

加古川市石綿飛散事案対策委員会
報告書（案）

2024 年 5 月 29 日

【目次】

はじめに	p. 3
I. これまでの経緯と委員会の委員について	
1. これまでの経緯	p. 4
2. 委員会の委員について	p. 6
II. 石綿（アスベスト）ばく露の影響を評価する方法	
1. 石綿（アスベスト）とはどういった物質なのか	p. 7
2. 一般的なリスクと石綿（アスベスト）ばく露によるリスク	p. 9
3. 石綿（アスベスト）とトレーサーガス（PMCH）の相違	p.10
III. 石綿（アスベスト）ばく露したことによるリスクの推定方法	
1. リスク推定を進めるためのフローの検討（部会報告 第2章）	p.12
2. 関係者へのヒアリング及び現場調査の実施（部会報告 第3章）	p.16
IV. リスク推定に必要となる実験の実施	
1. 実験① 校舎に使用されていた下地調整材を用いた発じん量の測定 (部会報告 第4章)	p.19
2. 実験② トレーサーガスを用いた校舎内外の大気拡散濃度の測定 (部会報告 第5章)	p.21
3. 調査・実験結果に基づく飛散濃度の推定（部会報告 第6章）	p.34
4. 調査・実験結果に基づくリスクの推定（部会報告 第7章）	p.39
V. まとめ	
1. まとめ（部会報告 第8章）	p.42
2. 不確実性の考慮（部会報告 第8章）	p.43
3. 今後の健康対策への提言	p.44

本報告書はリスク推定部会の報告書^{※1}を要約した部分を含んでいます。詳しい内容はリスク推定部会の報告書として、今後、取りまとめる予定です。

リスク推定部会の報告書での掲載箇所は目次の（部会報告 第〇章）で示しています。

※1 加古川市石綿飛散事案対策委員会 石綿関連疾患リスク推定部会 報告書 2024年5月発行予定

はじめに

令和2年8月上旬、別府中学校で給食配膳室を整備する工事の解体工事を行っている際に、外壁塗装の下地調整材に含まれる石綿（アスベスト）を飛散させた可能性がある事案が起きました。市が主体となり保護者説明会を行い、皆様にご心配されていることを伺いました。その後、類似案件で調査等の経験のある専門の先生方にお話をお聴きしましたが、本件が、「下地調整材」という飛散事例や論文等のデータがほとんどない、前例のない事案であるということが分かりました。そのため、皆様にご心配されている内容にお答えするには、複数の分野の専門家による調査検討が必要であることが分かり、加古川市石綿飛散事案対策委員会を発足するに至りました。

委員会に設置された石綿関連疾患リスク推定部会で、2022年3月に令和3年度経過報告書として、事案発生からの経緯とそれまでに検討した内容を報告しました。本報告書では、令和4・5年度に実施した実験に基づいて石綿関連疾患リスク推定部会での検討結果を含めて報告します。

I. これまでの経緯と委員会の委員について

事案発生（令和2年8月）からこれまでの約3年半の間の経緯と、本事案調査のための第三者委員会として組織された加古川市石綿飛散事案対策委員会の委員は次のとおりです。

1. これまでの経緯

1) 設計業務委託期間（平成30年度末～令和元年度）

委託名称：加古川中学校外3校給食配膳室外設計業務委託

委託期間：平成31年3月12日～令和2年2月14日

委託期間中の令和元年7月に石綿分析調査が行われ、分析速報が

設計A社から市へメールで送付されたが、その後、分析結果の提出は行われなかった。

2) 工事発注期間（令和2年度）

令和2年4月15日に公告し、令和2年5月11日に入札を行った。

3) 工事期間（着工から工事中止まで）

工事名称：別府中学校給食配膳室整備工事

工事期間：令和2年 5月21日 契約

令和2年 7月31日 1学期終業式

令和2年 8月 6日

～2年 8月17日 主な発じん作業期間～

※作業内容は表Ⅲ-2による

令和2年 8月17日 2学期始業式

4) 工事中止期間（第1回・第2回保護者説明会開催）

令和2年 8月24日 工事中止

令和2年 8月26日 記者発表

令和2年 8月26日 空気環境測定 校舎内外計19箇所

～2年 8月28日 石綿と見られる繊維状物質は確認されなかった。

令和2年 8月31日 第1回保護者説明会（加古川市のみ）

令和2年 9月16日 中皮腫・じん肺・アスベストセンター名取医師と
ASA※² 亀元事務局長に相談。

令和2年 9月23日 現地確認・聞き取り調査（1回目）の

令和2年10月12日 聞き取り調査（2回目）

令和2年11月 6日 第2回保護者説明会（名取医師、亀元事務局長参加）

参加された保護者の方からも一定の理解をいただいた上で、工事再開の方針が決定。

複数の専門家による検討（第三者委員会等）が必要との提言を受ける。

※2 一般社団法人建築物石綿含有建材調査者協会

5) 工事期間（再開から完成まで）

令和2年12月9日工事再開

令和2年12月24日 令和2年度第1回加古川市別府中学校石綿飛散事案対策連絡会議（庁内の連絡会議）

加古川市で本件について第三者委員会を設置する方向性で協議が進む。

令和3年 1月15日 ASA 監視のもと、工事影響範囲の石綿除去工事
～3年 1月18日 及び除去完了確認

（令和3年度）

令和3年 4月 6日 石綿飛散事案対策委員会（通算第1回）
石綿関連疾患健康・心理相談部会も同日開催

令和3年 4月26日 加古川市石綿関連疾患リスク推定部会
（以下、「リスク推定部会」）

令和3年 5月14日 アスベストニュースレター第1号発送

令和3年 8月30日 工事完成

令和3年 9月 3日 別府中学校で給食供用開始

6) 供用開始以降

令和4年 3月11日 石綿飛散事案対策委員会（通算第2回）

（令和4年度）

令和4年 4月25日 アスベストニュースレター第2号発送

（令和5年度）

令和5年 4月18日 アスベストニュースレター第3号発送

令和6年 3月11日 石綿飛散事案対策委員会（通算第3回）

令和6年 3月24日 保護者・近隣説明会

（令和6年度）

令和6年 5月29日 石綿飛散事案対策委員会（通算第4回）

※石綿飛散事案対策委員会（通算第1回）からこれまで、通算5回の健康・心理相談会の開催を予定し応募を募りましたが、いずれも応募がなかったため取止めとなりました。

※令和2年8月に別府中学校で発生したアスベスト飛散事案について、令和3年4月以降延べ20回のリスク推定部会を開催し、調査検証を行いました。

部会間にも関係者へのヒアリングや必要な実験を行い、結果を数値シミュレーションや実験に反映し、リスクの推定を行いました。

2. 委員会の委員について

委員会は、学識経験を有する者、医師、臨床心理士等、加古川市立中学校長、その他市長が適当と認める者（保護者、近隣住民等）で組織されました。

専門性の高い内容については委員会委員で構成される各部会で検討されています。

●石綿飛散事案対策委員会（任期：令和3年4月1日から令和7年3月31日まで）

委員長：名取 雄司（中皮腫・じん肺・アスベストセンター）

副委員長：村山 武彦（東京工業大学）

委員：大田黒 信介（(株)EFA ラボラトリーズ）

（順不同） 亀元 宏宣（(一社)建築物石綿含有建材調査者協会）

鷺見 健二（(公財)ひょうご環境創造協会）（令和4年3月31日まで）

富田 知靖（アスカ技研(株)）

西馬 照明（加古川中央市民病院）

水嶋 潔（みずしま内科クリニック）

森永 瞭（兵庫県スクールカウンセラー（当時 別府中学校スクールカウンセラー））

山下 善弘（別府中学校校長）（令和6年3月31日まで）

松本 雅弘（別府中学校校長）（令和6年4月1日から）

清水 玲子（学校運営協議会）（令和4年6月29日まで）

中村 義弘（学校運営協議会）（令和4年7月28日から）

橋本 武芳（新野辺第7町内会）

森本 敏行（PTA）

●加古川市石綿関連疾患リスク推定部会

（任期：令和3年4月1日から令和7年3月31日まで）

部会長：村山 武彦（東京工業大学）

部会員：名取 雄司（中皮腫・じん肺・アスベストセンター）

（順不同） 大田黒 信介（(株)EFA ラボラトリーズ）

亀元 宏宣（(一社)建築物石綿含有建材調査者協会）

鷺見 健二（(公財)ひょうご環境創造協会）（令和4年3月31日まで）

富田 知靖（アスカ技研(株)）

●加古川市石綿関連疾患健康・心理相談部会

（任期：令和3年4月1日から令和7年3月31日まで）

部会長：名取 雄司（中皮腫・じん肺・アスベストセンター）

部会員：西馬 照明（加古川中央市民病院）

（順不同） 水嶋 潔（みずしま内科クリニック）

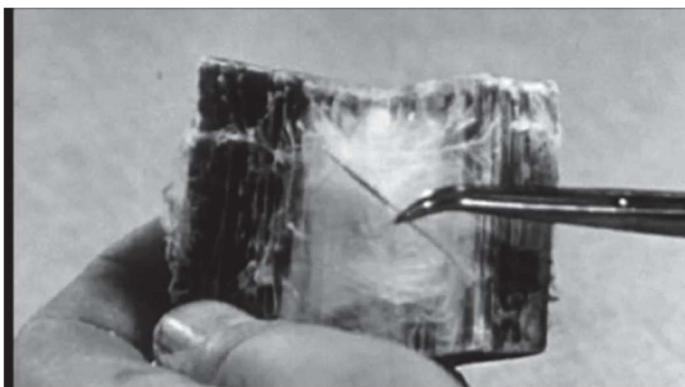
森永 瞭（兵庫県スクールカウンセラー（当時 別府中学校スクールカウンセラー））

Ⅱ. 石綿（アスベスト）ばく露の影響を評価する方法

本報告書（概要版）では石綿（アスベスト）ばく露の影響をリスク（好ましくないことが起こる可能性や程度）として推定しようとしています。その前にまず、石綿（アスベスト）とはどういった物質なのか、リスクとして算出される数値はどういう見方をすれば良いのかを本章でまとめています。

1. 石綿（アスベスト）とはどういった物質なのか

アスベスト（asbestos）は日本語では石綿（いしわた・せきめん）と呼びます。溶岩が冷えた時に生じる自然由来の繊維性珪酸塩鉱物です。自然界に存在するもので地球の大気中では 0.1 本/L 程度は検出されるものです。日本の成人肺を解剖して調べると全員から石綿繊維が見つかります。



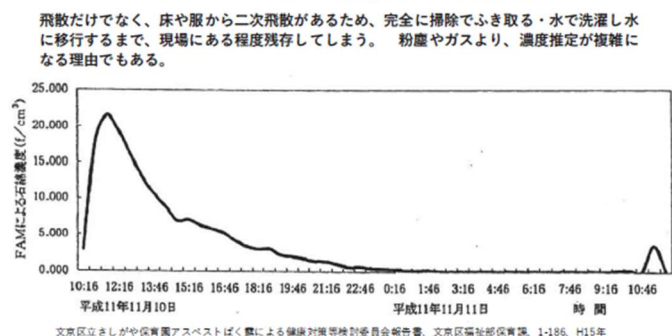
写真Ⅱ-1 アスベスト繊維の束

様々な場所の石綿濃度 概論	
(1) 過去の労働環境（光学顕微鏡）	
吹きつけ石綿	数万本/L
石綿含有建材の切断 改築	数千本/L
(2) 大気（光学顕微鏡）	
吹き付け石綿のある部屋 （窓閉め 日常作業時の測定が原則）	0. 数本～十数本/L
都市大気 （成人1分間5リットル換気・1時間60本・1日1440本）	0. 1～0. 2繊維/L
(3) 日本の成人肺 剖検すると全員からアスベスト	
石綿小体 30本 / 乾燥1g（光学顕微鏡）	
石綿繊維 180万本 / 乾燥肺1g（電顕顕微鏡）	
（参考資料：電話相談から見た石綿関連肺癌の報告、肺癌、49（1）、69-77、2009、2）	

図Ⅱ-1 様々な場所の石綿濃度 肺内の石綿関連物質

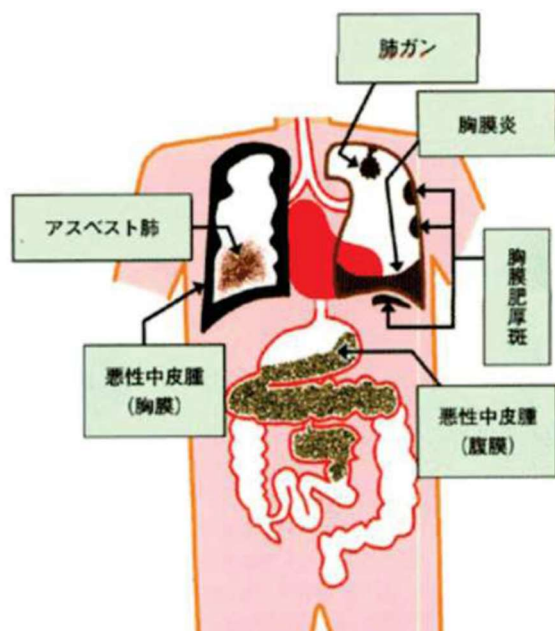
建築材料として広く使用されていた時期があり、建物の解体の際に石綿が含まれる材料（石綿含有建材）だと分からずに解体し飛散させてしまうことが問題となっています。上記の時期には断熱材や塗装材料を塗りやすくするための混和材等として幅広く使われていましたが、現在では石綿を含む製品の製造、輸入、提供又は使用は法律で禁止されています。法律で禁止される以前に建てられた建物では石綿含有建材が使用されている可能性があります。飛散のおそれがあるのは改修や解体工事の際で、石綿含有建材を割ってしまうと混ざ込まれた石綿が目に見えない小さい繊維状になって飛散します。

また、飛散し一旦床に落ちた石綿の上を歩いてしまうことなどで二次飛散が起きますが、このことが石綿の濃度推定を複雑にする要因でもあります。

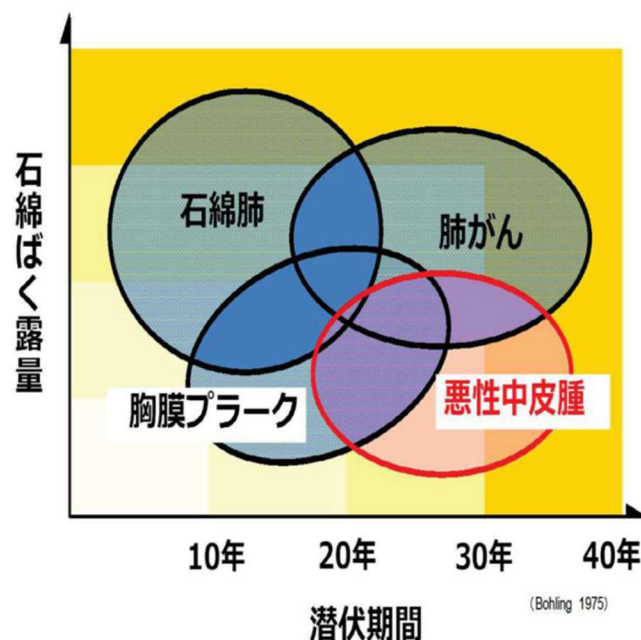


図Ⅱ-2 アスベストの飛散と二次飛散

石綿に関連する疾患として胸膜プラークや中皮腫などが挙げられますが、肺がんや悪性中皮腫の特徴の一つとして潜伏期間が20～40年ととても長いことが挙げられます。下の二図は、石綿関連疾患を示したものです。わかりやすさに最も配慮しているので、細かい点や正確さが足りない部分がある点をご容赦ください。



