

1-3 多機能HVDCシステムの開発

団体名：東京電力ホールディングス（株）、（株）東芝、（国）東京科学大学
発表日：2026年7月23日

1. 事業の目的・目標

- ・HVDCシステムを介して交流系統へ接続する洋上風力発電設備を対象とした系統安定化に資する過渡安定度制御と周波数制御を有する多機能HVDCシステムを開発する。
- ・電力系統安定度維持システムによる洋上風力発電設備の電源遮断など、多機能HVDCシステムと同様の系統安定化に資する手法との比較検証を通じて、既存の系統安定化技術に対する優位性も具体化する。
- ・多機能HVDCシステムについて、制御方式の開発および検証を通じてその概念を確立する。また、得られた知見を踏まえ、基礎要件を整理する。

2. 2025年の主な成果

（1）過渡安定度制御の開発・検証

○過渡安定度制御手順（図 1 参照）

- ①'事故除去後、②安定化リレーから動作指令により出力抑制を開始。
- ③自端で停止タイミングを判定し、出力抑制を停止。

○連系可能量の検証結果※1（簡易交流系統モデル）（図 2 参照）

- ・発電機の脱調を回避できたのは、HVDC出力 + 80万kWまで
- ・第二波以降も速やかに収束したのは（振幅比※2 < 0.9）、HVDC出力 + 30万kWまで

※1 動作検証用系統による参考結果のため、効果は2-(2)の結果を参照 ※2 東北NWの系統計画作成基準 系統安定度の安定判定（第3波と第4波の比）より

（2）過渡安定度制御の系統安定化効果の概略検証

○検証方法

- ・概略検証は実効値解析（PowerFactory）にて実施。
- ・系統モデルは電気学会EAST30機系統モデルを適用。
- ・HVDC（簡易電源モデル）を介して連系される洋上風力は2201ノードに接続（青矢印）。事故対象線路は東北エリア500kVブランチ（赤矢印）を想定。

○連系可能量の検証結果（電気学会EAST30機系統モデル）

- ・連系可能量の増加量は0～50万kWとばらつきがあった。特にAVRによる電圧維持能力が低い（交流系統の各電圧値が適正値を維持できない）条件では過渡安定度制御による増加量が少ない結果となった。（図 3 右表参照）
- ・連系可能量は電源遮断で発生する系統余裕ともいえ、実系統においても系統条件やマージンの考え方によって、本制御による可能量が変わる。

（3）周波数制御の開発・検証

○周波数制御手順（図 4 参照）

- 陸上系統の周波数を洋上変換器に通信伝送し、洋上変換器のCVVF制御によって陸上と洋上系統の周波数を一致させる。
- 風車の持つ周波数制御機能（周波数調定率制御とIBFFR制御）を引き出す。

○検証結果（簡易交流系統モデル）

- ①周波数調定率制御（図 5 参照）
AC連系とHVDC連系で同等の効果（周波数応答特性と周波数抑制効果）を確認。
- ②IBFFR制御（図 6 参照）
 - ・AC連系とHVDC連系で同等の効果（周波数応答特性と周波数抑制効果）を確認。
 - ・回復動作時に周波数低下しており、系統によるパラメータチューニングが必要。

3. 課題と今後の取組

- ・過渡安定度制御の自端での出力抑制停止タイミング判定に課題があり、検出方法や判定の検討を行う。
- ・各制御をメーカ依存のない汎用モデルとメーカモデルに実装し、電気学会系統モデルと接続し、電力系統シミュレータ（RTDS）による効果検証を行い、両モデルが同様な効果となることを確認する。

4. 実用化・事業化の見通し

- ・汎用モデルとその解説書の公開へ向けての準備。
- ・本事業における効果検証は電気学会 系統モデル等を用いた定性的な検証であるため、直ちにグリッドコード化を前提とするのではなく、まずは一般送配電事業者が実系統における本制御適用の効果結果を踏まえて、OCCTOのグリッドコード検討委員会において、グリッドコード化の要否について検討する。
- ・一般送配電事業者と発電事業者間の系統連系協議において、本制御の効果を確認し、個別に協議頂くことが現実的である。

