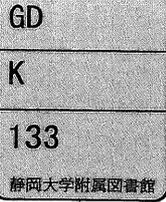


知識表現変更支援システムの構成に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2011-10-27 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 樽松, 理樹 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.11501/3111323

電子科学研究科



0002513513 R

静岡大学 博士論文

知識表現変更支援システムの構成に関する研究



平成8年2月

静岡大学大学院電子科学研究科

電子応用工学専攻

樽松 理樹

論文概要

エキスパートシステム (ES) に代表される知識システムの性能は、システムの基礎となる知識表現に大きく依存している。専門家の持つタスク構造と知識構造 (合わせての専門家モデルと呼ぶ) を専門家から獲得し、システムが実行可能でかつ汎用的な形式に知識表現を決定する必要がある。しかし、専門家自身が知識を体系化していないこと、専門知識が時間とともに変化すること、知識工学者が対象領域に精通していないため、専門家の話を完全に理解できないことなどから、良質の専門家モデルを獲得することは非常に困難であるという知識獲得ボトルネックが存在するため、適切な知識表現を前もって獲得することは困難である。また、知識システムは、システム開発者が事前に与えた知識表現を実行中に変更できないため、システムの性能は知識表現で規定されるとともに、自律的な性能改善に限界がある。このようなことから、与えられた知識表現を、対話的に、あるいは、自動的に逐次変更・洗練していく機能の重要性が指摘されている。

本論文では、以上のような背景のもと、具体的な題材として、事例に基づく推論 (CBR) における事例構造と、知識ベースを構成するプリミティブである領域オントロジーを対象とし、その知識表現形式の変更を支援するシステムの構成に関する研究について述べた。

前者のシステムにおいては、知識と比較すれば獲得が容易である過去の事例 (成功または失敗の経験) を直接利用して解を導く枠組みである、CBR における事例構造を、新規述語の考案する機能をもつモデル推論を用いて更新することを試みる。本システムは、事例の特徴を表現しているスロットを、事例の注目すべき記述子とみなすことにより、CBR とモデル推論の統合を図る。CBR は与えられた問題事例に対し、問題解決を行いながら類似事例集合を生成し、これを一階論理形式の節集合へと変換してモデル推論に与える。モデル推論は与えられた節集合に対して、一般化、既存概念の下位概念に限定された新規述語及び新規節の生成を行う。その結果、不用になった述語を削除すべきスロット、新規述語を新規スロットと提示することによって、事例構造の更新をユーザにうながす。

本基本設計に基づいてシステムを SICStus-Prolog により実装し、民法の意思表示

に関連する事例構造を変更支援する実験に適用した。本実験において、モデル推論によって、‘仮想外観’と‘仮想外観に対する相手方の行為’の二つの新規スロットを見だし、その情報に基づいて CBR の事例構造を更新した結果、検索効率の向上を図れた。そのことから、事例構造を改善することに成功したと評価できる。

また、本システムは、モデル推論に対しては、入力節集合の自動生成を行う機能を提案しているとみなせる。今回の実験によって、学説に相当するルールを含む、2つの有用な法律解釈ルールを導くことに成功したことから、適切な入力節集合を与えることができたと考えられ、本システムは、モデル推論に対しても有効であると評価できる。

後者のシステムは、近年整えられつつある、すでに開発済みであり利用可能な大規模知識ベース (VLKB) を汎用オントロジーとして利用し、領域オントロジーの表現形式の変更支援を試みる。

本システムは、最初に、領域オントロジーの概念にもっとも類似している汎用オントロジー中の概念を抽出し、それらの概念間にリンクを張る。次に、位数、深さ、概念間の関係と概念記述の観点から、リンクが張られた概念を比較評価し、有意な差異を提示することにより、領域オントロジーの表現形式の変更をユーザにうながす。

本システムを C 言語及び Perl 言語を用いて実装し、日本電子化辞書研究所で開発された EDR 電子化辞書の概念辞書と単語辞書を汎用オントロジーとみなし、領域オントロジーとして、国際売買法とそれに関連する日本国民法の法的概念から構成される法的オントロジーの表現形式の変更支援する実験に適用した。法的オントロジーと汎用オントロジーとの間でリンクを張ることができた概念は、約3割ほどであったが、位数の差異にもとづく示唆から、‘関係’の下位概念として‘相互関係’と‘位置関係’が、‘場所’の下位概念として‘領域’と‘範囲’が、‘時間’の下位概念として‘時点’と‘期間’が追加された。また、概念間の関係の差異にもとづく示唆から、‘回答’と‘発信’を兄弟関係から親子関係へと変更し、‘関係’の下位概念であった‘立場’を‘対人関係’に変更した。さらに、概念記述の差異にもとづく示唆から、‘回答’に対し新たに概念記述を追加し、‘場所’に関しては、概念記述を一部変更した。これらの変更によって、法的オントロジーの表現形式を改善することに成功した。

以上の結果より、本論文で提案した知識表現変更支援システムは、初期の知識表現の改善に成功したことから、有効であると評価できる。

目次

論文概要	i
1 序論	1
2 関連研究	5
2.1 緒言	5
2.2 代表的な知識表現	6
2.3 インタビュー技術に重点を置いた知識獲得支援	8
2.3.1 TEIRESIAS	9
2.3.2 MORE	12
2.4 モデリングに重点を置いた知識獲得支援	13
2.4.1 OPAL	14
2.4.2 オントロジーを利用した知識獲得支援	15
2.4.3 CUE	17
2.5 機械学習との統合	19
2.5.1 MOBAL	20
2.6 結言	22
3 事例に基づく推論とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム	23
3.1 緒言	23
3.2 システムの基本設計	24
3.2.1 システムの構成	24
3.2.2 CBR の構成	26
3.2.3 モデル推論部の構成	27
3.3 法律解釈問題への適用実験と評価	29
3.3.1 法律解釈問題への適用	29
3.3.2 実験結果	31
3.3.3 実験結果の評価	42

3.4	考察	44
3.4.1	CBRに関する考察	44
3.4.2	モデル推論に関する考察	45
3.5	結言	46
4	汎用オントロジーを用いた領域オントロジー構築支援システム	47
4.1	緒言	47
4.2	領域オントロジー構築支援システム	48
4.2.1	基本設計	48
4.2.2	汎用オントロジー	49
4.2.3	初期領域オントロジー	52
4.2.4	2つのオントロジー間のリンク	53
4.2.5	静的解析	55
4.3	領域オントロジー構築支援実験	56
4.3.1	照合	56
4.3.2	静的解析	60
4.4	考察	64
4.4.1	動的解析	64
4.4.2	法的オントロジー開発, 援用における支援環境の有効性	65
4.5	結言	66
5	結論	69
	参考文献	77
	論文目録	79
	付録	85
A	CIGOL	85
A.1	CIGOLの基本設計	85
A.2	absorption	85
A.3	intra-construction	88
A.4	truncation	91
A.5	CIGOL	91
A.6	saturation	92

B 民法について	95
B.1 民法における意思表示	95
B.1.1 意思表示	95
B.1.2 意思と表示の不一致	95
B.1.3 意思表示に関する民法条文	96
B.2 類推適用	98
B.2.1 類推適用の概論	98
B.2.2 判例における類推適用	100
B.2.3 学説における類推適用	101
C CBR に蓄えられた判例	105
D 国際物品売買契約に関する国連条約について	113
E 初期法的オントロジーの概念定義	115

第 1 章

序論

近年、産業分野において、様々な実用レベルのエキスパートシステム (ES) が開発されている。それら ES の性能は、システムの持つ知識ベースの質と量に大きく依存するため、良質の知識ベースを構築することが、ES を開発するうえで重要な課題である。知識ベースを構築するためには、専門家の持つタスク構造と知識構造 (合わせて専門家モデルと呼ぶ) を専門家から獲得する必要がある。さらに、獲得された専門家モデルを、システムが実行可能でかつ汎用的な形式に変換し、知識ベースに移植するとともに、既存の知識ベースとの一貫性を保持・管理する必要がある。以上のような作業を (広い意味での) 知識獲得と呼ぶ。また、狭い意味で、専門家から専門家モデルを獲得する作業を知識獲得と呼ぶ場合がある。

通常、知識獲得は、特定のドメイン専門家とシステム開発者の間の共同作業の形をとり、システム開発者がインタビューを通して、専門家から専門家モデルを獲得することを試みるが、専門家自身が知識を体系化していないこと、専門知識が時間とともに変化すること、システム開発者が対象領域に精通していないため、専門家の話を完全に理解できないことなどから、良質の専門家モデルを構築することには、非常に困難であり、多大な時間と開発労力を要するのが現状である。これは一般的に、知識獲得ボトルネックとして認識されている。そのような知識獲得ボトルネックを解消するためのアプローチとして、知識工学の分野において、機械学習と知識獲得支援機構が考えられてきた。

機械学習は、タスクを何らかの意味で (機能レベル, または効率レベルで), 前回よりもうまく解決できるようにするシステム内の変化を, 実現する機構である。例えば, 帰納的学習では, 複数の例から, 主に構文的な類似性に注目して一般規則を見出し, 未知の問題に適用する。最も単純な帰納的学習は分類規則の学習であり, あるカテゴリ (目標概念) について, それに含まれる正例と含まれない負例をいくつか与え, 未知の例についてそのカテゴリに含まれるかどうかを予測させる。また, 演繹的学習は, 学習者に与えられた情報から演繹的に推論を行い, 役立つ結果を記憶する。演繹学習

の代表的な例である。説明に基づく学習は、豊富な領域理論をもとに単一の例から目標概念の分類規則を得る。ここで領域理論とは、教科書的知識、すなわち十分な情報を含んではいるが問題解決のための制御情報がないために、それだけでは例題の解法が不可能な知識のことである。例題とは目標概念を導くような状況の一つであり、説明とはその状況と領域理論を使って目標概念を導き出す証明木である。さらに、発見的学習では、種となる知識をさまざまに組み合わせることによって、新たな知識を作りだし、与えられた興味深さの評価基準をもとに、ある程度以上の評価を得た新しい知識を提示する。以上のように、機械学習は、与えられた不完全な知識をなんらかの手段で修正し、より完全な知識へと精練することを試みる。

一方、知識獲得支援機構は、専門家とインタラクションをとりながら、専門家が持つ専門家モデルを同定することを支援する機構である。最も一般的で基本的な知識獲得の方法は、推論過程で用いられる仮説や条件の形式的な関係や過去の事例等を分析し、不足している可能性のある仮説や条件の獲得、誤まっている可能性のある仮説や条件の修正を試みるものである。この方法は表層的な論理関係に適用するだけであり、システムから得られる応答も表層的なものになる。しかし、単純であるのにもかかわらず、汎用的に使い、比較的有効であるため、多くの知識獲得支援機構において採用されてきた。

しかし、この方法の欠点の一つとして、専門家の目的や意図には関係なく、画一的な質問を行う点があり、知識獲得の本質である、問題の構造を明確化するプロセスには貢献していない。この点を考慮し、あらかじめ(準)汎用的な問題解決方法に関する知識(モデル)をシステムが持ち、それに基づき対象問題を分析し、質問を生成することを目標とした知識獲得支援の研究が行われるようになってきた。このような問題解決の構造を考慮して生成された質問を用いれば、より質の高い知識の獲得が可能であるとともに、新しい問題を解決する際の知識を、すでに存在するシステムと知識を共有、再利用することにより、効率良く獲得できるととらえられている。さらに、このような知識獲得支援機構が持つモデルとして、近年、研究が盛んになりつつある知識の共有と再利用の技術の核になると考えられているオントロジーを、利用することが試みられている。一般に、ESに与えられる知識は、利用目的、利用環境、システム開発者の視点のような様々な暗黙的な仮定を前提にしている。このような前提を解きほぐし、知識を明示的なものにするには、知識のモデル化に対して非常に有用である。オントロジーとは、「知識システムを構築する際に用いる基本概念(語彙)の体系」であり、「知識を記述する際に必要なプリミティブ」である。したがって、オントロジーには、そのようなESに与えられた知識をモデル化するための視点が提示されているととらえることができ、モデリングに重点を置いた知識獲得支援システムが持つモデルとして使用することは、妥当であると考えられる。

一方、そのような知識の明確化のプロセス自体を機械学習の技術を用いて計算機に行わせることができれば、知識獲得支援の問題の大部分が解決されるという魅力的な考えがある。さらに、大規模なデータの蓄積が存在する場合には、何らかの観点からそれを分析・再構成すれば、そこに潜んでいる知識を抽出することができる可能性がある。従来、機械学習は、システムの自立性に重点を置き、かなり整理された情報(例えば、ルールの構成単位である述語など)が事前に与えられなければならない、と考えているのに対し、知識獲得支援では、有益な専門家モデルを専門家から獲得するためのインタラクション環境に重点を置き、与えられる情報は、まだ未整理の段階であり、それらの情報を整理することが最も困難な点であると考え、という立場の相違から、両者の研究にはほとんど接点がなかった。しかし、機械学習によって生成された知識は、一般的に不完全なものであるが、専門家にそれらを提示することにより、不足している知識や、それまでに与えた知識の誤りに比較的容易に気付かせることができる。このことから、検出が困難であった知識洗練の糸口の発見を機械学習によって行え、知識獲得のドライバとして機械学習が利用でき、知的で効果的な知識獲得が実現できる可能性がある。このような考えに基づいて、機械学習との統合による知識獲得支援機構も検討され始め、いくつかのシステムが開発されている。

ここでシステムに与えられる知識表現を考えた場合、その良否によって、知識の表現力や汎用性、推論効率などが左右されることから、システムの性能を決定する主要な要因のひとつであると考えられる。システムの性能を決定する諸要因をバイアスと呼ぶが、その観点から言えば、知識表現は、重要なバイアスのひとつであり、システムを開発する際の重要な課題であると認識されているが、これまでの研究において、その決定をシステム開発者に一任してきた。しかし、知識表現を決定する際に重要な意味を持つ「整理の観点」、すなわち、問題設定について考えた場合、あらかじめ定義された問題記述というものがないことが多く、また、知識表現形式の妥当性を判断する明確な基準も存在していないことから、事前に最適な知識表現を決定することは困難である。さらに、専門知識が時間とともに変化することや、掘りどころとなるデータベース自体が更新されている場合には、そこから導きだされる知識も、データの変化に追随しながらも、ある程度の概念の連続性を保ちながら、次第に洗練されていくことが求められることも多い。しかし、知識システムは、システム開発者が事前に与えた知識表現を実行中に変更する機能を有していない。それはまた、システムの性能が知識表現で規定されるとともに、自律的な性能改善の限界を存在させる要因になる。そのため、所与の知識表現を、対話的に、あるいは、自動的に逐次変更・洗練して行く機能の重要性が指摘されるようになってきている。知識獲得支援において、実行の結果、知識表現が一部更新されるシステムもあるが、その更新は、事前に与えられた知識表現の範囲内で固定されており、知識表現変更支援を目的としたシステムは、

ほとんど開発されていないのが現状である。近年、以上のことから、知識表現の構成と変更の自動化に興味をもたれるようになり、1994年7月には、ML/COLT'94 Workshop Constructive Induction and Change of Representation が開催された。

本論文では、以上のような背景のもと、知識表現変更支援システムに関する研究について述べる。知識表現変更支援は、知識表現の構成と変更の自動化の研究の一つとしてとらえることができる。今までシステム開発者に依存していた知識表現に対し、それに含まれている悪構造を、何らかの手段で精練することにより、より適切な知識を獲得することを目的とする。その支援対象は、獲得された専門家モデルをシステムが利用可能な形式に変換する(知識変換)プロセスととらえられることから、この研究は、知識獲得の一部であるとみなせる。知識表現変更支援の対象としては、ルールで記述されていた知識を、フレーム構造で記述するといった、知識表現形式自体や、ある知識表現形式のもとで概念を記述する語である記述子(述語や関数、変数など)があげられる。このようなシステムは、良質の知識ベースを構築するうえで有用であり、特に知識の整理がすすんでいない、知識システムの開発初期段階において、その有用性が高いと考えられる。ただし、本研究では、知識表現変更支援の対象としては、知識表現形式自体については対象とせず、記述子のみを対象とする。これは、知識表現形式としては、論理モデル、プロダクション・ルール、フレームなどいくつかの表現形式が考えられているが、知識表現形式自体がまだ固まっておらず、対象領域に対する知識表現の最適さの評価方法も明確になっていないことや、複数の知識表現形式の組み合わせも考えられることなどから、探索空間が実際に扱うのには広すぎるという理由からである。知識表現形式自体を対象としないことは、知識表現変更支援の対象の一部のみを行うことになるが、知識表現変更支援の研究自体はまだあまりされておらず、今後の研究を進めるうえでの第一段階として、有用であるととらえている。また、本変更支援によって獲得されると予測される新規記述子や不要な記述子は、知識獲得支援で獲得を試みる概念、知識獲得において重要な概念を表していると考えられ、その点からも十分に意義があるものと考えられる。

以下、本論文において、第2章では、代表的な知識表現と知識獲得支援に関する研究動向を述べる。第3章では、知識と比較すれば獲得が容易である過去の事例を直接利用して解を導く枠組みである、事例に基づく推論(Case-Based Reasoning)に対し、その知識表現である事例構造を、理論名辞(概念記述言語により記述された節に現れていない名辞)生成機能を持つモデル推論との統合を用いて、更新する枠組みについて、法律解釈知識の獲得を題材に述べる。第4章では、近年整えられつつある、すでに開発済みであり利用可能な大規模知識ベース(Very Large Knowledge Base)との比較評価に基づく、領域オントロジー構築支援システムについて、法的オントロジーの構築を題材として述べる。第5章は結論であり、本研究を総括する。

第 2 章

関連研究

2.1 緒言

知識システムを構築するうえで、システムの性能に大きく影響する知識表現形式の決定は、重要な問題のひとつである [小林 90][人工知能学会 90]. 現実世界におけるさまざまな知識を計算機で扱うためには、知識をモデル化する必要がある. この場合、計算機処理向きであり、かつ、人の操作にも向く表現を考慮しなければならない. さらに、知識の量が多くなった時、個々の単位知識間の一貫性の管理が容易にできることが必要である. 以上のことから、知識表現を設計するときの要件としては、

(1) 簡潔な表現であること.

推論制御機構が簡潔なものとなり、知識の管理が容易となる.

(2) 宣言的に記述できること.

モジュール性に優れ、知識の修正や追加が容易になる.

(3) 記述に柔軟性があること.

専門家やシステムのユーザにとってわかりやすく扱いやすいものとなり、知識の獲得や評価が容易になる. しかし、対象とする問題が簡単なときにわかりやすいことと、複雑な場合にわかりやすいことの両方を同時に満足させることは困難である.

(4) 各々の知識が独立して記述できると同時に、全体の関連性が把握できること.

構造化が可能となり知識の管理が容易になる.

などが考えられる.

知識システムに与えられる知識は、通常知識ベースに蓄えられる. 知識ベースを構築するためには、専門家の持つ専門家モデル(タスク構造と知識構造)を専門家より抽

出し、前述のような知識表現の要件を考慮して形式化し、知識ベースに埋めこみ、一貫性を管理・維持するという作業を行わなければならない。しかし、この作業は非常に困難であり、知識獲得ボトルネックとして認識されている。それを解消するためのアプローチの一つとして、知識工学の分野において、知識獲得支援機構の研究が進められてきている。

知識獲得は、対象領域の知識を抽出、分析する、「知識収集」、実行可能でかつ汎用的な形式に知識を変換し、知識ベースに移植する、「知識変換」、獲得された知識と既存の知識ベースとの一貫性を保持し、管理する、「知識管理」の3つに分類できる。知識システムの開発プロセスに対応させて考えれば、知識収集は、問題の同定プロセス、問題の概念化プロセスにおける知識獲得として、知識変換は、知識の定式化プロセス、システムの実現プロセスにおける知識獲得として、知識管理は、システムの実現プロセス、テストプロセスにおける知識獲得として、それぞれみなすことができる。これまで開発されてきたシステムは、それら3つのプロセスのうちのどれかの(あるいは複数にまたがった)支援を試みている。

知識収集に対する知識獲得支援システムは、知識がない初期状態からの知識の収集、獲得を支援するシステムであり、現在のところ非常に少ない。知識変換に対する知識獲得支援システムは、各分野の専門家が、システム開発者の援助なしに、システムと対話処理を行っていく過程で、短時間に質の高い知識ベースを構築することに重点が置かれている。この種類のシステムは、開発事例の多い分析型の知識システムを対象とするものが大半を占めている。知識管理に対する知識獲得支援システムは、知識ベースの一貫性を保持すると同時に、知識ベースに誤りや矛盾が生じた場合に、それを修正することを目的とした知識の管理作業や知識ベースのデバックキングを行う。

本章では、2.2節で、現在までに提案された代表的な知識表現[上野 87]を紹介し、以下の節では、これまでに開発されてきた知識獲得支援システムについて紹介する。2.3節では、インタビュー技術に重点を置いた知識獲得支援について述べ、2.4節では、モデリングに重点を置いた知識獲得支援について述べる。最後に、2.5節では、機械学習との統合に基づく知識獲得支援について述べる。

2.2 代表的な知識表現

知識の表現方法は、手続き的表現と宣言的表現に大別される。

手続き的表現とは、方法を知るという立場から、事実に関する知識とこれを利用する方法を区別しないで、一体として扱おうとする表現方法をいう。手続き的表現は知識の相互作用を重視しているために、特定の問題解決プロセスを自然に記述できることを特徴とする。ルールによる知識表現は、この表現形式に適している。

宣言的表現とは、ものを知るという立場から、事実に関する知識とこれを利用する手続きを明確に分離して、事実に関する知識に重点を置いた表現をいう。モジュール性に優れているため、知識の修正や追加が容易であることを特徴としている。意味ネットワークやフレームによる知識表現は、この表現形式に適している。

以下、現在までに提案された代表的な知識表現を簡単に紹介する。

論理モデル

論理モデルは、一階述語論理の体系の中で知識を表現し、三段論法によって推論を行うモデルである。論理モデルの特徴は、他の知識表現モデルと異なり、唯一の理論的根拠をもったモデルであり、形式的に厳密な定義と推論系が実現できることである。

ルール

ルールは、知識を IF-THEN ルール (規則) の形式で記述された、前件 - 帰結の表現である。前件に対する結論、条件に対する行動を表す。前者は分析型の問題解決に適し、後者は合成型の問題解決に適する。この表現形式は、人間からみた場合、対象領域における問題解決のための推論方式を直接記述しているものとして、明確な意味付けが可能であり、モジュール性の高い知識表現として、追加、変更、削除が容易に行えるという特徴を持つ。計算機側からは、一様な文法規則に従って記述された均一性の高い知識として、簡潔かつ明快な知識適用メカニズムの定義が可能であるという利点を持つ。

意味ネットワーク

意味ネットワークは、個々の概念を表すノードと、概念間の関係を表すリンクから構成される知識表現である。たとえば、「リンゴの色は赤」という知識は、意味ネットワークにおいては、「リンゴ」という概念から、「赤」という概念へ、「色」という意味を持つリンクを引くことで表現される。標準的な意味ネットワークが存在するわけではなく、ネットワーク全体である特定の意味を持つ。またリンクの持つ意味は、各概念のもつ属性・概念相互の階層関係 (上位概念、下位概念)、全体 - 部分関係なども含まれる。

フレーム

フレームは、対象中心表現のひとつであり、具体的、抽象的な対象がもつ属性と属性値との集まりで構成される知識表現である。たとえば、「リンゴ」というフレームには、「色=赤」、「産地=青森」などの属性、属性値が記述されている。通常、フレーム間の上下階層を表すリンクを持ち、属性値の検索時にそのフレー

ムに属性がなければ、上位フレームからデータを継承したり、データが検索、修正された場合に自動的に起動される手続きをもたせることもできる。この表現形式は、知識をフレームとよばれる比較的大きな表現単位で表現すること、フレーム間に抽象度に基づく階層構造をもつこと、宣言的知識と手続き的知識を組合わせて表現できることなどの特徴を持つ。

オブジェクト指向表現

オブジェクト指向表現は、具体的、抽象的な対象を、おのおのに固有なデータと手続きとで表現する。表現された(広い意味での)データ構造をオブジェクトという。固有データはオブジェクトの内部状態を示し、固有手続きはオブジェクトが実行する動作を示す。

過去に開発されたすべての知識システムは、上記のどれかを用いているのではなく、どれかを基本として、それぞれに独特な工夫を施したり、複数の表現を組み合わせている。

知識システムの性能を決定する諸要因をバイアスと呼ぶが、知識表現は、推論方法やそのパラメータと同様に、重要なバイアスのひとつであり、その決定は、システムを構築するうえで、重要な課題である。今までのシステムにおいては、知識表現の決定は、システム開発者に依存してきたが、知識獲得ボトルネックの原因の一つにあるように、専門家自身が知識を体系化しておらず、問題設定については、あらかじめ定義された問題記述というものが存在しないことが多い。そのため、システムに適切な知識表現を事前に与えることは困難である。また、知識表現がシステムの実行中に変更できない場合、探索空間の範囲が規定され、当初、予測したものと違う概念の獲得ができないことや、推論効率が左右されることなどから、システムの性能は知識表現で規定されることになり、自律的な性能改善にも限界が生じる。それらのことから、知識の収集、整理、システムの実行が進むにつれて、知識表現を自動的、あるいは対話的に更新していく機能の重要性が指摘されている。そして、そのような機能を導入することによって、より柔軟な知識システムの構築がはかれると考えられている。以上のようなことから、近年、システム開発者に依存するところの大きかった知識表現に対し、その構造と変更の自動化に興味が集まりつつある。

2.3 インタビュー技術に重点を置いた知識獲得支援

知識獲得支援は、知識獲得ボトルネックの解消に対する知識工学の分野におけるアプローチのひとつとして研究が進められてきており、これまでにいくつかのシステムが開発されてきた。最も一般的で基本的な知識獲得の方法は、推論過程で用いられる

仮説や条件の形式的な関係 (例えばルール構造) や過去の事例といった経験的な知識を収集、分析し、知識構造を構成する。次に、構成された知識構造に基づいてタスク構造を設定し、不足している可能性のある仮説や条件を獲得し、誤まっている可能性のある仮説や条件を修正することで、専門家モデルを精練しようとするものである。この方法は専門家が記述したドメインレベルのルールの論理関係に適用するだけであり、システムから得られる応答も表層的なものになる。しかし、単純であるのにもかかわらず、汎用的であり、比較的有効であるため、多くの知識獲得支援システムにおいて採用されてきた。これらのシステムは、専門家に対し、より良い質問を生成することに重点を置いている。すなわち、インタビュー技術に重点を置き、実行効率を重視したシステムである。

代表的なシステムとして、TEIRESIAS[Davis 82], MORE[Kahn 85] を示す。

2.3.1 TEIRESIAS

TEIRESIAS は、知識管理に対する初期の知識獲得支援システムである。このシステムは、MYCIN において初期知識ベースの存在を前提としたうえで、後ろ向き推論メカニズムと、HOW, WHY の説明機能を用いて、ルール間の矛盾の発見、修正を効率化するようにコンサルテーションを行う。システムは、完全な知識をもつ専門家との (自然言語による) 対話の過程で、ルール中の誤りの発見と修正作業の支援、新しいルールの入力支援、ならびに新しい概念の獲得を行う。

ルール中の誤りの発見と修正作業の支援、新しいルールの入力支援を、TEIRESIAS は、ルールモデルと呼ばれるメタ知識を用いることで試みる。ルールモデルは、専門家によって入力されたルールを基に、ルールの特徴の中で使用頻度の高いものを結論の種類によって分類、整理したルールに関する知識である。個々のルールモデルは、(a) ルールモデルにあてはまる具体的なルールの番号のリスト、(b) 属性、述語、強さの組のリストからなる、ルールの特徴 (条件部の特徴と、結論部の特徴)、(c) より一般的なルールモデルの集合、(d) より特殊なルールモデルの集合、から構成されており、is-a 階層をなしている。

システムは、一つの診断が終了した時点で、システム側が推論結果が正しいかどうかを、専門家に問う。正しければ終了し、誤っていれば、以下のようなステップで専門家との対話を試み、修正する。

1. 推論過程をさかのぼり、誤まった結論部分を専門家に指示させる。誤まりのタイプは、(a) 導かれるべき結論が導かれない、(b) 導かれるべきでない結論が導かれた、という2種類があると考えられる。(a) に対してシステムは、導かれるべき結論を導くルールを表示し、実行されるべきルールがあるかを問う。あればそのルー

ルの条件部について同様の処理を行い、なければ新たなルールを入力を促す。(b)の場合、導かれるべきでない結論を直接導いたルールを表示する。そのルールに対して、ルール自身が正しいものであれば、ルールの前件部の中で満足されるべきでない条件を指定させる。さらに、その条件を導いたルールについて同様の処理を行う。また、条件が否定を含むのであれば、(a)の場合と同様に処理する。

2. 専門家が自然言語で入力した新ルールを、ルールモデルに従って解釈し、内部表現に変換した後、再度単純なテンプレートを用いて自然言語に表現し直し、専門家に提示する。
3. システムによる自然言語の解釈に誤りがあれば、専門家に誤り箇所を指摘してもらい修正する。ルールの修正に用いられるルールエディタには、修正過程の効率をよくするための経験則が埋め込まれている。ある節の解釈を修正する場合、別の解釈を再評価し、次の候補として提示する。また、同じ単語には同じ解釈を与えるという制約も有効的に用いられている。
4. 最終的なルールが、ルールモデルと整合性があるか確かめる。記述の不足が予想される場合には、その旨を専門家に提示し、適当な節を追加するかどうか尋ねる。専門家が追加を要請した場合は、ルールモデルとテンプレートに従って追加すべき節の要素を決定し、未知の部分についてだけ専門家に質問する。
5. 新たなルールについて、バグを回避するものかどうかをチェックし、ルールモデルの再計算を行った後、前回の対話の応答を参考にして、診断プロセスを再試行する。

新しい概念の獲得に対しては、TEIRESIASは、データ構造スキーマと呼ばれるメタ知識を用いることで試みる。個々のデータ構造スキーマには、(a) インスタンス構造、(b) 他のデータ構造との相互関連(デーモン)、(c) 既存のインスタンスへのポインタ(インスタンスのリスト)、(d) 内部スキーマの構成情報、(e) 記録情報、が記述されており、その集合は、それ自身で一般化された階層として組織化されている。インスタンス構造は、(print name - value - property list)の構造をとり、それぞれ、(Slotname - Blank - Advice)の形をとる。Slotnameは、システム内の、表現特有の知識と表現独立の知識が構成される際概念プリミティブであり、Blankを埋めるもののラベル付けをするものである。Blankは、要求される情報の正確なフォーマットを仕様化する。Adviceは、専門家に問う、答えを生成するといった5種類の情報の獲得方法を記述している。内部スキーマの構成情報には、階層中の祖先や子孫、対象とする種類の説明文が記述されている。また、特殊なスキーマとして、スキーマを構成するための情報を記述した、スキーマ・スキーマが用意されている。

TEIRESIAS は、データ構造スキーマを利用して、以下のような手順で新しい概念 (インスタンスまたは属性) の獲得を行う。

1. スキーマ階層の出発点の決定

新しい概念がルール of 獲得の際に述べられている場合、新しいアイテムの獲得を促したテキスト行に対してテストし、獲得の出発点を決定する。また、ユーザが任意の相談の状況から離れてシステムにあるインスタンスについて教示したいことを指示する場合、スキーマ階層のルートを出発点とする。

2. スキーマ階層のルートに移動する

スキーマ階層のパスをさかのぼり、ルートまで到達する。その際各スキーマをそのパスにそってマーキングする。

3. パスを下り、新しい概念を獲得する

マーキングされたパスに沿ってスキーマ階層を降りていく。マーキングされていないパスに到達した場合、各スキーマ中にあるスキーマインタプリタを起動し、それによって指示される獲得プロセスに従い、新しい概念の獲得を行う。獲得プロセスは、(a) インスタンスに対し新しい構成要素の付加をするために、スキーマの構造記述部分を使用する。(b) 相互関連の情報をを用いて他とのデータ構造との関係に注意する。(c) 新しいアイテムをインスタンスのスキーマリストに付加する。からなる。

また、専門家が獲得するオブジェクトが、システムに対して未知である場合、新しいデータタイプを述べるために新しいスキーマ (属性) を獲得する。新しいスキーマは、スキーマ・スキーマを満たすことにより実行される。

以上のようなインスタンスの獲得 (付加操作) は、スキーマ階層を降下するプロセスとみなせ、新しいスキーマの獲得は、スキーマ階層に新しい枝を付加するプロセスとみなせる。

TEIRESIAS は、入力に制限はあるが、出力は比較的自然であり、快適な環境のもとでの知識ベースの段階的な増強を行える。またデータ構造スキーマは、その構造から簡単ではあるが、一種のドメインオントロジーともみなせる。しかし、ルールモデルは統計的なものであり、対象を理解したものではない、ルールがある程度必要となる、支援機能の知的レベルが低い、データ構造スキーマの構造はスキーマ・スキーマによって固定されており、スキーマ外の概念の獲得ができない、などといった問題点がある。知識表現変更支援の観点から見た場合、TEIRESIAS は、知識管理の支援を行うシステムであり、変更支援は志向していない。しかし、知識表現形式の変更は

支援していないが、新規の属性値やスキーマ(属性)の獲得など、与えられた知識表現形式内で記述子(属性値)の変更を行っているともみなせる(スキーマの獲得は、スキーマ・スキーマの具象化である),

2.3.2 MORE

MORE は、掘削泥水診断システム MUD の開発経験に基づいて作られた、知識変換に対する知識獲得支援システムである。MORE の特徴は、

1. 診断知識を、仮説と兆候・条件間の関連をネットワークで表したドメインモデルを記述しておくこと
2. インタビューによる不完全な初期知識ベースの洗練過程で、より強力な診断ルールを知識ベースから抽出すること
3. ルールに確信度を割り振る専門家の作業を支援すること

の 3 点があげられる。

MORE のドメインモデルは、(1) 仮説、(2) 兆候、(3) 条件、(4) 接続を表すリンク、(5) 仮説と兆候を結ぶパスからなる、また条件には、(a) 仮説の先験確率、(b) 検査、(c) 検査条件、(d) 兆候属性、(e) 兆候条件の 5 種類の条件がある。診断の実行には、このモデルから生成される診断ルールを用いる。

