

20050(215A)

厚生労働科学研究費補助金(健康科学総合研究事業)

建築物衛生における健康危機管理
のあり方に関する研究
(H17-健康-019)

平成17年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 池田耕一

(国立保健医療科学院 建築衛生部)

平成18(2006)年3月

目 次

I. 総括研究報告

- 建築物衛生における健康危機管理のあり方に関する研究
(主任研究者 池田耕一) 1

II. 分担研究報告

- (1) 建築物内における健康影響危険物の拡散特性の数値解明に関する研究
(分担研究者 加藤信介) 5
- (2) 建築物内における生化学物テロの対策に関する研究
(分担研究者 柳 宇) 15
- (3) 空調機エアフィルタの汚染物質の捕集と発生
(分担研究者 鍵 直樹) 29
- (4) エアフィルタ捕集性能の経時変化特性に関する研究
(分担研究者 並木則和) 34
- (5) 建築物内給水システムにおける飲料水の安全性確保に関する研究
(分担研究者 伊藤雅喜) 38

厚生労働科学研究費補助金（健康科学研究事業）
分担研究報告書

建築物衛生における健康危機管理のあり方に関する研究

主任研究者 池田耕一 国立保健医療科学院 建築衛生部 部長

研究要旨

建築物における生化学物（BC）テロ対策の現状の把握，建築物を対象とした BC テロが起きた緊急時およびBCによる被害を最小限に抑えるための平常時の対応についての数値解析並びに実験的な検討，それらによる BC テロ対策を目的とした建築物衛生における健康危機管理のあり方について研究を行い，以下の知見を得た。

- [1] 日本政府は米国 9・11 同時多発テロ事件とその直後に起きた郵便物の炭疽菌混入事件を受けて，緊急な対応を検討し，政府全体，各都道府県行政機関，保健所の健康危機管理体制を構築するとともに，適時に十分な情報を円滑に国民に提供しているが，現状では BC テロについて必ずしもその発生場所を明確に想定されていない。
- [2] 建築物を対象とした BC テロが起きた緊急時の対応方法は，基本的に病原体または毒性化学物質の拡散を防ぐこと，即ち，空調と個別ファンを止め，居住者の避難通路を確保することであるが，病原体または毒性化学物質を検知できるセンサーが設置されることが前提となっている。細菌をリアルで検知できる簡易センサーが開発されているものの，その実用性についての検討が必要である。
- [3] BC テロが発生したことが分からない場合において，その被害を最小限に抑えるために，室内における適正な気流計画とエアフィルタによる除去が重要な要素となる。
- [4] 気流計画については，BC テロなどを想定した建築物の対策を作成するために，汚染質が建築物全体における一次元移流拡散過程及び各場所における濃度分布を予測できる数値解析手法を開発した。
- [5] 文献などの調査により，日本のオフィスビルに最も多く使用されている中性能エアフィルタによる浮遊細菌粒子の捕集率は数 10%見込められるが，ウイルスに対する捕集率は 10%前後しかないことが分かった。
- [6] 中性能エアフィルタの捕集率について，単一繊維濾過理論に基づいた理論的な検討の結果，捕集率上昇因子 λ と圧力損失上昇係数 β のどちらか一方の情報から単分散粒子に対する集塵性能の経時変化の推定が可能であることが明かになった。
- [7] 小型チャンバ実験および実際使用中の空調機内に設置されているエアフィルタにおける粒子状とガス状物質の捕集・発生特性を検討した結果，エアフィルタの使用状況，面風速，および冷水コイルの結露状況によって，エアフィルタの捕集と発生特性が異なることが明かになった。
- [8] 浴槽水の逆流では逆流防止機器の性能確保の重要性と，適切な場所に適切な逆流防止装置の設置を行うことが必要である

分担研究者

加藤信介（東京大学生産技術研究所 教授）

員）

柳 宇（国立保健医療科学院 建築衛生部 建築物衛生室 室長）

並木則和（金沢大学大学院 助教授）

鍵 直樹（国立保健医療科学院 建築衛生部 研究

伊藤雅喜（国立保健医療科学院 水道工学部 水道計画室 室長）

A 研究目的

近年、建築環境に関連した健康障害事件が頻発している。1995年東京地下鉄で起きたサリンテロ事件、2002年宮崎県温泉で発生したレジオネラ症集団感染、2003年中国を中心に発生した重症呼吸器症候群（SARS）などがまだ記憶に新しい。これらの集団感染のメカニズムに関連した感染経路、建築物室内への拡散特性、ヒトへの被暴等について十分な検討が行われておらず、現在においても多くの不明な点が残っている。

そこで、今年度では次年度以後の研究に必要な基礎資料や数値解析・実験方法などを得るために、多数の人が集まる建築物において予測せぬ健康ハザードのような緊急事態が発生した場合を想定し、まず今までの関連研究報告を収集し、既存の知見を整理する。次に建築環境、取り分け建築物内、空調システム内に病原性微生物や毒性化学物質が発生した（放出された）場合において、その汚染物質の建築物全体への拡散特性や居住者の被暴などの予測に関する数値流体解析、およびエアフィルタによる微生物を含めた粒子状物質の捕集性能に関する実験的な検討を行った。

B 研究方法

分担研究者の加藤信介は、3次元解析モデルとマクロモデルの連成解析手法及びその応用による建築物の災害予防対策の作成に関し、今年度では、①マクロモデルに基づく熱・空気解析ソフトの現状調査、②熱・空気解析ソフトの連成による汚染物質の建築物内における一次元移流拡散の解析、③CFD（数値流体解析）に基づく定常流れ場における非定常濃度応答計算法の作成、などに関する研究を行った。

分担研究者の柳宇は、次年度研究の基礎資料を得るために、①日本政府におけるBCテロの対策の現状、建築物を対象としたBCテロが起きた緊急時の対応方法、および平常時におけるBCテロの対策方法についての国内外の文献の調査、②浮遊微生物測定器の性能比較、③微生物測定に用いる培地の比較、などに関する研究を行った。

分担研究者の鍵直樹は、①チャンバを用いた化学物質の除去特性、②新規装置による発生ガスの特性、③実空調システムにおけるエアフィルタからの化学物質の発生と透過特性、に関する実験的な検討を行った。

分担研究者の並木則和は、①エアフィルタの付着粒子量分布の導出方法、②圧力損失の経時変化の推定法、に関して理論的な検討及び実験装置を用いた検証を行った。

分担研究者伊藤雅喜は、平成17年度は国内におけるクロスコネクション、逆流等の事故事例を調査することにより、屋内給水システムに存在する問題点を抽出した。

C. 研究結果

(1) 分担研究者 加藤信介

ネットワークモデルによる建築物内の健康影響危険物質の移流拡散解析では、汚染質の一次元移流拡散解析をマクロモデルに基づくネットワークモデルにより行った。COMISとTRNSYSをそれぞれマクロモデルのAirflow modelとThermal Modelとして採用し、その連成解析により建築物内の多数室に発生する熱・空気・汚染質の移流拡散を解明した。また、3室モデルと私立病院モデルの計算結果より、この連成解析手法は汚染物質の建築物全体にわたる移流拡散過程の予測にはかなり有効であることを確認した。

定常流れ場における非定常濃度応答計算法の開発では、定常流れ場における濃度の移流・拡散方程式が線形であることを利用して、応答係数法による濃度応答計算法を定式化した。有限な時間幅のパルスに対する応答係数は、流体解析コードを使用して計算し、この応答係数を用いた畳み込み計算によって濃度応答が精度よく計算できることを示した。計算例の結果から、再循環方式から全外気方式への運転切り換えをスムーズに移行できる空調システムを用意すれば、BCテロの対策としてかなり有効であるが明らかになった。

(2) 分担研究者 柳宇

建築物におけるBCテロ対策の現状に関する調査では、次の事柄が分かった。①日本政府は米国9・11同時多発テロ事件とその直後に起きた郵便物の炭疽菌混入事件を受けて、緊急な対応を検討し、政府全体、各都道府県行政機関、保健所の健康危機管理体制を構築するとともに、適時に十分な情報を円滑に国民に提供していることが分かった。しかし、今までのBCテロ対策は必ずしもその発生場所を明確に想定されているものではない。②建築物を対象としたBCテロが起きた緊急時の

対応方法は、基本的に病原体または毒性化学物質の拡散を防ぐこと、即ち、空調と個別ファンを止め、居住者の避難通路を確保することであるが、病原体または毒性化学物質を検知できるセンサーが前提となっていることが分かった。細菌をリアルタイムで検知できる簡易センサーが開発されているが、その実用性についての検証が必要である。③平常の対策手法としては、室内気流の適正計画、エアフィルタなどの空気清浄装置の設置と適正な管理のほか、とくに、空調の外気取入れ口の適正な設置と管理（セキュリティ）が重要である。

浮遊微生物測定器の性能比較の測定では、フィルタ法の測定器は浮遊真菌と細菌の何れにおいても最も低い値を示した。また、浮遊真菌の測定には6段の衝突法の測定器、浮遊細菌の測定には1段の衝突法の測定器の方が高い値を示した。

浮遊微生物の測定における諸培地の比較実験では、真菌の測定にPDAとDG18はほぼ同じ性能を示すことが明かになった。

(3) 分担研究者 鍵 直樹

チャンバを用いたVOCs去特性の実験では、新品のフィルタでもそれぞれの物質については検出されているが、使用されたフィルタの方がフィルタの汚れの影響により多く検出されており、この方法で発生量の違いを判明することができることが分かった。

新規装置による発生ガスの特性の実験では、新品フィルタについては、この方法では検出されないレベルであった。また使用済みフィルタに関しての結果は、流量に拘わらず濃度として表しているが、物質によっては流量が増えることにより下流側の濃度が減少する傾向が見られた。

