

# プラント電気系統設計支援システム “CEF”

Concurrent Engineering Framework for Plant Electrical Engineering

吉田 茂  
YOSHIDA Shigeru

田村 節生  
TAMURA Setsuo

正岡 良規  
MASAOKA Yoshinori

発電プラントなどの電気系統は、数万個に上る大小さまざまな電気機器で構成されている。このような大規模で複雑な対象を扱う設計業務では、プラント設備の技術データをライフサイクルにわたって効率よく管理し、コンカレントに多様なエンジニアリングを支援するためのツールを利用できる環境を構築することが、生産性向上を図るために必須(す)である。

当社では、プラント設備の技術情報を統合的に管理するデータベースを中心に、オープン性、独立性に優れたツール群をそろえたコンカレントエンジニアリング環境であるCEF (Concurrent Engineering Framework) を開発した。

The electrical system of a power plant consists of a large number of various components. Appropriate management of technical data throughout the life-cycle and environments that support various engineering tasks are necessary for the development of such a system.

This paper introduces the concept of the concurrent engineering framework (CEF). The essential components of CEF are also discussed, such as the integrated plant engineering database, concurrent control engine and engineering tools.

## 1 まえがき

発電プラント市場でも規制緩和などによるオープン化、いっそうのグローバル化というような事業環境の変化がある。これらに対応するためには製品競争力の強化とともに“プラントシステムエンジニアリング業務”の迅速化、リードタイムの短縮、品質の向上など、大幅な技術生産性向上を図ることが必要である<sup>(1),(2)</sup>。そのため、エンジニアリングを、計算書など個別のドキュメント単位で機械化するのはなく、エンジニアリングのスタイル自体を統合的なデータベース主体で進めていくように変革する必要がある。

このような背景から、当社では共有データベースを核とし、複数の設計ツールを用いて並行的(コンカレント)に設計を支援する統合環境の原型システムであるCEFを開発した。

ここでは、CEFシステムの概要と機能の特長について述べる。

## 2 システムの概要

### 2.1 CEFのアプローチ

エンジニアリング業務は、範囲が広く大規模であるため、支援ツールもさまざまなものが必要となる。これらをすべてそろえて同時に組み込むことは非常に困難であるため、逐次開発して利用できるようにする必要がある。また、ツールはユーザーのフィードバックや技術の進歩に応じて、

随時バージョンアップや交換の必要がある。本来、BPR (Business Process Reengineering) はつねに行い続けるものであり、それを支援する業務の機械化や電子化は、ツールもそれに対応して容易に変更できなければならない。

このような観点から、CEFはツールについてのオープン性、独立性を重視するアプローチをとっている。つまり、CEFでは新たなツールの付加が容易で、かつほかのツールがその影響を受けない構成となっている。

