

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月25日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22830040

研究課題名（和文）

ヒトを含む霊長類における社会的パートナー選択についての種間比較とその脳神経基盤

研究課題名（英文）

Strategies and neural systems for social partner choice in primates.

研究代表者

倉岡 康治 (KURAOKA KOJI)

京都大学・霊長類研究所・特定助教

研究者番号：10581647

研究成果の概要（和文）：

ヒトを含む霊長類にとって、パートナーの選択は、社会生活を送る上での重要な意思決定の1つである。本研究の目的は、利益獲得のためのパートナー選択をヒトとサルで調べ、その脳神経基盤を明らかにすることである。ヒトの実験では、信頼課題を用いて、課題を行うパートナーの顔刺激を選択できる場合と、強制的にパートナーを決められてしまう場合とで、被験者の反応を比較した。結果、パートナーを自分で選択できる場合のほうが、パートナーを強制的に決められてしまう場合より、より協力的な反応を示すことが分かった。さらにサルの実験でパートナーが表情により正しい選択肢を示す課題中の扁桃体ニューロン応答を記録したところ、顔刺激に応答するニューロンが見つかり、刺激の個体によって応答の大きさが変化するものも記録できた。パートナーの個体で応答を変化させるニューロンが記録されたことは、扁桃体が誰をパートナーにするかという処理に関わっていることを示唆する。

研究成果の概要（英文）：

Partner choice is one of the most important decision making for social life in primates including human. The aims of this study are to elucidate a strategy of social partner choice to get more rewards and neural systems underlying social partner choice. In human experiment, I compared behavioral strategies between when subjects could choose their partners and when their partners had been pre-determined. The results showed that the subjects showed more cooperative behaviors when they could choose their partners by themselves. In monkey experiment, I recorded neuronal activity from the amygdala while the monkeys were choosing one of the two options which were directed by facial expression of partners. I found the neuron showing different activity in response to different identity of the stimuli. This result indicates that the amygdala is involved in processing of who is the partner.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,060,000	318,000	1,378,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,260,000	678,000	2,938,000

研究分野：認知神経科学  
科研費の分科・細目：社会科学・実験心理学  
キーワード：脳, 社会的認知, ニューロン

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトを含む霊長類にとって、社会の中で生活するためには血縁関係がない他個体とも関わり、協力や戦いなどを通じて自己の利益を求めていく必要がある。よってそのような経験に基づいて自己の利益を増大させるために、どのような戦略を持って誰をパートナーとして選択するかは、高度な社会的意思決定能力を必要とする。このように高度な社会的意思決定能力は社会が複雑化する中で脳の進化が進んだことによって可能になったと考えられている。

多くの動物にとってパートナー選択で最も重要なものは、繁殖に関わる異性パートナーの選択だろう。したがって、ヒトを含む霊長類においても異性パートナーの選択については多くの研究者が興味を持ってきた。一方で繁殖戦略とは関係がない社会的パートナーの選択に関して、特にその進化的背景は明らかになっていない。

大きな社会ではより多くの他個体と関わる可能性が高いので、パートナー選択に影響を与える要因の1つとして社会構造の違いも考えられる。ヒトは非常に多くの他人の中でパートナー選択を迫られる。一方、社会集団の大きさが50頭程度のマカクザルでは、異なる社会的パートナー選択戦略をとっていることも考えられた。

### 2. 研究の目的

本研究は、複雑な社会を形成するマカクザル・ヒトを対象に、利益獲得のためにパートナーを選択する行動を実験的環境で調べ、社会的パートナー選択戦略を解明する。さらにその際に働く脳神経基盤を調べることによって、複雑な社会の形成を可能にする脳神経機序を明らかにすることを目的とする。サルの脳神経機序解明においては、社会脳として知られている扁桃体を対象領域とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) ヒトを対象としたパートナー選択課題

3名の被験者にオンラインでつながったコンピューターに向かって投資ゲームを行ってもらった。投資ゲームは1試行あたり投資

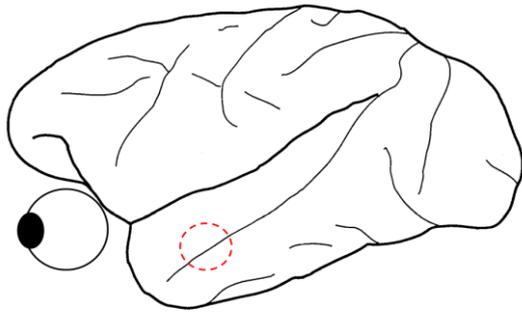
家と受託者の役割を持つ者がそれぞれ1人ずつ参加した。つまり1試行に2人の被験者が参加するもので、各被験者が投資家と受託者のどちらの役割を担うかはランダムに決められた。投資家となった被験者に対しては、まずゲームにおいて誰をパートナーとして投資を行うかを試行毎に選んでもらう条件と、パートナーを実験者が強制的に決める条件を用意した。さらに投資家は与えられた元金を全て受託者に投資をする協力的な選択と、半額しか投資しない非協力的な選択をできるようにした。受託者は得た利得を全額自分のものにする非協力的な選択もできるし、利得の半額を投資家に返金するという協力的な選択もできるようにした。投資家が投資をした場合、受託者が返金してくれない可能性もあるので、半額しか投資をしなくなるように思うが、繰り返し非協力的な選択をとる投資家は、受託者からの返金を受けることも減ってくるので、利得が増えない課題となっていた。

解析では、投資家がパートナーを自分で選択できる条件と、パートナーが強制的に決められる条件の間で、協力的な選択をとるか、非協力的な選択をとるかを比較した。

#### (1) サルを対象とした他個体顔選択課題時における扁桃体ニューロン応答の記録

マカクザルに実験ブース内で左右2つの選択肢のいずれかのうち正しい方を選ぶことができた報酬を与える課題を課した。どちらの選択肢が正しいかは試行毎にランダムに設定されていた。2つの選択肢が提示される前にパートナーとなる他個体顔刺激が提示され、パートナーは **coo** 表情と **scream** 表情という2つの表情のどちらかを表出しており、その表情によってどちらの選択肢が正しいかを被験体に伝えるように設定した。最初に画面中央に提示される点を **500ms** 注視させた後に顔刺激が **500ms** 提示した。そして再び **500ms** 中央点を注視した後に、左右に2つの選択肢が提示された。サルは **500ms** 以内にどちらか一方を選択する必要があり、あらかじめ設定された正しい選択ができたときのみ報酬を与えた。

被験体が十分に課題のルールを理解し、パートナーの表情により8割以上の確率で正しい選択肢を選べるようになった時点で、扁桃体より単一ニューロン応答を記録した。扁桃体は古くから情動や社会的認知機能に関与していることが知られている脳領域で側頭葉内側に埋もれているニューロンの細胞体の集合体である。



サル脳における扁桃体の位置を赤丸で示す

生体アンプにより増幅されたニューロンの活動電位はウィンドウディスクリミネーターによりその発火のタイミングでパルスを発生させ、そのパルスをTEMPOシステムにより取り込んだ。

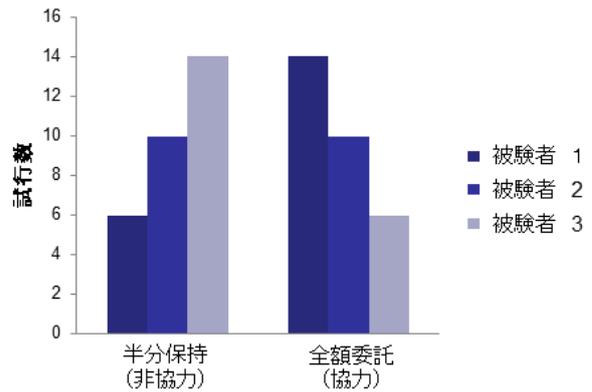
TEMPOシステムは課題制御も行うことができ、刺激が出たタイミングやサルが選択を行ったタイミングと同期する活動電位を単位時間当たりの発火率という形で解析した。

#### 4. 研究成果

##### (1) ヒトを対象としたパートナー選択課題

まず第1に、パートナーが実験者によりあらかじめ決められている場合には、うまく協力したほうが金銭的報酬は多くなるのに、被験者は協力的な行動と同じ程度に非協力的な行動もとった。以下に被験者毎に協力的な選択をした試行数と、非協力的な選択をした試行数を図示する。協力的な選択をした試行数と非協力的な選択をした試行数に有意な差はみられなかった。

