

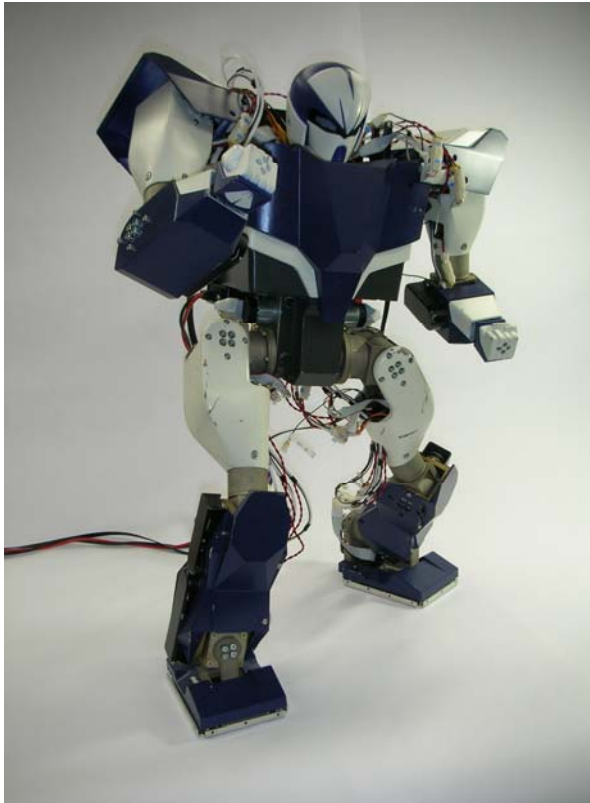
人のからだ、ロボットの身体

人間に学んだロボットテクノロジー
ロボットテクノロジーから人間が分かる

東京大学 情報理工学系研究科

中村仁彦

†: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。



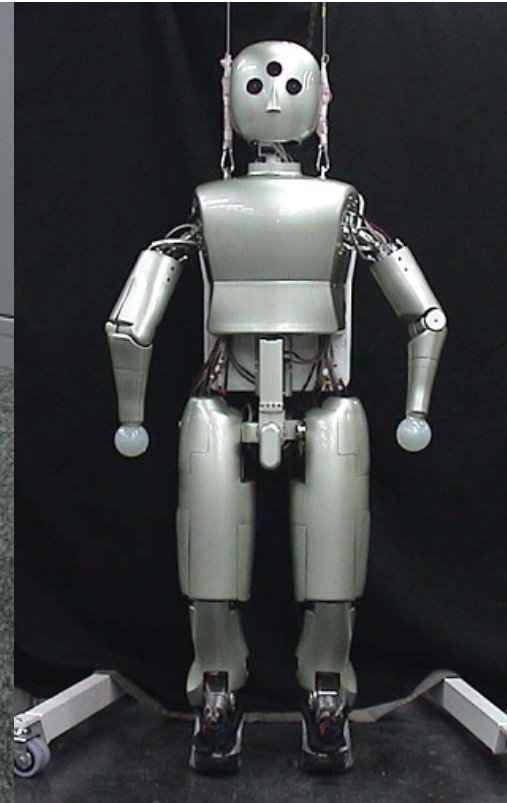
UT- μ 2: magnum

58cm



UT- μ : mighty

58cm



UT- θ

150cm

magnum、歩く



タップダンスをするmagnum



ロボットと脳

ヒューマノイドロボットは人間の日常生活を助ける機械となる

運動は巧みに、正確になっていく

よく訓練された犬が人間の意図を理解して物を取ってきてくれるようにヒューマノイドが人間の身振りから意図を理解できるようになるか

人間の身振りから意図を読み、
自分の身振りで意図を表現するロボット

人間とコミュニケーションする機械

マクレーンの三位一体脳説

新哺乳類脳 (neomammalian brain)

(新皮質)

行動発現に対する認知過程の関与
言語、抽象概念(ヒト)

旧哺乳類脳 (paleomammalian brain)

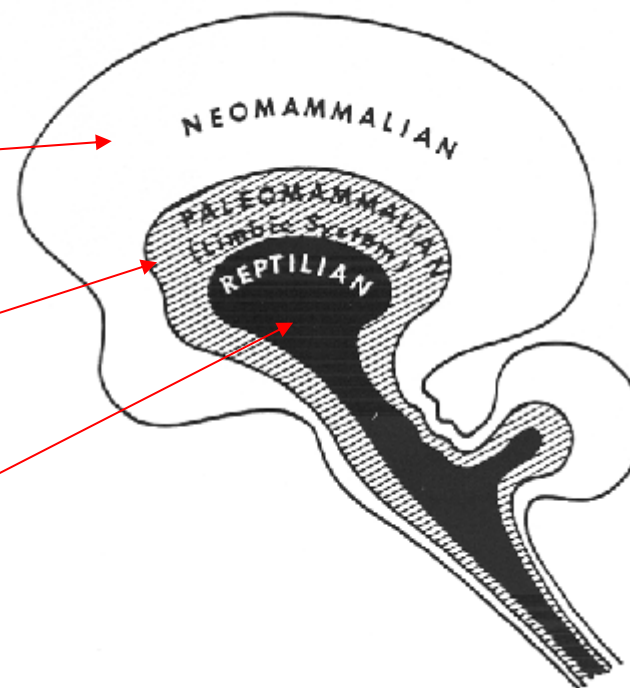
(辺縁系)

情動過程に基づく行動発現
人間と共通した情動の原型

原始爬虫類脳 (protoreptilian brain)

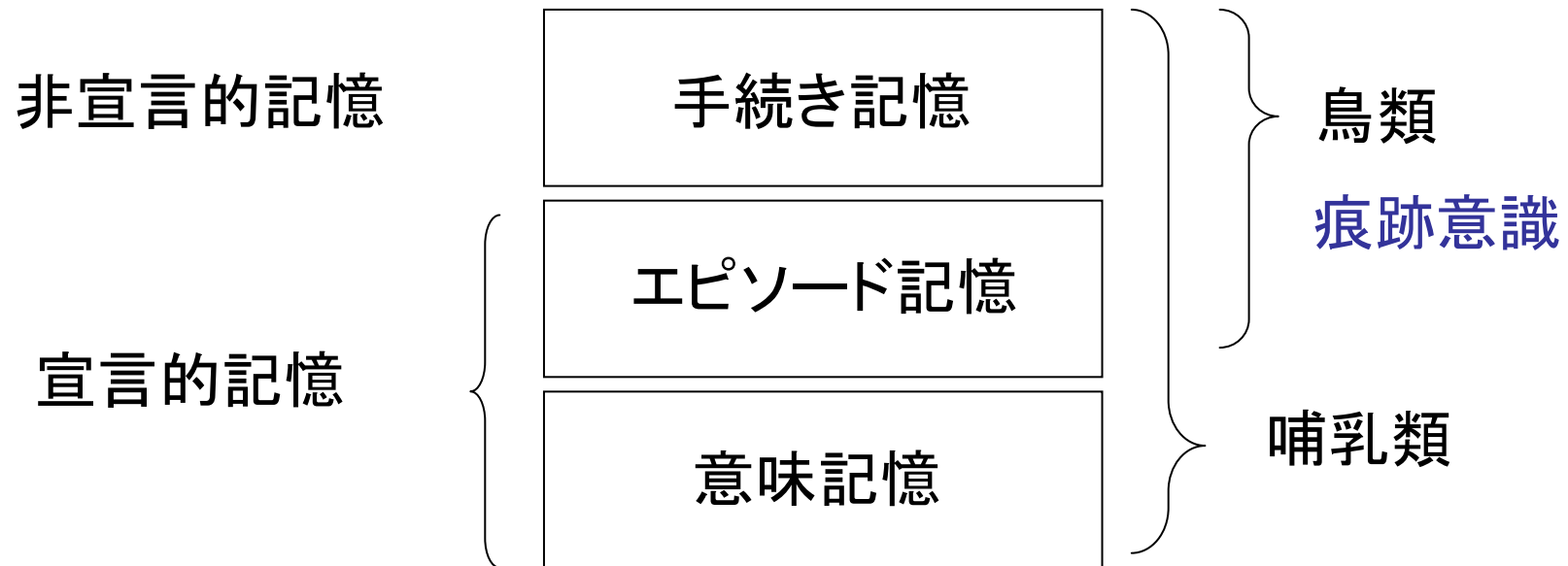
(脳幹、間脳、基底核)