実空調システムにおけるエアフィルタの発生・透過特性の実験では、室内と室外の濃度比（I/O値）は1を下回り、今回の粒径範囲では微小になるほど低い値、大気よりも濃度が低い傾向となった。一般に粒径200nm程度の粒子は、フィルタ及びダクト、室内壁面などに沈着しにくく、空間中に浮遊する傾向にあること、室内への侵入の経路によっても、この粒径前後については、外気の影響を受けやすいことが明らかになった。

(4) 分担研究者 並木則和

初期単一繊維捕集効率が既知であれば、効率上

昇因子 λ が求まり、 λ と圧力損失上昇係数 β の相関関係より β が得られるので $\gamma=1.3$ とすれば、本研究で提案した推定法を用いて圧力損失の経時変化を推定することが可能であることが分かった。

(5) 分担研究者 伊藤雅喜

クロスコネクションによる水質異常、マンション内の浴槽水の他の住戸への逆流、受水槽水道におけるクリプトスポリジウムの集団発生的事例について検討し、浴槽水の逆流では逆流防止機器の性能確保の重要性と、適切な場所に適切な逆流防止装置の設置を行うことが必要であることが分かった。

D 考察

日本政府は米国9・11同時多発テロ事件とその直後に起きた郵便物の炭疽菌混入事件を受けて、早急に政府全体、各都道府県行政機関、保健所の健康危機管理体制を構築するとともに、適時に十分な情報を円滑に国民に提供している。しかし、今までのBC物テロに対する行政の対応は、主として病原体の管理、検査、及びその予防措置などを施すことであり、必ずしもその発生場所を明確に想定されているものではない。従って、建築物を対象としたBCテロの対策に関する本研究は、健康危機管理の行政において極めて必要であることが明らかである。

建築物を対象としたBCテロを想定する場合、空調システムを介したBCテロの可能性が最も高いと考えられる。BCテロの対策は、BCテロが起きた緊急時の対策とBCテロの被害を最小限に抑える平常時の対策に分けられるが、何れにおいても、室内気流の適正な計画、エアフィルタによる病原体などの捕集性能に関する検討が重要である。

今年度では、文献調査によるBCテロ対策の現状に関する文献調査のほか、主として、数値解析による室内気流の適正な計画、理論的、実験的な研究によるエアフィルタの粒子状物質捕集特性の解明に関する研究などを行った。数値解析による検討では、建築物全体にわたる移流拡散過程の予測が可能になり、また空調システムにおけるBCテロ対策の適用もできることが明らかになった。また、エアフィルタによる粒子状物質の捕集性能に関する検討により、その捕集性能がある程度予測できることが分かった。これらの研究結果を踏ま

えた上での次年度の研究成果は、BC テロの対策においてより実用性の高いものになると考えられる。

E 結論

日本政府における健康危機管理体制などの現状を調査し、本研究の位置付けを明確にした。

建築物を対象とした BC テロが起きた緊急時の対応方法は、基本的に病原体または毒性化学物質の拡散を防ぐこと、即ち、空調と個別ファンを止め、居住者の避難通路を確保することである。これに関して、室内気流の適正な計画が必要である。今年度では、BC テロなどを想定した対策を作成するために、汚染質が建築物全体における一次元移流拡散過程及び各場所における濃度分布を予測できる数値解析手法を開発した。

エアフィルタによる粒子状物質の捕集性能に関する検討により、その捕集性能が予測可能であることが分かった。また、エアフィルタによるガス状物質の捕集と発生特性についても一定の成果が得られた。

今年度の研究結果を踏まえた上で、次年度では、より実用性の高い成果を得るための検討を行う予定である。

F 健康危険情報

なし。

G 研究発表

- [1] Zhu, S.W., Kato, S., Yang, J.H.: Study on transport characteristics of saliva droplets produced by coughing in a calm indoor environment, Building and Environment. (In Press)
- [2] Zhu, S.W., Kato, S., and Yang, J.H.: Investigation into airborne transport characteristics of airflow due to coughing in a stagnant indoor environment, 2006 ASHRAE Winter Meeting, 4834, January 21-25, 2006.
- [3] 朱晟偉, 加藤信介: 実験と数値解析による咳の吐出空気の拡散の可視化, 日本可視化情報学会全国講演会(新潟 2005)講演論文集, Vol.25 Suppl.No.2, 20, A101, 2005年10月.
- [4] Zhu, S.W., Kato, S., and Yang, J.H.: Investigation of airborne infection through coughing by using numerical analysis, The 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate,

Beijing, China, M0-E2, 320, September 4-9, 2005.

- [5] 柳宇, 池田耕一, 鍵直樹, 山田花菜: エアフィルタによる微生物粒子除去に関する考察, 室内環境学会総会講演集, 室内環境学会誌, Vol.8(2), 204-5.2005.
- [6] 鍵直樹, 柳宇, 池田耕一, 山田花菜, 堀越玲子: エアフィルタから発生する揮発性有機化合物の測定方法に関する検討, 室内環境学会総会講演集, 室内環境学会誌, Vol.8, No.2, pp.132-133, 2005.11

H 知的財産権の出願・登録状況

なし。

建築物内における健康影響危険物質の拡散特性の数値解明に関する研究

分担研究者 加藤 信介 東京大学生産技術研究所 教授

研究要旨: 多数人が利用する建築物内において病原性微生物や有害な化学物質が放出された場合を想定して、その汚染物質の建築物内への拡散特性や居住者への被曝を数値的に解明した上で具体的対策方法を確立するのは本研究の目的である。そのため、現在健康影響危険物質の建築物全体における一次元移流拡散過程と各場所の濃度分布変化を同時に解析・予測できるシミュレーション手法を開発している。

A. 研究目的

本研究の目的は、ウィルス、サリン、炭疽菌など人体の健康に危険な汚染物質の建築物内における拡散特性の解明とその被害に応じた対策の樹立である。

近年、大規模な地下街、超高層ビルなどが急激に増大している。これらは複雑な空気流通経路を持つものであり、同時にこの空気流通経路の多くが人間の活動領域や避難経路ともなっている。このような状況で、生物化学兵器テロなどが発生した場合、その非線形な複雑性故に、防災設備の作動条件の違いが大規模な災害に発展する危険性が增大している。このような災害を防止或は低減するために、対象建築物に災害発生の場合を想定して適切な防災方策を確立するのは極めて重要である。そのため、健康危険汚染物質の建築物全

体における移流拡散及び各場所における濃度分布を予知し評価できるシミュレーションが不可欠である。

本研究では、健康影響危険物質が発生する付近については、高精度な3次元CFD（Computational Fluid Dynamics）解析に基づく数値解析手法により健康影響危険物質の詳細挙動を解析する。その周辺については、部屋、階段、廊下、壁、床、天井、窓、ドア、給気ファン、排気ファン、換気特性、換気制御、人口密度などを微分方程式や代数方程式を使った入出力関係式で表現するマクロモデルで解析する。それぞれのマクロモデルを使用してネットワークシステムを構成し、3次元解析モデルとマクロモデルを境界条件を通して連携させる方法を研究開発する。この概要を図1に参照する。

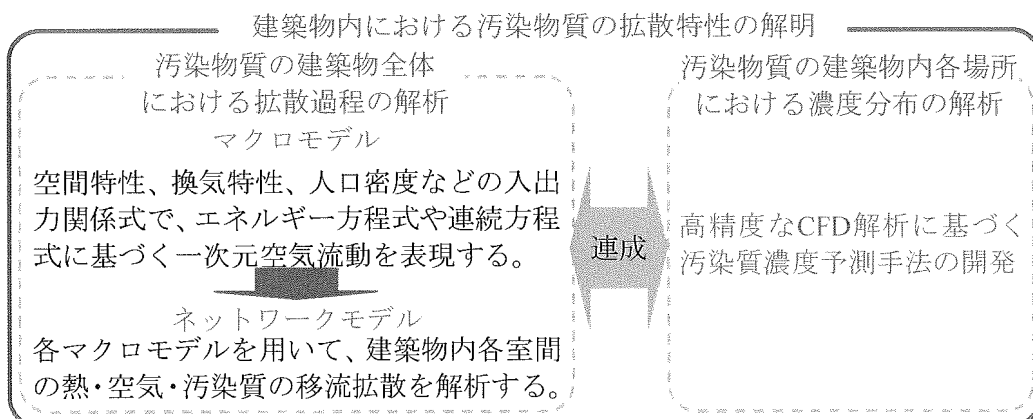


図1 連成解析の概要

B. 研究方法

3次元解析モデルとマクロモデルの連成解析手法及びその応用による建築物の災害予防対策の作成に関し、今年度以内にまとめることを条件として、次の項目

と方法により研究を進める。

(1) マクロモデルに基づく熱・空気解析ソフトの現状調査

(2) 熱・空気解析ソフトの連成による汚染質の建築物内における一次元移流拡散の解析

(3) CFDに基づく定常流れ場における非定常濃度応答計算法の作成

(倫理面への配慮)

解析に当たっては、対象となる施設が特定されないように配慮する。

C. 研究成果

1. ネットワークモデルによる建築物内の健康影響危険物質の移流拡散解析

1.1 マクロモデルによる多数室建築物のネットワークシステムの構築

マクロモデルとは、部屋、段階、廊下、壁、床、天井、窓、ドアなど空間特性から、吸気ファン、排気ファン、換気制御などの換気特性、及び人口密度、照明などの熱源まで、建築物内の空気流動に関わる様々の要素を、エネルギー方程式や連続方程式に基づく入出力関係式で表現するものである。多数室建築物内における汚染物質の移流拡散は、それぞれのマクロモデルを連結して対象とする建築物のネットワークシステムを構築してから、その熱・空気の一次元流動と同時に解かれる。

