模型の世界から実世界へ
From Toy Worlds to the Real World

中島秀之
Hideyuki Nakashima
電子技術総合研究所*
ETL

1 はじめに

初期のAIでは“積木の世界”が標準的な問題設定であった．物理実験同様の“エッセンスだけを抜き出した”単純化された世界で様々な問題解決手法が試された．このような設定においては，

1. エージェントは問題の必要十分な内部表現を持つ．
2. 内部表現の操作により探索や問題解決を行なう．

ということが大前提とされていた．

しかしながら，近年そのような“模型”の世界からの脱皮が叫ばれている．つまり，模型の手法は実世界には通用しないという主張である．その先鋭はAIにおいてはBrooksら[Brooks 91]であるし，認知科学におけるアフォーダンス[佐々木正人 94]や状況認知[中島秀之 94]の考え方，生物学／システム論におけるオートポイエシス[Maturana and Varela 91]の考え方とも通じるものがある．彼らの主張は以下のように要約できる：

1. 実世界はエージェントより複雑である．
2. 従ってエージェントは世界の完全なモデルを内に持つことはできないし，どの部分をモデルとして持てば良いかも自明ではない．
3. エージェントが行動する場合には実世界をモデルの一部として使う．

2 ロボカップの場合

ロボットサッカーリーグ RoboCup [Kitano *et al.* 97]においては実機リーグとシミュレーションリーグが併設されている．シミュレーションリーグは模型に相当し，実機リーグは現実の世界に相当すると考えてよい．[1]

ロボカップにおいては最終的には人間と同じグラウンドでサッカーがやりたい．しかし，現在のロボットでは満足に動かない．泥地で走れるロボットは少ないであろうし，走ったりキックできるロボットもない．そこで実機部門においても簡略化がなされる．体当りで良いとか，小さなフィールド，ボールやゴールの色を識別しやすく設定するなどの制限である．それでも，実戦では無線の外乱，カメラのフラッシュによるCCDの一時的失明などにより満足に動かないロボットが続出する．試合をやり直せばバッテリー切れという問題もある．シミュレータではそういう低次（？）の問題を切捨て高次の人間的戦略に集中できるというメリットがある．

しかしながら一方で，知能とは実機リーグのような複雑で不測の事態が起こるよう

*〒305-8568 つくば市梅園 1-1-4

[1] サッカー自体が模型の世界だと言う主張も真であるが，ここでの議論の本質とは関係ない（はずである）ので，しばらく忘れることにする．

な場面で働くものでなければならないという意見もある．最終的にはそうならなければならないことに異議はない．問題は

> 模型をどんどん複雑化することによって，実世界へ切れ目なしにつなげることが可能か？

にあると思う．

私の解答は以下のとおりである：

1. 外界のモデルをすべて内蔵することを止めれば可能.

2. ロボカップに関してはシミュレーションリーグの規則をそのように設定する必要がある.

3 知能と外界のモデル

知能には何故外界のモデル[2]が必要か？それは未来を推論するためである．起きてしまった事態に適切に反応することも知能であるが，未来を予定し，自分に都合の良い方向に導くことの方が高次の知能である．

そのためには自分の行為の影響を予測する必要がある．この予測に用いられるのが外界のモデルであり，その上で自分の行為をシミュレートするのである．だとしたら外界をモデルに使うというのは矛盾ではないか？

必ずしもそうではないと考えている．では，外界をモデルとするとはどういうことを指すのか？ここではその方向性を示すに留めるが，以下はそのリストの一部である．

1. 状況依存表現／推論[中島秀之 92]を用いる．これは通常は状況に応じた単純な内部モデルを用いて推論を行ない（その推論の正当性は外界が保証する），必要なときにより大きなモデルを用いたり，外界を観測したりする手法である.

2. 外界に表現を置く．例えば[Edwin 94]では，パイロットが自己の認知を補助する標識をコクピット内に添付する手法が述べられている．例えば速度計の失速速度にタグを付けるなど.

3. 実験を行なう．外界を通じた探索である.

4. プランと行為を同時に行なう．徐々にプランの一部を実行しながらプランを詳細化する手法.

[2]外界の状態の内部表現をモデルと呼ぶ.

4 まとめ

複雑な世界でうまく行動するためには，世界そのものをモデルとして使うことを考える必要があるという主張をした．そうすれば模型の世界で編み出した方法論を徐々に複雑な世界に広げることが可能となる.

参考文献

[Brooks 91] Rodney A. Brooks. Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, Vol. 47, pp.139–160, 1991. (柴田 正良 訳. 表象なしの知能, 現代思想, **18** (3), 85–105).

[Edwin 94] EdwinHutchins（高 橋 和 弘 訳）. Where is the intelligence in a system of socially distributed cognition? (社会分散認知システムにおいて知はどこに存在しているか？). 認知科学の発展, Vol. 7, pp.67–80, 1994.

[Kitano *et al.* 97] Hiroaki Kitano, Minoru Asada, Yasuo Kuniyoshi, Itsuki Noda, Eiichi Osawa, and Hitoshi Matsubara. Robocup — a challenge problem for AI —. *AI Magazine*, Vol. 18, No. 1, pp.73–85, spring 1997.

[Maturana and Varela 91] H. R. Maturana and F. J. Varela. 河本英夫訳，オートポイエーシス. 国文社, 1991.

[佐々木正人 94] 佐々木正人. アフォーダンス－新しい認知の理論. 岩波書店, 1994. 岩波科学ライブラリー 12.

[中島秀之 92] 中島秀之. 状況に依存した推論. 人工知能学会誌, Vol. 7, No. 3, pp.392–398, 1992.

[中島秀之 94] 中島秀之, 三宅なほみ (編). 認知科学の発展 vol. 7 (特集：分散認知). 日本認知科学会, 1994.