

数値流体解析による住宅用厨房の温熱空気環境に関する研究

その2 LDKを対象としたエアコン停止時における温度・気流・汚染質濃度分布に関する検討

正会員 都丸恵理¹⁾
同 赤林伸一²⁾
同 坂口淳³⁾
同 富岡誠子⁴⁾

ガスレンジ IH レンジ 汚染質濃度分布

1 研究目的

本報では、前報(その1)に引き続き家庭用のIHレンジとガスレンジを対象として、解析対象を厨房を含むLDKとした場合の、エアコン停止時における気流解析を行う。レンジ使用時に厨房で発生する汚染質の居室への拡散状況を明らかにすることを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象: 図1に解析対象の概要及び解析結果の表示位置を示す。給気口、排気口、24時間換気の給気口、アンダーカットのある床面積22.4m²の集合住宅中間階のLDKを対象とする。キッチンカウンター型対面式とし、レンジ上部には戸棚と排気フードが設置されている。レンジモデルの寸法及び鍋配置位置は前報(その1)と同様である。

2.2 解析方法: 表1に解析caseを、表2に解析条件を示す。鍋上から水蒸気、臭気等を模擬したトレーサガスを発生させ、定常時の室内のトレーサガス濃度分布を数値流体解析により解析する。解析手順は前報(その1)と同様である。室内の汚染質濃度は式(1)で示す。

$$P = \frac{C}{\frac{M}{Q_1+Q_2+Q_3+Q_4}} \times 100 \quad (1)$$

P: 表示濃度 [%]
 C: 解析による室内の濃度 [g/m³]
 M: アンダーカットの給気量 [m³/s]
 Q₁: 24時間換気量 [m³/s]
 Q₂: LDK給気量 [m³/s]
 Q₃: エアコン吹出量 [m³/s] (エアコン停止時0 m³/s)
 Q₄: 鍋から発生する汚染質発生量 [g/s]

3 解析結果

3.1 温度・気流分布: 図2に代表的なcaseの室内温度分布を示す。(1) case3-1 (IH, 200m³/h) (2) case3-3 (ガス, 200m³/h) 共に居間の床面付近に温度の比較的低い領域がある。これは給気口から流入した0の空気が給気口近くの床面に溜まったためである。IHとガスの室内温度分布

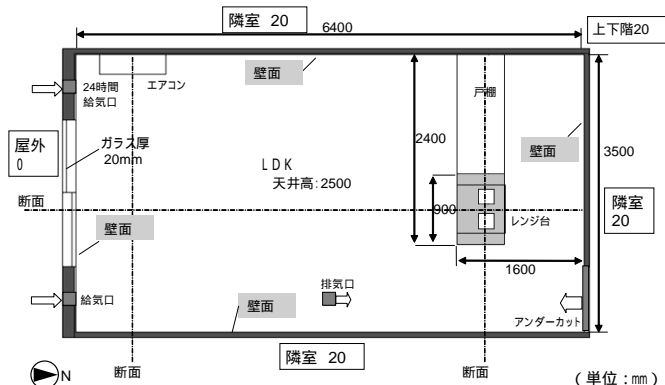


図1 解析対象の概要及び解析表示位置

はほぼ同様である。またIHと比較してガスはフード内の温度が相対的に高い。図3に代表的なcaseの室内流速ベクトルを示す。case3-1 (IH, 200m³/h) case3-3 (ガス, 200m³/h) 共に居間はほぼ無風である。居間の温度場、流れ場はレンジ周り的高温領域及び鍋上に発生する上気流の影響を受けない。図4に各caseの断面におけるフード付近の流速ベクトルを示す。case3-1 (IH, 200m³/h) case3-2 (IH, 400m³/h) case3-4 (ガス, 400m³/h) では鍋上の上昇気流は垂直に上昇し、排気フード内上面に到達する。フード外に漏れる気流は見られない。case3-3 (ガス, 200m³/h) では排気ダクトへ向かう排気フード内の気流に乱れが生じており、排気フード内側面に下向きの流れができる。またフード外に漏れる気流がある。これはcase3-3 (ガス, 200m³/h) では上昇気流の流速が速く排気風量が十分でないためである。

3.2 汚染質の濃度分布: 図5に各caseの鉛直断面濃度分布を示す。case3-1 (IH, 200m³/h) case3-2 (IH, 400m³/h) case3-4 (ガス, 400m³/h) では鍋上から発生した汚染質が垂直に上昇しフードから漏れることなく排気されており、居間の濃度は2.5%以下である。case3-1 (IH, 200m³/h) とcase3-2 (IH, 400m³/h) を比較すると、排気風量200m³/hの場合は汚染質の濃度が高い領域が排気フード内全域に広がっているのに対し、排気風量400m³/hでは

表1 解析case

解析case	コンロ種類	フード排気風量	解析case	コンロ種類	フード排気風量
case3-1	IH	200 m ³ /h	case3-3	ガス	200 m ³ /h
case3-2	IH	400 m ³ /h	case3-4	ガス	400 m ³ /h

