

<火災シミュレーションの概要>

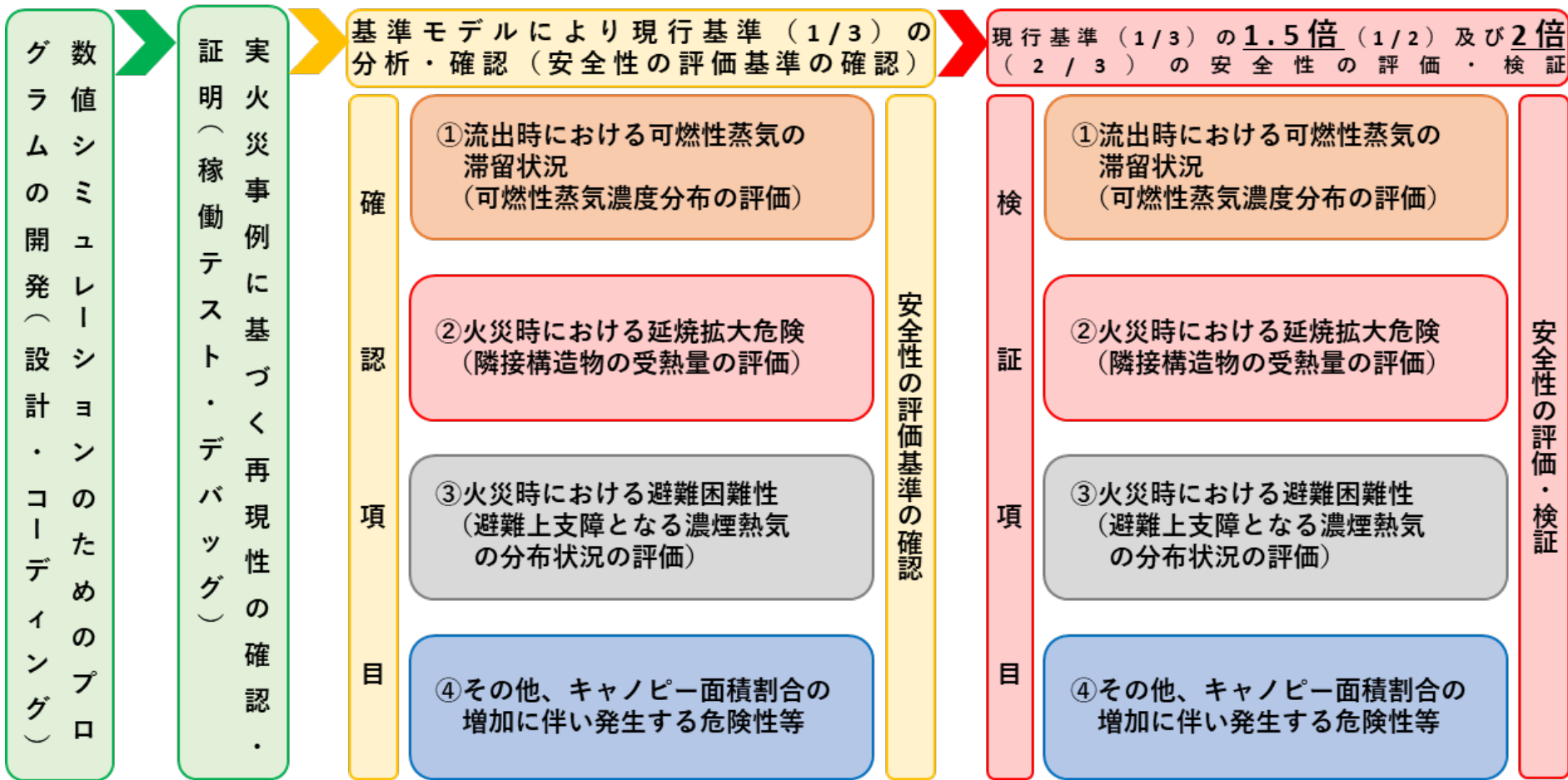
以下のフローに基づき、屋外給油取扱所におけるキャノピー制限の緩和の安全性の評価・検証を実施

I

II

III

IV



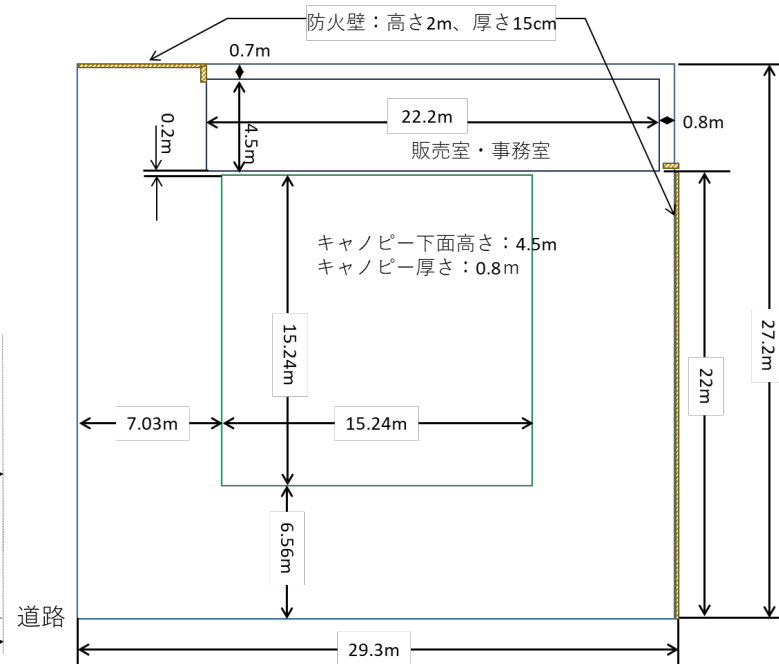
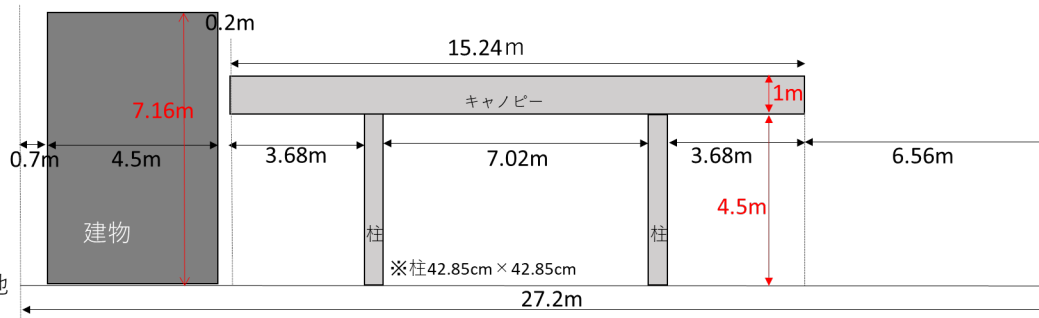
事故が発生した給油取扱所の例

建築物の配置：道路境界線（主要な乗り入れ）に対して**奥側の建物配置**
 1階の床面積：**100㎡程度**、キャノピー高さ：**5.3m程度**

一般的な給油取扱所の仕様に関する調査結果 ※日本ガソリン計量機工業会調べ

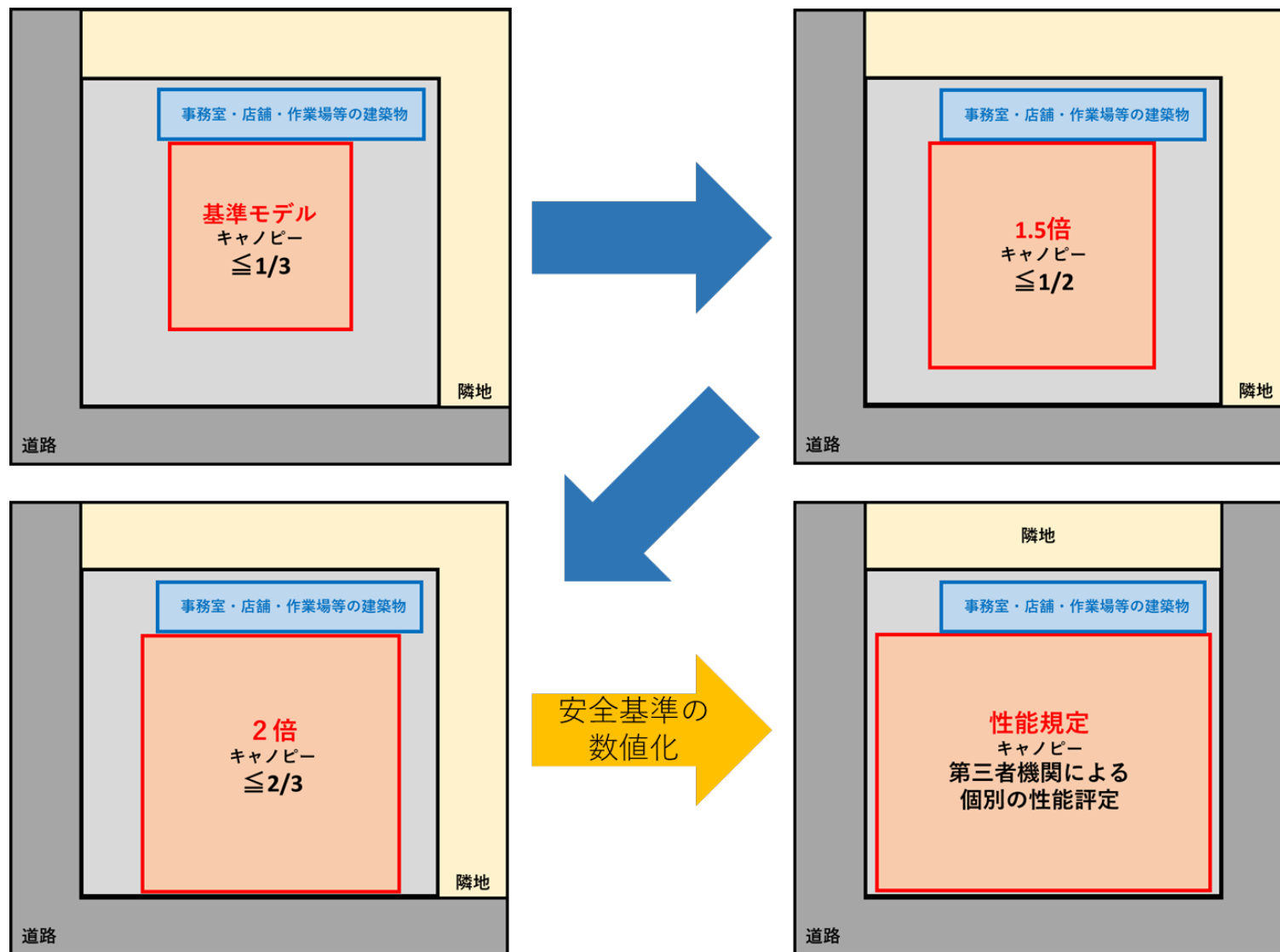
- Q1：事務所等の建築物の配置 → 道路境界線に対して**奥側の建物配置**
- Q2：敷地面積及び事務所等建築物1階の床面積 → **敷地：1500～3000㎡、1階部分床面積：80～100㎡**
- Q3：防火塀の高さ・厚さ → **高さ：2.1～2.5m、厚さ：150～200mm**
- Q4：キャノピーと建築物との接続あるいは空間 → キャノピーと建築物が**接続していないものが主流**
- Q5：キャノピーの配置 → **敷地の中心**に位置
- Q6：キャノピーの高さ → 軒天で**4.7～5.2m**
- Q7：キャノピーの仕様（材質、厚さ、仕上げ） → 折板・幕板厚500～800mm、天井：塩ビ塗装、幕板：ウレタン塗装

一般的な給油取扱所をモデル化（基準モデル）



現行基準（1/3）の1.5倍（1/2）及び2倍（2/3）の安全性の評価・検証

現行基準（1/3）の安全性について、シミュレーションにより評価・確認後、キャノピー面積を1.5倍、2倍と順次拡大させた場合の①～③の検証項目について現行基準と比較検証し、安全性を評価



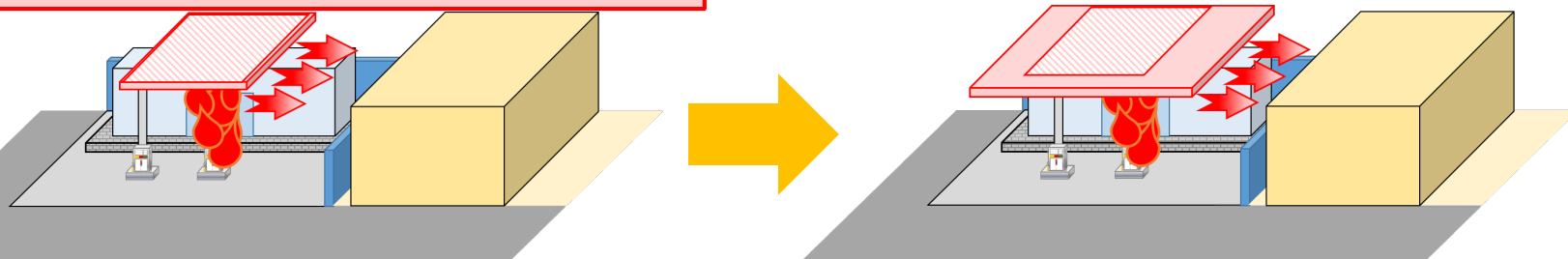
- ※キャノピーの四方が開放された条件（最小で0.2m）において実施
- ※計算負荷軽減を目的に、他の可燃物等への延焼拡大については再現しない
- ※キャノピーの拡大に伴う柱の条件については考慮せず

①流出時における可燃性蒸気の滞留状況（可燃性蒸気濃度分布の評価）



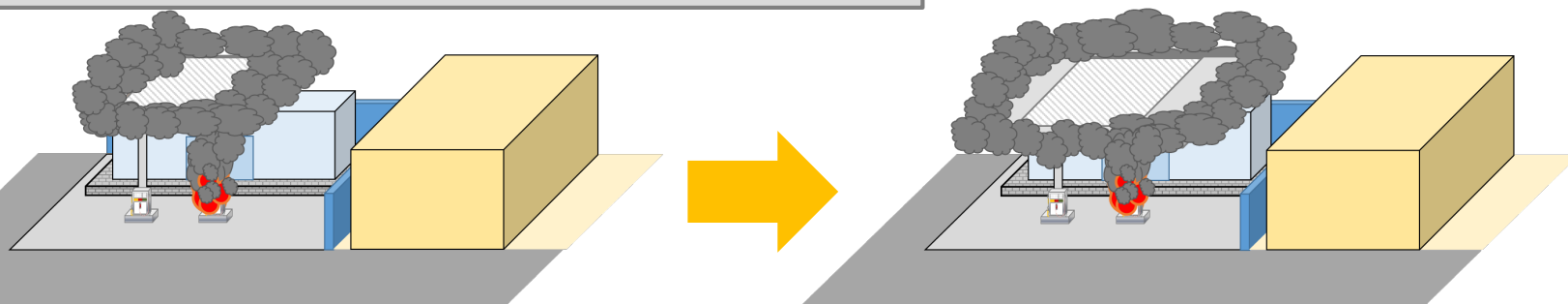
流出時における可燃性蒸気濃度の分布状況について、基準モデルと比較検証し安全性を評価する。

②火災時における延焼拡大危険（隣接構造物の受熱量の評価）



想定する火災規模における隣接構造物の受熱量を評価する。隣地側敷地境界線上に設定した受熱量評価断面が受ける熱量（火災発生から10分間）を算出し、当該熱量が、危険物の規則に関する技術上の基準の細目を定める告示第4の52第3項で定める式を満たしていることを確認し安全性を評価する。

