

## 記号粒子蓄積型ニューロンモデルによる教育への応用の可能性 The Possibility of the Application to the Education on the Symbolized Particles Store Type Neuron Model

宮本 和典†  
Kazunori MIYAMOTO

### 1. まえがき

さまざまな方面で工学的ニューラルネットワークが利用されるようになり、また、脳神経科学において多くの発見がなされている。一方、従来のニューラルネットワークモデルでは、情報の伝達機構はニューロンどうしの結合を積み付け加算として簡略化されてきた。そこで、構造が解明されつつあるニューロンのシナプス部、とりわけ、そのシナプス部では化学伝達物質によって情報の伝達が行われていることに着目し、従来のニューラルネットワークから飛躍した新たな神経回路モデルとして記号粒子蓄積型ニューロンモデルを提案してきている[1]。本研究では、記号粒子蓄積型ニューロンモデルの教育への応用の可能性について述べる。

### 2. 記号粒子蓄積型ニューロンモデル

ニューロンのシナプス部では、シナプス前ニューロンが発火しパルスが軸索末端に到達すると、シナプス小胞に含有されている“伝達物質”と呼ばれる化学物質が、シナプス間隙に向けて放出される。伝達物質はシナプス後ニューロンのレセプタに受け取られ細胞膜電位を強化（もしくは低下）させ、その電位が閾値に到達するとその細胞はスパイクを発生し軸索に沿ってほかのニューロンに信号を伝える。

化学物質を介して情報を伝達するシナプス部では、情報は電気信号からいったん伝達物質である化学物質に変換される。このことで情報の質と量的な加工が可能であると考えられる。

実際のニューロンでは、各ニューロンがネットワークを構成し情報の伝達を行っている。これらのネットワークのシナプスから放出される化学伝達物質は化学伝達物質放出環境を形成している。そこで、1つのニューロンのみでなく複数のニューロンからなるニューロン群を1つの処理ユニットととらえ、図1に示す記号粒子蓄積場を動的データベースとして取りこんだ“記号粒子蓄積型ニューロンモ

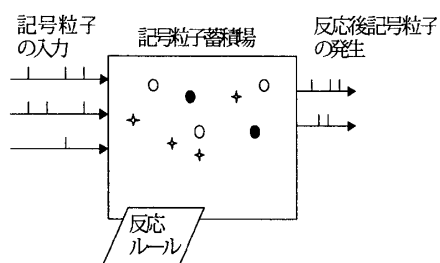


図1：記号粒子蓄積型ニューロンモデル

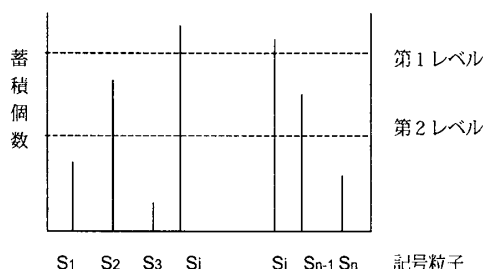


図2：記号粒子の動的ヒストグラム

デルと記号粒子反応モデル”を提案してきている。

記号粒子蓄積型ニューロンモデルでは、複数の記号粒子が記号粒子蓄積場に入力供給され、蓄積された記号粒子は反応ルールに基づき反応し、反応後記号粒子が生成される。この反応ルールをどのように設定するかにより蓄積されている記号粒子の反応をコントロールすることが可能である。

図2に示すように記号粒子が蓄積しているとすると、第2レベルを超えたものより、さらに第1レベルを超えたものの方が、よりその入力情報の特徴を取り込んだものになっているといえる。

生成された反応後記号粒子を次の処理ユニットに記号粒子として供給することによってネットワークモデルを形成することが出来る(図3)。ネットワークを構成するそれぞれの処理ユニットは、それぞれの反応ルールを設定することができる。入力情報に対してそれぞれの処理ユニットではそれぞれの処理ユニットに応じた反応ルールに基づいて処理され、記号粒子蓄積場には処理ユニットに応じた記号粒子と記号粒子の蓄積パターンを形成することになる。

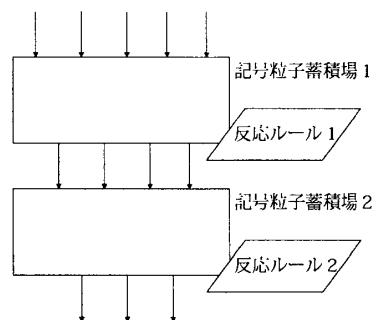


図3：記号粒子蓄積型ニューロンモデルのネットワークモデル

### 3. 実験・結果

記号粒子蓄積型ニューロンモデルによる入力情報の特徴抽出について調べるため、入力情報として初級システムアドミニストレータ試験問題を用いた。

記号粒子蓄積型ニューロンモデルでのネットワークモデルとして、図3に示すネットワークモデルの最初の入力として初級システムアドミニストレータ試験問題を与え、最後の反応後記号粒子として初級システムアドミニストレータ試験の出題を20種類のカテゴリに分類し、それぞれに対応した反応後記号粒子が生成されるものとした。

