

#### D. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- アマルガム充填物の採取、ヒアリング、および治療時のデータ収集を行い、24検体のアマルガム採取、ヒアリングデータが得られた。アマルガム充填物の重量は10~340mg(算術平均127mg)であったが、経過年数とともに重量は減少する傾向がわずかに見られた。
- アマルガム充填物の減少傾向から、イギリスよりも日本の方がアマルガム処置歯あたりの水銀量は少なく、91mg/本程度であることと、経過年数とともに口腔内アマルガム中の水銀が5.5 $\mu$ g/dayの割合で減少していることが明らかとなった。
- 本研究で別途実施した火葬排ガス中水銀のデータを用いて、我が国の火葬場からの水銀排出量を算出した結果、43kgHg/年と算出されたが、歯科治療歴から水銀排出量を予測した結果、27kgHg/年と予測され、近い値が得られた。これまでに歯科治療歴から推測した値は、1,670~2,380kg/年とされ、大きな差があったが、この原因は、本研究での結果より、水銀の初期充填量が海外より低いこと、および経年変化による、アマルガム中水銀の減少を考慮していないことによるものと考えられた。
- 無機水銀の体内動態を評価するPBPKモデルを構築し、人における体内動態を評価した。5つのコンパートメントのPBPKモデルにおいて、ラットで求められた移動係数から推定した値などを用いることで、血中濃度や尿中排泄濃度の再現性という点で比較的信頼性の高いPBPKモデルを作成することができた。さらにこのモデルを用いて、歯科治療用の水銀アマルガムからの曝露に起因する尿中排泄量を評価した。その結果、WHOが人体に悪影響を及ぼす指標よりも少ないことが分かり、腎障害を懸念するレベルではないことが推定された。
- 本研究においては、アマルガム充填期間を約10年間として数値シミュレーションを行ったが、大阪歯科大学において実施した歯科患者からのアマルガム充填物の採取と、ヒアリング、および治療時のデータ収集からは充填期間が40年間と長期間におよぶものもあり、また充填歯が複数に及ぶケースも想定される。アマルガム充填歯中の水銀は10年間で約10%程度が体外に排出される計算結果となり、下水等環境中への放出量は相当量あることが推定される。充填歯の数、充填物の大きさ、使用期間についてより詳細なデータを収集し、シミュレーションを行う必要がある。

## E. 研究発表

該当なし（平成22年3月31日現在）

## F. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし（平成22年3月31日現在）

## 【参考文献】

- 1) 食品安全委員会における食品健康影響評価書(魚介類等に含まれるメチル水銀について) <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/suigin/dl/050812-1-04-1b.pdf>
- 2) 堂本真吾、高岡昌輝、松本忠生、大下和徹、武田信生：火葬炉における水銀の排出挙動調査、大気環境学会誌、Vol.41, No.6, pp.309-319 (2006)
- 3) Masaki Takaoka, Nobuo Takeda, Takeshi Fujiwara, Masato Kurata, Tetsuo Kimura: Control of Mercury Emission from a Municipal Solid Waste Incinerator in Japan, *Journal of Air & Waste Management Association*, Vol.52, August 2002, pp.931-940 (2002)
- 4) Allan Mills: Mercury and Crematorium Chimneys, *Nature*, Vol.346, p.16 (1990)
- 5) 鈴木継美：環境汚染物質(特にメチル水銀)に対するヒトの適応能、産業医学レビュー、Vol.2, pp.25-36 (1989)
- 6) Piikivi, L. and H. Hamminen: Subjective symptoms and psychological performance of chlorine-alkali workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol.15, No.1, pp.69-74 (1989)
- 7) Fawer, R.F., Y. de Ribaupierre, M.P. Guillemin, M. Berode, and M. Lob.: Measurement of hand tremor induced by industrial exposure to metallic mercury. *British Journal of Industrial Medicine*, Vol.40, No.2, pp.204-208 (1983)
- 8) Farris, F.F., Dedrick, R.L., Allen, P.V., and Smith, J.C.: Physiological Model for the Pharmacokinetics of Methyl Mercury in the Growing Rat. *Toxicology and Applied Pharmacology*, Vol.119, No.1, pp.74-90 (1993)
- 9) Carrier, G., et al.: A toxicokinetic model for predicting the tissue distribution and elimination of organic and inorganic mercury following exposure to methyl mercury in animals and humans. II. Application and validation of the model in humans. *Toxicology and Applied Pharmacology*, Vol.171, No.1, pp.50-60 (2001)
- 10) 篠本祐介：トランスフォーメーションアッセイの発がんリスク評価への適用、京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻修士論文 (2007)
- 11) ICRP.: Publication 89 Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection. *Annals of ICRP* (2002)

