計量的ファジィ意味論

——語の曖昧性の表現について

藪内 稔

1. 序

「科学者は詩人に劣らず状況に適合した言葉に深い感銘を覚えるものである」とは，Zadeh (1965) 以後の 'fuzziness' の概念の流行を指しての，ルーマニアの科学者 C.V. Negoiţă〔Negoiţă & Ralescu, 1975〕の言である。

ここわずか十年余の間の，ファジィ集合論にかかわる一般的哲学的論考，数学的形式化からシステム分析，言語学，心理学，経済学の領域に及ぶおびただしい文献の湧出をみる(注1)とき，そこに「曖昧性」(fuzziness) についての何らかの共通の科学的関心の高まりを認めない訳にはいかない。

Gottinger (1973) は，科学の展開において，純粋に決定論的な水準，次いで確率論的論究の水準への移行，そして，まだ手探りの段階ではあるが，ごく最近になって第三の水準への移行がみられると指摘している。彼によれば，この水準においてはじめて「曖昧性」の問題が科学の舞台に登場したのである。

曖昧性は蓋然性 (randomness) とは区別される〔例えば Kaufmann, 1975〕。蓋然性は非ファジイ類(クラス)における特定事象の生起あるいは不生起についての確率に関する不確実さ (uncertainty) を含意する。それに対して，曖昧性は対象それ自体が本質的に不明確であるか正確な記述を欠くことから生じる不定性 (indefiniteness) を意味する。

ところで，このような曖昧性は言語を含む象徴機能に固有の特徴である〔Russell, 1923〕。表現された対象の集合に対する表現系の関係は一義的でなく多義的であり，表現系はその境界が明確に規定されていない（ill-defined）ため，つねに何がしかの不適合性をはらんでいるのである〔Peirce, 1902 ; Black, 1937〕。語の意味は正確であって，それは明確に規定された（well-defined）境界をもつと仮定することの不都合は，すでに古代ギリシャにおいて，Eubulides によるとされている sorites（穀粒の山），あるいは falakros（禿頭）のパラドックスの形をとって明確に示されている(注2)。

曖昧性，不明瞭性（vagueness）は必ずしも言語の不幸な特徴ではない〔オルストン，1964 ; Goguen, 1975 ; ホスパーズ，1967〕。むしろこの曖昧さの故に，一対一義的な「固定形式からの遊離を可能にし，抽象化された個別的状況へのかかわりを可能ならしめる」〔園原，1966〕ために，自然言語は機械語のような人工言語に比ぶべくもなくその構造においてはるかに豊かなのである。人工言語はその正確さの故にその構造は貧しい。

通常の意味における集合は，その集合における各々の対象の所属関係が明確に規定されている。したがって，その意味における集合は，直観的には，区画のはっきりしたものの集まりと解してよい〔例えば赤，1976 参照〕。それに対してファジィ集合は，直観的には，区画のはっきりしない，不明瞭な境界線をもったものの集まりと解されよう。すなわち，ファジィ集合論は，定量的かつ定性的方法において，曖昧性の体系的論述に対する概念的枠組を構成することを可能とするものである。

本稿では，Zadeh（1971a, 1972, 1973）やLakoff（1973）等が展開したファジィ集合論的アプローチによる自然言語における語および文の表現についての形式化（formalization）への取り組みを，若干の考察を織込みながら述べることにする。

注

（1） Zadeh, Fu, Tanaka & Shimura, eds., (1975) の末尾の BIBLIOGRAPHY に

よると，ファジィ集合とその応用に関する論文は1965—1975年の間に，その数，実に238編に及んでいる。

（2） sorites のパラドックスを Zeno に帰する著書もある。例えば Burnet (1930), 山本光雄 (1958)。後者によるとその出典は Simplicius（5世紀—6世紀）の「アリストテレスの自然学注釈」である。

2. ファジィ集合

2.1. ファジィ集合とファジィ関係

discourse の普遍集合 (universe) U のファジィ部分集合 A はメンバーシップ関数(注1) $\mu_A: U \to [0,1]$ によって特徴づけられる。メンバーシップ関数は U の各元 y に閉区間 $[0,1]$ における数値 $\mu_A(y)$ を対応させる関数であって，この値は A における y のメンバーシップの度合い（メンバーシップ度；grade of membership）を示している(注2)。

A の support（これを support (A) で示す）とは次式で定義される U の部分集合である。

$$\text{support}(A)=\{y \mid y\in U,\ \mu_A(y)>0\} \tag{1}$$

A におけるメンバーシップ度が0.5であるような U の元を A における交差点 (crossover point) という。

ファジィ部分集合 A の support の定義により，A はセパレータ記号／を用いて次のように表わすことができる。

$$A=\{\mu_A(y)/y \mid y\in \text{support}(A)\} \tag{2}$$

すなわち，メンバーシップ度が0以上であるような点だけが A において記載されることになる。これはまた，積分形式をとって次式のように表現される。

$$A=\int_U \mu_A(y)/y \tag{3}$$

ここに $\int_U$ は discourse の普遍集合に対してファジィ・シングルトン (fuzzy singleton) $\mu_A(y)/y$ の合併 (union) を表わしている。これは A のその構成

成分であるファジィ・シングルトンへの分解 (decomposition) としてみなすことができよう。特に A が有限の support$\{y_1,\cdots,y_n\}$ であるとき，式(3)は

$$A=\Sigma_U\ \mu_A(y)/y \tag{4}$$

と表わすことができる。

集合 X と Y との間のファジィ関係 (fuzzy relation) R は，X と Y との直積 (Cartesian product) $X\times Y$ のファジィ部分集合である。直積または直積集合 $X\times Y$ は順序対 (ordered pair) (x, y)，$x\in X$，$y\in Y$の集合である。R は二項メンバーシップ関数 $\mu_R(x, y)$ によって特徴づけられる。すなわち，

$$R=\{\mu_R(x,y)/(x,y)\,|\,x\in X, y\in Y\} \tag{5}$$

あるいは，R をその構成成分の合併とみなして積分記号を用いることによって，

$$R=\int_{X\times Y}\mu_R(x,y)/(x,y) \tag{6}$$

一般に，$X_1\times X_2\times\cdots\times X_n$ のファジィ部分集合である n- 項ファジィ関係 R は次式において定義される。

$$R=\{\mu_R(x_1,\cdots,x_n)/(x_1,\cdots,x_n)\,|\,x_i\in X_i, i=1,\cdots,n\} \tag{7}$$

あるいは積分形式として

$$R=\int_{X_1\times\cdots\times X_n}\mu_R(x_1,\cdots,x_n)/(x_1,\cdots,x_n) \tag{8}$$

R が X から Y への関係であり，S が Y から Z への関係であるとき，関係 R と S の合成 (composition) は $R\circ S$ で示され，次式で定義される。

$$R\circ S=\{\mu(x,z)/(x,z)\,|\,\mu(x,z)=\vee_y(\mu_R(x,y)\wedge\mu_S(y,z)), x\in X, z\in Z\} \tag{9}$$

あるいは積分形式として

$$R\circ S=\int_{X\times Z}\vee_y(\mu_R(x,y)\wedge\mu_S(y,z))/(x,z) \tag{10}$$

ここに $\vee$ および $\wedge$ は，それぞれ，max および min を表わす(注3)。また $\vee_y$ は y の定義域 (domain) に対する上限 (supremum) である。

A および B を，それぞれ，U および V のファジイ部分集合とし，R を U と V との間のファジィ関係とする。そのとき，U と V との間のファジィ関係 ARB $(=R(A,B))$ は次式で定義される。

$$ARB=\{\mu(x,y)/(x,y)\,|\,\mu(x,y)=\mu_A(x)\wedge\mu_R(x,y)\wedge\mu_B(y),$$
$$\mu_A(x)/x\in A, \mu_B(y)/y\in B, \mu_R(x,y)/(x,y)\in R\} \tag{11}$$

ARB の真理値，すなわち真である程度（degree of truthness）を $\mathrm{T}(ARB)$ とすると $\mathrm{T}(ARB)$ は ARB におけるメンバーシップ度の最大値である。

一般に，$A_1, \cdots, A_k$ を，それぞれ，$U_1, \cdots, U_k$ のファジィ部分集合とし，R を $U_1\times\cdots\times U_k$ のファジィ関係とすると，$U_1\times\cdots\times U_k$ に対するファジィ関係 $R(A_1, \cdots, A_k)$ は

$$R(A_1, \cdots, A_k)=\{\mu(x_1, \cdots, x_k)/(x_1, \cdots, x_k)\,|\,\mu(x_1, \cdots, x_k)$$
$$=\mu_{A1}(x_1)\wedge\cdots\wedge\mu_{Ak}(x_k)\wedge\mu_R(x_1, \cdots, x_k),$$
$$\mu_{Ai}(x_i)/x_i\in A_i, i=1, \cdots, k,$$
$$\mu_R(x_1, \cdots, x_k)/(x_1, \cdots, x_k)\in R\} \tag{12}$$

