

脳科学 第 12 回

担当：浅川伸一

brain.science@cis.twcu.ac.jp

睦月 10 日, 2009 年

神経心理学

1 言語野の発見と側性化

Gall に端を発した骨相学には科学的な根拠がないことが明らかとなったが、特定の認知機能が脳内の特定の部位で営まれているという考え、局在性仮説は残った。最初にブローカ Broca により左脳第三前頭回に損傷を受けると、話し言葉を理解するときには障害が認められないが、話すことだけが損傷されるという失語が見いだされた。

すぐ後、ウィルニッケ Wernicke は、その反対の症例を報告した。すなわち話し言葉は流暢だが、話された言葉を理解できない患者を報告した。この患者は単語の使い方が不適切で、発音上の誤りも認められた。責任病巣として第一側頭回から登頂葉に渡る領域を挙げた。

これが現代神経心理学の幕開けである。多くの研究により、左半球に言語野が存在するということは確実である。和田が開発したアミタール法とは、放射線学的検査の際にアミタールソーダを左右のどちらか内側頸動脈に注入し、一時的にどちらかの半球だけの活動を休止させる方法である。これを用いて、言語野が左右のどちらにあるかを調べることができる。また電気ショック療法 electroconvulsive therapy(ECT) によって左右のどちらかに電撃が施されることによって、左右いずれかの半球を麻痺させることによって同様の結果が得られる。表 1 は、そのようにして得られた結果である。アミタール法でも ECT 法

表 1: 言語の側性化文献 [?] より

	利き手	人数	左 (%)	両側 (%)	右 (%)
アミタール	右	140	96	0	4
	左	122	70	15	15
ECT	右	53	98	0	2
	左	30	70	6	23

でも 右手が利き手であれば 95 % 以上の割合で言語野は左脳にある。左手が利き手であっても 70 % は左半球に言語野が存在する。

ブローカとウィルニッケの報告から、語の構音イメージと聴覚的イメージの中枢が別々のところにあることが強く示唆される。

ウィルニッケによれば、語の運動中枢 (ブローカ野) と聴覚中枢 (ウィルニッケ野) の間の結合が切れることによって第三のタイプの失語が存在することになる。これは、話された単語の復唱が損なわれ、自発話において単語の音を選択する際に誤りを犯す。なぜなら聴覚中枢と運動中枢は互いに伝達し合うことができないからである。この二つの中枢の離断は伝導失語と呼ばれる。

後にリヒトハイムはこの図式を洗練させて、図 1 のようなモデルを提案した。超皮質性

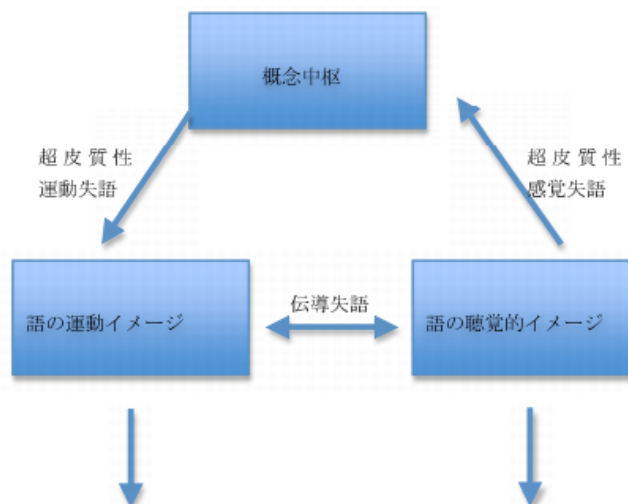


図 1: Lichtheim の図式。文献 [?] より

運動失語の場合には、復唱が保存されている点を除けばブローカタイプの失語と同じである。超皮質性感覚失語の場合には、復唱が保存されている点を除けばウィルニッケ失語と同じである。

