

1. はじめに

地球温暖化問題や資源枯渇問題に対し、2050年までに25~35 [GW]を目標として太陽光発電の大量導入が進んでいる^[1].

蓄電池の併用(Fig. 1)

将来の電力需要量やPV発電量の予測に基づく充放電計画に沿って運用される。

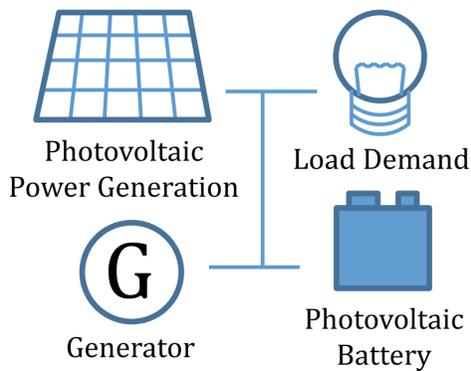


Fig. 1 : Photovoltaic battery system.

計画変更を想定した蓄電池運用^[2]

複数の需給予測に基づく計画の、運用途中での切り替わりを想定したモデル予測制御(MPC)則を導出した。

計画変更を想定した制御

計画変更に対応可能な蓄電量にとどめるよう条件付けることで、現在の計画を修正する。

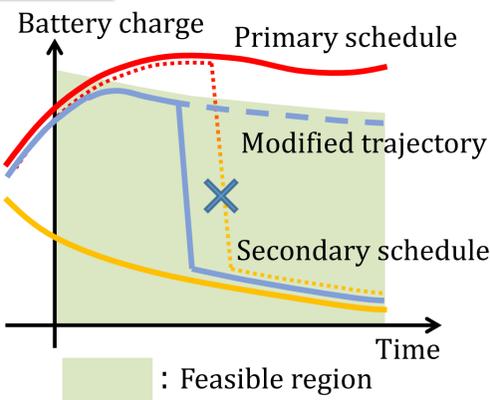


Fig. 2 : MPC for schedule-switching.

課題と本研究の目的

- 各需給予測の誤差を考慮していない。
- 計画の組み合わせによっては、計画変更のための制約条件により実行不可能となる場合がある。
- 計画変更時の実行可能性および予測誤差に対するロバスト性を与える計画運用法を導出する。

2. 予測不確かさを克服する計画運用法

蓄電池運用において、計画変更を余儀なくされる大きな不確かさや変動を予測しきれない小さな不確かさが生じる。

副計画の実行可能領域を用いた軌道計画

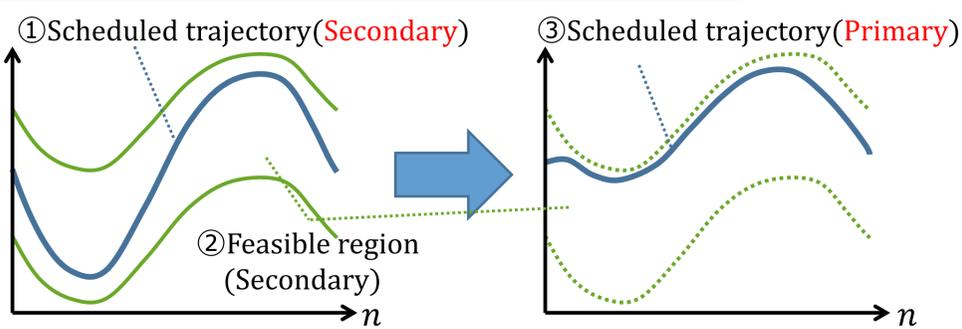


Fig. 3 : Scheduling policy.

- 変更後の計画で運用可能な蓄電量の範囲内で、主計画の軌道計画を行う。

Constraint tightening 法によるロバスト予測制御

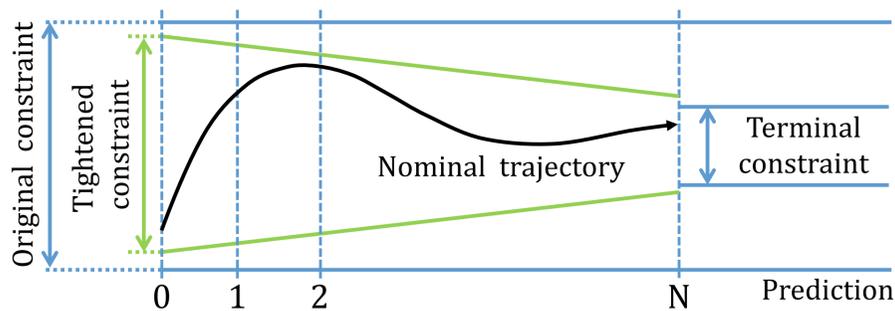


Fig. 4 : Constraint tightening method.