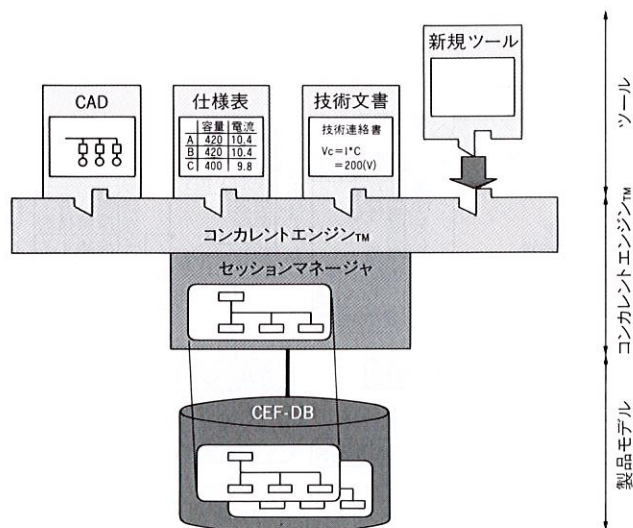


図1. CEFの概念 CEFはデータモデル、コンカレントエンジン™、クライアントアプリケーションの三層により構成される。

Concept of concurrent engineering framework



## 2.2 CEF の階層構造

CEF は、①設計対象の製品データをオブジェクト指向モデルで表現した製品モデル層、②製品モデルとツール間の通信を管理するセッションマネージャを含むコンカレントエンジン<sup>TM</sup>層、③電気系統図エディタや帳票作成などのツール群で構成されるクライアントアプリケーション層、の三つの層からなる(図1)。各ツールは、コンカレントエンジン<sup>TM</sup>層を通じて製品モデル層と接続されており、インターネット環境で、さまざまなアプリケーションを並行的に動作させることが可能となる。

## 3 CEF の各層の機能

### 3.1 製品モデル層 (CEF-DB)

CEF-DB は、各エンジニアリングツールで使われる製品データのマスターデータであるとともに、各ツールが対話する際の用語の共通のベースとなり、ツール間のセマンティックなレベル(意味レベル)での連携を可能にしている。

製品に関するすべてのデータは、あらかじめ種々のエンジニアリングに対応するように分析・定義し、個々のツールに依存しない技術仕様の形式で表現され、保存される。

CEF-DB では製品を構成する要素部品をオブジェクトとし、製品データはそのオブジェクトを組み合わせた構造として表される(図2、図3)。このようなモデルを実現するために、CEF-DB はオブジェクト指向データベース(OODBMS: Object Oriented Data Base Management System)に実装されている。

個々の要素のオブジェクトは、それを一般化したクラスからインスタンスとして生成される。クラスは、クラスライブラリとして CEF-DB で共有管理されている。各ツール

は、セッションマネージャを介して必要とする製品のデータのやり取りを行う。

### 3.2 コンカレントエンジン<sup>TM</sup>層

CEF にプラグインされている各ツールと CEF-DB が連携する際の対話管理を行う。ツールと CEF-DB の間では、参照、変更要求、処理結果の回答、ほかのツールへの変更通知などの情報が交換される。これを実現するために、対話プロトコル、対話 API (Application Programming Interface) を用意している。

**3.2.1 対話プロトコル** 対話プロトコルとは CEF-DB の処理内容を記述するための規約である。各ツールの処理を対話プロトコルに従って CEF-DB の処理に変換することで、ツールに依存しない対話が可能である。例えば、CAD 上でプラント電気機器を意味するあるシンボルを削除すると、CEF-DB 上ではそれに対応する機器のオブジェクトが削除される。

**3.2.2 対話 API** 対話 API は各ツールをコンカレントエンジン<sup>TM</sup>に接続するための API である。この API はコンカレントエンジン<sup>TM</sup>の通信メカニズムをラップし、ツールから隠ぺいしており、各ツールは、CEF の通信メカニズムを意識しなくてもよい。現状の実装では、インターネットで利用できるため、遠隔地にある工場群や客先現場などと連携して作業ができる。

各ツールは対話 API により、要求(Request)の発行、回答(Answer)や通知(Notice)の受信を行う。回答や通知受信時の処理は、コールバックとして登録することができる。

### 3.3 クライアントアプリケーション

ユーザーは、クライアントアプリケーションを通して CEF-DB に格納されている製品データを作成・参照することができる。アプリケーションを新たに CEF に追加するには、

