

実証実験結果報告

第 1 可燃性蒸気拡散測定実験

1 目的

ガソリンの可燃性蒸気の挙動について明らかにするため、風速、ガソリン量等の条件を変えて可燃性蒸気濃度を測定し、シミュレーション実験に必要な基礎データを得ることを目的とする。

なお、ガソリンは複数の化学物質からなる混合物であり、その化学物質の構成比率も製品により一定でないため、この実験においてはガソリンの可燃性蒸気を、ガソリンの構成成分の 1 つであり蒸気比重、爆発範囲等の性質が類似している n-ヘキサン¹⁾の挙動として評価している。(表 1)

表 1 ガソリンと n-ヘキサンの性状比較

物質名	液体比重 (水=1)	蒸気比重 (空気=1)	爆発範囲 (vol%)	引火点 (℃)
ガソリン	0.72～0.77	3～4	1.4～7.4	-38
n-ヘキサン	0.66	2.97	1.1～7.4	-26

2 実験方法等

(1) 実験方法

オイルパンにガソリンを散布し、時間経過にともなうオイルパンからの一定間隔毎に設置された炭化水素濃度センサにより、可燃性蒸気濃度を測定した。実験方法は以下のとおり。

- ① 実験施設の内側をすべて帯電防止シート（アキレス株式会社 セイデン F）で囲い、帯電防止措置をした。
- ② オイルパンは 1m 角オイルパン（縦 1m×横 1m×高さ 0.01m）と 2m 角オイルパン（縦 2m×横 2m×高さ 0.01m）の角型で皿状のものをを用い、実験は各オイルパンについて実施した。（写真 1）
- ③ オイルパンの容量分（1m 角オイルパン：10 リットル、2m 角オイルパン：40 リットル）のガソリンを散布した。なお、ガソリンの散布が終了するまでの間は、帯電防止シート（アキレス株式会社 セイデン F）により周囲を囲い、ガソリンの蒸気が滞留しないように留意した。

- ④ 測定点は、オイルパンから水平方向に 50cm 間隔（オイルパンから 10m まで）及び垂直方向に 10cm 間隔（地面から 1m まで）とし、各測定点に炭化水素濃度センサ（新コスモス電機株式会社 KD-12B 基板 AS&エレメント EK-12-G2ZZ90）を設置し、可燃性蒸気濃度を測定した。記録計にはメモリハイロガー8400（日置電気株式会社）を使用した。（写真2）
- ⑤ 測定時間間隔は、ガソリンの散布完了後から、1 秒間隔で 1 時間まで測定した。また同時に、測定中の実験施設内温度についても熱電対（東洋熱化学株式会社 K 熱電対 シース径 1.0mm）を使用し、1 秒間隔で 1 時間まで測定した。
- ⑥ 送風には送風機（株式会社スイデン SJF-300D1-1A）を使用した。実験施設外に送風機を設置、送気ダクトを実験施設内まで延長し、オイルパンに送風できるようにした。
- ⑦ 風速は 0m/s、1 m/s、3 m/s、5 m/s の条件で実施し、オイルパンの送風機側直上で所定の風速が得られていることを風速計（日本カノマックス株式会社 アネモマスター風速計 MODEL6112）により確認した。
- ⑧ 風速の調整は、送風機の吸気側に取り付けたダンパにより行った。