1.1 ブローカ失語の例

〈お名前は?〉

オ・○・サ, ○ゲリ・デス。

〈どうかきますか〉

チイサイ, イ, イウチ (字) ト, ○サデス。

〈お年は〉

68 歳デス。タイショウ 8 ネン 7 ガツ 17 ニチデス。

〈どこの具合が悪くなって入院したのですか〉

ア、ソノーエーット。マチノ、センセイニ、カカッテイテモ、ソ、コウイウホッサガ、ニカイモ、サンカイモ、オキテオリマスノデ、エ、シ、ヒ、コウイウオオキナトコロデ、エ、シラベテモラアウトオモッテ、オネガイシタ、ヨウナワケデス。ハイ。(言いたいことが言えて満足した様子。また状況判断はよい)。

〈聞くのは〉

キクホウハデキマスー。

〈言葉が喋りにくくなったのは〉

サクネンノジュウイチガツハツカノホッサカラデス。

〈喋りにくくなって 1 年ですか〉

ソウデスーソウデスー。サクネンノクレノジュウイチガツハツカハ、デンデンイワレイイエナカッタデス。(言葉が) デ、デナカッタトイウコトヲデスカ、オボエテオリマス(病識あり)。

復唱

〈言うとおりに真似をして言ってください〉

あーそうですか(本例のこの発話は音の歪みや韻律の異常なく極めて自然な発話であった)。

〈家〉

イエ(正答)。

〈魚〉

サカナ(正答)。

〈靴下〉

クツ、シタ。

〈イキジビキ〉

イキ、イキジビキ。

〈ツクツクボウシ〉

ツクツクボウシ。

〈友達に手紙を出した〉

トモダチニテガミヲダシタ（正答）。

音声 [9]

〈鉛筆〉

エンピツ（正答）。

〈灰皿〉

スイガライレ（正答）。

〈は..〉

ハ、ハ、アーツ。ハイラ、ハイザラ（正答）。

1.2 ウィルニッケ失語の例

〈お名前は何とおっしゃいますか？ 名前?〉

なんな一のどっちよ。

〈そう〇〇さんでした、〇〇さん?〉

あーどっちをあけたっということですか。

〈〇〇（苗字）何とおっしゃいますか〉

そりゃー昔はどこ、ーいまげずですね、これは何ですね。あれ9月のナンボでね。ーちょうど道路が駄目な時にそのー、ね、個人のもうからだの状態から駄目になったわけなんです。からだのじょうたいの、そりゃあもう全然、このきうの、土地がね。じゅんびにかわないし、高槻の、このーかわりが全然だめなんです。いわゆるその土地にね。我々にはわからんですけれども、わたしのー（そのまま1人で数分喋る）。

