

脳とICTに関する懇談会 第2回

2010年6月2日

資料 2 - 3

脳機能の局在と統合

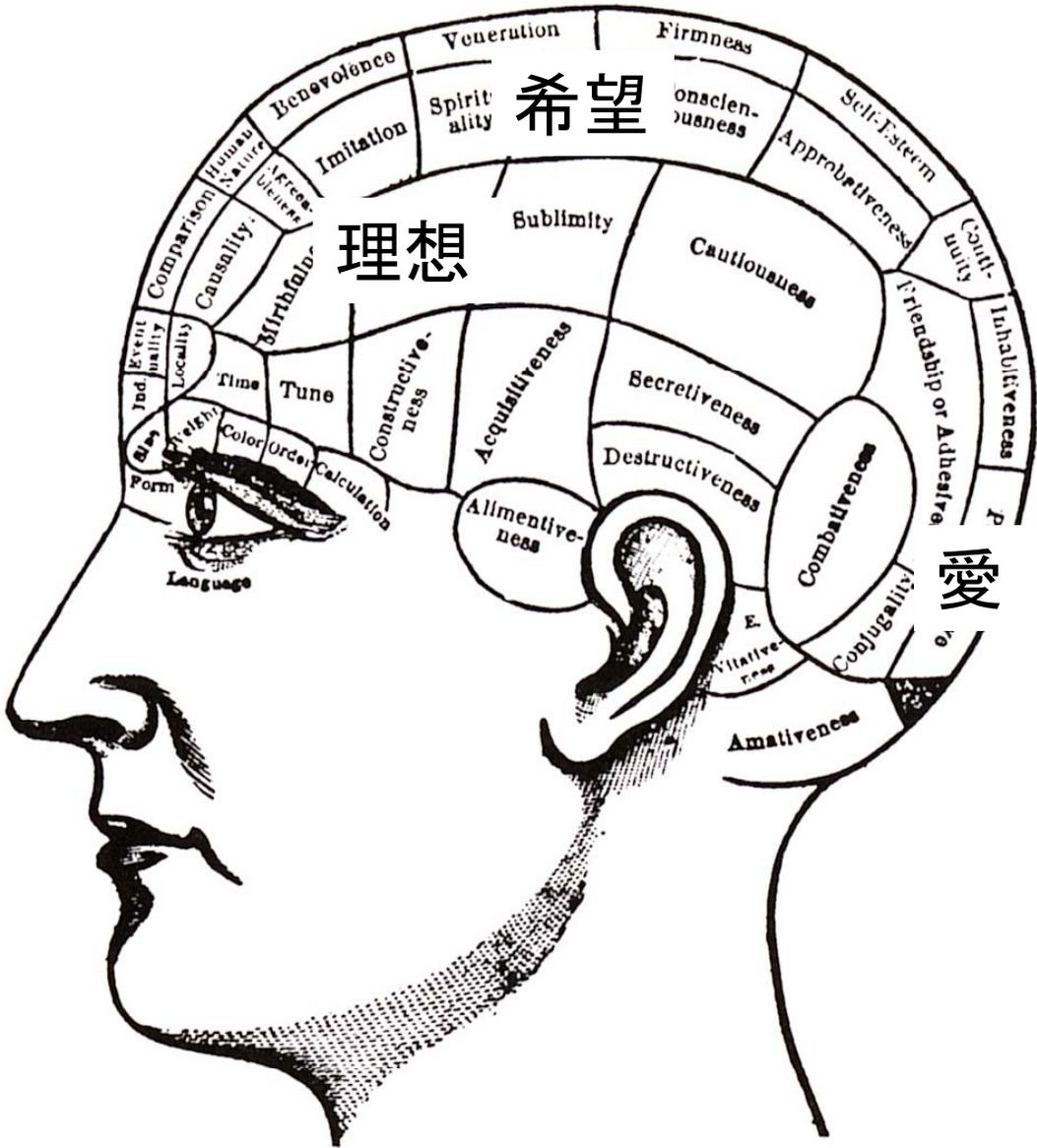


順天堂大学・医学部

北澤 茂

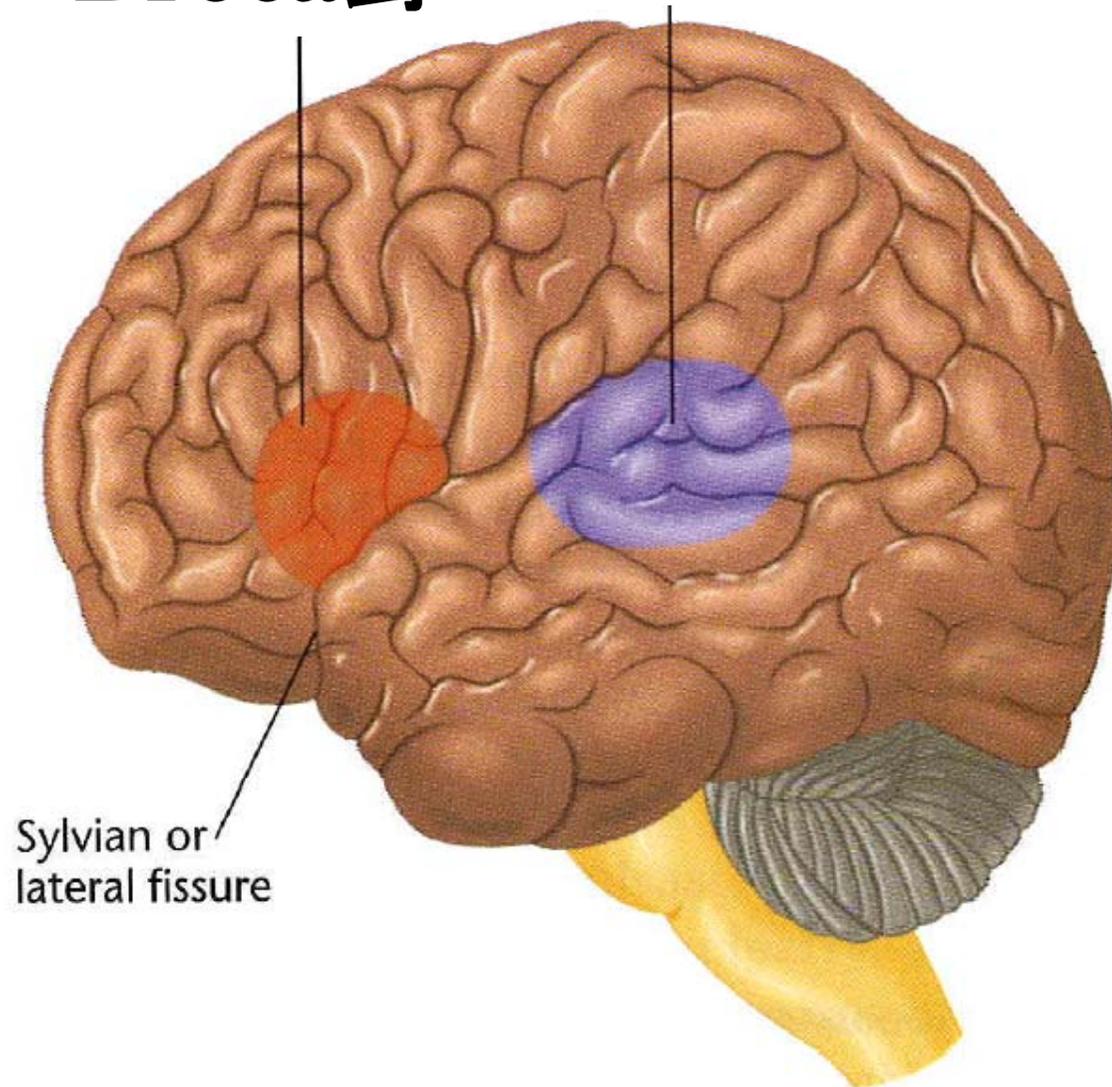
① 神経生理学から見た脳機能の特徴

Gall and Spurzheim (1810)の骨相学



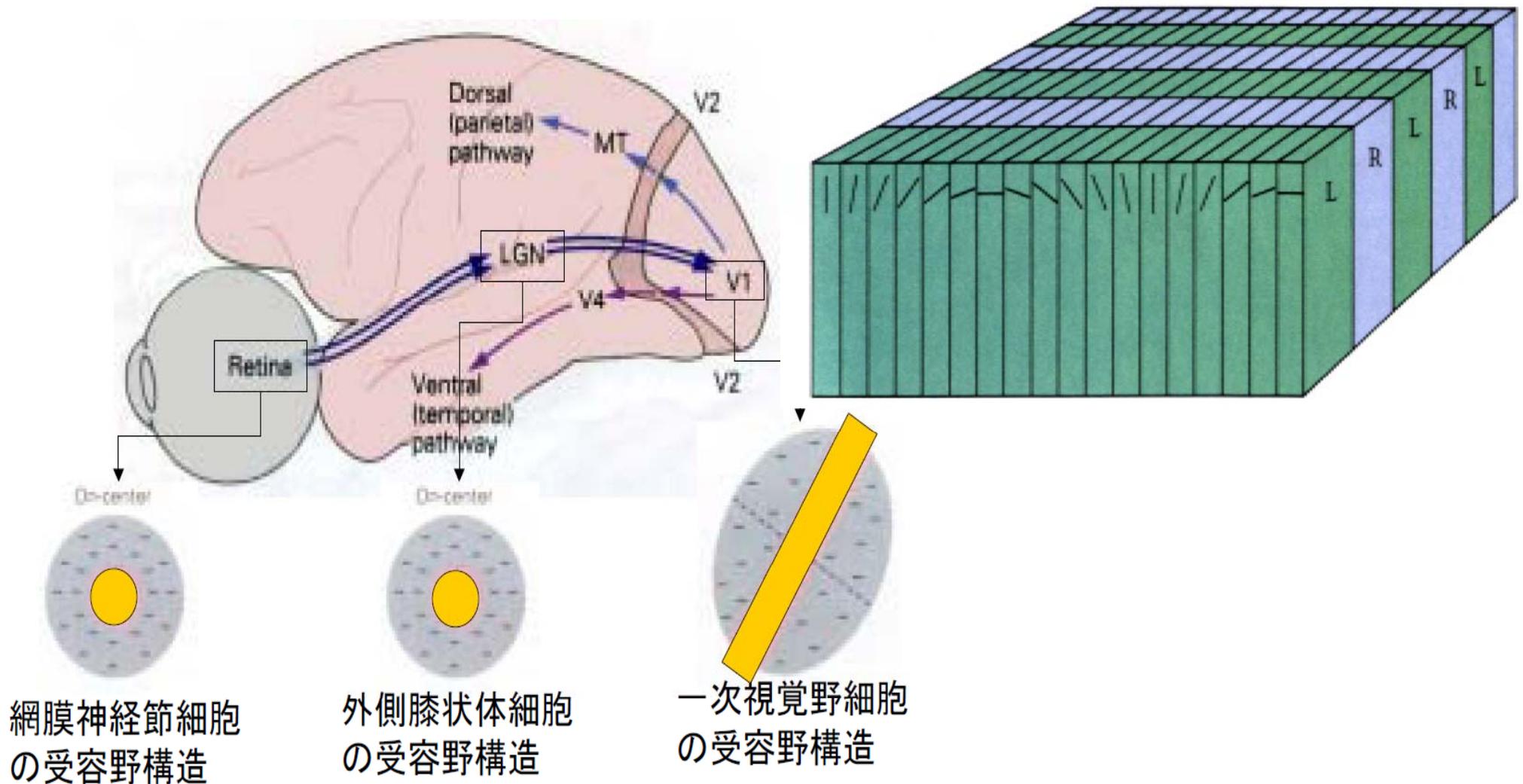
機能局在が科学になったのは1861年 Broca野の発見から

Broca野 **Wernicke野**



眼優位性・方位選択性カラムの発見

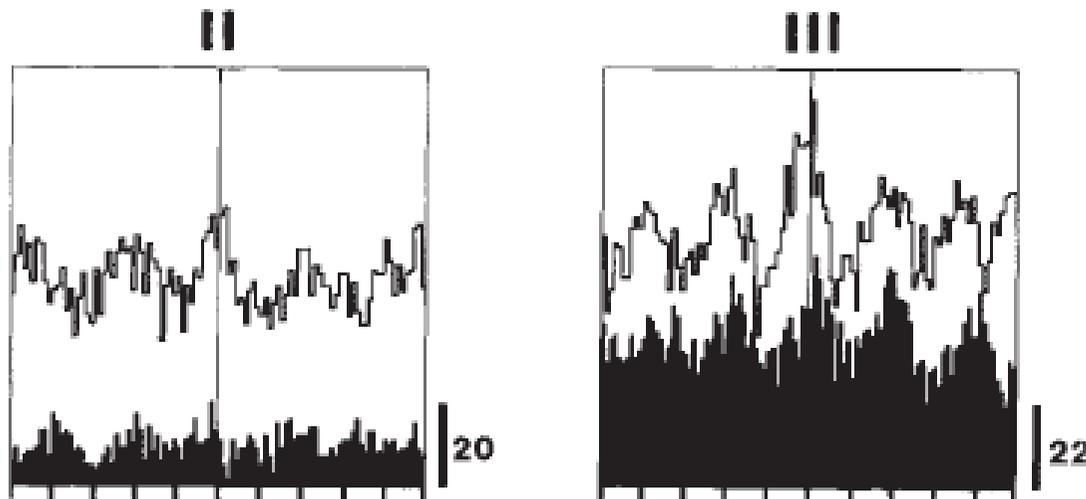
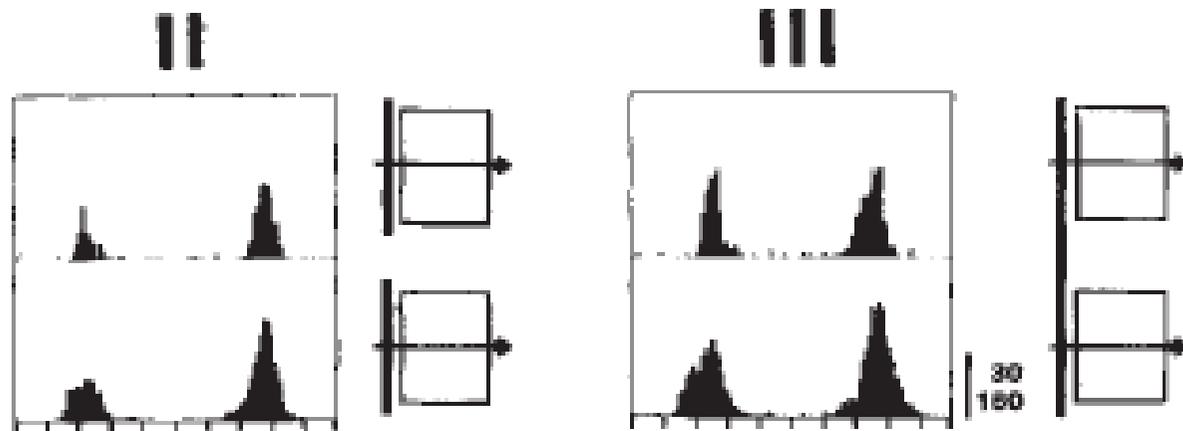
Hubel & Wiesel 1950~60年代



局在化した情報は統合しなければならない

40Hz の同期が統合の要ではないか？

(Gray et al., 1989, *Nature*)



麻醉下のネコ
V1, 距離 7 mm

人間でも40Hzの脳波の同期が重要と信じられてきたが、それはマイクロサッカードによる高周波ノイズにすぎないらしい

Yuval-Greenberg et al., 2008, *Neuron*

いかにして局在した機能を「統合」しているのか
それが「脳内情報ネットワーク」の大問題

② 「統合」メカニズムへのアプローチ

1. 統合の基本周波数があるのか？
2. 言語機能配置の性差に注目したアプローチ
3. 自閉症に注目したアプローチ

1. 統合の基本周波数があるのか？

ガンマ波 (40 Hz) が脳の離れた領域の情報を統合するかどうかは疑問

アルファ波 (8-13 Hz)に関する報告が急増

VanRullen et al. (2006) 動きの錯視 ~13Hz

Busch et al. (2009) 視知覚 7~8 Hz

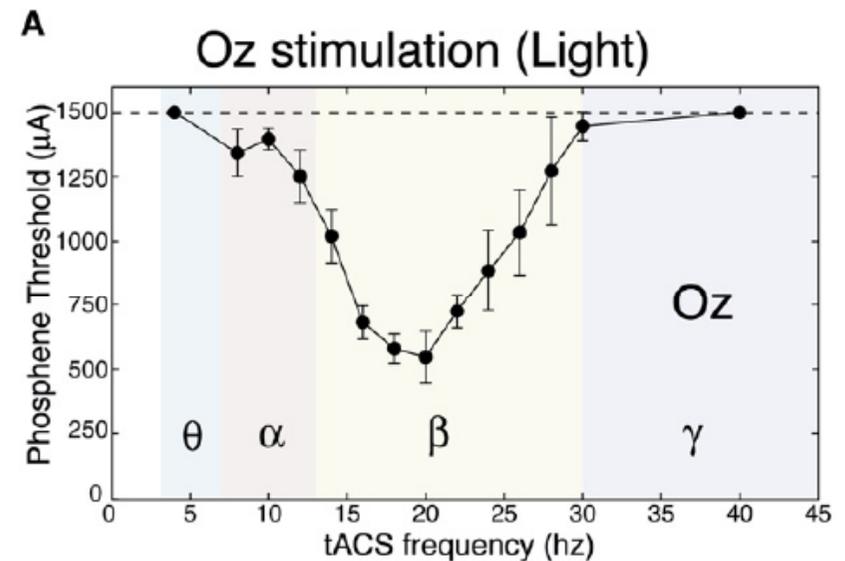
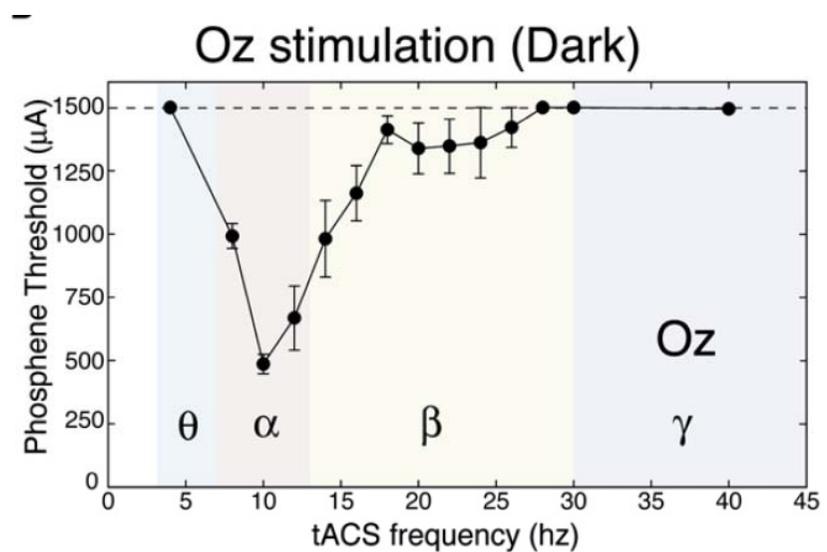
Mathewson et al. (2009) 見えるか否か ~10 Hz

