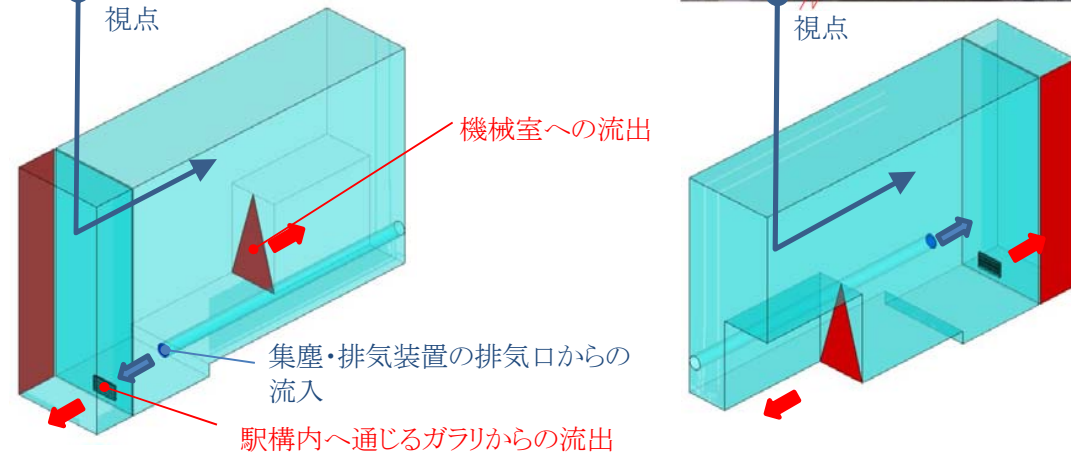


解析条件 (ア) 換気機械室扉のガラの風速

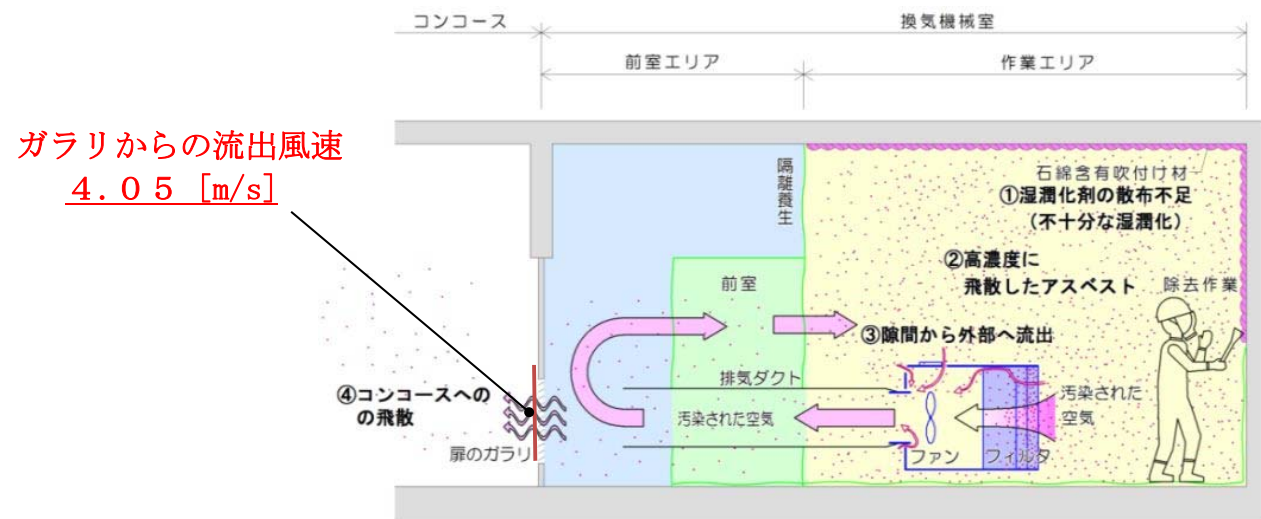
1. シミュレーションの方法

前室エリアの寸法	(下図のとおり)
ガラの大きさ	
集塵・排気装置の排気口からの流入風速	15[m/s]



事故当時の前室エリアのモデル化

2. シミュレーションの結果



ガラリからの流出風速
4.05 [m/s]

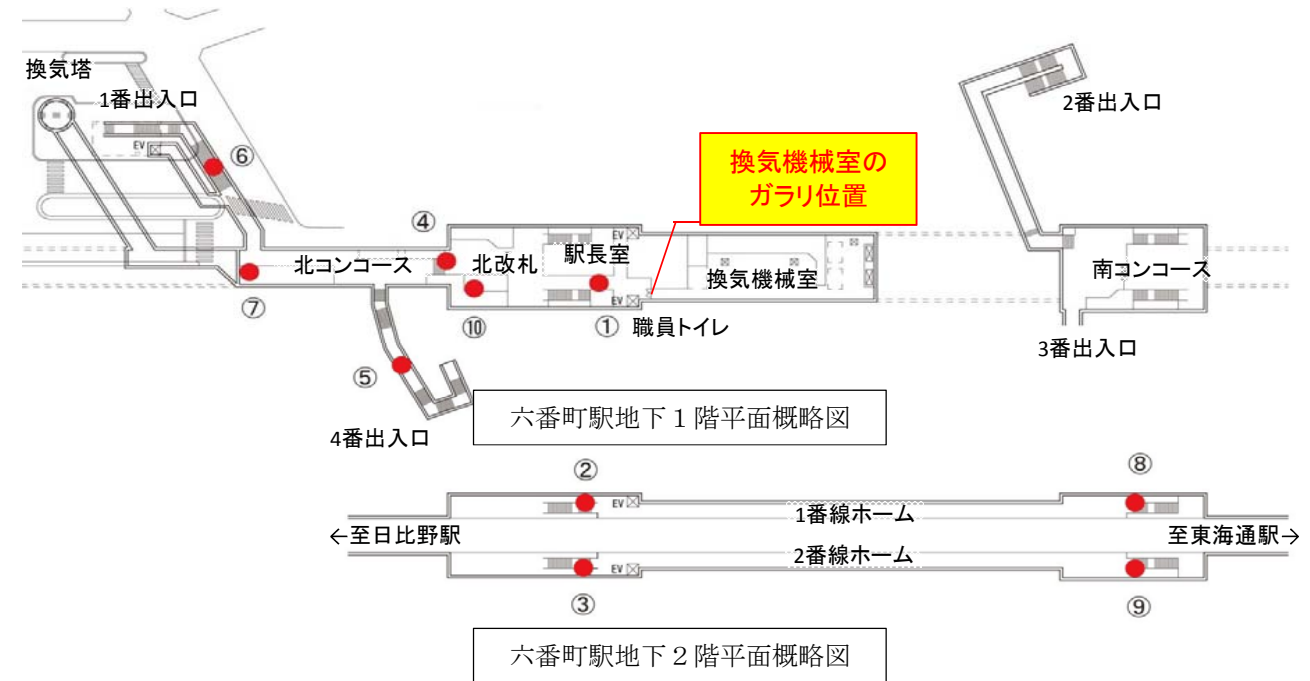
換気機械室断面図

3. 駅構内と換気機械室の圧力差についての補正

駅構内と換気機械室内に圧力差が生じていた可能性（電車のピストン効果による引込、除去作業の目張の破れから機械室内が駅構内に比べ正圧となっていた可能性）があるため補正する。

補正は、駅構内の風速計測点のうち換気機械室前の扉に最も近い風速計測点（①）の風速を2.シミュレーション結果で算出したガラリからの流出風速に加算する。

【駅構内10箇所の風速計測点】



4. ガラリ風速(補正後)

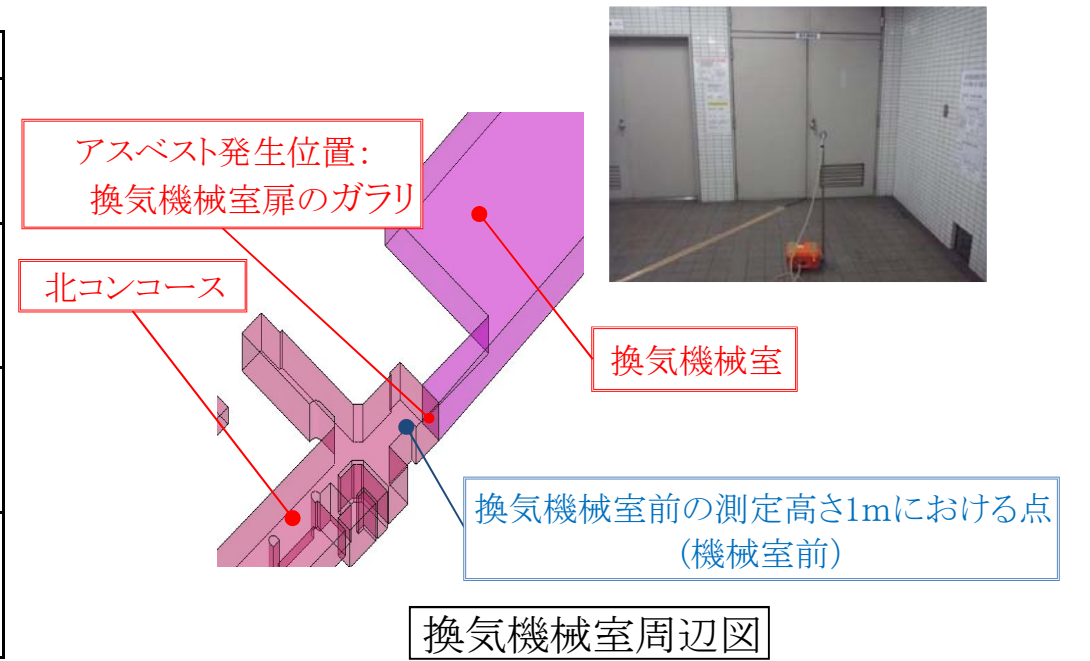
$$\text{ガラリ風速} = \text{シミュレーション結果} + \text{①の最大風速}$$

$$4.28 \text{ [m/s]} \quad 4.05 \text{ [m/s]} \quad 0.23 \text{ [m/s]}$$

解析条件 (イ) 機械室前の仮定アスベスト濃度

1. 総繊維数及び総繊維数濃度について

場所	採取日	採取時間	視野数	総繊維数		総繊維数濃度(※1)	
				計測値	ポアソン分布の上限値(※2)	計測値	ポアソン分布の上限値
機械室前	12月12日	9:15~10:15	4視野	210[本]	240.43[本]	1,100[本/L]	1,300[本/L]
機械室前	12月13日	15:10~16:03	45視野	206[本]	240.43[本]	110[本/L]	130[本/L]
機械室前	12月13日	16:05~17:05	100視野	29[本]	41.649[本]	6.5[本/L]	9.4[本/L]

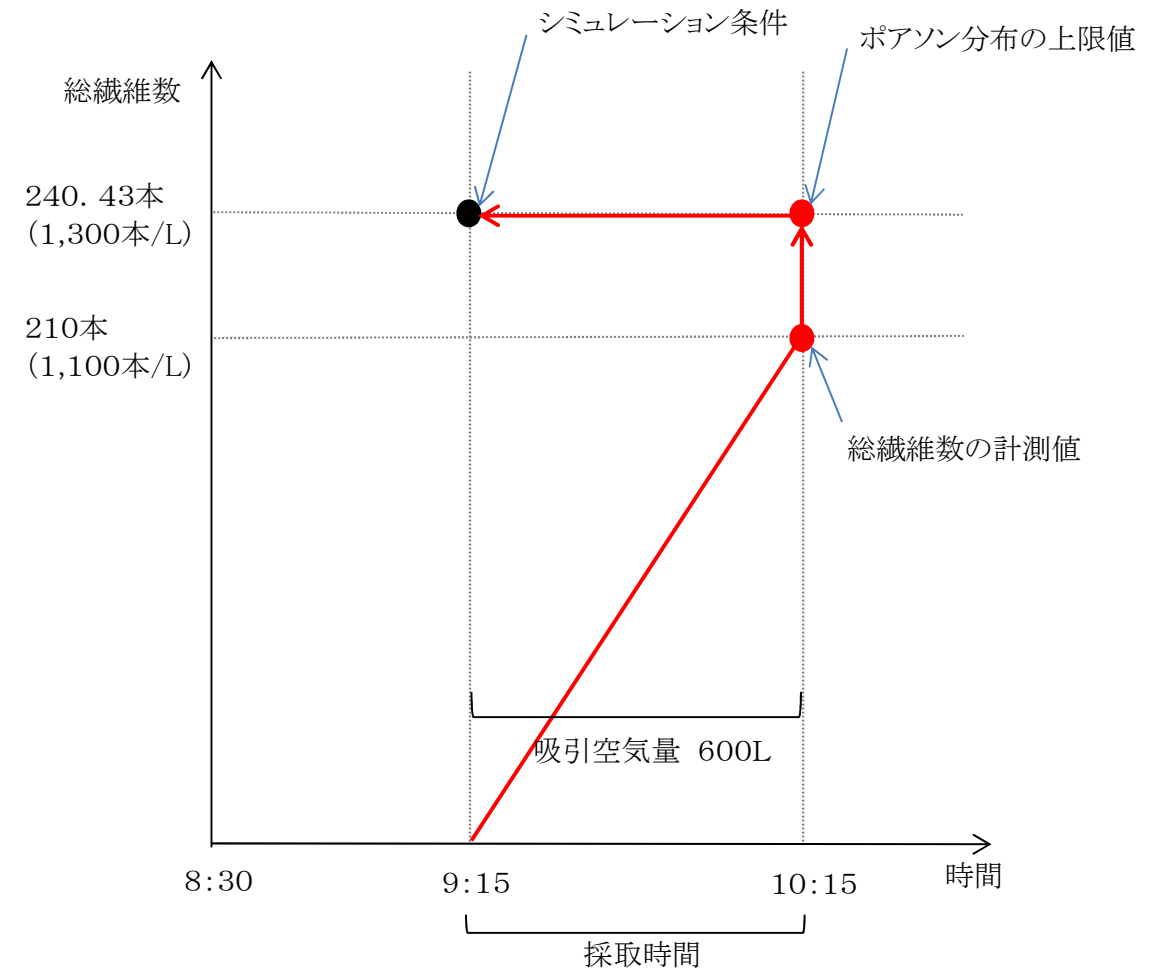


※1 総繊維数濃度 [本/L] = $\frac{\text{フィルター有効面積}[\text{mm}^2] \times \text{計測した総繊維数}[\text{本}]}{\text{視野範囲}[\text{mm}^2] \times \text{計測した視野数} \times \text{吸引空気量}[\text{L}]}$
 フィルター有効面積 961.625[mm²]、視野範囲 0.07065[mm²]、吸引空気量 600[L]

※2 ISO13794に示されたポアソン分布を適用した時の95%信頼限界の上限本数

2. 機械室前の仮定アスベスト濃度

場所	日	時刻	仮定アスベスト濃度	作業状況	
				アスベスト除去	負圧装置
機械室前	12月12日	9:15	1,300[本/L]	○	○
機械室前	12月13日	16:03	130[本/L]	×	○
機械室前	12月13日	17:05	9.4[本/L]	×	×



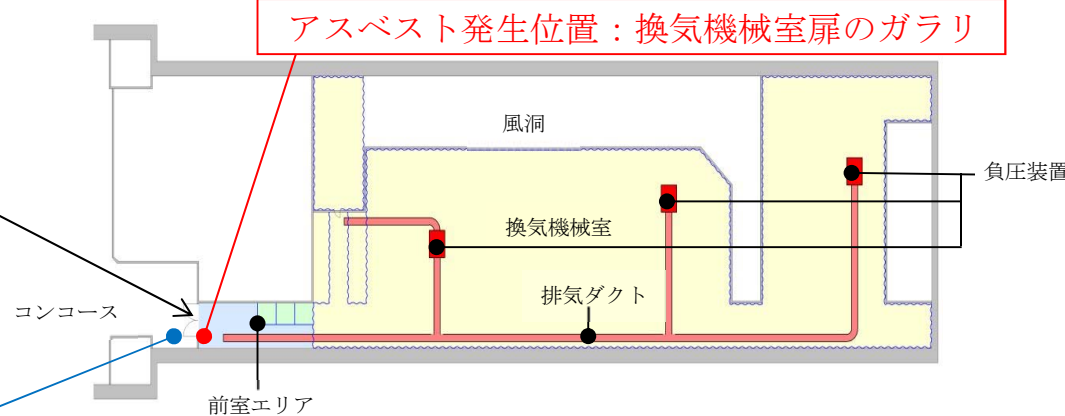
機械室前の総繊維数 (12月12日9:15~10:15)

1. 仮定アスベスト発生濃度の算出方法について

仮定	作業時間		作業状況		換気機械室扉のガラリからの 仮定アスベスト発生濃度の算出方法
			アスベスト 除去	負圧 装置	
I	平成25年12月12日	8:30~18:00	○	○	12/12 8:30 から換気機械室扉のガラリから風速 4.28m/s、アスベスト濃度一定で流出させた場合に、機械室前で 12/12 9:15 に 1,300 本/L となる値
	平成25年12月13日	8:30~10:10			
II	平成25年12月13日	10:10~16:03	×	○	12/13 10:10 から換気機械室扉のガラリから風速 4.28m/s、アスベスト濃度一定で流出させた場合に、機械室前で 12/13 16:03 に 130 本/L となる値
III	平成25年12月12日	18:00~翌8:30	×	×	IIの値
IV	平成25年12月13日	16:03~	×	×	12/13 16:03 以降は換気機械室扉のガラリを目張りしている為、0 本/L とする



扉正面(コンコース側)



