

中型実験動物用多機能型体重測定ユニットの開発とその活用法

藤田順一¹⁾, 谷口由樹¹⁾, 高山世絵梨¹⁾, 松本 明²⁾,
荒島康友³⁾, 黒田和道^{1), 4)}, 石井敬基^{1), 2)}

Development of the multi-function type body weight measurement unit for Medium-sized laboratory animals

Junichi FUJITA¹⁾, Yoshiki TANIGUCHI¹⁾, Seena TAKAYAMA¹⁾, Akira MATSUMOTO²⁾,
Yasutomo ARASHIMA³⁾, Kazumichi KURODA^{1), 4)}, Yukimoto ISHII^{1), 2)}

1. 背景

現代社会において、医学研究、教育、創薬、生物学的製剤の製造等における実験動物の利用は必要不可欠である。特にマウスやラット等の実験用小動物は、ヒトの病気の発生機構の解明や治療法の開発等に多大なる貢献があり、今後も重要な役割を担うことは言及するまでもない。しかし、動物実験はその目的に合った動物種を選定することが重要であり、例えばヒトで行われる癌治療での外科療法と同等の治療法をマウス等で実施することは困難であり、外科の治療法の開発や医療技術のトレーニングを目的とする場合は、生理学的機能、解剖学的構成、サイズがヒトに近い中型動物の利用が適している。

とりわけブタについては、解剖学的・生理学的にヒトに類似しており、その外挿性の高さなどにより中型実験動物として最近様々な領域で利用され、疾患モデルブタの開発も進められている¹⁾。我が国では、公益社団法人日本実験動物協会が3年度毎に実験動物の年間総販売数調査を実施している。平成25年度調査結果によると、実験用ブタの販売数2,806頭（平成22年度調査の1,613頭に比べて74%増）、実験用イヌの販売数6,440頭（平成22年度調査の8,326頭に比べて22.7%減）であり、ブタの利用が増加する傾向にある。しかし、欧米では年間8～9万頭ものブタが実験に供されている。このことから、統計上の数値として、我が国は欧米と比べて実

験用ブタの普及が遅れている現状が分かる。この背景には、国内において実験用ブタの取扱いに関するマニュアルが殆ど無く情報が不足していることが挙げられる。また、専門の技術者も不足していることも挙げられ、各研究機関が試行錯誤により実践しているのが現状である。したがって、研究を進展させるために実験用ブタの普及を図るには、技術者の養成と施設間での情報共有が重要であると考えられる。

2. 目的

実験動物を取り扱う際、共通的に実施することとして、体重測定・保定・麻酔処置・実験処置がある²⁾。さらには、動物の愛護及び管理に関する法律（最終改正：平成26年5月30日、法律第46号）、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（最終改正：平成25年環境省告示第84号）及び、動物実験の適正な実施に向けたガイドライン（日本学術会議、平成18年6月1日制定）によれば、動物福祉の観点から動物本来の習性を引き出すことを目的とした飼育管理を実践することが求められている。その手段として、環境エンリッチメント及び順化の実施が挙げられる。

一方、小動物は利用頭数の多さから、術者がレクチャーを受ける機会が多く、取扱いが容易であり、関連する製品が多数販売されている。しかしながら、ブタのような中型動物は体が大きく力も強いこ

1) 日本大学医学部総合医学研究所医学研究支援部門

2) 日本大学医学部医学研究企画・推進室

3) 日本大学医学部病態病理学系臨床検査医学分野

4) 日本大学医学部病態病理学系微生物学分野

藤田順一：fujita.junichi@nihon-u.ac.jp

とに加え、仔豚は鋭い針のような乳歯があるなどにより、取扱いや管理には、術者にある程度の熟練が求められる³⁾。その一方で、日本大学医学部実験動物施設は建築後50年を経過するが、建築当初から家畜室を備えており、ブタ・ヤギ等の管理を行い、模索しながら実践してきた経験がある。

そこで、特に実験用ブタでの使用を目的として、体重を測定でき、簡単な実験処置が可能であり、さらに保定が容易であることを備えて、環境エンリッチメント効果の機能を有する装置「中型実験動物用多機能型体重測定ユニット」を開発したので、その概要を報告する。

3. 中型実験動物用多機能型体重測定ユニットの開発

ユニット全体は測定用ケージと電子秤から構成し、吊り幕式保定及び保定環の使用を可能とした。

(1) 測定用ケージ

中型動物の体長を考慮し、900W×600D×750Hのサイズとし、上面（二枚）、側面、左右の面に開閉式の扉を付け、すべての扉と床は・洗浄・保定・実

験処置等の使用を考慮して着脱を可能とした（図1a, b, c）。左右の扉は、開くことでなだらかなスロープとなる構造である（図1c）。また、材質は耐久性・洗浄・消毒を考慮しステンレス製（SUS304）とし、床面及び側面（スロープ部分）は四肢の滑り止めを目的としてアルミ縞鋼板、下部にウレタン製キャスター（100Φ）を取り付け、動物が入った状態での体重測定や移動を可能とした（図1d）。

