

安定で頑健な地域マイクログリッドのための 機能検証プラットフォーム

国研) 産業技術総合研究所
福島再生可能エネルギー研究所
再生可能エネルギー研究センター
大谷 謙仁



2年分のデジタル変革がわずか2カ月で成し遂げられた

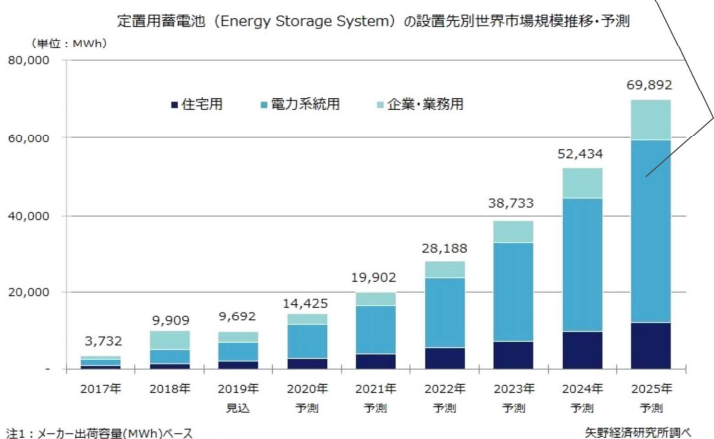
マイクロソフトCEO サタヤ・ナデラ

太陽光発電から蓄電池、マイクログリッドへ

■ 再生可能エネルギーの大規模導入に伴い、2020年以降に電力系統向け蓄電池システムの爆発的拡大が見込まれる。

- 電力系統の需給調整による周波数安定化の用途
- 再生可能エネルギーの自家消費（抑制回避）のための電力貯蔵の用途
- 村落電化、島嶼の再エネ化、防災拠点での重要負荷の自立化を目的とするマイクログリッドの用途

定置用蓄電池システムの市場予測



注1: メーカー出荷容量(MWh)ベース
 注2: 2019年は見込値、2020年以降は予測値
 注3: 住宅用には、戸建住宅やマンション、集合住宅向けが含まれる。電力系統用は、系統安定用途（発電所・変電所設置、再生可能エネルギー電源併設）向け、マイクログリッドシステム向けが含まれる。企業・業務用にはBCP対策（医療・福祉・介護施設等設置）、大口需要家向け（工場、ビル等）の定置用蓄電池が含まれる。

出典: 2019年版 定置用蓄電池 (ESS) 市場の現状と将来展望、矢野経済研究所

Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

自家消費を促す売電単価の変化 (FIT切れ)

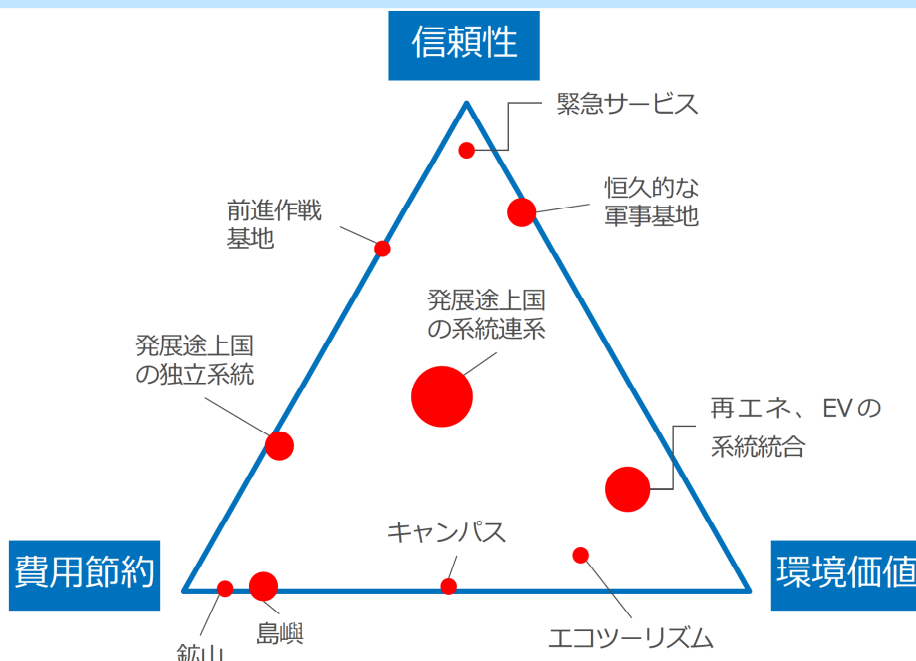
【住宅用太陽光発電の売電単価】
 余剰電力買い取り制度
 2009年11月～ 48円/kWh
 固定価格買取制度 (FIT)
 2012年7月～ 42円/kWh
 2018年度 28円/kWh (抑制あり)
 26円/kWh (抑制なし)
2019年11月から順次終了 (年内53万世帯)

