

不活性ガス消火設備の検討

不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 放射時間の延長に伴い発生する可能性があるリスク

1. 区画内の延焼拡大

- 消火までの時間も長くなり、隣接物への延焼等、火災規模が拡大する可能性があるのではないか。

2. 区画内温度の上昇

- ガス放射終了後のガス排出時、区画内温度が高すぎると再燃する可能性があるのではないか。
- 消火後、区画内温度が高すぎると消防隊の区画内進入へ支障をきたすのではないか。

3. 有害物質濃度の上昇

- 燃焼量が増加することで有害物質濃度も上昇し、消防隊の区画内進入へ支障をきたす可能性があるのではないか。

4. 区画外への不活性ガスの流出

- 避圧口からの流出量が増加する可能性があるのではないか。
- 避圧口以外の区画の隙間からの流出量が増加する可能性があるのではないか。

5. 区画外からの空気の流入

- 区画の隙間等から区画内へ空気が流入することで、区画内の不活性ガス濃度が低下する可能性があるのではないか、

6. 不活性ガスの濃度分布

- 放射時間が長くなることで、噴射ヘッド当たりの不活性ガス放射時の流速が低下し、区画内濃度分布に不均一が生じる可能性があるのではないか。
- または、放射時間が長くなることで、噴射ヘッドの個数が減少し、区画内濃度分布に不均一が生じる可能性があるのではないか。



放射時間の延長に伴い発生する可能性があるリスクについて、消火活動の実態、不活性ガス消火設備の実験やシミュレーションの結果等を踏まえて整理。

不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 放射時間の延長に伴い発生する可能性があるリスクの整理

1. 区画内の延焼拡大

- 消火までの時間も長くなり、隣接物への延焼等、火災規模が拡大する可能性がある。

2. 区画内温度の上昇

- 消防隊到着後、十分な時間が経過してから区画内の換気を行うので、区画内温度は低下するはずである。
- 区画内燃焼物の発火点が低いこと等により換気後に一部再燃する場合であっても、火勢は十分抑制されており、消防活動を実施する上で支障となることはない。

3. 有害物質濃度の上昇

- 消防隊進入前の区画内換気によって有害物質濃度は低下するはずであり、消防隊の進入に支障をきたすことはない。

4. 区画外への不活性ガスの流出

- ガス放射開始直後に避圧口は開き、ガス放射時間に関わらず区画外への流出量は同一となる。（参考資料3-9-1）
- 放射時間を延長した場合、区画内圧力が上昇している時間は長くなるが、最大圧力は小さくなるため、区画の隙間からの流出量はほとんど変化がない。（参考資料3-9-2）