図Ⅱ-3 アスベスト関連疾患 6種類



図Ⅱ-4 石綿ばく露量と発症までの潜伏期間

図Ⅱ-3の（良性）胸膜炎は、「びまん性胸膜肥厚」（3年以上の石綿ばく露で発症）と「良性石綿胸水」疾患を合わせて記載しています。胸膜肥厚斑と胸膜プラークは、日本語・英語表現の違いです。石綿肺は石綿ばく露期間が通常1～10年の職業ばく露以外で確認されておらず、びまん性胸膜肥厚は通常3年以上の職業性ばく露で発症する疾患です。本報告では、悪性の疾患に関するこれまでの知見から、短期間（数日以下での）リスク推定が可能な悪性中皮腫と肺がんを対象にリスクを推定しています。

2. 一般的なリスクと石綿（アスベスト）ばく露によるリスク

今回推定したリスクは石綿にばく露したことに関わる病気（石綿関連疾患）にかかる可能性です。一般的にリスクとは「好ましくないことが起こる可能性や程度」と理解されています。例えば、「石綿関連疾患にかかるリスクが10万分の1」ということは、「同じように石綿にばく露した人が10万人いたとして、一生涯の間にその中の1人が石綿関連疾患にかかる可能性がある」ということになります。

リスクの推定方法としては、過去の事例や論文を参考にする方法が一般的ですが、今回は下地調整材の撤去によって起こった石綿飛散であったこと、建物の内外どちらにも飛散したという2点で過去に事例がなかったため、実証実験を行うことでなるべく当時の状況を考慮したリスクの推定を行いました。（実証実験の内容についてはIV章で記載）

実証実験として行った2つの実験のうち、大気拡散実験では石綿の代わりに専用のガスを使い、ガスの濃度が薄まっていく様子を計測しました。

ただし、繊維状である石綿は、「矢」や「凧」のように形状が多様で、一本（粒）の大きさに違いがあるため空気中を漂う様子も違い、ガスとの相関関係が十分判明していません。石綿とガスの挙動の相関確認の実験現場を十数か所に渡って探しましたが、実験現場の確保ができませんでした。当時の状況の再現について、十分判明していない可能性がある場合は、不確実性を考慮した係数を乗じることで、リスクを過小評価しないように判断しました。

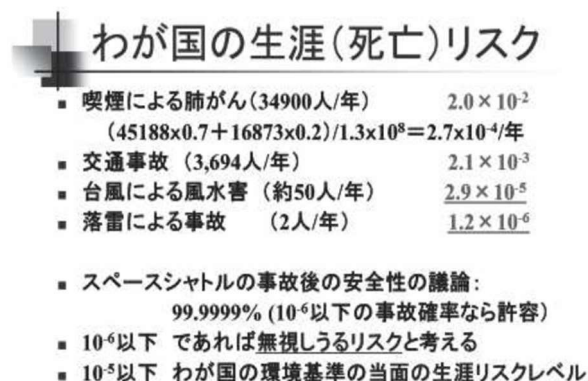


図 II-5 わが国の生涯（死亡）リスク

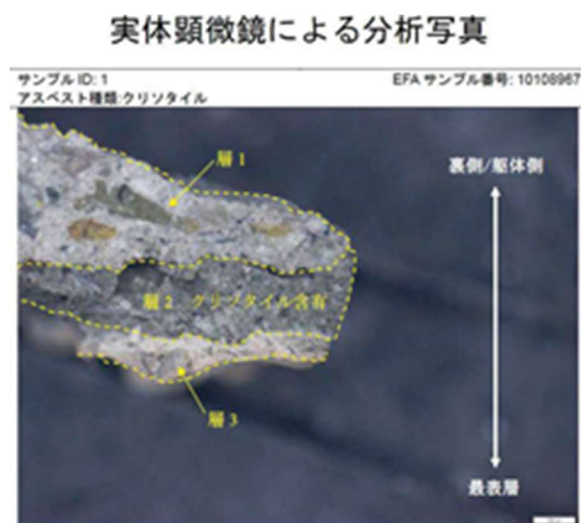


図 II-6 別府中学校で採取した検体の分析写真

表 II-1 の試料分析結果：2層目（下地調整材）からクリソタイル（白石綿）が検出された。				
層番号	層構成比率	層の外観		アスベストの種類・含有量
1	50%	グレー	骨材入りセメント質素材	不検出
2	40%	グレー	セメント質素材	クリソタイル 0.1～5% (3%)
3	10%	オフホワイト	非繊維状素材	不検出

3. 石綿（アスベスト）とトレーサーガス（PMCH）の相違

1) 形状と大きさの相違

石綿（アスベスト）と大気拡散実験で用いた専用のガス（トレーサーガス）はそれぞれ、以下のような形状と大きさをしています。

- ・石綿（アスベスト）どちらも別府中学校で採取した検体の写真です。



図 II-7 石綿繊維 位相差顕微鏡写真

目盛は右下 20 μm

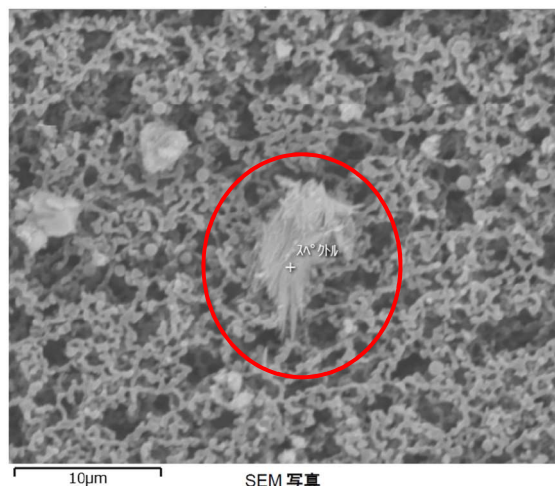


図 II-8 石綿繊維 走査電子顕微鏡写真

目盛は右下 10 μm

- ・トレーサーガス（パーフルオロ（メチルシクロヘキサン） C7 F14 PMCH）

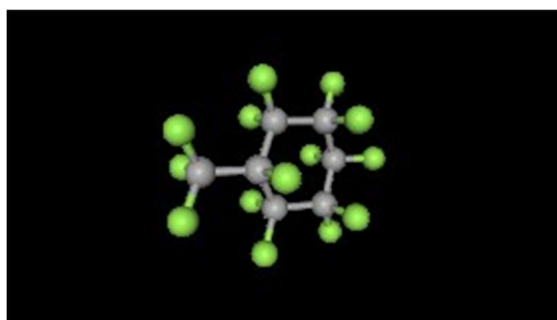


図 II-9 トレーサーガス（PMCH）の分子構造

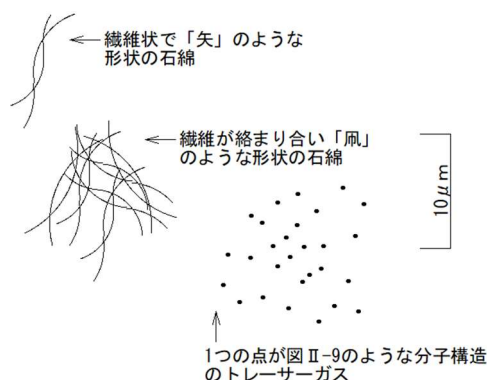


図 II-10 石綿とトレーサーガスの大きさの模式図

2) アスベストとトレーサーガスの相関を示す明確な論文の希少さ

アスベストの飛散とトレーサーガスの飛散との間の相関を対象とした論文は極めて限られているのが現状です。最も大きな原因の一つとして、有害性が明らかになっているアスベストを用いた飛散実験を行う場を確保することが困難であることが挙げられます。そのようななかで、韓国のプサン国立大学の Kang 教授らのグループは、インドネシアで石綿製品を製造している工場の周辺濃度の測定結果と拡散シミュレーションの結果を比較検討しています (Kang et al, 2018)。これによれば、測定結果とシミュレーションの結果には有意な違いはみられなかったとされています。この研究で用いられているのは米国環境保護庁（EPA）が開発した AERMOD と呼ばれるシミュレーションソフトですが、シミュレーションは基本的な大気拡散モデルに基づいており、本報告で用いているシミュレーションソフトと基本的な原理は同様と考えられます。

3) 不確実性を考慮した修正係数

表Ⅱ-2 は、リスク評価に求められる各要素に対する不確実係数を関係各機関がどのように扱っているかをまとめたものです。情報に不確実性がある（限られた実験ですべてを知ることが困難）場合、関係機関によって異なりますが、「1～10」、「条件により 3 または 10」を乗じることとされています。

今回は動静実験（アスベストとガスの動静の比較）ができなかったため、修正係数としては 1～10 を乗じる必要があると考えます。

表Ⅱ-2 世界の関係機関で用いられているリスク評価における各要素に対する不確実係数の例

不確実性係数	ガイドライン	機関				
		Health Canada	IPCS	RIVM	USATSDR	USEPA
個人間(種内)	平均的ヒトへの長期ばく露結果	1～10	10	10	10	10
実験動物→ヒト	ヒトデータがないとき	1～10	10	10	10	10
亜慢性→慢性	慢性期間に満たない実験			10	-	≤10
LOAEL→NOAEL	LOAELを活用したいとき		3または10	10	10	≤10
不完全データベース	ひとつの試験ですべてを知ることが不可	1～100	1～100	-	-	条件により3または10

USEPA

A Review of The Reference Dose and Reference Concentration Processes. EPA/630/P-02/002f (EPA, 2002)

LOAEL：最小影響量 NOAEL：最大無影響量

Health Canada：カナダ保健省 IPCS：WHO 国際化学安全プログラム

RIVM：オランダ国立公衆衛生・環境研究所

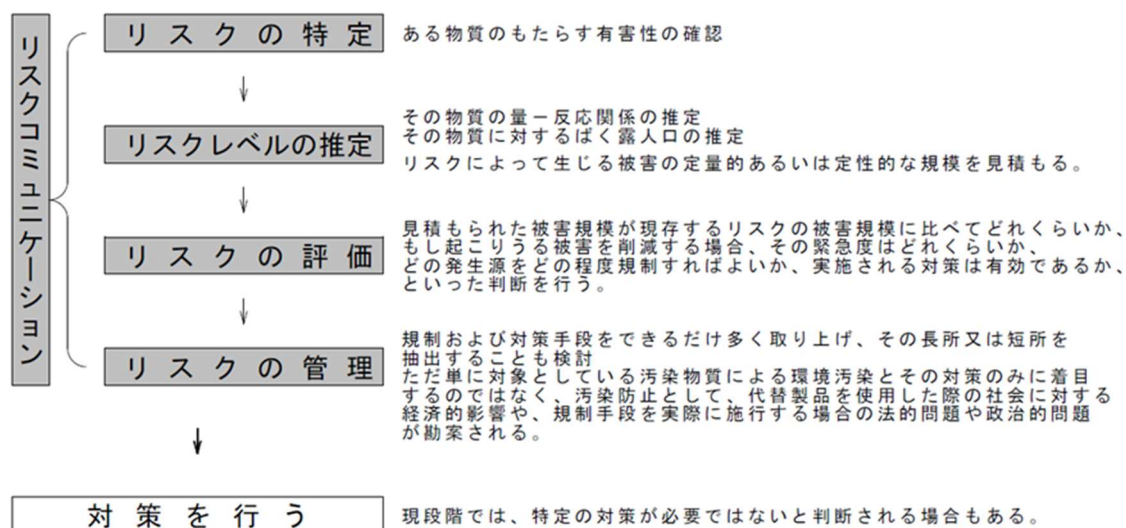
USATSDR：アメリカ毒性物質疾病登録庁 USEPA：アメリカ環境保護庁

Ⅲ. 石綿（アスベスト）ばく露したことによるリスクの推定方法

1. リスク推定を進めるためのフローの検討

1) リスク管理の全体的な流れ

リスクが存在する（あるいは存在する疑いのある）場合、一般的に次のようなフローで対策が進められます。



図Ⅲ-1 リスク管理の一般的な流れ

リスクコミュニケーションは、関係者の間でリスクに関する情報を共有し、意思疎通を図るとともに、可能な場合はリスクのよりよい管理に向けた合意形成を目指す手段として位置づけられています。

2) 管理のための基準の考え方

リスクの管理を行うための手段として環境基準というものがあります。

窒素酸化物や硫黄酸化物などの数種の物質に対しては、ある一定レベル（閾値）以下のばく露量であれば有害な影響が発生しないとされているため、環境基準はこのレベル以下に設定されています。しかし、発がん性を有する物質の場合には閾値が存在しないとされており、従来の考え方では環境基準の設定が困難とされてきました。こうした物質によるリスクの評価には、影響のレベルのみで検討する絶対的な評価と、リスクの発生と同時に生じる利便性の程度との相対的な評価による2つがあります。

特に、ある程度微小と考えられるリスクに対しては、実質的に安全とみなせると判断される場合があり、こうしたレベルのばく露量を外国ではVSD（Virtually Safety Dose：実質安全用量）と呼び、リスク管理の一つの目安としています。

ただし、あるリスクレベルが安全だと判断できるかどうかは、他のリスクのレベルやリスクがもたらされる行為の受動性（生じたリスクが他者によって引き起こされたものかどうか）や制御性（自らの判断でリスクをコントロールできるかどうか）などの特性を考慮する必要があります。

リスクを許容することは、ある程度の被害を容認することにつながるため、VSD の決定には慎重な検討が必要とされています。

国は、閾値が設定できない（発がん性を有する）物質を対象にした環境基準の当面の目標値として、他の様々なリスクとの大小関係、外国の事例、関係者からの意見聴取等を勘案した上で、生涯リスクが 10^{-5} （10 万分の 1）というレベルを設定しました。（環境庁 中央環境審議会 答申：1996 年）

ただ、 10^{-5} というリスクレベルはあくまで当面の目標でありこの基準まで汚染は許容されるわけではありません。むしろ 1 桁低い 10^{-6} （100 万分の 1）を支持する情報や意見もあります。さらに、国が定めた前述の環境基準は、あくまで全国の環境基準を設定するために用いられたものであり、個別事例に対して適用することは想定されていないものです。

東京都文京区のさしがや保育園や、新潟県佐渡市の両津小学校などの石綿飛散の事例では、 10^{-6} から 10^{-7} （1,000 万分の 1）の値を目安として、リスクの判断がなされています。これらは、幼少の児童がばく露の対象になっていること、将来発生する可能性がある疾病に対する予防的な措置を可能な限り行うことが念頭に置かれていると考えられます。

以上のことから、本件で関係者（生徒、教職員、園児、近隣にお住まいの方々）に与えたリスクを評価する際には、 10^{-5} を第一次の目安としながら、 10^{-6} から 10^{-7} も参考にリスクを判断しています。

