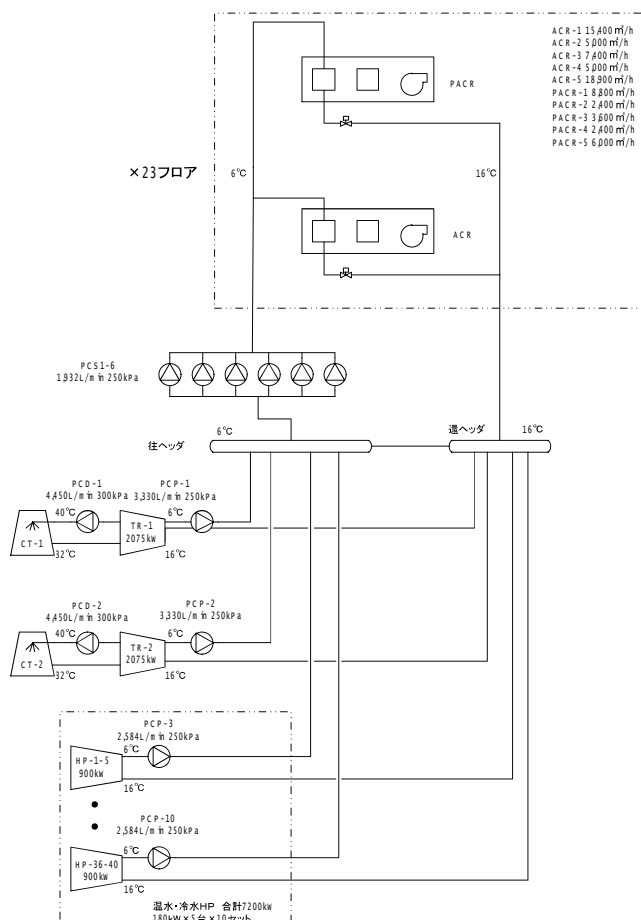


図 - 4 基準条件システム系統図

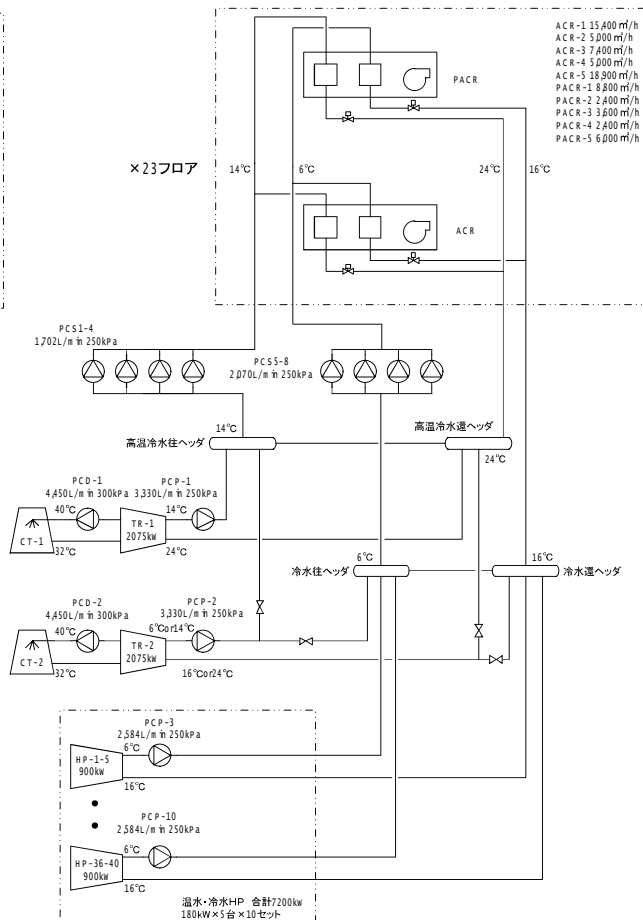


図 - 5 開発システム条件システム系統図

表 - 1 シミュレーション条件概要

・対象	事務所：2426㎡×23フロア=55798㎡を想定
・負荷条件	LCEM冷房 標準熱負荷 (空調時間 8時～18時 6/1～9/30)
・熱源設備	* インバーターボ冷凍機 (冷水6/16°C 高温冷水14°C/24°C, 冷却水32/40 2075RT×2) * 空冷ヒートポンプユニット (冷水6/16°C 180kW×5×8ユニット) 冷却塔・ポンプ・ヘッダ等はLCEMデフォルトで以下の通り 入力容量などは、系統図参照 冷却塔: CT(OP)→XX-303RC-01 冷却水ポンプ: PCD(4P)→XX1-303SI-200_37_50 冷水一次ポンプ (TR系統): PCH(4P)→XX1-303SI-150_22_50 冷水一次ポンプ (HP系統): PCH(4P)→XX1-303SI-125_18_50 冷水二次ポンプ: PCH2(4P)→XX-303SI-50_15_125
従来空調機	1フロア8台 (インテリア用4台、ベリメーター用4台) 能力は以下条件により選定 ²⁾ インテリア: 照明発熱10W/㎡ 照明天井内発熱10W/㎡ コンセント45W/㎡ 人員密度0.2人/㎡ ベリメーター: へり S250W/㎡ へり E400W/㎡ へり W600W/㎡ へり N200W/㎡ 全熱交換器無