5. 区画外からの空気の流入

- ガス放射により区画内圧が上昇するので、空気の区画内への流入はない。（参考資料3-9-2）

6. 不活性ガスの濃度分布

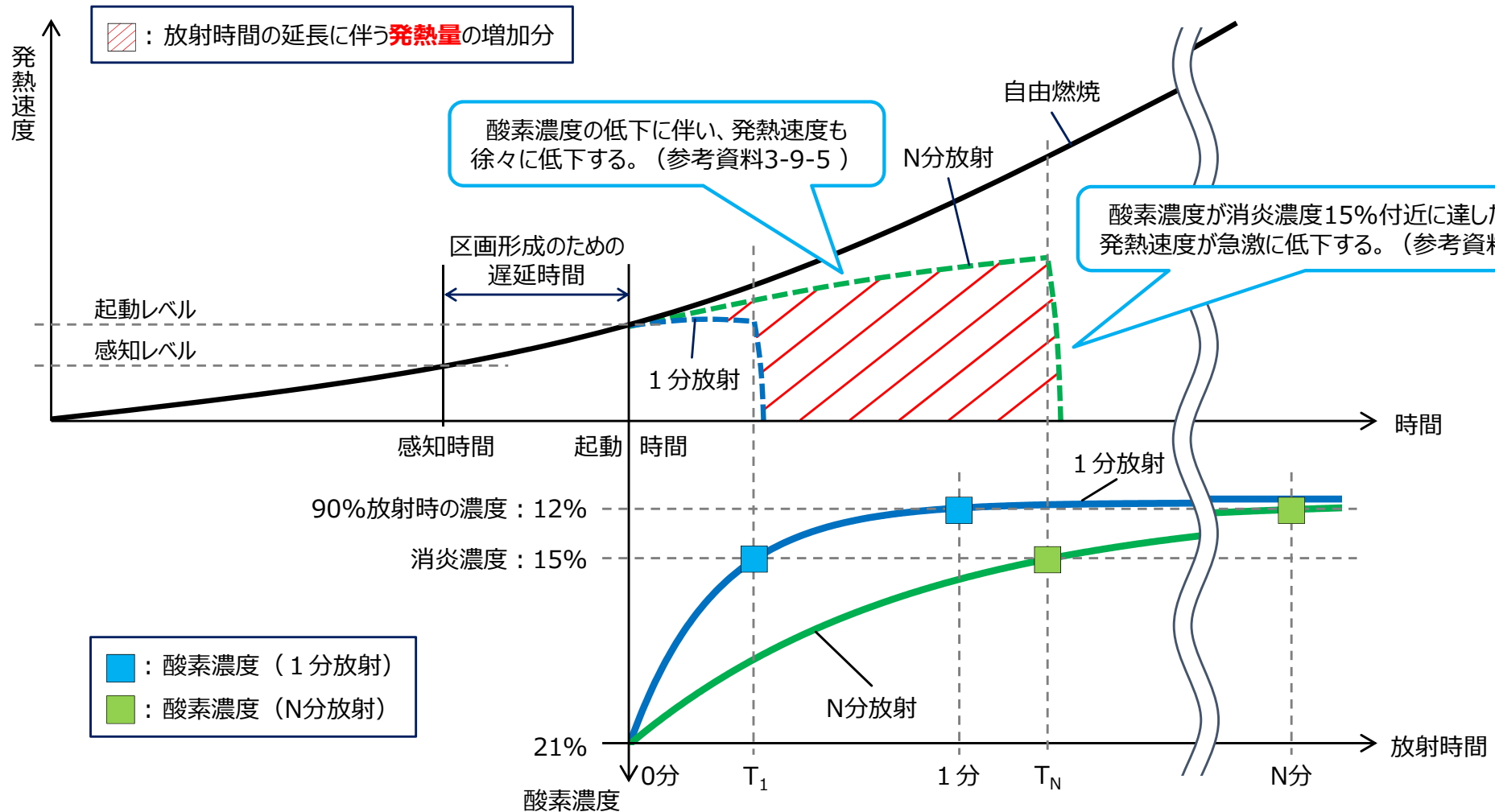
- 消防法令において噴射ヘッドの放射圧力を1.9MPa以上とすることが求められている。
- また、消防法令において噴射ヘッドを放射された消火剤が防護区画の全域に均一に、かつ、速やかに拡散することができるよう設けることが求められており、これに従い、各メーカーが設定する施工上の留意点をもとに、区画の体積や形状に応じて噴射ヘッドが設置されており、区画内濃度分布に不均一は生じないと考えられる。

 延焼規模をどの程度までに抑えたいのかに留意して、ガス放射時間を設定すれば良いのではないか。

不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 不活性ガス放射に伴う酸素濃度低下と発熱速度の変化（イメージ図）

