

動物実験における麻酔薬の使用の手引き

鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター
動物実験施設

令和元年9月18日

目次

1. はじめに	4
2. 教育訓練	4
3. 関連する法規制等	4
(1) 向精神薬の取扱いに関連する法規制や手引き等	4
(2) 劇薬の取扱いに関連する法規制や手引き等	4
4. 動物実験においてどのような麻酔薬の選択肢があるのか？	4
(1) 麻薬を含む麻酔薬を研究者が用意して使用する	4
(2) 向精神薬を含む麻酔薬を研究者が用意して使用する	4
(3) 麻薬および向精神薬を含まない麻酔薬を研究者が用意して使用する	4
(4) 動物実験施設が分与する三種混合麻酔薬を使用する	5
5. 動物実験によく使用され、劇薬に指定されている麻酔薬	5
(1) メデトミジンおよびブトルファノール	5
(2) チオペンタール	5
(3) イソフルラン	5
(4) セボフルラン	5
6. 劇薬の取扱いにおける注意点	5
(1) 保管	5
(2) 使用場所	5
7. 動物実験によく使用され、「麻薬及び向精神薬取締法」の規制を受ける薬剤	6
(1) ミダゾラム	6
(2) ペントバルビタール	6
8. 向精神薬を含む麻酔薬を取り扱う際の注意点	6
(1) 登録	6
(2) 保管	7
(3) 使用場所	7
(4) 概略図（向精神薬を使うためには）	8
9. 三種混合麻酔薬の分与	9
(1) 教育訓練	9
(2) 分与の申請	9
(3) 分与量	10
(4) 三種混合麻酔薬の調製	10
(5) 分与	10
(6) 使用	11
(7) 返却	11
(8) 保管	11
(9) 三種混合麻酔薬一時保管庫の解錠および施錠の手順	13
(10) 概略図：分与された三種混合麻酔薬を使用する時間帯の例と、その対応	14
(11) フローチャート：三種混合麻酔薬の分与	15
(12) 点検	15
(13) 分与停止	15
(14) 利用者負担金	15

目次

10. 動物実験施設における麻酔薬の使用場所	16
(1) 表：動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所	16
(2) 図面：動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所	17
11. 動物実験における麻酔方法の実際	19
(1) 適切な麻酔薬について	19
(2) 不適切な麻酔薬について	20
(3) MMB 3種混合麻酔薬を使用した注射麻酔	20
(4) 吸入麻酔	23

1. はじめに

動物実験に使用される麻酔薬は、麻薬または向精神薬を含む場合がある。また、麻薬や向精神薬を含まない場合でも、劇薬に該当する場合がある。これらの薬剤を使用するにあたっては、麻薬及び向精神薬取締法をはじめとして、その他の関連法規制に基づいて取り扱う必要がある。研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設においては、これらの関連する法規制に基づき、麻酔薬の使用における向精神薬等の取扱いが適正に行われることを目的として、「鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ」を定めた。本手引きは、多くの研究者が使用するであろう向精神薬を含む麻酔薬の取扱いを中心に、手続きや操作法などを示す。

また、動物実験において、これまで一般的に麻酔薬として使用されてきたペントバルビタールやジエチルエーテルは、現在、麻酔薬として使用することは推奨されない。ペントバルビタールには鎮痛作用がないこと、ジエチルエーテルは人に有害であり、また引火性を有し危険であることなどが理由である。本手引きでは、「適切な麻酔薬」についても合わせて解説し、具体的な操作方法の例を示す。

2. 教育訓練

動物実験施設利用者は、動物実験施設が行う麻酔薬の取扱いに関する教育訓練を受講しなければならない。

3. 関連する法規制等

(1) 向精神薬の取扱いに関連する法規制や手引き等

- ①麻薬及び向精神薬取締法（法律）
- ②鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ（申合せ）
- ③試験研究施設における向精神薬取扱いの手引き
（厚生労働省医薬食品局監視指導・麻薬対策課による手引き）

(2) 劇薬の取扱いに関連する法規制や手引き等

- ①医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（法律）
- ②鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ（申合せ）

4. 動物実験においてどのような麻酔薬の選択肢があるのか？

(1) 麻薬を含む麻酔薬を研究者が用意して使用する

- (例) ①ケタミン
- ②フェンタニル

(2) 向精神薬を含む麻酔薬を研究者が用意して使用する

- (例) ①ミダゾラムを含む三種混合麻酔薬（腹腔、皮下、静脈投与による全身麻酔）
- ②ペントバルビタール（安楽死処置のみ使用可。ただし、麻酔薬としては不適切）

(3) 麻薬および向精神薬を含まない麻酔薬を研究者が用意して使用する

- (例) ①イソフルラン（吸入麻酔）
- ②セボフルラン（吸入麻酔）
- ③チオペンタール（静脈投与による全身麻酔）

都道府県への届出や、麻薬研究者免許が必要です。

この三種類は「劇薬」に指定されています。

(4) 動物実験施設が分与する三種混合麻酔薬を使用する

三種混合麻酔薬は、動物実験施設が利用者に分与することができる。
ただし、三種混合麻酔薬の分与には条件があり、「鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ」に定める。

5. 動物実験によく使用され、劇薬に指定されている麻酔薬

劇薬は、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（略称：医薬品医療機器等法）」の規制を受ける。

(1) メドミジンおよびブトルファノール

メドミジンおよびブトルファノールは、MMB 三種混合麻酔薬に含まれる。この麻酔薬は、ミダゾラム、メドミジン、ブトルファノールの3種類の薬剤を混合した麻酔薬であり、MMBとはこれらの薬剤の頭文字を取った名称である。

メドミジンの製品名：ドミツール（日本全薬工業株式会社）
ブトルファノールの製品名：ベトルファール（Meiji Seika ファルマ株式会社）

「劇薬」指定

「劇薬」指定

(2) チオペンタール

静脈投与により全身麻酔を施す。

製品名：ラボナール（ニプロ ES ファーマ）

「劇薬」指定

(3) イソフルラン

イソフルランは、吸入麻酔薬である。液体であるが、気化器等を用いて気化し、実験動物に吸入する。

製品名：イソフル（ゾエティス・ジャパン株式会社）
フォーレン（アッヴィ合同会社）

「劇薬」指定

(4) セボフルラン

セボフルランは、イソフルランと同様に吸入麻酔薬である。

製品名：セボフレン（丸石製薬株式会社）
マイラン（マイラン製薬株式会社）

6. 劇薬の取扱いにおける注意点

向精神薬を含まない麻酔薬だとしても、そのほとんどが劇薬に該当する。劇薬は、「医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」の規制を受ける。

