

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：63905

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K21587

研究課題名（和文）光沢選択性細胞の活動が光沢知覚に与える影響について

研究課題名（英文）Effects of gloss-selective cell activity on gloss perception

研究代表者

下釜 亜希子（西尾亜希子）（Nishio, Akiko）

生理学研究所・研究力強化戦略室・特任助教

研究者番号：20750491

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、光沢の情報が脳内でどのように処理されているのかを明らかにすることを目的としている。下側頭皮質には特定の光沢に選択的に応答する細胞が集まる領域（光沢選択的領域）が存在するが、そのような光沢選択的領域の活動と、個体レベルでの光沢知覚との因果関係は不明であった。そこで、電気刺激や薬物注入を行い、神経活動を人為的に変化させた時に、サル的光沢知覚が影響を受けることを明らかにし、光沢選択的領域の活動と個体レベルでの光沢知覚との因果関係を示すことに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

物体の光沢感は物体の表面状態や素材、新鮮さ等を知るために重要な特性の一つであり、工業や産業界からの関心も高い。しかし、光沢情報が脳内でどのように処理されているかについての神経生理学的な研究はほとんど行われてこなかった。我々の先行研究から、サル下側頭皮質には光沢の情報を表現する細胞（光沢選択性細胞）が存在することが分かっているが、光沢知覚との因果関係は不明であった。本研究では電気刺激や薬物注入などの手法を用い、サル下側頭皮質の光沢選択性細胞の活動と光沢知覚の因果関係を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to reveal how gloss information is processed in the brain. The inferior-temporal cortex contains gloss-selective areas where cells that respond selectively to specific gloss are concentrated. However, the causal relationship between the activity of such gloss-selective areas and the perception of gloss at the individual level was unknown. We found that the perception of gloss in monkeys was affected when the neural activity was artificially manipulated by electrical stimulation or drug injection. This study succeeded in showing the causal relationship between the activity of gloss-selective area and the perception of gloss at the individual level.

研究分野：神経科学

キーワード：光沢知覚 マルチユニット記録 下側頭皮質 質感 神経科学

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

我々は視覚情報から、物体の素材や表面状態を簡単に知ることが出来る。その際、重要な手がかりとなるのが、物体固有の表面反射特性であり、表面反射特性の変化によって影響を受ける知覚の一つは光沢感である。光沢感は、素材識別だけでなく、食物の新鮮さとも相関があるという報告があり、生物学的にも非常に重要な知覚である。しかし光沢情報の神経メカニズムについては、その視覚刺激作成の難しさなどから、近年までほとんど分かっていなかった。そこで私は、光沢情報が脳内でどのように処理されるのかについての手がかりを得るために、注視課題中の二ホンザルの下側頭皮質 (IT 野) の細胞の反応を、単一細胞外記録法を用いて調べてきた。その結果、特定の光沢をもつ刺激画像に選択的に応答する細胞が下側頭皮質 (IT 野) 上側頭溝 (STS) 下壁に局限して存在する (光沢選択的領域) こと、またこれらの細胞集団の神経応答が「ハイライトのコントラスト」や「ハイライトの鋭さ」とほぼ線形な関係にあり、神経応答をこれらのパラメータで上手く説明 (回帰) できることを明らかにした (Nishio et al, 2012, 2014)。しかし、これらの細胞と光沢知覚との因果関係を示すには至っていなかった。

### 2. 研究の目的

個体レベルの光沢知覚と、IT 野の光沢選択性神経細胞の活動との因果関係は明らかになっていない。そこで、本研究では IT 野 STS 下壁に局限して存在する光沢選択性細胞の活動を微小電気刺激や薬物注入によって人為的に変化させたときの光沢判断への影響を調べることで、光沢知覚との因果関係を明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 光沢判断課題トレーニング

個体レベルでの光沢知覚を評価するため、2頭のサルに光沢判断課題を訓練した。サルには参照刺激に続いてテスト刺激を提示し、テスト刺激の光沢が、参照刺激に比べて強いのか弱いかをサッケードで答えさせた。テスト刺激には、光沢 7 段階・形状 5 種類・照明 3 種類の組み合わせで計 105 枚の画像を用いた。(図 1) なお、サルが画像を記憶しないよう、実験ごとに新しく作成した形状 5 種類の画像を用いた。

