

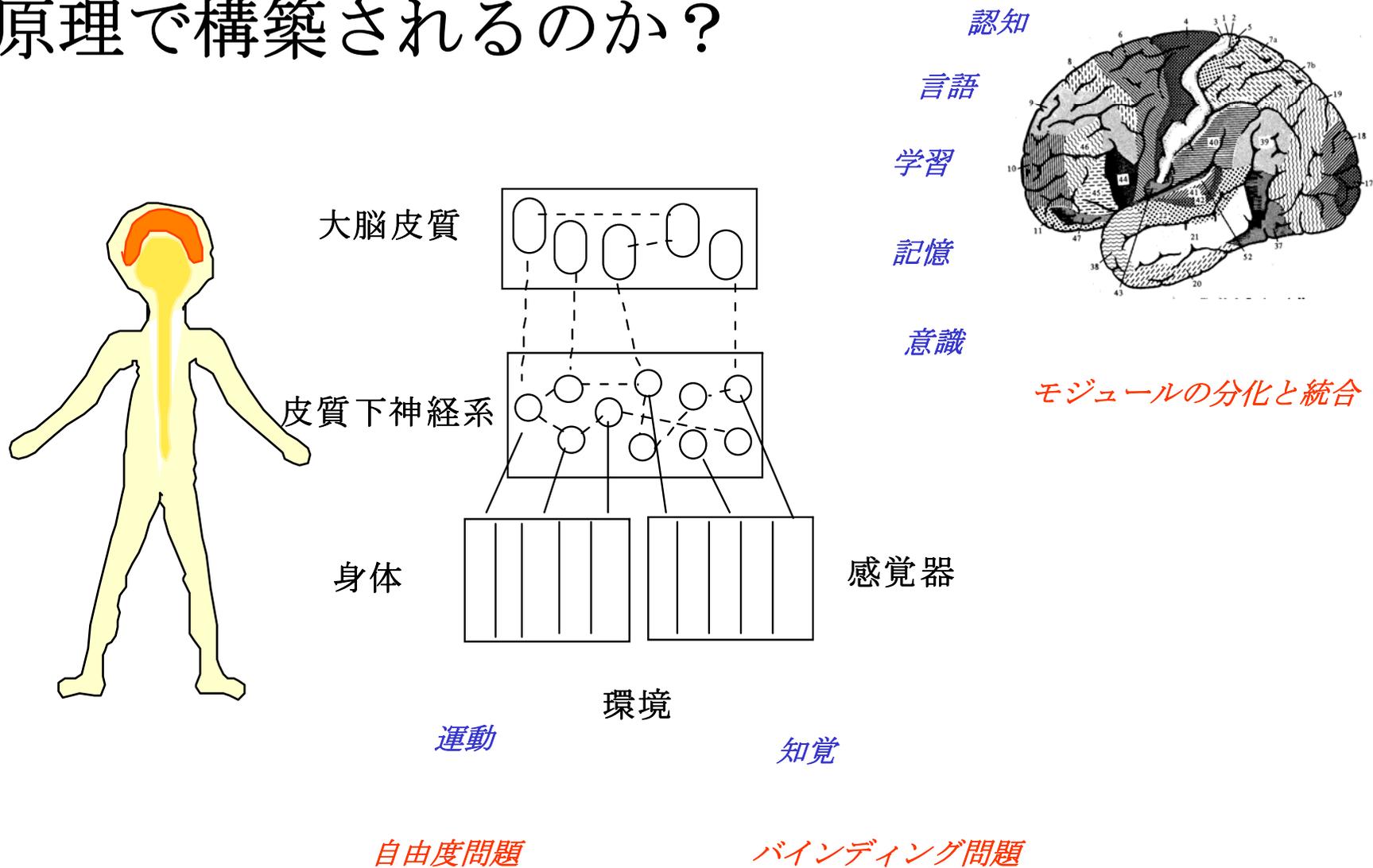
# 脳と身体の動的発達とロボット

多賀巖太郎

東京大学大学院教育学研究科

‡: このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

# 発達過程において脳と身体はどのような原理で構築されるのか？



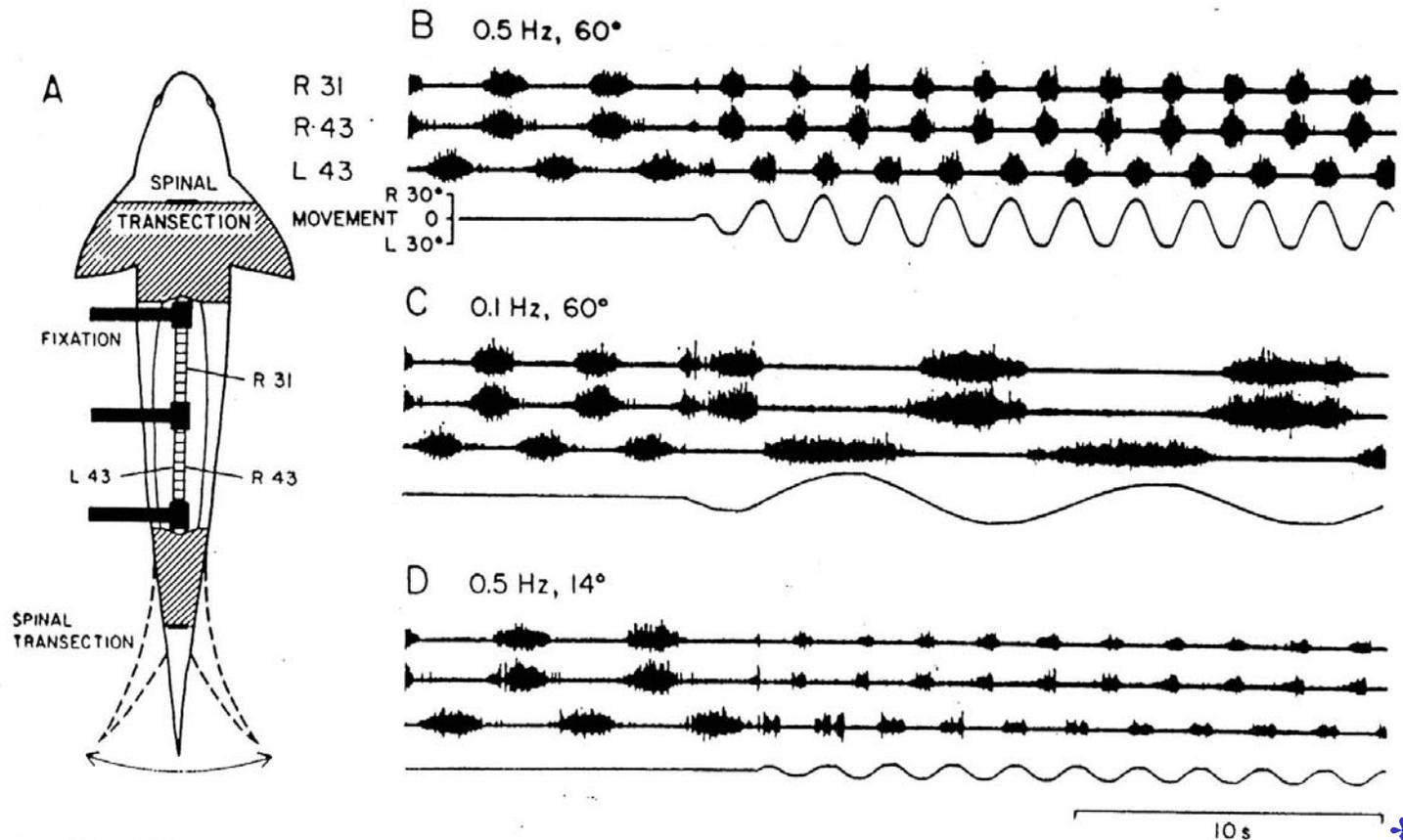
## 運動制御の問題

- 自由度問題  
    *身体の複雑さ*
- 環境の不確定性