(1) 保管

- ①研究者が所属する研究室内の劇薬専用保管庫に保管する。
- ②劇薬を保管する際は、他の薬剤と区別して保管しなければならない。
- ③動物実験施設においては、動物実験施設利用者が所有する劇薬を、同施設内に、保管することはできない。
- ④動物実験施設においては、動物実験施設利用者が所有する劇薬を、同施設内に、放置することはできない。

(2) 使用場所

- ①動物実験施設においては、動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所（P16）で、使用しなければならない。

「鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ」にて定めるところによる使用場所

7. 動物実験によく使用され、「麻薬及び向精神薬取締法」の規制を受ける薬剤

(1) ミダゾラム

ミダゾラムは、第3種向精神薬に該当し、MMB三種混合麻酔薬に含まれる。この麻酔薬は、ミダゾラム、メトミジン、ブトルファノールの3種類の薬剤を混合した麻酔薬であり、MMBとはこれらの薬剤の頭文字を取った名称である。

なお、ミダゾラムの他、2種類の薬剤を混合しているが、混合や希釈を行なったとしても、ミダゾラムが含まれているため、その混合物も向精神薬として取り扱わなければならない。

製品名：サンド（サンド株式会社）
ドルミカム（丸石製薬株式会社）

(2) ペントバルビタール

ペントバルビタールは、第2種向精神薬に該当する。ペントバルビタールは、長年、実験動物の麻酔薬として使用されてきたが、その主な作用は強力な催眠効果であり、鎮痛効果がなく、麻酔薬としては不適切である。ただし、本薬剤の過剰投与による安楽死処置には有効である。したがって、本学動物実験委員会では、実験動物の安楽死に限って、ペントバルビタールの使用を認めている。

製品名：ソムノペンチル（共立製薬株式会社）
ネンブタール（大日本住友製薬株式会社）

8. 向精神薬を含む麻酔薬を取り扱う際の注意点 (研究者自らが麻酔薬を調製して取り扱う際の注意点)

(1) 登録

法律により、学術研究に向精神薬を使用する施設の設置者は、地方厚生（支）局長又は都道府県知事の登録を受けなければならない。

①向精神薬試験研究施設

「医学部」「付属病院」および「動物実験施設」は、向精神薬試験研究施設として、中国四国厚生局に、それぞれ別々に登録している。

②登録内容

登録内容は、次の三つである。

1. 向精神薬の保管庫の場所
2. 向精神薬を使用する場所
3. 向精神薬の品目

登録していない保管庫に、向精神薬を保管することはできません！！
登録していない使用場所で、向精神薬を使用することはできません！！
登録していない向精神薬を使用することはできません！！

ここ（左）に示した薬剤の他に、麻薬及び向精神薬取締法の規制を受ける麻酔薬・鎮痛薬に、

ジアゼパム
ブプレノルフィン
フェンタニル
ケタミン

があります。

なお、ケタミン・フェンタニルは「麻薬」に該当します。

麻薬と向精神薬は、別のものとして管理しなければなりません。例えば、麻薬は他の薬剤と同じ保管庫で保管できませんが、向精神薬は他の薬剤と同じ保管庫で保管できます。ただし、どちらも施錠できる保管庫が必要であり、管轄する行政へ登録が必要です。管轄する行政も、麻薬と向精神薬では異なります。

国立の研究機関（国立大学等）が向精神薬試験研究施設を設置する場合、地方厚生局に登録、その他の研究機関は、都道府県に登録しなければなりません。

学内のベンチャー企業等が、向精神薬を使用する場合は、鳥取県に登録しなければなりません。

学内の各組織の担当部局が、登録内容を取りまとめて、中国四国厚生局に手続きを行います。

医学部の場合は、米子事務部総務課が担当します。

③研究室に、向精神薬の保管庫を、新たに設置したい場合は？

向精神薬試験研究施設の登録内容（保管場所）の変更が必要になるため、自身の所属する組織の担当部局に相談する。

④向精神薬を使用する場所を追加したい場合は？

向精神薬試験研究施設の登録内容（使用場所）の変更が必要になるため、自身の所属する組織の担当部局に相談する。

⑤取扱う向精神薬の種類を追加したい場合は？

向精神薬試験研究施設の登録内容（品目）の変更が必要になるため、自身の所属する組織の担当部局に相談する。

(2) 保管

- ①所属する研究室に、施錠できる保管庫を設置する。
- ②新たに研究室に保管庫を設置した場合は、所属する組織の担当部局を通じて、中国四国厚生局に向精神薬試験研究施設としての登録を申請する。所属する組織がすでに向精神薬試験研究施設として登録されている場合は、新たに設置した保管庫について、登録内容（保管庫の追加）の変更手続きを行う。
- ③自身で購入した向精神薬は、必ず自身の所属する研究室の登録済みの保管庫に保管する。
- ④動物実験施設においては、動物実験施設利用者が所有する向精神薬を、同施設内に、保管することはできない。

向精神薬を、動物実験施設の飼育室や実験室に放置できません！！
動物実験室のロッカー等にも保管することはできません！！
実験に使用した後の残りの向精神薬は、実験が終わったら速やかに保管庫に持ち帰ってください！！