3) リスク評価に使用する方法と不確実性の取扱い

①疫学調査からのリスクモデルの使用

別府中学校の生徒・教職員、園児、近隣にお住まいの住民の方々を対象とするリスクについては一般的に用いられている次の疫学モデル（OSHA）を適用しました。

肺がん	$R_E = R_0 \times K_L \times (f \times d)$	
中皮腫	$ARM = 0$	($t < p$ の場合)
	$ARM = f \times K_M \times (t - p)^3$	($p \leq t < p + d$ の場合)
	$ARM = f \times K_M \times \{(t - p)^3 - (t - p - d)^3\}$	($t \geq p + d$ の場合)

ここで、各記号は、次のとおりです。

R_E : ばく露集団の肺がんによる過剰死亡率

R_0 : 非ばく露集団の肺がんによる死亡率

K_L : アスベストの肺に対する発がん係数（クリタールばく露の場合 $K_L = 1.89 \times 10^{-3}$ ）

f : アスベスト濃度（本/mL）

d : ばく露年数

ARM : 中皮腫による死亡率

K_M : アスベストの中皮に対する発がん係数（クリタールばく露の場合 $K_M = 1.89 \times 10^{-9}$ ）

t : ばく露開始からの経過年数

p : 潜伏期間（中皮腫の潜伏期間 p は一般に 10 年が用いられている）

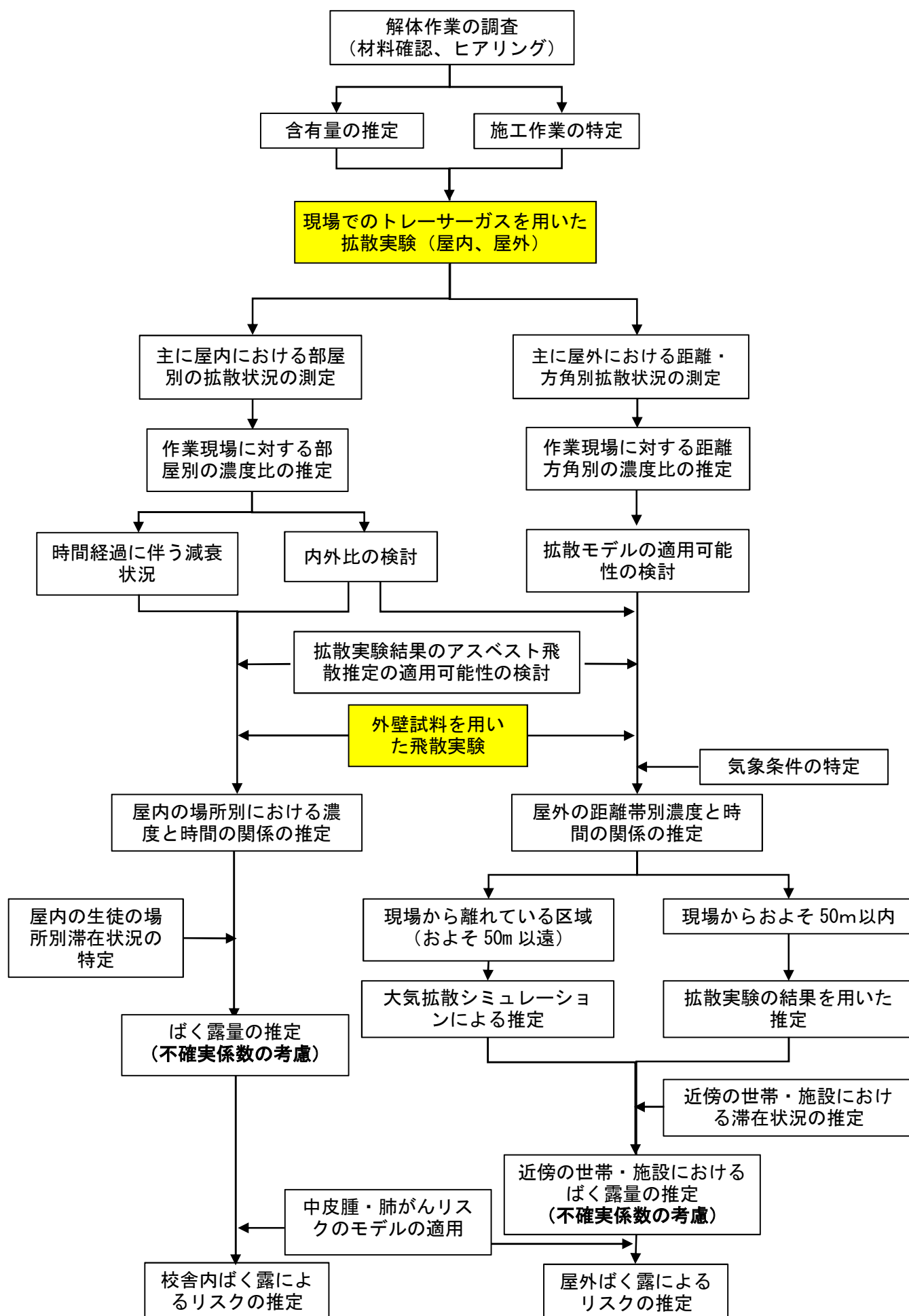
なお、リスク推定の際には、日本人の平均的な寿命を考慮して、男性は 80 歳まで、女性は 85 歳までに関連疾病が発生する確率を求めることとしています。

4) リスク推定を進めるためのフロー

本件では、次ページに示すリスク推定フロー（図Ⅲ-2）の流れでリスク推定を進めました。その際、拡散実験で用いたトレーサーガスの濃度と石綿濃度との関連に「科学的に不確か」な部分があったため不確か係数を用いることとし、アメリカ環境保護庁ほかの機関が示している 1～10 を実験で得られた結果に乗じることになりました。

建物内の作業場近傍における石綿濃度の知見は部会員の間で一定の経験や事例があるためやや小さめに想定する一方、屋外の大気中におけるトレーサーガスの濃度と石綿濃度との関係は論文や経験が極めて限られているため大きめの係数を用いることにしました。

図Ⅲ-2 リスク推定フロー



2. 関係者へのヒアリング及び現場調査の実施

1) 関係者へのヒアリング

令和2年に中皮腫・じん肺・アスベストセンター名取医師とASA亀元事務局長により委員会発足前に2回のヒアリングを行いました。

委員会発足後、リスク推定部会でも当時のヒアリング内容を元に議論が行われ、今後の飛散事案検討のために再聞き取りが必要と判断されたため、再聞き取りや発言内容の整理をした上で議事録としてまとめました。

議事録は経過報告書 巻末資料として公開しています。

委員会発足前（R2年）

- ・現地確認・ヒアリング（1回目） 令和2年 9月23日（水）
- ・ヒアリング（2回目） 令和2年10月12日（月）

委員会発足後（R3年～）

- ・現場調査（第1回） 令和3年 4月 6日（火）
- ・現場調査（第2回） 令和3年 4月26日（月）
- ・現場調査（第3回）模擬実験日 令和3年 5月 1日（土）
～3日（月）
- ・現場調査（第4回）解体数量調査日 令和3年 6月10日（木）
- ・工事施工業者ヒアリング（1回目） 令和3年 8月17日（火）
- ・工事施工業者ヒアリング（2回目） 令和3年12月21日（火）
- ・工事施工業者ヒアリング（3回目） 令和4年 1月 7日（金）

2) 下地調整材の総量推定

令和3年6月10日に行った解体数量調査から下地調整材に含有していたと想定されるアスベストの総量は以下のとおりです。令和2年8月6日～17日の主な発じん作業期間にガラとして搬出された量と大気中に飛散した量を合わせた総量を示しています。

No	項目	バルコニー	庇	建具まわり
1	表面積	20.96m ²	3.951m ²	2.7265 m ²
2	下地調整材の厚み	最大1.5mm	最大1.5mm	最大1.5mm
3	アスベスト含有率	2.7%	2.5%	2.7%
4	下地調整材の比重	1.5 g/cm ³	1.5 g/cm ³	1.5 g/cm ³
5	1 m ² あたりの下地調整材の総重量	2,250 g	2,250 g	2,250 g
6	1 m ² あたりのアスベスト重量	60.75 g	56.25 g	60.75 g
7	総重量	≒1,273 g	≒223 g	≒166 g

総重量（合計）1,273+223+166=1,662g

3) 工事現場による飛散作業の特定

令和2年9月23日と10月12日の現地確認・聞き取り調査の議事録をリスク推定部会内で整理し、第17回リスク推定部会にて、主要な石綿ばく露として『カッター切・研り・足場歩行してガラを落としていたという作業と、粉状のようになった石綿を掃除』を想定しました。表Ⅲ-2 黄色の蛍光ペン部分は、**石綿飛散可能性のある作業を示します。**

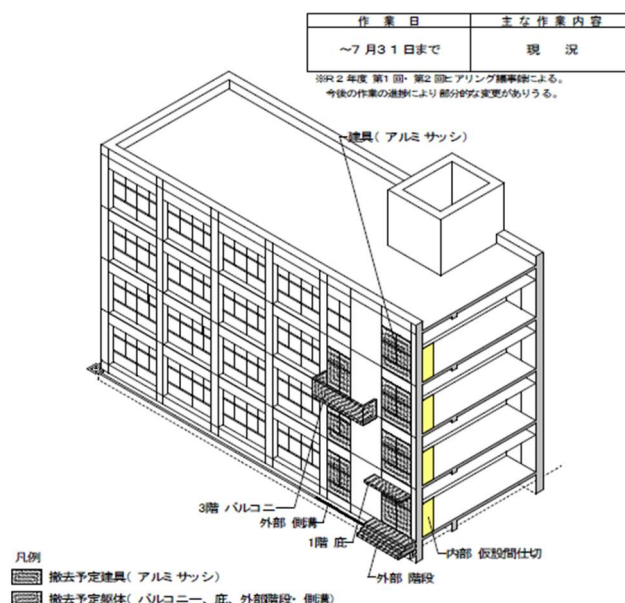
表Ⅲ-2 管理棟内へのアスベスト飛散が想定される作業と時期

年月日	曜	管理棟内へのアスベスト飛散が想定される作業
2020/8/6	木	4 階：サッシ窓枠カッター切り、サッシ窓枠研り、間仕切区画内天井板撤去； 3 階：サッシ窓枠カッター切り、間仕切区画内天井板撤去； 2 階：サッシ窓枠カッター切り、間仕切区画内天井板撤去； 3 階：バルコニー立上り壁研り ガラは防じんシートで囲まれた足場内に落とす。 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン
2020/8/7	金	3 階：バルコニー、土間研り； 3 階：サッシ窓枠研り； 2 階：サッシ窓枠研り； 1 階：サッシ窓枠カッター切り、窓枠研り、間仕切区画内天井板撤去 ガラは防じんシートで囲まれた足場内に落とす。 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン
2020/8/8	土	1 階：サッシ窓枠カッター切り、サッシ窓枠研り、間仕切区画内天井板撤去 ガラは防じんシートで囲まれた足場内に落とす 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン
2020/8/9	日	休み：作業なし 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン
2020/8/10	月	1 階：底研り、仕上研り（1 階底部分のみ） 防音シート内：地上側溝内ガラ片付け コンクリートガラ積込み 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン 天井板が撤去された仮設間仕切区画内天井部分はオープン
2020/8/11	火	防音シート内：1 階外階段はつり撤去 ガラ搬出、産廃車両 1 車両 2 回 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン 天井板が撤去された仮設間仕切区画内天井部分はオープン
2020/8/12	水	防音シート内：地上側溝はつり、解体 ガラ搬出、産廃車両 1 車両 3 回 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン 天井板が撤去された仮設間仕切区画内天井部分はオープン
2020/8/13	木	防音シート内：地上側溝はつり、解体 小さなガラや破片は撤去エリアや足場の上に散乱したまま。 サッシ窓枠が撤去された仮設間仕切区画外側は防音シート内でオープン 天井板が撤去された仮設間仕切区画内天井部分はオープン
2020/8/14	金	防音シート内： 4 階から 1 階の間仕切区画内、足場をシュロのほうきで掃き落とし掃除 その後ブルーシート養生 防音シート内のサッシ窓枠が撤去された 4 階から 2 階の仮設間仕切区画外側にブルーシート養生、1 階のブルーシート養生は未完了

表Ⅲ-2 管理棟内へのアスベスト飛散が想定される作業と時期

年月日	曜	管理棟内へのアスベスト飛散が想定される作業
2020/8/15	土	防音シート撤去、足場解体 足場の下はまだ小さなガラや破片や粉が多く、地面にザザーと落とした。 大小のガラ・破片・粉が元足場があった地面に山積 飛散しやすい小さな束や単繊維は飛散 サッシ窓枠が撤去された4階から2階の仮設間仕切区画外側にブルーシート養生、1階のブルーシート養生は未完了のまま
2020/8/16	日	休み：作業なし 大小のガラ・破片・粉が元足場があった地面に山積 山積したガラの表面の飛散しやすい小さな束や単繊維は飛散 サッシ窓枠が撤去された4階から2階の仮設間仕切区画外側にブルーシート養生、1階のブルーシート養生は未完了のまま ブルーシート養生は風でバサバサ動く
2020/8/17	月	ガラ搬出、産廃車両1車両4回 小さなガラ・破片・粉状のものは地面に一部残る 搬出で新たに露出したガラの表面の飛散しやすい小さな束や単繊維は飛散 午前中管理棟内各階の間仕切区画前の粉状の埃を二人でほうきと乾いたモップで掃き掃除 サッシ窓枠が撤去された4階から2階の仮設間仕切区画外側にブルーシート養生、1階の清掃完了、1階のブルーシート養生完了 ブルーシート養生は風でバサバサ動く

少なくともコンクリートパネル合板がサッシ窓枠部分に設置されるまでの令和2年8月6日から8月17日の間、量の大小はありますが、カッター切り、はつり作業中の粉じん飛散、落ちた破片を踏みつぶし再飛散したり、床の粉状微粒子破片をほうき等で掃いたり、溜まったがれき表面から風で再飛散した粉じんの飛散が考えられます。リシンや下地調整材とくっついた繊維や大きな繊維束は作業したエリアの足元に落ち、飛散しやすい小さな繊維束のものが、間仕切区画の隙間または天井板が外された穴から天井裏を通して、工事管理棟の廊下または教室に飛散した可能性がありますと考えています。ガラの積込みや運搬・搬出による拡散は、解体作業と比べると影響が小さいと考えられるため、解体作業で最大限発じんした想定に含まれるものと考えています。8月18日以降の石綿濃度は、人による拡散で極めてわずかと考えて省略しました。