# 新生児の原始歩行

QuickTime<sup>®</sup> Ç²  
PowerVIDEO JPEG êLiÊÉvÉçÉOÉâÉÄ  
Ç™Ç±ÇÁÉsÉNE`ÉÉÇ%â©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÖïKóvÇ-ÇlÁB

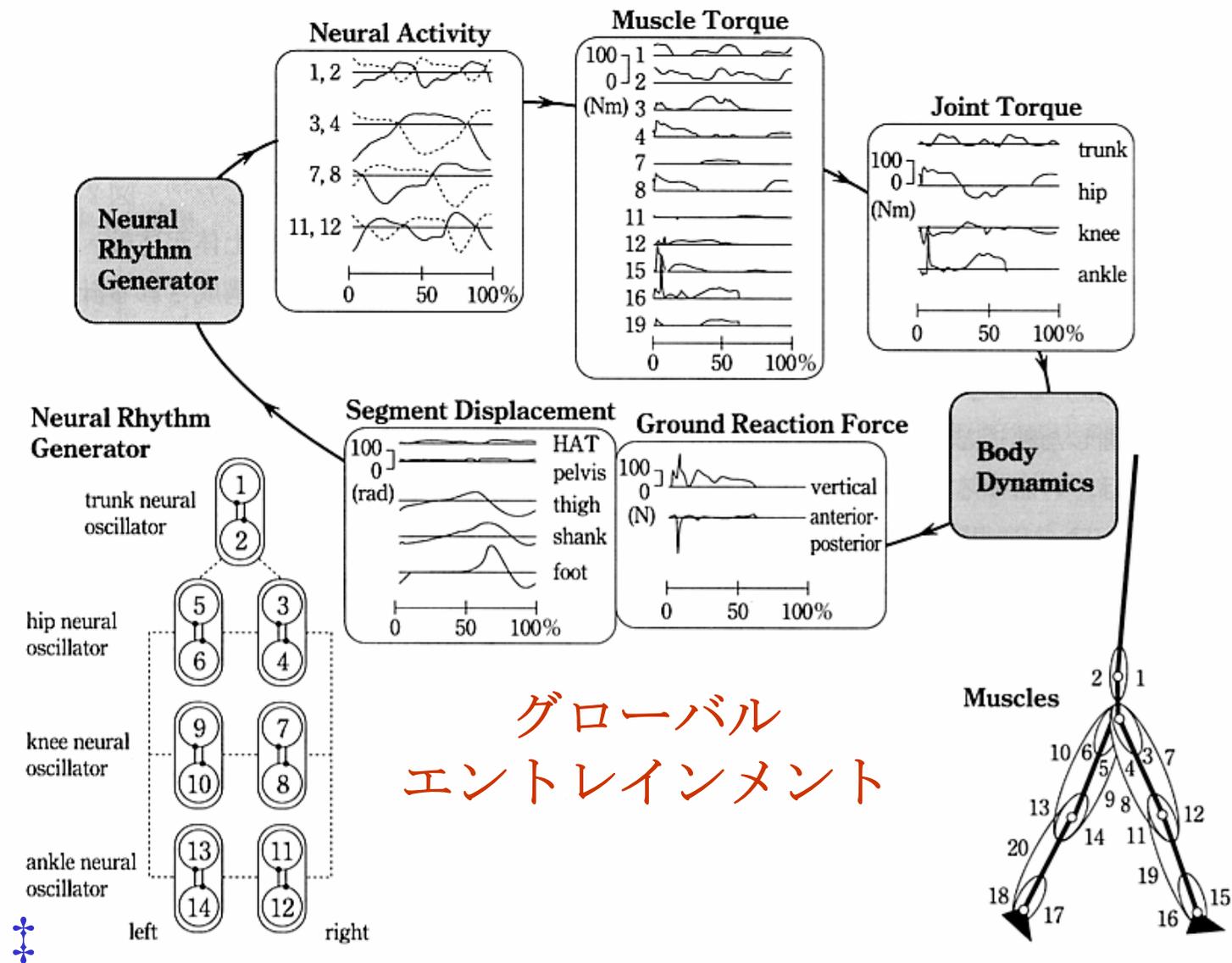
# リズム運動と脊髄の セントラルパターンジェネレーター (CPG)



From Grillner & Wallen J. Exp. Biol. (1982)