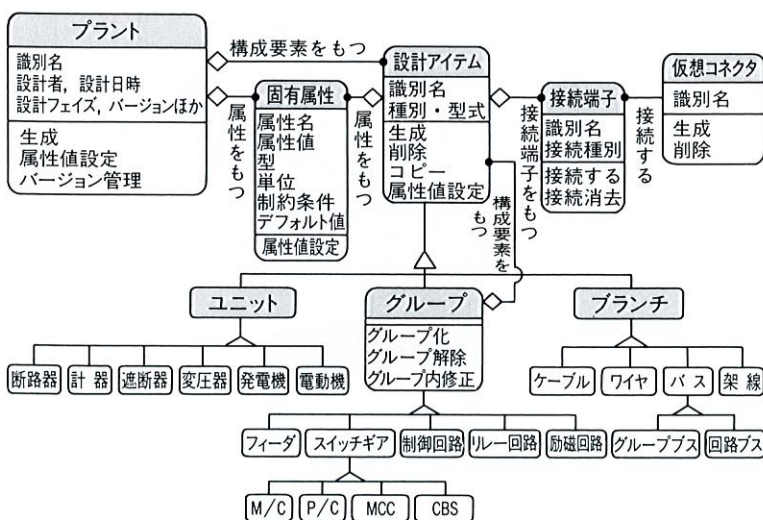


図2. 電気機器のオブジェクトモデル 電気機器を表現するオブジェクトモデルを記述した図を示す。

Object model of electrotechnical product

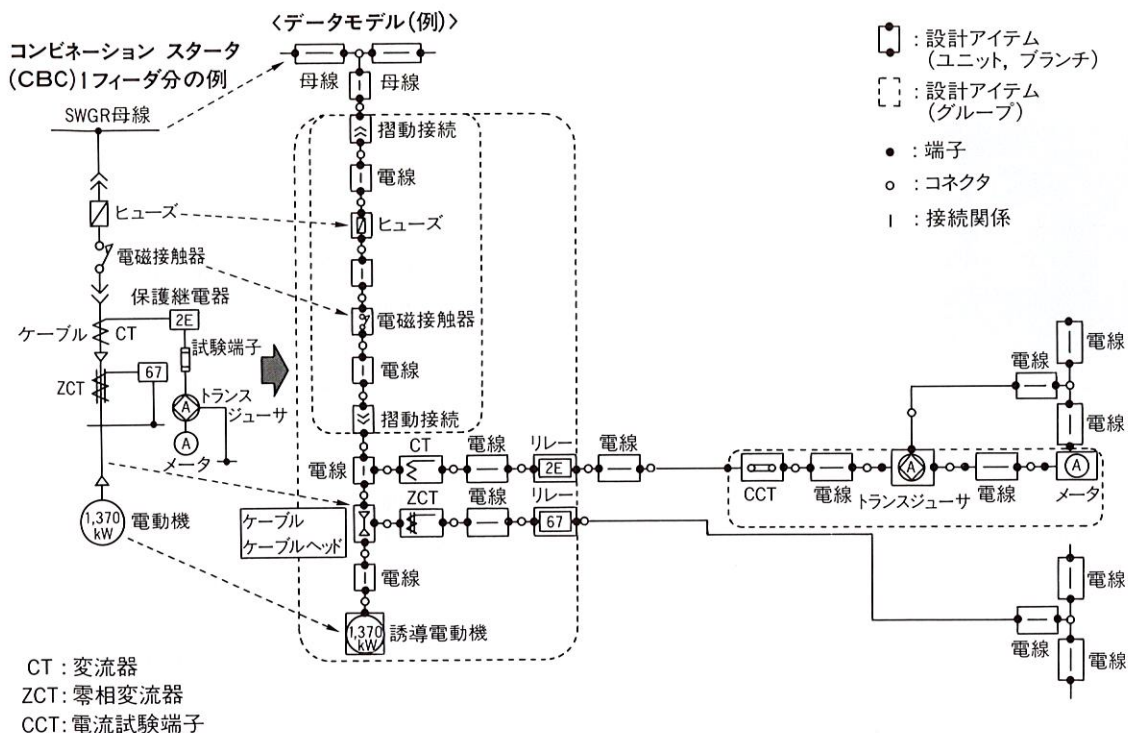


図3. フィーダのオブジェクトモデル 単線結線図上の1フィーダをオブジェクトモデルで表現した概念を示す。  
Wiring model of motor circuit feeder