マイクログリッド化を促す災害事例

【災害による停電】
 2018年9月 台風21号 関西電力 220万戸 (5日間で99%復旧)
 ※阪神淡路大震災 260万戸
 2018年9月 台風21号 中部電力 70万戸 (6日超)
 2018年9月 北海道胆振東部地震 北海道電力 295万戸 (2日間で99%復旧)
 2018年9月 台風24号 中部電力 100万戸 (6日弱)
 2019年9月 台風15号 東京電力 93万戸
 2019年10月 台風19号 6電力管区 52万戸

マイクログリッドの提供価値

- マイクログリッドは、ディーゼル発電や熱電併給システム (CHP) などの従来の発電技術、再生可能エネルギー、燃料電池などの次世代技術、エネルギー貯蔵システム、負荷管理などの組み合わせを使用して自律的に動作する電力供給システム
- マイクログリッドは、通常はより大規模なグリッドに連系し、その連系・非連系を切り替え可能で、非連系時には自立運転する
- マイクログリッドの主な提供価値は、電力供給における信頼性向上、燃料費削減、排出量削減
- EAAS (エネルギー・アズ・ア・サービス) というビジネスモデルが米国で生まれつつある



Source: Microgrid Value Proposition By Peter Lilienthal on January 13, 2012, HOMER MICROGRID NEWS

Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

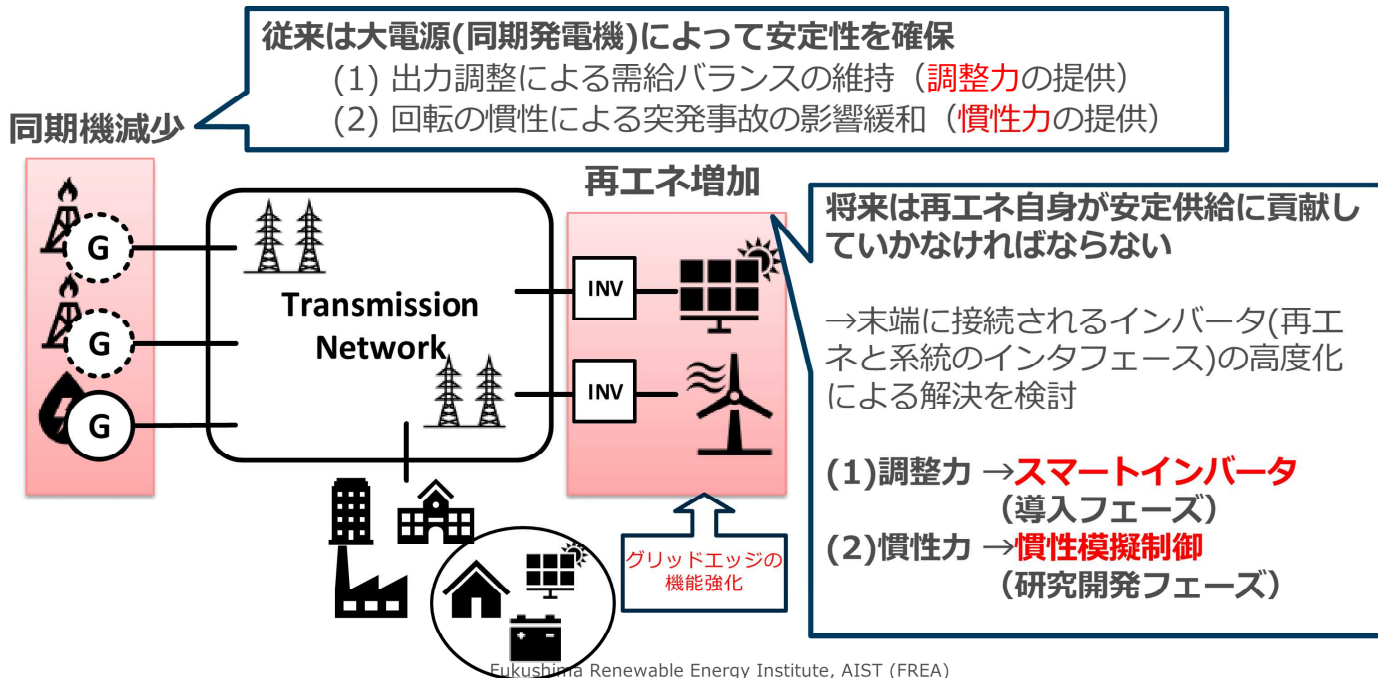
再エネ大量導入を支える基盤の研究開発

再エネRC エネルギーネットワークチームの使命

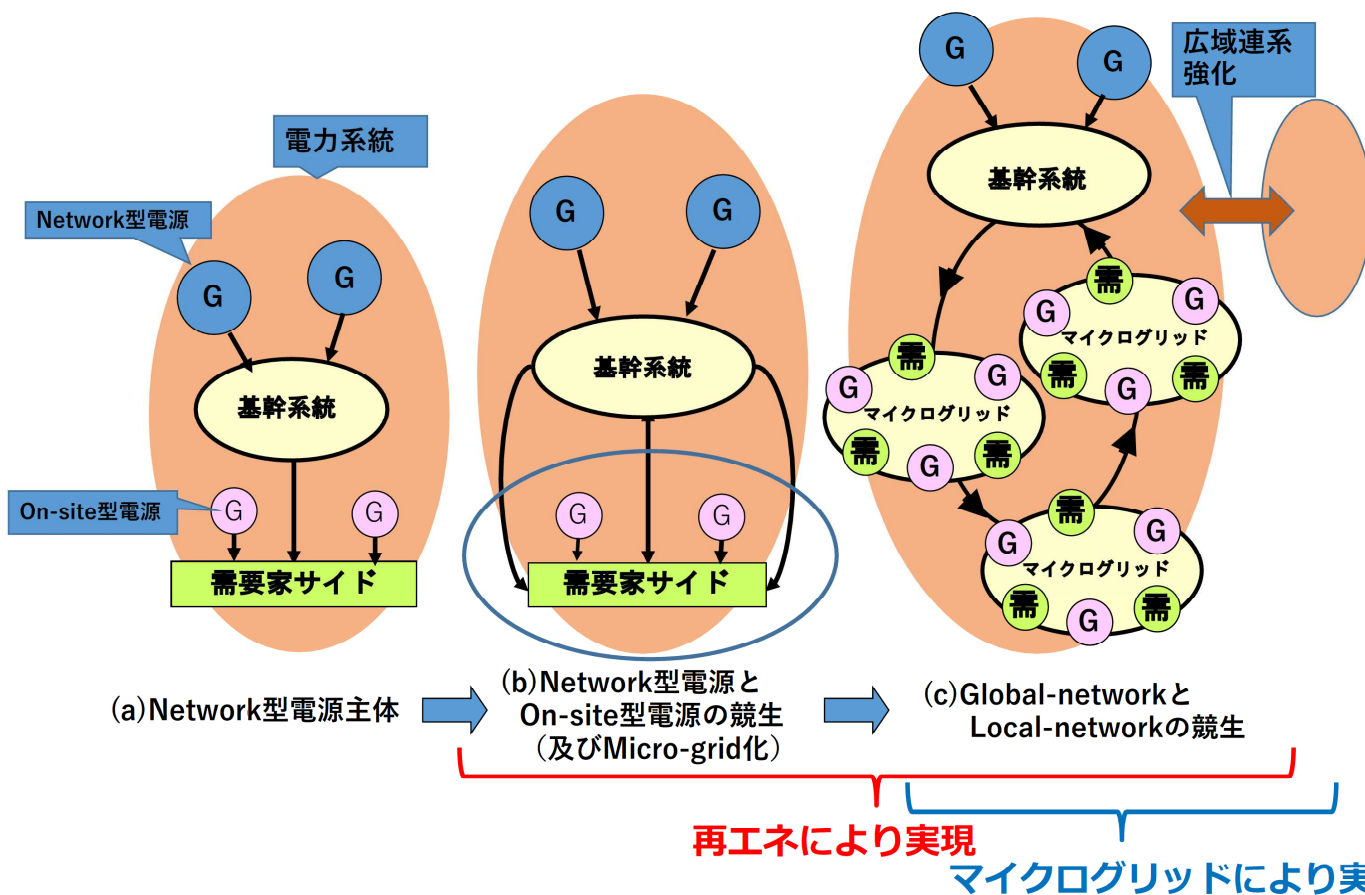
- 再エネを大量に受け入れられる電力ネットワークの構築
- これらの社会実装を容易にする試験評価技術、認証、サイバーセキュリティ、ビジネスモデルにも対応

