HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 昆虫の場所記憶 |
| Author(s) | 水波, 誠; WEIBRECHT, J. M.; STRAUSFELD, N. J. |
| Citation | 電子科学研究, 1, 94-95 |
| Issue Date | 1993 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/24295 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | 1_P94-95.pdf |

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 昆虫の場所記憶

神経情報研究分野　水　波　　誠，Weibrecht J.M.*, Strausfeld N.J.*
*University of Arizona

多くの昆虫は場所を記憶する能力を持つが，昆虫の脳のどの領域が場所の記憶に関与するのかは未解明であった。私たちは，ゴキブリを材料とし，微小金属片の埋め込みによる脳の局所破壊と新しく考案した場所学習実験のパラダイムを用いて場所記憶に障害が起こる脳領域を検索した結果，脳の高次中枢の一つであるキノコ体を両側性に破壊すると場所学習が出来なくなることが明らかになった。種々の対照実験の結果と併せて，キノコ体が場所記憶に関与すると結論ずけられた。

ハチやアリなどの多くの昆虫が餌場や巣の周囲の景色を記憶する能力を持つことは古くから知られており，ことにジガバチの場所記憶についてのティンバーゲンの観察は有名である[1]。しかし，昆虫の脳のどの領域が場所記憶に関与しているかは従来不明であった。そこで，私たちは，昆虫の脳の様々な領域を手術により破壊し，場所の学習に異常が起こる領域の探索を行った[2]。材料にはワモンゴキブリを用いた。

ワモンゴキブリは円形の広場の中央に置かれた。広場の床は約50度の高温であるが，熱くない小部分(ゴール)がある。ゴールは床の他の部分と視覚的には区別出来ない。広場のまわりの壁には視覚的なパターン(模様)を配した。壁の模様と床のゴールの配置は訓練中一定に保ち，模様とゴールとの位置関係を記憶すればゴールに到達できるようにした。床には薄いプラスチックのシートを敷いて頻繁に交換または回転させ，床の匂いなどの手がかりは使えないようにした。この試行を5分間隔で繰り返すと，3－5回の訓練でゴキブリは有意に短い時間でゴールに到達できるようになった。対照実験として，学習成立後，壁を回転させて壁の模様とゴールとの位置関係を変えてしまうと，ゴキブリは誤った方向に向かってしまい，ゴール到達に要する時間が有意に長くなった。壁に手がかりがなければ，試行を繰り返してもゴール到達時間はほとんど減少しなかった。これらの結果から，ゴキブリはゴールのまわりの景色を記憶する能力があると結論ずけられた。

次に微小手術により，脳のどの領域が場所記憶に関与しているかの検討を行った。この種の実験では，脳手術によって記憶に障害が起こったのか，それとも視覚機能や運動機能に障害が起こったのかを区別する対照実験が必要である。対照実験ではゴールに紙を置き，ゴールが直接見えるようにした。ゴキブリはゴールを直接見てそこへ到達することが要求される。脳手術をしたゴキブリが対照実験では正常ゴキブリと同様な速さでゴールに到達できる場合，ゴール到達に必要な視覚や運動の機能は正常であるとみなした。そして，そのゴキブリがゴールが見えず壁の模様を手がかりにゴールを発見することが要求される場所記憶実験ではゴール到達に要する時間が正常ゴキブリよりも有意に長かった場合，そのゴキブリは場所の記憶に障害があると判定した。ゴキブリは高温に長期間さらされると次第に弱ってくるので，以後の実験ではできるだけ早く学習が成立するよう，ゴキブリは訓練を始める前にゴールに置かれ，床に常温の領域があること，またゴールからどのような景色が見えるかを覚える機会が与えられた。

脳の局所破壊は幅0.15－0.17 mm，長さ0.35－0.4 mmの微小なアルミニウムの薄片を脳の目標とする場所に慢性的に埋め込むことによって行った。行動実験の終了後，脳の組織切片を作り，どの領域の神経繊維がアルミ片により切断されているかを顕微鏡観察

