

車両の燃焼実験について

令和 6 年 1 2 月 2 4 日
消 防 庁 予 防 課

車両の燃焼実験について

実験条件

試験車両

○試験車両は、「現在広く普及しており、ボディに樹脂製部品が多く使用されている平均的な自動車」を選択。

- ・一般社団法人日本自動車販売協会連合会が毎年公表している乗用車の販売台数の統計データにおいて、2009年から2023年までの15年間の累計販売台数が1位(約255万台)の車両を選択。

(2位:約190万台 3位:約180万台 ※参考:「一般社団法人日本自動車販売協会連合会 新車統計データ」(<https://www.jada.or.jp/pages/74/>))

また、2023年の燃料別新車販売台数のうち、半数以上の約55%が、今回選択した車両と同じ「ハイブリット車(HEV)」となっている。

- ・今回選択した車両は、燃費向上のため軽量化が盛んで、最新の樹脂製部品が多く採用されている。例として、軽量素材の「発泡ポリプロピレン(EPP)」があり、EPPは「軽さ」と「緩衝性」を特徴とする素材で発泡スチロールと同じ発泡プラスチックの一種であるが、発泡スチロールと比べて欠けたり割れにくく、復元性や耐熱性、耐油・耐薬品性に優れているといった特徴がある。

着火場所: <A火災>車両内着火(運転席にアルコール系燃料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」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(45L)が全て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。

※2[L/min]で漏れた場合に、消防隊が到着する約20分までの間にほぼ全ての燃料が漏れることとなる。

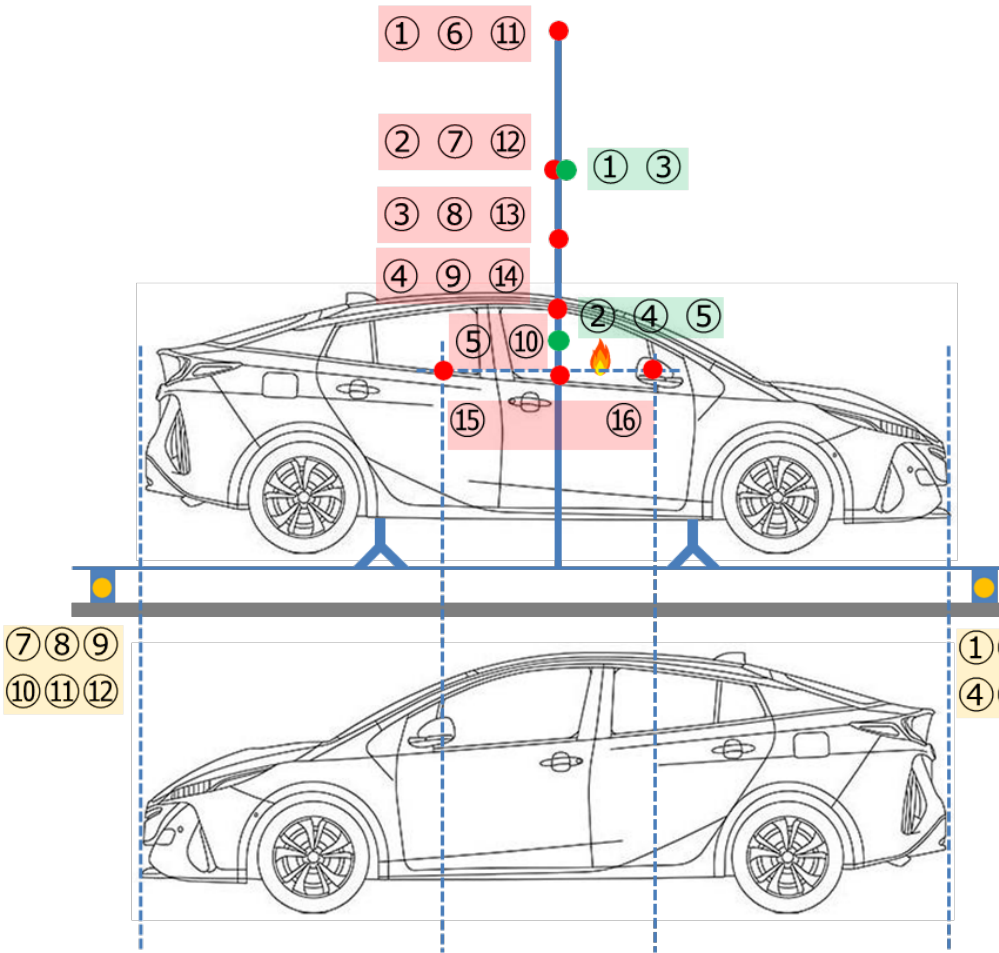
その他諸条件

○車載バッテリーの充電率は50%程度。※HEV車はEV車と比べバッテリー容量が小さいため、充電率は燃焼に影響が少ないと考えられる。

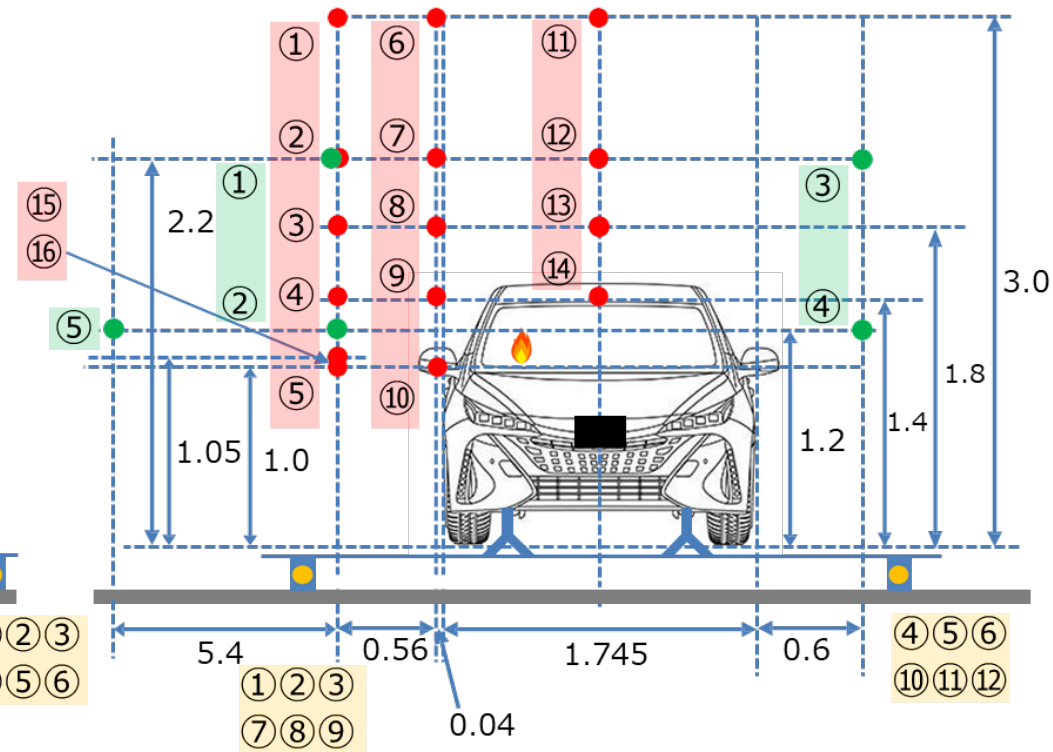
○実験日時: 令和6年9月27日(A火災)・10月2日(B火災) 実験場所: (一財)日本自動車研究所 城里テストセンター

