

# 電流スイッチ開発における課題の検討

[研究代表者] 雪田和人 (工学部電気学科)  
[共同研究者] 谷口謙吾 (日本高圧電気㈱)

## 研究成果の概要

スマートグリッドやマイクログリッドが注目され、近年、「地域マイクログリッド」と呼ばれる小規模な電力システムの計画がなされ実際に構築されつつある。この地域マイクログリッドは、太陽光発電、風力発電、燃料電池発電、蓄電装置などが導入されたシステムであり、地震や台風などの災害時における停電が発生した場合、一次託送を請け負っている電力会社等とつながっている送配電システムを切り離し、ある特定の地域単独のシステムに切り替えて電力供給するシステムである。ここで、この地域グリッドに導入された再生可能エネルギーによる発電装置の太陽光発電、燃料電池、蓄電装置の出力方式は直流システムである。

一方、需要家の負荷機器は、インバータ機器、デジタル家電、IoT 機器などが普及しており、これら機器に関しても、交流方式で入力された電力を、機器内部にて直流変換して使用している。

これら状況の中で、太陽光発電装置や燃料電池などの直流出力電力を、交流変換なしに直流のまま使用することができれば、電力変換段数の削減、システム効率の向上などが期待できる。そこで、直流給配電方式が国内外にて注目され盛んに研究が実施されている。

しかしながら、直流給配電方式の社会実装に至っては、直流方式に関していくつかの解決しなければならない問題がある。

そこで本研究では、直流給配電の社会実装のための問題として、直流電流の遮断やスイッチングに関する課題について調査したので報告する。

**研究分野：** 電力工学、電力システム工学、高速信号処理工学

**キーワード：** 直流給配電、マイクログリッド、スマートグリッド

## 1. 研究開始当初の背景

日本政府が 2021 年 6 月 18 日に発表した「成長戦略実行計画」において、今後の社会活動においては脱炭素化を目指し、グローバルにサプライチェーンの取引先を選別する動きを加速するとしている。このため、地球温暖化への対応がこの成長戦略の成否を決するものといっても過言ではない。さらに、この「成長戦略実行計画」においては、再生可能エネルギーを最大限導入する必要があると述べられている。これら再生可能エネルギーによる発電装置について注目すると、太陽光発電、燃料電池などが主役であり、再生可能エネルギーのシステムへの導入に至っては、蓄電装置の導入に関しても必要不可欠なものとなる。

このシステムに導入された再生可能エネルギーを有効活用

するためには、従来の交流方式だけでなく、直流方式の利活用も必要不可欠であり、需要家においても交流方式だけではなく、直流方式を積極的に導入する必要があるものと思われる。

そこで、需要家における負荷機器について注目すると、照明機器、電熱器、空調機器などに分類される。特に、近年ではインバータ普及率は高まっており、エアコン、冷蔵庫などに導入されている。さらに照明においては LED、サイネージについては液晶などに移行し、情報・通信などの IoT 機器などの直流負荷機器が増加の傾向にある。

従って、直流給配電方式の社会実装が期待されるが、解決しなければならない問題も数多くある。

2. 研究の目的

本研究では、直流負荷機器への電力供給における開閉装置の動作時における電流および電圧特性を調査し、負荷機器開閉装置の開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、需要家の負荷機器に注目し、液晶テレビ、LED 照明、インバータ型冷蔵庫の直流給電時における電源投入時における電流、電圧特性について注目した。この直流機器に関しては、エコ電力研究センターの直流スマートファクトリ装置を使用した。図1に実験装置を示す。本論文では、図1実験装置と図2に示す実験回路を用いて負荷機器の応答特性を調査した。



図1. 直流スマートファクトリ

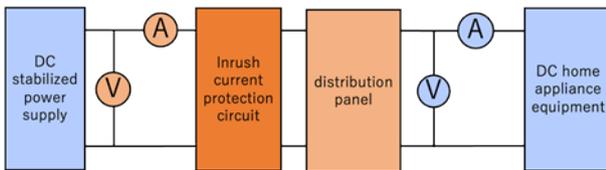


図2. 実験回路

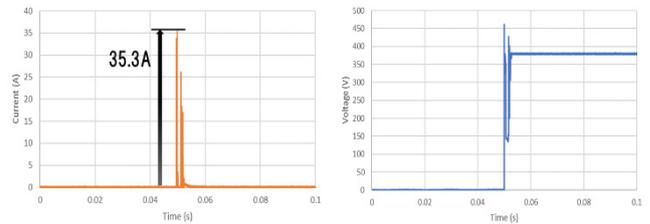
4. 研究成果

図3から図5は各家電機器の電源投入時に発生する突入電流波形と電圧波形を各々示す。図3はLED照明、図4は液晶TV、図5は冷蔵庫の場合である。この電源投入時の突入電流は、LED照明が35.3A、液晶TVが122.5A、冷蔵庫が7.62Aであった。そして各機器において、これら突入電流付近の電流と電圧に特徴が見られた。特に、液晶TVにおいては電圧の上昇が比較的緩やかであることがわかる。さらに表1には、各機器が接続された系統において、瞬時電圧低下発生時における突入電流の値も記載した。これら電源投入時と瞬時電圧低下時とを比較すると、瞬時電

圧低下発生時においては、起動時よりも突入電流が小さいことがわかる。

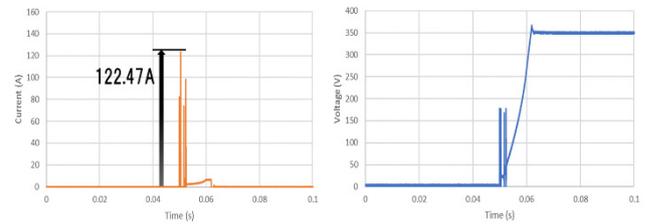
これらの結果から、直流給配電における負荷機器の投入においては、突入電流抑制装置が必要であることがわかる。

今後は、この突入電流抑制装置を開発し、電流スイッチ特性を解析していく予定である。



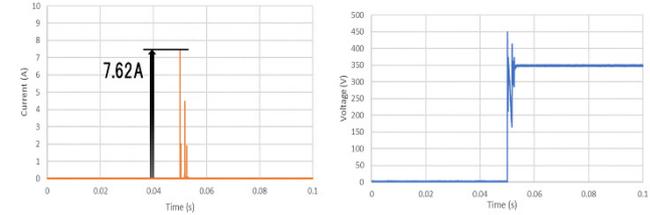
(a) 電流特性 (b) 電圧特性

図3. LED照明の電流・電圧特性



(a) 電流特性 (b) 電圧特性

図4. 液晶TVの電流・電圧特性



(a) 電流特性 (b) 電圧特性

図5. インバータ型冷蔵庫の電流・電圧特性

表1. 各機器における突入電流

		突入電流(A)
LED照明	電源投入	35.3
	瞬低	12.1
液晶TV	電源投入	122.5
	瞬低	15.7
冷蔵庫	電源投入	7.62
	瞬低	0.9

5. 本研究に関する発表

(1) 恒川将輝,池田和樹,岩崎祐翔,雪田和人,松村年郎,七原俊也,後藤泰之,加藤彰訓:「瞬停発生時における直流スマートハウスの動特性の検討~直流負荷機器~」,電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会,(2021)