- 発生し得る未知外乱の影響の分だけ系の制約条件を仮想的に厳しくし^[3]、未知外乱に対するロバスト性を付与する。

3. シミュレーション

つぎの2通りの需給予測を用い、これらの切り替わりが生じる場合のシミュレーションを行う。

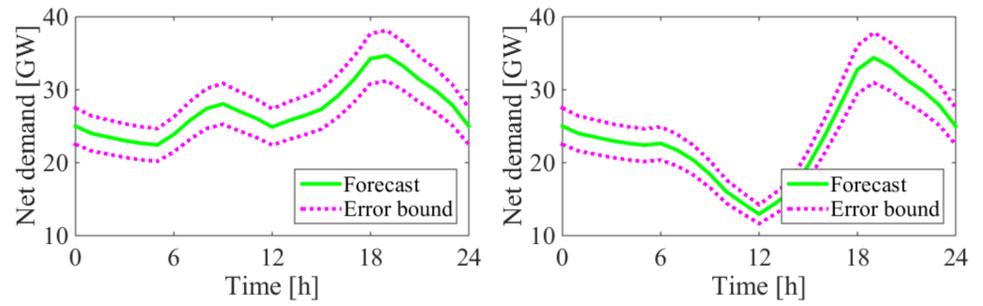


Fig. 5 : Demand forecast(Primary). Fig. 6 : Demand forecast(Secondary).

- 発電燃料費関数： $\sum_{n=0}^{23} a_2 u_{ref}^2(n) + a_1 u_{ref}(n) + a_0$ [JPY] の最小化に基づき、各需要予測に対する計画を作成する。

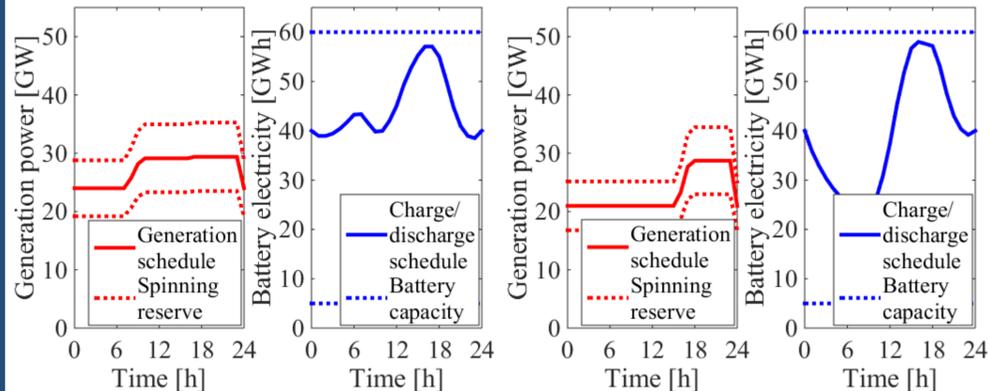


Fig. 7 : Schedule(Primary).

Fig. 8 : Schedule(Secondary).

予測不確かさの下での運用

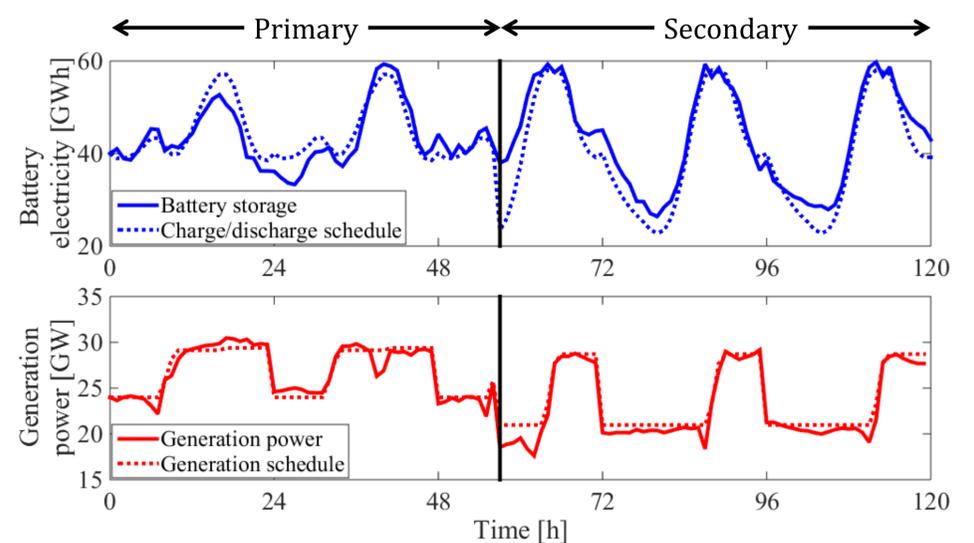


Fig. 9 : Operation under forecast uncertainty.

- 計画の変更を想定して軌道計画を行ったため、計画変更(Fig. 6黒線)後の軌道回復に成功している。
- 予測誤差により計画からの逸脱が生じるが、システムの制約条件を守りつつ運用を継続させている。

4. 成果と今後の展開

- Constraint tightening 法および実行可能領域を用いた計画法を系統制御に導入することで、需給予測の幅広い不確かさを克服する運用法を示した。

今後の展開

- 需給シナリオの実現確率を考慮した計画法を考察する。

参考文献

- [1] (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構, "太陽光発電ロードマップ(2030+)", 2009.
- [2] K. Namba et al., "Optimal Control of a Photovoltaic-battery System Regarding the Effect of Schedule-switching", SICE Annual Conference, 253/257, 2016.
- [3] 端倉 他, "太陽光発電大量導入時の蓄電レベル制御: 周期的ロバストモデル予測制御の提案", 計測自動制御学会論文集, 51-9, 614/626, 2015.