

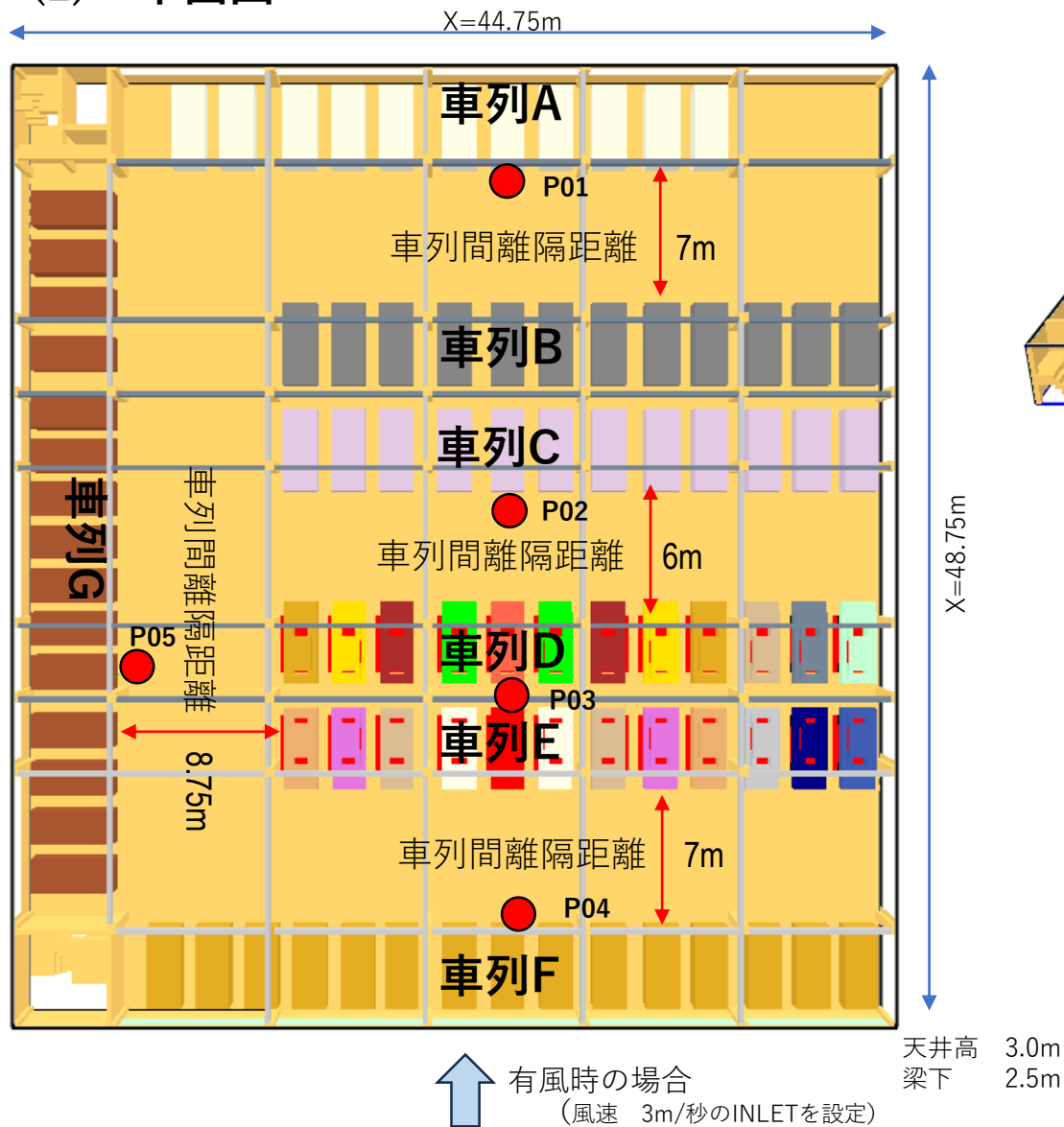
FDSを用いた自走式駐車場火災 シミュレーションによる延焼危険の検討

消防研究センター フェロー 山田常圭

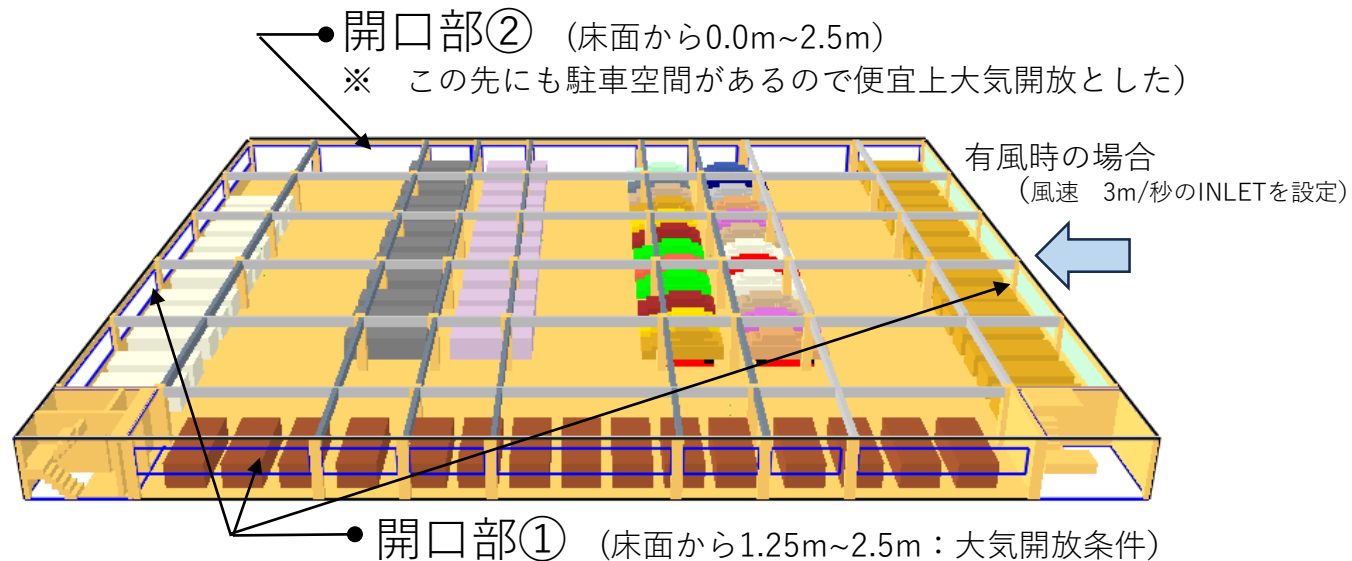
注) 厚木市で発生した駐車場火災の再現ではなく、一般的な自走式駐車場の車両火災時における状況等（輻射熱、温度、CO濃度、煙濃度）をFDS（米国標準技術研究所が開発した熱流体解析ソフトウェア）で試算したもの。

駐車場モデル概要

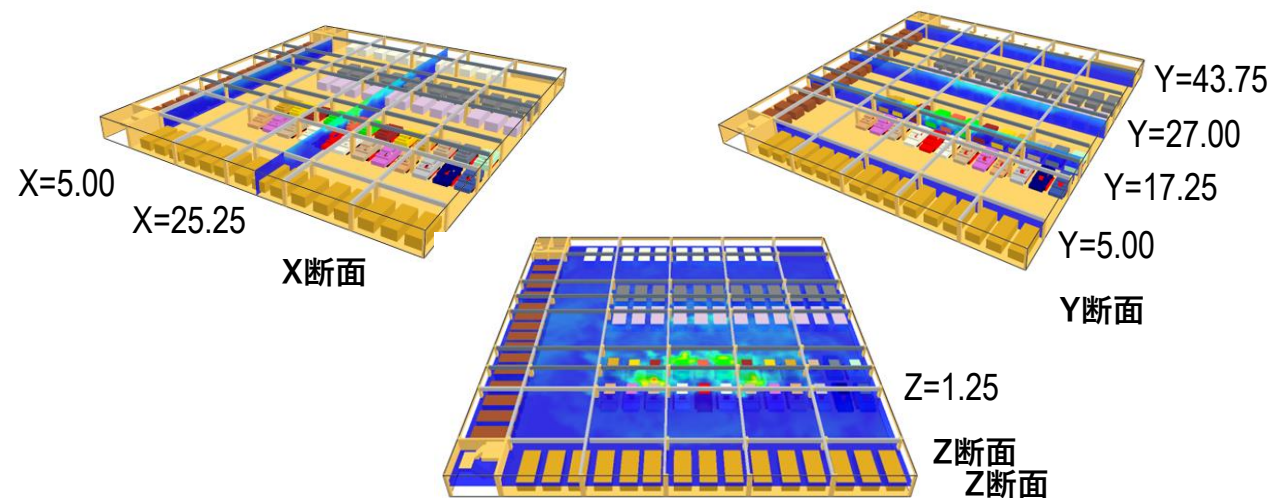
(1) 平面図



(2) 外部開口条件



(3) 等温度スライス断面位置



火源モデル

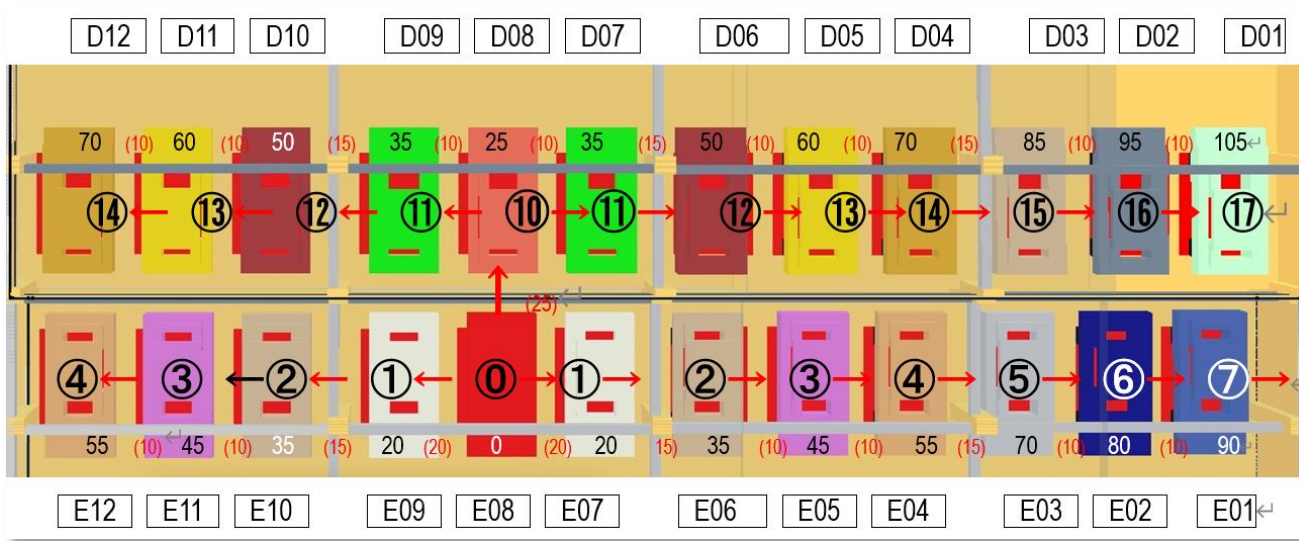
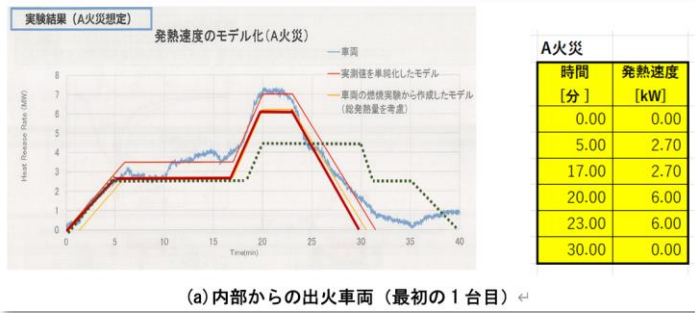
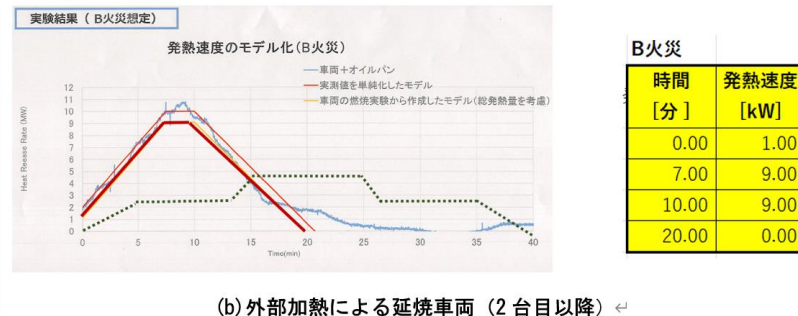