リズムの引き込み / 自己組織現象 / 自律分散制御

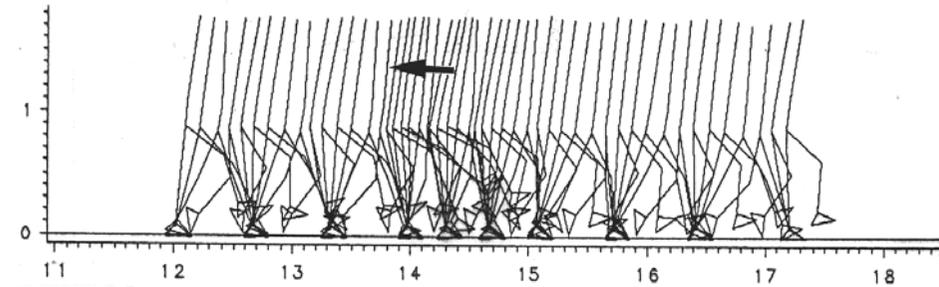
# 二足歩行の自己組織的制御



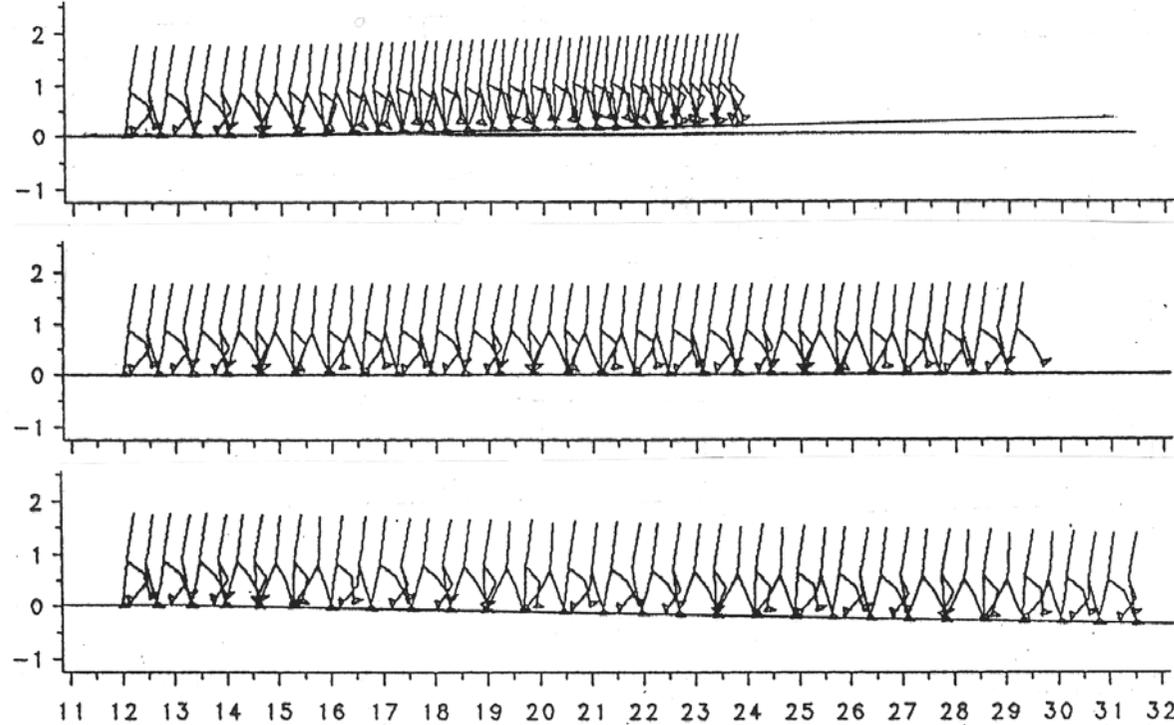
(Taga: *Biol. Cybern.* 1995)

# 不確定な環境でのリアルタイムの適応

(A) 外乱



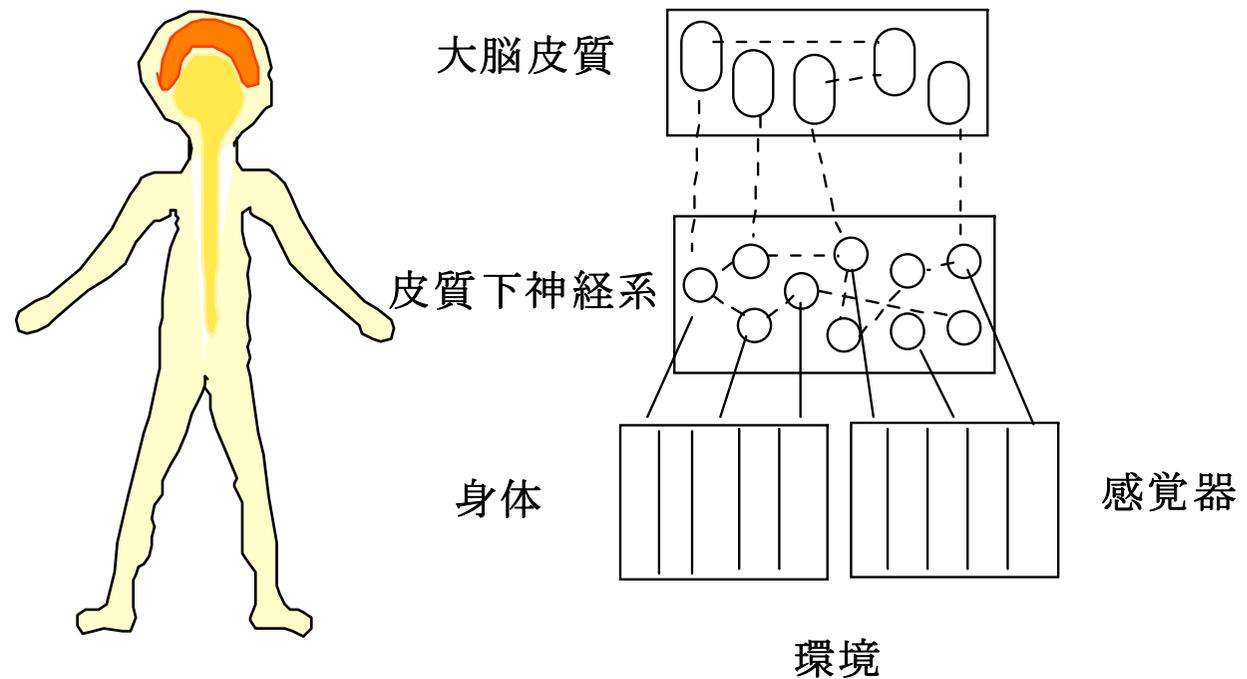
(B) 坂道



(Taga: *Biol. Cybern.* 1995)

複雑な行動はどのようにして  
獲得されるのか？

自己組織の自己組織 → 発達



# 乳児の自発運動

QuickTimey C2  
DV/DVCPRO - NTSC 8LiEÉVÉqEOÉaÉÁ  
Ç™Ç+ÇÁEsÉNE EÉÇ%a@ÇÉÇZÇ%Ç...ÇÖIkóvÇ-ÇiAB

