

**人工知能 (第10週)**

**Artificial Intelligence**

**(AI)**

# AI 授業計画(今週)

- 「人工知能」とは何か
- 問題解決とは
- 探索アルゴリズムとグラフ表現
- 前向き推論, 後向き推論
- ルール, 意味ネットワーク, フレーム
- 機械学習と学習モデル
- 知的エージェント

# 知識を表現する方法

- プロダクションルールによるシステム
  - 短期記憶・長期記憶・Working Memory
- 意味ネットワーク
  - 「概念」など，長期記憶のモデル化
- フレーム理論
  - 「情景」など，長期記憶のモデル化

どれも人間の記憶と推論の認知モデルの一つ

これは第9週に，頭出ししましたが，その続きです

# プロダクションルール による知識表現

- **Production rule** (生成規則) とは:
  - 授業では, 「形式言語学」(2年次)で初出
  - いろいろな分野の専門的知識を**ルール**で表現
- **ルールの表現法**には, (大きく分けて) 2通り
  - **BNF記法**を使う
    - これが本来の生成規則
  - **IF THEN** で書く
    - プロダクションシステムというと普通はこっちだが

補足 : 2つの方法が同等であることを「例」で理解しよう

# プロダクションルール による知識表現

## • BNF記法での知識の記述

- 左辺に現れる  $\langle \rangle$  で囲まれた言葉を, 右辺で, 明確に記述して定義する. 例えば

–  $\langle \text{数字} \rangle ::= 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9$

- この意味は, 言葉で書けば, 次のとおり

– 「数字」とは, 0か1か2か3か4か5か6か7か8か9のどれかである

- こうすることで, 「数字」という概念が明確に記述される
- BNF記法: 奈良・武井「情報処理の基礎」12章参照

これは形式言語学で学んだ例. 「数字」という知識が表現されてる

# プロダクションルール による知識表現

- IF THENルールでの知識の記述
  - 例えば
- **if( char a >= 0 && a <= 9 ) then “a is number”**
  - 確かに, 知識が記述されている
  - Expert systemでは, 一般に次のようになる
- **if( 前件部 ) then 後件部**

条 件

アクション

# プロダクションルール による知識表現(例)

- IF THENルールによる知識と行動の記述
  - 自動車の運転の例(教科書 p.102)
- if( 信号が青 ) then 交差点に入る
  - 一般には
- if( 前件部 ) then 後件部

条 件

アクション

# 二つの記法はどちらが便利か

- BNF記法の場合:

- 「知識」はカテゴリーの定義そのものである
- 「定義」に対応する「処理系」が必要
- 「知識」すなわち「定義」を、トップダウンに書いて行くと“正しさの保障された処理系”ができる
  - yacc/lex において実証済み
  - カーニハン & パイク「unix プログラミング」9章
  - 「宣言的知識」(後述)に便利と考えられている



# 二つの記法はどちらが便利か

- IF THEN ルールによる記法：
  - 断片的な知識が，そのまま記述できる
  - 書かれたルールは，言語処理系でそのまま解釈できる
    - つまり，すぐに実用になる
    - 同じ前件部に対して異なる後件部も書ける
    - 非宣言的知識，特にアクションを伴う際，有利
    - ルール間の階層性が不明確になる

