

仕 様 書

1. 件名

次世代インバータ試験補助業務①

2. 作業の目的

国立研究開発法人産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター（以下、「産総研」という。）は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の事業「再生可能エネルギーの主力電源化に向けた次々世代電力ネットワーク安定化技術開発/研究開発項目 1 疑似慣性 PCS の実用化開発」（以下、「本事業」という。）の一環として、慣性低下対策 PCS（以下、「次世代インバータ」という。）の実用化に向けた研究開発を担当している。本事業では、次世代インバータの開発・評価試験に基づく標準機器要求仕様及び標準試験法の検討とシミュレーションに基づく導入効果、影響評価の検討を実施し、次世代インバータの実用化を目指すとともに社会実装に必要なとなる系統連系規程等への反映に必要なデータを取得する。

3. 作業項目

次世代インバータ試験補助を行う。試験手順については、一般財団法人電気安全環境研究所の高圧系連系保護装置等の試験方法 JETGR005-1-1.0（以下、「JET 試験」）に準拠するもの及び産総研から指示する試験条件に基づくものとする。なお、試験場所は福島再生可能エネルギー研究所スマートシステム研究棟とする。

4. 作業項目別仕様

（1）次世代インバータ試験補助業務

産総研の指示のもと、別紙の「【仕様書別紙】試験項目／試験条件一覧表」に従い、試験装置及び計測装置の操作を行うこと。

試験項目の概要は以下のとおり。

- ① 系統擾乱時の動作特性
- ② 慣性パラメータ評価
- ③ 系統保護要件との整合
 - ・ ROCOF、周波数低下リレー制約と疑似慣性性能
 - ・ ROCOF、周波数上昇リレー制約と疑似慣性性能
 - ・ LVRT 要件と電圧制御性能

- ・ UV リレーの動作時限と電圧制御性能
- ・ 0V リレーの動作時限と電圧制御性能
- ④ 制御論理上、相反する事象
- ⑤ 複合事象、連続事象
- ⑥ 第 1 回性能評価試験の残課題対応
 - (ア) 周波数急変に係る機能試験
 - (イ) 電圧・位相急変に係る機能試験
 - (ウ) 保護協調に係る機能試験
- ⑦ 電力品質

5. 貸与品（支給品）

なし

6. 試験実施期間及び場所

- ・ 試験実施期間
2025年6月30日（月）から2025年7月28日（月）のうち
8営業日（実施日は協議の上、決定するものとする）
- ・ 試験実施場所
〒963-0298
福島県郡山市待池台2-2-9
国立研究開発法人産業技術総合研究所
福島再生可能エネルギー研究所
スマートシステム研究棟（L室）

7. 特記事項

- ・ 試験補助業務担当者は、JET 認証試験（系統連系試験）に5年以上従事した経験のある者とする。
- ・ トラブル等により、上記実施期間に「4.（1）次世代インバータの試験補助業務」の試験項目が完了しない場合は、協議の上、試験項目を選定し、実施する。

8. 納入物品

- ① 作業完了報告書 1部（電子媒体）
※電子媒体は、原則として電子メールで納品すること。

9. 納入の完了

作業完了の後、「8. 納入物品」に記載された納入物品が過不足なく納入され、仕様書を満たしていることを確認して、納入の完了とする。

10. 履行期限・場所及び納入期限・場所

履行期限：2025年7月28日（月）

履行場所：〒963-0298

福島県郡山市待池台2-2-9

国立研究開発法人産業技術総合研究所

福島再生可能エネルギー研究所

スマートシステム研究棟（L室）

納入期限：2025年8月8日（金）

納入場所：〒963-0298

福島県郡山市待池台2-2-9

国立研究開発法人産業技術総合研究所

福島再生可能エネルギー研究所

第1棟（本館4階 4106号室）

11. 付帯事項

(1) 本仕様書の技術的内容及び知り得た情報については、守秘義務を負うものとする。

(2) 本仕様書の技術的内容に関する質問等については、調達請求者と協議すること。また、本仕様書に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、調達担当者と協議のうえ決定する。

【仕様書別紙】試験項目／試験条件一覧表

表1. 第2回ラボ試験における性能評価試験項目

(注) 今回の試験で使用する制御パラメータの設定については、下記の1種の設定とする。

制御パラメータ	設定値
慣性定数	2.35、4
制動定数	25
力率一定制御	ON (cos φ =0.9)
単独運転検出 (能動)	ON
単独運転検出 (受動)	ON

