

# 設計パターン自動導出による見積り対応力強化

岩本直子\* 東 武志\*\*  
井上 猛\*\* 新屋浩二\*\*  
山下祥太郎\*\*

*Design Support System for Speedy and Effective Estimate*

*Naoko Iwamoto, Takeshi Inoue, Shotaro Yamashita, Takeshi Higashi, Koji Shinya*

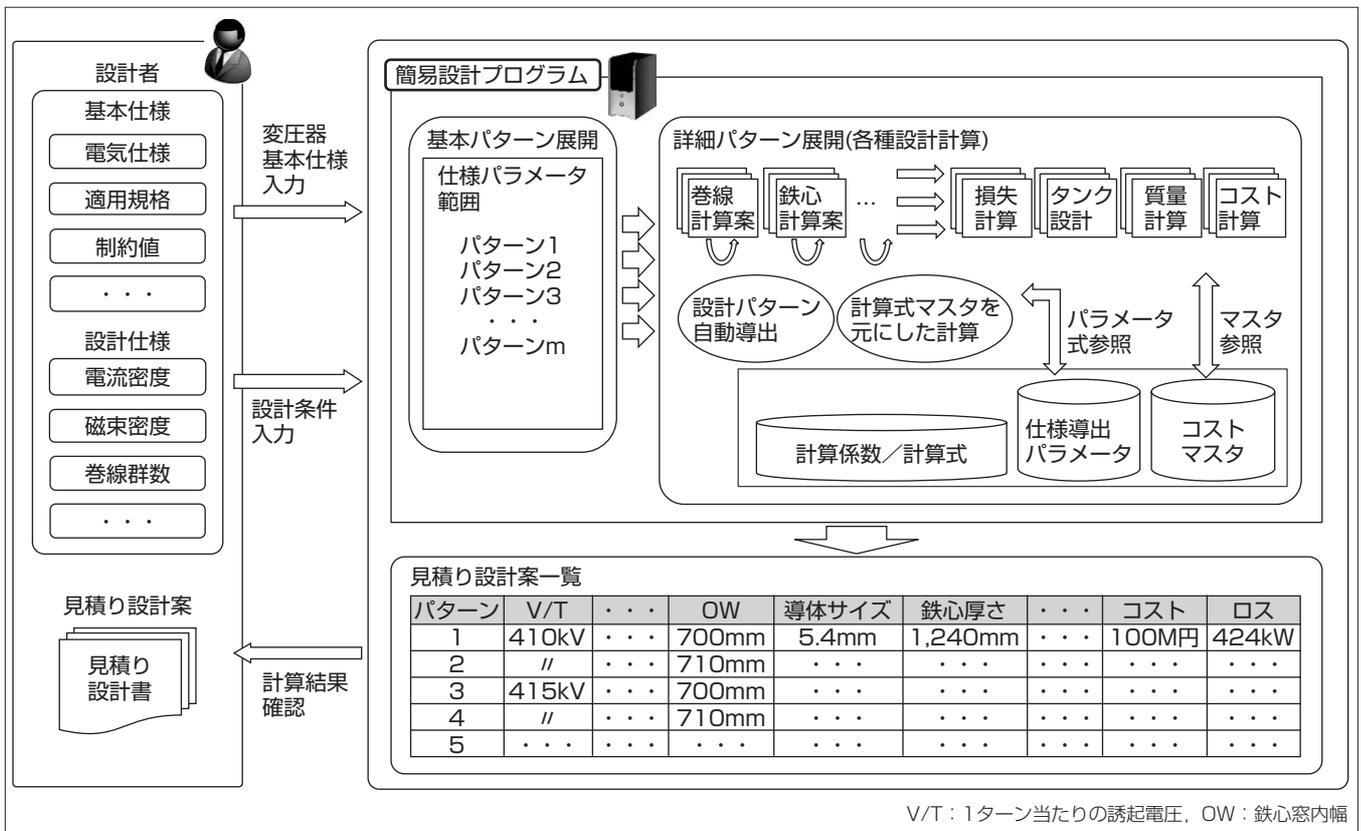
## 要 旨

個別受注生産ビジネスでは、顧客の要求仕様に応じて、最適な品質とコストを考慮した設計を個々に行っているが、これは既に見積り段階から始まっている。見積り照会を受けた際に、顧客に対して最適な設計や技術、及び魅力ある価格を提案することで、受注につなげるためである。また、その見積り照会に迅速に対応し提案の機会を増やすことも受注を増やす重要な事項であるため、見積り対応力を強化する必要がある。