(2) 電子秤（体重計）

体重を測定する電子秤は、A&D社製 車イス用体重計バリアフリースケールAD-6108（AC100V／電池式、目量100g（～150kg）、200g（～200kg）／秤量200kg）を用いた構造である。また、電子秤を使用しないときは、図2aに示すように立たせた状態での保管や、キャスターでの移動も可能である。さらに、液晶部分を保護するためにステンレス製ガードを取り付けた（図2b）。

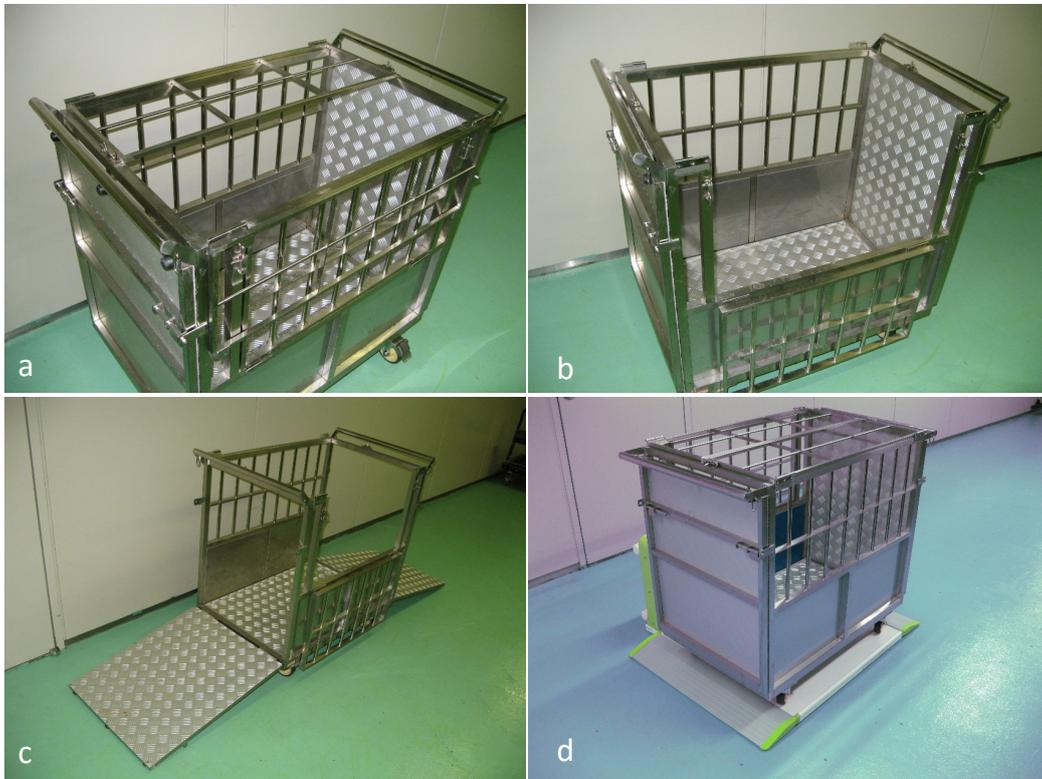


図 1 体重測定用ケージ

a：上面片側を開けた状態

c：左右のスロープを開いた状態

b：上面を外して側面を開けた状態

d：測定用ケージを電子秤に乗せた状態

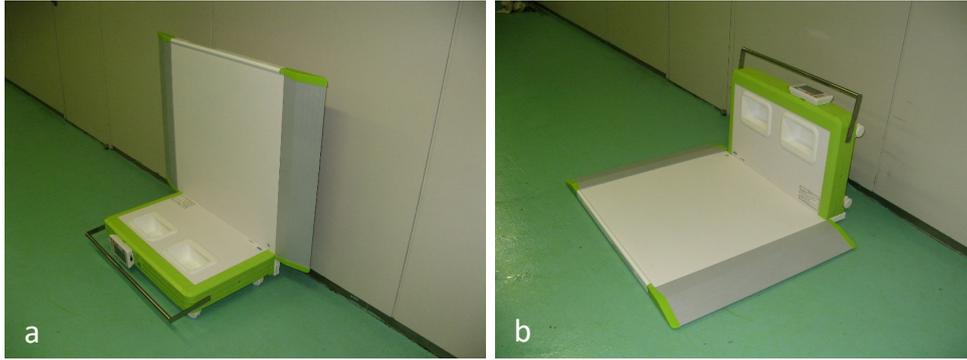


図 2 電子秤 (体重計)