ラットの海馬の場所細胞 8 Hzのシータ波を利用して場所をcoding

積極的に振動のモードを操作するという方向性も

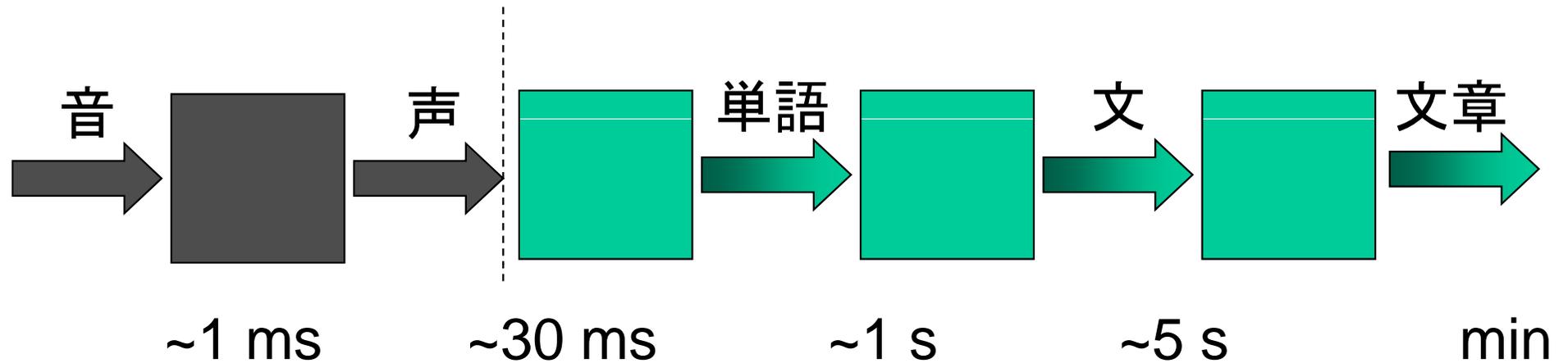
視覚野を交流刺激すると光が見える

Kanai et al. (2008) *Curr Biol*

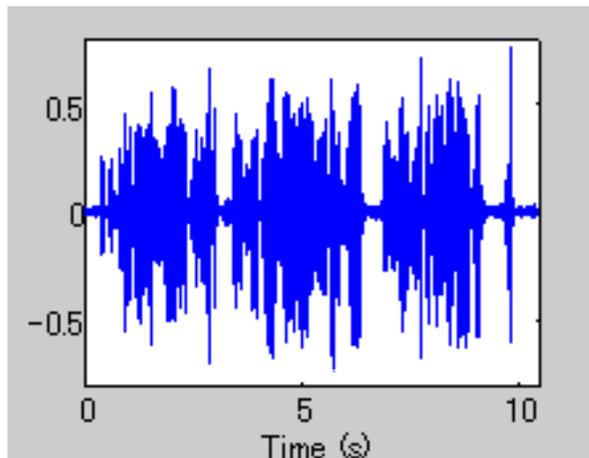


2. 言語機能配置の性差に注目したアプローチ

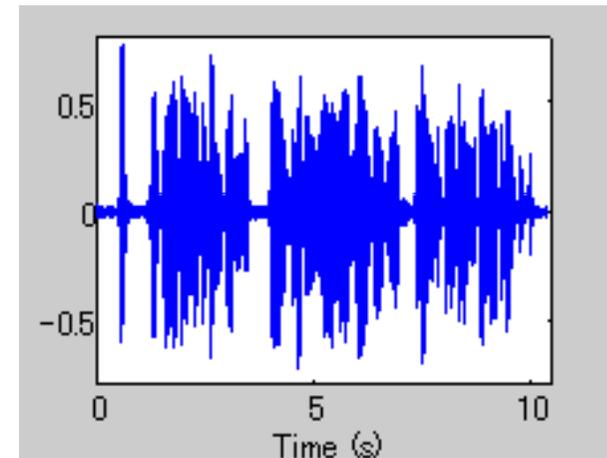
文章朗読を聴く際の脳活動



逆 📢



順 📢

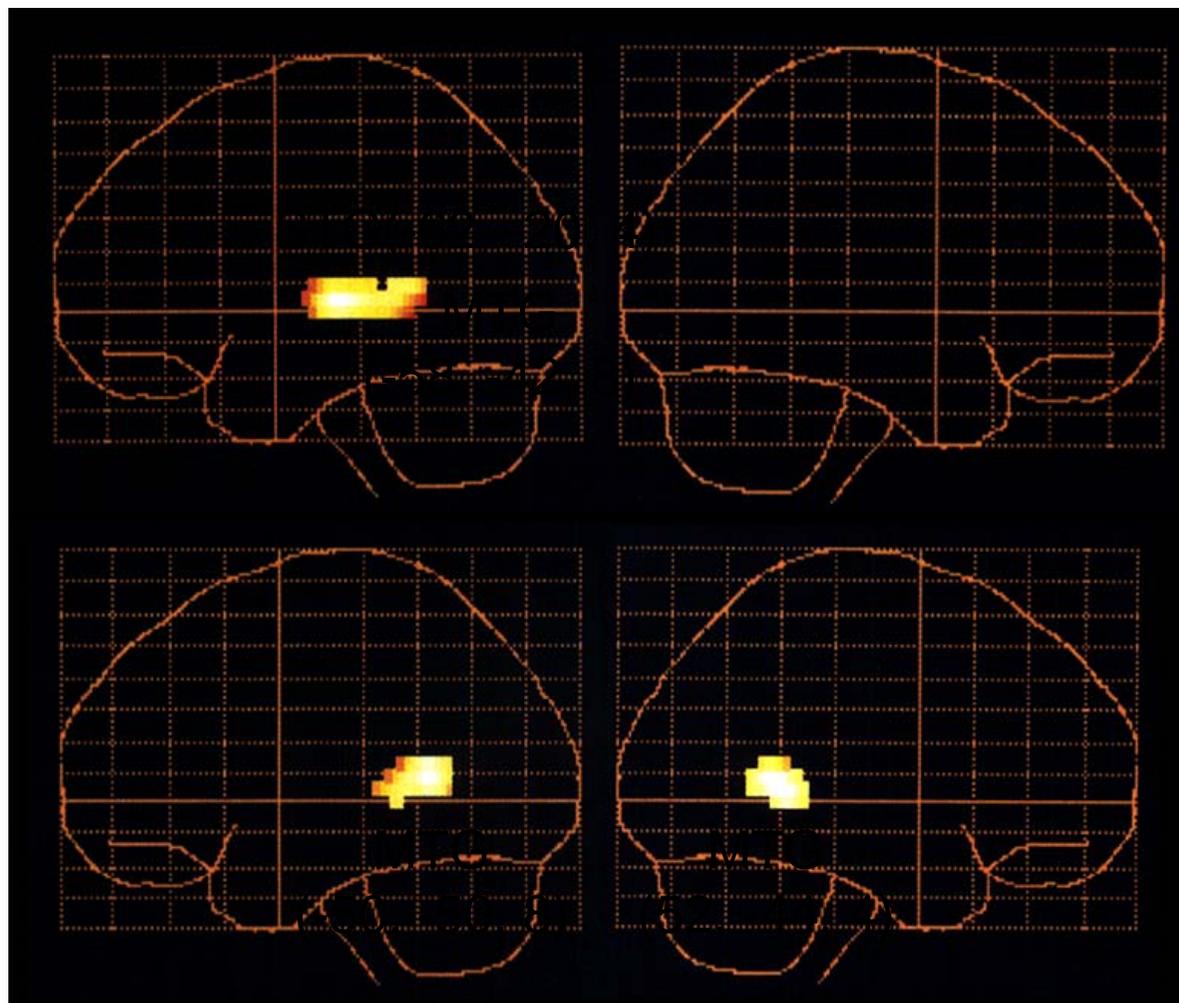


朗読を聞く時 中側頭回: 男は左、女は両側

左

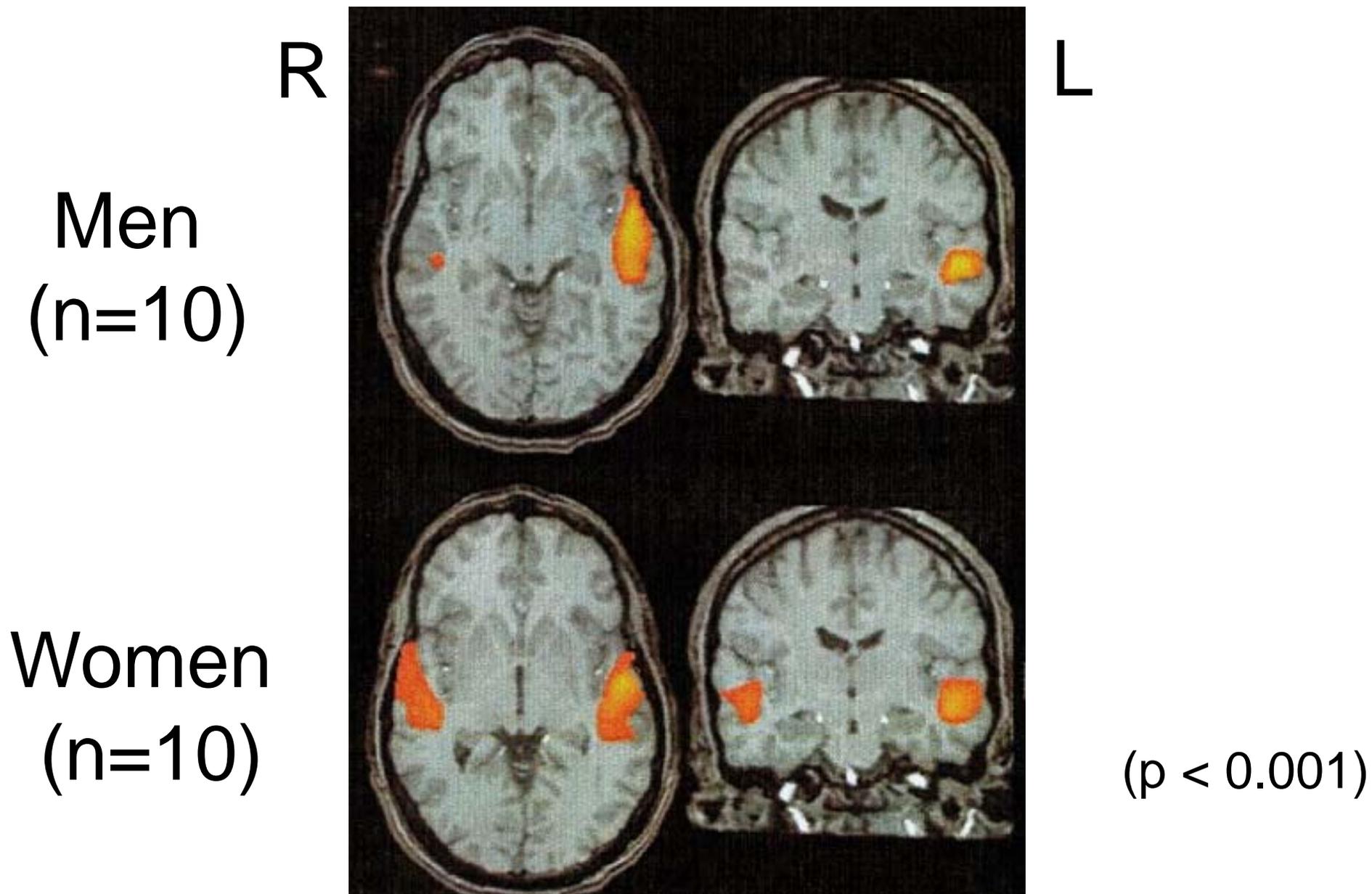
右

男
(n = 16)



女
(n = 14)

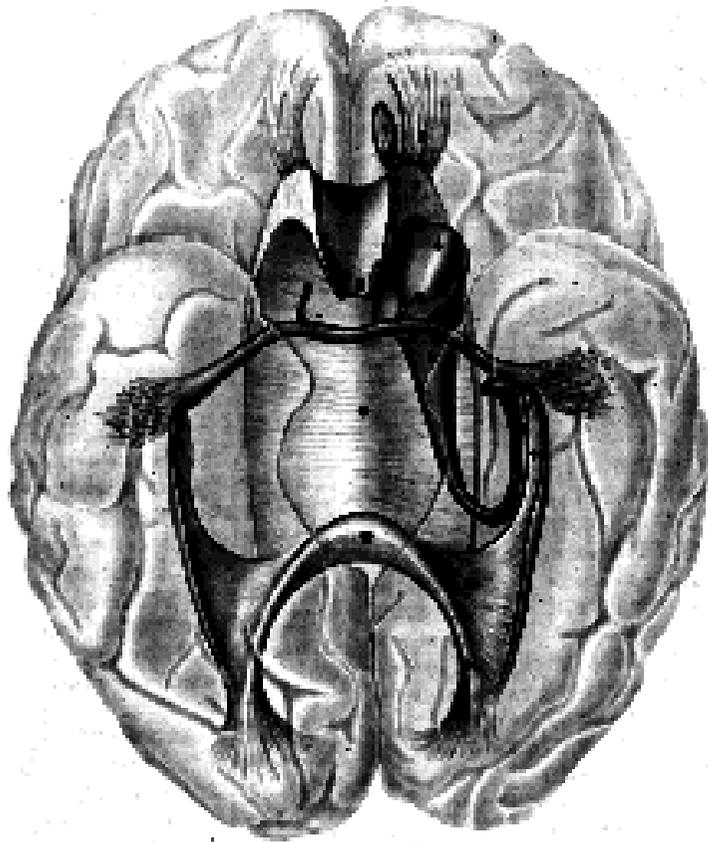
英語圏でもstory listening 課題で性差



Phillips et al. (2001)

