新潟大学工学部建設学科建築学コース
卒業研究梗概　　平成 23 年度

住宅の電化厨房における新たな高効率換気・空調システムの開発研究

原　稚菜
指導教員　　赤林伸一教授

1　研究目的

IH クッキングヒーターはガスコンロに比べて燃焼廃ガスの発生がなく、汚染物質の発生が少ない。従って、ガスコンロで使用されるレンジ用排気フードとは異なる手法によるシステムの検討が可能である。

本研究では数値流体解析（CFD 解析）を用いて、電化厨房に最適な換気･空気清浄システムを対象としたシミュレーションを行い、検証・評価を行うことを目的とする。

2　解析概要

2.1　解析対象：図 1 に解析対象住宅モデルの概要を示す。対象住宅は集合住宅とし、片廊下型板状タイプの中間階・中間住戸とする。住戸の面積は 77m^2、間取は 1 LDK である。天井高は居室を 2.5 m､他は 2.1 m とし、各居室に天井給排気口、エアコンを設置する。

2.2　解析条件：表 1 に解析条件を示す。解析には汎用流体解析ソフト STREAM を用いて行い、解析期間は冬季とする。表 2 に解析ケースを示す。本解析では従来使用されている平板型フードに加えて、IH 電化厨房の特性を考慮し、IH レンジに適した空気清浄システムとして、パイプ型フードの解析を行う。平板型フードの排気風量は 400m^3/h、パイプ型フードの給排気風量は 50m^3/h として解析を行う。フード形状、換気方法、使用レンジ、エアコン位置を変化させた計 18 ケースの解析を行う。

2.3　レンジフードの概要：図 2 にフードの概要を示す。

（1）平板型フード：平板型フードは、近年アイランド型住宅用厨房のレンジフードとして採用されているフードである。解析対象は、フード下端に整流板を設置したタイプとする。

（2）パイプ型フード：パイプ型フードは、鍋からの水蒸気や臭気を捕集する目的として、中央部の鍋に近接して配置する。本研究では、捕集した廃気に含まれる水蒸気と臭気を浄化処理し、レンジ台下端の吹出口から室内へ送風するケース（循環型）と、屋外へ排気するケース（外部排気型）の 2 通りの解析を行う。

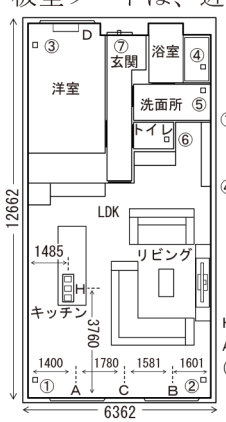


図 1　解析対象住宅モデルの概要

3　解析結果

3.1　汚染質濃度分布：図 3 に各ケースの排気風量で基準化した汚染質濃度分布を示す。LDK において case1-1、case2-1、case3-1 はエアコンの吹出気流がレンジに直接当たる位置Ａの場合とし、残り 3 ケースはエアコン無しの場合とする。

平板型フードの case1-1 と case2-1 は、共にレンジ上は複雑な濃度場となりほとんど捕集されない。case1-3、case2-3 ではエアコンによる擾乱が少なくなり、比較的速やかにレンジフードへ誘因される。一方 case3-1、case3-4 のパイプ型フードによる排気方法では、どちらのケースも汚染物質は速やかにパイプ型フードへ誘因される。パイプ型フード方式はレンジ周りの擾乱に影響されずに、効率よく汚染物質を捕集・排気することが可能である。

3.2　排気捕集率*1及び直接捕集率*2 (DCE)：平板型フード・パイプ型フードの排気効率を定量的に評価するため、排気捕集率及び DCE の解析を行う。排気捕集率、DCE の値が高い程、鍋で発生した汚染物質を速やかに捕集することが可能である。