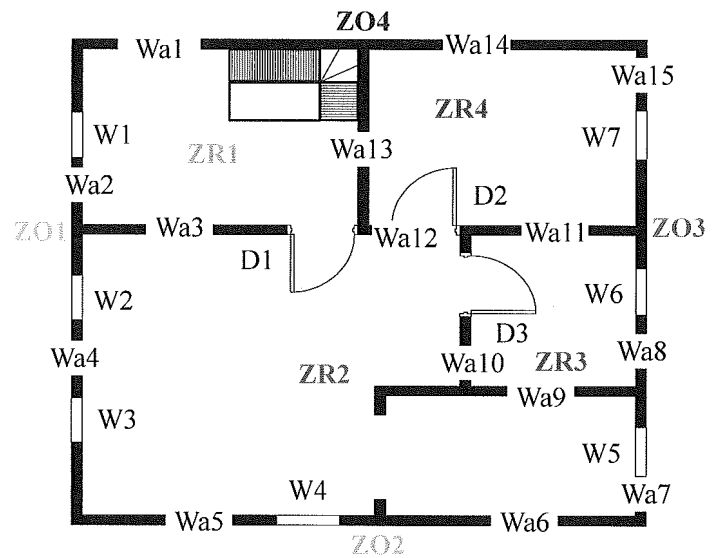
図 2(1)は四つ部屋の多数室空間を示す。この多数室空間に対し、各部屋及び各方向の外部空間を節点と看做して、各節点を壁、ドア及び窓により接続すれば、図 2(2)に示すようなネットワークシステムとなる。このネットワークシステムにおける熱・空気の移流拡散を解析するためには、壁のマクロモデルにより熱伝導による熱移動、隙間換気による熱・空気移動を算出し、窓とドアのマクロモデルによりそれらを經由した熱・空気の移動を算出する。

上述の通り、ネットワークモデルによる熱・空気の一次元移流拡散解析には、各マクロモデルに Airflow

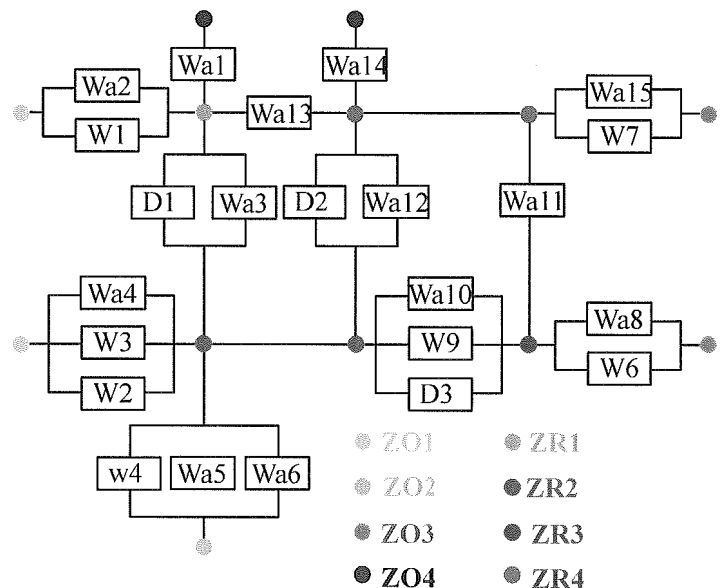
Model や Thermal Model が必要である。本研究では、ネットワークモデルにおける熱・空気の一次元移流拡散解析は商用ソフト COMIS と TRNSYS の連成により行われる。簡単に言えば、この連成解析において、COMIS は各マクロモデルの Airflow Model を連結して多数室間の換気風量を算出し、TRNSYS は各マクロモデルの Thermal Model を連結して多数室間の熱移動を算出する。以下に、COMIS と TRNSYS 及びその連成解析の詳細を説明する。

1.2 COMIS と TRNSYS の連成による一次元移流拡散解析

COMIS (Conjunction of Multizone Infiltration



(1) 多数室空間



(2) 多数室空間のネットワークシステム

図 2 建築物のネットワークモデルの構築

Specialists) は、様々な気象条件下で建築物の室間の換気量を予測するためのツールとして、IEA（国際エネルギー機関）のプロジェクトである ECB&CS（建築物及びコミュニティの省エネルギー研究開発計画）の ANNEX23（多数室換気計算モデルの開発研究）において開発された。TRNSYS（Transient System Simulation Program）はアメリカウィスコンシン大学のソーラーエネルギー研究所など4つの機関により開発され、モジュール方式を持つ構造的なシミュレーションプログラムであり、太陽光エネルギー・風力・HVAC（Heating, Ventilation and Air Conditioning）システムの性能を建築物の性能も含め、時間を追ってシミュレートできる。フランスの CSTB 国立建築研究所において、知的なユーザーインターフェース IISiBat と結合することで、COMIS と TRNSYS を連携して温熱と換気とが同時に解析できる。

図3はCOMISとTRNSYSとの連成方法を示している。TRNSYSでは、対象建築物の各要素をモジュール化し、それらを「Type」と定義される基本的なモジュールの入出力関係を記述することにより、空調システ

ムのシミュレーションモデルを構築する。各モジュールの中、Type56はマルチゾーン建築物モジュールであり、Type157はCOMISを呼び出すモジュールである。すなわち、COMISとTRNSYSの連成で、COMISが一つのモジュールとしてTRNSYSに組み込まれ、時間管理がTRNSYSのみによって行われ、COMISが時間ステップ毎に収束に達するまで計算を繰り返す。解析中、Type56からTRNSYSの計算による各室の室温をType157に渡し、Type157から各室の換気風量をType56に渡し、次の時間ステップの解析条件となる。COMISとTRNSYSの連成により、大規模な建築物内における汚染物質の24時間内の移流拡散はパソコンで容易且つ迅速に計算できる。

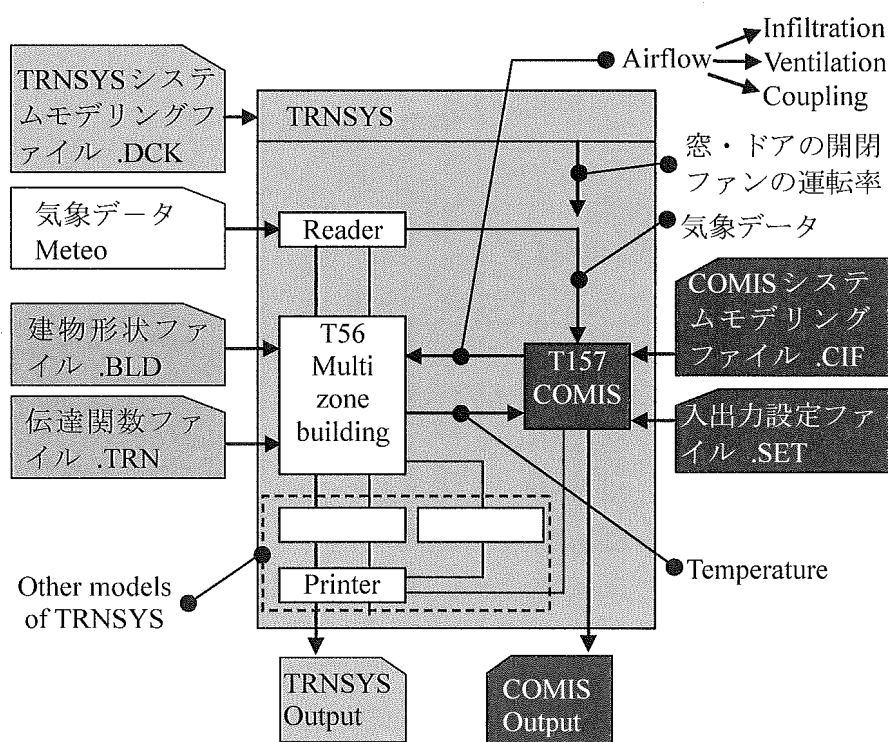
1.3 3室モデルの解析例

1.3.1 解析対象と解析条件

図4(1)には平屋の3室モデルを示す。Room3は南側にあり、その大きさは北側で東西方向に並列するRoom1と2の和である。Room1では吸気ファンと排気ファンがあり、運転時の換気量はそれぞれ330m³/hr、530m³/hr。Room3の南側には窓（150mm×100mm、単

層ガラス）を設ける。各部屋における発熱、冷暖房、換気、汚染質（CO₂とToluene）発生の条件を表1に示す。在室者はTRNSYSで発熱源と扱われ、COMISではCO₂の発生源と扱われる。また、COMISの計算では、隙間を經由した自然換気も考慮する。なお、気象条件に関し2006年2月2日の東京標準気象データを用いた。風向は夕方時間帯を除き殆ど北風とした。

図4(2)はCOMISによるモデル空間のネットワークモデリングを示す。各部屋や各方向の屋外環境はゾーンとして定義し、各ゾーンは壁の隙間、窓、ドア、ダクト、ファンなどにより連結されている。



Infiltration：自然換気による外気からの換気風量
 Ventilation：機械換気による換気風量
 Coupling：自然換気もしくは機械換気による室間の換気風量

図3 COMISとTRNSYSの連成解析の概要

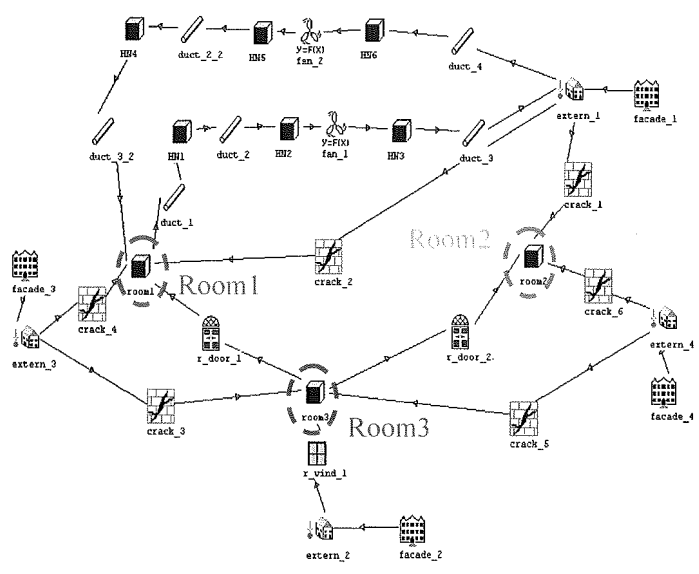
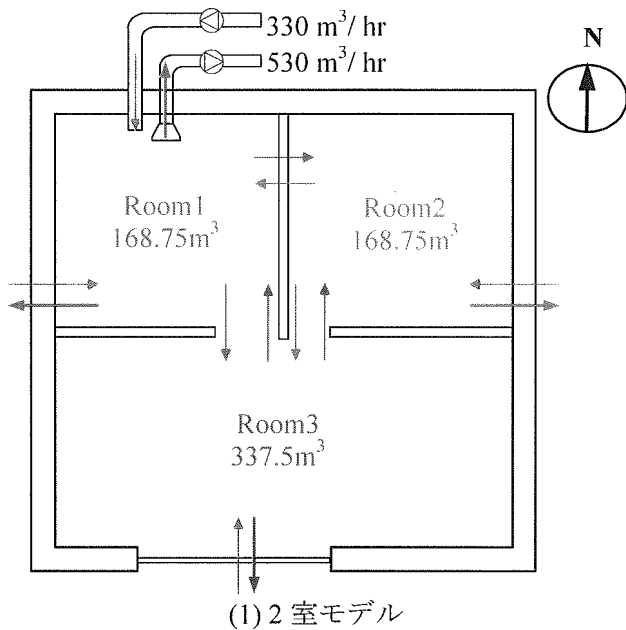


図 4 2室モデル及びそのネットワークシステム

表 13 室モデル解析条件

Room	暖冷房条件	換気条件	機器発熱状況	Toluene 発生状況	在室者人数
1	7~22 時 : 室温を 20~25°Cに 制御	8~22 時 : 給気と排気 ファンによ る機械換気 を行う	7~22 時 : 照明の発熱 : 1800kJ/hr ストップの発熱 : 15000kJ/hr		8~10 時 : 2 人 10~12 時 : 1 人 12~14 時 : 3 人 14~17 時 : 1 人 17~22 時 : 3 人
2			24 時間 冷蔵庫の発熱 : 1500kJ/hr	5~6 時 : 8.3mg/s 6~10 時 : 16.6mg/s 10~11 時 : 8.3mg/s	
3	7~22 時 : 室温を 20°Cに制御		7~22 時 : 照明の発熱 : 3600kJ/hr		8~10 時 : 20 人 10~12 時 : 10 人 12~14 時 : 30 人 14~17 時 : 10 人 17~22 時 : 30 人

注 : TRNSYS で人体を発熱源として扱い、1 人当たりの発熱量を 220kJ/hr に設定する。COMIS では人体を CO₂ の発生源として扱い、在室者の活動量の違いによって、Room1 で 1 人当たりの CO₂ 発生量を 16.9mg/s と設定、Room3 で 1 人当たりの CO₂ 発生量を 10.2mg/s に設定する。

1.3.2 解析結果

図 5 は各部屋室温の時間変化を示す。各部屋の初期温度を 20°C に設定した。外気温は 10°C 以上低くなっているため、自然換気によって各部屋の室温がどんどん下がり、7 時まで Room1 と 2 の室温が約 3°C を低下し、自然換気量が少ない Room3 も室温が 1°C ほど低くなる。7 時から Room1 と 2 は空調され、室温がすぐ 20°C まで上昇する。22 時まで、Room2 の室温が 20°C に維持され、Room1 はストップが使用されたため室温が上昇し

つつあり、この最高温度を 25°C 以下とコントロールされる。22 時に加熱の終了に伴い、Room1 と 2 の室温が迅速に低くなる。Room2 の室温は終始徐々に下がる。

図 6 は各部屋換気量の時間変化を示す。実線は室間の換気風量であり、点線は自然換気による外気量である。8 時から、ファンの使用により、各室間の換気量が急に大きくなり、特に機械換気がある Room 1 に Room3 からの換気量が 180kg/hr 以上と大きい。Room2 も窓があるから自然換気量が 124kg/hr 以上となる。ま

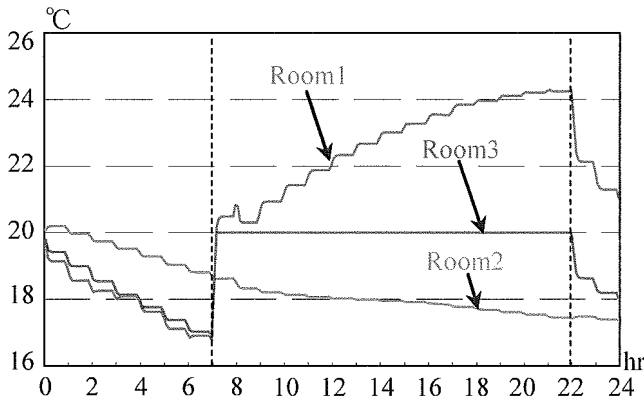


図5 各室の室温の時間変化

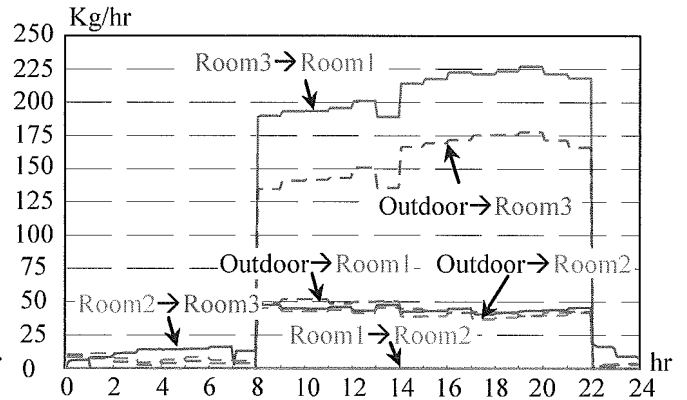


図6 各室の換気量の時間変化

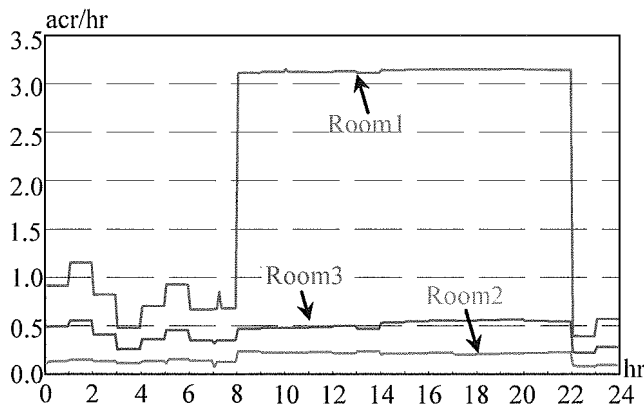


図7 各室の換気回数の時間変化

た、図7により、空気がRoom2からRoom3に、Room3からRoom1に流れ込むことが分かる。

図7は各部屋換気回数の時間変化を示す。ファンを使う時、全ての部屋の換気回数が大きくなり、特にRoom1の換気回数は約3.2回と大きい。

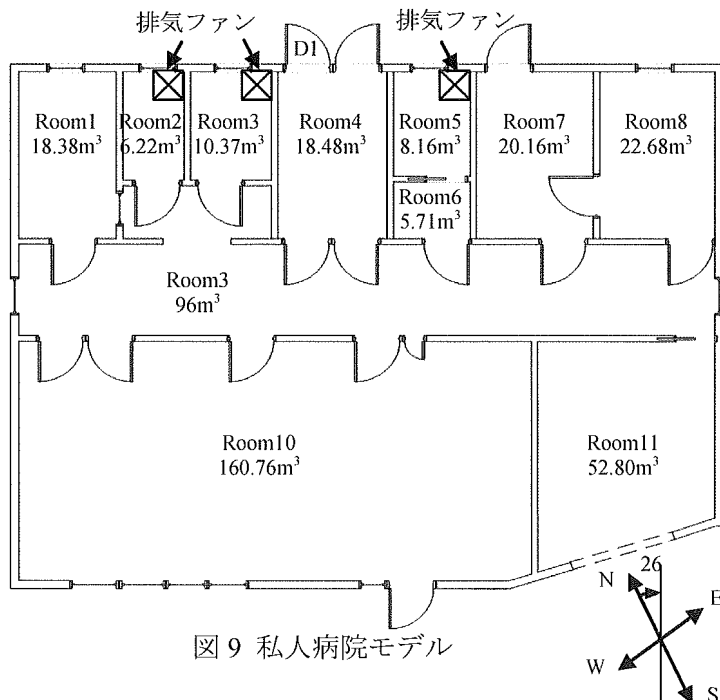


図9 私人病院モデル

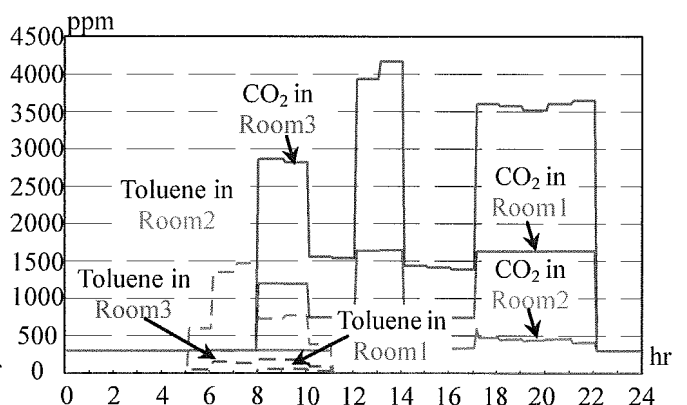


図8 各室の汚染質濃度の時間変化

図8は各部屋の汚染質濃度の時間変化を示す。実線はCO₂の解析結果、点線はTolueneの解析結果をです。外気中のCO₂濃度を300ppmに設定した。室内のCO₂濃度はRoom1と3の在室者人数の変化に従って変わる。特に12~14時の間、Room3における濃度が4000ppmを超える。当日は北風が強いから、南側にあるRoom3の換気状況が良くないことが一つの原因として考えられる。Tolueneは、5~11時の間にRoom2から発生した後、室間の移流拡散によってRoom3に拡散し、8時からファンの使用により更にRoom1に拡散する。11時後、Tolueneの発生に停止に伴い、各室の濃度が速やかにゼロとなる。

