

業務用厨房における機器負荷率を用いた
換気設計法に関する研究

永瀬 修

目次

学位論文題目：業務用厨房における機器負荷率を用いた換気設計法に関する研究

第 1 章 序論

1.1	序	1-1
1.2	研究目的	1-2
1.3	厨房換気に関連する委員会・WG	1-2
1.4	既往研究と本研究の位置づけ	1-3
1.5	本研究に関連する新たな規格・指針	1-5
1.6	論文構成	1-6
1.7	論文フロー図	1-7
1.8	用語の説明	1-8
	第1章に関する参考文献	1-12

第 2 章 厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の実態調査

2.1	序	2-1
2.2	設計図書に基づく調査	2-2
	2.2.1 調査項目	
	2.2.2 調査方法	
	2.2.3 調査対象とした厨房	
2.3	厨房規模に関わる調査・分析	2-4
	2.3.1 天井高さ	
	2.3.2 厨房のゾーニングと床面積	
2.4	排気に関する調査・分析	2-6
	2.4.1 排気フードの設置状況	
	2.4.2 排気フードの張り出し寸法	
	2.4.3 排気フードの面風速	
	2.4.4 換気回数と天井排気口	
2.5	給気に関する調査・分析結果	2-8
2.6	調理機器に関する調査・分析結果	2-8
	2.6.1 1つのフードに対する調査機器の数	
	2.6.2 調理機器毎の総定格電力と設置率	
2.7	まとめ	2-10
	第2章に関する参考文献	2-11
	第2章に関する既発表文献	2-12

第3章 調理機器の実態調査と設計負荷率の算定方法の検討と算定例

3.1	序	3-1
3.2	調理機器の負荷率の調査概要	3-1
3.3	負荷率の平均化時間の検討	3-3
3.4	対象とすべき時間帯の検討	3-5
3.5	設計負荷率の算定基準の検討	3-8
3.6	設計負荷率の算定例	3-8
3.6.1	調理機器の設計負荷率	
3.6.2	排気フードの設計負荷率	
3.6.3	厨房全体の設計負荷率	
3.6.4	想定される負荷率の利用法	
3.7	まとめ	3-13
	第3章に関する参考文献	3-14
	第3章に関する既発表文献	3-15

第4章 設計負荷率の考え方をを用いた換気計算法のBIM連携

4.1	序	4-1
4.2	換気計算ツール	4-2
4.2.1	BIMソフト	
4.2.2	フロー図	
4.3	換気計算の方法	4-4
4.4	計算例	4-5
4.4.1	対象厨房	
4.4.2	操作手順	
4.5	まとめ	4-7
	第4章に関する参考文献	4-8
	第4章に関する既発表文献	4-8

第5章 総括

5.1	全体の総括	5-1
5.2	今後の展望と課題	5-4

付録

付1	調査シートと結果の一例	付録-1
付2	本研究に関連する換気設計規格・指針の概要	付録-2

謝辞

謝辞-1

論文要旨(和文)

和文要旨-1

論文要旨(欧文)

欧文要旨-1

研究業績一覧

研究業績-1

第 1 章

序 論

第1章

序論

1.1 序

業務用厨房のフード排気量は国土交通省官房官庁営繕部・建築設備設計基準¹⁾(以下、建築設備設計基準と記す)に基づき、調理機器、フード形状、空調・換気用給気口の種類・位置などに依らずフード下端開口部の面風速(0.3m/s)により決定されることが多い。この建築設備設計基準はASHRAE Handbook Applications(以下、ASHRAE基準と記す)の1982年版を引用している。一方、ASHRAE基準は1982年以降、継続的に改訂されている。例えば、ASHRAE基準の1995年版²⁾では調理機器を発熱量により低負荷、中負荷、高負荷、超高負荷の4つに分類し、フードを形状により壁付きキャノピー、シングルアイランド、バックシェルフなど6つに分類し、これらの分類に基づき排気量を決定している。また、ASHRAE基準の2003年版³⁾では、厨房に設置される各種の給気口に関する記述が追加されると共に、これまでの面風速に関する記述が削除されている。ASHRAE基準の2007年版⁴⁾では、フードに対する給気口からの吹出気流の擾乱(以下、空調擾乱と記す)の影響を軽減するための留意点として、大きな給気口を選定し吹出風速を低くすることやフード近傍での吹出気流の風速が0.4m/sを超えないようにすることなどが追記されている。これは、米国の一般的な厨房規模を再現した試験室において、各種給気口による空調擾乱を与えた条件でのフード捕集性状の実験的研究の成果⁵⁾に基づいたものである。このように、調理機器・フード形状や空調擾乱などを考慮し基準を改訂してきたASHRAE基準に対して日本では1990年以降、面風速による基準⁶⁾を改訂していない。1962年以降のASHRAE基準や1982年以降の建築設備設計基準、既往調査⁷⁾よりフード排気量の設計基準の遍歴を表1.1に示す。

1990年以降、業務用厨房のフード換気量は面風速で基準化されてきたが、調理機器や空調・換気用給気口が多様化するなど業務用厨房を取り巻く環境は変化している。このようなことから、日本でも「一般的な厨房規模を再現した試験室による実験的研究」の成果を、換気・空調計画に反映することが必要であり、その設計法が求められている(図1.1参照)。

表 1.1 米国ASHRAEと日本におけるキャノピーフード排気量の設計基準

西暦	ASHRAE基準 [米国]		建築設備設計基準 [日本]	
	フード面風速	備考	フード面風速※	備考※
1960				
1962	0.25 m/s以上	公共建築実用値：0.51m/s		
1970	0.31 m/s以上	公共建築推奨値：0.38~0.51m/s		
1980				
1982	0.3 m/s以上	公共建築推奨値：0.38~0.51m/s	0.2~0.5 m/s	ASHRAE基準を日本が引用 実用値：0.25~0.5m/s
1986			0.2 m/s以上	実用値：0.2~0.5m/s
1990			0.3 m/s以上	実用値：0.3~0.5m/s
1995		厨房換気が新設(公共建築で記載なし) 調理機器やフード形状で設定		
2000				電気機器が追加
2002				
2003	記述削除	給気口の記述追加。電気とガス区別		
2007		捕集性状の実験的研究成果が追加		
2010				

※ 現在の日本の設計基準は①面風速による基準の他に、②消費量(ガス,電気)による基準、③室換気回数による基準の最大値を採用する。ほぼ①が採用されることが多い。

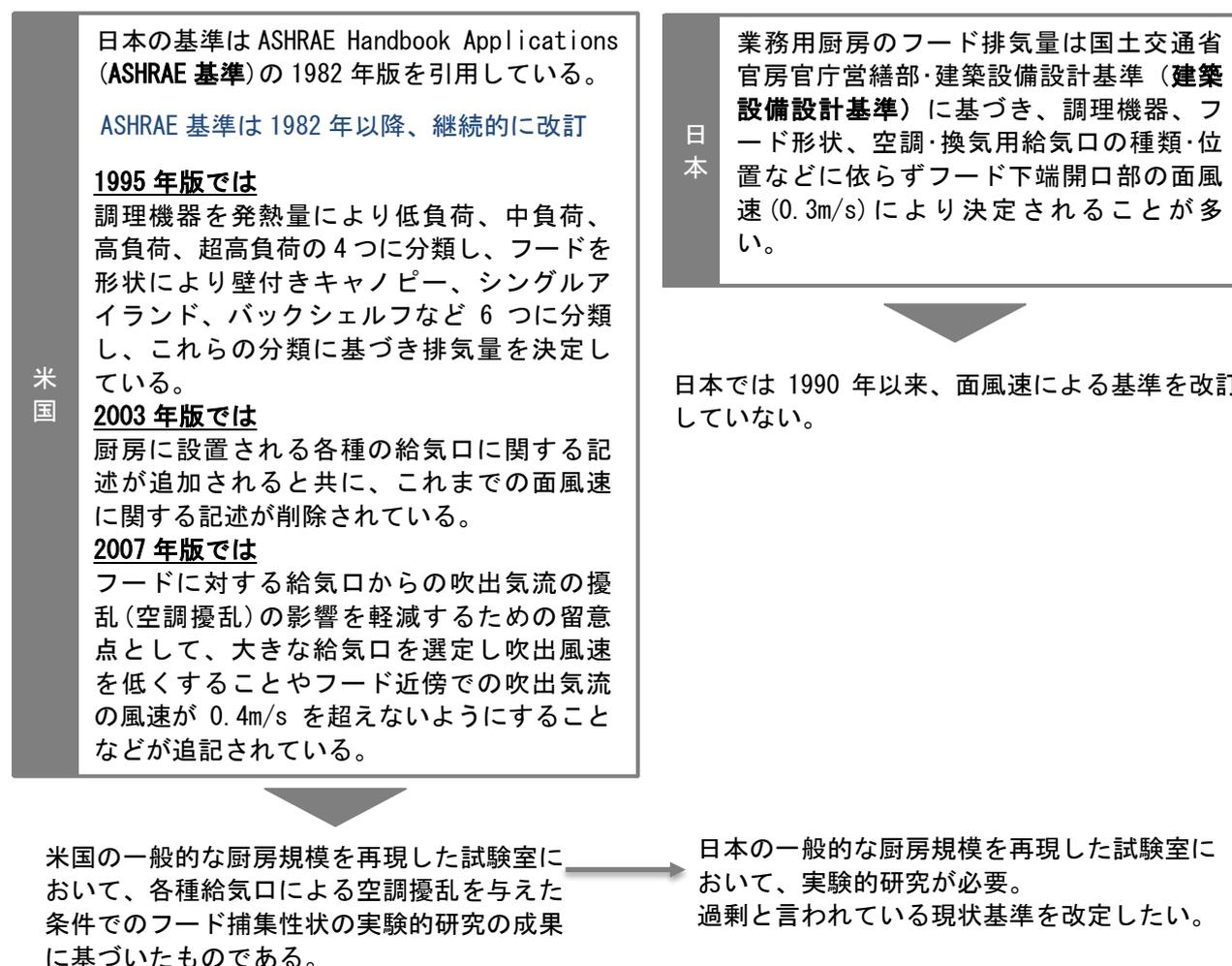


図1.1 本研究の背景 (ASHRAEと日本の設計基準)

1.2 研究目的

業務用厨房の換気・空調計画においては、フードの捕集率を高く維持し、発生する熱・水蒸気・臭気物質を効率よく除去することが重要である。フードの捕集率は厨房内の温熱環境に大きく影響するため、設計者はむやみにフード排気量を低減しフードの捕集率を下げることはしない。フードの捕集率は非常に重要であるからこそ、一定以上の捕集率を満足しフード排気量を確保でき、実績のある建築設備設計基準で設計を行っている。しかし、この設計基準で算出したフード排気量は欧米諸国基準で算出した換気量と比べ過剰であることが多く、厨房の消費エネルギーを過大にしている要因ともいわれている。

本研究では、1.1に述べた「日本の一般的な厨房を再現した試験室の実験的研究」のためには、フードの捕集率を試験する標準試験法(以下、標準試験法と記す)の確立が必要であると考え、日本の中規模業務用電化厨房35か所を対象に、厨房規模・排気フード・給気口・調理機器などの調査を行った。整理された内容は標準試験法における各種条件設定の根拠となる。更に10ヶ所の厨房では、実調理時における各種調理機器の電力消費量の調査も行った。整理されたデータより、換気・空調設計の参考となる機器負荷率(設計負荷率)の考え方・算定方法を検討し、算定例を示した。これらの結果は標準試験法における調理機器の負荷率設定の根拠となる。

1.3 厨房換気に関連する委員会・WG

これまで業務用厨房の換気設計に関する有識者による委員会・ワーキングが発足され、調査・研究が行われている。表1.2に、2005年以降に発足された業務用厨房換気に関する委員会・ワーキングを示す。

業務用厨房の実態を反映した換気設計基準の策定を目指し、設計基準ワーキング、標準試験法ワーキングが2011年に発足された。2012年以降は、中規模業務用厨房を対象とし、フードの捕集効率を試験する標準試験法の確立を目指し、多様化する調理機器や空調・換気用給気口の実態を調査・分析を行う。更に、その成果を用いた適切な換気設計基準の制定を目的とした委員会へ引き継がれている。

表 1.2 業務用厨房換気に関する委員会・ワーキング

年	名称	学協会
2005年	業務用厨房空調・換気ワーキング[★委員] ・業務用厨房換気・空調に関する最近の研究動向、関連法規、 厨房機器に関する情報整理	空気調和・衛生工学会
2006年	業務用厨房換気空調システム特定研究小委員会[★委員] ・適切な換気・空調システムの設計例をより多く提示。海外の 研究動向・関連法規の検討	空気調和・衛生工学会
2011年	業務用電化厨房における換気性能評価手法検討委員会 設計基準ワーキング[★委員] 標準試験法ワーキング	空気調和・衛生工学会
2012～2013年	捕集率標準試験法委員会[★委員] 電化換気・空調設計法検討委員会[★幹事] 厨房情報ワーキング[★委員]	建材試験センター
2014～2015年	業務用厨房換気検討委員会[★委員] ・標準試験法に基づいた必要換気量と設計法の検討	建材試験センター
2014年～	業務用厨房における換気設計基準検討ワーキング[★幹事]	日本エレクトロヒート センター

★は委員として参加した委員会・ワーキングを示す

1.4 既往研究と本研究の位置づけ

1) 日本における厨房規模・換気空調システムの研究

業務用厨房の床面積に関する資料として、厨房設備設計事例集⁸⁾や厨房設備工学入門-厨房設計⁹⁾があり、種別の厨房レイアウトが掲載され、必要な調理機器も明記されており非常に参考となる資料である。しかし、本研究で必要な情報は、中規模業務用厨房に限定した厨房面積、天井高さ、換気空調方式などである。そこで、電力各社の協力を得て国内35か所の中規模業務用電化厨房の実態調査を行うことができた。また、同じ時期にガス会社の協力を得てガス厨房の調査を藤本ら¹⁰⁾が行っている。

標準試験法の試験室の大きさは実際の厨房空間を模擬する必要があるため、一般的な厨房規模や換気空調システムの実態把握が必要である。これまで、そのような調査・整理を行っている既往研究はないため、非常に貴重な研究であるといえる。

2) 業務厨房の機器負荷率の研究

業務用厨房の機器発熱量の既往研究としては、村川ら¹¹⁾は和食レストランやホテルの厨房において各調理機器の使用回数や使用時間とエネルギー消費量の対応関係や負荷率の累積頻度などについて検討している。ま

た、西名ら¹²⁾は全電化学校給食施設を対象に各種機器のエネルギー消費量を測定し、調理系統と洗浄系統に大別し、調理機器ごとの日電力消費量や累積割合ごとの負荷率などを整理している。本研究では、国内10ヶ所の中規模業務用電化厨房において、同じ方法で調理機器の消費電力の測定を行うことができた。本データを分析することで、必要換気量や空調負荷の算定の際に使用する負荷率の算定方法を検討し、算定例を示している。

3) BIMを用いた換気計算ツールの研究

BIM元年といわれている2009年以降、BIMの普及に向けて建築業界が動いている。10年経過した2019年では3次元CADによる設計比率は着実に増えているが、まだまだBIM本来の恩恵を十分に受けているとは言い難い。本研究では、2015年以降に新たに制定換気設計手法のアルゴリズムをBIMソフトにプログラミングして、厨房の換気量を自動計算するツールの開発を行った。ツールの作成の用いたソフトは、比較的新しいプログラミングソフトであるため、既往研究はほとんどなく、厨房の換気設計法に利用した研究や文献はない。将来的には、厨房の換気計算だけでなく建物全体の換気量計算への展開も考えられるため、BIMによる設計の効率化を示す研究である。

1.5 本研究に関連する新たな規格・指針

本研究成果に関係が深く、2015年以降に新たに作成された3つの規格や指針（[図1.2](#)）がある。ここでは、制定年と簡単な概要を紹介する。

1) 業務ちゅう（厨）房に設置される排気フードの捕集率測定方法（*JSTM-V-6201*）¹³⁾

一般財団法人 建材試験センター規格として、2015年3月に制定され2017年3月に改正。

業務用厨房における排気フードの排気量と捕集率との関係を測定によって求める方法を規定している。中規模社員食堂の厨房房に設置される排気フードを対象とし、調理機器としてフライヤ、ゆ（茹）で麺器、ローレンジ、回転釜およびスチームコンベクションオーブン(以下、スチコンと記す)の5種類を対象とする。この規格は、1台の排気フードに対し1台の調理機器が配置され1面が壁に接する配置を想定している。

2) 業務用ちゅう（厨）房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法（*JSTM-V-6271*）¹⁴⁾

一般財団法人 建材試験センター規格として、2017年3月に制定。

厨房内の適切な空気環境を維持するための換気量の算定法である。この方法は、調理済み製品からの大気汚染物質と燃焼排ガスにも着目しており、算出された換気量は、フードの捕捉率を90%以上確保することができ、厨房の空気環境を適切な状態に維持することができる。

3) 業務用電化厨房施設の換気設計指針（*JEHC103*）¹⁵⁾

一般社団法人 日本エレクトロヒートセンターの指針として、2017年2月に制定。

電化厨房は燃焼がなく建築設備設計基準の火気使用室に該当しないため、換気量を低減できる可能性がある。ZEBを目指した省エネルギー化の有効な手段となるよう、新たな換気設計指針を提案している。本指針は実際の電化厨房で起こる気流の乱れも反映したフードの捕集率試験結果に基づき、省エネルギーと労働・衛生環境維持の両立に配慮したのもである。



[図 1.2](#) 新たに作成された規格・指針

1.6 論文構成

本論文は以下の章により構成されている。

第1章では、序論として業務用厨房の必要換気量について、米国のASHRAE基準と日本の違いや課題について示し、日本でも「一般的な厨房を再現した試験室の実験的研究」が必要で、標準試験法の確立が必要であることを述べた。その標準試験法の確立には、多くの業務用厨房における厨房規模・排気フード・給気口・調理機器や、各種の調理機器の電力消費量の調査が必須となる。このような調査研究はこれまで行われておらず、本研究で行った業務用厨房の調査はそのための調査でもあるため、研究の目的およびその意義についても示した。また、本研究の成果の一部を用いて制定された標準試験法や、関連のある換気設計法の紹介も行う。

第2章では、社員食堂の中規模厨房の仕様に関する調査概要と結果を示す。中規模業務用厨房は、1回の食事で200～800食分の食事を提供できる厨房とし、国内35か所の電化厨房の調査・分析を行う。

調査は、竣工図面や施設管理者による記述調査であるため、十分な情報が得られない場合には厨房内の状況を把握するために給気口や空調機の写真も収集した。厨房の仕様として、床面積と天井高さ。排気システムとして、排気フードの張り出し寸法や排気量、天井排気口の排気量。給気システムとして、給気口の種類や風量、空調の有無などについて集計を行い、平均値など具体的な数値を示した。既往文献などでも同様な調査はほとんどないため、日本における厨房の一般的な仕様を示すことができた。

第3章では、第2章の調査厨房の中から各調理器具の電力消費量計測まで実施できた国内10か所の電化厨房の調査・分析を行う。

実測は冬季に行い、測定期間は2週間、実質10日間の調理機器の消費電力データを測定した。厨房器具の負荷率集計するための平均化時間の検討や、厨房内に排出される機器負荷を算出するために水の加熱時間は削除するなど、厨房機器によるデータの削除の仕方を示し、厨房機器のピーク時刻を算出した。更に、厨房機器毎の設計負荷率を算出する方法の提案を行い、同じ方法で各フード、各厨房の設計負荷率の算出も行う。日本の中規模業務用厨房（社員食堂）における厨房機器の使われ方を示すことができた。

第4章では、第2章、第3章による実態調査による成果を引用して策定された新しい換気計算法を用いた換気計算ツールを作成した。

新たな換気計算法の普及にはBIMと連携した換気設計ツールが有効と考え、換気計算ツールは、BIMソフトとして最も普及しているRevitを用いて作成した。換気計算ツールは、室容積と用途別必要換気量から換気量を算出し、レイアウトされた厨房機器の上に排気フードを自動描画することができる。排気フードの大きさは適宜修正することでBIM情報へ反映することができ、設計図書へ展開することができる。このようにBIMから設計図書作成までの手順を示し、BIM設計の可能性を示すとともに、現状の課題について考察している。

第5章では、本研究の全体のまとめと、本研究の成果と今後の課題について示している。

1.7 論文フロー図

学位論文題目：業務用厨房の機器負荷率を用いた換気設計法に関する研究

第1章

序論

- ・ 排気フードの換気設計法についてASHRAE（米国）と比較
- ・ 既往の換気設計法の課題
- ・ 『新たな換気設計法』作成に向けた委員会・WGと本研究の位置付け

『新たな換気設計法』に必要な業務厨房の実態調査

第2章

厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の実態調査

- ・ 全国35の厨房調査
- ・ 厨房の大きさ、排気、給気仕様の集計
- ・ 日本における一般的な厨房仕様の数値化

第3章

調理機器の稼働状況の実態調査と設計負荷率の算定方法の検討と算定例

- ・ 全国10の厨房調査
- ・ 設計負荷率の提案
- ・ 厨房器具、排気フード、厨房全体の設計負荷率の算出

『新たな換気設計法』に関連する基準・指針（付録2）

- ・ 業務ちゅう（厨）房に設置される排気フードの捕集率測定方法（*JSTM-V-6201*）
- ・ 業務用ちゅう（厨）房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法（*JSTM-V-6271*）
- ・ 業務用電化厨房施設の換気設計指針（*JEHC103-2017*）

『新たな換気設計法』の普及に向けて

第4章

設計負荷率の考え方をを用いた換気計算法のBIM連携

- ・ 換気計算ツールの概要
- ・ ツールを用いた事例紹介
- ・ 今後の展望

第5章

総括

- ・ 全体のまとめ、今後の展望と課題

1.8 用語の説明

本論で用いている用語を以下に示す。

排気フード

調理機器から発生する熱や水蒸気などを捕集する装置。本論文では、調理機器上部に設置されるキャノピーフードを意味する。本研究ではフードと省略して記述している場合もある。平面的に調理機器よりも大きく計画される。

張出し寸法

調理機器と排気フードを上から見て、排気フードの面から調理機器の面を除いた部分のことを張出しという。本研究では、調理者からみて左右の横と奥行きに分けて寸法の長さを集計している。

擾乱（じょうらん）

調理機器からの上昇気流を乱して、捕集率に影響を与える空気の乱れを意味する。空調・換気の給気口からの気流による空調擾乱と、調理者の動きによる人体擾乱がある。

定格電力

調理機器に表示されている定格消費電力。電気用品安全法では表示電力の許容差を $\pm 10\%$ としている。計測結果の機器負荷率が100%を超える要因のひとつである。

機器負荷率

調理機器の消費電力量と定格電力量との比。

設計負荷率

機器負荷率から換気量計算の基本データとするため、調理機器毎に算出している。算定方法を3.6に示す。

燃焼排ガス

ガスの燃焼によるCO₂、水蒸気、ススなどを意味する。調理時の油煙、水蒸気も含む。

中規模厨房

1回に200~800食の食事が提供できる厨房としている。本研究は電力会社の社員食堂の厨房を対象に調査を行った。

天井排気

厨房内の排気フード以外からの排気で一般的に天井面から排気される。擾乱によって排気フードから漏れた熱や湯気などの排気を目的とする。

ゾーニング

空間デザインを考えるうえで重要になるため、厨房の床面積算出には用途別に類似したエリア分けを行った。本論のゾーニングを表2.3に示す

調理生成物質

標準試験方法「排気フードの排気量と捕集率との関係を測定によって求める方法を規定（JSTM-V-6271）」に記載されており、調理時に生成される水蒸気、オイルミスト、化学物質などを意味する。

燃焼排ガス

標準試験方法「排気フードの排気量と捕集率との関係を測定によって求める方法を規定（JSTM-V-6271）」に記載されており、燃焼加熱式調理機器が稼働時に発生するガスのうち、燃焼に伴い発生するガス状物質を意味する。

制気口

空調用の吹出口・吸込口及び換気用の給気口・排気口等を総称したも。代表的な制気口を表1.3に示す。

表1.3 代表的な制気口

名称	写真	特徴
パンカールーバー		球面体の一部に吹出し口を設け、球面を回転させることにより吹出し方向を変えることができる。用途は主に工場の局所空調・換気用に、あるいは厨房等に用いる。
ノズル		到達距離を長く必要な場所に適します。静圧損失が極めて少なく発生音も非常に小さい吹き出し口です。一般に劇場・体育館などの天井面やホールの壁面に取り付けられる。
ユニバーサル吹出口		一般にいうVHS、HS、H のことで、V: 縦羽根、H: 横羽根、S: シャッターを意味します。縦横の羽根は可動式で風向調節やシャッターによる風量調節も可能です。壁付吹出口、天井吸込用の利用も可能です。但し、ある程度正確な風量調整が必要な場合は風量調整ダンパー (VD) との併用をお勧めいたします。シャッターに防火機能を加えた型もある。
ブリーズライン		細長い形状の開口を持つ吹出口のこと。ブリーズライン、線状吹出口、ライン型吹出口などとも言われている。シンプルな形状のため、意匠性を要求される部分にも使われる。
アネモ		丸型や角型の羽根を数枚重ね合わせたラップのような形状をしており、吹き出し口から暖気・冷気が放射線状に吹き出されるように工夫されている。優れた空調設備として、ワンフロアのオフィスなど、広い空間で使われることが多い。
天井PAC		天井に設置する露出形のアエアコンです。ステンレス製で過酷な厨房環境に快適さを届ける、高性能・高耐久な専用アエアコン。

調理機器

業務用厨房内にある機器で加熱して調理を行う機器。本研究の調査で中規模厨房に設置されていた代表的な調理機器を表1.4に示す

表1.4 代表的な調理機器

名称	写真	特徴
茹で麺器 Noodleboiler		ラーメン、うどん、スパゲティーなどの麺をスピーディーにゆで上げる。直接加熱方式により熱効率が高く、無駄なく経済的に調理を行える。
フライヤ Flyer		サーモスタット制御で最適な油温を正確にコントロールできるとともに、高温による油の酸化、劣化も防ぐ。
立体炊飯器 Rice cooker	 CRA2-100NS型	2段・3段型があり、1台で「白飯」「炊き込み」「おかゆ」などの幅広い炊飯もできる機器もある。大量調理施設で大活躍。電気式は排熱が少なく、作業環境の改善が見込める。
電磁調理器 IH cooktop		加熱原理は誘導加熱であり、IH調理器とも呼ばれ、電力のみで動作する。一般的には、コンロ型をしている調理器具を言う。火力調整も簡単で、焼き物から炒め物、煮込み調理までスピーディーでパワフルな調理が行える。
ローレンジ Low range		コンロの高さが低く設計された調理機器。寸胴など大きく深さのある鍋で調理するさいに作業しやすいよう、コンロを一般的な高さよりも低い、45cm程の高さに設けている。
ティルティングパン Tilting pan		煮込みから煮物、蒸し物、炒め物までこなす万能加熱調理器。本体はティルティング操作により軽く回転するので調理作業もラクに行える。厚い鉄板の底部にヒーターを密着させているため、熱効率が高く、加熱ムラも抑えられる。
スチーム コンベクション オーブン Steam convection oven		オーブンとスチームを合わせたコンビネーション機能で温度と湿度を調整した調理ができるのが特徴。熱と蒸気を利用し、1台で「焼く」「蒸す」の他に「煮る」「茹でる」「炒める」「炊く」「揚げる」などの調理が可能な万能調理器具です。略して「スチコン」ともいわれている。

<p>ウォーマーテーブル Warmer table</p>		<p>できあがったスープやシチューなどをポットに入れて保温する湯煎器。できたての味を損なわず、お客様のオーダーに応じてすぐに提供できる。サーモスタット制御により料理に合わせた最適な保温温度を保つことができる。コンパクトな卓上型もある。</p>
<p>食器洗浄機 Dish wash</p>		<p>大量の食器を高速に洗う目的の為の機器で調理機器ではない。可動式のフタ状をかぶせると、フタの内部が食器洗い空間になる。スライド式のタイプは食器を置くカゴが複数用意してあり、シンクからそこへ食器を移しそれを滑らせ従業員に体力の負担をかけないように考慮されている。 大型のラックコンベア式のタイプもある。</p>

密閉型機器

調理面が密閉された状態で使用する調理機器。業務用電化厨房施設の換気設備設計指針 (JEHC103-2017) では、スチームコンベクションオープン、立体炊飯器などを分類。

開放型機器

調理面が解放された状態で使用する調理機器。業務用電化厨房施設の換気設備設計指針 (JEHC103-2017) では、フライヤ、ティルティングパン、電磁調理器、ローレンジ、茹で麺器などを分類。

第 1 章に関する参考文献

- [1] 国土交通省大臣官房官庁営繕部 設備・環境課監修：建築設備設計基準 平成 21 年度版、pp.457-460
- [2] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 1995 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Chapter 28 Kitchen Ventilation, 1995
- [3] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 2003 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Chapter 31 Kitchen Ventilation, 2003
- [4] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 2007 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Chapter 31 Kitchen Ventilation, 2007
- [5] Brohard ,G., D.R. Fisher, V.A. Smith, R.T. Swierczyna, and P.A. Sobiski : Makeup air effects on commercial kitchen exhaust system performance, California Energy Commission, 2002,12
- [6] 建設大臣官房官庁営繕部 監修：建築設備設計要領 平成 2 年度版、pp.380-384
- [7] 電力中央研究所報告 R10002：ASHRAEにおける業務用厨房の換気設計基準の変遷、2010.10
- [8] 関東厨房機器協同組合 厨房設計図集委員会編：厨房設備設計事例集、1992.10
- [9] 厨房工学監修委員会 監修：厨房設備工学入門 第5版 -厨房設計-、社団法人日本厨房工業会、2011.5
- [10] 藤本裕子・山中俊夫・甲谷寿史・奥田篤・河合大輔：食堂を併設した業務厨房の換気・空調設計システムに関する研究（第 5 報）排気フードに対する調理機器および空調吹き出しの設置位置に関する調査、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、第 4 巻、pp.21-24、2013.9、
- [11] 村川三郎・越川康夫・篠原道正・西名大作・清田誠良・伊藤博幸：業務用ちゅう房における各種調理機器の使い方とエネルギー消費量の解析：空気調和・衛生工学会論文集、No.69、pp.61-73、1998.4
- [12] 西名大作・村川三郎・清田誠良・西胤暢夫・近都州彦・植村義幸：全電化学校給食施設における厨房機器の使い方とエネルギー消費量の解析：空気調和・衛生工学会論文集、No.112、pp.1-9
- [13] 一般財団法人建材試験センター：業務ちゅう（厨）房に設置される排気フードの捕集率測定方法、*JSTM-V-6201/*、2017.3
- [14] 一般財団法人 建材試験センター：業務用ちゅう（厨）房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法、*JSTM-V-6271/*、2017.3
- [15] 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター：業務用電化厨房施設の換気設計指針、*JEHC103/*、2017.2

第 2 章

厨房規模・排気フード・給気口・調理機器 の実態調査

第2章

厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の実態調査

2.1 序

業務用厨房では調理に伴い大量の熱・水蒸気やオイルミストなどが発生することから、これらを除去するために換気・空調で消費されるエネルギーは非常に大きい¹⁾。また、調理者の作業環境を良好に維持する必要があることから、排気フードの捕集性状を向上させ効率的に熱・水蒸気やオイルミストなどを除去することが重要である。業務用厨房のフード排気量は国土交通省官房官庁営繕部・建築設備設計基準²⁾に基づき、調理機器、フード形状、空調・換気用給気口の種類・位置などに依らずフード下端開口部の面風速(0.3m/s)により決定されることが多い。この国土交通省官房官庁営繕部・建築設備設計基準はASHRAE Handbook Applications(以下、ASHRAE基準と記す)の1982年版を引用している。

