

車両の燃焼実験について

令和6年7月9日
消防庁予防課

実験条件

試験車両

・試験車両は、「現在広く普及していると考えられる、ボディに樹脂製部品が使用されている平均的な自動車（前回検討部会の検討内容）」を選択。

※（試験車両は車両の窓が大きく、加えて車両パネルにアルミニウム合金が多用されており、それが溶けることにより開口部が増加、その結果、空気の流入量が増加し発熱速度の上昇が他の乗用車より大きくなることを想定し選定。）

着火場所：＜A火災＞車両内着火（運転席、アルコール系燃料80g）＜B火災＞車両下部のオイルパン

・A火災での着火位置は、「車室内から出火し、開口部ができて延焼拡大する火災（第3回検討部会の検討内容）」を想定し運転席とした。

・B火災での着火位置は燃料漏れを想定し車両下部に設置した直径1mのオイルパンとした。

窓の開閉：右後ろドアガラスを20cm開放し、他は全閉

・ドアガラスの開放高さは過去の実験結果より立ち消えが想定されない大きさとしている。

ガソリン：燃料タンクは空

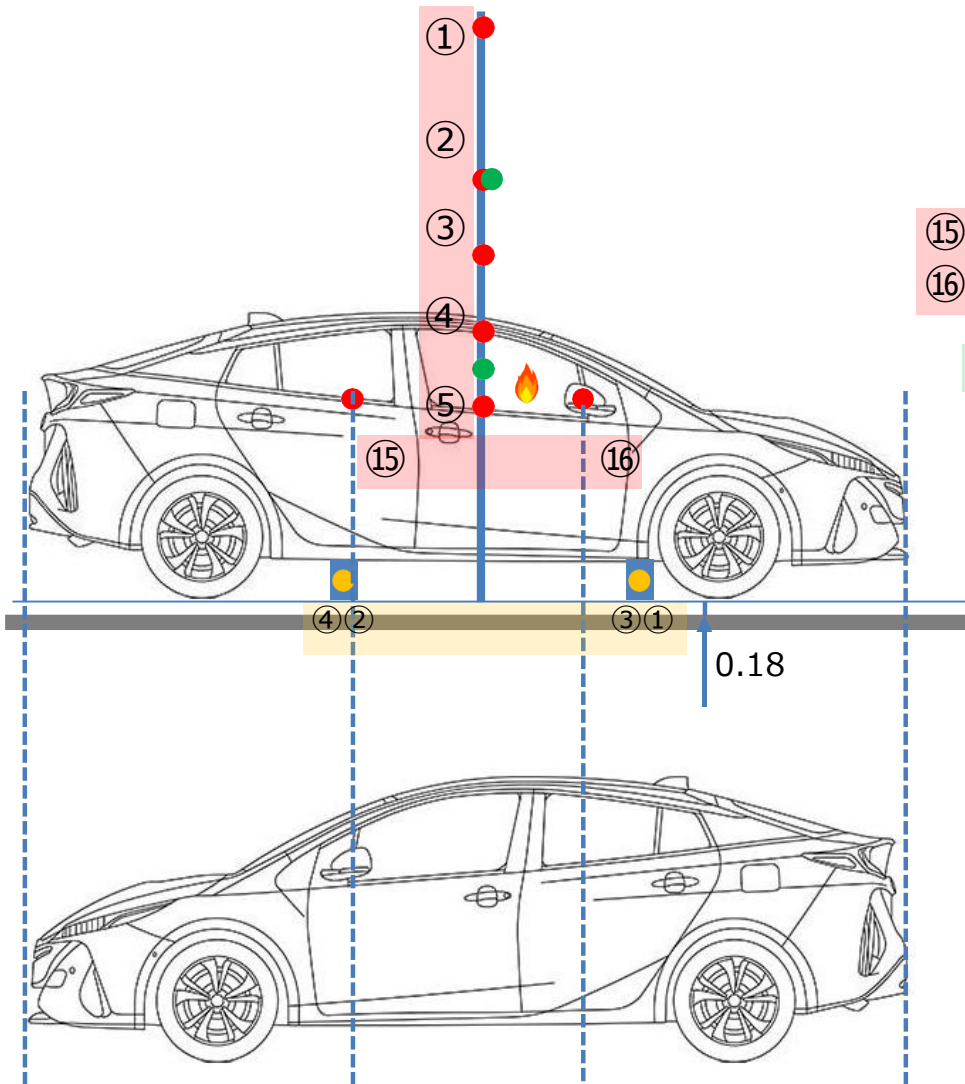
・車室内に着火した場合、燃料タンクへ延焼するのは、火災が車内全体へ延焼するタイミングである。消火設備による火災の抑制は、それ以前に開始されるものと想定されることから、A火災では、燃料タンク内のガソリンへの延焼は考慮しないこととし、燃料タンクは空にする。

・B火災の想定は燃料タンクの燃料全てが漏れることを想定しているため、A火災と同様に燃料タンクを空にする。

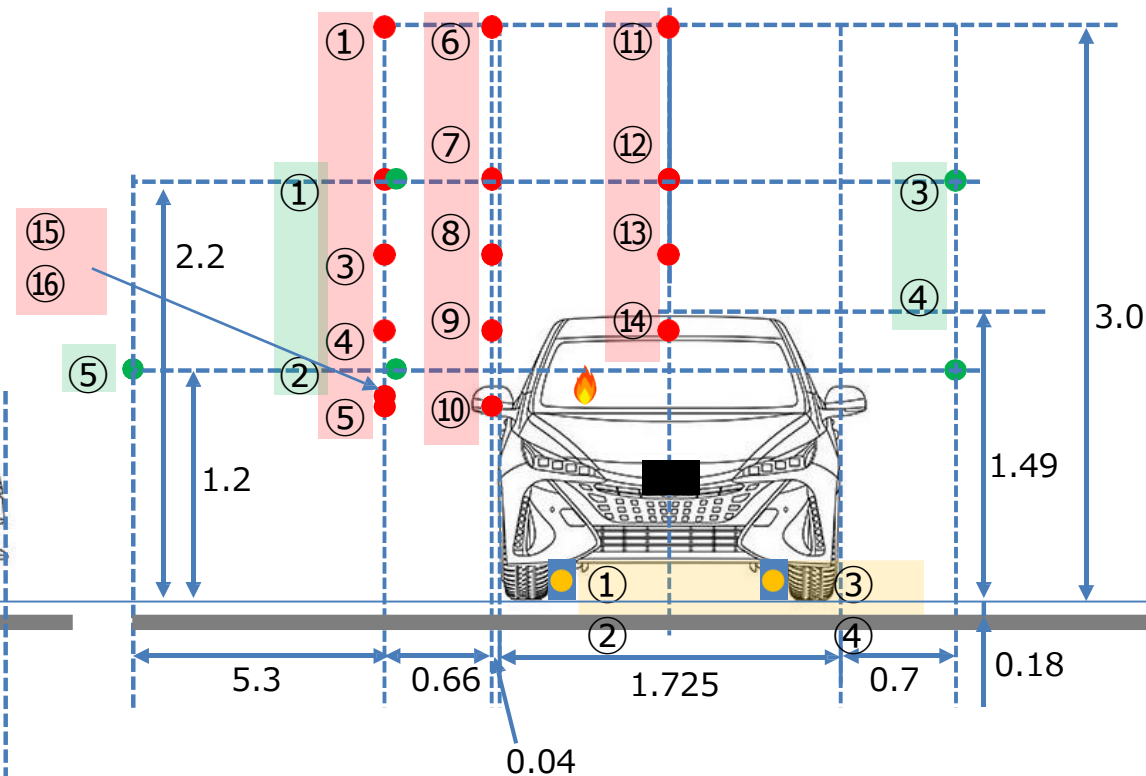
車両の燃焼実験について

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

計測項目及び計測位置 (A火災想定)