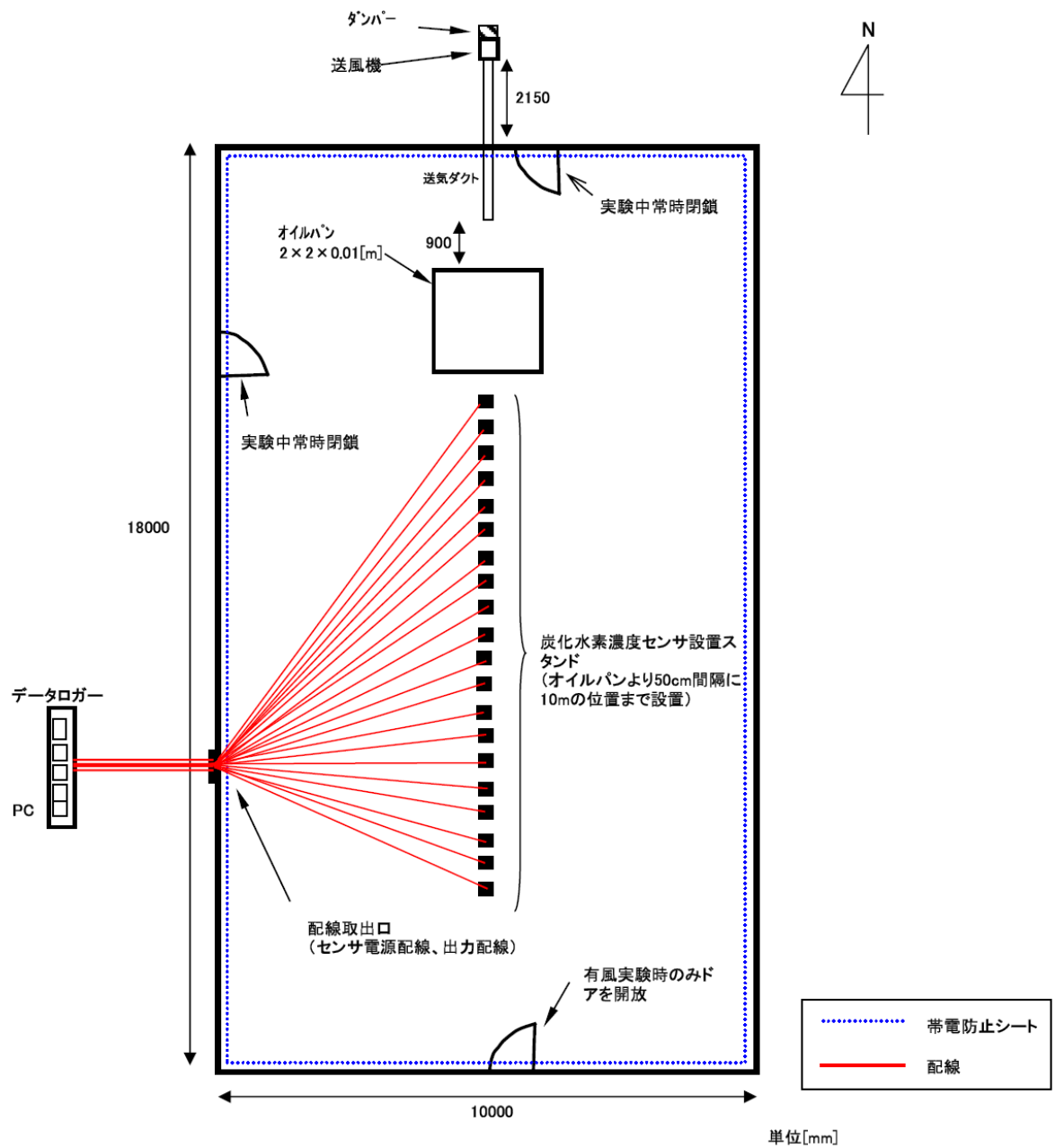


図1 実験装置図



写真1 オイルパン（左：1m角、右：2m角）



写真2 センサ設置状況

※ブルーシートで囲われているため、写真に青みがかかっている。

(2) 予備実験、本実験内容

ア 予備実験（4回）

2m 角オイルパンを用いて4種類の風速で各1回ずつ実験を実施した。

（表2）

表2 予備実験内容及び回数

予備実験 内容	2m 角オイルパン風速 0m/s	1回
	2m 角オイルパン風速 1m/s	1回
	2m 角オイルパン風速 3m/s	1回
	2m 角オイルパン風速 5m/s	1回
合計	4回	

イ 本実験（24回）

1m 角オイルパン、2m 角オイルパンを用いて4種類の風速で、各3回ずつ実験を実施した。（表3）

表3 本実験内容及び回数

本実験内容	1m 角オイルパン風速 0m/s	3回
	1m 角オイルパン風速 1m/s	3回
	1m 角オイルパン風速 3m/s	3回
	1m 角オイルパン風速 5m/s	3回
	2m 角オイルパン風速 0m/s	3回
	2m 角オイルパン風速 1m/s	3回
	2m 角オイルパン風速 3m/s	3回
	2m 角オイルパン風速 5m/s	3回
合計	24回	

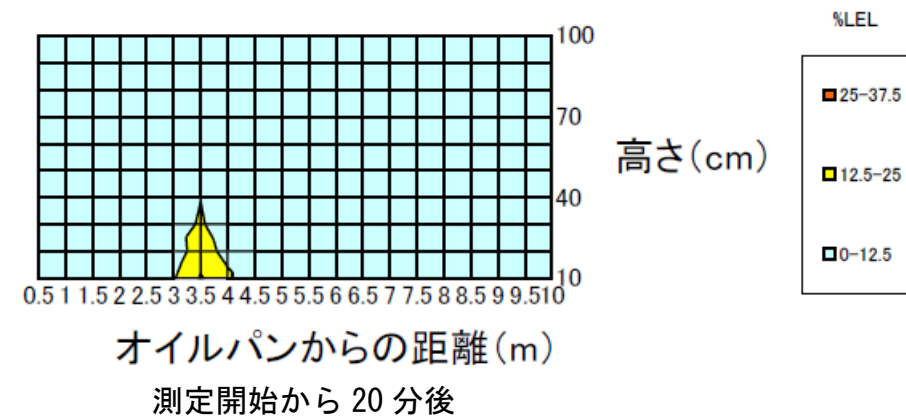
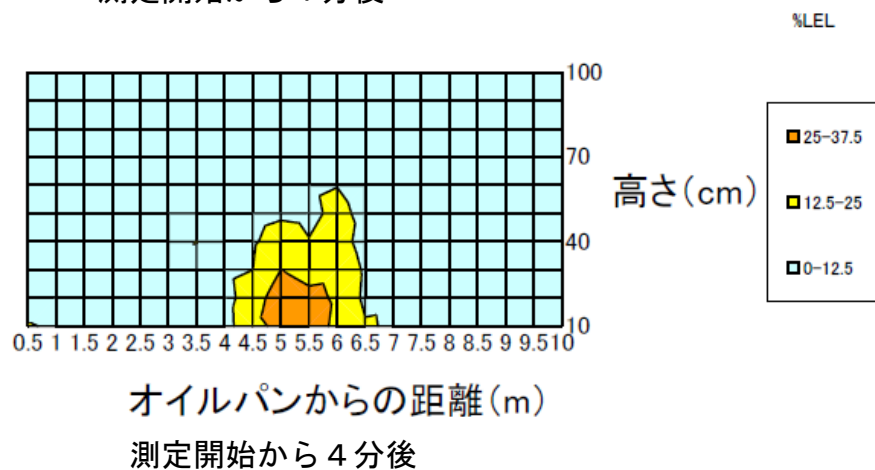
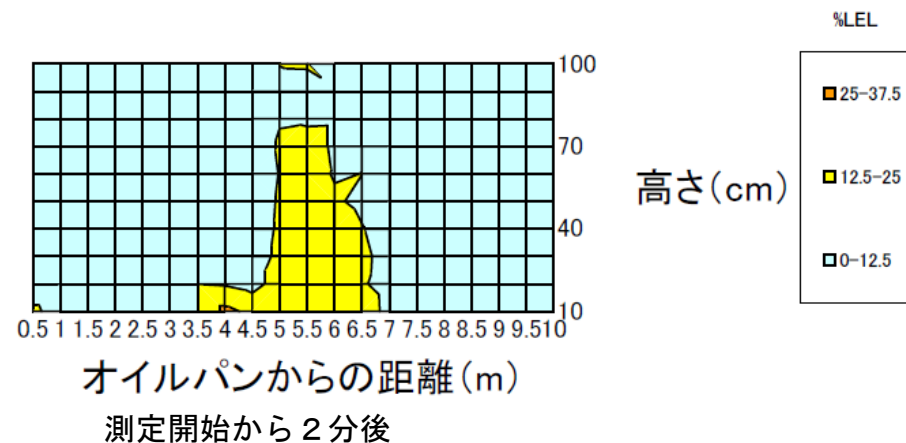
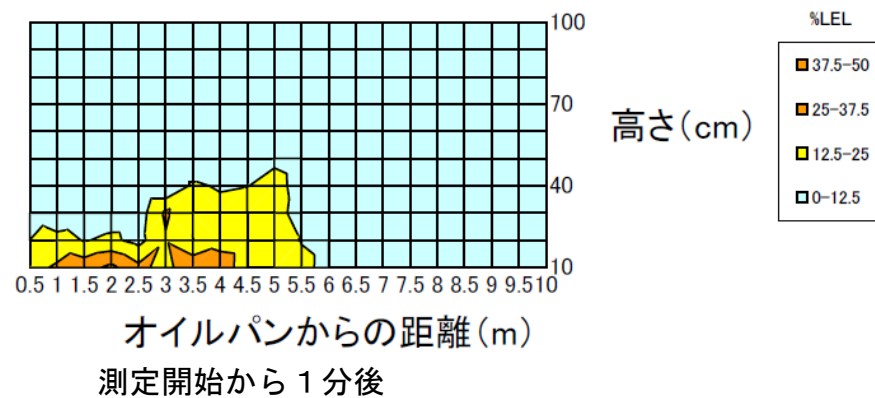
3 実験結果