一方、ASHRAE基準は継続的に改訂されており、ASHRAE基準の2003年版⁴⁾では、これまでの面風速に関する記述が削除されている。ASHRAE基準2007年版⁵⁾では、米国の一般的な厨房規模を再現した試験室においてフードの捕集性状の実験的研究の成果⁶⁾に基づいた記述が追加されるなど、調理機器・フード形状や空調擾乱などを考慮し基準を改訂してきた。

日本でも調理機器や空調・換気用給気口が多様化するなど業務用厨房を取り巻く環境は変化していることから、少なくとも米国と同等レベルの基準が必要である。厨房規模や厨房機器、調理方法など米国とは異なるため、米国のASHRAE基準をそのまま引用することは適切ではなく、日本独自の基準が求められる。日本の一般的な業務用厨房の実態を反映させたフード捕集率の標準試験法を確立し、これに基づき換気・空調計画されることが望ましい。

本章では、フード捕集率の標準試験法における各種条件設定の根拠となる基礎データの収集と整理を目的とした調査を行っている。中規模社員食堂を対象として、全国35ヵ所の電化厨房の設計図書の調査を実施し、主に次の項目について整理を行った。

- ①厨房規模(天井高さ・床面積)
- ②排気フード(形状・張り出し・面風速)
- ③給気口(種類)
- ④調理機器(種類・設置率・定格電力など)

また、地域による偏った情報とならないためにできるだけ全国から情報を収集している。

2.2 設計図書に基づく調査

2.2.1 調査項目

調査項目を表2.1に示す。厨房の設計図書が入手できる社員食堂の厨房で、1回の供食時間帯における設計食数が200～800食の中規模厨房を主な調査対象とした。

表2.1 調査項目(期間H24.11～H25.2)

大項目		小項目	内容
厨房規模		床面積	加熱調理エリアの床面積
		天井高さ	天井高さ
排気	フード	大きさ	幅、奥行、高さ
		設置位置	壁付き型、アイランド型
		張り出し	機器別の張り出し寸法（オーバーハング）
	調理機器	種類と配置	
	天井	種類	ユニバーサル型、ライン型など
		設置位置	平面・断面的な位置情報
個数・風量		種類ごとの個数と風量	
給気		種類	ユニバーサル型、パンカルーバ型など
		外気処理	温度調節していない外気を入れているか
		設置位置	平面・断面的な位置情報
		個数・風量	種類ごとの個数と風量

2.2.2 調査方法

厨房の運用・管理担当者に事前に準備した調査シートへの記入を依頼し、さらに現場確認による設計図書と現状との整合性の確認を依頼した。設計図書が十分に揃わない場合は、厨房内の状況を把握するために、制気口や空調機器の写真の提供を依頼した。設計図書によって得られる情報量にばらつきがあったため、何度か情報の提供依頼を繰り返し行い、情報量の充実と平準化に努めた。

2.2.3 調査対象とした厨房

地域にやや偏りはあるが全国35ヵ所の業務用電化厨房を調査した。調査対象とした厨房の一覧および調査結果の一部を表2.2に示す。表中の「-」の部分は情報が入手できなかった項目である。また、設計図書と現状では給気口の位置や数などが異なる厨房があった。

表2.2 調査対象厨房一覧表および調査結果の一部

No	所在地	延床面積 [m ²]	規模 [地上/地下]	竣工年 (改修年) [年]	厨房面積			天井高さ [m]	設計 食数 [食/ 回]	換気量		換気 回数 ※1 [回/h]	給気口※2 [個]											
					全体	加熱 エリア [m ²]	天井			フード	天井面		天吊PAC	VHS	PK	BL	ノズル	給排気フード	他					
																				[m ²]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	
01	北海道	23,908	7/1	1956	全体	129.2	67.6	2.40	600	10,320	-	33.3						8						
02	北海道	7,725	5/1	1968	全体	57.2	45.1	3.00	200	5,590	-	32.6												
03	宮城	14,386	8/0	2011	全体	71.1	43.7	2.70	250	10,200	1,600	61.5								③				
04	埼玉	-	9/1	1994	全体	77.0	55.4	2.34	293	9,330	3,300	70.1		⑤						3				
05	東京	10,389	7/4	1989	厨房	106.1	134.2	-	320	16,500	6,600	87.1		⑤	12									
				洗浄室	28.1	-				-	-	-	-	-										
06	東京	-	7/2	(2003)	全体	125.4	83.7	2.40	350	5,410	2,880	27.5			11	③								
07	東京	-	8/1	(2012)	全体	96.1	62.5	2.40	250	8,800	1,400	44.2			11	6								
08	東京	-	8/1	(2003)	全体	85.8	53.1	2.20	330	7,000	2,700	51.4		⑤	10									
09	神奈川	38,403	11/1	1994	厨房	86.2	163.1	2.30	800	7,830	900	39.6		5										
				配膳室	45.5	45.5				1,770	1,500			4										
				洗浄室	31.4	-				0	2,100			3										
10	富山	43,665	14/1	1989	全体	85.5	47.3	2.30	300	8,150	700	45.0		5										
11	富山	-	5/0	1993	全体	112.5	58.6	3.60	250	11,650	650	30.4		④	10									
12	長野	4,259	5/1	(2000)	全体	45.5	25.5	2.50	250	10,000	300	90.5	2							①				
13	岐阜	24,097	11/1	2001	厨房	67.3	135.9	2.60	490	3,400	1,200	21.7			8					②				
				配膳室	33.5	33.5				900	200			1	6	①								
				洗浄室	35.1	-				2,200	400			1	4									
14	静岡	-	5/1	-	全体	72.0	35.8	2.60	200	4,070	1,030	27.2								4				
15	愛知	-	5/1	(2003)	全体	72.9	43.3	2.42	200	5,600	-	31.7	2											
16	愛知	6,389	6/1	-	全体	97.9	44.7	2.40	100	11,200	300	48.9		⑥				4						
17	愛知	9,447	9/2	-	全体	139.7	54.3	2.40	200	15,000	-	44.7			7			2						
18	愛知	-	6/2	-	厨房	70.3	140.4	2.35	150	8,250	-	36.3	2			5								
				配膳室	46.9	46.9				1,450	300			1	①		②							
				洗浄室	23.2	-				1,650	200				①		1							
19	愛知	-	3/0	-	厨房	53.0	72.0	2.35	90	7,900	1,800	77.9	2	⑤										
				配膳室	19.0	-				600	400			1	①									
20	愛知	28,375	12/5	1993	厨房	42.0	85.9	2.40	120	6,000	-	29.1	1	③										
				配膳室	24.6	24.6								1	①									
				洗浄室	19.3	-								1	①									
21	愛知	11,482	7/1	1979	全体	91.6	55.8	2.59	300	11,200	800	50.6					9	⑤	4					
22	愛知	-	7/0	-	厨房	52.2	72.0	2.40	200	3,800	400	24.3		⑥	2									
				下処理	9.7	-											1							
				洗浄室	10.1	-																		
23	愛知	-	6/0	1993	厨房	67.6	135.2	2.40	200	6,100	2,400	51.5			6									
				配膳室	35.1	35.1				2,400	1,800				3									
				洗浄室	32.5	-				1,200	1,500				1									
24	愛知	14,241	8/1	1989	全体	95.9	42.0	2.26	400	4,500	-	20.8		21										
25	三重	-	4/0	-	全体	55.3	34.1	2.70	250	4,861	-	32.6		③										
26	兵庫	33,295	19/2	2000	全体	131.7	75.6	-	-	12,350	200	38.1			12									
27	大阪	14,453	9/2	(2003)	全体	155.2	74.0	2.25	-	-	-	-		(7)	(1)									
28	大阪	8,453	6/0	2012	全体	87.9	47.6	2.50	200	11,230	500	53.4	3	①						⑥				
29	広島	-	-	-	全体	156.7	58.4	4.60	400	-	-	-			10									
30	広島	-	16/1	1962	全体	93.5	66.6	2.57	200	8,100	2,000	42.1		④	10									
31	広島	20,580	9/4	2002	全体	61.2	36.3	2.50	200	6,100	900	45.8		③	9									
32	岡山	8,340	6/0	1989	全体	45.7	24.3	2.60	200	-	-	-			4									
33	香川	13,919	7/1	2004	厨房	63.0	146.4	2.60	300	11,400	700	67.6			16				(2)					
				下処理	17.4	17.4				0	1,100				4									
				配膳室	34.6	34.6				2,000	5,000												(1)	
				洗浄室	31.4	-				1,100	700				22.0			6					(1)	
34	福岡	46,720	12/4	1968	全体	226.0	125.0	3.00	-	-	-	-			16	15								
35	沖縄	4,602	2/0	1972	全体	93.6	45.8	2.57	150	5,429	-	22.6	2											

※1 換気回数の欄で、下線を付した数値は天井高さ2.5mとして算定した参考値である。

※2 給気口の欄で、○で囲んだ値は温度調節していない外気給気口の個数を、()内の数値は温度調節の情報が無い給気口の個数を示す。給気口は、天井吊りパッケージエアコンを天吊PAC、ユニバーサル型吹出口をVHS、パンカレーパ型吹出口をPK、ライン型吹出口をBL、ノズル型吹出口をノズル、同時給排気フードを給排気フードとする。

2.3 厨房規模に関わる調査・分析結果

2.3.1 天井高さ

厨房の天井高さの調査結果を図2.1に示す。「2.4m以上2.5m未満」の頻度が最も高い。天井高さが3m以上の厨房は特殊な理由で天井高さ(階高)が決まっていたと考えられ、これらを除外した平均値は2.45mであった。なお、全ての厨房を対象とした平均値は2.58mであった。

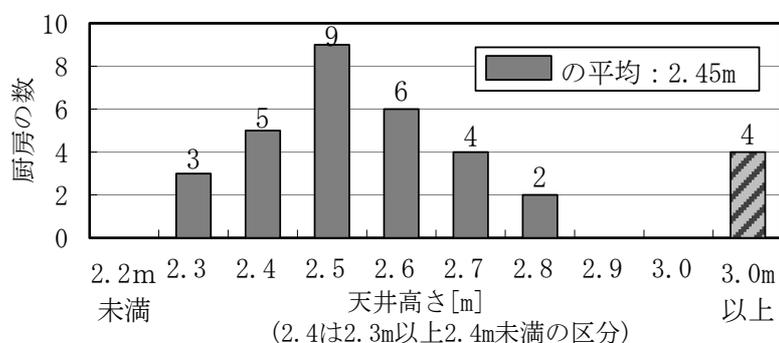


図2.1 調理作業を想定した人体の擾乱

2.3.2 厨房のゾーニングと床面積

作業内容により厨房を下処理エリア、加熱調理エリア、洗浄エリアなどに区分し、エリア別の厨房平均比率を算出した。すなわち、表2.3に示す各エリアの特徴を考慮し、機器レイアウトから各エリアに厨房を区分し、面積を算定した結果を表2.3に示す。加熱調理エリアが最も広く、厨房の56%を占める。下処理エリアと洗浄エリアは、ほぼ同じで20%前後であった。調査対象とした厨房の床面積を図2.2に示す。今回調査した厨房の床面積は50m²弱～200m²強の範囲にあり、平均値は104.2m²であった。なお、厨房のゾーニングの考え方には複数あり、明確な基準はないが、厨房内を壁でゾーニングしている事例を参考とした。調査厨房のゾーニングの一例を図2.3に示す。

表2.3 厨房のゾーニング※

分類 (エリア)	特 徴	面積の平均比率
下処理	冷蔵庫、シンク、作業台など調理前作業や盛付を行う	21.5%
	立体式炊飯器があることも多い	
加熱調理	スチコン、電磁調理器、フライヤなど加熱調理を行う	56.2%
	調理機器のほとんどがここに集中する	
	配膳カウンター(パントリー)もここに属する	
洗浄	食器洗浄機があり、下膳カウンターに面している	20.2%
食品庫	部屋として独立。今回はカウントしていない	-
その他	明らかに作業エリアとはいえない経路空間	2.1%

※ 壁で分割されていない場合は、作業状況や動線を推測してエリア分けを行った。2つのゾーンで共通して使用される通路は、その面積を2分割して各ゾーンに含めた。

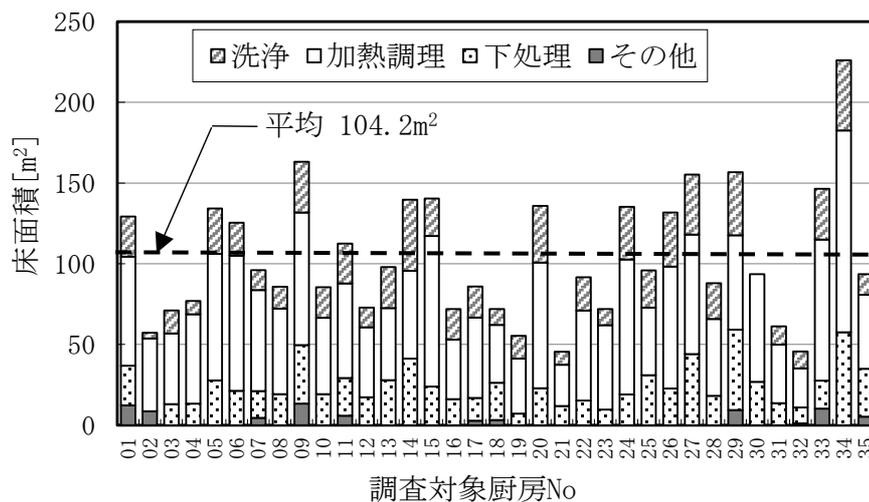


図2.2 厨房面積と各作業エリア



図2.3 調査厨房のゾーニング（一例）

2.4 排気に関する調査・分析結果

2.4.1 排気フードの設置状況

調理機器別に排気フードの設置状況を図2.4に示す。排気フードの総数に対し、2面開放の壁付型は19%、3面開放の壁付型は53%、4面開放のアイランド型は27%であった。調理機器別でみると、小型機器の電磁調理器では4面開放のアイランド型が最も多い。茹で麺器、フライヤの中型の機器では3面開放壁付型が多く、半数以上を占めているが、アイランド型も全体の3割と多い。スチームコンベクション(以下、スチコンと記す)、立体式炊飯器、ティルティングパンの大型機器では4面開放のアイランド型は少なくほとんどが壁付型であり、その約3分の1は部屋の角に設置される2面開放の壁付型であった。

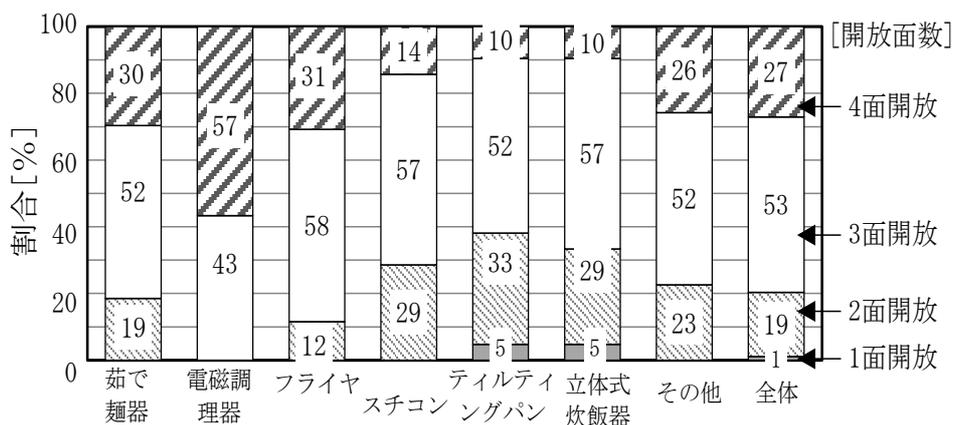
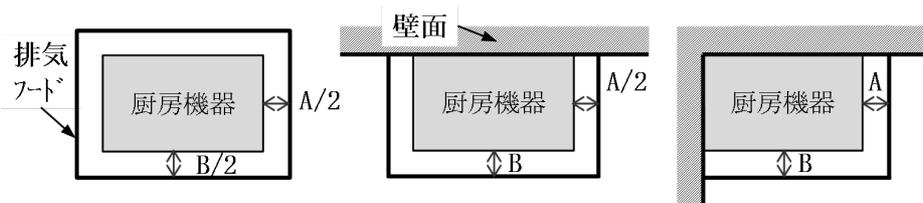


図2.4 調理機器別の排気フード設置状況

2.4.2 排気フードの張り出し寸法

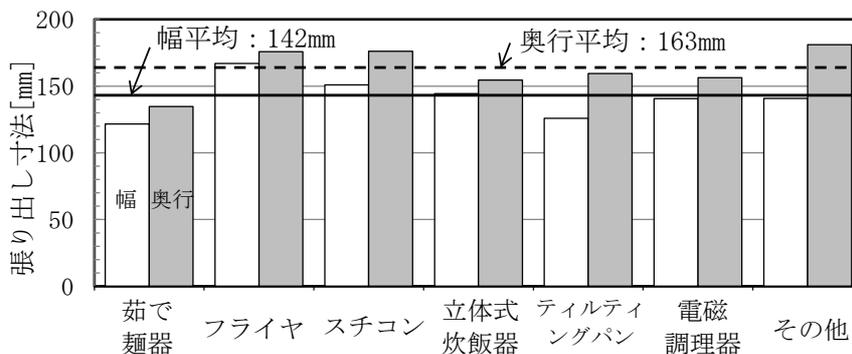
排気フードの張り出し寸法をフードと機器の寸法から図2.5(a)に示した方法により算定した。なお、4面開放のアイランド型フードの場合、調理者が調理行為を行うのは排気フードの長辺側であると考えられるので、図2.5(a)左図のように幅(A)と奥行(B)を算定した。電磁調理器、フライヤ、茹で麺器などの調理機器について、張り出し寸法を整理した結果を図2.5(b)に示す。なお、現場調査で測定できたフードについては、その値を採用している。



幅 (A) = [フード幅] - [調理機器幅]

奥行 (B) = [フード奥行] - [調理機器奥行]

(a) 排気フードの張り出し寸法の算定方法



(b) 調理機器別の排気フードの張り出し寸法

図2.5 排気フードの張り出し寸法

2.4.3 排気フードの面風速

排気フード毎の排気量に関する情報が揃っている21件の厨房について、調理機器別に排気フードの面風速を算定した結果を図2.6に示す。面風速の平均値は0.25m/sであった。調査対象が電化厨房であり、全ての機器で0.2m/s以上0.3m/s未満の割合が最も多い。スチコンや立体式炊飯器のような密閉式の調理機器に関しても同様であった。

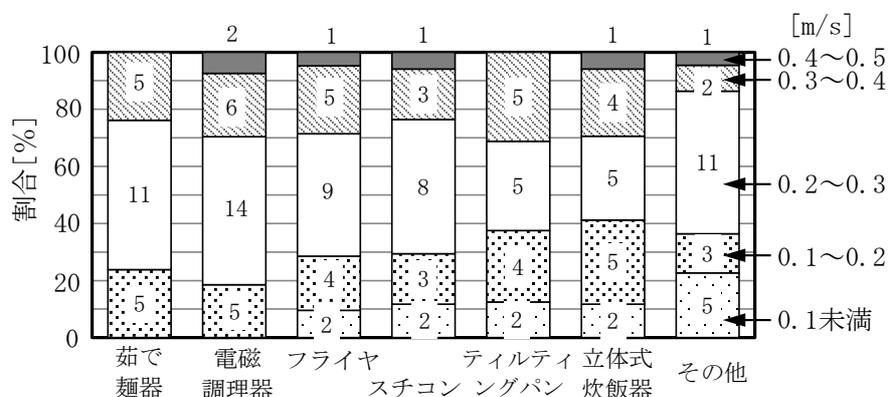


図2.6 調理機器別の排気フードの面風速

2.4.4 換気回数と天井排気口

換気回数を算出できる情報が得られた31件の厨房の換気回数の度数分布を図2.7に示す。図2.7では洗浄室などが壁で仕切られている厨房についてはこれらを除いたエリアでの換気回数を、仕切られていない場合は厨房全体での換気回数を示している。厨房の換気回数は30~40回/hが最も多く、全体の29%を占める。5件ある洗浄室では、全て40回/h以下であった。天井排気口がある厨房でその風量が算定できた23件の厨房の結果を図2.8に示す。天井排気口の風量は総排気量の2~35%であり、平均では16.3%であった。

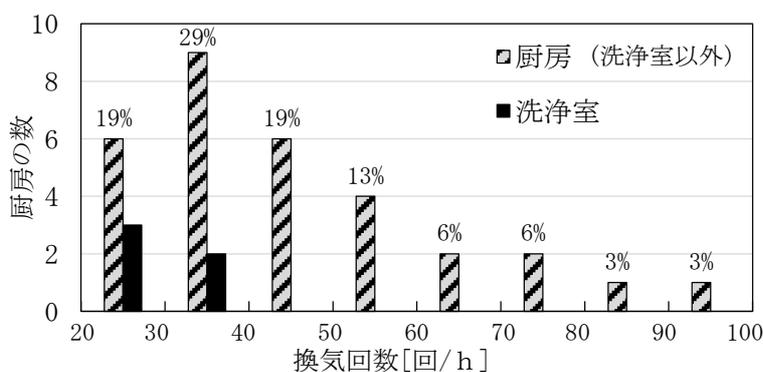


図2.7 換気回数

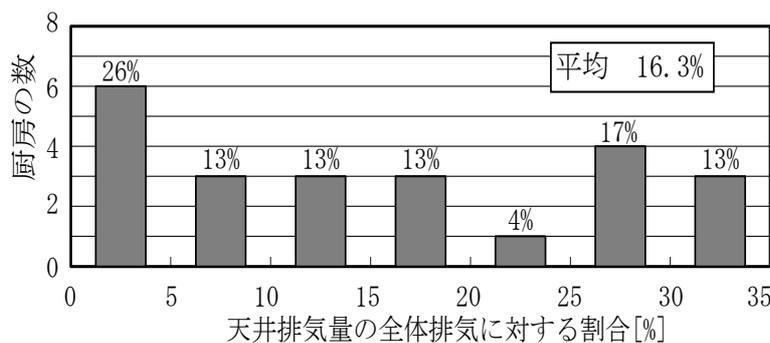


図2.8 天井排気口の風量の割合

2.5 給気に関する調査・分析結果

給気口の種類と給気の温度調節の有無に関する調査結果を図2.9に示す。なお、給気口の種類は、天井吊りパッケージエアコン(以下、天吊PAC)、ユニバーサル型吹出口(以下、VHS)、パンカルーバ型吹出口(以下、PK)、ライン型吹出口(以下、BL)、ノズル型吹出口(以下、ノズル)、同時給排気フード(以降、給排気フード)である。厨房の給気口はVHSが最も多く52%の厨房に設置され、次いでPKの45%であった。空調擾乱を発生させやすい天吊PACとPKのいずれかが設置された厨房は22件であり全体の63%であった。また、温度調節された外気のみが給気される厨房は15件あり、残り20件(約60%)の厨房では温度調節されていない外気が導入されており、その給気口の種類はVHSとBLと給排気フードであった。また、ガラリを介して直接外部から外気を取り入れている厨房が1件あった。

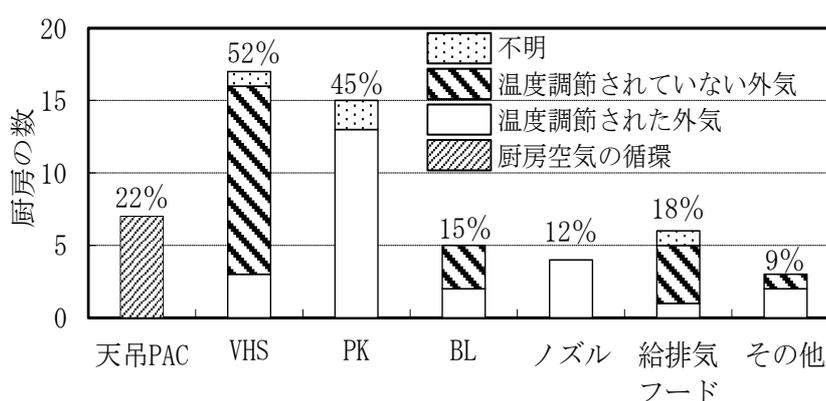


図2.9 給気口種類と給気の温度調節の有無*

- * 図中の数値は、設置厨房の数÷対象厨房の数(33)で算出した。また、厨房に複数種類の給気口がある場合は重複カウントし、給気口の一か所でも外気を給気していれば温度調節されていない外気とした。

2.6 調理機器に関する調査・分析結果

2.6.1 1つのフードに対する調理機器の数

1つのフードに対し、その下部に設置されている調理機器の個数を集計した。全ての調理機器について集計した頻度分布を図2.10(a)に示す。1つのフードに1個の調理機器が設置されている場合(以下、単独設置と記す)が最も多く、平均は1.6個/フードであった。調理機器による傾向を見るために個数でなく調理機器の種類数で集計した結果を図2.10(b)~(d)に示す。参考として2種類の場合に限り組み合わせ調理機器も図中に示す。茹で麺器を含むフードに対する平均値は1.3種類/フードであり83%が単独設置であった。一方、電磁調理器を含むフードでは単独設置は45%、同じフード内にあと1機種の機器と組み合わせる場合が34%であった。フライヤを含むフードでは単独設置が全体の35%、あと1機種の機器と組み合わせる場合が41%であった。フライヤと組み合わせられる機器の約半分は電磁調理器であった。

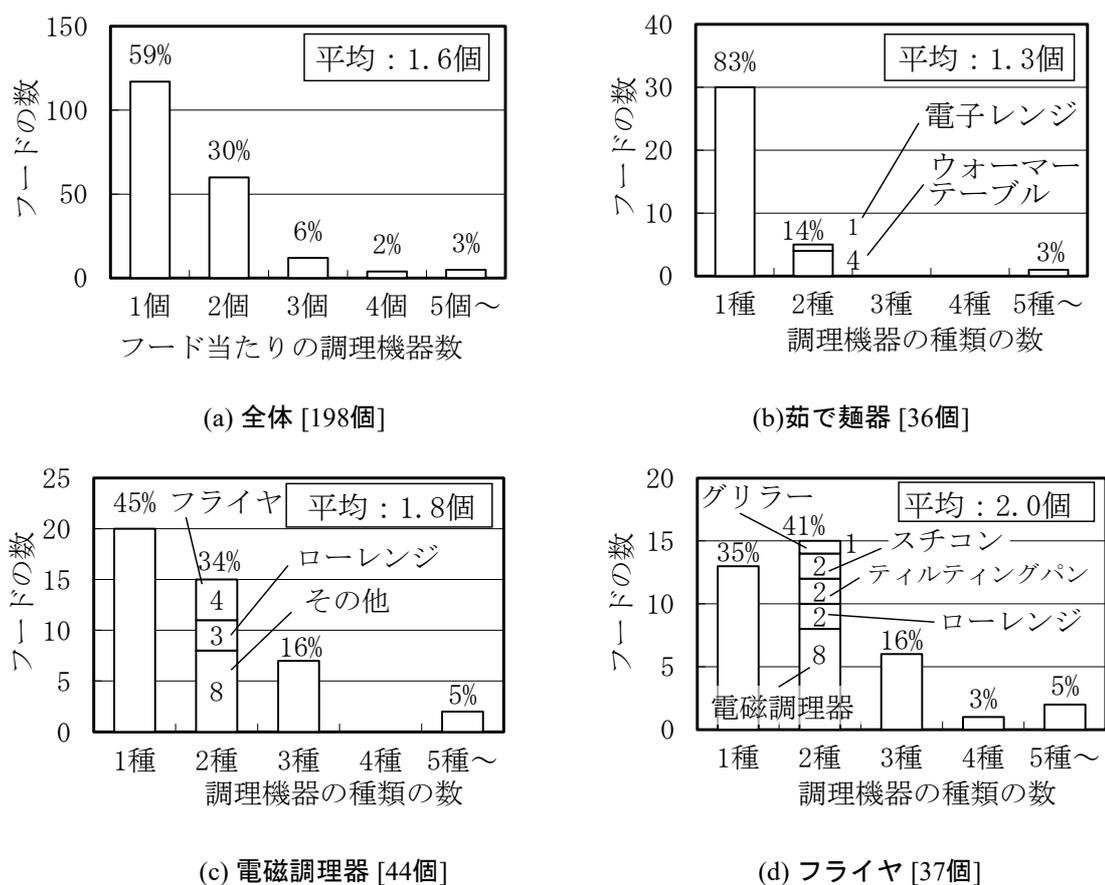


図2.10 1つのフードに対する調理機器の数と種類

2.6.2 調理機器毎の総定格電力と設置率

設計食数200食/回^{注3)}当たりの調理機器毎の定格電力の合計(以下、総定格電力と記す)と、調査厨房の中で設置されている厨房機器の割合を設置率として表2.4に示す。フライヤと電磁調理器は5～6kWが標準的な定格電力であることを考慮すると、複数台設置されている場合が多い。設置率を見ると、茹で麺器、電磁調理器、フライヤはほとんどの厨房に設置されている。

表2.4 調理機器の総定格電力と設置率

調理機器	総定格電力[kW] [※]	設置率[%]
茹で麺器	13.7	93
電磁調理器	15.0	93
フライヤ	10.2	97
スチコン	14.7	83
ティルティングパン	12.5	73
立体式炊飯器	20.3	67
厨房全体	105.6	-

※ 設計食数200食/回当たり

2.7 まとめ

全国35ヵ所の中規模社員食堂の厨房を調査し、換気・空調に関わる情報の整理を行った。主な調査・分析結果を以下にまとめる。また、日本における標準的な厨房を図2.11に示す。

- 1) 天井高さは「2.4m以上2.5m未満」が最も多い。
- 2) 床面積の平均値は104.2m²であった。
- 3) 厨房内では加熱調理エリアが最も広く、厨房の56%を占め、下処理エリアと洗浄エリアは20%前後であった。
- 4) 排気フードは壁付型が73%、アイランド型が27%であった。
- 5) 排気フードの機器に対する張り出し寸法の幅の平均値は142mm、奥行きは163mmであった。
- 6) 排気フードの面風速の平均値は0.25m/sであった。
- 7) 厨房の換気回数は30～40回/hが最も多く、天井排気口が備わっている厨房は31件の厨房のうち23件あり、総排気量との割合は平均で16%であった。
- 8) 給気口はVHSが52%、パンカルーバが45%の厨房に設置され、約6割の厨房で温度調節されていない外気の導入があった。
- 9) 1つのフードに1個の調理機器が設置されている場合が最も多く、平均は1.6個/フードであった。

本調査結果は「フード捕集率の標準試験法」における各種設定条件の有用な基礎資料となる。また、標準試験法で新たな換気・空調システムを適正に評価されることで、厨房における省エネルギー・快適性向上などに大きく寄与ことになる。

