

需給制御と電圧・無効電力制御の統合的解析手法 ―需給変化時の長時間動特性解析プログラムの開発―

背景

電力自由化の下では有効電力と無効電力が個別に扱われる状況にあるが、安定供給の点から両者は一体として考える必要がある。特に今後は既存設備の有効活用の観点から一層厳しい系統運用が求められるため、需給制御（周波数・有効電力制御）と電圧・無効電力制御の運用検討においては、系統動特性を考慮した統合的な解析手法が重要となる。しかし、現用の需給制御の解析手法ではノード電圧や送電線潮流が考慮できず、一方、電圧・無効電力制御の解析手法では電源の応動や周波数変動が考慮されない状況にある。

目的

需給制御と電圧・無効電力制御を統合して効率的に解析できる動特性解析プログラムを開発し、その性能を明らかにする。

主な成果

1. 開発プログラムの特徴

発電機の並列・解列や出力変化、負荷変動に対し、系統周波数制御（LFC）と電圧・無効電力制御（VQC）を統合的に解析できる、長時間動特性解析プログラムを開発した（表-1、図-1）。開発プログラムは以下の特徴を有する。

- 1) 同期化力振動などの速い現象が系統に発生した場合には、解析の時間刻みを短縮する可変時間刻みの数値積分手法を適用することで、精度と高速性を両立している。
- 2) 需給制御と電圧・無効電力制御モデルについては、ユーザ固有の制御モデルに比較的容易に入れ替えることができ、ニーズに応じた詳細な解析が可能である。

2. 実規模系統における解析性能

30機系統モデルで開発プログラムの解析性能を検討した結果、1時間相当の現象を概ね1～2分*1で精度良く解析できることが明らかとなった。需要減少時の解析結果の一例を図-2に示す。出力調整電源の応動、負荷ノード電圧の変化、系統周波数偏差や連系線潮流の変動など、従来手法では解析できない系統動特性が解析できる。

3. 主な適用先

開発プログラムは、動特性を含む電圧安定性解析、負荷周波数制御と電圧・無効電力制御の調整力検討など、よりきめの細かい信頼性検討、効率的な系統運用検討のための支援ツールとして活用が期待される（表-2）。

今後の展開

開発プログラムの解析機能を拡充した上で電力会社に提供し、電力系統の運用・制御の実務における活用を図る。

主担当者 システム技術研究所 電力システム領域 上席研究員 井上 俊雄

関連報告書 「需給制御と電圧・無効電力制御の統合的解析手法―需給変化時の長時間電力系統動特性解析のための基本プログラムの開発―」電力中央研究所報告：T03046（2004年3月）

* 1：Intel Celeron 1.2GHzでのCPU時間

4. 電力流通／流通コストの低減・信頼性確保

表-1 開発プログラムの解析条件・モデル

解析条件・モデル	
解析条件	需給変化（需要変化、発電機スケジュール出力指定） 発電機並列・解列指定 時系列データ（負荷変動、発電変動）指定 送電線故障指定（3LG-O-C）
解析モデル	発電機モデル（詳細パークモデル：Y法と同一）
(1)電源	AVRモデル（Y法標準と同一） 発電機過励磁抑制（OEL）モデル 火力プラントモデル（ユーザー定義モデル）
(2)負荷	誘導機モデル（Y法と同一） 定Zモデル
(3)系統制御	電圧・無効電力制御（VQC）簡易モデル 負荷周波数制御（LFC）簡易モデル

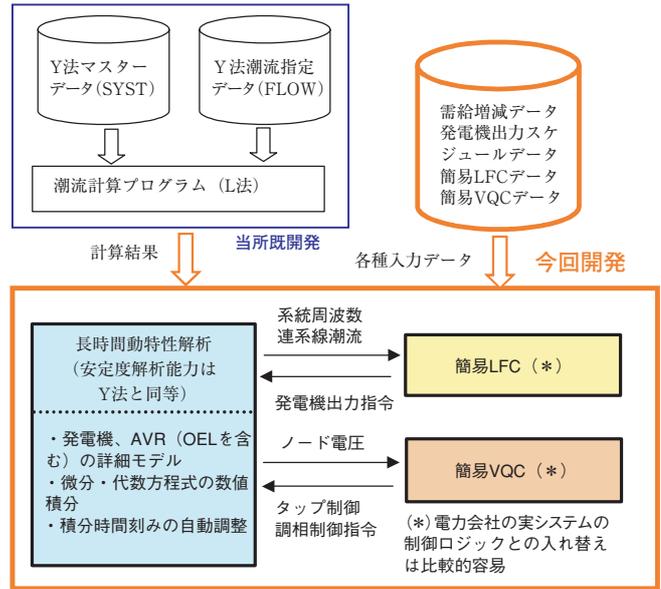


図-1 開発プログラムの構成

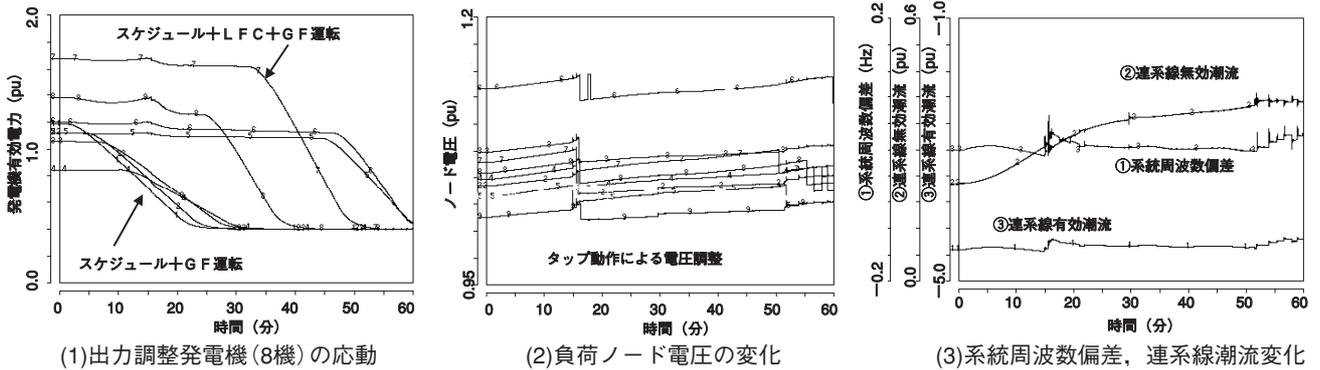


図-2 需要減少時の系統動特性解析結果（例）

<電気学会EAST30機系統, 出力調整電源: 8機(うち4機はLFC運転を併用)>

表-2 開発プログラムの主な適用先

主な適用先	内容
動特性を含む効率的電圧安定性解析	需要急増時の発電機過励磁制御の動作やこれによる同期安定度低下を考慮した解析を、現用手法の数分の1の計算時間で実施可能。
負荷周波数制御と電圧・無効電力制御の所要調整力の検討	系統周波数変動, 潮流変動, 電圧変動を許容範囲に抑えるために必要な, 負荷周波数調整力(発電機)と電圧・無効電力調整力(発電機, 調相設備)の相互の関係を含めて解析することで, より効率的な系統運用条件の検討が可能。