$R(A_1, \cdots, A_k)$ の真理値は $R(A_1, \cdots, A_k)$ におけるメンバーシップ度の最大値である。$\mathrm{T}(R(A_1, \cdots, A_k))$ はマクスーミン積の使用によって求めることができる（(注 3) 参照)。

2.2 ファジィ集合における演算

A および B を U のファジィ部分集合とする。そのとき補集合(complement)，共通部分（intersection)，合併（union)，および積（product）は次のように定義される。

A の補集合 $\neg A$ は

$$\neg A=\{\mu(y)/y\,|\,\mu(y)=1-\mu_A(y), y\in\mathrm{support}(A)\ \text{のとき}\ ;\ \mu(y)=1,\ \text{それ以外のとき}\} \tag{13}$$

あるいは積分形式で表現して

$$\neg A=\int_U(1-\mu_A(y))/y \tag{14}$$

これは論理演算：否定に対応する。

A と B との**共通部分**は

$$A\cap B=\{\mu(y)/y|\mu(y)=\mu_A(y)\wedge\mu_B(y),y\in(\text{support}(A)\cap\text{support}(B))\} \tag{15}$$

あるいは積分記号で表現して

$$A\cap B=\int_U(\mu_A(y)\wedge\mu_B(y))/y \tag{16}$$

これは論理演算：結合子 *and* に対応する。

A と B との**合併** $A\cup B$ は

$$A\cup B=\{\mu(y)/y|\mu(y)=\mu_A(y),y\in\text{support}(A)\,\textit{and}\notin\text{support}(B)\ \text{のとき};\ \mu(y)=\mu_A(y)\vee\mu_B(y),y\in\text{support}(A)\,\textit{and}\in\text{support}(B)\ \text{のとき};\ \mu(y)=\mu_B(y),y\notin\text{support}(A)\,\textit{and}\in\text{support}(B)\ \text{のとき}\} \tag{17}$$

あるいは積分形式で表現して

$$A\cup B=\int_U(\mu_A(y)\vee\mu_B(y))/y \tag{18}$$

これは論理演算：結合子 *or* に対応する。

A と B の**積**(注4)は，

$$AB=\{\mu(y)/y|\mu(y)=\mu_A(y)\mu_B(y),y\in\text{support}(A)\,\textit{and}\in\text{support}(B)\ \text{のとき};\ \mu(y)=0,\ \text{それ以外のとき}\} \tag{19}$$

あるいは積分形式で表現して

$$AB=\int_U\mu_A(y)\mu_B(y)/y \tag{20}$$

式(20)から，A^α は次式として定義できる。

$$A^\alpha=\int_U(\mu_A(y))^\alpha/y \tag{21}$$

同様に，α を非負実数とすれば

$$\alpha A=\int_U\alpha\mu_A(y)/y \tag{22}$$

注

（1） メンバーシップ関数は適合性関数（compativility function）と呼ばれることもある〔Zadeh, 1975〕。

（2） μ_A を U から〔0.1〕への写像とする前提はあまりに限定的であって，μ_A を束(lattice)，あるいはブール代数（Boolean algebra）における値をとるものとするは

うが都合のよい場合もある〔Goguen, 1967; Brown, 1971; De Luca & Termini, 1972; Negoiţă & Ralescu, 1975〕。

（3） 式(10)は R と S のマクスーミン合成（maxmin composition）を定義している。ファジィ関係の合成の定義において，$\wedge$ 以外の演算 $*$ を採用すると，式(10)は，

$$\mu_{R*S}=\int_{X\times Z}\vee_{y}(\mu_R(x,y)*\mu_S(y,z))$$

となる。ここに $R*S$ はマクスースター合成と呼ばれる。$*$が算術積に置き換えられるとき，これをマクスー積合成と呼ぶ〔Zadeh, 1976〕。変数 x, y, z の定義域が有限集合であるとき，$R\circ S$ に対する関係行列はマクスーミン積である。実数値を元とする行列のマクスーミン積では $\wedge$ および $\vee$ は乗法および加法の役割をする〔Santos, 1968〕。

（4） A と B の積は，A と B との直積とは異なる。A が普遍集合 U のファジィ部分集合，B が普遍集合 V のファジィ部分集合であるとき，

$$A\times B=\int_{U\times V}\mu_A(y)\wedge\mu_B(y)/(u,v),$$

ここに $U\times V$ は非ファジィ集合 U および V の直積である。

3. 意味の測定

3.1 ファジィ二項関係としての言語

計量的ファジィ意味論は意味（meaning）の概念を discourse の普遍集合のファジィ部分集合と同等にみなすことによって，それを形式化することを目的としている。

いま，可視的対象に対して色彩語を適用するような場合を想定しよう。可視的対象から成る普遍集合を U とし，「白い」，「灰色の」，「黒い」，「赤い」，「緑の」，「青い」，「黄色い」から成る名辞（term）の集合を T とする。T および U の元の総称を，それぞれ，x および y とする。そのとき，これらの名辞の各々，例えば「赤い」は，色彩において赤色であるような U の元のファジィ部分集合に対する名（name）であり，したがって，名辞「赤い」の意味は U の特定化されたファジィ部分集合 M(赤い）として解することができよう。

このような観点からすれば，言語（language）とは名辞の集合 T と対象の集合 U の元の間のファジィ対応（fuzzy correspondence）としてとらえて不自

然ではない。

従って言語は次のように定義できる。

> 言語 L は名辞の集合 T から discourse の普遍集合 U へのファジィ二項関係である。ファジィ二項関係（式(5), (6)）により，L はメンバーシップ関数 $\mu_L: T\times U\to[0,1]$ によって特徴づけられる。

このメンバーシップ関数は，T における各々の名辞 x と U における各々の対象 y に対して，x を y に適用する際の，その適用の適合性がどの程度であるかを示す実数値 $\mu_L(x,y), 0\leq\mu_L(x,y)\leq 1$, を付与するのであるから，これをファジィ命名関数（naming function）と名付けてもよいであろう。

特定の x_0 に対して，そのメンバーシップ関数 $\mu_L(x_0,y)$ は，メンバーシップ関数が次式

$$\mu_{M(x_0)}(y)=\mu_L(x_0,y), y\in U \tag{23}$$

で与えられるような U のファジイ集合 $M(x_0)$ を定義する。このファジィ部分集合は x_0 の意味としてみなされる。すなわち，名辞 x_0 の意味とは，x_0 が符牒（ラベル）として作用するところの U のファジィ部分集合なのである。（x と $M(x)$ はその内容を異にする。x は T の元であり，それに対して $M(x)$ は U のファジィ部分集合である。しかしながら，両者の区別が必要である場合を除き，以後，$M(x)$ を簡単に x と書くこととする。）

次に，U の特定の元 y_0 を想定する。そのとき，$\mu_L(x,y_0), x\in T$ は名辞 x がメンバーシップ度

$$\mu_{D(y_0)}(x)=\mu_L(x, y_0), x\in T \tag{24}$$

をもつような T におけるファジィ部分集合 $D(y_0)$ を定義する。直観的には，この集合は T における各名辞が U の特定の対象を記述する範囲を特徴づけるものとして解されよう。従ってこれは記述子集合（descriptor set）と名付けられてよいであろう。

〔例〕 U を年齢を示す0から100までの整数の集合と仮定する。そのとき，名

辞 *yong* の意味は U のファジィ部分集合 $M(young)$ として特定化され，そのメンバーシップ関数は

$$\mu_L(young,\ y)=\mu_{young}(y)=\begin{cases}1, & y\leq 25\text{のとき}\\ \left[1+\left(\dfrac{y-25}{5}\right)^2\right]^{-1}, & y>25\text{のとき}\end{cases} \tag{25}$$

同様に，名辞 *old* に対しては

$$\mu_L(old,\ y)=\mu_{old}(y)=\begin{cases}0, & y<50\\ \left[1+\left(\dfrac{y-25}{5}\right)^{-2}\right]^{-1}, & y\geq 50\end{cases} \tag{26}$$

として表現されるものとしよう。式(25)，(26)は式(3)によって，*young* あるいは *old* として符牒(ラベル)された U のファジィ部分集合として次式のように簡潔に表現できる。

$$young=\int_0^{25}1/y+\int_{25}^{100}\left[1+\left(\frac{y-25}{5}\right)^2\right]^{-1}/y \tag{27}$$

$$old=\int_{50}^{100}\left[1+\left(\frac{y-50}{5}\right)^{-2}\right]^{-1}/y \tag{28}$$

これらのメンバーシップ関数を図示すると図1．のようになる。ファジィ集合における交差点はメンバーシップ度が 0.5 の点である。よって *young*, *old* の交差点は，それぞれ，$y=30$，$y=50$である。

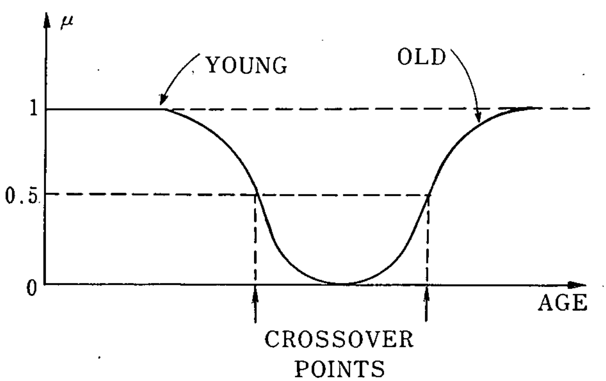


Fig. 1. Membership functions of 'young' and 'old'.
(図1. 'young' と ,old' のメンバーシップ関数)

また，名辞 *middle-aged* に対応する U のファジィ部分集合が次表で示されたメンバーシップ関数によって特徴づけられるものとしよう。

y(=age)	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
$\mu_{middle\text{-}aged}$	0.3	0.5	0.8	0.9	1	1	1	1	1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3

55	56	57	58	59
0.2	0.1	0.1	0.1	0.1

式(4)より，*middle-aged* はその構成成分であるファジィ・シングルトンの合併として表現できる。よって式(4)と表から

$$middle\text{-}aged = 0.3/40 + 0.5/41 + 0.8/42 + \cdots\cdots + 0.1/58 + 0.1/59 \qquad (29)$$

このメンバーシップ関数を式(27)，(28)のように積分形式で表現すると

$$middle\text{-}aged = \int_{35}^{45}\left[1+\left(\frac{y-45}{4}\right)^4\right]^{-1}/y + \int_{45}^{65}\left[1+\left(\frac{y-45}{7}\right)^4\right]^{-1}/y \qquad (30)$$

上述の例は，英語における年齢の様相を示す名辞 *young* と *old* および *middle-aged* の意味を年齢の集合のファジィ部分集合としていわば恣意的に近似的表現をこころみたものである〔Zadeh, 1971, 1972, 1973参照〕。ところでこれを日本語においてとらえるとどうであろうか。

国広哲弥氏 (1970) は，英語において，年齢の相を示す old の反義語は *young* であるが，日本語ではさらに *young* が「わかい」と「おさない」に分化していることを指摘して次のように論じている。

> 英語では 'young man', 'young child' といえるが，日本語では「わかい男」「おさない子供」であり，「×わかい子供」は不可である。「×おさない男」も普通の表現ではない。'young Johnny' とあった場合,「わかいジョニー」にするか「おさないジョニー」にするか，前後の文脈からその年齢を確かめた上で決めねばならない。これらの観察から明らかになることは，「わかい」はかなりの年齢以上のものにしか使えないこと，「わかい」も「おさない」も「生まれてから余り年月がたっていない」というふうに生まれた時を基準にすべきでなく，逆に,「わかい」は「老成期に達していない」,「おさない」は「親の手を離れる時期に達していない」のご

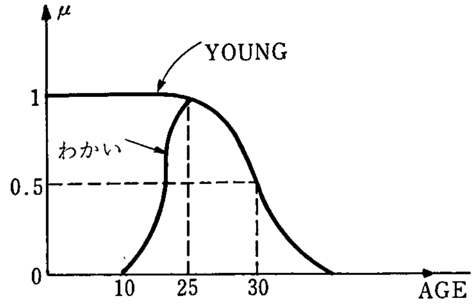


Fig. 2. Membership functions of 'young' and 'わかい'
(図 2. 'young' と 'わかい' のメンバーシップ関数)

とき記述をなすべきだということである。〔国広，1970，P. 131〕

上述の指摘にかなうように，名辞「わかい」の意味を示す U（=年齢）のファジィ部分集合 M（わかい）のメンバーシップ関数を近似的に想定すると次式のようになるであろうか。

$$\mu_{わかい}(y)=\begin{cases}0, & y\leq 10\\ \left[1+\left(\dfrac{y-25}{2}\right)^2\right]^{-1}, & 10<y\leq 25\\ \left[1+\left(\dfrac{y-25}{5}\right)^2\right]^{-1}, & y>25\end{cases} \tag{31}$$

名辞 *young* に対するメンバーシップ関数 $\mu_{young}(y)$ と，名辞「わかい」に対するメンバーシップ関数との相異を図示したものが図 2．である。図 2．から，名辞 *young* と「わかい」の指示対象に対する適合性のずれを容易に，直観的に読みとることができる。

3.2. 合成名辞

名辞は単一名辞（atomic term）から成る場合もあれば，単一名辞の合成（composition）から成る場合もある。

すなわち，$x_1, \cdots, x_n$ を単一名辞とするとき，それらの連結(concatenation)

$$x = x_1 \cdots x_n \tag{32}$$

はひとつの合成名辞である。例えば，$x_1=$「かなり」，$x_2=$「年配の」であるとき，$x=x_1x_2$ は「かなり年配の」という合成名辞である。計量的ファジィ意味論においては，名辞 x の意味は discourse の普遍集合 U のファジィ部分集合 $M(x)$ である。

この観点からすれば，意味論における基本的問題のひとつは，単一構成成素 $x_i, i=1, \cdots, n$ の各々の意味の知識から，合成名辞 $x=x_1, \cdots x_n$ の意味を計算するアルゴリズムを求めることである。

Zadeh (1973) は合成名辞を構成する単一名辞を次の4つのカテゴリーに分類している。

(1) **基本名辞** (primary term)：これは特定化されたファジィ部分集合の名もしくは符牒（ラベル）である。例えば *young, old* がそれに相当する。

(2) **否定** (negation) *not,* および**結合語** *and* と *or.*

(3) **装定語** (hedge(注1))：他の語（主として基本名辞）の意味を強めたり緩和したりすることによってそれを装定する語。例えば *very, rather, sort of* など。

(4) 括弧などの**標識**（マーカー）

いま合成名辞が $x=hu$ の連結の形式をとるものとする。ここに h は装定語（あるいは否定）であり，u は名辞である。この装定語 h は，u の意味を表現するファジィ部分集合 $M(u)$ をファジィ部分集合 $M(hu)$ に変換する演算子と解することができよう。

以下，先に概述したファジィ集合における基本的演算のうえにこの装定語（あるいは否定）演算子を特徴づけることによって，自然言語における否定表現，装定語による意味の推移もしくは変化の，ファジィ意味論的アプローチによる形式化の方向を探ることにする。

注

（1） Lakoff (1973) は，事物の意味をより不明瞭なものとしたり，あるいはより鮮明なものとするような機能をもった語を指して hedge と名付けた。筆者はこれに装定語という訳語をあてることにする。なお，橋本進吉博士は，意味上の特徴として「体言又は用言の意味に対して，その情感，程度などを規定し，又語相互間の関係を示すもので，常に他の意味を予想するもの」(1959, p. 111) を副用言と名付けているが，これは拙稿でいう装定語とほぼオーバーラップするものと思われる。

4. 否定表現

ファジィ集合 A の補集合 $\neg A$ は

$$\mu_{\neg A}(y)=1-\mu_A(y),\ y\in U \tag{33}$$

で定義される単項演算である（式(13)）。この補演算 (complementation) は否定に対応している。したがって x がファジィ集合の符牒（ラベル）であるとき，*not* x は $\neg x$ として解釈されよう。（厳密にいえば，$\neg$ はファジィ集合のうえに作用するのに対して，*not* はその符牒（ラベル）のうえに作用する。したがって，$\neg u$ とかくとき，これは u が $M(u)$ を表わしているものと解すべきである。）u をその意味が $M(u)$ であるような名辞であるとすると，$M(not\ u)$ の意味は

$$M(not\ u)=\neg M(u) \tag{34}$$

よって式(33)より

$$\mu_{not\ u}(y)=\mu_{\neg M(u)}(y)=1-\mu_{M(u)}(y) \tag{35}$$

で与えられる。すなわち否定は $M(u)$ を $\neg M(u)$ に変換する演算子，いいかえれば補演算として機能するのである。

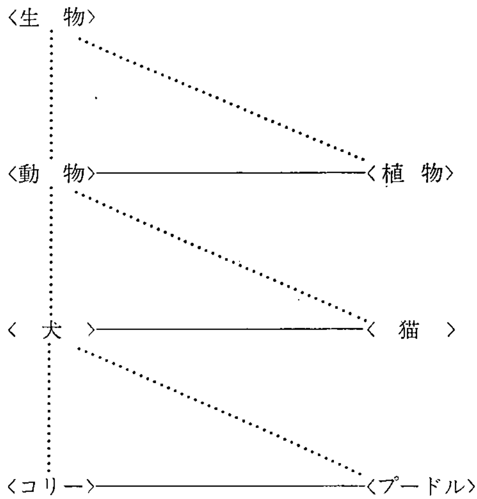
自然言語における否定的表現は複雑(注1)であって，上述の補演算にすべてが適合する訳ではない。

Miller と Johnson-Laird (1976) は，非両立的名辞 (incompatible term(注2)) のリストを**対比集合** (contrastive set) と命名し，民族学的知見 (Frake, 1962) を基底として日常の談話における言語的否定の特性を考察している。彼らは，

日常の談話において用いる言語的否定は名辞の対比集合に我々の注意を限定させる傾向のあること，そして我々の意味記憶もこのような経験にもとづいて体制化されることを指摘している。例えば次の文

'Lassie is not a poodle'.