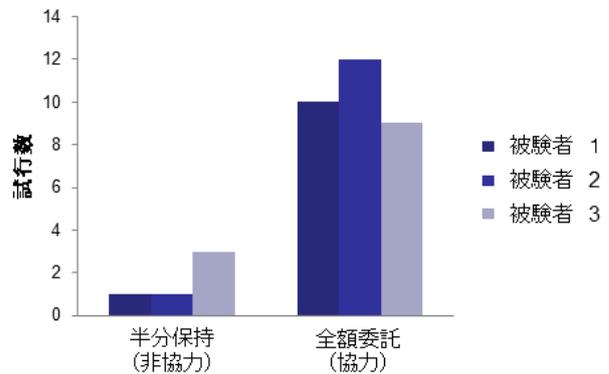
##### <パートナー選択なし>



1セッション中で協力・非協力の試行数

第2に、パートナーを自分で選択できる場合には、非協力的な行動をとることはあまりなく、ほとんどの試行で協力的な行動をとった。先ほどと同様に、以下に被験者毎に協力的な選択をした試行数と、非協力的な選択をした試行数を図示する。協力的な選択をした試行数は、非協力的な選択をした試行数より有意に多かった ( $p < 0.05$ )。

##### <パートナー選択あり>



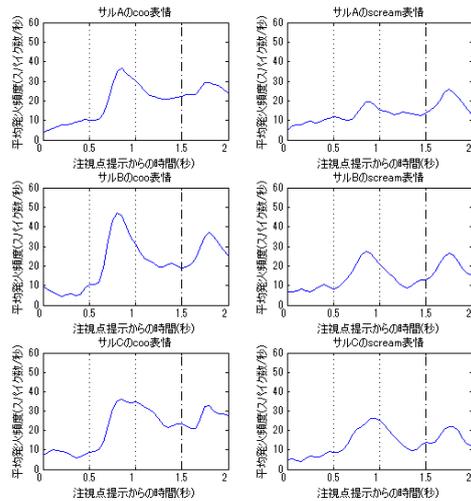
1セッション中で協力・非協力の試行数

本実験の結果は、パートナーとして選ばれる状況だけでなく、パートナーを自分で選ぶことで、協力行動が増えるので、協力パートナー選択という意思決定が他者への協力行動を引き出していることを示す。

##### (1)サルを対象とした他個体顔選択課題時における扁桃体ニューロン応答の記録

扁桃体よりパートナー顔刺激提示時に応答するニューロンや、選択肢を選ぶ際に応答するニューロンが記録された。そのうち以下はどちらのタイミングでも応答したニューロン例である。この図は刺激毎に扁桃体ニューロンの平均発火頻度を経時的に表してい

る。顔刺激は 0.5 秒と 1 秒のところに引かれた鎖線の間で提示され、破線のタイミングで 2 つの選択肢が提示された。



顔刺激毎の扁桃体ニューロンの平均発火頻度

上記の図では左右のコラムが表情の違いに対応し、上から刺激 3 頭分の顔写真を提示したときの応答を示している。このニューロンは Scream 表情より Coo 表情提示時により強く応答しているとともに、特に刺激がサル B である時に強く応答している。

この結果はサル扁桃体の一部のニューロンはパートナーが表出する顔の意味(表情)だけでなく、誰がパートナーであるかということに関与していることを示唆している。

今後、サルの実験結果を踏まえて、ヒトの扁桃体がパートナー選択条件による協力的行動の違いをどう反映しているかに注目していくことは興味深い。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① K Kuraoka & K Nakamura. The use of nasal skin temperature measurements in studying emotion in macaque monkeys. *Physiol & Behav.* 査読有 102: 347-355, 2011, doi: 10.1016/j.physbeh.2010.11.029.

[学会発表] (計 2 件)

- ① K Kuraoka & K Nakamura. Categorical representation of social information in the central nucleus of monkey amygdala. *Society for Neuroscience 2011 Annual*

meeting (2011/11/13, ワシントン DC)

- ② K Kuraoka & K Nakamura. Different temporal pattern of information processing about facial emotion conveyed by single neurons between the monkey amygdala and ventrolateral prefrontal cortex. 第 34 回日本神経科学大会(2011/9/16, 横浜)

[図書] (計 0 件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

倉岡 康治 (KURAOKA KOJI)

京都大学・霊長類研究所・特定助教

研究者番号：10581647

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし