

Title	回廊式放射状迷路におけるマウスの課題遂行の分析
Sub Title	Mice in radial maze : an analysis of choice pattern and effects of pellets arrangement
Author	稲川, 健太郎(Inagawa, Kentaro) 岡山, 仁(Okayama, Hitoshi) 渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1986
Jtitle	慶應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.26 (1986. ) ,p.11- 16
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000026-0011">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000026-0011</a>

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.

## 回廊式放射状迷路におけるマウスの課題遂行の分析

### Mice in radial maze: An analysis of choice pattern and effects of pellets arrangement

稲川 健太郎  
*Kentarow Inagawa*

岡山 仁  
*Hitoshi Okayama*

渡辺 茂  
*Shigeru Watanabe*

Two groups of mice (BalbC) were trained in 6-arm radial maze. Training was divided into two phases. Each arm was baited with a small pellet in training 1 and randomly selected three arms were baited in training 2. Each training continued for 15 days. The first group was trained on the training 1 then training 2, and the second group received the trainings with reversed order. In one daily session mice were removed from the maze after consumption of all pellets or 12 arm entries. Unrepeated arm entry was defined as a correct response and correct responses in the first 6 entries were examined.

The mice in both groups showed high level performance even in the early stage of training and change of baiting condition did not affect their performance. Most of the subjects showed a tendency to turn to the adjacent arm and this profile of choice was more clearly observed under every arm baited condition. These results suggest that the behavior of mice in the radial maze was not acquired one but their unlearned strategy of foraging.

放射状迷路課題はラットの空間記憶を検討するために、Olton によって考案された (Olton & Samuelson, 1976)。これは、放射状迷路のアームの先端にエサが一粒ずつおかれている状況で被験体に採食行動をさせるといふ課題であり、未進入アームへの進入は正選択、既進入アームへの進入は誤選択と定義される。そして、既進入アームへ再進入することなく、全アームを巡ることが被験体にとって最適方略となる。

Olton の原報以来、被験体は主としてラットが用いられているが、これ以外にはシャム閩魚 (Roiblat et al., 1982)、ハト (Bond et al., 1982; Olson & Maki., 1982; Roberts & Veldhuizen., 1985)、ジュズカケバト (Wilkie et al., 1983)、マウス (表 1 参照)、スナネズミ (Wilkie et al., 1983)、ヒト (Aadland et al., 1985; Foreman et al., 1984)、などの種が用いられている。このうち、トリは他の種と比較して誤選択する傾向の多いことが知られている。このことは、トリの採食方略が他の種のそれと異なっているためと説明されている (Bond et al., 1982;

Wilkie et al., 1981)。

表 1 にこれまでに報告されているマウスを被験体とした実験例を示す。習得過程については、マウスでは正反応数が第一セッションから偶然水準より高かつ全実験セッションを通し安定していることが報告されている (Mizumori et al., 1982; Pick & Yanai, 1983)。また強化子については、Pick & Yanai (1983) が水、Bernstein ら (1985) が食塩水を用いているが、課題遂行において、エサ強化の場合と大きな差は認められないと報告している。被験体の系統差については Reinstein ら (1983) が C57Br/cdj, BalbC/cj, C57Bl/6j について、高架式 8 アーム放射状迷路での課題遂行安定後の正選択数を指標として検討したところ、C57Br/cdj > BalbC/cj > C57Bl/6j の順に成績がよいことが示された。さらに、経年変化の影響について、C57Bl/6j の 8 カ月令体と 27—8 カ月令体を正選択数を指標として比較したところ有意差がみられなかったことが報告されている (Bernstein et al., 1985)。

表 1 マウスを用いた放射状迷路課題実験の諸例

著 者	被 験 体	装 置	結 果
Bernstein et al (1985)	C57Bl/6j	高架式 8 アーム	8 ヶ月令体と 27-8 月令体で有意差なし。
Leavy et al (1982)	CD-1	回廊式 6 アーム	特定の選択傾向なし。 エサは 3 アームのみにおかれた。
Mizumori et al (1982)	CD-1	回廊式 8 アーム	正選択数はセッション初期から偶然水準より高く安定。特定の選択傾向なし。
Pick & Yanai (1983)	HS1ba	回廊式 8 アーム	正選択数はセッション初期から偶然水準より高く安定。
Pico & Davis (1984)	CD-1	回廊式 8 アーム 高架式 8 アーム	回廊式で隣接アームを順次選択。 高架式では特定の選択傾向なし。
Reinstein et al (1983)	C57Br/cdj C57bl/6j BalbC/cj	高架式 8 アーム	系統差の比較 C57Br/cdi > BalbC/cj > C57bl/6j

Pico & Davis (1984) は迷路外視覚手がかりの利用の度合が異なると考えられる 2 つの型の迷路一回廊式迷路(天井と壁のある迷路)と高架式迷路一での課題遂行を比較し、正選択数については有意差がなかったが、反応ボタンについては回廊式迷路において隣接アームを順次選択していくというパタンの発現頻度が有意に高いことを報告している。一方、Mizumori ら (1982) はこのようなパタンの発現を報告していない。そこで、本実験ではまず、このパタンの発現を検討する。

さて、ラットが短期間でこの課題を効率よく遂行するようになることについては、この課題遂行における方略が自然場面における採食方略(win-shift strategy)と一致しているからであると説明されている(Olton et al., 1977; Olton & Scholsberg, 1978; Olton et al., 1980)。ところでこの行動が未進入アームの選択がエサで強化、未進入アームの選択は非強化という随伴性に因るとすると、これまでに報告されているマウスのこの行動の習得過程や回廊式迷路で発現する反応ボタンは説明できない。本実験ではふたつのエサの配置条件を設け、一方の条件では隣接アームの選択が必ず強化され、他方の条件では強化されない場合があるようにし、この課題遂行と隣接アームを順次選択するという反応ボタンが強化随伴性に依存するか否か検討する。

## 方 法

**被験体:** 生後 6 週令の Balb C マウス(メス) 12 匹が用いられた。実験期間中体重は安定体重(22-31g)の 80-85% に統制された。なお、水は自由に与えられた。実験は午前 10 時から午後 3 時までに行われた。

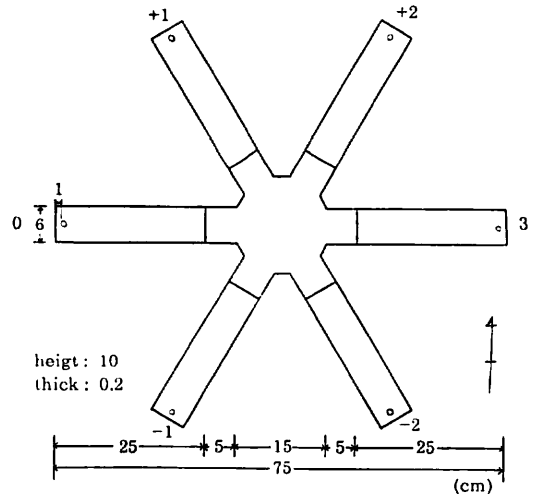


Fig. 1 6-arm radial maze for mice. Details were given in the text.

**装置:** 図 1 に示されるような 6 本のアームのある放射状迷路が用いられた。

材質は厚さ 2 mm のプレキシガラスで、各アームは長さ 30 cm、巾 6 cm であり進入口から 5 cm のところに高さ 3.5 cm、巾 6 cm の黒いプレキシガラスの障壁が設けられている。なお、壁の高さは 10 cm である。アーム末端から 1 cm のところにペレットをいれるくぼみがある。中央プラットフォームの直径は 15 cm である。

迷路は雑音の少ない、東側に窓のある実験室に設置された。迷路上方に蛍光灯があり明るさは約 380 lux であった。室内には棚、椅子などがあり、実験者は室内の南側に位置していた。

