



# 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

T O 8 K 7 0 5 G 原 稚菜  
指導教員 赤林伸一教授

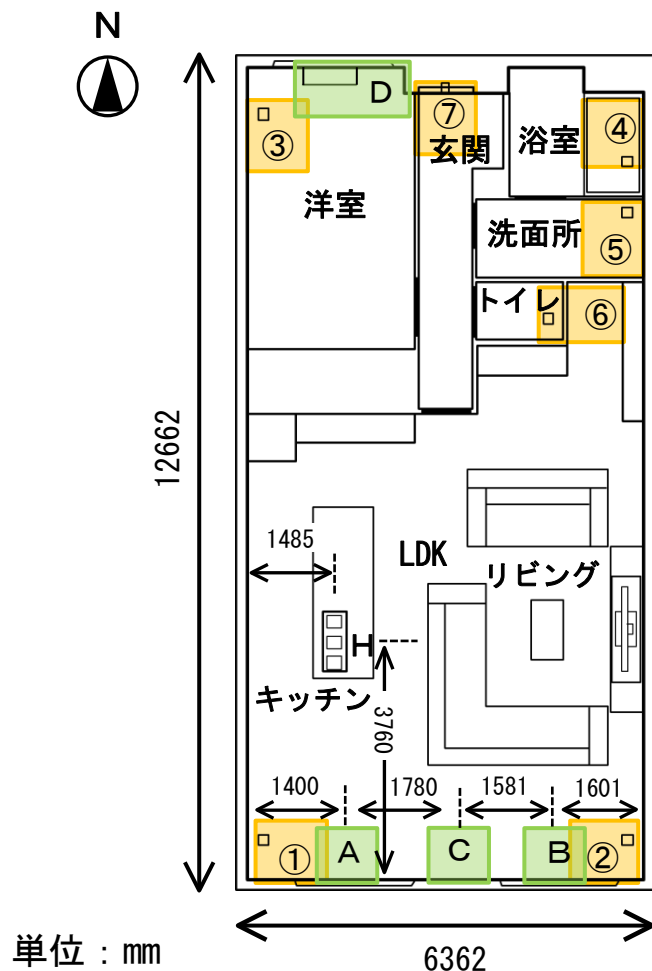
IHクッキングヒーターはガスコンロに比べて  
燃焼廃ガスの発生がなく、汚染物質の発生が  
少ない。



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。

## 解析対象住宅モデル：集合住宅 片廊下型板状タイプ 中間階・中間住戸



- 間取り：1 LDK  
住戸面積：77m<sup>2</sup>  
天井高(居室)：2.5m  
天井高(居室以外)：2.1m
- ①～③：天井給気口  
[常時換気用]  
(150mm×150mm)
  - ④～⑥：天井排気口  
[常時換気用]  
(150mm×150mm)
  - ⑦：壁給気口  
[レンジフード使用時用]  
(150mm×150mm)
  - H：レンジフード
  - A, B, C, D：エアコン  
(840mm×250mm×300mm)

図1 解析対象住宅モデルの概要

## 汎用流体解析ソフトSTREAMを使用 解析期間：冬季

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		
	熱境界	一般対数則（炎はフリースリップ）	
		対流 固体間	温度対数則 鍋-水:20000[W/(m <sup>2</sup> ·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		
	壁面流出		
	自然流入出		
	エアコン		
	炎下流入		
	排気フード	平板型	Q <sub>out</sub> =400[m <sup>3</sup> /h]
		パイプ型	Q <sub>out</sub> =50[m <sup>3</sup> /h]、(循環型…Q <sub>in</sub> =Q <sub>out</sub> =50[m <sup>3</sup> /h])
温度条件	IHレンジ		
	GASレンジ		
	諸条件		
汚染質発生量		1.0[g/s]=3600[g/h]	

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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
			C	case4-3
			無し	case4-4
外部排気 50m <sup>3</sup> /h	GAS	A	case5-1	
		B	case5-2	
		C	case5-3	
		無し	case5-4	

計18ケースについて  
解析を行う

従来使用されている平板型フード



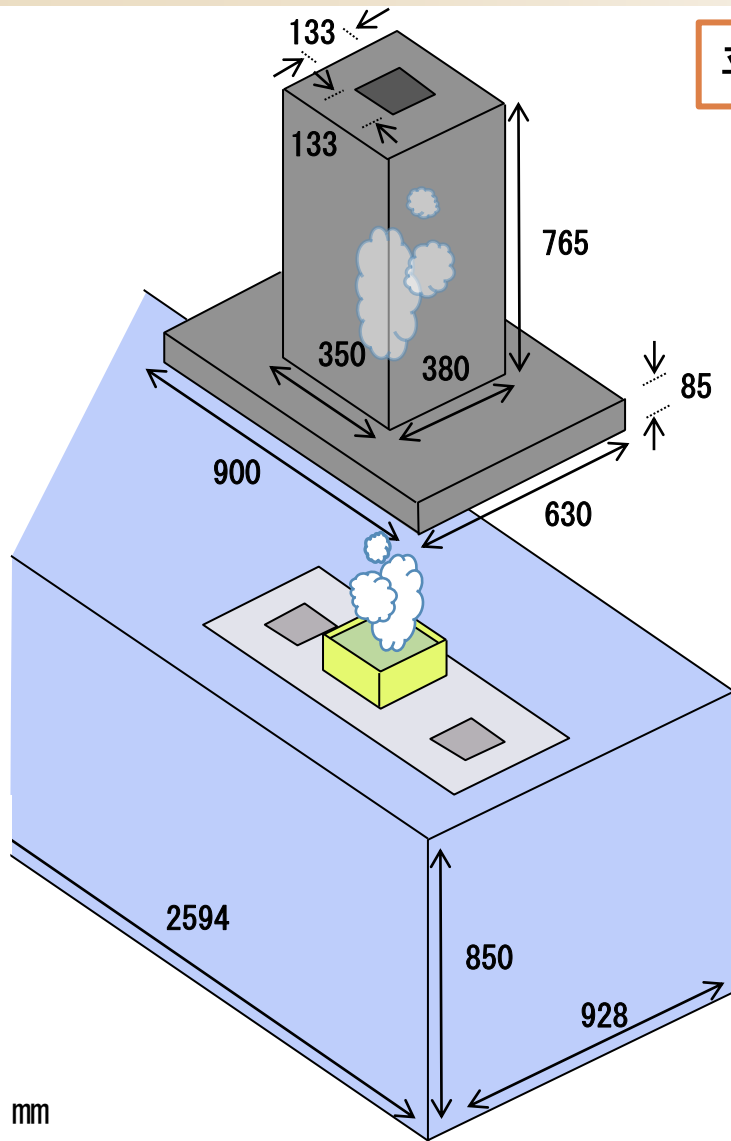
IH電化厨房の特性を考慮し、IHレンジに適した空気清浄システムとしてパイプ型フードの解析を行う。

