

V-3-2 法的知識の表現方法

一 論理流れ図および複合的述語論理による法的知識の表現一

吉野 一

明治学院大学法学部

yoshino@law.meijigakuin.ac.jp

1 はじめに

法律知識ベースを構築するためには、法律の条文や判決例さらには教科書等の文字で表現された知識源および文字では表現されていない法律家の暗黙知から法的知識を抽出して、それをコンピュータ上のデータベースに登録しなければならない。知識が単なるデータと違うのは、構造化され、それを用いてコンピュータが推論することができるように形式化されている点である。法的知識をいかなる仕方でも形式化すべきか、言い換えれば、法的知識をいかなる方法で表現すべきか、要するに法的知識の表現方法は、法律知識ベース構築の課題にとって本質的な問題である。

法的知識の表現方法にとって重要な要素は、第一に、法律家に理解しやすく書きやすいものであること、第二に法の実際に対応した詳細な表現力があること、そして第三に法的推論の形式化に適合していることである。筆者は、第一の理由から論理流れ図による法的知識の表現方法を提案し、用いてきた。第二および第三の理由から複合的述語論理式 (CPF) を提案し、用いてきた。本節はその表現方法を実例を用いて説明するとともに、その論理学的基礎付けを行う、すなわち、そのシンタックスとセマンティックスを確立する。

本節の構成は次の通りである。2 では、論理流れ図による法的知識の表現方法を紹介する。3 では、複合的述語論理式 (CPF) について、その導入の理由、そのシンタックスとその法的知識表現および法的推論への適用、CPF のセマンティックス等を述べる¹。4 では全体の総括をする。

2 論理流れ図による法的知識の表現

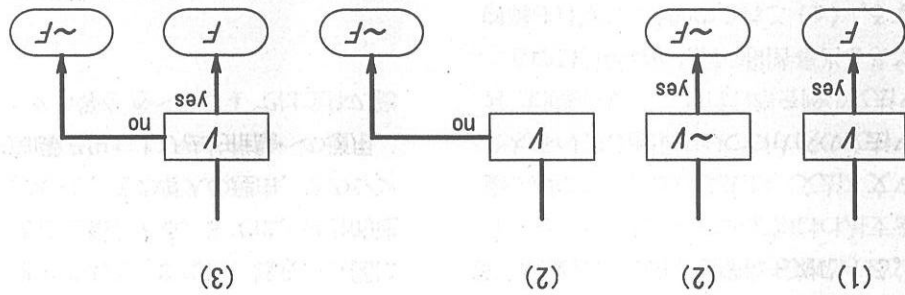
2-1 法ルール文の論理流れ図とは何か

法ルール文は「法律要件—法律効果」の構造を有している。法律要件が充足されたら法律効果が発生する、という構造である。法律要件は諸法律要件要素 (法律事実) の論理的結合から構成されている。この法律要件・法律効果の構造を流れ図 (フローチャート)、より正確に言えば、論理流れ図によって表現できる。図1は、法ルール文の論理流れ図の基本構造を示す。

図1で四角は法律要件要素 (法律事実) を、実線または点線はそれらの論理的結びつきを、一番下の楕円型図形は法律効果 (その発生と非発生) を、上の出発点の楕円型図形は当該流れ図の前提を、図のヘッダーにあたる部分は当該図のコードと名称をそれぞれ表す。四角の枠の両端に縦棒が追加されている場合は、その要件の成否を判断するために子図があることを示す。各四角の枠の中に書かれた法律要件要素の判断が肯定されたとき、言い換えれば、当該命題が証明されたとき、判断は、原則として、下方へ実線で続いている法律要件要素に進む。法律要件要素の判断が否定されたとき、点線につながる要素の判断に進む。この上から下への判断の流れは、論理構造を示すが、それは、同時に、判断の順序、そして多くの場合、時間の順序にも対応する。

