

短編推理小説の論理構造の分析

Logical Structure of a Short Detective Story

西島恵介、 神山文子、 藤田米春

Keisuke NISHIJIMA, Fumiko KAMIYAMA, Yoneharu FUJITA

大分大学 工学部 知能情報システム工学科

〒870-11 大分市旦野原700番地

Department of Computer Science and Intelligent Systems,

Faculty of Engineering, Oita University

Dannoharu 700, Oita-shi, Oita 870-11, Japan

あらまし： 本報告では、推理小説理解のための論理構造の分析と、それに必要な文と文の論理的関係の抽出について述べる。

まず、小説などのような非技術文書に含まれる重要な要素として、感情や意志・意図があることを述べ、計算機によるそれらの処理・認知科学的取り扱いが近年重要な課題として注目されてきていることを説明する。さらに、感情・意志・意図と知識とを含んだ思考・行動の論理モデルについて述べ、感情等が計算機の処理対象となりうる事を示す。

次に、感情と論理の両方が重要な役割を担う文書の典型として推理小説を取り上げ、この分析を通して、非技術文書の持つ感情を含めた論理構造を示し、その理解に必要な暗黙的知識（常識）および明示的に記述された知識との関係を明らかにする。また、感情の要素が推理に与える影響についても具体的に考察し、推理小説としての成り立ちと「面白さ」に関係する論理的骨格について言及する。

最後に、小説から論理構造を自動構築するための、含意・因果関係の自動抽出の実験を上記の推理小説を対象にして行った結果について述べる。

Summary: In this paper, we describe an logical analysis of structure of a short detective story and extraction of logical relations among the sentences of the story for its understanding.

First, we show the importance of emotion and intention in non-technical texts and describe that the computer processing and analysis by cognitive science are interested as important issues. Furthermore, we describe a logical model of mind which includes processings of emotion and intention as well as that of knowledge to conclude that psychological states such as emotion and intention are tractable objects by computers.

Second, we take a detective story as a typical example text in which both emotion and logic play important roles and analyze it to show a logical structure including emotion. Based on this analysis, we show relations between explicit descriptions in a story and defaults knowledges (common sense) which are necessary to understand the story. Furthermore, we mention effects of emotion on reasoning, and mention the logical plots in relation to construction and amusing of detective stories.

Last, we describe results of experiments to extract implication and causality relations from a short detective story in order to construct a logical structure of it.

キーワード：論理構造，非技術文書，感情，
意志・意図

Keywords: logical structure, non-technical text,
emotion, intention

1. はじめに

これまで、技術文書や物理の教科書の理解システムについての研究や検討は自然言語処理の一環として各所でなされてきたが、文学書等の非技術文書の理解システムや理解支援システムについては、いくつかの研究はあるがまだ端緒に着いたばかりという状況である。この大きな理由として、技術文書は、比較的、論理的に明確な構成と内容を持っており機械処理に向いていると考えられてきたが、文学書などについては、その理解に感情や意志・意図を明示的に扱う必要があり、それらに関する認知科学的・情報处理的知見と技術が不十分であったことと、感情などが機械処理に全くなじまないとの先入観があり、計算機処理の研究対象としてとり上げられなかったことがある。しかし、近年、脳科学や認知科学の発展により、感情が脳の物理化学的な現象としてとらえられ、また人間等の動物の生存のための合理的なシステムとして理解されるようになり、これを計算機処理の溯上に乗せるためのモデルがいくつか提案されている[1]。

筆者らは、感情語の分析から始めて、感情の論理モデルを「感情の問題解決モデル」[2]として構築しつつあり、非技術文書の計算機処理の基礎をかためつつある。また、上記の感情に関する考察とともに、小説の論理的構造の抽出についても検討しており、短編推理小説について、論理地図を作成している[5]。さらに、論理地図の自動構築について、文の関係を表す手掛かり語に基づく方法を検討し、要素技術として確立しつつある[8]。

本報告では、まず、感情の発生と感情的行動の論理的構造について述べ、次に、非技術文書の中で、比較的論理的でありかつ感情や意志・意図が大きな役割を演じる推理小説を事例として、その感情・意志・意図を含めた論理構造を分析し、小説等の理解支援システム構築のための、計算機による論理構造抽出手法について述べる。

2. 感情・意志・意図の論理とモデル

我々は、報告[2],[3],[4]において、感情語の分析から感情の発生モデルを作成し、その論理性を示し、感情・意志・意図を含む論理における推論規則を提案した。ここでは、その概略について述べる。

2.1 感情の発生の条件と解消法

例として、「悔しさ」と「悔しさの解消」について考える。「悔しさ」の発生条件の一部を次に示す。「悔しさ」などの発生条件は、これらの感情語の用例分析により抽出した[2]。

[仮説] 「悔しさ」の発生

- (1) 自分または自分と同化度が高いもの（高いエンパシー[1]を持ちうるもの）について、自分の評価を正当と考えていて、他者あるいは外部状況からその評価より低く評価されたとき、その評価の下げにくさのパラメータがあり、評価を下げるときに、これに比例した悔しさが発生する。
- (2) このパラメータは、正当と考えている程度（SCFと呼ぶ）と性格などにより決まる。 $(0 \leq SCF \leq 1)$
- (3) 意志・願望などについてのSCFも考え、それらがどれだけ明確にあるかを表すものとする。これにより、明確な意思がなくても、環境などの影響で何かの行動をとるなどの場合を表現することができる。

また、悔しさの解消法としては、発散（八つ当たり、悪態をつく）、忘却（対象からの逃避、気を紛らす）、正当化（他者への責任転嫁、事実の解釈の変更）、克服（原因をなくすようにする）などがある。

2.2 感情・意志・意図の論理

ここで、イソップ物語の「きつねとぶどう」を例として「悔しさ」の発生と解消の論理について述べるために、命題のタイプ（P T）として、K（知識）、I（意志・願望）を導入し、命題にSCFとPTを付加した<命題, SCF, P T>の形の三つ組み表現を用いる。すると、例えば次のような推論規則が成り立つ。

<したい(P), SCF1, I>, <できる(P), SCF2, K>

<しよう(P), f(SCF1, SCF2), I>

ここに、fは、SCF1とSCF2から結果となる意志のSCF値を決める関数である。

2.3 命題三つ組みの論理的依存関係と「負け惜しみ」

「きつねとぶどう」における命題の三つ組みは、

- A : <ぶどうが甘い, 0.7, K>
- B : <渴きを潤したい, 1.0, I>
- C : <跳びついて届く高さ=2.0m, 0.9, K>
- D : <ぶどうの高さ=1.9m, 0.98, K>
- E : <ぶどうを取りたい, 1.0, I>
- F : <ぶどうに跳びつける, 0.9, K>
- G : <ぶどうを取れる, 0.9, K>
- H : <ぶどうを取ろう, 1.0, I>
- J : <ぶどうを取るのに失敗した, 1.0, K>

と表現され、各命題の論理的依存関係は、次の図のようになる。ただし、A(0.7,K)などは、

上記の、A : <ぶどうが甘い, 0.7, K>などの略記である。

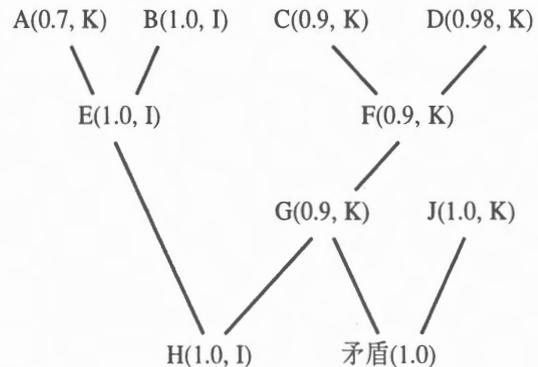


図1 命題の論理的依存関係

図1において、A、BからEが導かれ、C、DからFが導かれFからGが導かれ、EとGからHが導かれる。Hに基づいて、「跳びつく」という行動を起こすが、結果はJとなり、Gと矛盾する。その結果、Gを導いた前提であるCまたはDを否定するか、SCFを下げる必要に迫られるが、SCFが高く変更し難い。そこで行動Hの元になっているもう一つ的前提A、Bの内どちらかを否定することを考え、SCFの低いAを否定する。即ち「ぶどうは甘くない」=「ぶどうはすっぱいにちがいない」という負け惜しみになる。

