



|              |                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 故障率評価に基づくハザードベース安全評価手法の提案                                                   |
| Author(s)    | 原田, 泰男                                                                      |
| Citation     | 大阪大学, 2016, 博士論文                                                            |
| Version Type | VoR                                                                         |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/55964">https://doi.org/10.18910/55964</a> |
| rights       |                                                                             |
| Note         |                                                                             |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 氏 名 （ 原 田 泰 男 ）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |
| 論文題名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 故障率評価に基づくハザードベース安全評価手法の提案 |
| 論文内容の要旨                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |
| <p>製品の安全性に対しては、消費者の安全・安心，製造者責任の観点から，社会的な要求が高まっている．製品安全確保の現状は，製品事故の再発防止対策として安全規格や法律の改定が進められてきたが，事故の低減に至っておらず，事前管理方式としての生産者の自主的な製品安全対策の強化が必要であった．</p> <p>このような背景の下，本論文では，製品に内在する危険源と防護部品の信頼度の低下を考慮した製品安全評価手法を提案した．本手法では，人体がセーフガードにより危険源から防護されることによって安全性が確保されることを示す安全性評価モデルを採用した．<b>FTA</b>（フォルトツリー解析）の概念を導入し，危険源をカテゴリ毎に区分けして，製品の防護策の故障によって人体に伝わるエネルギーを評価するハザードベース<b>FTA</b>を提案した．エネルギー源のレベルとセーフガードの強度，信頼度を定量化して，出力として製品リスクレベルを算出することで，製品の設計・製造過程においてセーフガードの強化検討に適用できることを示した．</p> <p>製品安全評価には部品の故障率の入手が必要であるが，入手が困難な場合がある．この課題に対しては，製品事故データベースから部品の故障率の算出手法を示した．事故が発生した製品の出荷年度から部品が故障に至るまでの期間を特定し，使用期間対する出荷年度毎の故障率を算出した．この算出手法を用いて，扇風機の事故例から，コンデンサの故障率を算出し，<b>IEC TR 62380</b>から求めた故障率と比較しほぼ一致することを確認した．</p> <p>さらに，部品の故障率の分布や寿命が設計基準設定に利用できる理由から，製品事故データベースより算出した故障率の分布と寿命を決定する故障率評価手法を提案した．故障率サンプル数が限られているため，故障率サンプルを回帰直線に平行に移動させて任意の時刻での確率分布を計算した．故障率は，偶発故障領域と摩耗故障領域に大別される．任意の境界点を仮定しこの二つの故障領域から求めた確率分布が連続である必要性から故障領域の境界点を決定し，正規分布，ワイブル分布，対数正規分布との回帰分析の結果，決定係数の最も高い確率分布を決定した．この確率分布は，<b>IEC TR 62380</b>によって使用環境パラメータを変化させた故障率を包含し，使用環境を考慮した基準設定に利用できることを示した．</p> <p>最後に，提案した製品安全評価手法と故障率評価手法に基づいて，製品のリスクレベルと部品の故障率，寿命についてデータベース化を図り，製品ライフサイクル期間で要求される安全要件を製造，設計部門へフィードバックする製品安全管理システムの提言を行った．</p> |                           |

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏 名 ( 原 田 泰 男 ) |     |     |         |
|-----------------|-----|-----|---------|
| 論文審査担当者         | (職) | 氏 名 |         |
|                 | 主 査 | 教授  | 大 村 悦 二 |
|                 | 副 査 | 教授  | 荒 井 栄 司 |
|                 | 副 査 | 教授  | 上 西 啓 介 |
|                 | 副 査 |     |         |
|                 | 副 査 |     |         |
|                 | 副 査 |     |         |
|                 | 副 査 |     |         |

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、製品安全を確保するための製品安全評価手法を提案したものである。

はじめに、製品安全性の重要性を示し、その確保について製造者の視点で現在実施されている製品事故の再発防止策として安全規格や法律の改定の課題を指摘して、生産者が自主的に安全対策を実現できる事前管理方式の安全管理システムの提案が必要であることを示した。

このような背景と課題に対して、まず、製品に内在する危険源からセーフガードによって人体を防護する製品安全モデルを採用して、防護部品の故障率に基づいた製品安全評価手法を提案した。その際、危険源をカテゴリ毎に区分けし、エネルギー源のレベルとセーフガードの強度、信頼度をパラメータとして、製品リスクレベルを評価するハザードベース FTA(フォルトツリー解析)を提案した。これにより、製品の設計・製造過程において、製品の安全設計に有効に適用できることを示した。

つぎに、製品安全評価に必要である部品の故障率の入手が困難な場合について、製品事故データベースを用いた部品の故障率の算出手法を示した。一例として、扇風機のコンデンサの故障率について、製品事故データベースから算出した故障率と、国際電気標準会議 (IEC) が発行している IEC TR 62380 による算出結果を比較して、両者がよく一致することを確認した。これにより、先に提案したハザードベース FTA に使用する故障率を更新できることを明らかにして、提案手法の有効性を示した。

一方で、製品事故データベースより算出した故障率の分布と寿命を決定する故障率評価手法を提案した。ここでは、限られた故障率サンプル数から故障率の分布と寿命を導出するため、故障率を任意の時刻に移動させる等価故障率の概念を提案した。この手法により、故障率の偶発故障領域と摩耗故障領域の境界点を仮定して、二つの故障領域から求めた確率分布が連続である必要性から故障領域の境界点を決定、さらに、回帰分析を用いて、正規分布、ワイブル分布、対数正規分布との相関性から確率分布を決定した。また、IEC TR 62380 を用いて製品使用環境パラメータを変化させて求めた故障率を包含することを示し、使用環境を考慮した基準設定が有効であることを示した。

以上の成果を踏まえ、提案した製品安全評価手法と故障率評価手法に基づいた製品のリスクレベルと部品の故障率、寿命についてデータベース化を図ることで、製品ライフサイクル期間で要求される安全要件を製造、設計部門へフィードバックする製品安全管理システムへの適用可能性について言及し、提案手法の有効性をまとめた。

このように、本論文は製品安全確保のため故障率評価に基づいた新たな製品安全手法を提案したもので、一連の研究成果は学術面での独創性と完結性、ならびに工業的有用性が認められる。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。