1.4 私立病院の解析例

1.4.1 解析対象と解析条件

図9には私立病院の一階を想定してモデル化したものである。建物は北から東へ26°振れて位置される。Room1と8は北側にあり、Room10と11は南側にあり、Room9は各部屋を連結する廊下である。Room2,3,5はそれぞれ男女化粧

表2 私立病院モデルの解析条件

Room	暖冷房条件	換気条件	機器発熱状況	Toluene 発生状況	在室者人数
1	9~21時： 室温を20℃に制御		9~21時： 照明の発熱：798kJ/hr PCの発熱：828kJ/hr		9~12時：3人 12~14時：2人 14~20時：3人 20~21時：2人
2	9~21時： 室温を20℃に制御	9~21時： 排気ファン作動： 50m ³ /hr	9~21時： 照明の発熱：266kJ/hr		
3	9~21時： 室温を20℃に制御	9~21時： 排気ファン作動： 80m ³ /hr	9~21時： 照明の発熱：1500kJ/hr		
4		13~15時 ドアD1：全開	13~15時： 照明の発熱：532kJ/hr		13~15時：4人
7				5~6時：8.3mg/s 6~10時：16.6mg/s 10~11時：8.3mg/s	
9	9~21時： 室温を20℃に制御		9~21時： 照明の発熱：1330kJ/hr		9~21時：8人
10	9~21時： 室温を20℃に制御		9~21時： 照明の発熱：3192kJ/hr PCの発熱：4140kJ/hr		9~12時：18人 12~14時：12人 14~20時：3人 20~21時：2人
11	9~21時： 室温を20℃に制御		9~21時： 照明の発熱：1596kJ/hr PCの発熱：2484kJ/hr		9~21時：8人

注①：Room5,6,8には暖冷房、機器換気、機器発熱、Toluene発生及び在室者の設定がないため省略する。

注②：TRNSYSの解析で1人当たりの発熱量を220kJ/hrに設定する。COMISの解析で、一人当たりのCO₂発生量を10.2mg/sに設定する。

室と浴室であり、排気ファンを設置する。Room4,8,9を倉庫と仮定する。検査室Room1, 廊下Room9, 診察室Room10, 受付室Room10は在室者がいるため、本解析において検討対象とされる。なお、各部屋における発熱、冷暖房、換気、汚染質(CO₂とToluene)発生の条件を表2に示す。本解析では、人の出入りに伴うドアの開閉の影響を無視する。なお、気象条件は2006年2月2日の名古屋標準気象条件を用いる。

1.4.2 解析結果

ここで、人の出入り或は汚染質の発生がある各部屋(Room1,4,7,9,10,11)の結果を示す。

図10は各部屋室温の時間変化を示す。各部屋の初期温度を15℃に設定した。外気温は低いため、自然換気によって各部屋の室温がどんどん低下する。9~22時の

間、空調されたRoom1,9,10,11は室温を20℃に維持され、室間の換気によって空調されていないRoom4と7も室温が上昇し14℃前後となる。なお、13~15時の間にRoom4は外側のドアが開けられ、自然換気によって室温が低くなる。

図11は各部屋換気回数の時間変化を示す。換気ファンがない各部屋の換気回数にはほぼ自然換気によるものである。Room4,7,9を除く、各部屋の換気回数はいつでも3回以下となる。13~15時の間、Room4は外側のドアが開かれたため換気回数は20以上となる。

図12は各部屋のCO₂濃度の時間変化を示す。9時から人の出入りに従って各部屋の濃度が大きくなる。各部屋におけるCO₂濃度は主に換気状況と在室者人数の変化に従って変わる。13~15時の間、Room4の外側のドアが開かれ自然換気量が多くなるため、建物全体

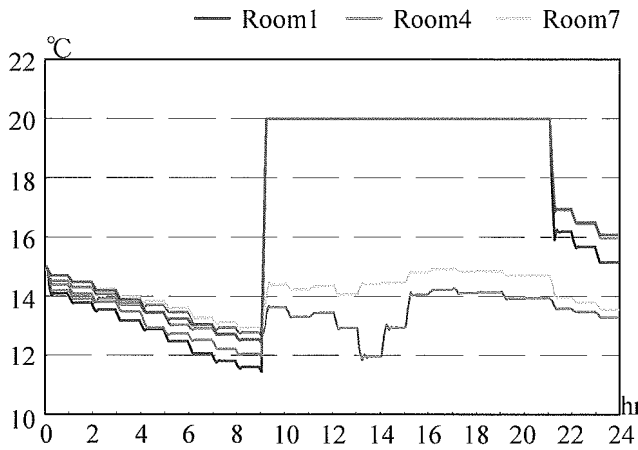


図 10 各室の室温の時間変化

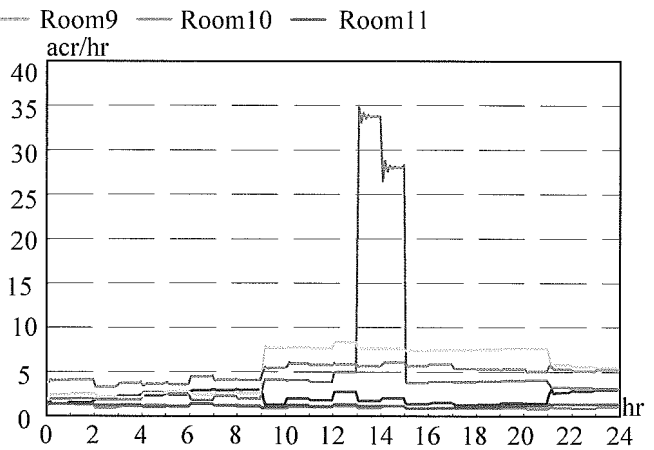


図 11 各室の換気回数の時間変化

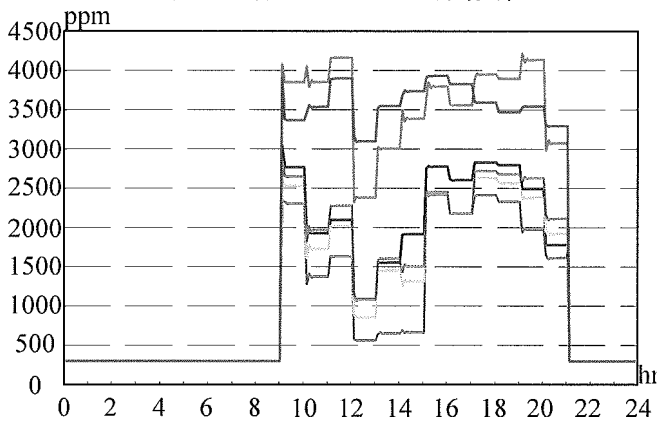


図 12 各室の CO₂ 濃度の時間変化

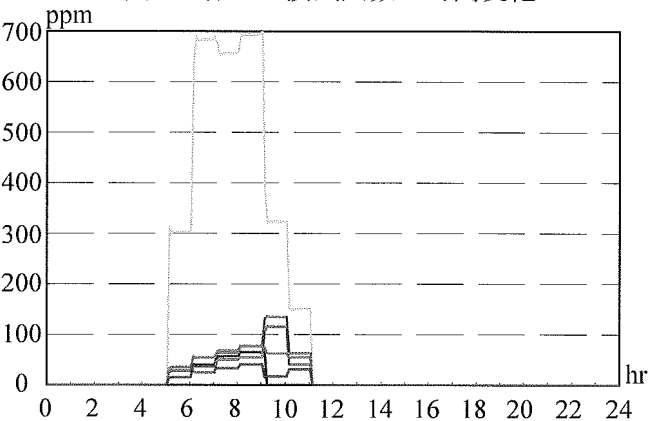


図 13 各室の Toluene 濃度の時間変化

的に CO₂ 濃度が小さくなる。

図 13 は各部屋の Toluene 濃度の時間変化を示す。5~11 時の間に、Room7 から Toluene が発生すると仮定し、この濃度は 5:30~10:30 の間に約 700ppm。自然換気によって Toluene が各部屋に拡散する。9 時から、Room2 と Room3 に設置した排気ファンが運転し始めてから、一番西側にある Room1 での濃度がゼロとなる。

2. 定常流れ場における非定常濃度応答計算法の開発

2.1 計算法

室内における定常な流れ場においては、移流・拡散方程式が線形であることから、有限な時間幅のパルスに対する応答係数を用いて、畳み込み計算によって非定常濃度応答を計算することができる。流れ場をセルに分割して流体数値解析コードを適用すれば、任意のセルで発生した汚染質パルスに対して、容易に各セル毎の応答係数を計算することができる。

図 14 に室内汚染質発生モデルを、表 5 にモデルの概要を示す。空調モデルは、吸い込み口直後からレタ

ンダクトを通して再循環し、 αQ だけの風量が吹出口に戻り、外気風量 $(1-\alpha)$ と混合して吹出し風量 Q を吹出している。ここでは α を再循環風量率と呼ぶ。

