

東京ガス「最適厨房研究会」  
ワーキンググループ

# 飲食店の空気環境

2024年7月

# 東京ガス「最適厨房研究会」ワーキンググループ 【飲食店の空気環境】

## 目次

0. 活動報告ふりかえり
1. 厨房の空気環境
2. 客席の空気環境
3. 飲食店の空気環境バランス
4. 飲食店の空気環境の厨房計画
5. 飲食店の空気環境 国外基準

## 0. 活動報告ふりかえり

### 【2022年度】

飲食店の空気環境の基準として室内換気と空気環境をテーマに報告  
大きく3つの内容を報告した

- 1) 飲食店における室内換気の基本の考え方を報告
- 2) コロナ過だった為、空気清浄機の利用と分類を報告
- 3) 室内の空気環境の測定方法を報告

### 【2023年度】

昨年に引き続き飲食店の空気環境の考え方を考察

- 1) 厨房部分における空気環境について
- 2) 客席部分における空気環境について

# 1. 厨房の空気環境

# 1. 飲食店の環境：厨房

## 何が求められる？

- 業務用厨房は、業態や規模によって様々な厨房機器が密集して設置されている、それらの厨房機器から発生する熱や水蒸気、油（ガス状物質とミスト状物質）などの調理生成する際に発生する物質によって、厨房の温熱環境や衛生環境が劣悪な環境になる実例もある。
- 調理生成された物質や燃焼排気を適切に排出し温熱環境をコントロールするために、新鮮な空気を適切な温度を保って供給されなければならない。
- 適切な換気と空調は調理従事者が快適で健康的な環境を保つ必要がある。喫食者への食の安全を提供するための衛生的で快適な環境を維持するための換気、空調が求められる。



## 現状

- 多くの厨房では適切に厨房設計されていないことが多く、厨房から発生される熱や水蒸気、オイルミストが厨房環境を高温高湿の環境になっている。

# 1. 飲食店の環境：厨房

## 日本の厨房の特徴

- 厨房が狭く、厨房機器や厨房換気設備が密集している為、劣悪な環境になりやすい
- 食文化が豊かで厨房機器、業態が多種多様
- 換気量が大きい為、空調エネルギーを大きく消費している



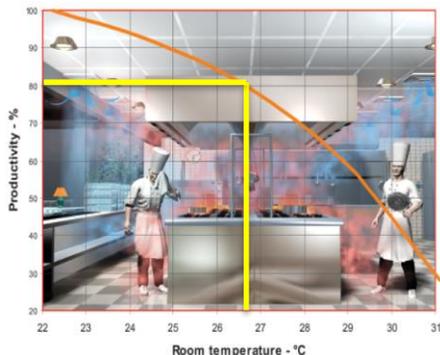
図：最適な厨房設計のためのガイドブック2016参照

# 1. 飲食店の環境：厨房

## 厨房の作業環境

- 厨房では焼いたり、揚げたり…実は人体にも悪影響が及ぼすと言われている
- 様々な調理生成物質から化学物質が発生している。  
代表的な調理成分物質：アクロレイン：有毒性な刺激的な匂い労働環境に大きく影響
- 熱中症になり調理人が倒れるケースも
- オイルミストは粘性が高く壁面、床、付着し非衛生的になりやすい
- 水蒸気は結露の原因になる
- 温熱環境に悪く生産性が下がる

※27℃以上になると厨房で働く作業者の生産性は80%以下となると言われている。



# 1. 飲食店の環境：厨房

## 厨房環境の問題

フードの吸込みが悪い  
排気が漏れる

厨房空調に  
エネルギーがかかる

油まみれのダクト  
油漏れ多発

室内が暑い  
空調が効かない

フィルター火災  
ダクト火災が多い



## 2. 客席の空気環境

## 2. 飲食店の環境：客席

### 何が求められる？

- 新鮮な換気は、喫食者への食の安全を提供するための衛生的で快適な環境を維持するための換気、空調が求められる。
- 長時間の食事の際に安全で快適な環境を提供する必要がある。
- 食事の際に匂いを充満させない快適な空間の為に空調・換気が必要となる。



