

文京区立さしがや保育園アスベストばく露による
健康対策等検討委員会報告書

平成 1 5 年 1 2 月

文京区立さしがや保育園アスベストばく露による
健康対策等検討委員会

目 次

文京区立さしがや保育園アスベスト問題の経緯	1
1 はじめに	1
2 経緯等の概要	1
3 文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会	2
- 1 健康リスクの評価	3
1 リスクアセスメント	3
2 アスベストばく露による健康影響（ハザードの同定）	4
3 ばく露量と健康影響の関係（量 - 反応アセスメント）	6
- 2 ばく露量の評価	9
1 ばく露部会の作業経過	9
2 実際の工事状況の推定	9
3 アスベスト除去量調査	18
4 飛散量推定のための再現実験（シミュレーション）	24
5 シミュレーション実験結果	33
6 実際の飛散とシミュレーションの関係	52
7 ばく露と換気に関する基本事項	67
8 各室のアスベスト濃度の推定	77
8 - 1 各室のアスベスト濃度推定（ ）	84
8 - 2 各室のアスベスト濃度推定（ ）	95
9 年齢別園児のばく露量の推定	114
建設アスベスト文献一覧	120
- 3 健康リスクの推定	138
1 リスク評価	138
2 リスクの捉え方	139
今後の健康対策	143
1 はじめに	143
2 アスベスト関連疾患の診断方法と健康診断	143
3 アスベスト関連疾患の現在の治療方法	145
4 アスベスト関連疾患発症予防について	146
5 アスベスト関連疾患における潜伏期間に関する検討	149
6 健康対策の対象、時期及び費用負担	150
7 参考文献	155
8 健康管理手帳案	156
まとめと提言	157
1 はじめに	157
2 リスクアセスメントについて	158
3 アスベストばく露による健康影響（ハザードの同定）	159
4 ばく露量と健康影響の関係（量 - 反応アセスメント）	160
5 ばく露量の評価	162
6 健康リスクの推定	163
7 今後の健康対策に関する提言	166
8 その他（建築物アスベスト対策）の提言	170
9 おわりに	170
用語集（本文に下線_____で表示）及び推薦書籍	172
参考資料	174

文京区立さしがや保育園アスベスト問題の経緯

1 はじめに

平成11年度、文京区立さしがや保育園（以下、「さしがや保育園」という。）では、0歳児の定員増をはかるため園舎の改修工事を実施した。当該工事の過程で、園舎の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アスベストにばく露するという事態が生じた。

文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会（以下、「本委員会」という。）では、このような事態に至った原因を明らかにするとともに、今後の対応について検討を行うことになった。

2 経緯等の概要

（１）工事の目的及び内容

本件工事は、さしがや保育園の0歳児の定員増を目的とし、ほふく室、調乳室、沐浴室の整備を行うものであった。工事の内容は、間仕切りの設置、内装改修、電気・給排水設備の改修等であり、工事範囲と隣接する保育室との区画はベニヤ板による通常の仮設間仕切りであった。

（２）経緯（平成11年）

- | | |
|----------|-----------------------------|
| 4月21日（水） | ○保護者会 |
| | ・園長から工事について説明（児童課，営繕課の同席なし） |
| 4月22日（木） | ○保護者から園長にアスベスト使用の有無の問い合わせ |
| 6月24日（木） | ○工事契約 |
| 7月 5日（月） | ○工事箇所と保育室の間の仮設間仕切りの設置 |
| 7月 7日（水） | ○天井仕上げ材撤去 |
| | ・保護者から剥がさないはずの天井を剥がしていると指摘 |
| 7月 8日（木） | ○既存の壁，仕上げ材撤去 |
| | ・保護者が柱根元部分のアスベスト剥落を発見 |
| 7月 9日（金） | ○調乳，浴室のフレキシブルボード撤去 |
| 7月10日（土） | ○既存コンクリートブロック壁撤去 |
| | ・柱部分のアスベストが一部脱落 |
| 7月14日（水） | ○保護者会（工事説明，営繕課，児童課，建築業者同席） |
| | ・目張りをする |
| | ・出来るだけ早く天井をはる |
| 7月15日（木） | ○仮設間仕切りの目張り |
| | ○軽量鉄骨壁下地の組み立て |
| | ・アスベストを一部除去 |
| 7月28日（水） | ○保護者会（工事説明会，営繕課長，児童課長ほか出席） |

- ・アスベスト封じ込め工事を提案するも了承されず

○保護者会からの要望

- ・アスベスト露出状態の回避のための工事の早期実施
- ・代替地への避難の検討
- ・専門家の判断
- ・完全除去又は全面建替えのプランニング

7月30日（金） ○区長の判断によりアスベスト全面除去を決定

8月23日（月） ○本駒込西保育園で0歳児，1歳児の保育開始

9月 8日（水） ○アスベストに関する専門家による説明会

（講師：内山巖雄氏，入江建久氏）

10月14日（木） ○さしがや保育園アスベスト除去工事契約

10月25日（月） ○第1回文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康
対策等検討委員会開催

3 文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会

（1）本委員会の目的

- 1）ばく露量の推定及び健康への影響について
- 2）ばく露を受けた者への健康対策について
- 3）その他必要な事項

（2）構成メンバー 肩書きの〔 〕は当時のもの。 ◎は会長、○は会長職務代理。

◎内山 巖雄 京都大学大学院工学研究科教授〔国立公衆衛生院労働衛生学部長〕

入江 建久 新潟医療福祉大学医療技術学部教授〔元国立公衆衛生院建築衛生学部長〕

○神山 宣彦 独立行政法人〔労働省〕産業医学総合研究所作業環境計測研究部長

安達 修一 相模女子大学学芸学部助教授〔埼玉医科大学公衆衛生学教室講師〕

三浦 博太郎 横須賀共済病院内科（呼吸器科）部長

小西 淑人 社団法人日本作業環境測定協会調査研究部長〔研究技術課長〕

松平 隆光 松平小児科医師

濱島 閔郎 浜島医院医師

永倉 冬史 アスベスト根絶ネットワーク代表

名取 雄司 ひらの亀戸ひまわり診療所医師

古谷 杉郎 全国労働安全衛生センター連絡会議事務局長・石綿対策全国連絡会議事務局長

（3）開催状況

図表4－5（p.171）参照

正式な会合以外にも作業部会を開催した。

- 1 健康リスクの評価

1 リスクアセスメント

リスク (Risk, 危険) という語は、一般的には各種の災害、事件、事故、経済的な損失など、かなり広い分野で用いられている。本報告書においてリスクとは、ばく露によって集団に発生する健康影響及びその頻度を指し、リスクアセスメント (Risk assessment, 危険度評価) とは、ヒトの集団について観察して得た疫学的検討や動物実験の結果を基にして、ばく露量 (濃度) から健康影響の程度を評価することとする。

リスクアセスメントは、歴史的には米国環境保護庁 (以下、「EPA」という。) が、1976年に最初の「発がんリスクアセスメントガイドライン」を刊行、1986年には正式な政策とし、食品添加物、農薬、医薬品、職業及び一般環境における化学物質等による健康影響への合理的な対処方法としてリスクアセスメントを提示して以来、現在ではリスク管理の手法として欠かせないものとなっており、世界保健機関 (以下、「WHO」という。) でも採用している。

わが国では、平成8年の中央環境審議会の答申を受けて、今後の有害大気汚染物質の大気環境基準の設定にあたってはリスクアセスメントの手法を用いて行うことが適当とされている。リスクアセスメントの具体的な手順として、米国国立科学アカデミーのNational Research Councilによる「連邦政府におけるリスクアセスメント：プロセスの管理1983」は、①ハザードの同定、②用量反応の評価、③ばく露アセスメント、④リスクの判定という4つの段階を挙げ、現在でも広く認められている。本検討会では、このリスクアセスメントの手法に則って健康リスクの評価を試みることにし、①、②の段階については既知の医学文献に基づいた評価を行い、③は再現実験による測定結果からばく露量を推定し、④リスクの判定を行う。

これらリスクアセスメントの各段階では、いくつかの仮定や数学モデルに基づく推定などが用いられるために、得られるリスク値は相当の幅を持った数値であり、残念ながらある程度の不確実性が残ることは、現在の手法としての限界とされている。また、今回の事例では、対象が乳幼児であること、本来は大きな集団に対する評価手法であるリスクアセスメントを個人あるいは小さな集団に当てはめることなど、さらに不確実性を増す要因がある。各段階での仮定やモデルについては、それぞれの項目で記述する。

本委員会は、アスベストばく露があってはならない環境で発生した乳幼児集団に対するアスベストばく露事例について、まずリスクの程度を見積もることが目的であり、次いで、それに基づく対策を提言するものである。

2 アスベストばく露による健康影響（ハザードの同定）

アスベストばく露による健康影響に関しては、臨床症例、疫学調査、動物実験のいずれも多く報告があり、ほぼ一致した知見が得られている。ヒトでの知見は、ほとんどが職業性ばく露者について検討されたものであり、したがって、その多くは成人男性での高濃度ばく露例である。代表的なアスベスト関連疾患である石綿肺、肺がんと中皮腫について概略を記すが、詳細については「石綿ゼオライトのすべて」、環境庁大気保全局監修、（財）日本環境衛生センター、1986、「Asbestos and Other Natural Mineral Fibers. Environmental Health Criteria 53」、Joint sponsorship by UNEP, ILO and WHO, Geneva: WHO, 1986.を参照されたい。

大気中のアスベストは、吸気とともに肺内に吸入される。それらのうち、比較的大きな繊維（空気力学径 $10\mu\text{m}$ 以上）は主に鼻腔、咽頭、喉頭、気管、気管支などの気道系に沈着しやすく、沈着した繊維は、各部位の上皮の粘液繊毛系によって数時間から数日という短期間に消化器等へ排出される。また、微小な繊維（同 $1\mu\text{m}$ 以下）は、呼気とともに再び排出されやすい。これら以外の $1\sim 10\mu\text{m}$ の空気力学径を持つ繊維が、肺深部の肺胞に沈着しやすいとされている。肺胞に沈着した物質は、呼吸に伴う肺胞自身の伸縮による末梢気道へ運搬、マクロファージによる貪食、リンパ流への移行などの経路で排出又は移動することが知られているが、アスベスト繊維の移動の速度は、その形状のために遅いことが知られている。これらの移動排出経路に入らずに、肺の細胞や間質に取り込まれた物質は長期間貯留し、生物学的な影響を及ぼす。また、このような過程において、タンパク質がアスベスト繊維を被覆し、数珠（じゅず）状又はダンベル（鉄アレイ）状の形態となったものを石綿小体と呼び、アスベストに対する生体防御反応とも捉えられている。職業性ばく露においては、排出機能を上回る高濃度のばく露が反復的に長期間続くことにより、多量のアスベストが肺内に沈着し、石綿肺、肺がん、胸膜及び腹膜の悪性中皮腫を発生させることが明らかになっている。

石綿肺は、けい肺（珪肺）や滑石肺と同様のじん肺の一つであり、肺に不可逆的な線維化巣を形成し、呼吸機能の低下を来す。石綿肺は、けい肺に比べて線維化の程度は強くないが、気管支炎等の慢性閉塞性呼吸器疾患の合併例が多いことや、壁側胸膜の肥厚が特徴的で、胸膜プラーク（肥厚斑）の存在は診断上、有用な所見である。胸膜プラークは横隔膜にも発生し、進行すると石灰化を伴い呼吸機能を低下させる影響を与えることもある。診断は、聴診、呼吸機能検査、レントゲン検査、CT検査によって、その徴候と程度が診断される。他のじん肺と同様に特異療法はない。職業性ばく露者では、ばく露軽減と早期診断といった予防対策に重点が置かれる。発症ばく露量は、米国安全衛生局（OSHA）では 0.1fiber/ml （以下、「f/ml」という。）での生涯ばく露を許容限界濃度（PEL）としているが、疫学的な検討では $20\text{f/ml}\cdot\text{年}$ 以下の危険性はほとんどない。WHOでは、 $5\sim 20\text{f/ml}$ での継続的なばく露によって発症するとしている。高濃度ばく露者では、石綿肺による死亡率が最初のばく露からの期間やばく露の強さに比例すると報告されている。

肺がんは、アスベストへのばく露から一定期間を経て発症することが知られている。平均の発症までの期間は、20年前後とした報告が多い。WHOに属する国際がん研究機関

(IARC) は、アスベストを「ヒトに対する発がん性に十分な根拠のある物質 (Group 1)」に分類している。アスベストによる肺がんの特徴として、末梢部から発生する例が多く、組織型は腺がん型の比率が高いと述べる報告があるものの、統計学的あるいは疫学的に証明されていない。また、喫煙は肺がん危険度を相乗的に高めることが疫学的に証明されている。代表的な報告では、17,800人の職業的ばく露者（断熱材作業者）と約7万人のアメリカ白人について検討し、喫煙のみでは約10倍、アスベストのみでは約5倍の危険度であるが、両方にばく露した者では53倍の危険度であった。アスベストのばく露量と肺がんの危険度に関して、種々の職業的ばく露者を対象に検討されている。その結果に基づいてリスクアセスメントが行われている。診断は、他の肺がんと同様に、胸部レントゲン検査、CT検査、喀痰細胞診、気管支鏡による検査によって行う。治療法は、発生部位、進行度、組織型に基づいて選択される。

悪性中皮腫は、診断の難しい腫瘍であり、人口動態統計によると平成10年には570例の中皮腫が報告されており、がん全体の約0.2%を占める。胸膜又は腹膜の悪性中皮腫がアスベストばく露者に高率に発生したことが報告されて以来、アスベストばく露者に特異な疾患と認識されるようになり、中皮腫例については、まずアスベストばく露歴が疑われることとなった。これらの症例や疫学的検討の結果では、ばく露開始から中皮腫発生までの期間、いわば潜伏期間は、およそ平均30年と考えられている。中皮腫症例が蓄積されるにすぎない、アスベストばく露との因果関係は強固であることが明らかとなったが、アスベスト以外の原因として、遺伝素因、放射線被ばく、ベリリウムばく露との関係が示唆され、最近ではウイルス感染との関連も指摘されている。喫煙との関連は認められず、肺がんでは知られているアスベストばく露との相乗的な影響はない。悪性中皮腫は、悪性新生物の中でも予後が悪く、また、有効な治療法は確立されていない。前述されているアスベストとして取り扱われる鉱物には、鉱物学的に異なる数種類があり、また、アスベストと同様に繊維状構造であるがアスベストとして取り扱われていない鉱物等もある。これらの吸入ばく露による生体影響の違いは、必ずしも充分には解明されていない。ことに、有害性が明らかになったアスベストの代替品として各種の人工鉱物繊維 (Man made mineral fiber: MMMF) が開発されているが、それらの生物学的影響を検討した結果では、種類ごとに発がん性に違いのあることが明らかになっている。広く使われてきた代表的なアスベストである、クリソタイル、クロシドライト、アモサイトの生体影響の違いについては、疫学的にも実験的にも明らかにされている。角閃石系アスベストのアモサイトとクロシドライトは、同じばく露量であっても蛇紋石系のクリソタイルより、石綿肺、肺がん、悪性中皮腫ともに高い発生率になることが知られている。この生体影響の違いは、吸入される繊維の形状が角閃石系では直線状であるのに対し、クリソタイルは曲がっているために空気力学的に肺の深部に到達しにくいこと、肺組織内での溶解性の違いなどが原因といわれている。

3 ばく露量と健康影響の関係（量 - 反応アセスメント）

リスク評価は、動物実験や人間集団での観察（疫学的検討）の結果を、最も信頼性のあると思われる外挿モデルに当てはめることにより、有害物質がある人口集団に対する影響の大きさ（強さ）を評価する手法である。したがって、本報告で求めたリスクには、以下に挙げる制約や条件が含まれている。

- （１）個人についてばく露量から求めたリスクレベルは、同じ濃度でばく露を受けた人口集団での発生率である。
- （２）感受性の年齢による差や個人差を見積もる手法はなく、通常は、それぞれに係数10を以て換算している。
- （３）短期間のアスベストばく露に対して求めた生涯リスクには、アスベストの吸入後の動態及び影響のメカニズムが長期ばく露とは異なる可能性、また、一般環境からのばく露による加算的な影響は考慮されていない。

石綿肺は、ある一定のばく露量（以下、「閾値（いきち又はしきいち）」という。）を超えると発生すると考えられている。アスベストによる肺組織の線維化は、正常な排出機能を上回って沈着し集まったアスベストに対する肺組織の異物反応あるいは防御反応として起きるため、ばく露量が少なくアスベスト繊維の凝集がない場合には石綿肺を発生させる危険性はほとんどない。この閾値として、前述のようにOSHAでは0.1f/mlでの生涯ばく露を許容限界濃度（PEL）とし、疫学的には20f/ml・年以下での危険性はほとんどなく、WHOでは、5～20f/mlでの継続的なばく露によって発症するとしている。したがって、環境管理が不十分な職業性ばく露以外での石綿肺発生の危険性はないと考えられる。非職業性ばく露による石綿肺に関する報告は少ないが、熊本県の旧アスベスト鉱山付近の住民に胸膜プラーク（肥厚斑）が高頻度（60歳以上で35%以上）に出現したことが健康診断で見出され、疫学的に検討されている。胸膜プラーク（肥厚斑）の頻度に性差は小さく、高齢者ほど高くなっている。調査時の大気中アスベスト濃度は他の地域と差がないことから、過去のばく露が影響していると推察している。また、この地域では過去に中皮腫例の報告がなく、年齢調整した肺がん死亡率は熊本県全体の値よりも低いと報告されている。

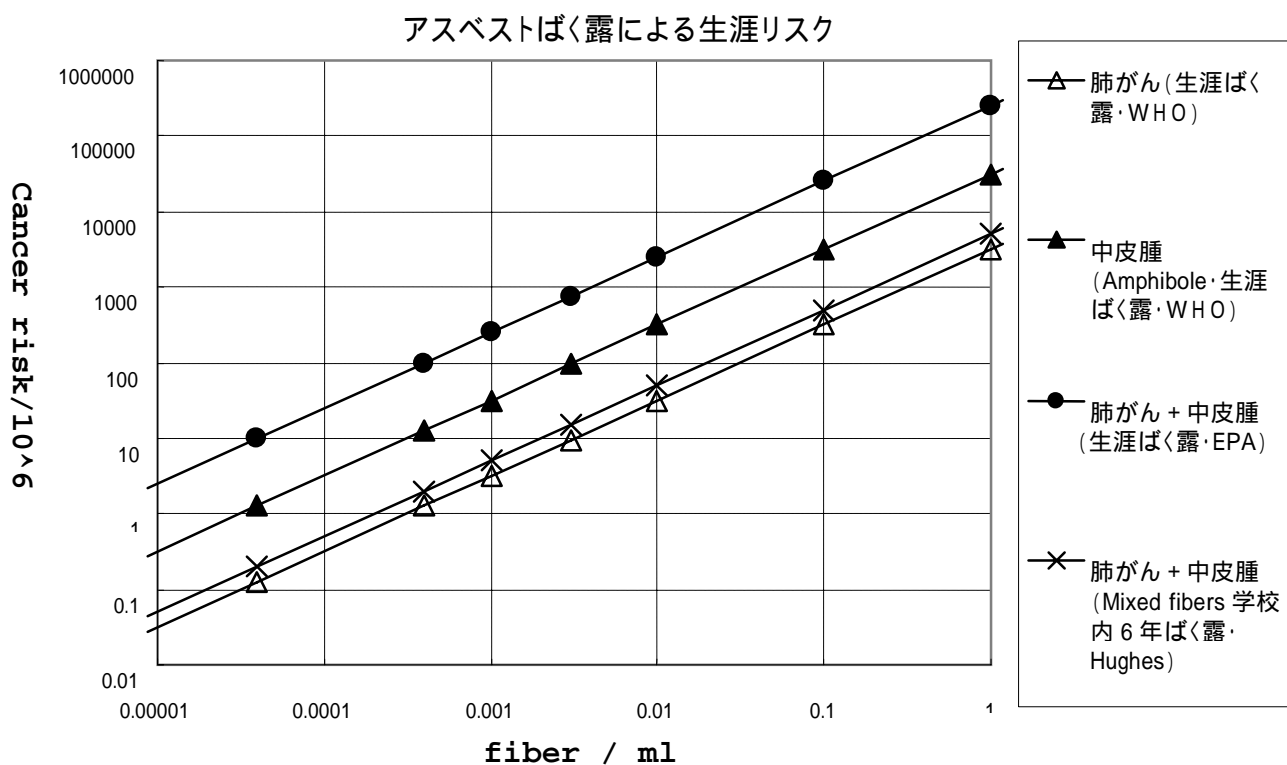
「がん」に対する量-反応関係では、閾値がなく、ばく露量とリスクには直線関係が成立すると仮定したモデルがリスクアセスメントに採用されている例が多い。（我が国及びWHOでは一部の発がん物質には閾値があることを認めている。）これは、「がん」が遺伝子の損傷及び変異を多段階的に蓄積して発生するという考えに基づいている。多くの化学発がん物質や放射線については、遺伝子DNAに対する損傷、変異の機構が明らかにされているものの、不溶性の固体であるアスベストとDNAとの反応については明らかでないため、この直線モデルの採用を否定し、閾値が存在するという報告がある。WHO、EPAによるアスベストに対するリスクアセスメントでは、直線モデルを採用している。このモデルでは、低濃度ばく露でのリスクを過剰に評価してしまう可能性を含んでいるが、少なくとも閾値モデルよりリスクアセスメントの意義（予防あるいは危険回避）に適っている。直線モデルでは、理論上ばく露量が0であればリスクは0となるが、ばく露量に基づいたリスク値が

得られる。この計算されたリスク値をどの様に受け止め評価すべきかという点については、そのリスクアセスメントの実施される状況（環境規制、公衆衛生、安全管理、リスクベネフィットなど）と目的に応じて判断する必要がある。リスクは0であることが理想的であり、どこまでのリスクレベルを許容すべきかということに結論を得ることはできない。一方で、現実にはばく露を0とすることが不可能な産業現場での化学物質使用や環境汚染物質への対策は公衆衛生学的に重要であり、職業的ばく露について1,000分の1、非職業性ばく露について10万～100万分の1生涯リスクが一般に採用されており、我が国の大気環境基準でも10万分の1を採用した。

WHOのAir Quality Guideline (1987)では、100万分の1肺がん超過リスク＝5 μ m以上のアスベスト100～1,000fiber/m³（生涯ばく露）、100万分の1中皮腫超過リスク＝10～100fiber/m³（角閃石系アスベスト、生涯ばく露）、100～10,000fiber/m³（クリソタイル、生涯ばく露）と算出している。（1fiber/m³＝0.000001f/ml）

EPA（1993年7月1日改訂、2002年2月22日現在のIntegrated Risk Information System:IRISによる）によるアスベストに対する肺がんと中皮腫を併せたユニットリスクは、 2.3×10^{-1} per (f/ml)と見積もり、リスク値は0.0004f/mlの生涯ばく露で1万分の1、0.00004f/mlで10万分の1、0.000004f/mlで100万分の1としている。

一方、Hughesは学校内に使用されているアスベストによる子どもへのばく露に対するリスクアセスメントを実施した。その中で、米国におけるアスベスト含有材料に由来する学校内での平均繊維濃度は、0.001f/mlと見積もられている。場合によっては、0.01f/mlのばく露の可能性も考慮する必要があるとし、上限の平均濃度は、（0.001と0.01幾何平均値として）0.003f/mlとなる。その双方の濃度に対して、生徒がその平均濃度で、学校へ行った毎日、就学している年限の間にずっとばく露していると仮定している。生徒は、アスベスト含有物材料でできた学校に様々な年齢から、また、種々の期間にわたって就学するので、平均して9歳から6年間就学すると、生徒たちは、およそ年間36週間、週35時間過ごすので、学校での1年は労働者の0.656年に相当する（年間48週、週40時間労働）。したがって、0.001f/mlの濃度の学校内で1年間過ごした際の累積ばく露は、職業ばく露の0.000656f/mlで1年ばく露したことに相当する。0.001f/mlの混合アスベストにばく露した100万人のコホートでは、0.6の肺がんと4.4の中皮腫、つまり5の生涯過剰死亡と見積もられる。もしばく露がクリソタイルに限定されるならば、中皮腫は0.9と見積もられ、がんは1.5となる。アスベスト濃度が0.003f/mlとすれば、推計値は3倍となる。学校内アスベストばく露について、上限の約15例の生涯過剰死亡（0.003f/ml, mixed fibers）は、100万人のばく露者での年間平均0.25人死亡に相当する。対照的に、学校アスベストばく露では平均年間率で0.25人の死亡は、EPAの算定した300万人の生徒に年間0.75人の年間死亡と等しいとしている。



図表 1 - 1 アスベストばく露による生涯リスク

これら3つの独自のアスベストばく露による肺癌と中皮腫のリスクを表示すると図表 1 - 1 に示される。

ばく露時間を揃えて、肺癌と中皮腫のリスク値を比較すると、Hughesによる試算が最も高く、EPAによるものはHughesと大きな差はないが、WHOは約1/10の見積もりとなっている。

- 2 ばく露量の評価

1 ばく露部会の作業経過

「文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会」メンバーの中から、会長が指名した次の各委員によって部会形式によるばく露量の評価作業が行われた。

(1) 委員

神山宣彦、入江建久、小西淑人、永倉冬史、名取雄司

(2) 部会の開催状況

図表4-5 (p.171) 参照

2 実際の工事状況の推定

(1) 目的

除去量と除去箇所と共に、各業者の作業内容と作業回数及び作業時間、窓の開閉状況、掃除の状況、現場等での歩行の有無等の確認を通じ、実際の工事の状況を明らかにする事を目的とした。なお、ばく露時の風向換気等についてはⅡ-2. 7、8-1及び8-2で検討する。

(2) 方法

調査は、実際の工事から約3か月経過した時点であり、記憶の不確かな面や各業者がヒアリングに応じうる時間の制約があった。そのため、既に提出されていた一定の資料を基に、ヒアリングと現場の確認作業を繰り返す事で、実際の工事状況を明らかにする方法を取った。ヒアリングは、委員2名（永倉委員・名取委員）が主にあたり、他の作業場所での経験を踏まえて、建築改築工事の実際を出来るだけ正確に把握するように注意を払った。

1) 資料

実際の工事状況を確認するために必要な資料の提出を関係者にお願いした。

ヒアリング開始の平成11年10月16日段階で提出された資料としては、「さしがや保育園改修工事の経過について」（平成11年8月20日都市計画部営繕課作成）、さしがや保育園工事日報（9月2日S建設作成）、「工事内容の解明について」（さしがや保育園アスベスト被害を考える会宛9月8日文京区営繕課回答）、さしがや保育園園長資料、「10月14日保育者ヒアリング」（10月15日名取委員作成）があげられる。

ヒアリング期間中に提出された資料としては、窓出入り口開閉状況（10月20日さしがや保育園作成）、「さしがや保育園改修工事の経過」（資料第2号 都市計画部営繕課提出）、「さしがや保育園アスベスト問題の経緯について」（都市計画部営繕課、厚生部児童課、資源環境部環境対策課平成11年10月25日提出）、「さしがや保育園工事に伴うアスベスト粉じん対策に関する要請と返答の経緯」（保護者作成平成11年11

月4日提出)、園と保護者との連絡帳(保護者より平成11年11月4日提出)、「3階屋上及びプールの出入り口について」(保護者作成平成11年11月4日提出)、「さしがや保育園アスベスト問題について(報告)」(さしがや保育園アスベスト問題対策検討会作成平成11年11月5日提出)、「機械設備業者ヒアリング内容の訂正について」(平成11年11月26日都市計画部営繕課)、「電気・機械設備業者ヒアリング内容についての追加事項」(平成11年12月8日K設備工業)、「営繕課職員のばく露時間について」(平成11年12月27日都市計画部営繕課作成)、「職員業者確認事項」(平成12年1月12日都市計画部営繕課作成)があげられる。

2) ヒアリング

実際の飛散状況を確認するために、永倉委員作成の工事概要質問票を工事関係作業者に配付し、文書で概要の回答を得た上でヒアリングを実施した。平成11年10月16日(建設業者、軽鉄業者、解体業者)、10月20日(電気業者、設備業者、区担当職員)、11月4日(建設業者、区担当職員、保護者)、12月2日(建設業者、設備業者)、平成12年3月15日(保育者)の5回のヒアリングを実施した。また、平成12年1月12日には、作業に関連した業者の一部(建設業者、設備業者)が参加したヒアリングも実施した。

3) 現場確認

資料及びヒアリングに基づく現場の確認作業の第1回目は、平成11年10月10日(日)に入江委員、永倉委員、名取委員で実施、第2回目は、平成11年11月6日(土)に入江委員、濱島委員、安達委員、古谷委員、名取委員で実施、第3回目は、11月16日(火)に永倉委員、名取委員が実施した。除去量や除去箇所が追加されると共に、現場の確認に基づくヒアリングの追加を再度実施した。現場確認後の除去量と除去箇所に関してはⅡ-2.3の「アスベスト除去量調査」に結果が示されており、Ⅱ-2.2ではⅡ-2.3より引用した。

4) 報告内容の修正方法

報告内容を最終確認するため、平成12年2月初めの時点での本章の内容を、文京区営繕課を通じ各業者に閲覧してもらい、内容の訂正を求める意見があった点の修正を行った。(平成12年2月9日都市計画部営繕課報告、同2月29日都市計画部営繕課口答報告)

(3) 結果

提出資料及びヒアリング内容はそれぞれ膨大なため、本章では参照資料名として示している。実際の工事からアスベストの飛散を推定すると、アスベスト含有建築材料に関連した作業による飛散がまず生じ、次いで作業後の掃除による飛散が加わり、両者により汚染された空間での歩行や、窓やドアの開閉により、再飛散が保育園内の各場所で生じたと考えられた。以下にその内容を示す。

1) 飛散原因となったアスベスト含有建築材取扱工事の実際

7月7日(水)	2階の「クリソタイル含有天井仕上げ材」を電動工具で外す作業
7月8日(木)	2階の柱型撤去作業
7月9日(金)	2階のフレキシブルボードの手割作業
7月10日(土)	2階の「ブロック除去作業」
7月15日(木)	2階の軽鉄作業と1階の配管工事
7月16日(金)	1階の配管工事
7月17日(土)	1階の配管工事
7月19日(月)	2階の電気工事

以上の工事などが、アスベスト飛散の原因となった作業として確認された。なお、7月7日のクリソタイル含有天井仕上げ材ではクリソタイルの飛散、それ以外では吹き付けアスベストからのクロシドライトとクリソタイルの飛散が生じたと見られる。

結果の詳細は、図表2-1とヒアリングに示した。なお日時の確認が十分できず、今回の作業であったのかが不明な箇所が複数見られた。(Ⅱ-2. 3、Ⅱ-2. 6参照)

2) 実際の掃除の状況

1階では、玄関の外での掃除が行われたが、工事部で掃除が行われたとの内容は得られなかった。また、床に落下した吹付けアスベスト量と、掃除で除去された量及び床等に残存した量は、現場調査時や後に行った再現実験(シミュレーション)では把握できなかった。

2階は、S建設、M工業及び解体業者から当初は「大きいものを拾う程度」「散水は当初はなかった。」とされた(10月16日、11月4日ヒアリング)。「箒での掃除が主で、作業終了時30分」であり、ブロック解体時には「7月10日は1階に影響しないように、バケツで水を手でかけたり」した。「根太のある0歳児室①には、(肉眼的に)かなりのアスベスト残存」(10月20日設備業者ヒアリング)とされる一方、「(床への肉眼的な残存量は、シミュレーションより)少なかった。」(1月12日S建設ヒアリング)と異なる回答があった。シミュレーション時の現場は産業用掃除機が使用された後のきれいな状態であり、他の建築改築現場での複数の経験からして、「シミュレーションより少ない」とは考えにくい。7月16日以前は相当量の残存があったものと推定された。「営繕課の指導もあった」7月16日以降は、「7月16(15)日以降じょうろで

散水した。」とされ、箒による掃除に散水等が付け加わり、以前より減少したものの、一定量の残存はあったものと推定された。

7月20日に初めて産業用掃除機が使用され、現場での吹付けアスベストの残存は極めてわずかに減少したと推定された。

以上から掃除により、吹付けアスベストの残存が減少した過程であった事が、ヒアリング等から明らかにされた。

3) 実際の歩行の状況

朝7:15（特に7:30）から8時台に複数の保育者が、玄関から工事部の脇を通り2階の更衣室へ向かい1～2分歩行した（10月14日保育者ヒアリング）。8:30からは、工事業者が概ね1時間、当日の機材等の搬入で頻回に歩行した。12:00～13:00の昼食時にも業者が歩行し、午睡の13:00～15:00は機材や残材の搬出入で業者が頻回に歩行したとされる。また、17:00前後に仕事を終えた業者の搬出及び夕方に複数の保育者が保育箇所から更衣室又は玄関へ歩行した。3階のトイレは、業者が使用するために引き戸があり、業者が使用した（10月16日、11月4日及び保育者ヒアリング）。以上から階段では、7:30～19:30まで常時歩行が行われ、玄関は工事関連の作業が行われ、ほぼ常時開いている状態にあった（11月4日、3月15日ヒアリング）。

4) 実際の窓やドアの開閉状況

平成11年10月20日園提出資料が詳細であり、ヒアリング等で大きな変更を要さないと思われていたが、さらに、日中の窓の開閉状況の詳細が必要になったため、平成12年3月15日に保育者のヒアリングを追加した。

- ・ 2階0歳児室 10月20日園提出資料通りで、ほぼ一日中窓は閉まった状態。ドアは職員や父母等が通行する際に開ける。
- ・ 2階1歳児室 7:30～11:00と15:00～18:20は、窓やサッシは開けている。
11:00～15:00は、窓やサッシは冷房をかけるので閉じる。
18:20頃掃除機で掃除をして、窓やドアを閉じて帰る。
18:20～7:30は閉じた状態。
- ・ 2階2歳児室 7:30～11:30と15:00～18:20は、窓やサッシは開けている。
11:30～15:00は、窓やサッシは冷房をかけるので閉じる。廊下の戸は基本的には閉めているが、トイレの戸は開いている。
18:20～7:30は閉じた状態。
- ・ 2階洗濯室 7:30～18:20は、ドアや窓は開いた状態。
18:20～7:30は閉じた状態。
- ・ 2階トイレ 7:30～18:20は、ドアや窓は開いた状態。
18:20～7:30は閉じた状態。
- ・ 1階3歳児室 この室で朝来た園児を受け入れるが子供達は園庭で遊んでいる事が多い。雨の日はこの室で遊んでいて8:45に各室へ移動する。砂が

入るので7:15～8:00に拭き掃除を行う。3～5歳児室はクーラーが工事中はなく、午睡はクーラーのあるホールへ移動する。

- 7:30～18:20は窓やサッシは開いており、18:20～7:30は閉じられる。
- 1階4歳児室 7:30～18:20は窓やサッシは開いており、18:20～7:30は閉じられる。
- 1階5歳児室 7:30～18:20は窓やサッシは開いており、18:20～7:30は閉じられる。
- 1階ホール 3～5歳児が午睡の12:00～15:00は窓をすべて閉じる。
7:30～12:00と15:00～18:30は窓はすべて開いている。
18:30～7:30は閉じられる。
- 1階トイレ 7:30～18:20は、窓やドアは開いており、
18:20～7:30は閉じられる。
- 1階厨房 窓はいつも閉じている。排気は局所排気装置で屋上へ出ていた。
- 1階事務室 7:15～10:00と16:00～18:00頃、子供達の登下園の確認で開けている。
10:00～16:00はクーラーをかけるので窓は閉じる。
廊下側の扉は職員や工事の人の出入りのためにいつも開いていた。
事務室に向かう南側の玄関は、いつも開いていた。
- 1階玄関 玄関の記載が、10月20日園提出資料では間違えていた。
「東」としたのが「南」で、事務室に向かう職員用の玄関でいつも開いていた。
「西」としたのが「東」で、本来は子供達用の玄関で、園としては気づく度に閉じたので、「いつも閉じていた」としているが、実際は工事の都合で開いている時が多かった。
「西」に玄関と園庭との間にサッシがあり、職員の出入りで開けていたが、7月8日父母の指摘により閉じた。
- プール ドアは7:30頃水を入れるために開けたままにする。雨の日は閉じた。トイレは、子供は使用しない。準備体操は概ね下のホール。タオルは、踊り場かプール脇のフェンスにおく。工事は通過が主。

5) 実際の工事状況 - 日時別 - 図表 2 - 1 及びヒアリング

日時別に、除去箇所と除去量、2階での作業（作業2階と表記）、1階での作業（作業1階と表記）、掃除（2階のみのため掃除2階と表記）、歩行に関して時間を表示した結果をまとめとして図表 2 - 1 に、その説明をヒアリングとして示した。

日時	7/7(水)	7/8(木)	7/9(金)	7/10(土)	7/11(日)	7/12(月)
除去箇所 と除去量	天井仕上げ 材撤去	2 - 2 - 6,200cm ³ 柱から床2,000cm ³	フレキ天井撤去	1 - 7 - 81,200cm ³ 午前と午後で上記作業		
作業 2 階	0 歳児室	0 歳児室	調乳室	0 歳児室		
作業 1 階	8:30 12:00 ↔	9:00 10:30 ↔	15:00 17:00 ↔	9:00 ~ 12:00 15:00 ~ 16:00 ↔ ↔	なし	なし
掃除 2 階	16:30 17:00 ↔	16:30 17:00 ↔	16:30 17:00 ↔	11:30 12:00 16:30 17:00 ↔ ↔	なし	16:30 17:00 ↔
歩 行	7:30 19:30 ↔	7:30 19:30 ↔	7:30 20:30 ↔	7:30 19:30 ↔	なし	7:30 19:30 ↔

日時	7/13(火)	7/14(水)	7/15(木)	7/16(金)	7/17(土)	7/18(日)
除去箇所 と除去量	夕涼み会	説明会	13 - 3 - 1,500cm ³ 5 - 27,400cm ³	9 - 4,500cm ³	10 - 10,000cm ³	
作業 2 階	なし	なし	0歳 - 1 回3分17か所 15:00 19:00 ↔			なし
作業 1 階	なし	なし	1階点検孔から 玄関部天井13:00 17:00 ↔		1 階 3 歳児室	なし
掃除 2 階	なし	なし	8:30 12:00 19:00 19:30 ↔ ↔	8:30 12:00 18:30 19:00 ↔ ↕	18:30 20:30 17:00 17:30 ↔ ↕	なし
歩 行	7:30 19:30 ↔	7:30 19:30 ↔	7:30 19:30 ↔	7:30 19:30 ↔	7:30 17:30頃 ↔	なし

日 時	7/19(月)	7/20(火)	7/21(水)	7/22(木)	7/23(金)	7/24(土)	7/25(日)	7/26(月)	7/27(火)	7/28(水)
除去箇所 と除去量	4 - 6 - 6,800cm ³ 及び 8 - 12 - 11 - 27,800cm ³ (今回か不明)		なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
作業 2 階	8:30 12:00 15:00 17:00 ↔ ↔	8:30 12:00 ↔	8:30 12:00 ↔	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
作業 1 階	アスベスト除去作業なし	同左	13:00 14:30 ↔	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
掃除 2 階	16:30 17:00 ↕	8:30 17:00 ↔	?	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
歩 行	7:30 19:30 ↔	7:30 19:30 ↔	床の残存なし							

図表 2 - 1 実際の工事状況 - 日時別 -

<ヒアリング>

- 1) 7月7日8:30～12:00にアスベストを含有した天井仕上げ材を、電動ドリルでビスを外した撤去が行われた。その際には、以前の工事等で天井仕上げ材の上にわずかに堆積していた吹付けアスベストの飛散が生じた可能性が高い。(10月10日現場調査、10月20日ヒアリング)
- 2) 7月8日の2-①及び2-②の木枠撤去作業に際し柱型が取れ、吹付けアスベストも剥落した作業は、10月16日ヒアリングでは16:00とされていたが、「7月8日10:30には0歳児室①廊下の壁が既に撤去されており、区営繕課S氏と確認した。」との証言があった。(11月4日ヒアリング) S建設の再度のヒアリングの結果、「16時は報告を受けて確認した時間であり、7月7日に棚は取ったが間仕切りは残っており、7月8日9時から12時が間仕切りを取る作業で、10:30以前に柱型が取れた。」と変更された。(12月2日ヒアリング)
- 3) 7月8日は床のフローリングを撤去しており、その際に、柱から床に落ちた吹付けアスベストは、5cm×20cm×20cmで2,000cm³程度と見積もられた(10月10日現場調査)。
- 4) 7月8日午後の空気中の浮遊粉じんの状態として、「空気がいがらっぽいので室に入る。室内何となく粉っぽい気がした。」(園長資料)
- 5) 7月9日午前中に1階の玄関上のアスベスト含有ボードが除去された。(12月2日ヒアリング)
- 6) 7月9日15:00～17:00にフレキシブルボード(クリソタイル含有)が手で割られ、19:30以降にフレキシブルボードの搬出が行われた。(9月8日文京区営繕課資料 10月16日ヒアリング)
- 7) 7月9日「午後4:00頃から室内が白っぽくなり、職員の確認後室に入る。ブロックの一部が解体され始めたため、翌日へ延期する事を申し入れる。」(園長資料)
- 8) 7月10日「9:00～12:00及び15:00～16:00に、天井部からブロック解体作業を始め吹付けアスベストが飛散、次に脇の柱に接したブロックを上部から順番に切断壊していった。4時間半、大ハンマー等で何百回叩いた結果、吹付けアスベストとブロック粉じんが飛散した、平行して、一定の散水をしながら、スコップ等で廃棄物を袋に詰め搬出する作業が4時間半行われた。」(10月16日ヒアリング)
- 9) 7月7、8、9、10、12日の午睡の13:00～15:00に、主に搬出作業が行われ、頻回の歩行がなされた。(10月16日ヒアリング)
- 10) 7月8日15:00～16:00が2階調乳室からの水漏れ修理作業と訂正された。(11月26日営繕課)
- 11) 7月15日掃除で取ったアスベストは、現場のビニール袋にあるとのヒアリング(10月16日)であったが、11月4日の現場調査では、そうした袋は既になかった。
- 12) 7月15日朝、設備業者による1階玄関点検口での配管作業があり、図表2-1の13-①に対応する「吹付けアスベスト」の除去があった。(10月20日ヒアリング及び11月26日営繕課)

- 1 3) 7月15日の時点で2階工事部の床にはかなりの粉じんが堆積していた。(10月20日設備ヒアリング)
- 1 4) 7月15日根太が残っていた0歳児室①には、ブロックの破片や木の屑やアスベストなど細かい埃が残っていた。(11月4日ヒアリング)
- 1 5) 7月15日2階の柱と壁のみ目張りがされた。(11月4日ヒアリング)
- 1 6) 7月15日2階の窓を20分あけ軽鉄の長い物を搬入した(11月4日ヒアリング)。
- 1 7) 7月15日午後、軽鉄作業が行われ、合計17か所の吹付けアスベスト除去が行われた。(10月16日ヒアリング)
- 1 8) 7月16日以降、じょうろやバケツでの散水が、1日何回も行われるようになった。(10月20日ヒアリング)
- 1 9) 7月16日1階玄関上で設備業者による配管作業の際、図表2-1の9-①②の「吹付けアスベスト」の除去があった。(11月6日、11月16日現場調査、12月2日ヒアリング)
- 2 0) 7月15～16日S建設は19時頃まで仕事をしていた。掃除は最後に30分行われた。(12月2日ヒアリング)
- 2 1) 7月17日夜、1階3歳児室で設備業者による配管作業に際し、図表2-1の10-①②の「吹付けアスベスト」の除去があった。(10月20日ヒアリング、11月16日現場調査、12月2日ヒアリング)
- 2 2) 電気及び設備業者は、特に掃除はしなかった。(10月20日ヒアリング)
- 2 3) 7月19日午前中1時間で、1階医務室のボードを、S建設の2人が撤去した。(12月2日ヒアリング)
- 2 4) 7月19日の1日で、電気工事に際して、図表2-1の4-①②③、6-①、8-①②及び11-①②③の合計4か所の吹付けアスベストが除去された。(10月20日ヒアリング)
- なお、図表2-1の12-①に関してのみ、電気業者より今回のものではない旨の申し出があり、「疑わしい」扱いに変更した。(平成12年2月9日営繕課報告)
- 2 5) 7月20日、「掃除の際に水をまいても結構(粉じんが)有ったかなあ」と思った。(11月4日ヒアリング 区S氏)
- 7月20日、廊下の蛍光灯の部分の目張りを行う。(11月4日ヒアリング)
- 2 6) 引き戸はしばしば開放されており、7月21日に父母が階段から屋上の園児が見える状態にあった。(11月4日ヒアリング)
- 2 7) 7月21日の濃度測定の前日の7月20日に、産業用掃除機で初めて床の徹底的な掃除が行われた。(11月4日ヒアリング)
- 2 8) 7月22日以降に工事は行われず、掃除もされなかった。工事部の歩行は、鍵をかけなければならない保育者1名が朝と夕方、各1回1～2分通過する以外はなかった。(10月26日、11月4日、保育者ヒアリング)
- 2 9) 3階の仮囲いは、初期は天井部までない扉だけのものであった。7月22日に天井まであげた。(11月4日ヒアリング)

- 3 0) 7月26日、3階の仮囲いは天井までになっていたが、まだ目張りがされていなかった。(11月4日ヒアリング)
- 3 1) 7月30日、1階の引き戸及び2階の廊下との間のドアに目張りがされた。(11月4日ヒアリング)
- 3 2) 引き戸やドアの目張りは、1階、2階、3階とも7月末まで行われなかった。(11月4日ヒアリング)

3 アスベスト除去量調査

(1) 調査の経過

- 1) さしがや保育園の吹付けアスベスト除去個所の調査は、最初、平成11年10月10日に目視で行われた。このとき確認された箇所は、0歳児室①の柱(X2,Y3)の東面、西面、北面、0歳児室①の柱(X1,Y4)の2か所、天井溶接部分の11か所、0歳児室②の8か所で、その他柱回りや天井裏及び電気、配管関係などに確認を要する箇所があった。
- 2) 10月16日の建設業者、解体業者、軽鉄溶接作業を行った業者からのヒアリングと、10月20日の電気設備業者、機械設備業者及び区の担当職員からのヒアリングで、ブロック解体により天井に接していたアスベストの剥落、水道工事関係(1階3歳児室天井裏等)による剥落が判明した。
- 3) 11月4日に建設業者、区の営繕課担当職員及びさしがや保育園園児の父母のヒアリングが行われ、除去工事の養生の状態や窓の開閉状況等が確認された。
- 4) 11月8日に現場調査を行った。工事現場において、工事当時の養生が再現されているかどうかの確認とスモークテスターによる空気の流動の確認を行った。
- 5) 区の営繕課は11月9日、独自に除去部分の実測調査を行った。区はこの日の実測調査の詳細を写真に納めている。この時に、10月10日の調査時に漏れていた箇所が追加になった。
- 6) 天井仕上げ材を撤去しないと、天井裏に業者が入って除去されたアスベストの量が確認できないため、11月16日アスベスト除去工事直前に、天井仕上げ材をヒアリングに基づいて撤去した。名取委員、営繕課機械設備の職員、永倉委員が1階天井裏や2階工事区域の梁などを目視により確認したところ、一部の梁の下部で、吹付けアスベストの表面が衣服でこすられたと思われる箇所が見られた(図表2-1の8-②、9-①②、10-①②、11-①②③、12-①、13-①)。
- 7) 区から平成12年1月12日、3月28日除去量に関する報告がなされ、同年4月4日の最終的な調整で以下の結論を得るに至った。

以下のアスベスト除去量は、10月10日の本委員会立ち会いによる実測値と、11月9日の営繕課による独自の調査による実測値をもとに算定したものである。また、両調査による実測値がなかった剥落箇所は、目視と写真からその量を推定した。

(2) 剥落した吹付けアスベスト量の推定

0歳児室 の柱

単位 cm

1-①	D 6 × W 3 6 × H 3 0 0			
	- D 6 × W 1 2 × H 3 0 0			
	- D 6 × W 1 0 × H 3 0 0	／ 2 5 , 2 0 0 cm ³	1 0 日 (実測)	
1-②	D 6 × W 1 0 × H 8 0	／ 4 , 8 0 0 cm ³	1 0 日 (同上)	
1-③	D 4 × W 3 6 × H 3 0 0			
	- D 4 × W 1 2 × H 3 0 0	／ 2 8 , 8 0 0 cm ³	1 0 日 (同上)	

2-①	D 4 × W 1 4 × H	1 5	／	8 4 0 cm ³	8 日 (同上)
2-②	D 5 × W 3 0 × H	3 6	／	5, 4 0 0 cm ³	8 日 (同上)

0 歳児室 の天井

3-①	D 3 × W 1 8 × H	9 0			
	D 3 × W 3 0 × H	3 3	／	7, 8 3 0 cm ³	1 5 日 (同上)
3-②	D 3 × W 1 4 × H	3 2	／	1, 3 4 4 cm ³	1 5 日 (同上)
3-③A	D 3 × W 1 4 × H	5 0	／	2, 1 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)
B	D 3 × W 9 × H	4 2	／	1, 1 3 4 cm ³	1 5 日 (同上)
C	D 3 × W 9 × H	4 2	／	1, 1 3 4 cm ³	1 5 日 (同上)
D	D 3 × W 1 3 × H	4 2	／	1, 6 3 8 cm ³	1 5 日 (同上)
E	D 5 × W 2 7 × H	1 6	／	2, 1 6 0 cm ³	1 5 日 (目視確認)

0 歳児室 の梁下

3-④a	D 5 × W 1 0 × H	2 6	／	1, 3 0 0 cm ³	1 5 日 (実測)
b	D 5 × W 1 0 × H	2 6	／	1, 3 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)
c	D 5 × W 1 0 × H	2 6	／	1, 3 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)
d	D 5 × W 1 0 × H	2 6	／	1, 3 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)
e	D 5 × W 1 0 × H	2 6	／	1, 3 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)

0 歳児室 の梁側

4-①	D 6 × W 1 0 × H	2 0	／	1, 2 0 0 cm ³	1 9 日 (同上)
-----	-----------------	-----	---	--------------------------	------------

0 歳児室 の梁下 調乳室

4-②	D 6 × W 2 2 × H	5	／	6 6 0 cm ³	1 9 日 (同上)
-----	-----------------	---	---	-----------------------	------------

(0 歳児室②で、同様の除去個所が他に6か所あり、最大値を取る目的で、今回の工事で剥落したものとする。)

4-③	D 6 × W 2 2 × H	5 × 6	／	3, 9 6 0 cm ³	1 9 日 (推定値)
-----	-----------------	-------	---	--------------------------	-------------

0 歳児室 の柱

4-④	D 5 × W 2 0 × H	2 0	／	2, 0 0 0 cm ³	8 日 (実測)
-----	-----------------	-----	---	--------------------------	----------

0 歳児室 の天井

5-①	D 3 × W 1 2 × H	3 8	／	1, 3 6 8 cm ³	1 5 日 (同上)
5-②	D 3 × W 1 0 × H	3 0	／	9 0 0 cm ³	1 5 日 (同上)
5-③	D 3 × W 7 × H	3 3	／	6 9 3 cm ³	1 5 日 (同上)
5-④	D 3 × W 7 × H	3 0	／	6 3 0 cm ³	1 5 日 (同上)

柱(1)横の梁の欠落

6-① D5×W10×H 20 / 1,000cm³ 19日(写真確認)

7月10日(土)のブロック撤去の際、ブロックとともに剥がれてしまった天井部分

7-① D2×W20×H560 / 22,400cm³ 10日(推定値)

1階医務室天井裏

8-① D5×W12×H 35 (剥落部分)

8-② D1×W35×H100 (衣服等でこすった跡)

①+②=5,600cm³ 19日(目視確認)

1階玄関天井裏

9-① D1×W25×H100 (衣服等でこすった跡)

9-② D1×W25×H 80 (衣服等でこすった跡)

①+②=4,500cm³ 16日(同上)

1階3歳児室点検口周辺天井裏

10-① D1×W25×H100 (衣服等でこすった跡・梁)

10-② D1×W50×H150 (衣服等でこすった跡・天井)

①+②=10,000cm³ 17日(同上)

0歳児室

11-① D1×W25×H560 (衣服等でこすった跡・梁)

11-② D1×W20×H200 (衣服等でこすった跡・梁)

11-③ D1×W20×H150 (衣服等でこすった跡・梁)

①+②+③=21,000cm³ 19日(同上)

2階廊下

12-① D1×W20×H 60 (衣服等でこすった跡・梁)

/ 1,200cm³ 19日(同上)

1階玄関点検口周辺

13-① D1×W30×H 50 (衣服等でこすった跡・梁)

/ 1,500cm³ 15日(同上)

以上、合計 約167,000cm³

(3) 除去されたアスベスト含有建材

0歳児室①②の天井アスベスト含有板	8日
0歳児室②天井フレキシブルボード	9日
1階玄関天井アスベスト含有板	15日
1階医務室天井アスベスト含有板	19日

(4) 今回の吹付けアスベスト除去量推計のまとめ (平成11年7月の各日ごとの量)

8日	柱2の周辺	6, 240 cm ³ (2-①②)
8日	2階0歳児室②の柱	2, 000 cm ³ (4-④)
10日	ブロック解体関係	81, 200 cm ³ (1-①②③、7-①)
15日	天井溶接関係	27, 431 cm ³ (3-①②③④、5-①②③④)
15日	1階玄関点検口	1, 500 cm ³ (13-①)
16日	1階玄関天井裏	4, 500 cm ³ (9-①②)
17日	3歳児室点検口周辺	10, 000 cm ³ (10-①②)
19日	2階0歳児室①②天井裏	6, 820 cm ³ (4-①②③、6-①)
以上合計		139, 691 cm ³

19日	1階医務室天井裏	5, 600 cm ³ (8-①②)
19日	2階0歳児室①②天井裏	21, 000 cm ³ (11-①②③)
19日	2階廊下	1, 200 cm ³ (12-①)
以上合計		27, 800 cm ³ (この部分については、今回の除去であるかどうか疑わしい。)

(5) 今回の工事もあり得るが、以前の工事の疑いもある除去された吹付けアスベスト量の推計

*1階医務室天井裏	5, 600 cm ³ (8-①②)
*2階0歳児室①②天井裏	21, 000 cm ³ (11-①②③)
*2階廊下	1, 200 cm ³ (12-①)

(6) 今回以外の工事により除去されたアスベストについて

*今回の工事によるものではないが、1階バルコニー下のエアコンの取り付け部分に、D5cm×W20cm×H10cmの吹付けアスベストが4か所除去され、溶接工事がされていた。エアコンの型は、1988年型であった。

*1階3歳児室天井点検口周辺の天井裏を確認したところ、「1997年2月」と書かれている水道管の周辺が、D5cm×W10cm×H20cm程度剥落していた。

なお、以上の2か所は、今回の工事に関係した部位の確認で、たまたま見つかったものであり、園全体の調査で発見されたものではない。今回の工事以外でも吹付けアスベストの飛散が考えられることから、今後の再発防止策を十分検討する必要がある。

(7) アスベスト剥落量の推計の注釈

1) 「 (2) 剥落した吹付けアスベスト量」の - (マイナス) について

(2) 1-①及び1-③の - (マイナス) してある量は、ブロックが柱に接していた部分に相当するアスベスト量を、柱の全面にアスベストがあったと見積もった量から引いたものである。

2) 推計量の算出方法

< 1 > 解体業者のヒアリングによって判明した7月10日のブロック解体に基づく天井の除去量は、一律2cmの厚さで梁の幅20cmの吹付け材が梁の長さに渡って除去したと推定して算出した。これは、ヒアリングによる解体業者による話と、当該箇所の写真と、隣接する天井裏に残っていた吹付けアスベストの残骸とから妥当と思われる量を推定した。

< 2 > 0歳児室①柱西面 (1-②) のアスベスト量は、最初の実測による厚さは、柱にカバーがかけてあり計測の制約もあったため10cmとされていた。しかし、カバーを取り除いたあとの実測を、営繕課は本委員会とは別に行っており写真に納めている。それに基づいて営繕課は、厚さ3cm程度ではないかと主張したが、確認がとれないため柱の吹付け材の他の面の厚さ6cmを、最大値として仮定した。柱のこの面のアスベストの量は、当初の報告ではカバー内の全容積としていたが、カバーが取り除かれたあと、除去されたアスベストは一部分であることが判明し修正した。

< 3 > 0歳児室②の廊下・調乳室 (4-③) のアスベスト量は、平成11年10月10日の調査で、0歳児室②の天井梁部分に7か所の除去部分が確認されたうちの、4-②を除いた6か所の推定量である。これらについては除去箇所、除去量について写真がなく確認できないが、最大値を仮定し4-②を6倍した。この部分は、今回の除去ではないのではないかと環境対策課からの指摘があったが、最大値をとる目的で今回の工事による除去と仮定した。

< 4 > こすりの箇所は、他の吹付けと比べ毛羽だちが取れ、なだらかな表面をしており、全体に表面がへこんでいた。これらは、吹付けた際にコテ押さえしたものではないかという意見もあった。しかし、全部の梁の下部がそうになっているわけではなく、コテ押さえというのは不自然であろう。また、今回の工事によって発生したこすれであるかどうか不明であるが、今回発生したものではないとも否定しきれないため、最大値をとるという観点から量を算出した。ただし、1階3歳児室点検口周辺の天井裏の衣服でこすられた跡は、ヒアリングで明らかな部分である。

＜ 5 ＞衣服等でこすられたと見られる箇所のアスベスト量は、確認（目視調査）された面積に一律1cmの厚さをかけて算出した。当初は一律2cmの厚さを仮定したが、こすられただけでこのようなへこみが生じたかどうかは不明であり、天井裏の作業時に押しつけられて生じた可能性もある。したがって、当初仮定した厚さ2cmの半分がこすりによる除去量と仮定した。

＜ 6 ＞7月19日のこすり量について、営繕課は今回の工事ではないのではないかとしているが、今回の工事ではないとすると、過去の工事でこすられたアスベストが天井裏に目に見えないような粉じんとして堆積していた可能性があり7月7日（図表2－1の11－①②③）、7月9日（図表2－1の9－①②）、7月19日（図表2－1の8－①②、12－①）の天井仕上げ材撤去工事の際、アスベスト含有ボードからの粉じんとともに、無視できないほどに飛散していた可能性がある。また、過去の工事によるこすりであるとする、その時に発生した粉じんに当時の園児、保育園職員、工事作業者がばく露していたことが考えられる。

4 飛散量推定のための再現実験（シミュレーション）

（１）実験の基本計画

１）目的

平成11年7月の保育園2階0歳児室の改修作業に伴って吹付けアスベストが飛散し、隣室その他の部屋にいた園児や保育者及び作業員らが高い濃度のアスベストにばく露した可能性が高い。本実験は改修作業を再現し、当時のアスベスト飛散量を時間、空間的に推定することを目的としている。

２）担当業者その他のヒアリングによるアスベスト飛散量の高かったと考えられる作業

下記の作業に伴う飛散量の推定は、現在まで主に業者と父母からヒアリングしてきた内容を参考に設定したものであるが、今後も新たに実施する電気や設備業者、その他のヒアリングによって作業内容や作業時間等で一定の変更はありうると考えられる。

< 1 > 壁ブロック撤去作業

2階0歳児室①とホールを隔てるブロック壁の撤去作業で、屋根裏と鉄柱接触部に吹付けられていたアスベストが飛散した。7月10日の8:30～12:00及び15:00～16:00の計3～4時間行われた模様。

< 2 > 作業終了時の床清掃作業

毎日の作業終了時に箒で床を清掃して帰ったとの元請け業者の発言もあるが、室内の清掃はしなかったとの下請け業者の回答もあり、清掃に関しては業者間の食い違いがある。したがって現時点で不明の点もあるが、清掃作業によって床に落ちたアスベストの再飛散があった可能性は高い。シミュレーションにあたりアスベスト再飛散があったと考えられる清掃作業を、7月8日～21日（計10日間）の16:30～17:00の30分間（計5時間）程度あったと仮定する。

< 3 > 軽鉄間仕切り作業

0歳児室①の屋根裏の吹付けアスベストを一部（7～50cm×20～80cm）除去し、その部分にピースという鉄板を計11か所スポット溶接し、さらにそれらに軽鉄梁を渡してスポット溶接した。各ピース取り付け箇所のアスベスト除去作業は1～2分間程度であったとのことで、計25～30分間と見積もられる。

< 4 > その他

作業箇所の仮囲い・養生のためにベニヤ板仕切り工事を行い、その作業に伴って照明器具等露出機器と露出配線が撤去された可能性があり、今後ヒアリングで確認する（7月3、5日）。また、天井仕上り材（岩綿吸音板）とその上のプラスターボード（石膏板）の取り外し・撤去が行われた（7月7日）。床フローリング撤去で柱型（鉄柱カバーベニヤ板）を除去し、吹付けアスベストが落下した（7月8日16時頃）。7月9

日には0歳児室のフレキシブルボードの撤去も行われた。

上記の各作業のうち<4>に伴う多くの作業によるアスベストの飛散は、<1>～<3>と比較するとほとんど無視できる程度に低かったと考えられるので、今回のシミュレーションでは<1>～<3>の作業を再現し、それらの作業で飛散したアスベストを測定することとする。

3) 再現作業

<1> 壁ブロック撤去作業

壁ブロックは撤去され存在していないので、壁ブロックが接触していた部分に残っている吹付けアスベストをヘラ及びハンマーで除去する作業で再現作業を代替する。鉄柱部分と屋根裏部分の片側（ブロック接触部の両側に吹付けられている片側）の吹付けアスベストを約30分にわたって間欠的に除去、落下させる。最後にスコップですくって裏返し袋詰めするといった模擬作業も行う。

<2> 作業終了時の床清掃作業

<1>で落下した吹付けアスベストを、箒を使用して清掃する。

<3> 軽鉄間仕切り作業

屋根裏吹付けアスベストを15cm×45cm程度除去する作業を30分に一回行ったと仮定し、2回除去作業をする（*）。

なお、以上の作業にあたり、工事室内及び1歳児室で数人の者（測定者、専門委員など）が、作業に準じた歩行や振動などの行為を行う。

4) 浮遊アスベストの測定

<1> 測定点

次の11か所で行う（Ⅱ-2. 5図表2-5, 2-6参照）。

- #1：0歳児室①
- #2：0歳児室②
- #3：階段踊場
- #4：1歳児室（仮囲い寄り）
- #5：1歳児室（仮囲い反対側）
- #6：0歳児室①廊下
- #7：食事室（0歳児室③）
- #8：バルコニー（0歳児室①付近）
- #9：バルコニー（2歳児室付近）
- #10：3階プール入口（**）

#11：1階ボイラー室廊下仮囲いの外側、

なお、作業者のばく露レベルの推定のために、0歳児室①作業者に個人サンプラーを装着し、計測する。また、#1及び#4の地点において、経時的相対濃度確認のためファイバーエアロゾルモニター（FAM）を設置し、3日間の濃度変化を平行測定し記録する。

< 2 > サンプルング条件（捕集方法と捕集時間）

粉じん捕集は、ローボリュームサンプラーに直径25mm、0.8μm孔のミリポア・メンブランフィルターを用いて行う。空気流量は、#1と#2では2L/分、その他では10L/分で行う。捕集時間は、上記の再現作業①と②では、#1と#2では30分間又は1時間、#3～#11においては1時間の空気捕集を行う。再現作業③では、#1と#2の2か所でサンプルングを行う。各サンプルング地点では床上50～70cmにフィルターサンプラー等をセットする。

< 3 > サンプルング間隔

上記のサンプルング条件で、①作業中、②作業5時間後及び③作業24時間後の3回空気捕集を行う。したがってサンプル数は図表2-2のようになる。

	(1) 作業中	(2) 5時間後	(3) 24時間後	小計 (個)
壁ブロック撤去作業	11	11	11	33
作業終了時の床清掃作業	11	11	11	33
軽鉄間仕切り作業	2			2
個人ばく露レベルの計測	2			2
FAMによる連続モニター	2			2
合計(個)	28	22	22	72

図表2-2 サンプル数表

< 4 > サンプルング日程

さしがや保育園で計画しているアスベスト除去工事の工程に合わせて、建物養生後のアスベスト飛散防止剤散布前の11月8日から12日の間に行う。

< 5 > その他

ア) 再現作業及びサンプルングの前に、現在の仮囲いや目張りはできるだけ取り除き、#1の0歳児室①は清掃しておく。

イ) 窓は7月9日以降、閉じられていたとヒアリングでは証言を得た。しかし、開いて

いたという目撃証言もあるので、特に壁ブロック撤去作業と軽鉄間仕切り作業の再現作業中、窓の開閉をどうするか要検討である。

ウ) * : 軽鉄間仕切り作業中、30分間隔で2回除去作業を行い、計1時間の空気捕集を行う。

エ) ** : 3階のプール出入り口は現在仮囲いされているが、作業当時は無かったとの証言があるので、7月10日の①の作業日に仮囲いは無かった事が確認された場合、仮囲いをはずして再現作業とサンプリングを行うようにするか。新たなヒアリングによって一定の変更をする可能性がある。

オ) 光学顕微鏡での計測結果は、一定数を複数の機関でダブルチェックする。

カ) フィルター試料の一定数に関して、分析電子顕微鏡により繊維種及び繊維数の計測を行うことを今後検討する。

上記の基本計画が立てられたが、その後1階保育室天井裏での作業が判明し、また、歩行による粉じん発生も無視できないとの一部委員の意見もあり、「作業者歩行シミュレーション」と「1階保育室天井裏掻き出し作業シミュレーション」を追加し、実際の現場の制約もあったため各シミュレーションを下記のように実施した。

(2) シミュレーションの条件と条件の確認

1) シミュレーションにさきだち、平成11年11月8日に、工事当時の養生の状態が再現されているか確認を行った（入江委員、永倉委員）。工事当時の養生の確認はヒアリングに基づいて行い、以下の点を確認した。

①2階廊下のベニヤ養生の目張りテープは取り除いた。

②2階廊下に面した、食事室（工事当時0歳児室）の引き戸は、開閉可能にした。

③1歳児室ベニヤ間仕切りは、あとから追加に設置されたものは撤去した。

④1歳児室ベニヤ間仕切りで、最初に設置されたものの目張りテープは取り除いた。

⑤0歳児室、ベランダ側窓（南側）は開閉可能にした。

⑥1歳児室、ベランダ側窓（2歳児室寄り）は開閉可能にした。

⑦工事区域と廊下との出入り口は、開閉可能にした。

⑧2歳児室からベランダへの出入り口は、1/3程度開いたままとした。

⑨シミュレーション前に飛散防止剤を散布していないことを確認した。

⑩シミュレーション用の柱のカバーを取り外してもらった。柱は、(X2, Y4)と(X2, Y3)の2本である。

⑪1階玄関ホールは、入口から向かって右とびら（仮囲い）は開閉可能、正面とびらは開閉可能、左とびらは閉じたままであった。なお、玄関ホールから厨房へ通じる右とびら（仮囲い）は180cmまでとし、天井へ達するベニヤは除去した。

2) 同日（11月8日）スモークテスターによって空気の流動の確認を行った（入江委員、永倉委員）。シミュレーション時には、全体を密閉する養生がなされていて、密閉養生

