

意味フレームを用いた知識構造の言語への効果的な結びつけ*

Linking Natural Language to Semantic Knowledge using Multilayered Semantic Frame Analysis

黒田 航[†]

井佐原 均[‡]

概要

本研究は、日本語のための意味役割タグ体系を定義するために黒田・井佐原 [19] が提唱した枠組みを発展させ、(i) 意味フレームによって記述された知識構造 (の断片) に自然言語表現を効果的に結びつけるための手法を“複層の意味フレーム分析” (Multilayered Semantic Frame Analysis: MSFA) の名称で提唱し、(ii) それによって「言語と知識との結びつけ問題」の部分的解決法を提案する。

Based on our previous work (Kuroda & Isahara [19]), we propose a method, called *Multilayered Semantic Frame Analysis* (MSFA) that links natural language expressions to semantic knowledge. This way, MSFA forms a basis for “semantic role tagging”, which is required for our development of Japanese corpus annotated for “semantic roles”, thereby offering an answer to the “language-knowledge linking problem”.

1 はじめに

自然言語の意味処理は非常に困難な課題である。その原因は、次のように幾つか挙げられる:

- (1) コトバの意味と知識との関係は自明ではなく、具体的な結びつき方がよく解っていない
- (2) コトバの意味と呼ばれるものの実体がありよく解っていない — 伝統的に言語学は「論理形式に落としこめるものが意味で、それ以外の特徴は意味ではない」「それは語用論の問題で、意味論の問題ではない」となし崩し的に言い逃れた
- (3) それ以前に、一般に意味と呼ばれるものの実体がありよく解っていない
- (4) 言語学者が達成してきた言語の意味の記述は、他の分野で達成された知識、あるいは知識ベースの記述と整合性が高くない — 実際、これらは別物に見える

以上の問題はいずれも**言語と(意味)知識の結びつけの問題 (Language-Knowledge Linking Problem)**という主題の変奏¹⁾だと言える²⁾。このような結びつけの問題に対し、私たちは**複層の意味フレーム分析 (Multi-**

layered Semantic Frame Analysis: MSFA) の観点から焦点を当て、部分的解決法を提案する。

MSFA は Berkeley FrameNet (BFN) [8] の延長上に位置づけられるが、§2.3 で後述する問題を解決するため、BFN にはない Pattern Matching Analysis (PMA) [17, 18] の知見が加えられている。§ 付録 A を参照のこと。

2 文レベルの理解内容の妥当な記述の必要性

言語と知識との対応づけ問題で第一に問題になるのは、文レベルの理解内容の妥当な記述である。この際に特に問題となるのは、次の点である:

- (5) EDR, IPA 辞書 (IPAL), WordNet などの大規模、中規模な概念辞書の開発が進み、語彙情報の充実は目覚ましいが、それでも取り扱われているのは基本的に文脈によらない語 w の意味 $M(w)$ の記述であり、**文 s という環境内で実際に理解される語の意味 $M(w)/M(s)$ の記述はなされていない。**
- (6) これは語彙レベルの意味 $M(w)$ が文レベルの理解内容 $M(s)$ にいかに統合されるかに関する記述モデル $h: M(s) = h(M(w_1), \dots, M(w_n))$ が不在であることを意味し、
- (7) これは、実質的に文 s の意味 $M(s)$ (= “文意”) の記述がなされていないのと同じことである。

私たちはもちろん、様々な理由から、 h の構築がこれまで非常に困難だったという事実を認めないわけではないが、それに対し研究者が積極的だったかどうかに関しては、強く疑問をもつ。どのような理由があるにせよ、 **h の構築は、文 s の意味を、それ自体として十分に詳しく記述することから始めなくてはならない。**

ここでは意味の構成性原理をアприオリに仮定することは — 誤まりではないかも知れないが — 効果が無い。それは「ヒトが文レベルの理解で何を理解してい

* この論文は電子情報通信学会 言語理解とコミュニケーション (NLC) 研究会研究会 (2004/11) で予定されている同名の研究発表のための論文の内容を増補改訂したものである。

[†] 独立行政法 人情報通信研究機構 けいはんな情報通信融合研究センター

[‡] 独立行政法 人情報通信研究機構 けいはんな情報通信融合研究センター

¹⁾ 視野を広げれば、この問題は Symbol Grounding 問題の特殊な場合ではあるだろう。ただし、第一著者としては (自分の能力の限界も考慮して) 問題を一般化しすぎないで言語学者に解決可能な範囲で取っておきたい。

²⁾ 言語自体が知識であると規定する向き [4] もあるが、これは手続きの知識と宣言型の (意味) 知識のような区別を捨象した上で、別のレベルでの問題である。

るか」が正確に判っていない状態だからである。これはそもそも、**どんな情報が語彙に帰着されるべきかが判明していない状態である**。この状態で「全体の意味は部分の意味から構成される」という制約を設けることは — 文意 $M(s)$ があらかじめ与えられていて、 $M(s)$ ($s = w_1 w_2 \cdots w_n$) を $M(w_i)$ で“構成”することによって (つまり h を見つけることによって) “説明”するのが目的ならば話が別だろうが — $M(s)$ が与えられていない状態では、 $M(s)$ の記述を不当に貧困化させる効果につながる。文の意味の語の意味への回収は、文の意味が適切に記述されていて初めて可能となることであり、この関係を逆にすることはできない。

どんな意味情報が語彙の単位 (あるいは超語彙の単位) に割り当てて必要があるのか — まずこれを明確にすることから始めなければならないのだが、**これは現時点ではまったく達成されていない**。これが自然言語の意味処理が分厚い壁にぶつかっている最大の理由だと私たちは考える³⁾。

2.1 文脈内での語の意味の多元的記述の必要性

語彙レベルの意味が文レベルの理解内容にいかに関与されるかという問題の一部は、「語の意味の曖昧性が特定の文脈に現われたときにどう解消されるか」という**曖昧性解消 (sense disambiguation)** 課題として議論されることが多い。だが、意味解析の現状では、語の意味と文脈情報との相互作用 — 正確には複数の語の意味の相互作用 — の記述モデル h が不在の状態でのこの課題を解くことは迫られている。

問題を点をハッキリさせるために、例を一つあげよう。例えば、(8) の例で“本”は少なくとも (9) に示す**意味役割 (semantic roles)** を同時に担っている (意味役割の定義は §3.2 に示す):

- (8) 西寧市での暴動は、イスラム教徒を侮辱する内容の**本**が四川省で刊行されたことがきっかけ。
- (9) (i) “ x が y を z で侮辱する”の z を実現する (侮辱のための) 手段); (ii) “ x が y を z に書く”の z を実現する (表現) 手段); (iii) “ x が y を y で出版する”の y を実現する (出版物); (iv) “ x が y という内容をもつ”の x を実現する (容器)

文 (8) という環境内で“本”が (9) に示す解釈上の役割 (interpreted roles) をもつことを特定する課題は、語の意味を一つに絞るという意味での単なる曖昧性解消課題ではない。それは

- (10) a. **曖昧性解消は述語** { 侮辱 (する), 書く, 刊行 (する), 内容 } **ごとに行われなければならない**

³⁾ IPA 辞書 (IPAL) [21] にはこの点で先駆的で重要な研究成果が反映されているが、私たちの観点からすると (i) 意味フレーム (IPAL の用語では“意味記述”) 同士の関係づけが十分に組織的、体系的ではない、(ii) “一文について (正確には一動詞について) フレーム”のような (MSFA の観点からは必然的とは思われない) 制限が設けられている、という二つの限界がある、とはいえ、IPAL の先見性、先駆性は十分に評価したい。

ない。

- b. しかも、述語の一部 (e.g., 書く) は補われなければならない。
- c. そのうえ、**それを本質的に実在性の怪しい (統語) 派生に訴えないで達成しなければならない**⁴⁾。

語の意味の文内での統合の問題である (“本”の多義性の構造については、§3.4 で改めて詳しく取りあげる)。

一つの形態素が生起環境に応じて幾つかの意味役割をもちうるという問題を、**(文脈内での) 語の意味役割の複数性の問題**と呼ぶ⁵⁾。これは**意味 (役割) タグづけ (semantic role tagging)** の課題にとって厄介な問題であり、うまい対処法が不可欠である。この問題にうまい解決法を与えてくれるのが MSFA の最大の利点の一つである。

MSFA は、Berkeley FrameNet (BFN) [8] の概念的拡張である。§3 の本論に先立って BFN について簡単に概説しておく。

2.2 Berkeley FrameNet の意義

BFN は英語の意味フレームのデータベースを構築する企画である。今年で第三期目に入っており、600 弱の意味フレームの解析が終っていると聞く。

BFN は、従来の言語学にありがちな、次のような「壁」を打破する可能性をもつ:

- (11) 伝統的な言語学者は音韻構造、文法的構造のような言語固有の構造の記述、説明に関心をもつが、その下部構造となっている知識構造に関しては、“言語外のもの”として切り捨てて平然としている
- (12) そのような切り捨てを行わない研究者も、意味構造と統語構造をうまく区別せず、理解される内容はすべて何らかの形で統語構造に還元されと考え、ありもしない派生をデッチあげ、単なる対応づけの問題を「答えのないパズル」に変質させがちである
- (13) それに不満をもつ一部の言語学者は (実験で検証されていない) 認知構造をあれこれ想定して言語事実を“説明”することには熱心な割に、正面切った知識構造の記述となると、敬遠しがちである。
- (14) (言語学外部の人には意外なことに思えるかも知れないが) 現時点での言語学のオリエンテーショ

⁴⁾ この点に関して、私たちは一部の言語学者からの反論は覚悟している。だが、そのように反論をする人々が言語運用の名の下に様々な厄介な要因を切り捨てて平然としている人々であることを考えると、広い実用性のある言語資源の開発のような問題にどれぐらい真剣に関心や熱意をもっているかどうかは、根本的に怪しいと考える。

⁵⁾ このような関係を (統語) 派生で表わすことは — 理論的には不可能ではないが、分析の妥当性を保証する“理論”が約 10 年以内に「白紙に戻る」ことを考えると — 多くの分野の研究者にとって有用な研究資源を開発するという目的にとってどれほど意味があることなのか、おおいに疑わしい。

ンは、実用性を射程に入れた高品質の言語資料(意味タグつきコーパス)を開発できる技能や、そのための動機をもった人材を育成するものではない。これは、ある程度の量のデータを一貫した視点で分析するという訓練を行わないことによる。

これらは言語学と自然言語処理、並びに認知科学、認知心理学との間を隔てる分厚い壁だが、BFN によって乗り越えられる可能性がある。

2.3 理解内容の複層記述の必要性

ただし、BFN にも技術的な問題もある。その一つが文脈におかれた語の意味の多次元的記述である。

この問題の解決の際、表層形を“派生”なしで知識構造に結びつけるのは必至であるが、次のような技術的な問題が存在する:

- (15) 意意表示の必要十分性の問題: 表層形に現われているかいないかを問わず、文 s の意味理解に必要な要素が十分に表現されているかどうかの保証の問題。具体的には、
- (16) 欠落要素の(正しい)補完の問題: s の表層形には存在しないけれど、“まるで s の一部に存在するように”理解される要素、すなわち欠落要素(missing elements)をどう取り扱うか⁶⁾
- (17) 情報源の共有/重複の問題: 一つの要素が多重な(意味)役割をもつことを、(統語)派生(syntactic derivation)に訴えずにどう表現するか

第二の問題についての議論は §4 に譲るとして、第一「欠落を(統語派生に訴えずに)どう定義するか」の問題を、まず意味フレーム分析の観点から解決しておこう。

3 意味フレーム分析の基礎

3.1 ヒトの“(状況)理解の単位”の特定

意味フレーム分析の出発点は次の仮説である:

- (18) (状況)理解には単位 $U = \{u_1, u_2, \dots\}$ が存在する。
- (19) U は状況の理想化で、その内容は $D: \langle \langle \text{何が} \rangle \langle \text{いつ} \rangle \langle \text{どこで} \rangle \langle \text{何のために} \rangle \dots \langle \text{何を} \rangle \langle \text{どうする} \rangle \rangle$ と記述できる
- (20) D は(意味)フレーム(Fillmore [7], BFN [8])という形で特定できる。
- (21) $D = F$ であるならば、 F は(日本語の)自然言語処理で格フレーム(case frames) [23]、ないしは述語フレーム [21] と呼ばれているものと実質的に同一である

状況の理想化としての(意味)フレーム F は、ヒトが区別可能な状況の一つ一つコードしている非言語的な単位で、この集合がヒトが理解可能な状況の全体を定義すると考えられる。

人間の状況判断の速さ、鋭さなどから見てもフレームが有限個しか存在しないと仮定するのは自然である。その一部は [22] などによって実在性が確認されているが、意味フレーム全体の数は少ないとは言えない。少な目に見積もっても意味フレームの数は、言語ごとに数千から数万はあると推測される。

3.2 意味役割の定義

意味フレームは単純化すると幾つかの意味役割の組織化である。詳しい説明は [19] などに譲ることにして、この節では意味役割の簡単な説明を与えておく。

同一のモノ(e.g., “本”)は(そのアフォーダンス [29, 30] に基づいて)、異なる状況下 $\sigma_1, \dots, \sigma_n$ で異なる現われ $r_1, \dots, r_n$ (e.g., $\langle \text{出版物} \rangle, \langle \text{内容} \rangle, \langle \text{表現手段} \rangle, \dots$) をもつ。状況 σ での x の役割 $r(x)$ 、つまり $\sigma.r(x)$ が x の σ での意味役割(semantic roles)である⁷⁾。状況は(厳密ではないが)意味フレームと同一視される。 X がフレーム名、意味役割名であることを表すのに、 $\langle X \rangle$ と表記する。この意味での意味役割を BFN ではフレーム要素(frame elements: FEs)と呼ぶ。私たちもこの呼称法に従うこともある。

3.2.1 意味役割を意味型から区別する必要性

次のことには注意を促しておきたい: 意味フレーム分析でもっとも恩恵を被る部分は、実は動詞の意味の記述ではなく、名詞句の意味の記述である。その理由をまず簡単に説明しておこう。

意味フレーム分析は、意味役割(e.g., $\langle \text{獲物} \rangle$)の意味型(semantic types) (e.g., 哺乳動物)からの体系的な区別を可能にする。多くの概念辞書、シソーラスでは両者は明示的に区別されていないが、この区別は重要であり、これが意味役割ベースの概念記述が必要とされる理由の一つである。

この区別が本質的に必要、かつ重要である理由の一つは、ある種の特徴は状況に(偶発的に)参与する個体の属性に還元し得ないからである。これは重要だがわかりにくい点なので、具体例 (22) に基づいて、詳しく説明しよう。

- (22) 空腹のライオンがインパラの群れを襲った⁸⁾。

(22) に現われる語句の意味タイプによる記述を考えるなら、動詞“襲う”の主語句である“ライオン”の意味型は“(中型)(陸棲)(肉食) 哺乳動物”とし、目的語句である“インパラ”の意味型は“(中型)(陸棲)(草食) 哺乳動

⁶⁾ 欠落要素は省略要素ではない。省略要素は復元可能だが、欠落要素の一部は、理解されているにも関わらず、語彙による完全な明示化が可能でないことがある。また、欠落している(と感じられる)のは(音声)形式であって、意味ではない。意味が「そこにある」と感じられるのに、その形式的な“担い手”がない、というのが欠落要素の特徴である。

⁷⁾ なお、この意味での意味役割をもつのはモノばかりではない。ある種のコト(e.g., “爆発”)は意味役割($\langle \text{テロ行動} \rangle$ の $\langle \text{実行手段} \rangle$)に結びつけられる。

⁸⁾ 本研究は、第一著者が関係する“襲う”のコーパスに基づく研究 [20] の結果をふまえているが、この例は採集例ではなく作例である。

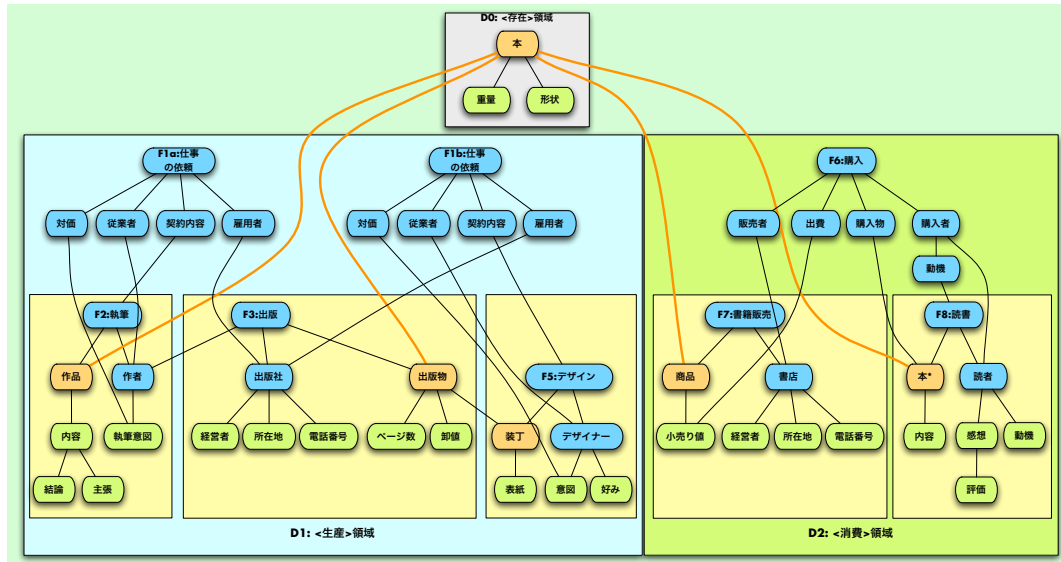


図1 “本”の多義性の意味フレーム基盤分析

物”としてよいだろう。これは正しい意味記述である。だが、これはどれほど役に立つ意味記述だろうか？

- (23) ???空腹のライオンがイワシの群れを襲った。
 (24) 空腹のマグロがイワシの群れを襲った。

(23) は奇妙な文 — 少なくとも (22) に比べて圧倒的に — 奇妙な文であるが、この奇妙さはどこから来るのだろうか？ もう一点、なぜ (24) は奇妙ではないのだろうか？

