

第3部. 業務用コージェネレーション設備の設計・管理・運用に関する実態調査

3-1. システム制御手法、管理実態、運用状況等に関する調査

3-1.1. システム制御手法及び管理実態等に関するアンケート調査結果概要

3-1.1.1. 調査概要

(1) 調査目的

業務用コージェネレーション設備の評価プログラムの精度向上に向けて、評価においておさえるべきコージェネレーション設備の対象範囲や、計算にあたっての標準的な運転スケジュールの設定など、与条件の検討に資するデータを整備することを目的とする。

(2) 調査内容

コージェネレーション設備について、導入している施設と本体設備の概要、運転状況等について調査する。

<主な調査項目>

施設概要	<ul style="list-style-type: none">・ コージェネレーション設備を導入している施設の建物用途・ 熱供給の対象延床面積・ 契約電力、最低買電量
設備概要	<ul style="list-style-type: none">・ コージェネレーション設備の仕様（発電容量、台数）・ 燃料種・ 排熱の取り出し方、排熱の使い方・ 貯湯槽容量・ コージェネレーション設備の設置場所
運転状況	<ul style="list-style-type: none">・ コージェネレーション設備の運転時間・スケジュール・ コージェネレーション設備の導入目的・ 電力ピークカットの条件・ 発電量の制御方法・ 運転台数の決め方

(3) 調査方法

公表資料等を参考に、業務用コージェネレーション設備を導入している事業所を約 180 件リスト化し、アンケート調査票を送付した。併せて、ガス事業者経由でコージェネレーション設備導入物件への調査依頼を行った。

- 事業所選定方法：東京都建築物環境計画書制度公表資料、各種ホームページ、学会誌等より抽出（179 件）、また、ガス事業者を通して依頼（8 件）
- 調査票配布数：187 件
- 調査票配布方法：郵送並びにガス事業者のご担当より手渡し
- 発送期間：平成 28 年 8 月 3 日～5 日

(4) データの回収状況

アンケート返送件数は83件で、うち2件は2物件分の回答が得られ、回収数は85件となっている(2016年12月時点)。ただし、1件は登録特定送配電事業者であったため、本調査の趣旨から逸脱していると判断し、有効回収数には含めていない。

図 3-1.1 調査票配布数と回収率

調査票配布数	回収数	有効回収数	有効回収率
187	85	84	44.9%

※有効回収率=有効回収数/調査票配布数

3-1.1.2. 調査対象の属性

図 3-1.2 に本調査の有効回答物件の地域分布および構成比を示す。地域は関東、近畿、東海の順に多く、これら3地域で全体の80%以上を占めている。

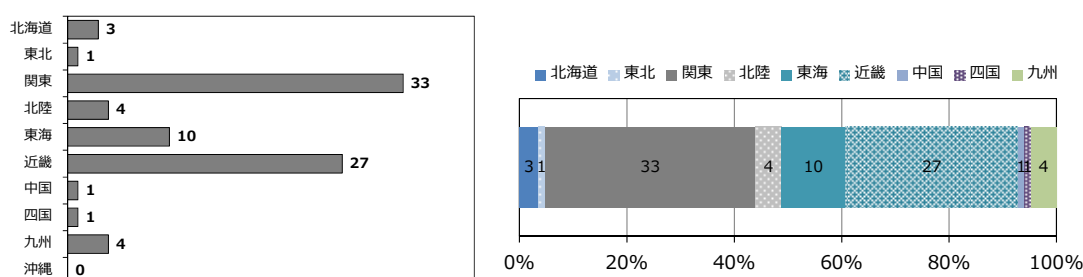
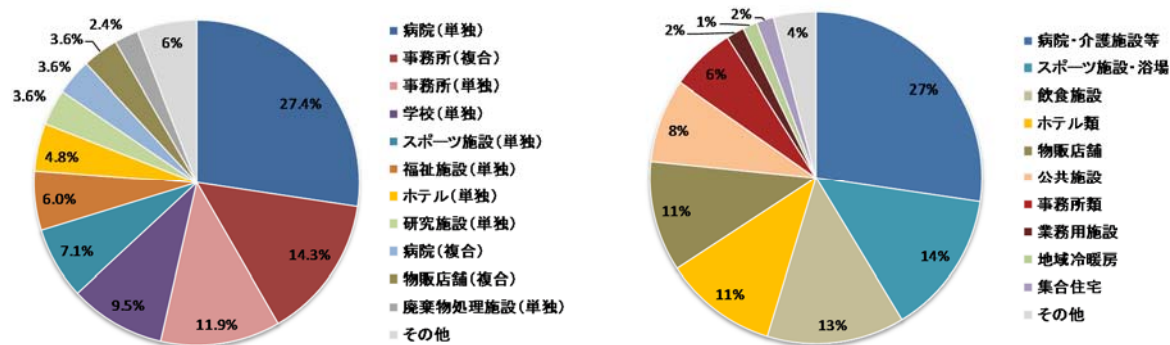


図 3-1.2 地域分布および構成比 (左図: 地域分布 右図構成比)

図 3-1.3 に施設用途別アンケート調査票回収先の構成を示す。参考として、コージェネレーション白書 2016 (一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター (コージェネ財団) 編) 掲載の民生用施設用途設置状況を併載する。これより、本調査の対象となっている物件の建物用途は、スポーツ施設、飲食施設、ホテル等の割合が少なめとなっていることが分かる。



(a) 本アンケート調査票回収先 (有効回収)

(b) 民生用施設用途別設置状況 (再掲)

図 3-1.3 施設用途別アンケート調査票回収先と導入実績

出所: 一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター (コージェネ財団) 編「コージェネレーション白書 2016」より作成

図 3-1.4 に本調査の有効回答物件における延床面積の降順分布および構成比を示す。ボリュームゾーンは 20,000～50,000 m² であり、最大値、最小値はそれぞれ 356,597 m² および 1,770 m² である。

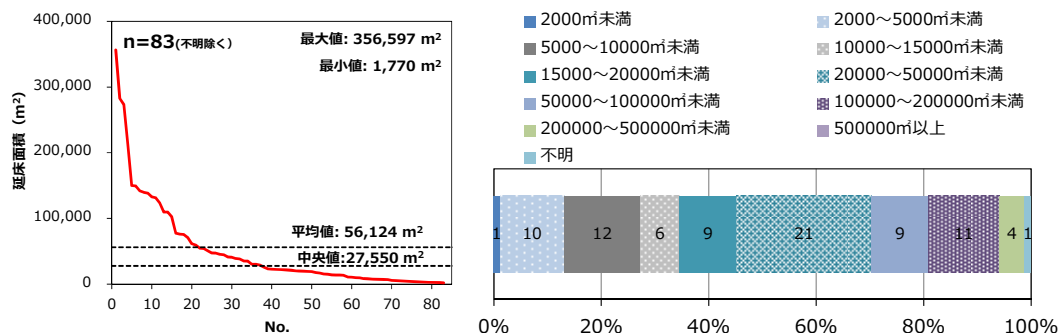


図 3-1.4 延床面積の降順分布および構成比 (左図：降順分布 右図：構成比)

図 3-1.5 に本調査の有効回答物件における契約電力の降順分布および構成比を示す。ボリュームゾーンは 500～2,000 kW であり、最大値、最小値はそれぞれ 35,000 kW および 33 kW である。

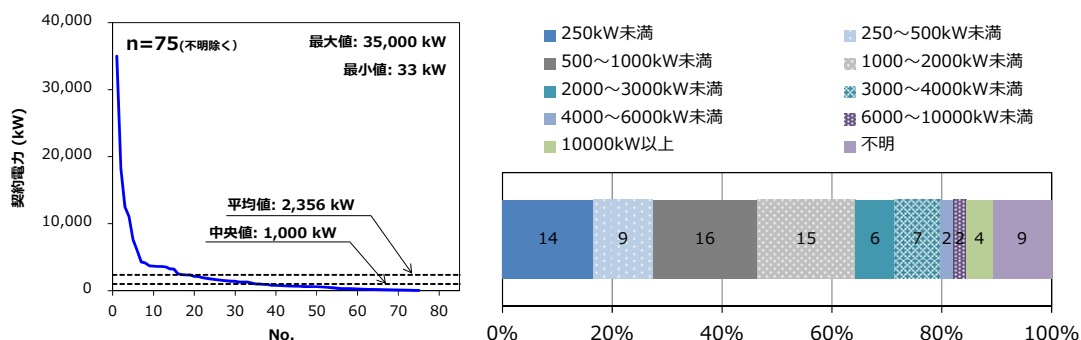


図 3-1.5 契約電力の降順分布および構成比 (左図：降順分布 右図：構成比)

図 3-1.6 に本調査の有効回答物件の中で自家発補給契約電力に回答があった 49 物件における、自家発補給契約電力の降順分布および構成比を示す。全体の 60%以上が 500 kW であり、最大値、最小値はそれぞれ 2,430 kW および 25 kW である。

