

業務用電化厨房施設の 空調設備設計指針

J E H C 1 0 4 - 2 0 0 7

2 0 0 7 年 7 月 3 1 日 制定

2 0 1 9 年 2 月 1 日 改定

一般社団法人

日本エレクトロヒートセンター

目 次

1. 空調設備設計の基本事項	2
2. 厨房室内設定温湿度	2
3. 熱負荷計算	3
4. 空調換気方式と系統分け	8
5. 空調設計での留意点	11
(参考・引用文献)	12

1. 空調設備設計の基本事項

業務用厨房の空調設備設計では、食品衛生及び労働環境を考慮した室内環境の維持、省エネルギー、地球環境負荷低減（CO₂ 排出量低減）、省コスト（イニシャル、ランニングコスト低減）の観点から、以下の事項を考慮しなければならない。

- ① 適正な換気量とする。（換気量低減）
- ② 効率の良い換気システムを導入する。
- ③ 適正な空調システムとする。

【解説】

厨房の空調設備計画・設計は、換気設備計画・設計と合わせて一体で行う必要がある。厨房のエネルギー消費量は厨房機器とともに空調設備のエネルギー消費量が多くなっており、空調負荷の内訳では外気負荷が 70～80%と多くを占める。このため、省エネルギー、地球環境負荷低減（CO₂ 排出量低減）、省コストの観点から、厨房の換気量を適正值とし過剰な設計を行わないようにすることが重要であり、また、厨房用途に合った換気システムとすることも考慮する。

厨房内の温熱環境は、食品衛生及び労働環境を考慮して設定した室内条件を維持できるように、適正な容量の機器を設置する。また、空調機器は排気フードでの換気を阻害しないような機器や吹出口種類を選定し、吹出口の設置位置等も検討する。

さらに、電気厨房機器の稼動により昼間の電力デマンドが増加することから、電力デマンド低減のため、電力夜間移行も考慮し、蓄熱式空調システムの検討も必要に応じて行う。

2. 厨房室内設定温湿度

電化厨房での室内温湿度の目標値は、食品衛生及び労働環境を考慮して次のとおりとする。

- ・ 室内温度：17°CDB 以上 25°CDB 以下
- ・ 室内湿度：80%RH 以下

【解説】

厨房内の温熱環境は、厚生労働省（大量調理施設衛生管理マニュアル）、文部科学省（学校給食衛生管理基準）では、温度は 25°CDB 以下、湿度は 80%以下とされている。また建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）では居室の温度は 17°CDB 以上 28°CDB 以下、湿度は 40%以上 70%以下とされている。本指針では、食品衛生及び労働環境及び厨房の温熱環境の実態を考慮し、温度 17°CDB 以上 25°CDB 以下、湿度 80%RH を推奨する。

3. 熱負荷計算

厨房で発生する熱負荷は、表 1 の項目の熱負荷により決定され、各項目の負荷は表 1 に示す要因で決定される。この中で熱負荷が最も大きい項目は外気負荷であり、換気量を適正に計画・設計することがイニシャルコスト、ランニングコスト低減につながる。

表 1 熱負荷項目と負荷決定要因

	熱負荷内訳	負荷決定要因
1	建物負荷	外気・室内温湿度条件・日射量、壁・屋根の断熱性
2	室内負荷	人体発熱負荷
3		照明器具仕様・個数
4		厨房機器発熱負荷
5		すきま風負荷
6	外気負荷	外気・室内温湿度条件・換気量

① 建物負荷 Q_b

建物負荷とは外壁等からの貫流熱負荷と窓からの日射による熱負荷で、空気調和・衛生工学便覧（第 14 版）²⁾や建築設備設計基準（平成 27 年版）⁷⁾等にも示されている計算方法により算出する。

② 人体発熱負荷 Q_m

$$Q_m = N_m \times q_m$$

N_m : 人数 [人]

q_m : 作業員からの発生負荷原単位 [W/人 h]

工場の軽作業レベルと想定して、次の数値とする。

顕熱 94W/人

潜熱 114W/人（室温 25℃）

③ 照明発熱負荷 Q_l

$$Q_l = A_k \times q_l$$

A_k : 厨房床面積 [m²]

q_l : 照明機器の負荷原単位 [W/m²]

(LED 照明・照度 500Lx での参考値 : 8~12 [W/m²])

④ 厨房機器発熱負荷 Q_e (Q_{e_sh} 、 Q_{e_lh} : 添字 : sh 顕熱、lh 潜熱)

$$Q_{e_sh} = \{ \sum (q_{sh} \times Q_p \times (1 - R_{sh})) \} \times K_r$$

q_{sh} : 厨房機器発熱負荷原単位 (顕熱) [W/kW] (表 2、表 3)

Q_p : 機器消費電力 [kW]

R_{sh} : 熱除去率 (顕熱) (0.7)

K_r : 厨房機器同時稼働率 (表 4)

$$Q_{e_lh} = \{ \sum (q_{lh} \times Q_p \times (1 - R_{lh})) \} \times K_r$$

q_{lh} : 厨房機器発熱負荷原単位 (潜熱) [W/kW] (表 2、表 3)

Q_p : 機器消費電力 [kW]

R_{lh} : 熱除去率 (潜熱) (0.9)

K_r : 厨房機器同時稼働率 (表 4)

⑤ すきま風負荷 Q_s

冷房時すきま風負荷 [W] $Q_s = \rho \times V_{ia} \times \Delta i \div 3.6$

暖房時すきま風負荷 [W] $Q_s = 0.33 \times V_{ia} \times \Delta t$

ρ : 空気の比重 1.2 [kg/m³]

V_{ia} : 流入空気量 [m³/h] (= 厨房排気量 - 厨房給気量)

Δi : 流入空気と厨房室内空気のエンタルピー差 [kJ/kg]

Δt : 流入空気と厨房室内空気の温度差 [°C]

※室内側（例えば食堂側）から空気が流入する場合で、流入空気条件が夏期は厨房よりエンタルピーが低く、冬期は厨房より温度が高くなる時はすきま風負荷は見込まない。

⑥ 外気負荷 Q_o

冷房時外気負荷 [W] $Q_o = \rho \times V_{oa} \times \Delta i \div 3.6$

暖房時外気負荷 [W] $Q_o = 0.33 \times V_{oa} \times \Delta t$

ρ : 空気の比重 1.2 [kg/m³]

V_{oa} : 外気量 [m³/h]

Δi : 外気と厨房室内空気のエンタルピー差 [kJ/kg]

Δt : 外気と厨房室内空気の温度差 [°C]

【解説】

建物負荷は空気調和・衛生工学便覧（第 14 版）²⁾や建築設備設計基準（平成 27 年版）⁷⁾等に行われている計算方法により算出し、人体及び照明発熱は、先述の算出式で算出する。

厨房機器の発熱負荷原単位は、表 2 に示す実調理に基づくデータを用いる。表 2 は、厨房機器ごとに調理メニュー別の値が示されているが、空調機器容量を決定する上での最大熱負荷計算では、調理メニューの中で最大となる値を用いることを推奨する。

なお、表 2 に示されていない機器については、調理帯（調理温度）を考慮し、表 3 の中から当該機器に対して相当する機器を設定し、その発熱負荷原単位を用いる。

厨房機器から発生する熱（顕熱、潜熱）のうち排気フードからの排気により除去されずに室内に滞留する熱が空調負荷となる。排気フードからの排気により除去される割合を熱除去率と定義する。潜熱除去率については、換気設備設計指針 JEHC103-2017 の換気量は捕集率を 90%としていることから、90%とする。顕熱除去率については、図 2 の顕熱除去率データの換気量 40Q（換気設備設計指針 JEHC103-2017 では、厨房機器消費電力 1kW 当たりの換気量が 40m³/h が最も少ない値となっている）での値とし、70%とする。

なお、排気フードが設置されない厨房機器については、厨房機器からの発生する熱を全て空調負荷とする。

一般的には、全ての厨房機器が同時には使用されないため、厨房機器発熱負荷には厨房機器の同時使用率を考慮して算出する。厨房機器の同時使用率は、加熱機器を対象とし、稼働している厨房機器数を設置されている厨房機器数で除した値と定義する。厨房機器の同時使用率は表 4 の値を用いる。

すきま風負荷は、厨房が負圧で、排気量と給気量の差の風量分をすきま風（厨房への流入空気）負荷として計上するが、室内側（例えば食堂側）から空気が流入する場合で、流入空気条件が、

冷房時は厨房よりエンタルピーが低く、暖房時は厨房より温度が高くなる条件ではすきま風負荷は見込まないものとする。

すきま風負荷及び外気負荷は、冷房時は流入空気または外気と厨房室内空気のエンタルピー差で空調負荷（全熱）を算出し、暖房時は厨房室内湿度は成り行きとなるため、湿度変化による負荷は考慮せず、流入空気または外気と厨房室内空気の温度差で空調負荷（顕熱）を算出する。

表 2 厨房機器発熱負荷原単位（実調理による実測値）³⁾

分類	機種	調理条件	消費電力量	顕熱	潜熱	食材吸熱	備考
			W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	
開放型 機器	麺ゆで器 (9.6kW)	冷凍うどん少量	1000	270	350	380	一玉/二分
		冷凍うどん多量	1000	210	160	630	四玉/二分
	グリラ (10.2kW)	鮭焼き少量	1000	530	220	250	焼き網面に載る最大量の半分
		鮭焼き多量	1000	450	230	320	焼き網面に載る最大量
	テーブルレンジ (5.0kW)	ポトフ	310	120	190	0	煮込み安定時のみの平均
		炒飯	380	70	100	210	三人前
		野菜炒め	470	50	170	250	三人前
	グリドル (6.2kW)	ハンバーグ少量	300	190	50	60	鉄板面に載る最大量の半分
		ハンバーグ多量	390	210	100	80	鉄板面に載る最大量
	フライヤ (6.0kW)	コロッケ	540	190	200	150	揚げ時間が四分
		ポテトフライ	690	210	240	240	揚げ時間が二分半
密閉型 機器	炊飯器(2.7kW)	炊飯	500	90	120	290	二升
		スチコン	200	200	0	0	五分に一回の扉開放
	(17.5kW)	蒸気モード	390	140	190	60	五分に一回の扉開放

※1) 定格消費電力1kWに対する値

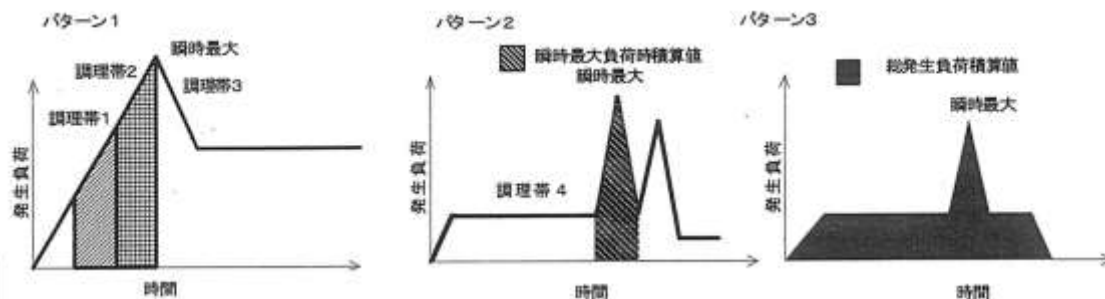
（出典：電中研研究報告「電化厨房機器の連続調理時に発生する顕熱と潜熱（R15017）」より kW 表示に換算）

表 3 厨房機器発熱負荷原単位

負荷発生 パターン			顕熱 (W/kW)	潜熱 (W/kW)	全熱 (W/kW)	水分量 (g/h・kW)	註
1	レンジ	調理帯 1	52	46	98	62	*1
		調理帯 2	77	186	263	265	*2
		調理帯 3	145	859	1003	1242	*3
	フライヤー	180℃保温時	136	24	160	23	*4
		調理帯 1	26	150	176	217	*1
	ティールパン	調理帯 2	52	442	494	640	*2
		調理帯 3	110	925	1035	1248	*3
	スーケットル	調理帯 1	-	107	107	156	*1
		調理帯 2	17	247	264	359	*2
		調理帯 3	27	367	394	532	*3
	ゆで麺器	調理帯 1	12	36	47	50	*1
		調理帯 2	8	85	93	120	*2
		調理帯 3	66	995	1061	1289	*3
	回転釜	調理帯 1	60	155	215	147	*1
		調理帯 2	85	383	468	404	*2
		調理帯 3	129	910	1039	1143	*3
2	グリドル	保温時	124	-	124	-	*4
		調理帯 1	556	286	842	347	*4
	スオーブン	調理帯 4	124	-	124	-	*5
		瞬時最大	489	15	480	10	*6
		瞬時最大時積算値	30	-	30	-	*7
	チスチーム 85	調理帯 4	60	-	60	-	*5
		瞬時最大	113	1376	1473	1990	*6
		瞬時最大時積算値	8	12	20	20	*7
	コスチーム 100	調理帯 4	65	7	71	5	*5
		瞬時最大	149	1278	1361	1850	*6
		瞬時最大時積算値	9	9	19	10	*7
	ン加湿オープン	調理帯 4	163	-	163	-	*5
		瞬時最大	499	1320	1511	1900	*6
		瞬時最大時積算値	32	4	37	3	*7
	洗浄器	瞬時最大	101	1293	1390	1816	*6
		積算値	2	9	11	13	*8
3	立体炊飯器	総積算値	45	16	60	21	*9
		瞬時最大	165	110	177	-	*10
		瞬時最大時	67	110	177	-	*11