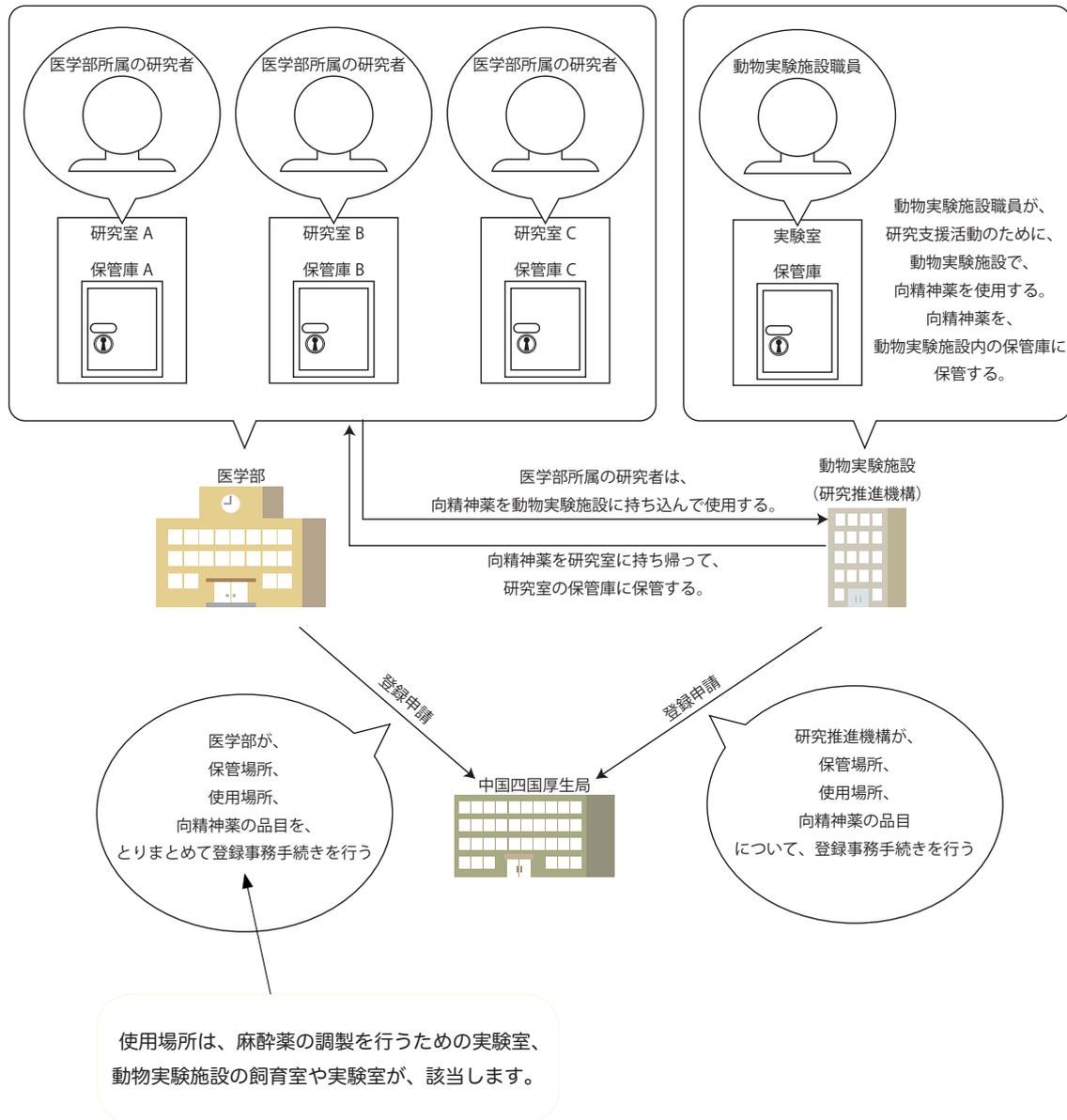
自身の所属する組織の担当部局へ相談してください。
医学部、付属病院の場合は、米子事務部総務課が担当します。

(3) 使用場所

- ①向精神薬は、中国四国厚生局に登録した使用場所で使用しなければならない。
- ②動物実験施設においては、動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所（P16）で、使用しなければならない。
- ③動物実験施設で実験に使用した後の残りの向精神薬は、速やかに所属する研究室に持ち帰り、保管庫に保管する。
- ④動物実験施設においては、動物実験施設利用者が所有する向精神薬を、同施設内に、放置することはできない。

動物実験施設以外の飼養保管施設および実験室で、向精神薬を使用する場合は、使用場所の登録が必要です。
医学部の場合は、米子事務部総務課が担当します。

(4) 概略図 (向精神薬を使うためには)



9. 三種混合麻酔薬の分与

動物実験における利便性向上、また、適切な麻酔薬の使用を目的として、動物実験施設は、動物実験施設が調製した三種混合麻酔薬を、動物実験施設利用者（以下、利用者）に分与する。

なお、分与の要件を「鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せ」に定める。

(1) 教育訓練

- ①分与を希望する利用者は、動物実験施設が行う麻酔薬の取扱いに関する教育訓練（講義）を受講しなければならない。
- ②分与を希望する利用者は、三種混合麻酔薬を初めて分与される際に、動物実験施設が行う三種混合麻酔薬の取扱いに関する教育訓練（実地講習）を受講しなければならない。

(2) 分与の申請

- ①分与を希望する利用者は、三種混合麻酔薬分与申請書を、動物実験施設に提出する。

- i . 分与希望日の1週間前までに提出する。
- ii . 紙媒体の申請書を、直接、動物実験施設職員に手渡す。
- iii . 電子メールによる提出は不可とする。

②三種混合麻酔薬分与申請書

別紙様式第1号

申込日 年 月 日

三種混合麻酔薬分与申請書

鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設長 殿

下記のとおり、三種混合麻酔薬の分与を申請します。
 なお、向精神薬を含有する三種混合麻酔薬の使用にあたっては、関連法規制ならびに鳥取大学研究推進機構先進医療研究センター動物実験施設における麻酔薬の取扱いに関する申合せを遵守します。

記

◆申請者

フリガナ		(職名・課程)
氏名		
所属		
電話番号	日中確実に連絡の取れる番号を記入してください。(内線番号可)	
E-mail		

◆投与対象動物種
 マウス ・ ラット ・ その他 (いずれかに○印)

◆希望分与量
 容量 mL

注：分与容量は、次項（裏面）に記載の、各動物種の3種混合麻酔薬濃度および投与量を参考に記入してください。

◆3種混合麻酔薬を使用する日時 ◆使用する実験室

年 月 日 室

時 分 ~ 時 分

動物実験施設記入欄

受付日 : 年 月 日

使用済み容器の返却予定日 : 年 月 日 (実際の返却日 : 年 月 日)

一時保管の有無 : 有 無

一時保管庫の指定 : 室

使用済み容器内の麻酔薬残量 : 有 (L) ・ L

麻酔薬分与記録簿への記録 : (記録したらチェックを入れる)

保管庫の場所や施錠の方法、受け渡しの方法などを、動物実験施設内で、説明します。

申請書の書式は、研究推進機構のホームページからダウンロードできます。
<https://orip.tottori-u.ac.jp/advanced-medicine-translational-research-center/advanced-medicine-animal/advanced-inside/format>

(3) 分与量

- ①分与量は、1日間の動物実験に使用する分量とする。
 ②複数日におよぶ動物実験に使用する分量をまとめて一度に分与することはできない。

(例)

7月23日	7月24日	7月25日
三種混合麻酔薬を 使用する実験 ←←← 3mLの麻酔薬を使う	三種混合麻酔薬を 使用する実験 ←←← 3mLの麻酔薬を使う	三種混合麻酔薬を 使用する実験 ←←← 3mLの麻酔薬を使う