平板型フードの排気風量: 400m<sup>3</sup>/h

パイプ型フードの給排気風量: 50m<sup>3</sup>/h

\*エアコン位置: A…キッチン側  
B…リビング側  
C…A-Bの間

## 平板型フード



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

フード下端に整流板を設置したタイプ

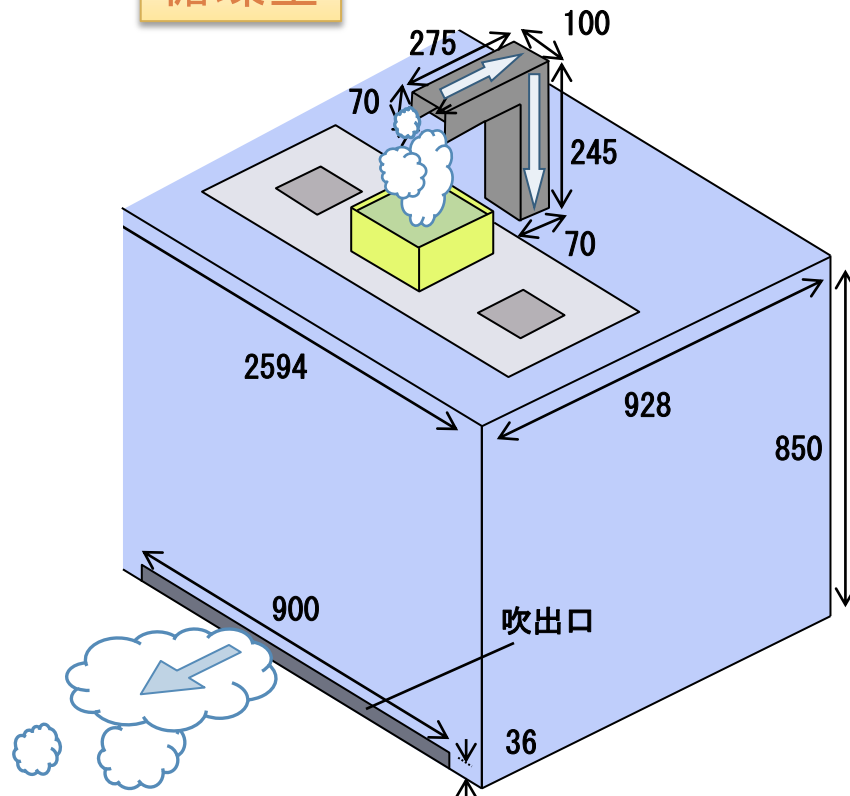


(1) 平板型フード  
図2 フードの概要

図 平板型フード

## パイプ型フード

循環型



単位：mm

(2)パイプ型フード  
図2 フードの概要

鍋からの水蒸気や臭気の捕集を目的とする。



中央部の鍋に近接して配置

循環型

捕集した廃気に含まれる水蒸気と臭気を浄化処理



レンジ台下端の吹出口から室内へ送風

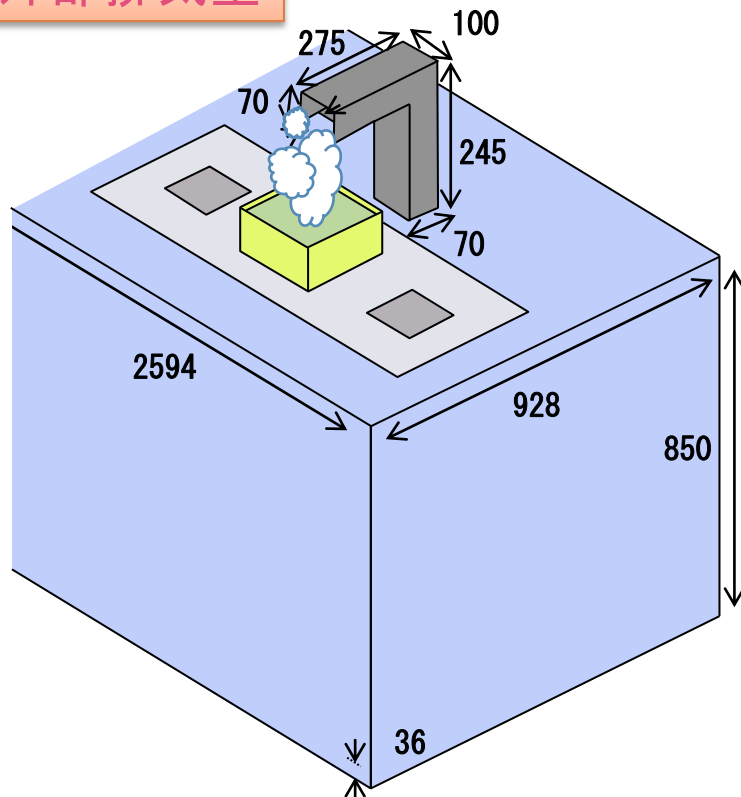
外部排気型

屋外へ排気



## パイプ型フード

外部排気型



単位 : mm

(2)パイプ型フード  
図2 フードの概要

鍋からの水蒸気や臭気の捕集を目的とする。



中央部の鍋に近接して配置



図 パイプ型フード

## 汚染質濃度分布

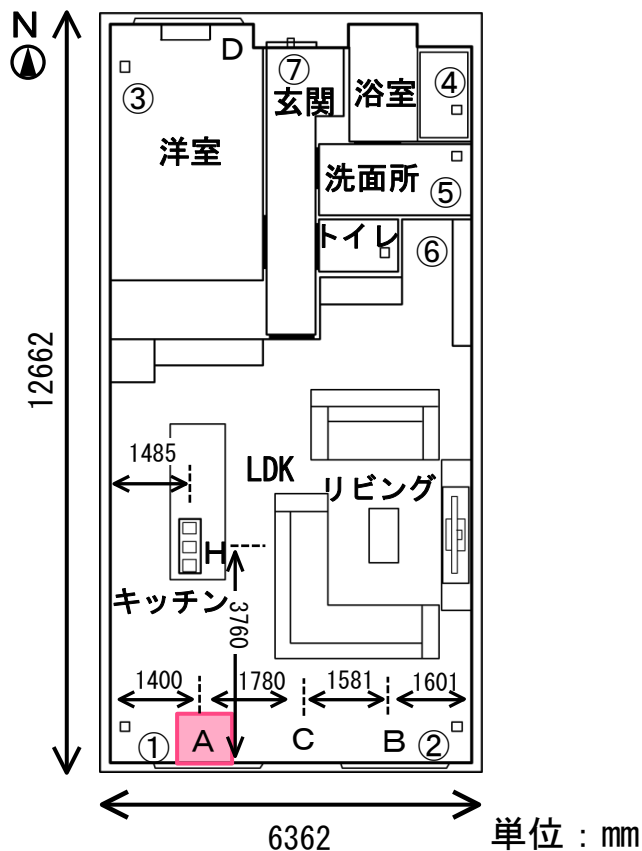


図 1 解析対象住宅モデルの概要

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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
パイプ型 フード方式	外部排気 50m <sup>3</sup> /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の間

## 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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
			C	case4-3
			無し	case4-4
外部排気 50m <sup>3</sup> /h	GAS	A	case5-1	
		B	case5-2	
		C	case5-3	
		無し	case5-4	

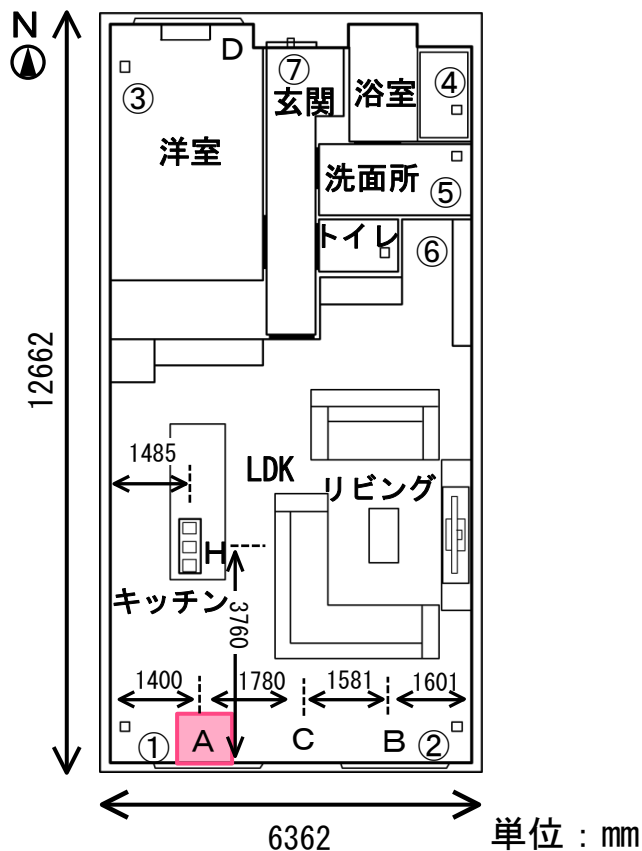


図1 解析対象住宅モデルの概要

\*エアコン位置  
 A…キッチン側 B…リビング側 C…A-Bの間

## 表2 解析ケース

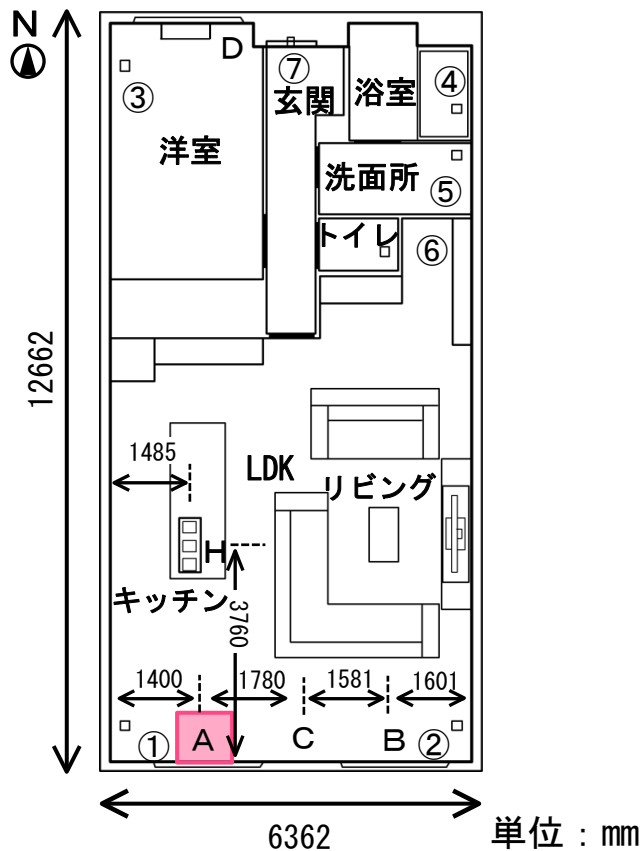


図1 解析対象住宅モデルの概要

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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
			C	case4-3
			無し	case4-4
外部排気 50m <sup>3</sup> /h	GAS	A	case5-1	
		B	case5-2	
		C	case5-3	
		無し	case5-4	