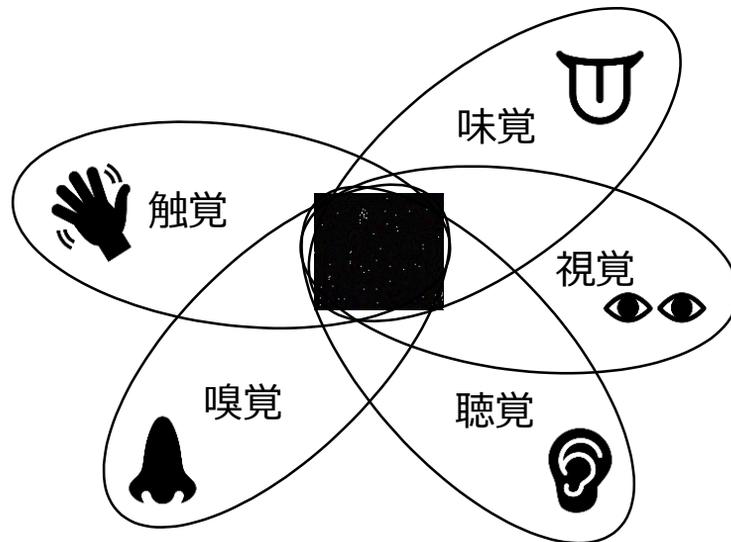
### 現状

- 多くの店内に食事の匂いや、油煙が滞留し室温が一定ではない空間で居心地が良くない

## 2. 飲食店の環境：客席

### 良い客席の環境

- 飲食店の客室内環境は、すべての感覚が関与している
- 見た目だけでなく、感触、匂い、味、音も関係する。



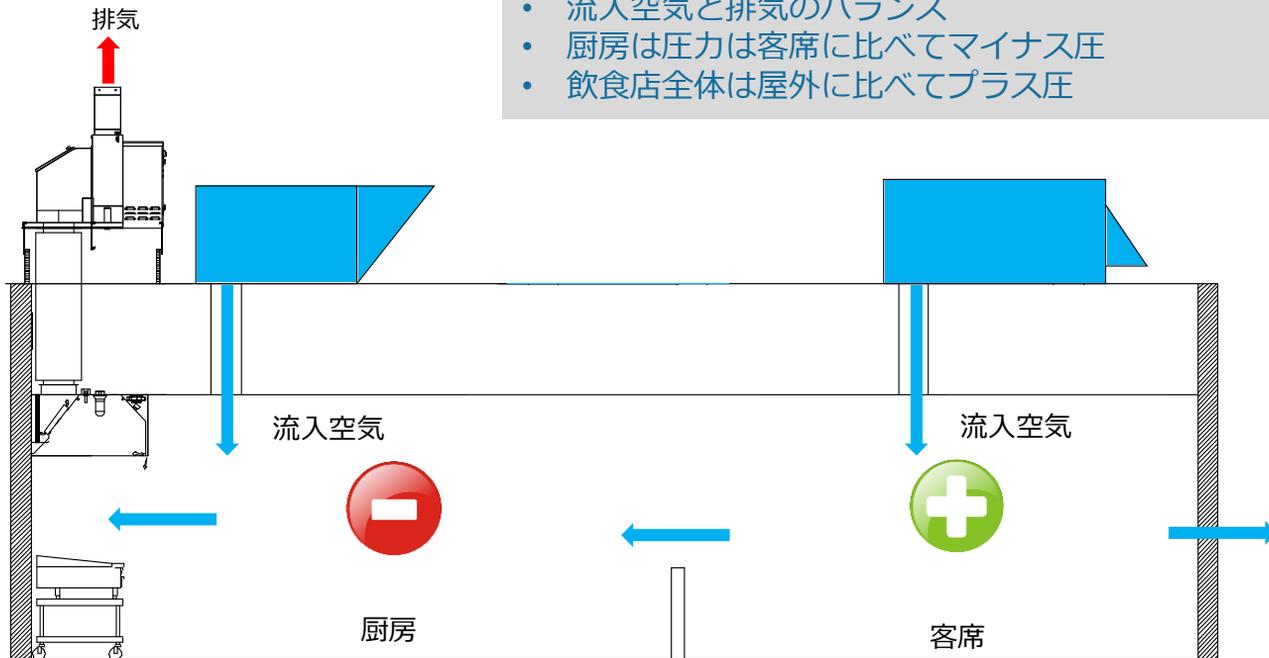
#### 【注意すべき項目】

温熱環境 - 空気の質 - 音響 - 照明 - 喫食スペース - 家具 - 清掃 - メンテナンス

