

公共施設におけるLCEM検証事例

はじめに

実際の公共施設について、LCEMのケーススタディを実施し、課題等を把握し、「空気調和システムのライフサイクルエネルギーマネジメントガイドライン」(以下「LCEMガイドライン」という。)の作成の参考とした。本資料は各ケーススタディの結果を紹介するものである。

第1章 ケーススタディ対象施設

ケース	検証段階	検証概要	頁	備考
A建物	設計段階	台数制御における運転優先順位の変更によるエネルギー性能について検証した。	4	
B建物	施工段階	現在建設中の建物におけるエネルギー消費量を LCEM ツールで算出し、目標値達成の確認を行った。	7	※
C建物	運用管理段階	夏期の冷房期間において、水冷チラーの冷水温度設定と冷却塔ファン設定温度を変更し、削減効果を検証した。2009年の夏期に実際に設定を変更し、各設定における電力消費量を計量し、LCEM ツールによるシミュレーションと比較した。	13	
D建物	運用管理段階	熱源システムについて、LCEM ツールを活用して実際の運用状況のエネルギー評価を行った。2008年に更新した熱源機器、空調機、ポンプ類、中央監視装置等の効果についても検証した。	19	※
E建物	運用管理段階	熱源システムについて、LCEM ツールを活用して実際の運用状況のエネルギー評価と改善策の検討を行った。	27	
F建物	改修企画段階	既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。	32	※
G建物	改修企画段階	既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。	51	※
H建物	改修企画段階	既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。	58	

※印の建物は、LCEMツールの活用経験のある専門家に助言を受けつつ実施した。

第2章 結果の概要(各団体の試行による感想、意見等)

【総論】

- ・既設の改修では、昨今、財政上の理由から工事費の圧縮を第一に改修内容が決定されることが現実としてある。省エネ、ひいてはコスト削減の手法として、熱源の種類、台数分割などいくつかの選択肢の中から、最適の手段を選ぶツールとして活用が期待できる。計画時に、エネルギー消費量、ランニングコストが、より実際に近い数値が算出できれば予算投入に対する効果がより具体的に説明できる。
- ・空調運転においては、省コスト、省エネのために、室温設定値の変更や、運転時間の短縮といったことは既に行われている。しかし、機器の設定などは竣工時の設定のまま運用されていることが多く、既存建物において空調設備の省エネの余地はまだあると思われ、そのための手段としてLCEMツールは有効と考える。
- ・検討に当たっては、現状のエネルギー性能の適正な分析と、適切な補正を施したシミュレーションにより、改修効果を高い精度で評価する必要がある。そのためには、この分野に精通した専門技術者がLCEMを実施することが重要であると感じられた。実情としては、特に運用段階において人的問題から簡単ではないと考える。一方で、ある程度以上の規模の施設では、建物管理者が常駐し日誌レベルの情報を日々蓄積しているため、LCEMツールによる解析まで至らなくとも、これらを活用することで、運用面での改善や性能検証については十分に行うことが可能であると考えられる。
- ・実測データが無くても、機器の経年劣化による能力低下の要素を、何らかの方法により計算結果に反映できるようになると良い。
- ・実際にLCEMツールを使用してみて、Excel上で動作する特徴から、空調設備のシミュレーションに馴染みのない者でも比較的簡便に使用できるシミュレーションツールであると感じた。また、Excel上での計算結果の加工も容易であるため、使い勝手が良い。
- ・運用管理段階で冷温水の温度を変更した場合など、運転管理での省エネルギー効果を事前に検証ができるため、施設運営に影響なく様々な条件設定をして最も効果的な運用方法を探ることができると言える。

【建物のデータに関する点】

- ・LCEMツールとの比較検証には、時間毎の計測データがあることが望ましい。
- ・試行建物では、完成図書の機器承諾図や空調負荷計算書の所在が確認できず、機器の正確な仕様・性能の情報が得られなかった。竣工年度の古い施設ほど、同様に完成図書が現存していないケースが多いものと推測される。このような場合、今回と同様に必要な情報を仮定して解析することとなるが、精度の判断が難しくなる。
- ・今回の現状分析に利用した計測データは、設備管理員による目視測定値の手書き日報である。改修検討段階の対象となる既存施設の大半は、同様な手書き日報で運転データが記録されているのみ、もしくは必要とするデータは記録されていないという状況にある。そして、今回のように必要な記録データが得られても、後からその信頼性について分析することは難しい。そのため、計測器の不具合や、目視レベルでのデータ精度による熱負荷量の見込み精度が低下することは否めない。また、利用にあたっては手書きデータを電子データに変換する必要があり、そのために相応の時間と手間を要することとなる。翻すと、エネルギー削減の視点で活用されることなく施設で記録保管されて

いるだけの日報データも、電子データ化することによって、エネルギー削減の検討に活用できる貴重な情報となり得ると考えられる。また、最近ではBEMS等により多くの計測データの収集が可能となるが、計測器の定期的な校正等を行い、データの信頼性を確保しないと、結果的に大量の収集データが無駄になることになる。

【LCEMツールに関する点】

- ・ 熱源システムの実測データを用いたLCEMツールの計算は、ほぼ実績値に近い結果となった。
- ・ LCEMツールの計算値と実績値との比較が主で、本検証のように乖離の大きい場合の判断、補正処理方法について論理的説明が必要となるが、説明が困難な場合が多い。熱負荷モードは概算値を把握するためには有効であるが、実際の施設運用ではいろいろな特殊要件が加わるので、どうしても計算値とは乖離が生じるのは仕方ないと思われ、現在提供されている3パターンに当てはまらない事例も多々あるので、パターン種類が増えるとなお一層有効に使える。
- ・ 大規模施設に適用するために、LCEMツールの熱源接続可能台数(4台)を増やすべきである。
- ・ LCEMツールを幅広く活用するためには誰でもがすぐに理解でき、使えるものであることが望まれる。実際の設備に近いシミュレーションをしようとするれば二次側の構築シートの作成も必要であるが、LCEMツールの理解に時間を要し、さらに難しいと感じた。ポンプ、ファンのメーカー資料などが無い場合もある。各種検討事例を具体例に解説した利用の手引き書や、具体事例によるエクセルファイルがあると良い。
- ・ 外調機の場合の各風量の入力値の設定の仕方が操作説明書を見ても分からなかった。
- ・ 実態のシステムでは熱源機が3基中2基動いている場合でも、LCEMツールの計算では、熱源機3基中1基しか運転していない設定になってしまい、そのため補機を含め、いずれも実際の運転状況とは異なる計算結果となった。実態に合わせた負荷に応じた運転台数の設定ができるようになるとう良い。
- ・ 熱源機器の能力を実績に合わせて補正する場合、計算値と実績値のガス消費率の相関式を作成することになる。この相関式の近似精度が低い場合、補正を行った後の結果も実績との相関が悪いという結果になる。特に相関式の一次近似式($Y(\text{実績値}) = aX(\text{計算値}) + b$)において、 b が大きい場合は、単純な一次近似式での補正が難しいため、下限値を設定するなどの工夫を要する。
- ・ LCEMツールで熱源機器の試算をした場合、負荷が小さすぎて冷凍機負荷率運転範囲外というエラーが出る場合があるが、エラー修正をどのようにすべきなのかわからない。

【その他】

- ・ 直焚き吸収式冷温水機(ガス)のCOPはLCEMツールでは高位発熱量で算出しているが、JIS基準では低位発熱量を使用している。

第3章 各建物ケーススタディの結果

1. A建物

1.1 検討事項

設計段階における活用

選定した空調システムにおいて種類の異なる複数の熱源がある場合、負荷に追従する台数制御で運転優先順位を変更した場合のエネルギー消費量を LCEM ツールで比較検討した。

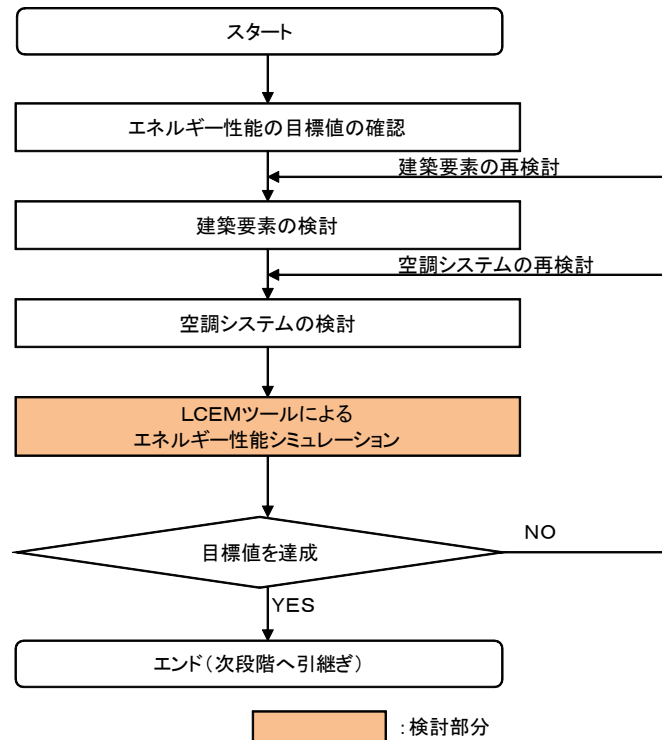


図 1 - 1 設計段階のフロー図

表 1 - 1 建物概要

建物用途	研究所
建物構造・規模	R C造 地上3階
竣工	平成23年度以降予定
延床面積	14,875㎡
設備設置時期	平成23年度以降予定
空調方式	単一ダクト+FCU方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機(ガス) 250USRT×2基 スクリー冷却機 80USRT×1基 空気熱源ヒートポンプユニット 30USRT×1基、80USRT×1基

1.2 検討結果

1.2.1 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション

表1-2のように、熱源の運転優先順位を設定し、熱源の優先順位によるエネルギー消費量への影響を検討した。なお、本検討では、2次側の検討は対象外とした。

表 1-2 運転順位設定

運転順位		CASE-1		CASE-2	
		冷	暖	冷	暖
直焚き吸収温水機	RH-01, 02 (2基分)	4	3	1	1
スクリー冷凍機	RS-01	3	0	2	0
空気熱源ヒートポンプユニット	HP-01	1	1	4	3
空気熱源ヒートポンプユニット	HP-02	2	2	3	2

熱源は5基あるが、LCEMツールでは4基までしか構築シートを作成できないため、直焚き吸収冷水機については、構築シート上では同じ能力の2基分を1基として扱うこととした。

LCEMツールの熱負荷モード(名古屋 M-Me)を用いた。

熱源の優先運転順位を CASE-2 に変更することにより、熱源の運転台数を減らすことができ、一次エネルギー消費量を削減(年間約 20,000MJ)できる結果となった。

表 1-3 計算結果

	期間一次エネルギー消費量 [MJ/年]	
	CASE-1	CASE-2
RH-01, 02	3,750,000	4,290,000
RS-01	380,000	400,000
HP-01	220,000	0
HP-02	790,000	420,000
計	5,140,000	5,110,000
一次エネルギー消費原単位 [MJ/(m ² ・年)]	340	340
熱源システム COP	0.88	0.88

※一次エネルギー消費原単位は、以下の値を用いた。

ガス：46 [MJ/m³(N)] (高位発熱基準)

電気：9.97 [MJ/kWh] (昼間)

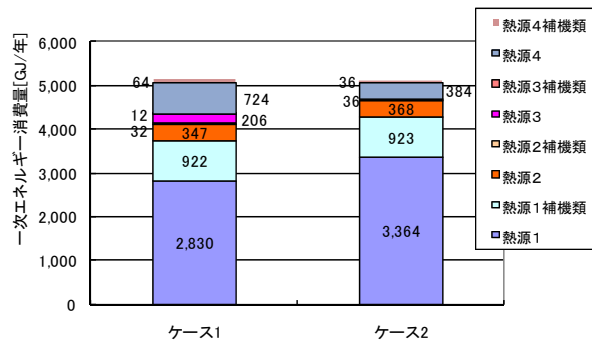


図 1-2 計算結果

ただし、LCEMツールを構築する際に、直焚き吸収冷温水機については2基分を1基としていることで、水量、ポンプ揚程の数値を変更しているため、ポンプ等の補機類の電力消費量の計算については、実際の値との誤差が大きくなることが考えられる。また、エラーの原因を確認し、改善を試行錯誤したが、全ての問題点の発見と解決に至ったかどうかは、LCEMツールに対する熟練度が低いため、確証が持てなかった。

熱源運転台数制御の制御方式については、以下の条件を満たすように設定した。

- ① 2次側合計水量 ≤ 1次側合計水量
- ② 2次側必要熱量 ≤ 熱源供給熱量

したがって、低負荷時においても、①が原因で、CASE-2でも熱源機の多くが運転する結果となってしまった。低負荷時には、②のみを制御条件とすることが、更なる運用改善手法として考えられる。なお、①を制御条件から外すと、冷温水行き温度は夏季7℃、冬季50℃を維持することが難しいが、低負荷時であれば、冷温水行き温度を若干緩和(夏季7℃より高く、冬季50℃より低く)しても、十分空調はできると考えられる。

1.3 感想及び課題

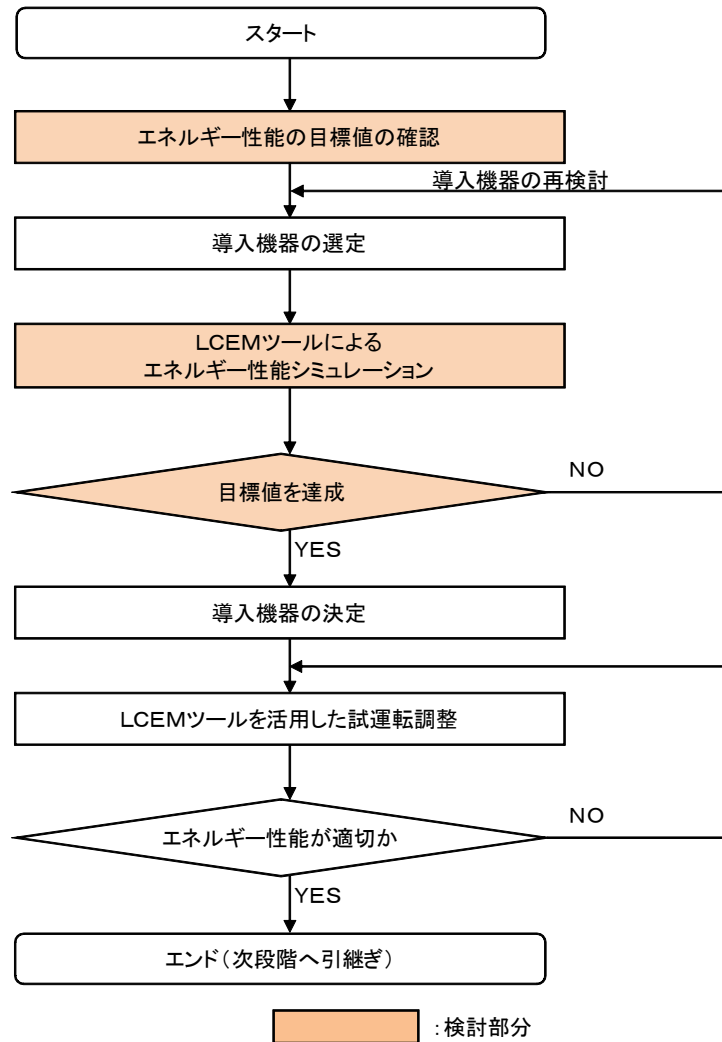
- ・ 大規模施設に適用するために、LCEMツールの熱源接続可能台数(4台)を増やすべきである。
- ・ 既設の改修では、昨今、財政上の理由から工事費の圧縮を第一に改修内容が決定されることが現実としてある。当団体では改修企画段階のシミュレーションはおこなっていないが、省エネ、ひいてはコスト削減の手法として、熱源の種類、台数分割などいくつかの選択肢の中から、最適の手段を選ぶツールとして活用が期待できる。計画時に、エネルギー消費量、ランニングコストが、より実際に近い数値が算出できれば予算投入に対する効果がより具体的に説明できる。
- ・ 計画から設計、施工、運用管理までの各段階で活用できるとより効果的であるといえる。しかしLCEMツールを使いこなすには、空調システムについての知識、LCEMツール自体の理解の両方が必要であり、空調システムの専門外の者が習得するのは容易ではないことから、実情としては、特に運用段階において人的問題から簡単ではないと考える。
- ・ LCEMツールを幅広く活用するためには誰でもがすぐに理解でき、使えるものであることが望まれる。実際の設備に近いシミュレーションをしようとするれば二次側の構築シートの作成も必要であるが、LCEMツールの理解に時間を要し、さらに難しいと感じた。ポンプ、ファンのメーカー資料などが無い場合もある。各種検討事例を具体例に解説した利用の手引書きや、具体事例があると良い。

2. B建物

2.1 検討事項

施工段階における活用

現在建設中の建物におけるエネルギー消費量を LCEM ツールで算出し、目標値達成の確認を行う。



※導入機器の選定は、着工済みの施設であるため、検討対象外とした。

図 2-1 施工段階のフロー図

表 2-1 建物概要

建物用途	事務所(一部講堂有り)
建物構造・規模	SRC造 地上5階 地下1階
竣工	平成21年(2009年)
延床面積	11,761m ² (講堂除外分:11,000m ²)
設備設置時期	平成21年(2009年)
空調方式	単一ダクト+FCU方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機 130USRT×2基、60USRT×1基(講堂用)

表 2-2 熱源設備

名称	仕様	相一電圧 [φ-V]	動力 [kW]	台数
直焚き吸収式冷温水機(ガス)	冷却能力:450kW 加熱能力:410kW	3-200	2.3	2
RH-1 RH-2	冷水量:800ℓ/min 冷水温度:7-15°C			
	温水量:800ℓ/min 温水温度:55-47.7°C			
	冷却水量:2180ℓ/min 冷却水温度:32-37°C ガス消費量 (冷:27.1Nm ³ /h, 暖:36.4Nm ³ /h)			
直焚き吸収式冷温水機(ガス) (冷却塔一体型)	冷却能力:211kW 加熱能力:163kW	3-200	11.8	1
RH-3	冷水量:380ℓ/min 冷水温度:7-15°C			
	温水量:380ℓ/min 温水温度:55-48.9°C			
	冷却水量:1,097ℓ/min 冷却水温度:32-37°C ガス消費量 (冷:15Nm ³ /h, 暖:15Nm ³ /h)			

2.2 検討結果

2.2.1 エネルギー性能の目標値の確認

所管施設の 2007 年度の事務用途建物の一次エネルギー消費原単位の中で最少である 798[MJ/(m²・年)]を用い、空調システム目標値を設定した。

(1) 熱源側のみの目標値

省エネルギーセンター資料(図 2-2)による「庁舎の熱源エネルギー比率 28%」を使用すると、当施設の熱源システムの期間一次エネルギー消費量は、798[MJ/(m²・年)]×11,000[m²]×28%≒2,510,000[MJ/年]と推定した。

(2) 二次側まで含む目標値

省エネルギーセンター資料(図 2-2)による「庁舎の熱源エネルギー比率 42%」を使用すると、当施設の空調システムの期間一次エネルギー消費量は、798[MJ/(m²・年)]×11,000 [m²]×42%≒3,760,000[MJ/年]と推定した。

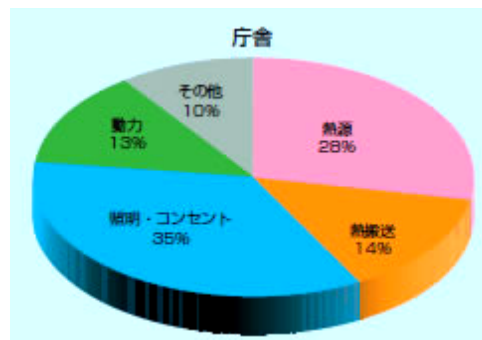


図 2-2 用途別エネルギー消費比率
「省エネルギーセンター」資料より

※LCEMガイドラインでは、企画・計画段階で目標値を設定することとしているが、今回は、本段階で目標値を設定した。このように既存建物でLCEMを適用する場合には、柔軟に目標値の設定も可能である。

2.2.2 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション

(a) シミュレーション条件

次に示す2通りの検証を行った。なお今回の計算で使用する一次エネルギー換算係数は、すべて電力:9.97[MJ/kWh](昼間)、ガス:46.05[MJ/m³](高位発熱基準)とした。

LCEMツールの熱負荷モード(名古屋 夏 S-Me、冬 M-Me)を使用した。当施設の冷房期間は、概ね7月1日より9月末、暖房期間は12月1日より3月末、空調運転時間は8時30分より17時15分を想定しており、このモードが一番実際の運転条件に近いためこの熱負荷モードを採用した。

(1) 熱源側のみの場合

熱源機、冷却塔、冷却水ポンプ、冷温水一次ポンプの電力消費量およびガス消費量の試算を行った。

(2) 二次側まで含む場合

熱源、冷却塔、冷却水ポンプ、冷温水一次ポンプ、冷温水二次ポンプ、空調機、ファンコイルの電力消費量および熱源ガス消費量等の試算を行うために、二次側を含めたシステムを作成した。

(b) シミュレーション結果

(1) 熱源側のみの場合

熱源システムの期間一次エネルギー消費量は、電力消費量 234,000[MJ/年]、ガス消費量 1,510,000[MJ/年]、合計 1,744,000[MJ/年]となった。

(2) 二次側まで含む場合

外調機の構築方法が分からなかったため、二次側まで含めての検証は今回行わなかった。

①「外調機」の作成の問題

当施設の空調方式は、外気処理用空調機(外調機)＋ファンコイル併用方式である。

外調機により、必要外気量を設定室温に近い温度に処理して吹出し、内部負荷はファンコイルにて処理する方式である(図 2-3 外調機参照)。

給気量は外気 100%で、還気ファンにより空調機に戻し、全排気する方式である。

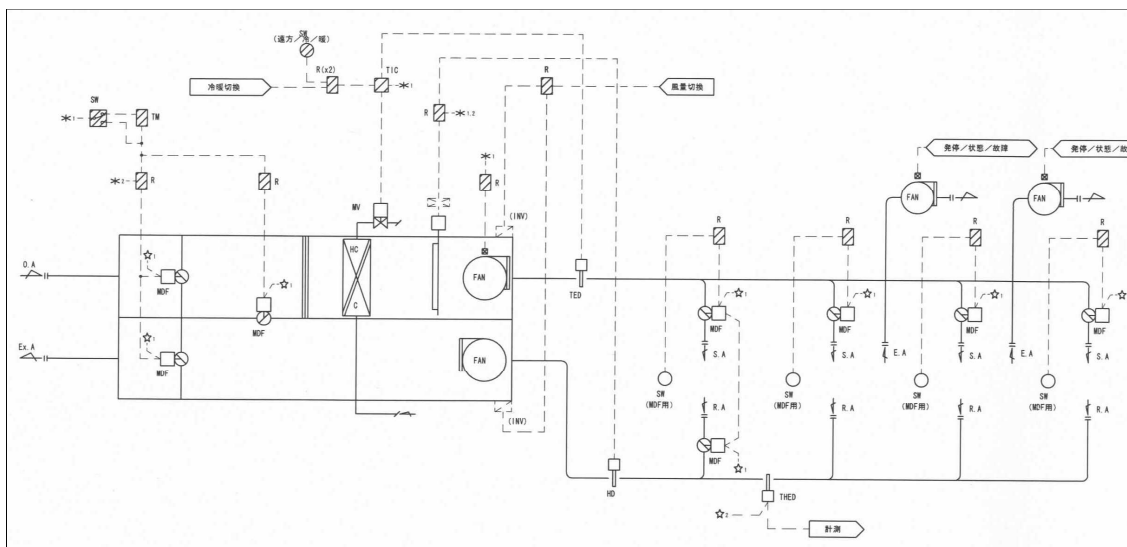


図 2-3 外調機図面

この事例の場合、給気量 15,250(m³/h)＝外気導入量、排気量 3,950(m³/h)は空調機に戻り排気されており、還気量＝排気量となる。残りの 15,250－3,950＝11,300(m³/h)は他の排気ファンにより別途排気されている。