- 12) Smith, J.C., et al.: The Kinetics of Intravenously Administered Methyl Mercury in Man, *Toxicology and Applied Pharmacology*, Vol.128, No.2, pp.251-256 (1994)
- 13) 岡本明、子田晃一、岩久正明、細田裕康：各種市販アマルガムの金属組織学的研究、*歯科材料・器械*、Vol.2, No.5, pp.548-563 (1983)
- 14) I.Skare: Mass Balance and Systemic Uptake of Mercury Released from Dental Amalgam Fillings, *Water, Air and Soil Pollution*, Vol.80, pp. 59-67 (1995)
- 15) Clarkson TW, Friberg L, Hursh JB, Nylander M.: The prediction of intake of mercury vapor from amalgams In: Clarkson TW, Friberg L, Nordberg GF, Sager PR, editors. *Biological Monitoring of Toxic Metals*. New York: Plenum Press. pp. 247-264 (1988)
- 16) 厚生労働省：統計一覽、保健・衛生行政業務報告（衛生行政報告例）、平成20年度衛生行政報告例、第23表 埋葬及び火葬の死体・死胎数並びに改葬数、都道府県—指定都市—中核市（再掲）別
- 17) Sandborgh-Englund, G, Elinder, C-G, Johanson, G, Lind, B., Skare, I., and a, J.E.: The Absorption, Blood Levels, and Excretion of Mercury after a Single Dose of Mercury Vapor in Humans. *Toxicology and Applied Pharmacology*, Vol.150, pp.146-153 (1998)
- 18) Takahashi, Y., et al.: Release of mercury from dental amalgam fillings in pregnant rats and distribution of mercury in maternal and fetal tissues, *Toxicology*, Vol.163, Nos.2-3, pp.115-126 (2001)
- 19) Vimy, M.J. and F.L. Lorscheider: Serial Measurements of Intra-oral Air Mercury - Estimation of Daily Dose from Dental Amalgam, *Journal of Dental Research*, Vol.64, No.8, pp.1072-1075 (1985).
- 20) WHO, IPCS, Environmental Health Criteria 118 Inorganic mercury (1991)
- 21) Camner, P. and B. Bakke: Nose or Mouth Breathing, *Environmental Research*, Vol.21, No.2, pp.394-398 (1980)
- 22) Gleeson, K., et al.: Breathing Route during Sleep, *American Review of Respiratory Disease*, Vol.134, No.1, pp.115-120 (1986)
- 23) Berglund, A.: Estimation by a 24-hour Study of the Daily Dose of Intraoral Mercury-vapor Inhaled after Release from Dental Amalgam, *Journal of Dental Research*, Vol.69, No.10, pp.1646-1651 (1990)

## 付 録

- 資料 1 大阪歯科大学 医の倫理委員会に提出した研究計画書
- 資料 2 大阪歯科大学 医の倫理委員会に提出した研究等審査申請書
- 資料 3 大阪歯科大学 医の倫理委員会 承認証
- 資料 4 患者への説明文章
- 資料 5 同意書
- 資料 6 採取したアマルガム充填物の表面拡大写真

## 付録資料 1

## 研究計画書

## 申請者

所属 口腔外科学第一講座

職名 教授

氏名 森田 章介 印

## 研究課題

歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価

## 研究目的

歯科用アマルガム充填材は過去に歯科材料の一つとして多用されてきた。最近の火葬時排ガス中の水銀測定研究により、最終的な患者の保有するアマルガム中の水銀量が歯科材料統計や工業統計からのアマルガム量と大きく異なることが指摘されている。これは、文献で報告されている歯科用アマルガム充填量の原単位が異なること、あるいは充填材として保有している間に水銀が体内に摂取され、代謝されていることなどが原因として考えられる。歯科用アマルガム充填材による健康リスクが明らかになれば、本充填歯の対処について評価できるとともに、国連環境計画が作成しているグローバルマーキュリーアセスメント（世界的水銀評価・管理）にも寄与する。

## 方法（対象・方法）詳細に

1. 対象：要抜去と診断された歯科用アマルガム充填歯を有する患者を対象とする。
2. ヒアリングデータ：抜去歯の歯科用アマルガム充填の時期を聴取する。
3. 抜去歯からの歯科用アマルガム充填材の採取：歯科用タービン、バーを用いて充填材を採取する。
4. 採取した充填材中の水銀量を分析：加熱気化全自動水銀測定装置を用いて測定する。
5. ヒアリングデータと水銀量の分析結果から、本充填材の経年変化を明らかにするとともに、排出量推計値を見直す。
6. これらの結果から、体内動態評価モデルによる充填材からの水銀健康リスク評価を行う。

## 付録資料 2

&lt;第 1 号様式&gt;

※受付番号

平成 年 月 日

大阪歯科大学

医の倫理委員会委員長 殿

実施責任者（申請者）

所 属 口腔外科学第一講座

職 名 教授

氏 名 森 田 章 介 印

## 研究等審査申請書

下記について、審査を申請します。

## 記

1. 課題名	歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価
2. 所属長（氏名・印）	森 田 章 介 印
3. 研究責任者（氏名・印）	森 田 章 介 印
4. 研究等担当者（所属・氏名）	大阪歯科大学口腔外科学第一講座 森田章介、井関富雄、田伏 信、松本和浩、福地和秀 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 森澤眞輔、米田 稔、高岡昌輝、中山亜紀
5. 研究等の概要	<p>1) 目的</p> <p>過去に充填された歯科用アマルガム充填材中の水銀を分析し、本充填材の経年変化を明らかにすることにより、水銀による健康リスクを評価する。</p> <p>2) 背景および意義</p> <p>歯科用アマルガム充填材は過去に歯科材料の一つとして多用されてきた。最近の火葬時排ガス中の水銀測定研究により、最終的な患者の保有するアマルガム中の水銀量が歯科材料統計や工業統計からのアマルガム量と大きく異なることが指摘されている。これは、文献で報告されている歯科用アマルガム充填量の原単位が異なること、あるいは充填材として保有している間に水銀が体内に摂取され、代謝されていることなどが原因として考えられる。歯科用アマルガム充填材による健康リスクが明らかになれば、本充填歯の対処について評価できるとともに、国連環境計画が作成しているグローバルマーキュリーアセスメント（世界的水銀評価・管理）にも寄与する。</p>

## 3) 対象および報奨の有無

本倫理委員会承認後、要抜去と診断された歯科用アマルガム充填歯を有する患者を対象とする。抜去歯の試料は連結不可能匿名化する。

報奨は無である。

## 4) 方法

過去に充填された歯科用アマルガム充填材中の水銀を分析し、本充填材の経年変化を明らかにすることによって排出量推計値を見直すとともに、水銀による健康リスクを評価する。平成 20 年度は、抜去歯からの歯科用アマルガム充填材の採取および充填材中の水銀分析を行なう。また、ヒアリングデータを収集し、整理するとともに、体内動態評価モデルを作成する。平成 21 年度も歯科用アマルガム充填材中の水銀分析を行なうとともに、これらのデータとヒアリングデータとを対応させ、アマルガム中の水銀含有量に原単位を求める。さらに体内動態評価モデルによる充填材からの水銀健康リスク評価を行う。

## 5) 期間

平成 20 年度大阪歯科大学・医の倫理委員会承認後～平成 22 年 3 月 31 日

## 6) 資金

平成 20 年度厚生労働科学研究費、および平成 21 年度厚生労働科学研究費

## 7) 審査を希望する理由

治療目的で抜去された歯を用いるため。

## 6. 研究等の実施場所

大阪歯科大学附属病院本館 4 階口腔外科診療室

## 7. 研究等における歯学・医学、倫理的および社会的配慮

## 1) 研究等の対象となる個人の権利および福祉を守るための配慮

ヘルシンキ宣言最新版の諸原則に従い、連結不可能匿名化された試料を取り扱う。よって試料提供者のプライバシーが侵害されることはない。

## 2) 研究等の対象となる個人にもたらされると予測される利益と不利益

試料提供者に直接もたらされる利益も不利益もない。

## 3) 研究等によってもたらされると予測される歯学・医学的並びに社会的利益

歯科用アマルガム充填材による健康リスクが明らかになれば、アマルガム充填歯の処置について評価でき、今後の治療に有用である。更に患者の QOL の向上につながる。

## 4) 研究等の対象となる個人に理解を求め同意を得る方法

説明文書を用いて説明し、理解が得られたことを確認した後、書面にて同意を得る。

## 5) その他考慮すべき事項（研究等の社会的影響）

特になし。

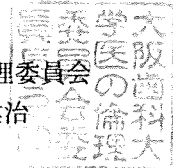
8. その他の参考事項（本課題に関連した国内外の事情、文献等）

1. Mills A. Mercury and crematorium chimneys. *Nature* 346 : 615 1990.
2. 堂本真吾, 江口正司, 高岡昌輝, 松本忠生, 大下和徹, 武田信生. 火葬炉における水銀の排出挙動調査. *大気環境学会誌* 41 : 309-319 2006.
3. SKARE I. Mass balance and systemic uptake of mercury released from dental amalgam fillings. *Water, Air and Soil Pollution* 80 : 59-67 1995.



## 承 認 証

大阪歯科大学 医の倫理委員会  
委員長 覚道 健治



本学「医の倫理委員会」規程に基き会議の議を経て承認を得たことを証明します。

承認番号： 大歯医倫 080506 号

承認年月日： 平成 20 年 5 月 14 日

課 題 名： 「 歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価 」

所属長： 森田章介

所属： 口腔外科学第一講座

職名： 教授

申請者： 森田章介

所属： 口腔外科学第一講座

職名： 教授

研究等担当者

所属： 口腔外科学第一講座

氏名： 森田章介、井関富雄、田伏 信、松本和浩、福地和秀

所属： 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

氏名： 森澤真輔、米田 稔、高岡昌輝、中山亜紀

## 付録資料 4

### 説 明 文 書

研究題目： 歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価

#### はじめに

本研究は大阪歯科大学・医の倫理委員会の承認を得て実施される研究です。あらかじめ本研究について正しく理解したうえで、あなた自身の自由な意志に基づいて本研究に参加するか否かの判断をしてください。研究の内容等について具体的に説明しますので、不明な点があれば遠慮なく質問してください。

#### 1. 研究を目的とすることおよび研究の目的

過去に充填された歯科用アマルガム中の水銀を分析し、歯科用アマルガム充填材の経年変化を明らかにし、水銀による健康リスクを評価することを目的としています。

#### 2. 研究の意義

歯科用アマルガム充填材による健康リスクが明らかになれば、アマルガム充填処置について評価できるとともに、また国連環境計画が作成しているグローバルマーキュリーアセスメント（世界的水銀評価・管理）にも寄与します。

#### 3. 研究の方法

提供いただいた歯科用アマルガム充填材中の水銀量を測定すること、および充填材の履歴について調査することにより、歯科用アマルガム充填材の経年変化を明らかにします。また、この結果を用いて、歯科用アマルガム充填材の健康リスクを評価します。