試験分類	試験番号	枝番	試験項目	評価の視点	初期の出力電力 p.u.	試験シナリオ	判定条件1	判定条件2	実施優先度
系統擾乱時の動作特性	1-1	1	動的有効電力(放電方向) 電流リミットに掛からない試験	周波数変化時の制動定数と慣性定数を含めた有効電力制御	-0.9充電方向	周波数を50Hzで1s間保ち、そこからROCOF=-2Hz/secで減らしUF保護設定値の直上47.6Hzに到達したら1s間保持する。そこから周波数をROCOF=2Hz/secで増やし50Hzに到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。 周波数と有効・無効電力を記録する。	試験結果を記録し、系統全体の安定度解析に使用する。合否判定は行わない。		A
		2	動的有効電力(放電方向) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛かる試験	同上	0.9放電方向	初期の出力電力の放電方向のヘッドルームを減らして同上の試験を行う。時間対出力電力の波形からインバータの電流リミットに掛かって最大の有効電力が出力されたか確認する。	同上		A
	1-2	1	動的有効電力(充電方向) 電流リミットに掛からない試験	同上	0.9放電方向	周波数を50Hzで1s保ち、そこからROCOF=2Hz/secで増やしOF保護設定値の直下51.4Hzに到達したら1s間保持する。そこから周波数をROCOF=-2Hz/secで減らし50Hzに到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。 周波数と有効・無効電力を計測する。	同上		A
		2	動的有効電力(充電方向) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛かる試験	同上	-0.9充電方向	初期の出力電力の充電方向のヘッドルームを減らして同上の試験を行う。時間対出力電力の波形からインバータの電流リミットに掛かって有効電力が制限されたことを確認する。	同上		A
	1-3	1	動的無効電力(遅れ無効電力吸収 =進み無効電力注入) 電流リミットに掛からない試験	電圧変化時の無効電力制御	0	系統電圧を1.0p.u.で1s保ち、そこから電圧を0.01p.u./sで上げる。 OV保護設定値1.1p.u.マイナス0.01p.u.に到達したら1s間保持する。そこから電圧を-0.01p.u./sで下げ1.0p.u.に到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。電圧と有効・無効電力を記録する。	同上		A
		2	動的無効電力(遅れ無効電力吸収 =進み無効電力注入) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛かる試験	同上	0.9	同上の試験を行う。インバータの電流リミットに掛かって無効電力が制限されたことを確認する。	同上		A
	1-4	1	動的無効電力(遅れ無効電力注入 =進み無効電力吸収) 電流リミットに掛からない試験	同上	0	系統電圧を1.0p.u.で1s保ち、そこから電圧を-0.01p.u./sで下げUV保護設定値プラス0.01p.u.に到達したら1s間保持する。そこから電圧を0.01p.u./sで下げ1.0p.u.に到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。電圧と有効・無効電力を記録する。	同上		A
		2	動的無効電力(遅れ無効電力注入 =進み無効電力吸収) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛かる試験	同上	0.9	同上の試験を行う。インバータの電流リミットに掛かって無効電力が制限されたことを確認する。	同上		A
	1-5	1	静的周波数対有効電力注入特性 電流リミットに掛からない試験	制動定数の効果を主とする有効電力制御	0	周波数を50Hzで1s間保ち、そこから0.1Hz減らして1s間保持することを繰り返す。UF保護設定値の直上47.6Hzに到達したら1s間保持する。そこから0.1Hz増やして1s間保持することを繰り返す。50Hzに到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。 周波数と有効・無効電力を記録する。	同上		A
			2	静的周波数対有効電力注入特性 ヘッドルームを減らし電流リミットに掛かる試験	同上	0.9	同上		A
		3	静的周波数対有効電力吸収特性 電流リミットに掛からない試験	同上	0	周波数を50Hzで1s間保ち、そこから0.1Hz増やして1s間保持することを繰り返す。OF保護設定値の直下51.4Hzに到達したら1s間保持する。そこから0.1Hz減らして1s間保持することを繰り返す。50Hzに到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。 周波数と有効・無効電力を記録する。	同上		A