命名

〈(はさみを指して) これは?〉

てら（語性錯語?）、いわいわんやろし。

〈「は」..〉

りゃ、

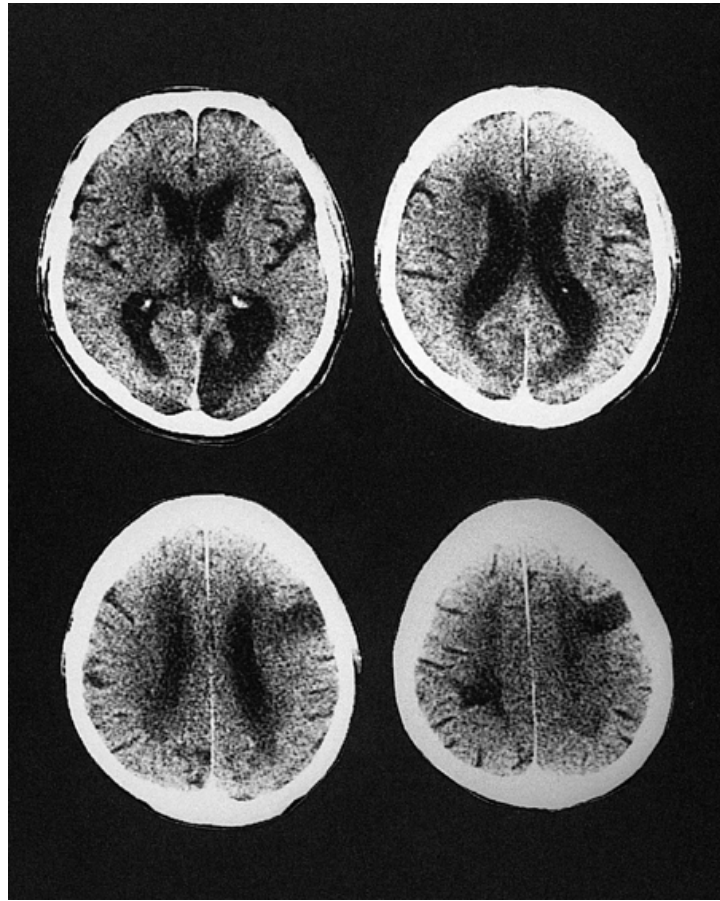


図 2: ブローカ失語患者の CT 画像。相馬, 田辺 (2003) より

<「は」>
 いやーそういう品をだしてはようなかなかええないですね。自分では,

<はさ,>
 はにをだしてー

<は,>
 ー

<はさみ>
 ー

〈ぴんときませんか?〉

駄目ですね。はあ。

復唱

〈いえ〉

はっ,

〈いえ〉

いえ (正答)

〈さかな〉

はいえ (保続), はっ。

〈さかな〉

さかな (正答)

〈靴下〉

靴下 (正答)。

〈いきじびき〉

いちぶろっく, いちぶろっく。

〈いきじびき〉

あ, いちぶらっく。

〈つくつくぼうし〉

つくつき, つくつきなんの, つきつき, 何やわからん。

〈つくつくぼうし〉

つくつくするばー, あかんか。(課題に対する努力が伺え, 自分の発話が誤っていることに気づいている)。

〈空が青い〉

ちゅうくう.. すくすぐいらい。

〈友達に手紙を出した〉

とち, とちとちのかお。じゃないかな。

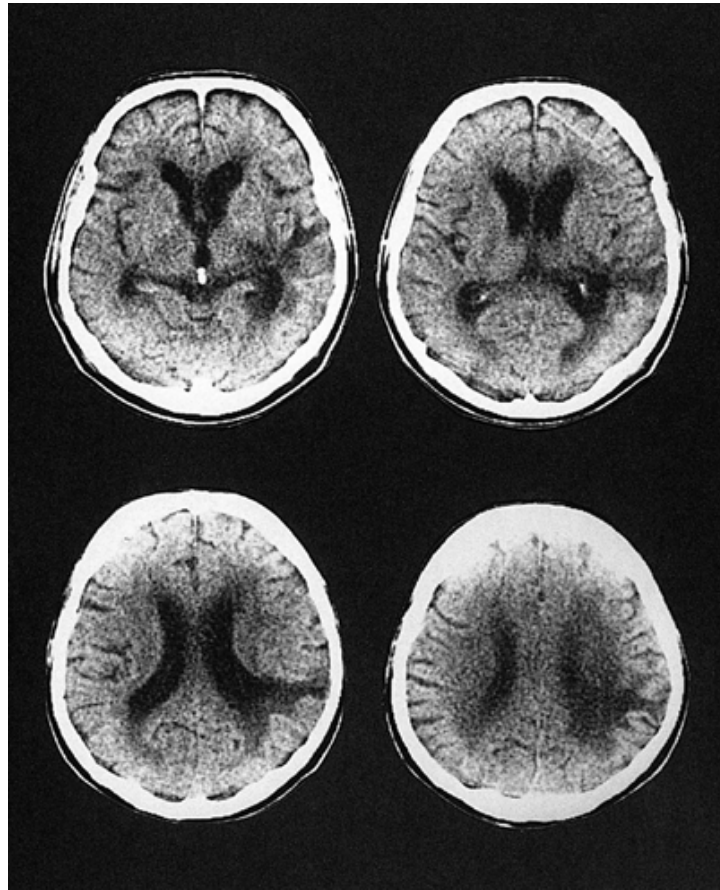


図 3: ウィルニッケ失語患者の CT 画像。相馬, 田辺 (2003) より

2 二重乖離

ブローカは話すことはできないが聴理解はできる患者について記載したが、ウィルニッケは逆に、発話生成は保持されているが理解が損なわれてるパターンを観察した。この意味で、聴理解と発話生成とは二重に乖離しているという。二重乖離は神経心理学にとって重要な概念である。ただし、強い二重乖離と弱い二重乖離があり、弱い二重乖離は単一メカニズムで説明可能である。