#### 4. 費用負担および研究資金

研究については厚生労働省科学研究費を用いて行っています。治療に関わる費用はご負担していただきます。

#### 5. 被験者に予測される利益と不利益

本研究に参加されても、あなたには直接的な利益はありません。抜去歯を用いますので直接的な不利益が生じることもありません。さらに、連結不可能匿名化して（組織の提供者が誰であるかわからないようにして）研究を行いますので、あなたのプライバシーも守られます。

#### 6. 研究に参加する期間および報奨の有無

本研究は平成20年6月1日～平成22年3月31日まで実施されますが、あなた自身が研究に参加するために要する期間は、治療のための処置時のみで、それ以外にはありません。また、報奨はありません。

#### 7. 健康被害が発生した場合の対処

要抜去歯と診断され、抜去した歯の歯科用アマルガム充填材を利用した研究のため、研究に参加することによる健康被害が発生することはありません。

#### 8. プライバシーの保護

本研究から得られた情報・成果が教育のために使用されたり、学術目的で発表されたりすることがあります。しかし、氏名をはじめとしてあなた個人を特定できるような情報が公表されることはありません。あなたのプライバシー保護については十分に配慮します。

#### 9. 研究の中止

本研究の担当者あるいは責任者が研究の継続に問題があると判断した場合、研究の一部もしくは研究全体が中止されます。

#### 10. 研究に係るその他の必要事項

本研究の成果が直接的に経済的利益をもたらす可能性はありません。したがって、この研究によって知的所有権が発生する可能性はほとんどありませんが、知的所有権が発生した場合には、その権利は本学に帰属します。

#### 11. 研究参加の自由

本研究の内容についてよく理解していただいたうえで、あなた自身の判断で研究に参加するかどうか決定してください。研究に参加しなくとも何ら差し支えはありません。また、研究に参加しないからといってあなたが不利益を受けることはありません。

#### 12. 研究参加撤回の自由

研究への参加に一度同意された場合でも、いつでもこれを撤回できます。また、そうされたからといってあなたが不利益を受けることはありません。ただし、試料の連結不可能匿名化後は、撤回できないこととなります。

#### 13. 説明を求める自由

研究についての説明を求めたいときや、研究中に心配なことがありましたら、いつでも遠慮なく申し出てください。

## 14. 研究に関する問い合わせ先及び研究責任者・研究担当者氏名

研究責任者	大阪歯科大学 口腔外科学第一講座	森田章介
研究担当者	大阪歯科大学 口腔外科学第一講座	井関富雄
	大阪歯科大学 口腔外科学第一講座	田伏 信
	大阪歯科大学 口腔外科学第一講座	松本和浩
	大阪歯科大学 口腔外科学第一講座	福地和秀
	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻	森澤真輔
	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻	米田 稔
	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻	高岡昌輝
	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻	中山亜紀

540-0008 大阪市中央区大手前 1-5-17

大阪歯科大学口腔外科学第一講座 電話 06-6910-1076

615-8540 京都市西京区京都大学桂

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 電話 075-383-3336

## 付録資料 5

## 同 意 書

殿

研究題目： 歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価

1. 研究を目的とすることおよび研究の目的
2. 研究の意義
3. 研究の方法
4. 費用負担および研究資金
5. 被験者に予測される利益と不利益
6. 研究に参加する期間および報奨の有無
7. 健康被害が発生した場合の対処
8. プライバシーの保護
9. 研究の中止
10. 研究に係るその他の必要事項
11. 研究参加の自由
12. 研究参加撤回の自由
13. 説明を求める自由
14. 研究に関する問い合わせ先および研究責任者・研究担当者氏名

私は「歯科用アマルガム充填材の経年変化および健康リスクの評価」の研究に協力するにあたり、研究担当者 \_\_\_\_\_ より上記について説明を受け十分に理解しました。ついで、納得した上で研究に参加することを同意致します。

