

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その74）

給湯プログラムによる省エネルギー検討

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 74)

A Study on Energy Efficiency of Domestic Hot Water Supply System by BEST Program

正会員 長谷川 巖（日建設計） 特別会員 村上 周三（建築研究所）

正会員 大塚 雅之（関東学院大学）

Iwao HASEGAWA *¹ Shuzo MURAKAMI*² Masayuki OTSUKA *³

*¹Nikken Sekkei *²Building Research Institute *³Kanto Gakuin University

This study aims to develop a calculation tool, which is able to simulate the overall energy consumption of air-conditioning systems, electric systems and plumbing systems for buildings. In the previous paper (Part 53 and 55), the authors described several case study results on hot water supply load profile and energy consumption. This paper discusses several basic simulation studies on seven different buildings for energy efficiency of domestic hot water supply system by using BEST simulation tool.

はじめに

本研究は、BEST（省エネルギー計画書作成支援ツールのコンソーシアム版 Ver1.0、以下BEST）のCEC/HW給湯プログラムを用いて、延床面積2,000㎡の中小建物における給湯エネルギー消費量と省エネルギーのための基礎的な検討をシミュレーションにより行っている。BEST支援ツールは改正省エネ法のための申請を目的としている他、簡易な入力で省エネルギー検討が可能なプログラムである。本報では、設計の初期段階を想定した給湯の省エネルギー検討を行うことを目的としている。

1. BEST 給湯プログラムにおけるシステムと機器特性

1.1 給湯システムの概要

BESTにおける給湯プログラムについては、既往の研究¹⁾³⁾にて示しているが、一昨年から給湯システムの種類を増やし、給湯機器の特性を考慮した改良等を加えている。図1に現在のBESTで計算が出来る給湯システムを示す。従来の給湯ボイラーによるシステムの外、潜熱回収給湯機（連結型）や業務用ヒートポンプ給湯機の計算が可能である。なおいずれも給湯循環配管を持つ中央式給湯方式であり、個別給湯方式の開発については今後の課題である。

1.2 機器特性

BEST機器特性WGではプログラムで用いる設備機器の機器特性を調査し汎用化したものとしている。図2に各給湯機器及び太陽熱給湯機器の機器特性を示す。給湯ボイラーや潜熱回収給湯機は部分負荷特性を考慮したものとし、ヒートポンプ給湯機は外気温度を考慮し給湯機への入水温度によって特性を場合分けしている。いずれ