原始的な学習や記憶に基づいた型にはまった行動
無条件反射の体系によって行動



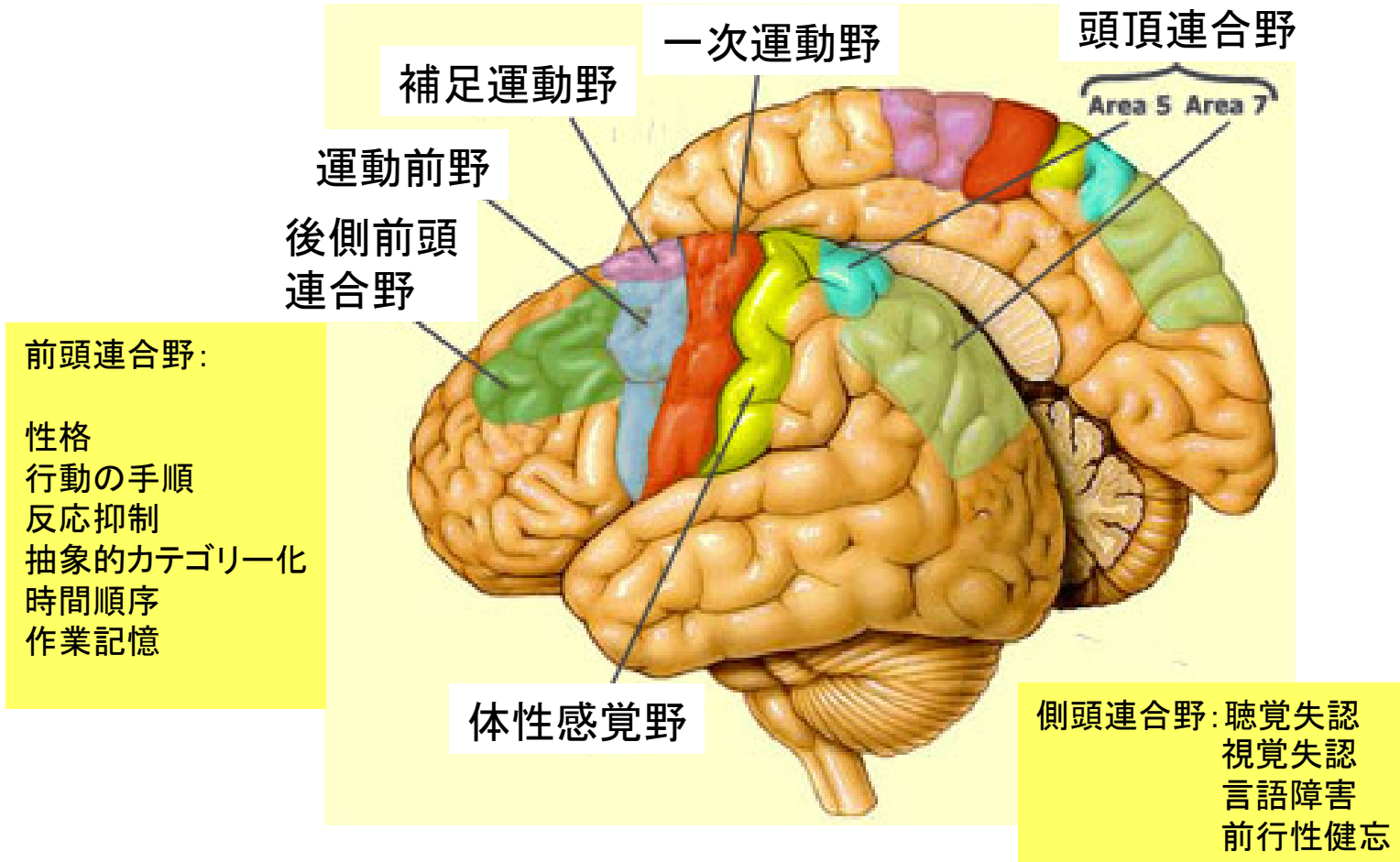
MacLean, P. D. (1954) : Studies on limbic system ("visceral brain") and their bearing on psychosomatic problems. In: Recent Development in Psychosomatic Medicine (R.Cleghorn and E.Wittkower eds.) pp.101-125. Pitman, London.

生物の記憶システム



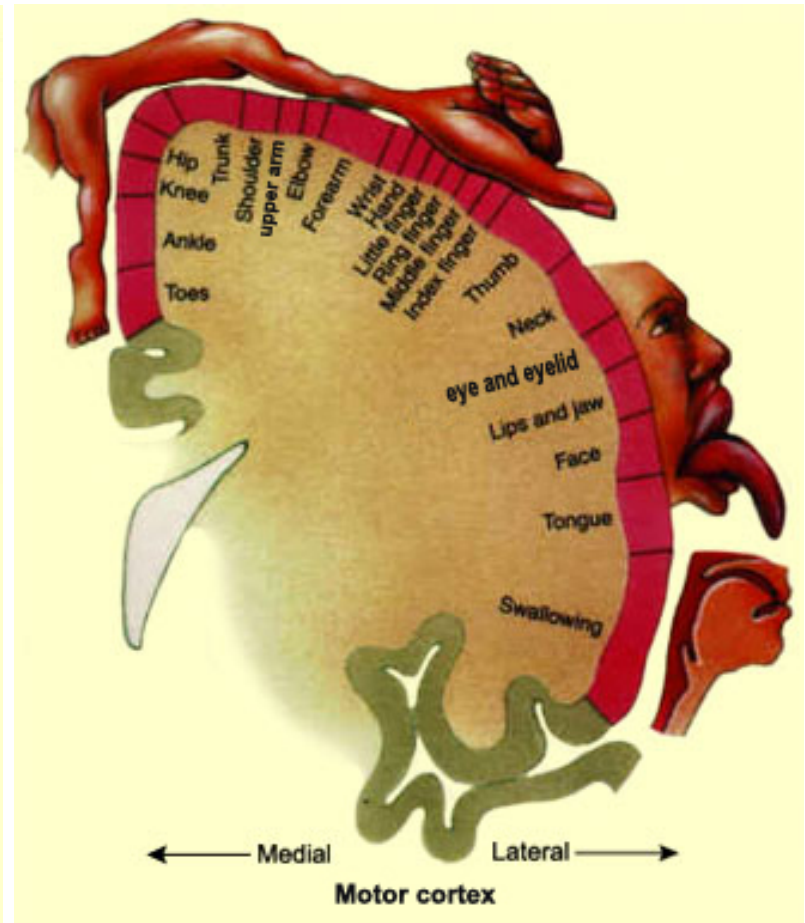
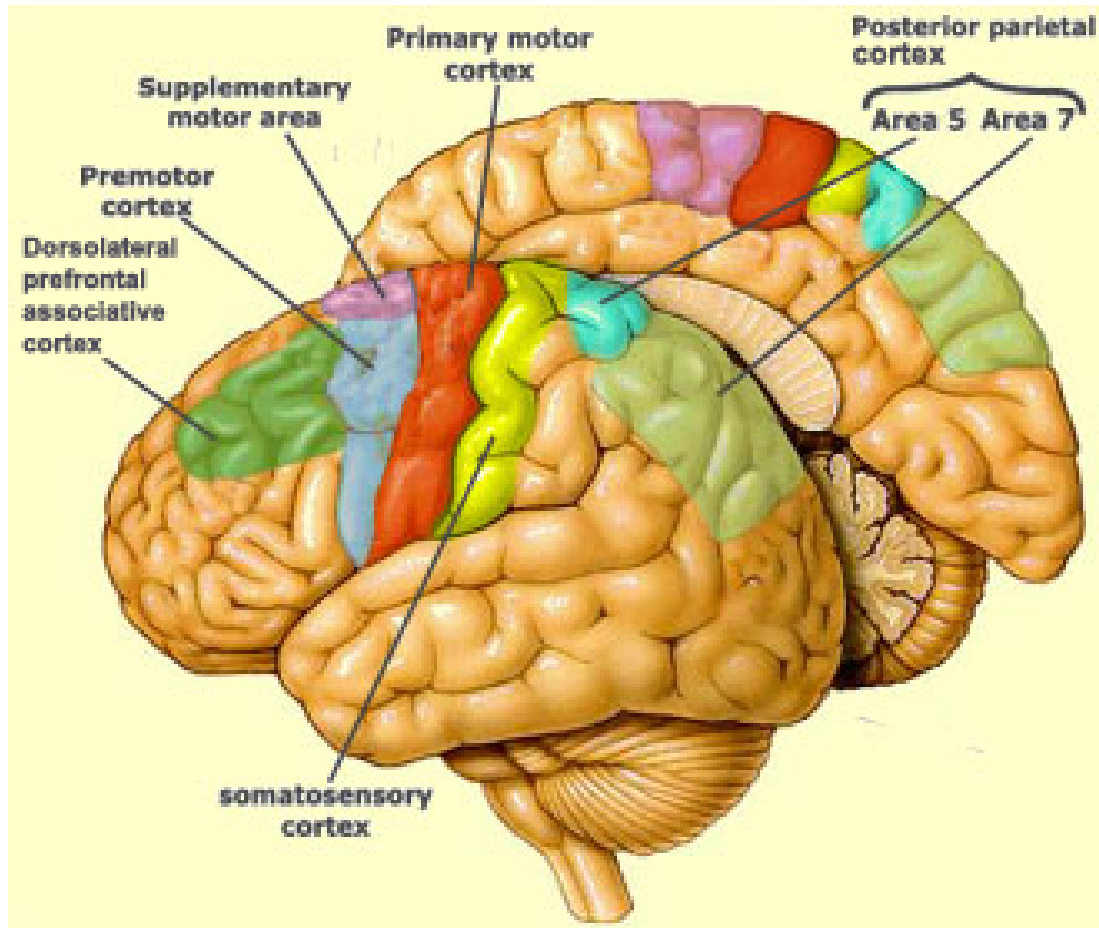
記号の世界 (アイコン / インデックス / シンボル)