換気機械室周辺平面図

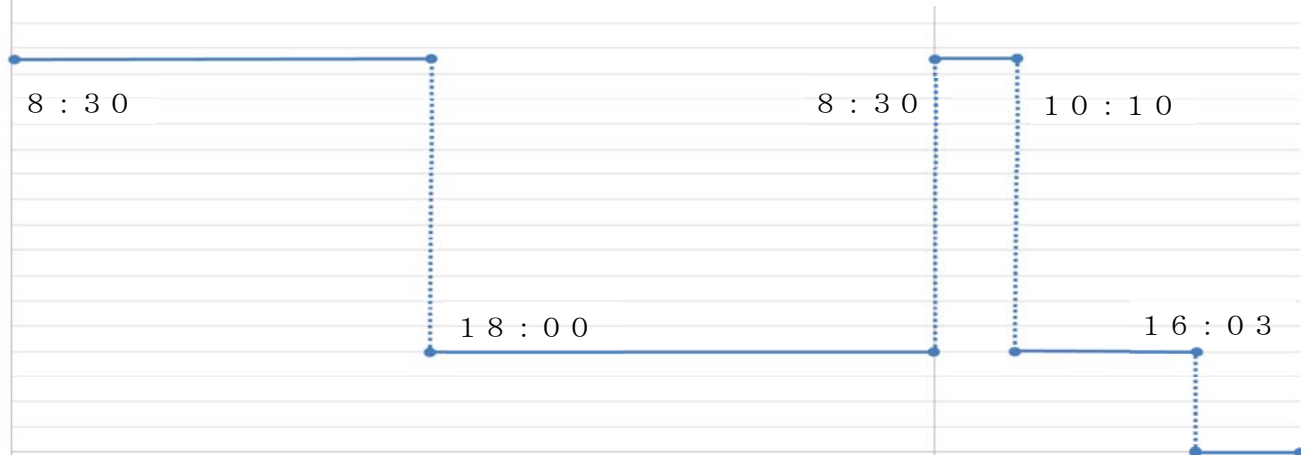
機械室前の測定高さ 1 m における点
(機械室前)

※作業状況の除去欄の○は、除去中。負圧装置欄の○は、稼働中を示す。

2. 換気機械室扉のガラリからの仮定アスベストの発生濃度

発生濃度[本/L]

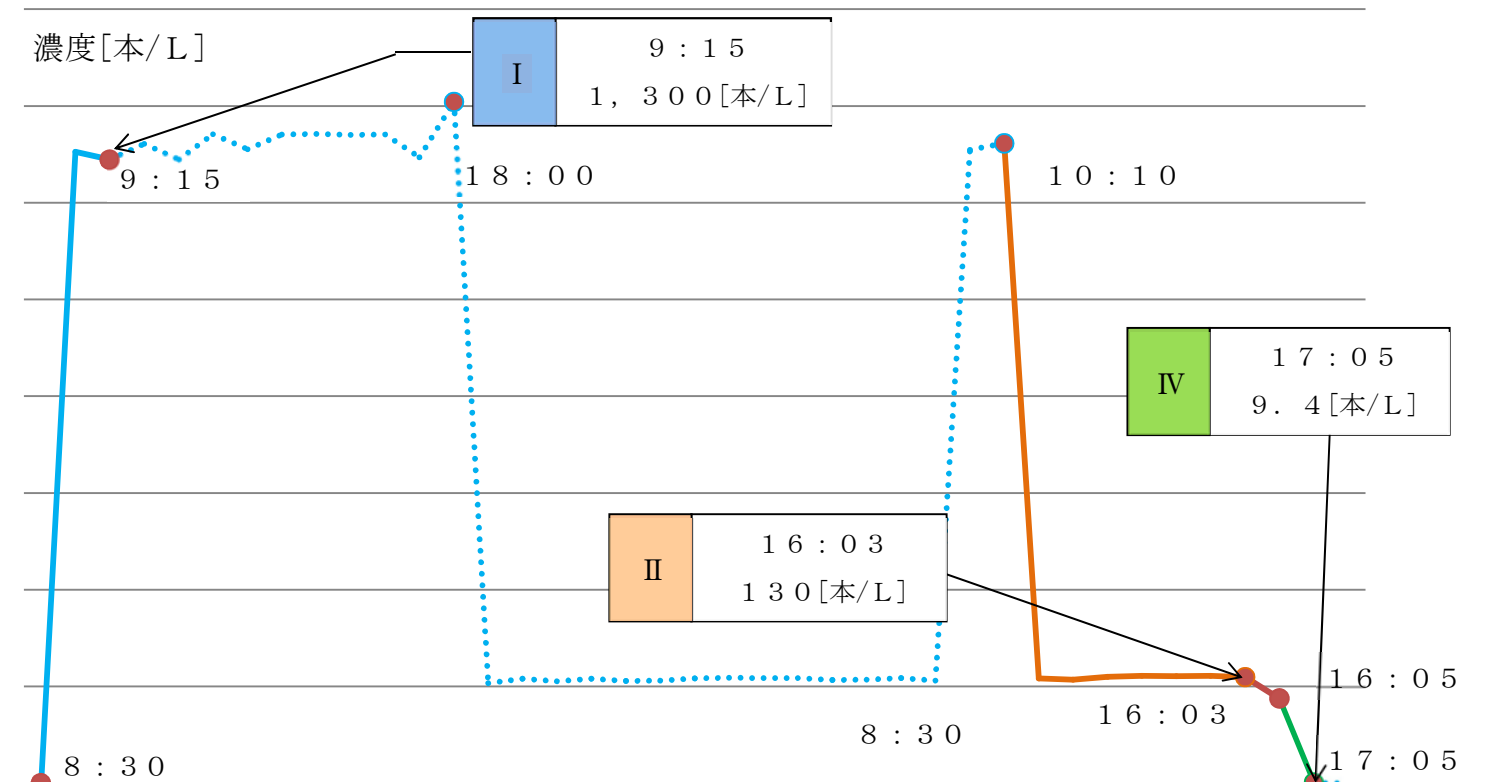
仮定	発生濃度[本/L]
I	9,612
II	508
III	508
IV	0



I	III	I	II	IV
平成25年12月12日	平成25年12月13日			

3. 機械室前のアスベスト濃度

濃度[本/L]



I	III	I	II	IV
平成25年12月12日	平成25年12月13日			

解析条件 (エ) 六番町駅アスベスト拡散シミュレーションの解析条件

資料 5 3

解析ソフトウェア		解析コード	汎用流体解析ソフト FLUENT (フルーエント) 16.2 圧力ベース陰解法による非定常計算	
		固体-気体の混相流解析	オイラー混相流モデルを使用	
項目		考え方	入力値	
物性値	空気	密度	空気は一般空気を想定し、 常温・常圧 (15[°C]、0.1[MPa]) での値	1.225[kg/m ³]
		粘性係数		1.789×10^{-5} [kg/m·s]
	アスベスト繊維	石綿の種類	-	クロシドライト
		密度	-	3.37[g/cm ³]
		繊維の長さ	資料 4 0 の幾何平均値	16.9[μm]
		繊維の直径	資料 4 0 の幾何平均値	0.7[μm]
入空気条件	風向・風速	平成27年1月26日(月)~29日(木) 六番町駅構内10か所にて測定した値	事故発生時との 外気温、外気圧の差を補正し 2秒間隔で入力	
アスベスト発生条件	発生位置		換気機械室扉のガラリ	
	仮定Ⅰ	アスベスト除去中 負圧装置稼働	資料 5 0	ガラリからの風速 4.28[m/s]
		12日 8:30~18:00 13日 8:30~10:10	資料 5 2	発生濃度 9,612[本/L]
	仮定Ⅱ	作業休止中 負圧装置稼働	資料 5 0	ガラリからの風速 4.28[m/s]
		13日 10:10~16:03	資料 5 2	発生濃度 508[本/L]
	仮定Ⅲ	作業休止中 負圧装置休止中	Ⅱの値	ガラリからの風速 4.28[m/s]
		12日 18:00~翌8:30		発生濃度 508[本/L]
	仮定Ⅳ	作業休止中 負圧装置休止中	資料 5 0	ガラリからの風速 0[m/s]
		13日 16:03~	資料 5 2	発生濃度 0[本/L]
	トイレ系統排風量		トイレ排風機の測定風量	

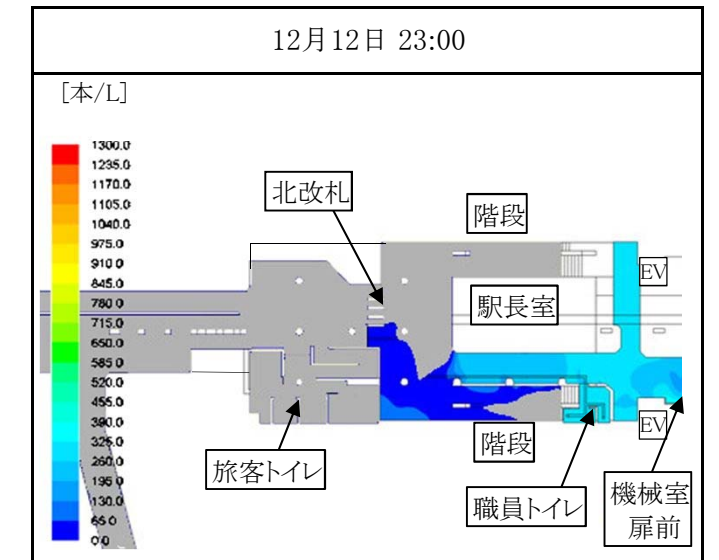
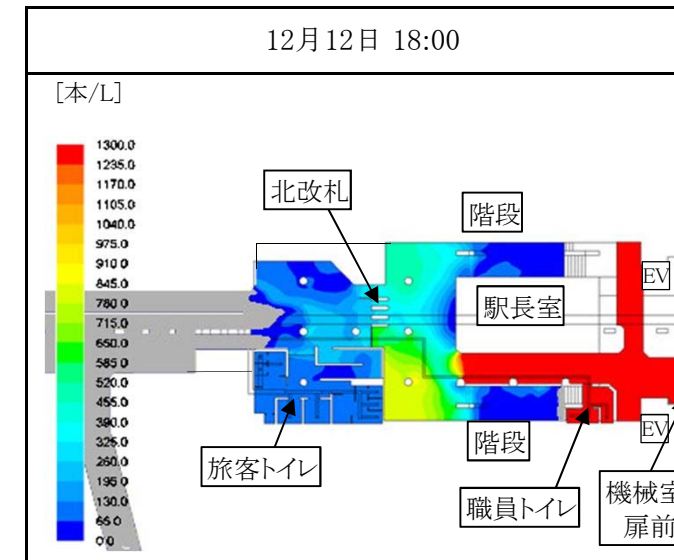
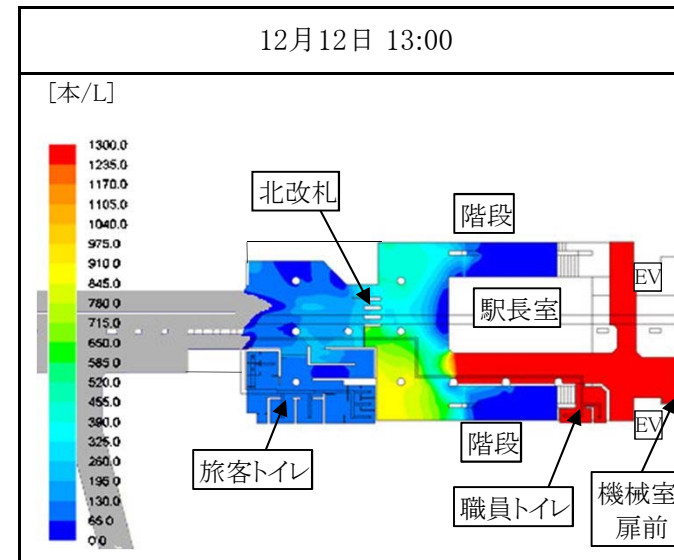
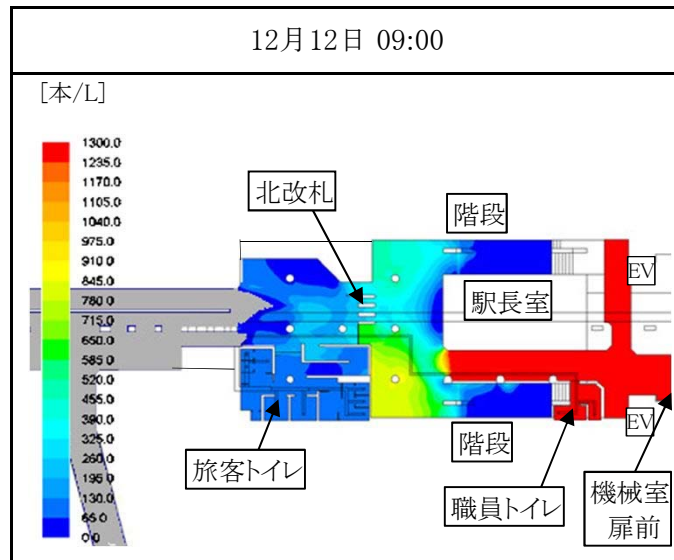
アスベスト拡散シミュレーション結果 (ア 北コンコースの拡散状況)

資料54-1

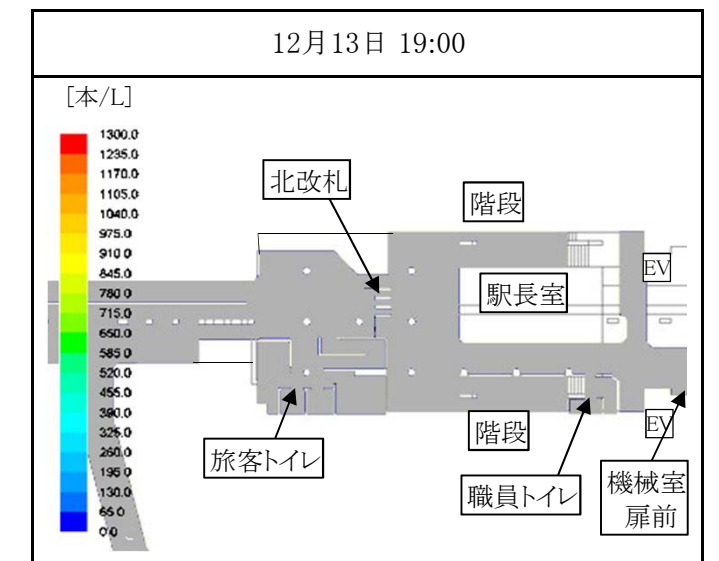
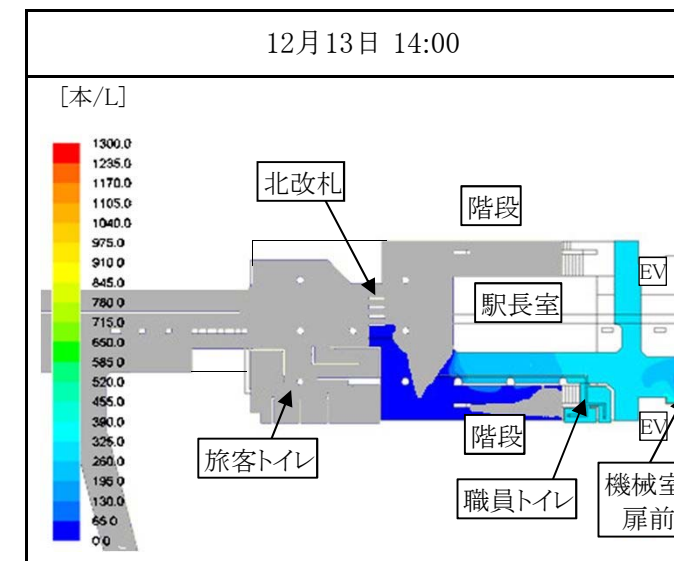
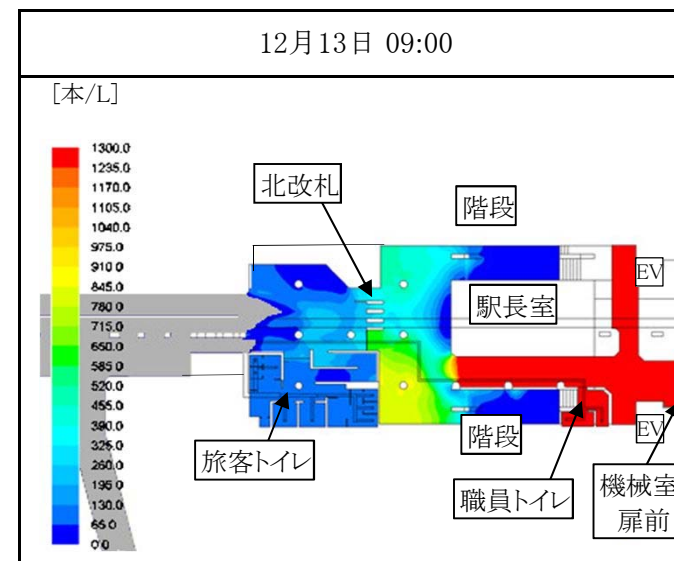
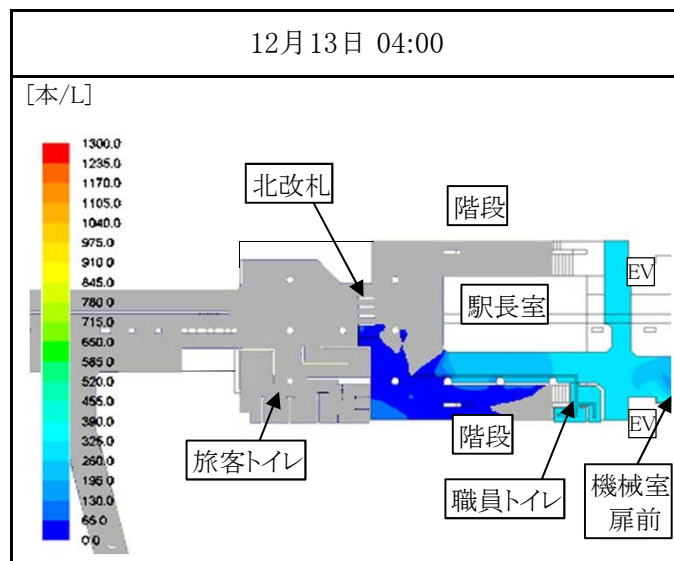
高さ0.7m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