③火災時における避難困難性（避難上支障となる濃煙熱気の分布状況の評価）



避難上支障となる濃煙熱気（減光係数が0.1から0.4の範囲となる濃度の煙・ 100° 以上となる熱気）の分布状況について基準モデルと比較検証し安全性を評価する。

④その他、キャノピー面積割合の増加に伴い発生する危険性等

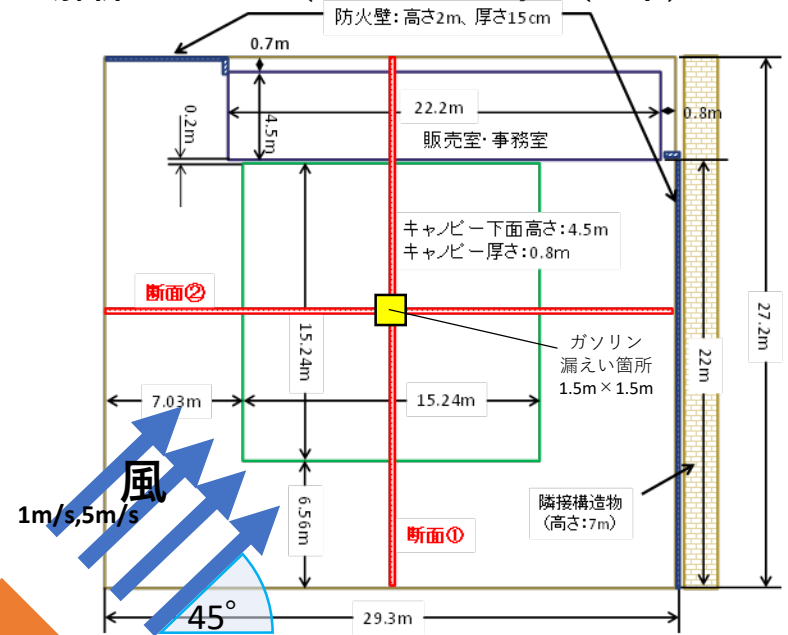
①から③までのほか、シミュレーションにより確認できる事象及び危険性等について考察し評価する。

シミュレーション設定条件

各種条件	① 可燃性蒸気の滞留状況	② 火災時における延焼拡大危険 ③ 火災時における避難困難性
気温	300 K (27°C)	
風向	道路側から給油取扱所の敷地に対して45°の角度となる方向	
風速	①0m/s ②1m/s ③5m/s	
計算時間	定常状態となるまで	
漏えい想定箇所・位置	1.5m×1.5mの領域においてガソリンが漏えい (= 蒸発速度0.1m/s) 固定給油設備・キャノピーの中心	
火災想定箇所・位置		
敷地の開放性	道路に対して二面が開放	
キャノピーの開放性	キャノピーの四方が開放 (最小で0.2m)	
キャノピーの高さ	4.5m	
防火塀との離隔	最小で3.88m	
その他		計算負荷軽減を目的に、他の可燃物等への延焼拡大の再現は除外

①可燃性蒸気の滞留状況の解析

解析モデル1 (キャンピー1/3 (基準) モデル)

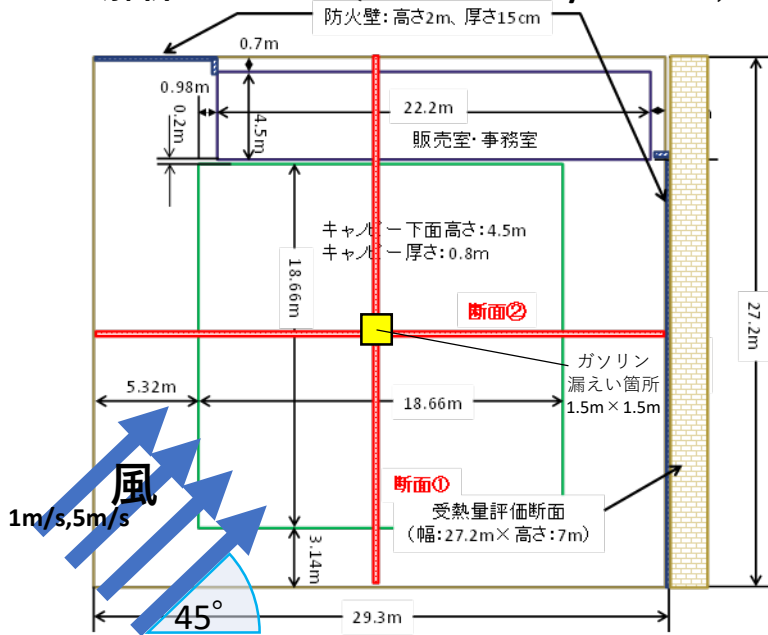


キャンピー面積 (緑色の四角部分) を拡大させた場合における、断面①及び断面②の可燃性蒸気濃度の変化を比較

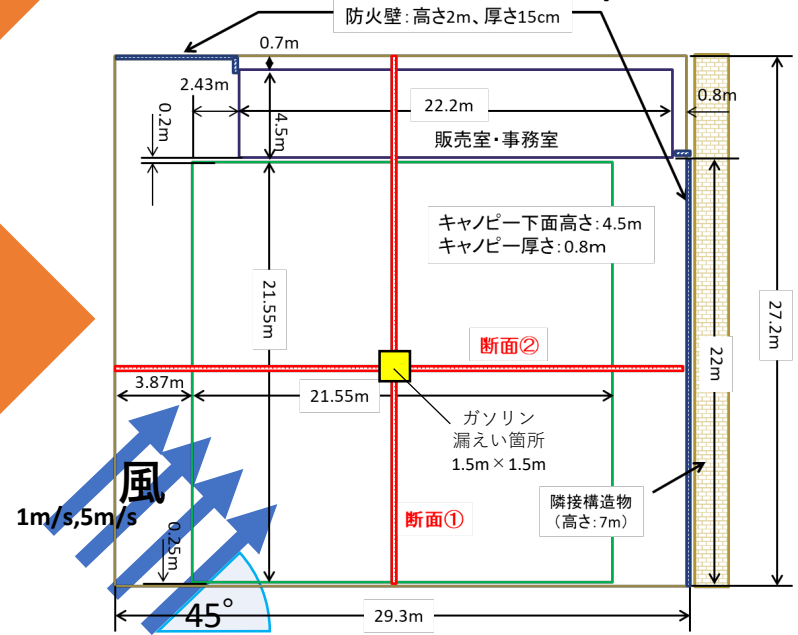
1.5m x 1.5mの領域においてガソリンが漏えいしたときを想定 (= 蒸発速度0.1m/s)

風 (図左斜め下45° から1m/s,5m/sの風が吹いた場合) の影響下においてもそれぞれ検証

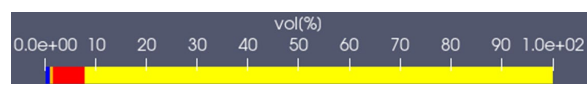
解析モデル2 (キャンピー1/2モデル)



解析モデル3 (キャンピー2/3モデル)

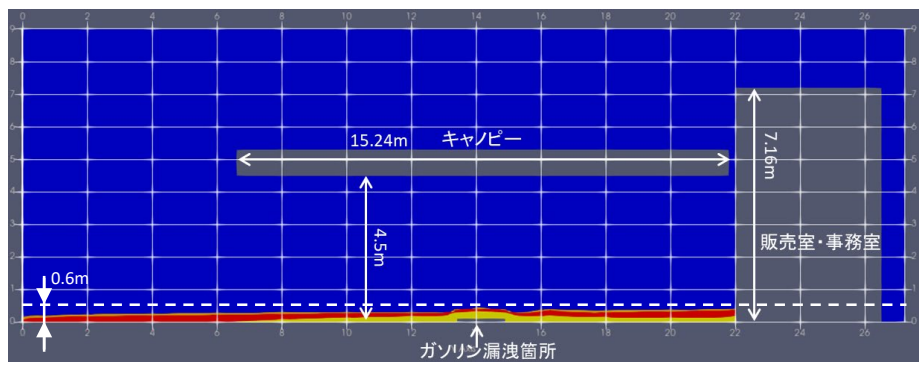


可燃性蒸気濃度分布 (無風)

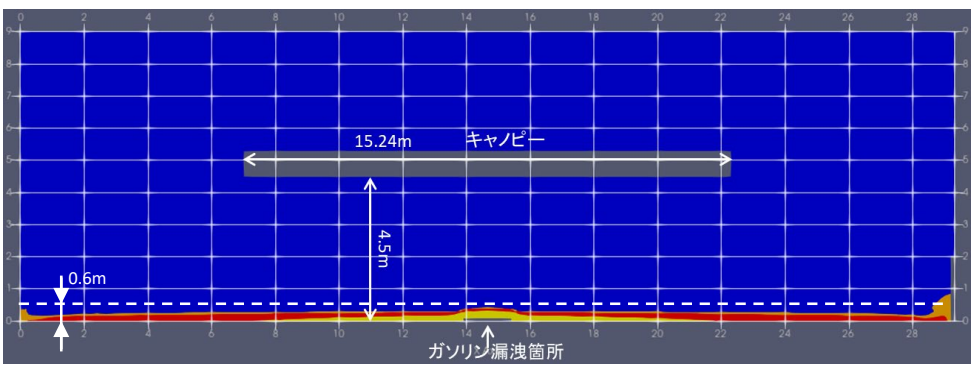


- 50% L E L : 0.7vol%
- 爆発下限界 (L E L) : 1.4vol%
- 爆発上限界 (L E L) : 7.6vol%

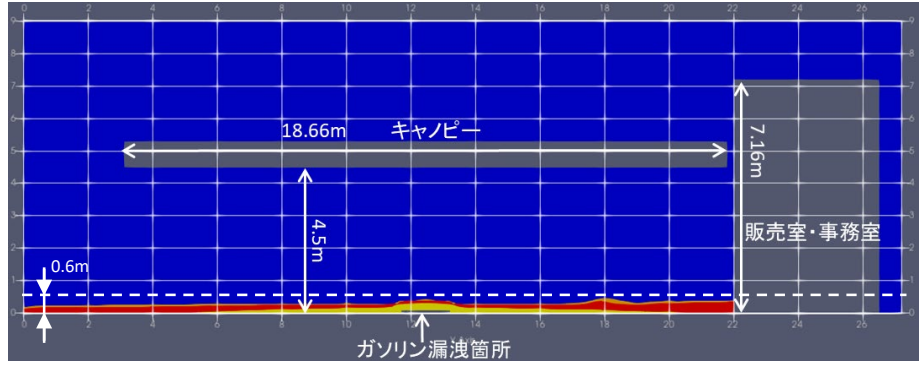
キャノピー面積1/3、無風 (断面①) 30秒後



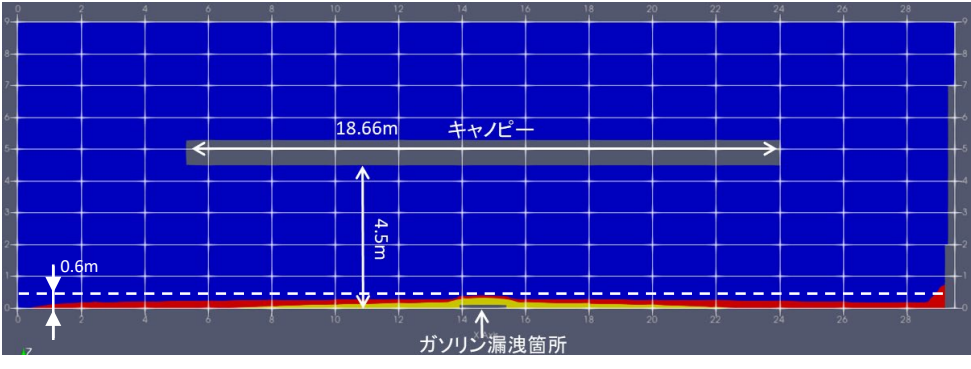
キャノピー面積1/3、無風 (断面②) 30秒後



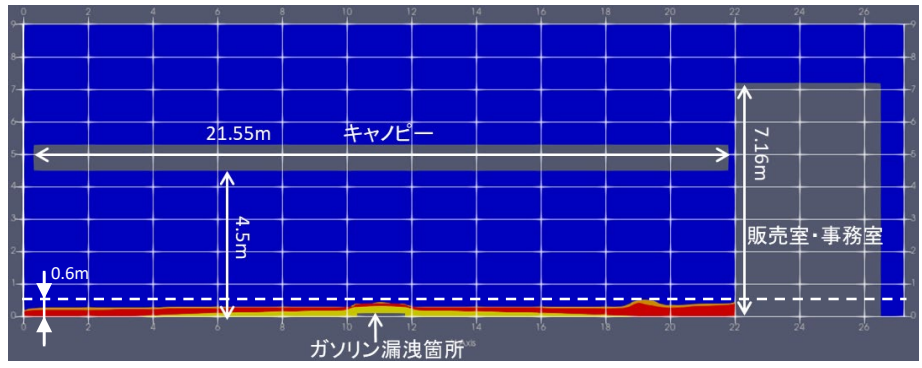
キャノピー面積1/2、無風 (断面①) 30秒後



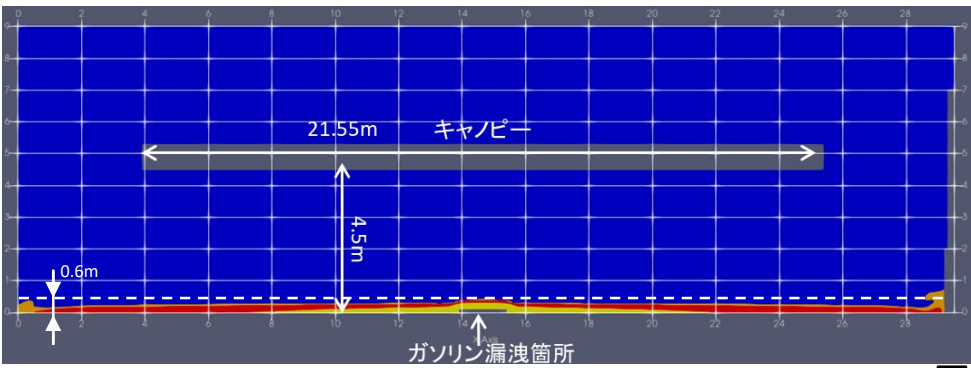
キャノピー面積1/2、無風 (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、無風 (断面①) 30秒後

