

# 住宅火災シミュレーションの実施結果について

住宅火災の早期覚知方策のあり方に関する検討部会（第3回）

# シミュレーション結果① 平屋ストーブ 出火元:LDK

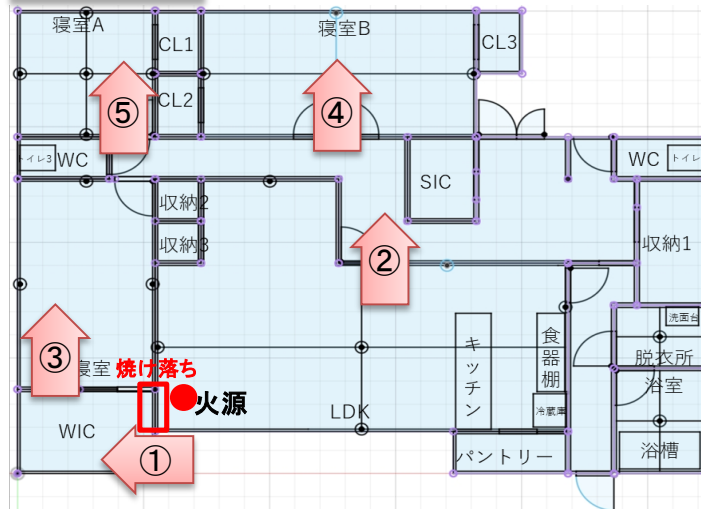
## 火災性状

- LDKで可燃物に着火後、煙とCOがほぼ同時に発生する。
- 約60秒時点でWICの東側の壁体の下部が焼け落ち、LDK内の煙濃度が急速に上昇するとともに、WICに火炎が流入している。
- WIC以外の室は、ドア等の開口部が主な延焼経路となっている。
- LDK→①WIC→②廊下→③主寝室→④寝室B→⑤寝室Aの順で延焼する。

## 住警器鳴動状況

- LDK（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間は煙式が27秒、CO式は31秒であり、煙式の方が4秒早く鳴動要件を満たした。
- LDKの次に住警器鳴動要件を満たした居室は主寝室で、8分8秒（煙）であった。LDKと比較すると、7分41秒の時間差となる。
- 主寝室の次に住警器鳴動要件を満たした居室は寝室Bで、15分48秒（煙）であった。LDKと比較すると15分21秒の時間差、主寝室と比較すると7分40秒の時間差となる。

## 延焼経路



## 住警器鳴動状況(上位3居室)

LDK (火元)	主寝室	寝室B
27秒(煙) 31秒(CO)	8分8秒(煙)	15分48秒(煙)

## 居住者の覚知状況

居住者は起床しており、LDKに在室している可能性が高い。  
ストーブの消し忘れ等の場合、寝室に在室していることも考えられる。

在室場所	LDK	主寝室	寝室B
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 起床していると考えられる。</li> <li>• 住警器の有無にかかわらず覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDKに住警器がある場合、27秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• LDKの住警器で覚知しなかった場合、8分8秒で住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDKに住警器がある場合、27秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• 主寝室の住警器が8分8秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• 15分48秒で住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>

## 考察

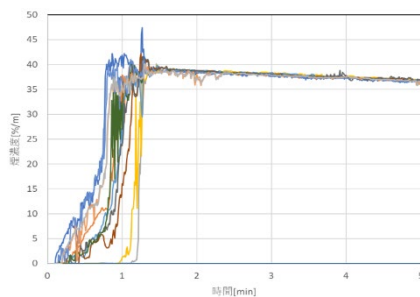
- LDKに住警器が設置されていることで、居住者が寝室にいる場合は7分40秒程度早期に火災を覚知できる可能性があるが、音圧が低下するため、居住者が就寝している場合は覚知できない可能性がある。
- LDKの住警器で火災を覚知できない場合、主寝室や寝室Bの住警器により火災を覚知する可能性があるが、8分10秒時点で煙及び火炎が廊下まで到達していることから、玄関を通じた通常の避難経路を使用した避難は困難な可能性がある。
- LDKに連動型住警器を設置することで27秒時点で火災を覚知でき、通常の避難経路を使用した避難が可能となる。
- 本モデルのような廊下型住宅の場合、火災の早期検知や鳴動音覚知の観点から、廊下に住警器を追加設置することも考えられる。

# シミュレーション結果① 平屋ストーブ 出火元:LDK

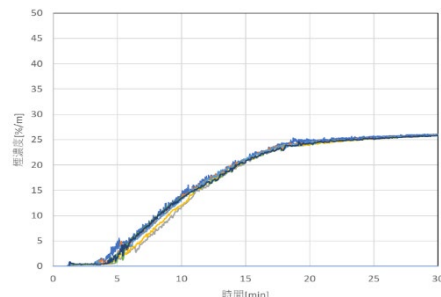
モデル	出火元	火源
平屋	LDK	ストーブ (有炎)

## 住警器鳴動状況(上位3居室)

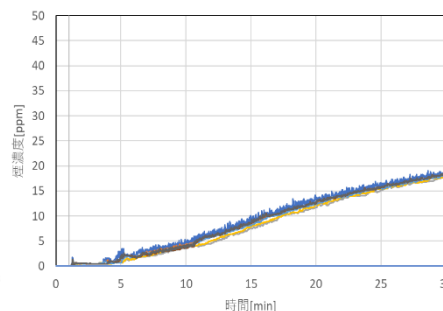
LDK (火元)	主寝室	寝室B
27秒(煙) 31秒(CO)	8分8秒(煙)	15分48秒(煙)



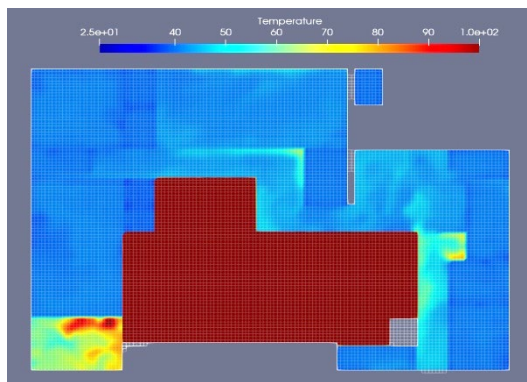
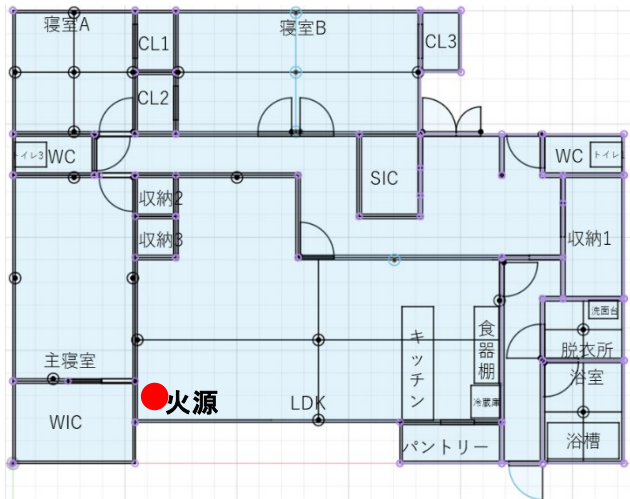
LDK(煙濃度)



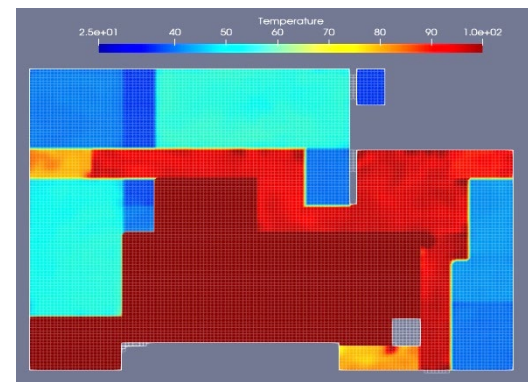
主寝室(煙濃度)



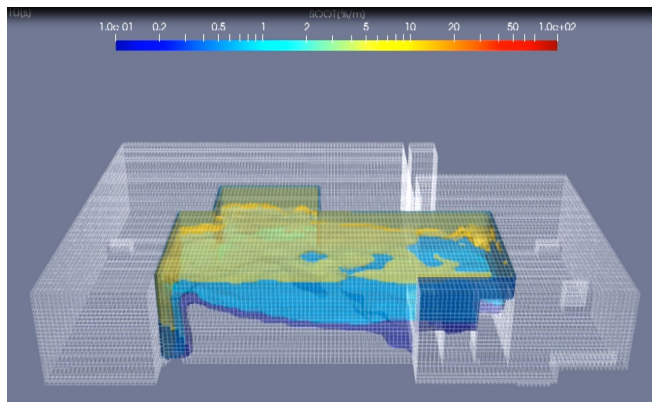
寝室B(煙濃度)



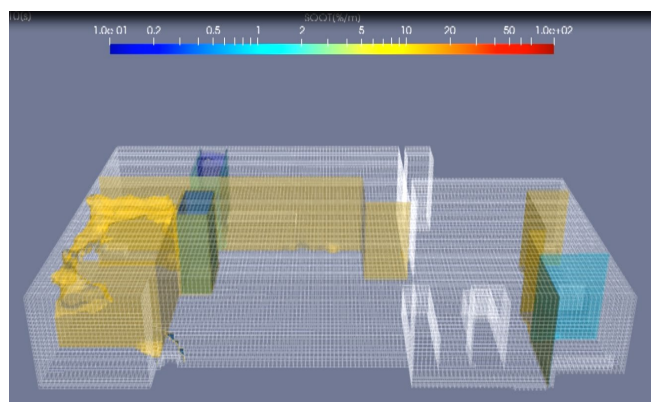
温度分布(60秒時点、床上1.5m水平断面)



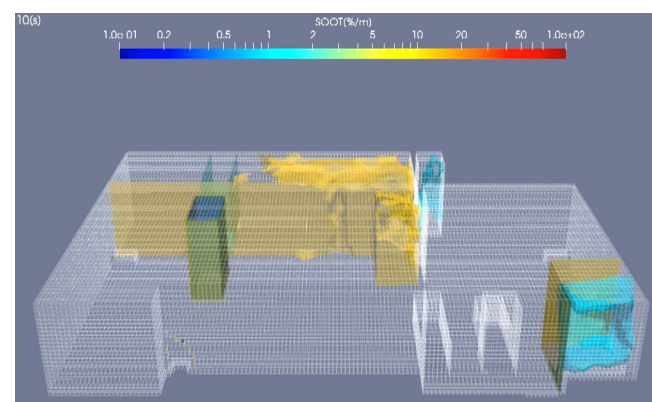
温度分布(120秒時点、床上1.5m水平断面)



煙濃度境界分布(30秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(8分10秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(15分50秒時点鳥瞰)

# シミュレーション結果② 平屋たばこ 出火元:LDK

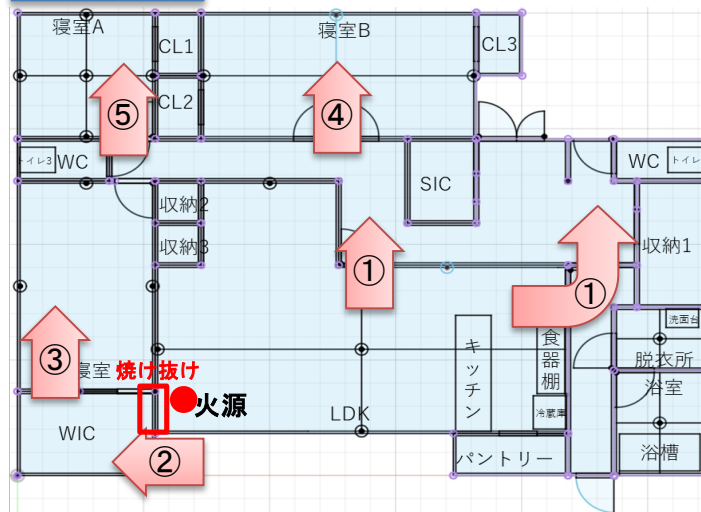
## 火災性状

- LDKで可燃物に着火後、熱分解によりCOが発生し、遅れて燃焼による煙が発生する。燻焼火災のため温度上昇は緩やかで、LDKの最高温度は200°C程度であった。
- 約50分時点でWICの東側の壁体の下部が焼け抜け、WICに煙及びCOが流入する。
- WIC以外の室は、ドア等の開口部が主な拡大経路となっている。
- LDK→①廊下→②WIC→③主寝室→④寝室B→⑤寝室Aの順で拡大する。