平成 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

同意者氏名（署名/記名・印） \_\_\_\_\_

住所 \_\_\_\_\_

代理人氏名（署名/記名・印、続柄） \_\_\_\_\_

研究担当者氏名 \_\_\_\_\_ 印

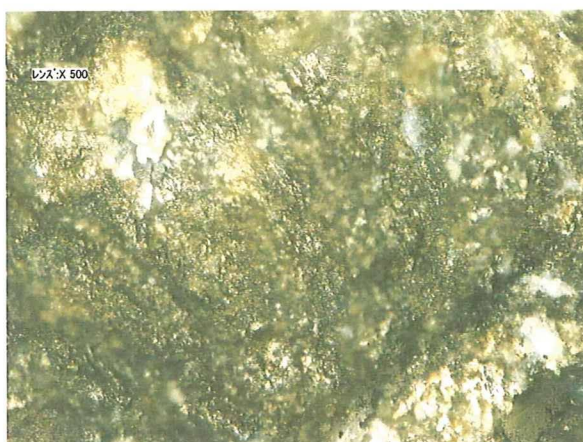
研究責任者氏名 森田章介 印

## 付録資料 6

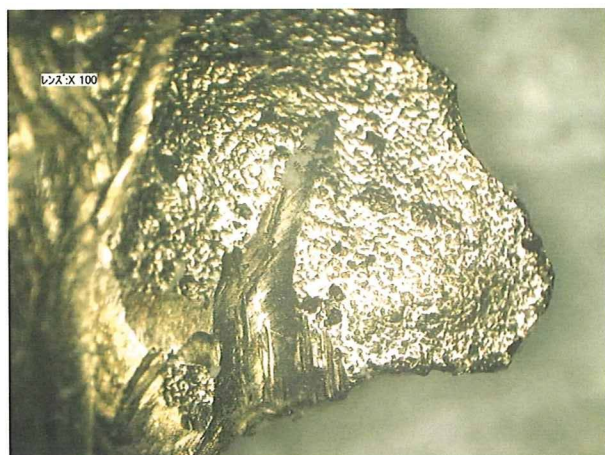
1番 100倍



1番 500倍



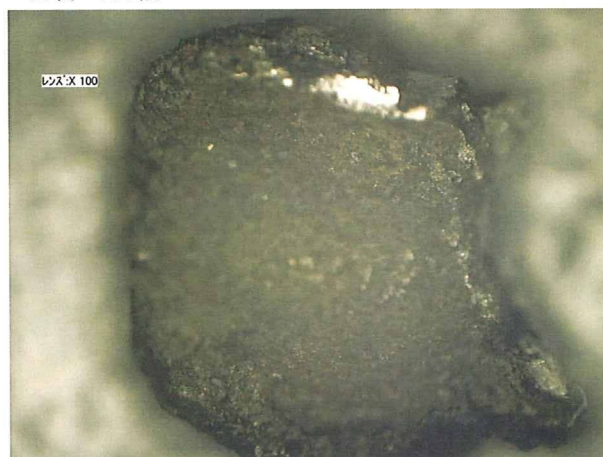
3番 100倍



3番 500倍



18番 100倍



18番 600倍



付図1 採取したアマルガム充填物の表面写真

## 第5章 火葬場における低煙突が拡散に与える影響に関する調査

### A. 研究目的

火葬場から大気への有害物質の排出は、ダイオキシン類や、水銀等をはじめとする重金属が懸念されているが、火葬場における煙突（排気筒）は、排出ガスの大気拡散を考慮し、できるだけ高いほうが望ましい。しかし、実際には、住民への配慮や、景観上の問題等から、やむを得ず煙突高さは低く設定されているケースが多いとされてきたり。直近の調査では、平成21年10月に、厚生労働省健康局生活衛生課が、火葬実績のある全国1,447施設の火葬場に対し、火葬炉構造や、その維持管理、有害物質の排出状況に関するアンケート調査を実施しており<sup>2)</sup>、この結果によると、煙突高さは10m以下が、全体の60～80%を占めており、現状としても、火葬場は、低煙突である傾向にあると言えることが明らかとなっている。しかし、排出された有害化学物質について、この火葬場特有の低煙突について拡散の評価が十分できていない状況にある。

したがって、本研究では、火葬場からの有害物質の排出、およびその拡散に関連して、火葬場特有の低煙突の影響をシミュレーションにより推定することを目的とした。具体的には、新型、旧型のモデル火葬場を、これまで蓄積してきた実測データ、および火葬場の建設・維持管理マニュアル<sup>3)</sup>等から想定し、設定ケース毎のシミュレーション結果を比較することにより、煙突高さ、煙突上部における遮蔽物の有無が、ダイオキシン類、水銀、六価クロムの地表面等における濃度分布、最大着地濃度等に与える影響を明らかにした。

なお、本研究における、火葬場からの有害物質拡散シミュレーションに関しては、実測データを基にしつつも、いくつかの仮定を含むため、その最大着地濃度等を、実際の環境基準等に照らし比較することは、さらなる詳細な検討を要する。したがって本章では、各シミュレーションケースの相対比較により、煙突高さ等の影響を評価するにとどめる。

### B. 研究方法

#### 1. 拡散シミュレーション方法と、モデル火葬場の概要

火葬場からの排ガスの拡散シミュレーションは、主としてMETI-LISモデルを用い、委託により実施した。METI-LISモデルは、経済産業省が開発し、低煙突からの有害物質の拡散予測が可能なプログラムである。排出源と近傍の建屋の位置関係によりダウンウォッシュを生じる場合はダウンウォッシュを考慮できる拡散モデルになっている<sup>4)</sup>。

火葬場の設置条件は、火葬炉の構造や、その立地条件も含めると多岐にわたるため、本研究では、モデル火葬場を設定し、有害物質の拡散の状況を推定することとした。特に、2007年の4施設の調査、本研究で2008年に実施した7施設、計11施設における、22件の



火葬の調査の結果<sup>9)</sup>、ダイオキシン類や六価クロムの大気への排出は、集じん機としてバグフィルターが設置され、その後段に触媒反応塔や、活性炭吸着設備が設置された新型の炉と、集じん機が設置されていない、旧型の炉とで、大きく異なり、前者の方が、大幅に排出量が削減されている傾向が見られた。

そこで、新型火葬場（モデル火葬場 A）と旧型火葬場（モデル火葬場 B）をこれまでの調査結果、および火葬場の建設・維持管理マニュアル<sup>9)</sup>から設定した。