14 days

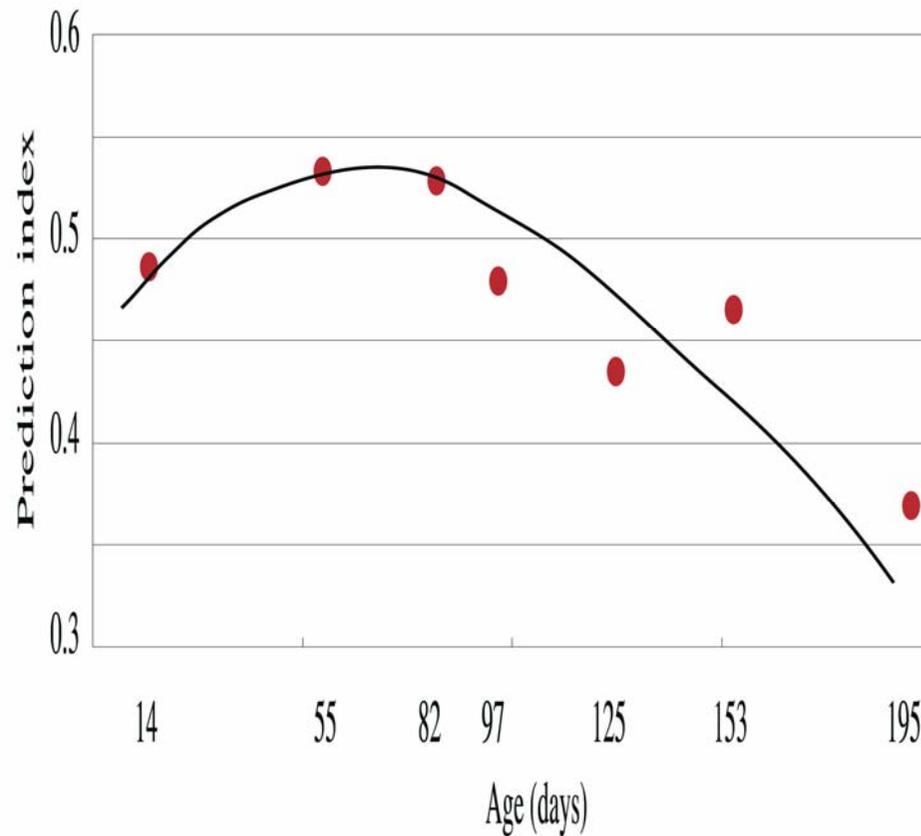
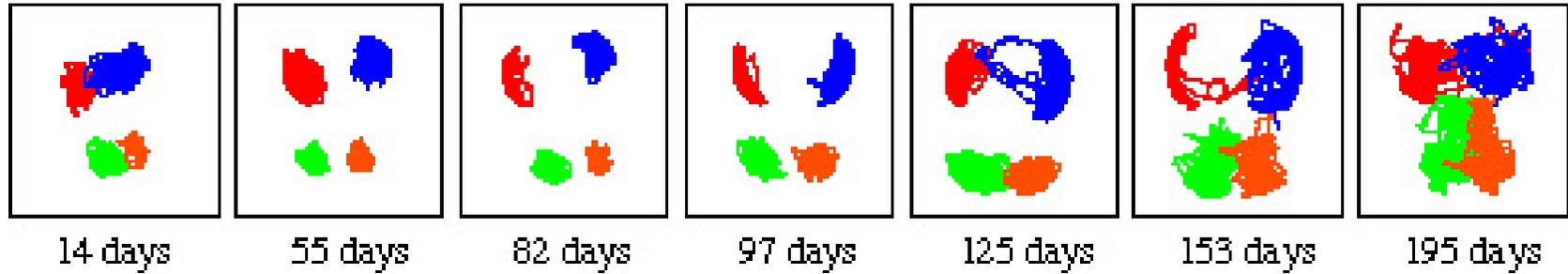
QuickTimey C2  
DV/DVCPRO - NTSC 8LiEÉVÉqEOÉaÉÁ  
Ç™Ç+ÇÁEsÉNE EÉÇ%a@ÇÉÇZÇ%Ç...ÇÖIkóvÇ-ÇiAB

82 days

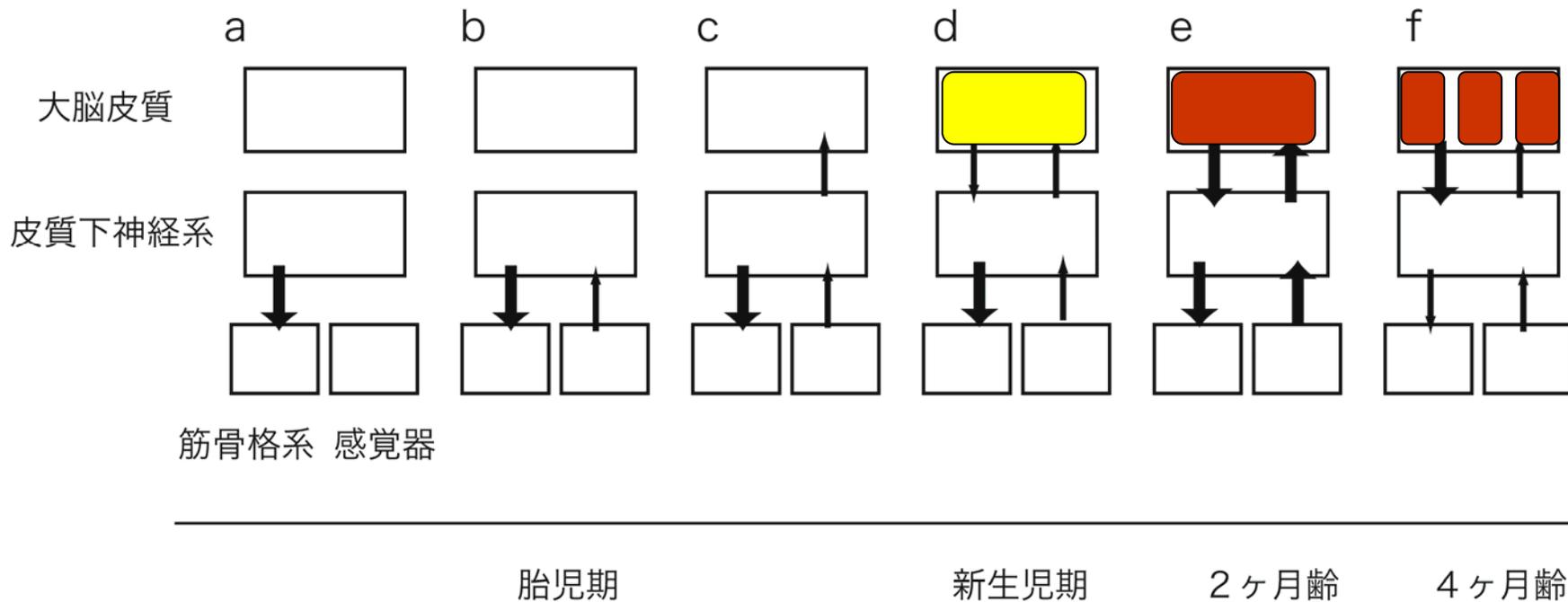
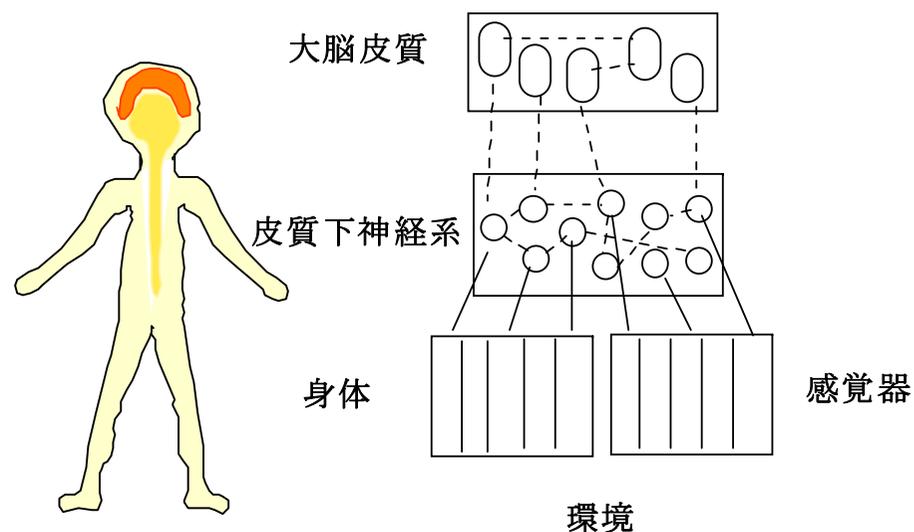
QuickTimey C2  
DV/DVCPRO - NTSC 8LiEÉVÉqEOÉaÉÁ  
Ç™Ç+ÇÁEsÉNE EÉÇ%a@ÇÉÇZÇ%Ç...ÇÖIkóvÇ-ÇiAB

