

(1) 技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

本事業は変動性再生可能エネルギー電源の系統導入量が大幅に拡大する将来を見据えて、従来の同期発電機並みに同期化力と慣性効果を有する秒オーダーでの需給変動へ対処できる新しいインバータ制御方式を提案し、実際に再生エネルギー電源や蓄電装置を対象としたSSI(Smart Synchronous Inverter)を試作してフィールドにてその機能を検証しようとするものである。開発したSSIにより、変動性再生可能エネルギー電源の導入割合70%のオフグリッドの安定運用を実現し、離島やマイクログリッド等への適用によりCO2排出削減に貢献する。

②【技術開発の内容】

○重要な開発要素

A1.SSIの開発

太陽光発電に代表される変動性再生可能エネルギー電源や蓄電池を対象とした同期発電機の同期化機能の実現のためのインバータを開発した。SSIは秒オーダーの電力需給変動への対処をローカル制御で行い(周波数偏差が±0.5Hz以内の滞在率90%以上)、上位にEMSを置いてグリッド全体の計画運転にも対応可能であることを確認した。

A2. SSIを導入したマイクログリッド全体の制御技術・システムの開発

オフグリッド全体の安定的な運用のためには長周期変動(5分以上～数時間未満)に対応した需給バランスが正常に保たれた状態でSSIが稼働する必要がある。本開発要素では、秒オーダーの電力需給変動への対応のための、複数電源の相互協調運転可能な制御技術としてエネルギー管理システムを開発した。

A3. SSIの電磁妨害の計測・評価方法の開発

SSIについては、需要施設近傍に設置することが想定されるため、電波法や国際規格CISPR等の観点から電磁妨害の面で問題がないことを確認する必要がある。複数装置を連係動作させた場合の電磁妨害を測定するとともに、複数の装置の電磁妨害が低減方法を検討した。

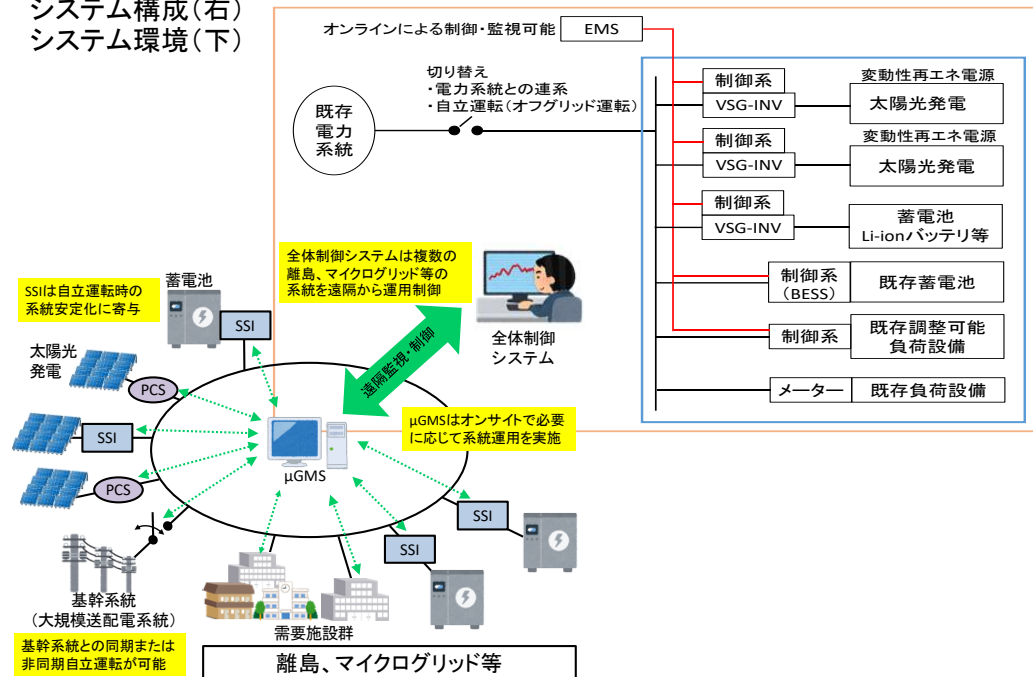
B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

システム統合のため、複数のSSIによるローカル制御、EMSによるオンライン制御を組合せ、数秒～数時間の需給変動へシステムとして対応可能かを確認し、電磁妨害の観点から設置時に国際規格、電波法等に抵触しないことを確認した。その上で、実際のマイクログリッドと同規模の環境(変動性再エネ比率70%)で短時間・長時間試験において、数秒～数時間の需給変動があっても、周波数を概ね50Hz程度に維持しながら運用(周波数偏差が±0.5Hz以内の滞在率90%以上)が可能であることを確認した。また、SSI及びEMSが対応する需給変動のオーダー感に関する時間しきい値を明確にし、システム全体の電磁妨害からの観点からシステムの設置のための基準やガイドラインを作成した。