前述した CEF が提供する対話 API を使い、製品モデルの表現とツール固有の表現と対応付けをすればよい。

現在 CEF で利用可能なクライアントアプリケーションを以下に述べる。

**3.3.1 汎(はん)用機器仕様表作成ツール (CEF-TABLEtool)** CEF-TABLEtool は、Microsoft<sup>(注1)</sup> Excel95 に CEF との通信機能をもたせ、CEF-DB の各機器の技術仕様項目(属性)の一つ一つを編集・参照するツールで、ユーザーが機器と業務で必要な項目を表に自由に定義できる。これにより種々の“電気設備リスト”を得ることができる。

**3.3.2 電気系統図エディタ (CEF-WDEditor)** CEF-WDEditor は、単線結線図などの図面を作成する電気系統図エディタである。あらかじめ定型のシンボル(電気用図記号)を登録しておき、それらを配置・結線することにより電気系統図を容易に作成できる。

CEF-WDEditor は、製図するためだけのエディタにとどまらず、機器とその属性データ管理機能をもっている。

また、定型のシンボルをクラスライブラリの特定期間と結び付けて登録することによって CEF-DB との連携を実現できる。さらに、クラスにおける特定の属性をシンボルの任意の位置に引用しておくことにより、CEF-DB の機器

データの属性データ連携を行うとともに、CEF-DB との整合性を保証することができる。

CEF-WDEditor は、機器の属性データと機器間の接続情報も管理している。したがって、CEF アプリケーションとして電気回路シミュレーションや回路解析を付加する拡張などが可能である(図4)。

**3.3.3 汎用 Word 文書型エディタ (CEF-DOCTool) と技術書 DB (PEKMS)**

(1) CEF-DOCTool CEF-DOCTool は、エンジニアリングの基本業務である技術仕様決定根拠書や機器仕様確認書の作成を行うツールとして開発した。CEF-DB と通信して各機器の技術仕様項目(属性)を編集・参照できる機能を付加したものである。

DOCTool の特長は、個々の業務イベントに対応した根拠書の作成支援ツール計算機能を利用者自身が容易に開発・登録するテンプレート開発支援機能と、実際の根拠書を作成支援する機能との二つである。非定型業務であった決定根拠書作成業務を定型業務にすることが可能になり、作成業務のスピード向上と品質向上効果が期待できる(図5)。

(2) PEKMS PEKMS (Plant Engineering Knowhow Management System) は、WWW ページを用いた「プラントエンジニアリング技術知識およびノウハウの倉庫」である。文字データ主体の技術 DB 以外のマルチメディア

