

# 光学設計エキスパートシステム KALAS-IVの知識表現方法

5B-3

丸山竹介 小林健二 出口雅晴  
(株)日立製作所 家電研究所

### 1. はじめに

ビデオカメラ、投写形テレビ、レーザプリンタ、光デスクプレーヤなど電気系と光学系を融合した新しいタイプの電気製品が増えている。これらシステムでは全体の最適化から、光学系に対する設計要求は従来と比べ厳しい点が多い。また、光学設計は試行錯誤の多い作業であることもあいまって、これらシステムの光学系の設計は、膨大な作業量を必要としていた。本講演では、設計知識の容易な構築を可能し、これによる設計支援を図り、設計効率の大幅な向上を狙ったシステムについて述べる。

### 2. システムの狙い、特徴

- (1) ソフトウェアシステムに対する特別な知識のない光学設計者が、自ら設計知識の構築を可能とすることが、本システムの狙いである。これにより、長期間にわたる設計知識の獲得が行え、応用範囲が広く、かつ高度な設計知識の構築を可能とする。
- (2) システム全体は3階層に分けられている。基本処理部、光学設計を表現するクラス構成部、および知識格納部である。光学設計者は、知識格納部に対し、設計知識の編集、保存を設計中、対話的に実行できる。
- (3) 光学設計者が、見通しの良い形で設計全体を把握できるように、オブジェクト指向知識表現により自然な形で設計過程が表現されている。また、設計知識も、手続き形、論理形、ルール形のそれぞれのタイプで構築することが可能である。

### 3. システム構成

設計知識構築の際の見通しの良さ、設計問題特有の知識の動的変化への対応、大規模実用的設計システムの実現性などの観点から、オブジェクト指向知識表現を採用した。オブジェクト指向知識表現を基本的枠組みとし、手続き形、論理形、ルール形の知識を処理するシステムを基本部分から新たに作成した。

今回、作成したKALAS-IVは、光学系開発に実績のある光学設計CADシステム、KALAS-IIIに知識処理部を付加する形で実現した。(図1)

設計知識の表現として、手続き形知識、論理形知識、ルール形知識の全てに対応する処理部を作成した。手続き形プログラムのインタプリタを図1に示す設計計算処理部に設けた。

また、オブジェクト指向知識表現を実現する言語として、独自の言語、KOOLをPROLOGにより記述し作成した。論理形知識は、PROLOG自身の述語論理で、ルール形知識は、KOOL内のトップレベルであるクラスシステムに前向き、および後向き推論エンジンを設け、処理を行うようにした。これらの知識は、ユーザインタフェースを通じ、設計者が適宜、編集、保存、することが可能である。

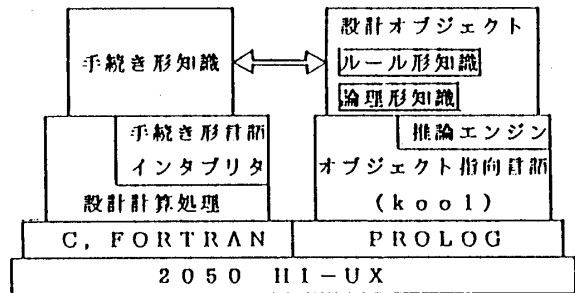


図1 システム構成

```

MACRO WHITEHF
REH *** WHITE MTF CALC. *****
DEFAULT 19. 0.5 0.9 0 0
DIMENSION CLEAR
COPY OFF
PRINT '***** WHITE MTF *****'
PRINT 'FREQU. ' U1
PRINT ' CFG          Z-SHIFT
PRINT '
FOR J=1,NCF
CFG J
IF KTL=0, GO TO 10
ILDE
EOS
10 SPD 0 300 300 300
LET H=WRK(2,1)
QTEZ U1 -.15 .1 .01
DIF
LET H=H
DIF U1 U1 Z
LET S=100*OTD(2,2)
LET M=100*OTD(4,2)
PRINT '
30 HNEXT
HNEXT J
COPY ON
END
    
```

図2 手続き形プログラムの例

#### 4. 設計知識表現言語

##### (1) 手続き形知識表現

手続き形知識の表現として、BASICライクに計算手続きを記述する言語、および、これを処理、実行するインタプリタを作成した。設計計算処理部に数値計算指示するコマンド（約200種）と、FOR文、IF文、GOTO文、他モジュールを呼び出すCALL文、などを混えた形で記述される。（図2）この言語では、設計計算処理部の中で用いられるコモン変数を殆ど参照することを可能とする参照機能を設けた。これらの機能により、設計計算処理部の上部構造として手続き形の設計知識の記述を実現している。本構造は、オブジェクト指向知識表現部の下部構造として、システムの実行時に呼び出される。