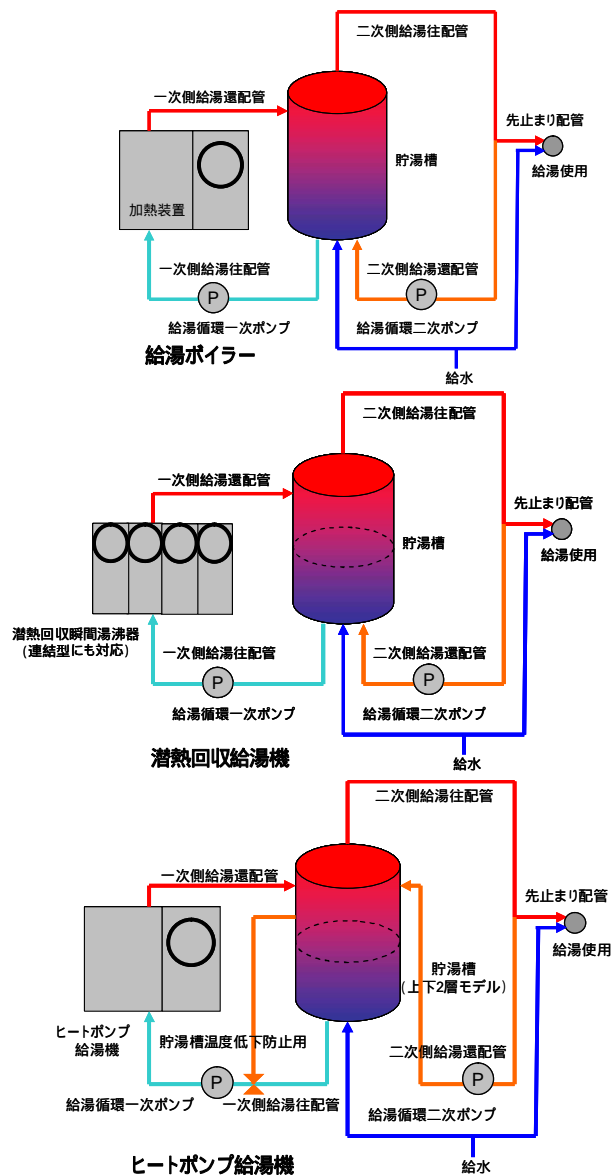


図1 計算可能な給湯システム

も定格効率に対する比率（効率比）を求めている。

2. 検討条件

2.1 検討建物と給湯設備の諸元

表1にプログラムへの入力条件として、各建物用途における給湯設備の諸元を示す。建物用途は事務所、集会場、学校、物販店舗、飲食店舗、ホテル、病院の全7用途であり、いずれも延床面積は2,000㎡とした。BESTでは給湯使用人員や給湯対象面積を入力する。参考文献⁵⁾より、ビジネスホテルでは33㎡（延床面積）/宿泊数、シティーホテルは54㎡/宿泊数、リゾートホテルは68㎡/宿泊数であり、病院では33㎡/ベッドであったためこれらの数値を参考とし、他の用途についても一般的な人員密度とした。給湯使用原単位に関しては表1に記載されたものとし、給湯使用パターンは既往の文献調査²⁾より作成した図2のものを用いている。BESTでは日使用湯量や貯湯槽容量は自動計算され、熱源種別と加熱能力、エネルギー消費量（COP）のみを入力する。表1では基準ケース及び節湯ケースに相当する加熱能力を記載した。配管保温は保温仕様1とし、2次側循環配管の長さについては給湯使用箇所の多い病院とホテルは240m、給湯使用箇所の少ない物販は8m、他の用途については60mとした。

2.2 検討ケース

給湯の省エネルギーに寄与する項目を検討するために基準ケースよりそれぞれ単独に入力条件を変え計算をした。を基準ケースとし、は節湯、は給湯配管設備（保温無し、配管の外部設置、先止まり配管、配管長さ）は夜間給湯使用がないときの給湯循環ポンプの停止制御、は潜熱回収給湯機やヒートポンプ給湯機の高効率