表 1　解析条件

計算コード			ソフトウェアクレイドルSTREAM Ver. 8
乱流モデル			標準k-ε モデル
移流項精度			QUICK
壁面条件	流速境界		一般対数則（炎はフリースリップ）
	熱境界	対流	温度対数則
		固体間	鍋-水：20000[W/(m^2・K)]　その他の個体間：熱伝導
	輻射境界		炎：輻射率=0.2、その他：輻射率=0.9
流入出条件	壁面流入		①U_{in}=0.3589[m/s]、T_{in}=0[℃]　②U_{in}=0.3589[m/s]、T_{in}=0[℃] ③U_{in}=0.1664[m/s]、T_{in}=0[℃]
	壁面流出		④U_{out}=1.025[m/s]　⑤U_{out}=0.9592[m/s]　⑥U_{out}=0.7519[m/s]
	自然流入出		⑦T_{in}=0[℃]
	エアコン		U_{in}=2.124[m/s]（Q_{in}=390[m^3/h]）、T_{in}=32[℃]、k_{in}=0.0451[m^2/s^2] ε_{in}=0.1511[m^2/s^3]　壁との角度45°で下向きに吹出し
	炎下流入		U_{in}=0.1[m/s]、T_{in}=26[℃]
	排気フード	平板型	Q_{out}=400[m^3/h]
		パイプ型	Q_{out}=50[m^3/h]、（循環型…Q_{in}=Q_{out}=50[m^3/h]）
温度条件	IHレンジ		鍋の水は100℃に温度固定　水と鍋には初期温度100℃を与える （高位発熱量：約2.0kW）
	GASレンジ		鍋の水は100℃に温度固定　水と鍋には初期温度100℃を与える 炎の温度は上1500℃、中700℃、下500℃に温度固定 （高位発熱量：約4.2kW）
	諸条件		外気温0[℃]、初期室温20[℃]
汚染質発生量			1.0[g/s]=3600[g/h]

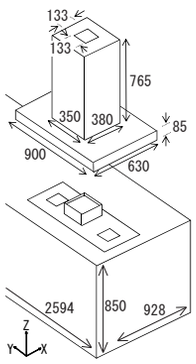
図４に各ケースの排気捕集率及びDCEの値を示す。エアコン無しの場合の排気捕集率は、平板型フード・パイプ型フード共に95%～100%の範囲であり、鍋で発生した汚染物質は他の排気口から排出されるよりも、レンジフードから排出されていることがわかる。

平板型フード・エアコン無しの場合、IHレンジ(case2-3)では擾乱が少ないため､GASレンジ(case1-3)よりもDCEの値が高くなる。また、平板型フード・エアコン有りの場合、GASレンジ(case1-1)の方がIHレンジ(case2-1)よりもDCEの値が高くなる。case2-1(IHレンジ)では、排気捕集率が43%に対してDCEが１%と極めて低い値となる。このことから、汚染物質の42%(43%-1%)が室内に拡散してから平板型フードによって排出され、残りの57%(100%-43%)の汚染物質は天井排気口又はエアコンの吸込み口で処理されている。一方パイプ型フードにおけるDCEの値は、エアコン有り・無しどちらの場合においても平板型フードよりも高くなる。

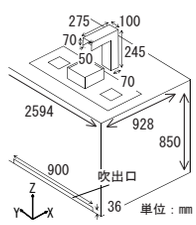
表２　解析ケース

フード形状	換気方法	使用レンジ	エアコン位置*	ケースNo.
平板型フード方式	外部排気 400m³/h	GAS	A	case1-1
			B	case1-2
			無し	case1-3
		IH	A	case2-1
			B	case2-2
			無し	case2-3
パイプ型フード方式	循環 50m³/h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m³/h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
			C	case4-3
			無し	case4-4
		GAS	A	case5-1
			B	case5-2
			C	case5-3
			無し	case5-4

＊エアコン位置：A…キッチン側、B…リビング側、C…A－Bの中間



（１）平板型フード



（２）パイプ型フード

図２　フードの概要

4　まとめ

①平板型フードは、GASレンジ・IHレンジ共にエアコンの吹出気流によってレンジ上の気流が乱されるため、エアコン無しの場合よりもDCEが低下する。

②パイプ型フードは、GASレンジ・IHレンジ共に平板型フードに比べDCEの値が高く、室内へ汚染物質が拡散する割合が低いため、排気風量を1/8にしても効率の良い換気システムである。

＊１：排気捕集率は、拡散せずに捕集された汚染物質だけでなく、居住域に拡散した後に排気された汚染物質も含めて計算された割合である。

＊２：直接捕集率(DCE：Direct Capture Efficiency)とは、発生した汚染物質が居住域に流出することなく、局所排気装置により直接捕集される割合を示す[文1)]。