7月31日までの管理棟校舎の様子
斜線部分が主な発じん作業期間
(8月6日～17日)に撤去した範囲

図Ⅲ-3 管理棟校舎俯瞰図

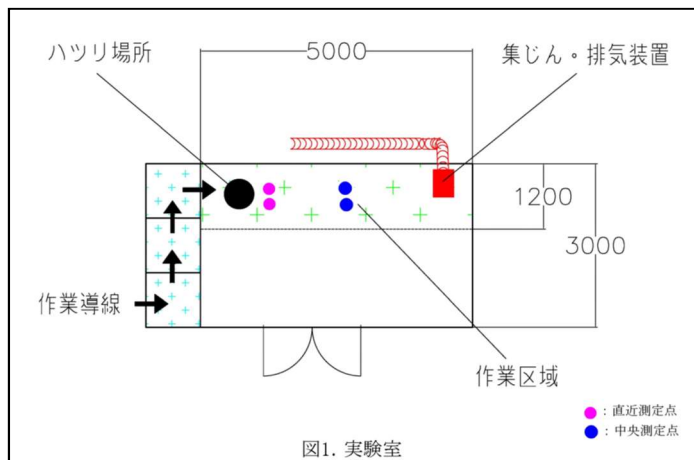
IV. リスク推定に必要となる実験の実施

1. 実験① 校舎に使用されていた下地調整材を用いた発じん量の測定

1) 実験の概要

別府中学校校舎の壁から採取されたコンクリートコア 3 個と、外壁破断片 1 個を試料として用いて、飛散再現実験を行いました。実験は 2022 年 8 月 27 日に関東某所のチャンバー（図IV-1. 実験室）の中で委員立会のもと行っています。

アスベストの発じん量を推定することを目的とし、実験台に固定した試料を電動工具（ディスクグラインダー）で削り、飛散したアスベスト（クリソタイル）の室内濃度を測定しました。



図IV-1 実験室



写真IV-1 実験室

2) 実験内容

コア抜き試料裏のコンクリート面を削り、ディスクグラインダー研磨による発じんの様子、実験室内での粉じん拡散の様子、目視による粉じん飛散量と測定吸引量の目安を確認した上で、3つの実験を実施した。

実験 1：コア抜き試料表面（塗材＋下地調整材）1 個をコンクリート面が出る直前まで削る。

実験 2：コア抜き試料表面（塗材＋下地調整材）1 個をコンクリート面まで削る。

実験 3：コア抜き試料表面、破断片試料表面（塗材＋下地調整材）各 1 個をコンクリート面が出るまで削り、掃き掃除をおこなう。中央付近の測定は、掃き掃除中に実施。

リスク推定部会での報告から、コア抜き試料…0.0068 m²/個、破断片試料…0.0263 m²。

3) 測定結果

また、アスベスト繊維数濃度は以下の式によって計算しました。

$$\text{アスベスト繊維数濃度} = (A \times n) / (S \times V)$$

A：採じん有効面積 (961.6mm²)

V：吸引量 (L)

S：計数した面積

1 視野の面積 (0.07065mm²) × 視野数 (100)

n：偏光顕微鏡で判別し計数したアスベスト繊維数

上記の式で計算した測定結果

実験1

	直近1	直近2	中央1	中央2
吸引量 (L)	0.6	1.3	1.5	2.7
総繊維数 (本)	99.5	148.0	97.0	140.0
クリソタイル (本)	90.5	127.0	64.0	99.0
総繊維数濃度 (本/L)	23,000	15,000	8,800	7,100
クリソタイル濃度 (本/L)	21,000	13,000	5,800	5,000

実験2

	直近1	直近2	中央1	中央2
吸引量 (L)	0.4	0.9	1.5	2.5
総繊維数 (本)	56.5	137.0	81.0	83.5
クリソタイル (本)	42.5	92.0	40.5	64.5
総繊維数濃度 (本/L)	19,000	21,000	7,300	4,500
クリソタイル濃度 (本/L)	14,000	14,000	3,700	3,500

実験3

	直近1	直近2	中央1	中央2
吸引量 (L)	0.4	0.9	0.4	0.9
総繊維数 (本)	68	99.5	122	151.5
クリソタイル (本)	36	61.5	77	90
総繊維数濃度 (本/L)	23,000	15,000	41,000	23,000
クリソタイル濃度 (本/L)	12,000	9,300	26,000	14,000

周辺環境

(アスベスト濃度)

セキュリティ前	0.056 本/L 未満
排気口付近	0.056 本/L 未満

2. 実験② トレーサーガスをを用いた校舎内外の大気拡散濃度の測定

1) トレーサーガスをを用いた拡散実験による石綿飛散の再現性と不確実性の検討

本事案発生時にどの程度の石綿が飛散した可能性があるかを推定するには石綿を用いて実験することがより正確な結果が得られるのですが、有害物質であることが確認されている石綿を実験のために飛散させることはできないことから、どうしても代替の物質を用いる必要がありました。そのため、大気中を浮遊する物質の拡散状況を追跡する方法として一般に用いられているトレーサーガスをを用いた拡散実験を行いました。

しかし、ガスに比べて石綿は緩やかに時間をかけて拡散していくのではないかと、下地調整材に混ぜ込まれた石綿が飛散する際にはセメント質の材料が付着した粉じんとなって石綿のみの繊維とは違った挙動をするのではないかと、といった懸念事項がありました。そのため2つの物質（トレーサーガスと石綿）の動静（ある空間内での動きの違い）の関係性を実験で確認しようとしてしました。こうした実験を行うには石綿含有建材を扱った解体改修現場で実験を行う許可を得る必要があります。今回の実験のために適切な現場を確保するよう複数の委員が可能性を探りましたが、解体改修現場は石綿が飛散しないよう厳格な管理のもとに進められているため、現場確保が難航した経緯があります。結果として適切な現場の確保が困難と判断されたことから、飛散濃度の推定では、こうした不確実性について係数をかけることでリスクを過小評価しないように検討を進めました。

2) 実験の概要

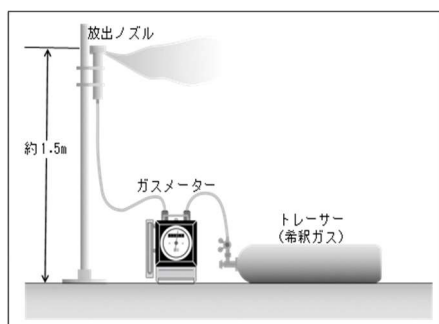
石綿飛散事案発生時と類似した気象条件で別府中学校管理棟校舎からトレーサーガスを放出し、指定された地点で空気を捕集することにより、トレーサーガス拡散状況を測定しました。

校舎内の拡散状況を測定する「主に屋内における実験」と屋外の区域の拡散状況を測定する「主に屋外における実験」の2種類の実験を行いました。

実験では、トレーサーガスが屋内外に拡散されていくことや屋内では捕集される濃度が高濃度になることが想定されたため、予備実験を行いトレーサーガスの濃度・放出方法・放出量を決定しました。また、石綿飛散事案発生時における空気の流れをできる限り再現するため、作業場内での作業者の動きを考慮するとともに作業場の間仕切りや教室のドアの開閉を行いました。

表Ⅳ-1 大気拡散実験の工程・内容

	実施内容	回数、必要な時間等
下見	現場の確認（捕集地点の確認）	
予備実験前日	サンプラー等事前準備	半日程度
予備実験	大気拡散実験 ・主に屋内における実験（8月5日、6日） ・主に屋外における実験（8月3日、4日）	各2回
本実験前日	サンプラー等事前準備	半日程度
本実験	大気拡散実験 ・主に屋内における実験（8月18日、19日） ・主に屋外における実験（8月20日、21日）	各2回



図Ⅳ-2 トレーサーガス放出装置の設置例



写真Ⅳ-2 トレーサー捕集装置



写真Ⅳ-3 トレーサー分析風景

分析装置の概要を示しています。

※別府中学校で撮影された写真ではありません。

3) 主に内部における大気拡散実験 (2023 年 8 月 18、19 日)

- ・放出の概要 放出場所（発生源）：管理棟校舎 3 階 仮設間仕切内
 トレーサー物質：PMCH (20ppm)
 トレーサーガス放出方法：実験開始後 5 分間放出
 トレーサーガス放出量：10L/min
 - ・捕集の概要 使用機器：8 連サンプラー
 吸引速度：150mL/min
 捕集本数：8 本/地点
 捕集時間：30 分×8 本 (4 時間)
 捕集地点：27 地点 (屋内 19 点、屋外 8 点)
- 屋内では、当時の各階の使用教室を 3 階の同一教室にあてはめ、各教室、廊下で水平方向への拡散状況を把握する測定点を 3 階に設定しました。
- 上下階への拡散の様子を把握する測定点を各階の階段前に設定しました。

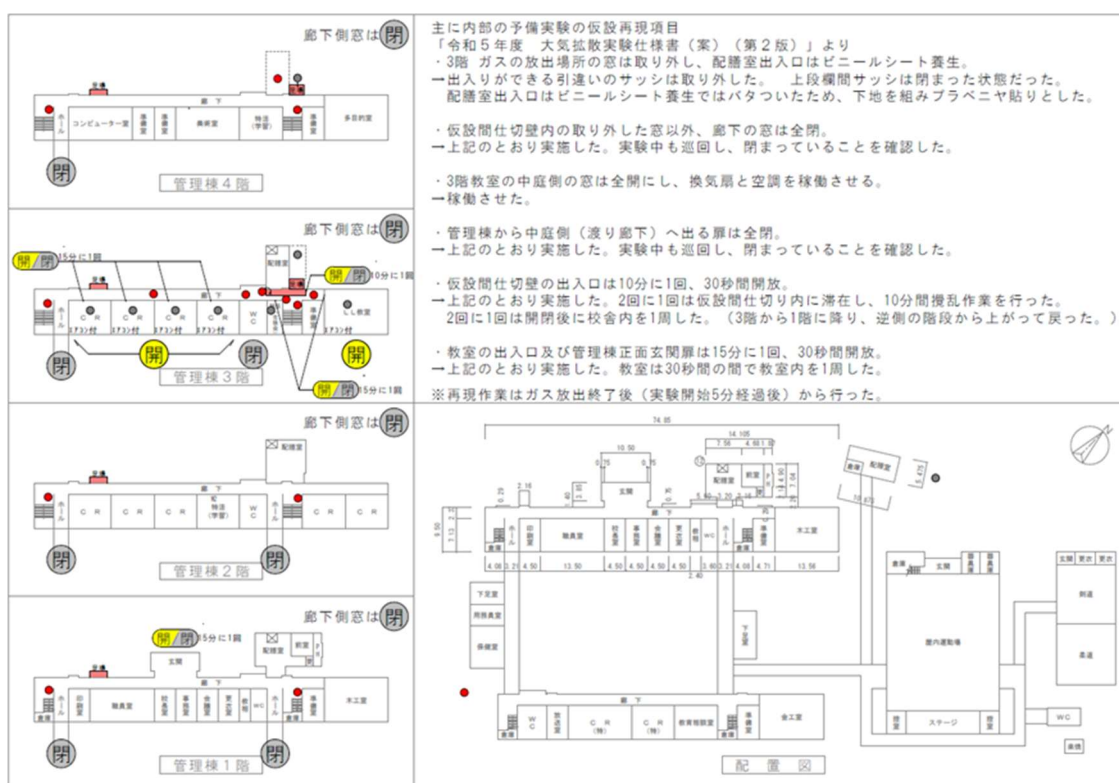


図 IV-3 再現項目の集約

工事を行っていた当時の仮設（仮設間仕切りや足場、防音シート）や状況（窓や扉の開閉、人の動き）を可能な限り再現し実験を行いました。

・結果と考察

230818 3F 廊下

測点名	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	240 min
1 仮設内	1,838,429	9,309	3,273	1,334	325	421	310	255
2 仮設扉前	246,202	5,696	860	307	302	223	116	116
3 仮設外部南	71,463	5,231	1,095	376	258	138	87	98
8 3F東階段	54,062	5,380	1,371	537	349	207	95	108
4 仮設外部西	34,074	3,780	683	180	148	92	53	44
5 廊下中央	2,978	2,026	273	18	84	49	32	29
6 3F西階段	1,760	6,419	2,294	491	394	326	230	179
24 BG	20	15	30	26	22	26	20	20

230819 3F 廊下

測点名	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	240 min
1 仮設内	1,267,884	6,924	2,981	1,098	796	514	203	249
2 仮設扉前	58,843	5,934	1,098	490	250	135	92	77
3 仮設外部南	54,880	6,343	1,077	476	253	114	65	40
8 3F東階段	34,119	7,295	1,107	513	263	134	63	47
4 仮設外部西	27,995	3,192	939	424	198	23	41	30
5 廊下中央	1,650	817	407	203	109	36	21	16
6 3F西階段	540	899	724	620	296	126	70	65
24 BG	23	24	23	23	23	17	22	23

OL 異常値？

参考表 1 3F 廊下の測定結果

※測定結果のオーバーロード（OL）と異常値について

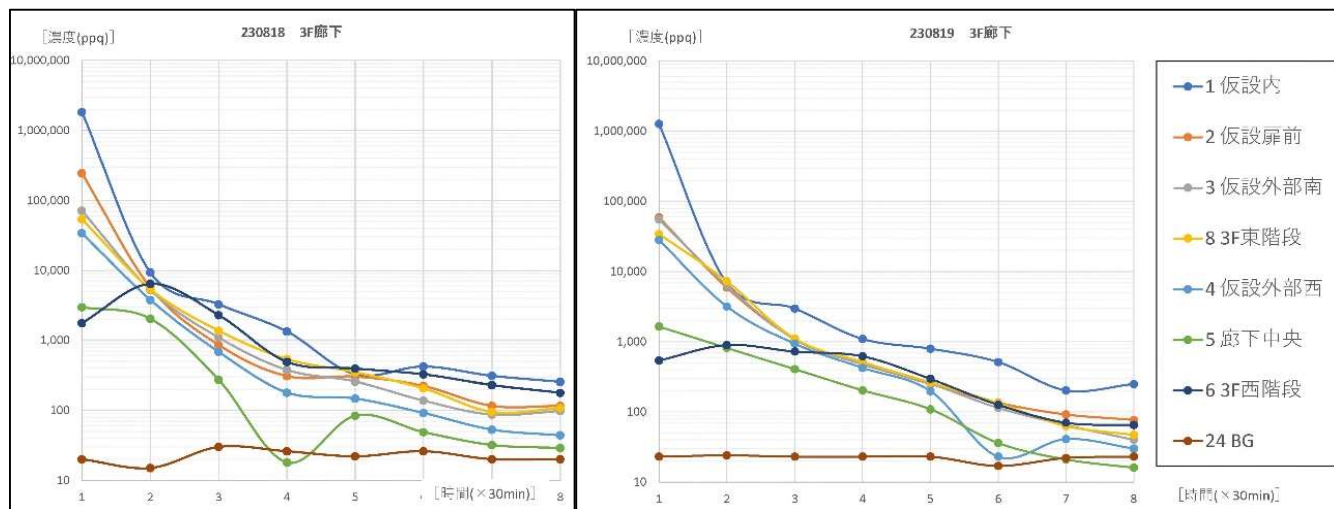
計測できる上限値を越えた（オーバーロードした）ものは赤色、前後の測定結果から極端に低い数値は異常値として黄色で示しています。