表1 検討条件の給湯設備諸元（基準ケース）

建物用途	人員・床/給湯対象面積	備考	給湯器具	原単位	日使用湯量	給湯熱源	貯湯槽容量	加熱能力	COP	1次配管			2次配管			配管設置位置	先止まり配管	
										保温仕様	長さ	口径	保温仕様	長さ	口径			
事務所	300人	0.15人/㎡	一般器具	10L/人・日	3m3/日	燃焼系給湯機	0.6m3	40kW	給湯ボイラー:0.8 潜熱回収給湯機:0.95 ヒートポンプ給湯機:4	保温仕様1	10m	32A	保温仕様1	8m	25A	その他	無し	
			節湯器具	6L/人・日	1.8m3/日	ヒートポンプ	1.5m3	20kW										
集会場	400人	0.2人/㎡	一般器具	10L/人・日	4m3/日	燃焼系給湯機	0.36m3	23kW		50A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	
			節湯器具	6L/人・日	2.4m3/日	ヒートポンプ	0.9m3	12kW										
学校	200人	40人/クラス・5クラス	一般器具	10L/人・日	2m3/日	燃焼系給湯機	0.8m3	52kW		80A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	32A
			節湯器具	6L/人・日	1.2m3/日	ヒートポンプ	1.2m3	16kW										
物販店舗	2000㎡	売場面積	一般器具	3.8L/人・日	0.34m3/日	燃焼系給湯機	0.4m3	34kW		80A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	32A
		0.045人/㎡	節湯器具	2.28L/人・日	0.21m3/日	ヒートポンプ	1.0m3	17kW										
飲食店舗	600㎡	店舗面積の30%を厨房	一般器具	3.8L/人・日 32L/㎡・日	19.3m3/日	燃焼系給湯機	0.24m3	20kW		80A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	32A
		0.045人/㎡	節湯器具	2.28L/人・日 32L/㎡・日	19.2m3/日	ヒートポンプ	0.6m3	10kW										
ホテル（ビジネス）	60人（床）	33㎡/床	一般器具	150L/人・日 35L/㎡・日	20.9m3/日	燃焼系給湯機	0.07m3	5kW		80A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	32A
		0.17㎡/延床面積	節湯器具	135L/人・日 33.48L/㎡・日	19.5m3/日	ヒートポンプ	0.17m3	2.5kW										
病院	60人（床）	33㎡/床	一般器具	284.2L/人・日	17.1m3/日	燃焼系給湯機	0.04m3	3kW	80A	60m	32A	60m	32A	32A	32A	32A	32A	
			節湯器具	270L/人・日	16.2m3/日	ヒートポンプ	1.03m3	17kW										
						燃焼系給湯機	0.04m3	3kW										
						ヒートポンプ	0.10m3	1.5kW										
						燃焼系給湯機	3.86m3	247kW										
						ヒートポンプ	9.65m3	124kW										
						燃焼系給湯機	3.85m3	246kW										
						ヒートポンプ	9.63m3	123kW										
						燃焼系給湯機	4.18m3	188kW										
						ヒートポンプ	10.45m3	94kW										
						燃焼系給湯機	3.90m3	175kW										
						ヒートポンプ	9.74m3	88kW										
						燃焼系給湯機	3.41m3	110kW										
						ヒートポンプ	8.53m3	72kW										
						燃焼系給湯機	3.24m3	104kW										
						ヒートポンプ	8.10m3	70kW										

注1) 単体評価(図4)では一般器具により算出した加熱能力を入力、複合評価(図5)では節湯器具により算出した加熱能力を入力

給湯機の採用、は太陽熱（平板集熱器と真空ガラス管集熱器）を用いた自然エネルギー利用の6つのカテゴリーに分けて省エネルギー効果を計算し単体評価を行った。次に、'節湯基準で加熱能力を選定し直し、'配管長さ、'給湯循環ポンプの制御、'高効率給湯機の採用、'太陽熱利用の順番で段階的に採用した場合の計算を行い、複合評価を行った。なお各ケースの詳細な条件は図4、図5中の欄外に記載している。