(注1) Microsoft は、Microsoft 社の商標。



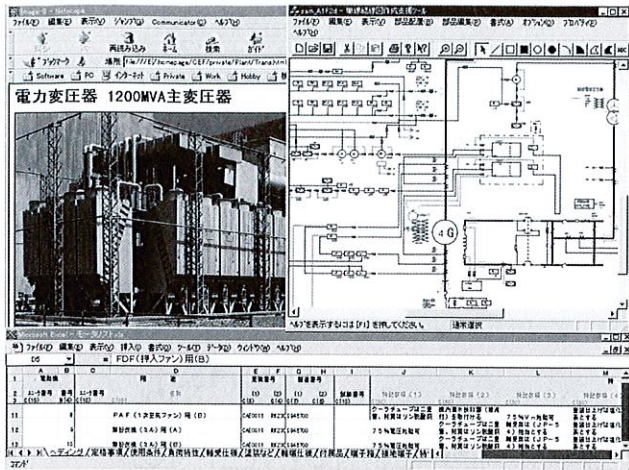


図4. CEF-TABLEtoolと汎用属性表ツールの連携 複数のツールを連携して利用することで、コンカレントエンジニアリングを実現している。

Cooperative operation of CEF-TABLEtool

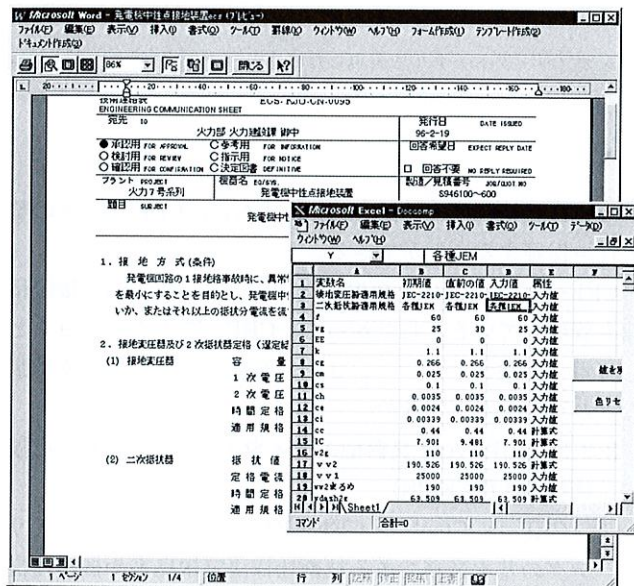


図5. CEF-DOctool画面 CEF-DOctoolを用いた技術連絡書の編集例を示す。CEF-DBから必要な仕様を取得することにより容易に作成できる。

Editing of engineering communication sheet with CEF-DOctool

ア化した技術ハンドブック、カタログ、ノウハウ文書などでエンジニアリングなど必要なノウハウ情報を保管参照する。CEF-DOctoolを用いてユーザーが作成したテンプレート類も PEKMS に格納されており、利用

が可能となっている。

#### 4 あとがき

CEFでは、プラントの電気系統を構成する電気設備の仕様データを網羅する統合データベースと、汎用のツールの開発により、“単なる文章の電子化”からCAE (Computer Aided Engineering) にふさわしいシステムを実現することができた。

このシステムは電気設備を中心にカスタマイズしたが、機械設備、ほかの分野にも適用可能である。

現在、ISOで審議されているSTEP標準 (ISO 10303)ではプラント関連の規格の審議が進んでおり、これらとの対応も今後必要である(3),(4),(5)。幸いにも、CEF-DBは機器、トポロジー、属性情報などをオブジェクト指向モデルで実装しており、STEP標準とモデルに対する考えかたが非常に類似している。そのため、国際標準への対応も比較的容易と考えられる。

#### 文献

- (1) George Stalk Jr. Tomas ; M. Hout. Competing Against Time (邦訳：タイムベース競争戦略), Macmillan, Inc., U.S.A.
- (2) 日本版 ハーバード・ビジネスレビュー 特集：CALISの衝撃 (日本型経営からの脱出), ダイヤモンド社, 1995, Aug./Sept.
- (3) 木村文彦, 他. 製品モデル表現とその利用技術—STEP, 日本規格協会, 1995, Apr.
- (4) STEP関連規格群 (STEP): ISO 10303 Production data representation and exchange.
- (5) STEP関連規格群 (PLIB): ISO 13584 Parts Libraries.
- (6) T. R. Gruber. What is an ontology?. <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>.
- (7) T. R. Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5, 2, 1993, p.199-220.



**吉田 茂 YOSHIDA Shigeru**  
 火力事業部 火力電機技術部主査。  
 火力・原子力発電プラントの電気系エンジニアリング業務および開発企画業務に従事。電気学会、IEEE 会員。  
 Thermal Power Systems Div.



**田村 節生 TAMURA Setsuo**  
 火力事業部 火力電機技術部。  
 情報処理応用分野の研究・開発に従事。情報処理学会会員。  
 Thermal Power Systems Div.



**正岡 良規 MASAOKA Yoshinori**  
 研究開発センター S&S 研究所。  
 ソフトウェア生産技術の研究・開発に従事。  
 Systems & Software Research Labs.