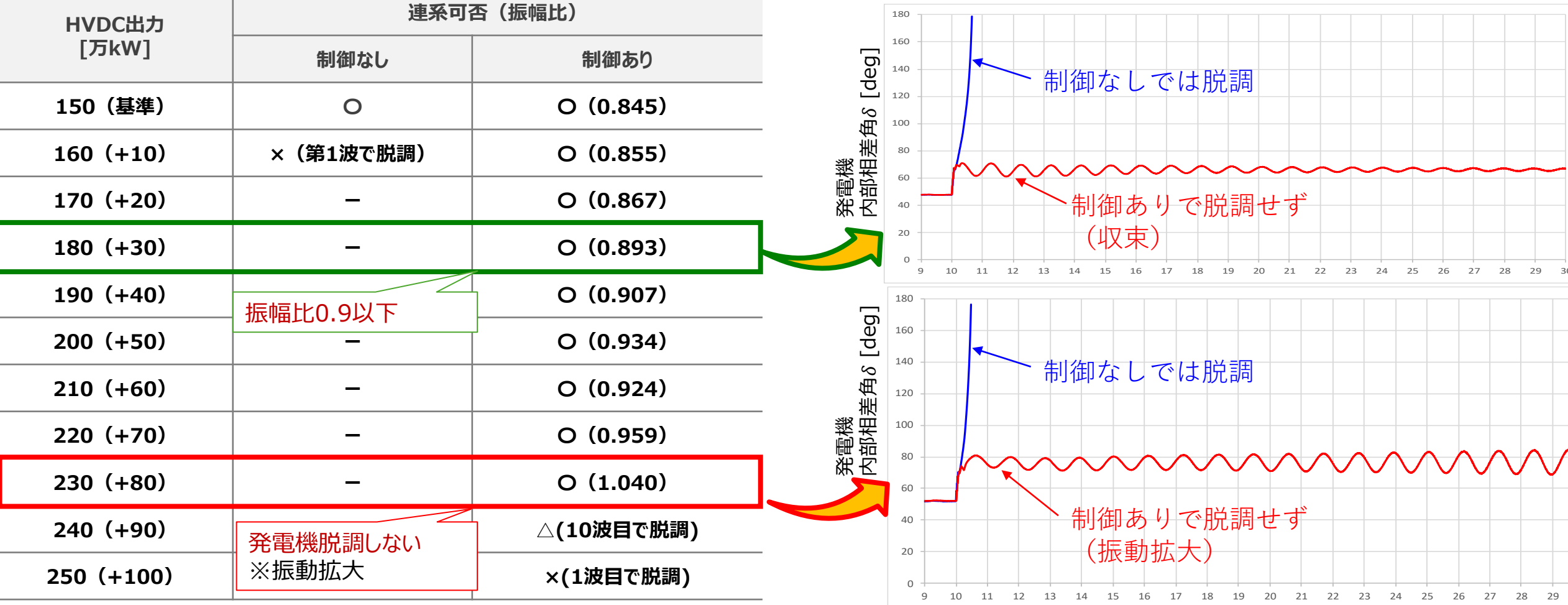
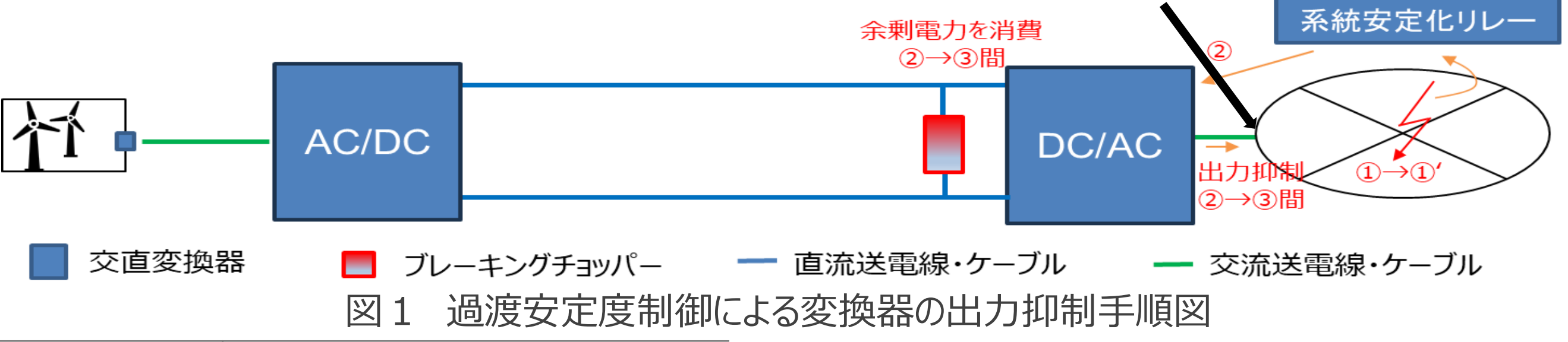