潜頭分離空調機	台数、負荷は上記同様 コイル能力: 高温冷水コイルにて相対湿度95%を得る 冷却能力、残りを冷水コイルとする。

潜頭分離型空調機と INVTR、HP のオブジェクトは前項で作成したものを使用し、他のオブジェクトは LCEM ツールのデフォルトを使用した。

熱源の運転パターンを図 - 6 に示す。基準条件では、まず、INVTR が運転し、不足分を HP が補う。開発シス

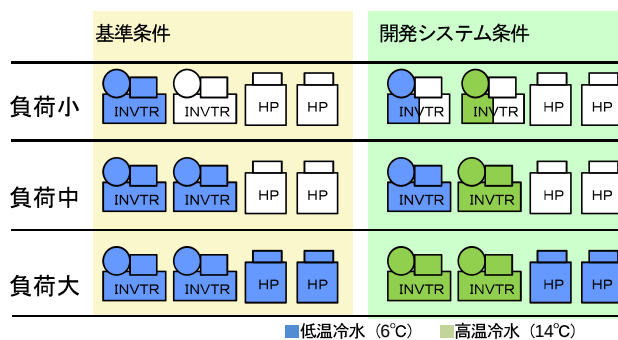


図 - 6 熱源運転パターン

テム条件では、負荷が小さい時にまず二台の INVTR がそれぞれ、6°C、14°Cの冷水を生成するように動き、どちらかの負荷が1台の容量で補いきれなくなった際に、低温冷水を HP で、高温冷水を INVTR で生成するような運転パターンとした。

インバーターターボ冷凍機 6°C-16°Cのときの設定 COP³⁾を図 - 7に、インバーターターボ冷凍機 14°C-24°Cのときの設定 COP³⁾を図 - 8に、HP の設定 COP⁴⁾を図 - 9に示す。

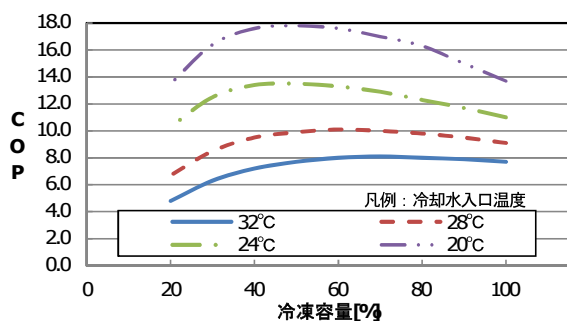


図-7 INVTR COP 曲線 (14°C-24°C)

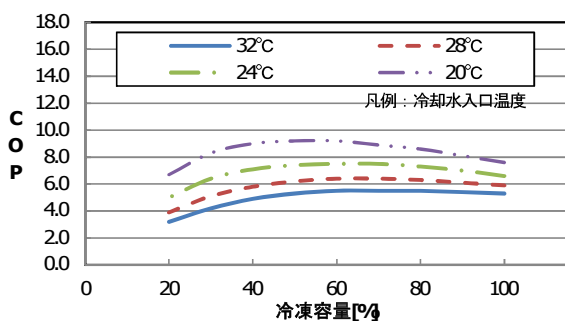


図-8 INVTR COP 曲線 (6°C-16°C)

