

平成22年3月31日現在

研究種目：学術創成研究費

研究期間：2007～2011

課題番号：19GS0208

研究課題名（和文）記号過程を内包した動的適応システムの設計論

研究課題名（英文）Design Theory for Dynamical Systems with Semiosis

研究代表者 榎木 哲夫 (SAWARAGI TETSUO)

京都大学大学院・工学研究科・教授

研究者番号：10187304

研究分野：システム工学

科研費の分科・細目：機械工学・知能機械学・機械システム

キーワード：ロボティクス, 人間機械システム, バイオメカニクス, 自律分散システム, 複雑系

1. 研究計画の概要

複雑なシステムの中におかれたヒトや生体は、自らを取り巻くところの環境や社会を能動的に意味づけ、価値づけ、自らの棲む世界として秩序化していくことができる。本研究課題では、このような自律的主体の「多様性の生成と選択」の機構を「記号過程」に求め、記号の生成・利用のダイナミズムの観点から、生体細胞から環境適応機械（ロボット）、社会組織に亘る様々なレベルにおける適応システムの同型性を見だし、個々のシステム要素が外部・内部の物理的環境との相互作用を介して機能が形成される一般的過程に迫る。これにより従来の「つくる設計論」に代わり、持続性社会実現に向けた「育てる設計論」の確立を目指す。

2. 研究の進捗状況

(1) 観察による動作認識の記号過程

本研究では、運動認識における記号現象の多層性をモデル化するために、観察される身体部位の光点時系列を、階層的な記号のネットワークとして記述した。さらにヒトの表出する身体動作における二重分節構造を明らかにし、動作認識の記号過程について、分節による同化作用と差異作用を機械的に実現するための手法を開発した。

(2) 環境適応ロボットの記号過程

本研究では、外部環境との相互作用を通して自己組織的に主体内部に機能を内部モデルとして生成し、予測し得ない外部変動に対して、内部に埋め込まれている運動パターンの中から適切な運動パターンを実時間で選択・実現する機能を持った運動制御系の設計原理を明らかにした。また作業系列の分節化によ

る記号過程を内包した折り紙ロボットを実機で実現するとともに、小型無人航空機による非線形性・非定常性をもつ環境のもとでのロバストな飛行を実現した。

(3) 適応環境の記号論

本研究では、設計の対象を個々の建築物から、街並みや景観に拡張し、マイクロ・マクロの記号過程の交錯する場の設計論を確立した。また、複雑な自動化機械を用いる作業環境について、作業者の記号過程の観点から明らかにし、ユーザ・インタフェースとして実現した。さらに、生産現場における改善活動を対象として、個人や共同体の中での解釈の変遷の過程と、組織におけるルールや分業との関係から、個人と組織が相互に関係しながら変化する過程の分析手法を開発した。

(4) 動的環境認知の記号過程

本研究では、言語・動作・生体細胞の組織化に通底する二重分節構造の有用性を構成論的に明らかにし、その数理モデルを構築することで、集団における記号系の創発と組織分化の構成論、非分節インタラクティブな相互作用を通じたロボットの模倣によるジェスチャ獲得に関する研究を遂行した。またニューロン間の同期発火と、神経ネットワークのマクロ・ダイナミクスの間の関係を理論モデルにより構築し、特徴の組み合わせによる意味の分散表現が自動的に生成できる学習モデルを提案した。

3. 現在までの達成度

〈区分〉①当初の計画以上に進展があった

（理由）参加者相互の理解が進み、またグル

ープの枠を超えた新規融合テーマの創出を
 みる事ができた。動的環境認知の記号過程
 グループにおける生体外環境設計に関する
 テーマは、適応環境グループの住民参加型デ
 ザインの活動に関する研究との融合により、
 コミュニティ・ガバナンスとエンパワメント
 に関する「場」のデザイン論に関する研究テ
 マが創成され、「育てる設計論」の実践研
 究が進められている。また観察による動作認
 識の記号過程に関する研究は、環境適応ロボ
 ットのグループにおける環境適応動作の生
 成機能・ヒトの歩行運動解析に関する研究と
 の融合により、ロボットが観察者になる場合
 の「記号の解釈」の能力の具備による伝達の
 機能と、ロボットが行為主体となる場合の環
 境に対する意味作用の機能とを統一的に結
 びつけることで、新しい発達ロボット研究の
 道を切り拓く事ができた。また動作認識に
 関する研究では、行為者・観察者双方の記号
 過程が交錯する場の行為生成について展開
 し、見做いロボットやパントマイムロボットの
 ような、人から見做い、人に伝えるための
 新たな社会ロボットの実現に向けた研究を
 開始した。以上は、自己自身の状態に依存し
 た外部の表象をもつことのできる機械シス
 テムの設計の実現に繋がる成果であり、評価
 できる。