3 機能的脳画像研究法

1970 年代中ごろから、脳イメージング法が開発されてきた。研究者はイメージング技法を用いることで、生体内 in-vivo で脳の構造や機能を測定することが可能となった。それまでは検死解剖 post-mortem によって確認するしかなかった。検死解剖では被験者が死亡

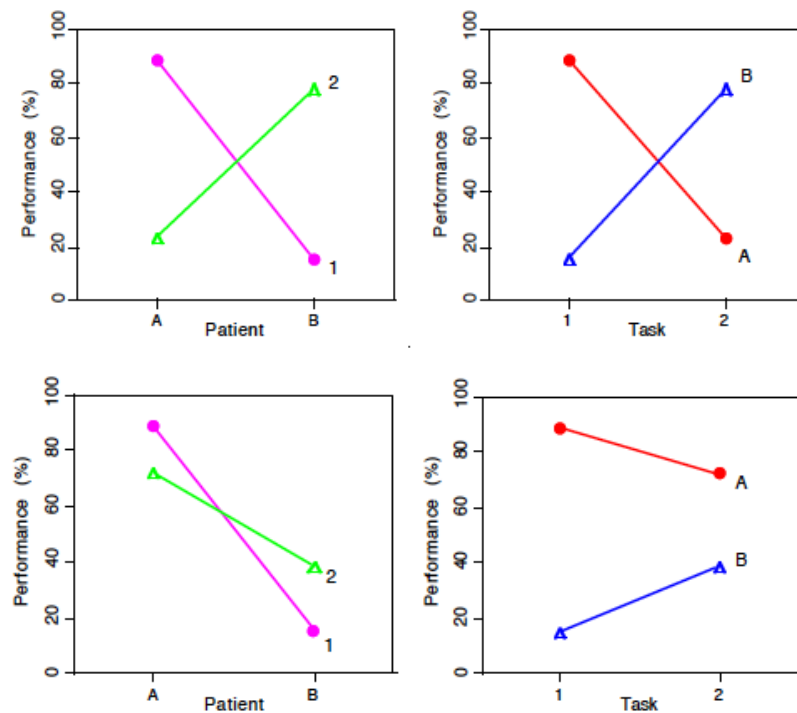


図 4: 強い二重乖離と弱い二重乖離。文献 [?] より

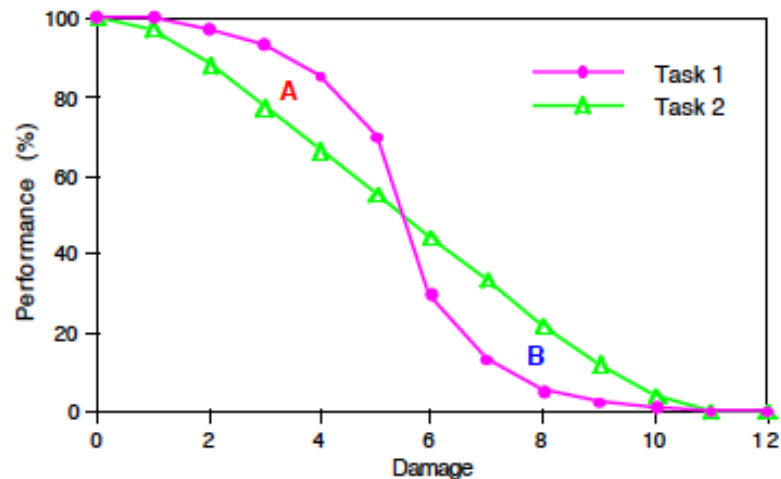
後になるので、病変の進行を調べる方法が事実上無かった。

PET: Positron emission tomography 陽電子放射断層撮影法。活動中のニューロンが多くのグルコース（細胞が活動する際のエネルギー源となる）を消費することを利用して。被験者はスキャン直前にグルコースにラベルした少量の放射性物質を注射される。この放射活動をスキャナーで検出すると、脳の活動している領域を調べることができる。

CT: computerized tomography コンピュータ断層撮影法，またはコンピュータ軸位断層撮影法 CAT computerized axial tomography という。被験者の頭部を低レベルの X 線放射で調べる方法である。CT スキャンでは機能的な活性化を調べることはできないが、構造変化をとらえることができる。

