

粒子画像流速測定法 (PIV) と数値流体解析 (CFD) による調理レンジ上の気流分布に関する研究 その3 PIV測定とCFD解析の比較

正会員 ○坂口 淳*¹ 同 鍛冶 紘子*⁴
同 赤林 伸一*² 同 石川 美緒*⁵
同 須山 喜美*³

GAS レンジ PIV
IH レンジ CFD
気流分布

1 研究目的

前報(その1、その2)では、GAS レンジとIH レンジを対象とした調理レンジ上の気流分布のPIV測定及びCFD解析について報告した。本報(その3)では、前報により得られたPIVとCFDの結果を比較し、CFD解析の精度の検証を行う。

2 PIVとCFDの結果の比較

2.1 鍋周辺気流 (PIV) と鍋単体モデル (CFD) の比較

図1にY3断面(鍋中央断面)のスカラー流速を、図2にX=0mm(鍋中央)における鉛直方向流速を示す。GASレンジでは、スカラー流速は鍋上50mm、100mmともに鍋の右端付近でCFDの方が流速が速い。CFDでは流速の変化がPIVに比べ大きく、最大流速も速くなる傾向がある。鉛直方向流速は鍋上50mmのY=200mmで違いが見られるが、その他はPIVとCFDは同程度の流速である。IHレンジでは、鉛直方向流速、スカラー流速ともに鍋上50mm、100mmでPIVとCFDは同程度の流速である。

2.2 排気風量を変化させた場合のレンジ上気流 (PIV) と厨房単体モデル (CFD) の比較

図3に排気風量200m³/h時における鍋中央断面のレンジ上のスカラー流速を示す。GASレンジでは、レンジ台中央付近(100mm<X<200mm)の流速がPIV測定に比べCFD解析では明らかに速くなっている。レンジ台上200mm及び400mmでは、レンジ台中央付近(100mm<X<200mm)を除くと流速の最大値と最小値はほぼ一致している。またレンジ台上200mmでは、レンジ台中央付近(100mm<X<200mm)を除くと傾向は合っている。

一方IHレンジは、左鍋上部(0mm<X<100mm)でPIVと比較してCFDは流速が速い。レンジ台上200mm、300mmはPIVとCFDは同程度の流速である。全体的にPIVと比較してCFDは流速の変化が大きく、流速も速い。

図4にレンジ上200mmにおけるフード中央断面のスカラー流速を示す。GASレンジでは、レンジ台中央付近(100mm<X<200mm)においてPIVに比べCFDは局所的に流速が速い部分がある。PIV、CFDともにX=100mm、200mm、300mm付近では相対的に流速が速くなっている。また排気風量による流速の変化は、PIV、CFDともに殆ど見られない。一方IHレンジでは、0mm<X<200mmではPIVとCFDの結果に違いが見られるが、その他はPIVとCFDは同程度の流速である。PIV、CFDともに排気風量による流速の違いは殆ど見られない。

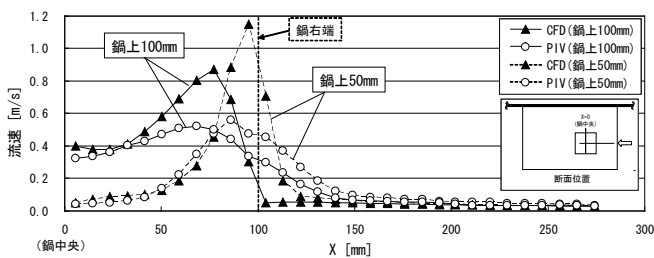
3 まとめ

3.1 鍋周辺気流 (PIV) と鍋単体モデル (CFD) の比較

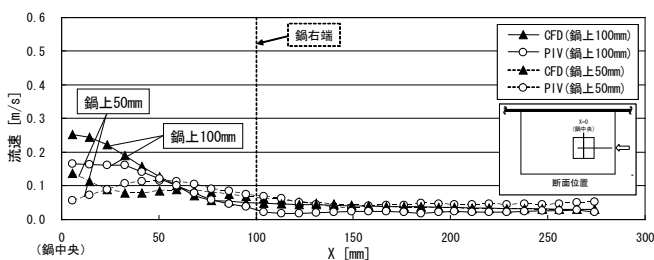
- GASレンジでは、PIVと比較してCFDでは流速が速くなり、流速の変化も大きくなる傾向がある。
- GASレンジはPIVとCFDの結果が一致しない部分が見られ、今後は高温部である炎のモデル化についてさらに検討が必要である。
- IHレンジを対象としたPIVによる実測結果とCFD解析結果は整合性が比較的よい。IHレンジではPIV測定の結果をCFDでよく再現できている。

