

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo. A1-3-06

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(STREAMプロジェクト)/研究開発項目1 疑似慣性PCSの実用化開
発

高圧連系用慣性低下対策PCSの実用化開発

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表：2026年7月23日

発表者名 西田 悠介

団体名 東京電力ホールディングス(株)、東京電力パワーグリッド(株)、(国研)産業技術総合研究所、(一財)電気安全環境研究所、(一財)電力中央研究所、(学)早稲田大学、環境エネルギー技術研究所(株)、(国)東京大学、(国)広島大学、呉工業高等専門学校、(国)北海道大学

問い合わせ先 東京電力ホールディングス株式会社経営技術戦略研究所技術開発部

E-mail:nishida.yusuke@tepcoco.jp TEL:090-6720-4635

研究の背景、目的

背景

- 再エネ大量導入に伴う系統慣性の低下対策
⇒国内において慣性低下対策PCS開発が未成熟のため、実用化開発を国プロ(NEDO事業)にて実施
- 災害等による大規模停電発生時のレジリエンス向上
⇒地域グリッドに関する規程・ガイドラインが未整備のため、課題解決に向けた検討を国プロ(NEDO事業)にて実施

目的

- 慣性力低下対策の実用化を目指し
①高圧連系用慣性低下対策PCSの実用化開発 を実施【WG1】
- 再エネ導入地域グリッド運開・運用の円滑化を目指し
②再エネ導入地域グリッドの実現に向けた課題解決に関する研究開発 を実施【WG2】

系統慣性低下の課題（再エネ 慣性 ）

- 再エネの大量導入に伴いインバータ電源が増加し、火力等の同期発電機（回転機）が減少するため 系統慣性の低下が懸念されている

●同期発電機（火力、水力、原子力、地熱）

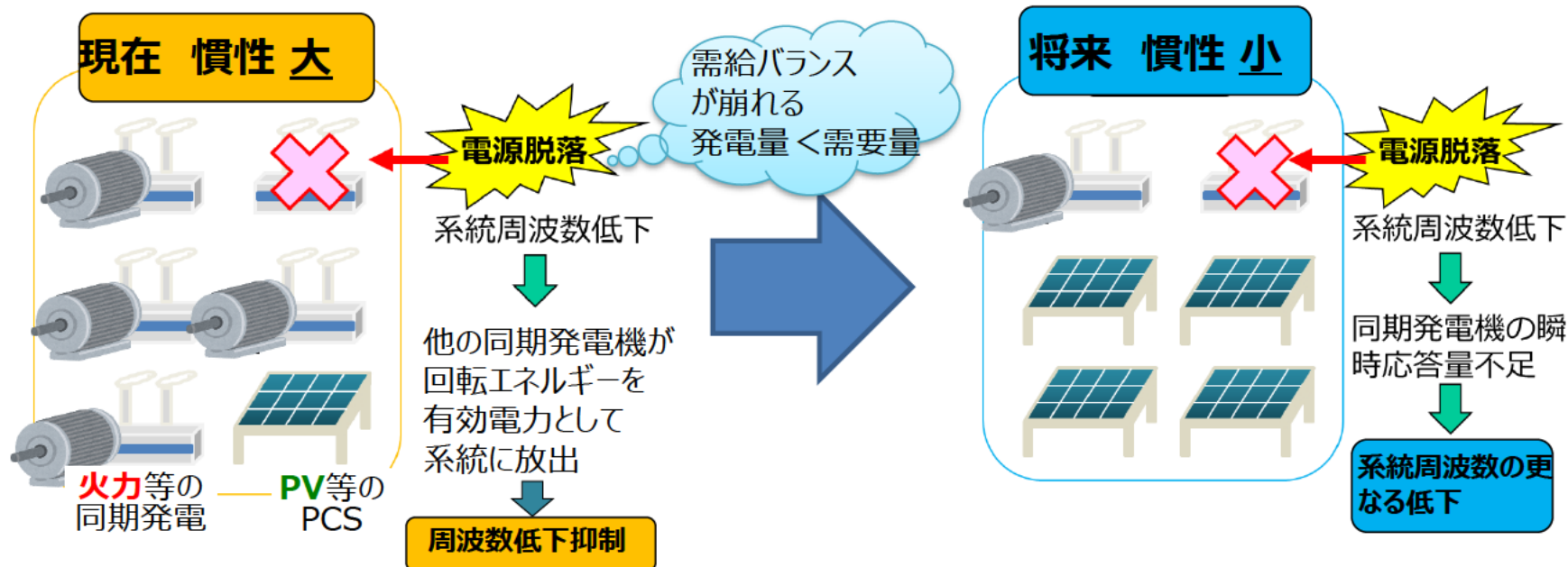
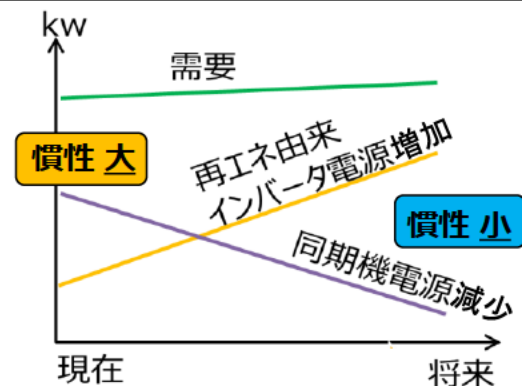
…回転体（タービン、発電機）による