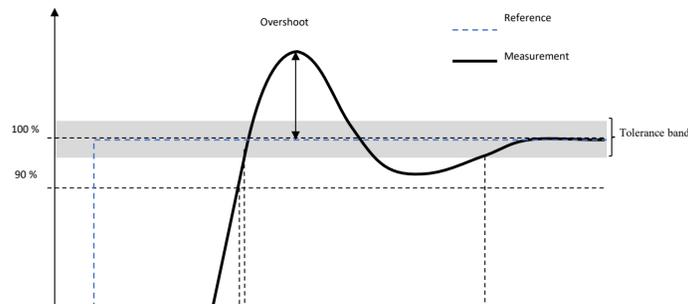
		4	静的周波数対有効電力吸収特性 ヘッドルームを減らし電流リミットに掛ける試験	同上	0.9	同上	同上		A
1-6	1	電圧無効電力特性 (L性動作) 電流リミットに掛からない試験	疑似慣性を持つ電圧変動時の無効電力特性を確認する。	0	系統電圧を1.0p.u.で1s保ち、そこから電圧を0.01p.u.上げて1s間保持することを繰り返す。OV保護設定値マイナス0.01p.u.に到達したら1s間保持する。そこから電圧を0.01p.u.下げて1s間保持することを繰り返し1.0p.u.に到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。電圧と有効・無効電力を記録する。	同上		A	
	2	電圧無効電力特性 (L性動作) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛ける試験	同上	0.9	同上		A		
	3	電圧無効電力特性 (C性動作) 電流リミットに掛からない試験	同上	0	系統電圧を1.0p.u.で1s保ち、そこから電圧を0.01p.u.下げて1s間保持することを繰り返す。UV保護設定値プラス0.01p.u.に到達したら1s間保持する。そこから電圧を0.01p.u.下げて1s間保持することを繰り返し1.0p.u.に到達したら1s間保持して試験パターンを終了する。電圧と有効・無効電力を記録する。	同上		A	
	4	電圧無効電力特性 (C性動作) ヘッドルームを減らし電流リミットに掛ける試験	同上	0.9	同上		A		
慣性パラメータ評価	1-7	系統事故時の周波数を二次他項式により近似	単位慣性定数と単位制動定数を測定する。	0.4	周波数を二次他項式で50Hz-47, 5Hz-50Hzと変化させる。周波数と有効・無効電力を記録する。	メーカー様により提示された単位慣性定数、単位制動定数と測定・評価値を比較する。		A	
系統保護要件との整合 ROCOF、周波数低下リレー 制約と擬似慣性性能	2-1	1	周波数ライドスルー線上での試験 運転制約: ROCOF: -2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	-0.9	系統周波数を50Hzから-2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力の変化が始まり目標値の10%に到達するまでの時間が仕様値以下であること。 2. Settling time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力が目標値±許容幅の領域内に入りこれを出なくなるまでの時間が仕様値以下であること。 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ終了まで解列しないこと		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転の確認	同上	0.9	同上	同上		A
	2-2	1	周波数ライドスルー ROCOFを変えながら行う試験パターン 運転制約: ROCOF-RT: 2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を50Hzから-3Hz/secで48.5Hzまで低下させ、その後-1Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に+1Hz/secで48.5Hzまで上昇させその後+2Hz/secで50Hzまで復帰させる。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	同上		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転の確認	同上	0.9	同上	同上		A
	2-3	1	周波数ライドスルー線上での試験 UF保護時限を超える試験 運転制約: ROCOF: -2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を50Hzから2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、3秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力の変化が始まり目標値の10%に到達するまでの時間が仕様値以下であること。 2. Settling time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力が目標値±許容幅の領域内に入りこれを出なくなるまでの時間が仕様値以下であること。 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ開始後2s後にUFリレーの動作時限により解列すること。		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転の確認	同上	0.9	同上	同上		A
2-4	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン UF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: -2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで48.5Hzまで低下させ、その後1Hz/secで47.5Hzまで低下させ、3秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	同上		A	
	2	同上で電流リミットにかかる運転の確認	同上	0.9	同上	同上		A	

