

分散型電源/電力貯蔵を含む環境保全型エネルギー供給システムに関する包括的研究	
題目	「確率的潮流計算手法の研究」
著者	中西要祐・中垣隆雄・滝沢研二・小野田弘士

1. 研究概背景・目的

電力システム内の変電所や発電所から流出入する有効・無効電力量に基づき、線路潮流量や電圧・位相角などを算出する潮流計算が使用されている。通常の潮流計算が一時間断面に関する状態の把握であるのに対して、本研究では、風力発電などの変動する再生可能エネルギーの電力量を確率分布として扱う確率潮流計算を取り上げ、その高速化をはかっている。昨年度は系統内の変動を外乱として発電機・負荷特性に応じた制御動作や周波数などの外乱後平衡点での潮流状態を扱う動的潮流計算手法を導入し、確率潮流計算との統合を図り、系統全体を把握する核基本手法として動的・確率潮流計算の研究を実施してきた。今年度では、これら確率潮流計算を用いた信頼度評価において、想定事故における事故前後の潮流状態を算出するシフトファクタを、確率潮流計算に対しても適用し、確率的な潮流評価を高速に実行できる手法を研究した。

2. 本年度の成果

< 2・1 > 任意多項式カオス展開法による確率潮流計算へのシフトファクタの適用

モンテカルロ法では、試行回数およびその試行回数に伴うニュートンラフソン法の収束計算数の掛算となり、その計算回数は膨大な数となる。一方、任意多項式カオス展開法では、潮流計算の入力である風力発電のような変動確率を持つノード数 N に対して、基底多項式の次数 d 、 $K = (N + d)! / N! d!$ として確率変数 $\xi = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N\}$ を持つ応答関数

$$Y(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N) \approx \sum_{i=0}^{K-1} c_i \Phi_i(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N)$$

を導入することで、潮流計算の出力である線路潮流などの確率分布を高速に求める事ができる。本方式とモンテカルロ法の相違に関する計算イメージを図1に示す。

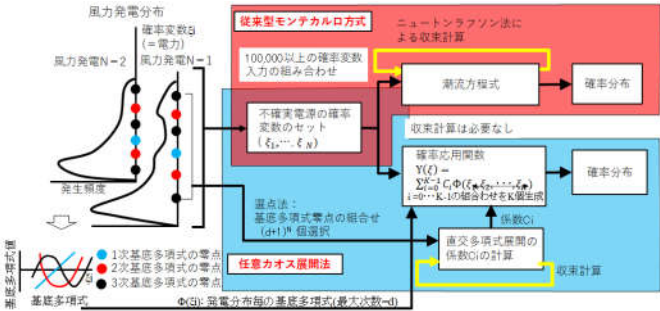


図1 任意多項式カオス展開法による潮流計算 < 2・2 > 適用例

この任意多項式カオス展開を事故前後の二つの状態に適用したケース、事故前の計算結果に対してシフトファクタを適用した直接適用ケース、及び多項式係数自体にシフトファクタを適用した間接適用ケースとの計算時間の差異について、モンテカルロ法と共に小規模系統*での例を表1に示す。実際の系統では規模が大きくなるため、任意多項式カオス展開法による計算効率向上に加え、事故前の基準系統に対する膨大な数の想定事故解析を要することになるので、多項式係数へのシフトファクタ適用は目覚ましい計算効率向上に寄与できる。

*新田目倭造著「電力系統技術計算の基礎」電気書院p. 174

表1 計算時間

計算手法	事故前計算手法	事故後計算手法	事故前[s]	事故後[s]	合計[s]
モンテカルロ	モンテカルロ	モンテカルロ	572	572	1144
任意多項式	任意多項式	任意多項式	1.8	0.42	2.22
直接適用	任意多項式	計算結果へシフトファクタ	1.8	0.05	1.85
間接適用	任意多項式	多項式係数へシフトファクタ	1.8	0.015	1.815

3. まとめ

確率潮流計算を用いた信頼度評価として、想定事故における事故前後の潮流状態を算出するシフトファクタを確率潮流計算に対しても適用し、確率的な潮流評価を高速に実行できる手法を開発した。本手法を用いて、変動特性を持つ再生可能エネルギー導入時の系統の信頼性を評価する事が可能となる。