③【システム構成】

本技術開発で開発するシステムは基幹系統を一部オフグリッド化することや、離島をマイクログリッド化することが可能である。SSIは小型分散的に配置可能で、柔軟な規模のオフグリッドが実現可能である。これにより、変動性再生可能エネルギー電源大量導入可能な箇所を増やし、日本全体でのCO2削減に大きく資する。

システム構成(右)
システム環境(下)



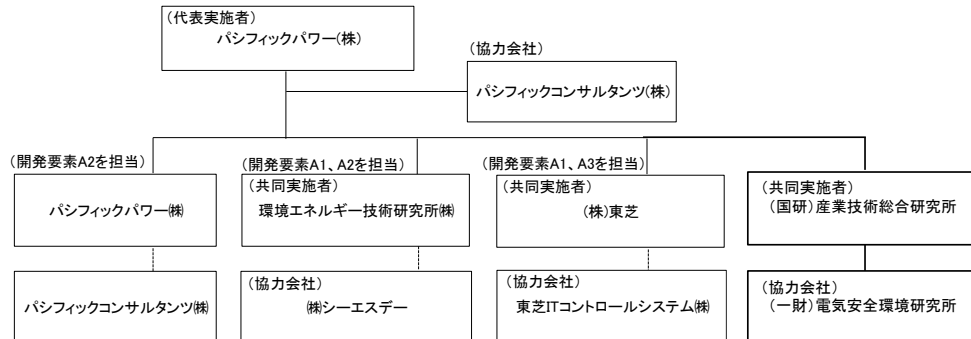
④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標:システムとしてもSSI単体での販売も可能な技術として開発、SSIは現状のインバータ(PCS)より10%程度の価格上昇に抑えることを目標とする。
○達成状況:SSI単体としては当初想定標準電圧±10%、標準周波数から0.1Hz以内の滞在率99.5%達成、システムとしては実際のマイクログリッドと同規模の環境(変動性再エネ比率70%)で開発したインバータを用いて実証し、周波数偏差も長時間運用で±0.5Hz以内の滞在率90%以上と概ね安定した運用が確認、価格上昇は目標範囲内となる見込み
○想定ユーザ・利用価値:自治体新電力、さらには一般の離島の系統運用者、マイクログリッド運用者や新電力会社等を想定・変動性再エネ電源の大量導入によるランニングコスト削減、オフグリッド運用の実現による災害時の電力供給継続性(BCP機能)向上を提

(2) 技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

- ・パシフィックパワー(株)は代表実施者としてプロジェクト全体の進捗管理、予算管理を担当する。ほか、SSIを導入したマイクログリッド全体の制御技術及びシステムの開発、実証を担当する。制御技術及びシステムの開発、実証にあたってはパシフィックコンサルタンツ(株)が協力する。
- ・環境エネルギー技術研究所(株)はSSIの開発、制御装置の開発を担当する。また、SSIを導入したマイクログリッド全体の制御技術の開発を一部担当する。
- ・(株)東芝は電磁妨害に関する計測・評価、SSIの製作を担当する。機器製作にあたっては東芝ITコントロールシステム(株)等が協力する。
- ・(研)産業技術総合研究所は実証事業を担当する。



②【実施スケジュール】

	2019年度	2020年度	2021年度
A1. SSIの開発	6,500	25,300	19,500
A2. SSIを導入したマイクログリッド全体の制御技術・システムの開発	24,882 (21,132)	80,201 (60,701)	48,888 (32,388)
A3. SSIの電磁妨害の計測・評価方法の開発	32,700	118,300	53,700
B. システム統合			
C. 実証	15,230	38,656	79,987
その他	10,464	25,268	24,954
合計	89,776 (86,026)	287,725 (268,225)	227,029 (210,529)

③【成果発表状況】

- ・令和4年5月9日パシフィックパワー(株)、同年8月26日(株)東芝よりプレスリリース
- ・その後、日経新聞、電気新聞、電波新聞等において、メディア掲載
- ・また、専門誌・雑誌等にも取材を受け複数掲載
- ・電気学会等での発表6件
- ・査読付き論文の掲載1件

