

車両火災の簡易モデルについて

令和6年7月9日
消防庁予防課

第4回検討部会までの検討内容

簡易モデルについて

・簡易モデル（A火災）

第5回特殊消火設備の設置基準等に係る検討部会
(令和3年3月2日) 資料より抜粋

車室内から出火し、開口部ができて延焼拡大する火災

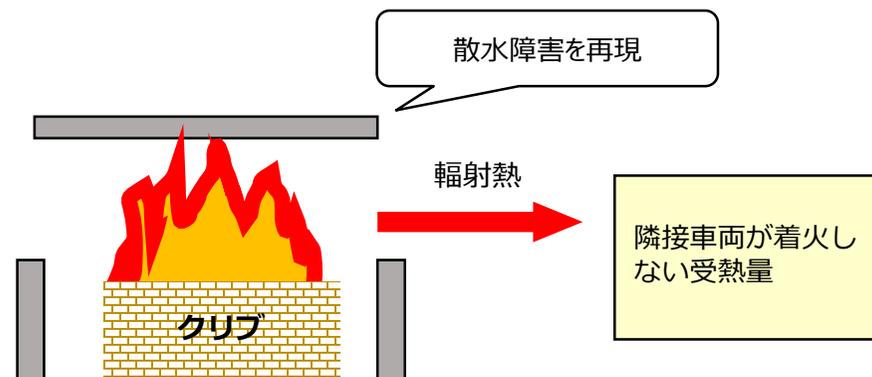
- 再現性があり、A火災を想定した火災模型として知見があるクリブを使用する。
- 消火設備作動後はエンジンルームや外周部には延焼は抑制されるため、モデルで再現する可燃物量は、車室内の可燃物量のみとし、車両火災の実験等から得られる発熱速度※や総発熱量に基づき、クリブの量や配置を設定する。

※一般的な車両において開口部ができた時の発熱速度は、2～3MW(参考資料3-7-3)だが、電気自動車等のアルミ合金や樹脂が多く使用された車両における当該発熱速度については燃焼実験により確認が必要。

- ボディによる散水障害が発生することを再現する。

※ボディが全て樹脂製である車両は、火災によりボディが焼失して散水障害が解消される可能性があるが、このような車両は高級車に限定され極少数であり、また、例えこのような車両が将来増えたとしても、散水障害が解消されるのは盛期火災以降(参考資料3-7-17)であり、消火設備の作動時はボディの形状は維持されていると考えられる。

- 周囲への輻射熱の影響が大きくなる、窓ガラスがすべて全壊した状態とする。
- 開口部の大きさや形状は、ヘッドの設置高さや駐車場の車両配置(側面方向の車間距離など)等の実態を考慮し、輻射熱の影響や消火設備の効果等を踏まえて不利になる条件で設定する。



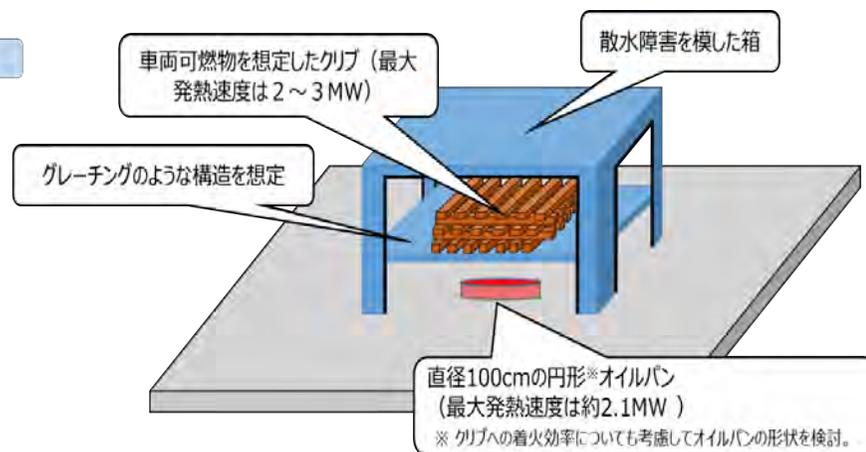
簡易モデルについて

・簡易モデル (B火災)

燃料配管から燃料が漏洩し引火、延焼拡大する火災

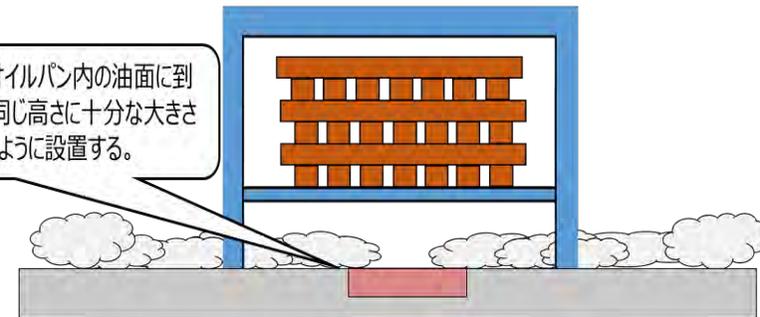
- 車両底部は平面を想定する。
- ※漏洩した燃料に泡消火液が到達できるようにオイルパンの縁と同じ高さに床面を設定する。
- 漏洩した燃料の形状については円形とし、直径1mのオイルパンを設定する。
- 可燃物量については、車両の燃焼実験により得られた発熱速度により、クリブを設定する。
- 開口部の条件については、A火災モデルと同様の形状とする。

・簡易モデル (B火災)

