

ルフテンTgの開発

斎藤 正信¹⁾・大城 匡豊¹⁾・銀 一之²⁾

橋 詰 俊雄²⁾・倉 林 譲³⁾

(¹⁾大気社、²⁾白銀工業、³⁾岡山大学医学部附属動物実験施設)

DEVELOPMENT OF "Luftain-Tg" AS A MICROISOLATION CAGE SYSTEM

SAITOH M.¹⁾, OHSHIRO M.¹⁾, SHIRAGANE K.²⁾, HASHIZUME T.²⁾, KURABAYASHI Y.³⁾

¹⁾TAIKISHA LTD. · ²⁾SHIRAGANE MFG. · ³⁾ANIMAL CENTER FOR MEDICAL RESEARCH,
OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL

Developed "Luftain Tg" to include cage and luck for the breeding, nowadays an experiment increases as exchanging it digest gene set, and breeding, experiment of Transgenic mouse (following Tg mouse) increases. Doesn't exit the front of luck to outside as giving and doing a mind directly to cage inside, as a ceremony as hanging bathtub type cage—we controlled with a curtain and developed a system to defend from an expansion of cage inside and outside contamination. Again, for flowing of these air computer simulation even though were able to confirm it.

< 要 約 >

Tgマウスの飼育に適し、かつ、飼育作業性の良いラックの開発を行った。バスタブ型ケージを吊り式とし、天井／吊りレール／背面側塞ぎ板により上方3方を閉鎖しケージからの排気出口は上前面のケージ鏝上のみとした。ケージへの上後方からの直接給気とケージからの排気の流れは架台前面をエアカーテンで制御し、架台後方より排気することによりケージ内外の汚染の伝播を防止する機構になっており、コンピューター・シミュレーション及び気流可視化試験によりその効果が確認できた。

< 目 的 >

近年、遺伝子改変動物研究の発展に伴い、実験動物としてのTg動物の飼育が急増している。これを受けて、ケージ・ラックシステムに対して従来とは異なった機能、性能が求められるようになってきた。特に

- ①Tgマウスのバスタブ型ケージでの大量飼育化。
- ②動物相互および動物と人相互の汚染防止機能の一層の向上。
- ③大量飼育ゆえ飼育作業の効率化の要求。
- ④逃亡、紛れ込み防止。

などがTgマウスを飼育するために必要な条件である。

上記②の要求に対する究極的な回答はVinyl IsolatorやMicro Isolation Systemであろう。しかし、これらのシステムは要求③に対しては大きな問題があり、日本では一般的には前面に扉を設け、給・排気システムと結合したクリーンラックシステムの導入が多い様である。

弊社はエアカーテンを利用した気流制御システム「ルフテン」を製造し好評であるが、このシステムは動物と人との汚染防止機能に主眼を置いて開発されており、必ずしも人（飼育室空間）から動物への汚染防止機能については十分ではない。今回のルフテンに更に検討を加え、Tgマウスの飼育に対しても適したエアカーテンシステムの開発に取り組んだ。

<開発のコンセプト>

バスタブ型ケージを前提に、Micro Isolation Systemの感染防止機能をエアカーテンシステムで実現することを狙いとし、操作性の改善をも含めて検討した。具体的には

- ①動物と人との相互汚染防止を狙う。
- ②動物相互間の汚染防止を狙う。
- ③汚染防止バリアーはエアカーテンによるものとし、操作の煩わしい扉は採用しない。
- ④飼育作業性の改善を狙う。