三菱電機の外鉄形変圧器は個別受注生産の製品であり、顧客の要求仕様ごとに毎回設計を行っている。当然、設計

基準は規定されているものの、設計パラメータが多いため、限られた時間内で最適解にたどり着くためには一定以上の設計スキルが必要となる。設計経験の少ない若年設計者は迷いや手戻りを生じ、その結果、設計時間をロスしてしまう。

今回、この課題を解決するために、設計パターン(仕様と設計パラメータの候補)を網羅的に自動導出し、その中から評価基準を満足した設計を決定できるようにする“簡易設計プログラム”を開発した。これによって、設計者が最適解にたどり着くまでの時間を10%低減し、見積り設計期間短縮による見積り対応力を向上させることができた。



## 簡易設計プログラム

簡易設計プログラムは、まず初めに仕様パラメータ案から制約範囲内のパターンに絞る(設計パターンの自動導出)。そのあと、詳細の設計計算をして見積り設計案をリスト表示する。設計者はこの中から見積り回答パターンを選択し、見積り設計書を作成する。このシステムの自動導出機能によって複数パターンの見積り案を一度に作成できるようにし、見積り対応件数を増加させ、若年設計者でも容易に設計できるようにした。

1. ま え が き

当社の外鉄形変圧器は個別受注生産の製品であり、顧客の要求仕様ごとに毎回設計を行っている。設計基準は規定されているものの、設計パラメータが多いため、限られた時間内で最適解にたどり着くためには、一定以上の設計スキルが必要となる。今回、設計パターン(仕様と設計パラメータの候補)を網羅的に自動導出し、その中から評価基準を満足した設計を決定できるようにする“簡易設計プログラム”を開発した。そのプログラムシステムについて述べる。

2. 見積り設計の問題点と課題

2.1 背景

個別受注生産ビジネスでは、顧客の要求仕様に応じて、最適な品質とコストを考慮した設計を個々に行っている。見積り照会を受けた際に、顧客に対して最適な設計や技術、及び魅力ある価格を提案することで受注につながっていくと同時に、その見積りを迅速に対応し、提案の機会を増やすこともまた、受注を増やす重要な事項である。すなわち、見積り設計期間短縮による見積り対応力を強化する必要がある。

2.2 従来の見積り設計業務と問題点

図1に従来の見積り設計業務と問題点を示す。

従来の見積り設計では、設計者が対話型システムである“変圧器設計システム”を使用し、各設計パラメータを選定しながら、最適解を追求していく。具体的な作業は、次に示す5つのステップに分けられる(図1)。

- (1) 変圧器設計システムに保存されている過去の類似案件を検索する。
- (2) 類似案件を参考にして、顧客の要求仕様や適用規格、設計制約値等の基本仕様を変圧器設計システムに入力する。
- (3) 設計者は設計便覧(設計ハンドブック)を参照しつつ、変圧器の各設計パラメータ(導体、コイルセクション数、鉄心サイズ、絶縁仕様など)を選定していく。その結果が評価基準を満足したか否かを確認し、満足しない場合には設計パラメータを再選定する。
- (4) 評価基準を満足した設計ができた場合、見積り設計書を作成する。
- (5) 見積り設計書をもとにコストを算出する。