## 住警器鳴動状況

- LDK（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間はCO式が47分、煙式が56分10秒であり、CO式の方が8分50秒早く鳴動要件を満たした。
- LDK以外の居室は、煙・CO共に住警器鳴動要件を満たさなかった。

## 拡大経路



## 住警器鳴動状況

LDK（火元）	その他居室
47分(CO)	鳴動せず
56分10秒(煙)	

## 居住者の覚知状況

居住者は起床しており、LDKに在室している可能性が高い。  
たばこの消し忘れ等の場合、寝室に在室していることも考えられる。

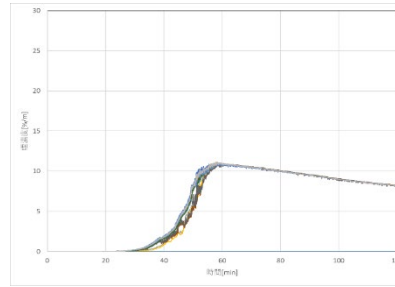
在室場所	LDK	その他居室（主寝室、寝室A、寝室B）
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>起床していると考えられる。</li> <li>住警器の有無にかかわらず覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LDKにCO式住警器がある場合、47分後に鳴動。LDKとその他居室は木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>LDKに煙式住警器がある場合、56分10秒後に鳴動。LDKとその他居室は木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>LDKに住警器が無い場合、住警器が鳴動せず、覚知できない可能性がある。</li> </ul>

## 考察

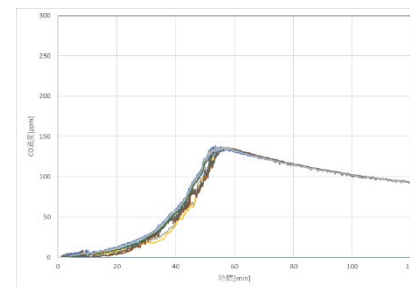
- 本モデルの燻焼火災では、CO式の方が煙式よりも8分50秒早く鳴動要件を満たした。火災発生から47分時点と56分10秒時点の煙濃度境界分布を比較すると、47分時点では煙の拡大がLDK及び浴室附室に留まっているが、56分10秒時点では廊下まで煙が拡大していることから、通常経路を使用した避難の安全性に差が生じることが考えられる。
- LDKに住警器が設置されていることで、主寝室、寝室A、寝室Bの居住者は火災を覚知できる可能性があるが、音圧が低下するため、居住者が就寝している場合は覚知できない可能性がある。LDKに住警器が無い場合は火災を覚知できない可能性がある。
- LDKに連動型住警器を設置することで、主寝室、寝室A、寝室Bの居住者も確実に火災を覚知することが可能となる。

# シミュレーション結果② 平屋たばこ 出火元:LDK

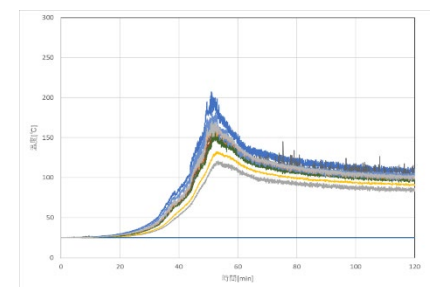
モデル	出火元	火源
平屋	LDK	たばこ (燻焼)
住警器鳴動状況		
LDK (火元)	その他居室	
47.0分(CO)	鳴動せず	
56分10秒(煙)		



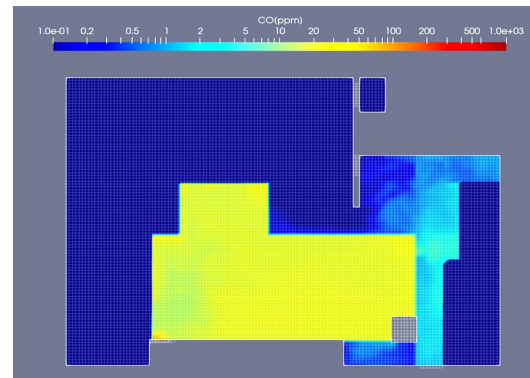
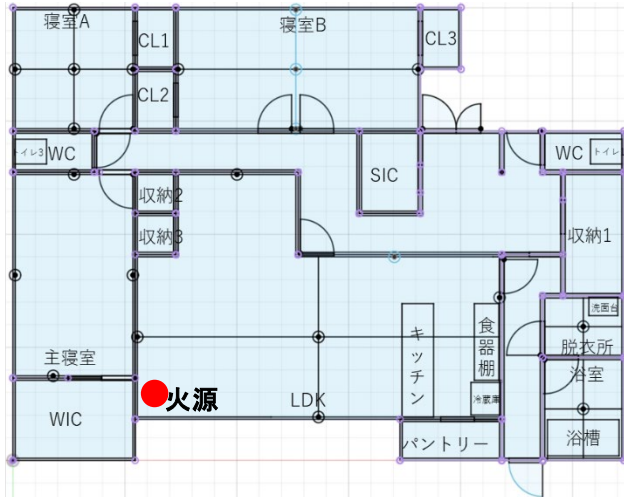
LDK(煙濃度)



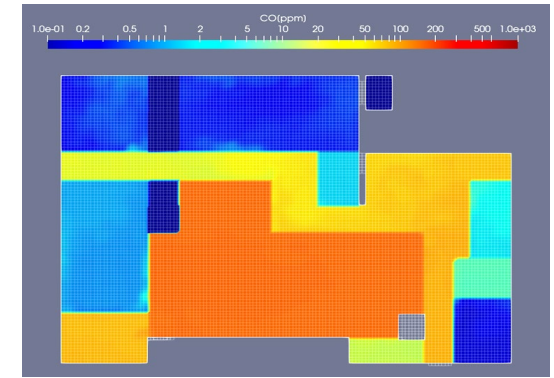
LDK(CO濃度)



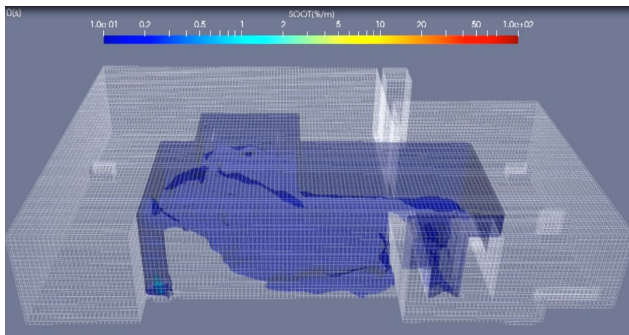
LDK(温度変化)



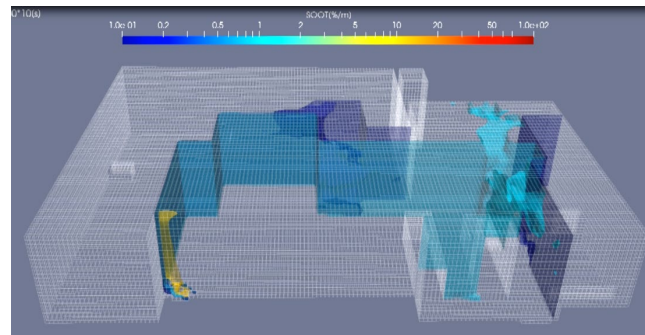
CO濃度分布(30分時点、床上1.5m水平断面)



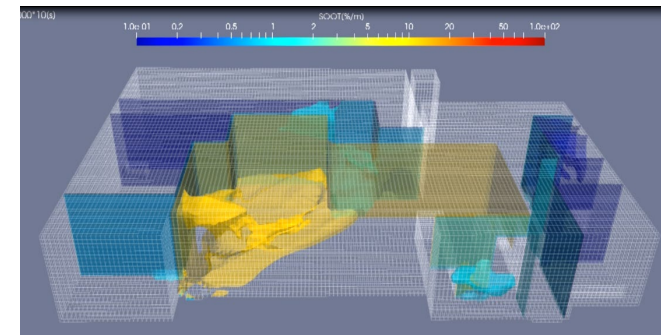
CO濃度分布(60分時点、床上1.5m水平断面)



煙濃度境界分布(30分時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(47分時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(56分10秒時点鳥瞰)

# シミュレーション結果③ 平屋スロープ 出火元:寝室B

## 火災性状

- ・ 寝室Bで可燃物に着火後、煙とCOがほぼ同時に発生する。
- ・ 火災発生後、約40秒時点から、寝室B南側のドアから煙が流出し始める。
- ・ 約120秒時点で寝室B西側のCL1・CL2の壁体が焼け落ち、寝室B内の煙濃度が急速に上昇する。約180秒時点で寝室Aに火災が流入している。
- ・ 寝室A以外の室は、ドア等の開口部が主な延焼経路となっている。
- ・ 寝室B→①廊下→②CL1・CL2→③寝室A→④主寝室→⑤LDKの順で延焼する。

## 住警器鳴動状況

- ・ 寝室B（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間は煙式が42.5秒、CO式は50秒であり、煙式の方が7.5秒早く鳴動要件を満たした。
- ・ 寝室Bの次に住警器鳴動要件を満たした居室は寝室Aで、4分43秒（煙）であった。寝室Bと比較すると、4分0.5秒の時間差となる。
- ・ 寝室Aの次に住警器鳴動要件を満たした居室は主寝室で、28分41秒（煙）であった。寝室Bとは27分58.5秒の時間差、寝室Aとは23分58秒の時間差となる。

## 居住者の覚知状況

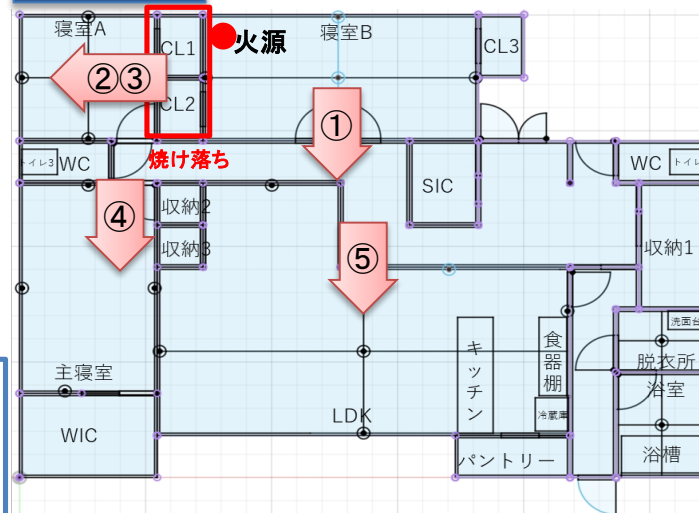
居住者は寝室に在室している可能性が高い。  
夜間で、居住者は就寝していることが考えられる。

在室場所	寝室B	寝室A	主寝室
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 42.5秒後に住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 寝室Bの住警器が42.5秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>・ 寝室Bの住警器で覚知しなかった場合、4分43秒で住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 寝室Bの住警器が42.5秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>・ 寝室Aの住警器が4分43秒後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>・ 28分41秒で住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>

## 考察

- ・ 寝室Bの居住者は42.5秒時点で住警器が鳴動し、火災を覚知する。42.5秒時点は廊下に微量の煙が拡大しているが、通常の避難経路で避難できると考えられる。
- ・ 寝室Aの居住者は寝室Bの住警器の鳴動又は4分43秒時点で火災を覚知する。4分43秒時点は煙及び火炎が拡大しており、通常の避難経路での避難が困難な可能性がある。
- ・ 主寝室の居住者は寝室B又は寝室Aの住警器の鳴動で火災を覚知できない場合、28分41秒時点で覚知し、通常の避難経路での避難は不可となる。
- ・ 寝室Bに連動型住警器を設置することで、42.5秒時点で覚知でき、通常の避難経路を使用した避難が可能となる。
- ・ LDKに居住者がいる場合は、多くの場合起床しているため、寝室Bの住警器の鳴動で火災を覚知することが可能であると考えられる。

## 延焼経路



## 住警器鳴動状況(上位3居室)

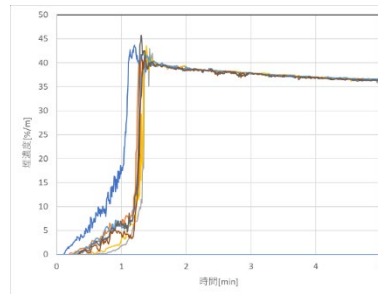
寝室B (火元)	寝室A	主寝室
42.5秒(煙) 50秒(CO)	4分43秒(煙)	28分41秒(煙)

# シミュレーション結果③ 平屋ストーブ 出火元:寝室B

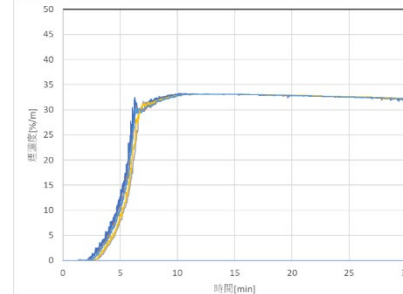
モデル	出火元	火源
平屋	寝室B	ストーブ (有炎)

## 住警器鳴動状況(上位3居室)

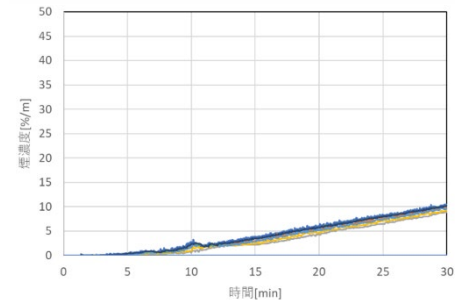
寝室B (火元)	寝室A	主寝室
42.5秒(煙) 50秒(CO)	4分43秒(煙)	28分41秒(煙)



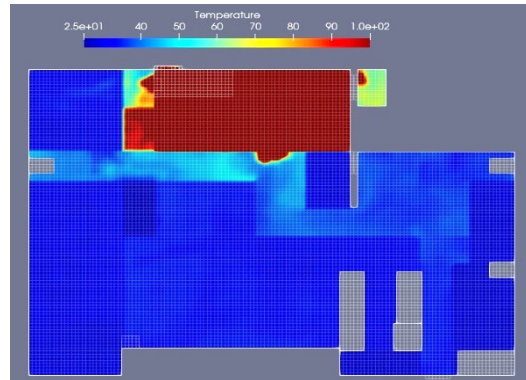
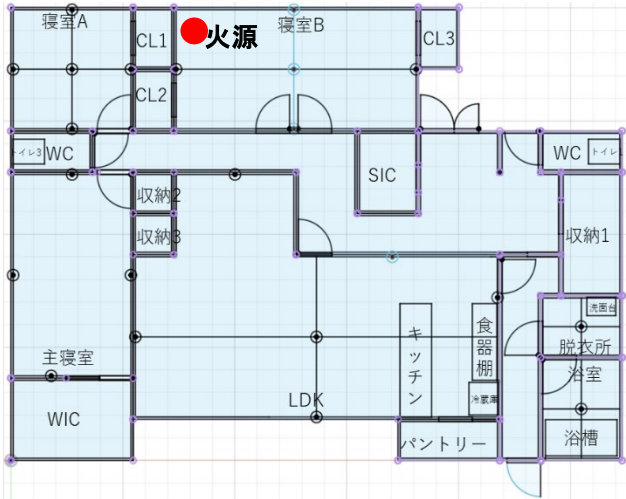
寝室B(煙濃度)



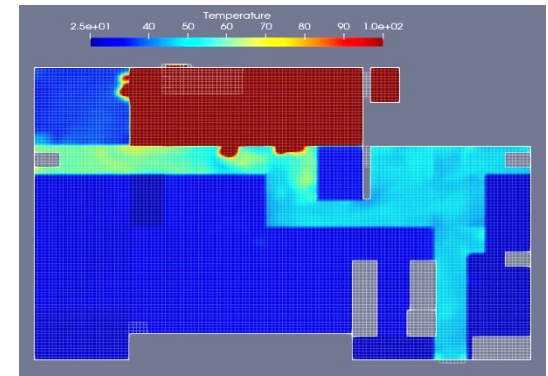
寝室A(煙濃度)



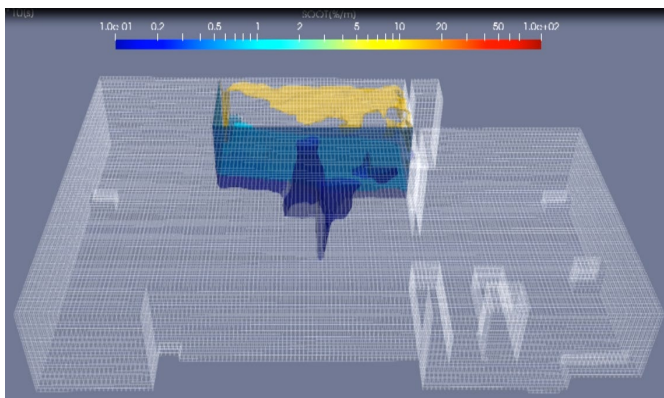
主寝室(煙濃度)



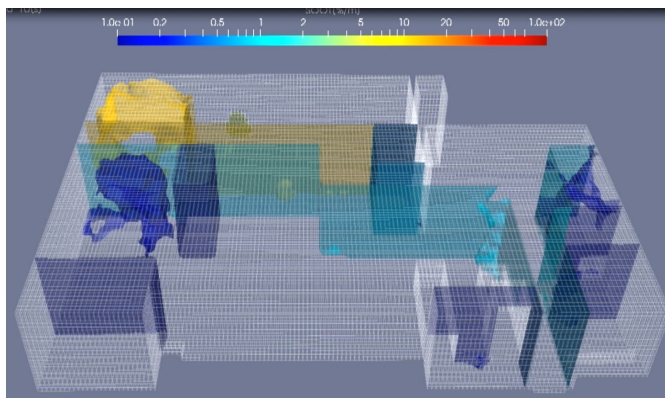
温度分布(120秒時点、床上1.5m水平断面)



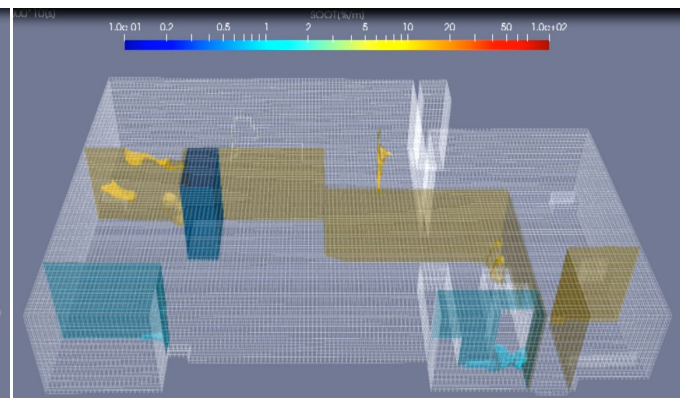
温度分布(180秒時点、床上1.5m水平断面)



煙濃度境界分布(50秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(4分50秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(28分40秒時点鳥瞰)

# シミュレーション結果④ 平屋たばこ 出火元:寝室B

## 火災性状

- 寝室Bで可燃物に着火後、熱分解によりCOが発生し、遅れて燃焼による煙が発生する。燻焼火災であるが約30分時点で壁や天井に延焼し、急激に煙濃度や温度が上昇するものの、ストーブ火災と比較すると温度上昇は穏やかである。
- 寝室A以外はドア等の開口部が主な拡大経路となっている。廊下へは、約22分時点から開口部を通じて煙やCOが拡大し始める。
- 約33分時点でCL1・CL2の壁体が焼け抜け、寝室Aに煙やCOが拡大する。
- 寝室B→①廊下→②CL1・CL2→③寝室A→④主寝室→⑤LDKの順で拡大する。

## 住警器鳴動状況

- 寝室B（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間は、CO式が30分40秒、煙式が32分23秒であり、CO式の方が1分43秒早く鳴動要件を満たした。
- CL1・CL2の壁体が焼け抜けたため、寝室Aの住警器鳴動要件も満たした。CO式が40分47秒、煙式が41分39秒であり、CO式の方が58秒早く鳴動要件を満たした。寝室Bと比較すると、10分7秒(CO)の時間差となる。

## 居住者の覚知状況

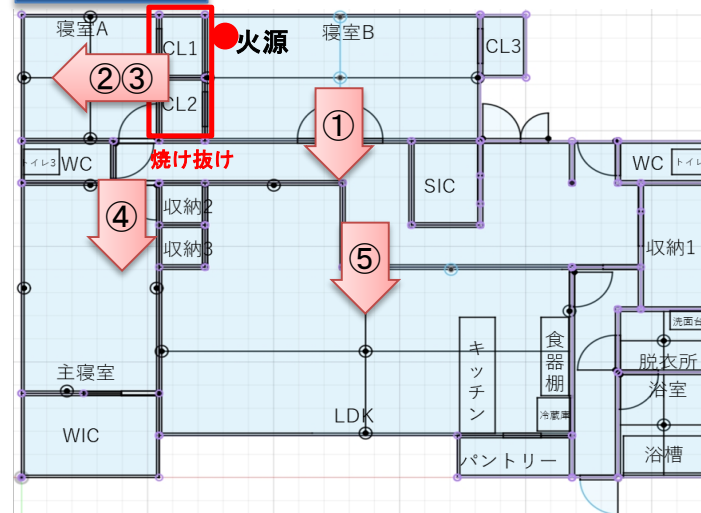
居住者は寝室に在室している可能性が高い。  
夜間で、居住者は就寝していることが考えられる。

在室場所	寝室B	寝室A	主寝室
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO式は30分40秒後、煙式は32分23秒後に住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 寝室Bの住警器が30分40秒（32分23秒）後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• 寝室Bの住警器で覚知しなかった場合、40分47秒（41分39秒）後に住警器が鳴動、覚知。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 寝室Bの住警器が30分40秒（32分23秒）後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• 寝室Aの住警器が40分47（41分39秒）後に鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>• 寝室B及び寝室Aの住警器で覚知しなかった場合は、火災を覚知できない可能性がある。</li> </ul>

## 考察

- 本モデルの燻焼火災では、CO式の方が煙式よりも1分43秒早く鳴動要件を満たした。火災発生から30分40秒時点と32分40秒時点の煙濃度境界分布を比較すると、30分40秒時点では煙の拡大が寝室Bに留まっているが、32分40秒時点では廊下まで煙が拡大していることから、通常経路を使用した避難の安全性に差が生じることが考えられる。
- 寝室Aの居住者は、寝室Bの住警器の鳴動又は40分47秒（41分39秒）時点で火災を覚知する。煙及びCOの拡大により、通常の避難経路での避難は困難となる可能性がある。
- 寝室Bに連動型住警器を設置することで、30分40秒（32分40秒）時点で覚知でき、通常の避難経路を使用した避難が可能となる。
- LDKに居住者がいる場合は、多くの場合起床しているため、寝室Bの住警器の鳴動で火災を覚知することが可能であると考えられる。