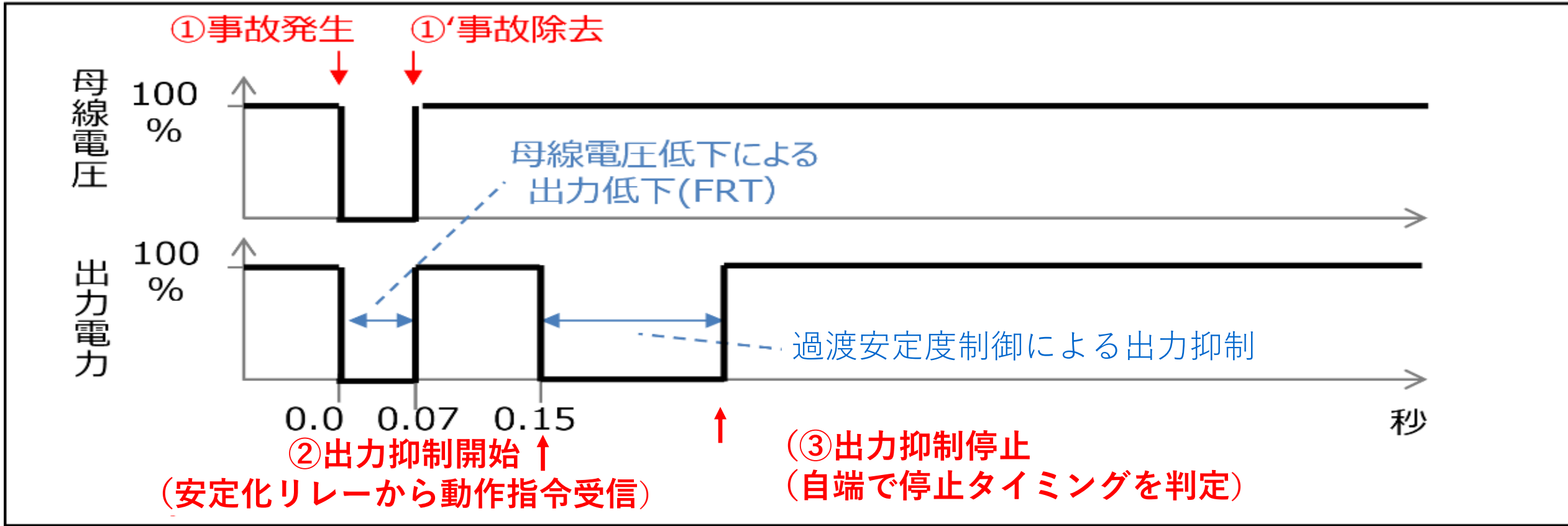


図 2 過渡安定度制御によるHVDC連系可能量の検証結果
右上グラフ（振幅比0.9以下時）、右下グラフ（第一波脱調回避時）

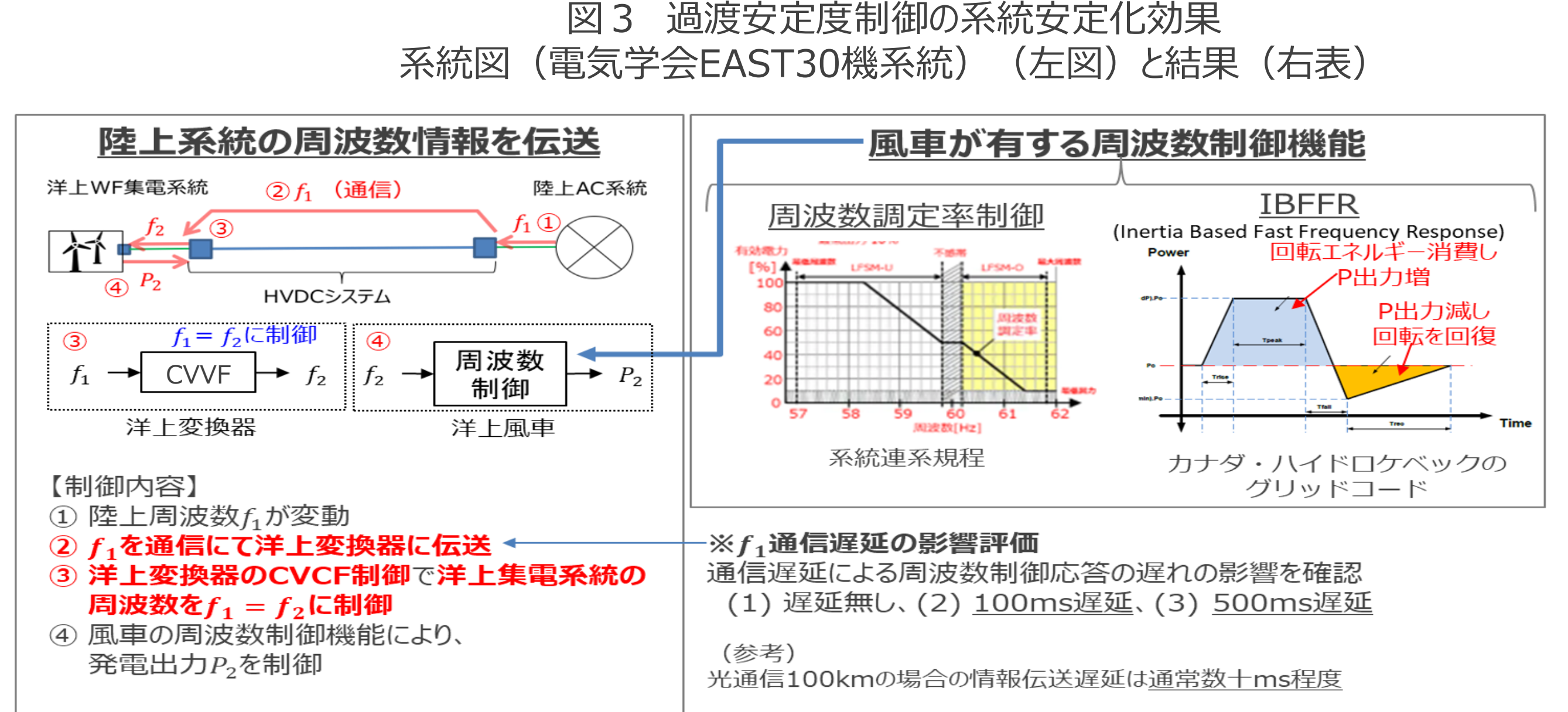
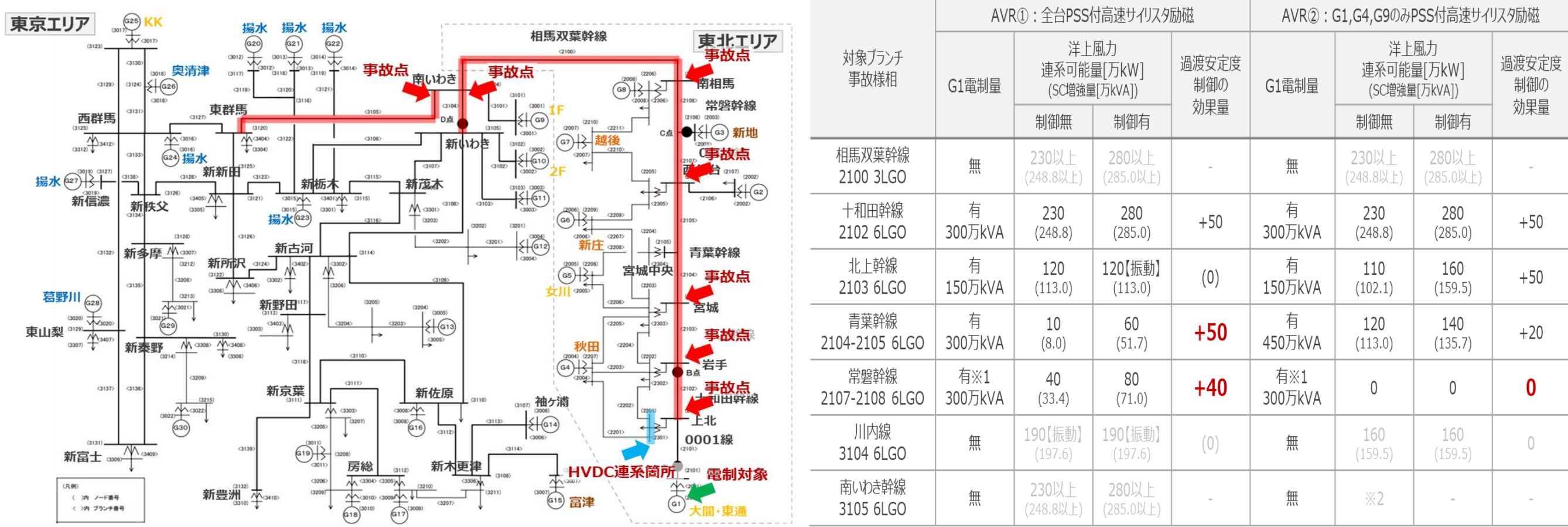


