



研究拠点B

「需要サイド機器とシステムの相互作用、 マイクログリッドの研究手法の探査」

東京大学大学院新領域創成科学研究科
馬場 旬平





拠点での活動目標

- 能動的に動作する**需要サイド機器と系統との相互作用**について検討すると同時に、**需要サイド機器を有効活用した、系統の安定化**に資する運用手法について検討する。さらに、局所的には日本の電力システム全体で想定されるよりも**高いレベルの再エネ比率を有するマイクログリッド**の構築・運用が想定されており、その実現のための課題検討と必要となる研究手法を探求する。これらの研究活動を通じて、先端研究に従事する人材育成に貢献するとともに、研究成果をセミナー等に提供していく。





参画したNEDO事業

- 分散型エネルギー次世代電力網構築実証事業/未来のスマートグリッド構築に向けたフィージビリティスタディ
 - 配電系統におけるPVホスティングキャパシティ増大策の検討
- 電力系統出力変動対応技術研究開発事業／予測技術系統運用シミュレーション
 - 新島における実証においてHP機器DRの検討
- 世代洋上直流送電システム開発事業／システム開発
 - モデルケース策定/洋上系統計画の基礎技術開発と適用研究
 - 海底ケーブル最適敷設ルート探索手法の開発



革新的VEMSの開発とモデル地域実証

- NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラムの一環
- 農山漁村において自律分散型エネルギーシステムを構築
 - VEMS : Village Energy Management System
 - エネルギーだけでなく生産管理も
- 宮古島をモデル地域として実証
 - 灌漑施設散水栓制御手法の開発
 - LoRaを使った遠隔制御システムや散水制御アルゴリズムの開発





東京大学APET

- Alliance for Advanced Power & Environmental Technology
- 2008年より開設：現在第4期
 - 15法人に協賛頂いている
- 第3期では
2050年革新的超長期電力システムビジョン検討会
を開催に電力システムの2050年の姿を想定
 - <https://drive.google.com/file/d/1HAzRMVQuQGgDy6UBXd5hWvBosPBGrx2G/view?usp=sharing>
- 第4期ではビジョン実現のための研究開発について、学生と企業の若手が議論する場を設けている



