

# 第10回

## 大阪府立金岡高等学校 アスベスト飛散事故に関する 協議会

---

大阪府教育庁 施設財務課

# 第10回協議会での検討内容

第9回協議会	第10回協議会での検討内容
1. 曝露量計算を行うに当たっての前提条件を整理すること	曝露量算出の前提条件を再整理
2. 教室単位での曝露量計算を行うこと	CFD解析結果を基に教室単位での曝露量を算出

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

---

## 整理項目

- ① 過小評価される恐れがある項目について
- ② 軒天ボード撤去期間中と撤去後復旧まで期間での曝露計算について
- ③ 特別教室棟アスベスト濃度測定実験によるシート内濃度値について
- ④ ボード撤去期間中の屋内での曝露量の考え方について
- ⑤ ボード撤去後復旧まで期間における曝露量の考え方について

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ①過小評価される恐れがある項目について

事故発生時	
①	エレベーター周辺、校舎庇等の屋外部分でアスベスト片（1 cm程度）の落下物があった。
②	現場の土嚢袋の中にアスベスト片が混ざっていた。
特別教室棟における飛散濃度計測実験シミュレーション時	
③	シミュレーションでは撤去作業が実際より丁寧に行われた。
④	清掃シミュレーションが行われなかった。



### 【過小評価される恐れがある項目に対する考え方】

上記については、個別に科学的な根拠をもってそれぞれの曝露量を評価することが困難。

また、大気拡散実験やCFD解析の結果から、屋外でのアスベスト飛散が屋内に高濃度で長期に亘って影響することは考えにくい。

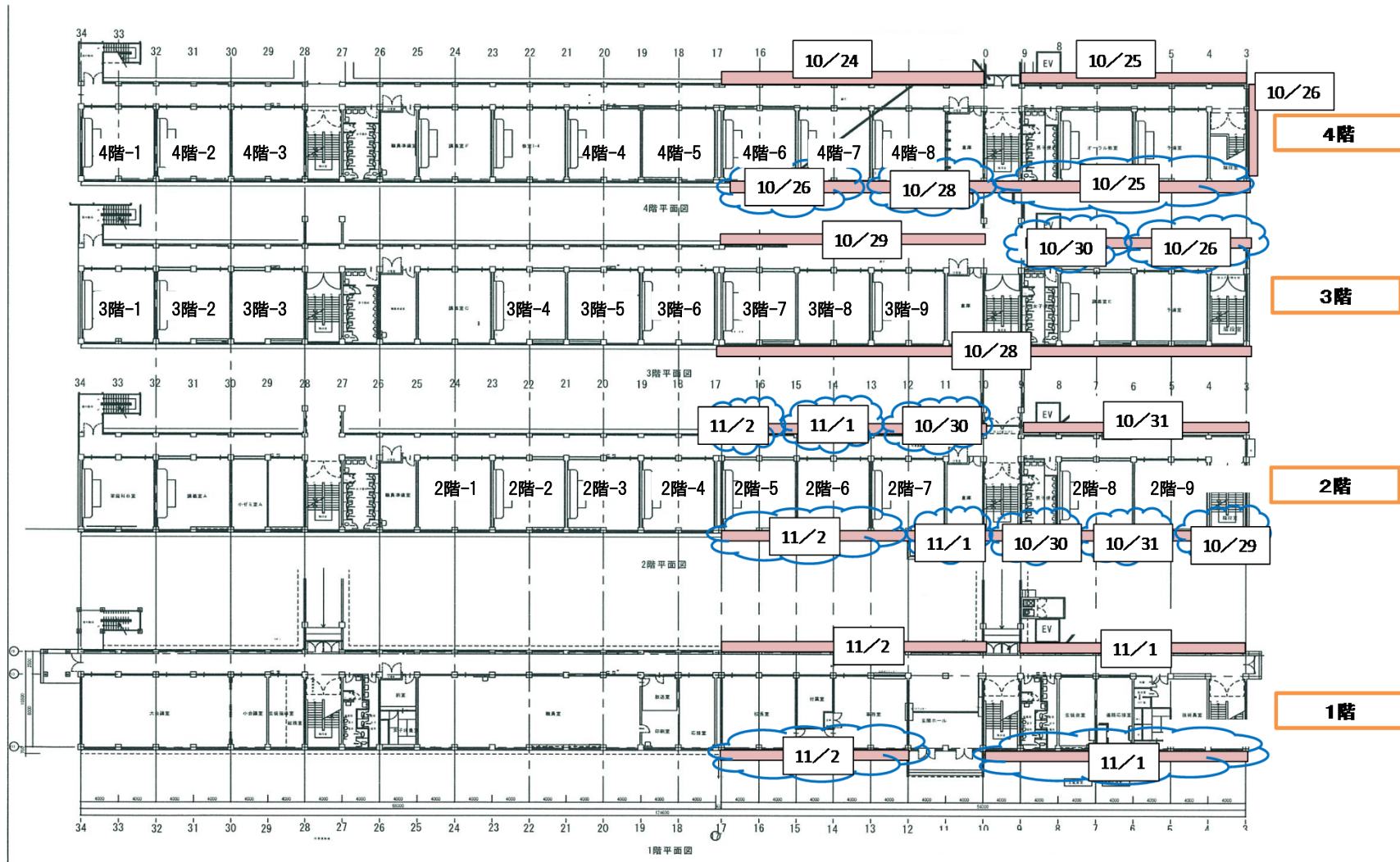
これらのことから、こうした個別に評価のできない事例については、十分に余裕を持って評価する曝露量の中に含まれることとする。



# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ② 軒天ボード撤去期間中と撤去後復旧まで期間について

○軒裏撤去図面（撤去工程）



# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ③特別教室棟アスベスト濃度測定実験によるシート内濃度値について

### 【実験結果】

アスベスト付着状況や、軒天ボード上にあったアスベスト片の散乱状況は一様ではなかった。  
また、測定値にもバラツキ（561～2,406 f/L）があった

特別教室棟における飛散濃度測定実験結果(教室側 平成27年7月24日) 【再鑑定による測定結果】

	測定結果			平均値 (f/L)	最大値 (f/L)
	測定地点	手前側(f/L)	奥側(f/L)		
①計測された数値の平均値	パネル最奥	2000	2341	1428	-
	パネル中央	2406	656		
	パネル手前	601	561		
②計測された数値の平均値の6倍	-	-	-	8568	-
③計測された数値の最大値	パネル中央	2406	-	-	2400
④計測された数値の最大値の6倍	パネル中央	-	-	-	14400

測定は撤去するボード付近で行い、離れた箇所での測定を行っていないため、①アスベストが一瞬で拡散された状況で測定したものなのか、②拡散される前の高濃度な状況で測定したものなのか不明であり、科学的な検証も現実困難  
(負圧除塵装置の影響や、測定器の位置、作業員の動き等の要因による影響などの不確定要素)

したがって、実験時のシート内濃度値としては、

- ①測定値が拡散前の値であって、その後拡散により濃度が低下すると考えた場合の測定最大値「**2,400 f/L**」
- ②6枚のボードを撤去する毎に一瞬でシート内に拡散しシート内濃度が都度蓄積していったと考えた場合の、2,400 f/Lの6倍「**14,400 f/L**」の**2通り**を考え、**シート内アスベストの全量が外部に飛散したもの**と考える

**なお、各教室の曝露量は、上記濃度値(2,400f/L、14,400f/L)をさらに割増補正(シート容積差補正、ボード撤去枚数補正)した値(実質濃度は6,442f/L、38,655f/Lとなる)をブルーシート内濃度としてCFD解析結果を基に算出する(後述)**

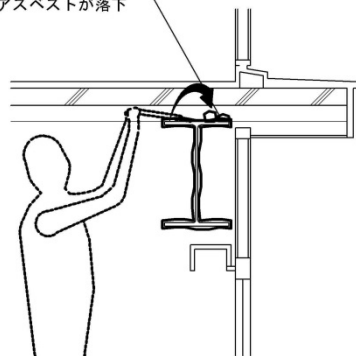
# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ③特別教室棟アスベスト濃度測定実験によるシート内濃度値について 耐震工事に先立ち実施したアスベスト除去工事の影響による濃度差の可能性