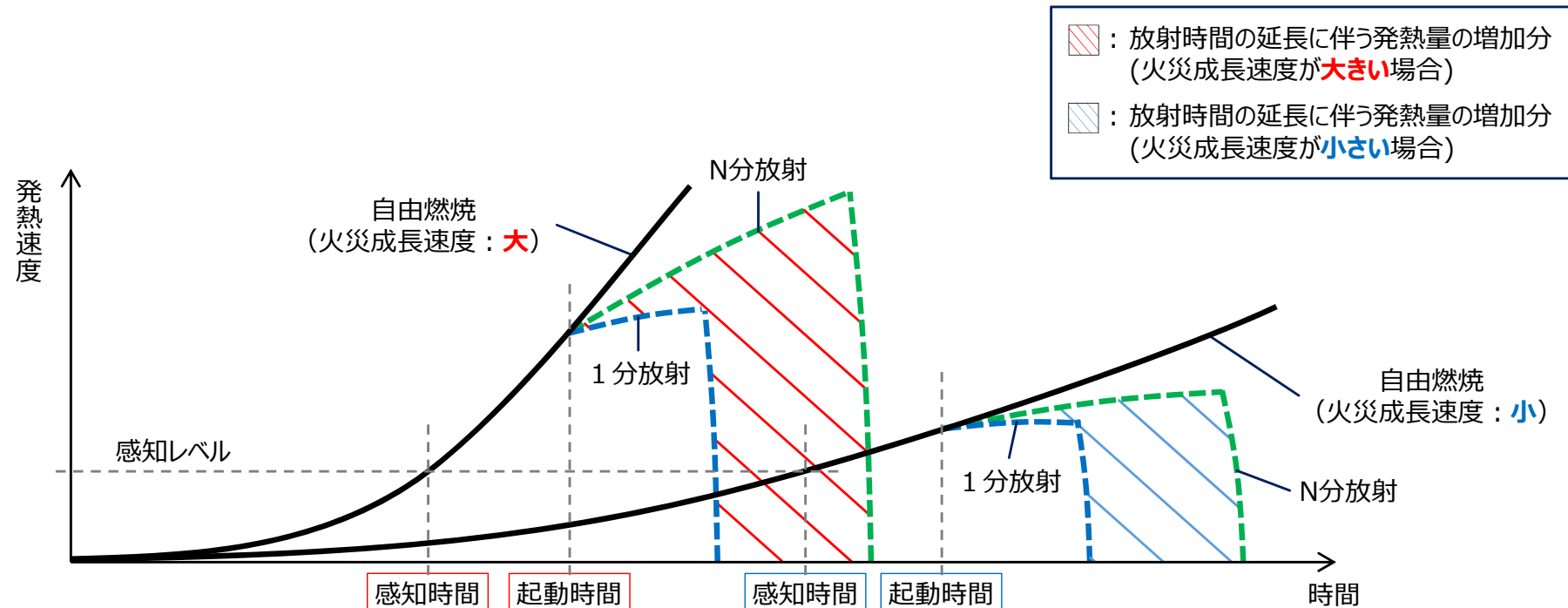
抑えたい延焼規模を検討するに当たり、まずは不活性ガス放射時の消火過程について整理する。



- 不活性ガス放射時間を1分からN分へ延長することによって、酸素濃度が低下するまでの時間が T_1 から T_N へ長くなり、発熱量が増加するのではないか。

不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 火災成長速度が異なる場合における発熱速度の変化（イメージ図）



➤ 火災成長速度が大きいものほど、放射時間を変化させることによる発熱量の増加分も大きくなるのではないか。

不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 火災シナリオの想定

- ガス放射終了時に達成すべき延焼規模の条件を検討するに当たり、想定する燃焼物と出火場所を設定する必要がある。
- サーバルームや電気室、機械式駐車場等の不活性ガス消火設備が設置される部分において、火災成長速度が最大であるのは自動車と考えられることから、燃焼物としては自動車を想定することとする。
- 自動車からの出火を想定するので、不活性ガス消火設備が設置される部分としては機械式駐車場を想定することになるが、機械式駐車場の中でも、水平方向だけでなく垂直方向の隣接車両へ延焼する危険性があるタワーパーキングを出火場所として想定することとする。

