

Ch. 4 Facial expression, emotion, and hemispheric organization 表情、感情、そして大脳の半球組織

Bryan Kolb and Laughlin Taylor (2000)

In R. D. Lane & L. Nadel (Eds.) *Cognitive Neuroscience of Emotion*. New York; Oxford University Press.

Rep. 小森めぐみ¹.

Bryan Kolb(右) and Laughlin Taylor (左)



情動⇌感情研究の流れ

Darwin(1872)の *The Expression of Emotions in Man and Animals* がはじまり。その後 50 年間の空白。
1920 年代...自律神経、内分泌腺などの要因と、推論された感情状態（特に激しい怒り）の関係を検討
視床下部のシステムの役割を評価、前脳の重要性に無自覚
脳疾患の損傷患者の協力のもと、脳損傷と関連の病理研究
e.g. Kluver and Bucy(1939) 側頭葉損傷関連の症候群の再発見
e.g. Goldstein(1939) 片側性発作を起こした損傷患者の感情関連行動の記述
1970 年代以降...神経科学の発展→皮膚電位反応、代謝性変化(metabolic change)の測定方法など開発

☆いずれの方法をとるにしても、脳と行動の関係や感情的な経験の性質にはいくつかの前提

前提 (P.63)

- ① 行動状態は脳の状態に対応する
⇒ 神経系疾患の損傷患者を研究することで、脳と感情の関係が明らかになる
- ② 感情は多くの側面を持つ構造体である
生理学的変化、顕在的行動、内的状態(affect)、認知行動
本論では、顕在的行動（表情、声のトーンなど）に注目。特に前頭葉と側頭葉の役割を検討
※このアプローチでは一般性は限定されるが、ここから得られる結論は脳-行動関連の理解だけでなく、臨床場面の理解につながることを期待される。
- ③ 種類の異なる感情関連行動はそれぞれ分離可能な神経回路のコントロールを受けている
複数の神経システムが“感情”という用語でくくられる一連の行動を統制
Moyer(1968) 攻撃行動を細分化し、それぞれが異なる神経構造をもつことに言及
- ④ 感情関連行動の産出と知覚では、そこではたらく脳と行動の関係は違う

¹ 一橋大学社会学研究科

さらに、感情関連行動は言語的なものと非言語的なものにもわけられる

⑤ **表情の神経制御の分析によって、感情に関連する神経のしくみがわかる**

脳は顔の分析に特化した細胞をもつ(e.g., Perret et al., 1984)

表情は人間のコミュニケーション刺激として強力。霊長類、哺乳類の感情/社会行動の中心

⑥ **感情の種類によってそれをコントロールする神経回路は異なる**

LeDoux(1995)の恐怖研究 恐怖は脅威状況への標準反応。媒介する神経回路セットを検討

⑦ **人間の感情は、他の種（特に哺乳類）の感情的な行動の神経経路の流れから理解可能**

進化にあたり言語の役割は大きかったが、話せない動物でも基本的な神経システムは存在

候補となる神経構造 (P.64)

神経組織の一貫した原理：すべての行動は複数のシステムの制御を受けている

→感覚情報は感覚の分析について全く異なる役割を持つ複数のチャンネルを通じて皮質にはいる

→皮質内では異なる機能をもつ並行的なシステムの処理をうける。

情動関連の刺激を処理するシステムには嗅覚、触覚、視覚、聴覚がある

どのシステムも感覚インプットを客観的な認知へ変化させる。担当部位は分離可能

視覚の例 “Halloween cat” と “Picasso cat” の知覚

正常の猫：背中と尾の毛が逆立つ、呼吸速度の低下、

肉球の発汗、瞳孔の拡大(Kolb & Nonneman, 1974)

この傾向は “Halloween cat” に対してのみ。

“Picasso cat” には注意をむけない

視覚皮質損傷の猫：どちらの猫に対しても反応なし

パターン知覚の統合が起きないため。

扁桃体損傷の猫：刺激に関心をむけるが、感情的な反応

(毛の逆立ちなど)は示さない

前脳損傷の猫：刺激に関心をむけるが、接近はせず、回避行動をとる

(Nonneman & Kolb, 1974)

4-1

“Halloween cat” と “Picasso cat” 研究から分かること

扁桃体への視覚の経路が、種特有の視覚刺激と恐怖反応をつなげている

前頭皮質前部への視覚の経路が、種特有の刺激と行為パターンの生成をつなげている

類似の結果は嗅覚でも見られる(Nonneman & Kolb, 1974)