以上に述べたように、人間の感情と感情的行動についても、願望や意志・意図を含めた問題解決の際の思考経過を考慮することにより論理的な取り扱いが可能となる。

3. 小説の論理構造と情緒的要素

まず手始めとして情緒的要素も重要な役割を担い、しかも論理も比較的明確な推理小説を事例にとり、その論理構造を抽出し、論理構造と情緒的要素との関係も明らかにする。

対象としている推理小説は、短編集「かわいい目撃者」[6]中の「かわいそうなパパ」で

ある。この小説は、推理小説雑誌の新人賞に応募している小学校の新人女性教師が、教え子の作文から殺人計画の一端を知り、同僚の男性教師と協力し、被害者や犯人を推理し、計画を阻止するといったあらすじである。以下、文献[6]からの引用は《》で囲む。

推理小説を理解する場合には、話の骨格となる論理的構造と、それを補完する様々な事実や登場人物の性格、感情などが読者の知識体系と統合的なモデルを構築できることが必要となる。

3.1 論理構造の抽出

推理小説の論理構造は文章を1つ1つ分析すると共に、小説の結末の記述から始めて、論理的な関係を後ろ向きに追いかけることにより抽出される。記述は命題に分解される。ここでいう命題とは、単文を単位とし、動詞をキーとした式(1)のようなラベル付きの格構造表現で表わしたものである。複文・重文等は単文に分割し、ラベルによる関係付けのリンクを張る。

ラベル.動詞(スロット名1:値1,...,
スロット名n:値n) (1)

命題間には論理的関係が存在するものがあり、主なものを図2に示す。また、骨格となる論理構造の一部を図3に示す。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・含意関係 ・時間的順序関係 ・因果関係 ・会話における質問とその応答 |
|--|

図2 命題間の主な論理的関係

推理小説中には、骨格となる論理構造の他に、読者の理解を助けるための付帯的な状況・背景の記述などがある。これらも、読者の知識や感情により、物語に論理的に関連していることが多い。

事実1：梅本英子のママとおじさんがパパを殺す相談をしていた。(0.7) 事実2：田端元介が梅本路子の家に当然のように入っていった。(1.0) 事実3：梅本路子は梅本英子の母親(ママ)である。(1.0) 事実4：梅本英子そっくりの男と梅本路子が親密そうにしていた。(1.0) 事実5：梅本路子と親密そうに話していた男は、藤岡陽二というセールスマンである。(0.9)
結末：梅本英子のパパは田端元介である。(1.0)
推論1：梅本英子のパパは田端元介である。 ∧梅本英子のおじさんは藤岡陽二である。(1.0) 推論2：藤岡陽二は殺人犯(未遂)である。 ∧田端元介は殺人の被害者(未遂)である。(1.0)

図3 骨格となる論理構造の一部
(括弧内の数値は主人公のSCFの推定値)

3.2 論理構造を補完する情報・知識

論理構造は、提示された知識と含意型の知識を真と認めたとしても、結末まで途切れない論理の連鎖として表現されているわけではない。多くの場合、読者の常識や感情による補完が必要である。作者が読者に期待している知識は論理構造の途切れ部分を補完する知識であると言える。つまり、論理構造の連鎖が途切れている部分を抽出し、それを補完する形の知識を構成することにより、読者に期待されている知識を得ることができる。こうして得られた知識が実際の読者の知識と統合的であるほど、読者にとって補完しやすく理解容易である。

【例1】《第1時限は、図工の時間だった。私は、ついていると思った。図工の場合は、画用紙をくばり、1時間、好きなものを描か

せておけばいいのだ。1年生のうちは、こどもたちも絵を描くことが好きだから、結構、それでおとなしくしている。その間に、私は『不在証明』を並び、各審査員による選後評を読む》(後略)

上記の例文の論理構造と補完に使用された情報(常識)を図4に示す。ただし、実線はそれによって結合された上側の知識などから下側の知識など(結論/意志/目標)が導き出されたことを表わし、破線は上側の目標を達成するために下側の計画が作成されたことを表わす。

