

意味ネットワークの静態構造論†

嶋津好生** 田町常夫***

われわれは概念の記憶活性を形式的に表現する活性化意味ネットワークモデルを提案した。本稿はそのうち意味ネットワークの静態構造論について概説する。

意味ネットワークの節点や弧に添付されるラベルを原子概念と呼ぶ。原子概念はいくつかの概念素項をもち、主として活性項と蓄積項とに区分される。活性項は連想過程に関わる変化項を表現するために設けられ、励起項、励起痕跡、指数的特定化項、符標的特定化項と呼ばれる概念素項をもち、蓄積項は、活性度、あいまいさ、調整子、記述子、同定子と呼ばれる概念素項から成る。

意味ネットワークは節点・弧ラベル付有向グラフを基底構造とするが、その上に基底節点のあつまりとして複合概念が表現され、相互に重なり合っている。このような潜在化した高次の構造を形式的に表現するため、再帰的拡張節点という概念を導入する。意味ネットワークの静態構造は再帰的に拡張されたネットワークである。再帰的拡張節点を同定するため構造認識規則が与えられる。

かかる静態構造の具体例を示すため、Schank の概念依存性理論 (Conceptual Dependency Theory) や標準的な論理表現を適用した概念化構造 (conceptualization) が再帰的拡張節点の実例として示される。

本稿によって、活性化意味ネットワークモデルにおける意味ネットワークの記法が整備される。

1. ま え が き

われわれは概念の記憶活性を形式的に表現する活性化意味ネットワークモデルを提案した¹⁾。本稿は活性化意味ネットワークの構造とその記法について詳述する。

意味ネットワーク (以下、SN と略記する) の節点や弧に添付されるラベルを原子概念と呼ぶ。概念記憶を実現するのに必要とされる表現力や活用性を SN に持たせるため、原子概念の構成には十分な注意を払わなくてはならない。原子概念はいくつかの概念素項をもち、主として活性項と蓄積項とに区分される。前者は連想過程に関わる変化項を表現するために設けられた。

SN には節点・弧ラベル付有向グラフを基底構造²⁾⁻⁴⁾とするものと有向高階グラフ (directed hypergraph)⁵⁾を基底構造とするものとの2通りの表現法がある。本稿では前者が採用される。

本稿の構成は、まず2章で原子概念を構成する各概念素項を定義し、3章でSNの再帰的拡張について述べている。4章では、Schank, R. C. の概念依存性理論 (Conceptual Dependency Theory)^{6),7)}を適用して、SNの原子概念や再帰的拡張節点の具体例を示す。

2. 原子概念の構成

定義1 SNの節点や弧に添付されるラベルを原子概念と呼ぶ。また原子概念は次のような概念素項に細分される。

活性項 AT	励起項	(*)
	励起痕跡	(#1, #2)
	指数的特定化項	PS
	符標的特定化項	SS
蓄積項 CT	活性度	AV
	あいまいさ	FZ
	調整子	MD
	記述子	DC
	同定子	ID

定義2 原子概念が活性項に情報を保有しているとき、その原子概念は賦活されているという。とくに励起項にそのしるしを持てば、励起されているという。

SNの表現力を増強したことおよびSNが賦活状態にあることの両方に対して、同じ activated という言葉を使っている。本稿では両者を区別するため、前者は活性化、後者は賦活と使い分けている。

定義3 SNの賦活された部分が、活性項の内容を蓄積項に変え複製されてSNの増殖をもたらし、もとの部分は活性項が消去され蓄積項のみに復旧することがある。このことを LTM-定着という。

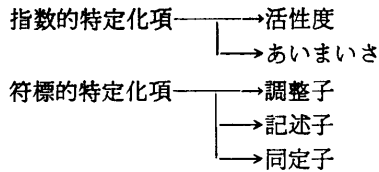
ここで、LTMは long term memory の頭文字からとっている。SNの蓄積項の内容を保持し、必要に応じて、活性項の内容を蓄積項に書き移し長期記憶と

† On Static Structure of Semantic Networks by YOSHIO SHIMAZU (Faculty of Engineering, Kyushu-Sangyo University) and TUNEO TAMATI (Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University).