車両の燃焼実験について

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

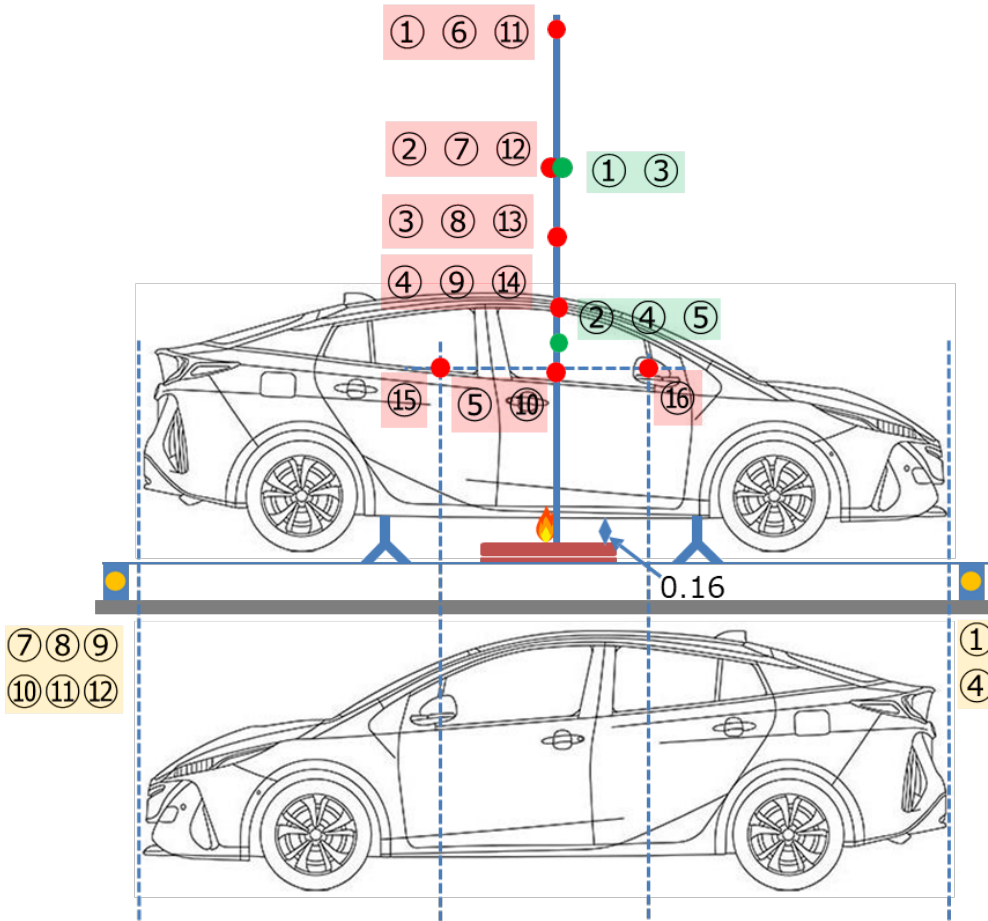


- 熱電対×16点
- 熱流束×5点
- 荷重計×12点

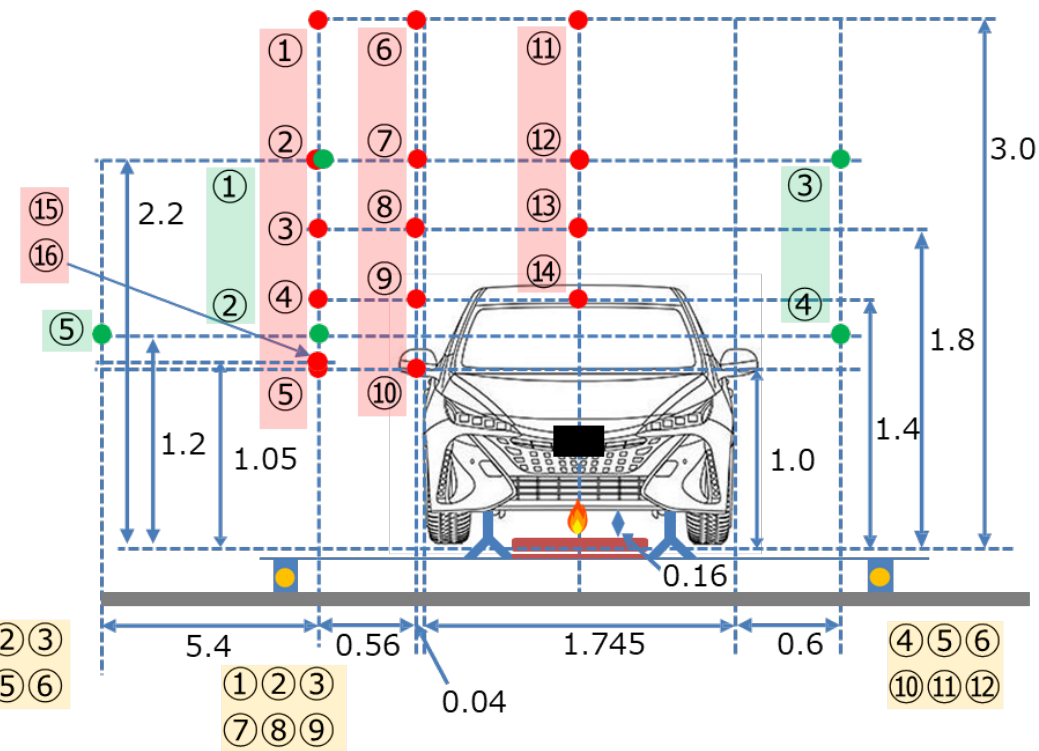
A火災想定 (左：側面視、右：正面視)

車両の燃焼実験について

計測項目及び計測位置 (B火災想定)



反対向き駐車想定車両



- 熱電対×16点
- 熱流束×5点
- 荷重計×12点

B火災想定 (左：側面視、右：正面視)

車両の燃焼実験について

計測項目及び計測位置

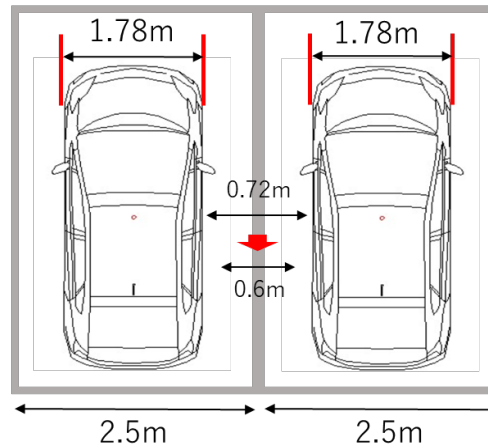
荷重計

- ・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を乗せた架台下部に設置。
- ※燃焼により車両から一気にパーツが脱落することで、実際の発熱速度より大きな値が観測されることを防ぐため車両を乗せた架台の下部4箇所

熱流束計

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0.6mの位置、高さ1.2mの位置としている。

※0.6mとした理由は、国土交通省から通知されている「駐車場設計・施工指針」(H4.6.10道企発第40号)において、普通乗用車の駐車ますは幅員2.5m以上とすることを原則とされており、試験車両の最新モデルの車幅が1.78mのため、2台並んだと想定した際の車両間隔が0.6m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隣接車両の位置の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。