重要課題

- 再エネ増加 (+従来型電源減少) に伴う電力供給の不安定化の解消



ポストコロナの電力システム



あなたの話は具体的なので分かりにくい。
もっと抽象的に話して下さい。

数学者 吉田耕作

6

再エネRC エネルギーネットワークチームの立ち位置

システム研究は、実証からの脱却が必要
→ **課題発見から課題解決へ!**



実証と検証のサイクルを回し

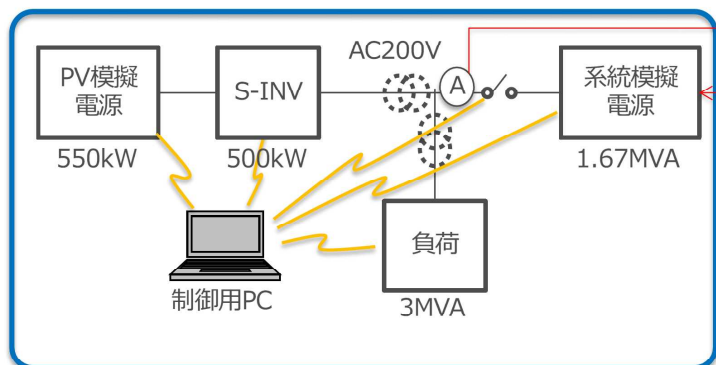
汎用知によって普及を促進

パワーコンディショナのモデルベース開発法

- スマートインバータの能動的機能が電力系統に与える効果を反映させるため、PHIL (パワー・ハードウェア・イン・ザ・ループ) を導入した。

ハードウェア (被試験体、試験用電源等)

ソフトウェア (モデル)



- グリッドエッジの分散電源から見て、外側の世界は千差万別であり、全ての事象を網羅することは不可能
- 分散電源から外側の世界はどう見えるかを、シミュレーションとモニタリングで表現する。
- シミュレーションで汎用化し、システムを比較可能にする
- HILをテストベッド (実証基盤) に採用し、新技術の実証試験に使用する