特別教室棟実験において、シート内濃度の測定最大値2,400f/Lは、アスベスト除去範囲である箇所で計測された。一方で、除去していない範囲での最大値は20f/Lと比較的少量の計測結果であった。これは、アスベスト除去作業に原因があった可能性も考えられる。

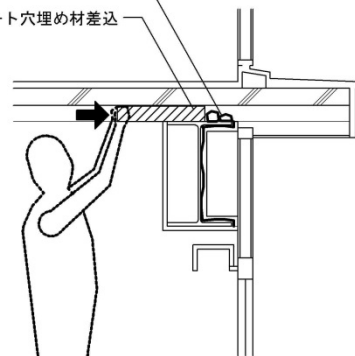
特別教室棟における飛散濃度測定実験結果(廊下側 平成27年7月23日)					
	測定結果		平均値 (f/L)	最大値 (f/L)	
	測定地点	手前側(f/L)			奥側(f/L)
①計測された数値の平均値	パネル最奥から2枚目	9.9	12	9.4	-
	パネル最奥から3枚目	8.9	8.9		
	パネル最奥から1枚目	3.0	5.9		
	パネル最奥から4枚目	9.9	9.0		
	パネル最奥から5枚目	20	13		
②計測された数値の平均値の6倍	-	-	-	57	-
③計測された数値の最大値	パネル最奥から5枚目	20	-	-	20
④計測された数値の最大値の6倍	パネル最奥から5枚目	-	-	-	120

吹付けアスベスト撤去中  
鉄骨上端に吹付けアスベストが落下



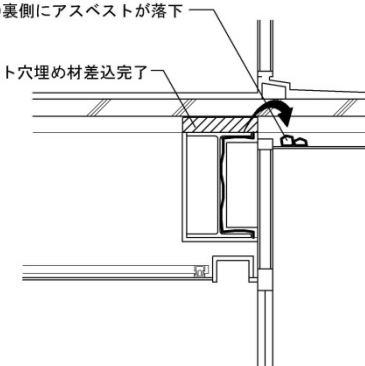
鉄骨吹付けアスベスト除去作業中

鉄骨上端に吹付けアスベストが存置したまま  
デッキプレート穴埋め材差込



鉄骨耐火被覆設置作業中

庇裏天井材の裏側にアスベストが落下  
デッキプレート穴埋め材差込完了



鉄骨耐火被覆設置作業完了

**測定結果からは、アスベスト除去した箇所は飛散濃度が高く、行っていない箇所は低かった、と推測することもできるが、曝露量計算は危険側となる一番高い測定値(2,400f/L)を基に行うこととする。**



# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ③特別教室棟アスベスト濃度測定実験によるシート内濃度値について

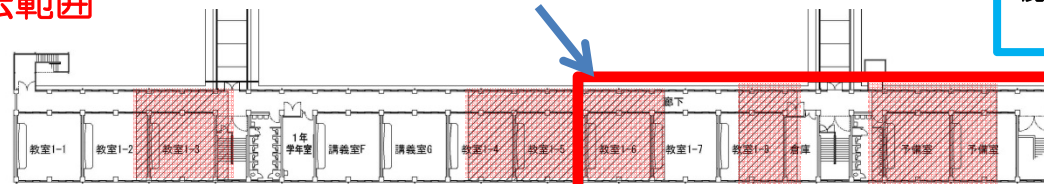
耐震工事に先立ち実施したアスベスト除去工事の影響による濃度差の可能性

(2,400f/L?)	(20f/L?)
アスベスト	アスベスト
除去	未除去
エリアの	エリアの
底面積	底面積
(※1マス4m)	