Ringo(1994)の仮説

左右機能分化は処理の制限時間が
半球間の通信時間より短い場合に生じる



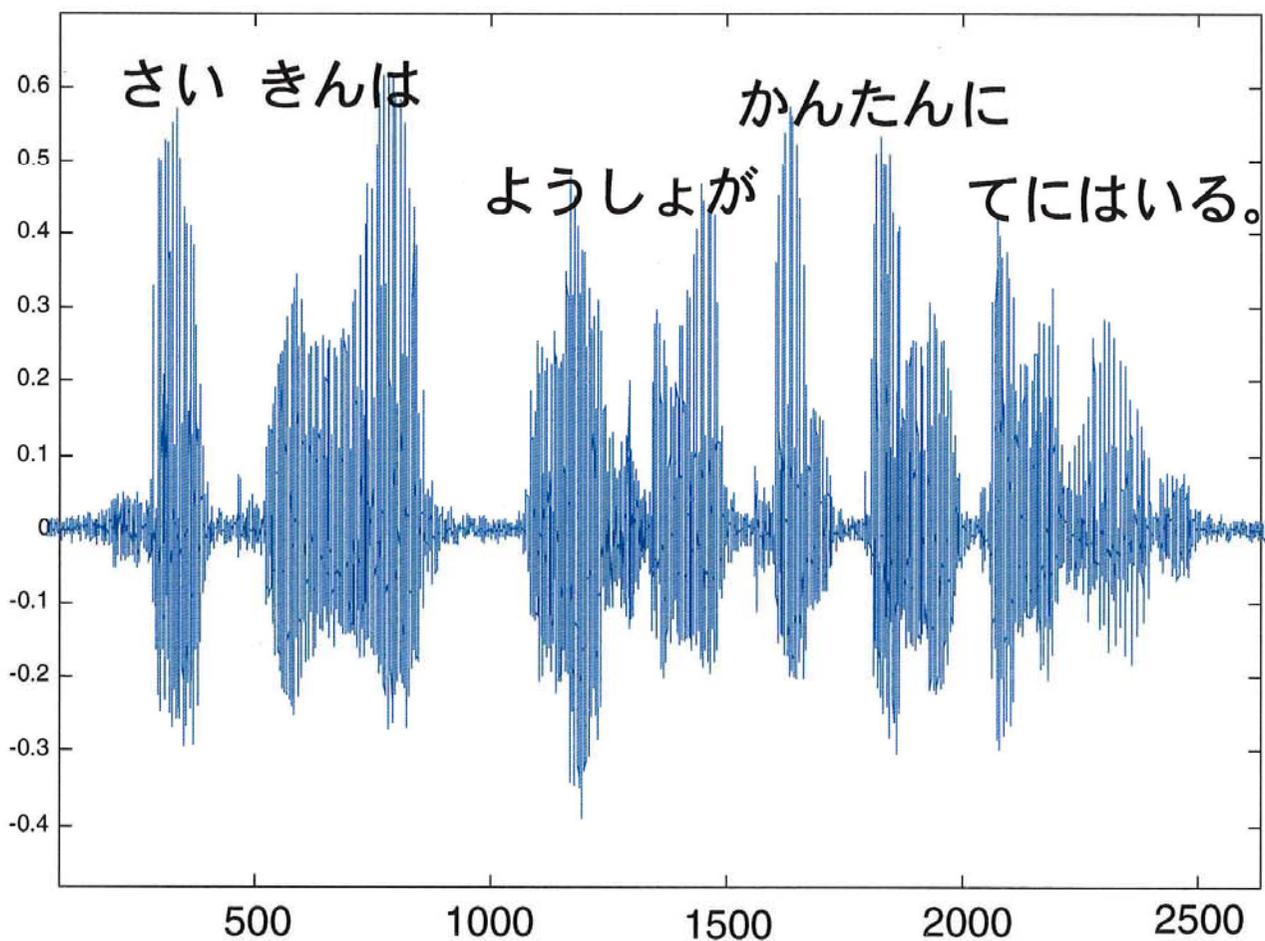
交連線維の伝導速度 6 mm/ms

側頭葉の間: 180 mm

片道行くのに30 ms もかかる

音素処理はどれくらいの時間が必要
か？

特に音声処理において 30msの通信時間は無視できない



2 sec / 文

2 秒に 9 語

220 msec / 語

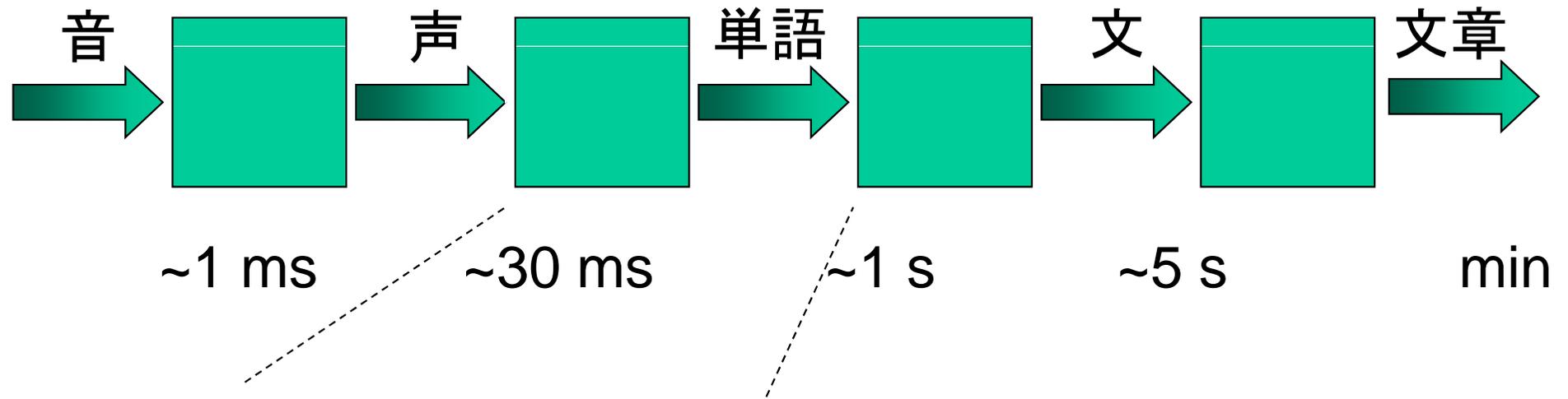
2 秒に 19 音節

100 msec / 音節

2 秒に 32 音素

60 msec / 音素

文や文章の理解には時間をかけて 両側で処理しても構わない



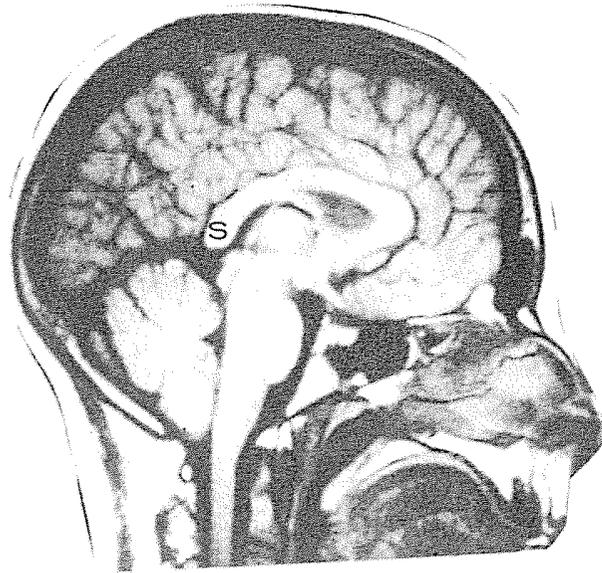
通信不可
必然的に片側

通信可
両側使っても間に合う