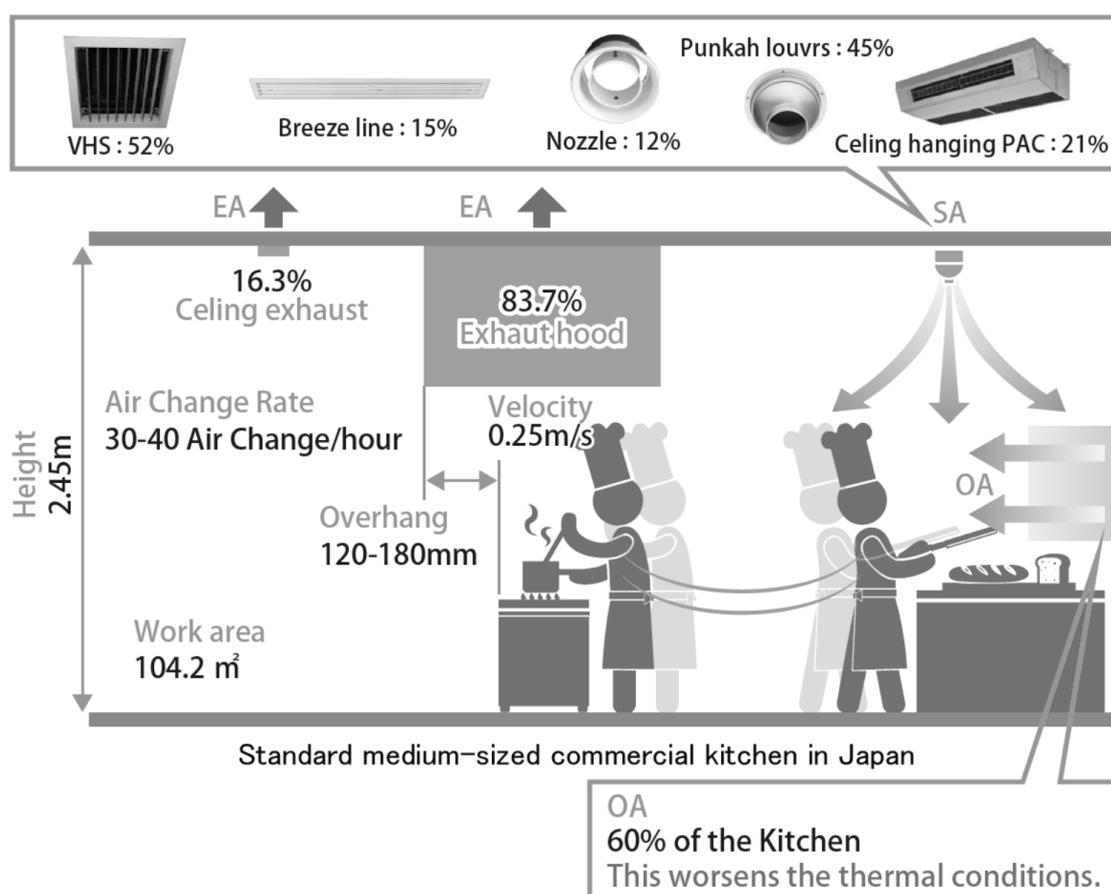


図2.11 日本の標準的な厨房

謝 辞

ご協力いただきました電力会社の皆様ならびに厨房の運用・管理者の皆様に対し、ここに記して謝意を表します。

注

- 1) 1つのフードに複数の調理機器が設置されている場合、調理機器のほかに作業台も置かれている場合があった。図面による調査のため配置図を入手できない厨房もあったため、張り出し寸法が400mm以上と算出された場合には作業台などが配置されているフードと判断し、集計対象から削除して集計した。
- 2) 1回の供食時間帯における設計食数が設計図書に明示されていない場合には立体式炊飯器の炊飯容量から推計した。例えば、容量5kgが3段の場合は5kgを1日50食分として、 $3 \times 50 \text{食/回} = 150 \text{食/回}$ とした。さらに、米飯3に対して、麺類1の割合で提供されるとし、麺類と合計で設計食数200食/回となると想定した。なお、調査対象とした厨房は1回の供食時間帯における設計食数が200～800食の中規模厨房であり、表2.4には設計食数200食/回当たりの総定格電力を示すこととした。

第2章に関する参考文献

- [1] 近藤靖史, 長澤康弘, 川瀬貴晴, 永瀬修, 石川登志樹, 室田岳志, 赤林伸一: 業務用ちゅう房におけるエネルギー消費量と換気・空調システム, 空気調和・衛生工学, Vol. 75, No. 9, pp. 761-770, 2001.9
- [2] 国土交通省大臣官房官庁営繕部 設備・環境課監修: 建築設備設計基準 平成21年度版, pp. 457-460
- [3] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 1995 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Capter28 Kitchen Ventilation, 1995
- [4] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 2003 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Capter31 Kitchen Ventilation, 2003
- [5] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 2007 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Capter31 Kitchen Ventilation, 2007
- [6] Brohard ,G., D.R. Fisher, V.A. Smith, R.T. Swierczyna, and P.A. Sobiski : Makeup air effects on commercial kitchen exhaust system performance, California Energy Commission, 2002,12
- [7] 建設大臣官房官庁営繕部 監修: 建築設備設計要領 平成2年度版, pp. 380-384
- [8] 荻田俊輔, 近藤靖史, 藤田美和子, 吉野一, 永瀬修: 中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第1報 排気フード廻りの空調擾乱の調査方法と調査例, 空気調和・衛生工学会論文集, No211 pp.1-6, 2014.10
- [9] 藤本裕子, 山中俊夫, 甲谷寿史, 奥田篤, 河合大輔: 食堂を併設した業務厨房の換気・空調設計システムに関する研究 (第5報) 排気フードに対する調理機器および空調吹き出しの設置位置に関する調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 第4巻, pp. 21-24, 2013.9
- [10] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ed., : 2011 ASHRAE Handbook HVAC Applications, Capter33 Kitchen Ventilation, 2011

第2章に関する既発表文献

- [1] 藤田美和子,近藤靖史,永瀬修,吉野一,荻田俊輔：中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その1) 機器単体、排気フード毎および厨房全体の負荷率の整理方法, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.693-694, 2012.9
- [2] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔：業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その1) 調査対象厨房の概要と厨房規模などに関する情報, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.647-648, 2013.8
- [3] 宮崎博之,近藤靖史,藤田美和子,永瀬修,吉野一,荻田俊輔：業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その2) 排気フード・給気口・調理機器などに関する情報, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.649-650, 2013.8
- [4] 澤田佳也,近藤靖史,藤田美和子,永瀬修,吉野一,荻田俊輔：業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その3) 厨房規模・排気フード・給気口・調理機器などに関する情報, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.17-20, 2013.9
- [5] 近藤靖史,鈴木盛永,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子,永瀬修：天井給気型置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の温熱環境実測とCFD解析, 日本建築学会環境系論文集,第78巻,第692号, pp.749-756, 2013.10
- [6] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔：中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第2報厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の調査, 空気調和・衛生工学会学術論文集,第216号, pp.11-17, 2015.3

第 3 章

調理機器の実態調査と 設計負荷率の算定方法の検討と算定例

第3章

調理機器の実態調査と設計負荷率の算定方法の検討と算定例

3.1 序

厨房の快適性と省エネ性を両立するためには、必要十分な換気量や空調能力の決定が重要である。また、調理機器から発生する熱・水蒸気や臭気を排気するための適正な必要換気量を求めるには、これらの発生量と相関が高い調理機器の負荷率を知ることが重要である。これに対し、村川ら¹⁾は和食レストランやホテルの厨房において各調理機器の使用回数や使用時間とエネルギー消費量の対応関係や負荷率の累積頻度などについて検討している。また、西名ら²⁾は全電化学校給食施設を対象に各種機器のエネルギー消費量を測定し、調理系統と洗浄系統に大別し、調理機器ごとの日電力消費量や累積割合ごとの負荷率などを整理している。洗浄系統の機器やフライヤは日電力消費量の変動が小さい傾向を示すのに対し、回転釜などの調理系統の多くの機器では調理品目や食数によって調理作業の内容が変わり、日による変動が大きくなることなどを報告している。

本研究では、国内10ヶ所の中規模業務用電化厨房における調理機器の消費電力の測定結果に基づいて、必要換気量や空調負荷の算定の際に使用する負荷率(以降、設計負荷率と記す)の算定方法を検討し、算定例を示す。なお、本論は文献3と文献4に示した内容に分析・考察を加え、再構成したものである。

3.2 調理機器の負荷率の調査概要

業務用厨房の形態として、社員食堂の厨房、ホテル内の厨房、飲食店の厨房など多くの形態がある。厨房の形態によって調理機器の使われ方は異なると考えられるため、本研究では社員食堂の厨房を対象を限定した。また、社員食堂の厨房においても提供食数の設計時の想定数(以降、設計食数と記す)によって使用する調理機器が異なると考え、本研究では設計食数が150～800食/回の中規模の社員食堂の電化厨房を対象として検討を進めた。対象とした国内10ヶ所の厨房の概要を表3.1に示す。冬期約2週間の連続測定を行い、10日間の消費電力データに基づいて検討を行う。なお、稼働日数が10日以上厨房は、他と合わせるため、計測開始日から10日間のデータを使用した。また稼働日は全て平日である。

調理機器毎に電力量計あるいは電流計のいずれかを設置し、1秒間隔で計測し1分間の平均値を記録した。厨房A、D～H、Jでは電力を、厨房B、C、Iでは電流を測定した。測定器の誤差は、電力量計では±2%程度であり、電流計では±3%程度である^{注1)}。また、電流を測定した厨房では、力率を仮定して電力量を算出した。力率は0.9～0.95と仮定するケースが多いが、本研究では負荷を多めに見積もる方が安全側の評価となると考え、力率を1.0と仮定した。

今回の調査では全国の広い地域での業務用厨房を対象としたため、測定器の設置や測定値の収集は調査対象厨房ごとに異なる調査員に依頼した。表3.3に示す茹で麺器、フライヤ、電磁調理器などの加熱機器の消費電力を測定し、調理機器の消費電力を機器の定格電気容量で除して負荷率を算定した。ただし、電気用品安全法(昭和36年制定)では1kW以上の機器についての表示電力の許容差を±10%としており、測定された消費電力の最大値がカタログに記された定格電気容量より大きい場合があった。測定精度を考慮すると負荷率が103%を超えた場合に定格電気容量を超えたと判断できるが、表-2に示すようにそのような機器は全機器数の半数程度であった。また、負荷率113%以上を示した機器が18個あり、これらは定格電気容量の情報や測定値に問題があった可能性があると考えられる。そこで設計負荷率を求める時間帯において負荷率が113%

を超えるデータは適切でないと判断し、これらは除外して集計を行った。

表3.1 調査対象厨房の概要

厨房 †1	A (01)	B (09)	C (11)	D (14)	E (15)	F (22)	G (23)	H (24)	I (28)	J (35)	
所在地	北海道	神奈川県	富山	静岡	愛知	愛知	愛知	愛知	大阪	沖縄	
床面積[m ²]	129	163	113	72	73	72	135	96	88	94	
天井高[m]	2.4	2.3	3.6	2.6	2.4	2.4	2.4	2.3	2.5	2.6	
設計食数 [食/回]	600	800	250	200	200	200	200	400	200	150	
提供食数 [食/回] †2	500	200	100	100	190	100	180	310	130	150	
稼働時間 †3	7:30~ 16:00	6:30~ 17:00	6:00~ 14:30	6:30~ 14:30	8:00~ 14:00	8:00~ 15:00	8:00~ 14:30	6:30~ 14:30	6:00~ 15:00	6:30~ 15:30	
消費電力の測定機器	電力量計	電流計	電流計	電力量計	電力量計	電力量計	電力量計	電力量計	電流計	電力量計	
測定期間	年	2012	2012	2012	2010	2012	2013	2012	2012	2012	2012
	開始日	12/11	12/5	11/19	12/6	11/10	1/9	11/28	12/13	11/5	12/13
	終了日	12/25	12/18	12/7	12/28	11/26	1/24	12/10	12/27	11/16	12/27
稼働日数 †4	10	10	14	15	10	11	10	10	10	10	

注 †1 ()内の数字は第2章に示した厨房の番号を示す。

†2 提供する食事はすべて昼食である。

†3 稼働時間は調理機器の消費電力から推定した。

†4 稼働日は全て土日祝日を除く平日である。

3.3 負荷率の平均化時間の検討

負荷率を算定した例を図3.1に示す。1分毎の負荷率と、平均化時間を5分間、10分間、1時間とした場合の負荷率とを比較する。図3.1の例では、1分毎の負荷率は変化が大きく、傾向を把握しにくい。一方、1時間で平均化した場合、ピークの負荷率が過小に評価される。5分間あるいは10分間で平均化した場合には、負荷率の変動が把握できる。ただし、図3.1中の破線の円で示すように、10分間で平均化した場合には、5分間で平均化した場合に見られた2つのピークが1つのピークになるなど傾向がやや変わる。1分毎の負荷率と5分間で平均化した負荷率(以降、5分間平均負荷率と記す)の頻度分布の例をそれぞれ図3.2、図3.3に示す。茹で麺器、立体炊飯器、電磁調理器(3kW、5kW)などでは、1分毎の負荷率と5分間平均負荷率の累積頻度に大きな差異は見られない。一方、フライヤの90%累積頻度は1分間負荷率が79%に対し5分間平均負荷率は41%と大きく異なる。1分間の負荷率の累積頻度には負荷率1%以下の頻度が非常に多い。すなわち、OnとOffの切り替わりが多い調理機器では1分毎の測定値を使用すると負荷率1%以下の頻度が多くなるため、ある程度の平均化操作を行った方が機器の稼働状況も把握しやすくなる。ただし、前述のとおり平均化時間が長いとピークを適切に捉えることができないため、平均化時間はできるだけ短い方が良く考えられ、また、平均化時間が短い方が多様な調理機器を統一的に扱えると考えられる。一方、平均化時間が短か過ぎると変動が大きく、傾向を捉えることが難しい。そこで、以下の既往研究から負荷率の平均化時間について考察する(表3.2参照)。

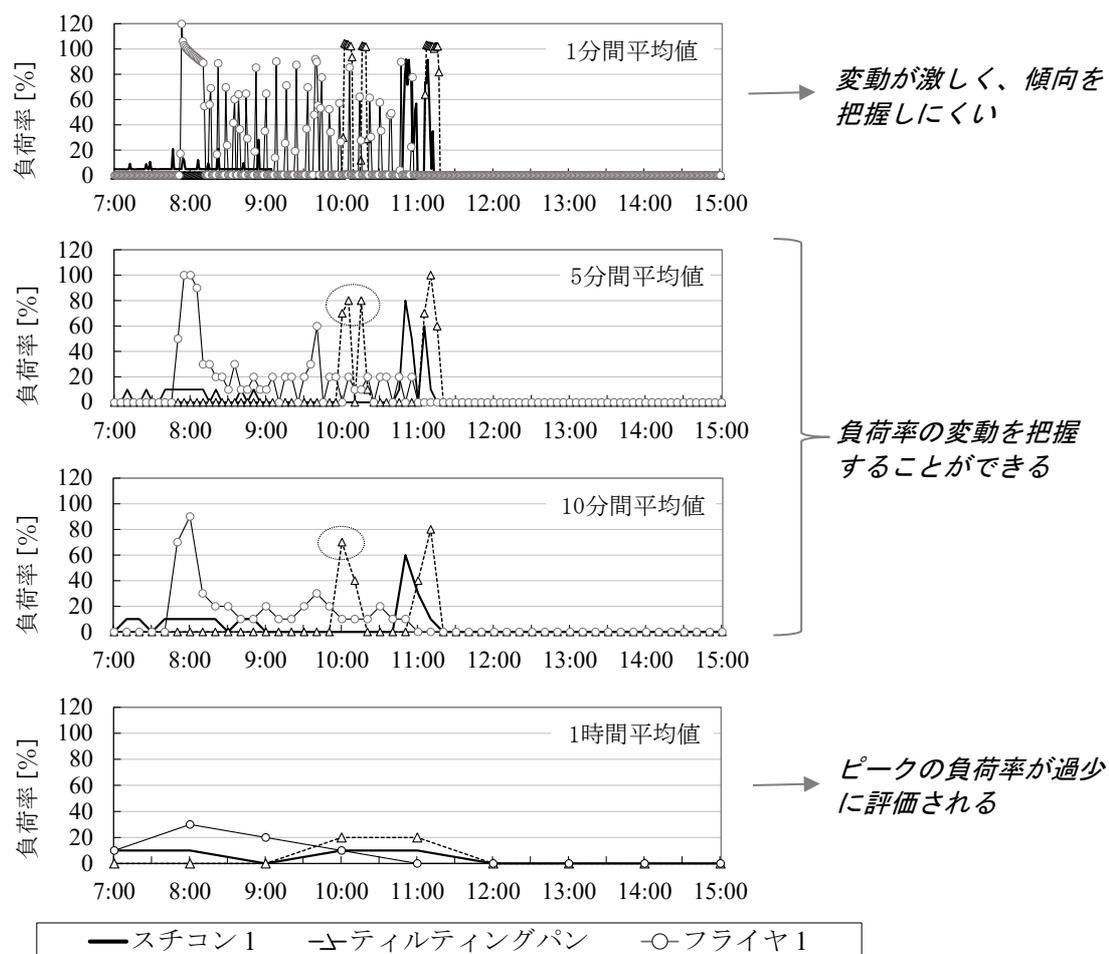


図3.1 平均化時間による負荷率の時間変化の差異
(厨房B、12月5日)

ON/OFF を繰り返す温度固定型の機器は、負荷率が一桁でも 90% 累積値は 79% と高くなる。5 分間平均値では 41% となり、平均化することで負荷率の傾向がみえる。

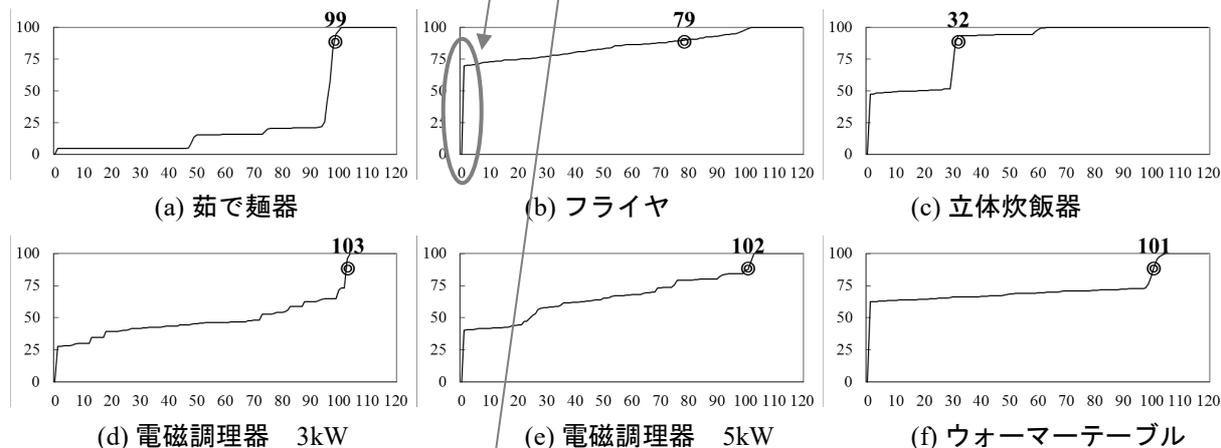


図3.2 1分間隔のデータに基づく負荷率の累積頻度の例 (厨房D、縦軸:累積頻度、横軸:負荷率)

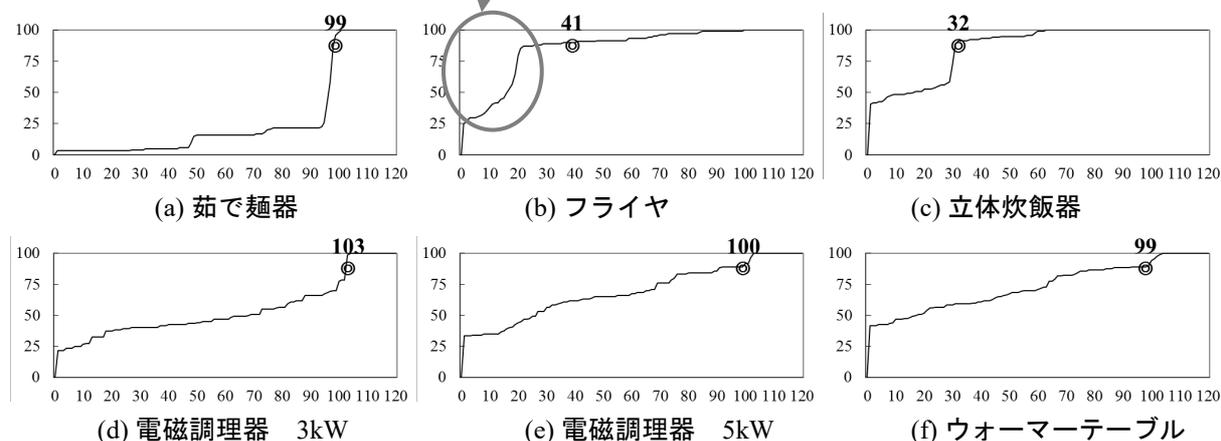


図3.3 5分間平均値負荷率の累積頻度の例 (厨房D、縦軸:累積頻度、横軸:負荷率)

表3.2 既往文献とヒヤリングによる平均化時間に関する調査

既往文献など	概要
村川ら ¹⁾	各種調理機器の使用時間を整理。 フライヤやグリドルなどでは使用時間が数分であることを示している。
西名ら ²⁾	電化厨房機器の時間最大電力消費量を平均時間間隔として1分、10分、30分で比較。 スチコンなどでは1分値と10分値に大きな差が見られる。
近藤ら ⁶⁾	5つの中規模業務用電化厨房を対象として調理行動を調査し、調理機器の前で作業する時間はIHレンジでは平均で約10分、最短で約4分、茹で麺機では平均で約14分、最短で約6分、フライヤでは平均で約16分、最短で約5分であることを示している。
ヒヤリング	厨房デザイン・運営のコンサルティング会社、厨房換気システムメーカーに対しヒヤリングを行った。 「焼く・炒める・揚げるなどの頻度の高い調理作業の所要時間は5分間程度が一区切りであり、採用した平均化時間と概ね対応する」

村川ら¹⁾は各種調理機器の使用時間を整理しており、フライヤやグリドルなどでは使用時間が数分であることを示している。また、西名ら²⁾は電化厨房機器の時間最大電力消費量を平均時間間隔として1分、10分、30分で比較しスプケトルのように最大値の発生状況が長時間継続する機器では1分値と30分値の差は小さいが、スチコンなどでは1分値と10分値に大きな差が見られることを示している。近藤ら⁶⁾は5つの中規模業務用電化厨房を対象として調理行動を調査し、調理機器の前で作業する時間はIHレンジでは平均で約10分、最短で約4分、茹で麺機では平均で約14分、最短で約6分、フライヤでは平均で約16分、最短で約5分であることを示している。このように、既往研究から調理機器によっては比較的短い時間で平均化する必要があると判断できるため、本研究では平均化時間として5分間を採用することとした。なお、一般財団法人建材試験センターに設置された業務厨房換気試験法委員会(平成24年8月～平成25年3月)において、業務用厨房機器メーカー、厨房デザイン・運営のコンサルティング会社、厨房換気システムメーカーに対しヒヤリングを行った。その際、「焼く・炒める・揚げるなどの頻度の高い調理作業の所要時間は5分間程度が一区切りであり、採用した平均化時間と概ね対応する」との意見があった。

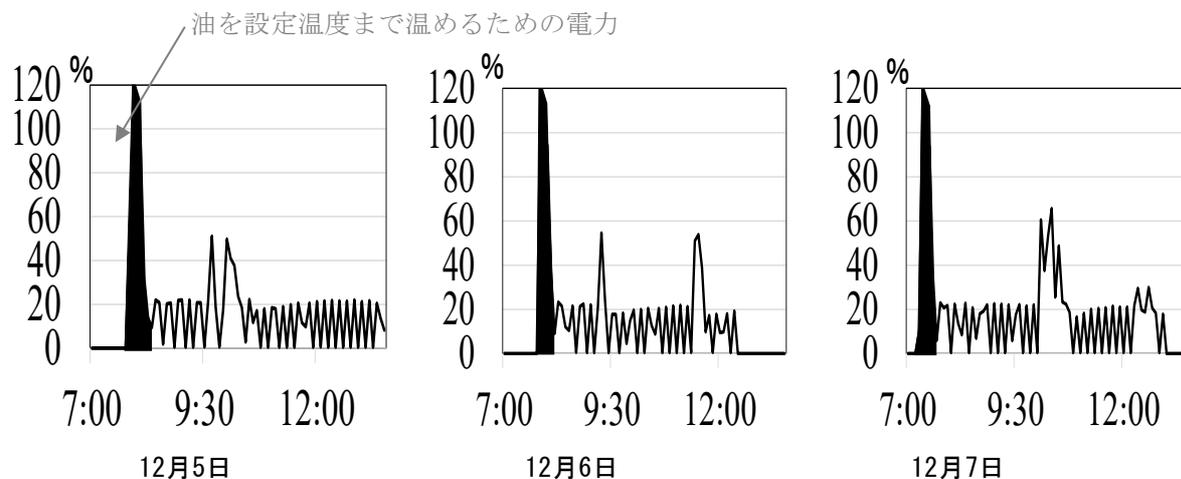
3.4 対象とすべき時間帯の検討

設計負荷率は必要換気量や空調負荷が最大となる時間帯を対象として算定する。したがって、負荷率が高く、調理機器からの熱や水蒸気などが厨房内の温熱・空気環境に与える影響が最も大きい時間帯を特定する必要がある。しかし、稼働開始時は油や水を設定温度まで温めるためにほとんどの電力を消費し、負荷率は高いが、厨房内の温熱・空気環境への影響が小さい調理機器がある。その例として、フライヤとウォーマーテーブルが挙げられる。また、スチムコンベクションオーブン(以降、スチコンと記す)などでは稼働開始時に待機状態にするための準備時間を必要とする。一方、電磁調理器や回転釜も湯を沸かす場合には稼働開始時の負荷率が高いが、厨房内の温熱・空気環境への影響が小さい場合がある。しかし、電磁調理器や回転釜では炒めるなどの調理の場合、稼働開始時においても厨房内の温熱・空気環境への影響は小さくない。これらについては村川ら⁷⁾により定量的に検討されている。すなわち、湯沸かしなどの模擬調理時の結果に基づいて、発生熱負荷パターンを3つに分類し、そのうち茹で麺器やフライヤが含まれるパターン1の調理機器については調理帯1～調理帯3ごとの発生熱負荷を考察している。湯沸かし実験の際のレンジからの発生熱負荷は水温が60℃以下ではわずかであり、調理帯1(水温60～80℃)においても調理帯3(沸騰状態)に比べると小さいことが示されている。

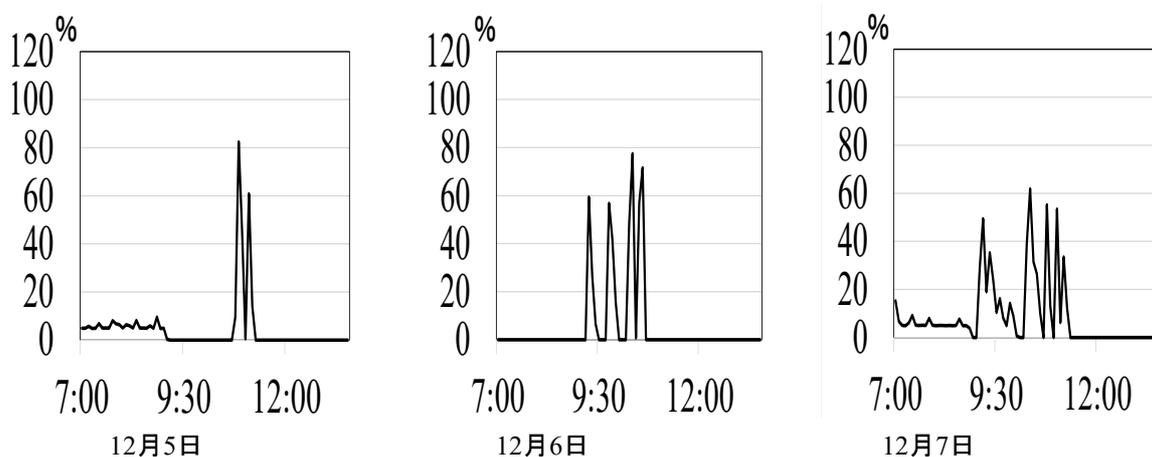
以上のように稼働開始時に負荷率が高いが、厨房内の温熱・空気環境への影響が小さい調理機器については、設計負荷率の算定の際にこれを考慮すべきと考えられる。そこで、フライヤ、スチコン、ウォーマーテーブルを対象として提供メニューが異なる連続した3日間の負荷率を検討する。各調理機器の負荷率の5分間平均値を図3.4に示す。

フライヤの負荷率(図3.4(a))では、稼働開始時の約20分間で負荷率が100%に近いが、それを過ぎるとOnとOffが繰り返し替えられ、Onの状態でも負荷率は低い。スチコンの負荷率(図3.4(b))では、機器の稼働パターンが日によって異なる。これは、スチコンが蒸す、煮る、炊く、炒めるなど機能が多い調理機器であるためである。また、スチコンについては稼働開始時に負荷率が高いという傾向は見られない。一方、ウォーマーテーブルの負荷率(図3.4(c))では、稼働開始時の約1時間の負荷率は100%に近い。以上のように、フライヤやウォーマーテーブルでは稼働開始時には油や水を設定温度まで温めるためにほとんどの電力が消費されるため、稼働開始時を除いた上で設計負荷率を適正に求めることが重要であると考えられる。そこで、フライヤでは稼働開始直後の負荷率80%以上の状態から最初に負荷率が10%以下に下がるまでの時間帯を『設定温度まで

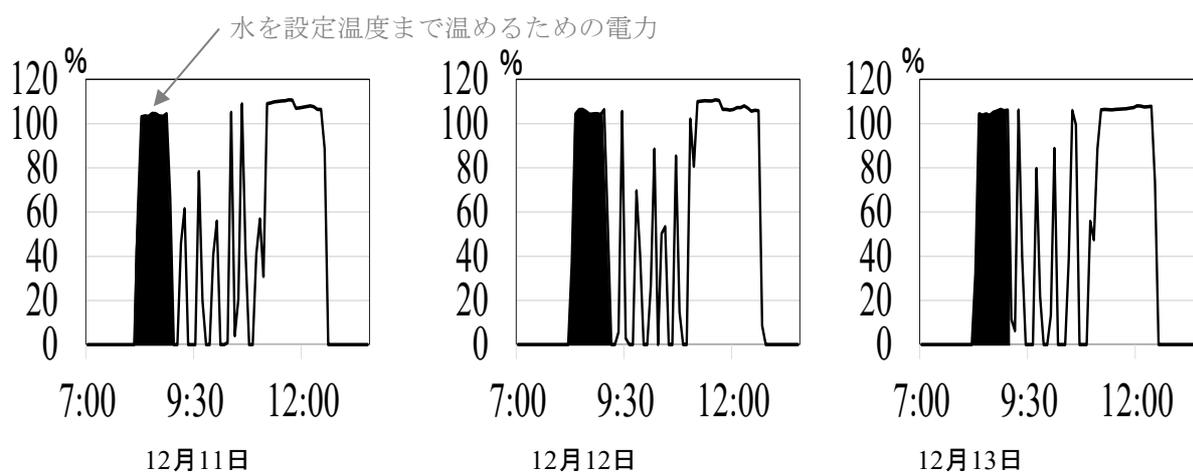
『温める時間帯』として除いた。ウォーマーテーブルでは稼働開始直後の負荷率がほぼ100%の状態から最初に負荷率がゼロとなるまでの時間帯を除いた。