 : アスベスト吹付材撤去範囲

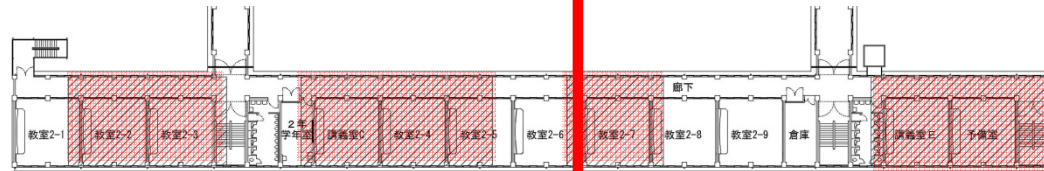
軒天ボードを撤去した範囲

4階 平面図



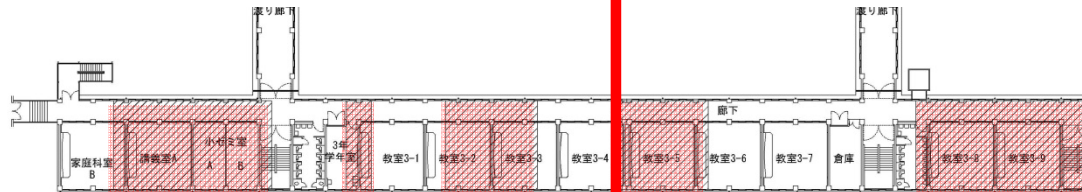
22 : 5

3階 平面図



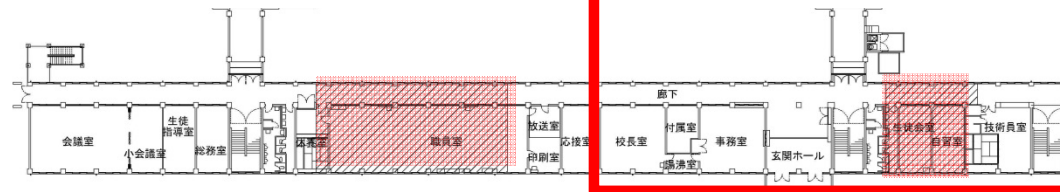
18 : 9

2階 平面図



18 : 9

1階 平面図



7 : 18

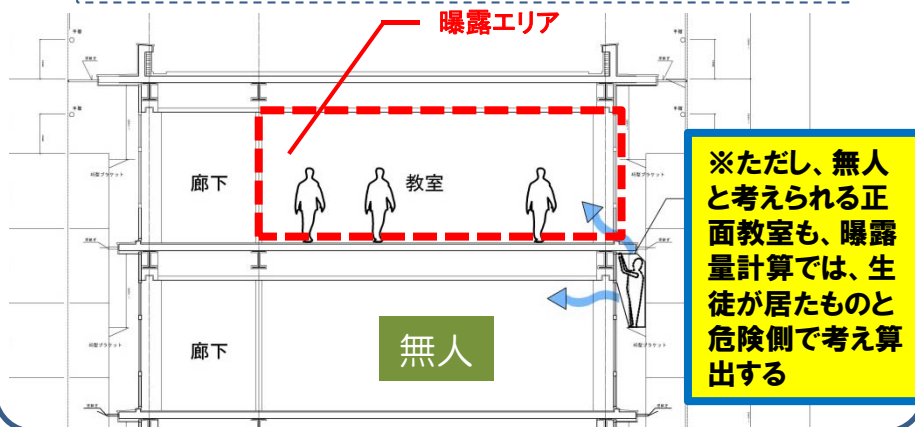
計 65 : 41  
(61.3% : 38.6%)

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ④ボード撤去期間中の屋内での曝露量の考え方について（曝露状況）