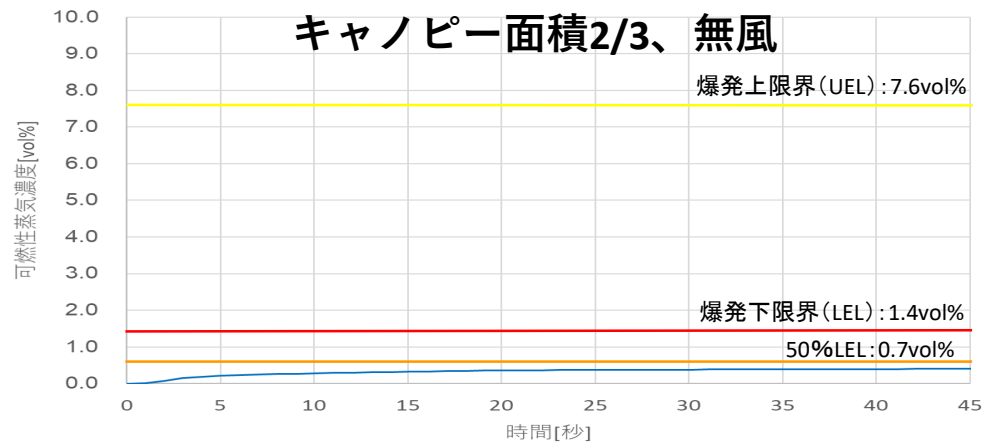
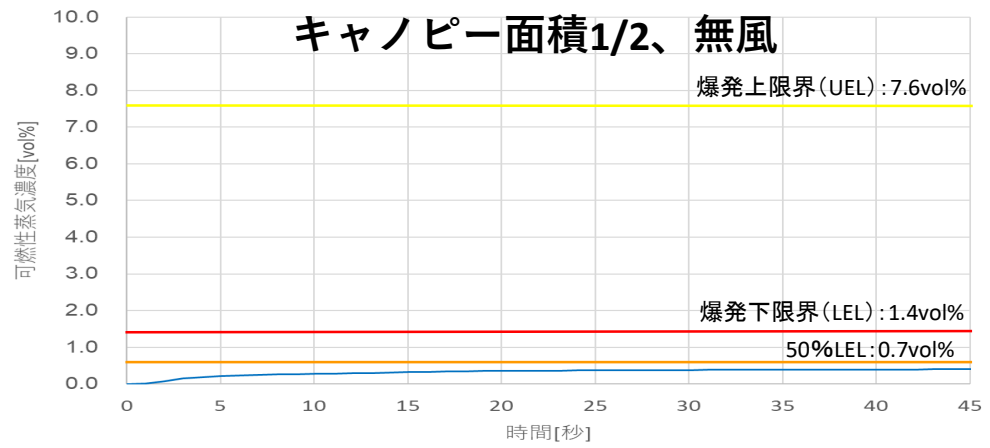
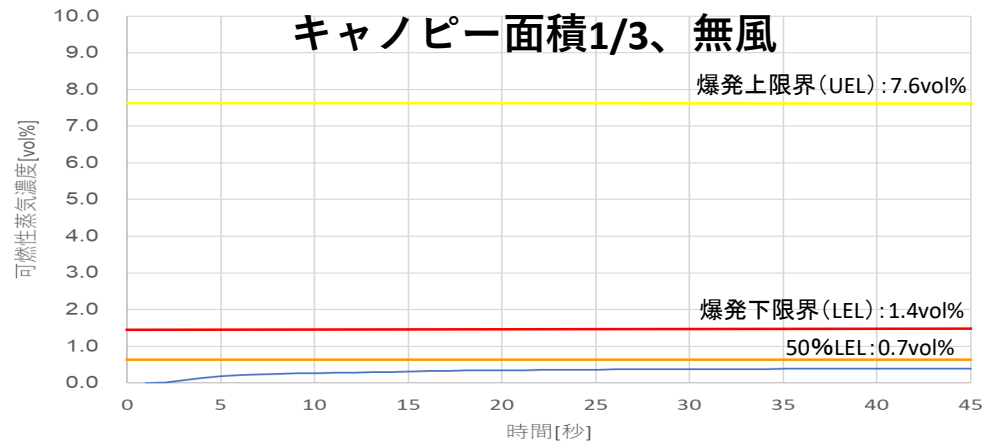


キャノピー面積2/3、無風 (断面②) 30秒後

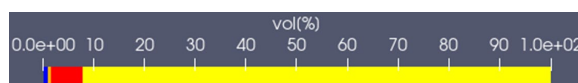


平均可燃性蒸気濃度（断面①）の経時変化

※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

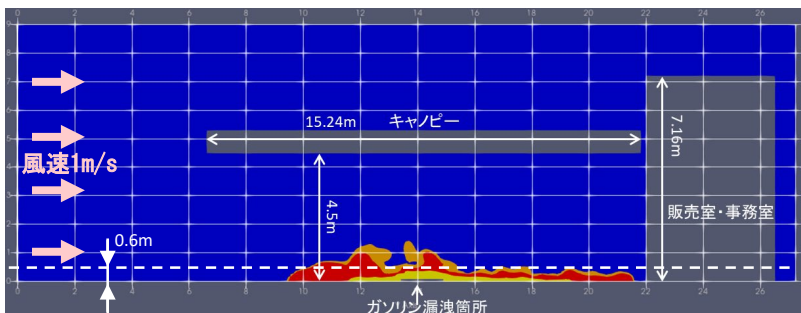


可燃性蒸気濃度分布 (1m/s)

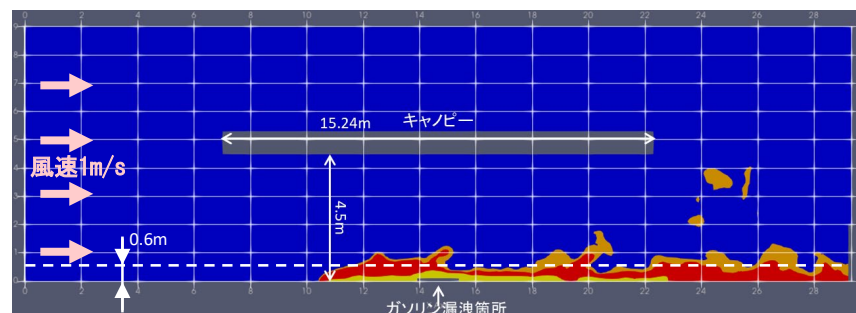


- 50% L E L : 0.7vol%
- 爆発下限界 (L E L) : 1.4vol%
- 爆発上限界 (L E L) : 7.6vol%

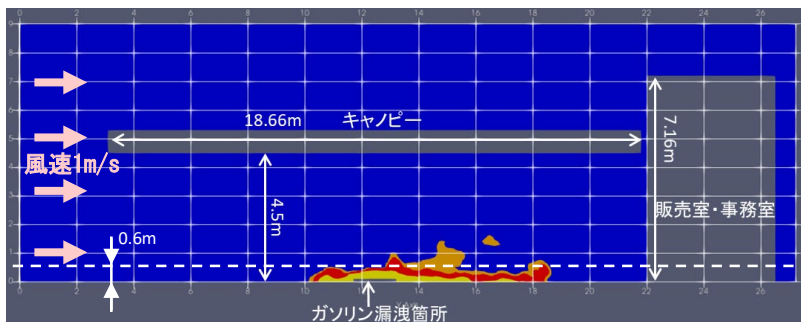
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



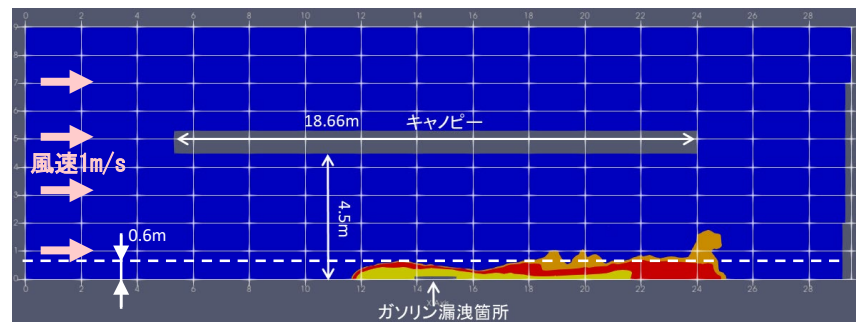
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面②) 30秒後



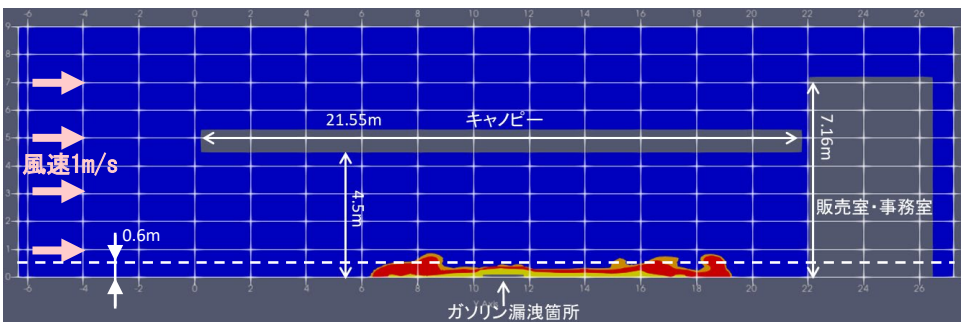
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面①) 30秒後



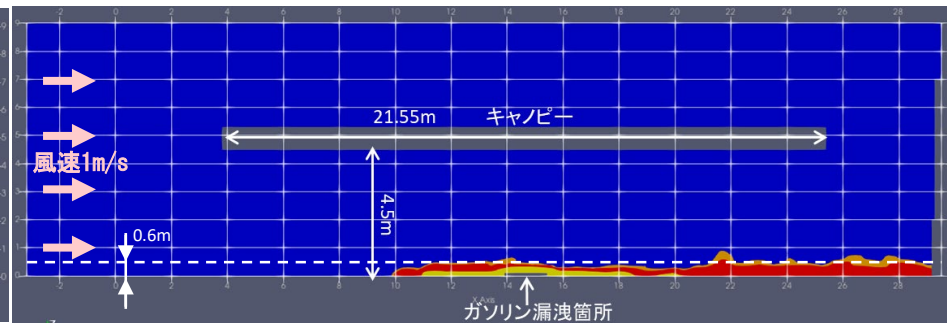
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面②) 30秒後

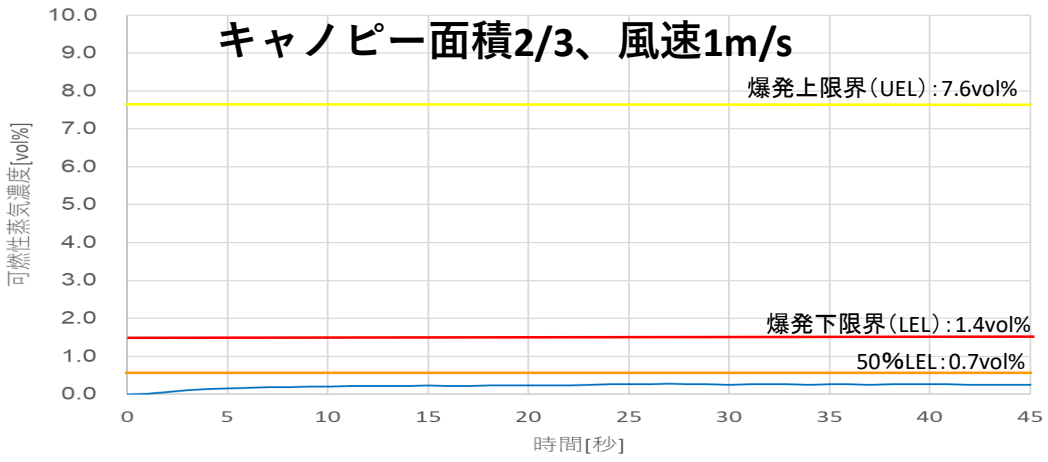
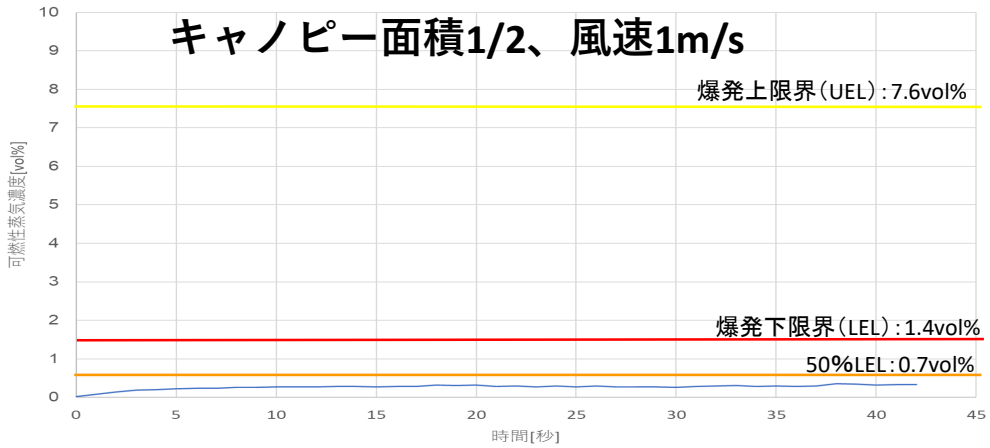
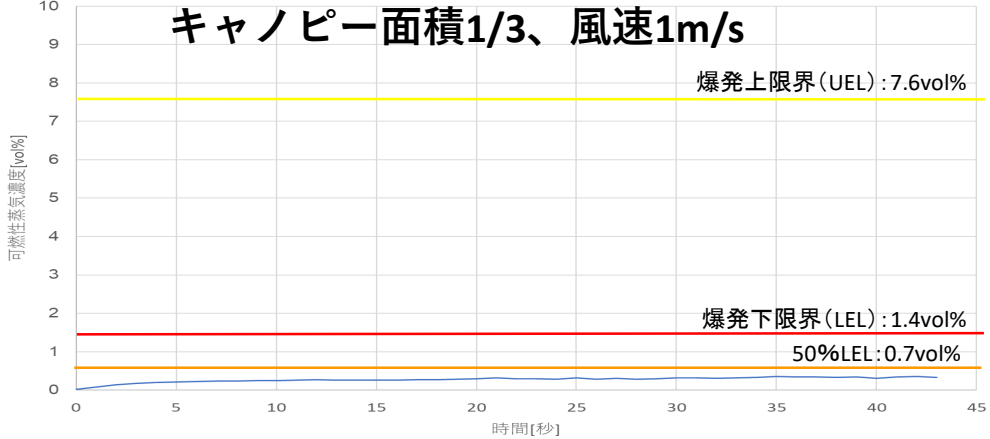


平均可燃性蒸気濃度（断面①）の経時変化

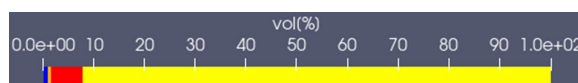
※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

風速1m/sが最もクリティカルな影響を及ぼす。

（平成23年給油取扱所に急速充電設備を設置する場合の安全対策に係る検討におけるシミュレーション結果と同様）

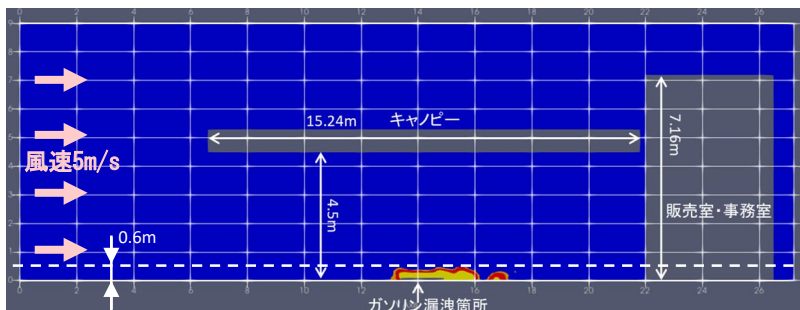


可燃性蒸気濃度分布 (5m/s)

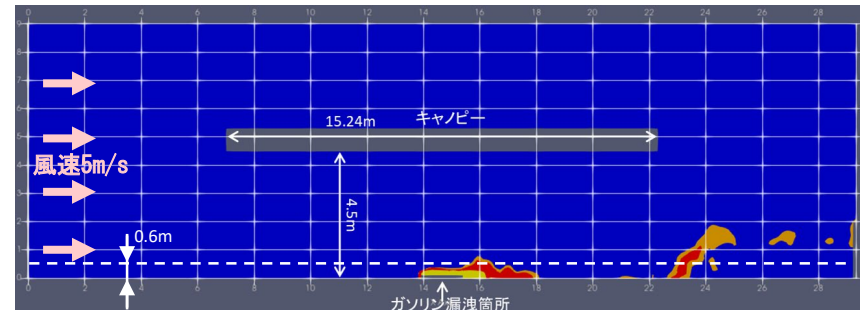


- 50% L E L : 0.7vol%
- 爆発下限界 (L E L) : 1.4vol%
- 爆発上限界 (L E L) : 7.6vol%

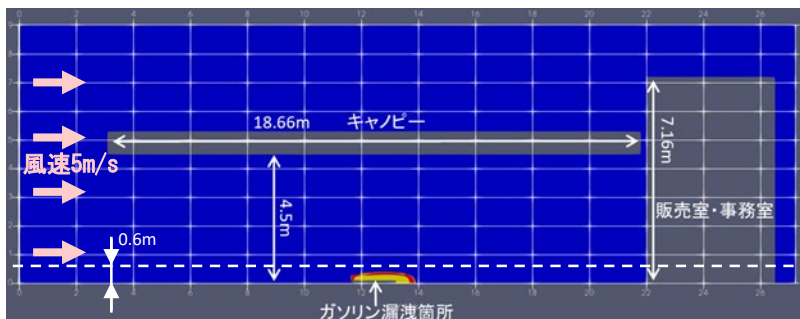
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面①) 30秒後