に接するとき，我々は，Lassie は discourse の普遍集合におけるプードル以外の他のあらゆる対象というよりも，プードル以外の他種の犬 (例えばコリー) と解するのが普通である。すなわち，この場合，我々は＜プードル＞の上位名辞 (super-ordinate term) である＜犬＞を前提として含みもったうえで，＜プードル＞に対して非両立関係にある対比集合(注3)の名辞 (例えばコリー) を Lassie として想定するのである (次図参照)。



したがって，ファジィ意味論の観点から自然言語の意味を計量化する場合，文の否定的表現の如何によっては，場合によって discourse の普遍集合を対比集合に縮小させるような概念装置を工夫することも必要となるであろう。

さらに英語には**曲言法** (litotes)，ときには**緩叙法** (meiosis) と称される表現法がある〔例えば，Bolinger, 1972；ステルン，1932：ストッフェル，1901；

皆川，1977〕。肯定的概念を表わすのに，否定語を伴なう反対の表現をもってする修辞的な控え目のいい方がそれである。

この曲言法にまつわる「発話意図」の誤解についての興味深い討議がある〔阪倉・林・国広・鈴木，1975〕。

> 国広　それと，ほめるときはどういう表現を使うかという，これは社会言語学的な問題になりますが，その知識が問題ですね。
>
> ---
>
> 国広　イギリス人が言うことですが，'not bad' という。これは日本人はあまりほめていないと思うかもしれないけれども，イギリス人からいえば非常にほめたことになるという，そういうルールですね。
>
> 鈴木　English Iitotes(曲言法) という有名な表現法ですね。英語で「悪くないね」といわれると日本人は「まあまあ」ということになる。(p. 112)

曲言法の例をステルンから 2，3 とると，'not a few' (=a great number), 'I praise you not'. (=I brame.), 'Not bad, eh?' (=Excellent) などの表現がある。文字どおり解釈しようとすると真意をつかみそこねる表現である。このような表現は式(33)に適合しないことは上述の引用からも明らかであろう。

次のような例を考えてみよう。

定義域を自然数とし，*a few* と符牒（ラベル）された U のファジィ部分集合が式(4)の形式で次のように定義されているものとする〔Hersh & Caramazza, 1976参照〕。

$$a\,few = .2/1 + .2/2 + .8/3 + 1.0/4 + 1.0/5 + .8/6 + .5/7 \qquad (36)$$

ここに *a few* の support は数 1, 2, ・・・, 7 の集合であって，それらのメンバーシップ度は，それぞれ，.2, .2, ・・・ .5 である。定義により 7 以上の数は *a few* と符牒（ラベル）された集合においてはそのメンバーシップ度は 0.0 である。すなわち *a few* という符牒（ラベル）は 7 以上の数に決して適用されることがないことを示している。

ここで，*a few* を *not a few* と符牒(ラベル)される U のファジィ部分集合に変換してみよう。

式(33)より

$$not\ a\ few = \neg a\ few = .8/1 + .8/2 + .2/3 + .2/6 + .5/7 + 1.0/8 + 1.0/9 + \cdots \quad (37)$$

となるはずである。ここに *not a few* $(= \neg a\ few)$ の support は6および6以上の数のみならず数1，2，3もそれに該当する。

これは，イギリス人のよく用いる曲言法による表現，すなわち *not a few* を $\neg$*a few* の意とするのではなく，*a great number* の意とする表現と一致するものではないことは明らかであろう。それらの関係をグラフで示したのが図3．である。

語の否定表現への変換は，その意味分析にとって，きわめて重要な方法的意

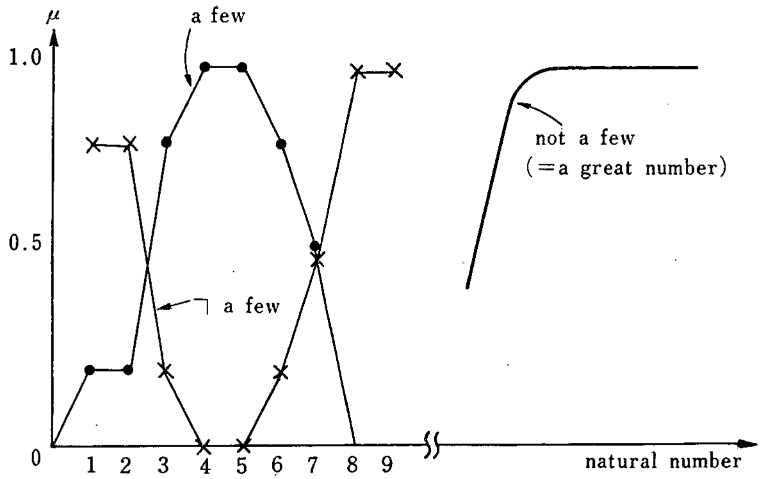


Fig. 3. Membership functions of 'a few' ¬ a few', and 'not a few'
(図3. 'a few', '¬ a few', および not a few' の メンバーシップ関数)

義をもつものである。

国広氏（1967）は日本語と英語における温度形容詞の意義素の比較研究を展開するなかで，語を否定表現に変換することによって，そのなかにひそむ意義特徴を探り出すことの有効性を指摘している。

> ヌルイと *lukewarm* にはさらに次のような差がみられる。すなわち否定表現にしてヌルクナイとすると「ヌルイ」場合よりも高い温度を意味するに反して，'not lukewarm' とすると 'between lukewarm and cold (cf. Jespersen, Essentials of English Grammar §38.32) となる。即ちヌルイは「期待する温度に達していない」のようなマイナス的要素を含んでいるのに対し英語の方にはそのような否定的要素はなく「cold ではなく，何がしかの温度が加わっている」ようなプラス的要素が含まれていると解される。(p.21)

そこで上述の指摘にしたがって，それらの温度形容詞の意味の関係をメンバーシップ関数の形に近似的に表現することをこころみるとすれば図4．のごとくになるであろうか。

すなわち補演算によれば式(33)より

$$\mu_{\neg\,lukewarm}(y)=1-\mu_{lukewarm}(y) \qquad (38)$$

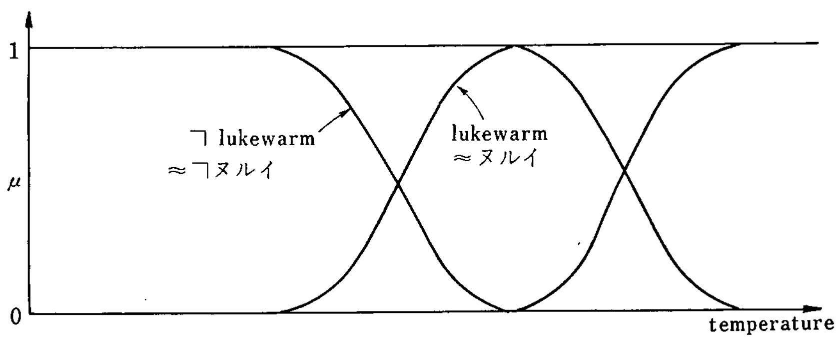


Fig. 4. a. Membership functions of 'lukewarm','ヌルイ', '¬lukewarm' and '¬ヌルイ'.
(図4. a. 'lukewarm','ヌルイ','¬lukewarm' および '¬ヌルイ' のメンバーシップ関数)

