

太陽光発電連系の実態調査

太陽光発電の増加が配電系統に与える影響について

Fact-finding on Interconnection of Photovoltaic Power Generation in the Distribution System

Effects of increase in photovoltaic power generation on distribution system

(電力技術研究所 電力G 配電T)

近年、太陽光発電は著しい勢いで普及しつつあるが、太陽光発電が配電系統に多数台連系された場合、電力品質の低下など系統への影響等が懸念されている。

そこで太陽光発電が高密度連系している住宅団地において高・低圧配電線の電圧・電流等を実測し、太陽光発電の多数台連系が配電系統に与える影響等について調査した。

(Distribution Engineering Team, Electric Power Group, Electric Power Research and Development Center)

In recent years, photovoltaic power generation has been rapidly increasing. In the case of a large number of photovoltaic (PV) systems are interconnected to the distribution line, effects on the electric power quality are concerned.

Therefore we measure voltage and current on distribution line in housing complexes where PV systems are densely interconnected, and investigate the effect of interconnection of multiple PV systems.

1 研究の背景

近年、地球環境保全意識の向上・エネルギー情勢等を背景に太陽光発電の配電線連系数が増加している。一部の配電線では既に太陽光発電の複数台連系が発生しており、今後の導入・普及の過程では一部区域で極端に高密度連系されることが考えられ、配電系統の電圧上昇、電圧変動、電圧不平衡の発生といった電力品質低下や単独運転の発生等による安全性への影響が懸念されている。

しかし、この懸念事項は技術的見地から机上で想定された問題であり、実測等による検証も不十分であることから、将来における配電系統への影響度合いや対策の必要性については未だ不明瞭な部分が多い。

一方、太陽光発電を導入されるお客さま側では電圧上昇抑制制御に伴う発電効率の低下が発生するといった、現実的かつ切実な問題も予想される。

本研究では太陽光発電が高密度連系している住宅団地における実態調査から、これらの影響度合いについて確認し、将来顕著化する問題を抽出するとともに、それらの影響度合いの予想を行った。



第1図 太陽光発電高密度連系団地 (エコタウン高蔵寺玉野台)

2 多数台連系により懸念される事項

太陽光発電の多数台連系により懸念される事項を以下に列挙する。

(1) 配電系統に与える影響

- ・電圧上昇の発生
- ・電圧変動の発生
- ・電圧不平衡の発生
- ・単独運転の発生
- ・高調波電流の流入
- ・直流電流の流入

(2) お客さま側に発生する影響

- ・発電効率の低下
- ・お客さま間の不平等

3 研究の概要

(1) 調査概要

太陽光発電高密度連系団地(第1図 エコタウン高蔵寺玉野台)にて高・低圧配電線の電圧・電流等を連続的に測定し、電圧上昇・電圧変動・電圧不平衡等の実態を調査した。またこれらの実測値とシミュレーションにより求めた理論値との比較を行った。

単独運転に関しては実停電時の単独運転検出機能動作等を確認した。また、インバータから発信される能動信号の重畳状況を波形データから確認した他、多数台連系時の問題についてのシミュレーションを実施した。

(2) 測定配電線の概要

測定を実施した配電線の概要(平成13年11月時点)を第1表に示す。

第1表 測定配電線の概要

太陽光発電連系総出力	173kW
太陽光発電連系台数	団地内 42台 団地外 8台
変圧器毎の連系台数(団地内)	2~4台
変電所~団地間配電線亘長	約5km

(3) 測定項目

測定項目と測定箇所について第2表に示す。

第2表 測定項目および測定箇所

測定項目	測定箇所
高 線間電圧・線電流・電圧電流位相 (実効値データ・波形データ)	・変電所 ・団地入口 ・高压分岐柱
低 線間電圧・線電流 (実効値データ・波形データ)	・柱上変圧器2次側 ・低压線 ・引込線柱上側
インバータ出力 線間電圧・出力電流・力率	・お客さま インバータ出力
日射量	・団地付近柱上

4 主な研究成果

(1) 電圧上昇・電圧変動について

ア 日射量変動と発電出力変動の関係

晴天時および曇天時（雲の切れ間がある曇天）の日射量を第2図上段に、曇天時の日射量と発電出力を第2図下段グラフに示す。

第2図より曇天時には日射量が大幅に変動し、その変動に太陽光発電出力が非常に良く追従していることが確認できる。

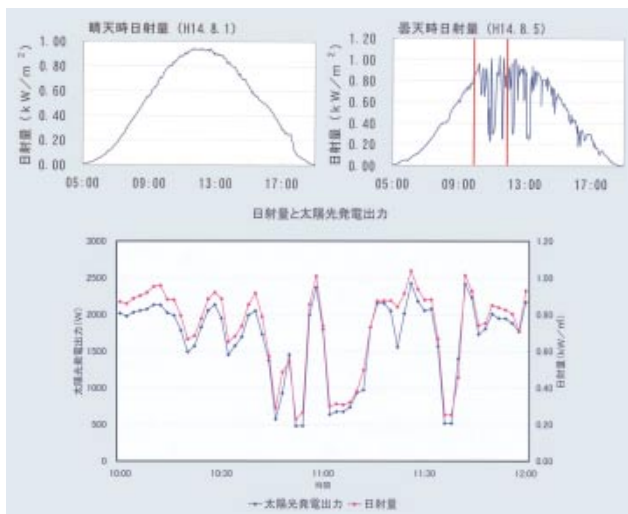
イ 発電出力変動と電圧変動（上昇）

第3図上段は曇天時の発電出力と系統電圧（連系点電圧）のグラフである。グラフから直接読みとることは難しいが、発電出力と系統電圧の変動分を抽出し散布図を作成（第3図下段グラフ）することにより、発電出力の変動と電圧変動の関係が確認できる。この電圧変動値はシミュレーションによる理論値ともほぼ一致する。この結果を基に求めた“エコタウン高蔵寺玉野台”における晴天時（最大出力時）の電圧上昇値は次のとおり。

高压系の電圧上昇値 = 約50V（6600V系換算値）

低压系の電圧上昇値 = 約0.8V（100V系換算値）

連系点の電圧上昇値（合計）= 約1.6V（100V系換算値）



第2図 日射量と太陽光発電出力

ウ 将来の予想

今回の測定区域では電圧上昇による問題は発生していないが、イにおける電圧上昇値は無視できる値ではなく、将来の普及拡大に伴い一部の配電線では電圧上限値の超過やインバータの電圧上昇抑制制御による発電効率の低下が発生し得る。

(2) 単独運転検出機能動作確認試験結果

単独運転については一例だけではあるが、実停電時における多数台連系時の発電出力停止（1秒以上の単独運転には至らなかった）を確認した。

ア 試験方法

高压停電工事に同調し、停電区域内において停電操作直後の系統（高压・低压）電圧・電流波形およびインバータ出力波形を確認した。

イ 停電区域内太陽光発電連系台数

停電区域内の太陽光発電連系台数 36台

ウ 試験結果

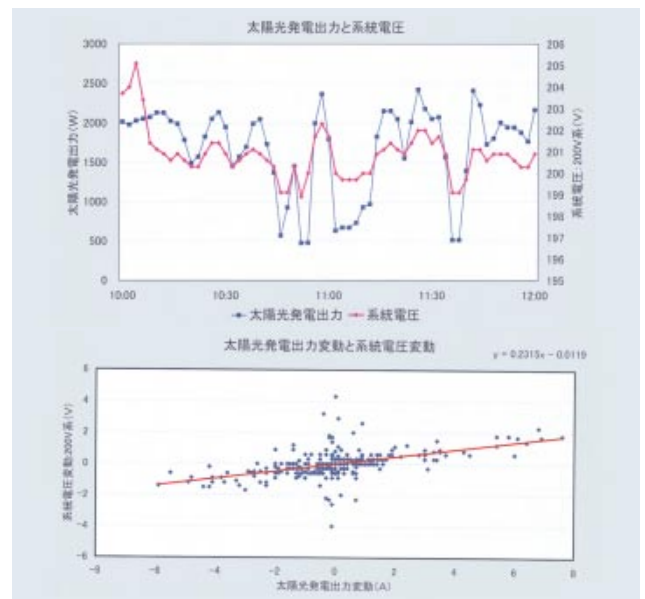
停電操作後2サイクル（33ms）程度でインバータ出力電流が停止（ゲートブロック）し、数サイクル程度で系統の電圧が完全に消失した。

エ 考察

実系統での試験であったため、任意条件下での一試験結果に過ぎない。そのため多数台連系時の相互干渉（検出感度低下）についてのシミュレーションを実施中である。

5 今後の展開

本研究の成果から電力会社として将来必要となる対策について検討を実施していく。



第3図 太陽光発電出力の変動と系統電圧変動



執筆者 / 岩月秀樹
Iwatsuki.Hideki@chuden.co.jp