## 拡大経路



## 住警器鳴動状況

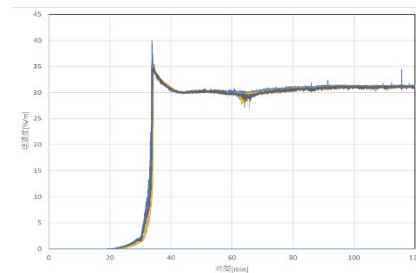
寝室B（火元）	寝室A	その他居室
30分40秒(CO) 32分23秒(煙)	40分47秒(CO) 41分39秒(煙)	鳴動せず



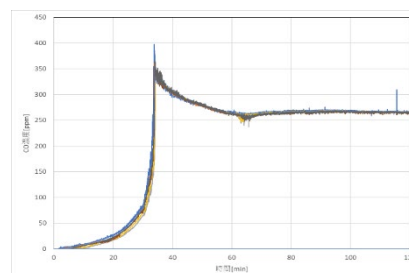
# シミュレーション結果④ 平屋たばこ 出火元:寝室B

モデル	出火元	火源
平屋	寝室B	たばこ (燻焼)

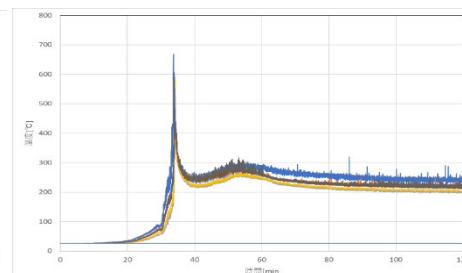
住警器鳴動状況		
寝室B (火元)	寝室A	その他居室
30分40秒(CO)	40分47秒(CO)	
32分23秒(煙)	41分39秒(煙)	鳴動せず



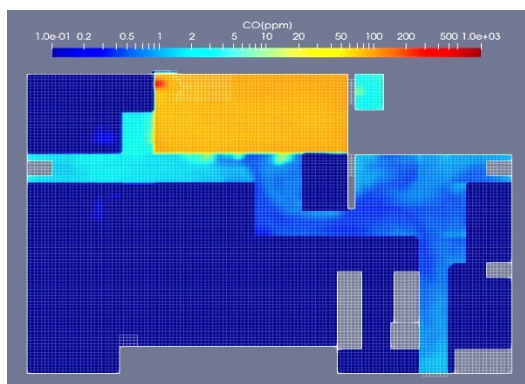
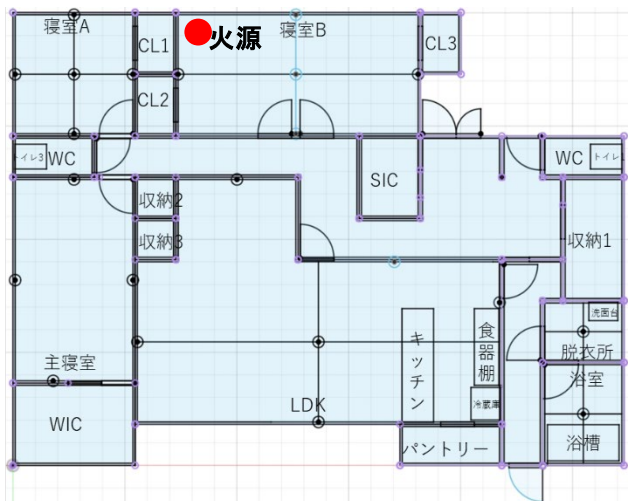
寝室B(煙濃度)



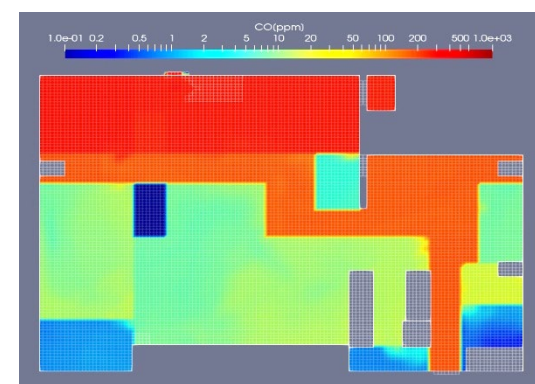
寝室B(CO濃度)



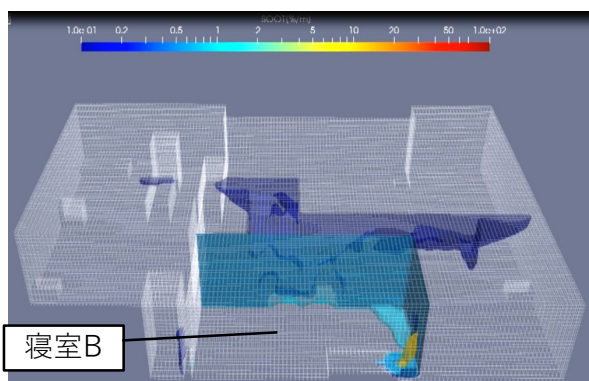
寝室B(温度変化)



CO濃度分布(30分時点、床上1.5m水平断面)

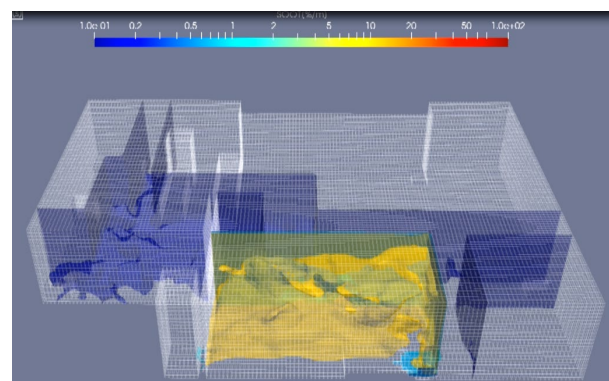


CO濃度分布(60分時点、床上1.5m水平断面)

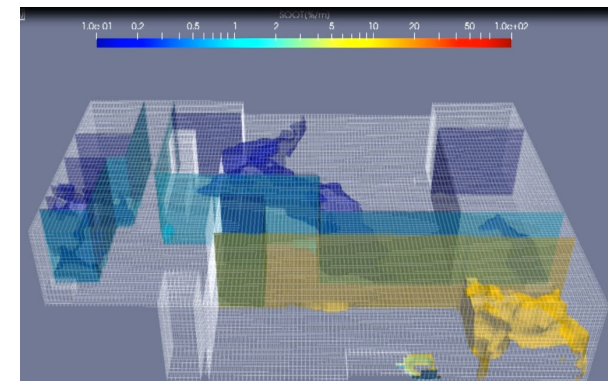


煙濃度境界分布(30分40秒時点鳥瞰)

※上下逆



煙濃度境界分布(32分40秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(41分40秒時点鳥瞰)

# シミュレーション結果⑤ 2階建てスロースト 出火元:2階主寝室

## 火災性状

- 主寝室で可燃物に着火後、煙とCOがほぼ同時に発生する。
- 主寝室と書斎間の開口は襖のため、約20秒で書斎まで煙が流入する。
- 約9分で主寝室西のCL1に延焼したことで、階段室内への煙及びCOの流入が多くなっている。
- 約15分で、煙及びCOが階段を通じて1階まで降下している。
- 主寝室→①書斎→②CL1→③階段室→④寝室B→⑤寝室A→⑥1階の順で延焼する。

## 住警器鳴動状況

- 主寝室（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間は煙式が2分28秒、CO式は2分56秒であり、煙式の方が28秒早く鳴動要件を満たした。
- 書斎は住警器鳴動要件を2分53秒（煙）で満たすが、寝室でないため設置されていない可能性がある。主寝室と比較すると、25秒の時間差となる。
- 書斎の次は階段が住警器鳴動要件を満たし、10分12秒（煙）であった。主寝室と比較すると7分44秒の時間差となる。寝室A・寝室Bは鳴動要件を満たさなかった。

## 居住者の覚知状況

居住者は寝室に在室している可能性が高い。  
夜間で、居住者は就寝していることが考えられる。

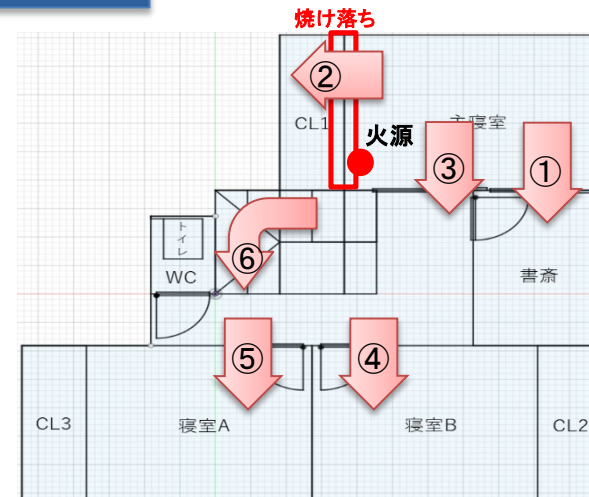
在室場所	主寝室・書斎	寝室A・B	1階LDK等
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>2分28秒に主寝室の住警器が鳴動、覚知。</li> <li>書斎の居住者も主寝室の住警器の鳴動で覚知すると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主寝室の住警器が2分28秒に鳴動、書斎に住警器を設置している場合は2分53秒で鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>階段室の住警器が10分12秒で鳴動。木ドア1枚を介するため、音圧が58dB程度まで低下。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主寝室の住警器が2分28秒に鳴動、書斎に住警器を設置している場合は2分53秒で鳴動。木ドア2枚と1階層を跨ぐため、音圧が28dB～41dB程度まで低下。</li> <li>階段室の住警器が10分12秒で鳴動。木ドア1枚と1階層を跨ぐため、音圧が43dB程度まで低下。</li> </ul>

## 考察

- 主寝室及び書斎の居住者は2分28秒時点で住警器が鳴動し、火災を覚知する。2分30秒時点は廊下に煙も拡大しておらず、階段を使用した通常の避難経路で避難できると考えられる。
- 寝室A・Bの居住者は主寝室の住警器の鳴動で火災を覚知できない場合、階段室の住警器が鳴動する10分12秒時点で覚知する。階段室と寝室A・B間は木ドア1枚のため鳴動音は聞き取りやすいと考えられる。10分12秒時点は煙及び火災が階段室に拡大しており、階段を使用した避難経路での避難が困難な可能性がある。
- 1階LDKに居住者がいる場合は多くの場合起床しているが、主寝室の住警器の鳴動は音圧が低下するため、聞こえない可能性がある。階段室の住警器の鳴動で火災を覚知することが可能であると考えられる。

## 延焼経路

2階

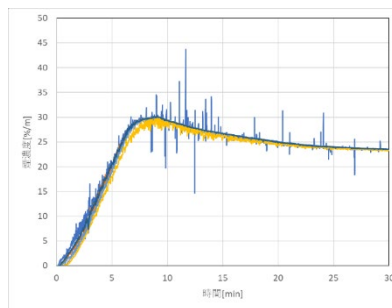


## 住警器鳴動状況

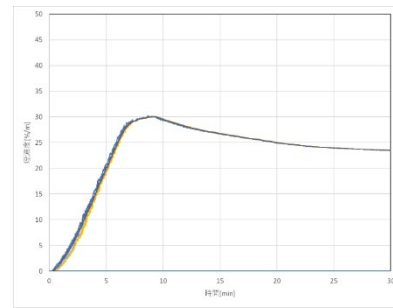
主寝室（火元）	書斎	階段
2分28秒(煙)	2分53秒(煙)	10分12秒(煙)
2分56秒(CO)		