# 歴史的にはどう展開したか？

・実際には、プロダクションシステムは、

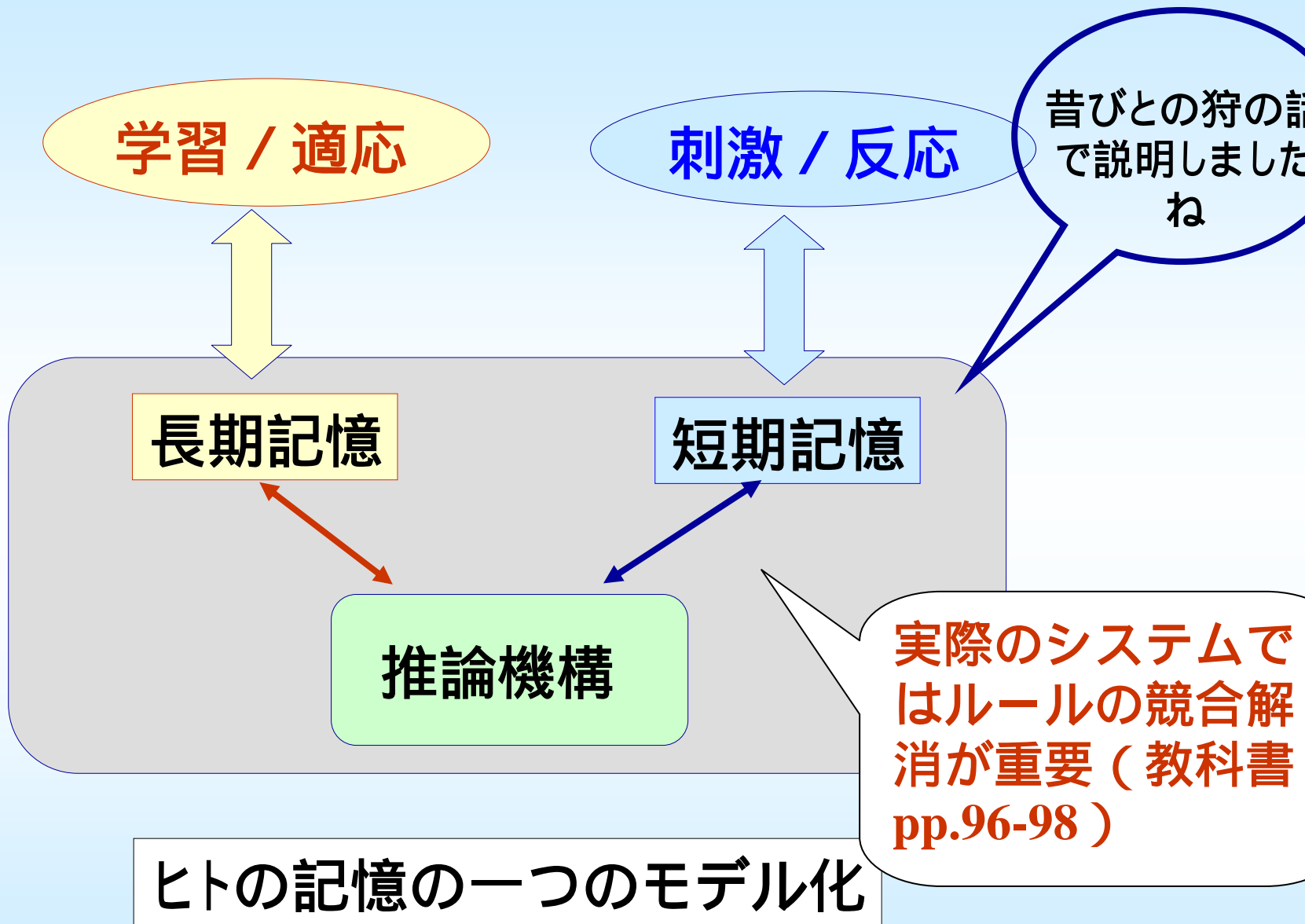
“ IF THEN ルール” + “Working Memory”  
= エキスパートシステム

として使われた

- ・しかし、それだけが正当というわけではない
- ・作り易さや、人の認知の解明の遅れもあり、  
本当の発展はこれからかもしれない

# (整理) プロダクションシステム

- 作りやすいIF THEN ルール方式だった
- 1970年代の認知科学に根拠を置いたもの
  - 記憶の2貯蔵庫モデル
    - 短期記憶と長期記憶
    - 記銘(符号化encoding), 想起(検索retrieval)
  - 実は, 単純な短期メモリのモデルでは無理
- 汎用でサイズの大きいWorking Memory (作業メモリ)モデルが有効だった
  - 力づくでねじ伏せた感もあるが
  - **OAV方式**(次項)は有効な記述方式