の総容積は3,671.6m³であった。養生の1階部分は1,811.3m³、2階部分は1,860.3m³で、養生は1階玄関部分で1階と2階がつながっていた。スモークテスト施行時及びシミュレーションは、1階遊戯室の負圧機1台をLOWで稼働させた中で行われた。負圧機1台をLOWで稼働した場合の性能は40数m³/分である。（養生容積、負圧機の性能は、「施工計画書 平成11年10月・日本トリート株式会社」による。）負圧機周囲を除き、肉眼で明らかに認める程の大きな空気の流動は見られなかった。なお、負圧機が稼働していたのは、11月10日、11日ともに9:00から17:00であった。（施工業者のヒアリングによる。）

3) 11月13日に、SF₆による濃度減衰を確認するシミュレーションを行った。このときの負圧機の稼働時間は10:00から17:00までであった。

4) シミュレーション作業中は、養生内の0歳児室ベランダ側窓（南側）、1歳児室ベランダ側窓（2歳児室寄り）はそれぞれ3分の1程度開けた。また、工事区域と廊下との出入口はシミュレーション中には数回開閉され、人の出入りを行った。

（3）今回のシミュレーションでの除去量

1) 壁ブロック撤去作業（シミュレーションB）

平成11年11月10日（10:00～10:15）作業は、永倉委員が行った。

①(X2, Y4)と(X2, Y3)の2本の柱の吹付けアスベストを、上から下まで、約D6cm×W10cm×H200cm（×2）を、金づちとヘラでかき落とした。

②X2上の梁の吹付けアスベストを、Y4からY3方向へ3分の2程度、約D5cm×W10cm×H400cmを、金づちとヘラでかき落とした。

③①と②の作業でかき落としたアスベストの量は44,000cm³である。

④さらに、アスベストをかき落とすと同時に、(X2-X3, Y3-Y4)の部分で、落下したアスベストをスコップとヘラでかき回し、袋に詰める作業を行った。これは業者のヒアリングによる、アスベストとブロック片をスコップで袋詰め作業を行ったとの証言によるシミュレーションである。

ビデオによるとヘラによるかき混ぜ作業は23回、スコップによるかき混ぜ作業は6回、スコップによるアスベストの袋詰め作業は7回、周辺のアスベストを竹箒で掃き寄せる作業は18回行った。

⑤①～④の作業を15分間連続して行った。

⑥作業を開始してから1時間、作業場内で2台の扇風機を稼働し、空気を攪拌した。

⑦以上のシミュレーションは、7月10日の作業を再現したものである。

⑧7月8日の、図表2-1の2-①、2-②の作業は類似の作業であったと思われる。

2) 作業終了時の清掃作業（シミュレーションC）

11月11日（12:00～12:15）作業は、名取委員が行った。

①X2の軸から、幅（Y3-Y4）をX1方向へ1m程度の範囲で6㎡のみ、吹付けアスベストを均等に床に置き、座敷箒で掃き掃除を行った。

②掃き取った吹付け材は、ちり取りでビニール袋に入れた。ビニール袋の吹付け材は、底面の直径14cm、高さ20cmの円錐形をなした。

③したがって、箒で掃き取ったアスベストの量は約1,000㎤である。

④①～②の作業を15分間連続して行った。

⑤作業を開始してから1時間、作業場内で2台の扇風機を稼働し、空気を攪拌した。

⑥以上のシミュレーションは、おおむね30分間、毎日行われた作業を再現したものである。

⑦さらに、7月20日は工業用集じん機（ヘパフィルターを使用していないもの）と箒で、一日朝から掃除を行っている。（8:30～12:00及び15:00～17:00）

3) 作業者歩行シミュレーション

11月12日（13:15～13:30）作業は、入江委員が行った。

①作業場及び階段を主に歩き、歩行による発じん実験を行った。

②作業は15分間連続して行った。

③以上のシミュレーションは、7月8日～7月20日の作業場で、業者が搬入やトイレへ日中頻回に行き来し、保育者達が朝や夕方出入りして歩いた際の発じんを再現したものである。

4) 1階保育室天井裏掻き出し作業シミュレーション

11月12日（14:30～14:45）作業は、入江委員、永倉委員が行った。

①1階、3歳児室で、天井の点検口を開き、天井裏の吹付けアスベストの表面を竹箒で約1.5mの長さこすった。

②シミュレーション開始と同時に、1回目のこすり作業を行った。3分ごとに5回こすり作業を行い、作業開始から15分後に入江委員と永倉委員が、室の中で衣服についた吹付けアスベストをパタパタとはたき落とした。

③かき落としたアスベストの量は、D2cm×W30cm×H150cm/9,000㎤である。ただし、作業者は屋根裏に入らなかったため、衣服には直接吹付けアスベストは付着しなかった。したがって、衣服をパタパタとはたいたシミュレーションは、実際の値より低いと思われる。

④以上は、7月17日の18:00～21:00に1階3歳児室で行われた水道管の切替え工事の再現である。

⑤7月16日の、図表2-1の9-①、9-②も同じ作業であると思われる。

⑥7月19日の、図表2-1の8-①、②及び、11-①、②、③及び、12-①も同じ作業であると思われる。

5) 溶接天井掻き落とし作業シミュレーション

11月12日（16:00～16:15）作業は、永倉委員が行った。

①X1軸上、Y3からY4でY4よりの天井及び、X2軸上、Y3からY4でY4よりの梁の吹付けアスベストを、へらでかき落とした。

②天井はD3cm×W38cm×H85cmと、D3cm×W41cm×H41cmと、D3cm×W32cm×H41cmを2か所、梁はD5cm×W7cm×H28cmを3か所掻き取った。

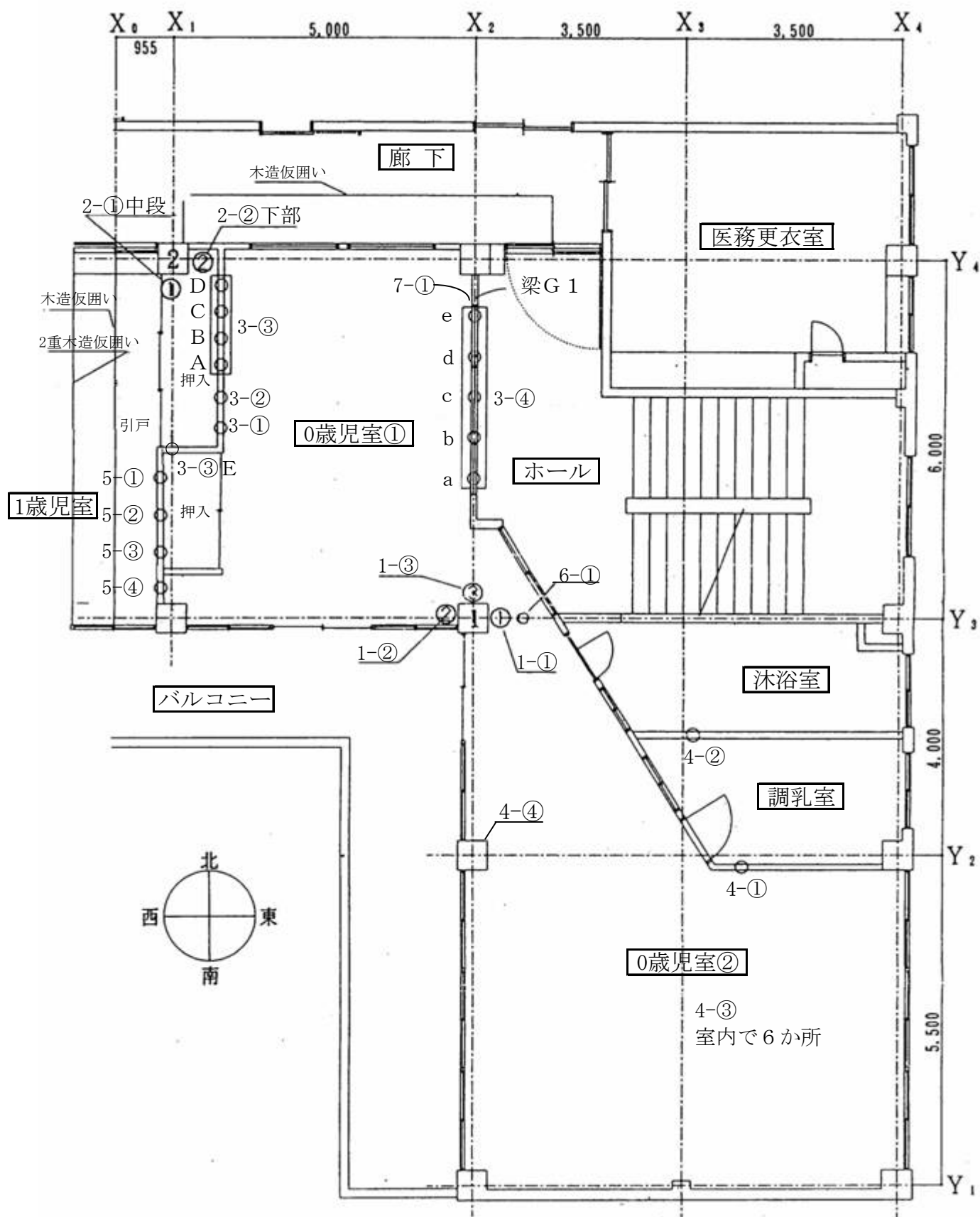
③①～②の作業で、掻き取ったアスベストの量は、約25,500㎤である。

④①～②の作業を15分間連続して行った。

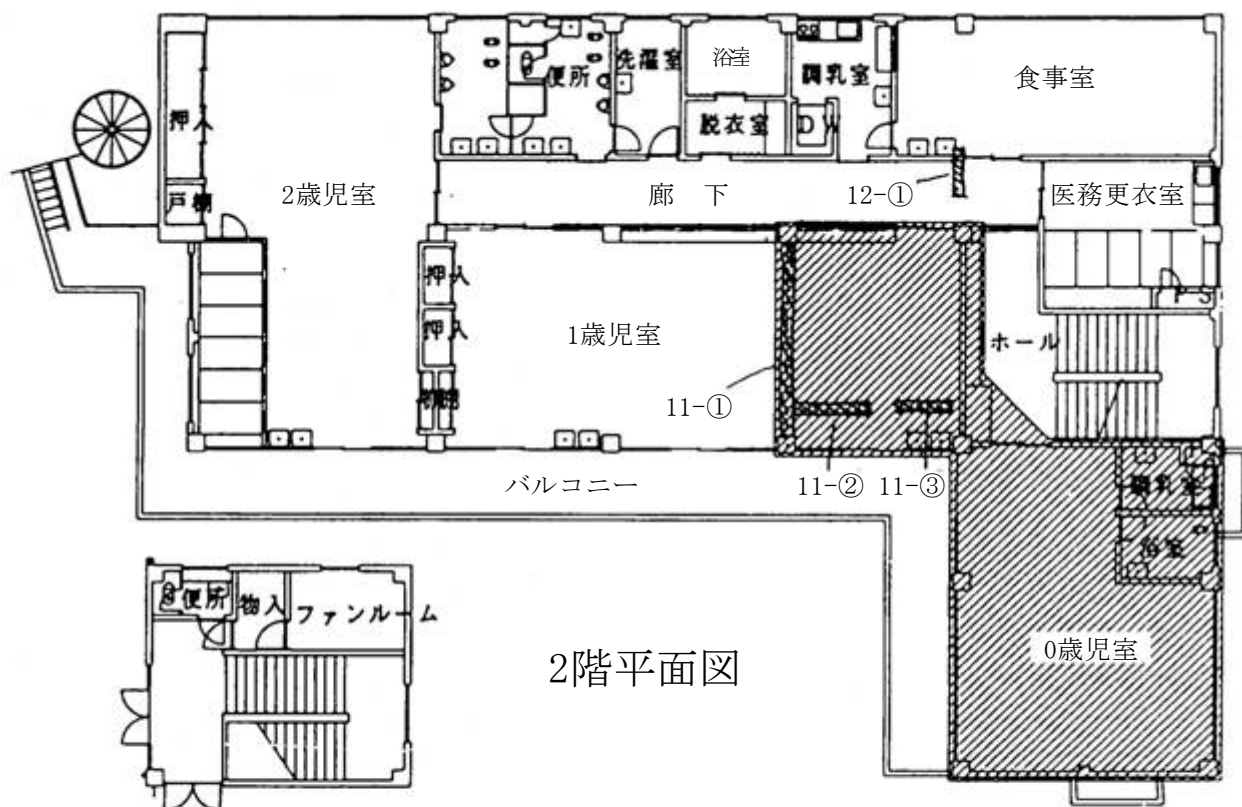
⑤作業を開始してから1時間、作業場内で2台の扇風機を稼働し、空気を攪拌した。

⑥以上のシミュレーションは、7月15日の午後2時間（ヒアリングによる）の間に行われた作業の再現である。

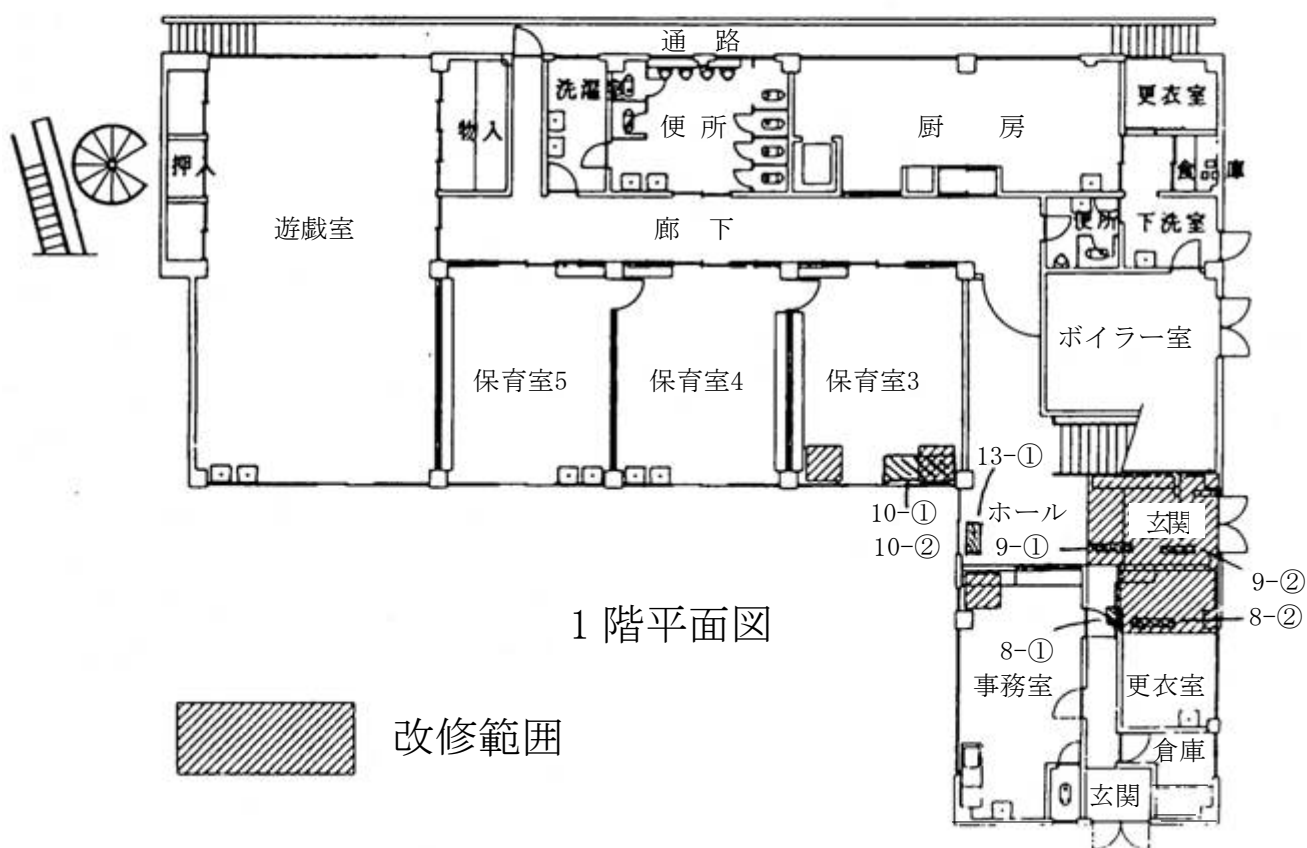
⑦7月19日の、図表2-1の4-①②③、6-①も同一の作業であったと考えられる。



図表 2 - 3 アスベスト剥落箇所図 1



屋上平面図



図表 2 - 4 アスベスト剥落箇所図 2

5 シミュレーション実験結果

(1) 再現作業の概要

1) 壁ブロック撤去作業

壁ブロックは、撤去され存在していないので、壁ブロックが接触していた部分に残っている吹付けアスベストをヘラ及びハンマーで除去する作業を再現作業した。

鉄柱部分と屋根裏部分の片側（ブロック接触部の両側に吹付けられている片側）の吹付けアスベストを約15分にわたって間欠的に除去、落下させた。

最後にスコップですくって裏返し、袋詰めする模擬作業を行った。

2) 作業終了時の床清掃作業

1) で落下した吹付けアスベストを、箒を使用して約15分間清掃した。

3) 歩行による発じん状況

工事室内付近を3名の作業員が約15分間歩行した。

4) 1階保育室天井裏の掻き出し作業

1階保育室天井裏を箒により掻き出す作業で、作業員1名が3分ごとに1回掻き出し作業を実施し、この操作を5回繰り返した。

5) 溶接天井掻き落とし作業

屋根裏吹付けアスベストを15×45cm程度、除去する作業を作業員1名が15分間実施した。

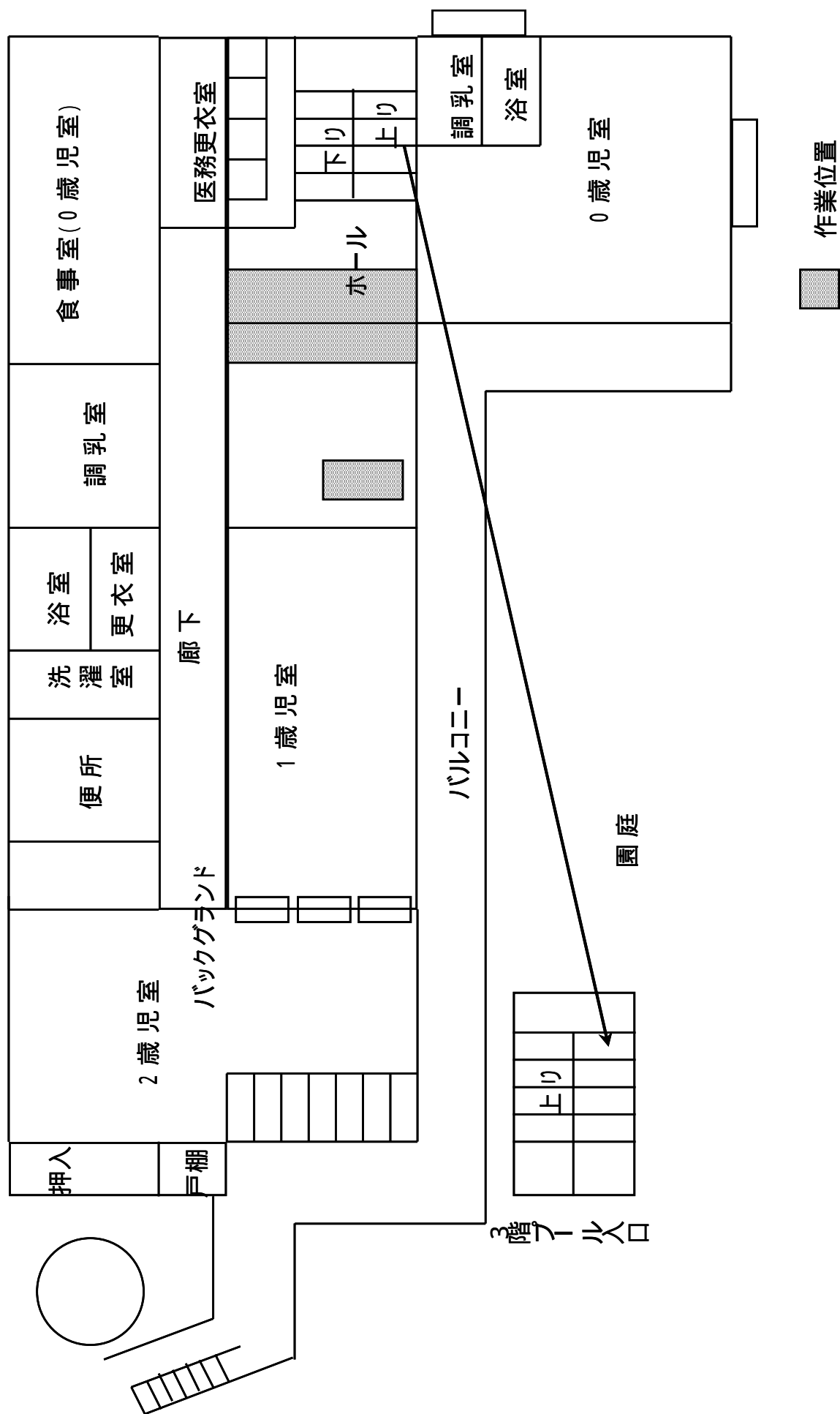
尚、1)～5)に示した再現作業等は、別添ビデオテープに収録した。

(2) 測定点

アスベスト濃度の測定点は、図表2-5から図表2-6のとおり14か所を設定し、作業内容によって測定ポイントを変えて測定した。各作業での測定点を図表2-7に示した。

また、作業員のばく露濃度レベルの推定のために作業員に個人サンプラーを装着して測定した。さらに、測定点①に粉じんと、アスベスト濃度の経時的な濃度変化を確認するために、相対濃度計（LD-1H2柴田科学株）とファイバーエアロゾルモニター（FAM-7400）を設置し、3日間（平成11年11月10日～12日）の濃度変化を記録した。

バックグラウンドについては、再現作業実施日以前（平成11年10月30日）に2か所測定した。



図表 2 - 5 2 階・3 階平面図と測定点



測定処	測定点① 0歳児室	測定点② 0歳児室	測定点③ 階段踊り場	測定点④ 1歳児室 (仮園い反対側)	測定点⑤ 1歳児室 (仮園い寄り)	測定点⑥ 1歳児室 廊下	測定点⑦ 食事室	測定点⑧ ハルエ-0歳ハルエ-2歳 児室付近	測定点⑨ ハルエ-2歳 児室付近	測定点⑩ 3階アール 入口	測定点⑪ 1階ホワイ 室廊下	測定点⑫ 1階 保育室	測定点⑬ 園庭	測定点⑭ 1階保育室 廊下	測定点⑮ 個人ばく器
壁フック作業 撤去作業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○
作業終了時の 床清掃作業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○
歩行による 発じん	○														○
1階保健室天井 裏発じん											○	○		○	
浴槽天井 掻き落とし作業	○														○

注) バックグラウンドは、2歳児室と園庭⑬付近の2か所を実施した。

図表2 - 7 再現作業と測定点一覧

(3) サンプルング条件

アスベスト濃度の測定は、ローボリュームエアサンプラー（Aircon2日本カマックス㈱）により、使い捨てカウル付きエアモニターカセット（セルローズエステル白色メンブランフィルターを使用、ポアサイズ0.8μm、Φ25mm、日本ミリポア）を使用して実施した。

吸引流量は、測定点①は、2L/min、その他は、5L/minで実施した。サンプルング時間は、「壁ブロック撤去作業」と「作業終了後の清掃作業」では、測定点①は、30分又は60分、その他の測定点においては60分の測定を実施した。

また、測定点の高さは図表 2－8 に示すとおりで、測定場所により70cm又は150cmの位置で実施した。

個人ばく露濃度の測定は、中流量ポンプ（Girair5日本カマックス㈱）により、使い捨てカウル付きエアモニターカセット（セルローズエステル白色メンブランフィルターを使用、ポアサイズ0.8μm、Φ25mm、日本ミリポア）を使用し、作業者の襟元付近に装着して実施した。吸引流量は、1L/minで15分間測定した。

(4) サンプルング間隔

(3) のサンプルング条件で「壁ブロック撤去作業」と「作業終了後の清掃作業」は①作業中、②作業5時間後、③作業24時間後の3回実施し、他の作業については、作業中のみを測定した。

(5) 分析方法（PCM法による繊維数濃度測定）

測定終了後のアスベスト濃度計数分析は、ガイドブック法（作業環境測定ガイドブックNo.1）により実施した。メンブランフィルターをフィルターカセットから取り出し、クイックフィックスを使用して、アセトン蒸気で透明化した後、トリアセチンで固定し、位相差顕微鏡（ニコン製）を倍率400倍対物レンズ開口数70, DL）で使用する、長さ5μm以上、長さとの比が3:1以上で幅3μm未満の繊維について、50視野中（1視野の直径300μm）繊維数の計測を行った。

繊維数濃度は次式により算出した。

$$CF = A \cdot (N - Nb) / a \cdot n \cdot Q \times 10^3$$

CF = 繊維数濃度 (f / cm³)

A = フィルター有効面積 (380.1mm²)

N = 計数繊維の総数 (f)

Nb = ブランクの値 (f)

a = 顕微鏡で計数した 1 視野の面積 (mm²)

n = 計数した視野の数

Q = 採気量 (l)

また、今回の測定の定量下限は次の通りである。

- ・ 2L/minで30分間サンプリング : 0.0047 f/cm³
- ・ 2L/minで60分間サンプリング : 0.0024 f/cm³
- ・ 5L/minで60分間サンプリング : 0.0009 f/cm³
- ・ 1L/minで15分間サンプリング : 0.0190 f/cm³

(6) 結果

1) バックグラウンド

図表 2 - 9 にシミュレーション実施以前に 2 歳児室、保育園庭（測定点No.⑬）の 2 か所についてバックグラウンドを実施した結果を示した。

2) 壁ブロック撤去作業

図表 2 - 1 0 に壁ブロック撤去作業の作業中、作業5時間後、24時間後の各測定点の測定結果と図表 2 - 1 2 に発生源付近の図を示した。

3) 作業終了時の床清掃作業

図表 2 - 1 1 に作業終了時の床清掃作業の作業中、作業5時間後、24時間後の各測定点の測定結果と図表 2 - 1 6 に発生源付近の図を示した。

4) 歩行による発じん状況

図表 2 - 1 3 に歩行による発じん状況の各測定点の測定結果を示した。

5) 1階保育室の天井裏の掻き出し作業

図表 2 - 1 4 に1階保育室の天井裏の掻き出し作業の各測定点の測定結果と図表 2 - 1 7 に発生源付近の図を示した。

6) 溶接天井掻き落とし作業

図表 2 - 1 5 に溶接天井掻き落とし作業の測定結果と図表 2 - 1 8 に発生源付近の図を示した。

7) 経時的濃度変化

粉じん計で測定した粉じん相対濃度の経時変化の結果を図表 2 - 1 7 ~ 1 9 に示した。

また、図表 2 - 2 2 ~ 2 4 にアスベスト濃度の経時変化を示したが、ここに示すアスベスト濃度は、PCM法との併行測定により得られた値により、FAM-7400の読み取り値を補正した値である。

補正式 : $y = 4.44x - 0.361$

[y : 補正アスベスト濃度 (f/cm³) , x : FAM読み取り値 (f/cm³)]

測定点	高さ (cm)
	1 5 0
	1 5 0
	1 5 0
	7 0
	7 0
	7 0
	7 0
	7 0
	7 0
	7 0
	1 5 0
	7 0
	1 5 0
	7 0

図表 2 - 8 測定点の高さ

	平成11年10月30日 10:00 ~ 12:00	
測定点	測定時間	アスベスト 濃度 (f/cm ³)
2歳児室	10:00 ~ 12:00	0.0004
	10:00 ~ 12:00	0.0005

図表 2 - 9 バックグラウンド

	- 11月10日 10:00～11:00(作業中)		- 11月10日 15:00～16:00(5時間後)		- 11月11日 10:00～11:00(24時間後)	
測定点	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)
	10:00～10:30	計数不能	15:00～16:00	2.59	10:00～11:00	0.25
	10:00～11:00	計数不能	15:00～16:00	1.28	10:00～11:00	0.25
	10:00～11:00	計数不能	15:00～16:00	1.73	10:00～11:00	0.14
	10:00～11:00	計数不能	15:00～16:00	3.22	10:00～11:00	0.06
	10:00～10:37	2.44	15:00～16:00	4.78	10:00～11:00	0.07
	10:00～11:00	計数不能	15:00～16:00	2.92	10:00～11:00	0.08
	10:00～11:00	1.75	15:00～16:00	2.72	10:00～11:00	0.09
	10:00～11:00	1.44	15:00～16:00	2.90	10:00～11:00	0.04
	10:00～11:00	1.51	15:00～16:00	3.77	10:00～11:00	0.07
	10:00～11:00	計数不能	15:00～16:00	計数不能	10:00～11:00	0.20
	10:00～11:00	1.09	15:00～16:00	1.01	10:00～11:00	0.07
	実施せず		実施せず		実施せず	
	10:00～11:00	0.001	15:00～16:00	0.0004	10:00～11:00	0.0004
	実施せず		実施せず		10:00～11:00	0.0064
個人ばく露	10:00～10:15	35.72	実施せず		実施せず	

計数不能:採取粉じん量が多く計数分析が不可能を意味する。

図表 2 - 1 0 壁ブロック撤去作業

	- 11月11日 12:00～13:00(作業中)		- 11月11日 17:00～18:00(5時間後)		- 11月12日 12:00～13:00(24時間後)	
測定点	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)
	12:00～12:30	計数不能	17:00～18:00	1.44	12:00～13:00	0.87
	12:00～12:57	計数不能	17:00～18:00	2.39	12:00～13:00	0.78
	12:00～13:00	計数不能	17:00～17:52	0.17	12:00～13:00	0.61
	12:00～13:00	1.22	17:00～18:00	2.13	12:00～13:00	0.61
	12:00～13:00	1.88	17:00～18:00	1.91	12:00～13:00	0.36
	12:00～12:53	2.15	17:00～17:56	1.91	12:00～13:00	0.63
	12:00～13:00	1.90	17:00～18:00	2.25	12:00～13:00	0.41
	12:00～13:00	0.97	17:00～18:00	1.93	12:00～13:00	0.40
	12:00～13:00	1.04	17:00～17:51	2.26	12:00～13:00	0.40
	12:00～12:57	計数不能	17:00～17:44	1.42	12:00～13:00	0.73
	12:00～13:00	計数不能	17:00～18:00	0.94	12:00～13:00	0.44
	実施せず		実施せず		実施せず	
	12:00～13:00	0.0004	17:00～18:00	0.002	12:00～13:00	0.0007
	12:00～13:00	1.31	17:00～18:00	1.19	12:00～13:00	0.02
個人ばく露	12:00～12:15	19.10	実施せず		実施せず	

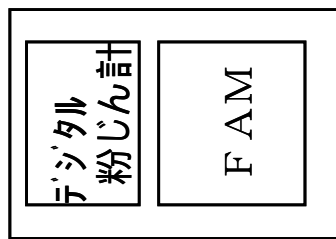
計数不能:採取粉じん量が多く計数分析が不可能を意味する。

図表 2 - 1 1 作業終了時の清掃作業

廊 下

医務更衣室

1 歳 児 室



スコップによる作業場所

扇風機

作 業 者

作 業 者

扇風機

0 歳 児 室

図表 2 - 1 2 壁 ブロック撤去作業の概要

	11月12日 13:27 ~ 14:27	
測定点	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)
	13:27 ~ 14:27	1.58
個人ばく露	13:27 ~ 14:42	2.70

図表 2 - 1 3 作業者歩行

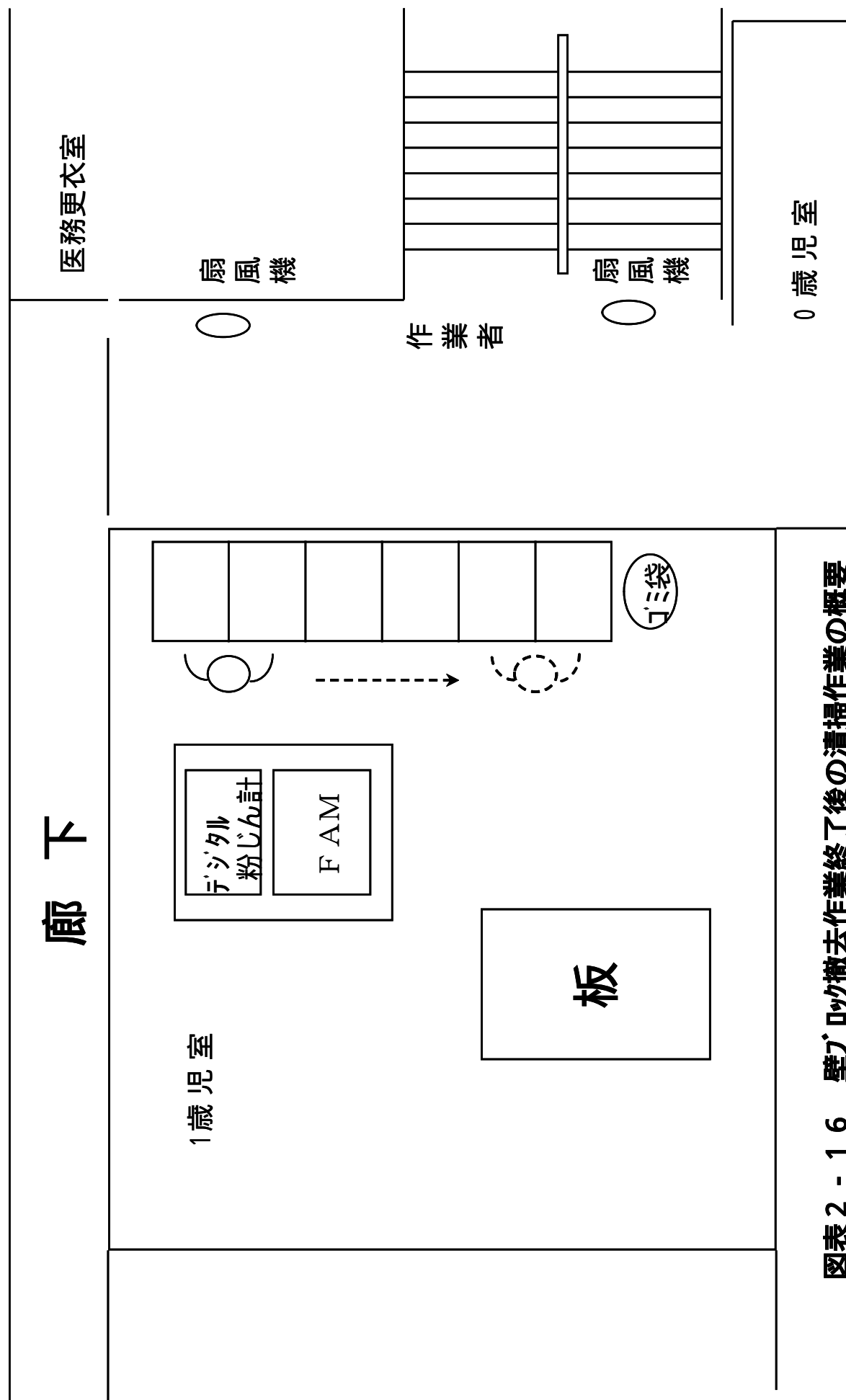
	11月12日 14:30 ~ 15:30	
測定点	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)
	14:30 ~ 15:30	計数不能
	14:30 ~ 15:30	計数不能
	14:30 ~ 15:30	計数不能

計数不能:採取粉じん量が多く計数分析が不可能を意味する。

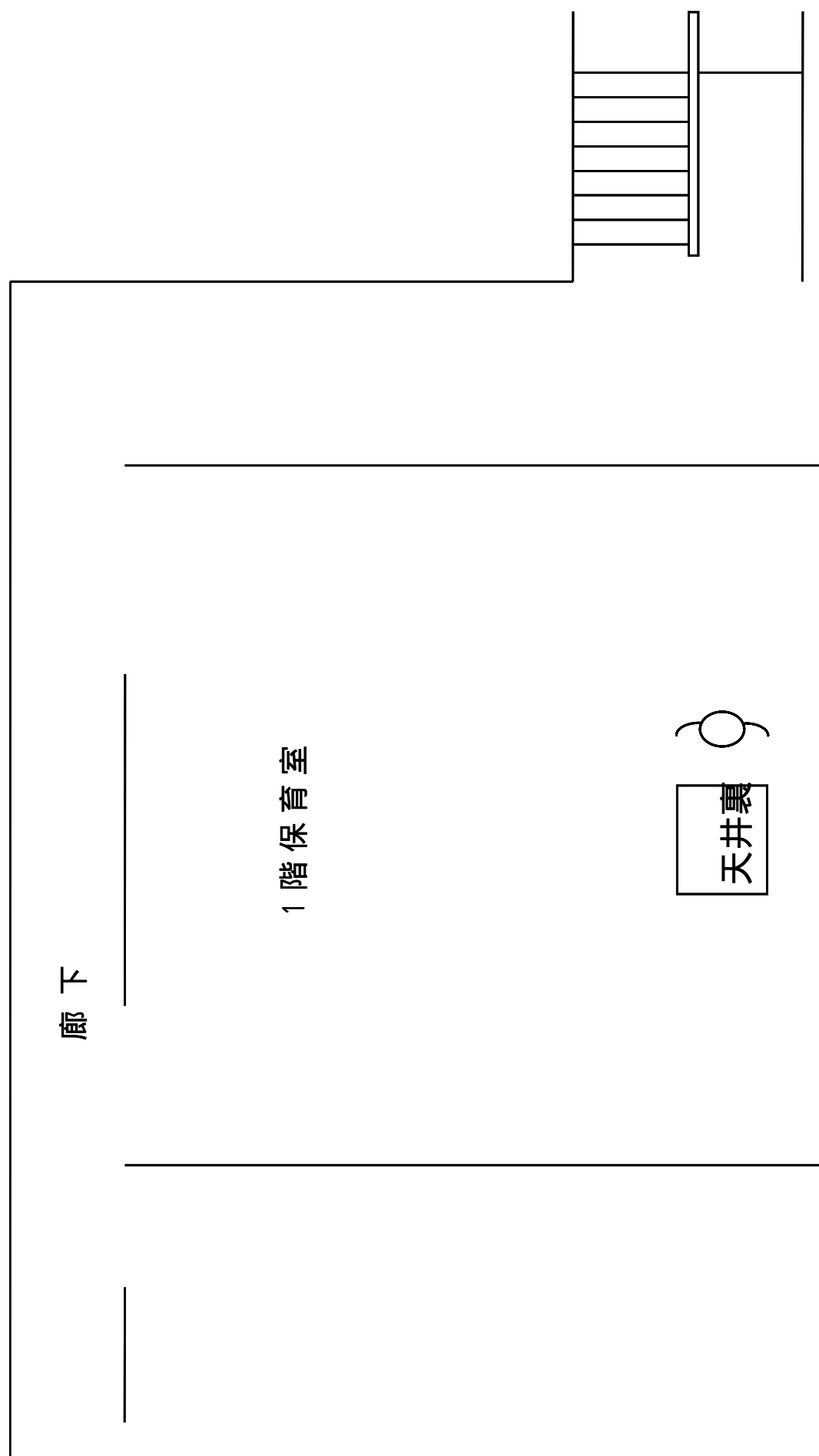
図表 2 - 1 4 1 階保育室天井裏掻き出し作業

	11月12日 16:00 ~ 17:00	
測定点	測定時間	アスベスト濃度 (f/cm ³)
	16:00 ~ 17:00	6.71
個人ばく露	15:57 ~ 16:12	31.92

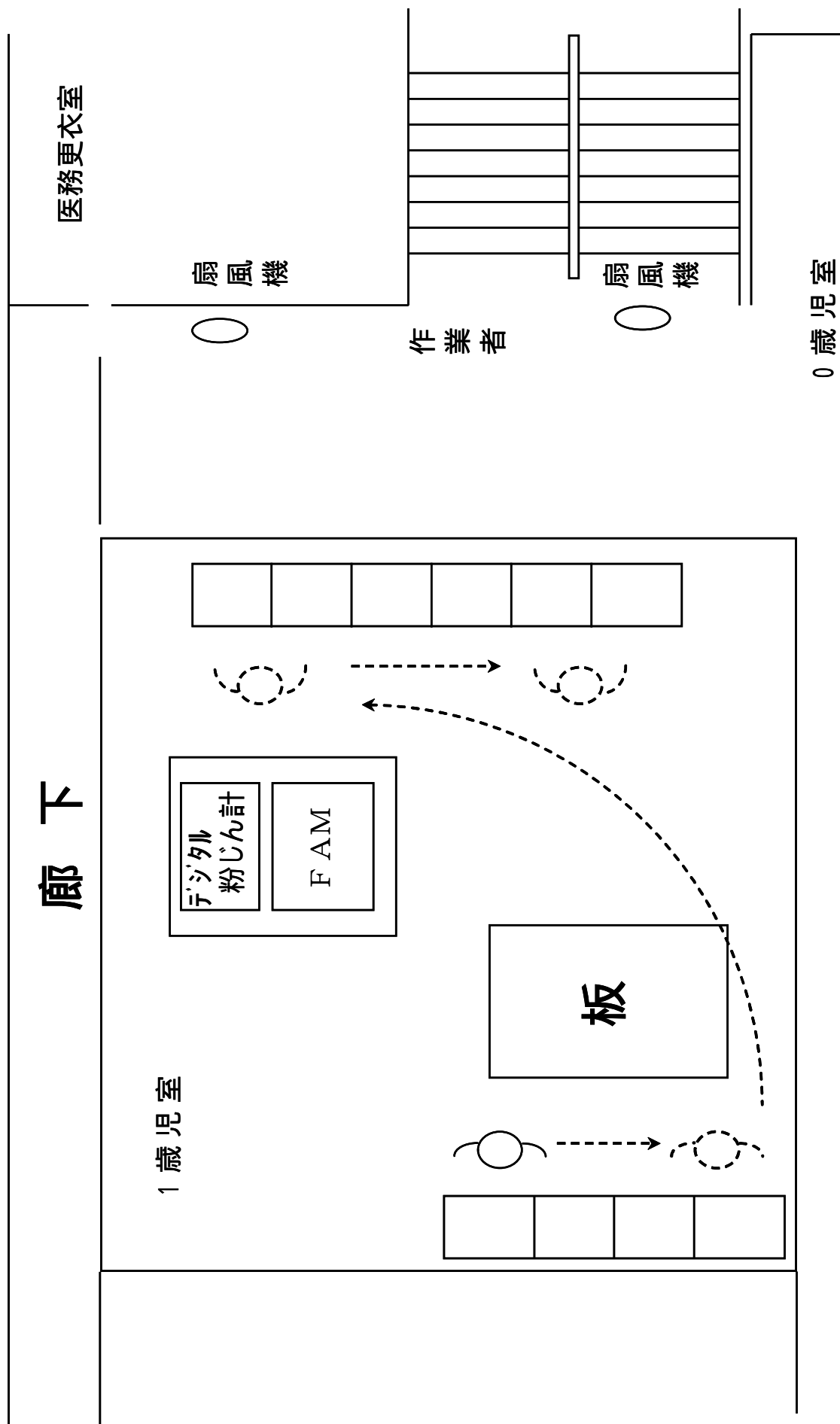
図表 2 - 1 5 溶接天井掻き落とし作業



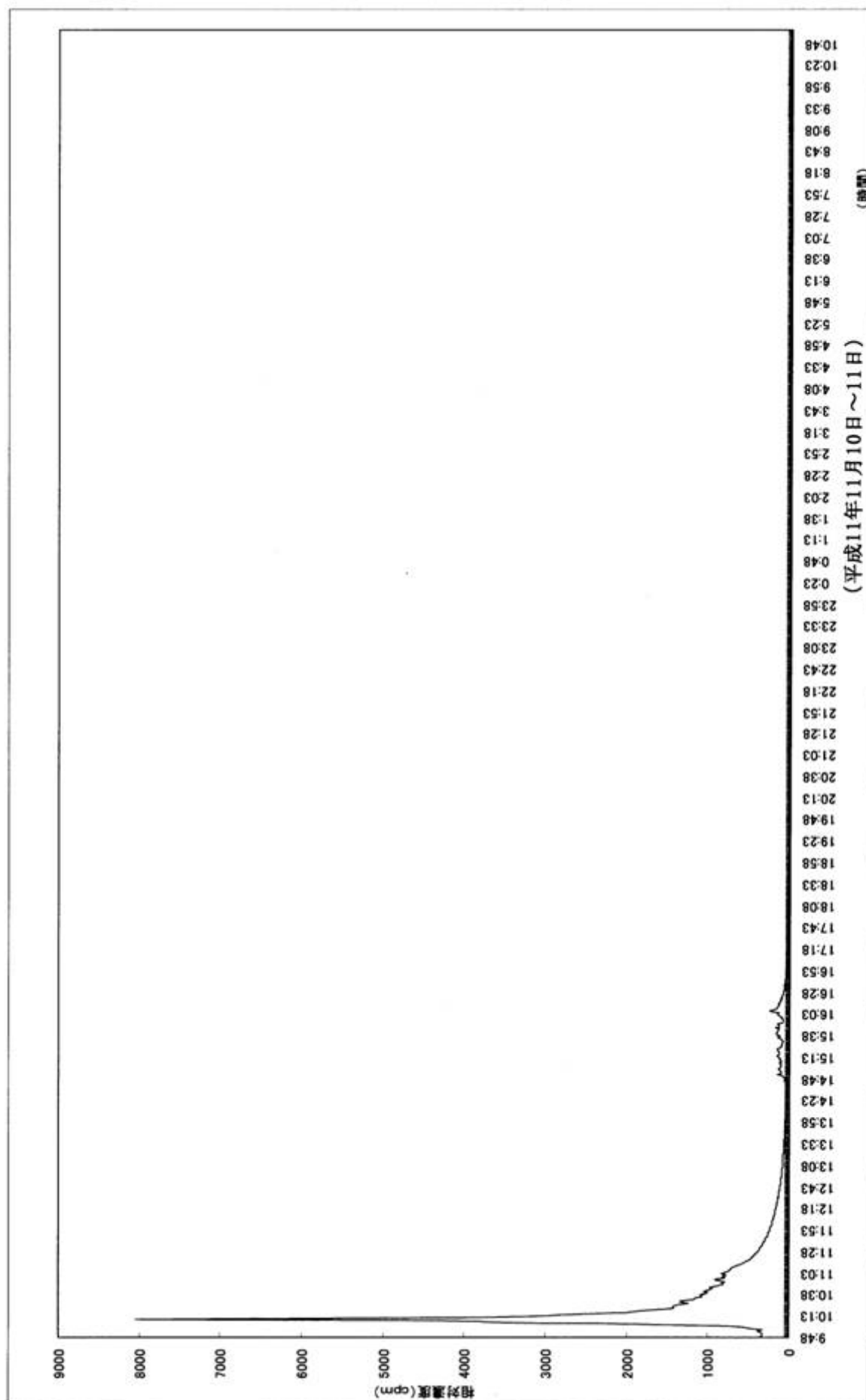
図表 2 - 1 6 壁ブロッカー撤去作業終了後の清掃作業の概要



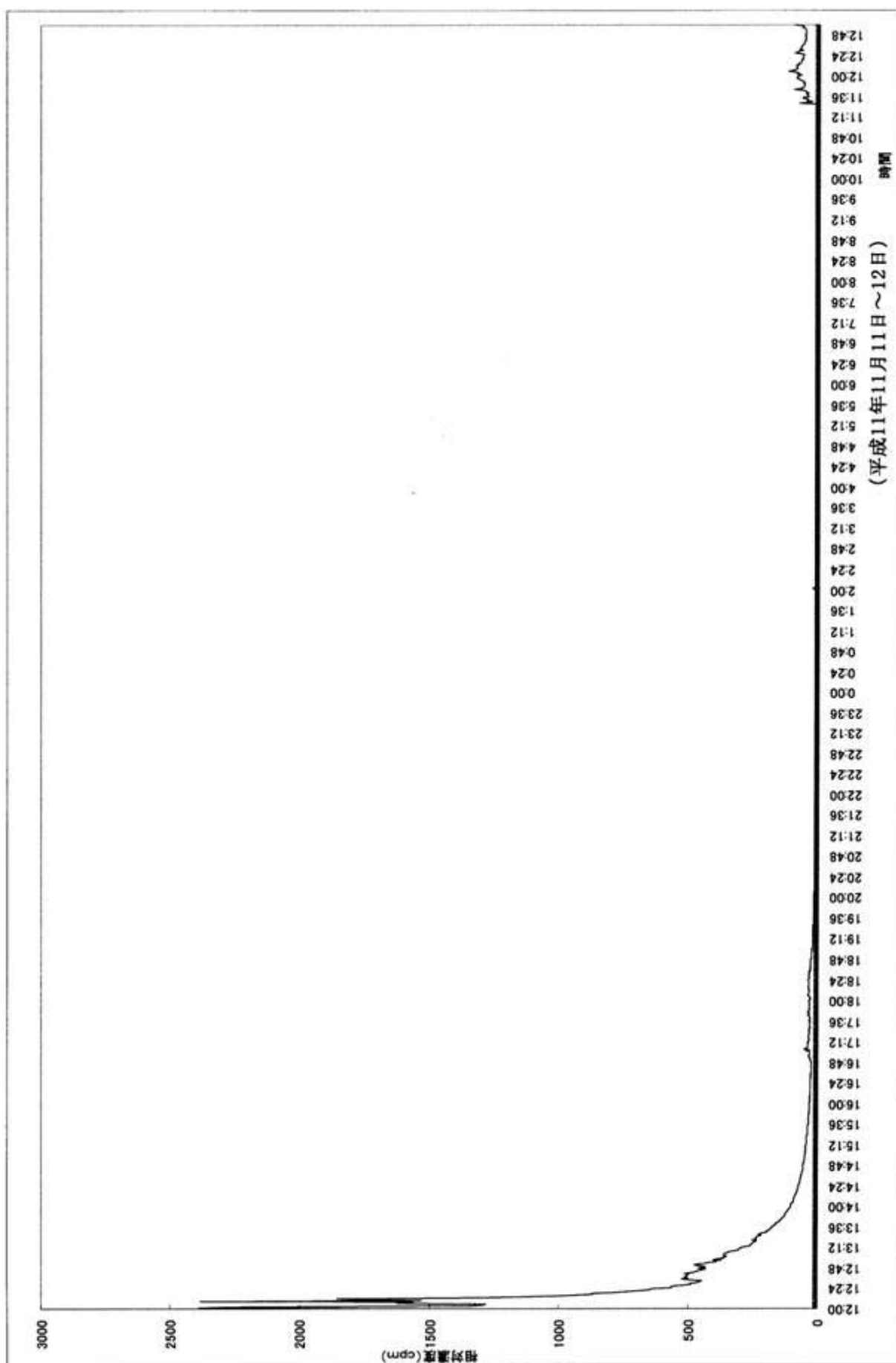
図表2 - 17 1階保育室天井裏掻き出し作業の概要



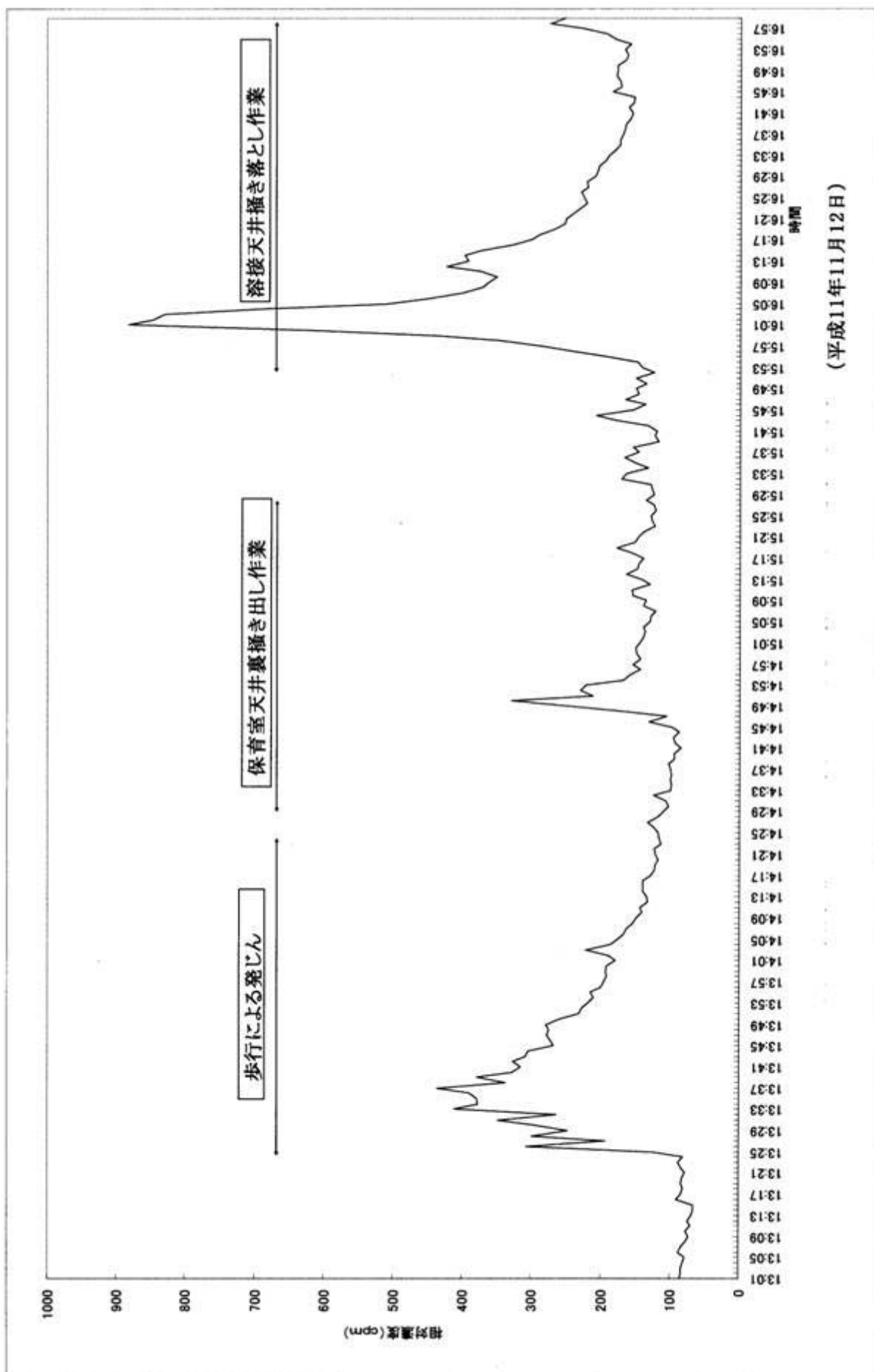
図表 2 - 1 8 溶接天井掻き落とし作業の概要



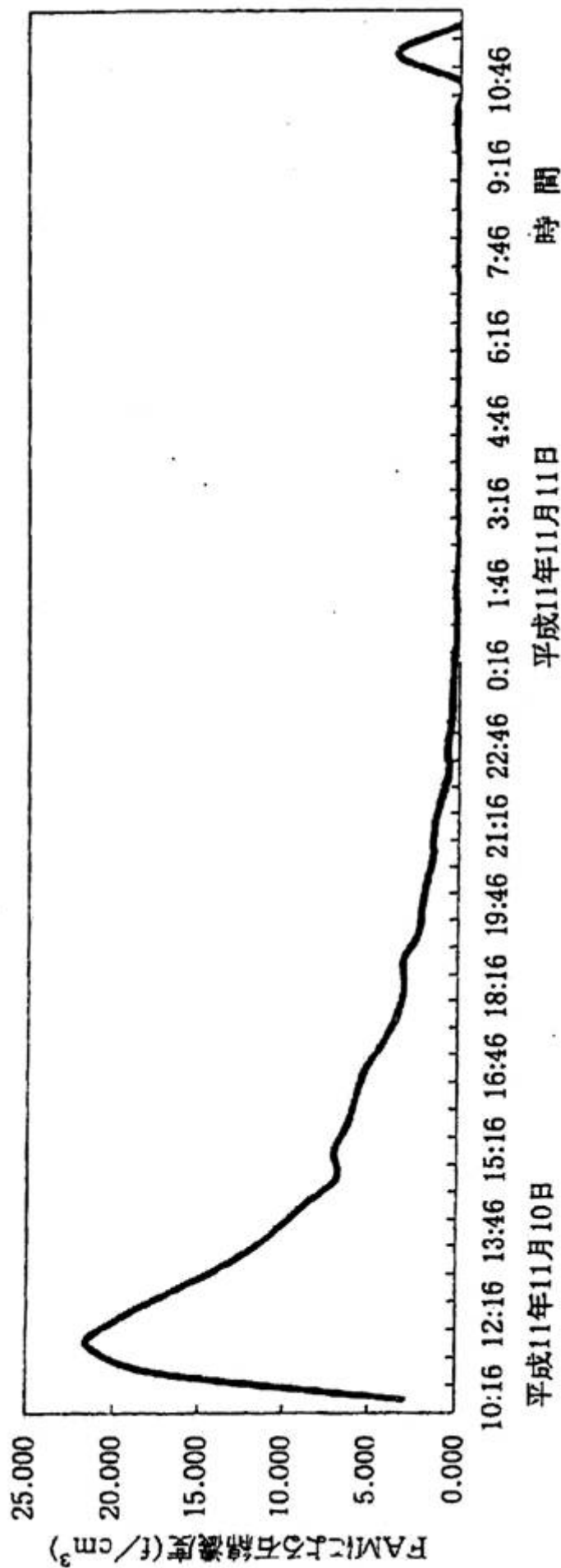
図表 2-19 壁ブロック撤去作業の粉じん計相対濃度の経時変化



図表 2-20 作業終了時の清掃作業の粉じん計相対濃度の経時変化

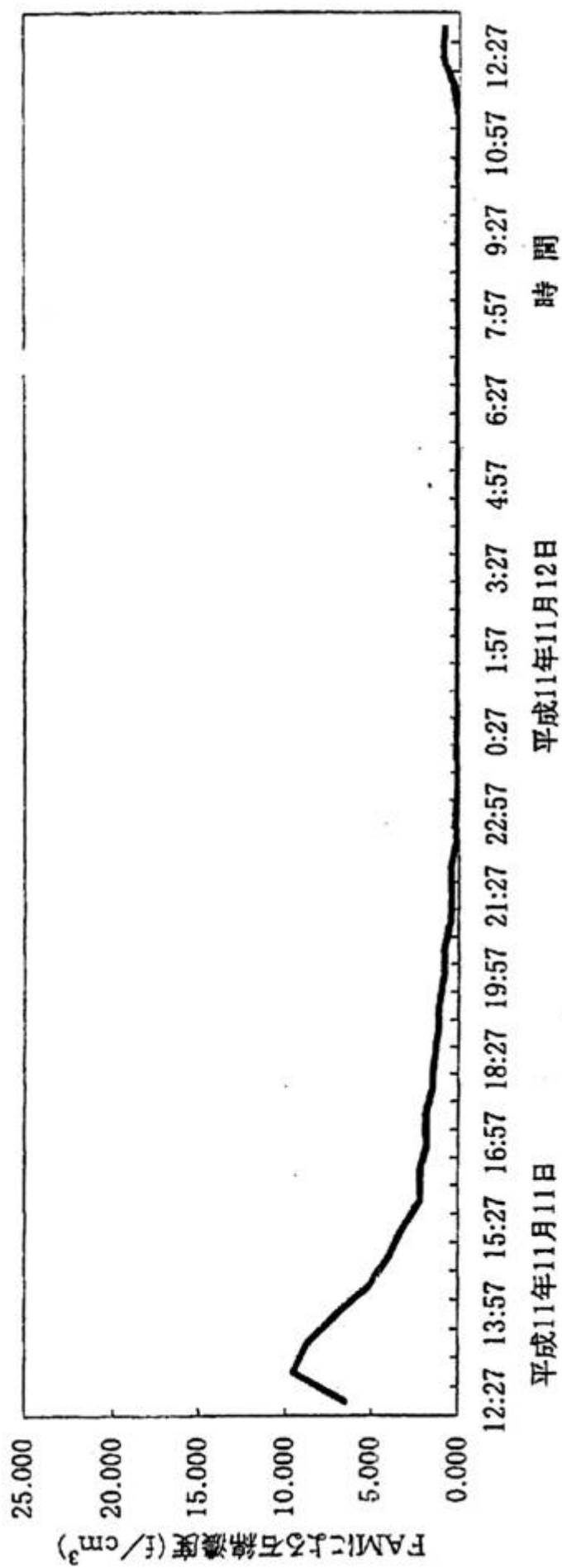


図表 2-2-1 歩行、溶接掻き落とし、天井裏掻き出し作業の粉じん計相対濃度の経時変化



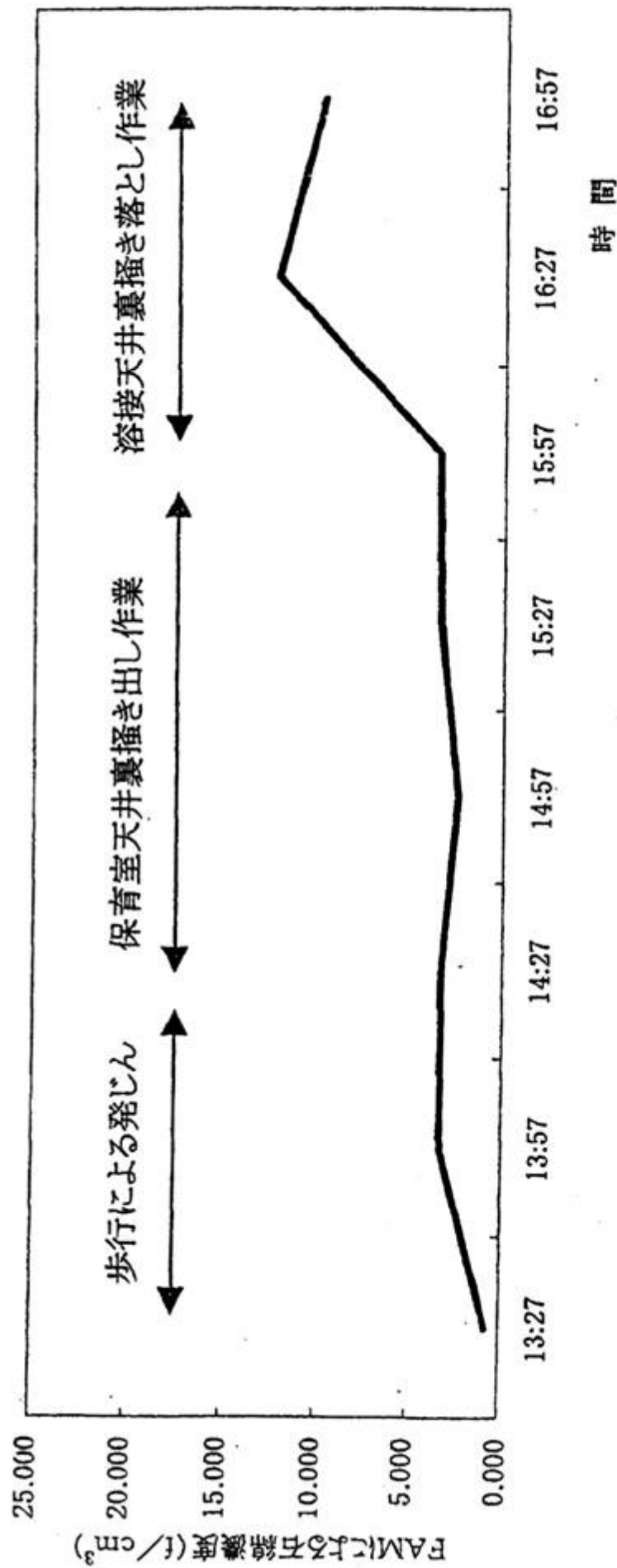
(平成11年11月10日～11日)

図表 2-2-2 壁ブロック撤去作業のアスベスト濃度の経時変化



(平成11年11月11日～12日)

図表 2-23 作業終了時の床掃除作業のアスベスト濃度の経時変化



(平成11年11月12日)

図表 2-24 歩行、溶接掻き落とし、天井裏掻き落とし作業の粉じんアスベスト濃度の経時変化

6 実際の飛散とシミュレーションの関係

(1) 建設でのアスベスト飛散濃度(文献的考察)

1) 文献的考察の意義

今回、シミュレーションが実施された一つの理由として、今回のばく露と同様の状況での報告がなく、文献からの濃度推定が直接には参考とされない予測があった。除去等で飛散した吹付けアスベスト濃度の報告の多くは、吹付けアスベストばく露が問題になってから測定が開始された経緯から、飛散防止剤や産業用掃除機の使用等の対策を行った上での濃度測定報告が殆どである事も一因である。しかし現在まで報告されてきた文献の濃度により今回のシミュレーション濃度がどう位置するのかを考察し、かつ時間の制約からも、シミュレーションが出来なかった作業のアスベスト濃度の推定は、文献的に補足する必要がある。

2) 方法

今回MEDLINEを用い、検索語は「ASBESTOS」、「CONSTRUCTION」とし1980年以降の文献を求めた。さらに、論文の参考文献から1980年以前の関連する論文を収集した。また、JICSTでも同様の検索語で1980年以降の文献を検索し補足した。

3) 結果

建設アスベスト文献一覧を図表2-56(p.120)に、文献一覧で得られた建設の様々な作業におけるアスベスト濃度を図表2-57(p.123)に示す。今回のシミュレーションの濃度に直接使用できるものは数少ない結果であったが、様々な作業での濃度の関係に関しては、有用な検討が可能であると考えられた。以下にその結果を概括する。

<1> 吹付けアスベスト除去濃度

ア) はじめに

アスベストの危険性が認識されたのは1900年代初頭に遡る。建設作業でのアスベストの危険性の認識が広がるのが遅れ、1940~60年代の吹付けアスベスト施工時の濃度の測定やその周囲での測定は殆ど行われていないようである。

1971年にK. P. S. Lumleyは、吹付けアスベストのある倉庫の様々な状態でのアスベスト濃度が、0.26~350f/mlであり健康上極めて有害である事を示した(文献1)。1972年にW. B. Reitzeらは吹付けアスベスト施工時近傍で数10~100f/ml、吹付け部から10.5m地点でも10f/mlの濃度を報告し(文献2)、イギリス労働省も1975年にアスベスト吹付け時の濃度を100f/ml以上と報告し(文献3)、吹付けアスベストは世界的に新規使用が禁止されるに到った。建築作業での吹付けアスベスト除去時のアスベスト濃度に関する詳細な報告を行ったのは、1977年のSawyer他(文献4)である。対策のない吹付けアスベストの除去時のアスベスト濃度は82.2f/mlであるのに対して、散水後の吹付けアスベスト除去時の濃度は23.1f/mlと低下し、飛散防止剤の散布後の濃度は8.1f/mlとなる事を示し、建築作業での吹付けアスベスト除去に際して十分な対策が必要であり、かつ有効である事を示し