⇒社会行動の諸側面には、分離可能な神経経路(並行的なものや交差的なもの)が含まれている。

人間における経路の交差の例は、表情と声のトーン(see de Gelder, this volume)

“Halloween cat” と “Picasso cat” 研究から導かれる予測

扁桃体や前頭皮質に損傷を負った類人猿は、種特有の刺激の知覚が損なわれているだろう

損傷患者の母集団(P.66)

研究に参加した損傷患者

治療不能なてんかん症状の緩和または腫瘍やのう胞の除去のために、前頭葉、側頭葉、頭頂葉皮質の片側を除去した損傷患者。

IQは80～146で、検査時に失語症だった者はいない

性別、脳障害の年数や手術時の年齢、術後の回復年数(2週間～2年)による結果の違いはなし

実験参加者詳細

- ① 前頭部内側の量の異なる損傷患者を含む、前頭葉外側損傷患者
- ② 下前頭葉損傷患者
- ③ speech zoneの後部の外側にある頭頂皮質損傷患者
- ④ 前側頭皮質損傷患者

後半の損傷患者は、中間の側頭葉皮質と扁桃体、海馬の一部(または全体)を除去

社会行動における前頭葉の役割 (P.67)

前頭葉とは？

人間の前頭葉は、中心溝(central sulcus)の前の細胞組織を統合し、新皮質の30%を占めている以下に分離できる

- ①**運動野**：末端の筋肉組織を動かす
- ②**前運動野**：動作を選択する(for a review, see Kolb & Whishaw, 1996)
- ③**前頭前野**：時と場所をわきまえた行動がとれるよう認知過程を調節(e.g., Fuster, 1989)。選択は内在化された情報 or 外的な文脈への反応
 - ③-i. **外側部位**：一過性記憶に基づく行動の選択のために発達
一過性記憶は内在化された知識の有効な形式(Goldman-Rakic, 1989)
一過性記憶が不完全の人は、知識ではなく環境手がかりのみから行動を選択
→前頭葉外側に損傷がある場合、外的刺激から導かれる行動を統制できない
このような人は、神経心理の実験を受けた時でもルールを破りやすい(e.g., Milner, 1964)
⇒ 社会的なルールに従うことができず、社会的な問題を抱えやすい
 - ③-ii. **下前頭部**：文脈に応じた反応の選択をコントロール
社会的場面では、わずかな文脈のちがいが、適切なルールの違いにつながるが、下前頭部に損傷がある場合、この違いに対応できず、社会的不和を招きやすい

外側部位と眼窩の前頭部損傷

二つを区別することには、理論的な意味はあるが臨床状況では区別は曖昧であることが多い

どちらも社会的・情緒的行動が貧弱で、症状が観察されても損傷部位を特定できない場合もある

左前頭葉と右前頭葉の非対称性

感情関連行動をとるときに左前頭葉と右前頭葉の変化は異なっているように思われる

(e. g., Benson & Bluner, 1975; Kolb & Whishaw, 1996)

左前頭葉：静かで affect をほとんど示さない

右前頭葉：口数が多く、対人場面では精神病的な兆候を示す場合もあり

☆左右の前頭葉の損傷は、言語、作業記憶テストへの影響のしかたが異なる (for a review, see Kolb & Whishaw, 1996)

4-2

TESTS OF EMOTIONAL BEHAVIOR

前頭葉損傷患者の行動に注目して、感情関連行動のバイアスを検討

《表情の表出》

① 様々な状況において産出される自発的な表情（と発声）を時間見本手法²を使って測定

⇒ 前頭葉損傷患者は側頭・頭頂葉損傷患者より自発的な表情（特に smile）が少ない

⇒ 特に右前頭葉損傷患者は自発的な発話量が多い（図 4-2 参照）（Kolb & Taylor, 1981）

☆ 前頭葉の左右半球は、表情ではなく発話の産出において異なっている

②表現産出能力を Ekman の FAST³を用いて測定

(1) *Life* 誌から抜き出した様々な自然な表情 (happy, sad, anger, disgust, fear, surprise) の写真を参加者に見せ、同じ表情をつくらせる

(2) 現実場面で遭遇しそうな状況を描いたマンガを呈示し、その状況で適当な表情を描かせる（図 4-3 参照）

⇒ 前頭葉損傷患者の表情は他と比べて弱く、評価も困難（図 4-4 参照）特に左前頭葉損傷患者は fear と disgust の表情を浮かべることが下手

◆ 損傷患者を下前頭葉損傷のあるなしで分けて、動きの欠如のローカリゼーションを検討

⇒ 左前頭葉皮質損傷患者は、他と比べて特に表現が少ない (e. g., Blumer & Benson, 1975)