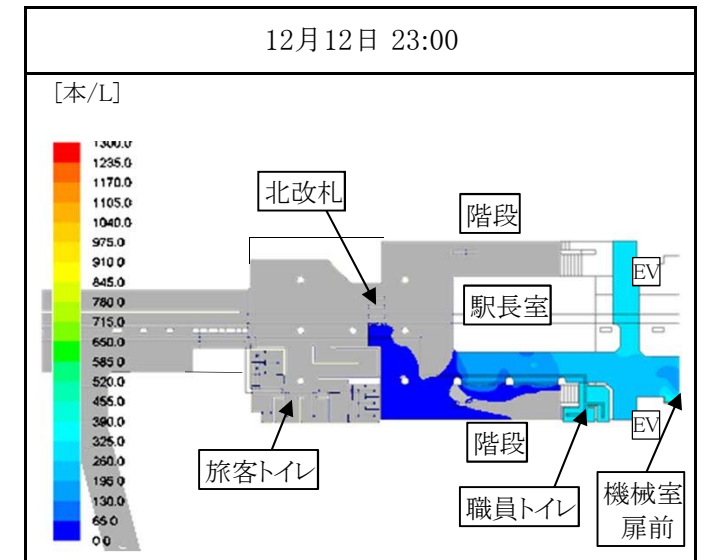
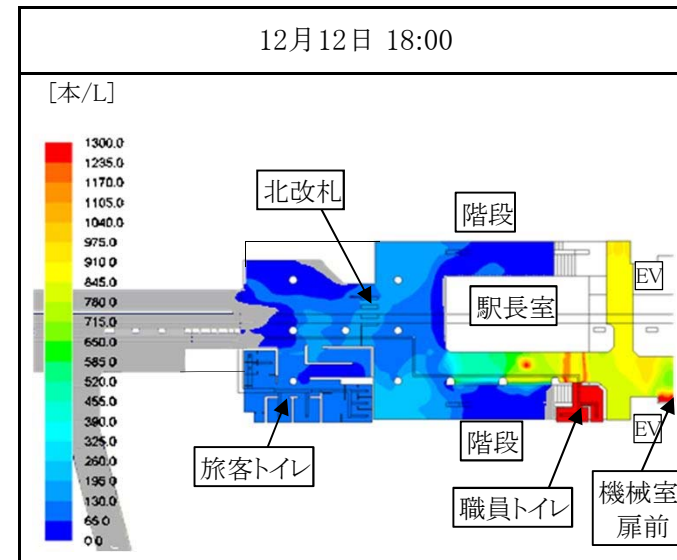
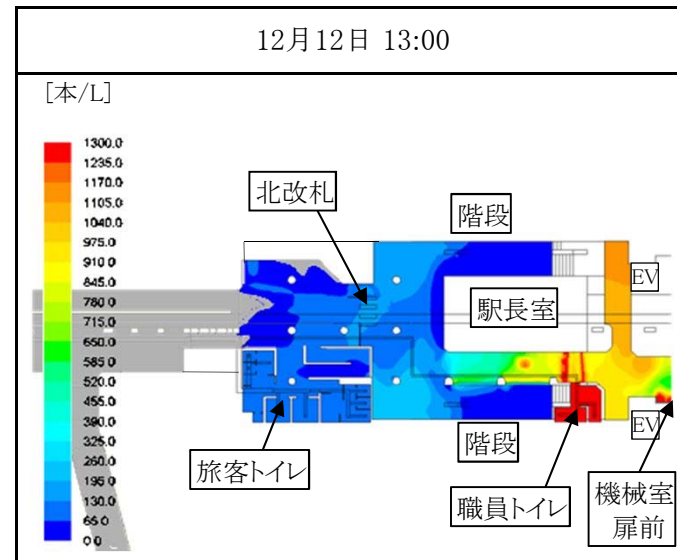
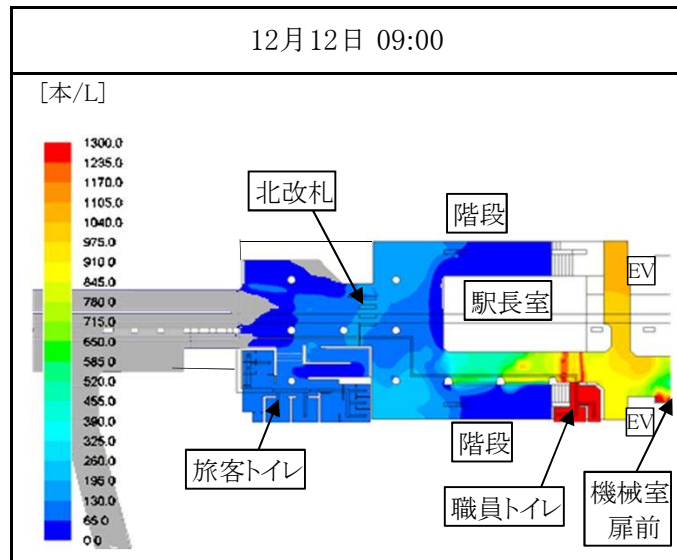
アスベスト拡散シミュレーション結果 (ア 北コンコースの拡散状況)

資料54-2

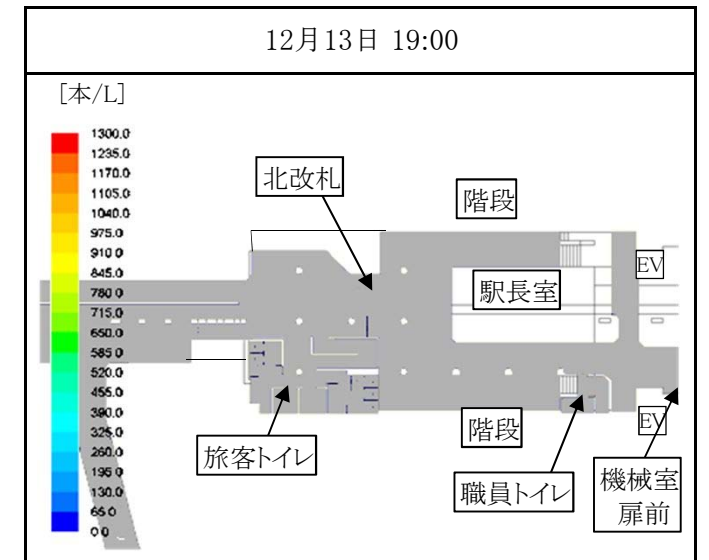
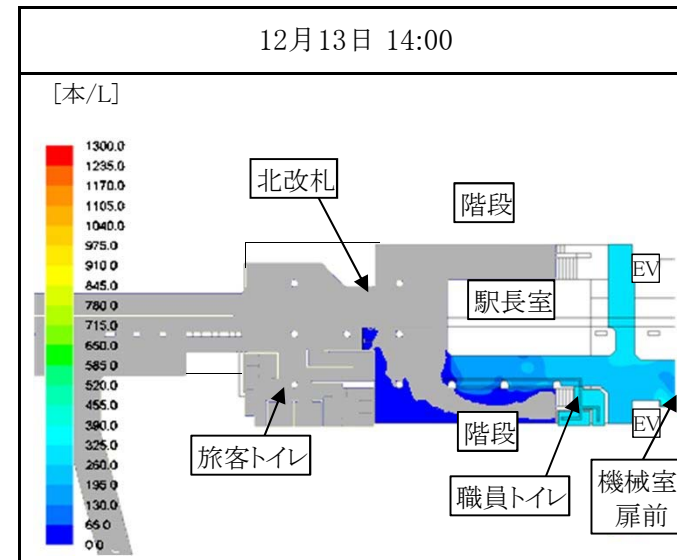
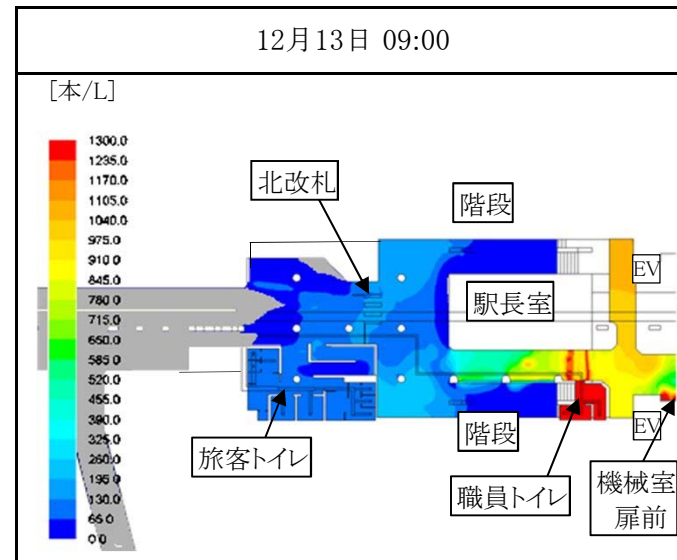
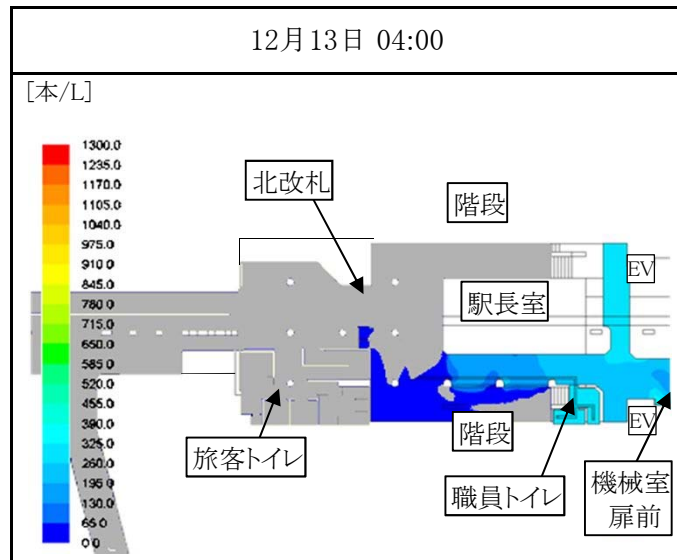
高さ1.0m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



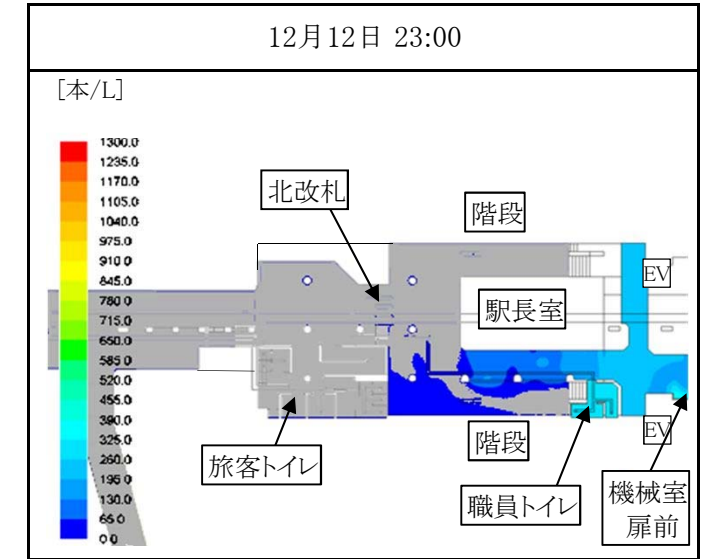
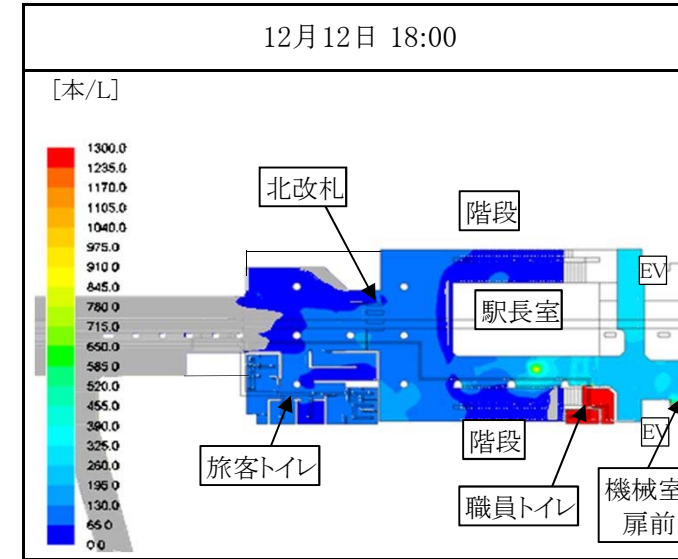
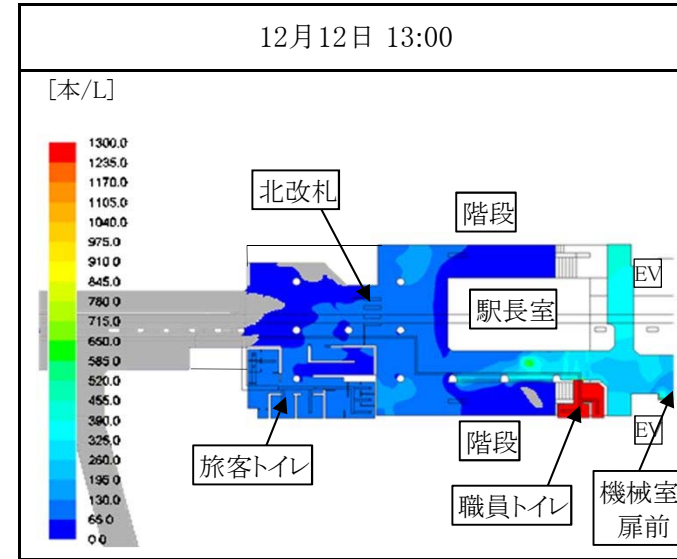
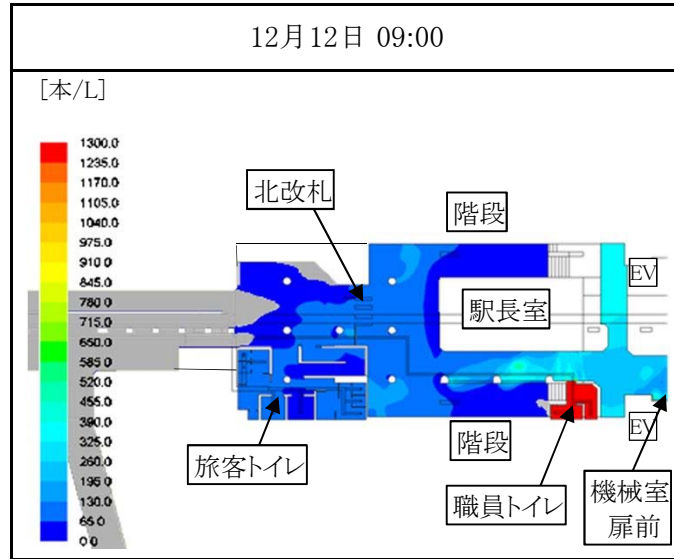
アスベスト拡散シミュレーション結果 (ア 北コンコースの拡散状況)