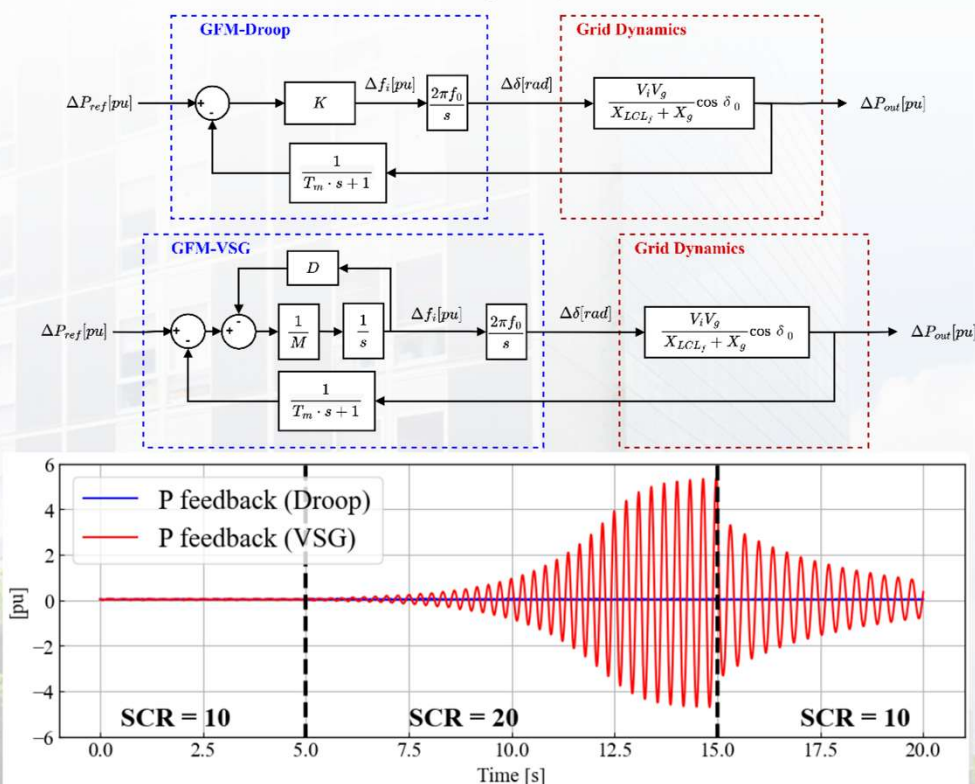
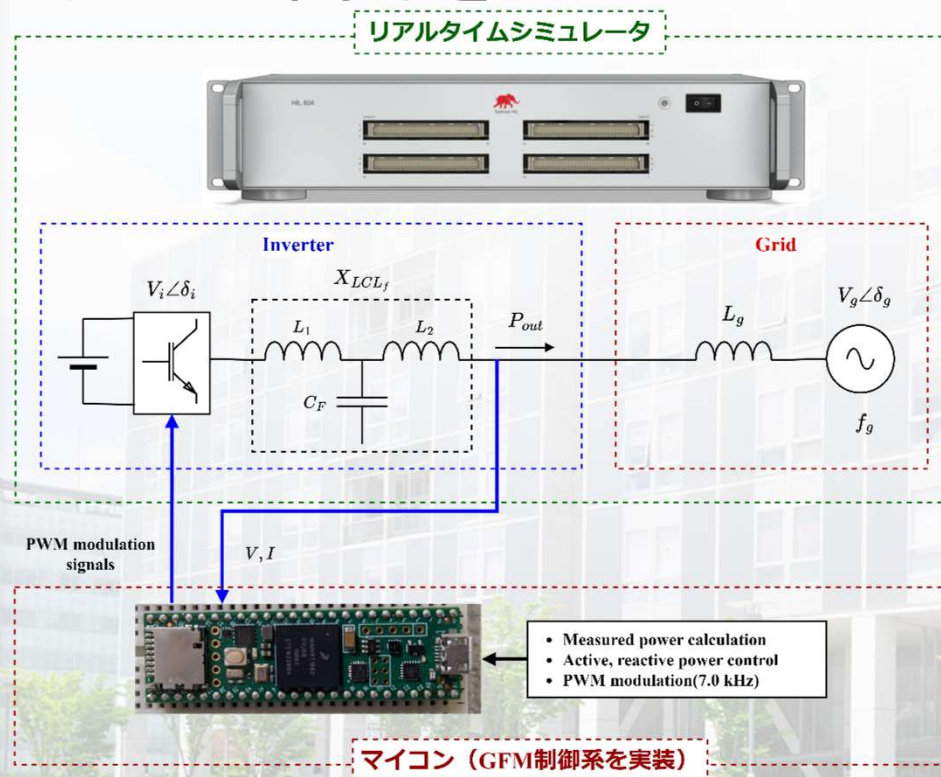
保有している研究機材を利用した教育

- C-HIL
 - 系統側とスイッチングデバイスをシミュレート
 - マイコンにPLLを実装
 - ゲインなどによる安定性の変化を体験
- PSCAD/EMTDC