\*エアコン位置

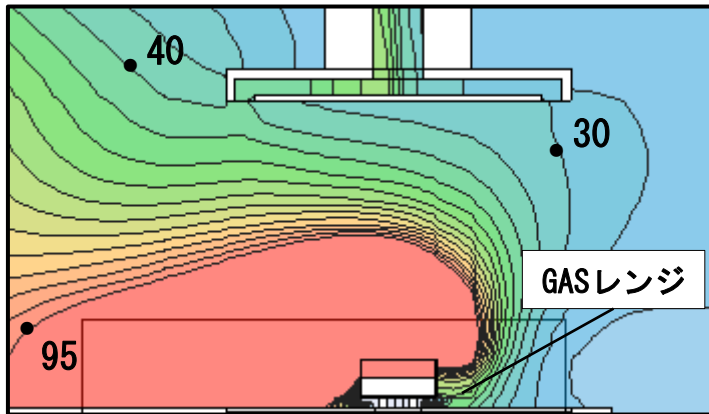
A…キッチン側 B…リビング側 C…A-Bの間

# 解析結果

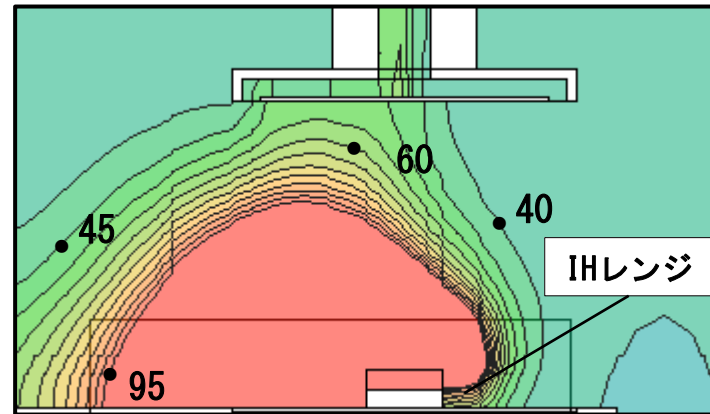
フード形状：平板型フード方式

換気方法：外部排気型

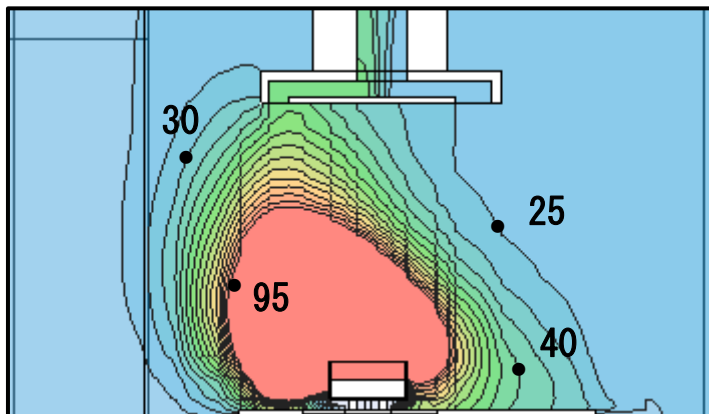
エアコン位置 A\*



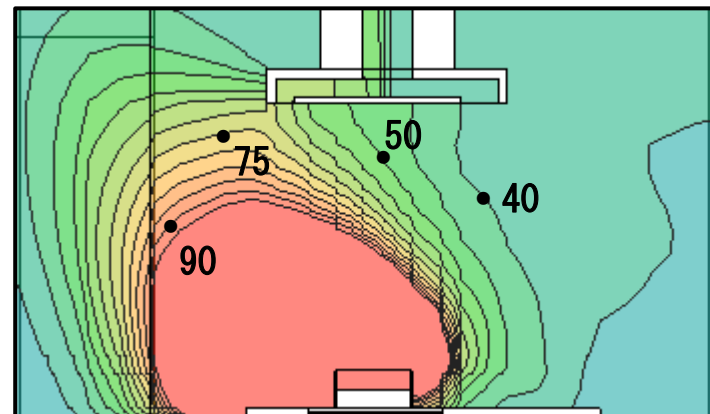
鍋中央y-z断面



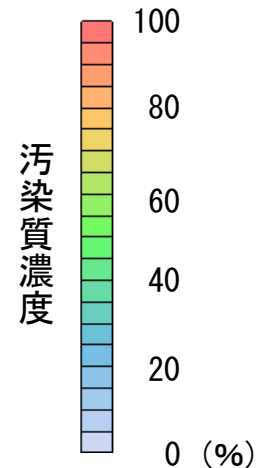
鍋中央y-z断面



鍋中央x-z断面



鍋中央x-z断面



(1) case1-1 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

(3) case2-1 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

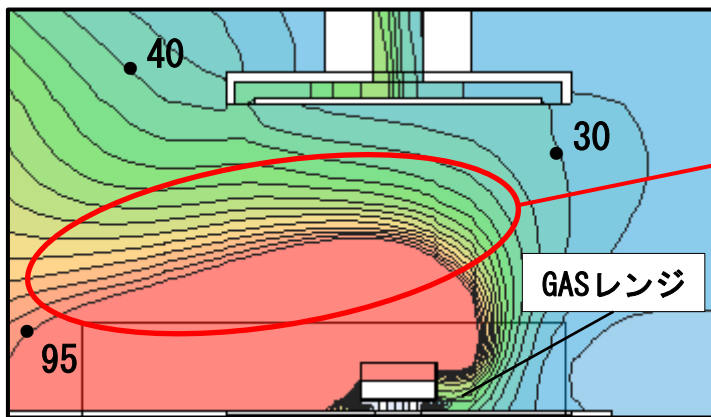
\*エアコン位置 A：  
吹出し気流がレンジ位置  
に直接当たる場合とする

# 解析結果

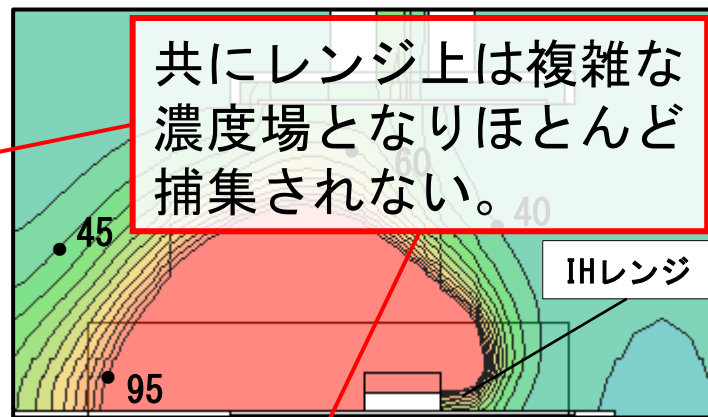
フード形状：平板型フード方式

換気方法：外部排気型

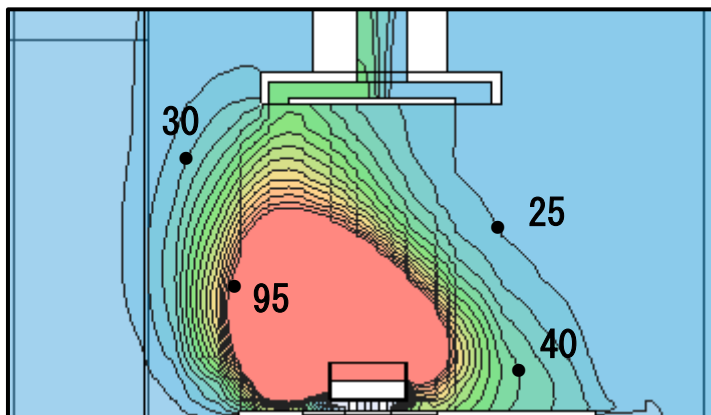
エアコン位置 A\*



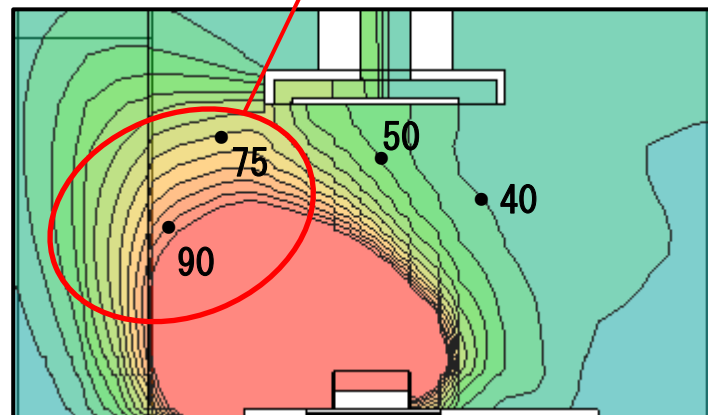
鍋中央y-z断面



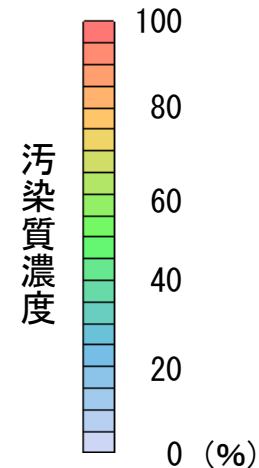
鍋中央y-z断面



鍋中央x-z断面



鍋中央x-z断面



(1) case1-1 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

(3) case2-1 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

\*エアコン位置 A :  
吹出し気流がレンジ位置  
に直接当たる場合とする

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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
			C	case4-3
			無し	case4-4
GAS	無し	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

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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
	外部排気 50m <sup>3</sup> /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