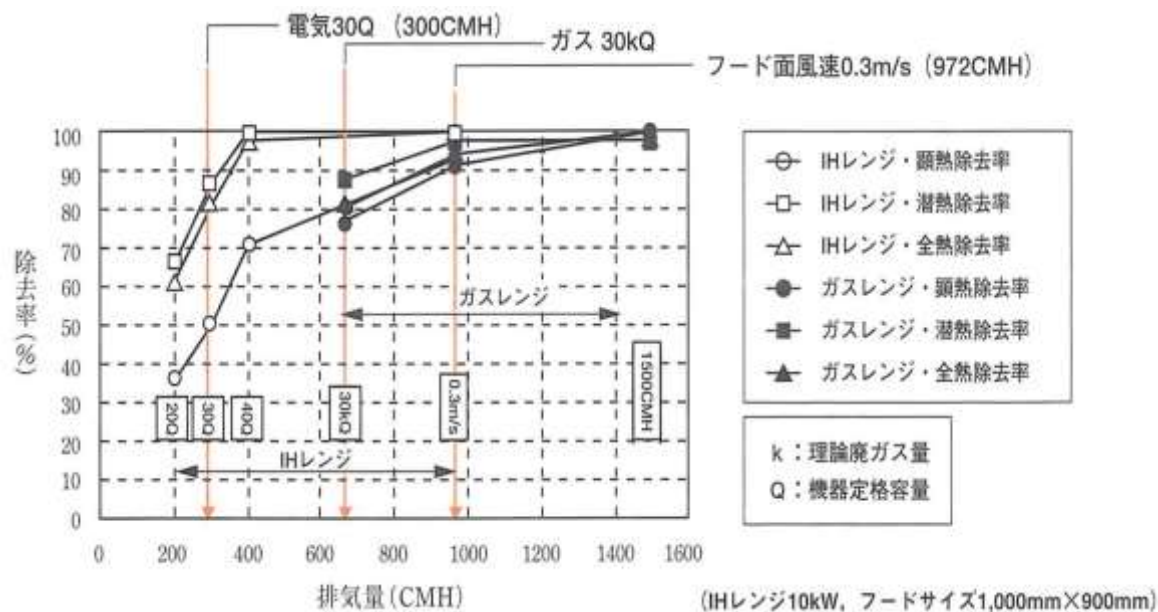
註 *1: 湯沸かしにおける温度上昇60℃から80℃までの発生負荷量である
 *2: 湯沸かしにおける温度上昇80℃から95℃までの発生負荷量である
 *3: 湯沸かしにおける沸騰時の発生負荷量である
 *4: 設定温度保温時の発生負荷量である
 *5: 食材を投入しない場合の調理状態での発生負荷である
 *6: 扉を開放した瞬時の最大負荷である
 *7: 1回の開閉により発生する総負荷である
 *8: 12升の炊飯時に発生する総負荷である
 *9: 12升の炊飯時に発生する顕熱・潜熱・全熱別の瞬時最大負荷である
 *10: 12升の炊飯時に発生する顕熱・潜熱・全熱別の瞬時最大負荷である
 *11: 12升の炊飯時に発生する瞬時最大時の瞬時最大負荷である
 * 積算値の単位は[W/h・kW]・[g/kW]
 ** 顕熱と潜熱の最大値発生時が異なるため、顕熱と潜熱の合計が全熱とならない

(出典 村川・清田ほか 4名:業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第1報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集)



(出典 村川・清田ほか 4名:業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第1報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集)

図 1 発生負荷原単位の発生パターン 4)



(出典：熊尾・村川ほか 5 名：業務用厨房における温熱環境の評価研究 その 4 排気フードによる熱除去率および温熱環境の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集)

図 2 排気フードの換気量と熱除去率の関係⁵⁾

表 4 厨房機器同時使用率 (VDI2052 より引用)⁶⁾

NO.	厨房種類	厨房の名称								
		小規模厨房			中規模厨房			大規模厨房		
		食数/日	食数/h	同時使用率	食数/日	食数/h	同時使用率	食数/日	食数/h	同時使用率
1	料理厨房 (スナックバー、レストラン、ホテル厨房)	100以下	—	1.0	250以下	—	0.7	250以上	—	0.7
2	社内食堂、娯楽用施設厨房	—	150	0.89	—	500以下	0.6	—	500以上	0.6
3	病院厨房	—	250	0.8	—	650以下	0.6	—	650以上	0.6
4	配膳厨房	—	40	1.0	—	—	—	—	—	—
5	公共施設厨房	—	100	0.9	—	250以下	0.6	—	250以上	0.6
6	下処理厨房・混合厨房	—	50	0.9	—	400以下	0.6	—	400以上	0.6
7	専門給食厨房 (遠隔地厨房、調理フル厨房、 機内厨房、セントラル厨房)	—	—	—	3000以下	—	0.7	3000以上	—	0.7

※同時使用率 $\phi = (\text{室内で運転している厨房機器数}) \div (\text{設置厨房機器数})$

4. 空調換気方式と系統分け

- 業務用厨房における空調換気方式は、建物全体の熱源設備計画を考慮に入れ、各エリア（調理、下処理、洗浄等）ごとに用途、使用時間、温湿度条件、その他要求条件を考慮のうえ方式を検討する。
厨房の空調方式には以下の①～⑥が考えられるが、業務用厨房では、換気量が多く、厨房内の温湿度の均一化を図るためにも外気処理を行うことが望ましく、以下の①～④の方式またはそれらの併用を検討することとし、外気を直接導入する⑤と⑥の方式は採用しないことを推奨する。
 - ① 中央熱源空調方式＋全外気式空調機とする方式（A-1）
 - ② 個別分散空調方式＋全外気式パッケージ空調機とする方式（B-1）
 - ③ 中央熱源空調方式＋外気処理空調機＋一般空調機とする方式（A-2）
 - ④ 個別分散空調方式＋外気処理パッケージ空調機＋一般パッケージ空調機とする方式（B-2）
 - ⑤ 中央熱源空調方式＋外気直接導入＋一般空調機とする方式（A-）
 - ⑥ 個別分散空調方式＋外気直接導入＋一般パッケージ空調機とする方式（B-3）
- 空調・換気系統（空調機、換気ファン、ダクト系統）は、食品衛生管理の観点から汚染作業区域と非汚染作業区域を設定し、汚染空気の拡散防止に配慮した計画とする。また、厨房室内温湿度や使用時間帯が異なるエリアについても省エネルギーの観点から、エリアごとの運転条件に応じた空調換気が行えるように計画する。

【解説】

業務用厨房における空調方式は、エリア（調理、下処理、洗浄等）ごとに使用時間、温湿度条件などを考慮し、適切な空調方式を組み合わせ選定する。（表 5、図 3 参照）

表 5 空調システムバリエーション

空調熱源方式	空調機方式
A: 中央熱源空調方式	1. 全外気式空調機方式 (厨房内の冷暖房負荷をすべて外気処理空調機で処理する)
B: 個別分散空調方式	2. 外気処理空調機＋一般空調機方式 (外気負荷は外気処理空調機で処理し、室内発生負荷を一般空調機で処理する)
	3. 外気直接導入＋一般空調機方式 (外気は直接導入し、室内発生負荷と外気負荷をすべて一般空調機で処理する)

空調熱源方式は、A-中央熱源空調方式（中央熱源から冷温水を供給しエアハンドリングユニットやファンコイルユニットで空調する）と B-個別分散空調方式（パッケージエアコンで空調する）の 2 通りに分類される。

空調機方式は、1-全外気式空調機方式（外気をすべて空調機で冷却加熱し、室内の冷暖房負荷も賄う方式を使用する方式）と、2-外気処理空調機＋一般空調機方式（外気を空調機で室温まで冷却加熱し室内に吹き出し、室内の冷暖房負荷は一般空調機で処理する方式）、3-外気直接導入＋一般空調機方式（外気は処理をせず、そのまま厨房内に供給し、室内の冷暖房負荷と外気負荷を一般空調機で処理する方式）の 3 通りに分類される。

厨房では換気量が大きいため、空調設備（機器容量など）を決定する最も大きな要素は外気負荷となる。よって、この外気負荷に対していかに効率良く空調し、厨房室内の温熱環境

(温湿度) をコントロールするかが重要なポイントとなる。

業務用厨房の場合は、換気量が多く、厨房内の温湿度の均一化を図るためにも外気処理を行うことが望ましく、本指針では、外気を直接導入する方式は採用しないことを推奨する。

空調・換気系統（空調機、換気ファン、ダクト系統）は、食品衛生管理の観点から汚染作業区域と非汚染作業区域（表 6 参照）を設定し、汚染空気の拡散防止に配慮した計画とする。また、厨房室内温湿度や使用時間帯が異なるエリアについても省エネルギーの観点から、エリアごとの運転条件に応じた空調換気が行えるように計画する。

表 6 厨房作業区域⁸⁾

作業区域	作業区分
汚染作業区域	検収室：原材料の鮮度等の各人及び根菜類等の処理を行う場所 下処理室：食品の選別、剥皮、洗浄等を行う場所 食品・食缶の搬出場 洗浄室（機械、器具類の洗浄・消毒前）
非汚染作業区域	調理室：食品の切断等を行う場所 煮る、揚げる、焼く等の加熱調理を行う場所 加熱調理した食品の冷却等を行う場所 食品を食缶に配食する場所 洗浄室（機械、器具類の洗浄・消毒後）
その他	更衣・休憩室、便所、事務室等

	中央熱源空調方式	個別分散空調方式
全外気式空調機	A-1 全外気式空調機 (ユニット型空調機) 中央熱源方式－全外気式空調機方式	B-1 全外気式室内機 (パッケージ型空調機) 個別分散空調方式－全外気式空調機方式 ※現在、個別分散型では各メーカーとも室内負荷処理用室内機を設置することを推奨しており、この方式は採用できない場合が多い。
	室内温度よりも低い温度で外気を吹き出すことで、室内負荷も処理する方式。室内空気を循環させる一般空調機がないため、衛生度が高い。厨房機器からの発生負荷（熱、水蒸気、油煙等）が大きいエリアに適する。	
外気処理空調機＋一般空調機	A-2 外気処理空調機 中央熱源方式－外気処理空調機＋一般空調機方式	B-2 外気処理室内機 (パッケージ型空調機) 個別分散空調方式－外気処理空調機＋一般空調機方式
	外気負荷と室内負荷を別々の空調機で処理する方式。FCU や室内機は、使用するエリアの状況に合わせて形式（天井隠蔽型等）を決定する。	
外気直接導入＋一般空調機	A-3 中央熱源方式－外気直接導入＋一般空調機方式	B-3 個別分散空調方式－外気直接導入＋一般空調機方式
	外気を直接導入し、外気負荷も室内負荷と併せて一般空調機で処理する方式。本指針では対象外の方式。	

図 3 空調換気方式バリエーション⁸⁾

5. 空調設計での留意点

厨房施設を含む建物の空調設計において、厨房用の空調設計はスポット対応になるなど総合的な計画の最適化は不十分な実態であった。本指針では外気導入量の最適化など従来よりも踏み込んだ設備計画を要求しているので、空調設計に当たっても厨房という特殊な負荷施設に合わせて最適な設備計画を行う必要がある。

- ① 厨房の空調設備は、食品衛生管理や温熱環境の快適性維持の観点から、スポット（局所的）に冷暖房を行うのではなく、厨房室内全体の空調（冷暖房、湿度調整、空気清浄）を行うこととする。
- ② 排気フードの換気捕集率を高く維持するためには、空調吹出し気流によって生じる気流の乱れが少ないことが条件となるため、排気フードの換気を阻害すると考えられる空調機器から直接冷温風が吹き出される形式の機器（天井カセット型、天吊型、床置き直吹型等）は採用しないこととする。
- ③ 空調吹出口は、冷風吹出による吹出口表面の結露防止のために、蒸気を発生する厨房機器上部は避ける。また、空調吹出し気流が排気を阻害しないように、吹出口はユニバーサル型またはパンチング状大開口型とし、設置位置を検討することが望ましい。なお、空調吹出温度は厨房室内の設計露点より低くならないようにし、吹出口の表面温度が低くならないように工夫をしたもの（表面にフェルトを貼ったもの、樹脂カバーで覆ったもの、厨房内空気の誘引効果があるもの等）を必要に応じて選定する。
- ④ 空調吸込口は、油脂を含む蒸気の発生する器具付近を避けることを原則とするが、避けられない場合は、グリスフィルター（オイルミストフィルター）の設置を検討する。
- ⑤ 空調機は厨房室内状態（多湿・高温・油脂を含む蒸気の発生など）を考慮に入れ、天井隠蔽型とするか、別のエリアに空調機を設置しダクトにて給気を行う方式とする。露出設置とする場合は、外装が腐食しにくいステンレス製のものを選定する。
- ⑥ 厨房用空調機（厨房内空気を循環させる場合）に設置するフィルターは汚れ具合が激しいため、洗浄時に容易に取り外せることとする。
- ⑦ 空調換気ダクトには、運用時に風量調整が行えるように風量調整用ダンパー（VD）を設置する。なお、省エネルギーを重視する場合は風量調整用インバーターの設置も検討する。

(参考・引用文献)

- 1) 日本電熱協会監修：業務用電化厨房設計の指針、日本電熱協会、2000 年 9 月
- 2) 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学便覧（第 14 版）、空気調和・衛生工学会、2010 年 2 月
- 3) 占部：電化厨房機器の連続調理時に発生する顕熱と潜熱、電中研研究報告（R15017）、2016 年 7 月
- 4) 村川・清田ほか 4 名：業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第 1 報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集、No.95、pp. 1 - 13、2004 年 10 月
- 5) 熊尾・村川ほか 5 名：業務用厨房における温熱環境の評価研究 その 4 排気フードによる熱除去率および温熱環境の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、D - 2 環境工学Ⅱ、pp. 325 - 326、2003 年 9 月
- 6) VDI (2006) : VDI2052 (Ventilation equipment for kitchens、厨房換気設備の設計指針)、2006 年 4 月
- 7) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備課監修：建築設備設計基準（平成 27 年版）、2015 年 8 月
- 8) 日本エレクトロヒートセンター編：病院給食施設の設計マニュアル、日本エレクトロヒートセンター、2011 年 10 月

業務用電化厨房施設の空調設備設計指針

[解説編]

2007年7月31日 発行

2019年2月 1日 改訂

一般社団法人

日本エレクトロヒートセンター

目 次

1. 電化厨房施設の空調設備設計の基本事項	2
2. 厨房室内設定温湿度	3
3. 熱負荷計算.....	3
4. 空調換気方式と系統分け	14
5. 空調機器容量の算出と選定方法	16
6. 空調設備設計の留意点.....	23
7. 空調設備の自動制御	25
(参考・引用文献)	27

1. 電化厨房施設の空調設備設計の基本事項

業務用厨房の空調設備設計では、食品衛生及び労働環境を考慮した室内環境の維持、省エネルギー、地球環境負荷低減（CO₂ 排出量低減）、省コスト（イニシャル、ランニングコスト低減）の観点から、以下の事項を考慮しなければならない。

- ① 適正な換気量とする。（換気量低減）
- ② 効率の良い換気システムを導入する。
- ③ 適正な空調システムとする。

【解説】

1-1 厨房のエネルギー消費量は厨房機器とともに空調設備のエネルギー消費量が多くなっており、空調負荷の内訳では、図 1 に示すように外気負荷が 70～80%と多くを占める。このため、省エネルギー、地球環境負荷低減（CO₂ 排出量低減）、省コストの観点から、厨房の換気量を適正值とし過剰な設計を行わないようにすることが重要であり、また、厨房用途に合った換気システムとすることも考慮する。

