

**倫理基準に基づいたヒト以外の動物種を用いた医学生物学実験の分類
(動物の苦痛の分類)**

カテゴリー	カテゴリー-A 生物を用いない実験、 或いは植物、細菌、原虫、または無脊椎動物を用いた実験	カテゴリー-B 脊椎動物を用いた実験で、動物に対してほとんど、或いは全く不快感を与えないと思われる実験	カテゴリー-C 脊椎動物を用いた実験で、動物に対して軽微なストレス、或いは短時間持続する痛みを伴う実験	カテゴリー-D 脊椎動物を用いた実験で、避けることのできない重度のストレスや痛みを伴う実験	カテゴリー-E 麻酔していない意識のある動物を用いて、動物が耐えることのできる最大の痛みに近い痛み、或いはそれ以上の痛みを与える実験
処置例	<p>生化学的、植物学的、微生物学的研究 無脊椎動物の研究 生検材料、或いは屠殺場から得られた組織を用いた研究 発育鶏卵を用いた研究</p>	<p>実験を行うために、動物をつかんで保定すること。 あまり有害でない物質を注射したり、末梢血管から少量採血するなどの簡単な処理。 身体検査。 深麻酔下で意識が無い動物を用いた実験で、二度と覚醒しない実験 短時間(2～3時間)の絶食絶水 適切な安楽死法により動物を殺処分すること。例として、大量の麻酔薬の投与、軽く麻酔をかけて鎮静状態に陥った動物を断首することなどが挙げられる。</p>	<p>麻酔下で血管を露出したり、留置カテーテルを長時間装着すること。 行動学的実験で意識のある動物に対して短時間ストレスを伴う保定を行うこと。 フロイントのアジュバンドを用いた免疫接種 苦痛を伴うが、それから逃げられる刺激 麻酔下での外科的処置で、処置後に軽度の不快感を伴うもの。</p>	<p>行動学的実験において故意にストレスを加えること。 麻酔状態にある外科的処置で、処置後に著しい不快感を伴う大規模な外科手術 数時間以上にわたる身体拘束 痛みや、苦痛を誘発する解剖学的、或いは生理学的欠損作成 苦痛を伴う刺激を与える実験で、動物がその刺激から逃げられない場合 母親を処分して代理の親を与えること 攻撃的な行動を誘発し、自分自身或いは、相手を損傷させること。 麻酔薬を使用しないで痛みを与えること。例えば、終了点として死に至る毒性試験 動物が耐えることのできる最大の痛みに近い痛みを与えること。つまり、動物が激しい苦悶の表情を示す場合。例えば、放射線障害の作成、ある種の注射、ストレスやショックの研究</p>	<p>保定するために筋弛緩薬、或いは麻痺性薬、例えばサクシニルコリン或いはその他のクラーレ様作用を持つ薬剤を用い、麻酔薬を用いずに外科的処置を行うこと。 麻酔していない動物に重度の火傷や外傷を引き起こすこと 精神病的行動を誘発させる試み。 家庭用の電子レンジ或いはストリキニーネを用いて殺すこと。 避ける事の出来ない重度のストレスや死に至るストレスを与えること。</p>
対処法	<p>無脊椎動物も神経系を持っており、刺激に反応することから、人道的な取り扱いをするべきである。</p>		<p>カテゴリー-Cの処置はストレスや痛みの程度、持続時間によって、さまざまな配慮が必要になる。</p>	<p>カテゴリー-Dに属する実験を行う場合、研究者は動物が被る苦痛を最小限或いは排除するために別の実験を探る責任がある。</p>	<p>カテゴリー-Eの実験はそれによって得られる結果が重要なものであっても、決して行ってはならない。</p>

実験動物の苦痛軽減処置

1) トランキライザー、鎮静薬及び抗コリン作動薬

動物種	マレイン酸 アセプロマジン		キシラジン		ミダゾラム		ジアゼパム		硫酸アトロピン	
	mg/Kg	投与経路	mg/Kg	投与経路	mg/Kg	投与経路	mg/Kg	投与経路	mg/Kg	投与経路
マウス					5.0	i.p.	1.0	i.m., i.v.	0.1-0.2	s.c., i.m., i.v.
ラット					2.5	i.p.	2.5	i.p.	0.02-0.05	s.c., i.m., i.v.
ハムスター スナネズミ					5.0	i.p.	5.0	i.p.	0.02-0.05	s.c., i.m., i.v.
モルモット					5.0	i.p.	2.5	i.m., i.p.	0.02-0.05	s.c., i.m., i.v.
ウサギ	1.0	s.c., i.m.	1-3.0	i.m.	2.0	i.p.	1.0	i.m., i.v.	0.1-0.2	s.c., i.m., i.v.

(Canadian Council on Animal Care: Guide to the Care and Use of Experimental Animals. Vol. 1, 1993)

アトロピンは外科手術前 30-50 分前に投与する。

i.m. : 筋肉内投与、i.v. : 静脈内投与、p.o. : 経口投与、s.c. : 皮下投与、i.p. : 腹腔内投与

2) 鎮痛薬の用量

動物種	アセチルサリチル酸 (アスピリン)		フェンタニール + ドロペリドール (イノバーベット)		モルヒネ		ブトルファノール		ブプレノルフィン	
	mg/Kg 投与経路	作用時間	mg/Kg 投与経路	作用時間	mg/Kg 投与経路	作用時間	mg/Kg 投与経路	作用時間	mg/Kg 投与経路	作用時間
マウス	120-300 p.o.	4 h	0.02-0.05 ml/100g i.m.		2-5 s.c.	2-4 h	1-5 s.c.	4 h	0.05-0.1 s.c.	6-8 h
ラット	100 p.o.	4 h	0.10-0.25 0.2-0.5 i.m. 10 倍希釈液 使用	鎮静作用 麻酔作用	2-5 s.c.	2-4 h	2 s.c.	4 h	0.01-0.05 s.c., i.v.	8-12 h
ハムスター			0.02-0.05 ml/100g i.m. 0.1 ml/100g i.p. 10 倍希釈液 使用						0.5 s.c.	6-8 h
モルモット	85 p.o.	4 h			2-5 s.c.	2-4 h			0.05 s.c.	6-12 h
ウサギ	10 p.o.	4 h	0.15-0.3 i.m.		2-5 s.c., i.m.	2-4 h	0.1-0.5 i.v.	4 h	0.02-0.05 s.c., i.m., i.v.	8-12 h