 - 主として研究に利用
 - 教育に利用することも検討中



Grid-forming converter (GFM)のアルゴリズム開発

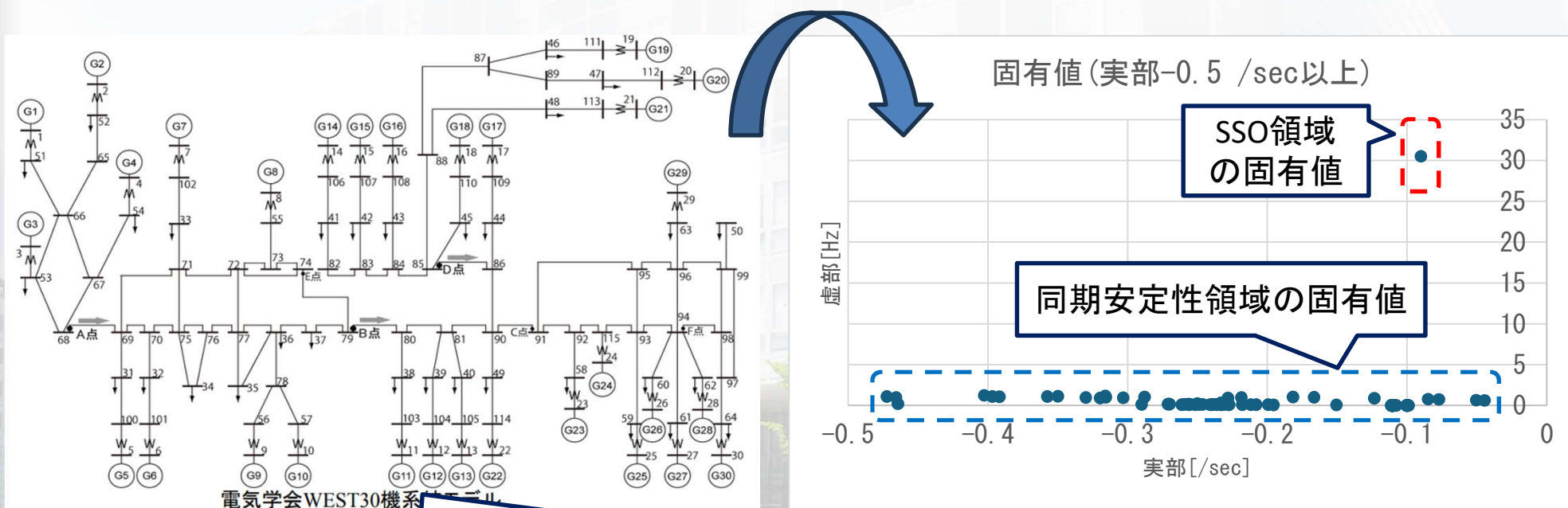
- GFMのパラメータ設定とsub-synchronous oscillation(SSO)発生をリアルタイムシミュレーションで検証