# 3. 飲食店の空気環境バランス

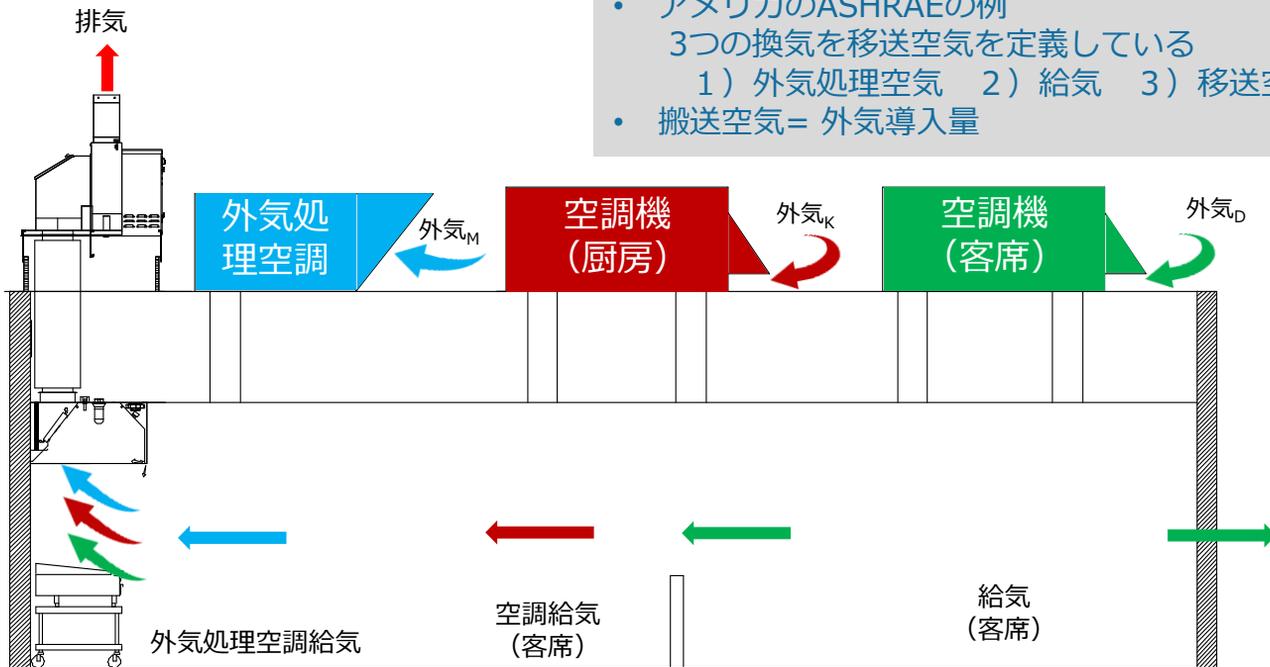
### 3. 飲食店の換気バランスの例

- 流入空気と排気のバランス
- 厨房は圧力は客席に比べてマイナス圧
- 飲食店全体は屋外に比べてプラス圧



### 3. 飲食店の空調を使用した換気のバランスの例

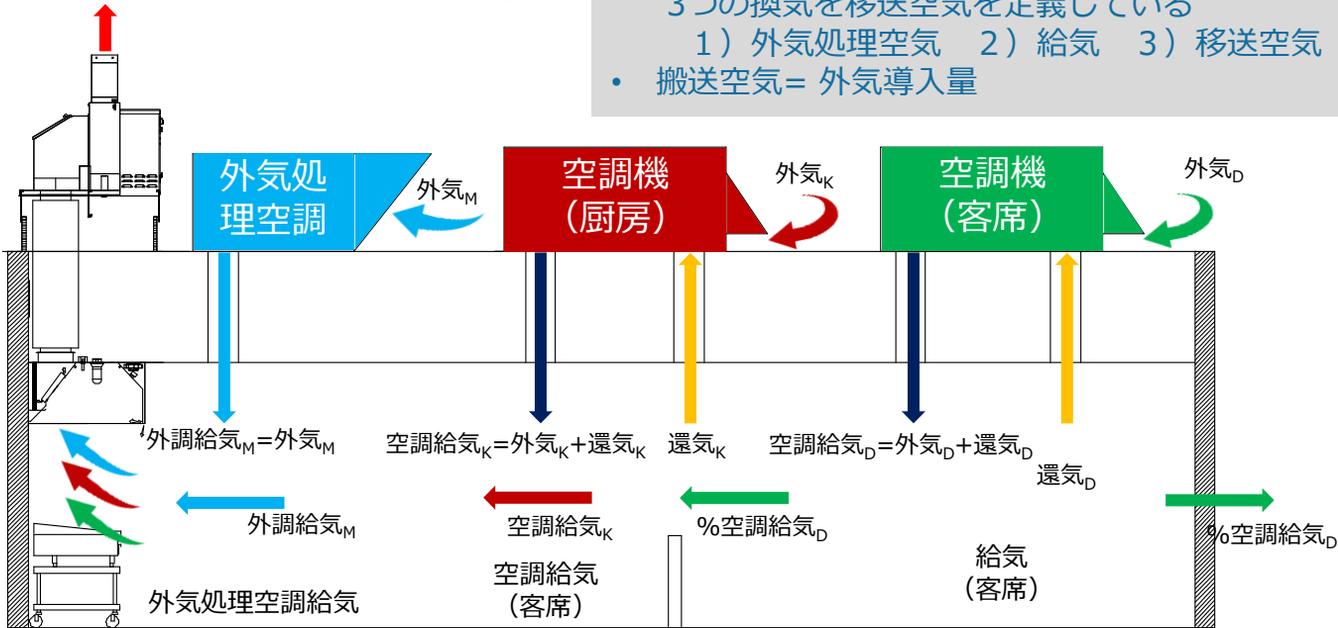
- アメリカのASHRAEの例  
3つの換気を移送空気を定義している  
1) 外気処理空気 2) 給気 3) 移送空気
- 搬送空気 = 外気導入量