○ 不活性ガスを90%放射終了する時に達成すべき延焼規模の条件

- 出火した自動車の焼損はやむを得ないとしても、隣接車両等への延焼は避けるべきであるので、不活性ガスを90%放射終了する時に達成すべき延焼規模の条件は、出火車両の隣接車両に延焼しないこととする。
- また、出火車両による隣接車両の受熱量が一定以上となった時点で隣接車両は出火と考えられるので、本検討では出火車両からの輻射熱及び隣接車両の受熱量に着目することとする。



**タワーパーキング内の駐車車両から出火する状況を想定し、
隣接車両に延焼しないことを条件として不活性ガスの最大放射時間を検討する。**

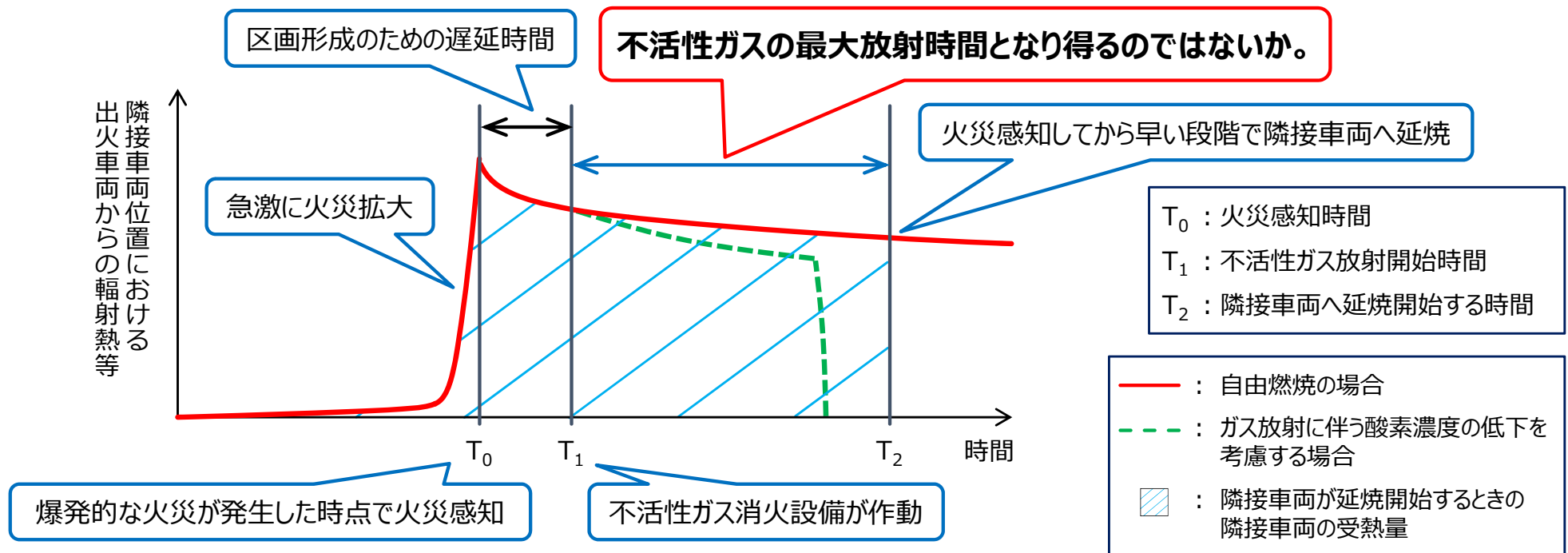
不活性ガス放射時間の延長に係る検討

○ 火災シナリオの詳細

- 車両火災は、出火位置等によってその後の火災の進展過程は異なるが、不活性ガスの最大放射時間の検討においては、①最も火災感知が遅く、②火災感知から隣接車両へ延焼するまでの時間が最も早い状況を最も厳しい条件として想定する必要がある。