図 2-4 の①と②に「3,950」を入力すると、自動的に③の「還気風量」の数値が「11,300」となり、④にエラーが表示される。

給気風量＝還気風量＋排気風量が前提のようである。

この場合だと、実際には還気量分を全排気しているのだが、LCEMツールの計算上は還気量分がコイルに戻る設定になり、空調負荷が実際と比べ、少なく計算されているのではないかという懸念が生じた。

<table border="1"> <tr><td>送風ファン消費電力</td><td></td></tr> <tr><td>定格風量比(送風/給風)</td><td>0.26</td></tr> <tr><td>送風風量 [m3/h]</td><td>11300</td></tr> <tr><td>必要な静圧 [Pa]</td><td>200</td></tr> <tr><td>必要な周波数 [Hz]</td><td>42</td></tr> <tr><td>実際の周波数 [Hz]</td><td>42</td></tr> <tr><td>実際の静圧 [Pa]</td><td>200</td></tr> <tr><td>ファン電力消費量 [kW] Pe</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>ファン入口温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>送風温度 [°C]</td><td>21.0</td></tr> <tr><td>ファン出口エンタルピー [kJ/kg]</td><td>35.8</td></tr> <tr><td>エラーコード(風量・静圧・周波数)</td><td>200</td></tr> <tr><td>エラー判定</td><td>error</td></tr> </table>	送風ファン消費電力		定格風量比(送風/給風)	0.26	送風風量 [m3/h]	11300	必要な静圧 [Pa]	200	必要な周波数 [Hz]	42	実際の周波数 [Hz]	42	実際の静圧 [Pa]	200	ファン電力消費量 [kW] Pe	3.7	ファン入口温度 [°C]	20.0	送風温度 [°C]	21.0	ファン出口エンタルピー [kJ/kg]	35.8	エラーコード(風量・静圧・周波数)	200	エラー判定	error	<table border="1"> <tr><td>送風温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>基準温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>風量制御方式(1:実風量/2:定風量)</td><td>2</td></tr> <tr><td colspan="2">ダクト系室1演算</td></tr> <tr><td>基準温度飽和氷蒸気圧[atm]</td><td>0.0231</td></tr> <tr><td>基準絶対湿度 [kg/kg]</td><td>0.0058</td></tr> <tr><td>制御対象室吐出温度判定</td><td></td></tr> </table>	送風温度 [°C]	20.0	基準温度 [°C]	20.0	風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	2	ダクト系室1演算		基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0231	基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0058	制御対象室吐出温度判定		<table border="1"> <tr><td>送風風量(m3/h)</td><td>11300</td></tr> <tr><td>基準温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>基準湿度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>風量制御方式(1:実風量/2:定風量)</td><td>2</td></tr> <tr><td colspan="2">定風量ユニット制御</td></tr> <tr><td>風量設定(m3/h)</td><td>15260</td></tr> <tr><td colspan="2">定風量ユニット演算</td></tr> <tr><td>要求給気温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>エラーコード(備用設定、給気風量、吐出温度)</td><td>0</td></tr> <tr><td>エラー判定</td><td>good</td></tr> </table>	送風風量(m3/h)	11300	基準温度 [°C]	20.0	基準湿度 [°C]	20.0	風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	2	定風量ユニット制御		風量設定(m3/h)	15260	定風量ユニット演算		要求給気温度 [°C]	20.0	エラーコード(備用設定、給気風量、吐出温度)	0	エラー判定	good	<table border="1"> <tr><td>送風風量(m3/h)</td><td>11300</td></tr> <tr><td>基準温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>基準湿度 [°C]</td><td>40.0</td></tr> <tr><td colspan="2">室演算</td></tr> <tr><td>送風要求 0送風 1冷房 2暖房</td><td>0</td></tr> <tr><td>未処理顕熱負荷(kW)</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>未処理潜熱負荷(kW)</td><td>0.000</td></tr> <tr><td>室内絶対湿度 [%]</td><td>40</td></tr> <tr><td>基準温度飽和氷蒸気圧[atm]</td><td>0.0231</td></tr> <tr><td>基準絶対湿度 [kg/kg]</td><td>0.0058</td></tr> <tr><td colspan="2">室簡性</td></tr> <tr><td>排気量(m3/h)</td><td>3950</td></tr> </table>	送風風量(m3/h)	11300	基準温度 [°C]	20.0	基準湿度 [°C]	40.0	室演算		送風要求 0送風 1冷房 2暖房	0	未処理顕熱負荷(kW)	0.000	未処理潜熱負荷(kW)	0.000	室内絶対湿度 [%]	40	基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0231	基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0058	室簡性		排気量(m3/h)	3950					
送風ファン消費電力																																																																																												
定格風量比(送風/給風)	0.26																																																																																											
送風風量 [m3/h]	11300																																																																																											
必要な静圧 [Pa]	200																																																																																											
必要な周波数 [Hz]	42																																																																																											
実際の周波数 [Hz]	42																																																																																											
実際の静圧 [Pa]	200																																																																																											
ファン電力消費量 [kW] Pe	3.7																																																																																											
ファン入口温度 [°C]	20.0																																																																																											
送風温度 [°C]	21.0																																																																																											
ファン出口エンタルピー [kJ/kg]	35.8																																																																																											
エラーコード(風量・静圧・周波数)	200																																																																																											
エラー判定	error																																																																																											
送風温度 [°C]	20.0																																																																																											
基準温度 [°C]	20.0																																																																																											
風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	2																																																																																											
ダクト系室1演算																																																																																												
基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0231																																																																																											
基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0058																																																																																											
制御対象室吐出温度判定																																																																																												
送風風量(m3/h)	11300																																																																																											
基準温度 [°C]	20.0																																																																																											
基準湿度 [°C]	20.0																																																																																											
風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	2																																																																																											
定風量ユニット制御																																																																																												
風量設定(m3/h)	15260																																																																																											
定風量ユニット演算																																																																																												
要求給気温度 [°C]	20.0																																																																																											
エラーコード(備用設定、給気風量、吐出温度)	0																																																																																											
エラー判定	good																																																																																											
送風風量(m3/h)	11300																																																																																											
基準温度 [°C]	20.0																																																																																											
基準湿度 [°C]	40.0																																																																																											
室演算																																																																																												
送風要求 0送風 1冷房 2暖房	0																																																																																											
未処理顕熱負荷(kW)	0.000																																																																																											
未処理潜熱負荷(kW)	0.000																																																																																											
室内絶対湿度 [%]	40																																																																																											
基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0231																																																																																											
基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0058																																																																																											
室簡性																																																																																												
排気量(m3/h)	3950																																																																																											
<table border="1"> <tr><td colspan="2">給気ファン簡性</td></tr> <tr><td>設計風量 [m3/h]</td><td>15260</td></tr> <tr><td>設計静圧 [Pa]</td><td>400</td></tr> <tr><td>ファン温度上昇Tup [°C]</td><td>1</td></tr> <tr><td>ダクト特性 指数 n</td><td>2</td></tr> <tr><td>P=aQⁿ+b 係数 a</td><td>30.38</td></tr> <tr><td>(Pa) 係数 b</td><td>0</td></tr> <tr><td>ファン効率</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>定格周波数 [Hz]</td><td>60</td></tr> <tr><td>上段周波数 [Hz]</td><td>60</td></tr> <tr><td>下段周波数 [Hz]</td><td>30</td></tr> <tr><td>ファンP-Q特性 係数 a</td><td>-19.3</td></tr> <tr><td>P=aQ²+bQ+c 係数 b</td><td>178.9</td></tr> <tr><td>(m3/s-Pa) 係数 c</td><td>310.5</td></tr> <tr><td>動力修正係数 aec</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>動力修正係数 bec</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>設計風量時の空調機ファン圧降(設計値) [Pa]</td><td>400</td></tr> <tr><td>設計風量時の空調機ファン圧降(使用値) [Pa]</td><td>400</td></tr> </table>	給気ファン簡性		設計風量 [m3/h]	15260	設計静圧 [Pa]	400	ファン温度上昇Tup [°C]	1	ダクト特性 指数 n	2	P=aQ ⁿ +b 係数 a	30.38	(Pa) 係数 b	0	ファン効率	0.06	定格周波数 [Hz]	60	上段周波数 [Hz]	60	下段周波数 [Hz]	30	ファンP-Q特性 係数 a	-19.3	P=aQ ² +bQ+c 係数 b	178.9	(m3/s-Pa) 係数 c	310.5	動力修正係数 aec	1.0	動力修正係数 bec	0.0	設計風量時の空調機ファン圧降(設計値) [Pa]	400	設計風量時の空調機ファン圧降(使用値) [Pa]	400	<table border="1"> <tr><td colspan="2">実風量ユニット・定風量ユニット数</td></tr> <tr><td>エラー状態</td><td>0</td></tr> <tr><td>運転状態 0停止 1:運転</td><td>0</td></tr> <tr><td>運転要求 0停止 1:冷房 2:暖房</td><td>0</td></tr> <tr><td>要求給気温度 [°C]</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>給気風量 (m3/h)</td><td>0</td></tr> <tr><td>給気温度 [°C]</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>給気エンタルピー [kJ/kg]</td><td>34.8</td></tr> <tr><td>給気絶対湿度 [kg/kg]</td><td>0.0058</td></tr> <tr><td>室内温度 [°C]</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>室内エンタルピー [kJ/kg]</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>室内絶対湿度 [kg/kg]</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>送風風量 (m3/h)</td><td>0</td></tr> <tr><td>基準温度 [°C]</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>基準湿度 [%]</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>風量制御方式(1:実風量/2:定風量)</td><td>0</td></tr> <tr><td colspan="2">ダクト系室2演算</td></tr> <tr><td>基準温度飽和氷蒸気圧[atm]</td><td>0.0060</td></tr> <tr><td>基準絶対湿度 [kg/kg]</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>制御対象室吐出温度判定</td><td></td></tr> </table>	実風量ユニット・定風量ユニット数		エラー状態	0	運転状態 0停止 1:運転	0	運転要求 0停止 1:冷房 2:暖房	0	要求給気温度 [°C]	0.0	給気風量 (m3/h)	0	給気温度 [°C]	20.0	給気エンタルピー [kJ/kg]	34.8	給気絶対湿度 [kg/kg]	0.0058	室内温度 [°C]	0.0	室内エンタルピー [kJ/kg]	0.0	室内絶対湿度 [kg/kg]	0.0000	送風風量 (m3/h)	0	基準温度 [°C]	0.0	基準湿度 [%]	0.0	風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	0	ダクト系室2演算		基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0060	基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0000	制御対象室吐出温度判定		<table border="1"> <tr><td colspan="2">送気ファン簡性</td></tr> <tr><td>設計風量 [m3/h]</td><td>3950</td></tr> <tr><td>設計静圧 [Pa]</td><td>400</td></tr> <tr><td>ファン温度上昇Tup [°C]</td><td>1</td></tr> <tr><td>ダクト特性 指数 n</td><td>2</td></tr> <tr><td>P=aQⁿ+b 係数 a</td><td>20.25</td></tr> <tr><td>(Pa) 係数 b</td><td>0</td></tr> </table>	送気ファン簡性		設計風量 [m3/h]	3950	設計静圧 [Pa]	400	ファン温度上昇Tup [°C]	1	ダクト特性 指数 n	2	P=aQ ⁿ +b 係数 a	20.25	(Pa) 係数 b	0
給気ファン簡性																																																																																												
設計風量 [m3/h]	15260																																																																																											
設計静圧 [Pa]	400																																																																																											
ファン温度上昇Tup [°C]	1																																																																																											
ダクト特性 指数 n	2																																																																																											
P=aQ ⁿ +b 係数 a	30.38																																																																																											
(Pa) 係数 b	0																																																																																											
ファン効率	0.06																																																																																											
定格周波数 [Hz]	60																																																																																											
上段周波数 [Hz]	60																																																																																											
下段周波数 [Hz]	30																																																																																											
ファンP-Q特性 係数 a	-19.3																																																																																											
P=aQ ² +bQ+c 係数 b	178.9																																																																																											
(m3/s-Pa) 係数 c	310.5																																																																																											
動力修正係数 aec	1.0																																																																																											
動力修正係数 bec	0.0																																																																																											
設計風量時の空調機ファン圧降(設計値) [Pa]	400																																																																																											
設計風量時の空調機ファン圧降(使用値) [Pa]	400																																																																																											
実風量ユニット・定風量ユニット数																																																																																												
エラー状態	0																																																																																											
運転状態 0停止 1:運転	0																																																																																											
運転要求 0停止 1:冷房 2:暖房	0																																																																																											
要求給気温度 [°C]	0.0																																																																																											
給気風量 (m3/h)	0																																																																																											
給気温度 [°C]	20.0																																																																																											
給気エンタルピー [kJ/kg]	34.8																																																																																											
給気絶対湿度 [kg/kg]	0.0058																																																																																											
室内温度 [°C]	0.0																																																																																											
室内エンタルピー [kJ/kg]	0.0																																																																																											
室内絶対湿度 [kg/kg]	0.0000																																																																																											
送風風量 (m3/h)	0																																																																																											
基準温度 [°C]	0.0																																																																																											
基準湿度 [%]	0.0																																																																																											
風量制御方式(1:実風量/2:定風量)	0																																																																																											
ダクト系室2演算																																																																																												
基準温度飽和氷蒸気圧[atm]	0.0060																																																																																											
基準絶対湿度 [kg/kg]	0.0000																																																																																											
制御対象室吐出温度判定																																																																																												
送気ファン簡性																																																																																												
設計風量 [m3/h]	3950																																																																																											
設計静圧 [Pa]	400																																																																																											
ファン温度上昇Tup [°C]	1																																																																																											
ダクト特性 指数 n	2																																																																																											
P=aQ ⁿ +b 係数 a	20.25																																																																																											
(Pa) 係数 b	0																																																																																											

図 2-4 空調機オブジェクト部

②二次側還水温度の問題

表 2-3 に出力シートの一部を示す。二次側冷温水温度(往温度:冷房 7°C、暖房 55°C)の還水温度が冷房時 20°C前後、暖房時 20°C以下の場合もあり、実際の設計温度差(8°C)よりかなり温度差が大きい、この場合エラーは出ていない。温度差が過大のため流量が過少になり、そのために二次ポンプ消費電力量も過少な計算結果になるのではないかと。

表 2-3 出力シート

月	日	時	熱源機No.1	冷温水入口水温 (°C)	冷温水出口水温 (°C)	冷却水入口水温 (°C)	冷却水出口水温 (°C)	二次側往水温 (°C)	二次側水量 (l/min)	二次側還水温 (°C)	二次側熱量 (kW)
名古屋	S-Me	1-	熱源機No.1	12.7	7	28.8	31.5	7.1	690.5	19.9	617.4
名古屋	S-Me	101-	熱源機No.1	11.2	7	26.9	28.6	7.1	487.2	20.4	450.7
名古屋	S-Me	201-	熱源機No.1	14.1	7	28.8	32.7	7.1	420.4	20.3	386.6
名古屋	S-Me	301-	熱源機No.1	13.1	7	27.5	30.5	7.1	362.8	20.2	331.4
名古屋	S-Me	401-	熱源機No.1	11.9	7	25.9	28.1	7.1	293.7	20.1	266.3
名古屋	S-Me	501-	熱源機No.1	10.6	7	25.1	26.5	7.1	214.5	20.2	195.7
名古屋	S-Me	601-	熱源機No.1	8.3	7	25.1	25.5	7.1	73.1	20.0	65.8
名古屋	M-Me	1-	熱源機No.1	48.2	55	25.0	25.0	55.1	184.3	25.2	385.2
名古屋	M-Me	101-	熱源機No.1	50.0	55	25.0	25.0	55.1	126.4	22.6	286.9
名古屋	M-Me	201-	熱源機No.1	50.7	55	25.0	25.0	55.1	105.2	21.3	248.1
名古屋	M-Me	301-	熱源機No.1	51.0	55	25.0	25.0	55.1	96.2	20.6	231.5
名古屋	M-Me	401-	熱源機No.1	51.3	55	25.0	25.0	55.1	84.5	19.3	211.0
名古屋	M-Me	501-	熱源機No.1	51.8	55	25.0	25.0	55.1	73.2	18.9	185.2
名古屋	M-Me	601-	熱源機No.1	52.5	55	25.0	25.0	55.1	57.0	18.4	145.9
名古屋	M-Me	701-	熱源機No.1	53.1	55	25.0	25.0	55.1	39.1	15.1	109.2
名古屋	M-Me	801-	熱源機No.1	53.5	55	25.0	25.0	55.1	33.1	16.0	90.4

(c) 省エネルギー水準とシミュレーション結果の比較

(1)熱源に関する一次エネルギー消費量

LCEM ツールの計算値は 1,744,000 [MJ/年]となり、目標値 2,510,000 [MJ/年]よりも約30%低い結果となった。実際にここまで低いエネルギー消費量を達成できるかどうか疑問を持つが、エネルギー消費量の少ない建物であることが期待される。

(2)熱負荷モードによる熱源システム(一次側)期間 COP

図 2-5 に熱源システムの期間COPを示す。平均値は冷房 1.24、暖房 0.82 となった。

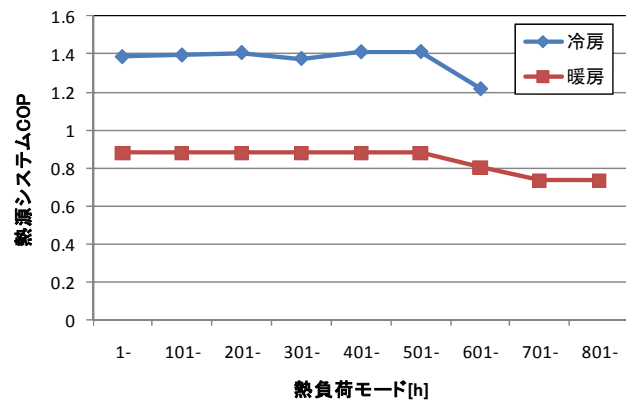


図2-5 熱源システムの期間 COP

図 2-6 に熱源機器単体の期間 COP を示す。平均値は冷房 1.37、暖房 0.84 であったが、実際の機器定格仕様は冷房 1.3、暖房 0.88 であった。これら COP 値の相違は、LCEM ツールのオブジェクトにある機器性能と実機との差が結果に出ていると思われる。

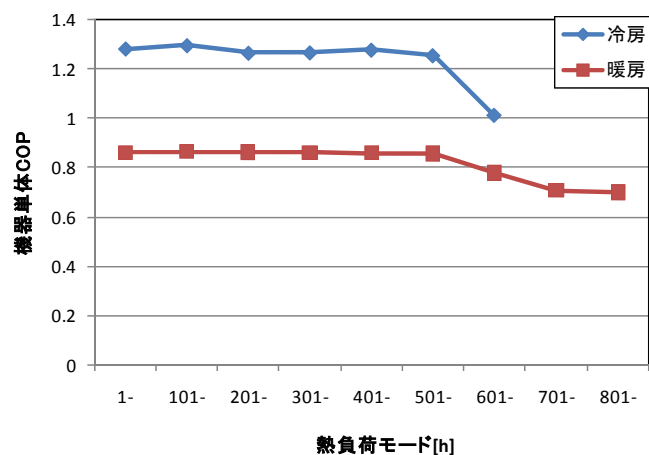


図 2 - 6 熱源機単体 COP

2.3 感想及び課題

- 外調機の場合の各風量の入力値の設定の仕方が操作説明書を見ても分からなかった。
- LCEM ツールの二次側の構築は非常に難しいと感じた。エラーが出易く、何が原因なのか分かりにくいため、どこを修正すればよいか分からない場合が多い。
- 熱負荷モードは大変使い易いが、現在提供されている3パターンに当てはまらない事例も多々あるので、パターン種類が増えるとなお一層有効に使える。
- 古い施設を多く抱えている当団体では、空調負荷計算書が無い場合が多く、その際の具体的な「室負荷」の入力値の設定方法(例えばファンコイル機器能力から推定する方法等)も示してもらえると使い易い。
- 今回、試運転調整における検証も試みたが、2次側の構築ができず、試運転時の計測データも不足していたこともあり、検証を見送った。

3. C建物

3.1 検討事項

運用管理段階における活用

夏期の冷房期間において、水冷チラーの冷水温度設定と冷却塔ファン設定温度を変更し、削減効果を検証した。2009年の夏期に実際に設定を変更し、各設定における電力消費量を計量し、LCEMツールによるシミュレーションと比較した。

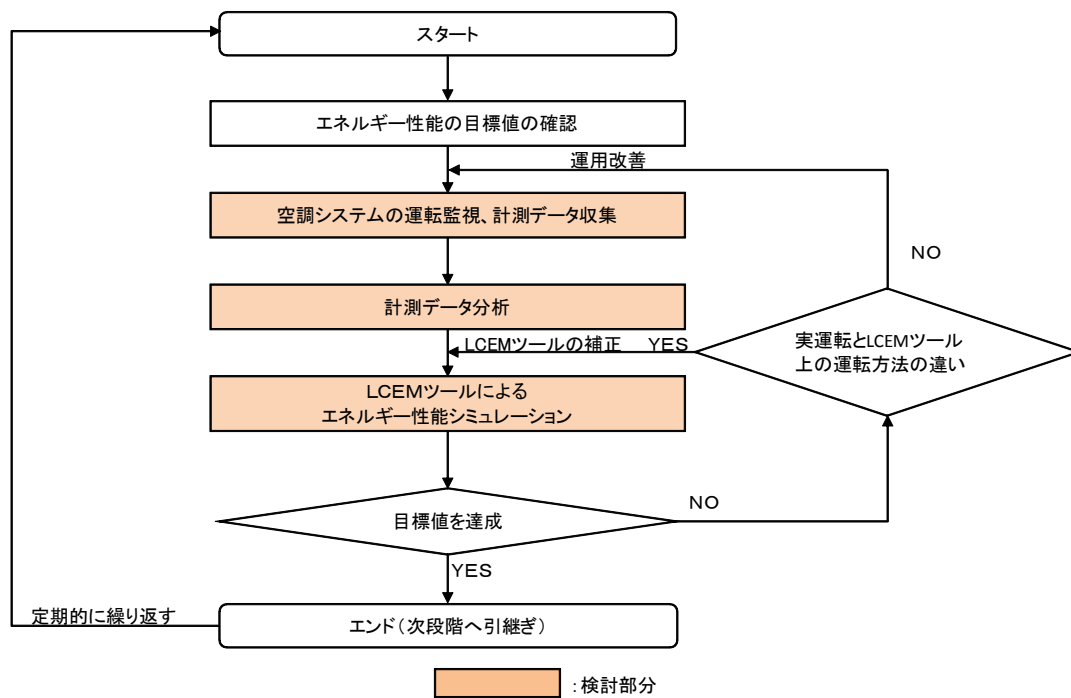


図 3-1 運用管理段階のフロー図

表 3-1 建物概要

建物用途	事務所
建物構造・規模	RC造 地上11階 地下3階
竣工	昭和60年(1985年)
延床面積	29,956 m ²
設備設置時期	昭和60年(1985年)
空調方式	全空気方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機(ガス)200USRT×2基 水冷ヒートポンプチラー2基

3.2 検討結果

実際の冷房運転時に、表3-2に示す①～⑨の冷水、冷却水の温度設定を行い、LCEMツールの計算結果との比較を行った。

外気条件の差による誤差の影響を減らすため、設定を毎日変更し、一つの設定条件が期間のある時期に集中しないようにした。

冷却塔は、他の水冷パッケージ空調機と共用であるが、その用途は主にサーバ室などであり負荷の変動は少なく、この検討への影響は少ないものとするが、熱源システムの期間 COP の評価は行わないこととした。

