

# 特殊有害物質実験室の整備

## On Planning and Building of chemical hazardous Laboratory

増井 武彦  
Takehiko MASUI

新庁舎の新築移転時に合わせて、平成2年(1990年)11月に猛毒物質を安全に取扱うことができる実験室の設計にかかり、平成3年11月に完成した。低濃度室、中濃度室を主に5室に分けて合計68.7m<sup>2</sup>の面積を有する二重構造である。空調はオールフレッシュ方式を採用し、排ガス処理装置と排水処理設備は、この施設専用のものを作った。

### はじめに

ダイオキシンなどの猛毒物質の出現で、人体に微量で有害である化学物質を取扱う研究室の必要性が急速に増大している。これと類似の微生物を取扱うバイオハザード実験室は、設備基準が決められ実際の設置例も多数あり、その設計は一応完成したもので問題はない。ところが化学物質を対象にした施設はごく少なく、その設計施工の本格的実施例は国内では見当たらない。

当センターでは、庁舎の新築移転整備に当たって、本施設を設置することとし、種々検討の結果、完成にこぎつけた。本報告ではその経過等をまとめるとともに、施設の特徴を記述し今後類似の施設整備の参考に供する。

#### 1. 全国的施設設置状況

昭和62年7月(1987年)に石川県衛生公害研究所が、都道府県等の公害研究所104機関に対して高度安全実験施設についての全国アンケートを実施した。これによれば、特殊室として安全実験室が4か所、専用実験室が2か所あった。この内、室内を負圧にして室内空気を活性炭処理後排気しているのは、兵庫県立公害研究所、大阪府公害監視センター、大阪市立環境科学研究所であった。これらの機関について、さらに情報を収集すると、昭和60~61年に完成しているが、いずれも当初からの設計でなく既設のRI施設を改造しての転用であった。

ところが、その後ケミカルハザードが問題になり、平成元年に福岡県衛生公害研究センター及び国立環境研究所が専用の施設を設置している。しかし、専用施設は、化学実験室のみであり、機器分析室が別になっているため、使用する上でやや不便である。当時としてはその他の大学や民間分析機関にもきちっとした施設はない状況であった。

#### 2. 施設設計についての指針

1986年12月に開催された全国公害研協議会のシンポジ

ウムで、西井戸が1985年に行ったアメリカ・カナダにおける高毒性化学物質の分析施設の実情調査の結果に基づき、化学安全実験室の設計について発表しているのが我が国で最初の報告である。<sup>1)</sup> また、波多野も同じカナダ国立水圏研究所を視察して、設計と設備の話題を提供している。<sup>2)</sup> さらに、(財)機械電子検査検定協会が環境庁の委託を受けて、ダイオキシン類分析における安全性について検討し、報告書に施設の一般的事項を取りまとめている。<sup>3)</sup> この報告書に記載された種々の安全性についての考え方は、7名の専門委員からなる検討委員会の指導に基づいているので、一応権威のあるものとなっている。西井戸(1987)と(財)機械電子検査検定協会(1988)の施設のあり方の比較表を表1に示す。

表1 施設のあり方

項目	西井戸(1987)	機電検(1988)
実験室	2人以上 3つのエリアの実験室 中危険(前処理) 中危険(GC/MS) 高危険(標準物)	2~3つのエリアの専用実験室 作業エリア GC/MSエリア
予備室	予備室の設置 更衣 状況監視パネル 緊急シャワー	
在切	室間の一部は金網入ガラス 室間の自動開閉ドア(紐付き) 金網入ガラス窓付き廊下側扉 特殊色での区別	
床	緑き目のないリブリューム張り、10cm立ち上げ	
表示灯	作業中の表示灯 パスボックスの設置	
換気システム	実験室、予備室、負圧(0.8cm, H20) 室間圧力差の自動調節 換気回数、15回/1hr(高危険20回/1hr)	
排気	2台の排気ファン 3個を1ユニットとしたHEPAフィルター・活性炭フィルター	ドラフトから排気 活性炭フィルター 一等から排気
局所排気	ドラフト、フードの設置 すべての排気のHEPA/CAフィルターを通す 作業中のドラフト面速40m/min	同左
グローブボックス	気密のものを負圧で使用	大量のダイオキシン
自家発電	排気ファン・分析器・照明・冷凍庫に接続	
警報システム	排気ファン、火災、点滅灯・サイレン	
排水処理		紫外線ランプ 活性炭