図1 燃焼範囲と延焼順序

※ 図中、番号は便上上の車の番号。○内の数字は延焼順番。車の端部の数字は個々の車両の出火開始時間、同一に出火した車両は同じ色で記載。車両間の(赤字)は、各々の車両が出火してから隣接車両へ延焼する迄の所要時間を示す。



(a) 内部からの出火車両 (最初の1台目) ←



(b) 外部加熱による延焼車両 (2台目以降) ←

図2 単体車両の火災性状モデル

※ 図中 赤の太線が今回の火源、破線は、'前評価火源'。

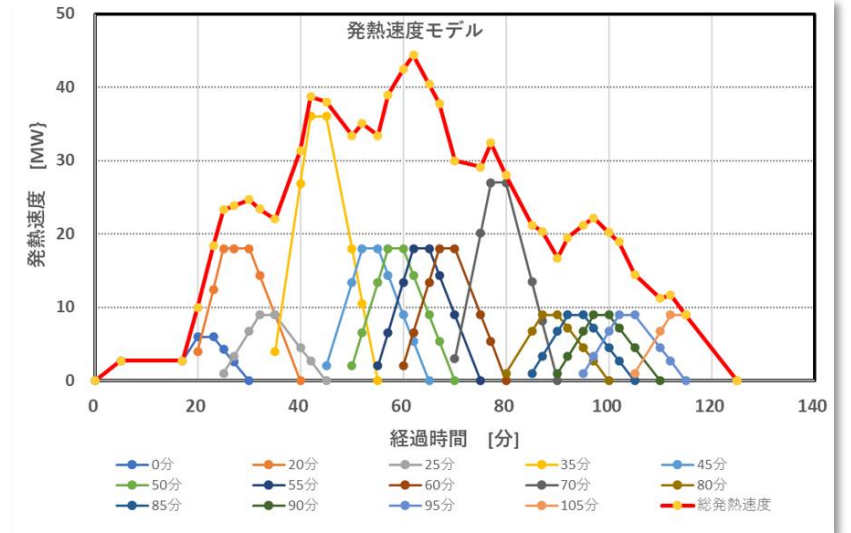


図3 延焼拡大シナリオに基づく入力発熱速度の時間経過

※ 凡例中の時間(分)は、隣接車両に延焼した時間(燃焼開始時間)、総発熱速度は、その時点で燃焼している車両全体の発熱速度。

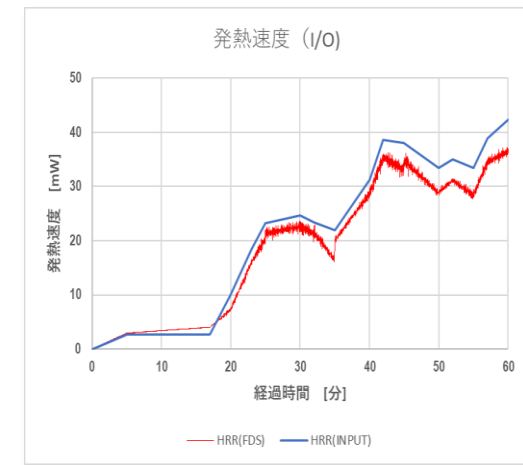
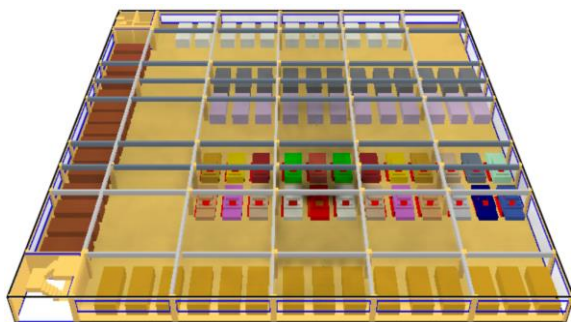


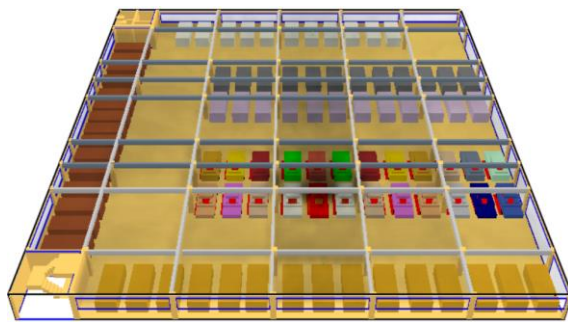
図4 計算入力データと出力結果の時間経過

CASE -A : 無風時

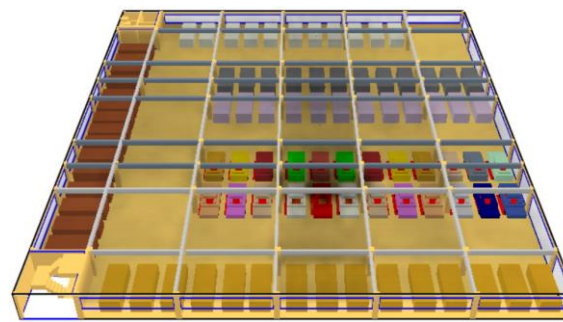
煙・炎の時間変化 (Case-A:無風時)



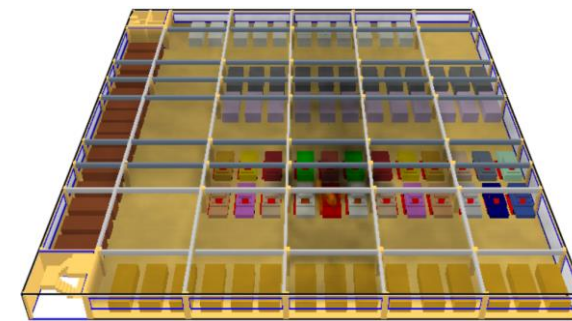
5分(300秒)



10分(600秒)



15分(900秒)



20分(1200秒)



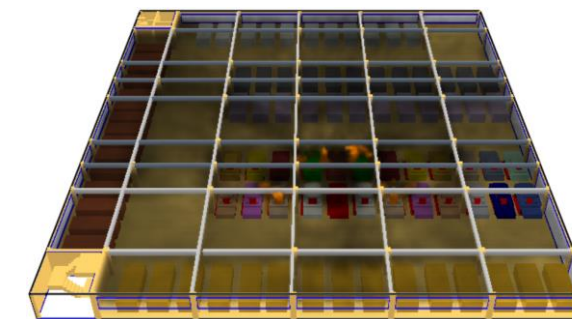
25分(1500秒)



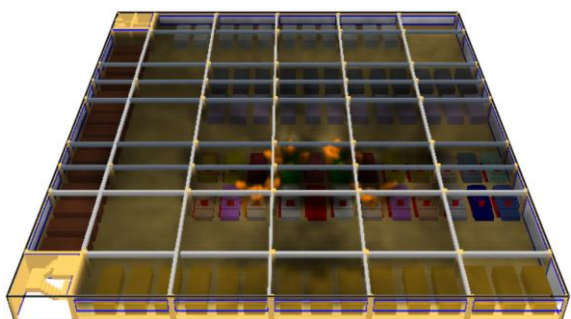
30分(1800秒)



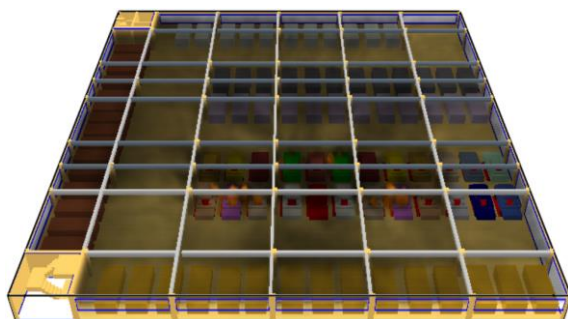
35分(2100秒)



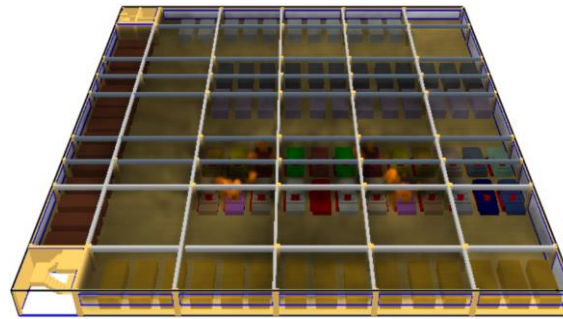
40分(2400秒)



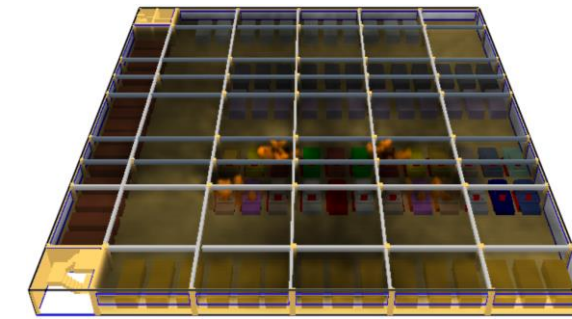
45分(2700秒)



50分(3000秒)