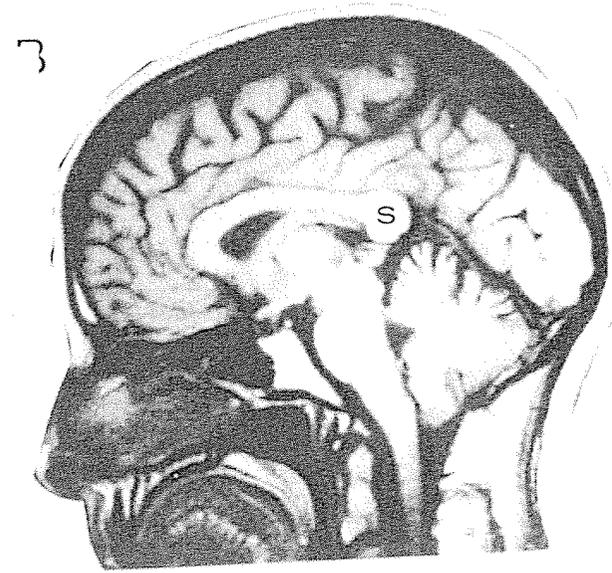
女性の方が皮質あたりの脳梁が大きい

(Steinmetz et al., 1995, 1996; Jaencke et al., 1997; Leonard et al., 2008)

男



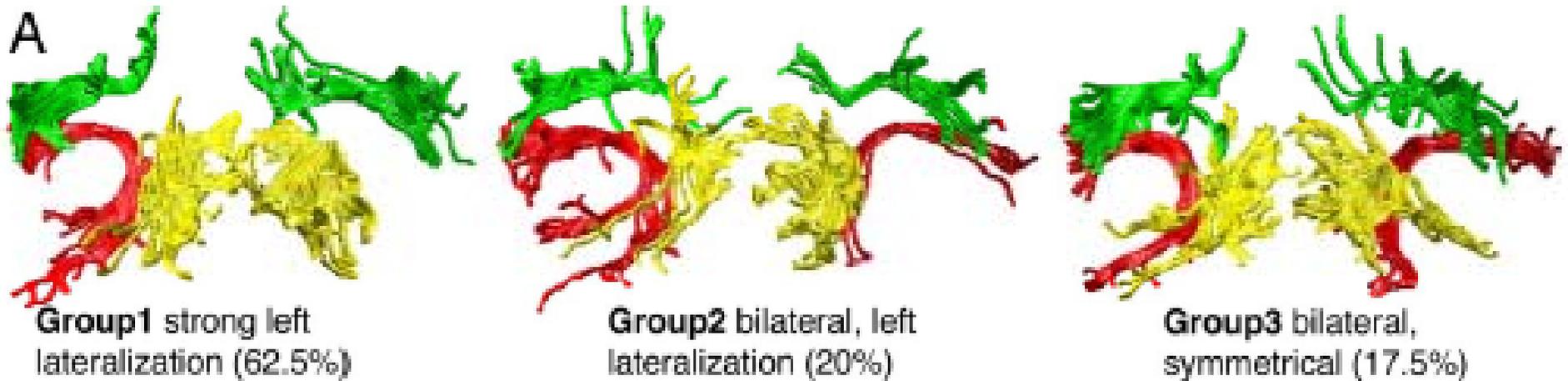
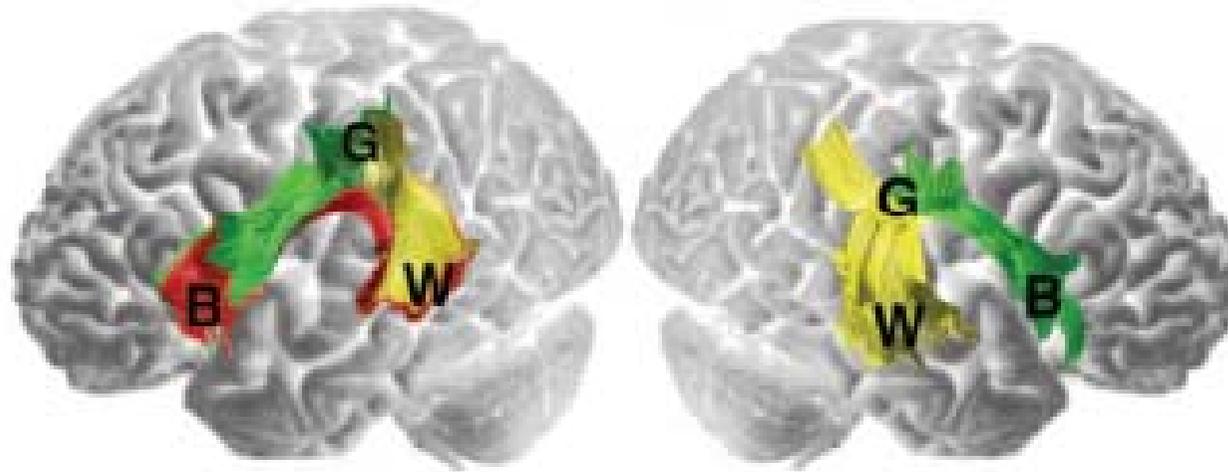
女



左右の半球の機能の局在と統合は
交連線維の通信容量に支配されている

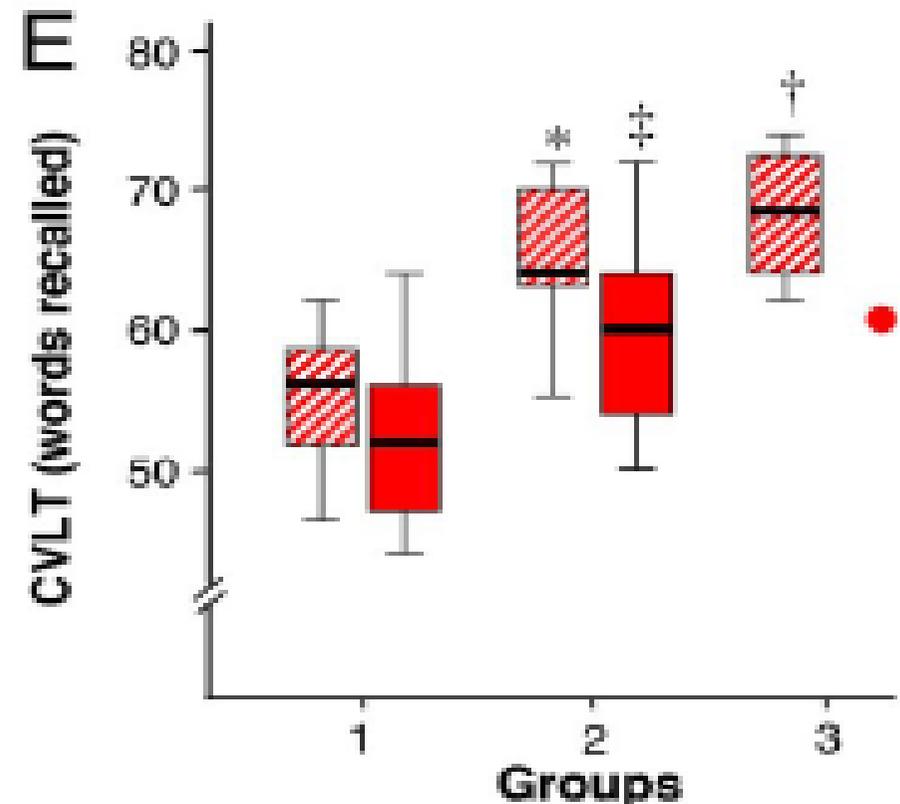
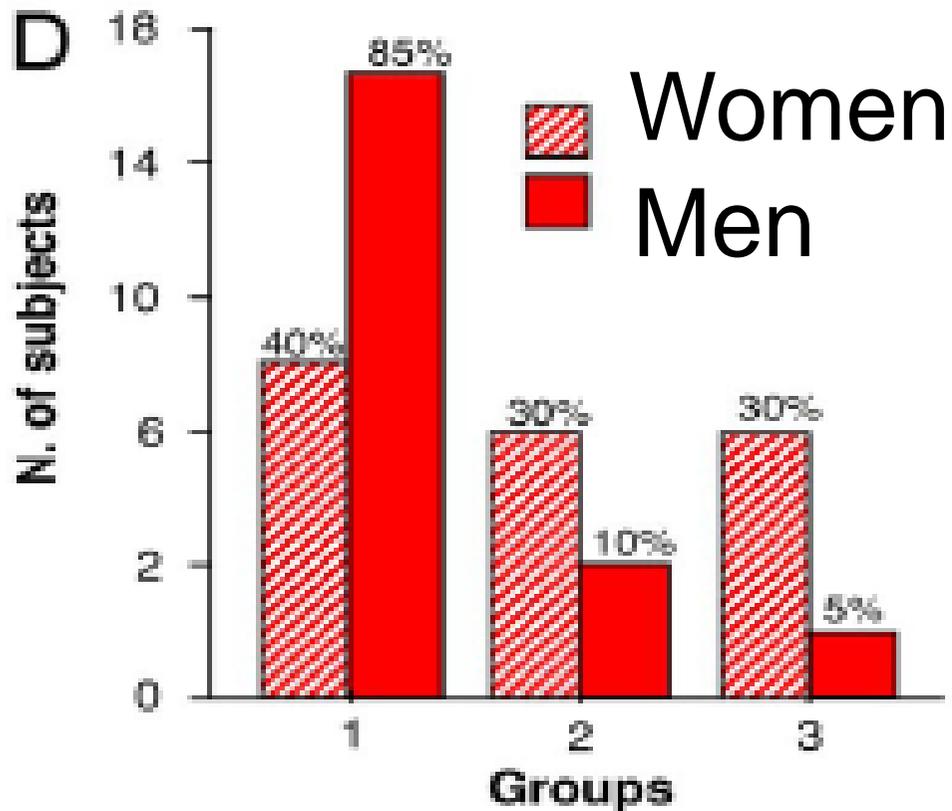
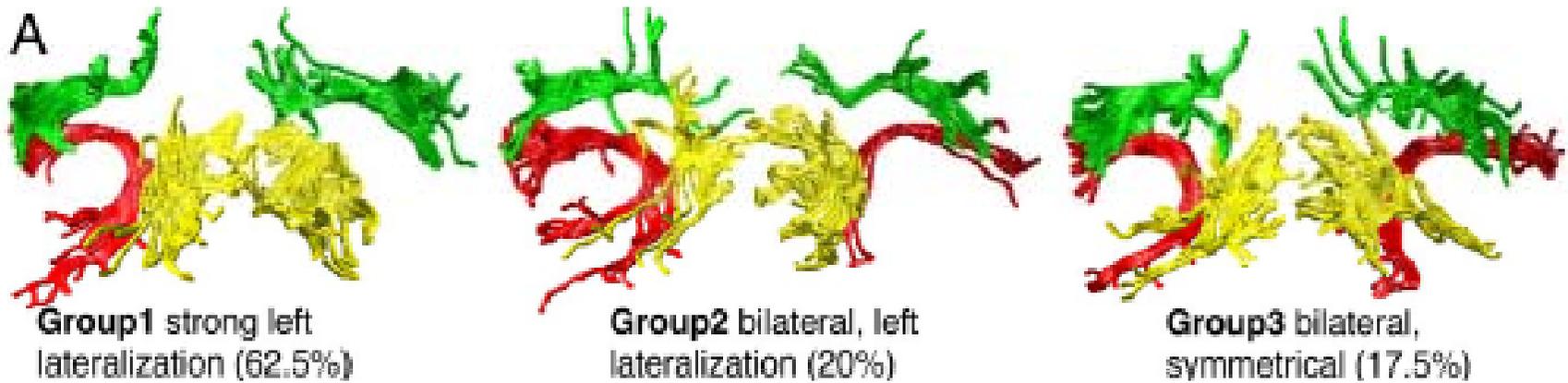
女性のほうがlanguage pathwayが両側性で言語再生課題が得意