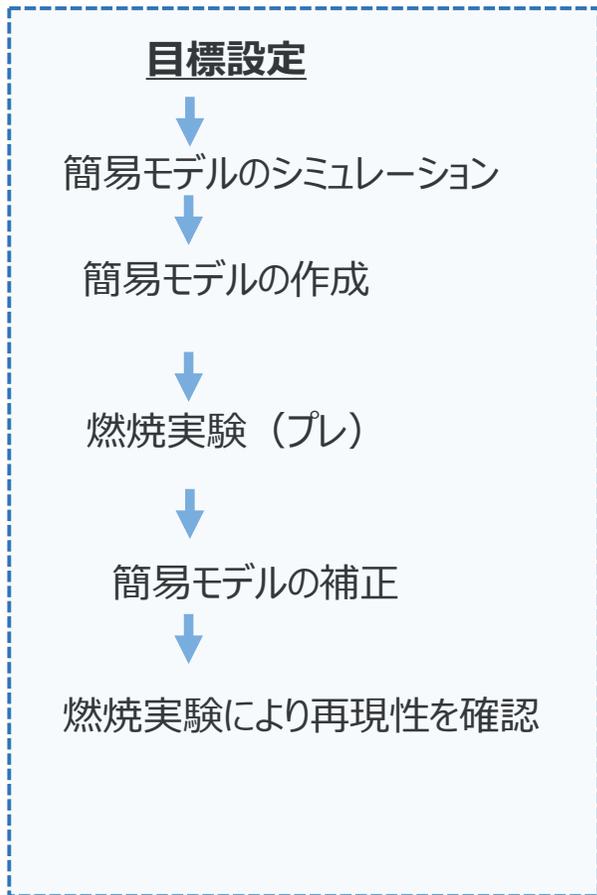


断面図

地面に広がった泡消火液がオイルパン内の油面に到達できるようにオイルパンの縁と同じ高さに十分な大きさの鉄板等を平らになるように設置する。

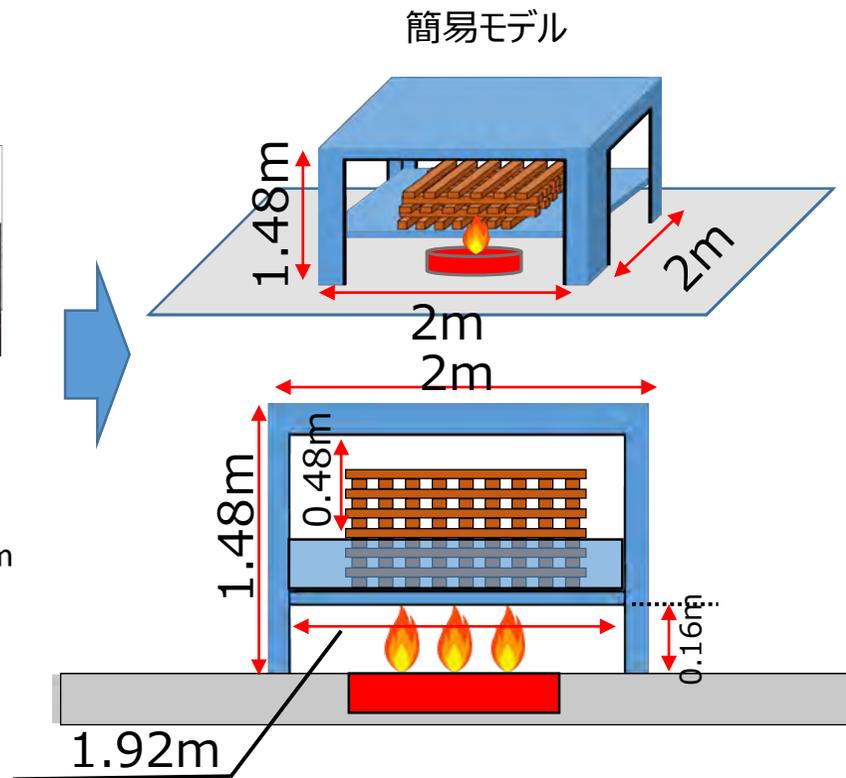
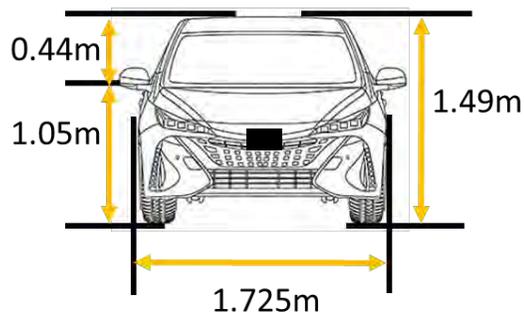
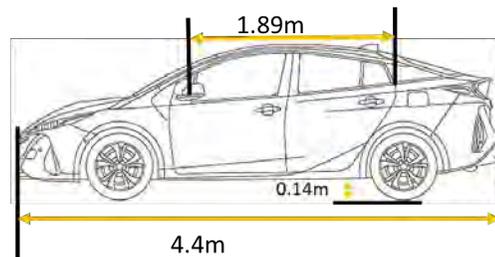


簡易モデル化までの流れ



車室及び開口部の再現

・車室の形状及び開口部の寸法は試験車両の寸法を考慮し設定。



可燃物量の目標設定

車両燃烧実験で確認を行った試験車両の車室部分を想定し、開口部は窓が全て破壊されたものを再現する。燃烧性状は燃烧実験で得られたA・B火災想定それぞれのピークを再現することを目指す。