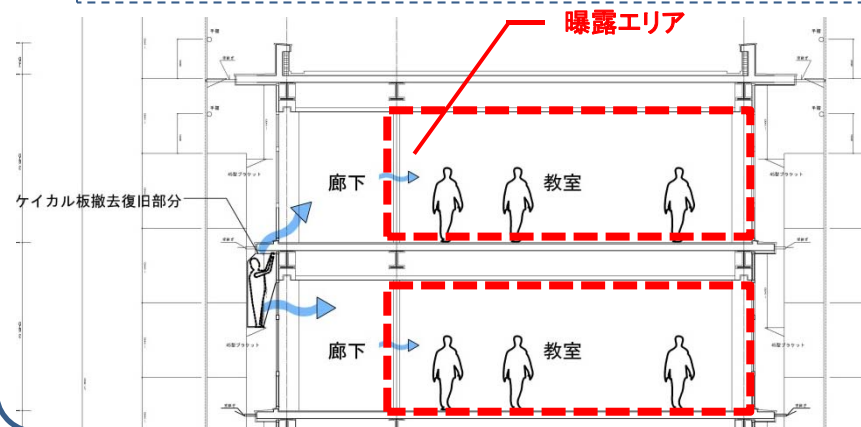
### ① 教室内曝露（教室側庇施工）

教室側庇の施工時に曝露したケース（授業中（50分））  
【正面教室は無人であったと考えられる】



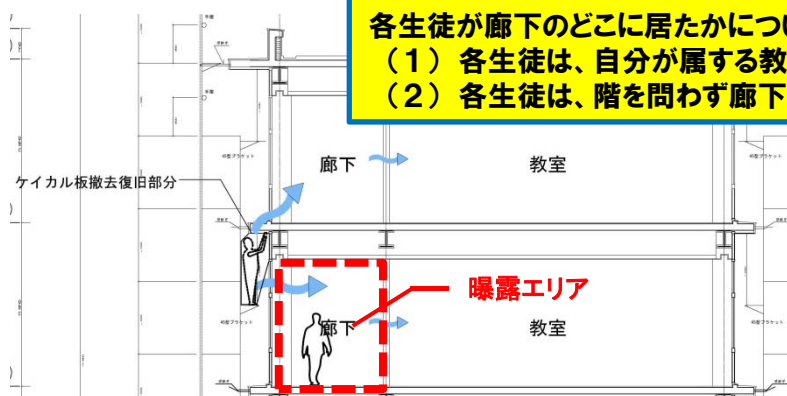
### ② 教室内曝露（廊下側庇施工）

廊下側庇の施工時に、廊下を挟んだ教室で曝露したケース（授業中（50分））



### ③ 廊下曝露（廊下側庇施工）

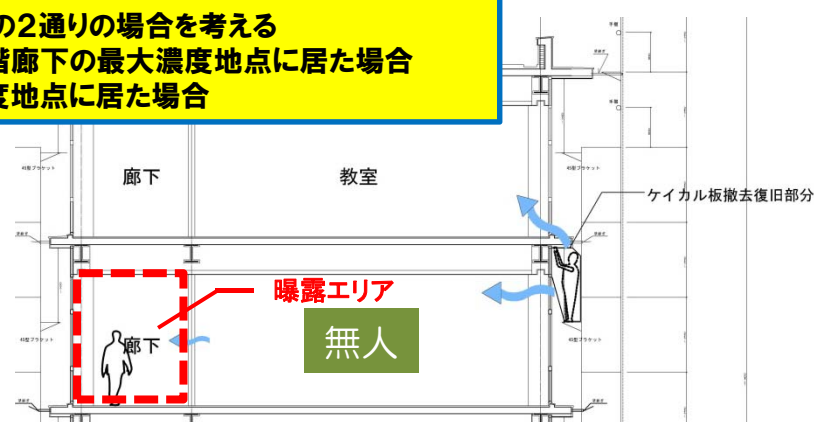
廊下側庇の施工時に、廊下で曝露したケース（休憩中（10分））



各生徒が廊下のどこに居たかについては、次の2通りの場合を考える  
(1) 各生徒は、自分が属する教室の同一階廊下の最大濃度地点に居た場合  
(2) 各生徒は、階を問わず廊下の最大濃度地点に居た場合