慣性（回転エネルギー）を有する

●インバータ電源（太陽光、蓄電池）

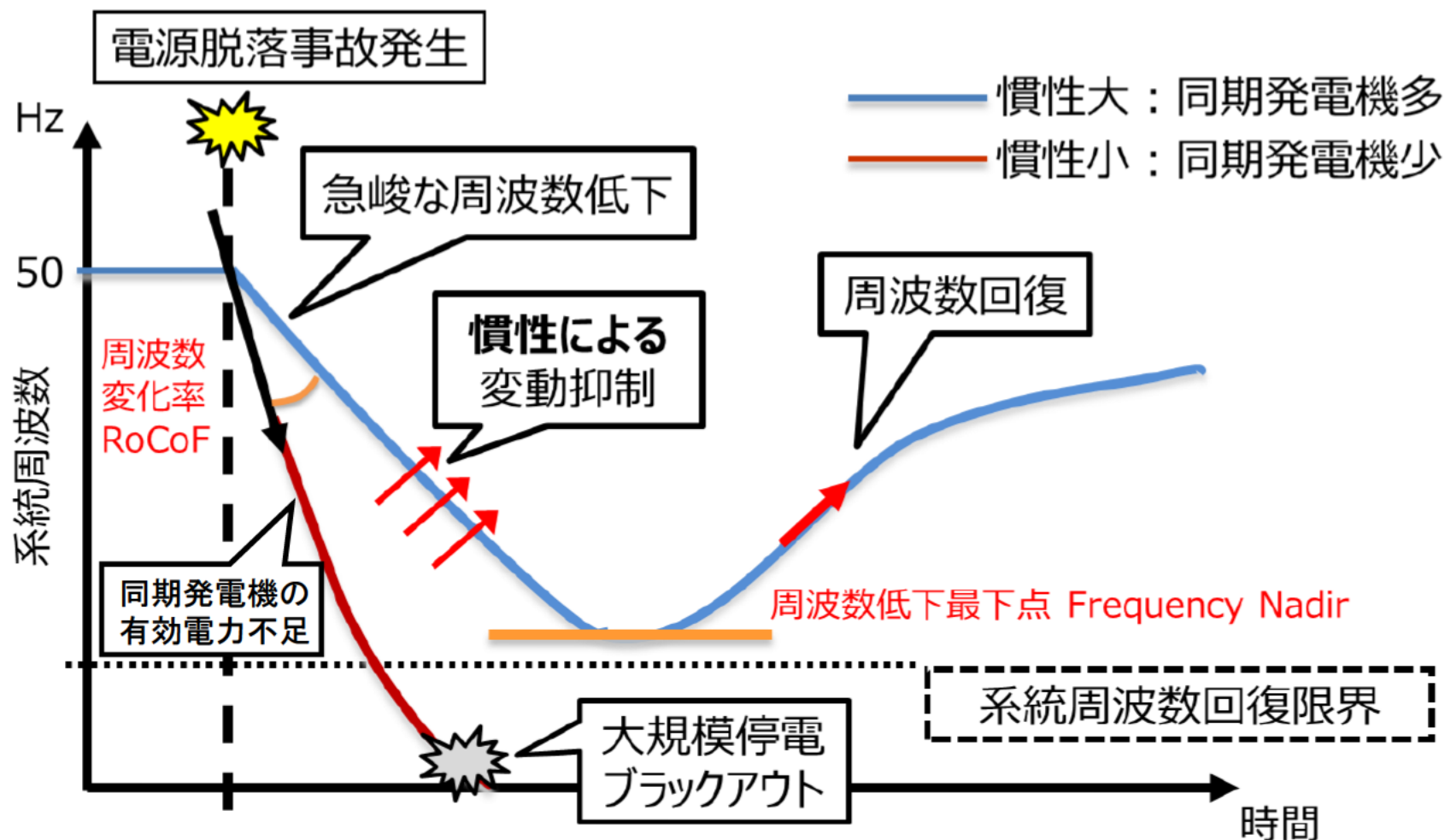
…変換器を介して電力系統に連系しており、

慣性（回転エネルギー）は有していない



系統慣性低下の課題(慣性低下⇒ブラックアウトの懸念)