Catani et al., *PNAS* (2007)



女性のほうがlanguage pathwayが両側性で言語再生課題が得意

Catani et al., *PNAS* (2007)



2. 言語機能配置の性差に注目したアプローチ

左右や前後の「言語野」をつなぐ「長距離線維」の配置・量・性差と言語機能の関係を調べるのが「統合」メカニズム解明の一つの手掛かりになるのではないか

自閉症などの発達性の言語障害は
男児に3~4倍の頻度で発生する
(e.g. Chakrabarti and Fornbonne, 2005)

3. 自閉症に注目したアプローチ

自閉症は通信容量の不足で生じる
極端な機能局在の状態ではないか？

Robert

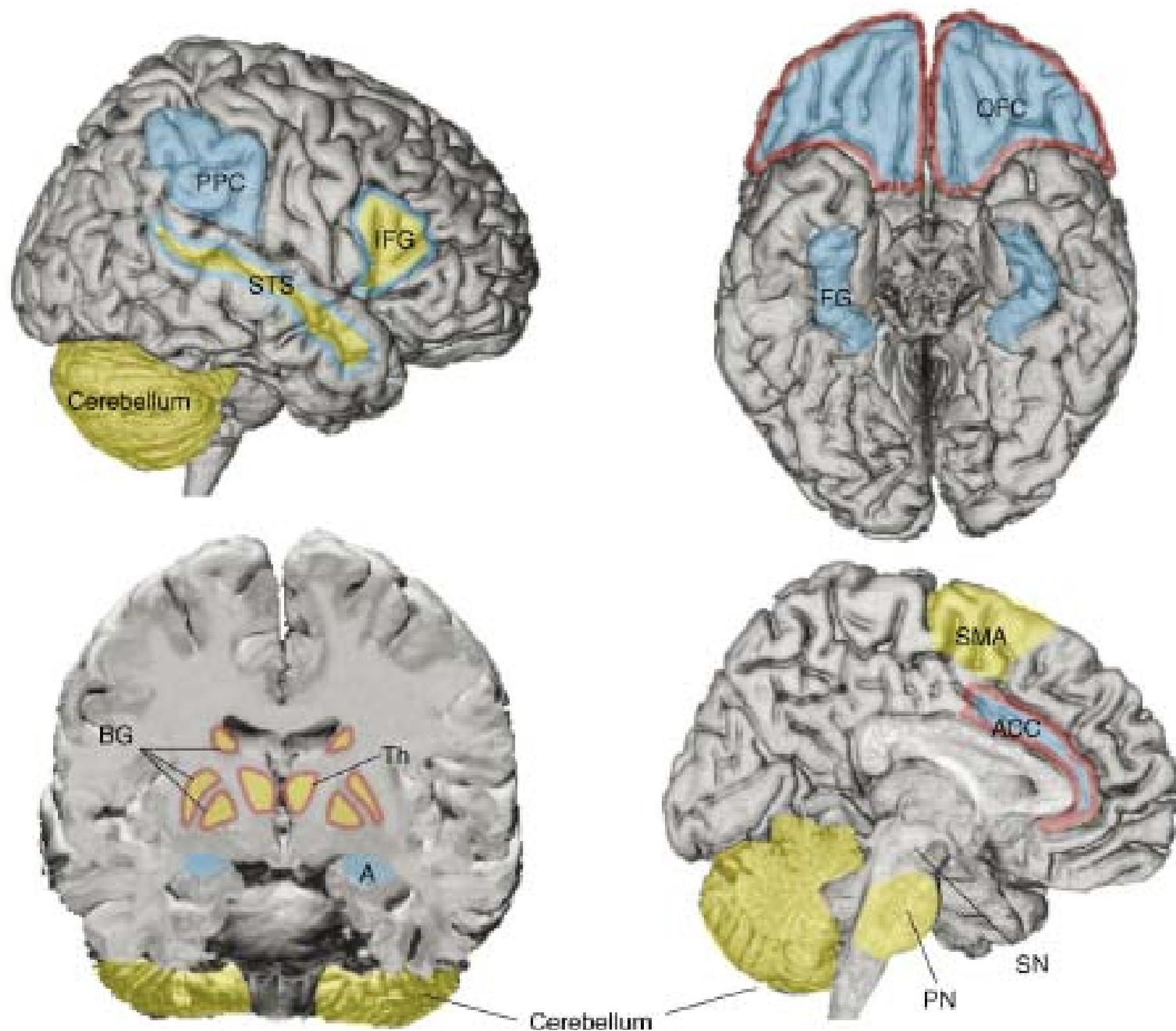
3 y.o.

NHK, World Report

BBC, News Night

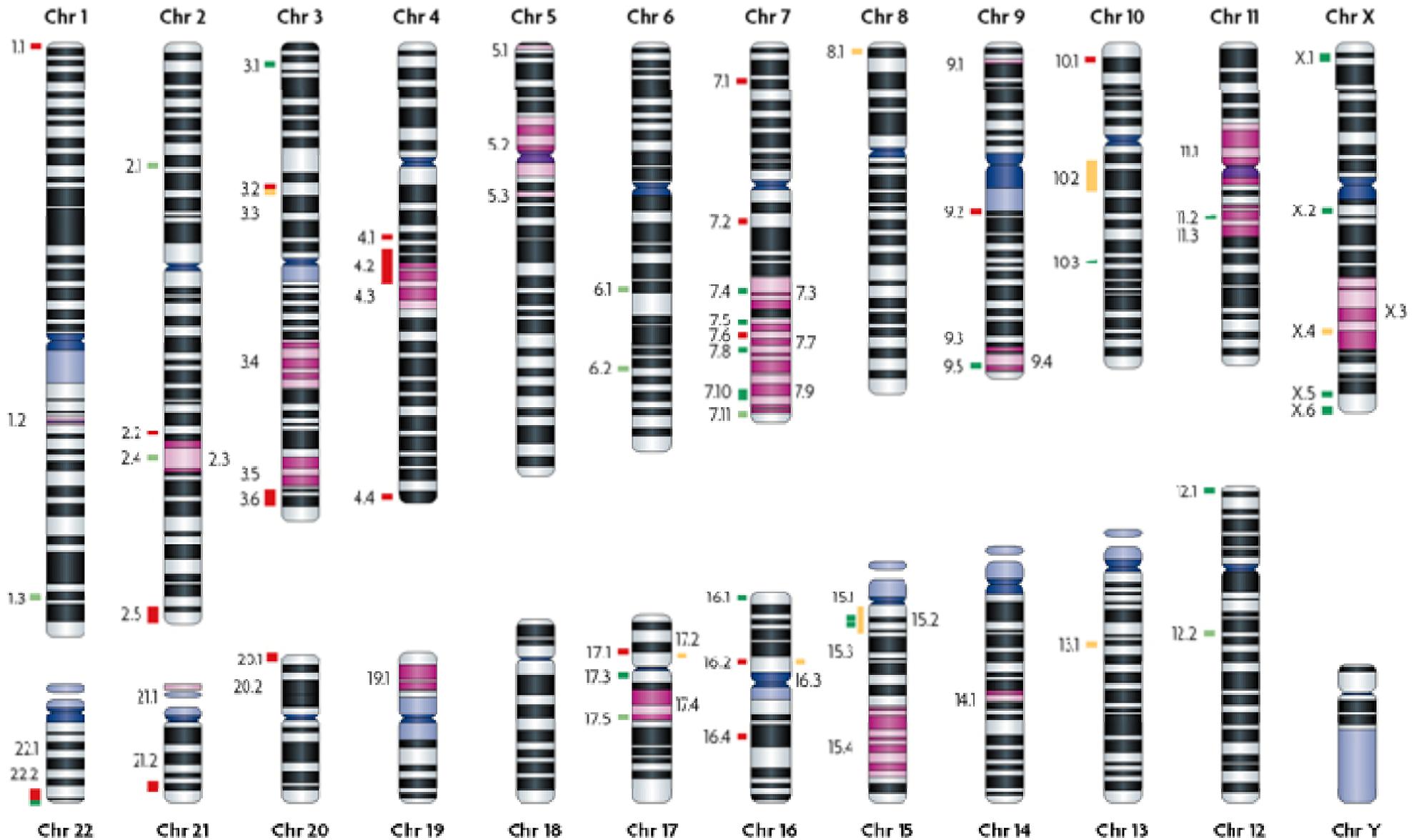


自閉症の主症状にはこれほど多くの領域が



Amaral (2008, Trends Neurosci)

2008年の総説では76 候補遺伝子



(Abrahams and Geschwind, *Nature Reviews Genetics* 2008)

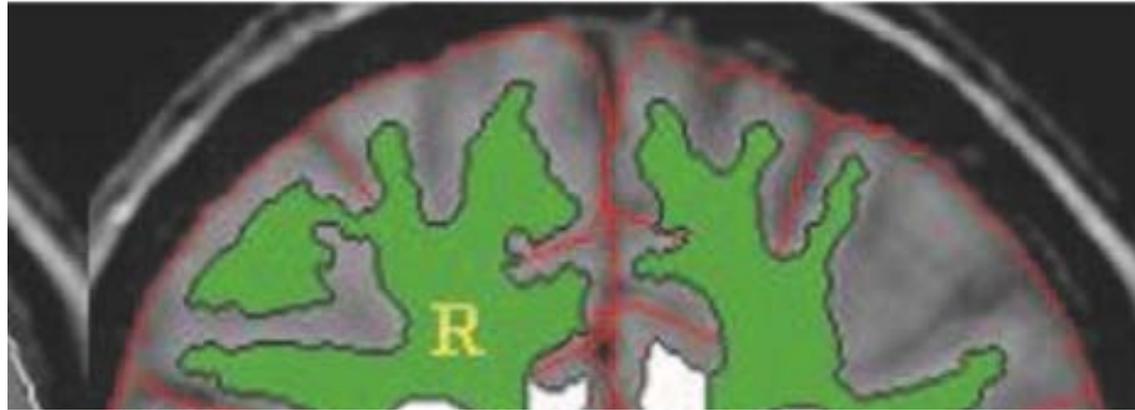
候補遺伝子の多くが細胞接着やシナプス
形成、軸索伸長に関与していることから

「切り離し症候群」

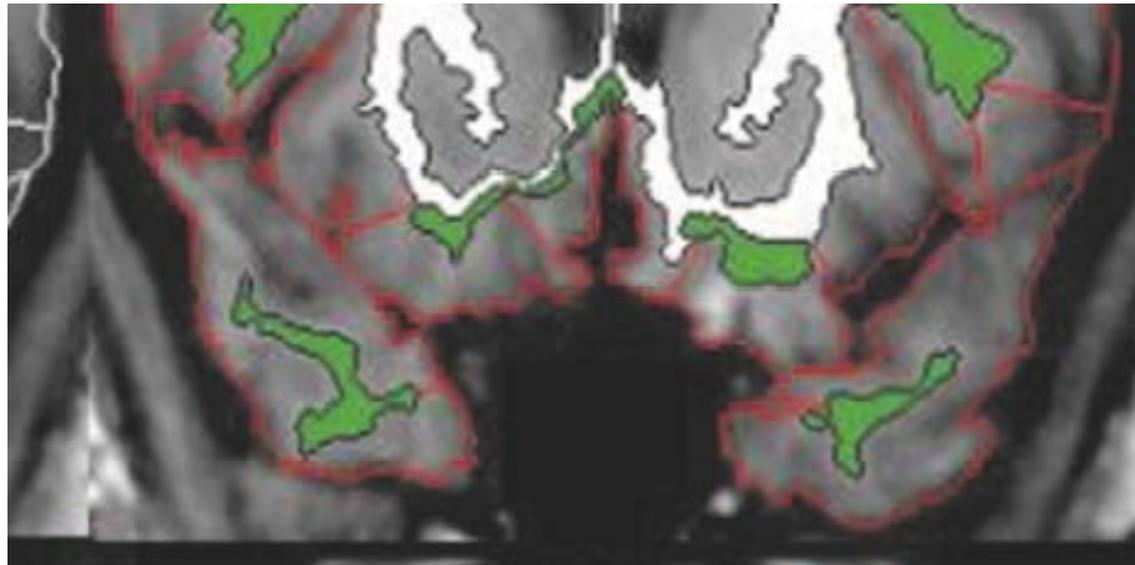
Disconnection syndrome ではないか？

Geschwind and Levitt, *Curr Opin Neurobiol* (2007)

長距離線維が不足する一方、 短距離線維が過剰

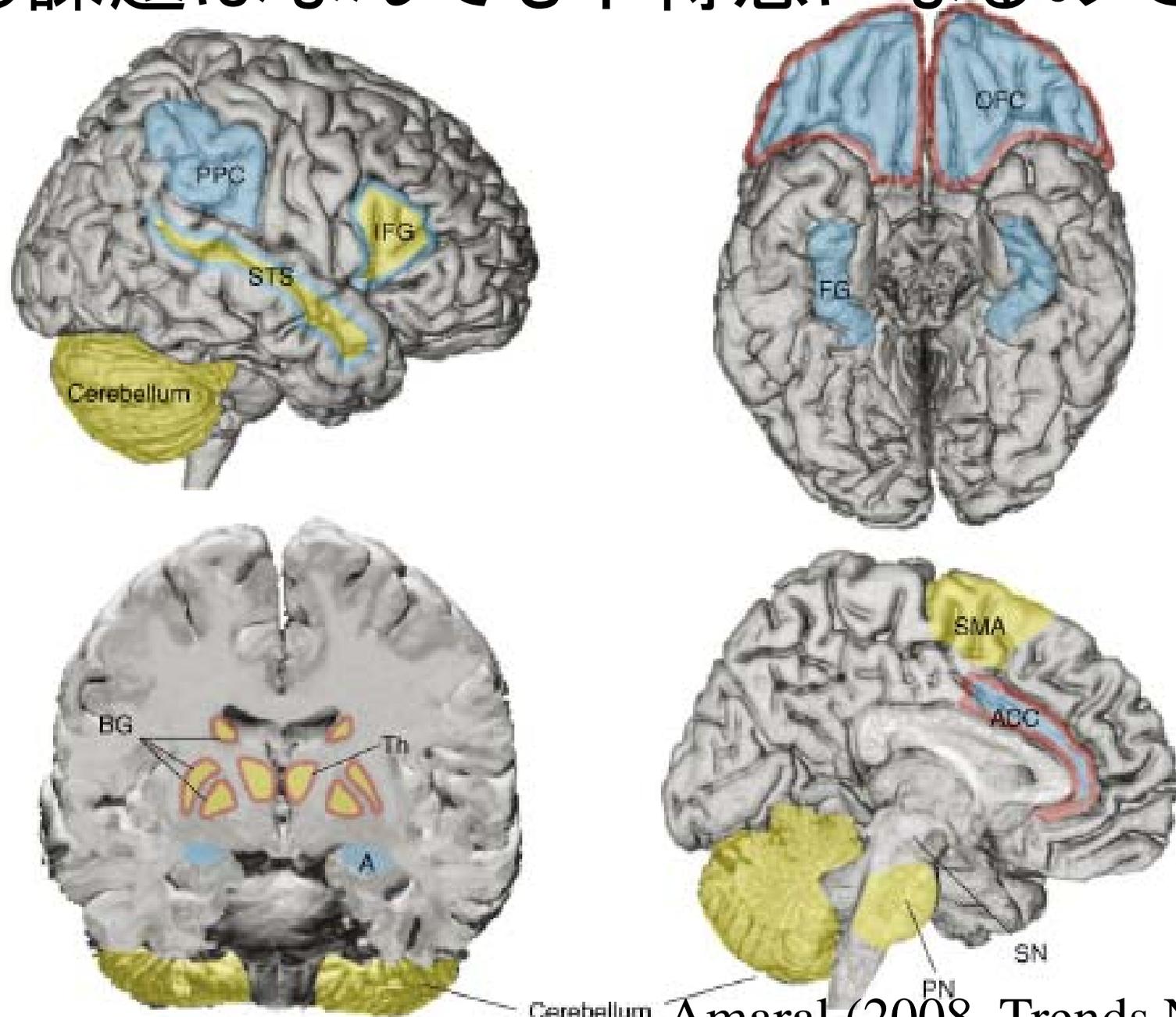


自閉症は“切り離し症候群



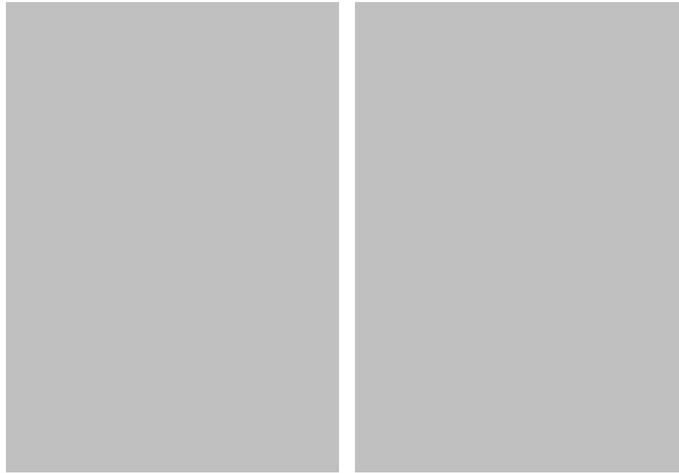
(Herbert et al., 2004)

社会性と言語以外にも遠隔領域を使う必要のある課題はなんでも不得意になるのでは？

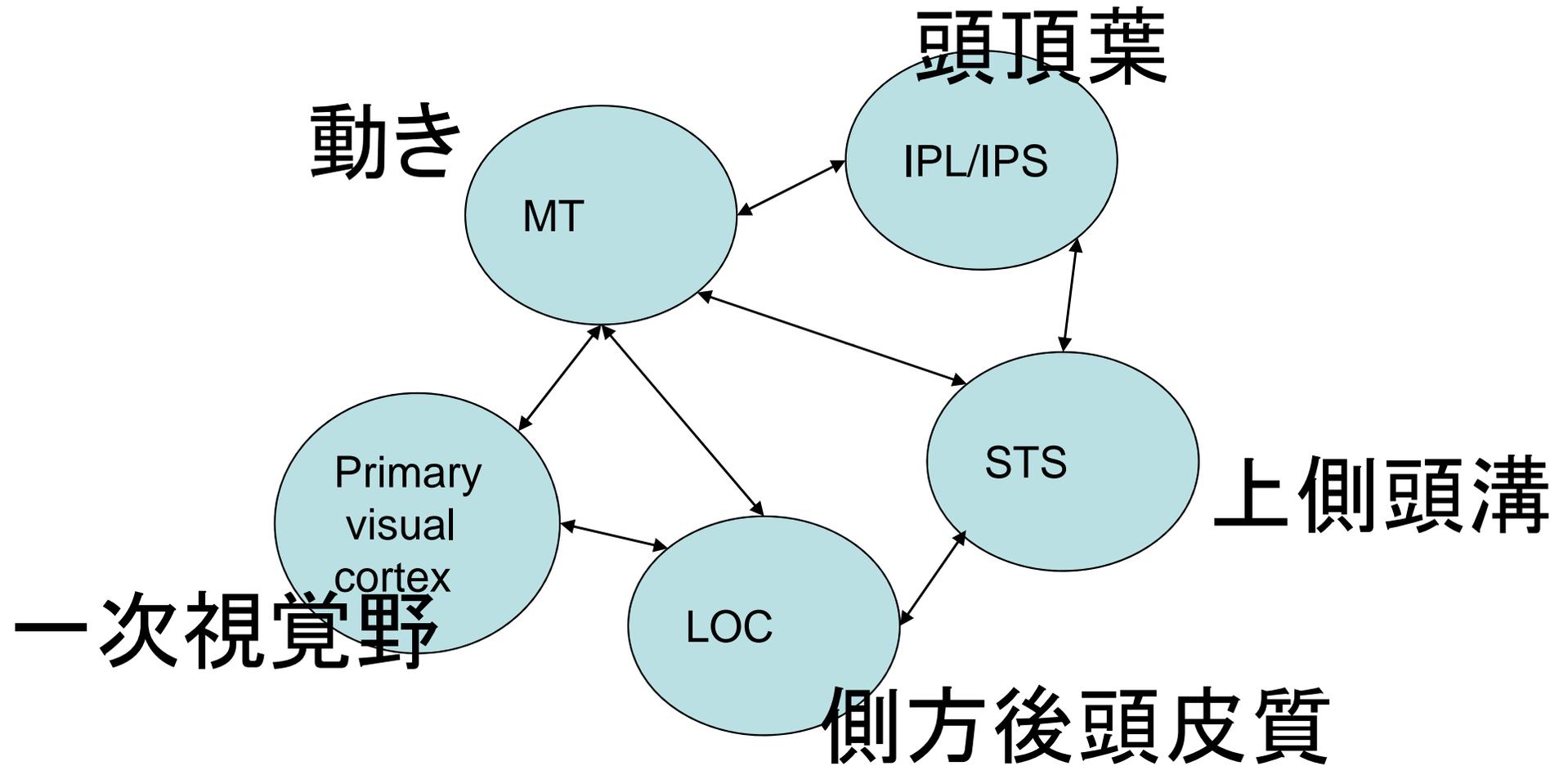


Amaral (2008, Trends Neurosci)

Slit-viewing スリット視



多数の領域が関与している



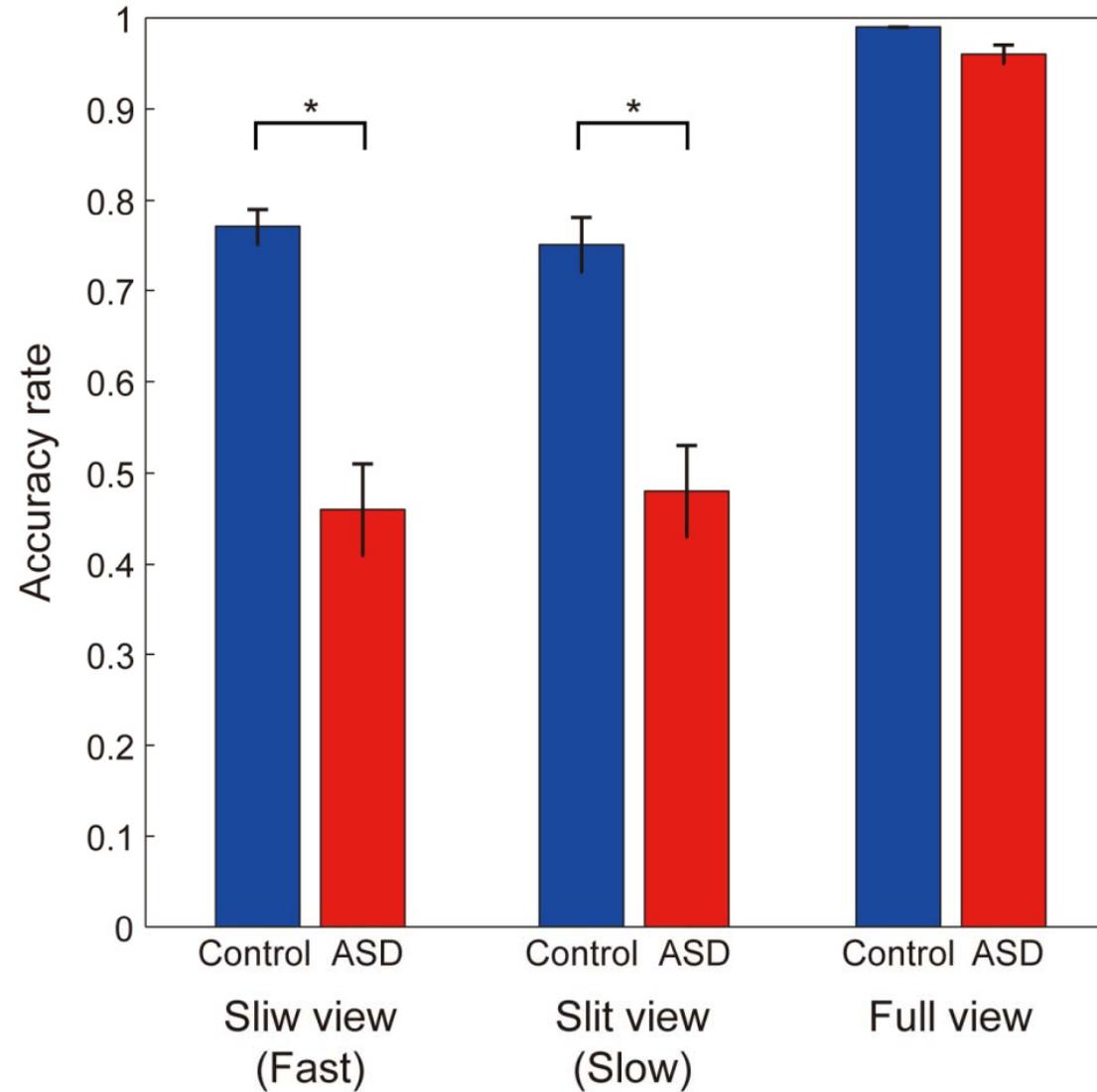
Bisiach (1981, Neuropsychologia)