### ④ 廊下曝露（教室側庇施工）

教室側庇の施工時に、廊下で曝露したケース（休憩中（10分））



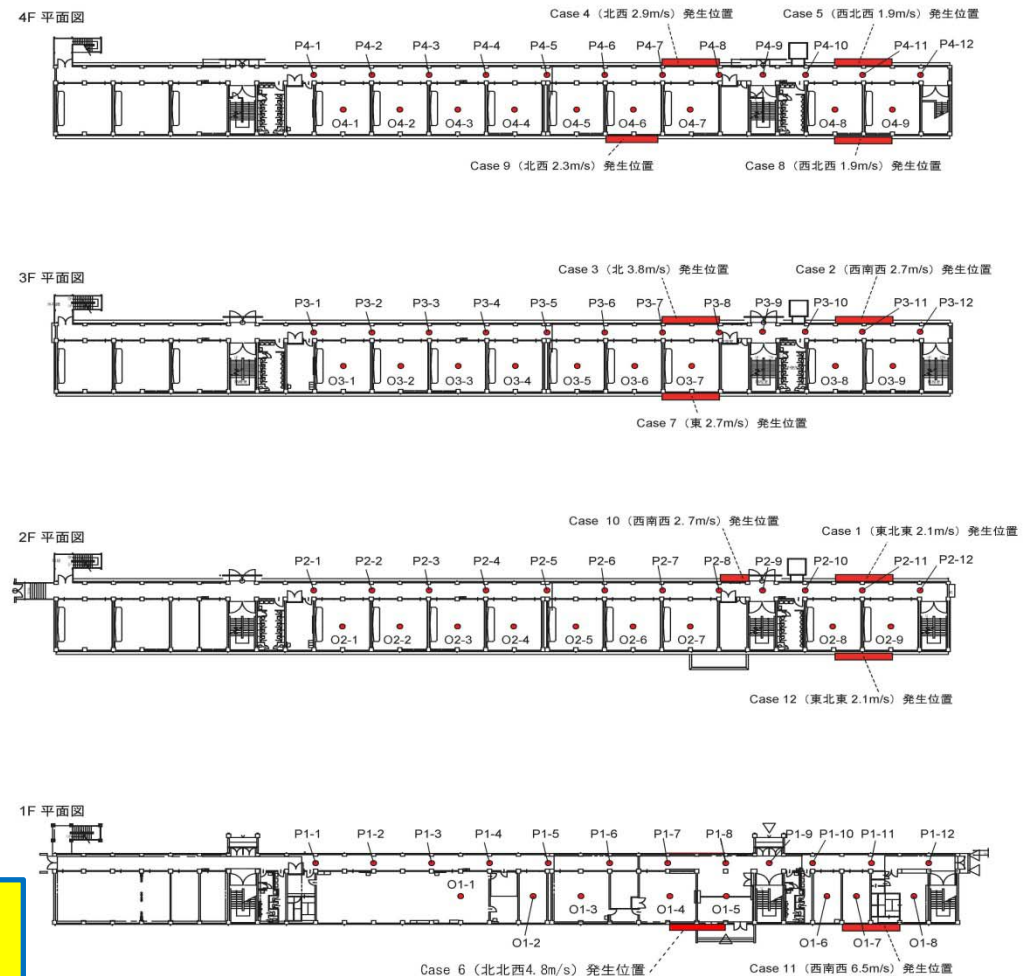
# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ④ボード撤去期間中の屋内での曝露量の考え方について

### CFD解析の計算条件

- ①ブルーシート容積：  
 $8.84\text{m}^3$   
 $(8.0\text{m} \times 0.65\text{m} \times 1.7\text{m})$
- ②ブルーシート内アスベスト濃度：  
 $1,000\text{ f/L}$
- ③データ出力ポイント（計83カ所）
  - 1階：室内8カ所（O1-1～8）  
廊下12カ所（P1-1～12）
  - 2階：室内9カ所（O2-1～9）  
廊下12カ所（P2-1～12）
  - 3階：室内9カ所（O3-1～9）  
廊下12カ所（P3-1～12）
  - 4階：室内9カ所（O4-1～9）  
廊下12カ所（P4-1～12）

CFD解析でのブルーシート位置（Case 1～12）とデータ出力モニター位置



右図のとおり、ブルーシート位置を12か所(Case 1～12)設定し、合計23スパン(1スパン4m)でCFD解析を実施した【※実際のブルーシート総スパン数は106なので、教室単位曝露量計算の課程でスパンの割増補正を行う(後述)】

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

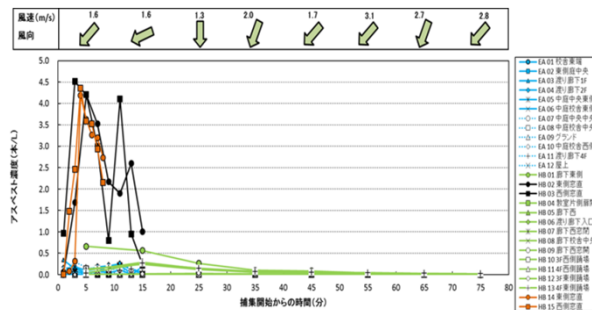
## ④ボード撤去期間中の屋内での曝露量の考え方について

### ブルーシート1箇所からの屋内での曝露量（＝1時間平均濃度）

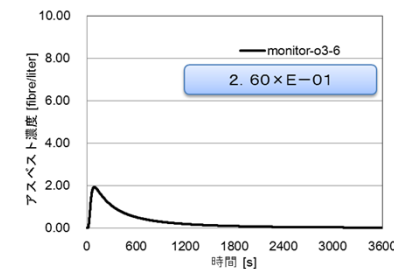
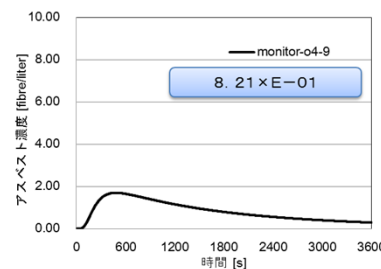
・大気拡散実験及びCFD解析によれば、屋内濃度は10分程度でピークとなって以降は低下し1時間後にはほとんど計測されない結果であったことから、ブルーシート1箇所から飛散した場合の屋内での曝露時間は1時間（内訳は授業時間50分、休憩時間10分）として計算する。

・したがって、CFD解析結果の「1時間平均濃度」が「1時間の曝露積分値（＝ $(f/L) \cdot h$ ）」に等しいことから、「1時間平均濃度」が実質的に教室内または廊下内（CFD解析におけるモニターポイント）における「ブルーシート1箇所からの総曝露量」となる。

大気拡散実験結果例(トレーサーパルス放出実験)



CFD解析結果例



なお、教室や廊下に侵入したアスベストの一部が床に残って再飛散する可能性も無いとは言えないが、このことについて科学的根拠をもって評価することが困難なことから、十分に余裕を持って評価する曝露量の中に含まれることとする。

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## ⑤ボード撤去後復旧まで期間における曝露量の考え方について

		滞在時間 (H)	0.34 (f/L)	0.91 (f/L)	1.79 (f/L)
11月	3土	4	1.36	3.64	7.16
	4日	4	1.36	3.64	7.16
	5月	8	2.72	7.28	14.32
	6火	8	2.72	7.28	14.32
	7水	8	2.72	7.28	14.32
	8木	8	2.72	7.28	14.32
	9金	8	2.72	7.28	14.32
	10土	4	1.36	3.64	7.16
	11日	4	1.36	3.64	7.16
	12月	8	2.72	7.28	14.32
	13火	8	2.72	7.28	14.32
	14水	8	2.72	7.28	14.32
	15木	8	2.72	7.28	14.32
	16金	8	2.72	7.28	14.32
17土	4	1.36	3.64	7.16	
18日	4	1.36	3.64	7.16	
19月	8	2.72	7.28	14.32	
合計 (f/L・H)			38.08	101.92	200.48
			(B)	(C)	(D)

左表の一定濃度(0.34 (f/L)・h、0.91 (f/L)・h、1.79 (f/L)・h のいずれか)が左記期間中、全室一律で続いたものとする

### ポアソン分布から導いた誤差の範囲

計数した 繊維数 (本)	総繊維濃度 (本/L)	95%信頼区間	
		下限値 (本/L)	上限値 (本/L)
0	0.11未満	0.00	0.33
1	0.11	0.00	0.63
2	0.22	0.02	0.82
3	0.34	0.07	0.99
4	0.45	0.12	1.16
5	0.56	0.18	1.32
6	0.68	0.25	1.48
7	0.79	0.31	1.63
8	0.90	0.39	1.78