知識ベースの洗練フェーズでは、診断型の問題に対して共通に使える次の 8 つのインタビュー戦略を用いる。

1. 仮説を区別する兆候の決定：共通の兆候しかもたない仮説を見い出し、区別するための兆候を質問する。
2. 仮説の発生条件の決定：仮説の先験的な生起確率に影響を与える条件を質問する。
3. 兆候の差別化：複数の仮説に結び付いている兆候について、より詳細な特徴を質問し差別化する。
4. 兆候の発生条件の決定：仮説と兆候の結び付きを強める兆候の発生条件を質問し、負ルールの確信度を高める。
5. 仮説-兆候パス間の新兆候の決定：仮説と兆候の結び付きの弱いパスの中間に入る兆候を質問し、負ルールの確信度を求める。
6. 共通兆候をもつ仮説群を区別する新兆候の決定：ひとつの兆候に複数のパスがある場合、パスを区別する兆候を質問する。

7. より正確な兆候発見検査法の決定：兆候の存在をより正確に決められる検査方法や検査器具について質問する。
8. 検査の精度に関する条件の決定：検査の精度に影響する条件を質問し、検査条件として表現する。

この8つのインタビュー戦略は、仮説・兆候・条件間の形式的な因果関係のみに基づいており、仮説や兆候が実際に何であるかには依存しない。そのため、MOREは診断問題に限れば、どのような対象のES開発にも利用できるという大きな特徴をもつ。しかし、インタビューは、形式的なものであり、対象を理解しているわけではなく、知的支援レベルは低い、ある程度の量の知識が必要である、といった欠点がある。知識表現変更支援の観点から見れば、MOREは、知識変換に対する支援を行っているが、与えられた記述子間の関係をインタビュー戦略を用いて精練しているのみであり、知識表現自体の変更支援や新規記述子の獲得などは行っていないとみなせる。

2.4 モデリングに重点を置いた知識獲得支援

前述のような方法の欠点の一つとして、専門家の目的や意図には関係なく、画一的な質問を行う点にあり、作業の全体像がつかみにくく、知識獲得の本質である、問題の構造を明確化するプロセスには貢献していない、点があげられる。この点を考慮し、(準)汎用的な問題解決方法に関する知識、モデル化された専門家の持つタスク構造を、あらかじめシステムが持ち、それに基づき対象問題を分析し、タスク構造にそって付随する知識構造を収集するための質問を生成することを目標とした知識獲得支援の研究が行われるようになってきた。

これらのシステムは、各分野の専門家が慣れ親しんでいる対象の構造モデルを使うことで、短時間に自動的に知識の整理ができる。さらに、より質の高い、問題構造の明確化に関する質問を生成することで、専門家が対話的に知識の投入を行う作業を効率化し、信頼性の高い知識ベースを構築できる、と考えられている。この方法は、前述のシステムが実行効率を重視しているのに対し、開発効率を重視しており、大規模なESを長期間にわたって開発するケース、または、対象分野の知識の形式が明確なケースにおいて、類似の知識を大量に知識ベースに投入しなければならないような場合には有用である。また、同一モデルを利用することで再利用性も増し、新しい問題を解決する際の知識を、すでに存在するシステムと知識を共有、再利用することにより、効率的に獲得できるととらえられている。

代表的なシステムとして、OPAL[Musen 87]を紹介する。またモデルとして、近年研究が盛んになりつつあるオントロジーを利用する知識獲得支援について述べたあと、

オントロジーを利用した知識獲得支援の代表的なシステムとして、Wielinga らによる CUE[Heijst 95]を紹介する。

2.4.1 OPAL

OPAL は、医療診断 ES、ONCOCIN[Suwa 84]の知識ベース開発における知識変換に対する知識獲得支援システムである。

ONCOCIN は MYCIN に似た後ろ向き推論方式の医療診断支援システムである。知識ベースのデバックを支援するため、知識ベース内の矛盾性と不完全性をチェックする機能と、専門家とシステム開発者とのコミュニケーションを助けるため知識をわかりやすく表示する機能をもっている。ただし、知識ベースのチェック機能を容易に行うために、あいまい性 (CF 値) の処理を行わない。

知識ベースのチェック機能としては、知識ベース全体についての矛盾と不完全性のチェックを行う。矛盾としては、ルール間の競合 (同じ状況で成功する複数のルールが相互に競合する結論を導く)、冗長性 (同じ結論を導くルールが複数存在する)、含意性 (同じ結論を導く二つのルールの条件が、一方が他方を含んでいる) の 3 つの場合を考えている。不完全性としては、推論が必要な状況に対して適用できるルールがない場合を考えている。

知識ベースのチェックは次の手順で行われる。まず、チェックの対象となるルール集合として、同じ文脈において同じパラメータの値を結論とするルールを集める。それらのルールの条件部に現れるすべてのパラメータを集め、可能な値のすべての組合せを作る。パラメータ値が連続値をとる場合には、条件として意味のある区間に区切る。各組合せについて、それを満足するルールを見付け、ルールと条件パラメータ値の組合せ、結論パラメータの対応表を作り、専門家に表示する。対応表を用いることは、ルールを個々に羅列するものより理解しやすい。

この表から、競合、冗長、含意、ルールの欠如を発見する。ルールの欠如は、可能な条件パラメータの組合せについて、それを満足するルールが存在しない場合をさす。欠如していると思われるルールについては、専門家が必要とすれば、システムが自動的にその条件部を生成する。

ルールチェックの効果として、専門家が見落としていたケース、文脈の違い、パラメータ値の設定の枠組みに関する矛盾などを指摘できたと報告されている。

OPAL では、以上のような ONCOCIN の知識ベースの知識を獲得するために、次のような方法をとっている。最初に、治療法や薬剤を対象分野の実体ととらえている。そして、これらの実体についての知識を獲得するために、専用のテーブル形式の書式をワークステーションの上に用意しておき、専門家はそのテーブルの穴埋めの作業を

行うことで、個々の薬剤の情報やその属性値を容易に知識ベースに投入することができる。また試験結果に依存して、次の診断方法を決定する判断ルールなども、試験結果を表示したテーブルに値の条件と対応する行動を記述することで行われ、さらに、手続き的知識は図形(アイコン)を画面上で組み合わせることで、整理することができる。OPALで入力した知識は、オブジェクト指向言語で記述したフレーム型の中間的な知識表現で記録される。そして、特定の治療計画の知識がすべて投入された後に、ONCOCINの知識ベースへ変換される。

OPALは専門家が比較的理解しやすく入力も容易なテーブル形式を用いることで、知識ベースの改善の効率をあげている。しかし、知識獲得の範囲は、そのテーブル形式に限定されており、テーブル形式の変化にも対応できない、という欠点もある。知識表現変更支援の観点から見た場合、OPALは、知識変換に対する知識獲得支援システムであるが、ユーザの用意したテーブル形式で固定された範囲での知識(属性値)の獲得を行っており、知識表現形式自体の変更支援や新規記述子の獲得は行っていないとみなせる。

2.4.2 オントロジーを利用した知識獲得支援

対象領域に関するモデルを用いる知識獲得において、重要な意味を持つ問題設定については、あらかじめ定義された問題記述というものがないことが多い。また過去に構築された知識ベースのほとんどは、問題ごとに構築されているため、その知識ベースに含まれる情報を再利用することができないのが現状である。さらに、一般にESに与えられる知識は、利用目的、利用環境、システム開発者の視点のような様々な暗黙的仮定を前提にしている。このような暗黙的仮定を解きほぐして、知識を明示的にしない限り、知識のモデル化は非常に困難である。

このような知識のモデル化に対する課題のアプローチとして、最近、研究が盛んになりつつある知識の共有と再利用の技術の核になると認識されつつある、オントロジー[溝口94]の利用が考えられている。オントロジーとは、「知識システムを構築する際に用いる基本概念(語彙)の体系」であり、「知識を記述するために必要なプリミティブ(基本概念定義や概念階層)」である。したがって、オントロジーにはシステム設計者の視点や利用目的、利用環境などが反映されていると考えられる。その点から、オントロジーは、知識をモデル化するための視点を提示するものにとらえることができる。オントロジーを用いて暗黙的仮定を解きほぐし、知識を明示的にすることは、知識のモデル化に対し有用である。さらに、知識の再利用が可能になれば、問題設定についてあらかじめ定義された問題記述が存在することとなり、知識獲得の効率化を図ることができると考えられる。

以下、オントロジーについて述べる。

オントロジー

知識システムの中核をなすものとして、推論エンジンと知識ベースがあげられる。推論エンジンで扱う知識は、問題解決のプロセスに関連する知識であり、通常、それらはタスク知識とよばれている。タスク知識に含まれる、典型的なタスクとしては、診断、設計、計画、制御などがあげられる。そのような、ES が対象としてきたタスクに固有の問題解決過程を記述するために必要な基本概念定義や概念階層を記述したオントロジーとして、タスクオントロジーがある。タスクオントロジーは、汎化タスクや Role-limiting method などをさらに詳細に検討し、それらが持つ利点を継承しつつ、欠点を解消する方向で検討されたものであり、それらを包含する概念になっている。また、究極的には、人間の問題解決過程のモデルを構築することに貢献する。タスクオントロジーは、(1) 問題解決に現れるオブジェクトを表す名詞、(2) 問題解決の処理を表す動詞、(3) オブジェクトを修飾する形容詞、(4) タスクに現れる特殊な概念などから構成されると考えられる。比較的構築が楽であることから、これまでにいくつかのオントロジーが構築されている。

一方、知識ベースで扱う知識は、具体的な対象に関する知識であり、通常、それらはドメイン知識とよばれている。ドメイン知識は、また、専門知識の中でタスク知識に依存しない知識である。ドメインオントロジーは、このような対象分野固有の知識や理論的知識、対象を記述するために必要な基本概念定義や概念階層である。ドメイン知識が専門知識の多くの部分を占めることから分かるように、その量は膨大なものであるため、その整理方法は不透明であるが、領域の理論、対象の構造、振舞い、機能の 4 種類の概念に関わるオントロジーからの整理が進められている。さらに、グレインサイズの問題、抽出度の問題、オントロジーの共有と標準化の問題など、議論を深める必要がある。

さらに、タスクオントロジーとドメインオントロジーをまとめたものを、アプリケーションオントロジーと呼ぶ。ある領域を対象とした知識システムを構築、運用するために、オントロジーを有効利用するには、アプリケーションオントロジーを構築する必要がある。

ドメインオントロジーとタスクオントロジーは知識システムの対象分野での知識を記述してあるにすぎず、一般的(常識的)な概念は、ほとんど記述されていない。それに対し、ある領域固有の知識を考慮せず、一般的な語彙の体系を記述することを目的としたオントロジーとして、汎用オントロジーがある。対象領域を特定していないため、ある専門領域での利用は、語彙不足などから利用価値は低いが、情報基盤の知識ベースサーバとしての利用が考えられている。

また、それら以外に、表現オントロジーとよばれるものがある。これは、知識を表現する際に典型的に用いられる表現要素が記述されているオントロジーであり、それらを用いることによって入力された知識の共通化がはかれる。

2.4.3 CUE

CUEは、オントロジーを利用した知識獲得支援システムであり、タスクモデル開発支援エディタである、**QUOTE**と、オントロジー定義エディタである、**QUAKE**と、**QUOTE**で定義されたオントロジーを利用してドメイン知識を導き出す、**QUAKE**の三種類のツールから構成される、CUEで用いられているアイディアの多くは、新しいものではなく、既存のシステムの基礎となっている原理を統合したものである。特に、(i)オントロジーライブラリの開発と、(ii)知識顕現化戦略の意味の探求の分野で、新たに独立した知識獲得プロセス理論を拡張することを目的に開発された。オントロジーのライブラリは、知識工学の経験の倉庫として働き、システム開発者が、過去に有効であると示したドメイン知識の構造の記述を再利用することを可能にする。知識顕在化戦略は、知識顕在化の対話を組織化するための理論であり、対話構造をあらかじめ定義するか、ユーザにナビゲーションを任せるかのどちらかの方法をとる。

CUEは、汎用シナリオのステップにそって知識モデリングを行う。汎用シナリオは、大きくわけて、(1)タスクモデルの作成、(2)アプリケーションオントロジーの作成、(3)アプリケーションオントロジーへのタスクモデルのマッピング、(4)アプリケーションオントロジーの具象化の4段階から成立している。**QUOTE**は(1)(3)段階を、**QUOTE**は(2)段階を、**QUAKE**は(4)段階をそれぞれ以下のように支援する。

1. タスクモデルの生成

QUOTEを用いて、以下の手順でタスクモデルを生成する。

(a) 初期タスクモデルを作成

汎用タスクインスタンス(例えば医療分野では、診断、治療計画、患者の監視の3種類)を選択し、初期タスクモデルを形成する。

(b) 自動化すべきタスクの箇所を指摘

タスクモデルにおいて、知識ベースシステムによって実行可能な推論プロセス(問題解決プロセス)の箇所を指摘する。

2. アプリケーションオントロジーの作成.

QUOTEを用いて、既存のオントロジーライブラリを利用し、アプリケーションオントロジーを作成する。オントロジーライブラリは、ドメインと手法によっ

て、索引付けされている。ドメインと手法を特定することによってライブラリは、アプリケーションオントロジーにおいて、有効に使える可能性のある概念記述を検索し、それらを用いてアプリケーションオントロジーを構築する。ただし、ライブラリ中にドメインに対応するものがない場合やライブラリがない場合は、システム開発者が独自にアプリケーションオントロジーを作成する。

3. アプリケーションオントロジーへのタスクモデルのマッピング

再び QUITE を用いて、QUOTE によって作成されたアプリケーションオントロジーへタスクモデルをマッピングする。

(a) ロールマッピングを特定

アプリケーションオントロジー中の知識のロールが、ロールからロールへのマッピングの観点から、汎用タスクインスタンスの間にどのように形成されるかを特定する。

(b) タスクモデルをオントロジーにマッピングする。

アプリケーションオントロジー中の知識のロールと、タスクモデルに記載されているロールとをマッピングする。この段階で作られるマッピングは、タスクモデルの中の特別なロールが、オントロジー中の特別な概念を具象化することで満たされているだけである。

4. アプリケーションオントロジーの具象化

QUAKE を用いてアプリケーションオントロジーを具象化する。

(a) 顕在化アジェンダの作成

アプリケーションオントロジーは具象化するために、知識を顕在化のアジェンダ(計画表: 実行する顕在化作業のリスト)を作成する。初期アジェンダは、タスクモデルとアプリケーションオントロジーの間のマッピングがあるときは、それを利用して生成するが、ない場合は、ユーザに任せる。

(b) 知識顕在化戦略を明記する。

アジェンダ中に記述された顕在化作業の順で知識顕在化戦略を特定していく。

(c) ドメイン知識を顕在化する。

アプリケーションオントロジー中における、関係、関数、クラスのタプルやインスタンス(ドメイン知識)を導きだし、保存する。

CUE は、共通の言語を用いることで、過去のドメインモデルやオントロジーライブラリの再利用を図り、ドメイン知識の効率化を試みている。反面、そのようなド

メインモデルやオントロジーライブラリがない場合はユーザへの負担が大きく、有効に使うには、ある程度の知識の量が必要である。知識表現変換支援の観点から見れば、アプリケーションオントロジーを具象化することでドメイン知識の獲得を行っていることから、属性値の獲得を行っているとみなせる。ただし、その範囲は、過去のドメインモデルやオントロジーライブラリに固定されており、知識表現自体の変更支援は行っていないとみなせる。

2.5 機械学習との統合

対象知識を定義するうえで、重要な意味を持つ問題設定については、あらかじめ定義された問題記述というものが存在しないことが多く、また、時間とともに専門知識が変化することや、整理が進むことによって知識が明確になりより適切な知識表現が考えられることなどから、知識表現を対話的に、あるいは、自動的に逐次変更・洗練して行かねばならない。現在までに開発された、モデリングを重視した知識獲得支援機構の多くは、所与のモデルを変更する機能をシステムが有しないため、そのような対象領域の変化に追従できないという欠点を持っている。このような課題に取り組むために、現在、いくつかの検討がなされており [辻野 95]、その一つとして機械学習との統合が試みられている。

機械学習とは、知識獲得ボトルネックを解消するアプローチとして、知識工学の分野において知識獲得支援とは別に研究が行われており、タスクを機能レベル、または効率レベルで、前回よりもうまく解決できるようにするシステム内の変化を、実現する機構である。多くの機械学習システムでは、システムの自立性に重点を置き、かなり整理された情報(例えば、ルールの構成単位である述語など)が事前に与えられていると考えている。それに対し、知識獲得支援は、そのような情報を整理することが最も困難な点であるにとらえているため、両者の立場が異なり、接点をほとんどもっていなかった。しかし、機械学習は、ある時点で得られている知識に基づき、求められる目的のために知識を整理する方法としては非常に有効である。一般に、機械学習によって生成された知識は不完全なものであることが多いが、専門家がそれらを見ることにより、不足している知識や、それまでに与えた知識の誤りに、比較的容易に気付くことができる。また、そのような刺激なしでは、それらの多くは、獲得することが困難であることが多い。このことは、学習が知識整理の手段にととまらず、専門家に知識を思い起こさせる知的刺激として非常に有望であると考えられる。さらにこのような知的刺激となる部分の多くは、機械学習によっては獲得できなかった部分である。多くの場合、これらは学習システムに与えられた知識表現の不備や不完全な事例、あるいは重要な情報の欠落に起因するが、これらは形式的な分析に基づく質問やトップ

ダウン的な問題分析では、発見できず、専門家の言い分と事例などの事実を突きあわせてみることにより、初めて専門家に認識させることができることが多い。

以上のことから、検出が困難であった知識洗練の糸口の発見を機械学習によって行うことにより、知識獲得のドライバとして機械学習が利用でき、知的で効果的な知識獲得が行えると考えられ、両者の統合が試みられるようになってきている。また、この統合は、機械学習の立場から見れば、知識獲得は、機械学習の不都合解決方法としてみなすことができ、機械学習と知識獲得とのバランスを自動的に制御する、自律的学習ともいべき方向を示している。

このような知識獲得支援と機械学習の統合に関するシステム的具体例として、MorikらによるMOBAL[Morik 93]を示す。

2.5.1 MOBAL

MOBALは、帰納的学習を行う推論エンジンIM-2と、知識分析、概念クラスタリング、対話的な知識修正支援などを行うモデル生成ツール群(RDT, CLT, STT, PST, KRT)から構成されているシステムである。このシステムは、基本的にユーザが主導権をとるが、ユーザとシステムの仕事の分担については、システム単独で行う場合とユーザ単独で行う場合との間でフレキシブルに設定できる。実行制御については、システムが行う場合と、ユーザが行う場合とが混在している。また、共通の知識表現を用いることによって、各ツール間の統合を行い、適用することによって、知識ベースの構築の効率化を図ることを目的としている。

以下、各ツールに対して簡単な説明を述べる。

- RDT : Rule Discovery Tool

ユーザが与えたルールモデルに基づき、より一般的な(前件部の単純な)ものから順に引数や述語を置換(具象化)することによって、ファクトからファクトを満たすルールの生成を試みる。

また、ルールモデルを獲得するためのツール(MAT: Model Acquisition Tool)が用意されている。このツールは、ルールにおける述語記号を述語変数へ変換することでルールを抽象化し、ルールモデルを獲得する。定数項に対しては、変数化または定数項のままルールモデルに与える。その際、既存のルールモデルとの冗長性を確認し、冗長ではないルールモデルのみを獲得する。

- CLT : Concept Learning Tool

概念クラスタリングを目的としたツールである。KRTで用いられた不適切な結論を正事例、その他の適切な結論を負事例とし、RDTに与えることによって、

ユーザが指示した不適切な結論を導くことを防ぐような述語をもってクラスタ化すべき概念を生成する。

- STT : Sort Taxonomy Tool

ユーザが与えたファクトに対し、同じ述語の同じ引数位置に現れるアトムは同じクラスに含まれるという仮定のもと、アトムのクラス階層 (Sort Taxonomy) を生成する。このツールで生成されたクラス階層は、ユーザが指定した概念構造とあわせて、RDT や CLT での概念の一般化や特殊化のために用いられる他、実行の際のユーザ入力の型チェックや述語の展開などにも利用される。

- PST : Predicate Structure Tool

ユーザが与えたルール集合に対し、部分的に強い連結の構造をひとつにまとめたり、同じ徴候の組から同じ結論を導くようなルールを統合することによって、ルール集合における述語同士の関係の構造を単純化する。単純化された構造は、元になった知識の意味内容や論理的関係を正しく単純化したものではないので、推論には用いることができないが、ユーザが知識ベース全体を見る際に、知識ベースの構造の再検討やその変更支援のきっかけになると期待されている。

- KRT : Knowledge Revision Tool

不適切な結論を導いた際に、対話的に知識ベースの分析と修正を支援するための機能を提供する。ユーザが不適切であると評価した結論部分を指定すると、その結論を導くにいたった推論過程をシステムが示す。つぎに、これらの不適切な結論を防止するために修正する必要があるルールの組み合わせを提示できる。最後に、修正すべきルールの組み合わせが選ばれた際には、不適切な結論を導くことを防ぐとともに、そのほかの適切な結論を導くことを防げない述語を既知の述語から選択し、ルールに追加できる。

各ツールは、図 2.1 に示されたような相互作用の関係がある。図において、ツール間の実線は、ツールによって作成された知識の使用を示し、矢印は、ツールが他のツールを呼び出すことを示す。

MOBAL は、共通の知識表現を持つことによって、ツールの統合を図り、いくつかのツールでは表現を変換し、ユーザに示すことによって知識ベース構築の効率化がはかられている。それはシステムを熟知したユーザにとっては利用価値が高いが、熟知していないユーザにとっては、不完全で不明瞭な知識を示すこととなり、非効率となる。知識表現変更支援の観点から見れば、MOBAL は基本的には知識管理を志向したシステムであり、知識表現変更支援は志向していない。STT や PST において表現の

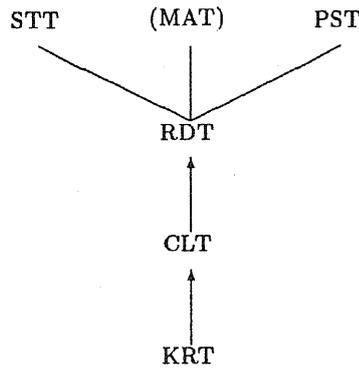


図 2.1: MOBAL の各ツールの相互作用

変換を行っており、それは知識表現形式自体の変更とみることもできるが、ユーザへの支援が目的であり、システムの機能向上に直接貢献する変更は、ほとんど行っていない。また、KRTにおいては新規ルールの発見を行っているが、ルールモデルの具象化によって行っており、一定の範囲での知識の獲得を行なっているとみなせ、またシステムへの入力形式は固有である。そのことから、基本的にはユーザの与えた知識表現は固定されているとみなせ、知識表現自体の変更支援や新規記述子の獲得は行われていないとみなせる。

2.6 結言

本節では、最初に知識表現に関して、2.2節において、今まで考えられてきた代表的な知識表現を述べた。しかし、専門家が知識を体系化していないことなどから、事前に最適な知識表現を与えることは難しく、また、専門知識が時間とともに変化することや、より最適な知識表現に変更するために、対話的、あるいは自動的に知識表現を更新していく必要がある。さらに、専門家の持つ専門家モデルを獲得し定式化する作業は困難であるという知識獲得ボトルネックに対し、知識工学の分野のアプローチのひとつである知識獲得支援に関する研究の動向について、最初に2.3節で、インタビュー技術に重点を置いた知識獲得支援について述べ、システムの例をあげた。2.4節では、モデリングに重点を置いた知識獲得支援について述べ、システムの例をあげた。2.5節では、機械学習との統合に基づく知識獲得支援について述べた。以上のように知識獲得支援については多くのシステムが開発されているが、知識表現の変更支援を目的としたシステムは、ほとんど開発されていないのが現状である。しかし、その優劣がシステムの成否に大きく影響することから、知識表現の構成と自動化に興味をもたれるようになってきている。

第 3 章

事例に基づく推論とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム

3.1 緒言

エキスパートシステムの開発において、専門家の持つ専門家モデルを明確化していく作業は、非常に困難であるという、知識獲得ボトルネックに対し、知識と比較すれば獲得が容易である過去の事例(成功または失敗の経験)を直接利用して解を導く枠組みである、事例に基づく推論(Case-Based Reasoning, CBRと略記)の研究が、近年盛んになっている[小林 92]。CBRシステムを構築するときに、事例(知識)を事例構造に変換し、システムに移植する必要があるが、事前に事例を表現するために最適な事例構造(事例を特徴づける索引(スロット)群)を決定することは困難である。一般的な(おおまかな)概念を記述する索引を決定することは、知識の整理がそれほど進んでいない開発初期段階においても、比較的簡単に行えると考えられるが、詳細な索引を決定することは、非常に困難であると考えられる。このように、CBRを構築する際には、知識獲得ボトルネックの代わりに事例構造獲得ボトルネックが生じている。従って、CBRにおいては、事例の収集および整理が進展するにつれて、適切な事例構造を順次獲得し、事例ベースを精練する機能の構築は、CBRの機能を向上させていく上で、重要な課題といえる。

一方、モデル推論の研究においては、近年、理論名辞生成問題を含む一階言語の同定機構の研究に興味もたれてきた。理論名辞とは、「概念記述言語により記述された節に現れていない名辞」を意味し、理論名辞を生成することは、概念を定義するための名辞(特に述語)を新たに獲得する操作と見なすことができる。しかし、逆導出によって理論名辞生成機能を実現したモデル推論においては、有効な新規述語や節を生成するための適切な入力節集合が人手によって与えられており、その自動化が一つの課題になっている。

以上の背景より、本章では、CBRと理論名辞生成機能を持つモデル推論とを適切に統合することにより、CBRの事例構造の変更支援を目的としたシステムの構成法について検討する。

本システムは、事例を特徴づける索引としてのスロットを、事例を表現するために必要な概念を記述するための記述子(述語)とみなすことにより、CBRとモデル推論の統合を図る。本統合において、CBRの事例構造は、節表現(一階述語論理式)に変換されて、モデル推論の入力節集合になる。モデル推論がその節集合を処理した結果を、CBRの事例構造に反映し、不要なスロットの削除、新規スロットの追加を行うことで、事例構造の更新というCBRの課題を解決することを試みる。また、モデル推論に対しては、CBRからの出力が類似事例集合であることから、ある程度整理された入力節集合を与えることができる。このことから、人手に頼っていた入力節集合の自動生成を行う機能を提案しているとみなすことができ、モデル推論の課題を解決することも試みている。さらに、CBRとモデル推論の統合を通して、断片的な事例群を入力として、最終的に高品質のルールベースを出力する、知識獲得支援システムとして意義付けられる。

以下、3.2節で、本システムの枠組みについて述べ、3.3節では、本システムの実験結果及び評価について述べる。最後に、3.4節で、本システムに対する考察について述べる。

3.2 システムの基本設計

本節では、CBRと理論名辞生成機能を持つモデル推論を統合し、CBRの事例構造の変更支援をするとともに、モデル推論への入力節の自動生成を行い、断片的な事例群より高品質のルールベースを獲得するための知識獲得支援システムの構成法について述べる。

3.2.1 システムの構成

CBRと理論名辞生成機能を持つモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システムの概観を図3.1に示す。以下、図中の番号にそって説明する。

- (1) CBRでは、初期事例構造に基づいて記述した事例群を事例ベースに蓄えており、問題事例に対する類似事例(ベストマッチ事例群)の検索、適合・評価、修正、クラスタリングを通して、問題解決事例を順次蓄積していく。

クラスタリングにおいては、事例構造の類似性に基づいて、与えられた問題事例に対するクラスタ(類似事例集合)を生成する。

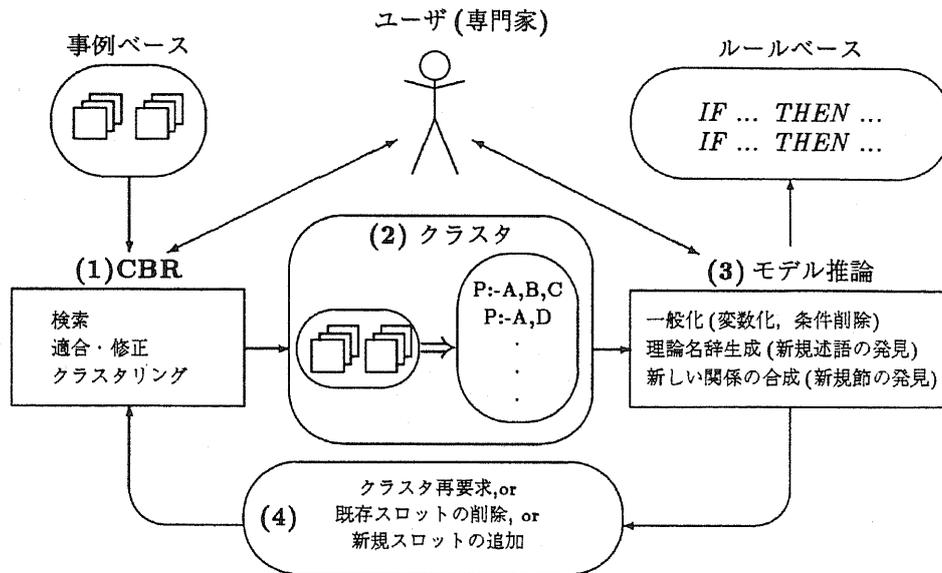


図 3.1: CBR とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム

- (2) 与えられた全ての問題事例に対し、CBR での処理が終了した時点で、CBR からモデル推論へ1つのクラスタを出力する。クラスタは、事例構造により記述されているので、スロット名を述語名に、スロット値を述語の引数値に対応づけることで、節集合に変換し、その結果をモデル推論の入力節集合とする。
- (3) モデル推論では、入力節集合に対して、一般化(変数化, 条件削除), 新規述語や新規節の生成, をユーザからの支援を得ながら試みることにより、一般化により不用になった述語や、理論名辞生成機能により新しく生成された述語を、事例構造更新情報として CBR に返す。さらに、入力節集合から一般性の高い節集合(ルールベース)を獲得する。また、モデル推論がうまく動作しない場合(新規述語を考案しない等)は、入力節集合が不適切であると見なして、クラスタを再要求する。
- (4) モデル推論から CBR への出力は、削除すべき不用スロット候補群と追加すべき新規スロット候補群を含む事例構造更新情報、ならびに、クラスタ再要求である。クラスタ再要求が与えられた CBR は、クラスタリングを行う基準を変更することによって、再クラスタリングを行い、新たに生成したクラスタをモデル推論に与える。

以上のように、本システムでは、CBRとモデル推論を統合することにより、CBRの事例構造の変更支援を行う。また、モデル推論への入力節集合を自動生成することを試み、さらに、本統合をスパイラル状に繰り返すことによって、最終的に、断片的な事例群より高品質のルールベースを構築する。

3.2.2 CBRの構成

本システムにおけるCBRの構成について説明する。

初期事例構造

過去の事例は、問題に依存してユーザが定義した事例構造によって表現され、事例ベースに蓄積される。事例構造は、事例を識別するうえで重要な特徴を記述している優先スロットと、それ以外の非優先スロットに区別される。これらは、検索フェーズにおいて利用される。

問題の解決手順

図3.2に示すCBRシステムの概観図にそって、CBRの問題解決手順を説明する。

検索フェーズは、問題事例と蓄積された事例群との間において、優先スロット群の値に注目し、字面レベルで照合する優先スロットがもっとも多い事例群をベストマッチ事例群として取り出す。取りだされたベストマッチ事例群に対し、非優先スロット群の値をもとに照合比較し、一致する非優先スロット群がもっとも多い事例をベストマッチ事例として選択し、問題事例とともに適合フェーズに渡す。

適合フェーズでは、選択されたベストマッチ事例を利用して、問題事例中の値が未知であるスロットを埋める。また、これらの結果をユーザが評価し、受け入れられない場合は、残存するベストマッチ事例群から、同様に別のベストマッチ事例を選択し処理する。

修正フェーズでは、題材固有の修正戦略に基づいて適合事例の構造の変更を行うことで、適合事例の修正を行う。修正された事例は、修正事例として次のフェーズに渡される。

モデル推論との統合

クラスタリングフェーズでは、再利用性の観点から分類された類似事例集合であるクラスタを生成し、モデル推論の入力として与える。この際、事例構造のままではモデル推論で処理できないため、事例構造を節構造に変換しモデル推論に渡す。

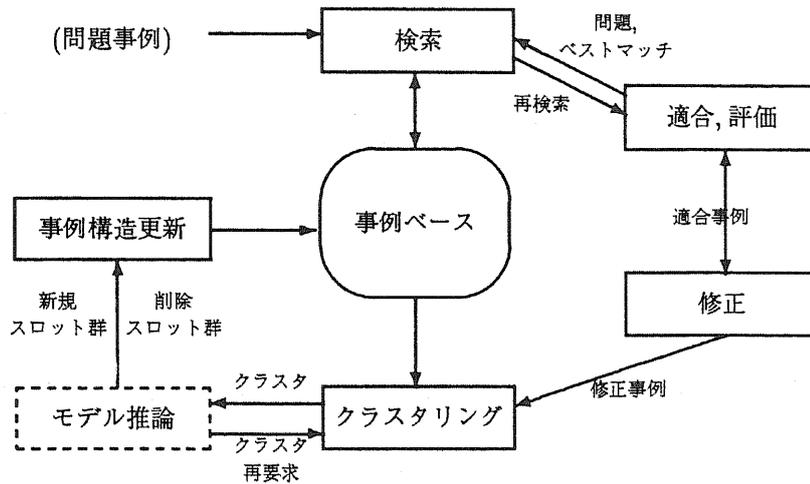


図 3.2: 事例構造更新機能をもつ CBR システム

事例構造更新フェーズでは、モデル推論より与えられた事例構造更新情報に基づき、新規スロットの追加、並びに不用スロットの削除を行うことで、事例構造を更新する。その際、新規スロットの値が未知になる場合はユーザに尋ねる。

このように、モデル推論との統合を通して、逐次的に事例構造の変更支援を行う。さらに事例構造を更新、強化することによって、CBR の性能の向上を図る。

3.2.3 モデル推論部の構成

モデル推論部は、理論名辞生成機能を持つモデル推論システム CIGOL [Muggleton 88] (付録 A 参照) を拡張したものである。ここで理論名辞とは、「概念記述言語により記述された節に現れていない名辞」を意味する。CIGOL は、入力である具象節集合に対して、absorption, intra-construction, truncation という 3 種類の逆導出演算子を適用する。その結果、入力具象節集合を一つの演繹結果とするような一般節集合を出力するモデル推論システムである。absorption は、与えられた 2 つの節を片親節と導出形とみなし、もう一方の片親節を逆導出することにより、概念間関係の発見を試みる。intra-construction は、理論名辞生成機能を実現する演算子であり、既存概念の下位概念の切り出しを試みる。truncation は、非共通項の変数化 (項の最少汎化 [Plotokin 70a][Plotokin 70b]) をすることにより、節構造を変えることなく一般化を試みる。ただし、truncation と absorption は、一般化されるレベルで非決定性が生じるので、ユーザが妥当なレベルを判断する。

本研究において、事例構造を構築する際に、特に獲得が困難なスロット (索引) は、一般的な (漠然とした) 概念を記述するスロットではなく、詳細な概念を記述するスロッ

トであるにとらえている。CIGOLにおける理論名辞生成オペレータである、intra-constructionは、既存概念の下位概念の切り出しを試みる。すなわち、概念の詳細化を行っているにとらえることができる。その事から、事例構造をCIGOL(特にintra-construction)で処理することにより、有用な下位概念の獲得(概念の詳細化)を行える可能性がある。その点から本統合は有効に働くと考えられる。

本システムでは、より多くの事例構造更新情報を得るためにCIGOLを、以下に述べるように拡張した。

(1) truncation の改良

CIGOL本来のtruncationは、単一節のみを対象としている。それでは探索空間が狭いと考え、不用スロットの探索範囲を広げるために節構造(節を構成する述語構造)が等しい場合でも、実行可能にした。また、ヘッド部に同じ述語構造を持つ節どうしの最少汎化(条件節削除)を行うことも可能にした。ここで、truncationによって削除された条件節は、事例構造中のスロットを表しており、削除されたことから、事例を表現する上で無意味な特徴を記述していると考えられるため、不用スロット削除情報とみなす。

(2) intra-construction の改良

CIGOL本来のintra-constructionは新規述語を一度に一つしか導入できない。それでは有効なルールを発見するには制限が厳しすぎると考え、本システムにおいては、新規述語の引数の組み合わせ方をユーザに委ねることによって、同時に複数の述語の導入を可能にした。また有効な切り出し方でない場合は、ユーザが拒否できるように改良を加えた。事例構造を節構造に変換する際に事例構造中のスロットを、述語に変換したことから、intra-constructionによって得られる新規述語は、新規スロットとしてみなすことができ、新規スロット追加情報とみなす。

(3) absorption の改良

absorptionに関する改良として、探索空間を変化させることと、探索効率をあげることを目的とし、以下の戦略を付加した。

1. サイズ値の設定

absorptionに対しては、実装されたCIGOLにおいて、逆導出を制限するために固定していた、節の特殊化の度合を示すサイズ値をユーザが独自に設定できるようにした。これにより、ユーザは、特殊化の度合に対して、absorptionの探索空間を任意に設定できる。サイズ値は、CIGOLの実行制御にも利用されており、次のように定義される。

- 節集合のサイズ値 $\{C_1, \dots, C_n\} = \sum_{i=1}^n (\text{節 } C_i \text{ のサイズ値})$
- 節のサイズ値 $\{L_1, \dots, L_n\} = \sum_{i=1}^n (\text{リテラル } L_i \text{ のサイズ値})$
- リテラルまたは項のサイズ値 $\{f(t_1, \dots, t_n)\} = 2 + \sum_{i=1}^n (\text{項 } t_i \text{ のサイズ値})$
- 変数のサイズ値：V=1
- 定数のサイズ値：C=2

2. 論理的帰結関係の成立しない節ペアの指定

本戦略は、探索効率をあげるために、ユーザによって不用節と判断された節の類似節を刈り込むことを試みる。absorptionによって生成された節がユーザによって不用とされた時、その理由が、absorptionを適用した節ペアが、論理的帰結関係は成立しないペアであるのなら、そのペアをユーザに指定してもらい、それ以後、そのペアに関しては、absorptionを適用しないことによって、探索空間を刈りこむ戦略である。

3. 逆代入候補の指定

本戦略は、探索効率をあげるために、absorptionの非決定性を生じさせる同一変数にしてもよい項の組み合わせ(逆代入の候補)に対し、有効なものを前もってユーザに決定してもらうことにより、不用な候補節を刈り込むことを試みる。ただし本戦略は、逆代入の候補が多くあり、無効なものも多くある場合には有効な戦略と言えるが、有効な候補が多い場合やもともと候補が少ない場合は、むしろ質問数を増加させることになる。そのため、ある一定個数以上(現時点では、5個)逆代入の候補の組みがある場合のみ、この戦略を適用することとした。

3.3 法律解釈問題への適用実験と評価

本節では、法律解釈に本システムを適用し、その有用性を確認する。

3.3.1 法律解釈問題への適用

本実験では、意思表示に関連する民法94条を適用する時によく議論される類推適用問題を取り上げる。

民法94条について

初めに今回対象とした民法94条について簡単に説明する [高梨 90].