# シミュレーション結果⑤ 2階建てストーブ 出火元:2階主寝室

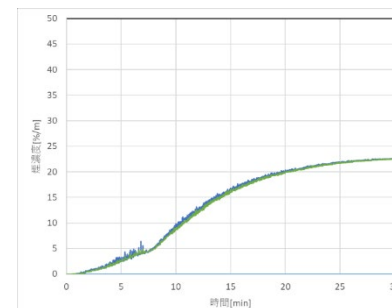
モデル	出火元	火源
2階建て	2階主寝室	ストーブ(有炎)
住警器鳴動状況		
主寝室(火元)	書斎	階段
2分28秒(煙)	2分53秒(煙)	10分12秒(煙)
2分56秒(CO)		



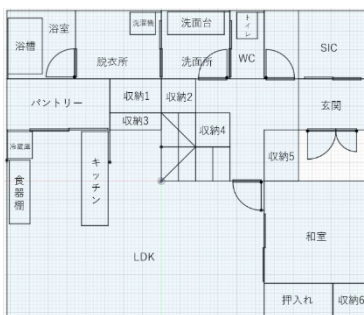
主寝室(煙濃度)



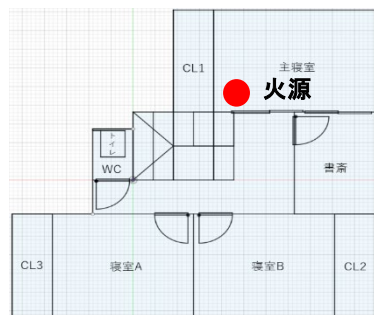
書斎(煙濃度)



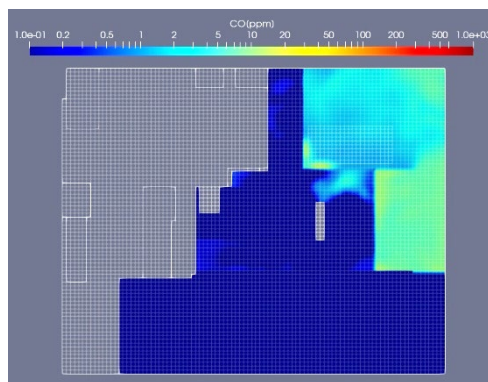
寝室B(煙濃度)



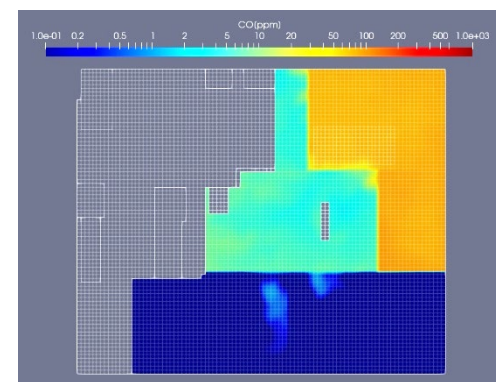
1階



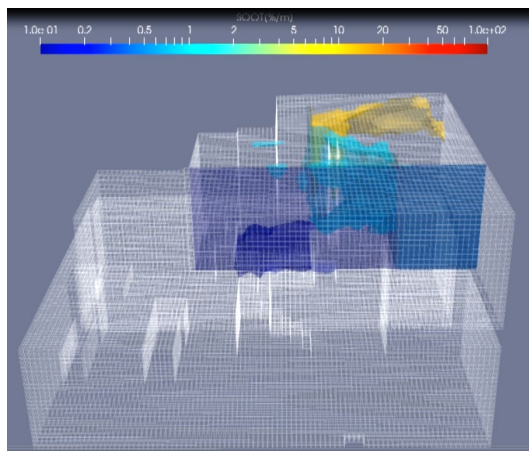
2階



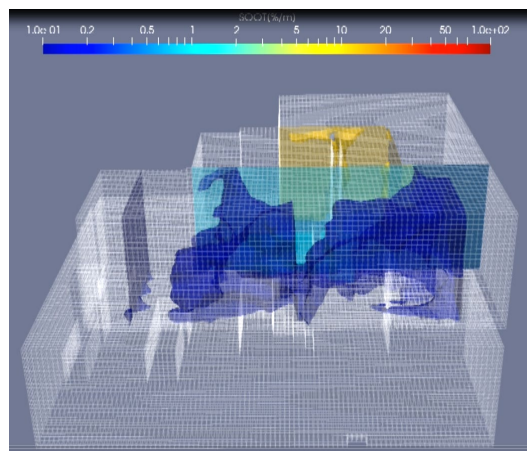
2階温度分布(60秒時点、床上1.5m水平断面)



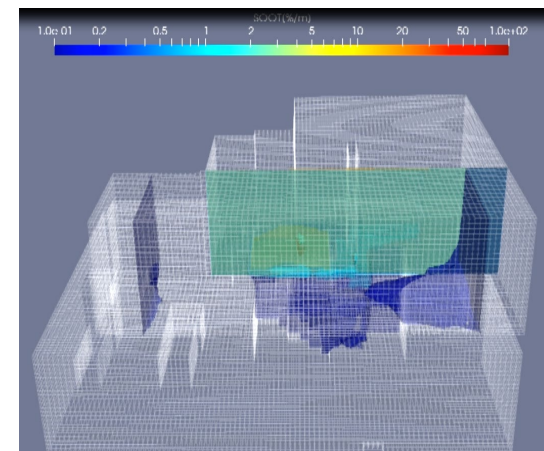
2階温度分布(120秒時点、床上1.5m水平断面)



煙濃度境界分布(2分30秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(10分10秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(15分時点鳥瞰)

## 火災性状

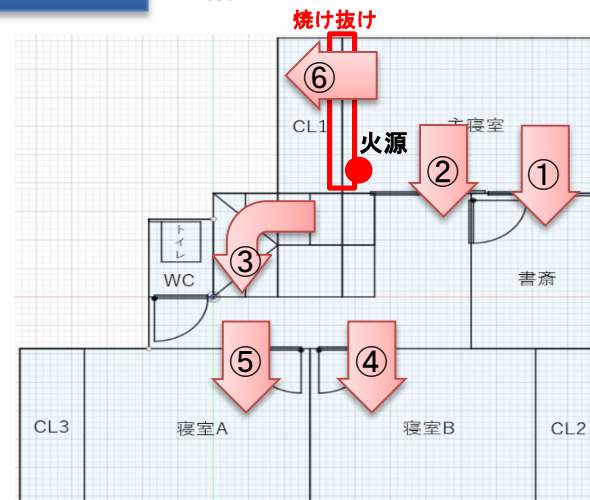
- 主寝室で可燃物に着火後、熱分解によりCOが発生し、遅れて燃焼による煙が発生する。燻焼火災のため温度上昇は緩やかで、主寝室の最高温度は200°C程度であった。
- 約22分時点で、煙及びCOが階段を通じて1階まで降下し始める。
- 約48分時点で主寝室西の壁体の下部が焼け抜け、CL1に煙及びCOが流入する。
- 主寝室→①書斎→②階段室→③1階→④寝室B→⑤寝室A→⑥ CL1の順で拡大する。

## 住警器鳴動状況

- 主寝室（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間はCO式が37分21秒、煙式が44分6秒であり、CO式の方が7分37秒早く鳴動要件を満たした。
- 書斎は住警器鳴動要件を38分4秒（CO）で満たすが、寝室でないため設置されていない可能性がある。主寝室と比較すると43秒の時間差となる。
- 書斎の次は階段が住警器鳴動要件を満たし、CO式が52分13秒、煙式が60分9秒であった。主寝室と比較する14分52秒(CO)の時間差となる。寝室A・寝室Bは鳴動要件を満たさなかった。

## 延焼経路

2階



## 住警器鳴動状況

主寝室（火元）	書斎	階段
37分21秒(CO) 44分6秒(煙)	38分4秒(CO) 44分44秒(煙)	52分13秒(CO) 60分9秒(煙)

## 居住者の覚知状況

居住者は寝室に在室している可能性が高い。  
夜間で、居住者は就寝していることが考えられる。

在室場所	主寝室・書斎	寝室A・B	1階LDK等
想定される覚知状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO式は37分21秒後、煙式は44分6秒後に住警器が鳴動、覚知。</li> <li>書斎の居住者も主寝室の住警器の鳴動で覚知すると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主寝室の住警器が37分21秒(44分6秒)後に鳴動、書斎に住警器を設置している場合は38分4秒(44分44秒)で鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、音圧が33dB程度まで低下。</li> <li>階段室の住警器が52分13秒(60分9秒)で鳴動。木ドア1枚を介するため、音圧が58dB程度まで低下。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主寝室の住警器が37分21秒(44分6秒)後に鳴動、書斎に住警器を設置している場合は38分4秒(44分44秒)で鳴動。木ドア2枚と1階層を跨ぐため、音圧が28dB～41dB程度まで低下。</li> <li>階段室の住警器が52分13秒(60分9秒)で鳴動。木ドア1枚と1階層を跨ぐため、音圧が43dB程度まで低下。</li> </ul>

## 考察

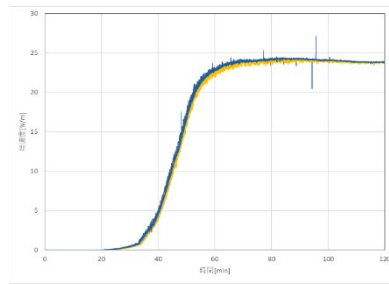
- 本モデルの燻焼火災では、CO式の方が煙式よりも7分37秒早く鳴動要件を満たした。それぞれの時点の煙濃度境界分布を比較すると、34分時点にくらべ44分40秒時点では階段室の煙濃度が高くなっていることから、階段を使用した避難の安全性に差が生じることが考えられる。
- 寝室A・Bの居住者は主寝室の住警器の鳴動で火災を覚知できない場合、階段室の住警器が鳴動する52分13秒(60分9秒)時点で覚知する。階段室と寝室A・B間は木ドア1枚のため鳴動音は聞き取りやすいと考えられるが、52分13秒(60分9秒)時点は煙及びCOが階段室から1階まで拡大しており、階段を使用した避難経路での避難が困難な可能性がある。
- 1階LDKに居住者がいる場合は多くの場合起床しているが、主寝室の住警器の鳴動は音圧が低下するため、聞こえない可能性がある。階段室の住警器の鳴動で火災を覚知することが可能であると考えられる。

# シミュレーション結果⑥ 2階建てたばこ 出火元:2階主寝室

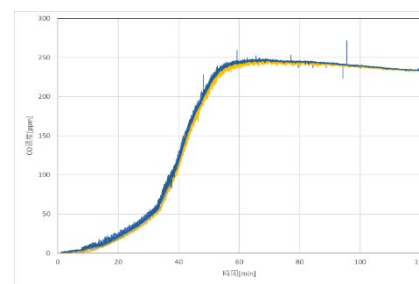
モデル	出火元	火源
2階建て	2階主寝室	たばこ(燻焼)

## 住警器鳴動状況

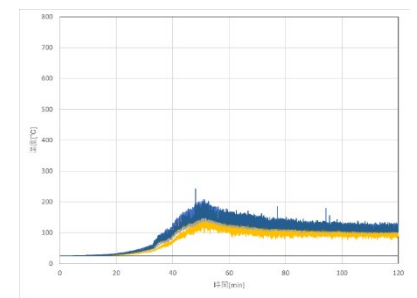
主寝室(火元)	書斎	階段
37分21秒(CO)	38分4秒(CO)	52分13秒(CO)
44分6秒(煙)	44分44秒(煙)	60分9秒(煙)



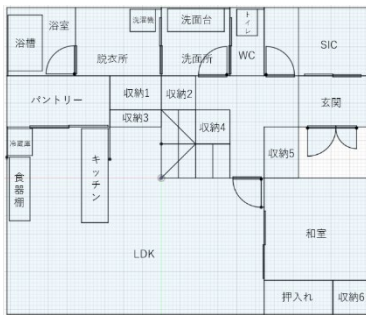
主寝室(煙濃度)