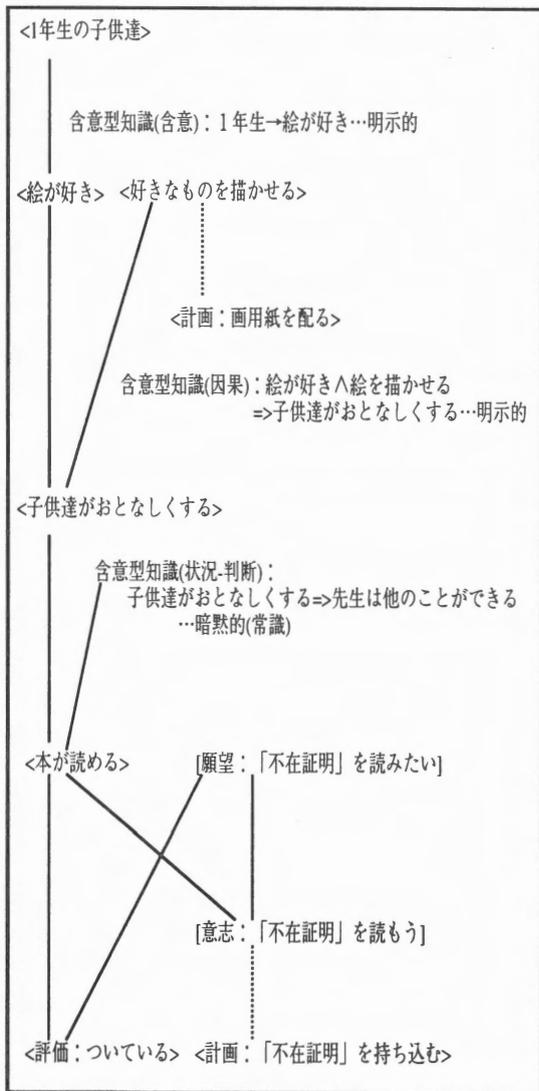


図4 例1の記述の論理構造

また、以下のような例を考える。

【例2】《しかし、歩きながら読むわけにはいかない。いまの東京で、そんなことをしたら、たちまち交通事故に遭ってしまうだろう。》

この文章を理解するためには、東京の人や車の交通量の多さを知っている必要がある。逆に知っているからこそ、主人公は「たちまち交通事故に遭ってしまうだろう。」と推論できたのであり、これは作者が読者に対して、持っているものとして期待していて、省略している知識(常識)である。したがって、推理小説の論理構造を作成することにより、このような常識を見つけることが可能となる。しかし、すべての常識が推理の根幹と論理的に関係付けられるわけではない。この例文も推理自体には直接関係ないが、小説の理解をより深めるために存在している。このような常識も多く存在する。

3.3 感情の影響

小説理解のための知識の上記以外のものとして、登場人物の感情がある。小説中の登場人物は欲求や行動から感情を発生し、また、感情と行動や推論は相互に影響を与えている。したがって、感情の発生とその影響をある種の妥当性のある論理構造にしておく必要がある。感情・意志・意図の論理とモデルは2.で述べた通りである。

本小説における主人公は感情の影響により、誤った推理をしている。図3に示した論理構造は、小説の結末から発端へと整合的に連鎖を辿ったものであるが、事実1~5からは図5に示す常識を用いても、田端と藤岡のどちらがパパである場合も推論できる。事実4から、藤岡と英子の顔が似ている点で、藤岡の方がパパである可能性は高いかもしれない。そして、主人公は田端元介に対して腹を立てており、悪者でも納得できる、むしろその方が好ましいと思っていることから、「田端元介は悪者である」という知識を持っており、

図6のような推論をしてしまうと考えられる。

$$(\forall x)(\forall y)(\text{大人}(x) \wedge \text{大人}(y) \wedge \text{男}(x) \wedge \text{女}(y) \wedge \text{親密}(x, y) \rightarrow \text{夫婦}(x, y) \vee \text{恋人}(x, y))$$

$$(\forall x)(\forall y)(\forall z)(\text{男}(x) \wedge \text{女}(y) \wedge \text{夫婦}(x, y) \wedge \text{子供}(z) \wedge \text{ママ}(y, z) \rightarrow \text{パパ}(x, z))$$

$$(\forall x)(\forall y)(\text{男}(x) \wedge \text{大人}(x) \wedge \text{子供}(y) \wedge \text{似ている}(y, x) \rightarrow \text{パパ}(x, y))$$

図5 常識の一部

推論1' : 梅本英子のパパは藤岡陽二である。∧梅本英子のおじさんは田端元介である。(0.9)

推論2' : 田端元介は殺人犯(未遂)である。∧藤岡陽二は殺人の被害者(未遂)である。(0.9)