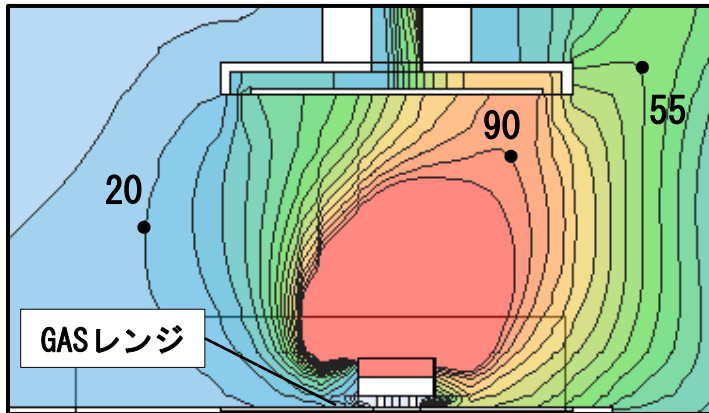


# 解析結果

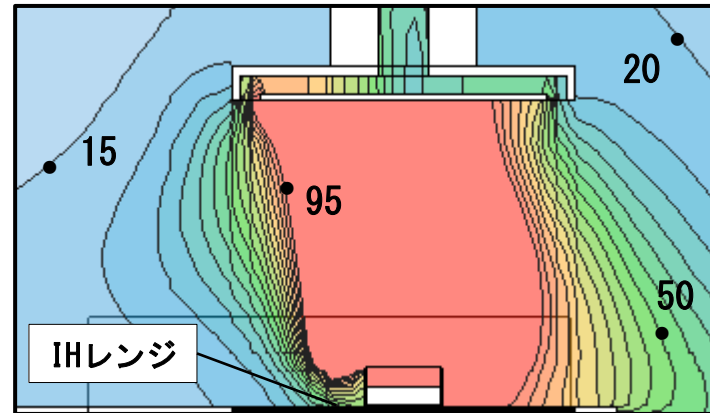
フード形状：平板型フード方式

換気方法：外部排気型

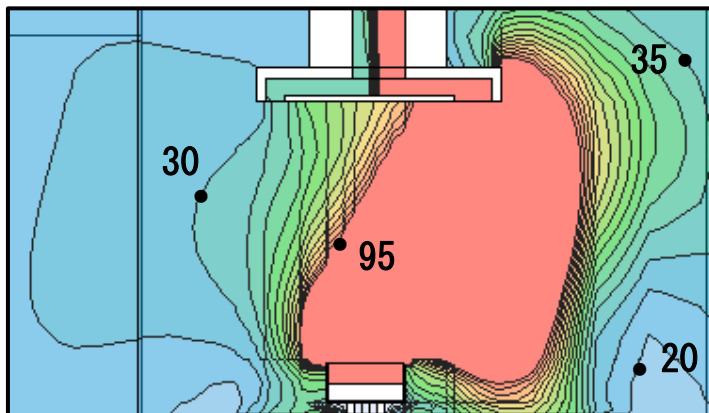
エアコン無し



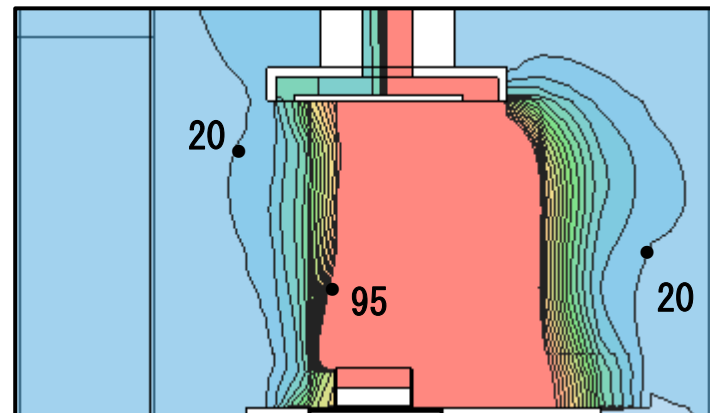
鍋中央y-z断面



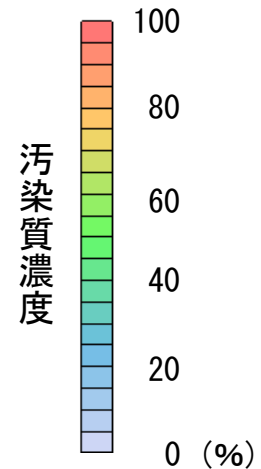
鍋中央y-z断面



鍋中央x-z断面



鍋中央x-z断面



(2) case1-3 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

(4) case2-3 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

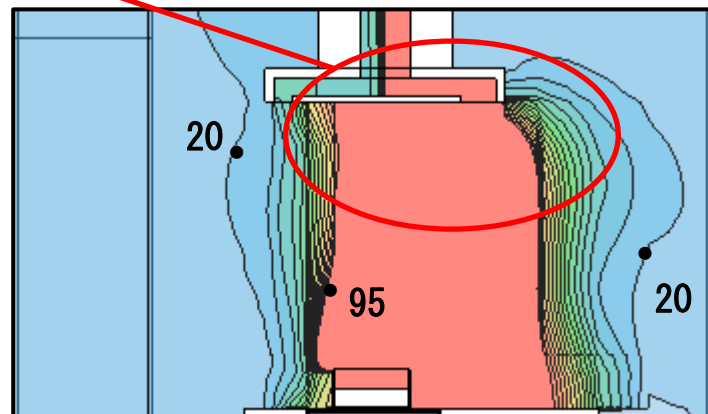
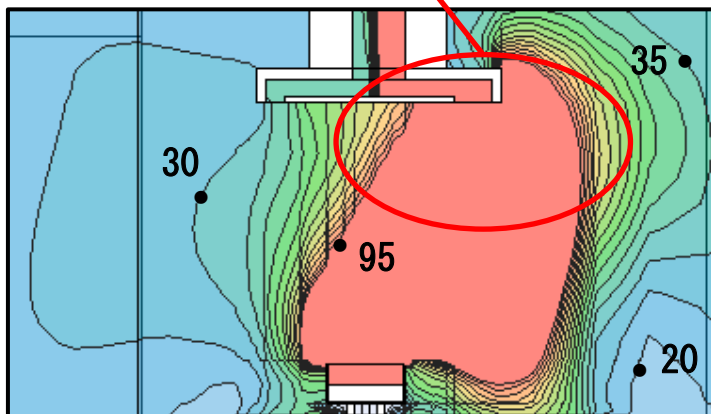
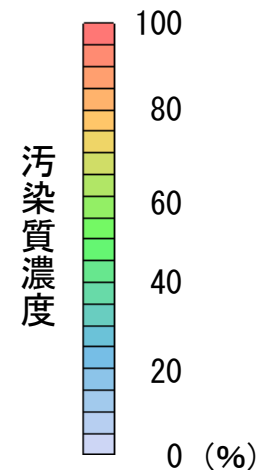
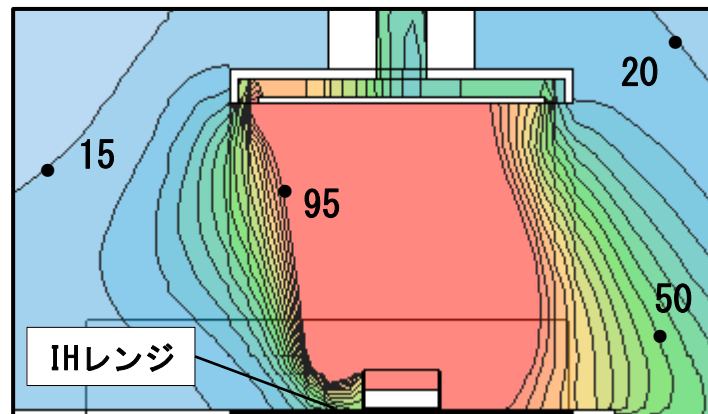
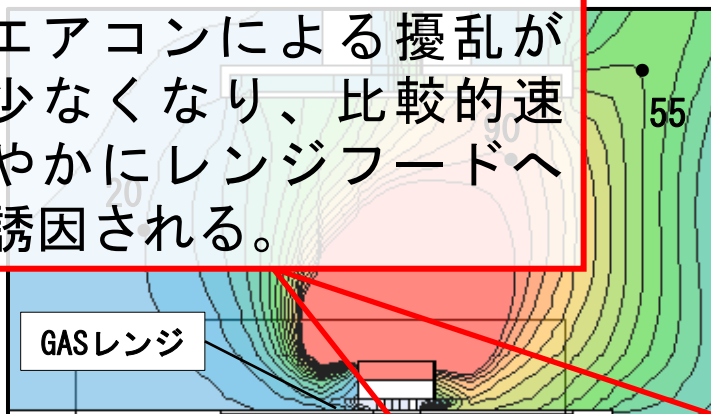
# 解析結果