表 3-2 冷水、冷却水設定条件

条件	冷水出口温度	冷却水下限温度
①	12℃	29℃
②		28℃
③		27℃
④	13℃	29℃
⑤		28℃
⑥		27℃
⑦	14℃	29℃
⑧		28℃
⑨		27℃

3.2.1 空調システムの運転監視、計測データ収集

表3-3の項目について運転監視、計測データ収集を行った。

運転計測期間 平成21年8月18日～10月9日

表 3-3 計測項目

記号	項目	記号	項目
A	水冷チラー電力量[kWh/日]	F	外気温度[℃](気象台データによる)
B	冷水ポンプ電力量[kWh/日]	G	冷水往温度[℃]
C	冷却水ポンプ電力量[kWh/日]	H	冷水還温度[℃]
D	冷却塔電力量[kWh/日]	I	冷却水往温度[℃]
E	空調機電力量[kWh/日]	J	冷却水還温度[℃]

運転計測の結果、チラーの冷水温度については、中央監視の計測温度が明らかに異常であり、目視での記録によることとした。しかし、その半数近くもまた異常であった。水温計の故障と思われる、調査して数値を補正した。今回は補正後の値のみを使用した。

また、53日間の運用で、条件を9パターン設定したため、1つの条件での運転日は5、6日となった。その上、前述の理由から補正後の値にたよったが、記録のない日もあり、結果的に1つの条件での有効なサンプルはさらに少なく1から3日となった。

3.2.2 計測データ分析

運転計測データを設定条件別に分析した結果は以下の通りである。

表3-4 運転計測結果

単位:一次エネルギー消費量[MJ/日]

条件	A チラー	B 冷ポンプ	C 冷却ホ	D 冷却塔	E 空調	A~E 計	F 外気[°C]
①	2,920	950	3,560	760	1,120	9,310	27
②	2,860	970	3,590	860	1,300	9,580	28
③	2,860	980	3,590	1,010	1,350	9,790	30
④	2,860	970	3,570	670	1,230	9,300	31
⑤	2,710	980	3,280	720	1,240	8,930	30
⑥	2,690	970	3,260	790	1,240	8,950	30
⑦	2,790	980	3,270	560	1,380	8,980	29
⑧	2,610	980	3,290	690	1,230	8,800	27
⑨	2,410	970	3,280	1,160	1,060	8,880	26

※測定期間の各設定条件における平均値

※一次エネルギー消費原単位は、以下の値を用いた。

ガス：46[MJ/m³(N)] (高位発熱基準)

電気：9.97[MJ/kWh] (全日平均)

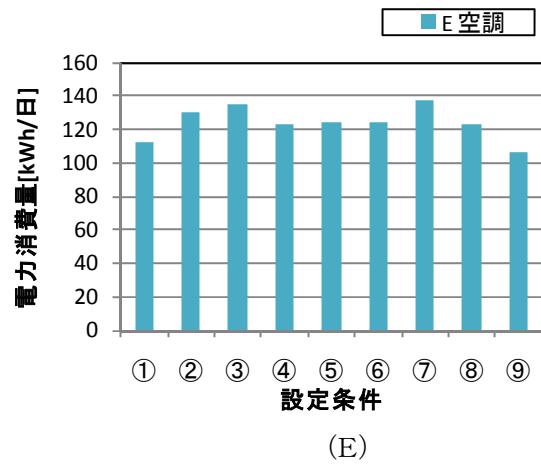
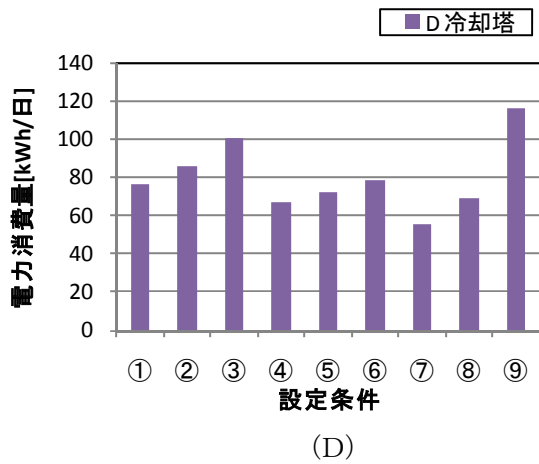
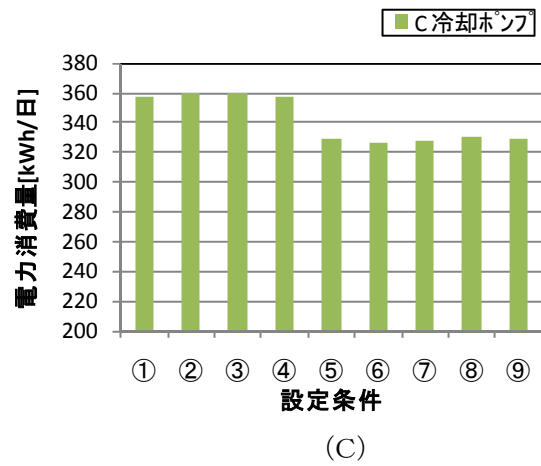
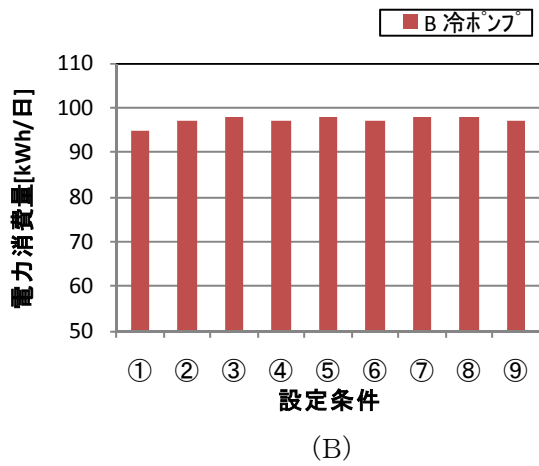
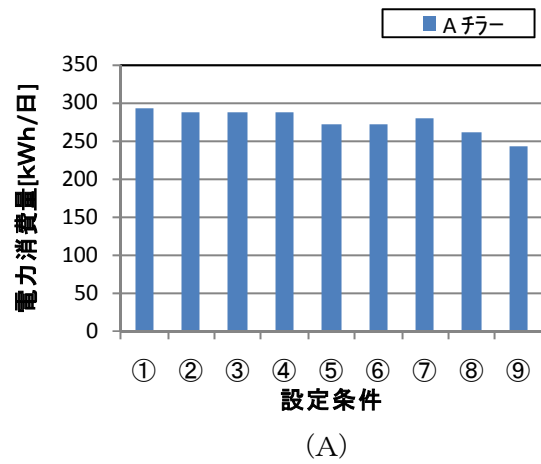
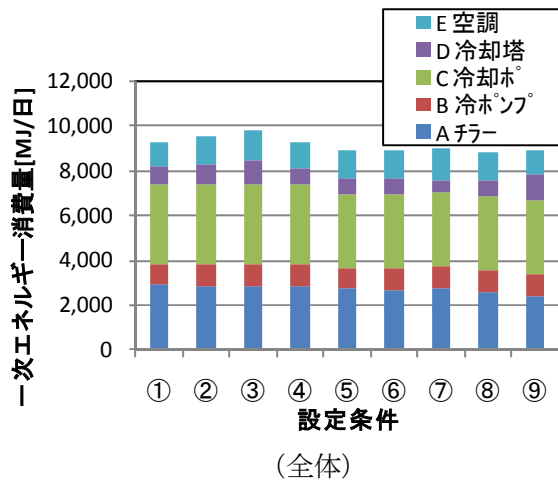


図3-2 運転計測結果

1つの条件でのサンプル数(日数)は1～3日で、外気条件も異なるため検証に十分とは言えないが、水冷チラーの消費電力は、冷水温度を上げ、冷却水温度を下げるに従って減少し、冷却塔ファンの消費電力は、冷却水下限温度設定を下げるに従い増加している。負荷が一定であるという前提では、この2点については予想どおりであるが、他の機器の電力量について因果関係は確認できなかった。

3. 2. 3 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション

LCEMツールの計算と運転実績を熱源単体とシステムCOPで比較する。チラーは2基であるが、日毎の交互運転であり、2基目の負荷(運転実績)は少ないため構築シート上では1基として計算した。

3. 2. 4 LCEMツール計算値と運転実績値の比較

以上の分析・計算結果を用いて、LCEMツール計算値と運転実績値の比較を行った。なお、条件設定の違いは以下の通りである。

A:LCEMツール計算値(水温は条件設定値、外気は設計外気条件)

B:運転実績値(水温は実測値、電力は日電力量実績を時間平均、冷却量は水温実測値から計算)

表3-5 チラー消費電力[kW]

条件	A LCEMツール	B 実績
①	22.8	29.3
②	22.2	28.7
③	21.6	28.7
④	22.4	28.7
⑤	21.8	27.2
⑥	21.2	27.0
⑦	21.9	28.0
⑧	21.4	26.2
⑨	20.8	24.2

表3-6 冷却量[kW]

条件	A LCEMツール	B 実績
①	131.9	105.6
②	131.9	112.2
③	131.9	115.5
④	131.9	92.7
⑤	131.9	108.9
⑥	131.9	112.2
⑦	131.9	108.9
⑧	131.9	79.2
⑨	131.9	109.9

表3-7 熱源単体 COP

条件	A LCEMツール	B 実績
①	2.1	1.3
②	2.1	1.4
③	2.2	1.5
④	2.1	1.2
⑤	2.2	1.4
⑥	2.2	1.5
⑦	2.2	1.4
⑧	2.2	1.1
⑨	2.3	1.6

※一次エネルギー換算値

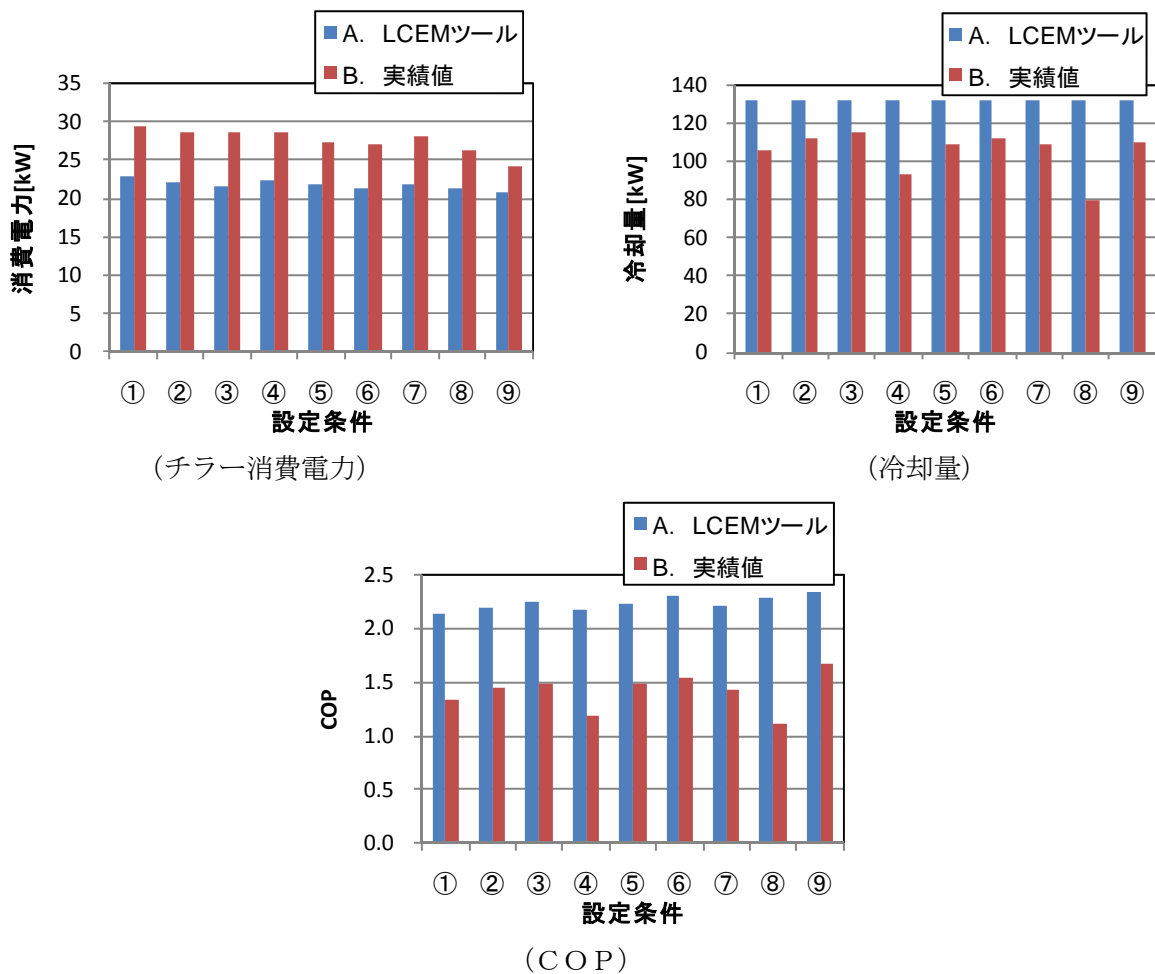


図3-3 LCEMツール計算値と運転実績値の比較結果

以上の結果から、冷水温度を上げ、冷却水温度を下げるに従い COP が向上するという予測どおりの結論がでた。LCEM ツールの計算値と実測値が異なるのは、システム構築シートでの各種設定が実態と整合していないためと考えるが、傾向は相関した。条件⑧で実績データの COP が低いのは、サンプルが少ないためと考える。

3.3 感想及び課題

- 運用管理段階で冷温水の温度を変更した場合など、運転管理での省エネルギー効果を事前に検証ができるため、施設運営に影響なく様々な条件設定をして最も効果的な運用方法を探ることができる。
- 空調運転においては、省コスト、省エネのために、室温設定値の変更や、運転時間の短縮といったことは既に行われている。しかし、機器の設定などは竣工時の設定のまま運用されていることが多く、既存建物において空調設備の省エネの余地はまだあると思われ、そのための手段として LCEM ツールは有効と考える。

4. D建物

4.1 検討事項

運用管理段階における活用

熱源システムについて、LCEM ツールを活用して実際の運用状況のエネルギー評価を行った。2008 年に更新した熱源機器、空調機、ポンプ類、中央監視装置等の効果についても検証した。

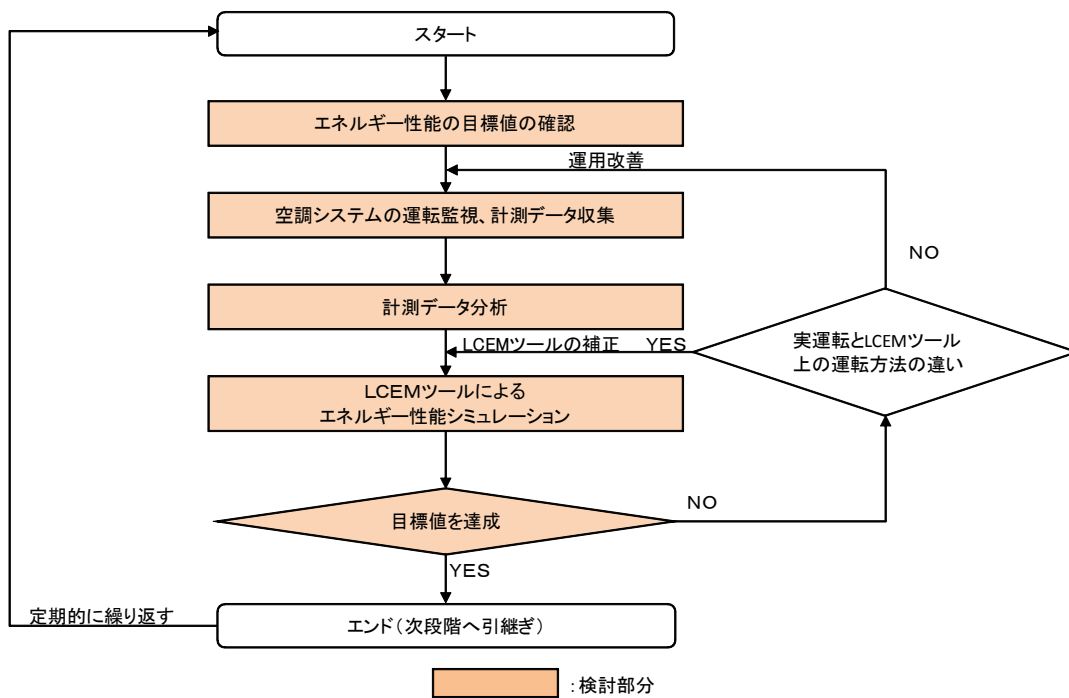


図4-1 運用管理段階のフロー図

表4-1 建物概要

建物用途	事務所
建物構造・規模	SRC造 地上13階 地下3階
竣工	昭和41年(1966年)
延床面積	39,689㎡
設備設置時期	平成20年(2008年)
空調方式	単一ダクト方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機 400USRT×3基、50USRT×3基、 空冷ヒートポンプ20USRT×1基

表 4 - 2 熱源設備

名称	仕様	相一電圧 [φ-V]	動力 [kW]	台数
直焚き吸収冷温水機 (ガス)	冷却能力:1,406kW 加熱能力:1,000kW	3-440	15	3
RH - 1 RH - 2 RH - 3	冷水量:2,520ℓ/min 冷水温度:7-15°C			
	温水量:2,520ℓ/min 温水温度:50-44.3°C			
	冷却水量:6,670ℓ/min 冷却水温度:32-37.5°C ガス消費量 (冷:100Nm ³ /h,暖:93.1Nm ³ /h)			
空冷ヒーポンチラー	冷却能力:75kW 加熱能力:72kW	3-440	23.7	1
RR - 1 24 時間系統用	冷水量:180ℓ/min 冷水温度:7-13°C 温水量:180ℓ/min 温水温度:50-44.3°C			

4.2 検討結果

4.2.1 エネルギー性能の目標値の確認

空調システムの一次エネルギー消費量の目標値は、省エネルギーセンター資料にある「庁舎」の空調システムの一次エネルギー消費原単位 $1,270 \times 42\% = 533$ [MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{年}$)] の 10% 減である 480 [MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{年}$)] とする。なお、後述するが、改修前の空調システム一次エネルギー消費原単位を 586 [MJ/($\text{m}^2 \cdot \text{年}$)] と推定していることから、本目標値は妥当であると考えた。

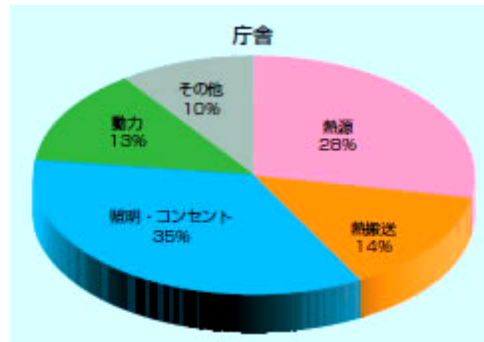


図 4-2 用途別エネルギー消費比率
「省エネルギーセンター」資料より

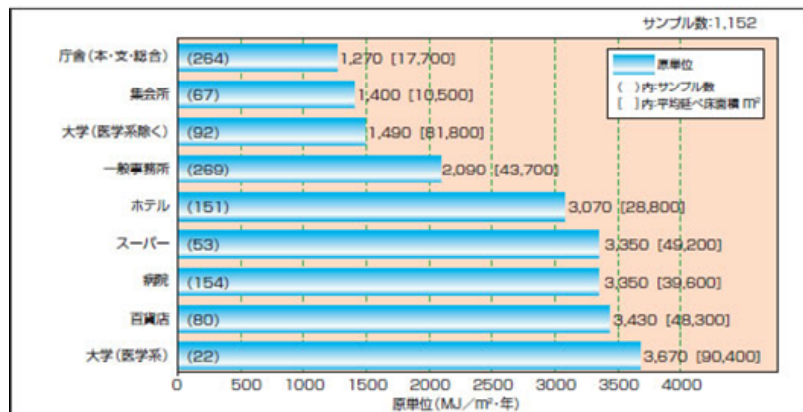


図 4-3 建物用途別エネルギー原単位
「省エネルギーセンター」資料より

4. 2. 2 空調システムの運転監視、計測データ収集

2008年に耐震改修工事の際に、熱源機器、空調機、ポンプ類、中央監視装置、エレベーター等の設備更新を行った。自動制御設備の更新により中央監視装置に計測データを収集、蓄積できるようになりエネルギー管理、検証が容易となった。

4. 2. 3 計測データの分析

改修工事前(2002～2004年平均)の建物全体の一次エネルギー消費原単位は、 $1,396[\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ であった。空調システムの一次エネルギー消費原単位は、図4-2を用いて、 $1,396 \times 42\% = 586[\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ と推定した。

改修後の1年間(2008年11月～2009年10月)の建物一次エネルギー消費量実績値は $42,263,740[\text{MJ}/\text{年}]$ 、原単位は $1,065[\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})]$ であった。

4.2.4 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション

(1) 実測データを使った試算

熱源機器(ガス吸収式冷温水機)3基のそれぞれの1時間ごとの積算熱量、流量、外気温湿度、ガス消費量の計測データを使って2009年1月、8月、9月の3か月について、熱源ガス消費量のLCEMツール計算値と実績値を比較すると、次のような結果となった(図4-4)。全平均ではLCEMツール計算値が実績値の81%となっている。部分負荷が多い9月の方が、8月より実績値との差が大きい。

実測データを使ったLCEMツール計算値と実績値の差ができるのは、

- ① LCEMツールオブジェクトにある機器特性と、実機の機器特性との不一致
- ② 計測データの外気温湿度は瞬時の値であり、冷温水発生機出入口温度は1時間の平均値として計算されているので、実際の運転条件とは異なるため。
- ③ 計測器の誤差。

等の原因が考えられる。

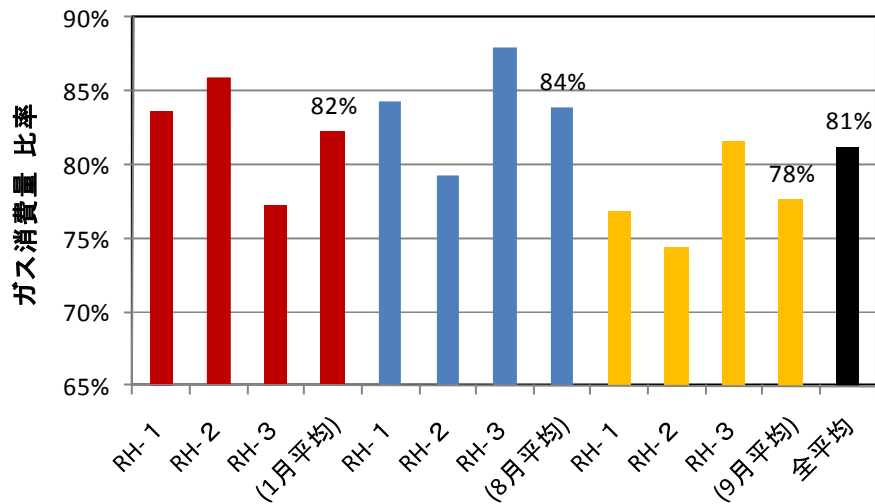


図4-4 ガス消費量比率 (LCEM ツール計算値/実績値)

実測データを使って、LCEM ツールで計算した各1ヶ月間の熱源機(RH-01)の各COPを表4-3に示す。実際の機器定格仕様COP(JIS基準)は、冷房1.10、暖房0.84である。