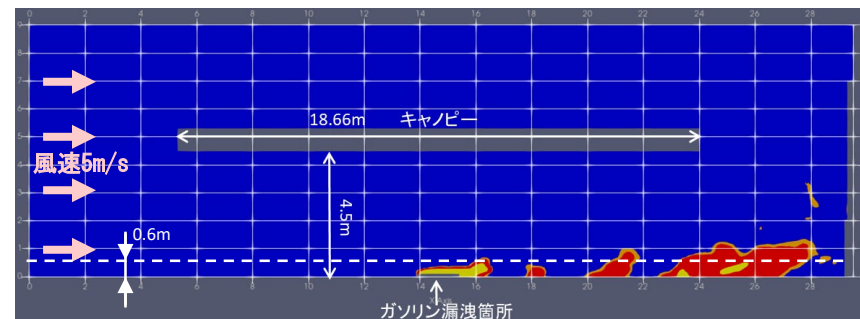
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



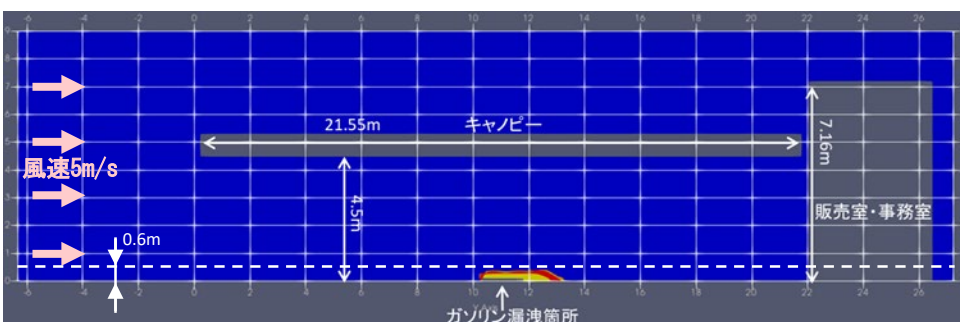
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面①) 30秒後



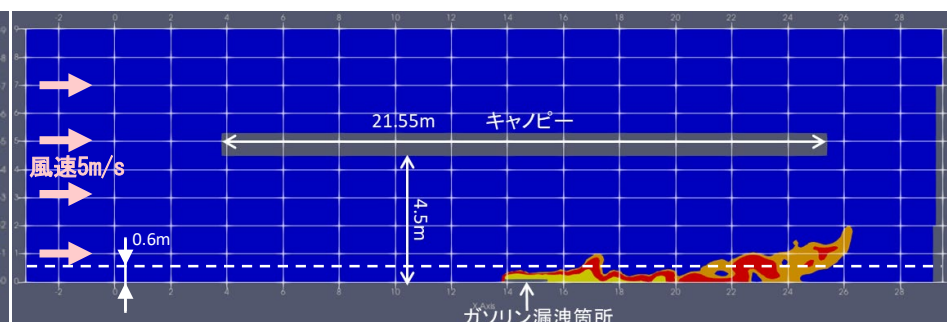
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面①) 30秒後



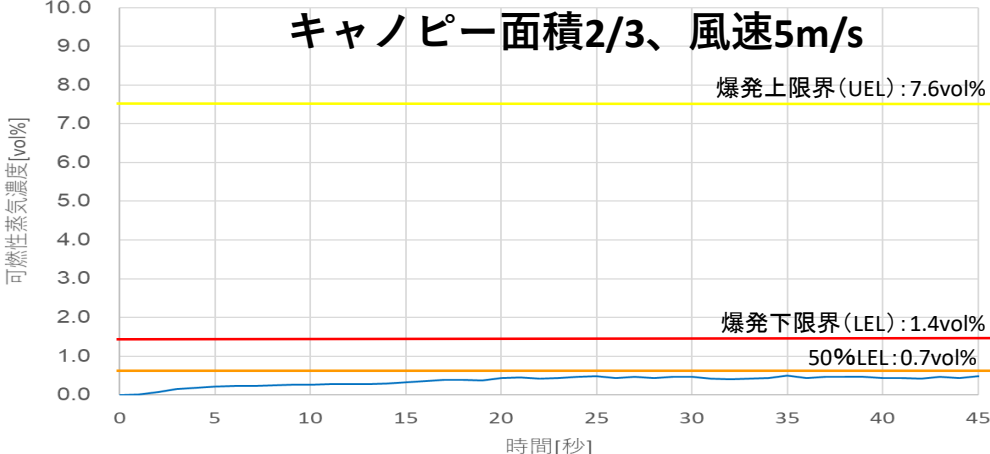
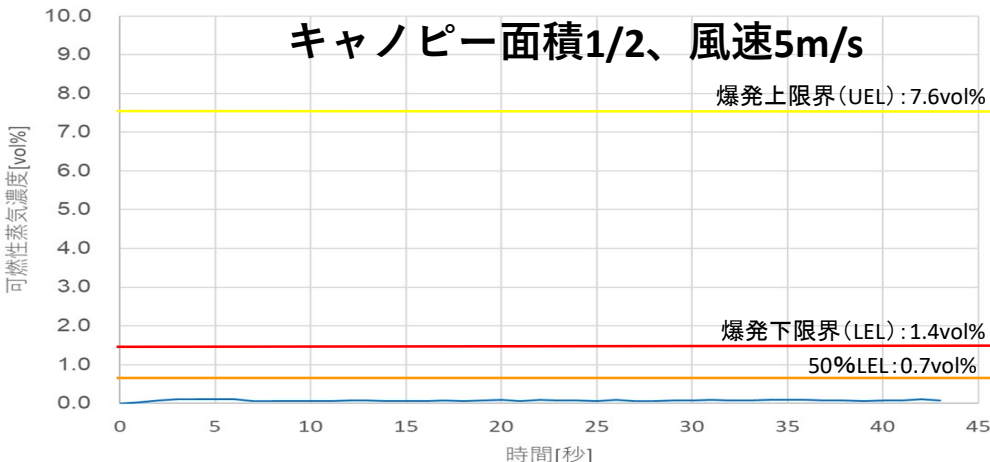
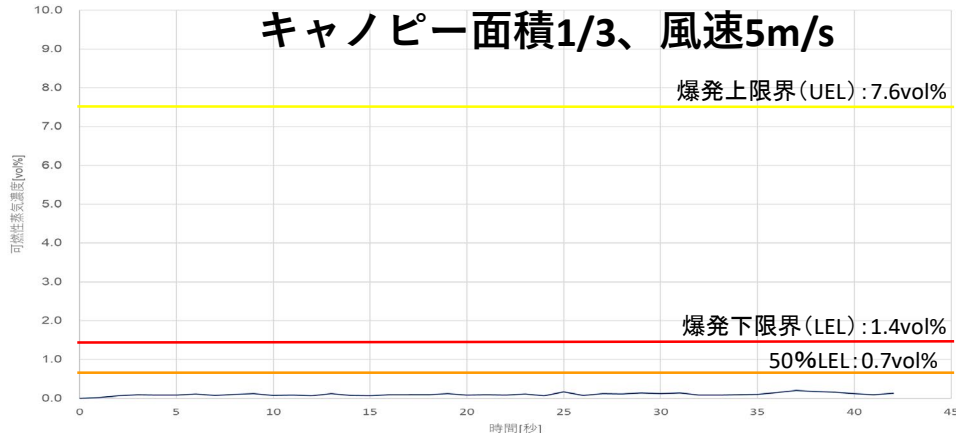
キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



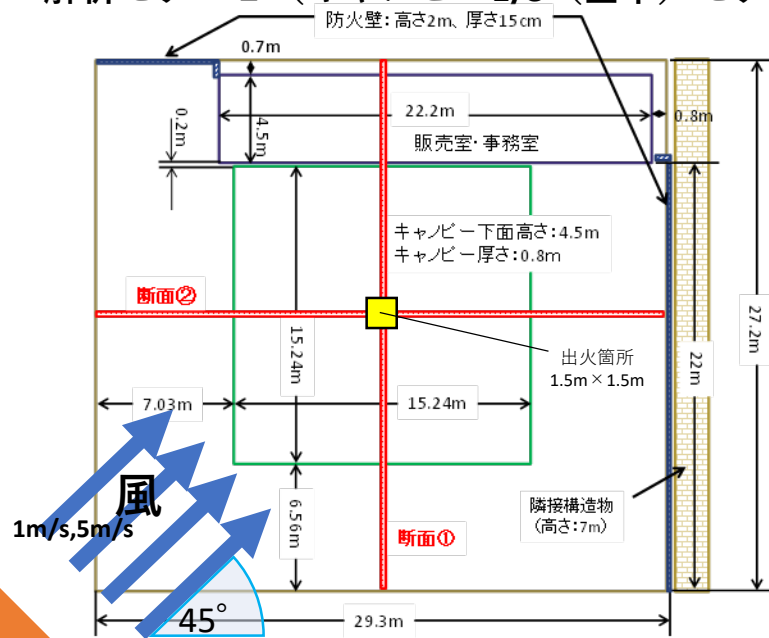
平均可燃性蒸気濃度 (断面①) の経時変化

※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

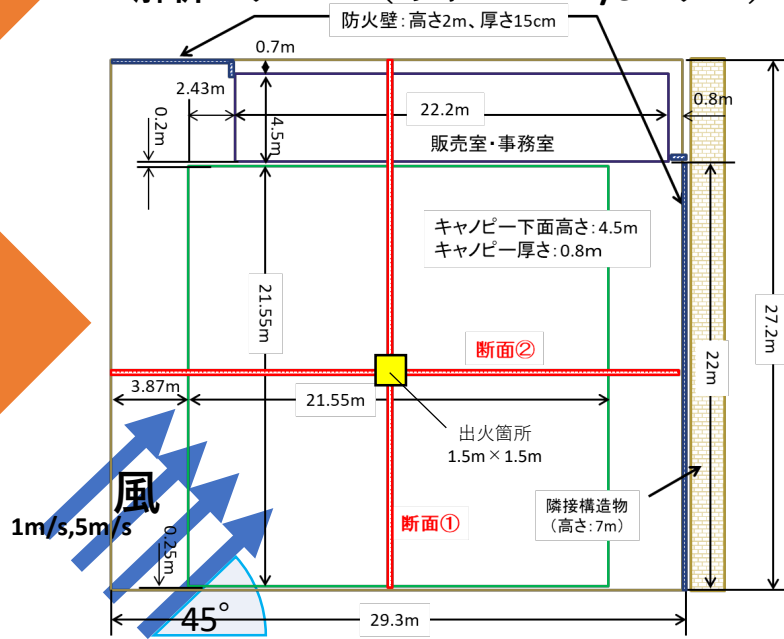
風速5m/sでは、風により拡散される傾向にある。



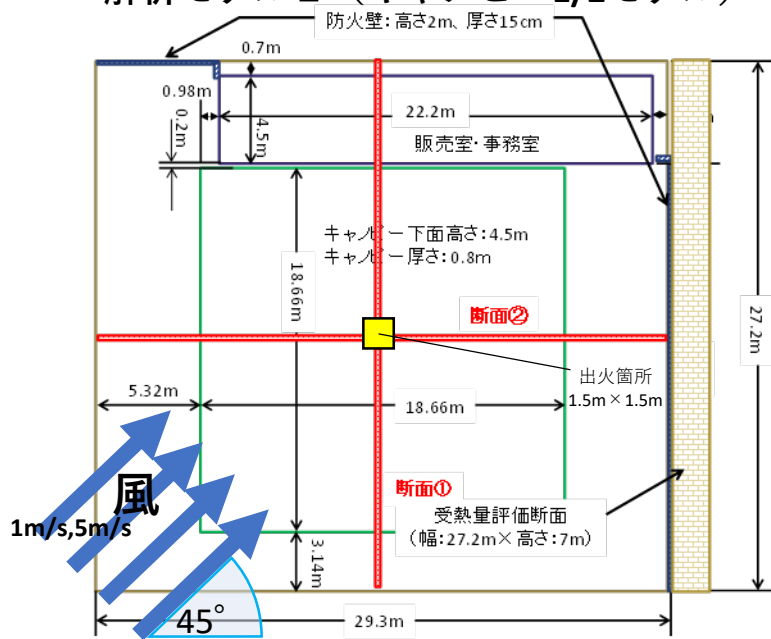
解析モデル1（キャノピー1/3（基準）モデル）



解析モデル3（キャノピー2/3モデル）



解析モデル2（キャノピー1/2モデル）



キャノピー面積（緑色の四角部分）を拡大させた場合における、断面①及び断面②における熱気（温度分布）及び煙の変化（減光係数分布）を比較（赤色線部分）

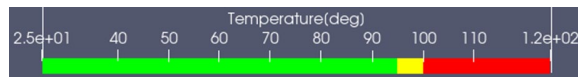
1.5m × 1.5mの領域における漏えいガソリン

（＝蒸発速度0.1m/s）が燃焼

※計算負荷軽減を目的に、他の可燃物等への延焼拡大の再現は除外

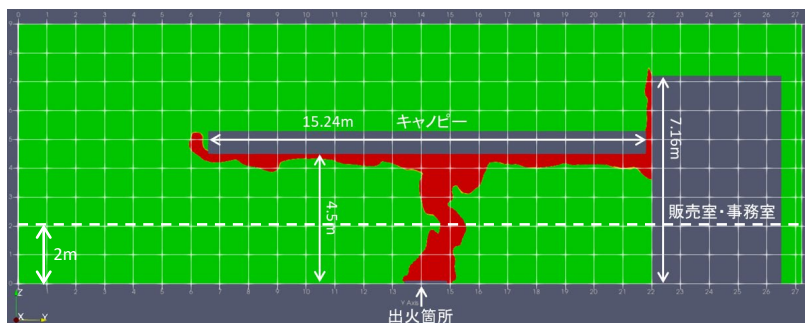
風（図左斜め下45°から1m/s, 5m/sの風が吹いた場合）の影響下においてもそれぞれ検証