### 3. 当所の施設についての考え方

#### (1) 実験室の位置

実験室の配置場所については危険施設のため隔離した別棟とした付属施設にするか本館にするか両方の考え方がある。特定職員が離れた付属棟で業務をすることはあらゆる点で得策でない。同一人が複数の分析業務を同時に並行処理したり、連絡や調整等諸々の業務をする必要があるので、非効率である。さらに、大型機器であるGC/MSをダイオキシン分析以外にも使用しなければならないので、別棟に設置したのでは、その他の所全体の業務にも影響するほど不便である。従って、十分な広さがなくても、本館の中に施設を設けることとした。

#### (2) ダイオキシン施設の基本設計の考え方

以上のように、種々検討及び施設見学（兵庫県、福岡県、国環研）の結果から基本設計に次のような考え方を採用することとした。

- ① 機器分析室と前処理用化学実験室の二室は一体形とする。
- ② 他の施設にある分析機械器具と混用しないために、すべての業務をこの実験室内のみで実施するように設備の強化を図る。
- ③ 猛毒物質を取扱うので、関連施設として前室、標準物質保管室、廃棄物保管室を併設する。
- ④ 室内は負圧構造とする。
- ⑤ 排気ガス及び排水は本館の他施設と切り離し、独立に処理して排出する。
- ⑥ 部屋全体を二重構造とし、床はR仕上げとする。

### 4. 施設の概要

#### (1) 空調システム

図1に空調の系統図を示した。基本的には、A、B、2系統の24時間稼働個別空調システムを採用した。外気の取り組みは、天井裏の北側ギャラリーから除塩フィルター（中性能フィルター）とプレフィルターを通して行い、中性能フィルターを通過後パッケージエアコンを経て、室内へ給気している。クリーン度は1万で、オールフレッシュ方式である。

次に、2系統について詳細に述べる。中濃度室（GC/MS室）へ給気されたA系統では、44m<sup>3</sup>のうち、34%に当たる15m<sup>3</sup>を吸引ドラフトから排気し、残る66%の29m<sup>3</sup>を対角線に位置している天井面から排気している。両者は合流後6階に設置した排気ガス処理装置を通して屋外に排出されている。

一方、低濃度室等のB系統では、64%に当たる23m<sup>3</sup>を中性能フィルターからパッケージエアコンを通して給気し、残る13m<sup>3</sup>を化学実験室の中央実験台のエアカーテン用外気として使用している。パッケージエアコンを通した給気のうち、3m<sup>3</sup>を前室へ給気し、残る20m<sup>3</sup>を低濃度室（化学実験室）へ給気している。この20m<sup>3</sup>の排気割合は、15m<sup>3</sup>が中央実験台のフードから排気され、2m<sup>3</sup>が実験台の左右の床下まで立下げた吸引口から吸引されている。後者は、床上にたまる可能性のある有機溶媒等の排気用である。残る3m<sup>3</sup>が扉下のギャラリーから化学実験室の奥に配置した廃棄物室及び標準品保管室に給気後、天井面から、2m<sup>3</sup>と1m<sup>3</sup>に分けて排気されるようになった。