フード形状：平板型フード方式

換気方法：外部排気型

エアコン無し

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。

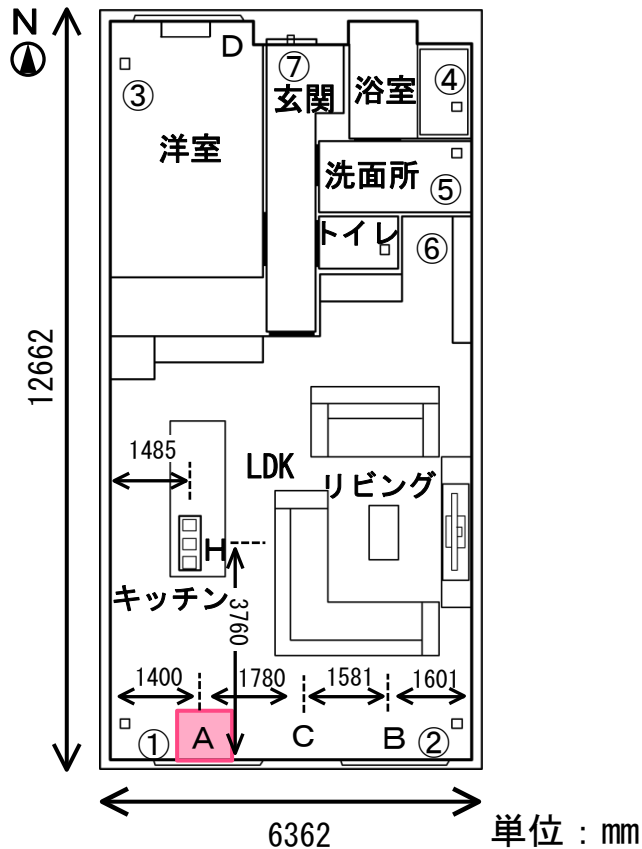


(2) case1-3 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

(4) case2-3 【排気風量400m<sup>3</sup>/h】

図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

## 表2 解析ケース

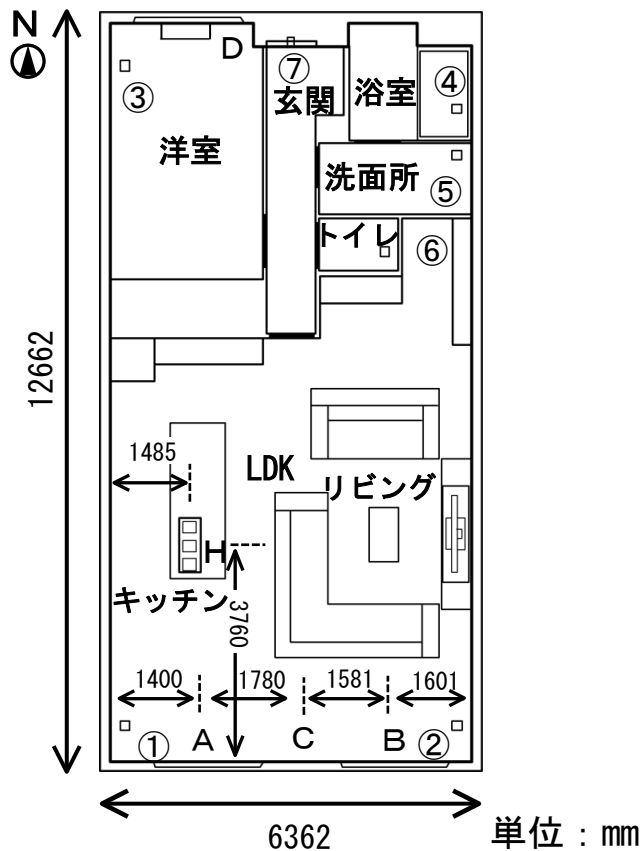


フード形状	換気方法	使用レンジ	エアコン位置*	ケースNo.
平板型 フード方式	外部排気 400m <sup>3</sup> /h	GAS	A	case1-1
			B	case1-2
			無し	case1-3
		IH	A	case2-1
			B	case2-2
			無し	case2-3
パイプ型 フード方式	循環 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
パイプ型 フード方式	外部排気 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case4-1
			B	case4-2
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

## 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 400m <sup>3</sup> /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 50m <sup>3</sup> /h	IH	A	case3-1
			B	case3-2
			C	case3-3
			無し	case3-4
パイプ型 フード方式	外部排気 50m <sup>3</sup> /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

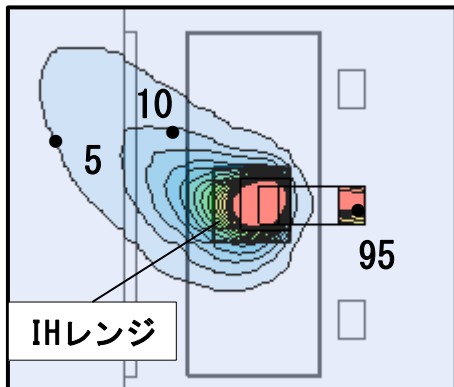
\*エアコン位置

A…キッチン側 B…リビング側 C…A-Bの間

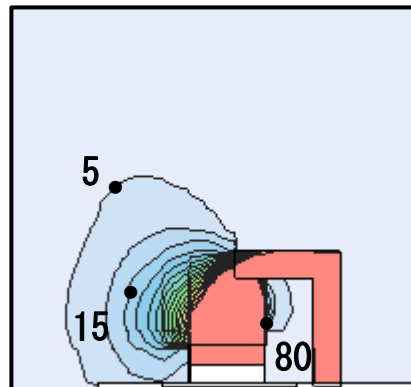
# 解析結果

フード形状：パイプ型フード方式

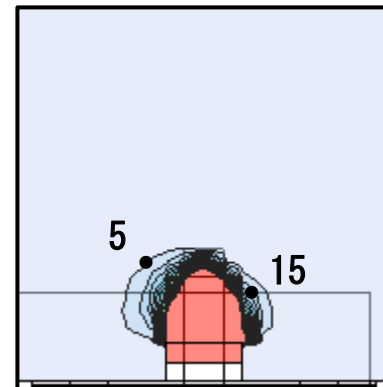
換気方法：循環型



水平断面 床上1100mm (鍋上150mm)



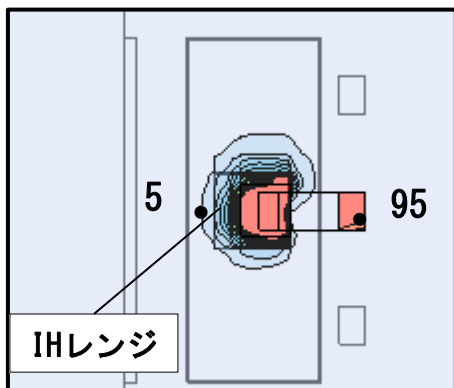
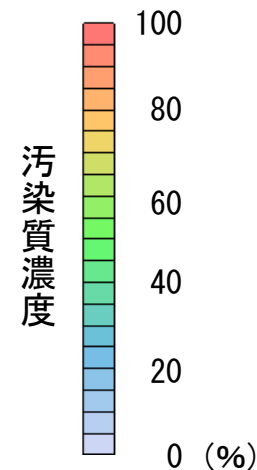
鍋中央x-z断面



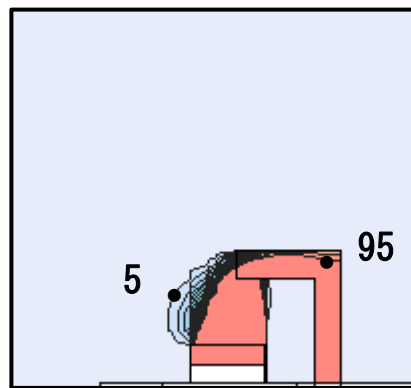
鍋中央y-z断面

(5) case3-1 【排気風量50m<sup>3</sup>/h】

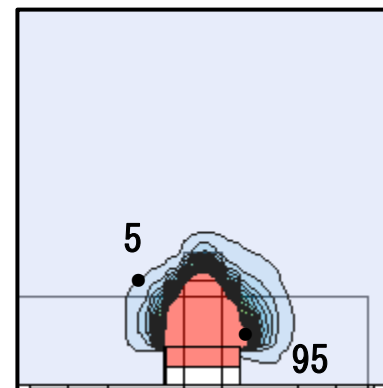
エアコン位置A\*



水平断面 床上1100mm (鍋上150mm)