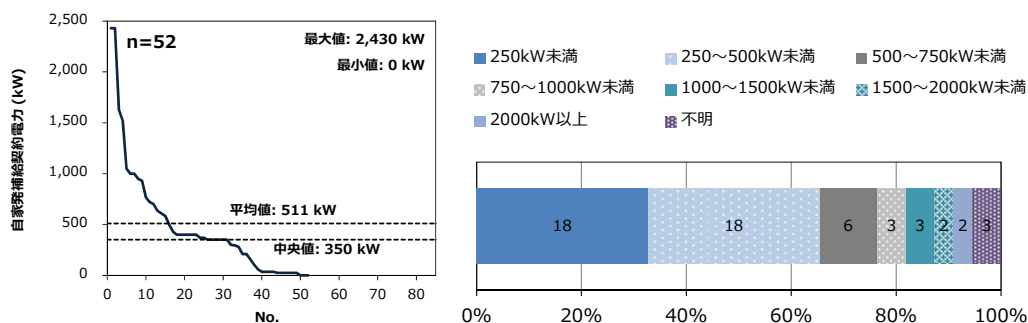


図 3-1.6 自家発補給契約電力の降順分布および構成比 (左図：降順分布 右図：構成比)

3-1.1.3. 調査結果

(1) 調査結果の要約

コージェネレーション総発電容量 (CGU 容量) について

1. CGU 容量と延床面積の相関は、契約電力と延床面積の相関ほど明確ではない。(図 3-1.7 および図 3-1.8 参照)
2. CGU 容量が総電力 (契約電力と CGU 容量) に占める割合 (以下「CGU 容量比」という) が 70%を上回る物件は確認されていない。(図 3-1.9 参照)
3. CGU 容量比と導入年との間には明確な相関は見られない。(図 3-1.10 参照)

運転方法について

4. 運転スケジュールは、年間を通じて同じである物件が全体の半数を占めており、さらにその中でも予め定められた運転時間帯で運転している物件が凡そ半数を占めている。一方、運転スケジュールを見直す場合は季節ごとであることが多く、熱需要もしくは電力需要が判断基準となるものが多い。(表 3-1.1 参照)
5. 運転スケジュールが年間を通じて同じである物件は、季節ごとに見直している物件よりも、小規模の CGU を導入している傾向が見られる。(表 3-1.2 参照)
6. 発電量制御の方法については、全体の 90%程度の物件で常時定格運転もしくは電力負荷追従運転を採用しており、それ以外はほとんど確認されていない。(表 3-1.3 参照)
7. 夏期、中間期、冬期における平日と休日の建物用途別運転スケジュールでは、多くの建物で夏期および冬期の9時～17時の時間帯は運転が行われており、その前後の時間帯での稼働状況には建物によってばらつきがあるが、用途による傾向がみられる。また、CGU平均稼働率は中間期および休日に低めとなる傾向がある。(表 3-1.4～表 3-1.9および図 3-1.11～図 3-1.16 参照)

(2) 分析結果

図 3-1.7 に、契約電力と延床面積の関係を建物用途別に示す。これより契約電力と延床面積の相関が概ね明確に表れていることが伺える。また、今回の調査においては、複合施設や病院では非常に大きな規模のものが含まれている一方、ホテル (単独) やスポーツ施設 (単独) では他用途と比較して規模の大きな物件の回答が無かった。

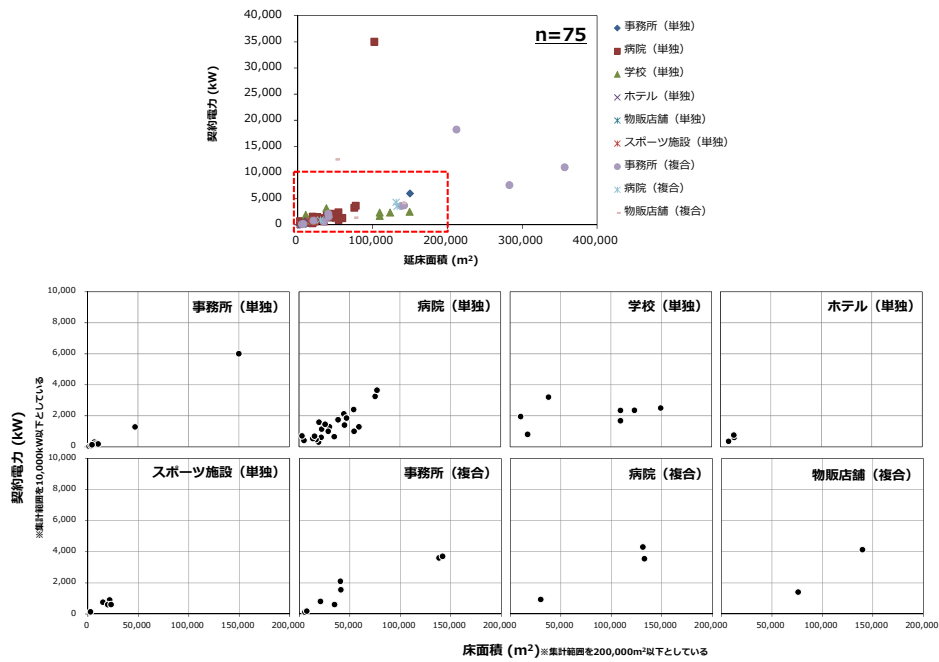


図 3-1.7 契約電力と延床面積の関係（上図：全建物用途 下図：建物用途別）

図 3-1.8 に、コージェネレーション総発電容量（CGU 容量）と延床面積の関係を建物用途別に示す。これより、CGU 容量と延床面積の相関は、契約電力と延床面積の相関ほど明確ではないことが伺われる。

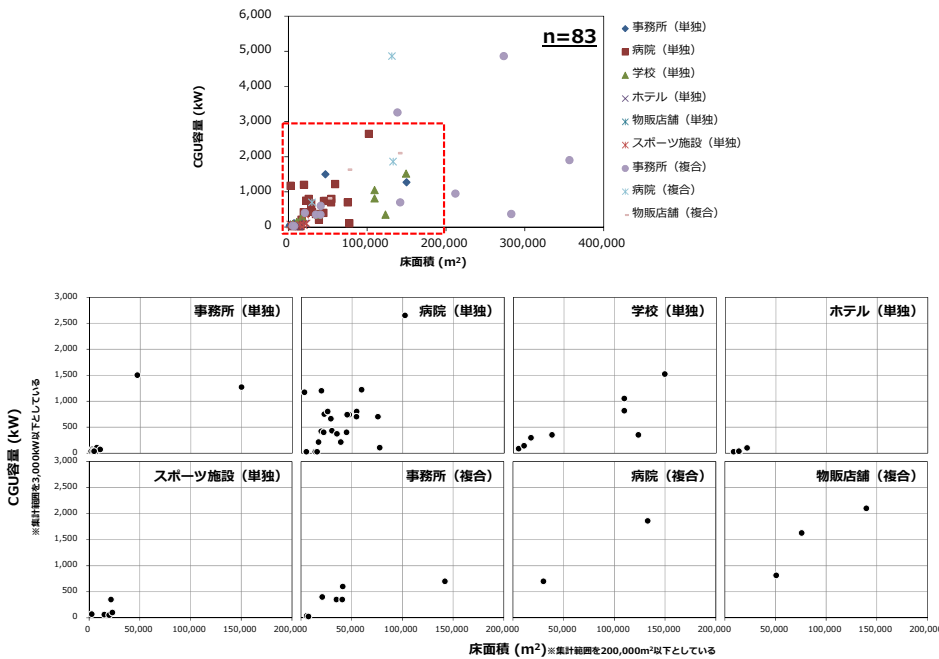


図 3-1.8 CGU 容量と延床面積の関係（上図：全建物用途 下図：建物用途別）

図 3-1.9 に、CGU 容量比と延床面積の関係を建物用途別に示す。これより、CGU 容量比が 70% を上回る物件は無いことがわかる。CGU 容量比の最大値と最小値はそれぞれ 66.7% および 2.8% であった。また、病院（単独）については、延床面積が大きくなるほど CGU 容量比が小さくなる傾向が伺える。

