

博士論文の内容の要旨

Abstract of Doctoral Dissertation

氏名 Full Name	工藤卓史
学位名 Name of Degree	博士 Doctor of (工学/ENGINEERING)
学位授与年月日 Date of The Degree Conferral	2023年 3月20日/March 20th
論文題目 Dissertation Title	フロントローディングを目指した設計基盤構築とこれに用いる外部ソフトウェア入出力値群の定義・運用に関する研究

(博士論文の内容の要旨 Abstract of Doctoral Dissertation)

性能に影響を与える設計仕様を複数有する製品システムの設計において、製品要求を満足する設計仕様の組み合わせを選び出すことは困難である。近年、製品システムの複雑化により、この作業はますます煩雑化し困難になってきている。また、製品システムの複雑化は、企業における製品設計の分業化を余儀なくしている。機械設計とそれに付属する電気、制御設計の分業はもとより、機械設計においてもユニット、部品単位で分業化されている例が多い。このため、初期設計の段階において、製品を構成する設計仕様の組み合わせを適切に決定し、ユニット間、部品間の取り合い、インタフェースを決めておくこと、すなわち設計のフロントローディングは、詳細設計に移行した後の手戻りを無くすことができ有効である。設計のフロントローディングに関して、大富らにより、”1DCAE”という概念が提案されている。さらに1DCAEを実現する技術として、3D-CADを用いた設計/開発技術が進歩している。しかしながら、日本においては、その可能性が過小評価されており、従来の技術や手法に固執することで、新しいトレンドについて行けなくなる現象がさまざまな業界で起こっていると言われている。また、上記有益な設計/開発ツールを使用している場面においても、前後の作業との連携が取れておらず、限定的な適用に留まっているケースも見られ、上流設計段階で十分に活用されているとは言い難い状況にある。したがって、「活用技術」として1DCAE活用できる汎用的な設計プラットフォームが望まれている。

また、フロントローディングに関わらず、設計工程においては、すべての処理が単一のソフトウェア内で完結することは少なく、複数の異なる外部ソフトウェア(以下、外部ソフトウェアと称する)間にわたっての処理が行われる。したがって、それぞれの外部ソフトウェアへの入力としてBOM (Bill of Material)中のどの値を渡すか、また、外部ソフトウェアから出力された値をBOM中のどこに格納するかも定義しておく必要がある。特に設計のフロントローディングにおいては、前記外部ソフトウェアの入出力値群をソフトウェア間で共有することから、システムには、異なる外部ソフトウェアの実行順番を定義する実行フローおよび個々の外部ソフトウェアに対する入出力値群の関係を事前に定義しておく必要がある。ここで、外部ソフトウェアやその入出力値群は技術の進歩に合わせて更新が必要となる。したがって、実製品の設計に適用し得る1DCAE Virtual Engineering環境においては、これら技術の更新を速やかに実装できること、すなわち「設計プラットフォームのトレンド追従」が重要である。DSMやCRUD図等の既存の方法では、外部ソフトウェア間の入出力関係の定義や入出力値の個別表記などに問題があり、入出力値群を俯瞰して表記することが難しい。したがって現状では有効な手法が提案されておらず、システム上で個々の値に対して手作業で設定が行われており、この作業に時間・労力を必要としている。

本研究の目的は、製品システムの設計において、手戻りなどの問題点を含む従来の設計手法から脱却するための、異なる製品システムの設計にも適用できる1DCAE及びフロントローディング設計プラットフォームを提案、開発することにある。具体的には、「活用技術」において、従来のEngineering System(設計プラットフォームシステム本体)に含まれる要素を分解し、Engineering

System の仕事は外部ソフトウェア実行手順に沿った BOM-外部ソフトウェア間の入出力値群の受け渡しのみとすること、および変更・修正のインターフェースは 3D-CAD とすることを考案した。また、「設計プラットフォームのトレンド追従」において、Engineering system に手を加えることなく、また C 言語等のプログラミング技術を必要とせず BOM 構成および外部ソフトウェアが必要とする入出力値群を俯瞰して定義・管理できる手法を考案した。

本研究の結果、「活用技術」においては、1DCAE Virtual Engineering 環境のプラットフォームを作成し、実際に発電機用水車向けの環境を構築し設計に適用することで、その効果を評価した。その結果、要求仕様から短時間で発電機用水車の 3D モデルを得ること、3D-CAD のインターフェースとしての有効性、および IT 技術者を必要とすることなく環境運用技術・機能開発技術の入れ替えが可能であることを確認した。「設計プラットフォームのトレンド追従」においては、JSM(Job vs Spec Matrix)をベースとした外部ソフトウェア間の入出力値群を定義するマトリックススタイルの表記方法を考案し、JSM 作成および設計システムへの実装をサポートするエディタを開発した。これらの効果を検証した結果、発電機用水車の評価のように多種の内部数値計算が必要であり、かつ 3D CAD などと設計システム連携する場合において 81%以上の作業時間削減に貢献することを確認した。