頭頂連合野： 空間認知・読み書き



1848年 Phineas Gageの事故

http://www.thebrain.mcgill.ca/flash/index_a.html から改変

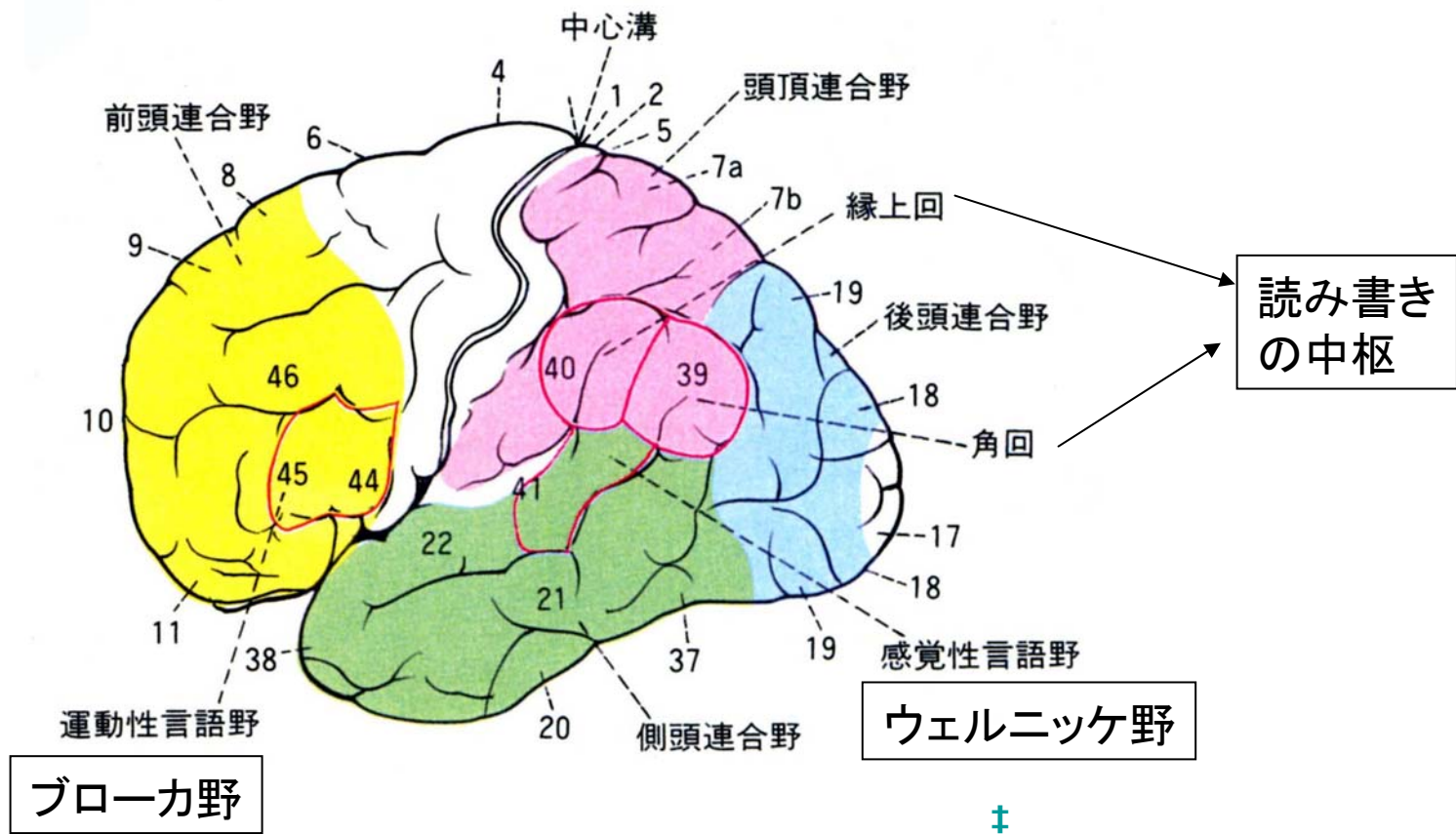


Primary Motor Cortex

Penfield's Homunculus

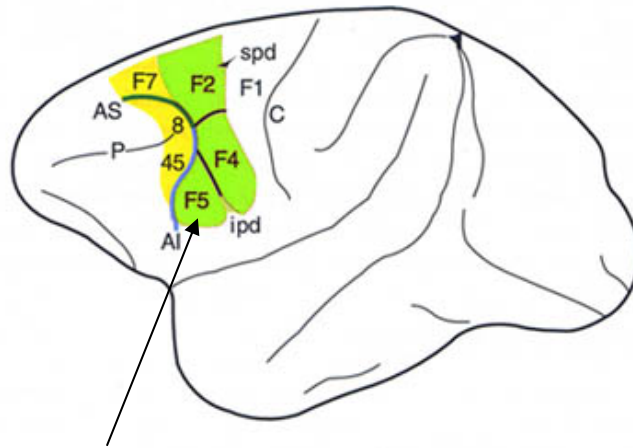
http://www.thebrain.mcgill.ca/flash/index_a.html

Wilder Penfield (1891-1976)