資料54-3

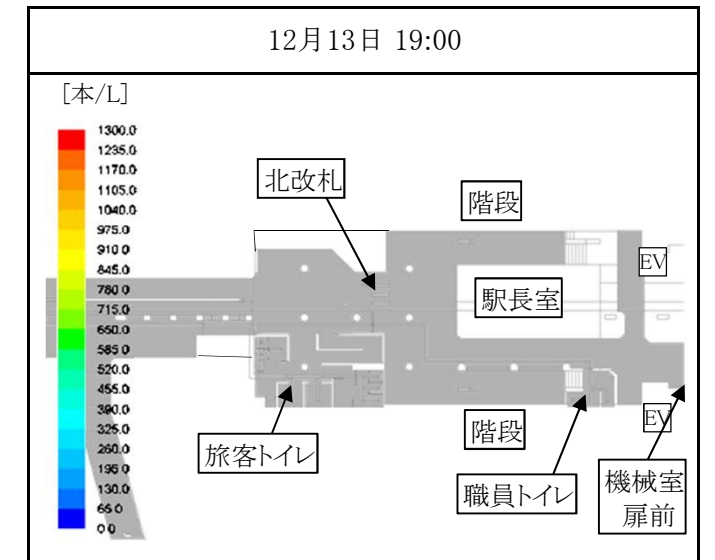
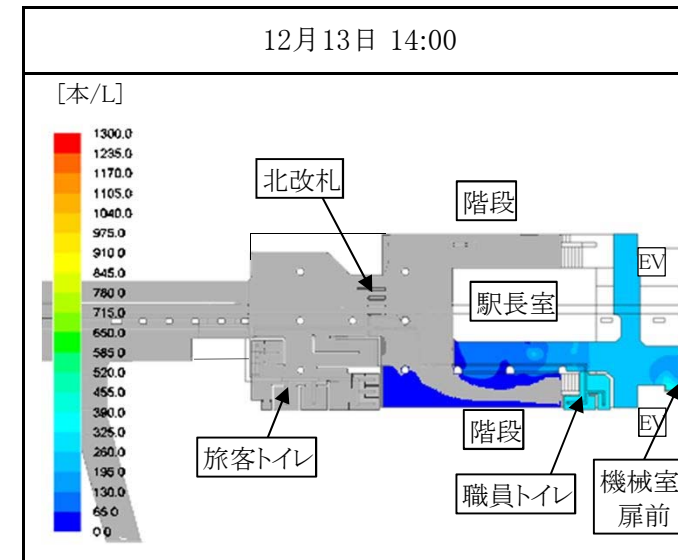
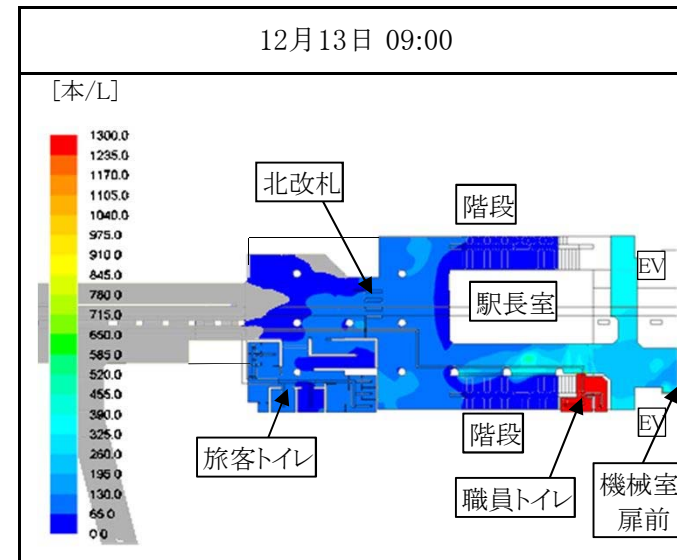
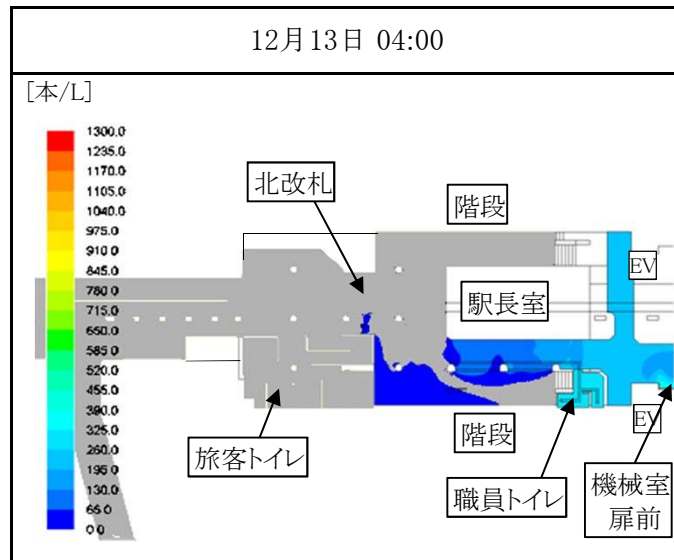
高さ1.2m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目

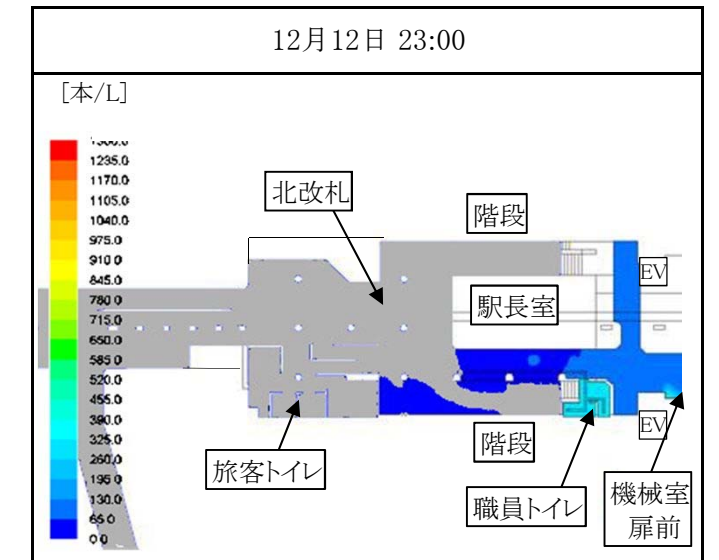
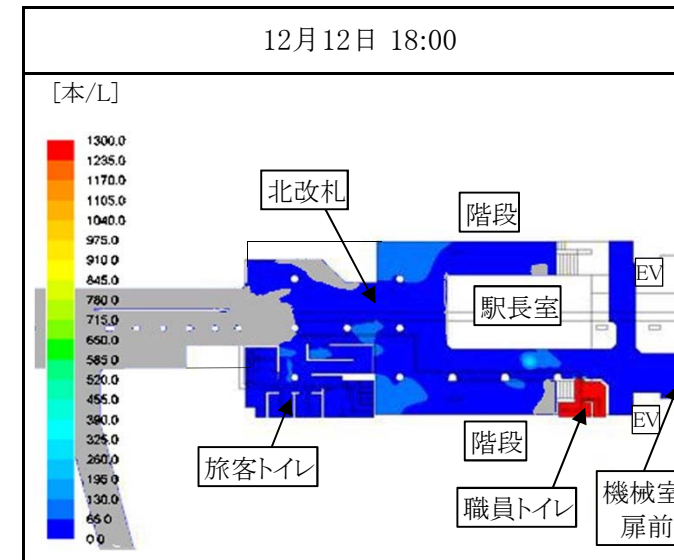
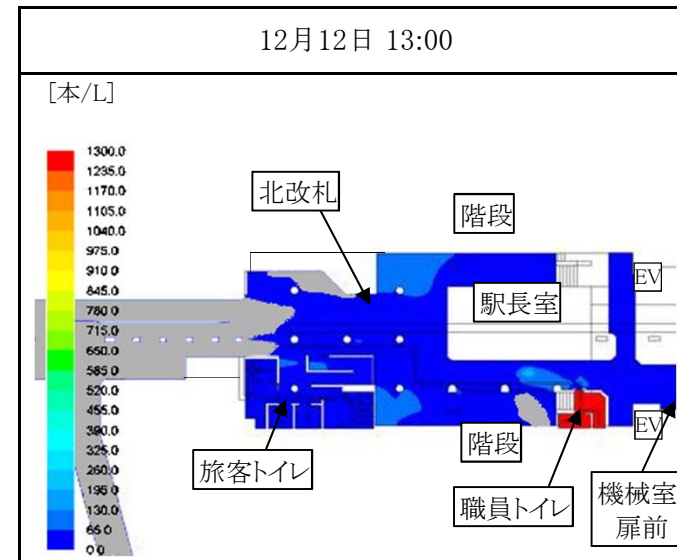
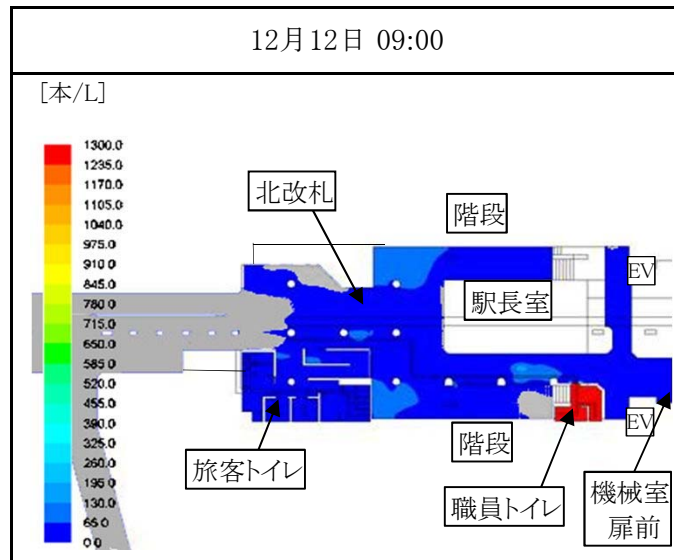


アスベスト拡散シミュレーション結果 (ア 北コンコースの拡散状況)

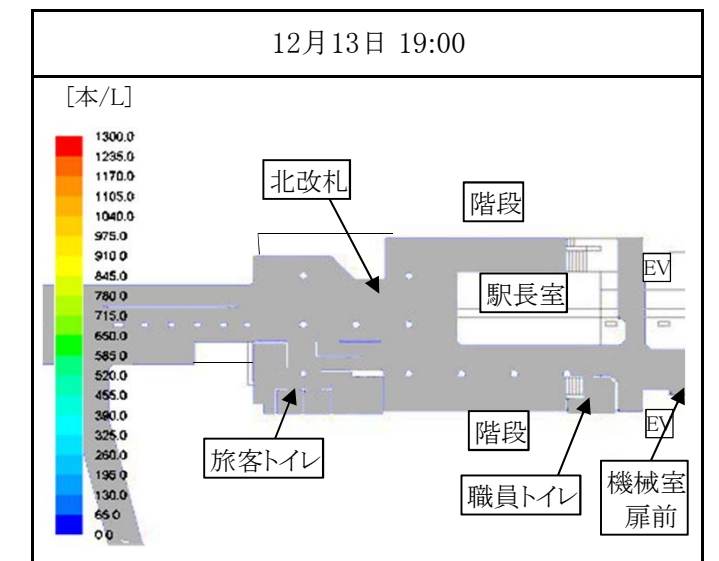
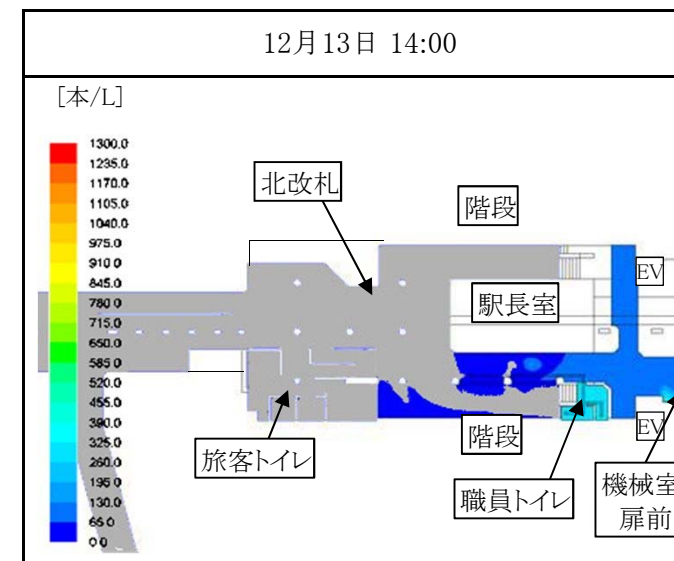
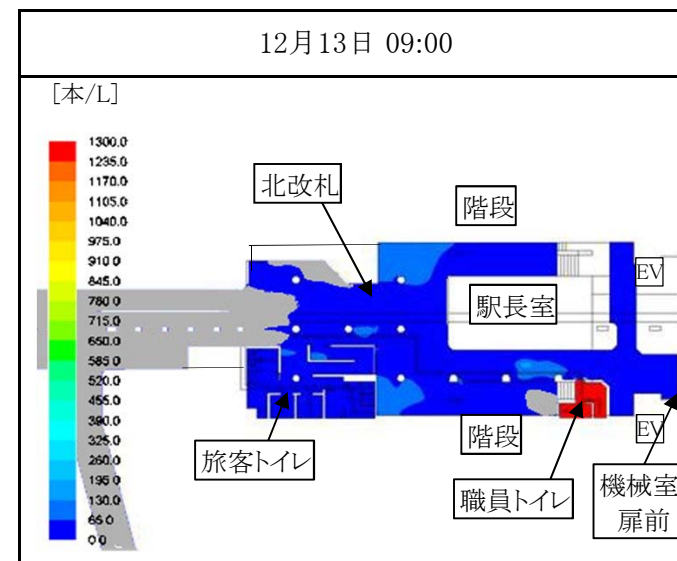
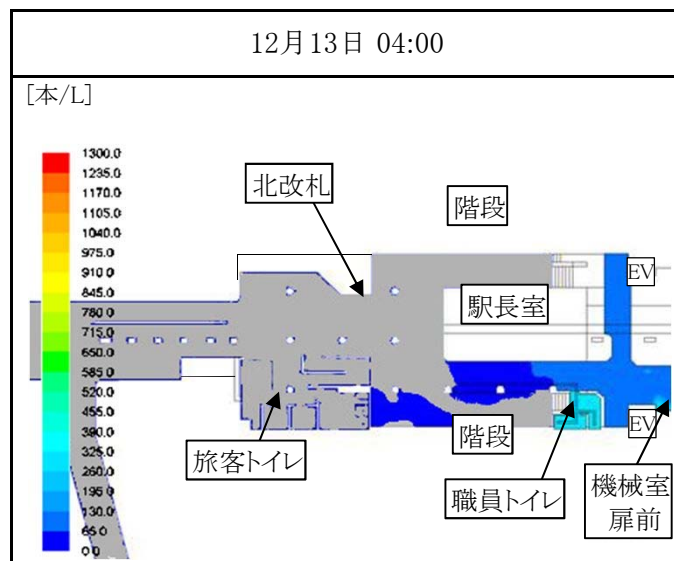
資料 5 4 - 4
高さ 1.6m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



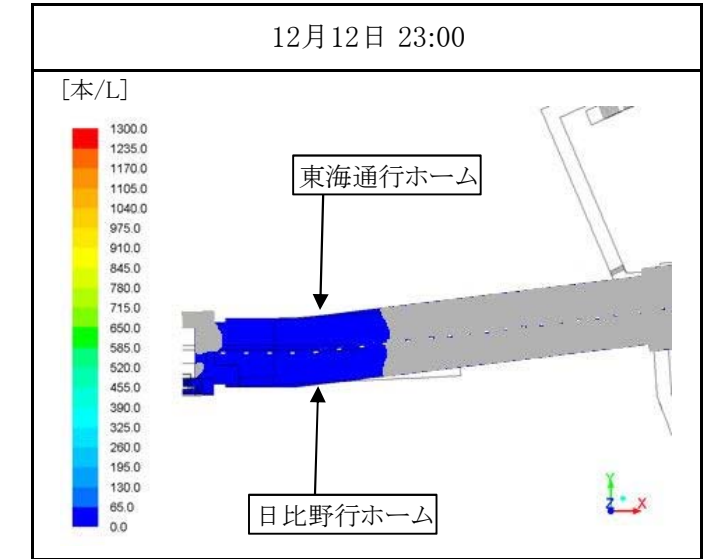
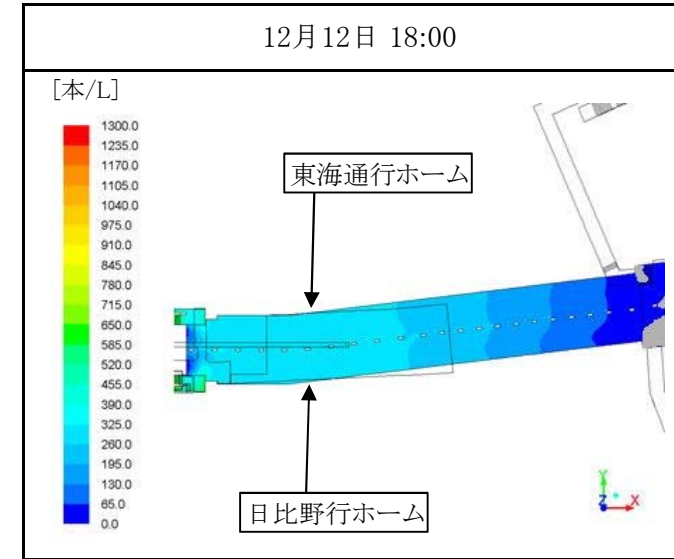
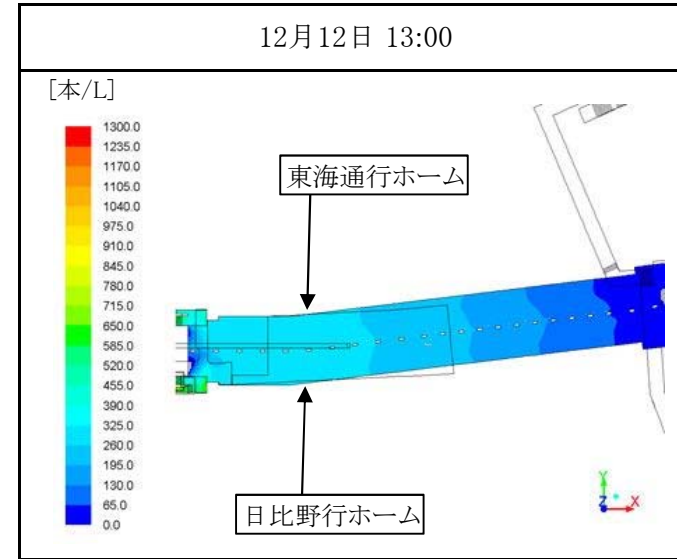
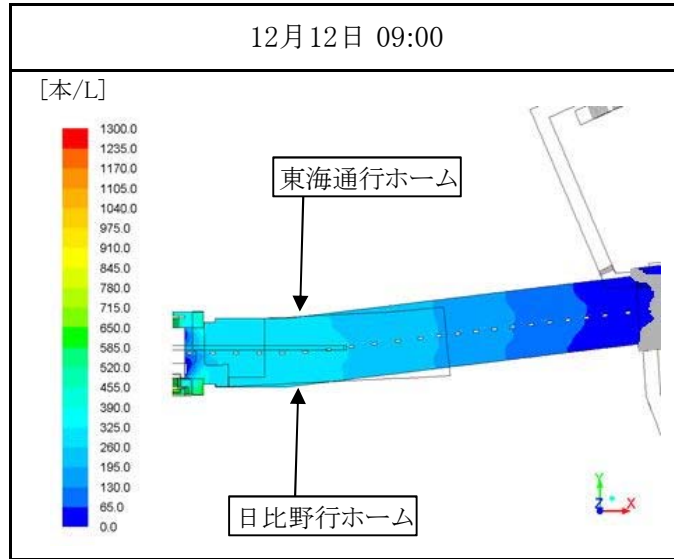
アスベスト拡散シミュレーション結果 (イ ホームの拡散状況)