## 2. 構造的な設定値

火葬炉の構造的な設定値を表 B.2.1 に示す。1 火葬場における炉数は、8 炉で統一し、一日あたり 1 火葬場で 8 体の火葬を行うものとした。この値は、2007 年の調査、および本研究で 2008 年に実施した 11 施設における火葬場の調査結果<sup>9)</sup>の平均値により決定した。この場合、一日あたり必ず 1 炉で 1 体の火葬を実施することとなる。また、火葬場の年間運転日数は、友引には火葬が避けられるケースが多いことに加え、年末年始の休業やメンテナンス日を考慮し、年間 300 日として設定した。したがってこれらの火葬炉では、年間 2,400 体の火葬が行われるとした。

表 B.2.1 火葬炉の構造的な設定値

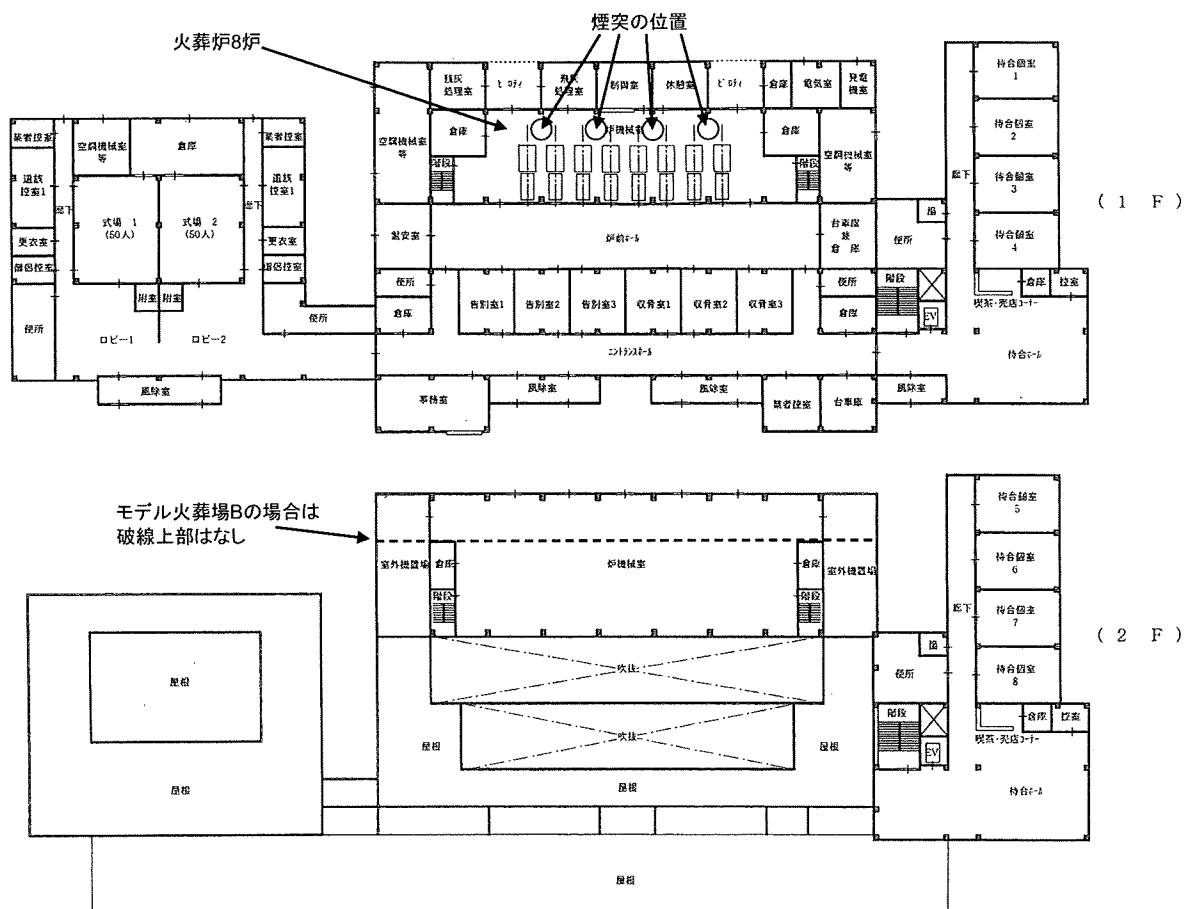
項目	単位	モデル火葬場A	モデル火葬場B
火葬数	体/年	2400	2400
炉数	台	8	8
一日火葬数	体/日	8	8
一炉火葬数	体/台/日	1	1
主燃焼炉:再燃焼炉の比	—	1:1	1:1
火葬炉:排ガス処理系統の比	—	2:1	2:1
集じん機	—	バグフィルター	なし
高度排ガス処理設備	—	触媒装置	なし
煙突数	本	4	4
煙突数あたり火葬数	体/本/日	2	2
煙突内径	mφ	0.97	0.63
煙突断面積	m <sup>2</sup>	0.74	0.31
煙突高さ	m	15, 30	10, 30
煙突の間隔	m	6	6
煙突遮蔽物	—	有、無	有、無
煙突遮蔽物の煙突出口からの高さ	m	0.4	0.4
煙突遮蔽物の径	mφ	1.97	1.63
屋上コンクリートフェンス高さ	m	1.5	2.2