### 3. 飲食店の空調を使用した換気のバランスの例

$$\text{排気EA} = \text{外調給気}_M + \text{空調給気}_K + \% \text{空調給気}_D$$

- アメリカのASHRAEの例  
3つの換気を移送空気を定義している  
1) 外気処理空気 2) 給気 3) 移送空気
- 搬送空気 = 外気導入量



### 3. 飲食店の空調を使用した換気分類

#### 外気処理給気

- 厨房排気用に流入
- 基本的には熱負荷の為に使用
- 外気処理空調の温度は室内の温度から10度以内とする
- 更に外気処理空調機で加熱、冷却、除湿を行えばベスト。

#### 空調給気（厨房）

- 厨房スペースの温熱環境の調整

#### 空調給気（客席）

- 客席の快適なコンディショニング

### 3. 飲食店の換気の最低新鮮空気量

- 換気は、空調機を通して供給され循環する給気が望ましい  
→ 生外気を使わない
- 理想的には、外気処理空調機の追加する必要がない十分な換気量で納めたいが、ほぼ不可能  
→ 外気処理空調と空調機の活用

100席のレストランと12  
人のBOH従業員を想定  
換気空気 ~ 2,380 m<sup>3</sup>/h

参考：ASHRAE 62.1  
最小の新鮮給気量

室	人 (m <sup>3</sup> /h/人)	床面積 (m <sup>2</sup> /h/m <sup>2</sup> )
Dining	13	3.3
Kitchen	13	2.2

### 3. 飲食店の空気環境の成功のステップ

1

フード設計の最適化  
すべての排気量の削減=移送給気×1.05

2

空調機の給気導入機能を最大限活用  
空調機は換気にも必要であるため、その機能を最大限活用します  
(通常は給気の25%)

3

残りの給気を外調機を活用する  
空調給気を循環し、温調する-必要に応じて除湿も行う

4

外調機の導入を検討する  
可能な限り厨房での外気処理空調を導入する

### 3. 飲食店の空気環境の測定方法

No.	～2022年度
1	感染症蔓延防止対策として室内環境を整えること (一方向流の換気の流路を確保し、よどみない換気を行う)
2	外気導入の換気の見直し(空気齢・換気性能評価指標で評価)
3	Co2センサーの活用(Co2濃度による確認)
4	業務用空気清浄機の活用で空気中の感染性粒子の濃度を減らす (不活性化技術製品の導入、一般的に流通している空気清浄機は家庭用をベースとしている)
5	Wells-Rileyの感染確率モデルによる検証 (部屋の大きさ、収容人数、用途の3点から算出)



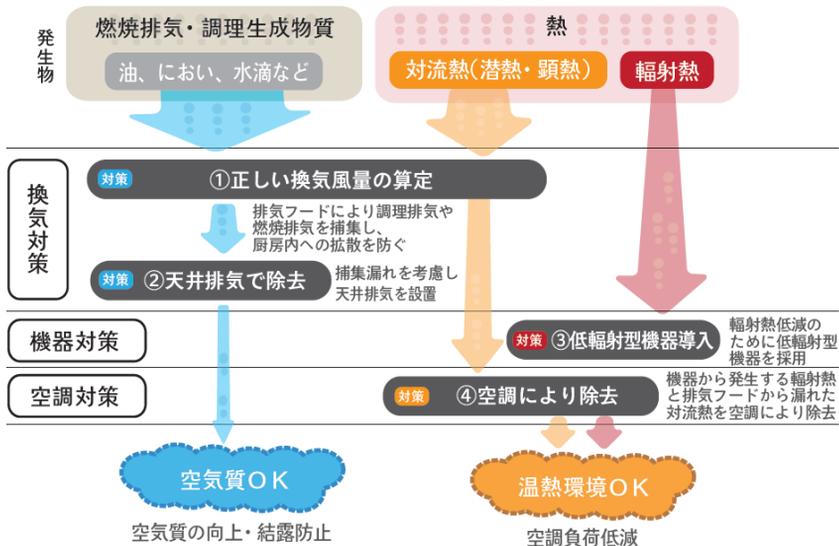
No.	2023年度～
1	厨房・客席全体で温熱環境を整えること (一方向流の換気の流路を確保し、よどみない換気を行う)
2	外気導入の換気の見直し(空気齢・換気性能評価指標で評価)
3	Co2センサーの活用(Co2濃度による確認)
4	業務用空気清浄機の活用で空気中の有害の濃度汚染物質を減らす
5	外気処理空調機・空調機を活用した不快感とストレスの軽減

