

## 3D-4

## レンズ設計エキスパートシステム OPTEX

——レンズオブジェクト——

雲和雅 加藤英二 金子和恵 高木常好 浅野俊昭  
キヤノン(株) 情報システム研究所

## 1 はじめに

一口にレンズ設計といっても、カメラ用、複写機用、あるいは眼底カメラ用など多様な分野が存在する。また、このような多岐に亘った分野で、それぞれコンサルテーション、レンズデータの知的検索、一部の類型設計の完全自動など、コンピュータによる知的設計支援に対する具体的なニーズが増加してきている。現在我々が開発しているOPTEX(参考文献)は、このような多様なレンズ設計の分野において知識処理システムを構築する際のドメイン・シェルとでもいうべきものである。

ところで、このようなドメイン・シェル構築に際しての最大の課題は、ユーザが設計知識を記述する際、自身が持っている知識とシェルを用いてコンピュータ上に表現される知識との間のギャップをいかに少なくするか、ということであろう。

周知のように、レンズ設計の領域では古くからCADの開発が行なわれ、今日これは設計の必須の道具となっているが、CADに対するメッセージであるコマンドが極めてプリミティブな機能に細分化されているものが多く、設計者がレンズ系を脳裡で操作しているレベルとは大きくかけ離れているのが普通である。

したがって、先に述べたドメイン・シェルに対する要求に応えるためには、このような既存のCADの制約を受けず(理想的には、どのようなレンズ設計CADを使用していようと、上記の知識の記述には影響を与えない)、しかも設計者が脳裡で考えるレベルに近い知識表現法を用意する必要がある。

OPTEXの開発にあたっては、このような要求に応えるものとして、レンズオブジェクトを考案した。本稿はその概要について報告するものである。

## 2 レンズオブジェクト

## 2.1 基本的な考え方

レンズ設計の知識の記述に必要なCAD操作とは、レ

ンズ系の性能データ、構成データの参照と、レンズ系の改造手段の指示である。OPTEXでは、設計者による直接の設計作業と、OPTEX上に作成されたエキスパートシステムの実行との両者において、これらの操作をレンズオブジェクトに対するメッセージとして実現し、CADの直接操作を禁止している。これは、先に挙げた様々な知的設計支援において、CADとのインターフェースを統一するとともに、設計者の手作業とエキスパートシステムの実行の自在な切り替えを実現するためである。また、レンズオブジェクトは(1)CADをユーザから隠蔽し、ユーザが本質的には知る必要のないCADの操作方法や制約を吸収することと、(2)設計者の設計知識の表現に近いレンズ系のモデルを有し、これを介して、CADの内部表現に左右されることなく、設計者がCADを操作出来ること、の2つを実現するという役目も担っている。

以下に設計知識の例を挙げ、この2点について説明する。

## 2.2 CADの隠蔽

通常、設計者が脳裡で保持している知識は、例えば「もし球面収差の値の絶対値が0.2よりも大きければ、第一ブロック最後方の凸レンズを2枚の凸レンズに分割する」

といった形で表現される。

いま、この知識がCAD中にあるレンズ系に対して適用されたと考える。まず必要なのは、このレンズ系の性能データの一つである「球面収差」の値を参照することである。

ところで、一般に性能データの値を参照する際には、

- CAD内の該当するデータ領域の値が妥当なものかどうか判断する。
- 妥当でなければ、必要なシミュレーションを実行し、値を更新する。
- その後、要求された値を取りだす。

という手順が必要であるが、上記の設計知識中にはこれらが総ては書かれていないことから明らかなように、

設計者にとって本質的な操作は、目的の性能データを得ることだけであって、その他の手順は特定のCADを使用して目的の値を得るために必要なものである。

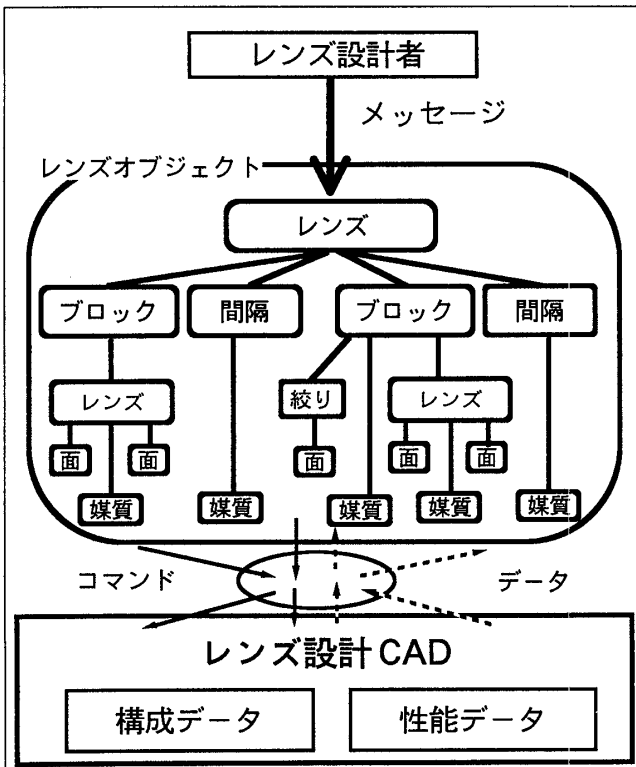
OPTEXでは、レンズオブジェクト内に性能データの妥当性を管理するためのインスタンス変数を持ち、この性能データが無効となるCADコマンドが実行された時にこの値を修正することによって、シミュレーションの実行の必要性を自動的に判断している。

また、通常CADのコマンドには、環境を整えるためにあらかじめ実行しておかなければならないコマンドがあり、相互に従属関係が存在する。レンズオブジェクトはこのコマンド間の従属関係を把握しているので、ある操作の要求に対して必要なコマンド列を自動的に発行することが出来る。

### 2.3 レンズ系のモデルの実現

また、上記の設計知識中では、「第一ブロックの最後方の凸レンズ」という操作対象の表現が使用されているが、レンズオブジェクトがCADを操作する際には、これがレンズ系のどこを指すものであるかが分からねばならない。CADは高速な処理を実現するために、レンズの内部データとしては配列等の平板なデータ構造を使用することが多いが、レンズオブジェクトは設計者にとって理解しやすい表現とCADの内部データとのインターフェースの役割を果たさねばならないのである。

OPTEXではこの要求を満たすものとして、下図に示



したように、実際のレンズ系の構造に対応した複数のオブジェクトクラスのインスタンスの集合体としてレンズ系を表現している。設計者の意図は、木のルートにある「レンズ」インスタンス、または、その下位のレンズ構造に対応するインスタンスに対するメッセージとして伝達される。メッセージを受けたインスタンスは、対応するCADデータのアクセス方法をメソッドとして保持しているため、受けた指示を実行するべく必要なCADの操作を行うことができる。

### 3 まとめと今後の予定

我々の構築したレンズオブジェクトは以下のようにまとめることができる。

- ◎ 各種レンズ設計の設計対象物であるレンズ系やその操作方法を、人間が理解し易い階層構造及びメソッドとして実現した事により、エキスパートシステムを構築する上でその記述が容易になる。
- ◎ 設計者の示す概念的指示の下にレンズオブジェクトが設計作業を実現してくれるので、設計者は本来の設計作業のみに打ち込める。

また、レンズオブジェクトは、既存ソフトであるCADを外側から包むような形になっているので、CADを直接改造することなく知的環境を用意することができる。このような方法は、当社のレンズ設計CADへの適用にとどまらず、一般的に既存ソフトウェアを利用したエキスパートシステムを構築しようとした際に、十分応用性のある機構だと考えている。

今後は、このレンズオブジェクト及びルール、制御文等を用いて、様々なレンズ設計領域の知識獲得並びに蓄積を行っていく。なお、本報で述べたレンズオブジェクトを含むOPTEXはHP9000ワークステーション上で実用システムを開発中である。

### 参考文献

加藤他：「レンズ設計エキスパートシステムOPTEX 実用システムの概要」, 昭和63年度 人工知能学会 全国大会 (第2回), pp313-316.