とし、これらの必要条件を考察した。

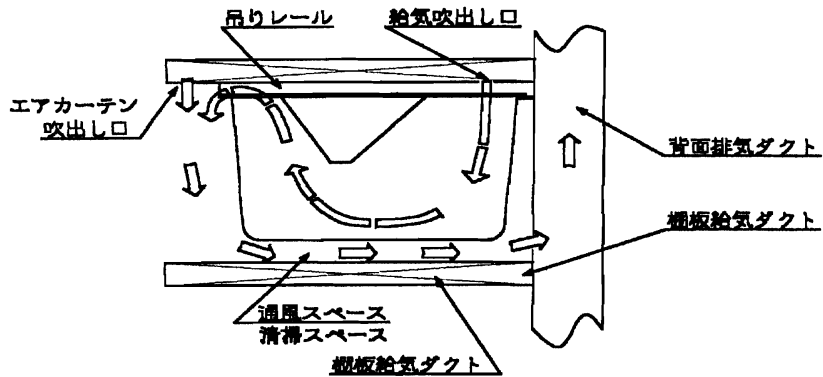


図1 気流制御の考え方

<設計の考え方>

棚板を給気ダクト、背面板を排気ダクトとした。前面に扉の無い箱型ラックにバスタブ型の吊りケージを収納する構成とした。

- ①吊りレールでケージ左右の上部の鏝を吊り、更に、ケージ上部の背面板も、背面板との隙間を塞ぎ、これにより左右・後方への汚染空気の漏出と、隣接ケージからの汚染空気の巻き込みを防止する設計とした。
- ②上方の棚板ダクトからケージ内に向けて60～70回/Hの換気量に相当する換気用空気を流入させる。この換気用給気によりケージ内を微陽圧として外部空気の侵入を防ぐよう設計した。
- ③ケージ上部で架台前面棚板下側の汚染空気の出口には、棚板前下方ダクトにエアカーテン吹き出し口を設け、ケージからの汚染空気を下方に吹き落とし、背面板の排気孔へ導くよう設計した。
- ④背面板の排気量は<給気量+エアカーテン量>よりも多くする。これによりケージ周辺を微陰圧とし、ケージからの汚染空気の室内への拡散を防ぐよう設計した。
- ⑤ケージ底板と棚板間には30～50mmの間隔を設け、棚板についてはケージを挿入したままで、掃除が出来るよう設計した。

<結果>

相互汚染防止機能について気流のコンピューター・シミュレーションによる評価を行った。

- ①シミュレーション条件は、図2に示すようにラック及び前方作業空間からケージ1個分のスペースを切り出して計算した。ケージ内には体重21gのマウス4匹飼育することを前提にして

いる。ソフトウェアクレイドル社の「STREAM」ソフトを使用した。

- ②流速および気流の方向は、図3に示す。

- *換気用空気が7～8cm/s程度で天井の給気吹き出し口から供給され、ケージ内を換気する。
- *ケージからの排気は前面のエアカーテン(約20cm/s)を突き抜けることなく、下方に押し下げられ、背面の排気口に吸引される。

ケージ内汚染の拡散は、図4に示す。

- *ケージ内から汚染物質が何%飼育室の排気口に向かうかをシミュレートすると、ケージからの汚染物質が全て前方の作業空間に漏れ出したとき、部屋の出口(赤○印)の表示色が真赤になるよう条件設定しているが、○印部は青で、汚染物質の室内への拡散は無いことが推定された。

室内汚染物質のケージへの侵入は、図5に示す。

- *ケージの換気用空気とエアカーテン用空気を汚染濃度0、室内への供給空気を汚染濃度100の真赤としている。室内空気はエアカーテン及びケージからの吹き出し流に阻まれ、ケージ内に侵入することが出来ず、ケージ内は清浄に保たれる。
- *このことからラック内のケージは、相互に隔離されていると考えられる。

温度シミュレーションは、図6に示す。

- *給気の温度20℃、室供給空気温25℃、ケージ内マウスを4匹として温度シミュレートを行った。ケージ内は平均25～26℃を示すので、給気は5～6℃上昇すると考えられる。数値的には高い印象を受けるが、マイクロエンバ