** 九州産業大学工学部電気工学科

*** 九州大学総合理工学研究科

するために、LTM-定着の手続きが必要になる。このとき活性項から蓄積項への書き移し先は次のようになっている。



次に各概念素項の定義を示す。

2.1 蓄積項

記述子： \dot{m} の \dot{y} の \dot{m} の属性、 \dot{c} と \dot{y} と \dot{c} の状態など、普遍的概念を記述する名辞を格納する項である。

同定子：特定の個体を同定するために使われる名札を格納する項である。絶対同定子と相対同定子との2種類を使い分ける。前者は現実の外的世界に実際に存在する特定の個体(これを定実体とよぶ)を指示する。後者は、現実の外的世界に存在する特定の個体を指示するのではなく、内的世界においてのみ意味のある個体を指示する。同一の普遍的概念を具現する外的世界の不特定な個体群の中から特定の 하나가選択されることを想定して、その個体(これを不定実体とよぶ)を指示する場合と、ほかの定実体や不定実体と関係を持ちその特定化がそれらほかの実体が特定化された結果に依存する個体(これを変数的実体とよぶ)を指示する場合とがある。相対同定子は知識の中で個体間の同一視や相互識別のための道具となる。

調整子：記述子の変化項の役目をする。物理的対象の単数・複数・集合・物質的など数量的範疇を示したり、時制や様相など概念化構造や関係などの微調整的修飾を行う項である。名辞でなく記号が使用される。

あいまいさ (fuzziness)：言語表現のあいまいさを内的表現に変換したもの。言葉による状態表現や確かさを表わす言葉(言語的真理値)で修飾された文章(内的表現では概念化構造)等のあいまいさを表現する項である。言語的表現が変換され、内的表現では数値で表わされる。原子概念や概念化構造のあいまいさを構成員関数とすれば、ファジ集合やファジ論理の機構を意味ネットワーク上に実現できる。

活性度：賦活された頻度を表現する項である。概念記憶の主体が外界に適応して知識を組織化していく機構、すなわち学習機構をシステム構成するときの基本的情報を与える。

あいまいさや活性度は数量的因子であることでほかの項と区別される。Schank の概念依存性理論では、状態表現の尺度として導入されている。われわれの事例研究ではいまだこれらの数量的因子にまで考察を進めるに至っていない。しかしながら、言語理解システムを実現するには、言語的表現のあいまいさを処理するため少なくともあいまいさに関する十分なシステム構成が必要になる。

蓄積項に属する各概念素項の記法を次に示す。

$$\langle \text{記述子} \rangle \equiv \langle \text{英大文字連系} \rangle \mid \langle \text{絶対量} \rangle$$

$$\langle \text{絶対量} \rangle \equiv \langle \text{実数} \rangle \langle \text{次元} \rangle \mid \langle \text{絶対量} \rangle$$

$$\langle \text{実数} \rangle \langle \text{次元} \rangle$$

$$\langle \text{同定子} \rangle \equiv \langle \text{絶対同定子} \rangle \mid \langle \text{相対同定子} \rangle$$

$$\langle \text{絶対同定子} \rangle \equiv \langle \text{英大文字連系} \rangle$$

$$\langle \text{数字連系} \rangle$$

$$\langle \text{相対同定子} \rangle \equiv \langle \text{英小文字連系} \rangle$$

$$\langle \text{数字連系} \rangle$$

$$\langle \text{調整子} \rangle \equiv \langle \text{英小文字連系} \rangle$$

$$\langle \text{あいまいさ} \rangle \equiv f \langle \text{実数} \rangle$$

$$\langle \text{活性度} \rangle \equiv a \langle \text{実数} \rangle$$

2.2 活性項

励起項：SN 上、励起された部分を示す。

励起痕跡：励起されたことを必要な期間保持するために設けられた項である。保持期間は、賦活制御機構のプログラムに依存する。

指数的特定化項：SN の賦活領域において、蓄積項のあいまいさや活性度に該当する情報を短期間格納する項である。

符標的特定化項：SN の賦活領域において、蓄積項の調整子や記述子、同定子に該当する情報を短期間格納する項である。

励起状態を表わす記号は“*”である。励起痕跡は“#1”と“#2”との2種類を備えている。励起状態や励起痕跡は活性化意味ネットワークモデルの構成上モデル固有の制御を受ける部分である。