条文 94条：通謀意思表示（なれあいである嘘の意思表示）

- (1) 相手方と通じてした虚偽の意思表示は無効とする。
- (2) 前項の意思表示の無効は、善意の第三者に対抗することができない。

要旨 本条文で規定している虚偽表示は、相手方と通じてなす真意でない意思表示である。このような意思表示は、法律効果を認める理由も必要性もないことから、無効とする（第1項）。しかし、第三者がこの仮装行為を真実のものと誤診し、取り引きに入った場合、この者の立場を保護する必要があることから、当該行為の虚偽表示であることを知らない（善意の）第三者に対しては、無効という効果を主張できないとする（第2項）。

類推適用について

類推適用とは法解釈の一方法として位置付けられており、古くから大きな抵抗もなく使われてきている。そのことから法律専門家の頭の中には一定の枠付けが用意されていると考えられるが、実際はどのような状況においてその方法をとるのか、明確に分析されていない。本実験においては、文献[椿][三好 89]をもとに、類推適用を、法令に直接記述されていない事象に対して、判例や学説などから導かれる規則を利用して、その事象を法令に当てはめる試みととらえている。従って、本枠組みを適用した結果、判例や学説などから考案された記述子を含む法律解釈ルールが得られれば、それが類推適用時に利用されるルールとして評価される可能性がある。

今回実験の対象とした民法94条に対しては、特に第2項に関して以下のような類推適用[三好 89]が議論されている。過去の判例によって以下の条件が成立する場合、民法94条2項が類推適用される。

1. 真実の権利者が仮装外観を作ることに積極的に関与している。
2. 真実の権利者が仮装外観を作ることを承諾。
3. 真実の権利者が仮装外観の存在を知りつつ明示に承認。
4. 真実の権利者が仮装外観の存在を知りつつ黙示に承認。
5. 真実の権利者が意図したものと異なる仮装外観が作られた場合。この場合は民法110条の法意を組み入れ、善意無過失の第三者には対抗できないとする。

さらに補促として、

- a. 承認は事前のものであることを要しない。

- b. 黙示の承認の限界線の下限は、単なる放置としている。
- c. 通謀虚偽の意思表示の撤回があったとしても、その外形を取り除かなければ、その外形を信じ撤回を知らなかった善意の第三者には対抗できない。
- d. 実体上の権利関係をそのまま反映できず、実体と異なる登記がされるために問題が生じる場合や、登記と共に、他の公示方法が併用されるようなものについては類推適用がない。

が考えられている。

3.3.2 実験結果

以下にシステムの法律解釈問題への適用の実験結果を示す。なお、本システムは SUN SPARC station 上で、SICStus-Prolog により実装されており、その仕様を表 3.1 に示す。

表 3.1: システムの仕様

プログラム & データ	サイズ (KB)
事例ベース推論部	82.8
モデル推論部	63.8
判例ベース	16.6

本実験において用いた初期事例構造は、問題(事案)を記述するための汎用スロット群と、裁判結果に基づいた判例固有スロット群から構成される。適用民法の判明している判例を記述する事例構造は、これら2種類のスロット群から記述され、与えられる問題事例は、汎用スロットのみで記述される。これらのスロット群はまた、判例を識別するうえで重要となる特徴を記述している優先スロット群と、それ以外の非優先スロット群に設定されており、それらは、検索フェーズにおいて利用される。図 3.3 に蓄えられた事例の一例を示す。図中において、斜字及びボールド体で書かれている、「裁判」以下が、判例固有スロットであり、下線の引かれている、「原告行為」、「被告行為」、「判決名」、「法的効果名」、「法的要件名」、「適用条文」が、優先スロットである。

CBR には、初期事例ベースとして、文献 [高梨 90][三好 89] より得た 8 個の事例 (付録 C 参照) を蓄え、1 つの問題事例を用意した。

```

i_m_crime_27
[事実 i_m_事実概要_17]
[登記 i_m_登記内容_16]
  [登記名 i_m_家屋台帳]
  [物件 i_m_建物]
  [名義人 i_m_訴外]
  [登録者 i_m_原告]
  [権利者 i_m_原告]
[原告行為 i_m_登録(原告, 名義(家屋台帳(建物)), 名義人)]
[被告行為 i_m_購入(被告, 建物, 名義人)]
[被告行為 i_m_信用(被告, 家屋台帳(建物))]
[訴外行為 i_m_承諾(名義人, 名義(家屋台帳(建物)))]
[訴訟 i_m_訴訟内容_15]
  [原告 i_m_原告]
  [被告 i_m_被告]
[要求 i_m_権利(原告, 建物)]
[裁判 i_m_裁判内容_20]
  [判決 i_m_判決_25]
    [判決名 i_m_原告敗訴]
    [原告 i_m_原告]
    [被告 i_m_被告]
    [要求 i_m_権利(原告, 建物)]
    [判旨 i_m_判旨内容_24]
      [法的効果 i_m_法的効果_23]
        [法的効果名 i_m_對抗不能(原告, 建物, 被告)]
        [法的要件 i_m_法的要件_20]
          [法的要件名 i_m_不実(家屋台帳(建物))]
            [登記 i_m_登記内容_16]
              [登記名 i_m_家屋台帳]
              [物件 i_m_建物]
              [名義人 i_m_訴外]
              [登録者 i_m_原告]
              [権利者 i_m_原告]
            [法的要件 i_m_法的要件_21]
              [法的要件名 i_m_善意(被告, 家屋台帳(建物))]
              [被告行為 i_m_信用(被告, 家屋台帳(建物))]
            [法的要件 i_m_法的要件_22]
              [法的要件名 i_m_通謀虚偽(原告, 家屋台帳(建物), 名義人)]
              [原告行為 i_m_登録(原告, 名義(家屋台帳(建物)), 名義人)]
              [訴外行為 i_m_承諾(名義人, 名義(家屋台帳(建物)))]
            [適用条文 i_m_94条2項]

```

図 3.3: 蓄えられた事例記述の一例

まず、図 3.4 に示された問題事例を与えられた CBR は、検索を実行する。検索フェーズは、HYPO[Ashley 88][Ashley 89] の探索手法を基礎にしており、問題事例を根節点として、優先スロット群の包含関係に基づく木構造であるクレームラティス [Ashley 88][Ashley 89] を生成する。

クレームラティスは以下の手順で作成される。最初に、問題事例の持つ各優先スロットの値と各事例の持つ優先スロットの値を比較する。一致する優先スロット群の種類が等しい事例群を一つのクラス(クレームラティスのノード)にまとめる。次にそれらの間の一致する優先スロット群の種類を含む関係にもとづき、階層を作成する。この際、一致する優先スロットが一つもない事例は、クレームラティスに含まれない。

本実験においては、検索フェーズによって、図 3.5 に示されるようなクレームラティスが生成される。クレームラティスに含まれていない事例群は、一致する優先スロットが一つもない事例群である。

```

i.m_crime_112
[事実 i.m_事実概要_110]
[登記 i.m_登記内容_28]
  [登記名 i.m_所有権移転登記]
  [物件 i.m_建物]
  [名義人 i.m_訴外]
  [登録者 i.m_訴外]
  [権利者 i.m_原告]
[原告行為 i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
[被告行為 i.m_購入 (被告, 建物, 名義人)]
[被告行為 i.m_信用 (被告, 所有権移転登記 (建物))]
[訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
[訴訟 i.m_訴訟内容_18]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
    
```

図 3.4: 与えられた問題事例

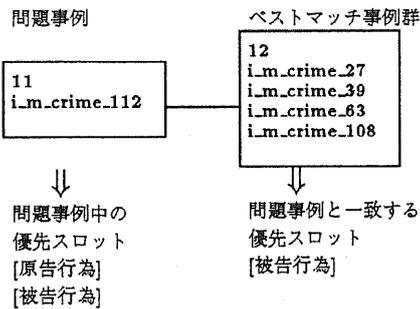


図 3.5: 問題事例を根節点とした初期クレームラティス

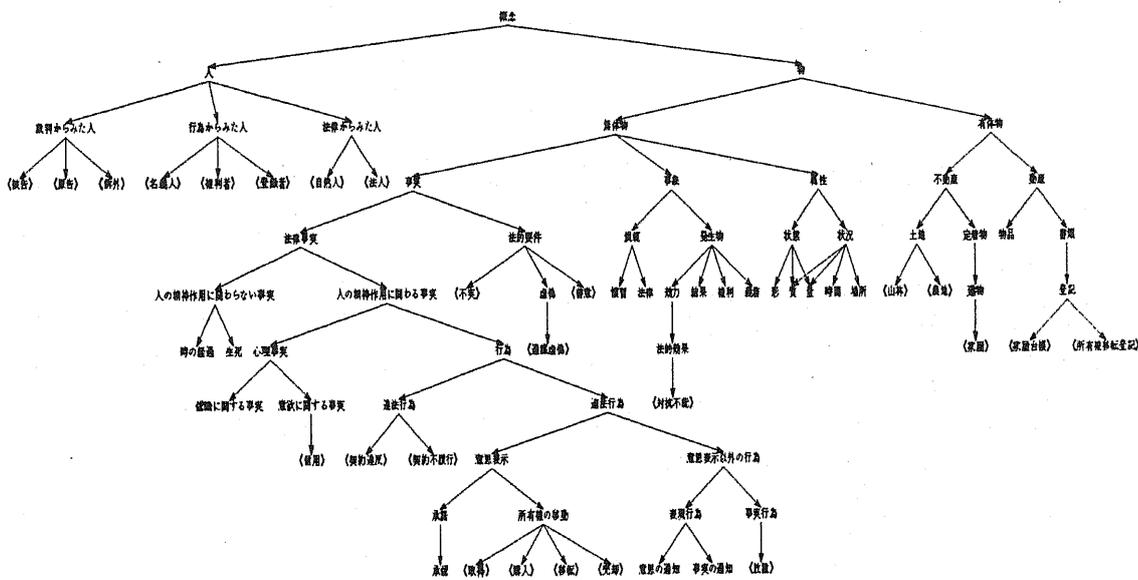


図 3.6: 法律解釈問題適用実験に用いられたシソーラス

生成されたクレームラティスのレベル2のノードにある事例群は、優先スロット群の値がもっとも多く一致している事例群であり、ベストマッチ事例群として取り出す。取りだされたベストマッチ事例群に対して、非優先スロット群をもとに問題事例と比較照合を行ない、一致する非優先スロット群がもっとも多い事例をベストマッチ事例として選択し、問題事例とともに適合フェーズに渡す。

検索フェーズにおけるスロット値の照合は、基本的に字面レベルでのパターンマッチであるが、本実験においては、あらかじめユーザによって定義された法律に関するシソーラスを用い、スロット値が等しくなくとも、概念間に上位下位関係が成立しているか、同一概念のインスタンスであるならば、照合に成功するとみなす。本実験で用いたシソーラスを、図3.6に示す。本シソーラスは、今回対象とした日本民法93条から97条の条文、それに関連する学説やCBRに蓄えられた判例などから得られる知識をもとに、概念間の上位下位関係や概念のインスタンス(《》で囲まれたノード)から構成される。

本実験において選択されたベストマッチ事例を図3.7に示す。本ベストマッチ事例は問題事例に対し、下線の引かれた優先スロット[被告行為]と非優先スロット[登記名、物件、名義人、登録者、権利者、訴外行為、原告、被告、要求]が、シソーラスを用いた照合によって一致したスロットである。

図3.7に示されたベストマッチ事例を利用し、図3.4に示された問題事例中の値が未知であるスロットを埋め、図3.8に示されるような適合事例を生成する。図中においてボールド体で書かれ、+でマーク付けされた「裁判」以下のスロットが、適合フェーズにおいて問題事例に加えられた。基本的に追加された各スロット値は、問題事例の値を利用しているが、「判決名」、「法的効果名」、「法的要件名」、「適用条文」などの下線の引かれたスロット値は問題事例では与えられていないため、ベストマッチ事例を参考にしてユーザが与えた。

次に、修正フェーズにおいて、修正戦略にもとづいて適合事例の修正を行う。本実験では、修正戦略は与えていないため、適合事例をそのまま修正事例とし、次のフェーズに渡す。

最後に、クラスタリングフェーズにおいて、検索フェーズと同様の方法で、修正事例を根節点として、図3.9に示すようなクレームラティスを生成する。そのクレームラティスのレベル2までの内容(修正事例とベストマッチ事例群)を1つのクラスタとし、モデル推論の入力とする。

モデル推論への入力節集合は、CBRの事例構造を節構造に変換することによって、クラスタより得られたものである。本実験における変換方法は次の通りである。CBRより与えられた事例構造のうち、「法的要件」以下の部分のみを取り出す。次に、スロット[法的要件名]の値をヘッド部の述語の引数にもち、その下位スロットから構成

```

i.m_crime_39
[事実 i.m_事実概要_29]
[登記 i.m_登記内容_28]
  [登記名 i.m_所有権移転登記]
  [物件 i.m_建物]
  [名義人 i.m_訴外]
  [登録者 i.m_訴外]
  [権利者 i.m_原告]
[原告行為 i.m_承認(原告,名義(所有権移転登記(建物)))]
[被告行為 i.m_取得(被告,建物,訴外)]
[被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(建物))]
[訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(建物)))]
[訴訟 i.m_訴訟内容_18]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利(原告,建物)]
[裁判 i.m_裁判内容_38]
  [判決 i.m_判決_37]
    [判決名 i.m_原告敗訴]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告,建物)]
    [判旨 i.m_判旨内容_36]
      [法的効果 i.m_法的効果_35]
        [法的効果名 i.m_對抗不能(原告,建物,被告)]
        [法的要件 i.m_法的要件_32]
          [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(建物))]
          [登記 i.m_登記内容_28]
            [登記名 i.m_所有権移転登記]
            [物件 i.m_建物]
            [名義人 i.m_訴外]
            [登録者 i.m_訴外]
            [権利者 i.m_原告]
          [法的要件 i.m_法的要件_33]
            [法的要件名 i.m_善意(被告,所有権移転登記(建物))]
            [被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(建物))]
          [法的要件 i.m_法的要件_34]
            [法的要件名 i.m_通謀虚偽(原告,所有権移転登記(建物),訴外)]
            [原告行為 i.m_承認(原告,名義(所有権移転登記(建物)))]
            [訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(建物)))]
          [適用条文 i.m_94条2項]

```

図 3.7: 検索されたベストマッチ事例

された述語をボディ部に持つような節構造に変換する。この際、下位スロットが、さらに下位スロットを持つのであれば、それは直接の上位スロットから構成された関数の引数として与えられる。図 3.10 に変換の一例を示す。この例において、[2] の節は、ヘッド部の述語の引数として、スロット [法的要件名] の値 ‘不実(所有権移転登記(建物))’ をとり、ボディ部には、「登記」を述語名とし、登記の下位スロットを引数とする述語が与えられる。[6][11] の節についても同様に、ヘッド部には [2] 節と同様に変換された述語が、ボディ部にはそれぞれ、被告行為、原告行為と訴外行為のスロット名を述語名にし、スロット値を引数にもつ述語が与えられる。また、この変換において CBR のスロット値についている ‘i.m.’ ははずされる。これは、CBR においてスロット値の種類分けにつかわれているものであり、‘i.m.’ は、それがインスタンスであることを示している。

```

i.m_crime_112
[事実 i.m_事実概要_110]
  [登記 i.m_登記内容_28]
    [登記名 i.m_所有権移転登記]
    [物件 i.m_建物]
    [名義人 i.m_訴外]
    [登録者 i.m_訴外]
    [権利者 i.m_原告]
  [原告行為 i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
  [被告行為 i.m_取得 (被告, 建物, 訴外)]
  [被告行為 i.m_信用 (被告, 所有権移転登記 (建物)))]
  [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
[訴訟 i.m_訴訟内容_18]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
[裁判 i.m_裁判内容_123]+
  [判決 i.m_判決_123]+
    [判決名 i.m_原告敗訴]+
      [原告 i.m_原告]+
      [被告 i.m_被告]+
      [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]+
      [判旨 i.m_判旨内容_121]+
      [法的効果 i.m_法的効果_120]+
      [法的効果名 i.m_對抗不能 (原告, 建物, 被告)]+
      [法的要件 i.m_法的要件_32]+
      [法的要件名 i.m_不実 (所有権移転登記 (建物))]+
      [登記 i.m_登記内容_28]+
      [登記名 i.m_所有権移転登記]+
      [物件 i.m_建物]+
      [名義人 i.m_訴外]+
      [登録者 i.m_訴外]+
      [権利者 i.m_原告]+
      [法的要件 i.m_法的要件_33]+
      [法的要件名 i.m_善意 (被告, 所有権移転登記 (建物))]+
      [被告行為 i.m_信用 (被告, 所有権移転登記 (建物))]+
      [法的要件 i.m_法的要件_119]+
      [法的要件名 i.m_通謀虚偽 (原告, 所有権移転登記 (建物), 訴外)]+
      [原告行為 i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]+
      [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]+
      [適用条文 i.m_94 条 2 項]+
  
```

図 3.8: 適合事例

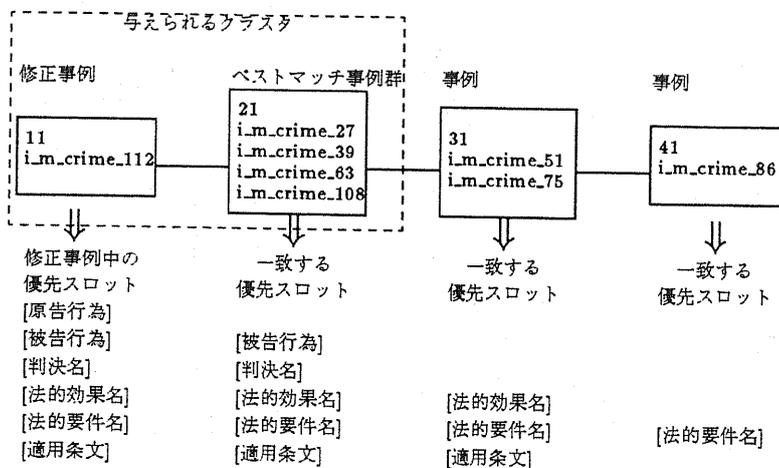


図 3.9: 修正 (適合) 事例を根節点とした初期クレームラティス

事例構造

節表現(一階述語論理式)

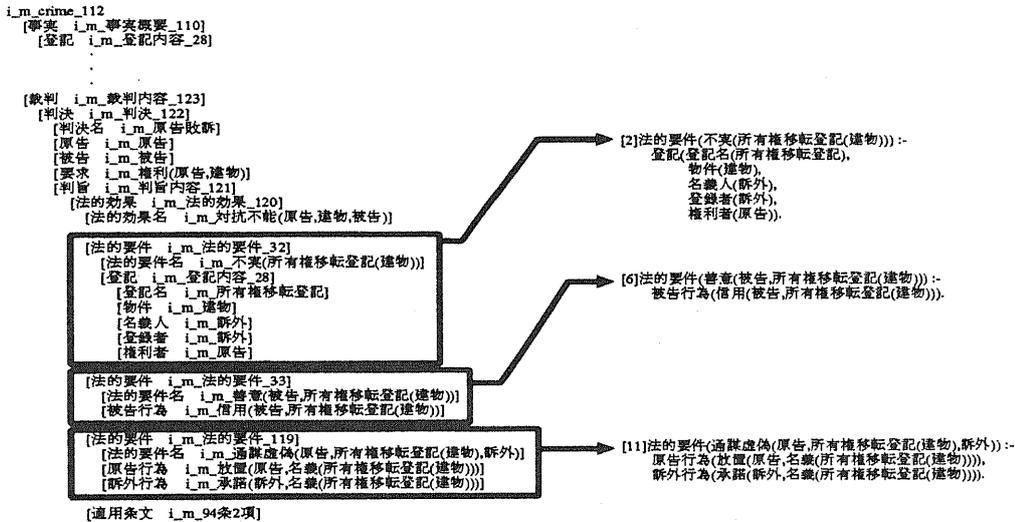


図 3.10: 事例構造から節表現への変換の一例

- [1] 法的要件 (不実(家屋台帳(建物))) :-
登記(登記名(家屋台帳), 物件(建物), 名義人(訴外), 登録者(原告), 権利者(原告)).
- [2] 法的要件 (不実(所有権移転登記(建物))) :-
登記(登記名(所有権移転登記), 物件(建物), 名義人(訴外), 登録者(訴外), 権利者(原告)).
- [3] 法的要件 (不実(所有権移転登記(土地))) :-
登記(登記名(所有権移転登記), 物件(土地), 名義人(訴外), 登録者(原告), 権利者(原告)).
- [4] 法的要件 (不実(所有権移転登記(山林))) :-
登記(登記名(所有権移転登記), 物件(山林), 名義人(訴外), 登録者(原告), 権利者(原告)).
- [5] 法的要件 (善意(被告, 家屋台帳(建物))) :-
被告行為(信用(被告, 家屋台帳(建物))).
- [6] 法的要件 (善意(被告, 所有権移転登記(建物))) :-
被告行為(信用(被告, 所有権移転登記(建物))).
- [7] 法的要件 (善意(被告, 所有権移転登記(土地))) :-
被告行為(信用(被告, 所有権移転登記(土地))).
- [8] 法的要件 (善意(被告, 所有権移転登記(山林))) :-
被告行為(信用(被告, 所有権移転登記(山林))).
- [9] 法的要件 (通謀虚偽(原告, 家屋台帳(建物), 訴外)) :-
原告行為(登録(原告, 名義(家屋台帳(建物)), 訴外)),
訴外行為(承諾(訴外, 名義(家屋台帳(建物)))).
- [10] 法的要件 (通謀虚偽(原告, 所有権移転登記(建物), 訴外)) :-
原告行為(承認(原告, 名義(所有権移転登記(建物))),
訴外行為(承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)))).
- [11] 法的要件 (通謀虚偽(原告, 所有権移転登記(建物), 訴外)) :-
原告行為(放置(原告, 名義(所有権移転登記(建物))),
訴外行為(承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)))).
- [12] 法的要件 (通謀虚偽(原告, 所有権移転登記(土地), 訴外)) :-
原告行為(移転(原告, 名義(所有権移転登記(土地)), 訴外)),
訴外行為(承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(土地)))).
- [13] 法的要件 (通謀虚偽(原告, 所有権移転登記(山林), 訴外)) :-
原告行為(登録(原告, 名義(所有権移転登記(山林)), 訴外)),
訴外行為(承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(山林)))).

図 3.11: モデル推論への入力節集合

```

!- start.

CALL TRUNCATION operator

*** TRUNCATION (28) ***
  法的要件 (不実 (A)) :-
    登記 (登記名 (B), 物件 (建物), 名義人 (訴外), 登録者 (C), 権利者 (原告)).

  は常に正しいですか? (y/n) n.
  .
  .

*** TRUNCATION (30) ***
  法的要件 (不実 (所有権移転登記 (A))) :-
    登記 (登記名 (所有権移転登記), 物件 (A), 名義人 (訴外), 登録者 (B), 権利者 (原告)).

  は常に正しいですか? (y/n) y.

*** TRUNCATION (17) ***
  法的要件 (善意 (被告, A)) :-
    被告行為 (信用 (被告, A)).

  は常に正しいですか? (y/n) y.
  .
  .

*** TRUNCATION (32) ***
  法的要件 (通謀虚偽 (原告, A, 訴外)) :-
    原告行為 (登録 (原告, 名義 (A), 訴外)),
    訴外行為 (承諾 (訴外, 名義 (A))).

  は常に正しいですか? (y/n) n.

```

図 3.12: システムの実行例 1

変換の結果，図 3.11 に示されるような具象節集合が，モデル推論への入力節集合として与えられる。以下，モデル推論は本節集合に対して処理を行う。

モデル推論部は，与えられた具象節集合に対し，最初に改良した truncation を適用する。実行結果の一部を図 3.12 に示す。本実験では，truncation によって生成される節のうち 2 つの節は有効な節として認められた。他の節は，ユーザによって，過度の一般化がなされていると判断され，拒否される。

次に，システムは節集合に対し，abstraction を適用する。しかし，適用条件を満たす節の組み合わせが発見されないため，新規節を生成しない。続いて，intra-construction を節集合に対して適用する。本実験では，intra-construction によって 2 つの新規節候補が生成される。一つめの新規節候補は，不適切な候補節のためユーザに拒否される。二つめの新規節候補は，最初に 2 引数の新規述語を含んだ候補節を提示するが，その候補はユーザによって拒否される。CIGOL ではこの時点で処理が実行するが，本システムでは，引数の組み合わせも考慮し，有効な組み合わせがないかユーザに問う。それに対しユーザは，第 1 引数と第 2 引数を分けることで新規述語として認め，前者を，「仮装外観」，後者を，「仮装外観に対する相手方の行為」と命名し，新規述語として節集合に導入する。図 3.13 に実行結果の一部を示す。

```

CALL ABSTRACTION
CALL INTRA-CONSTRUCTION
求まった節 (SIZE = -7) は次の通りです
法的要件 (不実 (A)) :-
    登記 (登記名 (B), 物件 (C), 名義人 (訴外), 登録者 (D), 権利者 (原告)),
    new _ p1(A,B,C,D).
上の節が求まった事により成立する節は次の通りです
new _ p1(家屋台帳 (建物), 家屋台帳 (建物), 原告)
new _ p1(所有権移転登記 (A), 所有権移転登記 (A,B))
この述語は有効ですか? (y/n/i) n.
有効な引数の組合せは存在しますか? (y/n) n.
求まった節 (SIZE = -85) は次の通りです
法的要件 (通謀虚偽 (原告, A, 訴外)) :-
    原告行為 (B),
    訴外行為 (承諾 (訴外, 名義 (A))),
    new _ p2(A,B).
上の節が求まった事により成立する節は次の通りです
new _ p2(家屋台帳 (建物), 登録 (原告, 名義 (家屋台帳 (建物)), 訴外))
new _ p2(所有権移転登記 (建物), 承認 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物))))
new _ p2(所有権移転登記 (建物), 放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物))))
new _ p2(所有権移転登記 (土地), 移転 (原告, 名義 (所有権移転登記 (土地)), 訴外))
new _ p2(所有権移転登記 (山林), 登録 (原告, 名義 (所有権移転登記 (山林)), 訴外))
この述語は有効ですか? (y/n/i) n.
有効な引数の組合せは存在しますか? (y/n) y.
Set of Argum 登録 in [1,2]
|: [[1],[2]].
述語:p(arg'1) の新しい述語名を入力してください
|: 仮装外観.
述語:p(arg'2) の新しい述語名を入力してください
|: 仮装外観に対する相手方の行為.

```

図 3.13: システムの実行例 2

続いて、再び absorption を実行する。本段階において、absorption によって有効な節を 1 つ導くことに成功した。図 3.14 に実行結果の一部を示す。

さらに、intra-construction, absorption を再度適用するが、有効な節や述語が発見できないため、ここでシステムは実行を終了する (図 3.15)。結果として、CBR から与えられた入力具象節集合は、図 3.16 に示されるような 13 個の節集合に変更された。

最終的に、モデル推論部では、truncation による変数化によって、図 3.16 におけるルール [01] に示すような、「不実の所有権移転登記」に関する法律解釈ルールと、ルール [03] に示すような、「善意の被告」に関する法律解釈ルールを生成した。また、intra-construction によって「仮装外観」と「仮装外観に対する相手方の行為」という 2 つの新規述語を考案し、図 3.16 におけるルール [04] に示すような、それらを条件部に含む、民法 94 条に関連する法律解釈ルールを生成し、absorption によって、その法律解釈ルールに付随するルールとして、図 3.16 におけるルール [13] を生成した。

CALL ABSTRACTION

以下のような節が求まりました。(4)

仮装外観(家屋台帳(A)) :-
 仮装外観(所有権移転登記(A)).

これは定理節として有効ですか? (y/n/i) n.

以下のような節が求まりました。(10)

仮装外観(家屋台帳(A)) :-
 仮装外観に対する相手方の行為(承認(原告,名義(所有権移転登記(A))))).

これは定理節として有効ですか? (y/n/i) n.

節: 仮装外観 /1.
 :- 節: 仮装外観に対する相手方の行為 /1.
 が失敗の理由ですか? (y/n) y.

⋮

以下のような節が求まりました。(0)

仮装外観に対する相手方の行為(承認(A,B)) :-
 仮装外観に対する相手方の行為(放置(A,B)).

これは定理節として有効ですか? (y/n/i) y.

⋮

以下のような節が求まりました。(10)

仮装外観に対する相手方の行為(移転(A,名義(所有権移転登記(土地)),B)) :-
 仮装外観に対する相手方の行為(登録(A,名義(所有権移転登記(山林)),B)).

これは定理節として有効ですか? (y/n/i) n.

図 3.14: システムの実行例 3

CALL INTRA-CONSTRUCTION

求まった節 (SIZE = -2) は次の通りです

仮装外観(A) :-
 new p3(A).

上の節が求まった事により成立する節は次の通りです

new _p3(家屋台帳(建物))
 new _p3(所有権移転登記(建物))
 new _p3(所有権移転登記(土地))
 new _p3(所有権移転登記(山林))

この述語は有効ですか? (y/n/i) n.