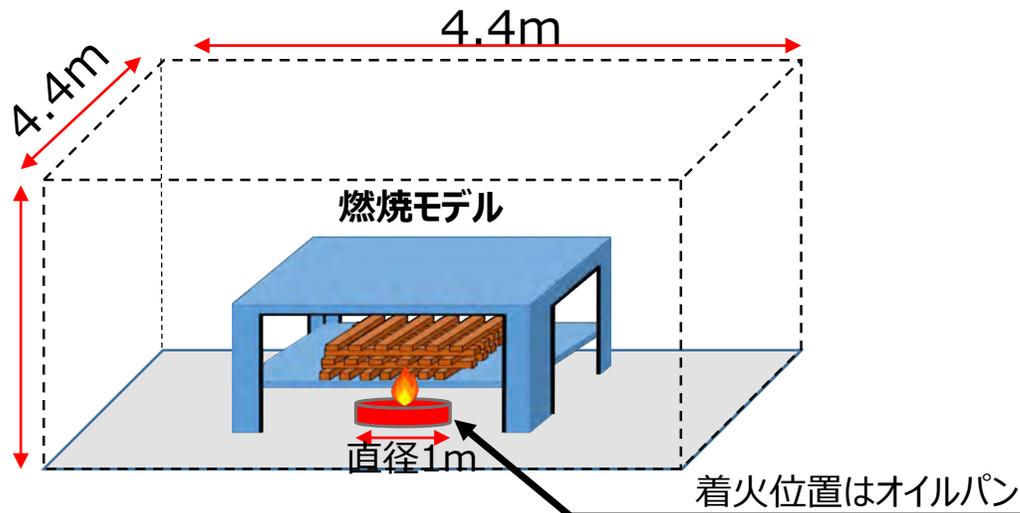
数値シミュレーション

シミュレーションの目標設定

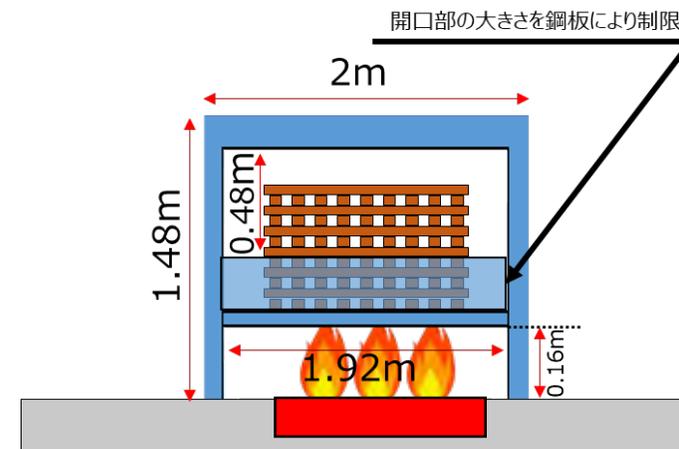
自動車燃焼実験で得られた最大の発熱速度及び輻射熱をA・B火災の簡易モデルそれぞれで再現するため、簡易モデル内に入れるクリブの量を求める。A火災にあっては1m²のオイルパンを使用したクリブへの着火時間も求める。

シミュレーションの条件

- ・計算領域は4.4m×4.4m×4.4mの立方体とし、立方体中央下部に燃焼モデルを設置する。
- ・燃焼モデルは2m×2m×1.48mの直方体とする。
- ・開口部条件は試験車両の車室及び開口部を再現した寸法とする。
- ・燃焼モデルの材質は鋼製とする。
- ・地面及び計算領域境界面からの輻射熱等は考慮しないこととする。
- ・B火災で使用するヘプタンの量は45Lとする。