反対向き駐車想定車両



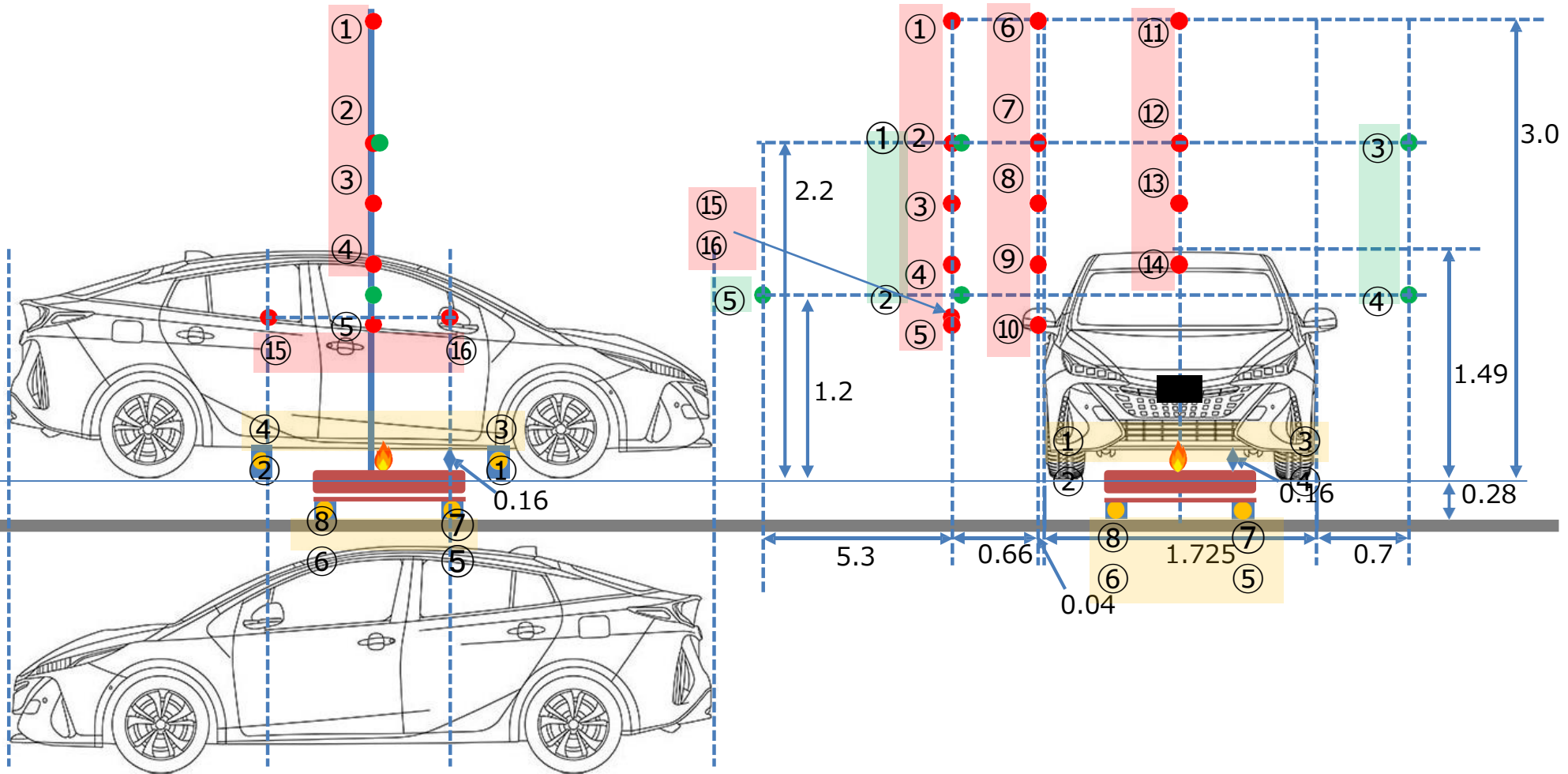
A火災想定 (左：側面視、右：正面視)

- 熱電対×16点
- 熱流束×5点
- 荷重計×4点

車両の燃焼実験について

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

計測項目及び計測位置 (B火災想定)



B火災想定 (左 : 側面視、右 : 正面視)

- 熱電対
- 熱流束
- 荷重計

計測項目及び計測位置

荷重計

- ・荷重計は、燃焼による車両の重量減少量から車両の発熱速度を確認するため車両下部に設置。
(※B火災想定ではオイルパン下部にも荷重計を設置しオイルパンの重量減少量からオイルパンの発熱速度を車両の発熱速度とは別に確認できるように設置。)

熱流速計

- ・熱流速計は、隣接車両への輻射熱を確認するために設置。そのため設置位置は、車両ボディーから0.7mの位置、高さ1.2mの位置としている。
※0.7mとした理由は、「駐車場設計・施工指針について」の中で駐車ますの大きさは普通乗用車で幅員2.5mとされており、試験車両の車幅が1.8m弱のため2台並んだと想定した際の車両感覚が0.7m程度となるからである。

熱電対

- ・熱電対は、主にシミュレーションとの整合性、今後実施を行う機械式駐車場の検討のため上方へも複数設置し計測を行っている。
- ・延焼危険が一番高いと想定されるミラーを実際に設置し、ミラー温度の測定も実施を行っている。

実験状況

A火災想定

着火前



着火後1分(発熱速度1MW以下)



着火後5分(発熱速度3MW)



着火後15分(発熱速度4MW)



実験状況

A火災想定

着火後20分(発熱速度7MW)



着火後25分(発熱速度4MW)



着火後30分(発熱速度1MW)



着火後40分(発熱速度1MW以下)