た。

1987～1988年頃から日本での建設作業では初めて、飛散防止策を十分行ったアスベスト除去作業が行われるようになる。その後、アスベスト濃度が法的にも測定されるようになった経過もあり、飛散防止対策のない状態における吹付けアスベスト除去作業時の濃度の報告は、日本の公的な雑誌には全くといって良いほどないように思われる。対策が十分でなかった1980年代以前のアスベスト建材の切断時等の濃度については、木村が様々な建材で報告している（文献5）。

イ) 対策のない吹付けアスベスト除去時の濃度

Nam Won Paikらは乾燥状態での吹付けアスベスト（2～15%クリソタイルが10か所、2%アモサイトが1か所）を除去した際の79サンプルで、 $16.4 \pm 3.16 \text{ f/ml}$ の濃度を報告している（文献6）。Sawyerは厚さ1.2～2.5cmで広さ2.4m×3.6m（約103,680～216,000cm³）の15%クリソタイル吹付けアスベストを除去した際の濃度を82.2f/ml、厚さ1.2～2.5cmで広さ30cm×60cm（約3,600cm³）の吹付けアスベストを除去した際の濃度を17.1f/mlと報告しており、吸引時間は500～600分とされている（文献4）。共に明確な吸引時間は不明であるが、対策のない状態での吹付けアスベスト除去直後のピーク時濃度は、数十f/mlに達すると考えられている。

なお、散水後の吹付けアスベスト除去時の濃度及び飛散防止剤散布後の吹付けアスベスト除去時の濃度に関しては、今回のシミュレーション及び実際の日時におけるばく露に関係しないため省略するが、主に日本の文献を示した（文献7～13）。

< 2 > 掃除の際のアスベスト濃度

ア) アスベスト除去時の掃除の濃度

掃除作業が著しい濃度を示す事は、各文献がほぼ共通して報告するところである。

Sawyerらは飛散防止剤散布後の除去作業時の濃度（サンプル数13）が4.2f/mlで、その後の掃除の濃度（サンプル数10）が6.5f/mlである事を示している（文献4）。入江らも、吹付けアスベストの天井を5分間こすった際の濃度が2.1f/mlで、その翌日の3分間の掃除が6.5f/mlで乱し行為で最大であった事を報告している（文献14, 15）。酒井もクリソタイル吹付け除去時の濃度が1～52f/mlの際にクリーナーでの掃除において9.6～11f/mlとの結果を報告している（文献12）。吹付けアスベスト除去後の掃除による再飛散は、除去濃度を上回る場合が多い事が知られている。

イ) アスベスト含有建材作業後の掃除の濃度

吹付けアスベスト以外のアスベスト含有建材の場合でも、木村らがけい酸カルシウム板手動鋸切断時0.11～2.55f/mlの後の掃除が8.36～162.4f/mlである事を報告（文献5）、A. N. Rohlはクリソタイル含有5～12%の目地材のこすり作業が2.3～10f/mlの際の清掃後15分で41.4f/ml、30分後で26.4f/mlと報告（文献16～18）、Dave. K. Vermaもアスベスト粉末の混和や3～6%含有建材のこすり作業が0.9～

11.5f/mlの際の掃除（吸引時間14.2～20.7分）が12.1～19.6f/mlと報告（文献19）している。掃除作業はアスベスト含有建材作業時でも、作業以上の濃度である事が文献的考察から推測される。

ウ) 掃除の際の散水の効果

工事部の散水によるアスベスト飛散防止の効果は、保温剤をぬらしながら作業する場合では5分の1から20分の1という例もあるが（文献3）、吹付けアスベストの飛散防止を意識した散水程度では4分の1から5分の1である（文献3, 4, 25）。なお、散水時間の長さ等からアスベスト含有ボードでの散水による濃度の減少は2分の1から8分の1である（文献22）。飛散防止剤を使用しないでの乾燥状態の掃除は、26～41f/ml（文献16）アスベスト建材のこすり後の清掃でも12.1～19.6f/ml（文献19）と極めて高い。高度に劣化している吹付けアスベストの室で何もしない際の濃度が0.02f/mlでも、床に落ちたアスベストの掃除のみで1.6f/mlと報告されている（文献4）。除去時が113～123f/mlその後の掃除で293～569f/mlというデータも報告されている（文献11）。吹付け飛散防止剤処理後の清掃でも除去時の4.2f/mlより高い6.5f/ml（文献4）とされており、一般に除去作業より掃除の際の濃度が高い事は建築だけでなく造船でも報告例が多い。

< 3 > 吹付けアスベスト天井こすり時のアスベスト濃度

入江らは、ボールを天井にあてる行為の濃度が12～18f/l、棒で天井に衝撃を与える行為の濃度が14f/lであるのに対し、5分間箒で吹付けアスベストをこする作業を行うと2,100f/lと著しい高濃度となる事を報告した（文献14, 15）。アスベストの飛散には、接触した面積の多さが関係すると考えられる事から、こすり作業が高濃度となる事は十分予想される。石井らもボードからの飛散に際して切断面の多さと、飛散しやすい軽い「かさ比重」が関係する事を述べており、同様の結論と考えられる（文献20）。

吹付けアスベスト下の電気工作業は、Sawyerは電気工の作業で器具の取り付けに際し、1.1～7.7f/mlとしている（文献4）。この際はこすりだけでなく器具周囲の吹付けアスベストに一部接触し除去した可能性が高い。吹付けアスベストの天井に人は入らず天井で電線の通線作業のみ行った場合の濃度として、D. L. Keyesらは0.13～0.34f/mlと報告している（文献21）。Nam Won Paikは吹付けアスベスト下の電気工の改築作業は、 0.13 ± 3.23 f/mlと報告している（文献6）。大工作業はSawyer（文献4）、Nam Won Paik（文献6）が報告しているが、今回は省略する。吹付けアスベストのある天井内での水道工作業におけるアスベスト濃度の報告は、現在の所、見あたらない。

なお、こすりによる飛散に関しては、造船のアスベスト布に付着したヒュームの除去に際し数十f/mlという高濃度の測定結果が報告されており（Harries. et al 1971）、建築の吹付け以外のアスベスト製品でもこすり作業は5.3～10f/lや3.2～11.5f/lと高濃度の飛散となる事が報告されている（文献16, 19）。

< 4 > ボード

ア) 「飛散性のある」アスベスト含有ボード作業

吹付けアスベストと比較してアスベスト含有建材の飛散性は少ないと考えられているが、建材の施工や解体時の濃度は健康影響に無視できないものがある。電動丸鋸切断時の高濃度の報告が多数あるだけでなく、改築補修時の濃度も一定の濃度を示している。

本橋他は平成8年度の環境庁委託研究で、散水のない状態で、けいカル板1種、アスベスト含有耐火被覆板A2、アスベストけい酸カルシウム板第2種A、アスベスト含有耐火被覆板Bを2枚破砕した際の濃度を、3.94～5.86f/ml、22.85～31.67f/ml、4.12～6.76f/ml、27.25f/mlと報告した。ボードからの飛散はアスベスト含有率が24.2%と高いけいカル板1種が高い結果でなく、逆に含有率が12.3%と低いアスベスト含有耐火被覆板が高濃度であった。同時に、散水の効果で2分の1から8分の1程度の濃度の低下を報告している（文献22）。同様に石井らは、かさ比重の低いボードのアスベストが飛散しやすい特性である事を示している（文献20）。

イ) フレキシブルボード破壊時のアスベスト濃度

前川らは2分間散水後に29.42m²のフレキシブルボードをハンマーで破壊した際の濃度を0.09～0.229f/mlと報告している（文献23）。上田らはフレキシブルボード40×50cmを曲げ試験機を用いた折れ試験で58.07～195.06f/lの濃度を報告している（文献24）。石井らはフレキシブルボードのかさ比重は1.7g/cm³と高いため、かさ比重0.27～0.8のアスベストけい酸カルシウム板と比べ1枚のボード破砕によるアスベストの飛散は5分の1から10分の1程度である事を報告している（文献20）。

ウ) 岩綿吸音板のアスベスト濃度の推定

岩綿吸音板（ロックウール吸音板）は、JIS A6301で規格されているが、厚さは25～100mm、幅は455、500、605mm、長さは910、1000、1210mmとされている。他の繊維の含有率は明確な規格がなく、密度は1号が40～100、2号が101～160、3号が161～300Kg/m³（0.161～0.3g/cm³）であり、珪酸カルシウム板同様に低いかさ比重を示す。岩綿吸音板の破砕の際のアスベスト濃度を報告した例は、見あたらなかった。

エ) その他の含有建材破壊時のアスベスト濃度

今回には関係しないが、その他のアスベスト含有建材破壊時の濃度に関する文献を、参考に示した（文献25～35）。

< 5 > 歩行時のアスベスト濃度

ア) 床面堆積粉じんの再飛散の報告例

アスベストではないが、床面堆積粉じんの再飛散に関しては、入江、劉、辻本、中根らの研究が行われている。劉らは、床面全面でなく決められたタイルカーペ

ット上を10分間歩行した場合、「換気回数8.7回/時、混合係数0.67回、沈積率2.9回/時の条件で、5 μ m以上の粒子は歩行10分間でピークに達し、45分後にほぼ歩行前の濃度となる」事を報告した（堆積粒子の再飛散に関する研究：第13回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会論文集：1995年：pp. 107～110）。

その際、換気口で除去される粒子の測定から、歩行による再飛散量が 4.65×10^8 個/時で、換気による除去量は 4.11×10^8 個/時で、発生量の11.6%の 0.54×10^8 個/時が床面に再堆積したものと考えられている。

なお、歩行による発じん量は歩行状態により異なり、最も強く堆積じんをけちらす様にした場合と、極めて静かに堆積じんを床面に押しつける様にした場合で最大30倍の開きが生じるが、実際の歩行はこの間にある事、無換気室で堆積じんをけちらした場合は20時間後であっても発じん前のレベルに戻らない事が報告されている（入江建久他：室内再発じんについて その1 歩行による場合 日本建築学会論文報告集 p. 514、S 42年10月）。

堆積粉じん量と発じん量の関係について、辻本らは以下の様に報告している（辻本光代他、堆積じんの歩行による再発じん量の検討：大阪市立大学生活科学部紀要23：1975年、pp. 101～108）。コンクリート上でJIS8種の粉体が堆積している室を10分間くまなく歩行すると、

堆積量が0.08g/m²の際の発じん量を 10^7 個/分/歩行1人とする

堆積量が0.17g/m²の際 $5 \times 10^7 - 1.5 \times 10^8$ 個/分/歩行1人

堆積量が0.24g/m²の際 $3.5 \times 10^7 - 1.5 \times 10^8$ 個/分/歩行1人

堆積量が0.42g/m²の際 $0.5 \times 10^8 - 2.0 \times 10^8$ 個/分/歩行1人

堆積量が1.23g/m²の際 $5.0 \times 10^8 - 7.0 \times 10^8$ 個/分/歩行1人

と堆積粉じんの増加により歩行による再発じん量の増加を示し、

発じん量 $y = \exp(0.82 \ln \text{堆積量 } x + 20.3)$ (g/m²) としている。この研究は10分間の計測のため再堆積に要する時間と換気等を考慮する必要がある。堆積量がある程度把握できる際には、仮定する事も可能である式と思われた。

イ) 歩行時のアスベスト濃度

アスベスト濃度の歩行のみによる影響を取り上げた報告は少ないが、以下の内容が報告されている。入江らは1回の測定であるが、アスベスト濃度が一時2,100f/1となった室で、翌日10分間床全域を歩行した際のアスベスト濃度を乾燥時33f/1と報告している（文献14, 15）。高月らは、吹付けアスベストのある室の歩行による二次飛散前と後で1.1f/1が3.8f/1となる事を報告した（文献36）。

< 7 >でも述べるが、床からの再飛散に関しては純粋な歩行のみの報告は少なく、歩行を伴った日常活動による再飛散の報告が多い（文献1, 4）。入江は同部位の再飛散である掃除の際の濃度を6,500f/1と報告しており、様々な再飛散の中で歩行のみの再飛散の濃度は高いものではない。

厳密に言うならば、堆積量、歩行の仕方、換気回数、混合率、沈降に要する時間（再堆積量）等の複雑な要因があるため、歩行のシミュレーション濃度をどのように実際の濃度に生かすべきかは容易でなく、極めて多数の仮定が成立しうる。

< 6 > 工事中での個々の作業時の濃度と複合作業での濃度の推定

実際の作業では、板を床においたり、切断片を受けおろしたりという複合した作業が作業部で行われ、ボードに付着したり床に沈積したアスベストの再飛散等をおこすものであり、荷下ろしで5~15f/mlとの報告（文献3）もされている。シミュレーションはアスベストばく露作業のみ実施し、壁をハンマーで叩いてこわしたり、部品を床においたり動かしたりという作業は全く再現しておらず、工事中でのシミュレーションの濃度は実際の複合した作業の際の濃度と比べて過小のものである可能性が高い。ただし、複合作業の中で再発じん効果の高いとされるエアークリーン工具は今も使用されていない。どの程度過小かの推定は文献からは困難であった。

< 7 > 工事中以外の各室における静穏時と日常活動時のアスベスト濃度

室に人がいて活動する事で、気流を起こし沈降を妨げると共に床からの再飛散を生じさせる。アスベスト濃度が、人がいない静穏時と日常活動時でどのように異なるのかに関しては以下の報告がなされている。Sawyerらは静穏時0.02f/mlの大学の室（サンプル数15）で複数の人間が通常に動くとき0.2f/ml（サンプル数36）と約10倍になる事を報告している（文献4）。K. P. S. Lumleyらは吹付けアスベスト（クロシドライト）のある倉庫で静穏時0.26f/mlが50名の従業員が作業すると2.76f/ml、また、別の吹付けアスベスト（アモサイト）のある倉庫で静穏時1.9f/mlが箱を移動すると6.2f/mlと報告し、3.3~10倍程度の上昇を報告している（文献1）。入江は5分間のサイドステップを行い最初の日の14f/lが、吹付けこすり作業後の2日目では49f/lと3.5倍程度となる事を報告している（文献14, 15）。また、入江は剣道場で非使用時2.8f/lが稽古中には42.6f/lと15倍程度になる例を報告している（文献37, 38）。乳幼児の日常活動による報告例は当然であるが見あたらない。通常吹付けアスベストのある室の濃度は数十から数f/lである事が多い（文献39）。静穏時と日常活動時には、多くの論文が約3~10倍の濃度の違いを認めている。なお日常活動時の濃度には、複数者による歩行が含まれているものが多いと考えられるため、日常活動時の因子には歩行による再飛散が含有していると考えられる。

< 8 > 窓開けの影響

外気と閉鎖された建物内でのアスベスト濃度は、吹付けアスベストの飛散防止のチェックのために必ず測定されているが、アスベストの危険性が認識されて以降に測定が頻回に実施された経緯から、窓を開けた状態での報告例は極めて少ない。わずかに入江らが、状態の不良な吹付けアスベストのある室でアスベスト濃度を測定し、窓を閉めた状態では9.4f/l、窓を開けた状態で2.4f/lと報告している（文献37, 38）。外気でのアスベスト濃度は0.6f/lであり、窓開けのみでは室のアスベスト濃度は外気同様にはならない事を示している。この測定は換気の影響を考慮する際にも重要と思われる。

4) (1) のまとめ 文献的濃度からみたシミュレーション時の濃度の評価

以上により、文献的濃度の考察からシミュレーション時の濃度をまとめると、以下の様になる。

< 1 > 吹付けアスベスト除去時のシミュレーション濃度

ブロック除去時のピーク値は今回15f/ml、10時間加重平均で4.79f/mlとされている。シミュレーション値は文献で報告されている値と比べやや低めであるが文献的報告の範囲内であった（文献6）。

< 2 > 掃除のシミュレーション濃度

吹付けアスベスト除去直後の掃除のピーク濃度として文献で報告されている値と比べ、今回のシミュレーションのピーク値6.5f/mlは低めである。掃除のピーク濃度は、吹付け除去時のピーク値同等かそれ以上との文献的考察の点からも低めである。建材切断後の掃除のピーク値の点でも低い値であった。

< 3 > 歩行の濃度

吹付けアスベスト除去後に堆積アスベスト量が明確な状態で、純粹に歩行の影響を扱ったものが認められず、今回のシミュレーション時の濃度を評価する事は難しい。今回の濃度が貴重なデータであると考えられる。

< 4 > こすりの濃度

今回のシミュレーション値は判定困難とされているが、7f/ml以上と予想され、文献濃度の範囲内と考えられた。

< 5 > 複合作業の影響

一定の配慮が必要であるが、一定の値を仮定する事は困難であった。

< 6 > 工事部以外の場所での静穏時と日常生活時の差異

全体的に一定の値を乗ずる必要があると考えられた。

< 7 > その他の建材等の濃度

シミュレーション計画後に、委託研究等の情報が開示され、アスベスト含有建材も一定の濃度に達する事が明らかになった。

(2) 実際の飛散とシミュレーション (総論的検討)

本来シミュレーションは、実際の飛散の概要が判明した後に、実験の計画を立て施行するものである。アスベスト除去工事が始まる直前に本委員会が正式に発足するという日程的な制約の中、シミュレーションの計画も短期間で決定せざるをえず、さらに業者の聞き取りが終了し、実際の飛散が判明したのはシミュレーションの終了後であったという経過から、十分な実験計画が行えなかった制約がまずあった。そうした制限があったが、以下で実際の飛散とシミュレーションの総論的な検討を行う。

シミュレーション自体が実際の再現の一部である点から、1年半に及んだばく露部会では実際のばく露の仮定を巡って完全な合意には到らなかった。Ⅱ－2．7「ばく露と換気に関する基本事項」も、シミュレーション時の換気回数や当該類似の建物での換気回数では意見が一致したが、各室の実際の換気回数の差異では意見の一致を見なかった。その理由は、3) やⅡ－2．8－2で示している。

また、次の2点、「歩行の扱い」及び「シミュレーション対象とできなかった作業の外挿値の扱い」は意見が大きく分かれ、Ⅱ－2．8－1「各室のアスベスト濃度推定値 (Ⅰ)」とⅡ－2．8－2「各室のアスベスト濃度推定値 (Ⅱ)」として並記される事になった。8－1「各室のアスベスト濃度推定値 (Ⅰ)」は、歩行を省略し文献の値は極力用いず、アスベスト濃度推定値を算出した後に不確実係数を乗じる方法を採用している、8－2「各室のアスベスト濃度推定値 (Ⅱ)」は、歩行を仮定し文献の値も極力採用し外挿していく方法を採用している。

1) 除去量及び床の残存量と発じん量と濃度の関係の整理

実際のアスベスト除去量に関しては、Ⅱ－2．3で述べた様にアスベスト建材量を除きほぼ把握できたと考える。実際の作業の詳細と飛散の仕方はⅡ－2．2で述べた様に、作業時間の確定はできた。ブロック除去作業は除去量と時間と発じん量が確定し濃度との関係も一定の見解に達した。歩行作業も時間も明確で発じんの際の1時間値はシミュレーションから求められるが、実際の堆積粉じん量の点や歩行継続時の換算で多くの仮定が必要となる。掃除作業では作業時間は明確だが、掃除時点の床の残存量には不確さがあり、一定の仮定を想定せざるを得ない。こすり作業では除去量は明確であるが、作業の詳細で不明確さがあり発じん時間と発じん量で不明確さがある。一つの仮定毎に異なった意見が多くありえるため、仮定に基づく換算の結果には一定の幅が生じざるをえない。

2) 実際の発じんへの換算 (詳細は (3)、Ⅱ－2．7を参照)

工事当日は発じんが間歇的に繰り返し起きているため、発じんに要した時間は今回のシミュレーションとは異なる。除去量と除去時間が明確な場合、仮に除去回数が n 回として一定値が求められない場合でも、1回の除去による時間減衰を考慮した総ばく露量はほぼ同一になりうる (詳細はⅡ－2．7参照)。しかし除去量や残存量が不明

確であったり、粉じん作業時間等が不明確な場合、正確に今回のシミュレーションにおけるアスベスト濃度を工事当日の濃度に換算するためには、作業範囲や発じんに必要な時間を考慮した検討を行わなければならない。

ブロック除去作業は、除去量と発じん時間と発じん量が決まっているため、シミュレーションの1回限りのシミュレーションを用いても大きな変動はない。（詳細はⅡ－2．7参照）

清掃作業に関しても多くの意見が交わされたが、シミュレーションのデータを用いる方向となっている。（詳細はⅡ－2．8－1、8－2参照）

歩行作業は、シミュレーション結果を省略する方向のⅡ－2．8－1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」と、用いる方向のⅡ－2．8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」と並記されている。

こすり作業は、外挿値を用いるⅡ－2．8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」と、省略するⅡ－2．8－1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」となっている。

3) シミュレーション時と実際の工事時の換気回数（Ⅱ－2．7及び8－1参照）

換気に関しては、シミュレーション時の養生と負圧の時間や空気の短絡路の発生の程度等で議論となったが概ね合意が得られた。

一方、実際の日時では実測値がなく、建物の密閉度からの推測が行われた。その際に、名目換気回数と混合率を乗じた実質的な換気回数の設定、混合率は0.1から1以上とばらつくとの意見、工事室や0歳児のいた食事室は実際には締め切られており、窓が開けられる時間がなくシミュレーションとほぼ同等の換気回数であり窓や扉の開いた他の室と同一にはできない点で、ばく露部会の意見は一致をみなかった。

また、換気に関する式については、単室と外気との間のモデルの式を複数の室での汚染に際して本来適用できるのか、一様拡散していない時間帯に一様拡散後の式を用いて良いのか、計算の係数の方法、の3点でばく露部会の意見は一致を見なかった。

その結果、換気の式を用いて変換する仮定をとるⅡ－2．8－1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」と、換気の式を用いる変換はせずシミュレーション値をそのまま用いるⅡ－2．8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」の仮定が生じた。

換気回数を安全サイドに仮定しようとする点は双方同じであるが、大きな違いは2点あり、換気の式で変換する事の妥当性、実際にも閉じられていた室の換気回数はシミュレーション時と同一か否か、に関する意見の相異にある。

4) 静穏時と日常生活時の因子の調整

十分な議論がなされなかった事もあり、Ⅱ－2．8－1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」、Ⅱ－2．8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」、共にこの部分の扱いは明記されていない。

(3) 実際の飛散とシミュレーション(作業別・場所別の検討)

1) 実際の飛散とシミュレーション(ブロック除去時)

ヒアリングから実際の除去作業は4時間半、大ハンマー等で何百回叩いた結果の、アスベストとブロック粉じんの混合した飛散が想定される。シミュレーションは、アスベストのみの飛散を15分で再現しており、平成12年1月12日にビデオを見た監督者が「(実際は)こんなに多くない。」と証言された事は、首肯できる。しかし鉄骨部のアスベストはきれいに除去されており、方法の詳細は解体業者の再ヒアリングを行わないと判明しないが、最終的にシミュレーションと類似の作業も行ったと思われる。シミュレーションでのアスベスト除去は、一回の除去量が多く、回数では実際より少ない可能性が想定された。また、スコップ及び箒やヘラでのかき混ぜは、シミュレーションでは30回程度であり、ヒアリングに基づく実際の数時間の掃除や袋詰め回数に比し著しく少なく、短時間であることを考えると「多すぎる」との印象も妥当だが、実際の回数から考えると「少なすぎる」と考えられる。

以上から、一定の誤差をもつが、シミュレーションでの飛散は実際の飛散とほぼ類似であると考える事が妥当とばく露部会で一致をみた。

2) 実際の飛散とシミュレーション(掃除)

「実際の掃除の仕方は、シミュレーションと同様であった。」とビデオを見た業者が証言しており(平成12年1月12日ヒアリング)、シミュレーションは実際の掃除を再現したものと考えられる。残存量に関しては、「実際はシミュレーションより残存が少なかった」(1月12日ヒアリング)という意見があったが、平成11年10月16日や20日のヒアリングでは「かなりの残存」も証言されており、肉眼的残存量では各証言に矛盾が見られた。建築改築現場での経験から考え、「シミュレーション時の現場は産業用掃除機により徹底的に掃除された後の現場」であり、実際はシミュレーション時より残存していた疑いが高いと判断する。また、目に見えないで飛散する繊維が問題で、ビデオを見ての肉眼的な量からの判断は難しい。残存量に関しては、7月8～15日までには除去量の一定量が翌日までわずかな散水で床に残存、7月16～19日は除去量の相当量が床に残存すると同時に一日数回の散水でも粉じんがかなりあった状態(Ⅱ-2.2 参照)、7月20日以降では床の残存量は極めて少ないと推定する。

掃除の範囲の点では、実際の掃除は工事部全体を30分間で掃除したが、シミュレーションでは工事部の根太一列分を15分間で掃除した。本来された掃除の範囲の約10分の1であり、シミュレーションの濃度は文献的検討であきらかだが吹付けアスベスト除去後の掃除としては実際より過小である。しかし、当初は注意しないわずかの散水、後に注意を受けて散水をしながらの掃除で今回の散水は長時間の散水でなく、2分の1から4分の1程度の濃度軽減効果と思われる。掃除のシミュレーション値は、実際は範囲の点で少なく10倍、散水で4分の1と考えられ、現在の濃度の2.5倍程度の $6.50 \times 2.5 = 16.25 \text{ f/ml}$ との仮定も成立し、アスベスト除去の濃度 15.0 f/ml と同等かそれ以上という関係からもこの濃度は妥当である。

しかし、極力シミュレーション値を生かそうという点から、そのままの値を使用する仮定がばく露部会として有力となり、Ⅱ－２．８－１、８－２両ケースでシミュレーション値を使用している。

３）実際の飛散とシミュレーション（歩行による影響）

「実際の飛散」で述べた様に、事業者や保育者が7:30～19:30まで歩行を繰り返している。今回の歩行のシミュレーションは3名が現場を歩行するのみであったが、実際の作業現場は数名の作業者が歩行だけでなく機材をおいたり動かしたりしており、朝から歩行シミュレーションの状態が継続していると考えざるをえない。シミュレーションでは平成11年11月12日FAMの11:00～12:00の濃度が、1時間値で見ても12:00～13:00に準備で入った歩行で0.87f/mlとなり、歩行開始後の1時間値の13:27～14:27には1.58f/mlへと、さらに上昇している。この点もいくつかの論点が生じた。歩行は堆積粉じんの再飛散であるがシミュレーション時の堆積粉じんは吹付けアスベスト最大除去時の後の堆積量であり、長時間の歩行の継続時の濃度も不明であることからシミュレーション結果の使用に慎重である意見、一方歩行の因子はFAM濃度で見ても、より大きくかつ無視し得ない濃度であり、日常生活の再現という点でも使用するべきであるという意見である。

ばく露部会で一定の一致には達せず、前者は８－１「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」の仮定、後者は８－２「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」の仮定となっている。

４）実際の飛散とシミュレーション（「こすられた」吹付けアスベスト）

7月15日（木）の13－①及び7月16日（金）の9－①②及び7月17日（土）の10－①②及び7月19日（月）の8－①②が該当する。今回の結果は「判定困難」と粉じんが多すぎる結果であった。文献の濃度を考えると、シミュレーション時のフィルターを再希釈法で消化し濃度算定を行う事が本来は望ましい。

水道作業は、天井内に約2時間入り水道管周囲の吹付けアスベストに一部接触しながら作業をしたものと考えられる。吹付けアスベストに意図して接触したシミュレーション時の箒でのこすり作業と異なる面があるとの意見も確かであるが、水道管をはずす時間等最低でも10分間は吹付けアスベストと接触せずに作業を終了するのは困難であると考えられる。ばく露部会ではシミュレーションの際のこすり作業は、実際の作業と同等で今回の判断困難であった濃度測定結果を使用し8～10f/ml程度と推定する事が妥当との意見と実際の作業と相違するので仮定しないとの意見が分かれ、一定の見解に達しなかった。

今回、7月19日（月）の電気工の作業は、天井に入らない通線作業であったとされている。一方、照明器具周囲に除去されたと思われる箇所がある。以上から7月19日の電気工作業において、除去工事に追加して2階工事部において0.3f/ml程度のばく露があったと推定された。

不明のものは仮定すべきでないという意見と、かなりの濃度であり文献的なものからでも仮定すべきであるという意見があり、ばく露部会で一定の見解とはならなかった。それぞれ、8-1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」の仮定、8-2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」の仮定となっている。

5) シミュレーションの濃度の減衰の扱い（詳細は - 2 . 8 - 1、8 - 2 参照）

吹付けアスベストの減衰は、極めて長く数日に及ぶ事も知られている。今回のシミュレーションにおいても、掃除の影響は24時間を超し数日に渡る可能性が示されている。計算の複雑化を防ぐため、24時間で減衰をうち切る事が概ね妥当であり特に翌日ばく露のある際は妥当との意見が合意された。ただし、7月10日（土）に関しては除去量も多く、掃除の24時間以降の減衰値が7月12日（月）の朝に影響するため、7月12日朝までの減衰値を算定した値を用いる事でばく露部会の意見は一致した。

6) 1 歳児室

1 歳児室ではシミュレーションにおいて、④⑤の2点で測定を行った。園児がどちらに近かったのかの判断は困難なため、工事に近く濃度の高い④を1 歳児室の濃度と考える事で、ばく露部会の意見は一致した。

7) 2 歳児室

工部から10数メートルの地点にあるが、シミュレーションでは測定できなかった。最も近いベランダ⑨を2 歳児室の値とする事で、ばく露部会の意見は一致した。

8) 3 - 5 歳児室，ホール，厨房，事務室の扱い

シミュレーションにおいて、1階の代表値として⑪⑭を測定した。測定が少なかったため、過大評価の可能性もあるが玄関部の⑪の濃度を、3 - 5 歳児室やホール、厨房、事務室の濃度とする事で、ばく露部会の意見は一致した。

9) 1 階での飛散の扱い

シミュレーション計画後や実施後のヒアリングや現場調査で、1階におけるアスベスト除去工事が判明した。具体的には、7月15日（木）の13-①、7月16日（金）の9-①②、及び7月17日（土）10-①②及び7月19日（月）の8-①②であるが、そのため1階でのアスベスト除去工事が園内の他の箇所にもどの様に影響するのかのシミュレーションを実施できなかった。

1階と2階はほぼ同一の構造であり、13-①及び9-①②及び8-①②は0 歳児室②に、10-①②は0 歳児室①に相当する位置にあり、2階でのアスベスト飛散の測定値が応用しやすい関係にある。窓や扉の開閉や仮囲い等同一とは考えられない面もあるが、玄関部の工事が⑭や⑩や4 - 5 歳児室に与えた影響は、2階の工事が⑥や③や1 - 2 歳児室に与えた影響と類似する点があるからである。想定しなかった「1階での飛

散」に関しては、データの統一性も考慮し今回のシミュレーション結果の応用を考え、算定する事が平成12年2月29日のばく露部会で決定された。

10) プールの濃度の扱い

3階の屋上部分でも時々準備体操を行い、3階の踊り場周辺にタオル等を置き、踊り場部分を通り、プールに入っているとされている。3階の踊り場部分は工事の影響を受けていたが、屋上部分やプールは屋外であり、アスベストは概ね大気中に速やかに拡散し、大気中濃度に近かったものと想定される。ただし、プールでも踊り場部分の近くでは、大気中濃度以上の濃度であったと思われる。

平成11年11月4日、平成12年3月15日ヒアリングにおいて、3階の踊り場部分は7月26日以降まで囲いや十分な目張りとなっておらず、屋上に通じるドアがほぼ常時開放されていた事が明らかとなっている。工事部の2階が極力窓を閉めていた事から、実際には3階は「煙突的役割」を果たし、シミュレーションによる測定点⑩より高い濃度であった可能性も十分ありうる。この点に関しては、今後ガス等での検討が行われれば、より明確になると思われる。11月4日のヒアリングにおいても、「約5分間滞在した」とされている。実際にはこの時間より短い者もあったと思われるが、当日の位置等により長かった者の可能性もあり、プールに入った園児及び保育者は、シミュレーションによる測定点⑩の濃度に等しく5分間ばく露したと仮定する事が妥当とばく露部会の意見は一致した。

11) ベランダの濃度の扱い

大気中に接している場所であり、実際は今回のシミュレーションでの⑧⑨の測定値よりかなり低いものであると考えられる。粉じん発生源が室内にある場合、近接するベランダでの濃度を測定した他のデータがあれば、それを参考として今回のシミュレーション値を下方に修正した値を用いるのが妥当であろうが、現在の所見あたらない。園庭に近いやや高い値として、隣接する室内濃度が1.0f/mlを超える時間帯は20f/lの暫定値を仮定するとの意見があり有力な反論意見もない一方、ばく露部会としての明確な結論には到らなかった。

12) 園庭濃度の扱い

今回の工事部のアスベストの濃度は、10数f/mlから0.5f/mlであり、以前の十分管理されていないアスベスト工場での室内濃度にほぼ匹敵し、周囲の大気への飛散が懸念される濃度である。シミュレーションでは園庭での濃度は養生を完全に行っているため得られなかったもので、吹付けアスベスト除去時や建設工事周囲の既存の測定値を外挿する必要がある。

ビル解体時の吹付けアスベストの周囲への飛散のデータは複数知られるが、東京都の調査ではビルの9階での吹付けアスベスト解体時に、同ビル敷地内で74.59f/lで、敷地内から30m離れたビルの10階でも15.48f/lと約5分の1の濃度であった事を報告し

ている（アスベスト排出抑制マニュアルpp. 116～118）。また、建設工事周辺のアスベスト濃度として、10.0～49.9f/lの結果が報告されている（アスベスト排出抑制マニュアルp. 93）。

今回も室内濃度が1f/mlを超した時間に関して、平均して園庭でも10f/lの濃度であった可能性を仮定しておく意見もだされたが、リスクに大きく影響を与えないので省略すべきとの意見もあり、ばく露部会として一定の結論に到らなかった。

1 3) 吹付け以外の建材からのアスベスト飛散の扱い

7月7日（水）のボードを壊した際の岩綿吸音板（4%アスベスト含有 H11.8.20都市計画部営繕課資料）切断と、天井仕上り材上にわずかに堆積した吹付けアスベストの飛散及び7月9日（金）のフレキシブルボードの撤去と切断作業は、現在までの知見からリスク評価のオーダーに、吹付けアスベスト程影響が少なく、シミュレーションの時間的制約から対象としなかった。しかし、その後ボードに関しては無視できない高値を示す委託研究報告等の文献（文献22, 23）が明らかになり、リスク評価に際しそうした値を考慮すべきとの意見が提出された。

その意見によると、今回のフレキシブルボードのアスベスト含有率と成分は直接測定されていないが、1970年代製品でクリソタイルを15～25%含有していたと想定される。7月9日（金）2階調乳室と浴室天井で約10m²（4×2.6＝10.4m²）を手や足で乾燥状態で割ったと報告されている。散水のない状態でのフレキシブル板の解体時の濃度は残念ながら不明であったが、前川らのハンマーによる破壊に近い行為（文献23）が行われ、散水の効果は2分の1から8分の1程度である事、石井らのかさ比重の検討から、乾燥時のフレキシブル板の破砕は、0.2～0.5f/ml程度と推定された。

7月7日（水）2階0歳児室で5×6m＋7×9.5m－4×2.6m＝86.1m²相当の、7月19日（月）1階医務室で4×2.6m＋1階玄関0.9×2m＝12.2m²の岩綿吸音板をバールで取り外し、下地はドライバーで外したとされる。バールでとる作業は破砕と同等の作業と予想され、岩綿吸音板のアスベスト濃度は4%であったとされている。岩綿吸音板自体を用いた測定結果がないため、比重の近い散水のない状態のけい酸カルシウム板の破砕3.94～6.78f/ml（文献22）と同等の結果を示すと仮定する事が必要と推定される。

以上の仮定の使用に関しては、使用すべき意見と外挿をすべきでない意見があり、一定の結論には到らなかった。8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」では、以上の外挿値が用いられている。

1 4) 実際の飛散とシミュレーション（静穏時と日常活動時の濃度の差異）

シミュレーション時は測定関係者2～3名が極力静かに近づいた以外は、工事部以外の各室は静穏な状態にあった。一方、実際の保育時に際しては、0－1歳児はベッド上か保育者に抱かれている事も多かったと思われるが、1－2歳児以上では子ども達が駆け回ったり這ったりおもちゃで遊んだりしていたものと思われる。また、

午睡の前後には布団の上げ下ろし等、床の堆積粉じんの再飛散の行為もあったと思われるため、全日を通じて静穏でない日常活動時の濃度を考える必要がある。工事部以外の各室は、静穏時のシミュレーション濃度結果を実際の日常活動時の濃度に変換するにあたり、文献で認められるように3～10倍程度を乗じる必要があると考えられる。この点に関して、省略する仮定の場合は後に一定の安全係数を考慮する必要がある。8－1「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）」は日常生活時の濃度の仮定は省略、8－2「各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）」も歩行以外の日常生活部分の仮定が困難である事もあり歩行の濃度のみの仮定である。

15) 今回の作業によるものであるのか確定ができなかった部分の扱い

7月19日（月）の8－②及び11－①②③及び12－①が該当する。今回ではないとの意見と今回の疑いが否定できないとの意見があり、結論に到らなかった。この作業は今回のリスクには用いないが、以前の工事においてのばく露も疑われ以前の園児に対する考慮も必要である。

7 ばく露と換気に関する基本事項

(1) ばく露時間とばく露量の関係

シミュレーションにおいて最も問題となるのは、得られた結果が実際のものをどの程度忠実に反映しているかの確実性の問題である。

シミュレーション実験の諸種の制約の中で、あるアスベスト発じん行為の質と量とが正確に反復されることは不可能であること、また、発じんしたアスベストのばく露量（飛散状況、減衰状況から決まる）を正確に再現することが困難であることは最も遺憾な点である。しかしながら、何回か反復された実際の発じん行為をシミュレーション実験において1回ないし短時間行為として集約させた場合に、ばく露量として大きな差があるのではないかと疑念について検討しておくことは重要である。

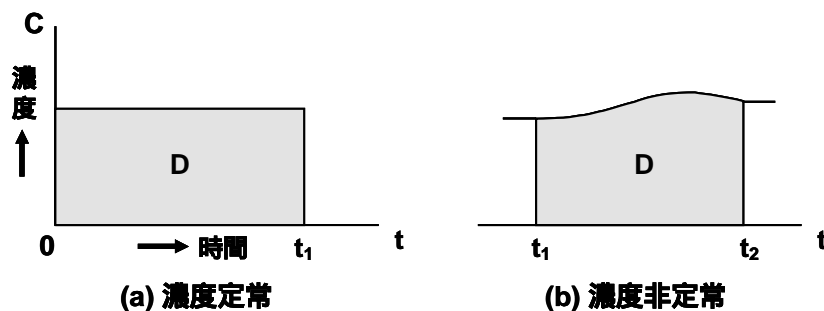
以下、数回（n回）の発じん行為を1回に集中させた場合の、ばく露量の相違を検討する。

1) 基本的な前提事項について（図表2 - 25 (a), (b) 参照）

ばく露量（D）＝濃度（C）×時間（t）・・・・(1)

濃度の変動する場合(b)は時間積分値となる。

注：この関係は、走行距離＝時速×時間に置き換えるとわかりやすい。

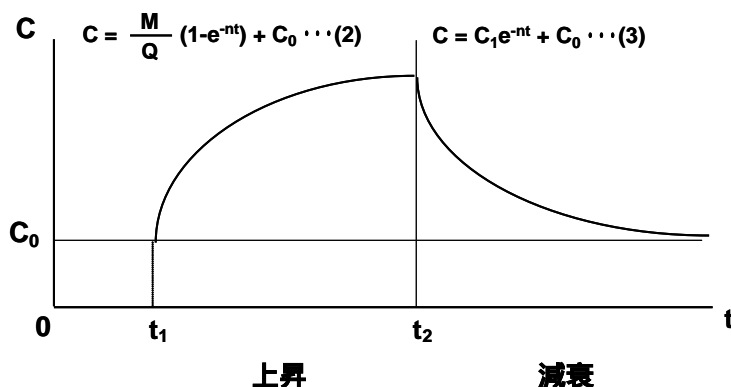


図表2 - 25 ばく露量

2) 発じん作業による濃度増加と減衰の関係（図表2 - 26）

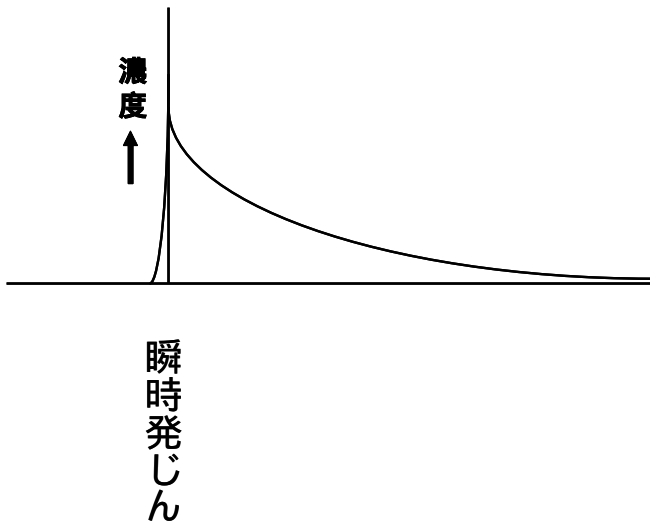
一般的に発じん作業があると濃度は(2)式のように指数関数的に上昇し、作業が止むと(3)式のように指数関数的に減衰する。

ただし、発じんは作業中定常的に行われ、発生した粉じんは瞬時に一様に拡散するものとし、換気量は一定とする。



図表2 - 26 濃度構成モデル

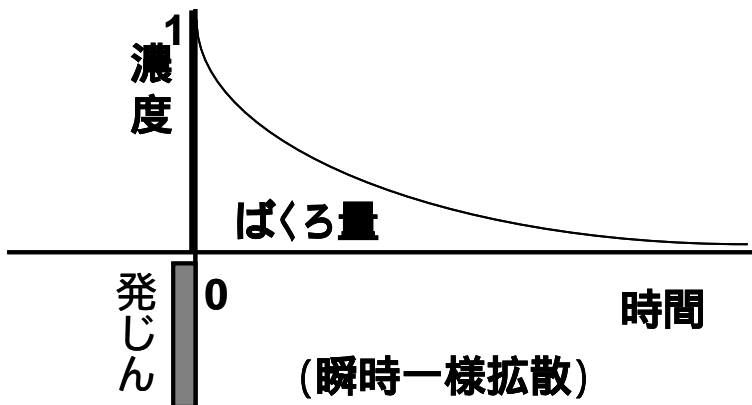
以下、考察を簡易化させるため発じん作業が瞬時に行われた場合を考える（図表 2 - 27：濃度 上昇曲線の直線近似）。



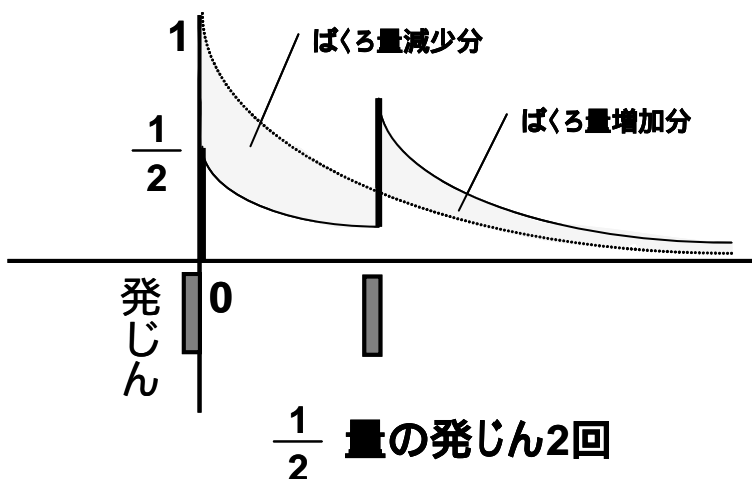
図表 2 - 27 瞬時発塵・一様拡散モデル

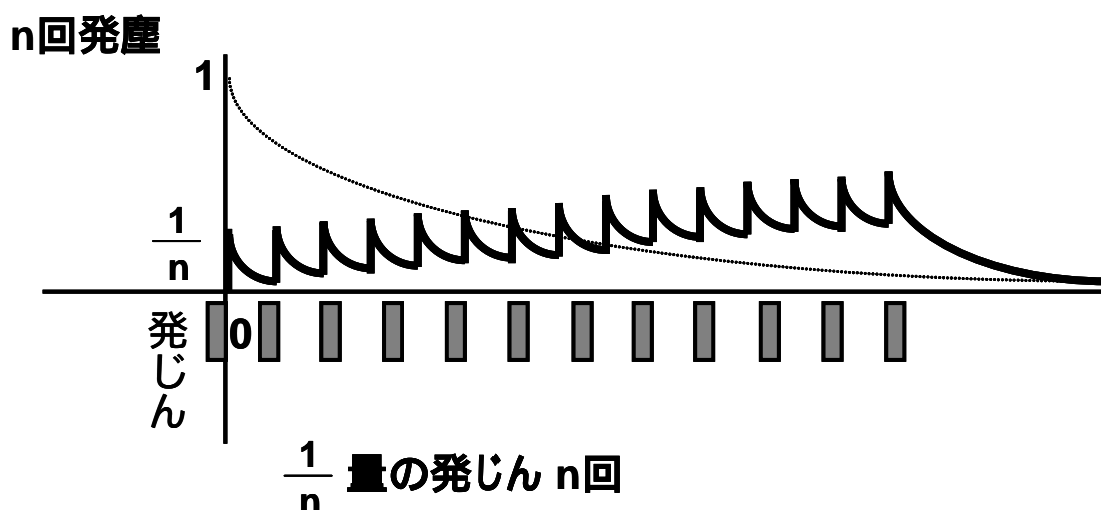
3) 発じん作業を分割した場合のばく露量の考察（図表 2 - 28 , , ）

1回発塵



2回発塵





図表 2 - 2 8 分割発塵・拡散モデル

詳細な数式比較は省略するが、図表 2 - 2 8 における①と②の比較で、ばく露量の減少分と増加分はコンパラブル（ほぼ同量）であることが知れる。同様に①と③の比較でも分かるように、理論的には n を無限大とした場合には、減少分と増加分は同値となることが証明される。一般にこの種のシミュレーション実験において、同種の発じん作業について発じん（作業）の総量が不変であれば、何回に分けても（1回でも）ばく露量としては大差ないものとして差し支えない。^{*補註}

したがって、1日の中での連続作業、あるいは複数日にわたる繰り返し作業でも、それら作業による総発じん量・被ばく量の把握のためには、シミュレーション実験においては、それぞれ単位作業量を確定した上で、それぞれ1回ないし数回の発じん実験を行い、それによる濃度拡散・減衰状況から被ばく量算定のための基本的データを得ればよいことが分る。

*補註

具体的な数値を与えた場合のばく露量 D について検討すると以下ようになる。

図表 2 - 2 8 において

$C = C_0 e^{-nt}$ (C は濃度、 C_0 は初期濃度として単位 1、 t は時間、この式の n は換気回数を示す。)

とすれば、 $t = (\infty)$ までのばく露量 D は 1 となるが、ばく露時間を 8 時間と限定し、 $n = 0.32$ (回/時) と設定したとき、 $D_1 = 0.923$ となる。

図表 2 - 2 8 において、 $1/2$ 量の発じんを初回と 4 時間後に行い、8 時間後までのばく露量を算定すれば $D_2 = 0.823$ となる。

同様に において 8 時間をそれぞれ均等に分割して $1/4$ 量 4 回、 $1/8$ 量 8 回、 $1/16$ 量 16 回の発じんを行えば、それぞれ $D_4 = 0.743$ 、 $D_8 = 0.693$ 、 $D_{16} = 0.667$ を得、有限の時間内では、分割回数が増すほどばく露量は低減傾向を見せる。

逆にいえば現場での頻回の発じんの総量をシミュレーション時にまとめて試行したとすれば、実際には有限時間内の D_1 は、 D_n の 1 ~ 4 割程度過大に (安全側に) 評価していることが分る。

(2) 建物の換気性能と自然換気

1) 濃度構成の基本

ばく露量算定の基本的データとなるものは、汚染濃度（ばく露時間）である。

一般的に、単位時間あたりの汚染発生量、換気量をそれぞれ M 、 Q ；汚染濃度を C とすると、定常状態では、

$$C = M / Q \cdots \cdots (4)$$

と表すことが出来る。

また、換気回数 n は換気量 Q と室の気積（空気量） V との比であることから、次の(5)、(6)式を得る。

$$n = Q / V \cdots \cdots (5)$$

$$C = M / (n V) \cdots \cdots (6)$$

汚染がアスベストである場合は、発生量 M の単位として f (本)/時、濃度 C の単位として f (本)/ m^3 （又は f /リットル）、換気量 Q の単位として、 m^3 /時が用いられる。また、 n の単位は回/時、 V は m^3 である。

濃度は発生量に比例し、換気量（又は換気回数）に反比例する。これが濃度構成の基本である。

したがって、発生量とともに、換気量を正確に把握することが、ばく露濃度、ばく露量の確定のための絶対的条件となる。

2) 自然換気

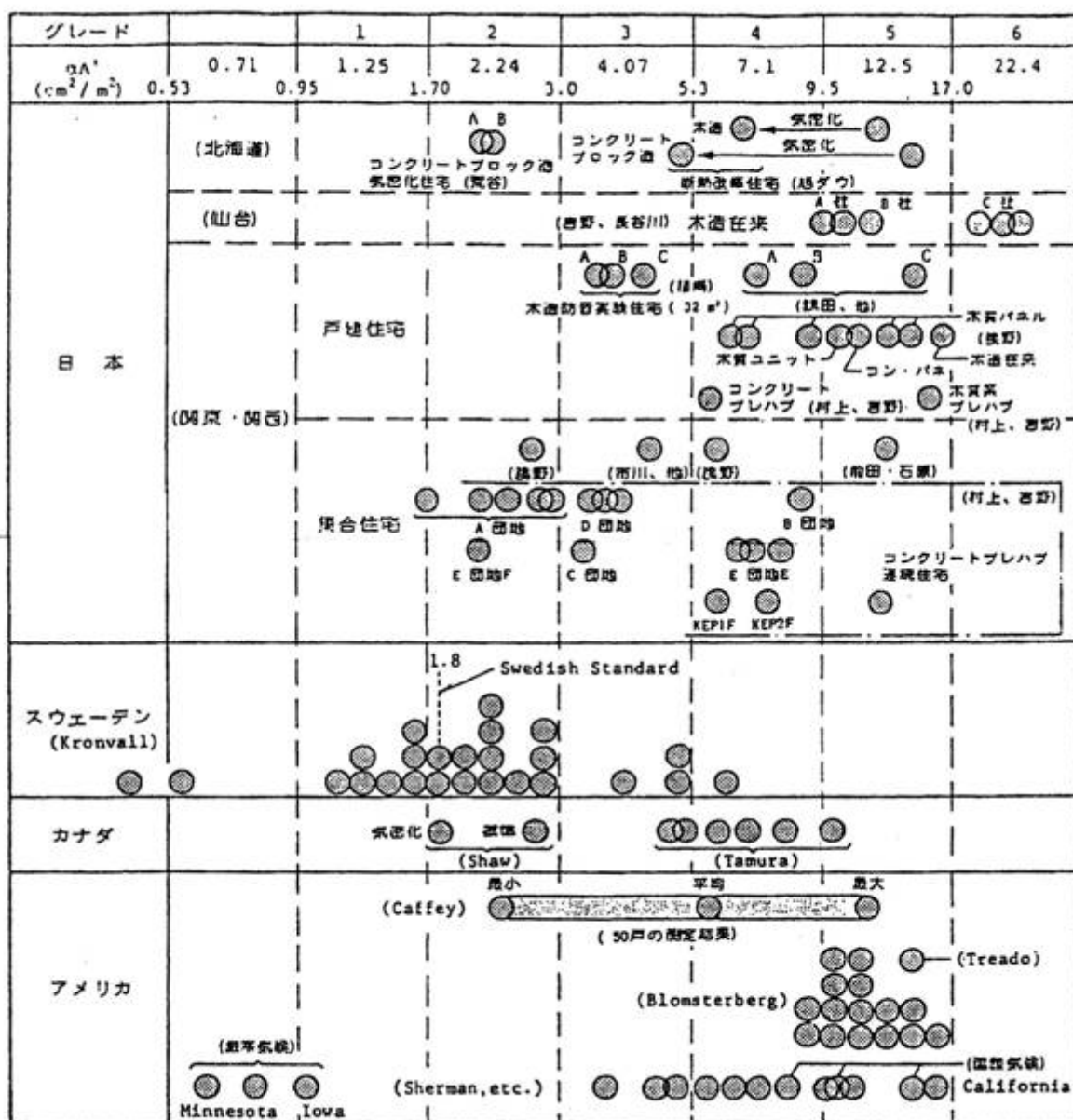
換気は空調設備による機械換気と機械によらない自然換気とに分類されるが、当該保育園は自然換気によるものであったので、これについて検討する。

自然換気は外部風による風力換気、室内外温度差による温度差換気（又は重力換気）とからなる。

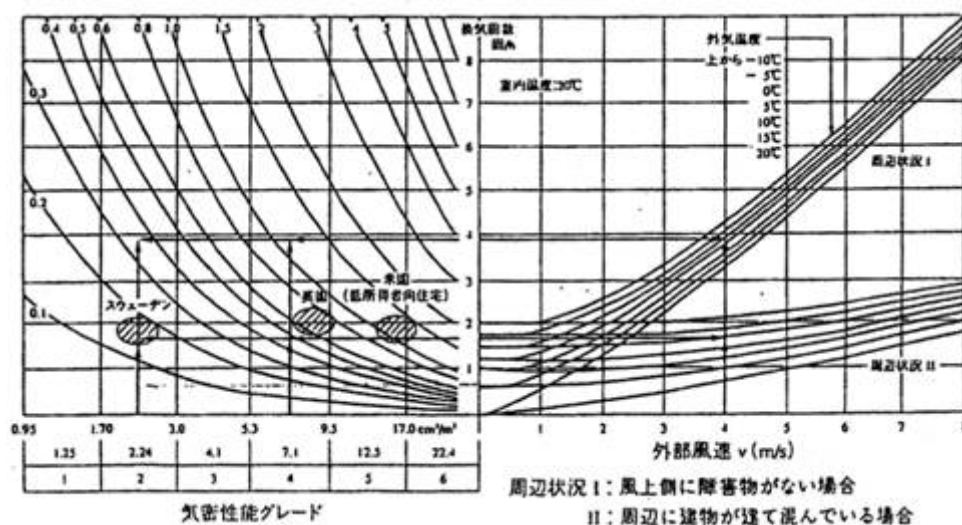
自然換気による換気量は、理論的には外部風速及び室内外温度差にもとづく圧力差と開口部形状から与えられる数値の関数として求めることが可能とされているが、実際には数多くの建物側の諸条件や風向、風速等の気象変動要素が折り重なって、厳密な解を得ることは困難である。実質的には、現場の実測、それが困難な場合には類似の条件に相当する実測例から概算することが一般に行われる。

アルミサッシの普及を始め、建築構造の気密化が一般化し、現今の建築物はきわめて広い範囲の換気回数の分布を示している。吉野(1983)は国の内外の住宅について気密性能の調査をまとめ、7段階にグレード化した（図表 2－29）。さらに、外部風速、立地条件等を加味し、意識的な窓開け換気は行われていない条件下での換気回数を推定するグラフを提示している。その一例として図表 2－30を示す。

当該保育園の気密性能は、吉野の実地検分によればグレードは5、相当開口面積（ αA ）は $10cm^2/m^2$ と推定されるという。図表 2－30の利用については3）＜4＞で言及する。



図表 2 - 2 7 住宅の気密グレード表



図表 2 - 2 8 気密性能と換気回数の関係

3) シミュレーション実験における濃度減衰

< 1 > 定点における濃度減衰

全館養生シート被覆下の当該保育園におけるシミュレーション本実験時の、アスベスト及び一般粉じんの濃度連続測定器による濃度減衰状況並びに追加実験時の、トレーサーとしての SF_6 の1時間毎の濃度減衰状況から得られた「見かけの換気回数」は、定点（発じん室測定点①）において、それぞれ約0.3回/時(FAMによるアスベスト濃度より)、0.46回/時(SF_6 より)、1.5回/時(デジタル粉じん計による一般粉じん濃度より)であった。

ちなみに換気回数 n [回/時]については、瞬時一様拡散が保証される条件下で、濃度が1/10に減衰する時間 $T_{1/10}$ より次式で求められる。

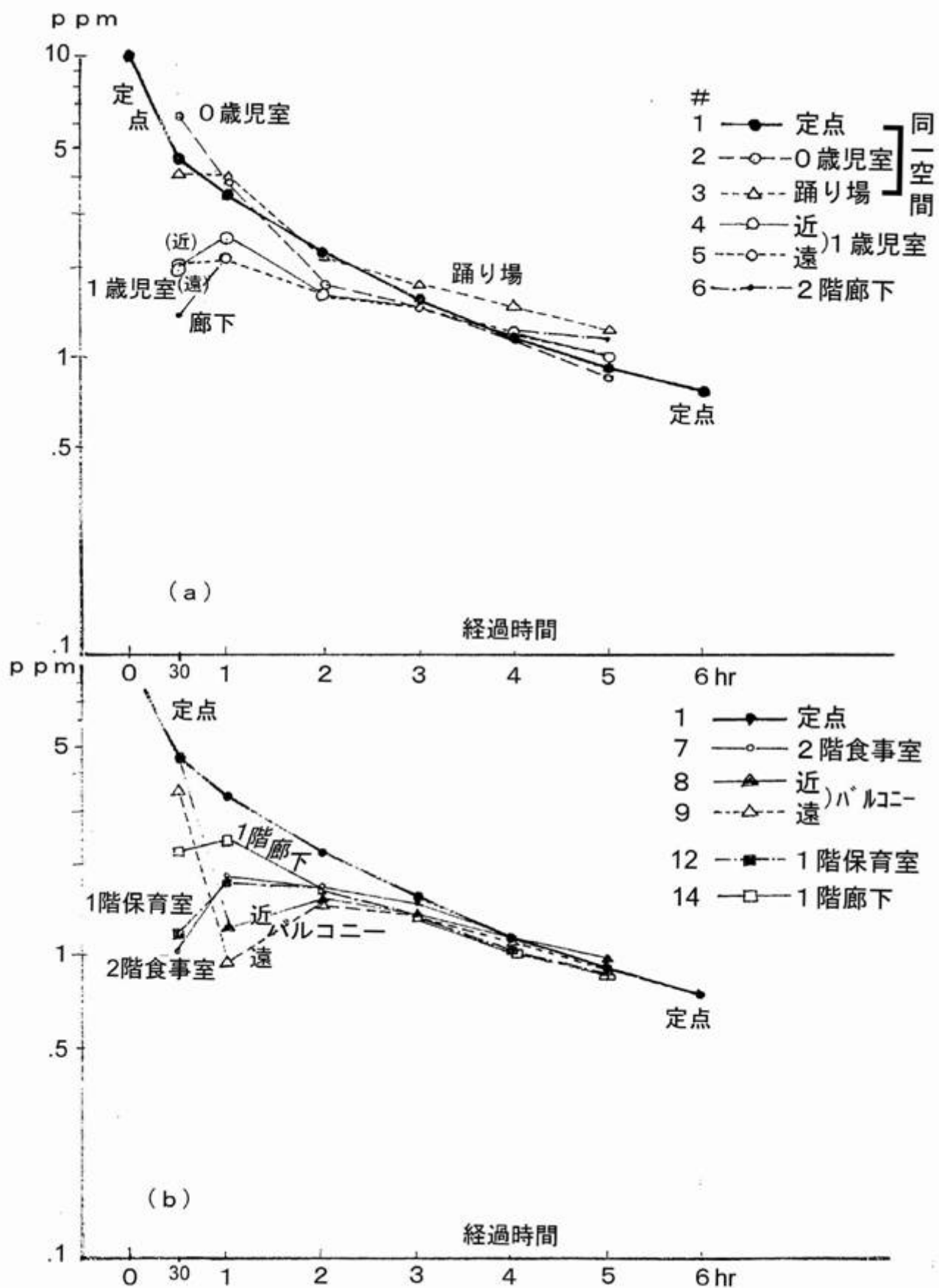
$$n = 2.303 / T_{1/10} \cdots \cdots (7)$$

しかしシミュレーション現場は、発じん源近傍では家庭用扇風機の運転による拡散が図られていたが、瞬時一様拡散を前提とするには、室内空間が著しく過大で、汚染物ないしトレーサーが限定された発生場所から徐々に周辺（の室、廊下、階段）へ拡散して行く空間構成となっており、とくに1.5回/時という大きな値を示した粉じん濃度の減衰状況は、自然沈降分が大きく寄与したためと思われる。

< 2 > 追加実験による各室の SF_6 濃度減衰よりの考察

SF_6 による濃度減衰は定点を含め園内11点で1時間毎に測定したが、トレーサー発生後約3時間経過後は、3階への踊り場を除き、どの点も濃度減衰曲線はほぼ一致する傾向が見られた（図表2-31参照）。当初の3時間は建物全体にトレーサーが拡散して行く過程が観察され、減衰カーブについては徐々に緩やかになる傾向が見られる。建物全体の濃度がほぼ均一化した後の減衰は戸外との換気効果によるものと考えられる。

定点における当初5時間の平均的減衰状況から得られた値は< 1 >で述べた $n = 0.46$ であり、これは周辺への拡散効果が大きく寄与している。減衰が緩やかになると推定される5時間後以降の経過を推定し、外挿すれば $T_{1/10}$ は約15(時間)となり、 n として0.15を得る。



図表 2 - 3 1 SF_6 による濃度減衰

< 3 > 養生時の負圧機による換気効果

シミュレーション時には、アスベスト粉じん流出による戸外汚染の防止のため、室内空気圧を負圧に維持するための負圧機が、作業箇所から最も離れた1階遊戯室のベランダ寄りに置かれ、常時運転されていた。負圧機「弱」運転中の（処理風量約40m³/分）送風量から、全養生空間の1時間あたりの換気割合を計算すると約73.5%になるものの、負圧機の位置、養生シートの気密程度及び当該空間の大きさからすれば、負圧機吸引による外部からの空気侵入口は、設置室のごく近傍に限られ、侵入空気は短絡的に負圧機に吸引されて、建物全体としての大規模な空気流動はほとんど無視できると考えられる。

< 4 > 気密性能からの換気量推定

ア) 図表 2 - 3 0 「気密性能と換気回数の関係」の読み方

建築物の周辺状況の差による気密性能と漏気量との関係を示す図表 2 - 3 0 で、右側は横軸が外部風速、2種の曲線束は、外気温度-10～20℃の7種をパラメータとして、上部の周辺状況Ⅰは風上側に障害物がない場合、下部のⅡは周辺に建物が建て混んでいる場合を示す。なお室内温度は20℃を基準としている。また、左側は横軸が6段階の気密性能グレード、縦軸から左上方に伸び上がる曲線は換気回数を示す。

図表 2 - 3 0 の読み方として図中に例示されているものは、（まず右図で）外部風速4m/秒、室内温度20℃、外気温度0℃のもと、周辺状況がそれぞれⅠ、Ⅱの時に、曲線と縦線の交点をそれぞれ左に移して（左図に移って）、気密性能グレード4では、換気回数がⅠでは約1.2回/時、Ⅱでは約0.5、グレード2では、Ⅰが約0.35、Ⅱが約0.15であることを示している。

イ) 保育園密閉時の自然換気量

図表 2 - 3 0 は主として冬季の室内温度20℃の際の漏気を考慮したものであるが、夏季の漏気についても、温度差に基づく浮力換気の性状は、一般に内外温度差のみの関数となるので準用することが出来る。ただし、すき間を通して出入りする漏気流の向きは、室内側で気温が、内部が外部より高い時は上昇気流、内部が外部より低い時は下降気流となって、逆となる。しかし換気量（漏気量）として示される絶対値には関わらない。

まず当該保育園の周辺状況は、外部の平均風速が1m/秒として（註2）、建て混んでいる場合であるのでⅡ、保育園内は開口部を閉めきって、クーラーをかけた場合、室内温度が25℃、外気温が30℃（温度差5℃）と仮定すれば、図表 2 - 3 0 の（室内20℃）外気15℃の場合に相当し、Ⅱの下から2番目の線と1m/秒の交点から左に引いた線は、中央縦軸の尺度で0.7（この数値には意味がない）の辺りを横切る。左側の図で気密性能との交点を読みとれば、グレード4、5では、それぞれ 0.2、0.4回/時を得る。

当該保育園の気密グレードは吉野によれば5（ αA は9.5～17.0cm²/m²）で、推定値10cm²/m²はグレード4寄りであることから、4をとった場合には開口密閉時には0.2回/時の換気があったものと見積もることが出来る。

風も、内外温度差もない場合は、自然換気量は減少する（図表2－30は平屋の場合である）が、吉野による2階建住宅の実験的調査結果⁴⁾では、上下温度差による重力換気効果のため2～3倍に上昇することを示唆している。したがって開口密閉時の換気回数として平均0.2回/時を採ることは、最も厳しい見方といえよう。

（註2）当該保育園の南約2kmに位置する、文京区役所南側5階屋上に設置した風速計による毎時の測定値によれば、問題になった期間中の風速は概ね1m/秒であった。

< 5 > 一部窓開放時の換気量

当該保育園（特に1歳児室）の夏季は、午睡時間のみ完全密閉でクーラーをかけていた以外は多かれ少なかれ窓開放が行われたいた由である。

開口がある場合の自然換気量は、開口そのものの状況（開口面積、開口位置、一面か二面か）、外部の風向・風速等々の要素によって著しく異なるが、密閉時に比較した場合は、1～2桁の差は容易に生じ得る。

吉野の報告では、ある小学校の教室で、冬季密閉状態の時、1回/時程度だったのが、廊下の高窓を1か所0.33m²開けただけで1.8～2.3回/時に増えたという⁵⁾。

筆者らが学生に課す換気量測定の実習でも、冬季（内外温度差10～15℃）8畳（気積約30m³）程度の部屋の換気回数は、0～1m/秒程度の風の時は、窓を1か所のみ10cm程度開けておく場合（開口面積0.1～0.15m²）で1～2回/時、2か所開口した場合は一挙に5回前後に増加するのが普通であったことから、午睡時間以外の自然換気としては、内外温度差は殆どない場合で、窓開けを時々短時間だけ行ったとしても、平均的には1～2回/時程度は確保されていたものと考えることが出来る。

ちなみに自然換気が定常状態で行われている場合、換気回数nごとの1時間後の濃度比及び1/10までの濃度減衰時間は大略それぞれ図表2－32の通りである。

n	はじめ100%としたときの1時間後の濃度	1/10までの濃度減衰時間
0.1 回/時	90%	23時間
0.2	82	11.5
1	40	2.3
2	11	1.15

