

# 教育用保護継電器実験の構築

AE15086 山下千穂

指導教員 藤田吾郎

## 1. はじめに [1]

現代社会において、電気は必要不可欠なエネルギーである。2018年に発生した北海道胆振東部地震ではブラックアウトが発生し、電気の重要性が再確認された。また、電力システム改革により、2016年には電気の小売が全面的に自由化になった。そのため今後ますます電力関連技術者の需要は高まると考えられる。その一方で、業務ビルの増加と人材の供給減による電気主任技術者の不足や、高齢者層の退職、入職者の減少による電気工事士の不足など、電力保安人材の不足が懸念されている。そこで、先行研究では電力関連技術者の育成と強化することを目的に、モジュール型電力系統実習装置を製作している。

本研究では、電力関連技術者を教育するために、効率よく電力システムについて理解することができる実験マニュアルを作成することを目的とする。その中でも、今回は電力の安定供給には欠かせない保護継電器についての理解を深めるための学習システムを構築した。また、PQAやLabVIEWを使用した実験を実施することで、視覚的に理解することができると考えられる。PBLで活用できる実験マニュアルを作成し、自主的な学習を促す。

## 2. 学習システムの概要

### 2.1 モジュール型電力系統実習装置 [2]

モジュール型電力系統実習装置が製作されている。この実習装置の利点を以下に示す。また、この装置の規格を図1に示す。

- (1) 従来の実習装置と比較すると、安価で製作することができる。
- (2) 修理や改造が容易である。
- (3) 小型なので、省スペースで実験が可能である。
- (4) デザインが統一されているため、誤配線が生じにくく、実験の構造の理解が深まる。
- (5) モジュールを組み合わせることで何種類もの実験を行うことが可能である。

### 2.2 LabVIEW [3]

LabVIEWは、DAQデバイスを制御し、数値解析や結果表示を行うソフトウェアである。LabVIEWとDAQデバイスを使用した実験では、USBによる連続高速データ転送や、グラフィカルなデータの表示が可能である。したがって、視覚的な情報を得られることで、効率よく電力システムについて理解を深めることが可能であると考

えられる。図2にLabVIEWを用いたシステムのイメージを示す。

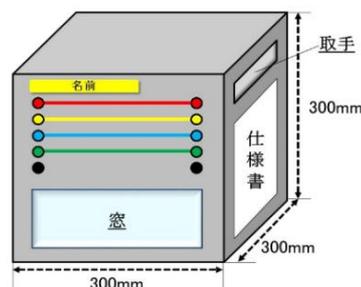


図1 モジュールの規格

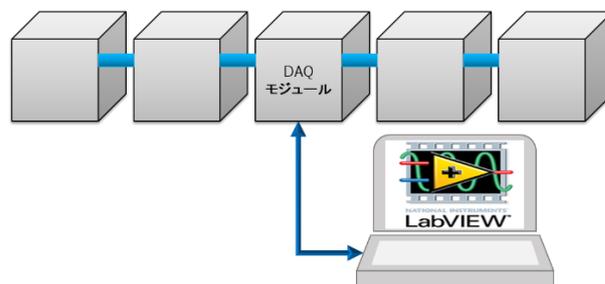


図2 システムのイメージ

## 3. 保護継電器実験 [4][5]

### 3.1 地絡継電器実験

電路のケーブル・電気機器の絶縁の劣化や破壊により、アーク地絡や完全地絡を起こす。地絡継電器は電路と大地が接触する事故を検出する継電器である。

本実験は、三相交流回路の送電線で地絡事故が起きた際に発生する過電流を遮断するシステムの理解を目的に構築した。図3に実験回路図を示す。

### 3.2 距離保護継電器実験

距離保護継電器は主に送電線の保護に用いられ、継電器設置点の電圧と電流により事故点までの電氣的距離を求め、継電器設置点に近い事故であるほど早い時限で動作させて事故区間を遮断する継電器である。

本実験は、DAQモジュールとLabVIEWを使用して距離保護継電器を再現し、線路インピーダンスで決められた特定の区間内にある故障点を視覚化することを目的に構築した。図4に実験回路図、図5にLabVIEWフロントパネル画面を示す。

### 3.3 変圧器の差動継電器実験

差動継電器は変圧器の保護などに用いられ、保護区間に流入する電流と保護区間から流出する電流の差を検出

して動作する継電器である。

本実験は、DAQモジュールとLabVIEWを使用して、障害位置を検出し、差動継電器による事故点の検出手順を理解することを目的に構築した。図6に実験回路図、図7にLabVIEWフロントパネル画面を示す。

### 3.4 送電線の差動継電器実験

本実験は、DAQモジュールとLabVIEWを使用して、差動継電器を再現し、保護範囲について理解することを目的に構築した。図8に実験回路図、図9にLabVIEWフロントパネル画面を示す。