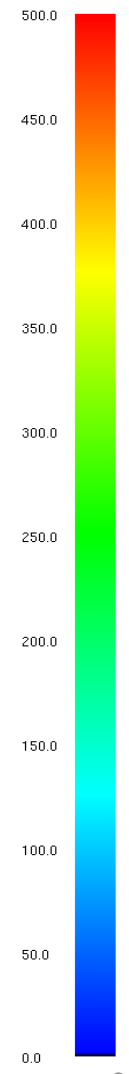
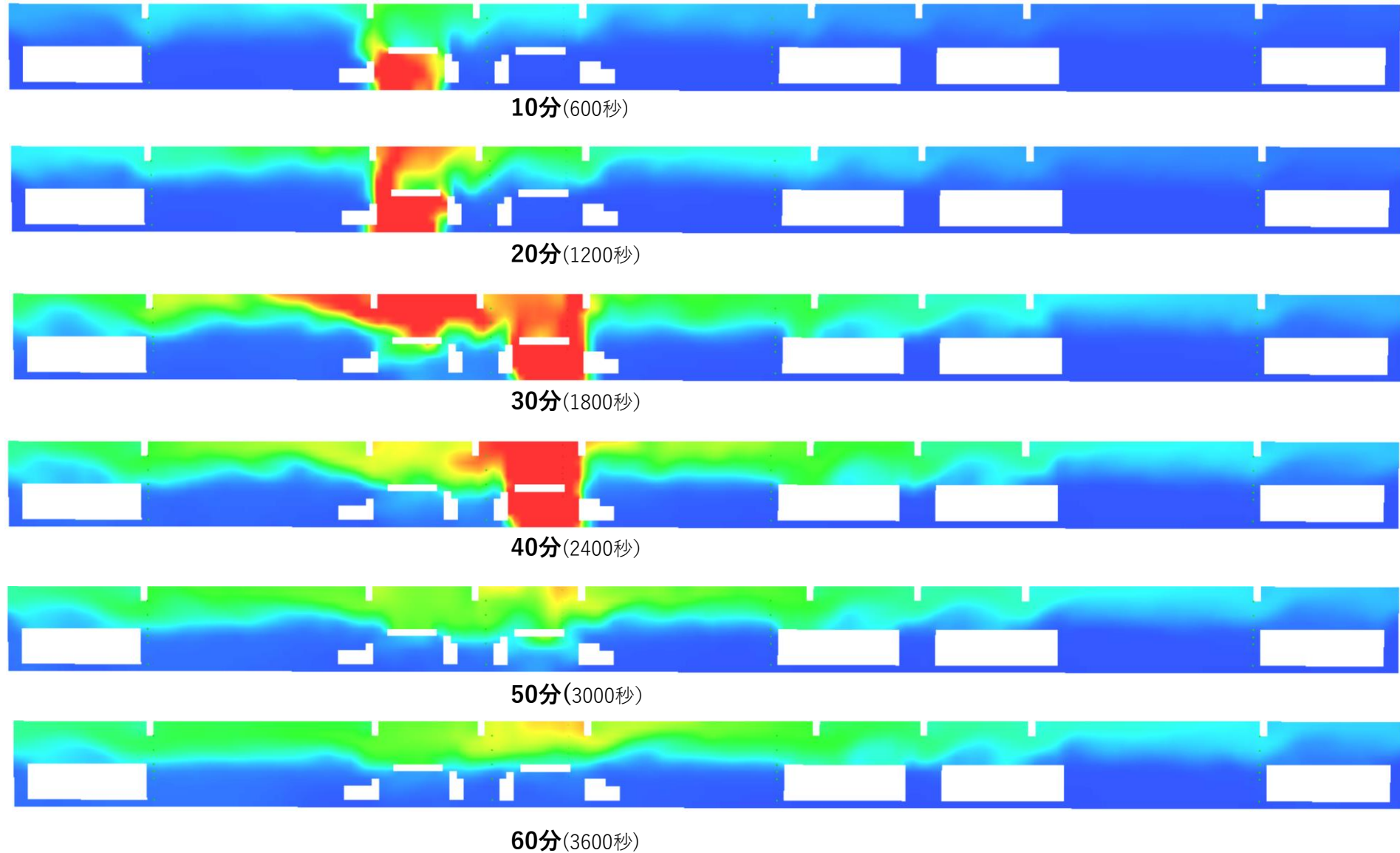
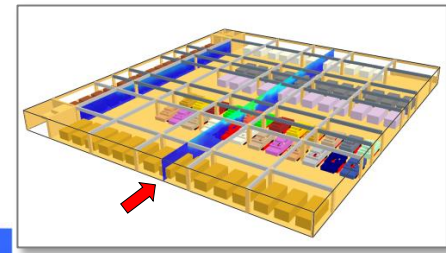
55分(3300秒)



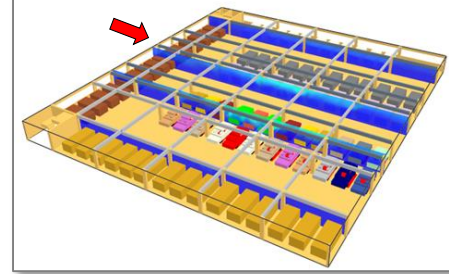
60分(3600秒) 5

等温断面图 (Case-A:無風時)

(X=25.25 m)



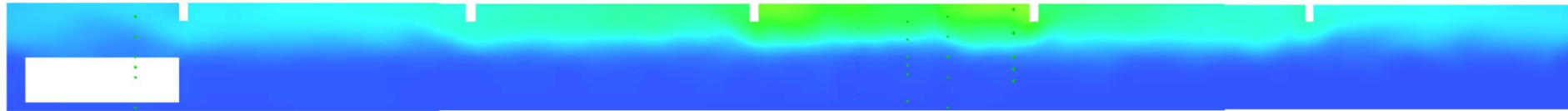
等温断面图 (Case-A:無風時) (Y=27.00m)



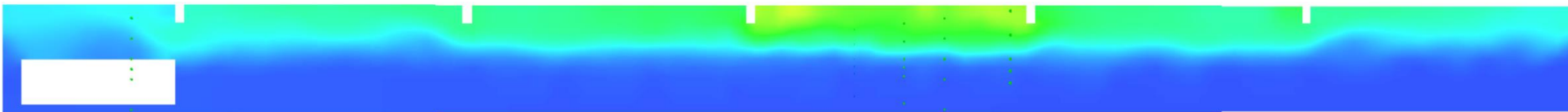
10分(600秒)



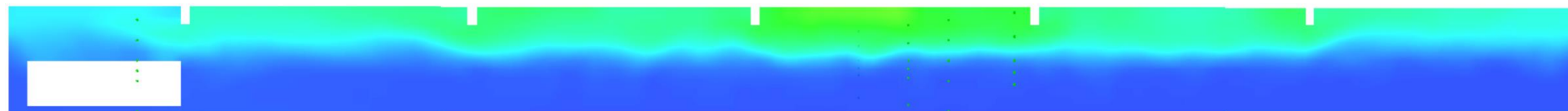
20分(1200秒)



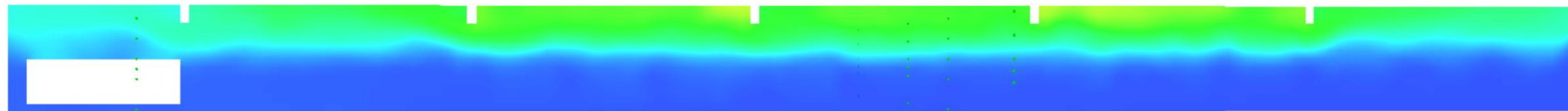
30分(1800秒)



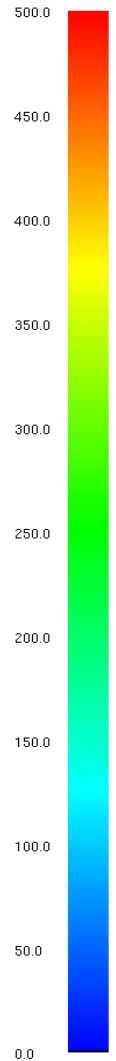
40分(2400秒)



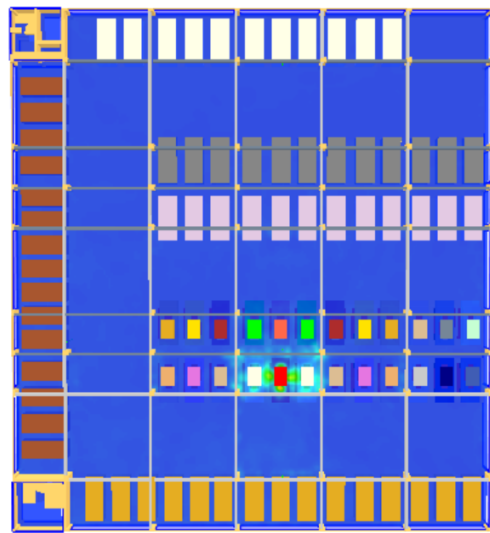
50分(3000秒)



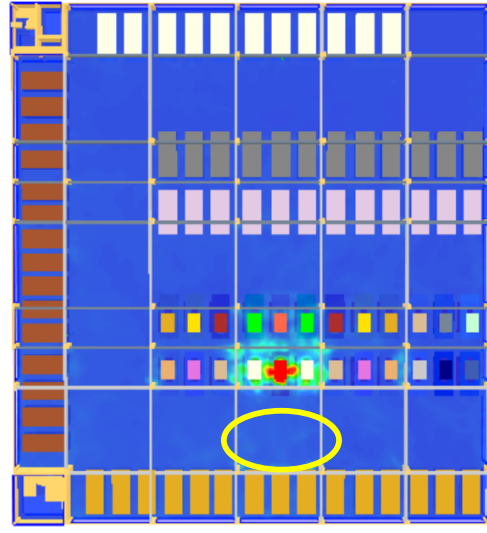
60分(3600秒)



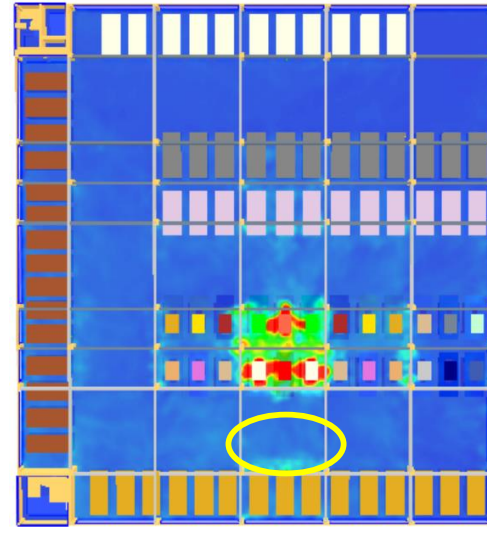
等温断面図 (Case-A:無風時) (Z=1.25m)



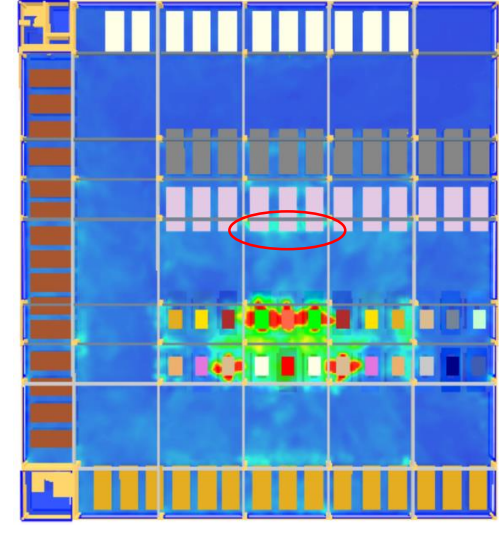
10分(600秒)



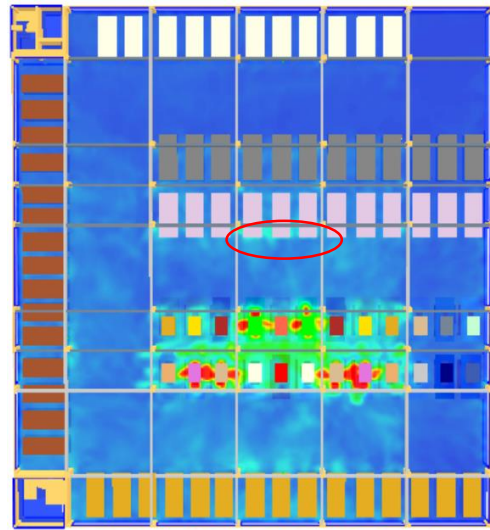
20分(1200秒)