図表2－32 濃度比及び濃度減衰時間表

参考文献

- 1) 「吉野博：住宅の気密性能とその基準に関する動向調査：日本建築学会大会学術講演梗概集、1990.10」をもとに、吉野、趙が新しいデータを加えて改訂した。
- 2) 吉野博：住宅の気密性能と漏気量の現状．空気清浄，23(2), 1985.
- 3) 吉野博他：住宅の気密性能技術者養成講習テキスト．（財）住宅・建築省エネルギー機構、2000.6.
- 4) 内海安雄、長谷川房雄、吉野博：住宅における自然換気量の気密性能に基づいた予測 チャート．建築環境工学研究発表会資料、1987.6.
- 5) 吉野博：教室の熱、空気環境及び気密性状と換気量（シンポジウム「教室環境を考える」より）

8 各室のアスベスト濃度の推定

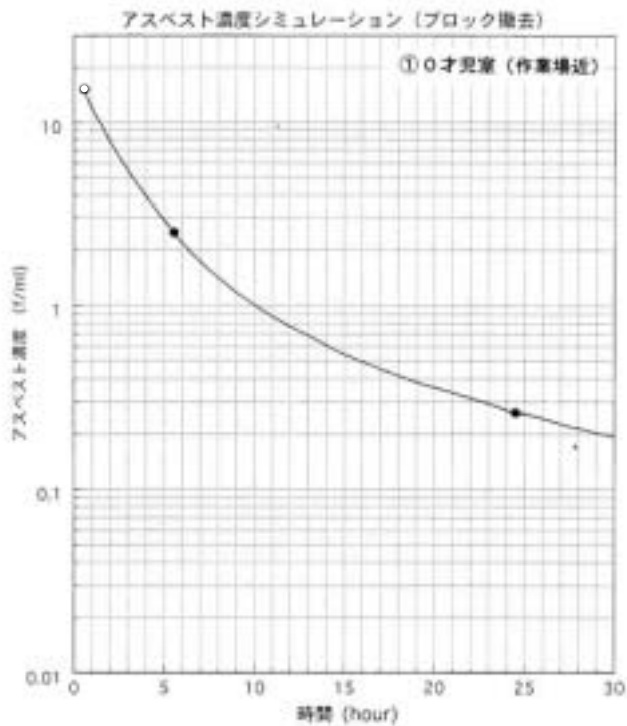
園児らが実際にアスベストにばく露したレベルを推定するための基礎資料を得るために、実際の作業に模した“模擬作業”を行い、その際飛散したアスベストを経時的、空間的に測定した。飛散アスベスト再現実験（シミュレーション）に先立ち、前述のように現場作業に携わった業者らから詳細な聞き取り調査を行い、その結果を踏まえて最も高いアスベスト飛散があったと考えられた2つの作業（ブロック撤去作業と作業終了後の清掃）を抽出し、それらの模擬作業を行って建物内の各室での飛散アスベスト濃度を経時的に測定して時間空間的推移を調べる方法を採用した。測定計画は前記の通りである（Ⅱ－2．4参照）。なお、実際の測定の際には、その他の作業、例えば天井裏掃き出し作業や作業者の歩行による影響などについても“模擬作業”を行い、その際の（作業時のみの）アスベスト濃度も測定して、こうした作業の影響を調べた。

（１）各室のアスベスト濃度の測定値（ ）

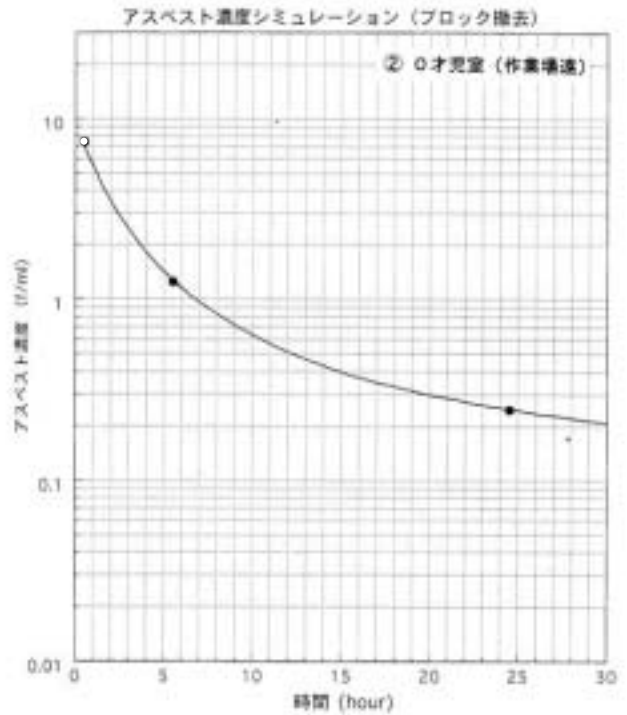
各測定点で測定した浮遊アスベスト濃度を、縦軸を濃度（対数目盛り）、横軸を時間にとった図に経時的に示した（図表２－３３－１～２３）。図中の黒丸が測定値、白丸が推定値を表し、測定値間を平滑な曲線で結んだのが図中の線である。なお、1時間値及び5時間値（測定開始から1時間及び4～5時間の値）の中に計数不能の測定点が数点あったが、それらは同時に測定したFAMによる連続測定の値を参考に合理的と思われる値を推定した。

そのカーブから時間毎の濃度を読み取って、アスベスト濃度の経時変化を1時間毎に数値化したのが図表２－３４と２－３５の中で、B1、B2、．．．及びC1、C2、．．．と記述した欄の値である。実際の測定値で1は①、2は②の地点を意味する。図表２－３２は「ブロック撤去作業」、図表２－３５は「作業終了時の清掃作業」の各シミュレーション結果を示しており、それぞれB、Cと略記した。

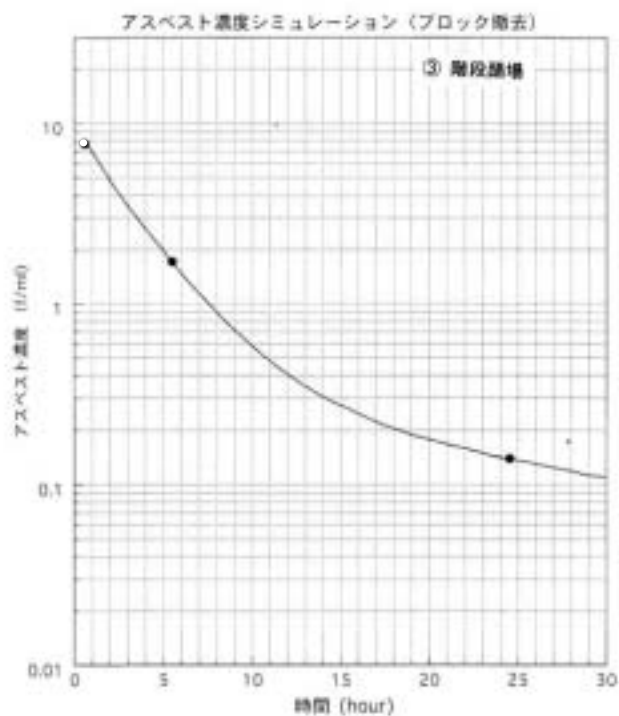
実際の各部屋のアスベスト濃度の推定は、これらの測定値を基に次のように行った。当初、ばく露部会では、次の「８－１各室のアスベスト濃度推定（Ⅰ）」の方法をかなりの時間をかけて検討した。しかし、これらの検討作業の最終段階で、「シミュレーション測定を行えなかった歩行作業、その他の作業の負荷はこれら推定値に乗じることとする」という方針に異議が出され、検討結果のまとめを再検討することとした。そして、永倉委員から「８－２各室のアスベスト濃度推定（Ⅱ）」が提案された。部会では時間の都合もあり「８－２各室のアスベスト濃度推定（Ⅱ）」を十分な検討をする時間が少なかったが並行記述することとしたものである。



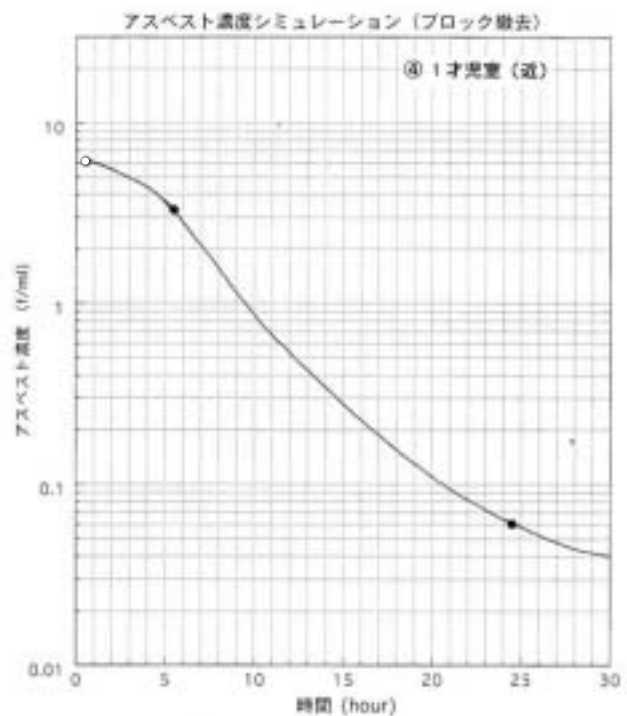
図表 2 - 3 3 - 1



図表 2 - 3 3 - 2

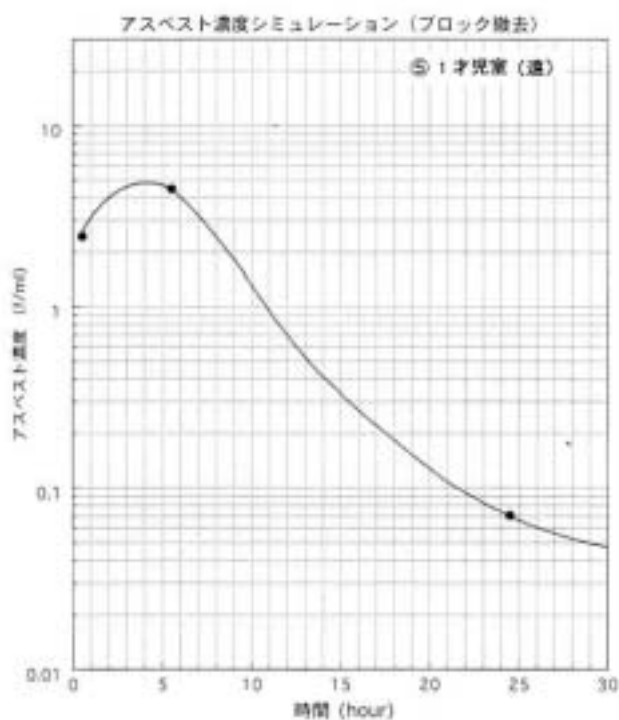


図表 2 - 3 3 - 3

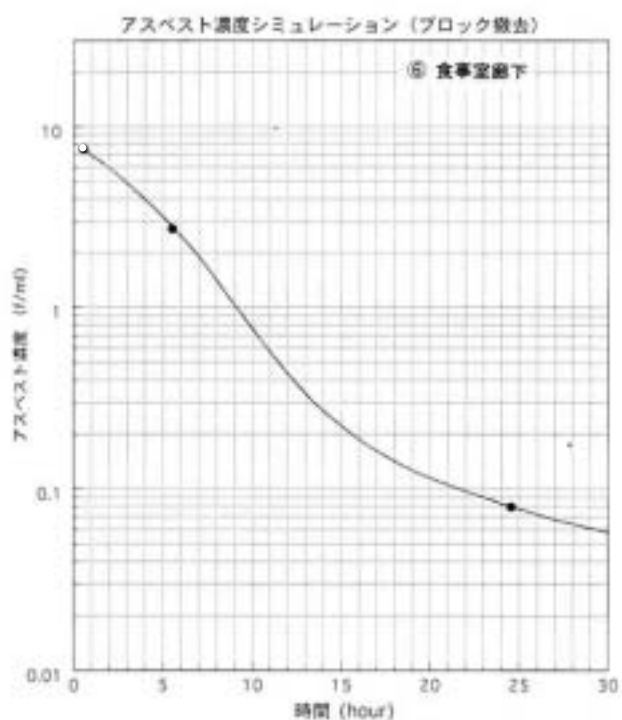


図表 2 - 3 3 - 4

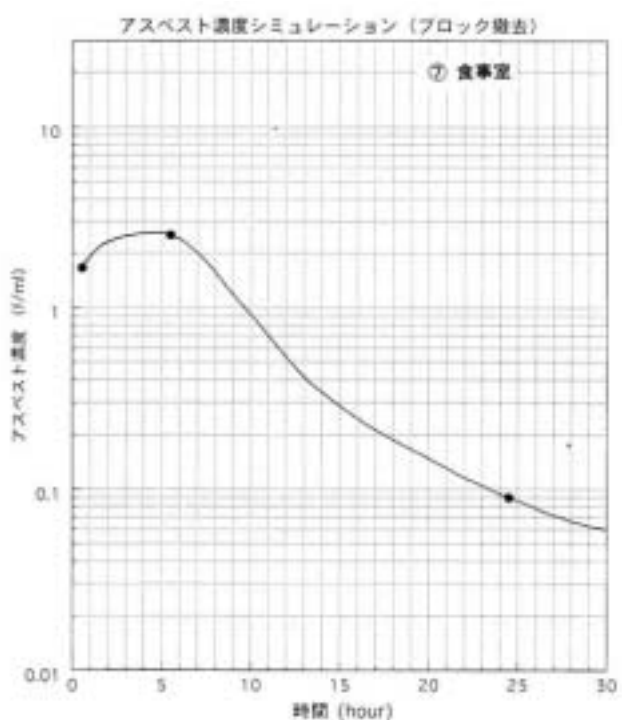
各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（ブロック撤去）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）



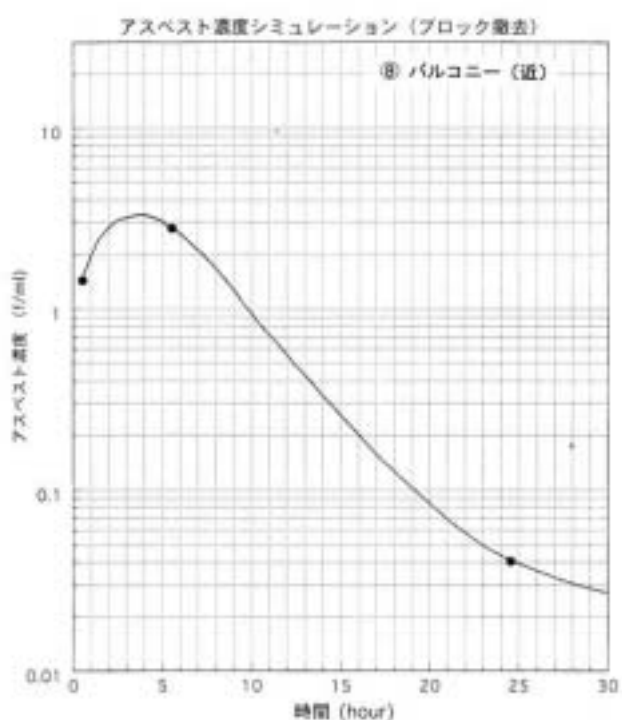
図表 2 - 3 3 - 5



図表 2 - 3 3 - 6

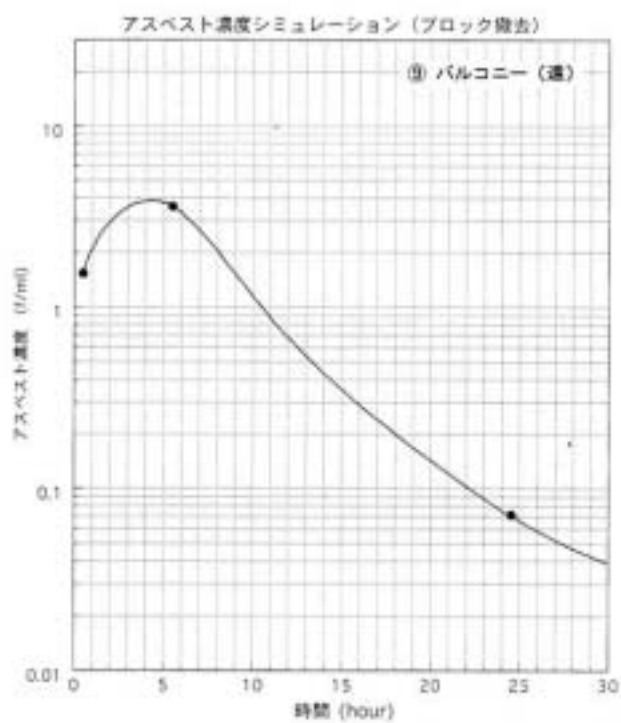


図表 2 - 3 3 - 7

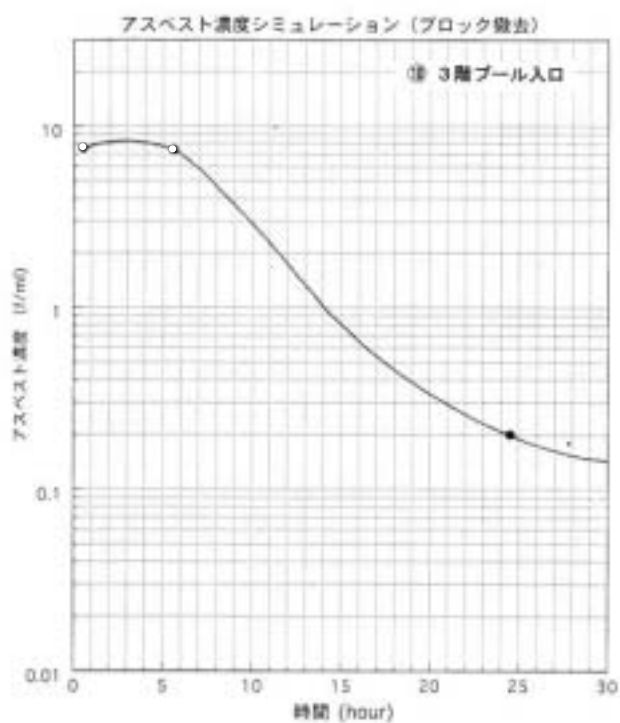


図表 2 - 3 3 - 8

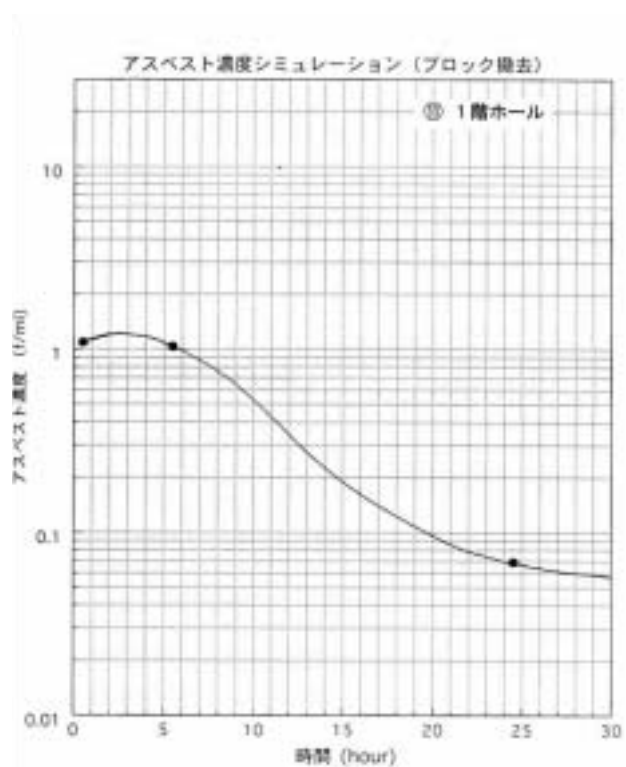
各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（ブロック撤去）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）



図表 2 - 3 3 - 9

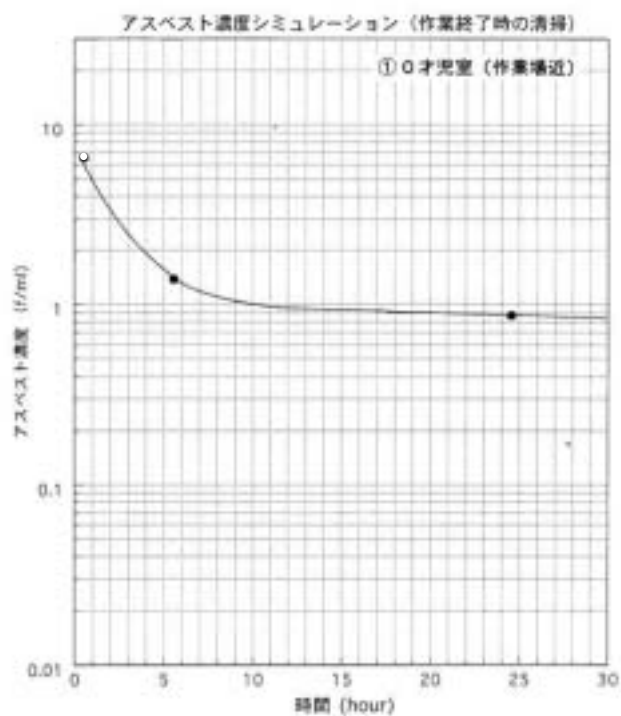


図表 2 - 3 3 - 1 0

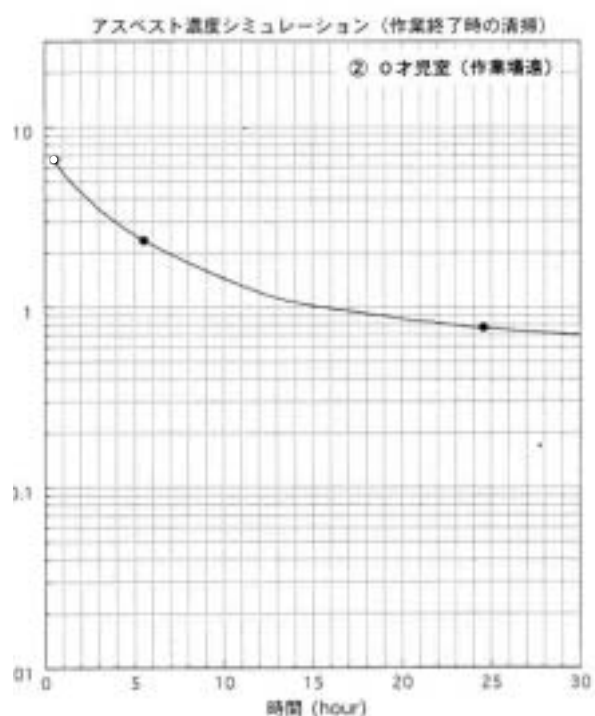


図表 2 - 3 3 - 1 1

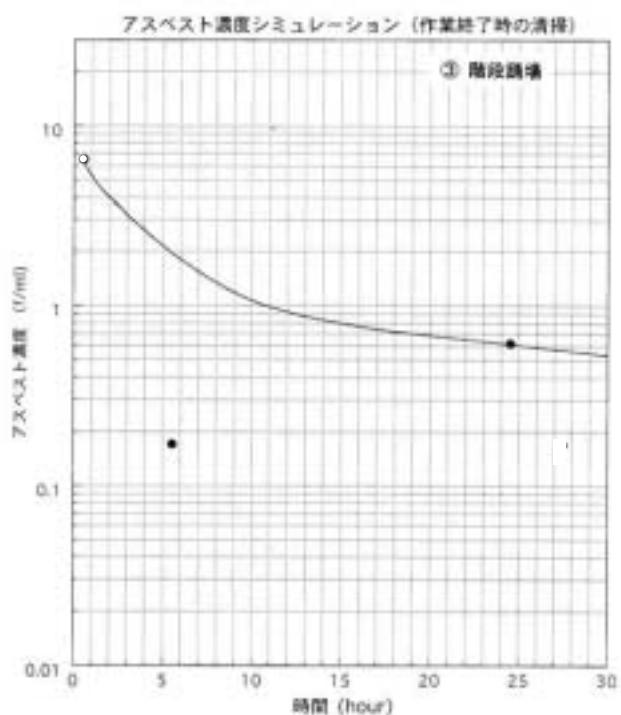
各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（ブロック撤去）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）



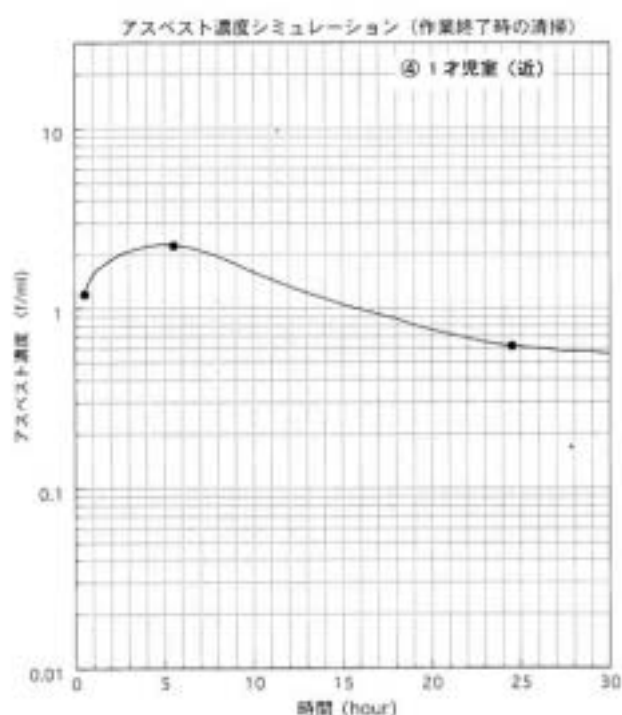
図表 2 - 3 3 - 1 2



図表 2 - 3 3 - 1 3

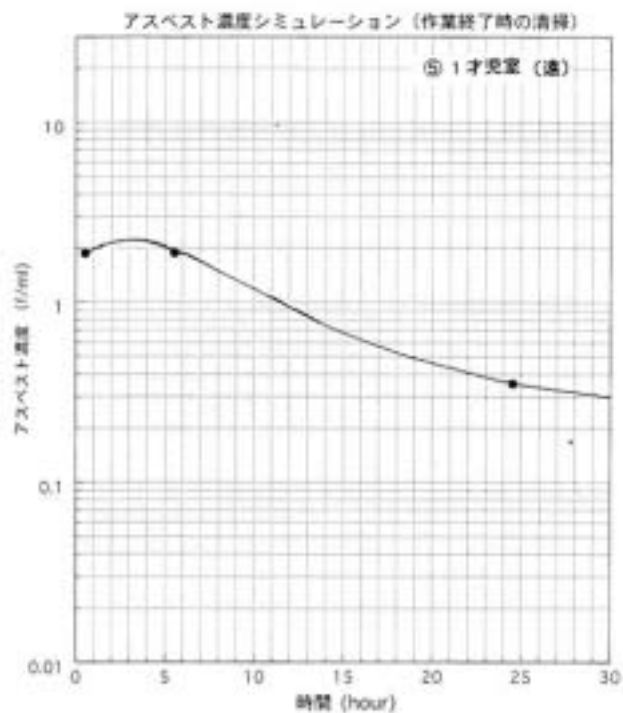


図表 2 - 3 3 - 1 4

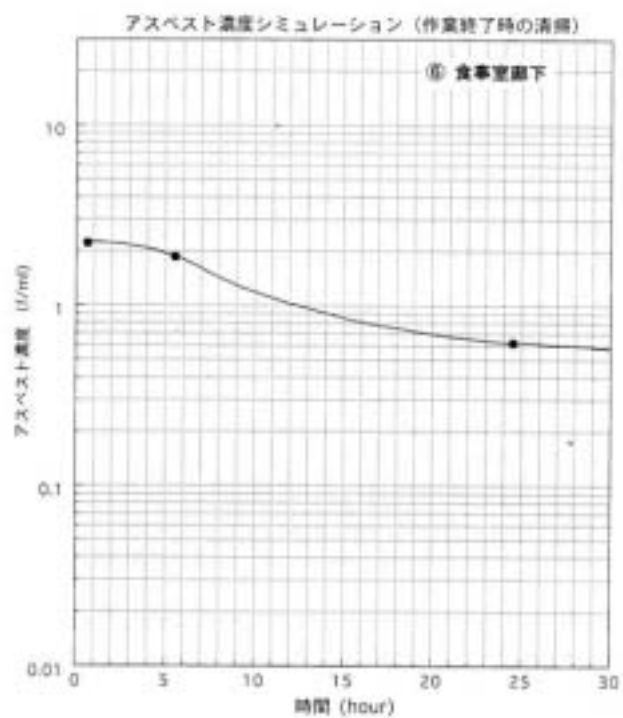


図表 2 - 3 3 - 1 5

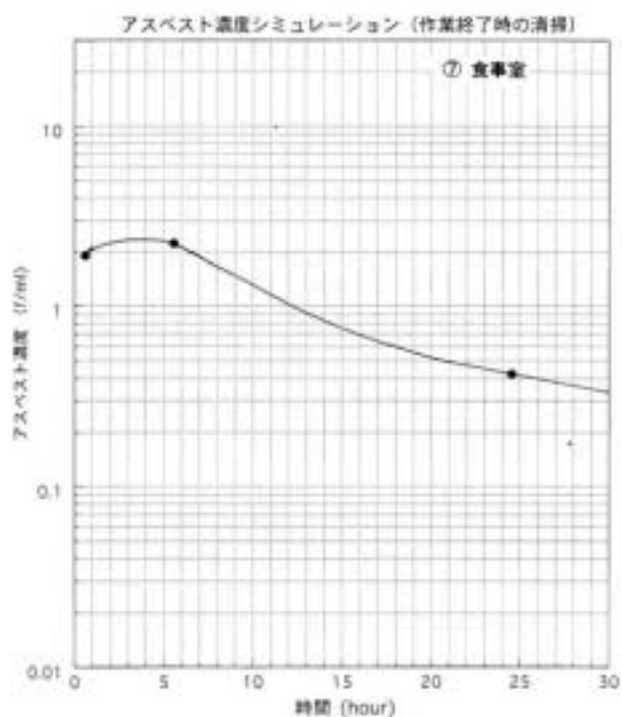
各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（作業終了時の清掃）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）



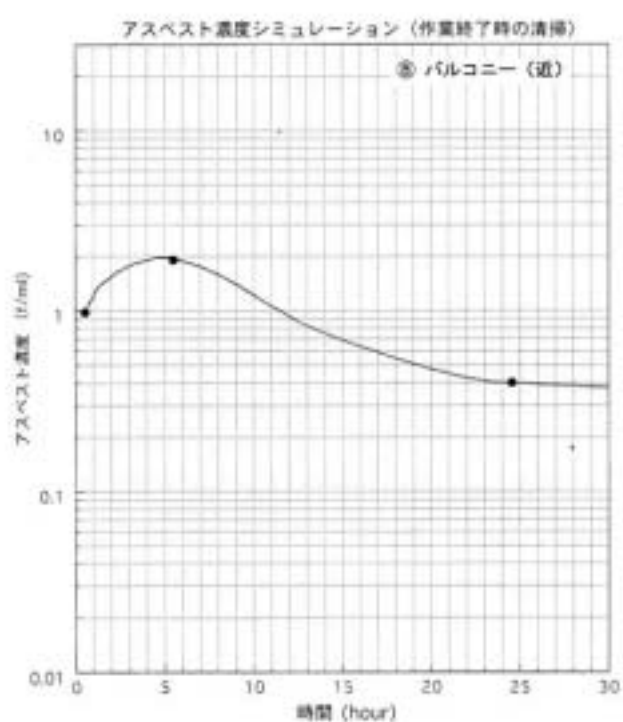
図表 2 - 3 3 - 1 6



図表 2 - 3 3 - 1 7

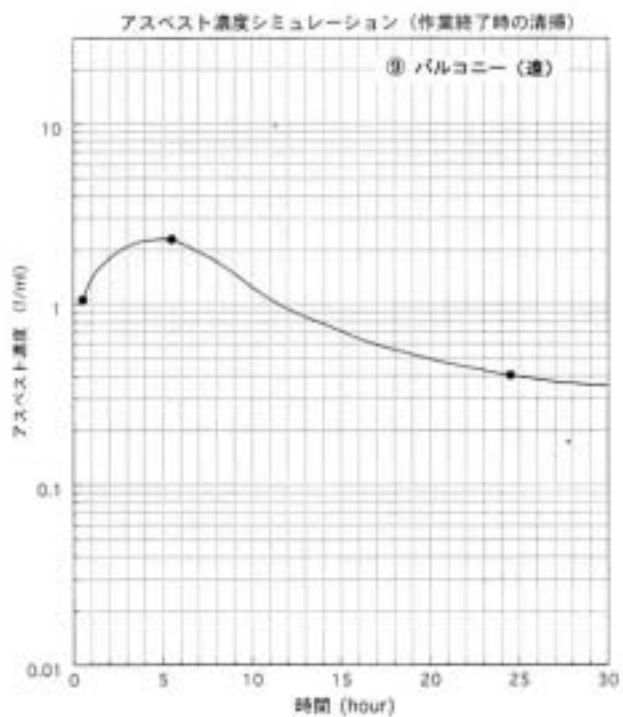


図表 2 - 3 3 - 1 8

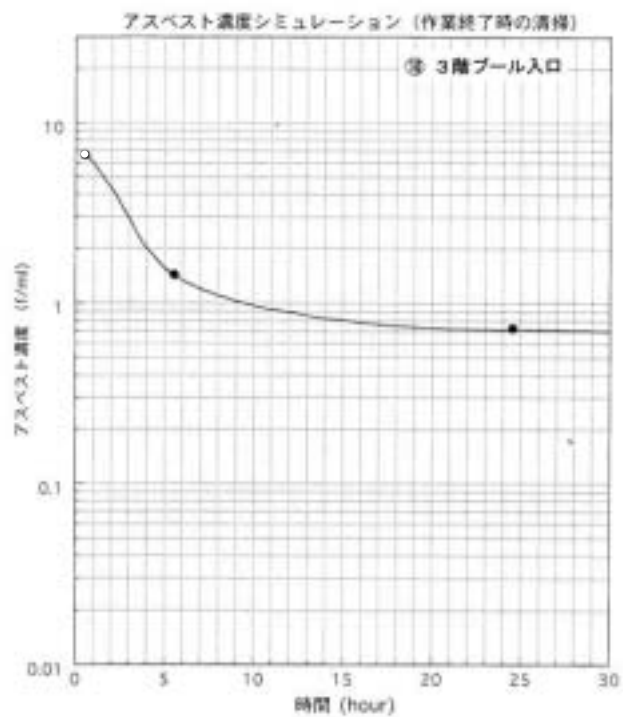


図表 2 - 3 3 - 1 9

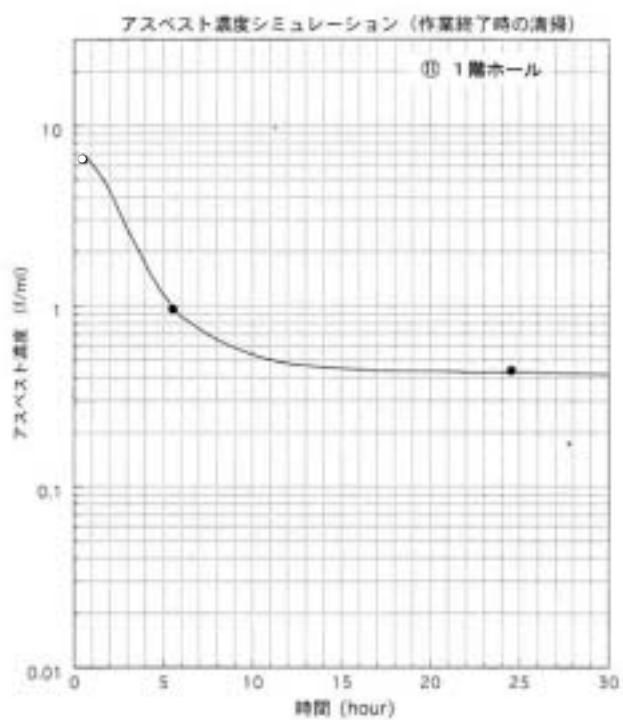
各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（作業終了時の清掃）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）



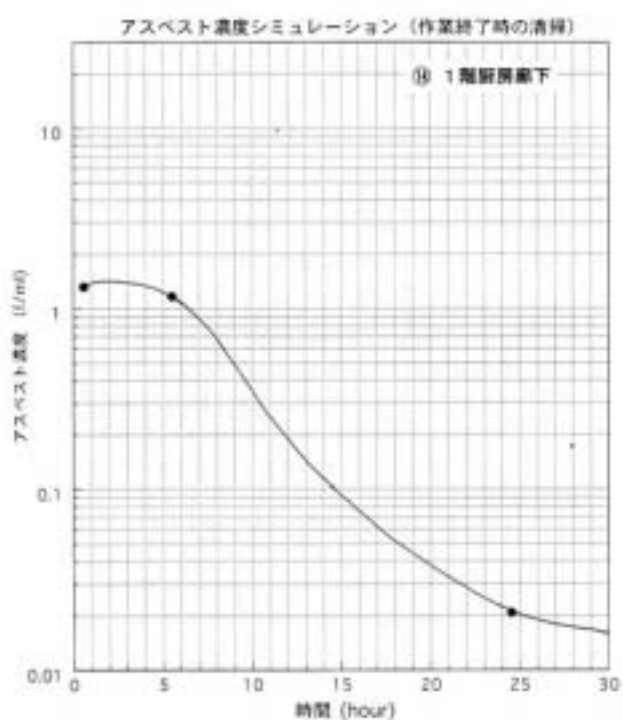
図表 2 - 3 3 - 2 0



図表 2 - 3 3 - 2 1



図表 2 - 3 3 - 2 2



図表 2 - 3 3 - 2 3

各測定点のアスベスト濃度（経時変化）再現結果（作業終了時の清掃）
 （図中の白丸は計数不能であった測定値を種々の考察（文中参照）から推定した値を示す）

8 - 1 各室のアスベスト濃度推定 ()

(1) 推定の前提条件

アスベストばく露シミュレーションの結果から、園児らが実際にいた部屋の濃度レベルを推定してみる。この項では、上記の経時的測定を行った「ブロック撤去作業」と「作業終了時の清掃作業」に関して推定を行う。その他の作業の影響は、最後の段階でそれらの影響度を考慮して「ブロック撤去作業」と「作業終了時の清掃作業」からの推定値に付加することを行うこととする。

再現実験においては、近隣住宅へのアスベスト飛散を避けるために保育園が計画したアスベスト除去作業に先立ってビニールシート他で完全に養生された中で上記の模擬作業と測定を行った。そのため、実際の作業時のアスベスト飛散状況とは大きく異なる環境になっていたことは否めない。まずそれらをできるだけ補正しなくてはならない。

補正に際して考慮すべき要因として、①養生下での測定であること、すなわち自然換気や窓開け等の影響を考慮する、②実際の作業に比した模擬作業の程度の評価、③実際作業と模擬作業の作業時間の比較、④実際作業と模擬作業の作業量の比較、⑤作業中及び作業後の歩行による影響、⑥その他、今回模擬作業として抽出しなかった種々の細かい作業の評価、などが考えられる。

- 1) 今回のシミュレーション実験が養生下で測定を行わざるをえなかったために、実際作業との相違点は、園児らの部屋の窓を閉めているときにも生じる部屋の自然換気、窓を開けて積極的に換気を取った時にかなりの換気があったと考えられる点である。密閉空間に比べて開放空間に於ては、汚染された室内空気が外気取り入れにより新鮮空気と交換されて、汚染レベルは下がる。部屋①と②の窓が時折開いていたという聞き取り結果があったので、汚染された外気が窓を通して園児らのいた部屋に入ってきたことも考慮して、窓を少し開けた状態で今回のシミュレーション実験を行った。そのため、作業場所から飛散したアスベストが窓を含む種々のルートを経て他の部屋に移動・拡散していく際に、養生シートによって外気（養生の外）への移動が制限されたため、今回の養生下で行った再現実験では、各部屋の濃度は実際より高く測定されたと考えられる。この問題について「換気回数」（Ⅱ－2．7参照）を推定して補正を行った。
- 2) 実際の作業と模擬作業との類似性については、ビデオ撮影した模擬作業の様子を実際に作業した作業者にってもらい感想を聞き評価した。その結果、今回の模擬作業は実際よりかなり高い粉じんを発生させたようだという感想を作業者が述べていることから、模擬作業での発じんレベルは実際作業よりかなり高かったと考えられる。
- 3) 模擬作業は15分作業を1回のみ行ったので、実際作業より一般に短い。実際作業の時間はそれぞれ推定されている。
- 4) ブロック撤去作業の作業量は、15分間の模擬作業の間に実際のブロック撤去作業時に除去したアスベストとほぼ同量を撤去しており、実際作業と量的にはほぼ同様になるようにした。（Ⅱ－2．4参照）

- 5) これら3) 作業時間と4) 作業量の問題に関しては、ある量のアスベストを短時間で除去した場合と何回かに分けて除去した場合とでアスベスト飛散量に差異があるかを評価する必要がある。この問題の影響については、Ⅱ－2. 7で考察しており、ある量を何度かに分けて発生させた場合は、一度の場合より低い濃度が徐々に上昇しながら作業時間にわたって続き、全体ではほぼ同様な発生量になる、すなわち「同種の発じん作業について発じん（作業）の総量が不変であれば、何回に分けても（1回でも）ばく露量としては大差ないものとして差し支えない。」との考えに従って補正した。
- 6) 歩行及びその他の影響は、アスベストの飛散を一時的に上昇させる。その飛散濃度は今回の再現実験では（作業時のみの）スポット測定を行ったので、それらの濃度を参考に最終段階で評価して付加することとした。

（2）自然換気量を考慮したアスベスト濃度値

上記の種々の要因以外にⅡ－2. 7に記述した自然換気の影響がある。Ⅱ－2. 7で詳細に議論している様に、いろいろな仮定は入るものの、①保育園の部屋密閉時には、平均0.15回/時の自然換気があったものと見積もれる、②一部窓開放時には、内外温度差はほとんどなく、かつ午睡時間以外に時々窓開けを短時間だけ行ったとして、1～2回/時の換気は確保されていたと推定されるので、今回の推定には窓開放時に1回/時の換気回数があったとして計算した。

Ⅱ－2. 7での推定を基礎に、実際の各部屋でのアスベスト濃度変化は次の様に考えて求めた。

①まず、建物周辺にアスベストの飛散が生じない様に養生を十分に施した環境内でシミュレーション測定を行った点については、養生下で昼間は積極的に排気装置を稼働させていたこと、夜間は周囲の住宅に騒音の影響が懸念され止めた、ということと、Ⅱ－2. 7の考察も考慮して、昼間の養生下の環境で平均0.3回/時、夜間には0.15回/時の各自然換気は起きていたと考えた。図表2－34では、＜0B##＞の欄に自然換気がなかった場合の濃度変化を推定して示した。その計算は、1～6時間まで平均0.3回/時の換気回数があり、それ以降30時間まで（夜間）0.15回/時の換気回数があったとして、それらを補正したものである。図表2－34の最下行に計算式を示した。図表2－35 作業終了時の清掃作業についても同様に補正した。

②午睡時を除き時々窓を開閉していた場合、1～2回/時の換気が予想されるが、換気回数を低めの1回/時と見積もれる。

以上の諸要因を考慮して、各測定点での実際のアスベスト濃度の減衰を求めるために、いくつかのケースについて計算した。上記①で求めた自然換気が無い状態の濃度変化を推定した値（＜0B##＞、＜0C##＞）に、換気回数0.2回/時、0.4回/時、1回/時、及び2回/時があった場合の濃度変化を、図表2－34及び2－35中に＜0.2B##＞、＜0.4B##＞、＜1B##＞、＜2B##＞及び＜0.2C##＞、＜0.4C##＞、＜1C##＞、＜2C##＞とそれぞれ示した。

(3) 各部屋の日別アスベスト濃度の推定

図表2-36に各部屋のアスベスト濃度推定値を作業の行われた日毎の値として示した。各値はその場所の10時間平均濃度(f/ml)を示している。各対象日の濃度計算において基本的な考えを次のように仮定した。

- 1) ブロック撤去作業のシミュレーション(B)では、約44,000cm³のアスベストを15分間で剥落させた。また、床清掃作業のシミュレーション(C)では、剥落したアスベストを箒ではき集め、袋に入れる作業を15分間行った。この間、同部屋内の床置き型扇風機を作動させた。
 - 2) アスベストの除去量と飛散濃度は、剥落したアスベストがどこまで細かく分離したか、少量ずつの除去か大ブロックでの除去か、など、種々の因子が作用して完全には比例しない。しかし、大まかな相関があるかもしれないと考え、各作業で剥落させたアスベスト量を推定し、シミュレーション作業のアスベスト濃度値を評価する際にその量を考慮することとした。
 - 3) その際、除去量、再現アスベスト濃度及びその両者の相関性のそれぞれが、大きな誤差と不確かさを持っていることを考えると、除去量を考慮したアスベスト濃度は、せいぜい次の3段階評価程度に止めるべきと考える。
- <1>すなわち、①実作業による除去量とシミュレーション作業の除去量がほぼ同レベルの場合は、シミュレーション値をそのまま用い(=B)、②実作業の除去量が半分程度の場合、1桁程度小さい場合は、それぞれシミュレーション値の0.5と0.1(=0.5Bと0.1B)とする。
- <2>いずれの作業も作業時と園児らのいた時間との関係からシミュレーション濃度の経時変化を考慮する。その際、リスク評価の基本単位として10時間平均濃度を用いることとしたので、経時変化を0～10時間[B、C]、10～20時間[B(2)、C(2)]、20～30時間[B(3)、C(3)]の3段階に分け、そのうちの最も適当な区間を適用する。
- <3>全ての部屋において自然換気の影響を加味した10時間平均値を適用する。

以上のような前提条件を考慮して、各作業日へのシミュレーション濃度値の適用は次の様に行った。

- 7月7日(水) 午前中に天井仕上げ材撤去が行われたが、その作業によるアスベスト飛散の有無は不明である。今回のシミュレーションでは対象としなかった。その飛散はあってもかなり低い値と考えられる。
- 7月8日(木) 0歳児室(改修作業のあった部屋)の壁(アスベスト吹付けされた鉄骨の柱カバー)及び床仕上げ材の撤去が行われ、約6,200cm³のアスベストが剥落したと見積もられたので、0.1Bとする。また、前日夕方床清掃作業をしたのでその10～20時間後の影響[C(2)]も加味する。
[=0.1B+ C(2)]
- 7月9日(金) 調乳室と浴室のフレキシブルボード撤去。アスベスト飛散は不明。しかし、あっても小さかったと考えられるので、誤差範囲内と判断して省略。

前日の床清掃の影響を加味する。[=C(2)]

7月10日(土) ブロック撤去作業が午前、午後行われた(B)。前日の床清掃の影響を加える。[=B+C(2)]

7月12日(月) 作業はなく、土曜日のブロックの積み残しを夕方撤去し床清掃した。従って、7月10日(土)の床清掃の影響がまだ残っていると想定し、C(3)[20-30h]の値の半分を用いた。なお、今日の床清掃の影響は13日の値に加味する。

7月13日(火) 作業無し。前日の床清掃の影響を加味。7月10日(土)の床清掃の影響が38時間後で若干残ると考えられるが、この日加味した前日の床清掃の影響は、前日作業が無かったのでかなり低い値が予想されるが、他と一緒にC(2)の値を適用したので、過剰値であり7月12日のアンダーエスティメーションと相殺すると考える。[=C(2)]

7月14日(水) 作業無し。前日の床清掃の影響も無し。

7月15日(木) 軽量鉄骨取付け用ピースの溶接のために天井吹付けアスベストの一部を除去(約27,000cm³と見積もられる)。濃度の経時変化は測定しなかったがスポット測定値から0.5Bとする。前日の床清掃の影響は無し。[=0.5B]

7月16日(金) 1階天井裏で設備業者の作業が行われたが、その影響は誤差範囲内と考え省略。前日の床清掃の影響を加味。[=C(2)]

7月17日(土) 1階3歳児室で設備業者の作業が行われたが、18:30からの作業であったため園児らへの影響は無視し得る。前日の床清掃の影響を加味。[=C(2)]

7月19日(月) 2階0歳児室で木枠取付け作業。約6,800cm³のアスベスト除去。飛散レベルは0.1Bとする。前日は日曜日で清掃の影響は無し。[=0.1B]

7月20日(火) 作業無し。前日の床清掃の影響を加味。[=C(2)]

こうした前提条件を設けてシミュレーション結果から各部屋の日別アスベスト濃度を推定したのが図表2-36である。推定結果は大きな誤差及び不明要素を含むものであるが、当時の作業状況や部屋の窓の開閉状況などできるだけ正確な情報を得るように努力した。そうした情報を基に、最もアスベスト飛散の高かったと考えられたブロック撤去作業と作業後の床清掃作業によってどの程度のアスベストが飛散したかを大略推定した。さらに、時間空間的な濃度推移も推定した。

しかし、シミュレーションは完全に養生して付近住宅への飛散を防止した中で行ったため、風の影響など自然換気による室内空気の浄化作用が低い状態での測定値となった。一方、作業者の歩行による影響や天井裏設備作業にともなう影響などは、シミュレーションが難しく、かつその影響はブロック撤去作業や床清掃作業に比べてかなり低いと考えられるが、濃度を高める要因ではある。それらの総和はこれら2作業の総和より低いと考え、最後の段階で2倍を乗じて各室のアスベスト濃度推定値とした。

<参考> 日別飛散アスベスト室内濃度推定値のリスクアセスメントへの使い方

図表 2－36 の各室のアスベスト濃度推定値に示された日別室内アスベスト濃度値から、その部屋にいた園児あるいは保育者のばく露推定値の計算は下記のように行う。

- 1) 7月7日から7月20日まで全日いたとすると、12日間で各10時間としているので計120時間。例えば④の部屋にいた場合は、表の各日の平均値を合計すると1.09mlとなる。12で割ると、表の一番下の総計にあるように、0.09 (f/ml x 120hours)が計算され、0.09 f/mlの下に120時間いたことになる。
- 2) 例えば、7月8日、9日、10日の3日間だけ④の部屋に居たとすると、各日の平均値の総計は、0.09+0.04+0.51=0.64となる。この値を3で割って3日間の平均を求めると0.21となり、この平均濃度下に30時間居たことになるので、0.21(f/ml x 30hours)と表わされる。
- 3) 午前と午後に異なる部屋にいた場合は、各部屋の値は平均値と同じであるが時間を半分(5時間)として計算する。例えば、7月8日の午前は④、午後は⑦にいた場合は、0.13+0.05=0.18と計算し、1で割ると0.18 (f/ml x 10hours)と計算される。

2001/8/12

アスベスト濃度シミュレーション (単位: f/ml) (＜: 自然換気量を変えた時の値)

Hour	B1	<B1>	<0.12B1>	<0.48B1>	<B1>	B2	<B2>	<0.12B2>	<0.48B2>	<B2>	B3	<B3>	<0.12B3>	<0.48B3>	<B3>	B4	<B4>	<0.12B4>	<0.48B4>	<B4>	<0.12B4>	<0.48B4>	<B4>	
1	15.00	20.25	16.60	12.96	7.45	2.23	7.50	10.12	8.30	6.48	3.72	1.11	7.50	10.12	8.30	6.48	3.72	1.11	6.00	8.10	6.64	5.18	2.96	0.89
2	10.00	13.50	9.08	5.53	1.83	0.16	4.40	5.94	3.99	2.43	0.80	0.07	5.50	7.42	4.99	3.04	1.00	0.09	5.70	7.69	5.17	3.15	1.04	0.09
3	6.50	8.77	4.84	2.30	0.44	0.01	2.80	3.78	2.08	0.99	0.19	0.01	4.00	5.40	2.98	1.42	0.27	0.01	5.10	6.88	3.80	1.80	0.34	0.01
4	4.50	6.07	2.75	1.02	0.11	0.00	2.10	2.83	1.28	0.48	0.05	0.00	3.00	4.05	1.83	0.68	0.07	0.00	4.50	6.07	2.75	1.02	0.11	0.00
5	3.30	4.45	1.65	0.48	0.03	0.00	1.60	2.16	0.80	0.23	0.01	0.00	2.30	3.10	1.15	0.33	0.02	0.00	4.00	5.40	2.00	0.59	0.10	0.00
6	2.50	3.37	1.03	0.23	0.03	0.00	1.30	1.75	0.53	0.12	0.01	0.00	1.80	2.43	0.74	0.17	0.02	0.00	3.10	4.18	1.27	0.29	0.07	0.00
7	2.00	2.32	0.58	0.10	0.02	0.00	1.10	1.28	0.32	0.06	0.01	0.00	1.40	1.63	0.41	0.07	0.01	0.00	2.50	2.90	0.72	0.13	0.05	0.00
8	1.60	1.86	0.38	0.05	0.01	0.00	0.90	1.05	0.21	0.03	0.01	0.00	1.10	1.28	0.26	0.04	0.01	0.00	1.90	2.21	0.45	0.06	0.02	0.00
9	1.40	1.63	0.27	0.03	0.01	0.00	0.80	0.83	0.16	0.02	0.00	0.00	0.75	0.87	0.15	0.02	0.00	0.00	1.40	1.63	0.27	0.03	0.01	0.00
10	1.10	1.28	0.18	0.01	0.00	0.00	0.70	0.81	0.11	0.01	0.00	0.00	0.65	0.76	0.10	0.01	0.00	0.00	1.10	1.28	0.18	0.01	0.00	0.00
11	0.94	1.09	0.12	0.01	0.00	0.00	0.60	0.70	0.08	0.01	0.00	0.00	0.55	0.64	0.07	0.00	0.00	0.00	0.80	0.93	0.10	0.01	0.00	0.00
12	0.81	0.94	0.09	0.00	0.00	0.00	0.55	0.64	0.06	0.00	0.00	0.00	0.45	0.52	0.05	0.00	0.00	0.00	0.60	0.70	0.06	0.00	0.00	0.00
13	0.70	0.81	0.06	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00	0.38	0.44	0.03	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00
14	0.62	0.72	0.04	0.00	0.00	0.00	0.46	0.53	0.03	0.00	0.00	0.00	0.34	0.40	0.02	0.00	0.00	0.00	0.40	0.46	0.03	0.00	0.00	0.00
15	0.58	0.67	0.03	0.00	0.00	0.00	0.42	0.49	0.02	0.00	0.00	0.00	0.30	0.35	0.02	0.00	0.00	0.00	0.32	0.37	0.02	0.00	0.00	0.00
16	0.51	0.59	0.02	0.00	0.00	0.00	0.39	0.45	0.02	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.01	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.01	0.00	0.00	0.00
17	0.46	0.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.37	0.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.23	0.27	0.01	0.00	0.00	0.00	0.22	0.26	0.01	0.00	0.00	0.00
18	0.42	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	0.35	0.41	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21	0.24	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00
19	0.40	0.46	0.01	0.00	0.00	0.00	0.32	0.37	0.01	0.00	0.00	0.00	0.20	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.37	0.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.31	0.36	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.34	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.30	0.35	0.01	0.00	0.00	0.00	0.17	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.31	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.30	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.28	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.26	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.24	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.23	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.21	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.20	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.19	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
B1 0-5h	7.66	10.61	6.98	4.46	1.97	0.48	3.68	4.97	3.29	2.12	0.96	0.24	4.46	6.02	3.85	2.39	1.02	0.24	5.06	6.83	4.07	2.35	0.91	0.20
B1 5-10h	1.72	2.09	0.49	0.09	0.01	0.00	0.96	1.16	0.27	0.05	0.01	0.00	1.14	1.39	0.33	0.06	0.01	0.00	2.00	2.44	0.58	0.10	0.03	0.00
B2 10-20h	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.58	0.03	0.00	0.00	0.00	0.31	0.41	0.02	0.00	0.00	0.00	0.36	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B3 20-30h	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B 0-30h	1.88	1.26	0.76	0.33	0.08	0.01	1.00	0.60	0.36	0.16	0.04	1.08	0.71	0.41	0.17	0.04	1.32	0.79	0.41	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00

<B##>: 所定値よりその外推値からの読み取り値。<0B##>: 自然換気量の推定値。6時間以内で0.3回/時あったと考えそれを超えたとして推定した値。

計算式は 1-6hrs: B##/exp(-0.30 7-30hrs: B##/exp(-0.15)。

<0.28B##>: <0.48B##>: <2B##>: 各々、自然換気回数(回/時)が0.2回、0.4回、2回の場合の計算値。計算式は B##/exp(-0.14)。ここで nは自然換気回数、nは経過時間hour。

<1B##>は、1-6hrs: 1回/時、6-7hrs: 0.15回/時、8-11hrs: 1回/時、12-25hrs: 0.15回/時、25-30hrs: 1回/時、計算式は上記の<0.28B##>:<0.48B##>:<2B##>と同じ。

図表2-34 アスベスト濃度シミュレーション (ブロック撤去作業)

Hour	B5	<B5>	<0.2B5><0.4B5>	<1B5>	<2B5>	B6	<B6>	<0.2B6><0.4B6>	<1B6>	<2B6>	B7	<B7>	<0.2B7><0.4B7>	<1B7>	<2B7>	B8	<B8>	<0.2B8><0.4B8>	<1B8>	<2B8>				
1	2.50	3.37	2.77	2.16	1.24	0.37	7.50	10.12	8.30	6.48	3.72	1.11	1.80	2.43	1.99	1.56	0.89	0.27	1.50	2.02	1.66	1.30	0.74	0.22
2	3.50	4.72	3.18	1.94	0.64	0.06	6.50	8.77	5.90	3.59	1.19	0.11	2.20	2.97	1.48	1.22	0.40	0.04	2.50	3.37	2.27	1.38	0.46	0.04
3	4.30	5.80	3.20	1.52	0.29	0.01	5.40	7.29	4.02	1.91	0.36	0.01	2.50	3.37	1.38	0.88	0.17	0.00	3.20	4.32	2.38	1.13	0.22	0.01
4	4.70	6.34	2.87	1.06	0.12	0.00	4.60	6.21	2.81	1.04	0.11	0.00	2.60	3.51	1.18	0.59	0.06	0.00	3.40	4.59	2.06	0.77	0.08	0.00
5	4.90	6.61	2.45	0.71	0.04	0.00	3.80	5.13	1.90	0.55	0.03	0.00	2.60	3.51	0.96	0.38	0.02	0.00	3.20	4.32	1.60	0.46	0.03	0.00
6	4.78	6.45	1.86	0.44	0.04	0.00	2.80	3.91	1.19	0.27	0.03	0.00	2.70	3.64	0.82	0.25	0.02	0.00	2.90	3.91	1.19	0.27	0.03	0.00
7	3.70	4.30	1.07	0.19	0.03	0.00	2.30	2.67	0.67	0.12	0.02	0.00	2.30	2.67	0.57	0.12	0.02	0.00	2.50	2.90	0.72	0.13	0.02	0.00
8	2.90	3.37	0.69	0.09	0.02	0.00	1.70	1.98	0.40	0.06	0.01	0.00	1.80	2.09	0.37	0.06	0.01	0.00	1.90	2.09	0.43	0.06	0.01	0.00
9	2.20	2.56	0.43	0.05	0.01	0.00	1.30	1.51	0.25	0.03	0.01	0.00	1.50	1.74	0.25	0.03	0.01	0.00	1.50	1.74	0.29	0.03	0.01	0.00
10	1.60	1.86	0.26	0.02	0.00	0.00	0.80	1.05	0.14	0.01	0.00	0.00	1.20	1.39	0.16	0.02	0.00	0.00	1.20	1.39	0.19	0.02	0.00	0.00
11	1.20	1.39	0.16	0.01	0.00	0.00	0.65	0.76	0.09	0.01	0.00	0.00	0.81	0.94	0.09	0.01	0.00	0.00	0.80	0.93	0.10	0.01	0.00	0.00
12	0.85	0.99	0.09	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.05	0.00	0.00	0.00	0.65	0.76	0.06	0.00	0.00	0.00	0.62	0.72	0.07	0.00	0.00	0.00
13	0.50	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00	0.40	0.46	0.04	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00
14	0.46	0.53	0.03	0.00	0.00	0.00	0.31	0.36	0.02	0.00	0.00	0.00	0.38	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00	0.38	0.45	0.03	0.00	0.00	0.00
15	0.37	0.43	0.02	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.02	0.00	0.00	0.00	0.31	0.36	0.02	0.00	0.00	0.00	0.30	0.35	0.02	0.00	0.00	0.00
16	0.30	0.35	0.01	0.00	0.00	0.00	0.23	0.27	0.01	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.01	0.00	0.00	0.00	0.24	0.28	0.01	0.00	0.00	0.00
17	0.25	0.29	0.01	0.00	0.00	0.00	0.19	0.22	0.01	0.00	0.00	0.00	0.23	0.27	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00
18	0.20	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.17	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.20	0.23	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00
19	0.18	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.10	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B 0-5h	3.99	5.37	2.89	1.48	0.47	0.09	5.56	7.51	4.59	2.72	1.06	0.25	2.34	3.16	1.40	0.92	0.31	0.06	2.76	3.73	2.00	1.01	0.31	0.05
B0> 8-10h	3.04	3.71	0.88	0.16	0.02	0.00	1.82	2.22	0.53	0.10	0.02	0.00	1.90	2.31	0.44	0.09	0.01	0.00	1.98	2.41	0.57	0.10	0.01	0.00
B2>10-20h	0.45	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B3/20-30h	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0-30h	1.34	0.64	0.27	0.06	0.01	0.01	1.36	0.86	0.47	0.16	0.04	0.04	0.86	0.31	0.17	0.05	0.01	0.01	0.92	0.44	0.19	0.05	0.01	0.01

<B##>: 測定値およびその外推値からの読み取り値。<0B##>: 自然換気量の測定値。0時間前まで30分間あったと考えた値。その前30分間なかったとして補正した値。
 計算式は 1-B## B##/exp(-0.31 7-30hrs B##/exp(-0.15),
 <02B##>: <04B##>: <06B##>: 各々、自然換気回数(回/時)が0.2回、0.4回、0.6回の場合の計算値。計算式は B##/exp(-0.31 7-30hrs B##/exp(-0.15),
 <02B##>: <04B##>: <06B##>: 各々、自然換気回数(回/時)が0.2回、0.4回、0.6回の場合の計算値。計算式は B##/exp(-0.31 7-30hrs B##/exp(-0.15),
 <02B##>: <04B##>: <06B##>: 各々、自然換気回数(回/時)が0.2回、0.4回、0.6回の場合の計算値。計算式は B##/exp(-0.31 7-30hrs B##/exp(-0.15),

図表2-34 アスベスト濃度シミュレーション (ブロック撤去作業)

2001/8/12

アスベスト濃度シミュレーション

（ブロック撤去作業）（単位: f/ml）

< >: 自然換気量を変えた時の値

Hour	B8	<B8>	<B.2B8>	<B.4B8>	<B8>	B10	<B10>	<B10>	<B10>	<B10>	B11	<B11>	<B11>	<B11>	<B11>	<B11>	<B11>	<B11>
1	1.60	2.16	1.77	1.36	0.79	0.24	7.50	10.12	8.30	6.48	3.72	1.11	1.10	1.48	1.22	0.95	0.55	0.16
2	2.60	3.51	2.36	1.44	0.47	0.04	8.10	10.93	7.35	4.48	1.48	0.13	1.10	1.48	1.00	0.61	0.20	0.02
3	3.10	4.18	2.31	1.10	0.21	0.01	8.20	11.07	6.10	2.90	0.55	0.01	1.08	1.46	0.80	0.38	0.07	0.00
4	3.70	4.99	2.26	0.84	0.09	0.00	8.20	11.07	5.00	1.96	0.20	0.00	1.05	1.42	0.64	0.24	0.03	0.00
5	3.90	5.26	1.95	0.57	0.04	0.00	8.10	10.93	4.05	1.17	0.07	0.00	1.00	1.35	0.50	0.14	0.01	0.00
6	3.70	4.99	1.52	0.34	0.03	0.00	7.50	10.12	3.08	0.70	0.05	0.00	1.00	1.35	0.41	0.09	0.01	0.00
7	3.00	3.49	0.87	0.15	0.02	0.00	6.70	7.78	1.94	0.34	0.05	0.00	0.98	1.14	0.28	0.05	0.01	0.00
8	2.40	2.79	0.57	0.06	0.01	0.00	5.50	6.39	1.31	0.18	0.03	0.00	0.96	1.12	0.23	0.03	0.00	0.00
9	1.70	1.96	0.33	0.04	0.01	0.00	4.40	5.11	0.66	0.09	0.02	0.00	0.95	1.10	0.19	0.02	0.00	0.00
10	1.30	1.51	0.21	0.02	0.00	0.00	3.50	4.07	0.56	0.05	0.01	0.00	0.94	1.09	0.15	0.01	0.00	0.00
11	1.00	1.16	0.13	0.01	0.00	0.00	2.70	3.14	0.35	0.02	0.00	0.00	0.91	1.06	0.12	0.01	0.00	0.00
12	0.75	0.87	0.08	0.00	0.00	0.00	2.00	2.32	0.21	0.01	0.00	0.00	0.90	1.05	0.10	0.00	0.00	0.00
13	0.60	0.70	0.05	0.00	0.00	0.00	1.70	1.98	0.15	0.01	0.00	0.00	0.89	1.03	0.08	0.00	0.00	0.00
14	0.47	0.55	0.03	0.00	0.00	0.00	1.30	1.51	0.09	0.00	0.00	0.00	0.87	1.01	0.06	0.00	0.00	0.00
15	0.38	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00	0.90	1.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.85	0.99	0.05	0.00	0.00	0.00
16	0.30	0.35	0.01	0.00	0.00	0.00	0.75	0.87	0.04	0.00	0.00	0.00	0.83	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00
17	0.26	0.30	0.01	0.00	0.00	0.00	0.64	0.74	0.03	0.00	0.00	0.00	0.81	0.94	0.03	0.00	0.00	0.00
18	0.22	0.26	0.01	0.00	0.00	0.00	0.52	0.60	0.02	0.00	0.00	0.00	0.80	0.93	0.03	0.00	0.00	0.00
19	0.18	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.52	0.01	0.00	0.00	0.00	0.79	0.92	0.02	0.00	0.00	0.00
20	0.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.78	0.91	0.02	0.00	0.00	0.00
21	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.37	0.01	0.00	0.00	0.00	0.77	0.89	0.01	0.00	0.00	0.00
22	0.12	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.87	0.01	0.00	0.00	0.00
23	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.85	0.01	0.00	0.00	0.00
24	0.08	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.82	0.01	0.00	0.00	0.00
25	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.81	0.01	0.00	0.00	0.00
26	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00
B 0-5h	2.98	4.02	2.13	1.06	0.32	0.06	8.02	10.83	6.16	3.38	1.21	0.25	1.07	1.44	0.83	0.46	0.17	0.04
B1 5-10h	2.42	2.95	0.70	0.13	0.02	0.00	5.52	6.70	1.55	0.27	0.03	0.00	0.97	1.16	0.25	0.04	0.00	0.00
B2 10-20h	0.43		0.04	0.00	0.00	0.00	1.13		0.10	0.00	0.00	0.00	0.84		0.05	0.00	0.00	0.00
B3 20-30h	0.07		0.00	0.00	0.00	0.00	0.21		0.00	0.00	0.00	0.00	0.70		0.01	0.00	0.00	0.00
0-30h	1.07	0.48	0.20	0.06	0.01	0.01	2.71		1.32	0.61	0.21	0.04	0.85		0.20	0.09	0.03	0.01