	2-5	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン UF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: -2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力の変化が始まり目標値の10%に到達するまでの時間が仕様値以下であること。 2. Settling time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力が目標値±許容幅の領域内に入りこれを出なくなるまでの時間が仕様値以下であること。 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ開始後1s後にROCOF制約により解列してもよい。		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	0.9	同上	同上		A
	2-6	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン UF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: -2Hz/sec UFリレー: 47.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで48.5Hzまで低下させ、その後2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	同上		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	0.9	同上	同上		A
系統保護要件との整合 ROCOF、周波数上昇リレー 制約と擬似慣性性能	3-1	1	周波数ライドスルー線上での試験 OF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec UFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力の変化が始まり目標値の10%に到達するまでの時間が仕様値以下であること。 2. Settling time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力が目標値±許容幅の領域内に入りこれを出なくなるまでの時間が仕様値以下であること。 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ終了まで解列しないこと		A
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	0.9	同上	同上		A
	3-2	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン OF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec UFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで51.0Hzまで上昇させ、その後1Hz/secで51.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	-0.9	同上			A
	3-3	1	周波数ライドスルー線上での試験 OF保護時限を超える試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec OFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、3秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力の変化が始まり目標値の10%に到達するまでの時間が仕様値以下であること。 2. Settling time 系統周波数の変化を始めた後、有効電力が目標値±許容幅の領域内に入りこれを出なくなるまでの時間が仕様値以下であること。 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ開始後2s後にOFリレーの動作時限により解列すること。		B
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	-0.9	同上	同上		B
3-4	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン OF保護時限を超える試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec UFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで51.0Hzまで上昇させ、その後1Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、3秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			B	
	2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	-0.9	同上	同上		B	
3-5	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン OF保護時限を超える試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec UFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.32	系統周波数を3Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. Reaction time 系統周波数が変化した後、有効電力が変化するまでの時間 2. Settlement time ・ 統周波数がNadirに到達してから、有効電力が最大値に到達するまでの時間 3. 有効電力の最大値が期待値と実用的な誤差内で同等であること 4. 統故障シナリオ開始後1秒後にROCOF制約により解列すること		B	
	2			0.66	同上	同上		B	

	3-6	1	ROCOFを変えながら行う試験パターン OF保護時限を超えない試験 運転制約: ROCOF: +2Hz/sec UFリレー: 51.5Hz, 2sec	規定の周波数変化速度と周波数保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統周波数を3Hz/secで51.0Hzまで上昇させ、その後2Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			B
		2	同上で電流リミットにかかる運転を確認	同上	0.9	同上	同上		B
系統保護要件との整合LVRT要件と電圧制御性能	4-1	1	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.20puまで降下させ、1秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1.電圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2.電圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3.故障シーケンス中解列しないこと		B
		2	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		B
	4-2	1	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.0puまで降下させ、1秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A
	4-3	1	LVRT要件と電圧制御性能 上位にΔY巻き線の変圧器がある場合の位相跳躍 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.52puまで降下させると同時に系統電圧位相を41°跳躍させ、1秒間保持し、その後系統電圧1.0puまで回復させると同時に系統電圧位相を-41°跳躍させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 上位にΔY巻き線の変圧器がある場合の位相跳躍 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A
	4-4	1	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛からない運転 UV保護時限を超える場合	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.20puまで降下させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1.電圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2.電圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3.電圧低下発生1秒後に解列すること		A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛かる運転 UV保護時限を超える場合	同上	0.9	同上	同上		A
	4-5	1	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛からない運転 UV保護時限を超える場合	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.0puまで降下させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 電流リミットに掛かる運転 UV保護時限を超える場合	同上	0.9	同上	同上		A
	4-6	1	LVRT要件と電圧制御性能 上位にΔY巻き線の変圧器がある場合の位相跳躍 電流リミットに掛からない運転 UV保護時限を超える場合	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.52puまで降下させ、また、系統電圧位相を41度跳躍させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 上位にΔY巻き線の変圧器がある場合の位相跳躍 電流リミットに掛かる運転 UV保護時限を超える場合	同上	0.9	同上	同上		A
系統保護要件との整合 UVリレーの動作時限と電圧制御性能	5-1	1	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時限を2秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.8puまで低下させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1.電圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2.電圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3.故障シーケンス中解列しないこと		A
		2	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時限を2秒に設定 電流リミットに掛からない運転	同上	0.9	同上	同上		A