CALL ABSTRACTION

[CIGOL execution halted]
 !-

図 3.15: システムの実行例 4

- [01] 法的要件 (不実 (所有権移転登記 (A))) :-
登記 (登記名 (所有権移転登記), 物件 (A), 名義人 (訴外), 登録者 (B), 権利者 (原告)).
- [02] 法的要件 (不実 (家屋台帳 (建物))) :-
登記 (登記名 (家屋台帳), 物件 (建物), 名義人 (訴外), 登録者 (原告), 権利者 (原告)).
- [03] 法的要件 (善意 (被告,A)) :- 被告行為 (信用 (被告,A)).
- [04] 法的要件 (通謀虚偽 (原告,B,訴外)) :-
原告行為 (A), 訴外行為 (承諾 (訴外, 名義 (B))),
仮装外観 (B), 仮装外観に対する相手方の行為 (A).
- [05] 仮装外観 (所有権移転登記 (建物)).
- [06] 仮装外観 (所有権移転登記 (土地)).
- [07] 仮装外観 (所有権移転登記 (山林)).
- [08] 仮装外観 (家屋台帳 (建物)).
- [09] 仮装外観に対する相手方の行為 (放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))).
- [10] 仮装外観に対する相手方の行為 (移転 (原告, 名義 (所有権移転登記 (土地)), 訴外)).
- [11] 仮装外観に対する相手方の行為 (登録 (原告, 名義 (所有権移転登記 (山林)), 訴外)).
- [12] 仮装外観に対する相手方の行為 (登録 (原告, 名義 (家屋台帳 (建物)), 訴外)).
- [13] 仮装外観に対する相手方の行為 (承認 (A,B)) :- 仮装外観に対する相手方の行為 (放置 (A,B)).

図 3.16: モデル推論からの出力節集合

```

i.m_crime_112
  [事実 i.m_事実概要_110]
    [登記 i.m_登記内容_28]
      [登記名 i.m_所有権移転登記]
      [物件 i.m_建物]
      [名義人 i.m_訴外]
      [登録者 i.m_訴外]
      [権利者 i.m_原告]
      [原告行為 i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
      [被告行為 i.m_取得 (被告, 建物, 訴外)]
      [被告行為 i.m_信用 (被告, 所有権移転登記 (建物)))]
      [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
    [訴訟 i.m_訴訟内容_18]
      [原告 i.m_原告]
      [被告 i.m_被告]
      [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
    [裁判 i.m_裁判内容_123]
      [判決 i.m_判決_122]
        [判決名 i.m_原告敗訴]
        [原告 i.m_原告]
        [被告 i.m_被告]
        [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
        [判旨 i.m_判旨内容_121]
          [法的効果 i.m_法的効果_120]
            [法的効果名 i.m_対抗不能 (原告, 建物, 被告)]
            [法的要件 i.m_法的要件_32]
              [法的要件名 i.m_不実 (所有権移転登記 (建物))]
              [登記 i.m_登記内容_28]
                [登記名 i.m_所有権移転登記]
                [物件 i.m_建物]
                [名義人 i.m_訴外]
                [登録者 i.m_訴外]
                [権利者 i.m_原告]
              [法的要件 i.m_法的要件_33]
                [法的要件名 i.m_善意 (被告, 所有権移転登記 (建物))]
                [被告行為 i.m_信用 (被告, 所有権移転登記 (建物))]
              [法的要件 i.m_法的要件_119]
                [法的要件名 i.m_通謀虚偽 (原告, 所有権移転登記 (建物), 訴外)]
                [原告行為 i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
                [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
                [仮装外観 i.m_所有権移転登記 (建物)]
                [仮装外観に対する相手方の行為]
                [i.m_放置 (原告, 名義 (所有権移転登記 (建物)))]
            [適用条文 i.m_94 条 2 項]

```

図 3.17: 更新後の事例

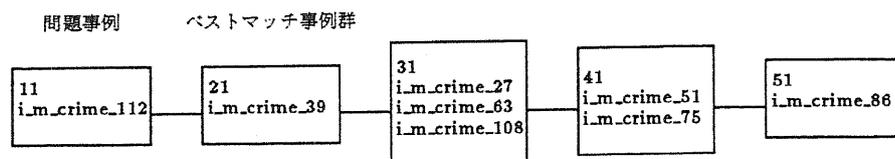


図 3.18: 更新後のクレームラティス

さらに、CBRには、考案された新規述語を新規スロットの候補として、シソーラスには、概念の上位下位関係をあらわしたルールを新しい上位下位関係、またはインスタンスとして、それぞれフィードバックする。ただし、truncationによって得られた一般化は変数化であり、スロット値に関する情報であるため、今回の実験において、事例構造の更新に対しては有効とはみとめられず、CBRにはフィードバックされない。

モデル推論から与えられた事例構造更新情報によって、CBRの事例構造を図3.17に示すように更新した。図中において、ボールド体で書かれており、下線が引かれている部分が、追加された新規スロットである。さらに、新規概念関係を示す新規節をシソーラスに反映し、新たに、「放置」を「承認」のインスタンスとして追加した。それらの更新によって優先スロット群や照合結果が変更される可能性があるため、CBRはクレームラティスを再構成する。その結果、図3.18に示すようにクレームラティスが更新され、4個の判例からなるベストマッチ事例群は、ベストマッチとして有用な1個の判例からなるベストマッチ事例群に変化し、検索効率が改善された。

さらに、更新されたクラスタをモデル推論の入力節集合として与えたが、新たに、有効な新規節、新規述語は発見されなかった。

3.3.3 実験結果の評価

今回の実験の結果、intra-constructionによって導入された2つの新規述語をCBRにフィードバックすることで、CBRの事例構造を図3.19に示すように更新した。その結果、図3.20に示すようにクレームラティスが変化し、初期事例構造では、4個の事例からなるベストマッチ事例群は、ベストマッチとして有効な1個に事例からなるベストマッチ事例に変化し、検索効率の向上が図れた。このことから、本システムによって事例構造の改善に成功したと評価できる。

また、更新されたクラスタを、モデル推論の入力節集合としたが、新たに有効な新規節、新規述語が発見されなかったことから、更新された事例構造が、本実験に対する適切な事例構造であると考えられる。

一方、モデル推論において、truncationによって、「不実の所有権移転登記」と、

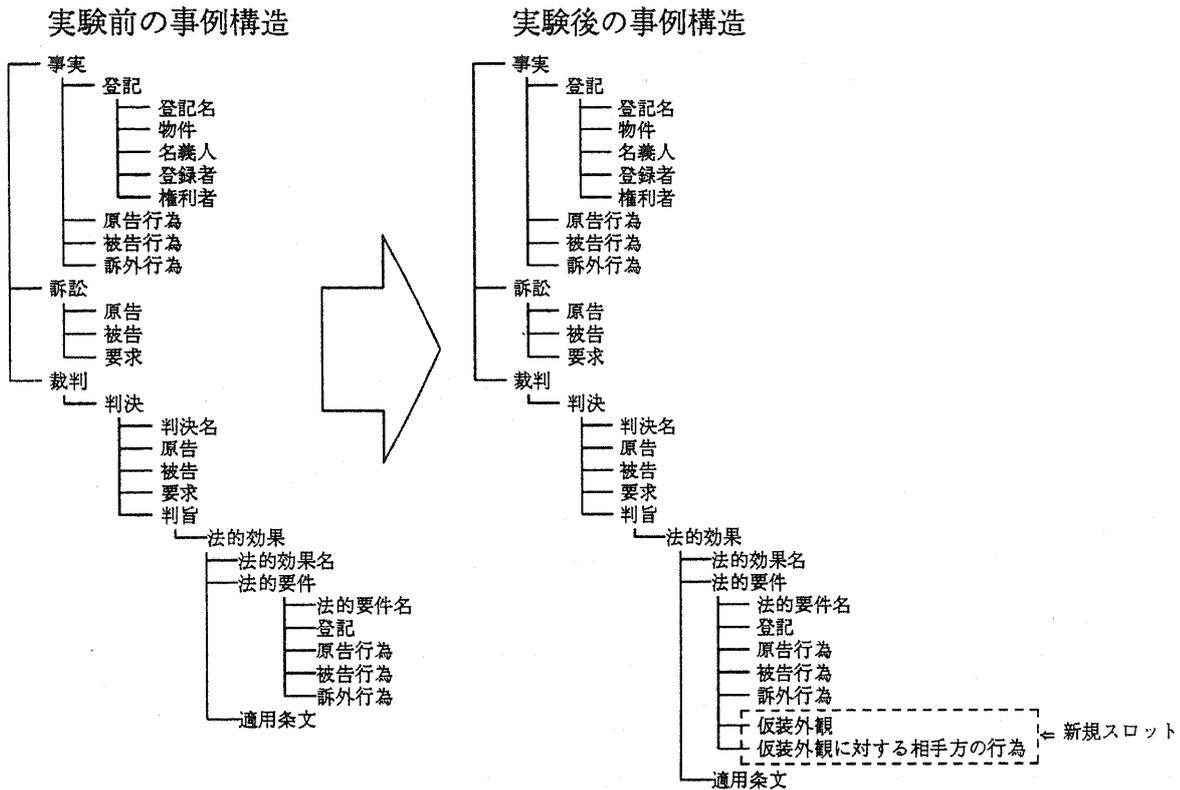


図 3.19: 法律解釈問題における事例構造の更新

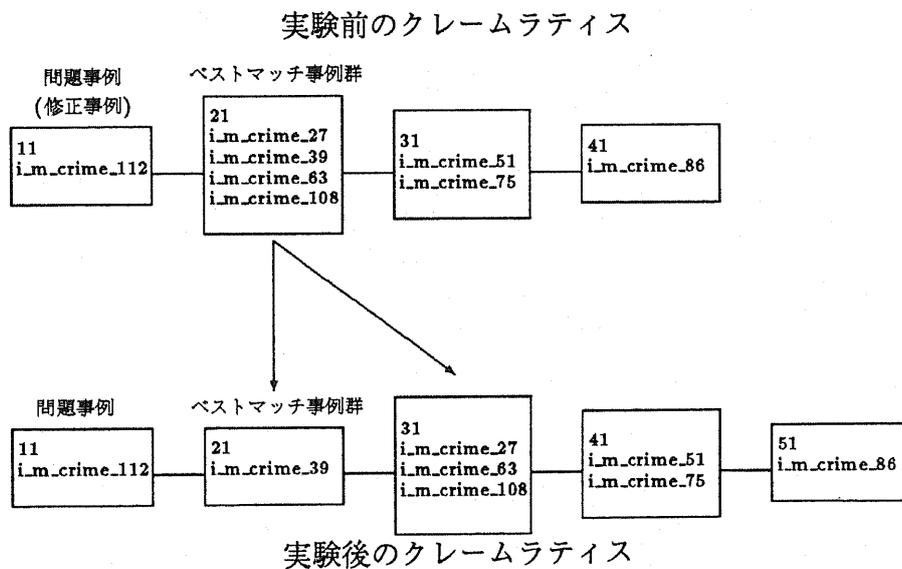


図 3.20: クレームラティスの更新

「善意の被告」に関する法律解釈ルールを生成した。また、intra-constructionによって導入された2つの新規述語は、民法94条で規定されている「通謀虚偽」の成立要件となりうる概念と考えられ、absorptionで導かれた節は、『黙示の承認の下位の限界線を単なる放置とする』という学説[吉田]に相当する。

さらに、absorptionによって生成される不用節を刈り込むために3つの戦略を導入した。1つ目は形式的な戦略として、サイズ値を利用して、逆導出節の特殊化の度合を制限する戦略である。2つめは、論理的帰結関係が成立しない節の組を指定する戦略である。3つめは、逆代入候補を選択する戦略である。このうち、3つめの戦略は適用条件を満たす節の組はなく、適用されなかった。残りの2つの戦略の組み合わせによる質問数の変化を表3.2に示す。

表3.2より、本実験に関しては、サイズの上限值を0に設定し、戦略2を利用するのが、もっとも有効な刈り込みがなされていると考えられる。また戦略2を利用した場合、ユーザへの質問数が利用しない場合の約1/2に減少していることから、戦略2は有用に動作しているとみなせる。しかし、事前に適切なサイズの上限值を設定することは、問題の特性から容易に決定できず、かなり困難である。よって、問題領域の特性を考慮しながら、概念間の関係を反映した刈り込み制御が必要である。

表 3.2: 刈り込み戦略の組み合わせによる absorption の質問数

戦略1 サイズの上限值	戦略2の利用			
	しない		する	
	質問数	新規節	質問数	新規節
-4	0	0	0	0
0	7	1	3	1
4	14	1	6	1
8	22	1	9	1
12	53	1	27	1

3.4 考察

3.4.1 CBRに関する考察

本実験の結果、CBRに対しては、モデル推論によって得られる事例構造更新情報を利用することによって、事例構造が更新され、検索効率の向上が図れた。本実験では初期事例構造がある程度整理されて与えられているが、初期事例構造の表現力が低

い場合、適当なクラスタがモデル推論に与えられず、本システムの事例構造の動的更新機能は有効に動作しない心配がある。しかしながら、そのような場合には、モデル推論から CBR へのフィードバックが頻繁に行われ、多くの事例構造更新情報を獲得し、事例構造を更新することによって解消され、最終的に適切な事例構造を獲得できると期待される。今後の課題としては、事例構造の更新の効率化を図るための、クラスタリングの改良、また、修正フェーズでのモデル推論からのフィードバックの利用等が挙げられる。

3.4.2 モデル推論に関する考察

本実験の結果、モデル推論に対しては、新規節、新規述語の生成を行うオペレータが有効に働くが、膨大な探索空間を有するという点でまだ非効率であることがわかった。その点を改善するために、新規節を生成する既存のオペレータである absorption と、新規述語を生成する既存のオペレータである intra-construction に対し、探索空間を効果的に刈り込むための何らかの制限戦略を設計する必要がある。しかし、absorption に対して、対象を一方の節がもう一方の節を包摂するような節の組のみに限定するという制限戦略を加えたオペレータとみなせる、saturation[Rouverirol 90](付録 A.6参照)を、本実験と同じ法律解釈問題に適用した結果、有効な新規節を生成しなかった。そのことから、過度の制限戦略を適用した場合、有効な新規節、新規述語まで刈り込む可能性があり、それを避けるために適度な制限戦略を設計、適用する必要がある。そのため、節構造(述語名や引数など)に基づく類似度の導入、専門辞書や汎用辞書を利用した意味的に近い名辞を含む節集合への適用等を考慮し、適度な探索空間を獲得する枠組みの設計、適用することが、今後の課題として挙げられる。

また、本実験においては、事例構造更新情報として利用する新規述語(概念)の探索空間を、既存概念の下位概念に限定している。これは、初期事例構造が比較的漠然としたものであるという仮定のうえで成り立っている。しかし、前もって詳細な情報を与えられる場合は、今回の方法では有効な事例構造更新情報を獲得する可能性は低くなる。その事から、より多くの事例構造更新情報を獲得するためには、上位概念(概念の集約)の獲得も行う必要がある。その方法としては、与えられた n 個の節を導出形とみなし、共通の被導出リテラルをヘッド部に持つ親節(1個)と、もう一方の被導出リテラルをボディ部にもつ親節(n 個)を出力する¹、inter-construction の導入が考えられる。さらに、同様の実験を通してその有用性を確認することが、今後の課題として挙げられる。

¹例：入力節集合として $\{p(a):-q(a),r(a,d),s(d). p(b):-t(b),r(b,e),s(e). p(c):-u(c),r(c,f),s(f)\}$ が与えられた時、出力節集合として $\{p(a):-q(a),new_p(a,d). p(b):-t(b),new_p(b,e). p(c):-u(c),new_p(c,f). new_p(X,Y):-r(X,Y),s(Y).\}$ を得る

3.5 結言

本章では、CBRと理論名辞生成機能を持つモデル推論を適切に統合することにより、CBRの事例構造の変更支援を目的としたシステムについて述べた。本システムは、事例を特徴づける索引としてのスロットを、事例を表現するために必要な概念を記述するための記述子(述語)とみなすことにより、CBRとモデル推論の統合を図る。本統合において、CBRの事例構造は、節表現(一階述語論理式)に変換され、モデル推論の入力節集合となる。モデル推論によって得られた結果から、CBRの事例構造に含まれる不用スロットを削除、または新規スロットを追加することにより、事例構造の更新というCBRの課題を解決することを試みる。また、本システムは、モデル推論に対しては、入力節集合の自動生成を行う機能を提案しているとみなすことができ、さらに、CBRとモデル推論の統合を通して、断片的な事例群から最終的に高品質のルールベースを獲得する、知識獲得支援システムとして意義付けられる。

本システムを、3.2節で述べた、基本設計に基づいてSICStus-Prologにより実装し、民法の意思表示に関連する事例構造を変更支援するに実験を適用した。3.3節で述べたように、その結果、モデル推論によって、「仮装外観」と「仮装外観に対する相手方の行為」の二つの新規スロットを見だし、その情報に基づいて事例構造の更新した結果、検索効率の向上を図れ、事例構造の改善に成功したと評価できる。

また、本システムは、モデル推論に対しては、入力節集合の自動生成を行う機能を提案しているとみなせる。今回の実験によって、『承認の下位の限界線を単なる放置とする』という学説に相当するルールを含む、4つの有用な法律解釈ルールを導くことに成功したことから、適切な入力節集合を与えることができたと考えられ、本システムは、モデル推論に対しても有効であると評価できる。

今後の課題としては、3.4節で述べたように、CBRに対しては、事例構造の動的更新の効率化を図るために、クラスタリングの改良、また、修正フェーズでのモデル推論からのフィードバックの利用等が挙げられる。モデル推論に対しては、ルール生成時に膨大な探索空間を有するという点で、現在のモデル推論のオペレータは非効率である点を改善するために、探索空間を効果的に刈り込むための戦略を設計する必要がある。しかし、過度の制限戦略を適用した場合、有効な新規節、新規述語まで刈り込む可能性があり、それを避けるために適度な制限戦略を設計、適用することがあげられる。また、現在、新規概念の獲得は下位概念に限定しており、より多くの事例構造更新情報を得るために、上位概念の獲得を行うオペレータの導入、有用性の評価が挙げられる。

第 4 章

汎用オントロジーを用いた領域オントロジー構築支援システム

4.1 緒言

近年, CYC[Guha 90] や EDR 電子化辞書 [Yokoi 93] のような大規模知識ベース (Very Large Knowledge Bases, VLKB と略記) が利用できる環境が整えられつつあるが, その利用法の一つとして, VLKB を核とした領域知識ベース構築支援環境が考えられる. 例えば, 法的推論を実行するエキスパートシステム (LES) の開発においては, 条文, 判例, 暗黙知, 法理論など, 種々の知識ベースを構築し, それらを統合する必要がある. しかし, それら知識ベースを個々に構築し, 一貫性を維持することは, 多大な時間と開発労力を要する. その労力を軽減するために, 基本的な概念定義や概念階層を核とし, それを利用することによって, 一貫性を維持しながら知識ベースを構築する, 知識ベース開発支援機構が望まれてきている. その核として VLKB を利用する試みである. 通常, 領域知識を記述するために必要な概念定義や概念階層は, オントロジーと呼ばれるが, その観点からいえば, 上記の VLKB は, ある領域上での利用を意図しない汎用オントロジーである. 同様に, ある領域に関連する種々の知識ベースの開発において必要な領域世界の概念定義や概念階層を定義している領域専門辞書は, 領域オントロジーとしてとらえることができる. しかし, 通常, 領域オントロジーは, 対象としている領域知識を記述するための語彙で構成されており, ある領域上での利用を意図せずに一般的な語彙で構成された汎用オントロジーとでは, 共通する語彙がほとんど存在しない. そのため, ある領域の知識ベース群を開発するために, 上記の VLKB を領域オントロジーとして直接利用する事は困難であり, 何らかの変換が必要である.

一方, 領域オントロジーは, 知識の共有と再利用技術の核として注目され, これまでいくつかのオントロジーが開発されてきたが, その開発は, ユーザ (ドメイン専門

家)に依存するところが大きく、多大な時間と開発労力を要する。そのため、ユーザの負担や開発労力を軽減する領域オントロジー開発支援機構が望まれている。

以上の背景より、本章では、VLKBを汎用オントロジーとみなし、それを利用した領域オントロジー構築支援システムについて提案する。本システムは、2種類のオントロジーを照合することで、領域オントロジーの概念にもっとも類似していると考えられる、汎用オントロジー中の概念を抽出し、いくつかの観点からそれらを比較し、その結果を提示することによって、領域オントロジーの更新をユーザに促すことを目的とする。ただし、示唆の評価、及び更新内容についてはユーザに一任する。領域オントロジー開発の初期段階では、必要な概念定義や階層などは整理されていないことが予想されるため、このような情報をユーザに提示することは、領域オントロジーを構築するうえで有用であると考えられている。通常、開発コンテキストの差異から、それらオントロジーの間には共通する概念はほとんど存在しないと考えられる。実際、機械設計や医療などの分野においては共通する概念はほとんど存在しない。しかし、法律やビジネスモデリングなどの日常生活に近い分野においては、対象の記述に汎用の(日常的な)語彙を多く用いており、共通する概念が多く存在すると考えられる。例えば法律分野においては、条文に出てくる語彙は法律世界特有の概念であるが、判例などに出てくる語彙は、日常世界の語彙である。そのことから、それらの分野の領域オントロジーと汎用オントロジーは、対象としている領域が近く、共通する語彙が多く存在していると考えられ、本枠組みは有用であると考えられる。

以下、4.2節では、システムの基本設計を述べた後、汎用オントロジーと領域オントロジーについて述べ、それら2種類のオントロジーの照合方法と静的解析について述べる。4.3節では、法的オントロジーの表現形式の変更支援する実験結果について述べる。4.4節では、システムに対する考察を述べる。

4.2 領域オントロジー構築支援システム

4.2.1 基本設計

ユーザによって入力された初期領域オントロジーには、悪構造(概念定義の誤りや過不足)が多く含まれていると考えられる。本支援システムは、初期領域オントロジー中の概念と、もっとも類似していると考えられる汎用オントロジー中の概念を抽出し、それら概念間にリンクを張る。次に、静的解析として、いくつかの観点からリンクが張られた概念どうしを比較評価し、有意な(大きな)差異をユーザにフィードバックすることによって、領域オントロジーの改訂を促す。本システムの目的は、ユーザの支援であり、差異の評価や領域オントロジーの改訂、評価についてはユーザに依存する。

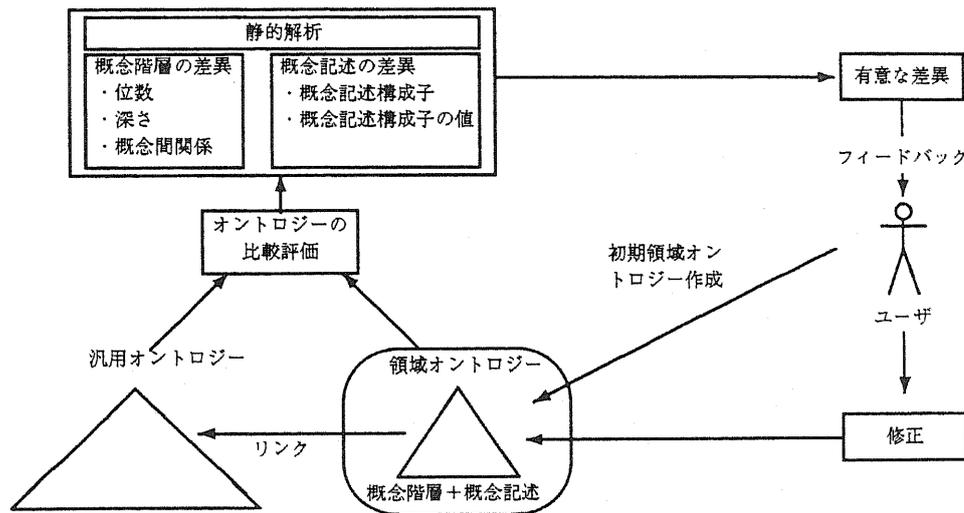


図 4.1: 領域オントロジー構築支援システムの概観

本支援システムの概観を図 4.1 に示す。

以下、本支援システムで用いられる、汎用オントロジー、初期領域オントロジーについて述べたあと、照合方法、静的解析について説明する。

4.2.2 汎用オントロジー

本支援システムにおける汎用オントロジーとしては、(株)日本電子化辞書研究所より提供されている EDR 電子化辞書 [EDR 93] における日本語単語辞書 (以後、単語辞書) と概念辞書を用いる。

単語辞書は、200,000 語以上の単語を格納しており、単語と (単語の意味情報としての) 概念の対応関係を記述している。また、一つの単語は、見出し情報、文法情報、意味情報、補助情報から構成されている。見出し情報は、単語見出し、かな表記、発音からなっている。単語見出しは、構成語見出しの並びであり、構成語見出しは表記と連続属性の組から構成されている。表記は文字列が与えられており、単語の不変部分のみでできている。ただし、この不変部分は活用語が活用する場合の純粹に文字列としての不変部分であり、必ずしも語根ではない。単語見出しの先頭要素を特に検索見出しと呼び、単語辞書に対する検索に用いられる。文法情報は、品詞・構文木・活用情報・表層格情報・相情報・機能語情報からなっており、文の構文的な構造を見つけだすための構文解析や、ある意味を文章で表現するときに、こういった構造の文を作るかを決定するための構文生成で使用される。意味情報は、概念識別子からなる。これは概念辞書の基本構成要素である概念に関する情報である。概念識別子はすべての単語に記述されており、概念辞書へのリンクになっている。補助情報は、用法と頻

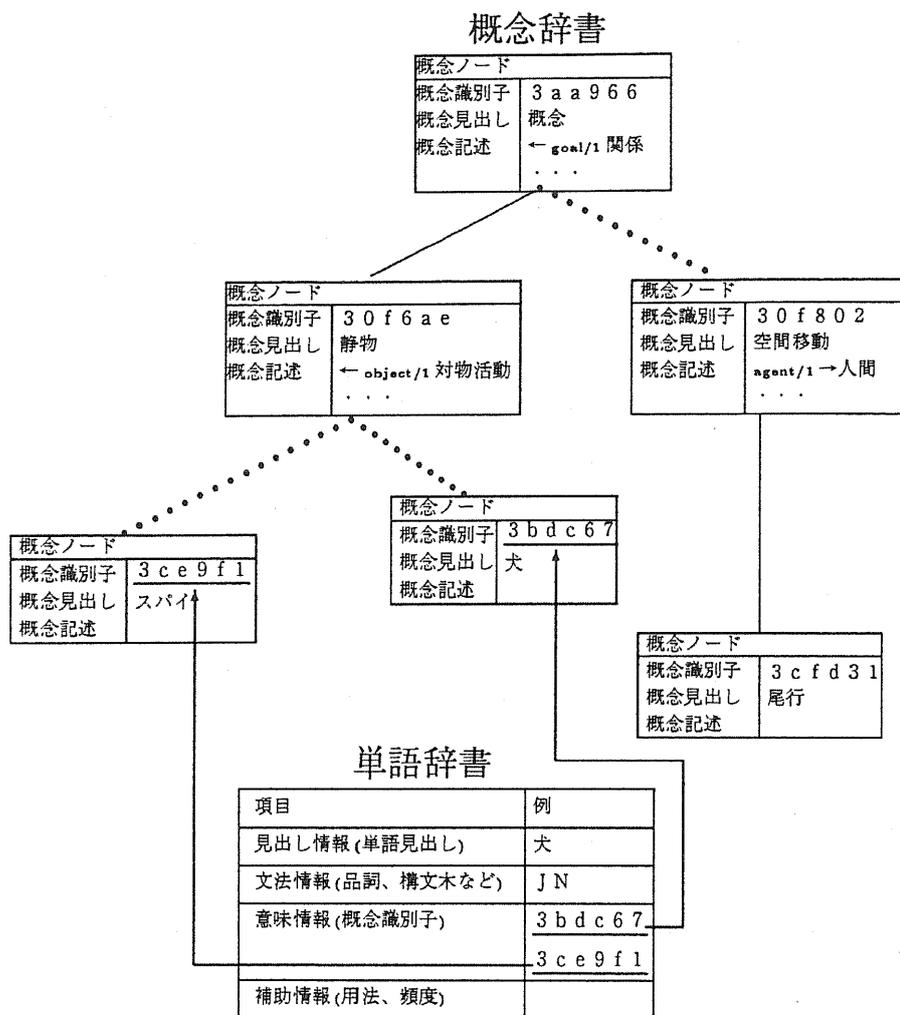


図 4.2: EDR 電子化辞書における単語辞書と概念辞書の概観

度からなりたっている。

概念辞書は、単語の意味情報として与えられた概念をノードとした多重継承を許す概念階層木からなる概念体系と、それらのノード間の関係を記した概念記述から構成される辞書であり、約 400,000 個のノードから構成されている。各ノードに与えられている概念識別子は、(数字と英字からなる)6桁の文字列であり概念の同一性を保持するためのものである。これによって概念辞書は単語辞書とリンクされている。概念には概念識別子の他に概念見出しが与えられている。これは概念の文章などによる説明で、ある概念と他の概念との識別を人が行い易くするためのものである。

EDR 電子化辞書における単語辞書と概念辞書の概観を図 4.2に示す。図 4.2において、単語辞書において、「犬」という語に対し、見出し情報として「犬」、文法情報

表 4.1: EDR における概念関係子

agent	有意味動作を引き起こす主体	quantity	物・動作・変化の量
a-object	属性を持つ対象	number	数
object	動作・変化の影響を受ける対象	condition	事象・事実の条件関係
cause	原因	cooccurrence	事象・事実の同時関係
implement	有意味動作における道具・手段	purpose	目的
material	材料または構成要素	sequence	事象・事実の時間的前後関係
source	事象の主体または対象の最初の位置, 最初の状態	basis	比較の基準
goal	事象の主体または対象の最後の位置, 最後の状態	and	概念間の連結関係
place	事象の成立する場所	or	概念間の選択関係
scene	事象の成立する場面	modifier	その他の関係
manner	動作・変化のやり方	possessor	所有関係
time	事象の起こる時間	beneficiary	事象や状態の受益者
time-from	事象の始まる時間	from-to	範囲
time-to	事象の終る時間	unit	単位

として「JN」(日本語の名詞), 意味情報として, 「3bdc67」 「3ce9f1」の二つの概念識別子が与えられている. 補助情報は何も与えられていない. 意味情報として与えられた概念識別子はまた, 概念辞書中のノードに与えられており, これらを共有することで2種類の辞書の間リンクがはられることとなる. さらに概念辞書中には概念識別子に対応する概念見出しが与えられているため, それによって, 犬の意味情報として, 3bdc67で「(動物としての)犬」を, 3ce9f1で「スパイ」を与えられていることが分かる.

概念体系は, 概念間の階層関係を示し, 複数の親を持つ多重継承を認めている. これは, 概念間の類似関係を判断するための基礎情報を与えることを目的としており, 多重継承項目は全体の約5.8%を占める. また, 概念を分類する基準となる体系は, 約6200項目からなる. また, 体系項目を表す概念も語義を表す概念も, どちらも本質的には概念のクラスを指していることになるから, この概念体系辞書では両者を区別せず, `a_kind_of`に相当する関係で上下を結ぶ.