<燃焼モデル寸法>

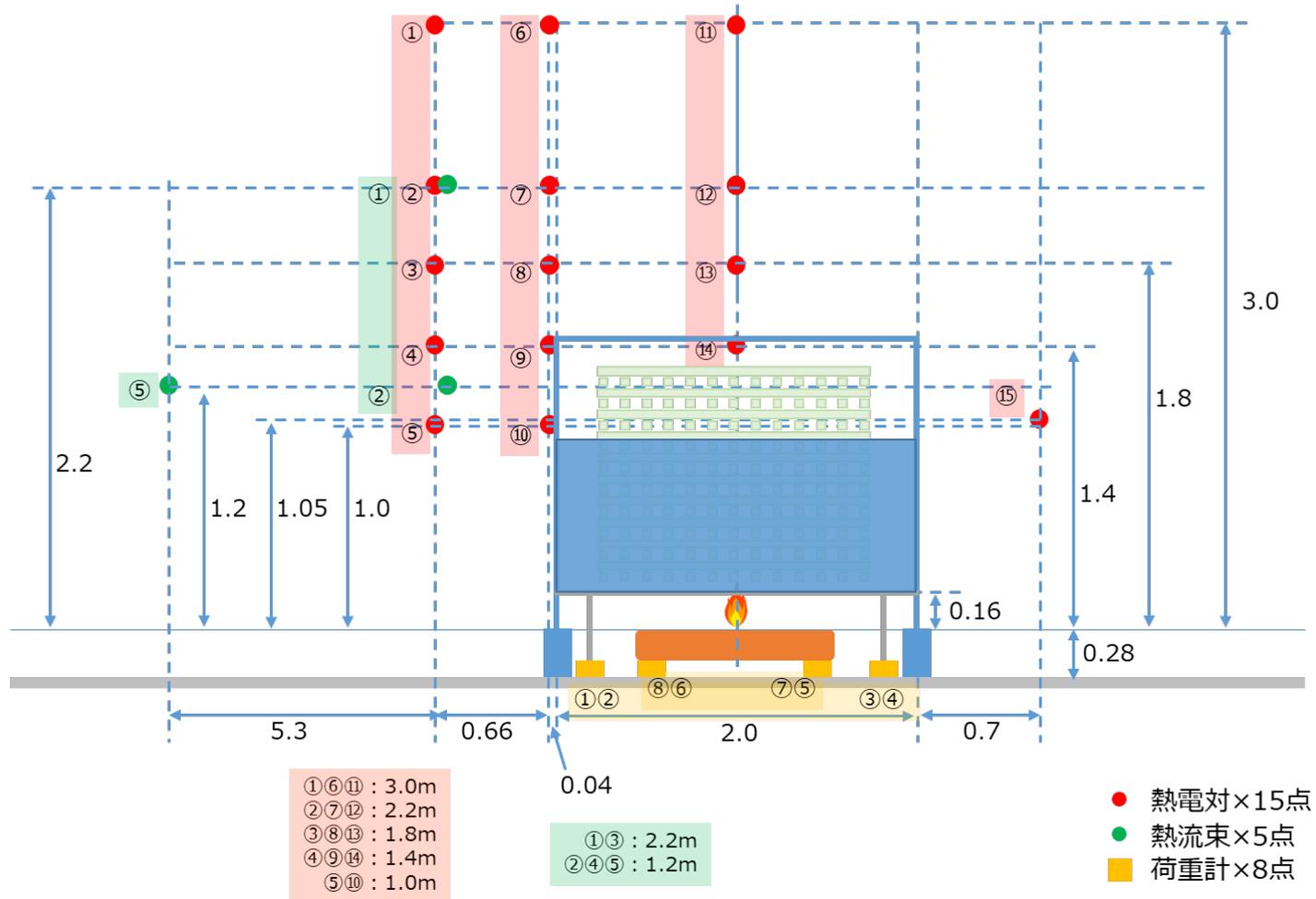


簡易モデルの設計



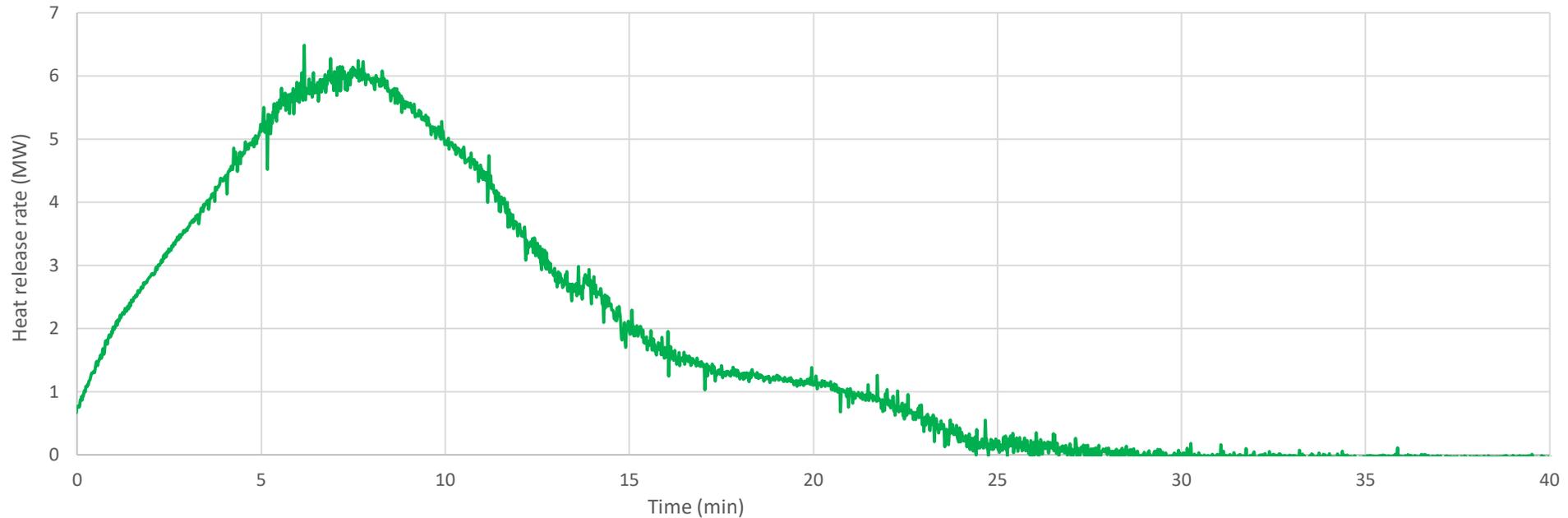
計測項目

クリブ火災試験時の計測位置詳細



A火災試験

発熱速度のグラフ