予備実験、本実験の各実験について、炭化水素濃度センサを設置した200箇所における濃度測定結果をもとに、可燃性蒸気濃度の等濃度線図を作成し、可燃性蒸気の滞留範囲を視覚的に図示した。

実験開始より1分、2分、3分、4分、5分、6分、7分、8分、9分、10分、15分、20分、25分、30分、35分、40分、45分、50分、55分、60分後の等濃度線図を作成し、経時的变化が分かるものとした。以下に、本実験における主な測定結果を示す。（詳細なデータは参考資料を参照。）

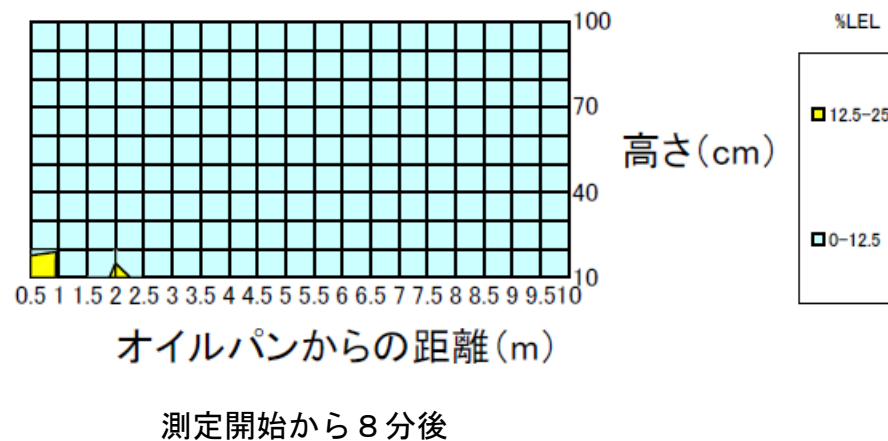
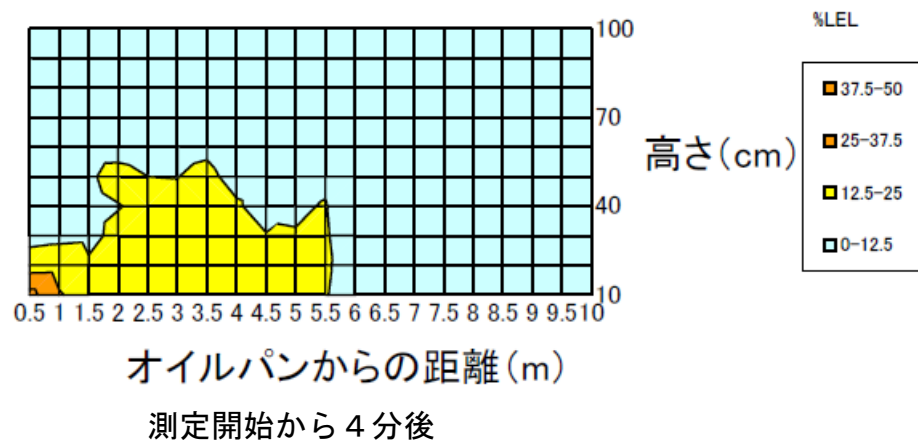
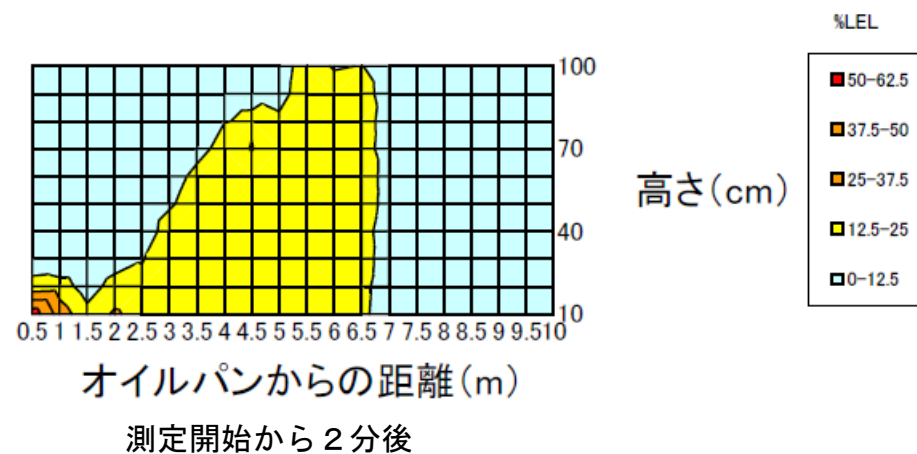
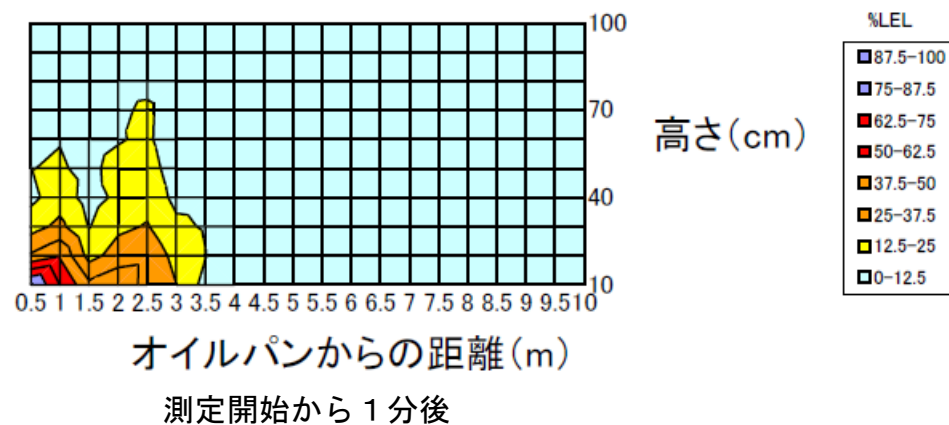
(1) 1m角オイルパン