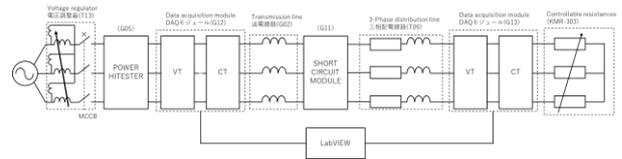


図8 差動継電器実験回路図(送電線)

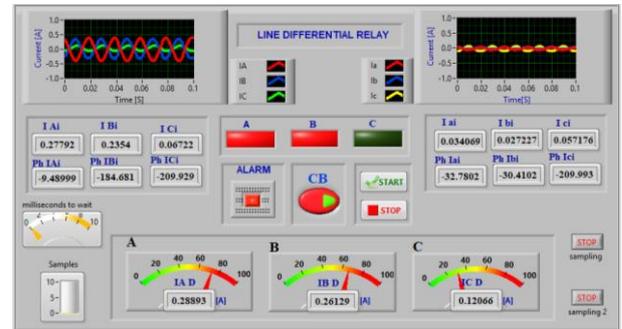


図9 LabVIEWフロントパネル画面

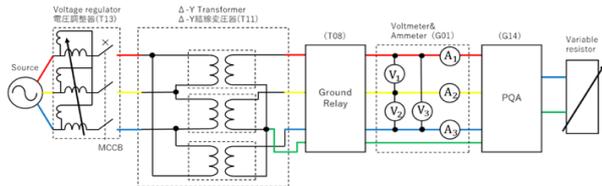


図3 地絡継電器実験回路図

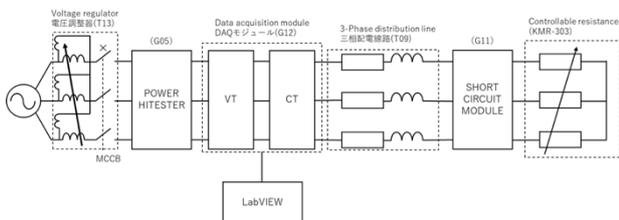


図4 距離保護継電器実験回路図

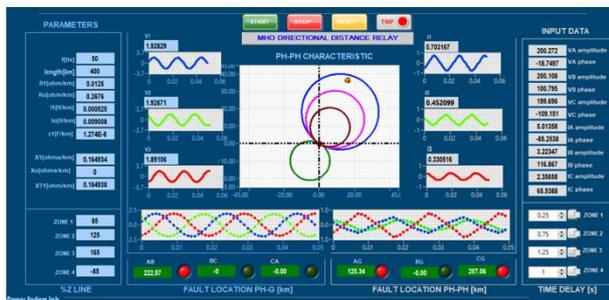


図5 LabVIEWフロントパネル画面

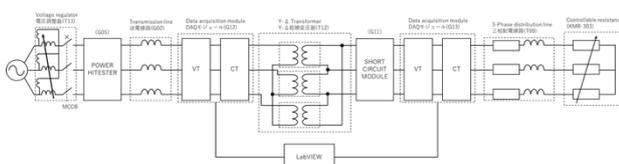


図6 差動継電器実験回路図(変圧器)

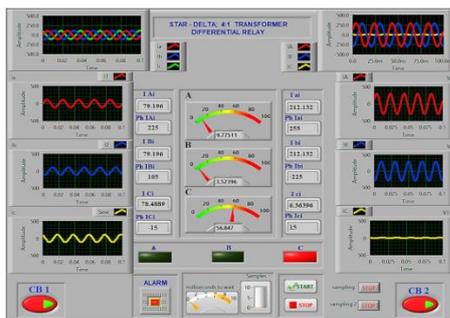


図7 LabVIEWフロントパネル画面

## 4. 実験マニュアルの評価

送電線の差動継電器実験を行い、アンケートを実施した。その結果、おおむね満足できる回答が得られたが、実験マニュアルには改善の余地があることも判明した。

## 5. まとめ

本研究では、4類の保護継電器実験の構築により、電力システムを模擬した実験の構築が完了した。また、実験マニュアルを作成し、評価した。その結果、授業での活用は可能であることが判明した。しかし、PBLなどで活用できるようにするために改善する必要がある。

今後の展望としては、電力システムについて理解することができるような実験の種類を増やしていくことや、実験マニュアルの改善を行い、授業やPBLで活用できるものに仕上げていくことである。

## 参考文献

- [1] 経済産業省 HP ([http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity\\_and\\_gas/electric/system\\_reform.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/system_reform.html))
- [2] 一松祥右, 藤田吾郎, 坂井直樹, 三岡功治「モジュール形電力系統実習装置の提案」日本工学教育協会No.3-343(2012)
- [3] 小澤哲也, 『図解 LabVIEWデータ集録プログラミング: 計測用DAQデバイスによるアナログ入出力、データ保存のすべて』, 森北出版(2008)
- [4] 前田隆文, 『電力系統』, オーム社(2018)
- [5] David MAJAMBERE, Goro FUJITA, "A Module and LabVIEW-based Mho Offset Directional Distance Relay Development for Education" 2017 6th International Youth Conference on Energy (IYCE)