■ 系統慣性が低下した状態で、大規模な電源脱落事故等が発生し周波数が大きく変動すると、周波数低下リレーが動作することで健全な他の電源も解列し、最悪の場合ブラックアウトに至る



慣性低下対策手法の比較

①技術的なブレークスルー
②標準化

慣性低下に伴う
周波数変動対策

①回転機による対策

原子力発電再稼働
(脱炭素○)

火力発電所維持
(脱炭素△)

揚水発電維持

同期調相機、フライホイール
M-Gセット

②PCSによる対策
(PV・蓄電池・風力等)

系統追従型
【GFL:Grid Following】

系統形成型
【GFM:Grid Forming】

③負荷遮断

系統側での
負荷遮断

需要家側での
負荷遮断

事業目的：PCSによる対策確立により

再エネ主力電源化・脱炭素・対策コスト削減の両立を実現

慣性低下対策PCSの開発

- 慣性低下対策PCSの制御方式について、従来型インバータに系統周波数の変動を抑制する機能を追加した**系統追従型**(Stabilizing-Grid Following：以下S-GFL)と、同期発電機を模擬してPCS自ら周波数・電圧を形成する**系統形成型**(Grid Forming：以下GFM)を開発

制御方式	方式①：系統追従型 (S-GFL)	方式②：系統形成型 (GFM)
制御ロジック	系統の周波数・電圧の実測値に応じて、有効・無効電力を調整し、電流指令として出力する 系統状態 周波数: $F \rightarrow$ 電圧: $V \rightarrow$ 調整 ΔQ ΔP 指令値 P_{ref} Q_{ref} 電流指令 I_{ref} S-GFL	系統実測値を参照しつつ、内部基準と目標値に基づいて周波数・電圧を形成する 内部基準 周波数: $\omega_n \rightarrow$ 電圧: $U_n \rightarrow$ 目標値 P_{set} Q_{set} GFM 電圧指令 E_{ref_m}
メリット	従来の制御方式に機能を追加するため 従来PCSからの移行が容易	自ら周波数・電圧を形成するため、 再エネ比率が高い場合においても安定動作 する
デメリット	S-GFLの比率が高くなった場合、 系統の周波数変動時において制御が困難となる	新しい制御方式であり、 系統連系規程等の制度面も含め、見直し検討が必要