合計9mLを3日間で使用することになるが、これをまとめて一度に分与することはできない。
 この場合、7月23日、7月24日、7月25日に、それぞれ3mLずつ分与する。

- ③連続した複数日におよぶ休日に使用するための三種混合麻酔薬の分与量は、その連続した休日全体で使用する分量を分与する。

(例)

12月28日	12月29日 (休日)	12月30日 (休日)	12月31日 (休日)	1月1日 (休日)	1月2日 (休日)	1月3日 (休日)
		←←← 3mLの 麻酔薬を使う	←←← 3mLの 麻酔薬を使う		←←← 3mLの 麻酔薬を使う	←←← 3mLの 麻酔薬を使う

休日の期間に合計12mLの麻酔薬を使用することになる。
 この場合、12月28日に12mLの麻酔薬をまとめて分与する。

(例)

3月20日 (水曜日)	3月21日 (春分の日)	3月22日 (金曜日)	3月23日 (土曜日)	3月24日 (日曜日)	3月25日 (月曜日)
	←←← 3mLの 麻酔薬を使う	←←← 3mLの 麻酔薬を使う	←←← 3mLの 麻酔薬を使う	←←← 3mLの 麻酔薬を使う	

- 3月21日(春分の日)に使用する3mLを、3月20日に分与する。
 3月22日に使用する3mLを、使用当日(3月22日)に分与する。
 3月23日および24日(土・日曜日)に使用する6mLを、3月22日に分与する。

(4) 三種混合麻酔薬の調製

分与する三種混合麻酔薬は、動物実験施設が調製し、濃度等は下記とする。

- メトミジン 0.03mg/mL
- ミダゾラム 0.4mg/mL
- ブトルファノール 0.5mg/mL
- 溶媒は生理食塩水とする。
- 15mLの遠沈管に分注する。

(5) 分与

- ①分与予定日当日の、動物実験施設の業務時間内(平日8時30分～17時)に、三種混合麻酔薬を、動物実験施設が利用者に直接手渡して分与する。
 ②利用者が夜間や休日に三種混合麻酔薬を使用する予定で、動物実験施設の業務時間内(平日8時30分～17時)に同麻酔薬を受け取ることができない場合、動物実験施設は、三種混合麻酔薬を、動物実験施設内に設ける「三種混合麻酔薬一時保管庫」に一時的に保管する。利用者は、この保管庫に保管されている三種混合麻酔薬を取り出し、動物実験に使用する。なお、同保管庫はダイヤル式の鍵で施錠しているため、あらかじめ利用者は、動物実験施設から暗証番号の通知を受ける。

平日の分与と、休日の分与は、区別します。
 分与日が同じでも、分与の容器を平日用と休日用に区別して分与します。
 申請書も、平日と休日に分けて、提出してください。

三種混合麻酔薬の容器に、
 1. 分与日
 2. 使用日
 3. 分与希望者の名前
 4. 分与量
 を記したラベルを貼付します。

暗証番号は、分与日毎に変更します。

(6) 使用

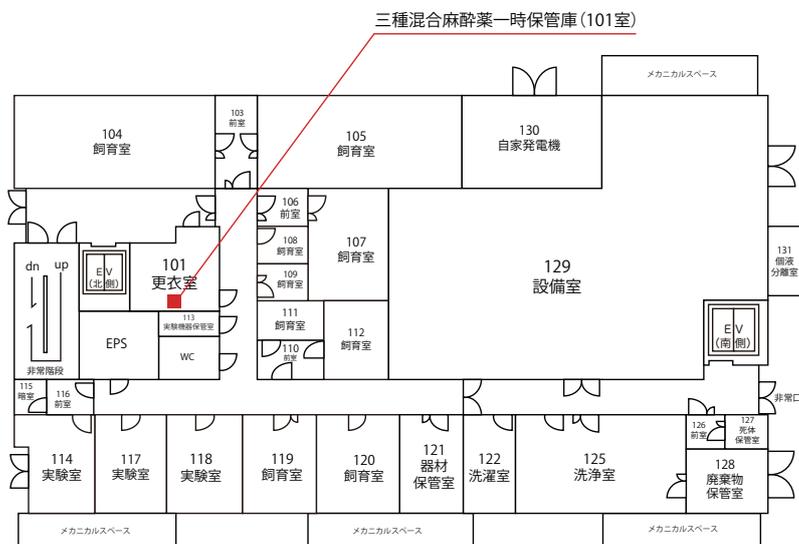
- ①利用者は、分与された三種混合麻醉薬を、動物実験施設が定める麻醉薬の使用場所（P16）において使用しなければならない。
- ②利用者は、分与された三種混合麻醉薬を、動物実験施設外に持ち出してはならない。
- ③利用者は、分与された三種混合麻醉薬を、動物実験施設内に放置してはならない。

(7) 返却

- ①利用者は、分与された三種混合麻醉薬の容器を、麻醉薬の残量に関わらず、麻醉薬使用日の動物実験施設の業務時間内（平日 8 時 30 分～ 17 時）に、動物実験施設職員に手渡して返却しなければならない。
- ②利用者は、平日の夜間や休日に麻醉薬を使用し、三種混合麻醉薬の容器を動物実験施設に速やかに返却できない場合、動物実験施設が設ける「三種混合麻醉薬一時保管庫」に、一時的に麻醉薬（容器）を保管する。利用者は、動物実験施設の翌業務日（同麻醉薬を平日の夜間に使用した場合はその翌日の 8 時 30 分～ 17 時、休日に使用した場合は、休日が明けた日の 8 時 30 分～ 17 時）に、麻醉薬（容器）を動物実験施設職員に手渡して返却する。なお、同保管庫はダイヤル式の鍵で施錠しているため、あらかじめ利用者は、動物実験施設から暗証番号の通知を受ける。

(8) 保管

- ①利用者は、平日の夜間や休日に麻醉薬を使用して、麻醉薬容器の返却が速やかにできない場合、容器を返却するまで「三種混合麻醉薬一時保管庫」に一時的に保管することができる。
- ②動物実験施設は、4 階 436 室、3 階 302 室、1 階 101 室に、「三種混合麻醉薬一時保管庫」を設け、常時施錠する。
- ③「三種混合麻醉薬一時保管庫」の鍵は暗証番号で解錠することができる。
- ④暗証番号は、動物実験施設によって、分与日毎に変更される。
- ⑤ 1 階 101 室 三種混合麻醉薬一時保管庫