リアルワールド

バーチャルワールド



Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

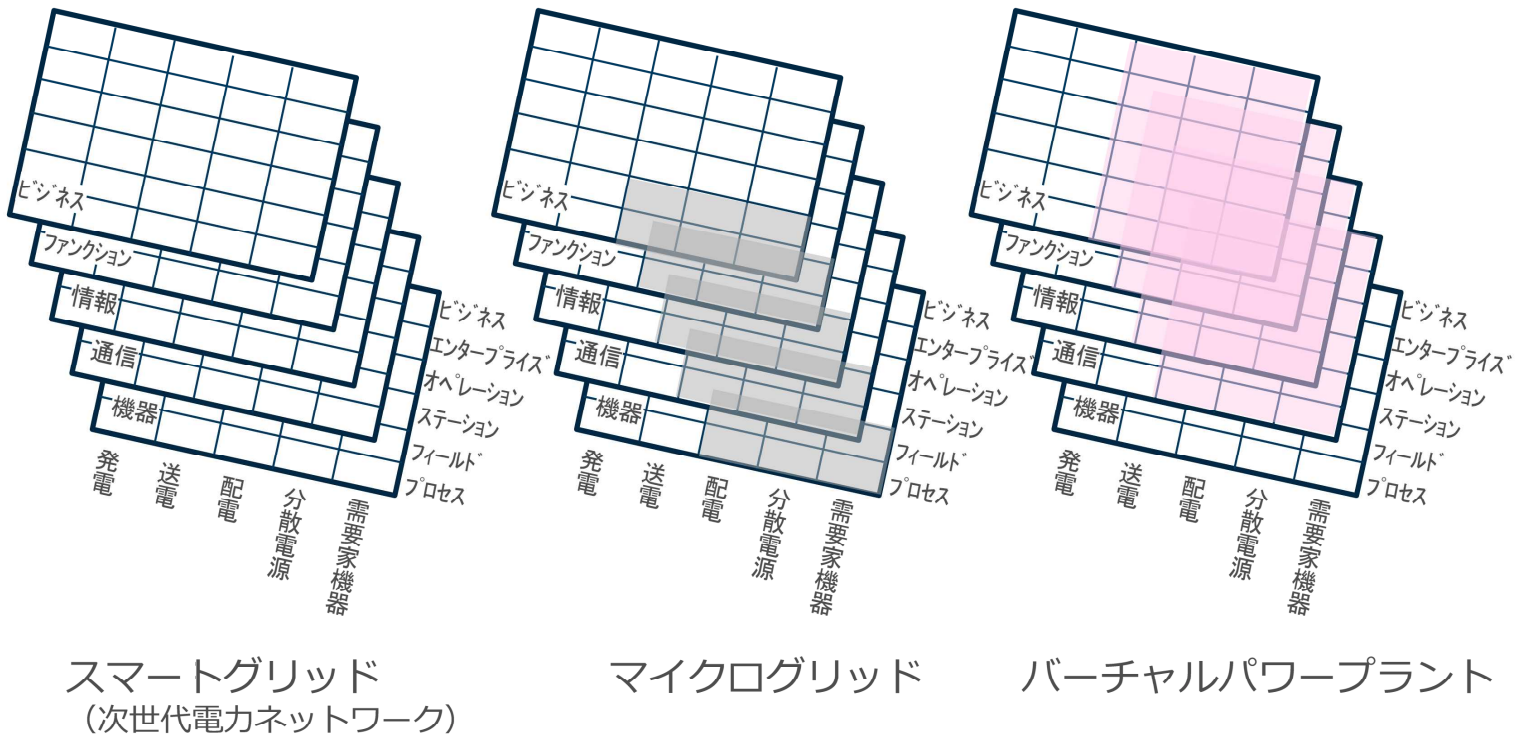
実証と各種ハードウェア・イン・ザ・ループ (HIL) 試験の比較

MIL/SIL	CHIL	PHIL	実証
再現性 難しい 時間 無保証 柔軟性 高い	再現性 部分的 時間 リアルタイム 柔軟性 高い	再現性 部分的 時間 リアルタイム 柔軟性 中	再現性 高い 時間 リアルタイム 柔軟性 低い
<p>電力系統</p> <p>Non real time Simulation</p> <p>PSCAD, MATLAB SIMULINK, PSIM</p>	<p>電力系統</p> <p>DRTS, Typhoon HIL</p>	<p>電力系統</p> <p>DRTS, NovaCor</p>	<p>電力系統</p> <p>実際の系統</p>
<p>PCSパワーユニット</p> <p>Non real time Simulation</p> <p>PSCAD, MATLAB SIMULINK, PSIM</p>	<p>PCSパワーユニット</p> <p>DRTS, Typhoon HIL</p>	<p>実機PCS</p> <p>パワーユニット + コントローラ</p>	<p>実機PCS</p> <p>パワーユニット + コントローラ</p>
<p>PCSコントローラ</p> <p>Non real time Simulation</p> <p>PSCAD, MATLAB SIMULINK, PSIM</p>	<p>実機コントローラ</p> <p>実機, PE-Expert4</p>	<p>実機PCS</p> <p>パワーユニット + コントローラ</p>	<p>実機PCS</p> <p>パワーユニット + コントローラ</p>
Non Real Time	DRTS: Digital Real Time Simulation		Real

Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

次世代電力ネットワーク等の相互運用性の構造モデル

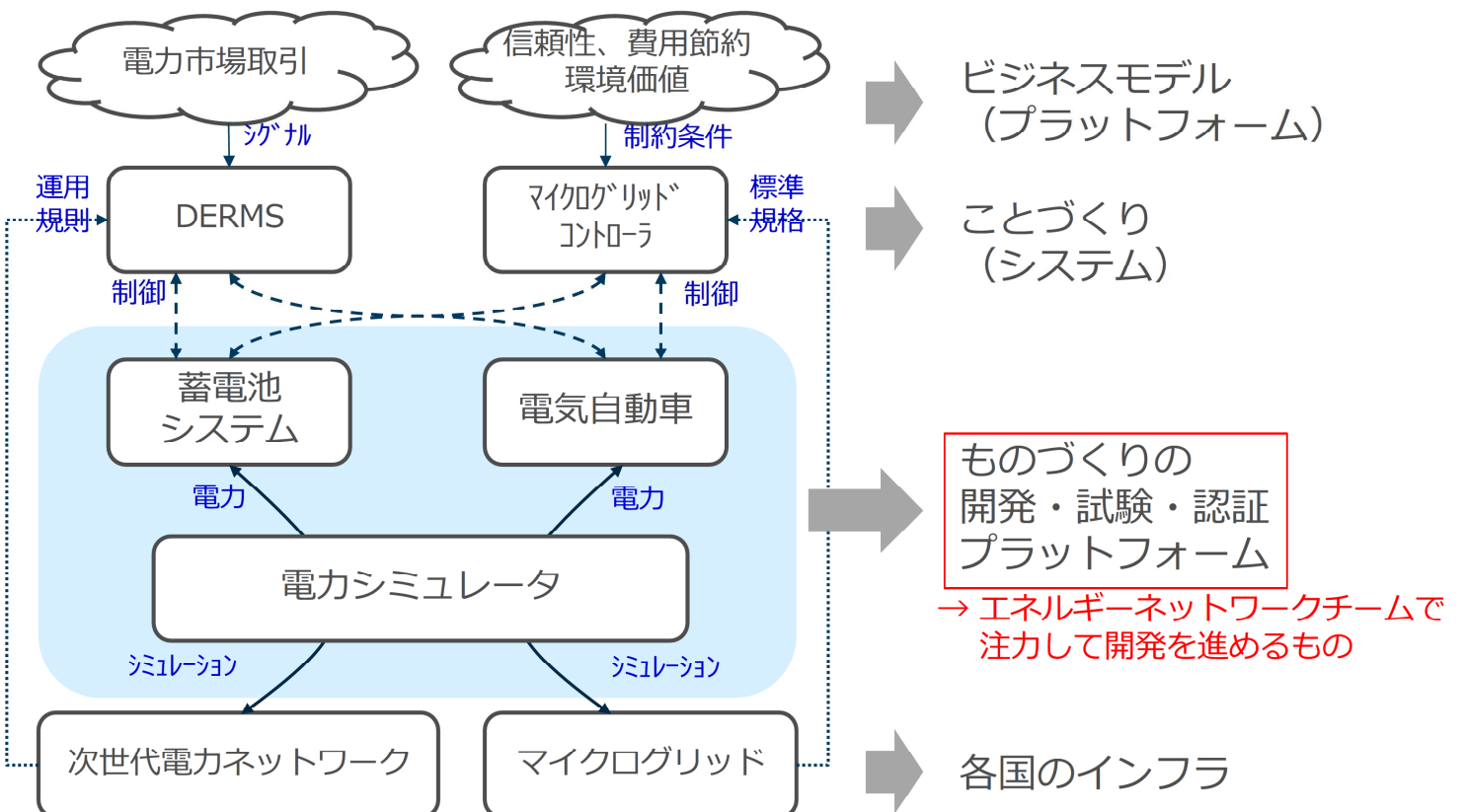
Smart Grid Architecture Model (SGAM)



Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

10

次世代電力ネットワーク開発に向けて目指すもの



Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREIA)

11

■ 背景

- 役割が拡大し、高機能化するパワーコンディショナの試験の難易度が上がり、試験員の能力を向上する属人的対応だけでは限界がある
- 複数の機能の組み合わせ試験は数が膨大であり、試験時間の短縮が求められる
- デジタルトランスフォーメーション（DX）を電力システムにおいて推進するため、通信も含んだ機能試験（相互運用性を含む）が必要である
- 自動試験プラットフォームについては、米国システムがデファクトスタンダードを志向して先行している