本NEDO事業の目的および概要①

①-(1)慣性低下対策PCSの開発

慣性低下対策PCSの開発

- ・設計・仕様検討
- ・試作機製作



蓄電池向けPCS

- ・メーカ3社程度が参画予定
- ・東京電力HDより外注

太陽光向けPCS

- ・実用化に向けて難易度が高い。
- ・蓄電池向けと並行して検討を実施。

ラボ試験

- ・認証等を想定したラボ試験
- ・HILを活用した仮想実証試験



模擬系統試験

- ・実規模の配電系統における試験
- ・ラボ試験では困難な試験を実施



①-(2)慣性低下対策PCSの評価試験



アウトプット

- ・標準機器仕様
- ・系統連系規程等への反映に必要なデータ
- ・試験法の作成

試作機改良

- ・系統連系試験・要件への適合
- ・標準機器要求仕様へ反映



連携

①-(3)慣性低下対策PCSの導入効果、影響評価検討

将来シナリオの検討・策定

IBRsの導入を踏まえた
需給シナリオ策定



シナリオに基づく
次世代IBRの効果検証



系統解析技術開発・検証

系統縮約技術
等の開発



実効値解析モデルの開発
・系統安定性評価



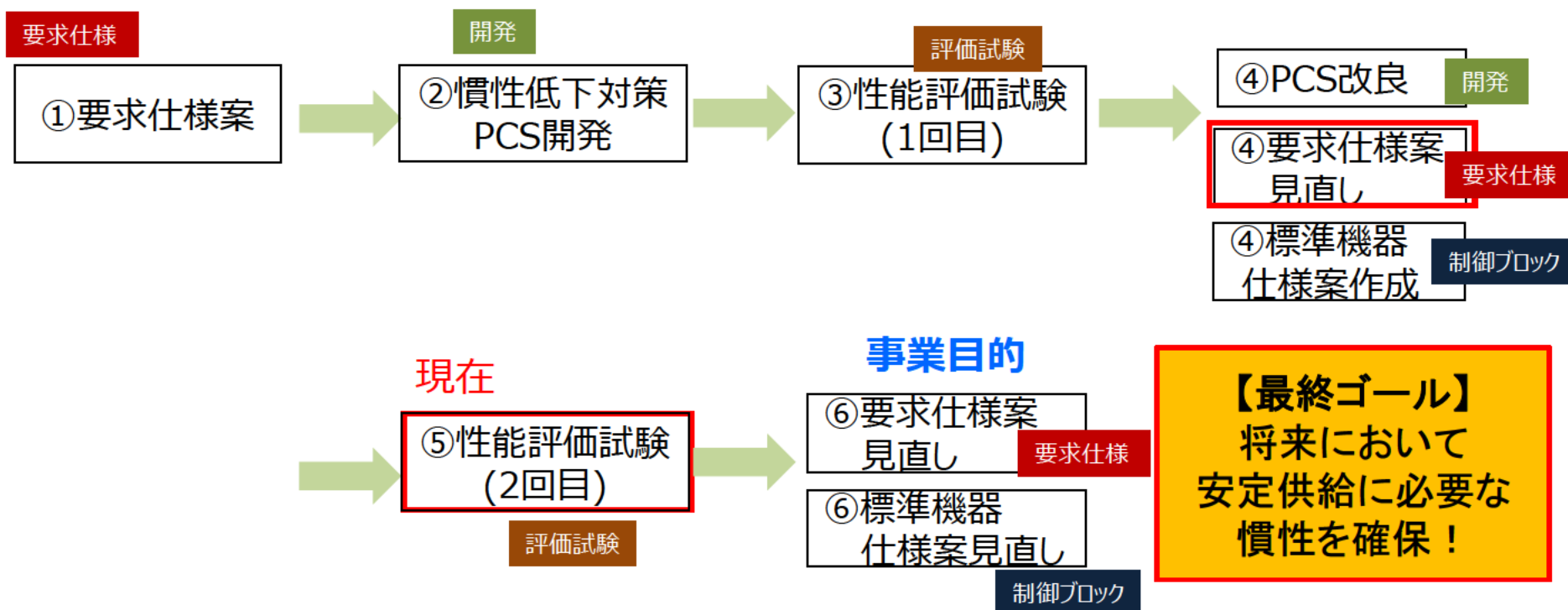
基礎特性解析

瞬時値解析による特性評価



本NEDO事業の目的および概要②

- 事業目的：慣性低下対策PCSにおける要求仕様案および標準機器仕様案の作成
- 対象とする電圧階級：高圧 ※本報告では高圧向けPCSについて報告。
特高向けPCSについて電力中央研究所幹事にて実施
- 実施期間：2022年度～2026年度
※グリッドコード検討会のスケジュールでは2030年頃に慣性低下対策PCSは要件化予定
- 性能評価試験においてはラボ内における単機試験および模擬系統における他機器を含めた複合試験をセットで実施。上記の異なる目的の試験を1セット×2回実施



要求仕様案：慣性低下対策として必要なこと

■ 主に下記性能について慣性低下対策PCSに要求することとした【一部抜粋】

【要求事項①】

周波数変動に適切に動作すること！

系統の周波数が変動した際に、変動を抑制する方向へ電力を出力すること

【要求事項②】

不要にPCSが停止しないこと！

PCS容量を超える過剰な電流によりPCSが停止しないこと

【要求事項③】

公衆安全が確保されていること！

単独系統となった際に、単独運転※を検出して**PCSが停止**すること

※分散型電源については系統事故などで単独系統(大規模電源の系統から切り離された系統)となった際に、作業員の安全面等から運転停止することが求められている

ラボ試験、模擬系統試験を行い仕様に反映

ラボ試験内容

- S-GFLおよびGFMの性能評価試験を実施し
- 系統模擬電源の周波数を変化させて慣性応答性能を評価【要求事項①、②】
- 開閉器を開放することで単独運転試験を実施【要求事項③】
- S-GFLについては1回目試験で概ね要求事項を満たした。GFMについては1回目試験で要求事項②で課題あり、改良を実施したため報告する。