	5-2	1	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、 動作時限を2秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.7puまで低下させ、1.5秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			A
		2	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、 動作時限を3秒に設定 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A
	5-3	1	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、 動作時限を2秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.8puまで低下させ、3秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. 圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2. 圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3. 圧低下発生2秒後に解列すること		B
		2	UVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、 動作時限を2秒に設定 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		B
系統保護要件との整合 OVリレーの動作時限と電圧制御性能	6-1	1	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に1.2puまで上昇させ、1秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. 圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2. 圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3. 故障シーケンス中解列しないこと		B
		2	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		B
	6-2	1	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に1.3puまで上昇させ、0.5秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。			B
		2	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		B
	6-3	1	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが運転継続することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に1.2puまで上昇させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	1. 圧低下後tw以内に電圧急変無効電力出力が起動されること。 2. 圧低下後ts以内に無効電力出力が無効電力出力最大値に到達すること。 3. 圧低下発生2秒後に解列すること 電圧低下発生2秒後に解列すること		B
		2	OVリレーの動作時限と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、 動作時限を1秒に設定 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		B
制御論理上、相反する事象	7-1	1	力率一定運転中の系統電圧低下 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧変化と保護レベルの範囲内でインバータが力率一定運転制御と協調して運転継続することを確認する。	0.3	cosφ=0.95の力率一定運転中に系統電圧を1.1puから0.85puまでステップ状に低下させ、1秒間保持させた後に1.1puに復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	・ 力率一定運転は電圧上昇時の運用であり、無効電力を吸収する。 ・ 力率一定運転時に系統電圧が低下した場合、力率一定運転を“unable”にするのか。		A
		2	力率一定運転中の系統電圧低下 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A

複合事象、連続事象	8-1	1	系統周波数低下と系統電圧低下が同時に発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数低下による位相制御と系統電圧低下による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aと同時に系統電圧をステップ状に0.8puまで低下させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。	2-1と同じ有効電力が、6-1と同じ無効電力が出力される。		A	
		2	系統周波数低下と系統電圧低下が同時に発生 電流リミットに掛かる設定		0.9	同上	同上		A	
	8-2	1	系統周波数低下と系統電圧上昇が同時に発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数低下による位相制御と系統電圧上昇による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aと同時に系統電圧をステップ状に1.2puまで上昇させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。	2-1と同じ有効電力が、6-1と同じ無効電力が出力される。		A	
		2	系統周波数低下と系統電圧上昇が同時に発生 電流リミットに掛かる設定		0.9		同上		A	
	8-3	1	系統周波数上昇と系統電圧上昇が同時に発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数上昇による位相制御と系統電圧上昇による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aと同時に系統電圧をステップ状に1.2puまで上昇させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。	3-1と同じ有効電力が、5-1と同じ無効電力が出力される。		A	
		2	系統周波数上昇と系統電圧上昇が同時に発生 電流リミットに掛かる設定		0.9		同上		A	
	8-4	1	系統周波数上昇と系統電圧低下が同時に発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数上昇による位相制御と系統電圧低下による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aと同時に系統電圧をステップ状に0.8puまで上昇させ、2秒間保持し、その後1.0puまで回復させる。	系統周波数低下による位相制御(有効電力出力増加)と、系統電圧位相の進み跳躍による位相制御(有効電力吸収)の相反制御		A	
		2	系統周波数上昇と系統電圧低下が同時に発生 電流リミットに掛かる設定		0.9		同上		A	
	8-5	1	系統周波数低下中に系統電圧の位相跳躍が発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数低下による位相制御と位相跳躍による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで48.0Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの系統周波数が低下している状態で、系統電圧の位相を一律60度進め、耐量時間の0.5後に復帰させる。	系統周波数低下による位相制御(有効電力出力増加)と、系統電圧位相の進み跳躍による位相制御(有効電力吸収)の同方向制御		A	
		2	系統周波数低下中に系統電圧の位相跳躍が発生 電流リミットに掛かる設定		0.9	同上	同上		A	
	8-6	1	系統周波数上昇中に系統電圧の位相跳躍が発生 電流リミットに掛からない設定	系統周波数上昇による位相制御と、位相跳躍による位相制御の整合性。	0.3	a.系統周波数を2Hz/secで51.0Hzまで上昇させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの系統周波数が低下している状態で、系統電圧の位相を一律60度進め、耐量時間の0.5後に復帰させる。	・系統周波数低下による位相制御(有効電力出力増加)と、系統電圧位相の進み跳躍による位相制御(有効電力吸収)の同方向制御		A	
		2	系統周波数上昇中に系統電圧の位相跳躍が発生 電流リミットに掛かる設定		0.9	同上	同上		A	
	周波数制御機能 (第1回ラボ試験で未確認項目)	9-1	1	GF		0	系統周波数をGF幅の範囲で正弦波状に振動させる。	・調定率、GF幅で有効電力が制御されること ・秒以内に出力を変化させること		A
			2	GF		0.6	同上	同上		A
9-2		1	GF		0	系統周波数をGF幅を超えて正弦波状に振動させる。	・幅の限度値で有効電力が制御されること		A	
		2	GF		0.6	同上	同上		A	
9-3		1	LFC		0.66	(0.66,0.0)で運転を開始し、操作パネルで運転出力を(0.68,0.0)に指定し、5分経過後(0.66,0.0)に変更する。 最終製品ではIEC61850による相互運用性試験が求められる。	・操作パネルで指定された有効電力を出力すること ・操作パネルで指令値を設定した後、5分以内に有効電力が制御されること。		B	
9-4	1	LFC		0.66	指定出力(0.66,0.0)運転中に系統周波数を2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、2秒間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。	2-1と同じ有効電力が出力されること		B		
電力品質	10-1	1	高調波		1	電圧高調波総合歪率			B	
	10-2	1	電圧フリッカ		1	IEC61000-3-11による			C	