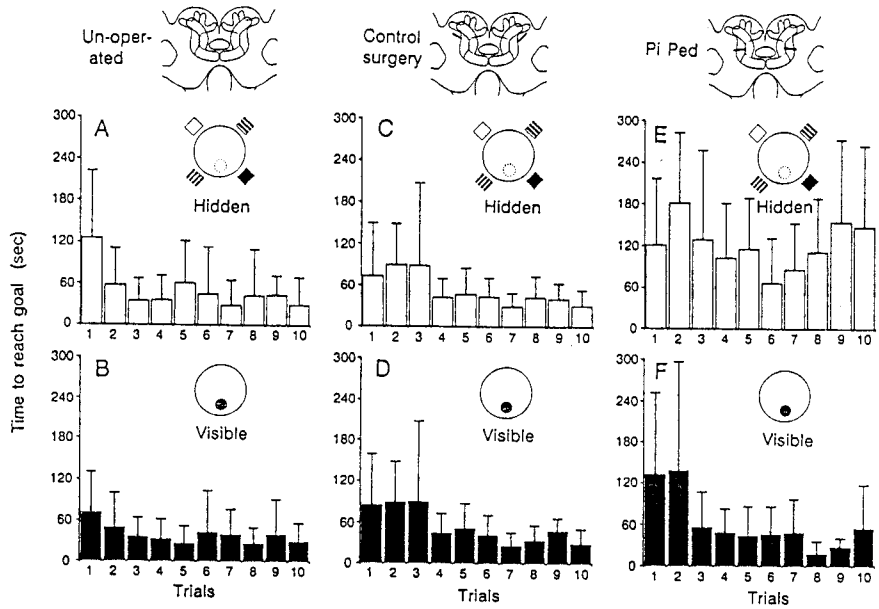


図1　キノコ体破壊手術の場所学習への影響。無手術のゴキブリ（A，B），対照手術としてキノコ体付近の脳表面に傷をつけたゴキブリ（C，D），両側のキノコ体を切断したゴキブリ（E，F）での，対照実験（ゴールが直接見える場合）と場所記憶実験（ゴールが見えない場合）でのゴール到達時間。試行は5分間隔で10回繰り返した。10匹（A，B），9匹（C，D），9匹（E，F）のゴキブリでの実験結果を平均値と標準偏差で表わした。

によって確認した。

多くの手術と行動実験の結果，脳のキノコ体と呼ばれる領域[3]を左右とも切断すると場所の記憶に障害が起こることが明らかになった。図1では正常なゴキブリ，対照手術としてキノコ体付近の脳表面に傷をつけたゴキブリ，両側のキノコ体を破壊したゴキブリでの実験結果を比較した。ゴールが直接見える対照実験では，最初の2－3回の試行では手術をしたゴキブリのゴール到達時間は正常なゴキブリよりも長く，手術の影響が多少出ているようであった。しかし，学習が飽和に近ずく4回目以降では，手術をしたゴキブリのゴール到達時間は正常なゴキブリとほとんど変わらなかった。一方，壁の模様と床のゴールとの位置関係を覚える場所学習実験では，両側のキノコ体を破壊したゴキブリでは繰り返し訓練をしてもゴールへの到達時間はほとんど減少しなかった。対照手術をしたゴキブリのゴール到達時間は正常ゴキブリと変わらなかった。これらの結果から，キノコ体は場所の記憶に関与すると結論ずけられた。

このような場所記憶がどの様な神経機構に基ずいてなされるのか極めて興味深い。今後，さらに電気生理学的な手法を用いてキノコ体による場所記憶のメカニズムを探っていきたい。

## 【参考文献】

[1] 本能の研究。ニコラス・ティンバーゲン著，永野為武訳。三共出版。(1975)

[2] Mizunami M., Weibrecht J. M. and Strausfeld N. J. A new role for the insect mushroom bodies. In: Biological neural networks in invertebrate neuroethology and robotics (Beer R.D.他編) Academic Press. pp.199-225 (1993)

[3] Atlas of an insect brain. Strausfeld, N.J.著。Springer社 (1976)