<実験条件>

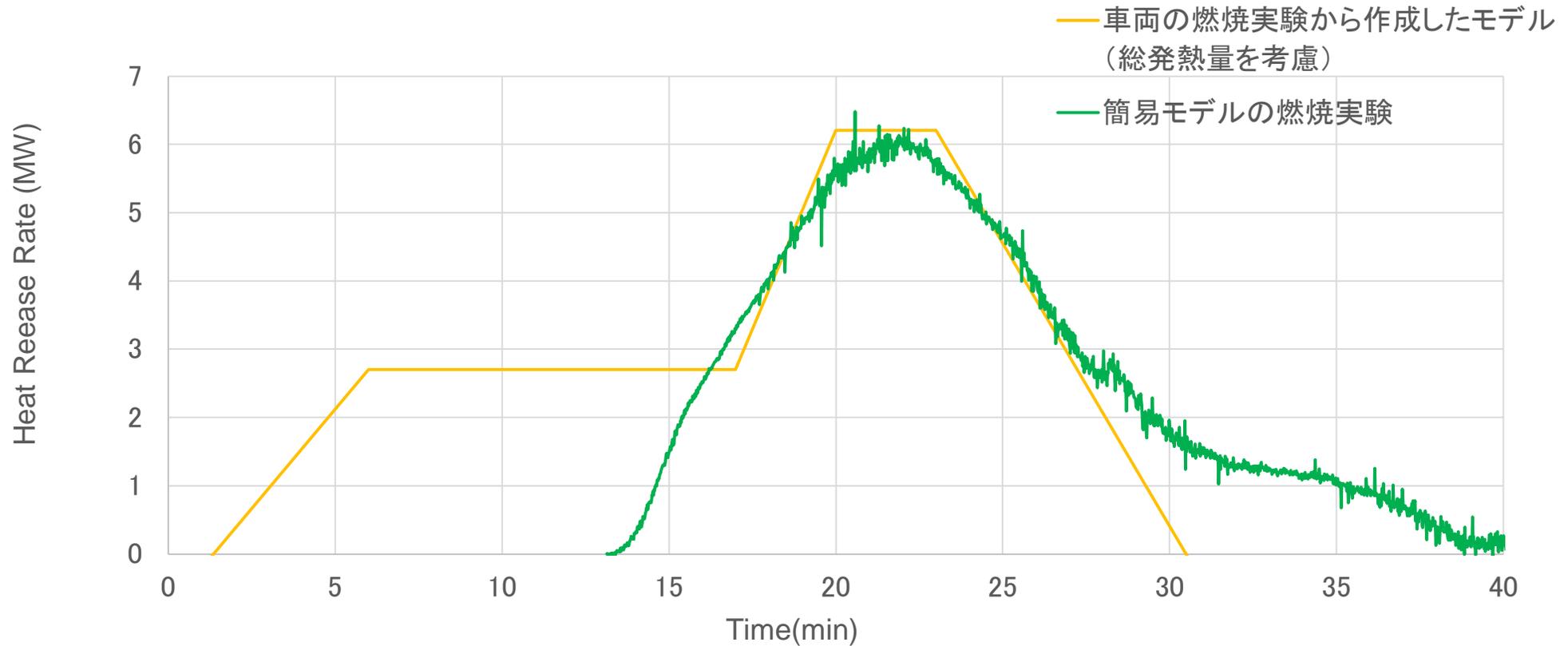
- ・ 可燃物量は4cm×4cm×150cmのク립を1段13本×20段として簡易モデル内に設置。
- ・ 直径1mのオイルパン内にノルマルヘプタン1.5Lを入れ約1分間着火を行う。

<実験結果>

- ・ ピーク発熱速度は、7～8分あたりで6MWのピークとなっている。

A火災試験

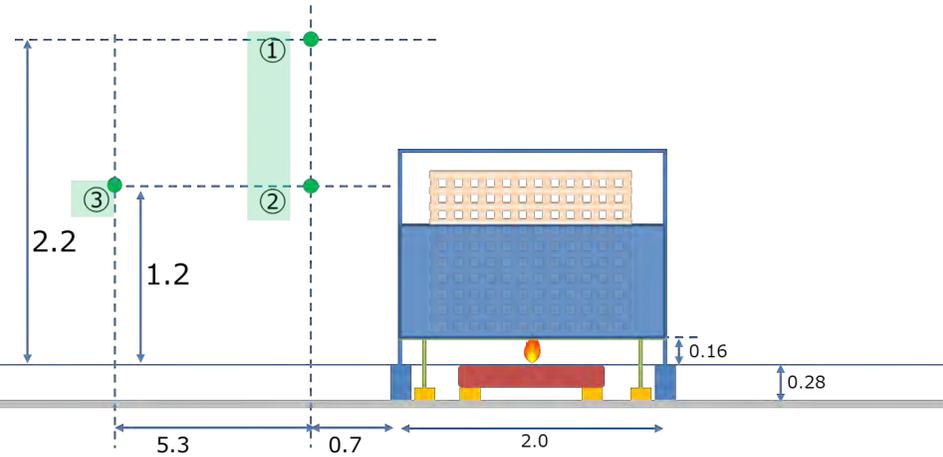
車両の燃焼実験との比較



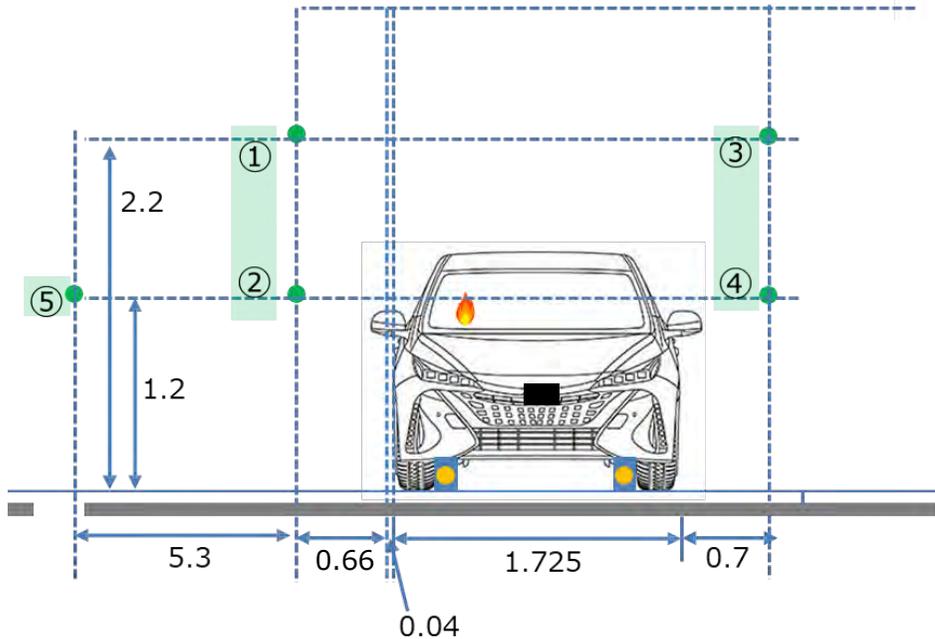
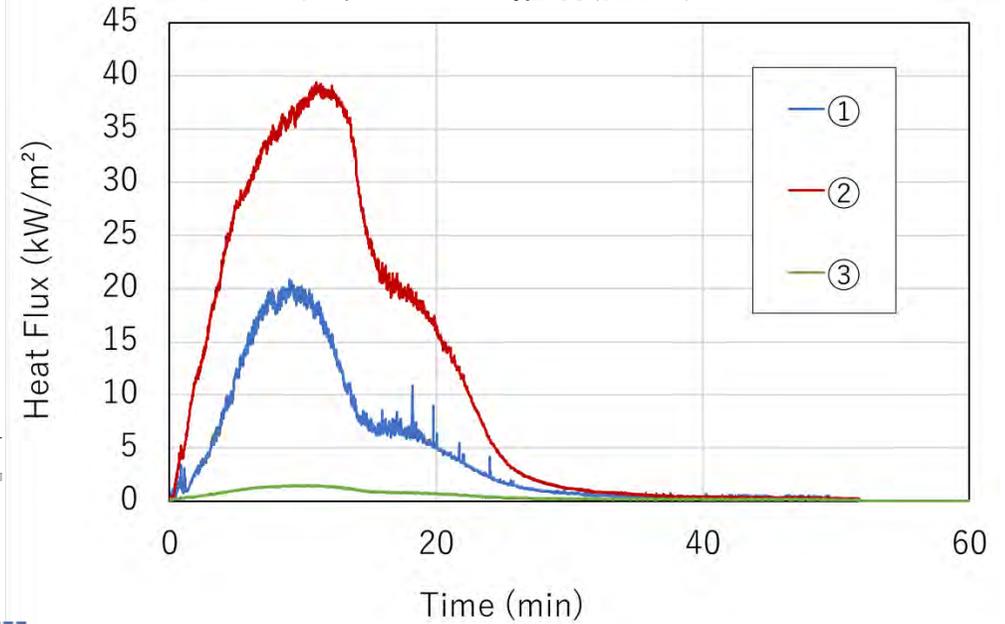
- 簡易モデルの燃焼実験の発熱速度ピークを車両の燃焼実験のピークと重なるように配置。
- 発熱速度に関する燃焼性状は、ピーク値は少し低いものの、一定程度の再現性があるものとなっている。