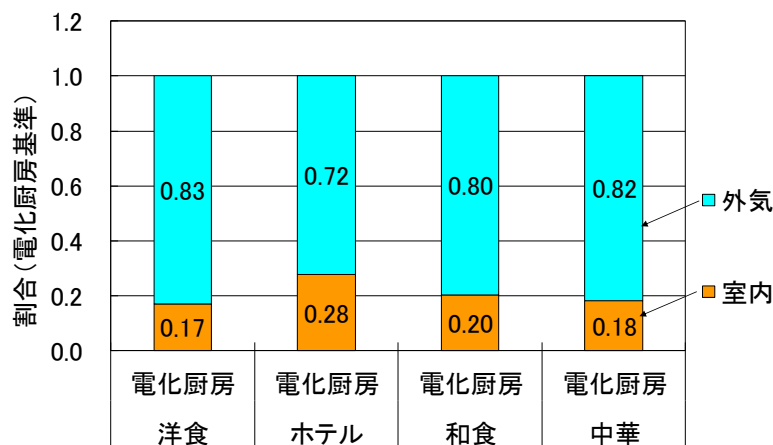


図 1 厨房空調負荷の内訳¹⁾

1-2 厨房の空調設備計画・設計は、換気設備計画・設計と合わせて一体で行い、厨房の空調設備は、食品衛生管理や温熱環境の快適性維持の観点から、スポット（局所）的に冷暖房を行うのではなく、厨房室内全体の空調（冷暖房、湿度調整、空気清浄）を行うこととする。

1-3 空調設備設計では、設定した室内条件を維持できるように、適正な容量の機器を設置することが望ましく、また、空調機器は厨房内の空気を乱さないような機器や吹出口の設置位置等を検討する。

1-4 電気厨房機器の稼動により昼間の電力デマンドが増加することから、電力デマンド低減のため、電力夜間移行も考慮し、蓄熱式空調システムの検討も必要に応じて行う。

2. 厨房室内設定温湿度

電化厨房での室内温湿度の目標値は、食品衛生及び労働環境を考慮して次のとおりとする。

- ・ 室内温度：17°CDB 以上 25°CDB 以下
- ・ 室内湿度：80%RH 以下

【解説】

- 1-1 厨房内の温熱環境は、厚生労働省（大量調理施設衛生管理マニュアル）、文部科学省（学校給食衛生管理基準）では、温度は 25°CDB 以下、湿度は 80%以下とされている。
- 1-2 建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）では居室の温度は 17°CDB 以上 28°CDB 以下、湿度は 40%以上 70%以下とされている。また、建築物衛生法に関する文献²⁾では、Q&A に調理室は居室に該当し基準の適用を受けるが、湿度基準は条理上適用されないとの解釈が示されている。
- 1-3 本指針では、食品衛生及び労働環境及び厨房の温熱環境の実態を考慮し、厨房の室内温度は 17°CDB 以上 25°CDB 以下、室内湿度は 80%RH を推奨する。

3. 熱負荷計算

厨房の空調設備設計での熱負荷計算は以下の項目について算出する。

- ① 建物負荷
- ② 人体発熱負荷
- ③ 照明発熱負荷
- ④ 厨房機器発熱負荷
- ⑤ すきま風負荷
- ⑥ 外気負荷

【解説】

- 1-1 厨房で発生する熱負荷は、表 1 の項目の熱負荷により決定され、各項目の負荷は表 1 に示す要因で決定される。この中で熱負荷が最も大きい項目は、外気負荷であり、換気量を適正に設計することがイニシャルコスト、ランニングコスト低減につながる。

表 1 熱負荷項目と負荷決定要因

	熱負荷内訳	負荷決定要因
1	建物負荷	外気・室内温湿度条件・日射量、壁・屋根の断熱性
2	人体発熱負荷	厨房作業人員
3	照明発熱負荷	照明器具仕様・個数
4	厨房機器発熱負荷	厨房機器仕様・台数・使用条件
5	すきま風負荷	厨房給気量と排気量のバランスにより流入する空気の温湿度条件・風量
6	外気負荷	外気・室内温湿度条件・換気量

1-2 建物負荷（ Q_b ）の負荷計算方法

建物負荷とは、外壁等からの貫流熱負荷と窓からの日射による熱負荷をいい、空気調和・衛生工学便覧（第 14 版）³⁾や建築設備設計基準（平成 27 年版）⁴⁾等に表示されている計算方法により算出する。

なお、省エネルギーの観点から、建物外壁・屋根には断熱を施し、窓がある場合は日射遮蔽を施すことが望ましい。

1-3 人体発熱負荷（ Q_m ）の負荷計算方法

人体発熱負荷（ Q_m ）は、厨房で働く人数を設定し、人体発熱は工場の軽作業レベルと想定して算出する。

$$Q_m [W] = N_m \times q_m$$

N_m : 人数 [人]

q_m : 作業員からの発生負荷原単位 [W/人 h]

工場の軽作業レベルと想定して、次の数値とする。

顕熱 94W/人

潜熱 114W/人 (室温 25℃) [表 2 参照]

表 2 人体発熱原単位

作業形態	全発熱量 W/人	着衣量 clo	室温24℃		室温25℃		室温26℃	
			顕熱	潜熱	顕熱	潜熱	顕熱	潜熱
			W/人	W/人	W/人	W/人	W/人	W/人
事務所	121	0.6	81	40	75	47	69	53
工場の軽作業	208	0.6	101	106	94	114	86	121

※出典：空気調和・衛生工学便覧(第14版)基礎編・第17章冷暖房負荷

1-4 照明発熱負荷（ Q_l ）の負荷計算方法

照明発熱負荷（ Q_l ）は、厨房単位床面積当たりの照明発熱に厨房床面積を乗じて算出する。
厨房単位床面積当たりの照明発熱は、最近の主流器具がLEDであることを考慮して設定する。

$$Q_l [W] = A_k \times q_l$$

A_k : 厨房床面積 [m²]

q_l : 照明機器の負荷原単位 [W/m²]

(LED 照明・照度 500Lx での参考値：8～12 [W/m²])

1-5 厨房機器発熱負荷（ Q_e ）の負荷計算方法

厨房機器発熱負荷（ Q_e ）は、顕熱（ $Q_{e,sh}$ ）と潜熱（ $Q_{e,lh}$ ）ごとに算出する。

$$Q_{e,sh} [W] = \{ \sum (q_{sh} \times Q_p \times (1 - R_{sh})) \} \times K_r$$

q_{sh} : 厨房機器発熱負荷原単位（顕熱）[W/kW] (表 3 参照)

Q_p : 機器消費電力 [kW]

R_{sh} : 熱除去率（顕熱） (0.7)

K_r : 厨房機器同時稼働率 (表 4 参照)

$$Q_{e,lh} [W] = \{ \sum (q_{lh} \times Q_p \times (1 - R_{lh})) \} \times K_r$$

q_{lh} : 厨房機器発熱負荷原単位（潜熱）[W/kW] (表 3 参照)

Q_p : 機器消費電力 [kW]

R_{lh} : 熱除去率（潜熱） (0.9)

K_r : 厨房機器同時稼働率 (表 4 参照)

厨房機器の発熱負荷原単位は、表 3 に示す実調理に基づくデータを用いる。表 3 によると、麺ゆで器とグリラは調理時には定格消費電力で稼働するが、その他の機器は部分負荷で稼働していることがわかる。

表 3 では、厨房機器ごとに調理メニュー別の値が示されているが、空調機器容量を決定する上での最大熱負荷計算では、調理メニューの中で最大となる値を用いることを推奨する。

なお、表 3 に示されていない機器については、調理帯（調理温度）を考慮し、図 2 から当該機器に対して相当する機器を設定し、その発熱負荷原単位を用いる。

表 3 電気厨房機器の発熱負荷原単位(実調理による実測値)

分類	機種	調理条件	消費電力量	顕熱	潜熱	食材吸熱	備考
			W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	W/定格kW ^{※1}	
開放型 機器	麺ゆで器 (9.6kW)	冷凍うどん少量	1000	270	350	380	一玉/二分
		冷凍うどん多量	1000	210	160	630	四玉/二分
	グリラ (10.2kW)	鮭焼き少量	1000	530	220	250	焼き網面に載る最大量の半分
		鮭焼き多量	1000	450	230	320	焼き網面に載る最大量
	テーブルレンジ (5.0kW)	ポトフ	310	120	190	0	煮込み安定時のみの平均
		炒飯	380	70	100	210	三人前
		野菜炒め	470	50	170	250	三人前
	グリドル (6.2kW)	ハンバーグ少量	300	190	50	60	鉄板面に載る最大量の半分
		ハンバーグ多量	390	210	100	80	鉄板面に載る最大量
	フライヤ (6.0kW)	コロッケ	540	190	200	150	揚げ時間が四分
		ポテトフライ	690	210	240	240	揚げ時間が二分半
密閉型 機器	炊飯器(2.7kW) スチコン (17.5kW)	炊飯	500	90	120	290	二升
		熱風モード	200	200	0	0	五分に一回の扉開放
		蒸気モード	390	140	190	60	五分に一回の扉開放

※1) 定格消費電力1kWに対する値

(出典：電中研研究報告「電化厨房機器の連続調理時に発生する顕熱と潜熱 (R15017)」より kW 表示に換算)

図 2 は、模擬調理実験による電気厨房機器の発熱負荷原単位であり、負荷発生パターン別及び水温帯別（調理帯 1～3）に示されている。以下に水温帯（調理帯 1～3）の説明と、負荷発生パターンと厨房機器の関係を示す。

- ・調理帯 1：湯沸かしにおける水温度 60～80℃時
- ・調理帯 2：湯沸かしにおける水温度 80～95℃時
- ・調理帯 3：湯沸かしにおける沸騰時
- ・調理帯 4：設定温度保温時

・パターン 1

レンジ、ティルティングパン、スープケトル、ゆで麺器、回転釜などの「開放型調理機器」が該当する。これらの調理機器については、水温帯別に「調理帯 1～3」に発熱負荷が異なるが、実調理においては「調理帯 2」での発熱負荷と近似することが村川教授らの実験で確認されている。

また、フライヤー、グリドル、グリラーも該当するが、これらは設定温度保温状態の場合における発熱負荷であることを考慮する。

・パターン 2

スチームコンベクションオープンなどの「密閉型調理機器」が該当する。密閉状態での加熱中は定常的な負荷が発生し、扉を開閉することによって短時間の集中的な負荷が発生する。密閉状態での加熱を「調理帯 4」とし、扉開閉時に発生する負荷を「瞬時最大値」、その開閉時間での積算値を「瞬時最大時積算値」としている。

・パターン 3

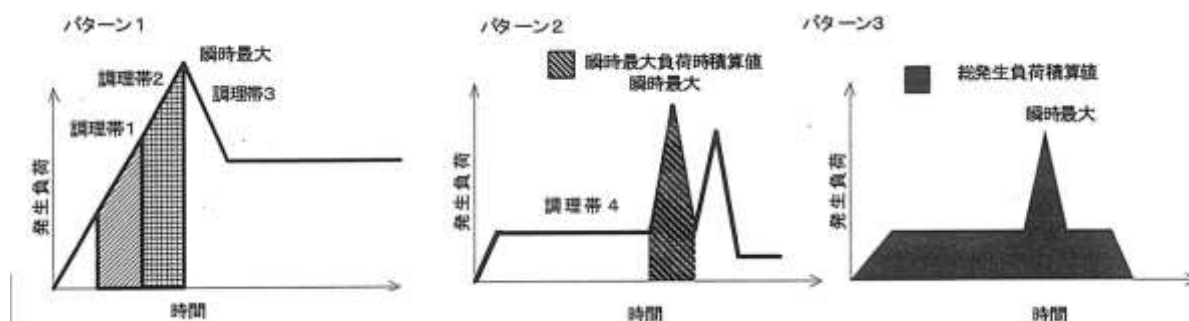
立体炊飯器のように調理開始から調理終了までを自動で行う機器が該当する。これらは、移動時間内に発生する総負荷と瞬時最大値について示されている。

負荷発生 パターン				顕熱	潜熱	全熱	水分量	註
				(W/kW)	(W/kW)	(W/kW)	(g/h·kW)	
1	レンジ	調理帯 1		52	46	98	62	*1
		調理帯 2		77	186	263	265	*2
		調理帯 3		145	859	1003	1242	*3
	フライヤー	180℃保温時		136	24	160	23	*4
	テイルパン	調理帯 1		26	150	176	217	*1
		調理帯 2		52	442	494	640	*2
		調理帯 3		110	925	1035	1248	*3
	スーベクトル	調理帯 1		-	107	107	156	*1
		調理帯 2		17	247	264	359	*2
		調理帯 3		27	367	394	532	*3
	ゆで麺器	調理帯 1		12	36	47	50	*1
		調理帯 2		8	85	93	120	*2
		調理帯 3		66	995	1061	1289	*3
2	回転釜	調理帯 1		60	155	215	147	*1
		調理帯 2		85	383	468	404	*2
		調理帯 3		129	910	1039	1143	*3
	グリドル	保温時		124	-	124	-	*4
	グララー	保温時		556	286	842	347	*4
	スオーブン	調理帯 4		124	-	124	-	*5
		瞬時最大	* *	489	15	480	10	*6
		瞬時最大時積算値	*	30	-	30	-	*7
	チスチーム 85	調理帯 4		60	-	60	-	*5
		瞬時最大	*	113	1376	1473	1990	*6
		瞬時最大時積算値	*	8	12	20	20	*7
	コスチーム 100	調理帯 4		65	7	71	5	*5
		瞬時最大	* *	149	1278	1361	1850	*6
		瞬時最大時積算値	*	9	9	19	10	*7
	ン加湿オープン	調理帯 4		163	-	163	-	*5
		瞬時最大	* *	499	1320	1511	1900	*6
		瞬時最大時積算値	*	32	4	37	3	*7
3	洗浄器	瞬時最大	* *	101	1293	1390	1816	*6
		積算値	*	2	9	11	13	*8
		総積算値	*	45	16	60	21	*9
		瞬時最大	* *	165	110	177	-	*10
	立体炊飯器	瞬時最大	* *	67	110	177	-	*11

註 *1: 湯沸かしにおける温度上昇60℃から80℃までの発生負荷量である *2: 湯沸かしにおける温度上昇80℃から95℃までの発生負荷量である *3: 湯沸かしにおける沸騰時の発生負荷量である *4: 設定温度保温時の発生負荷量である *5: 食材を投入しない場合の調理状態での発生負荷である *6: 扉を開放した瞬時の最大負荷である *7: 1回の開閉により発生する総負荷である *8: 12升の炊飯時に発生する総負荷である *9: 12升の炊飯時に発生する顕熱・潜熱・全熱別の瞬時最大負荷である *10: 12升の炊飯時に発生する顕熱・潜熱・全熱別の瞬時最大負荷である *11: 12升の炊飯時に発生する瞬時最大時の瞬時最大負荷である * 積算値の単位は[Wh/kW]・[g/kW] * * 顕熱と潜熱の最大値発生時が異なるため、顕熱と潜熱の合計が全熱とならない

(出典;村川・清田ほか4名:業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第1報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集)