(9) 三種混合麻酔薬一時保管庫の解錠および施錠の手順

【解錠】

①ダイヤルを動物実験施設から通知された4桁の暗証番号に合わせる。



②ノブを左に回して扉を開ける。



【施錠】

①扉を閉めて、ノブを右に回す。



②ダイヤルを、暗証番号以外の4桁の任意の数になるように回す。



忘れずに、必ず行ってください！！

三種混合麻酔薬一時保管庫

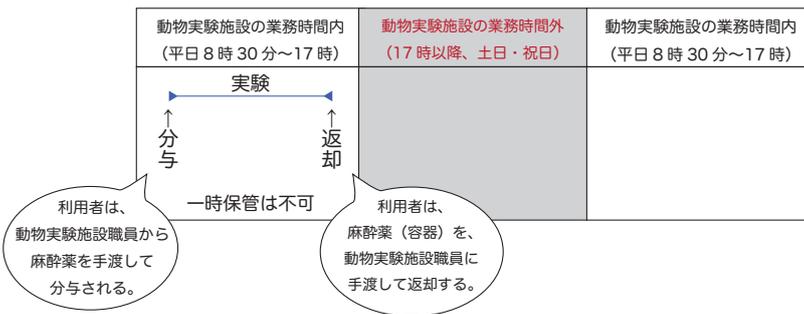


(10) 概略図：分与された三種混合麻醉薬を使用する時間帯の例と、その対応

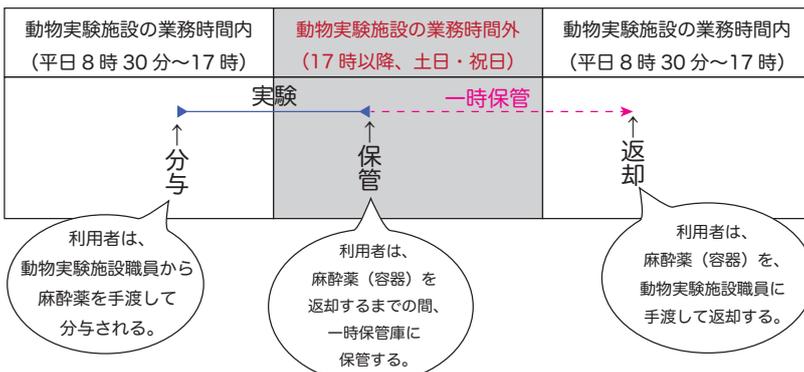
分与された三種混合麻醉薬を使用する時間帯の例

動物実験施設の業務時間内 (平日 8 時 30 分～17 時)	動物実験施設の業務時間外 (17 時以降、土日・祝日)	動物実験施設の業務時間内 (平日 8 時 30 分～17 時)
実験 ①		
	実験 ②	
		実験 ③
		実験 ④

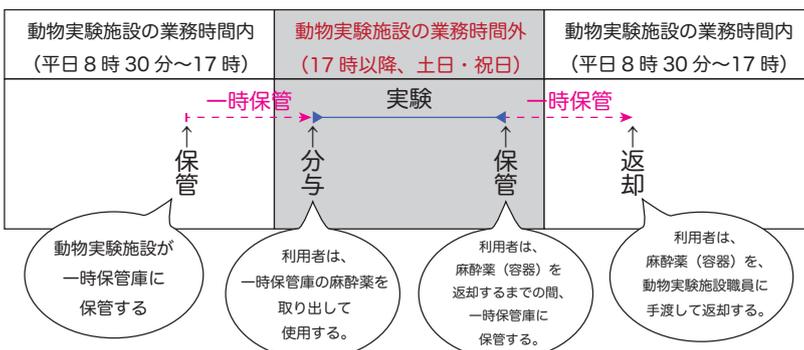
- ①業務時間内に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合
 - ②業務時間内に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合
 - ③業務時間外に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合
 - ④業務時間外に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合
- ①業務時間内に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合



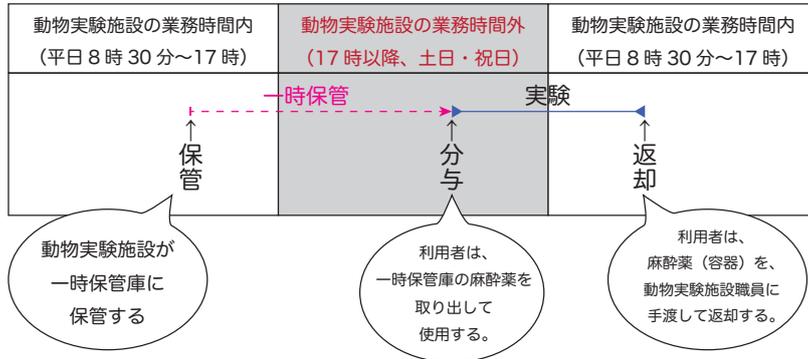
②業務時間内に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合



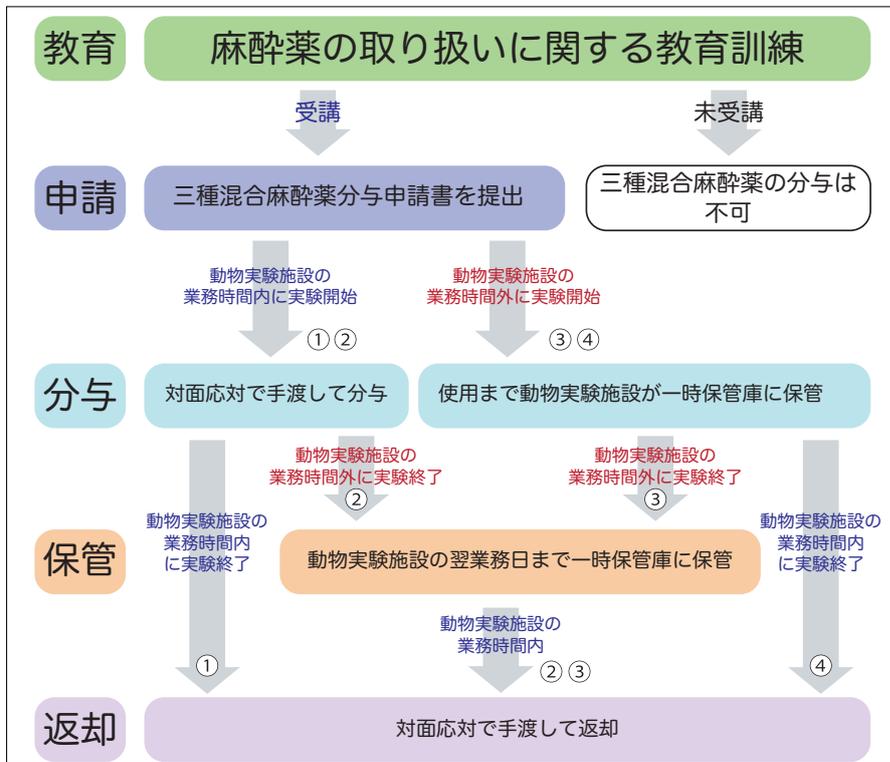
③業務時間外に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合