指数的および符標的特定化項の記法はそれぞれ該当する蓄積項の記法に準ずる。

2.3 弧原子概念の有向性と励起共有設定

SN を賦活制御する言語の効果が SN 上にどのように現われるか説明するため SN の図示法を決めておきたい。SN を構成する基本単位は2つの節点とそれを

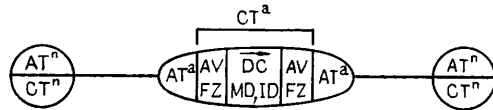


図 1 SN を構成する基本単位

Fig. 1 The fundamental element constructing the SN.

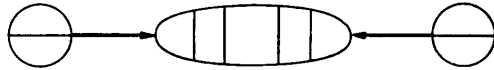


図 2 励起共有設定

Fig. 2 Setting of co-excitation.

結ぶ1つの有向弧である。

図 1 の, AT, CT はそれぞれ活性項, 蓄積項を表わす。添字 n と a とは節点と弧とを識別する。

弧原子概念は有向性があるので, 両端の節点の方向に分極する成分がある。活性項のうち励起項と励起痕跡とが分極する。たとえば, 励起状態の移送がどの方向に行われたかを示すには, 弧の両端に分極した励起項や励起痕跡を使って識別すればよい。特定化項は該当する蓄積項に準ずる。蓄積項のうち数量的因子であるあいまいさや活性度は分極する。そのほかの概念素項は分極しない。ただし記述子に添えた矢印が弧の方向を示している。

弧原子概念に固有なもう一つの活性項として, 励起共有設定を定義する。励起共有設定は図 2 のように太い矢印で示される。これもモデル固有の制御を受ける活性項であり, かつ分極する。励起共有設定された弧に対してその両端の節点同志で励起状態を共有する関係が生じる。図 2 では両端に矢印を持っているが, この場合は左右いずれか一方の節点が励起されたら, 他方の節点も自動的に励起状態になる。左右いずれか一方だけに矢印が付けられている場合はその方向のみ励起共有である。たとえば図 2 の左の矢印だけならば, 左の節点が励起されると右の節点も自動的に励起されるが, 右の節点が励起されても, それによって左の節点が励起されることはない。励起共有設定は, 再帰的拡張ネットワークにおける再帰的拡張節点の同定操作を自動化するのに利用される。

3. 再帰的拡張節点

定義 4 節点・弧ラベル付有向グラフは 3 つ組,
($\mathfrak{N}, \mathfrak{A}, \mathfrak{S}$)

で定義される。

i) \mathfrak{N} は節点の有限集合である。それぞれの節点は互いに異なる節点ラベルを有し, グラフ中のどの 2 つの節点をとっても同じラベルをもつことがない。 \mathfrak{N} は節点集合であり, かつ節点ラベル集合である。

ii) \mathfrak{S} は弧ラベルの有限集合である。

iii) $\mathfrak{A} \subset \mathfrak{N}^2 \times \mathfrak{S}$, すなわち $(x, y; u) \in \mathfrak{A}$, $x, y \in \mathfrak{N}$, $u \in \mathfrak{S}$ のとき, 節点 x から節点 y へ有向弧が存在し弧ラベル u が添付されている。

定義 5 再帰的拡張ネットワークは 5 つ組,

($\mathfrak{N}, \mathfrak{A}, \mathfrak{S}, S, \mathfrak{R}$)

で定義される。

i) 再帰的拡張ネットワークは節点・弧ラベル付有向グラフ ($\mathfrak{N}, \mathfrak{A}, \mathfrak{S}$) を基底構造とし, その上に再帰的拡張節点集合 \mathfrak{R} を同定できる。 \mathfrak{R} は \mathfrak{N} と区別するため基底節点集合と呼ばれる。

ii) $\mathfrak{R} \subset \mathfrak{N}$ である。

iii) 構造認識規則 S に従って \mathfrak{R} の部分集合を作る。それら部分集合の集合が再帰的に \mathfrak{R} に包含されるとき, \mathfrak{R} は基底節点集合 \mathfrak{N} の構造認識規則 S に関する再帰的拡張節点集合と呼ばれる。

構造認識規則 S の与え方によってさまざまな再帰的拡張ネットワークが得られる。

定義 6 活性化意味ネットワークの静態構造は再帰的拡張ネットワークである。

SN の基底構造に埋め込まれて潜在化している複合概念を識別するのが構造認識規則の役割である。再帰的拡張節点 (以下, R-節点と略称する) は概念のかたまりであって, 小さなかたまりから大きなかたまりへと組織化 (構造化) された様子を表現する。

与えられた再帰的拡張ネットワークの R-節点集合を同定するには次のような手続きに従う。まず, 基底節点集合 \mathfrak{N} に対して構造認識規則 S を適用し, その部分集合の集合 \mathfrak{R}_1 を作る。 $\mathfrak{N} \cup \mathfrak{R}_1$ を 1 次 R-節点集合と呼ぶ。引き続き, この $\mathfrak{N} \cup \mathfrak{R}_1$ に対して規則 S を適用し, その部分集合の集合 \mathfrak{R}_2 を作る。 $\mathfrak{N} \cup \mathfrak{R}_1 \cup \mathfrak{R}_2$ を 2 次 R-節点集合と呼ぶ。以下同様にして高次の R-節点集合を作り続け, 結局 R-節点集合 \mathfrak{R} は,

$$\mathfrak{R} = \mathfrak{N} \cup \mathfrak{R}_1 \cup \mathfrak{R}_2 \cup \mathfrak{R}_3 \cup \dots$$

として与えられる。高次の R-節点ほど SN 上覆う部分が大きくなるから, 考え得る最高次の R-節点はたかだか SN 全体である。したがって SN 全体が有限である限り, \mathfrak{R} の同定手続きは有限な n 回の手続きで済み, n 次 R-節点集合を求めた時点で終る。

4. Schank の概念依存性理論への適用

Schank の概念依存性理論 (略して CD 理論と呼ばれることもある) を採用して, 活性化意味ネットワークモデルの適用例とする。ここで Schank が概念化構造 (conceptualization) を表現したダイアグラムを CD ダイアグラムと呼んでいる。

4.1 再帰的拡張ネットワークの記法と CD ダイアグラムとの関係

4.1.1 節点蓄積項の種類とその略記号

節点蓄積項の表記法を次のように定める。

(MD: <調整子>, DC: <記述子>, ID: <同定子>, AV: <活性度>, FZ: <あいまいさ>)

ただし, 不要な概念素項があればその部分を削除する。

略記号	節点蓄積項
構成要素節点	
PP	物理的対象の概念を表わす名辞
PA	物理的対象の属性表現 (DC: <状態>, FZ: <尺度>)
AA	要素的行為の補助表現
LOC	場所
T	時
ACT	要素的行為 (DC: <要素的行為>)
代表節点 (注) 図 4 では便宜的に 2 重マルで図示している。	
A	行為の概念化構造の代表節点 (MD: <時制>, DC: ACTION, ID: $(a A)$ <数字連糸>)
S	状態の概念化構造の代表節点 (MD: <時制>, DC: STATE, ID: $(s S)$ <数字連糸>)
SC	状態変化の概念化構造の代表節点 (MD: <時制>, DC: STATE CHANGE, ID: $(sc SC)$ <数字連糸>)
R	n 項関係表現の代表節点 (DC: RELATION, ID: $(r R)$ <数字連糸>)

F	関数表現の代表節点 (DC: FUNCTION, ID: $(f F)$ <数字連糸>)
L	ラムダ抽象化表現の代表節点 (DC: LAMBDA, ID: $(l L)$ <数字連糸>)
Q	限量化表現の代表節点 (DC: QUANTIFICATION, ID: $(q Q)$ <数字連糸>)
C	複合概念化構造の代表節点 (DC: COMPLEX, ID: $(c C)$ <数字連糸>)

(注) 概念化構造の種類を区別する必要のないとき, その代表節点同定子の文字連糸部分に CON を使うこともある。

同定子の記法は相対同定子の場合と絶対同定子の場合とで区別される。たとえば, 行為の概念化構造の代表節点では, 相対同定子ならば “a” を先頭にして数字連糸を続けて示され, 絶対同定子ならば “A” を先頭にして数字連糸を続けて示される。ほかの概念化構造の代表節点もそれぞれ指定の文字を使い, 同様に示される。物理的対象 PP の場合も先頭はそれぞれ任意の文字連糸を使い, 相対同定子の場合には小文字, 絶対同定子の場合には大文字で示される。

物理的対象の名辞は数量的様態を示す調整子を伴うことがある。

- indiv 個体
- plur 複数個体群
- set 集合概念
- mater 非可付番の物質の名辞

概念化構造の時制等は代表節点の調整子で示される。

- p 過去
- f 未来
- nil 現在
- k 進行
- ts 変化の始点
- tf 変化の終点
- ∞ 時に無関係
- c 仮定法
- n 否定
- ? 疑問

4.1.2 CD ダイアグラムから再帰的拡張ネットワークへの変換

次に Schank の CD ダイアグラムを再帰的拡張ネ

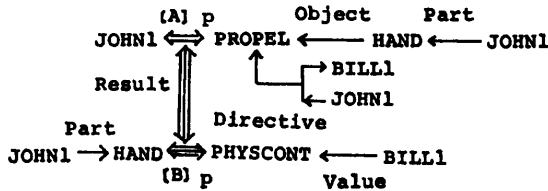


図 3 CD ダイアグラムの 1 例

Fig. 3 An example of the CD-diagram.

ットワークへ変換する手続きを示す。

たとえば次のような文章,

John hit Bill.

を考える。CD 理論ではこれを概念記憶に内部化された表現に変換し、図 3 のような記法で示す。これを CD ダイアグラムと呼ぶ。ここには本稿のモデルでいうような活性項は含まれず、蓄積項のみが表現されていると解釈してよい。図 3 に記されているラベルにつき、本稿の解釈によってそれぞれどの概念素項に当るか調べてみよう。

- 調整子 p
- 記述子 (I) PROPEL, PHYSCONT, HAND
- (II) Actor, Object, Directive, Value
- (III) Result, Part
- 同定子 JOHN 1, BILL 1

記述子が 3 つのグループに区別されている。(I)類は節点の原子概念に属するもの、(II)と(III)類は弧の原子概念に属するものである。そのうち(II)類は概念化構造 (conceptualization) を形成する構造的リンク (structural links), (III)類は因果関係のリンクや付加的な属性を表現するリンクなどで、主張的リンク (assertive links) と呼ばれるものである。上記の表中に CD ダイアグラムには陽に現われていない記述子 Actor がある。これについては CD ダイアグラムから本稿の記法への変換法に関係することであり説明を要する。CD ダイアグラムには概念化構造と呼ばれる複合概念があり、

行為の概念化構造 (active conceptualization)

状態の概念化構造 (stative conceptualization)

と 2 種類を区別する。図 3 の中でいえば、前者は (A) に、後者は (B) に例示される。概念化構造 (以下、CON と略記する) を本稿の SN 記法で表現すれば図 4 のようになる。図 3 と同じ内容を使って例示する。ただし、図 4 では便宜的に 2.3 で定義した図示法を簡略化した表現にしている。

CD ダイアグラムにおける CON の内容は、図 4 の

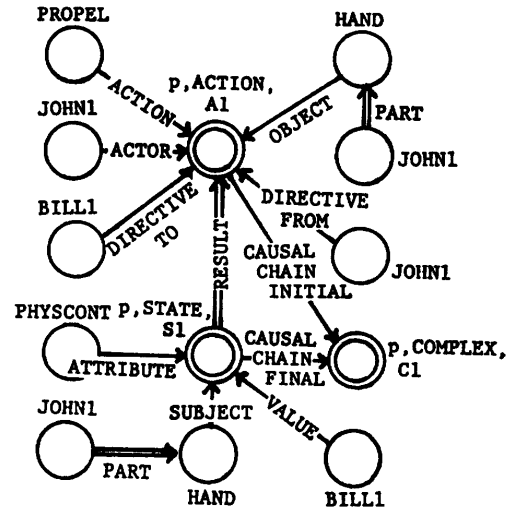


図 4 意味ネットワークの ASN 簡便図示法

Fig. 4 The ASN simplified diagram for the semantic network.

記法で、その構成要素がすべて平等に位置付けられて 2 重マル表示の代表節点によってまとめられる。前述した記述子 Actor は構造的リンクの一つとして陽に現われる。

CD ダイアグラム図 3 に現われている調整子は、過去の時制 p のみである。これは CON[A] の概念素項であるから、図 4 においては代表節点 A1, S1, C1 に添付されるべきものである。

同定子についていえば、CD ダイアグラム図 3 には絶対同定子のみ現われる。JOHN1 や BILL1 がそれである。これを相対化すれば図 5 のようになる。

CD ダイアグラム図 5 は図 3 より抽象度の高い知識となる。ここでは、相対同定子が対象の記述子を反映する次のような文字を使って識別されている。

- P: 人間 L: 場所
- X: 物理的対象 T: 時
- B: 肉体の部分 ACT: 要素的行為
- M: 記憶の区分 CON: 概念化構造

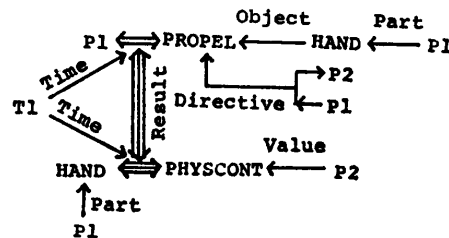


図 5 相対同定子を含む CD ダイアグラム

Fig. 5 A CD-diagram including the relative identifiers.

また、便宜的に簡略化した記述法が採用されている。たとえば、P1と書けば、記述子 PERSON と相対同定子 p1 との2つの役割を兼ねた表現である。

4.1.3 再帰的拡張ネットワーク記法に関する注意事項

本稿に導入された SN 記法に関して2つの注意事項を述べる。

まず第1は記述子について、弧の原子概念にはあり得ないが、節点の原子概念の場合、2重3重の属性規定を受けることがある。すなわち2つ以上の記述子を持つべきときがある。しかし概念の重なり合いはネットワーク構造で表現しようとするのが SN 記法の原則であるから、ここで1つの原子概念は唯一の記述子しか持ち得ないと約束し、ほかの属性規定は必要に応じて主張的リンク（たとえば ISA など）を通じてその節点に外側から添付する。

第2は同定子の使い方について、SN を蓄積項において見る限り、同じ同定子が2度以上異なる個所に現われることはない。しかし上記の図3、図4、図5、の各表現ではこの原則が適用されていない。これは、理解を容易にするため一種の展開図として本来1つであるべき節点を重複して表現したためである。蓄積項において同じ同定子を共有する節点があれば、本来重なり合って1つの節点だと心得るべきである。

CD ダイアグラムは、活性化意味ネットワークモデルの基本的道具であるその SN 記法に変換可能である。本研究の続稿においては、このことを保障として、理解を容易にするため CD ダイアグラムを使って議論を進めることが多くなる。そのとき、CD ダイアグラムの上で原子概念は活性項と蓄積項とを大まかに区別するため、

<蓄積項> (<活性項>)

のように活性項の方を括弧でくくって表現する。

4.2 構造認識規則：構造的リンクによる概念化構造の構成

連想とか意味の拡大とかは、標準的な論理とは異なる心理過程に基づいている。前者を1次過程の思考、後者を2次過程の思考と呼ぶこともある。後者においては明瞭な類概念が存在し、その概念が当てはまる対象の集合が主要な働きをする。すなわち、2次過程の思考における同一性は同一の主辞を仲介とする。一方、1次過程の思考では類概念に基づく同一性は第1義的なものではなく、類概念に対応するある種のあつまりがあるにしても、その成員が類似していると認知