ミラーニューロンの発見

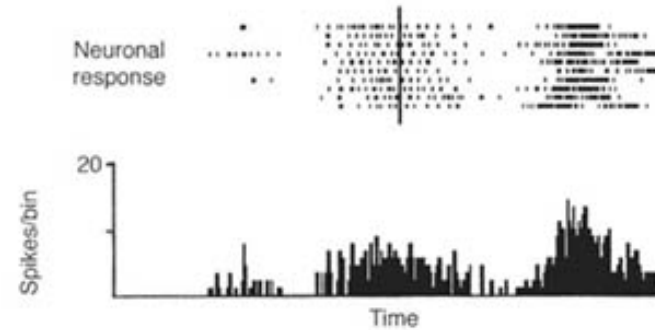
イタリア パルマ大学 リゾラッティ教授ら 1996年頃



サルのF5野



ヒトがエサを掴む サルが自分でエサを掴む

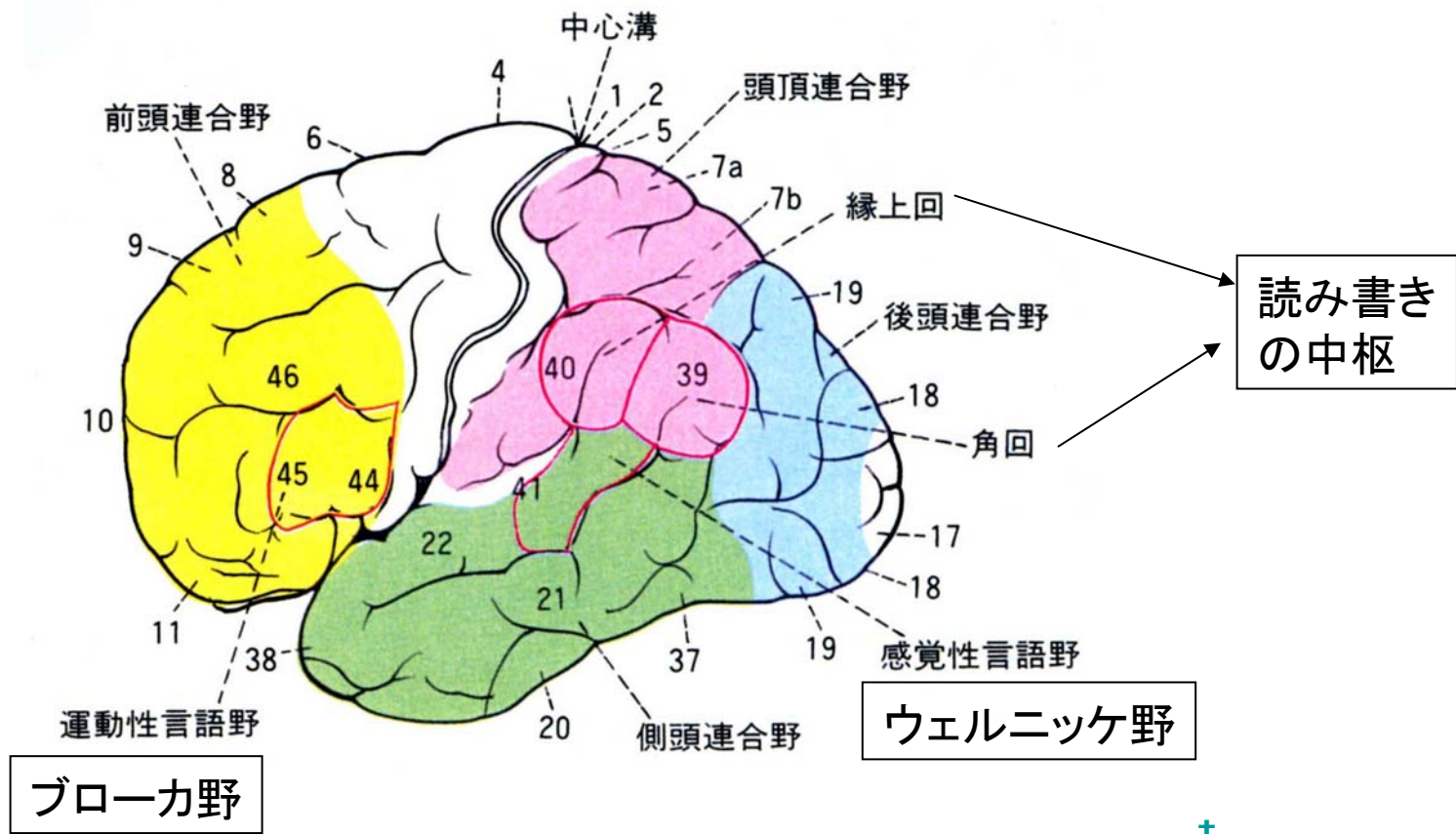


ミラーニューロンの活動(F5野)



Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., Rizzolatti, G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 119, 593-609, 1996.

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research* 3, 131-141, 1996.



ミラーニューロン

求心性の感覚情報と遠心性の運動情報が結びつくところ

認識と行動が結びつくところ

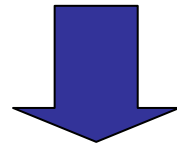
その意味は？

運動の概念、運動の記号、言語へつながる

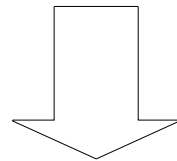
求心性＝脳に向かう
遠心性＝脳から出て行く

記号で運動を認識・生成する

運動 / 身体

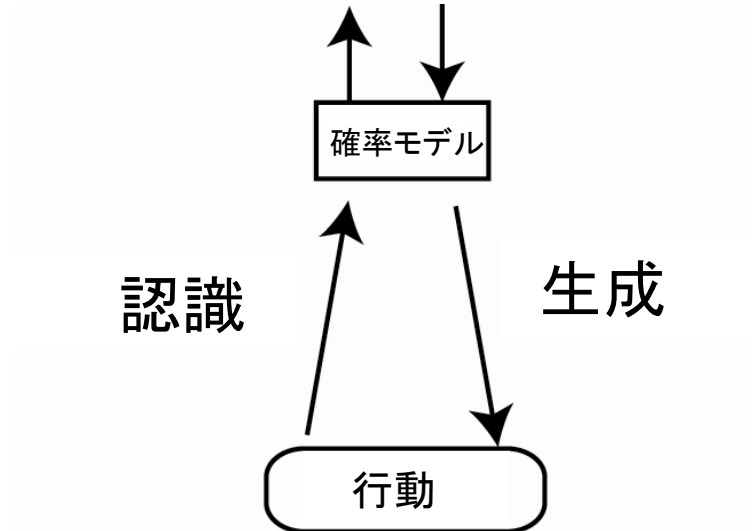
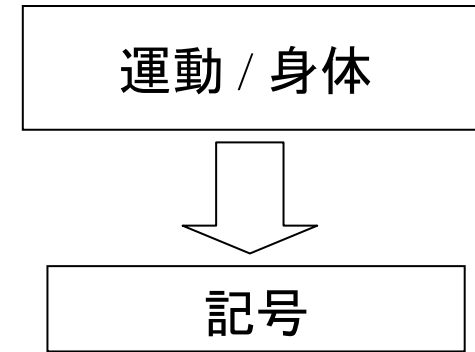


記号

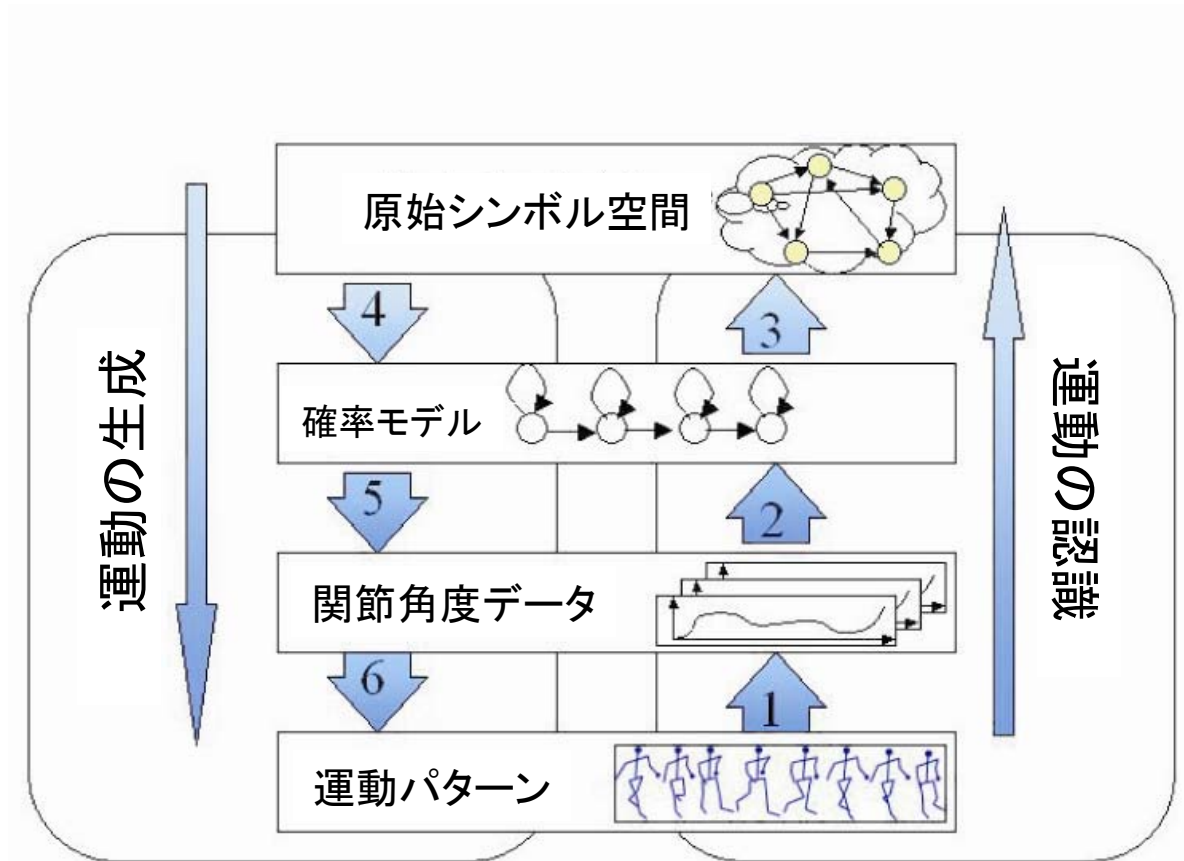


インターラクシオン/コミュニケーション

ミラーニューロンのモデル



Y. Nakamura, T. Inamura and H. Tanie:
"A Stochastic Model of Embodied Symbol Emergence,"
Proc. of 11th International Symposium of Robotics Research, 2003.



カルバック=ライブラ 情報量

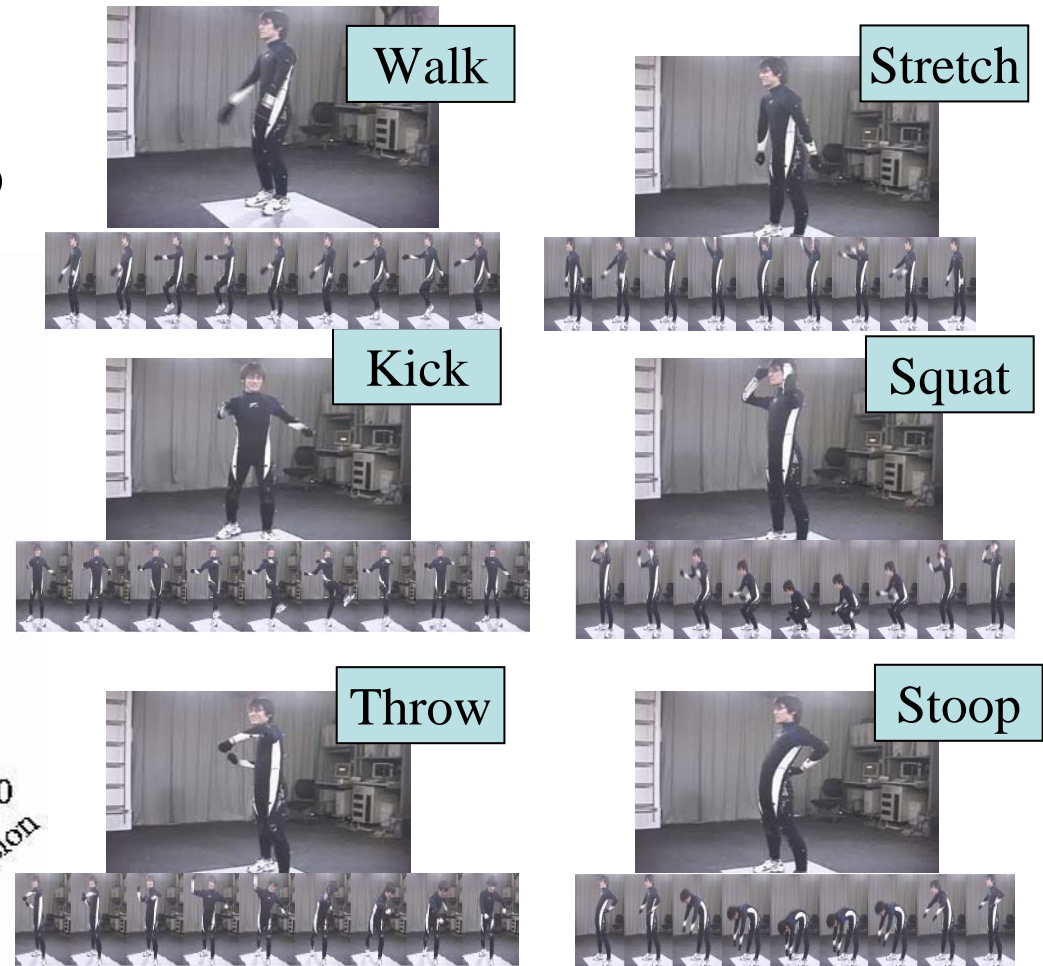
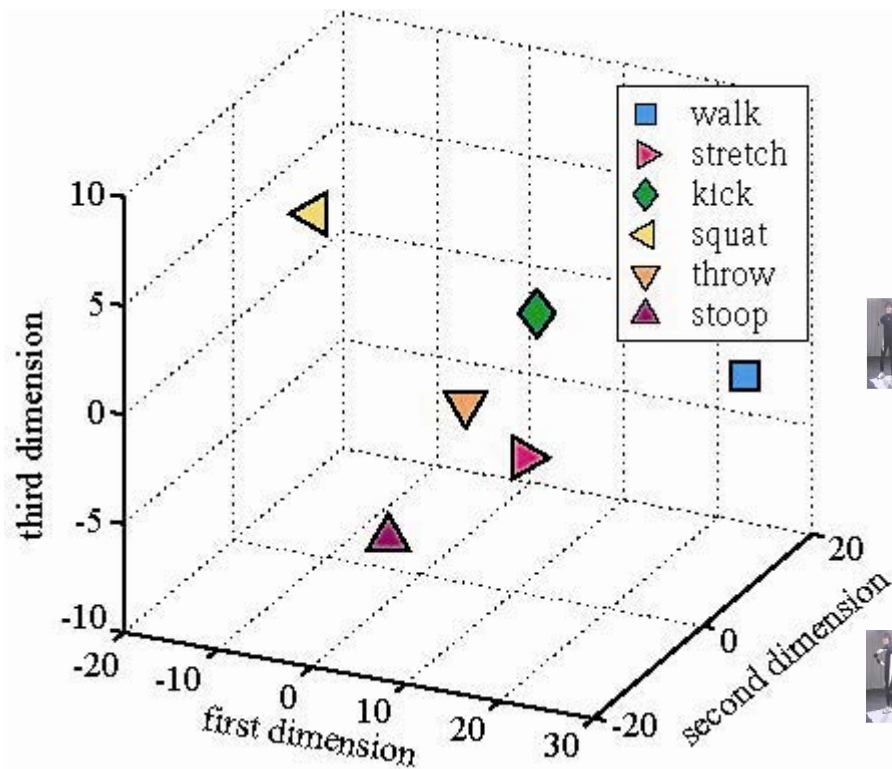
$$D^*(\lambda_i, \lambda_j) = \ln P(\mathbf{O}_{Gi} | \lambda_i) - \ln P(\mathbf{O}_{Gi} | \lambda_j)$$

$$D(\lambda_i, \lambda_j) = \frac{D^*(\lambda_i, \lambda_j) + D^*(\lambda_j, \lambda_i)}{2}$$

各運動パターンから作った確率モデル

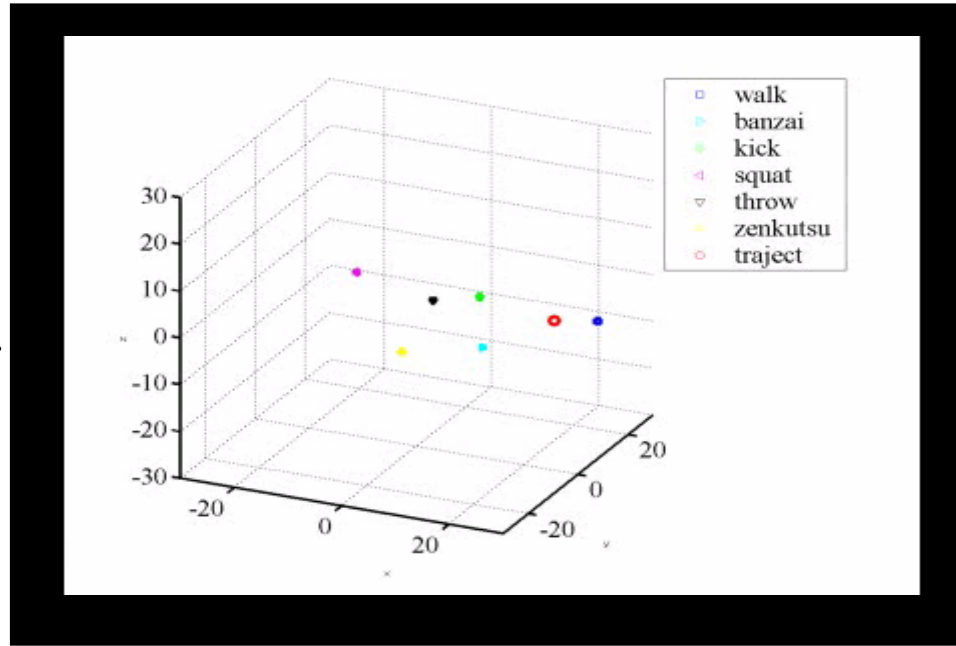
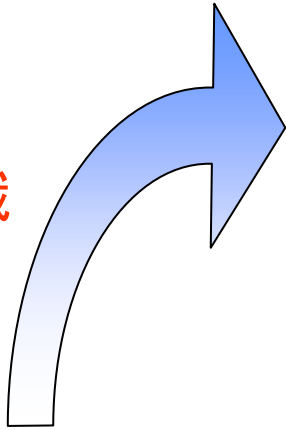
原始シンボル空間

確率モデルの相互の距離を定義することで空間が生まれる

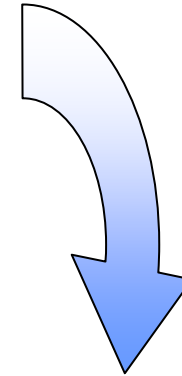


ミラーニューロンの数学モデル

認識



生成

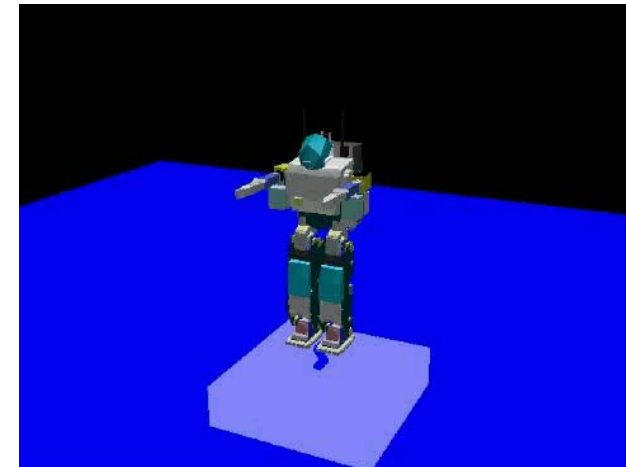


原始シンボル空間

離散

連続

運動の空間



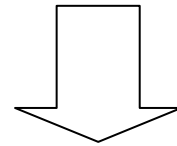
原始シンボル空間を用いたリアルタイムの運動認識



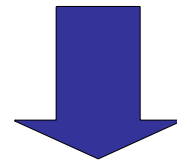
人間とコミュニケーションするロボット

犬や猫や小鳥と気持ちが通じるように
どうすればロボットと自然に対話できるの？

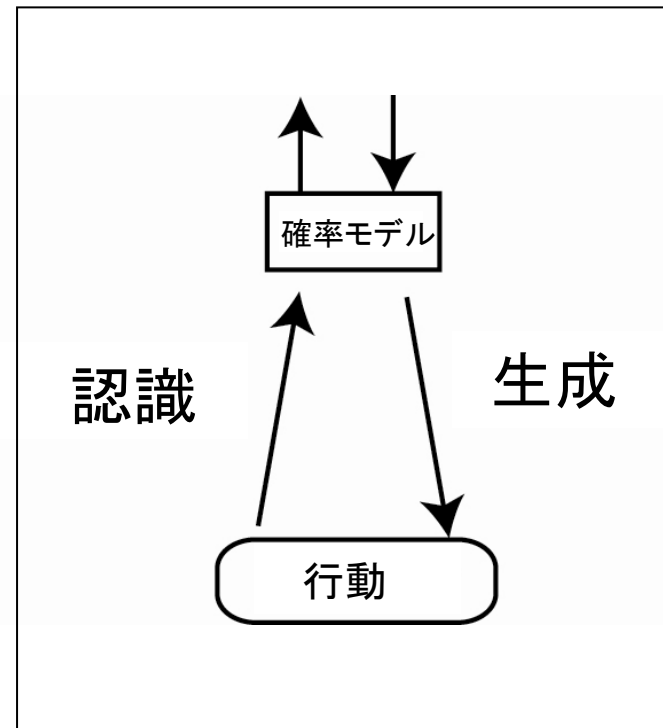
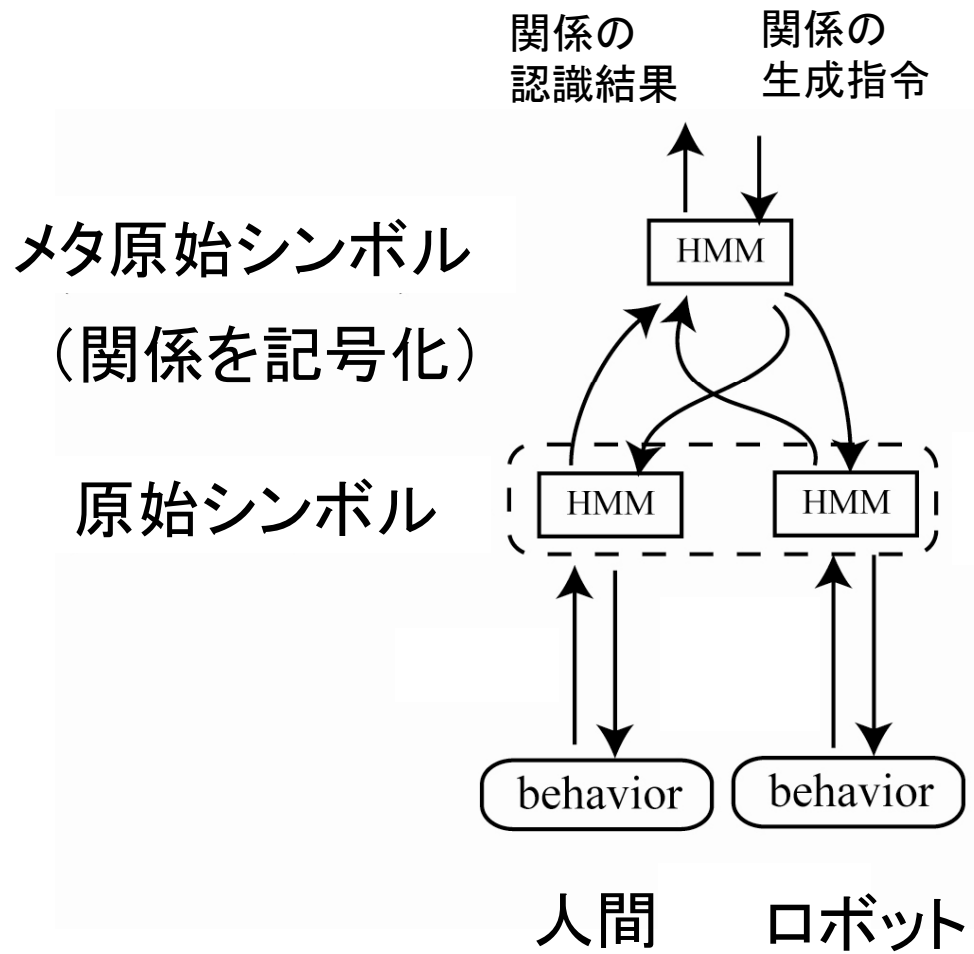
運動 / 身体

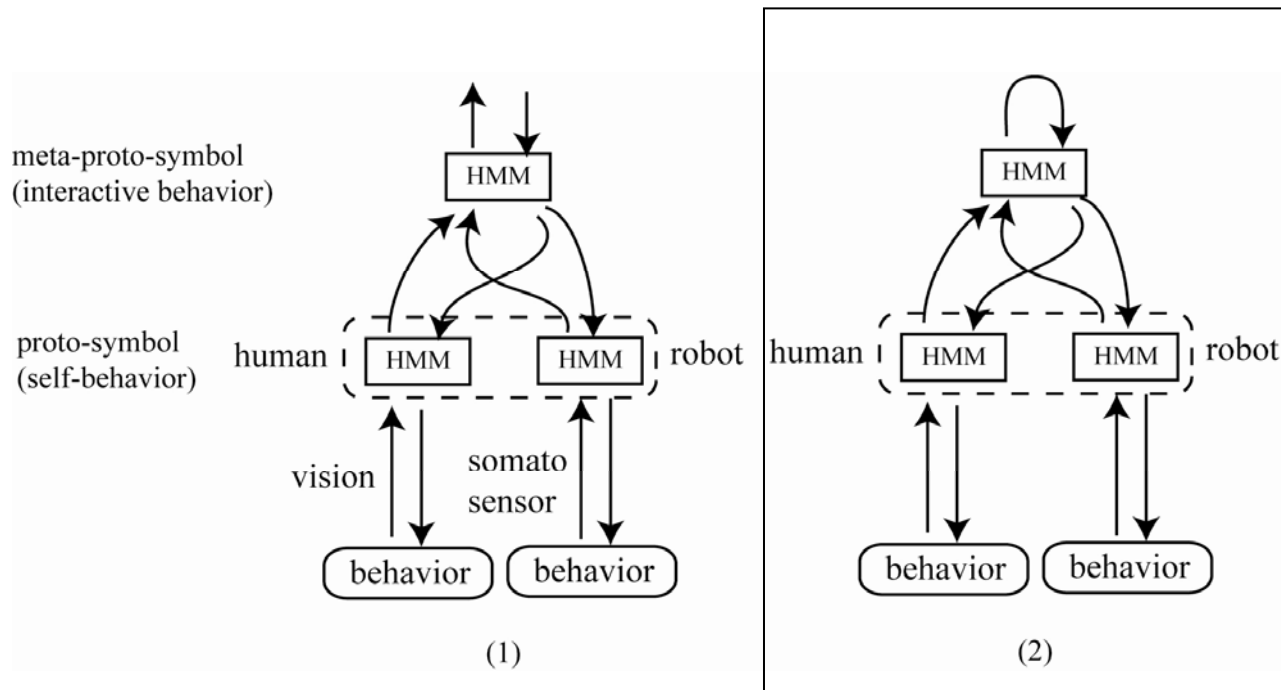


記号



インターラクシオン/コミュニケーション



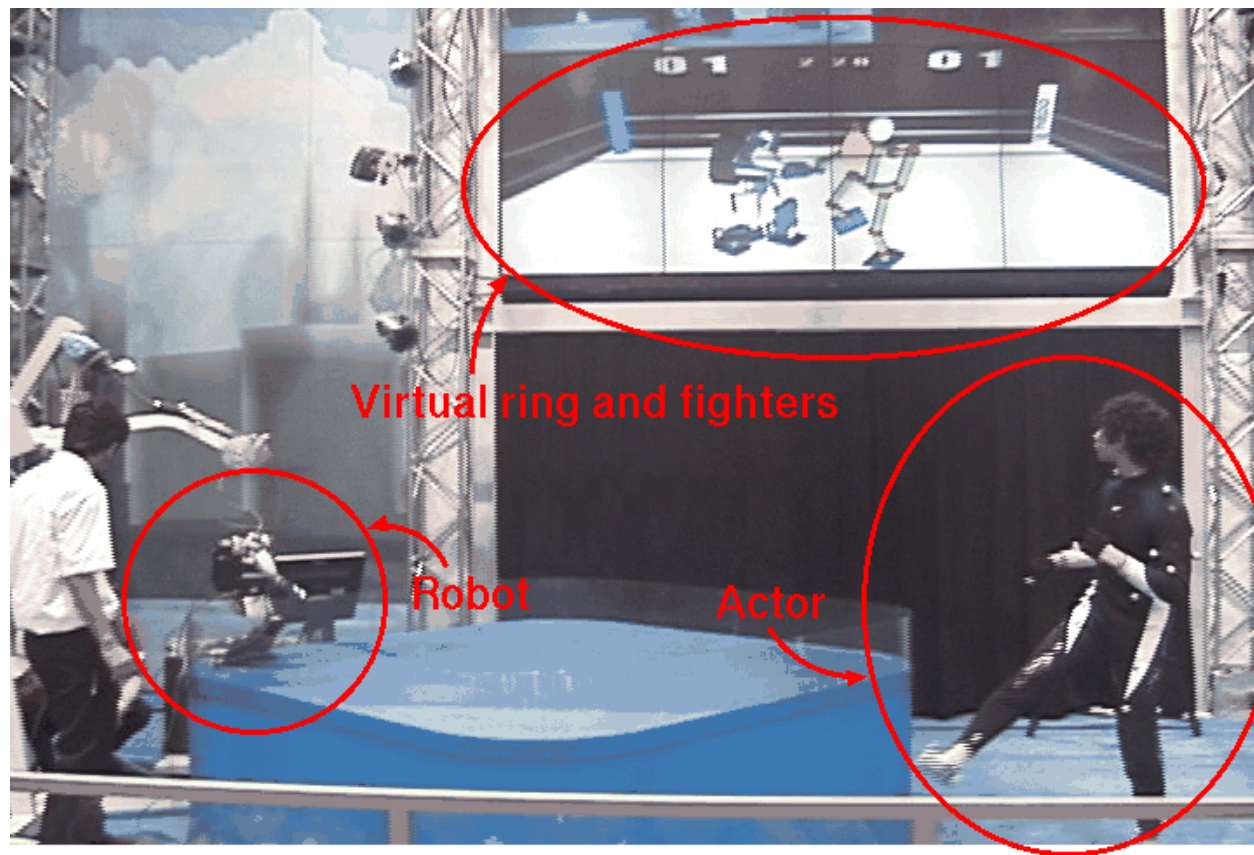


今の関係をそのまま持続させようとする最も単純なコミュニケーション

Nakamura, Takano 2005

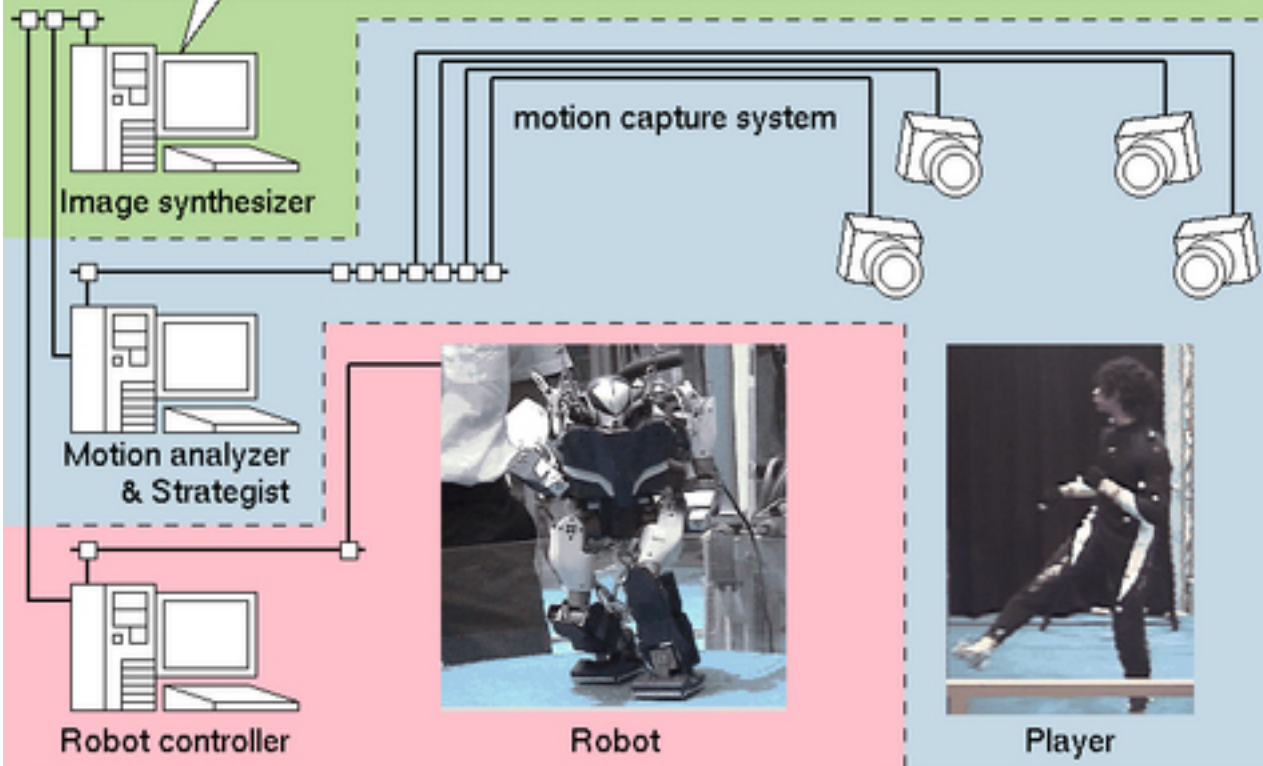
記号に基づいたコミュニケーション

愛・地球博 プロタイプロボット展 (2005.6.9~19)



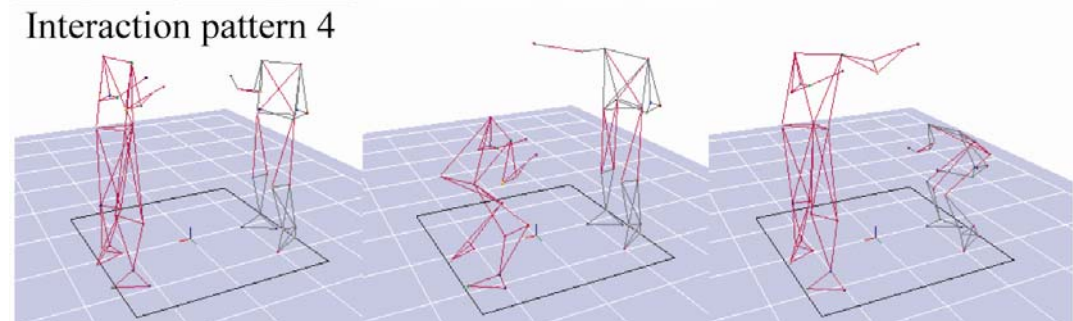
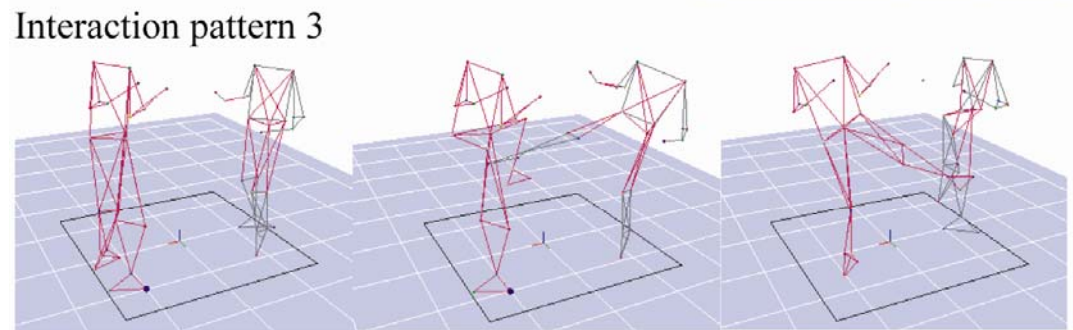
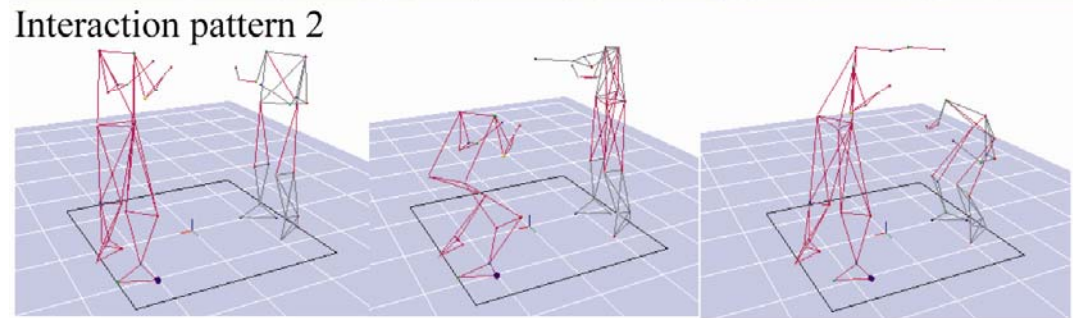
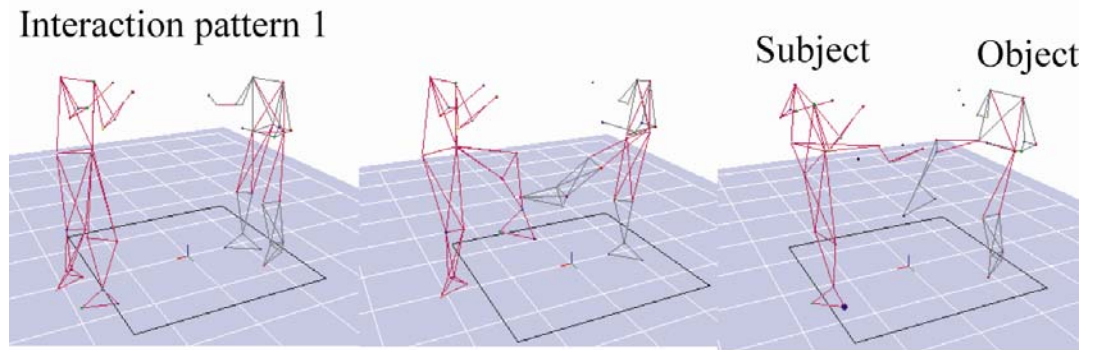
格闘技： 人間とUT- μ 2:magnumの対戦

Virtual ring and fighters in the display



ethernet —

メタ原始シンボルの の獲得

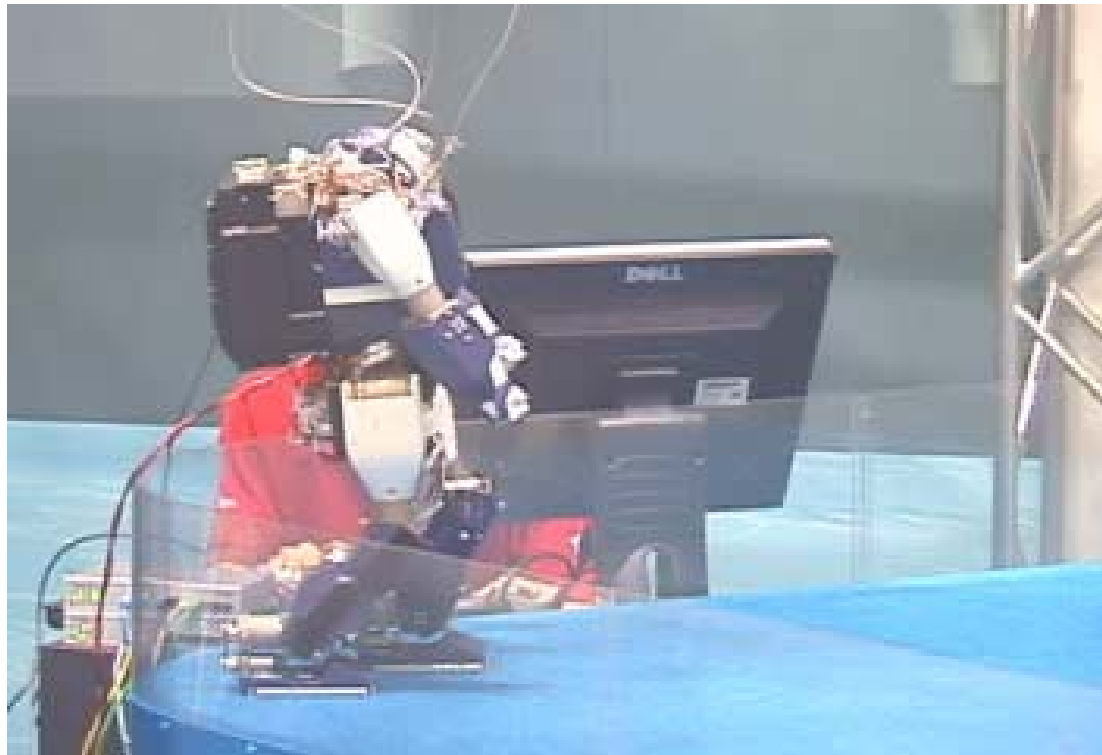


人間対人間の対戦の様子を
見て戦い方、ガードの仕方を
獲得する

EXPO2005での様子

realtime recognition

on the virtual ring



Sugihara, Takano, Yamamoto, Yamane, Nakamura 2005

- (1) 戦うことも仲良くすることも同じコミュニケーションの原理から生まれる。
- (2) 人間と人間のコミュニケーションを数多く観察して獲得させることで、状況に応じて人間が自然に思える行動で反応するロボットが生まれる。
- (3) 人間が意図を自然に体で表現して、ロボットに伝えることができる。
- (4) ロボットの意図が自然な体の表現として、人間にも理解できる。

まとめ

- (1) ロボットが人間の日常生活を助けるようになる。
- (2) 運動の巧みさ、正確さだけでは不十分。
- (3) 身体を使って人間とコミュニケーションできれば、人間が動物との間に感じるような対話ができる。
- (4) 記号に基づいた運動の認識と生成が基礎。
- (5) 人間が身体で感じる情報を計算できればより深い対話につながる。
- (6) ロボットテクノロジーは未来の機械文明をめざす総合科学技術。