

# 1 研究内容・成果, 及び, 2005 年度研究活動報告

複雑な系を観測するときには, 系に対して部分的な情報しか得られない. 系の記述はその部分的な情報に基づいて行われる. 系の複雑性に目を向けるときには, そのために記述が系の何を表すものかについての考察が不可避である. それは, 少なくとも観測という行為そのものを, あるいはより広くは研究として記述されたものがさらなる研究を生み出していくような科学論的観点からの研究活動をも複雑系研究の対象となされるべきであることを意味する. 複雑な系を科学的に扱おうとする場合において, この点が複雑系が, 対象を観測行為から切り離れた上で, 仮説の成立いかんを問うだけでも十分な記述が得られたような単純な系とは本質的に異なる点であると考え. この差をいくらかでも形式的に扱おうとするための枠組みを得ることが研究の大きな目標である.

素朴には観測とは, 系の振舞いのある部分を同じとみなし, 別の部分の差違に注目することによって振舞いに区別を設けることである. このように考えたとき, さまざまな観測の過程の全体には, その区別の「粗さ」によって自然な半順序をなす. こうした構造の最も単純な例として, 予め有限個に区別された結果を与えるよう実験系の組まれた行動主義的な動物実験の結果が与えるものの数学的構造について議論してきた. こうした枠組をより広い範囲の系に拡張するにあたっては, 例えば測定値のもつ自然な位相構造のような制約が重要であり, 観測の区別の体系を特徴づけていると考えねばならない. よって, 観測により与えられる構造にもこうした位相との関係が組み込まれなければならないだろう. この考えから, 測定値が持つような位相と, 観測の近似の有向集合として与えられる観測の代数構造に与える位相との関係について考察してきた.

一方, 観測とその結果の集積, 結果を説明する理論の構築, 理論による予測と検証といった科学的活動そのものをそのうちに含むような社会的システムもまたひとつの複雑系である. 社会システム一般の活動そのものをここで扱うことは手に余るが, もしこれを含むさまざまな複雑系に横断的な共通の特性があるのだとするなら, 社会システムにおける科学活動における観測と理論化の役割に相応するものが, 観測の対象としての生物系や神経系にも存在しているかもしれない. 少なくとも, この観点を通じて対象を記述するという方法が, 複雑系の特性をふまえた新たな記述の観点を与える可能性のあるものとして興味もたれる.

例えば代謝系においては, R. Rosen や F. Varela など幾人かの研究者によって古くから注目され非形式的あるいは半形式的な枠組において記述されてきたように, 複雑な代謝過程により生成されるものがその代謝過程自体を維持することに向けられているという循環した構造がある. ここではデータとプロセスがあるコードを介して一致するコンピュータと類似の構造が系の自己維持における本質を担っている. コンピュータプログラムの意味を表現しようとする立場からは, プログラムの扱う領域の構造に対して, 計算のある種の近似により順序づけられた完備半順序集合を用いた形式化がなされているが, この構造と観測の粗さにより順序づけられた構造との関係は興味もたれる. こうした数学的構造を介して, 複雑な対象である系の類比を行うことにより, 観測過程の構造と複雑な対象の振舞い双方に対して新たな視点を提示することに関心がある.

複雑な対象自体による観測の枠組みのという視点は, 特に, 対象の振舞いを構成要素の単なる相互作用としてではなく, 要素による選択として記述するための足掛かりを与えるかもしれない. そして, こうした選択が, 脳のような対象によりなされる推論という記述, さらに知識や記憶といった機能的レベルの記述が意味することについてのより明確な議論に道を開くだろうと考える.

## 2 発表論文リスト (プレプリントを含む)

Ichiro Tsuda and M. Hatakeyama, Making sense of internal logic. In *The Sciences of Interface* (eds. H. H. Diebner, T. Druckrey and P. Weibel, Genista Verlag, Tübingen, 2001) pp. 131–135.

M. Hatakeyama and Ichiro Tsuda, Internal logic viewed from observation space: Theory and a case study, *Hokkaido University Preprint Series in Mathematics* 610 (2003).

## 3 主たる口頭発表のリスト

畠山元彦『観測空間からみた内部論理』学振未来開拓研究プロジェクト「情報表現の自己組織と学習ニューロチップ」蓼科研究討論会 (2000.8).

畠山元彦『推論について脳科学は何をいいうるか?』脳科学シンポジウム 2002 (北海道大学, 2002.2).

畠山元彦, 津田一郎『内部論理の数学的理論: 推論実験の定式化』日本物理学会第 57 回年次大会 (立命館大学, 2002.3).

畠山元彦『デーモン随感』VBL 懇談会 (北海道大学, 2003.6).