- ① これまでに実施された車両火災実験及び自走式駐車上に設置される消火設備に係る検討時の車両火災シナリオの検討を踏まえ、車室内から出火し、その後窓ガラスが割れるとともに車室内で急激に火災拡大するような爆発的な火災が生じたときに、初めて火災感知するパターンが、火災感知が最も遅くなる条件であると考えられる。
- ② 火災が一定程度拡大してから火災感知する場合、感知から隣接車両へ延焼するまでの時間が短くなると考えられるので、火災感知が最も遅くなる条件と同様、車室内から出火し、その後窓ガラスが割れるとともに車室内で急激に火災拡大するような爆発的な火災が生じたときが、火災感知から隣接車両へ延焼するまでの時間が早い条件であると考えられる。

➡ **車室内から出火し、その後、窓ガラスが割れるとともに車室内で急激に火災拡大する状況を想定する。**



➤ 今後の方針

1. 出火車両周囲の輻射熱等の時間変化について検証する。

- 車室内から出火し、その後窓ガラスが割れるとともに車室内で急激に火災拡大するような火災において、タワーパーキングのパレットの構造等の周囲の状況も踏まえつつ、出火車両に隣接する車両における輻射熱等について、実験等により検証する。

2. 火災を感知する時間及び区画形成のための遅延時間を設定する。

- 急激に火災が拡大したときに火災を感知する状況を想定し、1 で検証した輻射熱等の時間変化を踏まえ、火災を感知する時間及び区画形成のための遅延時間を設定する。

3. 水平方向または垂直方向の隣接車両において延焼開始する受熱量を求める。

- 火災実験の結果、車両の材質、構造等を踏まえ、出火車両に隣接する車両が延焼を開始するときの受熱量を求める。

4. 不活性ガスの最大放射時間を決定する。

- 不活性ガス消火設備の作動による酸素濃度の低下等を考慮して発熱速度や輻射熱等を計算し、隣接車両において3で設定した受熱量を超えない最大放射時間を決定する。

不活性ガス消火設備の設置可能範囲拡大に係る検討

○ 設置可能範囲の拡大に伴い発生する可能性があるリスク

1. 防護区画の面積が1,000㎡以上又は体積が3,000㎡以上の部分

- 区画内にもし人がいた場合、区画外へ避難するまでに時間がかかり、人に危険が及ぶのではないかな。また、区画外へ人が退避するまで起動を待つ必要があるのでは、ガス放射開始時間や消火までの時間が遅くなるのではないかな。
- 区画が大きくなることによって、不活性ガス放射時の濃度分布のばらつきも大きくなるのではないかな。
- 区画が大きくなることによって、開口部が増え、防護区画の形成に失敗するリスクが大きくなるのではないかな。

2. 鍛造場、ボイラー室、乾燥室その他多量の火気を使用する部分

- ガス放射開始時に、多量の火気を使用する設備が停止していない場合には、区画内温度が高い状態であると考えられることから、冷却効果のないイナートガスでは消火能力が不十分となるのではないかな（駐車場における車両火災等よりも大きな燃焼を伴うおそれがあることに留意が必要）。

3. ガスタービンを原動力とする発電機が設置されている部分

- 不活性ガスの放射を開始した後、ガスタービンはすぐに停止することができないため、当該ガスタービンの排気によって不活性ガスの区画外への流出量が通常よりも増加するのではないかな。

4. 常時人がいない部分以外の部分

- 火災を感知すると区画形成のための遅延時間を設けた後に自動で起動するため、区画内の人が区画外へ退避できない可能性があるのではないかな。

5. 配管の落差が50mを超える部分

- 圧力損失により、配管末端部の噴射ヘッドにおける消防法令上の最低放射圧力の基準を満足できない可能性があるのではないかな。



来年度も引き続き、不活性ガス消火設備の設置可能範囲の拡大に伴うリスクについて整理を行う。