

# PV大量導入時にも適正に電圧維持可能な新たな電圧・無効電力制御方式の提案

大量で不規則に変動するPV出力に対しても支店系統の電力品質を維持できる制御方式の提案

## Proposal of a New Voltage and Reactive Power Control Method Capable of Maintaining Appropriate Voltage even under Massive Introduction of PV

A control method that ensures the power quality of 77kV power system even with a large and irregular fluctuation of PV output

(電力技術研究所 流通G 系統T)

(Power System Team, Power System Group, Electric Power Research and Development Center)

太陽光発電（以下、PV）が電力系統へ大量に導入されると、PVの出力変動により電力系統の電圧が大きく変動し、従来の電圧・無効電力制御（以下、VQC制御）方式では適正な電圧を維持することが難しくなる。そこで、大量のPVが出力変動しても電力系統の電圧を維持できる新たなVQC制御方式を考案したので紹介する。

When photovoltaic power generation (hereinafter referred to as "PV") is massively introduced into a power system, the power system voltage fluctuates greatly due to fluctuation of PV output. With the conventional voltage and reactive power control (hereinafter referred to as "VQC control"), it becomes difficult to maintain an appropriate voltage. Therefore, we have proposed a new VQC control method that can maintain the voltage of the power system even with the mass introduction of PV with fluctuating output.

### 1 背景と目的

出力変動の大きなPVが電力系統に大量に導入されると、需要ピークの変化や不規則な電圧変動が生じ、従来の需要曲線の特性を利用したタイムスケジュール方式のVQC制御は機能しなくなることが予想される。

そこで、(株)東芝と共同研究にて、電力の潮流（電力）情報のみで不規則・不定期的な電圧変動にも対応可能なVQC制御方式を検討した。

から末端に向かって電圧は徐々に下がることから変電所出口の電圧を管理することで電圧維持ができた。しかし、PVが大量に導入されるとPVの出力変動により潮流・電圧分布が変化し、変電所出口の電圧だけを管理する方式では個々のお客さまの到達電圧を許容範囲内に維持することが難しくなることが課題であった。

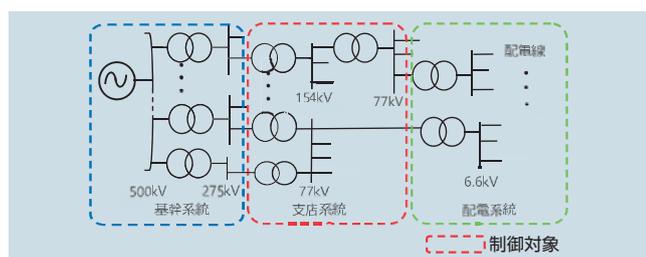
### 2 PV大量導入時の課題

第1図に示す電力系統（今回対象としている支店系統、主に77kV送電線）には1つの送電線に複数のお客さま、PV、配電変電所が接続されている（第2図）。従来は負荷のみであり、送り出し点である変電所出口（計測箇所）

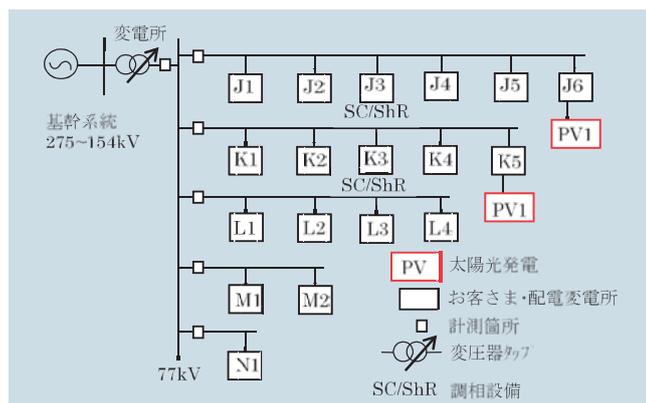
### 3 新たなVQC制御方式

#### (1) VQC制御のアルゴリズム

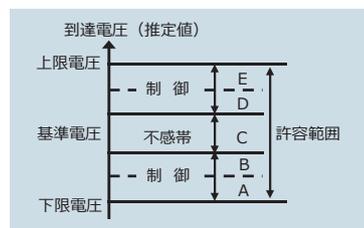
変電所出口の計測値から推定したお客さまの到達電圧を第3図のようにA～Eの5段階に評価し、A、B、D、Eであった場合には、Cとなるよう電圧調整を実施する。電圧調整を担う装置は、変圧器タップ、各送電線の調相設備（進相用コンデンサ／補償