# 専門家から貰って来て仕込む

Expert System

領域知識

問題 / 解決

活用

プロダク  
ションメモ  
リともいう

ルールベース

Working Memory

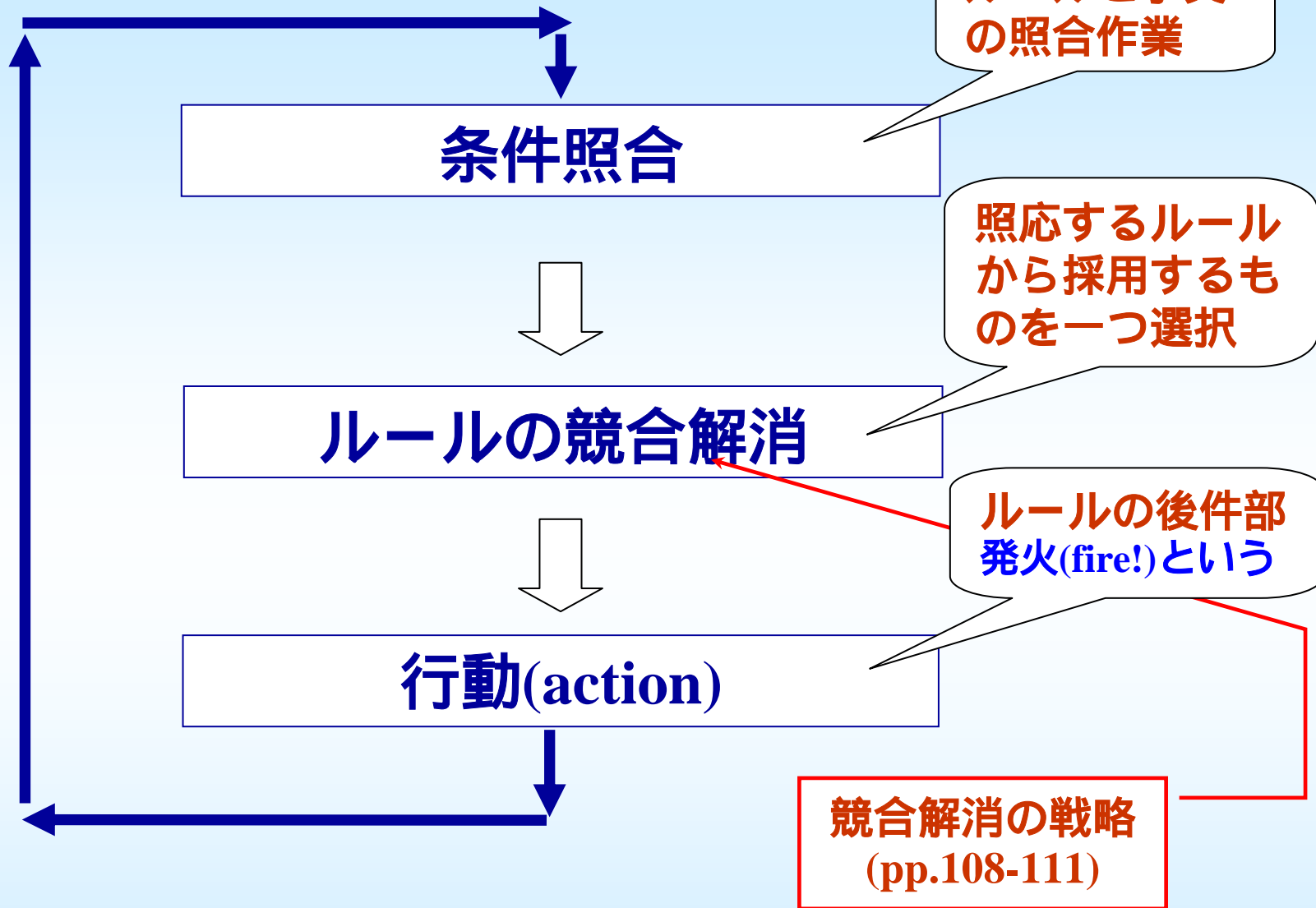
どれも  
OAV形式

If( ) then  
If( ) then  
.....