このような従来の手順では、次の問題点があった(図1)。

- ①巻線や鉄心など設計パラメータが多いため、設計結果を導き出すのが難しく設計者のスキルに依存する。
- ②設計計算結果が評価基準を満足しなかった場合には、設計パラメータを見直し再計算する。迷いや繰り返しの再設計によって、見積り設計時間をロスすることに

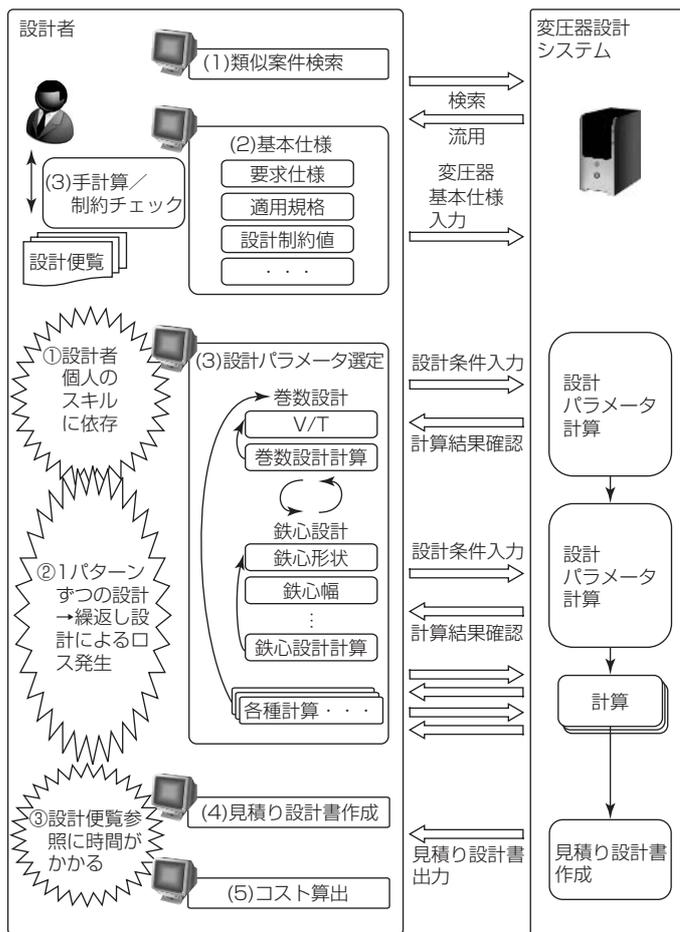


図1. 従来の見積り設計業務と問題点

なる。

- ③設計便覧の検索に時間がかかる。

2.3 見積り設計業務の改善に向けた取組み

これらの問題点を解決するための基本方針は、次に示す3点である。新たな見積り設計システムの改善イメージを図2に示す。

- (1) 設計者のスキルに大きく依存しないように、設計結果を導き出す設計パラメータの選定手順を標準化する。
- (2) 複数の見積り設計案を同時に導出し、比較しやすくする。
- (3) 設計作業の各ステップに応じて、閲覧する設計便覧を容易に検索・出力できるようにする。

具体的な取組みとしては、従来使用していた変圧器設計システムを拡張するために、設計の各パターンを自動で導出する簡易設計プログラムを開発した。

簡易設計プログラムは設計パターンを網羅的に自動導出し、コストミニマム、ロスミニマムといった各種の最適解を導き出す。また、設計便覧(ハンドブック)を電子化、マスター化したため、システム内での計算処理での参照及び変圧器設計システムを利用しながらの閲覧ができるようになった。これらを組み合わせて、新たな見積り設計システムを構築した。

### 3. 見積り設計システム

#### 3.1 新たな見積り設計システムの構成

新たな見積り設計システムは、新規開発した簡易設計プログラムと既存の変圧器設計システムの2つのシステムで構成される。次に、追加機能について述べる。

##### 3.1.1 簡易設計プログラムの機能

簡易設計プログラムの主な機能(図2 I, 図3)について述べる。

###### (1) 設計パターン導出機能

設計パターン導出機能は、設計パターンを網羅的に自動導出し、最適解を導き出すものである。この機能では、熟練設計者の検討思考をシステムに組み込んでいる。

作業手順は、2段階で構成される。

###### ①基本パターン展開

変圧器仕様インプット画面(図4)、設計条件インプット画面(図5)で入力した仕様と設計条件を基に、電流密度、磁束密度や鉄心サイズといった基本的な計算パターンを洗い出す。

