

# 回転機デザインレビューシステムの開発

— デザインレビューエキスパートシステムの具体例 —

2H-3

澤田 武朗\*, 高野 啓\*, 辻 秀一\*, 勝山 恒吉\*\*, 滝 寛和\*\*  
 峰 英哉\*\*\*, 稲田 昭子\*\*\*, 芹川 一朗\*\*\*, 栗田 浩二\*\*\*, 山田 一秀\*\*\*

\*三菱電機(株) 情報電子研究所 \*\*同 設計生産性技術センター \*\*\*同 長崎製作所

## 1. はじめに

各種産業分野の動力源として幅広く利用されている大型回転機(モータ)は個別設計色が強く、そのデザインレビュー(設計結果に対する審査)業務は複雑かつ経験を要する。設計審査項目は、顧客の要求仕様に応じて大幅に異なっており、設計仕様上重要な内容や規格・基準類などからなる多数のチェック項目の中から、実際に設計審査の考慮対象となるチェック項目をもれなく捜し出すには、多くの時間と労力を必要とする。そこで我々は、入力された仕様から審査に必要なチェック項目を自動的に出力するエキスパートシステムを開発した。

## 2. システム概要

本システムは、専門家の設計審査知識を獲得する知識獲得機構と、獲得された知識を基に必要な設計審査項目を決定する推論機構とからなる(【図1】参照)。さらに前者は、知識を表で入力する知識入力部と、表を知識ベースに変換するルールトランスレータとからなり、後者は設計仕様(【図2】参照)を入力し推論を実行させチェック項目(【図3】参照)を出力する対話型インタフェースとリンクされている。この推論機構は、従来の三段論法的な演繹機能に加え「例外知識処理機能」(後述)を持つことを特徴としている。

## 3. システムの諸機能

### (1) 知識獲得機能

専門家の設計審査知識を効率良く知識ベース化する機能として、表入力形式の知識表現を提供している。表は条件部と実行部とからなるルール形式で入力する。条件部にはルールの分類番号、データの所在、条件を入力する。条件はNOT、AND、ORやそれらを括弧で括った複雑な論理式のものも作成できる。また数値変数も扱える。実行部には、設計結果に対するチェック項目を入力する。知識入力部で作成されたファイルから知識ベースファイルを生成する。この機能を担うのがルールトランスレータである。表として作成されたファイルの文字列に対して前処理を行い、パーザにより知識ベースを生成する。

### (2) 推論機能

設計仕様をデータとして与えると、必要なチェック項目を決定する。推論機構の構築には、専用のエキスパートシステム構築ツールを開発し利用している。このツールは、知識ベースをソースファイルとし、これからReteネットワーク形式のデータ構造を生成するコンパイラである。このツールにより生成される知識を処理する推論機能の特徴は、次に述べる例外推論機能を追加している点にある。

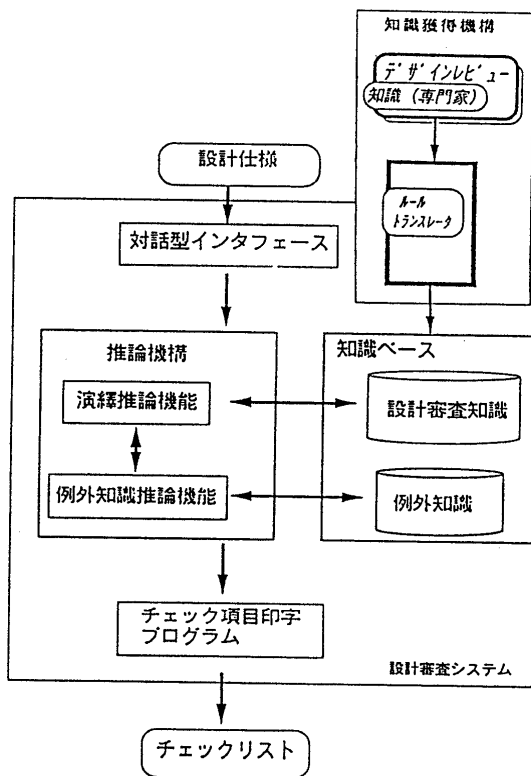


図1. 交流モータ用設計審査システム

The development of Design review system for motors  
 Takero Sawada\*, Akira Takano\*, Hidekazu Tsuji\*, Tsuneyoshi Katsuyama\*\*, Hirokazu Taki\*\*,  
 Hideya Mine\*\*\*, Akiko Inada\*\*\*, Ichiro Serikawa\*\*\*, Kozi Kurita\*\*\*, Kazuhide Yamada\*\*\*  
 \*: Computer & Information Systems Laboratory, \*\*: Design Productivity Engineering Centre and  
 \*\*\*: Nagasaki Works, Mitsubishi Electric Corporation