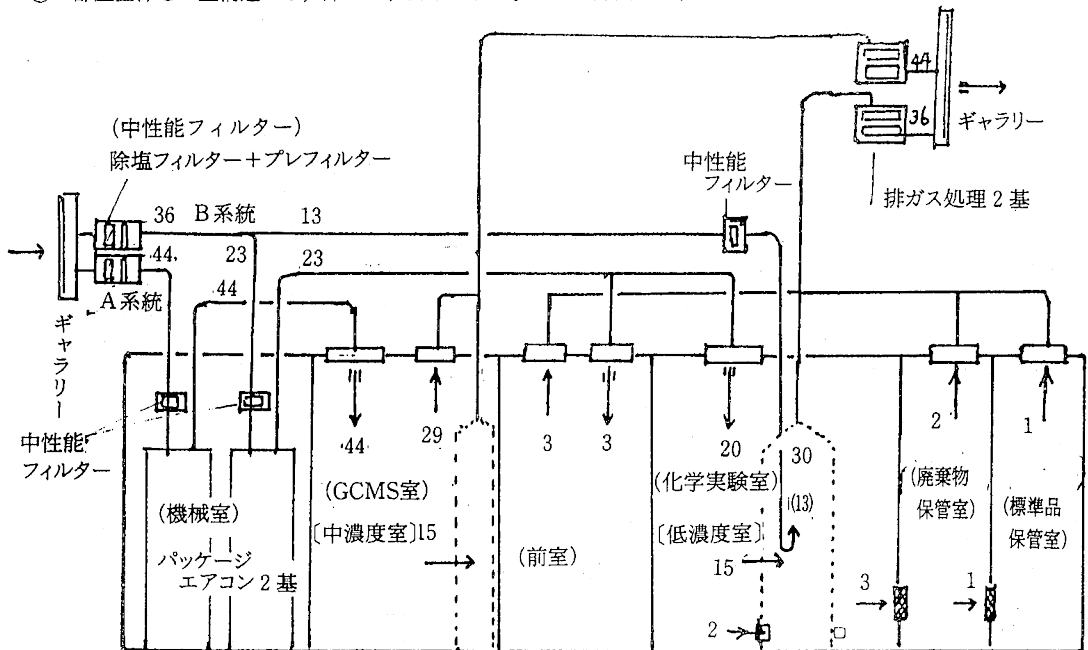


図1 空調系統（風量単位：m<sup>3</sup>）

ている。天井面あるいはフードから吸引された排気は、合流後A系統とは別の排気ガス処理ユニットを通過し、屋外に排気されている。使用中は両室とも3mmH<sub>2</sub>O負圧を保つとともに、常時マンメーターで状況が確認できるようにしている。換気回数は30回以上である。

A, B両系統とも最終段階に別々のプレフィルター、HEPAフィルター、活性炭の組み合わせた排気ガス処理ユニットを取りつけ、排気ガス処理を行っている。

(2) 各室の配置とその仕様

パッケージエアコンのある機械室を除く5室の面積は68.7m<sup>2</sup>であり、相互の位置関係は、図2に示した通りである。

① 前室 (7.0m<sup>2</sup>)

化学実験室と廊下との間に位置し、室内に入る予備的な空間である。分析担当者以外の職員及び見学者等は、ここまでしか入室できないこととしている。廊下側及び前室の扉は透明ガラス入りとし、さらに、図の通り前面及び左方壁面も可能な限りガラス窓を取りつけた。

これらは、外部からは常時、内部で従事している職員の安全を確かめることができるように配慮した仕様としている。廊下側と化学実験室の両扉は、インターロック装置付として、両方が同時に開放状態とならないようにしている。この前室に

は、両室の空調システム用の動力操作盤、配電盤を設置している。床には粘着マットを敷き、泥土を除去するとともに、入室者用の実験衣を入れるロッカーを設けている。

② 低濃度実験室 (27.9m<sup>2</sup>)

前室から直接入ることができる部屋はここだけであり、ここを通らなければ、他の部屋には入れない。猛毒性のある物質の化学処理をすべてこの一室で行うことができるよう、次のような設備上の配慮を行っている。

- ・ 熱源としては、ガスを使用せず、すべて電気とした。このため、電気容量を大きくした。
- ・ 特殊ガスとして、超高純度N<sub>2</sub>ガス配管を1本、フード付実験台内に配管した。その他の特殊ガスは、配管しても使用するスペースが少ないので見送ることとした。
- ・ 流しとしては、普通流し台と特殊有害物質専用流し台の2台を設置した。前者は、特殊有害物質で汚染されている可能性のない器具を洗浄し、その排水は、その他の本館実験排水と合流するようになっていた。後者は、明らかに特殊有害物質で汚染されている器具のみの洗浄に使用し、一時的に有害物質を吸着除去する目的で活性炭吸着塔を流しのトラップ直下に取りつけ