その答えはこうである：ヒトは例えば“襲う (x, y)” = “襲う (A)” に関して (25) は成立するが、(26) は成立しない (か、少なくとも非常に成立しにくい) という知識をもって、それが理解内容に反映されている。

- (25) $A = (\text{“ライオン”, “インパラ (の群れ)”}, (\text{“マグロ”, “イワシ (の群れ)”})$
 (26) $A' = (\text{“ライオン”, “イワシ (の群れ)”}, (\text{“マグロ”, “インパラ (の群れ)”})$

ヒトの言語理解のこのような特徴は広く認識されているが、認識があれば十分だというわけではない。問題は「それをうまく表現するにはどうしたらよいか？」である。状況という概念は、このような特徴を捉えるためのものである。

3.2.2 状況という単位に基づく分析の有効性

私たちが MSFA という形で提唱するのは、状況という概念を用いて、ヒトの理解のこのような特性を効率的に記述するための枠組みである。具体的には、次のように考える：

- (27) 〈捕食〉フレームがヒトの知識内にあり、それは {〈捕食動物〉, 〈獲物〉, ...} のような意味役割からなっていて、
 (28) $A = (\langle \text{捕食動物} \rangle, \langle \text{獲物} \rangle)$ がヒトが区別可能な状況 (e.g., 〈陸上生物の他の陸上生物の捕食目的の攻撃〉, 〈水中生物の他の水中生物の捕食目的の攻

撃〉) に一致するとき、その文は妥当だと理解される。

興味深いのは次の点である：ある種の名詞 (e.g., 犠牲者, 獲物) は意味役割を定義するためのもので、何かを指示するためのものではない。このクラスの名詞が指示機能をもつのは派生的なことなのである。これは名詞ですら語の意味が常に指示的だと考えると説明できない。意味型は多かれ少なかれ指示的意味を前提としており、この点で限界がある。

3.3 “本を枕にする (こと)” の意味理解

“襲う” の例は比較的に単純であったが、もっとえげつない例もある。例えば、次の (29) の理解内容を記述するという課題が与えられたとしよう：

- (29) (引越直後で部屋が片づいていなかったの) 彼は その日、本を枕にして寝た⁹⁾

多くの人はこの課題の遂行に何の苦労も感じない。誰もがこの文を読んで (あるいは聞いて) すぐに、〈“彼”が“枕”を“本”で“代替”した〉こと (と、おそらく〈“彼は寝心地が悪くていつもよりは眠れなかった〉こと) を読み取る。だが、それはこの課題が簡単で自明だということはまったく意味しない。ほとんどのことは明示的には言われておらず、類推される。問題はどのようにしてこの類推が達成されているか、ということである。

このような例で“枕”という語が何を意味するか (あるいは〈枕〉という概念がどんな内容をもつか) という問題は、語の意味が何であるかを考える上で本質的に重

⁹⁾ この貴重な例は、山梨正明氏 (京都大学) から指摘された。ただしカッコ内部の表現は第一著者が補ったものである。“x を y にする”という語句の解釈は状況依存的である。この文で“枕”の意味論が奇妙であることに実感のない方は、この文を“彼は その日、顔を下にして寝た”、“彼は その日の夕食に、茄子を乱切りにして炒めた”などと比較されたい。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	Frame ID	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F12	F11	F13	F14	F15	F16	F18	F18	
2	Frame 名	感覚	経験[1]	集団化	自衛	攻撃	狩り	捕食	選択	食物摂取	欲の満足	殺害	使役	死亡	状態変化	逃亡	非生存	生き残り [1]	生き残り [2]	
3	空腹	感覚内 容:GOV	経験内 容:GOV					目的			欲								脅威	
4	*									効果/目的	GOV									
5	*										GOV	手段								
6	の																			
7	ライオン	感覚者	経験者		外敵	攻撃者	狩り手	捕食者	選択者	食物摂取者	欲主	殺害者	使役者			外敵		脅威	生き残り	
8	が																			
9																				
10	インパラの			行動者	自衛者	標的	獲物	獲物の種類												
11	群れ			GOV	手段			獲物の状態	候補:EVO											
12	*			目的	GOV															
13	*							獲物	選択項	食物		犠牲者:EVO	被害者	死亡体	変化体		非生存者			
14	*								非選択項							逃亡者		生き残り		
15	を																			
16	襲っ					GOV	手段		目的	手段			起こされた 事態	死因						
17	*					GOV	手段													
18	*						目的	GOV				目的?					逃れた 災難			
19	*											副作用		GOV	結果状態		理由			
20	*															GOV		理由	理由	
21	た																			

図 2 (22) の意味フレーム分析: GOV は支配項 (governor) を表わし、典型的には動詞 (の基体) が該当するが、消失要素の場合もある

要である。この場合、“枕”という語は実在物としての何らかの枕を指示しているわけではない。それが定義しているのは〈ヒトが眠るときに頭の下に敷く何か〉という抽象的な性質＝〈ヒトの睡眠〉という状況に固有の意味役割の一つである。

これは何ら特殊な事態ではなく、ヒトの状況理解には頻発する事態であって、これがヒトの言語理解を記述困難なものとしている最大の理由の一つである。この事実の記述は、語の意味の解明にとって本質的な条件であり、心理学、言語学、認知科学のいずれにとっても重要な課題である。実際、意味フレームのデータベースを構築する最大の意義は、それによって意味役割の網羅が可能になることである。

3.4 “本”の多義構造の意味フレーム基盤の分析

“枕”という語の意味 — あるいは概念 — を定義しようと思えば、〈ヒトの睡眠〉という状況概念に訴えざるを得ないことは見た通りであるが、同じことは“本”の意味についても言える。

仮に意味フレームの全体集合 $\mathcal{F} = \{F1, F2, \dots\}$ が与えられているとする。 $\mathcal{F}$ は、 F_i ごとに“本”の $\{ \langle F1: 内容 \rangle, \langle F2: 執筆物 \rangle, \langle F3: 出版物 \rangle, \langle F4: 販売物 \rangle, \langle F5: 印刷物 \rangle \}$ を定義する。ほとんどのフレーム (e.g., 〈渡米〉, 〈結婚〉) で“本”は何の意味役割も実現しない。

本が実現値をもつ場合、それが多義構造の発生源となる。このことは例えば、(30) に示す形容詞 { つまらない, 暗い, 遅かった, 高い, 汚い } の選択制限に反映されている。以下の a, b の対で a 例の解釈は多面的意味の一つを特定した b と同一でありうるが、c と同一ではありえないことの説明となる:

- (30) a. この [本] はつまらない
b. この [本の 〈F8: 内容〉] はつまらない
c. *この [本の 〈F3: 出版年〉] はつまらない
- (31) a. この [本] は暗い

- b. この [本の 〈F2: 主題〉] は暗い
c. *この [本の 〈F7: 小売販売店〉] は暗い
- (32) a. その [本] は遅かった
b. その [本の 〈F3: 刊行〉] は遅かった
c. ?*その [本の 〈F8: 読者〉] は遅かった
- (33) a. この [本] は高い
b. この [本の 〈F7: 小売値 = 値段〉] は高い
c. *この [本の 〈F8: 内容〉] は高い
- (34) a. この [本] は汚い
b. この [本の 〈F5: 装丁〉] は汚い
c. ?*この [本の 〈F3: 出版社〉] は汚い

以上のことを考えると、図 1 に示すような本の (部分的) 意味構造を考えることが可能であり、また妥当であろう。“本”は $\{ \langle F2: 執筆 \rangle, \langle F3: 出版 \rangle, \langle F4: デザイン \rangle, \langle F5: 販売 \rangle, \langle F6: 読書 \rangle \}$ フレームで、おのおの異なる意味役割 $\{ \langle F2: 執筆. 作品 \rangle, \langle F3: 出版. 出版物 \rangle, \langle F4: デザイン. 装丁 \rangle, \langle F5: 書籍販売. 商品 \rangle, \langle F6: 読書. 本^* \rangle \}$ を実現している。また、この図では明示していないが、“本”と呼ばれる物体 x が〈枕〉になるかどうかは物体としての x の特性であり、D0 に帰属すると考えられる。

このような意味フレームを用いた多義分析が示唆しているのは、具体物の多面的意味の局所化 (localization)、意味フレーム単位の情報のパッケージ化 (information packaging) が可能であり、それが知識の表現効率の点からも好ましいという点である。意味フレーム群は領域という形で組織化されているので、ある領域に結びつけられることは波及効果を生む。この波及効果の範囲をうまく予測できず、記述量が爆発することが、これまで「フレーム問題」と呼ばれてきたものである。意味フレームのまとまりを特定することで、この問題は少なくとも部分的には解消可能だと見こまれる。