概念記述は, 2つの概念間にある概念関係子で結ぶことが, 通常的环境のもとで妥当であるの判断を行うための基礎情報を与えることを目的としている. 概念記述は, 任意の2つの概念(ノード)を, 表4.1に示す24種類の確信度付き概念関係子で結合した形式の表現の集合であり, 概念識別子間の意味ネットワークを構成する, これは概念定義としてもとらえることができる. 概念記述の例として, 「人間または人間と似た振る舞いをする主体」に対する概念記述を, 図4.3に示す. 図4.3において, 「人間または人間と似た振る舞いをする主体」は, 「所有権の移動」, 「継承する」, 「行為」, 「情報の発信」, 「情報の受信」のagent(有意味動作を引き起こす主体)になり, 「意図して聞く」, 「対人行為」, 「所有権の主体への移動」のobject(動作・変化の影響を受ける対象)になることなどが, 記述されている. この例でも見られるように, 2つの概念間にある概念関係子が成立しているものが記述されているため, 同

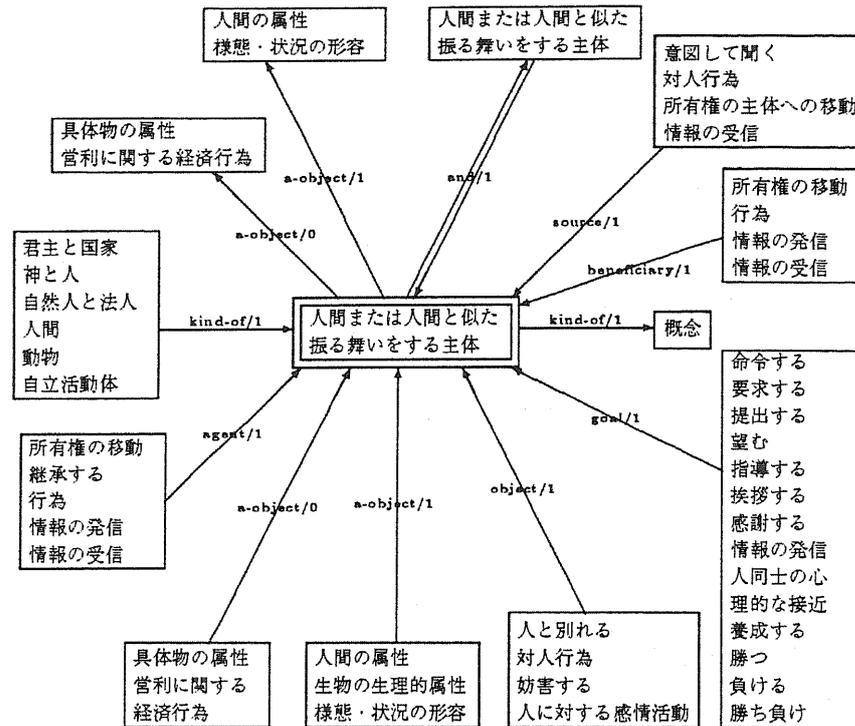


図 4.3: 概念記述の一例

一の概念関係子に対して，概念記述の値を複数とることができる．確信度は，その関係がどの程度妥当であるかを示すもので，0(否定，常に不成立)か1(真，常に成立)の二値のみをとる．また，概念記述は，実際の用例に現れた記述(E記述)と，E記述を抽象化して得られるI記述に分類されている．I記述の割合は全体の約0.6%である．さらに，概念記述は概念階層によって上位ノードから下位ノードへと継承される．

4.2.3 初期領域オントロジー

本支援システムを使用する前に，ユーザは，初期領域オントロジーを構築し，支援システムに与える必要がある．入力される初期領域オントロジーは，領域専門辞書であり，概念記述群と概念階層木から構成される．記述される内容は，対象とする問題を記述するために必要な語彙であり，構築する時点で判明している語彙で構成される．概念階層木は，複数の親を持つ多重継承を許している．また，この階層も構築する時点で判明している範囲の内容を記述する．

概念記述群は，次項で述べる照合機構の関係上，表4.1で示された汎用オントロジーで定義された確信度付き概念関係子を用い，それらの取りうる値は，汎用オントロジーに含まれるノード名(概念見出し)に限定する．また，存在するものを列挙する形をとっ

ているため、同一の概念関係子に対して、複数の値をとることを許している。それらの概念記述群は概念階層を利用して、上位ノードから下位ノードに継承される。

4.2.4 2つのオントロジー間のリンク

領域オントロジーの概念と汎用オントロジーの概念の間に、以下の手順によって、リンクを張る。

STEP-1. 字面レベルでの照合

領域オントロジー中の概念ノード(領域概念ノード)と単語辞書中の単語見出しを、字面(記号)レベルで照合する。照合された単語見出し群が持つ概念識別子群(単語の意味情報)を概念辞書空間において照合されるべき空間の下界を示唆するものと解釈する。これは、EDRにおいて単語辞書からリンクが張られている概念識別子が、概念辞書におけるリーフノードになっている為である。照合不成立の場合は、現段階では処理が終了する。

STEP-2. 概念記述レベルでの個別照合

STEP-1. で得られた概念識別子群に対して、領域概念ノードに与えられた概念記述構成要素(<確信度付き概念関係子, 値>の組)の類似性に基づく照合, すなわち、概念記述レベルでの照合を試みる。ただし概念記述は、領域概念ノードに対しては、該当ノードに直接定義されたものだけを対象とし、上位ノードから継承されるものは対象としない。それに対し、汎用概念ノードに対しては、上位ノードから継承されているものについても照合の対象とする。また、確信度が0で定義されている概念記述については、現段階では対象としていない。

概念記述レベルの照合は、リンクの張られている概念どうしに対して、最初に各概念記述構成要素のうち、同じ関係子を持ち、値が同値か、汎用概念が持つ概念関係子のとる値が、領域概念が持つ概念関係子の値に対して、汎用オントロジーにおいて上位ノードになっている組を探す。そのような組が一つであれば、リンクの張られた概念どうしは、同じ概念記述構成要素をもっていると見なし、次の段階に移行する。一つも照合が成功する概念記述構成要素の組がなければ、現段階では、照合不成立として、処理が終了する。

次の段階では、汎用オントロジーの概念階層木にそって、リンクの張られた汎用概念ノードの上位概念ノードが、領域概念ノードと同じ概念記述構成要素をもつも持たなくなるか、概念階層木のルートノードに達するまで、同様の照合を繰り返し試みる。そして、領域概念ノードの概念記述と一つでも照合する概念記述をもつ最上位の汎用概念ノードを、上界に相等する概念ノードと同定する。

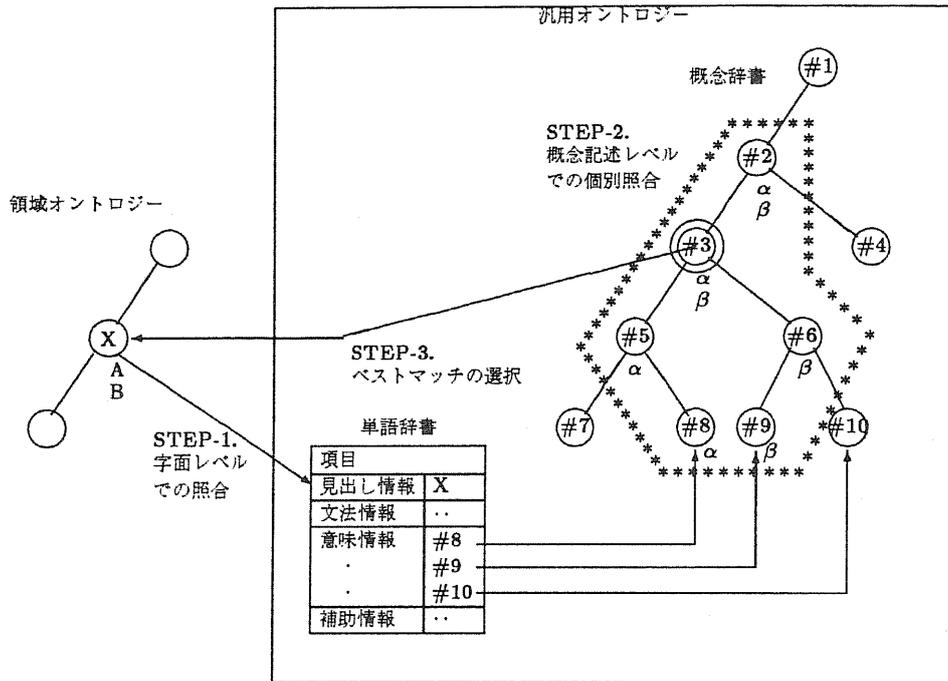


図 4.4: 領域オントロジーと汎用オントロジーの照合

STEP-1. で得られた下界と STEP-2. で得られた上界とで狭まれた空間を、領域概念ノードが汎用オントロジー上で照合された空間として解釈する。

STEP-3. ベストマッチの選択

STEP-1,2. によって得られた、領域概念ノード毎の照合空間の中での概念のなかで、もっとも概念見出しが適切であるものをベストマッチとしてユーザが選択し、それらの間にリンクを張る。

図 4.4を用いて以上の手順を再度説明する。図 4.4において、概念名が X であり、概念記述として、概念記述構成要素 A と B をもつ領域オントロジーのノードに対し、照合を行う。

(STEP-1.) まず単語辞書の見出し情報に対し、領域オントロジーの概念ノード名と字面レベルの照合を行う。その結果、照合する項目が見つかり、その意味情報として、#8, #9, #10 を得る。

(STEP-2.) STEP-1. で獲得された #8, #9, #10 に対して、概念記述レベルの照合を行う。#8 に対しては、X に与えられた概念記述構成要素 A と一致しているとみなせる概念記述構成要素 α が、#9 に対しては、概念記述構成要素 B と一致しているとみなせる概念記述構成要素 β が存在するため、概念記述レベルでの照合に成功し、

照合空間の下界とみなす。#10 の概念記述は、X の概念記述構成要素と等しいとみなせる概念記述構成要素がないため、この時点で照合空間からはぶかれる。次に、#8、#9 の上位ノードに対し、一致する概念記述構成要素がひとつでも存在するかを調べていく。その結果、#5 は α が、#6 は β が、#3 と #2 は α と β が存在するため、照合空間の中に入る。さらに、#1 には、 α 、 β が存在しないことから、一致する概念記述構成要素が存在した最上位のノード #2 を照合空間の上界とみなし、照合空間として、図中において * で囲まれた [#2, #3, #5, #6, #8, #9] を得る。

(STEP-3.) STEP-1, 2 において獲得された照合空間, [#2, #3, #5, #6, #8, #9] より、ユーザがもっとも妥当だと思われるノードを選択する。本図においては #3 が選択され、X との間にリンクが張られる。

4.2.5 静的解析

領域概念ノードと以上の操作によって得られたベストマッチ (リンクの張られた汎用概念ノード) を、以下の観点から比較評価し、大きな差異を示唆することにより、ユーザに領域オントロジーの精練を促す。

1. 位数 (子ノードの個数) : 領域概念ノードの位数とベストマッチの位数を比較する。ベストマッチと比較して、領域概念ノードの位数が小さすぎれば、その領域概念ノードをさらに分解して下位概念数を増加でき、大きすぎれば、その下位概念を集約して下位概念数を減少できる可能性を示唆する。それぞれの場合、新規概念名の候補として、汎用オントロジー中にある概念名 (概念見出し) をユーザに提示する。
2. 概念階層木における深さ : 領域概念ノードとベストマッチの階層木における深さを比較する。ベストマッチの深さと比較して領域概念ノードの深さが浅すぎれば、より詳細な概念として位置づけられ、深すぎれば、より一般的な概念として位置づけられる可能性を示唆する。
3. (任意の2つの) ノード間の構造的関係 (位相) : 領域概念ノード間の構造的関係 (上位下位関係など) と対応するベストマッチ間の構造的関係を比較する。構造的関係が維持されず異なる場合は、領域オントロジーの概念階層木の構造が変更される可能性を示唆する。
4. 概念記述 : 領域概念ノードの概念記述とベストマッチの概念記述を比較する。概念記述が異なる場合、領域オントロジーにおける概念定義に誤りがある可能性を示唆する。

4.3 領域オントロジー構築支援実験

本節では、汎用オントロジーと領域オントロジーの照合と静的解析の実行結果を述べる。

以下の実験では、領域オントロジーとして、ユーザが、国際売買法(以下、CISGと略記)第2部[曾野93](付録D参照)の条文中で用いられている法律用語群と、それに関連する日本国民法の一部に含まれる法律用語群から構成した初期法的オントロジーを用いる。初期法的オントロジーは、基本的にCISGに含まれている法律概念をとりだし、それらに対し、概念階層と概念記述を定義する。概念階層を作る際にCISGに含まれる法的概念だけでは表現しきれない部分に対して、関連する日本国民法などからの法的概念を利用して表現する。初期法的オントロジーは、77個の概念ノードから構成され、それぞれのノードに対して、EDRの概念関係子と確信度、概念見出し(概念識別子)から構成される概念記述が定義されている¹。これらの情報はすべて、Prologのファクト集合で与えられる。初期法的オントロジーの概念階層木を図4.5に、概念記述の一部を図4.6に示す(すべての概念記述は付録Eを参照)。

4.3.1 照合

照合結果の一例として、「回答」に対する照合結果の例を示す。図4.7にシステム上に表示される照合結果の一例を示し、図式化したものを、図4.8に示す。以下、図4.7にそって照合過程を説明する。

最初に字面レベルの照合によって、単語辞書より意味情報として、概念辞書中のノード‘1088b2{(答える)} 返答をする’を得る。これを下界とし、概念記述レベルの照合を行う。「回答」に対しては、概念記述として、

‘→ object/1 1 3 1 7 1 2 | 伝達内容 (30f799)’

‘→ cause/1 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信 (3f96e7)’

‘← sequence/1 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信 (3f96e7)’

が与えられている。汎用オントロジー中の‘1088b2{(答える)} 返答をする’とその上位ノードに対して、法的オントロジーの概念ノードに与えられた各概念記述構成要素と照合できるか調べる。

照合の結果、‘1’でラベル付けされている汎用概念ノードは、法的オントロジー中の「回答」に定義されている概念記述構成要素のうち、‘← sequence/1 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信 (3f96e7)’と‘→ object/1 1 3 1 7 1 2 | 伝達内容 (30f799)’とが一致するとみなせる概念記述構成要素が存在し、‘0’のラベル付けがされている汎用概念

¹本来は、初期法的オントロジーは法律専門家によって構築されるべきであるが、今回は、著者が法令などから得た知識から構築している。

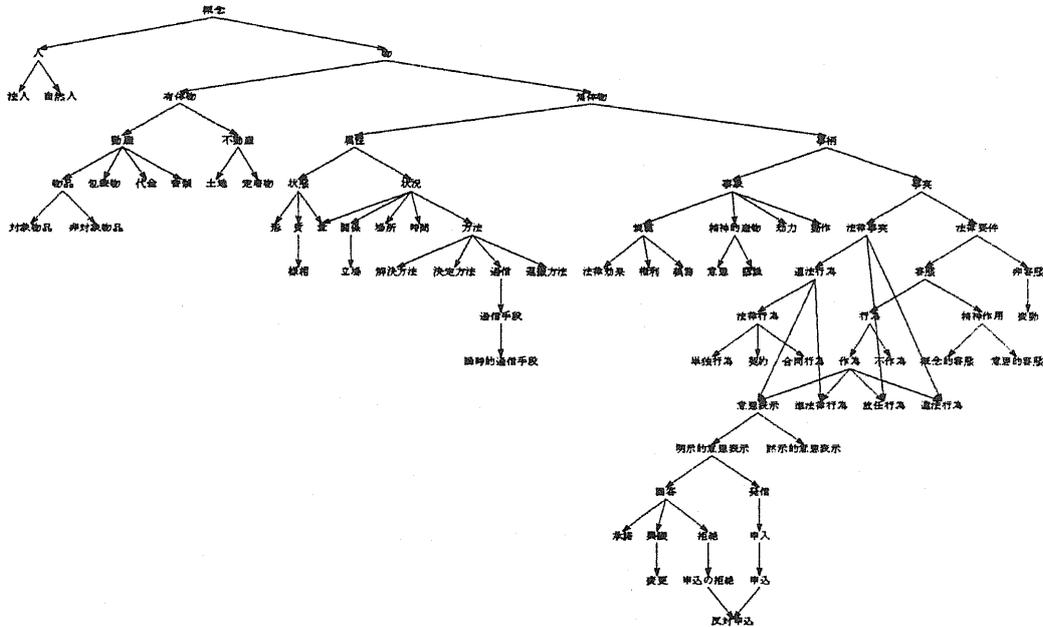


図 4.5: 初期法的オントロジーの概念階層木

人	← agent/1	2022-- 所有権の移動 (30f826)
人	← beneficiary/1	131615 権利 (30f794)
人	← beneficiary/1	131616 義務 (30f795)
自然人	← agent/1	2013-- 生理現象 (30f7f4)
自然人	← agent/1	201361 生存している (30f7f8)
法人	← agent/0	2013-- 生理現象 (30f7f4)
法人	← agent/0	201361 生存している (30f7f8)
物	← object/1	2022-- 所有権の移動 (30f826)
物	← object/1	131615 権利 (30f794)
物	← object/1	131616 義務 (30f795)
有体物	← object/1	2051-- 空間の属性 (3f9872)
有体物	← possessor/1	2051-- 空間の属性 (3f9872)
無体物	← object/0	2051-- 空間の属性 (3f9872)
無体物	← possessor/0	2051-- 空間の属性 (3f9872)

図 4.6: 初期法的オントロジーの概念記述 (一部)

```

' 回答 'の候補一覧(木による表示)
マークの対応
0 回答 <:sequence: 3f96e7 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信
1 回答 <:sequence: 3f96e7 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信
   >:object : 30f799 1 3 1 7 1 2 | 伝達内容

*3aa966 (null) 0 0 0 0 0 0 | 概念
* | 30f77e (null) 1 3 - - - - | 擬似静物
0 | | 30f7e4 (null) 2 - - - - - | 事象
1 | | | 30f801 (null) 2 0 2 - - - | 移動
1 | | | | 30f832 (null) 2 0 2 3 - - | 情報の移動
1 | | | | | 3f96e6 (null) 2 0 2 3 2 0 | 情報の発信
1 | | | | | 30f86f (null) 2 0 3 3 1 1 | 表現する
1 | | | | | 3f9729 (null) 2 0 3 3 1 2 | 言う
1 | | | | | 1f7aff {アンサー [アンサー]} 答えること
1 | | | | | | 1088b2 {答える [コタエ・ル]} 返答をする
0 | | | 30f83e (null) 2 0 3 - - - | 活動
1 | | | | 30f869 (null) 2 0 3 3 - - | 思考的活動
1 | | | | | 30f86f (null) 2 0 3 3 1 1 | 表現する
1 | | | | | 3f9729 (null) 2 0 3 3 1 2 | 言う
1 | | | | | 1f7aff {アンサー [アンサー]} 答えること
1 | | | | | | 1088b2 {答える [コタエ・ル]} 返答をする

Quit

```

図 4.7: 照合結果の一例 (出力例)

ノードは、法的オントロジー中の「回答」の概念記述構成要素のうち、'`<- sequence/1 2 0 2 3 3 0 | 情報の受信 (3f96e7)`'が一致するとみなせる概念記述構成要素のみが存在した。また、'*'でラベル付けされている概念記述子は一致するとみなせる概念記述構成要素がない概念記述子である。

その結果を受け、システムは照合空間として、図 4.7において、'0'か'1'でラベル付けされた(図 4.8において枠で囲まれている)汎用概念ノードの集合をユーザに提示する。ユーザは、その照合空間よりベストマッチとして、'`1f7aff{ アンサー [アンサー] } 答えること`'を選択し、法的オントロジーにおける「回答」との間にリンクを張る。

今回の照合実験の結果を表 4.2に示す。概念階層木を構成する 77 ノードのうち、約 28%にあたる 22 ノードが照合に成功しリンクを張ることができたが、26 ノードは、法的概念と同じ単語見出しが単語辞書に存在せず字面レベルで失敗した。残り 29 ノードのうち、15 ノードは、概念記述構成要素の確信度がすべて 0 で定義されている法的概念ノードであり、残り 14 ノードは、一致するとみなせる概念記述構成要素がひとつもないことから、概念記述レベルで照合に失敗した。

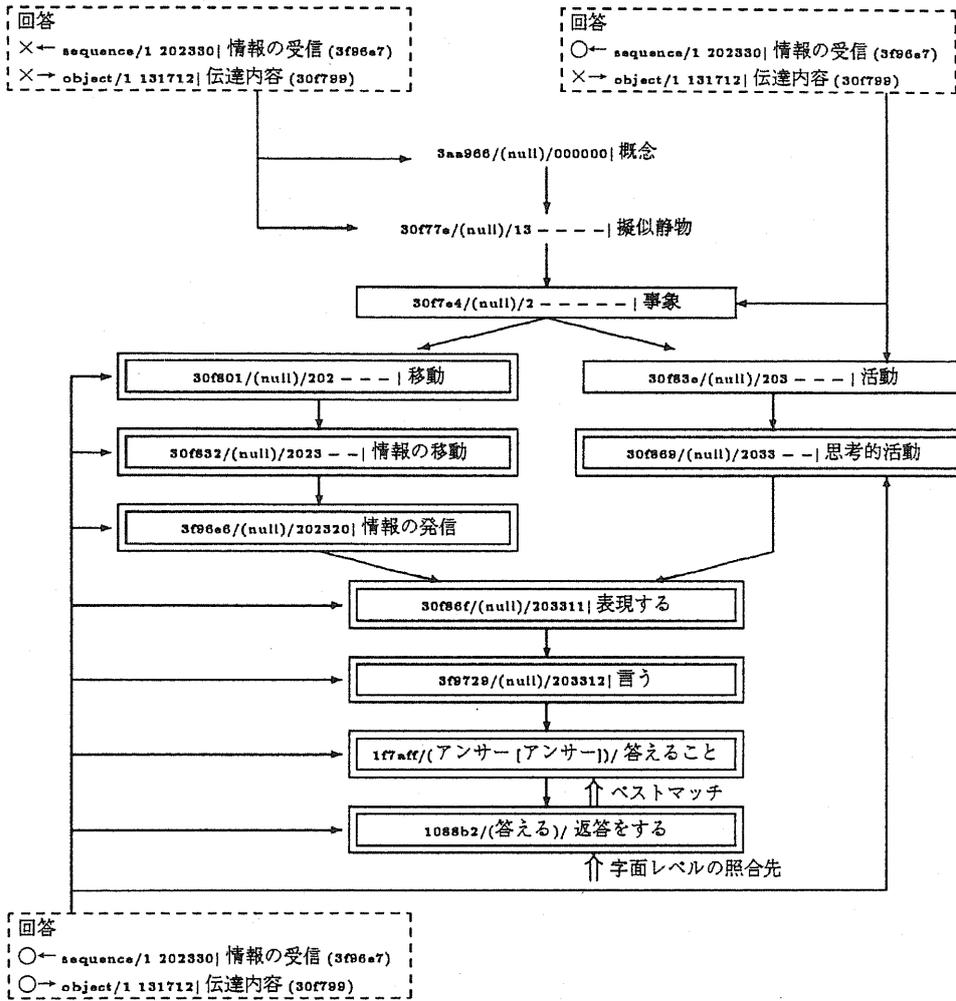


図 4.8: 図式化された照合結果の一例

表 4.2: 照合結果

全概念ノード数		77
照合成功		22(28%)
照合失敗	字面レベル	26
	概念記述	確信度が0の概念記述しかもたない
	レベル	一致する概念記述がない
		15
		14

4.3.2 静的解析

獲得された照合空間のベストマッチと法的オントロジーについて、静的解析を行い、以下の4項目から比較した。

位数に関する比較結果を表4.3に示す。表4.3において、3以上の値の開きがあるノードに○印が付けられている。本実験において○印がつけられた法的概念ノードはすべて、汎用オントロジー中の概念ノードと比較して位数が小さすぎる場合であり、それらに関して、さらに分解して下位概念数を増加できる可能性が示唆された。その示唆を受け、「関係」の下位ノードとして、図4.9で示すように、「位置関係」と「相互関係」が新たに付加された。また、「場所」の下位ノードとしては、「領域」と「部分」、 「時間」の下位ノードとしては、「期間」と「時点」がそれぞれ付加された。付加された概念名は、それぞれのノードにリンクされた汎用オントロジー中のノードの下位ノード名を利用している。

深さに関する比較結果を表4.4に示す。表4.4において、位数同様、3以上の値の開きがあるノードに○印が付けられている。ただし、多重継承を認めていることから、ルートノードから該当ノードまでに複数のパスが存在する場合があるため、値が複数個存在する。本実験において印がつけられた法的概念ノードはすべて、汎用オントロジー中の概念ノードと比較して、深さが深すぎる場合であり、それらに関して、より一般的な概念として位置づけられることが示唆された。しかし、その示唆は妥当とはいえ、法的オントロジーにおける詳細度で適当であると判断された。

表 4.3: 法的オントロジーと汎用オントロジーの位数の差異

ノード名	法的オントロジー	汎用オントロジー
人	2	2
物	2	4
物品	0	2
代金	0	1
量	0	1
関係	0	4
場所	0	3
時間	0	4
方法	4	2
立場	0	0
通信手段	1	0
規範	3	2
動作	0	5
認識	0	5
違法行為	0	1
意思表示	2	2
発信	1	4
回答	3	1
申込	0	2
承諾	0	1
変更	1	1
変動	0	1

○
○
○

○
○
○

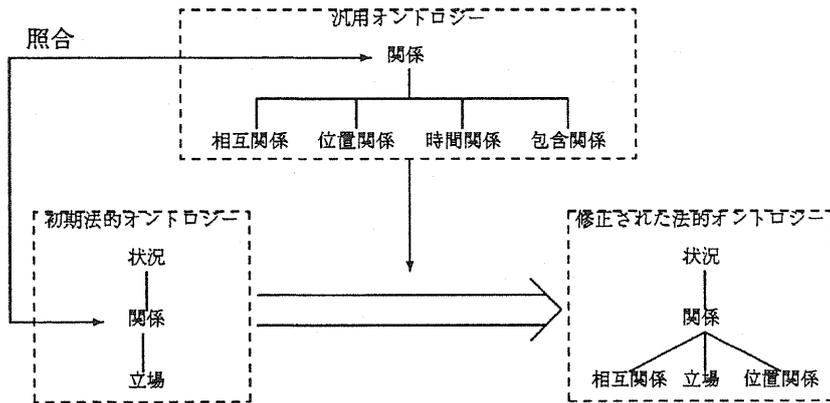


図 4.9: 位数の差異による初期法的オントロジーの修正例

表 4.4: 法的オントロジーと汎用オントロジーの深さの差異

ノード名	法的オントロジー	汎用オントロジー
人	[1]	[1]
物	[1]	[1]
物品	[4]	[4]
代金	[4]	[2]
量	[5]	[6]
関係	[5]	[4]
場所	[5]	[3]
時間	[5]	[3]
方法	[5]	[4]
立場	[6]	[5, 7, 8]
通信手段	[7]	[6]
規範	[5]	[3]
動作	[5]	[3]
認識	[6]	[5, 6]
運法行為	[6, 9]	[7]
意思表示	[7, 9]	[4]
発信	[9, 11]	[5]
回答	[9, 11]	[5]
申込	[11, 13]	[6, 7]
承諾	[10, 12]	[8, 9]
変更	[10, 12]	[6]
変動	[7]	[4]

○
○
○
○
○
○

ノード間の構造的関係に関しては、(回答, 発信) および (関係, 立場) において大きな差異が生じた。前者については、法的オントロジーでは兄弟関係、汎用オントロジーでは親子関係が成立している。その結果を受け、「回答」が「発信」の下位概念になる可能性を示唆したところ、その示唆は妥当であるととらえ、「回答」は「発信」の下位概念に位置づけられた。後者については、法的オントロジーでは親子関係が成立しているが、汎用オントロジーでは親子関係も兄弟関係も成立しない。その結果を受け、「立場」は「関係」の下位概念とはならない可能性を示唆したところ、その示唆は妥当であるととらえ、「立場」を「対人関係」に置きかえた。変更後の概念名は、

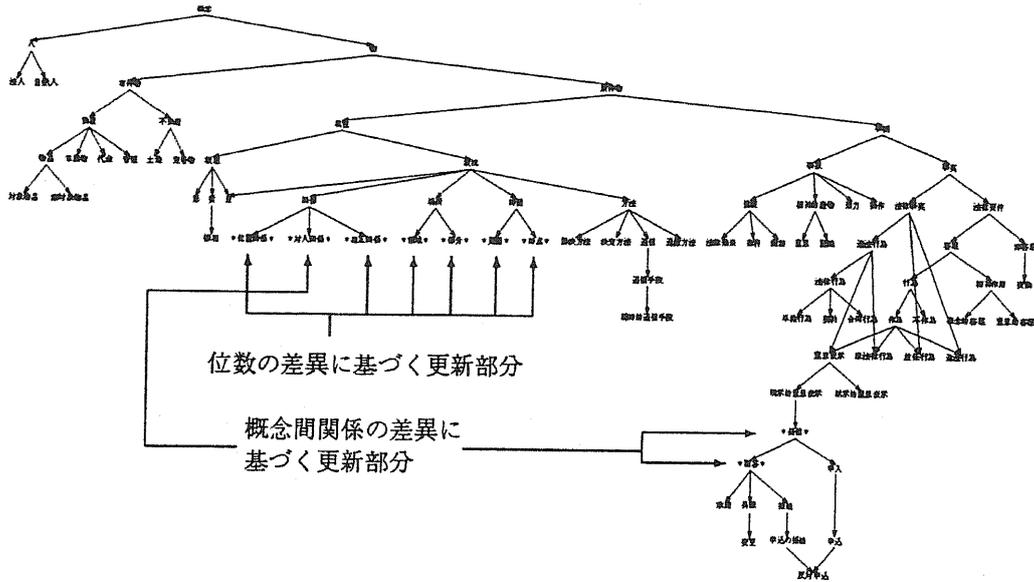


図 4.10: 更新後の法的オントロジーの概念階層木

汎用オントロジー中の「関係」の下位概念を参照し、決定した。

以上の結果、法的オントロジーの概念階層木を図 4.10に示すように更新された。

概念記述に関しては、照合が成功した概念について、法的オントロジー中の概念については、直接記述されている概念記述構成子を、汎用オントロジー中の概念については、継承された概念記述構成子についてあげ、比較した。その結果、「回答」については、図 4.11に示すように、新しい概念記述として、'← goal/1 人間または人間と似た振る舞いをする主体'が追加された。また、場所に関して既に定義されていた概念記述 '← place/1 移動'が除去され、'← object/1 移動'が追加された。本変更は、例えば、「会場を移動する」という場合の「会場」が、「移動」という行為との間に、その行為が行われる「場所」としての関係があるのではなく、移動という行為の「対象」としての関係が成立しているということを意味している。

以上のように、法的オントロジーと汎用オントロジーの照合を通じた差異に関する幾つかの示唆は有効に働き、法的オントロジーが精練され、法的オントロジーの表現形式を改善することに成功した。これはまた、法的オントロジーを記述するためのプリミティブの獲得に成功したと見ることもできる。

現在、本支援システムの一部は、C言語、PerlとSICStus-Prologを用いて、エンジニアリングワークステーション、S-4 / model 51上で実装されている。表 4.5に現在までの支援システムの仕様を示す。表示部では、図 4.12に示すように、法的オントロジーの概念階層木、概念定義、照合結果、静的解析の結果などを表示する。

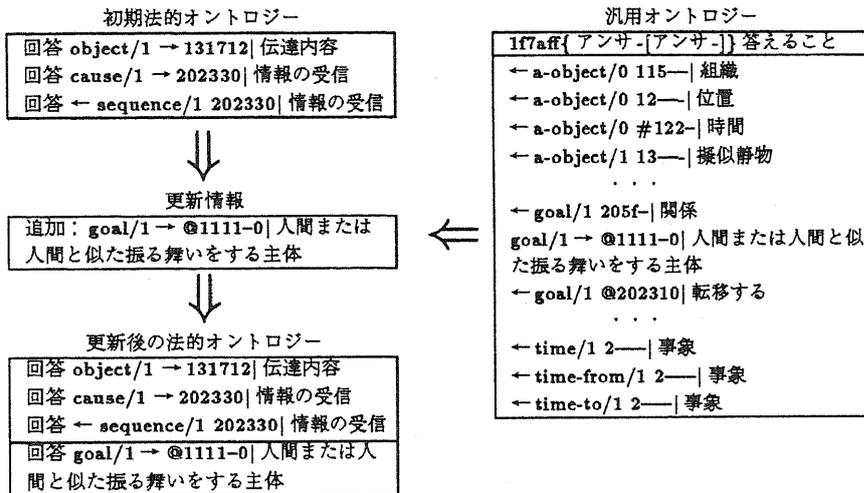


図 4.11: 概念記述の更新

図 4.12: 実行画面

表 4.5: 法的オントロジー獲得支援システムの仕様

知識ベース & モジュール	プログラミング言語	サイズ (KB)
初期法的オントロジー	SICStus-Prolog	24.2
汎用オントロジー	DIOS	213170.1
照合モジュール	Perl&C	28.5
表示モジュール	tcl-tk	10.0
修正モジュール	SICStus-Prolog	16.9

4.4 考察

変更支援実験の結果、本システムによって与えられた示唆に基づいて、初期法的オントロジーの表現形式の改善に成功した。しかし、法的オントロジーと汎用オントロジーとの照合が約3割しか成功しておらず、現在の照合方法は、制限が強すぎると考えられる。より多くの示唆を導くために、この点を解消し、照合率を高めるために制限を弱めた新しい照合方法を検討する必要がある。現時点では、強い制限を与えていると考えられる、単語辞書を用いた字面レベルの照合を行わず、確信度が0の概念記述構成要素までを含めた、概念記述のみによる照合方法を検討している。

また、より適切な領域オントロジーの構築を行うために、帰納的学習技法にもとづく動的解析による、領域オントロジーの改訂戦略を考察中である。以下、現在考察中である動的解析について述べる。さらに、本支援環境の有効性について法的オントロジーの開発に関して述べる。

4.4.1 動的解析

静的解析にもとづく改訂によって、修正されたオントロジーを用い、推論機構が推論を行った時、証明されるべき正例が証明されなかったり、証明されるべきではない負例が証明されるといった誤まった推論結果を導く場合、2つのオントロジー間のリンクや領域オントロジーに誤まりがあると考えられる。そのような誤まった推論を導く場合をトリガとし、それらの誤まりをとりのぞくための支援システムとして、現在、帰納的学習技法にもとづいて以下のようにリンクや領域オントロジーの修正を行う、動的解析による領域オントロジーの改訂戦略を検討している。

- リンクの修正

負例が証明された場合、本支援機構は関連するリンクの同定を行い、法的オントロジーのリンク先を汎用オントロジーのより下位のノードにつけかえる。すなわ

ち、リンクの特殊化を行う。一方、正例が証明されない場合は、領域オントロジーのリンク先を汎用オントロジーのより上位のノードにつけかえる。すなわち、リンクの一般化を行う。

● 領域オントロジーの修正

正例が証明されない場合、本支援機構は、帰納的学習技法の技術を用いて法律専門辞書の修正を行う。現在は、CIGOL(3.2.3節、参照)にもとづいた機構を考察している。CIGOLは、入力である具象節集合に対して、truncation, intra-construction, absorptionという3種類の逆導出演算子を適用する。その結果、入力具象節集合を一つの演繹結果とするような一般節集合を出力するモデル推論システムである。absorptionは、与えられた2つの節を片親節と導出形と見立て、もう一方の片親節を逆導出することにより、概念関係の発見を試みる。intra-constructionは、理論名辞機能を実現する演算子であり、既存概念の下位概念という制約のもとで概念の切り出しを試みる。truncationは、非共通の項を変数化(項の最少汎化)することにより、既存の記述子の範囲で一般化を試みる。ただし、truncationとabsorptionは、一般化されるレベルで非決定性が生じるので、ユーザが妥当なレベルを判断する。

モデル推論機構を適用した結果に対しては、現在、次のようにとらえている。absorptionによって発見された新規節は、新しい概念ノード間関係を示唆するものとして考えられる。intra-constructionによって発見された新規述語は、新しい概念ノード(下位概念ノード)、より詳細に記述すべき概念を示唆するものとして考えられる。truncationによって一般化された定数や関数は、不用な概念ノード、詳細に記述しすぎている概念を示唆するものであると考えられる。

4.4.2 法的オントロジー開発、援用における支援環境の有効性

法律ESへの利用を考慮した法的オントロジーの開発において、本支援環境によって構築される2種類のオントロジー間のリンクは、判例や事例を記述している日常(汎用世界)の語彙を、条文や法定理を記述している法的世界の語彙に結びつけるリンクとしてとらえることができる。例えば、図4.13の例では、リンクによって、汎用世界の語彙である「貸家」が、法的世界の語彙である「不動産」と結合されることを示している。

本リンクを用いることにより、今回は利用していないが、リンクによって法的世界の語彙に対応するであろう汎用世界の語彙(法的概念ノードと照合した汎用概念ノードおよびその下位概念ノードのインスタンス群)を示すことにより、法的世界の語彙の更新を、ユーザに促すことができ、これは詳細な概念階層が構築されていない開発

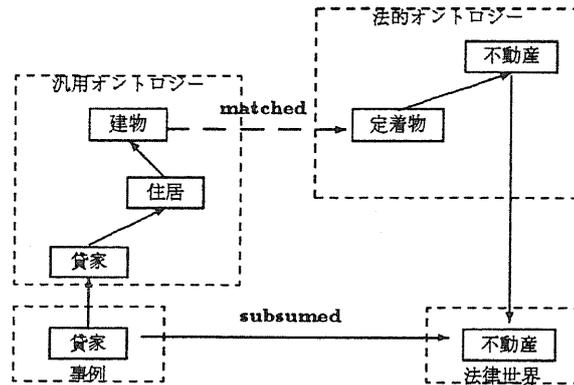


図 4.13: 法的オントロジーと汎用オントロジーのリンク例

初期段階には有効であると考えられる。また、法律 ES を運用する際、汎用世界の語彙で記述された事例を、法律世界の語彙で記述された、法令や学説、法定理等に対し適用する必要がある。汎用世界の語彙と法的世界の語彙の対応は、通常、システム開発者が法律専門家とのインタビューを通して、あるいは判例より獲得し、補助ルールとして保持することが考えられてきたが、汎用世界の語彙が広く、すべてに対応するルールベースを作ることは非常に困難である。この点に対し、2つのオントロジーのリンクを実現することができれば、そのような補助ルールの生成にかかる労力を軽減することができ、法律 ES の開発、運用に貢献すると考えられる。