(i) 風速 0m/s、実験場所の平均気温 40℃



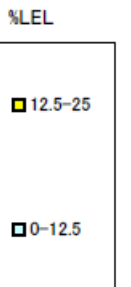
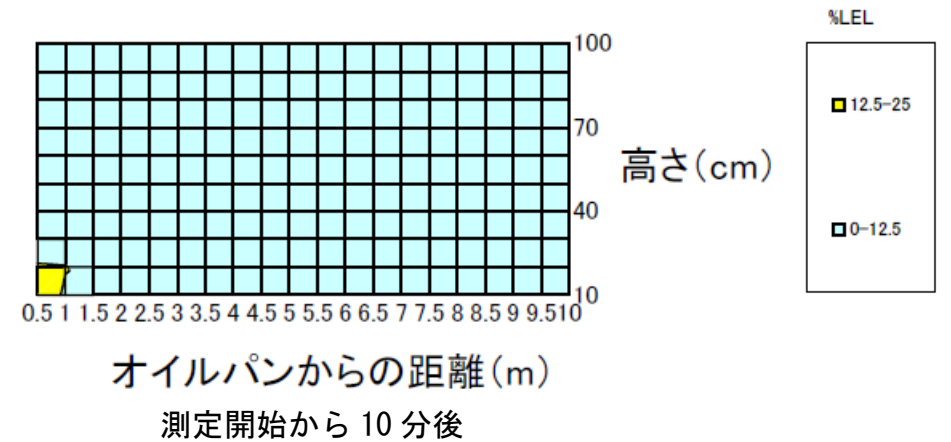
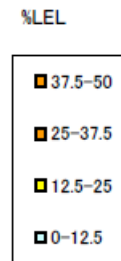
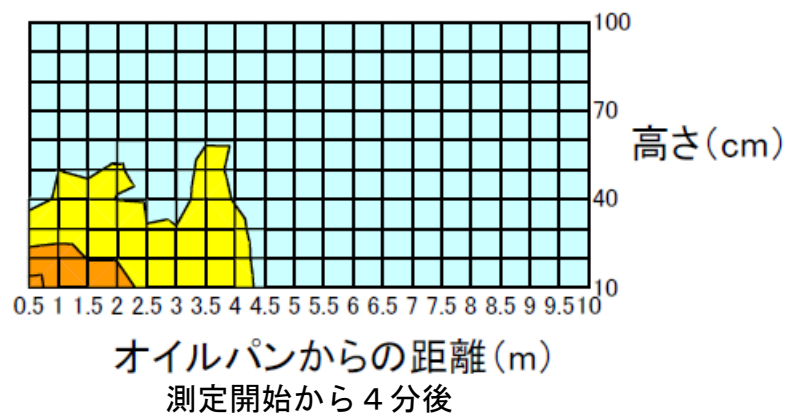
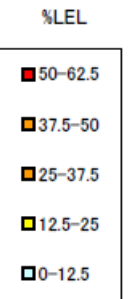
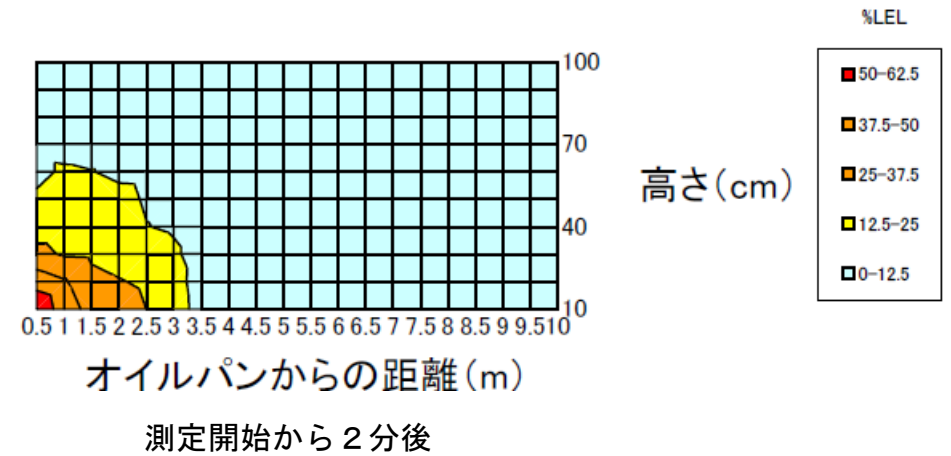
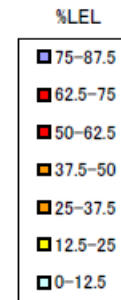
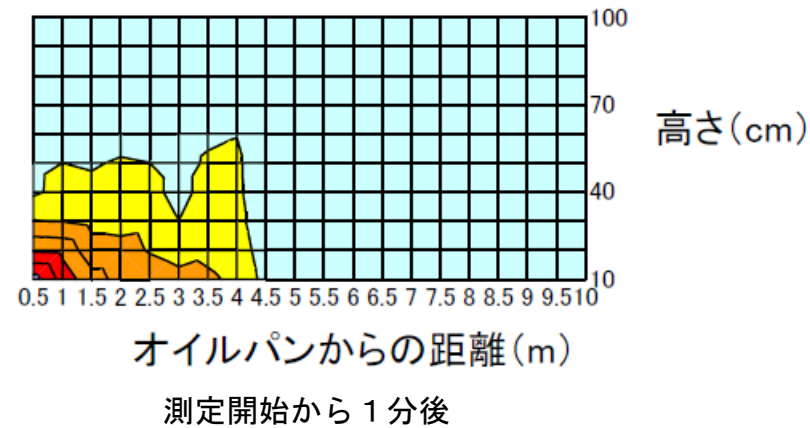
実験開始の 1 分後には、可燃性蒸気が 6 m 付近まで到達しており、4 分後には 5 m 付近にのみ可燃性蒸気が滞留する様子が見られる。高さ 10 cm 以上において、50%LEL (LEL とは爆発下限界濃度のことをいう。以下同じ。) 以上の蒸気の滞留は見られなかった。測定開始から 20 分後以降については、測定範囲において可燃性蒸気の滞留はほとんど見られなくなった。