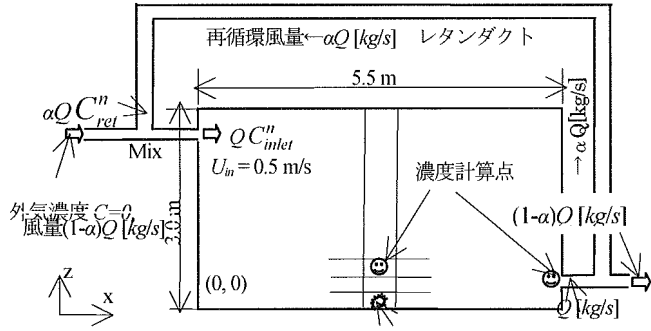
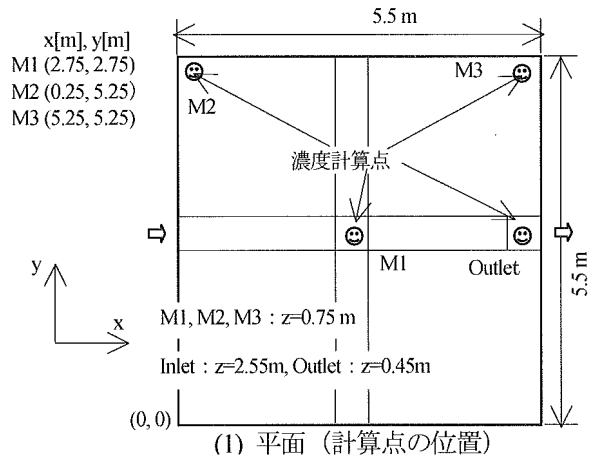
流体解析コードによる気流数値解析は、この室を 11 (x 方向) × 11 (y 方向) × 10 (z 方向) に分割して行い、図 15 に定義する応答係数 ${}^{SC}_{cell}F^n$ を算出する。

図 14 の汚染質発生点 SC で単位の二等辺三角波 (頂点値 1kg/s) の汚染質を発生した場合の各汚染質計算点の濃度計算結果を図 16 に示す。図中の二等辺三角波の太線がこの場合の汚染質発生時系列 ${}^{SC}q^n$ である。計算結果から、3000 ステップ毎 ($\Delta T=3000 \times \Delta t=300s$, $\Delta t=0.1s$) に濃度値を採取して各計算点 cell の応答係数 ${}^{SC}_{cell}F^n$ とする。

室内のある位置 cell の濃度は、ある位置 SC の時点 n の発生汚染質 ${}^{SC}q^n$ (吹出し口からの汚染質放出も含む) と応答係数 ${}^{SC}_{cell}F^n$ による畳み込み計算によって計算される。

$${}^{SC}_{cell}A_n^k = {}^{SC}_{cell}A_{n-1}^{k+1} + {}^{SC}q^n \times {}^{SC}_{cell}F^k \quad (k=0 \sim N-1) \quad (1)$$

$${}^{SC}_{cell}A_n^N = {}^{SC}_{cell}A_{n-1}^N \times {}^{SC}R + {}^{SC}q^n \times {}^{SC}_{cell}F^N \quad (k=N) \quad (2)$$



(2) 立面 (再循環方式)

図 14 室内汚染質発生モデル (吹出し風量一定, 再循環風量率 α 変化)

表 3 室内汚染質発生モデルの概要

①1 回換気時間=20.17min ②吹出風量
 $G = \rho F = 1.225 \text{ kg/m}^3 \times 0.075 \text{ m}^3/\text{s} = 0.09189 \text{ kg/s}$, $F = 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$, 密度 $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ ③室形状, 容積 $V = 5.5(x \text{ 方向}) \times 5.5(y) \times 3.0(z) \text{ m} = 90.75 \text{ m}^3$

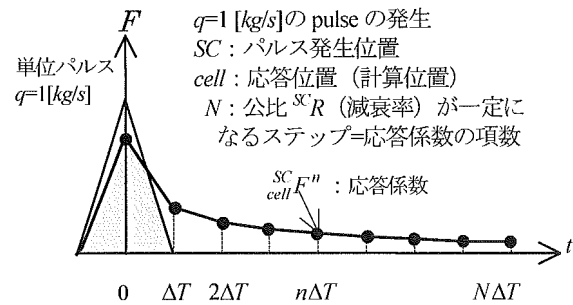


図 15 Pulse 発生とそれに対する応答係数

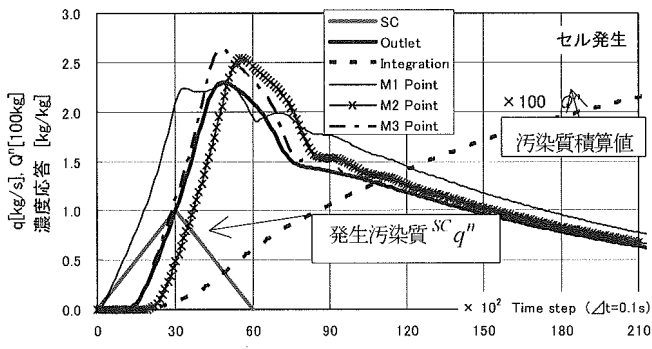
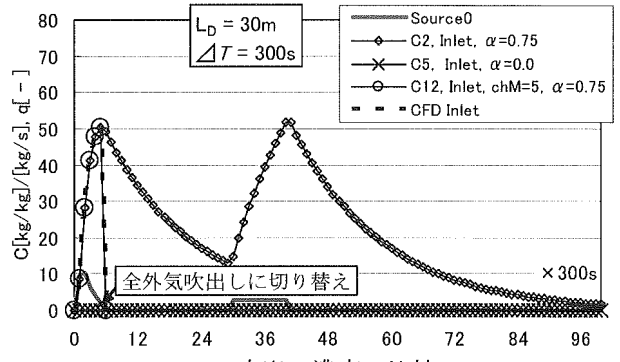
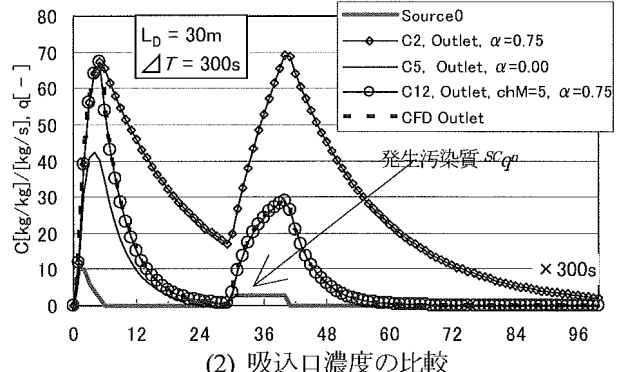


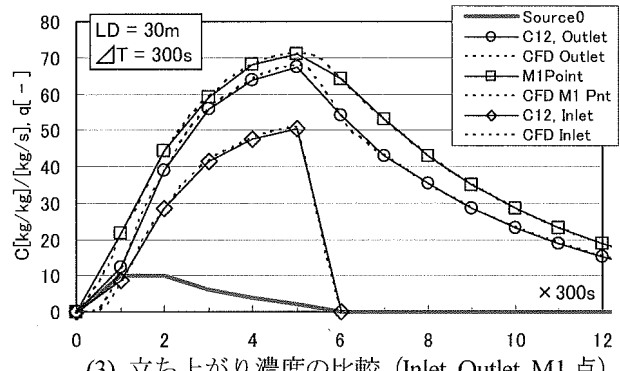
図 16 各計算点の濃度応答 ($\Delta t = 0.1$, 汚染質セル発生)



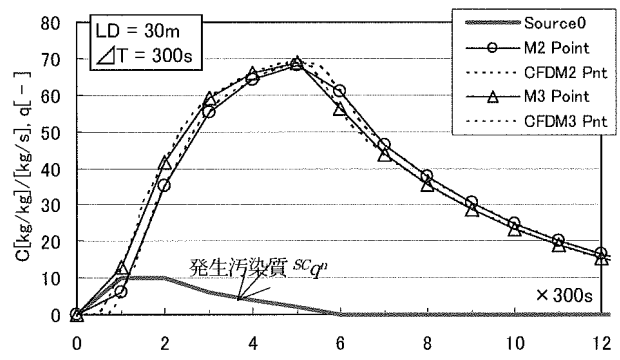
(1) 吹出口濃度の比較



(2) 吸入口濃度の比較



(3) 立ち上がり濃度の比較 (Inlet, Outlet, M1 点)



(4) 立ち上がり濃度の比較 (M2, M3)

図 17 流体解析コードによる計算結果の検証 (ケース 12 による結果の比較)

ここで, SC_{cell}^{k+1} は過去に発生した汚染質からの伝達による (時点 $(n-1+k+1) = (n+k)$ に, 位置 cell に残存する) ここで, SC_{cell}^{k+1} は過去に発生した汚染質からの伝達蓄積濃度の時系列, SC_{cell}^k は, さらに現時点の発生汚染質量 $SC q^n$ からの伝達を取り込んだ時点 $(n+k)$ の cell にお

ける蓄積濃度の時系列である ($k=0\sim N$)。 ${}_{cell}^{SC}A_n^0$ は現時点 n でその位置 $cell$ の空気が蓄積している汚染質濃度である。 N は応答係数の項数、 k は項番号、 ${}^{SC}R$ は公比、 n は時間ステップである。

式(1)、(2)の計算を毎ステップ進めてゆけば、あるセルのある時刻 n における濃度は、全ての発生源 SC からの汚染質の伝達の合計（重ね合わせ）として得られる。

2.2 計算結果

CFD による計算結果と本手法による結果を図 18 に示す。計算条件が同一となるように CFD の計算条件を調整してある。図中の太線が汚染質発生パターン ${}^{SC}q''$ である。ケース 12 (C12) は、汚染質発生後 5 ステップで、再循環風量率 $\alpha=0.75$ から全外気吹出しに切り換えたケースである。