④業務時間外に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合



(11) フローチャート：三種混合麻酔薬の分与



- ①業務時間内に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合
- ②業務時間内に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合
- ③業務時間外に実験開始し、業務時間外に実験終了する場合
- ④業務時間外に実験開始し、業務時間内に実験終了する場合

(12) 点検

動物実験施設は、三種混合麻酔薬を分与した利用者の実験終了後に、三種混合麻酔薬一時保管庫を点検する。

(13) 分与停止

動物実験施設は、分与した三種混合麻酔薬の取扱いが不適切であった利用者に対して、三種混合麻酔薬の分与を停止するなどの措置を行う。

(14) 利用者負担金

動物実験施設が分与する三種混合麻酔薬は有償である。
利用者負担金：¥ 110/mL と容器代（¥ 30/本）

10. 動物実験施設における麻酔薬の使用場所

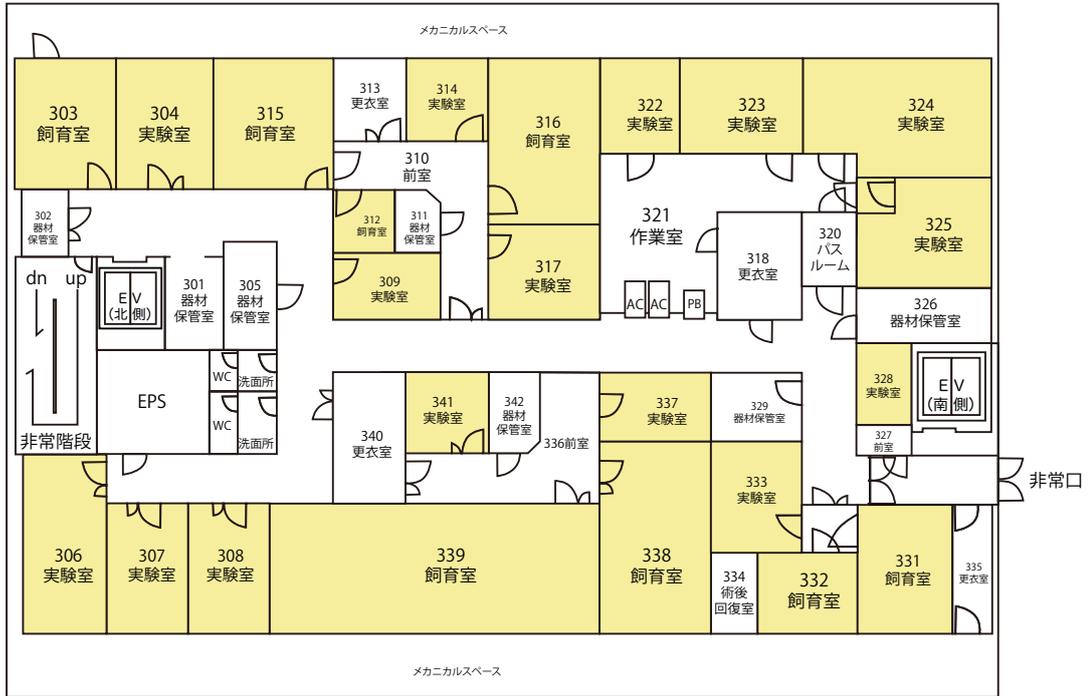
動物実験施設においては、動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所でのみ、麻酔薬を使用できる。

(1) 表：動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所

階	実験室または飼育室	階	実験室または飼育室
動物実験施設 1 階	114 実験室	動物実験施設 3 階	337 実験室
	117 実験室		341 実験室
	118 実験室		303 飼育室
	104 飼育室		312 飼育室
	105 飼育室		315 飼育室
	107 飼育室		316 飼育室
	108 飼育室		331 飼育室
	109 飼育室		332 飼育室
	111 飼育室		338 飼育室
	112 飼育室		339 飼育室
	119 飼育室	動物実験施設 4 階	406 実験室
120 飼育室	412 実験室		
動物実験施設 2 階	205 実験室		451 実験室
	219 実験室		452 実験室
	220 実験室		453 実験室
	226 実験室		426 実験室
	222 実験室		402 飼育室
	223 実験室		404 飼育室
	231 実験室		415 飼育室
	233 実験室		417 飼育室
動物実験施設 3 階	304 実験室		419 飼育室
	306 実験室		421 飼育室
	307 実験室		422 飼育室
	308 実験室	423 飼育室	
	309 実験室	424 飼育室	
	314 実験室	425 飼育室	
	317 実験室	427 飼育室	
	322 実験室	428 飼育室	
	323 実験室	437 飼育室	
	324 実験室	438 飼育室	
	325 実験室	439 飼育室	
	328 実験室	動物実験施設 5 階	502 実験室
	333 実験室		502 飼育室

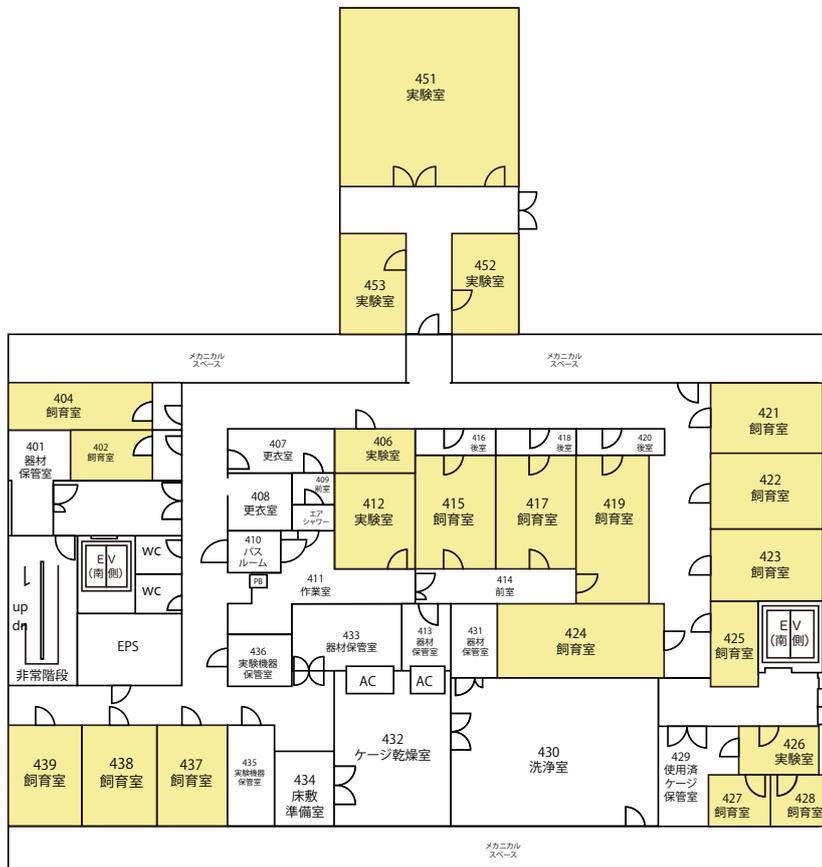
左表に示す麻酔薬の使用場所は、医学部および付属病院の登録申請によって登録済みです。