図6 感情の影響による推理

(括弧内の数値は主人公のSCFの推定値)

4. 論理構造の抽出

本節では、3. で提示した論理構造を、コンピュータ処理により自動的に抽出する手法を検討し、実験した結果について述べる。

言語情報から作成される論理的構造は、文の因果・含意関係によって表現されることが多い。特に推理小説では、ある事象が原因となって次の事象を引き起こし、またその事象が次の事象を引き起こす原因・結果の関係を繰り返しながら結末に至るといった特徴をもっている。この原因・結果・含意等の連鎖を抽出し、論理構造を明らかにしていく。そのためにまず、文献[6](871文)より因果・含意関係(『因果的關係』と呼ぶ)にある文を意味的な見地から探し出す手掛かりとなる語を見つけていく。次に文中から、その手掛かり語をもとに計算機による因果的關係にある文の抽出を行っていく。ここで、因果的關係と

は、原因とそれによって生じる結果(事実)との関係だけではなく、ある前提から推論によって導かれる結論、仮説から導かれる結論等も含む。

4.1 因果的關係を表わす手掛かり語

1文の中で、因果的關係が成立し、その際手掛かりとなる語として以下のものがあつた(カッコ内は出現文数)。『たら』は助動詞でそれ以外は全て接続助詞である。手掛かり語の中でも、はっきり因果的關係がわかるものと判断が難しいものがある。

<主な意味>	<手掛かり語>
原因・理由	…『から(51)』『ので(8)』『で(8)』
確定、仮定	…『ば(18)』『と(70)』
の順接	
確定、仮定	…『のに(3)』『けれど(3)』
の逆接	『が(44)』『ても(1)』
過去完了、	…『たら(14)』
仮定形	

[例3] 手掛かり語を持つ文

《どうしても穴埋めをしなければならぬというので、私を狙ったんです。》

《若い女の声で電話すれば、何とか会ってくれるだろう。》

《他家に養子に行き姓は変わっていますが、血のつながった兄です。》

《私に対してそのような評価をしてくれたら、私は彼を作品持参で訪ねてみようと思った。》

4.2 文と文の因果的關係を表わす手掛かり語

一文の中ではなく、文と文を結びつけて因果的關係が成立するものがある。

4.2.1 接続詞によるもの

12種類の接続詞が因果的関係を成立させるものとしてある(カッコ内は出現文数)。

<主な意味> <手掛かり語>

順接 …… 『だから(9)』『それで(8)』
『すると(1)』『したがって(1)』
『そうしたら(1)』『そこで(7)』
『そして(20)』

逆接 …… 『だが(7)』『しかし(32)』
『ところが(6)』『でも(11)』
『それでも(1)』

[例4] 手掛かり語(接続詞)を持つ文
《最初は、もちろん入選を夢みた。しかし、編集部からの連絡がなく、駄目らしいとなったとき私は、佳作になることを考えた。》

4.2.2 接続助詞によるもの

文献[6]では、先に結果を述べ、その後原因を述べるという小説特有の表現による因果的関係の表現が多くあった。

[例5]小説特有の表現

《私はまた赤くなった。美人教師といわれたからである。》

4.3 因果的関係の抽出

以上の手掛かり語より計算機による因果的関係にある文の抽出を試みた。手掛かり語を探すために、形態素解析を行った。これは奈良先端大の開発した形態素解析システム[10]を利用した。

【実験結果】

-文献(かわいそうなパパ)の総文数: 871文
-因果的関係を表わす文: 211文
-計算機による抽出した文: 277文
-誤抽出文: 66文
-適合率: 76%

計算機による抽出実験の結果、因果的関係にある文は、全て抽出できるが、そうでない文も抽出してしまう。誤抽出の要因として大きく分けて次の4つのものがあった。

- (1) 後の句を省略しているもの(結果、結論がなく読者の知識で補うもの)
《腹をたてなければいけない相手なのに…》

[表1] 因果的関係にある文の抽出実験

手掛かり語	形態素解析の結果	人の手による抽出文	抽出文	適合率	人の手による抽出文	修正後抽出文	修正後適合率
ば	動詞(基本条件形) 助動詞(ダ列基本条件形) 動詞性接尾辞(基本条件形)	18文	31文	58.1%	18文	24文	75%
たら	動詞(タ系条件形) 動詞性接尾辞(タ系条件形) 判定詞(ダ列タ系条件形)	14文	20文	70%	1文	18文	83.3%
と	述語接続助詞	70文	93文	75%	70文	87文	80.4%
が	述語接続助詞	44文	53文	83%	49文	52文	94%
ので	助動詞(ナ形容詞, ダ列タ形連用)	8文	8文	100%	8文	8文	100%
から	述語接続助詞	51文	56文	91%	51文	54文	94%
のに	助動詞(ダ列基本連用)	3文	4文	75%	4文	4文	100%
けれど	述語接続助詞	3文	12文	25%	6文	9文	66.6%