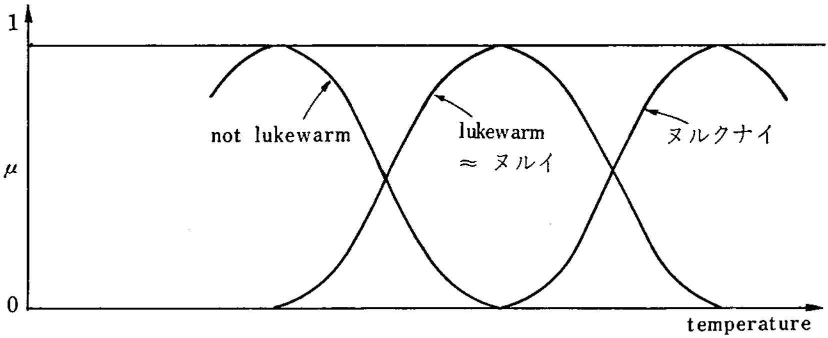


Fig. 4. b. Membership functions of 'lukewarm', ,ヌルイ', 'not lukewarm' and 'ヌルクナイ'
(図 4. b. 'lukewarm', 'ヌルイ', 'not lukewarm' および 'ヌルクナイ' のメンバーシップ関数)

$$\mu_{\neg \text{ヌルイ}}(y)=1-\mu_{\text{ヌルイ}}(y) \tag{39}$$

ところで，$\mu_{lukewarm}(y)\approx\mu_{\text{ヌルイ}}(y)$ であるから，式(38)，(39)より

$$\mu_{\neg lukewarm}(y)=\mu_{\neg \text{ヌルイ}}(y) \tag{40}$$

となるはずである。よって，*lukewarm* およびヌルイのメンバーシップ関数と，その補演算による ¬*lukewarm* および ¬ヌルイのそれとの関係は 図 4. a. のようになるであろう。 ところが上述の国広氏の指摘にしたがって，*lukewarn* と*not lukewarm* およびヌルイとヌルクナイのメンバーシップ関数を近似的に想定して図示すると図 4. b. のごとくになるであろう。

注

（1） 英語の否定的表現についての一般的諸問題を論じた代表的古典としてイエスペルセン (1917) がある。

（2） 2つの名辞 S_1, S_2 が両者に共通の意味特徴のうえに，互いに相手に含まれていない同一次元上の特徴 y, y′ をそれぞれ有している場合， すなわち，$S_1=X+y$, $S_2=X+y'$ のとき，これら2つの名辞 S_1 と S_2 とは互いに非両立関係にあるという〔Lyons, 1963, 1968；池上，1975〕。例えば，本文88頁の表において

＜コリー＞＝＜生物＞＋＜動物＞＋＜犬＞＋＜コリー＞

＜プードル＞＝＜生物＞＋＜動物＞＋＜犬＞＋＜プードル＞

であるから，＜コリー＞と＜プードル＞は非両立関係にあるといえる。

（3） Zadeh (1972) は相対的補集合 (relative complement) という用語を用いてこのような否定表現の特徴を説明している。

5. 装定語 (hedges)

5.1. 装定語演算子

ファジイ意味論的アプローチの企図は，*very, sort of, rather* などのような装定語 h を，名辞 u の意味を表わすファジイ集合 $M(u)$ を合成名辞 hu の意味を表わすファジイ集合 $M(hu)$ に変換する演算子としてとらえるところにある。このような装定語演算子として，いくつかの演算子を先に定義した基本的演算のうえに構成することが考えられる。濃縮 (concentration)，拡張 (dilation)，対比強調 (contrast intensity)，凸結合 (convex combination)，不明瞭化 (fuzzification)，および規準化 (normalization) と呼ばれるものがそれである〔Zadeh, 1972, 1973〕。

以下，それらの演算について概述することにする。

濃縮 (concentration)

濃縮演算は次式によって定義される。

$$\mathrm{CON}(A)=A^2 \tag{41}$$

すなわち，メンバーシップ関数に関して

$$\mu_{\mathrm{CON}(A)}(y)=(\mu_A(y))^2, y\in U \tag{42}$$

ファジイ集合 A に対して濃縮演算子を適用した場合，その結果として，A におけるメンバーシップ度の高い y に対してはそのメンバーシップ度の強度（マグニチュード）の減少は相対的にわずかであるに比して，A におけるメンバーシップ度の相対的に低い y に対してはそのメンバーシップ度の減少は相対的に大となる。A のメンバーシップ関数と $\mathrm{CON}(A)$ のそれとの関係を示したものが図5である。

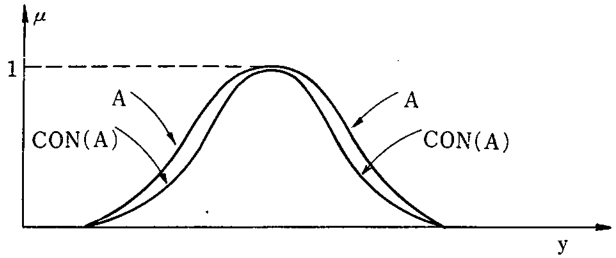


Fig. 5. The effect of concentration on a fuzzy set A
(図 5. ファジイ集合Aにおける濃縮演算の効果)

拡張 (dilation)

拡張演算は次式によって定義される。

$$\mathrm{DIL}(A)=A^{0.5} \tag{43}$$

すなわち，メンバーシップ関数に関して

$$\mu_{\mathrm{DIL}(A)}(y)=(\mu_A(y))^{0.5}, y\in U \tag{44}$$

この演算は濃縮の逆の効果をもつものである。Aのメンバーシップ関数とDIL(A) のそれとの関係は図6で示される。

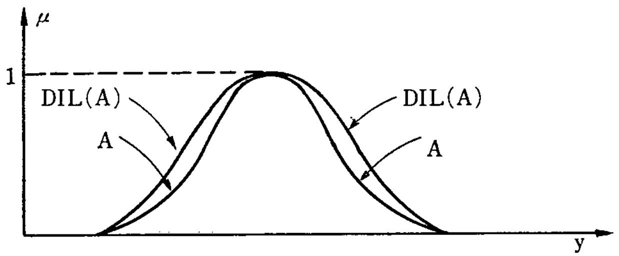


Fig. 6. The effect of dilation on a fuzzy set A
(図 6. ファジイ集合Aにおける拡張演算の効果)

対比強調 (contrast intensification)

対比強調演算は次式で定義される。

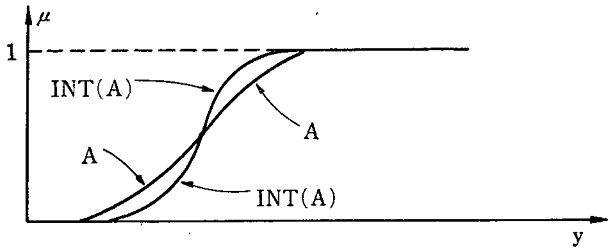


Fig. 7. The effect of contrast intensification on a fuzzy set A
(図 7. ファジイ集合Aにおける対比強調演算の効果)

$$\mathrm{INT}(A)=\begin{cases}2A^2, & 0\leq\mu_A(y)\leq 0.5\\ \neg 2(\neg A)^2, & 0.5\leq\mu_A(y)\leq 1\end{cases} \tag{45}$$

すなわち，メンバーシップ関数に関して

$$\mu_{\mathrm{INT}(A)}(y)=\begin{cases}2(\mu_A(y))^2, & 0\leq\mu_A(y)\leq 0.5\\ 1-2(1-\mu_A(y))^2, & 0.5\leq\mu_A(y)\leq 0.5\end{cases} \tag{46}$$

この演算は，0.5以上の $\mu_A(y)$ に対してはその値を増大させ，0.5以下の $\mu_A(y)$ に対してはその値を減少させる効果をもつ。すなわち

$$\mu_A(y)\geq 0.5 \text{に対して}\quad \mu_{\mathrm{INT}(A)}(y)\geq\mu_A(y) \tag{47}$$

$$\mu_A(y)\leq 0.5 \text{に対して}\quad \mu_{\mathrm{INT}(A)}(y)\leq\mu_A(y) \tag{48}$$

対比強調演算はファジイ集合 A を，それとは近似しながらも，より不明瞭性の小さいファジイ集合に変換する効果をもつものである。ファジイ集合 A に対する対比強調演算子の適用の効果を示したものが図7である。

凸結合 (convex combination)

ファジイ集合 A のメンバーシップ関数 $\mu_A(y)$ は，n 個のファジイ集合 $A_1,\cdots,A_n$ のメンバーシップ関数 $\mu_{Ai}(y), i=1,\cdots,n$ の凸（線形）結合(注1)で表わされる。すなわち

$$\mu_A(y)=\sum_{i=1}^{n} w_i(y)\mu_{Ai}(y) \tag{49}$$

ここに重み $w_i(y)$，$i=1,\cdots,n$，は U の任意の y に対して

$$1 \geq w_i(y) \geq 0, \ \sum_{i=1}^{n} w_i(y) = 1, i = 1, \cdots, n \tag{50}$$

不明瞭化 (fuzzification)

対比強調演算はファジイ集合Aの不明瞭性を縮小させる効果をもっていた。不明瞭化演算はその名の示すとおり，それとは逆の効果をもつものである。すなわち，不明瞭化の主要な機能は非ファジイ集合をファジイ集合に，あるいはファジイ集合をそれとは近似しながら，より不明瞭なファジイ集合に変換することにある。