A火災試験

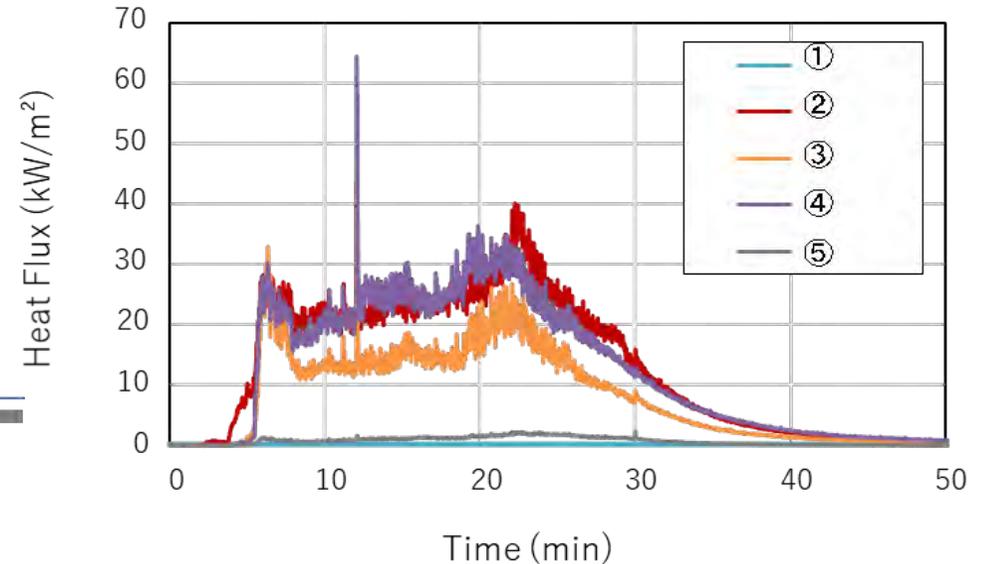
輻射熱の比較



A火災モデル輻射熱グラフ

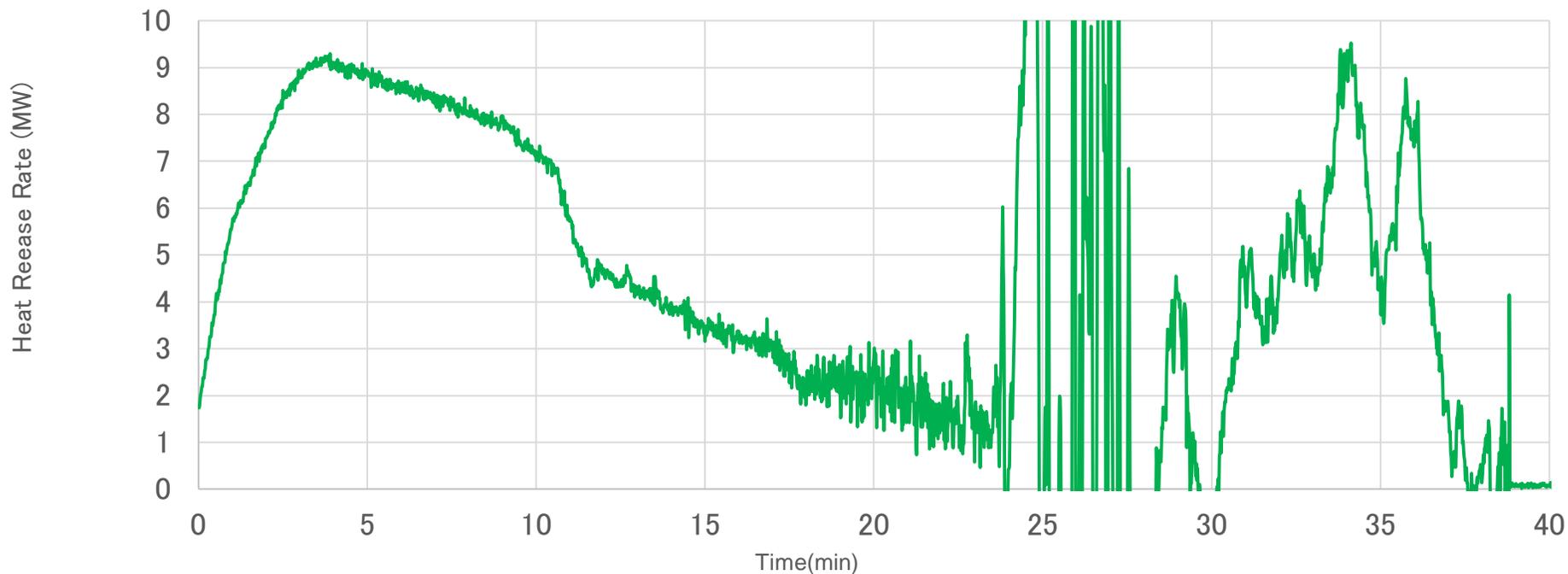


車両の燃焼実験(A火災)輻射熱グラフ



B火災試験①

発熱速度のグラフ



<実験条件>

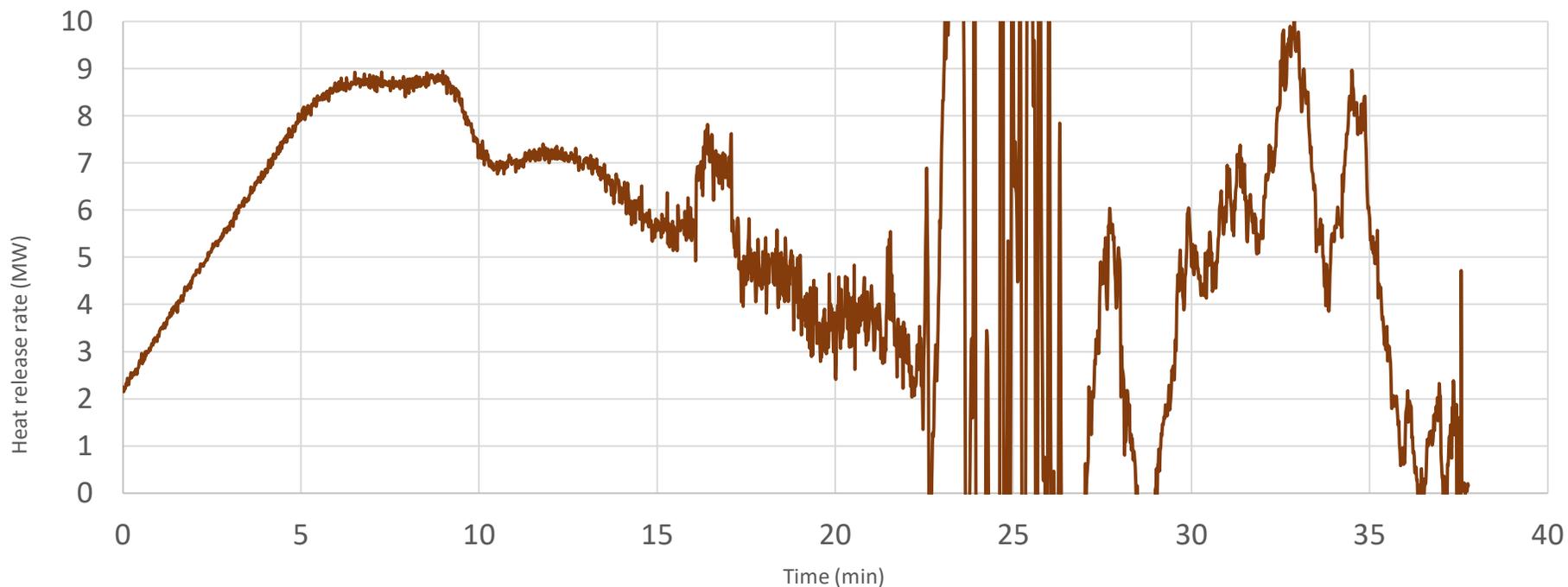
- ・可燃物量は4cm×4cm×150cmのグリブを1段13本×27段として簡易モデル内に設置。
- ・直径1mのオイルパン内にノルマルヘプタン45Lを入れ着火を行う。