図 4 周波数制御手法

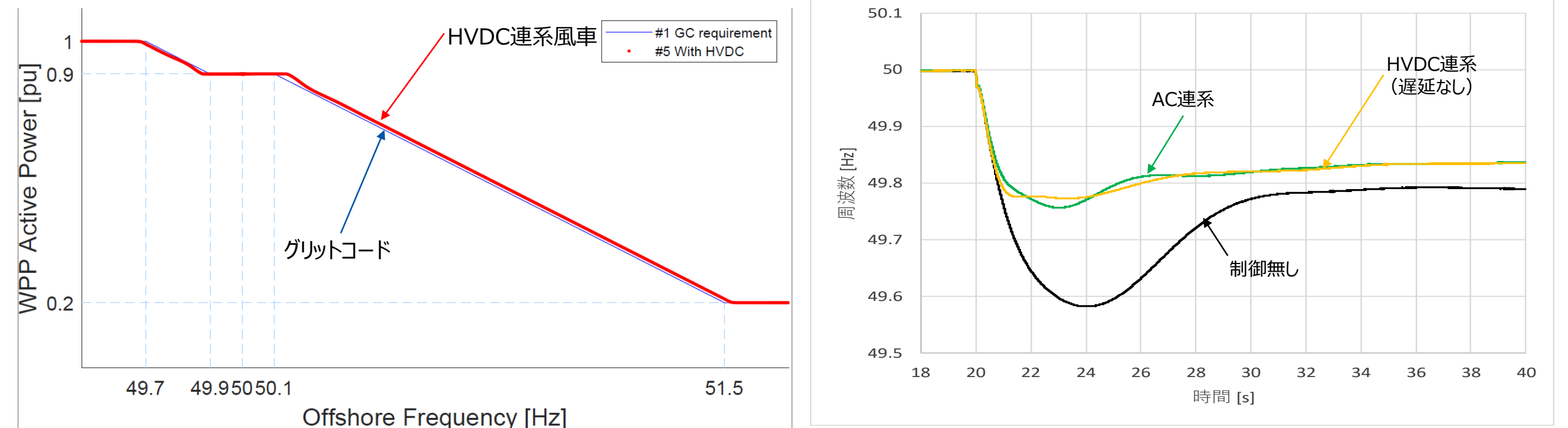


図 5 周波数調定率制御の風車の出力
周波数応答特性（左グラフ）、周波数抑制効果（右グラフ）

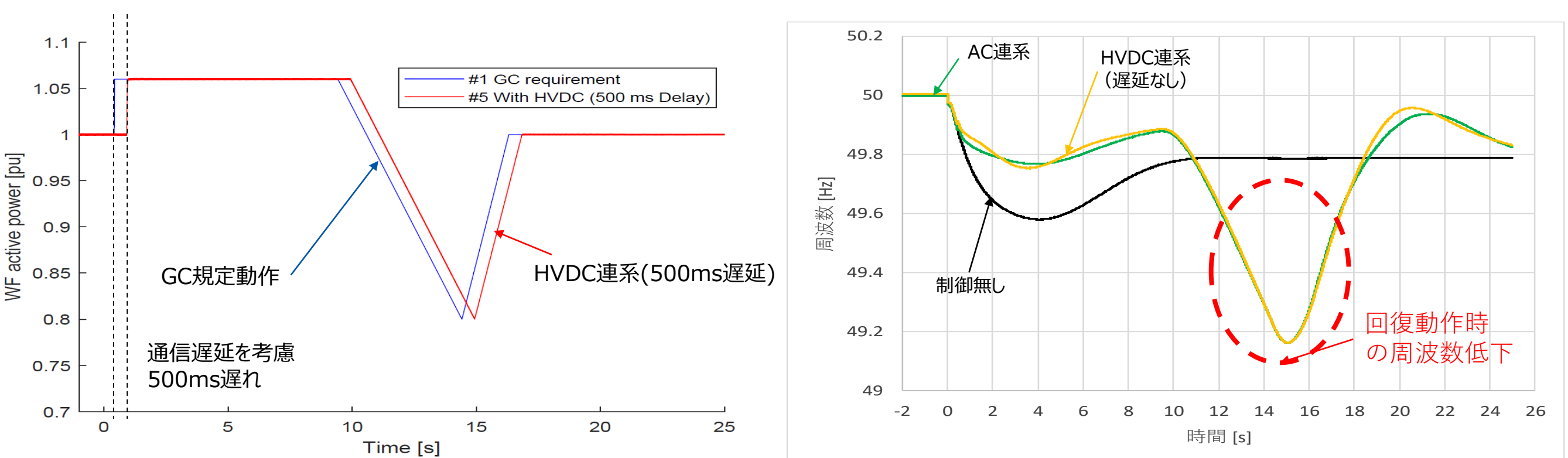


図 6 IBFFR制御の風車の出力
周波数応答特性（左グラフ）、周波数抑制効果（右グラフ）