表4-3 期間COP

期間	熱源システム(一次側)期間COP	熱源単体期間COP
冷房(2009年8月)	1.13	1.27
暖房(2009年1月)	0.81	0.84

(2) 熱負荷モードを使用した試算

LCEMツール熱負荷モード(夏 S-Me、冬 M-Me)を使用して熱源側のみの場合と、二次側を含めた場合の期間エネルギー試算を行った。

図4-5、4-6にRH-01の熱源システム(一次側)期間 COP および熱源機単体期間 COP を示す。

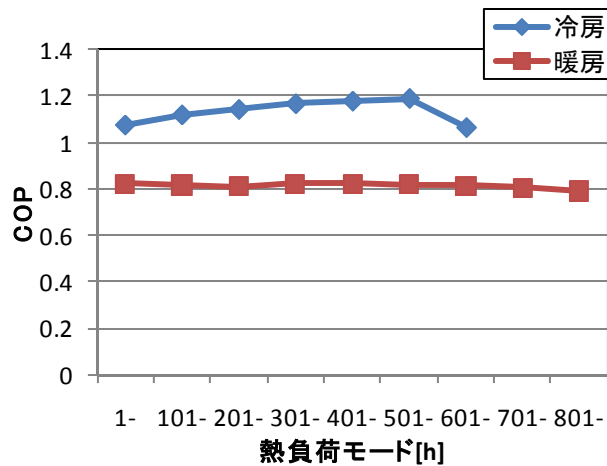


図4-5 熱源システムCOP

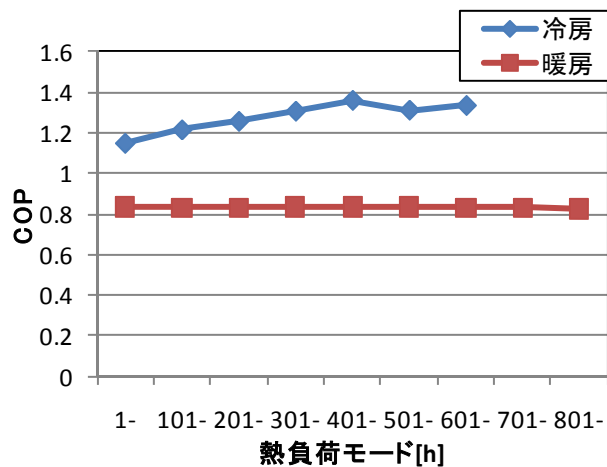


図4-6 熱源機単体COP

熱源システム(一次側)期間 COP(図4-5)の平均値は冷房 1.14、暖房 0.81 となり、熱源機器単体の期間 COP(図4-6)の平均値は冷房 1.27、暖房 0.83 となった。

(1)で行った実測データを使用して計算した COP と、熱負荷モードで計算した COP とで異なるのは、境界条件(外気条件、空調負荷等)の違いがあるからと考えられる。

また、冷房期に負荷が大きい区間の方が、COPが低くなっている原因は、負荷が大きい時は2台運転で、負荷が小さくなると1台運転となっており、2台運転時には2台均等運転となっており、1台あたりの負荷率が小さくなるために COP が低くなっているのではないか。また負荷が小さい区間ほど外気温度が低いので、冷却水温度もより低くなり、熱源機の COP が上がる傾向となっているとも考えられる。

図 4-7 に熱源システムのエネルギー消費量の集計を示す。実績値と計算値に誤差があり、実績値に対する比率は、電力量は 156%、ガス量は 169%となった(図 4-8)。また年間一次エネルギー消費量に対し、建物全体のエネルギー消費量における熱源システムのエネルギー消費量の占める割合は、実績値で 11%、計算値で 18%であり(図 4-7)、図 4-2 の省エネルギーセンター資料の 28%とは大きく異なった。

区分	冷却塔ファン消費電力 kWh			冷却水ポンプ消費電力 kWh			吸気式冷凍温水機消費電力 kWh			冷温水ポンプ消費電力 kWh			冷温水二次ポンプ消費電力 kWh			冷温水三次ポンプ消費電力 kWh			電力重量合計 kWh	吸気式1ガス消費量 m3	吸気式2ガス消費量 m3	吸気式3ガス消費量 m3	ガス重量合計 m3	熱源一次エネルギー計算値 MJ	全12%4-実績値 MJ	熱源1+4-4-比率
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3								
LCEM計算値	11,550	8,250	0	31,025	22,160	0	11,843	6,374	0	23,293	11,646	0	126,141	89,902	48,412	0	138,314	7,600,490	43,038,512	18%						
実績値	3,843	3,905	4,072	15,459	15,333	15,499	2,536	2,534	2,849	5,720	5,694	3,27	80,719	26,344	25,920	29,804	82,068	4,567,049	43,038,512	11%						
比率(LCEM/実績)	301%	211%	0%	201%	145%	0%	467%	252%	0%	407%	205%	0	156%	341%	187%	0%	162%	166%								

図 4-7 熱源期間エネルギー比率

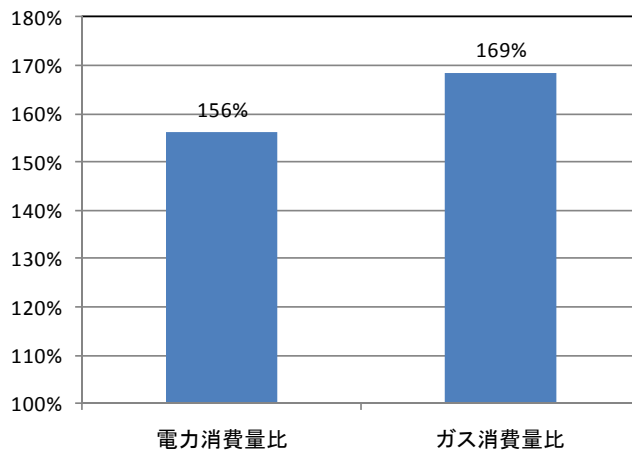


図 4-8 熱源期間エネルギー比率

(2)LCEM ツールの熱負荷モード(名古屋 夏 S-Me、冬 M-Me)を使用した二次側を含めた期間エネルギー試算では、図 4-9 に示す通り、熱源機が 3 基あるうちの 1 基のみが運転しており、あとの 2 基は停止状態で、他の機器も含め実績値に対する計算値は、熱源系統、エアハン系統の各電力量がそれぞれ 279%、342%とかなり相違があった。

熱負荷モード	ガス量 m3			電力量 kWh																		電力量合計 kWh		
	吸気式1	吸気式2	吸気式3	RH-1系統			RH-2系統			RH-3系統			2次ポンプ系統			エアハン系統								
区間	ガス量 m3	ガス量 m3	ガス量 m3	吸気式1消費電力 kWh	冷温水ポンプ1消費電力 kWh	冷却塔1消費電力 kWh	冷却水ポンプ1消費電力 kWh	吸気式2消費電力 kWh	冷温水ポンプ2消費電力 kWh	冷却塔2消費電力 kWh	冷却水ポンプ2消費電力 kWh	吸気式3消費電力 kWh	冷温水ポンプ3消費電力 kWh	冷却塔3消費電力 kWh	冷却水ポンプ3消費電力 kWh	冷温水二次ポンプ1消費電力 kWh	冷温水二次ポンプ2消費電力 kWh	冷温水二次ポンプ3消費電力 kWh	AHU-B01消費電力 kWh	AHU-B02消費電力 kWh	AHU-B03消費電力 kWh	AHU-O1消費電力 kWh	AHU-O2消費電力 kWh	
1-	6,485	0	0	883	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	318	255	253	16,421	9,880	
101-	5,472	0	0	841	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
201-	5,000	0	0	826	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
301-	4,439	0	0	811	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
401-	3,814	0	0	798	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
501-	3,182	0	0	789	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
601-	2,479	0	0	784	1,456	1,650	4,432	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
中計	30,871	0	0	5,732	10,191	11,549	31,025	0	0	0	0	0	0	0	0	10,889	0	0	1,985	1,784	1,772	114,947	69,159	
1-	5,869	0	0	618	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
101-	4,929	0	0	595	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
201-	4,540	0	0	589	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
301-	4,373	0	0	587	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
401-	4,167	0	0	585	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
501-	3,871	0	0	582	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
601-	3,408	0	0	579	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
701-	3,095	0	0	578	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
801-	2,766	0	0	578	1,456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,556	0	0	278	255	253	16,421	9,880	
中計	37,020	0	0	5,292	13,102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,000	0	0	2,500	2,293	2,279	147,789	88,918	
計	67,891	0	0	11,024	23,293	11,549	31,025	0	0	0	0	0	0	0	0	24,889	0	0	4,485	4,077	4,051	262,736	158,077	
合計																								
実績値に対する比	83%			279%				0											117%			342%		206%

図 4-9 期間エネルギー量

また、実際にはピーク負荷時は 3 基同時運転をしており、また各熱源機の運転時間を平均化するためにローテーション運転を実施しているが、LCEM ツールではそれらの設定が反映されていないために実際と違う運転結果となった。

4. 2. 4 目標達成の確認

改修後の 1 年間(2008 年 11 月～2009 年 10 月)の建物一次エネルギー消費量実績値は 42,263,740[MJ]、原単位は 1,065[MJ/(m²・年)]であった。空調システムの一次エネルギー消費原単位は、図4-2を用いて、 $1,065 \times 42\% = 447$ [MJ/(m²・年)]と推定できる。したがって、目標値 533[MJ/(m²・年)]を達成したと言える。また、改修前 586[MJ/(m²・年)]に比較して 24%の削減となった。

4. 3 感想及び課題

- ・熱源側のみの熱負荷モードでの計算では、熱源機 3 基中 2 基または 1 基運転となり、結果として計算値と実績値との乖離が見られた。
- ・実態のシステムでは熱源機が 3 基中 2 基動いている場合でも、LCEMツールの計算では、熱源機 3 基中 1 基しか運転していない設定になってしまい、そのため補機を含め、いずれも実際の運転状況とは異なる計算結果となった。熱負荷モードでは、ピーク負荷は扱わないので、全数運転の時間が少なくなる傾向にあると思われるが、運転台数が実際と違うとエネルギー消費量にも影響がでると思われるので、実態に合わせた負荷に応じた運転台数の設定ができるようになると良い。
- ・熱源システムの実測データを用いたLCEMツールの計算は、ほぼ実績値に近い結果となった。
- ・直焚き吸収式冷温水機(ガス)の COP は、LCEM ツールでは高位発熱量で算出しているが、JIS 基準では低位発熱量を使用している。

5. E 建物

5.1 検討事項

運用管理段階における活用

熱源システムについて、LCEM ツールを活用して実際の運用状況のエネルギー評価と改善策の検討を行った。

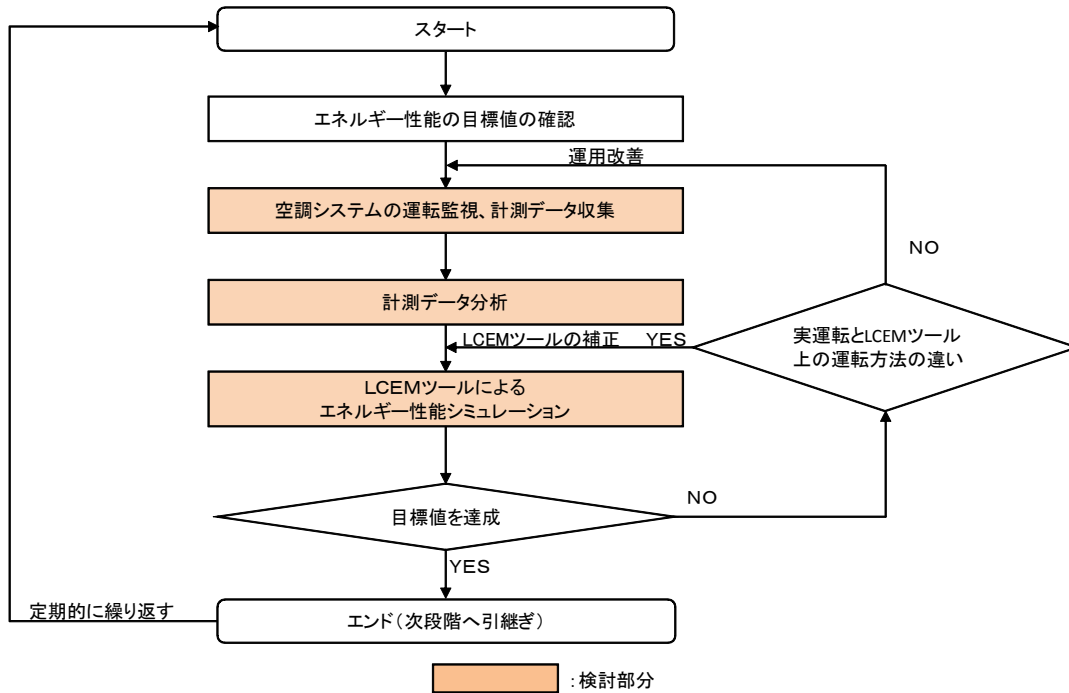


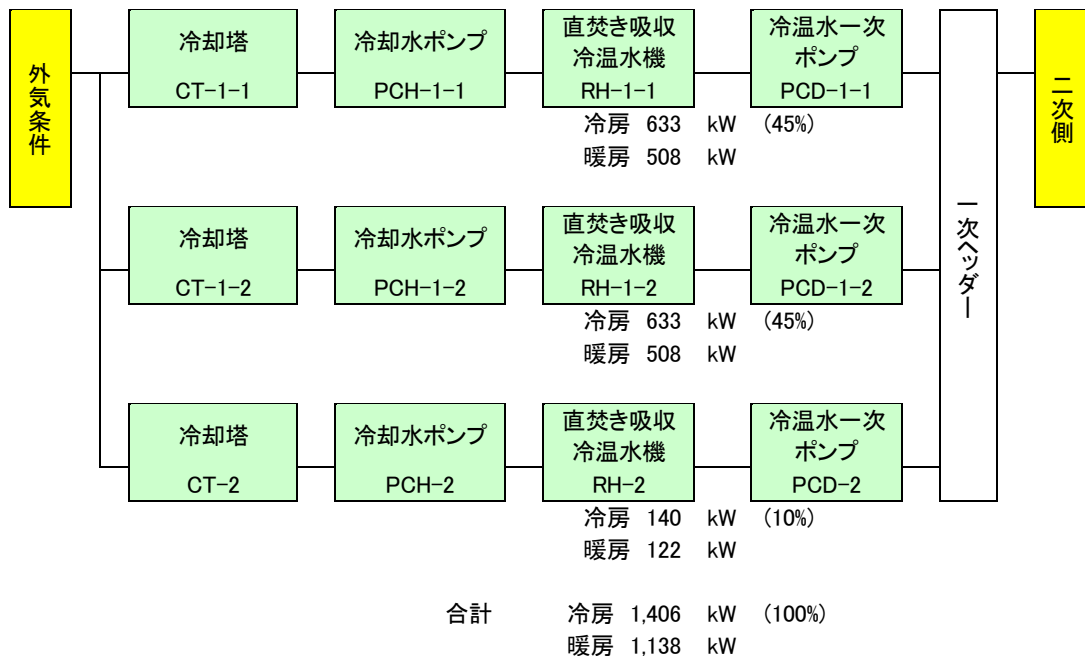
図5-1 運用管理段階のフロー図

表5-1 建物概要

建物用途	事務所
建物構造・規模	R C造 地上8階 地下1階
竣工	平成4年(1992年)
延床面積	14,288㎡
設備設置時期	平成4年(1992年)
空調方式	全空気方式+水方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機(ガス) 180USRT×2基、40USRT×1基

表5-2 空調システムの構成（熱源）

名称	仕様	相-電圧 [φ-V]	動力 [kW]	台数
直焚き吸収式冷温水機 (ガス) RH-1-1,1-2	冷却能力:633kW 加熱能力:508kW 冷水量:1,800ℓ/min 冷水温度:7-12°C 温水量:1,800ℓ/min 温水温度:60-55°C 冷却水量:3,120ℓ/min 冷却水温度:32-37.5°C ガス消費量(冷:120Nm ³ /h,暖:115Nm ³ /h)	3-200	7.8	2
直焚き吸収式冷温水機 (ガス) RH-2	冷却能力:140kW 加熱能力:122kW 冷水量:400ℓ/min 冷水温度:7-12°C 温水量:400ℓ/min 温水温度:60-55°C 冷却水量:680ℓ/min 冷却水温度:32-37.5°C ガス消費量(冷:30Nm ³ /h,暖:40Nm ³ /h)	3-200	1.29	1
冷温水ポンプ PCD-1-1,1-2	水量:1,800ℓ/min 揚程 15m 定速	3-200	7.5	2
冷却水ポンプ PCH-1-1,1-2	水量:3,120ℓ/min 揚程 31m 定速	3-200	30.0	2
冷却塔 CT-1-1,1-2	冷却能力:3120ℓ/min 32-37.5°C	3-200	7.5	2
冷温水ポンプ PCD-2	水量:400ℓ/min 揚程 15m 定速	3-200	2.2	1
冷却水ポンプ PCH-2	水量:740ℓ/min 揚程 31m 定速	3-200	11.0	1
冷却塔 CT-2	冷却能力:68ℓ/min 32-37.5°C	3-200	2.2	1



5.2 検討結果

5.2.1 空調システムの運転監視、計測データ収集

施設管理者に対して、協力を依頼し、計測データの収集を行った。

5.2.2 計測データ分析

計測データは全て紙媒体であり、データ編集に時間を要した。

5.2.3 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション

(1) LCEM 計算の外気条件及び負荷条件

- ・熱負荷モード 冷房熱負荷モード(大阪)M-Me
- ・冷暖房期間 各4ヶ月、一日運転時間 10時間。
- ・制御 冷却水、冷温水 定格流量100%の定速運転
- ・一次エネルギー換算係数 電力:9.97[MJ/kWh]、ガス:18.84[MJ/m³](ガス種5C)

5.2.4 LCEMツール計算値と運転実績値の比較

過去のガス消費量の計測データを用いて、通期の熱源のガス消費量の実績値とLCEMツールの計算値を比較した。

(1)通期における評価

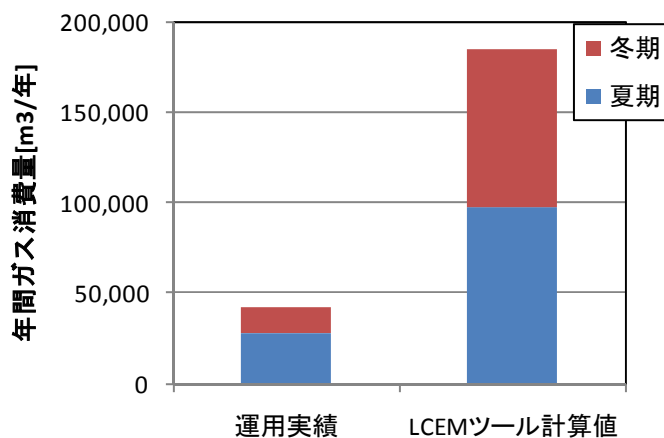


図5-2 LCEMツール計算値と運転実績値

表5-3 LCEMツール計算値と運転実績値

	ガス消費量[m ³ /年]		割合
	実績値	LCEMツール計算値	
夏期	27,439	97,500	28%
冬期	14,858	87,000	17%
計	42,297	184,500	23%

LCEMツールの計算値に比べて、運用実績がかなり小さいことが分かる。

LCEMツールの計算値より実績値がかなり小さい要因として、以下の点が考えられる。

- ・本建物は事務所ビルであるが、会議室部分が5～8階部分と建物の約半分を占めている。

- ・会議室の稼働率が低い。一日を通して会議室が使用されているのはまれである。
- ・会議室の人数と負荷計算上での会議室の定員を最大定員で見ている
- ・現地の夏期、冬期データからクールビズ、ウォームビズ(夏期28℃、冬期20℃)の空調運用を図っている。
- ・現地ヒアリングによるとかなりの省エネ運用をしている。

(2) 短期(一週間)における評価

(1) の結果を受けて、短期における評価の LCEM ツールの計算では負荷を熱源容量の25%とした値で計算した。

夏期及び冬期の計測データを取得(紙ベース)して、夏期及び冬期の一週間の運転を LCEM ツールにより再現を試みたが、十分な計算ができなかった。

要因として、以下の点があった。

- ・現地計器類の校正が適切に行われておらず、LCEM ツールの計算で用いた計測データの熱源の冷温水温度計の値が異常であった。

計測器の校正等を行いその値の正しさを常に保たないと、大量の計測データを収集したとしても活用できなくなる。

5. 2. 5 運用改善の検討

(1)運用改善案

熱源構成は冷房能力 633kW-2 基(以下熱源(大))、140kW-1 基(以下熱源(小))の大、大、小の構成となっている。割合構成(45%、45%、10%)

運転は熱源(大)を主体に運転し、能力が不足する場合に熱源(小)を追加運転している。

また、熱源(大)の2基は、1週間毎に交互に運転している。

前記の運用実績評価では、熱源容量に対して、負荷がかなり小さいため、熱源(大)の稼働率が低い状態で運転している状況であると考えられる。そのため、空調負荷の小さい時期に熱源(小)のみで運転をして、エネルギー消費量の削減効果について LCEM ツールを用いて検証した。

(2)LCEM ツール計算の外気条件及び負荷条件

冬期の気温の高い一日を想定。9時 13.1℃-17時 16.3℃

制御 冷却水、冷温水 定格流量100%の定速運転

冷水量 熱源(大)運転：1,800L/min、熱源(小)運転：400L/min

(3) LCEM ツールの計算結果

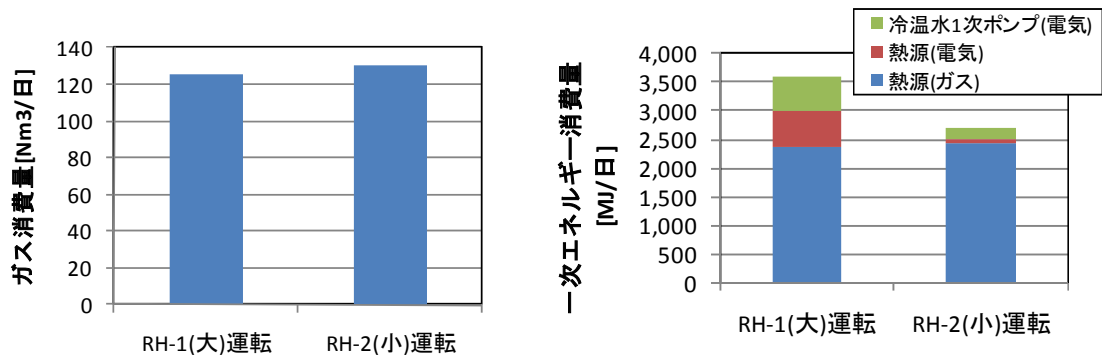


図 5-3 計算結果（暖房）

熱源(大)と比較して熱源(小)での運転では熱源の負荷率が上がり運転効率も向上したはずであるが、熱源自体の燃料消費率は熱源(大)が良いため、ガス消費量は熱源(大)運転が小さい計算結果となった。

補機を含めた一次エネルギー消費量では、冷温水ポンプ等の補機の電気消費量は熱源(小)より熱源(大)が大きいため、一次エネルギー消費量は熱源(小)が小さい結果となった。

また、夏期は冷却水ポンプ、冷却塔の運転も加わるため、さらに削減幅は向上する。

(4) 実際の運転による検証

上記運用改善について、熱源(小)のみで運転できる負荷の小さい日(冬期の暖かい日)を選んで実運転による検証を予定したが、条件に合う日がなく、検証はできなかった。

5.3 感想及び課題

- 建物の計測データは全て紙媒体であり、データ編集に時間を要した。
- LCEMツールの熱負荷モードとの比較検証には、時間毎の計測データがあることが望ましい。
- 温度などの計測データの信頼度が低かった。本建物の冷温水温度の記録は整数の場合が多かった。目視による紙媒体への記録では、記録者の目測による誤差の可能性が大きいと考えられる。また、冷温水を計測する温度計の値が3.5℃の場合もあり、実際の運転記録を用いたLCEMツールの再現計算は困難と判断した。
- 現在は BEMS 等によりあらゆる計測データの収集が可能となるが、計測器の定期的な校正等をおこなわないデータの信頼性を確保しないと、結果的に大量の収集データが無駄になることになる。