MRI: magnetic resonance imaging 磁気共鳴画像法。強力な磁場もとで水素原子が高周波によって活性化された際に放出する波を測定することによって高解像度の画像を得ることができる。MRI では三次元の映像を得ることも出来る。

fMRI: functional magnetic resonance imaging は活動している脳部位の血流中の酸素の増加を画像にするものである。MRI は PET に比べて、被験者に放射性同位元素を



注射しなくても良い点，同一イメージング技法によって脳の構造と機能とを測定できる点，3次元画像を得ることができる点，解像度が高い点などが優れている。

MEG: magnetoencephalography 脳磁図。頭蓋表面の磁場がその直下の神経活動パターンを反映していることを利用して，脳の活動を調べる方法である。

SPECT: single photon emission computerized tomography 単一光子放射コンピュータ断層撮影法。PET に比べて画質がやや劣るし，測定に時間がかかる。

NIRS: Near Infra-Red Spectroscopic Topography 光トポグラフィー。近赤外光を用いて頭皮上から非侵襲的に脳機能マッピングする方法。近赤外線（波長：800nm 付近）は頭皮・頭蓋骨を容易に透過して頭蓋内に広がってゆく。その反射光を 10-30 mm 離れた頭皮上の点で計測すると、脳活動の様子が、ヘモグロビン（Hb）の増減や酸素交換情報に伴う指標で計測できる。

4 分離脳

およそ 40 年前，癲癇を抑える薬は今ほど効果的ではなかった。その際，側頭葉に発作中心をもつ癲癇患者は，発作を押さえるため脳梁を切断する手術を受けた。脳梁を介して癲癇発作が反対側の大脳半球に及ぶのを避けるためである。手術後ほとんどのケースで癲癇発作の強さと頻度は大幅に減少した。

Sperry と Gazzaniga は分離脳患者の一方の半球に情報を提示した場合，どのようなことが起きるのかを観察した。彼らはタキストスコープ（瞬間提示装置）を使って 100ms だけスクリーンに文字を提示し判断を求めた。

リンゴの絵を分離脳患者の右視野に提示すると，左半球がその情報を受け取り蓄積していることを示すために，2つのことができる。左半球は言語半球であるために単にリンゴ

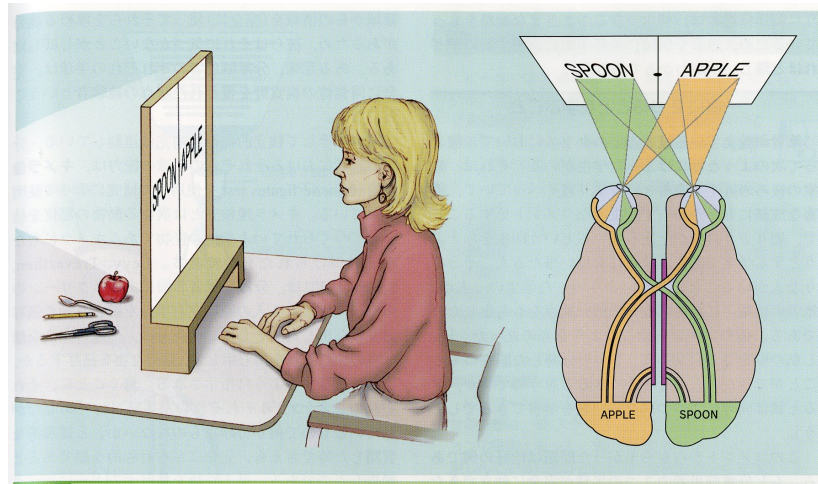


図 5: 分離脳患者の神経心理学的状態を評価するために使われる検査手法。視覚入力はいずれの視野から反対側の半球に伝わる。微細な触覚入力はそれぞれの手から反対側の半球に伝わる。それぞれの半球は反対側の微細な運動を制御している。ピネル (2005) より

の絵が見えますと被験者は実験者に告げることができる。被験者は右手で棚板の下のもを触り、リンゴを取り出すことも出来る。リンゴを左視野に提示した場合、患者はスクリーン上には何も見えないと訴える。患者が左視野や左手に提示された対象物を認識できないと訴えている間、左手では棚板の下で対象物を正しくつかむことができた。