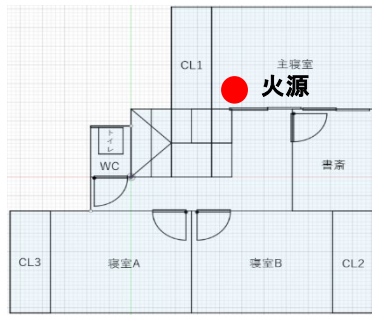
主寝室(CO濃度)



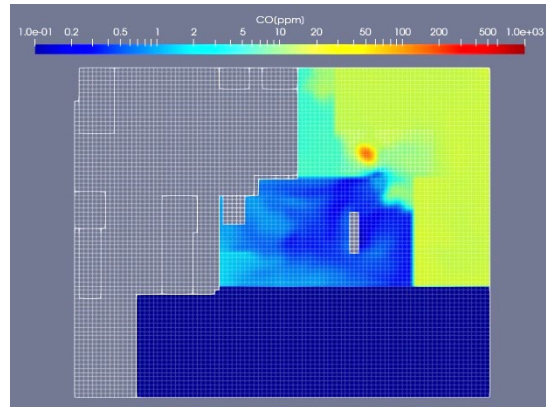
主寝室(温度変化)



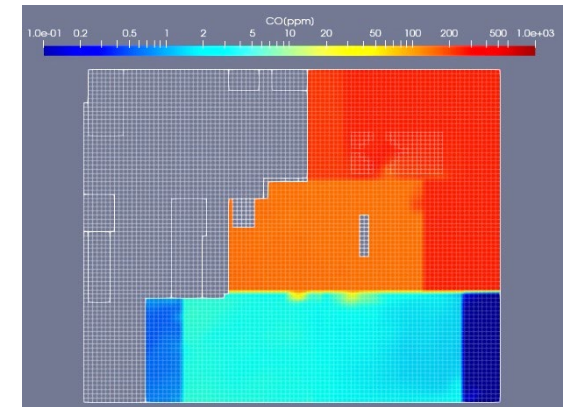
1階



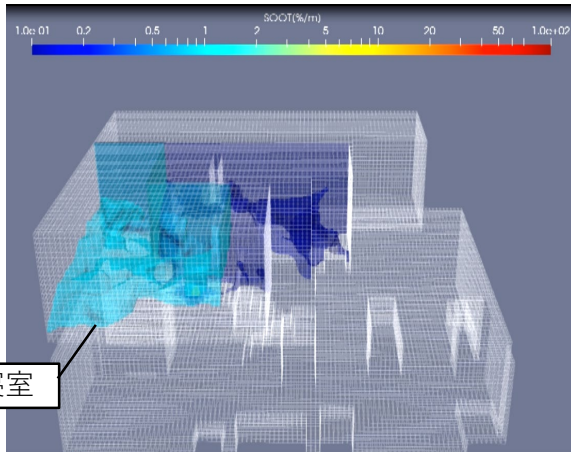
2階



2階CO濃度分布(20分時点、床上1.5m水平断面)

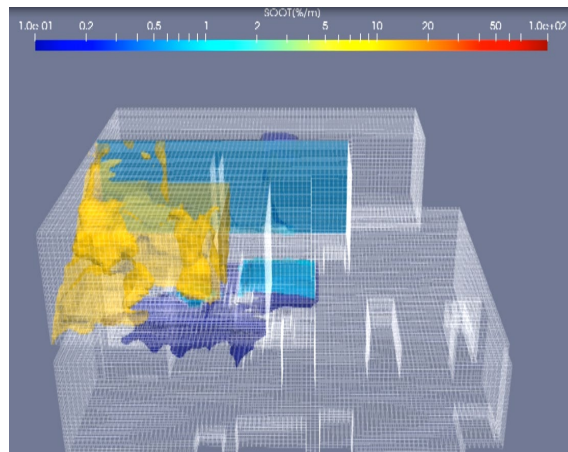


2階CO濃度分布(60分時点、床上1.5m水平断面)

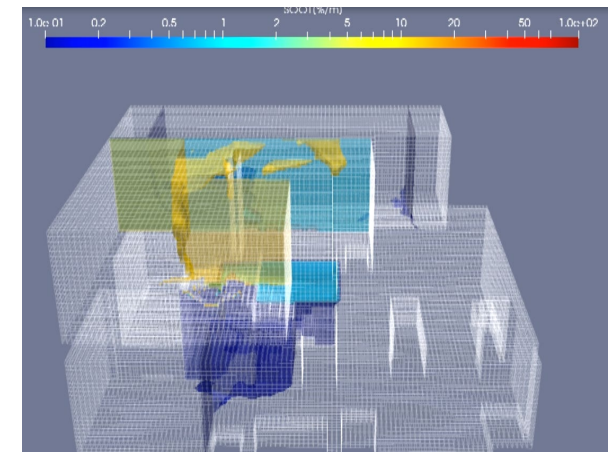


煙濃度境界分布(34分時点鳥瞰)

※上下逆



煙濃度境界分布(44分40秒時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(60分時点鳥瞰)

## 火災性状

- LDKで可燃物に着火後、熱分解によりCOが発生し、遅れて燃焼による煙が発生する。燻焼火災のため温度上昇は緩やかで、主寝室の最高温度は100°C程度であった。
- 約21分時点から、開口部を通じて和室及び階段室に煙及びCOが流入する。
- 約40分時点で、煙及びCOが階段を通じて2階まで到達する。2階書斎には約75分時点で煙及びCOが流入する。
- LDK→①和室→②階段室→③2階→④2階書斎の順で拡大する。

## 住警器鳴動状況

- 主寝室（火元）の住警器鳴動要件を満たすまでの時間はCO式が46分43秒、煙式が53分18秒であり、CO式の方が6分35秒早く鳴動要件を満たした。
- 和室は住警器鳴動要件を58分15秒（CO）で満たすが、寝室でないため設置されていない可能性がある。主寝室と比較すると11分32秒の時間差となる。
- その他の居室及び階段室は住警器鳴動要件を満たさなかった。

## 居住者の覚知状況

居住者は起床しており、LDKに在室している可能性が高い。  
たばこの消し忘れ等の場合、寝室に在室していることも考えられる。

### 在室場所

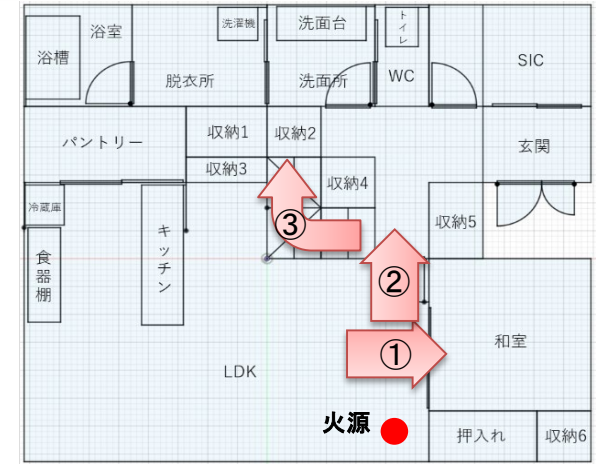
### LDK・和室

### 想定される 覚知状況

- 起床していると考えられるため、住警器の有無にかかわらず覚知。
- CO式は46分43秒後、煙式は53分18秒後に住警器が鳴動。和室の居住者は、LDKの住警器の鳴動で覚知すると考えられる。

## 延焼経路

### 1階



### 住警器鳴動状況

主寝室（火元）	和室	その他居室等
46分43秒(CO)	58分15秒(CO)	鳴動せず
53分18秒(煙)	66分51秒(煙)	

### 2階寝室等

- LDKの住警器が46分43秒(53分18秒)後に鳴動、和室に住警器を設置している場合は58分15秒(66分51秒)で鳴動。木ドア2枚と廊下を介するため、木ドア2枚と1階層を跨ぐため、音圧が28dB～41dB程度まで低下。
- LDK及び和室の住警器で覚知しなかった場合は、火災を覚知できない可能性がある。

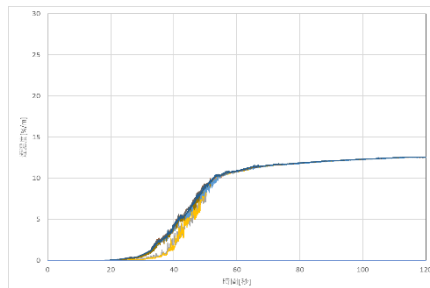
## 考察

- 本モデルの燻焼火災では、CO式の方が煙式よりも11分32秒早く鳴動要件を満たした。それぞれの時点の煙濃度境界分布を比較すると、1階の煙濃度は大差がないが、47分時点に比べ54分時点では2階部分に到達する煙濃度が高くなっていることから、2階居住者の避難の安全性に差が生じることが考えられる。
- 2階居住者は、LDK又は和室の住警器の鳴動がなければ火災を覚知することが困難である。LDKに連動型住警器を設置することで、46分43秒(53分18秒)時点で覚知でき、通常の避難経路を使用した避難が可能となる。

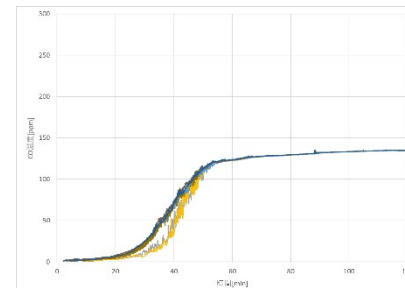
# シミュレーション結果⑦ 2階建てたばこ 出火元:1階LDK

モデル	出火元	火源
2階建て	1階LDK	たばこ(燻焼)

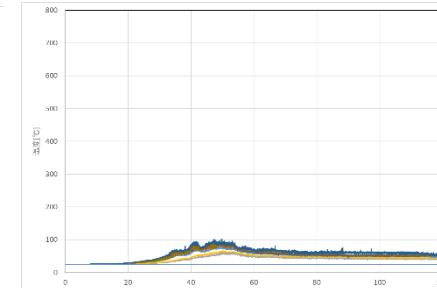
住警器鳴動状況		
主寝室(火元)	和室	その他居室
46分43秒(CO)	58分15秒(CO)	鳴動せず
53分18秒(煙)	66分51秒(煙)	



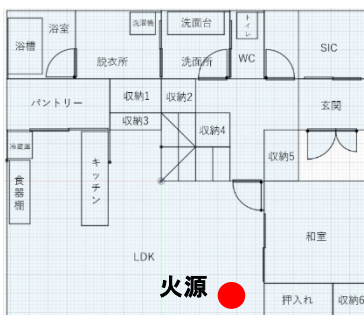
主寝室(煙濃度)



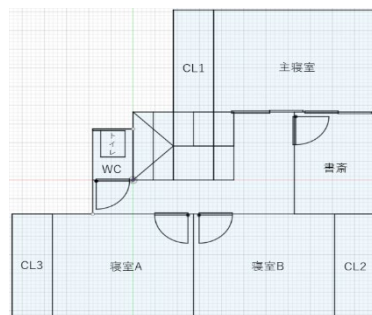
主寝室(CO濃度)



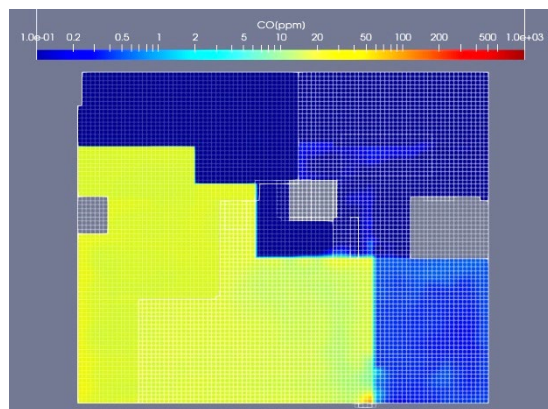
主寝室(温度変化)