手続：被験体は6匹ずつ2群にわけられ順応期、第1訓練期、第2訓練期の3つの訓練を受けた。

I群は、順応期第1日目には、10分間迷路内を自由に探索させた。第2～4日では各アームに20mgのペレットを1個ずつ置き、被験体を中央プラットフォームに10秒間閉じ込めた後、迷路を自由に歩かせ、すべてのペレットを摂取するか、10分間の時間経過の後に迷路から出した。

第1訓練は15日間行われ、この間すべてのアームにペ

レットが1個ずつ置かれ、被験体は10秒間中央の出発台に閉じ込められた後、すべてのペレットを摂取するか、12選択を行った時点で迷路から出された。なお選択の基準は進入口から5cmの所にある障壁を乗り越える事である。

第2訓練は第1訓練終了後に15日間行われた。この期間は3本のランダムに選ばれたアームにのみペレットが置かれた。他の条件は第1訓練と同様である。

第II群は順応期の2～4日においてペレットが3個置

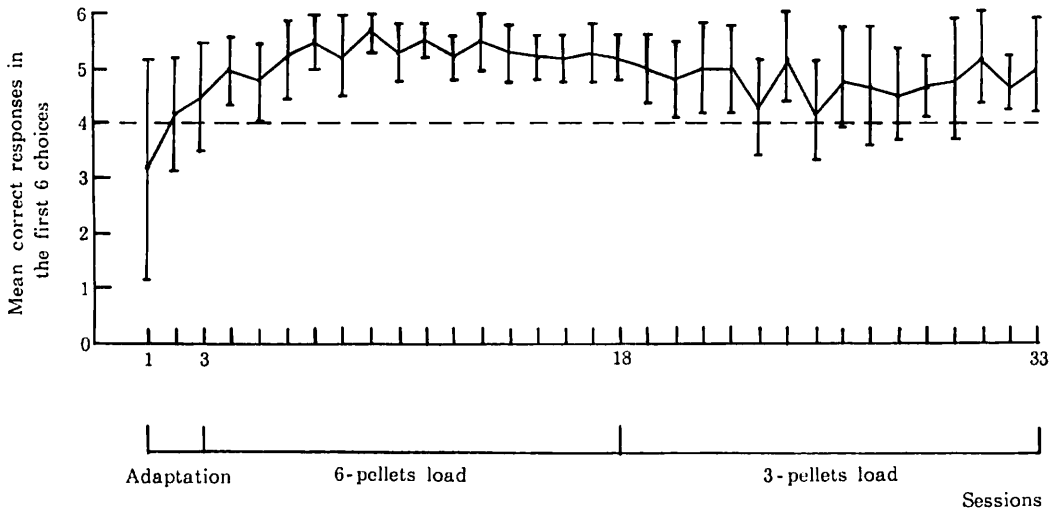


Fig. 2 Mean number of correct responses in the first 6 choices in Group I. Dash line indicates chance level for 6-arm radial maze performance. Bar indicates standard deviation.