¹ 公理系としては従来のものを採用する。したがって、ここであらためて公理系を提示することはしない。

図2 単位法ルール文の基本的権利構造



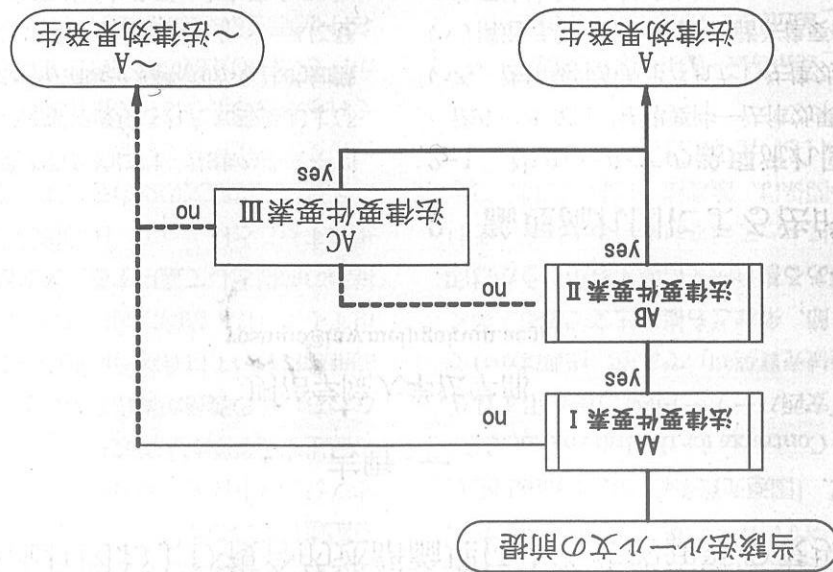
表現できる。

法ルール文の論理流れ図を構成する原理を法ルール文の論理構造との関係で説明する。単位法ルール文の基本的構造は、法律要件と法律効果の結合からなる。両者は前者が充足されたときに、後者が発生するという関係にある。両者の結合は論理的結合である。すなわち、法ルール文は、法律要件を前件とし法律効果を後件として、論理的接合子によって両者が結び合っている、という論理構造を有しているのである。いま法律要件を命題記号 V で、法律効果を F でそれぞれ表現すると、法ルール文の論理構造は命題論理により次の三つのタイプとして表現できる。

- (1) の場合は V は F の十分条件であり、(2) の場合は V は F の必要条件であり、(3) の場合は V は F とを互換すると (1) に還元できる。(2) は次の式 (4) と論理的に等しい。
- (4) $\sim V \rightarrow \sim F$
- (1)、(2) および (3) のタイプの法ルール文はそれぞれ図2のように論理流れ図で表すことができる。

2-2 法ルール文の論理流れ図の原理

図1 法ルール文の論理流れ図の基本構造

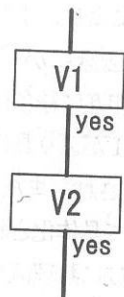


[コード表/当該論理流れ図の名]

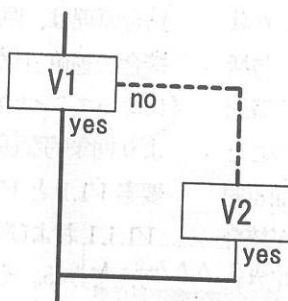
法律要件は、その要素、すなわち、法律要件要素に分解されうる。法律要件要素が相互に論理的に結合して、一つの法律効果と結び付いたひとつの（単位）法律要件を構成しているのである。その論理的結合は、連言（「かつ」：「 $\cdot$ 」）および選言（「または」：「 $\vee$ 」）の論理的接合子による。両者の組み合わせあった場合もある。いま、ひ

とつの法律効果 F に結び付いている法律要件の V の要素を $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 等々とする。その法律要件要素まで分解された法ルール文の論理構造には連言の場合 (4) および選言の場合 (5) とその組み合わせあった (6) の3つのタイプがある。なお、それぞれの論理式にその下の論理流れ図 (図3) が対応する。