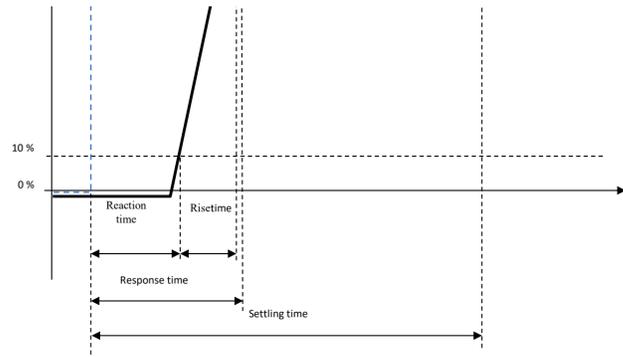


表2. 第1回ラボ試験の再試験項目

試験分類	試験番号	枝番	試験項目	第一次試験の結果とフォロー試験の視点	初期の出力電力 p.u.	試験シナリオ	判定条件1	判定条件2	実施優先度
周波数	1		周波数ステップ上昇	<p>周波数ステップ変化試験で変化先の周波数を維持する3サイクル時間に対し慣性低下対策インバータは問題無く運転継続している。この周波数が変わった3サイクル時間の間に慣性低下対策インバータの慣性項による出力有効電力を出し入れしているかを電力波形を見て確認することが必要か、或いはライドスルーさえすれば良いかという要件により判定条件が変わる。慣性低下対策インバータの周波数ステップ変化時の要求仕様を検討する必要がある。</p> <p>周波数対有効電力制御W(f)機能と慣性応答による周波数変化時の有効電力出力の優先順位に関してはW(f)機能の起動をNadir時間より遅い2秒以降とし時間的に棲み分ける。この動作を検証する。</p> <p>インバータによっては周波数がもとに戻ってから1s以上後になって電流制御が不安定になる場合があるので電流が安定するまで計測時間を十分にとる必要がある。</p> <p>特に新たな手順上の考慮点は無い。</p>	0.0	波形の測定時間を3sに伸ばして波形を記録する。	系統周波数がステップ変化し3Hz相当の期間維持し元の周波数にステップ変化するときにインバータがゲートブロックすることなく運転を継続すること。	系統周波数がステップ変化し+3Hz相当の時間維持し元の周波数にステップ変化するときにインバータが慣性パラメータによって決まる有効電力を出力すること。周波数急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下かつ105%を超える時間が0.5秒以下であること。	B
	2		周波数ステップ降下	<p>同上。特に新たな手順上の考慮点は無い。</p>	0.0	波形の測定時間を3sに伸ばして波形を記録する。	同上。	系統周波数がステップ変化し-3Hz相当の時間維持し元の周波数にステップ変化するときにインバータが慣性パラメータによって決まる有効電力を出力すること。周波数急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下、かつ105%を超える時間が0.5秒以下であること。	B
電圧・位相	1		系統電圧急変（上昇）	<p>電圧を5%、10%と不連続的に上げるときにインバータは定電力特性で電流を下げるか、あるいは定電流特性により電流を維持するかを確認する。</p> <p>同期発電機は $V_{in} * V_{sys} * \sin(\theta) / X$ の式により電力を電圧に比例させて上下させる。これはインバータが定電流特性を持てば外から見て同じ動作になる。電流または電力の時間変化波形を確認する。</p> <p>判定条件は疑似慣性インバータの系統電圧急変時の要求仕様による。</p> <p>案：電圧対無効電力制御(Q(v))機能による電圧上昇抑制と慣性応答による電圧上昇効果が干渉しない手段を導入し、その効果を確認する。</p> <p>特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる場合があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。</p>	1.0	電圧復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばして波形を記録する。	系統電圧を不連続的に上げた時にインバータがゲートブロックすることなく安定に運転を継続すること。	急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下、かつ105%を超える時間が0.5秒以下であること。	B
	2		系統電圧急変（降下）	<p>同上。高圧インバータ認証試験項目では「1.5.1 瞬時電圧低下（FRT）試験」が対応する。</p> <p>電圧低下中にインバータが無効電力を出してインバータ端電圧がさらに下がる、電圧が復帰した数サイクル後に出力電流の位相が不安定となり出力有効電力が逆転する、さらにその後電流が不安定となるなどの事象が観察された。</p> <p>このような動作が電力系統にとって問題ないか確認し、判定条件に反映する。</p> <p>特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる場合があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。</p>	1.0	電圧復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばして波形を記録する。	系統電圧を不連続的に下げた時にインバータがゲートブロックすることなく安定に運転を継続すること。	電圧急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下、かつ105%を超える時間が0.5秒以下であること。	B