温度分布（無風）

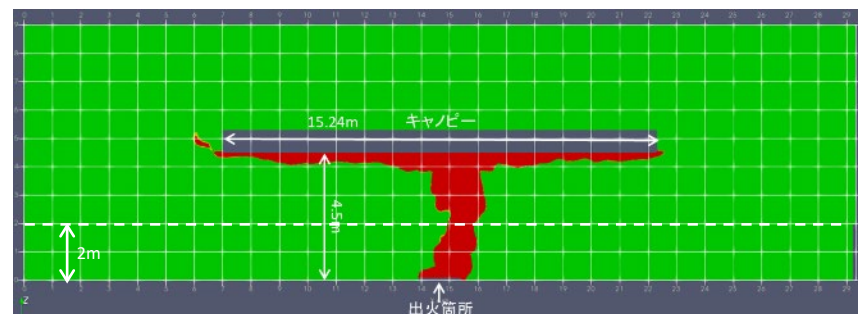


■ 100°C以上の領域
■ 95°C以上100°C未満の領域

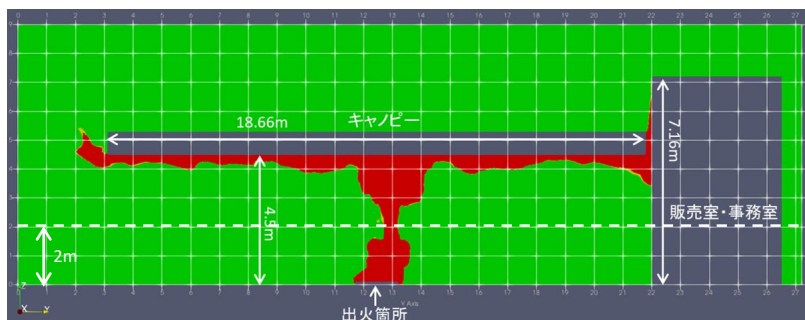
キャノピー面積1/3、無風（断面①）30秒後



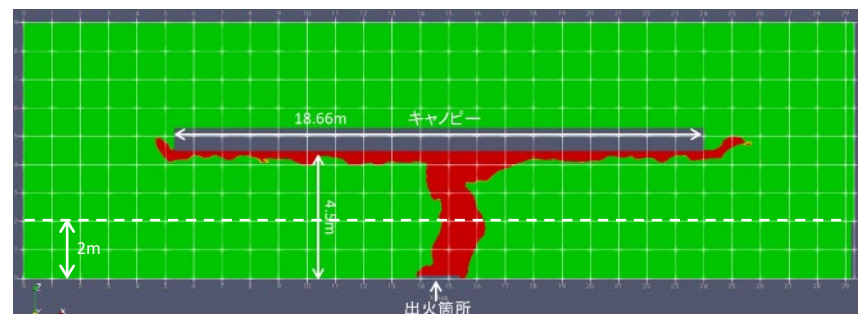
キャノピー面積1/3、無風（断面②）30秒後



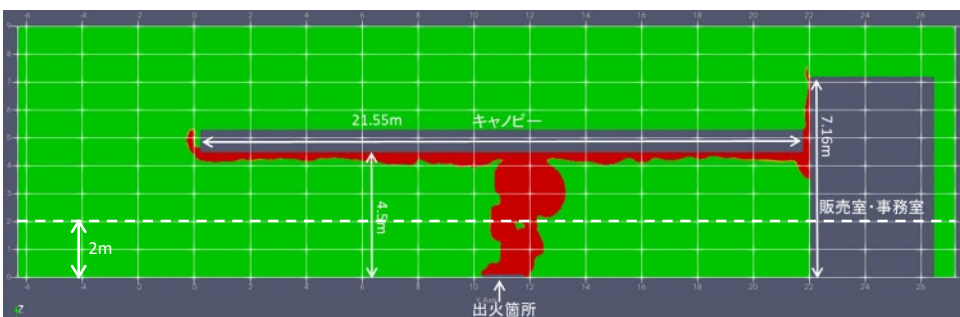
キャノピー面積1/2、無風（断面①）30秒後



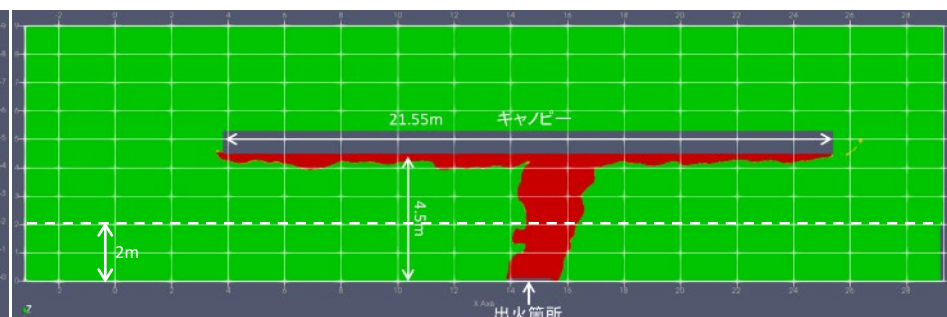
キャノピー面積1/2、無風（断面②）30秒後



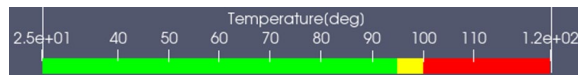
キャノピー面積2/3、無風（断面①）30秒後



キャノピー面積2/3、無風（断面②）30秒後

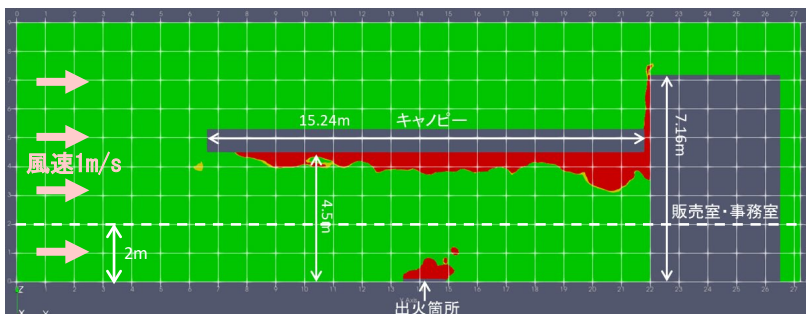


温度分布 (1m/s)

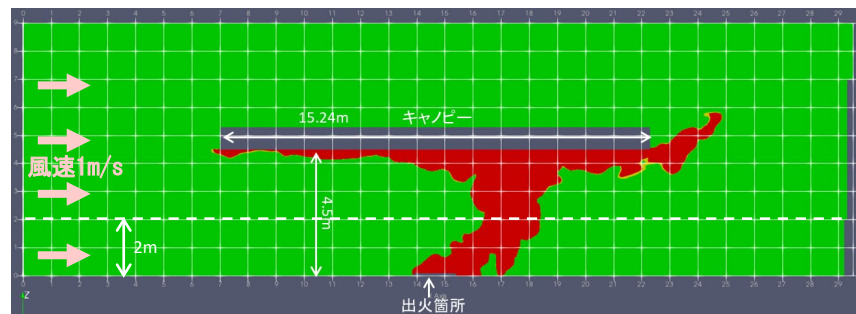


■ 100°C以上の領域
■ 95°C以上100°C未満の領域

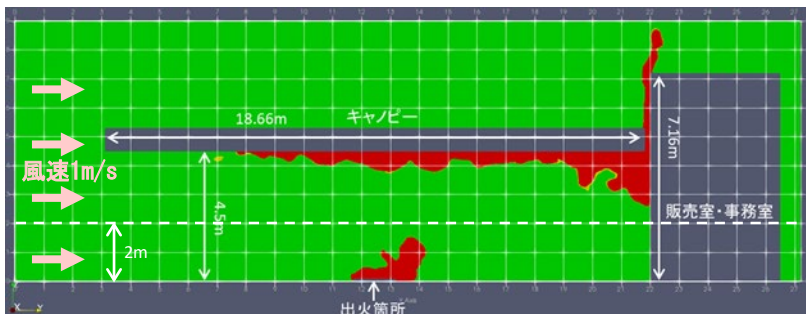
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



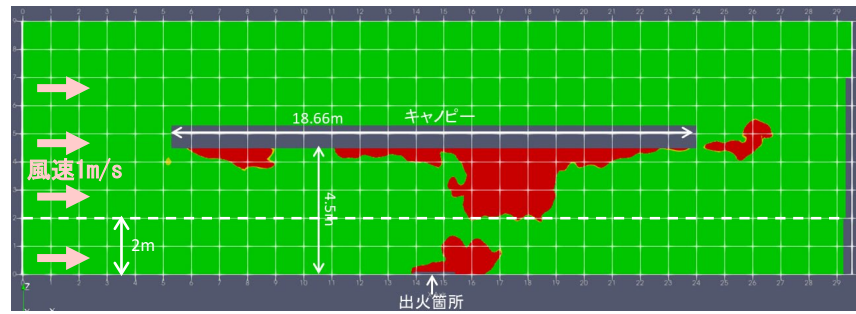
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面②) 30秒後



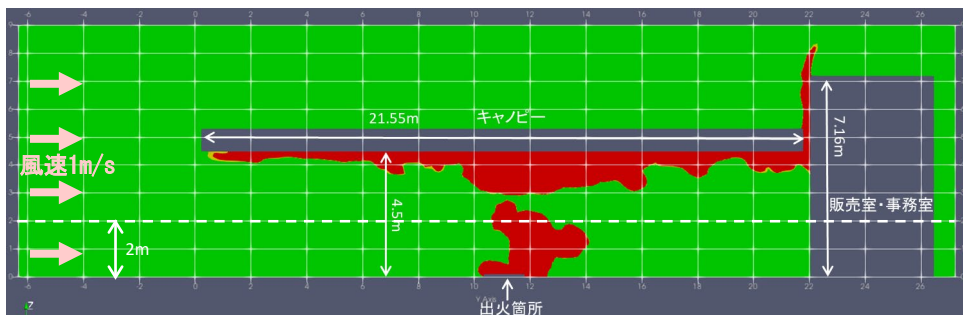
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面①) 30秒後



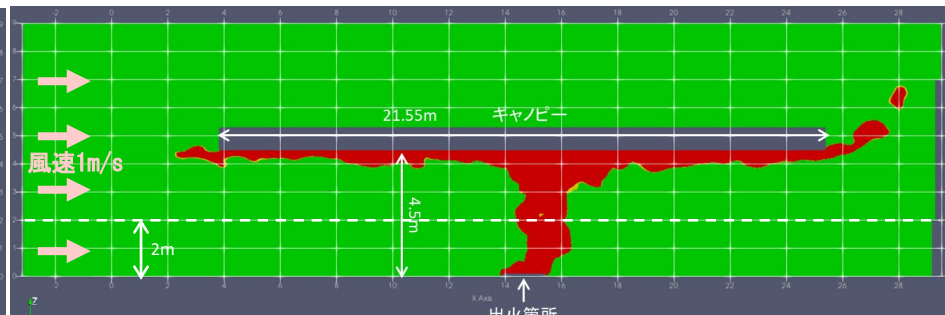
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面②) 30秒後



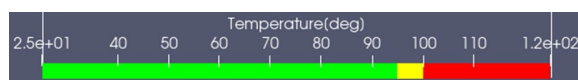
キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面②) 30秒後

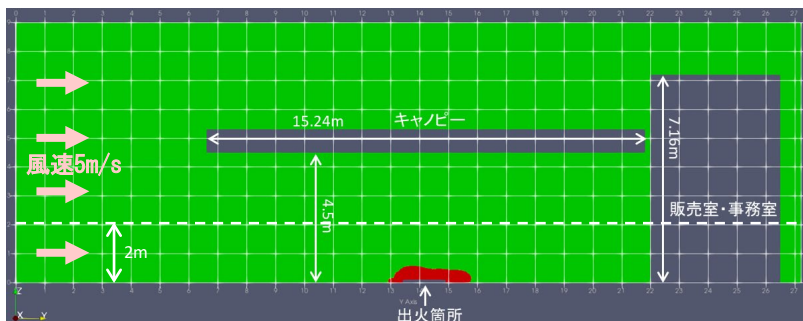


温度分布 (5m/s)

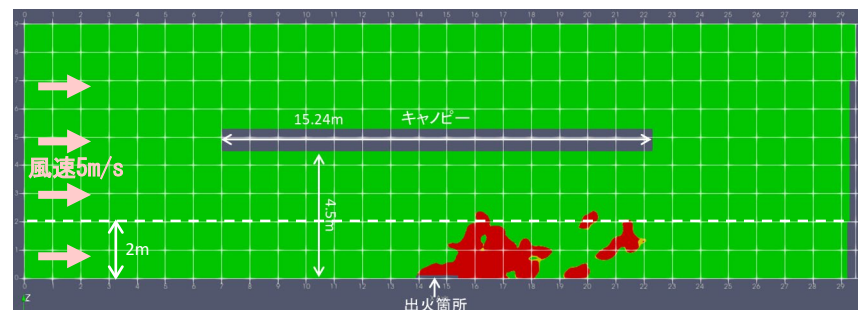


■ 100°C以上の領域
■ 95°C以上100°C未満の領域

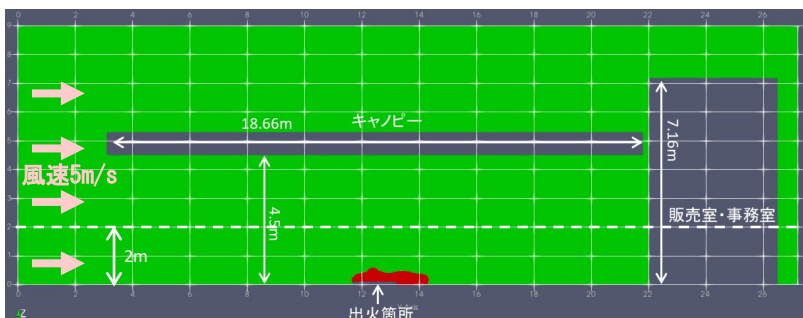
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面①) 30秒後



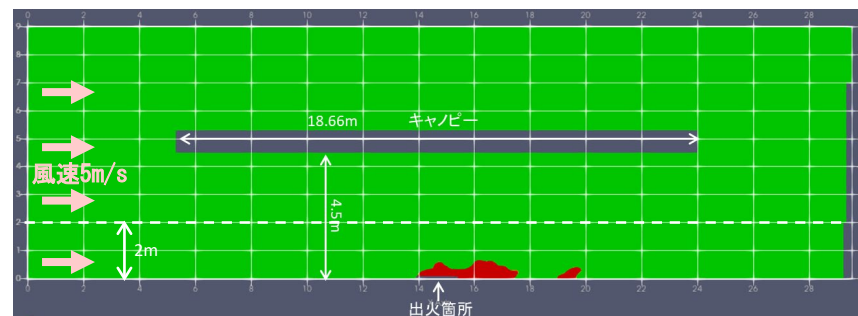
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



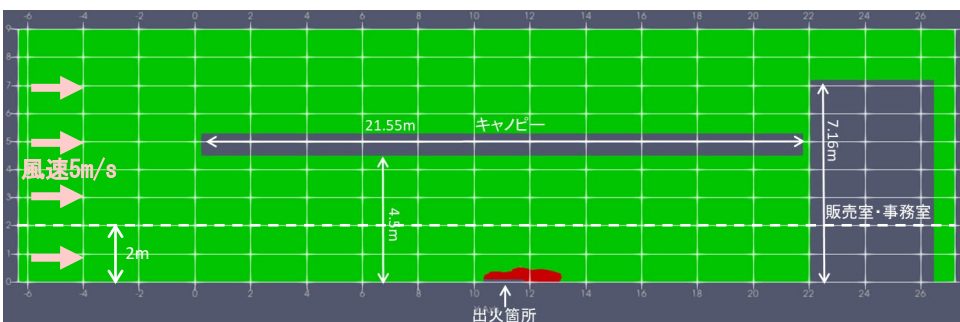
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面①) 30秒後



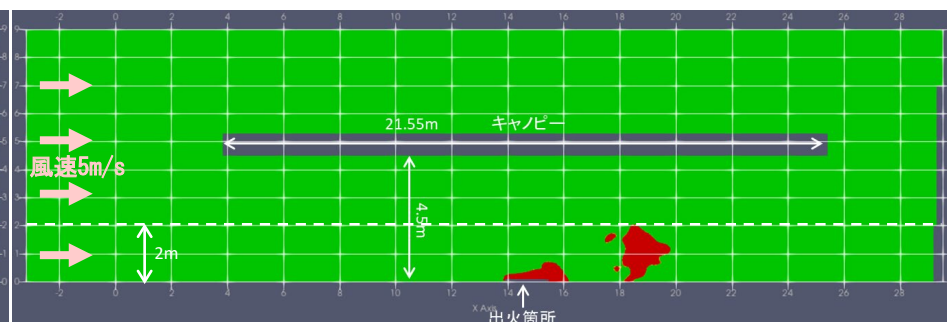
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面①) 30秒後