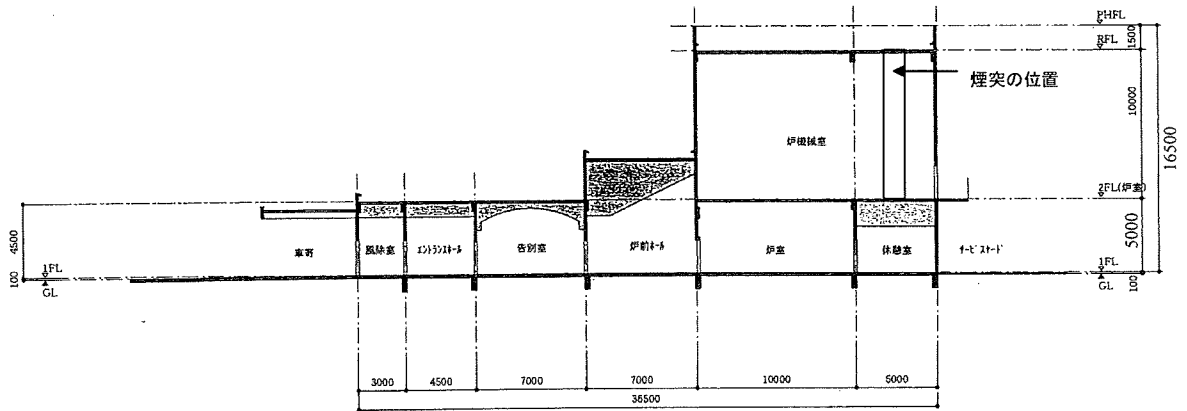
モデル火葬場における火葬炉は、主燃焼炉に再燃焼炉が1:1で設置され、より後段の、排ガス処理系統は、2炉について1系統とした。したがって、煙突は計4本設置されることとなる。モデル火葬場Aではバグフィルター、および触媒装置を設置し、モデル火葬場Bでは集じん機や高度排ガス処理装置は設置しないこととした。

煙突の形状は円筒形とし、内径は、モデル火葬場Aにおいては、これまで2007年の4施設の調査、本研究で2008年に実施した7施設、計11施設の火葬場<sup>9)</sup>のうち、比較的新しい施設（平成14年以降に設置された5施設）における平均値：0.97mとし、モデル火葬場Bにおいては、比較的古い施設（平成3年以前に設置された5施設）における平均値：0.63mとし、それぞれ断面積を算出した。新しい炉と古い炉で煙突の内径に、なぜ、このような違いが現れるかははっきりしないが、ここでは、実データに基づいて設定することとした。

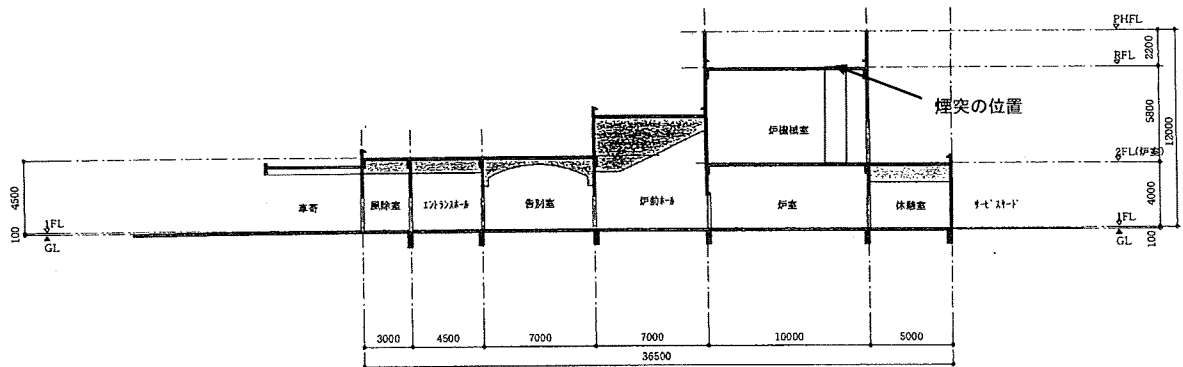
また、火葬場の建物のレイアウトについては、火葬場の建設・維持管理マニュアル<sup>3)</sup>を参考に、図B.2.1（平面図）、図B.2.2、図B.2.3（断面図）に示すレイアウトにしたがうものとした。モデル火葬場A、Bともに平面図はほぼ変わらないが、断面については、バグフィルター等を設置する場合には、その設置スペースや階高が必要であり、図B.2.2にお



図B.2.1 モデル火葬場A、Bにおける平面図<sup>3)</sup>



図B.2.2 モデル火葬場Aにおける断面図<sup>3)</sup>



図B.2.3 モデル火葬場Bにおける断面図<sup>3)</sup>

ける炉機械室を、図B.2.3よりも大きく取らなければならない。また煙突は、火葬炉特有の構造で、炉機械室上部RFLに開口部があり、6m間隔で、4箇所設置されるものとし、屋上に設けられたコンクリートフェンスにより外部からは見えないようになっている。

したがって、煙突高さとしては、表B.2.1に示すように、モデル火葬場Aについては、15mを基本とし、モデル火葬場Bについては10mを基本条件とした。なお、この煙突高さについてはシミュレーションにおける操作因子とし、基本条件に加えて、それぞれのモデル火葬場A、Bについて30mのケースについて想定することとした。

