慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	実験室の誕生 : 操作と測定
Sub Title	Naissance de la laboratoire : opera t i on et mesure
Author	渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1993
Jtitle	慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.36 (1993.) ,p.137- 145
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	30周年記念号
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000036-0137

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

実験室の誕生-操作と測定

Naissance de la Laboratoire-operation et mesure

渡　辺　茂*

Shigeru Watanabe

要　約

心理学における動物実験の様態は実験装置に依存し，実験を行なう場所である実験室の構造もまた装置の開発に依存して変化する。さらに，実験室の構造はそこで行われる研究の性質や研究者集団の状態をも反映していると思われる。本論文は慶應義塾の心理学動物実験室の変遷を通じて心理学における実験の発展とそこに内在する問題点を辿るものである。

1)　近代心理学の成立と実験室の誕生

近代心理学の成立年は 1879 年とされている。これはブントがライプツッヒに実験室を開設した年である。このことは近代心理学が如何に実験をその成立基盤としているかを物語るものである。もっとも動物実験に関してはライプツッヒではなくベルリン大学が最も古く心理学の実験を行ったとされている (Boakes, 1984)。では，心理学における動物実験とはどの様なものだろうか。

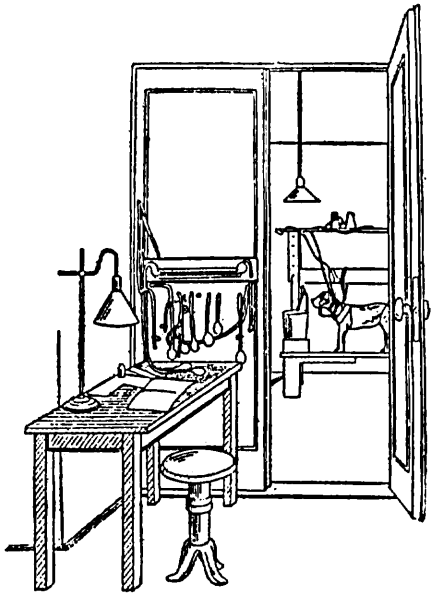
図 1 は動物心理学史上最も有名な動物である「利口な馬ハンス」の行動を調べている所である。実験者と動物は直接対面している。この馬は様々な計算を解答に相当する数をひずめでたたくことによって行うことができた。しかし，1904 年に当時ベルリン大学心理学研究室にいたシュトウンプらによる調査報告が出され (Rosenthal 編, 1965, 報告書そのものは Pfungust, 1911)，ハンスは実験者自身も気がつかない実験者の微細な反応を手掛かりとしていることがわかった。このことは，心理学の実験において実験者による測定操作それ自体が測定対象に影響を与えることを示すものであった。そして心理学者達は動物（あるいは被験者）に操作や測定をできるだけ知られない様に細心の注意を払うようになった。

図 1　対面型動物実験．上はハンスの実験場面 (Boaks, 1984 より) であるが下は極く最近まで行われていたチンパンジーの実験 (Blakemore, 1977 より)．この様な対面型の実験では実験者の自分では気がつかない変化が動物に情報を与える．