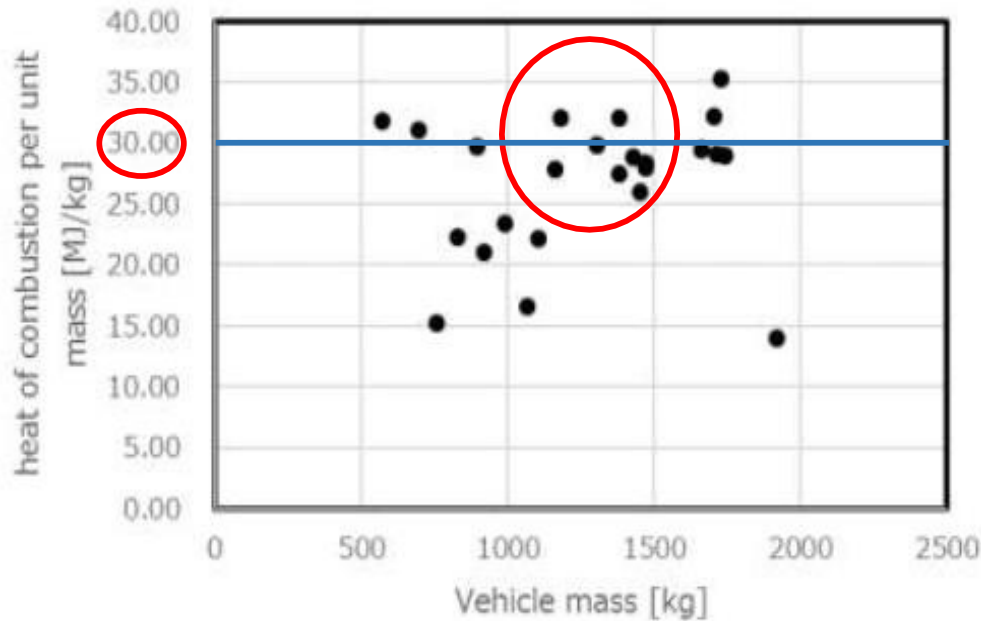
自動車可燃物の単位発熱量

自動車可燃物の単位発熱量は30MJ/kgとして発熱速度を算定する。

- 単位発熱量は、車両重量との関係(車両の大小による発熱速度: 第3回検討会資料3-7-1)及び年代による発熱速度との関係(Development of a database of full scale calorimeter tests of motor vehicle burns)から30MJ/kgを用いることとする。

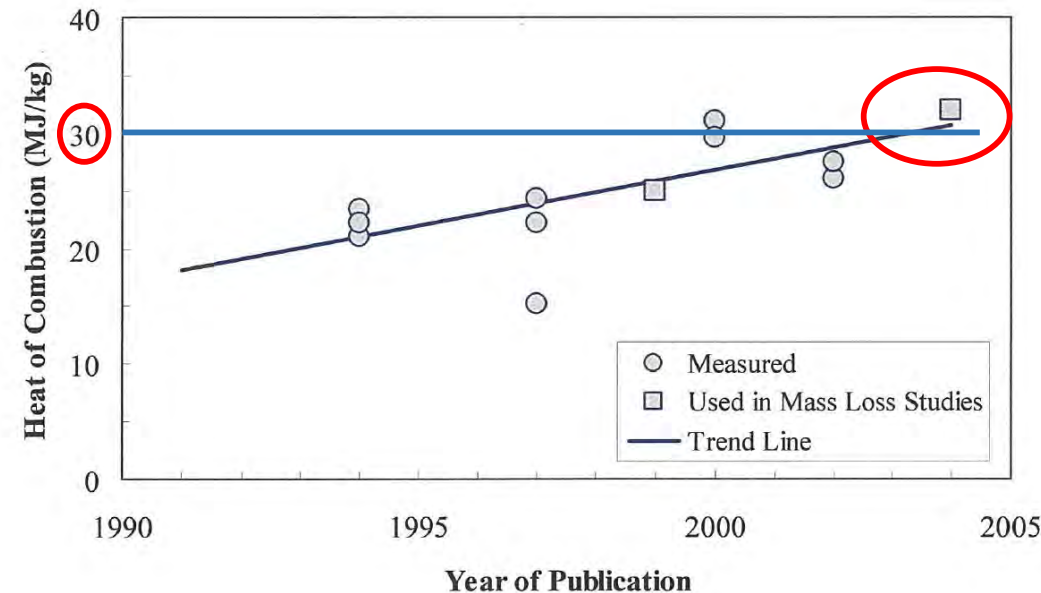
※試験車両の車両重量は約1230kgであり、製造年は2003年である。

車両重量と単位重量あたりの発熱量の関係



車両の大小による発熱速度
(第3回検討会資料3-7-1)

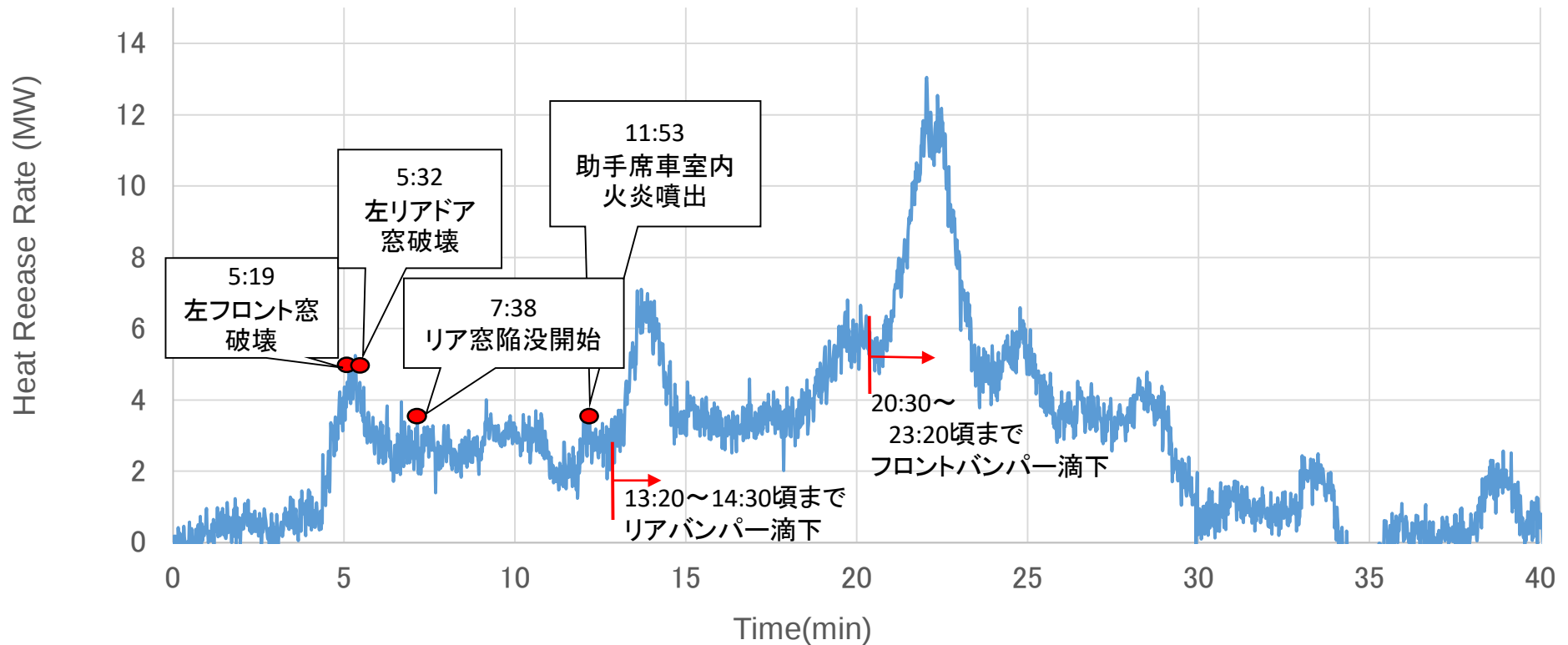
製造年と単位重量あたりの発熱量の関係



Development of a database of full scale
calorimeter tests of motor vehicle burns

実験結果 (A火災想定)

発熱速度の時間変化

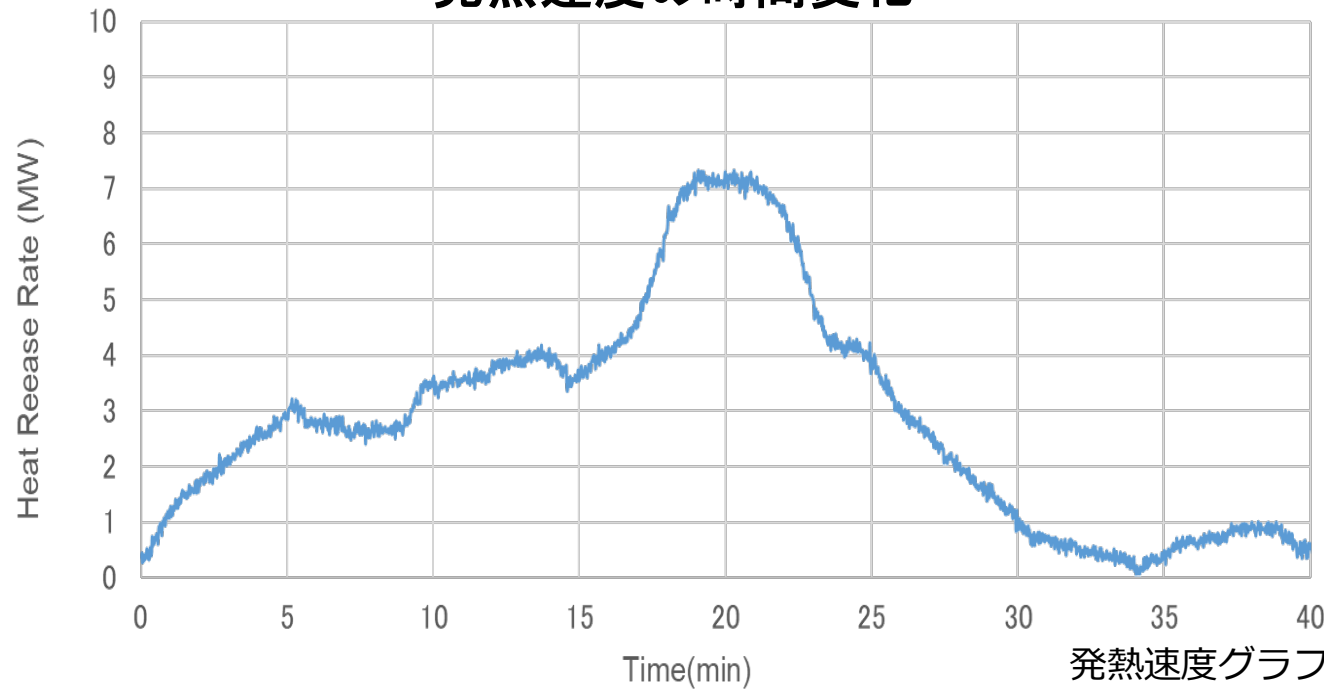


発熱速度グラフ (60秒移動平均)
(30MJ/kgに重量減少速度を掛けて算出)

着火から40分後までの車両総発熱量: **7.38GJ**

実験結果 (A火災想定)

発熱速度の時間変化

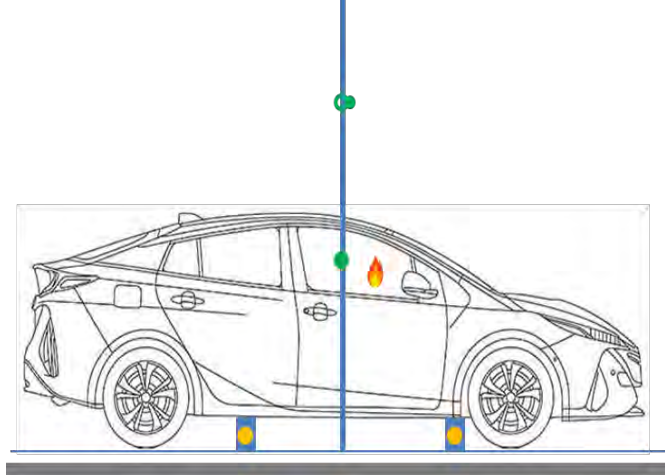


発熱速度グラフ (300秒移動平均)
(30MJ/kgに重量減少速度を掛けて算出)

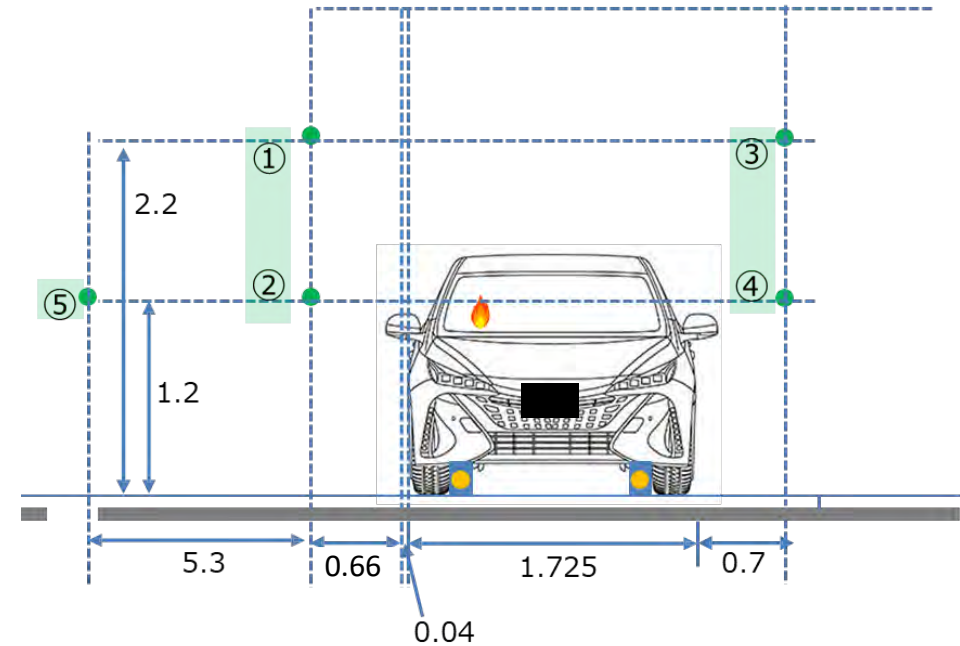
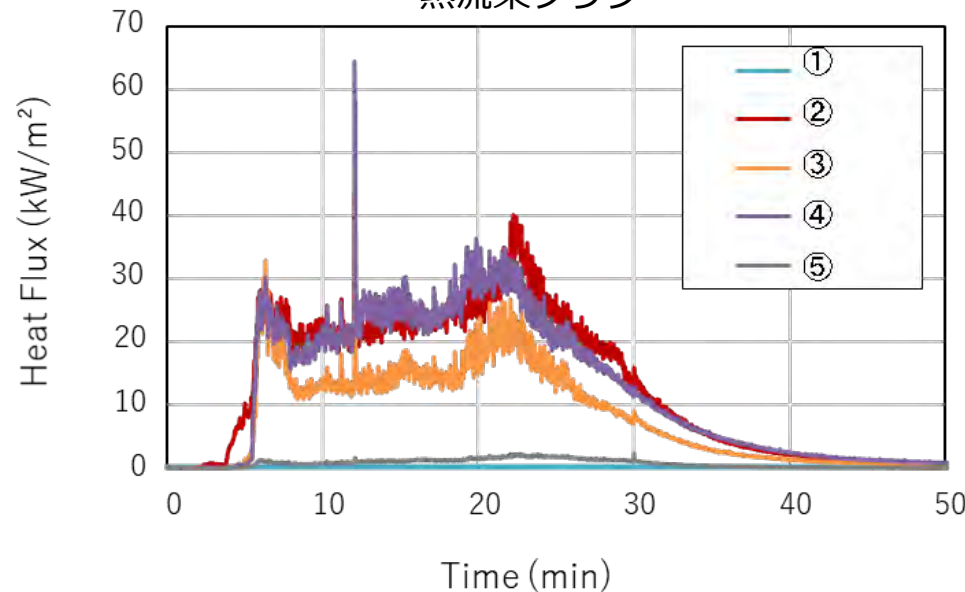
発熱速度のデータについては、脱落物等の影響をできるかぎり排除するため、移動平均(300秒)の値にて確認。
 ※データの変動のうち、前後数秒間と比較して明らかに振動や計測エラー等であると判断されるものを削除。
 また、映像にて、フロントバンパー、ドアミラー、トランクパーツ等の落下が確認できたものについても削除。
 以上から、修正後の総発熱量は6.91GJとなっている。

実験結果 (A火災想定)

・輻射熱



熱流束グラフ

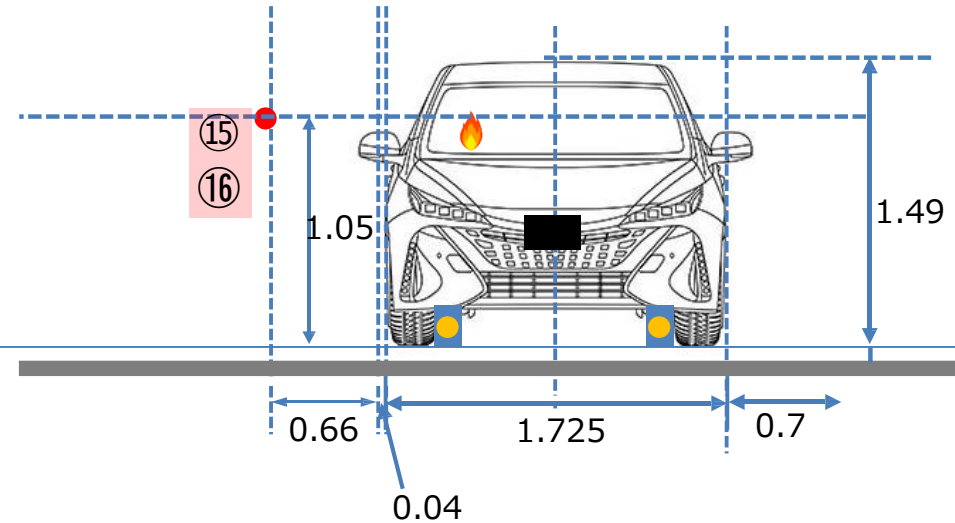
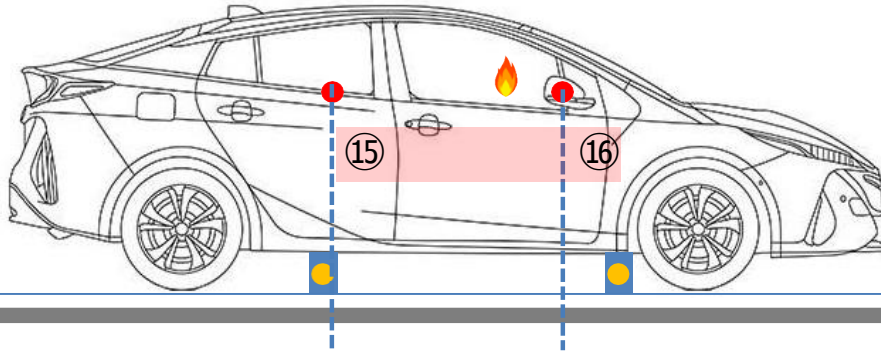


HF01はセンサー破損により計測不能であった。
HF04の瞬時ピークは目的の熱流束とは異なるため除外。

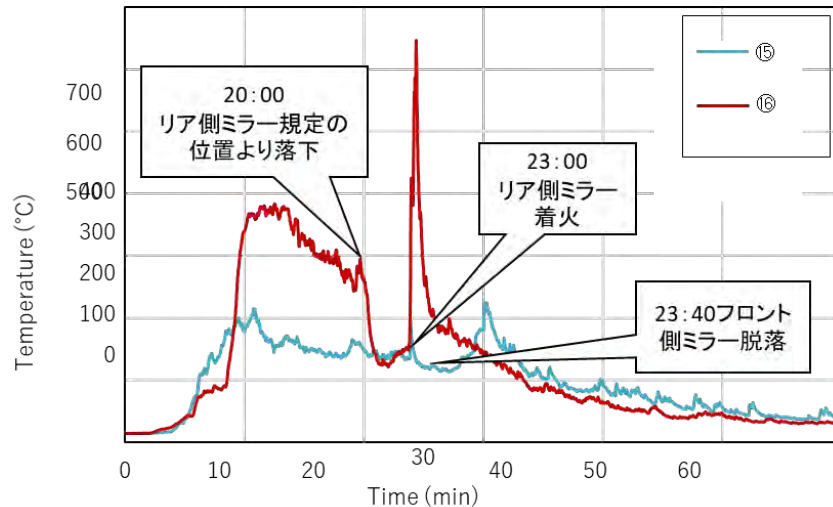
輻射熱のピークは22分程度に現れており、隣接車両を想定した距離0.7m、高さ1.2mでは $40\text{KW}/\text{m}^2$ となっている。

実験結果 (A火災想定)

・温度(ミラー)



温度グラフ



● 熱電対×2点

- ・フロント側、リア側の隣接車両を想定したミラーは、共に燃焼開始から8分ほどで溶融を開始。
- ・溶融滴下開始時間は、リア側ミラーで9分16秒、フロント側ミラーで10分47秒。
- ・当初リア側ミラーの温度が高いのは、火災が車室内→リア側→フロント側へと推移したためと推定。
- ・リア側ミラーは20分で規定の位置より落下、その後23分で着火。
- ・フロント側ミラーは23分40秒で地面に落下。

実験状況

B火災想定

着火前



着火後1分(発熱速度2MW)



着火後5分(発熱速度5MW)



着火後10分(発熱速度11MW)



実験状況

B火災想定

着火後15分(発熱速度6MW)



着火後20分(発熱速度3MW)



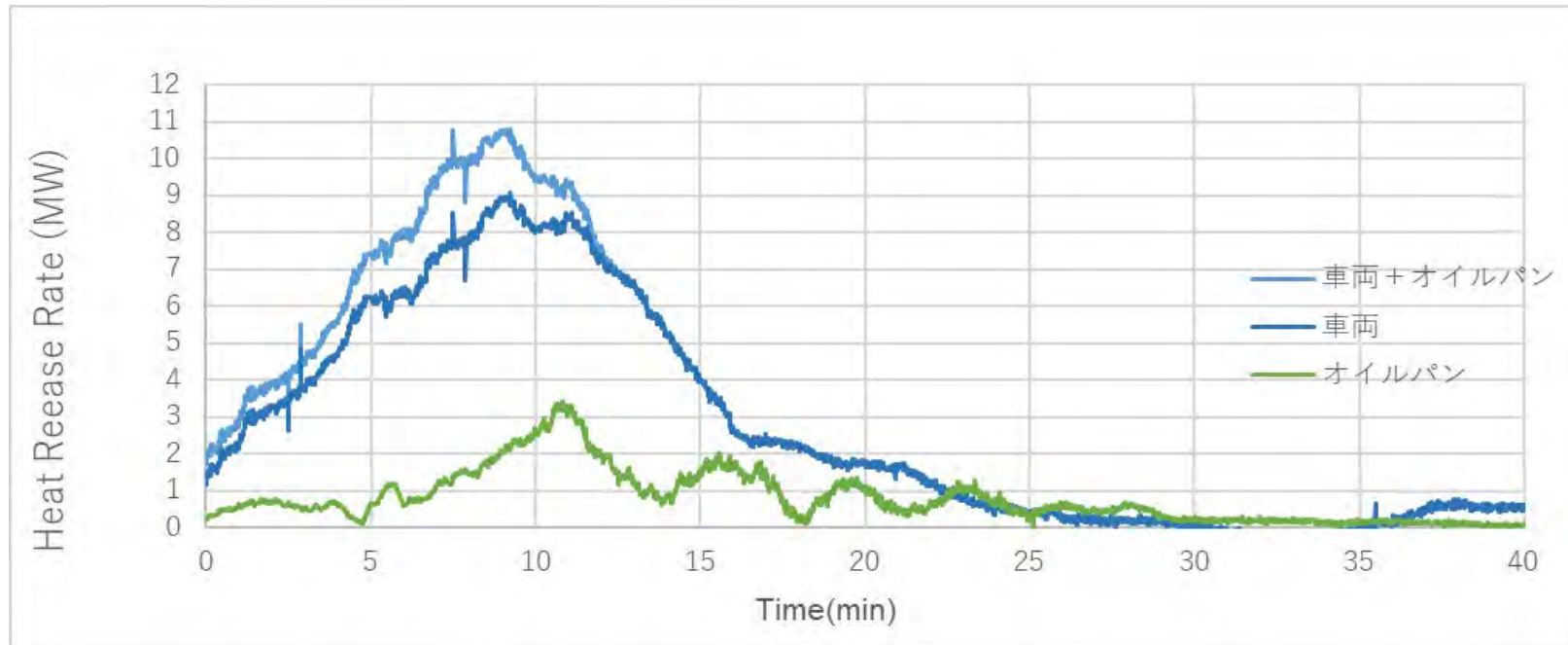
着火後25分(発熱速度1MW)



着火後30分(発熱速度1MW以下)



実験結果 (B火災想定)



車両の発熱速度 (300秒移動平均)

オイルパンの発熱速度 (60秒移動平均)

(車両は30MJ/kgに重量減少速度を掛けて算出)

(オイルパンは45MJ/kgに重量減少速度を掛けて算出)