(a) 発生負荷原単位



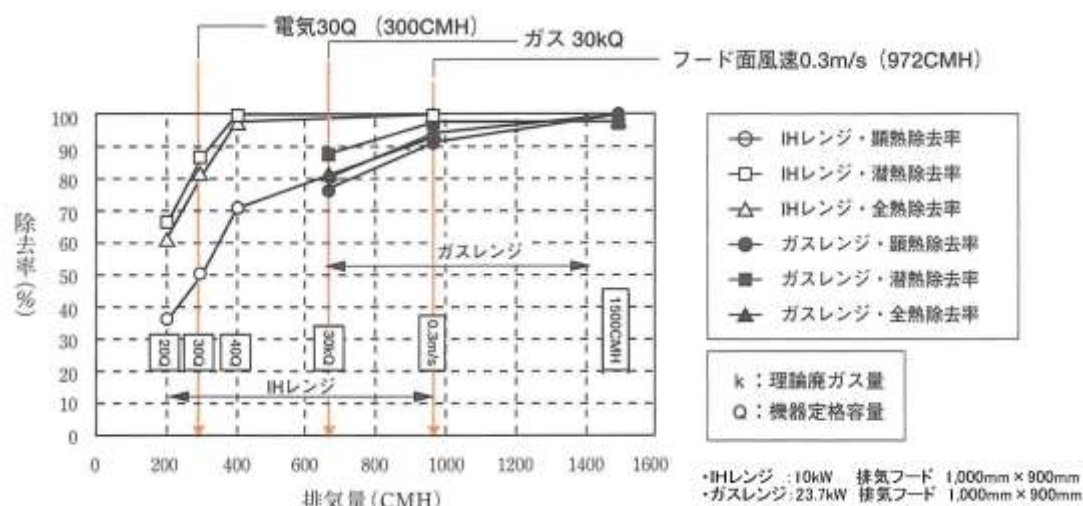
(出典;村川・清田ほか4名:業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第1報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集)

(b) 負荷発生パターン

図2 電気厨房機器の発熱負荷原単位

厨房機器から発生する熱（顕熱、潜熱）のうち排気フードからの排気により除去されずに室内に滞留する熱が空調負荷となる。排気フードからの排気により除去される割合を熱除去率と定義する。潜熱除去率については、換気設備設計指針（JEHC103-2017）の換気量は捕集率を 90%としていることから、90%とする。顕熱除去率については、図 3 の顕熱除去率データの換気量 40Q（換気設備設計指針 JEHC103-2017 では、厨房機器消費電力 1kW 当たりの換気量が 40 m³/h が最も少ない値となっている）での値とし、70%とする。

なお、排気フードが設置されない厨房機器については、厨房機器からの発生する熱を全て空調負荷とする。



（出典；熊尾・村川ほか 5 名：業務用厨房における温熱環境の評価研究 その 4 排気フードによる熱除去率および温熱環境の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集）

図 3 排気フードの換気量と熱除去率の関係（出典：人にやさしい厨房計画）（再掲）

一般的には、全ての厨房機器が同時には使用されないため、厨房機器発熱負荷には厨房機器の同時使用率を考慮して算出する。厨房機器の同時使用率は、加熱機器を対象とし、稼働している厨房機器数を設置されている厨房機器数で除した値と定義する。厨房機器の同時使用率は表 4 の値を用いる。

表 4 厨房機器同時使用率（VDI2052 より引用）

NO.	厨房種類	厨房の名称								
		小規模厨房			中規模厨房			大規模厨房		
		食数/日	食数/h	同時使用率	食数/日	食数/h	同時使用率	食数/日	食数/h	同時使用率
1	料理厨房 (スナックバー、レストラン、ホテル厨房)	100以下	—	1.0	250以下	—	0.7	250以上	—	0.7
2	社内食堂、娯楽用施設厨房	—	150	0.89	—	500以下	0.6	—	500以上	0.6
3	病院厨房 主厨房 配膳厨房	—	250	0.8	—	650以下	0.6	—	650以上	0.6
4		—	40	1.0	—	—	—	—	—	—
5	公共施設厨房	—	100	0.9	—	250以下	0.6	—	250以上	0.6
6	下処理厨房・混合厨房	—	50	0.9	—	400以下	0.6	—	400以上	0.6
7	専門給食厨房 (遠隔地厨房、調理チャット厨房、 機内厨房、セントラル厨房)	—	—	—	3000以下	—	0.7	3000以上	—	0.7

※同時使用率 ϕ = (室内で運転している厨房機器数) ÷ (設置厨房機器数)

1-6 すきま風負荷（ Q_s ）の負荷計算方法

すきま風負荷（ Q_s ）は、厨房が負圧で、排気量と給気量の差の風量分をすきま風（厨房への流入空気）負荷として計上するが、室内側（例えば食堂側）から空気が流入する場合で、流入空気条件が、冷房時は厨房よりエンタルピーが低く、暖房時は厨房より温度が高くなる条件ではすきま風負荷は見込まないものとする。

すきま風負荷は、冷房時は全熱（顕熱＋潜熱）を空調負荷として見込み、暖房時は冬期の厨房室内湿度は成り行きとなるため、湿度変化による負荷は考慮せず、顕熱負荷のみを空調負荷として見込むものとする。

$$\text{冷房時すきま風負荷 [W]} \quad Q_s = \rho \times V_{ia} \times \Delta i / 3.6$$

$$\text{暖房時すきま風負荷 [W]} \quad Q_s = 0.33 \times V_{ia} \times \Delta t$$

ρ : 空気の比重 1.2 [kg/m³]

V_{ia} : 流入空気量 [m³/h] (= 厨房排気量－厨房給気量)

Δi : 流入空気と室内空気のエンタルピー差 [kJ/kg(DA)]

Δt : 流入空気と室内空気の温度差 [°C]

1-7 外気負荷（ Q_o ）の負荷計算方法

外気負荷（ Q_o ）は、すきま風負荷と同様に、冷房時は全熱（顕熱＋潜熱）を空調負荷として見込み、室内エンタルピーより外気エンタルピーが高い場合に考慮以下の式で算出する。暖房時は、湿度変化による負荷は考慮せず、顕熱負荷のみを空調負荷として見込むものとする。

$$\text{冷房時外気負荷 [W]} \quad Q_o = \rho \times V_{oa} \times \Delta i / 3.6$$

$$\text{暖房時外気負荷 [W]} \quad Q_o = 0.33 \times V_{oa} \times \Delta t$$

ρ : 空気の比重 1.2 [kg/m³]

V_{oa} : 外気量 [m³/h]

Δi : 外気と室内空気のエンタルピー差 [kJ/kg(DA)]

Δt : 外気と室内空気の温度差 [°C]

1-8 熱負荷計算例

図 4 と表 6 に示す社員食堂厨房（提供食数 500 食）の調理室と配膳室を対象とした熱負荷計算例を以下に示す。

<熱負荷計算条件>

建設地：東京

対象室：調理室（床面積 65.4 m²）・配膳室（床面積 21.6 m²）

温湿度条件（外気、厨房室内）：表 5 による

外壁負荷：冷房 30W/m²、暖房 40W/m²

（外壁熱貫流率 1.0W/(m² K)、屋根熱貫流率 0.5W/(m² K)）

調理人数：調理室 5 人、配膳室 3 人

（顕熱 94W/人、潜熱 114W/人）

照明発熱：12W/m²（LED 照明・照度 500lx）

換気量：排気量 7,990 m³/h、給気量 6,790 m³/h（表 9 による）

表 5 熱負荷計算例の温湿度条件

		温度	相対湿度	比エンタルピー
		℃CDB	%	kJ/kg(DA)
外気条件	冷房	34.8	52.6	82.4
	暖房	2.0	28.1	5.1
室内条件	冷房	25.0	80.0	65.8
	暖房	17.0	40.0	29.2

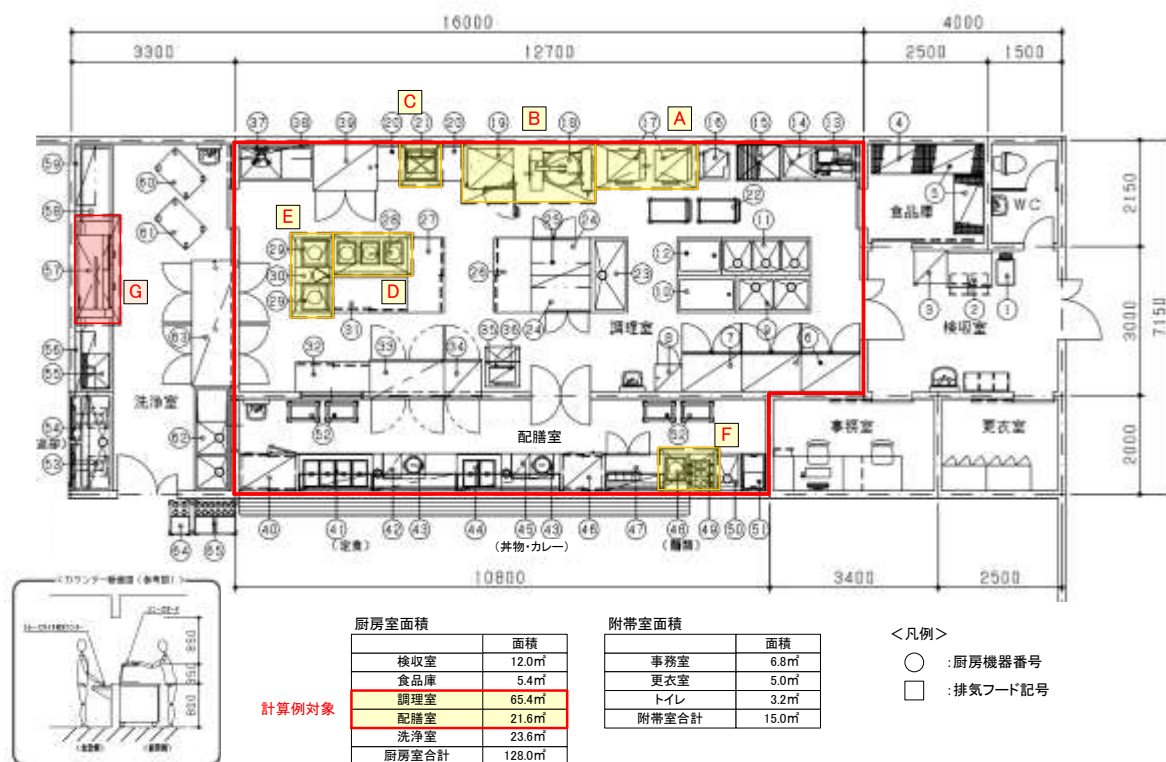


図 4 モデル厨房の平面図・床面積

表 6 モデル厨房の機器表

エリア	番号	品名	間口	奥行	高さ	台数	排気 フード	電気容量	
			mm	mm	mm	台		kW/台	kW
検収室	1	デジタル台秤	350	605	795	1			
	2	引出付台下戸棚	900	750	800	1			
	3	検食用冷凍庫	655	680	1650	1		0.10	0.10
食品庫	4	スーパーエレクターシェルフ	1062	613	1892	1			
	5	スーパーエレクターシェルフ	1212	613	1892	2			
調理室	6	冷蔵庫	1200	800	1950	2		0.48	0.96
	7	冷凍庫	1200	800	1950	1		0.62	0.62
	8	包丁・まな板消毒保管機	550	550	1900	1		3.10	3.10
	9	二槽シンク	1500	750	800	1			
	10	水切台	1200	750	800	1			
	11	三槽シンク	1800	750	800	1			
	12	水切台	900	750	800	1			
	13	ワンタッチスライサー	715	475	450	1		0.50	0.50
	14	スライサー専用台	1500	750	800	1			
	15	パンラック	900	750	1800	1			
	16	ライスミニ	600	630	1785	1		0.60	0.60
	17	電気立体炊飯器	750	730	1092	2	○	12.00	24.00
	18	電気クッキングケトル	1290	970	850	1	○GF	13.50	13.50
	19	スチームコンベクションオーブン	980	805	1110	1	○GF	21.00	21.00
	20	作業台	550	750	800	2			
	21	電気フライヤ	650	660	800	1	○GF	10.10	10.10
	22	UTSカート	759	461	923	2			
	23	一槽シンク	1500	750	800	1			
	24	コールドテーブル冷蔵庫	1200	750	800	2		0.23	0.46
	25	上棚	1200	500	1段				
	26	台下戸棚	1500	750	800	1			
	27	台下戸棚	1500	750	800	1			
	28	IH調理器	1500	750	800	1	○GF	9.00	9.00
	29	IHローレンジ	600	750	450	2	○	7.00	14.00
	30	脇台	300	750	450	1			
	31	台下戸棚	1500	750	800	1			
	32	台下戸棚	1500	600	800	1			
	33	ホットストッカー	1500	800	1900	1		6.20	6.20
	34	コールドストッカー	750	800	1900	1		0.52	0.52
	35	製氷機	700	500	1200	1		0.54	0.54
	36	電子レンジ	510	360	306	1		1.26	1.26
	37	器具洗浄シンク	1500	750	800	1			
	38	上棚	1500	300	1段	1			
	39	消毒保管機	1300	950	1900	1		9.75	9.75
配膳室	40	コールドショーケース	1200	750	1800	1		0.62	0.62
	41	ウォーマーテーブル	1500	750	800	1		4.80	4.80
	42	ライス・スープユニット	1700	750	800	1		0.30	0.30
	43	スープジャー	418	368	332	2		0.24	0.48
	44	ウォーマーテーブル	900	750	800	1		2.55	2.55
	45	ライス・スープユニット	1200	750	800	1		0.30	0.30
	46	コールドショーケース	900	750	1800	1		0.62	0.62
	47	サンドイッチテーブル	1200	750	800	1		0.23	0.23
	48	IHローレンジ	450	600	450	1	○	5.00	5.00
	49	自動麺ゆで器	540	690	950	1	○	9.10	9.10
	50	一槽シンク	550	750	800	1			
	51	小型冷凍ストッカー	776	473	935	1		0.08	0.08
	52	食器ディスペンサー	370	625	850	4			
洗浄室	53	シャワーシンク	2000	900	850	1		0.10	0.10
	54	下膳棚	2000	400	1段	1			
	55	ソイルドテーブル	1500	750	850	1			
	56	ラックシェルフ	1200	400	1段	1			
	57	ラックコンベアー洗浄機	1935	697	1825	1	○	31.90	31.90
	58	クリーンテーブル	1800	750	850	1			
	59	ラックシェルフ	1200	400	1段	1			
	60	移動台	900	600	850	1			
	61	移動台	900	600	850	1			
	62	水切付二槽シンク	2100	750	800	1			
	63	消毒保管機	2550	950	1900	1		19.50	19.50
食堂	64	トレーディスペンサー	400	655	1275	1			
	65	トレーディスペンサー	830	655	1275	1			

1)建物負荷 (Q_b)

冷房負荷 (顕熱) = 30W/m² × 床面積 (調理室 65.4 m² + 配膳室 21.6 m²) = 2,610W

暖房負荷 (顕熱) = 40W/m² × 床面積 (調理室 65.4 m² + 配膳室 21.6 m²) = 3,480W

2)人体発熱負荷 (Q_m)