推論エンジン

事実1  
事実2  
.....

ルール・インタープリター  
ともいう



**Rule Interpreterの動作(text p.98)**

## 事実・条件のフォーム

Fact(事実;  $F$ ) もCondition(条件;  $C$ ) も次の形

$F = ( \text{オブジェクト} \quad \text{属性}_1 : \text{属性値}_1 \quad \dots \quad \text{属性}_n : \text{属性値}_n )$

$C = ( \text{オブジェクト} \quad \text{属性}_1 : \text{属性値}_1 \quad \dots \quad \text{属性}_n : \text{属性値}_n )$

例

$F = ( \text{積み木} \quad \text{寸法} : 10\text{cm} \quad \text{色} : \text{赤} )$

*object*

*attribute*

*value*

# Action (行動) のフォーム

教科書の記法 p.101

## 一般形

( 操作 データ形式 )

## 操作

**make** WMに新要素を付加

**modify** WMの要素を変更

**remove** WMの要素を削除

書き方はいろいろある . 一種のメタなプログラムだから



# プロダクションシステム

- 1970年代の認知科学の反映でもある
- 記憶の2貯蔵庫モデルからWMモデルへ
  - 短期記憶と長期記憶
  - 記銘(符号化encoding), 想起(検索retrieval)
  - 単純な短期メモリのモデルでは無理
  - 汎用でサイズの大きいWorking Memory(作業メモリ)モデルが支持を得た

# AI 授業計画(今週)

- 「人工知能」とは何か
- 問題解決とは
- 探索アルゴリズムとグラフ表現
- 前向き推論, 後向き推論
- ルール, 意味ネットワーク, フレーム
- 機械学習と学習モデル
- 知的エージェント