資料 5 5 - 1

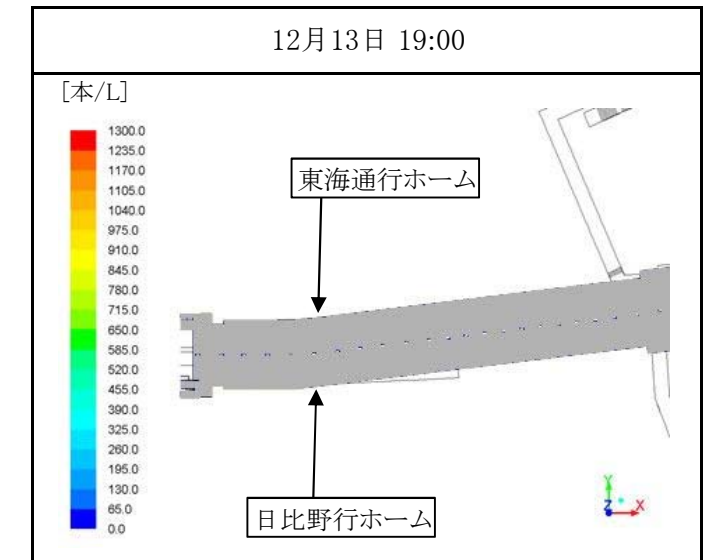
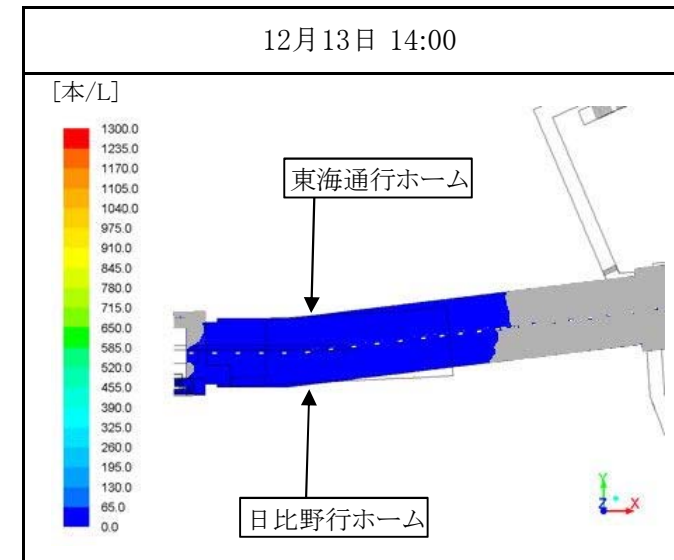
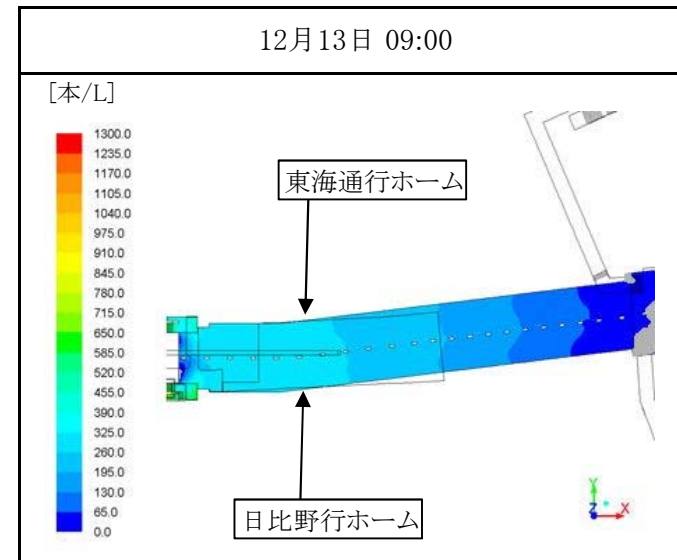
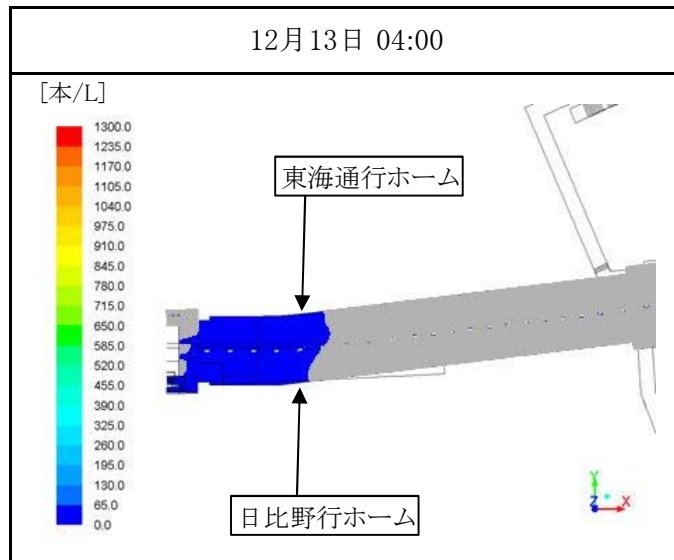
高さ0.7m

グレイ色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



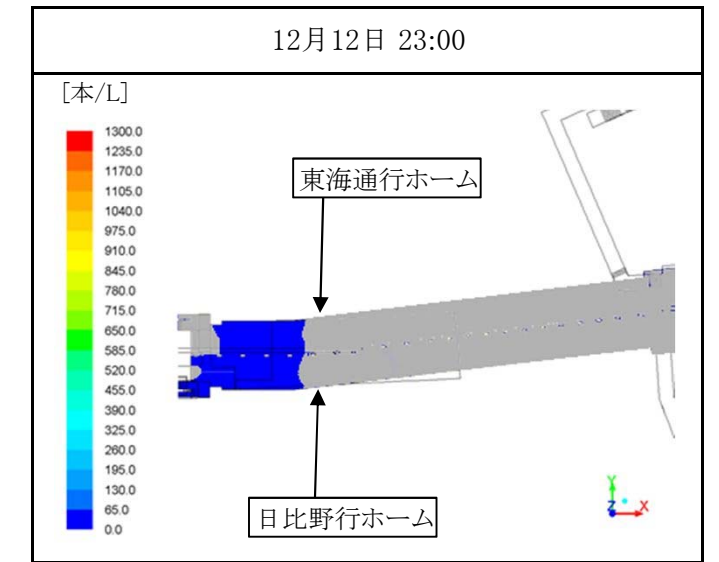
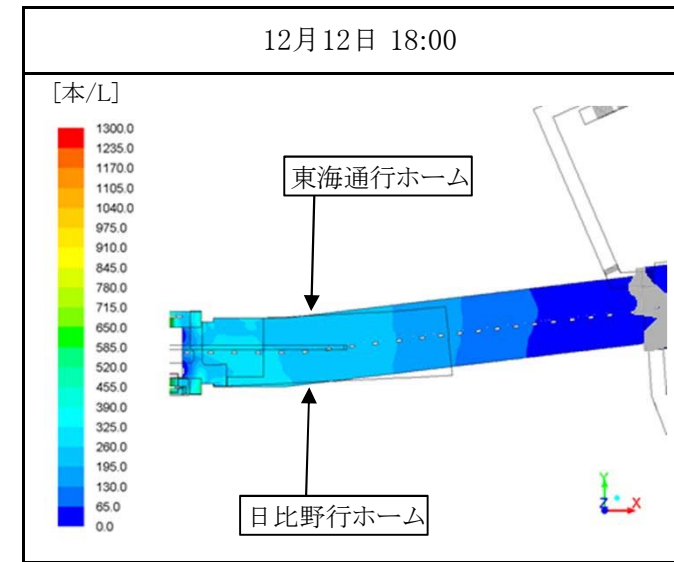
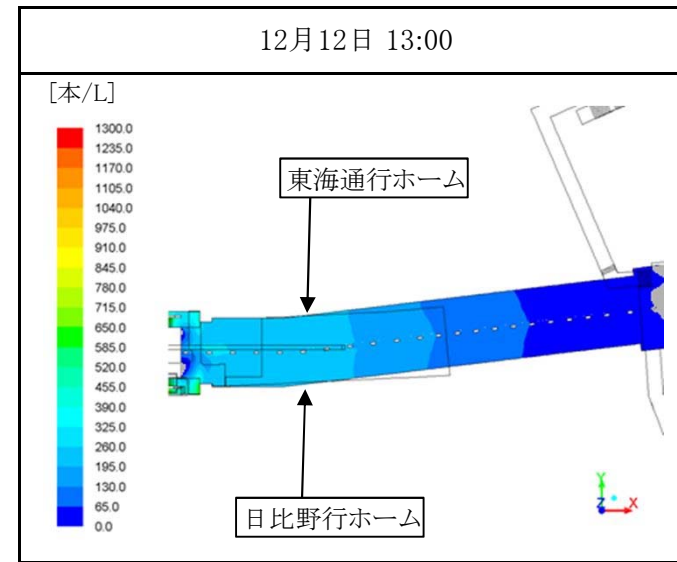
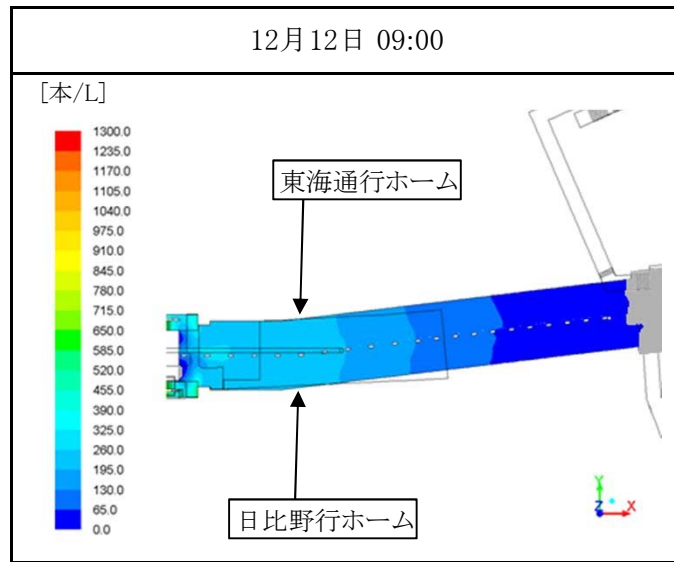
アスベスト拡散シミュレーション結果 (イ ホームの拡散状況)

資料 55-2

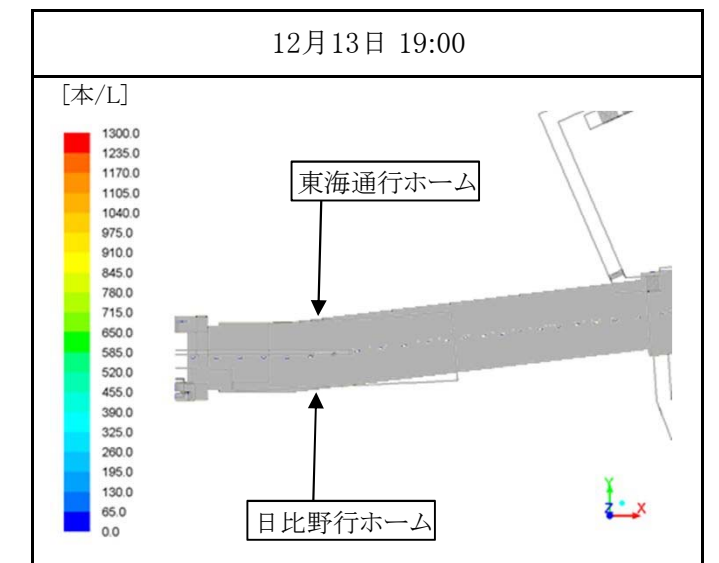
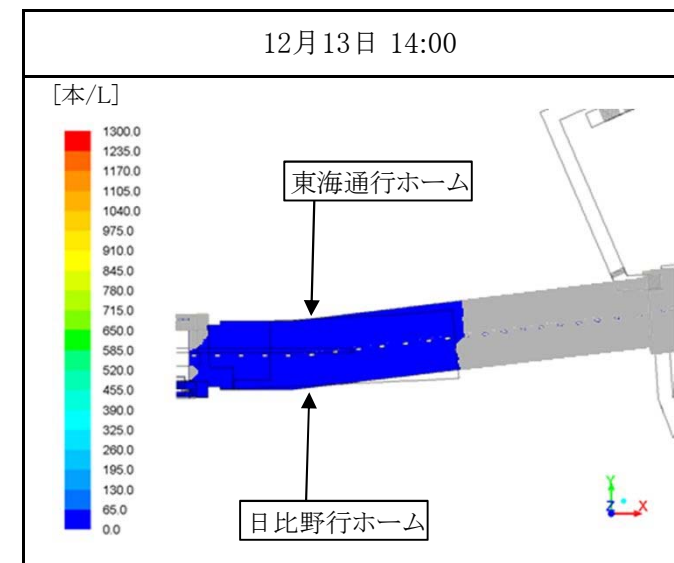
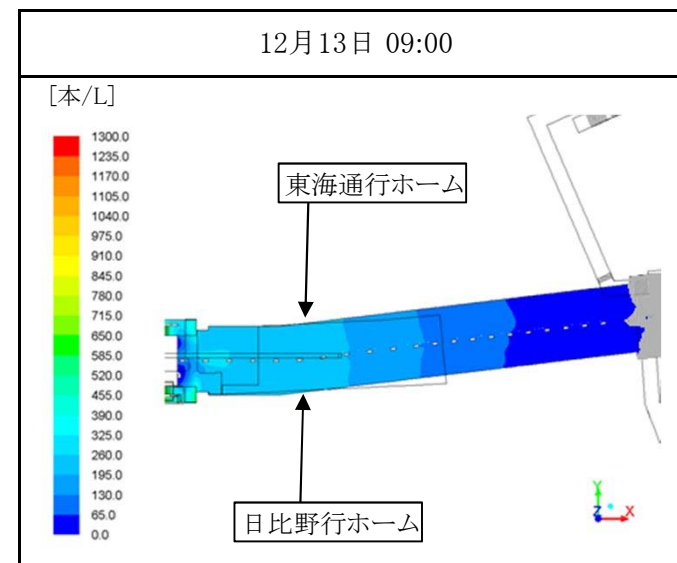
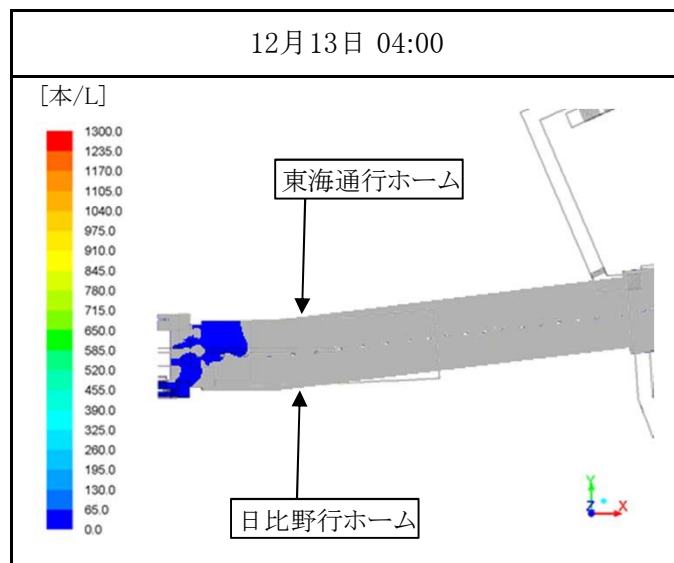
高さ1.0m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