## 4. 飲食店の空気環境の厨房計画

## 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

### 換気空調設計の流れ

- 換気・空調の基本的な流れは調理生成物質や熱を、換気・空調・厨房機器のそれぞれについて検討することから始まります。



最適な厨房設計のためのガイドブック2016より抜粋

# 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

## 排気フードの設置基準

### ● 厨房換気における関連法令／建築基準法施行令

建築基準法による規制

建築基準法では調理室にコンロその他の火を使用する設備もしくは器具を設けた場合、法令で定める技術基準に従って換気設備を設けなければならないと定められています。

#### ● 建築基準法第28条第3項

##### 必要換気量についての条件

台所などの火を使用する調理室等に設ける換気設備の有効換気量は以下の式より求めるよう定められています。

#### ● 建築基準法施行令第20条の3第2項

#### 昭和45年 建設省告示第1826号

必要換気量 (V) = 定数 (N) × 理論廃ガス量 (K) × 燃料消費量又は発熱量 (Q)

●V: 必要換気量 (m<sup>3</sup>/h)

●N: 換気設備により下図を参照して選択します

●K: 理論廃ガス量 (m<sup>3</sup>/kWh又はm<sup>3</sup>/kg)

●Q: ガス器具の燃料消費量 (m<sup>3</sup>/h又はkg/h) 又は発熱量 (kW/h)

理論廃ガス量 (K)		燃料の種類	
燃料の種類1	理論廃ガス量	燃料の種類1	理論廃ガス量
都市ガス12A	0.93m <sup>3</sup> /kWh	LPガス (プロパン主体)	0.93m <sup>3</sup> /kWh
都市ガス13A			
都市ガス5C			
都市ガス6B			
ブタンエナガス		灯油	12.1m <sup>3</sup> /kg

定数：40	定数：30	定数：20
排気フードのない場合 排気フードを使用しない台所または、開放形燃焼器具を使用する居室など。	排気フードⅠ型の場合 レンジフードファンがこれに相当します。	排気フードⅡ型の場合 下図のような寸法のフードがこれに相当します。
		

## 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

### 排気フードの設置基準

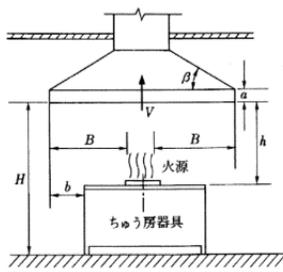
- 国土交通省の建築設備設計基準（国土交省ガイドライン）

#### 厨房換気における関連法令／建築基準法施行令／排気フードの形式

湯沸し室、台所やちゅう房のように開放式の燃焼器具を使用する室の換気量は、建築基準法施行令によれば理論燃焼ガス量の4.0倍（4.0 kQ）と定められている。ただし、排気フードの使用と型式により、I型では3.0 kQ、II型では2.0 kQまで減じることができる。一般に台所ではI型のフードが、業務用ちゅう房ではII型のフードが用いられる。排気フードの型式は表-1.3に示すとおりである。

表-1.3 排気フードの型式<sup>80)</sup>

		法規制値			実用値
		II型フード	I型フード	I型フードと同等とみなせるフード	
高さ	$h$ $H$	1.0 m 以下 —	1.0 m 以下 —	1.2 m 以下 —	1.0 m 以下 1.8~2.0 m
大きさ (火源の周囲)	$B$	$h/2$ 以上	火源などを覆うことができるもの	$h/6$ 以上	—
集気部分	$a$	5 cm 以上	炭ガスが一樣に捕集できる形状	炭ガスが一樣に捕集できる形状	10~15 cm
	$\theta$	10° 以上			30°~40°
材質		不燃材料	不燃材料	不燃材料	ステンレス
面風速	$V$	—			0.3~0.5 m/s <sup>(80)</sup>



## 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

### 換気空調設計の考慮するもの

- 必要換気量の算出の指針には様々なものがある下記は国土交通省の建築設備設計基準（国土交通省ガイドライン）と建築基準法を示した。

目的		熱源	方法	定義
機器の定格	室内酸素濃度を維持するためのフードの換気量	燃焼	機器の消費エネルギーQにより算出 NKQ	建築基準法により定められている
	ガス厨房の30KQ*1に相当する風量	非燃焼	機器の消費エネルギーQにより算出 30Q	国土省設備設計基準
フード	フードの捕集性能を担保するための風量	燃焼	フードの面風速 0.3m/sを維持するための風量	国土省設備設計基準
		非燃焼		
厨房室（容積）	対象要因を除去するための部屋全体としての換気風量	燃焼	換気回数40回から算出される風量	国土省設備設計基準
		非燃焼	換気回数20回から算出される風量	

