

平成 21 年 4 月 2 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2007 ～ 2008

課題番号：19860044

研究課題名（和文） 直流マイクログリッドにおける直流電圧制御に関する研究

研究課題名（英文） Study on DC Voltage Control for DC Microgrid

研究代表者

柿ヶ野 浩明（KAKIGANO HIROAKI）

大阪大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：30437371

研究成果の概要：複数台の DC/DC コンバータで配電線電圧を維持するための手法として出力電力をフィードバックするゲイン可変制御を用いた電圧制御を提案し、設定した電圧変動許容以内で直流配電線電圧を制御できることを回路シミュレータで確認した。また、直流配電実験システムを用いて 2 台での電圧制御の実験を行った。実験よりゲイン可変制御を用いた自律分散制御を行うことで、各々の変換器の出力に大きなアンバランスを生じることのない電圧制御が実現可能であることを実証した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	720,000	0	720,000
2008年度	630,000	189,000	819,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,350,000	189,000	1,539,000

研究分野：パワーエレクトロニクス

科研費の分科・細目：電力工学・電気機器工学

キーワード：直流配電，マイクログリッド，分散電源，高品質電力供給，電力システム，コージェネレーション，太陽光発電

1. 研究開始当初の背景

電力自由化や自然エネルギーに対する期待などから分散電源に対する注目が高まっている。分散電源には太陽光発電や燃料電池のように直流で発電されるものや、可変速風力発電機のように基幹系統に接続する前に直流変換を必要とするものがある。また二次電池や電気二重層キャパシタ(EDLC)のように、電力貯蔵装置は直流の形で電力貯蔵を行うものが多い。このような分散電源や電力貯蔵装置を多数連系して運転する際は、同期連系の問題が無い直流で連系した方が制御

も簡単であり、電力変換の段数も少なくなる。整流器を介して交流系統と連系するため瞬時電圧低下は負荷端電圧に影響せず、システム内の電力品質が向上する。この発想に基づき、分散電源と電力貯蔵装置を用いた直流配電システム「DC マイクログリッド」について研究を行ってきた。

2. 研究の目的

これまでの研究から、配電線電圧制御を行っている整流器から離れた負荷では線路抵抗による電圧降下が確認されており、負荷が

レーションには PSCAD/EMTDC を使用した。実験による検証を行うことを想定しているため、大学に構築した実験システムのパラメータを用いて提案するシミュレーションを行った。

(4) 実験による検証 実験システムの構成を図 5 に示す。自立運転時には EDLC 用 DC/DC コンバータと電圧バランサの制御により直流配電線電圧は ± 170 V となる。ガスエンジンコージェネレーションシステム(定格 1 kW)と単相インバータを介した交流負荷を 1 住戸とみなし、直流遮断機を介して直流配電線に接続されている。同様に直流電源(定格 1 kW)と直流負荷を 1 住戸とみなしこれを 2 住戸、計 3 住戸の DC マイクログリッドの実験による検証が行えるシステムとなっている。