校舎全体が0.34本/L程度のアスベスト濃度であったと仮定すると、測定値は、0.07~0.99本/Lの範囲に95%の信頼区間で分布し、H24. 11. 17の測定結果の範囲内におさまる。

### 軒下ボード撤去作業後の校舎内アスベスト気中濃度 →ポアソン分布から導いた3つの数値により評価する

- (1) 常時0.34f/Lと仮定して評価 ⇒計測値から類推する平均的な数値
- (2) 常時0.91f/Lと仮定して評価 ⇒計測値の最大値
- (3) 常時1.79f/Lと仮定して評価 ⇒計測値の最大値の上限値(95%信頼区間)

【計測値: 11月17日の測定では、測定した20室の半数が0.11f/L程度であったが、一室で0.91f/Lが測定された】

# I. アスベスト曝露量推計にあたっての算出条件の整理

## 曝露量推計にあたっての算出条件（一覧表）

算 出 条 件		
<p>①軒天ボード 撤去作業期間中</p> <p>平成24年10月24日（水）～ 平成24年11月2日（金）</p>	<p>ブルーシートからの アスベスト飛散</p>	<p>○ブルーシート内アスベストの全量が外部に飛散したとする</p> <p>○特別教室棟の2か所で行ったアスベスト濃度測定実験によれば計測値に差異（教室側最大値2,400f/L、廊下側最大値20f/L）が見られたが、<u>曝露量計算上は危険側となる一番高い値（2,400f/L）を採用し</u>、特別教室棟実験でのシート内アスベスト濃度としては、その2,400 f/Lと、ボード撤去毎に濃度が蓄積したとする14,400 f/Lの2通りとする</p> <p>○各教室の曝露量計算は、上記シート内濃度値（2,400f/L、14,400f/L）をさらに割増補正（シート容積差補正、ボード撤去枚数補正）した値（実質的なシート内濃度は6.442f/L、38.655f/Lとなる）をブルーシート内濃度としてCFD解析結果を基に算出する</p>
	<p>屋内での曝露</p>	<p>○ブルーシート1箇所から飛散した場合の屋内での曝露時間は1時間（内訳は授業時間50分、休憩時間10分）として計算する。なお、CFD解析結果の「1時間平均濃度」が、教室内または廊下内における曝露量となる</p> <p>○CFD解析ではブルーシート位置を12か所設定し計算を行ったが、曝露量計算の課程で実際のブルーシート総数に合わせるためスパン割増補正を行う</p> <p>○教室側庇の施工時に教室内で曝露したケース（授業中）では、正面の教室は無人と考えられるが、<u>曝露量計算では、無人教室に生徒が居たものと危険側で考えて行う</u></p> <p>○休憩時間中に各生徒が廊下のどこに居たかについては、次の2通りの場合を考える</p> <p>（1）各生徒は、<u>自分が属する教室の同一階廊下の最大濃度地点に居た場合</u></p> <p>（2）各生徒は、<u>階を問わず廊下の最大濃度地点に居た場合</u></p>
<p>②軒天ボード撤去完了から軒天処置完了まで</p> <p>平成24年11月3日(土)～ 平成24年11月19日(月)</p>	<p>撤去作業後の教室 内アスベスト濃度</p>	<p>○ポアソン分布の考え方を基に、一定の濃度（0.34(f/L)・h、0.91(f/L)・h、1.79(f/L)・hのいずれか）が<u>左記期間中、全室一律で続いたものとする</u></p>
<p>過小評価される恐れがある項目について</p>	<p>個別に評価のできない事例については、十分に余裕を持って評価する曝露量の中に含まれることとする</p>	

表中の下線部は、教室単位曝露量計算にあたり、危険側で考慮し設定した条件を示す