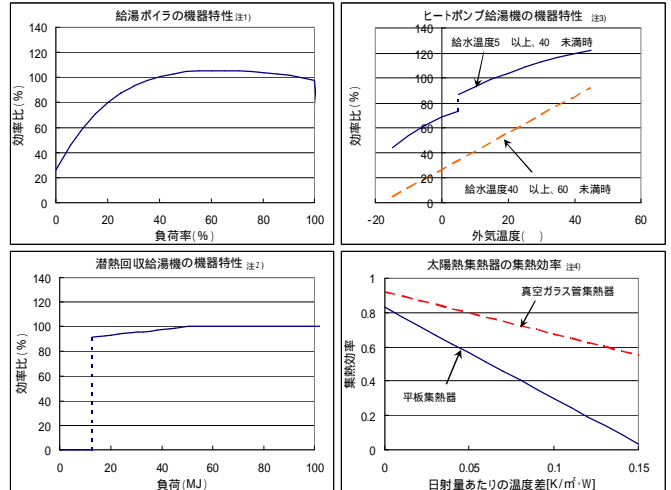


図2 各給湯機器及び太陽熱給湯機器の機器特性

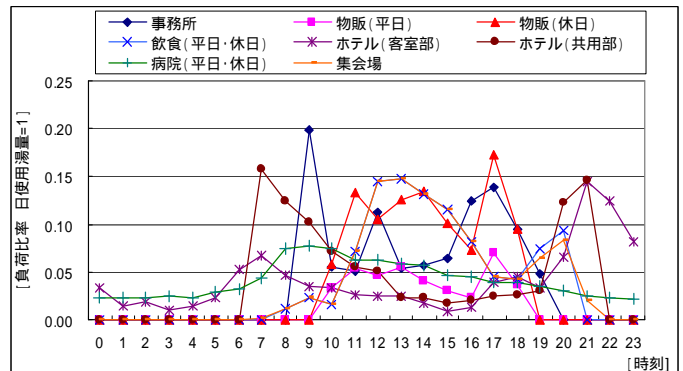


図3 各建物用途の給湯使用パターン

3. 検討結果

3.1 単体評価

図4に単体評価による検討結果を示す。節湯による効果は原単位設定によるもので、物販、学校、事務所、集会議場で減っている。配管による影響は配管保温を止め、裸管とした場合には大幅なエネルギーロスとなる。配管の外部設置、先止まり配管長、循環配管の長さは保温が成されていればあまり影響のない結果となった。循環ポン

プの停止制御は物販、学校、事務所など給湯負荷が少ないほど効果的である。高効率給湯機の採用は20~30%程度の省エネルギー効果があり有効である。高効率給湯機は給湯ボイラーとの比較において定格COPが高いだけでなく部分負荷特性も良くなっているため、定格COPの差以上の省エネルギー効果が現われている。太陽熱利用給湯は機器特性上、真空ガラス管集熱器の方が平板集熱器より集熱効率が良いため、給湯負荷の多い病院、