車両の燃焼実験について

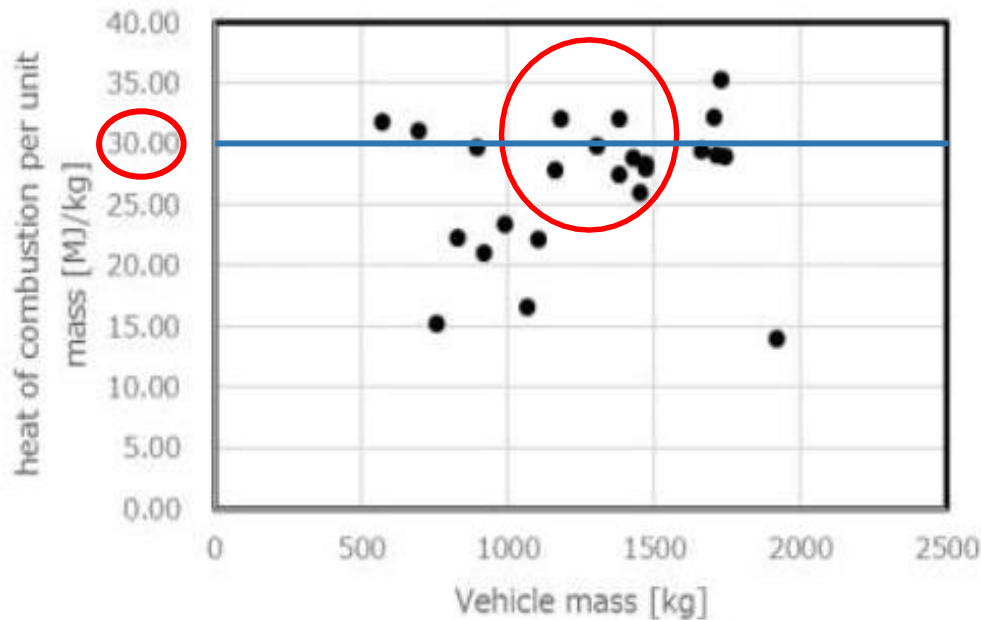
自動車可燃物の単位発熱量

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(参考資料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。

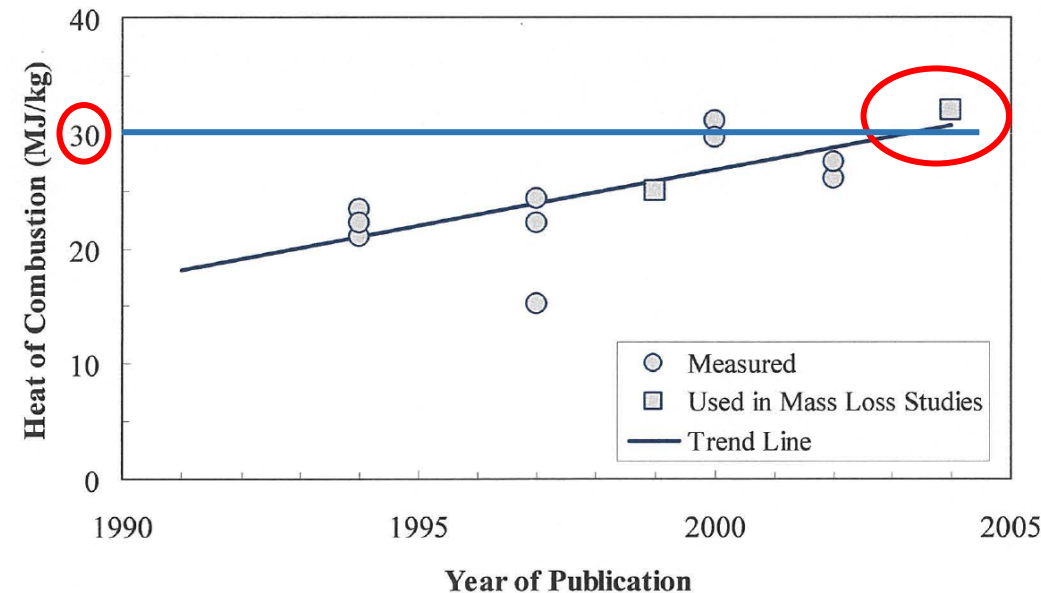
※試験車両の車両重量は約1,300kgであり、製造年は2014年と2015年である。

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
(参考資料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

車両の燃焼実験について

実験状況

A火災想定

着火前



着火後60分(発熱速度1MW以下)



着火後65分(発熱速度3.5MW)



着火後75分(発熱速度5.5MW)



車両の燃焼実験について

実験状況

A火災想定

着火後78分(発熱速度8.7MW)



着火後85分(発熱速度1.5MW)



着火後90分(発熱速度1MW)



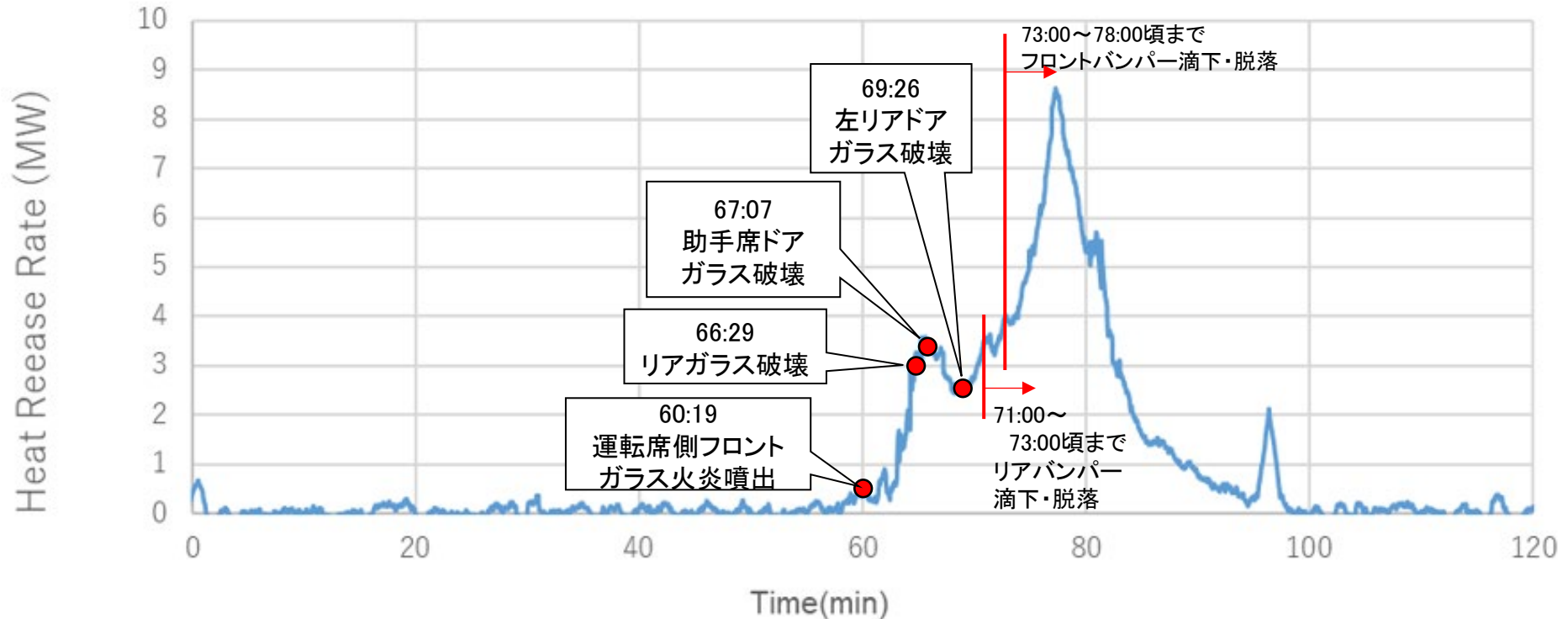
着火後100分(発熱速度1MW以下)



車両の燃焼実験について

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 (補正前)

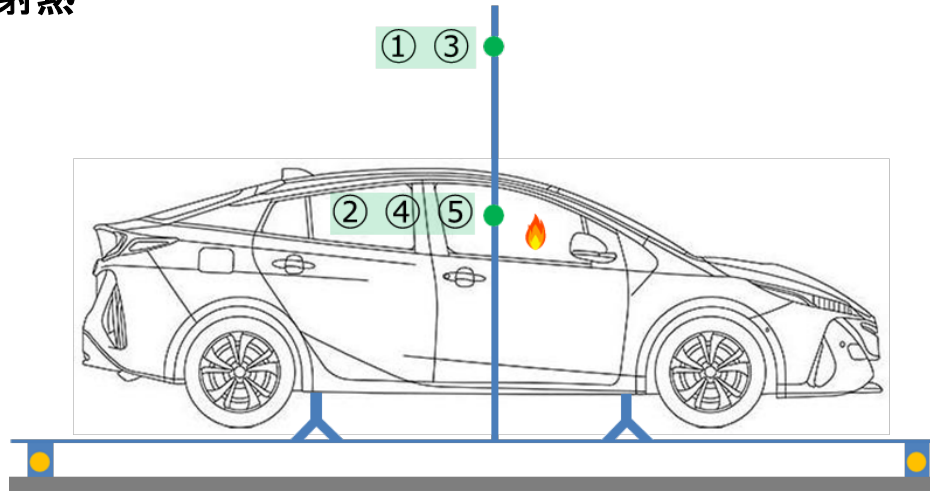
着火から120分後までの車両総発熱量: 約6.4GJ

- ・車両の燃焼実験で得られた発熱速度のグラフを基にクリブの本数・組み方を検討。
- ・簡易模型の燃焼実験 (A火災) で目指すのは、約8.7MWのピーク発熱速度とピーク前後における発熱速度の継続時間 (75-80分) の再現とする。

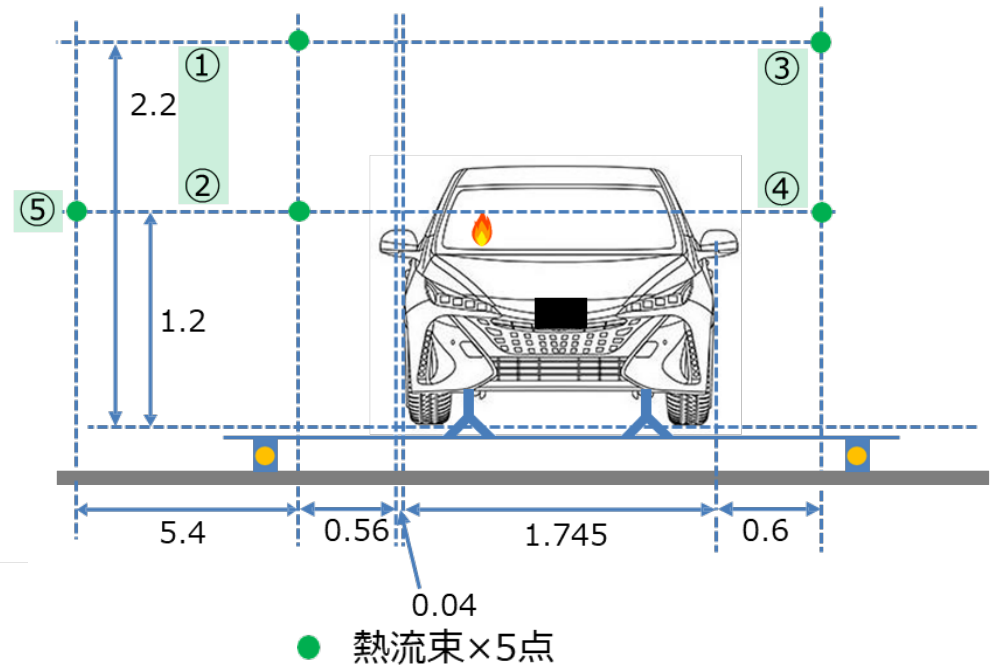
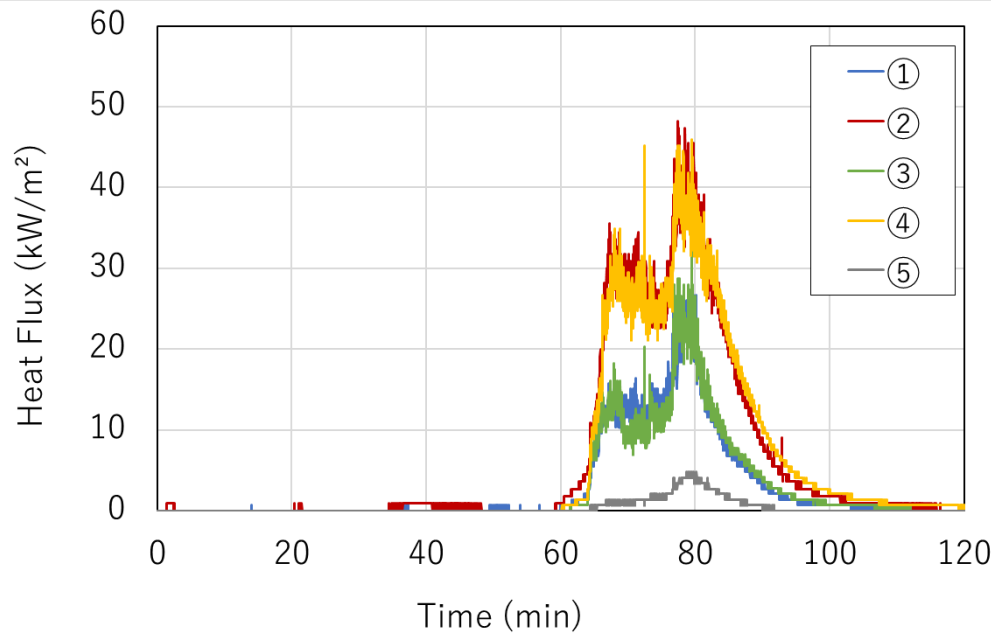
車両の燃焼実験について

実験結果 (A火災想定)