4-3

²あらかじめ時刻を設定して、その時間間隔のなかで起こった行動を記録する方法である。これは、行動の生起回数を数え、持続時間を記録するなどして、その行動の数量化をはかろうとするものである。(Olson and Cunningham,1934)

³ Ekman's facial affect scoring system。それに加えて仮説を知らない評定者による表情の評定も行った。

《顔の知覚》

表情の理解を検討する前に、まず損傷患者が顔を知覚できているのかを確認する必要がある
顔の知覚の測定方法は Wolff (1933) を参考としたものを開発

顔全体をうつした写真とその鏡像を半分で切つてくみあわせ、左半分だけでつくった
顔と右半分だけで作った顔を作成。

どちらの顔がもとの顔に近いかを判断
(右利きの 70% は右半分顔を好む)

⇒ 右側頭葉、右頭頂葉損傷患者は写真の好みは偏ることはない

☆この損傷患者達は健常者や別部位の損傷患者とは異なる方法で顔を知覚している可能性

⇒ 前頭葉損傷患者は健常者たちと同じ反応を示した

☆前頭葉損傷患者は表情の産出が乏しいにもかかわらず、顔の知覚は通常

《表情の知覚》

写真のマッチング課題を用いて表情の知覚を測定

参加者は happiness, sad, angry, surprise, fear, disgust を示したキー写真をみせられた後、*Life* 誌から抜き出された写真を呈示され、キー写真に対応するものを選択

⇒ 前頭葉損傷患者は fear と disgust のマッチング成績のみ非常に悪かった (図 4-5 参照)

キー写真とマンガを呈示され、マンガの状況に最も良くあてはまるキー写真を選択

⇒ 前頭葉損傷患者、右後部損傷患者はどの感情でも非常に成績が悪かった

⇒ 左右どちらが除去されたか、損傷箇所によるちがいは見られなかった

《言葉と声のトーンの知覚》

感情状態の言語、非言語の混同を防ぐために、顔のマッチング課題が使われた

① 6 つの感情状態を浮かべた人の写真を呈示、*Life* 誌から抜き出した写真の人物が置かれている状況についての文を読んで、対応する感情状態を選ぶ

⇒ どの感情についても、左前部損傷患者の成績が他と比べて悪かった (Kolb & Taylor, 1981)

4-4

4-5

②プロの俳優が特定の感情をあらわすような声のトーンで文(“What are you doing here?”)を読み、それを聞いた参加者は声のトーンに対応する感情状態の写真を選択する

⇒ 左右とも前頭葉損傷患者の成績が他と比べて悪かった

⇒ 左後部損傷患者が最も成績が悪かったが、左下前部損傷患者にこの傾向は見られなかった

LOCALIZATION WITHIN THE FRONTAL LOBE

前頭葉の前部と後部は、感情的な行動において分離可能な影響をもつ

①左下前部損傷患者は、表情の産出が最も弱い

②右前皮質損傷患者は左前皮質損傷患者よりも口数が多い

③左前部損傷患者は、損傷患者の言語記述とイベント記述を対応付けることが苦手だが、前頭皮質損傷患者にそれはあてはまらない。

④前頭皮質左後部損傷患者は、声のトーンと表情のマッチングの成績が非常に悪い

⇔ 右半球が声のトーン認識に中心的役割を果たしているという知見(e.g., Ross, 1981)
左下前部位の損傷患者の成績は通常とほぼ変わらないが、右下前部位の損傷患者の成績は非常に悪い。

まとめ

前頭葉は全てのタイプの自発的な行動に関与していて、表情はそのうちの一つ。

前頭葉は内的・外的情報に基づいて行動を決定する。この情報処理が適切に行えない場合、行動は混乱し、崩壊する

社会行動における側頭葉の役割 (P.77)

側頭葉とは？

新皮質の細胞組織で、大脳辺縁系(梨状葉、内嗅皮質?)、皮質下構造(扁桃体、海馬)を含む側頭新皮質は感覚システムからのコネクションが豊富。特に視覚・聴覚関連のものが豊富
中央側頭部位への投射をもち、最終的に扁桃体と海馬へ

扁桃体は前頭葉と脳幹と重要な結びつきを持っていて、感情行動の中心的役割を果たすと考えられている(e.g., LeDoux, 1995)