(4) $V1 \& V2$



(5) $v1 \vee v2$



(6) $(V1 \vee V2) \& V3$

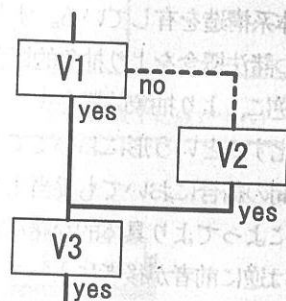
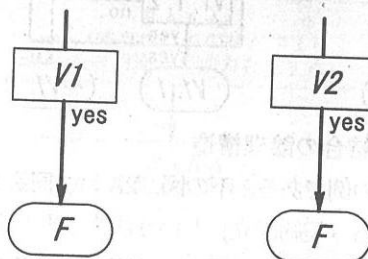


図3 法律要件の内的論理構造

複数の異なった法ルール文が同一の法律効果を有する場合がある。この場合は、この法律効果で括ってそれらの法ルール文の諸法律要件要素を結合して、一つの法ル

ール文とすることができる。その原理は次の論理式ならびに論理流れ図 (図4) によって表現できる。

(7) $((V1 \rightarrow F) \& V2 \rightarrow F)$



(8) $(V1 \vee V2 \rightarrow F)$

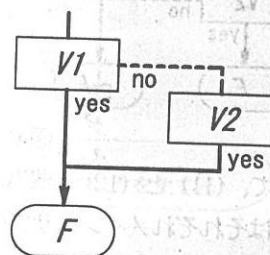


図4 法ルール文の並列的結合の論理構造

この場合、同一の法律効果を有する法ルール文が全て尽くされて結合されているならば、言い換えれば、当該法律効果と結び付く法律要件が挙げられたものの他にないならば、その結合された法ルール文における法律要件と法律効果の結び付きは、等値の論理的関係となる。いま、 F という法律効果を有する法ルール文に関して「 $V1 \rightarrow F$ 」と「 $V2 \rightarrow F$ 」の二つがそのすべてであるとする

と、この関係は、次のような論理式と論理流れ図で表わされうる。(この二つのルール文の並存は (7) であり、したがって (8) と等しい(図4)。 F を発生せしめるのはこの二つに限るという法ルール文は「 $\sim (V1 \vee V2) \rightarrow \sim F$ 」である (2)、(4) 参照)。したがって、この二つを合わせると (10) となる。

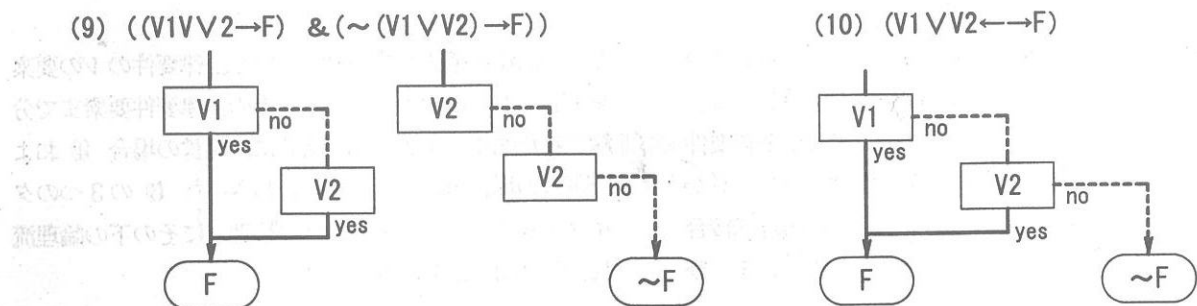


図5 法ルール文の基本形式から完全形式へ

法は階層的体系構造を有している。すなわち、より具体的内容をもつ諸法概念をより抽象的概念によって包括し、あるいは逆に、より抽象的概念をより具体的法概念によって具体化するという形においてである。このことは法ルール文間の結合においても妥当する。より抽象的な法ルール文によってより具体的な諸法ルール文が統合され、あるいは逆に前者が後者によってより具体化されるという形においてである。この抽象化度の、あるいは、同じことであるが、具体化度の違う二つの法ルール文の

結合原理は、原則として定義による。すなわち、論理的接合子等値（「ならばかつそのときにかぎり」：「 $\leftrightarrow$ 」）によって二つの法ルール文が相互に結び付けられている。より抽象的な法律要件要素 $V1$ がより具体的な法律要件要素 $V1.1$ と $V1.2$ とから構成され、また $V1.1$ はさらに $V1.1.1$ および $V1.1.2$ によって具体化されている場合を考えてみる。その論理式ならびに論理流れ図は図6に示される通りである。

(11) $((V1 \ \& \ V2 \leftrightarrow F))$ (18) $(V1 \leftrightarrow (V1.1 \ \& \ V1.2))$ (19) $(V1.1 \leftrightarrow (V1.1.1 \ \& \ V1.1.2))$

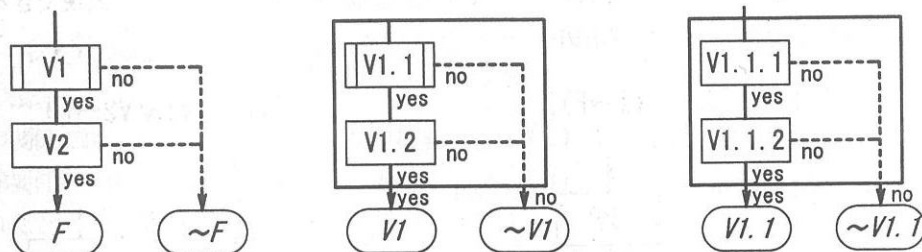


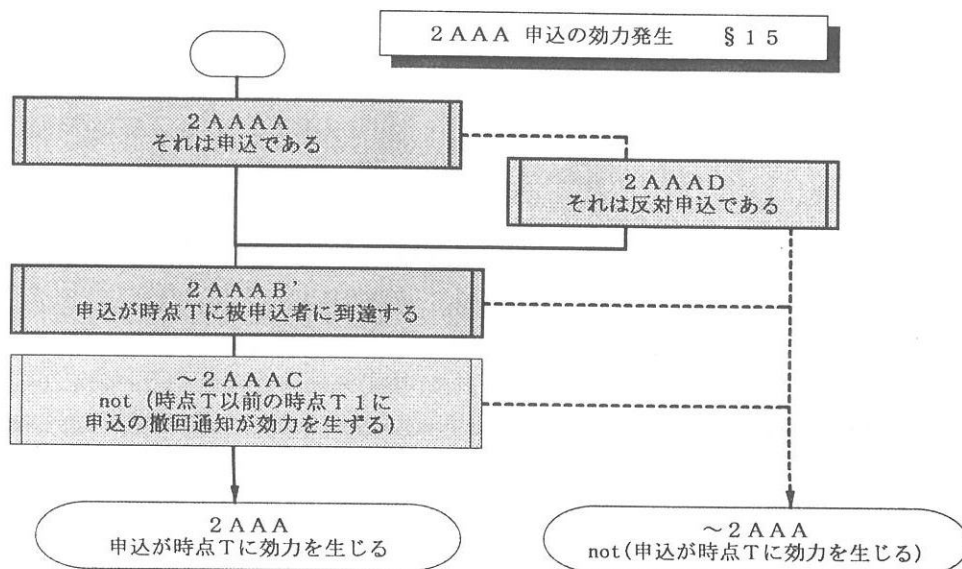
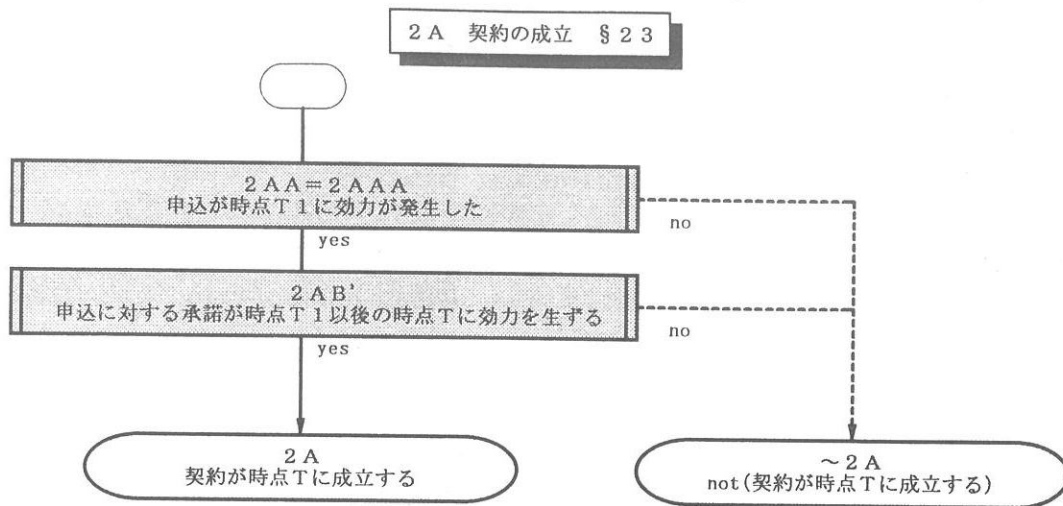
図6 法ルール文の階層的結合の論理構造

上の図において、(11) と (12) の関係ならびに (12) と (13) の関係はそれぞれメインとサブの関係、あるいは、親と子の関係と言ってもよいであろう。すなわち、(11) は (12) の親であり、(12) は (11) の子である。同じことが (12) と (13) の間にもいえる。すなわち、(12) は (13) に対しては親になるのである。

2-3 法ルール文の論理流れ図の実例

法ルール文の論理流れ図の実例を以下の二図において提示する。いずれも後述「国連売買条約の論理流れ図」か

らの例である。下の図、2A は、同法 23 条で規定されている「契約成立」という法律効果とそれを発生せしめるための要件を示す。この図で、図形のグレーの地は、条文にその概念が記述されていることを、無地は、条文にはなく図の作成者の解釈によって追加された命題であることを示す。図 2A の第 1 の法律要件要素 2AA「内容の申込が時点 $T1$ に効力を生じた」を判断するための子図が下の図、2AAA となる。これは同法 15 条に基づく図である。



2-4 論理流れ図による法的知識表現の利点

論理流れ図による法的知識の表現という方法には、次のような利点がある。まず第一に、この図であれば、普通の法律家・法学者が書くことができ、またその意味を容易に理解することができる。論理式で法的知識を表現する場合はそうはいかないであろう。第二に、この流れ図を書くことによって、法律家が無意識のうちに持っている判断の順序や法律事実の時間的順序について理解が明示的に示されることである。第三に、この流れ図を書くことは、法的知識を体系化することに有効であることである。その際、法律家が暗黙のうちに前提していた法的常識、とりわけ知識の体系化において用いられる枠組みとしての抽象知識が発見・確認されうる。この流れ図による表現の限界は、これが基本的には命題論理レベル

における形式化であるという点にある。文の内部構造に依存した詳細な法的知識の表現のためには、さらに述語論理による形式化が必要である。法的知識の述語論理的表現のために、筆者は述語論理を保存的に拡張した複合的述語論理式を開発している。これについて次節において述べる。

3 複合的述語論理式 (CPF) による法的知識の表現

3-1 なぜ CPF か

ここではわれわれが CPF を導入した理由について述べる。それは、一言で言うと、法的知識を適切で分かり

やすい形に表現するためである。この点を明確にするために、従来の一階の言語で法的知識を表現するといかに困難であるかについて述べるのがよいであろう。法律の世界でよく使われる文を例にとりて考えてみよう。