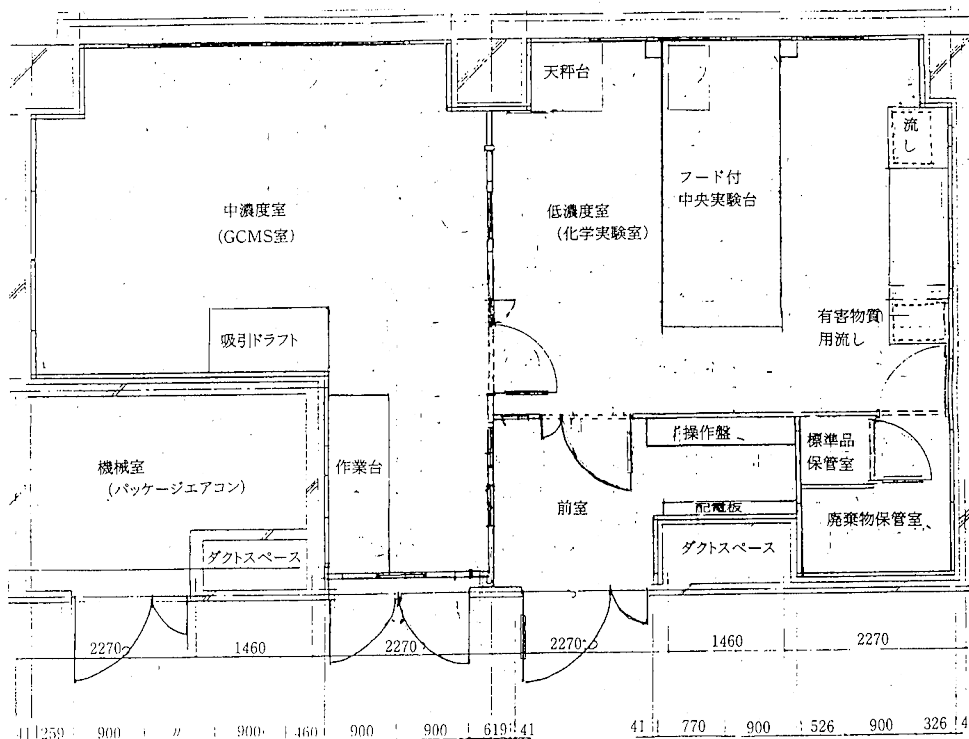


図2 各部屋の位置

ている。

後者の排水は、本館実験排水とは別の単独配管を通して、本館外に作った地下排水処理施設の貯留槽に溜るようになっている。

- ・ 中濃度室との仕切壁は、ハンドルで容易に脱着できるようにし、将来、大型備品の搬入ができるようにしている。
- ・ 有害物質を取扱う化学実験室では、ドラフトやクリーンベンチを一般的に使用しているが、これらに大型機器を入れての実験は非常に狭くて操作性が悪い。そこで本室には、大型の中央実験台を設置し、全体を温室のようなフードをすっぽりと被せたフード付実験台を特注した。フード付実験台については後で詳しく述べる。

③ 中濃度室 (GC/MS室) (29.6㎡)

設計段階から、GC/MS専用室としての位置付けがはっきりしていたので、大型GC/MSの設置で不都合が生じないように、床強度の増強、必要電気容量を有した配電盤、専用単独アース、冷却水循環用クーラ配管、キャリアガス用Heガス配管を設備した。また、この室内への廊下側の扉は常には閉切としているが、室内は全面脱着可能壁としている。これは、将来、GC/MS更新時の搬入に対応するためである。

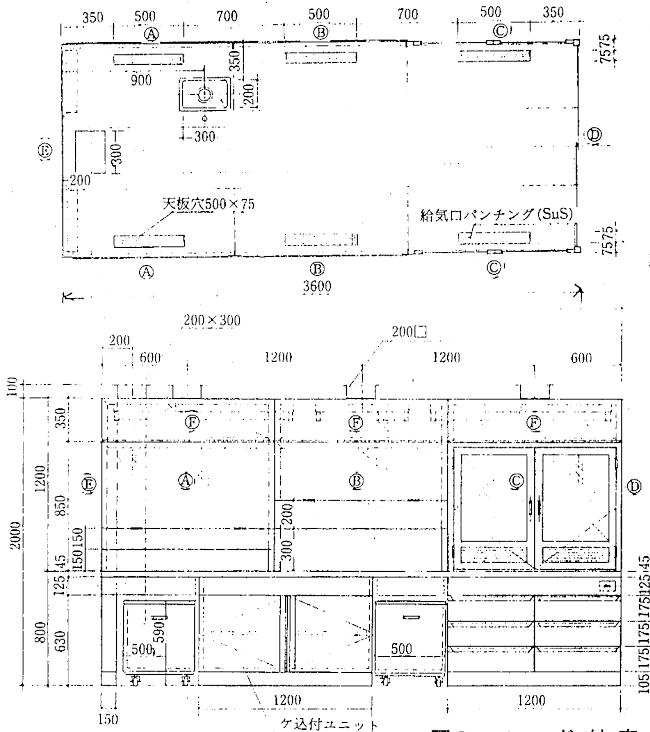


図3 フード付実験台

④ 標準品保管室 (0.8㎡)

標準品や抽出済み試料の保存のため、廃棄物保管室の一角に設備した。中に冷凍冷蔵庫を入れ、常時、庫及び室は鍵がかかるようになっている。

⑤ 廃棄物保管室 (3.4㎡)