■ 目的

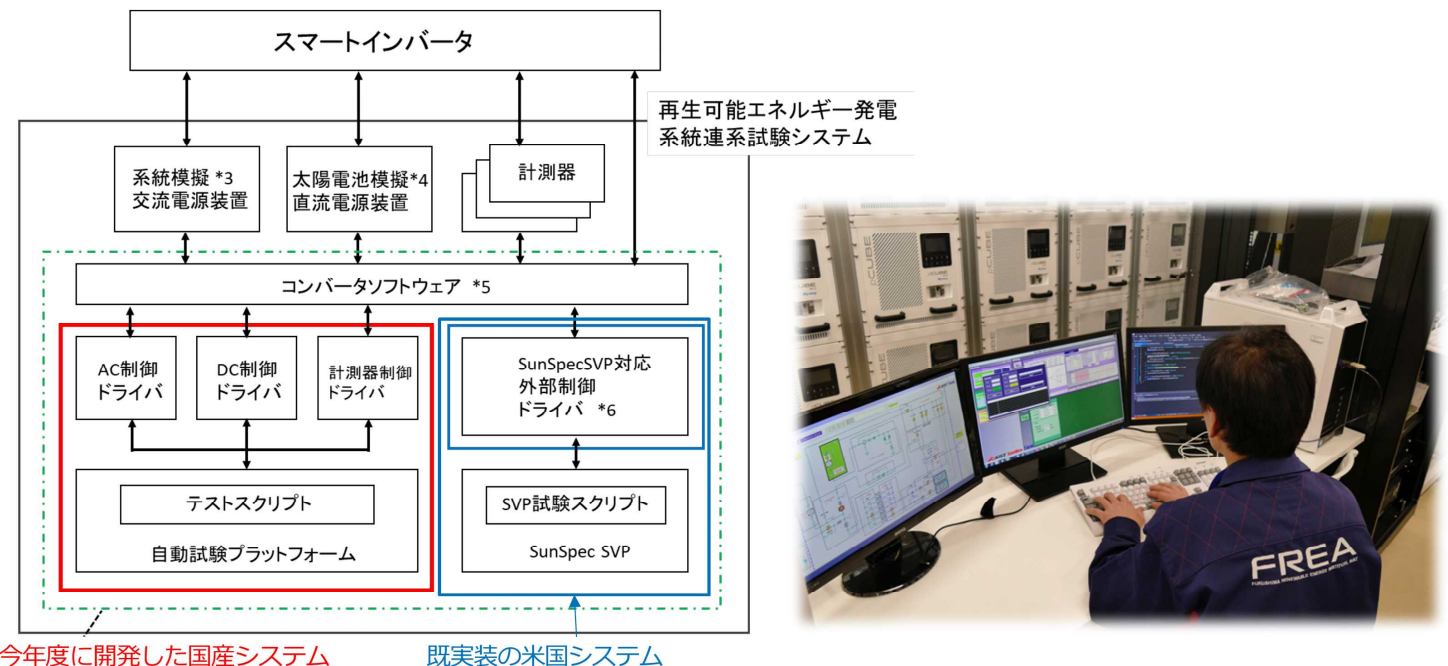
- DXの知見を取り込み、属人的でない、高信頼性、低コスト、迅速な自動試験プラットフォームを国内外の試験機関、国内メーカーに提供する
 - 国内試験機関の試験能力の向上 → 認証試験を通じた産業競争力強化
 - 国内メーカーの開発能力の向上
 - 海外試験機関での利用を通じた日本方式の浸透
- これらを達成するため、デジュールスタンダードによるお墨付きを獲得する

Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREA)

12

自動試験プラットフォームのシステム開発

- 先行する米SunSpecアライアンスの自動試験プラットフォーム（SunSpec SVP）に併存する形で、新しい自動試験プラットフォームを開発（日本カーネルシステムに委託）。
- 機能比較のための試験は、米UL1741 SAで定めるスマートインバータの瞬時電圧変化時運転維持機能と瞬時周波数変化時運転維持機能から着手。



Fukushima Renewable Energy Institute, AIST (FREA)

13

- 太陽光発電・風力発電の様な自然変動型分散電源の導入拡大と共に、
 - デジタルトランスフォーメーション（DX）を電力システムにおいて推進することにより、AI等のデジタル技術を取り込み、システムの効率的運用を可能とする
 - 電力の安定供給と品質維持のため、信頼性・安全性及び品質の向上が要求
 - システムの相互運用性の要求
- 将来の電力システムに向けた研究開発力のアップデート
 - スマートインバータの様な次世代電力機器への対応力を強化
 - 自動試験方式、ハードウェアインザループ（HIL）の採用など、試験プラットフォームの機能を強化
- 次世代電力システム（スマートインバータ、マイクログリッド等）の機能評価のための自動試験方式
 - 次世代電力システムには、電力の安定供給と品質維持のため、信頼性・安全性及び品質の向上と、相互運用性が要求されるために、機能が複雑化
 - 自動試験プラットフォームに求められる機能を整理し、その構成を元の実証システムを開発した。

大でも小でも、皆さんに使ってもらえる環境を整えています