左右側頭皮質の違い(for a review, see Kolb and Whishaw, 1996)

左側頭皮質：言語処理に関与 右側頭皮質：顔処理に関与

⇒ どちら側の側頭葉が損傷しているかに応じて、言語知覚と顔知覚に異なる影響

側頭葉とパーソナリティ

側頭葉の損傷はパーソナリティに変化を引き起こす(e.g., Fedio & Martini, 1983)

⇒ 感情にも何らかの影響がでることが予想される

※研究に参加した側頭皮質損傷患者は、前側頭皮質と扁桃体が除去されており、多くの損傷患者は海馬の構造にも何らかの損傷を受けていた（ただし海馬の除去と結果の間には関係がみられない）

TESTS OF EMOTIONAL BEHAVIOR

《表情の表出》

側頭葉損傷患者の自発的な表情表出は健常者と同程度だが、恐れや不快については表出が困難
写真のマッチング課題：側頭葉損傷患者は恐れ、不快の表情を特定、表出できない
マンガのマッチング課題：側頭葉損傷患者は文脈を理解しなかったか、表現自体ができなかった
☆側頭葉損傷患者に見られる欠損は、前頭葉損傷患者に見られる欠損とは異なっている

《顔の知覚》

右側頭葉損傷患者の結果：顔を知覚できない(e. g., Milner, 1980)

- ⇒ 右側頭葉損傷患者は通常と異なる方法で顔を知覚
- ⇒ 顔のマッチング課題の成績は悪い

左側頭葉損傷患者の顔のマッチング課題の成績は、統制群とほぼ同じ

- ⇒ この結果は、左側頭葉損傷患者が他の顔認識テストの成績が通常程度であったこととも一貫

《表情の知覚》

左側頭葉損傷患者の写真マッチング課題の成績：健常者並みで、感情別の違いはない。
右側頭葉損傷患者の写真マッチング課題の成績：恐れと不快の場合のみ、健常者よりも悪い
※ただし、右側頭葉損傷患者は、それ以外の感情のマッチング課題の成績は悪くない
⇒ 右側頭葉損傷患者は、顔の知覚はできていないにもかかわらず、表情を理解できている

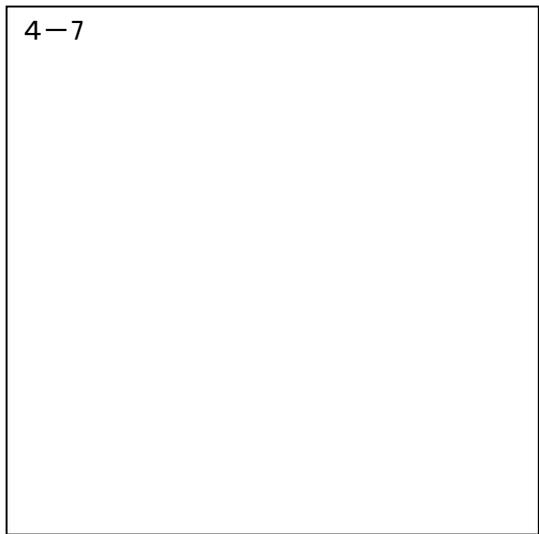
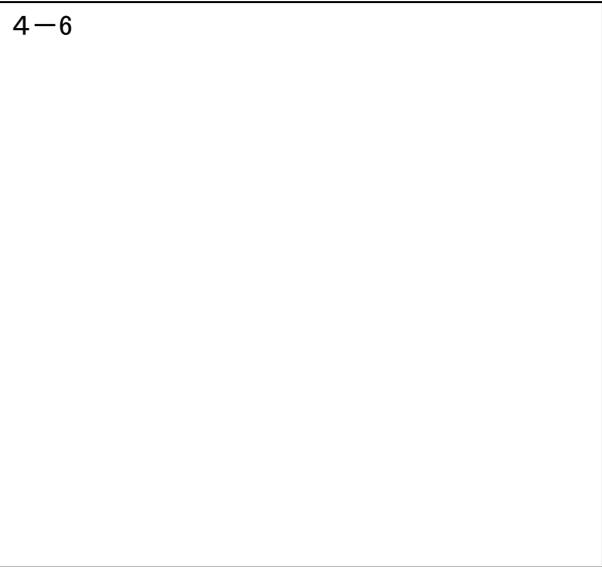
Campbell et al., (1986) 後頭部の負傷研究
ある損傷患者は顔は認知できるが唇の動きを
読み取れない。別の損傷患者は正反対の傾向