以上の点から、法的オントロジー開発、運用において本支援環境は有用であると考えられる。

4.5 結言

本章では、近年整えられつつある、すでに開発済みであり利用可能な大規模知識ベースを汎用オントロジーとして利用し、領域オントロジーの表現形式の変換支援を試みるシステムについて述べた。

4.2節で述べたように、本システムは、最初に、領域オントロジーの概念にもっとも類似している汎用オントロジー中の概念を抽出し、それらの概念間にリンクを張る。次に、位数、深さ、概念間の関係と概念記述の観点から、リンクが張られた概念を比較評価し、有意な差異を提示することにより、領域オントロジーの表現形式の変更をユーザにうながす。

4.3節で述べたように、本システムを C 言語、Perl 及び SICStus-Prolog を用いて実装し、(株)日本電子化辞書研究所で開発された EDR 電子化辞書の概念辞書と単語辞書を汎用オントロジーとみなし、領域オントロジーとして、国際売買法とそれに関連

する日本国民法の法的概念から構成される法的オントロジーの表現形式の変更支援する実験に適用した。法的オントロジーと汎用オントロジーとの間でリンクを張ることができた概念は、約3割ほどであったが、位数の差異にもとづく示唆から、「関係」の下位概念として「相互関係」と「位置関係」が、「場所」の下位概念として「領域」と「範囲」が、「時間」の下位概念として「時点」と「期間」が追加された。また、概念間の関係の差異にもとづく示唆から、「回答」と「発信」を兄弟関係から親子関係へと変更し、「関係」の下位概念であった「立場」を「対人関係」に変更した。さらに、概念記述の差異にもとづく示唆から、「回答」に対し新たに概念記述を追加し、「場所」に関しては、概念記述を一部変更した。これらの変更によって、法的オントロジーの表現形式を改善することに成功した。

以上の結果より、本章で提案した知識表現変更支援システムは、初期の知識表現の改善に成功したことから、有効であると評価できる。

今後の本システムに関する研究としては、以下のような課題が考えられる。

今回実験を行った初期法的オントロジーは構築段階であるため、語彙数が少なく、粒度の点の検討も不十分である。そのため、現在の初期法的オントロジーを改訂し、同様の適用実験を行い、本システムの評価を行う。

照合方法に関しては、有用な示唆を行うものの、現在、照合の成功率が約3割と低いものである。より多くの示唆を得るために、照合率の向上を図ることを検討する。具体的には、現時点では、強い制限を与えていると考えられる、単語辞書を用いた字面レベルの照合を行わず、確信度が0の概念記述構成要素までを含めた、概念記述のみによる照合方法を設計し、適合実験を通してその評価を行う予定である。

改訂戦略としては、帰納的学習技法にもとづいた動的解析の導入を図る。山崎らは *mutual information metric*(相互情報量)を利用したクラスタリング手法によって意味的階層をよりよいものに更新することを試みており [Yamazaki 94]、他の手法である帰納的学習技法を用いて同様なことを試みることを考えている。

また、法律専門家に実際に本システムを使ってもらい、そこで得られるコメントを参考に、本システムを向上させることを行う予定である。

第 5 章

結論

エキスパートシステム (ES) に代表される知識システムの性能は、システムの持つ知識ベースの質と量とに大きく依存している。良質な知識ベースを構築するためには、専門家の持つタスク構造と知識構造 (合わせて専門家モデル) を専門家から獲得する必要があるが、専門家自身が知識を体系化していないこと、専門知識が時間とともに変化すること、システム開発者が対象領域に精通していないため、専門家の話を完全に理解できないことなどから、専門家モデルを獲得する作業は非常に困難であり、多大な時間と開発労力を要するのが現状である。これは一般的に、知識獲得ボトルネックと認識されている。

この知識獲得ボトルネックを解消するためのアプローチとして、知識工学の分野において、タスクを、機能レベル、または効率レベルで、前回よりもうまく解決できるようにするシステム内の変化を実現する、機械学習と、専門家とインタラクションをとりながら、専門家が持つ専門家モデルの同定を支援することを目的とした、知識獲得支援システムが考えられてきた。機械学習としては、複数の例から、主に構文的な類似性に注目して一般規則を見出し、未知の問題に適用することを試みる帰納的学習や、学習者に与えられた情報から演繹的に推論を行い、役立つ結果を記憶する、演繹的学習、種となる知識をさまざまに組み合わせることによって、新たな知識を生成し、与えられた興味深さの評価基準のもとにある程度以上の評価を得た新しい知識を提示する、発見的学習などがある。一方、知識獲得支援としては、推論過程で用いられる仮説や条件の形式的な関係を分析し、不足していたり矛盾している可能性のある仮説や条件を獲得する、言わば表層的な論理関係にもとづきインタビューに重点を置いた知識獲得支援や、あらかじめ (準) 汎用的な問題解決方法に関する知識 (モデル) をシステムが持ち、それに基づき対象問題を分析し、質問を生成することを目標とした、モデリングを重視した知識獲得支援があげられる。また、このモデルとして、近年研究が盛んになりつつある、知識の共有と再利用の核になると考えられているオントロジーを、利用することも考えられている。オントロジーとは、「知識システムを

構築する際に用いる基本概念(語彙)の体系」である。したがって、オントロジーにはシステム設計者の視点や利用目的、利用環境などが反映されていると考えられる。それらは、一般に、ESに与えられる知識において暗黙的な仮定として前提されているものであり、このような前提を解きほぐし、知識を明示的なものにするのは、知識のモデル化に対して非常に有用である。その点から、オントロジーを、このようなESに与えられた知識をモデル化するための視点を提示しているものとみなし、これを用いることによって、知識獲得の効率化が図れると考えられる。さらに、立場の違いから従来の研究では接点がなかった機械学習を、知識獲得のドライバとして利用する、両者の統合に基づく知識獲得支援システムの研究が試みられるようになってきている。両者の統合は、知識獲得支援からみれば、機械学習によって生成された知識は、一般的に不完全なものであるが、専門家に対しそれらを提示することにより、不足している知識や、それまでに与えた知識の誤りに比較的容易に気付くことができ、検出が困難であった知識洗練の糸口の発見を行える効果が期待される。また、機械学習からみれば、形式的な分析に基づく質問やモデルを用いた問題分析だけでは発見できなかった部分を知識獲得によって得ることができるという効果が期待される。

ここでシステムの基礎となる知識表現について考えた場合、システムの性能を左右する重要な要因であると認識されているが、その決定を、システム開発者に一任している。しかし、あらかじめ定義された問題記述が存在しない場合が多いことや、専門家が知識を体系化していないこと、明確な決定方法や評価基準はないことなどから、事前に最適な知識表現を決定することは困難である。さらに、専門知識が時間とともに変化すること、拠りどころとなる知識源が更新された場合は、そこから導きだされる知識も、データの変化に追随しつつも、ある程度の概念の連続性を保ちながら、次第に洗練されていくことが求められることも多い。しかし、知識システムは、所与の知識表現は実行中に変更できない。また、それにより、システムの性能が知識表現に規定され、自律的な性能改善に限界がある。そのため、知識の収集や整理、システムの実行が進むにつれ、知識表現を対話的、あるいは自動的に変更していく機能の重要性が指摘されるようになってきている。知識獲得支援において、実行の結果、知識表現が一部更新されるシステムもあるが、その更新の範囲は、初期に与えられた知識表現の範囲内で固定されており、基本的に、知識表現変更支援を目的としたシステムは、ほとんど存在しない。それらのことから、近年、システム開発者に依存する部分が大きかった知識表現に対し、その構成と変更の自動化に関する研究が盛んになりつつある。

本論文では、以上のような背景のもと、知識表現変更支援システムの構成に関する研究について述べた。具体的な題材として、事例に基づく推論(CBR)における事例構造と、知識ベースを構成するプリミティブである領域オントロジーを取りあげ、適用実験を通してその有用性を評価した。ただし、本論文で行った知識表現変更支援は、

支援の対象を知識表現形式自体ではなく、その表現形式の記述子に限定している。これは知識表現変更支援からみれば一部にすぎないが、これによって得られる新規記述子や不要な記述子の指摘は、知識獲得において重要な概念を表しているにとらえることができ、有意義なものであると考えられる。また、今後の研究の第一段階としては有用であるにとらえている。

本論文では、第2章において、代表的な知識表現をいくつか紹介し、知識獲得支援に関する研究動向について実際のシステムをあげながら述べた。

第3章では、知識と比較すれば獲得が容易である過去の事例を直接利用して解を導く枠組みである、CBRにおける事例構造を、理論名辞生成機能を持つモデル推論(CIGOL)を用いて変更支援するシステムについて述べた。本研究において、事例構造を構築する際に、特に獲得が困難なスロット(索引)は、一般的な概念を記述するスロットではなく、詳細な概念を記述するスロットであると考えている。モデル推論における理論名辞生成オペレータである、intra-constructionは、既存概念の下位概念の切り出し、概念の詳細化を行うことから、事例構造に適用することによって、有用な下位概念の獲得(概念の詳細化)を行え、事例構造を洗練できる可能性があると考えられる。その点から本統合は有効に働くと考えている。

本システムは、事例の特徴を表現しているスロットを、事例の注目すべき記述子とみなすことにより、CBRとモデル推論の統合を図る。CBRは与えられた問題事例に対し、問題解決を行いながら類似事例集合を生成し、入力節集合としてモデル推論に与える。モデル推論は入力節集合に対して、一般化(変数化、条件削除)、新規述語、新規節の生成を行うことによって、削除された述語を削除すべきスロット、新規述語を新規スロットと提示することによって、事例構造の更新をユーザに促す。

基本設計に基づいてシステムをSICStus-Prologにより実装し、民法の意思表示に関する事例構造を変更支援する実験に適用した。本実験において、モデル推論によって、「仮装外観」と「仮装外観に対する相手方の行為」の二つの新規スロットを獲得し、その情報に基づいてCBRの事例構造を更新した結果、検索効率の向上が図れた。そのことから、事例構造を改善することに成功したと評価できる。

また、本システムは、モデル推論に対しては、入力節集合の自動生成を行う機能を提案しているとみなせる。今回の実験によって、「承諾の下位の限界線を単なる放置とする」という学説に相当するルールを含む、4つの有用な法律解釈ルールを導くことに成功したことから、適切な入力節集合を与えることができたと考えられ、本システムは、モデル推論に対しても有効であると評価できる。

第4章では、近年整えられつつある、すでに開発済みであり利用可能な大規模知識ベースを汎用オントロジーとして利用する領域オントロジー構築支援システムについて述べた。汎用的(常識的)な概念で構成されている大規模知識ベースは、ある領域で

の利用には適していないが、知識源としての利用価値は十分にあると考えられる。本研究では、大規模知識ベースを汎用オントロジーとみなし、領域オントロジーと照合し、類似概念をとりだし、それをユーザに提示することにより、領域オントロジーの更新を促す。領域オントロジー開発の初期段階では、必要な概念定義や階層などは整理されていないことが予想されるため、このような情報をユーザに提示することは有用であるにとらえている。また、本支援機構は、領域が汎用的な世界に近いほど、類似概念が多くあると考えられ、法律分野や、ビジネスモデリングなどの分野で、有用に働くと考えている。

本システムは、最初に領域オントロジーの構成要素である概念に対し、もっとも類似している汎用オントロジー中の概念を同定することを試みる。同定された概念に対し、位数、深さ、概念間の関係と概念記述の観点から比較評価し、有意な差異を提示することにより、ユーザに領域オントロジーの更新を促す。

基本設計に基づいてシステムを、C言語、Perl及びSICStus-Prologを用いて実装し、(株)日本電子化辞書研究所で開発されたEDR電子化辞書のうち、概念辞書と単語辞書を汎用オントロジーとしてみなし、領域オントロジーとして、国際売買法とそれに関連する日本国民法の法的概念から構成される法的オントロジーの表現形式を変換支援する実験に適用した。その結果、法的オントロジーと汎用オントロジーとの間でリンクを張ることができた概念は、約3割であったが、位数の差異に基づく示唆より、「関係」の下位概念として、「相互関係」と「位置関係」を、「場所」の下位概念として、「領域」と「範囲」を、「時間」の下位概念として、「時点」と「期間」をそれぞれ追加した。また、概念間の差異に基づく示唆から、「関係」の下位概念であった「立場」を「対人関係」に変更、「回答」と「発信」を兄弟関係から親子関係へと変更した。さらに、概念記述の差異に基づく示唆より、「回答」に対しては新規概念記述構成要素を付加し、「場所」に関しては、概念記述構成要素の一部を変更した。これらの変更によって、法的オントロジーの表現形式を改善することに成功した。

これまで開発されてきた知識獲得支援システムでは、知識表現は重要な課題ととらえられていたが、その決定はシステム開発者に一任し、多くの場合、与えられた知識表現を実行中に変更する機能を有せず、システムの性能は知識表現に規定され、自律的な性能改善にも限界があった。これに対し、本研究は、事前に最適なものを決定することが困難なことから、悪構造を含んでいると考えられる知識表現に対し、何らかの方法で更新することにより、システムの持つ知識をより精練された知識にすることを目的とした機能の構成方法について検討した。これは、広義の知識獲得における知識変換に相当する部分の支援を行っており、システム開発者任せであった知識表現決定の支援を目的とした事に新規性があると考えられる。また、知識表現の変更によって得られる記述子は、従来の知識獲得支援においても重要な概念であり、従来の知識獲

得支援としても意義があるにとらえている。本研究において開発したシステムを、具体的な問題に適用し、有用な結果を得たことから、これらシステムの枠組みは、有用なものであると評価できる。今回、知識表現の変更支援の対象としては記述子のみを対象としており、知識表現全体から見れば、その対象領域は狭いと言える。しかし、知識表現変更支援の研究全体からとらえれば、研究が始まった段階でもあることから、第一段階としては意義があるにとらえている。

また、個々のシステムに関しては、CBRとモデル推論の結合は、それらを統合する点が新しく評価できる点であり、CBRの研究動向の一つである、他のパラダイムとCBRの有用的な融合としても評価できる、汎用オントロジーを利用した領域オントロジーの構築支援は、今までの研究においては、再利用の価値が低いと考えられていた、汎用オントロジーの有用な再利用の可能性を示した点で評価できる。

今後の課題としては、以下の点があげられる。現在まで開発してきたシステムは、個々の知識表現の変更支援を行うものであり、知識表現形式自体は固定されており、その範囲での記述子の更新を行っているに過ぎない。これは、知識表現変更支援から見れば、対象の一部を行っていることにすぎないことから、知識表現形式個々の変更支援をするのではなく、知識表現形式自体の変更支援も考慮した、統一的な知識表現変更支援システムの枠組みを設計構築することが必要である。さらにCBRとモデル推論の統合に基づくシステムに対する課題としては、CBRに関して、より多くの事例構造更新情報を獲得するための統合方法の改良、モデル推論に関して、探索空間の効果的な刈り込みのための制限戦略の適用、及び上位概念の獲得の導入を行い、実問題への適用実験を通して、その有用性を確認することがあげられる。一方、領域オントロジーの表現形式の変更支援システムに対する課題としては、照合方法の改善、帰納的学習技法にもとづいた動的解析の導入を図り、さらに、法律専門家に実際に使ってもらい、そこで得られるコメントを参考に、本支援環境を向上させることがあげられる。

謝辞

本研究の機会を与えられ、また、研究の全過程を通じて、常に暖かい御指導を賜り、御鞭撻をいただいた、静岡大学大学院電子科学研究科(静岡大学情報学部情報科学科)山口高平 助教授に心から感謝の意を表します。

さらに、本論文を書くにあたり、多くの助言をいただいた、静岡大学大学院電子科学研究科(静岡大学情報学部情報科学科)鈴木淳之 教授、阿部圭一 教授、関本彰次 教授、伊東幸宏 助教授に感謝いたします。

また、本稿の内容は、一部、文部省科学研究費補助金重点領域研究「法律エキスパートシステムの開発研究(代表：明治学院大学、吉野一教授)」(課題番号 05208102)の補助を受けました。記してここに謝意を表します。

また、CBR の設計・実装について、ご議論ご協力頂いた本学卒業生(現(株)神戸製鋼所)足立傑氏、本学卒業生(現(株)NEC 技術情報システム開発)大町健一氏に感謝いたします。

また、領域オントロジー構築支援環境の設計・実装について、ご議論ご協力頂いた、静岡大学大学院工学研究科 多田雅義氏に感謝いたします。

参考文献

- [上野 87] 上野 晴樹, 石塚 満: “知識の表現と利用”, オーム社刊 (1987)
- [加賀山] 加賀山 茂: “錯誤に置ける民法 93 条但書, 96 条 2 項の類推解釈”, 阪大法学第 39 卷第 3, 4 号
- [小林 90] 小林 重信, 寺野 隆雄編: “知識システムハンドブック”, オーム社刊 (1990)
- [小林 92] 小林 重信: “事例ベース推論の現状と展望”, 人工知能学会誌, Vol.7, No.4, pp3-9 (1992)
- [人工知能学会 90] 人工知能学会編: “人工知能ハンドブック”, オーム社刊 (1990)
- [曾野 93] 曾野和明, 山手正史: “国際売買法”, 青林書院 (1993)
- [高梨 90] 高梨公之・監修: “実例民法”, 自由国民社刊 (1990)
- [辻野 95] 辻野 克彦, 西田 正吾: “知識獲得と機械学習の統合”, システム / 制御 / 情報, Vol.39, No.4, pp.159-166 (1995)
- [椿] 椿 寿夫: “民法における類推適用”, 法律時報 62 卷, 第 7 号
- [EDR 93] EDR 電子化辞書使用説明書, 日本電子化辞書研究所 (1993)
- [溝口 94] 溝口 理一郎: “知識の共有と再利用研究の現状と動向”, 人工知能学会誌 Vol.9 No.1 pp3-9 (1994)
- [三好 89] 三好 登: “わかりやすい民法判例入門”, 住宅新報社刊 (1989)
- [吉田] 吉田 真澄: “民法 94 条 2 項の類推適用とその限界について”, ジュリスト
- [Ashley 88] K.D.Ashley and E.L.Rissland: “A Case-Based Approach to Modeling Legal Expertise”, IEEE Expert, pp. 70-77 (1988)
- [Ashley 89] K.D.Ashley: “Toward a Computational Theory of Arguing with Precedents: According Multiple Interpretations of Cases”, Proc. of the 2nd Inter. Conf. on AI and Law, pp.93-102 (1989)

- [Davis 82] R.Davis and D.B.Lenat : “*Knowledge-Based Expert Systems in Artificial Intelligence*”, McGraw-Hill (1982)
- [Guha 90] R.V.Guha and D.B.Lenat : “*Cyc : A Midterm Report*”, AI Magazine, Vol.11, No.3, pp.32-59 (1990)
- [Kahn 85] G.Kahn, S.Nowlan, and J.McDermott : “*MORE : An Intelligent Knowledge Acquisition Tool*”, Proc. of the IJCAI85, pp.581-584 (1985)
- [Morik 93] K. Morik, S. Wrobel, J-U. Kiets and W. Emde : “*Knowledge Acquisition and Machine Learning*”, Academic Press (1993)
- [Muggleton 88] S.Muggleton and W.Buntine : “*Machine Invention of First-order Predicates by Inverting Resolution*”, Proc. of the Fifth International Conference on Machine Learning, pp.339-352 (1988).
- [Musen 87] M.A. Musen, L.M. Gagan, D.M. Combs and E.H. Shortliffe: “*Use of a Domain Model to Drive an Interactive Knowledge-Editing Tool*”, Int. J. Man-Machine Studies, Vol.26, No.1, pp.105-121 (1987)
- [Plotokin 70a] G.D.Plotokin : “*A note on inductive generalization*”, Machine Intelligence, No.5, pp.153-163 (1970).
- [Plotokin 70b] G.D.Plotokin : “*A further note on inductive generalization*”, Machine Intelligence, No.8, pp.101-124 (1970).
- [Rouverirol 90] C.Rouverirol and J.F.Puget : “*Beyond Inversion of Resolution*”, Workshop on Machine Learning, pp.122-130 (1990)
- [Suwa 84] M.Suwa, A.C.Scott and E.H.Shortliffe : “*Completeness and Consistency in a Rule-Based System*”, in B.G.Buchaman and E.H.Shortliffe (eds) : Rule-based Expert System-The MYCIN Experiments of the Atanford Heuristic Programming Project, pp.159-170 (1984)
- [Heijst 95] Gertjan van Heijst : “*The Role of Ontologies in Knowledge Engineering*”, GIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DAN HAAG(1995)
- [Yamazaki 94] T.Yamazaki and M.Pazzani : “*A Cluster Analysis Approach to Learning a Semantic Hierarchy for Machine Translation*”, Proc. of the ML-COLT'94 Workshop on Constructive Induction and Change of Representation, pp.79-85(1994)

- [Yokoi 93] T.Yokoi : "*Very Large-Scale Knowledge Bases Embodying Intelligence Space*", Proc. of the International Conference on Building and Sharing of Very Large-Scale Knowledge Bases '93,pp.11-20(1993)

論文目録

(A) 論文 (学位論文を構成する論文)

- [1] Takahira Yamaguchi and Masaki Kurematsu : “*A Framework for Knowledge Acquisition through Cooperation between Case-Based Reasoning and Model Inference*”, Proc. of the Second Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, pp.659-665, (1992.9)
- [2] Takahira Yamaguchi and Masaki Kurematsu : “*Legal Knowledge Acquisition Using Case-Based Reasoning and Model Inference*”, Proc. of the Fourth International Conference on Artificial Intelligence and Law, pp.212-217, (1993.6)
- [3] 樽松理樹, 山口高平 : “事例ベース推論とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム”, 静岡大学大学院電子科学研究科研究報告, No 15, pp.109-117, (1994.3)
- [4] Masaki Kurematsu, Masayoshi Tada and Takahira Yamaguchi : “*Constructing a Legal Ontology from a General Ontology*”, Proc. of the Workshop on Application of Logic Programming to Legal Reasoning, International Symposium on Fifth Generation Computer Systems 1994, pp.73-79, (1994.12)
- [5] Masaki Kurematsu, Masayoshi Tada and Takahira Yamaguchi : “*A Legal Ontology Development Environment Using a General Ontology*”, Proc. of the Pacific-Asian Conference on Expert Systems, pp.155-160, (1995.5)
- [6] Masaki Kurematsu, Masayoshi Tada and Takahira Yamaguchi : “*A Legal Ontology Refinement Environment Using a General Ontology*”, Proc. of the Workshop on Basic Ontology Issues in Knowledge Sharing, International Joint Conference on Artificial Intelligence 95, (1995.8)
- [7] 樽松理樹, 山口高平 : “事例に基づく推論とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム (1) ~法律解釈知識の獲得~”, 人工知能学会誌 Vol.11, No.4 掲載予定

- [8] 山口高平, 樽松理樹, 下津直武, 中尾博司, 落水浩一郎 : “事例に基づく推論とモデル推論の統合に基づく知識獲得支援システム (2) ~ソフトウェアプロセス知識の獲得~”, 人工知能学会誌 Vol.11, No.4 掲載予定
- [9] Masaki Kurematsu, Masayoshi Tada and Takahira Yamaguchi : “*Building up a Legal Ontology Using a General Ontology*”, Proc. of the Third World Congress on Expert Systems, pp.909-916, (1996.2)

(B) その他の論文 (投稿中など)

- [1] Takahira Yamaguchi and Masaki Kurematsu : “*Legal Knowledge Acquisition Using Case-Based Reasoning and Model Inference*”, Proc. of LESA, the Sixth International Symposium on Legal Knowledge and Legal Reasoning, pp. 131-138, (1992,10)
- [2] Masaki Kurematsu, Masayoshi Tada and Takahira Yamaguchi : “*A Legal Ontology Refinement Environment Using a General Ontology*”, Journal of Artificial Intelligence and Law (投稿中)
- [3] Masaki Kurematsu, Chiduru Aoki and Takahira Yamaguchi : “*A Legal Ontology Development Environment Using a General Ontology and a Case Ontology*”, The European Conference on Artificial Intelligence 96(投稿中)

(C) 口頭発表

- [1] 樽松理樹, 山口高平 : “CIGOL に基づく知識獲得支援システムの枠組み—法律解釈ルールの生成支援を題材にして—”, 人工知能学会全国大会論文集 (第5回), pp.795-798, (1991.6)
- [2] 樽松理樹, 足立傑, 鈴木淳之, 山口高平 : “事例ベース推論とモデル推論に基づく法律解釈システムの構成”, 電子情報通信学会 (人工知能と知識処理研究会), 信学技報 Vol.91, No.415, pp.23-30, (1992.1)
- [3] 樽松理樹, 山口高平 : “事例ベース推論とモデル推論の協調動作に基づく知識獲得支援システム”, 人工知能学会全国大会 (第6回) 論文集, pp. 797-800, (1992.6)
- [4] 樽松理樹, 山口高平 : “法的推論システムの構成法に関する一考察”, 科学研究費重点領域研究, 法律エキスパートシステムの開発研究, A04 班研究会資料, (1993.9)

- [5] 樽松理樹, 多田雅義, 山口高平 : “法的オントロジーとしての法律専門辞書獲得支援機構の構成法”, 人工知能学会全国大会論文集 (第 8 回), pp.(155)-(158), (1994.6)
- [6] 樽松理樹, 多田雅義, 山口高平 : “汎用オントロジーから領域オントロジーの構成法”, 電子情報通信学会 (人工知能と知識処理研究会), 信学技報 Vol94, No.321, pp.9-16, (1994.7)
- [7] 多田雅義, 樽松理樹, 山口高平 : “汎用オントロジーを利用した領域オントロジー構築支援環境”, 情報処理学会, 第 49 回全国大会要項集第 3 分冊, pp.81-82, (1994.9)
- [8] 樽松理樹, 多田雅義, 山口高平 : “汎用概念辞書を利用した法律専門辞書構築支援環境”, EDR 電子化辞書利用シンポジウム論文集, pp.71-80, (1995.7)
- [9] 樽松理樹, 山口高平 : “汎用オントロジーと Sort Taxonomy を利用した法的オントロジーの構築支援環境”, 科学研究費重点領域研究, 法律エキスパートシステムの開発研究, A04 班研究会資料, (1995.12)

付録 A

CIGOL

本章では、3章で述べた事例に基づく推論とモデル推論の統合に基づくシステムにおいて、モデル推論部の基礎となった CIGOL について説明し、さらに、考察において触れた、absorption に制限戦略を付加したオペレータとして見ることができる IRES で用いられている saturation について説明する。

A.1 CIGOL の基本設計

CIGOL は与えられた入力節集合をコンパクトにすることで新しい概念を取り出すことを目的としており、truncation, absorption(V-operator), intra-construction(W-operator) の3つのオペレータから構成されている。ここでは absorption, intra-construction, truncation, CIGOL のシステム全体の順番で説明する。これらのオペレータは形式的には簡単な操作であるが、3つの中では absorption が一番面倒である。また、truncation, absorption は過度の一般化を行う場合がある。したがって、ユーザに確認を求めるステップが必要である。しかし intra-construction は確認のステップは不要である。

A.2 absorption

absorption は一つの親節と子節とが分かっている場合、逆導出を用いてもう一方の親節を求める操作を行うものである。これによって情報の前程度が上がることとなる。また後述するが、逆導出は一意ではない。さらに過度の一般化を行う場合があるため、ユーザに確認を求める必要がある。

absorption について説明する前に、逆導出を求めるために用いられる、逆代入について述べる。

逆代入 項, またはリテラル L があり, 代入 θ がある時, それらには $L\theta\theta^{-1}=L$ となる

唯一の逆代入 θ^{-1} が存在する. 代入 θ が L の変数へ項を割り当てるのに対し, 逆代入 θ^{-1} は L の変数に, $L\theta$ の項を割り当てる. すなわち, θ^{-1} は θ に対してでなく, L と θ のペアに対して一意に決まる. 例えば, 代入 θ が,

$$\theta = \{v_1 / t_1, \dots, v_n / t_n\}$$

ならば, 対応する逆代入 θ^{-1} は

$$\theta^{-1} = \{(t_1, \{p_{1,1}, \dots, p_{1,m_1}\}) / v_1, \dots, (t_n, \{p_{n,1}, \dots, p_{n,m_n}\}) / v_n\}$$

と示す. ここで p_{i,m_j} は変数 v_i の L における位置である. 逆代入は, L の中の場所 $\{p_{i,1}, \dots, p_{i,m_i}\}$ にあるすべての t_i を v_i で置き直したものである.

項ヤリテラルにおける場所は次の通りに再帰的に示される.

$f(t_1, \dots, t_n)$ に置ける場所 $\langle a_i \rangle$ の項は t_{a_i} となる.

$f(t_1, \dots, t_n)$ における $\langle a_1, \dots, a_m \rangle$ の場所にある項は, t_{a_1} における $\langle a_2, \dots, a_m \rangle$ の場所にある項である.

例 (逆代入の実例)

$$L = \text{likes}(A, \text{brother}(A)), \quad \theta = \{A / \text{john}\}$$

が, 与えられたとする. この場合,

$$L\theta = \text{likes}(\text{john}, \text{brother}(\text{john}))$$

となり, 逆代入 θ^{-1} は

$$\theta^{-1} = \{(\text{john}, \{\langle 1 \rangle, \langle 2, 1 \rangle\}) / A\}$$

ここで, $\{\langle 1 \rangle, \langle 2, 1 \rangle\}$ は変数 A の L の中の場所となる. また,

$$L\theta\theta^{-1} = \text{likes}(A, \text{brother}(A)) = L$$

となる.

逆導出とは, 通常導出の逆操作を行うことである. 今, 図 A.1 において逆操作を考える. ここで, $C = C_1 \cdot C_2$ に対応して $C_2 = C / C_1, C_1 = C / C_2$ の様に表す.