(a) フライヤ(厨房B, 5分間平均値)



(b) スチコン(厨房B, 5分間平均値)



(c) ウォーマーテーブル(厨房A, 5分間平均値)

図3.4 フライヤ・スチコン・ウォーマーテーブルの負荷率

(縦軸：負荷率 横軸：時刻)

調査対象とした10ヶ所の厨房での各調理機器の負荷率がピークとなる時間帯(以下、ピーク時間帯と記す)の集計結果を図3.5に示す。

- 1) 茹で麺器：食堂の繁忙時間帯である11時から13時までの2時間にピーク時間帯がある。
- 2) フライヤ、電磁調理器、スチコン、ローレンジ：調理内容は当該日のメニューによって異なり、ピーク時間帯にばらつきがあるが、下調理の時間帯である8時から11時までにピーク時間帯となる場合が多い。
- 3) 炊飯器、ウォーマーテーブル：炊飯器は9時から11時までにピーク時間帯があり、ウォーマーテーブルは、供食直前の11時から終了する13時までにピーク時間帯がある。
- 4) 食器洗浄機：食堂の利用が終わり始める12時から13時までにピーク時間帯となる場合が多い。

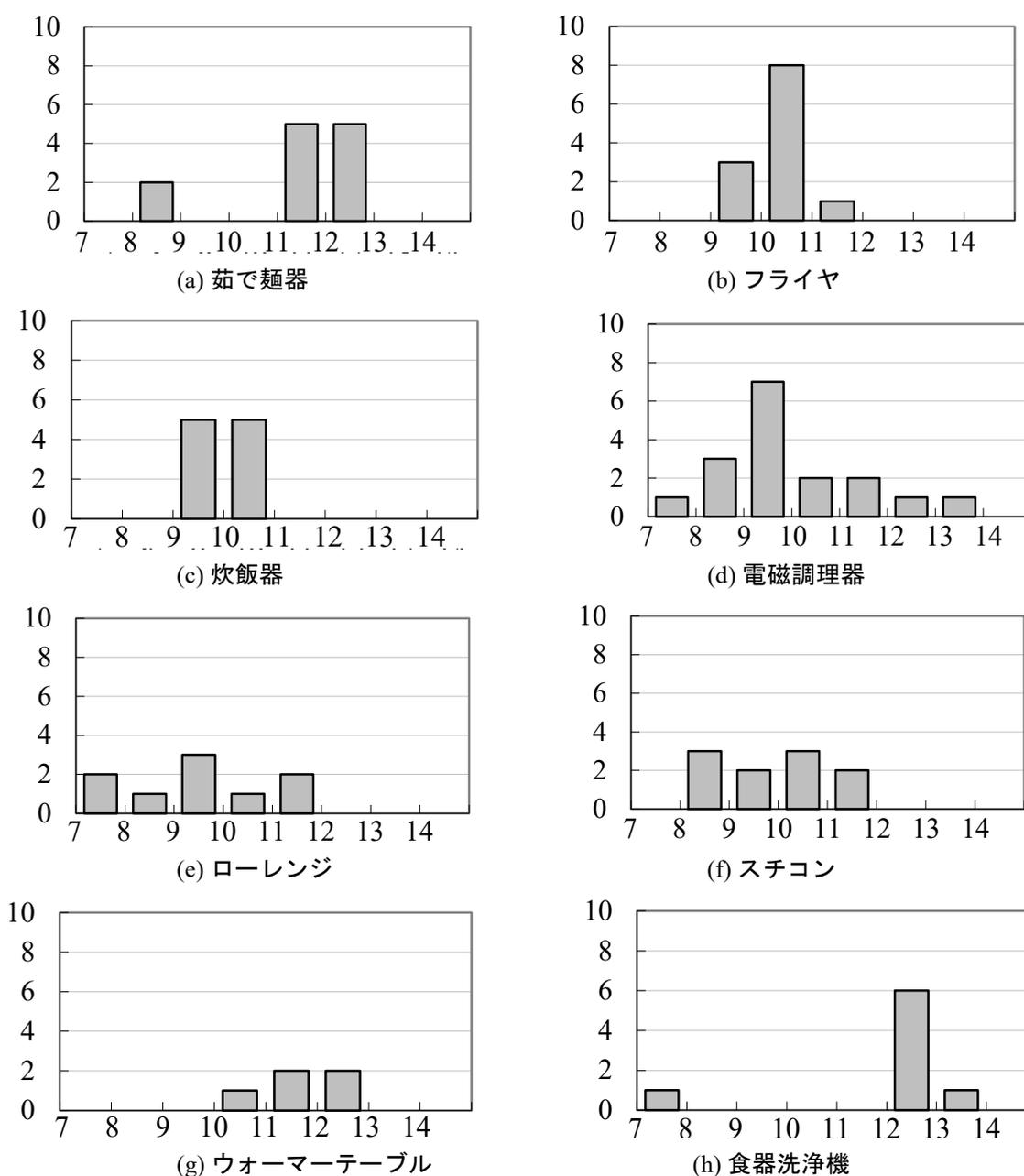


図3.5 調理機器の最大負荷となる時間帯と調査機器数

(縦軸：機器数 横軸：時刻)

3.5 設計負荷率の算定基準の検討

設計負荷率の算定手順の案を以下に示す。

- 1) 各調理機器について、1時間平均負荷率を算出し、1時間のピーク時間帯を決定する。ただし、フライヤやウォーマーテーブルについては稼働開始時の時間帯は除く。
- 2) ピーク時間帯での5分間平均負荷率を算出する。
- 3) 3)5分間平均負荷率の全てのデータを対象に累積値を算定し、例えば90%累積値や95%累積値などから設計負荷率を選択する。

なお、上記の手順は調理機器単体の設計負荷率について記しているが、排気フード単位や厨房全体についても同様に設計負荷率が算出できる。また、本論文で検討している設計負荷率は熱負荷の算定の際に利用されることを想定し、1時間ごとの値を示すことが適切であると考えた。一方、1時間の時間帯ではなく、30分間の時間帯が良いと言う考えもあるが、負荷率の集計対象とする時間帯が短いと負荷率の平均化時間との区別が明確ではなくなる。

3.6 設計負荷率の算定例

3.6.1 調理機器の設計負荷率

調査対象とした10ヶ所の業務用電化厨房のデータに基づいて設計負荷率の算定を試みる。主要な調理機器の5分間平均負荷率の累積頻度を図3.6に、機器毎の5分間平均負荷率の90%累積値、95%累積値、99%累積値、100%累積値と各累積値での設計負荷率を表-3に示す。調理機器にはその使われ方がある程度限定されるものと使われ方が多様なものがある。前者の例として、茹で麺器、フライヤなどが挙げられ、後者の例として、電磁調理器、スチコンなどが挙げられる。使われ方が多様な調理機器については前述のように厨房によって負荷率の値が大きく異なるため、ここで示した設計負荷率は厨房によっては負荷率を過大評価している、あるいは過小評価している場合があり、注意が必要となる場合がある。

1) 茹で麺器

図3.6(a)に示すように、負荷率100%近くの頻度が非常に多く累積頻度が急激に増加する傾向があり、ほぼ定格電力で稼働されていることがわかる。表-3に示すように90%累積値での設計負荷率は104%と算出された。

2) フライヤ

図3.6(b)に示すように負荷率が機器毎の累積頻度にばらつきがみられる。表-3に示すように各機器の90%累積値は41%~91%であり、90%累積値の設計負荷率は66%と算出された。

3) 炊飯器

調査厨房の炊飯器は全て立体炊飯器であるため、同時に炊飯するか時間をずらして1段ずつ炊飯するかで負荷率は異なる。表3.3の負荷率をみると厨房によって33%、50%、100%に分かれる傾向が見られる。

4) 電磁調理器

図3.6(c)に示すように負荷率の累積頻度には機器によって大きなばらつきが見られる。これは電磁調理器による調理内容が多様であるためである。表3.3に示すように、各機器の90%累積値は13%~103%とばらつきがみられ、90%累積値での設計負荷率は72%と算出された。

5) スチコン

図3.6(d)には電磁調理器と同様に、機器の使われ方が多様であるため、機器毎に傾向が異なる。表-3に示すように、各機器の90%累積値は38%~97%とばらつきがみられる。表3.3の90%累積値での設計負荷率は80%と算出された。

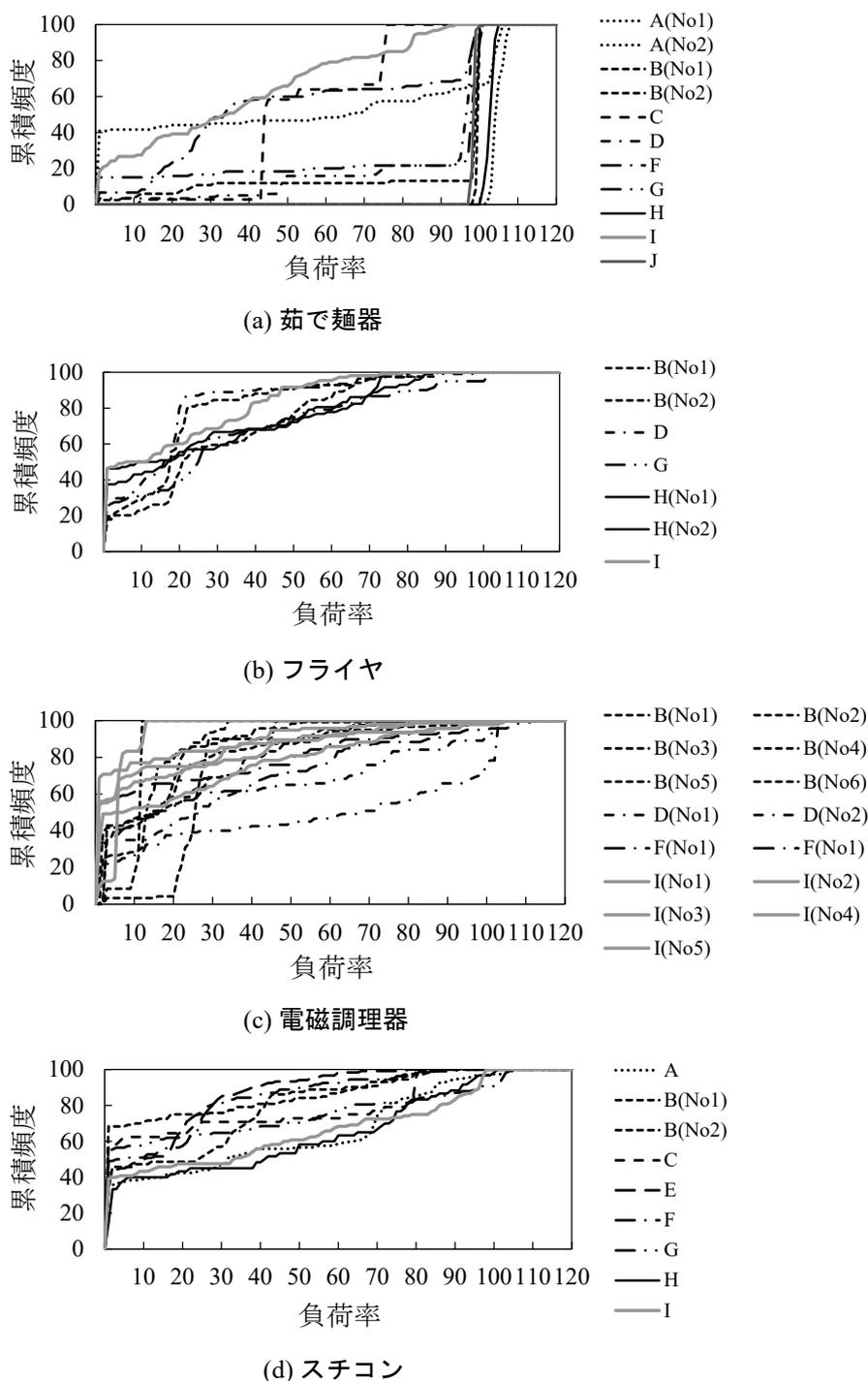


図3.6 調理機器の5分間平均負荷率の累積頻度

(凡例：アルファベットは厨房、Noは表-2における上からの順番)

表3.3 調理機器毎の5分間平均負荷率の累積値

厨房	A				B				C				D				E				F			
	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100
茹で麺器	105 107 ☆ ☆	106 108 ☆ ☆	106 108 ☆ ☆	107 108 ☆ ☆	100	100	101	101	76 76 ☆ ☆	76 76 ☆ ☆	76 76 ☆ ☆	76 76 ☆ ☆	99	99	101	101	—	—	—	—	99	99	101	101
フライヤ	☆	☆	☆	☆	45 64	69 67	88 81	88 81	—	—	—	—	41	68	85	100	☆	☆	☆	☆	—	—	—	—
炊飯器	94 94	94 94	95 95	95 96									32	47	60	63	108	109	110	111	49	50	51	51
電磁調理器	—	—	—	—	35 56 52 28 12 29	41 66 58 32 12 46	53 99 78 34 12 46	98 99 78 34 12 47	☆	☆	☆	☆	100 103	102 103	103 104	103 104	☆ ☆	☆ ☆	☆ ☆	☆ ☆	85 71 —	95 90 —	109 92 —	112 97 —
ローレンジ	65	70	77	82					47	51	57	73									92	93	95	97
ティルティ ングパン	89	96	98	98	104 101	104 102	104 102	104 102	101	101	101	101					73	73	74	74	☆	☆	☆	☆
スチコン	85	91	104	106	65 62	73 79	85 83	88 83	80	80	81	81	—	—	—	—	38	53	66	78	52	75	84	91
ウォーマー テーブル	111	111	111	111									99	101	103	104	☆ 110 —	☆ 110 —	☆ 111 —	☆ 111 —	—	—	—	—
食器洗浄機	—	—	—	—					53	57	63	71	—	—	—	—	93	94	96	97	91	92	100	101
厨房	G				H				I				J				設計負荷率 (厨房A~J)							
	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100	90	95	99	100				
茹で麺器	100	101	101	101	104	105	105	105	83	84	92	94	99	99	100	101	104	105	107	108				
フライヤ	81 — ☆ ☆	90 — ☆ ☆	102 — ☆ ☆	103 — ☆ ☆	72 73	73 82	75 85	75 85	— 47	— 57	— 73	— 79	—	—	—	—	66	73	100	103				
炊飯器	101	103	104	104	93 93	94 93	95 95	95 95	32 32	32 32	32 32	32 32					93	94	108	111				
電磁調理器	☆	☆	☆	☆	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆	58 13 53 42 73 —	72 13 87 53 85 —	105 13 104 103 96 —	105 13 104 103 98 —	☆	☆	☆	☆	72	94	103	112				
ローレンジ	99 101	99 101	100 101	100 101	48	48	49	49	51 104	100 104	102 105	102 105	60	79	82	82	98	100	104	105				
ティルティ ングパン	☆	☆	☆	☆	69 —	70 —	71 —	71 —									101	101	103	104				
スチコン	96	103	104	105	92	95	101	101	97	97	98	98					80	92	103	106				
ウォーマー テーブル																	110	111	111	111				
食器洗浄機	102	103	104	104	64	65	66	66	72	76	95	98					98	100	103	104				

注 ☆印を付した調理機器は調理口数が複数であったか、測定期間に稼働していなかったため負荷率の算出ができなかった機器である。
 -印を付した調理機器は設計負荷率を求める時間帯において負荷率が113%を超えた機器である。

3.6.2 排気フードの設計負荷率

一つの排気フード(以下、単にフードと記す)の下に複数の調理機器がある場合のフード単位の負荷率を算出した。フライヤと電磁調理器2台の上の厨房Dのフードについて整理した結果の例を表-4に示す。ここではフライヤと電磁調理器2台の消費電力を合計した値と定格電気容量の合計に基づいて1時間平均負荷率を算出し、ピーク時間帯を求め、その時間帯での5分間平均値を算出し、累積頻度ごとに整理した。また、各機器の電力消費量のピーク時間帯と累積頻度ごとの負荷率も表3.4に併記した。ただし、フライヤと電磁調理器2台という組み合わせの例は多くなく、ここでは厨房Dでの一例を参考として示す。

各機器の電力消費量の合計がピークとなる時間帯について90%、95%、99%、100%累積値を求めた。2つの電磁調理器のピーク時間帯が同じで90%累積値も共に100%を超えているため、フードのピーク時間帯も同じ9~10時となった。同じフード内にあるフライヤのピーク時間帯が異なるため、機器単位の負荷率よりもフード単位の負荷率は小さく、90%累積値での負荷率は58%となった。

表3.4 排気フード単位の負荷率の例

		厨房D				
		ピーク 時間帯	累積頻度			
			90%	95%	99%	100%
機器単位	フライヤ (6kW)	10~11時	41	68	85	100
	電磁調理器 (5kW)	9~10時	100	102	103	103
	電磁調理器 (3kW)	9~10時	103	103	104	104
排気フード単位		9~10時	58	64	67	67

3.6.3 厨房全体の負荷率

各厨房でのピーク時間帯と90%、95%、99%、100%累積値での負荷率、および全ての厨房を対象とした負荷率である設計負荷率を表3.5に示す。ピーク時間帯は厨房によって異なるが、9~10時が5厨房と最も多い。90%累積値での負荷率は24%~44%と厨房によって幅があり、設計負荷率は38%となった。なお、95%累積値は43%、100%累積値では60%であった。

昼食提供のための作業時間を7時から15時と仮定し、全ての厨房における消費電力の測定値を日ごとに集計した10日間の結果を図3.7に示す。提供食数が比較的多い厨房Aと厨房Hでは1日当たりの消費電力量の日ごとの変化が小さく、提供食数が少ない厨房Cや厨房Jでは変化が大きい傾向が見られる。この結果、表3.5に示すように厨房Cや厨房Jでは厨房全体の負荷率の90%累積値と100%累積値との差が大きい。また、提供食数が設計食数より小さい厨房Bや厨房C(表-1参照)では厨房全体の負荷率が小さく、提供食数が設計食数に近い厨房Aや厨房Eでは厨房全体の負荷率が大きい傾向が見られる。

表3.5 厨房のピーク時間帯と厨房全体の設計負荷率

厨房	ピーク時間帯	90% 累積値	95% 累積値	99% 累積値	100% 累積値
A	9~10	41	44	46	50
B	9~10	24	27	32	33
C	12~13	26	30	41	42
D	10~11	42	45	50	57
E	10~11	38	41	48	50
F	8~9	34	38	47	50
G	9~10	44	47	58	60
H	9~10	44	47	49	51
I	9~10	25	27	34	35
J	10~11	36	41	54	56
設計負荷率	—	38	43	50	60

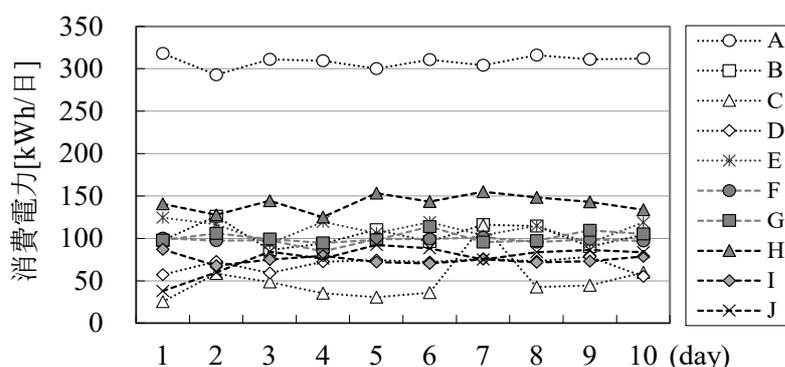


図3.7 1日当たりの消費電力量の変化(7時から15時の消費電力)

3.6.4 想定される負荷率の利用法

負荷率は厨房の空調能力、厨房内の温熱環境、厨房の換気量などの検討の際に基礎となるデータであると考えられる。厨房の空調能力と最も関わるのは「厨房全体の負荷率」であると考えられる。使用される時間帯が異なる多様な調理機器の全てを対象として危険率を想定した上で空調負荷として見込むべき熱量を見積もる際に「厨房全体の負荷率」が参考となる。厨房内の温熱環境に関わるのは「機器単体の負荷率」と考えられる。下調理時に稼働する機器周辺の温熱環境を検討する際にはその負荷率が重要なデータとなり、同様に、提供時や食器洗浄時についてもその時に稼働する機器周辺の温熱環境を検討する際にはその機器の負荷率が重要となる。厨房の換気量に関わるのは主に「機器単体の負荷率」であると考えられる。排気フードの換気量を検討するための捕集率を測定する際には適切な負荷率を設定する必要がある。その際に本研究で示した値が参考となると考えられる。「排気フード単体の負荷率」も参考となり得るが、複数の種類の調理機器を対象に捕集率を測定するための標準的な試験条件を整理することは困難であるため、「排気フード単体の負荷率」を使用することは現時点ではないと考えられる。また、排気フードの換気量を適切に制御し、省エネルギーを図る場合には「厨房全体の負荷率」が重要なデータとなり、どの程度まで換気量を少なくできるかを推定する際に参考となる。

3.7 まとめ

国内10ヶ所の業務用電化厨房を対象として、調理機器の消費電力の測定結果に基づいて、調理機器単位や厨房全体などの設計負荷率の算定方法を検討し、算定例を示した。また、日本の中規模厨房における調理機器の設計負荷率を表3.6に示す。

- (1) 設計負荷率を算定する際の平均化時間は5分間が妥当であると考えられる。
- (2) 設計負荷率の算定対象とする時間帯は負荷率が高く、調理機器からの熱や水蒸気などが厨房内の温熱・空気環境に与える影響が最も大きい時間帯とした。ただし、フライヤとウォーマーテーブルについては稼働開始時の時間帯は除いた。
- (3) 設計負荷率の算定手順を検討した。
- (4) 今回の調査結果から求めた調理機器単位の90%累積値の設計負荷率は、茹で麺器で104%、フライヤで66%、電磁調理器で72%であった。
- (5) 電磁調理器を含む排気フード単位の負荷率の例を示した。90%累積値は各機器の負荷率よりも小さい58%であり、厨房全体の90%累積値は38%であった。

なお、本研究で示した負荷率の算定方法に基づいてより多くの負荷率のデータを蓄積することにより一般性の高い設計負荷率の値を整備することが重要であると考えている。また、排気フードの捕集率の標準試験法⁸⁾では一定の負荷条件で定常状態を想定することとなる。レンジ、フライヤ、茹で麺機などの主要な調理機器の多くは本研究で検討した設計負荷率が参考となる。一方、炊飯器やスチームコンベクションオーブンなどは定常状態を想定することができないため、これらの試験条件については別途検討が必要となると考えられる。

表3.6 調理機器の設計負荷率

Cooking appliances		Noodle boiler	Flyer	Rice cooker	IH cooktop	Low range	
Image photo							
Cumulative value	90%	104	66	93	72	98	
	95%	105	75	94	94	100	
	100%	106	103	111	112	105	
Cooking appliances		Tilting pan	Steam convection	Warmer table	Dish wash	Kitchens (A-J)	
Image photo							
Cumulative value	90%	101	80	110	98		38
	95%	101	92	111	100		43
	100%	104	106	111	108	60	

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただきました電力会社の皆様ならびに厨房の運用・管理者の皆様に対し、ここに記して感謝の意を表します。

注

- 1) 厨房D～HではH社a電力量計を使用し、有効電力の測定精度は $\pm 1.5\% \text{f.s.} + \text{クランプオンセンサ仕様} (\pm 0.3\% \text{rdg.} \pm 0.02\% \text{f.s.})$ である。例えば、50Aのクランプセンサを用い消費電力を計測した場合には、誤差は $\pm 2\%$ 程度である。厨房AではT社電力量計を用い、厨房JではH社b電力量計を用いており、誤差は同様に $\pm 2\%$ 程度と考えられる。厨房B、C、Iは電流計測を行い、厨房BではH社c電流計、厨房CとIではH社d電流計を用いた。測定値に対して、 $\pm 2.5\% \text{rdg.} \pm 8 \text{dgt.}$ であることから、誤差は $\pm 3\%$ 程度となる。

第3章に関する参考文献

- [1] 村川三郎,越川康夫,篠原道正,西名大作,清田誠良,伊藤博幸: 業務用ちゅう房における各種調理機器の使い方とエネルギー消費量の解析, 空気調和・衛生工学会論文集, No.69, pp.61-73, 1998.4
- [2] 西名大作,村川三郎,清田誠良,西胤暢夫,近都州彦,植村義幸: 全電化学校給食施設における厨房機器の使い方とエネルギー消費量の解析, 空気調和・衛生工学会論文集, No.112, pp.1-9, 2006.7
- [3] 藤田美和子,近藤靖史,永瀬修,吉野一,荻田俊輔: 中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その1)機器単体、排気フード毎および厨房全体の負荷率の整理方法, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.693-634, 2012.9
- [4] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔: 中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その2)8事例の消費電力測定結果に基づく設計負荷率の算定, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2013.9
- [5] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔: 中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第2報 厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の調査, 空気調和・衛生工学会論文集, No.216, pp.11-17, 2015.3
- [6] 近藤靖史,齋藤義博,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子: 業務用厨房における調理行動の頻度と作業者の歩行速度の実態調査, 日本建築学会環境系論文集 第79巻 第698号, pp.323-329, 2014.4
- [7] 村川三郎,清田誠良,西胤暢夫,柿本晋太郎,熊尾隆文,森本旭: 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, 2004.10
- [8] 建材試験センター: 業務用ちゅう(厨)房に設置される排気フードの捕集率測定法(JSTM-V-6201)、2015.3

第3章に関する既発表文献

- [1] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔,鈴木盛永：天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その7) 厨房機器の負荷率と空調・換気用エネルギー消費量, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集, pp.3053-3056, 2012.9
- [2] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔：中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その2) 8事例の消費電力測定結果に基づく設計負荷率の算定, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集第4巻, pp.37-40, 2013.9
- [3] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔：中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第3報 調理機器の設計負荷率の算定方法の検討と算定例, 空気調和・衛生工学会論文集No.231, 2016.6

第 4 章

設計負荷率の考え方用いた換気計算法 のBIM連携

第 4 章

設計負荷率の考え方をを用いた換気計算法のBIM連携

4.1 序

建築設計は、時代とともに手書きからコンピュータを用いたCAD（computer-aided design）を用いることで、設計の効率化や正確さの向上を手に入れた。Building Information Modeling（以下、BIMと記す）は、コンピュータの仮想空間の中で建物を組み上げる設計手法で、単なるかたちの情報だけでなく、建築材料の部位情報や価格、耐用年数などの情報も保有することができる（図4.1）。BIM元年といわれている2009年からはBIMで設計する時代へと移りはじめた。

BIMによる設計の効率化、高度化を目指してBIM設計が行われている。設計初期から3次元モデルを作成しているため、コンピューターシミュレーションを行うことも可能になり、設計チームやクライアントとのコミュニケーションにも優れている。さまざまな情報を上手に入力し連携させることで、手戻りやヒューマンエラーを防ぐことにもつながる。BIMの情報をどのように保有させるか、連携の方法など課題が山積しているが、今まさに建築業界全体で取り組んでいる。

この章では、本研究の成果を用いて新たに制定された換気設計法をBIMと連携することで、換気量の自動計算を行い、更に3次元モデルも同時に作成する換気計算ツールを作成した。BIM設計では、設計の初期段階から3次元で空間検討を行っているため、その厨房空間に厨房機器を配置するだけで排気フードが自動的に配置され空間イメージを共有することができる。厨房機器の型番を指定すると、換気計算に必要な機器名称や定格電力などの情報を読み込むことができ、自動計算が可能となる。



図4.1 BIMのイメージ図

4.2 換気計算ツール

4.2.1 BIMソフト

換気計算ツールに用いたBIMソフトは、建築分野では広く使われていRevit（オートデスク社）を用いた。Revitを用いた最も大きな理由は、Dynamoというビジュアルプログラミングソフトと連携するためであり、本ツールには、新たに制定された2つの換気計算法の他に、従来の計算法のアルゴリズムをプログラミングしている。

4.2.2 フロー図

換気計算ツールのフロー図を図4-2に、ビジュアルプログラムDynamoの画面の一部を図4.3に示す。

BIM設計では、設計の初期段階で3次元モデルが作成される。Revitで作成された厨房の3次元モデルに厨房器具を配置すると換気計算に必要な情報をインポートすることになる。換気計算ツールを起動することで、排気フードが必要な加熱機器排の上に排気フードが自動的に配置される。設計者は、適宜フードの種類とサイズを変更することで、3次元モデルに反映することができる。表計算ソフトのExcelと同期することで、機器リストや換気量リストを作成することができる。

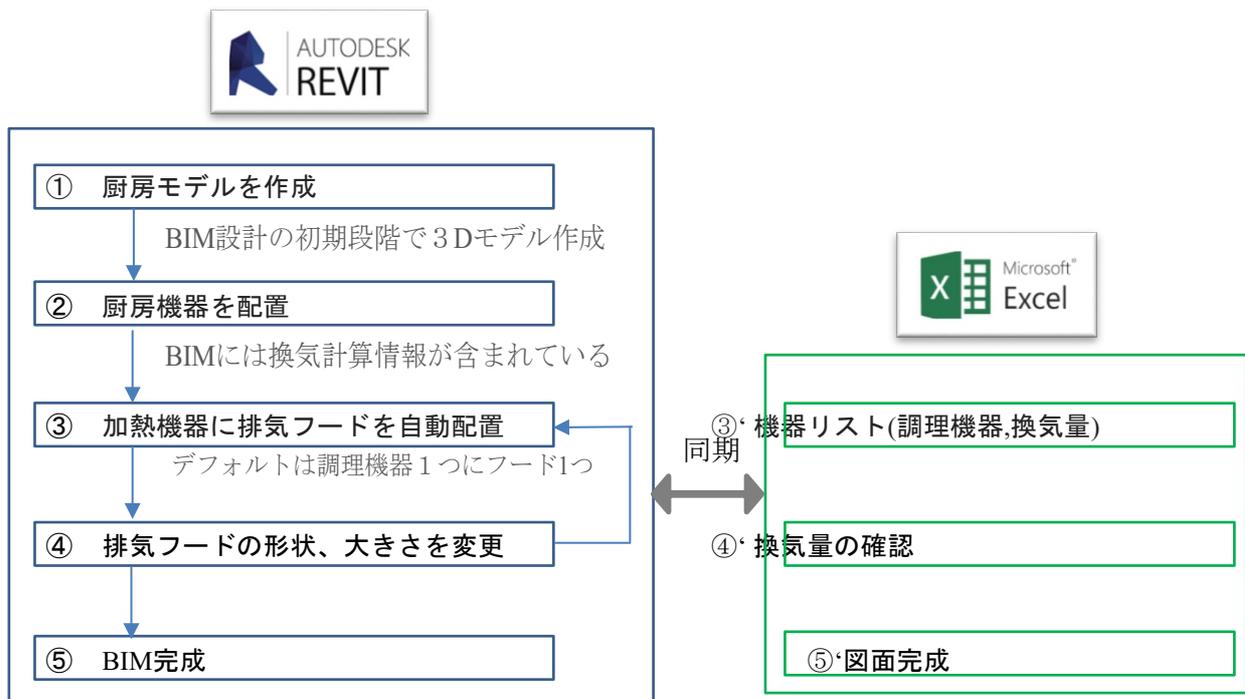
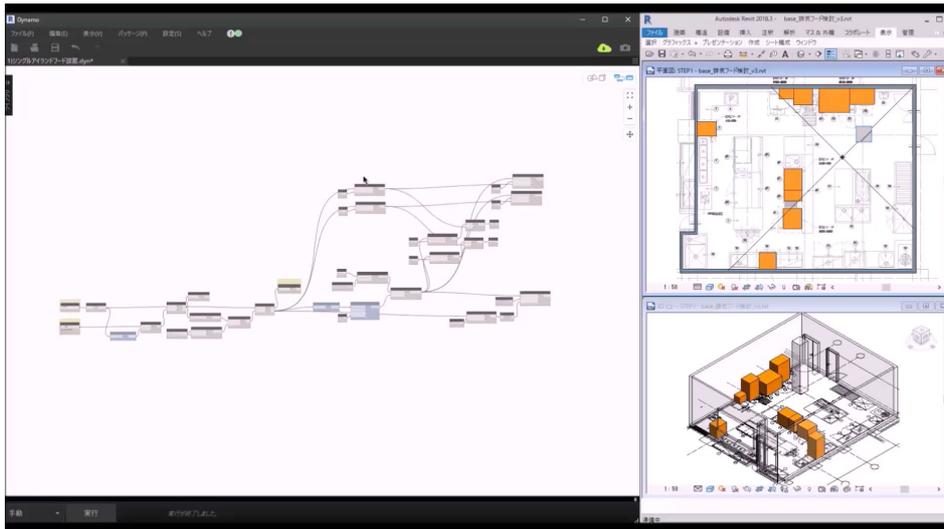
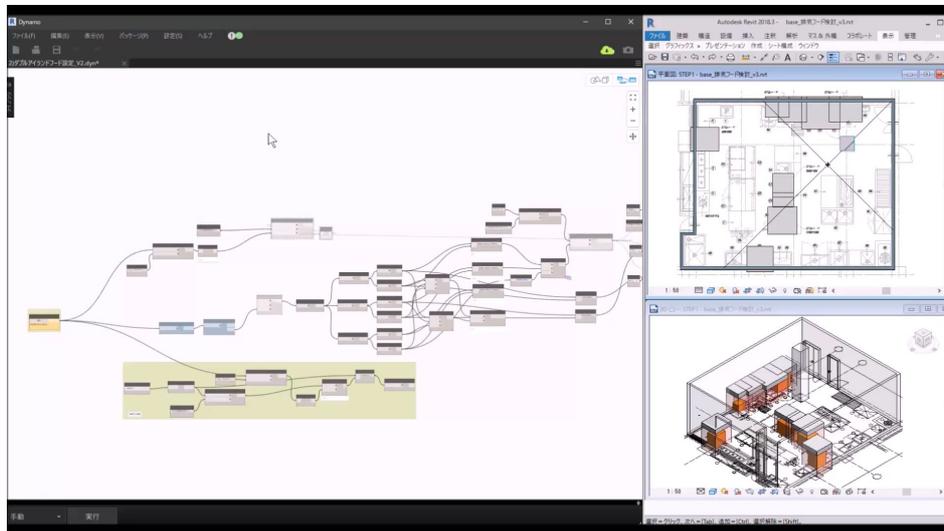