図 17 (1)は吹出口濃度を比較したものである。本手法で計算した再循環風量率 0.75 のケース 2 (◇, 吹出し濃度大)、ケース 5 (×, 吹出し濃度 0) の吹出口濃度も共に示す。パルスのステップ 5 まで、ケース 5 と同じ吹出口濃度であったケース 12 の濃度は、ステップ 6 で全外気運転に切り換わるので吹出口濃度が 0 になる。この変化が CFD (太い破線) と本手法 (○) でよく一致していることが分かる。

図 17 (2)は吸込口濃度の比較であり、ケース 2、5 と共に示してある。これも再循環風量率 0.75 からステップ 6 で全外気運転に切り換わり、ケース 2 の吸込口濃度からケース 5 の吸込口濃度に移行してゆく。運転切り換えにより濃度が速やかに低下することが分かる。吸込口濃度は CFD (太い破線) と本手法 (○) で十分に一致している。

図 17(3)、(4)は、汚染発生時の濃度の立ち上がり応答を比較するものである。CFD の細かい時間刻みに基づく滑らかな応答 (破線) からは、応答係数法の計算結果 (○, □, ◇) を結ぶ線分は少しずつれているが、パルスの各ステップの値 (○, □, ◇) においては、CFD と本手法の結果はほとんど完全に一致していることが確認できる。

2.3 考察

応答係数の定義から、本手法の結果と CFD の結果は、

公比を有限の項数以降で一定としたことによる誤差、再循環空気濃度の線形補間近似による誤差、数値計算の丸め誤差を併せた誤差の範囲内で同じ精度の結果が得られることは明らかである。検証計算の結果はこれが実際の計算によって検証されたことを示す。

本手法の計算時間が少ないのは、計算位置を特定のセルに絞ったことも大きな要因である。さらに定常流れ場の濃度分布の線形性を利用して、効率的な非定常計算 (畳み込み計算, Computation of convolution) を行ったためである。なお、応答係数の算出のために、流体解析コードによる気流・濃度数値解析が 2 回以上必要であることを強調しておく。

D. 結論

本研究では、生物化学兵器テロなどを想定した建築物の環境安全対策を作成するために、汚染質が建築物全体における一次元移流拡散過程及び各場所における濃度分布を予測できる数値解析手法を開発している。

汚染質の一次元移流拡散解析はマクロモデルに基づくネットワークモデルにより行われる。本研究で、COMIS と TRNSYS をそれぞれマクロモデルの Airflow model と Thermal Model として採用し、その連成解析により多数室建築物内に発生する熱・空気・汚染質の移流拡散を解明する。3 室モデルと私立病院モデルの計算結果から、この連成解析手法は汚染物質の建築物全体にわたる移流拡散過程の予測にはかなり有効であると考えられる。

定常流れ場における濃度の移流・拡散方程式が線形であることを利用して、応答係数法による濃度応答計算法を定式化した。有限な時間幅のパルスに対する応答係数は、流体解析コードを使用して計算し、この応答係数を用いた畳み込み計算によって濃度応答が精度よく計算できることを示した。計算例の結果から、再循環方式から全外気方式への運転切り換えをスムーズに移行できる空調システムを用意すれば、テロ等への対策としてかなり有効であると考えられる。

今後、COMIS、TRNSYS と濃度応答計算法の連成により新たな建築物の環境安全シミュレータを開発する。これによる計算は、建築物全体の流体数値解析と比べ

て計算負荷が大変低いと考えられ、様々の事故発生を想定した様々な状況に対し、多数のケースのシミュレーションを容易に実施することが可能である。

E. 参考文献

1. 吉野博, 劉京, 堀内通之, 澤地孝男: 住宅換気システムの COMIS モデルによる評価 (その1) 計算条件と評価方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 41274, pp.547-548, 1998 年 9 月.
2. 堀内通之, 吉野博, 劉京, 澤地孝男: 住宅換気システムの COMIS モデルによる評価 (その2) 各室における汚染質濃度の計算結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 41275, pp.549-550, 1998 年 9 月.
3. 劉京, 吉野博, 堀内通之, 澤地孝男: 住宅換気システムの COMIS モデルによる評価 (その3) 暖房期間における室内汚染の曝露量と換気負荷の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 41276, pp.551-552, 1998 年 9 月.
4. 内海康雄, 小林仁, 周波, 三田村輝章, 吉野博: TRNSYS による熱・空気シミュレーションについて (その1) TRNSYS によるシミュレーションの概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), 41488, pp.985-986, 2000 年 9 月.
5. 宮本麻理子, 内海康雄, 小林仁, 菅野雅博, 吉野博: TRNSYS による熱・空気シミュレーションについて (その2) 夏季における実験室の温度変動の解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), 41489, pp.987-988, 2000 年 9 月.
6. 空調設備基準委員会第2小委員会負荷計算法分科会報告: 電算機による動的空調負荷計算法, 空気調和・衛生工学第46巻第3号, pp.1-38, 1972年3月.
7. 空気調和・衛生工学会編: 空気調和・衛生工学便覧, 第12版, III, 第5編2章, 2001年.
8. 加藤信介, 伊藤和秀, 村上周三: 換気システムを変化させた場合の基準化居住域濃度, Visitation Frequency, Purging Flow Rate の系統的解析 第1報——オフィス空間を対象とした居住域換気効率の評価に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, No. 78, pp.45-56, 2003年7月.

9. 加藤信介, 伊藤和秀, 村上周三: 居住に気流障害物が設置されたオフィスの基準化居住域濃度, Visitation Frequency, Purging Flow Rate の系統的解析 第2報——オフィス空間を対象とした居住域換気効率の評価に関する研究, 空気調和・衛生工学会論文集, No. 96, pp.1-10, 2005年1月.

F. 研究発表

1. 論文発表

1. **Zhu, S.W.**, Kato, S., Yang, J.H.: Study on transport characteristics of saliva droplets produced by coughing in a calm indoor environment, *Building and Environment*. (In Press)

2. 学会発表

1. **Zhu, S.W.**, Kato, S., and Yang, J.H.: Investigation into airborne transport characteristics of airflow due to coughing in a stagnant indoor environment, 2006 ASHRAE Winter Meeting, 4834, January 21-25, 2006.
2. 朱晟偉, 加藤信介: 実験と数値解析による咳の吐出空気の拡散の可視化, 日本可視化情報学会全国講演会 (新潟2005) 講演論文集, Vol.25 Suppl.No.2, 20, A101, 2005年10月.
3. **Zhu, S.W.**, Kato, S., and Yang, J.H.: Investigation of airborne infection through coughing by using numerical analysis, The 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Beijing, China, M0-E2, 320, September 4-9, 2005.

厚生労働科学研究費補助金（健康科学研究事業）
分担研究報告書

建築物内における生化学物テロの対策に関する研究

分担研究者 柳 宇 国立保健医療科学院 建築衛生部 室長

研究要旨

本研究では、次年度以後の研究の基礎資料を得るために、3つの研究、即ち、研究1－建築物における生化学物テロ対策の現状に関する調査。研究2－浮遊微生物測定器の性能比較。研究3－浮遊微生物の測定における諸培地の比較、を行った。

研究1では、日本政府における生化学物テロの対策の現状、建築物を対象とした生化学物テロが起きた緊急時の対応方法、および平常時における生化学物テロの対策について、国内外の文献の調査およびインターネットの検索の結果、以下のことが明らかになった。

- [1] 日本政府は米国 9・11 同時多発テロ事件とその直後に起きた郵便物の炭疽菌混入事件を受けて、緊急な対応を検討し、政府全体、各都道府県行政機関、保健所の健康危機管理体制を構築するとともに、適時に十分な情報を円滑に国民に提供している。しかし、現状では、生化学物テロの対策は、必ずしもその発生場所を明確に想定されているものではない。
- [2] 建築物を対象とした生化学物テロが起きた緊急時の対応方法は、基本的に病原体または毒性化学物質の拡散を防ぐこと、即ち、空調と個別ファンを止め、居住者の避難通路を確保することであるが、病原体または毒性化学物質を検知できるセンサーが前提となっている。細菌をリアルで検知できる簡易センサーが開発されているが、その実用性について検証する必要がある。
- [3] 平常の対策手法としては、室内気流の適正計画、エアフィルタなどの空気清浄装置の設置と適正な管理のほか、空調システムの外気取入れ口の適正な設置と管理（セキュリティ）が重要である。

研究2では、衝突法の MBS-1000（1段）、アンダーセン（6段）、及びフィルタ法の MD8（ゼラチンフィルタ使用）を用いて行った同時測定の結果、MD8 は浮遊真菌と細菌の何れにおいても最も低い値を示した。また、浮遊真菌の測定にはアンダーセン、浮遊細菌の測定には MBS-1000 の方が高い値を示した。これらの結果を踏まえて、次年度では更なる検討を行う予定である。

研究3では、外気中の浮遊真菌における3種類の培地、即ち PDA、DG18、M40Y を用いて行った総真菌数、室内最も多く検出されるクラドスポリウム、ペニシリウムの測定結果、真菌の測定に PDA と DG18 はほぼ同じ性能を示すことが明らかになった。

研究 1 建築物における生化学物テロ対策の現状に関する調査

A 研究目的

在来、微生物、化学物質に関わる室内環境の問題についての取り込みは主として汚染実態の調査およびその濃度の低減方法に関するものであった。しかし、9・11 アメリカ同時多発テロ事件後、微生物、化学物質に係る空気汚染の問題については、平常時のみならず、生化学物テロが起きた緊急時においてもその対策が求められている。

本研究では、まず、日本政府における生化学物テロの対策の現状を調査し、本研究の対象である建築物における生化学物テロの対策の位置付けを明確にする。また、アメリカにおける建築物を対象とした生化学物テロの対策（緊急時）、及び今までの微生物汚染の対策方法（平常時）を調査し、次年度の実験的な検討において必要な基礎資料を得る。