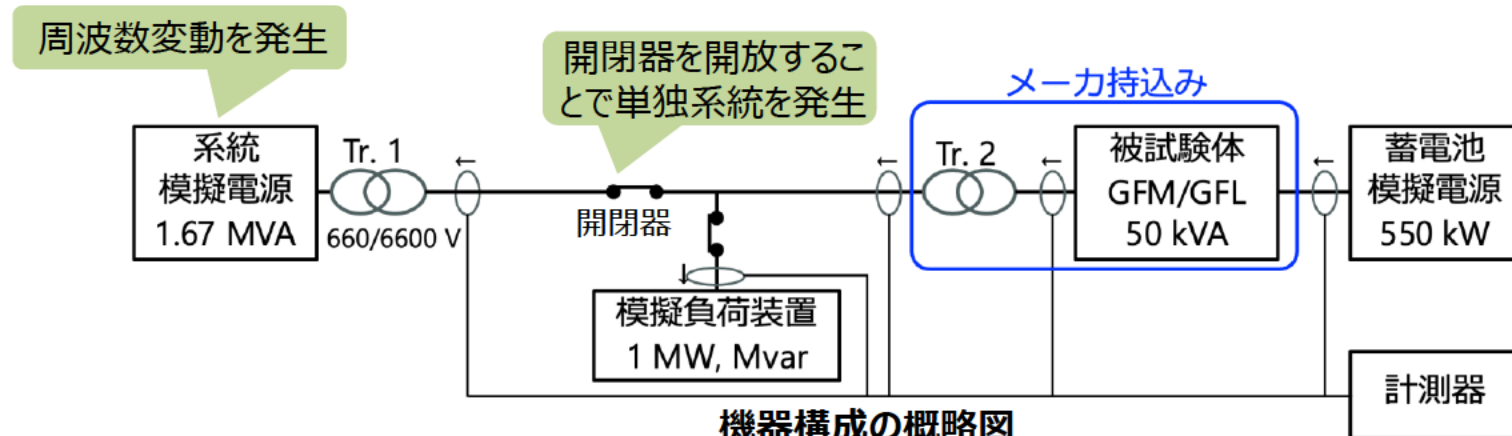


Fig. A社のラボ試験外観



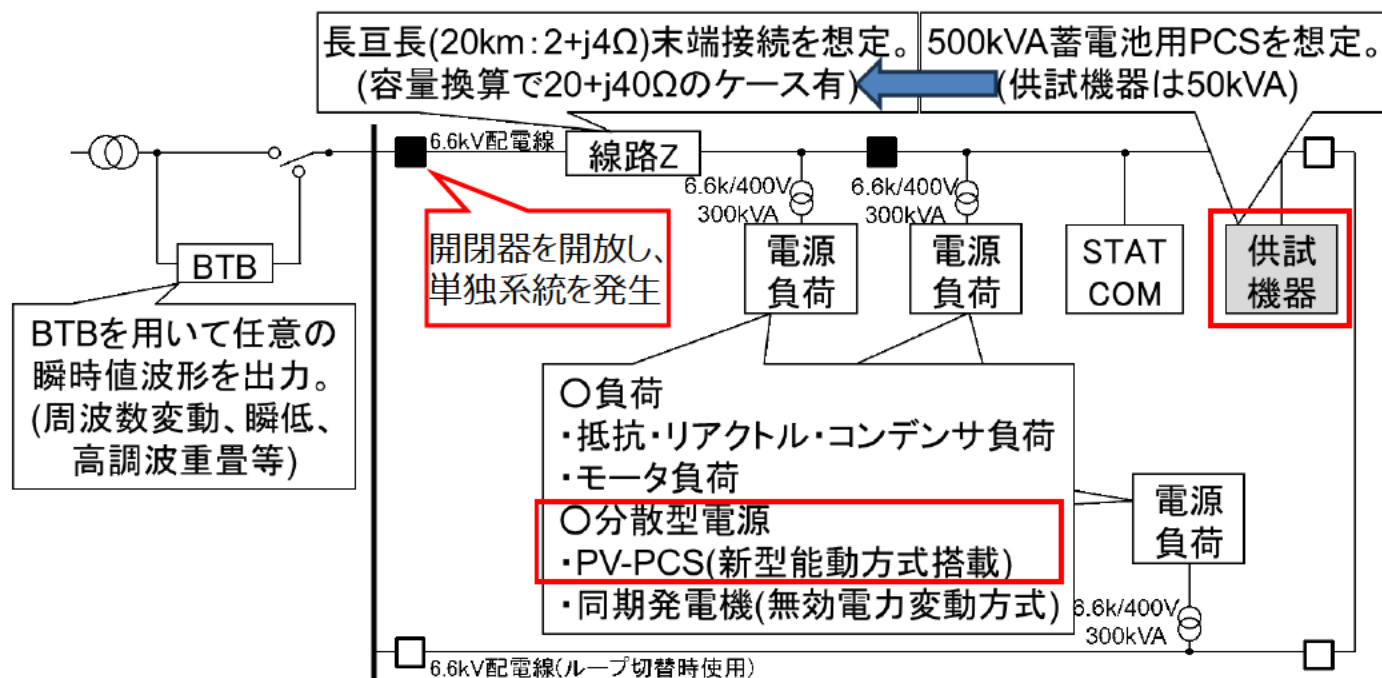
Fig. B社のラボ試験外観



Fig. C社のラボ試験外観

模擬系統試驗內容

- 実系統規模の配電線路内において、他機器を接続した試験を実施
- 【要求事項③】従来型の太陽光PCSを同一の配電線内に接続した場合において、単独系統を発生した際に、慣性低下対策PCSと太陽光PCSが単独運転を検出するか試験を実施
- 結果については慣性低下対策PCSが単独運転を検出しない場合は、太陽光PCSについても検出しない想定のもと、試験を実施