冷房負荷 (顕熱) = 94W/人 × 人数 (調理室 5 人 + 配膳室 3 人) = 752W

冷房負荷 (潜熱) = 114W/人 × 人数 (調理室 5 人 + 配膳室 3 人) = 912W

暖房負荷 (顕熱・潜熱) = 0W

3)照明発熱負荷 (Q_i)

冷房負荷 (顕熱) = 12W/m² × 床面積 (調理室 65.4 m² + 配膳室 21.6 m²) = 1,044W

暖房負荷 (顕熱) = 0W

4)厨房機器発熱負荷 (Q_e)

厨房機器発熱負荷は冷房負荷として計上する。算出結果を表 7 に示す。

加熱機器の発熱原単位は、表 3 のデータを用いているが、クッキングケトル (回転釜) は麺ゆで器のデータとした。また、ウォーマーテーブルについては、保温状態での稼働を想定し図 2 のスープケトルの調理帯 1 (水温 65~80℃) のデータを用いている。

排気フードを設置する機器の顕熱除去率は 0.7、潜熱除去率は 0.9 とし、加熱機器の同時使用率は表 4 から 0.6 として、発熱負荷を算出している。

冷機器 (冷蔵庫、冷凍庫) の発熱負荷は、表 8 のデータを参考に、室内への放熱量原単位は消費電力 1W 当たり 2.1W と設定し、冷機器の稼働時の消費電力は定格値 (カタログ値) の 40% と想定して算出している。

表 7 厨房機器発熱負荷の算出結果

調理室		床面積	65.4㎡	天井高	2.60m	容積	170.04㎡					
機器名称	相当機器	排気 フード 有無	定格消費 電力 kW	原単位 (SH) W/kW	原単位 (LH) W/kW	顕熱発生量 (SH) kW	潜熱発生量 (LH) kW	同時使 用率	顕熱除 去率	潜熱除 去率	顕熱負荷 (SH) kW	潜熱負荷 (LH) kW
加熱 機器	立体炊飯器	○	24.00	90	120	2.16	2.88	0.60	0.70	0.90	0.39	0.17
	クッキングケトル	○	13.50	270	350	3.65	4.73	0.60	0.70	0.90	0.66	0.28
	スチコンオープン	○	21.00	140	190	2.94	3.99	0.60	0.70	0.90	0.53	0.24
	フライヤ	○	10.10	210	240	2.12	2.42	0.60	0.70	0.90	0.38	0.15
	IH調理器	○	9.00	120	190	1.08	1.71	0.60	0.70	0.90	0.19	0.10
	IHローレンジ	○	14.00	120	190	1.68	2.66	0.60	0.70	0.90	0.30	0.16
計			91.60			13.63	18.39				2.45	1.10
そ の 他	冷蔵庫		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.96×0.4	2,100	0	0.81	0.00	1.00		0.81	0.00
	冷凍庫		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.62×0.4	2,100	0	0.52	0.00	1.00		0.52	0.00
	コールドテーブル冷蔵庫		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.46×0.4	2,100	0	0.39	0.00	1.00		0.39	0.00
	コールドロッカー		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.52×0.4	2,100	0	0.44	0.00	1.00		0.44	0.00
	製氷機		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.54×0.4	2,100	0	0.45	0.00	1.00		0.45	0.00
計			3.10			2.60	0.00				2.60	0.00
エリア合計			94.70			16.23	18.39				5.06	1.10

配膳室		床面積	21.6㎡	天井高	2.60m	容積	56.16㎡					
機器名称	相当機器	排気 フード 有無	定格消費 電力 kW	原単位 (SH) W/kW	原単位 (LH) W/kW	顕熱発生量 (SH) kW	潜熱発生量 (LH) kW	同時使 用率	顕熱除 去率	潜熱除 去率	顕熱負荷 (SH) kW	潜熱負荷 (LH) kW
加熱 機器	IHローレンジ	○	5.00	120	190	0.60	0.95	0.60	0.70	0.90	0.11	0.06
	麺ゆで器	○	9.10	270	350	2.46	3.19	0.60	0.70	0.90	0.44	0.19
	ウォーマーテーブル		4.50	26	150	0.12	0.68	0.60			0.07	0.41
	ウォーマーテーブル		2.25	26	150	0.06	0.34	0.60			0.04	0.20
	計		14.10			3.23	5.15				0.66	0.86
そ の 他	コールドショーケース		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.62×0.4	2,100	0	0.52	0.00	1.00		0.52	0.00
	コールドショーケース		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.62×0.4	2,100	0	0.52	0.00	1.00		0.52	0.00
	小型冷凍ロッカー		消費電力×負荷率40%×放熱量原単位	0.08×0.4	2,100	0	0.07	0.00	1.00		0.07	0.00
計			1.32			1.11	0.00				1.11	0.00
エリア合計			15.42			4.34	5.15				1.76	0.86

	定格消費 電力 kW	原単位 (SH) W/kW	原単位 (LH) W/kW	顕熱発生量 (SH) kW	潜熱発生量 (LH) kW	同時使 用率	顕熱除 去率	潜熱除 去率	顕熱負荷 (SH) kW	潜熱負荷 (LH) kW
調理エリア+配膳エリアの合計	110.12	—	—	20.57	23.54	—	—	—	6.82 SHF=	1.96 0.777

表 8 冷機器(冷蔵庫、冷凍庫)の放熱量

種別	外寸寸法mm			内容積	消費電力	放熱量	消費電力当りの放熱量	参考型番
	幅	奥行き	高さ	L	W	W	放熱量W/消費電力W	
冷蔵庫	615	650	1950	393	161	331	2.1	SRR-K661
冷蔵庫	745	650	1950	490	164	334	2.0	SRR-K761
冷蔵庫	900	650	1950	611	187	357	1.9	SRR-K961
冷蔵庫	1200	650	1950	848	193	363	1.9	SRR-K1261
冷蔵庫	1460	800	1950	1343	233	403	1.7	SRR-K1581
冷蔵庫	1785	800	1950	1659	248	418	1.7	SRR-K1881
冷凍庫	615	650	1950	393	193	453	2.3	SRF-K661
冷凍庫	745	650	1950	490	198	458	2.3	SRF-K761
冷凍庫	900	650	1950	605	337	737	2.2	SRF-K961A
冷凍庫	1200	650	1950	842	388	788	2.0	SRF-K1261SA
冷凍庫	1460	800	1950	1343	393	793	2.0	SRF-K1583SA
冷凍庫	1785	800	1950	1659	422	822	1.9	SRF-K1883A
冷凍冷蔵庫	615	650	1950	380	208	468	2.3	SRR-K661C
冷凍冷蔵庫	745	650	1950	474	212	472	2.2	SRR-K761C
冷凍冷蔵庫	900	650	1950	552	309	739	2.4	SRR-K961C2
冷凍冷蔵庫	1200	650	1950	806	339	769	2.3	SRR-K1261C2
冷凍冷蔵庫	1460	800	1950	1286	389	819	2.1	SRR-K1581C
冷凍冷蔵庫	1785	800	1950	1592	398	828	2.1	SRR-K1883C2
コールドテーブル冷蔵庫	600	450	800	69	130	252	1.9	SUR-G641A
コールドテーブル冷蔵庫	800	600	800	160	173	300	1.7	SUR-UT861LA
コールドテーブル冷蔵庫	1200	600	800	240	125	295	2.4	SUR-K1261A
コールドテーブル冷蔵庫	1500	600	800	328	125	295	2.4	SUR-K1561A
コールドテーブル冷蔵庫	1800	600	800	415	133	303	2.3	SUR-K1861SA
コールドテーブル冷蔵庫	2100	750	800	662	135	305	2.3	SUR-K2171SA
平均	—	—	—	735	241	504	2.1	—

(出典：P 社カタログ)

5) すきま風負荷 (Q_s)

本例では給気量は排気量の 85%としており(表 9)、排気量と給気量の差の風量分がすきま風(厨房への流入空気)となるが、本例では食堂側から空気が流入するものとし、流入空気条件(食堂)は冷房時：28℃、50%、58.3kJ/kg、暖房時：20℃、40%であり、冷房時は厨房よりエンタルピーが低く、暖房時は厨房より温度が高くなるため、すきま風負荷は見込まないものとする。

6) 外気負荷 (Q_o)

本例では給気量は排気量の 85%とし、6,790 m³/h とする(表 9)。

※換気量の算出方法は、「業務用電化厨房施設の換気設備設計指針(JEHC103-2017)」を参照する。

冷房負荷(全熱) = 1.2 × 6,790 m³/h × (外気 82.4kJ/kg - 厨房 65.8kJ/kg) ÷ 3.6 = 37,571W

暖房負荷(顕熱) = 0.33 × 6,790 m³/h × (厨房 17.0℃ - 外気 2.0℃) = 33,611W

表 9 換気量(給気量・排気量)の算出結果

機器名称		加熱調理器の分類	排気フード記号	排気フード種類	定格消費電力 kW	換気係数 m ³ /kW	換気量 m ³ /h
調理室	立体炊飯器	密閉型機器	A	壁掛け型	24.00	40	960
	クッキングケトル	開放型機器(非定格運転型)	B	壁掛け型	13.50	70	945
	スチコンオープン	密閉型機器			21.00	40	840
	フライヤ	開放型機器(非定格運転型)	C	壁掛け型	10.10	70	707
	IH調理器	開放型機器(非定格運転型)	D	シングルアイランド	9.00	110	990
	IHローレンジ	開放型機器(非定格運転型)	E	シングルアイランド	14.00	110	1,540
	計				91.60		5,982
配膳室	IHローレンジ	開放型機器(非定格運転型)	F	シングルアイランド	5.00	110	550
	麺ゆで器	開放型機器(定格運転型)			9.10	80	728
	計				14.10		1,278
排気量						計 × 1.1	7,260
給気量							7,990
							6,790

7)空調負荷集計

室内負荷集計、外気負荷集計を表 10 と表 11 に示し、室内負荷と外気負荷を合計した空調負荷集計を表 12 に示す。

室内負荷集計では、冷房時は空調送風機およびダクト系統の熱取得等を考慮し、算出された顕熱負荷に余裕係数 1.1 を乗じて若干余裕を見込んでいる。また、暖房時もダクト系統の熱損失や間欠空調の空調立ち上がり時の余裕を見込み、算出された顕熱負荷に余裕係数 1.16 を乗じて算出している。

本例の熱負荷計算結果は以下となる。

冷房負荷合計 52,792W (室内 15,221W、外気 37,571W)

暖房負荷合計 37,648W (室内 4,037W、外気 33,611W)

表 10 室内負荷集計

詳細	内訳	条件		冷房負荷					暖房負荷				
				負荷原単位		負荷			負荷原単位		負荷		
				顕熱負荷 (SH)	潜熱負荷 (LH)	顕熱負荷 (SH)	潜熱負荷 (LH)	全熱負荷 (TH)	顕熱負荷 (SH)	潜熱負荷 (LH)	顕熱負荷 (SH)	潜熱負荷 (LH)	全熱負荷 (TH)
				W/@	W/@	W	W	W	W/@	W/@	W	W	W
建物負荷	調理エリア	床面積	65.4 m2	30	0	1,962	0	1,962	40	0	2,616	0	2,616
	配膳エリア	床面積	21.6 m2	30	0	648	0	648	40	0	864	0	864
	計	床面積	87.0 m2	30	0	2,610	0	2,610	40	0	3,480	0	3,480
人体負荷	調理エリア	人数	5 人	94	114	470	570	1,040	—	—	0	0	0
	配膳エリア	人数	3 人	94	114	282	342	624	—	—	0	0	0
	計	人数	8 人	94	114	752	912	1,664	—	—	0	0	0
照明負荷	調理エリア	床面積	65.4 m2	12	0	785	0	785	—	—	0	0	0
	配膳エリア	床面積	21.6 m2	12	0	259	0	259	—	—	0	0	0
	計	床面積	87.0 m2	12	0	1,044	0	1,044	—	—	0	0	0
厨房機器	調理エリア	—	—	—	—	5,057	1,103	6,160	—	—	0	0	0
	配膳エリア	—	—	—	—	1,764	856	2,620	—	—	0	0	0
	計	—	—	—	—	6,821	1,959	8,780	—	—	0	0	0
合計	計	—	—	—	—	11,227	2,871	14,098	—	—	3,480	0	3,480
	余裕係数	—	—	—	—	1.10	1.00	—	—	—	1.16	1.00	—
	補正後	—	—	—	—	12,350	2,871	15,221	—	—	4,037	0	4,037
						SHF=		0.81					

表 11 外気負荷集計

系統	外気量	冷房負荷				暖房負荷			
		比エンタルピー			外気負荷	温度			外気負荷
		外気	室内	差		室内	外気	差	
	m3/h	kJ/kg(DA)	kJ/kg(DA)	kJ/kg(DA)	W	°CDB	°CDB	°CDB	W
調理＋配膳 エリア	6,790	82.4	65.8	16.6	37,571	17	2	15	33,611

表 12 空調負荷集計

系統	負荷内訳	冷房負荷	暖房負荷
		W	W
調理＋配膳 エリア	室内負荷	15,221	4,037
	外気負荷	37,571	33,611
	合計	52,792	37,648

4. 空調換気方式と系統分け

1. 業務用厨房における空調換気方式は、建物全体の熱源設備計画を考慮に入れ、各エリア（調理、下処理、洗浄等）ごとに用途、使用時間、温湿度条件、その他要求条件を考慮のうえ方式を検討する。厨房の空調方式には以下の①～⑥が考えられるが、業務用厨房では、換気量が多く、厨房内の温湿度の均一化を図るためにも外気処理を行うことが望ましく、以下の①～④の方式またはそれらの併用を検討することとし、外気を直接導入する⑤と⑥の方式は採用しないことを推奨する。
 - ① 中央熱源空調方式＋全外気式空調機とする方式（A-1）
 - ② 個別分散空調方式＋全外気式パッケージ空調機とする方式（B-1）
 - ③ 中央熱源空調方式＋外気処理空調機＋一般空調機とする方式（A-2）
 - ④ 個別分散空調方式＋外気処理パッケージ空調機＋一般パッケージ空調機とする方式（B-2）
 - ⑤ 中央熱源空調方式＋外気直接導入＋一般空調機とする方式（A-3）
 - ⑥ 個別分散空調方式＋外気直接導入＋一般パッケージ空調機とする方式（B-3）
2. 空調・換気系統（空調機、換気ファン、ダクト系統）は、食品衛生管理の観点から汚染作業区域と非汚染作業区域を設定し、汚染空気の拡散防止に配慮した計画とする。また、厨房室内温湿度や使用時間帯が異なるエリアについても省エネルギーの観点から、エリアごとの運転条件に応じた空調換気が行えるように計画する。