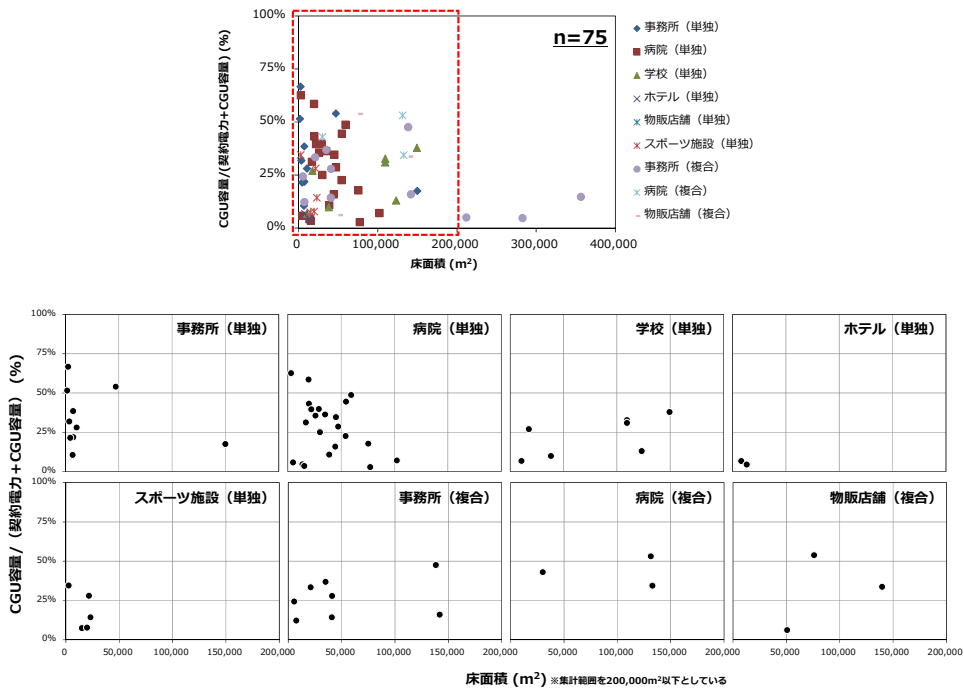


図 3-1.9 CGU 容量比と延床面積の関係（上図：全建物用途 下図：建物用途別）

図 3-1.10 に、CGU 容量比と CGS 導入年を建物用途別に示す。CGU の導入が古い物件では、建物用途の変更が起こり得る。そのことで、当初の想定とは異なった CGU の使い方をされると、CGS 容量比の分布にばらつきがみられるようになると考えられるが、この結果からは CGU 容量比と導入年との間に明確な相関は見られない。

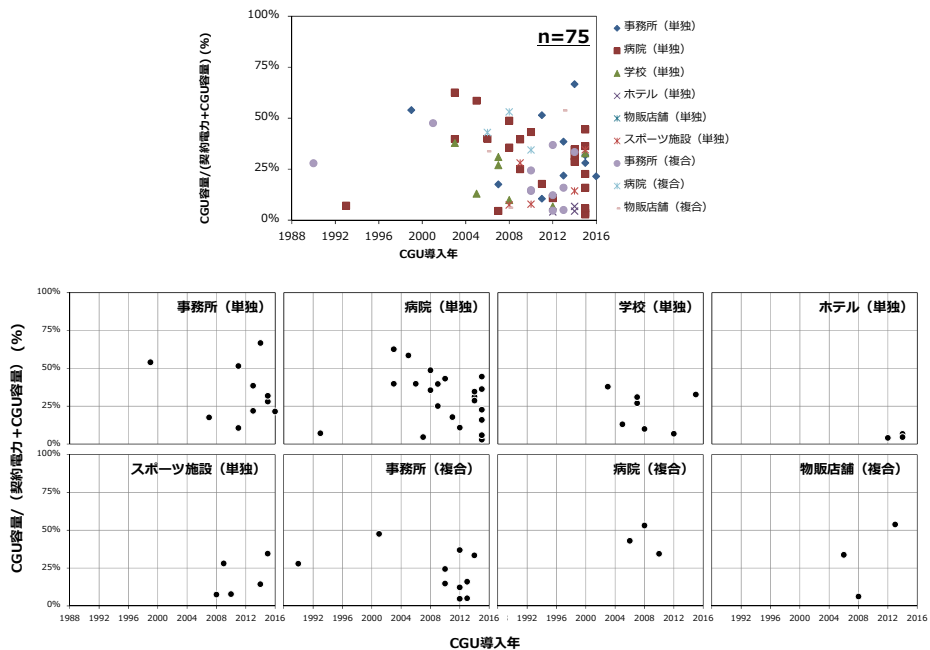


図 3-1.10 CGU 容量比と CGU 導入年の関係（上図：全建物用途 下図：建物用途別）

表 3-1.1 に、CGU のスケジュールの変更頻度と変更の際の判断基準の関係を示す。年間を通じて同じスケジュールで運転している物件が全体の半数を占めており、さらにその中でも予め定め

られた運転時間帯で運転している物件が凡そ半数を占めている。一方、運転スケジュールを一年の中で見直す機会を設けている物件では、その頻度は季節ごとであるケースが多く、熱需要もしくは電力需要を判断基準としているものがほとんどである。

なお、毎日運転スケジュールを見直して、判断基準を季節ごとに変更している物件（研究所）では「夏期は電力需要を見て、冬期は熱需要を見て判断している」とのことである。

表 3-1.1 CGU スケジュール変更頻度と変更の際の判断基準の関係

		判断基準								
		熱需要を見て	電力需要を見て	運転時間帯を固定	最適制御	季節ごとに変更	判断基準はない	わからない	無回答	(計)
変更頻度	年間を通して同じ	4	12	22	0	0	2	0	2	42
	季節ごとに見直し	13	10	3	0	0	1	0	0	27
	月ごとに見直し	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	週ごとに見直し	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	毎日見直し	1	1	0	2	1	0	0	0	5
	受電電力に応じた自動運転	0	2	0	0	0	2	0	0	4
	わからない	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	無回答	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	(計)	19	27	25	2	1	5	2	3	84

表 3-1.2 に、CGU 容量および CGU 容量比と CGU スケジュール変更頻度の関係を示す。ここでは CGU スケジュール変更頻度については「年間を通じて同じ」と「季節ごとに見直し」のみを掲載している。これより、年間を通じて CGU スケジュールを同じとしている物件では、CGU 容量が 50 kW 未満の小容量物件の割合が大きくなっている。CGU 容量比で見ると、全体の傾向と比べて、「年間を通じて同じ」の場合は 10%未満の割合が、「季節ごとに見直し」の場合は 10～20%の割合が、それぞれ大きくなっている。

全体的には、運転スケジュールが年間を通じて同じである物件は、季節ごとに見直している物件よりも、小規模の CGU 容量である傾向が見られる。

表 3-1.2 CGU 容量と CGU スケジュール変更頻度の関係

(上表：CGU 容量との関係 下表：CGU 容量比との関係)

CGU 容量		50kW未満	～100kW未満	～500kW未満	～1,000kW未満	～3,000kW未満	3,000kW以上	(計)
変更頻度	年間を通じて同じ	13	3	10	8	4	4	42
	(構成比)	31.0%	7.1%	23.8%	19.0%	9.5%	9.5%	100%
季節ごとに見直し	件数	5	3	9	6	4	0	27
	(構成比)	18.5%	11.1%	33.3%	22.2%	14.8%	0%	100%
(全体)	件数	20	9	23	15	13	4	84
	(構成比)	26.7%	12.0%	30.7%	20.0%	17.3%	5.3%	112%

CGU 容量比		10%未満	～20%未満	～40%未満	～60%未満	～80%未満	～100%未満	(計)
変更頻度	年間を通じて同じ	10	5	15	4	2	0	36
	(構成比)	27.8%	13.9%	41.7%	11.1%	5.6%	0%	100%
季節ごとに見直し	件数	6	6	9	3	0	0	24
	(構成比)	25.0%	25.0%	37.5%	12.5%	0%	0%	100%
(全体)	件数	18	12	31	11	3	0	75
	(構成比)	24.0%	16.0%	41.3%	14.7%	4.0%	0.0%	100.0%

表 3-1.3 に、建物用途と発電量制御の方法の関係を示す。これより、全体の 62% (52 件) で常時定格運転を、また、全体の 27% (23 件) で電力負荷追従運転を採用しており、これら 2 方式で全体の 90%程度を占めている。それ以外の運転方法については、ほとんど確認されていない。

表 3-1.3 建物用途と発電量制御の方法の関係

			出力制御		1件以上		5件以上		10件以上	
建物用途	単独	事務所 (単独)	常時定格運転	電力負荷追従運転	熱負荷追従運転	時期によって使い分け	最適制御運転	わからない	(計)	
			事務所 (単独)	4	4	2	0	0	0	10
病院 (単独)	13	8	0	0	0	2	23			
学校 (単独)	7	1	0	0	0	0	8			
ホテル (単独)	3	0	1	0	0	0	4			
福祉施設 (単独)	3	0	0	0	0	2	5			
会議場・ホール等 (単独)	0	1	0	0	0	0	1			
研究施設 (単独)	1	1	0	1	0	0	3			
スポーツ施設 (単独)	3	3	0	0	0	0	6			
給食センター (単独)	1	0	0	0	0	0	1			
消防署 (単独)	0	1	0	0	0	0	1			
廃棄物処理施設 (単独)	2	0	0	0	0	0	2			
複合	事務所 (複合)	10	1	0	0	1	12			
病院 (複合)	1	2	0	0	0	0	3			
学校 (複合)	1	0	0	0	0	0	1			
物販店舗 (複合)	3	0	0	0	0	0	3			
その他の複合施設	0	1	0	0	0	0	1			
(計)	52	23	3	1	1	4	84			

