



東京大学教養学部 発行人 関谷 孝 2015年1月14日

1～2面 ノーベル生理学・医学賞 酒井邦嘉 (駒場をあとに) 幸田篤・森芳樹、宮岡洋一・川又雄二郎
3面 (駒場をあとに) 古田元夫・村田雄二郎
4～5面 (駒場をあとに) 風間洋一・大川祐司、小島憲道、小川桂一郎、エキセントリックな結合を持つ遷移金属化合物の合成を目指して 河野泰明
6～7面 (駒場をあとに) 内田隆三・市野川容孝、吉岡大二郎・清水明、第65回駒場祭とそのあと 中澤寛子
8面 ノーベル賞詢問答 岡本拓司、ノーベル化学賞超解像蛍光顕微鏡 佐藤守俊

脳に描かれる地図

ノーベル生理学・医学賞二〇一四年

酒井邦嘉

私の弱点の一つは「方向音痴」である。苦手な場所はアパ地下や駅の地下道だ。GPSなる文明の利器を使っても不安は解消されず、方向感覚ばかりか特定の場所の記憶も心許ない。脳科学を専門としようとも、この弱点は克服できなかった。

昨年、ノーベル生理学・医学賞は、久しぶりに脳科学が対象となった。今回は、「場所細胞とグリッド細胞の発見」が評価され、外界の地図(例えば左図)をどのように脳に描くかを調べた研究に光が当てられた。私が大学院で視覚記憶に関する電気生理学の研究をしていた頃、ジョン・オキーフ(John M. O'Keefe) ニューヨーク生まれロンドンに定住、が七〇年代に発見した場所細胞の存在は既成事実となっていた。場所細胞とは、個体がある特定の場所(例えば部屋の一角)にいるときに反応する細胞のことだ。ネズミの「海馬(かいば)」という脳の場所を多数見つかっている。海馬は人間にもあり、新しい記憶を定着させるのに必要な「装置」である。

その後しばらくして、オキーフの弟子であるモーザー夫妻(May-Britt Moser & Edward I. Moser)にノルウェー生まれは海馬に入力を送っている「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

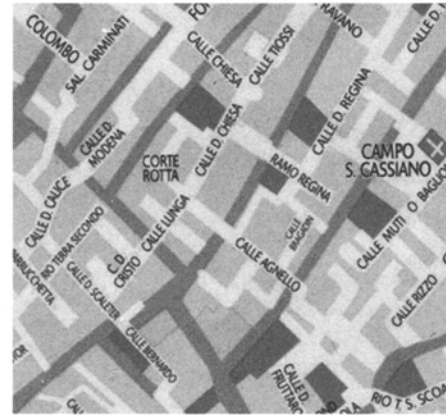
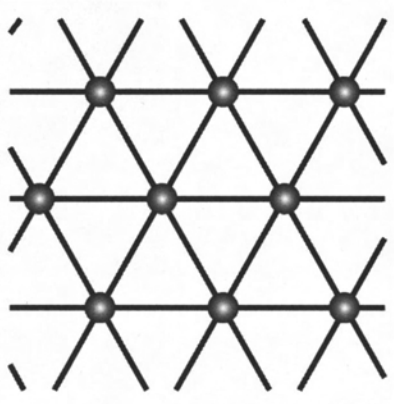
所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場

所細胞を探していたところ、単独で複数の場所に反応する細胞を見出した(Science 305, 1258-64)。しかもモーザー夫妻は、そうした複数の場所同士に関連があることを見逃さなかった。そこで、ネズミが走り回る範囲を十分広げてみたのである。すると「嗅内皮質」に注目して場



細胞が反応する複数の場所は規則的に並んでおり、三角格子(グリッド)の格子点に一致することが明らかとなった(右図)。これが「グリッド細胞」の発見であり、二〇〇五年のことだった(Nature 436, 801-6)。近くにある別のグリッド細胞は、格子点の間隔が一定のまま、格子点に対応する場所が少しずれており、離れたところのまた別のグリッド細胞は、格子の間隔自体が異なる。しかも、外界の目印を回転させると三角格子も追従して回り、暗くしてもグリッド細胞の反応が保たれるというから面白い。つまり、グリッド細胞が描く地図は、個体の身体に固定されたものではなく、外界の目印を元にして決められているのだ。

そうしてグリッド細胞の発見から九年後にノーベル賞授賞となったわけだが、DNAの二重らせん構造の発見(一九五三年)に対する授賞は一九六二年だったから、同じ頃合いである。しかし、場所細胞の発見から数えれば四〇年を越すわけ、息の長い話でもある。もしグリッド細胞の発見がなかったらオキーフの受賞もなかっただろうが、逆に場所細胞がなければグリッド

細胞の発見もなかったわけだから、彼らの仕事は等しく評価される。以上のようなオキーフ流の成功譚から得られる教訓は、①発展性のあるテーマを自ら始め、②ごく少数でいいから優れた弟子を持ち、③できるだけ長生きして発展を見守る、ということだろう。モーザー夫妻から得られる教訓は、①流行と関係なく発展性のあるテーマを選び、②優れた先達の薫陶を受け、③決して途中で投げ出さない、ということに尽きる。

また、「グリッド細胞」と「二重らせん構造」の間には、科学という観点から深い類似性があると私は考えているが、それは次の理由からである。

① 生物の根本にある物理的な法則性
② 規則性(対称性)という自然界の美しい美
③ 複雑な現象を支える単純な原理
百億を超す細胞からできている複雑極まりない脳に、グリッド細胞という美しい規則性が隠されていたとは、全く想像もつかないことであつた。その深遠さは、物理を専攻する者を生物理学に向かわせ、さらに脳科学へと導くような力があると思ふ。

一年にノーベル生理学・医学賞が授与された、ロジャー・スペリーによる大脳半球の研究(右脳と左脳の機能分化)や、ヒューベルとウィーゼルによる大脳視覚野の研究がある。あるいは一九六三年に同賞が授与された、ホジキンとハクスリーによる神経伝達の解明にまで遡る必要があるかもしれない。

ホジキンとハクスリーの仕事に感化されていたし、私自身はスペリーの卓見に魅せられて進路を変えた経験がある。そして、今回のオキーフとモーザー夫妻の研究に刺激を受けた人達が、脳科学をさらに発展させていくことになるだろう。

その後、場所細胞はコウモリや人間でも見つかり、さらにグリッド細胞が人間でも確認されている(二〇一三年)。特に暗闇で素早く動き回るような動物には、方向と場所の感覚は死活問題だから、優れた空間把握の能力が役立つことだろう。そうした探索行動が高等動物に備わる本能ならば、基本原理は人間でも同じということになる。それならば私もあきらめずに、道に迷わないようにもう少し努力しようと思ふ。(関連基礎/物理)