【解説】

- 1-1 業務用厨房の空調換気方式には、図 5 に示すバリエーションがある。
- 1-2 空調熱源方式は、A・中央熱源空調方式（中央熱源から冷温水を供給しエアハンドリングユニットやファンコイルユニットで空調する）と B・個別分散空調方式（パッケージエアコンで空調する）の 2 通りに分類される。厨房空調の熱源方式として、中央熱源空調方式か個別分散空調方式とするかは、建物全体の熱源方式計画と合わせて検討し、厨房空調の冷暖房運転期間・時間、省エネルギー性、非常時対応等を考慮に入れて計画する。
- 1-3 空調機方式は、1・全外気式空調機方式（外気をすべて空調機で冷却加熱し、室内の冷暖房負荷も賄う方式を使用する方式）と、2・外気処理空調機＋一般空調機方式（外気を空調機で室温まで冷却加熱し室内に吹き出し、室内の冷暖房負荷は一般空調機で処理する方式）、3・外気直接導入＋一般空調機方式（外気は処理をせず、そのまま厨房内に供給し、室内の冷暖房負荷と外気負荷を一般空調機で処理する方式）の 3 通りに分類される。

本指針では、食品衛生の確保および作業環境の快適性向上の観点から、衛生厨房内温度分布の均一化を図るため、厨房排気に伴う給気は外気処理（空調機で冷却・加熱し、塵埃等を除去して室内に供給する）を行って厨房内に導入することを前提とし、⑤（A-3）と⑥（B-3）の外気を直接導入する方式は対象外とする。
- 1-4 業務用厨房の空調では、厨房機器からの水蒸気の発生により室内湿度が高くなるため、一般には冬期（暖房時）の加湿は行わない。

	中央熱源空調方式	個別分散空調方式
全外気式空調機	A-1 全外気式空調機 (ユニット型空調機) 中央熱源方式－全外気式空調機方式	B-1 全外気式室内機 (パッケージ型空調機) 個別分散空調方式－全外気式空調機方式 ※現在、個別分散型では各メーカーとも室内負荷処理用室内機を設置することを推奨しており、この方式は採用できない場合が多い。
外気処理空調機＋一般空調機	A-2 外気処理空調機 中央熱源方式－外気処理空調機＋一般空調機方式	B-2 外気処理室内機 (パッケージ型空調機) 個別分散空調方式－外気処理空調機＋一般空調機方式
外気直接導入＋一般空調機	A-3 中央熱源方式－外気直接導入＋一般空調機方式	B-3 個別分散空調方式－外気直接導入＋一般空調機方式 外気を直接導入し、外気負荷も室内負荷と併せて一般空調機で処理する方式。本指針では対象外の方式。

図 5 空調換気方式バリエーション⁹⁾

- 2-1 空調・換気系統（空調機、換気ファン、ダクト系統）は、食品衛生管理の観点から汚染作業区域と非汚染作業区域（表 13 参照）を設定し、汚染空気の拡散防止に配慮した計画とする。また、厨房室内温湿度や使用時間帯が異なるエリアについても省エネルギーの観点から、エリアごとの運転条件に応じた空調換気が行えるように計画する。

表 13 厨房作業区域⁹⁾

作業区域	作業区分
汚染作業区域	検収室：原材料の鮮度等の各人及び根菜類等の処理を行う場所 下処理室：食品の選別、剥皮、洗浄等を行う場所 食品・食缶の搬出場 洗浄室（機械、器具類の洗浄・消毒前）
非汚染作業区域	調理室：食品の切断等を行う場所 煮る、揚げる、焼く等の加熱調理を行う場所 加熱調理した食品の冷却等を行う場所 食品を食缶に配食する場所 洗浄室（機械、器具類の洗浄・消毒後）
その他	更衣・休憩室、便所、事務室等

- 2-2 表 13 のその他の区域は、室使用環境、室内条件等が調理・洗浄等の作業エリアと異なり、また、衛生管理上は一般に汚染作業区域に該当することから、空調・換気系統は調理・洗浄等の作業エリアと分けて計画する。

5. 空調機器容量の算出と選定方法

1. 空調機器の選定にあたっては、算出された空調負荷（室内負荷、外気負荷）を上回る冷暖房能力の機器を選定する。
2. 空調機器の選定では、空調吹出温度は低くなりすぎないように設定し、吹出口表面や厨房壁面、フード表面が冷房時の厨房室内条件（25℃、80%）での露点温度より低くならないようにする。

【解説】

- 1-1 図 5 の全外気式空調機による空調方式（A-1、B-1）では、空調機の冷暖房全熱能力が算出した室内負荷と外気負荷の合計全熱負荷を上回る機器を選定する。また、空調機の冷暖房顕熱能力が算出した室内負荷と外気負荷の合計顕熱負荷を上回ることも選定条件となる。
- 1-2 図 5 の外気処理空調機＋一般空調機による空調方式（A-2、B-2）では、外気処理空調機は算出した外気負荷を上回る能力の機器を選定し、一般空調機は算出した室内負荷を上回る能力の機器を選定する。この場合も、全熱だけでなく顕熱についても能力が負荷を上回るように機器を選定する。
- 2 空調機器容量の算出と選定にあたっては、空気線図を作成して空調機の運転状態（吸込、吹出状態点の温度、湿度、エンタルピー）を確認することを推奨する。以降に空気線図を用いた空

調機器容量の算出と選定方法を示す。なお、パッケージ空調機を選定する際は、以降に示す方法に加えて、外気温度補正、室内吸込温度補正、冷媒管長さ・屋外機と室内機の高さ補正を考慮する。

1)全外気式空調機による空調方式の空調機器容量の算出と選定方法

a)冷房

以下の手順で空気線図を作成し、空調機器容量の算出と選定を行う。(図 6 参照)

- ・手順 1 厨房空気状態点のプロット 図 6 の①
- ・手順 2 設計用外気状態点のプロット 図 6 の②
- ・手順 3 空調機出口空気状態点の仮定 図 6 の③'

①を通り SHF 線と平行に引いた線と相対湿度 90%の曲線との交点を空調機 (冷温水コイル) 出口空気状態点③' と仮定する。

なお SHF は、下記式により、基準時刻は、その空調系統において時刻別室内冷房負荷の集計が最大となる時刻とする。

$$\text{SHF} = \frac{\text{(基準時刻の厨房室内負荷(顕熱)の集計値)}}{\text{(基準時刻の厨房室内負荷(全熱)の集計値)}}$$

空調機出口空気状態点の仮定にあたり、①を通り SHF 線と平行に引いた線と相対湿度 90%の曲線が交差しない場合や空調機出口空気状態点の仮定③' の温度 (乾球温度) が厨房設計温湿度条件より著しく低くなる場合 (吹出による結露の可能性が懸念される場合) は、空調方式を再検討する。

※吹出温度目安について

吹出口表面に結露防止カバー等を取付け表面結露を防止できる温度とする (6.空調設備設計の留意点の図 11、図 12 参照)

・手順 4 必要冷房吹出温度差 (Δt_c) の算出

基準時刻の厨房室内負荷(顕熱)の集計値 (冷房) ($Q_{o_sh_c}$) から、必要冷房吹出温度差 (Δt_c) と必要冷房吹出温度 (t_{sa_c}') を算定する。

$$\Delta t_c = Q_{o_sh_c} / (0.33 \times V_{oa})$$

$$t_{sa_c}' = t_{ia_c} - \Delta t_c$$

$Q_{o_sh_c}$: 厨房室内負荷(顕熱)の集計値 (冷房) [W]

V_{oa} : 給気量 (外気量) [m^3/h]

Δt_c : 必要冷房吹出温度差 [K]

t_{ia_c} : 厨房室内温度 [$^{\circ}C$]

t_{sa_c}' : 吹出温度 [$^{\circ}C$]

・手順 5 空調機出口空気状態点の決定

図 6 の③

(③' $\leq t_{sa_c}'$ の場合)

空調機出口空気状態点③は③' とする

($t_{sa_c}' < ③'$ の場合)

空調機出口空気状態点③は t_{sa_c}' 、相対湿度 90%となる点とする。

ただし、 $\Delta t_c > 8^{\circ}C$ となる場合は、補助空調機の設置を検討し、全外気式空調機 (冷温水コイル) 出口空気状態点③は③' とする。

・手順 6 全外気式空調機の必要冷却能力 (Q_c) の算定と選定

全外気式空調機の必要冷却能力 (Q_c) は、外気と吹出空気の比エンタルピー差により算出し、この必要能力を上回る機器を選定する。

$$Q_c = 1.2 \times V_{oa} \times (i_{oa_c} - i_{sa_c}') / 3.6$$

Q_c : 必要冷却能力 [W]

V_{oa} : 給気量 (外気量) [m^3/h]

i_{oa_c} : 外気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]
 $i_{sa_c'}$: 吹出空気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]

b) 暖房

以下の手順で空気線図を作成し、空調機器容量の算出と選定を行う。(図 7 参照)

- ・手順 1 厨房空気状態点(温度)の決定 図 7 の①
- ・手順 2 設計用外気状態点のプロット 図 7 の②
- ・手順 3 必要暖房吹出温度差 (Δt_h) の算定

厨房室内負荷(顕熱)の集計値(暖房) ($Q_{o_sh_h}$) から全外気式空調機の必要暖房吹出温度差 (Δt_h) と必要暖房吹出温度 (t_{sa_h}) を算定する。

また、算定した必要暖房吹出温度 (t_{sa_h}) が空調機の対応できる温度範囲であるかを確認する。

$$\Delta t_h = Q_{o_sh_h} / (0.33 \times V_{oa})$$

$$t_{sa_h} = t_{ia_h} + \Delta t_h$$

$Q_{o_sh_h}$: 厨房室内負荷(顕熱)の集計値(暖房) [W]

V_{oa} : 給気量(外気量) [m³/h]

Δt_h : 必要暖房吹出温度差 [K]

t_{ia_h} : 厨房室内温度 [°C]

t_{sa_h} : 吹出温度 [°C]

- ・手順 4 空調機出口空気状態点の決定 図 7 の③

空調機出口空気状態点③は、外気状態点②と同じ絶対湿度と吹出温度 t_{sa_h} との交点とする。

- ・手順 5 全外気式空調機の必要加熱能力 (Q_h) の算定と選定

全外気式空調機の必要加熱能力 (Q_h) は、外気と吹出空気の温度差により算出し、この必要能力を上回る機器を選定する。

$$Q_h = 0.33 \times V_{oa} \times (t_{sa_h} - t_{oa_h})$$

Q_h : 必要加熱能力 [W]

V_{oa} : 給気量(外気量) [m³/h]

t_{sa_h} : 吹出温度 [°C]

t_{oa_h} : 外気温度 [°C]

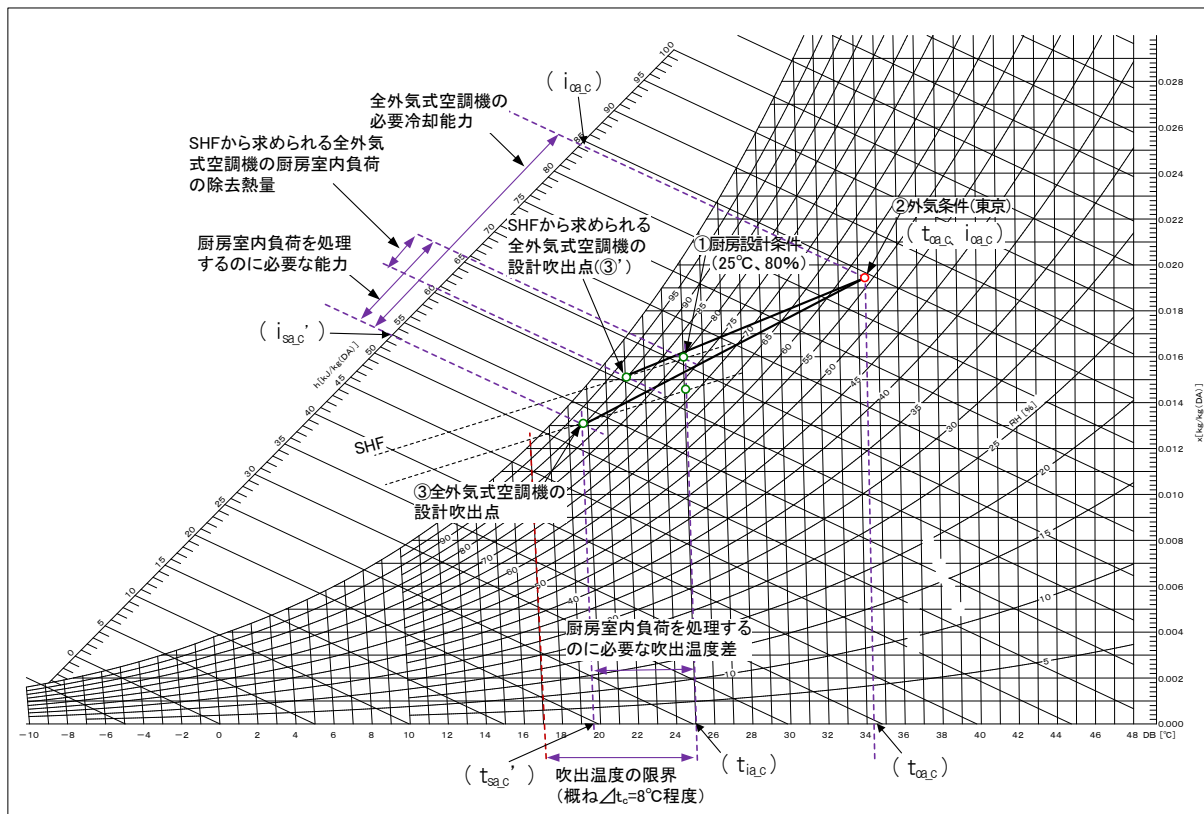


図 6 全外気式空調機による空調方式の空気線図(冷房)