表 3-1.4～表 3-1.9 および図 3-1.11～図 3-1.16 に、建物用途別時間帯別 CGU 平均稼働率を、季節別および平日・休日別に示す。先ず季節別にみると、中間期に平均稼働率が低めとなっている。

また、平日・休日別にみると、いずれの建物用途においても平日と休日では稼働率の状況が異なっており、ほとんどの施設で平日の平均稼働率が高いことが分かる。

表 3-1.4 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率 (夏期平日)

		時間帯																							25%~	50%~	75%~	100%	平均	集計数	
建物用途	単独	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
事務所 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	23%	70%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	70%	50%	40%	10%	0%	0%	45%	10				
病院 (単独)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	21%	45%	82%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	86%	71%	60%	40%	29%	14%	59%	21				
学校 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	21%	53%	83%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	33%	17%	13%	0%	0%	46%	6				
ホテル (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	75%	25%	25%	46%	4				
福祉施設 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	63%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	63%	25%	0%	0%	0%	52%	4				
会議場・ホール等 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	1				
研究施設 (単独)	33%	33%	33%	33%	33%	33%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	33%	33%	33%	70%	3					
スポーツ施設 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	20%	20%	0%	0%	50%	5				
給食センター (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	1				
消防署 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	1				
廃棄物処理施設 (単独)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	63%	1				
複合	事務所 (複合)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	19%	75%	88%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	90%	75%	58%	58%	50%	50%	17%	51%	12				
病院 (複合)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	33%	0%	63%	3					
学校 (複合)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	63%	1				
物販店舗 (複合)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	0%	60%	3					
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	1				

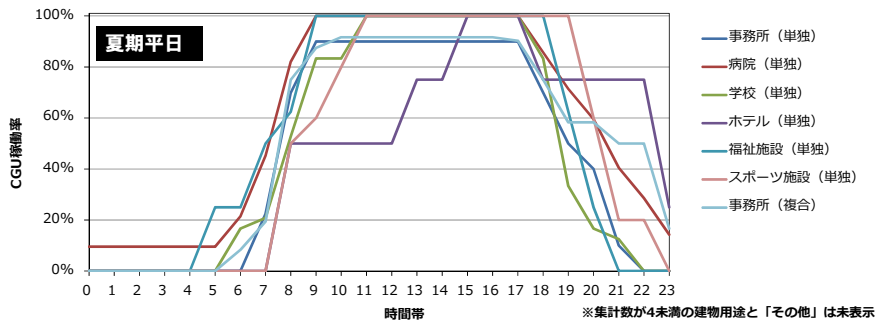


図 3-1.11 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率 (夏期平日)

表 3-1.5 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（中間期平日）

		時間帯																						平均	集計数			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			22	23	
単独	事務所（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	60%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	55%	40%	30%	0%	0%	0%	34%	10	
	病院（単独）	10%	10%	10%	10%	10%	10%	21%	40%	60%	79%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	86%	64%	52%	33%	29%	24%	14%	51%	21
	学校（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	17%	17%	33%	33%	33%	33%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	17%	17%	17%	0%	0%	25%	6
	ホテル（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	25%	48%	4
	福祉施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	25%	0%	0%	0%	0%	41%	4
	会議場・ホール等（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	1
	研究施設（単独）	33%	33%	33%	33%	33%	33%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	33%	33%	33%	33%	51%	3
	スポーツ施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	30%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	40%	0%	0%	0%	38%	5
	給食センター（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	1
	消防署（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	1
	廃棄物処理施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	63%	1
	事務所（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	42%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	42%	42%	8%	31%	12	
	病院（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	57%	3
	学校（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
物販店舗（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	42%	0%	39%	3	
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	1	

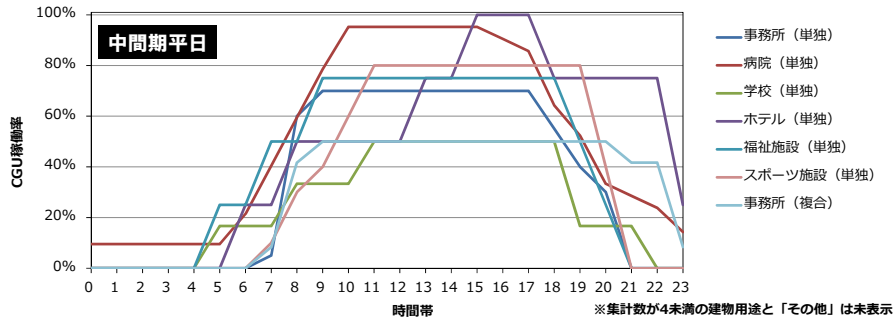


図 3-1.12 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（中間期平日）

表 3-1.6 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（冬期平日）

		時間帯																						平均	集計数			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			22	23	
単独	事務所（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	28%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	75%	50%	40%	10%	0%	0%	49%	10	
	病院（単独）	5%	5%	5%	5%	5%	5%	12%	40%	67%	86%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	86%	71%	57%	38%	29%	24%	10%	49%	21
	学校（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	17%	17%	21%	53%	67%	67%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	67%	33%	33%	29%	0%	0%	41%	6
	ホテル（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	25%	48%	4	
	福祉施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	50%	25%	0%	0%	0%	0%	41%	4
	会議場・ホール等（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	1
	研究施設（単独）	33%	33%	33%	33%	33%	33%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	67%	67%	67%	74%	3
	スポーツ施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	30%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	45%	0%	0%	0%	38%	5
	給食センター（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	50%	1
	消防署（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	1
	廃棄物処理施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	63%	1
	事務所（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	67%	79%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	79%	75%	71%	58%	50%	50%	42%	42%	8%	44%	12	
	病院（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	33%	0%	63%	3
	学校（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	63%	1
物販店舗（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	33%	33%	0%	35%	3	
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	1	

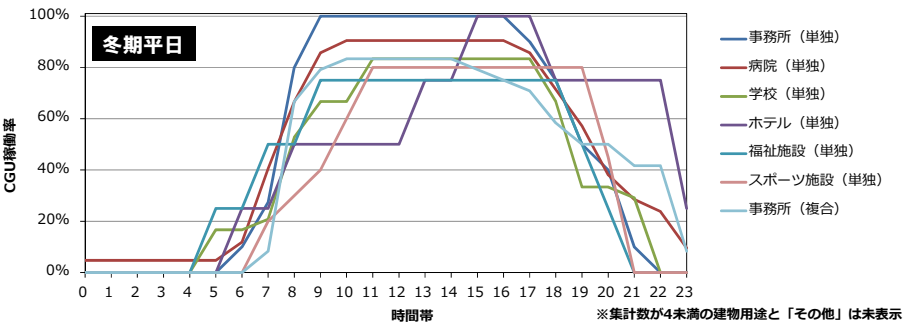


図 3-1.13 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（冬期平日）

表 3-1.7 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（夏期休日）

建物用途	時間帯																							平均	集計数		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			23	
単独																											
事務所（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	30%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	30%	20%	10%	0%	0%	21%	10	
病院（単独）	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	19%	29%	29%	33%	38%	38%	38%	43%	43%	38%	33%	29%	24%	19%	19%	19%	10%	24%	21	
学校（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	21%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	29%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	16%	6	
ホテル（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	25%	48%	4	
福祉施設（単独）	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	63%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	63%	25%	0%	0%	0%	0%	42%	4	
会議場・ホール等（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	1	
研究施設（単独）	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	3
スポーツ施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	40%	40%	40%	40%	40%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	0%	0%	0%	14%	5	
給食センター（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
消防署（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
産業物処理施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
複合																											
事務所（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	33%	38%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	33%	33%	33%	33%	17%	29%	12	
病院（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	42%	3	
学校（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1	
物販店舗（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	50%	0%	40%	3	
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	1	

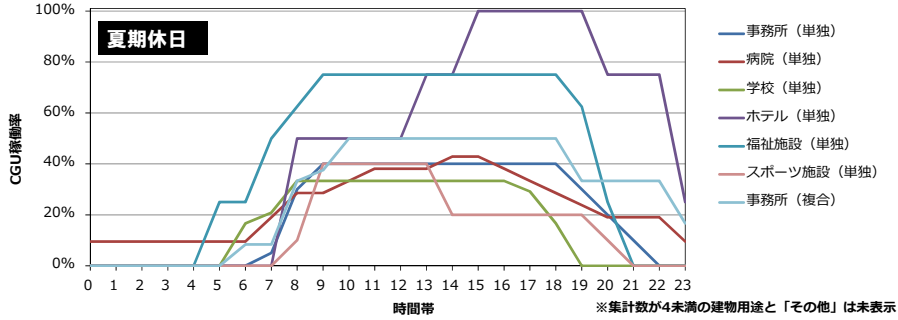


図 3-1.14 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（夏期休日）

表 3-1.8 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（中間期休日）

建物用途	時間帯																							平均	集計数	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			23
単独																										
事務所（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	30%	20%	10%	0%	0%	0%	19%	10
病院（単独）	10%	10%	10%	10%	10%	10%	14%	19%	24%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	24%	19%	19%	14%	14%	14%	10%	18%	21
学校（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	0%	12%	6
ホテル（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	25%	50%	4
福祉施設（単独）	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	25%	0%	0%	0%	30%	4
会議場・ホール等（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	44%	1
研究施設（単独）	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	3
スポーツ施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	40%	40%	40%	40%	40%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	0%	0%	0%	14%	5
給食センター（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
消防署（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
産業物処理施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
複合																										
事務所（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	5%	12
病院（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	21%	3
学校（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1
物販店舗（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	8%	19%	3
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	1