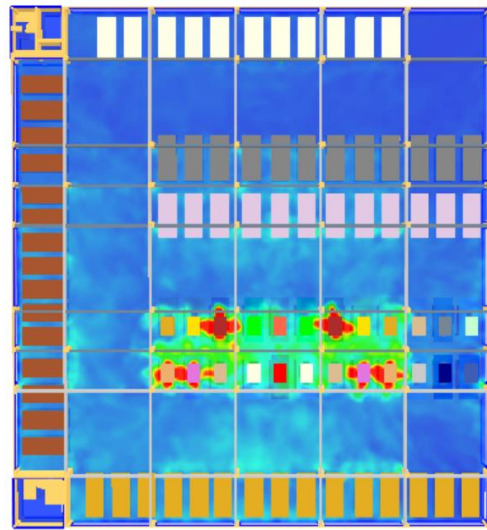
30分(1800秒)



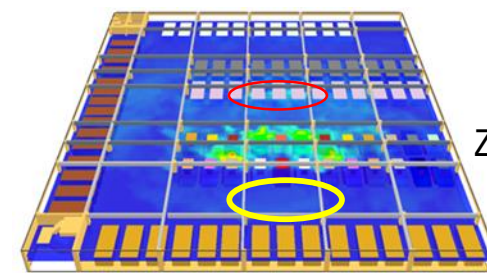
40分(2400秒)



50分(3000秒)



60分(3600秒)



Z=1.25

Z断面

Slice temp C

500.0

450.0

400.0

350.0

300.0

250.0

200.0

150.0

100.0

50.0

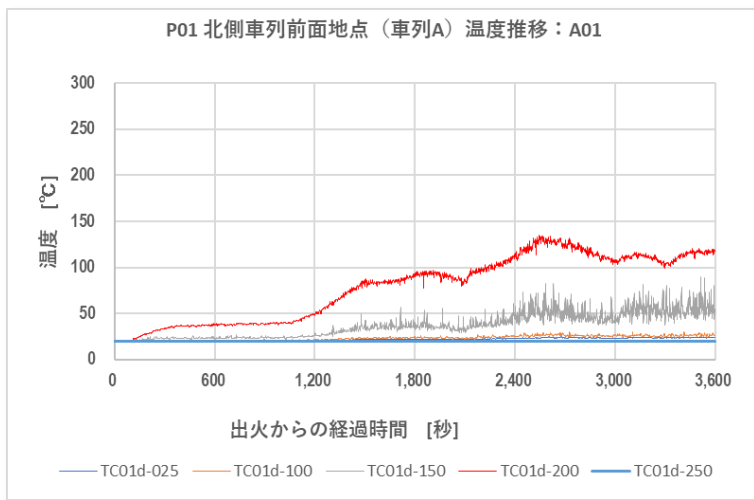
0.0

- ※出火車両前面 (黄色丸部分) における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から20分後において50°C程度。
- ※出火車両前面 (黄色丸部分) における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から20~30分後のピーク時において50~150°C程度。
- ※車路を隔てた車列前面地点 (赤丸部分) における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から40~50分後のピーク時において50~150°C程度。

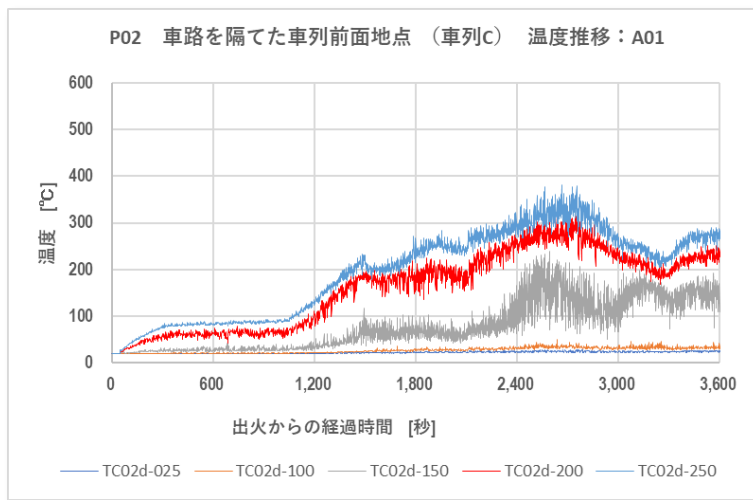
垂直温度の時間変化 (Case-A:無風時)

※出火車両南側の地点 (P04) における床から1.5mの高さの気流温度は、出火から20~30分後のピーク時において、100~200°C程度。

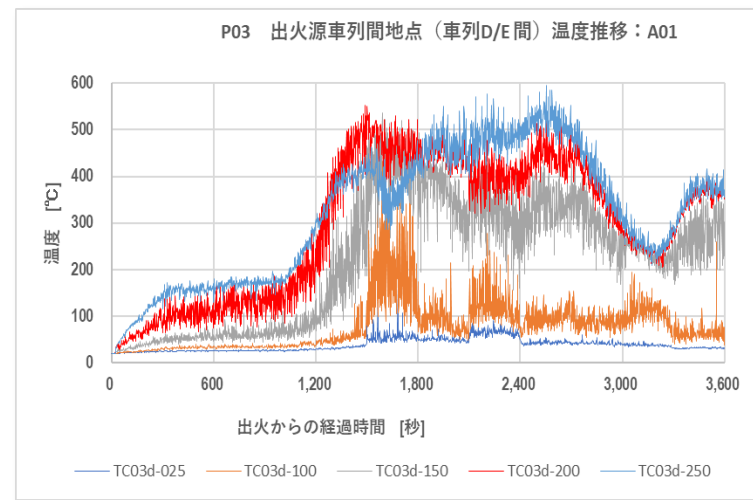
※車路を隔てた車列前面地点 (P02) における床から2mの高さの気流温度は、出火から40~50分後のピーク時において、200~300°C程度。



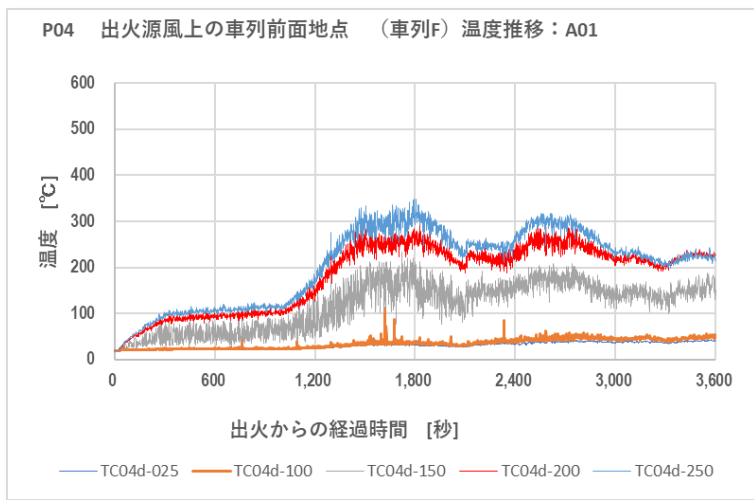
P01 (X,Y: 25.25m,43.75m)



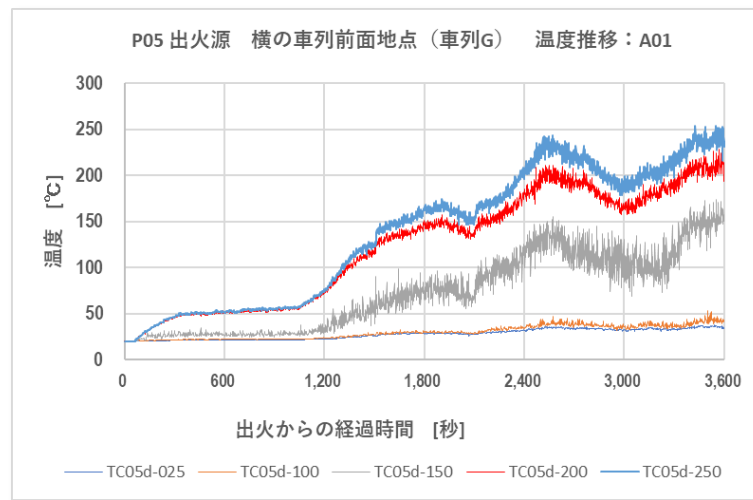
P02 (X,Y:25.25m,27.00m)



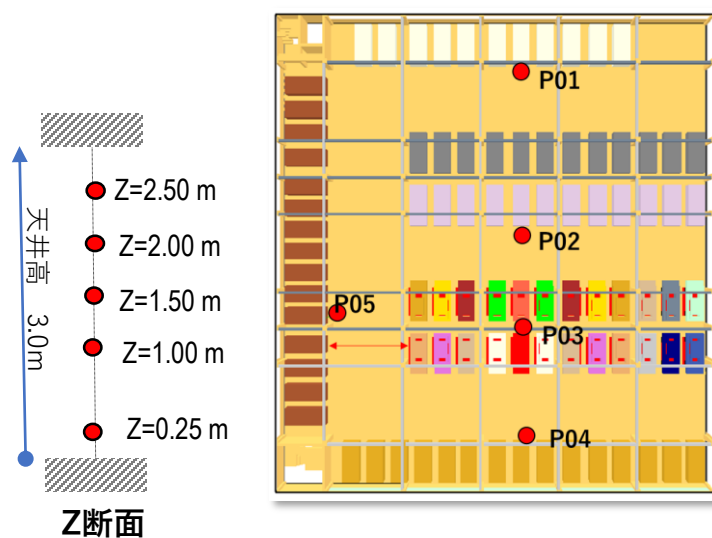
P03 (X,Y:25.25m,17.00m)



P04 (X,Y:25.25m,5.00m)

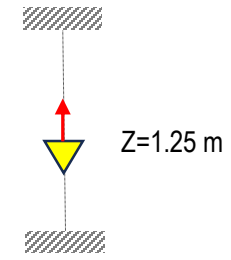


P05 (X,Y:5.00m,17.75m)

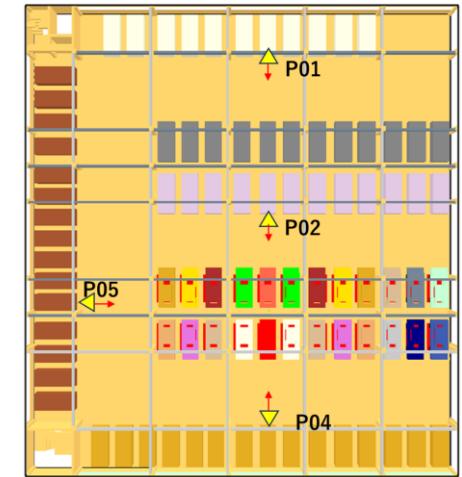


放射熱の時間変化 (Case-A:無風時) (Z=1.25)