A に対して不明瞭化演算子（これを F もしくは～で示す）を適用した場合，その結果を F(A) もしくは $\tilde{A}$ とする。不明瞭化演算子はその核（Kernel), K(y), によって特徴づけられる。ここに K(y) はシングルトン $1/y$ に対して F を適用した結果生じるファジイ集合である。よって

$$\mathrm{K}(y) = \widetilde{1/y} \tag{51}$$

Kに関して，ファジイ集合AにFを適用した結果は次式で特徴づけられる。

$$\mathrm{F}(A;\mathrm{K}) = \int_U \mu_A(y)\mathrm{K}(y) \tag{52}$$

ここに $\mu_A(y)\mathrm{K}(y)$ はスカラー $\mu_A(y)$ とファジィ集合 K(y) の積（式(22)参照）であり，$\int_U$はファジイ集合 $\mu_A(y)\mathrm{K}(y), y \in U$ の合併を表わす。

規準化 (normalization)

discourse の普遍集合 U に対してメンバーシップ関係の上限 (spremum) を $\overline{\mu_A}$ とする。すなわち

$$\overline{\mu_A} = \operatorname*{Sup}_U \mu_A(y) \tag{53}$$

上式において，$\overline{\mu_A}=1$ のとき，ファジイ集合 A はノーマルであるといい，そうでない場合，A はサブノーマルであるという。例えば集合

$$A = 1/\text{トシマ} + 0.9/\text{ミノル} + 0.5/\text{サトル} + 0.1/\text{タモツ} \tag{54}$$

はノーマルであるが，集合

$$A = 0.8/\text{トシマ} + 0.72/\text{ミノル} + 0.4/\text{サトル} + 0.08/\text{タモツ} \tag{55}$$

はノーマルではない。

サブノーマル・ファジイ集合は μ_A を $\overline{\mu_A}$ で除すことによって規準化される。式(22)の記法を用いることによって，規準化の演算は

$$\mathrm{NORM}(A)=(\overline{\mu_A})^{-1}A,\ \overline{\mu_A}\neq 0 \tag{56}$$

したがって，式(55)で与えられたファジイ集合 A を規準化すると式(54)がえられる。

注

（1） 線形凸集合については一松（1976）参照。

5.2. 装定語の表現

ファジイ集合は，直観的には，区画の厳密に輪郭づけられない類(クラス)であるといえる。いいかえれば，それは硬直した非弾性的な枠組をもたない，状況・事態・文脈による変易性の penumbra(注1)をその周辺に含みもつ類(クラス)であるといってよい。

そのような不明瞭性（vagueness）は，事物語であれなんであれ，およそすべての語に内在する本質的特徴でもある〔Russell, 1923 ; Black, 1937 ; Goguen, 1968 ; シャフ，1964, 1968〕。事物語といえど，それによる現実の反映は一対一義的対応関係にあるわけではない。ある言語記号においてなされた現実の現象に対する分割と現実それ自体との間には，つねになにほどかの不適合性という関係が存しているのである〔シャフ，1968, 高橋，1974 参照〕。そしてこのような不適合性・不明瞭性に直接かかわってその属性・程度を装定する機能をもつ語こそここでの考察の対象である装定語に他ならない。

言語学者 G. Lakoff（1973）は英語の装定語に関して，はなはだ不完全なものだとしながら次のような小目録を呈示している（表1）。

ファジイ意味論においては，装定語 h はその特定対象である名辞（これをオペランドともいう）u の意味を表わすファジイ集合 $M(u)$ を，合成名辞 hu の

Table 1. A List of Some English Hedges (from G. Lakoff, 1972, p. 472.)

(表1. G. Lakoff (1972, p. 472) による英語装定語小目録)

sort of	in a real sense
kind of	in an important sense
loosely speaking	in a way
more or less	mutatis mutandis
on the_____ side (tall, fat, etc.)	in a manner of speaking
roughly	details aside
pretty (much)	so to say
relatively	a veritable
somewhat	a true
rather	a real
mostly	a regular
technically	virtually
strictly speaking	all but technically
essentially	practically
in essence	all but a
basically	anything but a
principally	a self-styled
particularly	nominally
par excellence	he calls himself a..
largely	in name only
for the most part	actually
very	really
especially	(he as much as..
exceptionally	-like
quintessential(ly)	-ish
literally	can be looked upon as
often	can be viewed as
more of a_____than anything else	pseudo-
almost	crypto-
typically/typical	(he's) another (Caruso/Lincoln/ Babe Ruth/...)
	_____is the_____of_____
as it were	(e.g., America is the Roman Empire of the modern world. Chomsky is the De Gaulle of Linguistics. etc.)
in a sense	
in one sense	

意味を表わすファジイ集合に変換する演算子としてみなされることは前述したとおりである。

ところで，装定語のなかには，ファジイ集合を構成している基本的構成素のあるものに対して特に作用するものと，他方，それを構成している個々の構成素に対してでなく集合全体に対して作用するものとがある。装定語の機能の分析において，後者は集合を構成している構成素に分解するための方策を必要としないのに対して，前者はその方策を考察することが必要である。

Zadeh (1972) は，ファジイ集合全体に作用する演算子として表現することのできる装定語の類を＜型 I＞，その装定対象である名辞（オペランド）の構成素のうえに作用する装定語の類を＜型 II＞とし，*very*, *more or less*, *much*, *slightly*, *highly* を前者の典型例，*essentially*, *technically*, *actually*, *strictly*, *in a sense*, *practically*, *virtually*, *regular* などを後者の典型例としている。

また，Lakoff (1973) はその卓越した論文において，意味の基本的構成素として4つのタイプの基準（criteria）を構成し，いくつかの英語の装定語を例にとることによって，装定語がこの基準に対しどのように作用するかを論究している。

以下，Zadeh, Lakoff に従って，いくつかの英語の装定語の例をとりながら，ファジイ意味論的アプローチの妥当性およびその問題点を探ることにする。

型 I の装定語の表現

現代英語において強意語を代表する最も基本的なものは *very* である(注2)。

自然言語の例にもれず，*very* もまた明確に規定された整合的意味（well-defined meaning）をもつものではないものの，その用法の本質は意味を強化濃縮する演算子として作用するところにあるといってよい。よって，いま A を名辞 x の意味を表わすファジイ集合であるとすると $x^*=very\ x$ の意味を表わすファジイ集合 A^* は近似的に次式で与えられよう(注3)。

$$A^*=\mathrm{CON}(A) \tag{57}$$

あるいは簡潔に

$$very\ x=x^2 \tag{58}$$

したがって

$$x=\mu_1/y_1+\cdots+\mu_n/y_n,\ y_i\in U,\ i=1,\cdots,n \tag{59}$$

のとき

$$very\ x=\mu_1{}^2/y_1+\cdots+\mu_n{}^2/y_n \tag{60}$$

これを積分形式で表現すると

$$x=\int_U \mu(y)/y \tag{61}$$

のとき

$$very\ x=\int_U \mu^2(y)/y \tag{62}$$

同様に装定語 *highly* に関しては，その強意の程度は *very* よりも大で，*very very* よりも小であるとすれば

$$highly\ x=plus\ very\ x \tag{63}$$

あるいは

$$highly\ x=minus\ very\ very\ x \tag{64}$$

ここに *plus, minus* は，それぞれ，**強勢演算子**（accentuator），**弱勢演算子**（deaccentuator）と呼ばれる人工装定語であって，

$$plus\ x=x^{1.25} \tag{65}$$

$$minus\ x=x^{0.75} \tag{66}$$

で定義されるものとする。

その他，型Ⅰに属すると考えられるいくつかの英語の装定語について，それがオペランドの意味をいかに装定するかについての演算が想定されている。その一例を示したものが表2. である。Lakoff は基本的名辞 tall を例にとって，それと *very, sort of, pretty, rather* とを連結した合成名辞の各々に対して予想されるメンバーシップ関数の関係を図8. のように示している。Lakoff の指摘するように，このメンバーシップ関数の関係は我々の言語使用の印象に合

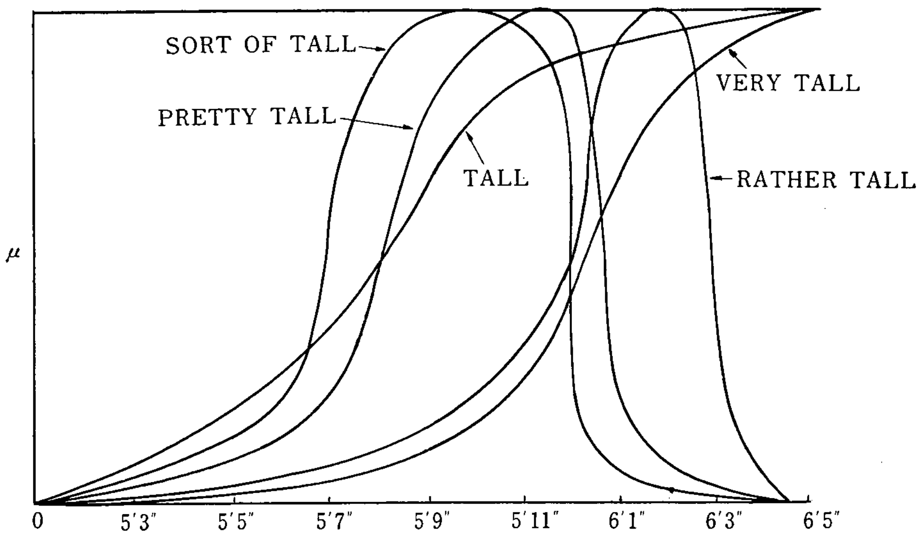


Fig. 8. The effect of the hedges *sort of*, *pretty*, *very*, and *rather* (from Lakoff, 1973, p. 482)
(図 8. 装定語 *sort of*, *pretty*, *very*, および *rather* の効果 (Lakoff, 1973, p. 482 による)