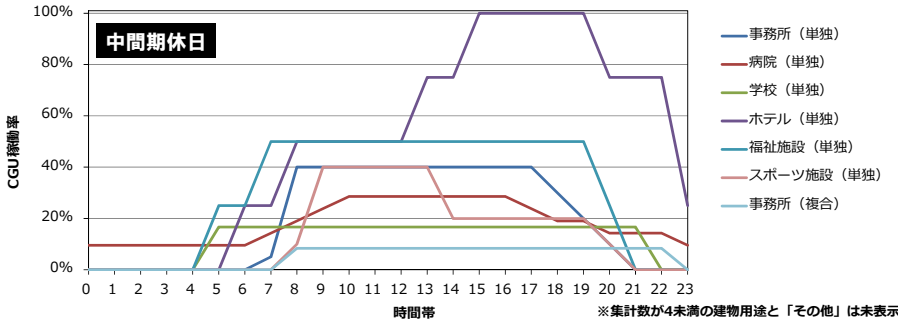


図 3-1.15 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（中間期休日）

表 3-1.9 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（冬期休日）

	時間帯																							平均	集計数
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
単独																									
事務所（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	30%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	30%	20%	10%	0%	0%	
病院（単独）	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	24%	24%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	24%	24%	24%	14%	14%	14%	5%	
学校（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	17%	17%	21%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	29%	17%	17%	17%	0%	0%	0%	
ホテル（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	100%	100%	100%	100%	100%	75%	75%	75%	25%	
福祉施設（単独）	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	25%	0%	0%	0%	0%	
会議場・ホール等（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
研究施設（単独）	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	
スポーツ施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	40%	40%	40%	40%	40%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	0%	0%	0%	0%	
給食センター（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
消防署（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
廃棄物処理施設（単独）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
複合																									
事務所（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	21%	33%	33%	33%	33%	29%	25%	21%	17%	8%	8%	8%	8%	8%	0%	0%	
病院（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	33%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	33%	0%	0%	0%	
学校（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
物販店舗（複合）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	33%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	33%	0%	0%	
その他の複合施設	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	

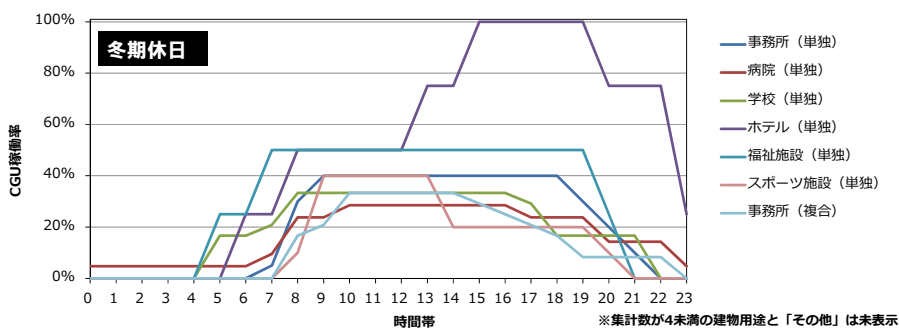


図 3-1.16 建物用途別時間帯別 CGU 稼働率（冬期休日）

3-1.2. システム運用状況等に関するヒアリング調査概要

3-1.2.1. 調査概要

(1) 調査目的

本調査は、業務用コージェネレーション設備（CGS）のエネルギー消費量計算方法の開発に資する基礎データを収集することを目的とする。具体的には、CGS 導入物件において施設管理者等へのヒアリング調査を実施し、CGS のスケジュール設定に関する考え方、台数制御の方法等の制御手法、管理者の業務内容、メンテナンス等の管理実態を把握する。また、当該物件での CGS 構成に関する情報も併せて収集することで、用途や規模等と結びつけて体系的に整理する。

(2) 調査方法

- 収集したアンケート調査の結果を基にヒアリング対象施設を選定
 - 建物用途、延床面積、CGS 容量等偏りが無いように留意する
- 事前に質問する項目を記したヒアリングシートを送付し、記入を依頼
- 管理者を訪問し、ヒアリングシートを参照しながら調査を実施
 - システム構成について重点的にヒアリングする。施設オリジナルの制御方法などある場合にはそれについても詳細に聞き取りを行う。
- 聞き取り調査の後、調査内容を踏まえながら実際のシステムを見学
 - 実測調査を行う場合は流量や温度等の計測機器を確認しつつ、その後の実測値分析の参考資料とする。

(3) ヒアリング実施状況

現在、14 件の建物についてヒアリング調査を実施している。ヒアリング調査を行った物件の一覧と結果を表 3-1.10 および表 3-1.11 に示す。ヒアリング対象物件はアンケート調査結果のうち運転制御を工夫している物件を意図的に選んでいる。

なお、ヒアリングを実施した 14 件の中から、実稼働データによる詳細分析のための実測データ取得や BEMS データ受領への協力物件が選定されている。そのため、これらの表に付している建物 ID は、これ以降の実稼働データによる詳細分析においても共通で適用している。

表 3-1.10 ヒアリング結果一覧①

ID	建物用途	延べ床面積	年間ピーク電力	契約電力	CGS機種	CGS容量	CGS台数	ピーク電力に対するCGS容量割合	排熱取り出し方式	排熱利用先	排熱利用優先順位	排熱の貯湯	最低買電量
01	事務所・商業施設	約142000㎡	3432kW	-	ガスエンジン	700kW	1台	20%	温水、蒸気	給湯、暖房、冷房、軟水予熱	夏季・中間期 ①軟水予熱②冷房③給湯 冬季 ①軟水予熱②給湯③暖房④冷房	有り 14800L 給湯のみ利用	無し
02	給食センター	約2000㎡	16726kW	88kW	ガスエンジン	35kW	4台	1%	温水	給湯、暖房、冷房	①給湯②暖房、冷房	有り 5000L 給湯のみ利用	無し
03	病院	約77000㎡	-	3650kW	ガスエンジン	35kW	3台	-	温水	給湯、暖房、冷房	①冷房②給湯、暖房	無し	無し
04	事務所	約9000㎡	300kW	300kW	ガスエンジン	35kW	3台	35%	温水	冷房、暖房予熱	季節による冷暖切り替えのため 優先順位無し	無し	40kW
05	工場(化学プラント)	約413000㎡	24500kW	5100kW	①ガスタービン ②ガスタービン ③ガスエンジン	①7200kW ②6500kW ③730kW	9台	77%	蒸気	生産反応熱、冷房	①生産反応熱②冷房	無し	無し(逆潮流可)
06	事務所・ホール	約41000㎡	1550kW	1550kW	ガスエンジン	300kW	2台	39%	温水、蒸気	蒸気:給湯、暖房、冷房 温水:冷房、暖房	温水:季節切り替えのため優先 順位無し 蒸気:ボイラと併設され、ヘッ ダーから分岐	無し	400kW
07	病院	約54000㎡	2400kW	2400kW	ガスエンジン	700kW	1台	29%	温水	給湯、暖房、冷房	①冷房②暖房③給湯	無し	分からない
08	病院	約45000㎡	1400kW	1400kW	ガスエンジン	370kW	2台	53%	温水	給湯、暖房、冷房	①冷房②暖房③給湯	有り 9000L 給湯のみ利用	分からない
09	事務所・物販店舗飲食店	約356000㎡	11000kW	11000kW	①ガスエンジン ②ガスエンジン	①1000kW ②900kW	①1台 ②1台	17%	温水、蒸気	給湯、暖房、冷房	①冷房、暖房②給湯	有り 72000L 給湯のみ利用	分からない
10	物販店舗・飲食店	約76000㎡	-	1400kW	ガスエンジン	815kW	2台	-	温水	暖房、冷房	①冷房②冷房	無し	600kW
11	学校	約10000㎡	1950kW	1950kW	ガスエンジン	35kW	1台	2%	温水	給湯	給湯	有り 4.5㎡×2台 給湯のみ利用	分からない
12	学校	約10000㎡	1950kW	1950kW	ガスエンジン	35kW	3台	5%	温水	給湯、暖房、冷房	①暖房、冷房②給湯	有り 4.3㎡×1台 給湯のみ利用	分からない
13	体育館・屋内プール	約21000㎡	900kW	900kW	ガスエンジン	350kW	1台	39%	温水	冷房、暖房、給湯	①暖房、冷房②給湯	無し	470kW
14	ショールーム	約28000㎡	600kW	(600kW)	ガスエンジン	35kW	1台	6%	温水	冷房、暖房	-	無し	分からない