例：「安西(A)が Bernard(B)に申込をして、それが承諾された。」

これを従来の一階の言語で表現しようとする一般にはうまくいかない。その困難さは、まさに「それが」という部分が表現しようとする対象にある。上の文で、「A」が「B」に申込をするを「offer (「A」, 「B」)」で記号化するとすれば、「それが承諾された」はどのように記号化されるであろうか。指示代名詞「それ」が指すものは何であろうか。「A」の「B」に対する申込である。しかし、従来の一階の言語で名指すことができるのは、個物だけであって、「A」の「B」に対する申込という事態を指すことができない。われわれが従来の一階の言語の内部にとどまる限り、上の例文を一つの述語「 $p(x_1, x_2)$ 」を使って「 $p(\text{「A」}, \text{「B」})$ 」で表現するしかないであろう。しかし、これではこの例文が持つ内部構造が適切に表現できない。これは法的推論にとって致命的である。

今の問題点を整理すると、こういうことになる。すなわち、従来の一階の言語には「あの契約」や

が求めているのは(法的な)関係の具体的な事例(インスタンス)の名前であって、抽象的な概念の名前ではない。

B クラスによる表現

それでは、クラスで表現したらどうであろうか。この試みは、関係をクラスによって表現し、個々の事例をその要素という形で表わそうというものである。例えば、「ある申込が承諾された」という文を記号化してみると、

$$A = \{X : \text{accept}(X)\}$$

$$O = \{Z : \exists X \exists Y (\text{offer}(X, Y) \wedge Z = \langle X, Y \rangle)\}$$

とおくと、 A 、 O はそれぞれ、承諾という概念、申込という概念(の外延)を表わす。そこで、

$$\exists Z (Z \in O \wedge Z \in A)$$

によって、上の文の記号化を与える。これは、最終的には次のように書き換えられる。

$$(1) \exists Z \exists X \exists Y (\text{offer}(X, Y) \wedge Z = \langle X, Y \rangle \wedge \text{accept}(Z))$$

しかし、この方法では、「申込の拒絶」というような複雑な表現を構成するのが大変困難である。

3-3 CPF の特徴—ID 記号の導入

いずれにしても、上の方法は、例えば、「契約」という概念そのものを指示するには適しているが、個々の契約を指示するには

入する。一般に、述語 $p(X_1, \dots, X_n)$ に対して、

$ID-p(X_1, \dots, X_n)$

は当の述語の ID 記号である。より具体的に言うと、例えば、述語 $contract(X, Y)$ に対して

$ID-contract(X, Y)$

は X, Y 間の契約を表わす。別の言い方をすれば、それは当の契約の名前である。(2) は ID 記号を使ってこのように簡潔に書ける。

(3) $acceptance(ID-acceptance, Y, ID-offer)$

ID 記号のこの名詞化 *nominalization* の機能は特に強調されねばならない。ラムダ演算子やクラスによる表記法が、ある概念そのものの名前を形成するのに対し、ID 記号のほうは、ある概念の事例の名前を形成する。たとえば、

例「あの申込の拒絶」

これは、ID 記号を使って

(4) $ID-reject(-, ID-offer(-), -)$

と書き表わせる。ID 記号においてはこのような複雑な名詞化も可能である。

補足として述べておくが、ID 記号が名前として機能するには、ID 記号の指示対象に対して明確な同一性の基準が与えられていることが必要である。それはすなわち、概念の個別的事例に対して存在条件が定義されているということである。そのためには、法律で扱う個々の概念そのものが厳密に定義されていなければならない。しかし、これは法律の問題であって、論理で扱う問題ではない。

3-4 CPF のシンタックス

これから、CPF のシンタックスの定義を行う。大部分従来の一階の言語と同じであるが、CPF の言語が従来のそれと大きく異なるのは、格記号²や ID 記号を導入した点である。CPF のシンタックスは以下の通りである：