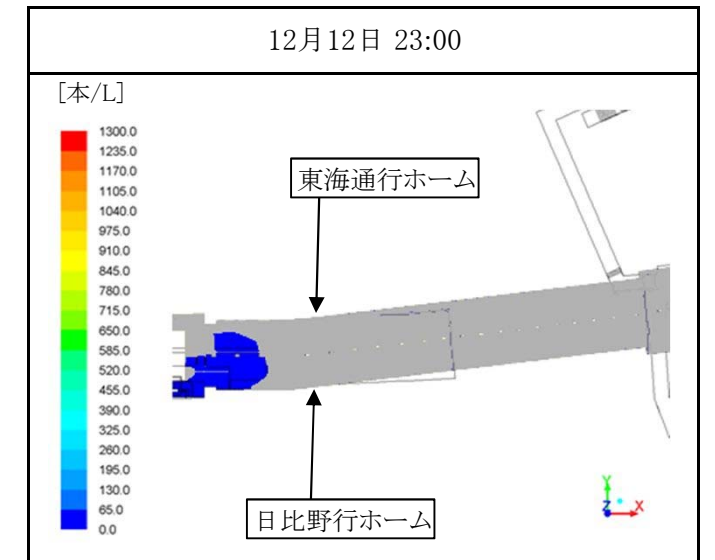
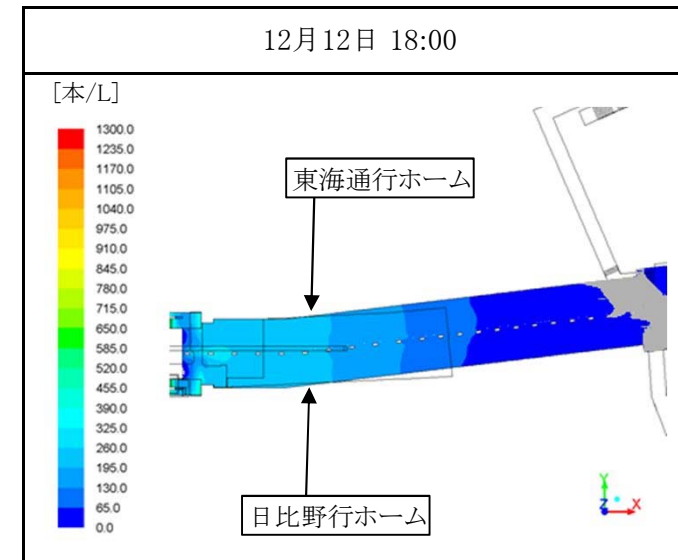
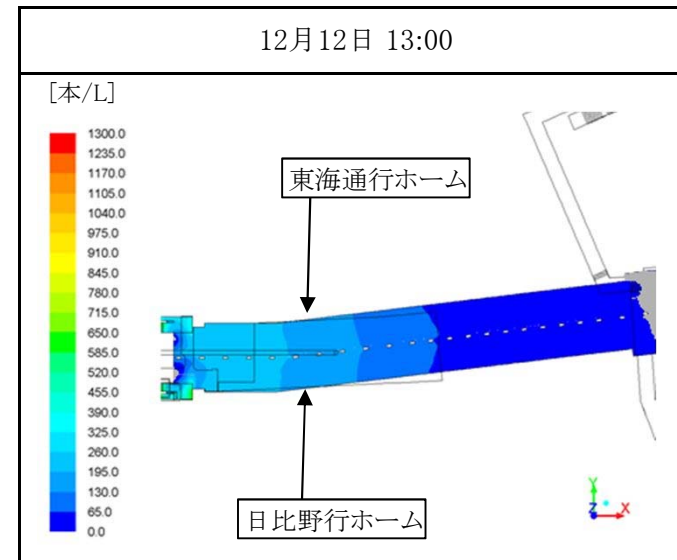
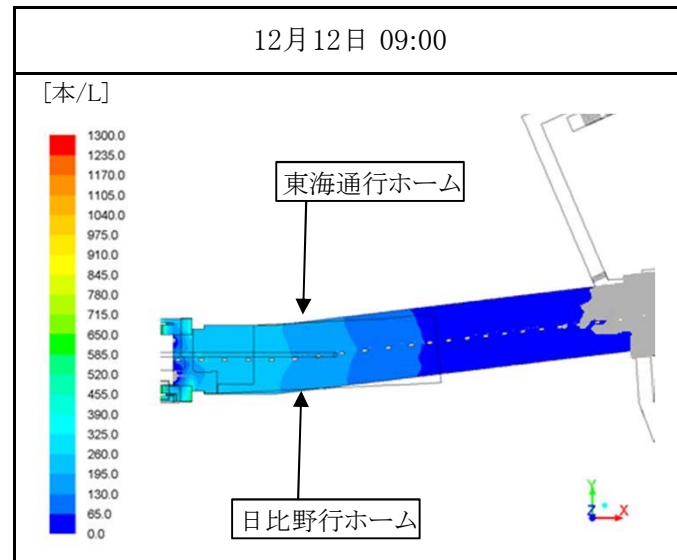
アスベスト拡散シミュレーション結果 (イ ホームの拡散状況)

資料 55-3

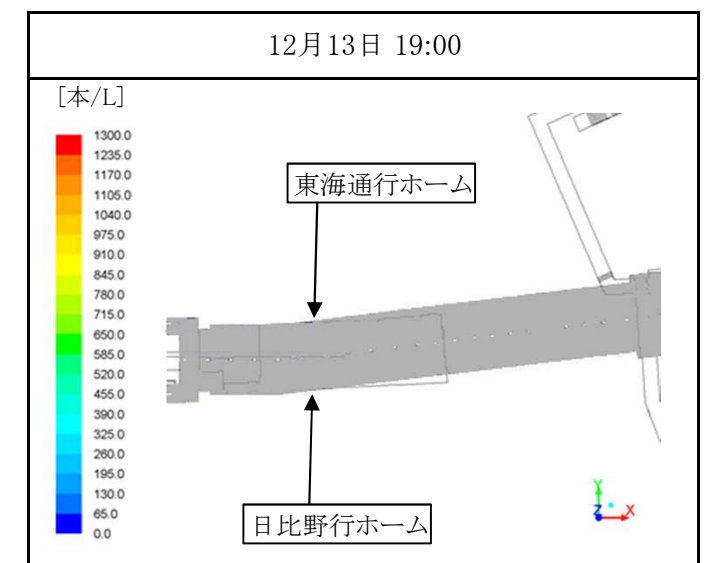
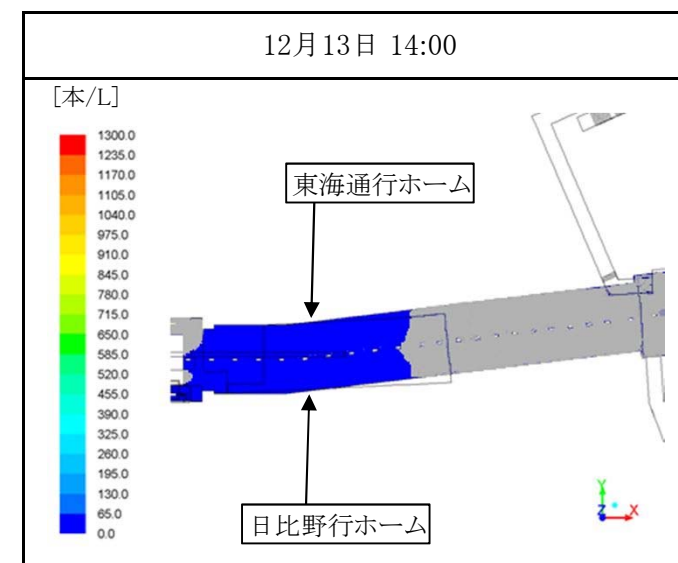
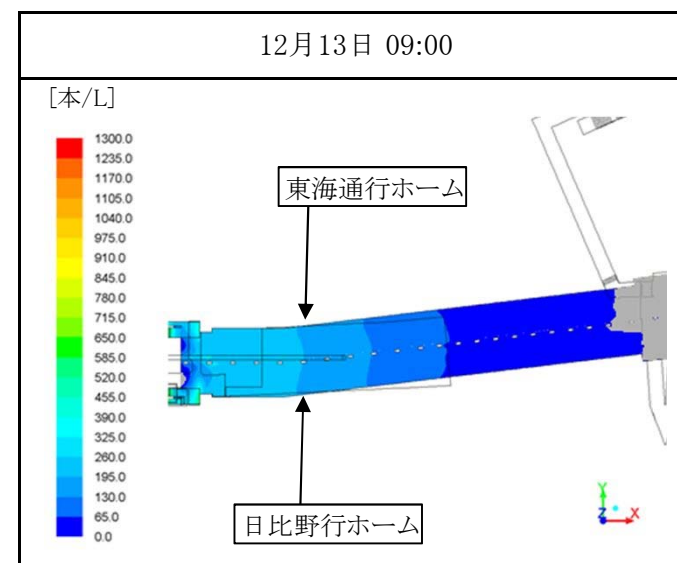
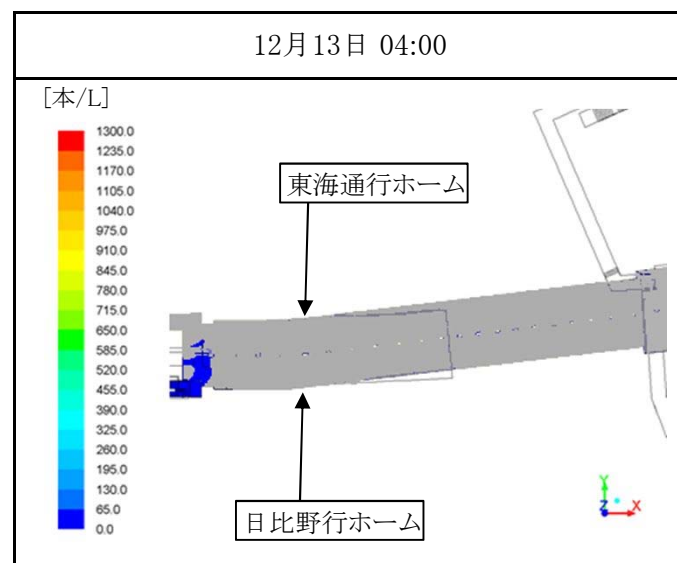
高さ1.2m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



平成25年12月13日(金) 作業2日目



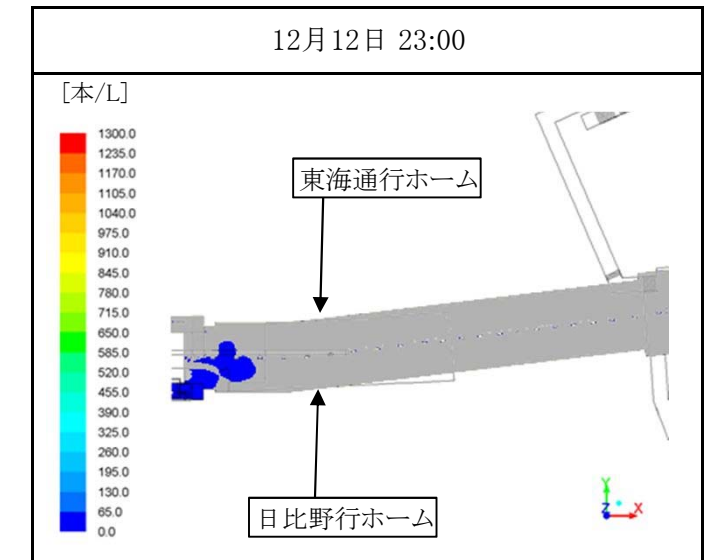
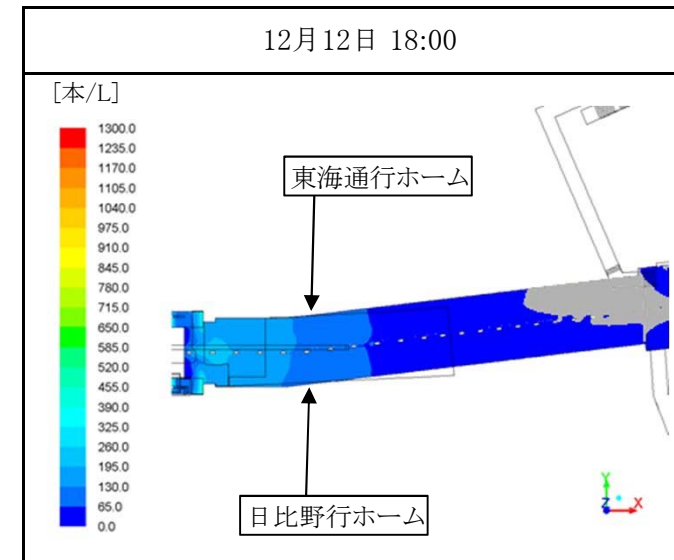
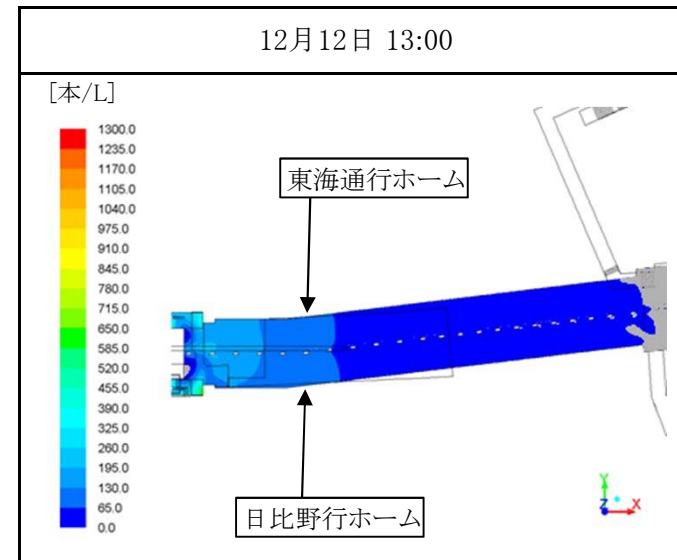
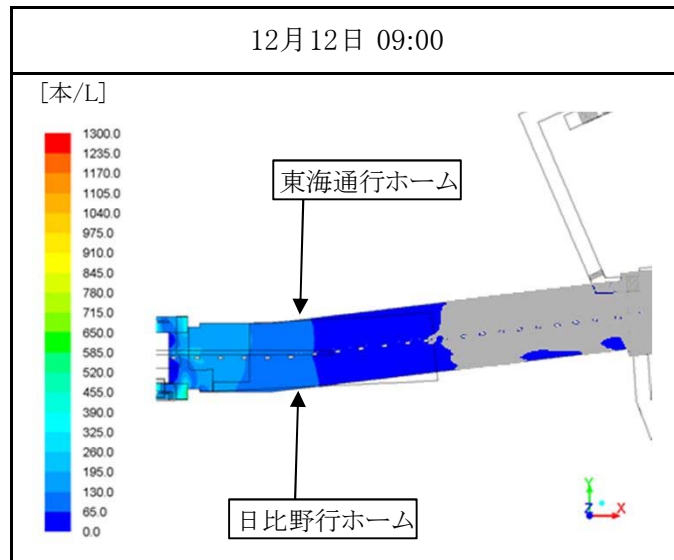
アスベスト拡散シミュレーション結果 (イ ホームの拡散状況)

資料 5 5 - 4

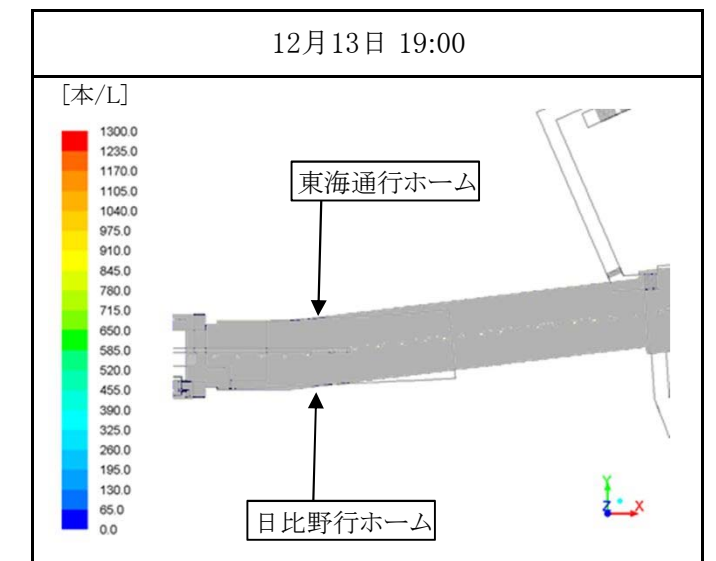
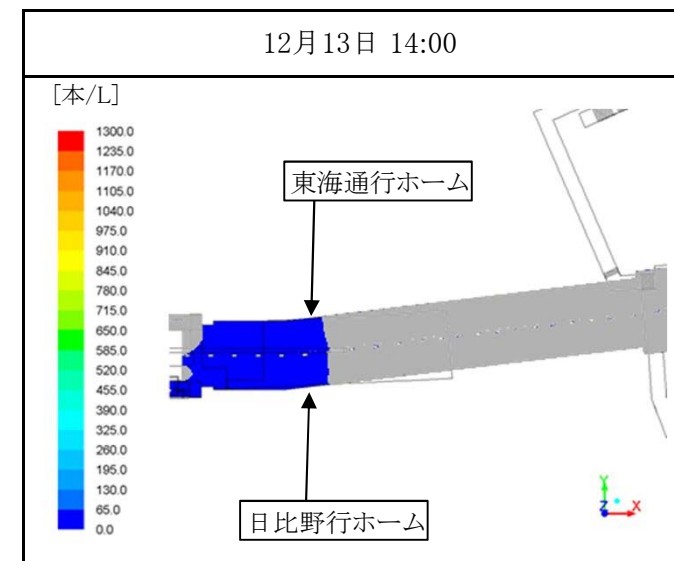
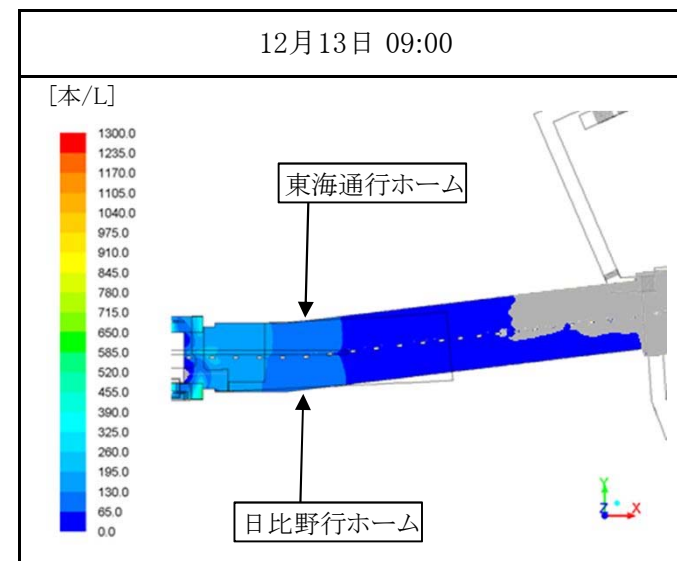
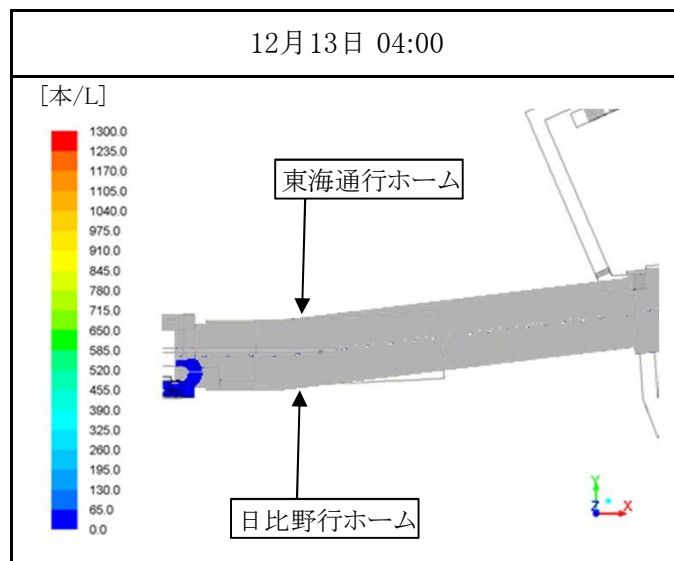
高さ 1.6m