最適な厨房設計のためのガイドブック 2016より抜粋

熱源の違い		厨房換気量の考え方	
ガス	厨房（ガス）の換気量	<input type="checkbox"/> 各排気フードの有効換気量（建築基準法）の合計値 <input type="checkbox"/> 各排気フードの面風速（0.3m/s以上）から算出した換気量の合計値 <input type="checkbox"/> 室の換気回数（40回/h以上）から算出した換気量等	} いずれかの 大きい方の値とする
		<input type="checkbox"/> 各器具の電気容量による有効換気量（30m <sup>3</sup> /(kW・h)以上）の合計値 <input type="checkbox"/> 各排気フードの面風速（0.3m/s以上）から算出した換気量の合計値 <input type="checkbox"/> 室の換気回数（20回/h以上）から算出した換気量等	
電気	厨房（電気）の換気量		

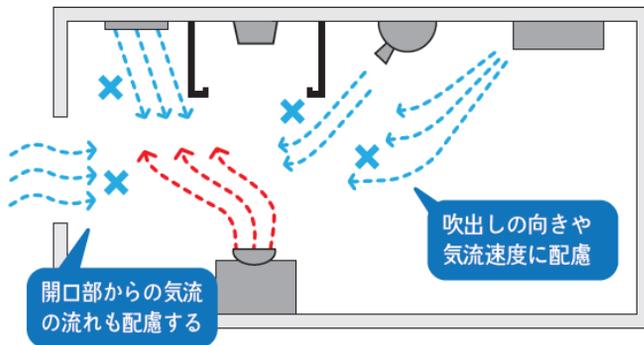
（第4編 空調と設備 第4章 換気設備 第4節 火を使用する室の換気 より抜粋）



## 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

### 換気空調設計の考慮するもの

- 空調、換気は直接厨房機器に当たらないようにする  
吹出し方向によっては、調理排気を60～80%捕集漏れしてしまう
- 空調・給気の吹き出し風速は出来る限りゆっくり吹出す（置換空調推奨）
- 局所空調（パンカールーバー）特に向きに気を付ける必要がある（使用は避けた方がよい）
- 開口部、隣室からの影響も考慮する必要がある。



最適な厨房設計のためのガイドブック2016参照より抜粋

## 4. 飲食店の空気環境の厨房の計画

### 排気フードの計画

- 厨房機器にたいして適切なオーバーハングを考える必要がある
- 厨房機器の配置も考慮する必要がある
- 厨房機器の特性を考慮し配置する



#### 【ブルームを無視した被り】

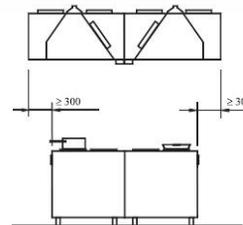
一般的には  
フードサイズ $\geq$ 機器サイズ+150mmの被りだが  
必要に応じて200~300mmかぶせる  
(最少被りは熱源からとしている場合もある)  
フードの面測0.3m/sを取っても被りが不十分  
で排気が漏れる。



#### 【ブルーム考慮した被り】

排気の拡散（ブルーム）を考慮し被り平均的に300mmを取ります。  
回転釜等の被りは前面に抜けやすいので被り $\geq$ 600  
同様にスチコンも扉半開時を考慮し600mmとしております。（全開時までは対応していない）

風量は、厨房機器の種類と機器の熱源の容量で決定。風量がより必要な機器は左記の一般的な0.3m/sに比べ大きくなる。面速に直した場合風量は大きくともフードサイズが大きい為、面速の表現では0.3m/sより小さく表現されることがある。

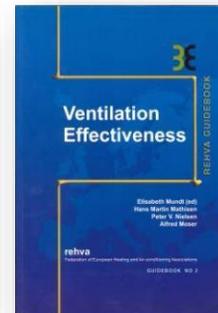
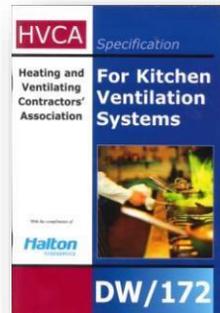


## 5. 飲食店の空気環境 国外基準

## 5. 飲食店の空気環境 厨房国外基準

### 代表的な国外の厨房換気の基準

- 日本 : 建築基準法・国土交通省設備設計指針
- 欧州（ドイツ） : VDI（技術者協会規格）・DIN（工業規格）
- アメリカ : ASHRAE（暖房冷凍空調学会）
- VDI・DIN・ASHRAE等の委員会にはHALTON社員も参加