<B8>: 測定値およびその外推法からの推定値。 <B10>: 自然換気量の推定値。 <B11>: 自然換気量で0.2回/時あったと推定した値。計算式は 1-8hr: $B8/\exp(-0.337-3B8)$; 7-30hr: $B8/\exp(-0.15)$ 。
<B10>: 0.4B8; <B11>: 0.4B8; 自然換気量(n回/時)が0.2回、0.4回、0.6回の場合の計算値。計算式は 自然換気量(n回/時)が0.2回、0.4回、0.6回の場合の計算値。
<B10>: 1-8hr: 10B8; 0-3hr: 0.15B8; 0-1hr: 1B8/4; 12-23hr: 10B8/4; 25-30hr: 10B8/4; 計算式は上記の0.2回/時、0.4回/時、0.6回/時と同じ。

図表2-34 アスベスト濃度シミュレーション (ブロック撤去作業)

2004/8/20		アスベスト濃度シミュレーション (作業終了時の濃度) (単位: f/m ³)										(＜) 自然換気量を変えた時の値									
Hour	Q	QCT>	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD	QCTD
1	1.90	2.55	2.10	2.10	0.97	1.31	1.07	1.07	1.10	1.48	1.22	1.22	1.22	6.50	8.77	7.19	7.19	7.19	1.40	1.89	1.55
2	2.20	2.97	2.00	2.00	1.50	2.02	1.36	1.36	1.60	2.16	1.45	1.45	1.45	5.00	6.75	4.54	4.54	4.72	1.50	2.00	1.36
3	2.30	3.10	1.75	1.75	1.70	2.29	1.27	1.27	2.00	2.70	1.49	1.49	1.49	3.50	4.72	3.00	3.00	3.60	1.50	2.00	1.12
4	2.40	3.24	1.46	1.46	1.80	2.43	1.10	1.10	2.30	3.10	1.40	1.40	1.40	2.40	3.24	1.46	1.46	1.34	1.40	1.89	0.85
5	2.40	3.24	1.20	1.20	2.00	2.70	1.00	1.00	2.40	3.24	1.20	1.20	1.20	1.80	2.43	0.90	0.90	0.75	1.40	1.89	0.70
6	2.30	3.10	0.94	0.94	2.00	2.70	0.82	0.82	2.40	3.24	0.98	0.98	0.98	1.50	2.02	0.62	0.62	0.41	1.30	1.75	0.53
7	2.00	2.70	0.67	0.67	1.90	2.56	0.64	0.64	2.20	2.97	0.74	0.74	0.74	1.40	1.89	0.47	0.47	0.27	1.00	1.35	0.34
8	1.80	2.43	0.50	0.50	1.75	2.36	0.48	0.48	1.80	2.43	0.50	0.50	0.50	1.30	1.75	0.36	0.36	0.19	0.80	1.06	0.22
9	1.70	1.98	0.33	0.33	1.60	1.86	0.31	0.31	1.60	1.86	0.31	0.31	0.31	1.20	1.39	0.23	0.23	0.12	0.60	0.70	0.12
10	1.50	1.74	0.24	0.24	1.40	1.63	0.22	0.22	1.40	1.63	0.22	0.22	0.22	1.00	1.16	0.16	0.16	0.09	0.42	0.49	0.07
11	1.30	1.51	0.17	0.17	1.30	1.51	0.17	0.17	1.20	1.39	0.16	0.16	0.16	0.97	1.13	0.13	0.13	0.07	0.30	0.35	0.04
12	1.20	1.39	0.13	0.13	1.00	1.16	0.11	0.11	1.00	1.16	0.11	0.11	0.11	0.92	1.07	0.10	0.10	0.05	0.23	0.27	0.02
13	0.95	1.10	0.08	0.08	0.90	1.05	0.08	0.08	0.90	1.05	0.08	0.08	0.08	0.90	1.05	0.08	0.08	0.04	0.17	0.20	0.00
14	0.85	0.99	0.06	0.06	0.80	0.93	0.06	0.06	0.80	0.93	0.06	0.06	0.06	0.85	0.99	0.06	0.06	0.03	0.13	0.15	0.00
15	0.80	0.93	0.05	0.05	0.75	0.85	0.04	0.04	0.75	0.87	0.04	0.04	0.04	0.81	0.94	0.05	0.05	0.03	0.10	0.12	0.00
16	0.73	0.85	0.04	0.04	0.68	0.79	0.03	0.03	0.68	0.80	0.03	0.03	0.03	0.80	0.93	0.04	0.04	0.02	0.08	0.10	0.00
17	0.69	0.80	0.03	0.03	0.62	0.72	0.02	0.02	0.62	0.72	0.02	0.02	0.02	0.78	0.91	0.03	0.03	0.02	0.07	0.08	0.00
18	0.62	0.72	0.02	0.02	0.58	0.67	0.02	0.02	0.58	0.69	0.02	0.02	0.02	0.75	0.87	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07	0.00
19	0.60	0.70	0.02	0.02	0.54	0.63	0.02	0.02	0.55	0.64	0.02	0.02	0.02	0.74	0.86	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.00
20	0.58	0.67	0.02	0.02	0.50	0.58	0.02	0.02	0.50	0.58	0.02	0.02	0.02	0.72	0.84	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.00
21	0.54	0.63	0.02	0.02	0.47	0.55	0.02	0.02	0.47	0.55	0.02	0.02	0.02	0.71	0.82	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.00
22	0.50	0.58	0.02	0.02	0.45	0.52	0.02	0.02	0.45	0.52	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.00
23	0.47	0.55	0.02	0.02	0.42	0.49	0.02	0.02	0.44	0.51	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.00
24	0.45	0.52	0.02	0.02	0.41	0.48	0.02	0.02	0.42	0.49	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.00
25	0.42	0.49	0.02	0.02	0.40	0.46	0.02	0.02	0.40	0.46	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
26	0.41	0.48	0.02	0.02	0.40	0.46	0.02	0.02	0.39	0.45	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
27	0.40	0.46	0.02	0.02	0.39	0.45	0.02	0.02	0.38	0.44	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
28	0.40	0.46	0.02	0.02	0.39	0.45	0.02	0.02	0.37	0.43	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
29	0.39	0.45	0.02	0.02	0.39	0.45	0.02	0.02	0.36	0.42	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
30	0.38	0.44	0.02	0.02	0.39	0.45	0.02	0.02	0.35	0.41	0.02	0.02	0.02	0.70	0.81	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
0-10h	2.05		1.12	1.12	1.66		0.63	0.63	1.86		0.56	0.56		2.56		1.85	1.85	1.77	1.13		0.69
0210-120h	0.83		0.06	0.06	0.77		0.06	0.06	0.76		0.06	0.06		0.82		0.06	0.06	0.03	0.01		0.01
0320-120h	0.44		0.02	0.02	0.41		0.02	0.02	0.40		0.02	0.02		0.70		0.01	0.01	0.00	0.02		0.00
0-120h	1.11		0.39	0.39	0.95		0.30	0.29	1.01		0.34	0.33		1.36		0.64	0.63	0.60	0.43		0.23

図表2-35 アスベスト濃度シミュレーション (作業終了時の濃度)

QCTD: 測定された自然換気量に基づいて算出された値。
 QCTD: 自然換気量の推定値。QCTDは、QCTDの値を元に、その値が0.01未満の場合は、0.01とみなされ、0.01以上0.02未満の場合は、0.02とみなされ、0.02以上0.05未満の場合は、0.05とみなされ、0.05以上0.1未満の場合は、0.1とみなされ、0.1以上0.2未満の場合は、0.2とみなされ、0.2以上0.5未満の場合は、0.5とみなされ、0.5以上1.0未満の場合は、1.0とみなされ、1.0以上2.0未満の場合は、2.0とみなされ、2.0以上5.0未満の場合は、5.0とみなされ、5.0以上10.0未満の場合は、10.0とみなされ、10.0以上20.0未満の場合は、20.0とみなされ、20.0以上50.0未満の場合は、50.0とみなされ、50.0以上100.0未満の場合は、100.0とみなされ、100.0以上200.0未満の場合は、200.0とみなされ、200.0以上500.0未満の場合は、500.0とみなされ、500.0以上1000.0未満の場合は、1000.0とみなされ、1000.0以上2000.0未満の場合は、2000.0とみなされ、2000.0以上5000.0未満の場合は、5000.0とみなされ、5000.0以上10000.0未満の場合は、10000.0とみなされ、10000.0以上20000.0未満の場合は、20000.0とみなされ、20000.0以上50000.0未満の場合は、50000.0とみなされ、50000.0以上100000.0未満の場合は、100000.0とみなされ、100000.0以上200000.0未満の場合は、200000.0とみなされ、200000.0以上500000.0未満の場合は、500000.0とみなされ、500000.0以上1000000.0未満の場合は、1000000.0とみなされ、1000000.0以上2000000.0未満の場合は、2000000.0とみなされ、2000000.0以上5000000.0未満の場合は、5000000.0とみなされ、5000000.0以上10000000.0未満の場合は、10000000.0とみなされ、10000000.0以上20000000.0未満の場合は、20000000.0とみなされ、20000000.0以上50000000.0未満の場合は、50000000.0とみなされ、50000000.0以上100000000.0未満の場合は、100000000.0とみなされ、100000000.0以上200000000.0未満の場合は、200000000.0とみなされ、200000000.0以上500000000.0未満の場合は、500000000.0とみなされ、500000000.0以上1000000000.0未満の場合は、1000000000.0とみなされ、1000000000.0以上2000000000.0未満の場合は、2000000000.0とみなされ、2000000000.0以上5000000000.0未満の場合は、5000000000.0とみなされ、5000000000.0以上10000000000.0未満の場合は、10000000000.0とみなされ、10000000000.0以上20000000000.0未満の場合は、20000000000.0とみなされ、20000000000.0以上50000000000.0未満の場合は、50000000000.0とみなされ、50000000000.0以上100000000000.0未満の場合は、100000000000.0とみなされ、100000000000.0以上200000000000.0未満の場合は、200000000000.0とみなされ、200000000000.0以上500000000000.0未満の場合は、500000000000.0とみなされ、500000000000.0以上1000000000000.0未満の場合は、1000000000000.0とみなされ、1000000000000.0以上2000000000000.0未満の場合は、2000000000000.0とみなされ、2000000000000.0以上5000000000000.0未満の場合は、5000000000000.0とみなされ、5000000000000.0以上10000000000000.0未満の場合は、10000000000000.0とみなされ、10000000000000.0以上20000000000000.0未満の場合は、20000000000000.0とみなされ、20000000000000.0以上50000000000000.0未満の場合は、50000000000000.0とみなされ、50000000000000.0以上100000000000000.0未満の場合は、100000000000000.0とみなされ、100000000000000.0以上200000000000000.0未満の場合は、200000000000000.0とみなされ、200000000000000.0以上500000000000000.0未満の場合は、500000000000000.0とみなされ、500000000000000.0以上1000000000000000.0未満の場合は、1000000000000000.0とみなされ、1000000000000000.0以上2000000000000000.0未満の場合は、2000000000000000.0とみなされ、2000000000000000.0以上5000000000000000.0未満の場合は、5000000000000000.0とみなされ、5000000000000000.0以上10000000000000000.0未満の場合は、10000000000000000.0とみなされ、10000000000000000.0以上20000000000000000.0未満の場合は、20000000000000000.0とみなされ、20000000000000000.0以上50000000000000000.0未満の場合は、50000000000000000.0とみなされ、50000000000000000.0以上100000000000000000.0未満の場合は、100000000000000000.0とみなされ、100000000000000000.0以上200000000000000000.0未満の場合は、200000000000000000.0とみなされ、200000000000000000.0以上500000000000000000.0未満の場合は、500000000000000000.0とみなされ、500000000000000000.0以上1000000000000000000.0未満の場合は、1000000000000000000.0とみなされ、1000000000000000000.0以上2000000000000000000.0未満の場合は、2000000000000000000.0とみなされ、2000000000000000000.0以上5000000000000000000.0未満の場合は、5000000000000000000.0とみなされ、5000000000000000000.0以上10000000000000000000.0未満の場合は、10000000000000000000.0とみなされ、10000000000000000000.0以上20000000000000000000.0未満の場合は、20000000000000000000.0とみなされ、20000000000000000000.0以上50000000000000000000.0未満の場合は、50000000000000000000.0とみなされ、50000000000000000000.0以上100000000000000000000.0未満の場合は、100000000000000000000.0とみなされ、100000000000000000000.0以上200000000000000000000.0未満の場合は、200000000000000000000.0とみなされ、200000000000000000000.0以上500000000000000000000.0未満の場合は、500000000000000000000.0とみなされ、500000000000000000000.0以上1000000000000000000000.0未満の場合は、1000000000000000000000.0とみなされ、1000000000000000000000.0以上2000000000000000000000.0未満の場合は、2000000000000000000000.0とみなされ、2000000000000000000000.0以上5000000000000000000000.0未満の場合は、5000000000000000000000.0とみなされ、5000000000000000000000.0以上10000000000000000000000.0未満の場合は、10000000000000000000000.0とみなされ、10000000000000000000000.0以上20000000000000000000000.0未満の場合は、20000000000000000000000.0とみなされ、20000000000000000000000.0以上50000000000000000000000.0未満の場合は、50000000000000000000000.0とみなされ、50000000000000000000000.0以上100000000000000000000000.0未満の場合は、100000000000000000000000.0とみなされ、100000000000000000000000.0以上200000000000000000000000.0未満の場合は、200000000000000000000000.0とみなされ、200000000000000000000000.0以上500000000000000000000000.0未満の場合は、500000000000000000000000.0とみなされ、500000000000000000000000.0以上1000000000000000000000000.0未満の場合は、1000000000000000000000000.0とみなされ、1000000000000000000000000.0以上2000000000000000000000000.0未満の場合は、2000000000000000000000000.0とみなされ、2000000000000000000000000.0以上5000000000000000000000000.0未満の場合は、5000000000000000000000000.0とみなされ、5000000000000000000000000.0以上10000000000000000000000000.0未満の場合は、10000000000000000000000000.0とみなされ、10000000000000000000000000.0以上20000000000000000000000000.0未満の場合は、20000000000000000000000000.0とみなされ、20000000000000000000000000.0以上50000000000000000000000000.0未満の場合は、50000000000000000000000000.0とみなされ、50000000000000000000000000.0以上100000000000000000000000000.0未満の場合は、100000000000000000000000000.0とみなされ、100000000000000000000000000.0以上200000000000000000000000000.0未満の場合は、200000000000000000000000000.0とみなされ、200000000000000000000000000.0以上500000000000000000000000000.0未満の場合は、500000000000000000000000000.0とみなされ、500000000000000000000000000.0以上1000000000000000000000000000.0未満の場合は、1000000000000000000000000000.0とみなされ、1000000000000000000000000000.0以上2000000000000000000000000000.0未満の場合は、2000000000000000000000000000.0とみなされ、2000000000000000000000000000.0以上5000000000000000000000000000.0未満の場合は、5000000000000000000000000000.0とみなされ、5000000000000000000000000000.0以上10000000000000000000000000000.0未満の場合は、10000000000000000000000000000.0とみなされ、1000000000

さしがや保育園各室アスベスト濃度推定値()

(各値は10時間その場所にいた場合のばく露濃度: f/ml x 10hrs) (01902)

		2F 0歳児 室	2F 0歳児 室	2F 1歳児 室	2F 1歳児 室	2F 廊下	2F 食事室	2F バルコ ニー	2F バルコ ニー	2F 2歳児 室	1F 玄関 ホール	1F 保育室 3	1F 保育室 4	1F 保育室 5	1F 廊下	1F 遊戯室	1F 事務室	1F 更衣室	1F 玄関	1-2F 階段 踊場	屋上 出口	屋外
												=			=							
7月7日 〔水〕	午前	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	午後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7月8日 〔木〕	午前	0.22	0.13	0.13	0.09	0.14	0.06	0.00	0.00	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.12	0.14	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.00	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.12	0.08	0.09	0.07	0.09	0.06	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.08	0.00
7月9日 〔金〕	午前	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
7月10日 〔土〕	午前	1.99	0.99	0.95	0.51	1.11	0.34	0.00	0.00	1.05	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.04	1.23	0.00
	午後	0.03	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.00
	平均	1.01	0.52	0.51	0.29	0.58	0.19	0.00	0.00	0.55	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.54	0.64	0.00
7月12日 〔月〕	午前	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	午後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7月13日 〔火〕	午前	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
7月14日 〔水〕	午前	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	午後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7月15日 〔木〕	午前	0.99	0.48	0.46	0.24	0.54	0.16	0.00	0.00	0.51	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.51	0.61	0.00
	午後	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
	平均	0.50	0.24	0.24	0.12	0.28	0.08	0.00	0.00	0.26	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.26	0.31	0.00
7月16日 〔金〕	午前	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
7月17日 〔土〕	午前	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
7月19日 〔月〕	午前	0.20	0.10	0.09	0.05	0.11	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.10	0.12	0.00
	午後	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	平均	0.10	0.05	0.05	0.03	0.06	0.03	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.06	0.00
7月20日 〔火〕	午前	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	午後	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
	平均	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
総計(*)		0.15	0.09	0.09	0.06	0.10	0.04	0.00	0.00	0.09	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.10	0.00

7月8日: 0.1B+C(2), 7月9日: C(2), 7月10日: B+C(2), 7月13日: C(2), 7月15日: 0.5B, 7月16日: C(2), 7月19日: 0.1B, 7月20日: C(2)

B, C(2)については、図表2-35, 図表2-36を参照のこと。

使用した値は総て自然換気量を加味した値(ブロック撤去は1回/時 1B#, 清掃は0.2-1C#の値)。

*: 全日(120時間)いた場合のばく露値(f/ml x 120hrs)

図表2-36 各室のアスベスト濃度推定値

8 - 2 各室のアスベスト濃度推定 ()

(1) シミュレーション時と実際の工事時の換気回数について

今回測定しているアスベスト繊維は長さ $5\mu\text{m}$ 以上の繊維状物質であり、沈降や拡散等に関しては数式的な濃度予測が可能な物質ではないと考えられている。シミュレーション時の各室の経時的アスベスト濃度は、養生空間内でのアスベストの拡散及び外部空間との換気及び重力沈降等を反映していると考えられる。

シミュレーション時の外部空間との換気に関しては、アスベストの飛散防止のために稼動させた排気装置による負圧、飛散防止のための養生、シミュレーション時の外部風圧等が影響している。養生内部での拡散には、一様拡散目的で稼動させた扇風機や養生内部に生じた空気の短絡流（ショートサーキット）等の因子も影響していると思われる。

アスベストの飛散防止の観点から24時間稼動する事とされる負圧装置は、シミュレーション時は日中のみ排気装置（負圧）が稼動し、夜間は稼動していなかったと除去業者が報告している。日中は窓をあけ、夜間は窓を閉めていた実際の工事時の換気条件と類似した状態が、シミュレーション時に生じていた事になる。

排気装置の機能から考えると、シミュレーション時の日中の換気回数は0.735回/時である。排気装置の稼動下で重力沈降の因子のないトレーサーガス法（ SF_6 ）で6時間分の測定も行われており、日中0.46回/時（換気＋拡散）との結果が得られている<Ⅱ－2．7参照>。同測定では、多室の濃度変動がほぼ一定になる2.5hから6hまでの3.5時間分の平均減衰率が0.3回/時である。シミュレーション時の夜間の換気回数は、各室のアスベスト濃度実測値（0～1h値、5～6h値、24～25h値をスムージングしたもの）から推定して0.12～0.15回/時が得られている。

実際の工事時の換気に関しては、当該保育園のデータはない。吉野らが報告するように1970年代に建造された建物の密閉時のデータから気密グレード最高の3の場合0.1回/時程度と推測されている<Ⅱ－2．7参照>。夏の朝内部がやや高い温度で窓を開放した際の換気回数のデータの報告及び、日中冷房下で外部との温度差 5°C の室を開放した際の換気回数のデータもないようである。実際の日時の風速データとしては、3kmほど離れた文京区教育センターのものが得られている。おおよそ日中の窓開放時は、1から2回/時の換気回数であったと推計されている<Ⅱ－2．7参照>。

これらの換気回数は名目換気回数であり、実際には開放した窓間での短絡した通風が生じるため（通風輪道）、汚染物質の濃度は名目的な換気回数に応じて減少はしない。そのため名目的な換気回数に混合率を乗じて実質的な換気回数とするが、混合率は0.1から1とばらつく事も多く本来なら各室毎に異なる値となる。一般的には混合率は0.5程度の事が多いため、実際の工事の際の日中窓を開放した際の実質的な換気回数は0.5から1回/時となる。日中の午睡時の3時から3時間半は窓を閉鎖しており、午睡時と夜間は0.1回/時程度であったと考えられる。実際の工事時の換気回数は、室によらずにはあるが、午前窓を開けていた0.5回/時～1回/時の4時間と、窓を閉めていた午睡時の0.1回/時の3時間半と、午後窓を開けていた0.5回/時～1回/時の約2時間半と、窓

を閉めていた夜間の0.1回/時というように1日を通して一定の換気回数ではない。なお、工事中に0歳児が保育されていた2階食事室はほぼ1日中窓が閉まった状態であり換気回数は1日を通して0.1～0.3回/時程度であったと推定される。2階0歳児室の工事部も、当初窓を開けていたこともあったが、早い段階で父母からの指摘を受けおおむね窓を閉めて工事を行っていたので、換気回数は1日を通して0.1回/時～0.3回/時程度であったと推定される。

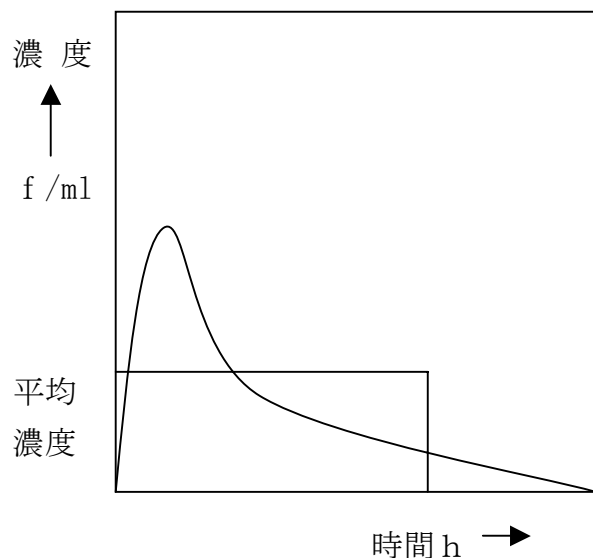
実際の工事が1日を通して同一の換気回数でない場合、発じんのピークが午前中の初めにあるか午睡時の直前にあるか午後にあるかによって総ばく露量が大きく変わり、均一の換気回数の推定は困難である。また、工事時の各室の換気回数も、さまざまな条件から異なっていたと考えられる。

仮に午前中の工事が9時から始まったとして11時までの2時間を0.5回/時、午睡時の3時間半を0.1回/時、午後工事が再開して2時間半を0.5回/時とし総ばく露量（ばく露量の積分値）を算出し、同じ総ばく露量を8時間の均一な換気回数に変換すると0.34回/時が得られる。これはシミュレーション時の平均減衰率の0.3回/時と大きくは変わらない。

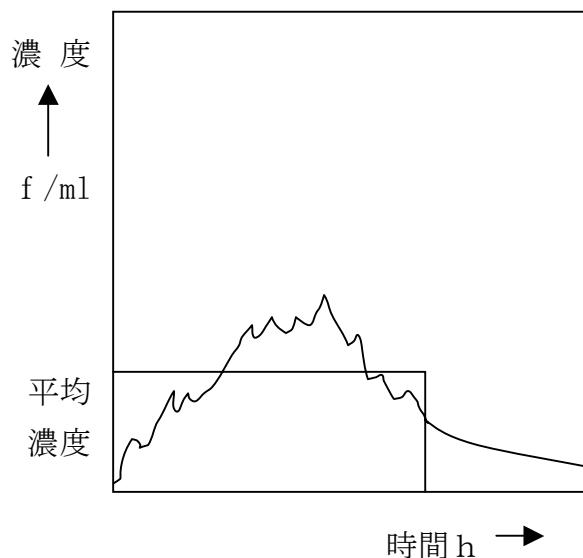
実際の換気回数の推定が困難であり外挿データから推定する際には安全サイドとする事を考えると、シミュレーションでのアスベスト濃度を実際の工事時の日時におけるアスベスト濃度として用いる事が、妥当であると考えられる。

(2) シミュレーションで得られた濃度と、実際の工事の際の濃度との関係

除去したアスベスト量が同一ならば、シミュレーションで得られた各作業のばく露量（濃度の時間積分値）は、実際の工事時のばく露量とほぼ同量であるといえる（Ⅱ－２．７参照）。したがって、シミュレーションで得られた濃度変化から得られた平均濃度は、実際の工事時に発生したアスベスト粉じんの平均濃度とほぼ等しいといえる。



図表 2 - 3 7 ブロック撤去模擬作業の濃度変化

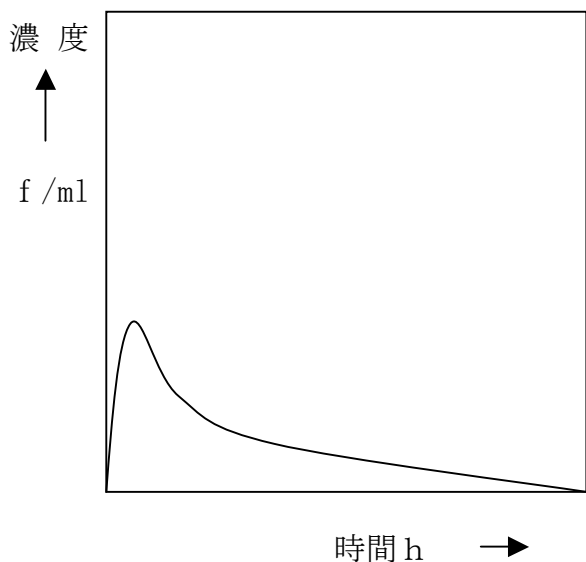


図表 2 - 3 8 ブロック撤去工事時の濃度変化

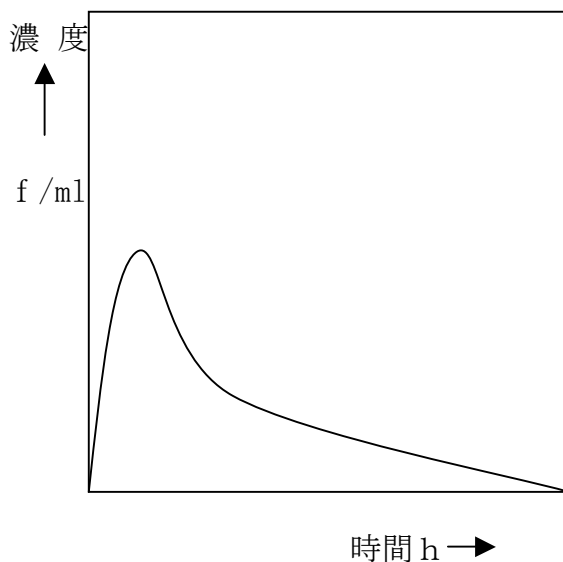
今回行われたシミュレーションは、次の2種類に分けられる。すなわち、ひとつは粉じん発生作業の総量をあらかじめ想定し、その作業を15分間にいわば凝縮して行ったもの、もうひとつは、粉じん発生作業そのものを15分間行ったものである。

粉じん発生作業を凝縮して行ったものには、「壁ブロック撤去作業」，「溶接天井掻き落とし作業」，「1階保育室天井裏掻き出し作業」の各シミュレーション作業が属し、これらはシミュレーションで得られたばく露量の総量が、実際の工事時に発生した粉じんの総量にほぼ等しい（図表 2 - 3 7 及び図表 2 - 3 8）。このことから、これらの作業については、各室のアスベスト濃度を発じん作業が行われた時間の平均濃度（ブロック）として示した。したがって、発じん作業が終了するとその作業による粉じん濃度は0になると仮定した。実際の工事時の粉じんは、発じん作業が終了した後徐々に減衰していくが、作業が終了した時点の濃度（減衰が始まる濃度）を確定できないために、正確な減衰を取ることができない。そのため、安全サイドに見て、実際の工事時の減衰部分の濃度の一部をシミュレーションで得られた平均濃度の中に繰り入れた。

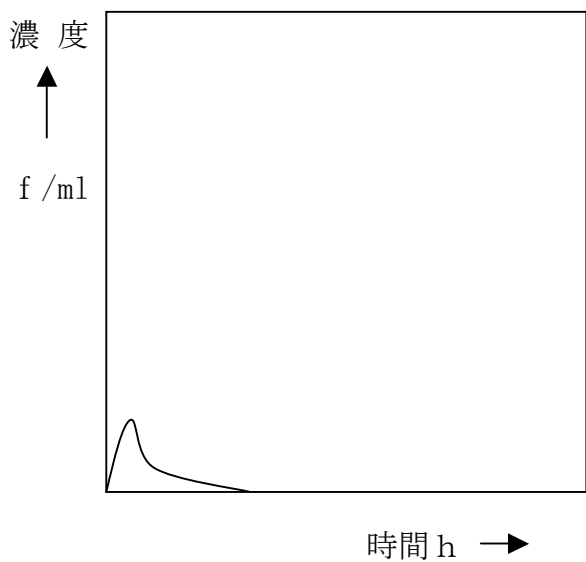
粉じん発生作業そのものが15分間行われたものには、「作業終了時の清掃作業」，「作業者歩行」の各シミュレーション作業が含まれる（図表2－39から図表2－42）。これらはそれぞれ15分間の単位作業であり、実際の工事時の粉じん発生作業は空間的・時間的に単位作業が繰り返された。



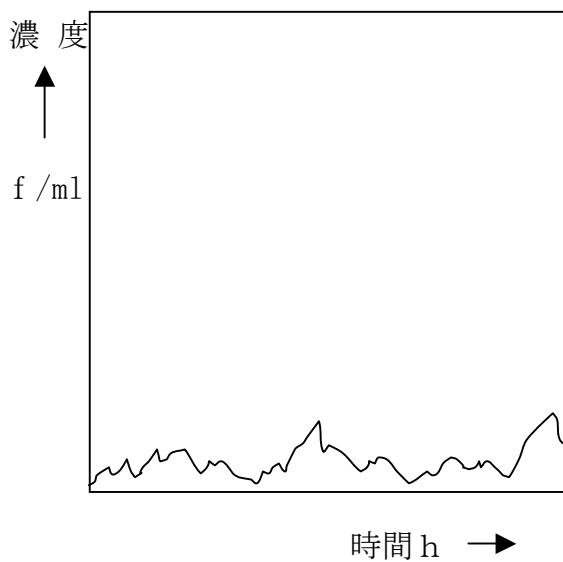
図表2－39 清掃模擬作業の濃度変化



図表2－40 工事時清掃作業の濃度変化



図表2－41 歩行模擬作業の濃度変化



図表2－42 工事時の歩行による濃度変化

(3) シミュレーション時に測定されていない各室濃度の類推

歩行や溶接天井掻き落としや天井裏掻き出し作業はシミュレーション作業内のアスベスト濃度の測定がされており各室濃度が求められていない。Ⅱ－2．6の文献的考察でみるように、例えば天井掻き取り作業に近い「吹付けアスベスト天井こすり時の濃度は2.1f/ml、また、飛散性のあるアスベスト含有ボード作業は最大で27.25f/ml飛散するとされている。これらは無視できる粉じん量とはいえない。

シミュレーションからは「壁ブロック撤去作業」の直接飛散と「作業終了時の床清掃作業」の床からの再飛散の2つの典型的な飛散による各室濃度が得られている。他の作業も基本的にこの2種類の典型的な作業に類似した飛散形態に分類することができる。

シミュレーション作業が行われた室内の平均濃度と各室の平均濃度との比は、各室の混合率や濃度分布、換気効率などの特性を踏まえたうえの濃度比と考えられる。したがって、実際の工事時の各室のアスベスト濃度は、「壁ブロック撤去作業」と「作業終了時の床清掃作業」の各シミュレーション作業から得られる、シミュレーション作業空間（0歳児室）と各室の平均濃度の比率から類推できる。平均濃度を算出する時間は8時間とした。これは、工事が実際に行われた時間は1日おおよそ8時間程度であること、また、8時間の前の時点でおおよそ各室の粉じんの減衰が一定になるためである。

このことから、シミュレーション作業空間のアスベスト濃度のみが測定されたものは、濃度比を掛ける事により、各室濃度を求めることができる。

1) 0歳児室平均濃度の計算の仕方

シミュレーション作業が行われた0歳児室のアスベスト濃度は、作業後1時間の実測値に計数不能値が多く出ている。本来、計数不能値が出ないような吸引量による計測が行われるべきであった。また、24時間で5点から6点の測定値があれば、より正確な経時変化を読みとることができた。しかしシミュレーションは1時間値、5時間値、24時間値の3点の測定しか行われなかった。

0歳児室の計測地点とほぼ同地点で計測されたFAMデータは、Ⅱ－2．4にあるように光学顕微鏡による計測値と同様に補正されている。実測の計数不能値は、経時的に連続なFAMデータに置きかえることにより、より正確なものになると考えられる。したがってFAMデータがあるところは「Ⅱ－2．8－1 図表2－3 3－1～2 3」のスムーズラインからではなく、これを使って算出した。

FAMデータ：「壁ブロック撤去作業のアスベスト濃度の経時変化」及び、「作業終了時の床掃除作業のアスベスト濃度の経時変化」の両グラフの8時間のばく露量をそれぞれ求め、平均濃度を算出した。「壁ブロック撤去作業のアスベスト濃度の経時変化」の8時間平均濃度は、9.93f/mlである。「作業終了時の床掃除作業のアスベスト濃度の経時変化」の8時間平均濃度は、3.42f/mlである。

2) 各室の平均濃度の出し方

「作業終了時の床清掃作業」と「壁ブロック撤去作業」の各室8時間平均濃度は、「Ⅱ－2．8－1 図表2－3 3－1～2 3」に示された各室測定点の濃度変化グラフの、1時間から8時間までの各濃度を加え、8で除した値である。

このグラフは、各測定点の1時間値、5時間値、24時間値の3点の測定値間をスムーズラインで結んだものである。このスムーズラインは、測定点が少ないことから、各室の濃度減衰を正確に伝えているか判断が困難である。しかし、アスベスト濃度の各室への伝わりをよく表していること、また、各ラインを重ねてみる（図表2－3 1）と幅はあるものの、一定の減衰カーブを描くことからおおむね妥当であるといえる。さらに、各室濃度を平均濃度の比として扱う事により、スムーズラインの誤差をより緩和する事ができる。

3) 作業の違いによる各室平均濃度比の違い

「壁ブロック撤去作業」の各室濃度の比率（図表2－4 3）と「作業終了時の床清掃作業」の各室濃度の比率（図表2－4 4）を示す。

図表2－4 3の各室濃度比率は、おもにアスベスト粉じんが直接飛散した場合であり、アスベストが比較的大きなかたまりで落下した場合を表し、「壁ブロック撤去作業」、「溶接天井掻き落とし作業」の各作業に対応する。図表2－4 4の各室濃度比率は、おもにアスベスト粉じんが床から再飛散した場合、もしくは細かい粉じんの飛散を表し、「作業中歩行」に対応する。

「1階保育室天井裏掻き出し作業」、「玄関天井作業による飛散」、「電気工事による飛散」の各作業は再飛散ではないので、図表2－4 3と類似の作業とした。

「天井板撤去作業」、「フレキシブルボード撤去作業」の各作業は、今回のシミュレーションは行われていないが、無視できない飛散があったと考えられるので、文献的考察の値を用いた。これらは細かい粉じんの飛散であり、安全サイドの考え方から比率の高い図表2－4 4の比率を仮定した。

「作業終了時の清掃作業」は後に述べる理由から、比率を使用していない。

	平均濃度	濃度比
0歳児室	9.93f/ml	1.00
1歳児室	4.10f/ml	0.41
1歳児室	3.91f/ml	0.39
食事室廊下	4.33f/ml	0.43
食事室	2.31f/ml	0.23
バルコニー近	2.62f/ml	0.26
バルコニー遠	3.00f/ml	0.30
3階プール入り口	7.47f/ml	0.75
1階ホール	1.03f/ml	0.10
1階厨房廊下	なし	なし

図表 2 - 4 3 「壁ブロック撤去作業」の各室濃度の比率

	平均濃度	濃度比
0歳児室	3.42f/ml	1.00
1歳児室	1.95f/ml	0.57
1歳児室	2.00f/ml	0.58
食事室廊下	1.98f/ml	0.58
食事室	2.11f/ml	0.61
バルコニー近	1.72f/ml	0.50
バルコニー遠	1.88f/ml	0.55
3階プール入り口	2.91f/ml	0.85
1階ホール	2.65f/ml	0.77
1階厨房廊下	1.26f/ml	0.37

図表 2 - 4 4 「作業終了時の清掃作業」の各室濃度の比率

(4) 「作業者歩行」による粉じん濃度の考え方

歩行によるアスベスト粉じん発生の時間帯は、「Ⅱ－2. 2 実際の工事状況の推定 (3) 3」実際の歩行の状況」にしたがった。「作業者歩行」は、シミュレーションの単位作業が繰り返された作業である。しかし、実際の工事時に、どのような歩行が行われたのか、また、その時の床面にどの程度のアスベストが残留していたかは、必ずしも明らかではないので、シミュレーションで得られた1時間平均濃度が、歩行が行われた時間継続したと仮定した。

「作業者歩行」の各室濃度は、シミュレーションの①（0歳児室）の濃度に、清掃と同様に床からの再飛散であるから、図表2－44の濃度比を掛け各室濃度を算出した（図表2－45）。

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
1.58	0.90	0.91	0.91	0.96	0.78	0.86	1.34	1.21	0.58

図表2－45 「作業者歩行」の各室濃度（f/ml）

(5) 「作業終了時の清掃作業」による粉じん濃度の考え方

「作業終了時の清掃作業」は15分間の単位作業であり、実際の工事時の粉じん発生作業は、空間的時間的に単位作業が繰り返された。シミュレーション（掃き掃除作業）が行われた面積は、実際の掃き掃除が行われた面積の1/10程度、毎日、シミュレーションの2倍の30分程度行われている。また、「Ⅱ－2. 2 実際の工事状況の推定 (3) 2) 実際の掃除の状況」より、「7月16（15）日以降じょうろで散水した。」とあり、これらを勘案し、実際の濃度はシミュレーションで得られた濃度の2～3倍程度が相当と思われる。したがって、「作業終了時の清掃作業」の各測定値は、実際の濃度よりも過小値であると考えられるが、そのまま使用した（図表2－46）。

「作業終了時の清掃作業」は、作業の量に違いはあるものの、シミュレーションと実際の工事時に発生したアスベスト濃度の増加減衰カーブは、次の理由で同様に扱う事ができる。

すなわち、発じん作業は30分間行われ、その後繰り返されない。また、おもに清掃作業が行われた後は、保育園の扉や窓は閉じられ、シミュレーションで得られた減衰カーブと同様な減衰が、実際の工事時にもあったと考えられる。したがって、「作業終了時の清掃作業」は平均濃度ではなく、測定された濃度測定値をそのまま使用し、翌日の朝一番の1時間値のみ影響が残ったと仮定した。それ以降は、扉や窓が開閉されているために、その影響を無視した。ただし、7月10日（土）は、11時30分から12時までと、16時30分から17時までの2回掃除が行われている。この場合、11時30分から12時までに行われた掃除による発じんの影響がその後も残り、16時30分から17時までの掃除による粉じん発生量が加わったと仮定した。

Hour	①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
1	6.50	1.30	1.90	2.30	1.90	0.97	1.10	6.50	6.50	1.40
2	4.00	1.70	2.00	2.30	2.20	1.50	1.60	5.00	5.20	1.50
3	2.90	2.00	2.20	2.20	2.30	1.70	2.00	3.50	3.50	1.50
4	2.30	2.20	2.30	2.10	2.40	1.80	2.30	2.40	2.20	1.40
5	1.80	2.30	2.10	2.00	2.40	2.00	2.40	1.80	1.50	1.40
6	1.40	2.30	2.00	1.90	2.30	2.00	2.40	1.50	1.00	1.30
7	1.30	2.20	1.80	1.70	2.00	1.90	2.20	1.40	0.80	1.00
8	1.20	2.00	1.70	1.60	1.80	1.75	1.80	1.30	0.70	0.80
9	1.10	1.80	1.60	1.50	1.70	1.60	1.60	1.20	0.64	0.60
1 0	1.00	1.70	1.40	1.40	1.50	1.40	1.40	1.00	0.57	0.42
1 1	0.99	1.60	1.20	1.30	1.30	1.30	1.20	0.97	0.52	0.30
1 2	0.99	1.40	1.00	1.10	1.20	1.00	1.00	0.92	0.50	0.23
1 3	0.98	1.30	0.90	1.00	0.95	0.90	0.90	0.90	0.49	0.17
1 4	0.97	1.20	0.80	0.91	0.85	0.80	0.80	0.85	0.48	0.13
1 5	0.95	1.10	0.70	0.90	0.80	0.73	0.75	0.81	0.48	0.10
1 6	0.93	1.00	0.65	0.85	0.73	0.68	0.69	0.80	0.47	0.08
1 7	0.92	0.95	0.60	0.80	0.69	0.62	0.62	0.78	0.47	0.07
1 8	0.91	0.90	0.56	0.79	0.62	0.58	0.59	0.75	0.46	0.06
1 9	0.90	0.85	0.51	0.75	0.60	0.54	0.55	0.74	0.46	0.05
2 0	0.90	0.80	0.49	0.72	0.58	0.50	0.50	0.72	0.45	0.04
2 1	0.90	0.75	0.45	0.70	0.54	0.47	0.47	0.71	0.45	0.04
2 2	0.90	0.70	0.42	0.69	0.50	0.45	0.45	0.70	0.45	0.03
2 3	0.90	0.68	0.40	0.66	0.47	0.42	0.44	0.70	0.44	0.03
2 4	0.89	0.62	0.38	0.64	0.45	0.41	0.42	0.70	0.44	0.02

図表 2 - 4 6 「作業終了時の清掃作業」の1時間ごとの各室濃度 (f/ml)

(6) 諸仮定について

1) 「壁ブロック撤去作業」の8時間平均の各室濃度の表

「壁ブロック撤去作業」は、各室の8時間平均濃度が、8時間続いたと仮定した（図表 2－4 7）。

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
9.93	4.10	3.91	4.33	2.31	2.62	3.00	7.47	1.03	なし

図表 2 - 4 7 「壁ブロック撤去作業」の各室濃度（f/ml）

2) 「溶接天井掻き落とし作業」の各室濃度の表

「溶接天井掻き落とし作業」の各室濃度は、シミュレーションの①（0歳児室）の濃度に、壁ブロック作業と同様の作業であるから、図表 2－4 3 の濃度比を掛け各室濃度を算出した（図表 2－4 8）。

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
6.71	2.75	2.61	2.88	1.54	1.74	2.01	5.03	0.67	なし

図表 2 - 4 8 「溶接天井掻き落とし作業」の各室濃度（f/ml）

3) 「天井板撤去作業」の各室濃度の表

「天井板撤去作業」のアスベスト濃度は、Ⅱ－2. 6 のデータを用いた。
作業空間①の濃度に、図表 2－4 4 の濃度比を掛け、各室濃度を算出した（図表 2－4 9）。

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
6.80	3.87	3.94	3.94	4.41	3.40	3.74	3.74	5.23	2.51

図表 2 - 4 9 「天井板撤去作業」の各室濃度（f/ml）

4) 「フレキシブルボード撤去作業」の各室濃度の表

「フレキシブルボード撤去作業」のアスベスト濃度は、Ⅱ－2. 6 のデータを用いた。
作業空間①の濃度に、図表 2－4 4 の濃度比を掛け、各室濃度を算出した（図表 2－5 0）。

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
0.50	0.28	0.29	0.29	0.30	0.25	0.27	0.27	0.38	0.18

図表 2 - 5 0 「フレキシブルボード撤去作業」の各室濃度（f/ml）

5) 「玄関天井作業」の各室濃度の表

玄関天井からの粉じん飛散は、作業者が天井内に入り吹付けアスベストに一部接触しながら作業を行った、水道管の工事である。このアスベスト濃度は、「Ⅱ－2. 6」のデータを用いた。玄関⑪で発生したアスベスト粉じんは、1階の他の室の濃度は図表2－43の④1歳児室の濃度比を、2階の各室の濃度を使用する場合は図表2－43の⑪1階ホールの濃度比を逆転させて掛けて算出した。（図表2－51）

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.00	4.10

図表2－51 「玄関天井作業」の各室濃度（f/ml）

6) 「電気工事作業」の各室濃度の表

電気工事によるアスベスト濃度は、Ⅱ－2. 6のデータを用いた。

作業空間①の濃度に、図表2－43の濃度比を掛け、各室濃度を算出した。（図表2－52）

①	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑭
0.30	0.12	0.11	0.12	0.06	0.07	0.09	0.22	0.03	なし

図表2－52 「電気工事作業」の各室濃度（f/ml）

7) 保育園2階で発じんがあった場合の1階各室濃度の出し方

保育園2階の作業空間でアスベスト粉じんが発生した場合、1階の各室濃度は、測定された室についてはその地点の濃度、測定されていない室は、図表2－43を使用する場合は⑪1階ホールを、図表2－44を使用する場合は⑭1階厨房廊下の測定値をそのまま使った。これは、「作業終了時の清掃作業」のシミュレーションの測定値の⑪1階玄関ホールの1時間値が計数不能値になっているために、⑭1階厨房廊下の測定値を使用した。

「作業終了時の清掃作業」の1階各室濃度は、⑪1階玄関ホールの濃度のほかは⑭1階厨房廊下の測定値をそのまま使った。

8) 保育園1階で発じんがあった場合の1階各室濃度と2階各室濃度の出し方

保育園の1階でアスベスト粉じん発生作業が行われた場合、作業が行われた室の濃度を1とし、1階の他の室の濃度は④1歳児室の濃度比率を、2階の各室の濃度は、図表2－43を使用する場合は⑪1階ホール、図表2－44を使用する場合は⑭1階厨房廊下の濃度比率を掛けて使用した。

9) アスベスト粉じん発生作業が2つ以上重なった場合

アスベスト粉じん発生作業が2つ以上重なった場合、それぞれの量を加えた量を粉じん量とした。

ただし、「作業終了時の清掃作業」と同時に行われている「歩行」は、同じ床面からの発じんであるから、歩行による発じんを無視した。

(7) 測定値についての考察

各室濃度の表を作成するにあたって、次の2つの作業はアスベスト濃度を推定していない。ひとつは7月17日の天井搔き出し作業であり、もうひとつは7月20日の産業用掃除機による清掃作業である。

天井搔き出し作業は、1階3歳児室の天井裏の水道管配管工事に伴うアスベスト粉じんの発生作業である。7月17日の18時30分から20時30分まで行われているが、同作業のシミュレーション測定結果は測定不能値が出ている。これは、高濃度のアスベスト粉じんが発生していたものと考えられる。しかし、同作業の粉じん量は特定できないことと、18時30分以降の工事のため、園児への影響は少ないと考えられたこと、また、翌日が休日で減衰の影響も無視しうるため推定を行わなかった。産業用掃除機による清掃作業は、2階0歳児室で7月20日の8時30分から17時まで行われた作業である。これは、シミュレーションも行われておらず、適当な外挿値も得られなかったことから粉じん量を推定していない。この作業に使用された産業用掃除機は、ヘパフィルターを使用していなかったことから、アスベスト粉じんを大量に発生させたものと考えられる。各室に拡散したアスベスト粉じんは、園児たちの活発な動きによってシミュレーション時よりも滞空時間が長く、沈降に時間がかかった事が考えられる。さらに、園児たちの行動により、一度沈積した床面のアスベスト粉じんが再発じんしたり、午睡時にふとんを敷いたり、ぬいぐるみなどをたたく事などによる再発じん、本などに沈積したアスベスト粉じんが本を開く事によって舞い上がるなど、さまざまな再発じんが考えられる。さらに、工事業者が作業空間に機材やボード類を運び込んだ作業、撤去したボードや機材、廃棄物などを搬出した際に発生したと考えられる粉じんについては考察されていない。以上は、この各室濃度の推定値が過小に見積もられている事を示す。

また、今回シミュレーションを行っていない作業でⅡ-2. 6のデータを用いる場合、シミュレーションとは条件が異なっており、実際の工事時に発生した粉じん量との相関は明らかではない。しかし、無視し得る量とは考えられない事から、安全サイドの見方として、この程度の発じんがあったことも考えられるという趣旨で推定値を求めた。以上は、この各室濃度の推定値が、安全サイドの考え方から過大に見積もられている可能性を示す。

また、今回のシミュレーションで得られた限られた測定値から各室濃度を推定するには、作業空間と各室との濃度比を利用して算出する以外に方法がないと考えられる。

(8) 日時別各室濃度表

図表 2-45～52 の数値を使って日時別の各室濃度表（図表 2-53）を作成する。この濃度表はシミュレーションを行った各作業のほかに、Ⅱ-2.6 による外挿値を使用している。

(9) 日時ごと飛散アスベスト各室濃度推定値のリスクアセスメントへの使い方

日時ごと室ごとのアスベスト濃度値から、その室にいた園児あるいは保育者、作業者のばく露推定値の計算は下記のように行う。

1) 園児、保育者あるいは作業者がいた室と時間を、各日別の表に落とし、その欄の濃度と時間を掛けた量（ばく露量）を計算する。さらに、別の室に移動したらその欄の濃度とその室に居た時間を掛けたばく露量を計算する。このように求められたばく露量の計算は、7月7日から7月20日までのすべての日について行い、それらを加える。この量が、この人の総ばく露量となる。総ばく露量を10時間で除すれば、10時間平均濃度となる。

2) たとえば、A氏が7月10日7:30から11:00まで1歳児室、11:00から14:00まで食事室、14:00から17:00まで保育室3、17:00から19:00まで事務室にいて帰宅したとする。

7:30から11:00まで1歳児室にいたから

$$7:30\sim 8:00 \Rightarrow 2f/ml \times 0.5h = 1.0 (f/ml * h)$$

$$8:00\sim 9:00 \Rightarrow 0.9f/ml \times 1h = 0.9 (f/ml * h)$$

$$9:00\sim 11:00 \Rightarrow 4.1f/ml \times 2h = 8.2 (f/ml * h)$$

11:00から14:00まで食事室にいたから

$$11:00\sim 12:00 \Rightarrow 4.21f/ml \times 1h = 4.21 (f/ml * h)$$

$$12:00\sim 13:00 \Rightarrow 5.47f/ml \times 1h = 5.47 (f/ml * h)$$

$$13:00\sim 14:00 \Rightarrow 5.57f/ml \times 1h = 5.57 (f/ml * h)$$

14:00から17:00まで保育室3にいたから

$$14:00\sim 15:00 \Rightarrow 3.01f/ml \times 1h = 3.01 (f/ml * h)$$

$$15:00\sim 16:00 \Rightarrow 2.43f/ml \times 1h = 2.43 (f/ml * h)$$

$$16:00\sim 17:00 \Rightarrow 4.31f/ml \times 1h = 4.31 (f/ml * h)$$

17:00から19:00まで事務室にいたから

$$17:00\sim 18:00 \Rightarrow 2.5f/ml \times 1h = 2.5 (f/ml * h)$$

$$18:00\sim 19:00 \Rightarrow 2.3f/ml \times 1h = 2.3 (f/ml * h)$$

これらのばく露量をすべて加えると、

$$1.0+0.9+8.2+4.21+5.47+5.57+3.01+2.43+4.31+2.5+2.3=39.3 (f/ml * h) \text{ となる。}$$

A氏がこの日以外保育園には来ていないとすると、総ばく露量は39.3 (f/ml * h) となる。

7月7日		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
時間															
アスベスト発塵作業															
		天井仕上げ材撤去						歩行		歩行 清掃					
2F	0歳児室				6.8			1.58			6.5	4	2.9	2.3	
	1歳児室				3.87			0.90			1.30	1.70	2.00	2.20	
	1歳児室				3.94			0.91			1.9	2.00	2.20	2.30	
	廊下				3.94			0.91			2.3	2.30	2.20	2.10	
	食事室				4.41			0.96			1.9	2.20	2.30	2.40	
	バルコニー				3.4			0.79			0.97	1.50	1.70	1.80	
	バルコニー				3.74			0.86			1.1	1.60	2.00	2.30	
	2歳児室				3.74			0.86			1.1	1.60	2.00	2.30	
1F	玄関ホール				5.23			1.21			6.5	5.20	3.50	2.20	
	保育室3				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	保育室4				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	保育室5				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	廊下				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	遊戯室				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	事務室				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	更衣室				2.51			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40	
	玄関				2.51			1.21			6.5	5.20	3.50	2.20	
階段	1 - 2F踊場														
	屋上出口				5.78			1.34			6.5	5.00	3.50	2.40	
屋外															

- ・8:30から12:00は、図表2 - 47を使った。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 44の1時間値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の2時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 44の3時間値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 44の4時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月8日															
時間		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業		歩行				歩行				歩行 清掃					
		木枠、柱型の撤去													
2F	0歳児室		2.53	1.58		0.99			1.58			6.5	4	2.9	2.3
	1歳児室		2	0.9		0.41			0.90			1.30	1.70	2.00	2.20
	1歳児室		1.61	0.91		0.39			0.91			1.9	2.00	2.20	2.30
	廊下		1.81	0.91		0.43			0.91			2.3	2.30	2.20	2.10
	食事室		1.76	0.96		0.23			0.96			1.9	2.20	2.30	2.40
	バルコニー		1.52	0.79		0.26			0.79			0.97	1.50	1.70	1.80
	バルコニー		1.61	0.86		0.3			0.86			1.1	1.60	2.00	2.30
	2歳児室		1.61	0.86		0.3			0.86			1.1	1.60	2.00	2.30
1F	玄関ホール		1.69	1.21		0.1			1.21			6.5	5.20	3.50	2.20
	保育室3		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	保育室4		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	保育室5		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	廊下		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	遊戯室		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	事務室		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	更衣室		0.68	0.58		0.1			0.58			1.4	1.50	1.50	1.40
	玄関		1.69	1.21		0.1			1.21			6.5	5.20	3.50	2.20
階段	1 - 2F踊場														
	屋上出口		2.15	1.34		0.74			1.34			6.5	5.00	3.50	2.40
屋外															

- ・7:00から8:00は、図表2 - 34と図表2 - 44の15時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から10:30は、図表2 - 45の各値を0.1倍した。1階の各部屋濃度は図表2 - 45 の値を0.1倍した。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 43の1時間値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 43の2時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 43の3時間値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 43の4時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月9日		時間													
		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業		歩行			歩行					歩行 清掃			歩行		
		フレキ天井撤去													
2F	0歳児室	2.53	1.58		2.51			1.58		0.5		7	4	4.48	3.88
	1歳児室	2	0.9		2.51			0.90		0.28		1.58	1.70	2.90	3.10
	1歳児室	1.61	0.91		2.51			0.91		0.29		2.19	2.00	3.31	3.21
	廊下	1.81	0.91		2.51			0.91		0.29		2.59	2.30	3.31	3.01
	食事室	1.76	0.96		2.51			0.96		0.3		2.2	2.20	3.26	3.36
	バルコニー	1.52	0.79		2.51			0.79		0.25		1.22	1.50	2.49	2.59
	バルコニー	1.61	0.86		2.51			0.86		0.27		1.37	1.60	2.86	3.16
	2歳児室	1.61	0.86		2.51			0.86		0.27		1.37	1.60	2.86	3.16
1F	玄関ホール	1.69	1.21	アスベスト含有ボード撤去				1.21		0.38		6.88	5.20	4.71	3.41
	保育室3	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	保育室4	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	保育室5	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	廊下	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	遊戯室	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	事務室	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	更衣室	0.68	0.58		3.87			0.58		0.18		1.58	1.50	2.08	1.98
	玄関	1.69	1.21		6.8			1.21		0.38		6.88	5.20	4.71	3.41
階段	1 - 2F踊場														
	屋上出口	2.15	1.34					1.34		0.27		6.77	5.00	4.84	3.74
屋外															

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の15時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から12:00は、図表2 - 47を使った。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・15:00から16:30は、図表2 - 48を使った。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 48と、図表2 - 44の1時間値を加えた値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の2時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の3時間値を加えた値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の4時間値を加えた値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月10日																
時間		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	
アスベスト発塵作業		歩行		清掃				歩行				歩行 清掃				
		ブロック撤去						ブロック撤去								
2F	0歳児室	2.53	1.58		9.93		16.4	15.51	14.41	13.81		11.7	18.2	5.3	4.1	3.4
	1歳児室	2	0.9		4.1		5.4	6.7	7	7		6.4	7.7	3.9	4	4
	1歳児室	1.61	0.91		3.91		5.81	6.8	7	7		6.01	7.91	3.8	3.9	3.9
	廊下	1.81	0.91		4.33		6.63	7.5	7.4	7.34		6.33	8.63	4	3.8	3.6
	食事室	1.76	0.96		2.31		4.21	5.5	5.6	5.67		4.71	6.61	4.2	4.1	4.1
	バルコニー	1.52	0.79		2.62		3.59	4.9	5.1	5.21		4.62	5.59	3.4	3.45	3.4
	バルコニー	1.61	0.86		3		4.1	5.5	5.9	6.16		5.4	6.5	3.8	3.8	3.9
	2歳児室	1.61	0.86		3		4.1	5.5	5.9	6.16		5.4	6.5	3.8	3.8	3.9
1F	玄関ホール	1.69	1.21		1.03		7.53	7.4	5.7	4.44		2.53	9.03	6	4.2	2.84
	保育室3	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	保育室4	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	保育室5	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	廊下	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	遊戯室	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	事務室	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	更衣室	0.68	0.58		1.03		2.43	3.1	3.1	3.01		2.43	3.83	2.5	2.3	2
	玄関	1.69	1.21		1.03		7.53	7.4	5.7	4.44		2.53	9.03	6	4.2	2.84
階段	1 - 2F踊場															
	屋上出口	2.15	1.34		7.47		14	14	12	11.21		9.27	15.8	6.4	4.8	3.6
屋外																

- ・ブロック撤去の1階の各部屋濃度は、図表2 - 45 の数値を使用した。
- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の15時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から11:30は、図表2 - 45を使った。
- ・11:30から12:00は、図表2 - 45と図表2 - 44の1時間値を加えた値。
- ・12:00から13:00は、図表2 - 45と図表2 - 44の2時間値と図表2 - 43を加えた値。
- ・13:00から14:00は、図表2 - 45と図表2 - 44の3時間値と図表2 - 43を加えた値。
- ・14:00から15:00は、図表2 - 45と図表2 - 44の4時間値と図表2 - 43を加えた値。
- ・15:00から16:30は、図表2 - 45と図表2 - 44の5時間値を加えた値。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 45と図表2 - 44の6時間値を加えた値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の2時間値と7時間値を加えた値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 44の3時間値と8時間値を加えた値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 44の4時間値と9時間値を加えた値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月12日		時間													
時間		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業		歩行			歩行			歩行			清掃				
2F	0歳児室		1.58				1.58				6.5	4	2.9	2.3	
	1歳児室		0.9				0.9				1.30	1.70	2.00	2.20	
	1歳児室		0.91				0.91				1.9	2.00	2.20	2.30	
	廊下		0.91				0.91				2.3	2.30	2.20	2.10	
	食事室		0.96				0.96				1.9	2.20	2.30	2.40	
	バルコニー		0.79				0.79				0.97	1.50	1.70	1.80	
	バルコニー		0.86				0.86				1.1	1.60	2.00	2.30	
	2歳児室		0.86				0.86				1.1	1.60	2.00	2.30	
1F	玄関ホール		1.21				1.21				6.5	5.20	3.50	2.20	
	保育室3		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	保育室4		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	保育室5		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	廊下		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	遊戯室		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	事務室		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	更衣室		0.58				0.58				1.4	1.50	1.50	1.40	
	玄関		1.21				1.21				6.5	5.20	3.50	2.20	
階段	1 - 2F踊場														
	屋上出口		1.34				1.34				6.5	5.00	3.50	2.40	
屋外															

- ・7:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 44の1時間値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の2時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 44の3時間値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 44の4時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月13日		時間													
		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業		歩行			歩行										
2F	0歳児室		2.53	1.58								1.58			
	1歳児室		2	0.9								0.9			
	1歳児室		1.61	0.91								0.91			
	廊下		1.81	0.91								0.91			
	食事室		1.76	0.96								0.96			
	バルコニー		1.52	0.79								0.79			
	バルコニー		1.61	0.86								0.86			
	2歳児室		1.61	0.86								0.86			
1F	玄関ホール		1.69	1.21								1.21			
	保育室3		0.68	0.58								0.58			
	保育室4		0.68	0.58								0.58			
	保育室5		0.68	0.58								0.58			
	廊下		0.68	0.58								0.58			
	遊戯室		0.68	0.58								0.58			
	事務室		0.68	0.58								0.58			
	更衣室		0.68	0.58								0.58			
	玄関		1.69	1.21								1.21			
階段	1 - 2F踊場														
	屋上出口		2.15	1.34								1.34			
屋外															

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の15時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:00から17:00は、図表2 - 43を使った。

図表2 - 53 各室濃度表

7月14日		時間	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業			歩行										歩行			
2F	0歳児室			1.58									1.58			
	1歳児室			0.9									0.9			
	1歳児室			0.91									0.91			
	廊下			0.91									0.91			
	食事室			0.96									0.96			
	バルコニー			0.79									0.79			
	バルコニー			0.86									0.86			
	2歳児室			0.86									0.86			
1F	玄関ホール			1.21									1.21			
	保育室3			0.58									0.58			
	保育室4			0.58									0.58			
	保育室5			0.58									0.58			
	廊下			0.58									0.58			
	遊戯室			0.58									0.58			
	事務室			0.58									0.58			
	更衣室			0.58									0.58			
	玄関			1.21									1.21			
階段	1 - 2F踊場															
	屋上出口			1.34									1.34			
屋外																

- ・7:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:00から17:00は、図表2 - 43を使った。

図表2 - 53 各室濃度表

7月15日		時間	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
アスベスト発塵作業			歩行										歩行			
													軽鉄溶接作業によるアスベスト飛散			
2F	0歳児室			1.58		1			1.58		6.71		8.29	6.71	13.2	4
	1歳児室			0.9		1			0.9		2.75		3.65	2.75	4.05	1.70
	1歳児室			0.91		1			0.91		2.61		3.52	2.61	4.51	2.00
	廊下			0.91		1			0.91		2.88		3.79	2.88	5.18	2.30
	食事室			0.96		1			0.96		1.54		2.5	1.54	3.44	2.20
	バルコニー			0.79		1			0.79		1.74		2.53	1.74	2.71	1.50
	バルコニー			0.86		1			0.86		2.01		2.87	2.01	3.11	1.60
	2歳児室			0.86		1			0.86		2.01		2.87	2.01	3.11	1.60
1F	玄関ホール			1.21	1階点検孔からの飛散				1.21		0.67		1.88	0.67	7.17	5.20
	保育室3			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	保育室4			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	保育室5			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	廊下			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	遊戯室			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	事務室			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	更衣室			0.58		4.1			0.58		0.67		1.25	0.67	2.07	1.50
	玄関			1.21		10			1.21		0.67		1.88	0.67	7.17	5.20
階段	1 - 2F踊場															
	屋上出口			1.34					1.34		5.03		6.37	5.03	11.5	5.00
屋外																

- ・7:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から12:00は、図表2 - 49を使った。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・15:00から16:00は、図表2 - 46を使った。
- ・16:00から17:00は、図表2 - 43と図表2 - 46を加えた値。
- ・17:00から19:00は、図表2 - 46を使った。
- ・19:00から19:30は、図表2 - 46と図表2 - 44の1時間値を加えた値。
- ・19:30から20:00は、図表2 - 44の2時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月16日			時間														
			7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	
アスベスト発塵作業			歩行				歩行				歩行				清掃		
2F	0歳児室		2.56	1.58	1		1.58	2.58		1	2.58		6.5		4		
	1歳児室		2.2	0.9	1		0.9	1.9		1	1.9		1.3		1.70		
	1歳児室		1.81	0.91	1		0.91	1.91		1	1.91		1.9		2.00		
	廊下		1.91	0.91	1		0.91	1.91		1	1.91		2.3		2.30		
	食事室		1.91	0.96	1		0.96	1.96		1	1.96		1.9		2.20		
	バルコニー		1.69	0.79	1		0.79	1.79		1	1.79		0.97		1.50		
	バルコニー		1.76	0.86	1		0.86	1.86		1	1.86		1.1		1.60		
	2歳児室		1.76	0.86	1		0.86	1.86		1	1.86		1.1		1.60		
1F	玄関ホール		1.7	1.21	玄関部天井からの飛散				1.21	玄関部天井からの飛散				6.5		5.20	
	保育室3		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	保育室4		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	保育室5		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	廊下		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	遊戯室		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	事務室		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	更衣室		0.75	0.58	4.1		0.58	4.68		4.1	4.68		1.4		1.50		
	玄関		1.7	1.21	10		1.21	11.2		10	11.2		6.5		5.20		
階段	1 - 2F踊場																
	屋上出口		2.24	1.34	1		1.34	2.34		1	2.34		6.5		5.00		
屋外																	

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の13時間値を加えた値。
- ・8:00から8:30は、図表2 - 43を使った。
- ・8:30から12:00は、図表2 - 49を使った。
- ・12:00から13:00は、図表2 - 43を使った。
- ・13:00から15:00は、図表2 - 43と図表2 - 49を加えた値。
- ・15:00から16:00は、図表2 - 49を使った。
- ・16:00から17:00は、図表2 - 43と図表2 - 49を加えた値。
- ・18:30から19:00は、図表2 - 44の1時間値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 44の2時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月17日			時間															
			7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00		
アスベスト発塵作業			歩行						歩行								清掃	
2F	0歳児室		2.55	1.58								1.58	6.5	4				
	1歳児室		2.1	0.9								0.9	1.30	1.7				
	1歳児室		1.71	0.91								0.91	1.9	2				
	廊下		1.82	0.91								0.91	2.3	2.3				
	食事室		1.81	0.96								0.96	1.9	2.2				
	バルコニー		1.59	0.79								0.79	0.97	1.5				
	バルコニー		1.66	0.86								0.86	1.1	1.6				
	2歳児室		1.66	0.86								0.86	1.1	1.6				
1F	玄関ホール		1.69	1.21								1.21	6.5	5.2				
	保育室3		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5	天井掻き出し			
	保育室4		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	保育室5		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	廊下		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	遊戯室		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	事務室		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	更衣室		0.71	0.58								0.58	1.4	1.5				
	玄関		1.69	1.21								1.21	6.5	5.2				
階段	1 - 2F踊場																	
	屋上出口		2.19	1.34								1.34	6.5	5				
屋外																		

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の14時間値を加えた値である。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・16:00から17:00は、図表2 - 43を使った。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の1時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 44の2時間値。
- ・19:00から21:00は、配管工事の粉塵濃度が確定できないため空欄。

