# 化学反応系とのアナロジーにもとづく 開放的で複雑な計算のためのモデル *CCM* — その連動式ニューラルネットとの関係について —

# *CCM:* A Model Based on Analogies to Chemical Reaction System for Open and Complex Computation — Its Relation to the Neural Networks with Linked State Transition —

金田　泰
Yasusi Kanada
新情報処理開発機構 (RWCP) つくば研究センタ
Tsukuba Research Center, Real World Computing Partnership
kanada@trc.rwcp.or.jp

**Abstract:** The basics of CCM (chemical casting model), which is a computation model for emergent computation, is explained, and an extension of CCM, i.e., dynamical composition of rules, is described. The relation between the extended CCM and neural networks, especially the neural networks with linked state transition, is mentioned, and the importance of designing good concrete dynamics is also mentioned.

## 1. はじめに

われわれは，刻々と変化する環境に対してひらかれた複雑な実世界のための計算システムの開発法をめざして研究している．ひらかれた複雑なシステムをつくるためには従来のシステム開発法は不十分であり，創発的計算 (emergent computation) [For 91] あるいは自己組織的計算というかんがえかたが重要になるとかんがえている [Kan 94a] ．そこで ,局所的・部分的な情報による創発的計算をめざして ,金田 [Kan 92, Kan 94a] は化学的キャスティング・モデル (Chemical Casting Model, CCM) という計算モデルを提案した．CCM は，化学反応系とのアナロジーをつかったプロダクション・システムにもとづいている．CCM の特徴は，適用対象データに関する局所的な評価関数によってプロダクション規則の適用が制御されること，非決定的あるいは確率的に動作すること，手続き的な解法よりはるかに単純なプログラムで問題がとけることなどである．

これまでは，とじた問題を中心に CCM を適用してきた．すなわち，*N* クウィーン問題 [Kan 93b, Kan 94a] ，静的および動的な彩色問題 [Kan 93c, Kan 94c] ，0–1 整数計画問題 [Kan 94b] ，巡回セールスマン問題 [Kan 93a] などへの CCM の適用をこころみてきた．この報告では CCM の基本とそのひとつの拡張である規則の動的合成法について説明し，そのニューラルネットとくに連動式ニューラルネット [Nak 94, Ota 94] との関係についてのべるとともに，CCM やニューラルネットにおける具体的なダイナミクスの設計の重要性についてのべる．

**Keywords:** emergent computation, production system, evaluation function, integer programming problem, combinatorial optimization, interlocked neural network.

## 2. 計算モデル CCM

CCM はエキスパート・システムの開発にもつかわれている前向き推論のプロダクション・システムにもとづくモデルである．プロダクション・システムは if-then 型の規則の集合 (長期記憶) を作業記憶 (短期記憶) にふくまれるデータに適用することによって動作する．古典的なプロダクション・システムは決定論的に動作し，規則の条件部がみたされればそれだけで動作する．しかし CCM においては動作は確率的であり，局所的な情報 (少数のデータ) だけで計算される評価関数 (局所秩序度) によってマクロな動作がきまる．