されることはなく、成員同志が自由に交換される関係を保っているに過ぎない。1次過程の思考では、そのあつまりは共通の資辞や部分を持ち、その共通する資辞や部分によって同一化された対象の集合である。1次過程のそのようなあつまりが形づくられるのは多くの場合無意識の心理過程による。1次過程は有史以前から2次過程の発生に先行して存在する。人類史上、どの時代に標準的な論理が獲得されたか推測するすべもないが、現代人にとっても1次過程は生存の不可欠な条件であることに変わりはない。標準的な論理と対比して、このような心理過程を古論理的な思考と呼ぶことにしよう。

概念化構造には、行為、状態、状態変化など古論理的なもの、 n 項関係、関数、ラムダ抽象化表現、限量化表現など標準論理的なものがある。概念化構造は一般に代表節点と構造的リンクとで構成される。それぞれの概念化構造が特有の構造的リンクを持っている。

概念化構造の表記法を次のように定める。

(<代表節点の蓄積項> (<構造的リンク1の蓄積項>
<構成要素節点1の蓄積項>)
(<構造的リンク2の蓄積項>
<構成要素節点2の蓄積項>)
:
(<構造的リンク n の蓄積項>
<構成要素節点 n の蓄積項>))

節点の蓄積項については、4.1.1において定義した略記号で表現することもある。また、2.3において定義した図示法や4.1.2の図4に使用した簡便図示法とこの表記法との対応関係は、図4における概念化構造A1やS1の部分の図と、以下に定義されるそれらの表記法とを照合することによって明らかである。

4.2.1 古論理的概念化構造

1) 行為

(A ((DC: ACTOR) PP)

((DC: ACTION) ACT)

((DC: OBJECT) (PP | C))

((DC: DIRECTIVE-FROM) LOC)

((DC: DIRECTIVE-TO) LOC)

((DC: RECIPIENT-FROM) PP)

((DC: RECIPIENT-TO) PP)

((DC: LOCATION) LOC)

((DC: TIME) T)

((DC: ACTION-AIDER) AA)
 ((DC: INSTRUMENT<数字連系>) A))

2) 状態

(S ((DC: SUBJECT) PP)
 ((DC: ATTRIBUTE) PA))

あるいは、

(S ((DC: SUBJECT) PP)
 ((DC: ATTRIBUTE) PA)
 ((DC: VALUE) PP))

前者はあいまいさ FZ に値をもつ状態表現の場合の構造である。後者は、あいまいさの代わりに絶対量で示される場合、比較表現の場合、対象物間の関係を示す場合等における構造である。

3) 状態変化

(SC ((DC: SUBJECT) PP)
 ((DC: STATE INITIAL) PA)
 ((DC: STATE FINAL) PA))

4.2.2 標準論理的概念化構造

1) n 項関係表現

(R ((DC: RELATION)<関係概念の節点>
 ((DC: ARGUMENT 1)<引数概念の節点>
 ⋮
 ((DC: ARGUMENT n)<引数概念の節点>))

2) 関数表現

(F ((DC: FUNCTION)<関数概念の節点>
 ((DC: VARIABLE 1)<変数概念の節点>
 ⋮
 ((DC: VARIABLE n)<変数概念の節点>
 ((DC: VALUE)<関数値概念の節点>))

3) ラムダ抽象化表現

(L ((DC: ARGUMENT)<相対同定子>
 ((DC: BODY)<概念化構造代表節点>))

4) ラムダ抽象化表現を使った限量化表現

(Q ((DC: QUANTIFIER)
 <限量化概念の節点>
 ((DC: DESIGNATION)<指定>
 ((DC: BODY) L))

ここで、

<限量化概念> = FORALONE | FORALL
 | FORSOME
 <指定> = <集合指定> | <個体指定>

<集合指定> = (MD: set, DC: <記述子>)
 <個体指定> = (MD: indiv, DC: <記述子>,
 ID: <同定子>)

である。また、この限量化表現は特定の個体に関する述語表現も可能になっている。

以上の概念化構造を SN 図示法で表現するとき、構造的リンクの矢印は構成要素節点から代表節点へ向けて付けられる。

4.2.3 主張的リンク

因果関係を表わすリンクとして次のような弧原子概念を考える。

CS1 行為は状態変化を引き起し得る。

(A ((DC: RESULT) SC))

CS2 状態がととのえば行為を起し得る。

(S ((DC: ENABLE) A))