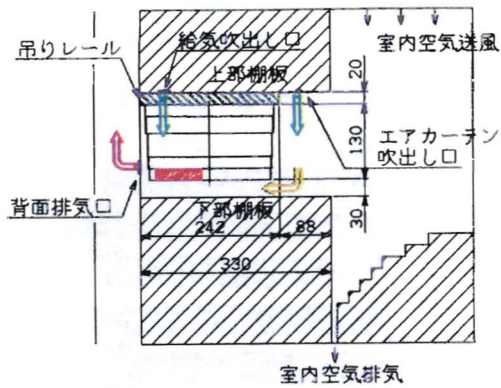


図2 シミュレーション空間

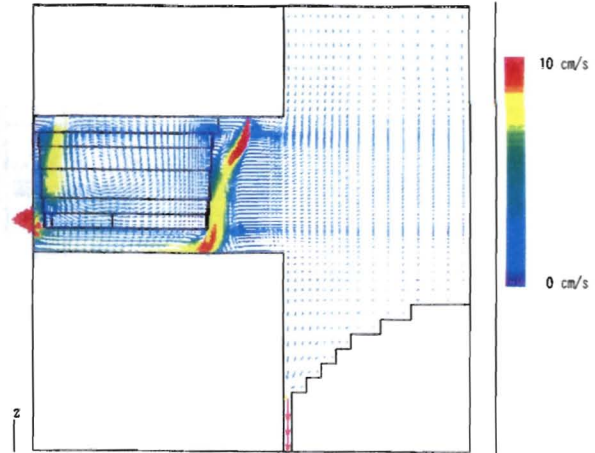


図3 流速および気流の方向 (幅中央断面)

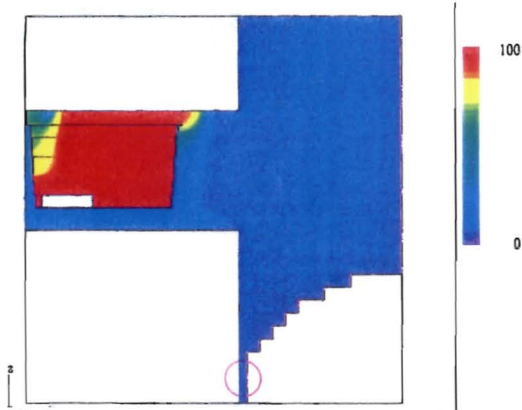


図4 ケージ内汚染の漏れ出し (ケージ内断面)

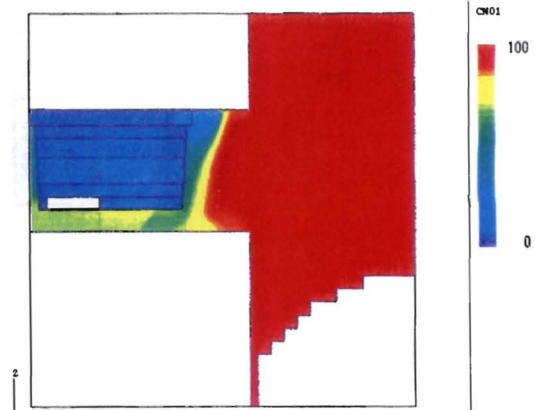


図5 室内汚染の侵入 (ケージ内断面)

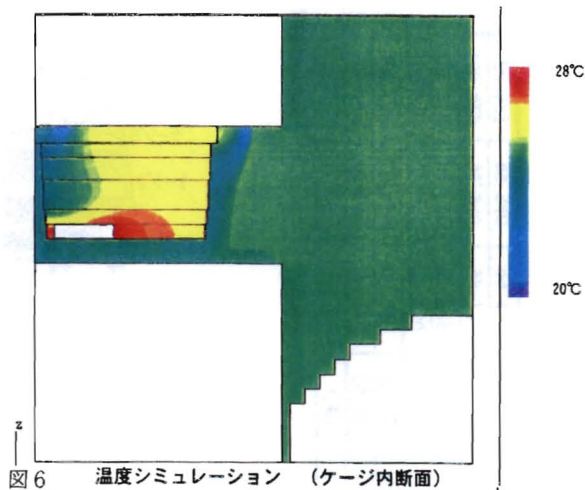
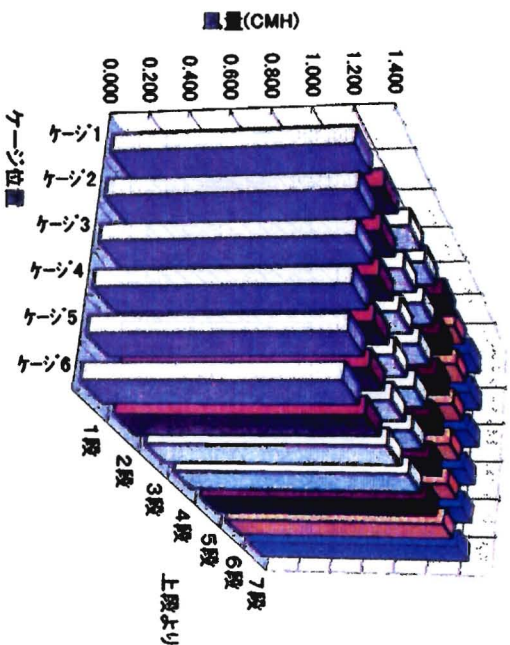