(3) CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】

開発品（装置/システム）1台当たりの単年度CO2削減量（t-CO2/台・年）	889			
開発品（装置/システム）の耐用年数	15年			
年度	2020	2022	2030	2050
単年度CO2削減量（万t-CO2/年）	0.003	0.187	0.973	2.970
累積CO2削減量（万t-CO2）	0.003	0.363	5.095	44.595
CO2削減コスト（円/t-CO2）	7143	1230	1230	1230

【本資料作成時点見込み】

開発品（装置/システム）1台当たりの単年度CO2削減量（t-CO2/台・年）	500～1,200			
開発品（装置/システム）の耐用年数	15年			
年度	2022	2023	2030	2050
単年度CO2削減量（万t-CO2/年）	0.003	0.016	2.121	6.979
累積CO2削減量（万t-CO2）	0.003	0.035	7.789	103.172
CO2削減コスト（円/t-CO2）	-	-	1,856	1,269

(4)事業化について

【事業化計画】

2022年度末を目処とし、全体制御システム等を商用レベルのパッケージとして販売開始（パシフィックパワー・パシフィックコンサルタンツ㈱が支援する全国のマイクログリッド案件含む）

SSIは系統連系規程の更新に留意しつつ、導入先となるプロジェクトを発掘し、順次導入開始。

○事業化の体制

パシフィックパワーは全体制御システム等の導入展開を進める。また、SSI導入先となる地域マイクログリッド等のプロジェクトを組成して導入機会を創出する。

東芝はSSIの製造販売を担う。

○事業展開における普及の見込み

- ・調整力市場等の規模は1兆円以上、配電市場は4兆円以上
- ・統合システム導入コスト目標：1,000万円（従来品の価格：5,000万円以上）
- ・ゲートウェイ等導入コスト目標：100万円/箇所（従来品の価格：500万円程度）
- ・SSIコスト（20kW）目標：550万円/台（従来品の価格：510万円程度）
⇒標準パッケージ構成：統合システム＋GW2箇所＝1200万円
- ・運用メリット例：150万円/GW箇所（制御出力300-400kW相当）
- ・標準パッケージの単純回収年数：6年程度（システムコスト÷運用メリット）

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】 ※実施期間中における分科会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度	2020	2022	2030	2050
目標販売件数(件/年)	—	2	2	2
目標累積販売件数(件)	—	4	20	60
パッケージ目標販売価格(円/件)	—	1,640万円	1,640万円	1,640万円

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

年度	2020	2023	2030	2050
目標販売件数(件/年)	—	1	6	3
目標累積販売件数(件)	—	1	36	81
パッケージ目標販売価格(円/件)	—	1,710万円	1,710万円	1,710万円

○量産化・販売計画

- ・2023年度までに、SSI系統連系時の系統連系規定への適合を確認
- ・2024年度より、パシフィックパワー等の手掛けるマイクログリッドから導入を開始。2023年度以降、配電事業者への営業活動も開始。
- ・2036年度ごろを目処として、海外の離島や僻地のマイクログリッドでの適用も目指す。

○事業拡大シナリオ

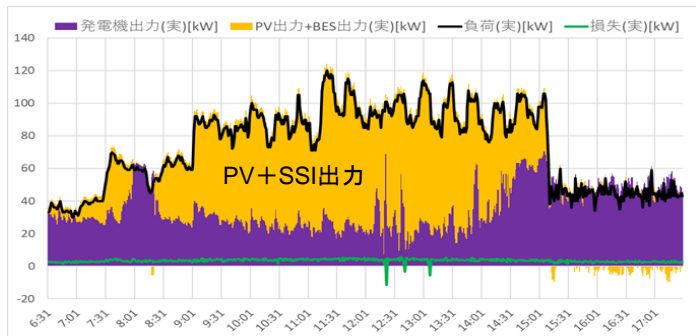
年度	2021 (PJ終了)	2023 (継続終了)	2026	2030 (最終目標)
系統連系規定への適合確認	→			
自治体新電力等への販売	→			
配電事業者への販売	→			
海外への事業展開	→			