表 3-1.11 ヒアリング結果一覧②

ID	運転管理者	日常的な管理者の業務	負荷率制御方式	台数制御方式	排熱取り出し温度設計値	排熱回路流量制御	スケジュールの設定方法	ピーク時の運用	オリジナルの管理手法・運転方法など
01	常駐	点検 機器発停 データ分析等	定格運転	無し	88℃	定流量	夏期平日土曜 発電優先(8:00-20:00) 自動 夏期休日 OFF(ピークカット運転) 自動 中間期平日土曜 発電優先(8:00-20:00) 自動 中間期休日 OFF(ピークカット運転) 自動 冬期平日土曜 発電優先(8:00-20:00) 自動 冬期休日 OFF(ピークカット運転) 自動	-	BOS仕様
02	常駐していない	無し	定格運転	電力負荷で判断	88℃	定流量	夏期平日 8:00~18:00(夏休みは停止) 中間期平日8:00~18:00 冬期平日 8:00~18:00(冬休み・春休みは停止)	-	-
03	職員(空調は別の担当者)	-	定格運転	常に全台稼働	88℃	定流量	夏期平日 9:00~18:00 中間期平日 9:00~18:00 冬期平日 9:00~18:00	-	-
04	常駐	日常点検	熱負荷追従制御	増段:発電出力の100% 減段:発電出力の83% 熱負荷400MJ/h以上で 起動 350MJ/h以下で停止	83℃	-	(夏期・冬期) 平日:8:00~17:45 休日:運転しない (中間期) 使用しない	-	研究対象施設であり、CGSの熱負荷追従制御についての研究がなされているため、特殊な制御
05	常駐	点検 機器発停 データ分析等	手動出力固定制御	電力負荷で手動設定 (負荷率50%を基準)	1.35MPa	蒸気圧一定	係員が必要や天候に応じて判断	タービンの吸気を吸収式で冷却し出力増加	-
06	常駐	点検 機器発停 出力調整	発電出力固定 (70%~80%)	熱負荷が余らないよう 手動設定、部屋の温度 などを見ながら判断	80℃	定流量 蒸気による加熱により 排熱回路の熱量を調整	夏期と冬期 8:30~16:30 中間期は停止 気温等を見ながら排熱が余りそうな日は運転しない	-	-
07	常駐	日報	定格運転	無し	80℃~90℃	定流量	夏期・中間期・冬期平日 7:00-20:00 自動 夏期・中間期・冬期休日 OFF 自動	-	-
08	常駐	日常巡視	定格運転	平日は2台 休日は1台	90℃	定流量	夏期・中間期・冬期平日 8:00-22:00 夏期・中間期・冬期休日 8:00-22:00	-	-
09	常駐	設備全般管理	定格運転	電力負荷による手動設定	85℃	定流量	夏期・中間期・冬期平日 8:00-22:00 夏期休日 8:00-22:00 中間期・冬期休日 OFF	-	CGS総合効率管理
10	常駐	データ計測 水油 状態監視 薬注管理	電力追従制御	電力負荷による自動設定	-	-	夏期平日、休日 8:30~22:30 中間期平日、休日 8:30~22:15 冬期平日、休日 8:30~22:00	イベントの有無(電力量)で決まる 電力会社からの依頼で可動域を増やしている 逆潮流はできない	-
11	外部の専門家が管理	定期的な目視確認	定格運転	管理者が手動設定	88℃	-	夏期・中間期・冬期平日 8:00~18:00 (土曜日は時間短縮運転8:00~15:00) 夏期・中間期・冬期休日 OFF (学校が休みの日は運転休止)	-	月1回の省エネ会議で運転スケジュールを決定
12	外部の専門家が管理	定期的な目視確認	定格運転	管理者が手動設定	88℃	-	夏期・中間期・冬期平日 8:00~18:00 (中間期平日は台数制御あり) 夏期・中間期・冬期休日 OFF	-	月1回の省エネ会議で運転スケジュールを決定 一時間の内に何度もon/offを繰り返すこともある
13	契約会社	検診	電力追従制御	無し	90℃	定流量	夏期平日、休日 8:30~20:30 中間期平日、休日 8:30~20:30 冬期平日、休日 8:30~20:30 (中間期は需要見て契約会社が止める) (プールが休み(第1、3水曜日)のとき停止)	消費電力が471kWを超えたら自動で起動する	-
14	中央監視者と遠隔監視者	排熱の有効利用 方法の検討、制御	定格運転	無し	90℃	定流量	夏期・冬期・中間期(水曜日を除く) 9:30~17:00 夏期・冬期・中間期水曜日 OFF	-	-

3-1.2.2. 調査結果

ヒアリング調査により得られた結果を以下に整理する。なお個別のヒアリング結果をまとめたヒアリングシートについては参考資料に掲載する。

(1) 分析結果

1) 制御に関する分析

A) 排熱利用先、優先順位

- 排熱利用先として主要なものは冷房・暖房・給湯となっている。
- 冷房が最優先される傾向にあるが、給湯を優先している建物もある。

B) 最低買電量

- 設定していない、または把握していない建物がほとんどである。
- CGU を選定する際に逆潮流が起らない程度の容量の機種が選択されている。

C) 運転管理者と管理業務

- 管理者が常駐している建物がほとんどだが、CGS 専門の管理者がいるわけではない。
- 日常点検やデータの分析は管理者が行うケースが多いが、メンテナンスなどは外部の契約会社が行うケースが多い。管理をすべて外部に委託している建物もある。
- CGS の所有は外部の会社で、現場の管理のみ行っている管理者も多い。

D) 負荷率制御方式

- CGS 運転時は CGU を常時定格で運転する建物が多く、発停の判断のみ負荷を見て行うケースが多い。
- 出力制御をかける場合は電力に追従する場合がほとんどである。ID04 で熱負荷追従制御という回答が得られたが、この建物は研究対象施設であり、CGU の熱負荷追従運転について研究が成されているため特殊な制御を行っているという回答であった。

E) 台数制御方式

- 電力負荷による設定を行う建物がほとんどであった。
- 管理者が手動で設定する建物が多く見られる。管理者ごとに判断の基準は異なっており、プログラム上でどのように表現するかが課題となる。
- 休日と平日で運転台数を変える建物も見られる。: ID08

F) 排熱取り出し温度設定値

- 88℃と回答した管理者がほとんどであった。
- 排熱取り出し温度はすべての建物で 80～90℃であった。

G) スケジュールの設定方法

- 休日は運転しない建物が多い。
- 空調負荷の小さい中間期には運転を停止する建物が多い。
- 日毎に管理者の判断で発停を決定する建物もある。

2) システムに関する分析

A) 貯湯槽設置について

今回ヒアリングを行った 14 件の物件のうち、貯湯槽を設置している物件は 5 件で、ほとんどは給湯に利用していた。貯湯槽が設置される場合は以下の 2 つに分類される。

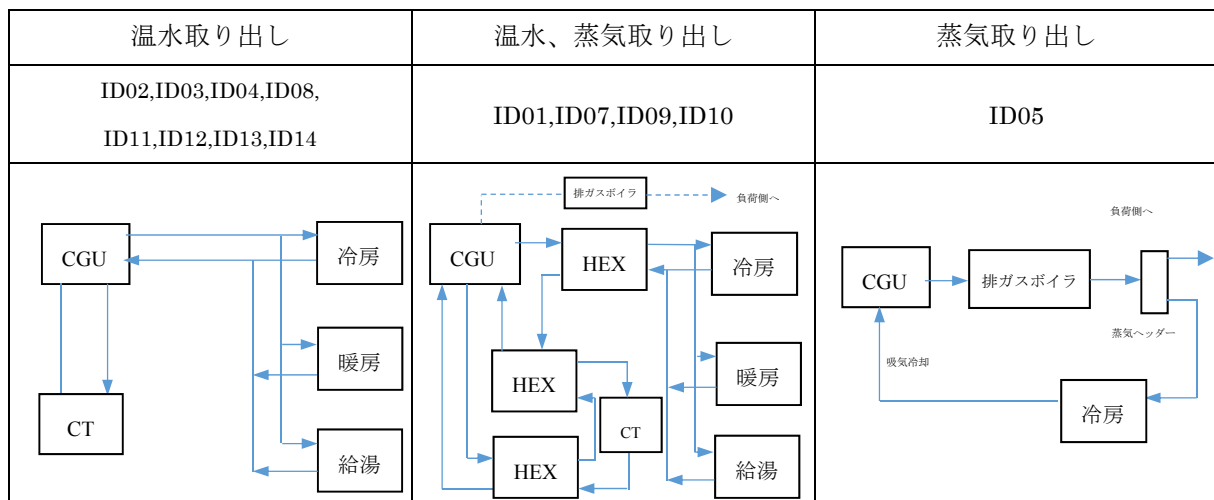
- 貯湯槽と直接熱交換し、貯湯槽から出湯：ID02, ID08
- 給湯用の補給水の予熱に CGU 排熱を利用し、予熱した熱源水をボイラで昇温させて貯湯槽に貯湯する：ID01, ID09, ID11