また、火葬場においては、雨などが煙突内に振り込まないように、煙突遮蔽物を設置するケースがあるため、煙突高さの基本条件について、煙突遮蔽物の有無を検討することとした。煙突遮蔽物がある場合には、RFLから上部0.4mに、煙突径よりも一回り大きな(+1.0m φ)の円形の鉄板が設置されるものとした。

### 3. 排ガス性状の設定値

排ガス性状のデータについて表 B.3.1 に示した。

煙突部分における排ガス流速、温度、水分量、静圧については、煙突内径と同様の考え方により、モデル火葬場 A、モデル火葬場 B について、それぞれ対象とした 11 施設のうち、新旧の炉における、ダイオキシン類等の排ガス測定時のデータの平均値<sup>9)</sup>を基に設定し、これらの値と煙突断面積から、湿り排ガス流量、乾き排ガス流量を算出した。新しい炉においては、ダイオキシン類の再合成をできるだけ避けることや、バグフィルターが設置されることから、排ガス温度を空気吹き込み等により低下させることがなされているため、煙突における排ガス温度が比較的低く、排ガス量が多くなることが特徴的である。また、火葬時間においては、新しい炉は、古い炉に比較して、短縮されており、それぞれ、60分/体、70分/体に設定した。

対象物質は、本研究で対象とする有害物質のうち、ダイオキシン類、水銀、六価クロムの 3 種類とした。これらの物質については、ガス状、粒子状について挙動が異なってくるものと推測されるが、排出されるばいじんの粒径分布等についてデータが不足しているため、本研究では、まず、ガス状物質であると仮定して拡散シミュレーションを実施することとした。排出濃度としては、モデル火葬場 A、B それぞれについて、比較的新しい施設と、比較的古い施設における平均値<sup>9)</sup>を用いることとした。ダイオキシン類濃度については、JIS 法による測定にしがた実測値を用いた。水銀については、形態別水銀連続分析計により測定した場合は、定量下限値が JIS 法よりも低いのが、全ての火葬炉において測定できているわけではないため、JIS 法による実測値を用いた。ただし、定量下限値以下となっているデータが多く、結果の解釈には注意を要する。六価クロムに関しては、環境省告示 19 号試験による土壌含有量とばいじん濃度から、大気への排出量を本報告書 3 章にて見積もっており、これら推定値(本研究での 2009 年のデータは除く)を用いることとした。

表 B.3.1 排ガス性状の設定値

項目	単位	モデル火葬炉A	モデル火葬炉B
流速	m/s	6.5	11
静圧	kPa	-0.03	-0.03
水分量	%	2.5	5
温度	°C	120	350
排ガス量(湿り)	m <sup>3</sup> <sub>N</sub> /h	12011	5409
排ガス量(乾き)	m <sup>3</sup> <sub>N</sub> /h	11710	5139
火葬時間	min/体	60	70
ダイオキシン類	ng/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	2.26	41.36
水銀	μg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	8.1	6.0
六価クロム	μg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	0.29	23.28

#### 4. 火葬スケジュールの設定

モデル火葬場 A、B における、一日の火葬数は 8 体である。これらの火葬スケジュールを図 B.2.1 の平面レイアウト例を参考に決定したものを表 B.4.1、表 B.4.2 に示す。双方の施設ともに、告別室、収骨室はそれぞれ 3 室、待合室は 4 室、火葬炉は 4 系列 × 2 = 8 炉あり、これらを表 B.4.1、表 B.4.2 にしたがって使用することとした。前述したように火葬時間はモデル火葬場 A で 60 分/体、モデル火葬場 B で 70 分/体である。告別式、収骨を含めた火葬は 10:30 ~ 17:00 に実施され、このうち火葬時間のみ、使用している火葬炉に対応する煙突から排ガスが排出されるものとした。

表 B.4.1 モデル火葬場 A のタイムスケジュール

10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00
告別	火葬(60分)																									
1	1-1																									
	待合																									
	1																									
告別	火葬(60分)																									
2	2-1																									
	待合																									
	3																									
告別	火葬(60分)																									
3	3-1																									
	待合																									
	2																									
告別	火葬(60分)																									
1	1-4																									
	待合																									
	4																									
告別	火葬(60分)																									
2	2-1-2																									
	待合																									
	1																									
告別	火葬(60分)																									
3	3-2																									
	待合																									
	3																									
告別	火葬(60分)																									
1	1-2-2																									
	待合																									
	2																									
告別	火葬(60分)																									
2	2-4-2																									
	待合																									
	4																									

表 B.4.2 モデル火葬場 B のタイムスケジュール

10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00
告別	火葬(70分)																									
1	1-1																									
	待合																									
	1																									
告別	火葬(70分)																									
2	2-1																									
	待合																									
	3																									
告別	火葬(70分)																									
3	3-1																									
	待合																									
	2																									
告別	火葬(70分)																									
1	1-4																									
	待合																									
	4																									
告別	火葬(70分)																									
2	2-1-2																									
	待合																									
	1																									
告別	火葬(70分)																									
3	3-2																									
	待合																									
	3																									
告別	火葬(70分)																									
1	1-2-2																									
	待合																									
	2																									
告別	火葬(70分)																									
2	2-4-2																									
	待合																									
	4																									

※火葬時間の目盛表示は 75 分相当であるが、火葬開始時間を統一し、実際は 70 分で設定・計算している。