表2 解析条件

計算コード	ソフトウェアクレイドルSTREAM Ver.7	
乱流モデル	標準k-ε モデル(非等温)	
移流項精度	QUICK	
流速境界	ノースリップ	
壁面条件	対流	炎: 対流熱伝達率20[W/m ² K], その他の表面: 温度対数則
	熱境界	各温度の突間: 断熱 鍋-水間: 熱伝達率30[W/m ² K] 鍋-レンジ台 (IH): 断熱 炎-レンジ台 (ガス): 断熱 その他の固体間: 熱伝導
放射境界	室外との境界	隣室との境界: 熱伝達率9[W/m ² K], 屋外との境界: 熱伝達率23[W/m ² K]
放射境界	輻射率 = 0.9	
流出条件	レンジ排気	排気風量200[m ³ /h]: 吸込風速=1.714[m/s] 排気風量400[m ³ /h]: 吸込風速=3.429[m/s]
	LDK給気	表面圧力規定: 圧力 = 0[Pa], 流入温度 = 0[]
	LDK排気	自然流出
	24時間換気	吹出風速=0.3457[m/s], k=5.975 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²], =8.762 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²], 流入温度=0[] 排気風量200[m ³ /h]: 吹出し風速=0.512[m/s], 吹出温度=20[] k=1.335 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²], =4.392 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²]
	アンダーカット流入	排気風量400[m ³ /h]: 吹出し風速=1.058[m/s], 吹出温度=20[] k=5.599 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²], =3.771 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²]
鍋上流速	鍋内水面に水の蒸発に伴う流速: 50g/min: 0.035[m ³ /s], 吹き出し温度: 100 k=6.00 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²], =6.821 × 10 ⁻⁴ [m ² /s ²]	
汚染質の発生量	鍋1つにつき10000[g/s], 2つで20000[g/s]	
温度条件	IHレンジ: 鍋内の水は100 に温度固定し、鍋には初期温度100 を与える。	
	ガスレンジ: 鍋内の水及び鍋には初期温度100 を与える。また炎の温度は下か5500,700,1500 に温度固定する。室温の初期温度は20 とする。	

Study on the thermal environment and air flow distribution in the house kitchen by CFD analysis
Part 2 Study on the temperature, air flow and contaminant distribution in LDK without air-conditioning

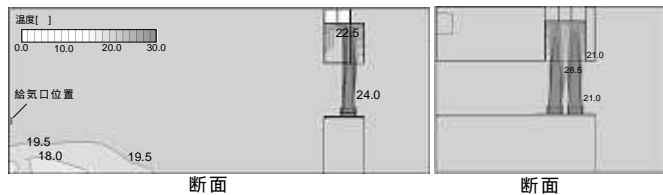
TOMARU Eri, AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun, TOMIOKA Seiko

汚染質が排気フード内に留まることなく排気ダクトから排気されている。また case3-2 (IH、400m³/h) と case3-4 (ガス、400m³/h) を比較すると、case3-4 ではフード下の汚染質の広がりが大きい。case3-3 (ガス、200m³/h) では排気フードから漏れた汚染質が排気フード側面や戸棚を伝って上昇し、天井付近に高濃度の領域を作っており、汚染質は部屋全域に拡散している。

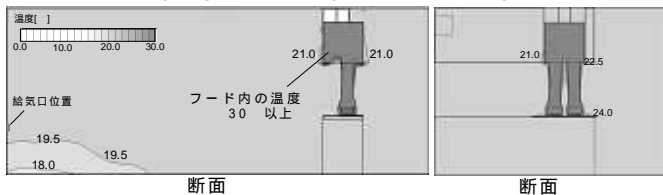
4 まとめ

本研究では、エアコン停止時の厨房を含む室でIHレンジ、ガスレンジを使用した際、フード排気風量によって決定される汚染質の室内への拡散状況を検討した。

厨房を同一空間に持つ居室は、調理レンジ使用時に

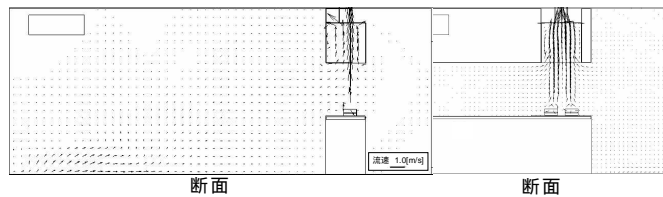


(1) case3-1 (IH、200 m³/h)

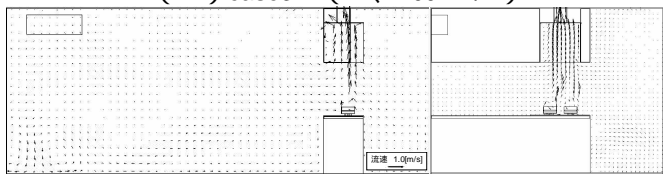


(2) case3-3 (ガス、200 m³/h)