使用したGC/MS真空ポンプオイルや抽出分析済み試料を最終処分するまで保管するために設置した。中には、専用の容器を棚等に保管することとしている。

⑥ その他関連設備等

電話は、前室、低濃度室と中濃度室の3か所を1グループとするインタホン式としている。従って、前室と内部とのやりとりは、中に入らなくてもできるようにしている。

また、低濃度室、中濃度室ともに、建物の外部の窓から採光できるようにしているので、分析者が孤独にならないよう、風景も見られるようになっている。

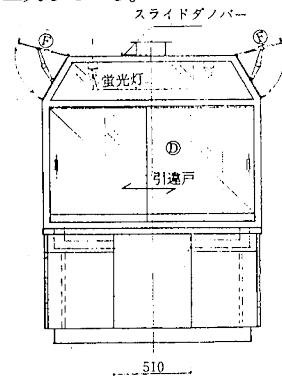
(3) フード付中央実験台

図3に図示した形状のものを特別注文で製作・設置した。

① 中央大型実験台

3600mm×1500mmの実験台を一方の窓側に押しあてて設置した。これは実験を効率的に行うため、できるだけ広い面積を有する実験台を確保するためである。

普通の実験台下部の引出しや袋戸についても、少し変更した。引出しは片側のみで大型3段とした。袋戸は重量を支えるだけの最小にし、残るスペースに図示したような、前後のみに動くキャスター付の作業台を片側2ヶ、両側合計4ヶを作った。このことによって、この作業台を引出し、効率良く実験することが可能となっている。同時に、実験台奥の電気、給水、排水工事が容易に行えるように工夫している。



## ② フード

ステンレスのフレーム以外はすべて透明アクリル板で、全体を被った状態にしている。中央実験台の3600mm側は、1200mm幅で区切り(㉔, ㉕, ㉖), このうち㉔及び㉕の4か所はすべて脱着と相互の交換が可能となっている。これは、作業内容によって開口部の変更ができるようにするためである。㉖は両開き扉, ㉗は引違い戸である。試薬棚やその他の大型の機械器具が容易に出し入れできるようにしている。㉘は窓側のガラス面と合わせることによって、ドラフト内へも採光がとれるようにしている。㉔, ㉕, ㉖の上部には斜めになった天板(㉙)が各々ある。これを上方にはね上げることによって、カラムクロマトの操作時には溶媒の追加が上方からできるようにしている。

実験台上の照明として片側に、40W, 20W, 40Wの合計3本、両側で6本の蛍光灯を取りつけている。排気のため、上部に3か所の吸引口を作っている。

## ③ エアーカーテン

12㎡の外気を直接ドラフト内に導入する場合、通常は上部から吹き出す方式を採用している。ところが3600mm幅に渡って全面から吹き降ろす構造にすると、カラムクロマトの操作ができない。そこで、外気を実験台天板から上方に吹き出す方式としている。吹き出し面はパンチングしたステンレス板としている。

## ④ 実験台給排水

エバポレーター等の冷却用水や定温湯煎器への給水用に、実験台上に200mm×300mmのステンレス製流しを取りつけた。排水は一般の実験室排水に合流するようにしている。

## (4) 排水処理施設

本館北側の裏庭に専用地下室を作り、図4のような排水処理施設を設けた。この中には、1㎡の貯留槽と活性炭充填吸着槽一基がある。スペース的には、図に点線で示したように、もう1系列の処理装置が増設できるようになっており、基礎も完了させている。この貯留槽の満水警報は、実験室内の流し横の警報盤に出されるようになっているので、使用者は、常にこの盤を確認しながら排水することができる。ダイオキシンの排水処理法としては、今まで効果があるといわれている紫外線による分解と活性炭吸着を併用した。すなわち、満水になると、貯留槽の水を活性炭吸着塔に流し、処理排水を分析して安全を確認した後、下水へ放流することとしている。

## (5) 排気ガス処理装置

A, B系統それぞれに、2列×3段からなるユニバツ

クフィルターユニットを排出末端に取りつけている。このユニットは放射性物質等取扱いが危険な施設の排気ガス中の粉じんやガス除去に使用されているものである。フィルターの交換に際して、作業員が直接フィルターに触れることなく安全に取扱いできるのが特徴である。装置は図5に示したように、プレフィルター、HEPAフィルター及び活性炭フィルターの3段から構成されている。

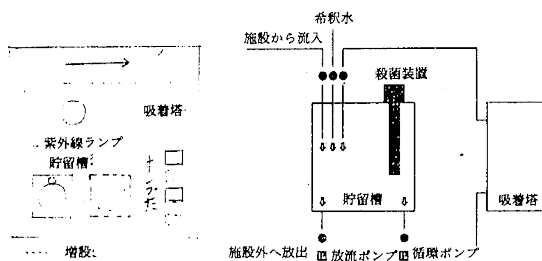


図4 排水処理施設

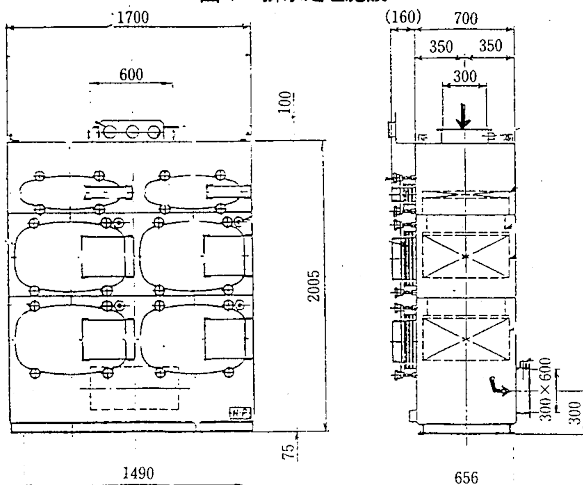


図5 排気ガス処理装置

## 5. 施設の使用基準

特殊有害物質を取扱う専用施設が完成しても、その性能、使用目的等々を理解していなければ、何の役にも立たないことは明白である。このため、西井戸らも表2のような猛毒物質を取扱う基準を提言している。さらに最近では兵庫県立公害研究所が、「特殊有害物質の取扱実験室に関する安全管理規程及び安全基準」を定めて公表している。<sup>4)</sup> 当所も、施設の完成に合わせて、これらを参考にして、「取扱いに関する要領」を定めたので、後に参考資料として掲げる。

表2 取扱基準の比較

項目	西井戸 (1987)	機電検 (1988)
職員	認定職員	
鍵	認定職員のみ	
標準物質	目録作成と記録 10ppm以下, 10ml以下 危険をラベル表示した密閉褐色びん 鍵付き冷凍庫保存	目録の作成  二重栓式フラスコ 鍵付き保管庫
試料	濃縮試料は密閉できるバイアル保存 危険をラベル表示した密閉褐色びん 鍵付き冷凍庫保存	濃縮試料は密閉できるミニサンプルビン保存  冷蔵庫保管 長期間保管は褐色アンプル→冷凍庫
実験室内業務	高濃度のドラフト内操作 保護員の着用 (実験衣, 使い捨て 外科用ゴム手袋, 保護メガネ、くつカバ) 飲食, 喫煙禁止 器具洗浄 (アセトン又は, 塩化メチレン→ 危険液体廃棄物容器) 使い捨て器具→危険固形廃棄物容器 実験台上の吸湿性紙の定期的交換 実験台・ドラフトの紫外線ランプの夜間点灯 年4回のワイプテスト	
緊急時	皮膚接触時は水で徹底的洗浄 こぼし事故等緊急時対応 (粉末カーボン)	皮膚接触時は水で徹底的洗浄 こぼし事故等緊急時対応 (粉末カーボン)
廃棄物の保管	丈夫なポリエチレン袋に入れて缶で保管	危険固形物は専用ポリバケツで保管
処分	分析・清掃にともない生じる固形物、HEPA/ CAフィルター, 不用となった保護具実験衣, 上 下つなぎ服はクリーニングせずそのまま捨てる  危険液体廃棄物はドラフト内でできるだけ減量	
保管	密閉可能なスチール缶で保管 洗浄溶媒, GCMSの廃オイル 危険物表示	専用密閉容器で保管
廃棄	1,200度を保証した焼却炉で焼却処分	廃水は, 活性炭まで適切に処理
職員の健康管理	催奇形性から子供を作らない職員の選出 クロロアクネに注目 (数週間~数ヶ月) 健康診断: 胸部X線, 心電図, 尿検査 血清検査 (肝機能グループ, 腎機能グループ, 骨代謝グループ, その他)	クロロアクネに注目 事前の健康診断と継続健康診断
作業記録		立ち入り者, 作業日報, 標準, 廃棄物の保管, 処理状況

## 謝 辞

実例の少ない施設の設計であったので, 使用する側も設計事務所も暗中模索の状況であった。全国各地の類似施設を見学したり電話等で照会したりして, どうか完成した。見学や電話での貴重な助言が不可欠であったと思う。最後に, 名前を記して感謝する。(順不同)