6. F建物

6.1 検討事項

改修企画段階における活用

既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。

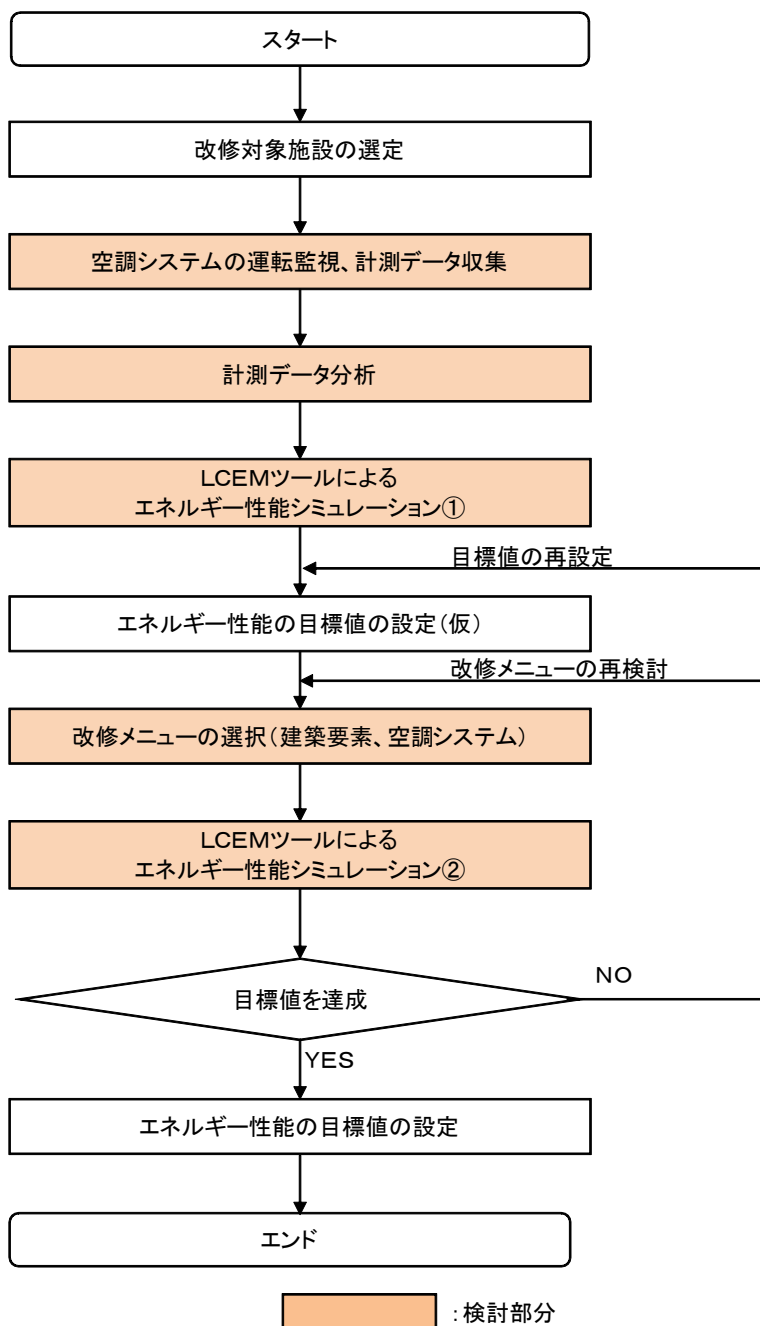


図6-1 改修企画段階のフロー図

表 6-1 建物概要

竣工	昭和44年5月（築40年）
延床面積	5,123 m ²
建物用途	事務所
建物構造・規模	RC造 地上5階 地下1階
現状設備設置時期	平成14年（熱源設備・空調機更新）
空調方式	定風量単一ダクト方式
熱源設備	直燃き吸収式冷温水機（ガス）：80USRT（40USRT+40USRT）×2台
設備稼働状況	冷房： 7月1日～9月30日 8：00～17：30（通常） 暖房： 12月1日～3月31日 8：00～17：30（通常）

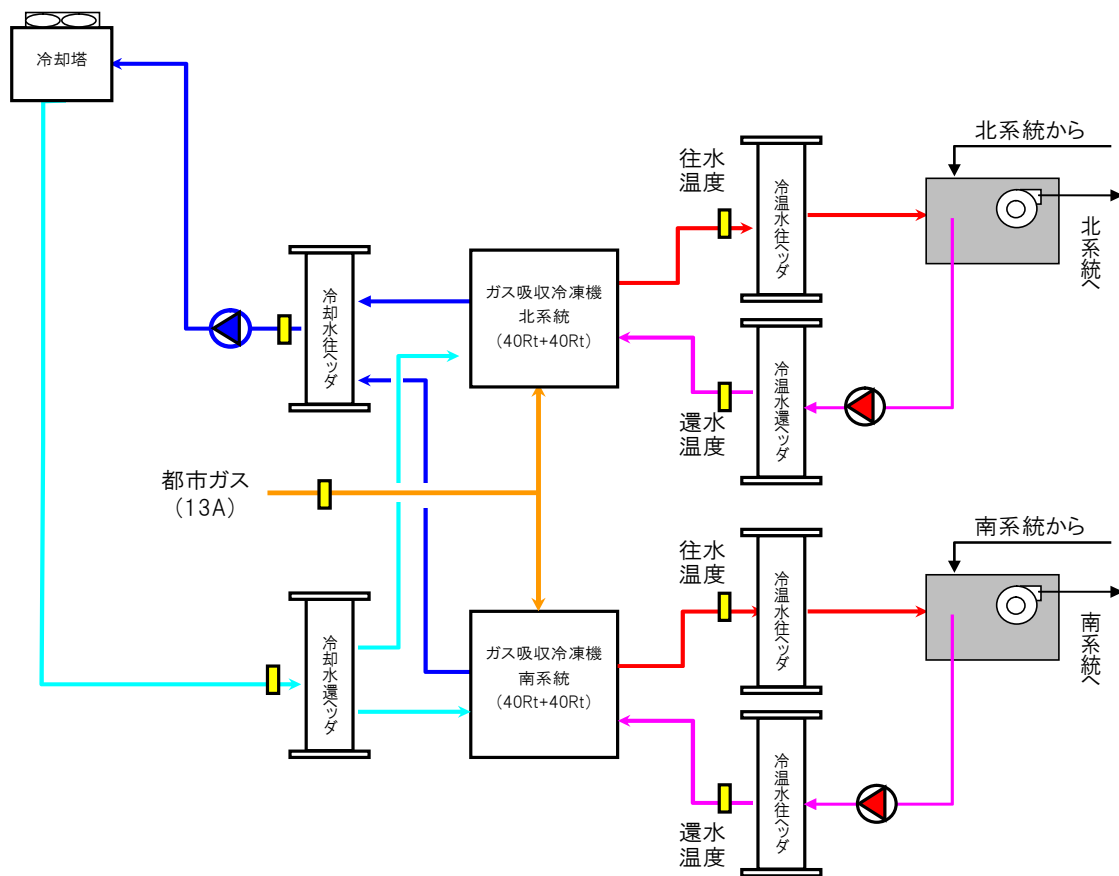


図 6-2 空調系統図

表 6 - 2 熱源設備機器仕様

名称	仕様	相一電圧 [φ-V]	動力 [kW]	台数
直焚き吸収式冷温水機 (ガス)	冷却能力: 281kW 加熱能力: 191kW	3-200	5.5	2
RH-1(北系統) RH-2(南系統)	冷水量: 730ℓ/min 冷水温度: 7-12.5°C			
	温水量: 730ℓ/min 温水温度: 60-56°C			
	冷却水量: 2,600ℓ/min 冷却水温度: 32-37°C ガス消費量 (冷: 21.6Nm ³ /h, 暖: 21.6Nm ³ /h)			

6. 2 検討結果

6. 2. 1 空調システムの運転監視、計測データ収集

当施設では、設備の運転状態及びデータについて、自動計測・保存している項目はないため、現場で設備管理者が記録している日報を利用した。利用に当たっては、手書きの日報記録から、人手による入力作業によって電子データ化した。

表 6-3 計測データ

記録期間	冷房期 2008年7/1～9/30 暖房期 2008年12/1～2009年3/31
計測項目	・冷温水行き温度、冷温水還り温度（2時間毎） ・冷却水行き温度、冷却水還り温度（2時間毎） ・都市ガス(13A)消費量（1日毎） ・空調機戻り温度（2時間毎） ・室内温度（1日毎、温度計目視）

※設備監理者が目視により日報に手書きで記入した記録データ

6. 2. 2 計測データ分析

(1) 現状調査（現地ヒアリング）

計測データを分析するに当たり、現状を把握するため、現地ヒアリングにより施設の運用状況を調査した。その結果、次の状況が把握できた。

- ①施設利用者は150人程度
- ②原則、空調8時開始、17時半停止。残業対応フロアが3フロア以上で、19時半まで残業運転。
- ③現在（冷房期）の室内設定温度は25℃程度であるが、実際の室内はフロアや場所によって温度ムラが大きく、27℃～28℃程度となっている。
- ④組織変更や、他の施設を含めた統廃合などの関係で、年によって利用者数やフロア配置が変わっている。

これらの状況から、施設全般について、全体の施設整備の流れの中で、使用密度が大きく変化している場合があることがわかった。エネルギー管理を行う場合においても、一般的なベンチマークとの比較、前年度との比較だけでは、取組みの効果を計りきれない部分があり、絶対量とシステム効率の両面から管理していくことが必要と考えられる。

(2) 現状のエネルギー性能の分析

計測データから、現状のエネルギー消費量、エネルギー性能の分析を行った。

① 冷房期間（2008年）

冷房期間中の南北系統の冷水供給温度は、南系統で7~10℃程度の供給温度で、温度差は2~3℃程度。北系統で10℃程度の供給温度で、温度差は2~4℃程度であった。ポンプが定速運転のため、温度差は負荷率に比例する仕組みであり、概ねその傾向が再現された。熱源機の負荷率は南系統、北系統、ともに最大で72%であり、平均はそれぞれ36%、34%であった。

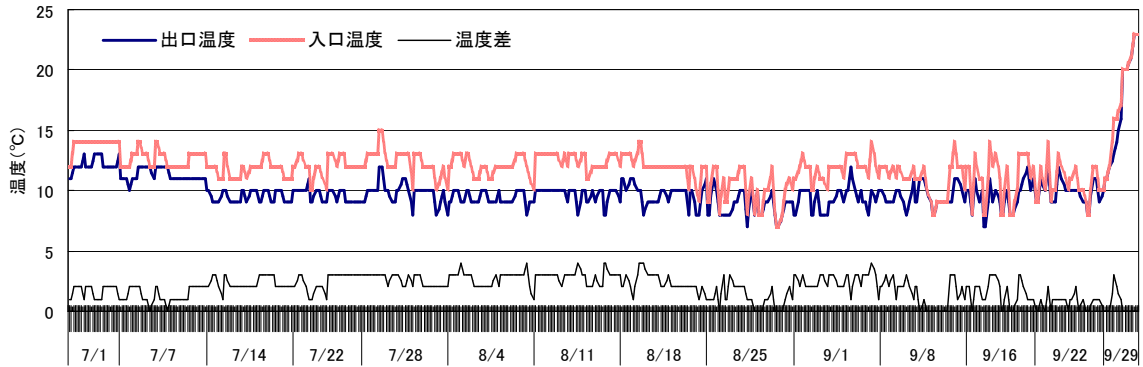


図6-3 南系統冷水供給状況（2008年7/1~9/30）

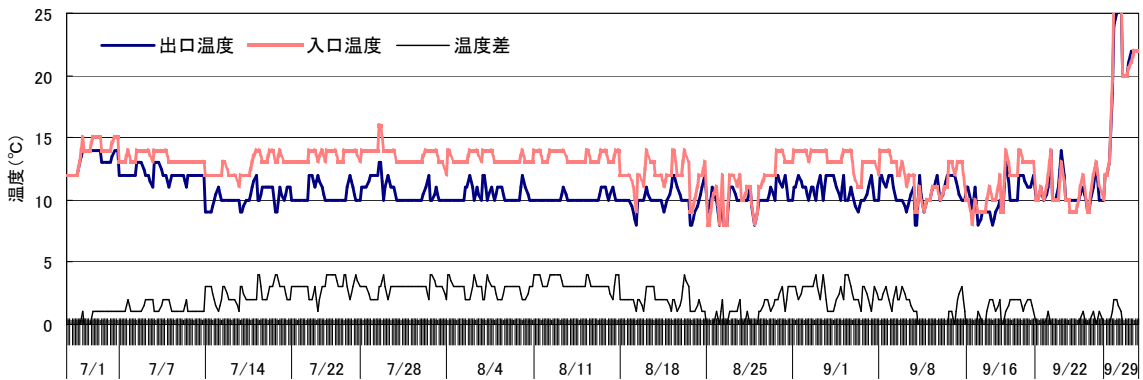


図6-4 北系統冷水供給状況（2008年7/1~9/30）

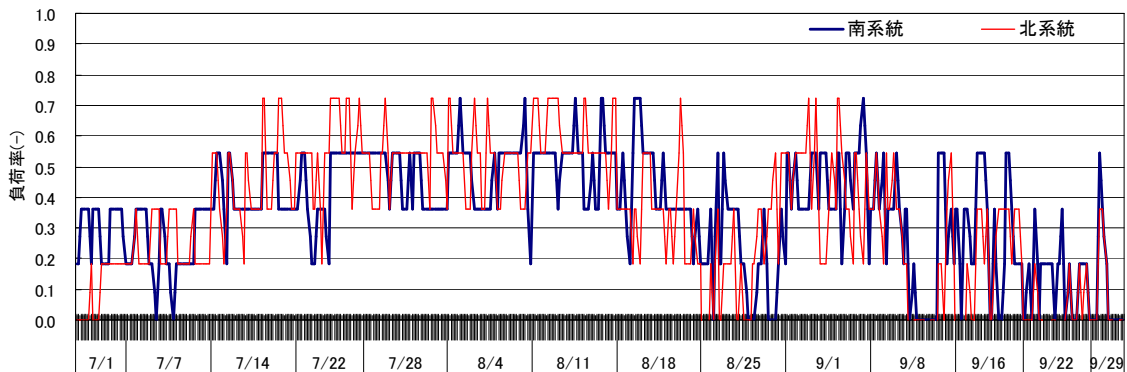


図6-5 南北系統熱源負荷率（2008年7/1~9/30）

② 暖房期間 (2008年)

暖房期間の南北系統の温水供給温度は、南系統が一日単位で大きく変動するのに対し、北系統は変動が小さく、温度差も大きい。南系統の行き温度は毎日、立ち上がりに3時間程度を要し、一日の終わりにかけて徐々に温度が上がっていくのに対し、北系統は一日を通して、安定した往還温度となっていた。

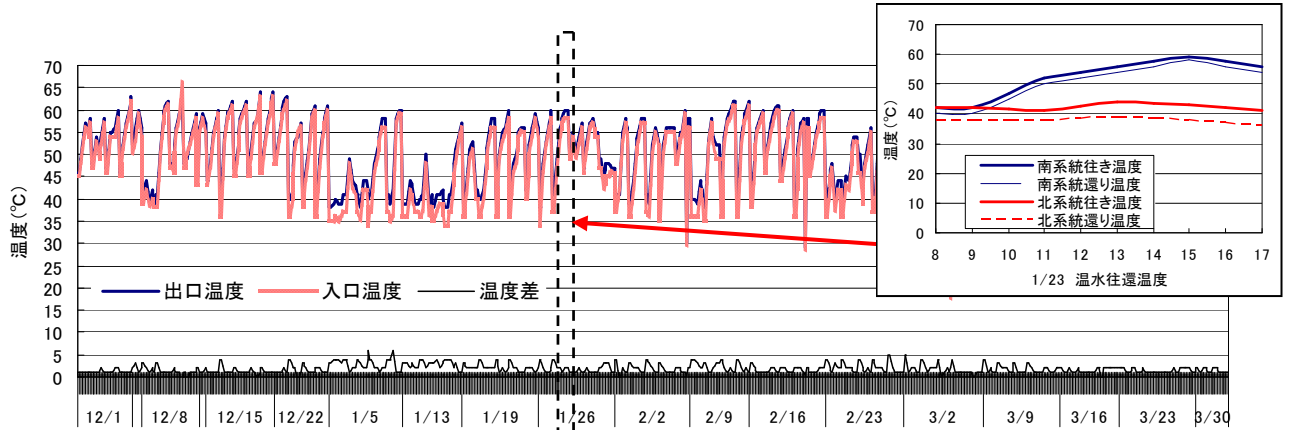


図 6 - 6 南系統温水供給状況 (2008年 12/1~2009年 3/31)

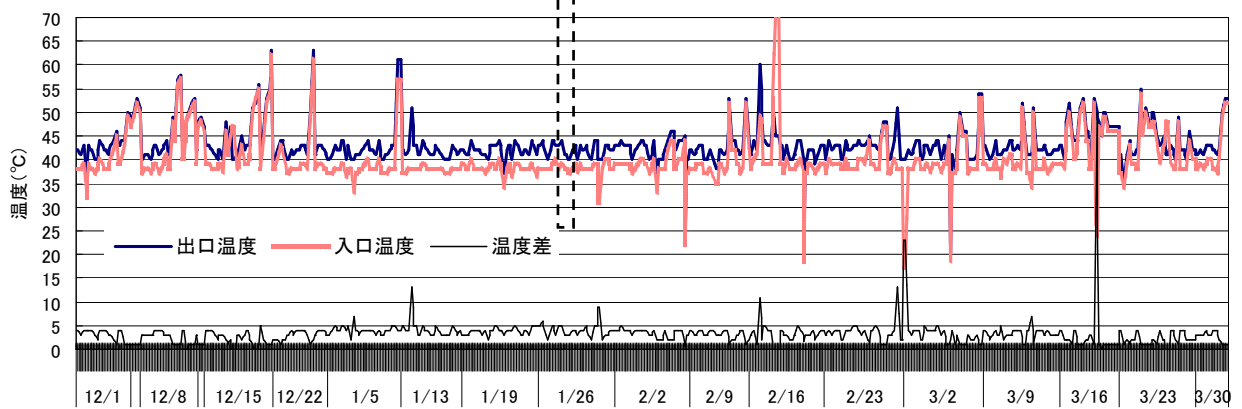


図 6 - 7 北系統温水供給状況 (2008年 12/1~2009年 3/31)

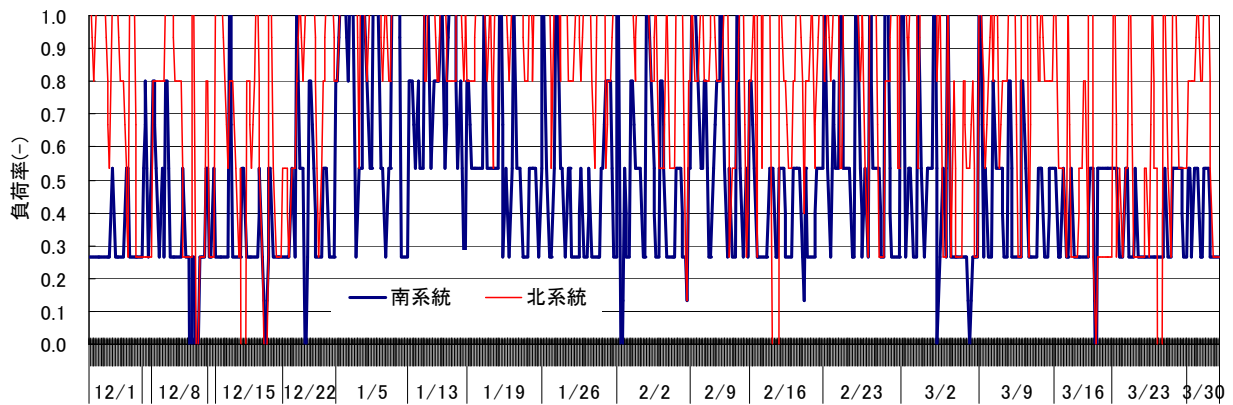
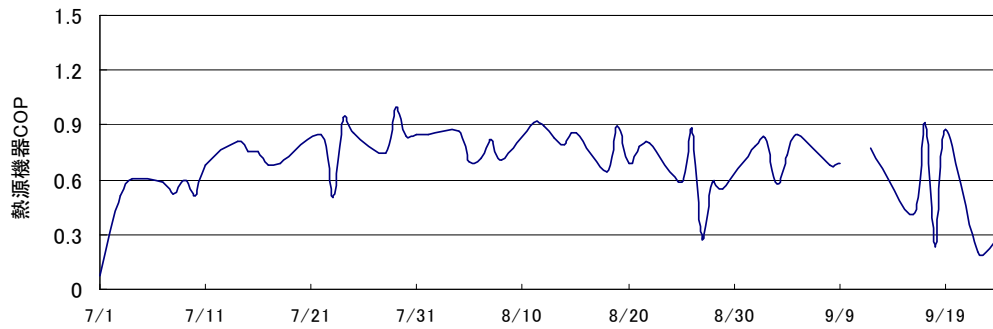


図 6 - 8 南北系統熱源負荷率 (2008年 12/1~2009年 3/31)

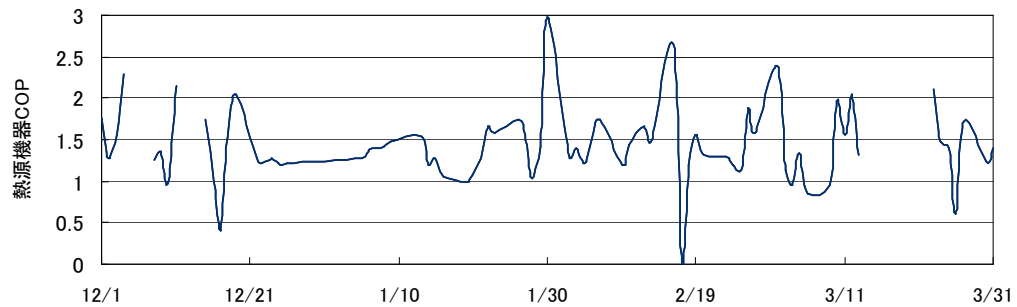
③ ガス消費量（熱源機器 COP）

ガス消費量は一日に一度しか計測していないため、一日の処理熱量との比より、熱源機器の COP を算出した。冷房期間の平均値は 0.67 程度であり、暖房期間の平均は 1.44 と非常に高かった。

暖房期間の COP が高いのは、北系統の暖房期間中の負荷率が 100%を超えているのにも関係すると考えられ、温度差もしくは流量が過大に評価されていることが想定された。

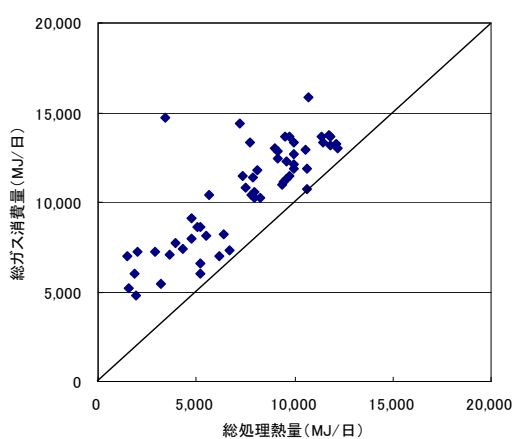


①冷房期間中（日平均値の時系列）

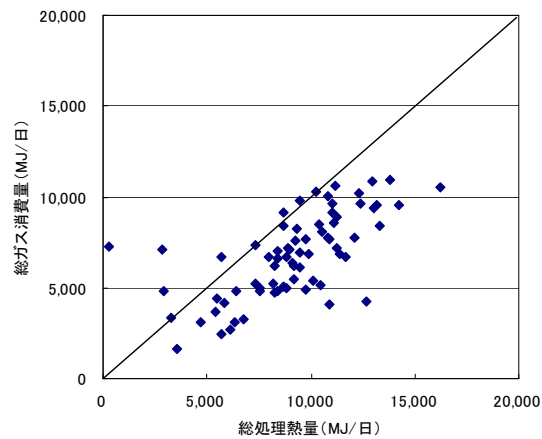


②暖房期間中（日平均値の時系列）

図 6-9 熱源機器 COP



①冷房期間



②暖房期間

図 6-10 熱源処理熱量とガス消費量の相関

④ 温水温度供給に関する仮定

1) 缶内温度によるボイラー稼働時の判断

日報をよく観察すると、暖房時の温水往還温度差はあるものの、缶内温度に記載のない時間が多く散見され、この時間帯は冷温水機のボイラーは稼働していなかったことが想定されるため、缶内温度が記されていない時間帯は熱が処理されていないことと仮定した（記されていても、缶内温度が75℃以下の場合は、運転停止と仮定した）。