Levy らは患者にタキストスコープを使って半分顔のペアからなる刺激図形を瞬間提示した。例えば左半分は少女の顔で右半分は男性の老人の顔からできている。凝視点は鼻梁のあたりにくるようにしてある。患者に見たものを報告するように教示すると、男の完全顔が見えたという。左の言語半球に右半分のイメージが投影されることから、これは仮説どおりである。一方、いくつかの完全顔のセットから見たものを選ぶようにさせると必ず、少女の顔を選ぶ。この実験は右半球が顔の認知に重要な役割を果たしていることを示している。

分離脳患者の実験では、人間でも分離脳患者は2つの独立した脳を持っており、それぞれが自身の意識、能力、記憶、感情を有していた。多くの分離脳患者の左半球は会話可能であるが、右半球はそうではない。

4.1 左右半球の違い

左右の半球の違いに言及する前に、ある誤った概念について知っておく必要がある。多くの機能において半球間の相違はなく、機能的な相違がある時でもそれは絶対的な相違ではなく、それぞれの半球のわずかな偏向によるものである。このことを無視して、通俗メディアは左右の脳の相違を絶対的なものとして描写している。結果としてさまざまな能力が

排他的にそれぞれの半球だけに存在していると信じられている。例えば左半球だけが言語をコントロールし、右半球だけが感情と創造性をコントロールしていると報じられている。

一般的機能	左半球優位	右半球優位
視覚	文字，言葉	顔，幾何学的パターン，感情表現
聴覚	言語音	非言語音，音楽
触覚		触覚パターン，点字
運動	複雑な運動，同側運動	空間的パターンの運動
記憶	言語的記憶	非言語的記憶
	記憶中の意味の発見	記憶の知覚的内容
言語	話すこと	感情的内容
	読むこと	
	書くこと	
	計算	
空間的能力		頭の中での形の回転
		幾何学
		方向
		距離

4.2 大脳機能の片側優位性

同側性運動の制御における左半球の優位性: 機能の片側優位性に関して、興味深いそして意外な事実が機能的脳画像研究によって明らかにされた (Haaland & Harington, 1996)。認知によって制御された複雑な運動が一方の手で行われると、予想したように反対側の半球においてほとんどの活動が観察される。しかし、いくつかの活動は同側の半球で観察され、これらの同側性の効果は右半球より左半球の方が実質的に優位である。この観察と一致して、左半球損傷は右半球損傷よりも同側性運動障害に関連している。

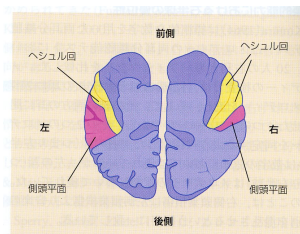
空間的能力の右半球優位性: Levy(1969) は空間的課題において右半球は左半球よりも優れていると結論づけた。この結論は繰り返し確認されている (Funnell, Corballis, & Gazzaniga, 1999; Kaiser et al., 2000)。そして、空間的認知障害は右半球損傷に関連する傾向があるという知見と一致している。

感情体験における右半球の優位性: Sperry, Zaidel, & Zaidel(1979) は、分離脳患者の右半球の、さまざまな感情的なイメージに対する行動を評価した。その結果、分離脳患者において感情反応が右半球から左半球へある程度伝えられる場合があることを明らかとなった。

音楽能力における右半球の優位性: Kimura(1964) は標準的な数字を用いた両耳分離聴能テストとメロディーの両耳分離聴能テストにおいて、20 人の右利きの成績を比較した。右の耳（すなわち左脳）は数字の認知において優れているが、左の耳（すなわち右脳）はメロディーの認知において優れていた。このことは、右側頭葉損傷は左側頭葉損傷より音楽の弁別を混乱させるという観察に一致している。

大脳片側優位性に関する研究は、広範な認知能力のをどちらか一方の半球に帰する傾向があった。しかしこれは、あまりに単純過ぎる結論だ。例えば次の二つの課題を考える。(a) ある対象物は別の対象物よりも上か下かを判断する、(b) 2つの対象物の離れている距離は1フィート以上か以下かを評価する。この2つの課題はともに空間的な課題なので、素朴な片側半球優位理論ではともに右半球が優位であると結論づけるかもしれない。しかし、どちらも言語反応を必要とするので、左半球が優れているかもしれない。もし左半球が優れているのであれば、それは2つの要素を比較するのに必要とされる「分析的」処理において左半球が優れているためかも知れない。このように初期の理論では、どちらの結論も導き出せてしまう。