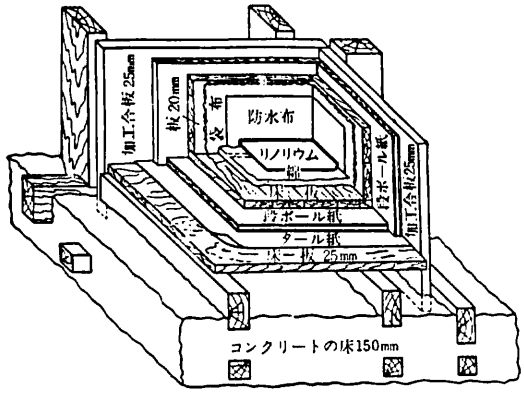
図 2 はパブロフによる条件反射の実験室である。図 1

* 慶應義塾大学文学部教授（心理学）

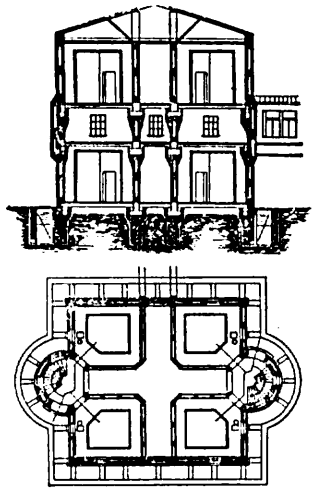
と明らかに異なることは動物のいる区画と実験者のいる区画の分離である。もはや動物は直接実験者についての情報を得ることはできない。パブロフは徹底して実験者が操作するもの以外の刺激の排除を行った。実験者と動物の徹底した分離はオペラント条件づけの実験でも同様であり，もはや実験者は動物を直接観察するのではなくオペラント箱内で動物がスイッチを押す回数を計測する。オペラント箱という単純化された環境で特定の反応のみを機械を介して測定する方法は効率的なデータ収集の方法であるばかりでなく，実験者の恣意的な判断を排する利点もあり，1980年代までは動物行動の実験的研究はオペラント箱内のレバー押しやキィつつきを測定するものが圧倒的であった。しかし，画像測定の技術の進歩はこの状態を変えつつあり，近い将来，動物の自由な反応を研究者の恣意的判断や熟練労働なしに客観的に測定することが一般化すると思われる。



A



B



C

図 2　パヴロフの実験室．Aは動物の室と実験者のいる部屋が分かれていることを示す（林，1961 より）．Bは防音構造の作り方（コーガン，1967 より）．Cは「沈黙の塔」と呼ばれた実験棟（林，1961 より）．

動物実験は実験装置の技術的ブレークスルーに大きく依存しており，実験室の設計もまた装置の変遷によって変化する。しかし，実験室の構造の変遷はそれ以上に学問そのもの，あるいは研究者達の状況を反映すると思われる。本論文は慶應義塾における心理学動物実験室の変遷を辿るものである。

2)　場所の確保

慶應義塾大学の動物実験室は 1952 年に小川隆によって開設された。図 3 はその時代の設計図である。実験室は動物の飼育室に接続しており，その中で完結した実験が行われる様になっている。実験の制御は簡単なリレー回路の制御装置はあったものの主として人手に頼っており，反応の測定にはペン書きレコーダーが用いられていた。オペラント条件づけの実験で多用される累積記録器はハーバード大学から輸入されたものの，余り利用されず，計数器としての電磁カウンターも 1970 年まで使われなかった。

面白いことに，この時代にペン書きレコーダーのペン

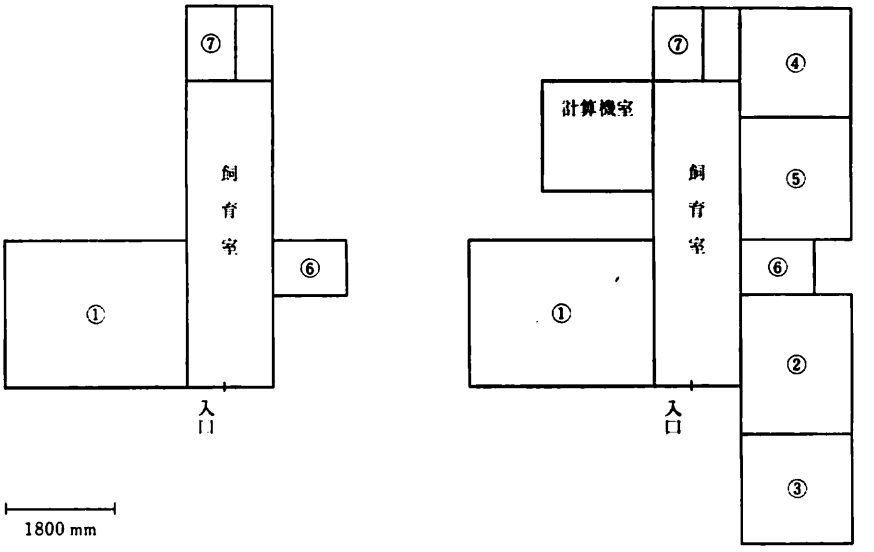


図 3　慶應義塾最初の心理学動物実験室．左図は原形，右図は増築最終段階．1-5 は実験室，6 集団飼育室，7 シャワー室．

を接点とし，記録用紙に穴をあけることにより実験のプログラムを実行させる試みが為されていた。これらの技術革新は助手や大学院生に依存する部分が大であるが，筆者が実験室に出入りする様になった頃（1970 年前後）は丁度その様な技術力のある若手研究者が居ない時期にあたっており，モノクロメーターなど一部の突出した装置は完備していたが，慶應の実験設備の運用は全体としては自慢できるものではなかった。

実験者は終日暗室の中で実験を行う苛酷な研究生活を余儀なくされ，厳冬の時期には実験室に炬燵を持ち込んだという逸話も残っていた。この時代の実験棟の最大の意義は，ライプツッヒでの実験室の誕生と同様に，動物実験の為のスペースが確保されたこと自体にあるといえる。

3)　自動化は何をもたらしたか

トランジスター，後には集積回路の論理をパッチコードでプログラムする実験制御装置（ロジックモジュール）の普及は実験の自動化と 1 台で多様な実験に対応できるという意味（実験の自動化自体はこの機械の出現をまたずに可能であったが，それは実験ごとにその為の制御装置を作ることを意味した）で画期的であった。もはや，実験者は実験実行の為に長時間拘束されることは無くなった。この種の制御装置は国内でも生産され（ユニテック電子），累積記録器も国内生産されるようになった（大久保測器）。しかし，この種の制御装置は何分高価であったので，米国の心理学実験室の様にオペラント箱毎に自動制御装置が接続されて並んでいるという光景は見られなかった。慶應義塾の研究者達は 1 台の装置を何人かで共有する為，超人的な短時間で複雑なパッチコードの配線を変更するという特殊技能に習熟した。また，自分で集積回路の論理を組んだ装置を制作することも行われたが，特殊目的のための制御装置の制作はやがてコンピュータの普及とともに行われなくなった。

研究費が豊かであった米国での実験の自動化は，制御装置の大量導入による実験結果の量産を意味したが，1 台を大勢で利用する日本の研究室では自動化による測定や統制の精密化はできても，単位時間あたりのデータ蓄積量の向上はのぞめなかった。実験科学はある種のスピードレースであり効率的なデータの蓄積は研究遂行の必須条件である（図 4 参照）。研究者達の様々なアイデアは実験という「形而下的」営為を経なければ学問として認知されない。この時代は慶應義塾を含めて日本の動物実験の速度は米国に全く太刀打ちできなかった。

4)　電子計算機と無政府主義

心理学における電子計算機の利用は大型計算機によるデータ解析から出発したが，ミニコンピュータの出現は実験制御への利用を価格的に可能にした。特に DEC 社の PDP8 は制御用プログラム言語 SKED（類似した言語

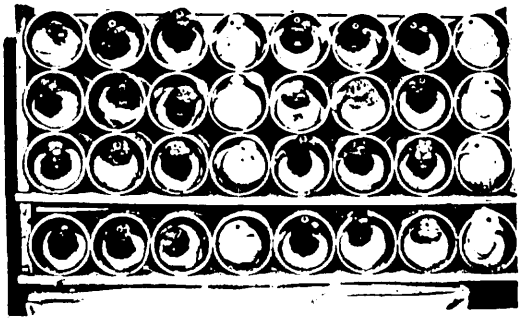


図 4 実験は効率的に行われなくてはならない．上図は「ペリカンプロジェクト」(ハトに地対空ミサイルを誘導させる計画) の訓練を受けるハト (Epstein, 1982 より)．下図は監獄におけるアルコール中毒の講演の様子 (Foucault, 1975 より)，自動化された心理学の実験では講演者による言語的操作は必要でない．

に ACT や SCAT などがあったが SKED がもっとも普及し，現在もその改訂版がつかわれている) と共に心理学に広く普及した。本邦では実験動物中央研究所がいち早くこのシステムを導入している。図5はミニコンを中心とした実験室の設計である。当時の発想はミニコンによる複数の実験の集中制御であり，SKED はその様な課題を可能にするシステムであった。ミニコンによる実験制御は行動のミクロアナリシスを可能にしたが，実験室の構造という観点から見て以前の自動制御装置と大きく異なる点は集中制御の発想である。勿論，これはミニコンがなお高価であったことが最大の原因ではあった。

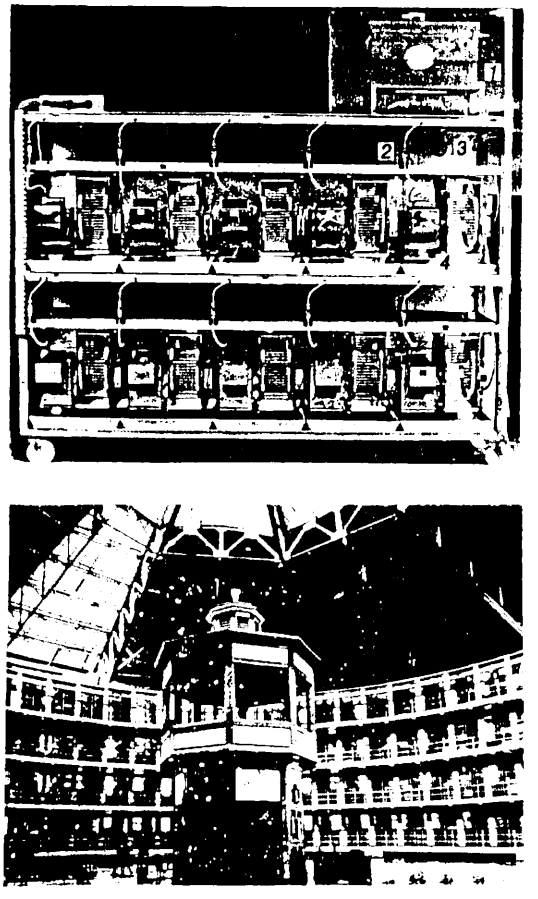
本塾ではユニテック社の UP8 (これはミニコンではなく，インテル 8008 を用いたマイクロプロセッサーであったが) を 1976 年に導入し，動物実験室に計算機室を増設することにより集中制御を試みた。しかし，既に増設を繰り返すことによりグロテスクな様相を呈していた実験棟はこの増設により飼育室部分にはほとんど窓がない状態になり，自然換気に頼っていた飼育環境は著しく悪化した (図3参照)。

UP8 のシステムは SKED の様に複数の実験を実行する為に自由にプログラムを追加して実行させることはできず，プログラム言語も習熟しやすいものではなかった。さらに，記憶媒体は穿孔テープでありプログラムを読み込むだけで何十分もかかった。実際にプログラムを書いて利用した研究者は少なく，慶應義塾では集中制御型の利点を十分に生かした実験を行ったとは言い難い。ただし，この装置自体は固定した実験プログラムを常駐させておき，類似した複数の実験を同時に実行するという形で次代の実験棟でも生き延び，1980年代の終わりまで稼働していた。

この時代の実験棟を見ると，それが実験実行の為にのみに使われていたことがあきらかである。つまり，居住性という観点は欠如しており，そのことは手洗いがなかったことで端的に示される。また，各実験室は全く独立しており，各研究者は飼育室を共有しているにすぎなかった。実験棟に足を踏み入れても，それぞれの部屋でなにが行われているかはそれぞれの部屋に入らなければ分からず，最終段階では電子計算機による中央制御という全体主義な萌芽を持ちながらも，当時の実験棟は増築によるグロテスクな様相とともにある種の無政府主義的な状態であった。おそらくこのことは当時日常的に実験室にいた教員が助手のみであったことにも関係していたと思われる。古参の大学院生やオーバードクターは力学的に若手の助手によく拮抗しうるからである。

5) 新実験棟，独房または個人主義

図6は長年の希望がかない 1980 年に完成した実験棟を示す。実験棟は2階建てで，2階に飼育室と孵卵室，1階に実験室があった。当時実験動物はハトに限られていたので，飼育室は自然換気効率の良い2階に配置され



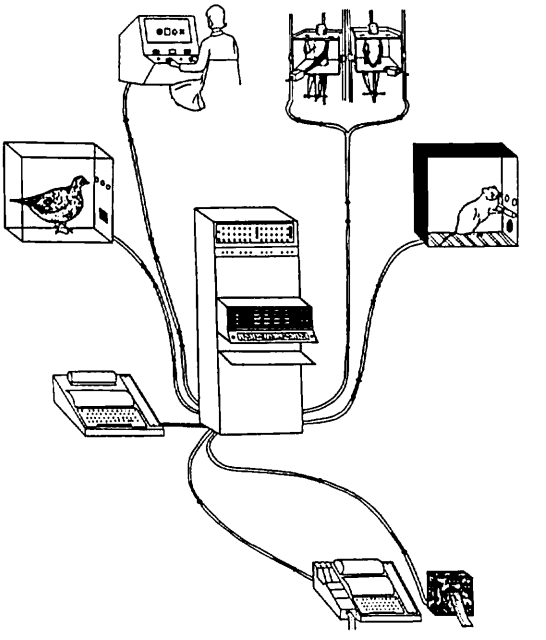


図 5　実験の集中制御．上図はミニコンによる実験制御 (Millenson, 1973 より)．左上はラットの行動測定装置 (田所, 1991 より)，左下は米国の監獄 (Foucault, 1975 より)，実験においては中央制御装置が望楼の役割を果たす．

た。このこと自体は成功したと思われるが，後に恒温を必要とするラットやマウスでの研究が始まると実験室毎に個別の空調機を導入することになり，結果的にはかなり不経済なことになった。もちろん設計段階で全館空調が検討されたが，当時慶應義塾全体として空調には極めて消極的であり，完成当初から空調設備があったのは完全暗室，処置室，計算機室などにかぎられていた。実験室数は以前の実験棟に比較すると倍以上であり（面積では以前のものは最終的には 73.83 m² であり，新築のものは 187.2 m² であった)，新築当初小川隆（当時教授）は部屋が余るのでないかと真剣に心配したほどであった。

実験室は廊下を挟んで個室が並んでいるもので，その中央部に計算機室が設置されていた。これは明らかに図5の様な中央制御を意識したものであり，それは各個室をつなぐ高架式のケーブルラックが設置されていたことからも明らかである。計算機室を一つ増築して急場をしのいだ以前の実験棟に較べるとこの実験棟は明らかに最初から集中制御を前提とした構造である。むしろ，ともかく場所の確保を目指した先代の実験棟と異なり，この棟は初めて，実験に対する明白な思想を持った建物といえよう。しかしながら，個室の大きさはそれぞれが独立した実験室としても機能しうる大きさであり，後に綱町に設置された実験棟と比較すると設計思想としては不徹底であった。

実はこの建物を設計している時に中央演算装置の低価格化の為に中央制御方式はすでに過去のものになりつつあった。筆者は実験棟の完成を待たずに米国に留学 (1979-1980 年) したが，そこで多くの研究室において各実験装置にマイコン1台を張り付けるスタンドアロン型に変わりつつあることを知り，可能な限り設計の変更を進言したが，実際には当初の設計どおりのものが建設された。結局，計算機室にマイコンを集中して設置し，各個室には実験装置のみを置くことが多くなったが，個室

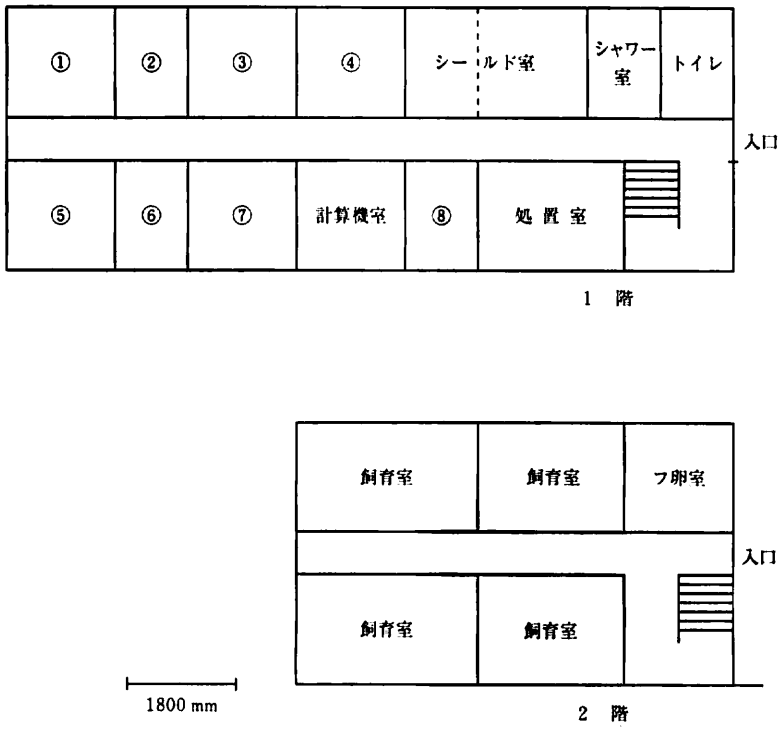


図 6 新築した実験棟．1-8 は実験室，4 は後に顕微鏡室に転用した．立地条件の為，研究者は陸橋から 2 階に入るユニークな建築であった．また 2 階にはテラスがあり，動物慰霊祭やビールパーティなどが行われた．

での完結した実験系も併用された。当時はアップル社のマイコン（マッキントッシュではない）の全盛時代であり，この実験棟でも 10 台以上のアップルが動いていたが，純正はわずか 2 台だった。1980 年代も末になるとアップルはその地位を国産の MSX マシンに譲ることになる。なお，日本市場で圧倒的なシェアを誇る日本電気のマイコンは心理学の実験制御用としては必ずしも使い勝手が良くなく今日に至るまで動物実験室の主要機になっていない。

マイコンの普及と米国での研究（費）条件の相対的劣化は，論文作成時の言語上のハンディを乗り越えて，研究速度において慶應義塾が十分に世界に比肩できるという状態を生ぜしめた。筆者の個人的経験では 1980 年代後半からは同じ実験の着想を同時に得た場合には，むしろ慶應の方が早くデータを出す様になった。