③動物実験施設 3階



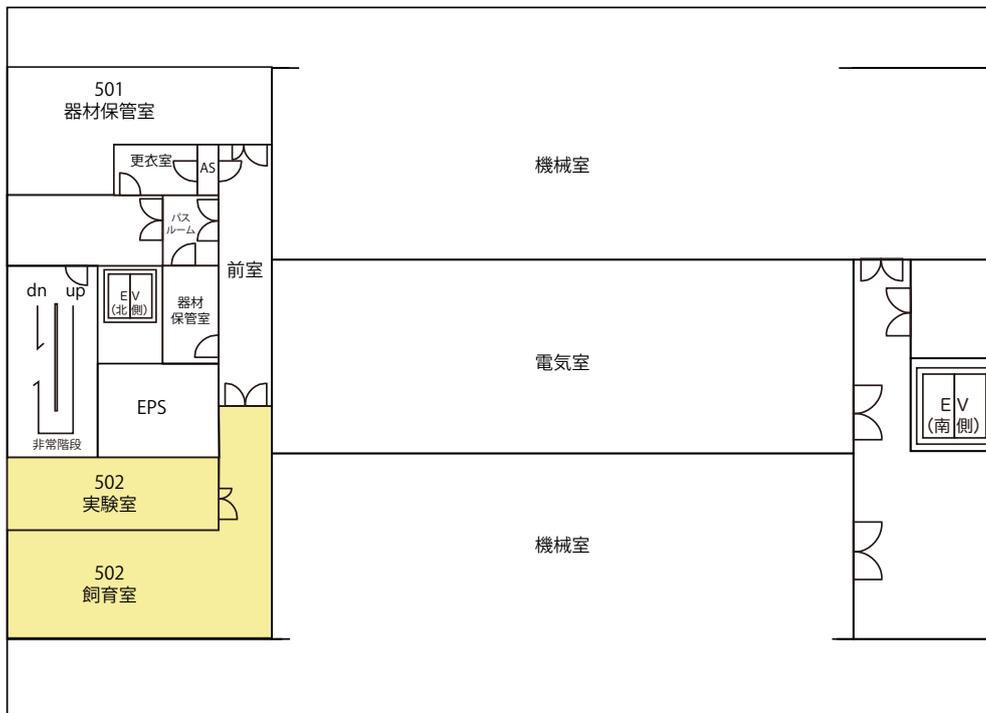
■ 動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所

④動物実験施設 4階



■ 動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所

⑤動物実験施設 5 階



■ 動物実験施設が定める麻酔薬の使用場所

11. 動物実験における麻酔方法の実際

(1) 適切な麻酔薬について

麻酔は、実験動物の苦痛の除去、実験操作を容易にすることを目的とする。全身麻酔は、1. 意識の喪失による鎮静、2. 鎮痛、3. 不動化（筋弛緩）、の3つの要素が必要である。しかし、単独の薬剤で、この3つの要素をすべて満たす麻酔薬は多くはない。このため、鎮静薬、鎮痛薬、筋弛緩薬等をバランスよく組み合わせる必要がある。また、動物の種類や週齢、性別等、様々な要素を考慮して、適切な麻酔管理を実施しなければならない。動物福祉の観点から、実験動物の疼痛や苦痛を適切に排除・軽減し、実験動物のストレスを最小限にとどめることは、動物実験を行う者の責務である。

本項の内容は、実験動物飼養保管等基準解説書研究会著「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準の解説」（株式会社アドスリー，2017）から、引用、抜粋しています。「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準の解説」は、動物実験施設にて貸し出していますので、本書も参考にしてください。

(2) 不適切な麻酔薬について

①ペントバルビタール

ペントバルビタール（商品名：ソムノペンチル，共立製薬）は、強力な催眠作用により動物の意識を消失させる効果を持つため、実験動物の麻酔として使用されてきた。しかし、ペントバルビタールに鎮痛作用はなく、完全に意識を消失させるためには、致死量に近い用量を投与してしまうことになる。これらのことから、麻酔薬として、ペントバルビタール単独での使用は推奨されない。

ただし、安楽死を目的とした薬剤としては、有用である。

②ジエチルエーテル

ジエチルエーテルは、引火性と爆発性を有しており、労働安全衛生上の観点からその使用が危険である。動物の死体を保管したり、袋に入った動物の死体を焼却する際に、爆発する恐れがある。また、動物に対して気道刺激性が強く、流涎や気管分泌液の増加、喉頭痙攣などの副作用がある。これらのことから、安楽死処置の目的にも、麻酔薬としても推奨されない。

(3) MMB 3種混合麻酔薬を使用した注射麻酔

げっ歯類などの小動物に、短時間の手術を行う場合は、注射麻酔が簡単（手技が容易）である。しかし、麻酔深度と麻酔持続時間をコントロールすることが困難である。

単独の薬剤で、全身麻酔における鎮静、鎮痛、不動化の3要素をすべて満たす麻酔薬は無い。このため、2～3種類の薬剤を組み合わせる必要がある。

MMB
メドミジン
+
ミダゾラム
+
ブトルファノール

①三種混合麻酔薬の成分

成分	商品名	製造元	作用
メドミジン	ドミツール	日本全薬工業株式会社	鎮静・鎮痛
ミダゾラム	ミダゾラム「サンド」	SANDOZ	催眠・鎮静
ブトルファノール	ベトルファール	Meiji Seika ファルマ株式会社	鎮痛



②メドミジン拮抗薬

三種混合麻酔薬によって麻酔された動物に、メドミジンの拮抗薬であるアチパメゾールを投与すると、速やかに覚醒する。

成分	商品名	製造元	作用
アチパメゾール	アンチセダン	日本全薬工業株式会社	メドミジン拮抗薬



②マウス・ラットの投与量

(a) MMB 3種混合麻酔薬 (体重1kgあたりの薬剤投与量)

動物種	メドミジン (鎮静・鎮痛)	ミダゾラム (催眠・鎮静)	ブトルファノール (鎮痛)
マウス	0.3mg/kg ^{*1}	4mg/kg	5mg/kg
ラット	0.15mg/kg ^{*1}	2mg/kg	2.5mg/kg

(b) メドミジン拮抗薬 (体重1kgあたりの薬剤投与量)

動物種	アチパメゾール (メドミジン拮抗)
マウス	0.3mg/kg ^{*2}
ラット	0.3mg/kg ^{*2}

③調製法

(a) MMB 3種混合麻酔薬調製法 (マウス・ラット共通)

メドミジン (ドミートル) 1mg/mL	ミダゾラム (サンド) 10mg/2mL	ブトルファノール (ベトルファール) 5mg/mL	生理食塩水	合計
0.3mL	0.8mL	1.0mL	7.9mL	10mL

最終濃度

メドミジン 0.03mg/mL

ミダゾラム 0.4mg/mL

ブトルファノール 0.5mg/mL

系統差などで麻酔の効きが悪いことがわかっている場合、あらかじめメドミジンの量を増やした麻酔薬を調製しておく。

*1：麻酔効果に、系統差や個体差がある。

麻酔効果が不十分な場合、メドミジンの投与量を変更する。MMB 3種混合麻酔薬は、多めに投与しても死亡することは少ない。ただし、動物への負担は大きくなるので、追加投与する場合は、慎重に行う。

*2：マウスの場合、アチパメゾールは、メドミジン投与量と等量を投与する。

ラットの場合、メドミジン投与量の倍量を投与する。

(b) メドトミジン拮抗薬調製法（マウス）

最終濃度	アチパメゾール (アンチセダン) 5.0mg/mL	生理食塩水	合計
0.03mg/mL	0.06mL	9.94mL	10mL

メドトミジンの投与量と等量になるように調製。

(c) メドトミジン拮抗薬調製法（ラット）

最終濃度	アチパメゾール (アンチセダン) 5.0mg/mL	生理食塩水	合計
0.06mg/mL	0.12mL	9.88mL	10mL

ラットの場合は、メドトミジン投与量の倍量に調製する。

④マウス・ラットの投与方法

マウス

体重	麻酔薬投与量	体重	麻酔薬投与量
10g	0.1mL	32g	0.32mL
12g	0.12mL	34g	0.34mL
14g	0.14mL	36g	0.36mL
16g	0.16mL	38g	0.38mL
18g	0.18mL	40g	0.4mL
20g	0.2mL	42g	0.42mL
22g	0.22mL	44g	0.44mL
24g	0.24mL	46g	0.46mL
26g	0.26mL	48g	0.48mL
28g	0.28mL	50g	0.5mL
30g	0.3mL	52g	0.52mL

体重 10g あたり 0.1mL の MMB 麻酔薬を腹腔内もしくは皮下に投与する。
覚醒させる際は、アチパメゾール溶液を MMB 麻酔薬と等量投与する。

ラット

体重	麻酔薬投与量	体重	麻酔薬投与量
60g	0.3mL	170g	0.85mL
70g	0.35mL	180g	0.9mL
80g	0.4mL	190g	0.95mL
90g	0.45mL	200g	1mL
100g	0.5mL	210g	1.05mL
110g	0.55mL	220g	1.1mL
120g	0.6mL	230g	1.15mL
130g	0.65mL	240g	1.2mL
140g	0.7mL	250g	1.25mL
150g	0.75mL	260g	1.3mL
160g	0.8mL	270g	1.35mL

体重 100g あたり 0.5mL の MMB 麻酔薬を腹腔内もしくは皮下に投与する。
覚醒させる際は、アチパメゾール溶液を MMB 麻酔薬と等量投与する。

注 1

低体温になるので、ホットプレートなどで体温を管理する。

注 2

麻酔投与後、約 10 分後に深麻酔の状態になる。

注 3

麻酔の持続時間は、約 30 分。

注 4

アチパメゾール投与後、10分以内には、末梢への刺激に対して反応する程度に覚醒する。
マウスの場合、覚醒後も 5-6 時間程度は、動かさずくまっている。

(4) 吸入麻酔

吸入麻酔は、麻酔深度のコントロールが簡単で、覚醒させることも簡単であるため、長時間の手術に向いている。吸入麻酔薬には、ガス麻酔薬と揮発性麻酔薬がある。

ガス麻酔薬では笑気ガス（亜酸化窒素）が使用される。笑気ガスは、非爆発性ガスで、麻酔効果が弱く、単独では使用できないため、他の揮発性麻酔薬と組み合わせて使用する。

揮発性麻酔薬では、イソフルランやセボフルランが使用される。イソフルランは、麻酔効果が強く、麻酔の導入と覚醒が早いため、麻酔深度のコントロールに優れている。また、イソフルランは腎毒性や肝毒性が無いとされている。セボフルランもイソフルランと同様に麻酔効果の強い麻酔薬である（イソフルランよりも麻酔効果は少し弱い）。イソフルラン、セボフルランどちらも専用の気化器が必要となる。



夏目製作所 小動物吸入麻酔気化装置
NARCOBIT-E



イソフルラン

①イソフルランを使用した安楽死法

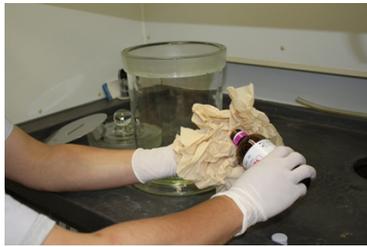
イソフルランを過剰に吸入させることによって、安楽死させることができる。

(a) ペーパータオルをほぐす。



動物実験施設にて、貸し出し可。
ドラフトチャンバー等を使用し、換気しながら。

(b) イソフルランをペーパータオルに染み込ませる。



(c) イソフルランを染み込ませたペーパータオルを麻醉瓶に入れる。



(d) 蓋をして、気化したイソフルランを麻醉瓶に充満させる。



(e) 動物を入れて、呼吸が完全に止まるまで放置する。



必ず、ドラフトチャンバー等により、換気しながら行う。

呼吸が止まることをよく観察する。
ラットは、呼吸が完全に止まるまで、時間がかかる。