4.3 脳の解剖学的非対称



5 相貌失認

相貌失認 prosopagnosia とは顔の知識の喪失である。

顔の認知は人間が示す認知処理能力の中でも特異なものであるということが出来る。何年も会わないでいる知人であってもチラッと見るだけで、直ちに再認できるという経験はだれでも持っている。進化論的観点で人間の行動を調べている心理学者は、歴史的に見て、敵対者から友人を、隣人から血縁者の顔を認識することが重要だったことを強調している。したがって、脳には顔という「生得的」な技能を促進する特別な領域が進化してきたと考えるのである。

相貌失認 prosopagnosia とは、知覚機能が正常であるにもかかわらず、このような顔の知覚情報処理に障害を持った患者を指す。患者はペアで提示された顔の写真のマッチングができない。あるいは2枚の写真が同一人物のものであるかどうかを報告することができ

ない。有名人の顔や家族の顔を識別することができない。McNeil & Warrington(1993)によると、ある農夫は人間の顔の相貌失認になった後でも、群れの中のヒツジの個体を識別する方法を学ぶことができたという。このことから、物体認知と相貌認知とは複雑さの程度の問題であり、物体認知のとの間に二重乖離が存在しないとする研究者もいる。

相貌失認のほとんどのケースでは両側性に損傷が認められる場合であり、とくに後頭あるいは側頭葉に著しい損傷が認められる場合である。Farah(1990)は左半球の片側ダメージの後、相貌失認をきたしたのは約4%であったとしている。すなわち顔の認知は右半球の役割に特化しているということができる。

健常者でPETを用いて物体と顔の認知を行った研究がある。Sergent et al.,(1992)では、被験者が多くの人の顔を性で分類するように求めたところ、右半球の後頭側頭領域のみが活性化した。適切な顔の同定には右半球の前方側頭領域のみが活性化された。この事実は、側頭葉の前方の細胞が特に顔を含む個人とかかわる情報に感受性が高い部分であることを示したデータと一致する。

現在までのデータは相貌認知は右半球の後頭葉と側頭葉の腹側領域と関わっており、what経路が顔のパーツから顔を認知する統合的な過程と関わっていることを示していると思われる。

顔の既知性の判断。表情の判断。相貌そのものの（誰であるか）判断が障害されることがある。

Etkoff は、顔の個人情報を弁別する能力と顔の情動を弁別する能力には二重乖離があると報告している。

また、相貌失認の患者の中には、未知の顔のマッチング課題には障害がなく、有名人の顔の認知に障害がある患者がいるだけでなく、反対に、未知の顔のマッチング課題はできないが、有名人の顔を認知することができる患者もいる。この二重乖離もある。

6 街並み失認

失認の中には街並み失認と呼ばれる地誌的失見当がある。街並み失認 (landmark agnosia) の患者では、熟知した街並み (建物や風景) の同定ができなくなり、例えば自宅付近で道に迷ったりすることが知られている。しかし彼らは建物や風景の想起は可能である。これらの患者では、大脳右半球の側頭葉-後頭葉の内側面の広汎な障害があることが知られている。(川島,2002 より)

7 視覚性失認

1890年代に Lissauer は物体認知の二つの型を報告している。それは統覚性失認 apperceptive agnosia と連合性失認 associative agnosia である。この二つの失認は what 経路の2種の障害と結びついていることが明らかとなってきている。

7.1 統覚性失認

例えば鉛筆を見せられると、統覚性失認患者は、その形、先端、六角形の断面などの物理的特徴を詳細に述べることができる。しかし、物体が何であるかの名前を言うことも、同定することもできない。障害が右半球の後頭部や広汎にわたる後部領域である場合、統覚性失認は単純な形の模写とか形の区別もできないことがある。より個別的にダメージをこうむった場合には、典型的な視点から眺めた場合は物体認知は可能であるが同じ物体を見慣れない視点から提示されると認知できなくなる。統覚性失認患者は視覚刺激が個々の部分を一つにまとめあげること、すなわち知覚 percept ができない。統覚性失認患者は物体の個々の部分要素については記述することができるのであるから、問題は「感覚」ではなく「知覚」である。Warrington(1982)によれば、このタイプの失認は知覚処理のごく初期の段階と関わるという。物体の記憶されたイメージと知覚入力との結合の問題と関わっている。統覚性失認は腹側視覚経路の初期の段階の損傷で起きる。とくに、右半球後部領域の慢性的な損傷をもつ患者にみられる。