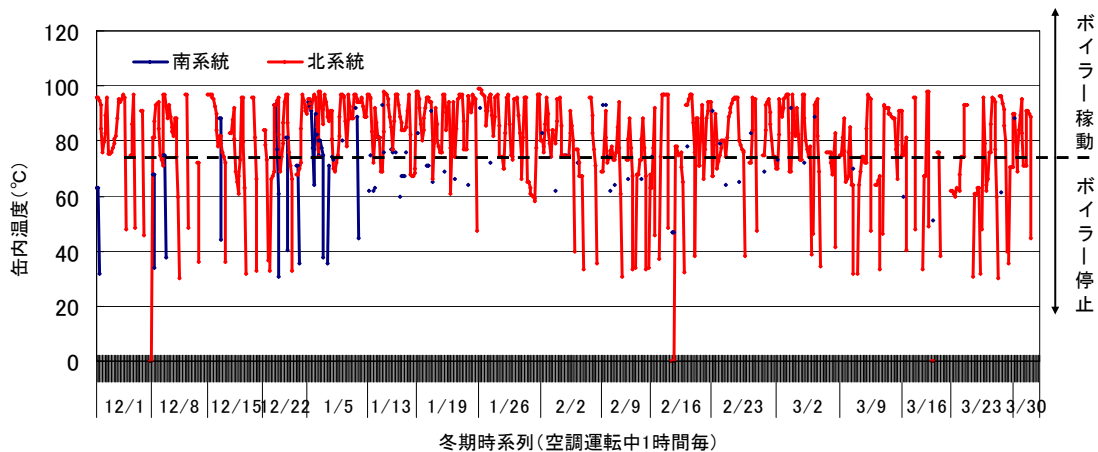


図6-1-1 缶内温度によるボイラー稼働の判断

2) 停止時間帯の熱源往還温度差による温度差補正

また、熱源機停止時の熱源往還温度差（図6-1-2）をみると、上記仮定に基づく停止時間帯においても、冬期は常に南系統、北系統ともに1℃程度の温度差がついているため、これについても補正する。正確には、還温度（熱源入口温度）を日報に記載されていた数値よりも1℃高いと仮定し、温度差補正を行う。なお、この温度差の誤差は暖房期間のみ観察されたため、冷房期間中の計算は日報データのまま行う。

停止時に観察される温度差（約1℃）を目視計測の誤差と仮定し、全時間帯において温度差を1℃補正する。

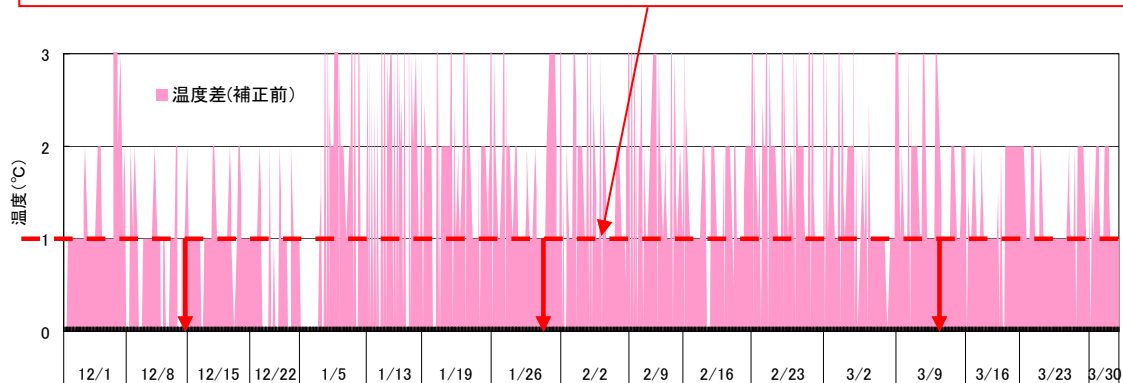


図6-1-2 暖房時南系統往還温度差（停止時間帯）

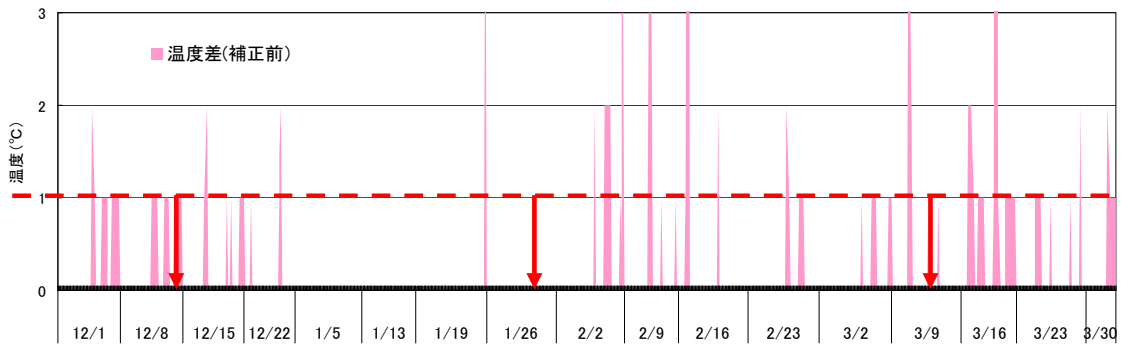
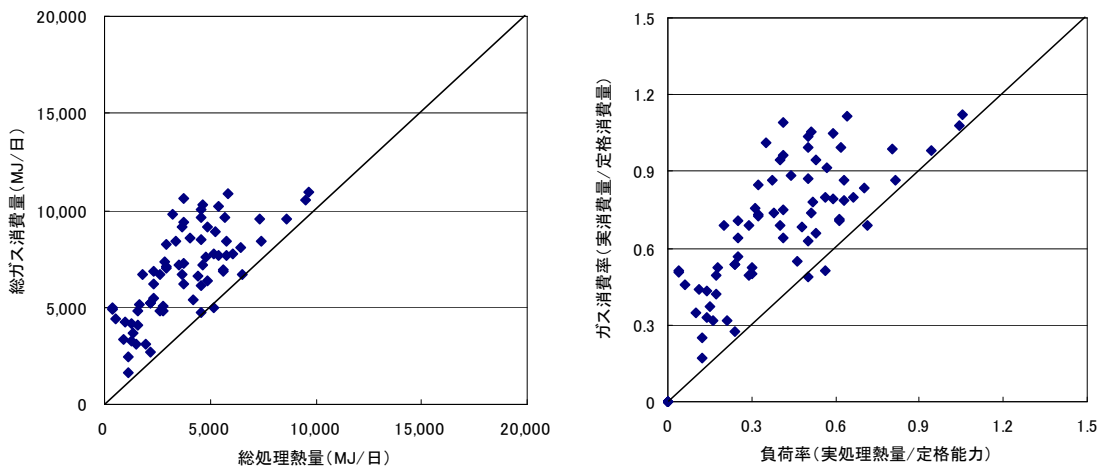


図6-13 暖房時北系統往還温度差（停止時間帯）

3) 定格暖房能力の補正

北系統の負荷率（処理熱量／定格暖房能力）が全体的に大きいことに対して、機器リスト上には暖房能力が191kW（COP=0.71相当）と記載されているが、往還温度差が5°Cを実現している時間帯もあり、能力は254kW（COP=0.94）程度と予想される。この仮定を反映すると、図6-9②は図6-15の通りとなり、図6-10②は図6-14①となり、冷房時と暖房時で概ね同様の傾向となる。



①熱源処理熱量とガス消費量の相関

②負荷率とガス消費率の相関

図6-14 暖房期間の熱処理量の捉え方（仮定反映後）

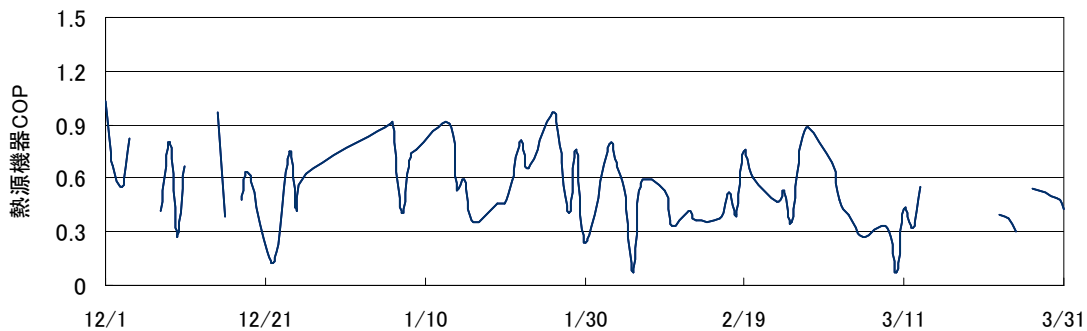


図6-15 暖房期間中熱源機器 COP（日平均値の時系列、仮定反映後）

6.2.3 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション①

LCEMツールを用いて現状システムのシミュレーションを実施し、実績値との比較を行う。これにより、既存熱源システムの一次エネルギー消費量、期間成績係数の算出を行う。

(1) LCEMツールの構築モデル

図6-16に現状設備のLCEMツールの構築モデル、図6-17にLCEMツールのモデルを示す。熱源システムは、小型の吸収式冷温水機2台に対して、冷却水ポンプ、冷却塔が1台稼働であるため、冷却水を1系統とするモデルを構築する。

(2) 入力データ

現場で測定管理している項目を入力データとして利用する。これらは管理員の目視により、日報として記録しているデータである。

現在の当団体の所管施設の内、中規模施設においては概ね同様のデータ管理状況であるため、この状況により、どの程度精度が追いかけるかについても検証する。

入力データ

(現場での測定管理項目)

- ①冷温水行き温度、冷温水還り温度 (2時間毎)
- ②冷却水行き温度、冷却水還り温度 (2時間毎)
- ③空調機戻り温度 (2時間毎)

(その他)

- ④外気温度 (1時間毎、気象データより)
- ⑤外気湿度 (1時間毎、気象データより)
- ⑥二次側冷温水流量 (定格固定値)

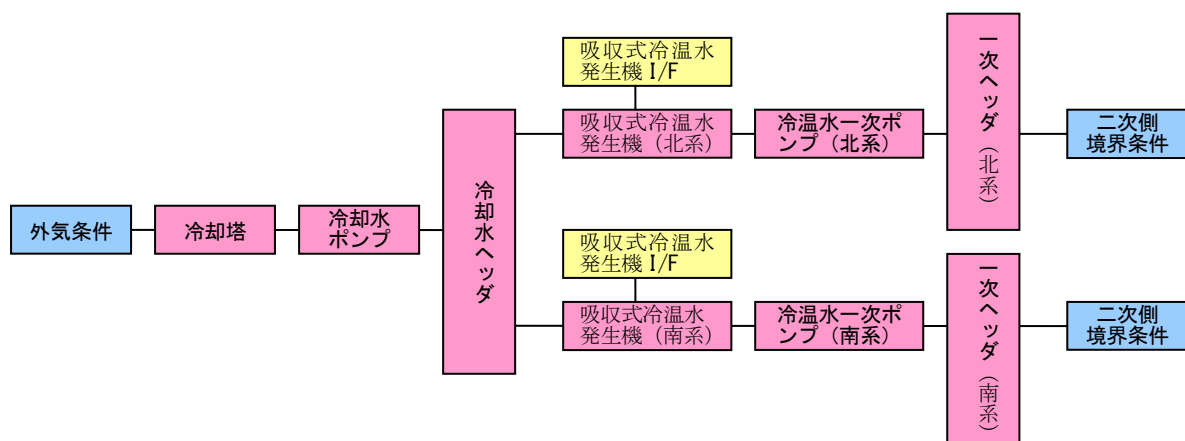


図6-16 現状熱源システムのLCEMツールの構築モデル

数を求めるのではなく、できるだけ計算期間と同程度の期間を対象として、係数を求めることでより実績を反映した計算に近づけることができる。係数を求める場合は、ガス消費率の散布図による一次近似式を利用する（図6-20）。

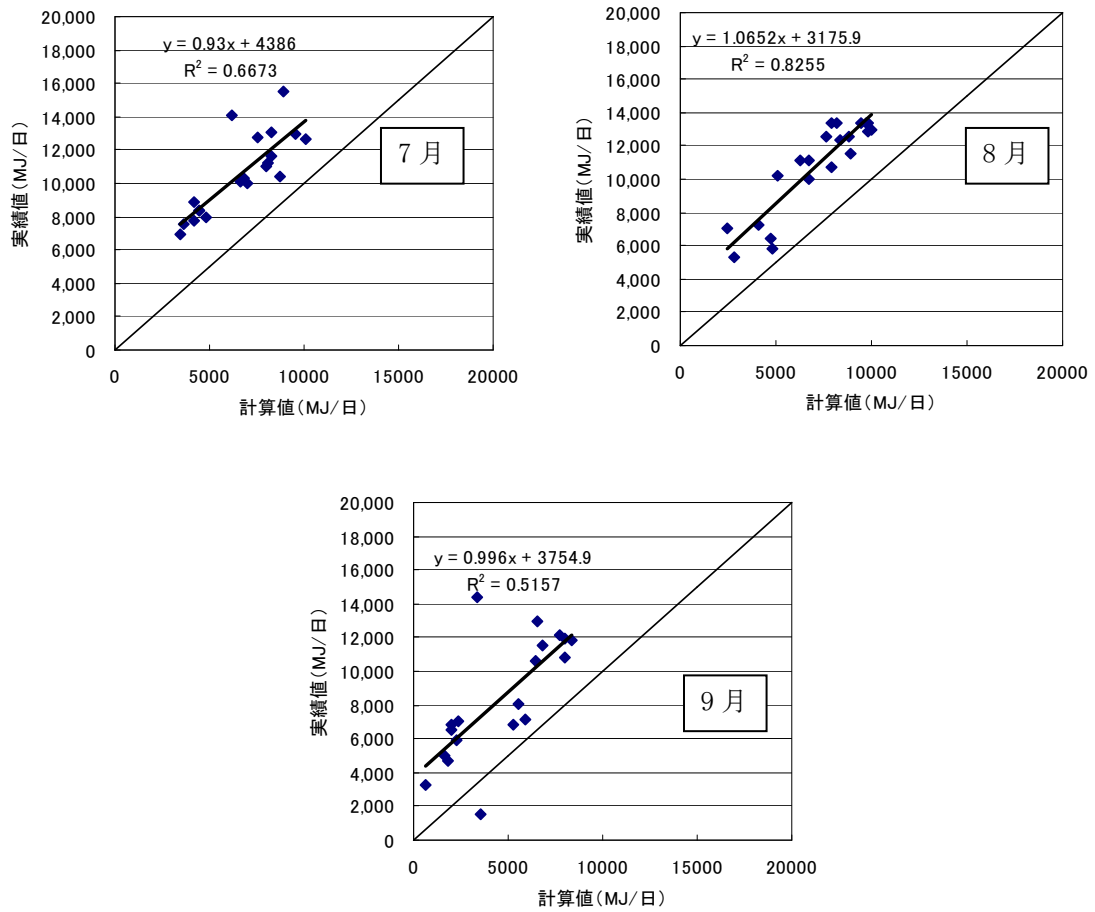
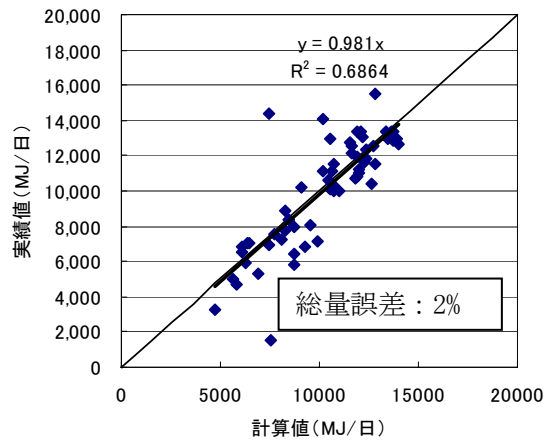
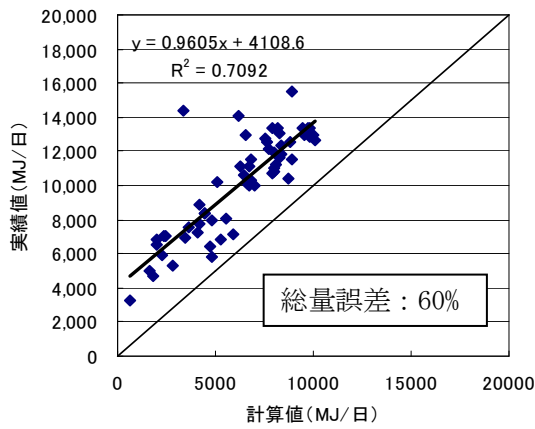


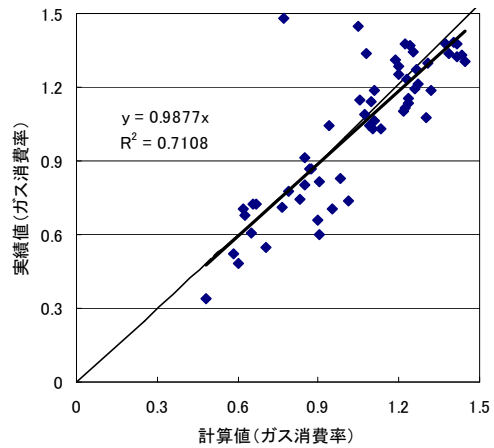
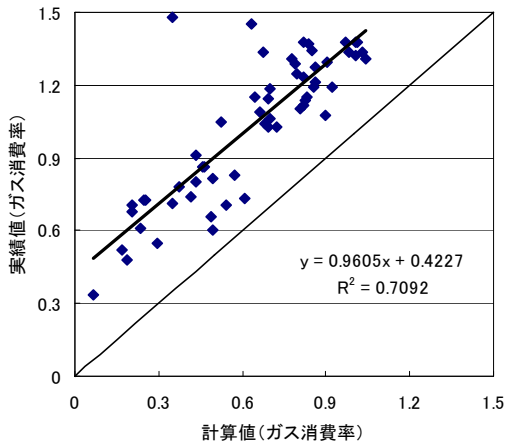
図6-18 月別の計測値と計算値の比較（ガス消費量）



1) 補正前

2) 補正後

図6-19 計測値と計算値の比較 (夏期: ガス消費量)



1) 補正前

2) 補正後

図6-20 計測値と計算値の比較 (夏期: ガス消費率)

ii) 暖房計算 (2008/12/1 (月) ~3/31 (金))

暖房時における計算値と実測値の比較を行ったところ、暖房のためのガス消費量の実績値は計算値との相関が悪く、総量でも 30%程度の誤差があった。

これを LCEM ツールによる計算を補正する場合には、計算値と実績値の一次近似式から係数を算出する。ただし、この方法は近似式の精度がある程度高い場合には有効でも、精度が低い場合には、あまり有効ではない。今回の検討は熱源機器の更新の検討であるため、ここではガス消費量の総量が計算値と実績値で擦り合うように、総量誤差の比率から補正を行った。

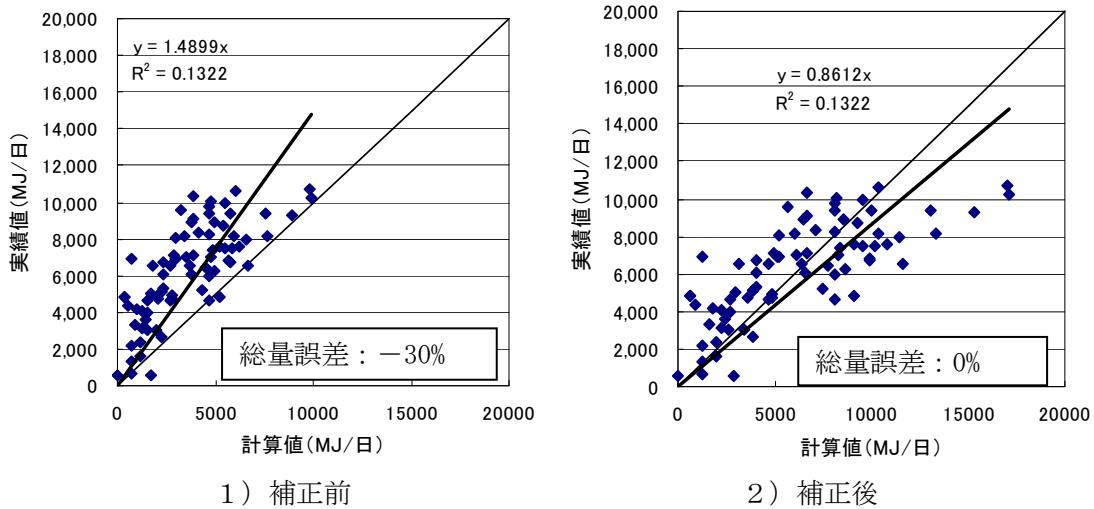


図 6-2-1 計測値と計算値の比較 (冬期: ガス消費量)

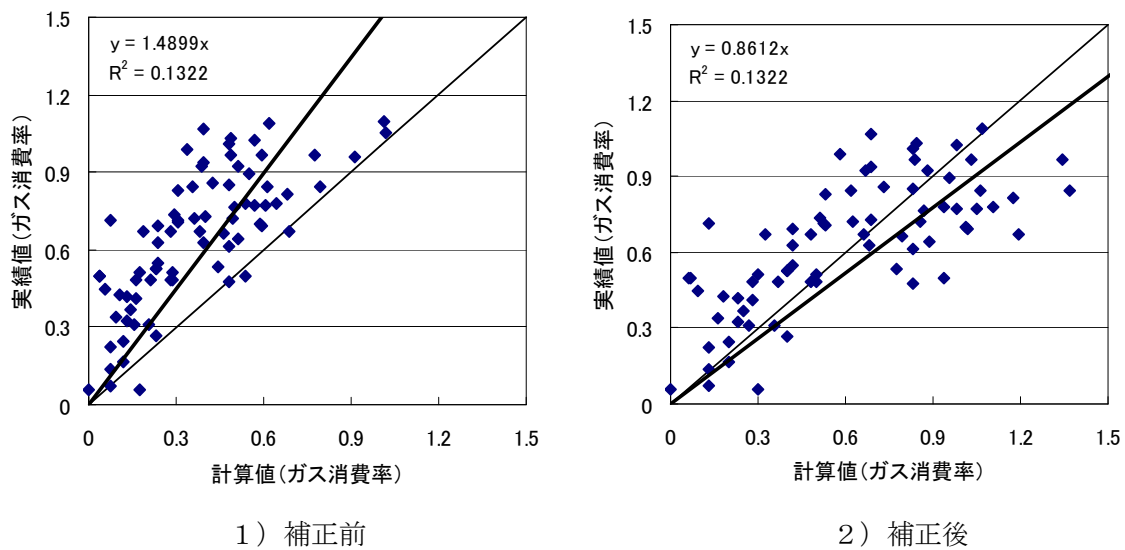


図 6-2-2 計測値と計算値の比較 (冬期: ガス消費率)