B) システムの構成について

14 件のヒアリング調査の結果、システムは排熱の取り出し方式によって以下の 3 つに分類される。

- case1：温水取り出し方式
CGUの排温水は直接排熱利用機器へ供給される。CGS、冷房熱源それぞれに冷却塔が設置されており、マイクロガスエンジンコージェネレーションの場合は本体に内蔵されたラジエータより放熱される。CGUがガスエンジンコージェネレーション、マイクロガスエンジンコージェネレーションの場合に採用される。
- case2：温水・蒸気取り出し方式
CGUの排温水は熱交換器を介して排熱利用機器へ供給される。CGU側に余剰排熱放熱とエンジン冷却のための冷却塔が設置されている。冷却塔は冷房熱源、CGSそれぞれに付属する場合と両方の放熱を兼用する場合とがある。蒸気は排ガスボイラで回収し、そのまま二次側に供給される場合と蒸気吸収冷温水機や給湯軟水の予熱に用いる場合がある。ID10に関しては、排熱取り出し方式は温水のみとの回答であったがcase2のシステムが採用されている。CGUがガスエンジンコージェネレーションの場合に採用される。
- case3:蒸気取り出し方式
CGUの排熱は排ガスボイラで回収し排熱利用機器へ供給される。ガスタービンコージェネレーションの場合に採用されるシステムで、ID05では蒸気吸収冷温水機で生成した冷熱をタービンの吸気冷却に利用している。

表 3-1.12 CGS 分類



3-2. 機器設計・建築設計におけるCGSの設計思想に関する調査

3-2.1. 機器設計・建築設計に関するヒアリング調査

3-2.1.1. 調査概要

(1) 調査目的

業務用コージェネレーション設備の評価プログラムの精度向上に向けて、実際の設計手法や設計思想、管理方法、機器性能やメーカーの制御方法を把握することを目的とする。

(2) 調査方法

2016年11月から2017年10月の期間にCGUメーカー2社、RHAメーカー1社、設計事務所5社の設備設計担当者にヒアリング調査を行った。

(3) 調査内容

以下A)～C)に各所における主なヒアリング内容を示す。

A) CGUメーカー

<主な調査項目>

CGS 導入時の想定	<ul style="list-style-type: none">・容量・台数の想定・導入の多い機種（ガスエンジン・ガスタービンなど）・今後の普及の見通し・運転スケジュールの変更頻度、基準の想定、最適運転スケジュール・導入用途の想定・設計者・オペレーターとの関係・排熱利用先の想定と最適な利用方法
機器特性と制御方法	<ul style="list-style-type: none">・排熱温度と効率の関係・排熱温度の制御手法・発電電力の負荷追従速度・冷却塔ヒーターの稼働条件・排熱回収効率のカタログと実行効率の誤差の要因・補機消費電力の想定

B) RHAメーカー

<主な調査項目>

導入時の想定	<ul style="list-style-type: none"> ・容量、台数の想定 ・設計者・オペレーターとの関係 ・RHA 複数台設置の接続方法
機器特性と制御手法	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱時の特性と排温水利用 ・補機消費電力の想定値 ・起動・停止特性 ・他の排熱利用機器と併用利用時の排熱利用制御方法 ・排熱温度の制御手法 ・排熱利用可能量のカタログ特性の種類 ・排熱利用可能量の特性

C) 設計事務所設備設計担当者

<主な調査項目>

CGS の導入目的	<ul style="list-style-type: none"> ・導入を決定する際の懸案事項 ・コスト重視か省エネ重視か ・CGS の導入は設計者提案か、顧客からの依頼か ・エネルギーの削減目標 ・コストの削減目標 ・導入の多い建物用途
運用方法	<ul style="list-style-type: none"> ・オペレーターと設計者の関係 ・運用段階における CGS 運用評価への関与の有無 ・排熱利用先 ・設計段階での運用方法の想定（運転時間、運転日、季節など）
機種選定の基準	<ul style="list-style-type: none"> ・CGS 導入を決定する際の要素 ・容量の選定基準 ・機種の選定基準 ・導入の多い機種 ・排熱利用機器の選定基準 ・CGS 導入建物の負荷のバランス（冷房・暖房・給湯の割合など） ・電力負荷に対する CGS の容量
排熱利用の設計	<ul style="list-style-type: none"> ・熱源ピーク設計時の CGS の想定（CGS を含むのか） ・冷房、暖房、給湯の優先順位と温度レベルの設定 ・排熱利用機器の直列利用と並列利用 ・余剰排熱の対策 ・補機消費電力の想定 ・負荷追従運転方法

3-2.1.2. システムの性能特性に関する調査結果

(1) CGUメーカー

CGU メーカーへのヒアリング結果を表 3-2.1 に示す。容量・台数の想定は新築か既築か、電力利用重視か熱利用重視かなど物件の条件によって異なり、CGU メーカーとしては個別物件に対する設計思想は持っていない、との回答を得ている。CGU の運転はスケジュールでの定格運転がほとんどであり、たとえ熱需要に対して余剰排熱が生じたとしても、電力のデマンドカットを目的にCGU を稼働させたいとの要望が多いとのことであった。導入建物の用途は病院、ホテル、大学に加えて、避難所になる小学校にもBCP 対応のため導入が多いとの回答であった。

CGU 機器特性については、発電効率は排熱温度に影響されないこと、CGU 本体では排熱出口温度の設定はできず成り行きとなっていることがわかった。補機消費電力は参考プログラム 2) では5%と想定されているが、「マイクロコージェネレーションにおいては5%では過大である」との回答と、「機器によるが大まかに5%前後で差異はない」との回答を得ており、ヒアリングを実施した2社で回答が異なっている。補機消費電力の実態については後述の実測値分析で明らかにしていく。

表 3-2.1 CGU メーカーヒアリング調査結果

質問項目	共通点のある回答		特徴的な回答	
	CGUメーカーA (実施日:2017.6.2)	CGUメーカーB (実施日:2017.8.23)	CGUメーカーA (実施日:2017.6.2)	CGUメーカーB (実施日:2017.8.23)
容量・台数の想定	電力と熱どちらを重視するかで変わる 電力需要の1/3程度を導入しデマンドカットとして用いる 予算が現実的に重視して考えられる	定量的な設計思想はない 既築の場合は電力、熱負荷からスタート 経済性の問題が重要視される		
どの機種(ガスエンジン・ガスタービン)の導入が多いか	ガスタービンはほとんど流通していない(熱が取れすぎる、メンテナンス費が高い、うるさい、発電効率が低い 等から) 100kW以下の機種の導入が圧倒的に多く、その中でもマイクロガスエンジンが多い	発停することを前提とするならガスエンジンを導入する ガスエンジンの高効率化が進み、圧倒的に導入が増えている		
運転スケジュールの変更頻度、基準の想定	業務用はスケジュール運転がほとんど 熱を捨てても電力のデマンドをカットしたいユーザーが多い	複数台導入で各機が定格運転が望ましい 実運用はある程度使用者に任せるが、最低負荷率50%以上にするようお願いしている		
導入用途の想定	病院への導入が圧倒的に多い 大学は多く入っており、空調利用 避難所として小学校も導入が多い	病院、ホテルへの導入が多い 大規模開発エリアでの面的利用計画において大容量の機種の導入がある(万kW規模)		
排熱温度と効率の関係	発電効率は還り側の温度に影響されない	排熱温度を変えても発電効率は変わらない		
排熱温度制御手法	機械本体で出口温度の設定はできない	機械本体で出口温度の設定はできない		
排熱回収効率のカタログと実行効率の誤差	配管の放熱や施工状況の影響を受けやすい 2次側の飲み込み量の変動がある場合は機械保護の観点から少し効率が下がる	排熱回収効率の乖離は配管からの熱損失が一因だと考えられる 冷却水温度が上昇すると効率が低下する(下がっても効率に悪影響はない)		
補機消費電力	5%の補機想定は過大である	機種によって異なるが大まかに5%前後		

(2) RHAメーカー

RHA メーカーへのヒアリング結果を表 3-2.2 に示す。起動動作時はまずガスと排熱温水を同時に投入し、その後冷水の出口温度を 7℃で保持できるように、ガス投入量を絞り排熱温水の利用比率を拡大するという制御を行っている、とのことであった。停止時は通常はガスの投入も排熱温水の投入も同時に停止させるが、蒸発器内の熱容量で冷却する残留運転を行う際は 10 分程度冷水ポンプのみを運転させる場合もある、との回答を得ている。また、起動時には必ずガスの燃焼があるとの回答があったが、排熱のみで運転するモードを持つ機器もあり、そうした機器も想定した上での回答であったかどうかは不明である。

