

絶対評価の方法に関する一考察

—— 生活科の評価をめぐる ——

宮武 直樹 ・ 長谷川 洋介

平成4年度から導入される「生活科」の評価に関して文部省は、他の教科とは異なる評価を行なうとの立場を打ち出している。その方法については学習の結果そのものよりも、児童が示す努力や積極性を重視するという基本的な考え方に基づいて、多様で柔軟な評価方法を工夫するよう求めている。本報告は、この問題解決のための一試行として、自然言語で表現されるおおまかな因果関係をつかんでいれば良いファジイ理論を適用した評価モデルについて検討を加えたものである。

<キーワード> 絶対評価 相対評価 生活科 ファジイ理論 ファジイ推論

1. はじめに

ファジイ積分を用いた評価に関して、「就職担当者が学生の志望企業に対して推薦をするか、しないかの意志決定をするための支援システム」や「アンケート調査を基に学生が抱えている大学の評価問題などを支援するシステム」についての報告がある。⁽¹⁾

本件に関してもこのファジイ積分を用いた評価システムが格好の対象と思われるが、本報告ではファジイ推論⁽²⁾を用いてこの評価問題に取り組むことにした。

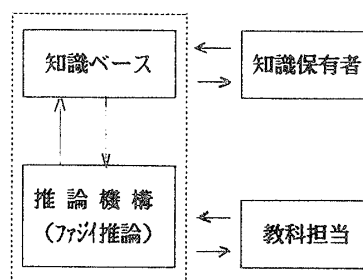
ファジイ推論では、教師が指導上、恒常的に児童からうける主観的な情報を自然言語という形で得られれば理論的に扱えるという点がある。

本システムでは、評価に関して階層構造がなされており、そのうえで知識ベースを基に新たな結論を導き出すためのルールが構築されている。

そのため、「A君は、兎や鶏の世話では、人がいやがる仕事をいいかげんにしないで、根気よく最後までやりぬいたので、この点についてかなり高く評価してあげたい。」というような文章化された情報を一定のルールに従って入力することにより評価が可能であり、従来の知識、理解中心の評価に代わって、児童が示す努力や積極性を加味した柔軟な評価が期待できるものである。

2. ファジイ推論を用いた評価システム

本システムの構造を第1図に示す。以下に、この構築手順について述べることにする。



第1図 ファジイ推論を用いた評価システム

2. 1 知識ベースについて

新学習指導要領⁽³⁾の生活科の目標は、

- (1) 身近な社会や自然とのかかわりに関心をもつこと、
- (2) 自分自身や自分の生活について考えること、
- (3) 生活上必要な習慣や技能を身につけること、などに大要される。

この目標を学習指導面から具体化すると、

- ① 身近な社会や自然の観察
- ② 動植物を育てる
- ③ 遊びや生活に使うものを作る

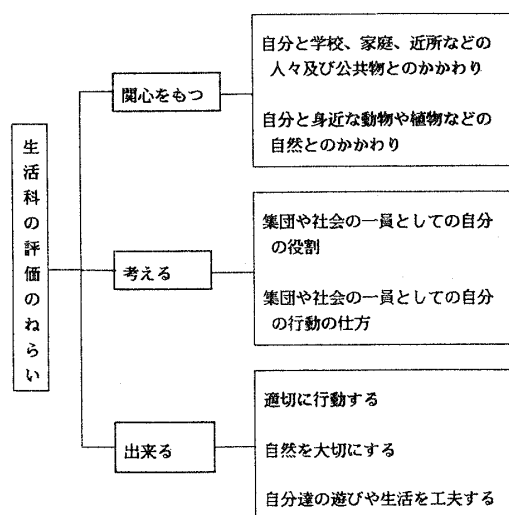
など児童に活動、体験を通して、その楽しさを体全体で会得させることや、この過程で関心をもったこと、考えたこと、行動した

*1 MIYATAKE, Naoki *2 HASEGAWA, Yosuke: 法政大学工学部 (〒184 東京都小金井市梶野町3-7-2)

ことを言葉、絵、動作や劇化などを通して表現できるような指導が求められている。また、評価に関しては、この指導の過程で児童の行動や態度に注目すると共に、内面で生じた変容にも留意することも求められている。

本システムは、第2図に示すように「関心をもつ」、「考える」、「出来る」の項目に下に下位知識レベルを設けて、知識の獲得や整理を行なうための、階層構造を成している。

システムを構築するは、「生活科の評価をどのように考えたらよいか。」というシナリオを作成する必要がある。即ち、システムの目標、対象、範囲、問題点、機能、条件、などの文章化である。