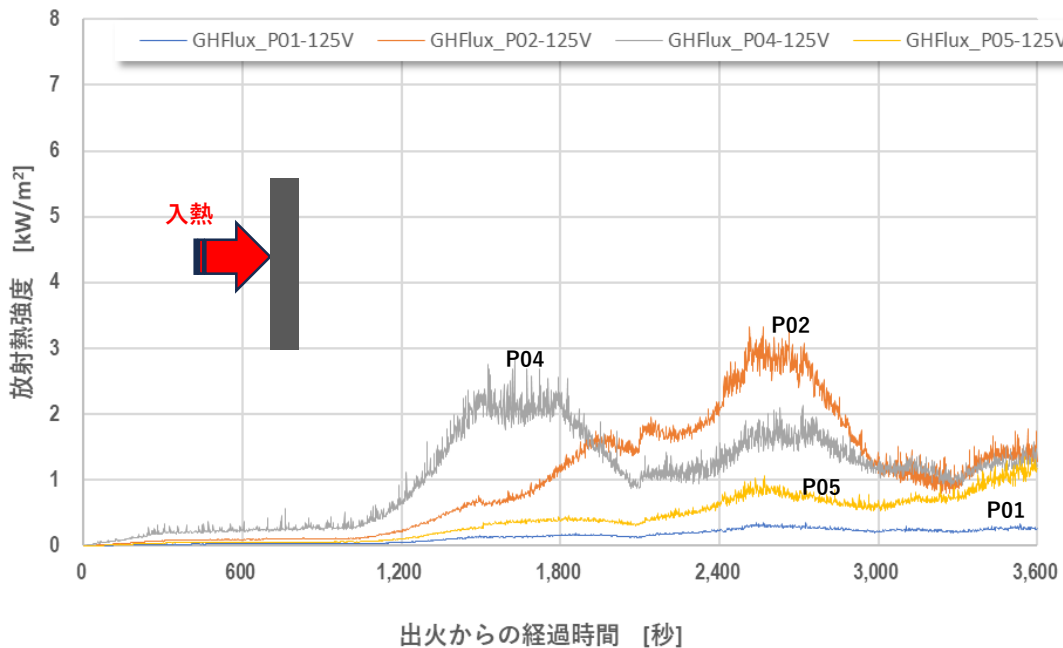
- ※木片の引火又はプラスチックが溶ける受熱量：12kW/m²以上
- ※人が長時間暴露されても安全な強度：1.3kW/m²
- ※長時間さらされても苦痛を感じない強度：1.6kW/m²
- ※露出人体に対する危険範囲（接近可能）：2.3kW/m²
1分間以内で痛みを感じる強度
- (出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針より)
- ※消防隊の消火活動の支障となるレベルには至らない受熱量：4 kW/m²以下
- (出典：消防隊員用個人防火装備に係るガイドラインより)



Z断面
(矢印↑は 放射計の測定方向)

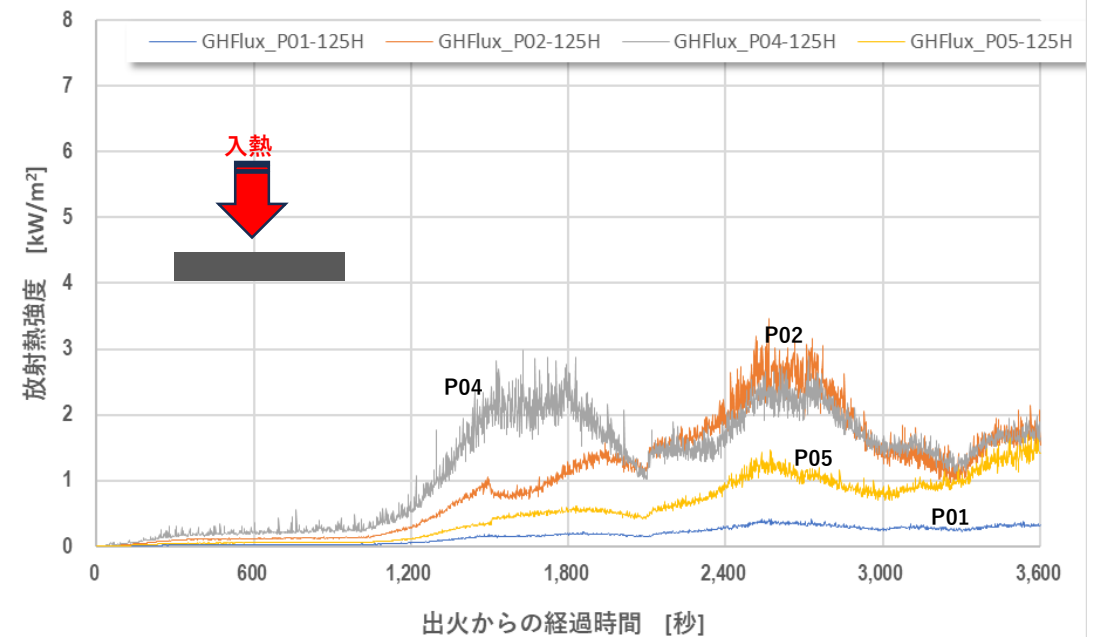


放射熱強度 (鉛直面横向き) : ケースA01



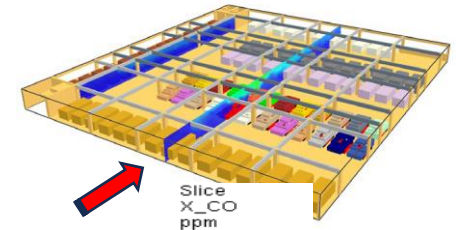
放射熱 鉛直面 (水平方向) (火源 方向)

放射熱強度 (水平面上向き) : ケースA01



放射熱 水平面 (上向き) (天井方向)

CO濃度断面図 (Case-A:無風時) (X = 25.25 m)



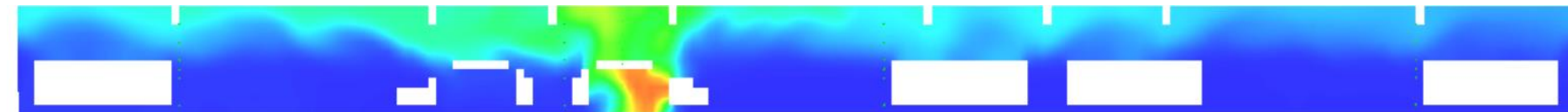
10分(600秒)



20分(1200秒)



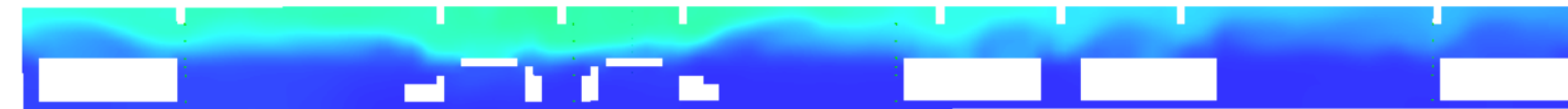
30分(1800秒)



40分(2400秒)



50分(3000秒)



60分(3600秒)

※200 ppm : 2 ~ 3 時間内に軽い頭痛
※400 ppm : 1 ~ 2 時間で前頭痛、2.5 ~ 3.5時間で後頭痛 (出典: 厚生労働省資料より)

555.3

499.8

444.3

388.7

333.2

277.7

222.1

166.6

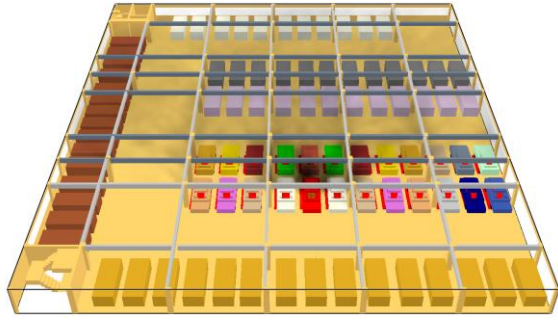
111.1

55.5

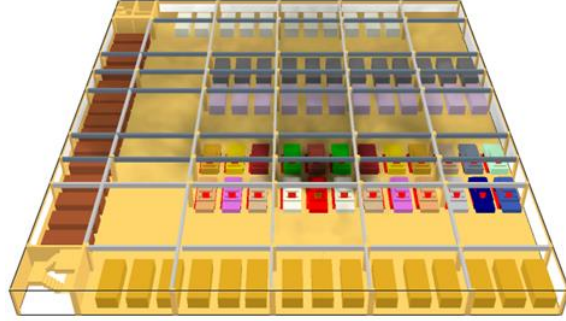
0.0

CASE -B :有風時 (3 m/s)

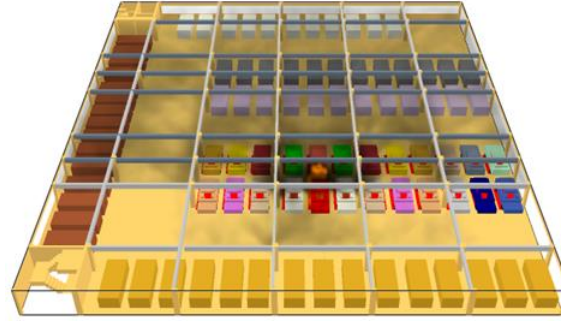
煙・炎の時間変化 (Case-B:有風時)



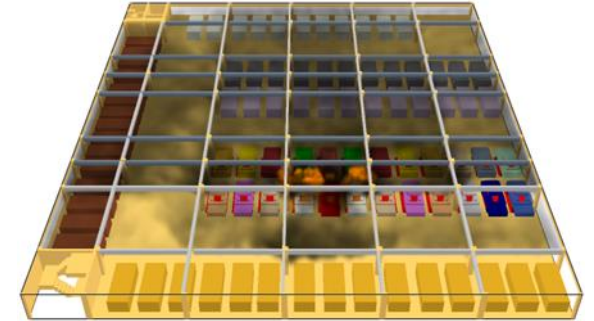
5分(300秒)



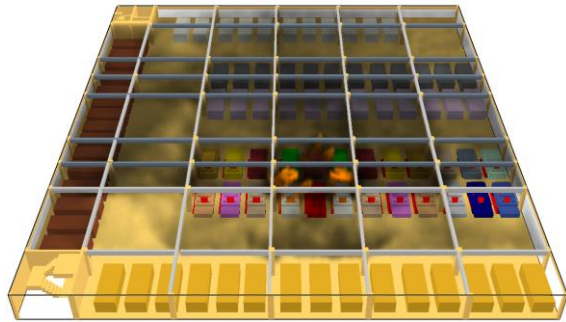
10分(600秒)



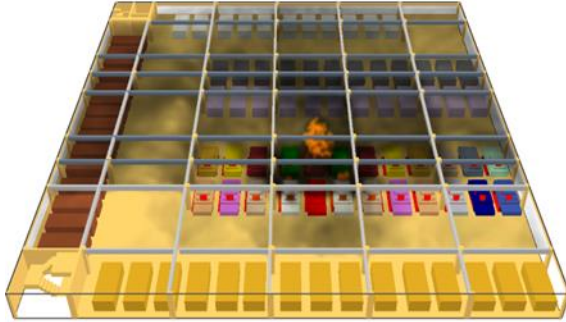
15分(900秒)



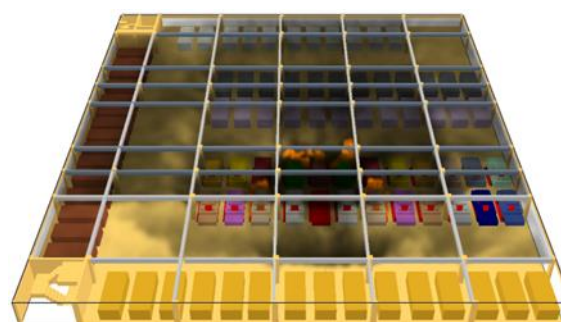
20分(1200秒)



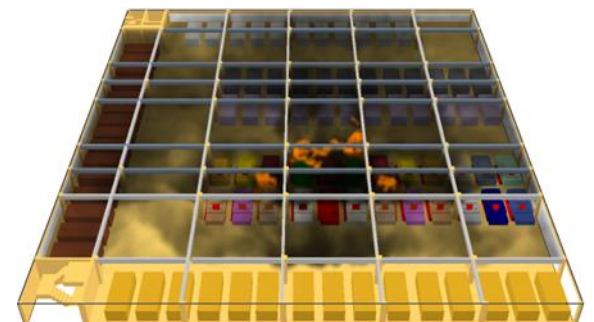
25分(1500秒)



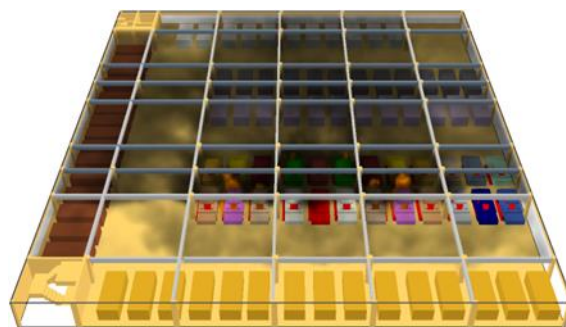
30分(1800秒)



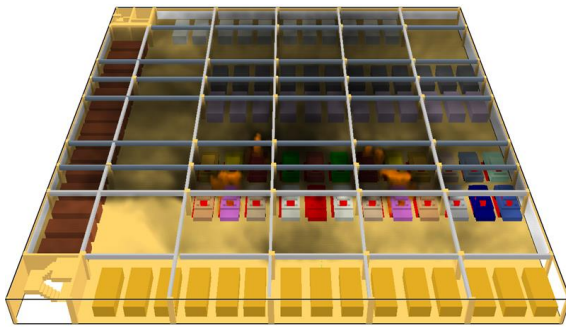
35分(2100秒)



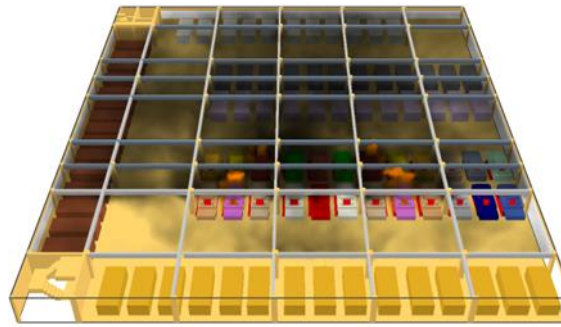
40分(2400秒)



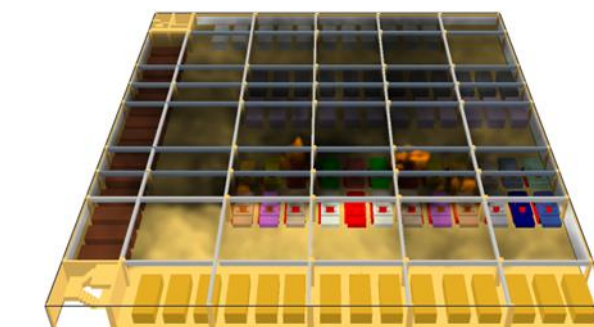
45分(2700秒)



50分(3000秒)



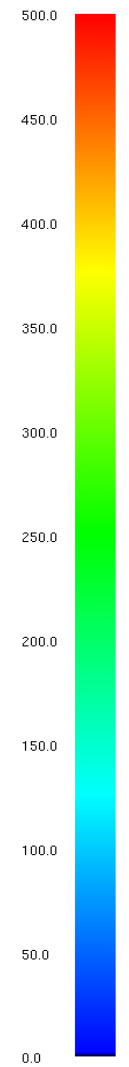
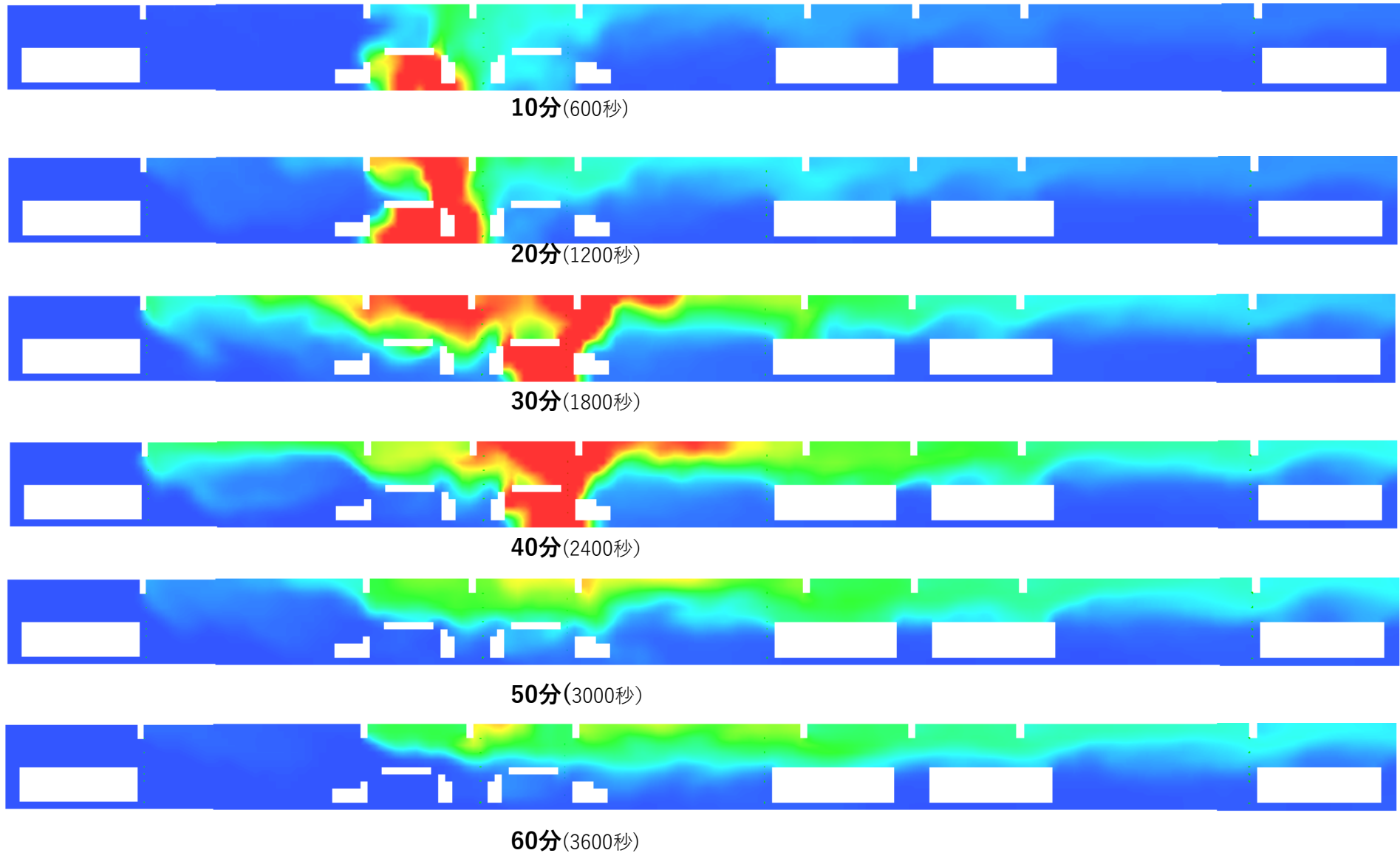
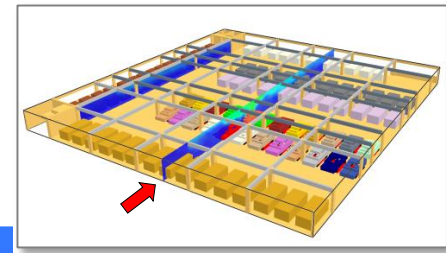
55分(3300秒)



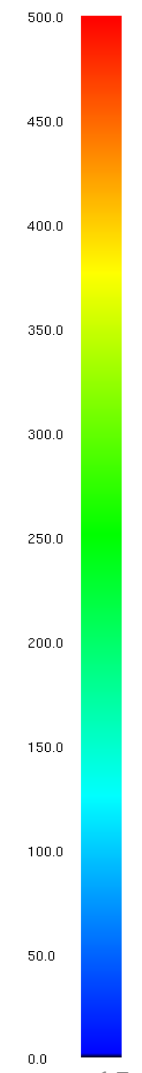
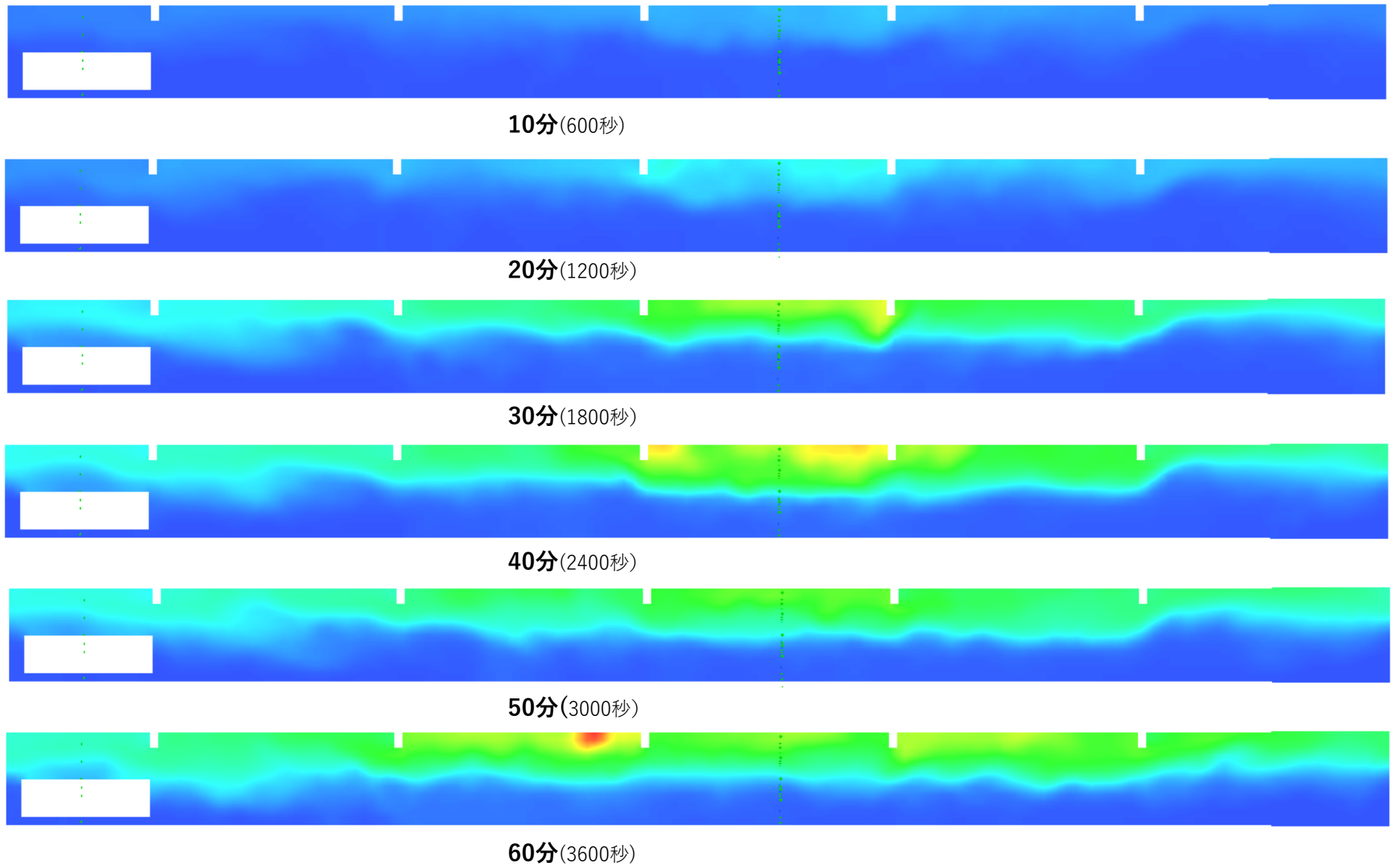
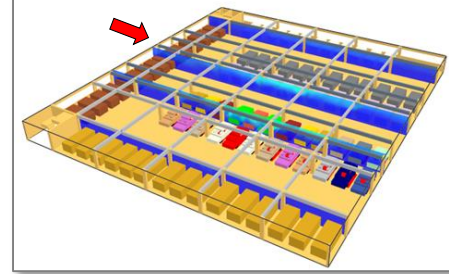
60分(3600秒)