3.5 IPAL (SURFACE/DEEP) の「名詞句フレーム辞書」について

情報のパッケージ化の観点から、ここで私たちの提唱する分析法と IPAL (SURFACE/DEEP) [21] の「名詞句フレーム辞書」との関係について、一言だけ述べておこう。

述語フレーム辞書に較べて名詞句フレーム辞書 (NFD) の有用性は私たちの目的にとって限られている。NFD の項目を定義に用いられている (35) のような意味属性列 [X1, X2, ...] は体系的であり、詳細であるが、残念なことに (語集ごとに) 固定されている:

- (35) 食器 (X1: 種類 {和, 洋, 中華}, X2: 対象物 {飯, おかず, 緑茶, ...}, X3: 形状 {深, やや深, 浅, ...}, X4: サイズ {大, 中, 小}, X5: 材質 {陶器, 木, ガラス, 紙}))

従って、意味属性が意味フレーム (彼らの言う「述語フレーム」) に相対的に定義されるという面、つまり意味属性は状況にダイナミックに結びつけられているという点が、NFD の記述では見失われている。その結果、NFD は多かれ少なかれ名詞 (句) の静的な分類に終わってしまっている。

好意的に判断すれば、これはおそらく現実的な判断に迫られて決められた暫定的な仕様 (で、少なからず本意な妥協の産物) なのであろうが、私たちの目標とする言語表現と知識構造の結びつきを動的に記述するという目的からすると、最終的に見出されるべきものが封印されているのに等しい。私たちが図 1 で示そうと思っていることは、名詞句 N の意味は本質的に「開かれている」が、その開かれ方は興味深い仕方で制約されている、という点である。その制約は、 N という名称をもつ存在 (あるいは特性) がヒトにどんな関わりをもつかによって決まり、この関わり方は、おそらく生態心理学 [29, 30] の手法で記述可能だと考えられる。残念ながら、このような視点は少なくとも現在のところ、NFD では実現されていない¹⁰⁾。

4 複層の意味フレーム分析の実践

以上の基本事項のもとで、複層の意味フレーム分析を具体例を通じて紹介する。ただし、今から示す分析の結果は原則として試行錯誤的、暫定的であり、今後に渡って詳細が変更される可能性が大きいという点は特に強調

¹⁰⁾ この点は、IPAL (SURFACE/DEEP) で認識されていないわけではない。例えば、フレームワークの拡充の方向として、井口 [11] は次のように指摘している「一連の IPA Lexicon が品詞別に執筆された後、これらの辞書を統合化するプロジェクトがあった [12] が、IPAL (SURFACE/DEEP) についても類似の技術によってこのようなことを考慮する必要性が生じる可能性がある」とし、「現行の二つのフレーム辞書においても、重複する情報があり、効率的に数多くの語彙を執筆するためには各辞書間に相互リンクを張り、一つに辞書に執筆された情報については他の辞書がこれを参照できるようにしておく」必要性を指摘している。もちろん、問題は単なる保守性の向上、利用可能性の最適化の問題には留まらない。

しておきたい。

4.1 意味フレーム分析の作業仮説

複層の意味フレーム分析のために、次のような作業仮説を設定する:

- (36) 文のあらゆる要素 (e.g., 形態素) は少なくとも一つの意味フレームの意味役割を実現する。説明の便宜上、支配項 (governor) も意味役割に含める
- (37) 矛盾が生じない限り、一つの文に意味フレームは幾つ現われてもよい
- (38) MARKER (e.g., 格助詞, 係助詞), EXTENDER (e.g., 動詞の接尾辞) のような特殊な要素を除いて、すべての形態素 m は少なくとも一つのフレーム F の意味役割 $F.R$ を満足する
- (39) 文 s の、形態素 m が意味フレーム f の意味役割 $f.r$ を実現する際、これは、 m が別の意味フレーム f' ($f \neq f'$) の意味役割 $f'.r$ を実現することから独立している
- (40) 意味役割は条件つきで“深層格” (deep cases) と同一視可能だが、格文法 [6] の「単文異格の原則」は保持されない¹¹⁾。同一の形態素がフレームごとに異なる意味格を複数もつことは禁じられていない。むしろ、これが許され、同一形態素に意味役割が多重実現されることが、文意の統合の記述にとって本質的に重要である
- (41) 幾つかの意味フレームのあいだには依存関係が存在しうるが、そのような特性の発生源は知識の構造それ自体であって、それは (統語) 派生に由来する特性ではない。つまり、統語論はそのような関係を (移動などを使ってわざわざ) 表示する必要はない

4.2 具体的分析

これを具体例を通じて示すことにしよう。(22) [再掲] の意味フレーム分析は、(42) に示す二段階からなる:

- (22) 空腹のライオンがインパラの群れを襲った。
- (42) I. 自然言語文 (22) の形態素解析 $M = [m1: 空腹, m2: の, m3: ライオン, m4: が, m5: インパラ, m6: の, m7: 群れ, m8: を, m9: 襲つ, m10: た]$ とフレームの形で表現された意味知識との結びつきが表 2 のあるように、言語学者によって人手解析される。ただし、形態素列の * は必須の意味役割が形態素によって実現されないことを示す補助記号であり、これは言語学で仮定される空範疇 (e.g., 移動の“痕跡”) ではない¹²⁾

¹¹⁾ 正確に言うと、この原則は格マーカー (e.g., 格助詞) について妥当である原則であって、その補部である NP に関しては妥当しない。PP = [NP P] という単位において格マーカー P は NP に格/意味役割を付与する要素 (case/thematic role assigner) ではなく、NP に内在する曖昧性を (支配動詞に対してのみ) 脱曖昧化する要素 (thematic role disambiguator = specifier) として特徴づけるのが妥当である。

¹²⁾ 空範疇の一部は * の例と見なしう場合もある。だが、これは

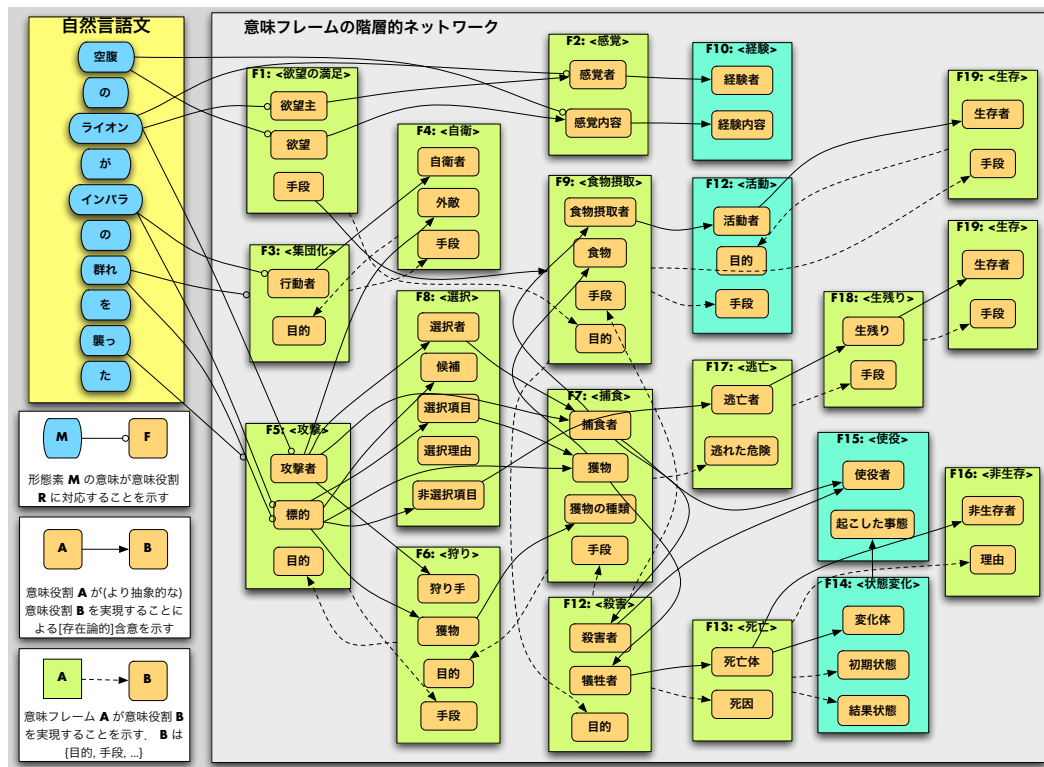


図3 (22) の意味フレームの階層ネットワーク分析

II. 表2のフレームの関係性は図3にあるような階層ネットワークとして再解釈、再構築される。表2は図3の中間フォーマットの役割を果たす

図3の意味フレームの階層ネットワーク内部(図の右側)の関係は(意味)推論である。この推論の効果を統語的派生で表現することは、**統語構造の記述モデルが十分に制約されていないという理由によって偶発的に可能であるが、そうする必要はまったくない。**

図3にあるような知識構造は、概要が確定すれば関係データベース RDB に格納できる。そのような RDB が与えられていると仮定すれば、**表2のMSFAにある最小限の対応づけ $M \rightarrow \{F1, F2, F3, F5\}$ を特定することが、表層形(22)の理解内容をRDB内部で表現された意味知識と結びつけていることになる。**これは同一文内での知識源が統合問題に対し、MSFAが与える解答である。