Table 2. Hedges and Their Predicted Operations.
(表 2. 装定語とその予測演算)

Hedges	Operation
not x	NEG(x)
very x	CON(x)
not very x	NEG(CON(x))
very very x	CON^2(x)
not very very x	NEG(CON^2(x))
highly x	PLUS(CON(x))
slightly x	x ∩ NEG(CON(x))
sort of x	INT(ÐIL(x)) ∩ (ÐIL(NEG(x)))
pretty x	INT(x) ∩ NEG(INT(CON(x)))
rather x	INT(CON(x))
	or INT(CON(x)) ∩ NEG(GON(x))
	(*rather, but not only*)

致するものといえよう。

自然言語における意味的カテゴリーはその境界が明確に規定されているのではなく，またカテゴリー内に属する事例は等質的で等価であるのでもないことを一連の実験で実証づけているのは心理学者 E.H. Rosch である〔Rosch, 1973, 1975 a, 1975 b, 1976〕。彼女は，意味的カテゴリーはその焦点となるような中心的事例，いわばプロトタイプとしての事例から成る“核意味 (core meaning)”とそれをとりまく事例から成る“周辺意味 (surrounded meaning)”から構成されているとする。すなわち意味的カテゴリーは特性関数 $\mu_A: U \to \{0,1\}$ でなくて，メンバーシップ関数 $\mu_A: U \to [0,1]$ で特徴づけられるのである。例えば *birdness* は次のような階層から成る。

a) <birdness hierarchy>

robins

eagles

chickens, ducks, geese

penguins, pelicans

bats

Lakoff (1973) は，Rosch の研究にもとづいて X がカテゴリー Y のメンバーである度合いに応じて ‘An X is Y’ あるいは ‘An X is *h* Y’ (ここに *h* は装定語) という文の真である程度が決まるとし，そのような文の真理の程度を自己の印象で評価している。

b) a. A robin is a bird. (真)
b. A chicken is a bird. (a ほどではないが真)
c. A penguin is a bird. (b ほどではないが真)
d. A bat is a bird. (偽，あるいは真である程度はきわめて小)
e. A cow is a bird. (偽)

c) a. A robin is sort of a bird.

(偽——それは bird 以外の何ものでもない)

b. A chiken is sort of a bird. (真,あるいは真に極めて近い)

c. A penguin is sort of a bird. (真,あるいは真に近い)

d. A bat is sort of a bird. (偽にいく分近い)

e. A cow is sort of a bird. (偽)

d) a. A robin is a bird par excellence. (真)

b. A chicken is a bird par excellence. (偽)

c. A penguin is a bird par excellence. (偽)

e) a. A robin is a typical bird. (真)

b. A chicken is a typical bird. (偽)

f) a. In essense, a chicken is a bird. (真)

g) a. In a manner of speaking, a bat is a bird. (真,あるいは真に近い)

b. In a manner of speaking, a cow is a bird. (偽)

c. In a manner of speaking, a chicken is a bird.

(無意味—— c は chicken が実際に bird でないことを前提としている)

これらの例は個々の事例が意味的カテゴリーの階層のどの程度の位置を占めるかに応じて,各種の装定語によってそのメンバーシップの度合いが移動する様子を示している。そしてこのような自然言語における曖昧さ (fuzziness) はファジイ意味論的アプローチによって適切に形成化されることを示唆するものであるといえよう。

型Ⅱの装定語の表現

型Ⅱに属する装定語を演算子として特徴づける場合,それがオペランドの構成素に対してどのように作用するかについての記述が必要である。Zadeh (1972) は,その一次近似として,それを凸結合(式(49)参照)における重み係数 (weight coefficient) の修正として表現することを提案している。

しかしながら,名辞の意味を表わすファジイ集合がどのような構造をもち,

装定語はそれに対してどう機能するのかについての論考は Lakoff (1973) に待たねばならない。

Lakoff はカテゴリー・メンバーシップに対する意味基準として少なくとも4つのタイプを区別する必要があるとする。すなわち,

<基準の型>

1. **定義的** (definitional)
2. **本義的** (primary)
3. **第二義的** (secondary)
4. **随伴的** (characteristic though incidental)

この構成素はそれぞれファジイ集合に対するメンバーシップ関数をもつものであり,最後の随伴的基準を除き,どの程度のカテゴリー・メンバーシップをもつかを付与することができる。

いま,装定語 *strictly speaking* と *technically* を考えてみよう。

a) a. A whale is technically a mammal.
   b. Strictly speaking, a whale is a mammal.

b) a. Richard Nixon is technically a Quaker.
   b. Strictly speaking, Richard Nixon is a Quaker.

c) a. Ronald Reagan is technically a cattle rancher.
   b. Strictly speaking, Ronald Reagan is a cattle rancher.

a) では *technically* も *strictly speaking* もともに同じ効果をもつに対して,b), c) では様相を異にする。すなわち,b), c) では *technically* は定義的基準だけを取り上げてそれを引立たせるに対して,*strictly speaking* は定義的基準に加えて他の重要な基準をも必要とする。Lakoff によれば,b), c) ともに a. は真であるが b. は偽であるとする。R. Nixon は Quaker であると定義されようが,しかし彼は Quaker としての信仰上の,かつ倫理上の所見をもちあわせてはいない。R. Reagan においても同様のことが指摘される。

strictly speaking と *loosely speaking* について

d) a. Strictly speaking, a whale is a mammal.

b. Loosely speaking, a whale is a fish.

a. は fish と区別されるような mammal としての本義的基準を満たしている場合，whale は mammal として分類されることを示している。b. は本義的基準を無視して，外見とか水中に住んでいるというような第二義的基準で判断するとすれば fish として分類されることを示している。

loosely speaking と *regular* について

e) a. Harry is a regular fish.

b. Loosely speaking, Harry is a fish.

f) a. Loosely speaking, a whale is a fish.

b. A whale is a regular fish.

e) b. は Harry が fish の第二義的基準をもつということによって，何らかの程度において fish のカテゴリーに属することを示している。それに対して e) a. は Harry が全く fish のカテゴリーのメンバーではないことを前提としながら，fish のごとくよく泳ぎ，水中において自在であることを表現した文である。つまり *regular* はなんらかの陰喩的な特性（metaphorical properties）を際だたせる働きをもつ装定語である〔Bolinger, 1972〕。f) b. は，whale が定義的にも，本義的にも，第二義的にも全く fish でないことを前提としている点で奇妙な響きをもつ。

以上のようなことを考慮すれば，*technically* (TEC)，*strictiy speaking* (STR)，*loosely speaking* (LOOS)，*regular* (REG) の装定語はファジイ意味論においてどのように表現されるであろうか。

Lakoff (1973) はそれらに対応するメンバーシップ関数の一次近似として次式を想定している。

$$\mathrm{TEC}(A) = def(A) \cap \mathrm{NEG}(prim(\bar{A})) \tag{67}$$

$$\mathrm{STR}(A)=def(A)\cap prim(A) \tag{68}$$

$$\mathrm{LOOS}(A)=sec(A)\cap \mathrm{NEG}(def(A))\cap prim(A) \tag{69}$$

$$\mathrm{REG}(A)=char(A)\cap \mathrm{NEG}(def(A)\cap prim(A)\cap sec(A)) \tag{70}$$

ここに *def, prim, sec, char* は，それぞれ，意味構成素としての4つの基準，定義的 (definitional)，本義的 (primary)，第二義的 (secondary)，随伴的 (characteristic though incidential) を示している。例えば *technically* の値は定義的基準におけるメンバーシップ値と本義的基準におけるメンバーシップ値の否定の値との最小値であり，*strictly speaking* の値は定義的基準と本義的基準とにおけるメンバーシップ値の最小値である。

装定語の機能をファジイ意味論的に形式化していくこのようなこころみは，意味構成素の経験的研究を展開するための一つの有力な技法を示唆するものである。「装定されない述語 (predicate) の真理条件と各種の装定語を伴ったそれとを比較することによって，意味構成素を選り抜くことができる」〔Lakoff, 1973; p. 479〕のである。

