

仕 様 書

1. 件名

次世代インバータ試験補助業務②

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。）では、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業務を行う。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」という。）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
 - （ア）ROCOF、周波数低下リレー制約と疑似慣性性能
 - （イ）ROCOF、周波数上昇リレー制約と疑似慣性性能
 - （ウ）LVRT 要件と電圧制御性能

- (エ) UV リレーの動作時限と電圧制御性能
- (オ) 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9月1日（月）から2025年9月30日（火）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、実施すること。
- ・ 上記4.（1）⑥「第1回性能評価試験の残課題対応」については、今後の調整等により項目が追加される可能性がある。その場合は、上記実施期間での実施可能性を協議のうえ、実施の有／無を決定すること。

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入すること。

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9月30日（火）

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10月10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

別紙

表1. 第2回ラガ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。ただし、試験中に協議のうえ設定値を変更して行う場合もある。

制御パラメータ	設定値
慣性定数	4、2.35 (第1回試験の再試験の場合)
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	動的有效電力(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	周波数を50Hzで1s間保ち、そこからROCOF=-2Hz/sで減らしガトム周波数48.5Hzに到達したら2.8s間保持する。そこから周波数をROCOF=2Hz/s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。 同様にガトム周波数と保持時間を 48.0Hz- 2.3s、47.5Hz-1.9s 47.0Hz- 1.3sとして試験を行う。 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	動的有效電力(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	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	動的有效電力(充電方向) 電流リミットに掛からない試験	同上	0.9	周波数を50Hzで1s間保ち、そこからROCOF=2Hz/sで増やしトップ周波数50.5Hzに到達したら2.8s間保持する。そこから周波数をROCOF=-2Hz/s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。 同様にガトム周波数と保持時間を 51.0Hz- 2.3s、51.5Hz-1.9s 52.0Hz- 1.3sとして試験を行う。 周波数と有効・無効電力を記録する。	同上		A
		2	動的有效電力(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	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	動的有效電力(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0.02p.u./sで上げる。 OV保護設定値1.2p.u.に到達したら1.9s間保持する。そこから電圧を-0.02p.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	動的有效電力(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	動的有效電力(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保護設定値に到達したら1.9s間保持する。そこから電圧を0.02p.u./sで上げ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	動的有效電力(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保護設定値に到達したら1.9s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保護設定値に到達したら1.9s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。50Hzに到達したら周波数と有効・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かる試験	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	疑似慣性が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保護設定値に到達したら1.9s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かる試験	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保護設定値に到達したら1.9s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かる試験	同上	0.9	同上	同上		A
	慣性パラメータ評価	1-7	1	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推定する。	0.4 0.7 -0.7	周波数を二次他項式で50Hz-49Hz-50Hzと変化させる。最低周波数を49Hzとする。周波数と有効・無効電力を記録する。	メーカーから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
			2	同上	同上	0.4 0.7 -0.7	周波数を二次他項式で50Hz-47.5Hz-50Hzと変化させる。最低周波数を47.5Hzとする。周波数と有効・無効電力を記録する。	同上	A
			3	同上	同上	0.4	電圧位相を+10°変化させ、10s間保持後、位相を戻す。また、電圧位相を+30°変化させ、10s間保持後、位相を戻す。周波数と有効・無効電力を記録する。	同上	A
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	2-1	1	周波数ライドスルー線上的の試験 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/sで47.5Hzまで低下させ、1.9s間保持した後に2Hz/s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.系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
	2-2	1	周波数ライドスルー ROCOFを2段に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。	-0.9	系統周波数を50Hzから-2Hz/sで48.5Hzまで低下させ、その後-1Hz/sで47.5Hzまで低下させ、1.9s間保持した後に+1Hz/sで48.5Hzまで上昇させその後+2Hz/s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