4.3 作業内容と手順

表2にある解析にせよ、図3にある解析にせよ、現時点では自動化はまったく行われていない。すべて人手で、しかも試行錯誤的な段階で、確立したと言えるものは少ない。だが、まったく暗中模索というわけではな

く、第一筆者は自分以外の作業者によっても、重要な部分は再現可能だろうという感触を得ている。以下では特に表2にあるような解析がどのように実行されるかの概略を示すことにする。

4.3.1 既存の形態素解析システムをどれほど信頼するか

現在、MSFAは既成の形態素解析(例えば、茶筌(ChaSen) [1], 寿満(JUMAN) [14])による前処理を前提としていない。常にというわけではないが、MSFAは従来の(日本語)文法理論が予測するの異なる形態素の区切りを要求することがある。後で例を示す。この理由から、既成理論との整合性を優先するあまり、解析の妥当性にバイアスを作り出すのは好ましくないと判断した。これは既成の形態素解析の理論、処理システムに対して積極的にモデル改訂のための意見を出すことを意味する。

ただ、これは作業規模がまだまだ小さいから成り立っていることで、作業規模の拡大と共にこの方針に固執することは現実的ではなくなってゆくだろう。

4.3.2 多層意味フレーム分析が要求する解析が従来の形態素解析と不一致する例

[補充予定]

4.4 表2の説明

表2は、大まかに言って次のような手順で得られる。

作業の始めには、まず形態素解析 $M = [m_1: \text{空腹}, m_2: \text{の}, m_3: \text{ライオン}, m_4: \text{が}, m_5: \text{インパラ}, m_6: \text{の}, m_7: \text{群れ}, m_8: \text{を}, m_9: \text{襲つ}, m_{10}: \text{た}]$ のみがある。表計算ソフ

統語的な要素としての空範疇が存在することを支持してはいない。そういう最大の根拠は、*の位置は恣意的に決められるという事実にある。このことは*が意味的な実体であるならば理解できるが、統語的な実体だと考えると、うまく理解できない。これに関しては§4.4.3で詳しく説明する。

ト (e.g., Excel) での作業を想定して説明すると、これは第一列に M の要素が縦に並んでいる状態である。

おのおのの m_i について、それがどんなフレーム F のどんな意味役割 $F.R(m_i)$ を実現しているかを考える。ここで (38) で “MARKER, EXTENDER¹³⁾ のような特殊要素を除いて、すべての形態素は少なくとも一つのフレームの意味役割を満足する” と仮定していることを思いだして欲しい。

4.4.1 フレーム喚起要素 M_0 の特定

M から MARKER, EXTENDER を除いたものを M_0 とする。(22) の場合、 $M_0 = [m_1: \text{空腹}, m_3: \text{ライオン}, m_5: \text{インパラ}, m_7: \text{群れ}, m_9: \text{襲つ}]$ である。 M_0 は **フレーム喚起要素 (frame-evoking elements あるいは evokers: EVOs)** の集合である。 M_0 を基本喚起要素 (basic evokers) (の集合) と呼ぶ。

M_0 により、 M が要求する最小限の意味フレームの集合が決まる。これを $\mathcal{F}_0$ とする。(22) の場合、 $\mathcal{F}_0 = \{F_1, F_3, F_5\}$ である。この際、動詞要素 “空腹 (だ)”, “群れ (る)”, “襲つ (た)” は中心的な役割をもつ。それらはフレームの支配項 GOV(ERNOR) となるからである。 F_1 は $[m_1: \text{空腹}]$ が GOV であるフレーム、 F_3 は $[m_7: \text{群れ}]$ が GOV であるフレーム、 F_5 は $[m_9: \text{襲つ}]$ が GOV であるフレームである。

4.4.2 IPAL (SURFACE/DEEP) の「述語フレーム辞書」の利用

これまでの研究 [19] では、意味フレームの特定は既成資源に頼らず独自に行ってきた。これは既存の研究成果から意味フレーム分析自体が独立しうるか否かを判定するための試験的方法であり、その結果は肯定的であった。

この結果の下に開発作業の省力化、効率化を目指すとなると、これまでのアプローチとは反対に、利用可能な既成資源は積極的に利用する方向に、方針を転換することが好ましい。実際、IPAL (SURFACE/DEEP) [21] の「述語フレーム辞書」を使って、意味フレームの多層的分析の段階の作業を省力化、効率化する可能性が見込まれている。

4.4.3 最小限のフレーム $\mathcal{F}_0$ の特定

M_0 を構成するフレーム F_1, F_3, F_5 はおのおのの独自にフレーム要素 $FE = \text{意味役割}$ をもつので、それぞれの意味役割 (の主要なもの) について、実現形を探す。形態素列に実現形があれば、 F フレームの列と m 形態素の行の交点にその意味役割 $F.R$ を記す。これは m が $F.R$ の実現であることを表わす。

例えば、 F_5 の FE の一つである 〈標的〉は $[m_5: \text{インパラ}]$ によって実現されるので、 $[m_5: \text{インパラ}]$ の行 10 と $F_5: \langle \text{攻撃} \rangle$ フレームの交差点 “F 列 10 行” に 〈標的〉と記す。これは $[m_5: \text{インパラ}]$ が 〈(攻撃.) 標的〉を実現していることを表わす。これを $\mathcal{F}_0$ の要素の全部につい

て行う。

$\mathcal{F}_0$ を構成するフレームの FE が形態素列に実現形がなければ、新たに行をつくり、その行の形態素列に $*$ を記す。

$*$ のある行をどこに作るかは、一つの大きな問題である。まず第一に、*** 行の導入は最後の手段だ**という点は強調しておく。実際、 $*$ 行は導入しないで済ませられるなら、それに越したことはない。

$*$ 行を導入すると決めたら、その位置は、 $*$ 要素を要求している形態素のなるべく近く (可能ならば、隣接する場所) にする。その理由は、*** 行の導入は概念を分解する効果がある**からである。この点は、 $*$ 行の導入が**語彙分解 (lexical decomposition)** [27] に相当する場合が多いという事実にも反映されている。例えば、 $[m_9: \text{襲つ}]$ が GOV である 〈攻撃〉フレームは、 $*$ 行の導入により、〈狩り〉、〈捕食〉フレームに分解されている。強いて言えば、

(43) 〈〈捕食動物: x 〉が、〈獲物: y 〉を、..., 襲う〉

というフレームは、

(44) x が y を 〈獲物〉として 〈攻撃〉し、そのうちのー頭 (あるいは数頭) を 〈捕まえ〉て 〈殺し〉、〈死んだ個体〉を 〈食料〉として 〈食べる〉

という活動 (= 一連の行動系列) の一部のみを語彙化しており、全体に対しては広義のメトニミー的な関係にあるとも言える。

ただし、隣接性は重要な条件だが、厳密な順序は意味がないと思われる。表では $[..., m_8: \text{を}, m_9: \text{襲つ}, *, *, *, *, m_{10}: \text{た}]$ となっているが、 m_9 に後続している三つの $*$ は実際には m_9 に先行していても構わないし、 m_9 の前後に分断されて現れていてもよい。拘束条件はハッキリしておらず、基本的には恣意的なものである。ただ、完全に恣意的だというわけではない。(44) にあるような日本語の表層の語順特性を反映させるために、表でもそれなりの工夫はしている。

もちろん、この工夫自体が何からかの “意味” を反映しているわけではない。繰り返すが、絶対であれ、相対であれ要素の順序が意味をもつのは音形をもつ要素、すなわち M の要素であり、それを拡張した $*$ 要素の順番の意味は、*** の出現位置に関する十分に妥当な拘束条件がハッキリしない限り、必要以上に深く “読みこまれる” べきではない**。さもないと、不要だとして切り捨てたはずの統語派生が、ある解釈として甦ってくることにもなりかねない。これは統語論研究者、あるいは言語の象徴的性質に見出そうと狙っている研究者が陥りやすい確証バイアスに由来する錯誤の一つであると私たちには思われる。理由が何だあれ、この種の “深読み” は、十分な根拠がない限り**意味構造の (「そうすべき独立の根拠がない」という意味で) 不当な統語構造化**であって、避けるに越したことがない。

¹³⁾ MARKER, EXTENDER の認定基準は十分に確定しておらず、その詳細はこの論文では割愛する。

4.4.4 F_0 の拡充

* 行の追加によって、 M は意味役割を支えるための音形に現れない要素*によって拡張される。それにつれて、 F_0 も拡張される。これを繰り返し、追加すべきフレームがなくなったと感じられたら、作業を終わりにする。これは M についての多重意味フレーム解析が確実に終わったことは意味しないが、表 2 にある構造は、ただか図 3 にある知識構造の特定作業のための中間フォーマットであるので、それ自体は問題ではない。

任意の文 s について、その多重フレーム解析がいつ終わったとするか、つまり、 s について、どれぐらいの数のフレームを特定すればよいのかは、現時点ではまったく明らかではない。二つのことがわかっている：

