

## 視覚認識における視覚的ノイズの影響の実験系構築

久保木 亮介 (筑波大学 生物学類)

指導教員：設楽 宗孝 (筑波大学 医学医療系)

### 背景および目的

生物が外界から受け取る情報の多くはクリアなものではなく、むしろ多くのノイズを含んでいる。視覚を例に挙げれば、文字を読むとき紙面やディスプレイが汚れていても正しく情報を認識できるし、水滴の付着した窓越しに外の風景を把握できる。そして、ノイズ混じりの情報を処理する脳や神経系もまた、ニューロンの電位変化やシナプス間のやりとりで発生する電氣的・化学的ノイズの中で機能している。そのため、脳内情報処理を考える上でノイズの作用を無視することはできない。

ノイズが生体に与える影響の一つとして、確率共鳴現象がある。これは入力信号が微弱なとき、そこに適度なノイズが加わることで信号への非線形な応答が強化される現象である。確率共鳴現象そのものは自然界に広く見られるものだが、生物においては感覚ニューロンに閾値下の微弱な信号と適度なノイズを与えたときに生じることが知られている。通常、閾値下の信号に対してニューロンは発火を起こさない。しかし、そこにランダムなノイズが付加されると、入力信号の強度が底上げされ、膜電位が閾値を超える瞬間が生じる。さらに、ホワイトノイズ (すべての周波数で強度の等しいノイズ) を加えれば、閾値を超える確率は元の入力信号の強弱を反映したものになる。ただし、ノイズ強度が小さすぎれば信号は閾値を超えられず、逆に大きすぎれば元の信号と無関係に閾値を超えてしまう。そのため、微弱な入力信号と適度なノイズの2つの条件が揃っている時に生じる現象といえる。

上記のように、生物における確率共鳴現象はニューロン単位で生じる現象である。しかし、近年のヒトを対象とした研究によって、外的に与えられたノイズが知覚のような高次機能の行動成績を向上させたという結果が報告され、注目を集めた。ただし、この結果はあくまで行動レベルのものであり、詳細な神経メカニズムには未だ不明な点が多い。そこで、本研究では視覚的ノイズ存在下で視覚認識を行なっているサルニューロン活動で、確率共鳴現象が関わっているか否かを調べるための前段階として、実験課題の作成を始めとする実験系の構築を行った。

### 実験システム

**実験動物** アカゲザル (*Macaca mulatta*) の成体オス1頭に訓練を行なっている。アカゲザルは訓練によって複雑な視覚認識課題を遂行でき、先行研究において類似の課題を行った報告がある。

**実験装置** QNX を搭載した PC で課題制御用のプログラムを動かす、DIO ボードを介して連結した別の PC 上の Presentation

(Neurobehavioral Systems 社) で刺激の画面提示を制御する。サルはバーを握ったり離したりすることで課題を遂行するため、バーリリース検知用のアンプと報酬 (水) の量を調整するアンプを作成し、バーリリースの情報は DIO ボードでサンプリングした。また、サルが提示された視覚刺激を視野の中心で見ていることを確認するため、赤外線 CCD カメラを用いた眼球運動の測定を行い、AD ボードでサンプリングする。今後ニューロン活動記

録を行うことを考慮し、行動データ・眼球運動データ・ニューロン活動データ間での同期が出来るよう装置を構築した。

**課題** 逐次型遅延見本合わせ課題 (Sequential Delayed Match to Sample Task) を採用した。この課題では、まずサルに画像 (見本刺激) を提示し、その後で一定の待ち時間を与える (遅延期間)。その後、サルは次々と提示される様々な画像 (試験刺激) の中から見本刺激と同じ画像が提示された時に、それを選択する。もし正解を選べばサルは報酬を得ることが出来る (Fig.1)。

本研究では、見本刺激として異なる白黒パターン画像 (Walsh パターン) を 64 枚用意した。また、視覚ノイズの影響を調べるため、見本刺激に視覚ノイズとしてランダムドットノイズを加えた試験刺激を作成した。ノイズの強度については、刺激画像全体の 0, 5, 10, 15, 20, 25% にノイズがかかるよう 6 種類を用意した (Fig.2)。さらに、見本刺激から正解までの間に提示される試験刺激の枚数は、0~3 枚からランダムに選ばれるようにした。

### 今後の展望

サルの訓練が終わり次第、行動データを取って解析する予定である。視覚的ノイズの行動レベルでの効果を確認した後、課題遂行中の単一ニューロン活動記録を行いたい。逐次型遅延見本合わせ課題で要求される能力は、1. 提示された刺激 (およびノイズを除いた推測像) の把握、2. 以前提示された刺激についての記憶、の 2 つに大別される。そこで、測定部位としては前者に関わるとされる TE 野 (下側頭葉皮質前部) を検討している。

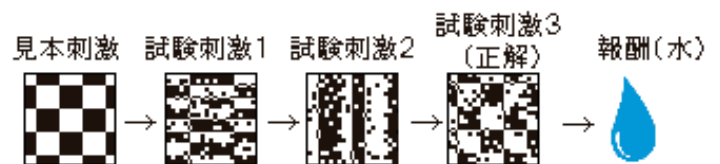


Figure 1: 逐次型遅延見本合わせ課題 (15%ノイズ)

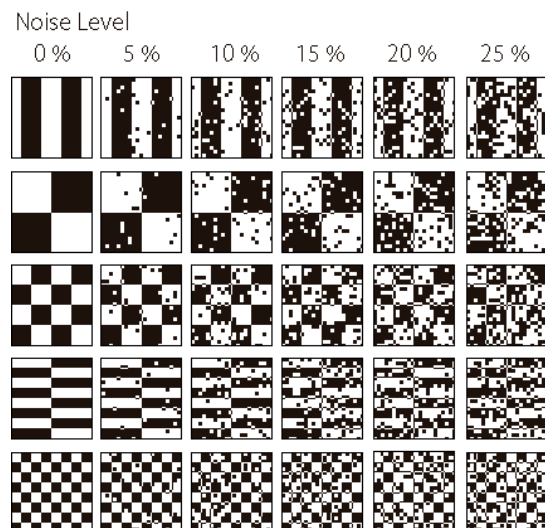


Figure 2: 視覚刺激の例