CS3 状態によって行為を起し得ない。

(S ((MD: n , DC: ENABLE)A))

CS4 状態あるいは行為が精神的な状態を引き起し得る。

((S | A)((DC: INITIATE) MS))

CS5 精神的な状態が行為を引き起す理由となる。

(MS ((DC: REASON) A))

個体、集合の包含関係を表わす主張的リンクとして ISA を使う。

(PP ((DC: ISA) PP))

行為を表わす概念化構造の構造的リンクの一つである INSTRUMENT は主張的リンクとしての特質も示す。

(A ((DC: INSTRUMENT<数字連系>) A))

関係詞節表現のために REL リンクが使われる。

(PP ((DC: REL<数字連系>)

<概念化構造>))

INSTRUMENT リンクは2段、3段と幾段にも連鎖することがある。それらを識別するため<数字連系>が必要になる。同様に、関係詞節が2重、3重に懸かる場合を表現するため、REL リンクが幾段か必要になることがある。それらを識別するため<数字連系>が必要になる。集合の包含関係を表わす ISA リンクも連鎖するが、連鎖のレベルは識別していない。ISA リンクで励起共有設定しておけば、ある個体のある集合への包含関係の検索が容易になる。励起共有設定するのは構造的リンクのみに限らない。

そのほか、状態表現の PA のうち、絶対量で示され

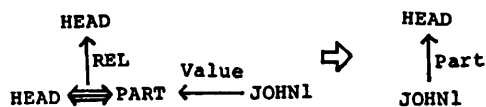


図 6 主張的リンク Part

Fig. 6 The assertive link "Part".

る場合や対象物間の関係を示す場合のものが、便宜的に主張的リンクに転用されることがある。たとえば、図 6 のように変換して、Part という主張的リンクを便宜的に導入することがある。

主張的リンクを SN 図示法で表現する方法は、構造的リンクにおける表記法とその SN 図示法との対応関係に準ずる。たとえば、

(A ((DC: RESULT) SC))

という表現のとき、RESULT の矢印は SC から A へ向けて付けられる。ただし、図 4 では便宜的に、構造的リンクは 1 重線、主張的リンクは 2 重線の矢印で区別して示している。

5. む す び

本稿は活性化意味ネットワークモデルにおける SN の静態構造論を概説した。知識の SN 表現に関する、多くの研究者によるさまざまな提案を調査した結果、それらに共通する一般的形式を抽出できた。個々の提案を比較すると、知識・概念を高次の構造に組織化していく形態の違いを看取できる。その相違は構造認識規則の違いとして把握できた。また、概念記憶の過程を表現するには原子概念に関する考察が重要である。

本稿に示した概念素項の種類は、従来の SN モデルの研究者達が必要とした因子をすべて網羅している。

本稿によって SN の記法が整備されたので、引き続き、その賦活動態によって概念推論が実現されることを示さなくてはならない。続稿によって、賦活動態の実例やその形式的表現法について議論する。

参 考 文 献

- 1) 嶋津好生, 田町常夫: 概念記憶の意味ネットワークモデル, 九州大学総合理工学研究科研究報告, 第 3 巻, 第 2 号 (1981).
- 2) Quillian, M. R.: Word Concepts; A Theory and Simulation of Some Basic Semantic Capabilities, Behavioral Science, Vol. 12 (1967).
- 3) Hendrix, G. G.: Expanding the Utility of Semantic Networks through Partitioning, adv. Papers Fourth Int. Joint Conf. Artificial Intelligence, Tbilisi, U. S. S. R. (1975).
- 4) Schubert, L. K.: Extending the Expressive Power of Semantic Networks, Artificial Intelligence, Vol. 7 (1976).
- 5) Boley, H.: Directed Recursive Labelnode Hypergraphs; A New Representation-Language, Artificial Intelligence, Vol. 9 (1977).
- 6) Schank, R. C.: Conceptual information processing, North-Holland (1975).
- 7) Schank, R. and Abelson, R.: Scripts Plans Goals and Understanding, Lawrence Erlbaum Associates (1977).

(昭和 56 年 3 月 23 日受付)

(昭和 56 年 7 月 13 日採録)