Yin et al, (2002, Current Biology)

Full-viewing



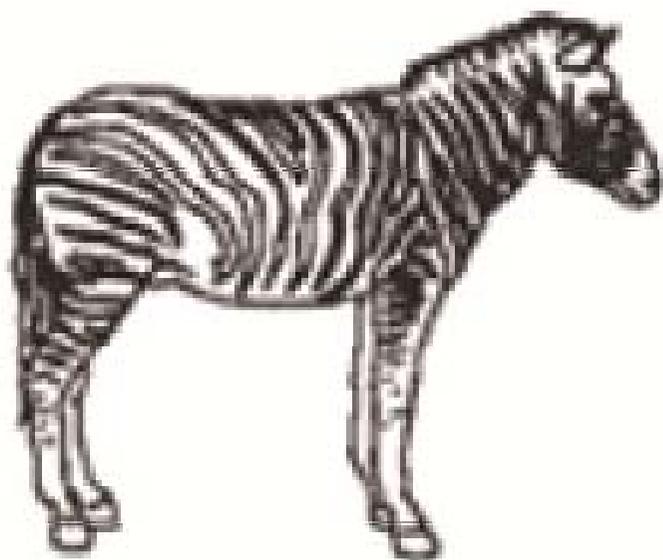
自閉症の人はスリット視が苦手



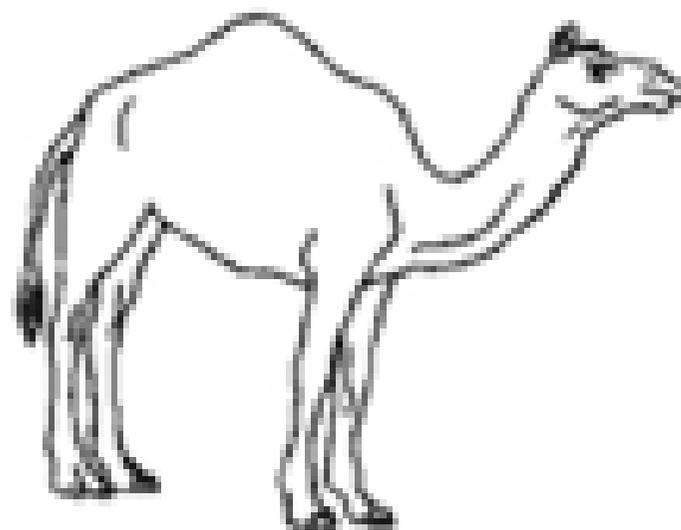
Nakano, Ohta, Kato, Kitazawa (2009, *Proc R Soc B*)

情報が薄い絵の統合が特に苦手

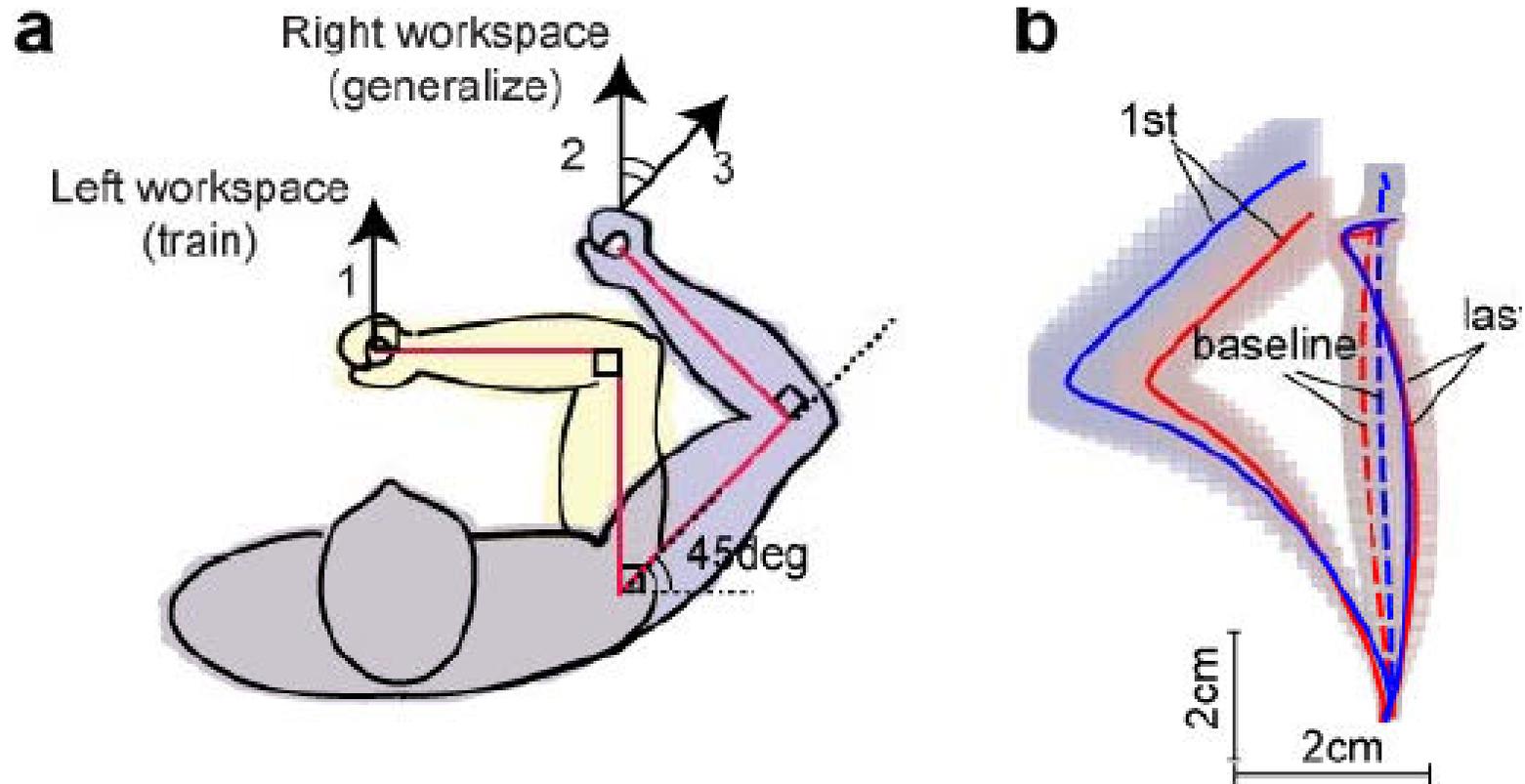
得意な絵



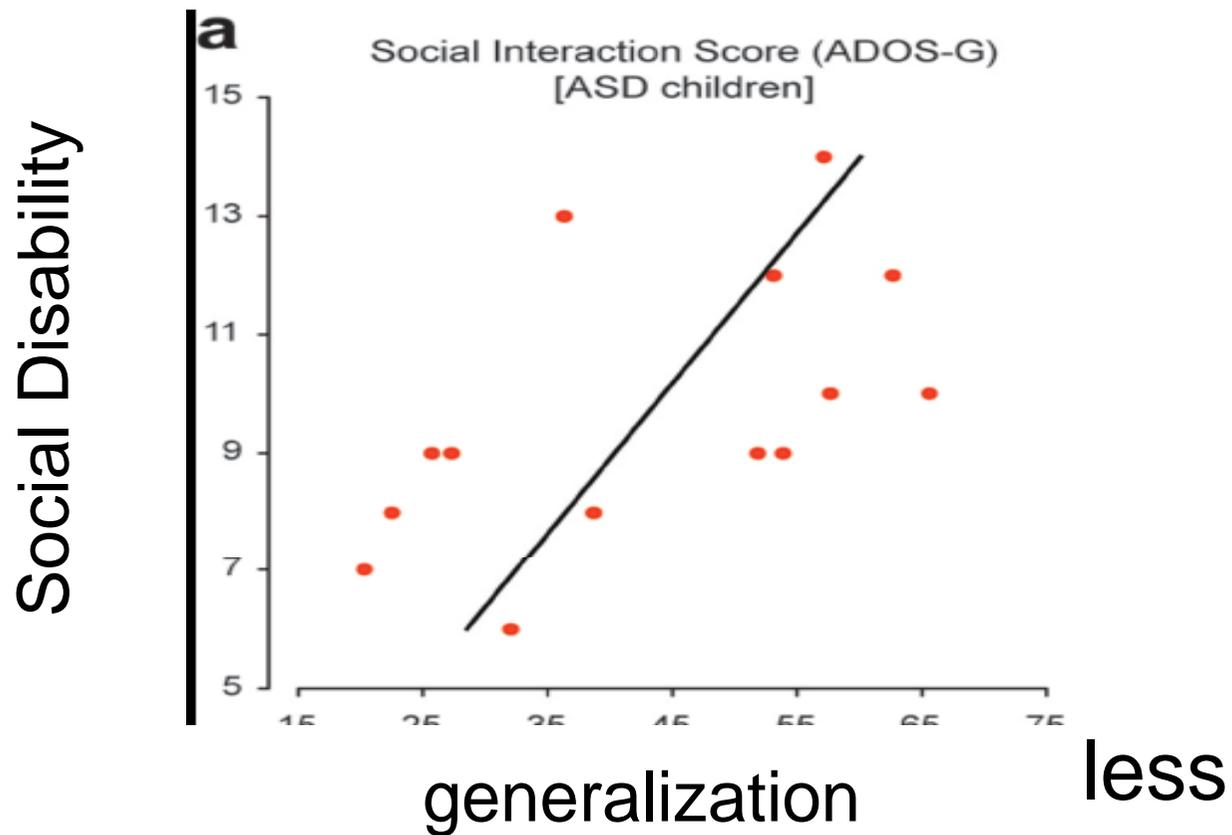
苦手な絵



運動学習の身体座標系から 視覚座標系への汎化

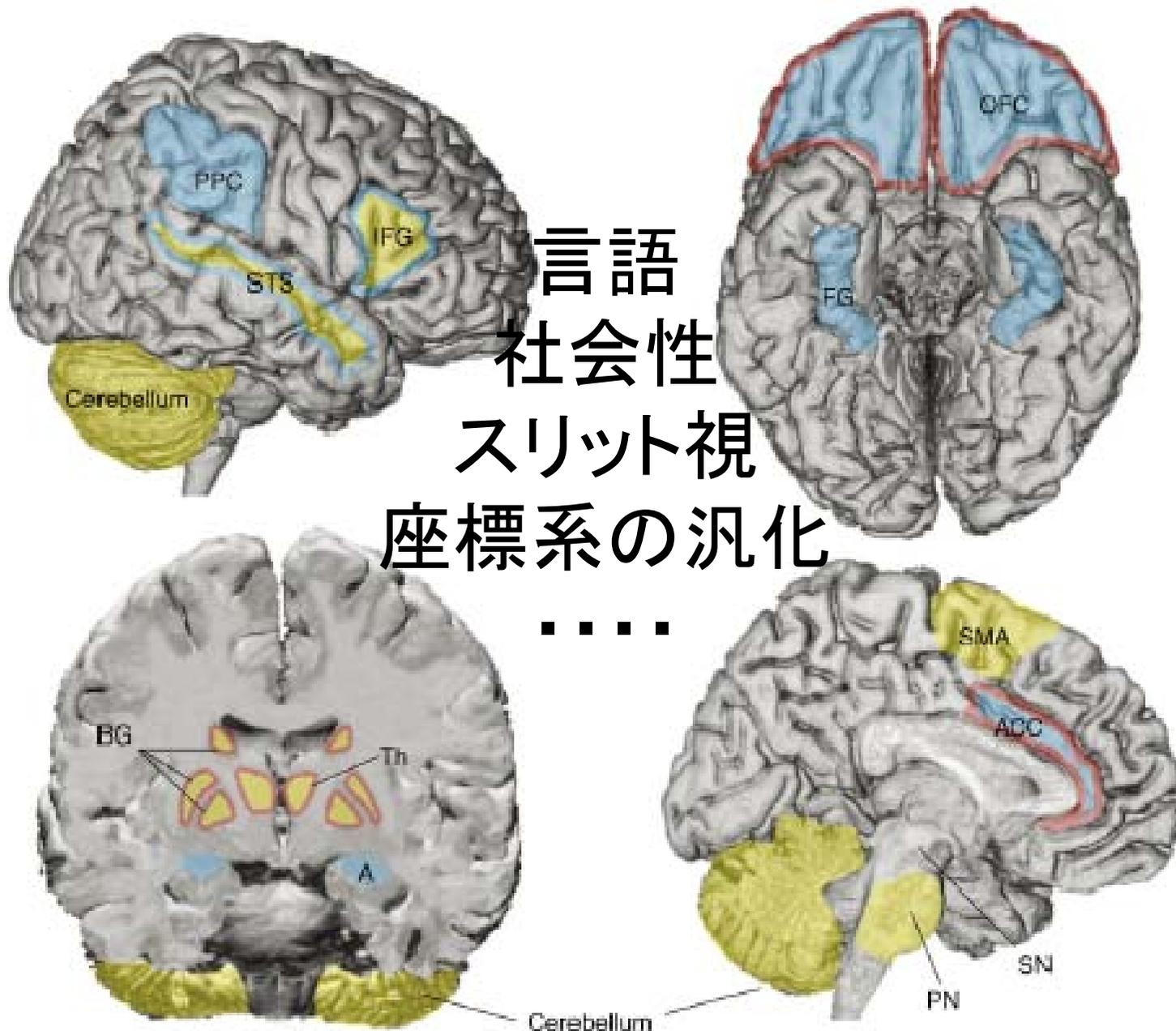


社会性の障害と汎化の障害が相関



Haswell et al. (2009, Nat Neurosci)