鍋中央x-z断面



鍋中央y-z断面

(6) case3-4 【排気風量50m<sup>3</sup>/h】

エアコン無し

図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

\*エアコン位置A：  
吹出し気流がレンジ位置  
に直接当たる場合とする

# 解析結果

フード形状：パイプ型フード方式

換気方法：循環型

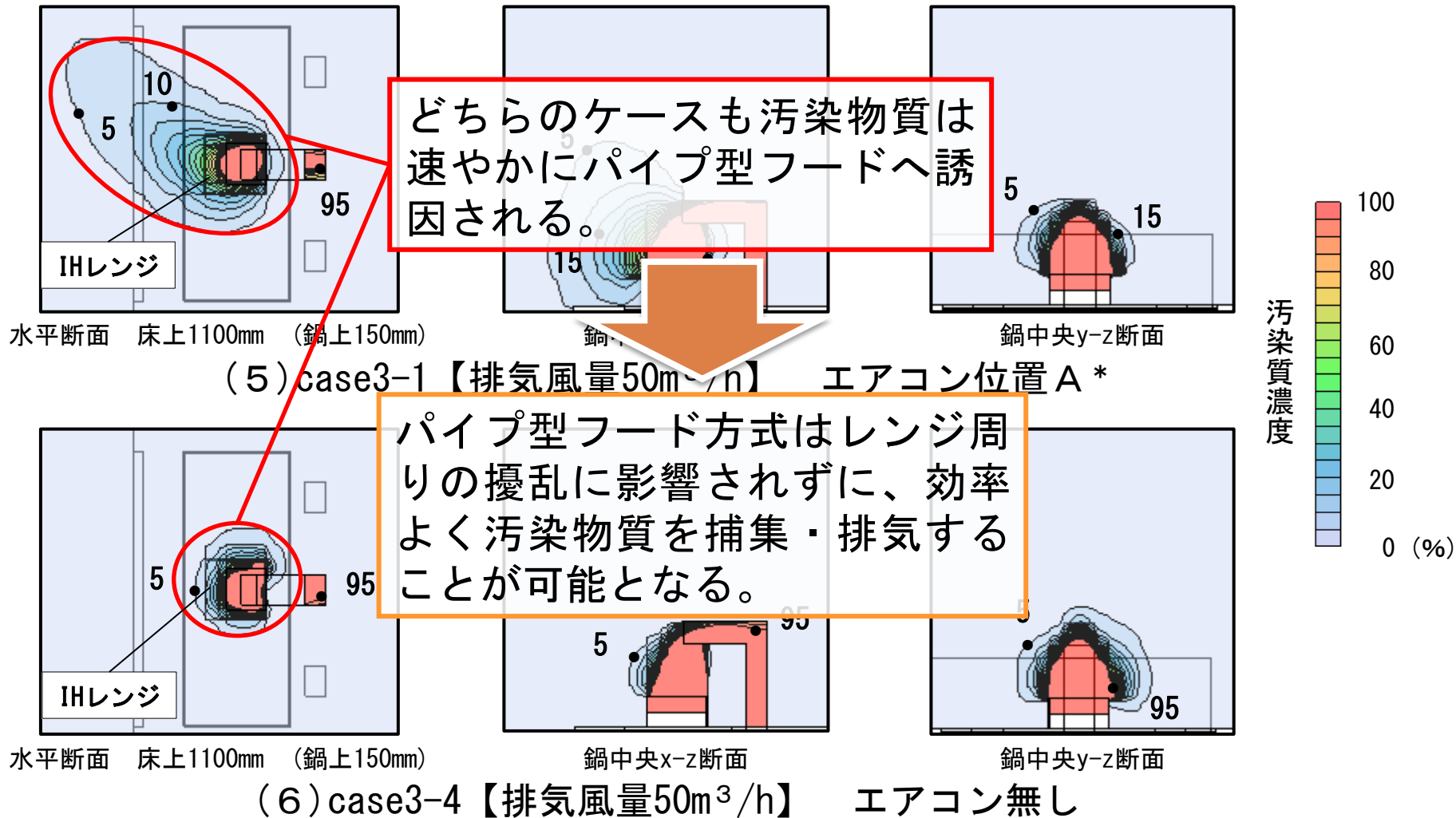


図3 排気風量で基準化した汚染質濃度分布

\*エアコン位置A：  
吹出し気流がレンジ位置  
に直接当たる場合とする

排気捕集率\*<sup>1</sup> 及び直接捕集率\*<sup>2</sup> (DCE)

DCE : 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。

## 排気捕集率\*<sup>1</sup>及び直接捕集率\*<sup>2</sup> (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となる。

- \* 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<sup>文1)</sup>。

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



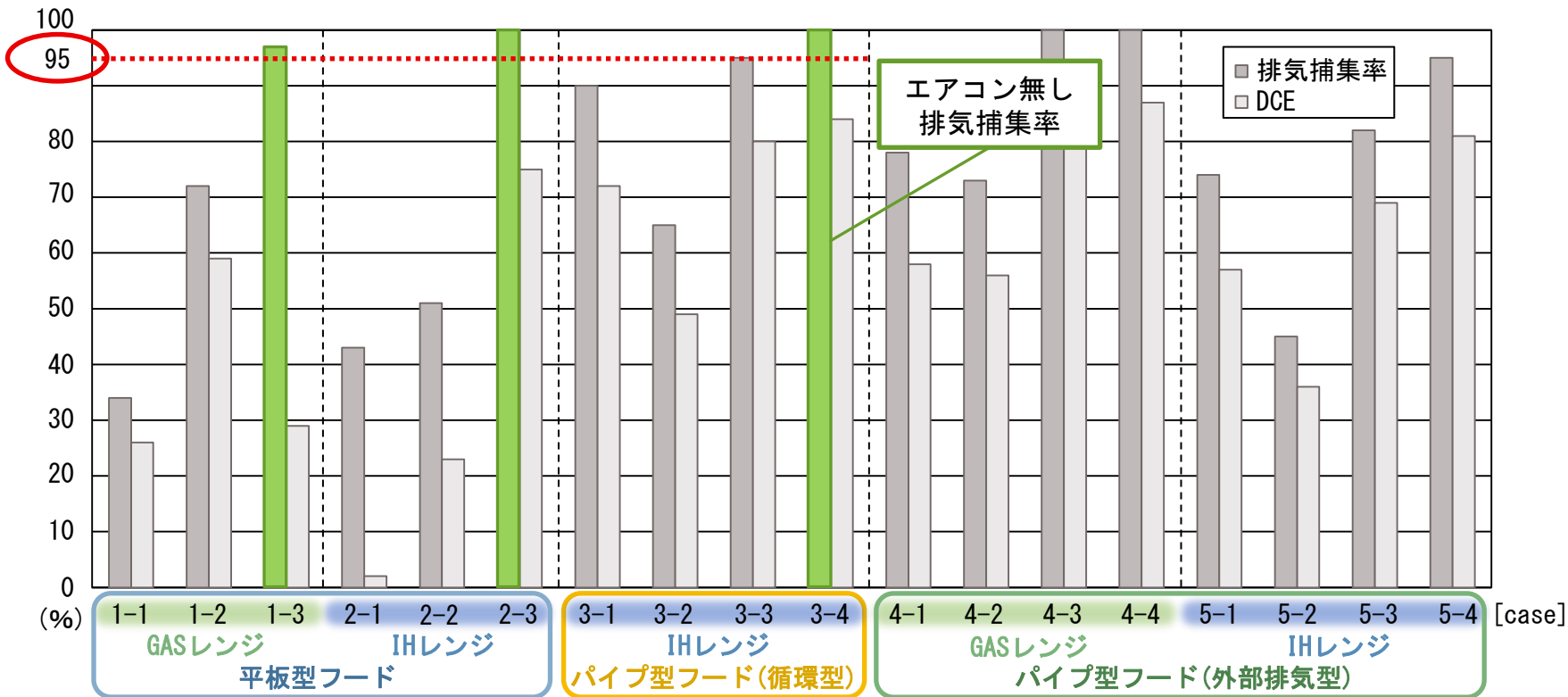


図4 排気捕集率及びDCE

鍋で発生した汚染物質



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。

## 平板型フードのDCEについて

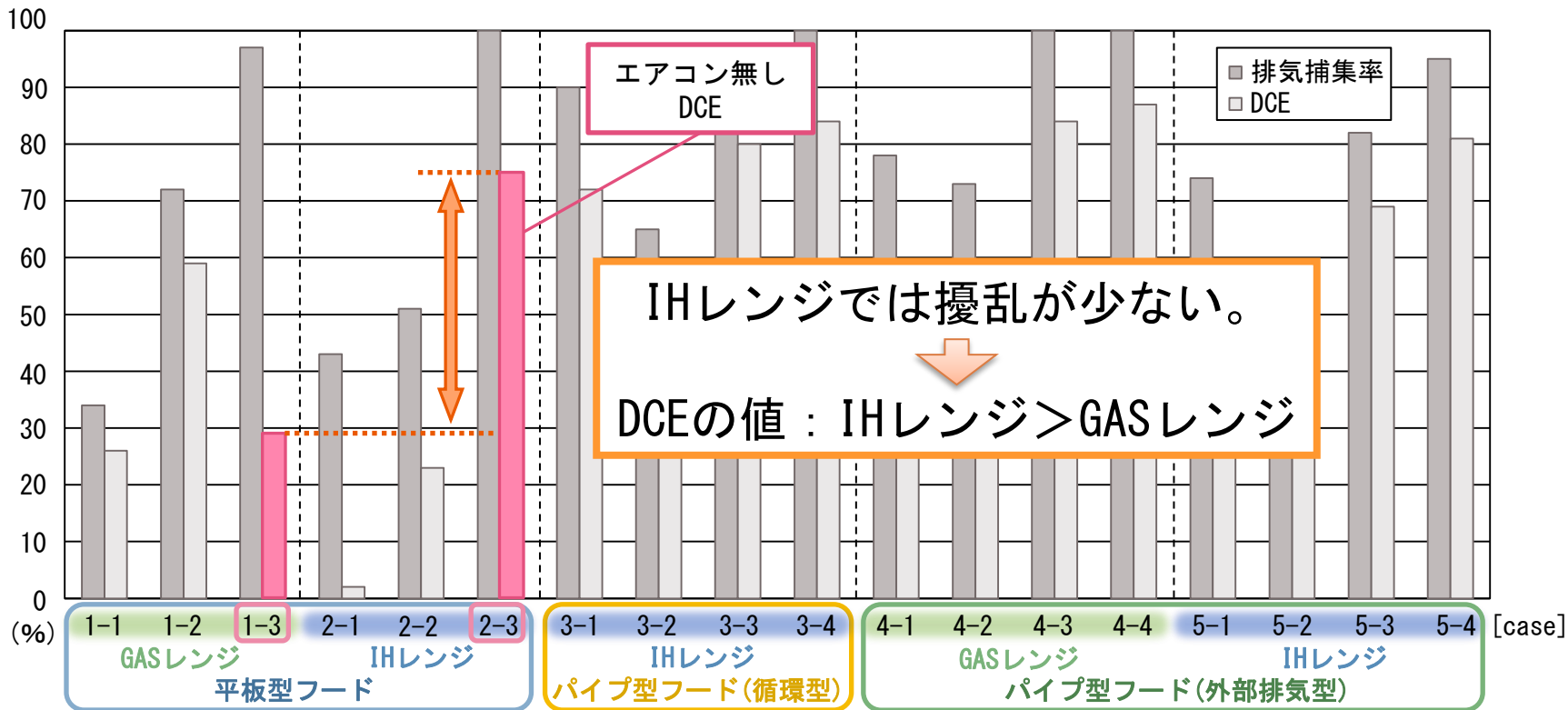


図4 排気捕集率及びDCE

## 平板型フードのDCEについて

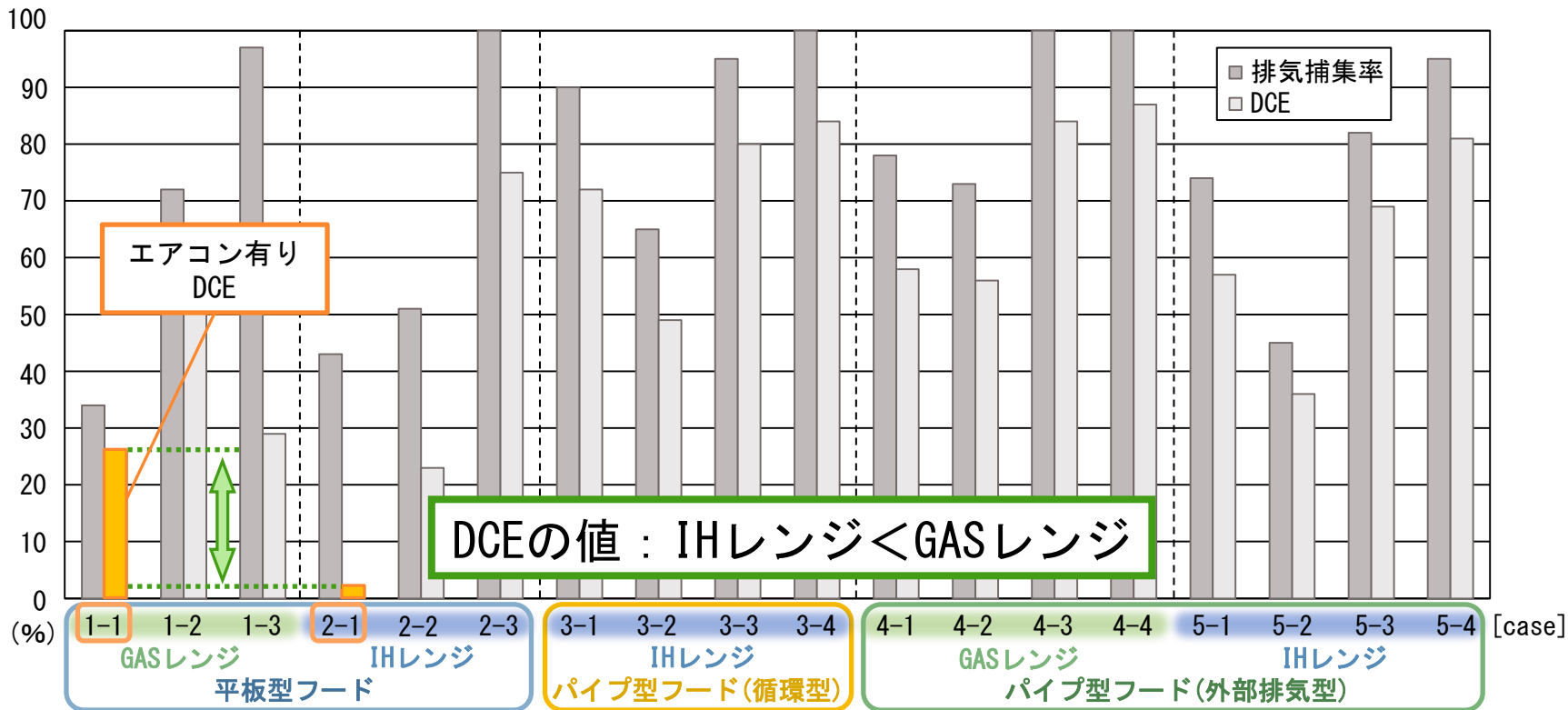


図4 排気捕集率及びDCE

case2-1について(平板型フード・エアコン有り)

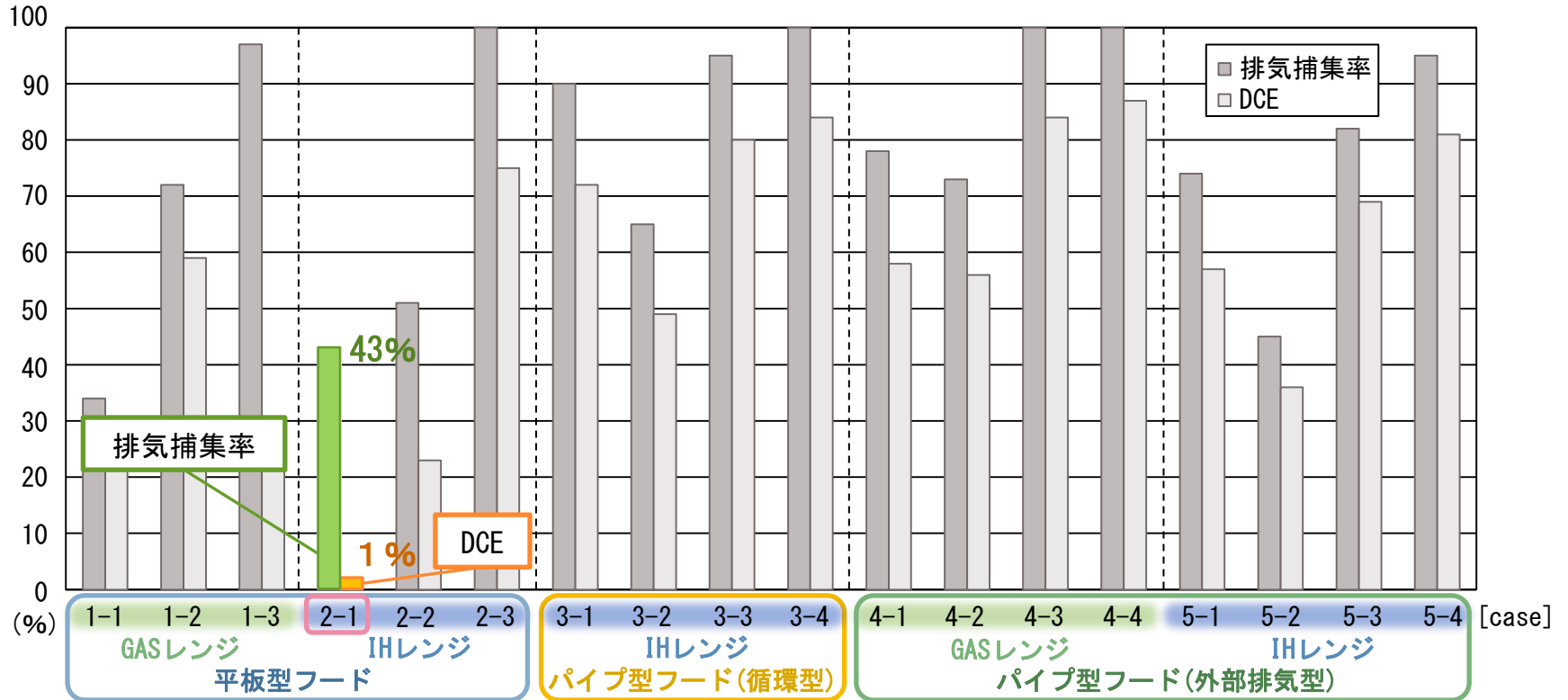


図4 排気捕集率及びDCE

case2-1について(平板型フード・エアコン有り)