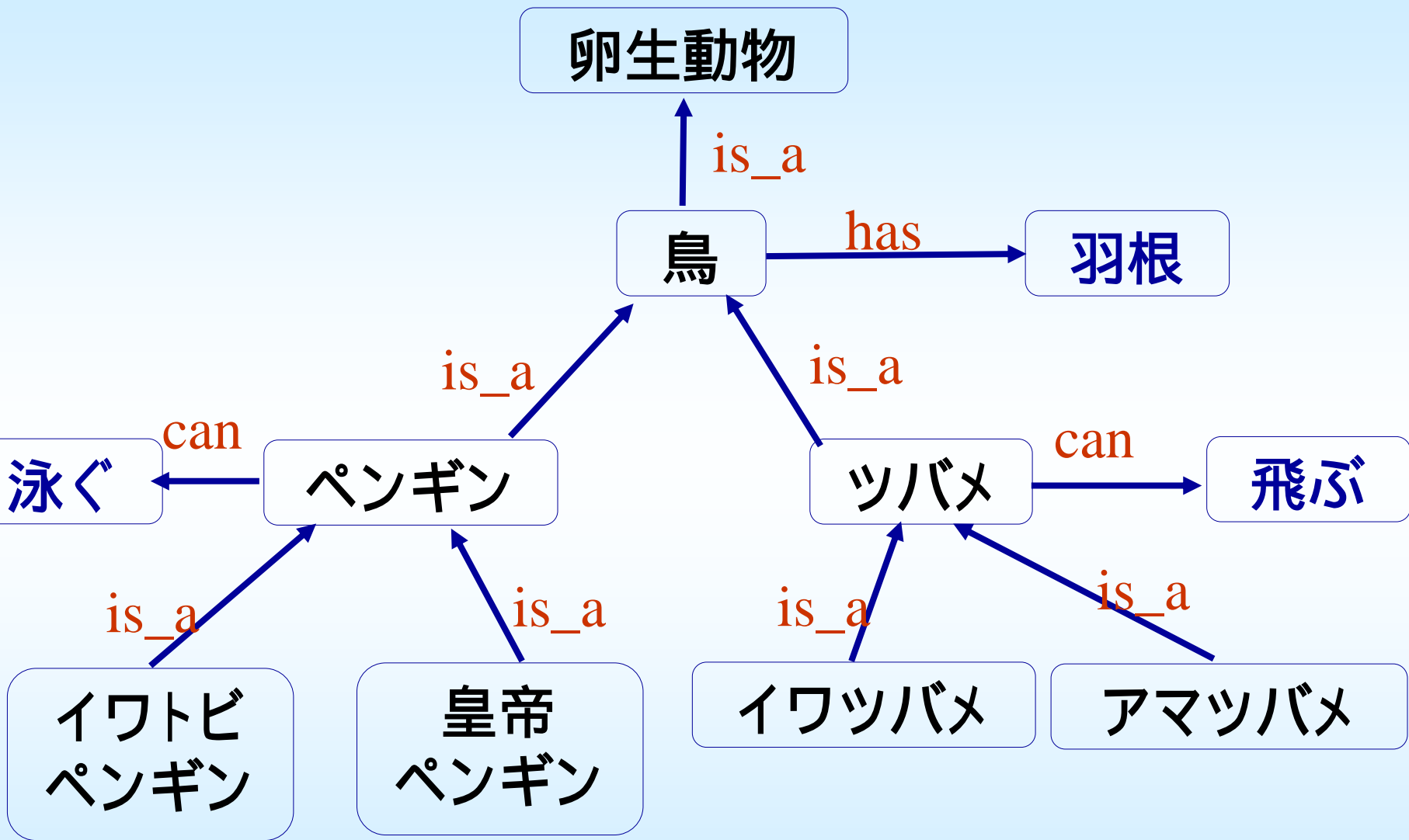
# 知識を表現する方法

- プロダクション・システム
  - 短期記憶・長期記憶・Working Memory
- 意味ネットワーク
  - 「概念」など, 長期記憶のモデル化
- フレーム理論
  - 「情景」など, 長期記憶のモデル化

どれも人間の記憶と推論の認知モデルの一つ

# 意味ネットワークモデル

- 概念の適切な記述方法は？
  - たとえば
- 「鳥は飛ぶ(ものである)」は適切な表現か？
  - ヤンバルクイナは飛ぶか？
  - ダチョウは飛ぶか？
  - ペンギンは飛ぶか？
  - しかし
  - ツバメは飛ぶ ハヤブサは飛ぶ, ……



# 意味ネットワークの基本要素



# 意味ネットワークの特徴

- 概念を表現できる
- 概念と概念の関係を明示できる
- 宣言的知識は記述しやすい
- OAV形式で記述できる(二度目だ！)
- 実際の知識は膨大な量になる
- 概念の継承が出来る
- フレーム風にも記述できる

OAVは何の略？

## OAV形式の復習

Fact(事実;  $F$ ) もCondition(条件;  $C$ )も次の形

$F = ( \text{オブジェクト} \text{ 属性}_1:\text{属性値}_1 \dots \text{属性}_n:\text{属性値}_n )$

$C = ( \text{オブジェクト} \text{ 属性}_1:\text{属性値}_1 \dots \text{属性}_n:\text{属性値}_n )$

例

$F = ( \text{積み木} \text{ 寸法:10cm} \text{ 色:赤} )$

*object*

*attribute*

*value*