- a: 使用しないときは立たせた状態で保管し、キャスターでの移動も可能。
- b: 液晶部分を保護するためにステンレス製ガイドを取り付けた。

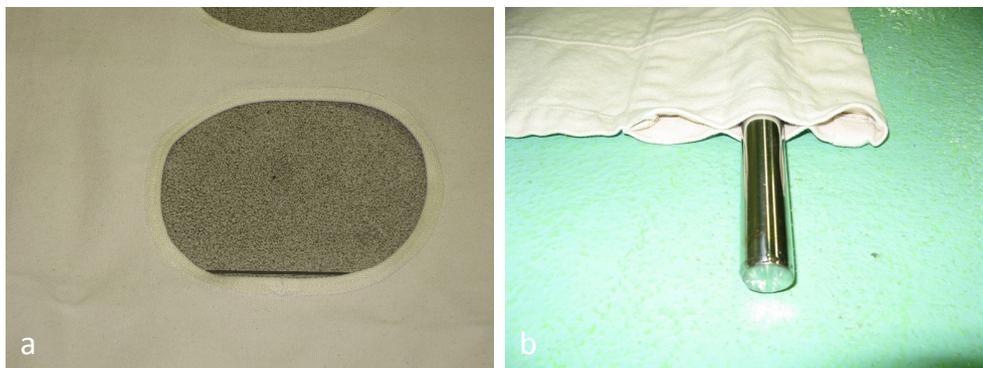


図 3 吊り幕式保定布の構造

- a: 四肢が入る穴は楕円構造となっている。
- b: 支柱を差し込む穴は左右三段階で調整可能となっている。

(3) 吊り幕式保定

保定は、測定用ケージに吊り幕を取り付け、動物の吊り幕式保定を可能とする構造とした。具体的には、四肢の位置に穴を開けた吊り幕式保定布を2本の支柱及び、ストッパーでケージ上部に取り付けた。また、四肢を通す穴は、体長や体重の違いに対応するため楕円形とした (図3a)。さらに、保定時の深さを調節するため、支柱を通す穴を左右三段階で調節可能となっている。ケージ上部には調節可能な支柱用ストッパーを取り付けた (図3b, 図5ab)。布については、洗浄及びオートクレーブ滅菌が繰り返し可能な材質である帆布を使用した。

4. 中型実験動物用多機能型体重測定ユニットの活用事例

(1) 体重測定, 導入麻酔, 実験室への移動

予め測定用ケージを電子秤に乗せ風袋 (tare) 設定をした。そして、ケージを移動し動物を入れる。

動物はスロープより誘導するか、あるいは術者が直接保定し側面の扉より中に入れる仕組みである。その結果、動物が入った状態でケージを電子秤に乗せることにより、体重測定が容易であった。測定後は麻酔量を決定し、導入麻酔としてケージ上扉片あるいは両側を開け、頸部または臀部に麻酔薬を筋肉内投与。あるいは鎮静薬投与後吸入麻酔を行い、そのまま移動することが可能であった (図4)。

(2) 吊り幕式保定の活用

まず、支柱及びストッパーの位置を設定する。保定の際は支柱を布の幅いっぱいまで広げ、布は動物を乗せ四肢が穴に入ると、体重により支柱の幅が狭くなり目的の深さとなった (図5a, b, c)。また、動物のサイズや処置に合わせて対応することが可能であり (図5d, e), ビーグル犬でも同様に可能であった (図5f)。

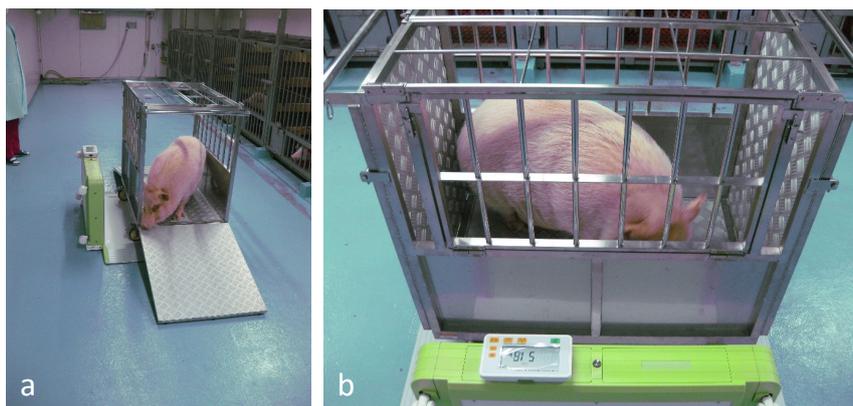


図 4 体重測定の実際

まず、図4aのようにスロープより誘導した後、両側のスロープを閉めて体重を測定する。

図4bは、Göttingen female を測定して51.8kgであった例である。



図 5 吊り幕式保定の活用例

最初にストッパーの位置を決めて (a)、支柱がストッパーの位置で止まる仕組みである (b)。

また、後肢から前肢の順で入れるとスムーズである (c)。様々な場合に対応可能である (例 d: サクラコユキ male 10kg e: サクラコユキ male 25kg f: beagle dog female 8.8kg)。