153 days

# 自発運動の発達にともなう複雑さの変化



# 自発運動生成に関わる 脳神経系の発達機構 のモデル



# 乳児の学習と記憶

QuickTime<sup>®</sup> 映像  
ÉrÉfÉl êLiÉvÉçÉOÉâÉÄ  
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ¼â©ÇÉÇÇ½Ç...ÇÕiKónÇ-ÇlÅB

モバイル課題

# 運動パターンの 分化と記憶

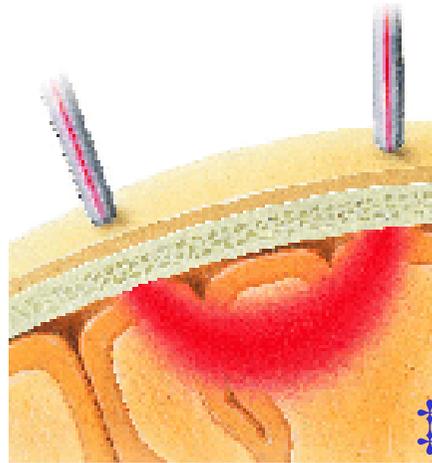
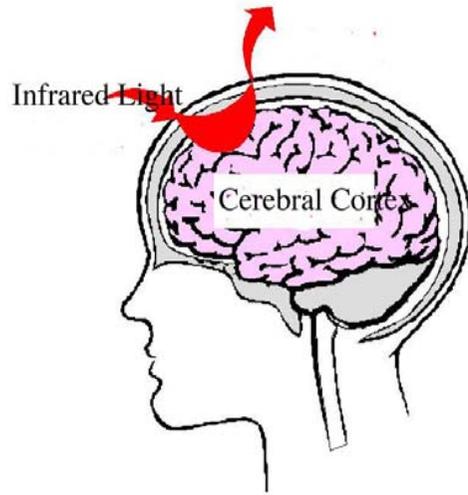
グローバル(大域的)



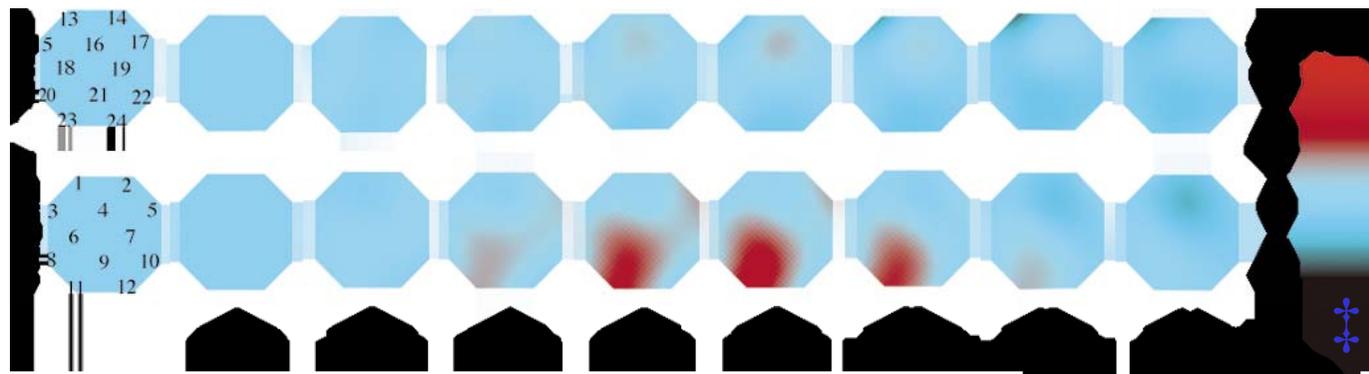
ローカル(局所的)