1. アルファベット：

1.1. 個体変項： $X_1, X_2, \dots, T_1, T_2, \dots$

1.2. 個体定項： $a_1, a_2, \dots$

1.3. 格 case 記号： $agt:, obj:, goa:, tim:, \dots$

1.4. 述語記号： $p_1, p_2, \dots$

1.5. リスト記号 $[,]$

1.6. 論理定項： $\neg, \leftarrow, \forall$

1.7. 補助記号： $(,), (コンマ)$

² 格記号は述語の内部構造を明確に表現するために考案された表現法である。格記号の構文論的および意味論的な身分については別の機会に詳細に論じることとする。

2. 言語 CPF の項と式の定義：

2.1. 個体定項と個体変項と ID 記号は項である。

2.2. t が個体定項か個体変項か ID 記号であれば、 $agt:$

$t, obj:t, tim:t, goa:t$ は項である。

($c_1, c_2, \dots$ で case 記号を表わすことにする。)

2.3. $[t_1, \dots, t_n]$ ($t_i (1 \leq i \leq n)$ は項) はリストである。

2.4. 述語 p について、 $p([t_1, \dots, t_n])$ は式である。

2.5. A, B が式であれば、 $\neg A, A \leftarrow B$ も式である。

2.6. $A(X)$ が式であれば $\forall X A(X)$ も式である。

2.7. 述語 ID 記号の定義：述語 $p([t_1, \dots, t_n])$ について、 $ID-p([t_1, \dots, t_n])$ は当の述語の ID-記号である。³

2.8. 式 $p([t_1, \dots, t_n])$ について、 $p(ID-p, [t_1, \dots, t_n])$ も式である。⁴

2.9. 項と式は 2.1-2.8 でできるすべてである。

他の論理定項は、定義によって導入する：

$A \wedge B \equiv \neg(\neg B \leftarrow A)$

$A \vee B \equiv B \leftarrow \neg A$

$\exists X A \equiv \neg(\forall X \neg A)$

3-5 CPF による法的知識表現

CPF のシンタックスを定義した後で、これを使った CPF の法的知識表現について述べる。ここでは法律の条文を一つ例にとって、それが CPF の言語にどのように翻訳されるかを具体的に見ていくことにする。

国連売買条約 23 条は次のように規定している。「A contract is concluded when an acceptance of an offer becomes effective.」(その邦訳：契約は、申込に対する承諾が効力を生じたときに成立する)。

この規定に関連して作成された前述の論理流れ図「2A 契約の成立」を CPF で表現してみよう。それは文章で表現すると次のルールとなる。

「契約が成立するのは、申込の効力が生じ、かつ承諾の効力が生じたときである。」

まず、上の条文に現われる述語の一つ一つを CPF の述語に翻訳する。

³ 誤解が生じない限り、ID 記号の中の引き数は適宜省略することにする。またわれわれは派生的に、述語記号 p についても ID 記号 $ID-p$ を定義しておく。

⁴ 前者の形の式を ID 記号抜ききの式、後者の形の式を ID 記号付ききの式と呼び、区別して考えるが、それらには内容上の相違はない。

1. $contract(ID-co, [agt: [X,Y], obj: C])$: $ID-co$ は X と Y の間の C という内容の契約である
2. $offer(ID-of, [agt: X, goa: Y, obj: C])$: $ID-of$ は X が Y に対して C という内容の申込である
3. $acceptance(ID-ac, [agt: Y, obj: ID-of, goa: X])$: $ID-ac$ は Y の X に対する $ID-of$ の承諾である
4. $be_concluded(ID-bc, [obj: ID-co, tim: T])$: $ID-co$ が時間 T において成立する
5. $become_effective(ID-be, [obj: ID-ac, tim: T])$: $ID-ac$ が時間 T において効力を生じる

これに基づいて、上の条文は下の形の式に翻訳される (ここでは時間の前後関係の表現は省略される)。

$be_concluded(ID-bc, [obj: ID-co, tim: T]) \wedge$
 $contract(ID-co, [agt: [X,Y], obj: C]) \leftarrow$
 $become_effective(ID-beo, [obj: ID-of, tim: T_1]) \wedge$
 $offer(ID-of, [agt: X, goa: Y, obj: C]) \wedge contract(ID-$
 $-co, [agt: [X,Y], obj: C]) \wedge$
 $become_effective(ID-bea, [obj: ID-ac, tim: T]) \wedge$
 $acceptance(ID-ac, [agt: Y, obj: ID-of, goa: X])$
 $\wedge offer(ID-of, [agt: X, goa: Y, obj: C])$

このような形の式をフラット化された CPF の式 (FCPF) と呼び、これは下記の形の式と等値である:

$be_concluded(ID-bc, [obj: contract(ID-co, [agt:$
 $[X,Y], obj: C]), tim: T_1]) \leftarrow$
 $become_effective(ID-beo, [obj: offer(ID-of, [agt:$
 $X, goa: Y, obj: contract(ID-co, [agt: [X,Y], obj:$
 $C]), tim: T_1]) \wedge$
 $become_effective(ID-bea, [obj: acceptance(ID-$
 $-ac, [agt: Y, goa: X, obj: offer(ID-of, [agt: X, goa:$
 $Y, obj: C]), tim: T_1])$

この式は上記 FCPF の短縮表記である。知識ベースにはこの形で記述されて入力される。この表現は自然言語表現を自動生成するにも便利である。推論実行のために上記 FCPF にコンパイル (フラット化) することができる⁵。

次にフラット化の手続きの概略を述べる。任意の CPF の式Aは以下の仕方で FCPF のある式にフラット化される。すなわち、任意の CPF の式Aについて、

1. もし、式Aの中に $p(ID-p, [c_1: t_1, \dots, c_i: q(ID-q, []), \dots, c_n: t_n])$ ($1 \leq i \leq n$) という形の式がなければそのまま。
2. もし、式Aの中に上記の形の式があれば、その中で一番左側のものを選んでくる。 $c: q(ID-q, [])$ (ここで q は述語記号) を $c: ID-q$ で置き換え、さらに、もとの式 p を以下の式に置き換える。
 $p(ID-p, [\dots, c: ID-q, \dots]) \wedge q(ID-q, [])$
3. 2の操作をもう一度これを適用できなくなるまで順次繰り返していく。

3-6 CPF の法的推論への適用

CPF においては、ID 記号が重要な役割を果たしている。ID 記号の利点のいくつかについては、すでに簡単に触れておいたが、ここで、法的推論にとっての ID 記号導入の利点についてさらに詳細に述べておきたい。その利点とは、一つには、一階の述語論理の推論規則がそのまま適用できる、ということである。一方、ID 記号の導入によってわれわれの言語の表現力が増したので、これまで不可能であった推論が可能になった。例えば、下のような推論を考えてみよう。

- 前提1. 契約が成立するのは、申込の効力が生じ、かつ申込の承諾の効力が生じたときである。
- 前提2. Anzai の Bernard に対する契約の申込の効力が4月8日に生じた。
- 前提3. Bernard の Anzai に対する申込の承諾の効力が4月9日に生じた。
- 結論 Anzai Bernard 間の契約が4月9日に成立する。

この推論は、従来の一階の述語論理では、形式化が困難である。それは、通常の一階の述語論理には「その契約」「その申込」「その承諾」といったような個々の (法的) 行為あるいは (法的) 関係に言及するための装置がないからである。

一方、CPF では上の推論が実際に正しい推論であることが示される。この推論は CPF では以下のように形式化される。

前提1.

$be_concluded(ID-bc, [obj: ID-co, tim: T]) \wedge$
 $contract(ID-co, [agt: [X,Y], obj: C]) \leftarrow$
 $become_effective(ID-beo, [obj: ID-of, tim: T_1]) \wedge$
 $offer(ID-of, [agt: X, goa: Y, obj: C]) \wedge contract(ID-$
 $-co, [agt: [X,Y], obj: C]) \wedge$

⁵ この手続きは、実質的には many sorted な式を one sorted な式に変換する手続きである。