- (45) a. 第一に、それは如実に作業者の知識の深さを反映する。
- b. 第二に、それは言語資料の性質による。

一文あたりの平均フレーム数 (i.e., フレーム密度) は新聞記事と日常文とは明らかにちがう。統計的な数字はまだないが、新聞記事のフレーム密度が日常文のフレーム密度より高いのは作業経験から明らかである。この差は、N-N 複合語句の使用に如実に現れる。例えば、[東京都知事戦] $\Rightarrow$ [東京都, 都知事, 選挙, 戦争] の分解は理解のために必須であり、この場合、形態素 “— 戦” が独自に $\langle \langle \text{行動者: } x \rangle \text{ が}, \langle \text{競争相手: } y \rangle \text{ と}, \langle z \rangle \text{ のために}, \dots, \text{争う} \rangle$ というフレームの GOV になるのは明らかである。

4.4.5 表 2 の存在意義

以上の議論から明らかなことだが、表 2 の $F_1, \dots, F_{18}$ の順番には特別な意味はない。これはフレーム間の依存関係 $\mathcal{D}$ (例えば、is-made-of(F_1, F_2) は $\mathcal{D}$ の一例) が表現されていない、ということである。 $\mathcal{D}$ は図 3 のような階層ネットワークによって表現される。従って、表 2 は作業フォーマット以上のものではない。

中間フォーマットが必要なのは、図 3 のような階層ネットワークを構築するのに、その構成要素となっている意味フレームの洗いだしが不可欠だからである。これは言語資源開発作業の実装と、その効率化のために重要な問題である。

中間フォーマットを構築する方法は完全に確立していない。一つ言えるのは、それは簡単な作業ではない、ということである。それは実際、非常に骨の折れる、頭脳を使う作業である。習熟によってどれぐらい能率が上がるようになるのかは、まったく未知の要素である。このため、作業の際の負担は極力減らさなければならない。

作業者に強い要求を出せば出すほど、それは結果的に人を選ぶことになる。このような制約を作り出すのは明らかに好ましいことではない。図 3 のような階層ネットワークの構築が最終目標であるのは確かだが、それは一般作業者に要求するのは難易度の高い課題である。従って、これを一般作業者にとって負担の少ない課題に落とし込むことは、高品質の言語資源を開発するために必

要不可欠な考慮であると認識する。表 2 がその答えである。

表 2 の意味フレーム名、意味役割名 (FE 名) は現時点では、かなり恣意的につけている。従って、フレーム名、意味役割名には同定に必要なラベル以上の意味はない。だが、あきらかにこれは作業規模が小さい段階だから成り立っていることで、フレームのデータベース化の必要に迫られるのは明白である。実際、BFN が発足した動機の一つは、この必要性に答えるためである (が、必要を作り出しているものが何であるかは、あまり明確に定義されていない)。

それだけではなく、既存言語資源との互換性を考えると、将来的には EDR, NTT 日本語語彙大系のような既存資源と同じ語彙を優先的に選択し、それに対するインデックスを導入することが望ましいと考えている。

4.5 図 3 の階層ネットワークの説明

4.5.1 多層フレーム解析を基にした HFN の構成

(22) の多重フレーム解析が表 2 のような中間フォーマットで与えられているとする。この分析が十分であれば、それを基にして図 3 のような階層ネットワークが再構成できる。

中間フォーマットを構成する作業が確立していないのと同じく、中間フォーマットから階層ネットワークを構築する方法は確立していない。一つ言えるのは、それは簡単ではない、ということである。それは実際、非常に骨の折れる、頭脳を使う作業である。

作業の要点を簡単に言うと、**概念階層を反映するような意味ネットワークを作るつもりでやる**ということになるだろう。やっていることは、理論的にはフレーム単位で意味ネットワークを作ることに等しいのだが、私たちの直観は抽象的な単位ではあまりうまくゆかないので、フレーム要素単位、つまり概念単位で IS-A リンクを作り、その副作用としてフレーム単位で IS-A リンクができてゆくと考え、気持ち的に楽であろう。

4.5.2 前提条件の明示化

基本は、推論が成立するように前提条件を明示することである。“ P であるためには Q が必要” ($P \Leftarrow Q$) という前提の関係を利用するのが効果的である。“ $P \Leftarrow Q$ ” は “ P が Q を構成する” とも読める。例えば、

- (46) $\langle x \text{ が } y \text{ を食べる} \rangle \Leftarrow$
 - a. $\langle x \text{ が } y \text{ を捕まえる} \rangle$
 - b. $\langle x \text{ が } y \text{ を殺す} \rangle$
 - c. ...
- (47) $\langle x \text{ の食欲が満足される} \rangle \Leftarrow$
 - a. $\langle x \text{ が } y \text{ を食べる} \rangle$
 - b. $\langle y \text{ の量が } x \text{ にとって十分である} \rangle$
 - c. $\langle y \text{ の味が } x \text{ にとって好みである} \rangle$
 - d. ...
- (48) $\langle x \text{ が } y \text{ を捕まえる} \rangle \Leftarrow$
 - a. $\langle x \text{ が } y \text{ を襲う} \rangle$
 - b. $\langle y \text{ が } x \text{ から逃げる} \rangle$

- c. 〈y が x から逃げ切れない〉
- d. ...

のような構成的関係が成立する。これから〈F9: x が y を食べる〉のは〈F1: x が食欲を満足させる〉ためであること、つまり〈F1. 手段〉が F9 によって実現されていることがわかる。

4.5.3 状況に基づく概念分解

このような作業は、生成意味論 (generative semantics) の語彙分解 (lexical decomposition) [27] の手法に本質的に類似している。この点には §4.4.3 でも簡単に触れた。ただ、私たちは自らの解析対象が語彙ではなくて概念であることを厳密に知っている。この理由から、この分析を—語彙分解というアイデアに倣いつつも、それから区別して—(状況に基づく) 概念分解 ((situation-based) conceptual decomposition) と言ってもよいかも知れない¹⁴⁾。

この作業を成功させるための基本は Object-Oriented Analysis (OOA) [2], あるいは Object-Oriented Design (OOD) [3] で重視されるクラス/インスタンスの関係をうまく使ってありえない可能性をうまく排除することで、全体の効率化を計るということである。最終的には、図 3 にあるような形での知識表現法は、効率的なデータベースのデザインの問題に還元できないまでも、それに非常に近くなると考えられる。

ただ、階層フレームネットワークによる知識表現の理論自体が、数多くの未解決、未見の問題を抱えていることはすでに強く自覚されている。{〈F. 目的〉→〈G〉, 〈G. 手段〉→〈F〉} のような相互参照の問題もあるので、これをどう記述するか、のような少なからず厄介な問題もある。このような未解決な問題をどう扱ってゆくかによって、私たちの開発する言語資源の有効性は大きく左右されるであろう。現実的な予算で利用可能な技術レベルも考慮して、慎重に対処したい。

4.5.4 意味フレームの組織化

図 3 の右部分にある階層ネットワークを複雑であると同時に興味深いものにしてしているのは、目的/手段の結びつきによる集塊化である。フレーム F の〈目的〉がフレーム G の〈手段〉であるという関係がしばしば成立している。このような相互参照がある場合、F と G は結合し、一つの活動 (activity) を形成する傾向がある。この傾向には上限がなく、意味フレームによってコードされた状況が組織化されて活動が構成され、おそらく活動が組織化されて領域 (domain) が構成される。

このような組織化の単位の認定と、その原理の発見を

可能にする言語資源を開発することが私たちの最大の関心の一つであるが、これがどれぐらいうまく図 3 にあるような構造に記述されているかは、現時点では明らかでない問題であり、ある程度の量の資料の解析が進まないと、これに関して有意義なことを言うのは難しいと思われる。

4.5.5 深層格の記述力の限界

図 3 の F10, F12, F14, F15 が従来の“深層格”レベルのフレームである。これらのフレームは抽象的すぎて、具体的な理解内容の記述に対して実質的に何も貢献していない。これ故、このレベルの知識が何のために、どのように用いられるのか、実際には明らかではない。ヒトの理解がこのような抽象的なレベルにあるのかは事例ベースの推論の研究 [16, 15] などからも明らかである。それにも係わらず、旧世代の人工知能はこのようなレベルの知識を抽象推論に関係させて、偏重する傾向があり、それ故に失敗した。その残滓は、大元の失敗にも係わらず、言語学内部の意味論には色濃く残っている。

黒田ほか [20], 中本ほか [22] は、カード分類課題と意味素性評価課題という二つの心理実験を通じて、(a) “x が y を襲う” と (b) “y が x に襲われる” の文の内容理解に関して、少なくとも 15 個の異なる状況が、言語学を専門としない一般言語使用者にも、直接的 (カード分類の場合)、間接的 (意味素性評価課題の場合) な形で容易に特定可能であることを示した。(49) にその 15 個の詳細を示す。

- (49) F01: 武力抗争; F02: 軍事侵略; F03: (強盗などの) 資源強奪; F04: 強姦; F05: 虐待; F06: 動物の攻撃 (捕食系); F07: 動物の攻撃 (非捕食系); F08: 人為災害の発生; F09: (高波などの) 小規模な自然災害; F10: (地震などの) 大規模な自然災害; F11: 疫病の流行; F12: 活動への打撃の発生; F13: 発病 (非一時的な心身の異常); F14: 発症 (一時的な体の異常); F15: 悪感情の発生 (一時的な心の異常)