OL の数値は他の時間帯の計測結果等から導き出される数値※³を参考値としています。

※³ガスクロマトグラフによる分析によって検量線の対象範囲を超えたピークに対して、検量線を外挿して数値を導き出した値

8 月 18 日

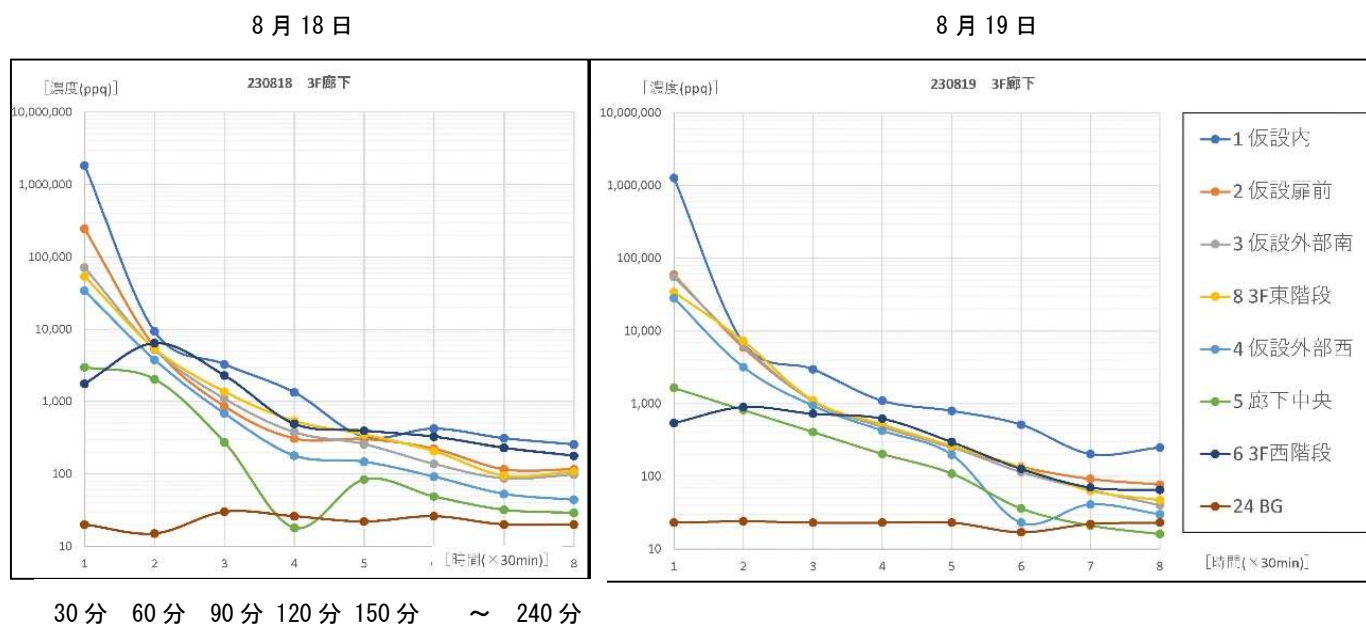
8 月 19 日



参考図 1 3F 廊下の測定結果をグラフにしたもの（図Ⅳ-4 と同じ）

①廊下への拡散

発生源の3階における測定点までの距離は、“1 仮設内”…2m、“2 仮設扉前”…3m、“3 仮設外部南”…3m、“4 仮設外部西”…8m となっています。距離だけに着目すると測点2と測点3はほぼ等しいですが、ガス発生直後だけを見ると測定値は“1 仮設内”→“2 仮設扉前”→“3 仮設外部南”→“4 仮設外部西”の順に低くなっており、仮設扉の開閉が影響したと思われます。60分後以降の測定値はガスが一気に拡散した後の低い値となっていますが概ね発生源から測定点までの距離関係に一致します。

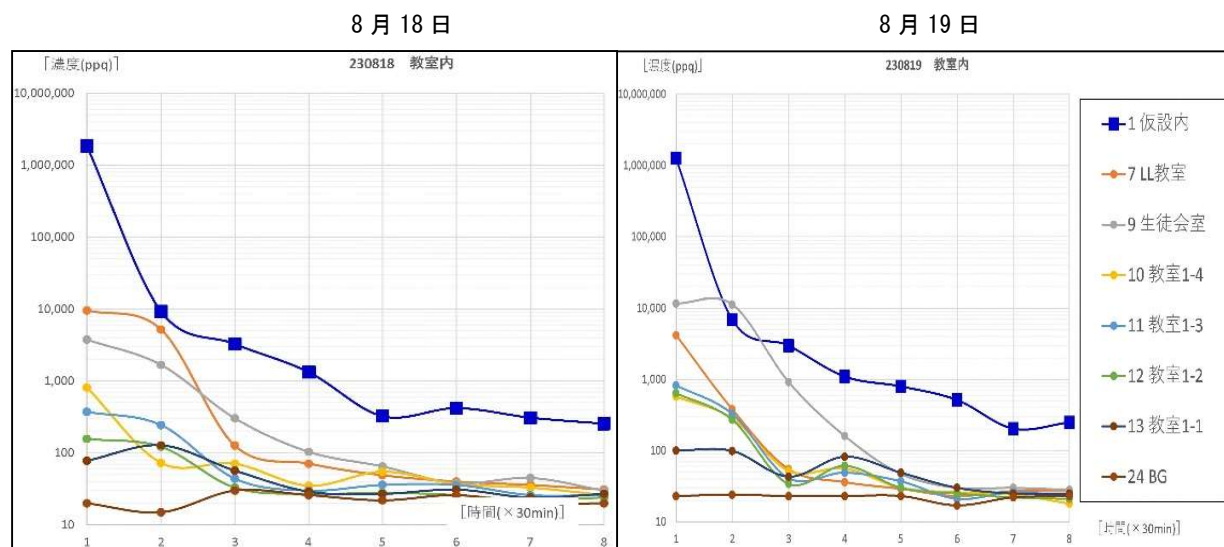


図Ⅳ-4 3F廊下 拡散の様子

- ・発生源からの距離、開口（仮設扉前）に近いことの影響を受けた結果を、ガス放出直後は示していました。
- ・“6 3F 西階段”はガス放出地点から約50m離れた校舎端に位置します。このことからガス放出から最高濃度に達するまでに時間がかかり、グラフは山型をしています。また校舎の端であることからガスの到達に時間もかかり、ガスの滞留も起こり、240分後でも比較的高い値を示していました。

②教室への拡散

実際の作業当時に使用していた各階の教室を3階の教室に発生源からの位置関係を基に割り当て、教室内での測定を実施しました。

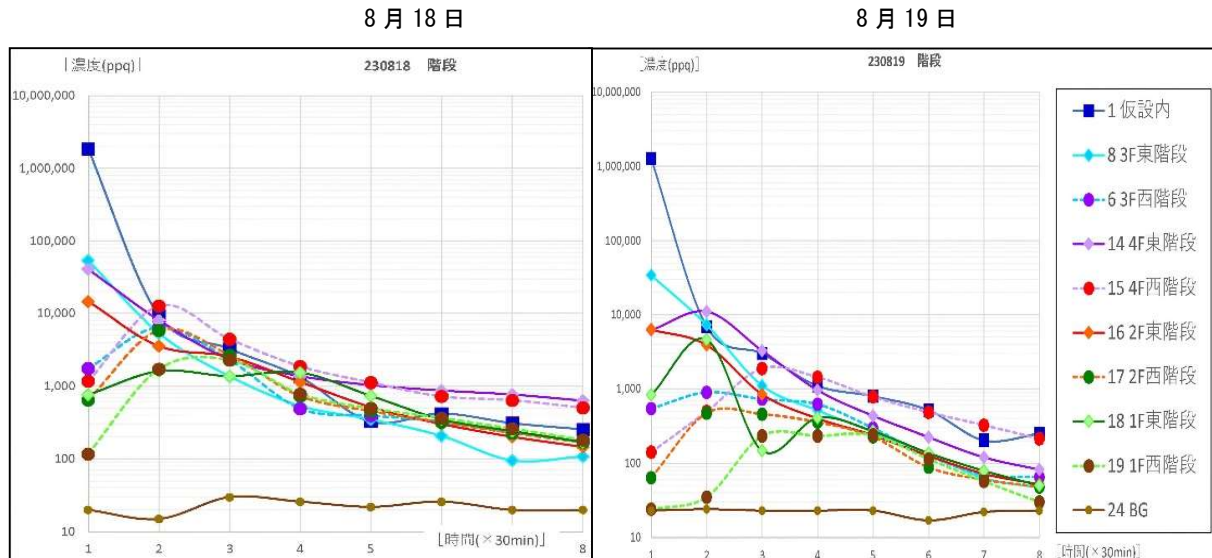


図IV-5 3F 教室 拡散の様子

- ・教室内は南側の窓が全て開放されていることから、廊下に比べガスの濃度が低くなるのが早かったです。
- ・2日間の結果に共通して、生徒会室の濃度が高くなっていました。発生源に近いこと、教室が細長く狭いこと、窓が一つしかないこと、空調機が設置されておらず機械的な空気の移動が少ないことが原因と思われます。
- ・1日目のLL教室が60分まで高値を示しています。1日目(8/18)は吹奏楽部の練習がLL教室で行われていました。ガス発生後に練習が終わったため、LL教室の出入り口の開放時間が他の教室より長かったことが影響したと思われます。

③階段（上下）への拡散

ガスの上下階への移動をみるため、各階の東西の階段で測定を実施しました。東階段は水平方向では内外比で添付した図からも判る様に、ガス放出地点に近い。西階段はガス放出地点から水平方向で 50m 離れています。



図IV-6 階段 拡散の様子

- ・二日間とも西階段の 1～4 階の全ての測定点において、50m 離れていることが影響し、ガス放出直後よりも後の測定時間帯に最高濃度に達していました。
- ・階段においても、上昇気流があるものと思われ、二日間とも東西の 4 階で高い濃度が確認されました。
- ・二日目は東階段でも 4 階 及び 1 階において 60 分の時間帯測定において最高濃度を示していました。二日目は 3 階仮設部分の外部との開口部において、大量の空気が吸い出されています。このため東階段の 4 階、1 階の濃度上昇が遅れており、また全体的に濃度も低い値となっています。

④5分だけ拡散させたガスの建物内部濃度と、4時間ばく露した石綿濃度の相関の検討

本来、5分間ガスを拡散させると一様に拡散し、30分後には放出地点の濃度は低下し、周囲の濃度も概ね低下していきます。文京区の石綿飛散事例の吹付け石綿濃度実測値を見ますと、10mから数10mの場所で1～2時間後に石綿濃度のピークが来るなど石綿の「綿的」な形状も影響した上昇がみられますが、4時間時点では全地点で濃度の低下が認められます。

今回のリスク推定では、5分間のガス拡散を4時間に換算する際に文京区の事例で行われた石綿濃度の積分的手法はとられていません。代わりに5分のガス放出が4時間持続したという安全側の仮定をおいています。ただしこの仮定をおくと安全サイドに値が寄りすぎ、さらに不確か係数を10とした場合、生徒会室内の石綿濃度が絶えず500 f/L程度という推定値になります。この推定値は、過去に建物内で主に吹付け石綿濃度の測定を多く行ってきた委員にとって、過大な評価と考えられる係数と思われました。

ある委員の意見では、「青石綿の除去作業場内の石綿濃度は一般的に20万本/L程度には達する。隔離養生は隙間が多かったため、負圧はほとんど効いていなかった。このような状況で作業員は除去工事を続け、時には場内と隣室を行き来していた。その隣室での濃度は150 f/L程度であった。」とのこと（白石綿ではない点は今回事案との相違点）。

また、別の委員は吹付け石綿除去工事の重要論文の一つを示し、「三室構造で吹付け石綿除去工事を行った結果は、除去室内 74.4 f/cm³、中間室 6.4 f/cm³、外部室 2.0 f/cm³となっている」ことを報告しています。（外部足場のない状態での石綿除去工事で、部屋の出入りは三室間に限られている点は今回事案との相違点）（Robert N.Sawyer: Asbestos Exposure in a Yale Building, Env Research 13, 146-169、1977）

今回の工事（別府中学校給食配膳室整備工事）の対象となっている下地調整材と吹付け石綿では石綿建材として質に相違がありますが、今回行った再現実験（ドアの開閉もあり）でも3階廊下仮設間仕切り内、廊下、生徒会室の三室構造は類似点と考えられます。

以上の意見も踏まえ、建物内については、論文で報告された吹付け石綿や石綿含有建材の石綿濃度実測値も多いことから、不確か性は最大の10と比較して低いとリスク推定部会員は考えました。

上記のことを勘案し、米国EPAほかの関係機関が示している不確か係数1～10の中で、建物内で用いる値は、3が妥当と考えました。

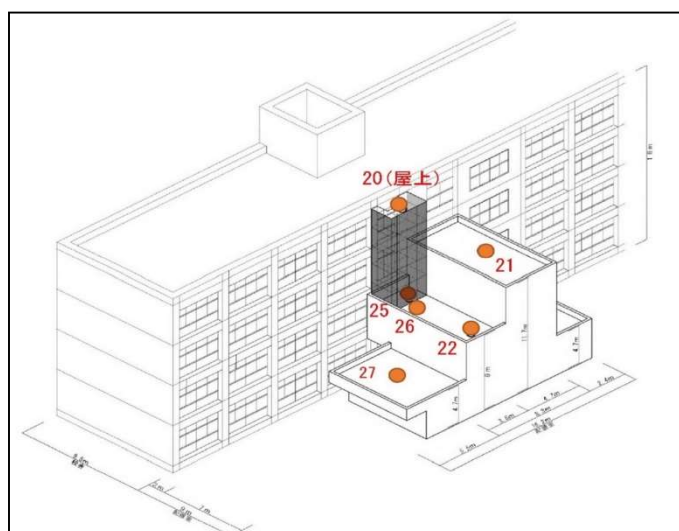
4) 建物内外部に飛散したガスの内外比率の検討

Ⅱ章の2でも記載したとおり、今回の事案は建物の内外どちらにも飛散したという点で過去に事例がなかったため、大気拡散実験結果からガスの内外比率についても検討を行いました。

内外比率は「主に内部における大気拡散実験（2023年8月18、19日）」の2日間の結果から推定しています。風向、風速、場の状況のわずかな変化などの原因が考えられますが、結果として1日目と2日目のガスの値（傾向）が異なるため、一定の幅で評価をすることが必要だと考えています。

たとえば「内部が高めの濃度となり外部が低い結果の日」と、「外部が高めの濃度となり内部が低い結果の日」があれば、その幅の中に実際の濃度の比があったと推定することになります。

ガスの放出は、主に外部の実験の様に測定時間中ガスを放出し続けているものでなく、最初の5分間だけです。



図Ⅳ-7 実験の様子（俯瞰図）

内部と外部の主要な測定地点



図Ⅳ-8 実験の様子（平面図）

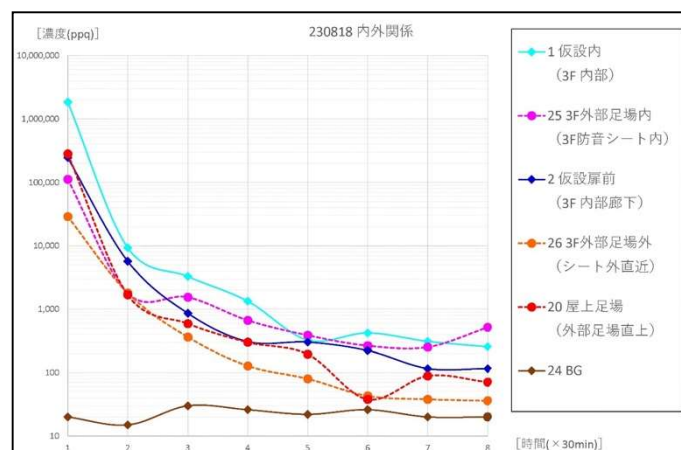
内部と外部の主要な測定地点

本件での内外比検討では、発生源からの距離が概ね等しい以下の二組を比較しました。

- ① 「測定点1の 仮設内（3F 内部）」と「測定点25の 3F 外部足場内（3F 防音シート内）」
- ② 「測定点2の 仮設扉前（3F 内部廊下）」と「測定点26の 3F 外部足場外（シート外直近）」