参考文献

文１）　近藤靖史、荻田俊輔：「CFD解析による局所換気装置の直接捕集率(DCE)の算定」、日本建築学会環境系論文集、No.584、p.41-46、2004.10

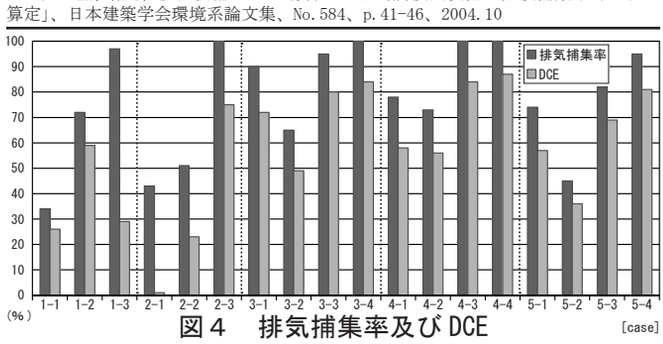
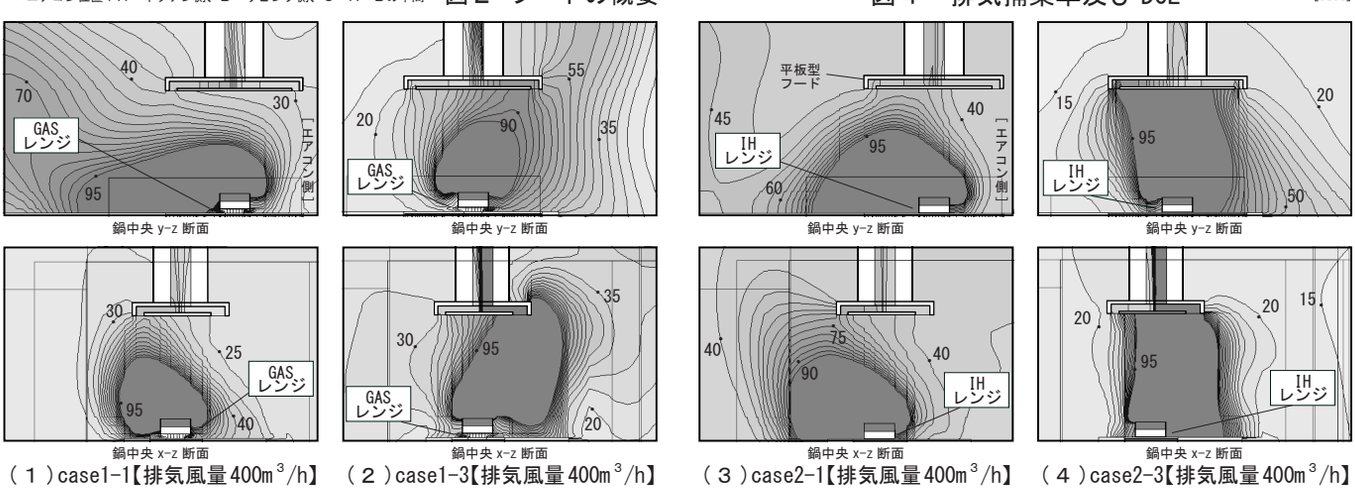
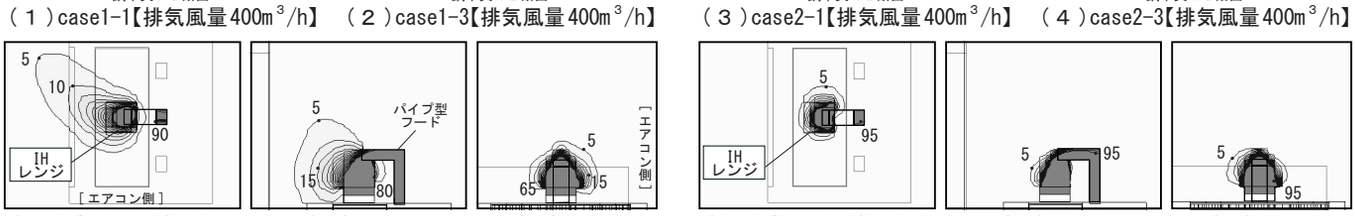


図４　排気捕集率及びDCE



（１）case1-1【排気風量400m³/h】　（２）case1-3【排気風量400m³/h】　（３）case2-1【排気風量400m³/h】　（４）case2-3【排気風量400m³/h】



（５）case3-1【排気風量50m³/h】　（６）case3-4【排気風量50m³/h】

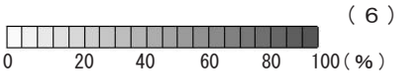


図３　排気風量で基準化した汚染質濃度分布