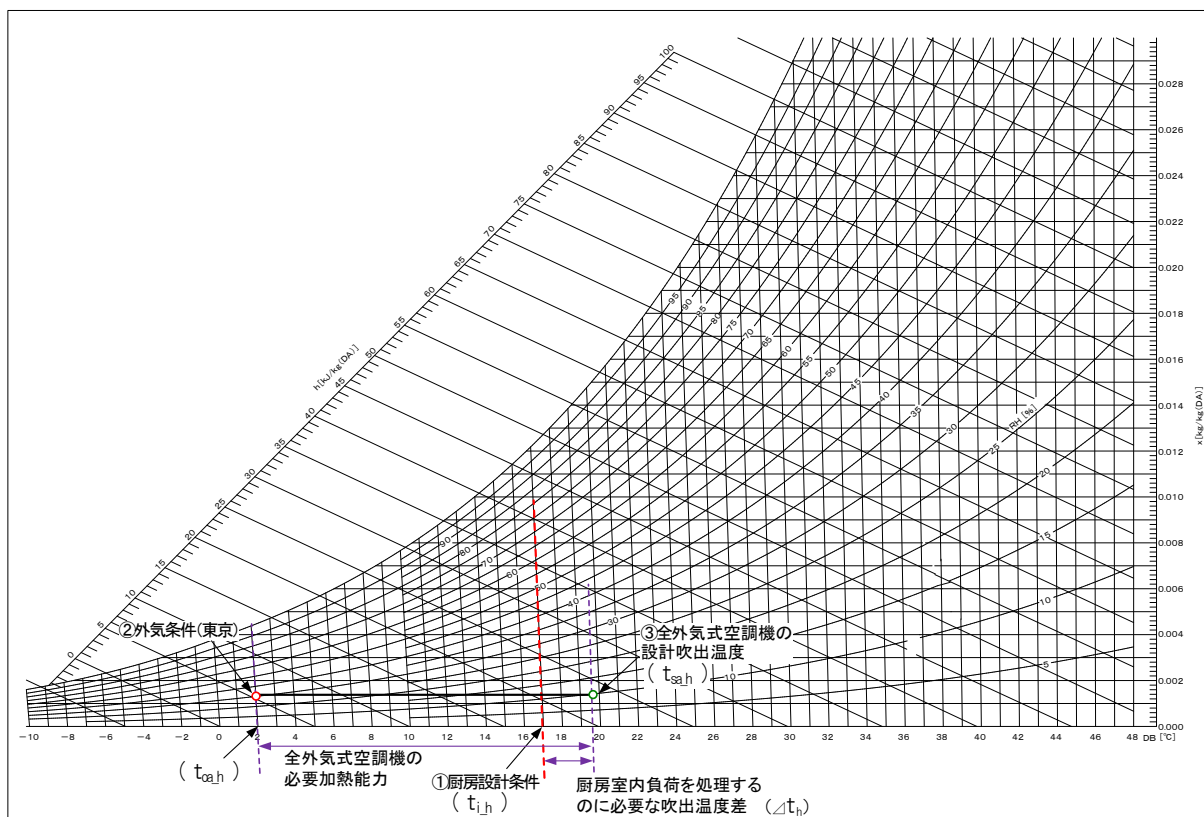


図 7 全外気式空調機による空調方式の空気線図(暖房)

2)外気処理空調機＋一般空調機による空調方式の空調機器容量の算出と選定方法

全外気式空調機による空調方式で吹出温度が厨房設計温湿度条件より著しく低くなる場合（吹出による結露の可能性が懸念される場合：吹出温度目安 17℃以下となる場合）には、外気処理空調機＋一般空調機による空調方式の導入検討を行う。

a)冷房

以下の手順で空気線図を作成し、空調機器容量の算出と選定を行う。（図 8 参照）

- ・手順 1 厨房空気状態点のプロット 図 8 の①
- ・手順 2 設計用外気状態点のプロット 図 8 の②
- ・手順 3 外気処理空調機出口空気状態点のプロット 図 8 の③

厨房空気状態点と同じ絶対湿度と相対湿度 90%の交点を外気処理空調機の出口空気状態点③とする。

※厨房空気状態点と同じ比エンタルピーと相対湿度 90%の交点を外気処理空調機の出口空気状態点とした場合は、厨房空気状態点より絶対湿度が高くなる。

- ・手順 4 外気処理空調機の必要冷却能力（ Q_{oc} ）の算定と選定

外気処理空調機の必要冷却能力（ Q_{oc} ）は、外気と吹出空気の比エンタルピー差により算出し、この必要能力を上回る機器を選定する。

$$Q_{oc} = 1.2 \times V_{oa} \times (i_{oa_c} - i_{sao_c}) / 3.6$$

Q_{oc} : 外気処理空調機の必要冷却能力 [W]

V_{oa} : 給気量（外気量）[m³/h]

i_{oa_c} : 外気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]

i_{sao_c} : 吹出空気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]

- ・手順 5 一般空調機の仮選定

熱負荷計算で算出した厨房室内負荷（全熱）と厨房室内負荷（顕熱）を上回る一般空調機（空調送風量）を仮選定する。

※FCU またはパッケージ空調機の場合は能力や送風量は製品仕様となる。

- ・手順 6 必要冷房吹出温度差（ Δt_c ）の算出

仮選定した一般空調機の送風量と基準時刻の厨房室内負荷（顕熱）の集計値（冷房）（ $Q_{o_sh_c}$ ）から、必要冷房吹出温度差（ Δt_c ）と必要冷房吹出温度（ t_{sai_c} ）を算定する。

$$\Delta t_c = Q_{o_sh_c} / (0.33 \times V_{sa})$$

$$t_{sai_c} = t_{ia_c} - \Delta t_c$$

$Q_{o_sh_c}$: 厨房室内負荷（顕熱）の集計値（冷房）[W]

V_{sa} : 一般空調機の送風量 [m³/h]

Δt_c : 必要冷房吹出温度差 [K]

t_{ia_c} : 厨房室内温度 [℃]

t_{sai_c} : 吹出温度 [℃]

冷房吹出温度（ t_{sai_c} ）が結露発生の観点から妥当な値である場合は、次の手順に進み、仮選定した空調機の全熱能力の確認を行う。冷房吹出温度（ t_{sai_c} ）が低く、結露発生の危険がある場合には、一般空調機を送風量大きい 1 ランク上の機器を仮選定し、手順 5～6 を繰り返す。

- ・手順 7 一般空調機の必要冷却能力（全熱）（ Q_{ic} ）の算定と選定

手順 6 で算出した冷房吹出温度（ t_{sai_c} ）と相対湿度 90%の曲線との交点を一般空調機の出口空気状態点と仮定し、厨房空気と吹出空気の比エンタルピー差により一般空調機の必要冷却能力（全熱）（ Q_{ic} ）を算出する。そして、仮選定した機器の全熱能力がこの必要能力を上回るか確認する。下回る場合は全熱能力が 1 ランク上の機器を再度仮選定し、手順 5 から繰り返す。

$$Q_{ic}=1.2 \times V_{sa} \times (i_{ia_c} - i_{sai_c}) / 3.6$$

Q_{ic} : 必要冷却能力 (全熱) [W]

V_{sa} : 一般空調機の送風量 [m^3/h]

i_{ia_c} : 厨房空気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]

t_{sai_c} : 吹出空気の比エンタルピー [kJ/kg(DA)]

仮選定した機器の全熱能力がこの必要能力を上回る場合は、一般空調機の出口空気状態点④を確定し、仮選定した機器で決定する。

b) 暖房

以下の手順で空気線図を作成し、空調機器容量の算出と選定を行う。(図 9 参照)

- ・ 手順 1 厨房空気状態点 (温度) の決定 図 9 の①
- ・ 手順 2 設計用外気状態点のプロット 図 9 の②
- ・ 手順 3 外気処理空調機出口空気状態点のプロット 図 9 の④

厨房空気状態点と同じ絶対湿度と厨房設計温度との交点を外気処理空調機の出口空気状態点とする。

- ・ 手順 4 外気処理空調機の必要加熱能力 (Q_{oh}) の算定と選定

外気処理空調機の必要加熱能力 (Q_{oh}) は、外気と厨房空気の温度差により算出し、この必要能力を上回る機器を選定する。

$$Q_h=0.33 \times V_{oa} \times (t_{ia_h} - t_{oa_h})$$

Q_h : 必要加熱能力 [W]

V_{oa} : 給気量 (外気量) [m^3/h]

t_{ia_h} : 厨房室内温度 [$^{\circ}C$]

t_{oa_h} : 外気温度 [$^{\circ}C$]

- ・ 手順 5 一般空調機の必要暖房吹出温度差 (Δt_h) の算定

厨房室内負荷 (顕熱) の集計値 (暖房) ($Q_{o_sh_h}$) から一般空調機の必要暖房吹出温度差 (Δt_h) と必要暖房吹出温度 (t_{sai_h}) を算定する。また、算定した必要暖房吹出温度 (t_{sai_h}) が冷房側で選定した一般空調機で対応できる温度範囲であるかを確認する。対応できない場合は冷房で決定した一般空調機 (空調送風量) を見直す。

$$\Delta t_h = Q_{o_sh_h} \times 3.6 / (1.2 \times V_{sa})$$

$$t_{sa_h} = t_{ia_h} + \Delta t_h$$

$Q_{o_sh_h}$: 厨房室内負荷 (顕熱) の集計値 (暖房) [W]

V_{sa} : 一般空調機の送風量 [m^3/h]

Δt_h : 必要暖房吹出温度差 [K]

t_{ia_h} : 厨房室内温度 [$^{\circ}C$]

t_{sai_h} : 吹出温度 [$^{\circ}C$]

- ・ 手順 6 一般空調機出口空気状態点の決定 図 9 の③

一般空調機出口空気状態点③は、外気状態点②と同じ絶対湿度と吹出温度 t_{sai_h} との交点とする。

- ・ 手順 7 一般空調機の必要加熱能力 (Q_{oh}) の算定

一般空調機の必要加熱能力 (Q_{oh}) は、厨房空気と吹出空気の温度差により算出し、この必要能力を上回る機器を選定する。

$$Q_h=0.33 \times V_{oa} \times (t_{sai_h} - t_{ia_h})$$

Q_h : 必要加熱能力 [W]

V_{sa} : 一般空調機の送風量 [m^3/h]

t_{sai_h} : 吹出温度 [$^{\circ}C$]

t_{ia_h} : 厨房室内温度 [$^{\circ}C$]

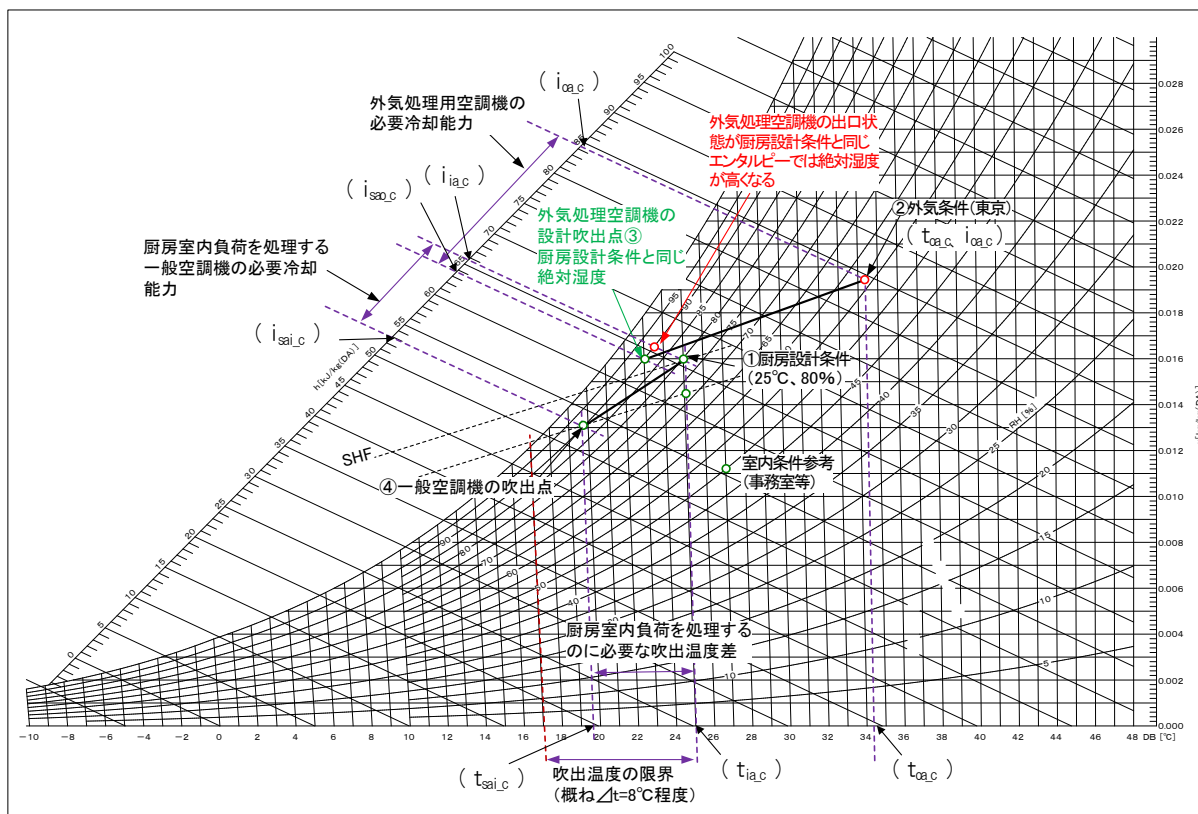


図 8 外気処理空調機＋一般空調機による空調方式の空気線図(冷房)

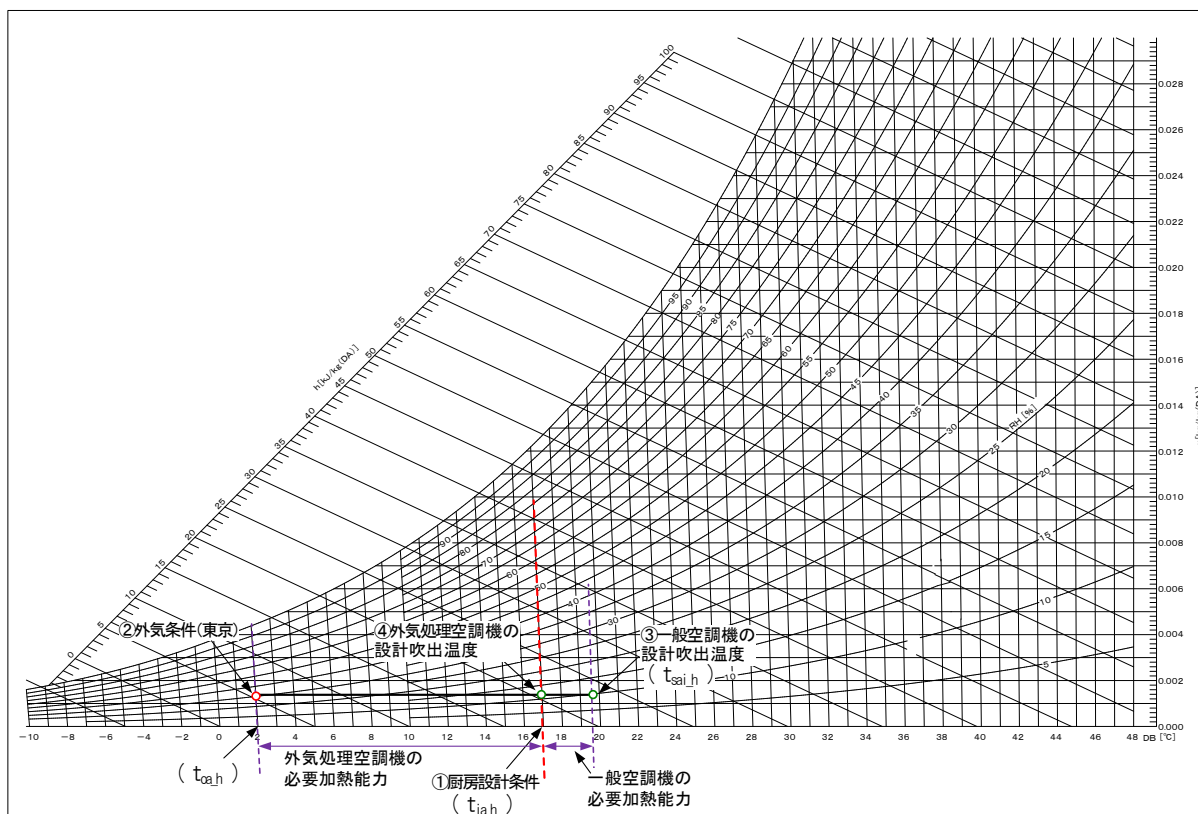


図 9 外気処理空調機＋一般空調機による空調方式の空気線図(暖房)