第2図 評価の階層構造

2.2 推論機構について

本システムの推論機構は、新たな結論を導き出すための規則としての知識である「ルール」、このいくつかのルールから演繹的にある1つの別のファジイ命題を導く「ファジイ推論」と、結論として評価値を算出する「脱ファジイ化」から構成されている。

2.2.1 ルール

ルールは、新たな結論を導き出すための規則としての知識を「IF～THEN～(もし～ならば～)」の形で表現する。「もし～ならば」の部分「前件部」、「ならば」以降を「後件部」と呼んでいる。本システムでは、以下の5種類の形式で表現するようになって

IF動物の飼育は熱心THEN評価を高くせよ
IF動物の飼育は普通THEN評価はそのまま
IF動物の飼育が冷淡THEN評価を低くせよ

また、結論文は、下記の形式で表示される。

結論 動物の飼育：評価 +0.75<0.5>

これは、「A君が兎や鶏の飼育に熱心で、生き物への思いやりも強いので、評価を高くしなさい。」というファジイ表現に対する確定した値(操作量)を表したもので、普通の児童(5段階で3)より評価点を0.75点高くしなさいという意味で、その確信度が<0.5>であるということを表示している。

2.2.2 ファジイ推論

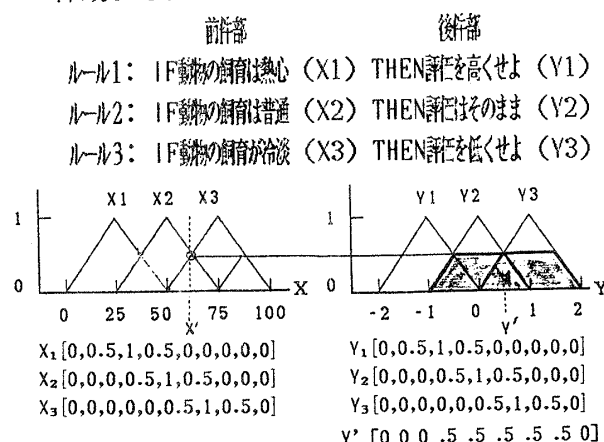
本システムの推論機構は、ファジイ推論の合成規則とファジイ関係を採用している。

これは、規則：「If x is A then y is B」に対して、事実：x is A'が与えられたとき、 $B' = A' \circ R$

によって 結論：y is B'を推論するものである。ここで、Rはファジイ関係を示す。

次に、具体的に前述の最も簡単なルールを例にとってファジイ関係を作成し、そのファジイ関係式を解いて、出力を求めている。

まず、第3図に示した、それぞれの三つのルールから三つのファジイ関係 R_1, R_2, R_3 を作成する。



第3図 ファジイ推論（頭切り法）

一般に、 R を構成するには、入力全体の集合を X 、出力の全体集合を Y とすると、

$$\mu_R(x, y) = \mu_X(x) \wedge \mu_Y(y)$$

ただし、 $\forall y \in Y, \forall x \in X$ $\mu_R(x, y)$: R のメンバーシップ関数、 $\mu_X(x)$: X のメンバーシップ関数、 $\mu_Y(y)$: Y のメンバーシップ関数

の関係が成立する。従って、ファジイ集合 X とファジイ集合 Y の間の関係 R は、直積 $X \times Y$ 上のファジイ集合になる。

ルール 1 では $X_1 \rightarrow Y_1$ となるから、上式を用いて R_1 を構成すると、

$$X_1 = 0, 0.5, 1, 0.5, 0, 0, 0, 0, 0$$

$$Y_1 = 0 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

以下、同様に R_2, R_3 を求めると、

$$X_2 = 0, 0.5, 1, 0.5, 0, 0, 0, 0, 0$$

$$Y_2 = 0 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$X_3 = 0, 0, 0, 0, 0, 0.5, 1, 0.5, 0$$

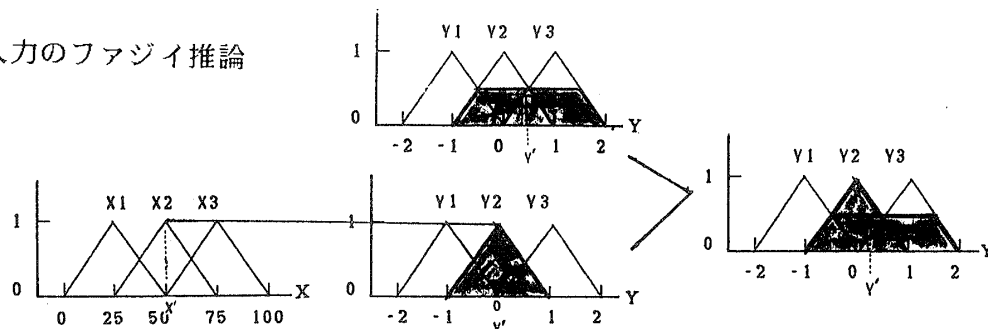
$$Y_3 = 0 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