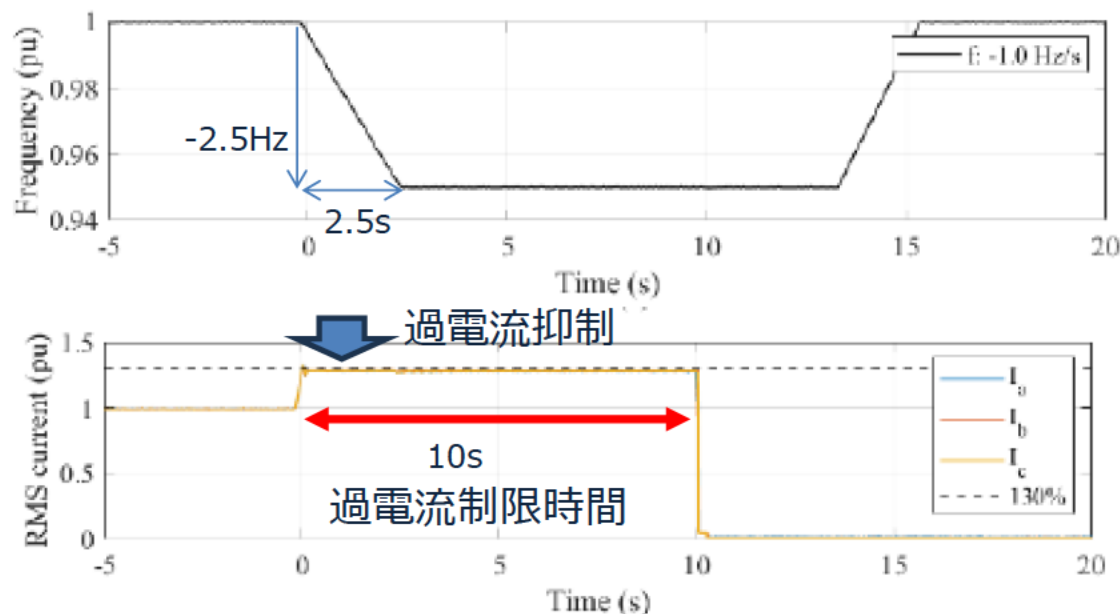
1回目の性能評価試験で明らかになった主な課題①

周波数変化時にPCSの容量限界以上の過電流が発生し、PCSが停止



不要にPCSが停止しないこと！

【要求事項②】



周波数低下状態が継続し、過負荷の放電が継続する条件

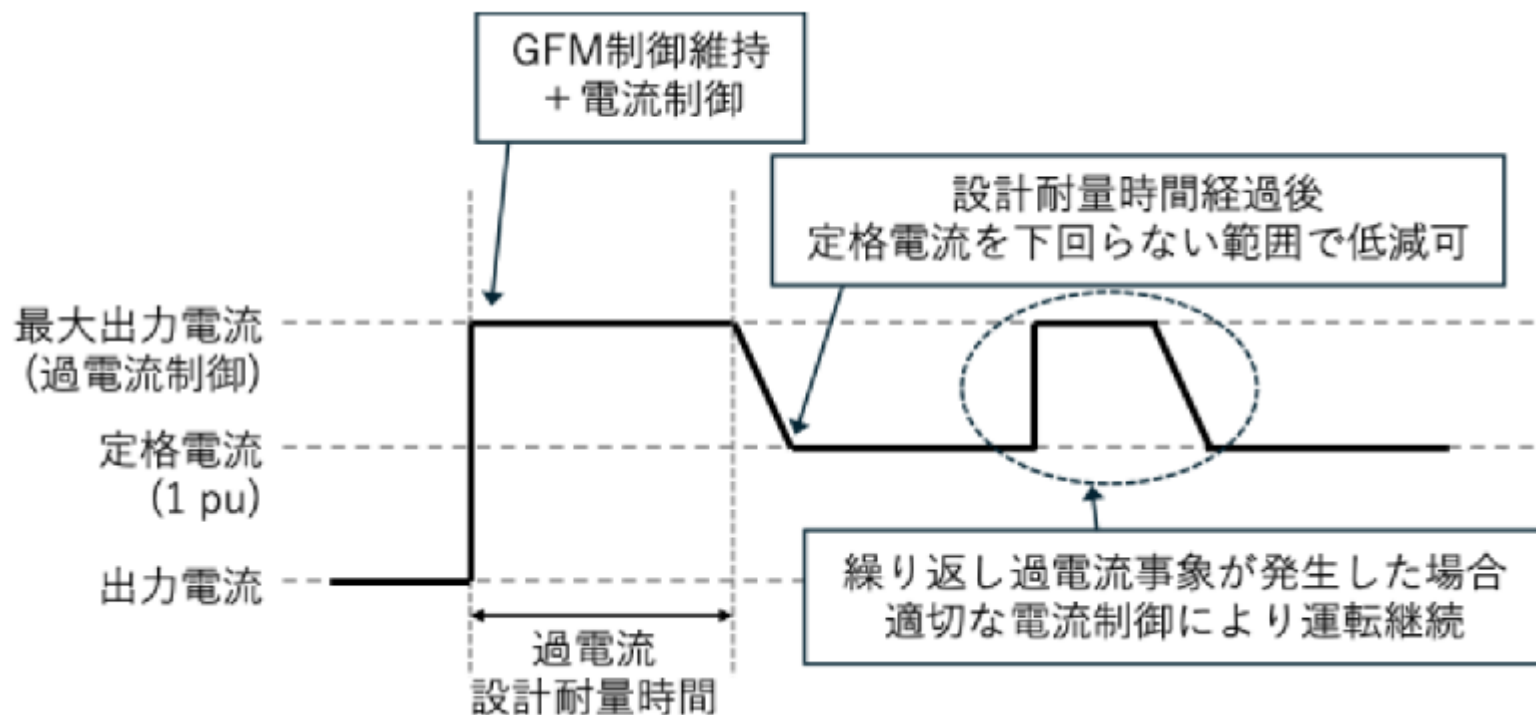
10s間は過電流制限値の130%以内に抑制して運転継続するものの、過電流の制限時間を10sと設計していたため、10s後に機器保護のため解列

過電流に制限時間を設けることは機器保護の観点からやむを得ないものの、制限時間を越えた場合に停止することは好ましくない

課題①解決のための対応策

以下のように要求事項を整理した。

「過電流制御が作動中においても、当該装置は遮断されことなく連続運転を継続し、電圧源としての動作（周波数・電圧形成および系統支援機能）を維持しなければならない。過電流の設計耐量時間経過後は、装置保護の観点から定格電流（1 pu）を下回らない範囲で電流を制限することを許容するが、その場合においても系統安定化に資する制御挙動を継続しなければならない。」