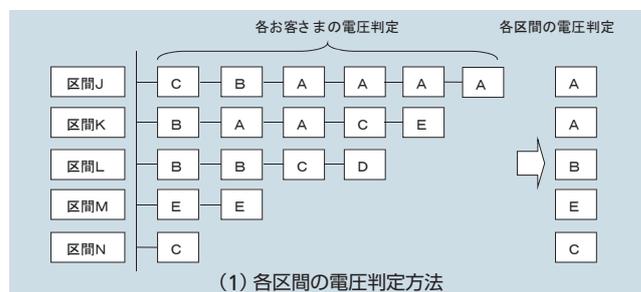
第1図 電力系統全体図



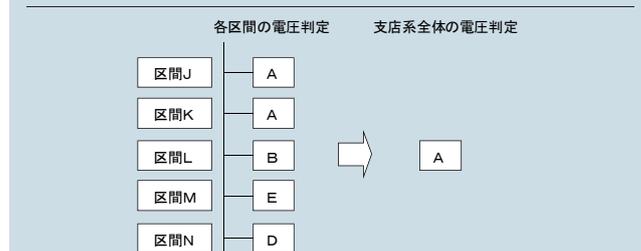
第2図 支店系模擬系統例



第3図 到達電圧の評価基準



(1) 各区間の電圧判定方法



(2) 変電所全体の電圧判定方法

用リアクトル：SC / ShR) である。

第2図の模擬システムにおけるVQC制御のアルゴリズムを以下に説明する (第4図)。

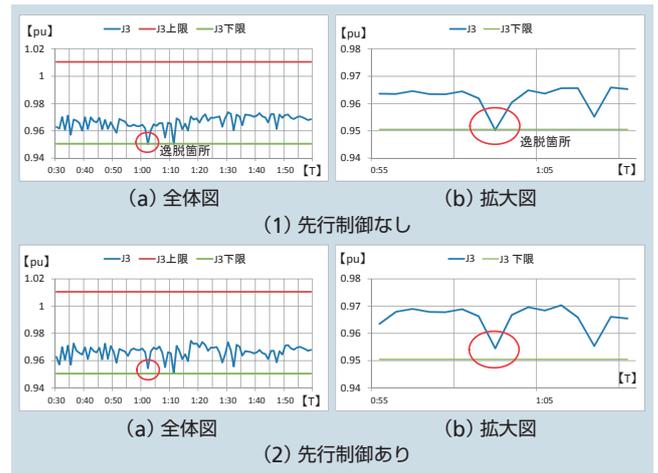
変電所からの送電線を区間Jから区間Nとし、区間毎に各お客さまの到達電圧を推定し、判定基準 (第3図) によりA～Eで評価する。各区間の電圧判定には区間内の評価の数が最大のものを採用 (第4図 (1) の区間Jの場合、 $A \times 4, B \times 1, C \times 1$ よりAを採用) する。さらに変電所全体の電圧判定には、各区間の評価の数が最大のものを採用 (第4図 (2) の場合、 $A \times 2, B \times 1, D \times 1, E \times 1$ よりAを採用) する。

これらの結果をもとにVQC制御指令を出力し、電圧調整を行う。変電所全体の電圧は変圧器タップにて制御、各区間の電圧は調相設備にて制御することで、お客さまへの到達電圧を許容範囲内に維持する。

### (2) 予測値を考慮した先行制御アルゴリズムの導入

(1) の方式で提案した手法では、計測から制御までを1分周期で行っており、計測から1分後の制御時点でPVの変動による電圧変動 (例：下がる) 方向と電圧制御する (例：下げる) 方向が同じになる場合等、条件によっては電圧逸脱が発生することが判明した。そこで、対応策として、需要、PV出力の (1分先の) 予測を用いる先行制御方式を考案した。

第5図に先行制御方式の概要を示す。上段が検証に使用した模擬システムで、下段が先行制御方式を示す。先行制御方式では、送り出しの潮流を、比較的変動の少ない需要と不規則に変動するPV出力に分離し、カルマンフィルタ (過去20分データを使用) を適用することにより計測から1分先の潮流の変動範囲を予測している。この予測範囲に対しお客さまの到達電圧が許容範囲を逸脱しないように変圧器タップや調相設備等の制御量を求め、計測から1分後に制御する。



第6図 先行制御アルゴリズムによる検証結果

## 4 新VQC制御方式の評価

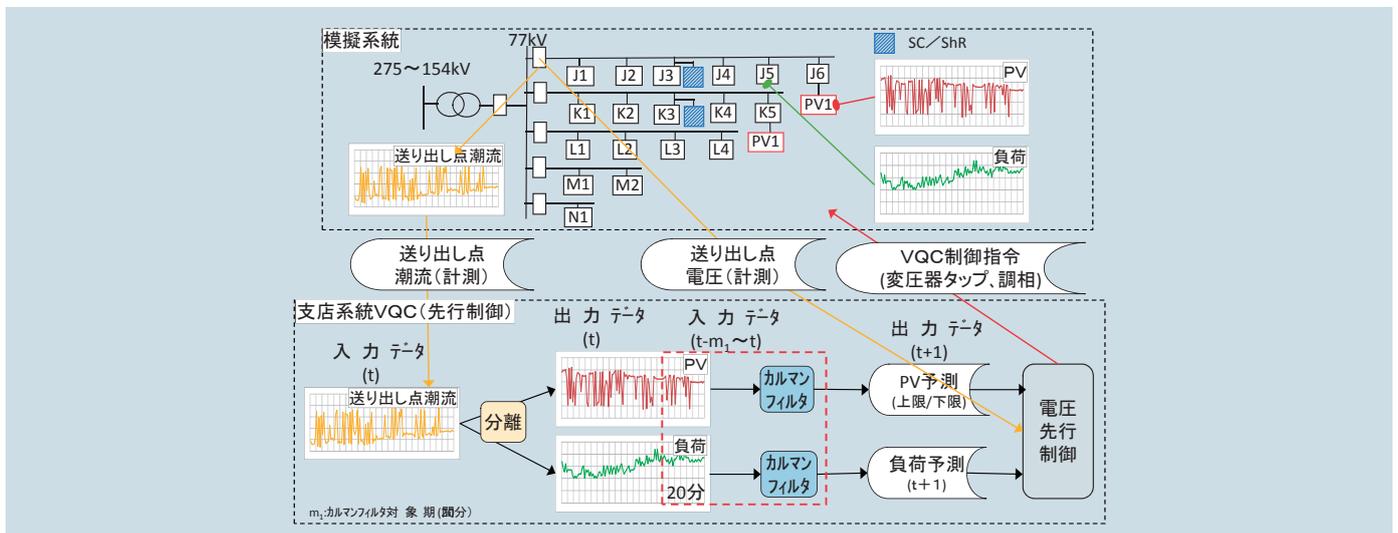
第2図の模擬システムにおける先行制御アルゴリズムの検証結果を示す (第6図)。

第6図 (1) は先行制御なしの場合、第6図 (2) は先行制御方式を適用した場合の結果である。第6図 (1) では、電圧逸脱が発生しているが、第6図 (2) では、電圧逸脱していない。このように、1分先のPV出力と需要の予測を考慮した先行制御方式を適用することにより、電圧の逸脱を防ぐことができた。

## 5 今後の展開

今回、送り出し点の潮流情報のみで制御可能な新たなVQC制御方式を考案した。

実システムへ採用する際には、PV出力と需要の分離精度、予測手法の信頼度、不感帯の調整幅、制御および予測タイミングの条件等の課題を解決する必要があり、引き続き、支店系統VQC制御への適用を目指し検討をすすめる。



第5図 先行制御方式概要図



執筆者 / 浅野 充俊