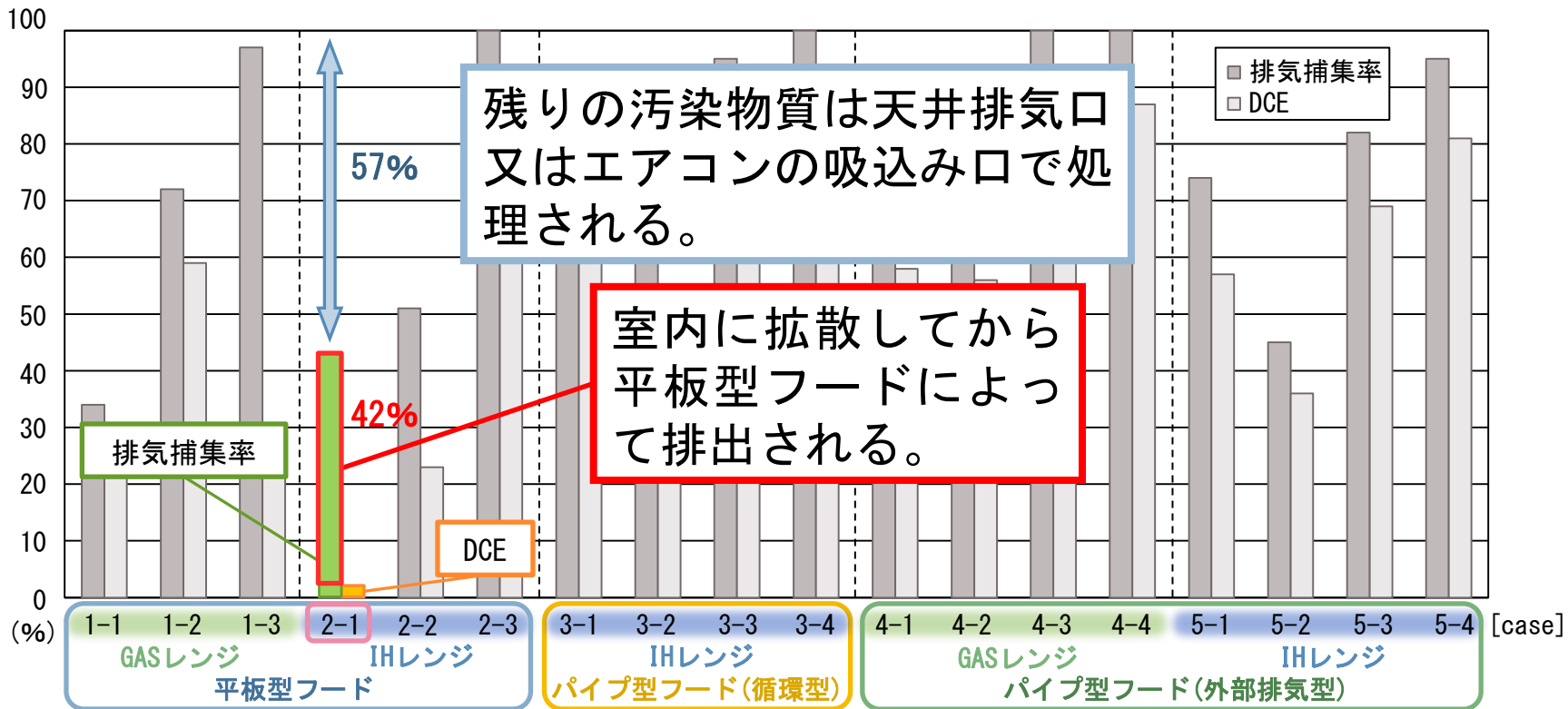


図4 排気捕集率及びDCE

## DCEの比較

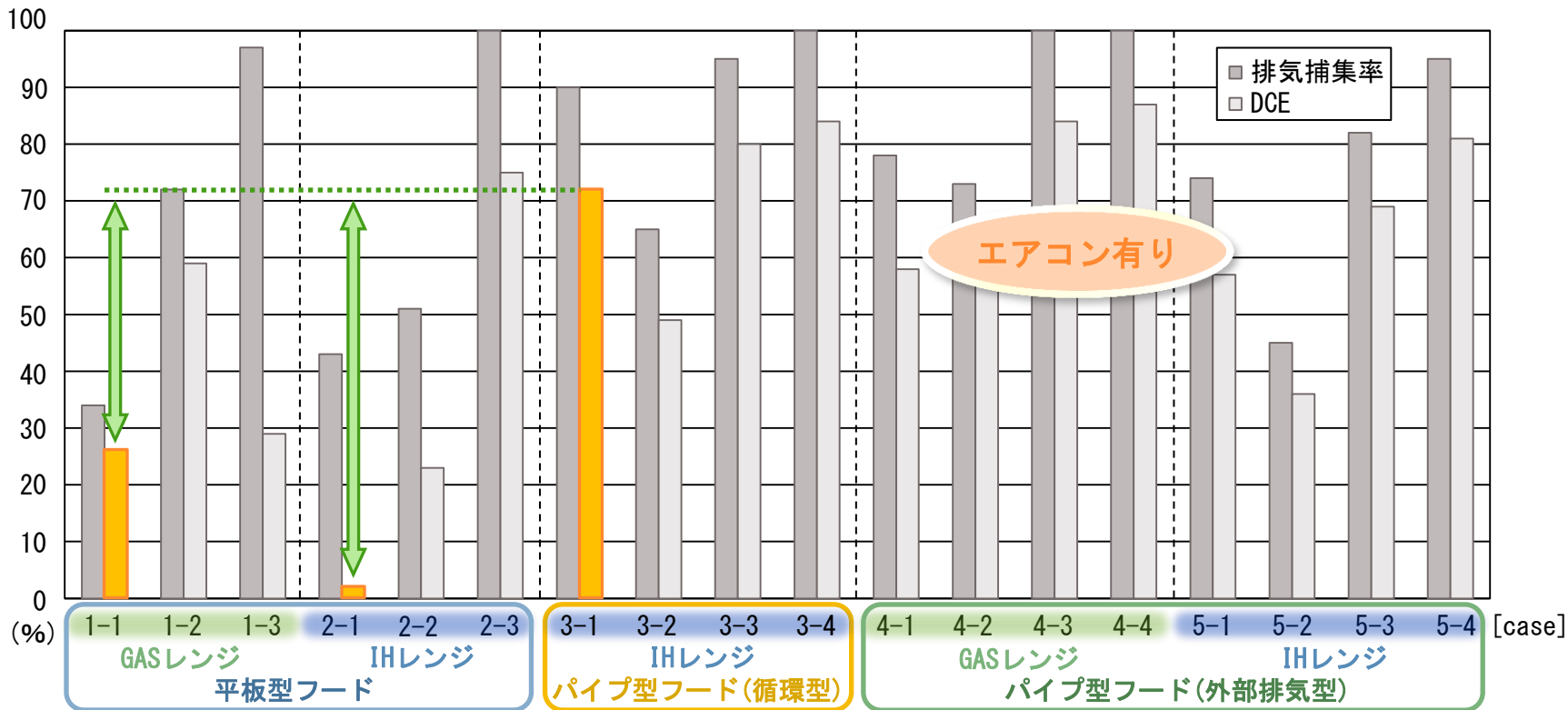


図4 排気捕集率及びDCE

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。

## DCEの比較

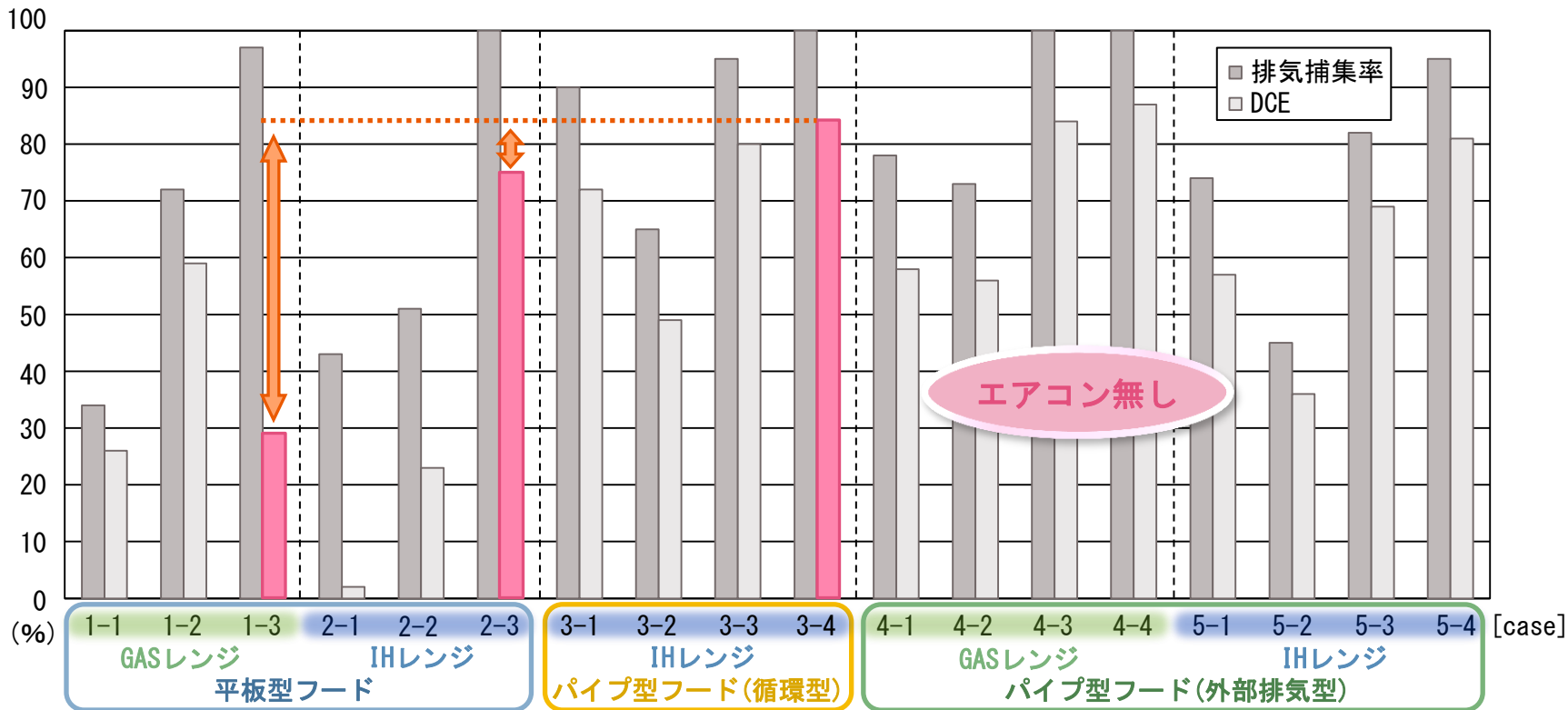


図4 排気捕集率及びDCE

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。

- 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。