注

（1） 単純に一つの名称の領域あるいは他の名称の領域に帰属させられない境界領域を Russell (1923) は半影 (penumbra) と呼んだ。'all words are attributable without doubt over a certain area, but become questionable within penumbra, out side which they are again certainly not attributable.' (p. 87)

（2） ストッヘル (1901) やウルマン (1951) は，very はもっとも厳密な意味で比較というものを許さない「完全性」を表わす副詞であったが，やがて，頻用の結果，単にある性質の「程度の高いこと」を示す意味に弱化したことを示している。

（3） Lakoff (1973) は，very が型Ⅱに属する装定語として取り扱わねばならない場合を例文をもって指摘している。類似性判断において very similar は similar よりもより多くの基準が必要とされる場合のあること，very strictly speaking は stricIty speaking に比して本義的基準により重みがおかれること，など。

6. 結　　語

正確性，厳密性を第一義とする伝統的な科学的方法論に依拠する結果，従来の心理学，言語学は語の意味ないし意味的カテゴリーを明確に規定された，well-defined なものとする前提のうえに言語の研究を展開してきた。

このような伝統的方法論は我々の言語に対する認識を 'over-complication の泥沼'*) から解き放すものであったが，逆に '厳密な行動主義' の言語認識に典型的にみられるように，'over-simplication の落し穴'*) にしばしば落ちこむ結果をまねくものであった。

本稿において概述した Zadeh, Lakoff などによる自然言語の意味に対するファジイ集合論的アプローチは，このような言語認識とは逆に，自然語を本質的に曖昧なものとみなし，意味的カテゴリーを明確に規定されない ill-defined なものとの認識に立脚するものであった。

曖昧性・不明瞭性を視座の中央に据えたファジイ集合論の理論構成は，今後，言語を含む象徴機能の研究をはじめ，各種の複雑なシステムを解明する研究に多大のインパクトを与えるものといってよいであろう。

*) Gottinger (1973) に引用された R-E Bellman の言.

文　　献

オルストン，W. P. (村上陽一郎訳)『ことばの哲学』培風館 1968. (Alston, W.P. *Philosophy of Language*, Prentice-Hall, 1964)

Black, M., Vagueness: An exercise in logical analysis, *Philosophy of Science*, 1937, **4**, 427–455.

Bolinger, D., *Degree Words*, Mouton, 1972.

Brown, J. G., A note on fuzzy sets, *Information and Control*, 1971, **18**, 32–39.

Burnet, J. *Early Greek Philosophy*, Adam & Charles Black, 1930.

De Luca, A., & Termini, S., A definition of a nonprobabilistic entoropy in the setting of fuzzy sets theory, *Information and Control*, 1972, **20**, 301–312,

Frake, C.O., The ethnographic study of cognitive systems. In T. Gladwin and W.C.

Sturtevant, eds., *Anthropology and Human Behavior*, Anthropological Society of Washington, 1962.

Goguen, J.A., L-fuzzy sets, *J. Mathematical Analysis and Applications*, 1967, **18**, 145-174.

Goguen, J.A., The logic of inexact concepts, *Synthese*, 1968, **19**, 325-373.

Goguen, J.A., On fuzzy robot planning. In L.A. Zadeh, K-S. Fu, K. Tanaka, and M. Shimura, eds., *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*, Academic Press, 1975.

Gottinger, H-W., Toward a fuzzy reasoning in the behavioral science, *Cybernetica*, 1973, **16**, 113-135.

橋本進吉『国文法体系論（講義集二)』岩波書店 1959.

Hersh, H. M., & Garamazza, A., A fuzzy set approach to modifiers and vagueness in natural language, *J. Experimental Psychology*, 1976, **105**, 254-276.

一松信『線形数学』筑摩書房 1976.

ホスパーズ, J.（斎藤哲郎監修　西勝・中本訳）『分析哲学入門』法政大出版局 1971. (Hospers, J. *An Introduction to Philosophical Analysis*, Prentice-Hall, 1967)

池上嘉彦『意味論——意味構造の分析と記述』大修館 1975.

イエスペルセン, O., & マーチャンド, H.（渡辺茂訳述）『英語の否定表現』（英語学ライブラリー(57)）研究社 1961. (Jespersen, O. *Negation in English and Other Languages*, Høst, 1917)

Kaufmann, A., *Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets*, vol. *I*: *Fundamental Theoretical Elements*, Academic Press, 1975.

国広哲也『構造的意味論——日英両語対照研究』三省堂 1967.

国広哲也『意味の諸相』三省堂 1970.

Lyons, J., Structural Semantics, Blackwell, 1963.

ライオンズ J.（国広哲也監修杉浦・東訳）『理論言語学』大修館 1973. (Lyons, J., *An Introduction to Theoretical Linguistics*, Cambridge Univ. Press, 1968.)

Lakoff, G., Hedges: A study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts, *J. Philosophical Logic*, 1973, **2**, 458-508.

Miller, G.A., & Johnson-Laird, P.N., *Language and Perception*, Belknap/Harvard Univ. Press, 1976.

皆川三郎『修辞法と英文構成』（新訂版）竹村出版 1977.

Negoită, C.V., & Ralescu, D.A., *Applications of Fuzzy Sets to Systems Analysis*, Birkhäuser Verlag, 1975.

Peirce, C.S., Vague (in logic), In Baldwin, J.M., *Dictionary of Philosophy and*

Psyohology, Peter Smith, 1902.

Rosch, E., On the Internal Structure of Perceptual and Semantic Categories, In T.E. Moore, ed., *Cognitive Development and the Acquisition of Language*, Academic Press, 1973.

Rosch, E., Cognitive representations of semantic categories, *J. Experimental Psychology*, 1975 a, 104, 192–233.

Rosch, E., The nature of mental codes for color categories, *J. Experimental Psychology, Trans. Human Perception and Performance*, 1975 b. **1**, 303–322.

Rosch, E., Mervis, C.B., Gray, W.D., Johnson, D.M., & Boyes-Braem, P., Basic objects in natural categories, *Cognitive Psychology*, 1976, **8**, 382–439.

Russell, B., Vagueness, *Australasian J. Philosophy*, 1923, **1**, 84–92.

阪倉篤義・林大・国広哲也・鈴木孝夫『日本語の意味・語彙』(「シンポジウム」日本語3）学生社，1975.

Santos, E.S., Maximin Automata, *Information and Control*, 1968, **13**, 363–377.

シャフ，A.（平林康之訳）『意味論序説』合同出版 1969.（Schaff, A., *Introduction to Semantics*, Pergamon, 1964.）

シャフ，A.（平林康之訳）『言語哲学試論』合同出版 1971.（Schaff, A., *Essays über die Philosophie der Sprache*, Europa Verlag, 1968.）

赤　摂也『現代数学概論』筑摩書房 1976.

園原太郎「行動主義と意識の問題」『哲学研究』1966, **43**, 569–585.

ステルン，G.（五島忠久記述）『意味と意味変化』（英語学ライブラリー(59)）研究社1962.（Stern, G. *Meaning and Change Meaning with Special Reference to the English Language*, Göteborg, 1931.）

ストッフェル，C.（乾亮一・東信行・木村建夫訳述）『強意語と緩和語』（英語学ライブラリー(64)）研究社，1971.（Stoffel, C. *Intensives and Down-toners : A Study in English Adverbs*, Anglistishe Forschungen, Heft I, 1901.）

高橋利衛「ラーガ風<方法叙説>」『基礎工学セミナー：量の理論/現象の論理と法則の構造をめぐる討論』現代数学社 1974.

ウルマン，S.（山口秀夫訳）『意味論』紀伊国屋書店 1964.（Ullmann, S., *Principles of Semartics*, Glasgow, 1951.）

山本光雄訳編『初期ギリシャ哲学者断片集』岩波書店 1958.

Zadeh, L.A., Fuzzy sets, *Information and Control*, 1965, **8**, 338–353.

Zadeh, L.A., Quantitative fuzzy Semantics, *Information Sciences*, 1971 a, **3**, 159–176.

Zadeh, L.A., Similarity relations and fuzzy orderings, *Information Sciences*, 1971 b, **3**, 177–200.

Zadeh, L.A., A fuzzy-set-theoretic interpretation of linguistic hedges, *J. Cybernetics*, 1972, **2**, 4–34

Zadeh, L.A., Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes, *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, 1973, *SMC*–**3**, 28–44.

Zadeh, L.A., Calculus of fuzzy restrictions, In L.A. Zadeh, K-S. Fu, Tanaka, K., & M. Shimura, *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*, Academic Press, 1975.

Zadeh, L.A., Fu, K-S., Tanaka, K., & Shimura, M. *Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*, Academic Press, 1975.