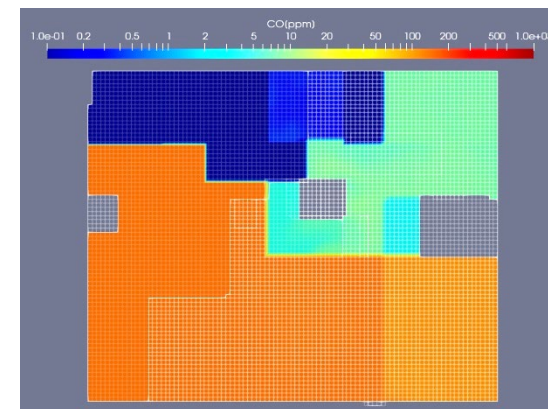
1階



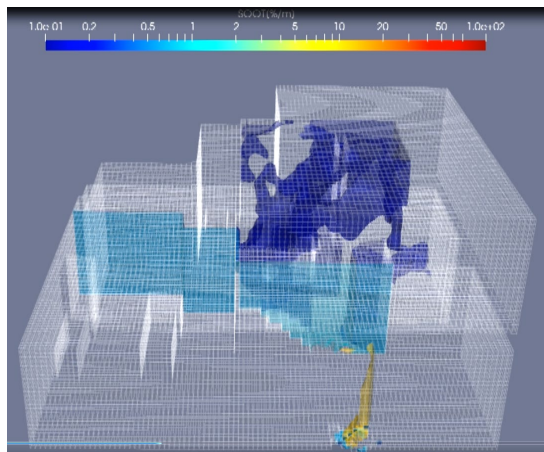
2階



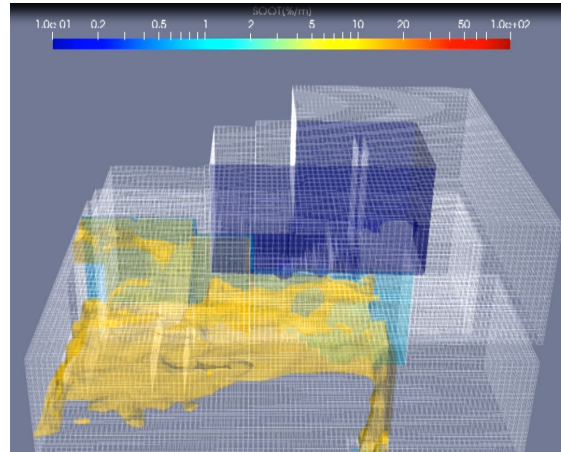
2階CO濃度分布(20分時点、床上1.5m水平断面)



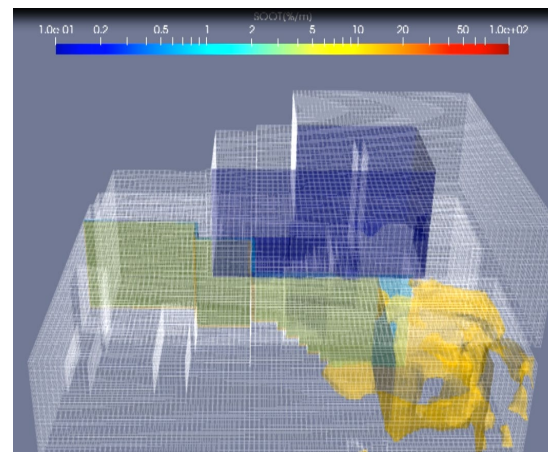
1階CO濃度分布(60分時点、床上1.5m水平断面)



煙濃度境界分布(47分時点鳥瞰)

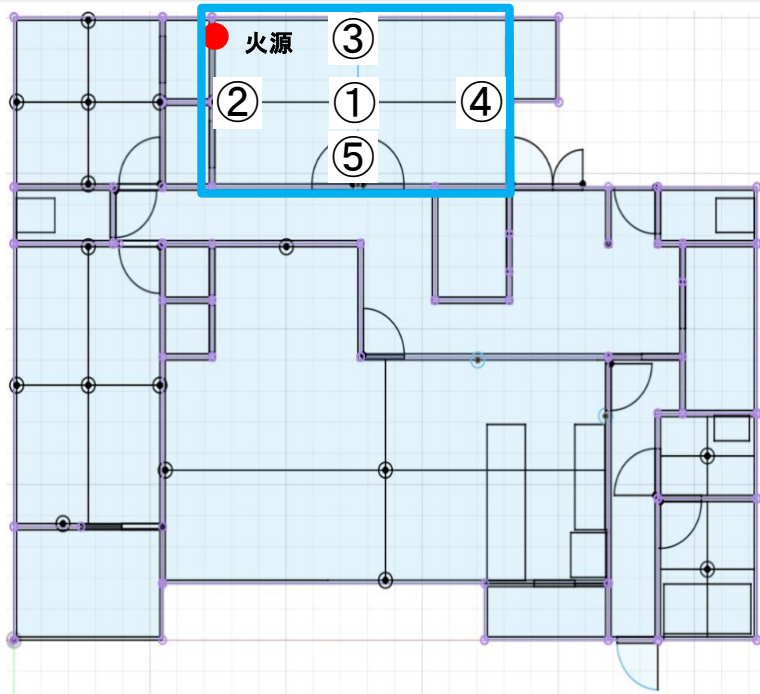


煙濃度境界分布(54分時点鳥瞰)



煙濃度境界分布(67分時点鳥瞰)

# シミュレーション結果⑧ 感知器設置場所等の設置位置による検証①



寝室Bストーブ 煙濃度境界分布

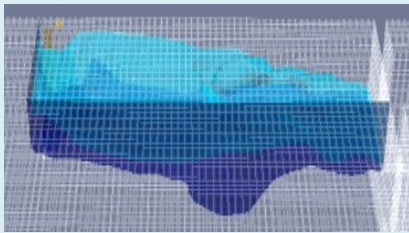
位置	検証目的
天井中心部分	基準で定められる設置方法(天井設置及び壁かけ設置)と不適切な設置方法(手の届く位置の壁掛け設置)において、煙の検知速度にどのような差が生じるか検証する。
任意の壁における天井から0.5m離れた部分	
任意の壁における床から1.5m離れた部分	

寝室B(約14.9㎡)

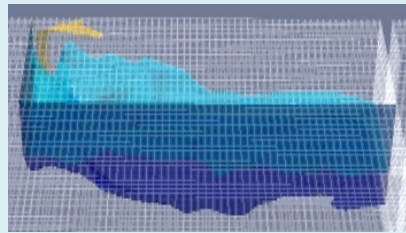
※寝室Bはシミュレーション結果③④より引用。

No	設置位置	設置高(m)	覚知時間(秒) ストーブ	覚知時間(秒) たばこ
①	寝室B中央	2.4	42.5	1943.5
②-1	寝室B西側	1.9	72.0	1982.5
②-2		1.5	74.0	1989.0
③-1	寝室B北側	1.9	60.0	1962.0
③-2		1.5	60.0	1966.0
④-1	寝室B東側	1.9	52.5	1958.0
④-2		1.5	52.5	1958.0
⑤-1	寝室B南側	1.9	54.5	1956.5
⑤-2		1.5	58.0	1962.5

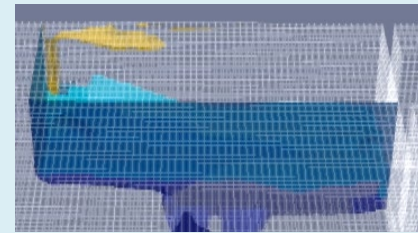
20秒



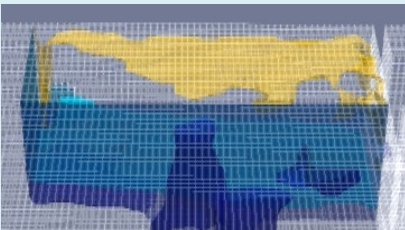
30秒



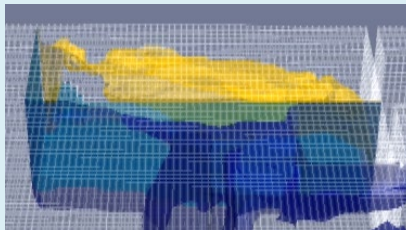
40秒



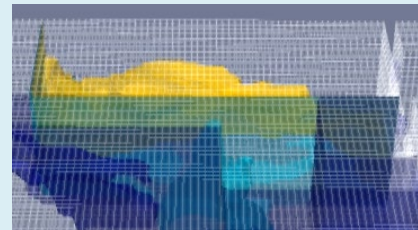
50秒



60秒

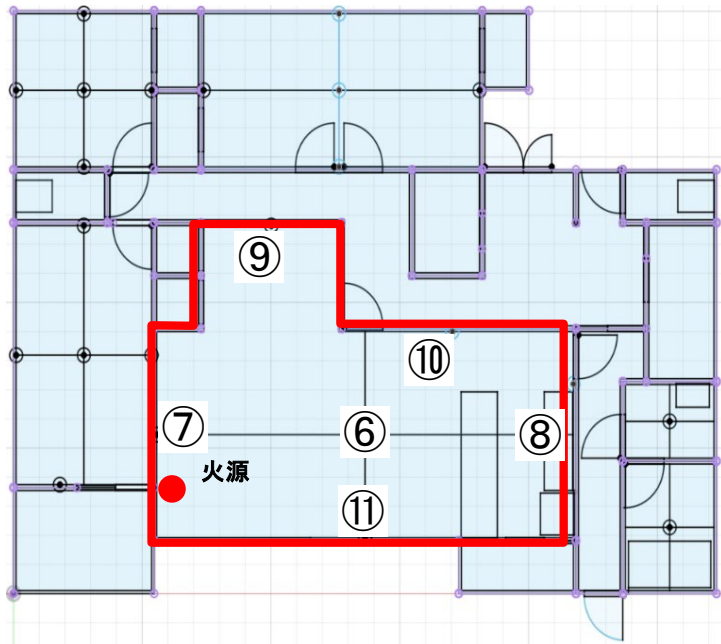


70秒





# シミュレーション結果⑧ 感知器設置場所等の設置位置による検証②



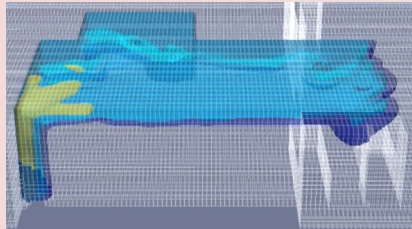
LDK(約34.8㎡)

※LDKはシミュレーション結果①②より引用。

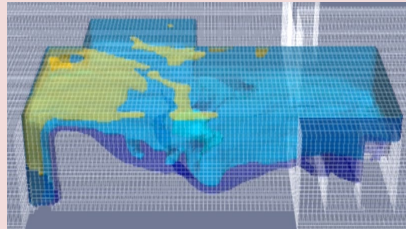
No	設置位置	設置高(m)	覚知時間(秒) ストーブ	覚知時間(秒) たばこ
⑥	LDK中央	2.4	27.0	3099.0
⑦-1	LDK西側	1.9	54.0	3349.0
⑦-2		1.5	59.0	3342.5
⑧-1	LDK東側	1.9	30.0	3134.5
⑧-2		1.5	33.0	3135.0
⑨-1	LDK北西側	1.9	28.0	3221.0
⑨-2		1.5	40.0	3232.5
⑩-1	LDK北東側	1.9	27.5	3265.0
⑩-2		1.5	48.5	3276.5
⑪-1	LDK南側	1.9	39.5	3275.0
⑪-2		1.5	43.0	3281.0