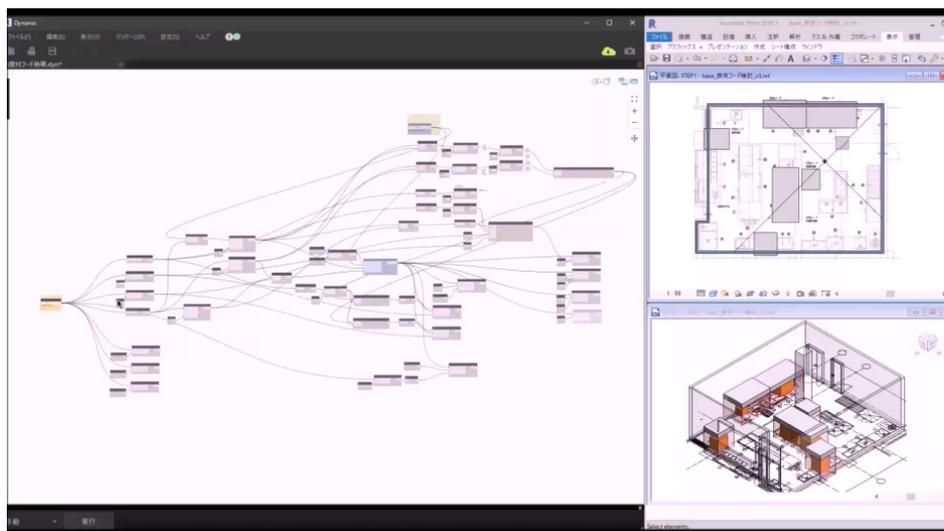
図4.2 換気計算ツールのフロー図



(1) 排気フードの必要な厨房機器が可視化



(2) 排気フードを自動配置



(3) 排気フードを壁に貼り付ける

図4.3 ビジュアルプログラミング画面
 (左図) グラフィックプログラミングソフト画面, (右図) BIMソフト画面

4.3 換気計算の方法

換気計算ツールは、同時に3つの換気計算法（表4.3）による換気量を同時に算出することができる。ここでは、各換気計算法の概要を示す。

1) 国土交通省基準¹⁾ [I]

日本で一般的に使用されている計算方です。計算は、1) 理論上の排ガス量と電気容量、2) フード面風速、および3) 厨房の換気回数を計算し、3つの方法の中から最大値が採用されます。結果として、ほぼ3) フード面風速を用いた値が採用されます。

2) 建材試験センター基準²⁾ [II]

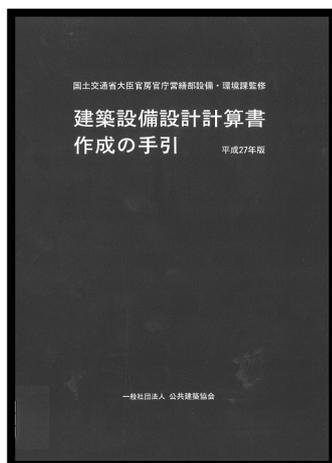
厨房内の適切な空気環境を維持するための計算法です。この方法は、調理済み製品からの大気汚染物質と燃焼排ガスにも着目しており、計算された換気量は、フードの捕捉効率を90%以上を確保することができる。

3) 日本エレクトロヒートセンター指針³⁾ [III]

電化厨房は、燃焼がなく建築基準法の火気使用室に該当しないため、換気量の低減可能性がある。ZEBを目指した省エネルギー化の有効な手段となるよう、新たな換気設計指針を提案した。本指針は実際の電化厨房で起こる気流の乱れも反映した廃フードの捕集率に試験結果に基づき、省エネルギーと労働・衛生環境維持の両立に配慮したのもである。

表4.3 日本における主な換気計算法

換気設計の基準			キーワード
I	国土交通省基準 [MLIT]	従来方法	1) ガス使用量/ 定格電力
			2) フード面風速
			3) 換気回数
			1)~3)の 最大換気量とする
II	建材試験センター[JSTM]	JSTM V 6271:2017	設計負荷率、フード捕集効率、空気環境
III	日本エレクトロヒートセンター [JEHC]	JEHC103- 2017	電化厨房、必要換気係数、フード捕集効率



[I]



[II]



[III]

4.4 計算例

4.4.1 対象厨房

換気量の試算を行った厨房の平面図を図4.4に、機器リストを表4.4示す。個床面積は76㎡、天井高さは2.5㎡の標準的な厨房である。

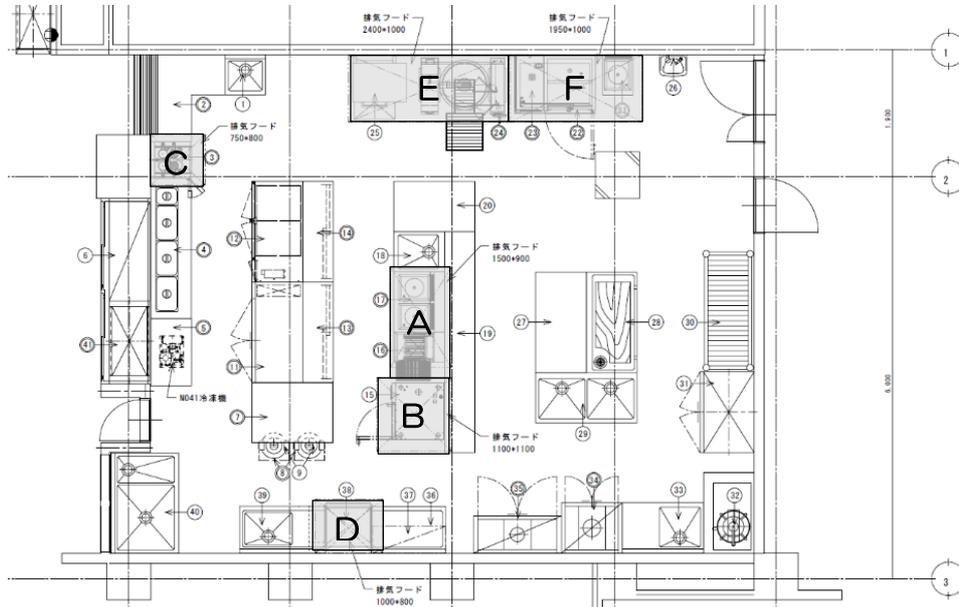


図4.4 平面図（図中A～Dは排気フードを示す）

表4.4 機器リスト

NO	名 称	規 格		台	衛 生		給 水	給 湯	排 水	口 径	ガ ス	消 費 量	電 気			排 気	備 考
		W*D*H	台		IP100V	IP200V							BP200V	フード			
1	一 禮 シ ン ク	600*600*800	1	15	15	40											既設品
2	作 業 台	1300*1100*800	1														
3	湯 沸 け 器	540*600*800	1	15		40HT							6.1KW	要	LM45IE		
4	ウ ォ ー マ ー テ ー ブ ル	2100*600*800	1	15		40							4.5KW				
5	デ シ ャ ッ プ	1000*600*800	1														
6	上 棚	2590*600	1												1段式	既設品	
7	盛 付 台	1200*900*800	1												下部付-T-D''E7-収納		
8	ウ ォ ー マ ード ロ ア ー	450*450*180	2														
9	ラ イ ス ウ ォ ー マ ー	481*395*406	2								84W				JHG-9000	既設品	
10	次 棚																
11	コ ー ル ド テ ー ブ ル 冷 蔵 庫	1500*750*800	1			40					153W				SUR-G1571S		
12	テ ー ブ ル 型 湯 沸 け 器	1500*750*800	1	15		40							2.6KW	要	IHS-1575YAG		
13	盛 付 台	1500*450*800	1												戸棚式		
14	盛 付 台	1500*450*800	1												戸棚式		
15	ス チ ー ム コ ン ペ ク シ ョ ン オ ー プ ン	847*771*757	1	20		50HT							10.1KW	要GF	SGC61/壁付	既設品	
16	電 気 フ ラ イ ヤ ー	450*750*800	1										6.0KW	要GF	CF2-E18B/n''*1150延長		
17	電 磁 調理 器	900*750*800	1										3.0KW	要GF	MIR-1035SA/n''*1150延長		
18	パ ン シ ン ク	600*750*800	1	15	15	40							5.0KW	要GF		既設品	
19	ワ ー ク テ ー ブ ル	3300*450*800	1													既設品	
20	ワ ー ク テ ー ブ ル	1200*750*800	1													既設品	
21	電 磁 調理 器 (ローレンジ)	450*600*450	1	15									5.0KW	要GF	MIR-5L		
22	プ ラ ス ト テ ー ラ ー	1200*880*800	1			40							1.18KW	要GF	DXF-006SF5		
23	ス チ ー ム コ ン ペ ク シ ョ ン オ ー プ ン	1035*655*1395	1	15		50HT							12.4KW	要GF	SCOS-610RHC-R		
24	電 気 回 転 釜	1260*1010*850	1	15	15	側置							13.5KW	要GF	CSK-80		
25	電 気 立 体 炊 飯 器	790*690*1300	1										15.3KW	要GF	RWE-151	既設品	
26	手 洗 器		1	15		40										既設品	
27	ワ ー ク テ ー ブ ル	1500*750*800	1													既設品	
28	舟 型 シ ン ク	1500*750*800	1	15		40										既設品	
29	二 禮 シ ン ク	1500*750*800	1	15*2	15	40*2										既設品	
30	パ ン ラ ッ ク	1800*750*1800	1													既設品	
31	冷 凍 冷 蔵 庫	1220*800*1900	1			40					919W					既設品	
32	氷 庄 洗 米 器	510*675*680	1	20		50									14kg用	既設品	
33	台 付 一 禮 シ ン ク	1200*750*800	1	15	15	40										既設品	
34	器 具 消 毒 保 管 庫	900*750*1880	1			40							5.2KW	要GF	ISCK-12J-E	付来工事	
35	食 器 消 毒 保 管 庫	1300*550*1900	1			40							4.2KW			既設品	
36	ク リ ー ン テ ー ブ ル	1100*700*840	1													既設品	
37	ラ ッ ク シ ェ ル フ	1100*400*400	1													既設品	
38	食 器 洗 浄 機	840*750*1515	1	15	15	40HT*2							11.0KW	要	ND-8E	既設品	
39	ソ イ ル ド テ ー ブ ル	1270*700*840	1	15	15	40									3'x3'付	既設品	
40	派 却 シ ン ク	1500*1000*860	1	15*2	15	40*2										既設品	
41	冷 蔵 シ ョ ー ケ ー ス	1200*600*800	1			40					100W		2.0KW				
	冷 蔵 シ ョ ー ケ ー ス	1200*500*1500	1								592W					ホール設置の場合	

4.4.2 操作手順

換気計算ツールの操作画面を図4.5に示す。排気フードが必要となる調理機器の上に自動的に配置され、フード形状や大きさを設計者が設定すると、換気量がリアルタイムに計算される。

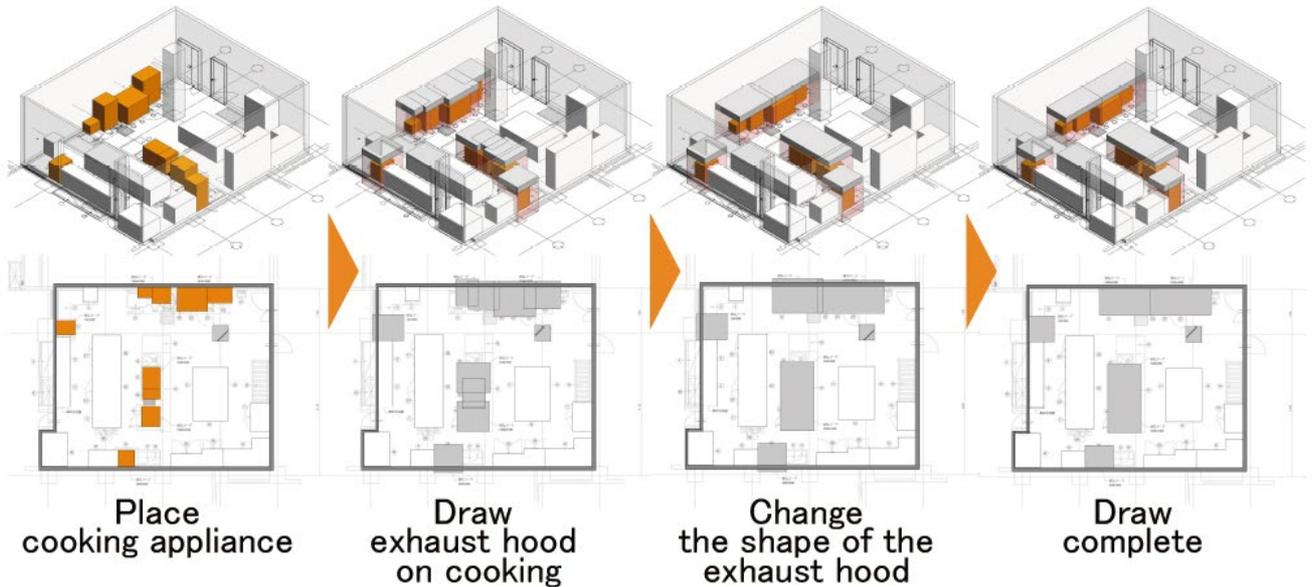


図4.5 操作手順と図面イメージ

換気計算ツールは、同時に3つの換気計算法による換気量を示すことができるため、設計者はその結果を参考に換気量を選定することができる。3つの換気手法による計算結果を表4.5に示す。方法Iで計算された換気量は過大評価される可能性があります。方法IIおよびIIIでは、すべて外気処理された空気を給気することになっている。また、空調擾乱を起こすような給気口の設置の規制も行っていることに注意が必要である。

表4.5 換気設計法による換気量

No	排気フード		厨房機器		換気量[m ³ /h]			備考
	幅[m]	奥行[m]	名称	定格電力[kW]	I	II	III	
A	1.56	1.05	電磁調理器	8.00	1,871	1,871	1,220	
			IHフライヤ	6.00				
B	1.10	1.10	スチコン	10.10	1,307	871	707	
C	0.80	0.85	茹で麺器	6.10	734	734	305	
D	1.00	0.80	食器洗浄機	8.00	864	240	320	
E	1.95	1.00	電磁ローレンジ	5.00	2,106	1,696	962	
			立体炊飯器	1.18				
F	2.40	1.10	回転釜	13.5	2,851	1,556	1,036	
			スチコン	15.3				
天井排気						541	351	天井面から排気
合計					6,882	5,954	3,865	

4.5 まとめ

BIMを活用する換気設計ツールの課題について以下に述べる。

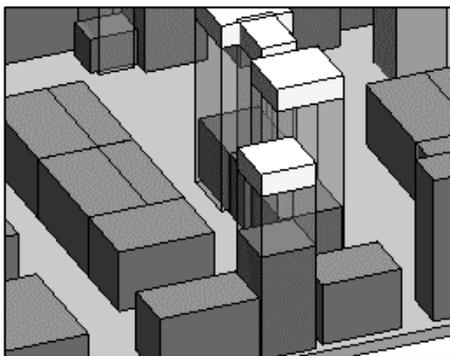
1) BIM設計の環境整備

BIMによる設計は、データの入力方法が非常に重要となる。誰がどのフェーズで入力するかなど、BIMマネージャーなるBIMを統括する職種も生まれている。ルール通りに作成されたBIMは、図面作成以外にさまざまなシミュレーションなどの2次利用されている。建築設計チーム、会社という限られたエリアの中ではBIM設計の恩恵がみられはじめているが、設計から施工に、更には維持管理となると現実には難しいようである。た設計で作成したBIMを施工でも活用するために、設計者と施工者が早い段階で情報交換を行い、維持管理用のBIMを施工BIMから必要な情報のみを抽出するシステム構築までが大事である。課題は山積されているが、BIM活用の更なる展開に期待する。

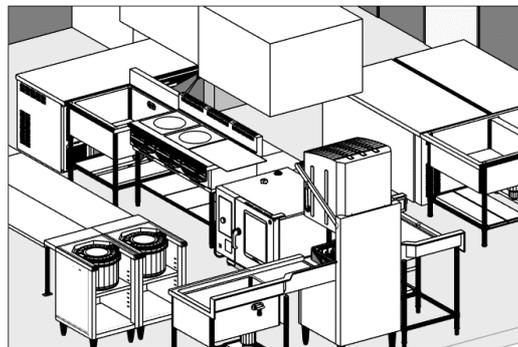
2) 厨房機器のBIMライブラリの整備

本計算ツールは、新たに制定された換気設計法で定めている数値を用いて算出しており、その数値は厨房機器のBIMに保有されている必要がある。今回の試算では、BIM情報が整備されていないため、別途入力する必要があった。今後は、厨房機器の3次元化と情報整備が求められる。これは厨房機器だけでなく建築部材全般にもいえる。現在、BIMライブラリーコンソーシアム⁴⁾で整備されつつある。

厨房機器のBIM化により、[図4.6](#)に示すように図面の表現力も格段に向上する。



(1) モデルのない画面



(2) 3次元モデルが充実している画面

図4.6 厨房機器の3次元モデルの効果

3) 換気計算法データの充実

新たに制定された換気設計法で使用される数値の充実が求められる。2017年に制定された計算法は、全ての厨房機器のデータを保有しておらず、一部はASHRAE基準を参考にした暫定値もある。標準試験法により試験データが充実することを期待する。また、これまでにない厨房機器や換気方式などにも対応できるように考えられており汎用性もある。更に、商品カタログへの明記を義務化することができると、急速にデータベースが構築される。厨房機器のBIM情報にも展開でき、BIMライブラリの価値も高めることになる。

第 4 章に関する参考文献

- [1] 国土交通省大臣官房官庁営繕部 設備・環境課監修：建築設備設計基準 平成 21 年度版、pp.457-460
- [2] 一般財団法人 建材試験センター：業務用ちゅう（厨）房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法、*JSTM-V-6271/*、2017.3
- [3] 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター：業務用電化厨房施設の換気設計指針、*JEHC103/*、2017.2 建材試験センター基準
- [4] 一般社団法人 建築保全センター BIM ライブラリーコンソーシアム事務局：BIM ライブラリーコンソーシアム BLC-BIM オブジェクト標準（Version1.0）報告書素案、平成 30 年 8 月

第 4 章に関する既発表文献

- [1] Ventilation Planning for Mid-sized Japanese Commercial Kitchens and Calculation Method of Ventilation Rate Using Building Information Modeling、AIVC2018,2018.9

第 5 章

総 括

第5章

総括

5.1 全体の総括

欧米諸国と比べ日本の業務用厨房設計法は古く、多様化する調理機器や空調・換気の給気口に対応できているとはいえない。本研究では、日本の厨房に対応できる新たな換気設計法の制定が望まれ、その過程で必要となる標準試験法の基礎データとなる2つの調査・分析を行った。一つ目は、試験施設の大きさや換気空調システムなどの仕様を決めるためのデータ。二つ目は、試験を行う条件となる調理機器の負荷率を決めるためのデータである。これまでさまざまな業務用厨房の研究が行われてきたが、このような視点で調査・研究が行われたことがなく情報が不足していたため、本研究の成果は日本の一般的な厨房の仕様や使われ方を数値化した本データは、2015年以降に制定される3つの規格・指針に参考データとして取り扱われた。

ここでは全体のまとめとして2~4各章の主要な結論を総括し、今後の課題について述べる。

第2章では、[図5.1](#)に示す全国35か所の中規模電化厨房の調査を行い、日本の標準的な中規模社員食堂の厨房を調査し、換気・空調に関わる情報の整理を行った。主な調査・分析結果を以下にまとめ、イメージ図を[図5.2](#)に示す。

- 1) 天井高さは「2.4m以上2.5m未満」が最も多い。
- 2) 床面積の平均値は104.2m²であった。
- 3) 厨房内は加熱調理エリアが最も広く厨房の56%を占め、下処理エリアと洗浄エリアは20%前後であった。
- 4) 排気フードは壁付型が73%、アイランド型が27%であった。
- 5) 排気フードの機器に対する張り出し寸法の幅の平均値は142mm、奥行きは163mmであった。
- 6) 排気フードの面風速の平均値は0.25m/sであった。
- 7) 厨房の換気回数は30~40回/hが最も多く、天井排気口が備わっている厨房は31件の厨房のうち23件あり、総排気量との割合は平均で16%であった。
- 8) 給気口はVHSが52%、パンカレーバが45%の厨房に設置され、約6割の厨房で温度調節されていない外気を導入している。
- 9) 1つのフードに1個の調理機器が設置されている場合が最も多く、平均は1.6個/フードであった。

本調査結果は「フード捕集率の標準試験法」における各種設定条件の有用な基礎資料となる。また、標準試験法で新たな換気・空調システムを適正に評価されることで、厨房における省エネルギー・快適性向上などに大きく寄与ことになる。

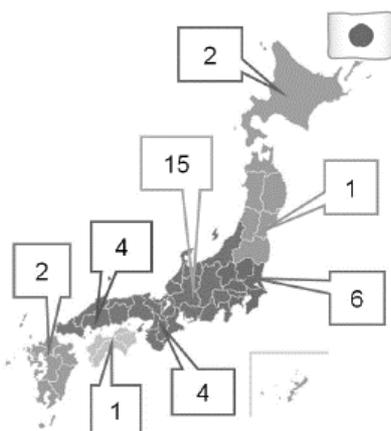


図5.1 調査した厨房の地域と数

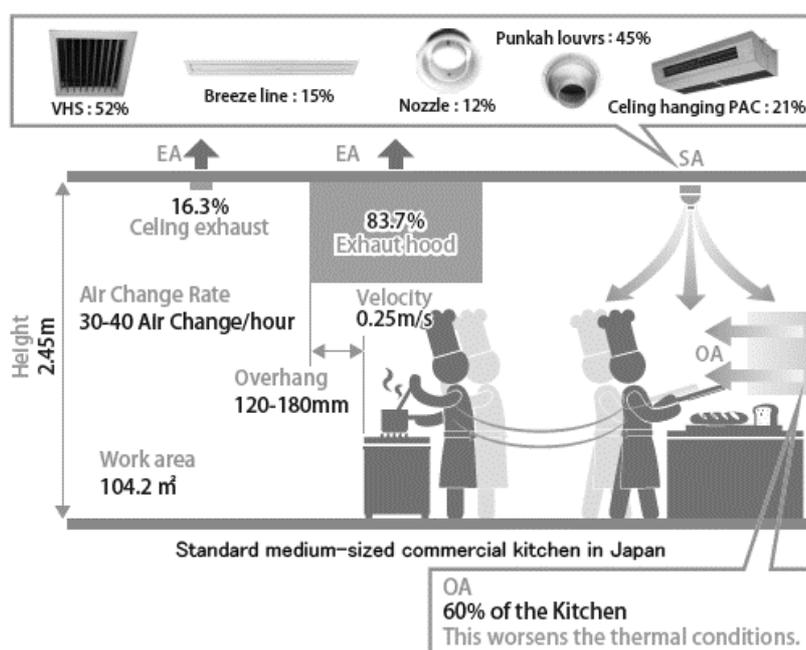


図5.2 日本における一般的な業務厨房のイメージ図

第3章では、実際に運用している10ヶ所の業務用電化厨房を対象として、調理機器の消費電力の測定結果に基づいて、調理機器単位や厨房全体などの設計負荷率の算定方法を検討し、算定例を示した。主な調査・分析結果を以下にまとめ、厨房機器の設計負荷率を図5.3に示す。

- 1) 設計負荷率を算定する際の平均化時間は5分間が妥当であると考えられる。
- 2) 設計負荷率の算定対象とする時間帯は負荷率が高く、調理機器からの熱や水蒸気などが厨房内の温熱・空気環境に与える影響が最も大きい時間帯とした。ただし、フライヤとウォーマーテーブルについては稼働開始時の時間帯は除いた。
- 3) 設計負荷率の算定手順を検討した。
- 4) 今回の調査結果から求めた調理機器単位の90%累積値の設計負荷率は、茹で麺器で104%、フライヤで66%、電磁調理器で72%であった。

- 5) 電磁調理器を含む排気フード単位の負荷率の例を示した。90%累積値は各機器の負荷率よりも小さい58%であり、厨房全体の90%累積値は38%であった。

なお、本研究で示した負荷率の算定方法に基づいてより多くの負荷率のデータを蓄積することにより一般性の高い設計負荷率の値を整備することが重要であると考えている。また、排気フードの捕集率の標準試験法⁸⁾では一定の負荷条件で定常状態を想定することとなる。レンジ、フライヤ、茹で麺機などの主要な調理機器の多くは本研究で検討した設計負荷率が参考となる。一方、炊飯器やスチームコンベクションオープンなどは定常状態を想定することができないため、これらの試験条件については別途検討が必要となると考えられる。

Cooking appliances		Noodle boiler	Flyer	Rice cooker	IH cooktop	Low range	
Image photo							
Cumulative value	90%	104	66	93	72	98	
	95%	105	75	94	94	100	
	100%	106	103	111	112	105	
Cooking appliances		Tilting pan	Steam ceonvection	Warmer table	Dish wash	Kitchens (A-J)	
Image photo							
Cumulative value	90%	101	80	110	98		38
	95%	101	92	111	100		43
	100%	104	106	111	108	60	

図5.3 厨房機器の設計負荷率

第4章では、本研究の成果を用いて新たに作成された換気設計法をBIM設計に活用し普及させるための換気計算ツールを作成した。換気計算ツールは、建築分野では広く使われているBIMソフトRevit（オートデスク社）で作成したデータをDymnomoというビジュアルプログラミングソフトと連携し、換気設計法のアルゴリズムをプログラミングした。換気計算ツールは、同時に3つの換気計算法による換気量を同時に算出する事ができ、設計者が換気量選定の参考とすることができる(表5.1)。

表5.1 換気計算ツールで算出された換気量

Exhaust hood			Kitchen appliance		Ventilation volume [m3/h]			Notes
Place	Width	Depth	No. 1	No. 2	I. MLIT	II. JSTM	III. JEHC	
A	1.65 m	1.05 m	IH cooktop/8.0 kW	Flyer/6.0 kW	1,871	1,871	1,220	
B	1.10 m	1.10 m	Steam convection/10.1 kW	Noodle boiler/6.1 kW	1,307	871	707	
C	0.80 m	0.85 m	Noodle boiler/6.1 kW		734	734	305	
D	1.00 m	0.80 m	Dish washer/6.1 kW		864	240	320	
E	1.95 m	1.00 m	Low range/5.0 kW	Rice cooker/1.2 kW	2,106	1,696	962	
F	2.40 m	1.10 m	Rotary pot/13.5 kW	Steam Convection/15.3 kW	2,851	1,556	1,036	
Ceiling exhaust						541	351	Ceiling surface
Total					6,882	5,954	3,865	

5.2 今後の展望と課題

本研究により、明らかにした知見を踏まえ、業務用厨房における換気設計法に関する今後の課題と展望を以下に示す。

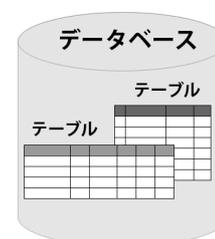
① 厨房環境の改善

新たに制定された換気設計法は、厨房の作業環境を維持するために「生外気を直接給気せず、外気処理した空気を給気する」「厨房機器からの上昇気流を乱す空調擾乱のない給気口とする」という条件が前提となる。これらの条件は、厨房の作業環境改善には必須条件であり、作業者の定着率向上、優秀な人材の確保にもつながる。今後、クライアントだけでなく作業者の厨房環境における意識改革が求められる。



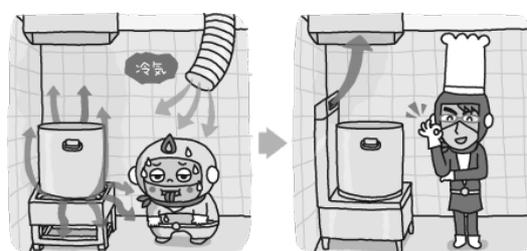
② 新たな換気計算法に用いるデータの充実

新しい換気設計法は、計算に用いる数値として、主な厨房機器の数値はあるが一部ASHRAE基準を参考に行している暫定的な数値もある。そのため、標準試験法により換気計算に用いる数値の充実が期待される。



③ 新たな厨房機器や換気技術への対応

標準試験法は、新技術の調理機器やセンシングによる換気量コントロールシステムなど、これまでになく新技術への対応も可能である。メーカー特有の性能値も標準試験法を用いて測定することで換気特性値を新しい換気計算法への適用する事ができる。更に、同じ作業工程で稼働しているチェーン店舗では、機器負荷率を算出することで、適正な換気量計算が可能となる。