着火から40分後までの車両総発熱量: 6.53GJ

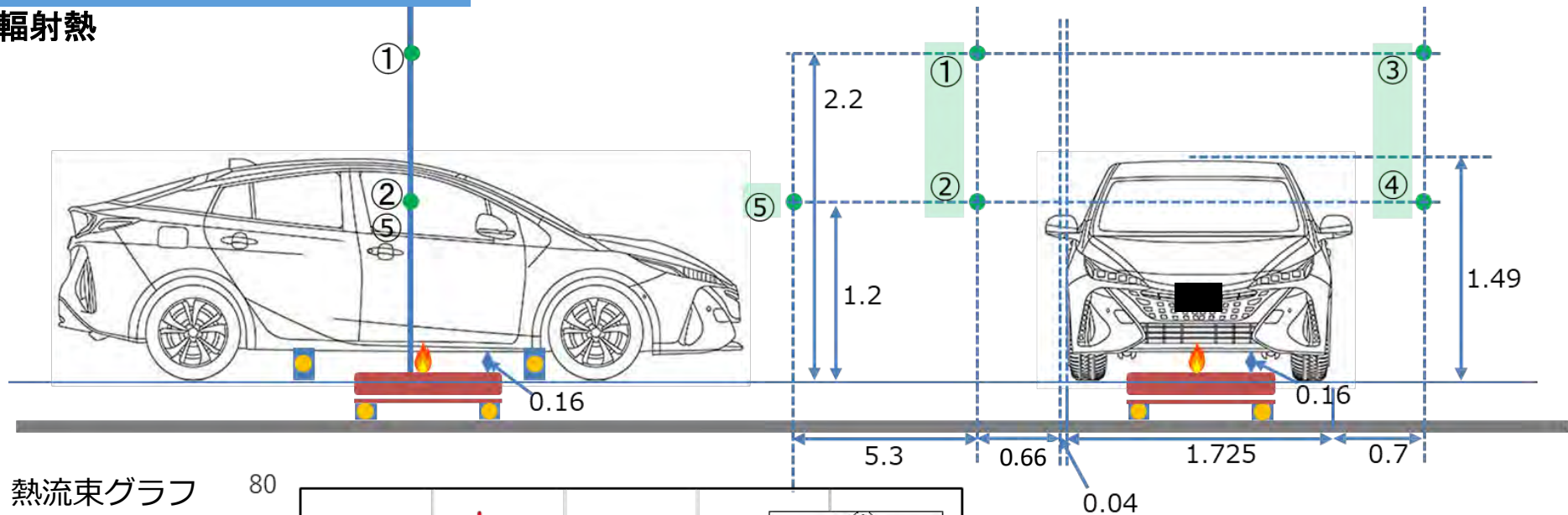
着火から40分後までのオイルパンの総発熱量: 0.86GJ

車両+オイルパンの総発熱量: 7.39GJ

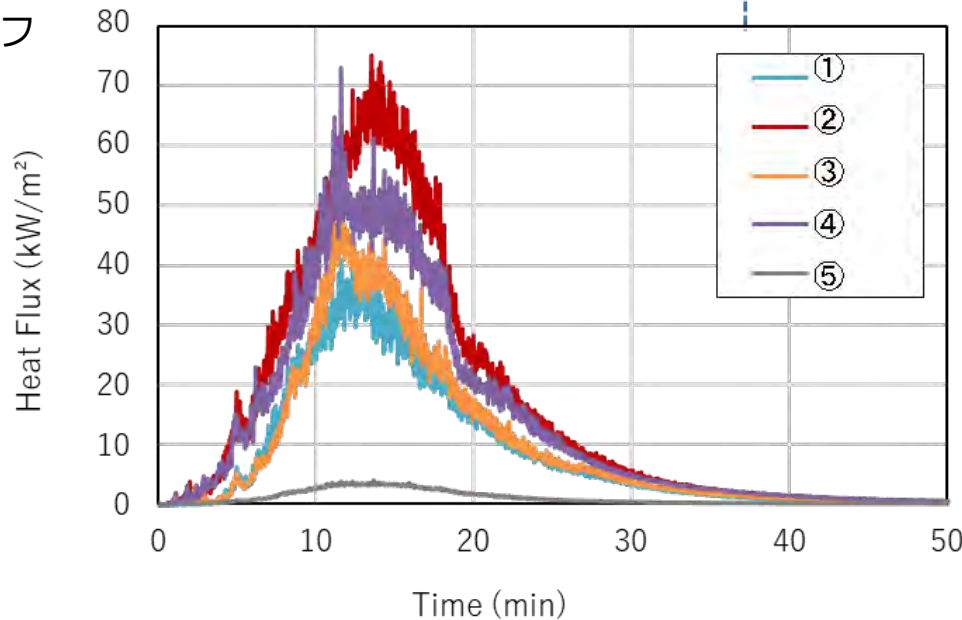
- 60秒移動平均での車両総発熱量は6.55GJ。
- 明らかに異常なデータを削除後、300秒移動平均での車両総発熱量は6.53GJ。
- 燃焼後の車両周りの落下物重量を計算し総発熱量から差し引きを行うと修正後の車両総発熱量は5.42GJ、車両+オイルパンの総発熱量は6.28GJ。

実験結果 (B火災想定)

・輻射熱



熱流束グラフ

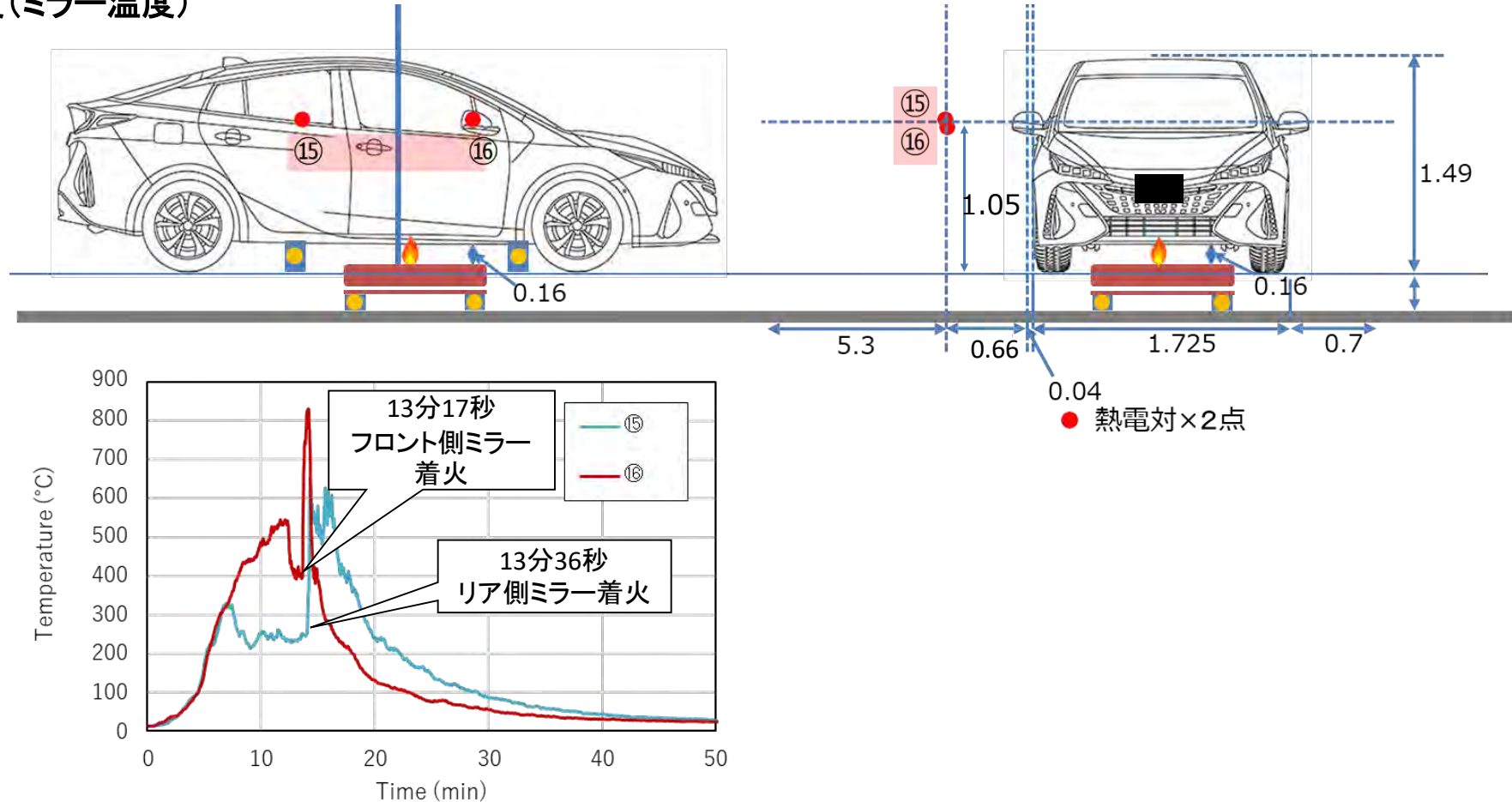


● 熱流束×5点

・輻射熱のピークは14分程度に現れており、隣接車両を想定した距離0.7m、高さ1.2mでは**70KW/m²**となっている。

実験結果 (B火災想定)