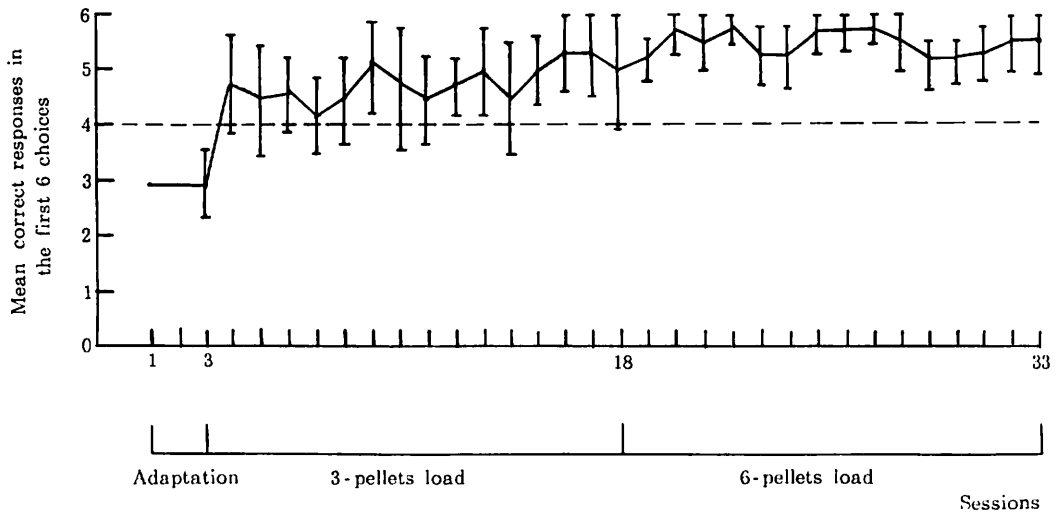


Fig. 3 Mean number of correct responses in the first 6 choices in Group II. Dash line indicates chance level for 6-arm radial maze performance. Bar indicates standard deviation.

かれ、訓練は第 2 訓練、第 1 訓練の順序で行われる。他の点はすべて第 I 群と同様である。

結 果

図 2 は第 I 群の順応期最終 3 日間と第 1 訓練、第 2 訓練ではじめの 6 選択における正反応数を示したものである。ここで正反応とは未進入のアームを選んだ事をさす。順応期において極めて急激な正反応数の増加があり第 1、第 2 訓練を通じて、その成績は維持されており、ペレット配置条件の変化は行動に影響を与えていない。図中の破線は Spetch & Wilkie (1980) による 6 本放射迷路での偶然水準を示す。

図 3 は第 II 群の結果を示す。やはり順応期に急速な正

反応数の増加があり、第 1、第 2 訓練を通じて偶然水準をこえる成績が示された。ペレット 3 個から 6 個の条件に移行するとわずかながら正答数の上昇が見られた。

図 4 はあるアームを選択した後に、次にどの位置のアームを選ぶかを分析したものである。アームの表示は図 1 に従っている。両群とも、どちらの訓練条件でも隣

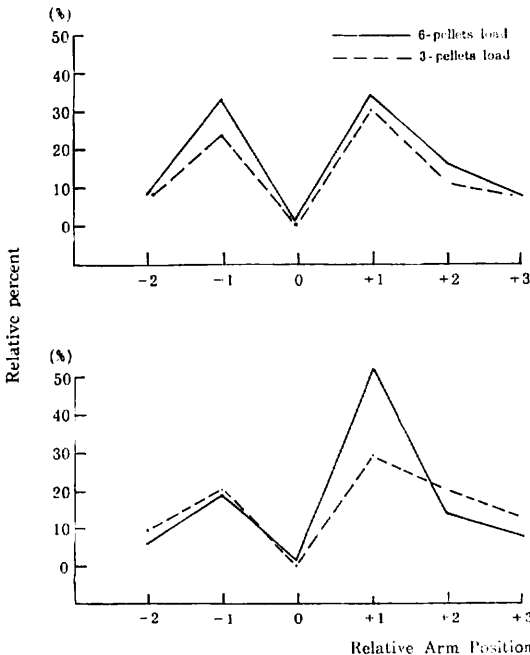


Fig. 4 Profile of arm choice obtained from the first 6 choices. “+” and “-” indicate clock wise and counter-clockwise direction respectively. The upper panel showed mean performance of Group I, and the lower panel that of Group II.

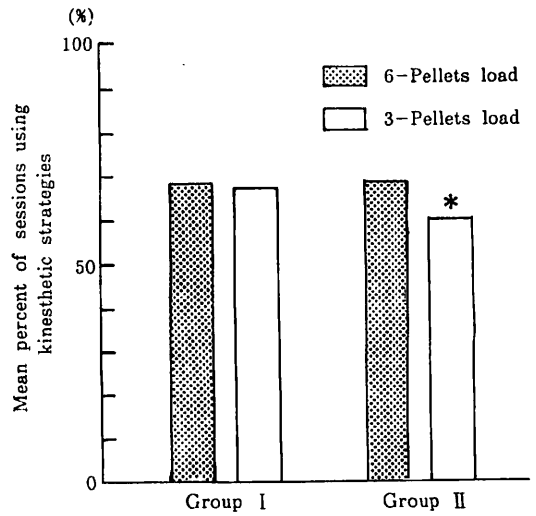


Fig. 5 Mean percent of sessions using kinesthetic strategy. Details were given in the text. (\*:  $P < 0.05$ )

接のアームを選ぶ場合が多い。又、第 II 群では左側を選択する率が高い。なお、隣接アームを選ぶ傾向は訓練初期から出現し、実験期間を通じて維持された。更に隣接アームを順次選択するという反応パターンを検討するために Pico & Davis (1984) に従って、少なくとも 3 本の隣接アームを順次選択するという反応パターンが発現したセッション数の全セッション数に対する割合を図 5 にしめす。第 I 群ではエサの配置条件間でこのパターン発現に有意な差はなかったが、第 II 群ではペレット 3 個から 6 個に移行するとこのパターン発現率は有意に増加した ( $P < 0.05$ , t-test)。

考 察

以上の結果は、回廊式放射状迷路におけるマウスの課題遂行について、1) きわめて短期間で正選択数が偶然水準より高くなりかつ実験期間を通してこのレベルでの遂行が安定する、さらにこれはエサの配置条件によって影響されない、2) 隣接アームを順次選択していくという反応傾向がみられ、3) ペレットが 3 個から 6 個に移行するとこの反応傾向は有意に増加する、という 3 点を示す。

さて第 1 の点については、この行動が未選択アームの選択が強化、既選択アームの選択は非強化という強化随伴性によるのではないことを示唆する。これについては、CD-1 系マウス (Mizumori et al., 1981) および HSI

ba 系マウス (Pick & Yanai, 1983) でも放射状迷路課題遂行のレベルが実験初期より全期間を通して偶然水準より高くかつ安定していることが示されている。本実験の結果はこれらの事実と共にマウスの放射状迷路課題遂行は非学習性行動であることを示唆する。なお、稲川・渡辺 (1985) はマウスを用いてエサの置かれていない放射状迷路における探索行動において実験初期より未進入アームの選択が偶然水準より高くかつ安定していることから、この課題遂行が非学習性の行動であることをあきらかにした。

第2の点であるが、Olton の原報以来高架式迷路においては、ラットでもスナネズミでも特定の反応パターンが発現したという報告はほとんどないが、回廊式迷路を用いた時にはラットにおいても隣接アームを順次選択していくというパターンが発現することが報告されている (Eimon, 1980; Godding et al., 1982)。さらに、回廊式迷路を用いたシャム闘魚 (Roblat et al., 1982)、ハト (Bond et al., 1981; 田中・寺田, 1983)、ヒト (Aadland et al., 1984; Foreman et al., 1985) の実験においてこの反応パターンが発現することが報告されており、本実験を含め現在まで得られている実験結果は Pico & Davis (1984) の報告を支持する。

第3の点は、放射状迷路での行動パターン発現にエサの配置条件が関与していることを示す。稲川・渡辺 (1985) は、エサの置かれていない高架式放射状迷路での探索行動よりもエサの置かれた時の採食行動の方がパターン化の度合は高いことを報告している。Pico & Davis (1984) は反応のパターン化は環境要因 (高架式迷路/回廊式迷路) によるという説を提出しているが、本実験の結果は環境要因として迷路の型のみならずエサの配置条件を含めて考えるべきであることを示唆する。

以上の考察よりマウスの放射状迷路課題遂行について、この行動が非学習性の行動であることが示唆され、また、反応パターンについては、エサの配置条件が関与していることが示された。今後の問題点として、マウスの放射状迷路課題遂行における手がかりの同定、系統差についてのより組織的な検討などが挙げられる。

#### 引用文献

- 1) Aadland, J., Beatty, W. W. & Maki, R. H. (1985) Spatial memory of children and adults assessed in the radial-maze. *Developmental Psychobiology*, 18: 163-172.
- 2) Bernstein, D., Olton, D. S., Ingram, D. K., Weller, S. B., Reynolds, M. A. & London, E. D., (1985) Radial maze performance in young and aged mice: Neurochemical correlates. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 22: 301-307.
- 3) Bond, A. B., Cook, R. G. & Lamb, M. R. (1981) Spatial memory and the performance of rats and pigeons in the radial-arm maze. *Animal Learning and Behavior*, 9: 575-580.
- 4) Eimon, D. (1980) Spatial memory and response strategies in rats: Age, sex, and rearing differences in performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32: 473-489.
- 5) Foreman, N., Arber, M., & Savage, J. (1984) Spatial memory in preschool infants. *Developmental Psychobiology*, 41: 473-439.
- 6) Godding, P. R., Rush, J. R. & Beatty, W. W. (1982) Scopolamine does not disrupt spatial working memory. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 16: 919-923.
- 7) 稲川健太郎・渡辺 茂 (1985) 放射状迷路におけるマウスの採食行動の分析 II—探索行動との関連一. 第4回日本動物行動学会大会発表.
- 8) Leavy, A., Kluge, P. B. & Elmsore, T. F. (1983) Radial arm maze performance of mice: Acquisition and atropin effects. *Behavioral and Neural Biology*, 39: 9-240.
- 9) Mizumori, S. J. Y., Rosenzweig, M. R. & Kermisch, M. G. (1982) Failure of mice to demonstrate spatial memory in the radial maze. *Behavioral and Neural Biology*, 35: 33-45.
- 10) Olson, D. J. & Maki, M. (1983) Characteristics of spatial memory in pigeon. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9: 266-280.
- 11) Olton, D. S. & Samuelson, R. J. (1976) Remembrance of places passed: Spatial memory in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2: 97-116.
- 12) Olton, D. S. & Scholsberg, P. (1978) Food-search strategies in young rats: Win-shift predominates over win-stay. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 92: 609-618.
- 13) Olton, D. S., Walker, J. A., Gage, F. H. & Johnson, C. T. (1977) Choice behavior of rat searching for food. *Learning and Motivation*, 8: 315-331.
- 14) Olton, D. S., Handelmann, G. E., & Walker, J. A. (1980) Spatial memory and food searching strategies. In: A. C. Kamil & T. D. Sargent (eds.) *Foraging Behavior: Ecological, Ethological and Psychological Approaches*, pp. 333-354, Garland, New York.
- 15) Pick, C. G. & Yanai J. (1983) Eight arm maze for mice. *International Journal of Neuroscience*, 21: 63-66.

- 16) Pico, R. M. & Davis, J. L. (1984) The radial maze performance of mice: assessing the dimensional requirement for serial order memory in animals. *Behavioral and Neural Biology*, 40: 5-26.
- 17) Roberts, W. A. & Veldhizer, N. V. (1985) Spatial memory in pigeons on the radial maze. *Journal of Experimental Psychology; Animal Behavior Processes*, 11: 241-260.
- 18) Roiblat, H. L., Tham, W. & Golub, L. (1982) Performance of *Beta Splendens* in a radial maze. *Animal Learning and Behavior*, 10: 108-114.
- 19) Spetch, M. L. & Wilkie, D. M. (1981) A Program that simulate random choice in radial arm maze and similar choice situation. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, 12: 377-378.
- 20) 田中 毅・寺田雅英 (1983) ハトの Olton 課題における典型的反応パターン, *動物心理学年報*, 33: 130.
- 21) Wilkie, D. M., Spetch, D. M. & Chew, L. (1981) The ring-dove's short-term memory capacity for spatial information. *Animal Behavior*, 28: 639-641.
- 22) Wilkie, D. M. & Solobin, P. (1983) Gerbils in space; performance on the 17 arm radial maze. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 40: 301-312.