Y. Mitsugi and J. Baba, "Phaser-Based Transfer Function Analysis of Power Synchronization Control Instability for a Grid Forming Inverter in a Stiff Grid," in IEEE Access, vol. 11, pp. 42146-42159, 2023.

大規模電力系統でのSSOを含む定態安定度分析

- SSO領域・同期安定性領域について，大規模電力系統での効率よい定態安定度分析手法や，それを活用した制御系・系統のパラメータ設定手法を検討。

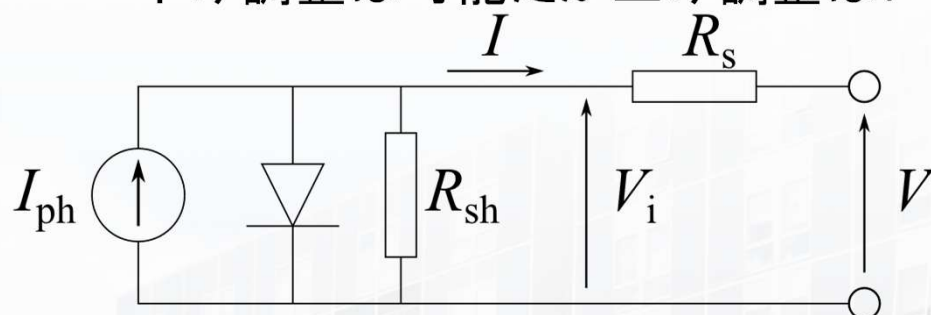


G11をType-4風力に置き換え

太陽光発電設備による調整力供給の研究

出力制御時における上げ調整力供給

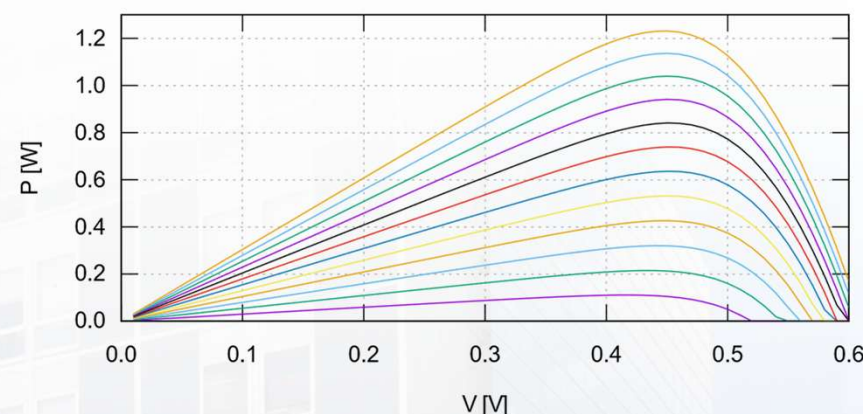
– 下げ調整は可能だが上げ調整は？



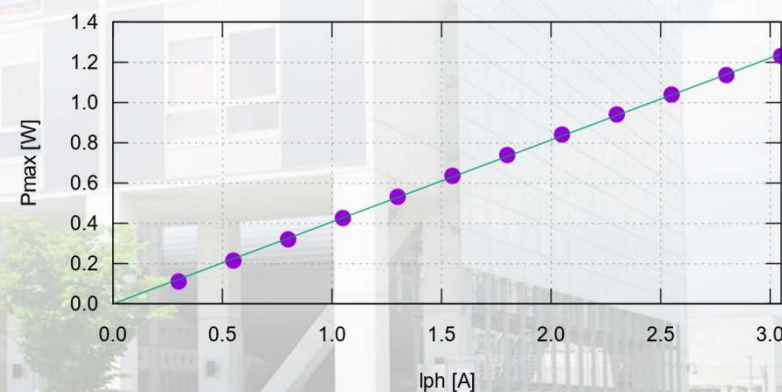
$$I_{ph} = \frac{V_i}{R_{sh}} + I_0 \left(e^{\frac{qV_i}{nkT}} - 1 \right) + I$$

- 出力制御が掛かっている場合、二つの動作点が存在する
- 低電圧側動作点を選択すると非線形項の寄与が小さくなる
- 光誘起電流と最大電力にはほぼ線形の関係がある
- 端子電圧と電流を計測すると出力可能最大電力が推定可能

$$P_{max} = \beta I_{ph} = \beta \left(\frac{R_s + R_{sh}}{R_{sh}} I + \frac{V}{R_{sh}} \right)$$



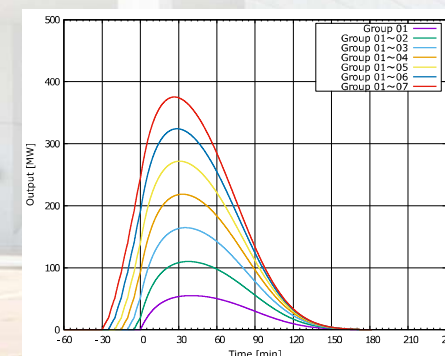
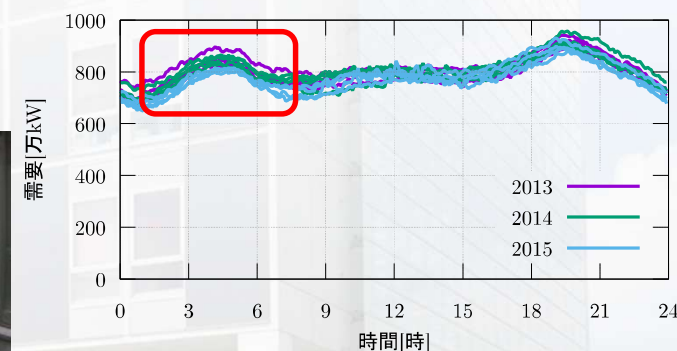
端子電圧と出力電力