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



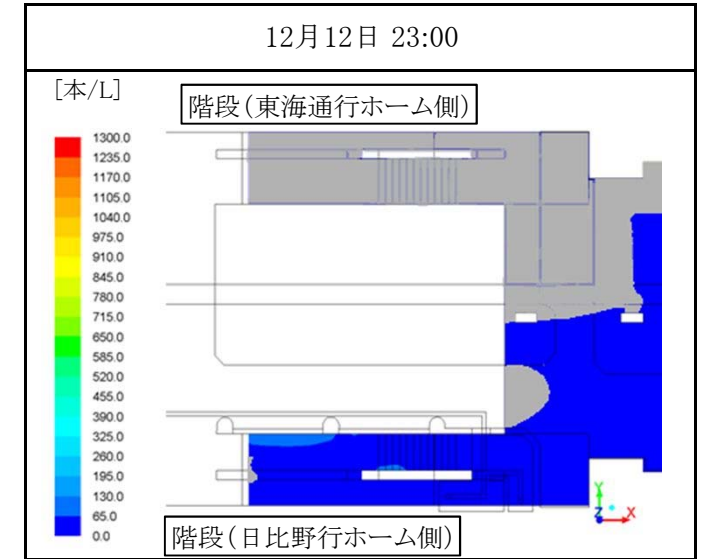
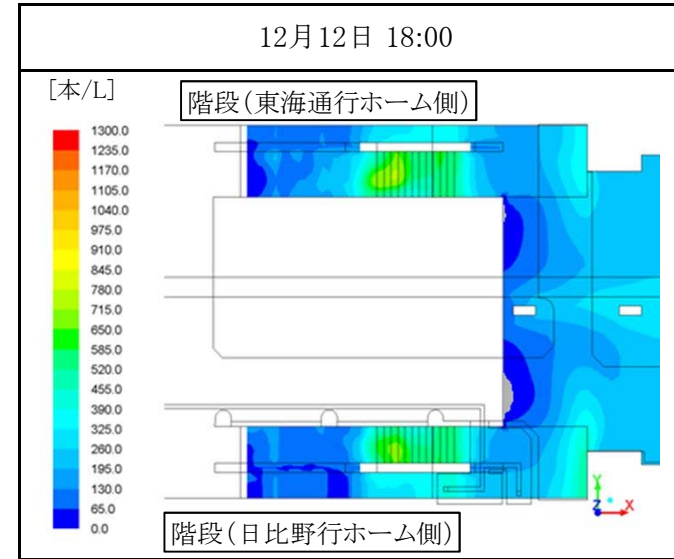
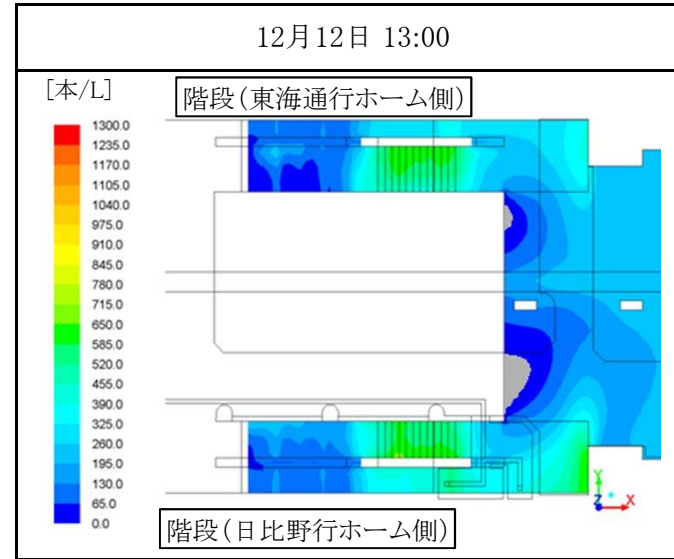
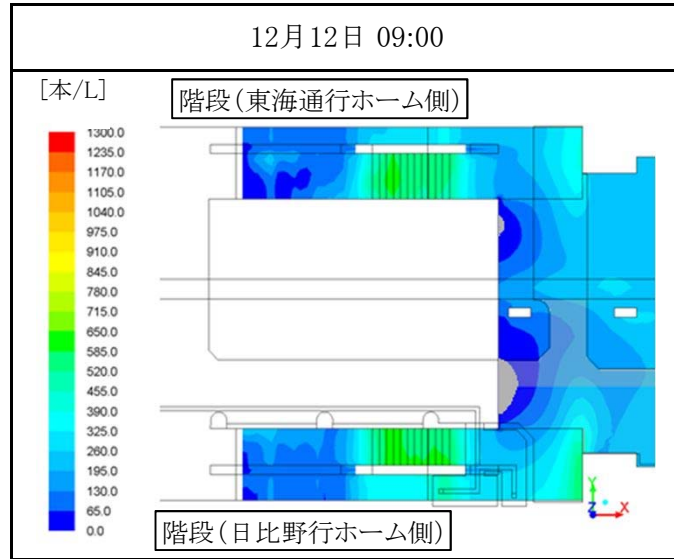
平成25年12月13日(金) 作業2日目



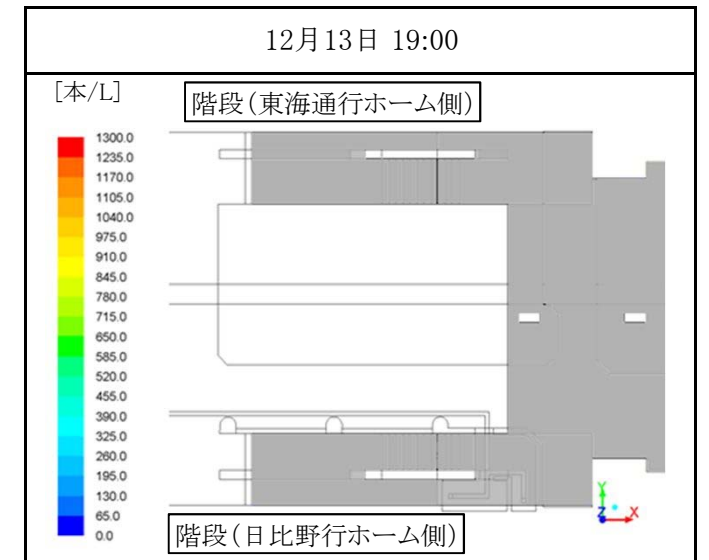
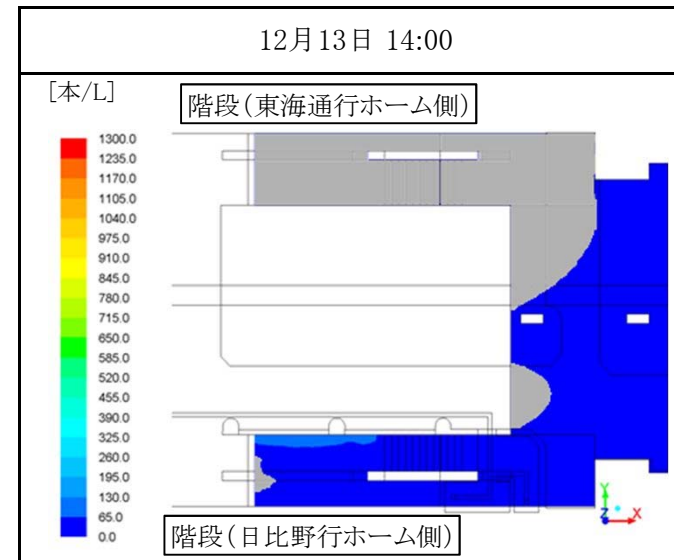
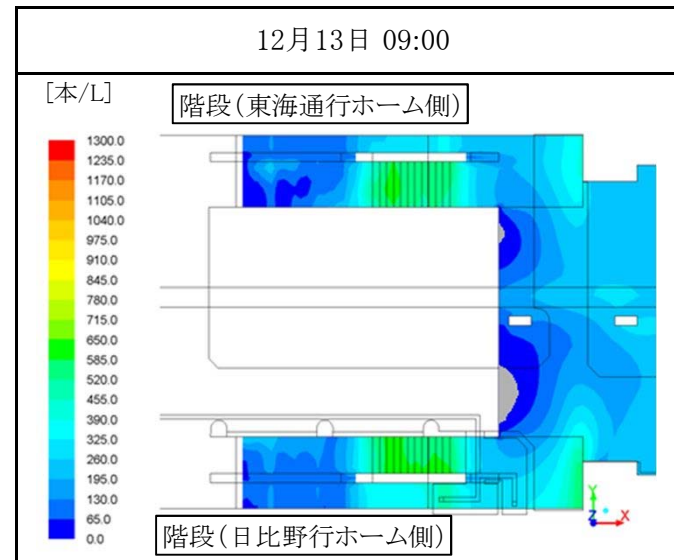
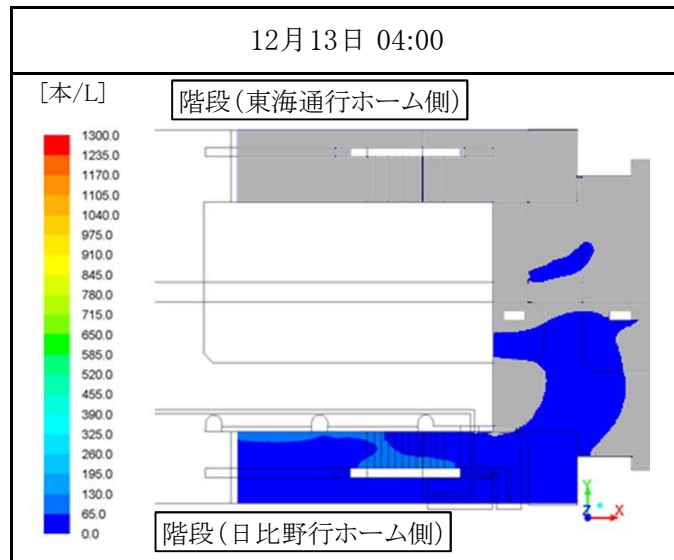
アスベスト拡散シミュレーション結果 (ウ 北階段部の拡散状況)

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日



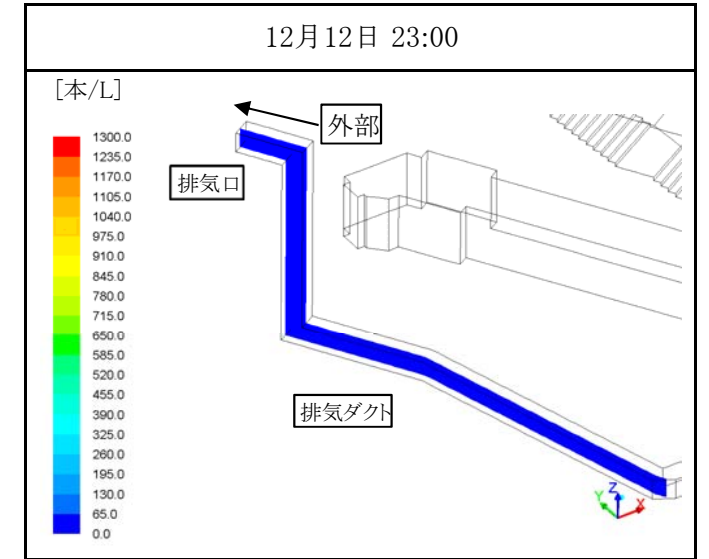
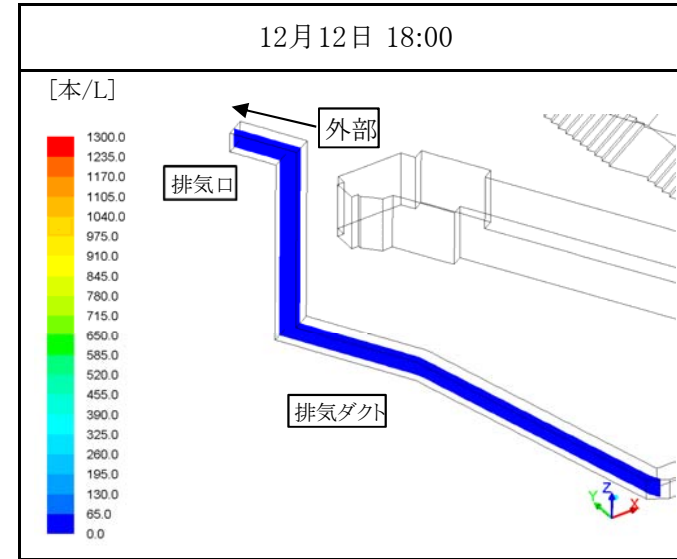
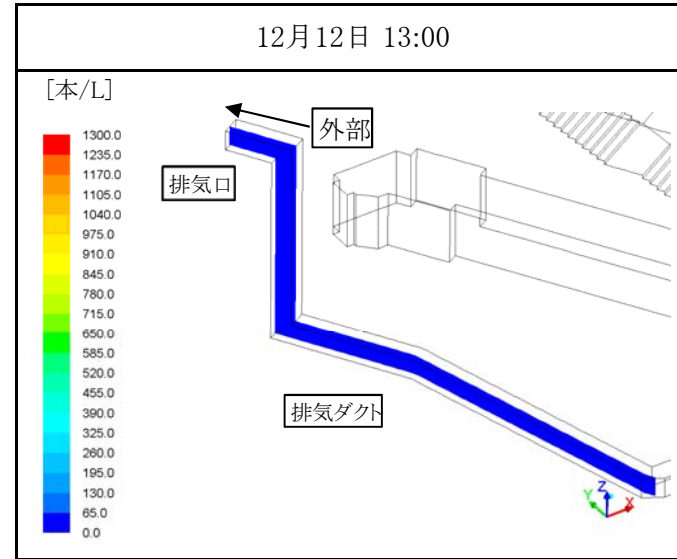
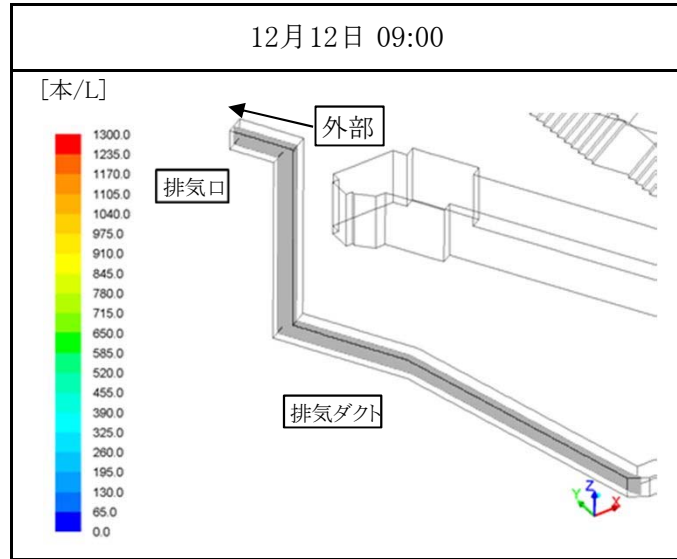
平成25年12月13日(金) 作業2日目