④ 新たな換気設計法の普及

現状の設計基準の建築設備設計基準(茶本)に、新たな換気計算法が掲載されると、知名度や信頼性は格段に上がり一気に普及する。厨房換気WGでは、次回改訂に向け、新たな換気計算法の掲載に向けて国交省へ働きかけを行っている。

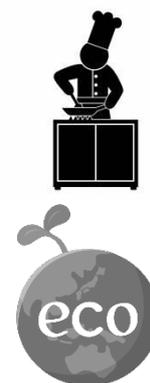
掲載には検証と実績が必要であるため、電力会社では実測による検証や換気設計基準の普及に努めている。



⑥ WELLNESSとZEB

新たな換気計算法は、実測実験でフード捕集率を満足することを確認し厨房の労働環境を悪化することのない換気設計法であるため、快適で健康なWELLNESSに配慮した計画となる。作業環境が改善されると厨房作業者の定着や優秀な人材の確保にも繋がる。

更に、労働環境を維持しつつも従来の換気設計法よりも換気量を抑えることができるため、排気ファンの搬送動力が削減でき省エネルギーに繋がる。排気風量が多く、ファンの消費エネルギーの多い厨房だからこそ、省エネ効果は大きくZEB（Net Zero Energy Building）を目指した省エネ対策に有効である。



⑤ BIMライブラリ

作成した換気ツールはプロトタイプである。それは、厨房機器の3次元モデルが十分に用意されていない。設計に使える換気ツールにするには以下が必要となる。

- ・ 厨房機器の3次元モデル
- ・ 換気設計に必要な情報を付加する
- ・ BIMモデルの充実

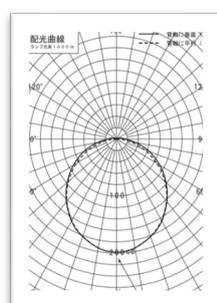
国交省は建築BIM一貫活用へ動き出しており、「BIMライブラリ技術研究組合」ではBIMライブラリーデータのフォーマットを作成している。いずれ、厨房機器のBIM化も行われることになるが、換気計算に必要な情報を付加できるようにしていきたい。



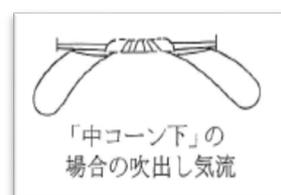
⑦ BIMのシミュレーション利用

BIMは図面作成以外にも、換気量計算などのシミュレーションにも活用することが十分可能である。本研究で作成した換気ツールは、厨房換気だけでなく建物全体の換気計算も可能と考える。また、環境シミュレーションに機器特性を反映することで、計算精度を高めることができる。

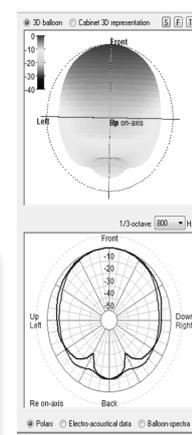
将来的に、簡易に高精度シミュレーションが手軽に行うことができる。



IES 配光特性



気流分布特性
(拡散半径など)



CLF 指向特性
(もしくは GLL)

付録 1

調査シートと結果の一例

調査方法

1.1 目的

厨房の設計・運用状況の調査項目の検討をおこなう。電力会社他の社員食堂厨房の図面や機器配置等の情報を収集するため、調査項目（平面図、提供食数、作業人数、各給気・排気量および設置レイアウト等）を検討する。

また、厨房の詳細調査項目・方法の検討をおこなう。電力会社他の社員食堂厨房の作業擾乱や空調擾乱の実態を把握するために、詳細調査項目・計測方法（計測器・計測ポイント）等を検討する。

1-2 厨房の設計・運用状況の調査項目の検討

1-2-1 調査項目

中規模厨房の標準仕様を把握するため、表1.1に示す項目について調査を行う。

表1.1 調査項目リスト

大項目	小項目	内容
厨房規模	床面積	厨房加熱エリアの床面積
	天井高さ	天井高さ（容積算出のため）
排気フード	大きさ	幅、奥行き、高さ
	設置位置	壁付け or アイランド
	オーバーハング	機器別のオーバーハング
	フード内調理機器	種類と配置
給気口	種類	給気口の種類（パンカ、天井カセット、VHSなど） 空調空気か？あるいは生外気か？
	設置位置	平面・断面的な位置情報
	個数	平面・断面的な位置情報
	風量	一個あたりの風量
天井排気口	種類	給気口の種類（VHS、スリットなど）
	設置位置	平面・断面的な位置情報
	個数	天井排気口の種類毎の個数
	風量	一個あたりの風量

1-2-2 調査方法

調査を行う厨房は図面の入手や調査項目（平面図、提供食数、作業人数、各給気・排気量および設置レイアウト等）を考えると、ある程度手間がかかるため、主に電力会社の社員厨房を調査対象とした。

空調擾乱に影響する制気口位置や種類も把握したいため、以下の項目について調査シートを配布して記入してもらう。記入方法は、エクセルデータに直接入力できるようなファイル（[図1.1](#)）も用意した。

次頁以降に調査シートを示す。

[調査シートの記載概要]

- 1、回答者情報
- 2、建物概要
- 3、厨房関連の図面
- 4、厨房概要
- 5、食堂概要
- 6、食堂の種類（基本的に社員食堂）
- 7、空調・換気システム関連（図面が提供できない場合に記述）
- 8、自由記述（厨房や食堂における「温熱環境」「省エネルギー」など）

■業務厨房の調査表-1

◇記入の方法

○は、できるだけ回答してください。
□は、提供図面に記載されていれば未記入で構いません。
△は、該当する所に○印で記入してください。

1、回答者情報

記入年月日	2012年 月 日		
記入者	建物所有者	建物管理者	厨房責任者
（もしくはリンク先の方）	厨房作業者	食堂利用者	電力会社営業担当
連絡先	メールアドレス () 且つ印で記入下さい		
（※必ず記載してください）	電話番号(名前)		

2、建物概要

建物名称			
所在地			
建物用途			
敷地面積	㎡		
延床面積	㎡		
建物階層	地上	階	地下 階
竣工年月日	年	月	日
厨房改修年月日	年	月	日

3、提供できる図面

図面一式	建築図	設備図			
平面図	天井伏図	展開図	ダクト図		
厨房図面	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算	
	自動制御図	フードリスト	厨房機器リスト		
食堂の図面	平面図	天井伏図	展開図	ダクト図	
	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算	
	自動制御図				
その他					

4、厨房概要

厨房面積	㎡
天井高さ	m
最大規定食数	食/回(設計時に設定された食数)
1日の稼働状況	朝 昼 夜
稼働時間	時 分
機種のピーク稼働時間	時 分

図1.1 調査シート(Excelファイル)

添付資料(1)

業務厨房の調査表

○問い合わせ先(提出方法・期限・記入方法)

中部電力株式会社 エネルギー応用研究所 お客さま技術グループ
研究副主査 藤田 美和子

TEL 050-7772-2882
内線 896-4124
E-MAIL Fujita.Miwako@chuden.co.jp

宮崎 博之 TEL 050-7772-2889
内線 896-4135

E-MAIL Miyazaki.Hiroyuki2@chuden.co.jp

○問い合わせ先(記入方法、情報の不足等の対応方法等)

株式会社日建設計 設備設計部門 環境・設備技術部

主管 永瀬 修

TEL 080-6737-6114
E-MAIL nagase.o@nikken.jp

■業務厨房の調査表-1

◇記入の方法

- は、できるだけ回答してください。
- は、提供図面に記載されていれば未記入で構いません。
- は、該当する枠に○印を記入してください。

1、回答者情報

記入年月日	2012 年		月	日
記入者 (もしくはヒアリングした方)	建物所有者	建物管理者	厨房責任者	
	厨房作業者	食堂利用者	電力会社営業担当	
	その他	() 具体的に記入下さい		
連絡先 (回答で確認したい事がある場合)	メールアドレス			
	電話番号(名前)			

2、建物概要

建物名称				
所在地				
建物用途				
敷地面積		m ²		
延床面積		m ²		
建物規模	地上	階	地下	階
竣工年月日		年		月
厨房改修年月日		年		月 <small>改修している場合のみ</small>

3、提供できる図面

図面一式	建築図	設備図				
厨房図面	平面図	天井伏図	展開図	ダクト図		
	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算		
	自動制御図	フードリスト	厨房機器リスト			
食堂の図面	平面図	天井伏図	展開図	ダクト図		
	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算		
	自動制御図					
その他						

4、厨房概要

厨房面積		m ²	
天井高さ		m	
最大想定食数		食/回 (設計時に想定された食数)	
1日の稼働状況	朝	昼	夜
稼働時間	: ~ :	: ~ :	: ~ :
機器のピーク稼働時刻	時頃	時頃	時頃
調理食数	食	食	食
作業人数	人	人	人
年間の空調状況	冬期	中間期	夏期
対象月	月 ~ 月	冬期、夏期以外	月 ~ 月
設定温度	°C	°C	°C
設定相対湿度	%	%	%
温熱環境	暑い		
	やや暑い		
	良好		
	やや寒い		
	寒い		

5、食堂概要

食堂面積		m ²	
天井高さ		m	
席数		席	
1日の稼働状況	朝	昼	夜
稼働時間	: ~ :	: ~ :	: ~ :
年間の空調状況	冬期	中間期	夏期
対象月	月 ~ 月	冬期、夏期以外	月 ~ 月
設定温度	°C	°C	°C
設定相対湿度	%	%	%
温熱環境	暑い		
	やや暑い		
	良好		
	やや寒い		
	寒い		

6、食堂の種類

社員食堂	
その他	() 具体的に記入下さい

■業務厨房の調査表-2

7、空調・換気システム関連（関連する図面を提供して頂ける場合は必要ありません）

厨房 (参考写真1・2)	外の空気が直接「厨房」に入っていますか？ 入れている <input type="checkbox"/> 入っていない <input type="checkbox"/> 分からない <input type="checkbox"/>
	空調機器：機器型番、台数を記入ください(参考写真を参照ください) 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/>
	制気口：写真番号と数量を記入ください(写真2～5のようなもの) 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/>
食堂 (参考写真3～8)	外の空気が直接「食堂」に入っていますか？ 入れている <input type="checkbox"/> 入っていない <input type="checkbox"/> 分からない <input type="checkbox"/>
	空調機器：機器型番、台数を記入ください(参考写真を参照ください) 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/>
	制気口：写真番号と数量を記入ください(写真2～5のようなもの) 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/>
[参考写真]	  写真1 写真2    写真3 写真4 写真5    写真6 写真7 写真8

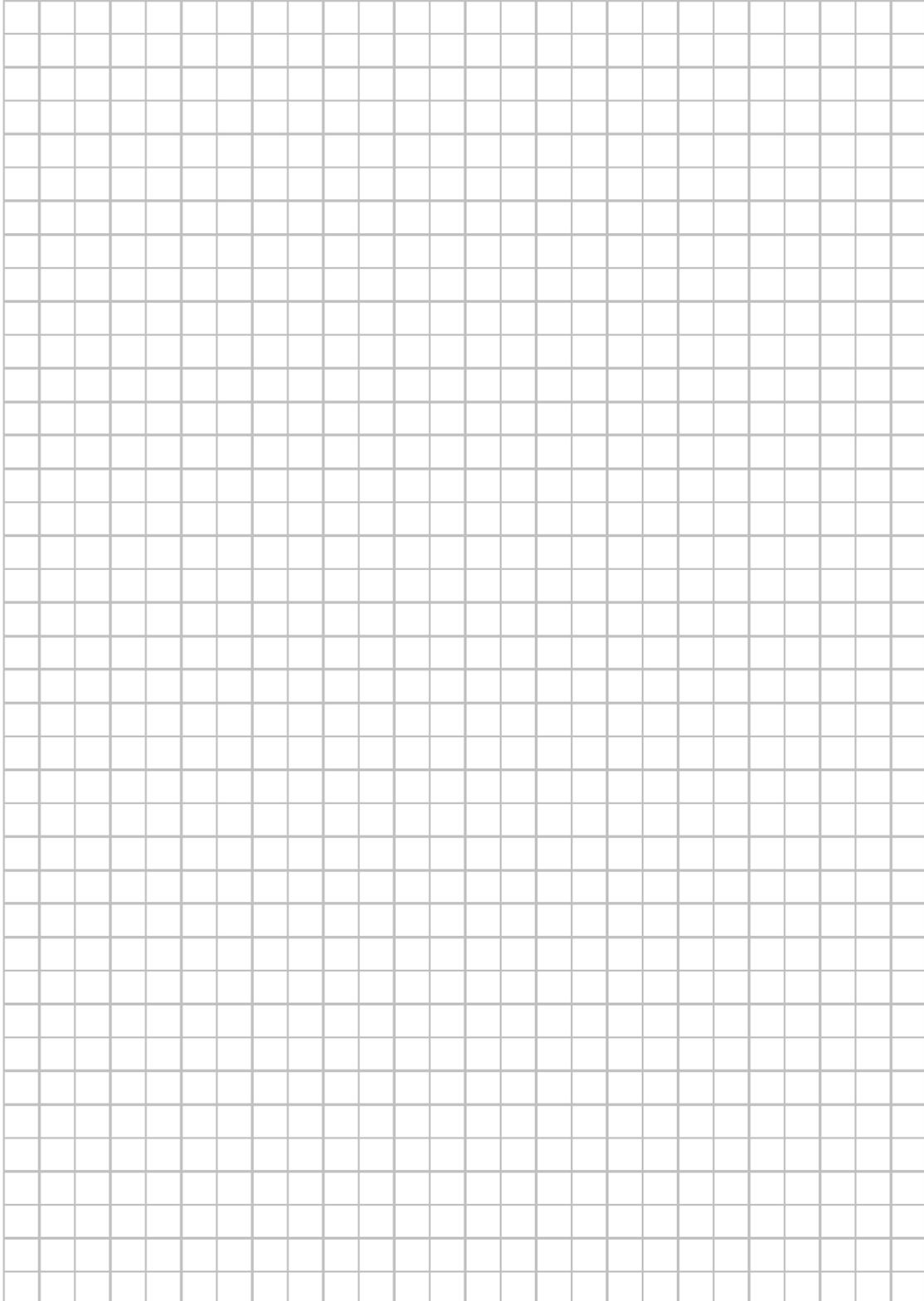
8、厨房の「温熱環境」「省エネルギー」等なんでも結構です、ご意見等ありましたらお書きください。

9、食堂の「温熱環境」「省エネルギー」等なんでも結構です、ご意見等ありましたらお書きください。

10、厨房内の調理機器レイアウトや空調機器・制気口位置を別紙に記入お願いします。写真でも構いません。図面を提供して頂ける場合は必要ありません。

■ 厨房内の**排気フード**と**厨房機器の配置図**を簡単に書いて下さい。
配置や形状のわかる写真も貼り付けて頂けると助かります。

※図面を提出して頂ける方は必要ありません

A large grid area for drawing the kitchen exhaust hood and kitchen equipment layout. The grid consists of 20 columns and 30 rows of small squares, providing a space for a hand-drawn diagram.

■ 厨房内の**排気フードと空調機・制気口の配置図**を簡単に書いて下さい。
配置や形状のわかる写真も貼り付けて頂けると助かります。

※図面を提出して頂ける方は必要ありません

A large grid for drawing the kitchen exhaust hood and air conditioning unit layout. The grid consists of 20 columns and 30 rows of small squares, providing a space for a hand-drawn diagram.

■業務厨房の調査表-1

◇記入の方法

- は、できるだけ回答してください。
- は、提供図面に記載されていれば未記入で構いません。
- は、該当する枠に○印を記入してください。

1、回答者情報

記入年月日	2012年		7月	1日
記入者 (もしくはヒアリングした方)	建物所有者		建物管理者	厨房責任者
	厨房作業者		食堂利用者	電力会社営業担当 <input checked="" type="checkbox"/>
	その他	() 具体的に記入下さい		
連絡先 (回答で確認したい事がある場合)	メールアドレス	○○○○○@○○○○.co.jp		
	電話番号(名前)	090-000-0000 (電力 あかり)		

2、建物概要

建物名称	株式会社○○○ △△営業所		
所在地	○○県 △△市 ◇◇町 1丁目 1番地		
建物用途	事務所ビル		
敷地面積	1,000.0	㎡	
延床面積	5,000.0	㎡	
建物規模	地上	5階	地下 1階
竣工年月日	1990年	4月	
厨房改修年月日	2010年	8月 改修している場合のみ	

3、提供できる図面

図面一式	建築図	設備図				
厨房図面	平面図	天井伏図	展開図	ダクト図		
	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算		
	自動制御図	フードリスト	厨房機器リスト			
食堂の図面	平面図	天井伏図	展開図	ダクト図		
	空調系統図	空調機器リスト	制気口リスト	換気量計算		
	自動制御図					
その他						

4、厨房概要

厨房面積	75.0	㎡		
天井高さ	2.6	m		
最大想定食数	250	食/回 (設計時に想定された食数)		
1日の稼働状況	朝		昼	夜
稼働時間	: ~ :	7:00 ~ 14:00	: ~ :	
機器のピーク稼働時刻		11時頃		時頃
調理食数		120食		食
作業人数		3人		人
年間の空調状況	冬期		中間期	夏期
対象月	12月 ~ 3月		冬期、夏期以外	6月 ~ 9月
設定温度	22	℃	26	℃
設定相対湿度		%	50	%
温熱環境	暑い			○
	やや暑い			
	良好		○	
	やや寒い			
	寒い			

5、食堂概要

食堂面積	150.0	㎡		
天井高さ	2.8	m		
席数	100	席		
1日の稼働状況	朝		昼	夜
稼働時間	7:00 ~ 10:00	10:00 ~ 18:00	18:00 ~ 21:00	
年間の空調状況	冬期		中間期	夏期
対象月	12月 ~ 3月		冬期、夏期以外	6月 ~ 9月
設定温度	22	℃	24	℃
設定相対湿度		%		%
温熱環境	暑い			
	やや暑い			
	良好		○	
	やや寒い			
	寒い			

6、食堂の種類

社員食堂	<input checked="" type="checkbox"/>	
その他		() 具体的に記入下さい

■業務厨房の調査表-2

7、空調・換気システム関連（関連する図面を提供して頂ける場合は必要ありません）

厨房 (参考写真1・2)	外の空気が直接「厨房」に入っていますか？ 入れている <input type="checkbox"/> 入っていない <input type="checkbox"/> 分からない <input checked="" type="radio"/>
	空調機器：機器型番、台数を記入ください(参考写真を参照ください) 写真 <input type="text" value="1"/> が <input type="text" value="2"/> 台 型番 <input type="text" value="不明"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/>
	制気口：写真番号と数量を記入ください(写真2～5のようなもの) 写真 <input type="text" value="3"/> が <input type="text" value="6"/> 台 大きさ <input type="text" value="直径350mm"/> 写真 <input type="text" value="4"/> が <input type="text" value="3"/> 台 大きさ <input type="text" value="200mm × 200mm"/> 写真 <input type="text" value="8"/> が <input type="text" value="5"/> 台 大きさ <input type="text" value="配置図に記載"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/>
食堂 (参考写真3～8)	外の空気が直接「食堂」に入っていますか？ 入れている <input type="checkbox"/> 入っていない <input type="checkbox"/> 分からない <input checked="" type="radio"/>
	空調機器：機器型番、台数を記入ください(参考写真を参照ください) 写真 <input type="text" value="2"/> が <input type="text" value="4"/> 台 型番 <input type="text" value="不明"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 型番 <input type="text"/>
	制気口：写真番号と数量を記入ください(写真2～5のようなもの) 写真 <input type="text" value="4"/> が <input type="text" value="2"/> 台 大きさ <input type="text" value="300mm × 300mm"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/> 写真 <input type="text"/> が <input type="text"/> 台 大きさ <input type="text"/>
[参考写真]	       

8、厨房の「温熱環境」「省エネルギー」等なんでも結構です、ご意見等ありましたらお書きください。

- ・空調の風が直接頭に当たり気になる。
- ・冬は足元がやや寒い。
- ・他の厨房よりも暑い、寒いをあまり感じない。

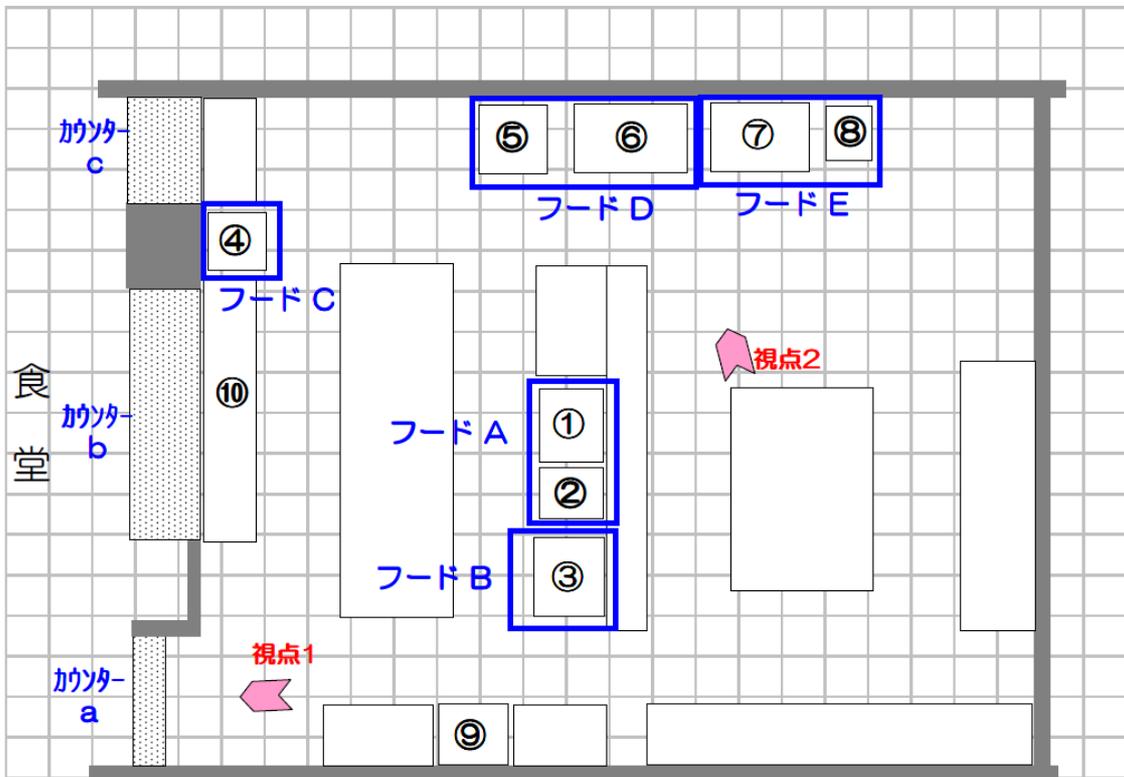
9、食堂の「温熱環境」「省エネルギー」等なんでも結構です、ご意見等ありましたらお書きください。

- ・天気の良い日で明るいにも関わらず、照明が付いているのが気になる。
- ・禁煙になったことで、たばこのにおいを気にすることがなくなった。

10、厨房内の調理機器レイアウトや空調機器・制気口位置を別紙に記入をお願いします。写真でも構いません。図面を提供して頂ける場合は必要ありません。

■ 厨房内の排気フードと厨房機器の配置図を簡単に書いて下さい。
配置や形状のわかる写真も貼り付けて頂けると助かります。

※ 図面を提出して頂ける方は必要ありません



フードリスト&機器リスト

フード	寸法(m×m)	厨房機器	定格電力 [kW]
フードA	1.5 × 0.9	① 電磁調理器	8.00
		② IHフライヤー	3.50
フードB	1.1 × 1.1	③ スチームコンベクション	10.10
フードC	0.8 × 0.6	④ ゆで麺器	10.30
フードD	1.9 × 1.0	⑤ 立体炊飯器	15.30
		⑥ 回転釜	13.50
フードE	1.9 × 1.0	⑦ 電磁ローレンジ	12.40
		⑧ プラストチラー	1.18
		⑨ 食器洗浄機	8.00
		⑩ ウォーマーテーブル	4.50

食堂と厨房の開口

カウンター	寸法(m×m)
カウンターa	1.2 × 0.5
カウンターb	2.2 × 0.5
カウンターc	1.1 × 0.5



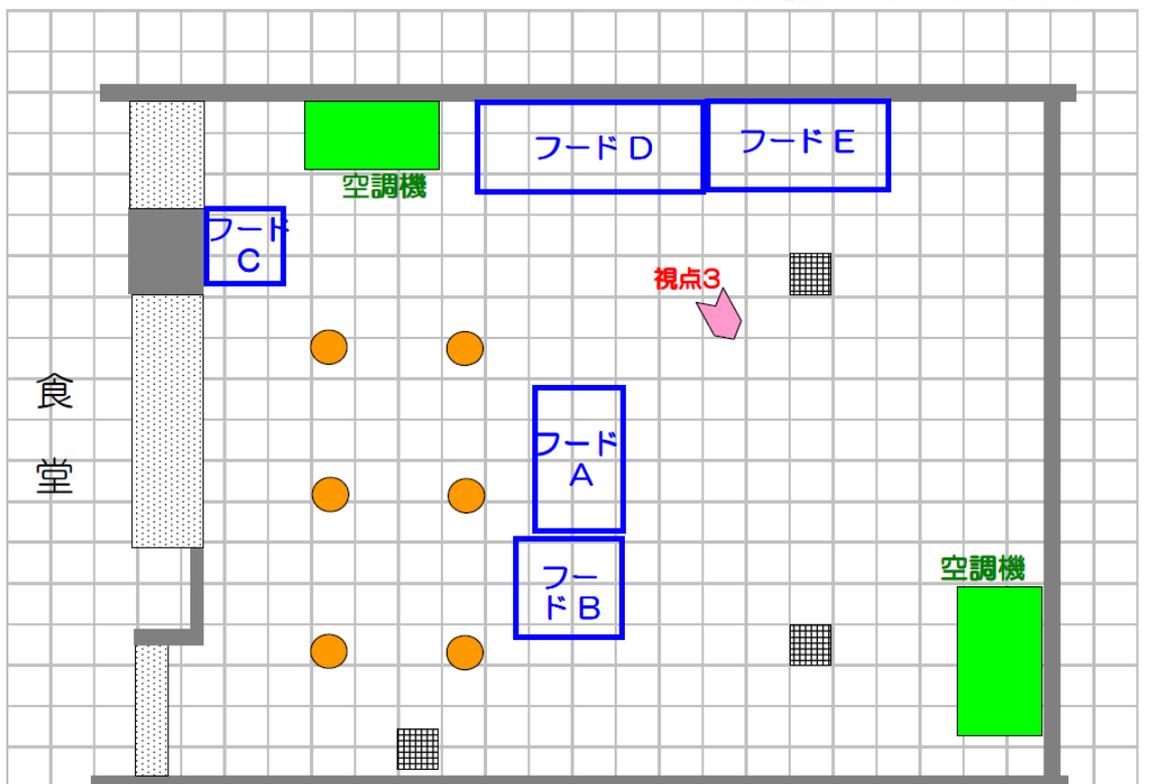
視点1の写真



視点2の写真

■ 厨房内の排気フードと空調機・制気口の配置図を簡単に書いて下さい。
配置や形状のわかる写真も貼り付けて頂けると助かります。

※図面を提出して頂ける方は必要ありません



制気口リスト

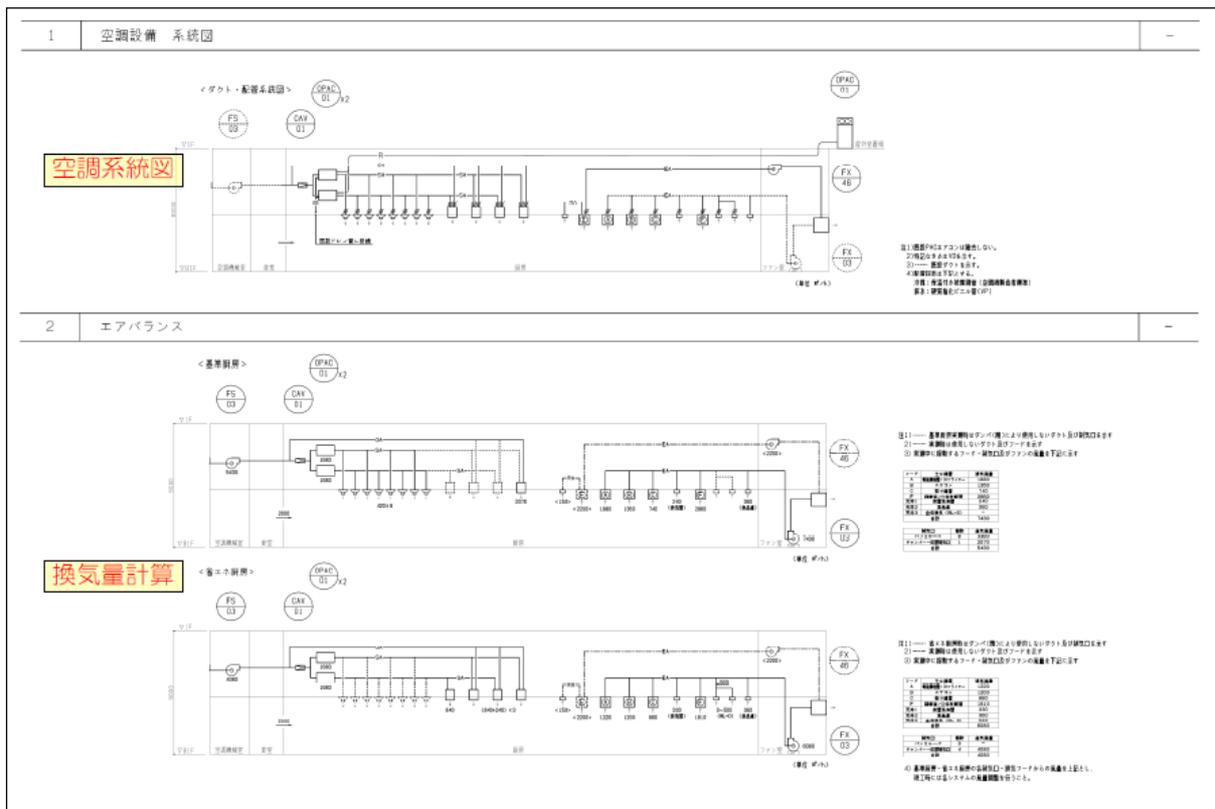
記号	寸法 (m × m)	個数	備考
	0.2 × 0.2	3	写真4
	直径350mm	6	写真3



視点3の写真

空調機リスト

記号	型番	個数	備考
	不明	2	写真1



空調機器リスト

1 空調設備 機器リスト

機器名	機種名	機種仕様	台数	設置場所	設置高さ	設置位置	備考
PS-01	送風機	機種仕様 (送風機)	1	1F	天井	天井	送風機
DAV-01	送風機	機種仕様 (送風機)	1	1F	天井	天井	送風機