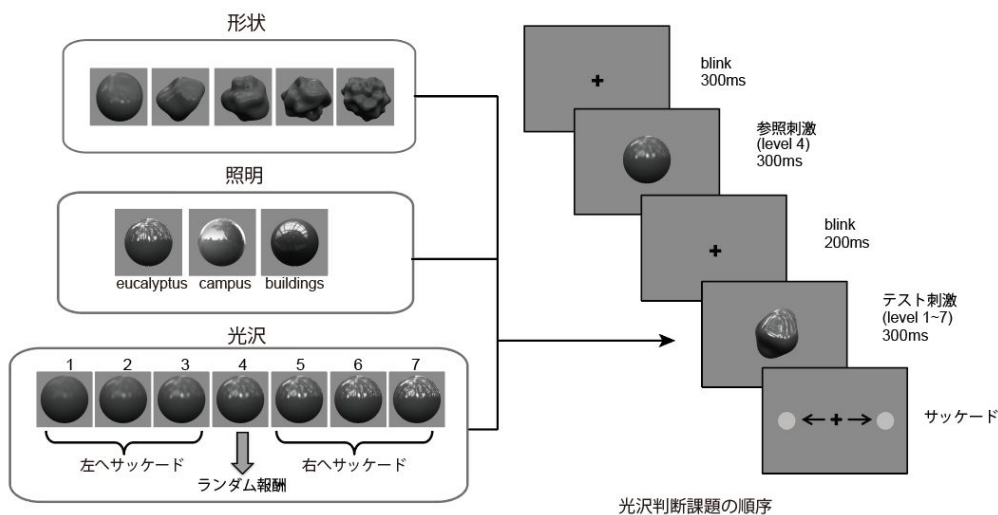


図 1 実験の流れ

#### (2) 微小電気刺激実験

光沢選択的領域の内外に微小電気刺激を加え、強制的に神経細胞を賦活させたときの光沢判断

課題の成績の変化を調べた。

### (3) 薬物注入実験

光沢選択的領域の内外に抑制性神経伝達物質 GABA のアゴニストであるムシモルを注入し、神経活動を一時的に抑制した時のサルの光沢判断課題の成績の変化を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 光沢識別課題の訓練

2 頭いずれのサルにおいても、非常に高い精度で光沢判断課題を遂行した。

### (2) 微小電気刺激実験

2 頭のサルで、光沢選択性領域とその周辺領域に微小電気刺激を加え、強制的にニューロン活動を引き起こした際に、光沢判断行動への影響を調べる実験を行った。光沢判断課題サルが遂行中、テスト刺激呈示中に微小電気刺激を与えたところ、

一頭のサルでは光沢選択性領域とその近傍領域において、光沢をより強く知覚する側へ心理物理曲線がシフトする効果が見られ(図2左)光沢選択性領域外のある領域に電気刺激を行った際にはそのようなシフトは見られなかった(図2右)。しかし、光沢選択性領域よりも少し前方にずれた位置を電気刺激した際にも、光沢をより強く知覚する側へのシフトが見られた。また、もう一頭のサルでは、光沢選択性領域の前方を電気刺激した際にのみ、光沢をより強く知覚する側へのシフトが見られた。本実験によって光沢選択的領域への電気刺激の影響は観察されたものの、前方を刺激した場合にも影響がみられるという位置的な不一致があったため、当初の予定には含まれていなかった薬物注入の追加実験を行った。

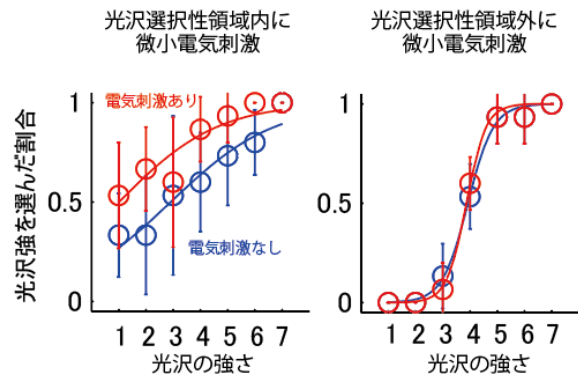


図2 電気刺激による光沢知覚への影響

### (3) 薬物注入実験

光沢選択的領域にムシモルを注入し、そのニューロン活動を抑制したところ、光沢判断課題における心理物理曲線の傾きが低下し、光沢判断の感度が落ちるような変化が2頭のサルどちらにおいても見られた。特に一頭のサルにおいて、注入後18時間で有意に傾きが低下したが(図3左)光沢選択性領域外では、このような効果は起こらなかった(図3右)。

もう一頭のサルでは有意ではなかったものの、傾きが低下する傾向が見られた他、光沢が低い側へ心理物理曲線がシフトする変化も見られた。

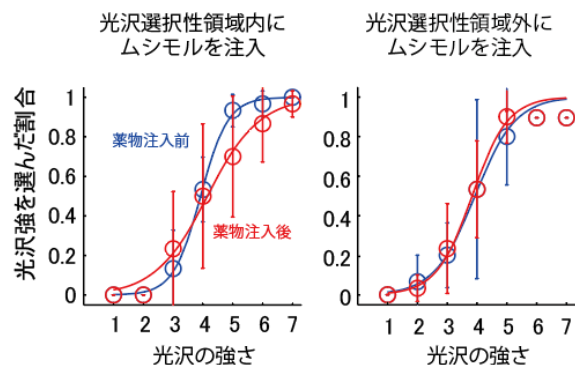


図3 薬物注入による光沢知覚への影響

これらの結果より、電気刺激実験において、一頭のサルにおいて光沢選択的領域と神経操作による影響が見られた脳部位との位置的な不一致は見られたものの、下側頭皮質上側頭溝下壁の光沢選択性細胞の活動と光沢知覚との因果関係を示すことができたといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shimokawa T, Nishio A, Sato MA, Kawato M, Komatsu H.	4. 巻 13
2. 論文標題 Computational Model for Human 3D Shape Perception From a Single Specular Image.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Computational Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fncom.2019.00010.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Mika Baba, Akiko Nishio, Takeaki Shimokawa, Hidehiko Komatsu
2. 発表標題 Effects of the manipulation of neural activities in the gloss selective region of the macaque monkey on the gloss discrimination behavior
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 馬場美香、西尾亜希子、下川丈明、小松英彦
2. 発表標題 Effects of the manipulation of neural activities in the gloss selective region of the macaque monkey on the gloss discrimination behavior
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西尾亜希子、下川丈明、小松英彦
2. 発表標題 光沢選択性細胞における神経応答の時間変化
3. 学会等名 日本神経科学大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Akiko Nishio, Mika Baba, Takeaki Shimokawa, Hidehiko Komatsu
2. 発表標題 Effects of the manipulation of neural activities in the gloss selective region on the gloss discrimination behavior in the macaque monkey
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV2019)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考