	4	系統電圧不平衡急変	同期発電機は急な系統電圧不平衡が発生すると系統と同期発電機内部起電力の位相差角、電圧差に基づいてこれを補正する方向に電流を発生する。慣性低下対策インバータも同様の出力有効電力の動作を求められるか、或いは従来の電流制御インバータの試験における判定条件のように大きな電流の変動なく滑らかに追従して運転を続けることでよいか、という要求仕様を定める必要がある。電圧不平衡率は逆相電圧/正相電圧で定義される。逆相電圧、正相電圧ともX-Y座標のベクトルの長さに相当し±の符号を持たないでインバータが不平衡を補正する方向の電流を出したかの測定・判定方法を明確化する必要がある。電圧変化に対するQ(V)制御機能と慣性応答による過電流が干渉することがないか試験で確認する。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる場合があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。	1.0	電圧復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばして波形を記録する。	三相電圧を不平衡に不連続的に変化させた時にインバータがゲートブロックすることなく安定に運転を継続すること。	出力電流が電圧不平衡を抑制する方向に出力していること。不平衡急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下、かつ105%を超える時間が0.5秒以下であること。	B
	5	瞬時電圧低下 (LVRT)	同期発電機のLVRT時の動作を考えると系統電圧が下がる時は $P=V_{in} \cdot V_{sys} \cdot \sin(\theta) / X$ の式に従い電力が下がる。外から見るとインバータが定電流動作していれば同じ動作になる。電圧が復帰してから電力を元の値に上げるときも電流が出続けていれば電力は復帰する。問題は電圧低下幅が大きく一旦ゲートブロックした場合の電力立ち上げである。この時に大きな変動なく電力または電流を増やすことを電流波形から確認する。インバータのLVRT応答性能に3段階程度の等級を設けて判定することも検討する。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる場合があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。	1.0	電圧復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばす。今後のために各試作機で1ケースのみ、電圧変化時間を2ms、20msの2つで行い波形を記録する。	三相一括、各1線間、各2線間の電圧を不連続的に低下させ、元に復帰させた時にインバータがゲートブロックすることなく安定に運転を継続すること。低下する電圧が20%以下では解列しないこと。電圧復帰後、出力有効電力が瞬時電圧低下発生前における80%に復帰する時間が0.1s以内であること。ただし低下する電圧が20%以下では電圧復帰後、出力有効電力が瞬時電圧低下発生前における80%に復帰する時間が1s以内であること。	電圧低下時にパワーコンディショナの出力電力が電圧変化分に比例して減ること。	B
	6	瞬時電圧上昇 (HVRT)	HVRTに関しては系統模擬電源の電圧制限を考慮して試験条件を決める必要がある。また低慣性対策インバータは電圧が上がるのに応じて出力電力を増やす特性になりインバータの過電圧保護・時間との協調を考える必要がある。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる可能性があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。	1.0	電圧復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばす。各試作機で1ケースのみ、電圧変化時間を2ms、20msの2つで行い波形を記録する。	三相一括で電圧を不連続的に上昇させ、元に復帰させた時にインバータがゲートブロックすることなく安定に運転を継続すること。	電圧上昇時にパワーコンディショナの出力電力が電圧変化分に比例して上がること。	B