(ii) 風速 1 m/s、実験場所の平均気温 42℃



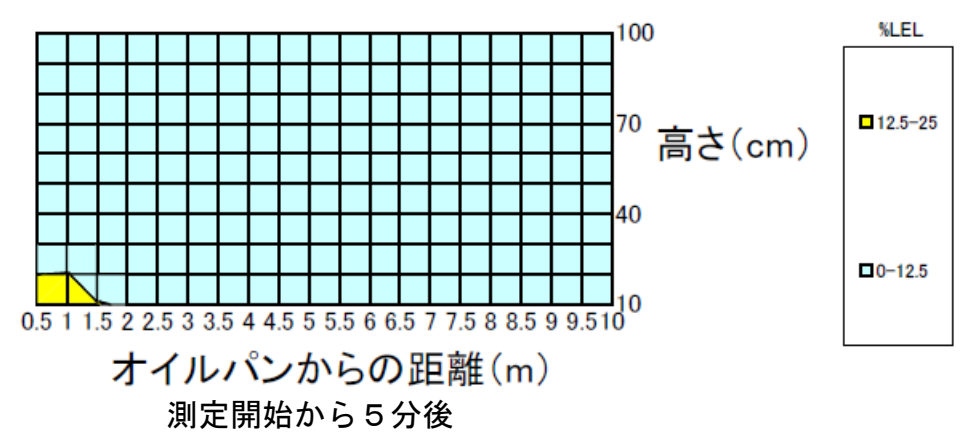
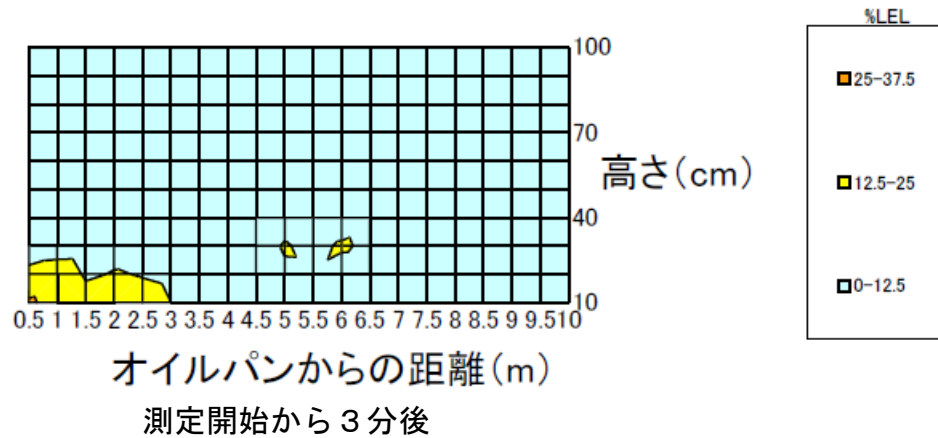
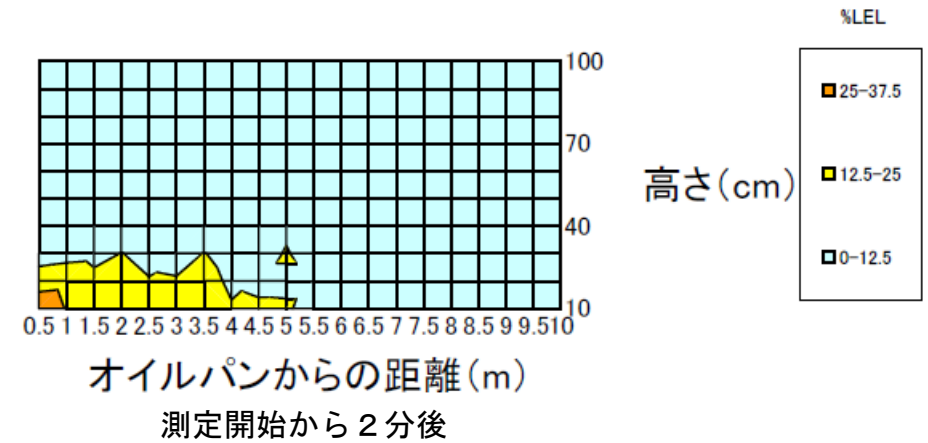
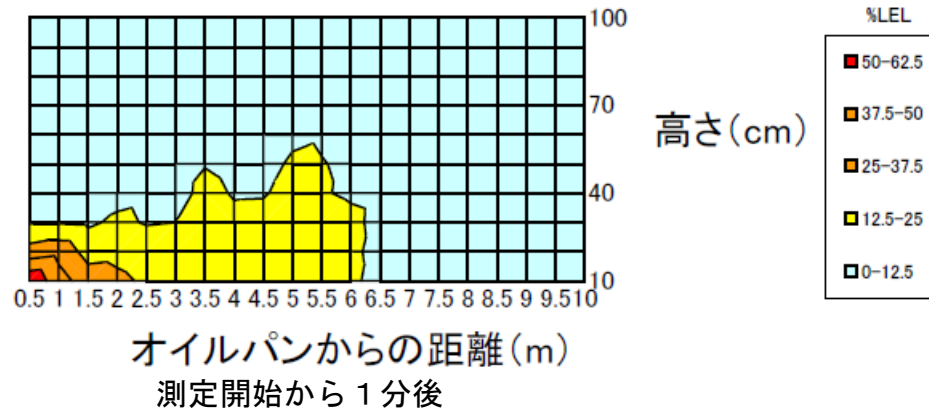
測定開始から 1 分後には、オイルパン周辺にあった高濃度の可燃性蒸気が風により拡散し、2 分後には、6 m 付近まで達している。測定から 8 分後以降については、測定範囲において可燃性蒸気の滞留はほとんど見られなくなった。

(iii) 風速 3 m/s、実験場所の平均気温 40°C



可燃性蒸気の拡散の状況については、風速 1m/s とほぼ同様の様子が見られた。測定開始から 10 分後以降については、測定範囲において可燃性蒸気の滞留はほとんど見られなくなった。