3.2 排気風量を変化させた場合のレンジ上気流 (PIV) と厨房単体モデル (CFD) の比較

- GASレンジでは、レンジ台中央付近の流速がPIVに比べCFDは比較的速い。

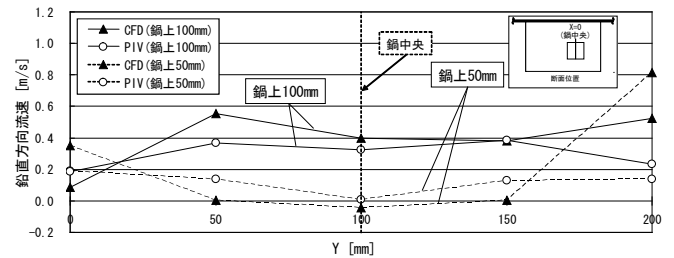


(1) GAS レンジ

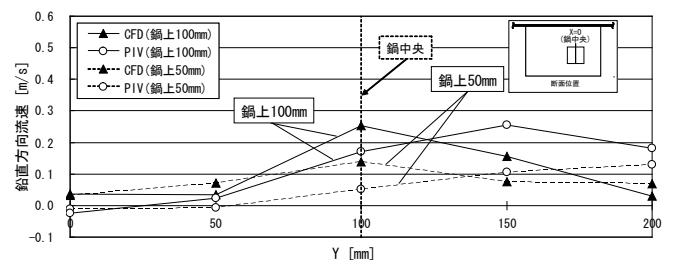


(2) IH レンジ

図1 スカラー流速 (Y3断面)



(1) GAS レンジ



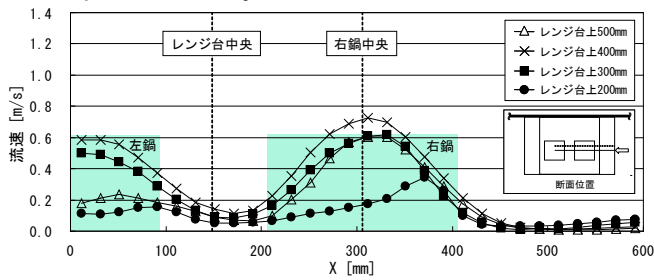
(2) IH レンジ

図2 鉛直方向流速 (X=0mm)

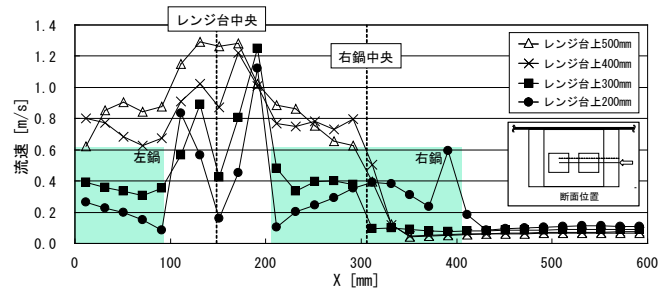
- ②排気風量によるレンジ上 200mm の流速の変化は、PIV、CFD とともに殆ど見られない。
- ③CFD 解析結果は、PIV 測定結果に比べ局所的に流速が速くなる部分がある。
- ④GAS レンジを対象とした PIV と CFD の結果では、レンジ台上の流速に相違が多く見られる。今後は、PIV の測定精度の検証を行い、CFD 解析については炎のモデルや鍋面等の境界条件などの、計算精度の向上の検討をする。
- ⑤IH レンジの PIV 測定結果と CFD 解析結果は比較的良好に再現できている。

【参考文献】

- 1) 可視化情報学会編：PIV ハンドブック、森北出版株式会社、2002 年
- 2) 可視化情報学会編：可視化情報ライブラリー 4 PIV と画像解析技術、朝倉書店、2004 年
- 3) 赤林伸一、坂口淳、都丸恵理：「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 1 住宅調理レンジ上の気流分布に関する検討」、日本建築学会北陸支部研究報告集 第 51 号、pp. 201 ~ 204、2008 年 7 月
- 4) 赤林伸一、坂口淳、富岡誠子、都丸恵理：「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 1 調理レンジ上の温度・気流・汚染質濃度分布に関する検討」、日本建築学会学術講演会梗概集 D-2 環境工学 II、pp. 673 ~ 674、2008 年 9 月