6. 空調設備設計の留意点

1. 厨房の空調設備は、スポット（局所）的に冷暖房を行うのではなく、厨房室内全体の空調（冷暖房、湿度調整、空気清浄）を行うこととする。
2. 厨房の空調設備設計では、設定した室内条件を維持できるように、適正な機器容量の機器を選定することが必要である。
3. 排気フードの換気を阻害すると考えられる空調機器から直接冷温風が吹き出される形式の機器（天井カセット型、天吊型、床置き直吹型等）は採用しないこととする。
4. 空調吹出口は、冷風吹出による吹出口表面の結露防止のために、蒸気を発生する厨房機器上部は避け、空調吹出し気流が排気を阻害しないように、吹出口はユニバーサル型またはパンチング状大開口型とし、設置位置を検討することが望ましい。
5. 空調吸入口は、油脂を含む蒸気の発生する器具付近を避ける。
6. 厨房空調機は厨房室内状態（多湿・高温・油脂を含む蒸気の発生など）を考慮に入れ選定する。空調機の設置位置は、多湿箇所（加熱調理器具・洗浄機付近など）は避け、保守、調整などが行いやすい位置とする。
7. 給気や排気風量の調節が容易に行えるように適宜風量調節ダンパー（VD）を設ける。

【解説】

- 1 厨房の空調設備は、食品衛生管理や温熱環境の快適性維持の観点から、スポット（局所）的に冷暖房を行うのではなく、厨房室内全体の空調（冷暖房、湿度調整、空気清浄）を行うこととする。
- 2 厨房の空調設備設計では、設定した室内条件を維持できるように、適正な容量の機器を選定することが必要である。なお、換気量を十分検討し、空調機器容量の低減、省エネルギーに留意する。
- 3 排気フードの換気捕集率を高く維持するためには、空調吹出し気流によって生じる気流の乱れが少ないことが条件となるため、排気フードの換気を阻害すると考えられる空調機器から直接冷温風が吹き出される形式の機器（天井カセット型、天吊型、床置き直吹型等）は採用しないこととする。
- 4-1 空調吹出口は、冷風吹出による吹出口表面の結露防止のために、蒸気を発生する厨房機器上部は避ける。
- 4-2 空調吹出温度は、吹出口の表面温度が冷房時の厨房室内条件での露点温度より低くならないようにすることが望ましいが、空調吹出温度が低くなる場合は、吹出口の表面温度が低くならないように工夫をしたもの（表面にフェルトを貼ったもの、樹脂等の結露防止カバーで覆ったもの、厨房内空気の誘引効果があるもの等）を必要に応じて選定する。

結露防止型吹出口の製品例と特性を図 10 と図 11 に示す。図 10 は吹出口のフレームを断熱を施した結露防止カバーで覆うことで、低い吹出温度でも吹出口表面に結露を発生させないようにしたものであり、図 11 によると厨房室内条件が 25℃、80%の場合は、吹出温度は 17℃まで低くしても結露は発生しない。なお、メーカーにより特性が異なり、吹出温度が 17℃より低い温度でも結露を防止できる製品もあるため（図 12：樹脂製結露カバー）、メーカーに確認を行うことが望ましい。

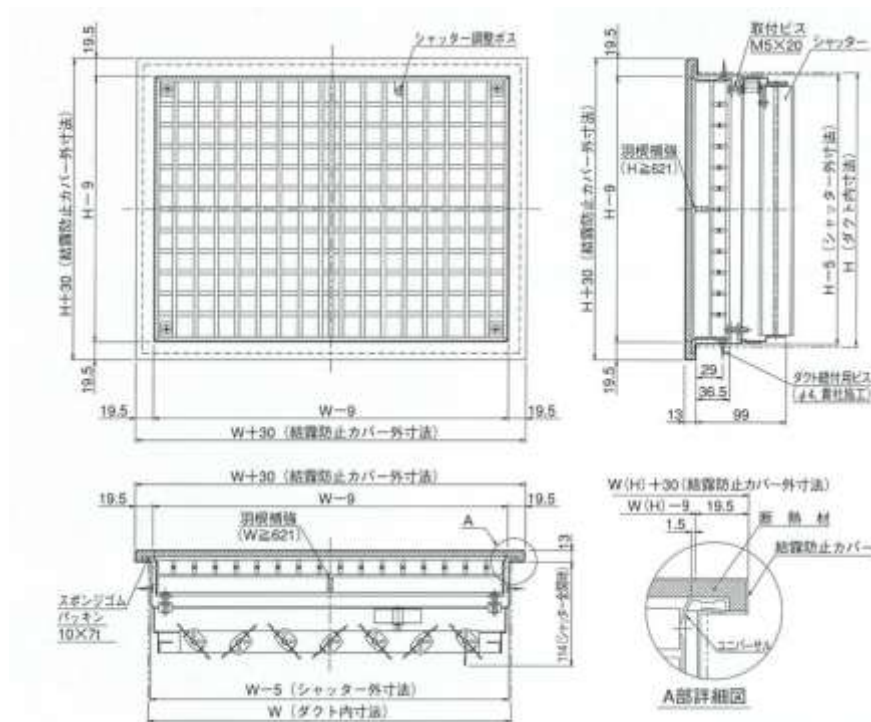


図 10 結露防止型吹出口の例(出典:KY 社カタログ)

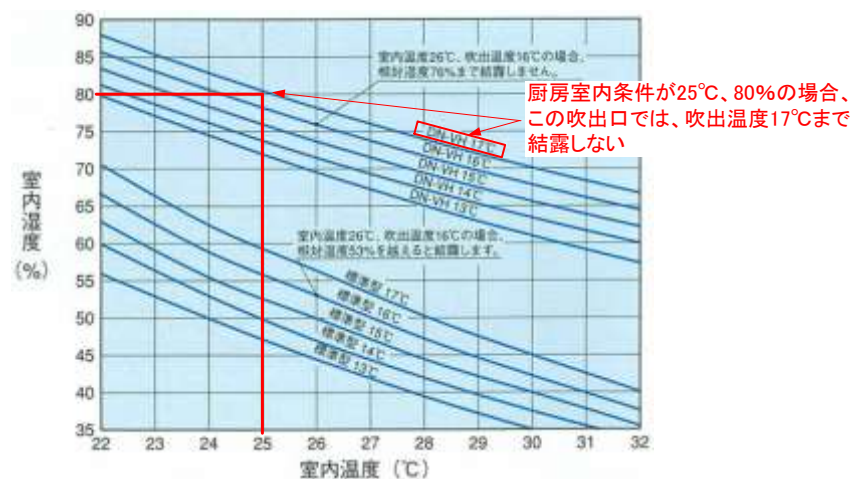


図 11 結露防止型吹出口の特性例(出典:KY 社カタログ)

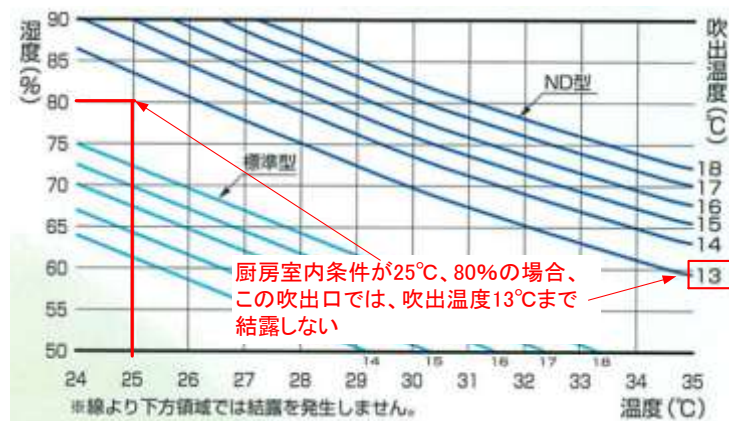


図 12 結露防止型吹出口の特性例(出典:K 社カタログ)

- 4-3 吹出口表面のほか、厨房壁面や排気フード表面が冷房時の厨房室内条件（25℃、80%）での露点温度より低くなることが考えられる場合は、空調吹出空気を厨房室内空気と混合させて吹き出す工夫や、水蒸気が多く発生するエリアでは空調吹出口を設けない等を考慮することが望ましい。
- 5 空調吹出し気流が排気フードの換気を阻害しないように、吹出口はユニバーサル型またはパンチング状大開口型とし、設置位置を検討することが望ましい。
- 6 空調吸込口は、油脂を含む蒸気の発生する器具付近を避けることを原則とするが、避けられない場合は、グリスフィルター（オイルミストフィルター）の設置を検討する。
- 7 厨房空調機は厨房室内状態（多湿・高温・油脂を含む蒸気の発生など）を考慮に入れ選定する。例えば多湿箇所に設置しなければならない場合は、天井隠蔽型とするか、別のエリアに空調機を設置しダクトにて給気を行う方式とする。露出設置とする場合は、外装が腐食しにくいステンレス製のものを選定する。
- 8 空調換気ダクトには、運用時に換気風量調整が行えるように風量調整用ダンパー（VD）を設置する。なお、省エネルギーを重視する場合は換気送風機（給排気）に対し風量調整用インバーターの設置も検討する。

7. 空調設備の自動制御

厨房の空調設備の自動制御は、以下の点を考慮して設計する。

- 1)室内温度を一定に制御する。
- 2)吹出温度は、吹出口表面や厨房壁面、フード表面等での結露防止の観点から下限温度を設け、一定に制御する。

【解説】

- 1-1 厨房室内温度は、食品衛生管理や温熱環境の快適性維持の観点から、設計条件一定に制御することが必要である。
- 1-2 厨房空調機の吹出温度は、吹出口表面や厨房壁面、フード表面等での結露防止の観点から、一定に制御することが望ましく、目安は冷房時の厨房温湿度（25℃・80%）に対する露点温度とする。
- 1-3 図 5 の A-1 と B-1 に示す外気処理と厨房室内負荷処理を一つの空調機で行う方式（全外気式空調機による方式）では、定風量（外気量一定）の場合、室内温度を一定とするように冷温水量や冷媒量を制御し、吹出温度を可変として制御するが、吹出口表面や厨房壁面、フード表面等での結露を発生させないように、吹出温度に下限リミットを設ける等の工夫が必要となる。
- 1-4 図 5 の A-2 と B-2 に示す外気処理空調機と一般空調機（厨房室内負荷処理用空調機）で空調を行う方式では、外気処理空調機は吹出温度一定制御（冷房時の厨房温湿度（25℃・80%）に対する露点温度を下回らない範囲で供給）とし、一般空調機（厨房室内負荷処理用空調機）は室内温度で制御を行う。外気処理空調機と一般空調機（厨房室内負荷処理用空調機）で空調を行う方式の自動制御例を図 13 に示す。

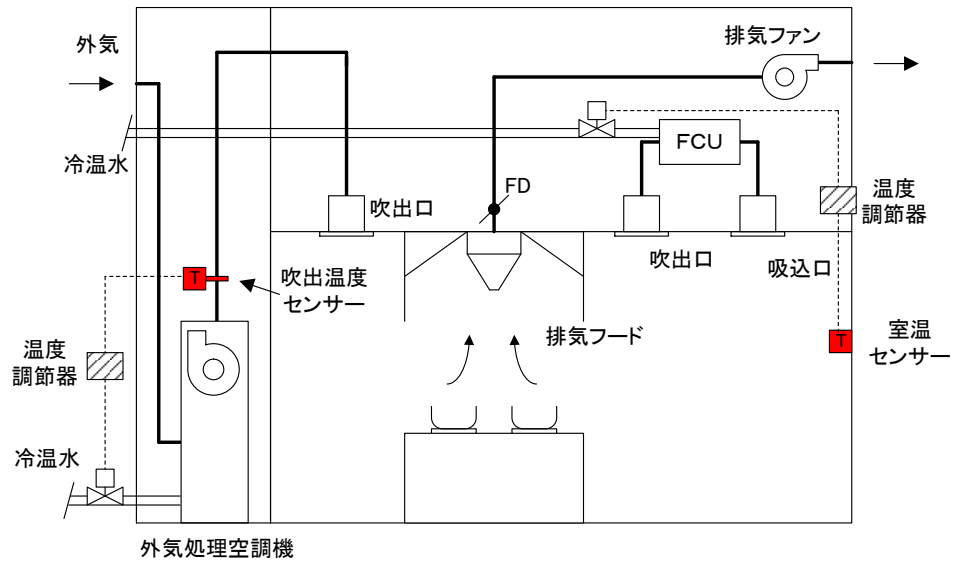


図 13 外気処理空調機と一般空調機で空調を行う方式の自動制御例

(参考・引用文献)

- 1) 日本電熱協会監修：業務用電化厨房設計の指針、日本電熱協会、2000 年 9 月
- 2) 厚生省環境衛生局企画課監修：改訂新版ビル衛生管理法、ぎょうせい、1981 年
- 3) 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学便覧（第 14 版）、空気調和・衛生工学会、2010 年 2 月
- 4) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備課監修：建築設備設計基準（平成 27 年版）、2015 年 8 月
- 5) 占部：電化厨房機器の連続調理時に発生する顕熱と潜熱、電中研研究報告（R15017）、2016 年 7 月
- 6) 村川・清田ほか 4 名：業務用電化厨房機器の発生熱負荷と適正排気量に関する研究 第 1 報 各種厨房機器からの発生熱量、空気調和・衛生工学会論文集、No.95、pp. 1 - 13、2004 年 10 月
- 7) 熊尾・村川ほか 5 名：業務用厨房における温熱環境の評価研究 その 4 排気フードによる熱除去率および温熱環境の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、D - 2 環境工学Ⅱ、pp. 325 - 326、2003 年 9 月
- 8) VDI (2006) : VDI2052 (Ventilation equipment for kitchens、厨房換気設備の設計指針)、2006 年 4 月
- 9) 日本エレクトロヒートセンター編：病院給食施設の設計マニュアル、日本エレクトロヒートセンター、2011 年 10 月