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	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はインバータが運転継続し、 保護レベルに至ってから整定時間後にインバータが解列することを確認する。	-0.9	系統周波数を50Hzから-2Hz/sで47.5Hzまで 低下させ、3s間保持した後に2Hz/s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.系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を確認	同上	0.9	同上	同上		A
	2-4	1	ROCOFを2段に変えながら行う試験パ ターン 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外でインバータが%解列することを 確認する。	-0.9	系統周波数を-2Hz/sで48.5Hzまで低下させ、その後-1Hz/sで 47.5Hzまで低下させ、3s間保持した後に2Hz/sで48.5までその後 50Hzまで1Hz/s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
	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。	0.9	系統周波数を2Hz/sで51.5Hzまで上昇させ、1.9s間保持した後に- 2Hz/s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.系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2段に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。	0.9	系統周波数を2Hz/sで51.0Hzまで上昇させ、その後1Hz/sで51.5Hz まで上昇させ、1.9s間保持した後に-1Hz/sで51.5Hzまで、 その後-2Hz/s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
	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外でインバータが解列することを確認 する。	0.9	系統周波数を2Hz/sで51.5Hzまで上昇させ、3s間保持した後に 2Hz/s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		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2段で変えながら行う試験パ ターン（最大2Hz/s） 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時限の範囲外でインバータが停止・解列するこ とを確認する。	0.9	系統周波数を2Hz/sで51.0Hzまで上昇させ、その後1Hz/sで51.5Hz まで上昇させ、3.0s間保持した後に1Hz/sで51.0Hzまで、2Hz/s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		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0.20p.u.まで降下させ、0.2s間保持し、その後1.0p.u.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.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の10%を超えるまでの時間Treactionが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 2.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の90%を超えるまでの時間Tresponseが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 3.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値に対して尤度をもった範囲に入るまで時間Tsettingが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。		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0.0p.u.まで降下させ、0.2s間保持し、その後1.0p.u.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。	同上		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 電圧変化と位相跳躍 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0.52p.u.まで降下させると同時に系統電圧位相を41°跳躍させ、0.3s間保持し、その後系統電圧を1.0p.u.まで回復させると同時に系統電圧位相を-41°跳躍させる。 ΔとY両方行う。 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	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 電圧変化と位相跳躍 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 UV保護時限を超える場合 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外でインバータが解列することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.20p.u.まで降下させ、0.2s間保持し、その後1.0p.u.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 UV保護時限を超える場合 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A
	4-5	1	LVRT要件と電圧制御性能 UV保護時限を超える場合 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外でインバータが解列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、3s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。	同上		A
		2	LVRT要件と電圧制御性能 UV保護時限を超える場合 電流リミットに掛かる運転	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 UV保護時限を超える場合 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外でインバータが解列することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.52p.u.まで降下させ、また、系統電圧位相を41度跳躍させ、3s間保持し、その後1.0p.u.まで回復させる。 ΔとY両方行う。 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	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 UV保護時限を超える場合 電流リミットに掛かる運転	同上	0.9	同上	同上		A

系統保護要件との整合 UVリレーの動作時間と電圧制御性能	5-1	1	UVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を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0.8p.u.まで低下させ、1.9s間保持し、その後1.0p.u.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.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の10%を超えるまでの時間Treactionが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 2.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の90%を超えるまでの時間Tresponseが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 3.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値に対して尤度をもった範囲に入るまで時間Tsettlingが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。		A
		2	UVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を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		A
	5-2	1	UVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を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0.7p.u.まで低下させ、1.9s保持し、その後1.0p.u.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.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の10%を超えるまでの時間Treactionが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 2.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の90%を超えるまでの時間Tresponseが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 3.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値に対して尤度をもった範囲に入るまで時間Tsettlingが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。		A
		2	UVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を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リレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を2秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧保護時間の範囲外でインバータが停止することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に0.8p.u.まで低下させ、3s間保持し、その後1.0p.u.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2秒後に解列すること		B
		2	UVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 UVリレーの検出レベルを0.8pu、動作時間を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リレーの動作時間と電圧制御性能	6-1	1	OVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、動作時間を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1.05p.u.まで上昇させ、1.9s保持し、その後1.0p.u.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.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の10%を超えるまでの時間Treactionが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 2.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値の90%を超えるまでの時間Tresponseが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。 3.電圧を定格1.0p.u.からステップ状に0.2p.u.に下げた時刻から無効電力が電圧0.2p.u.に対応する無効電力の目標値に対して尤度をもった範囲に入るまで時間Tsettlingが設計値プラス設計尤度の範囲内であること。		B