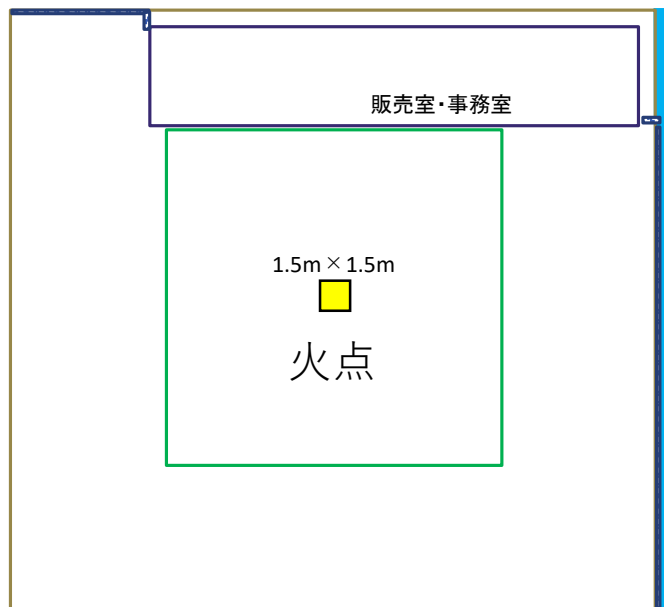


キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



隣接する構造物の受熱量の評価

解析モデル



隣接する構造物の受熱量を評価する
(隣地側敷地境界線上に受熱量評価
断面 (幅27.2m × 高さ7m) を設定)

※計算負荷軽減を目的に、他の可燃物等
への延焼拡大の再現は除外

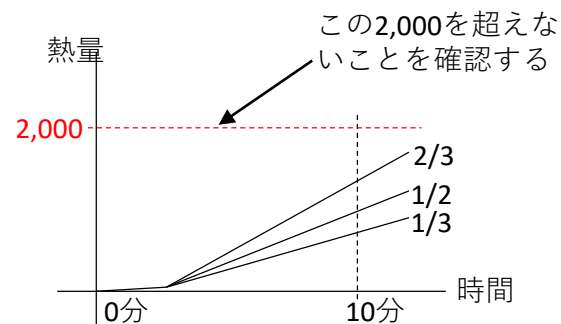
- ③の断面における消防法における防火塀の熱量を算出する

「危険物の規則に関する技術上の基準の細目を定める告示 第4条の52」において防火塀に対する輻射熱の規程が定められている ($t_e = 10$ とすること、 q は輻射熱)

$$\int_0^{t_e} q^2 dt \leq 2,000$$

、防火塀の上部 (何もない空間) においても、上記公式が成り立てば安全性があると言える。

イメージ

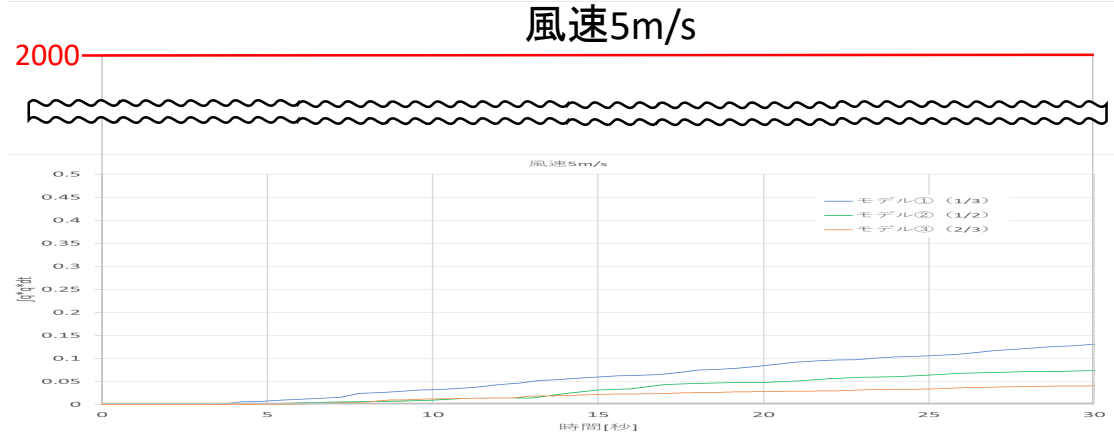
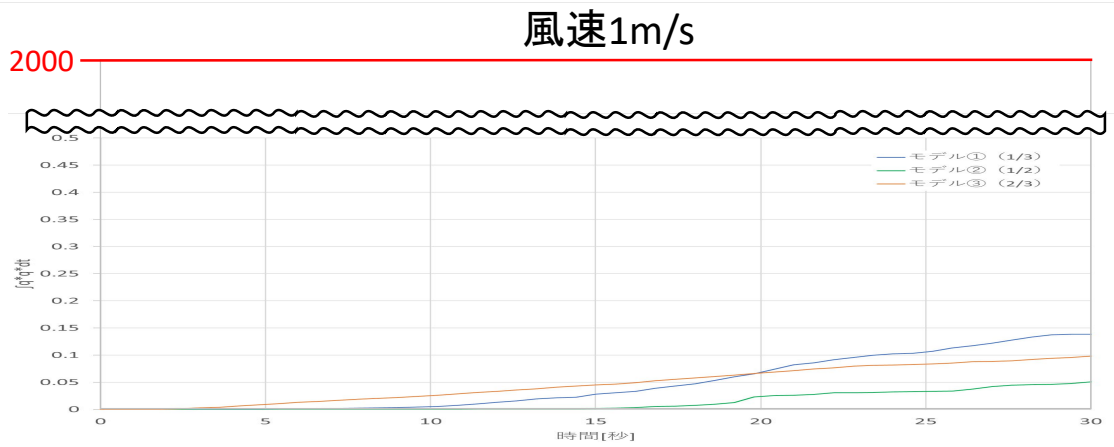
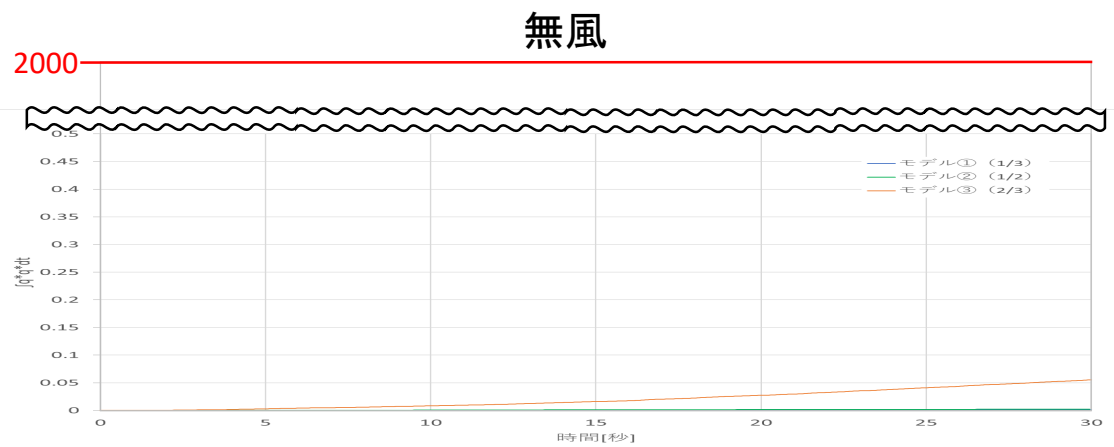


隣接構造壁面の受熱量評価

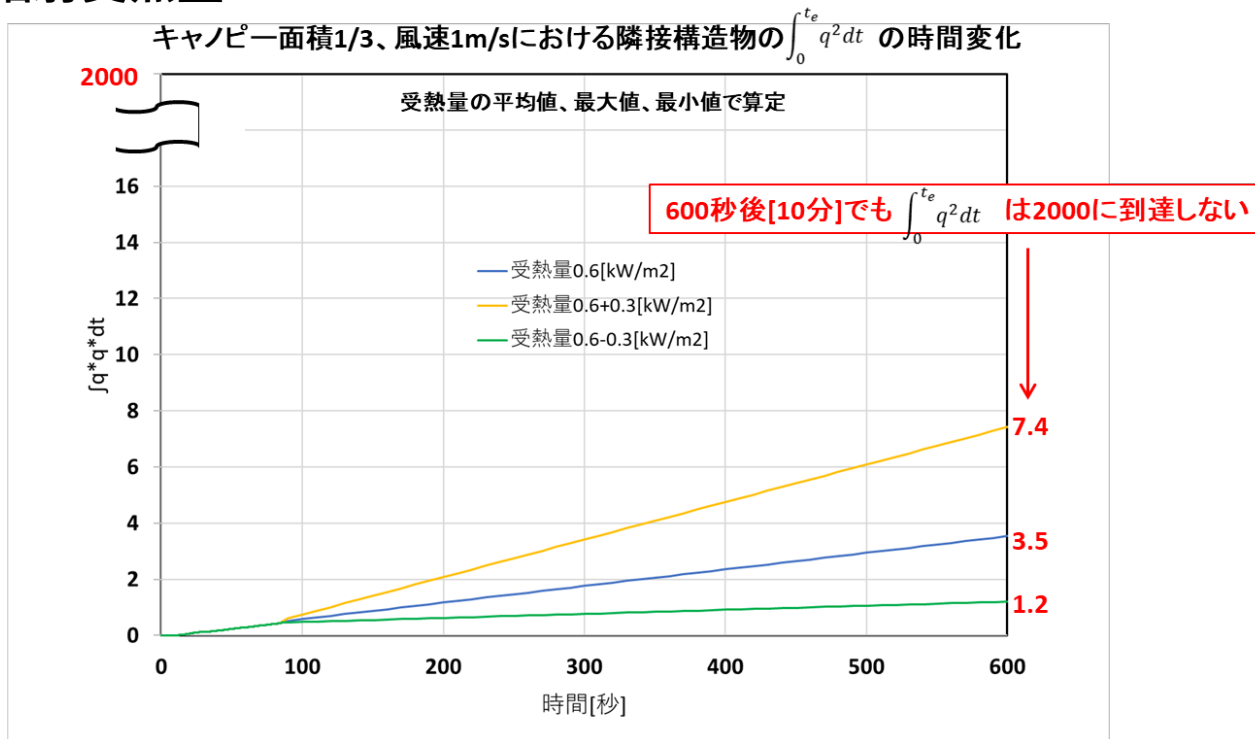
※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

風速1m/sが最もクリティカルな影響を及ぼす。

風速5m/sでは、風により拡散される傾向にある。



隣接構造物の輻射受熱量

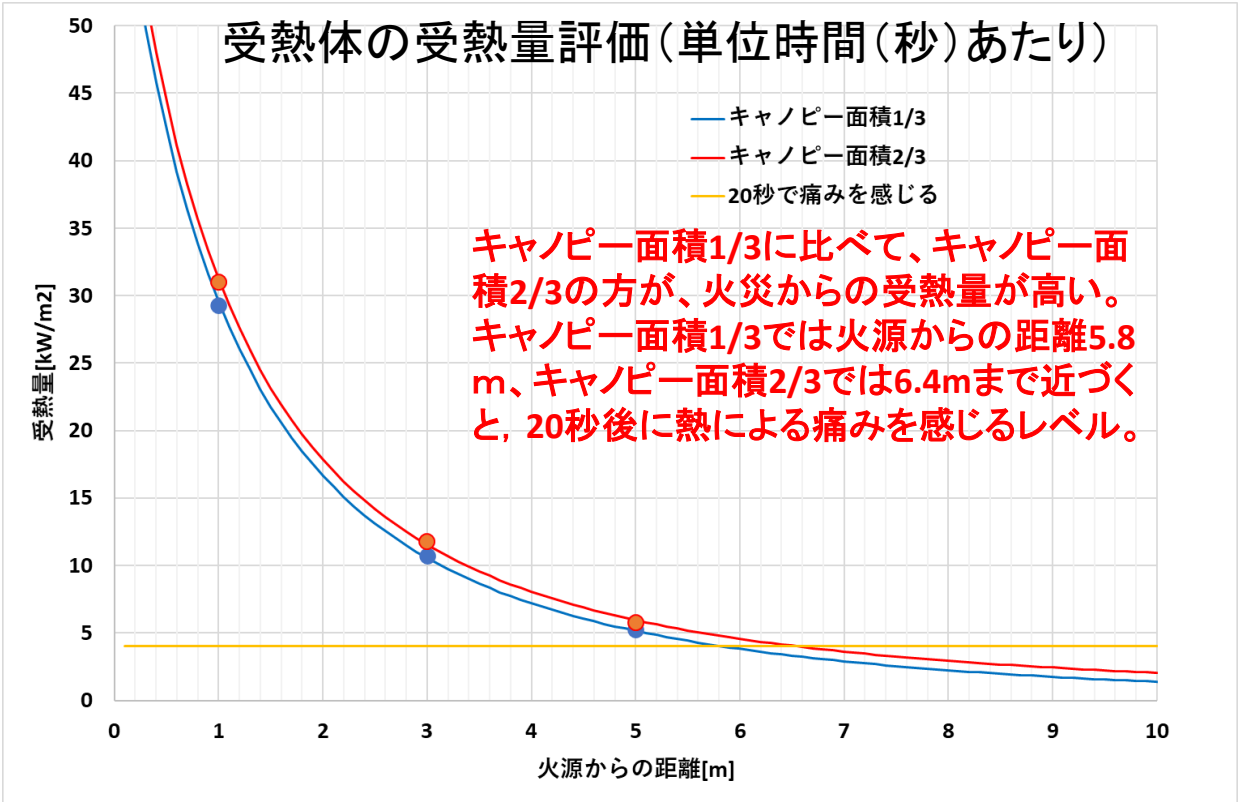
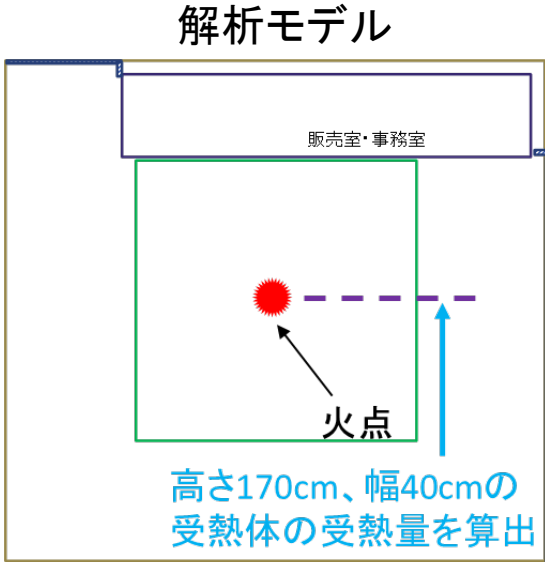


隣接構造物の輻射受熱量の評価

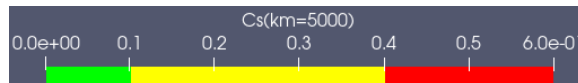
キャノピー面積	風速[m/s]	受熱量最大値	受熱量平均値	受熱量最小値
1/3	0	0.68	0.16	0.0061
1/3	1	7.4	3.5	1.2
1/3	5	9.1	2.7	0.25
1/2	0	0.25	0.045	0.0021
1/2	1	9.4	1.1	0.075
1/2	5	3.2	1.2	0.13
2/3	0	4.4	2.3	1.1
2/3	1	7.4	3.0	0.73
2/3	5	3.9	0.49	0.065

キャンピの面積の違いによる キャンピー下での受熱量評価

キャンピー下において人が火災から受ける放射熱量を評価することを目的に、高さ170cm、幅40cmの直方体にモデル化し、火源から1m、3m、5mの距離における受熱量を算出。
無風条件でキャンピー面積1/3とキャンピー面積2/3を比較検証。

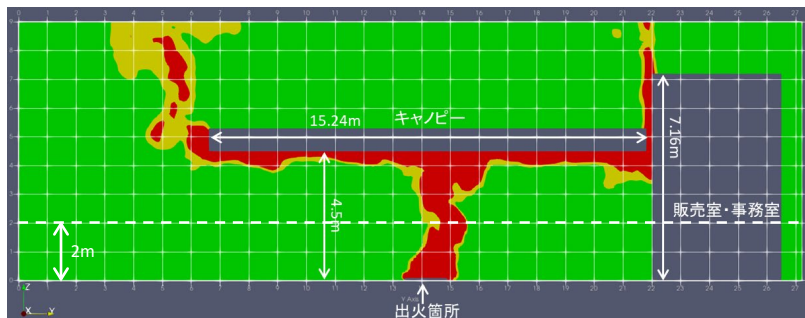


減光係数分布（無風）

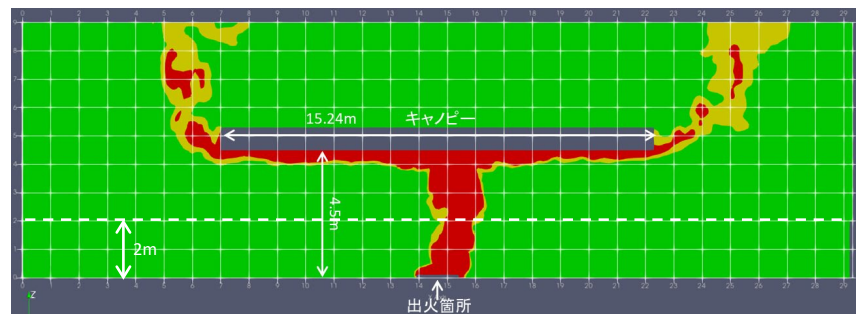


- 視覚なし
- 視覚の限界（減光係数が0.1~0.4の範囲）

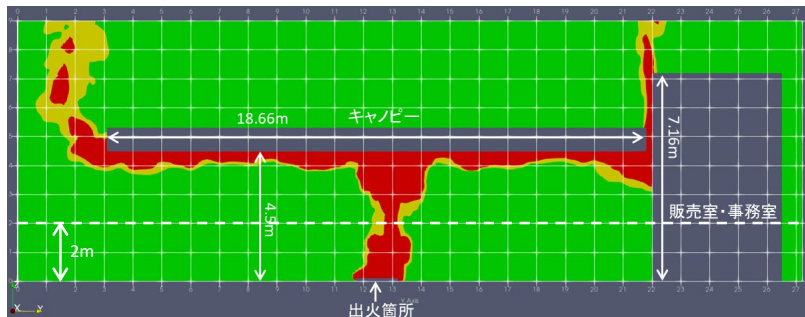
キャノピー面積1/3、無風(断面①) 30秒後



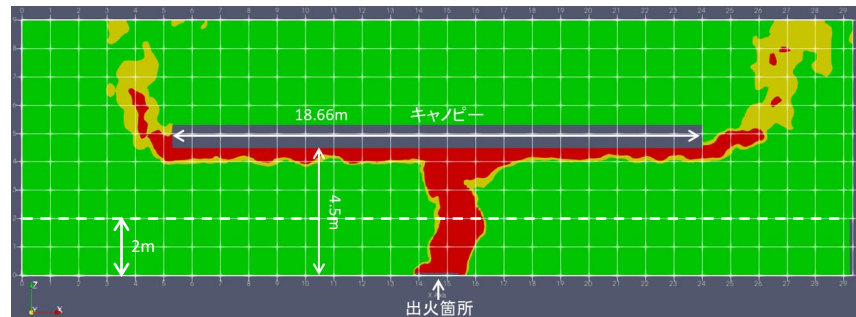
キャノピー面積1/3、無風(断面②) 30秒後



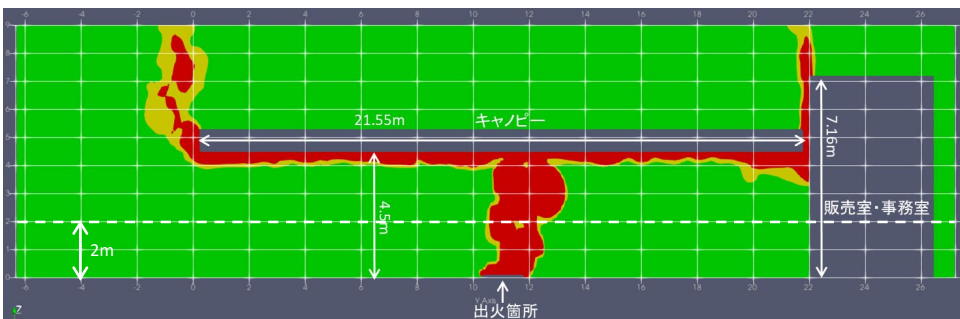
キャノピー面積1/2、無風(断面①) 30秒後



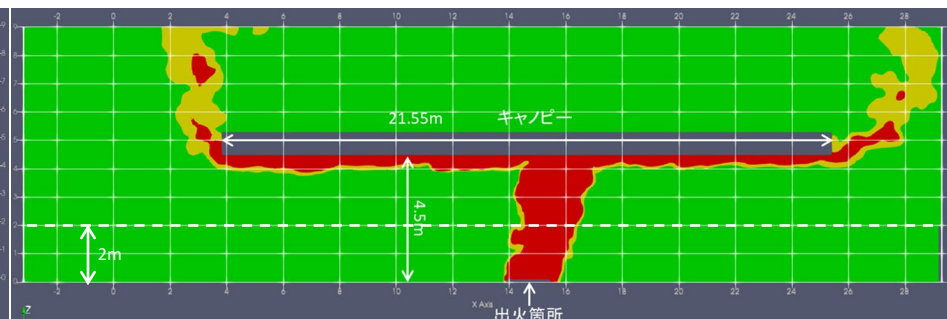
キャノピー面積1/2、無風(断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、無風(断面①) 30秒後

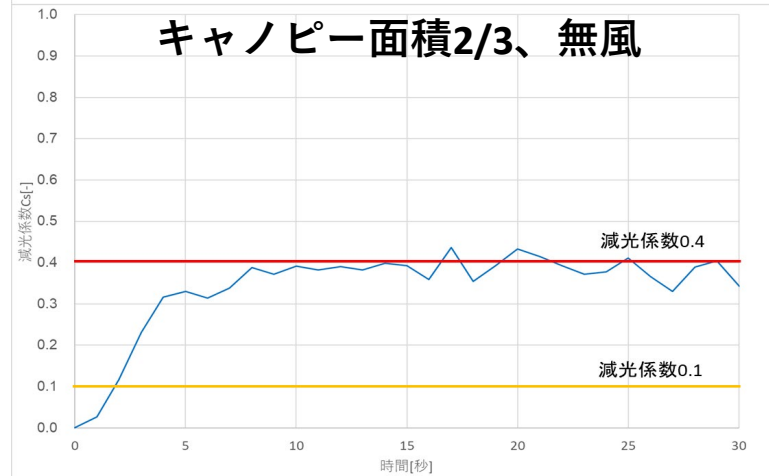
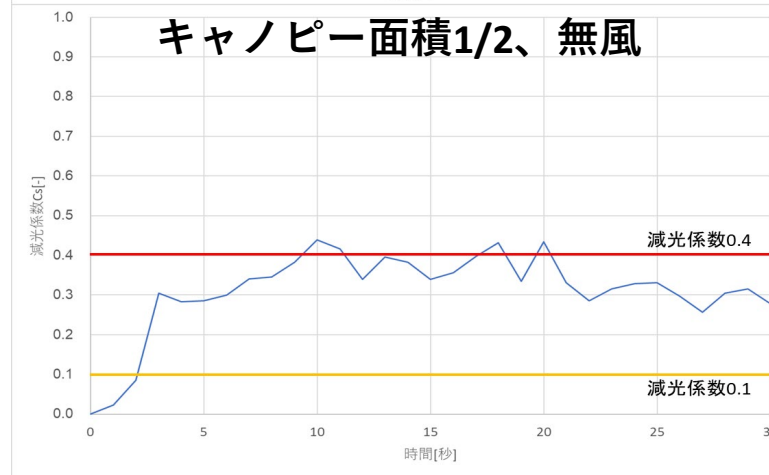
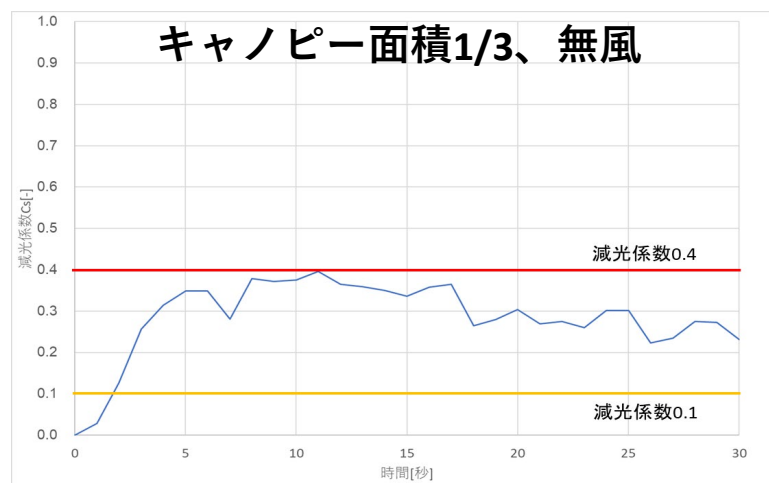


キャノピー面積2/3、無風(断面②) 30秒後

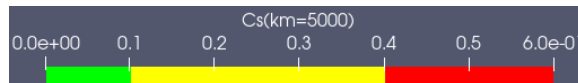


平均減光係数（断面①）の経時変化

※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

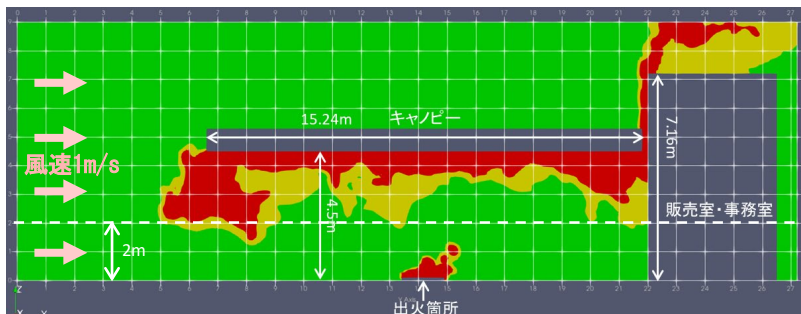


減光係数分布 (1m/s)

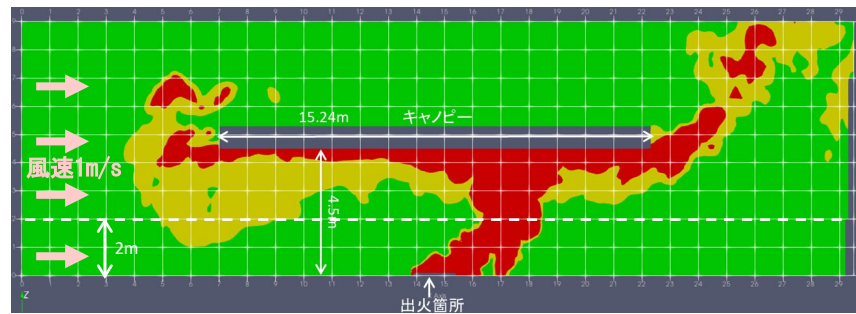


■ 視覚なし
 ■ 視覚の限界 (減光係数が0.1~0.4の範囲)

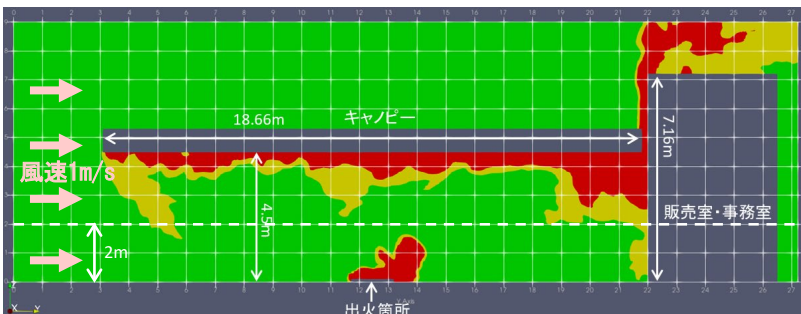
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



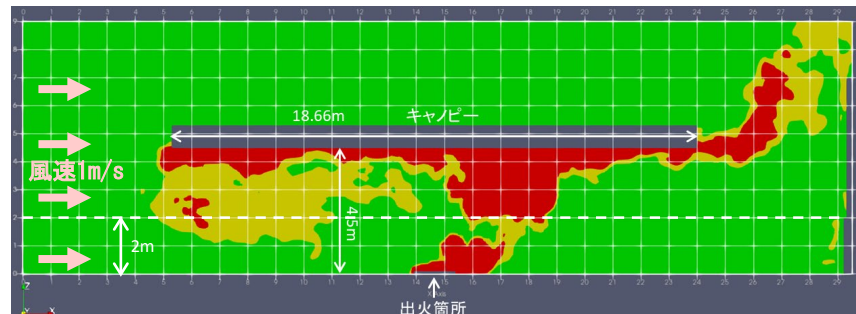
キャノピー面積1/3、風速1m/s (断面②) 30秒後



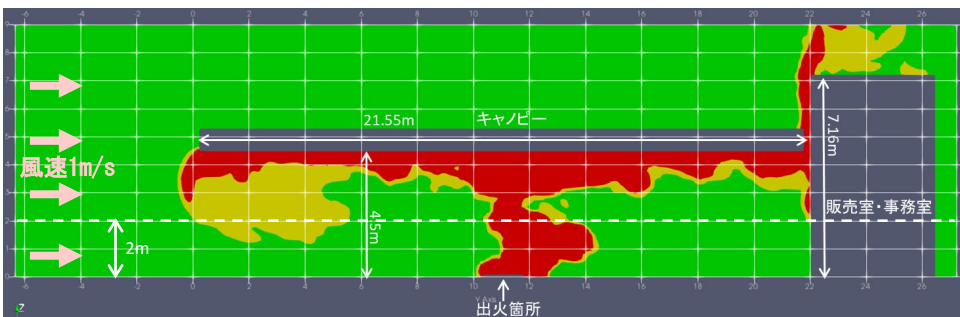
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面①) 30秒後



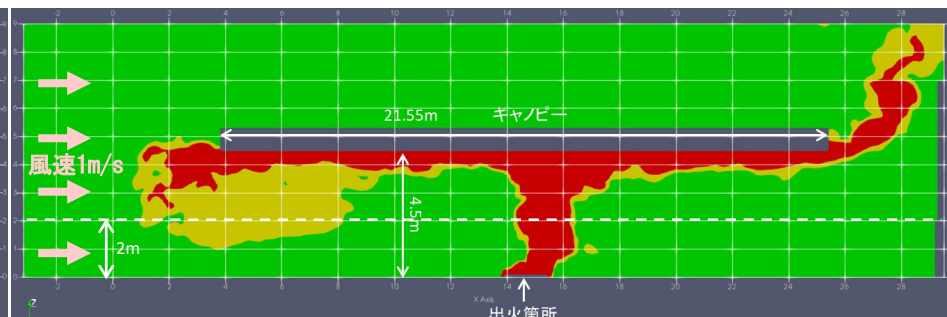
キャノピー面積1/2、風速1m/s (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面①) 30秒後



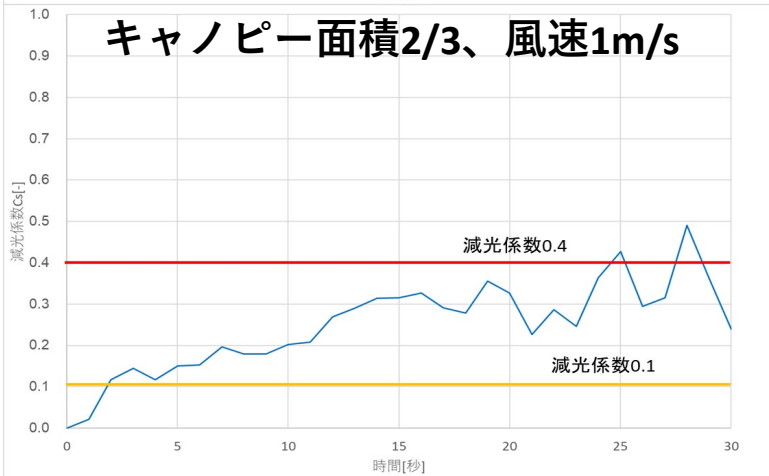
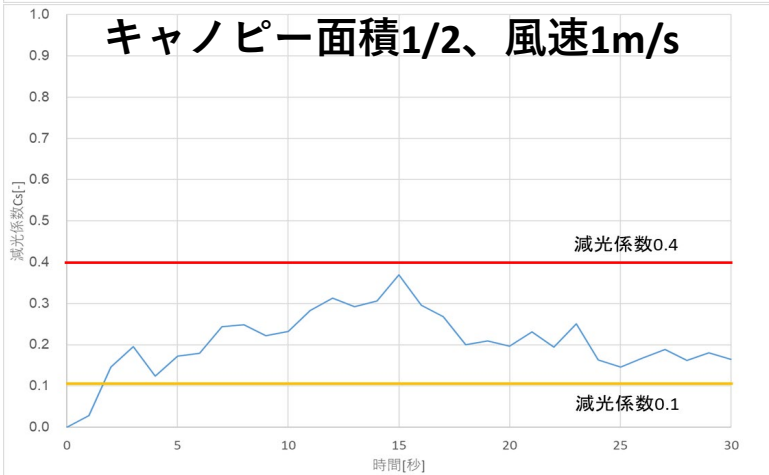
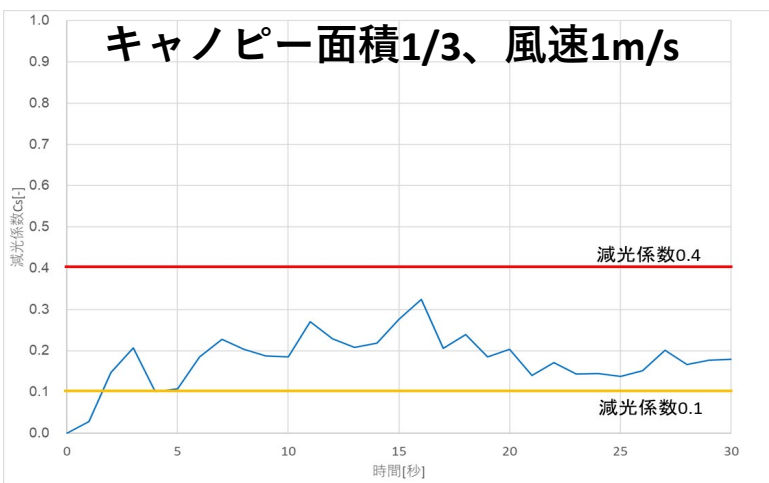
キャノピー面積2/3、風速1m/s (断面②) 30秒後



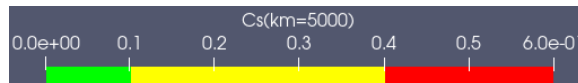
平均減光係数（断面①）の経時変化

※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

風速1m/sが最もクリティカルな影響を及ぼす。

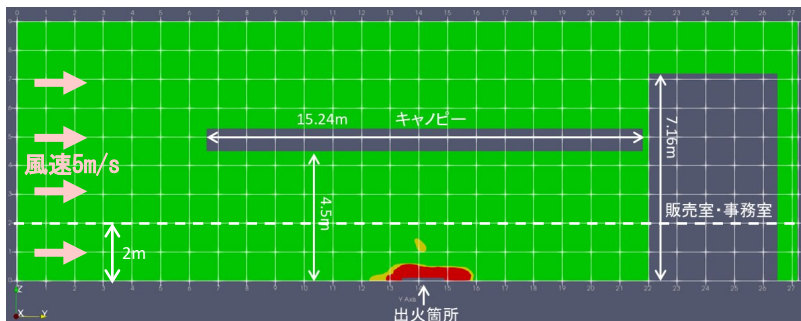


減光係数分布 (5m/s)

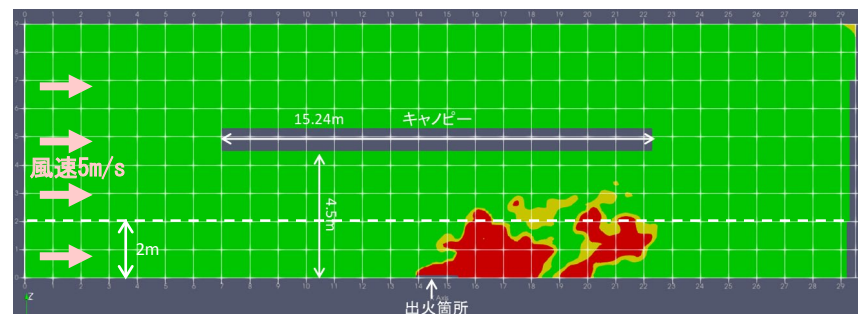


- 視覚なし
- 視覚の限界 (減光係数が0.1~0.4の範囲)

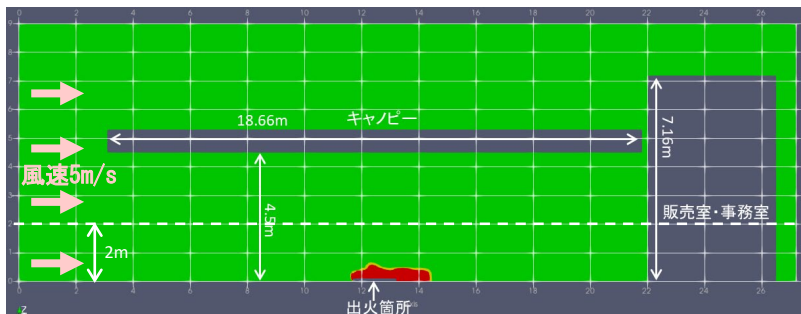
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面①) 30秒後



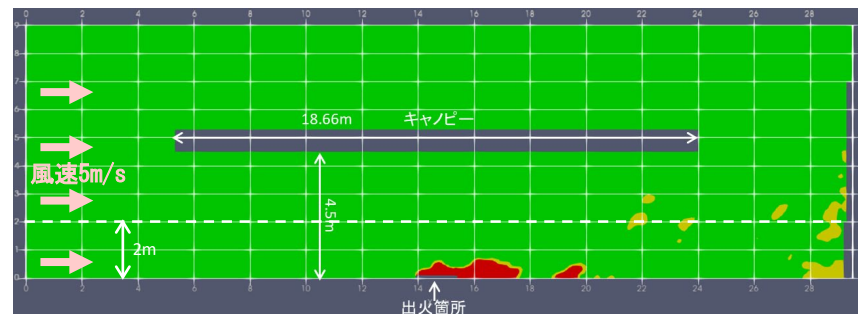
キャノピー面積1/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



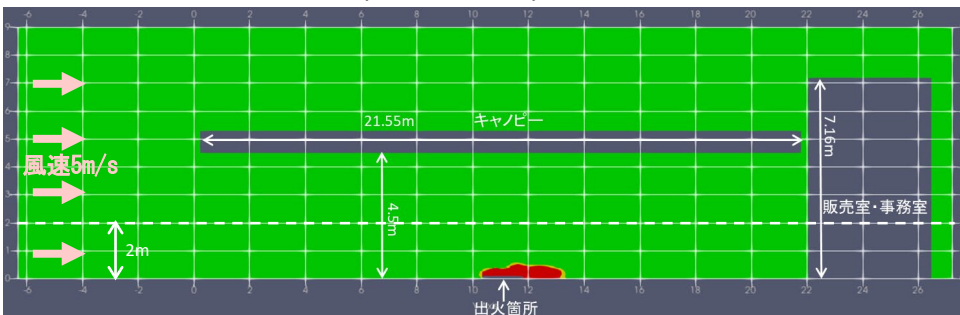
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面①) 30秒後



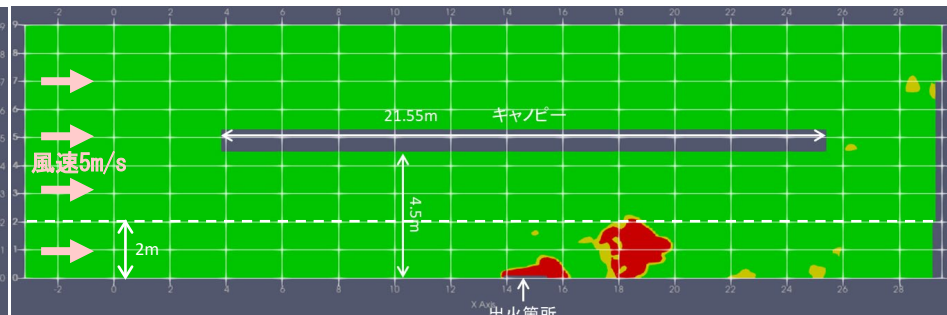
キャノピー面積1/2、風速5m/s (断面②) 30秒後



キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面①) 30秒後



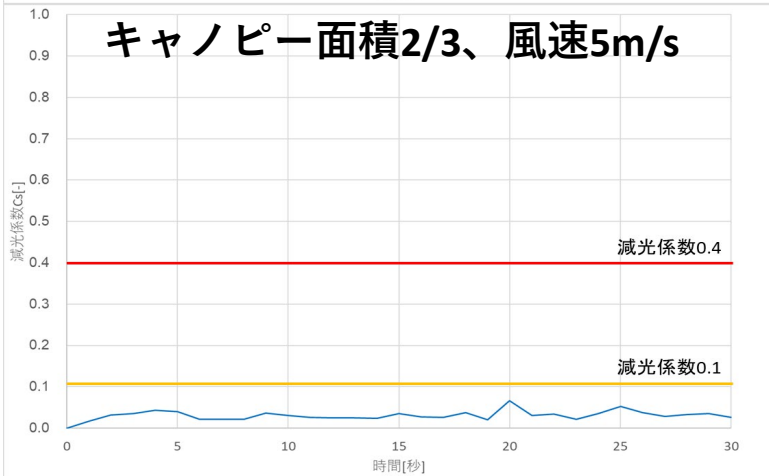
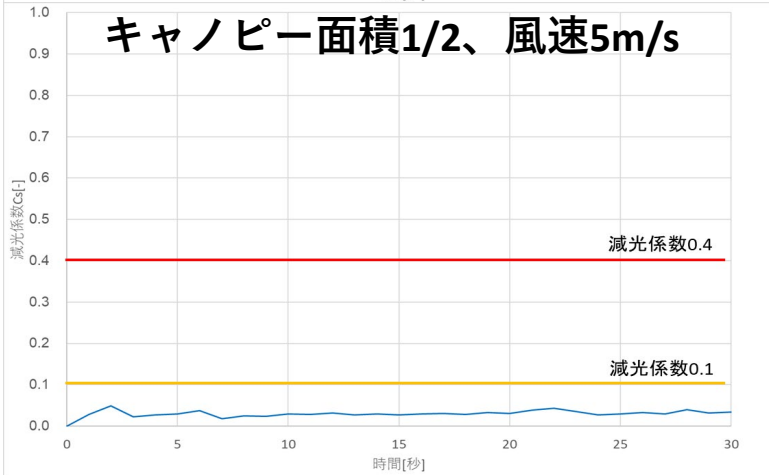
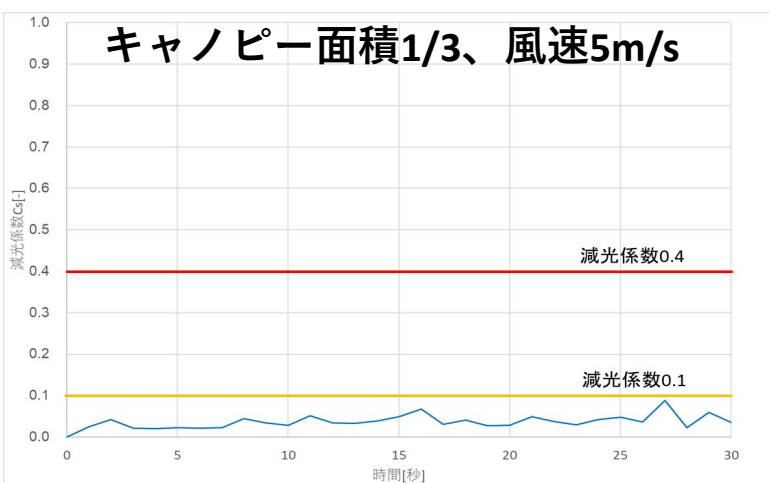
キャノピー面積2/3、風速5m/s (断面②) 30秒後



平均減光係数（断面①）の経時変化

※1/3と比較して1/2及び2/3ともにその挙動及び分布の傾向に大きな相違は確認できない。

風速5m/sでは、風により拡散される傾向にある。



【目的・方法】

ガソリンスタンドでのキャノピー面積比を現行の1/3から1/2、2/3になった場合、不測の火災発生に対してガソリンスタンドが安全性を保てるかどうかを、3次元の実サイズの数値解析により調べた。

【解析条件】

同一の火元（ガソリン）で、着火しない場合（ガソリンの蒸発のみ）と着火した場合に対し、無風の場合、1m/s、5m/sの風がある場合について、煙による減光係数（どれだけ煙で見えにくくなるという指標）と温度分布を、ガソリンスタンドの事務所等に垂直な方向の面並びに防火壁に垂直な方向の面でそれらの2次元分布を求めることにより解析を行った。

【結果】

設定条件下（道路に2方が開放、キャノピーの4方が開放（事務所等建築物との間隙0.2m）、防火塀との離隔距離3.88m、延焼拡大に繋がる周囲の可燃物等なし）においては、可燃性蒸気濃度分布、濃煙熱気の分布及び隣接構造物の受熱量を分析した結果から、キャノピー面積比を現行基準の2倍の2/3に拡大しても、可燃性蒸気濃度の分布傾向の変化並びに火災が発生した場合における濃煙熱気による避難困難及び隣接建物への延焼拡大の危険性は認められない。

【安全基準】

今回の数値解析において、煙による平均減光係数が0.4以下の範囲を確認でき、平均減光係数が0.4以下であれば約10mの視界を確保可能である。

また温度については、最大で120°Cであり、キャノピーの下部や建物の材質がこの温度に耐える耐火構造を保っていると考えられる。

シミュレーションによる安全性の検証・評価の結果

設定条件下（道路に対して二面開放、キャノピーの四方が開放（事務所等建築物との隙間0.2m、防火塀との離隔距離3.88m、周囲に延焼拡大に繋がる可燃物等なし）においては、キャノピー面積比を現行基準の2倍の2/3に拡大しても、可燃性蒸気濃度の分布傾向の変化並びに火災が発生した場合における濃煙熱気による避難困難及び隣接建物への延焼拡大の危険性は認められない。

【キャノピー制限の緩和に関する提案】

仕様規定

一定の条件を満たすものについては、一律に2/3（現行の2倍）まで緩和

性能規定

一定の条件を満たさない又は2/3を超えて拡大させるなどの個別の判断が必要な場合については、個別に安全性を評価し、当該安全性が確認できる範囲まで緩和（シミュレーション結果を性能規程に反映できるよう安全性の基準を数値化し、第三者機関による個別認証・性能評定等に活用できるよう整備が必要）

留意事項

- 延焼拡大防止のため、可燃物の管理・整理に留意が必要
- 屋内給油取扱所から新たに屋外給油取扱所となるもの（現行の屋内給油取扱所の内、キャノピー面積比が2/3以下のもの）の取扱いについて整理が必要
- キャノピーが給油取扱所の周囲に設ける塀又は壁に近接して（1m以内に）設けられている場合は、当該塀又は壁をキャノピーまで立ち上げ一体とすること（平成元年3月3日付け消防危第15号及び平成元年5月10日付け消防危第44号問29）が必要であるため、これらの基準と矛盾しないよう整合が必要
- キャノピーの構造強度の確保
 - キャノピー面積の拡大に伴い風雪の影響を受けやすくなり、倒壊等の危険性が増大し、周辺へ被害を及ぼすおそれあり。キャノピーの構造強度を確保することに留意が必要