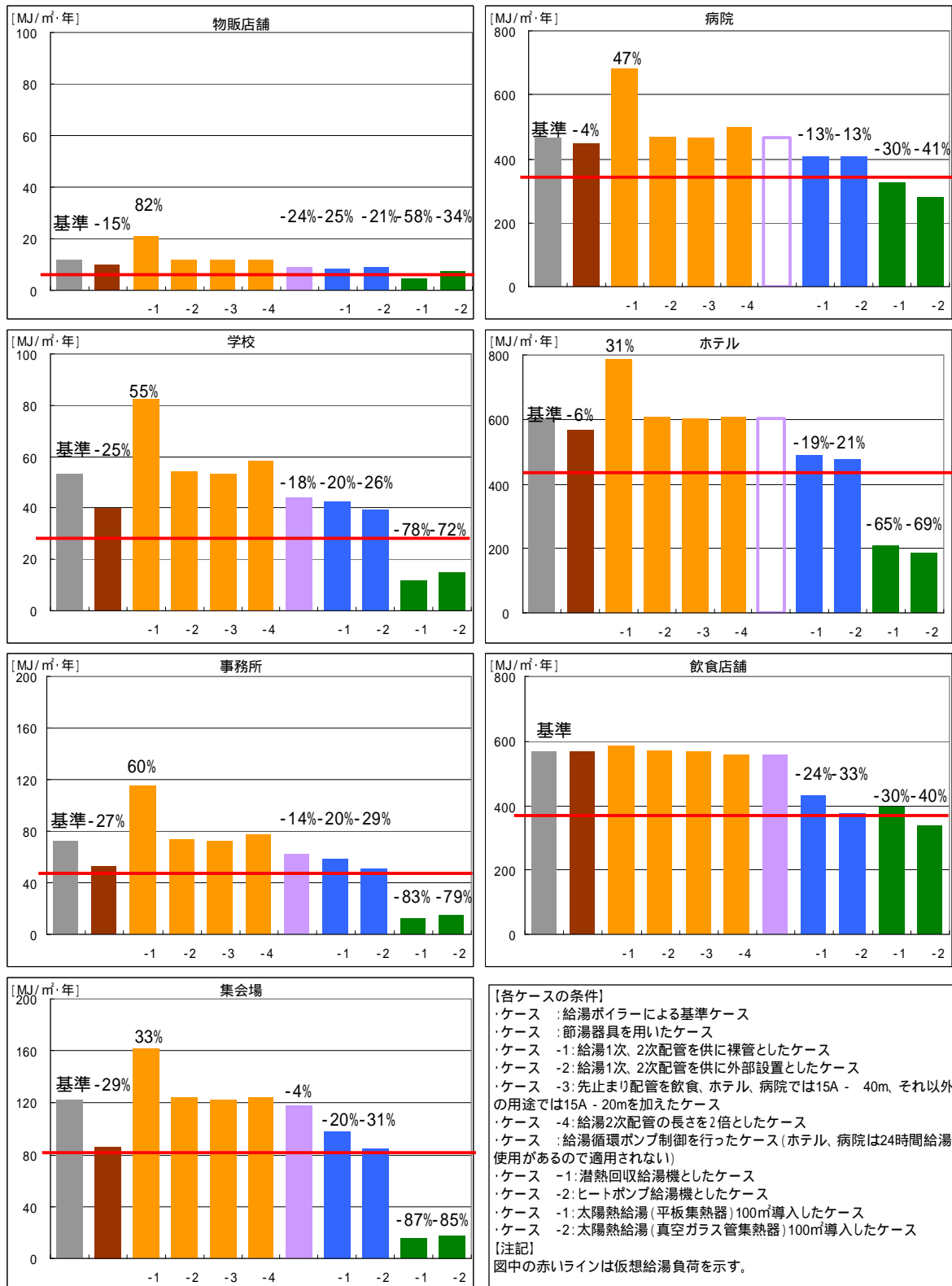


図4 各用途の単体評価による省エネルギー検討

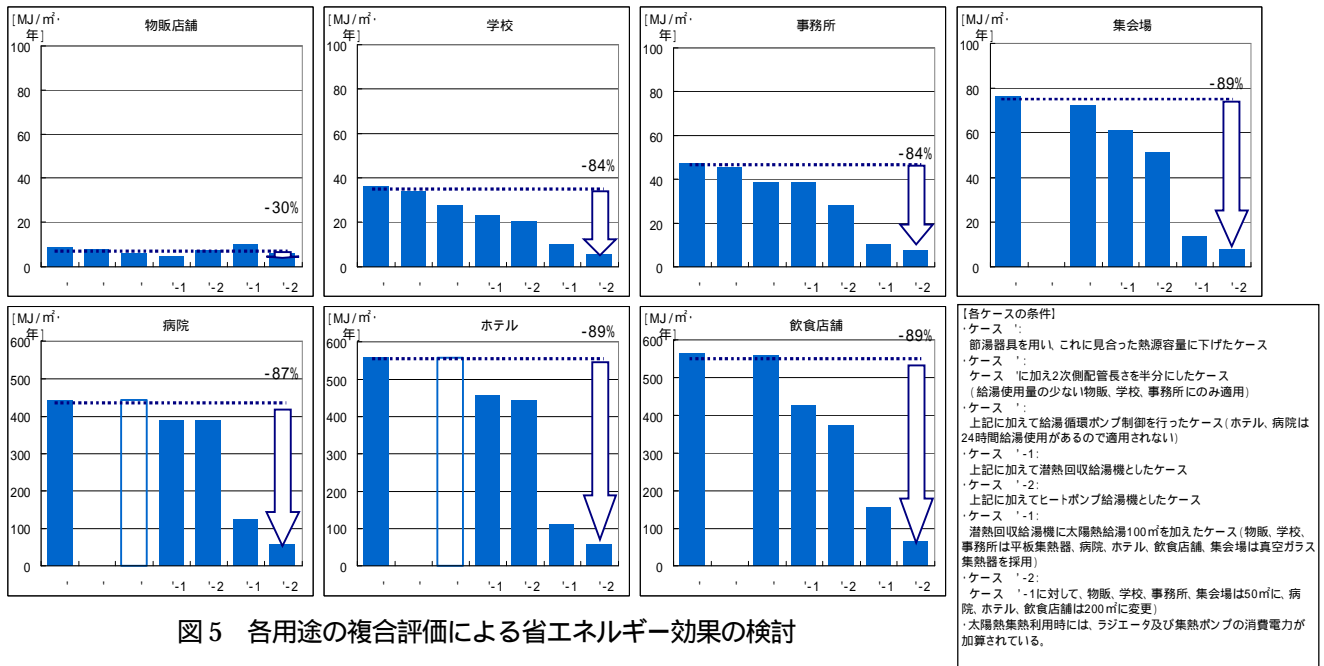


図5 各用途の複合評価による省エネルギー効果の検討

ホテル、飲食ではその差が出ているが、給湯負荷の少ない用途ではその差は顕著ではない結果となった。

3.2 複合評価

複合評価による検討結果を図5に示す。BESTでは段階的に省エネルギー技術を積み上げることで、ZEB(ゼロ・エネルギー・ビルディング)の可能性を検討することが出来る。図5における検討結果はいずれも節湯ケースを基準とし、給湯使用の少ない建物では配管長さの縮小や給湯循環ポンプの停止など給湯負荷を低減することで20~40%の省エネルギー効果となる。次に高効率給湯機の導入を加えて20~50%、さらに太陽熱利用給湯器で合計70~90%もの省エネルギー効果となった。ケース'2では、太陽熱給湯機の設置面積を適正化し、給湯負荷の少ない物販、学校、事務所、集会場では100㎡から50㎡に、給湯負荷の大きい病院、ホテル、飲食店舗は100㎡から200㎡とすることでさらなる省エネルギー効果を導き出すことが出来た。

4.まとめ

本報では、BEST(省エネルギー計画書作成支援ツール)のコンソーシアム版の給湯プログラム用いて、建物用途別に給湯の省エネルギーに関わる単体評価を行った後、複合的に項目を組み合わせた場合において、給湯エネルギー消費量を削減しZEB化を推進するための基礎的な検討を行った。今後は、給湯使用原単位や負荷パターンをユーザーによって設定出来るようプログラムを改良していく予定である。

【謝辞】本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出

ツール開発に関する「BESTコンソーシアム」・「BEST企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、クラス構想WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。