国立環境研究所森田昌敏化学環境部長, 摂南大学薬学部故榎本隆教授, 東京都環境研究所西井戸敏夫部長, 神奈川県環境科学センター平野耕一郎科長, 大阪市立環境科学研究所山本武課長, 兵庫県立公害研究所奥野年秀部長, 福岡県衛生公害センター武藤博昭部長, (財)機械電子

検査検定協会浅田正三課長, 日立冷熱(株)和田真次部長代理。

## 文 献

- 1) 西井戸敏夫: 全国公害研会誌, 12 (1), 18 (1987)
- 2) 波多野博行: ふんせき, 8, 574 (1987)
- 3) (財)機電検: 昭和62年度環境庁委託業務結果報告書ダイオキシン類分析における安全性について (1988.3)
- 4) 兵庫県立公害研究所安全委員会: 全国公害研会誌, 14 (1), 35 (1989)

## (参考資料)

香川県環境研究センターにおける特殊有害物質の取扱いに関する要領

### 1. (目的)

この要領は、特殊有害物質を取扱う上で、遵守すべき事項を定め、香川県環境研究センター（以下、センターという。）に勤務する職員の安全及び健康を確保するとともに環境への汚染を防止することを目的とする。

### 2. (特殊有害物質)

この要領における特殊有害物質とは、次に定める化学物質をいう。なお、物質は、人体に強い影響を与える化学物質であることが明らかで、その物質を取扱うこととなった場合に、順次追加していくものとする。

1. ポリ塩化ジベンゾダイオキシン
-------------------

2. ポリ塩化ジベンゾフラン
----------------

### 3. (管理区域)

センターにおいて、特殊有害物質を取扱う特殊有害物質研究室（以下、「研究室」という。）並びに同室に係る特殊排気ガス処理装置及び特殊排水処理施設（以下、「排水処理施設」という。）を管理区域とし図1に示す。

一般職員の管理区域への立入りは原則として禁止する。

ただし、特殊有害物質を取扱っている期間に限る。その場合、化学実験室の入口に図2のプレートで表示する。

### 4. (管理責任者)

管理区域の使用等について、管理責任者を置く。

管理責任者は、所長が選任する。

### 5. (特殊有害物質取扱者)

特殊有害物質の保管あるいは取扱いに当たるものを特殊有害物質取扱者（以下、「取扱者」という。）といい、所長が選任する。

取扱者は、次に掲げる業務を行い、適宜、その結果を管理責任者に報告する。

1. 管理区域の巡視及び点検
2. 排水処理施設からの放流水について、特殊有害物質の測定
3. 特殊有害物質の取扱い及び保管

### 6. (研究室)

研究室は、環境への安全性並びに職員の安全を確保するため、常に負圧を保ち、室内空気は室外に漏れない構造とし、活性炭を通して給排気する。

### 7. (研究室の使用)

特殊有害物質を取扱う場合は、前室において、必ず空調施設の電源を入れ、正常に稼働していることを確認してから、研究室に入室し、作業を行うこと、空調施設に異常が認められた時は、直ちに、作業を中止し、室外に退去する。

研究室の使用を終了した場合は、その出入口に施錠する。

### 8. (服装)

取扱者は、研究室に入室する時は、前室においてロッカーに備え付けの白衣及び履物を着用し、退室するときには同室において、白衣の脱衣及び履物の交換をする。また、必要に応じてゴム手袋、マスク、防護眼鏡を着用して作業を行う。

### 9. (研究室からの排水)

特殊有害物質を含んでいる恐れのある洗浄水等は、排水処理施設につながっている流しに捨てる。明らかにその恐れのないものは、一般の流しに捨てる。

排水処理施設の貯蓄槽の水位が1㎡になった場合は、直ちに、捨てることを止め、排水処理を行い、安全を確認した上で、放流する。

### 10. (標準品)

特殊有害物質の標準品は、5 ppm以下のものを購入する。標準品の希釈等を行う場合は、ゴム手袋を付け、フード付き実験台上で行い、使用した器具類は有機溶媒で十分に洗浄する。有機溶媒は回収保存する。

### 11. (GC/MSにおける対策)

MSの真空ポンプの排気及びGC注入部のスプリットによる排気等は活性炭を通して排気する。

### 12. (使用有機溶媒)

特殊有害物質の抽出並びに器具洗浄に使用した有機溶媒は、回収し、蒸留を行い、留分については、業者を通して廃棄し、残渣については保存管理する。

### 13. (器具の洗浄)

特殊有害物質の抽出等に使用した器具は、原則として、研究室からの持ち出しを禁止し、化学実験室内で、取扱者が洗浄を行う。洗浄を使用した有機溶媒は回収、洗浄水は処理施設のついている流しに捨てる。