		2	OVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、動作時間を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
	6-3	1	OVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、動作時間を1秒に設定 電流リミットに掛からない運転	規定の電圧保護時間の範囲外でインバータが停止することを確認する。	0.3	系統電圧をステップ状に1.055puまで上昇させ、1.9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2秒後に解列すること		B
		2	OVリレーの動作時間と電圧制御性能 運転制約 OVリレーの検出レベルを1.2pu、動作時間を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	$\cos \phi = 0.95$ の力率一定運転中に系統電圧を1.1p.u.から0.85p.u.までステップ状に低下させ、1s間保持させた後に1.1p.u.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、力率一定運転機能を停止するか、同期機モデルとして連続的に移行するかの議論のためにデータを取得する。		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有効電力制御と系統電圧低下による無効電力制御の整合性。	-0.9	a.系統周波数を2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、1.9s保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの周波数低下の途中48Hzのときに系統電圧をステップ状に0.82p.u.まで低下させ、aの周波数上昇の途中48Hzのときに系統電圧をステップ状に1.0p.u.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。	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	同上	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。	-0.9	a.系統周波数を2Hz/secで47.5Hzまで低下させ、1.9s間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの周波数低下の途中で48Hzのときに系統電圧をステップ状に1.18p.u.まで上昇させ、aの周波数上昇の途中48Hzのときに系統電圧をステップ状に1.0p.u.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。	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	同上	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電力制御と系統電圧上昇による無効電力制御の整合性。	0.9	a.系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで上昇させ、1.9s間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの周波数上昇の途中51Hzの時に系統電圧をステップ状に1.18p.u.まで上昇させ、aの周波数復帰の途中51Hzの時に系統電圧をステップ状に1.0p.u.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	同上	-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。	0.9	a.系統周波数を2Hz/secで51.5Hzまで上げ、1.9s間保持した後に2Hz/secで50Hzまで復帰させる。 b.aの周波数上昇の途中51Hzの時に系統電圧をステップ状に0.82p.u.まで下げ、aの周波数復帰の途中51Hzの時に系統電圧をステップ状に1.0p.u.に回復させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	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	同上	-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有効電力制御と位相跳躍による位相制御の整合性。	-0.9	a.系統周波数を48.0Hzまで低下させ維持する。 b.aの系統周波数が48.0Hzに低下している状態で、系統電圧の位相を一律20度進め、0.5s後に復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	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	同上	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有効電力制御と、位相跳躍による位相制御の整合性。	0.9	a.系統周波数を51.0Hzまで上昇させ維持する。 b.aの系統周波数が51.0Hzに上昇している状態で、系統電圧の位相を一律20度進め、0.5s後に復帰させる。 時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	・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	同上	-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 周波数を変動して変化	系統周波数擾乱時の疑似慣性に加えて、系統周波数回復後の周波数制御機能としてのガバナフリー（GF）機能を試験する。	0	系統周波数の変化幅をGF動作閾値（周波数変化前の定常運転時の周波数±0.2Hz）の内側と外側の2パターンで正弦波状に振動させる。 周波数振幅50±0.5Hz、変動周期10s 周波数振幅はインバータ内のGF設定値以上とする。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	・GF調定率、GF幅で有効電力が制御されること ・GF動作閾値を超えるとGFによる出力有効電力制御が働いてGFMが持つ遅れ時間により出力電力を変化させること		A
		2	GF 周波数を変動して変化	同上	0.6	同上	同上		A
	9-2	1	GF 周波数を変動して変化	系統周波数擾乱時の疑似慣性に加えて、系統周波数回復後の周波数制御機能としてのガバナフリー（GF）機能を試験する。	0	系統周波数の変化幅をGF動作閾値（周波数変化前の定常運転時の周波数±0.2Hz）の内側と外側の2パターンで正弦波状に振動させる。 周波数振幅50±0.1Hz、変動周期10s 周波数振幅はインバータ内のGF設定値以上とする。時間に対する周波数・有効電力・無効電力波形を記録する。	・GF調定率、GF幅で有効電力が制御されること ・GF動作閾値を超えるとGFによる出力有効電力制御が働いてGFMが持つ遅れ時間により出力電力を変化させること		A
		2	GF 周波数を変動して変化	同上	0.6	同上	同上		A
	9-3	1	LFC 電力設定値を変化	需給調整市場における二次調整力①（LFC機能）に相当する動きを確認する。	0.66	(PQ)を(0.66,0.0)で運転開始し、インバータの操作パネルで運転出力を(0.68,0.0)に指定し、1分経過後(0.66,0.0)に変更する。 最終製品ではIEC61850による情報伝送を使った相互運用性試験が求められるがここでは外部からの信号指令に代えて操作パネルでの出力電力設定値変更を行い、出力電力の応答を記録する。	・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、設定時間以内に有効電力が制御されること。		B
	9-4	1	LFC 周波数を変化	同上	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、1.9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。	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	PCS出力1pu、0.33pu、0.66pu状態で、高調波を測定する。			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	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。 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。 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。特に新たな手順上の考慮点はない。	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	同上。特に新たな手順上の考慮点はない。	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）	電圧を5%、10%と不連続的に上げるとき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。 同期発電機は $V_m \cdot V_{sys} \cdot \sin(\theta) / X$ 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。 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。 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。 特に新たな試験手順上の考慮点はない。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。	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）	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。 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。 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。 特に新たな試験手順上の考慮点はない。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。	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±の符号を持たないの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渡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ない。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 $P = V_m \cdot V_{sys} \cdot \sin(\theta) / X$ 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ない。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
	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ない。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ない。	1.0	電圧変化時間を瞬時、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を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ない。	1.0	電圧変化時間を瞬時、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を-0.5V/s程度以上にする*。 *: 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ない、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	保護時間計測のときに周波数変化時間を瞬時、1s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を0.5Hz/s程度以上にする*。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ない。	1.0	保護時間計測のときに周波数変化を瞬時、1s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を-0.5Hz/s程度以上にする。 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
	5		単独運転防止	従来の単独運転防止試験と同じ方法・判定基準で行う。再試験および動作確認の試験ケースについては、メーカーと協議のうえ決定する。 一部、GFLの単独運転防止機能の再試験／動作確認を含む。	1.0	連系点解列から10秒程度経過までの動作を評価するため、波形測定時間を伸ばして波形を記録する。	①受動的方式 単独運転防止機能により、メーカーが宣言する時間以内に解列すること。この場合において、受動的方式の検出方式の特徴から不感帯領域(単独運転非検出部分)を許容するが、極力不感帯を持たないようにすること。 ②能動的方式 単独運転防止機能により、メーカーが宣言する時間以内に解列すること。 ③受動的方式＋能動的方式 単独運転防止機能により、メーカーが宣言する時間以内に解列すること。	－	A