図表2 - 53 各室濃度表

7月19日			時間													
アスベスト発塵作業			7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
			歩行				歩行				歩行 清掃					
			電気工事				電気工事									
2F	0歳児室		2.55	1.58		2.81	0.3		1.58			0.3	6.8	400	2.9	2.3
	1歳児室		2.1	0.9		2.63	0.12		0.9			0.12	1.42	1.70	2.00	2.20
	1歳児室		1.71	0.91		2.62	0.11		0.91			0.11	2.01	2.00	2.20	2.30
	廊下		1.82	0.91		2.63	0.12		0.91			0.12	2.42	2.30	2.20	2.10
	食事室		1.81	0.96		2.57	0.06		0.96			0.06	1.96	2.20	2.30	2.40
	バルコニー		1.59	0.79		2.58	0.07		0.79			0.07	1.04	1.50	1.70	1.80
	バルコニー		1.66	0.86		2.6	0.09		0.86			0.09	1.19	1.60	2.00	2.30
	2歳児室		1.66	0.86		2.6	0.09		0.86			0.09	1.19	1.60	2.00	2.30
1F	玄関ホール		1.69	1.21		3.9	0.03		1.21			0.03	6.53	5.00	3.50	2.20
	保育室3		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	保育室4		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	保育室5		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	廊下		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	遊戯室		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	事務室		0.71	0.58		3.9	0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	更衣室		0.71	0.58	ボード撤去		0.03		0.58			0.03	1.43	1.50	1.50	1.40
	玄関		1.69	1.21		3.9	0.03		1.21			0.03	6.53	5.00	3.50	2.20
階段	1 - 2F踊場															
	屋上出口		2.19	1.34		2.73	0.22		1.34			0.22	6.72	5.00	3.50	2.40
屋外																

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の14時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から10:00は、図表2 - 47から、1階は「3.87」、2階は「2.51」と図表2 - 50を加えた値。
- ・10:00から12:00は、図表2 - 50を使った。
- ・12:00から15:00は、図表2 - 43を使った。
- ・15:00から16:30は、図表2 - 50を使った。
- ・16:30から17:00は、図表2 - 50と図表2 - 44の1時間値を加えた値。
- ・17:00から18:00は、図表2 - 44の2時間値。
- ・18:00から19:00は、図表2 - 44の3時間値。
- ・19:00から20:00は、図表2 - 44の4時間値。

図表2 - 53 各室濃度表

7月20日			時間													
アスベスト発塵作業			7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
			歩行													
			産業用掃除機による清掃													
2F	0歳児室		2.53	1.58												
	1歳児室		2	0.9												
	1歳児室		1.61	0.91												
	廊下		1.81	0.91												
	食事室		1.76	0.96												
	バルコニー		1.52	0.79												
	バルコニー		1.61	0.86												
	2歳児室		1.61	0.86												
1F	玄関ホール		1.69	1.21												
	保育室3		0.68	0.58												
	保育室4		0.68	0.58												
	保育室5		0.68	0.58												
	廊下		0.68	0.58												
	遊戯室		0.68	0.58												
	事務室		0.68	0.58												
	更衣室		0.68	0.58												
	玄関		1.69	1.21												
階段	1 - 2F踊場															
	屋上出口		2.15	1.34												
屋外																

- ・7:00から8:00は、図表2 - 43と図表2 - 44の15時間値を加えた値。
- ・8:00から9:00は、図表2 - 43を使った。
- ・9:00から17:00は、産業用掃除機による清掃の粉塵濃度が確定できないため空欄。

図表2 - 53 各室濃度表

9 年齢別園児のばく露量の推定

シミュレーション濃度による各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ－２．８－１及び８－２参照）及びヒアリングによる滞在時間を基に、全園児のばく露量を算出し年齢児ごとの平均値、最大値、最小値をまとめたものが図表２－５４である。

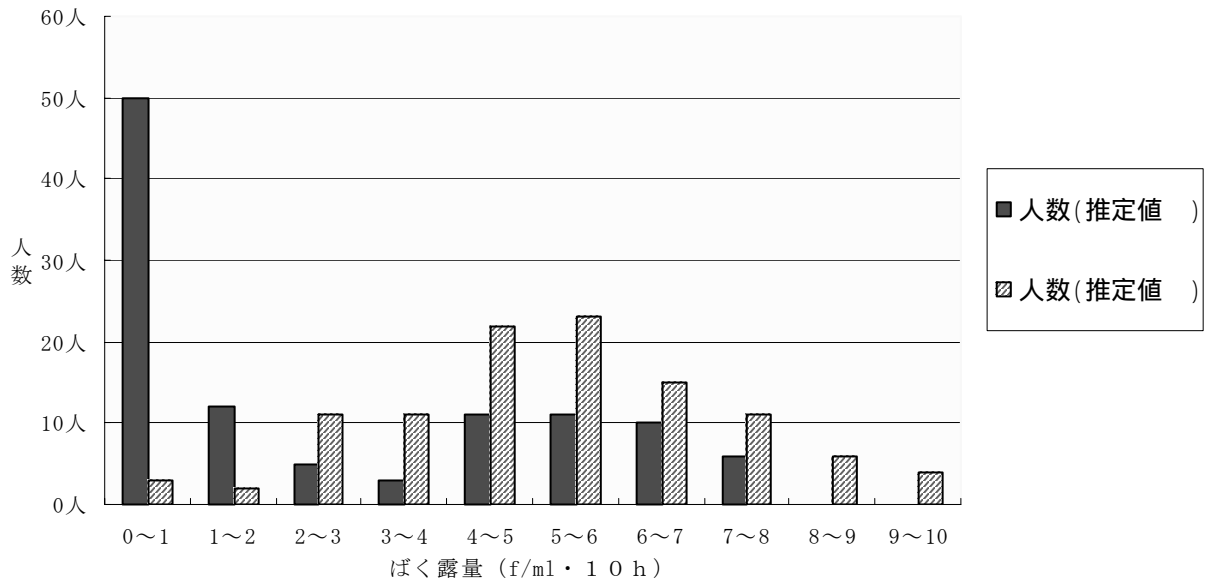
また、参考としてばく露量の分布のグラフ（図表２－５５）を添付した。

		ばく露推定値（ ）	ばく露推定値（ ）
0歳児	平均値	4.484 f /m l ・ 10 h	5.012 f /m l ・ 10 h
	最大値	7.532 f /m l ・ 10 h	7.579 f /m l ・ 10 h
	最小値	1.484 f /m l ・ 10 h	2.404 f /m l ・ 10 h
1歳児	平均値	5.978 f /m l ・ 10 h	6.683 f /m l ・ 10 h
	最大値	7.998 f /m l ・ 10 h	9.930 f /m l ・ 10 h
	最小値	1.810 f /m l ・ 10 h	3.195 f /m l ・ 10 h
2歳児	平均値	4.752 f /m l ・ 10 h	6.772 f /m l ・ 10 h
	最大値	7.100 f /m l ・ 10 h	9.205 f /m l ・ 10 h
	最小値	1.432 f /m l ・ 10 h	3.746 f /m l ・ 10 h
3歳児	平均値	0.810 f /m l ・ 10 h	3.901 f /m l ・ 10 h
	最大値	2.490 f /m l ・ 10 h	7.510 f /m l ・ 10 h
	最小値	0.050 f /m l ・ 10 h	0.256 f /m l ・ 10 h
4歳児	平均値	0.720 f /m l ・ 10 h	4.008 f /m l ・ 10 h
	最大値	1.988 f /m l ・ 10 h	7.414 f /m l ・ 10 h
	最小値	0.036 f /m l ・ 10 h	0.417 f /m l ・ 10 h
5歳児	平均値	0.806 f /m l ・ 10 h	5.066 f /m l ・ 10 h
	最大値	2.006 f /m l ・ 10 h	6.143 f /m l ・ 10 h
	最小値	0.484 f /m l ・ 10 h	2.384 f /m l ・ 10 h
全体	平均値	2.688 f /m l ・ 10 h	5.226 f /m l ・ 10 h
	最大値	7.998 f /m l ・ 10 h	9.930 f /m l ・ 10 h
	最小値	0.036 f /m l ・ 10 h	0.256 f /m l ・ 10 h

※数値の違いは、「換気」と「外挿値（シミュレーションで得られていない、フレキシブルボード撤去等の他の要素）」の評価の差に基づくものである。

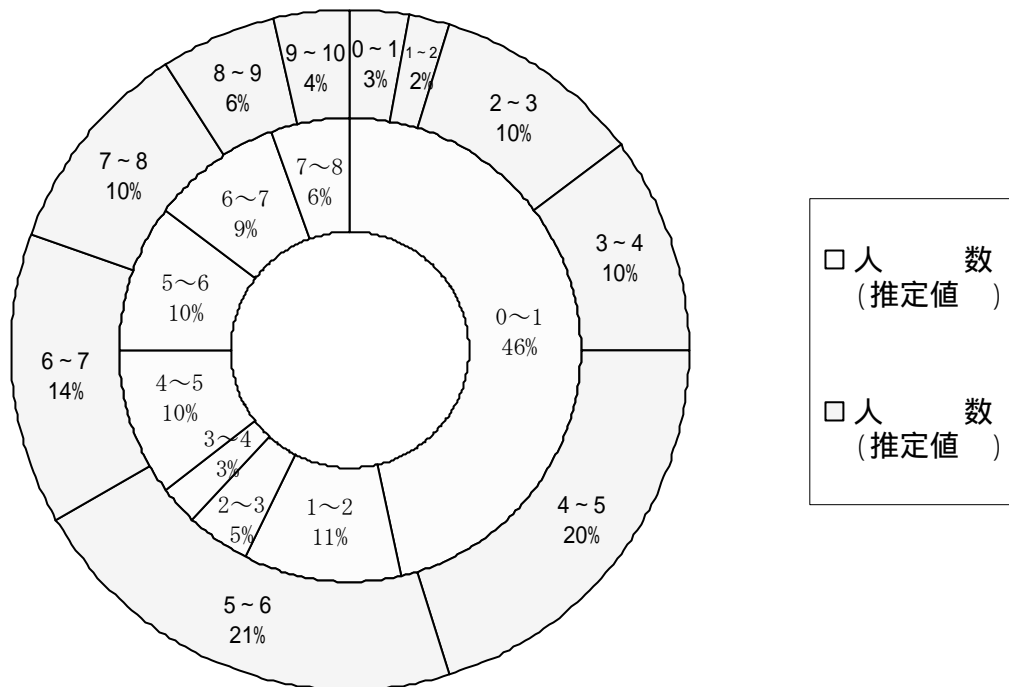
図表 2 - 5 4 アスベストばく露量（平均値・最大値・最小値）

さしがや保育園アスベストばく露量（全園児）



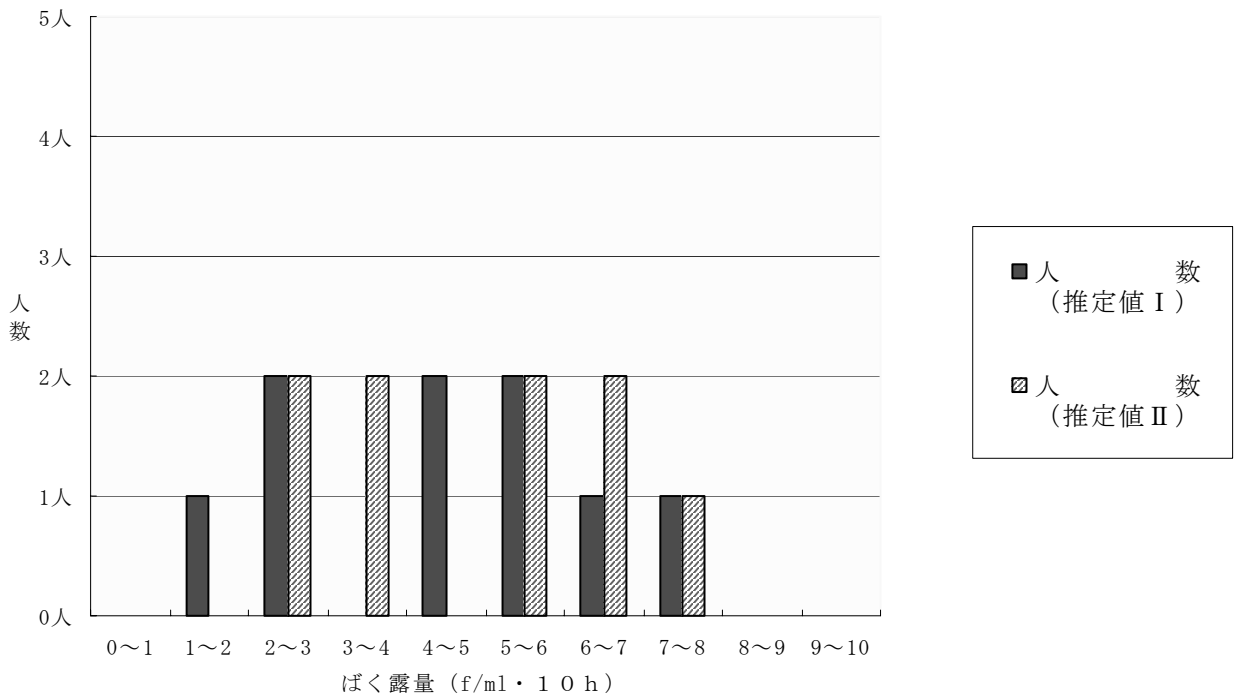
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（全園児）



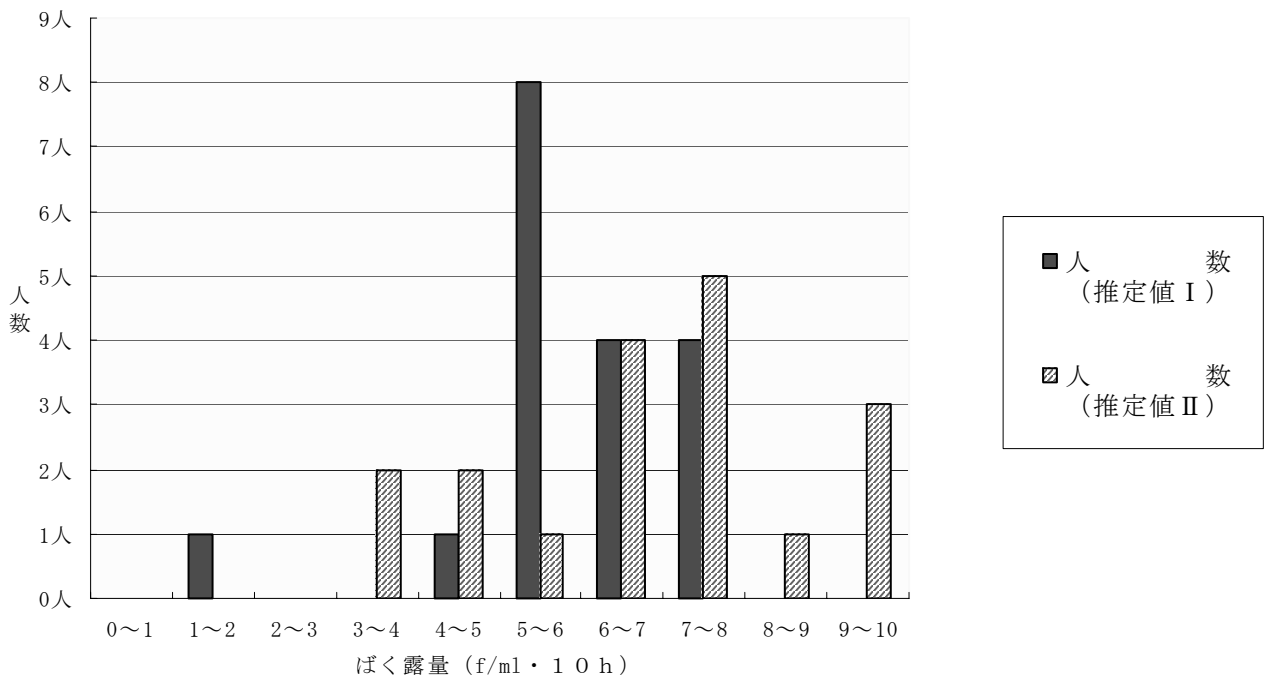
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（0歳児）



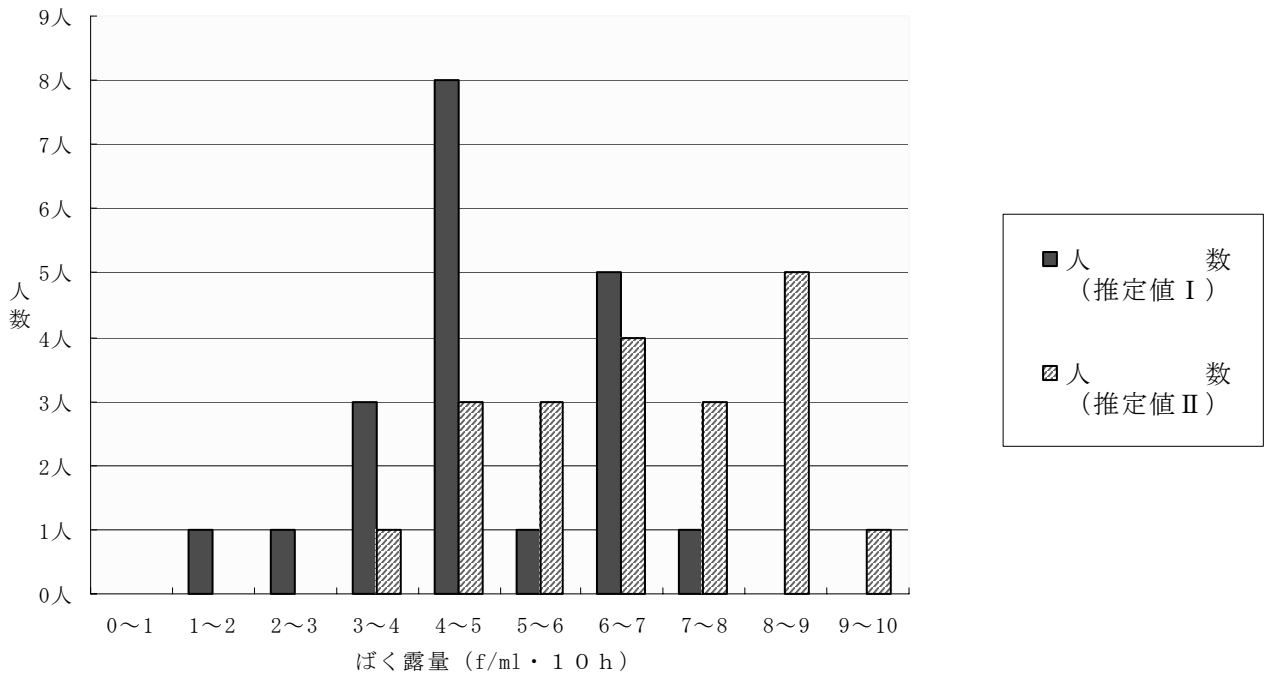
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（1歳児）



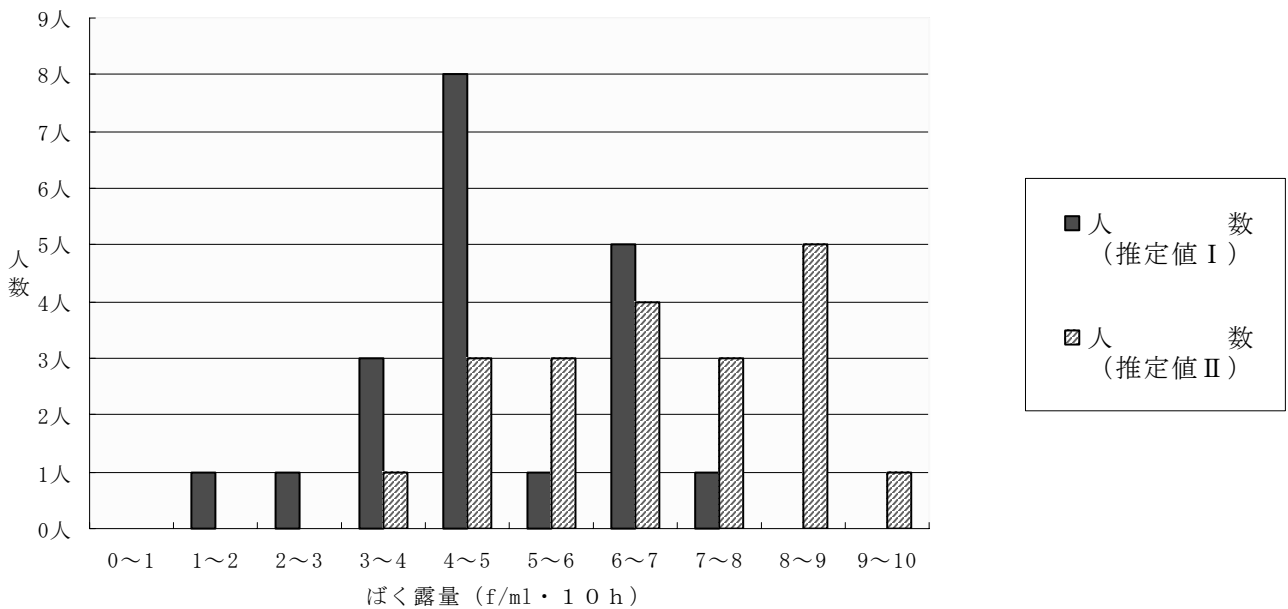
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（2歳児）



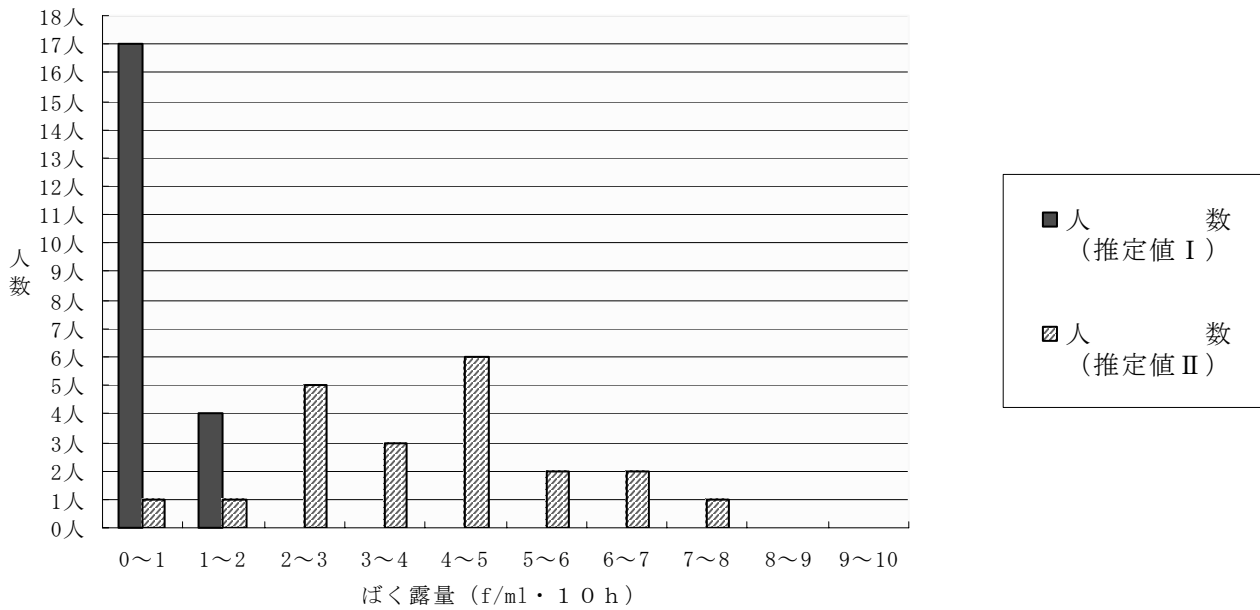
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（3歳児）



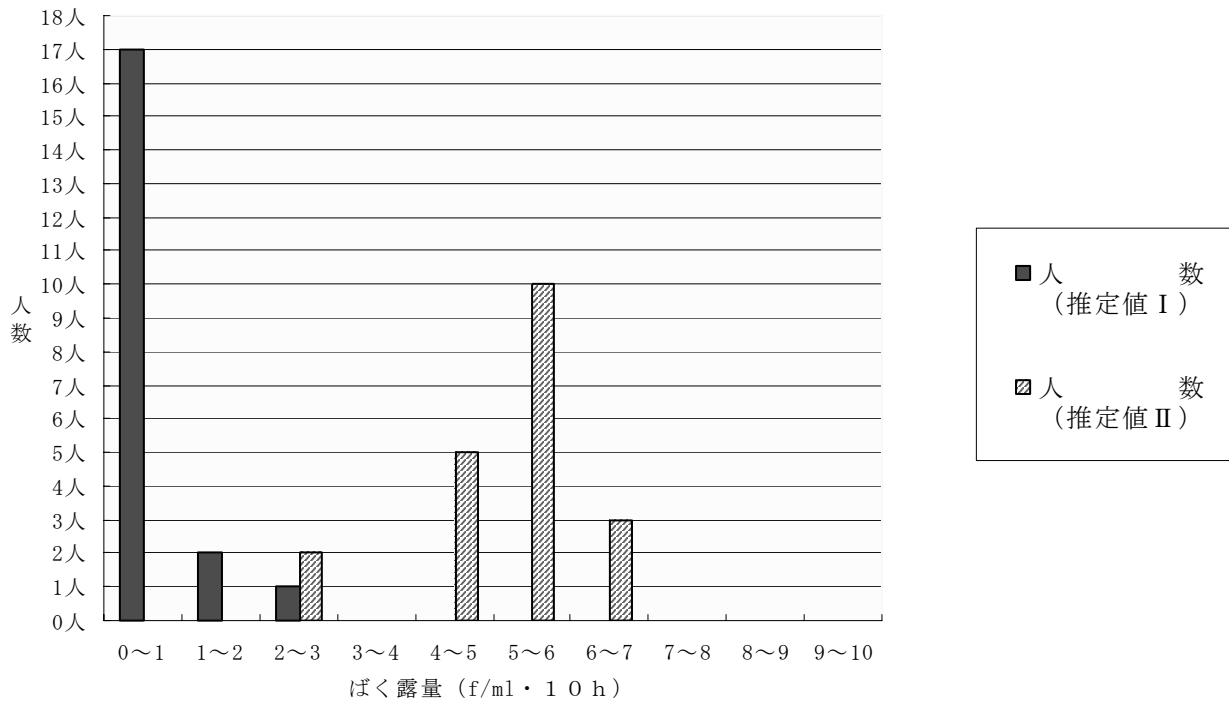
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（４歳児）



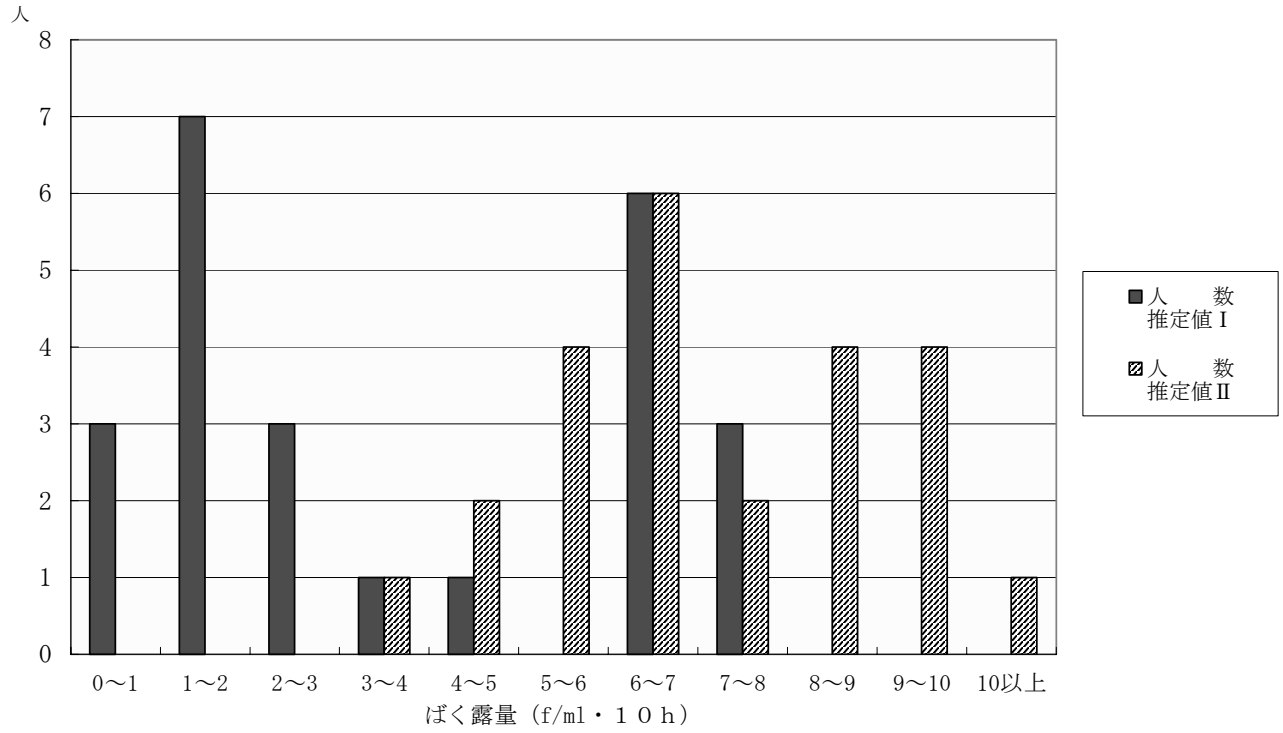
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（５歳児）



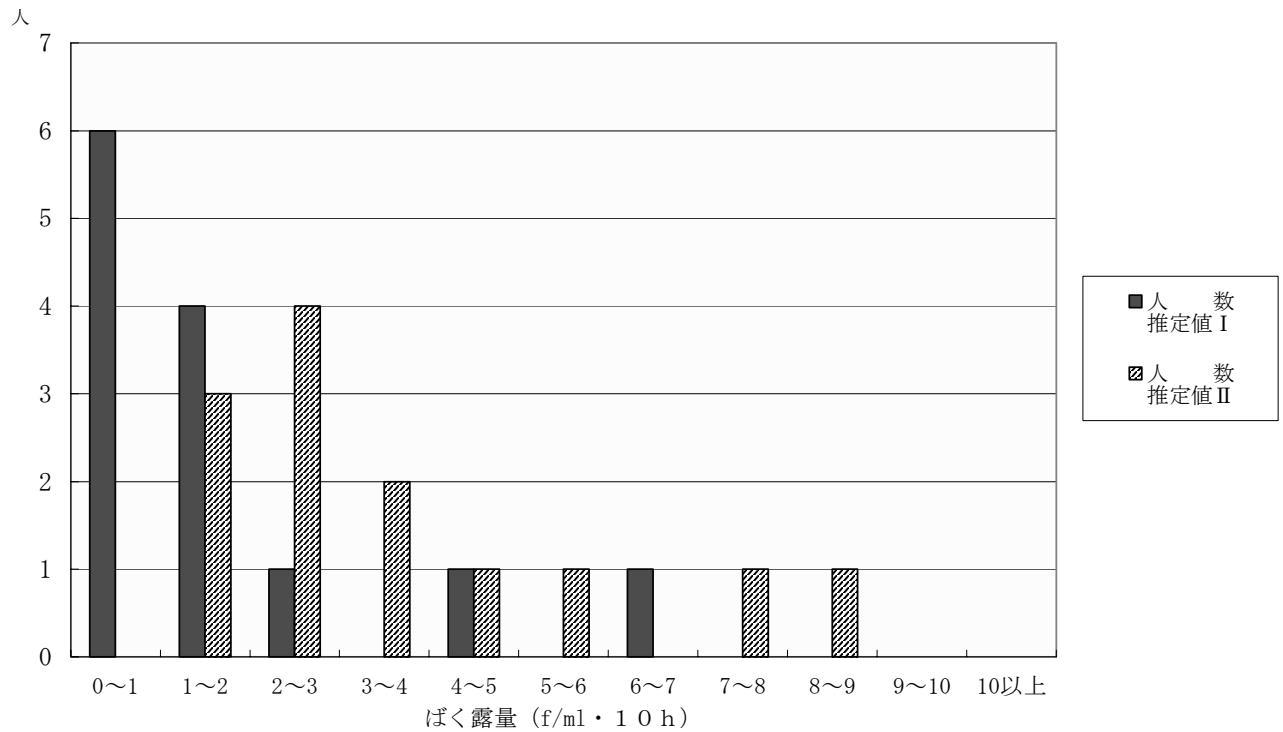
図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（常勤職員）



図表 2 - 5 5

さしがや保育園アスベストばく露量（非常勤職員）



図表 2 - 5 5

建設アスベスト文献一覧							
文献 番号	論文名	著者名	誌名	号	開始P	終了P	発行年月
1	Buildings Insulated with Sprayed Asbestos : A Potential Hazard	K.P.S.Lumley	Ann.Occup.Hyg	14	255	257	1971
2	Application of Sprayed Inorganic Fiber Containing Asbestos:Occupational Health Hazards	W.B.Reitze Et.al	Am.Ind.Hyg.Assoc.J	33	178	191	1972.3
3	英国の建設作業における推定粉塵濃度	英国労働省	石綿による健康障害の評価		8	8	1978
4	Asbestos Exposure in a Yale Building Analysis and Resolution	Robert N.Sawyer	Environmental Research	13	146	169	1977
5	アスベストと環境問題	木村菊二	労働の科学	12	4	13	1987.12
6	Worker Exposure to Asbesots During Removal of Sprayed Material and Renovation Activity in Building Containing Material	Nam Won Paik et.al.	Am.Ind.Hyg.Assoc.J.	44(6)	428	432	1983
7	東京体育館解体作業場 石綿粉塵調査結果報告書	木村菊二他	左記報告書		1	19	1986.10
8	アスベスト吹き付け施設の現状及び処理作業の実態	張江正信他	予防医学	30	121	125	1988.6
9	アスベスト使用建築物の改修・解体工事に係わる指導について	廣田勝彦	公害と対策	24(10)	75	79	1988
10	石綿吹き付け壁の対策工事作業における作業環境測定と防護装備法について	鈴木尚	作業環境	10(5)	67	74	1989
11	吹き付けアスベスト建材の除去等の対策工事におけるアスベスト環境濃度	田上四郎他	福岡県衛生公害センター年報	17	81	87	1990
12	吹き付け石綿撤去工事における空气中石綿濃度	酒井深他	名古屋市衛生研究所報	38	104	108	1992
13	走査型電子顕微鏡によるアスベスト濃度分析に関する検討	白井清嗣他	東京都環境科学研究所年報		3	11	1998
14	乱し行為によるアスベスト発生量	入江建久他	日本建築学会計画系論文報告集	410	21	27	1990
15	吹き付けアスベストからの粒子発生	入江建久他	第8回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会		115	118	1989

図表2-56 建設アスベスト文献一覧

建設アスベスト文献一覧							
16	Exposure to Asbestos in the Use of Consumer Spackling,Patching,and Taping Compounds	A.N.Rohl et al	Science	189	551	553	1975.8
17	Occupational and Community Asbestos Exposure from Wallboard Finishing Compounds	W.J.Nicholson et al	Bull.N.Y.Acad.Med.	51(10)	1180	1181	1975.11
18	Drywall construction and asbestos exposure	Alf.Fischbein et al	Am.Ind.Hyg.Assoc.J	40	402	407	1979.5
19	Occupational exposure to asbestos in the drywall taping process	Dave K.Verma et al	Am.Ind.Hyg.Assoc.J	41	264	269	1980.4
20	ボード破壊時のアスベスト飛散特性	石井康一郎他	大気汚染学会誌	28(5)	288	294	1993
21	Exposure to Airborne Asbestos Associated with Simulated Cable Installation above a Suspended Ceiling	D.L.Keyes	Am.Ind.Hyg.Assoc.J	52(11)	479	484	1991
22	平成8年度環境庁委託業務 建築物解体に伴うアスベスト飛散防止対策に係わる調査報告書	本橋他	株式会社 富士総研	報告書	1	97	1997
23	内装の施工並びに解体作業時に発生する石綿粉じん濃度の測定	前川喜寛他	建材試験情報	25(9)	14	21	1989
24	破壊による石綿粉塵発生状況の品種別調査	上田博文他	スレート協会技術部会論文集	33	47	53	1990
25	Asbestos Exposure During Renovation and Demolition of Asbestos-Cement Clad Buildings	Stephen K.Brown	Am.Ind.Hyg.Assoc.J	48	478	486	1987
26	建築業における石綿建材使用とその問題点	久永直見	産業医学	29	244	244	1987
27	環境管理と作業管理	久永直見他	アスベストに挑む三管理		118	131	1989
28	石綿・建設労働者・いのち	海老原、久永編	全建総連		10	11	1989.12
29	一般家屋壁材施工時の発塵状況調査結果	桜井治彦他	スレート協会技術部会論文集	32	43	53	1989
30	スレート切断での石綿粉塵濃度に及ぼす石綿含有量の影響	黒沢弘他	スレート協会技術部会論文集	32	1	7	1989

図表2-56 建設アスベスト文献一覧

建設アスベスト文献一覧							
	建設労働者のアスベスト曝露実態	花岡知之他	労働科学	74(11)	407	414	1998
31	建設労働者のアスベスト曝露実態	花岡知之他	労働科学	74(11)	407	414	1998
32	工事現場をモデル化した作業場に於ける環境評価	山下喜世次他	スレート協会技術部会論文集	30	136	142	1987
33	石綿含有屋根材撤去及び施行する時の石綿粉塵発生等に関する調査(第1次報告書)	桜井治彦他	スレート協会技術部会論文集	31	59	67	1988
34	石綿スレート施工作业モデル実験における石綿粉じん濃度の測定	菊池英男他	建材試験情報	24(3)	11	14	1988
35	電顕法による建築業従事者における石綿曝露の検討	酒井潔、久永他	産業医学	32	778	778	1990
36	アスベストによる室内環境汚染と削減対策について	高月祐	大気汚染学会誌	24(1)	28	36	1989
37	居住環境におけるアスベスト濃度調査(その1)	渡辺勝一朗他	日本建築学会関東支部研究報告書		9	12	1988
38	アスベスト処理前後における室内濃度 建築物室内におけるアスベスト汚染に関する研究(その3)	山岸素平他	日本建築学会学術講演梗概集		663	664	1989
39	天井に石綿吹き付けを施した建物内の気中石綿線維濃度	東敏昭	日衛誌	43(1)	443	443	1988

図表2-56 建設アスベスト文献一覧

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	カット数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
1	吹き付けアスベストのある倉庫で (静穏な状態)	クロシドライト吹き 付け	不明	不明	0.26	f/mL	8	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	吹き付けアスベストのある倉庫で (50名の従業員が作業)	クロシドライト吹き 付け	不明	不明	2.76	f/mL	8	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	床や端上に落ちた吹き付けアスベストに (触れる)	クロシドライト吹き 付け	不明	不明	11.89	f/mL	16	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	吹き付けアスベストのある倉庫で (静穏な状態)	アモサイト吹き付け	不明	不明	1.9	f/mL	3	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	吹き付けアスベストのある倉庫で (潮の移動)	アモサイト吹き付け	不明	不明	6.2	f/mL	2	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	吹き付けアスベストが堆積した (セメントを掃く)	アモサイト吹き付け	不明	不明	3.75	f/mL	1	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
1	吹き付けアスベストを (腐って掃く)	アモサイト吹き付け	不明	不明	350	f/mL	1	不明	0.2-0.011	25mm	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストのノズル部	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	20-100	f/mL	15	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストのホッパー投入部	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	6-22	f/mL	4	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストノズル部から3m	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	70-71	f/mL	2	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストノズル部から4.5m	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	17	f/mL	1	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストノズル部から6m	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	37.6-66.0	f/mL	2	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストノズル部から10.5m	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	10	f/mL	1	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付けアスベストノズル部から22.5m	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	46	f/mL	1	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付け終了後30分	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	1.01-4.22	f/mL	4	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
2	吹き付け終了後60分	クリンタイル5-約 30%	不明	不明	0.26-0.76	f/mL	5	不明	Ayer&Lynch 変法	Ayer&Lynch変法	位相差顕微鏡法
3	アスベスト吹き付け (推奨されている蒸溜化の機器使用)	不明	不明	不明	5月10日	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	アスベスト吹き付け (上記の機器を使用していない)	不明	不明	不明	100以上	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	上記の工程から20-30フィート離れた箇 所	不明	不明	不明	10以上	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	保溫剤の解体 (ぬらしながら)	不明	不明	不明	1-5	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	保溫剤の解体 (水を散布して)	不明	不明	不明	5-40	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	保溫剤の解体 (乾燥状態で)	不明	不明	不明	20以上	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	カット数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
3	石綿断熱板使用 (被覆した柱の穿孔)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	2 - 5	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (天井等頭上の穿孔)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	4 - 10	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (研磨と表面仕上げ)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	6 - 20	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (整合と切断)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	1 - 5	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (用手切断)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	5 - 12	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (有効な局排なしでクランク底切断)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	5 - 20	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (有効な局排なしで丸鋸切断)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	20以上	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (切断片の受け降ろしの荷下ろし)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	5 - 15	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
3	石綿断熱板使用 (製品基準の大きさの荷下ろし)	Asbestolux, Turnasbestos, Marinite他	不明	不明	1 - 5	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
4	市内の大気中	なし	なし	なし	0	f/mL	12	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストのある部屋 (静かな状態)	クリンタイル15%	不明	不明	0.02	f/mL	15	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストに (本棚が接触)	クリンタイル15%	不明	不明	15.5	f/mL	3	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	照明のランプの取り替え	クリンタイル15%	不明	不明	1.4	f/mL	2	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	30cm×60cm×厚さ1.2-2.5cmの天井部を除去	クリンタイル15%	約3600cm ³	不明	17.1	f/mL	3	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋で (人が通常に動いた時)	クリンタイル15%	不明	不明	0.2	f/mL	36	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋で (清掃)	クリンタイル15%	不明	不明	1.6	f/mL	5	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋 (ゴミ捨て)	クリンタイル15%	不明	不明	4	f/mL	6	5 - 600	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋で (電気工が1.2mの器具を取付)	クリンタイル15%	不明	60	7.7	f/mL	6	60	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋で (電気工が1.2mの照明を取付)	クリンタイル15%	不明	60	1.1	f/mL	5	60	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	吹き付けアスベストの部屋で (木工が1.2-2.5cm吹き付けアスベストのパーティション取付)	クリンタイル15%	不明	60	3.1	f/mL	4	60	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	2.4m×3.6m×厚さ1.2-2.5cm吹き付けアスベスト除去 (防止策なし)	クリンタイル15%	約173000cm ³	不明	82.2	f/mL	11	5?	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	
4	2.4m×3.6m×厚さ1.2-2.5cm吹き付けアスベスト除去 (水吹き付け)	クリンタイル15%	約173000cm ³	不明	23.1	f/mL	6	5?	2Millipore	位相差 (USPHSGuideline)	

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サグ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
4	2.4m×3.6m×1.2-2.5cmの吹き付けアスベスト除去 (飛散防止剤吹付け)	クリンタイル15%	約173000cm ³	不明	8.1	f/mL	10	5?	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	吹き付けアスベスト除去室内	クリンタイル15%	不明	不明	74.4	f/mL	7	5?	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	ポリエチレンシート養生をした吹き付けアスベスト除去隣室	クリンタイル15%	不明	不明	6.4	f/mL	3	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	ポリエチレンシート養生をした吹き付けアスベスト除去隣室の隣室	クリンタイル15%	不明	不明	2	f/mL	6	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	飛散防止剤を吹き付けたアスベスト除去室内	クリンタイル15%	不明	不明	8.2	f/mL	8	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	吹き付けアスベスト除去前の家具や器具を移動	クリンタイル15%	不明	不明	2.2	f/mL	4	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	吹き付けアスベスト除去前に天井等の照明をはずす	クリンタイル15%	不明	不明	1.2	f/mL	12	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	飛散防止剤散布し吹き付けアスベスト除去作業中	クリンタイル15%	不明	不明	4.2	f/mL	13	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	作業終了後の清掃	クリンタイル15%	不明	不明	6.5	f/mL	10	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	清掃終了後24時間	クリンタイル15%	不明	不明	0.2	f/mL	8	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
4	清掃終了後48時間	クリンタイル15%	不明	不明	0	f/mL	8	5 - 600	2	Millipore	位相差 (USPHSGuideline)
5	工場けい酸カルシウム板切断 (電動鋸設置装置作動)	詳細不明	不明	不明	2.86 - 25.08	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	工場けい酸カルシウム板切断 (電動鋸設置装置停止)	詳細不明	不明	不明	147.03- 391.5	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	工場けい酸カルシウム板切断 (電動丸鋸設置装置作動)	詳細不明	不明	不明	33.74- 90.17	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	工場けい酸カルシウム板切断 (手動鋸設置装置なし)	詳細不明	不明	不明	0.11- 0.38	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	工場けい酸カルシウム板切断 (手動鋸設置装置なし)	詳細不明	不明	不明	0.31- 2.55	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	工場けい酸カルシウム板切断 (手動鋸の掃除)	詳細不明	不明	不明	8.36-162.40	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
5	事務室 (アスベスト建材使用)	詳細不明	不明	不明	N.D. - 0.50	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
5	事務室 (空調室壁面にアスベスト吹き付け)	詳細不明	不明	不明	2.08 - 5.00	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
5	事務室 (アスベスト建材使用せず)	詳細不明	不明	不明	N.D. - 0.10	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
5	電算室 (床面にアスベスト含んだタイル使用)	詳細不明	不明	不明	0.31- 0.58	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
5	学校教室 (アスベスト含んだ建材使用)	詳細不明	不明	不明	0.34	f/L	不明	不明	不明	不明	不明

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サンプル数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
5	空調機械室（壁面）アスベスト使用	詳細不明	不明	不明	1.40 - 1.70	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
5	空調機械室（同上の工事後）	詳細不明	不明	不明	3.34 - 22.99	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
6	吹き付けアスベスト除去（乾燥状態）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	16.4 ± 3.16	f/mL	79	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
6	吹き付けアスベスト除去（湿潤状態）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	0.5 ± 2.0	f/mL	15	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
6	吹き付けアスベスト下改築（大工）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	0.13 ± 3.46	f/mL	105	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
6	吹き付けアスベスト下改築（電気工）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	0.13 ± 3.23	f/mL	35	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
6	吹き付けアスベスト下改築（板金工）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	0.19 ± 4.05	f/mL	37	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
6	吹き付けアスベスト下改築（塗装工）	2-15クリスタル10箇所、 2%クリスタル1カ所	不明	不明	0.08 ± 2.38	f/mL	7	不明	不明	Millipore Type 2AA	位相差 OlympusBH-P2
7	体育館吹き付けアスベスト除去作業中 （作業場所から約数十メートル？（散水））	クロシドライト	厚さ1.5cm	90-120	3.1 - 84.7	f/L	10	90-120	環境庁方法		位相差顕微鏡法
8	吹き付けアスベスト除去作業中（飛散防止剤 散布後）	不明	不明	不明	0.029 - 55.9	f/mL	9	12-60	10方法		位相差顕微鏡法
9	吹き付けアスベスト除去作業現場 （ボイラー室 飛散防止材散布後）	不明	不明	不明	48.1	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
9	吹き付けアスベスト除去作業（現場前室）	不明	不明	不明	5.33	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
9	吹き付けアスベスト除去作業（現場前室外 側）	不明	不明	不明	4.56	f/L	不明	不明	不明	不明	不明
10	除去作業・A測定（飛散防止塗装後湿式除 去）	不明	5.5m × 10m	不明	0.22 ± 6.79	f/mL	5	120	5方法	0.8μm、25mm径	位相差顕微鏡法
10	除去作業・B測定（飛散防止塗装後湿式除 去）	不明	5.5m × 10m	不明	1.82	f/mL	1	120	5方法	0.8μm、25mm径	位相差顕微鏡法
11	A 中学校の吹き付け除去（14日前室内）	アモサイト	なし	なし	0.48	f/L	1	180	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	A 中学校の吹き付け除去（前1日ビニール養生後）	アモサイト	なし	なし	0.36	f/mL	1	15	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	A 中学校の吹き付け除去（散水のみの開始1 分 - 17分）	アモサイト	約180m ³	60	122	f/mL	1	5	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	A 中学校の吹き付け除去（散水のみの開始2 分 - 26分）	アモサイト	約180m ³	60	113	f/mL	1	5	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	B 小学校の吹き付け除去（散水のみの中）	アモサイト／ロック ウール	581,000cm ³	60	2.57 - 14.1	f/mL	4	5	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	B 小学校の吹き付け除去（終了30分後掃除 袋詰め開始10分）	アモサイト／ロック ウール	581,000cm ³	30	293	f/mL	1	5	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
11	B 小学校の吹き付け除去（終了30分後掃除 袋詰め開始20分）	アモサイト／ロック ウール	581,000cm ³	30	569	f/mL	1	5	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サージ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
12	壁面・柱の吹き付けアスベスト撤去工事中 (飛散防止剤散布)	クリソタイル	床面積42m ²	不明	1.0 - 52.0	f/mL	4	25-40	10	Millipore Type AA	位相差顕微鏡法
12	壁面の吹き付けアスベスト撤去中 (飛散防止 剤散布)	クリソタイル	床面積48m ²	不明	13 - 22	f/mL	2	15	10	Millipore Type AA	位相差顕微鏡法
12	吹き付け撤去後クリナーによる清掃中	クリソタイル	床面積48m ²	不明	9.6 - 11	f/mL	2	14-33	10	Millipore Type AA	位相差顕微鏡法
12	壁面の吹き付けアスベスト撤去中 (飛散防止 剤散布後)	クロシドライト	床面積12m ²	不明	34	f/mL	1	13	10	Millipore Type AA	位相差顕微鏡法
12	吹き付け撤去後クリナーによる清掃中	クロシドライト	床面積12m ²	不明	12	f/mL	1	30	10	Millipore Type AA	位相差顕微鏡法
13	吹き付けアスベストのある部屋の除去前室内 濃度	アモサイト/クリソタイル/クロシド ライト	不明	不明	0.25 - 10.6	f/L	4	吸引量	2335-2537L	0.8μm, 47nm	位相差顕微鏡法
13	吹き付けアスベスト除去作業中 (飛散防止剤 散布)	クロシドライト	3546m ²	不明	80.3-124.0	f/mL	4	吸引量	8-12.0L	0.8μm, 25nm	位相差顕微鏡法
13	除去作業中の飛散防止剤散布時と前室での訪 問者観望	アモサイト/クリソタイル/クロシド ライト	不明	不明	0.39-31.0	f/mL	5	吸引量	4-7.5L	0.8μm, 25nm	位相差顕微鏡法
13	除去後の建物解体中の屋外	クリソタイル/クロシドライト	不明	不明	1.69 - 77.4	f/L	3	吸引量	480-601L	0.8μm, 47nm	位相差顕微鏡法
14 15	ボールを打上げ器である (30秒に1回10分 間計21回・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	1日目	10	12	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	サイドステップ (5分間連続・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	2日目	5	14	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	天井風機ブロー (70cm×70cm吹付け部に50cm から5分・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	2日目	5	31	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	床を風機でブロー (1m×1mの床に50cm から5分間・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	2日目	5	17	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	ボールを人の手である (15秒に1回10分間40 回・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	2日目	10	18	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	天井を扇で掃く (天井吹付け面全体5分間こす る・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70% 2日目最後	114960cm ²	5	2100	f/L	1	15	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	サイドステップ1分間 (天井を扇で5分間こ すった後・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	3日目	1	49	f/L	1	57	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	床をブロー (1m×1mの床に50cmから5分間・ 床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	5	350	f/L	1	30	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	歩行 (10分間全域を歩行・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	10	33	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	床の掃除 (3分間で全域から1カ所に・床乾 燥)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	3	6500	f/L	1	10	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	歩行 (10分間全域を歩行・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	4日目	10	10	f/L	1	75	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	ボールを人の手である (15秒に1回10分間40 回・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	10	16	f/L	1	60	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	天井風機ブロー (70cm×70cm吹付け部に50cm から5分・床乾燥)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	5	13	f/L	1	61	525mm	メンブラン	位相差顕微鏡法

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サンプ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
14 15	ボールを打上げ機である (30秒に1回10分 間計21回・床湿潤)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	10	13	f/L	1	63		525mmメンブラン	位相差顕微鏡法
14 15	棒で衝撃 (15秒ごと10分間・床湿潤)	アモサイト吹き付け 約70%	同上	10	14	f/L	1	60		525mmメンブラン	位相差顕微鏡法
16	棒でのアスベスト目地材の壁のこすり (1- 1.5m)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	10	f/mL	10	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	棒でのアスベスト目地材の壁のこすり (同室 の2.5m)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	8.6	f/mL	3	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	棒でのアスベスト目地材の壁のこすり (7.5mの隔壁)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	4.8	f/mL	2	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	手でのアスベスト目地材の壁のこすり (1- 1.5m)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	5.3	f/mL	11	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	手でのアスベスト目地材の壁のこすり (同室 の2.5m)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	2.3	f/mL	2	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	手でのアスベスト目地材の壁のこすり (4.5mの隔壁)	クリンタイル5-12%、 他	不明	60?	4.3	f/mL	2	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	乾燥状態でアスベスト建材湿和	クリンタイル5-12%、 他	不明	不明	47.2	f/mL	2	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	同上の作業から3-6mの同室	クリンタイル5-12%、 他	不明	不明	5.8	f/mL	3	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	同上の作業から5-10mの隔壁	クリンタイル5-12%、 他	不明	不明	2.6	f/mL	2	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	作業部から3-15mの位置での清掃後15分	クリンタイル5-12%、 他	不明	15	41.4	f/mL	1	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
16	作業部から3-15mの位置での清掃後35分	クリンタイル5-12%、 他	不明	35	26.4	f/mL	1	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
17	上記と同様	クリンタイル5-12%、 他	不明	以上全体	以上全体	f/mL	以上全体	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
18	上記と同様の内容	クリンタイル5-12%、 他	不明	以上全体	以上全体	f/mL	以上全体	60	NIOSH法	NIOSH法	位相差顕微鏡法
19	乾燥壁テーパーピング作業		不明	全体の70%	0.9	f/mL	10	54.4	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	湿和作業 (乾燥したアスベスト粉末の湿和)	3-6%クリンソタイ ル	不明	5-10分	11.2	f/mL	3	10.6	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	湿和作業 (アスベスト粉末あらかじめ湿和後 の湿和)	3-6%クリンソタイ ル	不明	5-10分	2.4	f/mL	7	4.6	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	湿和 (アスベストあらかじめ湿和後)	3-6%クリンソタイ ル	不明	1212 wsxxqdc	2	f/mL	7	2	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	手でのこすり	3-6%クリンソタイ ル	不明	全体の25%	11.5	f/mL	22	15	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	棒でのこすり (アルバータ地方の1975- 1977年)	3-6%クリンソタイ ル	不明	全体の25%	4.3	f/mL	20	18.5	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法
19	棒でのこすり (エドモントン市の高層ホテ ル)	3-6%クリンソタイ ル	不明	全体の25%	4.6	f/mL	32	13.9	2 liporeAA	0.8μm, 37nmHil	NIOSH法

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サワリ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
19	棒でのこすり (両者合計)	3-6%クリンソタイ ル	不明	全体の25%	4.9	f/mL	52	15.7	2	0.8μm, 37mmHii liporeAA	NIOSH法
19	こすり領域全体	3-6%クリンソタイ ル	不明	全体の25%	3.2	f/mL	10	22	2	0.8μm, 37mmHii liporeAA	NIOSH法
19	清掃 (アルバータ地方の1975-1977 年)	3-6%クリンソタイ ル	不明	不明	12.1	f/mL	6	20.7	2	0.8μm, 37mmHii liporeAA	NIOSH法
19	清掃 (エドモントン市の高層ホテル)	3-6%クリンソタイ ル	不明	不明	19.6	f/mL	4	14.2	2	0.8μm, 37mmHii liporeAA	NIOSH法
19	清掃 (両者合計)	3-6%クリンソタイ ル	不明	不明	15.1	f/mL	10	18.1	2	0.8μm, 37mmHii liporeAA	NIOSH法
20	けい酸カルシウム板新品6mm	アスベスト18.9%	5枚		58.5-59.4	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	けい酸カルシウム板新品12mm	アスベスト22.0%	5枚		50.3-55.9	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	けい酸カルシウム板新品25mm	アスベスト18.2%	5枚		166.8-178.8	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	フレキシブル板新品3mm	アスベスト8.7%	5枚		8.3-10.3	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	フレキシブル板新品6mm	アスベスト8.7%	5枚		6.4-12.1	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	フレキシブル板風化品4mm	アスベスト17.4%	5枚		19	f/t. p.	3	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	フレキシブル板風化品4mm/湿潤	アスベスト17.4%	5枚		6.5	f/t. p.	3	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	平板新品6mm	アスベスト7.7%	5枚		11.1-11.9	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	波形スレート新品6mm	アスベスト7.7%	5枚		8-16.9	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	波形スレート風化品8mm	アスベスト21.1%	5枚		24-29.1	f/t. p.	6	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	波形スレート風化品8mm/湿潤	アスベスト21.1%	5枚		23.4	f/t. p.	3	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
20	ビニール床タイル風化品	アスベスト20%	5枚		17.9	f/t. p.	3	18	10	0.8μm, 47mm	位相差顕微鏡法
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業開始前)	15-20%クリンソタイ 吹き付け	不明	なし	0.052	f/mL	5	不明	5.4-8.1L	25mmメンブラン	TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (環境))	15-20%クリンソタイ 吹き付け	不明	通線150	28.9	f/mL	5	不明	5.4-8.1L	25mmメンブラン	TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (個人))	15-20%クリンソタイ 吹き付け	不明	通線150	10.5	f/mL	3	不明	5.4-8.1L	25mmメンブラン	TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業終了後)	15-20%クリンソタイ 吹き付け	不明	なし	8.4	f/mL	6	不明	5.4-8.1L	25mmメンブラン	TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業開始前)	15-20%クリンソタイ 吹き付け	不明	なし	0.158	f/mL	5	不明	5.4-8.1L	25mmメンブラン	TEM

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サージ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (環境))	15-20%クリソタイル 吹き付け	不明	通線150	100.2	f/mL	4	不明	5.4-8.1L 25mmメンブラン		TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (個人))	15-20%クリソタイル 吹き付け	不明	通線150	124.8	f/mL	3	不明	5.4-8.1L 25mmメンブラン		TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業終了後)	15-20%クリソタイル 吹き付け	不明	なし	17	f/mL	4	不明	5.4-8.1L 25mmメンブラン		TEM
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (個人))	15-20%クリソタイル 吹き付け	不明	通線150	0.13	f/mL	a few	150	1.9L 25mmメンブラン		位相差顕微鏡法
21	吹き付けアスベスト天井へ入らないで電線通 線 (作業中 (個人))	15-20%クリソタイル 吹き付け	不明	通線150	0.34	f/mL	a few	150	1.9M 25mmメンブラン		位相差顕微鏡法
22	けいカル板1種2枚破砕 (6.3Kgの鋼球を70cmから落下・散水なし)	アモサイト含有率2 4.2%	2枚		3.94±1.25	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	けいカル板1種2枚破砕 (6.3Kgの鋼球を70cmから落下・散水なし)	アモサイト含有率2 4.2%	2枚		5.86±1.17	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	けいカル板1種2枚破砕 (6.3Kgの鋼球を70cmから落下・散水あり)	アモサイト含有率2 4.2%	2枚		0.68±1.13	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板A2枚破砕 (同上・散水 なし)	アモサイト含有率1 2.3%	2枚		22.85±1.02	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板A2枚破砕 (同上・散水 なし)	アモサイト含有率1 2.3%	2枚		31.67±1.04	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板A2枚破砕 (同上・散水 あり)	アモサイト含有率1 2.3%	2枚		18.54±1.08	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A2枚破砕 (同上・散水なし)	アモサイト含有率1 0.8%	2枚		4.12±1.16	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A2枚破砕 (同上・散水なし)	アモサイト含有率1 0.8%	2枚		6.76±1.18	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A2枚破砕 (同上・散水あり)	アモサイト含有率1 0.8%	2枚		1.42±1.45	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板B (同上・散水なし)	アモサイト含有率1 2.6%	2枚		27.25±1.08	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板B (同上・散水あり)	アモサイト含有率1 2.6%	2枚		8.65±1.03	f/mL	10	5	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A破砕地点 (0メートル)	アモサイト含有率1 0.8%	10枚		0.58	f/mL	3	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A破砕地点か ら5メートル	同上	10枚		0.68	f/mL	3	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A破砕地点か ら10メートル	同上	10枚		0.64	f/mL	3	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿けい酸カルシウム板第2種A破砕地点か ら15メートル	同上	10枚		0.5	f/mL	3	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板A (風速0.3m/s) 0 メートル	アモサイト含有率1 2.3%	10枚		2.24	f/mL	2	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石綿含有耐火被覆板A 5メートル	同上	10枚		3.06	f/mL	2	10	50.8μm, 25mm		位相差顕微鏡法

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度										
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	単位	サンプ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
22	石棉含有耐火被覆板 A メートル 10	同上	10枚		f/mL	2	10	50.8 μ m, 25mm		位相差顕微鏡法
22	石棉含有耐火被覆板 A メートル 15	同上	10枚		f/mL	2	10	50.8 μ m, 25mm		位相差顕微鏡法
23	石棉スレート施工 (ドリル穴開け、防塵マッ ト併用集塵機使用)	JIS A5403 フレキシ ブル板	50.38m ²	130	f/mL	5	90	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
23	石棉スレート破砕 (2分間散水後ハンマーで 破砕)	JIS A5403 フレキシ ブル板	29.42m ²	20	f/mL	5	20	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
23	石棉スレート (手ばらし解体)	JIS A5403 フレキシ ブル板	20.96m ²	15	f/mL	5	14	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
23	石棉セメントけい酸カルシウム板 (施工)	けいカル板 50.38m ²	50.38m ²	120	f/mL	5	60	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
23	石棉セメントけい酸カルシウム板 (2分間散 水後ハンマーで破砕)	けいカル板 50.38m ²	29.42m ²	10	f/mL	5	11	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
23	石棉セメントけい酸カルシウム板 (手ばらし 解体)	けいカル板 50.38m ²	20.96m ²	10	f/mL	5	11	1.525mmメンブラン		位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシA3mm (直接) 曲げ試験機 による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシA3mm (水洗乾燥後) 曲げ 試験機による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシA4mm (直接) 曲げ試験機 による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシA4mm (水洗乾燥後) 曲げ 試験機による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシ3mm (直接) 曲げ試験機に よる折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシ3mm (水洗乾燥後) 曲げ試 験機による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシ6mm (直接) 曲げ試験機に よる折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシ6mm (水洗乾燥後) 曲げ試 験機による折れ	クリンタイル2 5%?	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシアス4mm (直接) 曲げ 試験機による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品フレキシアス4mm (水洗乾燥 後) 曲げ試験機による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品石青系6mm (直接) 曲げ試験機に よる折れ	不明	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品石青系6mm (水洗乾燥後) 曲げ試 験機による折れ	不明	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品石青系ノンス6mm (直接) 曲げ 試験機による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品石青系ノンス6mm (水洗乾燥 後) 曲げ試験機による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サージ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
24	40×50cm新品珪カル1.0 4mm (直接) 曲げ試験による折れ	クリンタイル1 5%?	1分1枚	15?	172.62	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品珪カル1.0 4mm (水洗乾燥後) 曲げ試験による折れ	クリンタイル1 5%?	1分1枚	15?	11.5	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品珪カル0.8 6mm (直接) 曲げ試験による折れ	クリンタイル1 5%?	1分1枚	15?	60.98	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品珪カル0.8 6mm (水洗乾燥後) 曲げ試験による折れ	クリンタイル1 5%?	1分1枚	15?	8.02	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品珪カル1.0mm (直接) 曲げ試験による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	35.18	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	40×50cm新品珪カル1.0mm (水洗乾燥後) 曲げ試験による折れ	クリンタイル0%	1分1枚	15?	7.64	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
24	コントロール	なし	なし	なし	7.14	f/L	2	15	石綿協会法	25mmメンブラ	位相差顕微鏡法
25	アスベスト建材屋根のローラー塗装	不明	80㎡	120?	0.22	f/mL	1	120	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	アスベスト建材屋根のスプレー塗装	不明	300㎡	204?	0.14	f/mL	1	204	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	乾燥したアスベスト屋根材張り替え	不明	50-100㎡	120-300	0.03 - 0.24	f/mL	8	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	部分的に塗装したアスベスト屋根材の張り替え	不明	50-100㎡	120-300	0.03	f/mL	2	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	乾燥したアスベスト屋根材の張り替え	不明	50-100㎡	120-300	0.04 - 0.27	f/mL	8	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	同部をアクリル吹き付け後のアスベスト屋根材の張り替え	不明	50-100㎡	120-300	0.03 - 0.08	f/mL	8	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	乾燥したアスベスト屋根材の張り替え	不明	50-100㎡	120-300	0.07 - 0.32	f/mL	6	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	散水し包装し搬置に除去したアスベスト屋根材の張り替え	不明	50-100㎡	120-300	N.D. - 0.07	f/mL	8	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	乾燥したアスベスト建材含有壁の除去	1.1-4.6% (7サイト・クリン タイル)	50-100㎡	120-300	0.04 - 0.12	f/mL	4	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
25	乾燥したアスベスト建材含有壁にアクリル吹き付け後除去	同上	50-100㎡	120-300	N.D. - 0.05	f/mL	2	不明	25mmメンブラ	25mmメンブラ	位相差NHMRC/AIA 法
26	建材の電動丸鋸切断 (労研式個人サンブラー)	クリンタイル14種、7サイト6種	不明	不明	146 - 787	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
26	床以外完成した石綿使用建物内木製建具加工 (同上)		不明	不明	0.3	f/mL	不明	不明	不明	不明	不明
27	屋内 (電気丸鋸切断)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	127 - 787	f/mL	4	2.5-5	不明	不明	不明
27	屋内 (同上から2M)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	103 - 630	f/mL	3	2.5-5	不明	不明	不明
27	屋内 (ドリル孔開け、ビス打ち、釘打ち (電気丸鋸切断含む))	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	1.3 - 131	f/mL	8	10-120	不明	不明	不明