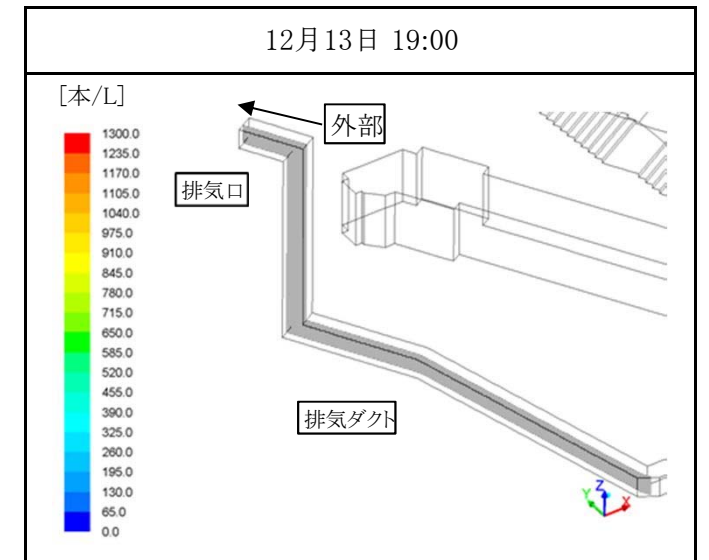
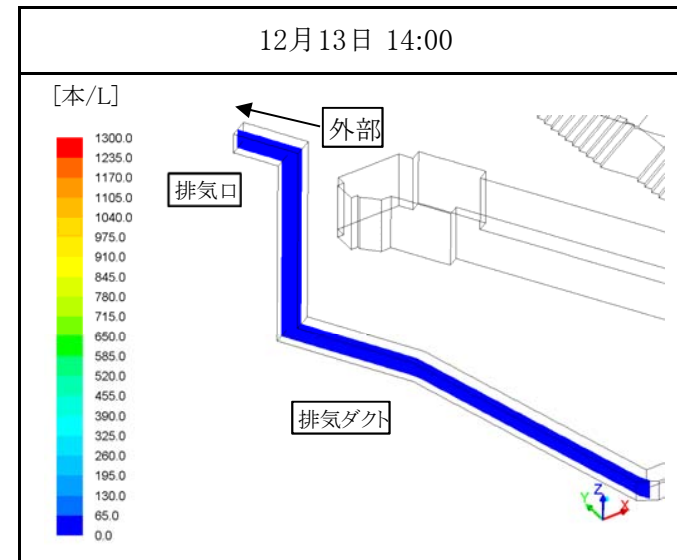
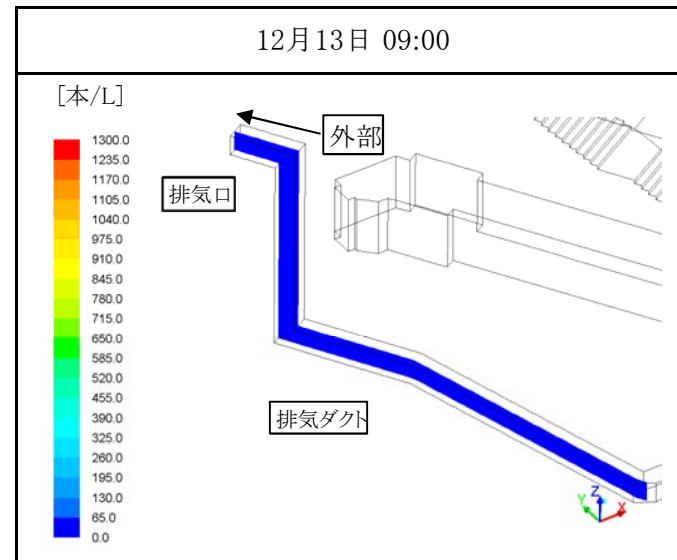
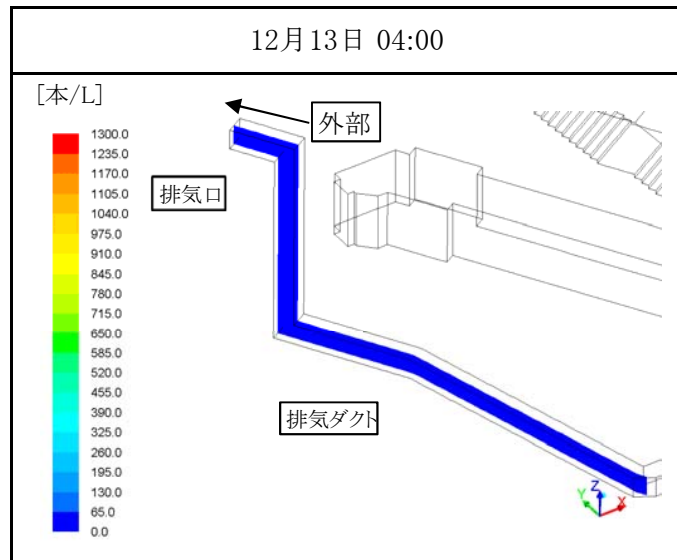
アスベスト拡散シミュレーション結果 (エ トイレ排気ダクト内の拡散状況)

グレー色は、10本/L以下を示す

平成25年12月12日(木) 作業初日

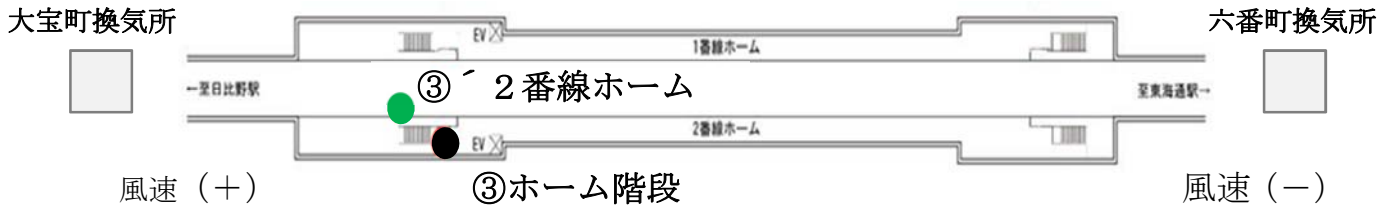


平成25年12月13日(金) 作業2日目



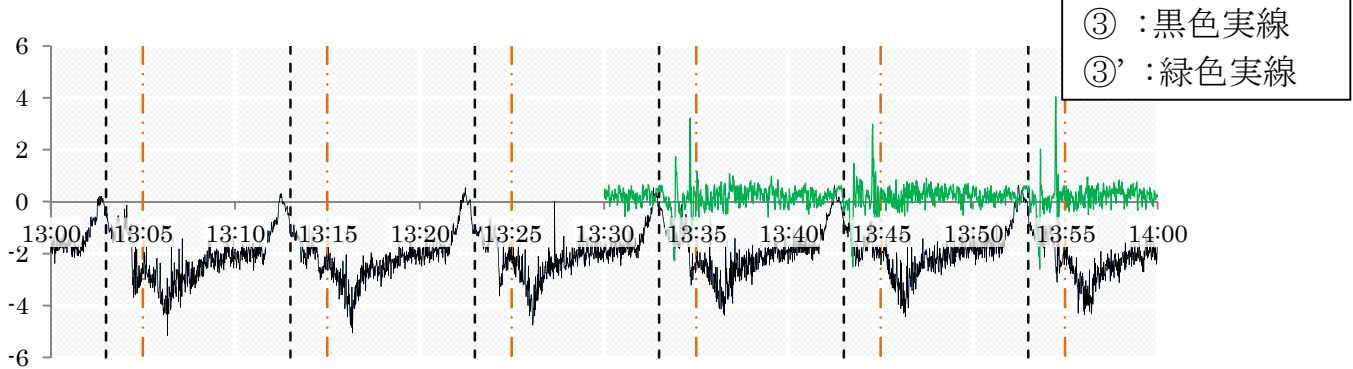
北階段部脇の地点における風速の時間変動について

1. 六番町駅地下2階平面図 概略図

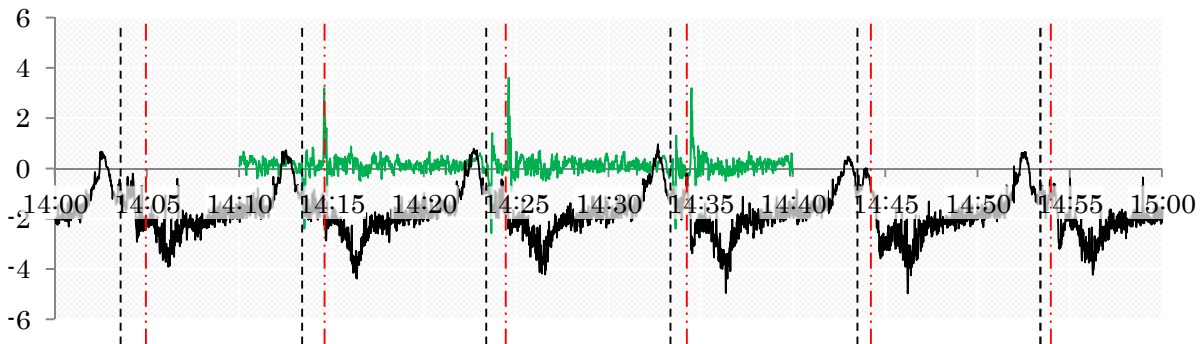


2. 瞬時値（1秒ごとの風速）調査地点③、③'

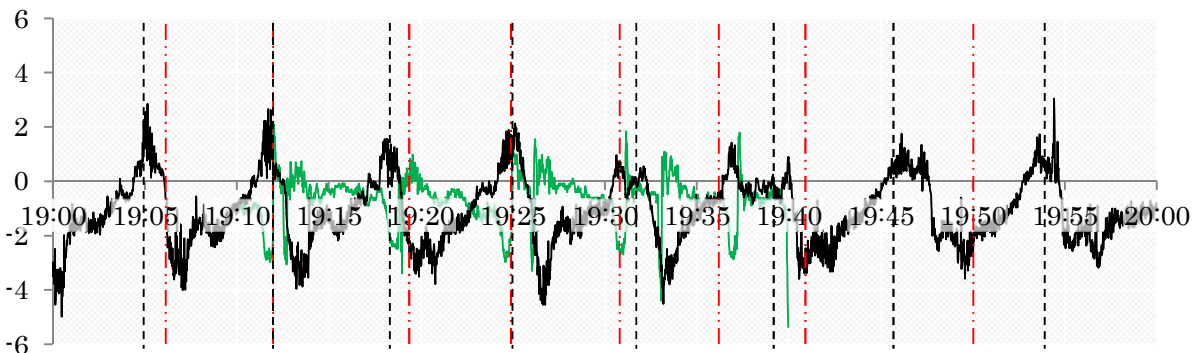
大宝町及び六番町換気所稼働時（13時00分～14時00分）



大宝町換気所稼働時（14時00分～15時00分）



換気所非稼働時（19時00分～20時00分）



※ ③の風速のマイナス（-）はホーム側への流入を示す
 ③'の風速のプラス（+）は日比野駅側（大宝町換気所）への流入を示す
 ※ 列車ダイヤ ----- 金山方面 - - - - - 名古屋港方面

アスベスト飛散事例

※第6回 資料48 を一部修正

	Webサイトで検索した主な事例			名古屋市環境局情報公開事例		環境省公表事例（参考）		
	東京都文京区立さしがや保育園	佐渡市両津小学校	大阪府立金岡高校	大手町建物	地下鉄六番町駅	名古屋市内の建物	川口市内の建物	西尾市内の建物
工の種類	改修工事	大規模改造工事 (アスベスト除去)	耐震補強 及び改修工事	改修工事	アスベスト除去工 事	建物の解体	建物の解体	建物の解体
発生年度	平成11年	平成18年	平成24年	平成23年	平成25年	平成21年	平成25年	平成25年
飛散状況	工事の過程で、天井裏等に存在した吹付けアスベストを飛散させ、隣接する保育室の園児等がばく露した。	校舎1階の階段付近のアスベスト除去工事中にアスベストを含む粉じんを飛散させ、児童・教職員がばく露した。	改修工事中に、吹付けアスベストが外部に露出していた状態で作業を行い、生徒・教職員等がばく露した。	建物の6階部分のアスベスト除去工事中にアスベストが飛散した。	地下鉄構内の機械室のアスベスト除去工事中にアスベストが飛散し、駅利用者や駅員等がばく露した。	建物の解体現場において、吹付けアスベストの除去工事中にアスベストが飛散した。	建物の解体現場において、吹付けアスベストの除去工事中にアスベストが飛散した。	建物の解体現場において、煙突内部に敷設された断熱材の除去工事中にアスベストが飛散した。
飛散日数	13日間～	2日間～	26日間	—	2日間	不明	不明	不明
測定値	実測値無し 9,930本/L (推定値の最大値)	実測値無し 260本/L (推定値)	実測値無し	490本/L	700本/L	1,569本/L (境界では基準 値内)	26本/L (境界では基準 値内)	310本/L (境界では基準 値内)
測定者	—	—	—	保健所	保健所	環境省	環境省	環境省
アスベストの種類	クロシドライト クリソタイル	クリソタイル	クロシドライト クリソタイル	クロシドライト アモサイト クリソタイル	クロシドライト アモサイト	クリソタイル アモサイト	クロシドライト アモサイト	アモサイト
飛散の原因	事前調査不足	養生シートの破れ 養生テープの剥が れ	事前調査不足	集じん・排気装置の 不具合 排気ダクトの破損	集じん・排気装置 の不具合等	—	集じん・排気装 置の 不具合等	集じん・排気装 置の 不具合等
健康影響評価の方法	アスベストばく露量を推定しアスベスト関連疾患の発生のリスク評価を行った	アスベストばく露量を推定しアスベスト関連疾患の発生のリスク評価を行った	継続中	—	検討中	—	—	—
リスク評価値	・日本産業衛生学会 許容濃度委員会 ・WHO ・USEPA ・Hughes	・日本産業衛生学会 許容濃度委員会 ・Hughes	・WHO ・USEPA ・Hughes	—	—	—	—	—
発症事例	0件	0件	0件	不明	不明	不明	不明	不明

※Webサイトで検索した主な事例並びに環境省のWebサイトでの公表事例及び名古屋市環境局の情報公開事例を一覧とした。

※環境省の事例は作業場内の敷地境界では基準値内。

リスクの試算値

1. リスク評価方法 (USEPA)

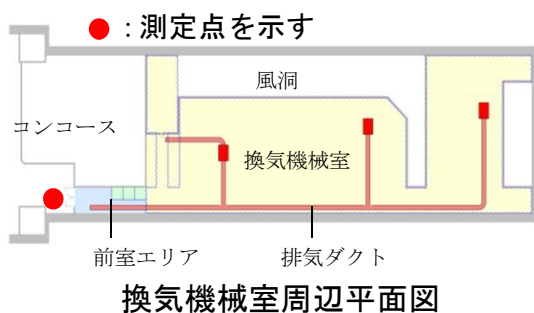
文献：USEPA(1988)Integrated Risk Information System.Asbestos; CASRN 1332-21-4
U.S Enviromental Protection Agency,WashingtonD.C

アスベストによる肺がんと中皮腫を併せたユニットリスクは 2.3×10^{-1} (本/mL)
⇒空気 1L あたり 0.043 本 (0.1/2.3) に生涯毎日曝露された 100,000 人から 1 人の
過剰発がんリスク

総ばく露量 = $0.043 \text{ 本/L} \times 24 \text{ Hr / 日} \times 365 \text{ 日/年} \times 70 \text{ 年} = 26,367.6 \text{ (本/L) \cdot Hr}$

2. ばく露量の試算

12月12日8:30~翌13日17:05の間、換気機械室前の測定点(高さ1.0m)に
ずっと滞在したと仮定した場合の総ばく露量を試算



区分		時間 [Hr]	ポアソン 分布 95% 上限濃度 [本/L]	ばく露量 [(本/L)・Hr]
12月	8:30-18:00	9.50	1,300	12,350.0
12日	18:00-24:00	6.00	130	780.0
12月 13日	0:00- 8:30	8.50	130	1,105.0
	8:30-10:10	1.67	1,300	2,171.0
	10:10-16:03	5.92	130	769.6
	16:05-17:05	1.00	9.4	9.4
計		—	—	17,185.0

3. リスクの試算値

	1/10 万リスク 気中濃度 [本/L]	総ばく露量 [本/L・Hr]	生涯過剰 発がんリスク	10 万人当たり 生涯発がん数 [人]
USEPA (肺がん・中皮腫 合計)	0.043	26,367.6	1.0×10^{-5}	1.00
試算値		17,185.0	0.65×10^{-5}	0.65

1 概要

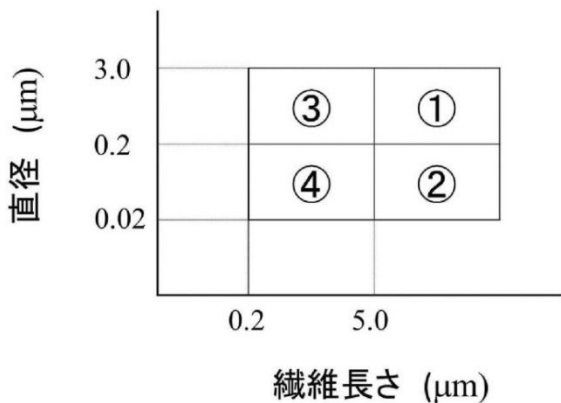
1	目的	・位相差顕微鏡（1,100 本/L）と走査電子顕微鏡（700 本/L）の測定結果を今回のリスク評価に用いることの妥当性を検証する
	結果	・対象範囲①における本件測定の濃度は 3,100 本/L で、位相差顕微鏡の濃度 1,100 本/L の 2.8 倍である。 ・透過電子顕微鏡によるアスベスト繊維数濃度は、位相差顕微鏡に比べて 1.5～3.1 倍になる ^{※1} ことを考慮すると妥当である
2	目的	・既存のリスク評価値は、位相差顕微鏡により測定した石綿取扱い職場の気中濃度を用いた疫学研究を基礎にしているため、今回のリスク評価に用いることの妥当性を確認する
	結果	・対象範囲①における本件測定の繊維の構成比率は 4% で Dement ^{※2} が透過型電子顕微鏡で測定した結果（2.9%～20.8%）と比較して大きな差はみられないことから、既存のリスク評価値を今回のリスク評価に用いることは妥当である。

※1：「高尾真一他：環境中アスベストの光学顕微鏡法及び電子顕微鏡法による分析の比較」国立環境研究所研究報告第 131 号, 1993

※2：Dement 他：Occup Environ Med, 2008, 65：605-612、Occup Environ Med, 2009, 66：574-583

2 測定内容

試料	平成 25 年 12 月 12 日機械室前でアスベストを検出したフィルタ
試験方法	対象範囲①～④のアスベスト繊維数を計測
使用機器	透過電子顕微鏡 (Philips CM12 TEM)



図：対象範囲①～④

	気中石綿濃度 (本/L)	構成比率
①	3,100	4%
②	4,400	6%
③	13,000	18%
④	53,000	72%
計	73,500	100%

表：測定結果