ただし、試料容器など、安全性に問題のない器具は、研究室から持ち出して洗浄を行う。

14. (標準品及び抽出濃縮試料の保管)

標準品並びに抽出濃縮試料は、保管室内の冷凍冷蔵庫に保管する。冷凍冷蔵庫には施錠し、鍵は取扱者が管理する。

15. (試料の保管)

未処理の試料は、保管室内の所定の場所に保管しておく。抽出済みの水質試料は、処理施設のついた流しに捨てる。また、同固形試料は、堅牢な密閉容器に入れ、保管室内の所定の場所に保管する。また、容器には内容物が分かるように表示する。

16. (廃棄物の保管)

標準品のアンプルなど特殊有害物質が残留している恐れのある廃棄物は、堅牢な密閉容器に入れ、保管室内の所定の場所に保管する。また、使用済みの手袋及び明らかに汚染された白衣も同様に保管する。容器には内容物が分かるように表示する。

17. (健康診断)

取扱者の健康を確保するため、6カ月以内に1回健康診断を実施する。

健康診断の結果は、本人に通知し、異常が認められたものに対しては、適切な措置を講じる。

健康診断の項目は次の通りである。

1. 胸部X線(年1回)、心電図

血液検査は次の項目を含む

全血比重、赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット値、白血球数、GOT、T-BiL、ALP、r-GTP、T-Ch、T. G、T. P、A/G比、UA、BUN、カルシウム量、無機りん量、血糖値

尿検査は次の項目を含む

糖、蛋白、ウロビリノーゲン

2. クロロアクネ等皮膚症状

この要領については、平成4年4月1日から実施する。

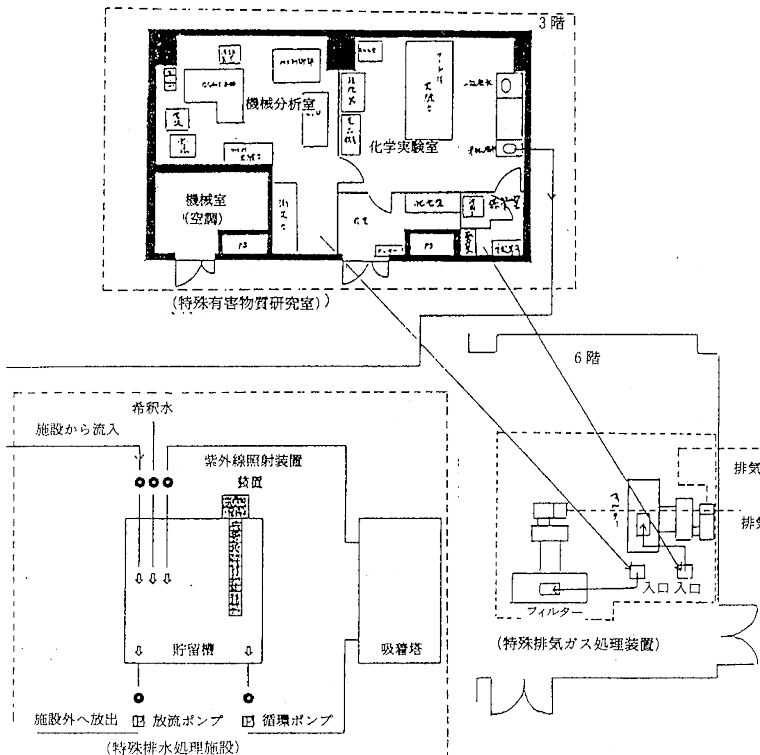


図1 研究室及び排水処理施設(管理区域)

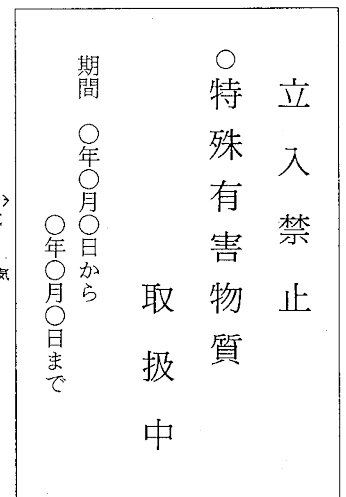


図2 プレート