衛生設備SWG名簿(順不同)主査:大塚雅之(関東学院大学)、幹事:長谷川蔵(日建設計)、委員:小瀬博之(東洋大学)、前真之(東京大学大学院)、飯田芳史(長谷工コーポレーション)、菊池健二(三機工業)、小原直人(ピーエーシー)、齋岡賢悟(西原衛生工業所)、山口幸寛(2008.7.12まで草深隆道)、北本都美(東邦ガス)、久保田祥彰(大成建設)、佐々木真人(日本設計)、武田成司(齊久工業)、土井章弘(竹中工務店)、村江行志、鈴木孝彦(戸田建設技術研究所)、宮本和弘(東京電力)、澤田佳也(中部電力)、協力委員:久野岳人、曾我部伸雄(以上、INAX)、梶田卓司、事務局:野原文男、藤井拓郎(以上、日建設計)、諏佐庄平、生稲清久(以上、建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】

- 1)大塚雅之他:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その55)給湯プログラムによる計算事例、平成21年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2009/8
- 2)長谷川蔵他:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その53)給水・給湯負荷パターンの検討、平成21年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2009/8
- 3)前真之他:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その37)給湯プログラムの概要、平成20年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2008/8
- 4)平成21年度省エネ基準対応 建築物の省エネルギー基準と計算の手引、財団法人 建築環境・省エネルギー機構、p293~P337、2009.9
- 5)建築設備技術者協会:ELPAC(建築設備情報年鑑・竣工設備データ(1988年~1994年))

【注記】

- 1)出典:日本ボイラー協会より、2)出典:日本ガス石油機器工業会との協力のものと、BEST機器特性SWG/衛生機器特性分科会にて作成、3)出典:日本冷凍空調工業会より、4)出典:木村健一編著「建築環境学2」P218丸善株式会社、5)保温仕様:保温仕様1は、空気調和・衛生工学会 建築・設備の省エネルギー技術指針 p217 断熱強化の例(呼び径40未満:保温厚さ30mm、呼び径125未満:保温厚さ40mm、呼び径125以上:保温厚さ50mm)による。保温仕様2は、空気調和・衛生工学会規格 HASS010-2000 給湯管一般の場合(呼び径50まで:保温厚さ20mm、呼び径65以上125以下:保温厚さ25mm、呼び径150以上:保温厚さ30mm)による。