命題論理のとき, これらの逆操作は一意に決定できるが, 一階述語論理では一意ではなくなる. ただし,

$$C = C_1 \cdot C_2 = (C_1 - \{L_1\})\theta_1 \cup (C_2 - \{L_2\})\theta_2$$

という制約があるので, $(C_1 - \{L_1\})\theta_1, (C_2 - \{L_2\})\theta_2$ が共通のリテラルを含まないという仮定 (分離可能性仮定) をおくと, C_2 は次式のようになる.

$$C_2 = (C - (C_1 - \{L_1\})\theta_1)\theta_2^{-1} \cup \{L_2\} \dots (a)$$

また, $\overline{L_1}\theta_1 = L_2\theta_2$ から

$$L_2 = \overline{L_1}\theta_1\theta_2^{-1} \dots (b)$$

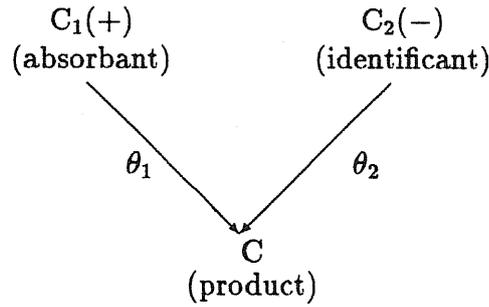


図 A.1: 導出法

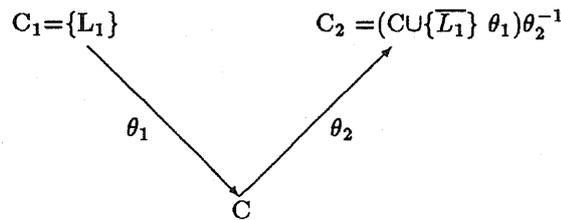


図 A.2: absorption(逆導出)

よって (a) に (b) を代入すれば

$$C_2 = ((C - (C_1 - \{L_1\})\theta_1) \cup \{L_1\}\theta_1)\theta_2^{-1}$$

この式はもちろん一意に決まらず、 L_1 , θ_1 , θ_2^{-1} の選び方に任意性がある。

ただし、 C_1 がもともと単一節なら

$$C_2 = (CU\{\overline{L_1}\}\theta_1)\theta_2^{-1}$$

となって、残るあいまいさは θ_1, θ_2 の選び方だけとなる。つまり導出形 C に導出法で失ったリテラル L_1 を追加し、 θ_1, θ_2^{-1} によって定数と変数を復元する (図 A.2)。

以上をまとめると、図 A.3 のようなアルゴリズムとなる。

例 (absorption の実例)

入力 $C = (A < s(s(A)))$, $C_1 = (B < s(B))$

よって、

$$(CU\{\overline{L_1}\}) = ((A < s(s(A))) :- (B < s(B)))$$

これより

$$TP = \{(A, <1,1>), (A, <1,2,1,1>), (s(A), <1,2,1>), (s(s(A)), <1,2>), (B, <2,1>), (B, <2,2,1>), (s(B), <2,2>)\}$$

非決定性であるので、ここでは

$$TP' = \{(s(s(A)), <1,2>), (s(B), <2,2>)\}$$

と決定する。これより TP' の分割 Π を求める。

図 A.3: absorption のアルゴリズム

入力：節 $C, C_1 = \{L_1\}$
$TP = \{(t, p) t \text{ は } (CU\{\overline{L_1}\}) \text{ の } p \text{ の位置にある項}\}$ TP' を TP の部分集合とする。 次のようにして TP の分割 Π を作る s が r を包摂するような関係にある 2 つの項を使って次のようなブロック B (もともと同一変数であったと推定される項) に Π を分割する。 $B = \{(r, p_1), \dots, (r, p_n)\} \cup \{(s, q_1), \dots, (s, q_m)\}$ ここで $(r, p_i) \in C$ $\{1 \leq i \leq n\}$, $(s, q_j) \in \{\overline{L_1}\}$ $\{1 \leq j \leq m\}$ 以上のようなすべてのブロック B に対して, その間の代入 $\theta_1 = U(s - \theta r)$ を求める。 $\theta_2^{-1} = \{(r, \{p_1, \dots, p_n, q_1, \dots, q_m\}) / V \text{すべてのブロック } B \text{ に対して}\}$ ここではすべての V は $(CU\{\overline{L_1}\})$ に含まれない相異なる変数
出力： $C_2 = (CU\{\overline{L_1}\}\theta_1)\theta_2^{-1}$

$$\Pi = \{(s(s(A)), \langle 1, 2 \rangle), (s(B), \langle 2, 2 \rangle)\}$$

となるこれより

$$\theta_1 = \{B/s(A)\}$$

$$\theta_2^{-1} = \{(s(s(A)), \{\langle 1, 2 \rangle, \langle 2, 2 \rangle\}) / D\}$$

よって

$$C_2 = ((A < D) :- (s(A) < D))$$

これは導出関係 $C = C_1 \cdot C_2$ をみたす。その過程を次に示す。

$$C_1 = (B < s(B)), C_2 = ((A < D) :- (s(A) < D))$$

ここで代入 $\{B/s(A), D/s(s(A))\}$ を C_1, C_2 に代入すれば

$$C_1 = (s(A) < s(s(A))),$$

$$C_2 = ((A < s(s(A))) :- (s(A) < s(s(A))))$$

よって C_1, C_2 に導出則をあてはめれば

$$C = (A < s(s(A)))$$

A.3 intra-construction

図 A.4 のような場合, 節集合 $\{B_1, B_2\}$ を保持することは, 一つの節 A と unit clause の集合 $\{C_1, C_2\}$ を保持するのと同様である。このような場合に, 節集合 $\{B_1, B_2\}$ を節集合 $\{A, C_1, C_2\}$ に変更する操作を行う intra-construction について考える。intra-construction について説明する前に, そこで使われる θ -difference について説明する。

θ -difference これは導出形と片親節からその間の代入を求める操作である。共通変数を含まない二つの項、またはリテラル L_1, L_2 が与えられ、 $L_1\theta=L_2$ かつ、 $\text{domain}(\theta)\subseteq\text{vars}(L_1)$ が成り立つ時、その二つの項の間の代入 θ を θ -difference と呼び、 $\theta=L_1 - \theta L_2$ で示す。ここで、 $\text{domain}(\theta)$ は、代入 $\theta=\{v_1/t_1, \dots, v_n/t_n\}$ における $\{v_1, \dots, v_n\}$ を示し、 $\text{vars}(L_1)$ は、 L_1 の中に出現する変数の集合を示す。

二項間の θ -difference は次のように示される。

$v_1 - \theta t_2 = \{v_1/t_2\}$: ここで v_1 は変数

$f(r_1, \dots, r_n) - \theta f(s_1, \dots, s_n) = \cup \{r_i - \theta s_i \mid 1 \leq i \leq n\}$

f は n についての述語または関数。

$t_1 - \theta t_2$ が定義されるとき、 t_1 は t_2 を包摂するという。

例 (θ -difference の実例)

$t_1 = \text{plus}(A, B)$ が $t_2 = \text{plus}(3, 4)$ を包摂しているとする。この場合、

$t_1 - \theta t_2 = \{A/3, B/4\}$

になる。

いま、 B が n 個の場合に一般化して考える。

導出と単一化により

$B_i = (A - \{L\})\theta_{A,i} \cup (C_i - \{L_i\})\theta_{C,i}$:

$\bar{L}\theta_{A,i} = L_i\theta_{C,i}$

という制約式が得られる。

やはり C_i がすべて単一節である ($C_i = \{L_i\}$) と仮定すると、

$B_i = (A - \{L\})\theta_{A,i}$

これから、 B_i を一般化して、 $B = (A - \{L\})$ とおくと、代入 $\theta_{A,i} = B - \theta B_i$ が得られる。

ただし、ここで B を B_i の一般化としてしまったので、 $\theta_{C,i}$ は空になる。

L が新しく導入されるはずの述語であって、 B に L を加えれば A が推定される。

L を構成するときには、無駄な変数を持ち込まないように気を付けねばならない。

以上によって、 $C_i = L\theta_{A,i}$ となる。 A を求めると、

$A = B_i\theta_{A,i}^{-1} \cup \{L\} = B \cup \{L\}$ となる。

以上をまとめると図 A.5 のようなアルゴリズムになる。

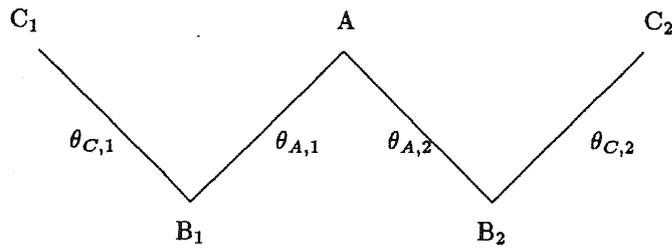


図 A.4: intra-construction

図 A.5: intra-construction のアルゴリズム

入力	$BB = \{B_1, \dots, B_n\}$ B を BB の一般化とし, $\theta_{A,i} = B - \theta B_i$ とおく. 新しい述語 p によって $\bar{L} = p(v_1, \dots, v_m)$ を構成する.
出力	$A = B \cup \{L\}, C_i = \{\bar{L}\} \theta_{A,i}$ A : すべての節 B_i の共通一般化をするような節 L : 新しい述語 C_i : A により成立する単一節

例 (intra-construction の実例)

入力

$$BB = \{B_1, B_2\}$$

$$B_1 = (\min(D, [s(D)|E]) :- \min(D, E))$$

$$B_2 = (\min(F, [s(s(F))|G]) :- \min(F, G))$$

BB の一般化として次のようなものを考える.

$$B = (\min(H, [I|J]) :- \min(H, J))$$

これより

$$\theta_{A,1} = \{H/D, I/s(D), J/E\}$$

$$\theta_{A,2} = \{H/F, I/s(s(F)), J/G\}$$

ここで J は H と I と関係がない (共通する変数を含まない) 事から

$$\bar{L} = p(H, I)$$

$$A = (\min(H, [I|J]) :- \min(H, J), p(H, I))$$

$$C_1 = (p(D, s(D)))$$

$$C_2 = (p(F, s(s(F))))$$

となる.

この intra-construction では新規の述語が導入され、その命名はユーザに依存する。また、このオペレータで大切なことは、上記の条件を満たす新規の述語ができると、操作の結果として導かれる節は論理的に変化していないで、ユーザが確認する必要はないことである。

A.4 truncation

truncation の操作は、単一節どうしの最少汎化を実現したオペレータであり、導出形が空の場合の intra-construction の特別な操作ともいえる。典型的な例として、 $p(t_1), p(t_2), \dots, p(t_n)$ という unit clause に対して $p(X)$ という一般化された clause を作る。ここでは、項 t_1, t_2, \dots, t_n を変数 X に置換している。

truncation もまた absorption と同様に、過度の一般化を行う可能性があるため、ユーザが確認する必要がある。

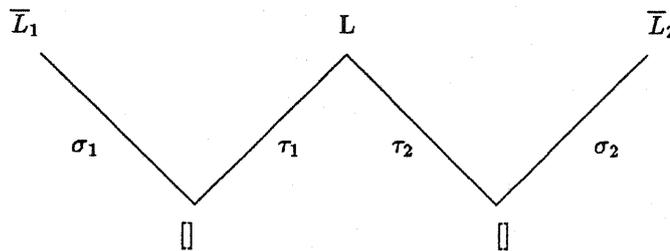


図 A.6: truncation

A.5 CIGOL

CIGOL のアルゴリズムは図 A.7 の通りである。

truncation は新しい単一節のみに適用される。この新しい単一節 E に対して truncation は定理 T に含まれる単一節の部分集合 T' に E を加えた $T' \cup \{E\}$ の最少汎化を求めて E' とする。

このとき $(T - T') \cup \{E'\}$ のサイズが最小になるような T' を best_first_search を使って見つける。

ここで 'size' の定義は次の通りである。

- 節集合のサイズ $\{C_1, \dots, C_n\} = \Sigma(\text{節 } C_i \text{ のサイズ}) \quad \{1 \leq i \leq n\}$
- 節のサイズ $\{L_1, \dots, L_n\} = \Sigma(\text{リテラル } L_i \text{ のサイズ}) \quad \{1 \leq i \leq n\}$

図 A.7: CIGOL のアルゴリズム

```

初期化 定理 T := {}; 負の例 N := {};
以下の手続きを無限に繰り返す。
インデックス I := term-indexing(T);
例節 E を読み込む
E' := best-agreed-truncation(E, T, N, I)
      inverse-prove({E'}, T, N, I)
      reduce-clause(T, N, I)

```

- リテラル, 項のサイズ $\{f(t_1, \dots, t_n)\} = 2 + \sum(\text{項 } t_i \text{ のサイズ}) \quad \{1 \leq i \leq n\}$
- 定数のサイズ: $C=2$
- 変数のサイズ: $V=1$

best-agreed-truncation における探索は, local minima で停止する. そこで CIGOL は T と N を用いて E' が真か偽かを示せるかどうかをテストする. これも Buntine の冗長度算法を用いた深さの制限された定理証明に基づいている. E' が真か偽か示せないときは, 人間に尋ねる.

人間がリジェクトしたとき, E' を N に加えて探索を再開する. リジェクトしなければ, $(T - T') \cup E'$ を新しい T とし, インデックス I を更新して, best-agreed-truncation によって E' をかえす.

inverse-prove では効率的に intra-construction, absorption の各オペレータを呼びだし, 証明できる First-Order Horn Clause Theory を構成する.

reduce-clause では Buntine のアルゴリズムを用いて冗長な clause を消去する.

A.6 saturation

このオペレータは, absorption を改良したものであり, 探索空間を刈り込むために制限戦略を付加したものとみなせる. saturation は次の操作を行う.

節 C_1 , C_2 があるとき, 節 C_1 のボディ部のリテラルが, C_2 のボディ部のリテラルを含む (節 C_2 のボディ部のリテラルが, 節 C_1 のボディ部のリテラルの部分集合である) とき, 以下のように節 C_1 を変形する.

節 C_1 のボディ部のリテラルのうち, 節 C_2 のボディ部と一致している部分を, 節 C_2 のヘッド部で置換し, 置換されたリテラルをブラケットで囲み, 節 C_1 に付加する. これを新しい節 C_1 とする. ここで, ブラケット内のリテラルを残すか削除するかはユーザが決定する.

例 (saturation の実例)

今、定理として次の節が与えられているとする。

節 1. $A:-B,C,E$.

節 2. $B:-C,D$.

入力節として

節 3. $F:-C,D,E$.

を与える。その場合、saturation によって、節 3 と節 2 から節 4 が求まる。

節 4. $F:-B,E,[C,D]$.

さらに、節 4 と節 1 から、saturation によって節 5 がもとまる。

節 5. $F:-A,[B,E,C,D]$.

ブラケット内のリテラルは、saturation で使われたリテラルであり、それらを残すか削除するかは、ユーザが選択する。この例の場合、選択によって 16 種の節が生成できる。その一部を以下に示す。

$F:-A,B,C,D,E$.

$F:-A,B,C$.

$F:-A$.

付録 B

民法について

B.1 民法における意思表示

B.1.1 意思表示

一定の法律上の効果を生じる事柄を意欲し、その旨を表示する行為を意思表示といい、これは法律行為の要素をなすものである。人の意思表示のプロセスを追うと、まず、動機(もっと静かなところで広い庭のついた家に住みたい)→効果意思(あの土地を買おう)によって意思決定をし、そして、不動産屋に行き、「あの土地と家を買いたい」(表示行為)というものである。

通常は、意思と表示は一致しているが、それが食い違う場合が生じる(鯉 10 匹買いたいとの意思決定にもとづき、狸 110 匹と書いたなど)。また、意思の形成段階に、相手方により詐欺、強迫を受け、意思を決定したという場合も生じる。前者を意思の欠缺、後者を瑕疵ある意思表示と呼んでいる。

ところで、我々の社会生活では、意思は内心のものであり、表示されて初めて相手方ならびに一般人はこれを信用する。その事から、内心を中心にこの意思表示の問題を考えるべきか、表示を中心に考えるべきかの、困難な問題が生じる。民法は原則として「意思」を中心に考え、取り引きの安全をはかる見地より、「表示」に中心をおいた規定をおくことで、その調和をはかっている。

B.1.2 意思と表示の不一致

民法では意思と表示が一致しない場合として、心裡留保、虚偽表示、錯誤、詐欺、強迫を挙げている。それぞれについて説明をする。

心裡留保は、売る意思もないのに売ろうと意思表示したような場合で、内心の意思と表示との不一致を、表意者自ら知っている場合である。このような場合には、表意者を保護する必要性はないから、その行為の効果に影響しないのを原則とする。しか

し、相手方が、表意者の内心の意思が伴わない表示であると知っていたか、普通の注意をすれば知ることができた場合には、そのような相手方を保護する必要はなく、その意思表示通りの効果を与える必要はないから、無効となる。なお、当事者の真意に基づくことが絶対に必要な行為(婚姻等)への適用は制限される。

虚偽表示は、相手方と通じてなす真意でない意思表示である。虚偽表示は当事者間においては何らの効果も生じない(無効)。しかし、第3者が、この仮装の行為を真実のものと誤診した場合、このものの立場を保護する必要がある。そこで、この無効という効果を当該行為が虚偽表示であることを知らない第3者に対しては主張できないとする。(94条2項)。この点、今日、判例において、拡大・類推適用がなされている。意思表示の規定は、身分行為にも適用されるが、94条2項の規定は、身分行為の本質から見て、その適用は疑問である。

錯誤は、内心と表示に食い違いがあるが、前2項と異なり、その不一致を表意者が知らない場合である。錯誤は、一般に、(a)表示の錯誤(一万円というつもりで10万円と言った)、(b)内容の錯誤(1ドルと1ポンドを同価値と見た)、(c)動機の錯誤(旅行するつもりで、その費用捻出のために、宝石を売ったが、旅行が取り止めになった)等に分けられる。問題となるのは(c)である。判断は、動機が表示され、相手方がこれを知っているときは、その範囲内において、意思表示の錯誤となり、その要素性が判断される。これは、動機が、内心の意思の前段階であり、まだ意思表示の内容ではないとの考え方からくる。錯誤の効果は無効であるが、「無効」となるには、その錯誤が、法律行為の要素にある場合である。

詐欺、強迫は意思と表示に食い違いはないが、意思決定に他人の干渉がなされたという点が問題になる。両者の差は、その効果(取り消し)を、善意の第3者に主張できるか否かにある。強迫の場合は、より強く表意者を保護する必要があることから、善意の第3者にも主張しうる(→96条3項)。なお、例えば、ピストルを突き付けられて契約をしたような場合には、自由な意思がまったく無いことから、初めから無効となる。

B.1.3 意思表示に関する民法条文

以下に、以上のことについての規定した民法の条文を示す。なお条文については平易に表現している。

● 93条 心裡留保 一人でする嘘の意思表示

条文

意思表示は、表意者が、それが真実でないことを知りながらしたために、その効

力を妨げられることはない。ただし、相手方が表意者の真意を知り、または知りうるべきであったときは、その意思表示を無効とする。

要旨

表示行為に対応する効果意思が欠けている場合、無効となるが、そのことを知りながらした意思表示は、表意者を保護する必要がないことから、原則として、有効とする。しかし、相手方が真意でないことを知っていた、または知ることが可能だった場合(これを法律専門用語で、悪意という)は、無効となる。

● 94条 通謀意思表示 なれあいである嘘の意思表示

条文

相手方と通じてした虚偽の意思表示は無効とする。前項の意思表示の無効は、善意の第3者に対抗することができない。

要旨

当事者双方の真意でない意思表示は、法律効果を認める理由も必要性もないことから、無効とする。しかし、第3者が、この仮装行為を真実のものと誤診し、取り引きに入ったとすると、この者の立場を保護する必要があることから、当該行為の虚偽表示であることを知らない第3者に対しては、無効という効果を主張できないとする。

● 95条 錯誤 思い違いの意思表示

条文

意思表示は、法律行為の要素に錯誤があったときは、無効とする。ただし、意思表示に重大な過失があったときは、表意者が自らその無効を主張することはできない。

要旨

前2条は表意者自身、意思と表示に一致点がないことを知りつつ意思表示をした場合であるが、本条は、その事を知らず意思表示した場合について定める。錯誤の効果は基本的に無効であるが、「無効」となるには、その錯誤が、法律行為の要素にある場合である。

● 96条 詐欺、脅迫による意思表示の取り消し

条文

詐欺、または脅迫による意思表示は、取り消すことができる。

ある人に対する意思表示について、第3者が詐欺を行った場合においては、相手方がその事実を知っていたときに限り、その表示意思を取り消すことができる。

詐欺による意思表示の取り消しは、善意の第3者に対抗することができない。

要旨

表意者の効果意思の形成過程に他人が不法に介入することにより、自由な意思決定がなし得なかった場合の表意者保護の規定である。また、この意思表示を前提として、第3者との間で法律関係が形成された場合の取扱いを定める。

以上のように民法では意思表示について定義がされている。

実際判決を下すうえではこのような条文をそのまま解釈したのでは適当ではないような場合もある。次節ではそのような場合の法律解釈の手段の一つである類推適用について述べる。

B.2 類推適用

B.2.1 類推適用の概論

類推適用は法解釈の一方法として位置付けられている。民法において、この方法は古くから大きな抵抗もなく使われてきている。その事から、解釈者の頭の中には一定の枠付けが用意されていたと考えられる。しかし、実際はどのような状況においてこの方法をとられるのか、正確な基準が定まっていない。だが、幾つかの文献によってその基準の手掛かりが示されている。

例えば団藤重光・法学入門によれば、類推解釈とは、『規定の文章で直接カバーされていない“事柄”について、その問題に“関連のある”規定を持ち出してきて、その類推により同趣旨の解決を与えること』だとされている。また、五十嵐ほか・法学講義は、『条文を重要な点で類似している事案に適用する』という。また、加賀山・阪大法学第39巻第3、4号においては、『ある事件に適用すべき法が欠缺している場合、もしくは、その事件に従来の規定(例えば、民法95条但書)を適用すると結果に妥当性が保証されない場合に、従来ならば適用されていた条文の根拠を説明しうる、より一般的なルール(例えば、悪意の抗弁)を発見し、その一般的なルールに適合しうる別の条文(例えば、民法93条但書)、または、さまざまな条文の趣旨を根拠にして、その一般的なルールを適用したのと同じ結論を導き出す過程である』としている。

次に、辞典の類いを見てみると、『ある“事項”につき直接定めた法規がない場合に、“必須的属性が類同な”(岩波・法律学辞典)あるいは、“もっとも類似した”(全訂法学辞典・民事法学辞典)事項についての法規を適用すること』とある。これらと異なるのは新版法律解釈辞典であって、『甲という“要件”に対して、乙という法律効果の規定があり、甲に“類似した”丙については、明文の規定がない場合において、類推により丙につき乙を生じる』と説明されている。

単なる“関連”あるいは，“類似”と“もっとも類似”とでは，もちろん類推のできる場面の広狭が異なってくる。また，どのような意味の限定があるのかにつき見当のつけにくい“事項”，ないし“事柄”，いわゆる“要件”とでは，類推を認める場面に大小の違いが生ずると考えられる。教科書や辞典では，考えられるいろいろな場合を包摂して簡単に表現しなければならない，そのため，どうしても包括的な，しかし，そのために内容が明確でなくなる用語・文章を従わざるをえないと考えられる。

一方ドイツの文献では，エンネクツェルソンの『民法経典』によれば，『類推は，制定法から抽出すべき原理を，法的に近似した場合へ拡大することであり，法的近似性は，決定の基礎にとって基準となる部分における同一性』をいう。また，類推の一場面である法規類推に関連して，『法規の根本発想を，あらゆる非本質的な要件を除いて』云々とある。ラレンツの『民法総則（第5版）』は類似の事態とっており，さらに類似か否かに関しては，『法的評価にとり基準となる諸観点において一致するか否か』という標準を掲げる。もっとも，『法学方法論』の記述では，制定法のある要件Aと類似の要件Bという表現が使われているが，他方で次のような文章もある。すなわち，『二つの事態が相互に“類似”しているとは，それらが若干の観点では合致し，他の観点では合致しないことを意味する。……それゆえ，それらの要件は，お互いに同一でなければ絶対に非同一でもありえないが，正しく法的評価にとり基準となる観点においては，合致しなければならない』と記されている。さらに，ヒュブナーの『民法総則』を見ると，『既存の規定を他の事態へ推し及ぼす』とか，類推は『決定すべき場合——推及すべき規則により把握されていない——の同種的な利益状態が，規定されている要件と類似性を持つ』という説明がある。

結局，抽象化された定義や説明だけでは正確な内容が理解しがたく，具体的な事例を共通項にして論ずるほかはない。また，類推の法則性を探することはナンセンスであり，ケース・バイ・ケースで一定の結論，ないし内容を帰結できれば足りえるとする意見もある。また，類推適用をめぐる問題点としては，個々の法規でたりる“法規類推”ないし“個別類推”における利用可能性の枠付けに関する問題，多数の個別法規から一般的な原理を引き出す“法類推”ないし“総合類推”における個別規定の範囲の問題や，抽出された一般的なルールの適用にあたり，いかなる要件ないし枠が必要となるかといった問題。また，法規の沈黙が類推による補充を許すとみていいのかという問題がある。さらに，類推解釈は具体的妥当性をもたらす一方で，濫用すれば一般的妥当性を欠く場合が生じるという指摘もある。

今まで示してきたように，類推適用に対する正確な基準は定まっていはいない。ただし，本研究においては，類推適用を，法令に直接記述されていない事象に対して，判例や学説などから導かれる規則を利用して，その事象を法令に当てはめる試みと捉えられている。

B.2.2 判例における類推適用

判例における類推適用の一例として、民法 94 条 2 項における類推適用 [三好 89], [吉田], について紹介する。この類推適用におけるポイントは、通謀虚偽表示に対する取扱いである。

リーディング・ケース・・・最判昭和 29・8・20 民集 8 卷 8 号 1505 頁の場合
(事案) A は、妻 X から金銭の提供を受け、妾 Y に商売をさせるために、B から家屋を購入したが、登記名義は B から Y に経由された。Y は、この家屋を Z に売却し、登記を経由した。X は、この家屋の買受人は自分であると主張して、Z に対し登記の抹消を、Y に対しては登記の移転を請求した。原審では、X が真の買受人であり、Y は X から無償で借り受けていたにすぎないとして、X の主張が認められたため、Y らは 94 条 2 項などを主張して上告。

(判旨) 破棄差し戻し「右の場合、本件家屋の買受人でない Y 名義の所有権移転登記したことが、X の意思にもとづくものならば、実質においては、X が A から一旦所有権移転登記を受けた後、所有権移転の意思がないのにも拘らず、Y と通謀して虚偽仮装の所有権移転登記をした場合と、何等えらぶるところがないわけであるから、民法 94 条 2 項を類推し、X は Y が実体上所有権を所得しなかったことをから第三者に対抗しえないものと解するのを相当とする」

これは、X と Y の間に通謀虚偽表示があったと解釈した。

(解説) 例えば、不動産の真実の所有者 A が、相手方 B と通謀して虚偽の売買契約を仮装し、所有権を移転する意思なくして、登記を B 名義に移転したところ、善意の第三者 C が B の登記を信頼して不動産を譲り受けたと言う場合には、民法 94 条 2 項がそのまま適用され、A は C に対して、A から B への外形上の権利移転が実体を伴わない虚偽の行為であったことを主張することができない。

これに対し、A が実際には D から不動産を買ったが、名義を A に移転することなく直接 D から B に移転し、C がこれを譲り受けたと言う場合には、A・B 間における権利移転の外形が存在するわけではないから、民法 94 条 2 項の要件を充足するとは言えない。C は、ここで A から B への権利移転ではなく、D から B への権利移転を信頼したのである。しかし、この場合と、A がいったん D から自己の名義に移転した上で、これが虚偽表示により B に移転した場合とで、C の保護を異にする実質的な理由は認められないであろう。

このような観点より、ここであげた判決では後者のような事案について民法 94 条 2 項の類推適用を肯定した。これを先例とし、最高裁の一連の判決は、申請権利者が不実の外形作出につき意思的承認を与え、第三者がこの外形を信頼して法律上の利害関係を所得するに至った場合に、第三者は民法 94 条 2 項の類推適用により保護される

との法理を展開した。以下にそれらの判例による民法 94 条 2 項の類推適用が行われる条件を示す。

1. 真実の権利者が仮装外観を作ることに積極的に関与している
2. 真実の権利者が仮装外観を作ることを承諾。
3. 真実の権利者が仮装外観の存在を知りつつ明示に承認。
4. 真実の権利者が仮装外観の存在を知りつつ黙示に承認。
5. 真実の権利者が意図したものと異なる仮装外観が作られた場合。この場合は民法 110 条の法意を組み入れ、善意無過失の第三者には対抗できないとする。

補促)

1. 承認は事前のものであることを要しない。
2. 黙示の承認の限界線の下限は、単なる放置としている。
3. 通謀虚偽の意思表示の撤回があったとしても、その外形を取り除かなければ、その外形を信じ撤回を知らなかった善意の第三者には対抗できない。
4. 実体上の権利関係をそのまま反映できず、実体と異なる登記がされるために問題が生じる場合や、登記と共に、他の公示方法が併用されるようなものについては類推適用がない。

以上のように、民法 94 条 2 項における類推適用は定着している。しかし、その一方で、『民法 94 条 2 項における類推適用は民法 94 条からはなれ、端的に、登記に対する信頼自体の保護へと向かっている』という指摘も存在する。

B.2.3 学説における類推適用

学説における類推適用の一例として、民法 93, 95 条に関する学説における類推適用 [加賀山] について紹介する。

民法 95 条但書と、民法 93 条但書との対比

民法 95 条但書によれば、重大な過失によって錯誤に陥ったものは無効を主張しえないとされている。この条文によれば、錯誤者に重大な過失がある場合には、相手方の善意・悪意に関係なく、錯誤者は常に無効を主張をしえないように思われる。

しかし、民法 93 条但書によれば、心裡留保、すなわち、真意でない意思表示をした表意者が、重大な過失よりもさらに非難されるべき悪意である場合でさえ、相手方の悪意の場合には、その意思表示は無効となるとされている。

民法 95 条と民法 93 条を比較検討してみると、同じ「意思の欠缺」の場合でありながら、民法 95 条但書では、表意者が意思の欠缺を認識していない場合、つまり、表意者を保護すべき程度が高い場合に表意者は、無効を主張しえないとしている。これに対して、民法 93 条但書では、表意者が意思の欠缺を認識している場合、つまり表意者を保護すべき程度があまり高くない場合に、表意者は無効を主張しうるとしている。

したがって、法文の文言解釈によると、錯誤について認識がなく帰責の少ない場合は、表意者が救済されないのに対して、意思と表示の食い違いを認識しており、帰責の大きい心裡留保の場合は、表意者が救済されるという奇妙な結果となる。

この解釈が、バランスをなくしていることは明らかである。そこで妥当な解決をはかるための合理的な解釈が必要となる。

重過失による錯誤と心裡留保の関係

民法 95 条但書は、錯誤者の「重過失」を要件としている。ところで、「重過失」は、取り引き安全の観点からは、「悪意」と同列に論じられることが多い。

例えば、民法 470 条は、指図債権の責務者が「悪意または重大な過失」によって証書の所持人に関する調査をおこたったときは、その弁済は無効とすると規定している。また、民法 698 条は、緊急事務管理に関して、管理者に「悪意または重過失」がない場合は、管理者には損害賠償責任がないと規定している。

この様に、「重大な過失」と「悪意」とを同列に論じうるとすれば、「重大な過失」によって錯誤に陥ったものは、「悪意の」錯誤者と見なすことができる。

ところで「悪意の錯誤」とは何を意味するのであろうか。そもそも、錯誤とは、真意と表示の食い違いを認識していないことをいうのであり、「悪意の錯誤」というのは観念矛盾である。よって、「悪意の錯誤」は結局、意思と表示の食い違いを認識していたのと同列の取扱いをすることができる。すなわち、「心裡留保」と同一に取り扱うことができるのである。

重過失による錯誤と相手方の悪意

重過失による錯誤は、「悪意による錯誤」すなわち、「心裡留保」と同列に考えてよいことが明らかになった。そうだとすると、「重過失による錯誤」において、相手方が悪意の場合には、民法 95 条但書の存在にもかかわらず、あえて民法 93 条但書を

類推して、重大な過失によって錯誤に陥った表意者に無効を主張することを認めるのが妥当な解釈であるということとなる。

この結論が妥当であることは、比較的初期の学説、および、最近の学説、並びに判例によっても認められている。

しかし、そうであるとすれば、民法 95 条但書の規定は、厳密に言えば、不十分な規定であるということになる。したがって、解釈論としては、錯誤に陥ったものに重大な過失があるか、相手方が悪意の場合には、民法 95 条但書でなく、民法 93 条但書の規定を類推適用すべきであると考えらるべきであろう。

ところで、民法 93 条但書を類推する場合に問題となるのは、相手方が悪意でなく、過失によって知らない場合である。民法 93 条但書を類推すると、錯誤に陥った表意者には重大な過失があり、相手方には、単なる過失があるにすぎない場合にも、表意者を保護しなければならないことになってしまう。

しかし、民法 93 条但書の趣旨は、悪意の表意者と、過失のある相手方とを比較し、意思が欠缺している以上、本来、意思表示は無効であるはずが、相手方が善意無過失である場合に限ってその効力を認めることにし、相手方を特別に保護しているのである。したがって、善意・無過失の要件を満たさない相手方の犠牲の下に、悪意の表意者を保護することには相当の合理性があるといえる。

民法の体系上も、意思の欠缺の場合に相手方の無過失を要求していないのは、通謀虚偽表示の場合のみであり、重過失ある錯誤の場合にも、相手方に善意無過失を要求することが認められるべきであろう。

民法 95 条但書改正の提言

このように考えると、解釈論ばかりでなく、市民にとって、民法を分かりやすくする意味からも、民法 95 条但書は、「ただし、重大な過失があるときは表意者自ら無効を主張できない」という現行の規定から、「ただし、表意者に重大な過失がある場合には、民法 93 条但書の規定を準用する」へと、もしくは、さらに分かりやすくするため、「ただし、表意者に重大な過失があり、相手方が、善意で、かつ、過失がないときは、表意者は、自らその無効を主張することができない」と改正すべきであろう。

まとめ

民法 95 条は、法律行為の要素に錯誤がある場合には、意思表示は無効であるとし、ただし、表意者に重大な過失がある場合には、無効を主張しえないと規定している。

しかし、意思欠缺について重大な過失がある表意者といえども、少なくとも、意思

欠缺に関する悪意の表意者と同等の救済が認められるべきである。民法は、悪意の表意者については、相手方が悪意、または、善意であることに過失がある場合に、表意者が無効を主張することを認めている(民法93条但書)。したがって、錯誤に陥った表意者に重大な過失がある場合においても、相手方が悪意、または、有過失の場合には、民法93条但書を類推して、表意者は意思表示の無効を主張しうると解すべきである。

また、このような規定を類推解釈すべきだと思いつくに至ったのは、「取引安全の問題に関しては、悪意者は保護されない」という一般的な法命題の存在である。

付録 C

CBR に蓄えられた判例

本節では、文献 [三好 89][高梨 90] より得た 8 つの判例を記す。

```
i.m_crime_27
  [事実 i.m_事実概要_17]
    [登記 i.m_登記内容_16]
      [登記名 i.m_家屋台帳]
      [物件 i.m_建物]
      [名義人 i.m_訴外]
      [登録者 i.m_原告]
      [権利者 i.m_原告]
      [原告行為 i.m_登録 (原告, 名義 (家屋台帳 (建物)), 訴外)]
      [被告行為 i.m_購入 (被告, 建物, 訴外)]
      [被告行為 i.m_信用 (被告, 家屋台帳 (建物))]
      [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (家屋台帳 (建物)))]
    [訴訟 i.m_訴訟内容_18]
      [原告 i.m_原告]
      [被告 i.m_被告]
      [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
    [裁判 i.m_裁判内容_26]
      [判決 i.m_判決_25]
        [判決名 i.m_原告敗訴]
        [原告 i.m_原告]
        [被告 i.m_被告]
        [要求 i.m_権利 (原告, 建物)]
        [判旨 i.m_判旨内容_24]
          [法的效果 i.m_法的效果_23]
            [法的效果名 i.m_對抗不能 (原告, 建物, 被告)]
            [法的要件 i.m_法的要件_20]
              [法的要件名 i.m_不実 (家屋台帳 (建物))]
              [登記 i.m_登記内容_16]
                [登記名 i.m_家屋台帳]
                [物件 i.m_建物]
                [名義人 i.m_訴外]
                [登録者 i.m_原告]
                [権利者 i.m_原告]
              [法的要件 i.m_法的要件_21]
                [法的要件名 i.m_善意 (被告, 家屋台帳 (建物))]
                [被告行為 i.m_信用 (被告, 家屋台帳 (建物))]
              [法的要件 i.m_法的要件_22]
                [法的要件名 i.m_通謀虚偽 (原告, 家屋台帳 (建物), 訴外)]
                [原告行為 i.m_登録 (原告, 名義 (家屋台帳 (建物)), 訴外)]
                [訴外行為 i.m_承諾 (訴外, 名義 (家屋台帳 (建物)))]
            [適用条文 i.m_94 条 2 項]
```

図 C.1: 判例.1

[判例 1]: 図 C.1

原告は、所有者とする意思はなかったが、当該建物の家屋台帳の名義を訴外の名前で登録しており、訴外もそれを承諾していた。そのことを知らない被告 (第三者) がそ

の建物を訴外より購入した。これに対し、原告が真実の権利者であるとして、該当建物の権利を要求した判例。判決は「民法 94 条第 2 項を類推適用し、原告と訴外との間に通謀虚偽があったとみなし、原告は善意の第三者である被告に対抗できない」と下された。

```

i.m_crime_39
  [事実 i.m_事実概要_29]
    [登記 i.m_登記内容_28]
      [登記名 i.m_所有権移転登記]
      [物件 i.m_建物]
      [名義人 i.m_訴外]
      [登録者 i.m_訴外]
      [権利者 i.m_原告]
      [原告行為 i.m_承認(原告, 名義(所有権移転登記(建物)))]
      [被告行為 i.m_取得(被告, 建物, 訴外)]
      [被告行為 i.m_信用(被告, 所有権移転登記(建物)))]
      [訴外行為 i.m_承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)))]
    [訴訟 i.m_訴訟内容_18]
      [原告 i.m_原告]
      [被告 i.m_被告]
      [要求 i.m_権利(原告, 建物)]
    [裁判 i.m_裁判内容_38]
      [判決 i.m_判決_37]
        [判決名 i.m_原告敗訴]
        [原告 i.m_原告]
        [被告 i.m_被告]
        [要求 i.m_権利(原告, 建物)]
        [判旨 i.m_判旨内容_36]
          [法的效果 i.m_法的效果_35]
            [法的效果名 i.m_対抗不能(原告, 建物, 被告)]
            [法的要件 i.m_法的要件_32]
              [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(建物)))]
              [登記 i.m_登記内容_28]
                [登記名 i.m_所有権移転登記]
                [物件 i.m_建物]
                [名義人 i.m_訴外]
                [登録者 i.m_訴外]
                [権利者 i.m_原告]
              [法的要件 i.m_法的要件_33]
                [法的要件名 i.m_善意(被告, 所有権移転登記(建物)))]
                [被告行為 i.m_信用(被告, 所有権移転登記(建物)))]
              [法的要件 i.m_法的要件_34]
                [法的要件名 i.m_通謀虚偽(原告, 所有権移転登記(建物), 訴外)]
                [原告行為 i.m_承認(原告, 名義(所有権移転登記(建物)))]
                [訴外行為 i.m_承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)))]
            [適用条文 i.m_94 条 2 項]
  