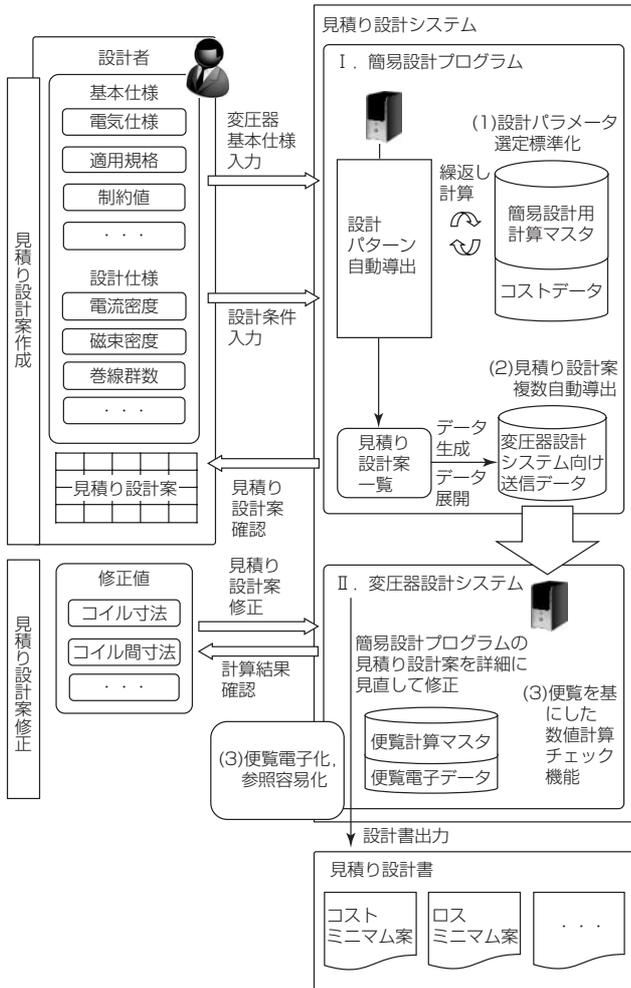


図2. 見積り設計システムの改善イメージ

###### ②詳細パターン展開

基本パターン展開で算出した結果を基に詳細の設計パラメータを選定していく。

###### (2) 設計評価出力機能

設計評価出力機能では、(1)の設計パターン導出機能で最適解が導き出された後に無負荷損や負荷損等の損失計算やコスト算出を行い、見積り設計案一覧を表示する(図6)。

設計者は、その結果を考察・評価し、設計完了となる。

###### (3) 計算式管理機能

簡易設計プログラムには、各種設計の計算式が組み込まれているが、この計算式と係数はマスタで管理されており、

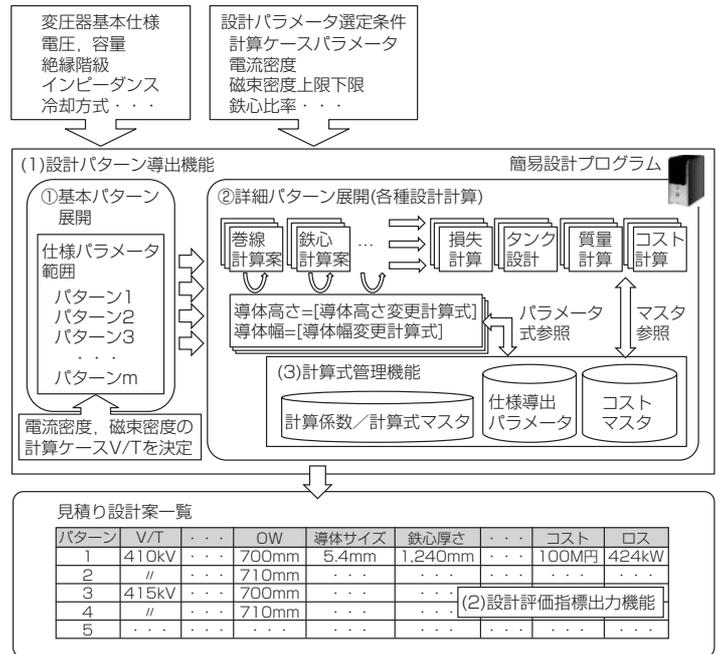


図3. 簡易設計プログラムの主な機能

図4. 変圧器仕様インプット画面

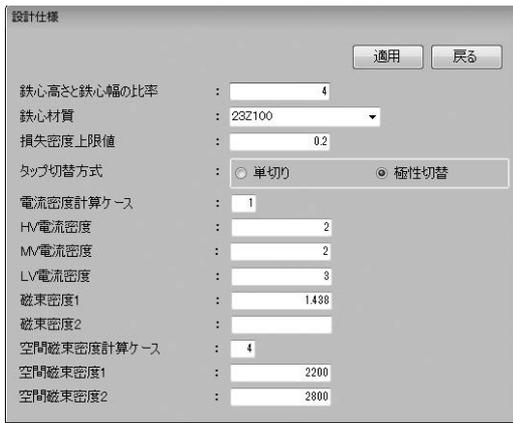


図 5. 設計条件インプット画面

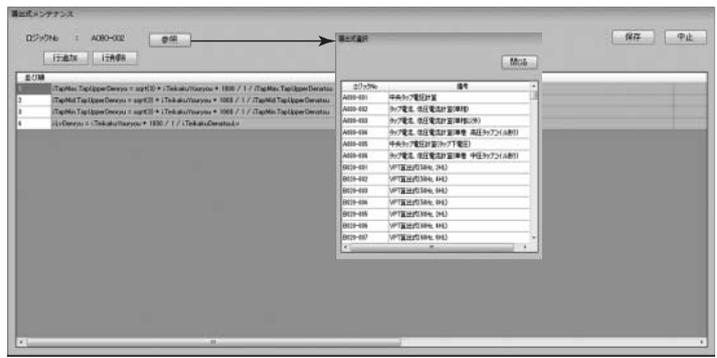


図 7. 計算式変更画面



図 6. 見積り設計案一覧の表示画面

今後、設計基準の見直し等が生じた場合には、このマスタを変更するだけでプログラムの更新が可能である(図7)。