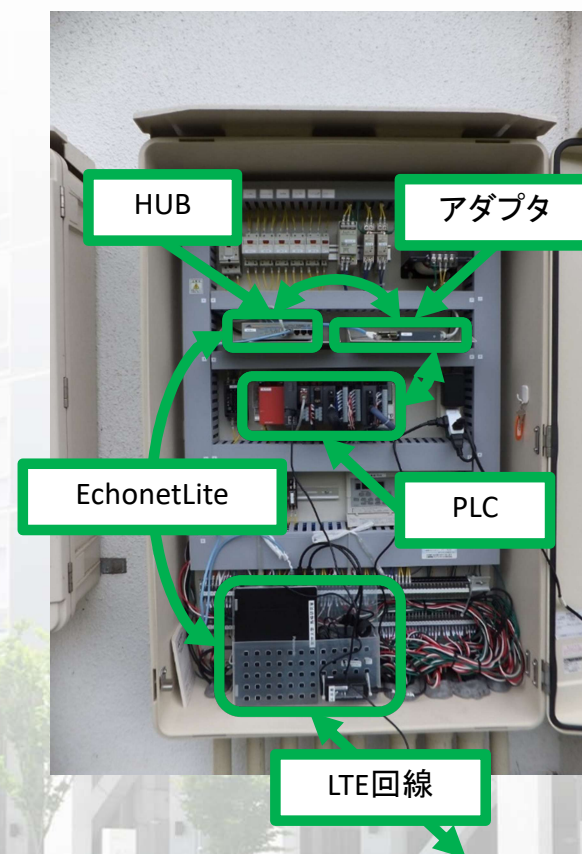
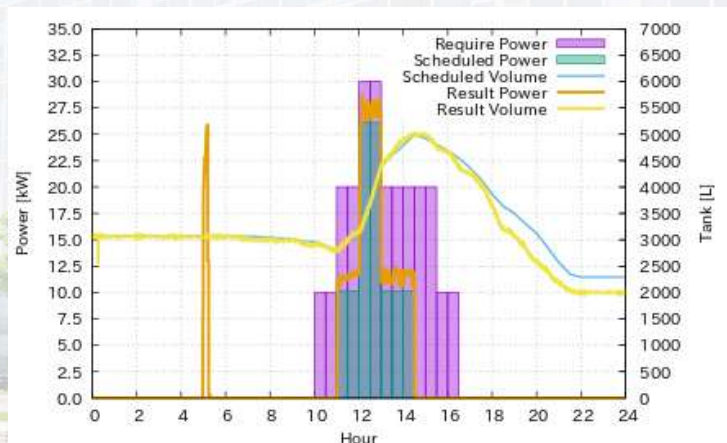
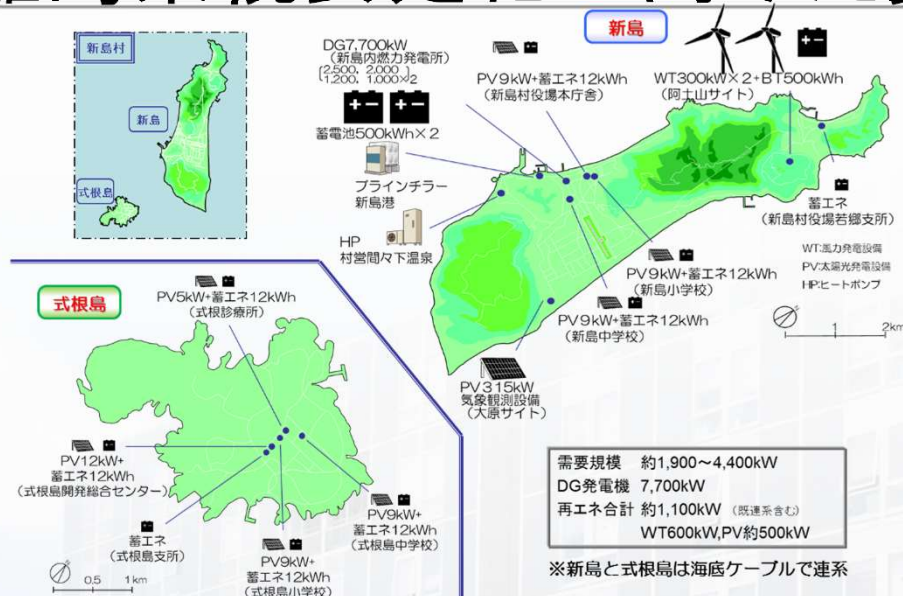
光誘起電流と最大電力

HPWHの運用制御

- HPWHを調整力として利用を検討
 - 有無も言わさず調整することは受容性に課題
 - 緊急時には実施する(2022/03/16の福島県沖地震による電源脱落)
 - 気付かれないように操作すれば良いのでは?
 - 電力消費と効能を必要とする時間に差があれば良い : エネルギー貯蔵
- そもそも電力が余剰となる夜間に焚き上げることで需給調整に貢献してきた給湯機
- 昼間にPVの電力が余剰となるのであれば運転時間を変更すればよい
- 可変速ドライブを活用するか、運転・停止のみを利用するか
- 利用者の利便性を損なうことはないのか?
(湯切れ、効率低下.....)
- TSOに十分な調整力を提供可能か
新しい市場への対応



離島系統安定化に向けた負荷制御の検討





SHINに当てはまる漢字

• 「津」

1. つ。みなと。渡し場。ふなつき場。
 - 津津浦浦：電力システムは全国津々浦々に広がる
2. 港をひかえて、人の多く集まる所。また一般に、人の多く集まる地域。
 - 多くの人が集まり新しい技術開発を
3. しみ出る。わき出る。
 - 興味津々
4. 体から出る液体。しる。つば・あせ・なみだなど。
 - 我々が汗をかく？





GRADUATE SCHOOL OF
FRONTIER SCIENCES
THE UNIVERSITY OF TOKYO



THE UNIVERSITY OF TOKYO