等温断面图 (Case-B:有風時)

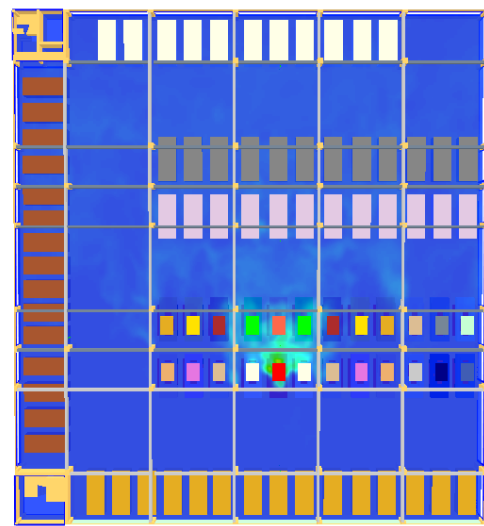
(X=25.25 m)



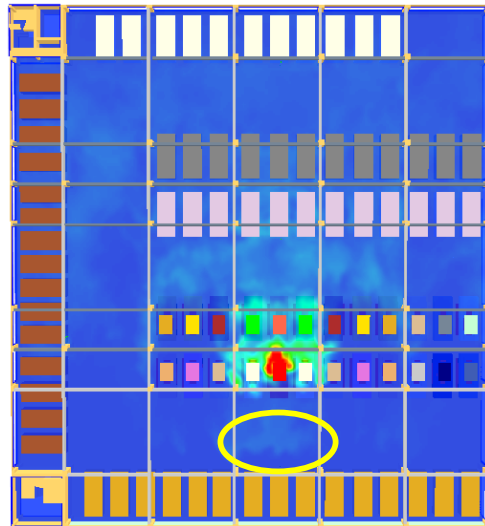
等温断面图 (Case-B:有風時) (Y=27.00m)



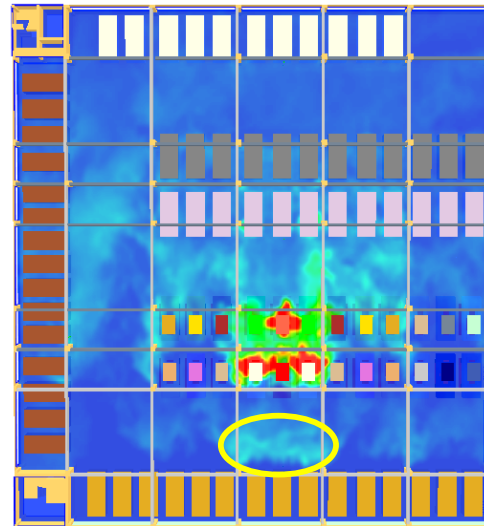
等温断面図 (Case-B:有風時) (Z=1.25m)



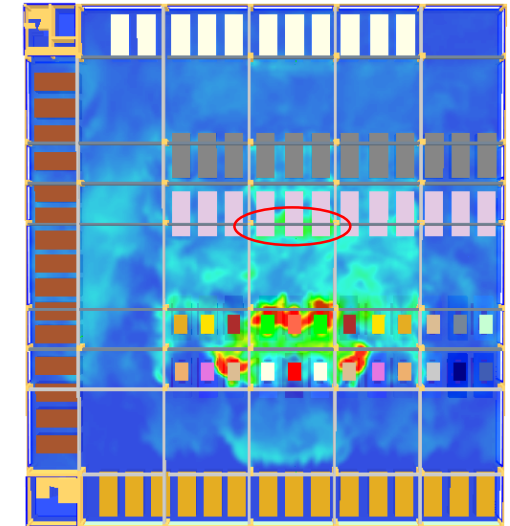
10分(600秒)



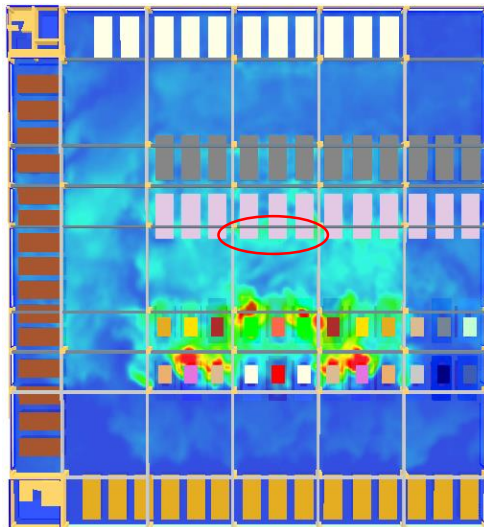
20分(1200秒)



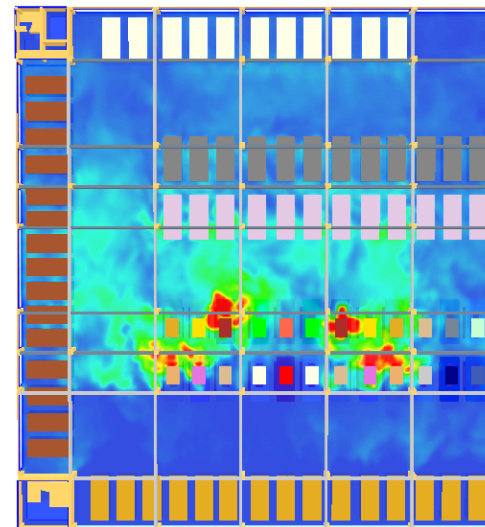
30分(1800秒)



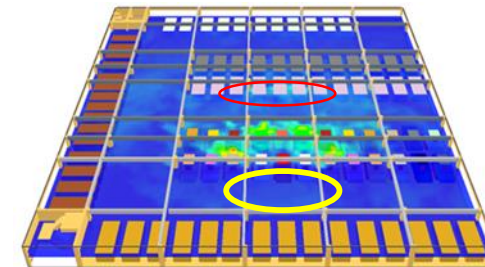
40分(2400秒)



50分(3000秒)



60分(3600秒)



Z=1.25

Z断面

Slice temp C

500.0

450.0

400.0

350.0

300.0

250.0

200.0

150.0

100.0

50.0

0.0

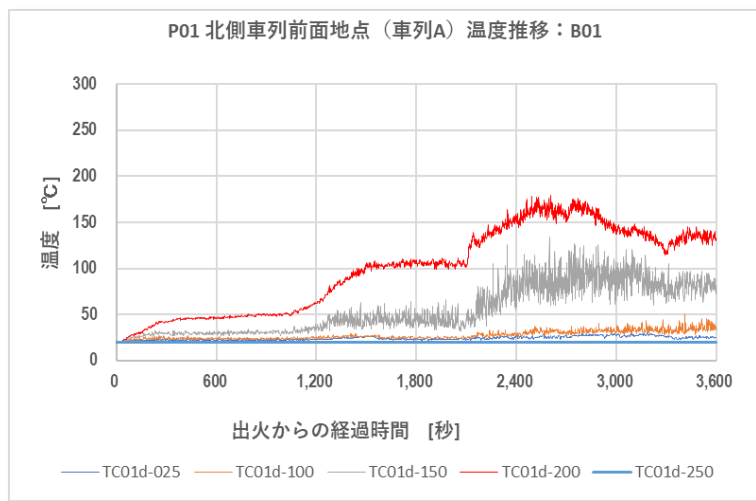
※出火車両前面（黄色丸部分）における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から20分後において50°C程度。

※出火車両前面（黄色丸部分）における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から20~30分後のピーク時において50~150°C程度。

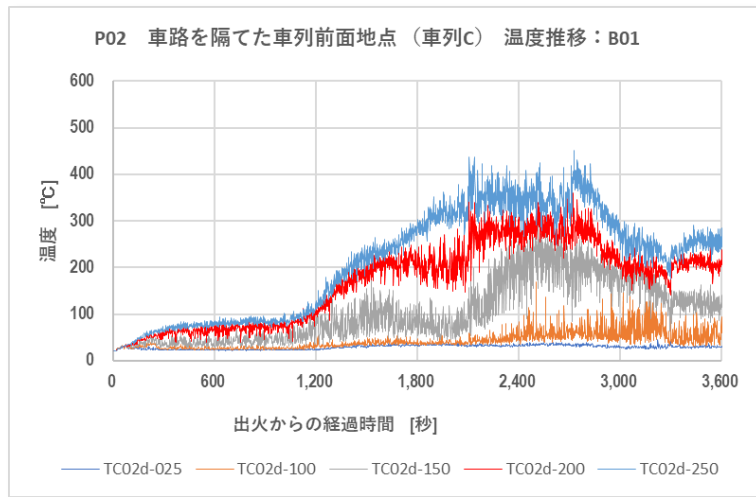
※車路を隔てた車列前面地点（赤丸部分）における床から1.25mの高さの気流温度は、出火から40~50分後のピーク時において100~200°C程度。

垂直温度の時間変化 (Case-B:有風時)

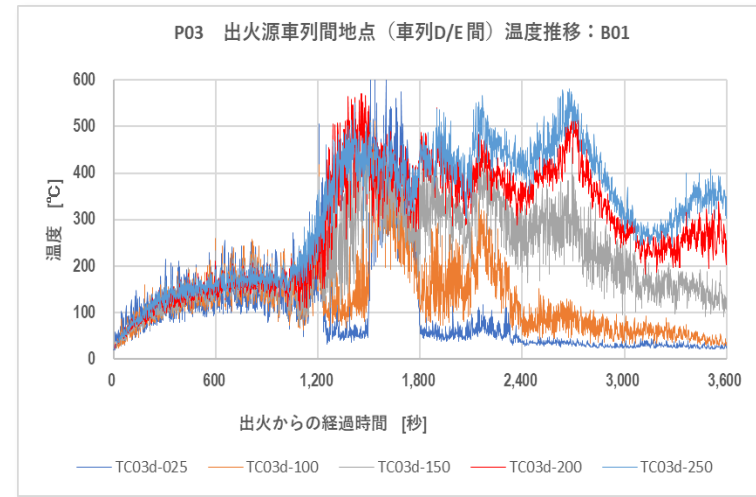
※出火車両車南側の地点 (P04) における床から1.5mの高さの気流温度は、出火から20~30分後のピーク時において、50~100°C程度。
 ※車路を隔てた車列前面地点 (P02) における床から2mの高さの気流温度は、出火から40~50分後のピーク時において、250~350°C程度。



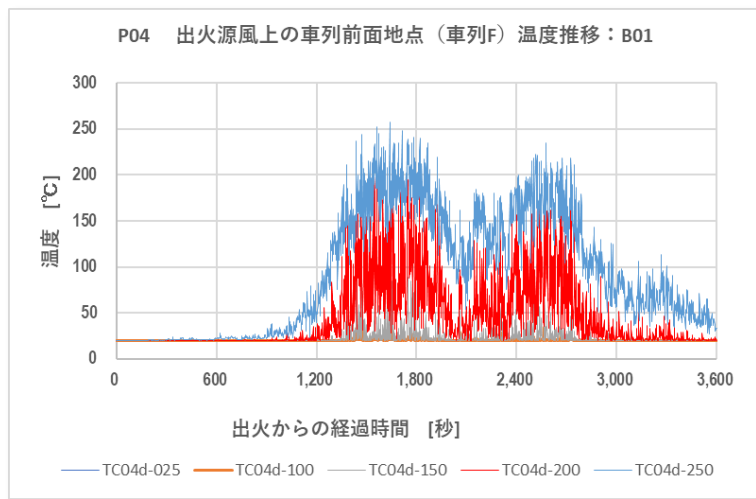
P01 (X,Y: 25.25m,43.75m)