4. 今後の研究の推進方策

「育てる設計論」を具現化するものとして、
 ロボットに代表される人工物の対象では、主
 体性が埋め込まれ、常に遭遇する変動に対し
 て、適応的に自己内部での自己組織化（自律
 性）とヒトとの関係（社会性）の様態を変え
 ていける能力を有する機械システムを実現
 する。一方、個体としての主体が集団として
 の社会に媒介された適応性を獲得していく
 問題対象として、コミュニティ・ガバナンス
 とエンパワメントとの関係を実証的かつ構
 成論的に明らかにする。いずれも設計因子と
 して、内発的動機付けとゆらぎとしての自発
 的の発生源、二者間対話の過程の収束メカニ
 ズムの解明が鍵となる。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 106 件）

- 1) 守山基樹, 門内輝行, 京都の街並み景観の
 記号化と記号のネットワークの記述: 街並
 み景観における関係性のデザインの分析
 その 1, 日本建築学会計画系論文集,
 75(652), 1507-1516, 2010
- 2) S. Aoi, N. Ogiwara, T. Funato, Y.
 Sugimoto, and K. Tsuchiya, Evaluating
 functional roles of phase resetting in
 generation of adaptive human bipedal
 walking with a physiologically based
 model of the spinal pattern generator,
 Biological Cybernetics, 102, 373-387,

2010

- 3) 中西弘明, 金田さやか, 榎木哲夫, 堀口由
 貴男, 自律型無人ヘリコプタの環境適応
 方位制御, 計測自動制御学会論文集,
 46(1), 8-15, 2010
- 4) Takaaki Aoki and Toshio Aoyagi,
 Co-evolution of phases and connection
 strengths in a network of phase
 oscillators, Physical Review Letters,
 102(3), 034101, 2009
- 5) Tadahiro Taniguchi and Tetsuo
 Sawaragi, Incremental acquisition of
 behaviors and signs based on a
 reinforcement learning schemata model
 and a spike timing-dependent plasticity
 network, Advanced Robotics, 21(10),
 1177-1199, 2007

〔学会発表〕（計 335 件）

〔図書〕（計 6 件）

〔産業財産権〕出願状況（計 2 件）

名称: 細胞・組織供給用支持体, 細胞・組織
 供給体及びその製造方法, 組織再生方
 法並びに多孔質体の製造方法

発明者: 玉田靖, 小島桂, 富田直秀, 平方栄一

権利者: 独立行政法人農業生物資源研究所

国立大学法人、京都大学

種類: 特願

番号: 2009-192600

出願年月日: 2009年8月21日

国内外の別: 国内

名称: 応答戦略獲得装置、リアクション選択装置、
 コンピュータプログラム、及びロボット

発明者: 谷口忠大, 岩橋直人, 中西弘門

権利者: 立命館大学 NICT

種類: 特願

番号: 2009-181828

出願年月日: 2009年8月4日

国内外の別: 国内

〔その他〕

《報道関連情報》

- 1) 日本経済新聞, 2007年11月30日, 「器
 用に紙折るロボット」
- 2) マイコミジャーナル, 2009年7月15
 日, 「三菱と京大、セル生産方式に対応す
 るロボットの知能技術を開発」
- 3) 日刊工業新聞, 2009年9月28日 「ロ
 ボット“共存”社会へ 夢と現実 「産
 業用」メーカー間で温度差」
- 4) 修徳まち通信, 2010年2月25日
- 5) 京都新聞, 2010年3月1日, 「住民が
 景観デザイン」ほか

《ホームページ》

<http://www.syn.me.kyoto-u.ac.jp/semiosis/index.html>