・輻射熱



熱流束グラフ

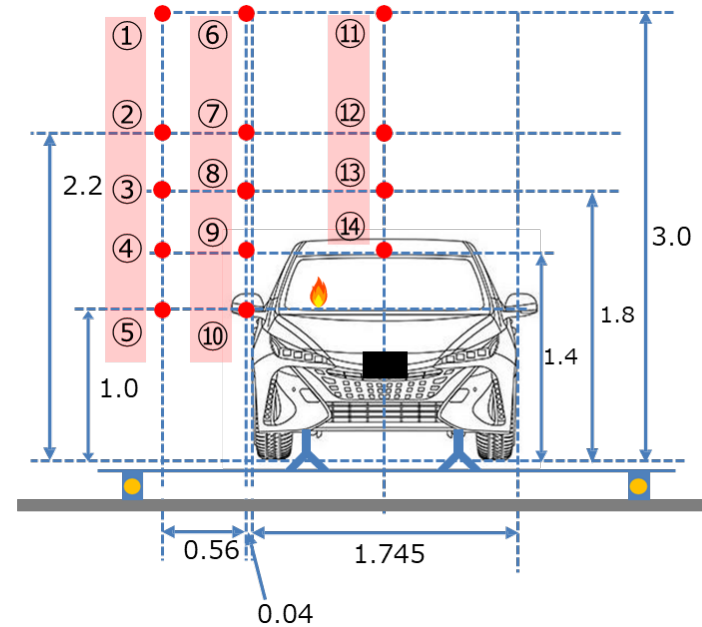
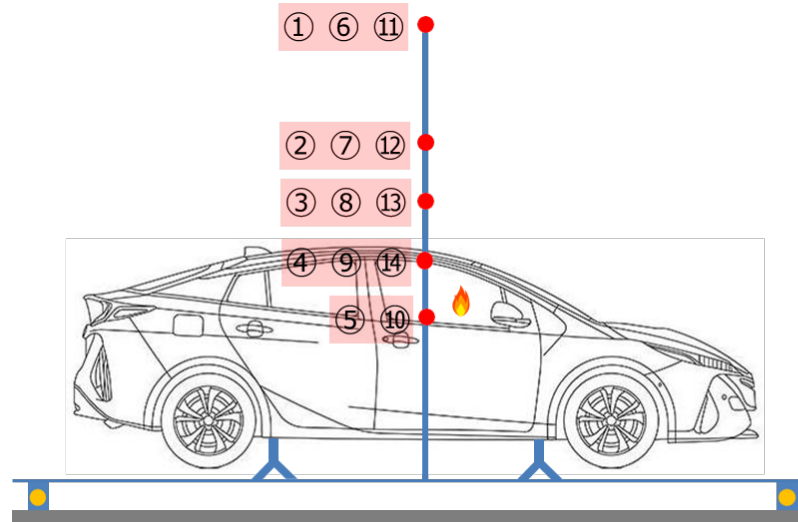


輻射熱のピークは77分程度に現れており、隣接車両を想定した距離0.6m、高さ1.2m (②) では48kW/m²となっている。

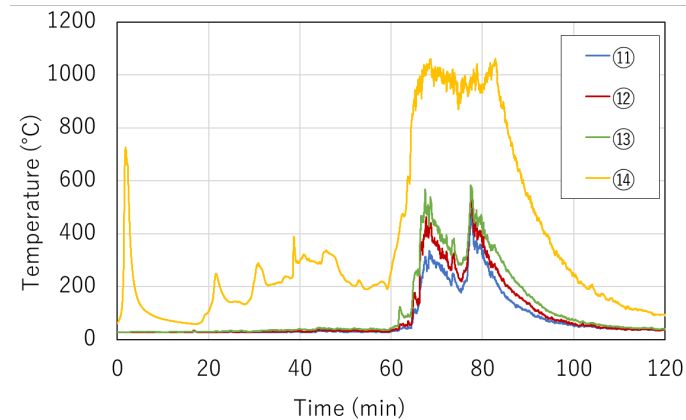
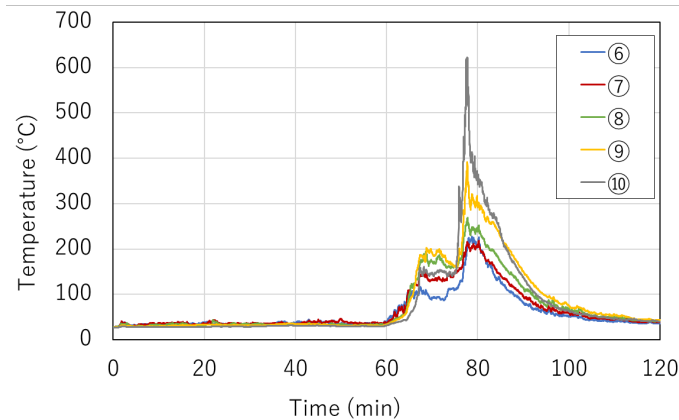
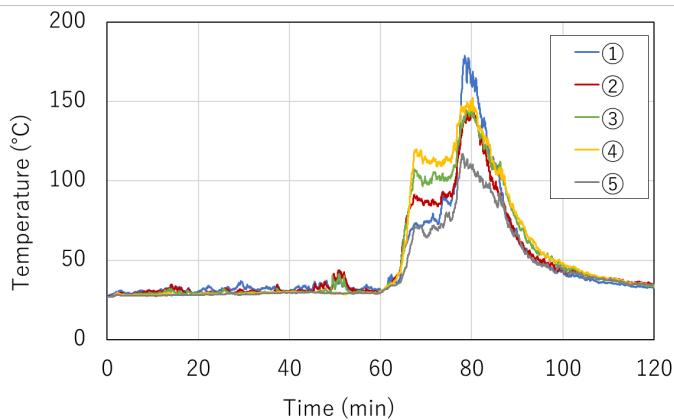
車両の燃焼実験について

実験結果 (A火災想定)

・温度



熱電対グラフ

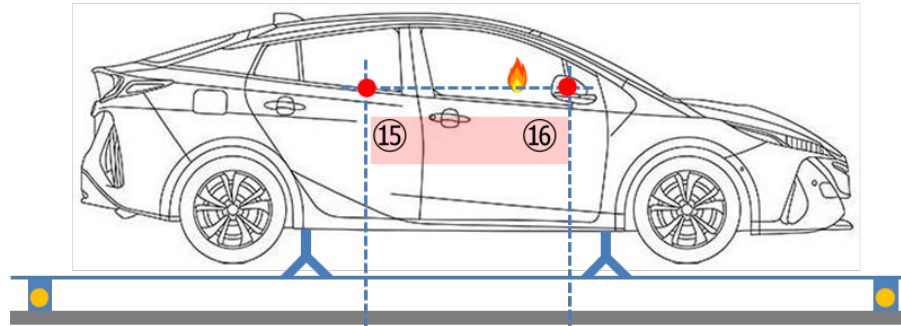


・温度のピークは82分頃に現れており、車室内の天井付近（⑭）で1,062度となっている。

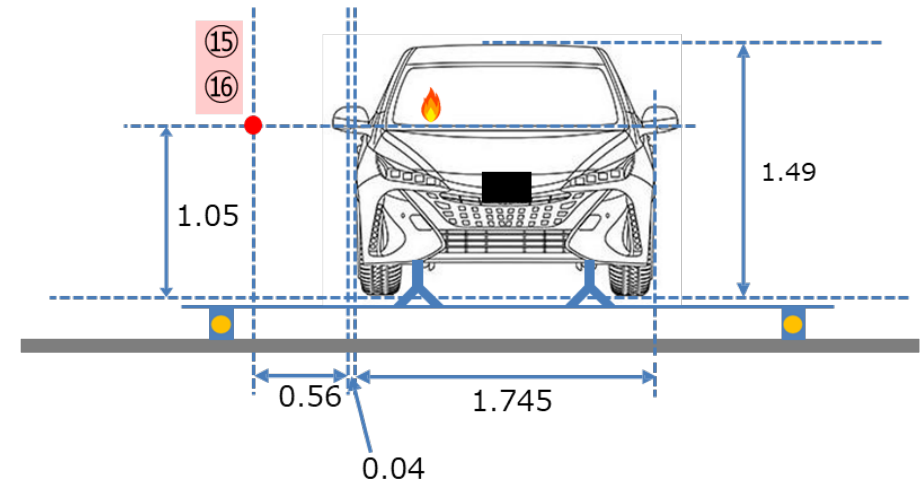
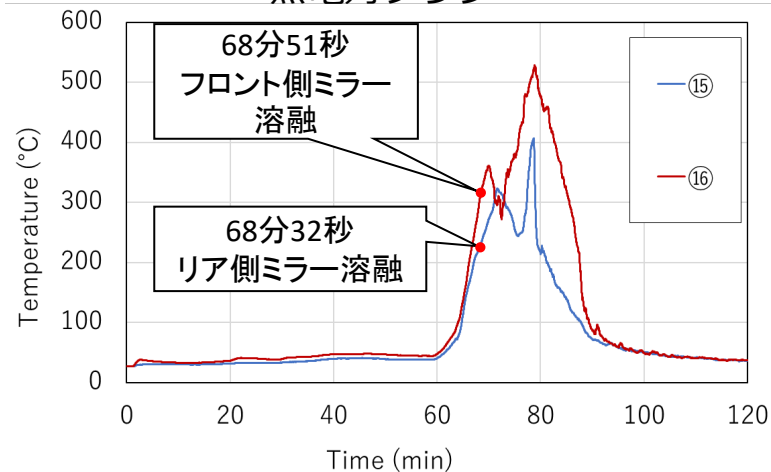
車両の燃焼実験について

実験結果 (A火災想定)

・温度(ミラー)



熱電対グラフ



● 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、共にミラー温度が200度を超えたあたりで溶融・着火しているように見受けられる。
- ・リア側ミラーは68分32秒付近で溶融。
- ・フロント側ミラーは68分51秒付近で溶融。

車両の燃焼実験について

実験状況

B火災想定

着火前



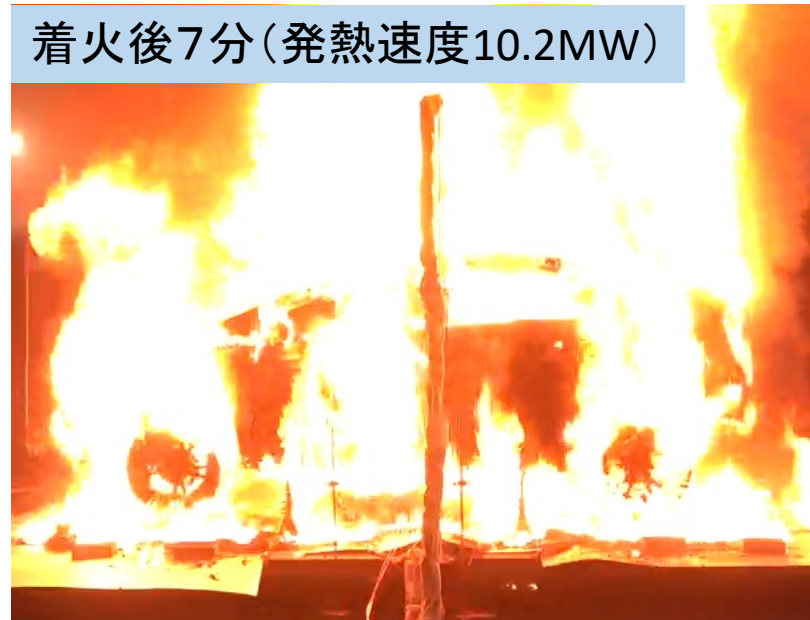
着火後1分(発熱速度1.5MW)



着火後5分(発熱速度7.5MW)



着火後7分(発熱速度10.2MW)



車両の燃焼実験について

実験状況

B火災想定

着火後10分(発熱速度7.3MW)



着火後15分(発熱速度4MW)



着火後20分(発熱速度1.7MW以下)

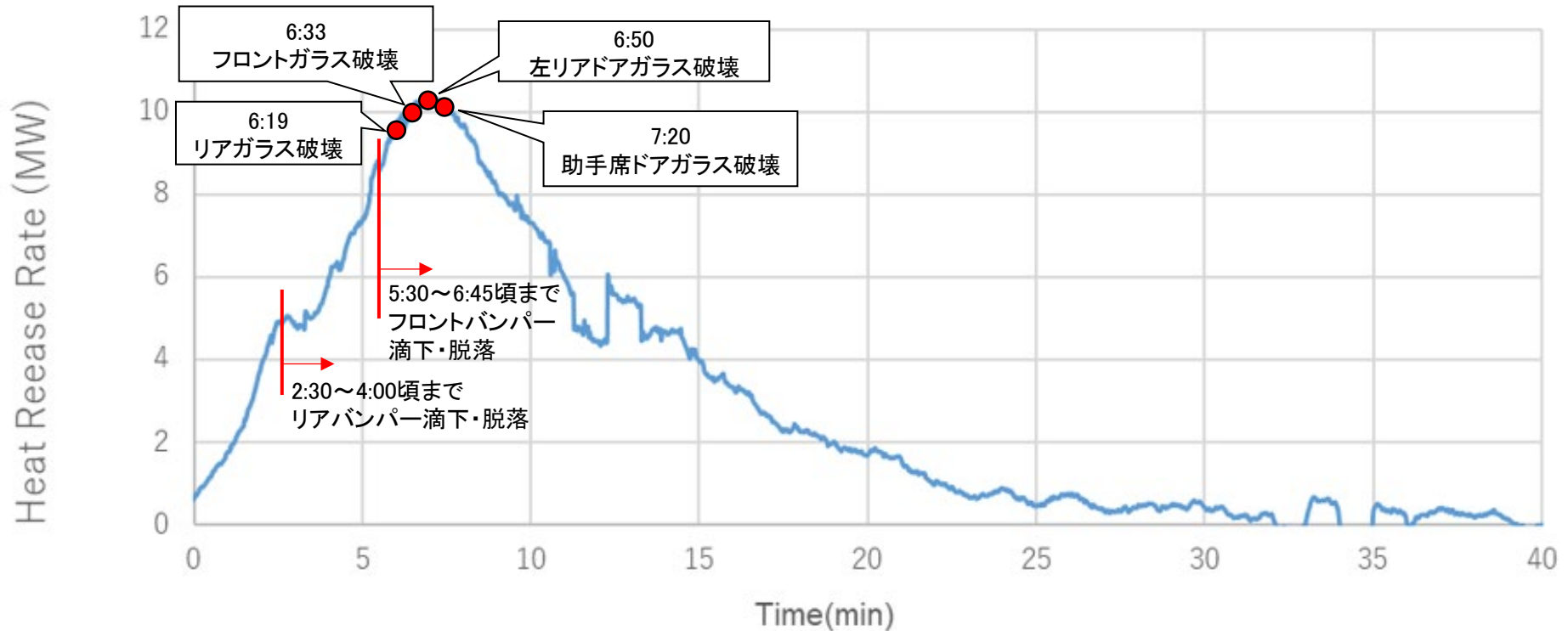


着火後25分(発熱速度1MW以下)



実験結果（B火災想定）

発熱速度の時間変化



発熱速度グラフ（補正前）

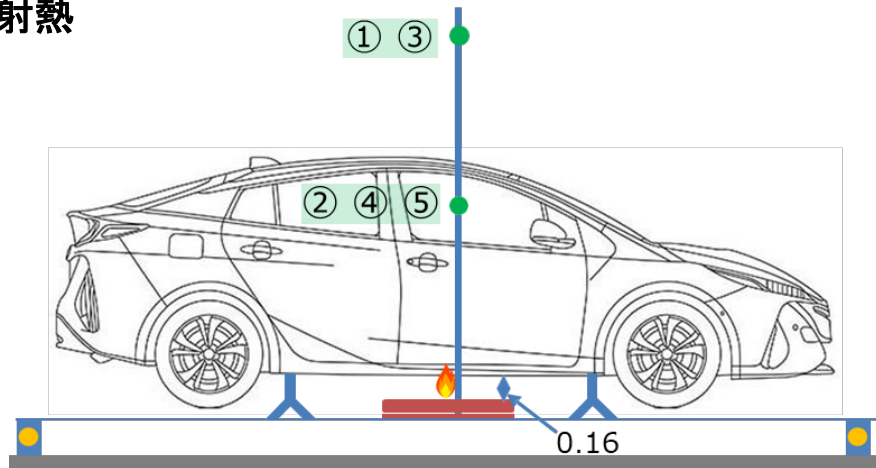
車両＋オイルパンの総発熱量：約6.9GJ

- ・車両の燃焼実験で得られた発熱速度のグラフを基にクリブの本数・組み方を検討。
- ・簡易模型の燃焼実験（B火災）で目指すのは、約10.2MWのピーク発熱速度とピーク前後における発熱速度の継続時間（5-10分）の再現とする。A火災のピーク発熱速度（約8.7MW）とn-ヘプタンを45L入れたオイルパンとの発熱速度（約2MW）の合計と概ね一致していることから、クリブの本数・組み方についてはA火災モデルと同様のものとする。

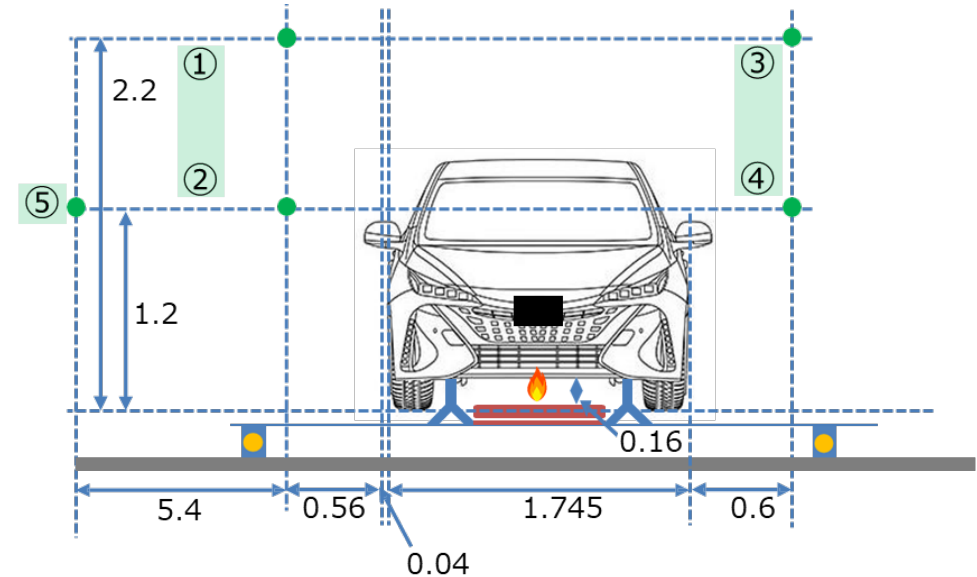
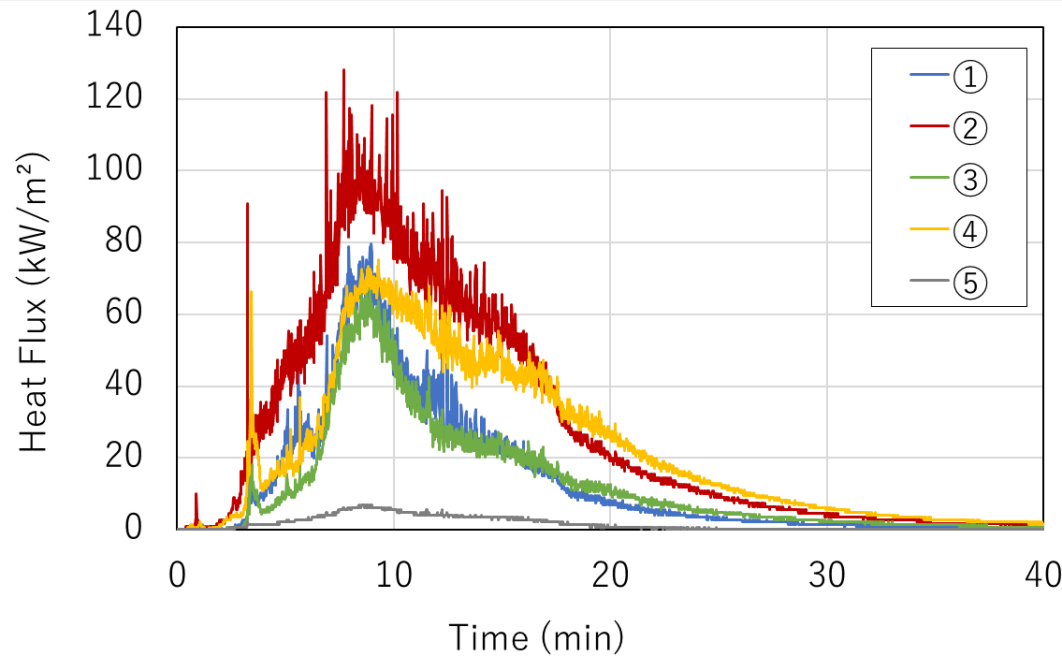
車両の燃焼実験について

実験結果 (B火災想定)

・輻射熱



熱流束グラフ



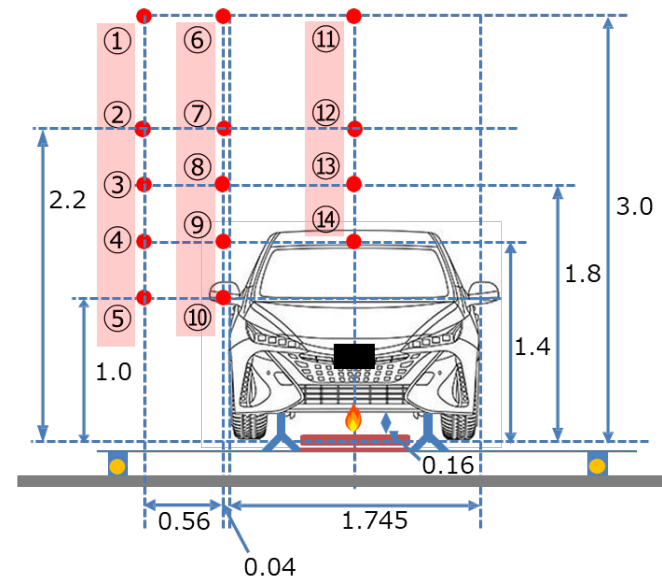
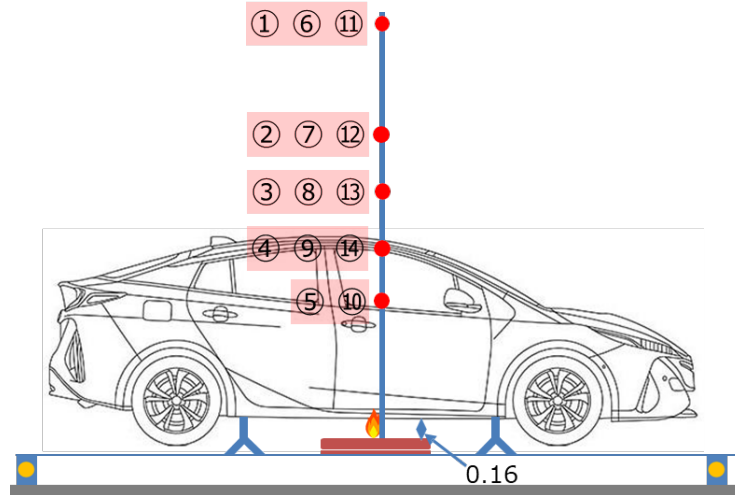
● 熱流束×5点

・輻射熱のピークは7分程度に現れており、隣接車両を想定した距離0.6m、高さ1.2m (②) では128kW/m²となっている。

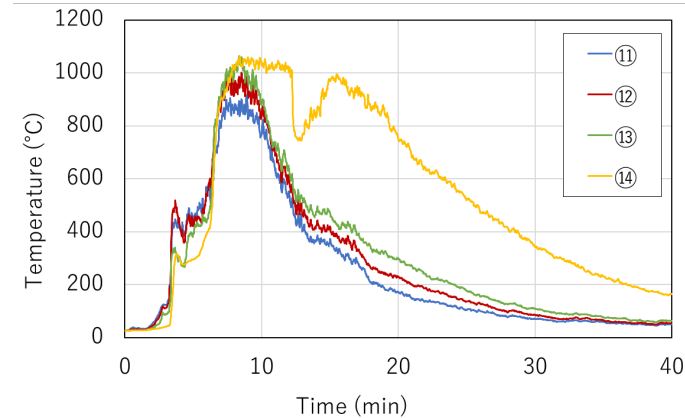
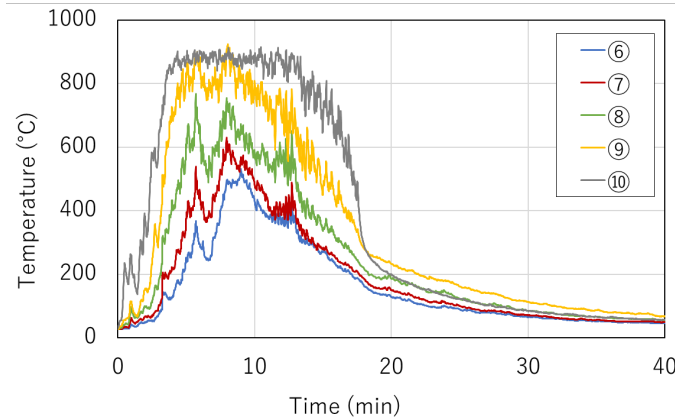
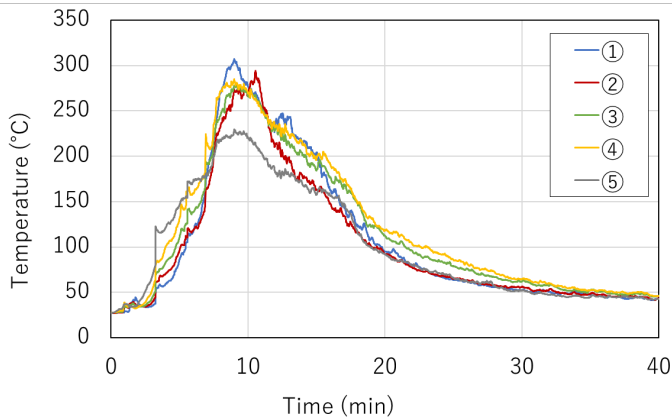
車両の燃焼実験について

実験結果 (B火災想定)

・温度



熱電対グラフ

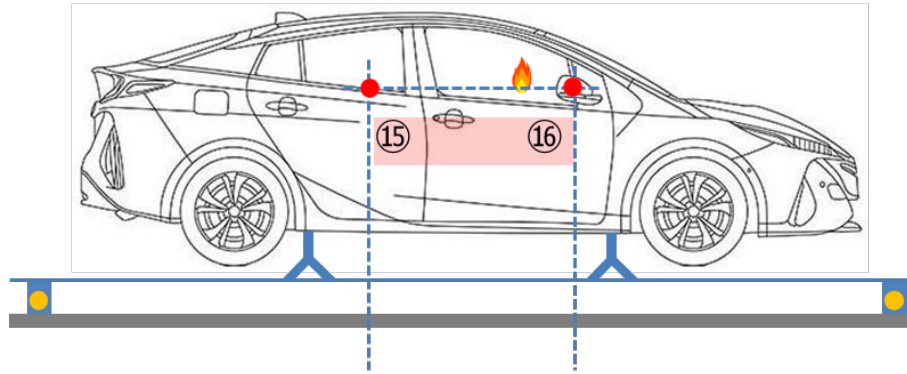


・温度のピークは8分頃に現れており、車室内の天井付近（⑭）で1,063度となっている。

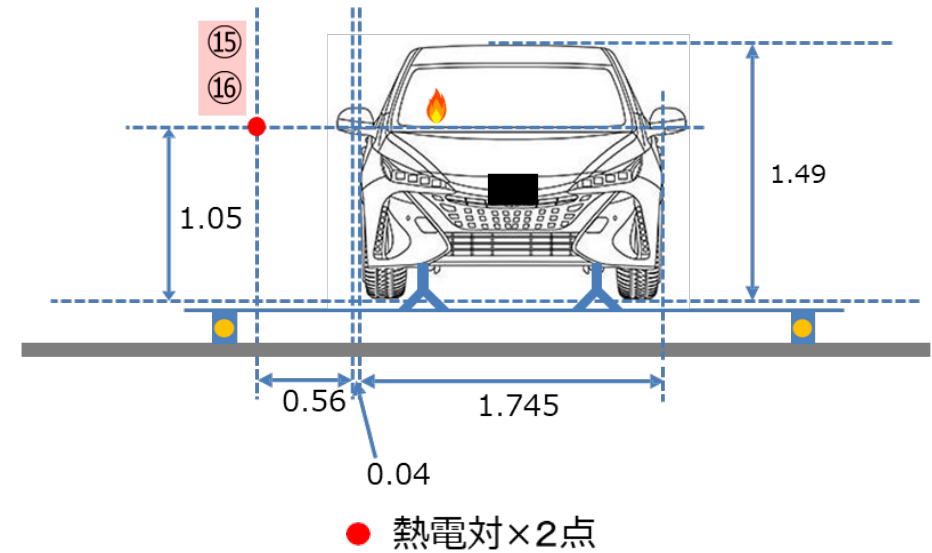
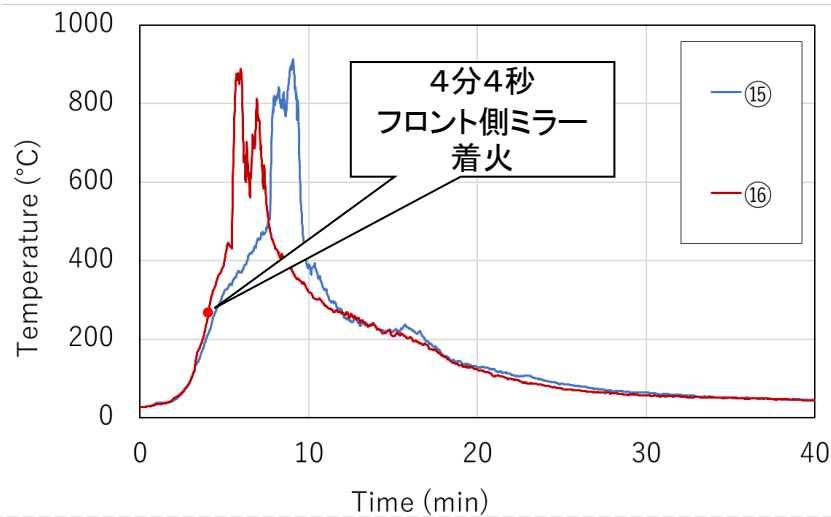
車両の燃焼実験について

実験結果 (B火災想定)

・温度(ミラー温度)



熱電対グラフ



- ・フロント側、リア側の隣接車両を想定したミラーは、A 火災と同様に、共にミラー温度が200度を超えたあたりから溶融・着火しているように見受けられる。
- ・リア側ミラーの着火時間は、映像からは確認できなかった。
- ・フロント側ミラーは4分4秒付近で着火。