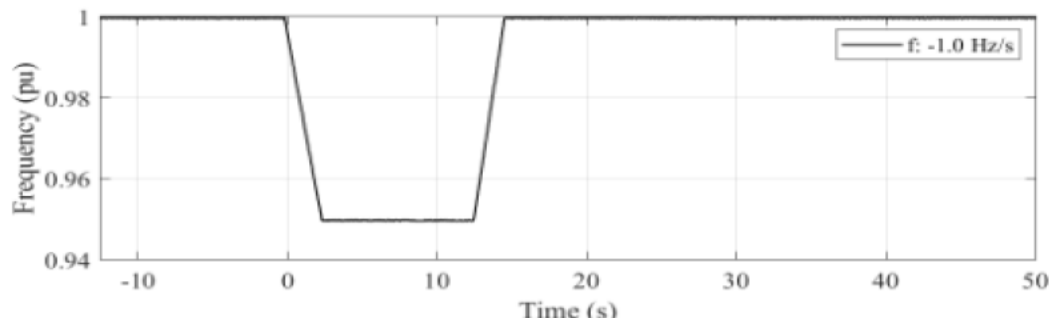
2回目の性能評価試験の結果

新たな要求仕様に基づき改良し、運転継続を確認

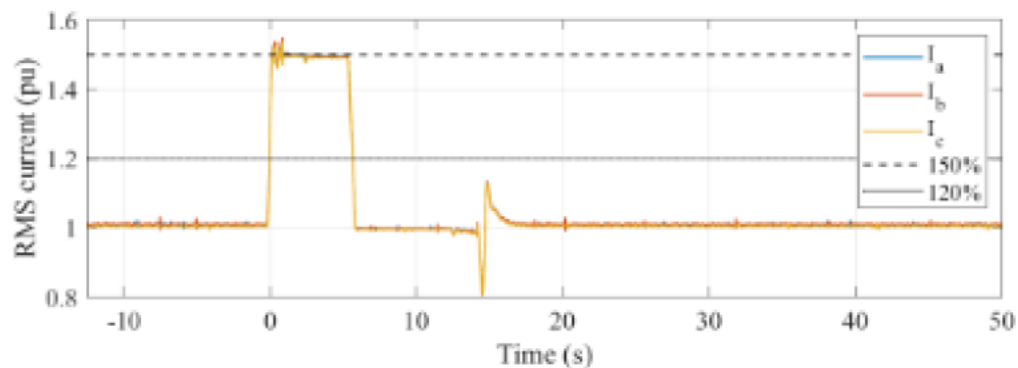


不要にPCSが停止しないこと！

【要求事項②】



1回目試験と同様の周波数変化



10s間は過電流制限値の150%以内に抑制して運転継続し、10s経過後は連続運転可能な100%運転となるよう制御し、運転継続

制御設計を見直すことで、不要なPCSの運転停止を回避

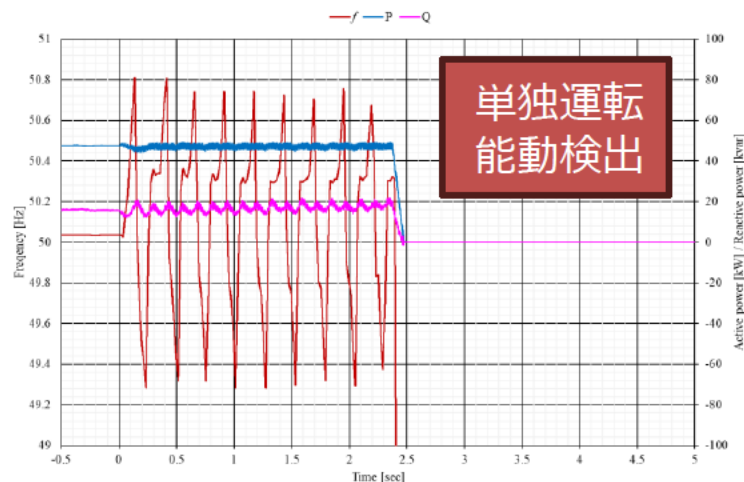
1回目の性能評価試験で明らかになった主な課題②

慣性低下対策PCSと太陽光PCSが単独運転を検出せず運転を継続

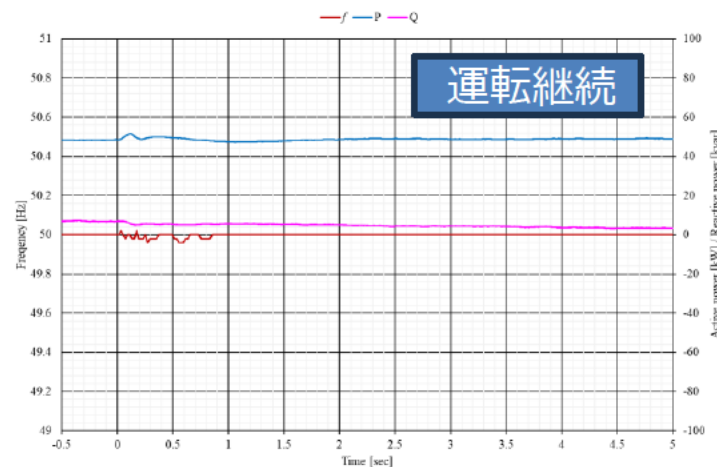


公衆安全が確保されていること！

【要求事項③】



検証機器単独であれば多くのケースで単独運転の能動方式により単独運転を検出し、運転を停止。



太陽光PCSが同時に連系されていると両機器とも運転を継続。

単独運転の発生を慣性低下対策PCSに検出させる必要あり
(※ 2026年度の試験において単独運転を検出できたため、現在結果を整理中)

まとめ

本資料に記載した2025年度までの主な成果

周波数変動に適切に動作すること！

達成(既報)

不要にPCSが停止しないこと！

達成!!

公衆安全が確保されていること！

課題解決に向けて継続して挑戦!!

今後の予定

- 要求仕様案の整理について
 - ✓ 各種試験結果やシミュレーション検討結果などを踏まえ、本事業における要求仕様案を取りまとめる
- 試験機の開発について
 - ✓ 課題の残るGFMの単独運転検出と慣性機能の両立について、検討を継続する

慣性低下対策PCSの社会実装に必要な技術課題の解決を通し
将来系統の安定性担保への貢献を目指す