(Canadian Council on Animal Care: Guide to the Care and Use of Experimental Animals. Vol. 1, 1993)

イノバーベットはフェンタニール 0.4 mg/ml にドロペリドール 20 mg/ml を加えたもの。

i.m. : 筋肉内投与、i.v. : 静脈内投与、p.o. : 経口投与、s.c. : 皮下投与、i.p. : 腹腔内投与

3) 全身麻酔薬（注射麻酔）の投与量

動物種	ペンタバルビタール	チオペンタール	塩酸ケタミン	抱水クロラル #	ウレタン
	mg/Kg 投与経路	mg/Kg 投与経路	mg/Kg 投与経路	mg/Kg 投与経路	mg/Kg 投与経路
マウス	30-40 i.p.	30-40 i.v., i.p.	100-200 i.m.	400 i.p.	
ラット	40 i.p.	20-40 i.v., i.p.	60-100 i.m.	300 i.p.	1000 i.p.
ハムスター	50-90 i.p.	20-40 i.v., i.p.			
モルモット	37 i.p.	20 i.v.	100-200 i.m.	400 i.p.	1500 i.p., i.v.
ウサギ	45 i.v.	20 i.v.	50 i.m.		1000 i.p., i.v.

(Canadian Council on Animal Care: Guide to the Care and Use of Experimental Animals. Vol. 1, 1993)

#Drug Dosage in Laboratory Animals, University of California Press.

ウレタンは急性の外科手術の場合のみに使用できる。

吸入麻酔薬（エーテルなど）は、麻酔の深度をみながら投与する。

i.m. : 筋肉内注射、i.v. : 静脈内投与、i.p. : 腹腔内投与

実験動物の安楽死の方法

安楽死の方法

動物種	バルビツレイト静脈内注射	炭酸ガス吸入	頸椎脱臼	頭蓋打撲	断首
マウス	+	+	+		+
ラット	+	+	+	+	+
モルモット	+	+		+	
小型げっ歯類	+	+	+	+	+
ウサギ	+	+		+	

A. 安楽死の具体的処置

1. バルビツレイト注射：例えばペントバルビタールナトリウム（ネンプタール、ソムノペンチールなど）を麻酔量の2～4倍（60～120 mg/Kg）を急速に血管内に注入する。この際、どちらかという濃厚液を用いると良い。マウス、ラットなどでは、多少効果の発現が遅れるが、腹腔内注射でもよい。モルモット、ウサギでは心臓内注射も行われる。チオペンタールナトリウム（チオパール、ラボナール、ペントタールなど）、サイアミラールナトリウム（イソゾール、チトゾール、サリタールなど）等のバルビツレイトを使用する場合も同様である。
2. 炭酸ガス吸入：密閉容器、或いはビニール袋に直接又はケージごと動物を収容し、炭酸ガスを導入する。動物は興奮することなく速やかに死亡する。普通炭酸ガスはボンベから得るが、小動物ではドライアイスを利用しても良い。いずれにしても安価で安全な安楽死法である。
3. 頸椎脱臼：頸椎を機械的に離脱させる操作で、指又はピンセットなどの棒状のものをを用いて、頸部と頭部を一気に伸長させる。動物は興奮することなく速やかに死亡する。一見残酷な印象を与えないでもないが、極めて急速な意識の消失を起こす、優れた手段である。手際よい処置のためには若干の練習を必要とする。
4. その他：頭蓋部の的確な強打による急激な中枢の破壊は有効な手段であるが、高度の熟練を要する。また、専用の断頭器又は鋭利なはさみ等により瞬時に断首する方法もある。

B. 安楽死の処置に当たっての注意

上記の安楽死の処置を実施するにあたっての幾つかの注意事項を付け加えておく。

1. 処置前に動物に不安感を与えてはならない。動物を静穏に扱うと同時に、適切な保定が必要である。
2. 処置開始から意識消失までの時間を出来るだけ短くすることが望ましい。その意味からすると、頸椎脱臼、頭蓋打撲、断首などは有効である。

3. 安楽死はあくまで動物の側に立って実施されるものであるので、人の立場から見て、外見上残酷感を与えるというだけで判断してはならない。例えば、サクシニールコリンクロライドのような筋弛緩剤を用いることは、動物が眠るように倒れるけれども、意識消失を伴っていないので不適當である。
4. 従来、比較的多く使われてきた、空気栓塞、硝酸ストリキニーネは動物に苦痛を与えるので、やめるべきである。
5. 人の安全の面から見て、引火性の強いエーテル、腎、肝、心などに毒性の強いクロロホルム、並びに専用器具を使わない銃殺、電殺などは好ましくない。
6. 安楽死の作業は、実験動物関係者つまり管理者等以外の人目に触れない場所で実施されるべきである。また、当然のことながら、処置後実験動物の死が確認されなければならない。

「実験動物の飼育及び保管等に関する基準の解説」より転載。