B 研究方法

B-1 日本政府における生化学物テロ対策の現状

厚生労働省のホームページで公開された情報のほか、健康危機管理研修会などの資料を中心とした調査を行った。

B-2 建築物を対象とした生化学物テロの対策－緊急時

アメリカから出版された関連図書^{[1]～[3]}等の他、下記機関のホームページを検索し、必要な関連情報を入手した。

- ① U.S. Army Corps of Engineers
- ② Centers for Disease Control and Prevention (CDC)
- ③ Department of Defense
- ④ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)
- ⑤ National Air Filtration Association (NAFA)
- ⑥ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)
- ⑦ LBNL:Lawrence Berkeley National Laboratory
- ⑧ Environmental Protection Agency (EPA)
- ⑨ World Health Organization (WHO)

B-3 建築物を対象とした生化学物テロ対策－平常時

平常時の対策方法は基本的に病原体（微生物）と毒性化学物質汚染濃度を低減することである。化学物質を除去するのに、特殊なフィルタ（ケミカルフィルタ）が必要になり、そのようなフィルタが一般のオフィスビルなどで設置されていない。一方、浮遊微生物粒子を含めた粒子状物質の除去にエアフィルタが有効であることは知られているが、微生物粒子に対する除去性能の特性については必ずしも明確にされていない。ここでは、エアフィルタによる微生物粒子の除去について考察を行った。

C. 研究結果

C-1 日本政府における生物テロ対策の現状

9・11 米国同時多発テロ事件を受けて、日本政府が緊急にテロ対策の検討に入り、適時に情報公開を行って来ている。また、政府全体の危機管理においては内閣総理大臣がトップで、一般職定員483名（平成13年）との体制をとっている。

表-1-1 に厚生労働省のホームページで公開されている「国内の緊急テロ対策関係」の情報を示す（2006年3月現在）。厚生労働省が9・11米国同時多発テロ事件発生後1ヶ月以内に、国内におけるテロ事件発生についての対応に関する情報を公開していることが分かる。また、9・11事件直後に起きたアメリカの郵便物に炭疽菌の混入事件（2001年10月）を受けて、数回にわたって炭疽菌に関する必要な情報を公開している。その後、感染症（野兔病、ボツリヌス症、天然痘）の診断、治療、および対応について多くの情報を適時に公開している。

炭疽菌のほか、上記のボツリヌス症、天然痘などが生物テロに使用される可能性のある物質として懸念されている。世界保健機構（WHO）では、生物テロに使用される可能性の高い病原体として29例を挙げているが、なかでも、天然痘は特に危険性が高く、優先して対策を立てる必要があるものの一つとしている。日本政府では、平成16年5月14日に「天然痘対応指針（第5版）（厚生労働省健康局結核感染症課）」を公表し、その基本方針は、以下の状況設定と対応を行うことである。

レベル I（平常時）：生物テロ発生の漠然とした危惧はあるものの、国内における発生の蓋然性が

表-1-1 国内の緊急テロ対策関係

掲載日	タイトル
2005/4/5	医療機関, 衛生検査所, 地方衛生研究所, 保健所等における病原性微生物等の管理の強化について
2004/8/5	天然痘対策指針
2003/12/18	国内のテロ事件発生に係る対応について
2003/12/18	病原性微生物等の管理の強化について
2003/12/16	国内のテロ事件発生に係る対応について
2003/3/20	国内のテロ事件発生に係る対応について
2002/11/6	感染症の診断・治療ガイドライオンの追補改訂版の送付について(平成14年8月29日通知)
2002/10/31	国内のテロ事件発生に備えたテロ対策の再点検等について(平成14年10月29日科発第1029003号等通知)
2002/10/31	国内のテロ事件発生に備えたテロ対策の再点検等について(平成14年10月29日科発第1029003号-2, 3)
2002/6/3	感染症の診断・治療ガイドライオンの追補改訂版の送付について
2002/6/3	厚生科学審議会感染症分科会感染症部会 大規模感染症事前対応専門委員会報告書～生物テロに対する厚生労働省の対応について～
2002/1/11	炭疽菌等の汚染のおそれのある場合の対応について
2001/12/27	感染症の診断・治療ガイドラインの追補改訂版の送付について
2001/11/16	炭疽菌感染症に係る治療薬の健康保険制度上の取り扱いについて(平成13年11月16日保医発第271号通知)
2001/10/26	第2回緊急テロ対策本部会議終了後報告メモについて
2001/10/26	炭素が疑われる患者の診断のポイント
2001/10/19	福島県内郵便局で発見された不審な郵便物に対する厚生労働省の対応
2001/10/18	炭疽菌等の汚染のおそれのある郵便物等の取扱いについて(検査を含めた対応の流れ)(平成13年10月18日科発第467号等通知)
2001/10/18	炭疽に関する意見書(社団法人 日本感染症学会)について
2001/10/18	炭疽菌の検査法に関する講習会の開催について(平成13年10月17日通知)
2001/10/16	病原性微生物等の管理の強化について(平成13年10月15日科発第456号通知)
2001/10/15	生物兵器テロの可能性が高い感染症について
2001/10/15	「米国の同時多発テロ」における炭疽菌等の汚染のおそれのある封筒の取扱い方法について
2001/10/12	国内における生物テロ事件発生を想定した対応について(平成13年10月11日通知)
2001/10/9	「米国の同時多発テロ」を契機とする国内におけるテロ事件発生に関する対応について(平成13年10月8日科発第443号通知)
2001/10/5	「米国の同時多発テロ」を契機とする国内におけるテロ事件発生に関する対応について(平成13年10月4日科発第438号通知)

具体的にはない状態。現在は、この状況と考えられる。

レベルⅡ（蓋然性上昇時）：生物テロ発生の蓋然性が高いと判断されるに至った場合。

レベルⅢ（国内患者発生時）：国内において異常な感染症の発生動向を察知し、生物テロの発生が強く疑われる場合。

また、上記の各状況レベルに対してその対応も示されている。レベルⅠに対する対応は、通常の感染症対策の充実・強化、体制構築、医薬品の確保などである。レベルⅡに対する対応は、感染症発生動向の調査、特定職種に対する感染症予防措置、国民への十分な情報提供などである。レベルⅢに対する対応は、必要な医薬品の円滑な供給と配分、医療の提供、まん延の防止措置などである。

日本政府は2006年3月10日の閣議で、「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律等の一部を改正する法律案（感染症法改正案）」を決定、国会に提出した。改正案の柱の一つは“生物テロや事故による感染症の発生・まん延を防止するための病原体等管理体制の確立”である。

以上の調査結果より、日本政府が9・11米国同時多発テロ事件を受けて、緊急に必要な対策を検討し、健康危機管理体制を構築すると同時に、適時に生化学物テロの対策に関する情報を公開していることが分かった。

C-2 建築物を対象とした生化学物テロの対策—緊急時

現代の殆ど全ての建築物に空調システムが備えられている。その空調システムは居住者に快適、清浄な空気を供給するためのものであるが、生化学物テロを企んでいるテロリストにとって、病原体や毒性化学物質などをばら撒く道具にもなりうる。

建築物を生化学物テロの対象とされた場合、病原体や毒性化学物を図-1-1に2箇所、即ち外気取入口①と室内②に放出される可能性がある。外気取入れ口に病原体が放出された場合、空調機のエアフィルタを透過する病原体、または毒性化学物が各室内に侵入する。室内に放出された場合、その病原体または化学物が還気（RA）口、還気ダクトを介して再び空調機に入り、エアフィルタを透過した病原体はその空調システムが受け持つ各室内に拡散する。粒径の大きい病原体は空調系統のダ

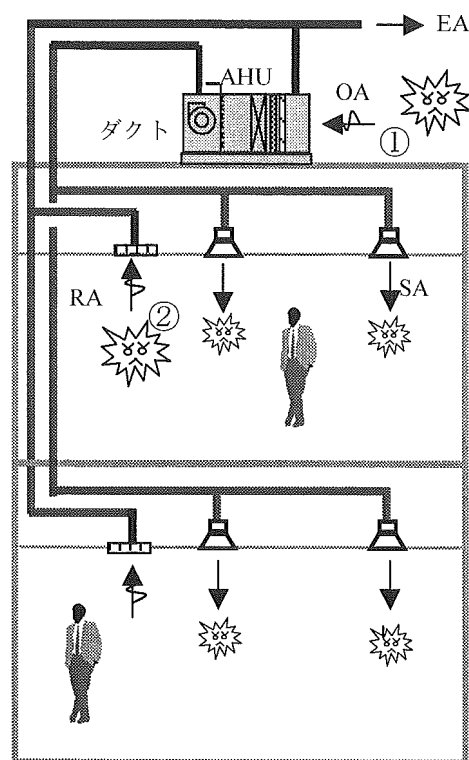


図-1-1 建築物における生化学物テロのイメージ

クトなどの各パーツに沈着したり、一部がエアフィルタによって除去されたりするが、ウィルスのような小さい粒子、とくにガス状の毒性化学物質に対して、一般オフィスビルなどで設置している中性能エアフィルタによる捕集が殆ど期待できない。LBNLの研究報告では、生化学物テロを受けた場合の対策を以下のように推奨している^[4]。

- ① 暴露者数を最小限にする：被暴者を特定し、必要な処置を施す。
- ② 空調運転を停止する。全てのダンパと空調機に連動していないファンを止める。
- ③ 外気による階段の加圧を行い、避難通路を確保する。
- ④ 被暴者を隔離する。

C-3 建築物を対象とした生化学物テロの対策—平常時

平常の対策は室内気流の適正な計画・運用とエアフィルタによる微生物を含めた粒子状物質除去の方法がある。気流計画については、分担研究報告書（分担研究者：加藤信介教授）を参照されたい。ここでは、主として、エアフィルタによる微生物粒子の除去のメカニズムとその現状について考察を行う。