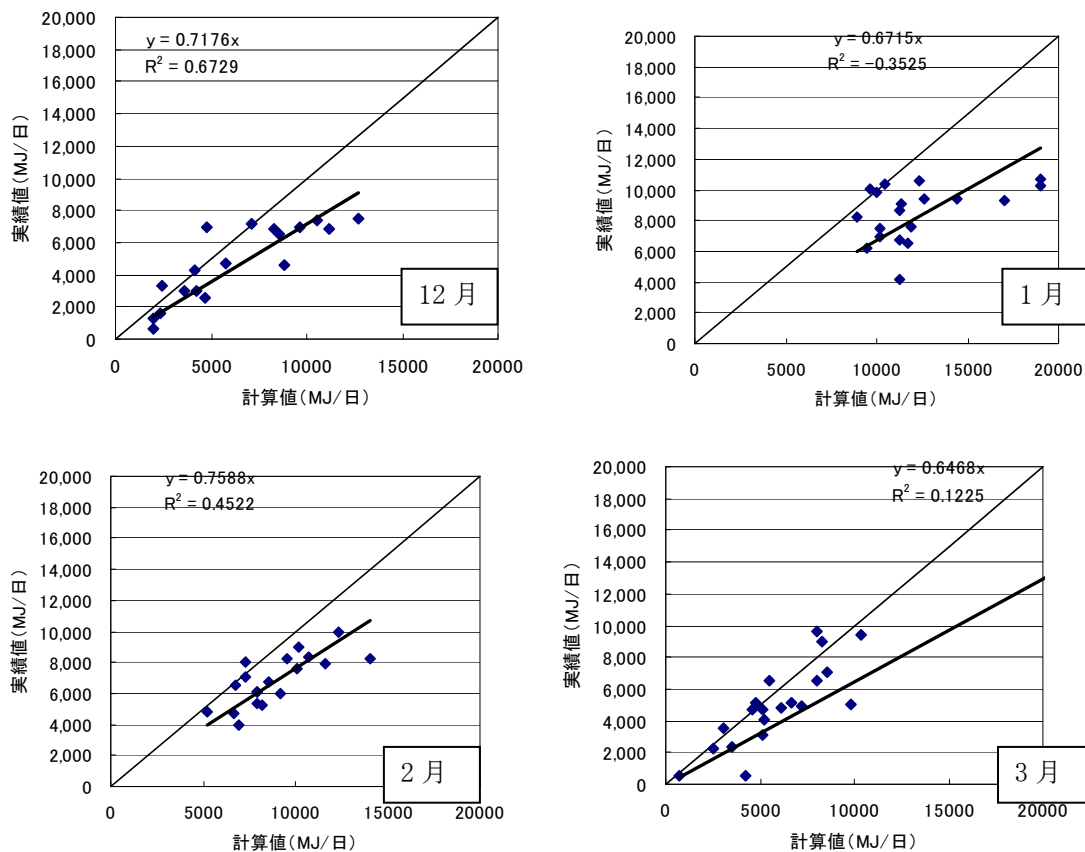


図6-23 月別の計測値と計算値の比較（ガス消費量）

6.2.4 エネルギー性能の目標値の設定（仮）

今回、現状設備のエネルギー消費量の実績値として得られた情報は、冷房期及び暖房期のガス消費量のみである。熱源システムの年間エネルギー消費量実績値が不明であるため、改修による省エネルギーの目標値は設定しないこととした。シミュレーションにより、現状再現値に対する改修効果の比較のみ行うこととする。

6.2.5 改修メニューの選択

省エネルギー化に効果的なシステムの改修メニューを抽出する。具体的には、最新の高性能熱源システムへの更新、熱源機の集約、ポンプのインバータ化などが考えられる。

表6-4のように、改修メニューとして、熱源を高効率機器に更新するケースをCase1、熱源機器を集約するケースをCase2とし、さらにCase1については熱源台数制御を追加した場合と、Case2については冷温水一次ポンプのインバータ化による流量制御を追加した場合の、計4つのケースを検討した。

上記の計測記録の分析からLC EMツールの計算値をCase0とし、Case0との比較により、改修効果を評価することとした。

表6-4 検討ケース

Case No	内容	変更	熱源機器構成
Case 0	現状		表2(定格 COP=1.04)
Case 1-1	熱源更新	熱源の 高効率化	◎熱源:ガス吸収式冷温水機(80USRT)×2台 冷房能力:281kW、暖房能力:217kW ガス消費量:20.5Nm ³ /h(定格 COP=1.10) 冷温水量 733 ℓ/min、冷却水量 1,219 ℓ/min 消費電力(冷房 2.8kW、暖房 2.4kW)
Case 1-2		熱源台数制御	Case1-1+熱源機器 2 台の台数制御あり
Case 2-1	熱源集約	熱源台数:1台	◎熱源:ガス吸収式冷温水機(150RT)×1台 冷房能力:527kW、暖房能力:422kW ガス消費量 :冷房 31.9Nm ³ /h(定格 COP=1.32) :暖房 38.4Nm ³ /h(定格 COP=0.87) 冷温水量 1,512 ℓ/min、冷却水量 2,500 ℓ/min 消費電力(冷房・暖房:3.9kW) ◎搬送:冷温水一次ポンプ 1,512 l/min(9.9kW)
Case 2-2		冷温水一次ポンプ 流量制御	Case2-1+冷温水一次ポンプ変流量制御

6.2.6 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション②

各ケースの計算結果を表6-5及び図6-24に示す。

Case0 の現状に対して、熱源を集約し、搬送制御を適正に行った場合のエネルギー消費量の削減率は年間で44%程度と大きい。

(機器効率の向上、(Case0→Case1→Case2))

Case1、Case2 でそれぞれ機器の効率が上がるため、ガス消費量が小さくなる。今回の前提では、LCEMツールのサンプルラインナップにある高効率機器の利用を前提としてため、小型の場合では、大型機械の場合に比べてやや効率が低く、その影響が出ている。

(搬送制御による効果(Case2-1→Case2-2))

搬送動力の適正な制御による効果は非常に大きい。現況システムは、二次ポンプを持たず熱源からの冷温水を1系統で二次側へ供給しているため、特に温水供給時などのピークに対して流量の削減ポテンシャルが大きい時間帯に効果を発揮している。冷却水ポンプについても、現状システムでは2台の熱源に対して1台の冷却塔・ポンプで運用しているため、必要流量に絞ることで大幅な効果が見込める。

(台数制御の効果(Case1-1→Case1-2))

台数制御の効果については、現状の運転においても相応の追従性が確認できたため、適正に制御を行った場合(熱負荷が1台目機器容量の90%で、2台目を稼動)でも大きな効果は見込めなかった。

(熱源機器集約の効果 (Case1-1→Case2-1))

熱源を集約した効果としては、大き目の機器を選択することで、より効率の高い機器を選択することができ、ガス消費量の低下は見込めたものの、搬送動力は増加の傾向となるため、搬送制御と同時に行うことで有効性が相乗効果をもつことが示された。

熱源機器自体も、冷温水一次ポンプの搬送制御により流量が絞られ、温度差が大きくなると効率がやや上昇する傾向となるため、Case2-2においては、Case2-1よりもガス消費量が削減されている。ただし、冷水行き温度を計算条件として、7°Cに固定しているため、実際の場面では、これら往還温度の管理が重要となる。

表 6-5 計算結果の一覧

項目	単位	実績	Case0 現状	Case1-1 熱源効率向上	Case1-2 熱源台数制御	Case2-1 熱源集約+ 効率向上	Case2-2 熱源集約+ 効率向上+ 搬送制御	
冷房	処理熱量	MJ/年 A	436,732	←	←	←	←	
	エネルギー 消費量	熱源	MJ/年 B	594,560	351,228	364,657	325,459	316,094
		熱源補機	MJ/年	9,238	12,449	12,326	20,648	20,596
		冷水ポンプ	MJ/年	57,871	57,871	44,779	55,720	13,606
		冷却水ポンプ	MJ/年	119,070	119,070	121,608	121,608	35,863
		冷却塔	MJ/年	27,654	27,611	28,135	28,240	26,556
	合計	MJ/年 C	808,393	568,229	571,505	551,675	412,714	
	効率等	エネルギー削減率			29.7%	29.3%	31.8%	48.9%
		熱源システム効率	A/B	0.73	1.24	1.20	1.34	1.38
		サブシステム効率	A/C	0.54	0.77	0.76	0.79	1.06
暖房	処理熱量	MJ/年 D	296,013	←	←	←	←	
	エネルギー 消費量	熱源	MJ/年 E	523,818	336,363	336,363	326,634	326,164
		熱源補機	MJ/年	6,385	8,434	8,434	19,181	19,180
		温水ポンプ	MJ/年	31,901	31,901	33,825	52,231	12,534
		合計	MJ/年 F	562,104	376,698	378,622	398,045	357,878
	効率等	エネルギー削減率			33.0%	32.6%	29.2%	36.3%
		熱源システム効率	D/E	0.57	0.88	0.88	0.91	0.91
サブシステム効率		D/F	0.53	0.79	0.78	0.74	0.83	
年間	処理熱量	MJ/年 A+D=G	732,745	←	←	←	←	
	エネルギー削減率			31.1%	30.7%	30.7%	43.8%	
	エネルギー消費量	MJ/年 C+F=H	1,370,497	944,927	950,127	949,721	770,592	
	サブシステム効率	G/H	0.53	0.78	0.77	0.77	0.95	

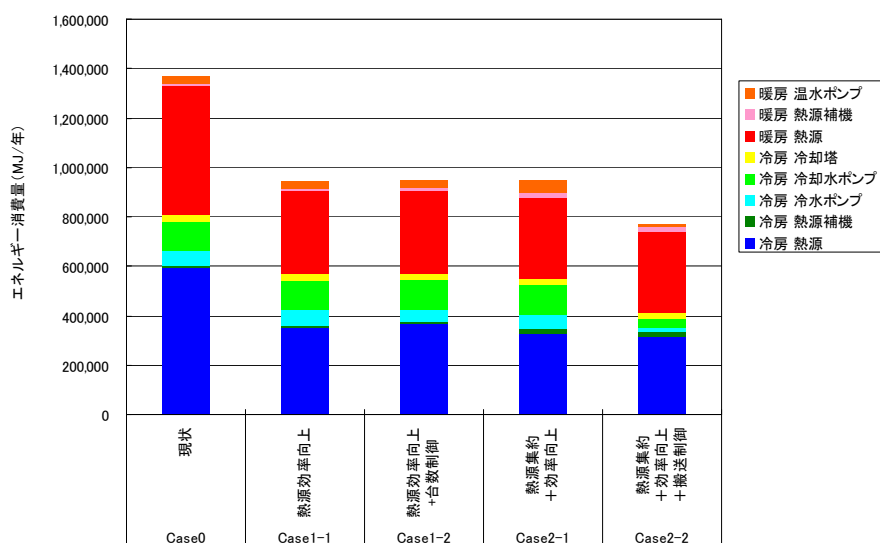


図 6-24 計算結果

6.2.7 検討結果のまとめ

既存建物の熱源システム改修企画段階(修繕・更新検討段階)を想定し、LCEMツール Ver.3.02 を用いて、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システム改修によるエネルギー消費量削減効果の算定を行った。現況の再現解析において、補正を行わない場合は実績値との乖離が見られたため、冷房計算、暖房計算それぞれガス消費率及びガス消費総量を基に補正を行った。これを基準として、省エネルギー化に効果的な改修を実施したケースを解析した結果、高効率熱源機への更新で約3割、容量の大きな高効率熱源機への台数集約で約3割、さらに一次ポンプの流量制御により搬送動力を制御することにより、合計で4割以上のエネルギー削減が試算された。これより、改修企画段階において、改修メニューに応じた具体性のあるエネルギー消費量削減効果が予測できた。

6.3 感想及び課題

今回の試行より、改修企画段階にある既存施設について、BEMS 等の十分なデータがない場合においても、LCEMツールを適用して現況のエネルギー性能の分析や改修効果の予測が行えることが示された。

一方で、今回の試行を通して、実際に既存の公共施設を対象にLCEMツールを適用するには、次のような課題に対応していく必要があると感じられた。

①既存設備の情報不足に関する課題

今回の試行物件では、完成図書に機器承諾図の所在が確認できず、機器の正確な仕様・性能の情報が得られなかった。竣工年度の古い施設ほど、同様に完成図書が現存していないケースが多いものと推測される。このような場合、今回と同様に必要な情報を仮定して解析することとなるが、精度の判断が難しくなる。

②データの信頼性・活用性に関する課題

今回の現状分析に利用した計測データは、設備管理員による目視測定値の手書き日報である。改修検討段階の対象となる既存施設の大半は、同様な手書き日報で運転データが記録されているのみ、もしくは必要とするデータは記録されていないという状況にある。そして、今回のように必要な記録データが得られても、後からその信憑性について分析することは難しい。そのため、計測器の不具合や、目視レベルでのデータ精度による熱負荷量の見込み精度が低下することは否めない。

また、利用にあたっては手書きデータを電子データに変換する必要があり、そのために相応の時間と手間を要することとなる。翻すと、エネルギー削減の視点で活用されることなく施設で記録保管されているだけの日報データも、電子データ化することによって、エネルギー削減の検討に活用できる貴重な情報となり得ると考えられる。

③現況システムのLCEMツールによる再現における課題

データの信頼性から派生して、現況システムをLCEMツール上で再現した場合の信頼性については信憑性を分析することが難しい。今回の解析においては、まず補正なしで Case0(再現ケース、補正なし)の計算を行い、これに対して、実績のエネルギー消費量総量で補正を行った。本来であれば、負荷率とガス消費量の関係や、低負荷時の効率低下などから、補正前の状況に対して、補正を必要とする何らかの論理的説明が必要となる。今回の解析では、総量を劣化や運転による不具合などで丸めて補正して

いるが、これは本来の熱負荷量を過小評価し、対策検討ケースの効果を過剰に大きく見せる可能性があるため、注意を要する。

④熱源機器の補正における課題

熱源機器の能力を実績に合わせて補正する場合、計算値と実績値のガス消費率の相関式を作成することになる。この相関式の近似精度が低い場合、補正を行った後の結果も実績との相関が悪いという結果になる。

特に相関式の一次近似式($Y(\text{実績値}) = aX(\text{計算値}) + b$)において、 b が大きい場合は、単純な一次近似式での補正が難しいため、下限値を設定するなどの工夫を要する。

⑤LCEM担当者の技術レベルに関する課題

今回、計測データ分析及びLCEMツールによるシミュレーションは、この分野に精通した外部技術者の多大な協力を得て実施することができた。既存施設の限られた情報とデータから仮定を設定して現状エネルギー性能を評価したり、現状を再現する際に上記③、④に示すような課題に対応できたのは、このような技術者だからこそ可能であった。試行から、内部職員はもちろん外部委託する場合にも、この分野に精通した技術者でないと、適切なエネルギー評価を行うことは難しいものと予想される。とりわけ、既存の設備の状況を再現させるにはLCEMツールの補正に関する詳しい知識が求められるので、改修企画段階におけるLCEMツール適用は、新設の計画段階での適用よりも、LCEMに関する詳しいノウハウやテクニックをもったレベルの高い技術者の関与が必要となるのではないかと考えられる。

公共施設において長期にわたり使用してきた空調熱源設備については、今まで環境の視点から更新の必要性を捉える検討が進んでいなかった。しかし、環境配慮への対応が喫緊となった現況においては、このような設備を使用している施設を対象に、現況の把握、機器更新の可能性などを検討することの重要性が増している。従来の設備改修は老朽化への対応が主な契機となっているが、LCEMツールを用いた改修効果の具体的な試算は、環境配慮の視点から改修を検討するための貴重なデータになると考えられる。ただし、試算に当たっては、現状のエネルギー性能の適正な分析と、適切な補正を施したシミュレーションにより、改修効果を高い精度で評価する必要がある。そのためには、この分野に精通した専門技術者がLCEMを実施することが重要であると感じられた。一方で、ある程度以上の規模の施設では、建物管理者が常駐し日誌レベルの情報を日々蓄積しているため、LCEMツールによる解析まで至らなくとも、これらを活用することで、運用面での改善や性能検証については十分に行うことが可能であると考えられる。

本試行により、改修企画段階にある建築物のエネルギー評価に関して、LCEMツールによる改修効果試算の有効性と併せて、まずは現況を把握することの重要性についても認識できた。

7. G建物

7.1 検討事項

改修企画段階における活用

既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。

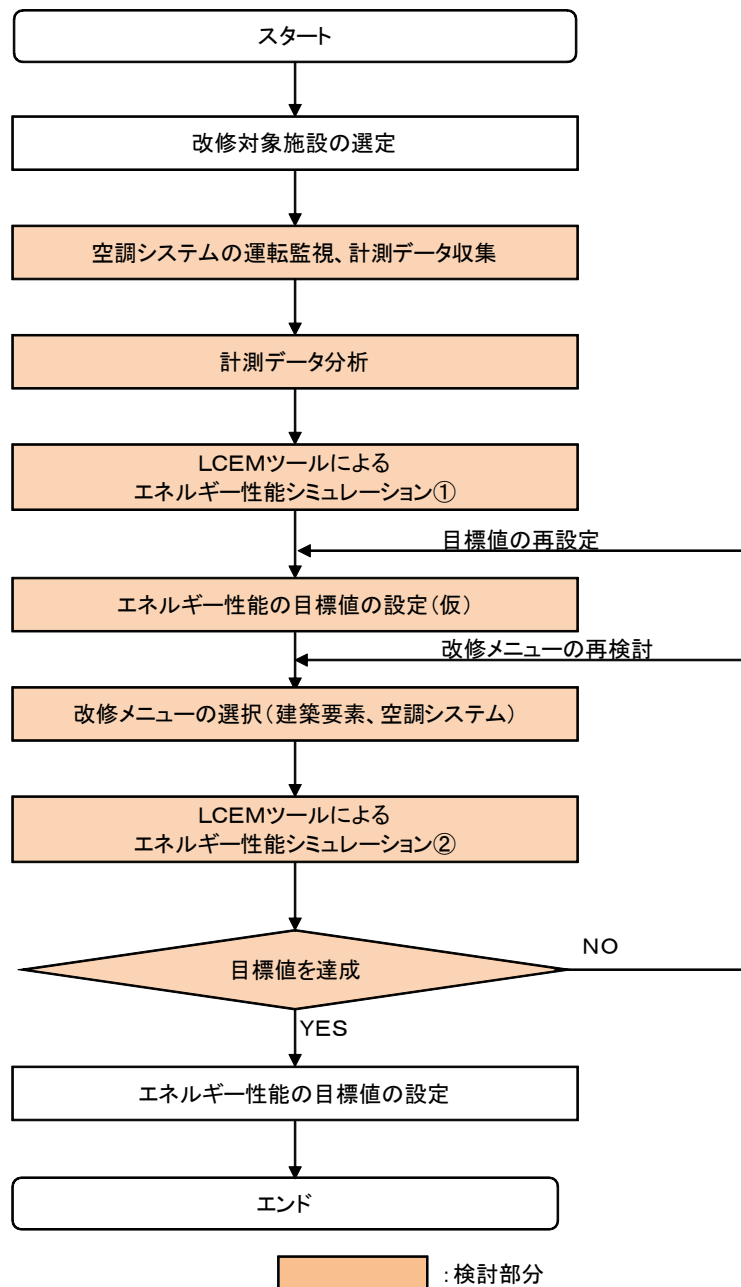


図7-1 改修企画段階のフロー図

表7-1 建物概要

建物用途	事務所
建物構造・規模	SRC造 地上10階 地下1階(区役所は3階まで。4階以上共同住宅)
竣工	昭和45年(1970年)
延床面積	6,985㎡
設備設置時期	昭和45年(1970年)
空調方式	全空気方式
熱源設備	ターボ冷凍機 1058kW×1基 真空式温水発生機 814kW×1基

表7-2 熱源設備

名称	仕様	相-電 [φ-V]	動力 [kW]	台数
ターボ冷凍機	冷却能力:1,058kW	3-3300	265	1
	冷水量:2,530ℓ/min 冷水温度:6-12℃			
	冷却水量:3,800ℓ/min 冷却水温度:32-37℃			
真空式温水発生機	加熱能力:814kW	3-200	1.0	1
	ガス消費量 77.5Nm ³ /h(13A)			

7.2 検討結果

7.2.1 空調システムの運転監視、計測データ収集

当施設は設備が古く、最近の計測データに不備があったため、2008年度の電力、ガス消費量の実績値、および施設に残っていた2000年度の実測データ(冷温水往還温度等)をもとにLCEMツールによる試算を行った。

7.2.2 計測データ分析

(1) 2008年度のエネルギー消費量

電力量 734,325[kWh/年]、ガス量 5,039[m³/年]で一次エネルギー消費量は 7,399,058[MJ/年]、建物全体の原単位は 1,059[MJ/(m²・年)]であった。

2008年度の月別電力量は図7-2に示すようで、毎月のベース量を47,266[kWh/月]とすれば、7月～10月の電力量から差し引いた量が、冷房熱源に消費した電力量(167,138[kWh])と考えることができる。同じく図7-3の暖房用ガス消費量も4,432[m³]と推定すると、空調熱源用一次エネルギーは1,835,333[MJ]となる。

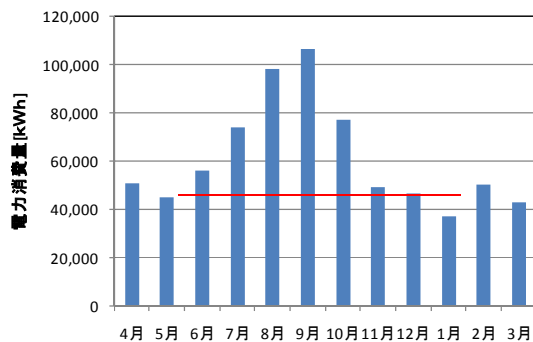


図7-2 月別電力消費量

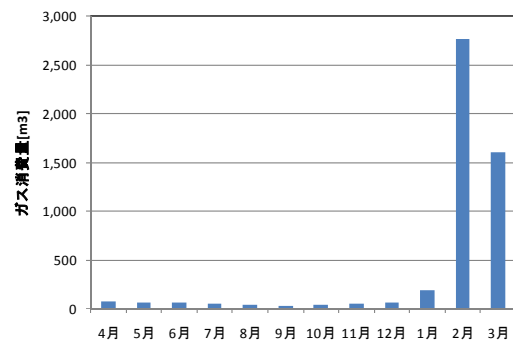


図7-3 月別ガス消費量

(2) 実測データを使用した試算

下記の冷房時、暖房時の電力量、ガス消費量の試算を行った。

- ① 電力消費量は、2000年7、8月における1時間ごとのターボ冷凍機の冷水出入口温度、冷水量(一定)、外気温湿度をLCEMツールに入力し、出力として冷凍機、冷却塔、およびポンプ電力消費量を算出した(表7-3)。

当時の各機器の電力消費量の実績データが残っていないため、計算値と実績値とを比較することができなかった。

表7-3 冷房用電力消費量

LCEMツールによる出力	2000.07月 [kWh]	2000.08月 kWh]	合計 [kWh]	空調分全電力消費量 実績に対する比率
①冷凍機、冷却塔、ポンプの電力消費量 (空調機、エアコン、FCU含まず)	33,057	40,181	73,238	66%
②冷凍機単体の電力消費量	22,640	27,611	50,251	45%

②ガス消費量は、真空式温水発生機の2001年1、2月の温水発生機の温水出入口温度および流量(一定)をLCEMツールに入力し、出力として真空式温水機のガス消費量を算出した。当時のガス量の実績データが残っていないため、2008年実績値から推定した空調用ガス消費量と比較すると表7-4のように87%となり、ほぼ妥当な数値と思われる。

表7-4 ガス量比率

	1月 ガス消費量 (m3)	2月 ガス消費量 (m3)	合計(m3)	比率 (計算値/実績値)
LCEMツール計算値 (2001年実測データ)	2,712	1,551	4,263	87%
2008年1月、2月の 実績値	2,501	2,377	4,878	-