重要なのは、次の点である: このような 15 個の状況は互いにバラバラなものではなく、類似度に応じて結合し、段階的に概念クラスターを形成するが、それにも関わらず、重要なのは、これら 15 個の状況は、非専門家にも無理なく「同一ではない」と判断されるという点である。

これが意味分析、意味記述に対して示唆することは、決して軽微ではない。(49) に挙げた“襲う”の多義を構成する 15 個の状況のうち、従来の認定基準で深層格と特徴づけられる区別は、最上位分類 “[+animate(x)] が [+animate(y)] を襲う” と “[−animate(x)] が [+animate(y)] を襲う” の二つの区別、もう少し細かく深層格を分類するとしても、上位四つの区別に対応するのみである。これが意味するのは、いわゆる深層格という記述単位は、ヒトの状況理解を十分に詳しく表現するには粗すぎるということである。

これまで、言語の表層形式と深層の意味形式との対応

¹⁴⁾ ここで提案されている分析は、概念の分解が状況の成立条件の記述であることを明示することで、x KILL y ≡ x CAUSE y BECOME NOT ALIVE とするような語彙分解の粗っぽい面を回避している。F: x KILL y はせいぜい、 $\mathcal{P} = \{P_1: x \text{ CAUSE } y, P_2: y \text{ BECOME DEAD}, \dots\}$ を“含む”ものであり、“F が $\mathcal{P}$ からなる”と言えるために記述しなければならない $\mathcal{P}$ の詳細は相当なものである。これがうまくいくかどうかは、ひとえに意味フレームの記述精度にかかっている。

のよさに関して、言ってみれば“根拠のない楽観視”があったように思う。黒田ほか [20], 中本ほか [22] の結果が示しているのは、この楽観視が成立しないという可能性である。もっと真実に近いのはおそらく、ヒトの状況に関する知識は、驚くほど詳細かつ克明なもので、それを資源に利用して、ヒトは不十分で断片的な情報しか与えていない言語表現を適切に補完しつつ理解しているという可能性である。これが §3.2.1 で (22), (23), (24) の例を通じて指摘した事実の、現時点でのもっとありそうな説明であろう。

4.5.6 イメージスキーマとの関係

深層格レベルの知識は統語構造とのインターフェイスとして重要である可能性は捨てきれないが、それを積極的に支持する証拠は、私たちの意味フレーム分析から得られる範囲では多くない。“ z が y に x を v (する)” に v の意味から独立して $\langle y$ の x の所有 $\rangle$, それに伴う $\langle x$ の y への移動 $\rangle$ が読み込まれるような構文効果がそれに該当するかも知れない。これは基本喚起要素 (basic evokers) の集合 M_0 からは決まらない。それは MARKER, EXTENDER による抽象的な意味フレームによって決まると言える。

深層格レベルの抽象的な意味フレームは、おそらく一部の言語学者、哲学者 [13, 25, 26] が **イメージスキーマ**, あるいは **イメージ図式** (image schemas) (e.g., $\langle \text{PATH} \rangle$ IS A LINK(AGE) FROM A $\langle \text{SOURCE} \rangle$ TO A $\langle \text{GOAL} \rangle$ ¹⁵⁾) の名の下に多大な関心を寄せてきたものと同一であるけれど、これらが言語理解の際に、実際に果たしている貢献はそれほど大きくない。

イメージスキーマに関して、例えば Johnson [13, 邦訳 p. 99] は次のように言う:

- (50) 一方でイメージ図式 [イメージスキーマ] とは、記号と客観的実在の間の抽象的な関係を特定する客観主義的命題ではない。[...] 他方で、図式は豊かなイメージないし心像の限定性がない。具体的に豊かなイメージを越えた、一般性と抽象の水準でそれは作用する。図式は少数の部分の関係からなり、それらによって、限りなく多数の知覚、イメージ、出来事を構造化しうるのである。要するに、イメージ図式が働く心的組織の水準は、一方の命題的構造と他方の個別的で具体的なイメージとの中間にある。

イメージスキーマは確かに、知識内容の雛型になって、知識構造の成形に一役買っている可能性はある。だが、それは、ヒトの実際の理解に際してそれらが雛型が使われるということは意味しない。事例ベースの推論 [15], 学習 [16] は、そのような抽象的なレベルでは成立していない。イメージスキーマがスキーマとして機能するレベルは明らかに、私たちが意味フレームの概念によって捉えようとしている状況というものがスキーマとし

て機能するレベルよりずっと低次認知のレベル、抽象的なレベルである。それは基本的かも知れないが、十分に豊かではない。

これから次のことが示唆される: 少なくとも知識表現の目的にとって、イメージスキーマの記述的有用性は限定されたものに留まる。それは、深層格のレベルの構造が抽象的すぎて無用に近いのと同じ理由で、抽象的すぎて、理解の実質を捉えない。知識表現に関心が寄せられる領域は、イメージスキーマよりも具体的な領域である。

少し欲張って、もう少し突っ込んだ議論をしてみよう。問題は「個別的で具体的なイメージ」をしっかりと記述しないで、どうやってイメージスキーマを特定するのか? ということである。これは、この論文のはじめで注意を喚起したこと、すなわち、十分に詳しい文の意味の記述が与えられていない状態で語の意味だけが与えられている現状に相対的である。イメージ自体が貧困な形でしか記述されていない状態で、イメージスキーマがどれくらい適切に記述されているかどうかは、本質的に疑わしい。少なくとも私たちは、例えば Johnson [13, 邦訳 p. 100] が Kant に倣って「私は図式を経験と理解を組織するための構造と考える」と言うとき、それは原因を結果を混同していないか、非常に気がかりである。むしろ、経験は不変項の取り出しによって自己組織化され、その結果がイメージスキーマなのでは?

この問題の答えが肯定的であれ否定的であれ、**イメージスキーマ類は具体的な知識の断片を“つなぎ合わせる”ために重要な働きをするが、つなぎ合わされる知識の断片そのものは定義しない**。これは長所であり、短所でもある。理解の仕方が問題になるのであれば、それは長所となりうるが、理解の内容が問題となる知識表現にとって、それは長所となるより短所となる。知識表現の目的にとって本質的なのは、具体的な実在の間の関係そのものであり、それをヒトがどう比喩的に理解するかではない。意味フレーム分析は明らかに、“つなぎ合わせるもの”よりも、“つなぎ合わされるもの”の記述、分析を強調するので、いわゆる“認知言語学的”な意味記述とは相補的な関係にある。

5 おわりに

5.1 現時点での問題

判っている限りで、私たちの企画には次のような問題がある:

- (51) 本家 BFN とどれほど互換性を保てるか
(52) BFN の日本語版である日本語フレームネット (Japanese FrameNet: JFN) [24] とどれほど互換性を保てるか

現時点では、これらに関しては何とも言えない。

5.2 検討課題

判っている限りで、私たちの企画には次のような課題がある:

¹⁵⁾ これは LINK(AGE) IS A $\langle \text{PATH} \rangle$ FROM A $\langle \text{SOURCE} \rangle$ TO A $\langle \text{GOAL} \rangle$ かも知れない。

- (53) 既存の日本語のための自然言語処理の成果 (e.g., 言語資源) との互換性の確保
 (54) 人手分析の作業内容の明示化と最適化
 (55) コラム表現 (e.g., 図 2) から意味フレームのネットワーク構造 (e.g., 図 3) への成形プロセスの体系化 (可能であれば (半) 自動化)

現在、意味フレーム分析は第一著者が単独で行っているが、彼以外の第三者にも実行可能な課題かどうか — つまり複層意味フレーム分析が再現可能かどうか — 確かめる必要がある。それが無条件に可能だとは考えられないので、それを可能とする条件を特定する必要がある。具体的には、

- (56) MSFA が特殊な技能を要求するか否かを確かめ、要求するならば、必要な技能が指導によって得得可能か否かを確かめる必要がある
 (57) 体得可能だとしても、複数の作業者の分析結果の重なりが十分かどうか、つまり解析結果が収斂するかどうか確かめる必要がある

これらの答えは、現時点では完全にオープンである。

付録 A PMA in a Nutshell

Pattern Matching Analysis (PMA) [17, 18] の基本的な考え方は、

- (58) 文 s が形態素列 $m_1 m_2 \dots m_n$ からなるとき¹⁶⁾、
 a. おおのの形態素 m_i は独自に統語構造の記述 $p_i = p(m_i)$ をもち、
 b. すべての p_i の “重ね合わせ” によって s の意味構造 $f(s)$ が表現される

ということである。 p_i を **(統語) パターン (syntactic pattern)** と呼ぶ。

A.1 階層性に関して

次の点には注意が必要である:

- (59) p_i は要素 (e.g., 素性) の共起関係のみを線形順序で表現し、要素の階層性を表現しない。
 (60) p_i が表現するのは、依存関係の “平板” なネットワークである¹⁷⁾。

重要な点は、このように弱い条件でも、次のような演算によって s の意味構造が記述できるということを示す点にある。

$s (= m_1 \dots m_i \dots m_n)$ の意味構造 $f(s)$ は、(1) にあるパターン行列を基にして m_i ごとの素性の単一化、つまり m_i 列ごとの (縦方向の) 素性構造の重ね合わせによる合成:

(61)

$$f(s) = g(\sqcup(m_1, \dots, R_{i,1}, \dots, R_{1,n}), \dots, \sqcup(R_{1,n}, \dots, R_{n,i}, \dots, m_n))$$

として定義される。 $\sqcup$ は単一化演算子とする。 g はハッキリ明示できないが、比較的平凡な論理演算 ($\wedge$) だろう。

表 1 文 $s (= m_1 \dots m_i \dots m_n)$ の Pattern Matrix

$s =$	m_1	$\dots$	m_i	$\dots$	m_n
$p(m_1) =$	m_1	$\dots$	$R_{1,i}$	$\dots$	$R_{1,n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$p(m_i) =$	$R_{i,1}$	$\dots$	m_i	$\dots$	$R_{i,n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$p(m_n) =$	$R_{n,1}$	$\dots$	$R_{n,i}$	$\dots$	m_n

A.2 多層の意味フレーム分析との関係

(1) にあるようなパターン行列を転置したものが多重意味フレーム分析の一つ一つの意味フレームに対応する。

A.3 素性構造

$m_i, R_{i,j}$ はすべて素性構造であり、次のような特徴をもつ:

- (62) $R_{i,i} = m_i$ である。
 (63) m_i は音形をもつが、 $R_{i,j}$ ($i \neq j$) は (原則として) 音形をもたない
 (64) $R_{i,j}$ ($i \neq j$) は NULL でもよいが、 m_i は NULL であってはならない (NULL というのは完全に空な素性構造である)。
 (65) $R_{i,j}$ 内部に概念階層を考えることは可能であるが、構成素関係に由来する階層性は仮定しない¹⁸⁾。
 (66) **指定 (specifications) は矛盾しない限り、パターン行列のどこに、何度現われてもよい。** つまり表現は一貫している限り、冗長でよい

PMA は表示に関しては非還元主義的枠組みで、文法というシステムで最適化されるべきなのは処理効率であって、表示負荷 (e.g., メモリ使用量) のみであってはならないと考える。つまり、文法の最適性は簡潔性、単純性のみでは決定できないということである。これは生成系の言語学とは大きく異なる視点である。

PMA も文法は最適性を有すべきだと考えるが、並列分散処理 (Parallel Distributed Processing: PDP) [28] の知見を取り入れ、文法の最適性とは処理

¹⁶⁾ 実際には、PMA の解析対象が “文” である必要はない。PMA の最大の特徴の一つは、分析が規模相対的だということである。(i) 文の内部構造、(ii) 語句の内部構造、(iii) 語の内部構造 (i.e., 形態論 morphology) を層別化して同時に扱うことができる。

¹⁷⁾ この点に関して、Richard Hudson [10] の提唱した Word Grammar (WG) の枠組みにヒントを得ているが、(59) は WG からの影響ではない。この点に関しては、むしろ Generalized Phrase Structure Grammar (GPSG) [9] の支配 (dominance) を順序 (precedence) から分離するという考え方から強く影響されている。

¹⁸⁾ これは強い条件であり、本当にこれが例外なく守られているかは、検証の余地がある。

効率で測られるべきだという思想のもとに考案されている。処理効率は、メモリ使用量と処理速度の相殺的關係によって決まるので、メモリ負荷を下げることは文法の良さに影響する要因のたかだか一つに過ぎない。表示の冗長性は、処理速度の向上に貢献するならば、むしろ望ましい性質である¹⁹⁾。

A.4 統語構造はいずこに？

以上のことが意味することは、次のことである：

(67) *s* の統語構造は *s* のパターン行列によって必要十分に記述されている。

これは意味するのは、第一に、**語彙の構造記述が十分に豊かであれば、統語派生は不要である**ということであり、第二に、**統語論は語彙情報の分散表示、分散制御の上に成立している**ということである。この二点が、主に PDP の知見 — 特に Elman [5] の示唆すること — を言語理論に取り入れながら第一著者が PMA の開発によって示そうとしたことである。

参考文献

- [1] 茶筌マニュアル。
- [2] Coad, P. and E. Yourdon (1990). *Object-Oriented Analysis*, 2nd Edition. Prentice Hall.
- [3] Coad, P. and E. Yourdon (1991). *Object-Oriented Design*. Prentice Hall.
- [4] Chomsky, N. (1986). *Knowledge of Language: Its Nature, Origin and Use*. New York: Praeger.
- [5] Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 179-211.
- [6] Fillmore, C. J. (1968). The case for case. In W. Bach and R. T. Harms (Eds.), *Universals in Linguistic Theory*, 1-88. New York, Holt, Rinehart & Winston.
- [7] Fillmore, C. J. (1985). Frames and the semantics of understanding. *Quaderni di Semantica*, 6 (2), 222-54.
- [8] Fillmore, C. J., Johnson, C. R., and Petruck, M. R.L. (2003). Background to FrameNet. *International J. of Lexicography*, 16 (3), 235-50.
- [9] Gazdar, G., E. Klein, G. Pullum, and I. Sag (1985). *Generalized Phrase Structure Grammar*. Blackwell.
- [10] Hudson, R. A. (1984). *Word Grammar*. Blackwell.
- [11] 井口 厚夫 (2000). 計算機用日本語生成辞書 IPAL (Surface/Deep) (第 19 回 IPA 技術発表会).
- [12] ソフトウェア文書のための日本語処理の研究 13. IPAL の統合化に向けて. 情報処理振興事業協議会センター (1997).
- [13] Johnson, M. H. 1987. *The Body in the Mind*. University of Chicago. [邦訳: 『心のなかの身体』. 菅野盾樹・中村雅之 (訳). 紀伊國屋書店.]
- [14] 寿満マニュアル。
- [15] Kolodner, J. K. 1993. *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann.
- [16] Kolodner, J. K. 1993. *Case-Based Learning*. Kluwer Academic.
- [17] Kuroda, K. (2000). *Foundations of Pattern Matching Analysis*. 未刊行博士論文 (全文英語). 人間・環境学研究科. 京都大学.
- [18] Kuroda, K. (2001). Presenting the “Pattern Matching Analysis,” A Framework Proposed for the Realistic Description of Natural Language Syntax. *Journal of English Linguistic Society*, 17, 71-80. 日本英語学会.
- [19] 黒田 航・井佐原 均 (2004). 日本語のための意味タグ体系を定義する試み: FrameNet の視点から. 第 10 回自然言語処理学会発表論文集, . 自然言語処理学会. [増補改訂版: <http://clsl.hi.h.kyoto-u.ac.jp/~kkuroda/papers/jfn-nlp10-rev3.pdf>]
- [20] 黒田 航・中本 敬子・野澤 元 (2004). 状況理解の単位としての意味フレームの実在性に関する研究. 日本認知科学会 第 21 回大会発表論文集, 190-1.
- [21] 村田 賢一・岡部 了也・井口 厚夫・後藤 恒男 (1999). 計算機用日本語生成辞書 IPAL (SURFACE/ DEEP) の枠組み. 『自然言語処理 130-13』, 97-104.
- [22] 中本 敬子・野澤 元・黒田 航 (2004). 動詞「襲う」の多義性: カード分類課題と意味素性評定課題による検討. 『日本認知心理学会第 2 回大会発表論文集』, 38.
- [23] 荻野 孝野・小林 正博・井佐原 均 (2003). 『日本語動詞の結合価』. 東京: 三省堂.
- [24] Ohara, K. H., Fujii, S., Saito, H., Ishizaki, S., Ohori, T., & Suzuki, R. (2003). The Japanese FrameNet Project: A Preliminary Report. In *Proc. of Pacific Association for Computational Linguistics (PACLING '03)*.
- [25] Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things*. University of Chicago Press.
- [26] Lakoff, G. and M. H. Johnson (1999). *The Philosophy in the Flesh*. Basic Books.
- [27] McCawley, J. D. (1971). Prelexical syntax. In P. A. M. Seuren (Ed.), *Semantic Syntax*.
- [28] Rumelhart, D., J. McClelland, and the PDP Research Group (1986). *Parallel Distributed Processing, Vol. 1*. MIT Press.
- [28] McClelland, J., D. Rumelhart, and The PDP Research Group (1986). *Parallel Distributed Processing, Vol. 2*. MIT Press.
- [29] Reed, E. S. 1996. *Encountering the World: Towards an Ecological Psychology*. Oxford University Press. [邦訳: アフォーダンスの心理学. 細田直哉訳. 新曜社.]
- [30] 佐々木 正人. 1994. アフォーダンス: 新しい認知の理論. 岩波書店.

¹⁹⁾ とはいえ、冗長なシステムは管理が大変である。冗長なシステムでは特に一貫性を保つのは困難である。この点、脳というシステムは、非常にうまく冗長性を利用していると言わざるを得ない。