・ 8 月 18 日の測定結果から推定される内外比

230818測定結果 [ppq]								
測点名	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	240 min
1 仮設内 (3F 内部)	1,838,429	9,309	3,273	1,334	325	421	310	255
	100%	0.51%	0.18%	0.07%	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%
2 仮設扉前 (3F 内部廊下)	246,202	5,696	860	307	302	223	116	116
	13%	0.31%	0.05%	0.02%	0.02%	0.01%	0.006%	0.006%
3 仮設外部南 (3F 内部廊下)	71,463	5,231	1,095	376	258	138	87	98
	4%	0.28%	0.06%	0.02%	0.01%	0.008%	0.005%	0.005%
4 仮設外部西 (3F 内部廊下)	34,074	3,780	683	180	148	92	53	44
	2%	0.21%	0.04%	0.01%	0.008%	0.005%	0.003%	0.002%
20 屋上足場 (外部足場直上)	281,282	1,687	590	300	195	38	89	71
	15%	0.09%	0.03%	0.02%	0.01%	0.002%	0.005%	0.004%
25 3F 外部足場内 (3F 防音シート内)	112,010	1,774	1,544	665	387	265	252	516
	6%	0.10%	0.08%	0.04%	0.02%	0.01%	0.01%	0.03%
26 3F 外部足場外 (シート外直近)	28,882	1,796	363	128	80	43	38	36
	2%	0.10%	0.02%	0.007%	0.004%	0.002%	0.002%	0.002%
22 3F 配膳外部北端 (3F 外部北端)	18,611	3,251	579	194	116	58	44	45
	1%	0.18%	0.03%	0.01%	0.006%	0.003%	0.002%	0.002%
21 4F 配膳 外部 (4F 外部)	8,685	571	134	53	38	28	31	26
	0.5%	0.03%	0.01%	0.003%	0.002%	0.002%	0.002%	0.001%
27 2F 配膳 外部 (2F 外部)	2,363	634	156	64	41	30	29	26
	0.1%	0.03%	0.008%	0.003%	0.002%	0.002%	0.002%	0.001%
24 BG	20	15	30	26	22	26	20	20
OL 想定値 異常値? 測定値/仮設内最大								



ガス発生直後は①②において内部の測定地点が高濃度となっていました。その後の減衰の様子や、①においては測定値においても似た値を示していました。②においては“26 3F 外部足場外”が、防音シートで囲われた足場の外であり、外部への拡散のしやすさを考慮すると、内部と外部において似た値を示していました。

これらの結果及び（部分的ではあるが）拡散実験中にスモークテスターで確認した開口部の風の流れから、内外の空気の往来は **50%ずつ** と推定することとしました。

外部の状況の考察

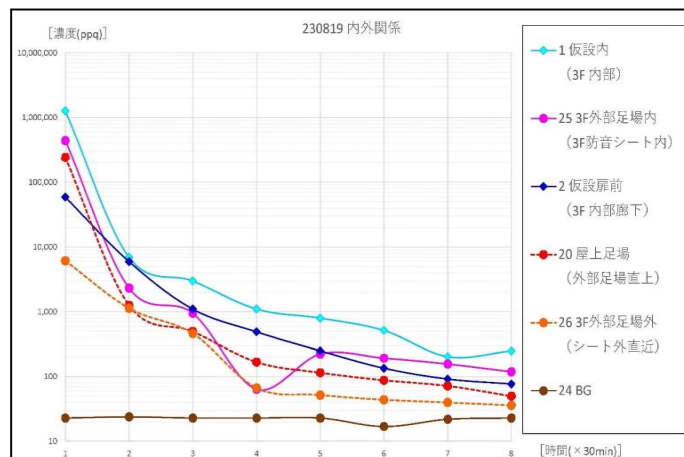
発生源の 3 階における測定点までの距離は、“25 3F 外部足場内（3F 外部足場の防音シート内部）”…2m、“26 3F 外部足場外（3F 外部足場外側の防音シート直近）”…3m、“22 3F 配膳外部北端（3F 配膳室外部の北端）”…8m となっています。内部同様発生源からの距離を考えると、“26 3F 外部足場外”より“22 3F 配膳外部北端”の値が、60 分から逆転してしまいます。これは防音シートで囲われた外部足場の上昇気流によって、足場屋上“20 屋上足場（外部足場直上）”に出たガスが、南風によって吹き下ろされたものと思われます。“25 3F 外部足場内”では 240 分の濃度が上昇しています。これは防音シートで囲われた足場であるため、滞留しているガスが現場作業者的行動を再現した足場清掃作業の影響が出たものと思われます。

20 屋上足場（外部足場直上）”の測定値から、ガス放出直後に大量のガスが上昇気流によって、防音シートで囲われた外部足場の上部出口から出ていったことがわかります。

・ 8 月 19 日の測定結果から推定される内外比

230819 内外比		[ppq]							
測定名	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	240 min	
1 仮設内 (3F 内部)	1,267,884	6,924	2,981	1,098	796	514	203	249	
	100%	0.5%	0.2%	0.09%	0.06%	0.04%	0.02%	0.02%	
2 仮設扉前 (3F 内部廊下)	58,843	5,934	1,098	490	250	135	92	77	
	5%	0.5%	0.09%	0.04%	0.02%	0.01%	0.007%	0.006%	
3 仮設外部南 (3F 内部廊下)	54,880	6,343	1,077	476	253	114	65	40	
	4%	0.5%	0.08%	0.04%	0.02%	0.009%	0.005%	0.003%	
4 仮設外部西 (3F 内部廊下)	27,995	3,192	939	424	198	23	41	30	
	2%	0.3%	0.07%	0.03%	0.02%	0.002%	0.003%	0.002%	
20 屋上足場 (外部足場直上)	240,806	1,258	496	168	115	88	72	50	
	19%	0.1%	0.04%	0.01%	0.009%	0.007%	0.006%	0.004%	
25 3F外部足場内 (3F 防音シート内)	438,243	2,320	946	64	223	193	157	119	
	35%	0.2%	0.07%	0.005%	0.02%	0.02%	0.01%	0.009%	
26 3F外部足場外 (シート外直近)	6,121	1,132	462	67	52	44	40	36	
	0.5%	0.09%	0.04%	0.005%	0.004%	0.003%	0.003%	0.003%	
22 3F配膳外部北端 (3F 外部北端)	20,408	5,056	960	233	57	69	45	40	
	2%	0.4%	0.08%	0.02%	0.00%	0.01%	0.004%	0.003%	
21 4F配膳 外部 (4F 外部)	1,404	499	157	33	32	31	28	28	
	0.1%	0.04%	0.01%	0.003%	0.003%	0.002%	0.002%	0.002%	
27 2F配膳 外部 (2F 外部)	1,384	1,005	283	52	40	31	27	25	
	0.1%	0.1%	0.02%	0.004%	0.003%	0.002%	0.002%	0.002%	
24 BG	23	24	23	23	23	17	22	23	

OL 異常値? 測定値/仮設内最大



最初の 30 分を見ると 18 日の結果と異なり “20 屋上足場（外部足場直上）” 及び “25 外部足場内（3F 防音シート内）” の値が非常に高くなっています。開口に近い内部で発生させたガスが、外部に一気に上昇気流によって防音シートで囲われた足場上部から大量放出されていることがわかります。

“20 屋上足場（外部足場直上）”、“25 外部足場内（3F 防音シート内）”、“2 仮設扉前（3F 内部廊下）” 及び “3 仮設外部南（3F 内部廊下）” のガス放出直後から 30 分経過までの測定値を比較すると、内外への行き来は、内部へ 1～2 割、外部へ 8～9 割程度と推定することとしました。

●内外のガス測定結果の幅

18 日の内外への空気の行き来（内外比）は各 5 割と思われる結果が得られ、19 日の結果からは内部へ 1～2 割、外部へ 8～9 割の比率が得られました。

18 日と 19 日では、特に風向が異なっていました。屋上に設置されている風向風速計の値（次頁に添付）をガス放出から 90 分経過時までに注目して確認すると、18 日は南南西～南東に 3.2～2.0m/s、19 日は西北西～南南西に 2.2～0.9m/s となっています。防音シートの隙間や紐の緩み等は、2 日間とも概ね同じであったことから、風向が異なる結果を導いた要因の一つと思われます。二日間の結果から、風向がどのように作用しているか詳細には判りませんが、実際の作業中の風向（2 頁後に添付）を見ると概ね南～南東であり、西南西や、朝方では北西の風向もあることから、作業日、作業時間によって同程度の中があったと推測されます。

5) 主に外部における大気拡散実験 (2023 年 8 月 20、21 日)

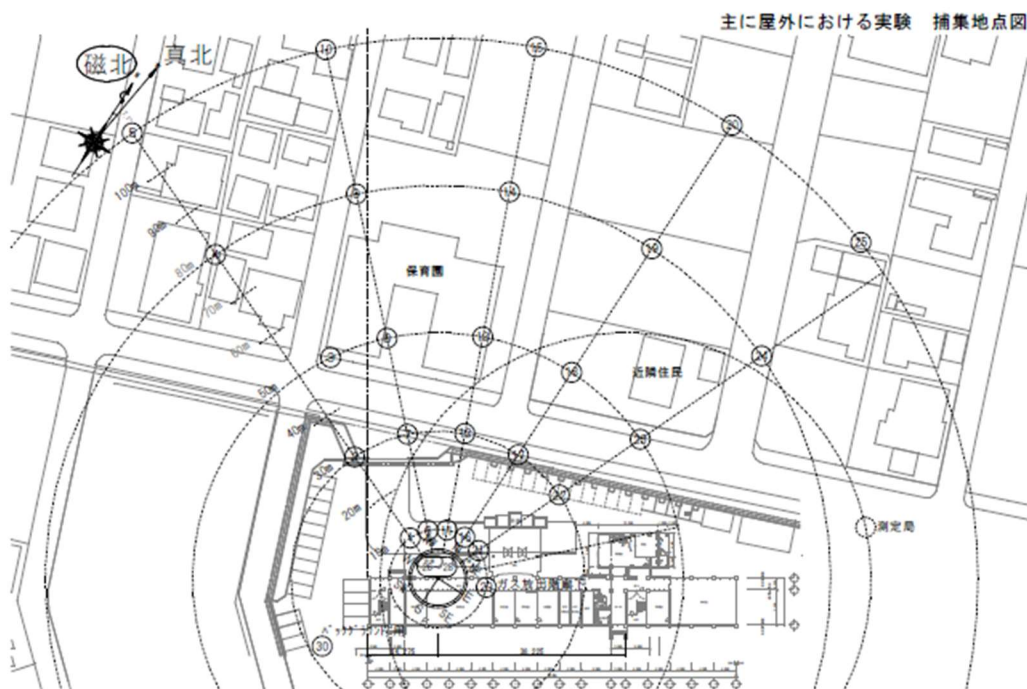
- ・放出の概要 放出場所 (発生源) : 管理棟校舎 3 階 廊下
トレーサー物質 : PMCH (20ppm)
トレーサーガス放出方法: 定常放出 60 分間 (1 時間)
トレーサーガス放出量 : 10L/min

飛散事案発生後に増築された給食配膳室棟が管理棟校舎際で風の流れに与える影響不明だったため、ガスの放出場所は西側にずらした位置としました。

足場に貼られていた防音シートも再現し、防音シートの有無によるガス到達濃度の違いを調査するため、本実験 2 日目は防音シートを外した状態で実験を行いました。

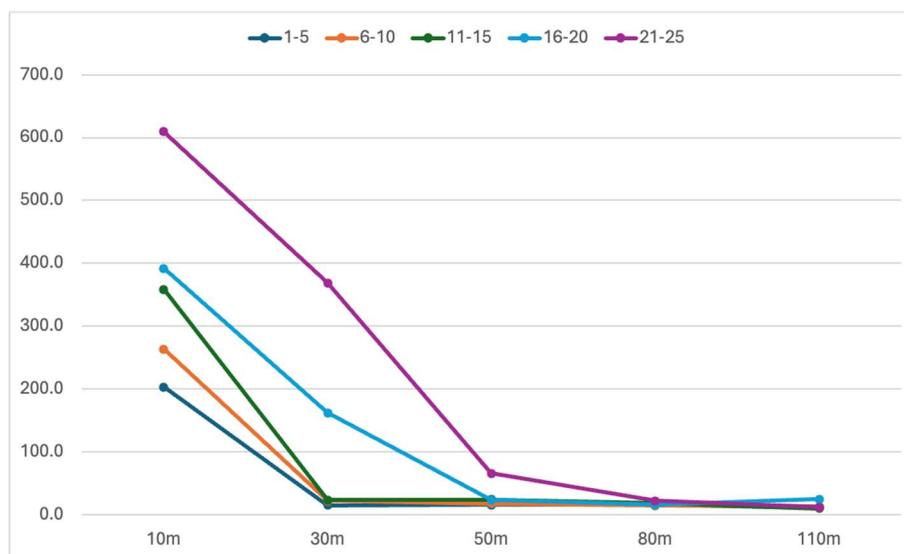
- ・捕集の概要 使用機器 : 8 連サンプラー
吸引速度 : 150mL/min
捕集本数 : 6 本/地点
捕集時間 : 10 分×6 本 (1 時間)
捕集地点 : 30 地点

基本的に放出地点から放射状・均等に配置し、地権者との調整や道路上など配置が難しい位置は若干移動させています。放出地点を西側にずらしたため捕集地点も相対的な位置関係となります。

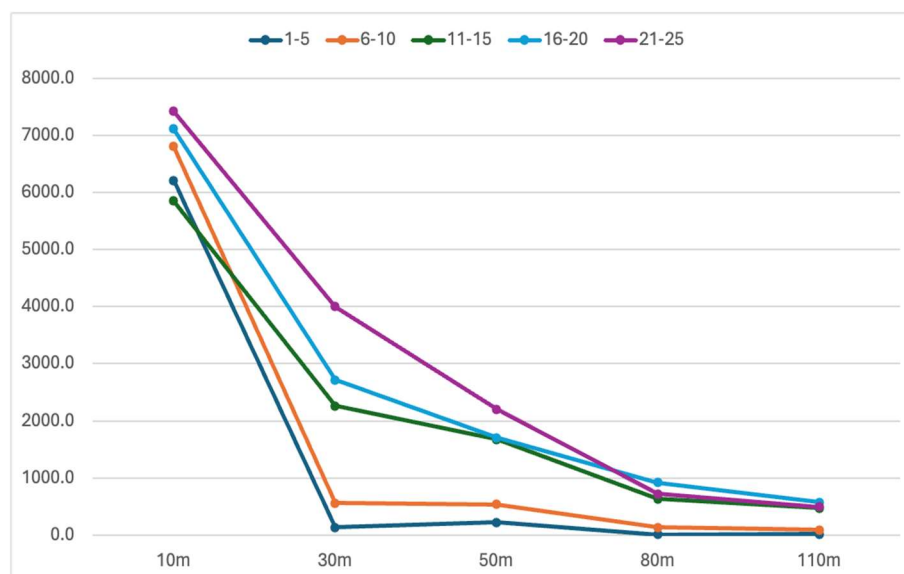


図IV-9 捕集地点配置図

考察



2023年8月20日のデータによる濃度減衰の状況



2023年8月21日のデータによる濃度減衰の状況

図IV-10 濃度減衰状況の比較

8月20日は防音シートがある状態で測定していますが、風向きが真西や西南西であったため、飛散濃度の推定に用いることが難しいと判断されます。一方、8月21日のデータは防音シートがない状態ですが、風向きが全ての時間帯を通じて真南であったことから、飛散濃度の推定には8月21日のデータを用いることとしました。

1) 推定対象と対応方針

①管理棟校舎内部	大気拡散実験のうち、主に内部における大気拡散実験（2023 年 8 月 18、19 日）の結果を基に濃度の推定を進めました。
②外部(50m 以内)	大気拡散実験のうち、主に外部における大気拡散実験（2023 年 8 月 20、21 日）の結果を基に濃度の推定を進めました。
③外部(50m以遠)	シミュレーションソフト（METI-LIS）で計算した値を基に濃度の推定を進めました。外部 50m から 110m の範囲は大気拡散実験でも測定を行っているため、実験結果とシミュレーション結果の傾向を確認しています。

①管理棟校舎内部

3階の各部屋（または廊下などの地点）の濃度は以下の式で推定しました。

その後、上下階についても別途検討を行いました。上下階の検討では、各階の階段室で測定した濃度の比を用いて濃度を推定しました。

$$19.99 \doteq 20 \text{ ppm}$$

1ppm=10⁹ ppq
です。

34

3 階の LL 教室と生徒会室における濃度の算出例

	2023/8/18	2023/8/19	単位
仮設内: A	1, 838, 429	1, 267, 884	ppq
最初の 30 分_LL 教室: B	9, 649	4, 188	ppq
最初の 30 分_生徒会室: C	3, 783	11, 659	ppq
仮設内濃度に対する LL 教室濃度の比 $r1 : B/A$	0. 00525	0. 00330	
仮設内濃度に対する生徒会室濃度の比 $r2 : C/A$	0. 00206	0. 00920	

LL 教室 : $C \times r1 = 5800 \times (0. 0033 \sim 0. 00525) = 19. 16 \sim 30. 44$ (f/L)

生徒会室 : $C \times r2 = 5800 \times (0. 00206 \sim 0. 00920) = 11. 93 \sim 53. 33$ (f/L)

各地点の推定アスベスト濃度と不確実係数 3 を乗じた値は、以下の表のとおりです。

階数	地点	アスベスト濃度(f/L)	アスベスト濃度(f/L) × 不確実係数 3
4 階	多目的室	3.47 ～ 20.4	10.4 ～ 61.2
3 階	LL 教室	19.2 ～ 30.4	57.6 ～ 91.2
3 階	生徒会室	11.9 ～ 53.3	35.7 ～ 159.9
3 階	教室(1-1～1-4)	0.246 ～ 2.63	0.738 ～ 7.89
2 階	教室	0.0542 ～ 0.952	0.163 ～ 2.86
1 階	職員室	0.0035 ～ 0.171	0.0105 ～ 0.513

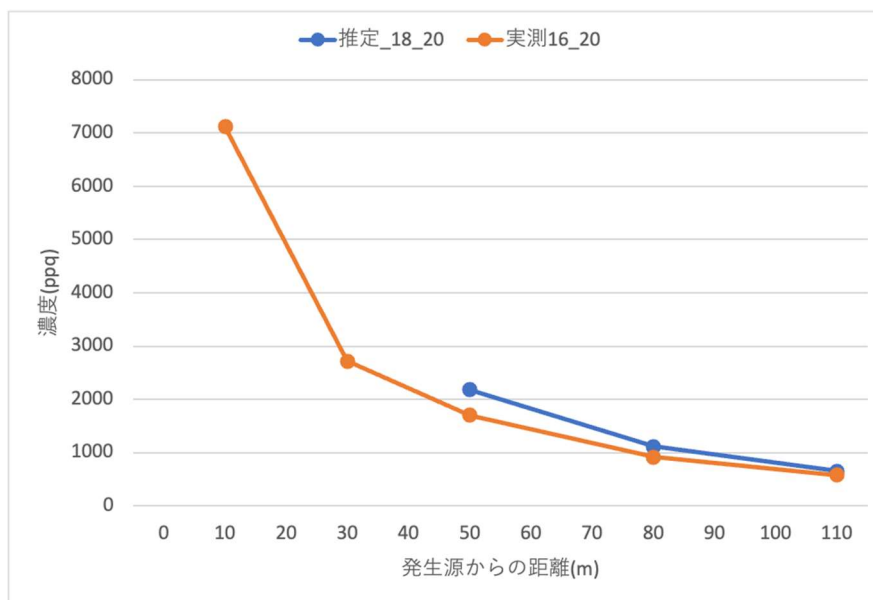
推定結果を左右する要因

幾つかの仮定に基づき推定を行ったため、今後の濃度推定の値を左右する要因があります。濃度が高まる要因としては、室内より濃度が高い廊下での滞在や仮設内の掃き掃除による濃度の上昇が考えられます。逆に、仮設内の濃度が飛散再現実験におけるチャンバー内の中央値の濃度と同等と考えた場合や実際の工事では作業中に石綿建材を破碎した時間は一時的であった可能性を考慮すれば濃度は低くなります。また、石綿粉じんは実験で用いたガスに比べて極めて大きな粒子であるため、ガスほど飛散していない可能性があります。特に、工事が行われた 3 階より上の 4 階に上昇した石綿粉じんはガスを用いた実験結果ほど高くない可能性が考えられます。

③外部(50m以遠)

③外部(50m以遠)では拡散実験の結果とシミュレーションソフト (METI-LIS) による結果との関係を確認したうえで、シミュレーションによって得られた値を基にばく露濃度の推定を進めました。

拡散実験の結果とシミュレーションソフト (METI-LIS) による結果との関係

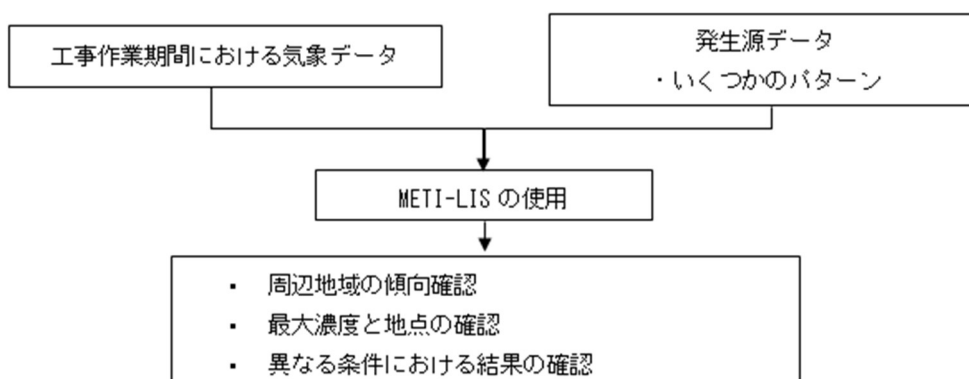


図IV-12 拡散実験による測定結果とシミュレーションによる推定結果の比較例

実験 (8月21日) とシミュレーションの値を比較検討したところ、結果はほぼ同等でした。そのため、50m以遠についてはシミュレーションソフトで作成した拡散モデルで推定を行いました。

このシミュレーションソフト (METI-LIS) では基本的に有害大気汚染物質のうち短時間ばく露で毒性のあるものや大気中で反応・消滅しない物質の拡散予測ができます。気象データや対象物質の質量などの詳しい情報を入力することでより詳細なシミュレーションが可能になります。

建物高さの3倍より近い範囲 (今回であれば $16\text{m} \times 3 = 48\text{m} \div 50\text{m}$) は建物による気流の乱れが起きることが考えられるためシミュレーションの対象外になります。

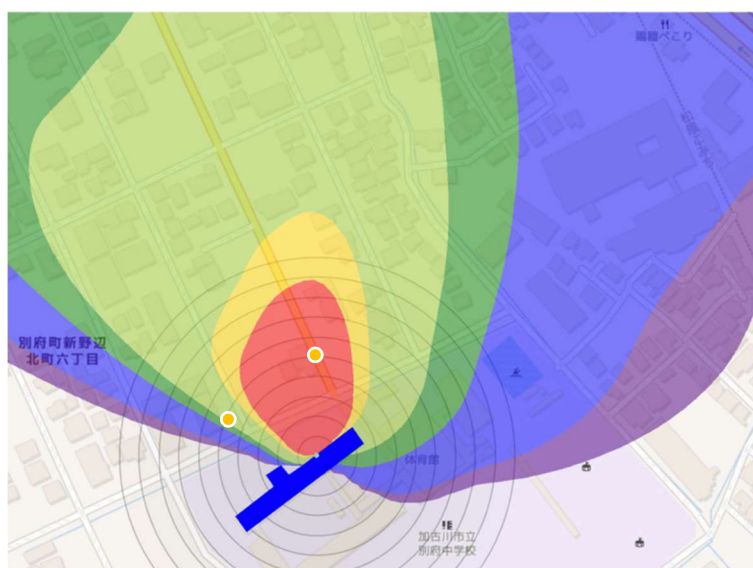


図IV-13 シミュレーションのフロー

推定の際の設定は以下のとおりです。

- ・ 3 階付近での作業を想定（高さ 12m）
- ・ 上記作業が対象期間の 5 日間継続して実施された場合を想定
- ・ 繊維状で全て排出され、塊による排出は想定せず
- ・ 作業中は設定した濃度で継続的に排出
- ・ 粒子状物質で円筒形の場合の補正係数を使用
- ・ 着地濃度は、高さ 1.5m に設定
- ・ 発生源の濃度は 21,000 (f/L)
- ・ 排出速度は 100L/min に設定
- ・ 不確実係数は屋外における測定結果と

シミュレーションとの相関を示す事例が極めて限られていることから、10 と設定しました。



図IV-14 シミュレーション図

発生源から概ね 50m に位置する地点で推定されるアスベスト濃度は、次のとおりです。

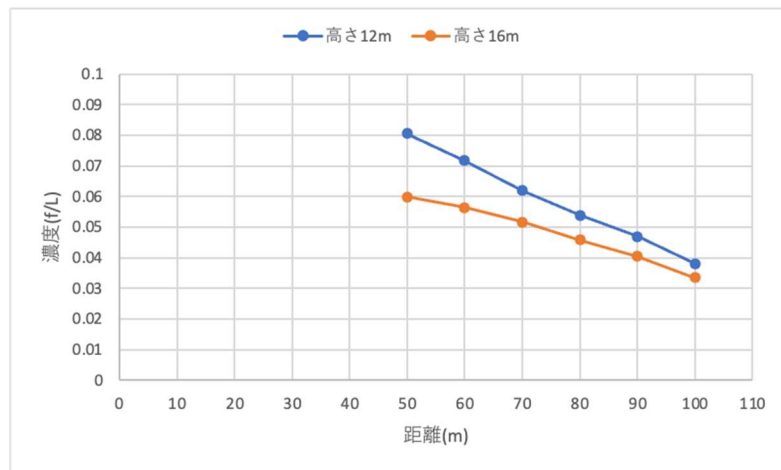
地 点	濃度(f/L)	濃度(f/L) × 不確実係数 10
真北	0.0080	0.080
保育園敷地	0.0023	0.023

シミュレーションの結果から、50m より遠いエリアでは、上記より低い濃度であったと考えられます。

同じ条件で発生源の高さを 16m とした場合（防音シートによる煙突効果を想定）、不確実係数を考慮すると、

真 北 ： 0.060 f/L 保育園敷地： 0.018 f/L と推定されます。

図IV-15 からは、煙突効果によって排出された場合の周辺地域の濃度は、煙突効果がなく発生源から直接飛散した場合の方が高い傾向があることが考えられます。



図IV-15 発生源の高さの比較

②外部 (50m 以内)

50m 以内の屋外で推定される濃度について、実験で用いたトレーサーガス（PMCH）と同様の形で減衰するとした場合の 50m の地点における濃度に対する比を用いてアスベスト濃度を推定すると、次のようになります。

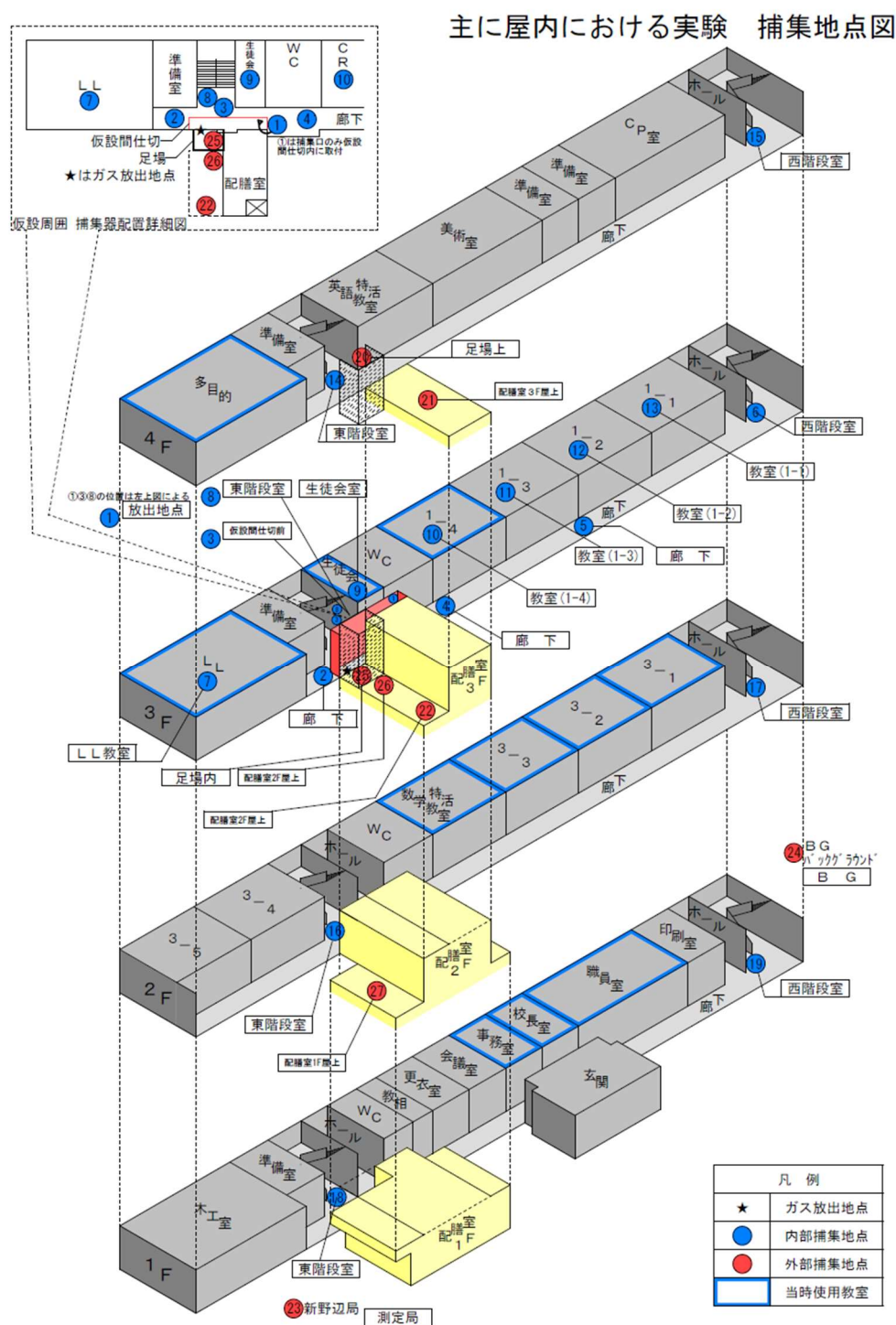
発生源の高さ 12m の場合の濃度推定値

地 点	50m 地点の濃度 に対する比	濃度(f/L)	濃度(f/L) × 不確実係数 10
50m 地点	1.000	0.0080	0.080
30m 地点	1.595	0.0128	0.128
10m 地点	4.173	0.0334	0.334