(3) 例外知識処理機能

例外知識推論機能は、推論機構で知識ベースより選択した知識に、例外知識が対応していた場合、例外知識が選択条件を満たしていれば、例外知識のみを優先的に選択する機能である。例外知識が選択条件を満たさない場合、通常の知識を選択する（例外知識の、さらに例外知識も同様に扱うことも可能）。例えば、【図2】のように設計仕様を入力すると、推論機構が設計仕様にあった知識を知識ベース【図4】の中から選択する。この場合、

【図4】の（ルール5）は選択対象になるが（ルール5）には「ルール5の例外知識」が対応している。ここで推論機構は、例外推論機構を用いて「ルール5の例外知識」の条件部（IFの部分）を調べる。この例では、「ルール5の例外知識」のチェック項目である「トルクは客先指定の仕様に従っているかを確認してください。」を選び出す。逆に、条件部が設計仕様を満たさない場合は、（ルール5）のチェック項目を選び出す。

4. 効果

このシステムでは、設計仕様の入力からチェック項目が出力されるまで5分以内で作業を終えることができる。このチェック項目リストをデザインレビュー作業に利用

入力

向先:	〇〇電力
オーダ:	NQA
用途:	高压注入ポンプ
出力:	1400 kW
極数:	2 p
電圧:	6.6 kV
周波数:	60 Hz
外被形式:	内冷
回転形式:	カゴ
客先指定:	有り
トルク指定:	…… (無指定)

図2. 交流モータ用設計審査システムの入力の例

することで、チェック項目のもれの可能性がなくなり、製品の高品質化が維持できる。さらに、知識を容易に知識ベースに取り込むことができるため専門家の設計審査知識の継承に寄与することができる。また、従来の演繹推論に「例外知識推論機能」を組み込むことにより、大規模な知識ベースへの新ルールの追加が容易となった。

5. 結論

一般に、モデル化された設計においてはCAEを利用できるが、デザインレビューには、モデル化されていない経験的な知識が必要である。今回の開発を通して、デザインレビューのシステム化には、専門家の知識を有効に利用し継承していくことが必要であることが分かった。

6. 今後の課題

今後は、より詳細設計レベルの審査ができるような知識ベースの拡充を目指す。さらに発電機や他の回転機の設計審査業務にも適用できるよう、システムの標準化、汎用化を目指す予定である。

7. 参考文献

[1] 「電動機用設計審査システムを実用化開発」  
p51~p53, InterAI Dec./91

出力

- ・ 始動、母線切替時の過渡現象（熱、コイルエンド）を検討してください。
- ・ 高压注入ポンプはセーフガード指定につき、始動電流は650%以下としてください。
- ・ ……
- ・ ……
- ・ 〇〇電力向高压機は端子箱内绝缘ゴム内貼りをしてください。
- ・ トルクは客先指定の仕様に従っているかを確認してください。
- ・ ……
- ・ ……

図3. 交流モータ用設計審査システムの出力の例

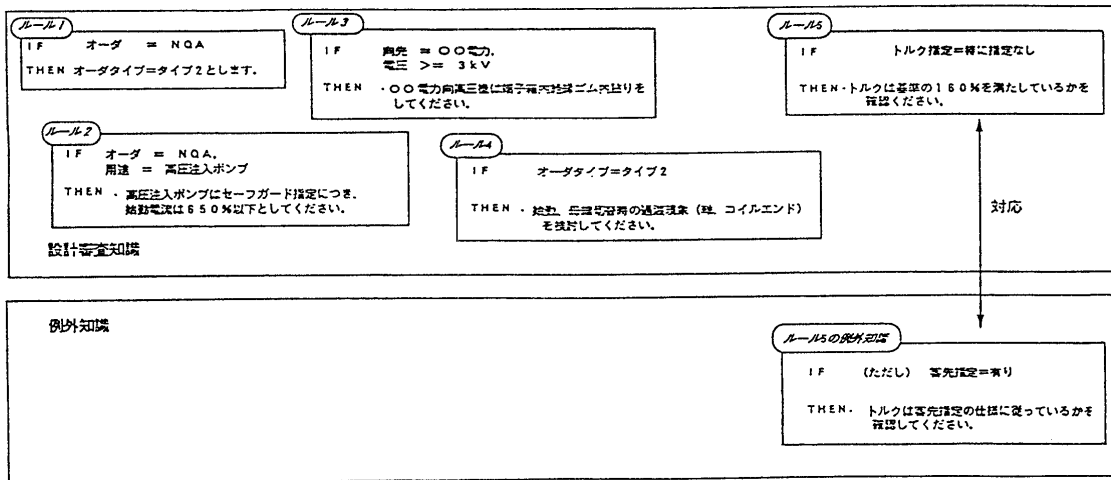


図4. 交流モータ用設計審査システムの知識の例