次に、この三つのファジイ関係から最終的なファジイ関係を、下式より求める。

$$R = \bigvee_{i=1}^3 R_i$$

$$R = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

第4図 二入力ファジイ推論



以上で、ファジイ関係方程式

$$Y = X \circ R \quad \text{ただし、} \circ \text{ MAX-MIN 演算}$$

が作成できたことになる。従って、この式をもちいて、ある入力 X' が入ったとき、その入力 X' に対する出力 Y' を計算してみることにする。

一般に、この関係は下の式で表されるから、 $X \circ R \Rightarrow \mu_{X \circ R}(y) = \bigvee_x \{ \mu_X(x) \wedge \mu_R(x, y) \}$ 例えば、入力 X' として、

$$X' [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$$

$$X' [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0] \circ \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0 \end{vmatrix}$$

よって、入力 X' に対する出力 Y' は、

$$Y' [0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.5 \ 0]$$

となり、第3図に示した図的な表現から求めた解とも良く一致している。

2.2.3 評価

ファジイ推論では、結果として数値を出力するが、推論の途中では複数の異なる値の結論が出てくる。本システムでは、最下位の知識レベル段階では、これらの複数のメンバーシップ関数の図形を重ね合わせて、図形が形づくる面積の重心を軸上に求めて、新たな推論の確定値とその度合い(メンバーシップ関数)を確信度として表示させている。

「関心をもつ、考える、出来る」の各評価点 I, T, D とその重み I_w, T_w, D_w を用いて、次のような重み付き平均値を算出して、これを評価としたものである。

$$A_h = \frac{I \times I_w + T \times T_w + D \times D_w}{I_w + T_w + D_w}$$

3. 結果と考察

生活科の内容は、児童達の具体的な活動そのものと考えられる。従って、その評価は知識、理解中心的な方法はできるだけ退け、児童が示す意欲や態度を重視する必要がある。

本システムは、教師が指導計画の立案・作成の段階でイメージした平均的な基準を基に、「思いやりがある、熱心である、高い、かなり、やや、ほぼ、だいたい」といった言語表現でチェックが出来るようになっている。また、この基準は授業実践の過程でも補足、充実が可能である。

メンバーシップ関数を決定するためのこれらの「表現」と「数値」の対応は、次のようになっている。

熱心	75
普通	50
冷淡	25
やや	±5
かなり	±10

「飼育は熱心」は75、「飼育はやや40」はその±5程度の幅を持っていることを示している。このような2種類の入力方法を使ったのは、教師の判断や診断の振れ、ばらつきをできるだけ少なくするためである。

出力結果については、紙面の都合上前述の1例について検討する。

「関心をもつ」という項目について、「兎や鶏の飼育に熱心で、生き物への思いやりも強いので、評価を高くしてあげたい。」と言うことなので、ルール4を適用する。

「IF飼育はやや62 THEN 評価を少し高めよ」
本システムは、前述のファジイ関係式を解いて、次の結果を表示する。

結論 動物の飼育：評価 +0.50<0.5>

また、同じ項目の「公園や乗り物などの公共物に関心を持ち、大切に利用できる。」については、ルール2を適用する。

「IF公共物は普通 THEN 評価はそのままに」

結論 公共物：評価 +0.00<1.0>

次に、これらの2つのメンバーシップ関数の図形は第4図に表示したように、OR演算がなされ、更に重心法によって新たな確定値(項目「関心をもつ」の評価)とその度合いが表示される。

結論 関心をもつ：評価 +0.25(0.8)

ファジイ推論は、工学ではもっぱら制御の分野で利用されている。このことから分かるように、その結果は操作量で算出されるのであって、5、10段階評価に直したいときは、想定した点に、この確定値を加算すれば良いことになる。

4. おわりに

以上、簡単なファジイ推論を用いた評価モデルを構築して検討を加えた結果、かなり人間の思考、判断に近い評価を導き出すことができた。また、評価については形成的評価を求めることができる。

知識ベースについては、キーワードを作って誰にでも中身が分かるようにし、そのうえで、因果関係を表すルール収集や作成を続ける必要があることが分かった。

ご意見やご指導の程お願いいたします。

<参考文献>

- (1)宮武、長谷川：日本教育情報研究Vol.4-3, Vol.5-4
- (2)寺野：システム工学、共立出版
- (3)奥田他：小学校学習指導要領の解説と展開 読売新聞(朝)2.2.7