排熱利用においては冷水出口温度を保証しながら排熱を可能な限り投入することを設計思想としている、とのことであった。まずは排熱を優先的に投入し必要冷凍能力が得られない場合に都市ガスを燃焼させるという制御方法をとっている。ただし排熱温水の温度レベルが低下し過ぎてしまうことを防ぐため、低～中負荷率運転時に三方弁で排熱温水をバイパスさせて投入排熱量を絞り、排熱温水の出口温度を一定にする制御（排熱温水出口温度過低制御）が導入されることもある。RHA の暖房利用時については、排熱温水を利用しないとのことであった。

表 3-2.2 RHA メーカーヒアリング調査結果

質問項目	RHAメーカーC (実施日:2017.10.27)
容量・台数の想定	CGU発電容量と合わせてRHAの機種が選定されているわけではない
RHA複数台設置の接続方法	冷凍機メーカーではなく、設備設計者の判断による 直列接続よりも同温度の排熱温水を並列接続する方が望ましい 設計上、排熱利用できる流量には下限値がある
加熱時の特性と排熱温水利用	暖房時は排熱温水を優先し、熱交換器を介して暖房用温水を供給する。排熱温水が不足した場合、RHAは暖房運転を行う COPは高位発熱量基準で0.9程度となりボイラによる暖房利用と同等になる
補機消費電力の想定値	RHA本体外部の補機は、冷水ポンプ、冷却水ポンプ、冷却塔ファンがあり、冷却水ポンプが消費電力が最大 RHA本体内部の補機は溶液循環ポンプ、冷媒ポンプ、溶液散布ポンプ、バーナー送風機があり、溶液循環ポンプが消費電力最大で、例として1,000 RT機種で7.5 kW程度
起動・停止特性	起動時は必ずガスの投入がある まずガスと排熱温水が同時に投入され、その後冷水出口温度を7℃で保持できるように、ガス投入量を絞ってゆく 停止時はガス投入も排熱温水投入も同時に停止する。停止は低燃焼遮断で、1～2秒で炎は消える 残留熱で冷房できるのは10分程度と考えられる 基本的には停止指令によって全ての機器は停止するが、蒸発器内の熱容量で冷却をするため、冷水ポンプだけ動かすこともある
排熱温度制御手法	冷水出口温度7℃を保証しながら排熱を可能な限り投入するのが基本思想 まずは排熱を優先的に投入し、必要冷凍能力(冷水出口温度7℃)が得られない場合に都市ガスを燃焼させる 排熱を最大限投入すると、他用途のための排熱が残らないことがあるため、中～高負荷率運転時の廃温水出口温度が低下する場合には排熱温水出口温度過低制御により三方弁で排熱温水をバイパスさせて投入排熱量を絞る機能をオプションとして付帯させることがある。これにより排熱投入量が負荷率にかかわらず一定になる
排熱利用可能量のカタログ特性の種類	排熱投入可能量の線は、単独運転可能となる最大負荷率から負荷率が上昇するに従って(1)「一定(過低制御により一定とする)」、(2)「低下」、(3)「暫くは一定となる(過低制御により一定とする)」が、その後低下する」の3種類 排熱投入の特性線図は容量よりも機種の違いにより特性が異なる
排熱利用可能量	冷却水温度が低下すると排熱投入量が増加する。 ガスが投入され、一重効用から二重効用に切り替わると、系全体の溶液温度が上昇する。その場合に排熱温水入口温度が低いと、溶液との温度差が小さくなって排熱投入量が減少してしまう。二重効用においては、冷却水温度も影響があると考えられる

3-2.1.3. システム導入時の設計思想に関する調査結果

(1) 設計事務所設備担当者

設計事務所5社の設備設計担当者に対するヒアリング結果を表 3-2.3 に示す。CGS の導入目的は、病院・ホテルや工場・電算センターなどの熱需要の大きい建物に対しての省エネ化のために導入することに加え、特別高圧受電回避のため(2件)、ガス単価の低下のため(1件)といった回答があった。また運用方法に関しては、24時間運転は行わずスケジュール運転を想定する設計者が大半で、建物使用時間が24時間の工場、電算センター、病院などでは24時間運転を行うことがあることがわかった。スケジュール設定方法は主に各社のシミュレーションツールを用いて算出した負荷を基に決定されるが、シミュレーションの想定期間や諸条件は設計者によって異なる。一日の稼働時間を決める方法については、CGUの耐用時間や耐用年数から年間稼働時間を設定し、それに合わせて一日のスケジュールやCGU容量を決定するという回答もあった。

排熱利用については、5件中2件が冷房、暖房、給湯、1件が冷房、給湯、暖房の順に利用する設計である。冷房は他用途と比べて高温の排熱が必要であるため、冷房が最優先となっている。特殊な例として、排熱を給湯に利用する場合は給湯専用のCGUを導入して給湯と空調でCGUを分けるため、優先順位はつけないという回答も見られた。排熱利用機器の接続方法は、5件中3件が排熱利用の優先順に直列利用する(最初の機器で利用し、温度が低下した排温水が次の機器に入る)方法をとっている。他の例では、省エネの観点から排熱温水を三方弁で制御し、系統の接続順と排熱利用の優先順位を一致させない場合がある、という回答もあった。負荷追従運転方法は電主運転のみで、熱主運転は実験施設など特別な場合でしか見られていない。容量の選定は、5件中4件の設計者が電力負荷を主たる選定基準としており、省エネ性よりも経済性を重視する傾向がみられた。また機種選定では、ほとんどの設計者が高効率なガスエンジンやマイクロガスエンジンを選んでいるという回答であった。

総括すると、導入用途や排熱利用先は設計者の間で見解に大きな差異はないが、実際の機種選定の基準や排熱利用機器の接続方法においては多様な設計思想があり、共通のパターンは見られない。このことから、設計者の現場ごとの工夫を評価できるプログラムとすることが必要であると言える。

表 3-2.3 設計事務所設備設計担当者ヒアリング調査結果

質問項目		複数あった回答	少数の回答
導入	用途・目的	<ul style="list-style-type: none"> ・病院、ホテル、工場、電算センター、プール、浴場施設、ショッピングセンター、大学、オフィス、放送局 ・特別高圧受電回避 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域冷暖房、大型再開発 ・ガス単価低下
	排熱利用先	<ul style="list-style-type: none"> ・小容量：給湯 ・大容量：空調 ・病院：給湯、空調・再熱 ・プール・温浴施設：給湯、加温 ・電算センター：冷房（年間） ・工場：生産用蒸気、冷房 	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用ビル：空調、給湯 ・デシカント再生、プロセス熱 ・地域熱供給事業：蒸気
運用に関して	24時間運転の有無	<ul style="list-style-type: none"> ・行わない（点検費用増加、電力料金の高い昼間の稼働を想定、CGUの耐用年数15～20年は年間稼働時間3000時間程度を想定している等のため） 	<ul style="list-style-type: none"> ・行う（24時間稼働する工場や電算センター、大規模な病院で複数台導入したうちの1台を24時間運転するケース等）
	スケジュール設定方法	<ul style="list-style-type: none"> ・年間・月単位などでシミュレーションし、得られた負荷から決定 ・経済性の高いスケジュールを提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本的には24時間365日運転を想定するがコストを考慮して決定 ・定格で運転時間を決め、年間稼働時間が3,000時間程度となるようにスケジュールと容量を決定
排熱利用の設計	冷房、暖房、給湯の優先順位	<ul style="list-style-type: none"> ・冷房、暖房、給湯の順 ・小容量では給湯、大容量では冷房優先 	<ul style="list-style-type: none"> ・冷房（蒸気吸収RHA）、温水、暖房、冷房（単効用RHA）の順 ・RHA、給湯、暖房の順 ・1台の排熱を空調・給湯などの複数用途に利用することはあまりない
	RHA他排熱利用機器の直列利用と並列利用	<ul style="list-style-type: none"> ・直列利用：冷房、暖房、給湯の順 	<ul style="list-style-type: none"> ・直列利用だが熱利用の優先順位と系統のつなぎ方は逆 ・同時使用しない（通常は冷房暖房切り替えで給湯は給湯専用のため）
	RHA複数台設置時の接続方法	<ul style="list-style-type: none"> ・並列利用（RHA2台に投入できる88度の排温水があるという条件で、更新時期を同時にするため） 	<ul style="list-style-type: none"> ・RHAを複数台設置することはあまりない
	負荷追従運転方法	<ul style="list-style-type: none"> ・電主運転 	なし
機種選定の基準	容量の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・選定の際の指標は排熱の利用可能量、電力負荷、契約電力、BCPIに必要な電力と経済性、熱負荷と電力負荷のバランス等 	<ul style="list-style-type: none"> ・BCPでは法的な非常用電源の容量を満たす範囲内で発電量の防災用と保安用のバランスを決定
	機種の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスエンジン、マイクロCGSが多い ・ガスタービン発電効率が悪いので導入は少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスエンジンは排熱の半分は温水で回収せざるを得ないので温水の排熱利用先がないとガスエンジンの導入は難しい ・電力より熱負荷側が潤沢であれば、ガスタービンとして蒸気回収する