図6 温度シミュレーション (ケージ内断面)

エアカーテン風量の分布



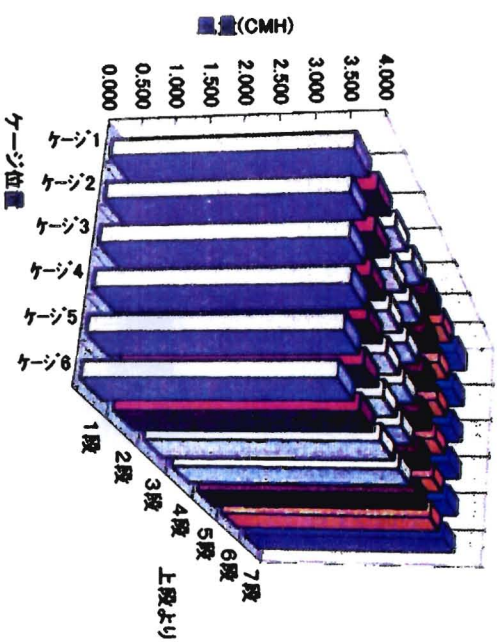
給気標準風速分布 (%)

	1段	2段	3段	4段	5段	6段	7段
ケージ1	99.971	100.558	100.167	99.873	99.971	99.382	98.986
ケージ2	99.971	100.850	100.167	100.069	99.971	98.788	99.184
ケージ3	100.947	100.655	100.167	99.971	99.971	98.986	99.184
ケージ4	100.088	100.947	100.460	99.971	99.579	99.184	98.689
ケージ5	102.009	100.947	100.460	99.971	99.775	99.085	98.986
ケージ6	101.141	100.655	100.558	99.971	99.480	99.085	98.986

は 最大値/最小値

図7 ルフテントE モデル機 (6列×7段) による
給気(エアカーテン) 風量分布実測データ

排気風量分布



排気チャンバー風量分 (%)

	1段	2段	3段	4段	5段	6段	7段
ケージ1	99.940	100.527	100.136	99.842	99.940	99.351	99.351
ケージ2	99.940	100.818	100.136	100.038	99.940	98.759	98.759
ケージ3	100.916	100.624	100.136	99.940	99.940	98.956	98.956
ケージ4	100.028	100.916	100.429	99.940	99.548	99.154	99.154
ケージ5	101.977	100.916	100.429	99.940	99.744	99.055	99.055
ケージ6	101.109	100.624	100.527	99.940	99.449	99.055	99.055

は 最大値/最小値

図8 ルフテントE モデル機 (6列×7段) による
排気風量分布実測データ

イロメントとしては25～26℃は適正な温度の許容範囲とされている。

< 給・排気風量分布 >

実機モデルによる風量分布の測定

エアカーテン風量の分布は、図6に示す。

- * 実機においては、ラック各段、各ケージへの風量の分布が重要になる。この図は給気の代表としてエアカーテン風量を実測したグラフである。各棒がケージ位置に対応するが、非常に均一で、平均値を100%としたとき、98～103%に入っている。

排気風量の分布は、図8に示す。

- * 前記同様、背面排気チャンバーの各ケージに対応する位置で排気風量を測定した。これもまた均一で、平均値の98～103%の間に入っている。

尚、図4，図5のシミュレーション結果は、モデル機による気流可視化試験によっても確認された。

< まとめ >

コンピューター・シミュレーションの結果は下記の通りである。

- ① ケージ内からの汚染空気の室内への拡散はほぼ完全に阻止された。
- ② 室内空気のケージ内への流入もほぼ完全に阻止された。
- ③ ケージ相互間の汚染伝播も解消された。
- ④ 4匹/ケージ程度であれば、ケージ内給気の温度上昇は6℃（20→26℃）程度の適正温度の許容範囲に押さえられた。

扉の無いエアカーテン式の操作性の良いラックで、Micro Isolation Systemに匹敵する汚染拡散防止機能を備えた、かつ飼育操作性の良いシステムを開発することができた。今後、実機による飼育実験を計画し、本システムの効果を確認するとともに、使用者の意見を取り入れながら、更により完全なシステムを確立したい。