### 3.1.2 変圧器設計システムの追加機能

既存システムである変圧器設計システムの追加機能は次の2つである(図2II)。

#### (1) 簡易設計プログラムとのインターフェース機能

簡易設計プログラムで設計したデータを変圧器設計シ

テムにデータ展開できるように、インターフェース機能を追加した。この結果、簡易設計プログラムの結果を活用して、更なる詳細設計を行えるようになった。

#### (2) 設計便覧マスタ化と閲覧機能

変圧器設計システムでは、設計便覧(設計ハンドブック)を電子化し、変圧器設計システムの中で閲覧できるようにした。

### 3.2 簡易設計プログラム開発の成果

簡易設計プログラムの導入によって、次の成果を得た。

#### (1) 設計者のスキルに大きく依存することなく、設計を進めることができるようになった。

#### (2) 最適解を導き出すまでの時間を短縮することができた。

これらによって、見積り設計時間が10%低減でき、見積り対応力を向上させることができた。

## 4. む す び

個別受注生産製品である外鉄形変圧器を対象に、見積り設計時間の削減と、見積り対応力を強化するために開発した“簡易設計プログラム”について述べた。

今後は、見積り設計データを受注後の機能設計、構造設計、生産のシステムとも連携させ、製造リードタイムを短縮する仕組みについても改善を進めていく。