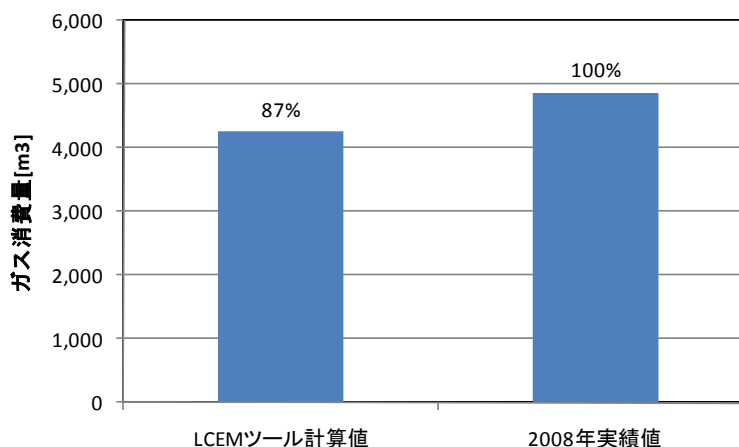


図7-4 ガス量比率

7.2.3 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション①

(1) 熱負荷モードを使つての試算

熱源システムのみを検証対象とした。

LCEMツールの熱負荷モード(名古屋 夏 S-Me、冬 M-Me)で試算を行った。

表7-5、図7-5の様に実績値との比較検証では、電力消費量はほぼ近い数値(100%)が得られたが、ガス消費量は大きく乖離(391%)している。

ガス消費量が乖離している理由としては、暖房運転時の実態(暖房負荷が少ない、運転時間短縮等)と計算条件との相違があるためと思われる。

表7-5 消費量比率

種別	(A) 実績値	(B) LCEMツール計算値	比率 (計算値/実績値)
電力消費量[kWh/年]	167,138	167,433	100%
ガス消費量[m3/年]	4,432	17,337	391%

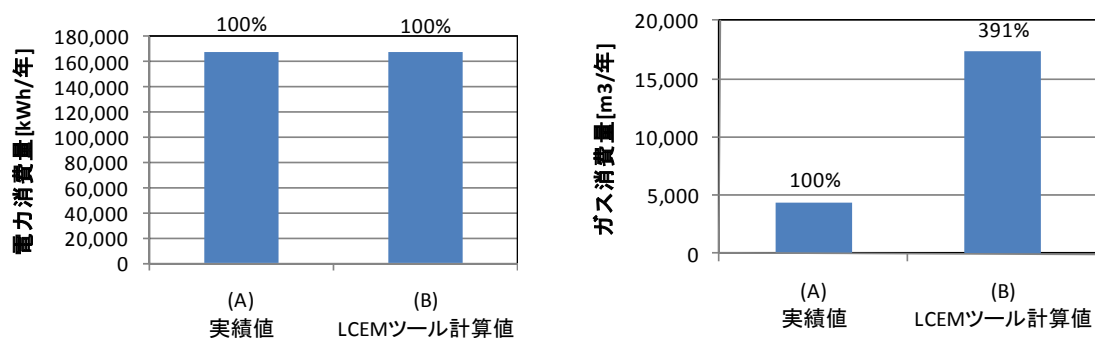


図 7-5 消費量比率

7. 2. 4 エネルギー性能の目標値の設定 (仮)

当団体の 2007 年度の事務用途建物の平均エネルギー原単位は 993[MJ/(m²・年)]であるが、それに対し当施設の 2008 年度実績は 1,059[MJ/(m²・年)]である。目標値としては 993[MJ/(m²・年)]とする。

7. 2. 5 改修メニューの選択

- ・高効率機器の採用
- ・省エネ熱源システムの採用

7. 2. 6 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション②

(1) ターボ冷凍機+真空式温水機(現状)の更新

(2) 高効率ターボ冷凍機+真空式温水機へ更新

上記2通りの試算比較を行った結果を表 7-6 およびグラフ図 7-6 に示す。

表 7-6 熱源比較

熱源方式	標準ターボ+温水機 (現状)更新		高効率ターボ+温水機 へ更新	
	(A) 電力量 [kWh/年]	(B) ガス消費量 [m3/年]	電力量 [kWh/年]	ガス消費量 [m3/年]
年間消費量	167,433	17,337	126,295	17,041
一次エネルギー 消費量[MJ/年]	2,467,687		2,043,889	
一次エネルギー 削減量[MJ/年]			423,797	
削減率			16.3%	
電気料金[円/年]	16,871,434		-945,158	
ガス料金[円/年]	734,325		-31,132	
削減費[円/年]			-976,291	

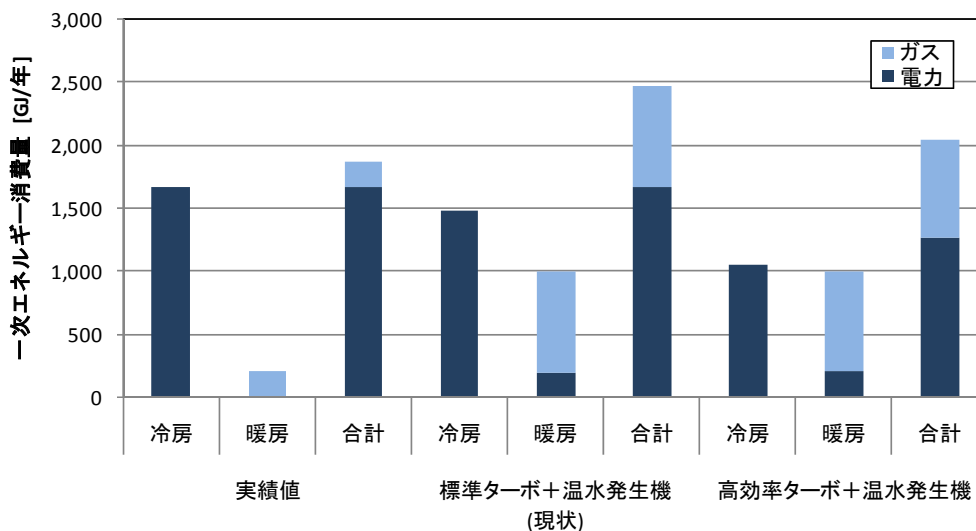


図 7-6 熱源比較

上記結果では、高効率ターボ冷凍機に更新した場合は、標準ターボ冷凍機への更新と比べると熱源エネルギー消費量は約 16%の削減予想となっている(表 7-6)。しかし、7.2.3 の熱負荷モードを使った結果から見ると、暖房用ガス消費量は LCEM ツールの計算値と実績値の違いが大きいため、高効率ターボ冷凍機+温水機へ更新後の実際のエネルギー消費量、原単位の推定をするのは難しいので、以下の検討を行った。

① 「簡易測定による補正支援ツール」による暖房用ガス消費量試算

7.2.2(2)で行った2000年1、2月の実測データを使い、LCEMツールの補正支援ツールにより温水発生機のガス消費補正係数(a=0.87、b=0)を求め、熱負荷モードでこの補正係数を使い、再度試算を行った結果は、実績値とまだ 3.3 倍の開きがあり熱負荷モードの使用は適さないといえる(表 7-7)。

表 7-7 暖房用ガス消費量

温水発生機ガス消費量	ガス消費量[m ³ /年]
推定実績量	4,432
補正係数による LCEMツール計算量	14,826

② 暖房用温水機効率は更新後もあまり変わらないと想定する

暖房用ガス量は、現状と変わらないと仮定し、実績値 4,432[m³/年]とすると、熱源側(一次側)電力量は 126,295[kWh/年]であり、空調用一次エネルギー消費量は 1,463,000[MJ/年]となる。これは現状の 1,835,333[MJ/年]に対し約 20%の削減率となる(図 7-7)。また更新後原単位は約 1,030[MJ/(m²・年)]と推定できる。これは目標値 993[MJ/(m²・年)]に近く、ほぼ達成できると言える。

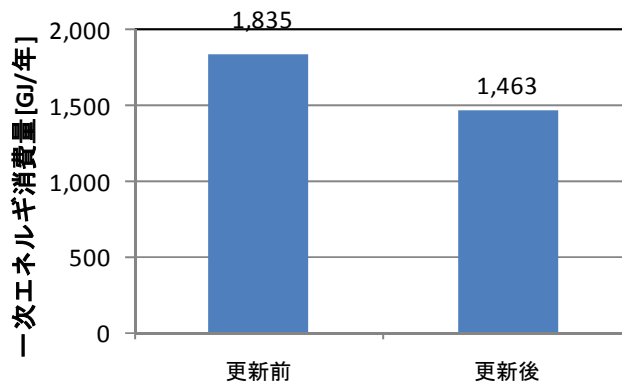


図7-7 更新前・後の一次エネルギー消費量

7.3 感想及び課題

- ・本施設の LCEM ツールの計算でも、熱源側のみの実測データを使った計算値は、実績値に近い結果が出た。
- ・改修企画段階の検証では、既存設備が古い計測データが無い場合が多く、空調用エネルギー量を正確に把握することが難しいと予想される。本事例のガス消費量のように、熱負荷モードを使用した場合に、実績値とLCEMツールの計算値の乖離が相当大きい例では、熱負荷モードの使用は適さないと思われる。従って改修企画段階での LCEM ツールの計算には、実測データは不可欠となるので、計測できる設備を設けておく必要がある。
- ・実測データが無くても、機器の経年劣化による能力低下の要素を、何らかの方法により計算結果に反映できるようになると良い。
- ・今後、熱源更新を行った後には、計測と実績値データを継続的に蓄積して、実績値と LCEM ツールとの検証を行っていききたい。

(全体を通じての感想)

- ・実際にLCEMツールを使用してみて、Excel 上で動作する特徴から、空調設備のシミュレーションに馴染みのない者でも比較的簡便に使用できるシミュレーションツールであると感じた。また、Excel 上での計算結果の加工も容易であるため、使い勝手が良い。
- ・今回の作業は、LCEM ツールの計算値と実績値との比較が主で、本検証のように乖離の大きい場合に、どう判断し、どのように補正処理を行うかが今後の課題として残る。熱負荷モードは概算値を把握するためには便利であるが、実際の施設運用ではいろいろな特殊要件が加わるので、どうしても計算値とは乖離が生じるのは仕方ないと思われる。
- ・各種の検証を行うためには、現場での計測データ収集、蓄積が不可欠である。
- ・今後は、CEC/AC、WTF、ATF 等の試算、「月代表日」による試算も行ってみたい。
- ・LCEM ツールの本来の目的である1施設について企画段階～改修企画段階に至る一連のシミュレーションを、今回の検証では行えなかったのは残念であるが、本ツールがライフサイクルを通して活用するのに有効であることを理解することができた。

8. H建物

8.1 検討事項

改修企画段階における活用

既存の施設について、LCEMツールを活用し、現状のエネルギー性能の分析及び熱源システムの改修によるエネルギー消費量の削減効果を予測した。

30年以上使用している熱源機器を最新のタイプに更新した場合、どの程度の省エネになるのかをLCEMツールにより試算した。

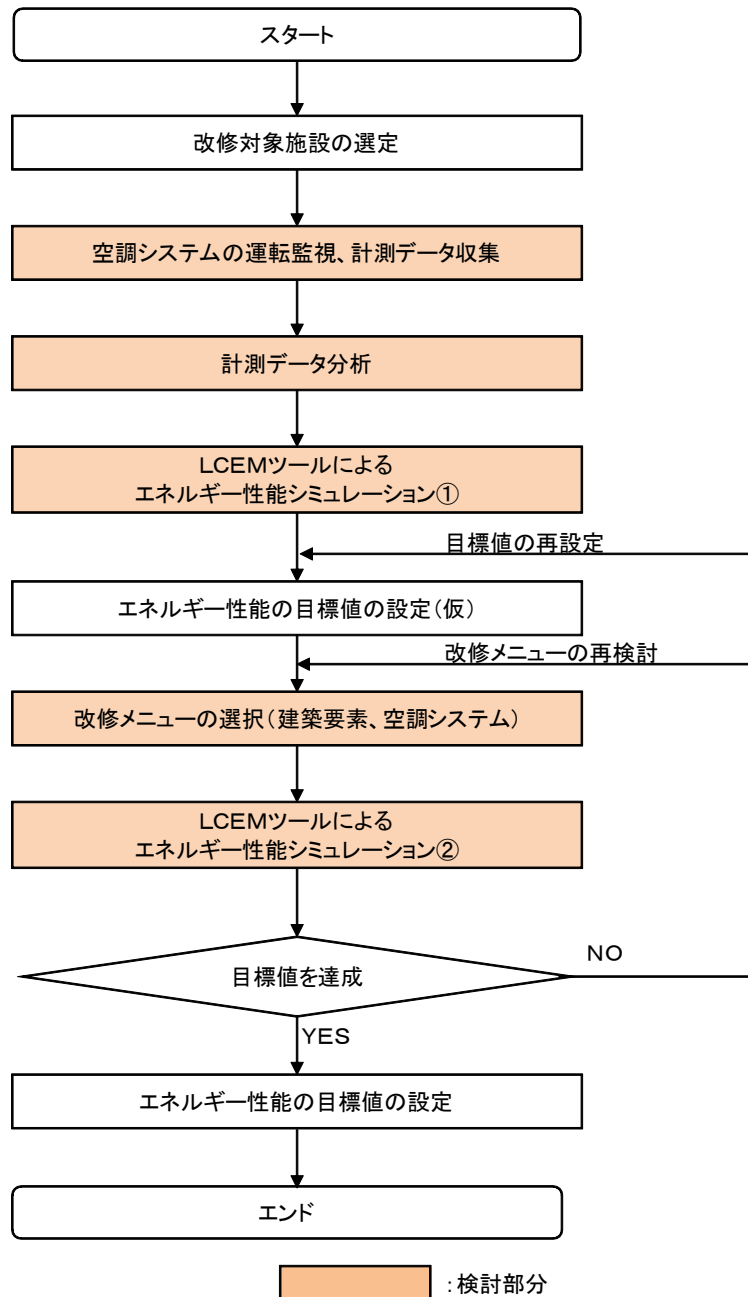


図8-1 改修企画段階のフロー図

表 8-1 建物概要

建物用途	事務所
建物構造・規模	RC造 地上4階
竣工	昭和53年(1978年)
延床面積	2,873m ²
設備設置時期	昭和53年(1978年)
空調方式	全空気方式+水方式
熱源設備	直焚き吸収冷温水機(ガス) 100USRT 1基
建物一次エネルギー消費量	5,031,910[MJ] 平成20年度他建物1,134m ² 分含む

表 8-2 空調システムの構成(熱源部分)

名称	仕様	相-電圧 [φ-V]	動力 [kW]	台数
直焚き吸収冷温水機 (ガス)RH-1	冷却能力:384kW 加熱能力:487kW 冷水量:1,000ℓ/min 冷水温度:7-12°C 温水量:1,400ℓ/min 温水温度:60-55°C 冷却水量:2,400ℓ/min 冷却水温度:32-37.5°C ガス消費量(冷:32.1Nm ³ /h, 暖:49.3Nm ³ /h)	3-200	8.4	1
冷却塔 CT-1	開放型 冷却能力:922kW 冷却水量:2400ℓ/min 冷却水温度:32-37.5°C	3-200	5.5	1
冷却水ポンプ PCH-1	片吸込渦巻ポンプ 150φ×2,400ℓ/min×206kpa	3-200	15	1
冷温水ポンプ PCD-1	片吸込渦巻ポンプ 125φ×1,400ℓ/min×216kpa	3-200	11	1

8.2 検討結果

8.2.1 空調システムの運転監視、計測データ収集

平成20年度の熱源機器の運転時間及び燃料消費量のデータを収集した。

8.2.2 計測データ分析

表8-3 熱源機器の運転結果：平成20年度

運転状態	冷房	暖房
運転期間	6月17日～9月24日 (約3ヶ月)	11月21日より3月31日 (約3ヶ月)
運転時間(時間)	534	704
ガス消費量(Nm ³)	8,347	11,665
電力消費量	他の設備機器との合算のため不明	

8.2.3 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション①

(1) 熱負荷モードの検証

熱負荷モードは、実際の運転条件に最も近いと判断した大阪市の夏:S-Me(3ヶ月), 冬:M-Me(4ヶ月)を選定し使用した。この選定を検証するため、冷温水の温度差と流量の運転実績データからの算出した値(a)(以下、本検証において「実績値」という。)と現状の熱源機器の定格出力をピーク負荷としたLCEMツールの計算の合計熱負荷量(b)を比較したところ、表8-4とおりととなった。(a)は瞬時値データを用いた概算値であり、また(a)と(b)は大きく乖離してはいないため、この選定で試算を行うこととした。

表8-4 合計熱負荷量[kWh]

運転期間	(a)実績値	(b)LCEMツール計算値	(c)比率=(b)/(a)
冷房運転	104,664	130,500	125%
暖房運転	137,984	123,921	90%

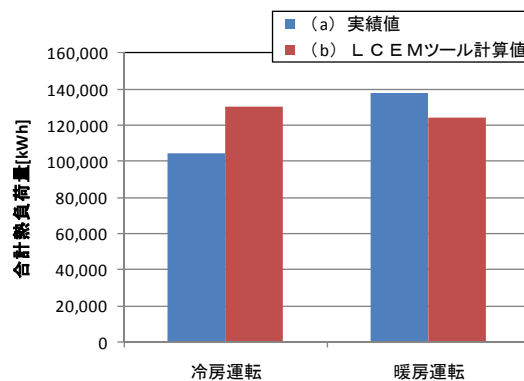


図8-2 実測値とLCEMツール試算値の熱負荷量の違い

(2) 既設機器のエネルギー消費試算値と実績値との比較

既設の熱源機器におけるエネルギー消費量を、LCEMツールで試算し、実績値と比較したところ、ガス消費量は、冷房運転で117%、暖房運転で101%となった。

表 8-5 ガス消費量 (m³) の比較

運転期間	(a)実績値	(b)LCEMツール 計算値	(c)比率=(b)/(a)
冷房運転	8,347	9,771	117%
暖房運転	11,665	11,755	101%

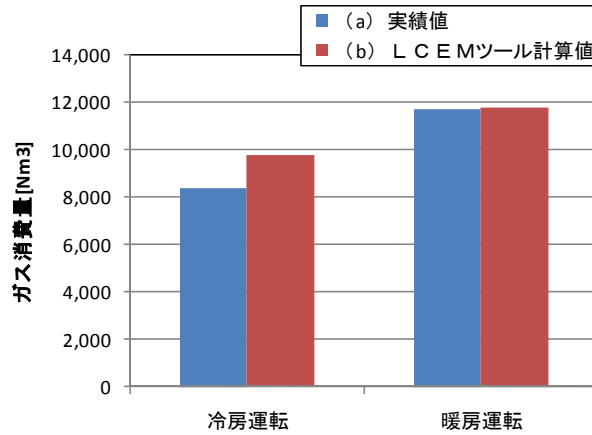


図 8-3 ガス消費量 (m³) の比較

実際の運転条件(運転期間・時間, 負荷等)と熱負荷モードの運転条件が完全に一致することはないだろうから, 試算値と実績値がいくらか乖離することは当然である。そこで, B:更新のガス消費量の試算値については, 現状のA:既設の試算値と実績値との比率により補正することとする。

また, 電力消費量については実績値との比較ができない。しかし, 今回の場合, 補機ポンプは定格運転であり, 電力消費量は運転時間に比例するため, 試算に用いた熱負荷モードの運転時間と実績の運転時間の比率により, 補正することとする。

表 8-6 運転時間[h]の比較

運転期間	(a)実績値	(b)LCEMツール 計算値	(c)比率=(b)/(a)
冷房運転	534	700	131%
暖房運転	704	800	114%

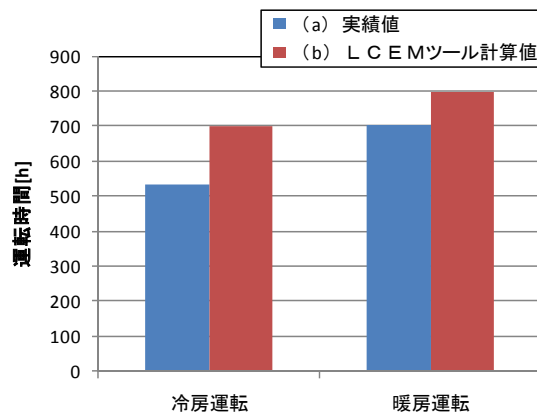


図 8-4 運転時間[h]の比較

8.2.3 エネルギー性能の目標値の設定(仮)

今回は目標値の設定は行わないこととした。

8.2.4 改修メニューの選択

高効率機器の採用

8.2.5 LCEMツールによるエネルギー性能シミュレーション②

熱源システムを検証の対象とした。熱源機器がA:既設及びB:更新の各ケースについて、熱源機器、冷却塔、冷却水ポンプ、冷温水一次ポンプの電力消費量およびガス消費量を試算した。

(1) 更新機器のエネルギー消費試算と省エネ効果

LCEMツールの試算値に補正を加えた試算の結果、熱源機器を更新した場合、年間の1次エネルギー消費量は184,424MJ削減される見込みであり、これは施設全体の約3.6%である。また、エネルギーコストは約300,000円、施設全体では約2.6%削減の見込みとなった。

表8-7 熱源機器別の比較

熱源機器 種別	A:既設(1978年製)		B:更新(2010年製)	
	ガス消費量 [m ³]	電力量 [kWh]	ガス消費量 [m ³]	電力量 [kWh]
消費量	20,012 (実績)	39,128 (LCEM試算 +補正)	17,220 (LCEM試算 +補正)	33,526 (LCEM試算 +補正)
削減量			2,792	5,602
1次エネルギー 消費量[MJ]	約 1,303,000		約 1,120,000	
1次エネルギー 削減量[MJ]			約 183,000	
1次エネルギー 削減率			約 14%	
CO2 排出削減 量			約 8,900kg	
削減額			約 300,000円	

※ 一次エネルギー原単位 電力:9.97[MJ/kWh](全日平均), ガス:46.05[MJ/m³](高位発熱基準)
CO2 排出係数 電力:0.501[kg-CO₂/kWh], ガス:2.195[kg-CO₂/m³]

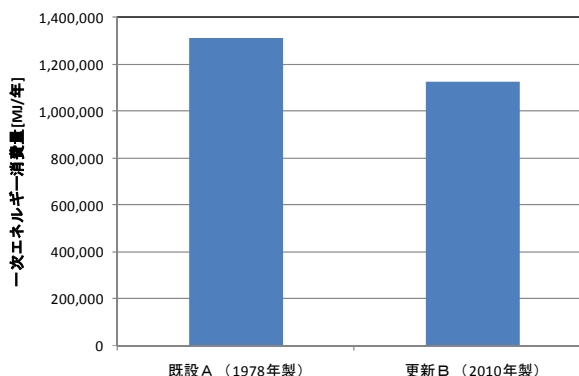


図8-5 熱源機器別の比較

8.3 感想及び課題

- ・ 改修企画段階のLCEMツールの計算では、運転実績データがあるため、熱負荷としては実績によることが可能な場合もあるが、データ入力作業が膨大になるため、やはり熱負荷モードを使用することになると思う。しかし、熱負荷モードの種類が少ないため、運転実績データと近いものを選定するのが難しい。
- ・ 熱負荷モードを使用する場合、運転実績データにより冷・暖房運転それぞれの期間全体の熱負荷が算出できるのであれば、それと等しくなるようにピーク負荷を設定するのが適当と思われる。
- ・ 運転実績データがある場合、それに矛盾しないよう、LCEMツールによる計算値を補正する必要がある。
- ・ LCEMツールで熱源機器の試算をした場合、負荷が小さすぎて冷凍機負荷率運転範囲外というエラーが出る場合があるが、エラー修正をどのようにすべきなのかわからない。運転範囲外の負荷だから運転しないと修正すると、処理すべき熱負荷は残ってしまう。