# 大脳皮質の発達過程の解明にむけて

光トポグラフィーによる覚醒乳児の機能的脳活動計測

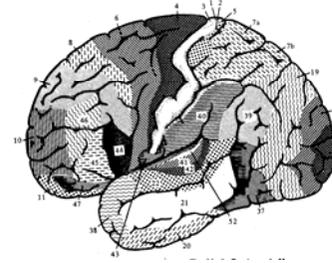


Hitachi, Ltd., Central Research Laboratory

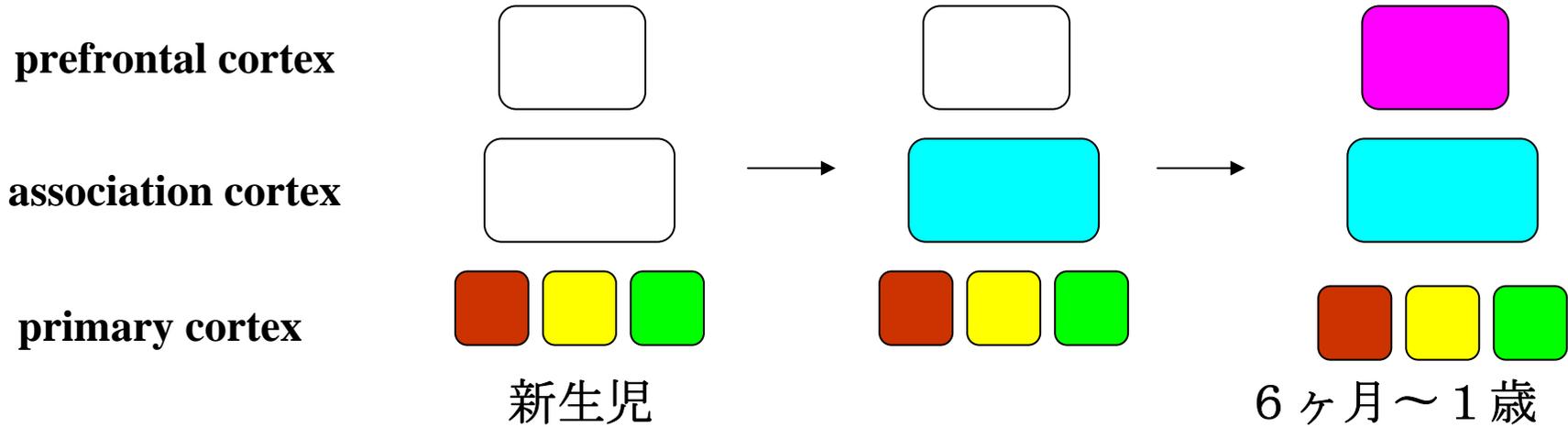


(Taga et al. PNAS 2003)

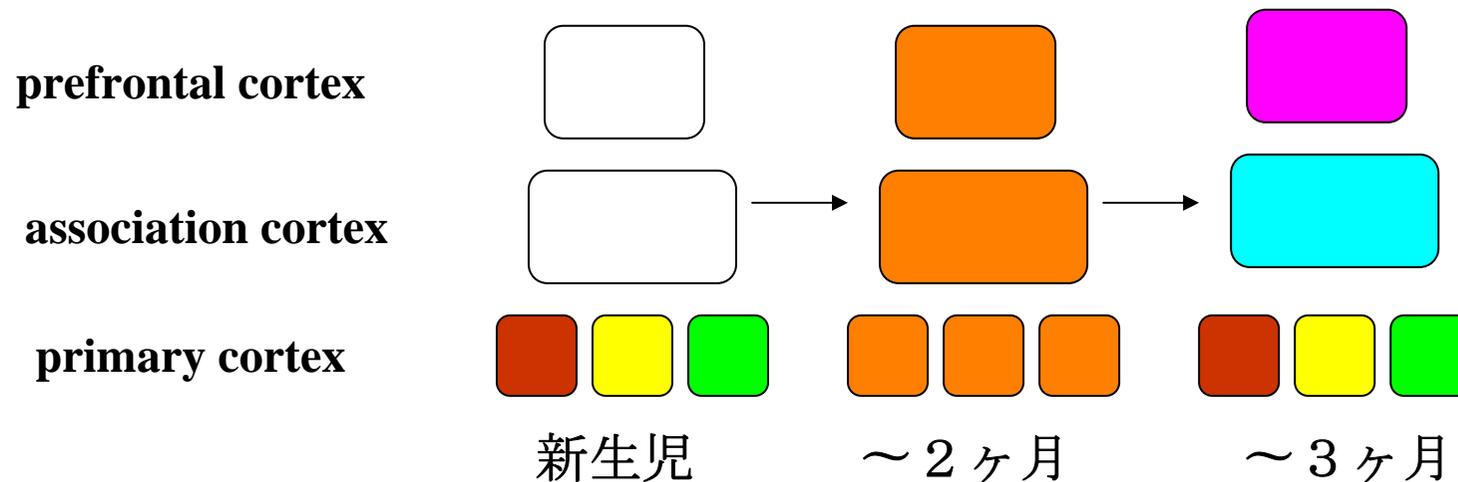
# 大脳皮質の初期発達



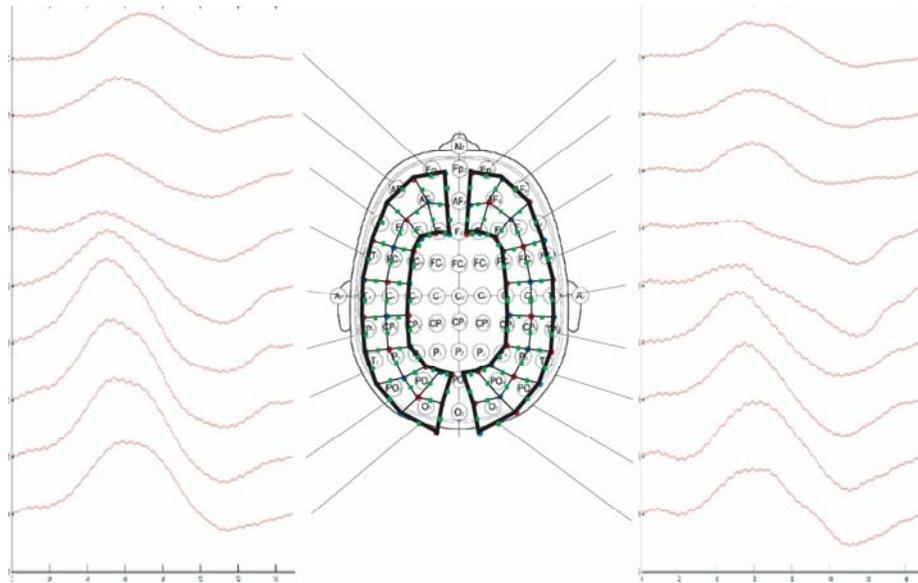
## 仮説 1 (構成論的発達)