(2) 後の句が省略されて、結論が前の文に書かれているもの。

《間違いなかったのだ。あまりにも、英子に似ていたからである。》

(3) 語の用法が因果関係の機能をしないもの
《教育問題だったら、お間違いですよ。》

《子供の認知をすればいいのだ。》

(4) 形態素解析の結果が間違っているもの
《非常にスマートだと思う。》

『と』が用言に接続されているため、本来は格助詞なのに接続助詞と解析されてしまう。

(1)~(4)は以下の規則を用いて修正を行った。

I) (1)(2) も因果的関係の文として取り扱う。

II) 会話文の中で手掛かり語の後に終助詞が付く場合は、明示的な結論がないので含めない。

《単なる憶測だからね。》

III) 手掛かり語の後に動詞、形容詞がある場合は、仮定の順接を表現しているのだが、因果的関係を認める事ができないので含めない。

《犯罪ルポでも書けばいいのだ。》

4.4 検討

I) ~ III) を規則として用い因果的関係の文の抽出を行った。

【修正後実験結果】

-文献(かわいそうなパパ)の総文数	: 871文
-因果的関係を表わす文	: 221文
-計算機による抽出した文	: 256文
-誤抽出文	: 35文
-適合率	: 86%

以上の抽出結果より全体的に適合率は上がった。余分な文も抽出してくる問題として、特に『ば』『と』で多数みられ、手掛かり語の用法自体が因果的関係をしない(3)の要因が大きく占め、これは表層の情報だけで区別することが困難である。

5. おわりに

本報告では、小説のような感情、意志等を含む文書の論理が主人公等のもつ知識、知識に関する自信度(知識の変更のし易さ)、願望の強さ等により、どのように記述されるかを述べ、さらに、著者が意図したこのような論理構造を読者が理解するときに必要な常識と小説の記述の関係について考察した。また、小説の論理構造を自動的に把握するための手法について検討し、論理構造把握のキーとなる手掛かり語の計算機による抽出実験を行った結果についても述べた。

これらの知見および要素技術は、非技術文書理解およびハイパーテキスト化などの理解支援システムの構築、さらには非技術文書より知的なデータベース構築の基礎技術となると考える。

参考文献

- [1] 戸田正直: 認知科学選書24「感情」人を動かしている適応プログラム, 東京大学出版会, (1992).
- [2] 藤田, 張, 杉田, 西島: 感情のシミュレーションとデータベース化, 認知科学会第10回大会論文集 pp.60-61, (1993).
- [3] 藤田, 西島: 感情における論理の役割, 認知科学会第11回大会論文集, pp.176-177, (1994).
- [4] 藤田, 西島: 問題解決過程における感情の発生と解消の論理的メカニズムの提案, 認知科学, Vol.1, No.2, pp59-63, (1994).
- [5] 藤田, 平, 杉田, 三好, 西島: 感情の問題解決モデル, 認知科学会第12回大会論文集, pp.168-169, (1995).
- [6] 佐野洋: かわいそうなパパ, 集英社文庫24「かわいい目撃者」より, 集英社, (1979).
- [7] 藤田, 神山, 西島: 短編推理小説の論理構造の抽出, 日本認知科学会第14回大会論文集, pp.254-255, (1997).
- [8] 神山, 西島, 藤田: 小説における論理構造理解のための因果・含意関係の抽出と分析, 情報処理学会第55回全国大会論文集, 4J-07, (1997).
- [9] 神山, 西島, 藤田: 推理小説における暗黙情報獲得について, 平成8年電気関係学会九州支部連合大会論文集, No.1530, (1996).
- [10] 松本裕次他: 日本語形態素解析システム ChaSen Ver1.0 使用説明書, 奈良先端科学技術大学院大学.