通信容量の不足で生じる 極端な機能局在の状態として理解可能

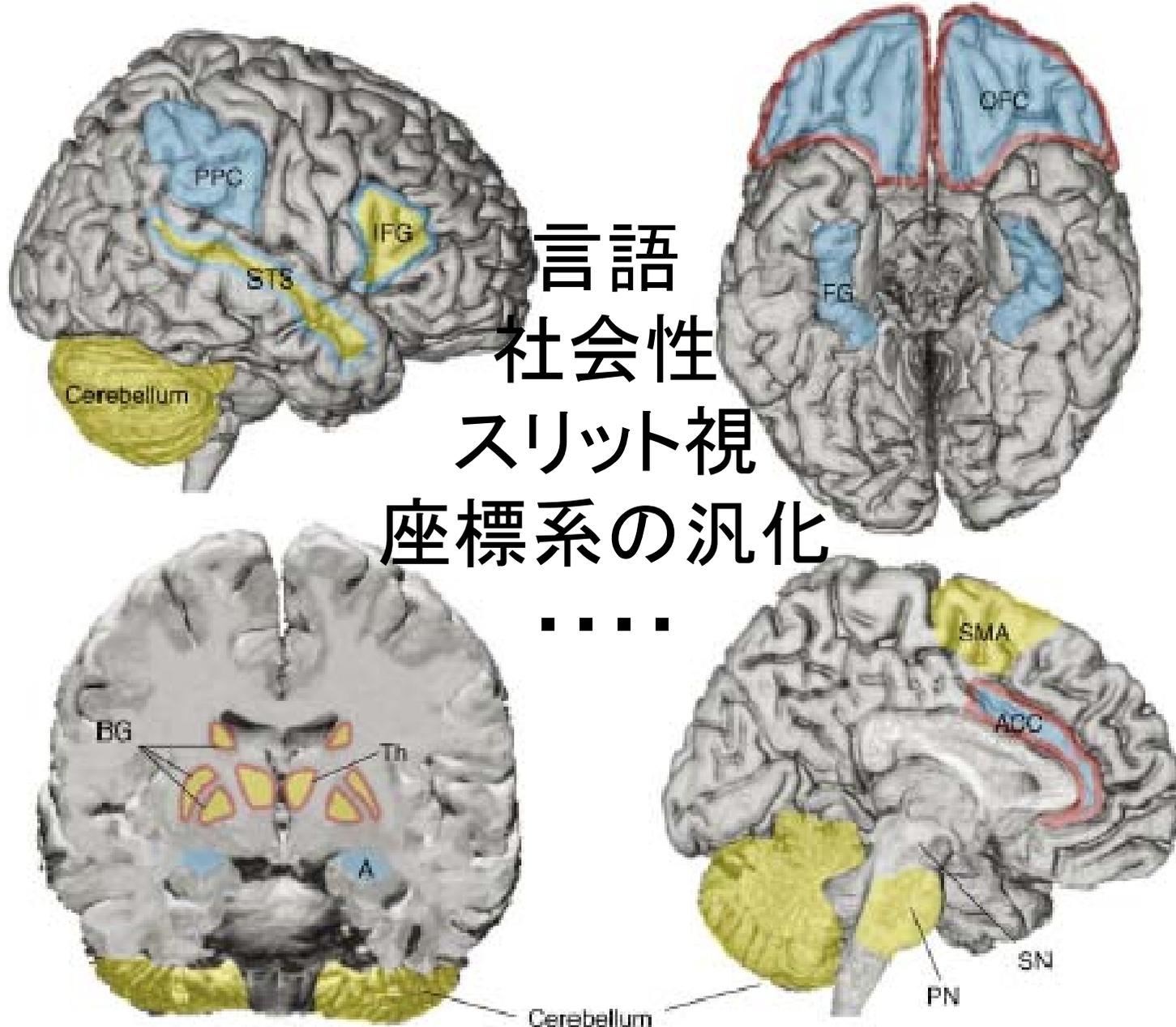


言語
社会性

スリット視
座標系の汎化

.....

局在は通信時間の制約を逃れるよい方法 もう一度つながなければ困ることも多い

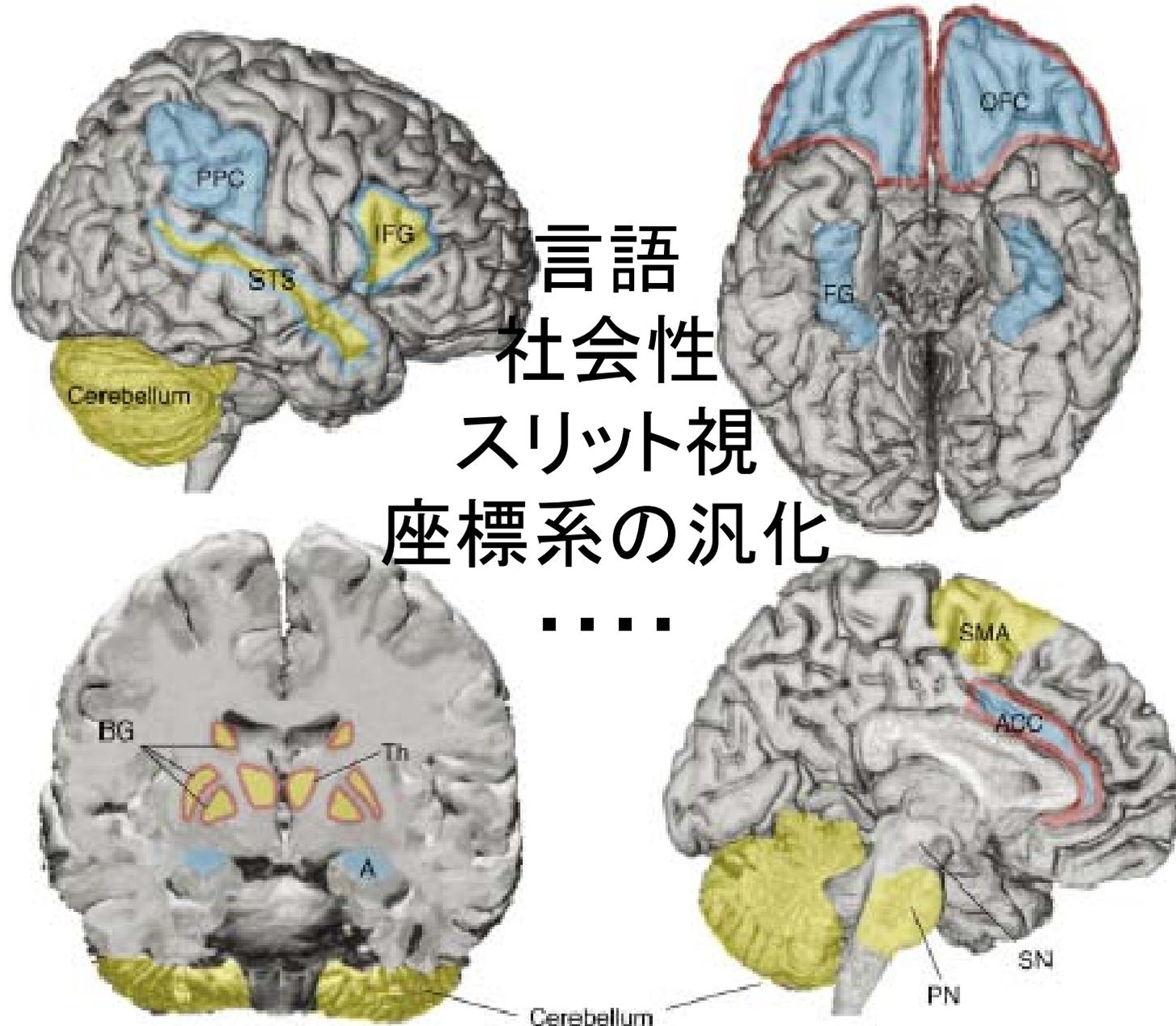


しかし、そのおかげで特殊な才能が

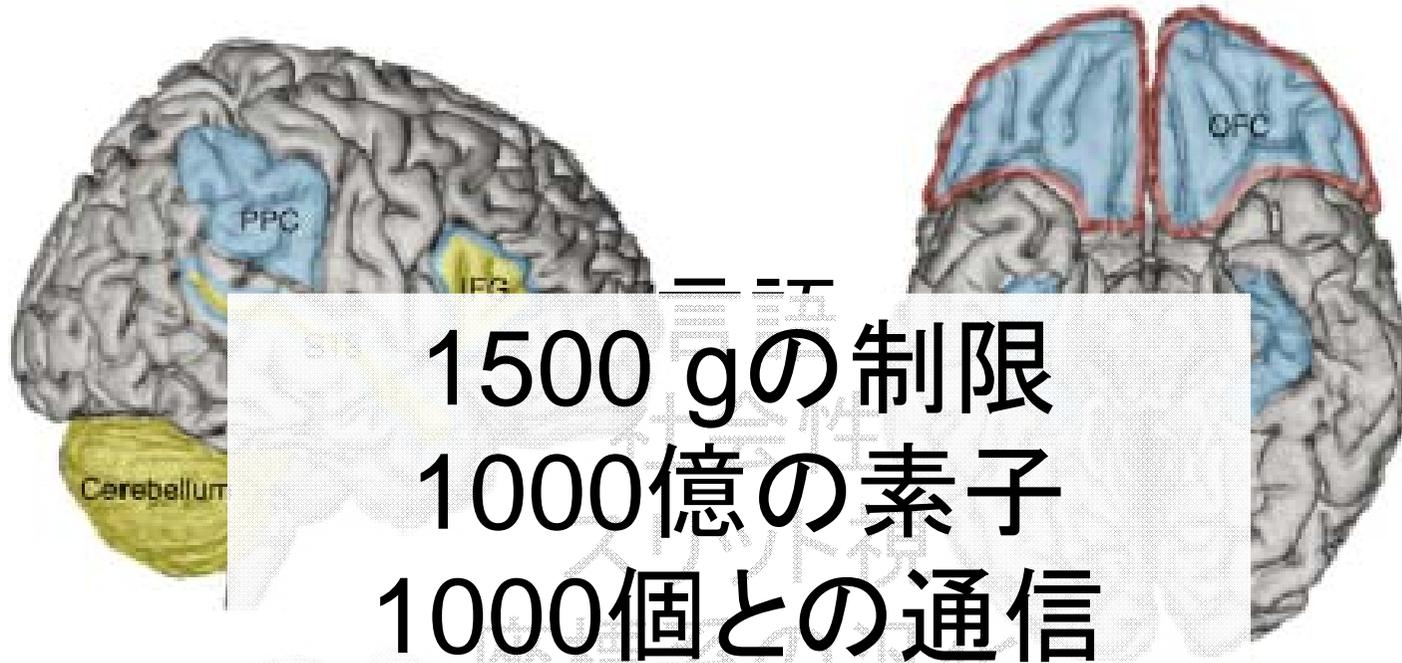


Phil Trans Roy B (2009, May)

脳は情報通信が取り持つ、局在と統合の絶妙なバランスの上で機能している



脳は情報通信が取り持つ、局在と統合の絶妙なバランスの上で機能している



制限を外したときに何が可能か？

脳情報通信融合研究のテーマとなりうるのではないか

① 神経生理学から見た脳機能の特徴は
局在と統合

② 統合メカニズムへのアプローチ

1. 統合の基本周波数があるのか？
2. 言語機能配置の性差に注目したアプローチ
3. 自閉症に注目したアプローチ