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サンプル数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
27	屋内 (同上から1-1 OM)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.9- 48.1	f/mL	7	10-119	不明	不明	不明
27	屋内 (ドリル孔開け、ビス打ち、釘打ち (電気丸鋸切断なし))	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.3- 14.1	f/mL	8	2.5-110	不明	不明	不明
27	屋内 (同上から1-4 M)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.1- 4.6	f/mL	15	15-171	不明	不明	不明
27	屋内 (ナイフ切断、ヤスリかけ)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	12.1	f/mL	1	1	不明	不明	不明
27	屋内 (現場巡回 (石綿建材使用場所から5-3 OM))	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.04- 0.12	f/mL	2	68-93	不明	不明	不明
27	屋内 (石綿建材使用から1-7日後の仕上げ掃除)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.1- 0.5	f/mL	5	15-93	不明	不明	不明
27	屋外 (電気丸鋸による切断)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.14	f/mL	1	不明	不明	不明	不明
27	屋外 (釘打ち)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.13	f/mL	1	不明	不明	不明	不明
27	屋外 (配管 (石綿建材使用後1日))	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.05	f/mL	1	不明	不明	不明	不明
27	屋外 (石綿瓦による屋根葺き)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.13	f/mL	1	115	不明	不明	不明
27	屋外 (同上から1-2 M)	含有ボード (詳細不明)	不明	不明	0.05	f/mL	1	115	不明	不明	不明
28	同上	同上	同上	同上	同上		同上	同上	不明	不明	不明
29	バックグラウンド	なし	なし	なし	0.3	f/L	1	60	2047mmメンプラン		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (吸引集塵機防塵マット)	詳細不明	30cm10回		0.007-0.04	f/mL	3	2.5	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (袋式集塵機防塵マット)	詳細不明	30cm10回	2-3	0.01-0.08	f/mL	3	2.66	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (集塵ボックスのみ)	詳細不明	30cm10回	2-3	0.01-0.50	f/mL	3	2.25	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm丸鋸切断10回 (対策なし)	詳細不明	30cm10回	2-3	0.32-0.52	f/mL	3	2.66	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm釘打ち固定42回	詳細不明	詳細不明	3.5	0	f/mL	1	3.5	1 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	バックグラウンド	なし	なし	なし	1.3	f/L	1	60	2047mmメンプラン		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (吸引集塵機防塵マット)	詳細不明	30cm10回	2-3	0-0.43	f/mL	3	2.5	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (袋式集塵機防塵マット)	詳細不明	30cm10回	2-3	0.22-0.72	f/mL	3	2.4	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm電動鋸切断10回 (集塵ボックスのみ)	詳細不明	30cm10回	2-3	0.21-0.76	f/mL	3	2.4	1-20 石綿協会法		位相差顕微鏡法

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	カット数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
29	K社サイディング板新品30cm丸鋸切断10回 (対策なし)	詳細不明	30cm10回	2~3	0.27±0.63	f/mL	3	3.25	1-20	石綿協会法	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品30cm釘打ち固定25回	詳細不明	詳細不明	4.5	0.024	f/mL	1	4.4	1	石綿協会法	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面0.5m (対策なし)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	1.35±12.05	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面0.5m (真空捕集掃除機マット)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	0.02±0.14	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面0.5m (袋式掃除機マット)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	0.82±4.26	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面1-2m (対策なし)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	12.43	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面1-2m (真空捕集掃除機マット)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	0.21	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
29	K社サイディング板新品電動鋸切断側面1-2m (袋式掃除機マット)	詳細不明	詳細不明	詳細不明	5.82	f/mL	不明	詳細不明	詳細不明	詳細不明	位相差顕微鏡法
30	フレキシブル板現行JIS品丸鋸切断 (1分切断30秒休み繰返し局所排気非使用)	クリンタイル25%	不明		1.23±2.52	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	フレキシブル板石綿低減品丸鋸切断 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル5%	不明		0.44±1.63	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	フレキシブル板無石綿品丸鋸切断 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル0%	不明		0.08±1.67	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	ケイカル板 現行JIS品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル25%	不明		1.92±1.40	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	ケイカル板 石綿低減品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル5%	不明		1.49±1.15	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	ケイカル板 無石綿品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル0%	不明		0.14±2.17	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	波板 現行JIS品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル25%	不明		1.58±1.16	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	波板 石綿低減品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル5%	不明		1.07±2.04	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
30	波板 無石綿品 (局所排 気使用しない場合)	クリンタイル0%	不明		0.11±1.64	f/mL	5	10	石綿協会法	同左	
31	外壁材の切断・張り付け作業 (防護丸鋸使 用) 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	129	1.1	f/mL	1	129	147mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
31	外壁材の切断・張り付け作業 (防護丸鋸使 用) 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	191	0.94	f/mL	1	191	147mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
31	外壁材の切断・張り付け作業 (防護丸鋸使 用) 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	180	1.13	f/mL	1	160	147mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
31	外壁材の切断・張り付け作業 (防護丸鋸使 用) 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	203	1.58	f/mL	1	203	147mm	メンブラン	位相差顕微鏡法
31	外壁材の切断のみ 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	15	2.4	f/mL	1	15	147mm	メンブラン	位相差顕微鏡法

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サージ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
31	外壁材の切断のみ 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	11	2.3	f/mL	1	11	1	47mmメンブラン	位相差顕微鏡法
31	外壁材の切断のみ 個人サンブラー	クリンタイル含有外 壁材	不明	15	6.7	f/mL	1	15	1	47mmメンブラン	位相差顕微鏡法
31	発塵源近くの 環境濃度	クリンタイル含有外 壁材	不明	15	11.2	f/mL	1	15	1	47mmメンブラン	位相差顕微鏡法
31	発塵源近くの 環境濃度	クリンタイル含有外 壁材	不明	15	18.5	f/mL	1	15	1	47mmメンブラン	位相差顕微鏡法
32	サンダー研磨	フレキ板		測定時間	0.64±2.39	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	サンダー研磨	ケイカル板		測定時間	1.34±1.86	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	サンドペーパー研磨	フレキ板		測定時間	0.19±2.42	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	サンドペーパー研磨	ケイカル板		測定時間	0.51±2.01	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排なし	フレキ板		測定時間	0.95±2.66	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排なし	大波板		測定時間	0.55±2.95	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排なし	ケイカル板		測定時間	1.62±1.68	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排あり	フレキ板		測定時間	0.49±1.64	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排あり	大波板		測定時間	0.34±1.81	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動切断局排あり	ケイカル板		測定時間	0.79±2.24	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動ドリル穿孔	フレキ板		測定時間	0.20±2.06	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動ドリル穿孔	大波板		測定時間	0.10±2.37	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	電動ドリル穿孔	ケイカル板		測定時間	0.29±1.33	f/mL	5		石綿協会法	同左	
32	作業なし				0.01±1.19	f/mL	5		石綿協会法	同左	
33	アスベスト含有屋根材撤去	K社の古材屋根材	不明	不明	2.18- 5.38	f/L	8	63- 94	18 - 26.4	47mmメンブラン	
33	同上 から5-20Mの屋外気中濃度	K社の古材屋根材	不明	不明	2.9- 19.1	f/L	4	不明		125mmメンブラン	
33	同上 作業者の個人サンブラー	K社の古材屋根材	不明	不明	18.4- 36.8	f/L	3	76		125mmメンブラン	
33	新材使用時施工時の周辺気中濃度	K社の新屋根材	不明	不明	0.33- 1.50	f/L	8	133-134	25	47mmメンブラン	

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度											
文献 番号	作業の種類	物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サップ数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
33	新材施行時の発塵点近くの濃度	K社の新屋根材	不明	不明	3.4-	f/L	4	不明	1	25mmメンブラン	
33	新材施行時の作業者の個人サンプラー	K社の新屋根材	不明	不明	6.5- 10.5	f/L	3	133	1	47mmメンブラン	
34	屋外外装工事切断局排あり 小波板	JIS A5403	約35M切断	25	0.1	f/mL	5	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排あり 小波板 人ばく露切断	同上	約35M切断	25	0.25	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排あり 小波板 人ばく露連続	同上	約35M切断	25	0.1	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排あり 小波板 人ばく露施工	同上	約35M切断	25	0.04	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排なし 小波板	同上	約58M切断	25	0.3	f/mL	5	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排なし 小波板 人ばく露切断	同上	約58M切断	25	0.93	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排なし 小波板 人ばく露連続	同上	約58M切断	25	0.34	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋外外装工事切断局排なし 小波板 人ばく露施工	同上	約58M切断	25	0.12	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋内内装工事切断局排あり フレキ板	同上	約26M切断	25	0.43	f/mL	5	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋内内装工事切断局排あり フレキ板 人ばく露切断	同上	約26M切断	25	0.5	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋内内装工事切断局排あり フレキ板 人ばく露連続	同上	約26M切断	25	0.23	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
34	屋内内装工事切断局排あり フレキ板 人ばく露施工	同上	約26M切断	25	0.39	f/mL	1	1	作業環境が イドブツク	25mmメンブラン	位相差フタル酸
35	屋内31名 丸紙切断 ビス打ち 釘打ち 切断面バリ取り	不明	不明	不明	4.86 (0.08-131)	f/mL	作業環境 測定ガイ ドブツク	同左	同左	同左	
35	屋外6名	不明	不明	不明	0.063 (n.d.-1.16)	f/mL	作業環境 測定ガイ ドブツク	同左	同左	同左	
36	歩行による二次飛散歩行前	不明	不明	不明	1.1	f/L	12	240	10	0.8μm、47mm	位相差顕微鏡法
36	歩行による二次飛散歩行後	不明	不明	不明	3.8	f/L	9	240	10	0.8μm、47mm	位相差顕微鏡法
37 38	吹付面積122.2m ² の作業室 窓閉 窓開 塵埃OFF	不明	なし	なし	9.4	f/L	1	197	10	0.8μm、47mm	位相差顕微鏡法
37 38	吹付面積122.2m ² の作業室 窓閉 窓開 塵埃OFF	不明	なし	なし	2.4	f/L	1	200	10	0.8μm、47mm	位相差顕微鏡法

図表2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

建設の様々な作業におけるアスベスト濃度												
文献 番号	作業の種類		物質	除去量 (作業枚数)	作業時間 (分)	測定結果	単位	サンプル数	吸引時間 (分)	吸引量 L/M	フィルター	使用顕微鏡
37 38	吹付面積122.2m ² の作業室	窓閉 調換ON	不明	なし	なし	5.8	f/L	1	180	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
37 38	吹付面積74.97m ² 天井高3100mmの剣道場	種 古中	不明	なし	なし	42.6	f/L	1	100	51.2μm、25mm		位相差顕微鏡法
37 38	吹付面積74.97m ² 天井高3100mmの剣道場	非 使用時	不明	なし	なし	2.8	f/L	1	120	51.2μm、25mm		位相差顕微鏡法
37 38	吹付面積720m ² 天井高2820mmの会議室	非 使用時	不明	なし	なし	2.6	f/L	1	240	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
37 38	外気		不明	なし	なし	0.5	f/L	1	53	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
39	アスベスト吹き付け室内濃度（除去前のみ）		クリスタル/クワトライト/モ サイト	なし	なし	0.76-16.01	f/L	?	120	2047mm		位相差顕微鏡法
39	アスベスト吹き付け室内濃度（除去前のみ）			なし	なし	0.20±3.3	f/L	27	240	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法
39	アスベスト吹き付け室内濃度（除去前のみ）		クワトライト/モサイト/クリスタ ル	なし	なし	0.45	f/L	45	240	100.8μm、47mm		位相差顕微鏡法

図表 2-57 建設の様々な作業におけるアスベスト濃度

- 3 健康リスクの推定

1 リスク評価

シミュレーション（平成11年11月、さしがや保育園にて実施）に基づいて各日時、場所別アスベスト濃度が得られ、園児の登園日、登・退園時間から個人の推定ばく露量が算出された。アスベストばく露のあったとされる期間の在園時間がばく露時間となるために、個々の推定ばく露量（[ばく露濃度×時間]の総和）は比較しにくく、また、リスク算出も複雑になることから、10時間ばく露に換算したアスベスト繊維濃度として表した。（図表2-58）実際のばく露時間は、図表2-58中にある最もばく露量の多い例で約61時間（5歳児）から約99時間（4歳児）であった。したがって、園児に対する平均ばく露濃度は、図表2-58に示された総ばく露量のおおよそ6分の1から、10分の1に相当する。このばく露濃度は、石綿肺発症の閾値を超えるものではないことから、リスク評価は肺がんと中皮腫について行った。

また、ばく露換算値は、シミュレーション濃度の総和に不確実係数（2）を乗じた値〔推定値（Ⅰ）〕及びシミュレーションの総和に推計値を加算した値〔推定値（Ⅱ）〕が併記された。不確実係数は、リスク評価において見積もれなかった要因を加味し、安全サイドの立場をとるために乗じられる係数である。0歳児から2歳児では、両データに大きな差はないものの、3歳児、4歳児、5歳児に対する値では、およそ3倍の開きがみられる。

これらばく露換算値を3つの専門機関及びHughesの提示しているばく露量と発症確率の関係式に代入し、100万人に対する肺がん又は中皮腫の生涯発生数を求めた。WHOによる推定値は最も低く、日本産業衛生学会許容濃度委員会勧告値（2000）、EPAと高くなり、Hughesが報告した学校内ばく露に対するリスク推計によって得られた値が最も高い。0歳児①に対するリスク推定値は、専門機関によるもので2.9～21.0〔推定値（Ⅰ）〕と4.3～30.9〔推定値（Ⅱ）〕、Hughesの報告によるもので34.1〔推定値（Ⅰ）〕と50.1〔推定値（Ⅱ）〕となった。0歳児、1歳児、2歳児についてみると、最も高い総ばく露量となった例でのリスク値は推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）の差は小さくなく、両推定値を併せた範囲で示すと、専門機関によるもので2.7～38.6、Hughesの報告によるもので31.3～61.9であった。

3歳児、4歳児、5歳児では、ばく露量についての推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）の差が大きく、4歳児①に対するリスク推定値は、専門機関1.1～8.1、Hughes 13.1〔推定値（Ⅰ）〕に対して、専門機関4.2～30.2、Hughes 49.0〔推定値（Ⅱ）〕となった。最も高いばく露量となった3歳児以上の園児では、専門機関1.1～10.1、Hughes 10.9～16.5〔推定値（Ⅰ）〕、専門機関3.2～30.2、Hughes 37.1～49.7〔推定値（Ⅱ）〕の範囲であった。ばく露量の推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）での違いは最大で約4倍であるが、専門機関及びHughesによるリスク推定値の違いは約10倍であった。

0歳児から5歳児の中で最も高いばく露推定量となった園児に対するリスク推定値は、専門機関0.9～38.6、Hughes 10.9～62.7の範囲にあり、年齢クラス別の差は小さくリスク

推定モデルの差を上回るものではなかった。

一方、前述のように、WHO、EPA、Hughes、日本産業衛生学会等は、過去の疫学調査などに基づいて確立したアスベストばく露量と肺がん又は中皮腫の発生頻度の関係についてモデル式を示しており、このモデル式自体を用いて健康リスクを推定することも可能である。委員のひとりが、そのようなかたちでさしがや保育園の園児のケースについて計算を行なった。日本産業衛生学会が用いた諸条件を用いて試算した結果を、参考として、【図表2-58の最右欄：参照試算値（日本産業衛生学会許容濃度委員会参照）】に示した。

この結果はアスベスト濃度推定値（Ⅰ）、アスベスト濃度推定値（Ⅱ）を基に推定した値とそれほど大きくは異なっていなかった。

試算に用いた計算式は以下のとおりで、77歳までの各年について、以下の数字を求めて合算した。

肺がん：（今回のばく露に起因する）ばく露人口100万人当たりの肺がんによる生涯過剰死亡数の推定値

$$(\text{LCDR}(\text{age}) \times \text{KL} \times f \times d_{t-p}) \times (\text{ALIVE}(\text{age}) / 10^5)$$

中皮腫：（今回のばく露に起因する）ばく露人口100万人あたりの中皮腫の生涯死亡数の推定値

$$(\text{KM} \times f \times ((t-p)^e - (t-p-d)^e)) \times 10^6 \times (\text{ALIVE}(\text{age}) / 10^5)$$

KL： 従来の疫学調査結果から推定したアスベストばく露濃度と肺がんの量反応直線の傾きに相当 $= 7.746 \times 10^{-3}$

KM： アスベストばく露濃度と中皮腫の量反応直線の傾きに相当 $= 7.746 \times 10^{-9}$

p： 潜伏期間（年）=10年

e： 指数項のべき乗。モデル式の適合性から求められた定数=3

LCDR（age）：1歳年齢階級別肺がん死亡率（対100万人）=1995年における日本人男性の結果

ALIVE（age）：1歳年齢階級別生存数=1995年における日本人男性の生命表

f： アスベスト濃度=「10時間ばく露換算値」を用いた

d： ばく露年数=「10時間=（10時間/（週40時間×48週））年」

2 リスクの捉え方

前章で求めたリスク推定値は、WHO、EPA及び日本産業衛生学会といった専門機関等が過去の疫学調査などに基づいて確立したアスベストばく露量と肺がん又は中皮腫の発生頻度の関係についてのモデル式から算出したものである。元になった疫学調査のほとんどは職業性の高濃度ばく露例で、症例も成人である。したがって、これらのモデル式から得た本事例に対する推定値には、年齢の違いや職業ばく露に比べて短期かつ低濃度ばく露であることなど、現時点では未解決であるが、さらに見積もるべき要素が存在することに注意しなければならない。その様な立場から、前章で求めたリスク推定値の範囲から、最大値となっているHughesのモデルから得た推定値を採用すると、そのリスクレベルは、今回のアスベストばく露によって100万人あたり最大で63人の肺がん又は中皮腫の発生が推定され

るレベルであった。

一般大気環境に存在するアスベストへのばく露は、アスベストの種別、地域や経年的な変化などの評価が困難な点はあるが、図表2-59に示したように東京都などでの大気濃度に基づいてリスク推定値が得られる。生涯ばく露による100万人あたりのリスクは、アスベストが角閃石系であった場合には最大319人（Hughes）、クリソタイルのみ又は混在した場合には最大195人（EPA；アスベストの種別をしていない）の肺がん又は中皮腫の発生が推定される。最近の大気アスベスト濃度は過去に比べて低いのでリスクも低下していくと考えられ、若齢者と高齢者にはリスク値にかなりの差が生じると推定される。

したがって、園児のアスベストばく露によって生じた過剰リスクは、過去の都市大気中アスベスト濃度による生涯リスクの5分の1、最近の都市大気濃度による生涯リスクとほぼ同程度であったと推定される。一般に、リスクの大きさを理解しようとする場合には、喫煙、感染症、交通事故等の要因のリスク値と比較することが多い。本報告書では、園児のアスベストばく露によって生じた過剰なリスクを推定し、健康対策を諮問するという本委員会の立場から、この様な比較のためのアスベスト以外のリスク値は参照しないこととした。

リスクの推定は報告書に記載したように、諸機関及び学術論文に示されたばく露・発がんリスクの関係式に基づいて、10時間値に換算された園児のばく露推定値から算出したものである。個人の感受性など不確定要素については、諸機関のリスク値が95%信頼区間の上限を採用していることで、過小評価となっていないと判断される。

各リスク値算定の基礎には、肺がん・中皮腫の罹患（死亡）統計、人口統計及びアスベストばく露と肺がん・中皮腫に関する疫学調査報告が用いられている。したがって、日本における最新の統計、各疫学調査の対象となった事例のばく露状況と今回のばく露状況の違いに関する検証、ばく露年齢における量・反応関係の違いに関する検証など、本来のリスク評価の目的では、十分に検討を加えなければならない重要な要素がある。報告書において、この点は記載しなかったが、今回のばく露事例について迅速にリスク評価し、保健対策への資料とする本委員会の趣旨に則り、算定したものである。保健対策等への一定の判断が下った段階で、前述の点について一部ではなく、すべての参照リスク値を検証し、再評価することは必要であると考ええる。

結論として、アスベストをはじめ、閾値のない発がん物質のリスクは、本来は限りなく0に近いことが望ましいが、現在我が国では、有害物質による生涯リスクが10万分の1以上であるときは、何らかの対策をとるべきであると考えられているので、今回の園児のリスクの最大が10万分の6.3と推測され、また、ばく露年齢が0～5歳という不確実要因も加わることから、今後何らかの健康面での経過観察が必要であると考えられる。

個別のリスク推定値(肺がんまたは中皮腫の生涯発生数/100万人)

★試算

Case	10時間曝露換算値	Hughes 肺がん 中皮腫 合計	EPA 合計	日本産業衛生学会 肺がん 中皮腫 合計	WHO 肺がん 中皮腫 合計
	1.00	0.8 5.8	6.6 4.1	1.3 1.5 2.8	0.05 0.52 0.6
0歳児①	5.15	4.1 29.9	34.1 21.0	6.5 7.9 14.4	0.3 0.7 2.9
	7.58	6.1 5.2	50.1 30.9	9.6 11.6 21.2	0.4 3.9 4.3
0歳児②	7.53	6.0 43.7	49.8 30.7	9.5 11.5 21.0	0.4 3.9 1.3
	6.69	5.3 38.8	44.2 27.2	8.4 10.2 18.7	0.3 3.4 3.8
1歳児	7.76	6.2 45.0	51.3 31.6	9.8 11.9 21.7	0.4 4.0 4.4
	9.48	7.6 55.0	62.7 38.6	12.0 14.5 26.5	0.5 4.9 5.4
2歳児①	6.65	5.3 38.6	44.0 27.1	8.4 10.2 18.6	0.3 3.4 3.8
	8.89	7.1 51.5	58.8 36.2	11.2 13.6 24.8	0.5 4.6 5.0
2歳児②	4.73	3.8 27.4	31.3 19.3	6.0 7.2 13.2	0.2 2.4 2.7
	5.78	4.6 33.5	38.2 23.6	7.3 8.9 16.2	0.3 3.0 3.3
2歳児③	6.46	5.2 37.5	42.7 26.3	8.2 9.9 18.0	0.3 3.3 3.7
	9.21	7.4 53.4	60.9 37.5	11.6 14.1 25.7	0.5 4.7 5.2
2歳児④	6.01	4.8 34.9	39.8 24.5	7.6 9.2 16.8	0.3 3.1 3.4
	8.97	7.2 52.0	59.3 36.5	11.3 13.7 25.0	0.5 4.6 5.1
3歳児	2.49	2.0 14.4	16.5 10.1	3.1 3.8 7.0	0.1 1.3 1.4
	7.51	6.0 43.6	49.7 30.6	9.5 11.5 21.0	0.4 3.9 4.3
4歳児①	1.99	1.6 11.5	13.1 8.1	2.5 3.0 5.6	0.1 1.0 1.1
	7.42	5.9 43.0	49.0 30.2	9.4 11.3 20.7	0.4 3.8 4.2
4歳児②	1.91	1.5 11.1	12.6 7.8	2.4 2.9 5.3	0.1 1.0 1.1
	6.66	5.3 38.6	44.0 27.1	8.4 10.2 18.6	0.3 3.4 3.8
5歳児①	2.01	1.6 11.6	13.3 8.2	2.5 3.1 5.6	0.1 1.0 1.1
	6.11	4.9 35.4	40.4 24.9	7.7 9.4 17.1	0.3 3.1 3.5
5歳児②	1.65	1.3 9.6	10.9 6.7	2.1 2.5 4.6	0.1 0.9 0.9
	5.60	4.5 32.5	37.1 22.8	7.1 8.6 15.6	0.3 2.9 3.2
職員1	0.73	0.6 4.2	4.8 3.0	0.9 1.1 2.0	0.0 0.4 0.4
	10.28	8.2 59.6	68.0 41.9	13.0 15.7 28.7	0.5 5.3 5.8
職員5	3.77	3.0 21.8	24.9 15.3	4.8 5.8 10.5	0.2 1.9 2.1
	6.46	5.2 37.4	42.7 26.3	8.1 9.9 18.0	0.3 3.3 3.7

図表2-58 個別のリスク推定値(肺がんまたは虫皮腫の生涯発生数/100万人)

	大気濃度 (fiber/ml)	Hughes (クリツtail)	EPA	産衛 (クリツtail)	WHO (クリツtail)	範囲
東京都 (1980-'87)	0.00068	83	170	23.3	2.8	2.8-170
東京都 (1998)	0.0002	24	50	6.9	0.8	0.8-50
離島 (1987)	0.00031	38	78	10.6	1.3	1.3-78
住宅地 (1987)	0.00078	95	195	26.7	3.2	3.2-195
Kohyama (1989)*1	0.000198	24	50	6.8	6.9	6.8-50
Kohyama (1989)*2	0.000218	27	55	7.5	0.9	0.9-55

*1：住宅地（平均値）：透過電頭による測定のため100分の1で換算

*2：郊外（中央値）：透過電頭による測定のため100分の1で換算

図表 2-59 一般環境ばく露による生涯リスク値

今後の健康対策

1 はじめに

前章までで、さしがや保育園におけるアスベストばく露量を評価し、アスベスト関連疾患の発生のリスク評価を行った。本章ではリスク評価の結果、中皮腫とアスベスト関連肺がんの発生リスクが、公衆衛生上無視できない結果であった事を踏まえ、今後の健康対策に関する検討を行う。

なお、健康対策におけるアスベスト関連疾患としては、悪性中皮腫（胸膜・腹膜・心膜）、肺がん、良性石綿（アスベスト）胸膜炎、の3疾患とする。中皮腫が発生するばく露濃度においては、良性石綿（アスベスト）胸膜炎の発生も否定できない。良性石綿（アスベスト）胸膜炎は、一側及び両側に胸水及び胸膜炎を繰り返しながら胸膜癒着が進行し拘束性呼吸障害を来す疾患で、3年間の経過観察期間を要し、他の疾患の除外を前提に診断される良性疾患である。また、アスベストばく露の指標とされ、症状も全くない良性病変である胸膜肥厚斑は、X線写真でしばしば認められ、今回のばく露量で生じる可能性がある。

2ではアスベスト関連疾患の診断方法と健康診断について現在と今後を、3ではアスベスト関連疾患の現在の治療方法と今後の予測を行い、4ではアスベスト関連疾患の発症予防について述べる。5ではアスベスト関連疾患の潜伏期を成人と幼少時とに分けて検討した後、6で健康対策の対象と時期と費用負担等及び今後の健康対策全般を述べる。7に参考文献を付記し、8で健康管理手帳案について述べる。

なお、健康対策の検討の対象となる人員（平成11年7月時点）は、以下の通りである。

園児 108名（0歳児9名、1歳児18名、2歳児20名、3歳児20名、4歳児21名、5歳児20名）

区児童課常勤職員 25名（20歳代2名、30歳代11名、40歳代7名、50歳代5名）

区児童課非常勤職員 14名（20歳代2名、30歳代1名、40歳代1名、50歳代5名、60歳代5名）

区児童課臨時職員 4名（10歳代2名、20歳代1名、50歳代1名）

児童課合計 43名

区営繕課常勤職員 4名（40歳代2名、50歳代2名）

建築業者に関してリスク評価は行ったが、健康対策に関しては諮問範囲ではないため検討しなかった。

2 アスベスト関連疾患の診断方法と健康診断

（1）現在の診断確定の方法

健康対策におけるアスベスト関連疾患（病変）が疑われる場合には、①胸部X線写真、胸部CT、その他の画像診断、②気管支ファイバースコープ、胸腔鏡、あるいはCTガイド下等の生検・細胞診（病理学的診断）が行われ、診断が確定される。診断は必ずしも一度で確定するとは限らず、再検や経過観察となることもある。

(2) 現在の健康診断の方法

悪性腫瘍（肺がん・悪性中皮腫）は、早期発見、早期治療が原則である。自覚症状が出現した時点では、既に「早期」とは言えない状態もあるので、積極的な健診を行う試みがなされており、それなりの効果が認められている。特に疾患になりやすいハイリスクグループでは、より有効性が高まる。

胸部X線写真は、末梢発生肺がんや胸膜肥厚斑等胸膜病変のチェックに有効である。1枚の胸部X線写真で発見される早期肺がんは最大で約60%とされており、約40%の早期肺がんは見落とされる。ただし、自覚症状出現後は、早期肺がんの発見率は約20%以下と考えられており、正確な読影が行われる場合には、胸部写真撮影の効果は無視できない。

喀痰細胞診は、喫煙やクロムばく露等と関係の深い中心型肺がん、特に扁平上皮がんの早期発見に効果があり、健診対象をハイリスクグループに限定すると効果があるとされる。

胸部C T健診は、肺がんの高リスク集団に胸部ヘリカルC Tによる健診を行う方法で、1993年から日本や欧米で開始されている。近年その効果が得られつつあるが、現在の被ばく線量は胃がん検診と同程度であり、将来導入に関する検討が必要である。

悪性中皮腫は早期発見が難しく、適切な健診方法は残念ながら現状であるが、腫瘍マーカーの検討が行われ始めている。上皮型の悪性胸膜中皮腫Stage1の予後は比較的良いので、ハイリスクグループで胸水が出現した場合、本疾患を念頭においた診断が必要である。

PET(Positron Emission Tomography)陽電子放射断層装置は、陽電子を放出するフッ素18や酸素15等の放射性同位元素を用いた核医学検査の1つで、標識された薬剤を体内に投与し体内から出るガンマ線を検出器で測定した断層画像である。中皮腫の病期診断への応用が行われてきている。

(3) 現在の健康診断方法のリスク

現在の診断方法で考慮しなければならないのは、診断に用いる放射線ばく露によるリスクである。肺がん検診用C T (lung cancer screening CT : LSCT) の実効線量は男性1.40mSv女性1.15mSvと報告されており、胸部直接X線撮影が0.02mSvであることや胸部間接X線撮影が0.07mSvであることから、胸部直接撮影の60～70倍程度の被ばく量であり（文献1）、毎年1回胸部直接X線写真を60～70年撮影した場合と、胸部CTを1回撮影した場合の被ばく線量が同じになる。放射線のリスクに関しても学者により相異があるが、現在のC Tを今後毎年の健診に用いるには、放射線によるリスクを起こすものと思われる（文献2）。

(4) 症状が出現した際の診断方法

前述した通り、アスベスト関連疾患には最低でも10年間の潜伏期があるため、その時期のX線写真は不要である。

現在、胸部X線写真は、肺及び胸膜病変に対する診断能力が高く第1の診断手段として用いられる事が多い。「胸痛」、「息切れ」、「咳」等の肺胸部症状の出現時には、胸部X線写真が極めて有用である。胸部X線直接撮影のリスクは、間接撮影と比べ高いものではないので、成人以降の健診や症状等がある際の診断の直接撮影は、（妊娠時を除き）余り健康影響を考えなくても良いとされる。成人の症状出現時には、躊躇することなく胸部X線写真の撮影が必要であろう。健康な多くの人に胸部X線写真で健康診断を行う場合のマイナスと、症状のある人の場合の有用性とは明確に分けて考える必要がある。

（５）児童、生徒の現在の法定健診

学校保健法第6条第1項で、学校において健康診断を行わなければならない事が規定され、学校保健法施行規則第4条で検査項目が規定されている。X線間接撮影が高校1年生でほぼ全員に実施される。

（６）労働者及び地方公務員の現在の法定健診

現在、法定健康診断として、労働安全衛生法第66条で「事業者は、労働者に対し、厚生労働省令で定めるところにより、医師による健康診断を行わなければならない。」としており、労働安全衛生規則第43条～第47条で具体的な内容を定めている。雇入時健診を定める同規則第43条第4項胸部エックス線検査、毎年の定期健康診断を定める第44条第4項で胸部エックス線検査及び喀痰検査が定められている（参考 47労告93）。今後、上記規定が持続するなら、雇用されている成人は毎年胸部X線写真の撮影が予想される。

地方公務員法第58条第2項により、労働安全衛生法を地方公務員にも適用することが定められている（保育職員は労働基準法別表第一の第13号、営繕課職員は第3号該当）。

現行、文京区職員は毎年胸部直接X線写真を撮影しており、その写真で今後毎年胸膜病変のスクリーニングはある範囲で可能であると考えられる。

（７）診断方法に関するまとめ

肺がんや中皮腫の病態は、遺伝子レベルでの解明が今後10～20年で早急に進展する事が予想されている。診断方法は日進月歩であり、現時点で今後の診断方法を固定する事は、10～20年後では極めて古い診断方法を取り続ける事となる危険性が高い。

以上を考えると、今後毎年その時点での適切な診断方法を検討し、その時代に応じた診断方法へ更新していく事が必要である。

3 アスベスト関連疾患の現在の治療方法

肺がんの治療は、発見時の組織型とステージで異なる。他の臓器への転移がない場合の第一選択は、外科的切除・手術である。根治的でステージの早い場合、術後5年以上再発のない人が数十%との報告も見られる。発見時のステージや心肺機能低下等から、実際の

手術適応例は限定される。化学療法は小細胞がん・非小細胞がん共に多剤併用療法が基本的治療方法で一定の効果がある。その他放射線療法、免疫療法、緩和ケア（ホスピス）が行われている。

中皮腫に関しては、十分生存率や生存期間に寄与する治療方法がないのが現状である。手術は根治的な治癒の可能性のある唯一の方法で、胸膜肺全摘術と肺胸膜除去術があり前者が根治的な唯一の方法である。手術死亡率の高さ、術後の生活の質、術後の再発の問題がある。化学療法には標準的療法がなく、欧米で中皮腫患者の期待を受け様々な化学療法のPhaseⅡ及びⅢの研究が進行中である（文献3.4）。放射線療法、施設及び在宅ホスピスでの緩和ケアが行われている。遺伝子治療はアメリカで行われ、2002年現在2例が2年生存中である。

現在の治療方法を概括したが、治療方法は日進月歩であり今後の10～40年の間に様々な進展があろう。現在と異なり肺がん及び悪性胸膜中皮腫が、治る病気になっている可能性も十分ありえる訳で、疾患のイメージも大きく変化していると思われる。

4 アスベスト関連疾患発症予防について

アスベスト関連疾患の発生を予防するためには、①アスベストばく露の軽減、②生活習慣等の改善、③その他の発がん要因の軽減、の3点が考えられる。

（１）アスベストばく露の軽減

１）環境ばく露

環境中のアスベストの軽減が進むことにより、アスベスト関連疾患の発生は低下する。環境中のアスベストの由来として、建築物等でのアスベストの新規使用、既存建築物の改築や解体、自動車等のブレーキやクラッチ、地域により土壌からの飛散が想定されている。

新規使用に関する世界の趨勢は、新規アスベスト使用禁止である。住宅の洋風屋根や外壁のサイディング等でのアスベスト建材の新規使用中止が必要となる。また、既存建築物の改築や解体に際して、吹付けアスベスト除去で法律条例を遵守すると共に、飛散しやすいアスベスト含有建材に対して吹付けアスベストに準じた扱いを実施する事が重要である。こうした環境を監視保全する活動が必要であり、地域での活動によりアスベストの環境ばく露の軽減も十分可能である。

そもそも吹付けアスベストのある建造物の把握を予め施行していれば、このような事件が起こる事もなかった。イギリスでは建物の所有者にアスベストの事前調査義務を課す法律が準備されている。事件後の事後的な環境行政でなく、予防的に建造物のアスベスト把握を行い建材からアスベスト飛散のない工事を援助する環境行政が望まれる時代となっている。中古自動車等でもより一層の代替品の使用促進が望まれる。

土壌からのアスベストの環境飛散例は、日本では極めて限定的であり、文京区周囲の表層土壌ではアスベストの含有はなかったと報告されている。

2) 家族ばく露

職業性アスベストばく露のある人の家族に、中皮腫等のアスベスト関連疾患の発生が報告されている。予防としては作業服や作業関連の道具等を自宅の居室へ持ち帰らない事である。アスベストの付着した作業服は、作業や作業に関連する場所で着替える事が基本である。同様にアスベストの付着した工具等は、作業現場で産業用掃除機を用い良く清掃する事が重要である。

3) 職業性ばく露

現在までに、アスベストばく露に関連する事が知られている職業は大変多い。アスベスト鉱山、港湾関係者、アスベスト製品工場、鉄道、造船、建築、発電所、製鉄、化学プラント、自動車修理工、調理員（大型の調理器具周囲のアスベストの吸入）、歯科技工士等である（文献3）。今後、職業性ばく露の集団として注意しなければならない筆頭は建築業で、諸外国でもばく露軽減対策の中心にあげられる事が多い。

今後、2020年に1970年前後の建築物の解体改築のピークを迎える事からも注意が必要である。職業性ばく露対策は、①ばく露の隔離（空間的・時間的）、②伝播飛散防止、③個人保護具（防じんマスク）着用の優先順位を守った対策が必要である。

(2) 生活習慣他

1) 喫煙

喫煙とアスベストが相乗作用を示し、喫煙とアスベスト吸入が共にある場合は、喫煙もアスベスト吸入も共にない場合と比べて50倍近く肺がんのリスクが増加する。なお、中皮腫には喫煙は影響しないと言われている。

喫煙はニコチンによる依存症であり、喫煙習慣をもたない事が望まれる。受動喫煙も肺がんのリスクを増加させるため、家族からの受動喫煙の機会の減少も必要となる。喫煙習慣を形成しない様な学習機会を多数設けるとともに、周囲の喫煙者への禁煙教育、分煙等が必要である。喫煙は性格が弱いだけでなくニコチン依存症である事を周囲も理解し、禁煙に際しニコチンパッチやニコチンガムによる補助剤使用も重要であり、さらに依存離脱に対する心理的サポートも必要となる。園児の場合は小学校での喫煙に関する保健教育、成人では本人や家族を含めたニコチン依存に関する学習の機会も重要である。

2) 食事

この成分を食べると肺がんや中皮腫が明らかに予防されるという物質は、判明していない。がん抑制作用のある植物由来物質は、カロテノイド、テルペノイド、フェノール類等様々有る。しかしフィンランドで行われた50～69歳の住民を4群にわけ、ビタミンE（ α -トコフェロール）のみ、 β カロチンのみ、両方投与、偽薬のみ、を3年内服し5～8年観察する介入試験で、抗酸化作用のある β カロチン群が肺がん死、虚血性疾患死による死亡が有意に高い結果となり、一定のビタミン等の過剰摂取も肺がんのリスクにな

る事が示された（文献5）。また、この成分を食べると肺がんや中皮腫になりやすいという成分も判明していない。

3) 運動

特に制限する必要はない。適度の運動は免疫能強化に役立つと思われる。

4) その他

特に注意すべき事はないと思われる。一般論として、「がんを防ぐ12ヵ条」（文献6）が参考となる。

<参考>

①バランスのとれた栄養をとる	いりどり豊かな食卓にして
②毎日、変化のある食生活を	ワンパターンではありませんか
③食べすぎをさけ、脂肪はひかえめに	おいしい物も適量に！
④お酒はほどほどに	健康的に楽しみましょう
⑤たばこは吸わないように	特に、新しく吸いはじめない
⑥食べものから適量のビタミンと繊維質のものを多くとる	緑黄色野菜をたっぷりと
⑦塩辛いものは少なめにあまり熱いものはさましてから	胃や食道をいたわって
⑧焦げた部分はさける	突然変異を引きおこします
⑨かびの生えたものに注意	食べる前にチェックして
⑩日光に当たりすぎない	太陽はいたずら者です
⑪適度にスポーツをする	いい汗、流しましょう
⑫体を清潔に	さわやかな気分で

(3) その他の発がん要因の軽減

1) 肺がん

肺がんの原因として知られている要因には、喫煙、ニッケル、マンガン、砒素、クロム、ディーゼル排気ガス等アスベスト以外の多様な物質が知られている。上記物質の吸入を職業及び環境で避け低減する必要がある。

2) 中皮腫

中皮腫の原因として、アスベスト以外の原因による頻度は大変少ないが、トロトラス（以前使用された造影剤）や医療用放射線被ばく、人工気胸術（タルク使用）等が報告されている。喫煙は中皮腫には影響は与えない（文献3）。ある年代のポリオワクチン接種者にSV40ウイルス感染が認められ、このウイルスとアスベストが中皮腫の発生に関係する事が示唆されているが詳細は不明である。

5 アスベスト関連疾患における潜伏期間に関する検討

保健対策の実施時期を、園児及び区職員で検討するために、成人でばく露した場合と園児でばく露した場合の潜伏期の検討が必要のため、以下で行う。

(1) 成人でアスベストばく露した場合の潜伏期間

アスベスト関連肺がんの潜伏期は平均で20～30年、中皮腫の潜伏期は平均で20～40年とされるが、その多くが成人以降での初ばく露時期から発症時期までを元としている。

なお、成人例で明確にばく露期間の短い例としては、38歳から46歳までワインフィルターでクリソタイルにばく露して（家族ばく露なし、農場や砂糖精製の職歴でのアスベストばく露なし）中皮腫を発症した例の8年が最短である（文献7）。南アフリカの中皮腫69例の報告で潜伏期10年以下は1例、その潜伏期は9年であるが年齢やばく露の詳細な情報はない（文献8）。フランスの中皮腫157例の報告でも潜伏期の最短は10年が1例である（文献9）。ドイツの中皮腫915例では10年以下の潜伏期が6例に見られた（文献7）。167例の中皮腫をまとめたイギリスの報告では、潜伏期25年以上が85%で10年以内はわずか1例しかなく、その潜伏期は3.5年であるが、事例の年齢等の詳細な記載はない（文献10）。なお、非職業性ばく露で1日のアスベスト板切断のばく露による中皮腫発症例が報告されているが、事例の年齢等の詳細な記載はない（文献10）。

以上から明らかな様に成人でのばく露による潜伏期は最短でも8年であり、10年以下の潜伏期での中皮腫疾患の発症は極めてまれである。そのため平成11年から10年以内の健康診断は不要と考えられる。

(2) 幼少時にアスベストばく露を受けた場合の潜伏期間

幼少時にばく露した場合の潜伏期間の例として、今回の様な短期ばく露の例は殆ど報告がない。幼少時期でのアスベストばく露として、職業性ばく露に類似した長期間ばく露例では、近隣ばく露及び家庭での父の作業服からのばく露があげられる。アスベスト鉱山やアスベスト工場の近隣及び家庭でのばく露による中皮腫が知られている。

家庭で父からのアスベストばく露による中皮腫症例8例のうち、遺伝も疑われる3歳発症例を除く7例の発症年齢は、27、31、34、40、42、50、58歳で平均は40.3歳（最低27歳－最長58歳）であった（文献11）。娘が0歳から22歳まで造船所で働く父が汚れた作業服を家に持ち帰っていた家庭で、娘が34歳で妻が50歳で中皮腫が発症した例が報告されている（文献12）。同様に幼少時にアスベスト工場での近隣ばく露による例では43歳（文献13）、アスベスト鉱山では32歳（文献14）であった。

幼少時にばく露を受けたものとは限らないが、平成11年の日本の人口動態統計の悪性胸膜中皮腫は647名、20歳以下0名、20～24歳3名、30代6名、残り638名が40歳以上で、最大値は70～74歳110名であった。平成8～10年の悪性胸膜中皮腫の98%が40歳以上で、15～19歳は毎年0～1名であった。以上から、幼少時にアスベストばく露を受けた場合の中皮腫の発症は40歳以上が殆どで、15～19歳の可能性もゼロとは言い切れないが、早くても20代以降が主と考えられた。

6 健康対策の対象、時期及び費用負担

(1) 健康対策の対象

発がん（肺がん及び悪性中皮腫）の生涯リスク推定値のうち前章でのHughesによる推計値では、推定値（Ⅰ）及び推定値（Ⅱ）の両方で10のマイナス5乗（ 10^{-5} 、10万人に1人）を超えた園児が49名であった。推定値（Ⅱ）で10のマイナス5乗を超え推定値（Ⅰ）で10のマイナス5乗から10のマイナス6乗の園児が55名であった（図表3-1）。今回の事例のリスク評価に乳幼児のばく露という不確実性が大きい事、本来あるべきばく露ではない事等から判断して、より安全を考えて園児全員が健康対策の対象と判断する（文献15）。

区児童課さしがや保育園常勤職員（以下、「常勤職員」という。）及び区児童課さしがや保育園非常勤職員（以下、「非常勤職員」という。）は園児と同様のリスク値である事から、全員が健康対策の対象と判断する。区児童課さしがや保育園臨時職員（以下、「臨時職員」という。）4名のうち1名及び営繕課常勤職員4名のうち1名は園内での労働時間が長く、リスク値から判断して健康対策の対象と判断する。

園児（0～2歳児）(47人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	0	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	0	2	45

園児（3～5歳児）(61人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	2	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	2	53	4

園児（全員）(108人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	2	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	2	55	49

区常勤職員(24人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	0	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	0	9	15

区非常勤職員(13人)

		推定値()		
	生涯リスク値	1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1	0	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	0	6	6

図表3-1 さしがや保育園生涯リスク値

（２）健康診断開始の時期

今回、アスベスト関連疾患が万が一園児に発生すると仮定すると、1999年7月のアスベストばく露であるから、0～5歳の園児で約20年経過した2019年以前の可能性は極めて少ないと考えられる。園児の健康診断は、胸部X線写真のリスクとばく露から10～20年以内の発症は極めて稀である点を考慮し、園児が成人に達した2019年以降に必要であるとする。なお、今後血液検査等リスクの少ない早期診断方法の開発によっては、2009年以降の早期の健診も考慮すべきであろう。

一方、区職員等の20歳以上の成人ばく露者に、アスベスト関連疾患が万が一発生したとすると、多くは20年以上経過した2019年以降と考えられ、最短でも潜伏期10年以降の2009年以降である。区職員は既に成人であり、2009年以降児童課及び営繕課の常勤職員は毎年健康診断で胸部直接X線写真が得られる事ので、それを利用した健診体制が必要である。

（３）健診体制及び内容

実際の健診体制と健診内容に関しては、後述の健康対策等実施委員会（仮称）での検討に委ねる。なお当面の間、胸部X線写真が診断の主流である事を考慮すると、健康対策対象者の成人が生活習慣病健診等他の目的で撮影した胸部X線写真やCT写真及び園児が肺炎等別の目的で撮影した胸部X線写真を、複数の健診・医療機関に散逸させない必要がある。胸部X線写真は後述の健康対策等実施委員会（仮称）に極力提出して頂き、読影を行うと共にコピーや保管が行える体制を構築する。なお、退職した児童課の非常勤職員及び常勤職員の健診は、希望者を保健所等で実施出来る体制が必要である。

（４）発症時健康対策の対象疾患

発症時健康対策の対象疾患は、悪性中皮腫（胸膜・腹膜・心膜）、良性石綿（アスベスト）胸膜炎とする。アスベスト関連肺がんの場合は、喫煙等他の環境因子の関与も強くあるため、個別例に応じて、その時代に応じた労災保険等の基準等も参考とし、今回の環境との関係を実施委員会で検討する。

（５）本委員会が最低限必要と考える健康対策

- 1) 健康対策対象者（及び関係者）台帳（氏名、生年月日、現住所、電話番号、FAX番号、メールアドレス、園滞在時間、ばく露値リスク計算値の結果）の整備、関連文章長期保存、個人のプライバシー保護
- 2) 健康相談体制とホームページの早急な実施
個別相談等を委員と随時メール及び電話でも行える体制を造る。
- 3) 健康対策対象者への健康管理手帳配付と説明
健康管理手帳配付の希望を確認し配付する。配付非希望者の手帳は事務局で保管する。
リスク値を希望する者は、しかるべき委員が対応し説明する。

- 4) 健康対策対象者全員へ毎年、現住所等確認、相談事項及び翌年以降の配付の希望等を記入できる葉書の配付。
- 5) 葉書回収後に健康対策等実施委員会（後述）の最低年1回の開催
- 6) 健康対策対象者からの相談事項・アスベスト関連疾患の診断方法と治療方法の検討
最新のアスベスト関連情報や区内アスベスト対策の進捗状況等の報告と検討
- 7) 委員会開催後、健康対策対象者への委員会ニュースの送付
- 8) 他の目的で撮影された胸部X線写真の読影と保管
- 9) 万が一アスベスト関連疾患が生じた際の検討と判断の実施。

（６）「さしがや保育園アスベスト関連疾患健康対策等実施委員会（仮称）」の設置

上記の健康対策を実施するために、本委員会は文京区に、「さしがや保育園アスベスト関連疾患健康対策等実施委員会（仮称）」（以下、「実施委員会」という。）の速やかな新規創設を提言する。実施委員会は、本委員会の提言をうけ、再度対策の検討を一から行うことで時間を費やすことのないよう委員構成に一定の連続性を保たせ、健康管理手帳の配付等の上述した健康対策の実施を速やかに行う必要がある。その後は経年的に、以下に述べる委員構成で以下の要望項目を含め検討し、実施する事を提言する。

（７）本委員会が実施委員会での検討を要望する項目

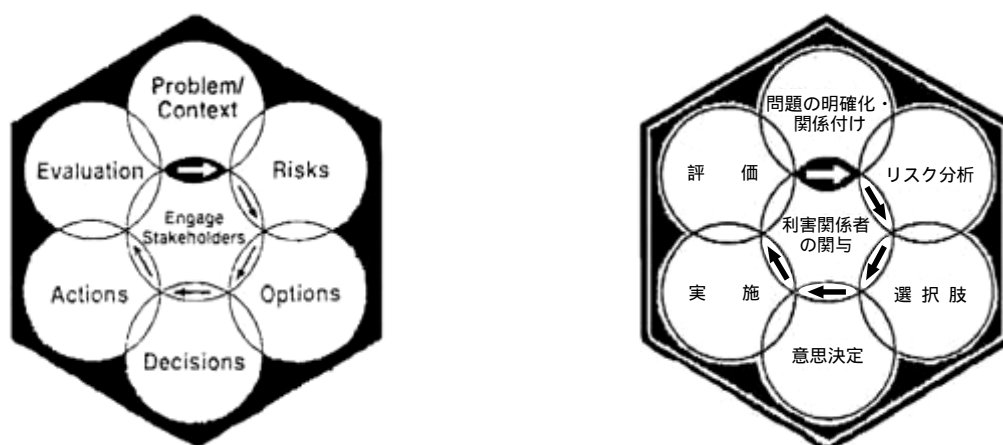
- 1) 保護者向けストレスアンケートの実施及びストレス対応の検討
- 2) ばく露に関して園児に説明する場及び保護者の支援及び園児向けパンフレットの作成
- 3) 区立小中学校で、喫煙と並びアスベスト健康被害と予防教育の実施に関する検討
- 4) 2009年以降 区常勤・非常勤・臨時職員での健診項目の検討
- 5) 2019年以降 園児の健診項目及び文京区以外に居住する者の健診方法の検討

（８）今後の実施委員会の委員構成

1) リスク管理の枠組みと利害関係者の関与

環境リスク管理の枠組みとして今後考えられている、米国大統領議会諮問委員会編の報告書の概念図を示す（図表３－２）。サイクルの中心に「利害関係者の関与」とあるように、被害を受けた又は受けそうな当人が委員として参加する委員会が今後主流となる事が示されている。その理由は、利害関係者が関与したリスク管理の決定が効果的で長続きする事が、これまでの経験から明らかになってきたからである。利害関係者として、「リスクにより実際又は潜在的に影響を受ける人々」、「リスク管理者」及び「リスク発生源を管理する努力によって影響を受ける人々」の三者が通常含まれる。本件において「リスクにより実際又は潜在的に影響を受ける人々」とは、本人、保護者及び区職員等である。リスクの性質やその重要性については多くの対立した解釈があるため、リスク管理にあたっては利害関係者との共同作業がとりわけ必要である。共同作業により理解、言葉、価値観、認識の溝を埋める機会が生まれ、より

容易に実行可能なリスク管理の意思決定を生み出すとされる（文献16）。



図表 3 - 2 環境リスク管理の枠組み概念図

2) 専門職の役割

今後、リスク値推計の元になった疫学データの新規追加、若年ばく露者のデータ、ばく露濃度に関する新知見等で、リスク値の見直しや変更を要する事もありうるので、現在の委員会に続き複数の疫学関係者の参加が必要である。

今後もアスベスト関連疾患の診断方法及び治療方法の検討は経年的に必要であり、恐らく当初は胸部X線写真やCT写真による健診、後にはその時代に応じた診断方法の健診が必要となるため、現在の委員会に続き複数の呼吸器科医でアスベストの専門医の参加が必要である。

世界的なアスベスト禁止の潮流の中で、2002年6月28日「日本でも原則禁止の方向での検討」を厚生労働大臣が表明した。しかし、既存の建築物や既使用製品からの職業性ばく露の報告は、禁止以降の各国で後を絶たない（文献17）。アスベスト関係の最近の情報に関して毎年の報告周知も必要であり、現在の委員会に続きアスベスト関連NPOからの参加が必要である。

前述した様に、2002年度の保護者への体制及び今後の園児へ事実を伝えていく時期、園児向けパンフレット作成等で園児及び保護者の心理に応じた体制が必要である。現在の委員会の小児科医に加え、小児の悪性疾患に関する親子の受け止め方と対応に明るい心理関係者を早急に委員に加える必要がある。

3) 保護者の参画と心理的負担軽減

利害関係者の実施委員会への関与の必要性からすると、園児が成人になるまでの期間には当事者である複数の保護者が委員として参加する事が、本来必要であったし今後もあると思われる。公聴会の場で保護者の方から「いつからどのように自分の子どもに、ばく露の事実を伝えていくのか悩む。」との意見が表明されている。事実をどの様に伝えていくのかは、保護者のみに任せる問題ではなく、園児向けパンフレット等の作成と共に今後の実施委員会の課題である。また、本委員会の公聴会の場において複数

の保護者が、事件後「不安や不眠や不信感」に悩まされている事が述べられた。他者の責任に帰すべきものであるにも係わらず「我が子の安全を守ってやれなかった」無念から自責の念を表明された方もあり、事件が保護者に与えた心理的社会的影響は多大である（文献18）。本来、本委員会としても、ばく露の再現によるばく露量評価やリスク評価と並行し、保護者の心理的負担への対応もあわせて急ぐべきであった。

4) ばく露を受けた本人の参画

健康管理が十分かつ円滑に行われるかどうかは、本人達が適切なリスク意識を持ち自ら健康管理に参加できる体制にあるかどうかことが重要となる。公聴会での保護者の発言に見られたように、ばく露した事実を伝えられた本人達への適切な支援と本人達から健康管理に関するフィードバックを受け止める体制が重要となる。若年での一定のばく露という共通の体験は、将来、本人達の心理的な負担をもたらすと共に、当事者同士でしかわからない気持ちの支え合い（ピアカウンセリング）が重要になり、そうした場のサポートも必要である。補助教材の作成や心理的サポート体制も今後の重要な検討課題だろう。

当時の5歳児の中には既に10歳になる者もあり、喫煙習慣の始まる中学生以前での喫煙に関する保健教育は小学生段階で行わなければならない。当事者参加が様々な委員会で当然となりつつある中、本人達の成長に応じて、ばく露を受けた本人達が参加する実施委員会が本当の健康管理の場となるだろう。本人達の健診の検討が行われる2019年頃には全園児が成人となっており、ばく露を受けた本人の中から、自由意思により委員を希望する複数の者を委員とする事を妨げるものではない（文献16）。

5) 区職員の参加

今後予測されるアスベスト建築物の改築と解体の届け出に関する大気汚染の管理部署の職員の参加、アスベスト含有建材の知識に詳しい建築営繕部局の職員の参加及び今回の事件でアスベストにばく露した保育園職員も影響を受けた職員の代表として参加することが望ましい。

6) 事務局

文京区に本件に責任を持つ実施委員会責任部署を定め、担当責任者を複数定める事を提言する。特に引継ぎに際し重複して担当する時を設け十分内容が受け継がれる必要がある。事務局は、保護者や本人からの相談等があった場合は、内容に応じて実施委員会委員と随時相談し適切な解決を行う。

(9) 費用負担

健康診断の費用負担の主体に関する判断は、本委員会の重要な課題であるが、今回のばく露が区立保育園内で生じた点、区は工事の発注者として注意義務もあった点、特に事件前に保護者から区へ何度もアスベスト飛散への危惧が表明されていた点を考慮すると、園

児及び区職員（常勤・非常勤・臨時）に関して今後、実施委員会が検討し推奨した健康診断、今回の事故に関連したカウンセリング及び発症時の健康対策の実施に関する費用及び機会は、原則として文京区等が負担する事を強く要望するものである。

区常勤職員に関して、万が一アスベスト関連疾患が生じた場合は、診断治療費、休業補償、葬祭費、死亡後の遺族補償等が地方公務員基金より実施される。区非常勤職員及び区臨時職員は区との契約内容に応じ労災保険の使用が可能になる場合が多い。一方、園児に万が一アスベスト関連疾患が生じた場合の保険制度は、現在の所法的に欠如しているため、園児に上記疾患が発生した場合の2次検査以後の検査入院費及び治療費及び休業補償費及び葬祭費及び遺族補償等に関して、区職員及び労災保険制度と同等の健康対策を、原則的に文京区等が提供する事を強く要望する。

7 参考文献

- (1) 岡本英明他：C T肺がん検診の被ばく線量：日放技会誌57(8)、939～946. 2001.8
- (2) John W.Gofman.: Radiation and Human Health Sierra Club Books :1981
J.W. ゴフマン：人間と放射線－医療用X線から原発まで－ 社会思想社：1991
- (3) 三浦溥太郎：中皮腫－臨床－p. 133～p. 162：職業性アスベストばく露とアスベスト関連疾患 三信図書：2002
- (4) Byrne MJ et.al:Cisplatin and gemcitabine treatment for malignant mesothelioma ;a phase II study. J Clin Oncol 17(1): 25～30,1999
- (5) 渡辺昌：化学予防 がん診療の知識p.672～676 阿部令彦編 篠原出版新社：1997
- (6) 国立がんセンター監修：がんを防ぐための12ヵ条 (財)がん研究振興財団
- (7) G.Scansetti et.al :Pleural Mesothelioma After a Short Interval From First Exposure in the Wine industry :Am. J. Ind. Med Vol5. 335～339. 1984
- (8) Cochrane JC et.al : Mesothelioma in relation to asbestos exposure : S.A. Med J 54:279～281. 1978
- (9) Bignon et.al : French mesothelioma register : Ann.NY Acad Sci 330:455～466. 1979
- (10) Greenberg M.et.al :Mesothelioma register 1967～1968: Br. J Ind Med 31:91～104. 1974
- (11) 環境庁大気保全局企画課監修：アスベストゼオライトのすべて
日本環境衛生センター 1987
- (12) Fredrick P et.al:Familial Mesothelioma After Intense Asbestos Exposure At Home. JAMA Vol240 (5): 497. 1978
- (13) K. J.Arul et.al:Mesothelioma Possibly Due to Environmental Exposure to Asbestos in Childhood. Int Arch. Occup H. 40:141～143. 1977
- (14) Paul.Champion :Two Case of Malignant Mesothelioma after Exposure to Asbestos. Am. Rev. Resp. D. Vol. 103:821～825. 1971
- (15) リスク学辞典：日本リスク研究学会編 テイビーエス・ブリタニカ：2000年

- (16) リスク評価及びリスク管理に関する米国大統領／議会諮問委員会編 佐藤優也・山崎邦彦訳：環境リスク管理の新たな手法 化学工業日報社：1998年
- (17) 世界アスベスト会議2000委員会：世界アスベスト会議報告書：2001年
- (18) さしがや保育園父母の会・さしがや保育園アスベスト問題を考える会：健康アンケート結果、2001.6

8 健康管理手帳案

健康管理の実施は、本委員会の諮問を受けた区及び実施委員会の課題である。本委員会での4年にわたる検討を受けて、速やかに健康管理手帳を発行してほしいとの要望も強いため、本委員会で健康管理手帳案の検討を既に行っている。

まとめと提言

1 はじめに

平成11年度、さしがや保育園では、0歳児の定員増をはかるため園舎の改修工事を実施した。当該工事の過程で、園舎の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アスベストにばく露するという事態が生じた。健康面の不安を強く抱いた保護者からの要請で、「文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会」が設置され、同11年10月25日に第1回会合を開催した。

本委員会の目的が主に①「ばく露量の推定及び健康への影響について」、②「ばく露を受けた者への健康対策について」であったので、委員にはアスベスト問題、アスベスト測定、健康リスク評価、アスベストに詳しい臨床医のそれぞれの専門家に参加を仰ぎ、さらに小石川、文京区両医師会からの代表も加わって、会議は原則公開で行った。

本委員会では、ばく露推定とそれを基にした健康リスク評価を行った段階を中間報告として、平成14年3月に父母の方を中心とした説明会を開催した。その後関係者を含め色々な方々からも意見を頂いた上で、今後の健康対策について討議し最終報告をまとめることができた。

今回のアスベストばく露による健康リスクの評価については、アスベストが「閾値」のない発がん物質（ばく露量がどんなに微量であっても、発がんの可能性は存在し、発がんのおそれのない場合とは、ばく露量がゼロであることと同義である。）であることを考慮して、WHOはじめ、我が国の環境基準を設定する時に推奨されている、リスクアセスメントの手法を用いて行った。

2 リスクアセスメントについて

本報告書においてリスクとは、ばく露によって集団に発生する健康影響及びその頻度を指し、リスクアセスメント（Risk assessment）とは、ヒトの集団について観察して得た疫学的検討や動物実験の結果を基にして、ばく露量（濃度）から健康影響の程度を評価することとした。

リスクアセスメントは、歴史的にはEPAが1986年に正式な政策とし、食品添加物、農薬、医薬品、職業及び一般環境における化学物質等による健康影響への合理的な対処方法としてリスクアセスメントを提示して以来、現在ではリスク管理の手法として欠かせないものとなってきており、WHOでも採用している。

わが国では、平成8年に当時の環境庁の中央環境審議会の答申を受けて、今後の有害大気汚染物質の大気環境基準の設定にあたっては、リスクアセスメントの手法を用いて行うことが適当とされている。具体的な手順として、米国国立科学アカデミーは、①ハザードの同定、②用量反応の評価、③ばく露アセスメント、④リスクの判定という4つの段階を挙げ、現在でも広く認められている。本委員会では、このリスクアセスメントの手法に則って健康リスクの評価を試みることとし、①、②の段階については既知の医学文献に基づいた評価を行い、③は主に再現実験による測定結果からばく露量を推定し、④リスクの判定を行った。

これらリスクアセスメントの各段階では、いくつかの仮定や数学モデルに基づく推定などが用いられるために、得られるリスク値は相当の幅を持った数値であり、残念ながらある程度の不確実性が残ることは、現在の手法としての限界とされている。また、今回の事例では、対象が乳幼児であること、本来は大きな集団に対する評価手法であるリスクアセスメントを個人あるいは小さな集団に当てはめることなど、さらに不確実性を増す要因がある。

本委員会は、ばく露があつてはならない環境で発生した乳幼児集団に対するアスベストばく露事例について、まずリスクの程度を見積もることが目的であり、次いで、それに基づく対策を提言するものである。

3 アスベストばく露による健康影響（ハザードの同定）

大気中のアスベストは、吸気とともに肺内に吸入され、1～10 μ mの空気力学径を持つ繊維が、肺深部の肺胞に沈着しやすい。肺胞に沈着したアスベスト繊維の移動の速度は遅い。肺の細胞や間質に取り込まれた物質は長期間貯留し、生物学的な影響を及ぼす。職業的ばく露においては、排出機能を上回る高濃度のばく露が反復的に長期間続くことにより、多量のアスベストが肺内に沈着し、石綿肺、肺がん、胸膜及び腹膜の悪性中皮腫を発生させることが明らかになっている。

（１）石綿肺

石綿肺は、じん肺の一つであり、肺に不可逆的な線維化巣を形成し、呼吸機能の低下を来す。発症ばく露量は、疫学的な検討では20f/ml・年以下での危険性はほとんどない。WHOでは、5～20f/mlでの継続的なばく露によって発症するとしている。

（２）肺がん

肺がんは、アスベストへのばく露から発症まで平均20年前後とした報告が多い。国際がん研究機関（IARC）は、アスベストを「ヒトに対する発がん性に十分な根拠のある物質（Group1）」に分類している。また、喫煙は肺がん危険度を相乗的に高めることが疫学的に証明されている。代表的な報告では、一般の人に比べて喫煙のみでは約10倍、アスベストのみでは約5倍の発がんの危険度であるが、両方にばく露した者では53倍の危険度であった。診断は、他の肺がんと同様に、胸部レントゲン検査、CT検査、喀痰細胞診、気管支鏡による検査による。治療法は、発生部位、進行度、組織型に基づいて選択される。

（３）悪性中皮腫

悪性中皮腫は、診断の難しい腫瘍であり、人口動態統計によると平成10年には570例の中皮腫が報告されており、がん全体の約0.2%を占める。胸膜又は腹膜の悪性中皮腫がアスベストばく露者に高率に発生したことが報告されて以来、アスベストばく露者に特異な疾患と認識されるようになった。ばく露開始から中皮腫発生までの期間は、およそ平均30年と考えられている。アスベスト以外の原因として、遺伝素因、放射線被ばく、ベリリウムばく露との関係が示唆され、最近はウイルス感染との関連も指摘されている。肺がんとは異なり、喫煙との関連は認められない。悪性中皮腫は、悪性新生物の中でも予後が悪く、また、現在のところ有効な治療法は確立されていない。広く使われてきた代表的なアスベストである、クリソタイル、クロシドライト、アモサイトの生体影響の違いについては、疫学的にも実験的にも明らかにされている。アモサイトとクロシドライトは、同じばく露量であってもクリソタイルより、石綿肺、肺がん、悪性中皮腫ともに高い発生率になることが知られている。

4 ばく露量と健康影響の関係（量 - 反応アセスメント）

リスク評価は、動物実験や人間集団での観察（疫学的検討）の結果を、最も信頼性のあると思われる外挿モデルに当てはめることにより、有害物質がある人口集団に対する影響の大きさ（強さ）を評価する手法である。したがって、本報告で求めたリスクには、以下に挙げる制約や条件が含まれている。

- （１）個人についてばく露量から求めたリスクレベルは、同じ濃度でばく露を受けた人口集団での発生率である。
- （２）感受性の年齢による差や個人差を見積もる手法はなく、通常は、それぞれに係数10を以て換算している。
- （３）短期間のアスベストばく露に対して求めた生涯リスクには、アスベストの吸入後の動態及び影響のメカニズムが長期ばく露とは異なる可能性、また、一般環境からのばく露による加算的な影響は考慮されていない。

石綿肺の発症は、閾値があると考えられ、その閾値は今回のばく露量よりはるかに大きいと考えられるので、ここでは触れないこととする。

「がん」に対する量-反応関係では、閾値がなくばく露量とリスクには直線関係が成立すると仮定したモデルがリスクアセスメントに採用されている例が多い。これには異論もあるが、WHO、EPAによるアスベストに対するリスクアセスメントでは、直線モデルを採用している。このモデルでは、低濃度ばく露でのリスクを過剰に評価してしまう可能性を含んでいるが、上記のような安全を見積もったものである。直線モデルでは、理論上はばく露が0であればリスクは0となるが、ばく露量に基づいたリスク値が得られる。このリスク値をどの様に受け止め評価するべきかという点については、そのリスクアセスメントの実施される状況（環境規制、公衆衛生、安全管理、リスクベネフィットなど）と目的に応じて判断する必要がある。リスクは0であることが理想的であり、どこまでのリスクレベルを許容すべきかということに結論を得ることはできない。一方で、現実にはばく露を0とすることが不可能な産業現場での化学物質使用や環境汚染物質への対策は公衆衛生学的に重要であり、職業的ばく露について1,000分の1、非職業性ばく露について10万～100万分の1生涯リスクが一般に採用されており、我が国の大気環境基準でも生涯リスクを10万分の1以下とすることを採用した。