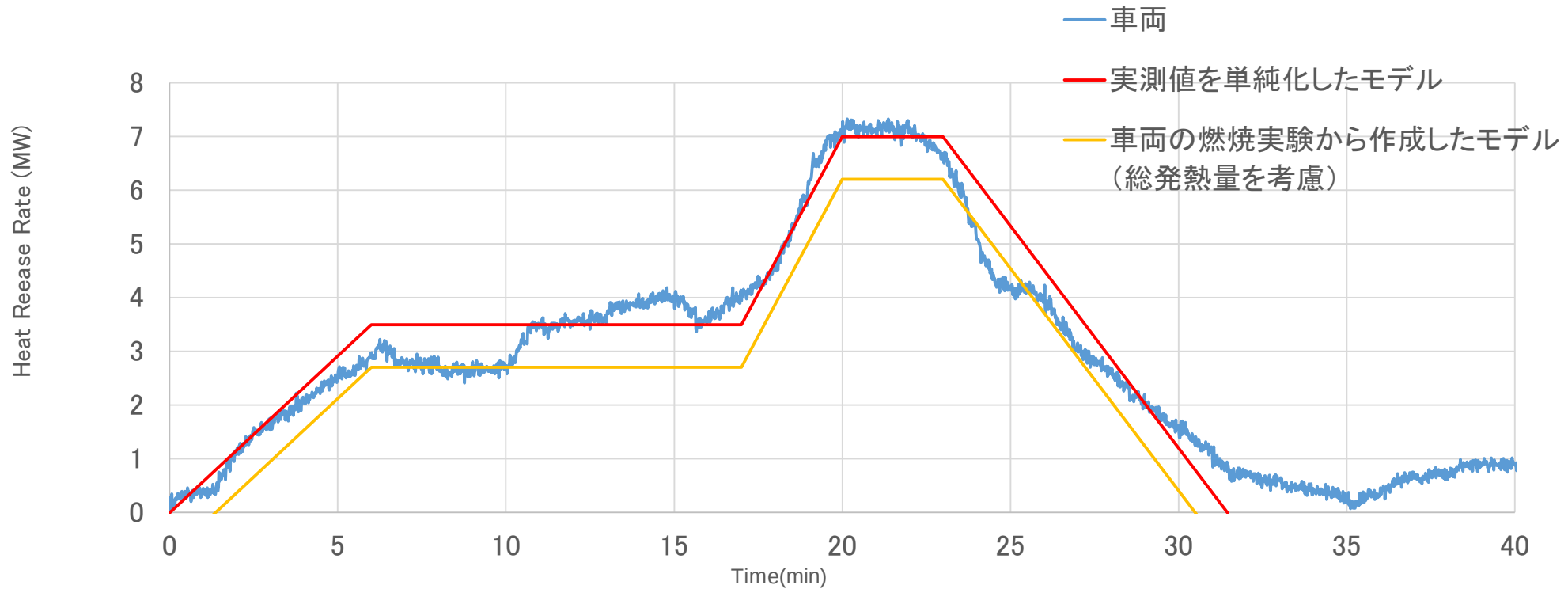
・温度(ミラー温度)



- ・フロント側、リア側の隣接車両を想定したミラーは、着火までの間どちらも溶融が確認できなかった。
- ・リア側ミラーは13分36秒で250℃程度となり着火。
- ・フロント側ミラーは13分17秒で400℃程度となり着火。

実験結果 (A火災想定)

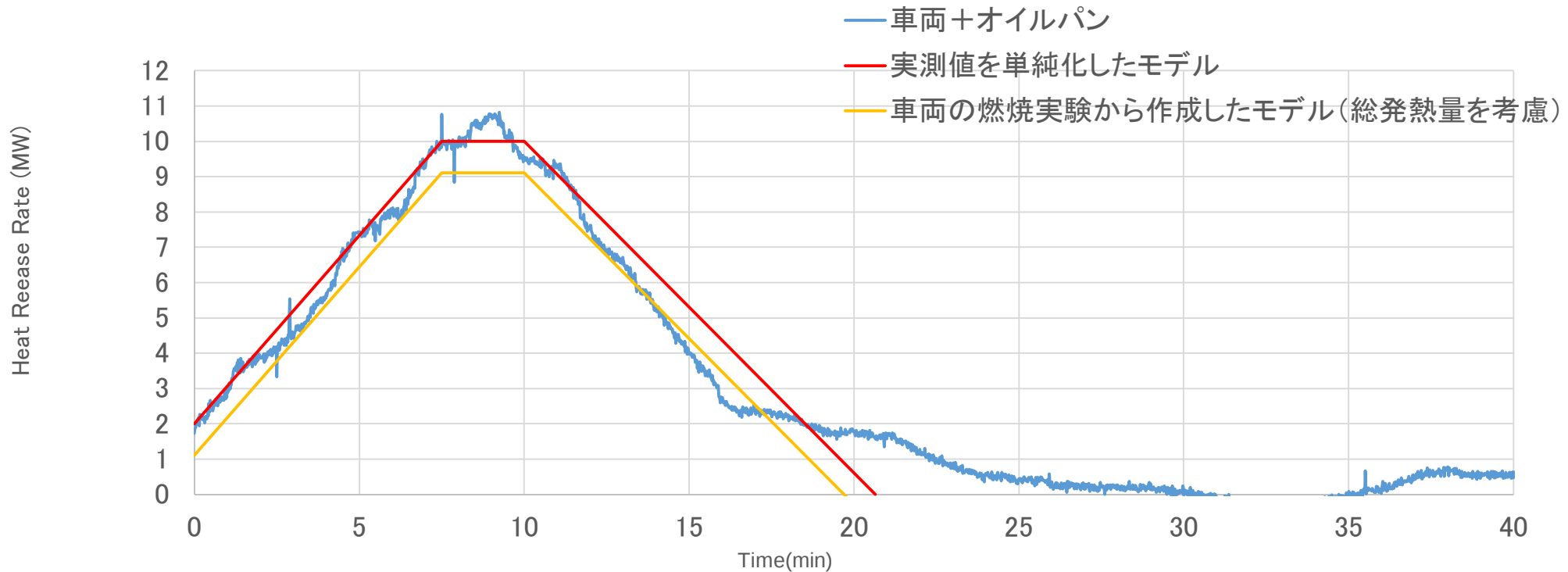
発熱速度のモデル化(A火災)



- 車両の燃焼実験で得られた発熱速度のグラフをモデル化。
- 実測値を単純化したモデルの発熱速度の総発熱量は6.91GJ。落下物の影響を考慮するため、実験後に落下物の重量を計測し、車両の総発熱量が判明しているB火災時の総発熱量5.42GJと同様となるように、発熱速度の調整を行った。
- 簡易モデルの燃焼実験(A火災)で目指すのは6MWのピーク発熱速度の再現とする。

実験結果 (B火災想定)

発熱速度のモデル化(B火災)



- 車両の燃焼実験で得られた発熱速度のグラフをモデル化。
- 実測値を単純化したモデルの発熱速度の総発熱量は7.39GJ。落下物の影響を考慮するため、実験後に落下物の重量を計測し、車両の総発熱量が判明しているB火災時の総発熱量6.28GJ(車両総発熱量5.42GJ)と同様となるように、発熱速度の調整を行った。
- 簡易モデルの燃焼実験(B火災)で目指すのは9MWのピーク発熱速度の再現とする。