LDKストーブ 煙濃度境界分布

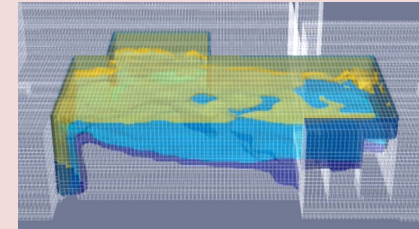
10秒



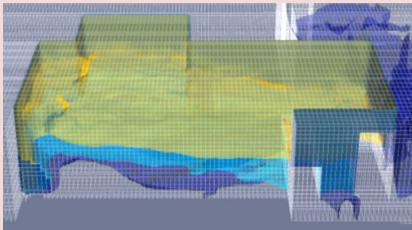
20秒



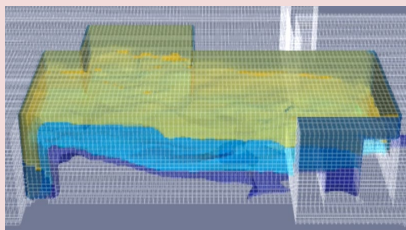
30秒



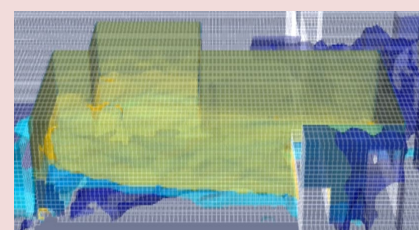
40秒



50秒



60秒



## 連動型住警器の検証

### ● 第1報から第2報、第3報までの鳴動時間差について

- 火点室の住警器(第1報)の鳴動後、次の住警器(第2報)が鳴動するまでの時間は、建物の構造により大きな差が生じた。⑤、⑥の2階建て主寝室の火災想定では、火点室と隣室(書斎)が襖で仕切られていたため、比較的早い時間で第2報が鳴動している。①の平屋LDKの火災想定では、火点室から隣室への燃え抜けに時間がかかったため、第2報の鳴動に時間を要している。
- 有炎火災の場合、第1報から第2報までは最長で7分41秒、第1報から第3報までは最長で27分58.5秒を要している。有炎火災は延焼拡大が早いため、連動型住警器を設置し、第1報の時点で避難を始めることが有効であると考えられる。
- 燻焼火災の場合、居室の焼け抜けが起こりにくいため、第2報や第3報が鳴動しない場合がある。この場合、火点室以外の居住者は火災を覚知できないことが起こり得るため、連動型住警器による確実な報知が有効であると考えられる。

### ● 連動型住警器の設置が有効な住宅についての考察

- 今回の火災想定のうち、最も連動型住警器が有効であると考えられるのが⑦の想定である。1階に寝室がないため、住警器を寝室のみの設置とする場合は、2階居住者が覚知できないほか、LDK等の居室に住警器を設置した場合でも、扉や階層を跨ぐため鳴動音が聞こえない可能性がある。LDKに連動型住警器を設置することで、第1報時点で2階居住者が覚知することができる。

## 住警器第1報から第3報までの時間差

シミュレーション	第1報 (火点室)	第2報	第3報	第1報-第2報	第1報-第3報
①平屋ストーブLDK 【有炎】	27秒(煙) 31秒(CO)	8分8秒(煙)	15分48秒(煙)	7分41秒(煙)	15分21秒(煙)
②平屋たばこLDK 【燻焼】	47分(CO) 56分10秒(煙)	鳴動せず	鳴動せず	-	-
③平屋ストーブ寝室B 【有炎】	42.5秒(煙) 50秒(CO)	4分43秒(煙)	28分41秒(煙)	4分0.5秒(煙)	27分58.5秒(煙)
④平屋たばこ寝室B 【燻焼】	30分40秒(CO) 32分23秒(煙)	40分47秒(CO) 41分39秒(煙)	鳴動せず	10分7秒(CO) 9分16秒(煙)	-
⑤2階建ストーブ主寝室 【有炎】	2分28秒(煙) 2分56秒(CO)	2分53秒(煙)	10分12秒(煙)	25秒(煙)	7分44秒(煙)
⑥2階建たばこ主寝室 【燻焼】	37分21秒(CO) 44分6秒(煙)	38分4秒(CO) 44分44秒(煙)	52分13秒(CO) 60分9秒(煙)	43秒(CO) 38秒(煙)	14分52秒(CO) 16分3秒(煙)
⑦2階建たばこLDK 【燻焼】	46分43秒(CO) 53分18秒(煙)	58分15秒(CO) 66分51秒(煙)	鳴動せず	11分32秒(CO) 13分33秒(煙)	-

## CO式住警器の検証

### ● CO式住警器と煙式住警器の鳴動時間差について

- ▶ 有炎火災の場合は、煙式の住警器の方が早期に鳴動要件を満たした。
- ▶ 燻焼火災の場合は、CO式の住警器の方が早期に鳴動要件を満たしており、第1報では最大9分10秒の差があった。
- ▶ ④の想定は、CO式と煙式の時間差が比較的少ない。④はたばこから壁等に延焼し、室内温度や煙温度が急激に上昇していることが原因として考えられる。

### ● CO式住警器の有効な設置場所等についての考察

- ▶ CO式住警器の設置は、燻焼火災の早期覚知対策として有効であると考えられる。CO式住警器の設置場所は、喫煙習慣のある人の寝室や、線香等の灯火類を供える仏壇がある居室など、燻焼火災が起こり得る室を想定して設置することが必要である。

## CO式住警器と煙式住警器の鳴動時間差

※燻焼火災のみ

シミュレーション	第1報 (火点室)	COと煙の差	第2報	COと煙の差	第3報	COと煙の差
②平屋たばこLDK 【燻焼】	47分(CO) 56分10秒(煙)	9分10秒	鳴動せず	—	鳴動せず	—
④平屋たばこ寝室B 【燻焼】	30分40秒(CO) 32分23秒(煙)	1分43秒	40分47秒(CO) 41分39秒(煙)	52秒	鳴動せず	—
⑥2階建たばこ主寝室 【燻焼】	37分21秒(CO) 44分6秒(煙)	6分45秒	38分4秒(CO) 44分44秒(煙)	6分40秒	52分13秒(CO) 60分9秒(煙)	7分56秒
⑦2階建たばこLDK 【燻焼】	46分43秒(CO) 53分18秒(煙)	6分35秒	58分15秒(CO) 66分51秒(煙)	8分36秒	鳴動せず	—

## 住警器と連動した自動火災通報についての検証

## ● 住警器と連動した自動火災通報の設置方法について

- 住警器と連動した自動火災通報を行うに当たっては、住警器の移報端子と連動通報装置を接続する方法が一般的である。連動通報装置付き住警器を設置した室と異なる室で火災が発生し、連動通報装置付き住警器が第2報以降となった場合、自動通報までに多くの時間を要することが確認できる。
- このことから、住警器と連動した自動火災通報は連動型住警器と併用することが極めて有効であるといえる。

## ● 住警器と連動した自動火災通報の設置が有効な住宅についての考察

- 2階建てモデルのような複数階住宅の場合、火災が発生すると階段室に煙やCOが拡大する。階段を使用した避難ができない場合、2階以上の居住者は屋外への避難が困難となり、閉じ込め状態となることから、自動火災通報による消防隊の早期到着が効果的である。
- 連動通報装置は連動型住警器と接続することが最も有効であるが、連動型住警器を設置しない場合の次善策として、階段室の住警器と連動通報装置を接続することなどを検討すべきである。

## その他検討事項

## ● 平屋モデル（廊下型住宅）についての考察

- 平屋モデルのような廊下型住宅の構造では、火点室に続いて廊下に煙やCOが拡大することから、廊下への住警器の追加設置も検討の余地がある。各居室との隔たりは扉1枚であるため、鳴動音の聞こえ方の上でも有利であると考えられる。
- 平屋モデルのような廊下型住宅では、第2報の住警器が鳴動する以前に廊下に煙やCOが拡大するため、各寝室から直接屋外に避難できる避難口等を確保しておくことが必要であると考えられる。

## ● 2階建てモデル（複数階住宅）についての考察

- ⑦のように、複数階住宅の寝室のない階で火災が発生した場合は、他階の居住者が火災を覚知できないことが起こり得る。
- LDKなどの居室や、寝室のない階の廊下（階段室）に住警器を追加設置することが火災の覚知に有効であると考えられる。

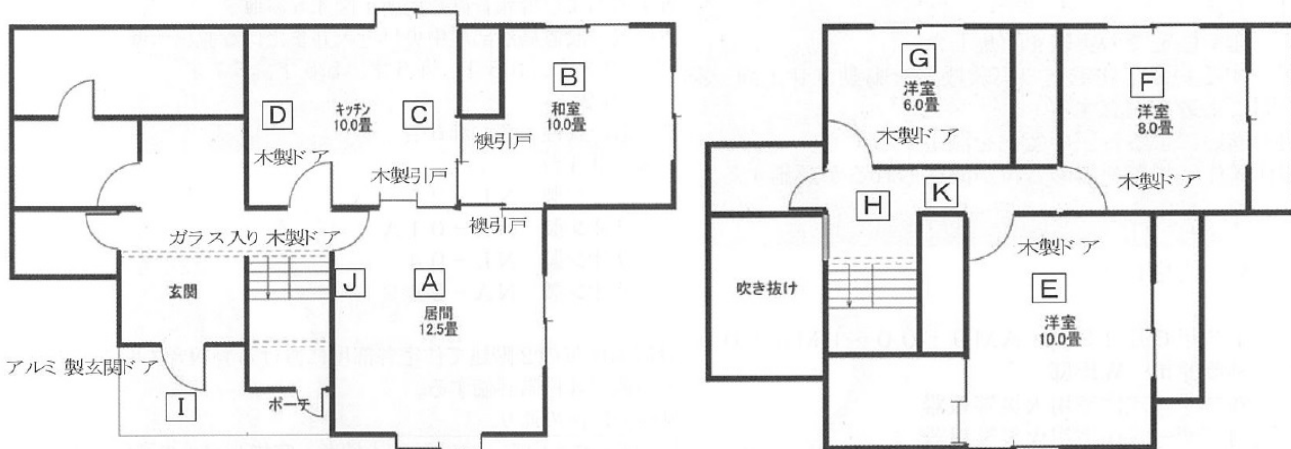
## <住警器の警報音の聞こえ方>

参考

【出典】平成17年3月 住宅環境における火災警報のあり方に関する調査研究報告書  
(社)日本火災報知器工業会 技術委員会 住宅警報研究委員会

1階

2階



・ A～Hは実験機器（住警器）設置場所及び警報音確認場所を示す。

観測者の主観での4段階評価（観測者6名）

区分	評価レベル	官能レベルの評価基準
①	警報音として十分聞こえる	寝ていても目が覚める
②	普通に聞こえる	寝ていても目が覚めないかもしれない
③	聞こえるが弱い	寝ていても目が覚めないだろう
④	ほとんど聞こえない	聞こえない

発報位置	測定位置	発報位置音圧	測定位置音圧	差	評価区分	ルート
A	E	84dB	41dB	-43dB	②1名、③5名	1F居間-木ドア-2F廊下-木ドア-2F洋室(発報直上)
H	E	84dB	58dB	-26dB	①2名、②4名	2F階段室-木ドア-2F洋室
E	F	84dB	33dB	-51dB	②3名、③2名、④1名	2F洋室-木ドア-2F廊下-木ドア-2F洋室
H	A	84dB	43dB	-41dB	①1名、②3名、③2名	2F階段室-木ドア-1F居間
B	E	84dB	28dB	-56dB	④6名	1F居間-襖-キッチン-木ドア-2F廊下-木ドア-2F洋室

・ 木ドアは全て閉鎖状態、音圧計の位置は100cmの位置で測定。住警器は国内製、音声タイプのもの。