<実験結果>

- ・ピーク発熱速度は、3～4分あたりで9MW程度のピークとなっている。

B火災試験②

発熱速度のグラフ



<実験条件>

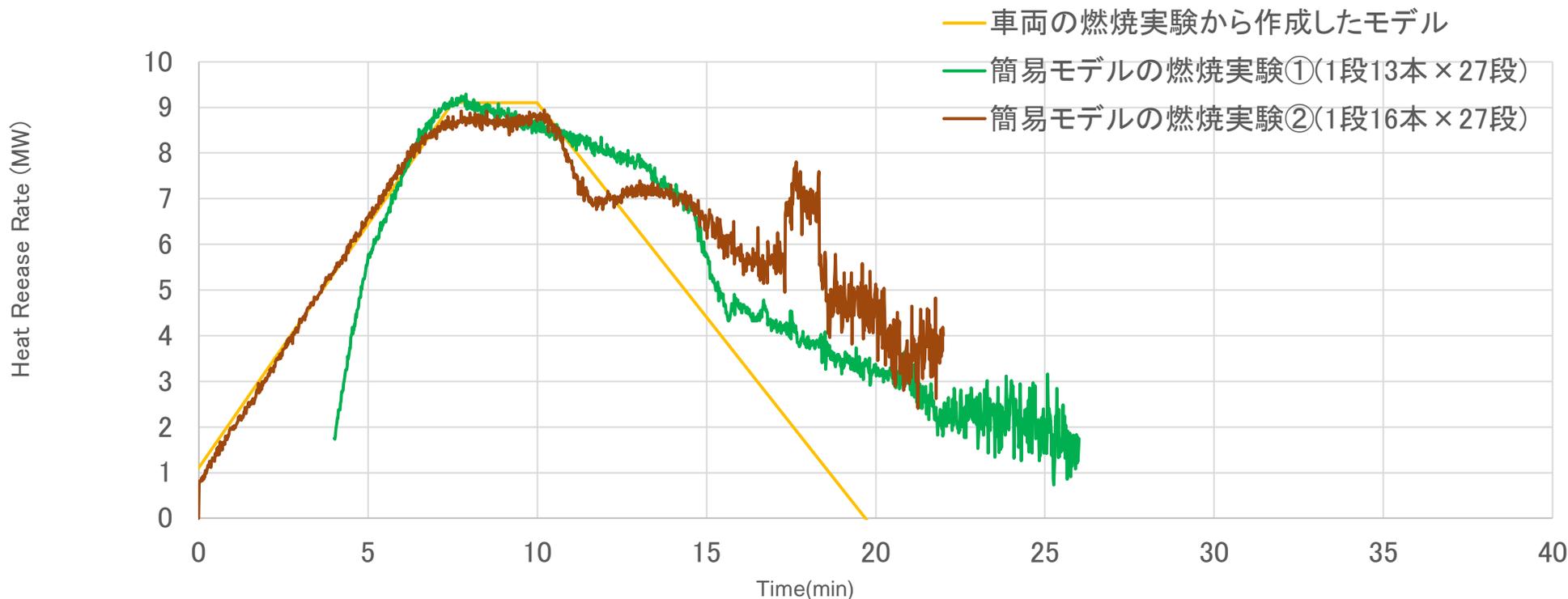
- ・可燃物量は4cm×4cm×150cmのグリブを1段16本×27段として簡易モデル内に設置。
- ・直径1mのオイルパン内にノルマルヘプタン45Lを入れ着火を行う。

<実験結果>

- ・ピーク発熱速度は、6～9分あたりで9MW程度のピークとなっている。
(オイルパンの発熱速度が実験機器の故障等により計測ができなかったため、B火災試験①におけるオイルパン発熱速度をもちいたもの。)

B火災試験

車両の燃焼実験との比較



- 簡易モデルの燃焼実験の発熱速度ピークを車両の燃焼実験のピークと重なるように配置。
- 発熱速度に関する燃焼性状は、ピーク値は低いものの、一定程度の再現性があるものとなっている。

【今年度の成果】

- 車両の燃焼実験を行い、A火災及びB火災について、それぞれ、燃焼性状を確認。
- その結果を踏まえ、ピークとなる発熱速度を再現するための火災モデルを構築。
- 構築した火災モデルを燃焼実験において再現するための簡易モデルを作成し、燃焼実験を実施。
- 燃焼実験において確認された燃焼性状では、発熱速度のピーク値は少し低いものの、一定程度の再現を行うことはできた。



【今後(来年度)の方針案】

- 来年度は発熱速度のピーク値の再現を行うため、クリブの断面積や空気の流入量を増加させた場合の効果をシミュレーションにより再度検討し、簡易モデルを改良。
- 改良した簡易モデルにおいて、燃焼実験を実施。