この時代の慶應義塾における動物実験の特徴は研究領域の展開にある。行動薬理は各種薬物の免許指定により活性化し，特に薬物弁別の研究では我が国における草分け的研究機関の一つであった。オペラント箱内の動物行動を学習のモデルとしてではなく，採餌行動や経済行動と見做す研究は 1 日の一定時間内のみでの行動測定から 24時間の行動測定の実験を開始させた。新研究室棟地下で行われていた神経科学的研究も新実験棟で本格的に行われる様になり，1980年代後半からはこの実験棟における最も活発な研究分野になった。しかし，設計で見るかぎり手術室とシールドルームは当初からあったものの，顕微鏡室は暗室を後に転用したものであり，設計段階では神経科学的研究は予定はされていても必ずしも主要なテーマではなかったといえる。従って，組織学的検索などが本格化するとかなり手狭なものになった。

実験室の配置を見ると独房が並んでいる様な印象を受ける。以前の建物から見ればはるかに構造化され，整っているが中央の廊下は各室を結ぶ役割しか果たしておらず，全員の共有空間は存在しない。実際には廊下はやがて実験装置に占領される様になり，人間はからだを横にして歩く程になった。これらの構造上の特徴は前述した研究領域の展開やいわゆるオーバードクターの常在化(牢名主化)とともに部屋毎の独立した世界を産み出すこ

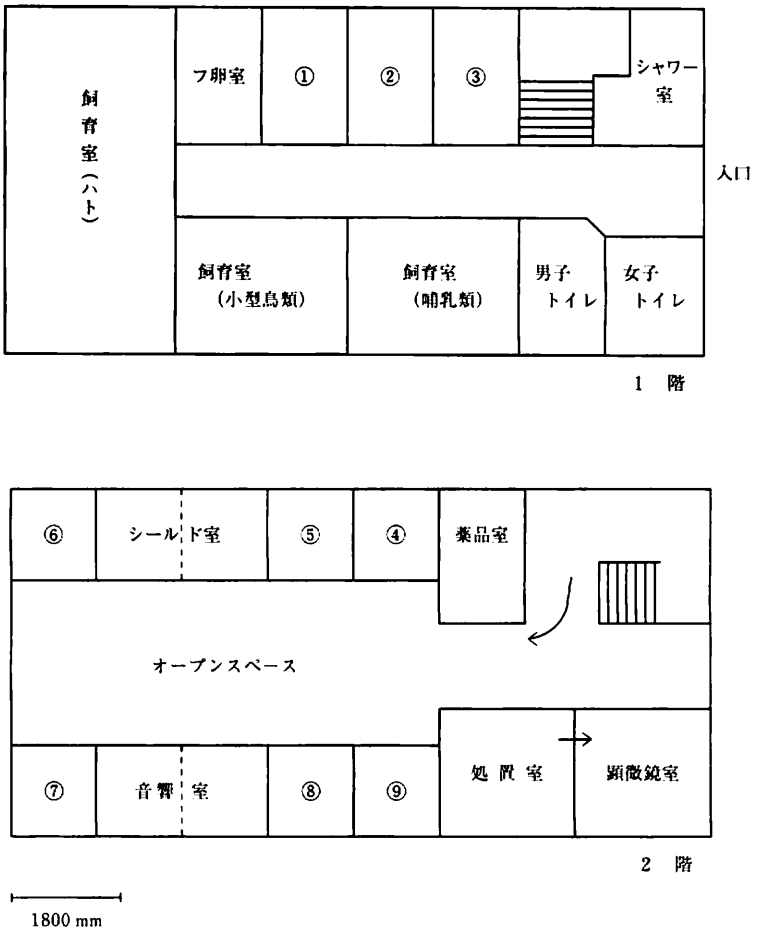


図 7　綱町心理学動物実験棟．1-9 は実験室．オープンスペースには計算センターとの端末やデータ処理用のコンピュータ以外に中央にテーブルがおかれ，研究者が自由に使っている．顕微鏡室への入り口は処置室内にあり，処置室を通ってしか入れない．

ととなり，ほぼ一年中実験棟にいた筆者ですらなんの実験が行われていたのか正確には知らない実験室もあった。実験室の独房化はある意味では安定した研究状況であったが，切磋琢磨は行われにくく，この時期の慶應義塾動物実験室の研究業績生産性は日本で最も高いといってよかったが，それは特定研究者の業績に片寄っており，この実験棟時代に全く論文を書かなかった研究者も少なくない。