	7	系統電圧・電圧位相同時急変	系統電圧と電圧位相が同時に急変するとき同期発電機はどのように応答するかを考える。三相一括での位相変化であれば位相変化を妨げる方向に電流を出す。線間電圧と各相の位相角度の変化であれば不平衡を補正するように電流を出す。この試験測定と判定方法を明確化する必要がある。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。内部疑似インピーダンスを制御して過電流を防ぐ方式などで電流が不安定になる可能性があるがインバータソフトの調整でご対応いただく。	1.0	電圧・位相復帰後の電流制御の不安定を確認するために波形測定時間を3sまで伸ばす。各試作機で1ケースのみ、電圧変化時間を2ms、20msの2つで行い波形を記録する。	系統電圧と電圧位相を同時に急変させた時にインバータがゲートブロックせずに安定に運転を継続すること。	パワーコンディショナが電圧・位相変化を抑制する方向に電流を出力していること。不平衡急変後のパワーコンディショナの交流出力電流が定格電流の150%以下、かつ105%を超える時間が0.5秒以下*であること。	B
保護・協調	1	系統電圧異常 (OVR)	試験のために電圧を変化させる速さが疑似慣性を持つインバータの試験結果に影響するか、波形を見て検討する。電圧上昇抑制機能はOFFして試験を実施する。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。	1.0	電圧変化時間を2ms、20msの2つで行い波形を記録する。	OVRトリップレベル・トリップ時間が以下であること。トリップレベルが整定値の±2%以下、トリップ時間が整定値の±0.1s以下トリップレベルを測るときの電圧変化率が0.5V/s程度以上*にする。制限値に近い出力電力を継続することを防ぐ。	-	B
	2	系統電圧異常 (UVR)	特に新たな試験手順上の考慮点は無い。	1.0	電圧変化時間を2ms、20msの2つで行い波形を記録する。	UVRトリップレベル・トリップ時間が以下であること。トリップレベルが整定値の±2%以下、トリップ時間が整定値の±0.1s以下であること。トリップレベルを測るときの電圧変化率が-0.5V/s程度以上に*。*: OVのレベル試験に揃える。	-	B
	3	系統周波数異常 (OFR)	特に新たな試験手順上の考慮点は無い。試験のために周波数を変化させる速さが疑似慣性を持つインバータの試験結果に影響するか、周波数変化と電力波形を見て検討する。周波数-有効電力制御W(f)機能はOFFして試験を実施する。	1.0	周波数変化時間を1サイクルでのステップ、1sでのランプの2つで行い波形を記録する。	OFRトリップレベル・トリップ時間が以下であること。トリップレベルが整定値の±0.1Hz以下、トリップ時間が整定値の±0.1s以下トリップレベルを測るときの周波数変化率が0.5Hz/s程度以上に*。UFのレベル試験に揃える。	-	B
	4	系統周波数異常 (UFR)	同上。特に新たな試験手順上の考慮点は無い。	1.0	周波数変化時間を1サイクルでのステップ、1sでのランプの2つで行い波形を記録する。	UFRトリップレベル・トリップ時間が以下であること。トリップレベルが整定値の±0.1Hz以下、トリップ時間が整定値の±0.1s以下トリップレベルを測るときの周波数変化率が-0.5Hz/s程度以上に*。周波数を徐々に下げると慣性低下対策インバータが電流制限値に近い出力電力を継続して出すことを防ぐ。	-	B