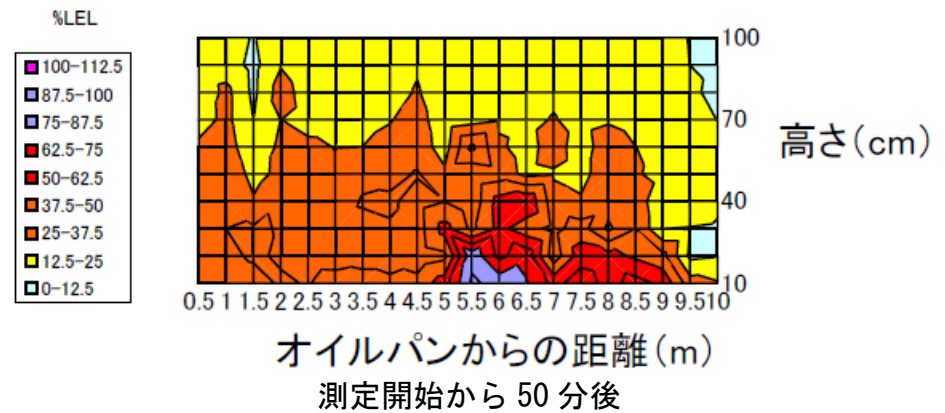
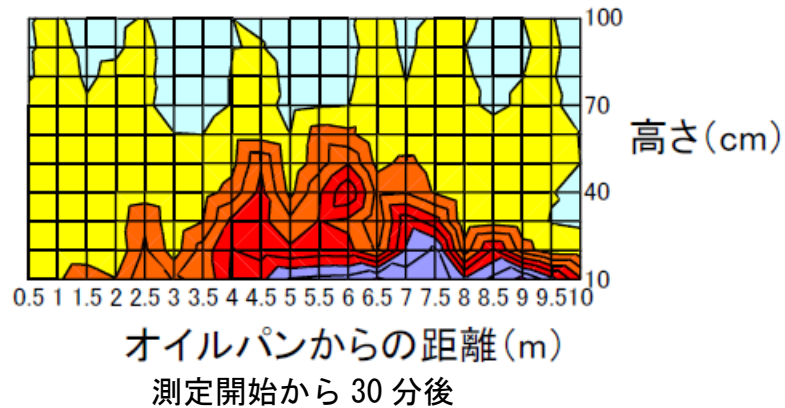
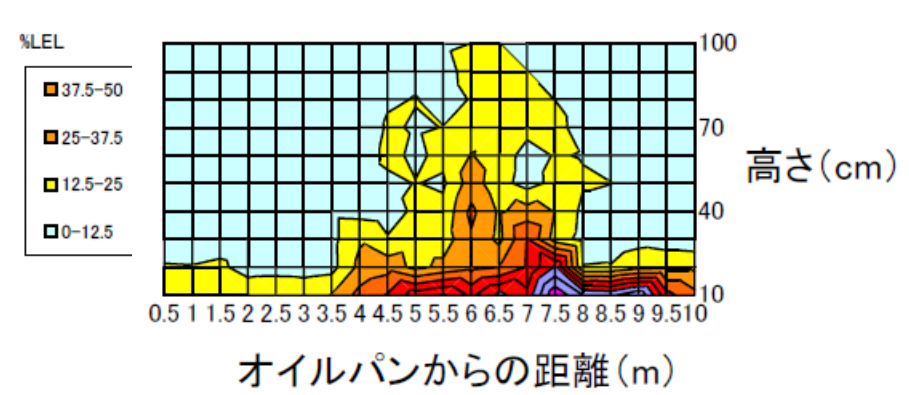
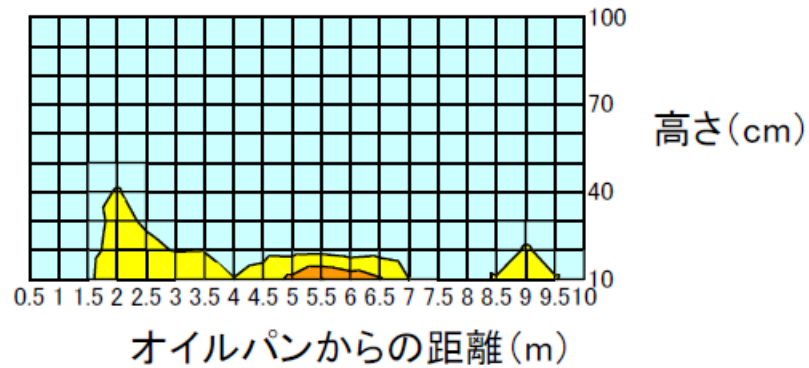
(Ⅳ) 風速 5 m/s、実験場所の平均気温 40℃



可燃性蒸気の拡散の状況については、風速 1m/s とほぼ同様の様子が見られた。測定開始から 5 分後以降については、測定範囲において可燃性蒸気の滞留はほとんど見られなくなった。

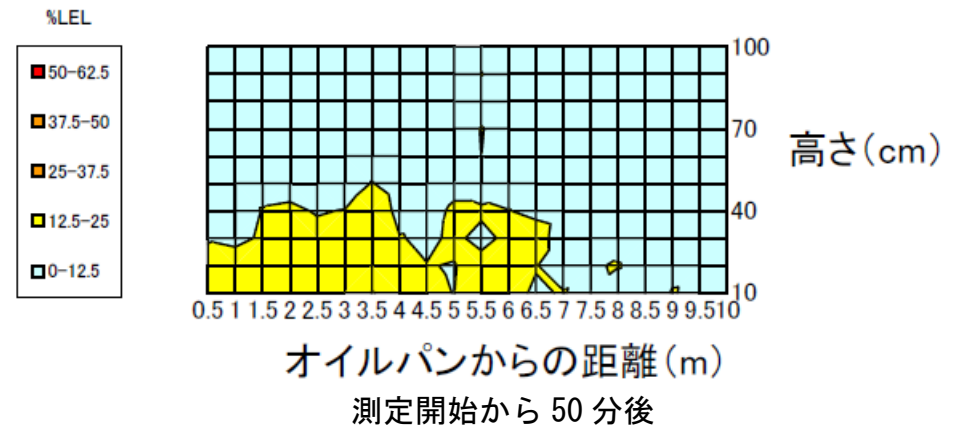
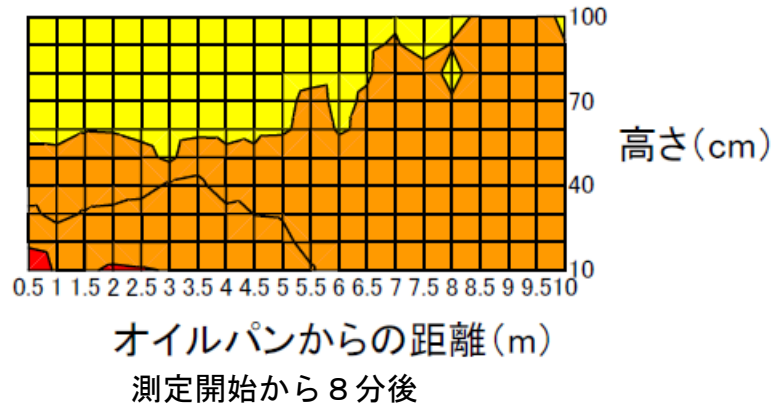
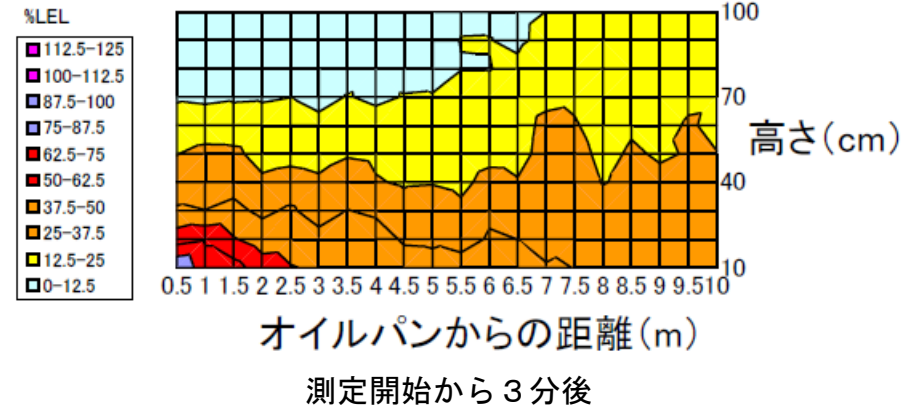
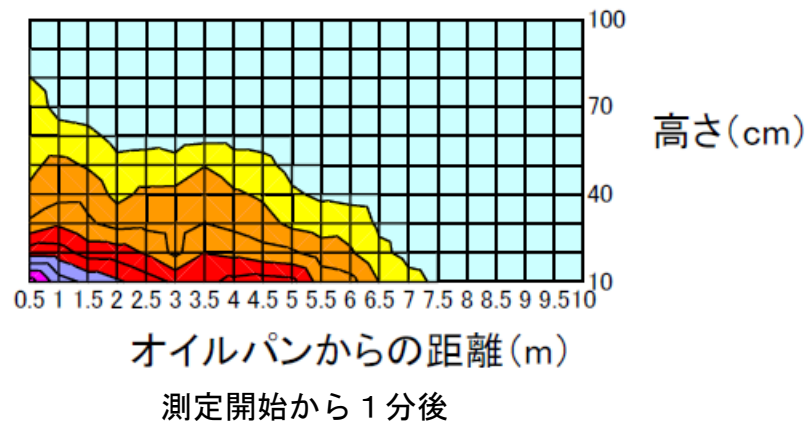
(2) 2m角オイルパン