4. 調査・実験結果に基づくリスクの推定

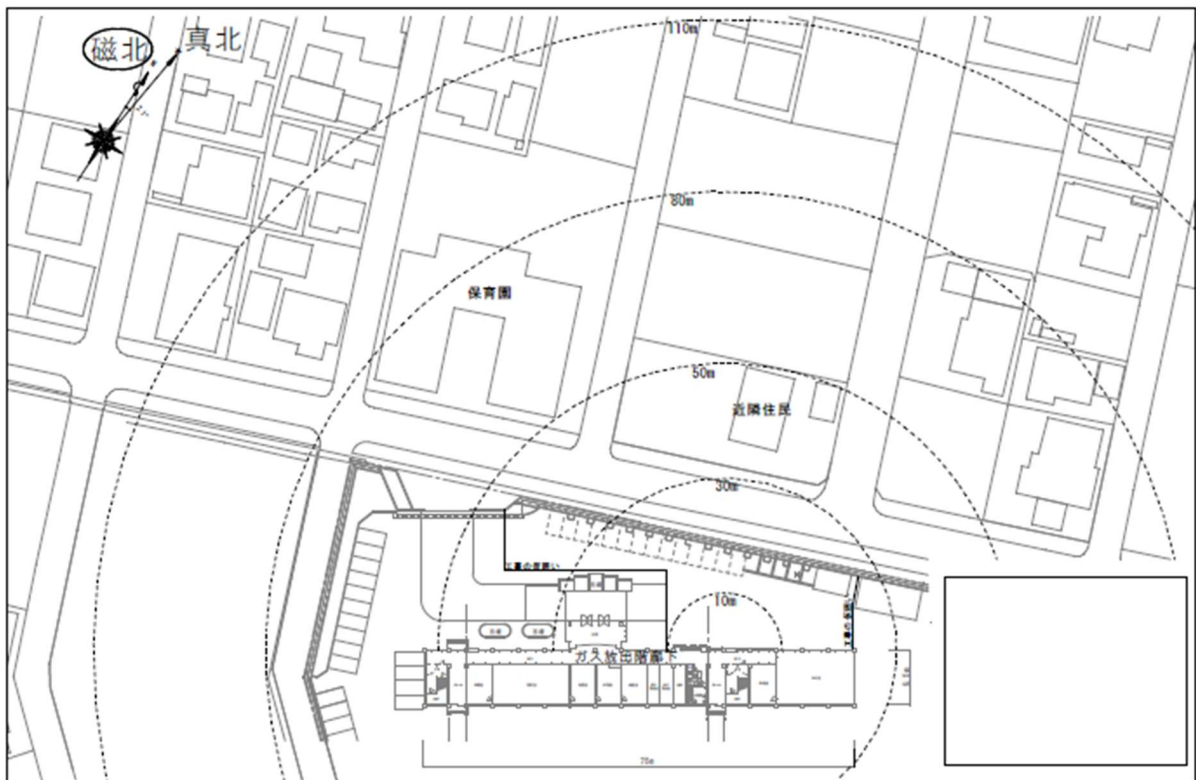
前項までで行った濃度推定とヒアリングから推定する滞在時間を基に想定される、代表的な地点は以下のとおりです。

- 4階多目的室
- 3階生徒会室
生徒会活動で使用
- 3階1-4教室
3者面談で使用
- 3階LL教室
補習で使用
- 2階3-2・3-3教室
補習で使用
- 1階職員室
教職員が滞在



図IV-16 内部（管理棟校舎内）の捕集地点

解体場所を中心とした範囲図とし、仮囲いの位置を図に示しました。



図IV-17 外部の検討エリア

1) 4 階の多目的室、3 階の LL 教室、生徒会室におけるばく露によるリスク
(滞在時間 4 時間、ばく露時の年齢 13 歳とした場合)

- ・多目的室だけに滞在した場合

男子 $7.89 \times 10^{-9} \sim 4.62 \times 10^{-8}$ 女子 $9.33 \times 10^{-9} \sim 5.46 \times 10^{-8}$

- ・LL 教室だけに滞在した場合

男子 $4.35 \times 10^{-8} \sim 6.90 \times 10^{-8}$ 女子 $5.16 \times 10^{-8} \sim 8.19 \times 10^{-8}$

- ・生徒会室だけに滞在した場合

(聞き取り調査の結果から、生徒会室だけに 4 時間滞在した可能性は低い、仮に 4 時間滞在を想定した場合)

男子 $2.71 \times 10^{-8} \sim 1.21 \times 10^{-7}$ 女子 $3.21 \times 10^{-8} \sim 1.43 \times 10^{-7}$

- ・多目的室 3 時間、生徒会室 1 時間滞在した場合

(聞き取り調査の結果から、工事の騒音がうるさく生徒会室には PC 作業時と資料調査以外あまり滞在していなかったということから、一例として設定した時間配分です。)

男子 $1.27 \times 10^{-8} \sim 6.50 \times 10^{-8}$ 女子 $1.50 \times 10^{-8} \sim 7.70 \times 10^{-8}$

2) 3階の1-4教室（三者面談）におけるばく露によるリスク

①生徒を対象にした場合（滞在時間を20分、ばく露時の年齢を13歳とした場合）

男子 $4.65 \times 10^{-11} \sim 4.98 \times 10^{-10}$ 女子 $5.52 \times 10^{-11} \sim 5.88 \times 10^{-10}$

②保護者を対象にした場合（滞在時間を20分、ばく露時の年齢を20歳とした場合）

男性 $3.39 \times 10^{-11} \sim 3.63 \times 10^{-10}$ 女性 $3.93 \times 10^{-11} \sim 4.20 \times 10^{-10}$

③教員を対象にした場合（滞在時間を12時間、ばく露時の年齢を22歳とした場合）

男性 $1.11 \times 10^{-9} \sim 1.19 \times 10^{-8}$ 女性 $1.28 \times 10^{-9} \sim 1.37 \times 10^{-8}$

3) 2階の教室におけるばく露によるリスク

（滞在時間を8時間、ばく露時の年齢を13歳とした場合）

男子 $2.46 \times 10^{-10} \sim 4.32 \times 10^{-9}$ 女子 $2.92 \times 10^{-10} \sim 5.13 \times 10^{-9}$

4) 1階の職員室におけるばく露によるリスク

（滞在時間を16時間、ばく露時の年齢を22歳とした場合）

男性 $2.11 \times 10^{-11} \sim 1.03 \times 10^{-9}$ 女性 $2.43 \times 10^{-11} \sim 1.19 \times 10^{-9}$

5) 屋外におけるアスベスト飛散に伴うリスクの推定（50m近傍を対象）

①設定 ・期間：5日 ・1日あたりのばく露時間：8時間 ・濃度（0.08 f/L）

②生涯リスクの推定値（男性：80歳、女性85歳まで）

ばく露時の年齢	男性	女性
20歳	4.41×10^{-10}	5.12×10^{-10}
13歳	6.06×10^{-10}	7.17×10^{-10}
5歳	8.54×10^{-10}	1.02×10^{-9}

V. まとめ

1. まとめ

一連の作業の結果、得られたリスク推定の結果を、次の表にまとめました。

1) 校舎内

場所	対象者	年齢の設定	滞在時間	推定されるリスクのレベル	
				男子（男性）	女子（女性）
4階多目的室	生徒	13歳	4時間	$7.89 \times 10^{-9} \sim 4.62 \times 10^{-8}$	$9.33 \times 10^{-9} \sim 5.46 \times 10^{-8}$
3階LL教室	生徒	13歳	4時間	$4.35 \times 10^{-8} \sim 6.90 \times 10^{-8}$	$5.16 \times 10^{-8} \sim 8.19 \times 10^{-8}$
3階生徒会室	生徒	13歳	4時間	$2.71 \times 10^{-8} \sim 1.21 \times 10^{-7}$	$3.21 \times 10^{-8} \sim 1.43 \times 10^{-7}$
多目的室3時間＋生徒会室1時間	生徒	13歳	4時間	$1.27 \times 10^{-8} \sim 6.50 \times 10^{-8}$	$1.50 \times 10^{-8} \sim 7.70 \times 10^{-8}$
3階1-4教室（3者面談）	生徒	13歳	20分	$4.65 \times 10^{-11} \sim 4.98 \times 10^{-10}$	$5.52 \times 10^{-11} \sim 5.88 \times 10^{-10}$
	保護者	20歳	20分	$3.39 \times 10^{-11} \sim 3.63 \times 10^{-10}$	$3.93 \times 10^{-11} \sim 4.20 \times 10^{-10}$
	教職員	22歳	12時間	$1.11 \times 10^{-9} \sim 1.19 \times 10^{-8}$	$1.28 \times 10^{-9} \sim 1.37 \times 10^{-8}$
2階3-2、3-3教室（補習）	生徒	13歳	8時間	$2.46 \times 10^{-11} \sim 4.32 \times 10^{-9}$	$2.92 \times 10^{-10} \sim 5.13 \times 10^{-9}$
1階職員室	教職員	22歳	16時間	$2.11 \times 10^{-11} \sim 1.03 \times 10^{-9}$	$2.43 \times 10^{-11} \sim 1.19 \times 10^{-9}$

ばく露時の年齢が若年であるほどリスクは高くなるため、上記の表で設定した年齢より後にばく露を受けた場合は、上記よりリスクは低くなると考えられます。

2) 屋外

場所	対象者	年齢の設定	ばく露を受けた時間	推定されるリスクのレベル	
				男子（男性）	女子（女性）
発生源から10m地点	生徒	13歳	4時間	2.53×10^{-11}	2.99×10^{-11}
発生源から30m地点	生徒	13歳	4時間	9.69×10^{-12}	1.15×10^{-11}
発生源から50m近傍	園児、一般居住者	5歳	40時間	8.54×10^{-10}	1.02×10^{-9}
		13歳		6.06×10^{-10}	7.17×10^{-10}
		20歳		4.41×10^{-11}	5.12×10^{-11}

発生源である校舎から距離が遠くなるほど飛散したと思われるアスベストの濃度は低くなると考えられるため、50mより遠い場所でのリスクは上記よりも低いといえます。また、リスクばく露時の年齢が若年であるほどリスクは高くなるため、上記の表で設定した年齢より後にばく露を受けた場合は、上記よりリスクは低くなると考えられます。

2. 不確実係数を考慮したリスク推定結果に関する考察

R2 年の工事に伴ってアスベスト飛散が発生した場合に生じると考えられるリスクは、不確実係数を考慮して検討した結果、生徒会室に 4 時間滞在した場合を除いて 10^{-8} (1 億分の 1) 以下のレベルでした。

当該工事の実施時には生徒は濃度が低いと考えられる 4 階の多目的室にほとんどの時間滞在していたという記録があり、生徒会室に長時間滞在した可能性は低いこと、4 階へのアスベスト飛散は推定よりも低い可能性があることなどから、 10^{-7} (1,000 万分の 1) レベル以上のリスクであった可能性は低いと考えられます。

2017 年から 2021 年までの 5 年間における様々なリスクによる全国の死亡者数の年間平均は、交通事故で 3183.2 人、住宅の火災で 919.8 人、自然災害で 198.6 人、落雷で 0.8 人となります。これに対して、今回のリスク推定で求めた生涯リスクが全国の人口を対象に生じた場合に想定される年間死亡数は、多目的室に 4 時間滞在したケースでは 0.0004~0.096 人、多目的室に 3 時間、生徒会室に 1 時間滞在したケースでは 0.0002~0.14 人となります。

アスベストは天然の鉱物であることもあり、現在でも一般の大気中の濃度は 0.1 (f/L) 程度とされています。13 歳の生徒が一般の大気中に存在するアスベストによって受けるリスクを今回と同様の方法で推定すると 10^{-6} (100 万分の 1) 程度であることから、R2 年の工事によって生じるリスクはこれよりも十分に低いといえます。

3. 今後の健康対策への提言

今回の石綿濃度推定値、それに基づくリスク値から、建物の内外ともに、(生徒会室に4時間滞在した場合の想定以外は) 10^{-8} レベル以下のリスクであることが結論付けられました。このことから、今回の事案による石綿飛散に伴うリスクにより健康影響が生じることは、通常では考えにくいと思われます。そのため、2024年時点では、健康・心理相談部会やリスク推定部会を継続して開催する必要性はないと考えられます。ただし今回の検討には、数点の課題があります。

第1に、建物の下地調整材の検討が日本だけでなく世界でも十分行われていないことです。今後、例えば体育館の解体等で、別府中学校と類似の下地調整材で建物内部や外部での石綿濃度の実測値が測定され論文発表されれば、私たちの今回の結論は変更しなければならない可能性があります。

第2に、石綿関連疾患に対する知見は10～20年単位で更新されています。国際的診断基準のヘルシンキ基準2014年から既に10年が経過し、新たな疾患の追加やリスクの見直しに関連した報告が今後なされる可能性があります。

第3に、他の自治体では、事案の発生から時間が経過した後に、「在学時に石綿にばく露した」という「当時の石綿ばく露者」や保護者、診療した医療機関から問合せがなされる例がみられます。

以上のことを考えると、本事案に関する問い合わせ先や本委員会の活動経過などの関係情報を今後もWEBサイトに残していくことが望まれます。

今後生じうる相談の内容が複雑で心理的な側面にも関係する可能性があるため、医師、臨床心理士、リスク管理の専門家、当事者代表の間で助言やサポートを行う体制は残しつつも、石綿飛散事案対策委員会は基本的に休止することを提言します。

「リスクがとても低いということは分かったが、将来、相談したいと思った時や、万が一、病気になった時に相談できるように、今後も市職員には現職員と同等の知識と態度を継続してほしい。」という切なる願いの発言もありました。

飛散事故のあった他の自治体では、年1回、医師・リスク関係者・石綿調査分析関係者・当事者等による研修を20年近く継続している事例もあります。

加古川市にも、年1回のアスベストに関する研修を継続的に行うことを提案させていただきます。

医療・心理相談があった場合、上記のリスク値や国際情勢の変化があった場合に、速やかに委員会を開催できる体制を維持することが重要と思われるため、上記を加古川市への提言と致します。