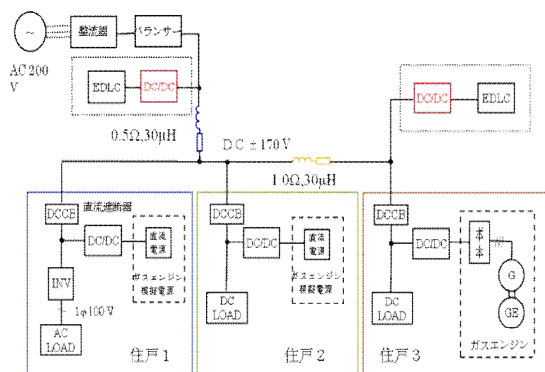


図 5 実験システムの構成

4. 研究成果

(1) シミュレーション結果 シミュレーション結果を図 6 に示す。シミュレーション開始から終了まで、負荷変動に対して各コンバータのゲインが変化し、電圧変動 2% 以内で配電線電圧を制御できていることが確認できた。0.4 s で住戸 1 の負荷が増加した際、各 DC/DC コンバータの出力電力はゲイン可変制御を用いない場合と大きな差はないが、0.6 s で分散電源が起動した際に電力バランスが大きく異なる。分散電源が出力を開始するとコンバータ 2 は電力を吸い込み配電線電圧が上昇し、電圧一定制御の時と比べ線路抵抗 2 を挟んで住戸 1 の配電線電圧はコンバータ 2 の出力端電圧よりも低くなる。このため住戸 3 の分散電源出力から、線路抵抗 2 の両端にかかる電圧差に応じた電流が住戸 1 の負荷へ流れる。この結果システム内の分散電源出力が負荷へ供給されるようになり、各コンバータは必要以上の電力を入出力しない。0.8 s で住戸 2 の負荷が増大すると、コンバータ 1 の出力は約 950 W、コンバータ 2 の出力は約 50 W と電力アンバランスが生じるものの、ゲイン可変制御を用いない場合の結果に比べて出力バランスが改善された。これよ

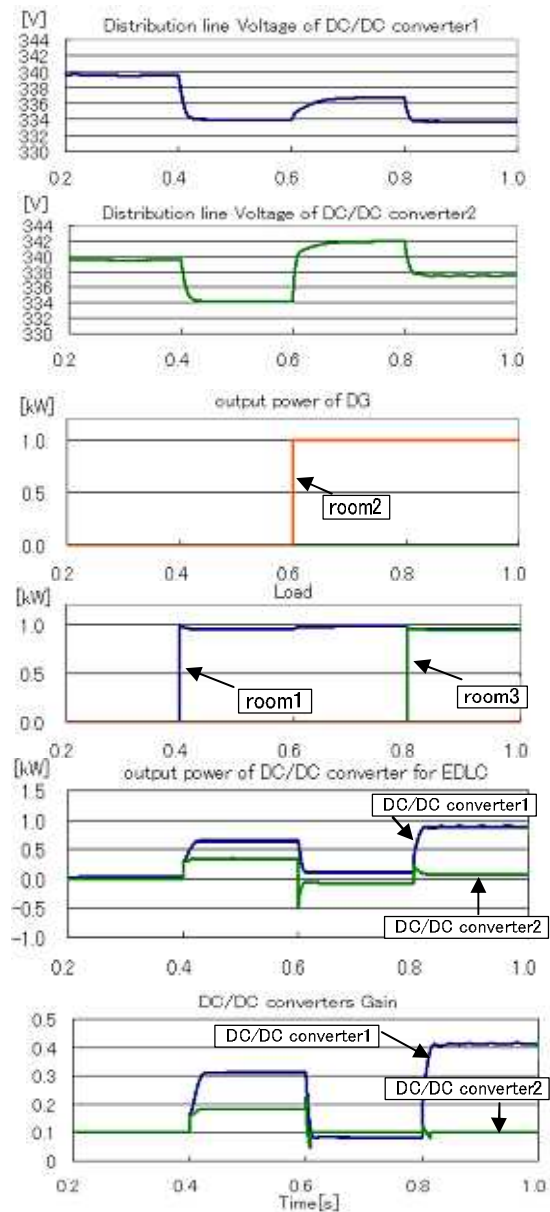


図 6 シミュレーション結果

り、ゲイン可変制御を用いることで 2 台の変換器の出力に大きなアンバランスが生じることなく電圧制御を行えることを確認した。

(2) 実験結果 ゲイン可変制御を用いた場合の実験結果を図 7 に示す。実験開始から終了まで、負荷変動に対し電圧変動 2% 以内で配電線電圧を制御できていることが確認できた。1.0 s で住戸 1 の負荷が増加した際、各 DC/DC コンバータの出力電力は電圧一定制御の場合と大きな差はないが、2.5 s でガスエンジンが起動した際の電力バランスは大きく異なる。ゲイン可変制御を行わない場合、コンバータ 1 は放電・コンバータ 2 は充電を行い出力電力差は 1 kW を越えていたが、ゲイン可変制御を用いるとその差はほとんどなくなっており、シミュレーション同様電力

アンバランスが改善されたことが確認できる。ガスエンジンが出力を開始するとコンバータ2は電力を吸い込み配電線電圧が上昇し、ゲイン可変制御を行わない場合と比べ線路抵抗2を挟んで住戸1の配電線電圧はコンバータ2の出力端電圧よりも低くなる。このため、住戸3のガスエンジン出力から、線路抵抗2の両端にかかる電圧差に応じた電流が住戸1の負荷へ流れる。その結果システム内の分散電源出力が負荷へ供給されるようになり、各 EDLC 用 DC/DC コンバータは必要以上の電力を入出力しない。5.5 s で住戸2の負荷が増加すると、コンバータ1の出力は約1100 W、コンバータ2の出力は約50 Wと電力アンバランスは生じるものの、ゲイン可変制御を行わない場合に比べて出力アンバランスは改善されている。ゲイン可変制御を用いた場合、実験においてもシミュレーションと同様に負荷変動に伴い電圧が変動しある電圧変動範囲内で2台のコンバータの出力電力バランスを改善されることを確認した。

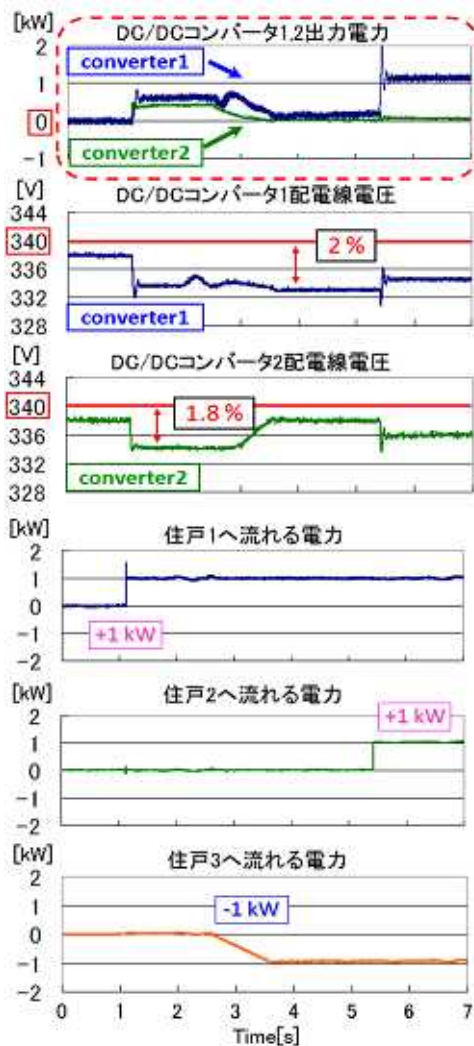


図7 ゲイン可変制御の実験結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計24件)

黒谷崇史, 柿ヶ野浩明, 三浦友史, 伊瀬敏史, DC マイクログリッドにおける複数台の変換器による直流電圧制御, 電気学会 電力技術・電力系統技術・半導体電力変換技術合同研究会資料, 査読無, 2009, PE-09-42, PSE-09-50, SPC-09-84

柿ヶ野浩明, 三浦友史, 伊瀬敏史, 他 6名, 住戸別に設置された分散電源の電力融通を行う DC マイクログリッドのミニモデルによる特性検証, 電気学会電力・エネルギー部門誌, 査読有, Vol. 128, No. 9, 2008, pp.1099-1110

柿ヶ野浩明, 三浦友史, 伊瀬敏史, 打田良平, 超高品質電力供給を可能とする DC マイクログリッドにおける直流電圧制御, 電気学会産業応用部門誌, 査読有, Vol.127, No.8, 2007, pp. 890-897

[学会発表](計2件)

Hiroaki Kakigano, Fundamental Characteristics of DC Microgrid for Residential Houses with Distributed Generation in Each House, International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation System, 2007.8. 7, Hefei, China

柿ヶ野浩明, 集合住宅におけるマイクログリッドの一構成と特性検証, 2007.8.4, 北九州学術研究都市産学連携センター

6. 研究組織

(1)研究代表者

柿ヶ野 浩明 (KAKIGANO HIROAKI)

大阪大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：30437371

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし