プロダクション規則と局所評価関数による最適化の方法とその計算過程におけるマクロなふるまい*

金田　泰**
新情報処理開発機構

著者は自己組織的計算のための「化学的キャスティング・モデル (CCM)」とそれにもとづく計算言語 SOOC を提案している．このモデルは仕様も明確にかきくだせない開放系の問題への適用を本来の目的として開発した．しかしこれを仕様が明確な最適化問題に適用しても，巡回セールスマン問題などの単純な最適化問題のばあい，唯一のプロダクション規則と唯一の評価関数 (局所秩序度という) をあたえるだけで，局所的な情報の参照だけにもとづいて問題がとけるという利点がある．この報告では CCM にもとづく最適化の例として巡回セールスマン問題をとりあげ，解法と実験結果とをしめす．また，この方法による計算過程におけるマクロなふるまいを理解するため，マルコフ連鎖にもとづくモデルにあてはめた結果をしめす．

1. はじめに

金田 [Kan 92a, Kan 92b] は開放系 (環境に対してひらかれたシステム) における仕様も明確でない現実世界の問題をとくための自己組織的計算をめざして，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ている[注1]．CCM はプロダクション・システムにもとづくモデルだが，従来のそれとはちがって局所秩序度という一種の評価関数と非決定性 (確率的制御) をとりいれている．局所的情報だけにもとづいて動作するプロダクション規則と局所秩序度からなる単純かつ汎用的な “プログラム” により，自己組織的にすなわちミクロ・レベルとマクロ・レベルとのあいだの相互作用によって [Pri 77, Hak 78]，“大域的な秩序” をつくりだすことをめざしている．またこのモデルによって，遺伝的アルゴリズムなどと同様に記号的計算とパタン的計算との中間領域の開拓をめざしている．

CCM はミクロ・レベルで計算を駆動するためのミクロ・モデルだが，そこに (数学的な意味での) 位相あるいは距離を導入してマクロ・モデルとくに確率過程論にもとづくモデルを構築し，システムのふるまいをマクロ・レベルでみることを可能にすることを意図している．マクロ・モデルの導入で意図していることはいくつかあるが [Kan 93]，ここでは計算の自動制御の問題についてだけのべておく．現在の計算システムは，わずかなバグや外部からのノイズ (不正な入力など) といった撹乱によって不正な結果がえられたり，システム・ダウンをおこしたりというように，重大な影響をうける．自然のシステムや自動制御システムでは通常このようなことはおこらない．それは，これらのシステムにおいてはマクロな量にもとづいてフィードバック制御がおこなわれているからである．これらのシステムが安定点の近傍で動作しているときには，マクロな量が撹乱によっておおきな影響をうけることはない．このようなすぐれた特性を計算システムにももたせる方向に研究をすすめることは重要だとかんがえられる．

CCM は上記のように開放系における自己組織的計算をめざして開発されたモデルだが，現在のところは古典的な制約充足問題や最適化問題への適用をこころみている段階である．制約充足問題に関しては，すでに N クウィーン問題とグラフ彩色問題について報告した [Kan 92a, Kan 92b]．

この報告では CCM の最適化への適用についてのべる．最適化においても，アルゴリズムを記述せず，できるだけ単純かつ汎用的な “プログラム” によってロバストな最適化をおこなうことをめざしている．この点では，この研究はニューラル・ネットや遺伝的アルゴリズムによる最適化と同様の方向をめざしている．第 2 章では準備のため，かんたんに CCM について説明する．第 3 章では，CCM にもとづく最適化の例として巡回セールスマン問題をとりあげる．第 4 章ではその実験結果についてのべるとともに，それをマルコフ連鎖モデル [Kan 92b] にあてはめて，その計算過程におけるマクロなふるまいをし

* この研究の一部は著者が日立製作所中央研究所においておこなったものである．

** E-mail: kanada@trc.rwcp.or.jp

注1 このモデルは金田 [Kan 92a] においては「化学的プログラミング・モデル」とよばれていた．