2 空調設備 制気口リスト

機器名	機種名	機種仕様	台数	設置場所	設置高さ	設置位置	備考
PS-01	送風機	機種仕様 (送風機)	1	1F	天井	天井	送風機

3 空調設備 フードリスト

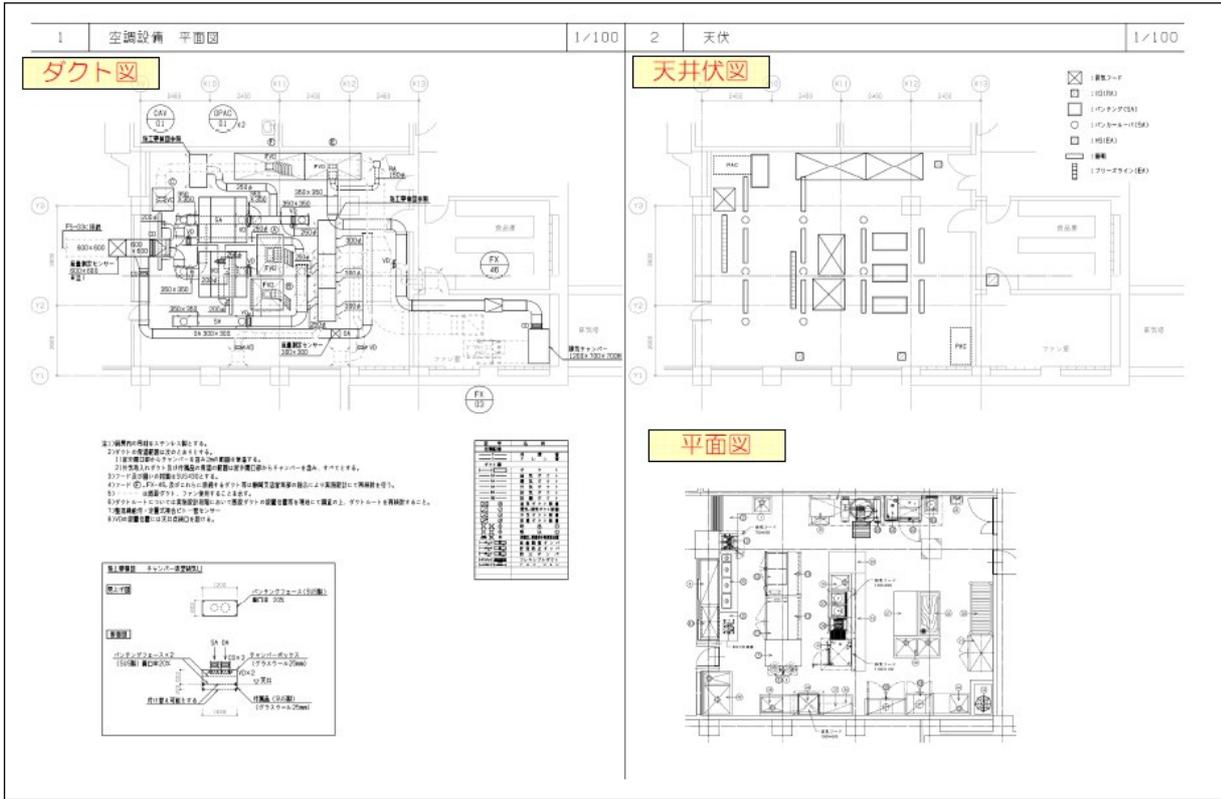
機器名	機種名	機種仕様	台数	設置場所	設置高さ	設置位置	備考
PS-01	送風機	機種仕様 (送風機)	1	1F	天井	天井	送風機

5 自動制御設備 計装・系統図

自動制御図

1) 100mm 配管はすべてパイプラインとする。
 2) 100mm 配管はすべてパイプラインとする。
 3) 100mm 配管はすべてパイプラインとする。
 4) 設置位置を示す。
 5) 設置位置を示す。
 6) 設置位置を示す。
 7) 設置位置を示す。

調査シート(11/11)



厨房機器リスト

厨房器具表

No.	品名	MODEL	寸法 (mm)	重量 (kg)	消費電力 (W)	電圧 (V)		消費電力 (kWh/年)	備考
						100V	200V		
1	冷蔵庫		800 600 1810	15	15	40			
2	洗濯機		600 600 850	10	15	40			
3	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
4	オーブレンジ		1 2100 600 1800	15	40		4.30		
5	IHクッキングヒーター		1 1800 600 300						
6	シンク		1 2000 600 180						
7	浄水器		1 1800 750 300						
8	給湯器		2 1800 600 300						
9	洗濯機	JIS-8000	2 490 300 490						
10	洗濯機		2 490 300 490						
11	洗濯機		1 1800 600 300						
12	洗濯機		2 1800 600 300						
13	洗濯機		1 1800 600 300						
14	洗濯機		1 2000 600 300						
15	洗濯機		1 450 340 240						
16	洗濯機		1 1800 600 300						
17	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
18	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
19	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
20	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
21	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
22	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
23	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
24	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
25	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
26	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
27	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
28	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
29	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
30	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
31	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
32	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
33	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
34	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		
35	電子レンジ	NSV-100	1 490 640 375	15	40		15.30		

合計消費電力: 14120W, 1.271 kWh/年
 合計消費電力: 14220W, 3.500 kWh/年
 合計消費電力: 34200W, 111.830 kWh/年

1-2-3 追加調査

調査依頼により収集できた情報を元に、同じフォーマットにまとめたが、厨房によって情報量が大きく異なっているため、再度調査依頼を行った。

追加調査の依頼文と、統一フォーマットにまとめた厨房の一例を図1-2に示す。

お願い

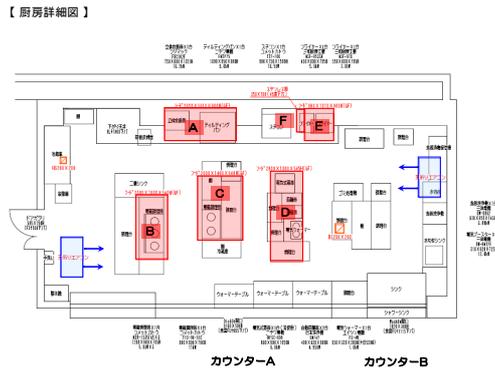
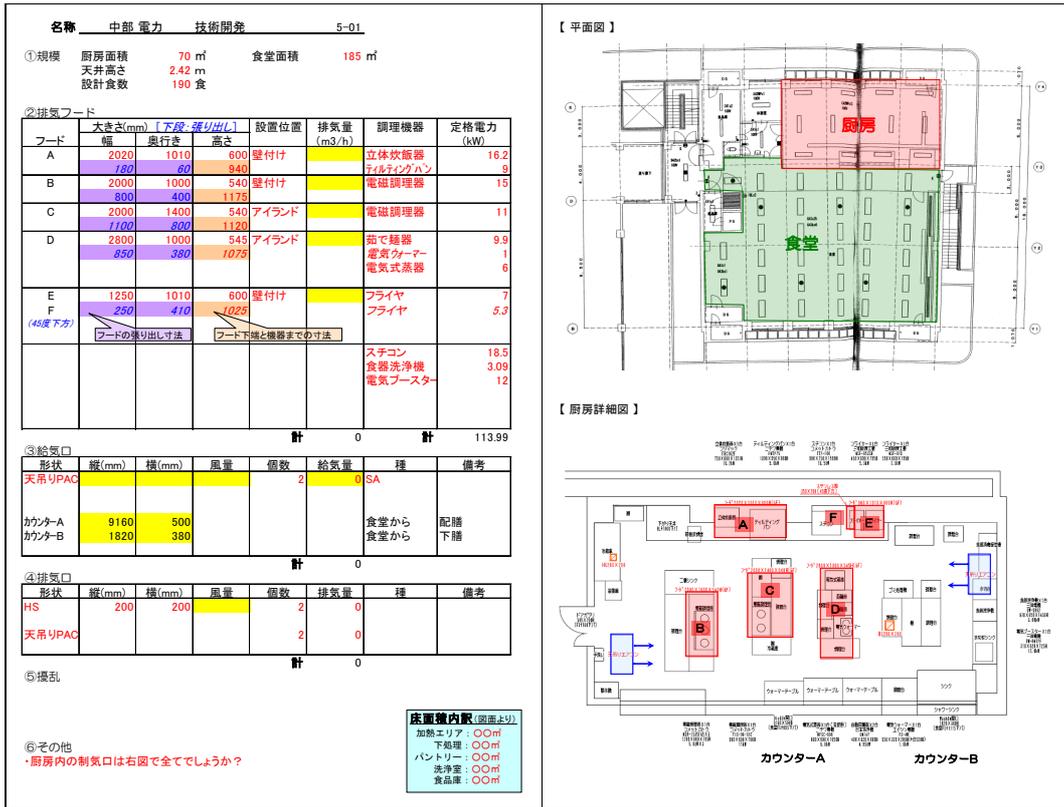
- ・**図面調査のご回答ありがとうございました。**
- ・今回の調査は複数の厨房を調査しておりますが、できるだけ同じレベルの情報を入手し分析を行いたいため、いただいた図面等の情報から同じフォーマットにまとめております。(情報の読み落としがあるかもしれませんが)情報が不足している厨房については大変恐縮ですが、**下記について再度回答をお願いします。**(わかる範囲でかまいません)
 - 1 平面図、厨房詳細図の確認。間違いがあれば修正をお願いします。
 - 2 厨房詳細図のパンカールバー(PK)や空調機(PAC)の吹出口の向きが下向きでない場合は → で方向を示して下さい
 - 3 **赤字**の確認。間違っていれば修正をお願いします。
 - 4 の数値の入力。
 - 5 の数値の入力。・・・数値は「フード」-「機器大きさ」で算出しています。それぞれの張り出し寸法が分かればお願いします
 - 6 の数値の入力。・・・フード下端から厨房機器上端までの寸法をお願いします
 - 7 の床面積内訳は、図面から各エリアを想定して算出しようと考えています。エリア境界ラインの判断が難しいとは思いますが、可能であれば記入をお願いします。(加熱エリアだけでも可)
 - 8 厨房を空調するための機器能力が分かれば、別途記載をお願いします。
- ・エクセルで回答される場合は、**追加修正箇所は緑文字**でお願いします。
- ・**回答期限は2013年2月8日まで**にお願いします。

給排気リストの「形状」を記載するときに参考にして下さい

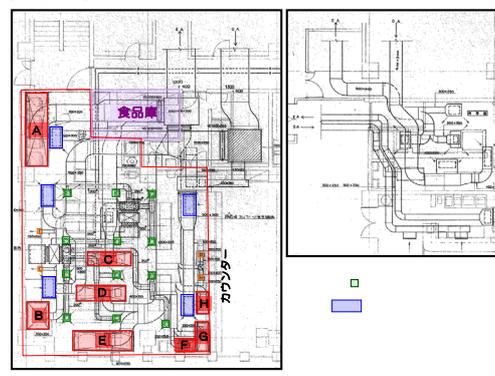
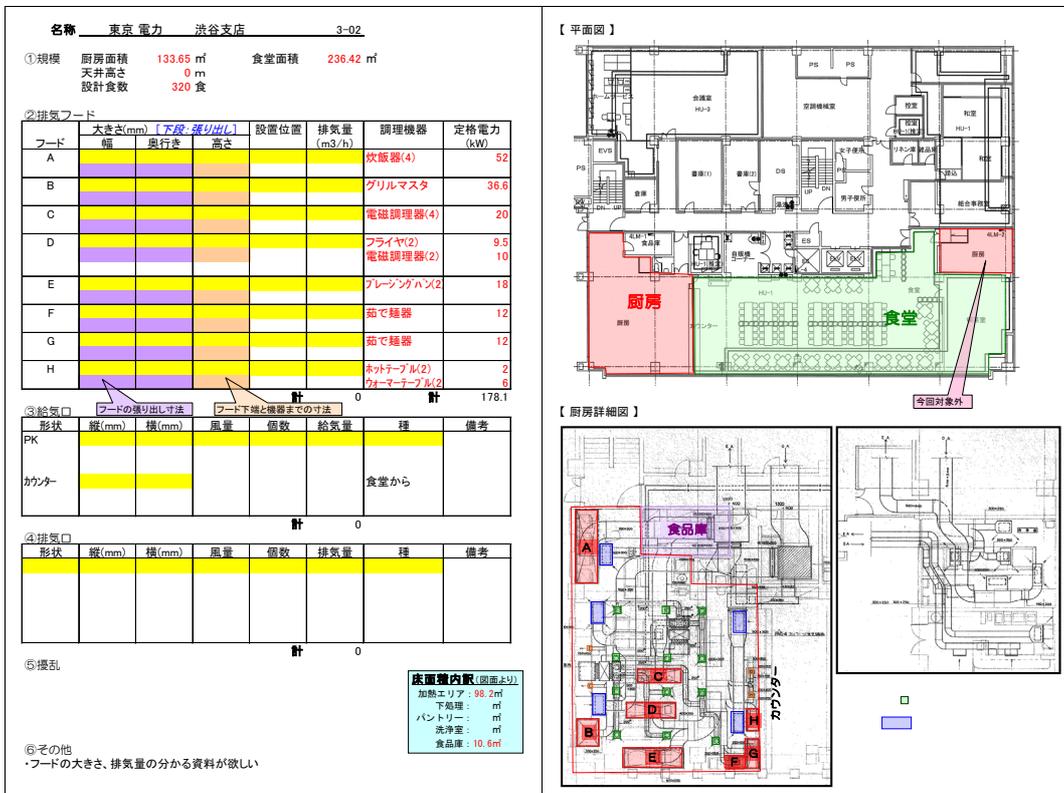
			
天吊りPAC	天井埋め込みPAC	PK	アネモ
			
排気フード	換気扇	VHS	BL

給排気リストの「種」に記載する記号

給気	OA	Open Air	：生外気を取り込む
	SA	Supply Air	：空調された空気を取り込む
排気	RA	Return Air	：空調機の吸込口のように循環される
	EA	Exhaust Air	：排気フードのように屋外に排気される



(a) 中部電力 技術開発本部



(b) 東京電力 渋谷支店
 図1.2 厨房情報シート (再調査依頼時)

1-2-4 調査厨房

電力会社の社員厨房を中心に全国35ヵ所の厨房の調査を行った。調査期間、厨房の地域内訳は以下の通り。

[調査機関]

2012年11月～2013年2月（追加依頼含む）

[調査厨房のエリア内訳]

北海道電力	2件	
東北電力	1件	
北陸電力	2件	
東京電力	5件	
中部電力	14件	
関西電力	3件	
中国電力	4件	
四国電力	1件	
九州電力	1件	
沖縄電力	1件	<u>全国35ヵ所</u>

付録 2

本研究に関連する換気設計規格・指針の概要

本研究に関連する換気設計の規格・指針

1 新たな規格・指針

1.1 標準試験方法と標準換気量基準

本研究の調査結果（2章、3章）を基本資料として策定された標準試験方法は、建材試験センターによる「業務ちゅう（厨）房に設置される排気フードの捕集率測定方法（JSTM-V-6201）」である。また、標準換気量基準として策定されたのは、建材試験センターによる「業務用ちゅう（厨）房内空気環境を適正な状態に維持するための換気量の算定方法（JSTM-V-6271）」と、エレクトロヒートセンターによる「業務用電化厨房施設の換気設計指針（JEHC103）」である。

1.2 JSTM規格の概要

建材試験センターによる標準試験方法（JSTM-V-6201）と標準換気量基準（JSTM-V-6271）は、一对の規格（[図1](#)参照）であり、標準試験方法による試験結果のフード面風速を用いて標準換気量基準の算定を行う。標準試験方法では、本研究の調査結果である試験室規模や張出し寸法、換気設備、機器負荷率などを基本情報として活用された。

本規格は、厨房内の適切な空気環境を維持するための換気量の算定法であり、調理済み製品からの大気汚染物質と燃焼排ガスにも着目している。本規格を用いて算出された換気量は、厨房内の温熱環境だけでなく空気環境を適切な状態に維持することができる。また、フードの捕捉率は90%以上確保することができる。



(1) 標準試験方法(JSTM-V-6201)

(2) 標準換気量基準(JSTM-V-6271)

図1 建材試験センターによるJSTM規格

建材試験センターによる標準試験方法（JSTM-V-6201）による試験結果の一例を[図2](#)に示す。一覧表には以下の項目が記載される。換気量に用いる数値はフード面風速（m/s）で記載される。具体的には、調理生成物質と燃焼排ガスの捕集率が90%以上の換気量を適正換気量で示され、調理機器から発生する物性毎に環境基準を満たす必要換気量以上になっているかを確認し決定される。参考に、換気量算定のフロー図を[図3](#)に示す。

- ① 機器情報（機器、型式、熱源、定格出力、負荷率など）
- ② 設置条件（フード配置条件、給気の制気口種類）
- ③ 人体擾乱（あり／なし）
- ④ 調理生成物質の捕集率（面風速と換気捕集率）
- ⑤ 燃焼排ガスの捕集率（面風速と換気捕集率）
- ⑥ 適正排気量（面風速）
- ⑦ 換気量の候補（面風速）
- ⑧ 必要換気量（一般環境基準と労働換気基準を満たす換気量）

①機器情報					②設置条件		③人体擾乱	④調理生成物捕集率(※3)				⑤燃焼排ガス捕集率(※3)				⑥適正換気量(面風速)	⑦換気量の候補(面風速)	⑧必要換気量(※5)		備考	
機器	型式	熱源種類	機器形式	定格出力	負荷率	機器設置方法(※1)	空調による乱種類(※2)	人体擾乱の有無	面風速	面風速	面風速	面風速	面風速	面風速	面風速	m/s	m/s	一般環境基準	労働環境基準		
				kW	%				0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s	0.5m/s	0.2m/s	0.3m/s	0.4m/s						0.5m/s
1	ローレンジ	FGTLA0675	ガス	低放射	17.4	100	壁付	なし	あり	48	91	92	98	82	99	100	99	0.2	0.28 (830)	0.26 (750)	
2	ローレンジ	FGTLA0675	ガス	低放射	17.4	100	壁付	ユニバーサル型給気口	あり	61	90	96	97	81	99	100	100	0.3	0.28 (830)	0.26 (750)	
3	ローレンジ	FGTLA0675	ガス	低放射	17.4	100	壁付	パンカルバー給気口	あり	34	34	48	57	71	82	85	85	0.5	0.5以上	0.5以上	※4
5	ローレンジ	FGTLA0675	ガス	低放射	17.4	100	壁付	パッケージエアコン給気口(正面)	あり	4	5						0.5	0.5以上	0.5以上	※4	
7	ローレンジ	FGTLA0675	ガス	低放射	17.4	100	壁付	パッケージエアコン給気口(側面)	あり	38	58	77	78	80	82	96	97	0.4	0.38 (1120)	0.34 (980)	
8	ローレンジ	MIR-10L	電気	電気	10.0	100	壁付	なし	あり	82	90	92	93				0.3	0.26 (760)	0.26 (760)		

ローレンジ (ガス)
17.4kW 負荷率 100%

ユニバーサル型給気口
(空調擾乱なし/人体人体擾乱あり)

「調理生成物捕集率」
90% 0.3m/s

「燃焼排ガス捕集率」
99% 0.3m/s

発生物質の必要換気量
0.28m/s

適正換気量
0.3m/s

図2 標準試験結果の一例と面風速

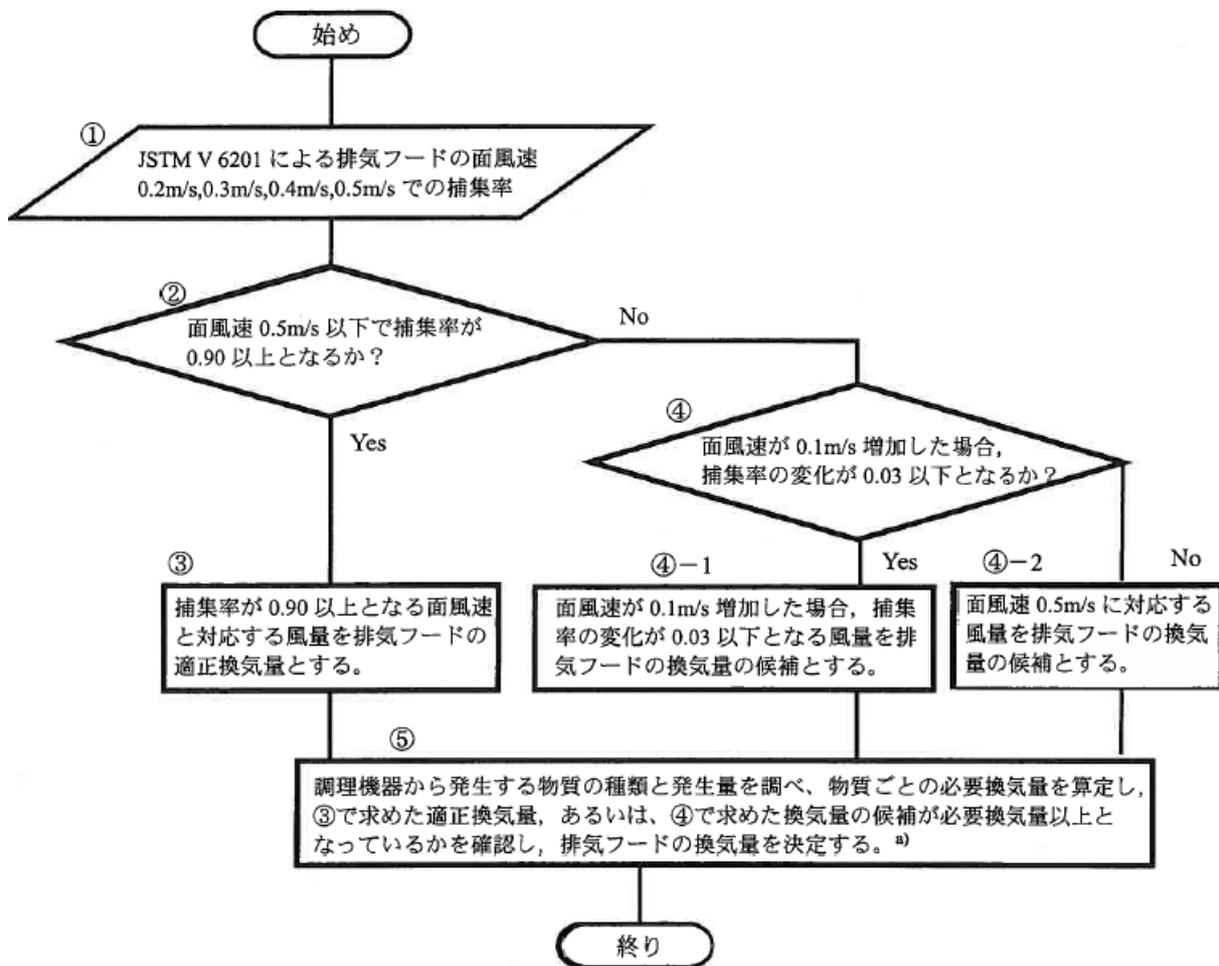


図3 標準換気量基準JSTM-V-6271による換気量算定フローチャート

1.3 JEHC規格の概要

エレクトロヒートセンターによる標準換気量基準（JEHC-103）は、電力中央研究所で実施された試験結果より規格化された。試験の各種条件は、電力中央研究所による調査結果をベースに行われたが、本研究の調査結果である試験室規模や張出し寸法、換気設備、機器負荷率なども基本情報として扱われた。



図4 建材試験センターによるJSTM規格

本指針の適用範囲は、200~700食/回を提供する規模の全電化厨房の加熱調理エリア及び配膳エリアにおけるキャノピーフード方式の機会換気設備である。ただし、以下の4項目を前提とする

1. 空調していること
2. 空調された外気を取り入れていること
3. 空調吹き出しきりゆによって生じる気流の乱れが少ないこと
4. 天井排気をもつこと

更に詳細事項は以下の通りである。

- キャノピーフードの構造は、建築設備設計基準のI型フード、II型フード、または、I型フードと同等とみなせるフードに準じる。
- キャノピーフードの幅が極端に長くなる場合には、フード内部の吸込口を複数設置して風速分布に大きな差異が生じないようにする。
- キャノピーフードのフード張り出しは100 mm 以上とする。ただし、スチームコンベクションオーブンなど、扉解放時に湯気を多く発生する密閉型機器の場合には、キャノピーフードのフード前方張り出しは300 mm 以上とする。
- 湯気を大量に放出する麵ゆで器などの加熱調理器では、フード内面が結露するおそれがあるため、結露水が作業エリアに垂れない仕様とする。
- フード下面から加熱調理器までの離隔距離は、1000mm 以下とする。
- 空調吹出口には、空調吹出し気流によって生じる加熱調理器直上の気流の乱れが小さくなるように、ユニバーサル型吹出口やパンチング
- 状大開口型吹出口などを利用する。加熱調理器直上の平均残風速が0.25m/s 以下となるように、風量、設置位置および吹出し角度を適切に設定する。
- 厨房室内の設計露点よりも空調吹出温度が下回らないようにする、または、表面が結露しにくい空調吹出口を採用するなど、空調吹出口における結露防止に配慮する。
- 天井排気口は、麵ゆで器、立体炊飯器、ウォーマーテーブルなどの近くになることが望ましい。
- フード外面の結露防止の観点から、厨房内湿度は、80% 以下とする。また、労働・衛生環境維持の観点から、厨房内温度は、夏季25℃以下および冬季10℃以上を推奨している。

キャノピーフードの必要換気量は、式1が用いられる。

フードが必要な加熱調理器を密閉型機器と開放型機器に分類され、開放型機器は更に非定格運転型機器、定格運転型機器に分けられている。必要換気量の算定に用いられる必要換気量係数は加熱機器の分類毎に決められている。必要換気量に用いられる加熱機器の分類と必要換気量係数を図5に示す。

$$V_{\text{Hood}} = \sum_{i=1}^N \alpha_i \times Q_i \quad \dots \text{式1}$$

V_{Hood} : キャノピーフードの必要換気量 [m³/h]

Q_i : i 番目の加熱調理器の定格消費電力 [kW]

α_i : i 番目の加熱調理器の必要換気量の係数 [m³/(kW・h)]

N : キャノピーフードに覆われている加熱調理器の台数 [台]

●加熱調理器の分類

加熱調理器の分類		業務用厨房機器分類 統一名称の品目
密閉型機器		コンベクションオープン スチームコンベクションオープン 立体炊飯器 小型炊飯器
開放型機器	非定格運転型機器	フライヤ グリドル ティルティングパン テーブルレンジ ローレンジ 卓上レンジ 中華レンジ 回転釜
	定格運転型機器	麺ゆで器

●キャノピーフードの種類と加熱調理器の分類に応じた必要換気量係数 (α)

キャノピーフードの種類	加熱調理器の分類		
	密閉型機器	非定格運転型機器	定格運転型機器
壁掛け型フード	40	70	50
シングルアイランドフード	70	110	80
ダブルアイランドフード	40	70	50

キャノピーフード種類による比率は、VDI2052およびASHRAE Standard154を参考。

図5 加熱調理機器の分類と必要換気量係数

謝 辭

論文要旨(和文)

論文要旨(欧文)

研究業績一覽

謝辞

本論文は、主に、東京都市大学、中部電力、東洋熱工業、日建設計の共同研究「換気設計法検討のための厨房実態調査研究」に関して取りまとめたものである。

本研究を進めるにあたり、終始ご懇切丁寧なご指導ご鞭撻を賜りました東京都市大学工学部建築学科・近藤靖史教授に心より感謝と敬意を表します。また、本研究を進めるにあたり日本工業大学・吉野一教授、東洋熱工業・荻田俊輔博士（工学）には研究活動における実測技術・段取り評価方法など非常に多くのことをご教授頂きました。中部電力・藤田美和子氏（当時技術開発本部エネルギー応用研究所副主査）には、実測場所の選定・調整に尽力され、貴重なデータを収集することができました。ここに記して深くお礼申し上げます。

中部電力・澤田佳也氏、宮崎博之氏には、実測場所の詳細な段取りや調整などで多大な協力を賜りました。鈴木盛永氏をはじめ、東京都市大学大学院生の方々には環境測定実験の計画・実施・集計を、厨房機器負荷率の集計には古川ひろみ氏（当時日建設計）の多大な協力を深く感謝します。また、日建設計・吉永修氏には、BIMツールの開発で使用ソフトの選定やツール開発で非常に多くのことをご教授頂きました。業務用厨房の換気空調設計に関する委員会・WGの委員会の方々には、非常に多くの知見や結果の考え方や評価についてご指導頂いきいただきました。ここに改めて深く感謝いたします。

近藤靖史教授とは、株式会社日建設計に在職時代の上司と部下の関係で、業務厨房の換気空調の研究は1995年頃まで遡ることになります。近藤靖史教授、千葉大学グランドフェロー・川瀬貴晴教授（当時日建設計）や新潟大学・赤林伸一教授、新潟県立大学・坂口淳教授（当時新潟大学学生）、東京ガス・吉岡朝之氏、石川登志樹氏と一緒に研究されたことからはじまりました。業務用厨房換気に関してはライフワークといっても過言ではなく、25年間を振り返ると非常に感慨深く感謝のことばしかありません。

最後に、これまで私をあたたく応援してくれた両親と、私を明るく励まし続けてくれた妻・慶子、娘・杏、息子・暖大に心から感謝します。

論文要旨(和文)

論文主題: 業務用厨房における機器負荷率を用いた換気設計法に関する研究

業務用厨房のフード排気量は国土交通省官房官庁営繕部・建築設備設計基準(以下、建築設備設計基準と記す)に基づき、調理機器、フード形状、空調・換気用給気口の種類・位置などに依らずフード下端開口部の面風速(0.3m/s)により決定されることが多い。この建築設備設計基準はASHRAE Handbook Applications(以下、ASHRAE基準と記す)の1982年版を引用している。一方、ASHRAE基準は継続的に改訂されている。ASHRAE基準の1995年版では調理機器の発熱量やフードを形状により排気量を決定している。ASHRAE基準の2003年版では、これまでの面風速に関する記述が削除されている。ASHRAE基準の2007年版では、米国の一般的な厨房規模を再現した試験室において各種給気口による空調擾乱を与えた条件でのフードの捕集性状の実験的研究の成果に基づいた記載もあり、調理機器や空調・換気用給気口が多様化する業務用厨房を取り巻く環境に対応しているといえる。日本の業務用厨房の換気計算法について、一般に用いられている建築設備設計基準は非常にシンプルではあるが換気量が過大となることが多く、無駄な換気をしているため省エネルギーという観点からも問題がある。そこで、米国のASHRAE基準のように多様化する業務用厨房の換気・空調方式に対応すべく、日本でも「一般的な厨房規模を再現した試験室による実験的研究」の成果を換気・空調計画に反映するための新たな換気設計基準が求められている。

以上のような背景から本研究は行われ、本論文は以下のような構成となっている。

第1章では、序論として業務用厨房の必要換気量について、米国のASHRAE基準と日本の違いや課題について示し、日本でも「一般的な厨房を再現した試験室の実験的研究」が必要で、標準試験法の確立が必要であることを述べた。その標準試験法の確立には、多くの業務用厨房における厨房規模・排気フード・給気口・調理機器や、各種の調理機器の電力消費量の調査が必須となる。このような調査研究はこれまで行われておらず、本研究で行った業務用厨房の調査はそのための調査でもあるため、研究の目的およびその意義についても示した。また、本研究の成果の一部を用いて制定された標準試験法や、関連のある換気設計法の紹介も行う。

第2章では、社員食堂の中規模厨房の仕様に関する調査概要と結果を示す。中規模業務用厨房は、1回の食事で200～800食分の食事を提供できる厨房とし、全国35の電気厨房の調査・分析を行う。調査は、竣工図面や施設管理者による記述調査であるため、十分な情報が得られない場合には厨房内の状況を把握するために給気口や空調機の写真も収集した。厨房の仕様として、床面積と天井高さ。排気システムとして、排気フードの張り出し寸法や排気量、天井排気口の排気量。給気システムとして、給気口の種類や風量、空調の有無などについて集計を行い、平均値など具体的な数値を示した。既往文献などでも同様な調査はほとんどないため、日本における厨房の一般的な仕様となる貴重な数値を示している。

第3章では、第2章の調査厨房から調理器具の負荷率を計測可能な10の厨房について行い、実測概要と分析結果を行う。実測は冬季に行い、測定期間は2週間、実質10日間の調理機器の消費電力データを測定した。厨房器具の負荷率集計するための平均化時間の検討や、厨房内に排出される機器負荷を算出するために水の加熱時間は削除するなど、厨房機器によるデータの削除の仕方を示し、厨房機器のピーク時刻を算出した。更に、厨房機器毎の設計負荷率を算出する方法の提案を行い、同じ方法で各フード、各厨房の設計負荷率の算出も行う。日本の中規模業務用厨房(社員食堂)における厨房機器の使い方示している。

第4章では、第2章、第3章による実態調査による成果を引用して策定された新しい換気計算法を用いた換気計算ツールの紹介を行う。新たな換気計算法の普及にはBIMと連携した換気設計ツールが有効と考え、換気計算ツールは、BIMソフトとして最も普及しているRevitを用いて作成した。換気

計算ツールは、室容積と用途別必要換気量から換気量を算出し、レイアウトされた厨房機器の上に排気フードを自動描画することができる。排気フードの大きさは適宜修正することでBIM情報へ反映することができ、設計図書へ展開することができる。このようにBIMから設計図書作成までの手順を示し、BIM設計の可能性を示すとともに、現状の課題について考察している。

第5章では、本研究の全体のまとめと、本研究の成果と今後の課題について示している。

論文要旨(欧文)

学位論文題目 : Title of Paper

Study on ventilation design method using equipment load factor in Medium-sized Commercial Kitchens

論文要旨 :

This paper is organized as follows.