当初は十分な部屋数があると思われたこの棟も実験室の不足はすぐに切実な問題になり，最後には飼育室やシャワー室まで実験室に転用する状態になった。さらに動物実験に関与する教員が増えたことも実験室の不足に拍車をかけた。これらのことは研究者が実験室の配分に極めて神経質になるという状態を産み出し，教員達の新たな頭痛の種になった。

6) 綱町実験棟，研究者の楽園または管理の（隠された）完成

1990年になると実験棟の抱える問題はだれの目にも明らかだった。面積の拡張，何をおいてもそれが必要だった。しかし，研究者達が様々に増築を模索している頃，大学全体としては実験棟のある地区の再開発の準備が着着と進行していた。新研究室棟からの距離，共同ビルか独立棟か，面積などが様々に論議され，大学当局の意向と研究者達の要求との接点を探る交渉は難航を極めた。図 7 は結果として完成した綱町実験棟の設計図である。結局，研究者達は面積の増大（新実験棟は 207.36 m^2）と独立棟であることを優先させたことになるが，もとも

と防火倉庫であった建物の矩体を利用するという制約があり，建物全体の防音については研究者達の要求をみたすに至らなかった。しかし，これまでに痛感されていた構造上の問題を解決する為には，面積の増大こそわずかであったが新たな設計はまたとない機会であった。

1階には2つの鳥類飼育室，小型哺乳類飼育室および孵卵室があり，一応温度，湿度が一定に保たれ，哺乳類の飼育ケージは自動洗滌である。飼育室をみると，この棟のテーマの一つが比較研究であることが分かる。現在鳥類 13 種，哺乳類3種が飼われている。しかし，実際には以前の建物でも 1990 年からは多様な種が用いられており，この設計はそれを積極的に追認したものである。他の3室はスタンドアロン型の実験室になっており，24時間型の実験等はここで行われている。1階で特記すべきは女子トイレで，これは設計に先立ち学生の要求を調査した成果である（この棟の設計以前は実験室の運用等に関して組織的に学生の要求を調査することはなかった)。

2階でまず気がつくのは中央のオープンスペースである。もはや，計算機室はなく，実験室はすべてが小さな区画であり，その区画内の実験装置を制御するコンピュータはオープンスペースに設置されている。実験室内には直流電源と白色雑音が供給されており，研究者は電源作成や雑音の問題から開放されている。研究者達は孤立した独房で隔離されているのではなく，オープンスペースでコーヒーを飲みながら，皆でデータの検討をしたり，プログラムを書いたりできる。

実験装置と動物を小さな実験室に入れ，コンピュータを室外におくという設計の原形はメリーランド大学の心理学実験室に見ることができる。実際，メリーランドの実験室は筆者がこの建物の設計に関わった時の意識的なモデルの一つであった。

新実験棟の最大の特長であるこのオープンスペースの設計は成功した。ここで仕事をする研究者も内外の見学者もオープンスペースに満足し，否定的な意見は耳にしていない。以前の独房構造より研究者間の切磋琢磨は活発であり，多くの研究者が論文産出に貢献する様になった。そして，なにより居住性が格段に良い。コンピュータのワープロ機能や作図機能の充実はデータ解析のみでなく，論文の完成まで実験室で行える状態を産み出した。直通電話やファクシミリ，あるいは計算センターと直結する端末などの通信手段があることと共に，これらの状況はこの建物にひとつの完結した研究者の「楽園」を創り出している。

次に，オープンスペースに隣接した区域を見る。興味深いのは手術室（脳に対する操作の部屋）とその奥の顕微鏡室（操作結果の測定をする部屋）で，後者については案内されないかぎりそこに部屋があること自体が外からは分からない。また，手術室も階段を上がってくるとオープンスペースに目を取られて扉が開いてないかぎり，部屋の存在感自体が希薄である。しかし，実際にはこれらの部屋は他の実験室よりも広い面積を占めている。これら生体の内部構造に関わる実験室はオープンスペースから見れば，あたかも生体の内部構造がそうである様に，隠された構造なのである。さらに興味深いのは，階段からオープンスペースに向かって立った場合に，その位置は神経科学を背景にして多数の実験（正確には実験をしている人間を）を見るという構図になっていることである。そして，その「楽園」を眺める位置こそが設計に携わった筆者の視点ではないだろうか。それは丘の上から第2ウオールデン[1]を眺めるフレイジアの視点に似ていないだろうか。あるいは，その視点は操作をし，測定をする実験心理学者の視点そのものかも知れない。実験者は動物を操作し，その行動を測定する。そして，研究指導者は指導とか相談とかいう操作をし，実験者の行動を測定する。このオープンスペースの構造こそがそれらの作業を効率的に行う為の装置ではないだろうか。

ある組織での実験科学の遂行は，それを生産的に行おうとすればするほど労務管理的側面を持たざるを得ないが，研究者は本質的に管理されることを嫌う。従って，管理の不可視化こそが研究の管理の要諦になる。網町実験棟の構造は設計者達（研究指導者達）が「意識的」には意図しなかった不可視化された研究管理を実現していると思われる。

7) あとがき，あるいは回転するネッカーキューブ[2]

網町実験棟への移転をめぐり二転三転した大学との交渉，研究室内部の調整，煩雑な実験装置や実験動物の移動，その後の実験系の組立などが終わり，ぼんやりと実験棟2階に佇んでいた時に筆者に突然ある印象が生じた。筆者の位置からはオープンスペースで夫々に研究に従事する学生達が一望のもとに見渡せた。学生達はかつての独房の様な個室で各人が閉じこもっていた時よりもずっと楽しそうに見えた。しかし，その時あたかもネッカーキューブが回転する様に，筆者が，多かれ少なかれ筆者の影響下にある人間達をパノプティコンから監視し

ていることに気がついたのである。楽園から監獄への回転は愕然とする経験であった。しかし，一旦その様にネッカーキューブが回転してしまうと，全室に供給される直流電源や白色雑音，案内されない限り分からない顕微鏡室，すべての研究活動がこの建物で行われる完結性などが特別な意味を持って眼前に迫ってくるのであった。筆者が愕然としたのは筆者がある種の管理主義的傾向を持っていたことではなく（それに気がつかない程うぶではないので），それがいかに巧緻に（筆者自身にさえ）隠蔽されていたかということである。

近代の心理学は近代合理主義が精神領域にまで及んでできたものである。この文で述べたことは実験心理学またはその実行自体に内在する問題であるかも知れないが，あるいは何回かの実験室の設計に携わった者達の個人的資質にのみ起因する問題かも知れない。この点を明らかにする為には幾つかの実験室での設計思想の変遷を比較する必要があり，筆者の研究したいこともまさにその点（共通の選択圧による構造の収れん）にあるのだが，今回は最初のケーススタディとしての慶應義塾での実験室の変遷の記録に止まった。この実験棟ではまもなくLANが組まれるであろう。筆者はLANとかつての集中制御とは本質的に異なる性格を持つと考えているが，その導入が実験室の有形無形の構造にどの様な変化をもたらすかは興味のあるところである。また，いうまでもないが，本論文はミシェル・フーコーの「監獄の誕生」に多くを負っている。

注

1) B.F. スキナーの小説（邦題「心理学的ユートピア」）にでてくる行動科学の原理を適用したユートピア．フレイザーはその創設者でスキナー自身の分身と思われる．小説ではフレイザーが丘の上からユートピアを眺める場面がでてくる．
2) いわゆる反転図形で線画で描かれた立方体が突出して見えたり，引っ込んで見えたりする．
3) 一望監視施設．ベンサムの考案したもので図5の監獄はその例である．この施設の意味についてはミシェル・フーコー「監獄の誕生」を参照されたい．

引用文献

Blakemore, C. 1977. *Mechanismes of the mind* Cambridge University Press.

Boakes, R. 1984. *From Darwin to behaviorism: Psychology and the minds of animals.* Cambridge University Press.

Epstein, R. (ed) 1982. *Skinner for Classroom* Research Press.

Foucault, M. 1975. *Suveiller et Punir-Naissance de la Prison.* Gallimard (ミシェル．フーコー（田村淑訳）1977 監獄の誕生-監視と処罰　新潮社).

林　操　1961．条件反射　岩波書店

コーガン，A.B.（川村浩訳）1964．脳生理学の基礎　岩波書店．

Millenson, J.R. 1973. On-line sequential control of experiments by an automated contingency translator, in Weiss, B. (Ed) *Digital Computers in the Behavioral Laboratory.* Appleton-Century-Crofts.

Pfungust, O. (Translated by Rosenthal, R.) 1965. *Clever Hans* Holt Rinhart.

スキナー　B.F.（宇宙津木保，うつきただし訳）1969．心理学的ユートピア　誠信書房．

田所作太郎（監）1991．行動薬理学の実践　星和書房．