7.2 連合性失認

連合性失認の患者はだいたいの物体の模写はうまくできるし、提示された物品から似たものを探し出すこともできる。提示された項目を動物、食器、道具などのグループに分けることもできる場合もある。連合性失認の特徴は、見ている物体そのものを同定したり名前を言うことができないことである。

例えば連合性失認の患者にスプーン、フォークなどの金属製食器を見せる。患者はフォークを取り上げ、求められればそのスケッチをうまく描く。しかし、その物体がフォークであると同定することができない。さらに、後で記憶から想起してその物体を描くよう求めるとそれができない。目の前にあるフォークを描くように求めるとできる。このとき連合性失認の患者は自分のもっている物体と今描いたその複写が同じものであることにさえ気がつかない。連合性失認で中心的問題になるのは、意味と知覚とを結びつけることにある。物体認知は一般に統覚性失認の患者よりも正確である。しかし問題となるのは、「知覚」と記憶されたものの意味的情報の間の結びつきである。これは左半球の意味システムの損傷とかかわるか、あるいは、左右の半球の後頭側頭連合野を結んでいる経路の損傷に原因があるかいずれかである。

8 半側空間無視

右半球の病変で左視野の無視、左半球の損傷で右視野の無視が起こる。右半球の損傷により左視野の無視が起こる方が数としては多いようである。

線分の等分割 line bisection 患者は一本の線分を提示されて、その中央を示すよう教示される。この場合中間の位置がどちらかにずれてしまう障害が報告されている。

半側空間無視 unilateral spatial neglect と呼ばれる。

空間探索では線分の末梢課題が使われる。

ミラノに住む半側空間無視の患者にドーモ広場（ゴシック様式の大聖堂のあるミラノの中心）から見た景色について述べてもらった場合、大聖堂を見ながら広場を眺めてもらう条件と、大聖堂の階段に腰掛けて反対方向をイメージする条件では、患者の記述の中で省略される項目は、患者がイメージした観察方向に依存していることが見出された (Bisiach and Luzzati, 1978)。すなわち反側空間無視の患者では、実視覚において無視が存在するだけでなく、イメージの想起においても反側空間無視が存在することを示している。

9 バリント症候群

バリント症候群では、患者は一種のトンネル視のような症状を見せる。少なくとも一時に視野に立った一つのものしか「見る」ことができない。トンネル視が網膜の損傷の結果生じ、中心窩領域のみが機能を保持しているという状況であるのに対し、バリント症候群の患者は視野のどこでも物体の認識はできる。バリント症候群の患者は対象の他の部分に注意を向けることが容易にはできない。バリント症候群の患者は網膜にも皮質にも盲状態を示す兆候は認められない。患者は空間世界の実際の「全体」像を形成することができない。たとえば患者に車が木に激突している写真を見せるとバリント症候群の患者は、写真の個々の特徴要素を見つけ出すことはできるが、全体のストーリーを理解することができなくなる。

10 知覚と関わるその他の障害

10.1 空間内の点の定位

頭頂葉上部領域に損傷を受けると、視覚刺激に向かって手を伸ばすことが困難になる。左半球への損傷では右側に手を伸ばすことに障害を起こす。右の頭頂葉の一側性の障害となる。

10.2 奥行き知覚、運動視

局所的な奥行き知覚は左右両半球の切除によって障害を受ける。また 頭頂後頭連合野 MT, MST 野への損傷によっても奥行き知覚、運動視に障害を認めるケースもある。

11 失書

Exner の書字中枢。しかし前頭葉の障害だけではなく、頭頂葉、側頭葉の障害でも失書 agraphia, dysgraphia が起こることが知られている。

11.1 hypergraphia

11.2 micrographia