反応ルールは、初級システムアドミニストレータ試験の試験問題カテゴリを設定し、そのカテゴリに関連する専門用語を登録する形で反応ルール1を設計した。次に反応ルール1で設定したカテゴリを整理し、20種類の試験問題カテゴリにまとめる形で反応ルール2とした。

このネットワークモデルで最終的に生成された反応後記号粒子の生成状態により、どの程度、初級システムアドミニストレータ試験問題の特徴をとらえているかを調べた。

#### 3.1 問題の特徴

初級システムアドミニストレータ試験にはさまざまな問題が含まれるが、その中から1問を選び出しその問題に対して反応後記号粒子がどのように生成されるかを調べた。選び出した問題が「チャート図」に関する問題のとき、反応後記号粒子の状態を図4に示す。「チャート図」に関する問題は「ビジュアル表現の仕方」に関する知識のみでなく、「考えを整理するための方法・知識」としても必要であることがわかる。

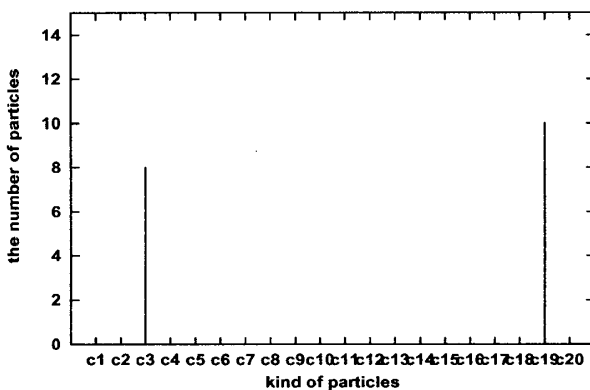


図4：「チャート図」に関する問題での  
反応後記号粒子の状態

ここで、c3は「考えを整理するための方法・知識」、c19は「ビジュアル表現の仕方」を表す記号粒子である。

#### 3.2 問題の関連性

平成15年度秋期の初級システムアドミニストレータ試験午前の問題1から問題80を用いて、それぞれの問題の関連性について調べた。

ここで、関連性は、次式に示す距離を定義しておき、距離が短いほど関連性が高いとする。

$$\sum_{i=1}^n (N(S_i) - N(S'_i))^2$$

$n$ は記号粒子の種類数、 $N(S_i)$ 、 $N(S'_i)$ は記号粒子 $S_i$ 、 $S'_i$ の生成個数。

ネットワークに関する問題50と関連性の高い問題は表1のようになった。

表1：問題の関連性

順位	問題番号
1	49
2	71
3	39

問題番号49、71、39は「ネットワーク」に関する問題であった。

### 4. むすび

シナプス部における情報伝達物質での情報伝達機構に着目した記号粒子蓄積型ニューロンモデルを提案し、そのモデルでの情報伝達モデルを提案してきている。記号粒子蓄積型ニューロンモデルの処理ユニットの記号粒子蓄積場にどのように記号粒子が蓄積されているかが、情報のコード化であると考えられる。反応ルールに従って反応し、反応後記号粒子が次の処理ユニットに伝達されることでネットワークを構成することが出来る。本研究では、記号粒子蓄積型ニューロンモデルの反応ルールを初級システムアドミニストレータ試験に合わせた形で設定し、試験問題の特徴をどの程度とらえるかを調べた。

反応ルールの設定は、カテゴリを自由に設定し、関連した専門用語を登録することで設計できる。

結果から一つの問題も、いくつかのカテゴリに関連していることがわかり、関連性を見出すことで関連した知識を習得することが可能となる。

また、学習者の問題の解答傾向を発見することができ、解答傾向から関連した知識を提示できる可能性がある。

今後、さらに多くの対象の特徴をどの程度とらえることが出来るかを検証していき、さまざまな分野に対して反応ルールを準備することで、さまざまな分野の面からとらえた情報のコード化が可能であることを検討していきたい。

### 参考文献

- [1] K.Miyamoto: Symbolized Particles Store Type Neuron Model, Proceedings of the 5th International Conference on Soft Computing and Information / Intelligent Systems, pp.648-651 (1998)