## 仮説 2 (U字型発達)



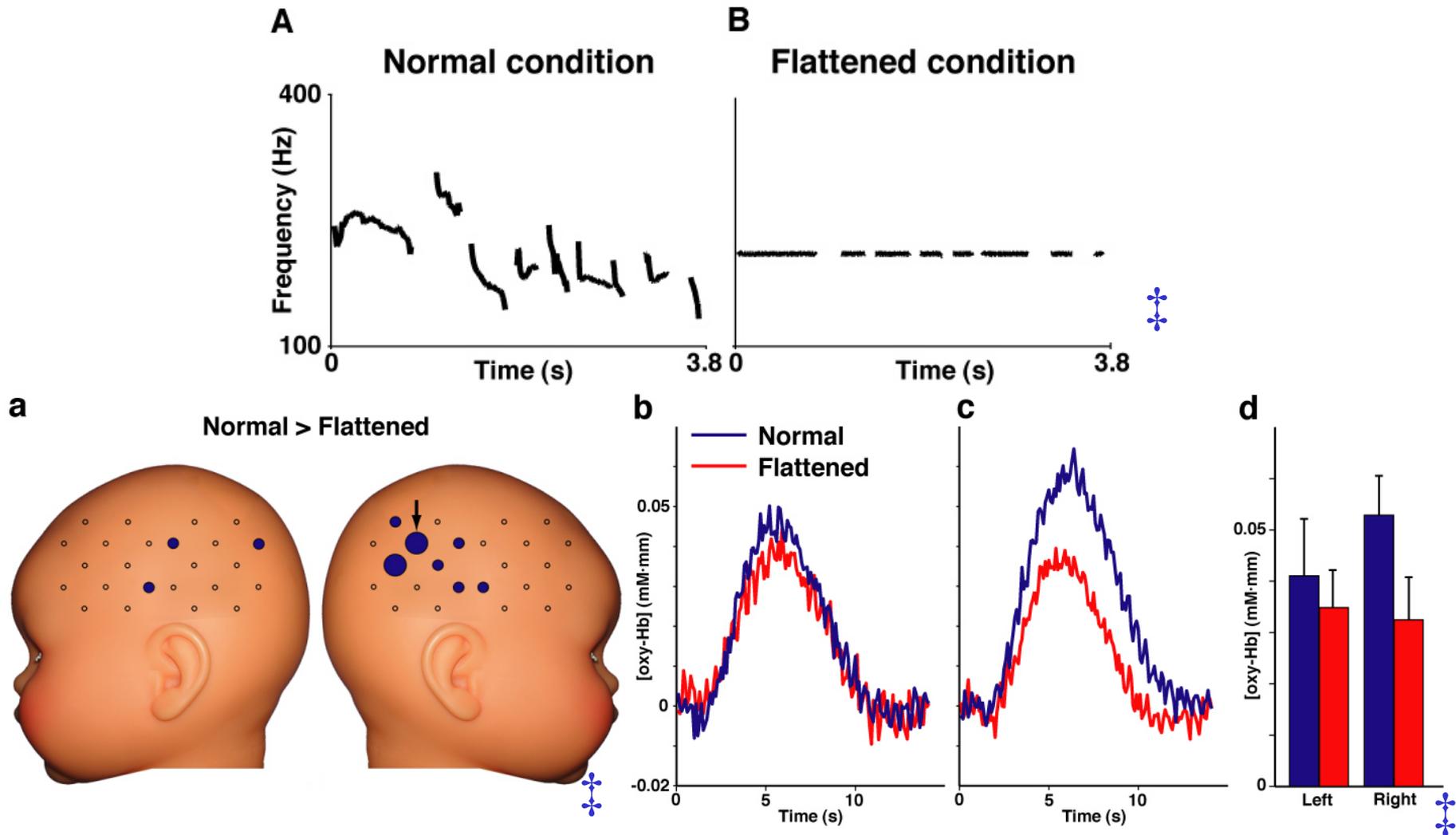
# 音声刺激に対する皮質上の大域的活動



共感覚？

(Taga et al.)