マンガのマッチング課題の成績：健常者よりも成績は悪かった。
感情別の違いは見られなかった（図 4-6 参照）

《言語と声のトーンの知覚》

予測：左側頭葉損傷患者は感情に関する言語記述と状況の描写とのマッチング課題や音声トーン判断課題の成績がよくないが、右側頭葉損傷患者の成績は健常者と変わらない

- ⇒ 言語記述でも音声トーン判断課題でも予測どおりの結果 (Kolb & Taylor, 1981) (図 4-7 参照)



感情コントロールの非対称性 (P.79)

左右の半球は、感情のコントロールにおいて異なる役割を果たすのではないだろうか？

感情コントロールの非対称性研究の流れ

Goldstein(1939) 左半球損傷⇒“壊滅的”な反応、恐れと憂鬱、右半球損傷⇒“無関心”な反応

Gainotti (1969) 上記の知見を実証的に検討

壊滅的な反応を示した損傷患者－左半球損傷患者の62%、右半球損傷患者の10%

無関心な反応を示した損傷患者－左半球損傷患者の11%、右半球損傷患者の38%

... 後続の研究には、この知見を支持するものと支持しないもの(e.g., Kolb & Meiner, 1981)がある

☆これらの研究は、感情関連行動のコントロールにおける脳の非対称性の可能性だけでなく、統合失調症や抑うつといった病理を引き起こしている側性化の異常性と関連している可能性も示唆(e.g., Flor & Henry, 1979)

左右半球の非対称性の論点

①様々な感情関連行動で、右半球は左半球よりも優位(e.g., Gainotti, 1988; Ley & Bryden, 1982)

②二つの半球はムードの異なる側面の統制において、補完的に分化している。

左半球はポジティブ感情、右半球はネガティブ感情に優勢(e.g., Suckheim et al., 1982)

③右半球は感情の表出において優勢、左半球は言語において優勢で、二つは並行している(e.g., Ross, 1984)

④右半球は感情関連の手がかり(表情、身振り、声のトーンなど)の知覚において優勢(e.g., Adolphs et al., 1996; Rapesak et al., 1989)

... 30年間研究が続いているが、明確な結論には至っていない(see Gainotti & Caltagirone, 1989)
感情関連行動として何をとりあげるかが定義されておらず、実験手法が多岐にわたることが原因と考えられる

なぜ非対称性が存在するのか？

脳がわざわざ非対称的なコントロールを発展させたとは考えにくい

感情の神経系コントロールの非対称性は、他の機能(例. 動き、言語、複雑な感覚情報)の非対称なコントロールから生じたもの

進化において一つの半球に機能をローカライズするのにふさわしい理由がなければ、その過程は起こりえない

前もって感情関連行動のコントロールを lateralize するような選択プレッシャーを特定したり、補完的側面を lateralize することは非常に困難

しかし、感情関連行動の機能が異なる皮質部位または扁桃体、視床下部といった皮質下の部位のどちらでも lateralize される期待を抱くのにふさわしい理由もある

自然に起きる損傷は神経解剖学的な境界を考慮していないため、localize された損傷が情動関連行動に与える影響を検討した文献は少ない

今後の研究の展望

ヒト以外を対象とした研究では、非対称性の証拠はなし。Dorsolateral & inferior frontal area、扁桃体、大脳辺縁系の分離の証拠は提出

動物の感情関連行動を扱った研究は時代遅れになっている(恐れは例外 LeDoux, 1995)

行動神経科学者は動物実験の価値を再考する一方、ERP や PET の技術で健常な人間の脳の機能の localization の問題を明確に解決していくことにも期待

結論 (P.81)

- ① 感情に関連するプロセスと機能の変化は、顕現的な行動から推論することができる。顕現的な行動を研究する最善の方法は、脳障害をもつ患者を対象として研究することである
- ② 個別の新皮質の領域の損傷は、感情状態と関連すると信じられている顕現的な行動(例. 表情)を変化させてしまう
- ③ 前頭葉は自発的な行動を生成する際に特別な役割を果たしている
- ④ 前頭葉は他者の感情の理解、特に表情からの推論を行うに当たり非常に重要
- ⑤ 側頭葉は扁桃体のように、感情関連の刺激の知覚、特に恐怖に関連する刺激の知覚のために重要
- ⑥ 感情関連行動をコントロールするにあたり、単純な非対称性は存在しない。