図6 保定環（鼻保定）の例

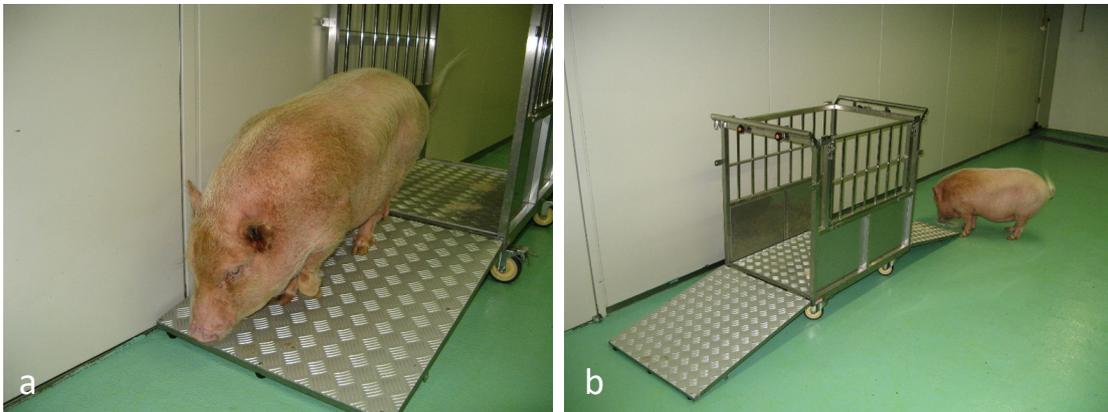


図7 環境エンリッチメント効果としての応用例

図は、Göttingen (female 51.8kg) による順化の事例である。図7aは、興味を持って往復し、段差にも馴れてきている様子である。また、図7bのように、においを嗅ぐような仕草も確認した。

(3) 保定環（鼻保定）

本ユニットを使用した場合、ケージ内で保定環による保定方法も可能であった。これは主に畜産で行われる技術であるが、苦痛軽減を図るためためのロープを使用し、必要な場合のみ熟練者による短時間の使用が条件となる。図6はロープを張らない状態であり、処置を行う際のみロープを張りケージ上部で固定している。

(4) 環境エンリッチメント効果

本ユニットを用いて様々な測定を行う過程において、測定用ケージに馴れさせるため、飼育室内にスロープを開放した状態で置いたところ、ブタは興味を持ち、鼻でこする、においを嗅ぐ、出入りを繰り返す等の行動が見られ遊び場となった。これは動物本来の習性を引き出すことを目的とした環境エン

リッチメント、更には施設への順化を目的として使用することができた（図7）。

5. まとめ

本ユニットは、体長90cm体重60kg程度までのブタや、ビーグル犬等の中型動物に対して体重測定が可能である。動物を測定用ケージに入れた状態での導入麻酔、実験処置、観察、移動が容易であり、体重25kg以下程度であれば、吊り幕式保定器として使用できることが明らかとなった。また、開発に当たり、本装置は中型動物用体重測定ユニットとして、2016年6月に日本大学産官学連携知財センター（NUBIC）より企業への技術供与により製品化された経緯がある。すなわち、飼育室内でのエンリッチメント製品としての使用のみならず、施設への順化を目的としても使用できることから、中型動物、特

にブタを扱う施設においては、幅広い目的での使用が可能であり、実験者および施設技術者への手助けとなる装置であることがいえる。今後、本ユニットを用いた活用範囲を模索していくことにより、更なる可能性について、検討を重ねていく予定である。

文 献

- 1) 谷口由樹, 藤田順一, 村井一郎. 医学研究と臨床トレーニングを目的とするブタの利用について. 日大医誌2009; 68: 344-345.
- 2) 谷川 学, 堤 秀樹, 二木力夫, 谷岡功邦, 石井一, 内田昌樹, 片桐公一, 熊谷栄二, 古賀哲文, 島津美樹, 田村淳子. ミニブタ実験マニュアル. エス・エル・エー研究所, 2000; 55-79.
- 3) M.E.Fowler (原著), 北 昂 (監訳). 動物の保定と取扱い. 文永堂, 1982; 156-157.