##### (2) オブジェクト指向知識表現

オブジェクト指向知識表現を実現する言語をPROLOGにより記述、作成した。（KOOL言語、図3）この言語は、従来のオブジェクト指向言語の共通機能であるクラス関係定義、変数定義、メソッド定義の他に、次の特徴を持たせた。

- ① クラスの中で条件部、実行部からなるルールの記述を可能とした。ユーザである光学設計者が、ルール知識として自由に記述できる。KOOLは、メソッドの実行時に、推論エンジンを起動し処理する。
- ② メソッド内および、ルール内でのPROLOGによる論理の記述が可能。これは、PROLOGの述語論理により実行する。
- ③ 継承関係の分類とそれによるクラス関係の制御を実現している。

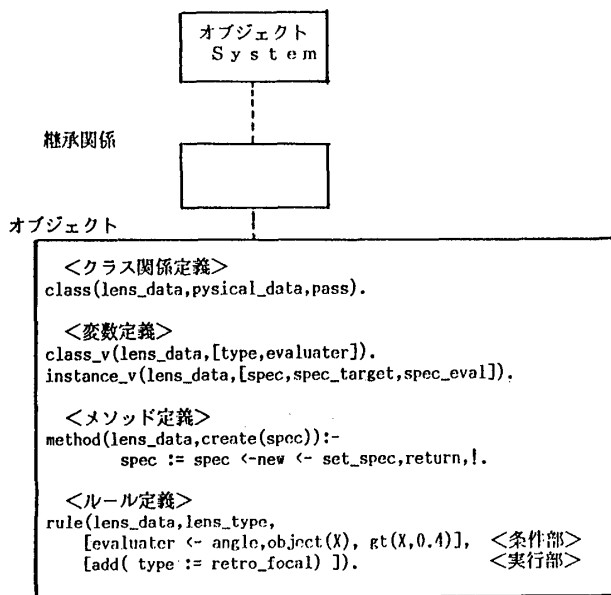


図3 オブジェクトの構成

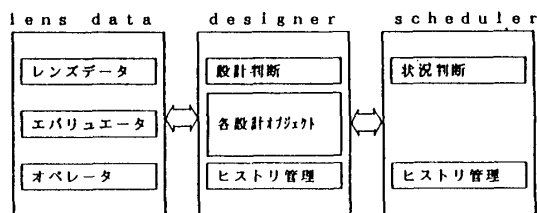


図4 クラスの構成

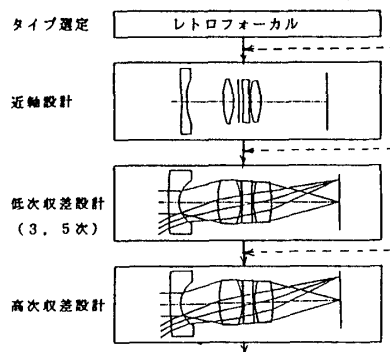


図5 設計モデル  
(適用例)

#### 5. 設計知識の表現と適用結果

対象を自然に表現できるオブジェクト指向知識表現の特徴を生かし、光学設計を通常に行われている手順に従って単純にモデル化した。モデル化したクラスの構成を図4に示す。クラスは、それぞれ、lens data, designer, schedulerの群に分け、モジュール化を行った。設計の過程は、図5に示すように、レンズタイプの選定から近軸設計、低次、高次設計と段階を追い実行するようにした。図5に示すビデオカメラ用レンズ (f=4.3mm) に適用し、設計過程を上記の知識表現に従って記述し動作の確認を行った。その結果、それぞれの段階ではほぼ目標の動作および有効性を確認した。

##### 参考文献

- (1) 溝口：オブジェクト指向概念による知識表現言語、情報処理、Vol.29, No.4, Apr. 1988
- (2) 片山、溝口：オブジェクト指向概念を導入した知識表現言語：姿、人工知能学会誌、Vol.2, No.2, June 1987
- (3) 芳賀、中所、大藤：知識処理のための2階層モデリング手法と複合多機能型知識処理言語S-LONLIの開発、情報処理学会誌、Vol.30, No.2, Feb. 1989