Chapter 1: Introduction

In commercial kitchens, a large amount of heat, water vapor, and oil mist are generated because of the cooking operation. The energy consumed in ventilation/air conditioning to remove them is very large. It is very important to improve the capture efficiency of the exhaust hoods to maintain a healthy work environment for the kitchen staff.

In Japan, the ventilation standard of commercial kitchens has been based on the average velocity of the exhaust hood. While the standard is very simple, it may cause the overestimation of the ventilation rate. However, the circumstances of commercial kitchens have changed, such as diversification of cooking equipment and ventilation/air-conditioning systems. For these reasons, it is desirable to establish a standard test method for hood capture efficiency that reflects the actual condition of commercial kitchens. Ventilation/air conditioning systems should be designed based on these data.

In this research, a ground situation survey was conducted to obtain basic data for appropriate conditions to be used in the standard test method of hood capture efficiency. The hood capture efficiencies determined using the standard test method can be used to realize healthy and comfortable work conditions with moderate ventilation rate. It is a smart ventilation method that considers the actual condition of the cooking operation and the HVAC system. In addition, the ventilation rate calculation tool using BIM can improve the design efficiency and reduce human error.

Chapter 2: Survey of Kitchen Dimensions, Exhaust Hoods, Supply Openings, and Kitchen Appliances

The survey results on the specifications of 35 medium-sized commercial electrification kitchens in Japan are shown. A mid-sized kitchen of the company cafeteria was surveyed, in which 200 to 800 meals are served during one mealtime. When sufficient design data could not be obtained, photographs of the air intake and air conditioner were collected to grasp the situation in the kitchen. Kitchen Size and ceiling height as a kitchen specification. As an exhaust system, Overhang of Exhaust Hood and Air Volume of the exhaust hood. As the air supply system, the number of air supply ports and the air volume, the presence or absence of air conditioning, etc. were counted, and specific numerical values such as average values were shown.

As there are few similar surveys in the existing literature, etc., it shows valuable figures that are general specifications of kitchens in Japan.

Chapter 3: Estimation Method of Design Load Factor for Kitchen Appliances

Survey on 10 kitchens from the research kitchen in Chapter 2, and conduct the survey summary and analysis results. The measurement was conducted in winter, and the measurement period was 2 weeks, and the power consumption data of the cooking apparatus was measured for 10 days.

The calculation method of peak time of kitchen appliances was shown. Using these figures, the design load factor for each kitchen appliances is calculated. The design load factor for each hood and kitchen was calculated by the same method. It shows how kitchen appliances is used in a mid-sized commercial kitchen in Japan.

Chapter 4: Calculation tool for Ventilation rate USING BIM

Ventilation calculation tools associate new ventilation design criteria with BIM. BIM software is programmed with Dynamo using Autodesk Revit. By importing the information on the kitchen appliances, the exhaust hood is automatically placed on the necessary cookware. The designer changes the type and size of the hood to complete the 3D model, equipment list, and ventilation list.

Chapter 5: Summary

The summary of this research and the future issues are shown.

研究業績一覧

- [1] 山村真司,近藤靖史,永瀬 修：建物周辺気流の数値解析:建物形状と周辺高風速領域の関連, 日本建築学会学術講演会梗概集, 1993.9
- [2] 近藤靖史,永瀬修,松縄堅,村上俊博：オープン型アトリウムの温熱環境実測 (その1) 夏期の温・湿度分布、日本建築学会学術講演会梗概集, pp.881-882, 1993.9
- [3] 永瀬修,近藤靖史,松縄堅,村上俊博：オープン型アトリウムの温熱環境実測 (その2) 冬期の温・湿度分布、日本建築学会学術講演会梗概集, pp.883-884, 1993.9
- [4] 永瀬修,近藤靖史,松縄堅,飯塚宏：オープン型アトリウムの温・湿度分布の実測, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.177-180,1994.10
- [5] 永瀬修,近藤靖史,松縄堅,野原文男,飯塚宏：オフィスビルのパッシブ化に関する研究 (その2) 対流・放射連成解析による床吹出空調の室温形成に関する検討、日本建築学会学術講演会梗概集, pp.539-540, 1994.9
- [6] 松縄堅,永瀬修,近藤靖史,野原文男,飯塚宏：オフィスビルのパッシブ化に関する研究 (その3) 床吹出空調の冷房時におけるエクセルギ評価, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.541-542, 1994.9
- [7] 永瀬修,近藤靖史,松縄堅：対流・放射連成解析による床吹出空調の室温形成に関する検討, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1729-1732, 1994.10
- [8] 山崎祐二,永瀬修,,猪岡達夫,大高一博,金泰彦：屋外競技場における熱環境及び気流の分布に関する検討, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.915-916, 1995.8
- [9] 永瀬修,,近藤靖史,松縄堅：オフィスビルのパッシブ化に関する研究 (その4) 対流・放射連成解析によるタスク・アンビエント空調の検討, 日本建築学会学術講演会梗概集, 1995.8
- [10] 永瀬修,松縄堅,飯塚宏,田辺 新一,荒井 卓也：床吹出空調システムにおける内部負荷、吹出風量、床面境界条件が室内温熱環境に与える影響, 空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集, pp.1125-1128, 1995.10
- [11] 野原文男,永瀬修,高辻量：オフィスビルにおける自然エネルギー利用, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 1995.10
- [12] 飯塚宏,関五郎,永瀬修,近藤靖史,藤本 弘,片桐 順司：放射床冷房と自然換気を利用したアトリウムの夏期温熱環境実測, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1285-1288, 1995.10
- [13] 永瀬修,坂牛卓,村上周三,加藤信介,近藤 靖史,高橋岳生,寺本隆幸：海底トンネル用大規模換気塔からの排熱拡散性状に関する研究 (その1) CFDによる排気設置高さと汚染質拡散性状に関する検討, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.591-592, 1996.9
- [14] 飯塚宏,関五郎,永瀬修,近藤靖史,藤本弘,片桐順司：自然換気と放射床冷房を利用したアトリウムの夏期温熱環境実測, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.693-694, 1996.9
- [15] 荻田俊輔,川瀬貴晴,永瀬修,近藤靖史,赤林伸一,坂口淳,吉岡朝之,石川登志樹：業務用厨房の高効率換気・空調システムに関する研究 (その17) 実測・実験による厨房内温度等の検討, 空気調和・衛生工学会学

術講演会論文集, pp.441-444, 1997.8

- [16] 永瀬修,近本智行,井上 富男,内藤 順夫: 北向きアトリウムの温熱空気環境に関する実測調査 (その1) 研究目的及び冬期暖房時における結果, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.1131-1132, 1998.9
- [17] 飯塚宏,永瀬修,梶井浩史,中村厚,大橋一正,小林仁三: 南西面にダブルスキンを有するアトリウムの温熱環境に関する研究 (その1) システム概要および夏期シミュレーション結果, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.885-886, 1999.9
- [18] 飯塚宏,永瀬修,梶井浩史,中村厚,大橋一正,小林仁三: 南西に面するダブルスキンアトリウムの温熱環境に関する研究 (その1) システム概要及び夏季シミュレーション結果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.749-752, 1999.9
- [19] 飯塚宏,永瀬修,梶井浩史: 南西に面するダブルスキンアトリウムの温熱環境に関する研究 (その2) ダブルスキンの日射遮蔽性能と排熱量, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.753-756, 1999.9
- [20] 梶井浩史,飯塚宏,永瀬修,中村厚,大橋一正,和田一樹: 南西面にダブルスキンを有するアトリウムの温熱環境に関する研究 (その3) 中間期の設計およびシミュレーション結果, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.963-964, 2000.9
- [21] 飯塚宏,梶井浩史,永瀬修,中村厚,大橋一正,和田一樹: 南西面にダブルスキンを有するアトリウムの温熱環境に関する研究 (その5) 冬期の設計およびシミュレーション結果, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.967-968, 2000.9
- [22] 梶井浩史,飯塚宏,永瀬修,中村厚,大橋一正,和田一樹: 南西に面するダブルスキンアトリウムの温熱環境に関する研究 (その3) 中間期の設計およびシミュレーション結果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1633-1636, 2000.9
- [23] 飯塚宏,梶井浩史,永瀬修,中村厚,大橋一正,和田一樹: 南西に面するダブルスキンアトリウムの温熱環境に関する研究 (その4) 冬期の設計およびシミュレーション結果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1637-1640, 2000.9
- [24] 永瀬修,山村真司: 空間形状が可変する多目的アリーナの温熱環境評価: 建物概要とコミュニティアリーナ空間の熱環境予測, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 2000.9
- [25] 柳原隆司,古越一三雄,松縄堅,野原文男,伊香賀俊治,近本智行,永瀬修: 東京都における業務用ビルの省エネルギー対策とその削減効果 (その1) 省エネルギー対策の波及効果と推進の方法, エネルギー資源学会第17回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, pp.331-336, 2001.1
- [26] 野原文男,柳原隆司,古越一三雄,松縄堅,伊香賀俊治,近本智行,永瀬修: 東京都における業務用ビルの省エネルギー対策とその削減効果 (その2) 業務用ビルのエネルギー消費量と省エネルギー対策の効果検証, エネルギー資源学会第17回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, pp.337-342, 2001.1
- [27] 長澤康弘,近藤靖史,川瀬貴晴,永瀬修,石川登志樹,室田岳志: 欧米における業務厨房の換気・空調設備に関する規準および研究の最近の動向, 日本建築学会関東支部, pp.445-448, 2001
- [28] 伊香賀俊治,近本智行,永瀬修: 集合住宅を対象とした温暖化防止対策とその削減効果 (その1) 研究目的と東京各地の冷暖房負荷解析, エネルギー資源学会第18回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, 2001.6

- [29] 近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 集合住宅を対象とした温暖化防止対策とその削減効果 (その2) 建築仕様による熱負荷解析と省エネ・環境負荷削減効果, エネルギー資源学会第18回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス,2001.6
- [30] 永瀬修,伊香賀俊治,近本智行: 集合住宅を対象とした温暖化防止対策とその削減効果 (その1) 東京各地の冷暖房負荷解析, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1721-1724, 2001.9
- [31] 近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 集合住宅を対象とした温暖化防止対策とその削減効果 (その2) 各種温暖化防止対策の費用対効果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1725-1728, 2001.9
- [32] 丹羽勝巳,永瀬修,水谷国男,山中啓悟: 最大熱負荷計算用の屋外温湿度条件の見直し (その1) 見直しの概要と全国的设计外気条件に関する検討, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, A pp.9-12, 2002.9
- [33] 水谷国男,丹羽勝巳,永瀬修,山中啓悟: 最大熱負荷計算用の屋外温湿度条件の見直し (その2) 関東地区における設計用外気条件と最大熱負荷の地域差に関する検討, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.13-16, 2002.9
- [34] 近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 東京における建物の省エネルギー効果,地球温暖化防止対策の定量評価 (その1) 業務用ビルで消費されるエネルギーの定量化, エネルギー資源学会第19回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, pp.455-460, 2003.1
- [35] 永瀬修,伊香賀俊治,近本智行: 東京における建物の省エネルギー効果,地球温暖化防止対策の定量評価 (その2) 住宅で消費されるエネルギーの定量化, エネルギー資源学会第19回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, pp.461-466, 2003.1
- [36] 近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 東京における建物の省エネルギー効果,地球温暖化防止対策の定量評価 (その3) 建物で消費されるエネルギーの定量データベース, エネルギー資源学会第19回エネルギーシステム経済・環境コンファレンス, pp.467-472, 2003.1
- [37] 荻田俊輔,近藤靖史,川瀬貴晴,吉野一,長澤康弘,石川登志樹,永瀬修,平田俊明: 業務用厨房の置換換気・空調方式に関する研究(その1)厨房内温度および排気捕集性状に関する実験, 日本建築学会学術講演会梗概集, pp.1101-1102, 2003.9
- [38] 吉野一,近藤靖史,川瀬貴晴,荻田俊輔,長澤康弘,石川登志樹,永瀬修,村上高: 業務用厨房の置換換気・空調方式に関する研究(その2)厨房内温度および排気捕集性状に関する実験, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.381-384, 2003.9
- [39] 近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 戸建住宅の温暖化対策推進のためのCO₂とコストの同時評価システムの開発, 日本建築学会技術報告集, 第20号, 2004.12
- [40] 近本智行,坂本雄三,西村郁夫,柳原隆司,草野英哉,伊香賀俊治,永瀬修: 東京都における温暖化対策検討 (その1) 事務所ビルにおけるCO₂排出削減効果の定量評価, エネルギー資源学会,2004
- [41] 西村郁夫,坂本雄三,柳原隆司,草野英哉,近本智行,伊香賀俊治,永瀬修: 東京都における温暖化対策検討 (その2) 事務所ビルにおけるCO₂排出量のマクロ試算, エネルギー資源学会,2004
- [42] 水田和彦,伊香賀俊治,永瀬修: 断熱材における温室効果ガス削減に関する検討 (その1) ノンフロン硬質ウレタン吹付け断熱材のLCCO₂評価, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1141-1142, 2004.8
- [43] 永瀬修,伊香賀俊治,水田和彦: 断熱材における温室効果ガス削減に関する検討 (その2) 暖冷房エネルギー

一消費量の計算条件と結果, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1143-1144, 2004.8

- [44] 荻田俊輔,近藤靖史,川瀬貴晴,吉野一,永瀬修,平田俊明:業務用厨房の置換換気・空調方式に関する研究(その4)天井置換換気出口の有効性に関する実験, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1163-1164, 2004.8
- [45] 後上哲男,川瀬貴晴,近藤靖史,相澤芳弘,永瀬修:業務用厨房の置換換気・空調方式に関する研究(その6)空調エネルギー消費量計算法の考察, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1163-1164, 2004.8
- [46] 近本智行,坂本雄三,西村郁夫,柳原隆司,草野英哉,伊香賀俊治,永瀬修:東京都における民生部門の温暖化対策に関する検討(その1)事務所ビルにおけるCO2排出削減効果の定量評価, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1867-1870, 2004.9
- [47] 草野英哉,坂本雄三,西村郁夫,柳原隆司,近本智行,伊香賀俊治,永瀬修:東京都における民生部門の温暖化対策に関する検討(その2)事務所ビルにおけるCO2排出量のマクロ試算, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1871-1873, 2004.9
- [48] 丹羽勝巳,伊香賀俊治,永瀬修,団村芳和:発熱ガラスを使った窓の省エネルギー性・快適性の検討, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1073-1074, 2005.9
- [49] 飯塚宏,大塚雅之,永瀬修,湯澤正信:都市建築のストック再生を目的とした環境共生技術の開発研究 その3 ソーラーチムニーの熱・換気性能のシミュレーション, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.949-950, 2005.9
- [50] 永瀬修,大塚雅之,飯塚宏,湯澤正信:都市建築のストック再生を目的とした環境共生技術の開発研究 その4 ダブルスキンの熱・換気性能のシミュレーション, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.951-952, 2005.9
- [51] 水田和彦,瀬口英青,吉富浩介,伊香賀俊治,永瀬修:断熱材における温室効果ガス削減に関する検討(その4)暖冷房エネルギー消費量とLC-GHG評価, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1095-1096, 2005.9
- [52] 林立也,加藤信介,伊香賀俊治,近本智行,永瀬修:パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その2):パーソナル空調システムの役割と省エネルギー性能, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1159-1160, 2005.9
- [53] 近本智行,加藤信介,伊香賀俊治,林立也,永瀬修:パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その6):CFDを用いたパーソナル空調の省エネ性能に関する検討, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1167-1168, 2005.9
- [54] 長谷川侑希,加藤信介,近本智行,伊香賀俊治,林立也,永瀬修:パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その7):室内の負荷分布に対応する空調負荷予測モデルに関する検討, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1169-1170, 2005.9
- [55] 鈴木孝彦,大塚雅之,湯澤正信,飯塚宏,永瀬修,新村浩一:ダブルスキン・ソーラーチムニー併用システムの熱的特性に関する実験研究:その1 夏期の熱除去性能と室内環境負荷, 日本建築学会関東支部,2006
- [56] 望月悦子,田村悠,新井真紀子,渡邊進介,田辺新一,海宝幸一,永瀬修:光ダクトシステムによる住宅における視的快適性に関する研究(その1):実験住宅概要および実測結果, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.287-288, 2006.9
- [57] 新井真紀子,望月悦子,田村悠,渡邊進介,田辺新一,海宝幸一,永瀬修:光ダクトシステムによる住宅における

-
- 視的快適性に関する研究(その2)：被験者実験による心理量調査結果，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.289-290，2006.9
- [58] 林立也,加藤信介,近本智行,伊香賀俊治,山村真司,永瀬修：パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その9)：パーソナル空調機のアンビエント空調システムとの適合性を確認する指標の開発，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1015-1016，2006.9
- [59] 三島允,加藤信介,近本智行,林立也,永瀬修：パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その10)：パーソナル空調による空調運転時間の削減に関する検討，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1017-1018，2006.9
- [60] 永瀬修,大塚雅之,飯塚宏,湯澤正信,鈴木孝彦,新村浩一：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究：その1 システム概要と夏期・中間期・冬期シミュレーション，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1385-1386，2006.9
- [61] 鈴木孝彦,大塚雅之,飯塚宏,湯澤正信,永瀬修,新村浩一：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究：その2 夏期の熱除去性能と室内環境負荷，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1387-1388，2006.9
- [62] 新村浩一,大塚雅之,飯塚宏,湯澤正信,永瀬修,新村浩一：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究：その3 中間期・冬期実測について，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1389-1390，2006.9
- [63] 林立也,加藤信介,近本智行,伊香賀俊治,山村真司,永瀬修,藤上愛子：パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究：(第15報)パーソナル空調機を用いた空調システムの評価指標の開発，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.1069-1072，2006.9
- [64] 近本智行,加藤信介,林立也,永瀬修：パーソナル空調機を用いた自然換気併用空調オフィスに関する研究(その16)：パーソナル空調による省エネルギー性能及び空調運転時間の削減に関する検討，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.1073-1076，2006.9
- [65] 永瀬修,伊香賀俊治,近本智行：戸建住宅の温暖化対策推進のためのLCCO₂とLCC同時評価システムの開発，日本LCA学会,2005.12
- [66] 永瀬修,飯塚宏,大塚雅之,湯澤正信,鈴木孝彦,新村浩一：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究 その4 夏期のダブルスキン・ソーラーチムニー開口部操作による換気量促進効果，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1347-1348，2007.8
- [67] 新村浩一,大塚雅之,鈴木孝彦,湯澤正信,飯塚宏,永瀬修：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究 その5 中間期のナイトページについて，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1349-1350，2007.8
- [68] 鈴木孝彦,大塚雅之,湯澤正信,飯塚宏,永瀬修,新村浩一：ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究 その6 冬期の断熱効果について，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1351-1352，2007.8
- [69] 海宝幸一,滝澤総,関根雅文,小林護,永瀬修,新井秀雄：光ダクトシステムの歴史と展開，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.423-426，2007.8
-

- [70] 山本倫代,望月悦子,田辺新一,海宝幸一,永瀬修:光ダクトシステムによる住宅の視的快適性に関する研究(その3):夏季実測結果および被験者実験による心理量調査結果,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.403-404, 2007.8
- [71] 山村真司,永瀬修,船津正義,野村吉和,岩瀬静雄:超高層建物における自然換気導入のための基礎的研究,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.801-802, 2007.8
- [72] 山本倫代,望月悦子,田辺新一,海宝幸一,永瀬修,亀島順次:光ダクトによる昼光特性がもの見えに与える影響,照明学会全国大会講演論文集,2007.12
- [73] 永瀬修,大塚雅之,新村浩一,湯澤正信,鈴木孝彦,飯塚宏:ダブルスキン・ソーラーチムニーを用いた熱負荷削減効果に関する研究(第1報)建物概要と夏期・中間期実測,空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1861-1864, 2007.9
- [74] 鈴木孝彦,大塚雅之,新村浩一,湯澤正信,飯塚宏,永瀬修:ダブルスキン・ソーラーチムニーを用いた熱負荷削減効果に関する研究(第2報)冬期のダブルスキンの暖房性能と室内環境について,空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1865-1868, 2007.9
- [75] 鈴木孝彦,大塚雅之,新村浩一,湯澤正信,飯塚宏,永瀬修:ダブルスキン・ソーラーチムニーの熱的特性に関する実験研究 その7 改修前と改修後の実測結果,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.79-80, 2008.9
- [76] 永瀬修,山村真司:サーモカメラによる簡易な屋外熱環境評価手法に関する研究,空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1197-2000, 2008.8
- [77] 吉田龍平,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子,永瀬修,三矢裕司,星野弘昌,小笠原岳:ファミリーレストランの厨房換気に関する研究(第1報)CFD解析による従来システムと置換換気システムの比較,空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.1049-1052, 2008.8
- [78] Michiyo Yamamoto,Etsuko Mochizuki,Shin-ichi Tanabe,Koichi Kaiho,Osamu Nagase: Survey on Visual Comfort in a House Daylit by Mirror Duct System、INDOOR AIR,2008
- [79] Shinji Yamamura,Osamu Nagase: Study on Methodology about Environmentally Friendly Urban Development for Creating Cool Spots and Reducing CO2 Emissions in Urban Area、ICUC国際学会,2009
- [80] 永瀬修,山村真司,浅輪貴史:省CO2と屋外熱環境改善に配慮した街区開発手法の検討,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.925-926, 2009.8
- [81] 荻田俊輔,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,永瀬修,川口明伸,鈴木盛永:天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その1)冬期における厨房内温熱環境の実測,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.787-788, 2011.8
- [82] 鈴木盛永,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,荻田俊輔,永瀬修,川口明伸:天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その2)冬期における厨房内フード捕集性状の実測,日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.785-786, 2011.8
- [83] 藤井拓郎,山村真司,永瀬修:街区開発における建物集約化による省エネルギー効果の把握に関する研究,日本建築学会大会学術講演会梗概集, 2011.8
- [84] 鈴木盛永,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,荻田俊輔,永瀬修,川口明伸:天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その3)冬期における厨房内温熱環境とフードの捕集性状の実測,空気調和・衛生工学

会学術講演会論文集, pp.1949-1952, 2011.9

- [85] 藤田美和子,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔,永瀬修: 中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その1) 機器単体、排気フード毎および厨房全体の負荷率の整理方法, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.693-634, 2012.9
- [86] 荻田俊輔,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,永瀬修,鈴木盛永: 天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その4) 実測によるフード捕集性状の検討, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.699-700, 2012.9
- [87] 鈴木盛永,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,荻田俊輔,永瀬修: 天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その5) 実測による厨房内温熱環境の検討, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.701-702, 2012.9
- [88] 荻田俊輔,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,永瀬修,鈴木盛永: 天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その6) 実測によるフード捕集性状と厨房内 温熱環境の検討, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.3049-3052, 2012.9
- [89] 永瀬修,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,荻田俊輔,鈴木盛永: 天井置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の検討(その7) 厨房機器の負荷率と空調・換気用エネルギー消費量, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.3053-3056, 2012.9
- [90] 近藤靖史,鈴木盛永,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子,永瀬修: 天井給気型置換換気方式を適用した中規模業務用電化厨房の温熱環境実測とCFD解析, 日本建築学会環境系論文集,第78巻,第692号, pp.749-756, 2013.10
- [91] 永瀬修,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子: 業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その1) 調査対象厨房の概要と厨房規模などに関する情報, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.647-648, 2013.8
- [92] 宮崎博之,永瀬修,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子: 業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その2) 排気フード・給気口・調理機器などに関する情報, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.649-650, 2013.8
- [93] 荻田俊輔,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,永瀬修: 業務用電化厨房内の換気性状や厨房機器の負荷率などの実態調査 その1 社員食堂厨房における吹出口の種類と排気フード廻りの風速, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.653-654, 2013.8
- [94] 青井健史,横田雄史,飯塚宏,鈴木聡,永瀬修,顧黎瓊,Batuoc Trinh,鄭新源,川瀬貴晴: 単層型ダブルスキン窓の熱性能に関する実測評価 その1 建物概要と実測結果概要, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.73-74, 2013.8
- [95] 顧黎瓊,Batuoc Trinh,鄭新源,川瀬貴晴,青井健史,横田雄史,飯塚宏,鈴木聡,永瀬修: 単層型ダブルスキン窓の熱性能に関する実測評価 その2 実測結果詳細, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.75-76, 2013.8
- [96] 永瀬修,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔,藤田美和子: 中規模業務用厨房における調理機器の負荷率(その2) 8事例の消費電力測定結果に基づく設計負荷率の算定, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.37-40, 2013.9
- [97] 澤田佳也,永瀬修,藤田美和子,近藤靖史,吉野一,荻田俊輔: 業務用厨房の設計図書などに基づく換気・空調計画に関わる情報収集(その3) 厨房規模・排気フード・給気口・調理機器などに関する情報, 空気調和・衛生

工学会学術講演会論文集, pp.17-20, 2013.9

- [98] 荻田俊輔,近藤靖史,吉野一,藤田美和子,永瀬修:業務用電化厨房内における排気フード廻りの風速の実態調査, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.29-32, 2013.9
- [99] 荻田俊輔,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,永瀬修:中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第1報 排気フード廻りの空調擾乱の調査方法と調査例, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集,第211号, pp.1-6, 2014.10
- [100] Shunsuke Ogita,Yasushi Kondo,Hajime Yoshino,Miwako Fujita,Osamu Nagase : Field Measurements of Thermal Environment of a Medium-sized Electric Commercial Kitchen with Ceiling Supply Displacement Ventilation System, INDOOR AIR,2014.7
- [101] 飯田玲香,永瀬修:熱負荷・環境解析のためのBIM連携ツールの開発, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.93-96, 2014.9
- [102] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔:中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第2報 厨房規模・排気フード・給気口・調理機器の調査, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集,第216号, pp.11-17, 2015.3
- [103] 杉原義文,永瀬修,湯澤秀樹,張偉榮:CR I、熱負荷計算およびLCEMの連成ツールの開発と精度の検証, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.33-34, 2016.8
- [104] 杉原義文,永瀬修,湯澤秀樹,張偉榮:CR I、熱負荷計算およびLCEMの連成ツールの開発と動作確認, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.197-200, 2013.9
- [105] 永瀬修,近藤靖史,藤田美和子,吉野一,荻田俊輔:中規模業務用厨房の換気・空調計画に関する研究 第3報 調理機器の設計負荷率の算定方法の検討と算定例, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集,第231号, pp.1-8, 2016.6
- [106] 永瀬修,塚見史郎,久保洋香,羽地朝亮:室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討 その3 CFDのBIM連携と境界条件, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1047-1028, 2017.8
- [107] 久保洋香,永瀬修,塚見史郎,羽地朝亮:室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討 その4 外気冷房、自然通風時のCFD解析結果, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp.1049-1030, 2017.8
- [108] 羽地朝亮,塚見史郎,永瀬修,久保洋香:室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討 (第3報) 改良型床置ウォールスルー空調機の実大性能実験結果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.193-196, 2017.9
- [109] 永瀬修,塚見史郎,久保洋香,財木陽平,橋爪修彦,羽地朝亮:室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討 (第4報) CFDのBIM連携と境界条件, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.197-200, 2017.9
- [110] 久保洋香,永瀬修,塚見史郎,財木陽平,橋爪修彦,羽地朝亮:室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討 (第5報) 外気冷房、自然通風時のCFD解析結果, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, pp.201-204, 2017.9

-
- [111] 大嶋拓也,酒井孝司,永瀬修：次世代建築環境CFDパーツの研究開発とBIM連携環境シミュレーションへの応用（第1報）建築環境シミュレーションにおけるCFDパーツとBIM連携の現状と課題，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.1-4，2018.9
- [112] 深田賢,酒井孝司,小野浩己,永瀬修,大嶋拓也：次世代建築環境CFDパーツの研究開発とBIM連携環境シミュレーションへの応用（第3報）角型のアネモスタット型吹出し口パーツの開発，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.9-12，2018.9
- [113] 永瀬修,深田賢,酒井孝司：次世代建築環境CFDパーツの研究開発とBIM連携環境シミュレーションへの応用（第4報）CFDパーツのオフィスビルへの適用事例，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.13-16，2018.9
- [114] 久保洋香,永瀬修,塚見史郎,財木陽平,橋爪修彦,羽地朝亮：室内の排気熱をカスケード利用した改良型床置ウォールスルー空調システムの検討（第6報）周辺建物を考慮した自然通風のCFD解析結果，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.105-108，2013.9
- [115] 暑熱屋外での涼感提供を目的としたゼロエネルギー・クールツリーの開発（第3報）人体熱モデルを伴うCFD解析による涼感評価の検討，空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.65-68，2019.9
- [116] Osamu Nagase, Yasushi Kondo, Hajime Yoshino, Miwako Fujita, Shunsuke Ogita：Ventilation Planning for Mid-sized Japanese Commercial Kitchens and Calculation Method of Ventilation Rate Using Building Information Modeling, AIVC 2018 Conference, 2017.9
- [117] 久保洋香,長谷川巖,塚見史郎,永瀬修,羽地朝亮,一ノ瀬雅之,加藤貴也：鉄道上空の高層オフィスビルにおける排気利用型ウォールスルー併用空調システムの検証 その2 周辺建物を考慮した涼風換気時のCFD解析，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.1295-1296，2019.9
- [118] 岩崎守顕,辻圭輔,小林直樹,丹保洋人,塚見史郎,永瀬修,森太郎,福士貴広,新村浩一,佐々木賢知：寒冷地の自立分散型エネルギーによる面的利用を導入した大規模再開発の性能検証(第2報)寒冷地の大空間におけるアリーナおよび観客席の竣工時の温熱環境・気流の解析と実測，日本建築学会大会学術講演会梗概集，pp.241-244，2019.9
- [119] 永瀬修,飯田玲香：BIMと建築環境シミュレーションとのデータ連携に関する研究，空気調和・衛生工学会技術論文 No274，2020.1