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

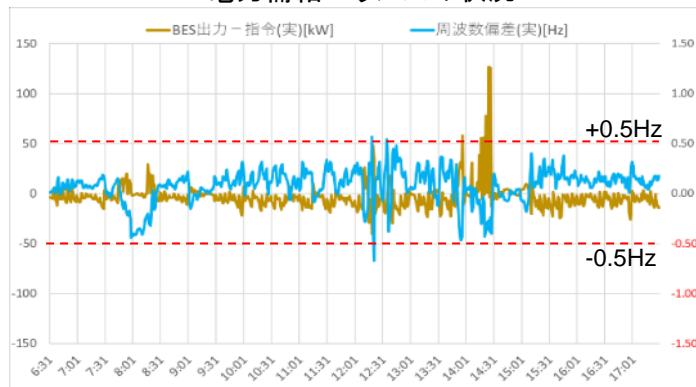
・系統連系規定への適合
→連系時は従来型の電流型インバータとして動作するモードに切り替えるのであれば問題ないが電圧型インバータとしての動作モードでも系統連系規定を満たすことが望ましく、継続して制度改正を働きかける

・市場となるマイクログリッド事業・配電事業そのものが活性化しない
→配電ライセンス等の関連制度への働きかけるほか、自らプロジェクト組成を進めている

- 産総研福島再生可能エネルギーセンターにて再エネ比率70%(電源設備容量比)のオフグリッドを構築し、SSIとμGMSが協調して、再エネの最大活用を実現した自立運転が長期間継続できることを実証した
- SSIが期待どおり系統周波数の変動に応じ同期化力・慣性力を発揮してマイクログリッドの安定化に貢献することを確認した
- 長時間(10時間)試験において、周波数偏差±0.5Hzの滞在率90%以上であり、瞬間的な+1Hz超の上昇等はあるものの、概ね安定した運用が可能であることが実証された



電力需給バランスの状況



周波数偏差とSSI蓄電池の出力偏差



<現時点での導入状況>

- 特に先行実装が可能な系統連系時の全体制御システムについては、すでにパシフィックパワーが関与する自治体新電力が実施する3つの地域での面的PPA/マイクログリッド事業(環境省補助事業)において導入が決定している(こなんウルトラパワー株式会社、南部だんだんエネルギー株式会社、株式会社西九州させぼパワーズにて導入決定)。パシフィックパワーがこれら自治体新電力から受注して現在システムのカスタマイズを行っている。
- なお、同事業で構築するマイクログリッドは既存の2~3施設を連結する簡易なものであることや、開発スケジュール等の観点からSSIの導入は想定していないが、それらも含めたフルパッケージでの導入は今後、パシフィックパワーおよび関連する自治体新電力が手掛ける脱炭素先行地域を志向した事業などの中で引き続き導入検討を進めていく。

再エネ比率※1	再エネ化率※2	瞬間再エネ比率※3
70%	56%	121%(11:06時)
PV容量 168kW 発電機 72kW	PV発電450kWh 需要量801kWh	PV出力 86kW 需要71kW

※1 PV容量kW÷(発電機上限出力設定kW+PV容量kW)、※2 (PV発電電力量kWh÷電力需要量kWh)、※3 (PV出力kW÷電力需要kWの最大値)

事後評価結果

評価点 6.2 点 (10点満点中。(10点:特に優れている、8点:優れている、6点:問題ない、4点:多少問題がある、2点:大きな問題がある))

評価コメント

[評価される点]

- ・ 太陽光発電のような変動性再生可能エネルギー電源や蓄電池を対象に同期発電機並みの同期化機能を有するSSI(Smart Synchronous Inverter)を開発し、再生可能エネルギー電源割合70%のオフグリッドで安定運用できることを実証した。設定した開発目標であるSSI 単体とマイクログリッドと同規模のシステムとして周波数偏差が±0.5Hz 以内の滞在率90%以上を達成した点は評価できる。
- ・ 開発技術は地域新電力のマイクログリッドでの実装を進めており、時間軸上で想定する導入規模を検討する等社会実装に向けた活動が進んでいる点は評価できる。

[今後の課題]

- ・ 開発技術の社会実装に関して、事業を拡大してCO2 排出削減効果を最大化するためにも、マイクログリッドに留まらない系統全体への効果を検討すべきであり、このための課題特定や関連事業者との協議等の活動を進めることが望まれる。また、開発技術が幅広いラインナップのインバータに実装できることを具体的に示す必要がある。

[事業化に向けたコメント]

- ・ 自治体新電力の持続可能性が危惧されると同時に、グリッドコードとのコーディネーションが少し先の時期であり配電ライセンスの事業が大きく期待できない事業環境下での事業戦略の再設計が必要である。開発技術は3ヶ所での導入が決定しているが、それぞれの発電所の規模、コスト、導入目的等を明確にすることにより、導入が期待される需要家像を具体的に示して本成果の社会実装の可能性を明らかにすることが望まれる。
- ・ 開発成果を最大限活用するようなマイクログリッドの規模別の商品群を示し、規模別の販売計画を明らかにすることが望まれる。