(i) 風速 0m/s、実験場所の平均気温 23℃



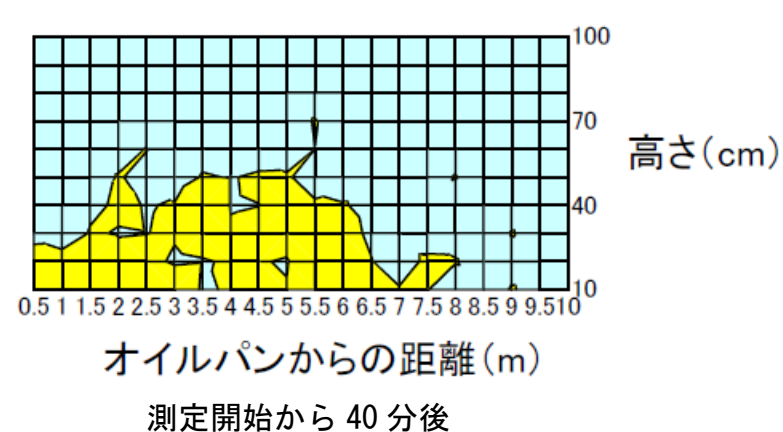
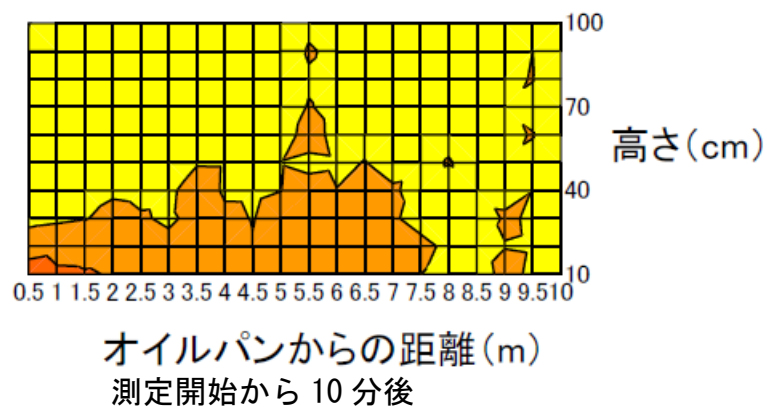
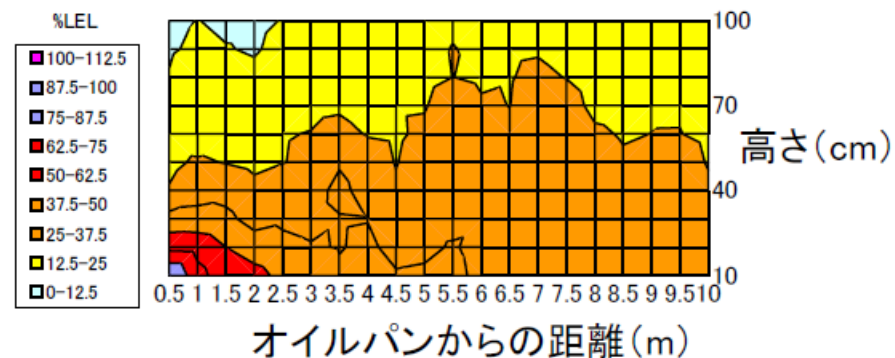
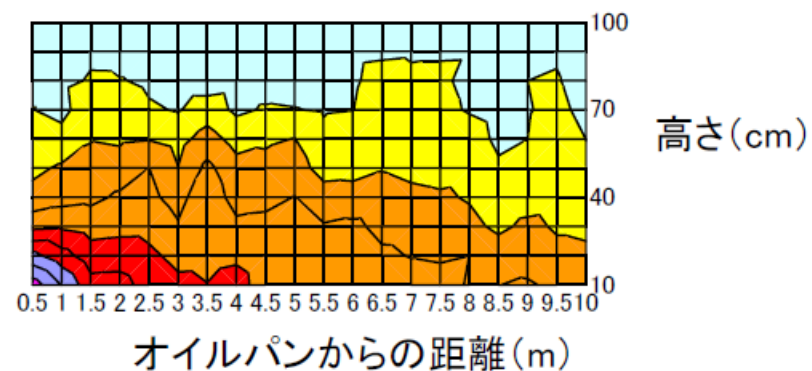
風速 1m/s では、測定開始から 1 分後において高濃度の可燃性蒸気の滞留は見られないが、時間経過とともに 5 m～9 m 付近に 50%LEL 以上の蒸気の滞留が見られた。また、高さ方向についても 50%LEL 以上の蒸気が 50 cm 付近まで上昇している。

(ii) 風速 1 m/s、実験場所の平均気温 25℃



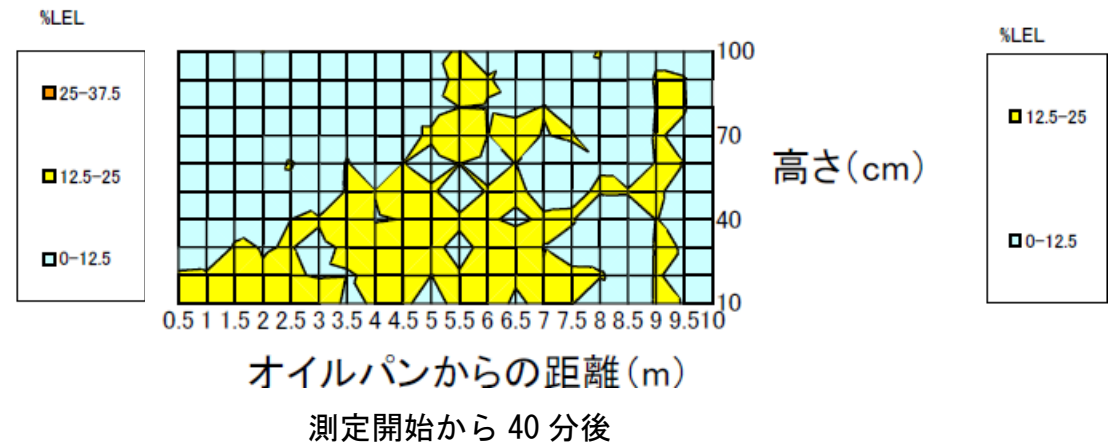
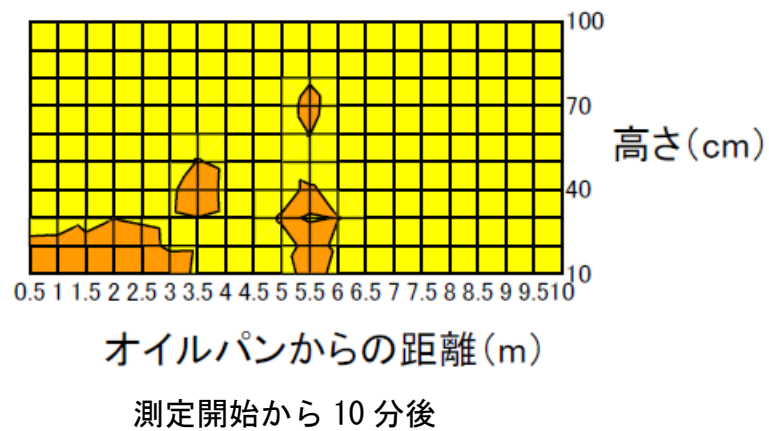
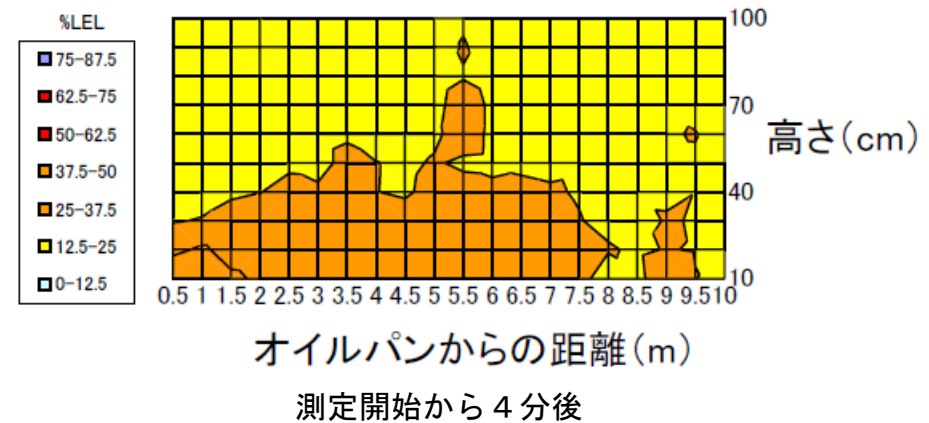
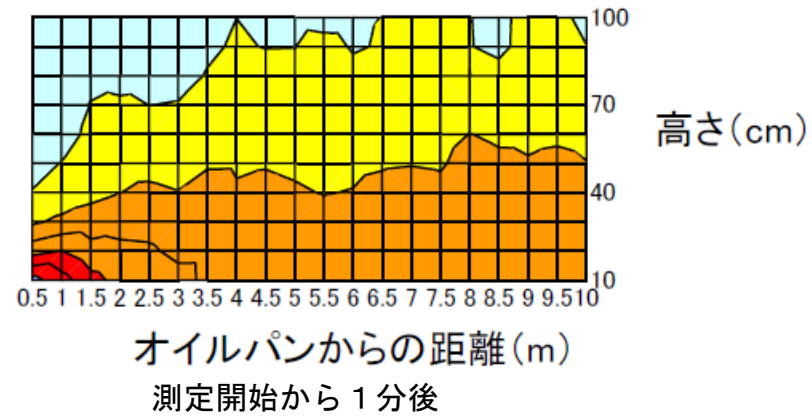
風速 1m/s の場合、測定開始時にはオイルパン周辺に 50%LEL 以上の蒸気が滞留する様子が見られるが、風により蒸気が拡散し、50 分後には、高濃度の蒸気が滞留する様子は見られない。

(iii) 風速 3 m/s、実験場所の平均気温 28℃



可燃性蒸気の拡散の状況については、風速 1m/s とほぼ同様の様子が見られた。

(Ⅳ) 風速 5m/s、実験場所の平均気温 28℃



可燃性蒸気の拡散の状況については、風速 1m/s とほぼ同様の様子が見られた。

4 考察

1 m角のオイルパンの実験においては、オイルパンから6 m付近まで可燃性蒸気が広がり、滞留する様子が見られたが、50%LEL 以上の高濃度の蒸気が高さ10 cm以上に滞留する様子はオイルパンの付近にのみで見られた。

なお、測定高さは10 cm以上であり、可燃性蒸気は空気よりも重いため、高さ10 cm未満に高濃度の可燃性蒸気が滞留している可能性は否定できないことに留意が必要である。

2 m角のオイルパンの実験においては、1 m角の実験と比較して、広い範囲で50%LEL 以上の高濃度の蒸気たが滞留する様子が見られた。風速0m/sでは、オイルパンから7m付近に100%LEL も観測されており、高さ方向では50%LEL の蒸気が50 cm付近まで上昇している様子が見られた。このことは、単位面積当たりの可燃性蒸気発生量を一定と仮定すれば、蒸気発生量はオイルパンの面積に依存し、4 m²のオイルパンでは可燃性蒸気が発生量が大きいことから、高濃度の可燃性蒸気が滞留したものと推察される。

風速の影響については、風により可燃性蒸気が拡散し、時間経過とともに、蒸気濃度が減少する傾向が見られる。