## 5. 飲食店の空気環境 厨房国外基準

### ASHRAE HANDBOOK (アメリカ)

- 空調設計者が実務で参考にする必要がある内容を便覧化したもの。調理時に発生する汚染物質（油や水蒸気）を効率的に捕集し、厨房内環境の衛生、安全性、快適性を担保する基準となっている。
- 換気風量の算出方法は、厨房機器のタイプやフード形状、熱源の種類により排気風量決めるための係数が決まっており、係数にフードの長編の単位長さを乗ずることで、必要排気風量が決まる基準となっている。
- まずは、排気フード形態による分類を紹介する。

左記の負荷による厨房機器の特性に合わせて分類されている「軽負荷」「中負荷」「高負荷」「超高負荷」に分類されている。

負荷の程度	機器の種類	換気量の最低値 フードの長手方向の長さあたり[L/s] (数値はUL規格710の登録と非登録機器に対応)				
		壁付型 キャノピー フード	アイランド型キャ ノピーフ ード	二重アイラ ンド型キャ ノピーフ ード	屑毛型 フード	後置型/ バスオーバ ー型フード
低負荷 (200℃まで)	電気/ガス：オープン（焼物器、焙煎器、熱再利用型、対流型、対流と熱気の組み合わせ型（スチコン）、コンベヤー型、ピザオープン、電子用など）、蒸気回転窯、数段の蒸し器（圧力型・通常型）、チーズを溶かすための挽物器、再加熱用の挽物器	非登録 310	非登録 620	非登録 300	非登録 390	非登録 465
		登録 230~310	登録 390~465	登録 230~310	登録 230~390	登録 155~310
中負荷 (200℃まで)	電気/ガス：鉄板焼器（グリドル）、両面のグリドル、揚物器（ドーナツ用、圧力タイプなど）、ゆで器器、コンベヤー型ピザオープン、肉焼器（プロイラー）	非登録 465	非登録 775	非登録 465	非登録 390	非登録 465
		登録 310~465	登録 465~620	登録 310~465	登録 230~390	登録 310~465
高負荷 (315℃まで)	ガス：開放型のコンロ（オープン付き、オープンなし） 電気/ガス：下火式の挽物器、コンベヤー型の挽物器、中華鍋用のレンジ、上火式の（縦型）挽物器	非登録 620	非登録 930	非登録 620	非登録 不許可	非登録 620
		登録 310~620	登録 465~930	登録 390~620	登録 設定なし	登録 465~620
超高負荷 (370℃まで)	固形燃料（木、木炭、ブリケットなど）を利用する機器	非登録 850	非登録 1085	非登録 850	非登録 不許可	非登録 不許可
		登録 340以上	登録 850以上	登録 775以上	登録 設定なし	登録 推奨なし

負荷による厨房機器の分類：ASHRAEHANDBOOK(2003)より抜粋

# 5. 飲食店の空気環境 厨房国外基準

## ASHRAE HANDBOOK (アメリカ)

- 厨房排気フードの種類について
- 排気フードの面風速※地域条例 (1995)

排気フードの形態は6つの形状に分類している。例えば、厨房機器が中華レンジなどの高負荷の機器を導入し、排気フードのタイプが擾乱の影響を受けやすいアイランド型キャノピーフードの場合機器負荷は大きいうえに、フードから漏れやすいフード形状のため多くの風量が必要となる。

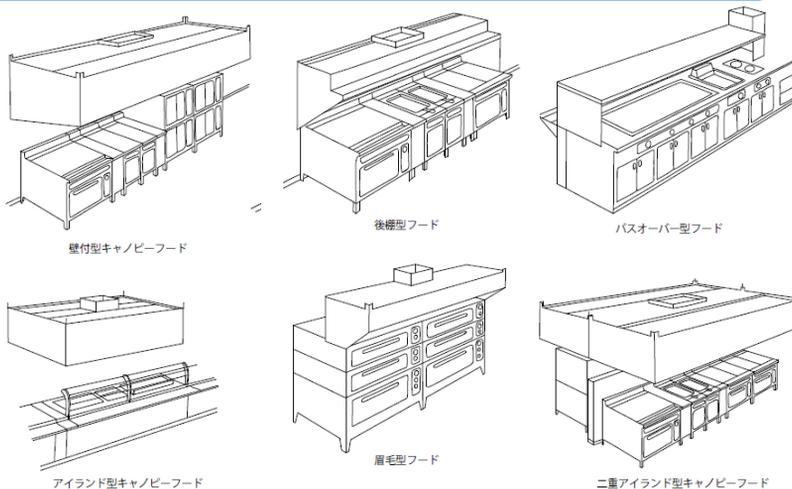


表 8 一般的な地域条例における標準フードに対する面風速 (1995年版)

