

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 山際康之

本論文は、資源循環型の新たな生産システム構築のための基盤技術として、生産現場でのデータを基に組立性と分解性が両立するための生産設計原理を提案し、その有用性を明らかにしたものである。

論文では、家電製品を対象として、生産・保全プロセスの要素となる組立工程と分解工程を評価・検討し、資源の有効利用とコスト削減にも有効で、生産者にとっても消費者にとっても便益のある環境調和型設計のための手法を提示している。具体的には、製品の組立、分解コストの低減に有効であると同時に、人的資源である熟練作業員、物的資源である治工具などのハード機器を共有化することを可能とし、結果として長寿命化設計や、アップグレード設計、リユース設計にも対応した指針の確立を目指したもので、生産システムの上流の工程である設計から生産をへて保全・補修に至るライフサイクルを研究対象とし、資源循環型の生産システムを実現する上で重要なリユース促進に有効な方法を示したものである。

第1章は総論であり、近年のリサイクルに関する法律の動向、環境調和型製品の推進について述べ、循環型の新しい生産システムとしてライフサイクルファクトリーを提案し本研究の背景について述べている。第2章では、組立性、分解性に関する従来の研究についての概要を述べ、既存の研究では両者を同時に扱う試みがなかったことを指摘し、製品のライフサイクルの中で組立性と分解性の両立化するための新しい設計論を示している。

第3章では、組立と分解の共通する設計要因と相反する設計要因を明らかにするため、組立と分解の設計要因別の動作時間を比較分析し、設計要因は、組立性－分解性共通部、組立性容易－分解性困難相反部、組立性困難－分解性容易相反部に大別され、組立性と分解性の関係には、共通する設計要因と相反する設計要因が存在することが確認した後、共通する設計要因と相反する設計要因の特徴をとらえるため、動作要素、動作習熟、ハード機器の比較分析を行った結果を述べている。分析結果から、共通範囲の設計要因では、動作要素、ハード機器における対称性、動作習熟に関しては相反範囲の設計要因と比べ、早期による習熟を確認している。一方、いずれの相反範囲でも、設計要因では動

作要素、ハード機器における非対称性を確認し、動作習熟では共通範囲の設計要因と比べ、後期による習熟を確認している。

第4章では、組立と分解の重複範囲を最小にし両立化設計を必要とする範囲を限定する「重複範囲の最小化設計」と、重複範囲を対象に組立と分解の共通する設計要因による対称化を行う「対称範囲の最大化設計」を部品、結合、配置の観点からまとめ、両立化設計の原理として示し、更に、構想設計段階から詳細設計段階における両立化設計を、部品が階層上に構成されているツリー構造において、トップダウン的な優先順位から、ツリー構造を決定する配置設計、部品間の結合方法を決定する結合設計、個々の部品の、形状、材質、取扱条件などを決定する部品設計へとすすめるプロセスを提案している。一方、製品開発は、概念設計、基本設計、詳細設計のプロセスを経てすすめられるが、両立化設計のトップダウン的なフローは、この製品開発のプロセスと同期化される。すなわち、概念設計段階では、配置設計により、製品全体のレイアウトを決定し、ポンチ絵によって表わす。また、基本設計段階では、結合設計により、部品間の接続関係を決定し、計画図によって表わす。更に、詳細設計段階では、部品設計により、部品の材質、取扱条件などを決定し、最終計画図によって表わす。設計段階における、各プロセスは、まず、組立性設計のガイドラインを用いて、製品全体を対象として組立性設計を行う。次に、重複範囲の最小化設計、対称範囲の最大化設計ガイドラインを用いて、両立化を必要とする範囲を対象に、重複範囲の最小化設計と対称範囲の最大化設計を行う。最後に、両立化設計評価を行い、代替案との比較を繰り返すという漸近的な手法である。以上の手順は、家電製品の両立化設計に適用され、部品数の削減や対称性の向上により組立性に加えて分解総合コストを大幅に低減し、原理の有効性を実証している。

第5章は考察であり、本研究で提案した組立性、分解性の両立化設計の方法論について、環境調和型設計、ライフサイクル産業からの有効性について述べ、本研究で提案した組立性と分解性を両立するための設計方法論がライフサイクルファクトリーを実現するための有用な手法であるとしている。第6章は結論であり、本研究により得られた結論と今後の研究展望を述べている。

以上、家電製品の生産現場でのデータを基に分析を行い、資源循環型の新しい生産設計原理を提案したという点で人工物工学に寄与するところ少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。