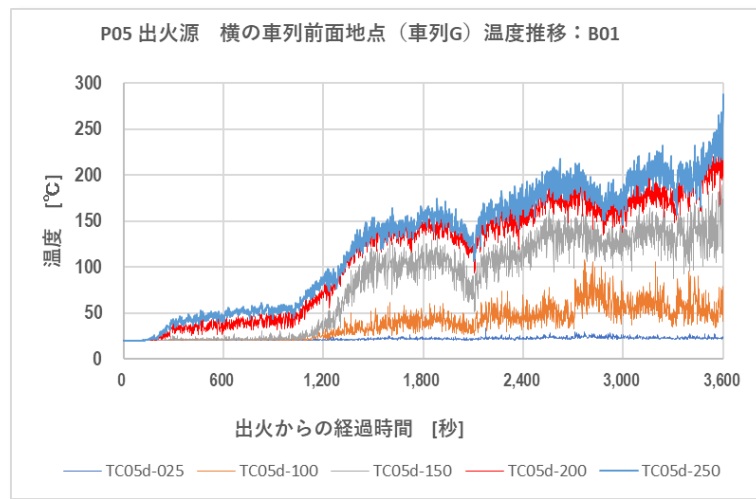
P02 (X,Y:25.25m,27.00m)



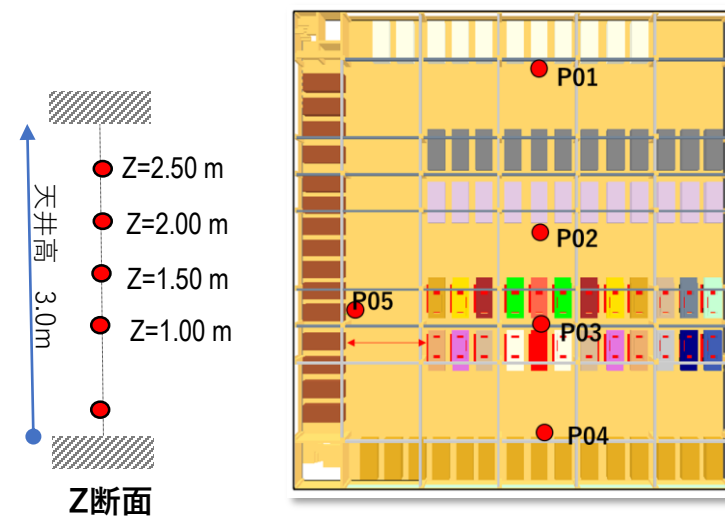
P03 (X,Y:25.25m,17.00m)



P04 (X,Y:25.25m,5.00m)

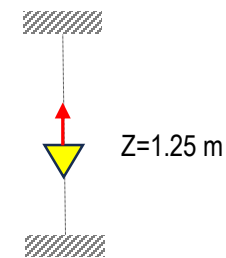


P05 (X,Y:5.00m,17.75m)

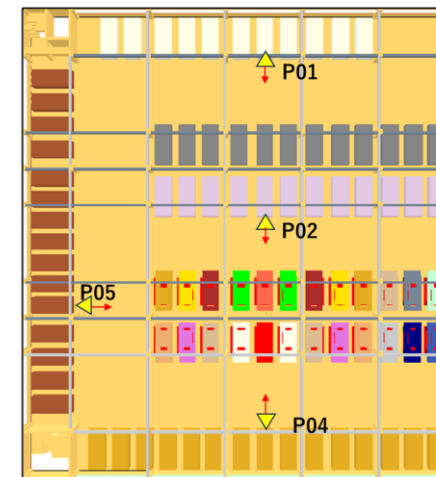


放射熱の時間変化 (Case-B:有風時) (Z=1.25)

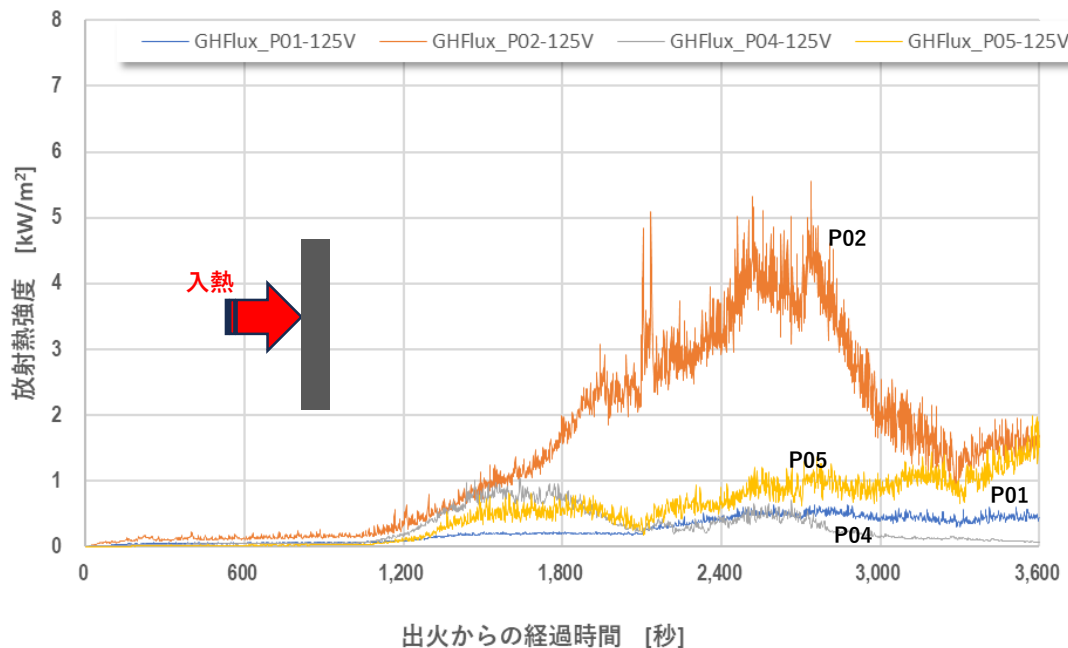
- ※木片の引火又はプラスチックが溶ける受熱量：12kW/m²以上
- ※人が長時間暴露されても安全な強度：1.3kW/m²
- ※長時間さらされても苦痛を感じない強度：1.6kW/m²
- ※露出人体に対する危険範囲（接近可能）：2.3kW/m²
- 1 分間以内で痛みを感じる強度
- (出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針より)
- ※消防隊の消火活動の支障となるレベルには至らない受熱量：4 kW/m²以下
- (出典：消防隊員用個人防火装備に係るガイドラインより)



Z断面
(矢印↑は 放射計の測定方向)

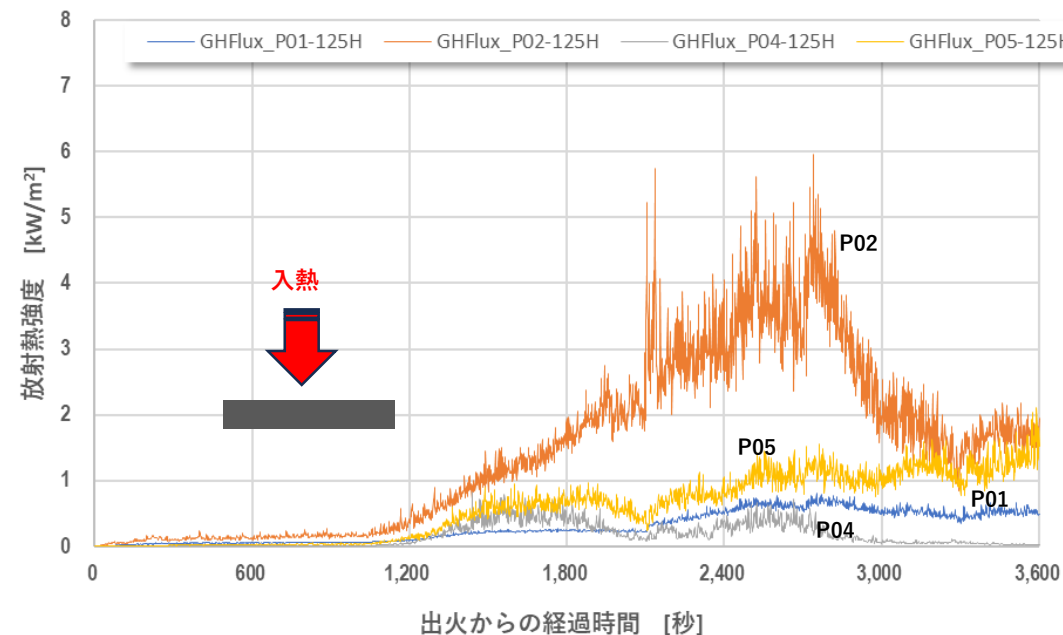


放射熱強度 (鉛直面横向き)：ケースB01



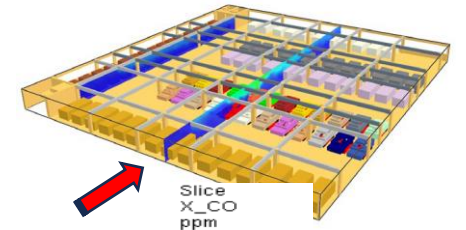
放射熱 鉛直面 (水平方向) (火源 方向)

放射熱強度 (水平面上向き)：ケースB01



放射熱 水平面 (上向き) (天井方向)

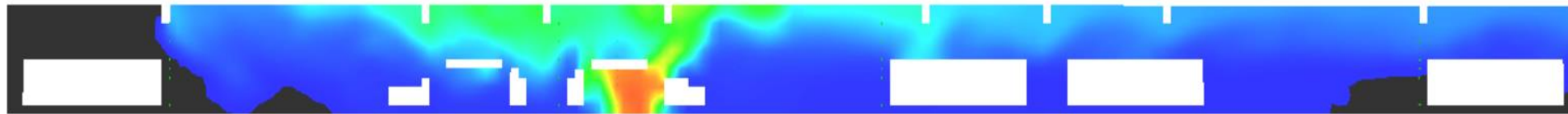
CO濃度断面図 (Case-B:有風時) (X = 25.25 m)



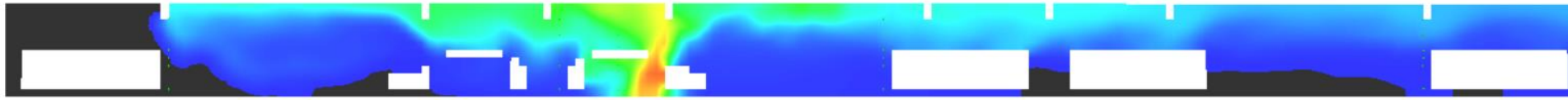
10分(600秒)



20分(1200秒)



30分(1800秒)



40分(2400秒)



50分(3000秒)



60分(3600秒)

555.3

499.8

444.3

388.7

333.2

277.7

222.1

166.6

111.1

55.5

0.0

※200 ppm：2～3時間内に軽い頭痛

※400 ppm：1～2時間で前頭痛、2.5～3.5時間で後頭痛（出典：厚生労働省資料より）

※一部黒い部分が表示されているが、濃度0.0付近の値の一部が黒色で表示されているもの。