フード種類	面風速 [m/s]
壁付型キャノピーフード	0.5
アイランド型キャノピーフード	0.75
二重アイランド型キャノピーフード	0.5
眉毛型フード	0.5
後柵型/パスオーバー型フード	0.47m <sup>2</sup> /s (×フード長さ)

ASHRAEにおける業務用厨房の換気量設計基準の変遷より抜粋

排気フードの形態の種類 : ASHRAEHANDBOOK(1995) より抜粋

## 5. 飲食店の空気環境 厨房国外基準

### VDI2052 (ドイツ)

- 厨房内の最低限あるべき作業・衛生環境を担保することを目的としたガイドラインとなっている。温度18℃から26℃、湿度80%から30%の範囲内と規定されている。
- 換気風量の算出方法は、厨房機器の発熱量や機器の負荷率、機器の寸法などから熱上昇風量に基づいて算出する。
- 厨房内の擾乱の影響による排気フードからの溢流や結露も考慮

厨房の分類、厨房機器の機器負荷率の推奨値  
厨房の規模、厨房の種類（業態）により推奨されている機器負荷率がある。

表 A1 厨房の分類と厨房機器の機器負荷率の推奨値

厨房の種類	厨房の規模								
	小規模厨房			中規模厨房			大規模厨房		
	1日あたりの食数 [食]	食事1回あたりの食数 [食]	機器負荷率 [%]	1日あたりの食数 [食]	食事1回あたりの食数 [食]	機器負荷率 [%]	1日あたりの食数 [食]	食事1回あたりの食数 [食]	機器負荷率 [%]
軽食堂、レストラン、ホテルの厨房	< 100	—	1.0	< 250	—	0.7	> 250	—	0.7
食堂、娯楽施設	—	150	0.8	—	< 500	0.6	—	> 500	0.6
病院 主厨房	—	250	0.8	—	< 650	0.6	—	> 650	0.6
配膳室	—	40	1.0	—	—	—	—	—	—
社員食堂	—	100	0.9	—	< 250	0.6	—	> 250	0.6
準備室、複合厨房	—	50	0.9	—	< 400	0.6	—	> 400	0.6
食品工場（ケータリング施設、冷凍調理施設、機内食調理施設、集中調理施設）	—	—	—	< 3000	—	0.7	> 3000	—	0.7

—は推奨値なし。

VDI2052より抜粋



# 5. 飲食店の空気環境 厨房国外基準

## VDI2052（ドイツ）と日米比較

- VDIが現在はより細かく詳細に厨房の温熱環境と換気を考えられている。

表1 VDI 2052における換気量の算出方法（日米の算出方法との比較）

	VDI 2052（ドイツ）	ASHRAE（米国）	建築設備設計基準（日本）
換気量の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>• フードからの一次的な漏れを許容する。</li> <li>• 厨房機器から発生する熱上昇流に基づき、排出すべき流量を決定する。</li> <li>• 厨房機器の種類ごとに設定された発熱量と水分発生量、厨房機器の稼働状況や配置などを考慮して、換気量を決定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• フードからの漏れがないように、十分な換気量とする。</li> <li>• 調理表面温度に応じて、厨房機器の負荷を軽・中・高・超高に分類する。フード種類と厨房機器の負荷の程度に応じて、フード幅あたりの換気量が設定される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• フードからの漏れがないように、十分な換気量とする。（電気の場合）</li> <li>• 下記①～③の最大値とする。多くの場合、①面風速基準が採用される。</li> <li>① 面風速基準 熱源の区別がなく一律、面風速 0.3m/s。</li> <li>② 電気容量基準 定格出力[kW]×30m<sup>3</sup>/h・kW。</li> <li>③ 換気回数基準 室の換気回数 20 回/h。</li> </ul>
換気量に考慮される項目	厨房機器（熱源、定格出力、発熱量、水分発生量、配置、寸法）、フードの仕様、室の気流性状、給気排気の方法、厨房機器の稼働状況。	厨房機器（熱源、種類、寸法）、フード（種類、寸法、側壁の有無）。	①フード寸法 ②厨房機器の定格出力 ③室容積
換気方法	天井換気システムまたはフード換気システム。フード換気システムの場合でも、フードによる換気量の10%の風量を天井換気によって排気する。	原則としてフード換気による。	原則としてフード換気による。

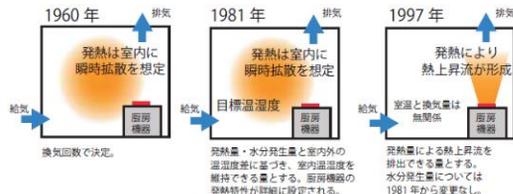


図1 VDI 2052における換気の考え方の変遷

表1. 図1. ドイツ技術者協会における業務用厨房の換気量設計基準より抜粋

ご清聴ありがとうございました。