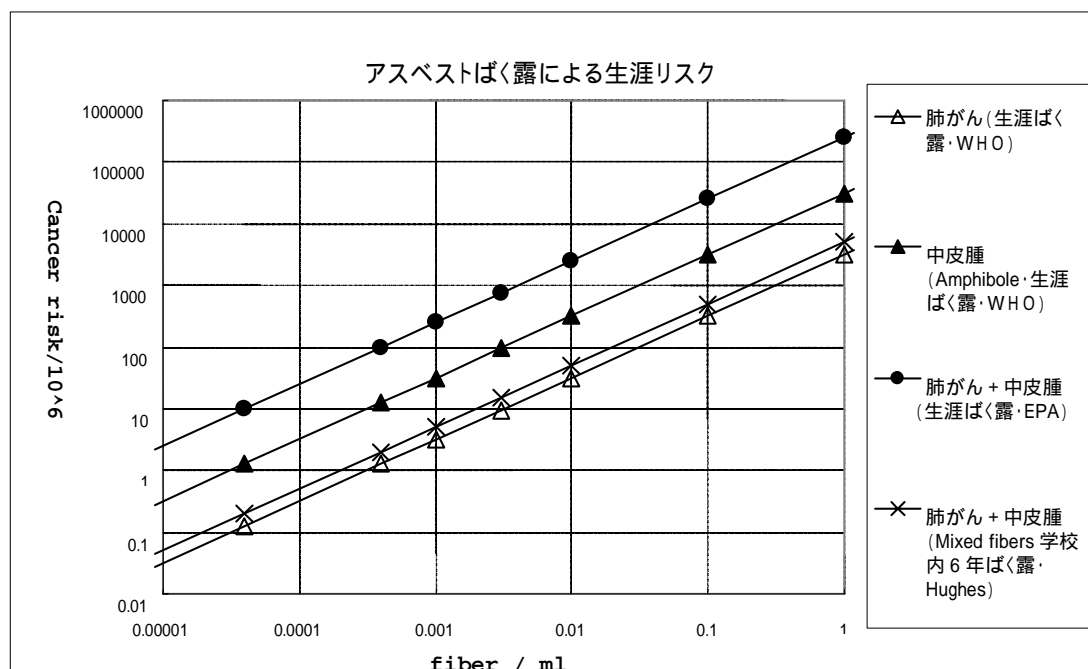
WHO（1987年）では、100万分の1肺がん超過リスクを $5\mu\text{m}$ 以上のアスベスト $100\sim1,000\text{ fiber}/\text{m}^3$ （生涯ばく露）、100万分の1中皮腫超過リスクを $10\sim100\text{ fiber}/\text{m}^3$ （角閃石系アスベスト、生涯ばく露）、 $100\sim10,000\text{ fiber}/\text{m}^3$ （クリソタイル、生涯ばく露）と算出している。ここで $1\text{ fiber}/\text{m}^3=0.000001\text{ f}/\text{ml}$ である。

EPA（2002年2月）によるアスベストに対する肺がんと中皮腫を併せたユニットリスクは、 $2.3\times10^{-1}\text{ per (f/ml)}$ と見積もり、リスク値は $0.00004\text{ f}/\text{ml}$ の生涯ばく露で10万分の1、 $0.000004\text{ f}/\text{ml}$ で100万分の1としている。

一方、Hughesは学校内に使用されているアスベストによる子どもへのばく露に対するリスクアセスメントを実施した。その中で、米国におけるアスベスト含有材料に由来する学

校内での平均繊維濃度は、0.001f/mlと見積もられているが、場合によっては、0.01f/mlのばく露の可能性も考慮する必要があるとし、上限の平均濃度は、（0.001と0.01幾何平均値として）0.003f/mlとなる。その双方の濃度に対して、生徒がその平均濃度で、学校へ行った毎日、就学している年限の間にずっとばく露していると仮定している。生徒は、アスベスト含有物材料でできた学校に様々な年齢から、また、種々の期間にわたって就学するので、平均して9歳から6年間就学するとし、生徒たちの学校での1年は労働者の0.656年に相当するとして補正すると、0.001f/mlの濃度の学校内で1年間過ごした際の累積ばく露は、職業ばく露の0.000656f/mlで1年ばく露したことに相当する。0.001f/mlの混合アスベストにばく露した100万人のコホートでは、0.6の肺がんと4.4の中皮腫、つまり5の生涯過剰死亡と見積もられる。もしばく露がクリソタイルに限定されるならば、中皮腫は0.9と見積もられ、がんは1.5となる。アスベスト濃度が0.003f/mlとすれば、推計値は3倍となる。学校内アスベストばく露について、上限の約15例の生涯過剰死亡（0.003 f/ml, mixed fibers）は、100万人のばく露者での年間平均0.25人死亡に相当する。対照的に、学校アスベストばく露では平均年間率で0.25人の死亡は、EPAの算定した300万人の生徒に年間0.75人の年間死亡と等しいとしている。

これら3つの独自のアスベストばく露による肺がんと中皮腫のリスクを表示すると図表4-1に示される。ばく露時間を揃えて、肺がんと中皮腫のリスク値を比較すると、Hughesによる試算が最も高く、EPAによるものはHughesと大きな差はないが、WHOは1/10の見積もりとなっている。



図表 4 - 1

なお、この他にもばく露から発症までの潜伏期間を考慮したモデル式による計算も、参考のために行った。

5 ばく露量の評価

実際の飛散状況を確認するために、関係者から5回のヒアリングを行い、除去したアスベスト量の推定を行い、シミュレーションのための基本計画を作成し、実際の状況に合わせて適宜変更を行いながら実施した。アスベスト飛散量の多かったと考えられる作業は、①「壁ブロック撤去作業による吹きつけアスベストの飛散」、②「作業終了時の床清掃作業によるアスベストの再飛散」、③「軽鉄間仕切り作業によるアスベスト除去作業」、④「その他、フレキシブルボードの撤去など」であったが、飛散量の多い①～③を再現した。アスベストの測定点は、計14か所を設定し、個人サンプラーによる測定や経時変化も測定した。

測定結果から、各室における園児のばく露量を推定するにあたり、主に換気回数を考慮したときのばく露量の推定方法の違い、実際に再現実験を行い得なかったアスベスト飛散をどのように扱うかによって、委員の間で議論が行われたが、最終的に各室のアスベスト濃度推定値（Ⅰ）及び各室のアスベスト濃度推定値（Ⅱ）（以下、それぞれ「推定値（Ⅰ）」、「推定値（Ⅱ）」という。）の2つの推定方法を提示することとした。この結果からは、換気の評価の違いでは両者に大きな差はなく、シミュレーションし得なかった作業を不確実係数2で補正した推定値（Ⅰ）と、文献等から得られた値を加算していった推定値（Ⅱ）では最大で約3倍の濃度差となったが、リスク評価の誤差範囲内と考えられた。図表4-2は各室のアスベスト濃度推定値とヒアリングによる各園児の滞在時間をもとに、年齢別園児のばく露量を推定したものである。後述のリスク評価を行いやすくするために、10時間ばく露した時のアスベスト濃度に換算している点に注意する必要がある。

		ばく露推定値（Ⅰ）	ばく露推定値（Ⅱ）
0 歳児	平均値	4.484 f / m l ・ 10 h	5.012 f / m l ・ 10 h
	最大値	7.532 f / m l ・ 10 h	7.579 f / m l ・ 10 h
	最小値	1.484 f / m l ・ 10 h	2.404 f / m l ・ 10 h
1 歳児	平均値	5.978 f / m l ・ 10 h	6.683 f / m l ・ 10 h
	最大値	7.998 f / m l ・ 10 h	9.930 f / m l ・ 10 h
	最小値	1.810 f / m l ・ 10 h	3.195 f / m l ・ 10 h
2 歳児	平均値	4.752 f / m l ・ 10 h	6.772 f / m l ・ 10 h
	最大値	7.100 f / m l ・ 10 h	9.205 f / m l ・ 10 h
	最小値	1.432 f / m l ・ 10 h	3.746 f / m l ・ 10 h
3 歳児	平均値	0.810 f / m l ・ 10 h	3.901 f / m l ・ 10 h
	最大値	2.490 f / m l ・ 10 h	7.510 f / m l ・ 10 h
	最小値	0.050 f / m l ・ 10 h	0.256 f / m l ・ 10 h
4 歳児	平均値	0.720 f / m l ・ 10 h	4.008 f / m l ・ 10 h
	最大値	1.988 f / m l ・ 10 h	7.414 f / m l ・ 10 h
	最小値	0.036 f / m l ・ 10 h	0.417 f / m l ・ 10 h
5 歳児	平均値	0.806 f / m l ・ 10 h	5.066 f / m l ・ 10 h
	最大値	2.006 f / m l ・ 10 h	6.143 f / m l ・ 10 h
	最小値	0.484 f / m l ・ 10 h	2.384 f / m l ・ 10 h
全体	平均値	2.688 f / m l ・ 10 h	5.226 f / m l ・ 10 h
	最大値	7.998 f / m l ・ 10 h	9.930 f / m l ・ 10 h
	最小値	0.036 f / m l ・ 10 h	0.256 f / m l ・ 10 h

図表 4 - 2

6 健康リスクの推定

(1) リスク評価

シミュレーション（平成11年11月、さしがや保育園におけるアスベスト全面撤去工事の際に実施）に基づいて、日時別及び場所別アスベスト濃度が得られ、園児の登園日、登・退園時間から個人の推定ばく露量が算出された。アスベストばく露のあったとされる期間の在園時間がばく露時間となるために、個々の推定ばく露量（[ばく露濃度×時間]の総和）は比較しにくく、また、リスク算出も複雑になることから、10時間ばく露に換算したアスベスト繊維濃度として表した（図表4-3）。実際のばく露時間は、図表4-3中にある最もばく露量の多い例で約61時間（5歳児）から約99時間（4歳児）であった。したがって、園児に対する平均ばく露濃度は、図表4-3に示されたばく露換算値のおおよそ6分の1から、10分の1に相当する。このばく露濃度は、石綿肺発症の閾値を超えるものではないことから、リスク評価は肺がんと中皮腫について行った。

また、ばく露換算値は、シミュレーション濃度の総和に不確実係数2を乗じた値〔推定値（Ⅰ）〕及びシミュレーション濃度の総和に、シミュレーションを行えなかった事項についての文献等からの推計値を加算した値〔推定値（Ⅱ）〕が併記された。不確実係数は、リスク評価において見積もれなかった要因を加味し、安全サイドの立場をとるために乗じられる係数である。0歳児から2歳児では、両データに大きな差はないものの、3歳児、4歳児、5歳児に対する値では、およそ3倍の開きがみられた。

これらばく露換算値を、3つの専門機関及びHughesの提示しているばく露量と発症確率の関係式に代入し、100万人に対する肺がん又は中皮腫の生涯発生数を求めた。

WHOによる推定値は最も低く、日本産業衛生学会許容濃度委員会勧告値（2000）、EPAと高くなり、Hughesが報告した学校内ばく露に対するリスク推計によって得られた値が最も高かった。0歳児①に対するリスク推定値は、専門機関によるもので2.9～21.0〔推定値（Ⅰ）〕と4.3～30.9〔推定値（Ⅱ）〕、Hughesの報告によるもので34.1〔推定値（Ⅰ）〕と50.1〔推定値（Ⅱ）〕となった。0歳、1歳、2歳児についてみると、最も高い総ばく露量となった例でのリスク値は推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）の差は小さくなく、両推定値を併せた範囲で示すと、専門機関によるもので2.7～38.6、Hughesの報告によるもので31.3～61.9であった。

3歳児、4歳児、5歳児では、ばく露量についての推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）の差が約3倍であるために、4歳児①に対するリスク推定値は、専門機関1.1～8.1、Hughes13.1〔推定値（Ⅰ）〕に対して、専門機関4.2～30.2、Hughes49.0〔推定値（Ⅱ）〕となった。最も高いばく露量となった3歳以上の園児では、専門機関1.1～10.1、Hughes10.9～16.5〔推定値（Ⅰ）〕、専門機関3.2～30.2、Hughes37.1～49.7〔推定値（Ⅱ）〕の範囲であった。ばく露量の推定値（Ⅰ）と推定値（Ⅱ）での違いは最大で約4倍であるが、専門機関及びHughesによるリスク推定値の違いは約10倍であった。なお、参考のため、ばく露から発症までの潜伏期間を10年としたモデル式によって試算したものも附記したが、リスク値はやや大きくなるものの、最終的なリスク

評価に影響を与えるものではなかった。また、区児童課さしがや保育園常勤職員、非常勤職員、及びその他の一部の職員は、園児とほぼ同時間保育園内にいたことから、リスクの程度はほぼ同等と考えられた。

結論として、0歳児から5歳児の中で最も高いばく露推定量となった園児に対するリスク推定値は、専門機関0.9～38.6、Hughes10.9～62.7の範囲にあり、年齢クラス別の差は小さく、リスク推定モデルの差を上回るものではなかった。

個別のリスク推定値(肺がんまたは中皮腫の生涯発生数/100万人)

試算

Case	10時間曝露換算値	Hughes			EPA 合計	日本産業衛生学会			WHO		
		肺がん	中皮腫	合計		肺がん	中皮腫	合計	肺がん	中皮腫	合計
	1.00	0.8	5.8	6.6	4.1	1.3	1.5	2.8	0.05	0.52	0.6
0歳児	5.15	4.1	29.9	34.1	21.0	6.5	7.9	14.4	0.3	0.7	2.9
	7.58	6.1	5.2	50.1	30.9	9.6	11.6	21.2	0.4	3.9	4.3
0歳児	7.53	6.0	43.7	49.8	30.7	9.5	11.5	21.0	0.4	3.9	1.3
	6.69	5.3	38.8	44.2	27.2	8.4	10.2	18.7	0.3	3.4	3.8
1歳児	7.76	6.2	45.0	51.3	31.6	9.8	11.9	21.7	0.4	4.0	4.4
	9.48	7.6	55.0	62.7	38.6	12.0	14.5	26.5	0.5	4.9	5.4
2歳児	6.65	5.3	38.6	44.0	27.1	8.4	10.2	18.6	0.3	3.4	3.8
	8.89	7.1	51.5	58.8	36.2	11.2	13.6	24.8	0.5	4.6	5.0
2歳児	4.73	3.8	27.4	31.3	19.3	6.0	7.2	13.2	0.2	2.4	2.7
	5.78	4.6	33.5	38.2	23.6	7.3	8.9	16.2	0.3	3.0	3.3
2歳児	6.46	5.2	37.5	42.7	26.3	8.2	9.9	18.0	0.3	3.3	3.7
	9.21	7.4	53.4	60.9	37.5	11.6	14.1	25.7	0.5	4.7	5.2
2歳児	6.01	4.8	34.9	39.8	24.5	7.6	9.2	16.8	0.3	3.1	3.4
	8.97	7.2	52.0	59.3	36.5	11.3	13.7	25.0	0.5	4.6	5.1
3歳児	2.49	2.0	14.4	16.5	10.1	3.1	3.8	7.0	0.1	1.3	1.4
	7.51	6.0	43.6	49.7	30.6	9.5	11.5	21.0	0.4	3.9	4.3
4歳児	1.99	1.6	11.5	13.1	8.1	2.5	3.0	5.6	0.1	1.0	1.1
	7.42	5.9	43.0	49.0	30.2	9.4	11.3	20.7	0.4	3.8	4.2
4歳児	1.91	1.5	11.1	12.6	7.8	2.4	2.9	5.3	0.1	1.0	1.1
	6.66	5.3	38.6	44.0	27.1	8.4	10.2	18.6	0.3	3.4	3.8
5歳児	2.01	1.6	11.6	13.3	8.2	2.5	3.1	5.6	0.1	1.0	1.1
	6.11	4.9	35.4	40.4	24.9	7.7	9.4	17.1	0.3	3.1	3.5
5歳児	1.65	1.3	9.6	10.9	6.7	2.1	2.5	4.6	0.1	0.9	0.9
	5.60	4.5	32.5	37.1	22.8	7.1	8.6	15.6	0.3	2.9	3.2
職員1	0.73	0.6	4.2	4.8	3.0	0.9	1.1	2.0	0.0	0.4	0.4
	10.28	8.2	59.6	68.0	41.9	13.0	15.7	28.7	0.5	5.3	5.8
職員5	3.77	3.0	21.8	24.9	15.3	4.8	5.8	10.5	0.2	1.9	2.1
	6.46	5.2	37.4	42.7	26.3	8.1	9.9	18.0	0.3	3.3	3.7

Case	試算値(日本産業衛生学会許容濃度委員会参照)		
	肺がん	中皮腫	合計
	8.1	52.7	60.8
0歳児	11.9	77.6	89.5
	11.9	77.0	88.9
0歳児	10.5	68.5	79.0
	12.2	75.8	88.0
1歳児	14.9	92.6	107.5
	10.5	62.0	72.5
2歳児	14.0	82.9	96.9
	7.4	44.1	51.5
2歳児	9.1	53.9	63.0
	10.2	60.2	70.4
2歳児	14.5	85.9	100.4
	9.5	56.0	65.5
2歳児	14.1	83.6	97.7
	3.9	22.1	26.1
3歳児	11.8	66.7	78.6
	3.1	16.9	20.0
4歳児	11.7	62.8	74.5
	3.0	16.2	19.2
4歳児	10.5	56.4	66.9
	3.2	16.2	19.4
5歳児	9.6	49.3	58.9
	2.6	13.3	15.9
5歳児	8.8	45.1	54.0
職員1			
職員5			

図表 4 - 3

(2) リスクの捉え方

前章で求めたリスク推定値は、WHO、EPA及び日本産業衛生学会といった専門機関等が過去の疫学調査などに基づいて確立したアスベストばく露量と肺がん又は中皮腫の発生頻度の関係についてのモデル式から算出したものである。基になった疫学調査のほとんどは職業性の高濃度ばく露例で、症例も成人である。したがって、これらのモデル式から得た本事例に対する推定値には、年齢の違いや職業ばく露に比べて短期かつ低濃度ばく露であることなど、現時点では未解決であるが、さらに見積もるべき要素が存在することに注意しなければならない。その様な立場から、前章で求めたリスク推定値の範囲から、最大値となっているHughesのモデルから得た推定値を採用すると、そのリスクレベルは、今回のアスベストばく露によって100万人あたり最大で63人の肺がん又は中皮腫の発生が推定されるレベルであった。

一般大気環境に存在するアスベストへのばく露は、アスベストの種別、地域や経年的な変化などの評価が困難な点はあるが、東京都などでの大気濃度に基づいてリスク推定値が得られる。生涯ばく露による100万人あたりのリスクは、アスベストがクロシドライトであった場合には最大319人（Hughes）、クリソタイルのみ、又は混在した場合には最大195人（EPA:アスベストの種別をしていない）の肺がん又は中皮腫の発生が推定される。最近の大気中のアスベスト濃度は過去に比べて低くなってきているので今後はリスクも低下していくと考えられ、若齢者と高齢者にはリスク値にかなりの差が生じると推定される。

結論として、アスベストをはじめ、閾値のない発がん物質のリスクは、本来は限りなく0に近いことが望ましいが、現在我が国では、有害物質による生涯リスクが10万分の1以上であるときは、何らかの対策をとるべきであると考えられているので、今回の園児のリスクの最大が10万分の6.3と推測され、また、ばく露年齢が0～5歳という不確実要因も加わることから、今後何らかの健康面での経過観察が必要であると考えられる。

7 今後の健康対策に関する提言

(1) はじめに

これまで、アスベスト関連疾患の発生のリスク評価を行った結果、中皮腫とアスベスト関連肺がんの発生リスクが、公衆衛生上無視できない結果であった事を踏まえ、今後の健康対策に関する検討を行った。なお、アスベスト関連疾患として中皮腫が発生するばく露濃度では、良性石綿（アスベスト）胸膜炎の発生も否定はできない。健康対策におけるアスベスト関連疾患の定義としては、悪性中皮腫（胸膜・腹膜・心膜）、肺がん、良性石綿（アスベスト）胸膜炎の3疾患とする。

本文では、「アスベスト関連疾患の診断方法と健康診断」、「アスベスト関連疾患の現在の治療法」、「アスベスト関連疾患発症予防について」が詳述されているが、ここでは割愛し、今後行うべき健康対策等にしばってまとめることとする。

(2) アスベスト関連疾患に関する潜伏期間に関する検討

健康対策を行っていく上で、実施開始時期が重要となってくるので、成人でばく露した場合と、幼少時にばく露した場合の潜伏期間について検討した。

1) 成人でアスベストばく露した場合の潜伏期間

アスベスト関連肺がんの潜伏期は平均で20～30年、中皮腫の潜伏期は平均で20～40年とされるが、その多くが成人以降での初ばく露時期から発症時期までのデータを元としている。成人で明確にばく露期間の短い例としては、中皮腫を発症した8年が最短であるが、167例の中皮腫をまとめたイギリスの報告では潜伏期間25年以上が85%で10年以下はわずか1例しかない。以上から明らかな様に成人でのばく露による潜伏期は最短でも8年であり、10年以下の潜伏期での中皮腫疾患の発症は極めてまれである。そのため、平成11年から10年以内の健康診断は不要と考えられる。

2) 幼少時にアスベストばく露を受けた場合の潜伏期間

幼少時にばく露した場合の潜伏期間の例として、今回の様な短期ばく露の例は殆ど報告がない。幼少時でのアスベストばく露として、職業性ばく露に類似した長期間ばく露例で近隣ばく露及び家庭での父の作業服からのばく露があげられる。

家庭で父からのアスベストばく露による中皮腫症例8例のうち、遺伝も疑われる3歳発症例を除く7例の発症年齢は、27、31、34、40、42、50、58歳で平均は40.3歳であった。

幼少時にばく露を受けたものとは限らないが、平成11年の日本の人口動態統計によると悪性胸膜中皮腫による死亡数は647名で、20歳以下0名、20～24歳3名、30歳代6名、残り638名が40歳以上で、最大値は70～74歳の110名であった。また、1996～98年の悪性胸膜中皮腫による死亡者の98%が40歳以上で、15～19歳は毎年0～1名であった。

以上から、幼少時にアスベストばく露を受けた場合の中皮腫の発症は40歳以上が殆どで、15～19歳で発症する可能性も全くないとはいき切れないが、早くても20歳代以降が主と考えられた。

(3) 健康対策の対象者と開始時期及び費用負担

1) 健康対策の必要な対象者

発がん（肺がん及び悪性中皮腫）の生涯リスクレベルの推計では、推定値Ⅰ及び推定値Ⅱの両方で10万分の1（10万人に1人）の確率を越えたものが49名の園児に認められた。また、推定値Ⅱで10万分の1を超え、推定値Ⅰで10万分の1から100万分の1のものが55名の園児に認められた（図表4-4）。今回の事例のリスク評価に乳幼児期のばく露という不確実性が大きいこと、本来あるべきばく露ではないこと等から判断して、より安全を考えて園児全員が健康対策の対象と判断する。

区児童課さしがや保育園常勤職員25名（以下、「常勤職員」という。）及び区児童課さしがや保育園非常勤職員14名（以下、「非常勤職員」という。）は、園児と同様のリスク値であることから、全員が健康対策の対象と判断する。また、区児童課さしがや保育園臨時職員（以下、「臨時職員」という。）4名のうち1名及び営繕課常勤職員4名のうち1名は園内での労働時間が長く、リスク値から判断して健康対策の対象と判断する。

園児（全員）(108人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	2	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	2	55	49

区常勤職員(24人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	0	0	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	0	9	15

区非常勤職員(13人)

		推定値()		
生涯リスク値		1 0 ⁻⁶ 以下	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1 0 ⁻⁵ 以上
推定値()	1 0 ⁻⁶ 以下	0	0	0
	1 0 ⁻⁶ ~ 1 0 ⁻⁵	1	0	0
	1 0 ⁻⁵ 以上	0	6	6

図表4-4

（図表3-1の一部抜粋）

2) 健康診断の開始時期

園児の健康診断は、ばく露から10～20年以内の発症は極めて稀である点と胸部X線写真の放射線被ばくリスクを考慮し、園児が成人に達した2019年以降に必要になると考える。なお、今後血液検査等リスクの少ない早期診断方法の開発によっては、2009年以降の早期の健診も考慮すべきであろう。

一方、区職員はすでに成人であり、児童課及び営繕課の常勤職員は毎年健康診断で胸部直接X線写真が得られるので、2009年以降それを利用した健診体制が必要である。

3) 健診体制及び内容

実際の健診体制と健診内容に関しては、後述の実施委員会での検討に委ねる。なお、健康対策対象者が他の目的で撮影した胸部X線写真等の資料は、実施委員会に極力提出して頂き、保管が行える体制を構築する必要がある。なお退職した児童課の非常勤職員及び常勤職員のうち希望者は保健所等で健診を実施する体制が必要である。

4) 費用負担

今回のアスベストばく露が区立保育園内で生じた点、区は工事の発注者として注意義務もあった点、保護者から区へ何度もアスベスト飛散への危惧が表明されていた点等を考慮すると、後述の「さしがや保育園アスベスト関連疾患健康対策等実施委員会（仮称）」が検討し推奨した、健康対策対象者に関する健康診断及び今回の事故に関連したカウンセリング及び発症時の健康対策等の実施の機会は、全ての対象者に等しく与えるとともに、それに関する費用は、原則として文京区等が負担する事を強く要望する。

(4) 今後の健康対策

1) 本委員会が最低限必要と考える健康対策

- < 1 > 健康対策対象者（及び関係者）台帳の整備、関連文書の長期保存及び個人のプライバシー保護
- < 2 > 健康相談体制とホームページの早急な実施
- < 3 > 健康対策対象者のうち希望者への手帳配付と説明
- < 4 > 健康対策対象者のうち希望者全員へ毎年、現住所等確認及び相談事項を記入できる葉書の配付
- < 5 > 葉書回収後、健康対策等実施委員会（後述）の最低年1回の開催
- < 6 > 健康対策対象者からの相談事項・アスベスト関連疾患の診断方法と治療方法の検討及び最新のアスベスト関連情報や区内アスベスト対策の進捗状況等の報告と検討
- < 7 > 実施委員会開催後、健康対策対象者のうち希望者全員への委員会ニュースの送付
- < 8 > 他の目的で撮影され、提出された胸部X線写真等の読影と保管
- < 9 > 万が一アスベスト関連疾患が生じた際の検討と判定の実施

2) 「さしがや保育園アスベスト関連疾患健康対策等実施委員会（仮称）」の設置

上記の健康対策を実施するために、本委員会は文京区に、「さしがや保育園アスベスト関連疾患健康対策等実施委員会（仮称）」（以下、「実施委員会」という。）の速やかな新規創設を提言する。

3) 本委員会が実施委員会での検討を要望する項目

- ＜1＞保護者向けストレスアンケート及びストレス対応の検討
- ＜2＞ばく露に関して園児に説明する場、保護者の支援及び園児向けパンフレットの作成
- ＜3＞区立小中学校で喫煙と並びアスベスト健康被害と予防教育の実施に関する検討
- ＜4＞2009年以降に区常勤・非常勤・臨時職員での健診項目の検討
- ＜5＞2019年以降に園児の健診項目及び文京区以外に居住する者の健診方法の検討

4) 実施委員会の委員構成と事務局

実施委員会は、本委員会の提言をうけ、再度対策の検討を一から行うことで時間を費やすことのないよう委員構成に一定の連続性を保たせ、以下に述べる委員構成で上述の要望項目等を検討し実施する事を提言する。

＜1＞専門職の参加

- ア) 現在の委員会に続き複数の疫学関係者
- イ) 現在の委員会に続き複数の呼吸器科医でアスベストの専門医
- ウ) 現在の委員会に続きアスベスト関連NPOからの参加
- エ) 現在の委員会の小児科医に加え小児の悪性疾患に関する親子の受け止め方と対応に明るい心理関係者

＜2＞保護者の参加

園児が成人になるまでの期間は、当事者である複数の保護者の参加

＜3＞ばく露を受けた本人の参加

ばく露を受けた本人の中から、自由意思により委員を希望する複数の者を委員とする事を妨げるものではない。

＜4＞区職員の参加

今後予測されるアスベスト関連部局の区職員及び今回の健康対策対象者の参加が望ましい。

＜5＞事務局

文京区に本件に責任を持つ実施委員会責任部署を定め、担当責任者を複数定める事を提言する。特に引継ぎに際し重複して担当する時を設け十分内容が受け継がれる必要がある。

8 その他（建築物アスベスト対策）の提言

今回の事例は、園児及び区職員が保育園の改修工事によりアスベストにばく露したという本来あり得べからざる事態であり、2度とこの様な事態を起こしてはならないことを深く銘記すべきであるとともに、再発防止の体制を整えることが重要であると考えます。従って、本委員会の本来の諮問事項ではないが、敢えて文京区における今後の建築アスベスト対策について、提言するものである。その内容については、参考資料として報告書末尾に記したので参照されたい。この中には区の権限、監督範囲を超えるものもあると思われるが、今後アスベストを使用した建築物が解体、修理される事例が全国的に増加することが予測されていることから、同様な事例が各地で起こる可能性がある。

文京区は今回の経験を積極的に生かして、全国に先駆けて最善の体制をとるべく、権限母体である東京都に働きかけるとともに、区独自で実行可能な事項については、速やかに実効あるものにし、全国の自治体の範となるべきことを強く望むものである。

9 おわりに

本委員会が発足してから、最終報告書をまとめるまでに、多くの時間を費やしてしまい、この間多くの関係者に多大な心配と、ご迷惑をおかけしたことをお詫びしたい。また、各章及び参考資料は、それぞれの担当委員が分担執筆したために、極力調整を行ったが、いくつかの記述内容の前後、重複等が残ってしまった。その結果、報告書として読みづらい点があることはご容赦いただけると幸いである。また、この報告書をまとめるにあたっては、中間報告（案）説明会、最終報告（案）説明会を開催し、それぞれの後に文京区としては初めての試みであったが、パブリックコメントによって意見を募集して修正、補充を行ったことも特筆すべきことと感じている。

乳幼児に短期間にばく露されたアスベストのリスク、シミュレーションによるばく露量の評価など、困難な事が多く、また、不確実性も大きく、これからも新たな知見に基づいて適宜見直しが必要になると思われる。しかし、アスベストばく露を受けられた園児、保護者、区職員の心痛を考えると、本報告書で提言した事項を文京区ができることから速やかに実行に移されることを望むものである。

年月	保育園・児童課(保育課)	検討委員会
平成11年 7月	アスベストばく露発生	
8月	本駒込西保育園で0歳、1歳児の保育開始	
10月		文京区立さしがや保育園アスベストばく露による健康対策等検討委員会設置
11月		シミュレーション実施
11月		ばく露部会開催
12月	子育て広場西片の仮園舎で保育開始	ばく露部会、健康リスク部会、全体会開催
平成12年 1月	本園舎改修開始	ばく露部会開催
2月		ばく露部会(2回)開催健康、リスク部会(2回)開催
3月		ばく露部会開催
4月		全体会開催
5月		ばく露部会開催
6月	園舎改修完了、本園舎で保育再開	
6月		ばく露部会(2回)開催
8月		健康リスク部会開催
12月		ばく露部会開催
平成13年 1月		ばく露部会開催
4月		全体会開催
4月	事故発生時の在園児の児童票に「アスベストばく露時に在園していた」旨表示し、長期保存とする。	
5月	関連文書、資料等児童課での一元管理に着手する。	
6月		全体会開催
7月		ばく露部会開催
8月		ばく露部会開催
10月		健康リスク部会開催
11月		健康リスク部会開催
平成14年 1月		全体会開催
2月		中間報告書(案)作成
3月	中間報告(案)保護者説明会	全体会開催
4月	パブリックコメント受付	全体会開催
5月		全体会開催
6月		全体会開催
7月		全体会開催
8月		全体会開催
9月		全体会開催
12月		全体会開催
平成15年 7月		全体会開催 最終報告書(案)作成
8月	最終報告(案)保護者説明会	パブリックコメント受付
10月		全体会開催
12月		全体会開催 最終報告書作成

図表4 - 5 これまでの経緯と委員会開催状況

用語集及び推薦書籍

1) 用語集

- p. 4 **ハザード** 人に対する不利益な影響、危険、危害の特性を意味する。リスクも似た意味を持つが、リスクは危険の確率や大きさを指す。
- p. 4 **マクロファージ** 食作用のある単離した細胞で、異常な状態になった自分の細胞や微生物などの異物を貪食（どんしょく）し、分解する働きを持つ。肺内では、肺胞などで吸入物質の排出に働く。免疫系でも重要な役割を果たす。
- p. 7 **コホート** 本来は、軍隊の一隊（およそ300～600人）を指すラテン語。疫学において、広く「観察集団」を指す語として使われている。
- p. 3 1 **バックグランド** 比較として用いる保育園周囲の大気中アスベスト濃度
- p. 5 0 **MEDLINE** 米国国立医学図書館が作成している医学文献情報（英文ファイル）インターネットでも検索ができるデータベース
- p. 5 0 **JICST** Japan I. C. Science and Technology 日本科学技術振興財団が1975年以降現在まで作成する科学技術全般に関する文献情報科学系の検索データベース
- p. 7 0 **トレーサー** 空気や水の流れの状況を知るために、追跡する事が容易なそれに混ぜる物質
- p. 7 0 **S F₆** 六弗化硫黄（ろくふっかいおう） 室の換気回数を調べるためにトレーサーとしてよく用いられるガス。天然に存在しない人工的化合物で、従来用いられてきた二酸化炭素に比し、精度の高い換気回数を求めることができる。
- p. 7 2 **パラメータ（助変数）** 助変数又は媒介変数。変数と変数の間の関係を求めるために用いる別の変数のこと。本文では外部風速と換気回数の関係を求めるグラフで、周辺状況に応じた外気温度が別の変数（パラメータ）として用いられている。
- p. 8 5 **アンダーエスティメーション** 過小評価

- p. 1 2 1 位相差顕微鏡 屈折率の近い物体の輪郭を光の波長による位相で明暗の差としてとらえ表示する顕微鏡アスベスト繊維の判定に用いる。
- p. 1 2 6 NIOSH法 National Institute for Occupational Safety and Health の定めた方法。 アメリカ合衆国国立労働安全衛生研究所法
- p. 1 2 7 TEM法 Transmission Electron Microscope 透過電子顕微鏡法
- p. 1 4 3 ステージ 悪性腫瘍の進行度の段階。ステージ1から4まであり、ステージ1は局所に限局しリンパ節転移もないが、ステージ2、3で腫瘍は大きく深部や浸潤リンパ節へ転移し、ステージ4は他の臓器に転移する。
- p. 1 4 4 Phase 治験第Ⅱ相、治験第Ⅲ相の事。 開発中の薬物が試験されていく段階で、自由意思で応募した健康男性への投与する治験第Ⅰ相、その後患者さんに投与し用量と用法を決める治験第Ⅱ相、患者さんを治験薬群と対照薬群で効果等比較する治験第Ⅲ相がある。
- p. 1 4 8 10^{-5} 10万分の1に起きる確率。10万人の人の一生で1人が病気になる確率。

2) 推薦する書籍一覧

- ・職業性石綿ばく露と石綿関連疾患 森永謙二編 三信図書
- ・石綿・ゼオライトのすべて 環境庁大気保全局企画課監修 財団法人日本環境衛生センター
- ・リスク学辞典 日本リスク研究学会編 TBSブリタニカ
- ・環境リスク管理の新たな手法 リスク評価及びリスク管理に関する米国大統領／議会諮問委員会編 化学工業日報社
- ・化学物質のリスクアセスメント 国立医薬品食品衛生研究所編 じほう
- ・アスベスト排出抑制マニュアル 環境庁大気保全局大気規制課監修 ぎょうせい
- ・既存建築物の吹付けアスベスト粉じん飛散防止処理技術指針・同解説
建設省住宅局建築指導課・同大臣官房長官官舎部監督課監修 日本建築センター
- ・建設・解体工事に伴うアスベスト廃棄処理に関する技術指針・同解説
厚生省・環境庁監修 日本廃棄物センター
- ・アスベスト対策をどうするか アスベスト問題研究会。神奈川県労災職業病センター編 日本評論社
- ・グッバイ・アスベスト 川村暁雄著 日本消費者連盟
- ・アスベストに挑む三管理 相沢好治、神山宣彦他著 中央労働災害防止協会

参考資料

1 今回の事案の法的側面

わが国におけるアスベスト対策関連規制は、労働者の職業ばく露に関しての、主にじん肺予防という観点から、労働基準法（1947年制定）、じん肺法（1960年制定）、労働安全衛生法（1972年制定）等の労働関係法令から始められた。1971年には、発がん物質対策という観点から特定化学物質等障害予防規則が制定され、1975年の同規則改正により、石綿（アスベスト）が第2類物質として規制の対象となり、同時に、吹付けの原則禁止等の規制も盛り込まれた。

1987年、いわゆる「学校パニック」—学校施設等における吹付けアスベストが社会問題化し、当時の環境庁、厚生省、建設省、文部省等が、1987年と1988年に地方自治体等に対して、建築物の解体・改修工事による汚染を防止するための一連の行政通達を発している。【1988年には、作業環境評価基準（クロシドライト0.2f/ml、その他のアスベスト2f/ml）が制定され、労働省の外郭団体である建設業労働災害防止協会が、「建築物の解体又は改修工事における石綿粉じんへの曝露防止のためのマニュアル」を発行。1989年には、建設省の外郭団体である日本建築センターが、「建築物の吹付けアスベスト粉じん飛散防止のための技術指針・同解説」を発行している。】

環境ばく露—住民の健康対策という観点からは、1989年の大気汚染防止法改正により、アスベストが「特定粉じん」に分類されて、アスベスト粉じん発生施設（アスベスト製品製造工場）の敷地境界において10f/lという濃度基準が策定された。さらに、1992年には廃棄物の処理及び清掃に関する法律が改正され、飛散性アスベストが「特別管理産業廃棄物」に分類されて、その処理基準等が策定された。

なお、東京都は、1991年に「建築物等の工事に伴うアスベスト飛散防止対策指導要綱」を策定して、建築物の解体等に伴うアスベストの排出抑制を図ってきたが、その実効を確実なものにするため、1994年にこれを東京都公害防止条例に取り込み、「石綿含有材料を使用する建築物その他の施設の建設、解体又は改修の工事における作業場の遵守事項」も策定している。

1995年に労働安全衛生法関係法令改正され、クロシドライト、アモサイト及びそれらの含有製品の製造等が禁止されるとともに、解体・改修工事開始前のアスベストの使用箇所・状況の把握及び結果の記録、一定の建築物における吹付け除去作業の事前届出や一定の作業方法等が義務づけられた。後者の建築物の解体・改修工事に関する規制の多くは、環境・住民対策という観点から、翌1996年の大気汚染防止法改正にも盛り込まれている。環境庁は1999年2月「建築物解体等に係わるアスベスト飛散防止他対策マニュアル 環境庁アスベスト飛散防止対策研究会監修」を発行、多くの自治体が参考にしていた。

建設省は、1998年改正の「建設副産物適正処理推進要綱」、2000年の営繕計画課長通知「非飛散性アスベスト含有建材の取扱いについて」等によって、安衛法、大防法、廃掃法等の法令の規制対象となっていないアスベスト含有建材についても原則同様の取り扱いをすべきことを指導した。環境省（旧環境庁）は、阪神淡路大震災での建築物の解体撤去に

伴うアスベスト大気汚染を受けて、1996年建築物の解体等に伴う飛散防止に関して大気汚染防止法を改正した。その検討成果を1999年2月「建築物解体等に係わるアスベスト飛散防止他対策マニュアル 環境庁アスベスト飛散防止対策研究会監修」として発行、多くの自治体が参考にしていた。さらに、環境省は2001年作成の「吹付け石綿の使用の可能性のある建築物の把握方法について」という「地方自治体向け手引き」を作成するなどして、自治体が、地域内にある吹付けアスベスト使用可能性建築物を事前に把握しておくように、その把握方法を示して指導しているところである。

さらに、世界的にも、アスベストの全面禁止の導入とともに、既存アスベスト対策及び健康被害対策を一層強化することが国際的な潮流として定着しつつある。

こうした中で、今回の文京区立さしがや保育園で生じた事案は、内外の動向に逆行するばかりか、上述した、とりわけ建築物の解体・改修等に対する法令等にことごとく違反した遺憾きわまりない事案であったことを明記し、なぜ今回のような事件が起きたのかを検討し、今後の文京区のアスベスト対策の検討を行った。

2 文京区での建築物アスベスト対策の経過

他の小学校や保育園の保護者からの相談依頼もあり、名取委員が1999年11月、区の全施設対象に断面図及び矩形図を、情報公開制度を利用して請求した。その後入手した資料により、吹付けアスベスト及びアスベスト建材の図面上の確認を行った。その結果問題と思われる区施設が判明し、2000年1月永倉、名取両委員と営繕課長で区施設の現場調査を実施した。その後、営繕課のアスベスト建材対策は進展し、2000年8月名取委員と営繕課長、2002年3月に永倉、名取両委員と営繕課長で、区施設の改善事例の調査も実施した。それらの結果を以下に述べる。

1) 1980年代の対策

文京区での小中学校等における吹付けアスベストの除去は、1979年に開始されており、他の自治体と比べ開始年度が早いのが特徴である。開始のきっかけが、健康影響を考慮したものであったのか、吹付け材の劣化による清掃等の苦情に端を発したものであったのか、詳細は不明である。「吹付けアスベストが床面に落下し、掃除が大変で除去となった施設もあった。」との相談も見られた。学校の吹付けアスベストが問題となった1987年以降、アスベスト除去は急増する。

- 1979年 総合体育館プール天井
- 1981年 根津小学校4階鉄骨梁
- 1982年 元町小・昭和小・第一中給食室天井 福祉センタープレイルーム
天井・壁
- 1983年 真砂小・第五中・茗台中給食室天井
- 1984年 指ヶ谷小給食室天井・こひなた保育園テラス等天井
- 1985年 第三中給食室天井・岩井学園厨房天井体育館天井

1986年 駒本小・駕籠町小・第二中給食室天井
 1987年前期 大塚小・湯島小・誠之小・第4/6/8/9中文林中給食室天井
 総合体育館加温室天井
 1987年後期 礪川小・昭和小体育館・柏学園更衣室・勤労福祉会館アリーナ機械室
 総合庁舎・区民センター・福祉センター機械室
 さしがや保育園機械室
 1988年 第八中体育館

この時期のチェックが小中学校にとどまらない事は、1987年さしがや保育園の機械室の吹付けアスベスト除去工事等が行われていた事より確認できた。しかし当時の調査は、吹付けアスベストが目視で確認できる部分を中心とし、吹付けアスベストに関しても小中学校の天井全部は調査していなかったものと思われる。

2) 1990年代の対策

1990～94年 情報公開では、資料なし
 1995年7-12月 千石保育園内装改修工事保育園児を7.24～8.26移転して工事
 1996年 勤労福祉会館機械室吹付けアスベスト除去
 1996年 昭和小体育館解体工事吹付けアスベスト除去
 1997年11月 目白台保育園厨房改修工事 間仕切り撤去に伴うアスベスト除去工事

保育園の改築でも、園児を移転させてからの工事やアスベスト除去工事を実施してから間仕切りを撤去している前例もあり、対策が十分取られている場合が認められた。

一方、1999年段階の把握資料にみられる様に、目視ですぐ判明するはずの保育園・小中学校の吹付けアスベストに全く対策をとっていない例も数件認められ、対策のバラツキが多い印象が見られた。

3) 1999年時点での区施設でのアスベスト建材の状況

< 1 > 「区有施設における吹付石綿（アスベスト）の状況」 1999.8.27区公表

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. 区民センター機械室 | (封じ込め等の処理がされたもの) |
| 2. 勤労福祉会館電気機械室体育館天井 | (封じ込め等の処理がされたもの) |
| 3. さしがや保育園ボイラー室 | (封じ込め等の処理がされたもの) |
| 4. 千石保育園調乳室増築部屋根裏 | (仕上げ材等で囲われているもの) |
| 5. 水道保育園浴室増築屋根裏 | (仕上げ材等で囲われているもの) |
| 6. 本郷保育園サンルーム屋根裏 | (仕上げ材等で囲われているもの) |
| 本郷保育園屋上便所屋根裏 | (すみやかに対応するもの) |
| 7. 久堅児童館増築天井 | (仕上げ材等で囲われているもの) |
| 8. 福祉センター機械室 | (封じ込め等の処理がされたもの) |

9. 明化小体育館倉庫2階器具庫	(すみやかに対応するもの)
10. 指ヶ谷小給食室天井	(封じ込め等の処理がされたもの)
11. 千駄木幼稚園遊戯室PH天井	(封じ込め等の処理がされたもの)
12. 後楽幼稚園遊戯室PH天井	(封じ込め等の処理がされたもの)
13. 旧元町小給食室天井	(封じ込め等の処理がされたもの)
14. 真砂図書館機械室	(すみやかに対応するもの)
15. 柏学園脱衣室	(封じ込め等の処理がされたもの)
16. 文林中渡り廊下	(仕上げ材等で囲われているもの)
17. 第六中ボイラー室	(今後使用予定ないため封鎖する)

1999年8月時点で、目視で容易に確認できる（封じ込めのない）天井の吹付けアスベストが、明化小、本郷保育園、真砂図書館で処理のないままだった。明化小、真砂図書館は1999年9月、さしがや保育園は1999年11月、文京区民センター、勤労福祉会館は1999年12月に除去工事が行われた。また、本郷保育園は1999年11月区調査でアスベストが含有されていなかった。その後、福祉センターは2001年8月、第六中は2002年7月、指ヶ谷小は2003年8月に除去工事が行われた。

< 2 > 情報公開請求で、新たに図面上吹付けアスベストが判明した区施設

2000.1～7月 図面の内容

2000年7月 営繕課方針

1. 青柳小図工準備室天井	スプレーテックス	今後調査（封じ込め部）
2. 関口台町小体育館屋根機械室器具庫	吹付け石綿	一部封じ込め（平成13年含有無し）
3. 窪町小体育館柱屋根他	吹付け石綿	解体予定対策なし（平成15年一部除去）
4. 湯島高齢者事業団1、2階	石綿吹付け	区調査で岩綿吸音板
5. 湯島地下ポンプ室	石綿吹付け	区調査で岩綿吹付け
6. 千駄木寿会館階段他	パーライト吹付け	区調査でロックウール（平成12年含有無し）
7. 白山寿会館ボイラー室	ロックウール	ロックウール（平成15年含有無し）
8. 湯島寿会館ボイラー室	ロックウール	今後対策（平成12年含有無し）
9. 弥生第2職員住宅	石綿吹付け	今後対策（現在未使用）
10. 向丘職員住宅	石綿吹付け	1992年除去ペイント塗布
11. 総合体育館	石綿吹付け	今後対策（平成13, 14年除去）
12. 勤労福祉会館		
都営住宅部分	蛭石ロックウール吹付け	区所有でなく調査できず
体育館天井	ロックウール吹付け	封じ込め
13. 柏学園		
浴室	石綿吹付け	2000年夏調査（平成元年除去済）
脱衣室	石綿吹付け	2000年夏調査（昭和62年囲込み）
14. 岩井学園	石綿吹付け	2000年夏調査（昭和60年除去）

15. 四阿学園	石綿吹付け	2000年夏調査(平成13年解体除去)
16. ごうら荘	石綿吹付け	2000年夏調査(岩綿吹付け)
17. 八ヶ岳高原学園	石綿吹付け	2000年夏調査(未使用判明)

1999年8月時点でアスベスト吹付けの現状把握ができておらず、その後把握（もしくは把握努力中）施設が、2000年7月時点で17施設認められた。この時点でも小学校で3校の把握漏れが認められている。特に窪町小は目視で容易に確認でき、何故この時点まで把握できなかったのか疑問である。高齢者施設、職員住宅、会館、学園等の施設での調査の不備や遅れが目立った。1987年文部省調査が「吹付けアスベスト（商品名トムレックス等）」に限定され、「蛭石吹付け」「ロックウール吹付け」「パーライト吹付け」等のアスベスト含有の他の吹付け材調査の見落としも目立った。図面と異なり吹付けアスベスト以外の材料の使用も認められた。

< 3 > 情報公開で図面上アスベスト含有建材が確認された区施設 2000年7月

ほとんどの区施設が、ケイ酸カルシウム板、フレキシブルボード、軟質石綿板、Pタイル等のアスベスト含有建材を使用していた。特に飛散しやすい建築材料を使用していたのは、以下の施設であった。

1. 本駒込幼稚園	軟質石綿板	2000年7月区調査	フレキシブルボード
2. 本駒込図書館	軟質石綿板	2000年7月区調査	フレキシブルボード

< 4 > 建設図面が情報公開で得られなかった施設 2000年7月

1. 文京区役所（旧） 同ホール
2. 根津出張所
3. 昭和小学校 湯島小学校 真砂小学校 汐見小学校 元町小学校
4. 茗台中学校
5. 汐見幼稚園
6. 千石生涯学習館・湯島生涯学習館・音羽生涯学習館・茗台生涯学習館
7. 千石図書館・目白台図書館・大塚公園みどりの図書室
8. 文京スポーツセンター（大塚）
9. 文京授産場・動坂福祉会館

4) 現地調査の結果

< 1 > 区民センター 既に吹付けアスベスト除去工事が終了している箇所も多かった。蛭石吹付けが疑われた箇所が認められたが、2000年7月区調査でアスベストは含有されていなかった。

< 2 > 真砂図書館 図面上アスベスト吹付けの3階や4階は、他の材質が使用されていた。空調機械室は1999年10月に、吹付けアスベスト除去工事が実施されていた。

- < 3 > 本郷寿会館 ボイラー室に吹付けアスベストは使用されていなかった。
- < 4 > 千石保育園 天井の吹付けアスベストの一部が、以前の工事により飛散し、鉄骨が剥き出しとなり、天井の上に落下していた。
- < 5 > 久堅児童館 設計図面上は吹付けアスベストとされている部分に、何も施行しておらず、鉄骨部に塗装のみであった。
- < 6 > 青柳小学校 2000年7月吹付けアスベストが図面上あるため営繕課長が調査されたが、天井部に封じ込められており確認できなかった。改築解体時確認予定。
- < 7 > 第九中学校 2000年8月体育館天井のアスベスト含有建材（フレキシブルボード）の撤去工事を施行。営繕課が本事案後に他の自治体では例のない充実したアスベスト含有建材対策をたて、実行している事が確認できた。
- < 8 > 窪町小学校 体育館の運動器具収納倉庫の天井に、アスベストが吹付けられていた。いつ生じたのか不明であるが、器具があたり約10数か所に縦横数センチサイズの除去部が認められていた。1999年以降封じ込め等の処置はなく、体育館解体工事に伴い除去工事の予定で、2002年3月まで経過したが、2003年3月に除去された。

5) 今回の事件の背景

< 1 > 営繕課

2000年まで区施設のアスベスト建材の把握は十分でなく、1987年の調査以降も体系的な調査が行われてこなかったものと思われる。改築工事に際し、吹付けアスベストの有無をチェックし管理する（アスベスト含有建材も含む）体制が、当然の日常業務とされている自治体も都内に既に複数あった。吹付けアスベストの健康影響の認識が少なく、そうしたチェックを業務として行う事に対する、課全体及び管理職の方針が乏しかったと推察する。

機械室の吹付けアスベスト除去は、1987年に除去した施設がある一方、1999年まで対策のない施設が認められる。保育園でも、今回と同様の間仕切り変更の改築に際しアスベスト除去を行った園も1997年に認められる。アスベストの危険性と除去工法に明るい職員もいたと思われるが、相互の課内研修が行われた事はなかった様である。

< 2 > 環境対策課

大気汚染防止法のアスベスト除去工事の届け出部署であり、区においてアスベスト対策の情報が入り、最も施策を推進させる部署である。1996年に建築物の解体等に伴う飛散防止に関して、各課への大気汚染防止法の改正の伝達、「建築物解体等に係わるアスベスト飛散防止他対策マニュアル 環境庁アスベスト飛散防止対策研究会監修」が1999年2月発行され、多くの自治体が参考にしていた時期に、そうした情報を把握し、他の課へ伝達する事を行わなかった様である。最も詳しいはずの同課職員が、

今回、現場で「アスベスト除去工事の現場に入ったのは実は初めてです。」と発言されていた事が、象徴的である。

< 3 > 産業医

労働安全衛生法に基づき50名以上の事業所において産業医の選任と産業医による月1回の職場巡視、労働安全衛生委員会の月1回の定期的開催が定められており、自治体でも同様である（なお、分散する小規模の同種の事業所をまとめ自治体単位で同種事業所毎の産業医と巡視や委員会を行う自治体も多い）。建築管理（営繕）・建築補修（学校主事）・ボイラー管理（同主事他）・自動車補修・清掃工場等の作業は、アスベスト関連疾患のリスクがあるとされる。全職場で月1回の巡視と安全衛生委員会を行っている都内の他の自治体では、産業医の巡視に際し自治体職員のアスベストばく露の軽減がチェックされ、安全衛生委員会の話題となっている。

文京区では産業医の選任と安全衛生委員会の開催や巡視が限定的であったとされる。リスク職場への産業医の選任及び安全衛生委員会の設置等の日常的な安全衛生活動の充実が望まれる。

< 4 > 保健所

ビル管理法の床面積3,000～1万平方メートルの管轄部局であり、法定事項に加え最近ではアスベスト飛散への注意も協会等の研修においては実施されていた。広く公衆衛生の観点から他部署と連携をとった会議を開催し、日頃の認識を高めておく事が可能であったと推察される。

< 5 > 首長の姿勢

この間、HIV・BSE・牛乳と、人の健康に関する問題で、対応や判断を誤った会社や行政に対する公衆の認識と対応は極めて厳しいものがある。会社及び行政の長は安全や衛生の問題に対し、適切な時期で判断及び過去の反省や今後の態度を表明し職員に対策の実施を促す事が必要である。アスベストの健康影響を表明し対策の速やかな実施、建築物アスベスト飛散に関する区民の安全と健康に対する今後の区の方針の表明等を望むものである。

< 6 > 課を越えた会議体制

アスベストの様に各課にまたがる問題に際し、課を越えたアスベストを含めた有害物に関する定期会議の開催が年1回でも行われていれば、今回の事案での対応は全く異なったであろう。今後の充実を強く望むものである。

3 文京区の今後のアスベスト対策の検討

再発防止対策の実施は急務であり、この貴重な教訓を一時的なものとせず、持続的にアスベスト対策を継続する事が重要である。旧営繕課は今回の事件を踏まえ「吹付け石綿除去に関する課内資料（解説）」、「営繕工事における石綿含有建材撤去マニュアル」を作成し、同課内の情報の共有を徹底しているところである。区は他の課の事業においても、飛散性アスベスト対策だけではなく、非飛散性アスベスト含有建材の取扱いについても、民間の事業者が見習うべき模範的な対策を立て、同様な工事を事業者に対して指導すべきである。

また、今回ばく露を受けた保育園児たちが、別の場所でさらにばく露を繰り返さないようにとの観点から次の5点を再発防止策として提案する。

1) 区の発注工事

区の各課は、その発注する改修・解体工事の際、起案し予算設定を行う段階で、アスベストについての図面調査及び工事現場の調査を行う(注・1参照)。調査では、飛散性アスベストだけでなく非飛散性アスベスト建材(アスベスト成形板)を特定し、飛散性アスベスト除去工事における粉じん防止対策及び廃棄物処理に係る予算設定と同様な予算設定を行う。この際に各課は、環境保全課に指導を受けるとともに、環境対策課は十分なアスベスト対策について適切に指導する。(処理作業の標準や、設計図書への記載及び積算の取扱い、施工に係る配慮事項等具体的な対策については(注・2)参照。

2) 区による民間工事の監督指導

「大気汚染防止法」、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」、「建設副産物適正処理に関する法律」等に基づく民間工事の改修・解体工事の届出の際、環境対策課はアスベスト対策について適切な指導を行う。

3) アスベストマップの作成

区は、区内の全ての耐火・準耐火建築物のアスベスト使用状況を調査し、アスベストマップを作成する。アスベストマップは、これらの建築物の改修・解体工事の際の資料とし、また、震災等に備え飛散性アスベストの撤去工事を順次指導、推進する。

4) 区による改修・解体工事現場の確認・監督

環境対策課は、「大気汚染防止法」、「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」、「建設副産物適正処理に関する法律」等に基づく民間工事の改修・解体工事の届出に基づき、区内の改修・解体工事現場を直接見て歩き、アスベストの事前調査、調査記録の保管、適切なアスベスト対策が取られているかどうかを確認指導する。

5) 区の職員に対する定期的なアスベストの講習会の開催

環境対策課は、各課の発注する改修・解体工事の際アスベスト対策が必要であることを周知させ、設計図書への具体的な記載事項等の指導を行うために、年に1回程度定期的に講習会を開催する。

注・1

アスベスト建材の確認については、図面調査から確認できる飛散性及び非飛散性アスベスト建材(アスベスト成形板)以外の確認できないものやアスベスト含有の疑いのあるものについては、現場の建材のサンプル調査を行い確認し対策を行う。この際、アスベストは含有されていないと従来指導されてきた昭和50年以降の吹付け材にも、アスベストが含まれるものがある事に注意する必要がある、サンプル調査が必要である。また、非飛散性アスベスト建材は、製造年代によってアスベスト含有とそうでないものとが混在するので、実際の建材のサンプル調査が必要である。

(1) 飛散性アスベスト建材の取扱い

「特定化学物質等障害予防規則」や「大気汚染防止法」や「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」等に従って、十分な粉じん防止対策のもとに撤去作業を行う。また、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」等に当たって適切に廃棄処分する。

(2) 非飛散性アスベスト含有建材(アスベスト成形板)の取扱い

非飛散性アスベスト含有建材(アスベスト成形板)の取扱いについては、十分なアスベスト対策を明記した法令等が整備されてこなかったが、改修・解体工事の際アスベスト粉じんが大量に発生するおそれがあることから、旧建設省においても平成12年3月「非飛散性アスベスト含有建材の取扱いについて(通知)」(建設省営計発第44号)及び「非飛散性アスベスト含有材の取扱いに係る設計図書記載事項について(事務連絡)」等、同省内の発注する工事について指導が行われている。また、東京大学、東京都中央卸売市場築地市場等においても、飛散性アスベスト建材の工事と同等の工事が実施されている。区においても、非飛散性アスベスト含有建材(アスベスト成形板)の取扱いについてこれらを参考にし、飛散性アスベスト建材の工事と同等の工事を実施すべきである。

注・2

「非飛散性アスベスト含有建材の取扱いについて(通知)」(平成12年3月31日建設省営計発第44号)及び「非飛散性アスベスト含有材の取扱いに係る設計図書記載事項について」(平成12年3月31日事務連絡)をもとにして、東京大学、東京都中央卸売市場築地市場等で実施されている工法を盛り込んだもの。

(1) 処理作業の標準について

1) アスベスト成形板の撤去

- ＜ 1 ＞アスベスト成形板の撤去は、内装及び外部建具等の撤去にさきがけて行う。
- ＜ 2 ＞建物内部で撤去作業を行う場合は、飛散性アスベスト除去の際と同様のビニール養生を行い、養生内を負圧除塵機で負圧状態にして行う。
- ＜ 3 ＞アスベスト成形板の撤去は、可能な限り破損を伴わない方法で行うものとし、原則として「手ばらし」とする。
- ＜ 4 ＞建物外部のアスベスト成形板を撤去する場合は、できる限りビニール養生を行い、養生内部を負圧除塵機で負圧状態にして行う。建物の構造上負圧が不可能な場合はビニール養生内で作業を行う。ビニール養生設置さえも困難な場合は、粉じんが飛散しないような可能な限りの対策を講じ、できる限り、原型のまま撤去する。
- ＜ 5 ＞撤去作業中は、飛散防止剤等により粉じんの発生を防止する。
- ＜ 6 ＞撤去作業中には、防じんマスク、防護メガネ及び作業衣を着用させる。
- ＜ 7 ＞撤去作業後、アスベスト成形板の破片、断片粉及び作業衣等に付着した粉塵が残存しないよう、真空掃除機等により、清掃及び後片付けを十分に行う。

2) アスベスト成形板の集積、運搬等

- ＜ 1 ＞撤去したアスベスト成形板の集積及び積み込みに当たっては、高所より投下しない事や踏みつけて破砕しないこと等、粉じん防止に努める。
- ＜ 2 ＞ビニール養生内で細かく破砕されたアスベスト成形板は、飛散防止剤等により湿潤化の上、丈夫なビニール袋に二重に入れ、飛散防止の措置を講じる。
- ＜ 3 ＞撤去したアスベスト成形板を運搬するまでの間、現場内に保管する場合は、一定の保管場所を定め、一般の内装材と分別して保管するものとし、シートで覆う等、飛散防止の措置を講じる。また、保管場所には、アスベスト成形板の保管場所であることの表示を行う。
- ＜ 4 ＞アスベスト成形板の運搬に当たっては、運搬車両の荷台全体をシート等で覆い、飛散防止に努める。
- ＜ 5 ＞アスベスト成形板の撤去、集積、積込及び保管等の処理が完了した場合は、速やかに監督員に報告し、確実に処理されたかの確認を受ける。

3) アスベスト成形板の処分等

- ＜ 1 ＞アスベスト成形板は、特別管理産業廃棄物として管理型処分場で埋め立て処分する。
なお、マニフェストには、アスベスト成形板であることを明示する。
- ＜ 2 ＞撤去されたアスベスト成形板の処分が完了した場合には、マニフェストを監督職員に提出し、処分が確実に行われたかの確認を受ける。

(2) 設計図書への記載及び積算の取扱いについて

1) 施工条件の明示

上記 (1) (処理作業の標準について) に基づき、アスベスト成形板の処理作業を伴う工事に対し、施工条件を設計図書に明示する。なお、これに加え、東京都又は労働基準監督署の指導がある場合には、これを考慮に入れるものとする。

2) 当初設計における現況把握と施工調査の明示

処理作業を行うアスベスト成形板の仕様(厚さ及び寸法)及び使用部位を確認し、設計図書に明示する。また、請負者等が行う施工調査について、アスベスト成形板の仕様及び使用部位の把握を含むことを明示する。

3) 設計変更

上記施工調査の結果が当初設計と異なる場合は、設計変更を行う。

4) 積算の取扱い

処理作業にかかる積算については (1) (処理作業の標準について) を適切に反映するものとする。

5) 設計図書への具体的な記載事項等

< 1 > 現場説明書記載事項

アスベスト成形板の処理作業については、(1) (処理作業の標準について) の内容について、全ての改修工事又は取り壊しを伴う工事の現場説明事項書において、項目を設け、共通的に記載すること。

< 2 > 特記仕様書記載事項等

アスベスト成形板の処理作業が必要となる工事については、特記仕様書において章を立て、次のことに留意して適切に記載する。

1 . 成形板の仕様等

- ・ 実際の確認は施工調査により行うこととし、アスベストを含有する可能性が高いと考えられるものについて、積極的に記載する。
- ・ 単一材料の撤去量が大きい場合には、X線回折法等により、アスベスト含有の有無に関する詳細な調査を行い確認する。それ以外の場合には、製造年等の確認により、疑わしいものはアスベスト成形板と取扱い、処理作業の標準に基づくものとする。

2 . 処理範囲の図示

- ・ 処理範囲の図示は、平面図等によって行うが、部屋単位を目安として、天井、壁又は床毎に成形板の種別を記載する。

3．記載事項の標準

・[項目]アスベスト成形板の処理等

処理を行うアスベスト成形板の仕様

例：化粧石膏ボード 厚さ9.5mm

ビニル床タイル(茶) 厚さ2.0mm

処理を行う範囲は図示する。

施工調査

アスベスト成形板の撤去に当たり、あらかじめ事前の施工調査を次の事項について行う。調査結果は、図面により記載し、監督職員に提出する。

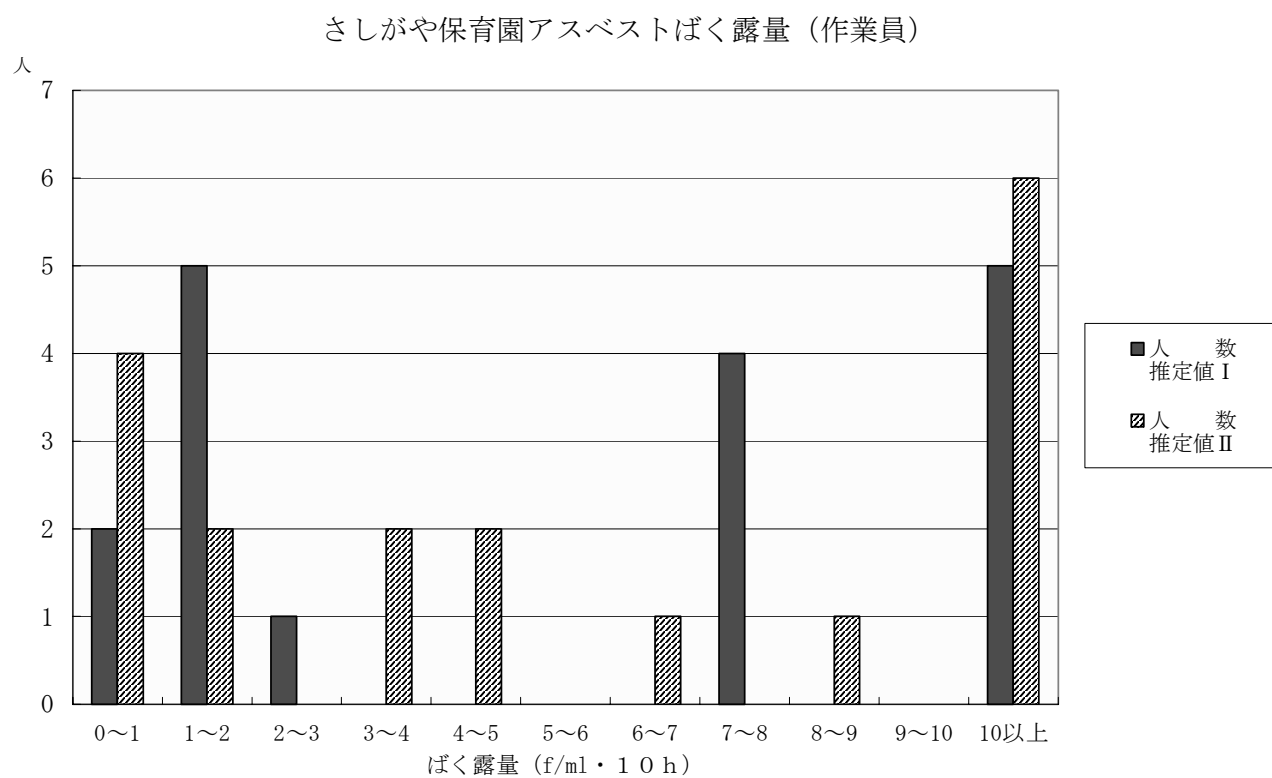
4．アスベスト成形板仕様部位の確認

記載上の成形板及びその使用範囲のみならず、広く確認を行わせる。

- ・アスベスト成形板の種別、厚さ等の確認
- ・アスベスト成形板の仕様数量の確認
- ・施工範囲等の確認

(3) 施工に係る配慮事項等

- 1) 請負者が作成する施工計画書において、処理作業が明確に区分され、施工条件を踏まえた適切な内容となるよう指導するとともに、施工計画書の確認に際し、アスベスト成形板の使用部位ごとに、処理作業の手順等について実施確認を行う。
- 2) アスベスト成形板の産業廃棄物としての取扱いに関しては、「建設副産物適正処理推進要項」(最終改正平成10年12月1日付建設省経建発第334号)によるものであるが、特に、廃棄物処理計画等において、アスベスト成形板の処理計画が明確に区分されるよう指導するとともに、適切な運搬及び処分がなされたことについて確認を行う。



図表参考 - 1