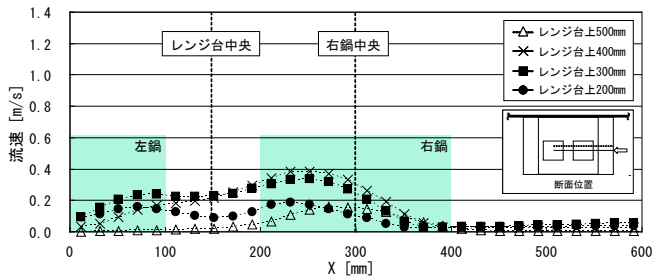


(a) PIV

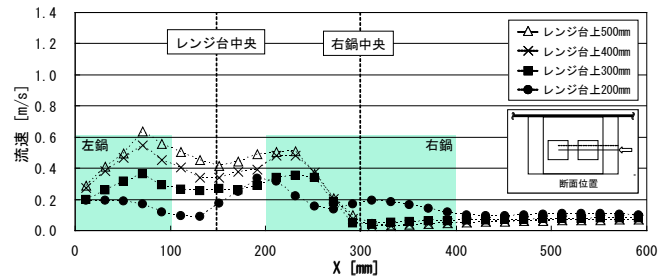


(b) CFD

(1) GAS レンジ



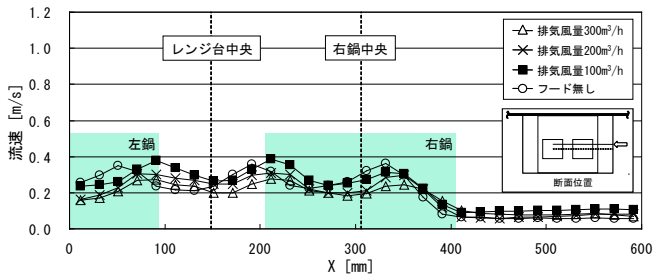
(a) PIV



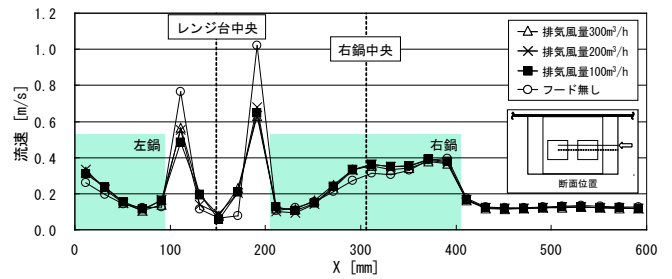
(b) CFD

(2) IH レンジ

図 3 スカラー流速 (鍋中央断面、排気風量 200m³/h)

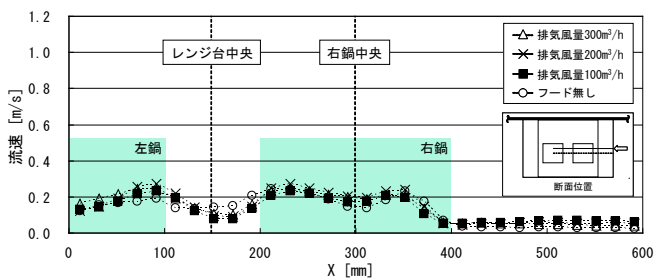


(a) PIV

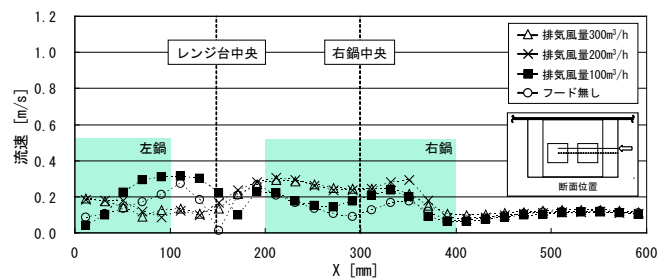


(b) CFD

(1) GAS レンジ



(a) PIV



(b) CFD

(2) IH レンジ

図 4 スカラー流速 (フード中央断面、レンジ上 200mm)

*1 新潟県立大学国際地域学部国際地域学科 教授 博士(工学)
 *2 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 博士(工学)
 *3 (株) 間組技術研究所 博士(工学)
 *4 (株) 間組技術研究所 修士(工学)
 *5 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

*1 Prof., Dept. of International Studies and Regional Development, Faculty of International Studies and Regional Development, University of Niigata Prefecture, Dr. Eng.
 *2 Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.
 *3 Technical Research Institute, Hazama Corporation, Dr. Eng.
 *4 Technical Research Institute, Hazama Corporation, Ms. Eng.
 *5 Graduate Students, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.