図2 代表的な case の室内温度分布

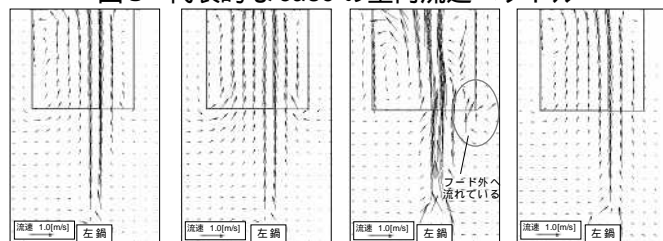


(1) case3-1 (IH、200 m³/h)



(2) case3-3 (ガス、200 m³/h)

図3 代表的な case の室内流速ベクトル



(1) case3-1 (IH、200m³/h) (2) case3-2 (IH、400m³/h) (3) case3-3 (ガス、200m³/h) (4) case3-4 (ガス、400m³/h)

図4 各 case の断面 におけるフード付近の流速ベクトル

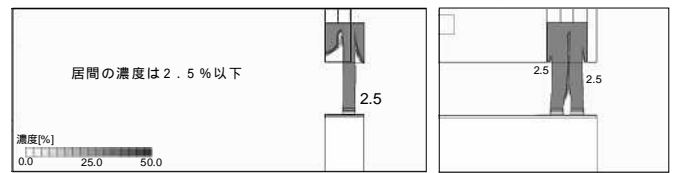
厨房で発生する汚染質の影響を受ける。

エアコン停止時は居間の流速が極めて遅い。調理レンジ周辺温度場・流れ場が外乱の影響を受けないため、各レンジによる上昇気流は居間の温度場及び流れ場へ影響を与えない。

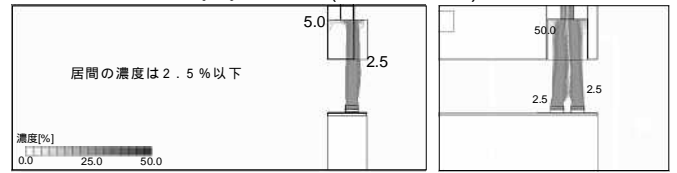
IHレンジと比較してガスレンジでは、フードの排気風量が200m³/hの場合には十分な排気が行われない。また排気フードから漏れた汚染質は居間全体に拡散している。

ガスレンジでは、排気フードから漏れた汚染質は排気フード側面及び戸棚に沿って上昇し、天井面付近で高濃度の領域を作っている。

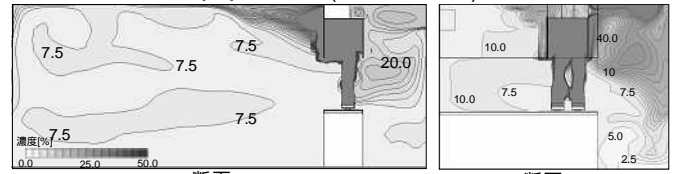
IHレンジ、ガスレンジ共にフードの排気風量400m³/hの場合には十分な排気が行われている。



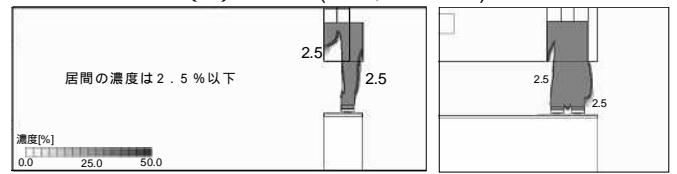
(1) case3-1 (IH、200m³/h)



(2) case3-2 (IH、400m³/h)



(3) case3-3 (ガス、200m³/h)



(4) case3-4 (ガス、400m³/h)

図5 各 case の鉛直断面濃度分布

【参考文献】

- 1) 赤林伸一・坂口淳・富岡誠子・石山洋平「住宅用調理レンジを対象とした排気フードの廃気捕集率に関する研究 その1 レンジ上に横風を与えた場合の捕集率の変化」日本建築学会大会学術講演梗概集、2007年
- 2) 赤林伸一・坂口淳・富岡誠子・石山洋平「住宅用調理レンジを対象とした排気フードの排気捕集率に関する研究 その2」人体模擬装置による擾乱を与えた場合の捕集率の変化」日本建築学会大会学術講演梗概集、2007年
- 3) 赤林伸一・坂口淳・富岡誠子・石山洋平「住宅用厨房を対象とした排気フードの排気捕集率に関する研究 その3」調理時の油滴の飛散状況に関する実験」日本建築学会大会学術講演梗概集、2007年
- 4) 中沢・松下・山口他「トレーサーガスを用いた業務用電化厨房専用フードの捕集率性能評価」日本建築学会大会学術講演梗概集、2004年
- 5) 近藤・相沢・阿部他「住宅厨房内の温熱・空気環境に関する研究 その1～その4」日本建築学会大会学術講演梗概集 2006年

1) 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生
2) 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士
3) 県立新潟女子短期大学 准教授 博士(工学)
4) 新潟大学工学部建設学科 技術職員

1) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.
2) Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.
3) Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College, Dr. Eng.
4) Technical staff Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata Univ.