```

図 C.2: 判例.2

[判例 2]: 図 C.2

原告は、所有者とする意思はなかったが、当該建物の所有権移転登記の名義が訴外になっていることを承認しており、訴外もそれを承諾していた。そのことを知らない被告(第三者)がその建物を訴外より取得した。これに対し、原告が真実の権利者であるとして、該当建物の権利を要求した判例。判決は「民法 94 条第 2 項を類推適用し、原告と訴外との間に通謀虚偽があったとみなし、原告は善意の第三者である被告に対抗できない」と下された。

```

i.m_crime.51
[事実 i.m_事実概要.41]
[登記 i.m_登記内容.40]
  [登記名 i.m_所有権移転登記]
  [物件 i.m_土地]
  [名義人 i.m_訴外]
  [登録者 i.m_訴外]
  [権利者 i.m_被告]
[原告行為 i.m_購入(原告, 土地, 訴外)]
[原告行為 i.m_信用(原告, 所有権移転登記(土地))]
[被告行為 i.m_登録(被告, 名義(所有権移転登記(土地)), 訴外)]
[訴外行為 i.m_未承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(土地)))]
[訴外行為 i.m_移転(訴外, 所有権移転登記(土地), 訴外)]
[訴訟 i.m_訴訟内容.42]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利(原告, 土地)]
[裁判 i.m_裁判内容.50]
  [判決 i.m_判決.49]
    [判決名 i.m_原告勝訴]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告, 土地)]
    [判旨 i.m_判旨内容.48]
      [法的效果 i.m_法的效果.47]
        [法的效果名 i.m_對抗不能(被告, 土地, 原告)]
        [法的要件 i.m_法的要件.44]
          [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(土地))]
          [登記 i.m_登記内容.40]
            [登記名 i.m_所有権移転登記]
            [物件 i.m_土地]
            [名義人 i.m_訴外]
            [登録者 i.m_訴外]
            [権利者 i.m_被告]
          [法的要件 i.m_法的要件.45]
            [法的要件名 i.m_善意(原告, 所有権移転登記(土地))]
            [原告行為 i.m_信用(原告, 所有権移転登記(土地))]
          [法的要件 i.m_法的要件.46]
            [法的要件名 i.m_通謀虚偽(被告, 所有権移転登記(土地), 訴外)]
            [被告行為 i.m_登録(被告, 名義(所有権移転登記(土地)), 訴外)]
            [訴外行為 i.m_未承諾(訴外, 名義(所有権移転登記(土地)))]
          [適用条文 i.m_94条2項]
          [適用条文 i.m_110条]

```

図 C.3: 判例.3

[判例 3]: 図 C.3

被告は、当該土地の所有権移転登記の名義を訴外の名前で登録しており、訴外はそれを承諾していなかった。原告はその訴外より土地を購入したが、被告が真実の権利者は自分であると主張したため、土地の権利は自分にあると要求した判例判決は「民法 94 条第 2 項と 110 条の趣旨より、被告は善意・無過失の原告に対抗できない」と下された。

```

i.m_crime.63
  [事実 i.m_事実概要.53]
  [登記 i.m_登記内容.52]
    [登記名 i.m_所有権移転登記]
    [物件 i.m_山林]
    [名義人 i.m_訴外]
    [登録者 i.m_原告]
    [権利者 i.m_原告]
  [原告行為 i.m_登録(原告,名義(所有権移転登記(山林)),訴外)]
  [被告行為 i.m_取得(被告,山林,訴外)]
  [被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(山林))]
  [訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(山林)))]
  [訴訟 i.m_訴訟内容.54]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告,山林)]
  [裁判 i.m_裁判内容.62]
    [判決 i.m_判決.61]
      [判決名 i.m_原告敗訴]
      [原告 i.m_原告]
      [被告 i.m_被告]
      [要求 i.m_権利(原告,山林)]
      [判旨 i.m_判旨内容.60]
        [法的效果 i.m_法的效果.59]
          [法的效果名 i.m_對抗不能(原告,山林,被告)]
          [法的要件 i.m_法的要件.56]
            [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(山林))]
            [登記 i.m_登記内容.52]
              [登記名 i.m_所有権移転登記]
              [物件 i.m_山林]
              [名義人 i.m_訴外]
              [登録者 i.m_原告]
              [権利者 i.m_原告]
            [法的要件 i.m_法的要件.57]
              [法的要件名 i.m_善意(被告,所有権移転登記(山林))]
              [被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(山林))]
            [法的要件 i.m_法的要件.58]
              [法的要件名 i.m_通謀虚偽(原告,所有権移転登記(山林),訴外)]
              [原告行為 i.m_登録(原告,名義(所有権移転登記(山林)),訴外)]
              [訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(山林)))]
          [適用条文 i.m_94条2項]

```

図 C.4: 判例.4

[判例 4]: 図 C.4

原告は、所有者とする意思はなかったが、当該山林の所有権移転登記の名義が訴外になっていることを承認しており、訴外もそれを承諾していた。そのことを知らない被告(第三者)がその山林を訴外より取得した。これに対し、原告が真実の権利者であるとして、該当山林の権利を要求した判例。判決は「民法 94 条第 2 項を類推適用し、原告と訴外との間に通謀虚偽があったとみなし、原告は善意の第三者である被告に対抗できない」と下された。

```

i.m_crime_75
[事實 i.m_事実概要_65]
  [登記 i.m_登記内容_64]
    [登記名 i.m_所有権移転登記]
    [物件 i.m_建物]
    [名義人 i.m_訴外]
    [登録者 i.m_被告]
    [権利者 i.m_被告]
  [原告行為 i.m_購入(原告, 建物, 訴外)]
  [原告行為 i.m_信用(原告, 所有権移転登記(建物))]
  [被告行為 i.m_通謀(被告, 名義(所有権移転登記(建物)), 訴外)]
  [訴外行為 i.m_通謀(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)), 被告)]
[訴訟 i.m_訴訟内容_18]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利(原告, 建物)]
[裁判 i.m_裁判内容_74]
  [判決 i.m_判決_73]
    [判決名 i.m_原告勝訴]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告, 建物)]
    [判旨 i.m_判旨内容_72]
      [法的効果 i.m_法的効果_71]
        [法的効果名 i.m_對抗不能(被告, 建物, 原告)]
        [法的要件 i.m_法的要件_68]
          [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(建物))]
          [登記 i.m_登記内容_64]
            [登記名 i.m_所有権移転登記]
            [物件 i.m_建物]
            [名義人 i.m_訴外]
            [登録者 i.m_被告]
            [権利者 i.m_被告]
          [法的要件 i.m_法的要件_69]
            [法的要件名 i.m_善意(原告, 所有権移転登記(建物))]
            [原告行為 i.m_信用(原告, 所有権移転登記(建物))]
          [法的要件 i.m_法的要件_70]
            [法的要件名 i.m_通謀虚偽(被告, 所有権移転登記(建物), 訴外)]
            [被告行為 i.m_通謀(被告, 名義(所有権移転登記(建物)), 訴外)]
            [訴外行為 i.m_通謀(訴外, 名義(所有権移転登記(建物)), 被告)]
          [適用条文 i.m_94条2項]

```

図 C.5: 判例.5

[判例 5]: 図 C.5

原告が、被告と訴外が通謀虚偽によって作られた当該建物の所有権移転登記を信頼し、訴外から購入したものに対し、その権利を主張した判例。判決は「民法 94 条第 2 項を適用し、善意の第三者である原告に対抗できない」と下された。

```

i.m.crime.86
  [事実 i.m.事実概要.77]
    [登記 i.m.登記内容.76]
      [登記名 i.m.所有権移転登記]
      [物件 i.m.土地]
      [名義人 i.m.被告]
      [登録者 i.m.原告]
      [権利者 i.m.原告]
      [原告行為 i.m.通謀(原告,名義(所有権移転登記(土地)),被告)]
      [原告行為 i.m.移転(原告,名義(所有権移転登記(土地)),被告)]
      [被告行為 i.m.通謀(被告,名義(所有権移転登記(土地)),原告)]
    [訴訟 i.m.訴訟内容.42]
      [原告 i.m.原告]
      [被告 i.m.被告]
      [要求 i.m.権利(原告,土地)]
    [裁判 i.m.裁判内容.85]
      [判決 i.m.判決.84]
        [判決名 i.m.原告勝訴]
        [原告 i.m.原告]
        [被告 i.m.被告]
        [要求 i.m.権利(原告,土地)]
        [判旨 i.m.判旨内容.83]
          [法的効果 i.m.法的効果.82]
            [法的効果名 i.m.無効(移転(原告,名義(所有権移転登記(土地)),被告))]
            [法的要件 i.m.法的要件.80]
              [法的要件名 i.m.不実(所有権移転登記(土地))]
              [登記 i.m.登記内容.76]
                [登記名 i.m.所有権移転登記]
                [物件 i.m.土地]
                [名義人 i.m.被告]
                [登録者 i.m.原告]
                [権利者 i.m.原告]
              [法的要件 i.m.法的要件.81]
                [法的要件名 i.m.通謀虚偽(原告,所有権移転登記(土地),被告)]
                [原告行為 i.m.通謀(原告,名義(所有権移転登記(土地)),被告)]
                [訴外行為 i.m.通謀(被告,名義(所有権移転登記(土地)),原告)]
            [適用条文 i.m.94条1項]

```

図 C.6: 判例.6

[判例 6]: 図 C.6

原告と被告の間で行われた通謀虚偽によって作られた当該土地の所有権移転登記の無効を主張し、土地の権利を請求した判例。判決は「民法 94 条第 1 項を適用し、原告と被告との間で行われた契約は通謀虚偽の契約であるため無効とみなす」と下された。

```

i.m_crime_96
[事実 i.m_事実概要_88]
[登記 i.m_登記内容_87]
  [登記名 i.m_所有権移転登記]
  [物件 i.m_土地]
  [名義人 i.m_被告]
  [登録者 i.m_被告]
  [権利者 i.m_被告]
  [原告行為 i.m_信用(原告,被告)]
  [被告行為 i.m_売却(被告,土地,原告)]
  [被告行為 i.m_認識(被告,不一致(表示(被告),本心(被告)))]
[訴訟 i.m_訴訟内容_42]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利(原告,土地)]
[裁判 i.m_裁判内容_95]
  [判決 i.m_判決_94]
    [判決名 i.m_原告勝訴]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告,土地)]
    [判旨 i.m_判旨内容_93]
      [法的効果 i.m_法的効果_92]
        [法的効果名 i.m_有効(売却(被告,土地,原告))]
        [法的要件 i.m_法的要件_90]
          [法的要件名 i.m_善意(原告,被告)]
          [被告行為 i.m_認識(被告,不一致(表示(被告),本心(被告)))]
          [原告行為 i.m_信用(原告,被告)]
        [法的要件 i.m_法的要件_91]
          [法的要件名 i.m_虚偽表示(被告,所有権移転登記(土地),原告)]
          [原告行為 i.m_売却(被告,土地,原告)]
          [原告行為 i.m_認識(被告,不一致(表示(被告),本心(被告)))]
      [適用条文 i.m_93条]
  
```

図 C.7: 判例.7

[判例 7]: 図 C.7

被告が虚偽の意思表示によって原告に売却した土地の権利を主張したことに対し、原告が土地の権利を請求した判例。判決は「民法 93 条を適用し、この契約を有効とみなす」と下された。

```

i.m_crime_108
[事実 i.m_事実概要_98]
  [登記 i.m_登記内容_97]
    [登記名 i.m_所有権移転登記]
    [物件 i.m_土地]
    [名義人 i.m_訴外]
    [登録者 i.m_原告]
    [権利者 i.m_原告]
  [原告行為 i.m_移転(原告,名義(所有権移転登記(土地)),訴外)]
  [被告行為 i.m_取得(被告,土地,訴外)]
  [被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(土地))]
  [訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(土地)))]
[訴訟 i.m_訴訟内容_42]
  [原告 i.m_原告]
  [被告 i.m_被告]
  [要求 i.m_権利(原告,土地)]
[裁判 i.m_裁判内容_107]
  [判決 i.m_判決_106]
    [判決名 i.m_原告敗訴]
    [原告 i.m_原告]
    [被告 i.m_被告]
    [要求 i.m_権利(原告,土地)]
    [判旨 i.m_判旨内容_105]
      [法的効果 i.m_法的効果_104]
        [法的効果名 i.m_対抗不能(原告,土地,被告)]
        [法的要件 i.m_法的要件_101]
          [法的要件名 i.m_不実(所有権移転登記(土地))]
          [登記 i.m_登記内容_97]
            [登記名 i.m_所有権移転登記]
            [物件 i.m_土地]
            [名義人 i.m_訴外]
            [登録者 i.m_原告]
            [権利者 i.m_原告]
          [法的要件 i.m_法的要件_102]
            [法的要件名 i.m_善意(被告,所有権移転登記(土地))]
            [被告行為 i.m_信用(被告,所有権移転登記(土地))]
          [法的要件 i.m_法的要件_103]
            [法的要件名 i.m_通謀虚偽(原告,所有権移転登記(土地),訴外)]
            [原告行為 i.m_移転(原告,名義(所有権移転登記(土地)),訴外)]
            [訴外行為 i.m_承諾(訴外,名義(所有権移転登記(土地)))]
          [適用条文 i.m_94条2項]

```

図 C.8: 判例.8

[判例 8] : 図 C.8

原告は、当該土地の所有権移転登記の名義を訴外に移転し、訴外はそれを承諾していた。被告はその訴外より土地を購入したが、原告が真実の権利者は自分であると主張したため、土地の権利は自分にあると要求した判例。判決は「民法 94 条第 2 項と、原告は善意の被告に対抗できない」と下された。

付録 D

国際物品売買契約に関する国連条約について

本章では、4章で述べた汎用オントロジーを用いた領域オントロジー構築支援環境の適用実験の対象とした、初期法的オントロジーを構築する際に、利用した国際売買条約第2部の条文を示す。本条約は、4部101箇条より構成されており、大きな特徴のひとつとして、実際的かつ明快、簡易であり、理論的ドグマの影響を一貫して排斥している結果、取引に従事する当事者にも理解しやすい点がある。また、もうひとつの大きな特徴としては、その守備範囲を、売買契約の成立問題と売買契約から生ずる売主・買主間の権利義務についてのみとし、その範囲で基本的に閉じている点である。以上の点から、本条文中にあらわれる法律専門用語は、基本的に本条文中で定義されており、また、各条文が明解であるため、知識表現への変換がし易く、今回の実験の題材としては適しているといえる。

第2部 契約の成立

第14条 【「申込」の間接的定義】

- (1) 一又は複数の特定の者に向けられた契約締結の申入れは、それが十分明確であり、かつ、承諾があった場合には拘束されるとの申込者の意思が示されているときは、申込となる。申入れは、物品を示し、かつ、明示又は黙示に数量及び代金を定め又はその決定方法を規定している場合には、十分明確なものとする。
- (2) 不特定の者に向けられた申入れは、申込の単なる誘引として扱う。ただし、申入れをした者が異なった意向を明瞭に示している場合はこの限りでない。

第15条 【申込の効力発生時期】

- (1) 申込は、被申込者に到達した時にその効力を生ずる。
- (2) 申込は、たとえ取消不能のものであっても、申込の撤回通知が申込の到達前又はそれと同時に被申込者に到達する場合には、撤回し得る。

第16条 【申込の取消可能性とその制限】

- (1) 契約が締結されるまで、申込は取消することができる。ただし、この場合には、被申込者が承諾の通知を發する前に取消の通知が被申込者に到達しなければならない。
- (2) しかしながら、申込は、次のいずれかの場合には、取消することができない。
 - (a) 申込が、承諾期間の設定その他の方法により、取消不能のものであることを示している場合。

- (b) 被申込者が、申込を取消不能のものであると了解したのが合理的であり、かつ、被申込者がその申込に信頼を置いて行動している場合。

第17条 【拒絶による申込の失効】 申込は、たとえそれが取消不能であっても、その拒絶通知が申込者に到達した時は、その効力を失う。

第18条 【承諾、その効力発生時期、申込の承諾期間】

- (1) 申込に同意する旨を示す被申込者の陳述その他の行為は、承諾とする。沈黙又は反応のないことは、それだけでは承諾とみなされることはない。
- (2) 申込に対する承諾は、同意の意思表示が申込者に到達した時にその効力を生ずる。同意の意思表示が、申込者の定めた期間内に申込者に到達しないとき、また期間の定めがない場合においては、申込者が用いた通信手段の迅速性を含め取引の状況を十分に勘案した合理的な期間内に到達しないとき、承諾は効力を生じない。口頭による申込は、特段の事情がある場合を除き直ちに承諾されなければならない。
- (3) しかしながら、申込の内容より見て、又は当事者間で確立された慣行若しくは慣習の結果として、被申込者が申込者への通知をすることなく、物品の発送に関する行為や代金の支払等の行為を行うことにより同意を示すことができる場合には、その行為が行われた時に承諾としての効力が生ずる。ただし、その行為が前項に規定した期間内に行われた場合に限る。

第19条 【申込の条件付承諾】

- (1) 承諾の形をとっているが、付加、制限その他の変更を含んでいる申込に対する回答は、申込の拒絶であり、反対申込となる。
- (2) しかしながら、承諾の形をとった申込に対する回答が、付加的条件や異なった条件を含んでいても、申込の内容を実質的に変更するものでない場合には、申込者が不当に遅滞することなくその相違に口頭で異議を述べ又はその旨の通知を発しない限り承諾となる。申込者が異議を述べない場合には、契約の内容は申込の内容に承諾中に含まれた修正を加えたものとする。
- (3) 付加的条件又は異なった条件であって、特に代金、支払、物品の品質及び数量、引渡の場所及び時期、一方当事者の相手方に対する責任の限度、又は紛争の解決方法に関するものは、申込の内容を実質的に変更するものとして扱う。

第20条 【申込の承諾期間の計算方法】

- (1) 申込者が電報又は書簡中で定めた承諾期間は、電報の発信を依頼した時点又は書簡に示された日付、またかかる日付が示されていない場合においては封筒に示された日付から起算する。申込者が電話、テレックスその他の瞬時的通信手段によって承諾期間を定めたときは、その期間は、申込が被申込者に到達した時点から起算する。
- (2) 承諾期間中の公の休日又は非取引日も期間の計算に算入する。ただし、期間の末日が、申込者の営業所所在地の公の休日又は非取引日にあたるため、承諾の通知が期間の末日に申込者に配達され得ない場合には、期間はこれに次ぐ第一の取引日まで延長される。

第21条 【遅延した承諾】

- (1) 遅延した承諾といえども、申込者が有効な承諾として扱う旨を遅滞なく被申込者に口頭で通告し又はその旨の通知を発した場合には、承諾としての効力を有する。
- (2) 遅延した承諾を含む書簡その他の書面が、通常の通信状況であれば適切な時期に申込者に到達したであろう状況の下で発送されたことを示しているときは、申込者が遅滞なく被申込者に対して申込が既に失効していたものとして扱う旨を口頭で通告するか、又はその旨の通知を発しない限り、遅延した承諾であっても承諾としての効力を有する。

第22条 【承諾の撤回】 承諾は、その撤回通知が、承諾の効力が生じたであろう時よりも前又はそれと同時に申込者に到達すれば、撤回できる。

第23条 【契約の成立時期】 契約は、申込に対する承諾がこの条約の規定に従って効力を生じた時に成立する。

第24条 【意思表示等の「到達」の定義】 この条約第2部の適用上、申込、承諾の宣言、その他の意思の表示が相手方に「到達」した時とは、相手方にそれが口頭で伝えられた時、又はその他の方法で相手方に個人的に若しくは相手方の営業所又は郵便送付先に、また相手方が営業所も郵便送付先をも有しない場合においては相手方の常居所に配達された時とする。

付録 E

初期法的オントロジーの概念定義

本節では、初期法的オントロジーの概念定義を示す。実際のデータとしては prolog のファクトの形式で与えられているが、ここでは以下のような表現形式をとる。

法的概念名 方向 概念関係子 / 確信度 EDR の概念見出し (EDR の概念識別子)

概念記述

概念	→	material/1	11— 静物 (30f6ae)
概念	→	material/1	13— 擬似静物 (30f77e)
概念	→	material/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする行為 (3aa911)
人	←	agent/1	2022- 所有権の移動 (30f826)
人	←	beneficiary/1	131615 権利 (30f794)
人	←	beneficiary/1	131616 義務 (30f795)
自然人	←	agent/1	2013- 生理現象 (30f7f4)
自然人	←	agent/1	201361 生存している (30f7f8)
法人	←	agent/0	2013- 生理現象 (30f7f4)
法人	←	agent/0	201361 生存している (30f7f8)
物	←	object/1	2022- 所有権の移動 (30f826)
物	←	object/1	131615 権利 (30f794)
物	←	object/1	131616 義務 (30f795)
有体物	←	object/1	2051- 空間の属性 (3f9872)
有体物	←	possessor/1	2051- 空間の属性 (3f9872)
無体物	←	object/0	2051- 空間の属性 (3f9872)
無体物	←	possessor/0	2051- 空間の属性 (3f9872)
不動産	←	material/1	125131 領域 (30f767)
不動産	←	material/1	114333 建物 (30f72e)
不動産	←	material/1	114331 建物以外の建造物 (30f72f)
不動産	←	material/1	@114330 建造物 (3aa932)
不動産	←	material/1	12411b 住居 (30f764)

動産	←	material/0	125131 領域 (30f767)
動産	←	material/0	114333 建物 (30f72e)
動産	←	material/0	114331 建物以外の建造物 (30f72f)
動産	←	material/0	@114330 建造物 (3aa932)
動産	←	material/0	12411b 住居 (30f764)
定着物	←	material/0	125131 領域 (30f767)
土地	←	material/0	114333 建物 (30f72e)
土地	←	material/0	114331 建物以外の建造物 (30f72f)
土地	←	material/0	@114330 建造物 (3aa932)
土地	←	material/0	12411b 住居 (30f764)
物品	←	object/1	203— 活動 (30f83e)
物品	←	object/1	2022— 所有権の移動 (30f826)
対象物品	←	object/1	契約 (2dfa58)
対象物品	←	object/1	131621 法律 (3f9674)
非対象物品	←	object/0	契約 (2dfa58)
非対象物品	←	object/0	131621 法律 (3f9674)
包装物	←	implement/1	2031a2 覆う (30f854)
包装物	→	purpose/1	2031a2 覆う (30f854)
代金	←	implement/1	202213 売る (30f82a)
代金	←	implement/1	202223 買う (30f82e)
代金	→	material/1	114342 紙幣 (30f728)
代金	→	material/1	114341 貨幣 (30f727)
書類	←	implement/1	契約 (2dfa58)
書類	←	material/1	11436g 紙 (3f9645)
通知	←	implement/1	2023— 情報の移動 (30f832)
撤回通知	→	purpose/1	撤回 (0ff2cb)
属性	→	possessor/1	13— 擬似静物 (30f77e)
属性	→	possessor/1	11— 静物 (30f6ae)
属性	→	possessor/1	@1111—0 人間または人間と似た振る舞いをする主体 (3aa911)
状態	→	possessor/1	物理的に空間の一部を占め、有形的に存在するもの (3d1a9a)
状態	→	possessor/0	形体をもたないもの (10ade3)
状況	→	possessor/0	物理的に空間の一部を占め、有形的に存在するもの (3d1a9a)
状況	→	possessor/1	形体をもたないもの (10ade3)
形	←	possessor/1	2051— 空間の属性 (3f9872)
質	←	possessor/1	2054— 具体物の質的属性 (3f9892)
品質	←	possessor/1	品物 (4444f4)
不当	←	possessor/1	2054— 具体物の質的属性 (3f9892)
量	←	possessor/1	2055— 数量の程度や値 (3f9897)
量	←	manner/1	202— 移動 (30f801)
量	←	manner/1	203— 活動 (30f83e)
様相	←	possessor/1	205cm0 可能性の限度 (3f98db)
様相	→	object/1	202— 移動 (30f801)
様相	→	object/1	203— 活動 (30f83e)

関係	→	material/1	2— 事象 (30f7e4)
関係	→	possesor/1	2— 事象 (30f7e4)
関係	→	basis/1	000000 概念 (3aa966)
立場	→	object/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体 (3aa911)
立場	→	possesor/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体 (3aa911)
立場	→	possesor/0	13— 擬似静物 (30f77e)
立場	→	possesor/0	11— 静物 (30f6ae)
申込者	←	agent/1	申込 (10b5a7)
被申込者	←	goal/1	申込 (10b5a7)
申入者	←	agent/1	202342 要求する (30f837)
場所	←	possesor/1	12— 位置 (30f751)
場所	←	place/1	202— 移動 (30f801)
場所	←	place/1	203— 活動 (30f83e)
場所	←	scene/1	202— 移動 (30f801)
場所	←	scene/1	203— 活動 (30f83e)
時間	←	possesor/1	2052— 時間の属性値 (3f9881)
時間	←	time/1	202— 移動 (30f801)
時間	←	time-to/1	202— 移動 (30f801)
時間	←	time-form/1	202— 移動 (30f801)
時間	←	time/1	203— 活動 (30f83e)
時間	←	time-to/1	203— 活動 (30f83e)
時間	←	time-from/1	203— 活動 (30f83e)
時期	←	possesor/1	205220 時間点 (3f9882)
時期	→	similar/1	205220 時間点 (3f9882)
方法	←	implement/1	202— 移動 (30f801)
方法	←	implement/1	203— 活動 (30f83e)
決定方法	→	purpose/1	決定 (2dd139)
解決方法	→	purpose/1	いろいろと考えて物事がうまくいくように処理する (3d007a)
通信	→	purpose/1	2023— 情報の移動 (30f832)
通信	→	implement/1	1311— 情報媒体 (30f780)
通信手段	←	implement/1	2023— 情報の移動 (30f832)
瞬時的通信手段	→	manner/1	時間をおかずに即座に (3ced5f)
口頭	→	implement/1	131513 言葉 (30f78b)
運搬方法	→	purpose/1	202133 運ぶ (30f80b)
事柄	←	object/1	202— 移動 (30f801)
事柄	←	object/1	203— 活動 (30f83e)
事柄	←	cause/1	202— 移動 (30f801)
事柄	←	cause/1	203— 活動 (30f83e)
事柄	→	material/1	202— 移動 (30f801)
事柄	→	material/1	203— 活動 (30f83e)
事象	←	material/0	202— 移動 (30f801)
事象	←	material/0	203— 活動 (30f83e)
規範	←	implement/1	203335 判断する (30f87a)

権利	→	purpose/1	利益(1004c2)
権利	→	cause/1	131621 法律(3f9674)
権利	→	possessor/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
権利	→	beneficiary/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
義務	→	purpose/1	2037g2 束縛する(30f8ee)
義務	→	cause/1	131621 法律(3f9674)
義務	→	possessor/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
義務	→	beneficiary/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
責任	→	purpose/0	2037g2 束縛する(30f8ee)
法律効果	→	cause/1	131621 法律(3f9674)
法律効果	→	material/1	131615 権利(30f794)
法律効果	→	material/1	131616 義務(30f795)
法律効果	→	object/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
締結	→	object/1	契約(2dfa58)
動作	→	agent/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
動作	→	object/1	000000 概念(3aa966)
動作	→	implement/1	112111 身体(3f961f)
動作	→	cause/0	2033- 思考的活動(30f869)
精神的産物	→	cause/1	2033- 思考的活動(30f869)
意思	→	manner/1	自分から進んですること(0f7555)
意思	→	object/1	000000 概念(3aa966)
認識	→	manner/1	態度が能動的であるさま(3c10f8)
事実	→	agent/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体(3aa911)
事実	←	material/1	202- 移動(30f801)
事実	←	material/1	203- 活動(30f83e)
事柄	←	cause/0	202- 移動(30f801)
事柄	←	cause/0	203- 活動(30f83e)
法律事実	→	cause/1	131621 法律(3f9674)
法律事実	←	object/1	131621 法律(3f9674)
放任行為	←	manner/0	やり方などが法律に違反する(3d03c3)
放任行為	←	manner/0	法律にかなっていること(3cefcb)
違法行為	←	manner/1	やり方などが法律に違反する(3d03c3)
適法行為	←	manner/1	法律にかなっていること(3cefcb)
意思表示	→	object/1	131629 意志(3f967c)
意思表示	→	purpose/1	2023- 情報の移動(30f832)
意思表示	→	cause/1	2033- 思考的活動(30f869)
意思表示	→	implement/1	2031- 身体的活動(30f83f)
意思表示	→	implement/1	131513 言葉(30f78b)
意思表示	→	implement/1	情報が記されている物(4445e8)
明示的意思表示	→	implement/0	2031- 身体的活動(30f83f)
黙示的意思表示	→	implement/0	2023- 移動(30f832)
黙示的意思表示	→	implement/0	131513 言葉(30f78b)
黙示的意思表示	→	implement/0	情報が記されている物(4445e8)

法律行為	→	material/1	自分の意志を他者に表示すること (3bf9d8)
準法律行為	→	material/0	自分の意志を他者に表示すること (3bf9d8)
発する	→	object/1	131513 言葉 (30f78b)
発する	→	object/1	情報が記されている物 (4445e8)
発信	→	cause/0	202330 情報の受信 (3f96e7)
申入	→	object/1	契約 (2dfa58)
申入	→	purpose/1	(商談などが) まとまる (101d6b)
申込	→	manner/1	はっきりしていて、確かであるさま (3ce5fc)
申込	←	sequence/1	相手の言い分を聞き入れる (3ceb3b)
回答	→	object/1	131712 伝達内容 (30f799)
回答	→	cause/1	202330 情報の受信 (3f96e7)
回答	←	sequence/1	202330 情報の受信 (3f96e7)
承諾	←	sequence/1	相手方の承諾を得て、契約を成立させようとする相手方への意志表示 (10b5a9)
承諾	→	purpose/1	(商談などが) まとまる (101d6b)
承諾	→	cause/1	相手の言い分を聞き入れる (3ceb3b)
承諾	→	object/1	契約 (2dfa58)
異議	→	object/1	契約 (2dfa58)
異議	→	cause/1	相手の行為に対する不服の意思 (0e41d1)
拒絶	→	object/1	契約 (2dfa58)
拒絶	→	cause/1	相手の行為に対する不服の意思 (0e41d1)
拒絶	→	cause/0	相手の言い分を聞き入れる (3ceb3b)
変更	→	object/1	契約 (2dfa58)
変更	→	purpose/1	物事の状態や性質を変えること (3cf4fc)
反対申込	→	object/1	契約 (2dfa58)
反対申込	→	purpose/1	(商談などが) まとまる (101d6b)
反対申込	→	cause/1	相手の言い分を聞き入れる (3ceb3b)
反対申込	→	cause/0	相手の行為に対する不服の意思 (0e41d1)
反対申込	←	sequence/1	相手方の承諾を得て、契約を成立させようとする相手方への意志表示 (10b5a9)
撤回	→	object/1	相手方の承諾を得て、契約を成立させようとする相手方への意志表示 (10b5a9)
撤回	→	purpose/0	(商談などが) まとまる (101d6b)
単独行為	→	condition/1	自分自身で何かをすること (1eeae7)
単独行為	→	condition/0	目的を同じくする多くの者が一つにまとまること (0fcc99)
契約	→	condition/0	自分自身で何かをすること (1eeae7)
契約	→	condition/0	目的を同じくする多くの者が一つにまとまること (0fcc99)
契約	→	cause/1	一致 (2dc9c8)
契約	→	material/1	相手方の承諾を得て、契約を成立させようとする相手方への意志表示 (10b5a9)
契約	→	material/1	相手の言い分を聞き入れる (3ceb3b)
合同行為	→	condition/1	目的を同じくする多くの者が一つにまとまること (0fcc99)
合同行為	→	condition/0	自分自身で何かをすること (1eeae7)
法律要件	→	cause/1	131621 法律 (3f9674)
法律要件	←	cause/1	131615 権利 (30f794)
法律要件	←	cause/1	131616 義務 (30f795)

容態	→	agent/1	@1111-0 人間または人間と似た振る舞いをする主体 (3aa911)
容態	→	object/1	11— 静物 (30f6ae)
容態	→	object/1	13— 擬似静物 (30f77e)
容態	→	casue/1	131629 意志 (3f967c)
容態	→	casue/1	2033— 思考的活動 (30f869)
行為	→	implement/1	2031— 身体的活動 (30f83f)
行為	→	implement/1	物事をそのままにしておく (444b52)
作為	→	implement/0	物事をそのままにしておく (444b52)
不作為	→	implement/0	2031— 身体的活動 (30f83f)
精神作用	→	implement/1	2033— 思考的活動 (30f869)
精神作用	→	implement/0	2031— 身体的活動 (30f83f)
意思的容態	→	manner/1	自分から進んですること (0f7555)
観念的容態	→	manner/1	態度が能動的であるさま (3c10f8)
非容態	→	agent/1	11— 静物 (30f6ae)
非容態	→	agent/1	13— 擬似静物 (30f77e)
非容態	→	casue/0	131629 意志 (3f967c)
非容態	→	casue/0	2033— 思考的活動 (30f869)
變動	→	implement/1	2046— 開始、終了、継続など、物事の経過 (30f911)
變動	→	implement/1	2013— 生理現象 (30f7f4)
變動	→	goal/1	205— 性状・性向 (3f9871)