

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 電力機器の診断技術に関する研究   |
| Author(s)    | 川田, 昌武  |
| Citation     |   |
| Issue Date   |   |
| Text Version | ETD   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.11501/3143929">https://doi.org/10.11501/3143929</a> |
| DOI          | 10.11501/3143929  |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| 氏名         | 川 田 昌 武  |  |  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学)  |  |  |
| 学位記番号      | 第 1 3 8 1 5 号  |  |  |
| 学位授与年月日    | 平成10年3月25日   |  |  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科電気工学専攻                                      |  |  |
| 学位論文名      | 電力機器の診断技術に関する研究  |  |  |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 松浦 虔士   |  |  |
|            | (副査)<br>教授 熊谷 貞俊    教授 山中 龍彦    教授 辻 毅一郎<br>教授 佐々木孝友    教授 中塚 正大 |  |  |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電力機器の診断技術の開発を目的として、研究を遂行した結果を纏めたもので、以下の6章より構成されている。

第1章は序論であり、電力機器の診断技術の必要性を社会的背景より述べている。なお本研究では、電力機器の診断技術として、GIS (Gas Insulated Switchgear) と発電機の診断技術に着目したことから、その現状と課題を述べ、本研究の目的及び意義を明らかにしている。

第2章では、絶縁劣化の予兆現象である部分放電から放射される電磁波に着目し、その電磁波を検出するとともに、放電源の位置標定を行う手法を開発し、その性能を評価している。放射電磁波を複数のアンテナで受信することにより、その到達時間差を求める方法として、電磁波空間位相差法を提案し、変電所設備の中で重要な要素設備となっているGISと発電所設備の心臓部とも言うべき発電機の固定子コイル絶縁の劣化検出に適用した結果について述べている。なお、GISではVHF帯 (MHz) 電磁波、発電機ではSHF帯 (GHz) 電磁波を受信・解析し、本手法の有効性を明らかにしている。

第3章では、部分放電より放射されるVHF帯の広帯域電磁波を、ウェーブレット変換により時間周波数解析を行った結果について述べている。具体的には、GIS内のSF<sub>6</sub>ガス中の部分放電に着目しており、この解析結果から放電電荷量とウェーブレット変換によるダイナミックスペクトラムとの関係を明らかにしている。

第4章では、実運用に供していた発電機からサンプリングした固定子コイルを用いて絶縁破壊試験を行い、その放射されるGHz帯電磁波を測定することで、コイルの絶縁劣化状態を診断する方法を提案している。その際、診断方法として一般的に用いられている累積破壊確率と放射電磁波パルスとの関係を明らかにし、発電機運転停止の一つの判断基準となりうることを示している。

第5章では、同期発電機・電動機などの軸受部の診断方法として有効とされているフェログラフィー分析法の自動診断化を検討している。フェログラフィー分析法の磨耗粒子自動検出を実現するために、コンピュータによる画像処理技術とニューラルネットワークを用いたシステムを構築し、実際に磨耗粒子の判別に用いた結果を述べ、その有効性を明らかにしている。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

電力機器の診断技術は、電力設備の予防保全の基本をなす重要な技術分野となっている。本論文は、このような電力機器の診断技術の向上を目的として、GISと発電機の固定子コイルの絶縁破壊の予兆現象であるPD（部分放電）の検出技術の開発と、発電機・電動機等の回転機軸受部の自動診断技術の開発を行った研究成果を纏めたものである。その成果を要約すると、以下の通りである。

- (1) GIS内の欠陥部において発生するPDによって放射されるVHF帯広帯域電磁波（20〔MHz〕～200〔MHz〕）を複数（4本）の検出用アンテナで受信し、電磁波空間位相差法を適用することにより、PDの位置標定が非接触で行えることを示している。また、本手法により数100〔pC〕のPDを検出可能としている。
- (2) 発電機固定子コイルの欠陥部において発生するPDによって放射されるSHF（GHz）帯狭帯域電磁波（3〔GHz〕）を受信し、電磁波空間位相差法を用いることにより、PDの非接触計測が可能とするシステムを開発している。本システムを固定子コイル部分モデルに適用し、固定子コイル部分モデルの欠陥部で発生するPDから放射されたマイクロ波帯電磁波を検出している。また、実運用に供している火力タービン発電機のPD検出を、その定期分解点検時において行った結果、本システムが実機のPD検出に有用であることを検証している。更に、発電機内にアンテナセンサを取り付けて計測を行った結果、本システムは運転中においても固定子コイル欠陥部でのPDの検出が可能であることを確認している。
- (3) PDの時間周波数解析を行うために、ウェーブレット変換を用いる手法を提案し、PDの放電電荷量と放射電磁波のダイナミックスペクトラムとの間に相関関係が存在することを見出している。また、本手法は放電電荷量が数100〔pC〕レベルであっても、その生起時間を正確に検出することが可能であることを示している。このことは、GISの絶縁劣化の予知方法として、PDの放射電磁波のダイナミックスペクトラムを常時監視することが有効であることを示している。
- (4) 発電機固定子コイルの絶縁破壊直前のGHz帯放射電磁波を開発したシステムにより測定し、コイルの劣化状態を評価する診断法を検討している。その結果、GHz帯放射電磁波の強度と発生パルス数が破壊直前に急増することが見い出され、放射電磁波のパルス数と $3\sigma$ 管理法から求められる累積破壊率と照合することで、コイルの劣化状態を推定し、発電機運転停止の判断基準が得られることを示している。
- (5) 発電機・電動機等の同期機軸受部の劣化診断法であるフェログラフィー分析法の磨耗粒子自動検出を実現するために、コンピュータによる画像処理技術とニューラルネットワークを用いたシステムを開発している。本システムは認識率84〔%〕以上で磨耗粒子を判別し、同時にその磨耗粒子の個数、大きさ（面積）を計測していることから、軸受部の劣化状態の自動判定を可能としている。また、特に注意すべき異常磨耗粒子に対して認識率82～97〔%〕と高い値で検出できることを示し、本システムが実用化可能という見とおしを得ている。

以上の結果は、電力機器の事故の未然防止、保守業務の合理化に寄与し、効率的な設備更新計画に反映できるという点で、工業的にもきわめて意義が大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。