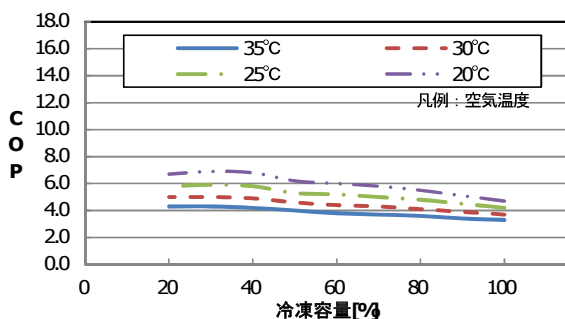


図-9 HP COP 曲線 (6°C-16°C)

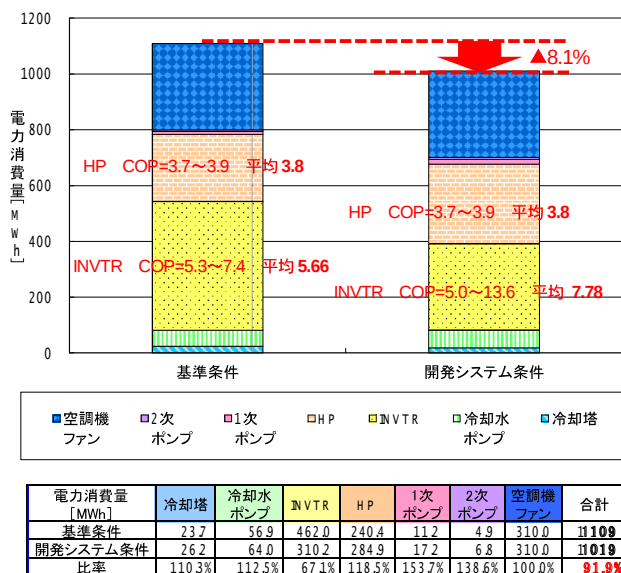


図-10 夏の消費電力比較

4.シミュレーション結果

夏の消費電力を図-10に示す。空調消費エネルギーのうち、空調機ファン動力に関しては、全く同じ条件で行っているため消費電力に差はない。相違が出るのは熱源部分であり、高温冷水を生成する INVTR の COP は 5.0～13.6で平均7.78となり、低温冷水の5.3～7.4で平均5.66を大きく上回った。これにより、熱源の消費エネルギーは大きく低減した。ポンプ、冷却塔の消費エネルギーは、高温冷水と低温冷水の系統を分割したために、増加の傾向がみられたが、全体のエネルギー消費から比較するとその割合は大きくなかった。HP も、ほぼ同様の条件で運転がなされており、同様の効率での運転がなされていた。これらにより、夏の冷房負荷が約8%削減されることが予想された。

図-11に熱源別生成熱量比率を示す。2台の INVTR のどちらかの負荷が1台の容量で補いきれなくなった際に、低温冷水を HP で、高温冷水を INVTR で生成するような運転パターンとした。そのために、HP の生成熱量比が基準条件においては25%だったものが、開発システム条件では31%と多くなった。INVTR は冷却塔や一次ポンプを運転する必要があるものの、高温冷水生成時の運転 COP は非常に高いため、INVTR の生成熱量比を上げることができればさらに効率の良い運転が可能である。

負荷の状態を把握しながら高温冷水と低温冷水の処理負荷分担割合を調整すること、高温冷水、低温冷水の運用温度を適切にすることなど、運転機器の調整を行うことで、更なる省エネが図れることが期待される。

参考文献

- 1) 茂呂幸雄ら：顕熱処理コイルを利用した高温冷水活用による省 CO2 空調システムの開発 (第1報) 開発システムの概要
- 2) (株)三菱重工業 高温冷水生成インバーターターボ冷凍機 COP AART50I
- 3) (株)三菱電機より 空冷ヒートポンプシステム COP コンパクトキューブ

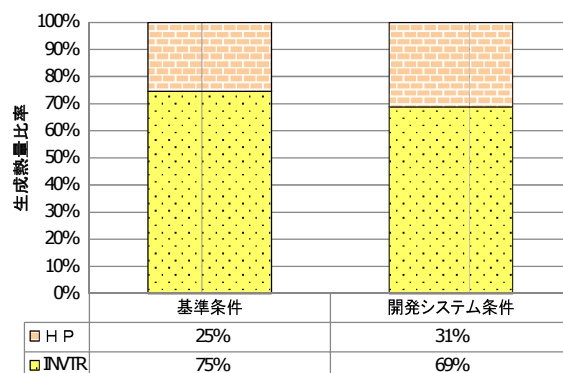


図-11 熱源別生成熱量比率