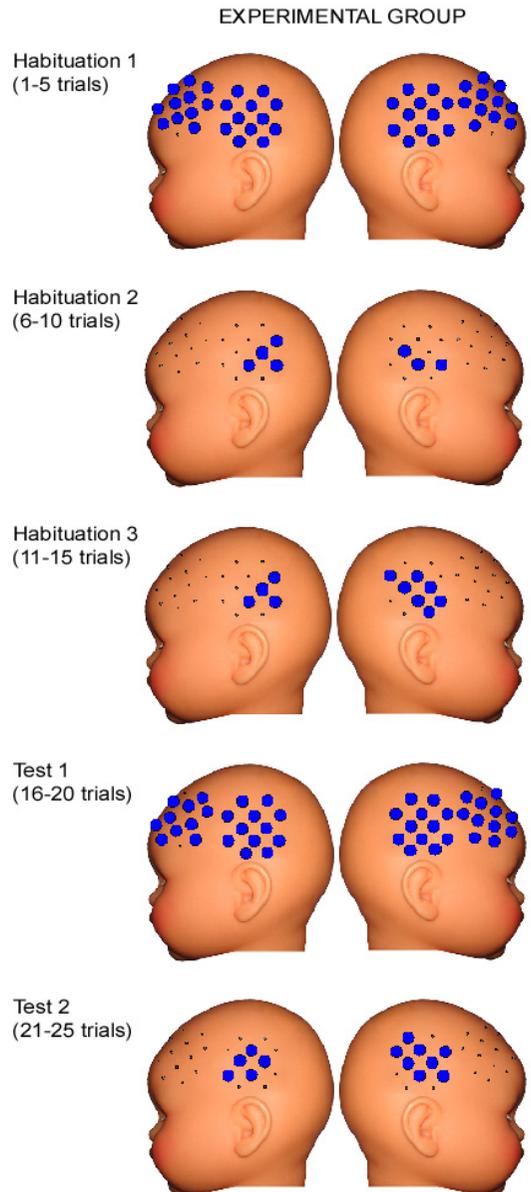
# 音声知覚（言語）と大脳皮質の発達



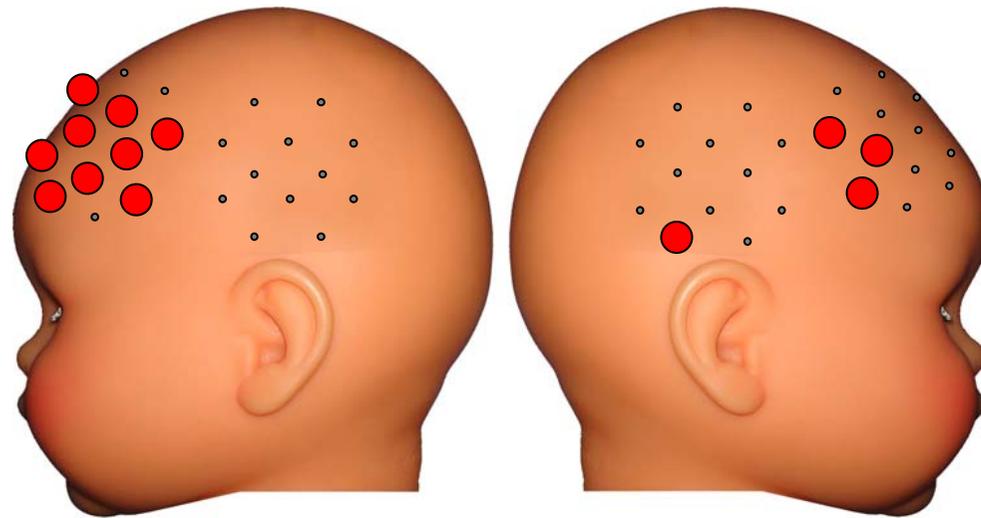
側頭頭頂連合野  
音声プロソディーへの応答

(Homae et al. Neuroscience Res. 2006)

# 音声刺激への馴化と脱馴化



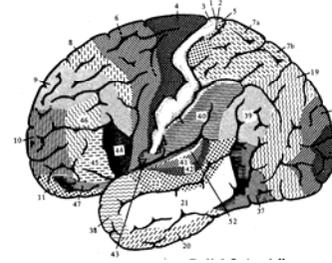
新奇刺激に対する前頭前野の応答



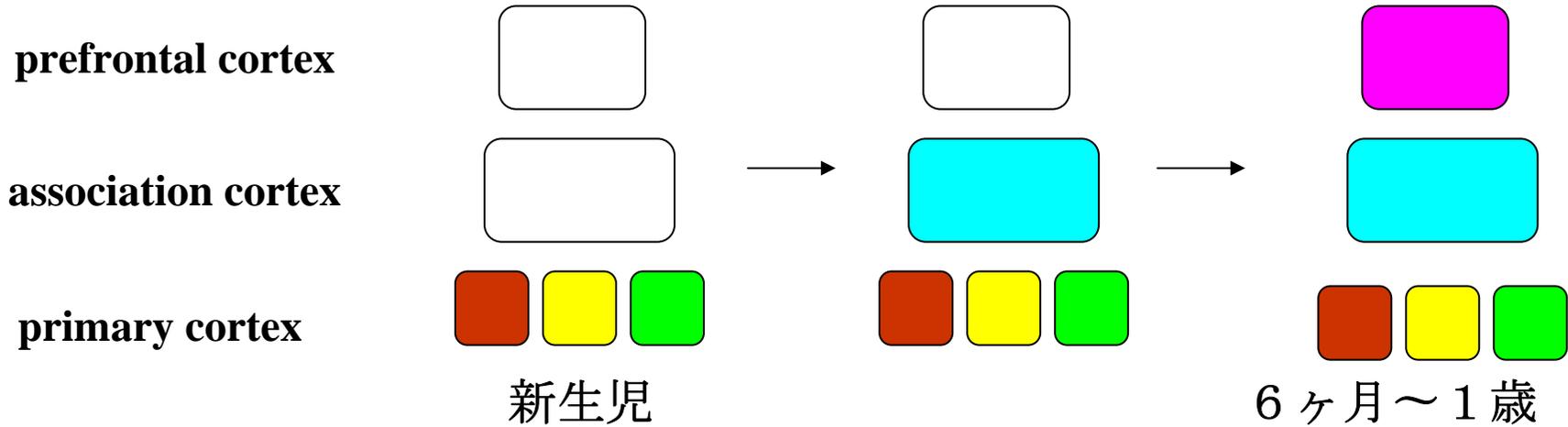
3-4M (N=40)

(Nakano et al.)

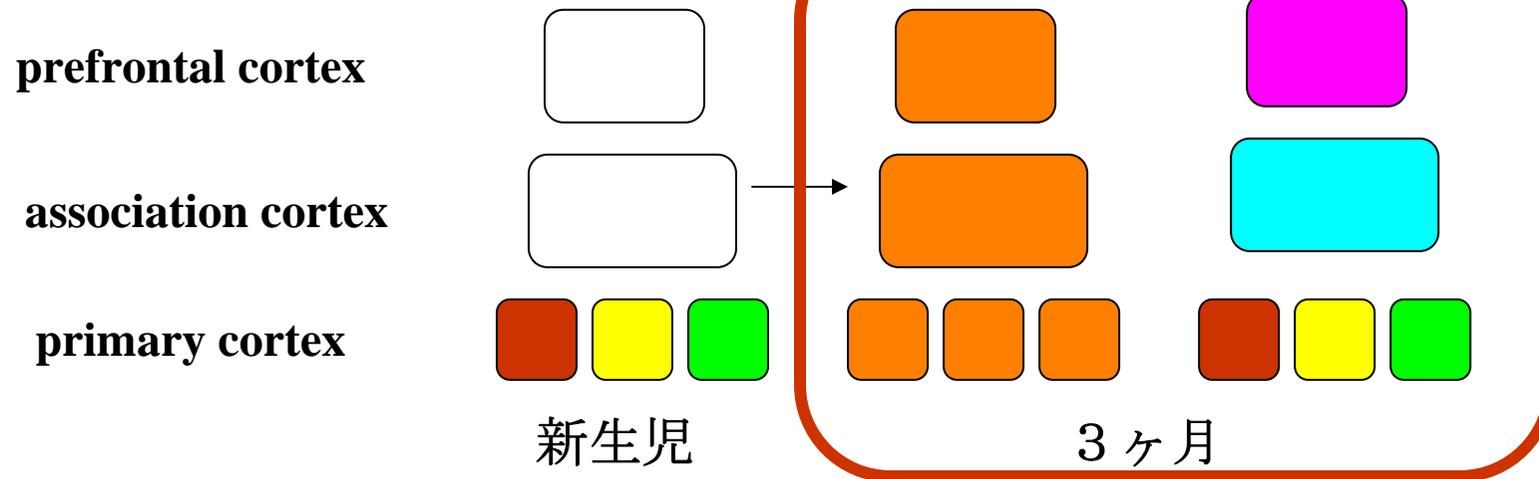
# 大脳皮質の初期発達



## 仮説 1 (構成論的発達)



## 仮説 2 (U字型発達)



# 脳と身体の動的発達

