

マインド・リーディング

第8回



今回の授業の内容

- ① 脳の働きについて知るための方法とは？
- ② それらの方法によって何を知ることができるのか？
- ③ そこにはどのような問題点があるのか？



今回の授業の構成

- 1 さまざまなイメージング技術
- 2 イメージング技術を用いた虚偽検出
- 3 マインド・リーディングの倫理的問題



さまざまなイメージング技術

- 構造的(structural)イメージング
 - 脳の形状を画像化。
 - X線写真、CT、MRI
- 機能的(functional)イメージング
 - 脳の活動を画像化。
 - 脳波、fMRI、PET



機能的イメージング技術

脳のある部位で神経細胞が興奮すると...

- ① 電気的活動の発生
→ 脳波(EEG)
- ② エネルギー消費の増加
→ 陽電子放射断層撮影(PET)
- ③ 血流量の増加
→ 機能的磁気共鳴画像(fMRI)



脳波(EEG, Electroencephalogram)

- 頭皮表面に装着した電極によって、神経細胞の電気的活動を計測。
- 時間分解能は高いが、空間分解能は低い。
- 脳の内奥部の活動を計測することが困難。



脳波の計測のために装着された電極
(http://ese.wustl.edu/~nehorai/research/eegmeg/EMEG-Overview_template.html)

1/1000 sec

陽電子放射断層撮影(PET)

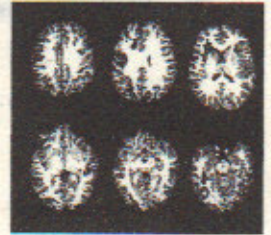
- 血管内に注射した放射性物質によって、脳内の代謝量の変化を計測する。
- 脳の活動の時間的変化が計測可能。
- 侵襲的。
- 時間、空間分解能は低い(1min, 5mm)。



PETで撮影された脳画像
(http://www.nia.nih.gov/NR/rdonlyres/81D409B2-F2A8-470A-9AA6-1E2DDE7A9CEC/0/PET20YEA_ROLD_HIGH.JPG)

機能的磁気共鳴画像(fMRI)

- 脳に強い磁気を加え、血管内の酸化ヘモグロビンと脱酸化ヘモグロビンの割合の変化から、血流量の変化を計測。
- 非侵襲的。
- PETより時間・空間分解能が高い(2~3sec, 2~3mm)。



fMRIを用いて撮影された脳画像
(<http://www.med.nyu.edu/thesenlab/group/fmri.html>)

注意点

- PETやfMRIは、脳内の代謝量や血流量の変化を計測しているに過ぎない。
- fMRIなどでは、個々の神経細胞レベルの活動は計測できない。
- 活性化するとされる部位以外が全く活動していないわけではない。

今回の授業の構成

- 1 さまざまなイメージング技術
- 2 イメージング技術を用いた虚偽検出
- 3 マインド・リーディングの倫理的問題

イメージング技術を用いたマインド・リーディング

他人の心を読むことは、日常生活において有益。

- 恋愛、ビジネス、政治...

→イメージング技術を用いて、脳の状態から心の状態を読み取ることができれば、さらに便利では？

マインド・リーディング技術の応用可能性

- 嘘の探知
- 脳と機械やコンピュータを接続する技術への応用
- マーケティングへの応用

手足不自由な人か、脳に
よじかき動かしにくい人か
2つをまとめる



イメージング技術を用いた虚偽検出

- 従来の虚偽検出法: 専門家による判定、ポリグラフ(呼吸、脈拍、皮膚伝導反応の計測)
 - 問題点: 正確さ、対抗戦略の可能性
- イメージング技術を利用できないか?
 - 末端から中枢へ
 - 情動から認知へ

14



ファーウェルの脳指紋法

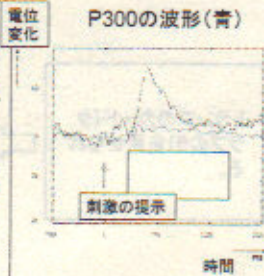
- ある特定の知的活動を行っているときに脳波を計測すると、特有の波形が見出される場合がある。(事象関連電位)
- P300と呼ばれる脳波は、珍しく、重要な意味のある情報に接したときにのみ生じると言われている。情報を見た約300ミリ秒後に生じる正(positive)の電位変化であることから、P300と呼ばれている。

14



ファーウェルの脳指紋法

→ 犯罪の容疑者に、犯人だけが知っている情報を見せて、P300が生じるかどうかを計測すれば、犯罪との関わりを明らかにできるのでは?



300msの波形(青)
<http://www.egr.uh.edu/cnecs/research/images/graph1.jpg>

15



ファーウェルとドンチンの実験 (1991)

20人の被験者に、架空の謀報活動のシナリオを執行させる。
例: 郵便局の前で、茶色の帽子の男に封筒を渡す。

提示された刺激を、ターゲットとそうでないものに分類させる課題を行わせ、回答時の脳波を計測。

例: 「青いコート」、「茶色の帽子」、「赤いネクタイ」...のうち、「青いコート」が提示されたときにのみ左のボタンを押し、それ以外の場合には右のボタンを押し。

シナリオに関連する語(「茶色の帽子」)が提示されたときの脳波に違いはあるか?

15



ファーウェルとドンチンの実験 (1991)

シナリオを知らない人にとっては、刺激はターゲット(「青いコート」)とそうでないものの二種類だが、知っている人にとっては、ターゲットでない刺激に、シナリオと関係するもの(「茶色い帽子」としないものの二種類があることになる。

→ それぞれの刺激を提示されたときの脳波に違いはあるか? (有罪知識テスト(Guilty Knowledge Test))

17



ファーウェルとドンチンの実験 (1991)

- ターゲット刺激(「青いコート」)が提示されたときには、すべての被験者でP300が計測された。
- シナリオを知っている被験者では、シナリオと関係する刺激(「茶色い帽子」)が提示されたときにもP300が計測された。

17

📖 ファーウェルとドンチンの実験 (1991)

- 被験者の反応をコンピュータ・プログラムで分析し、被験者がシナリオを知っているかどうかを判定させた結果：
 - シナリオを知っている場合では、20人中18人を正しく判定
 - 知らない場合では、20人中17人を正しく判定
 - 残りの5人は判定不能
 - 偽陽性、偽陰性は見られなかった。
- この手法を開発したファーウェルは、2003年にBrain Wave Science社を設立。
 - 同社は、脳指紋法をテロ対策、刑事司法、広告などに利用できると宣伝している。

19

📖 Brainwave Science社のウェブサイト



20

📖 脳指紋法の問題点

- 事件について知らないとしても、死体や凶器の写真などインパクトの強い刺激を提示されれば、P300が生じることがあるのでは？
- 刺激が、事件と無関係な文脈で、被験者にとって重要な意味を持つ場合にも、P300は生じるのでは？

21

📖 ラングレーベンらの実験 (2002)

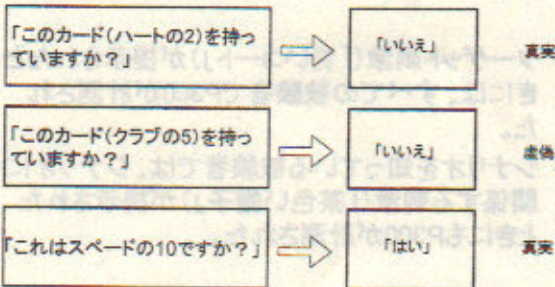
トランプのカード(クラブの5)を見せられる。



指示:これから行うテストで、コンピュータに自分の持っているカードを見破られないようにしてください。ただし、自分が持っているカード以外については嘘をついてはいけません。

22

📖 ラングレーベンらの実験 (2002)



上の二つの場合の脳の活動をfMRIで計測し、比較。

23

📖 ラングレーベンらの実験 (2002)



実験結果
(嘘の場合に活動が強まった部位。黄色いほど活動が強まった。)
(Langelen et al., 2002)

24



ラングレーベンらの実験 (2002)

- 実験結果:嘘をつくときの方が強く活動する領域が存在した(左前帯状回から右上前頭回、左運動前野)
→彼らの仮説:本当のことを言うほうが脳にとって自然。嘘をつくときには抑制が働く。
- その後彼らは、fMRI画像をコンピュータに分析させる方法による虚偽検出を実際に試み、正解率は85から90%だった。

22



問題点

- ①嘘にかかわる部位の個人差
→多変量解析の導入
- ②装置の簡便さ
→近赤外線トポグラフィ(NIRS)の利用
- ③実験室と実生活の違い

23



- 1 さまざまなイメージング技術
- 2 イメージング技術を用いた虚偽検出
- 3 マインド・リーディングの倫理的問題

27



マインド・リーディングの倫理的問題①:プライバシー

- 頭の中のことは、いわば「究極のプライバシー」。
- どのような場合ならば、マインド・リーディングが許されるか?
-犯罪者の取り調べ、出入国審査、小児性愛者の発見、マーケティング...

28



マインド・リーディングの倫理的問題②:情報の正確さ

それは本当にその人が考えていることなのか?

- 白人よりも黒人を見たときに脳のある部位が活性化する白人男性は、それだけで人種差別主義者ということになるのか?

29



まとめ

- イメージング技術の発展によって、現在では脳の活動をさまざまな形で調べることができる。
- イメージング技術を用いて人の心を読む技術も開発が進んでいるが、このような技術の使用には倫理的な問題もある。

30