

予見情報を用いた負荷周波数制御

1.はじめに

近年、太陽光発電等の分散電源の導入が活発化されており、2050年に向けて太陽光発電の導入量が増加傾向にある (Table 1) とされている^[1].

Table 1 Plan of PV introduction

Year	2020	2030	2050
PV introduction [GW/year]	2-3	6-12	25-35

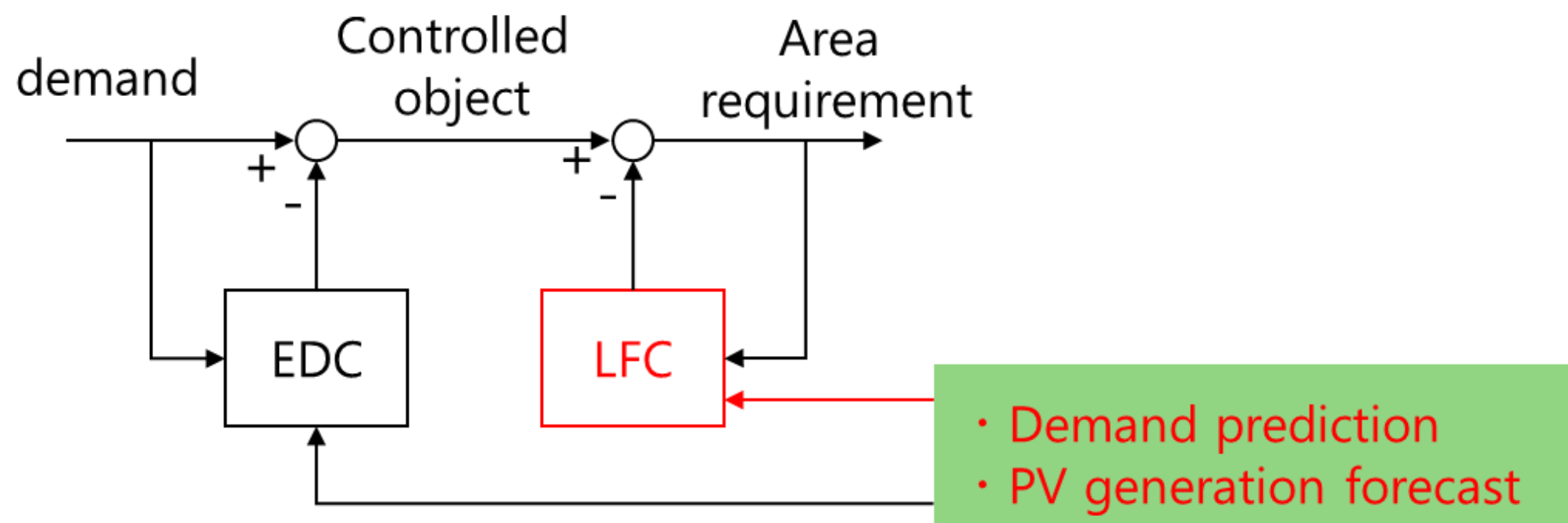


Fig. 1 EDC and LFC with prediction.

- ✓ 負荷周波数制御において予測情報を直接制御に利用する手法が期待されている (Fig. 1) .
- ✓ カルマン予測等の短周期先予測が理論的に整備されつつある.

研究目的

負荷変動の予測情報を利用する負荷周波数制御を構築し、さらに予測誤差に対応する設計を提案する.

2. 予見負荷周波数制御モデル

典型的な負荷周波数制御^[2]に負荷変動の予測情報の利用を想定する予見補償を導入し、周波数変動を効果的に抑制する制御系を構築する.

負荷周波数制御 (LFC)

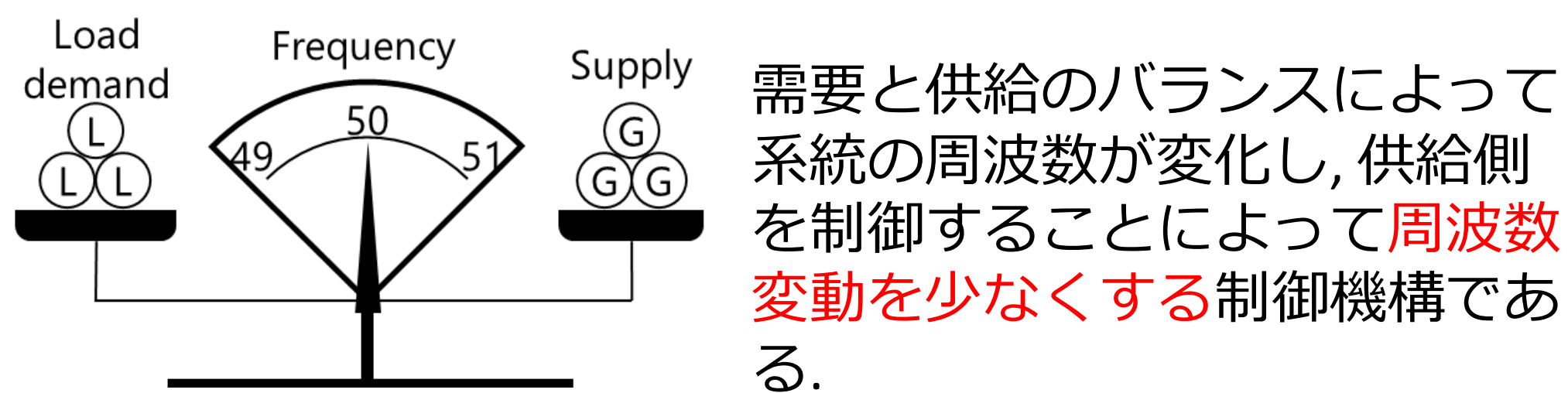
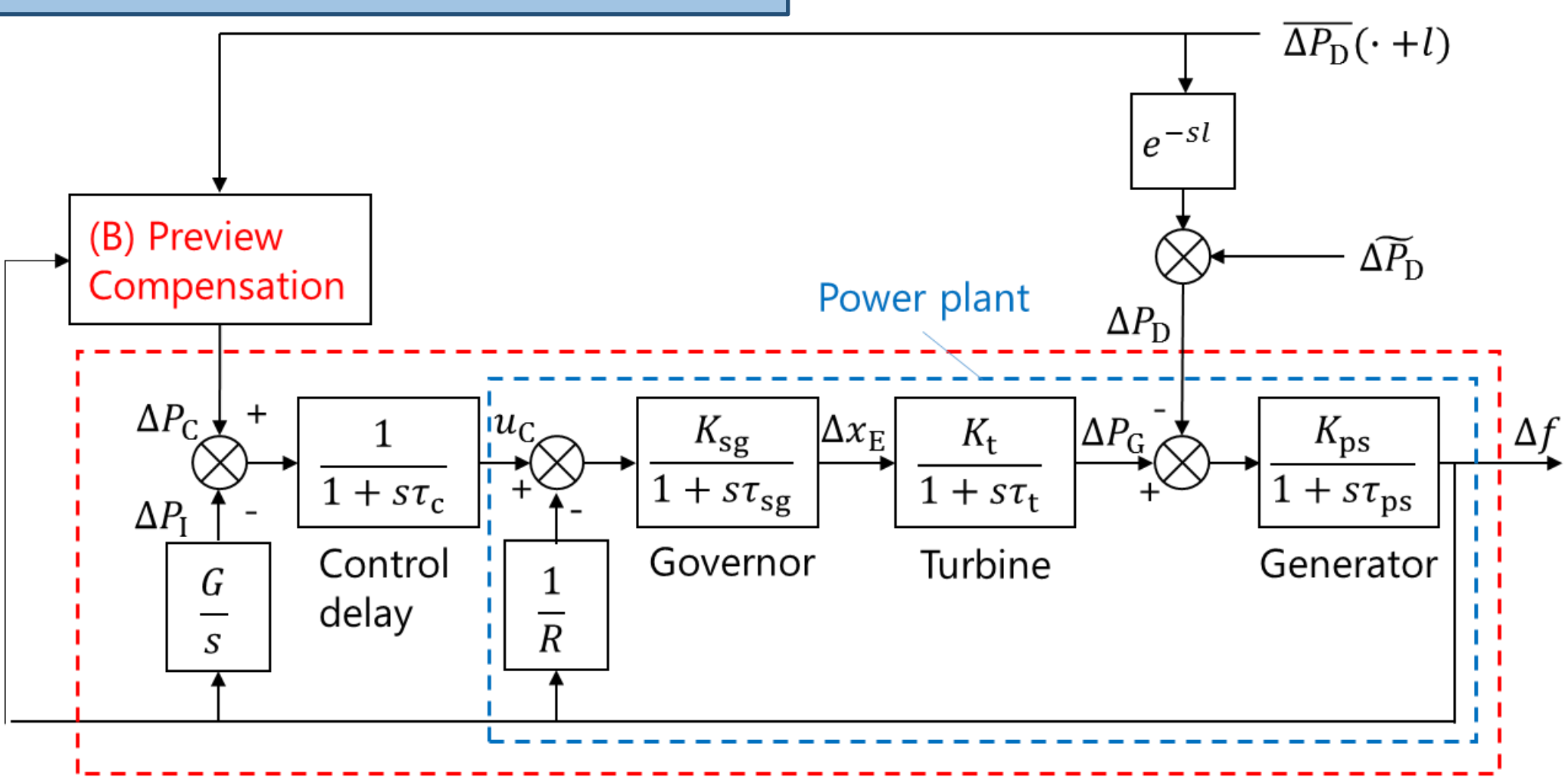


Fig. 3 Demand-supply balance

予見負荷周波数制御



(A) Plant model

Fig. 4 Power plant with preview control

Table 2 State inputs and outputs

Sign	Expression and Unit
ΔP_D	Load demand [p.u.]
ΔP_C	Control input [p.u.]
ΔP_G	Generator increment [p.u.]
Δx_E	Valve displacement [p.u.]
Δf	Frequency variation [Hz]

- ✓ 遅れ要素を用いて (Fig. 3) 予見情報を表現する^[3].
- ✓ 機器の内部状態 (Table 2) を推定し限られて状態のみで制御可能^[3].
- ✓ 予測誤差の周波数特性を考慮する設計を行う.

3. 設計とシミュレーション

評価関数の設計

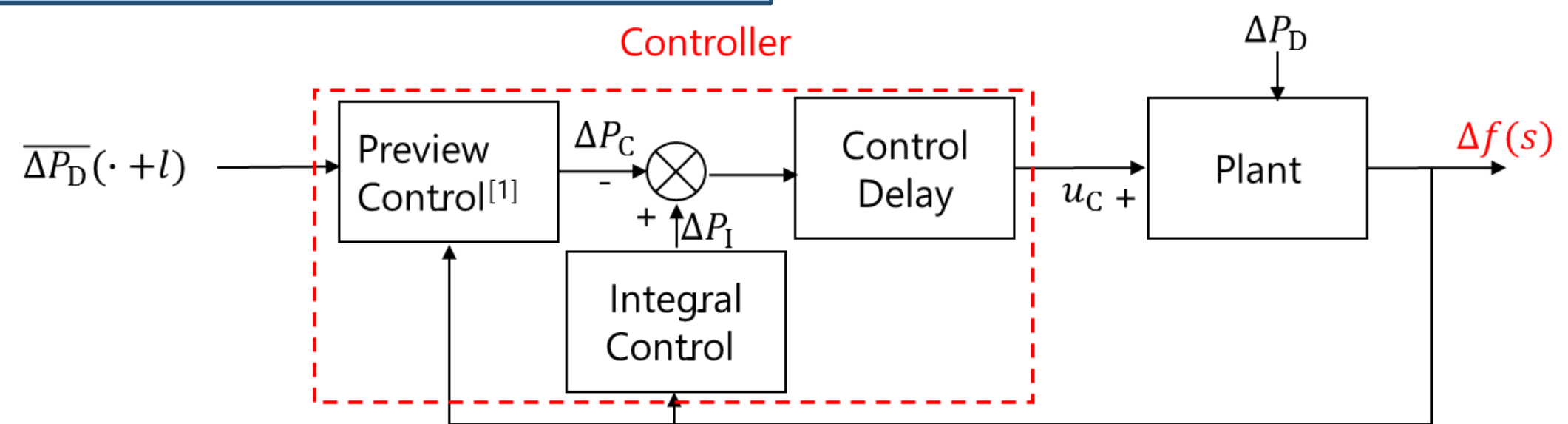


Fig. 5 Power plant control flow

$$\|z\|_2^2 = \int_0^\infty \{\Delta f^2(t) + \rho^2 \Delta P_C^2(t)\} dt, \quad \rho = 1.3 \text{ [Hz]} : \text{input weight}$$

- ✓ 周波数変動および制御入力を抑制するために評価関数を設計する (Fig. 5) .

予測誤差への対策

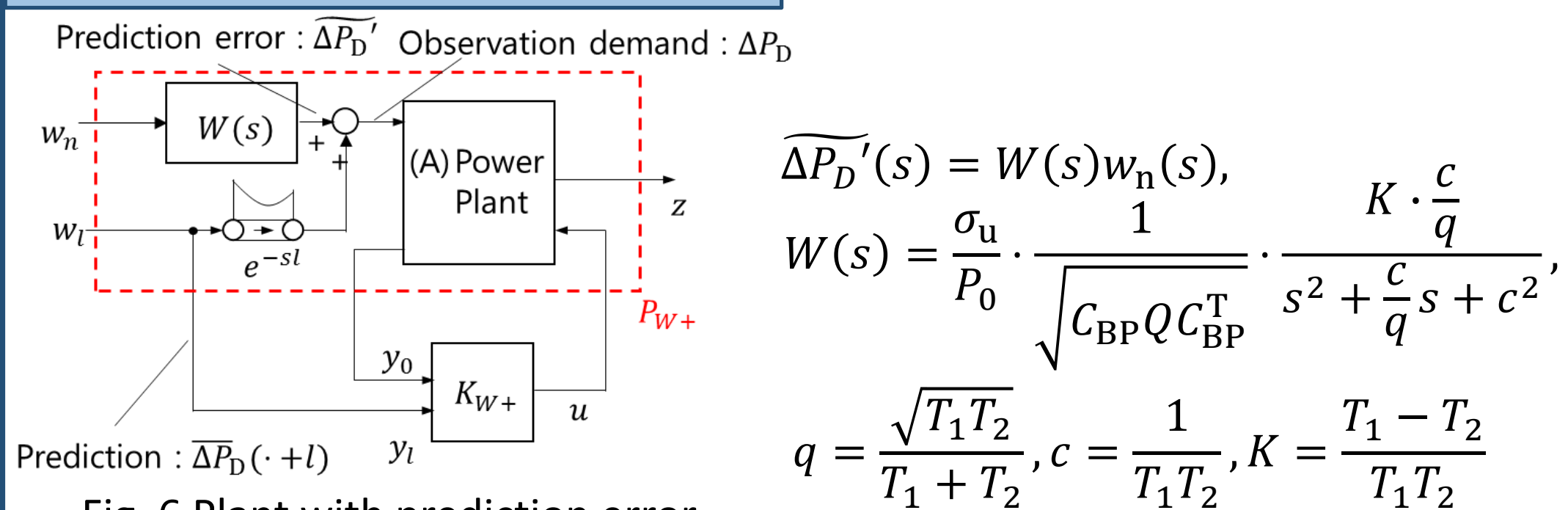


Fig. 6 Plant with prediction error

- ✓ 周波数重み $W(s)$ を設計し予測誤差に対応する (Fig. 6) .

ケーススタディ

負荷変動の予測値 (Fig. 7 紫線) を用いて負荷変動の実測値 (Fig. 7 青線) との誤差を考慮し、周波数変動の抑制を行う.

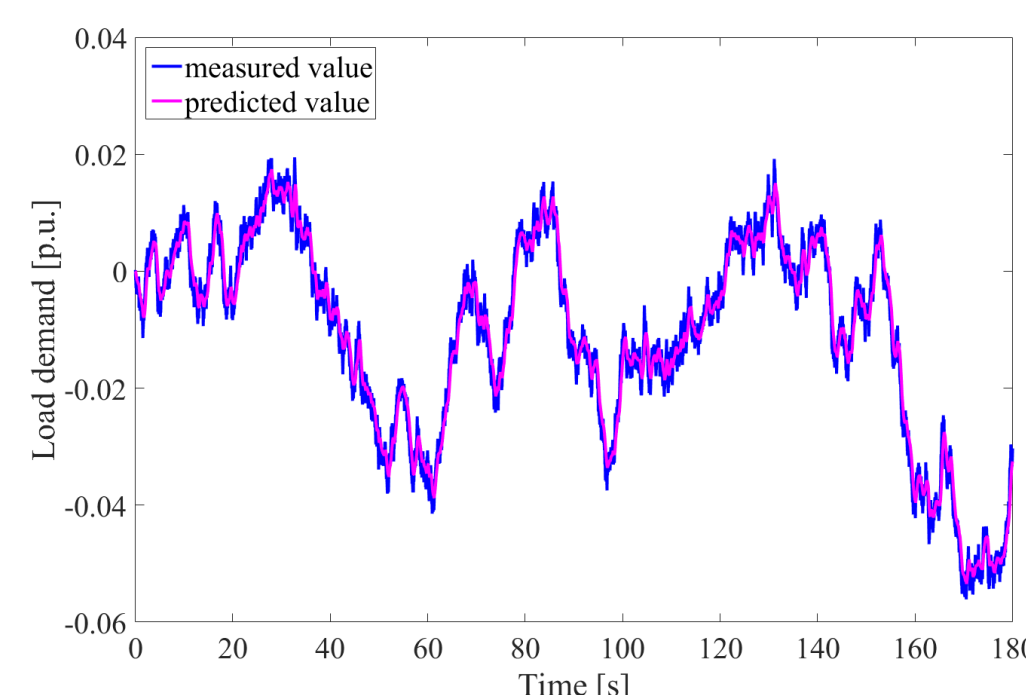


Fig. 7 Fluctuating load demand

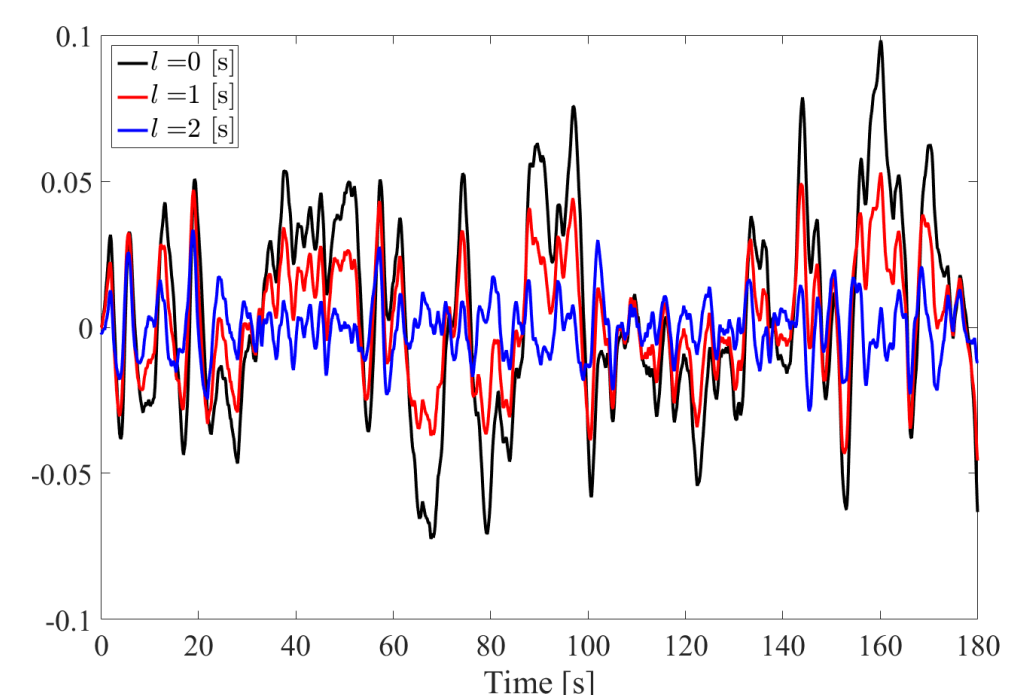


Fig. 8 Frequency variation

- ✓ 予見時間を2[s] (Fig. 8 青線) まで伸ばすと効果的に周波数変動を抑制することが確認できた.

4. おわりに

まとめ

- ✓ 負荷変動の予測情報を用いる負荷周波数制御の提案を行い、予測誤差を考慮する設計に展開した.
- ✓ 予見負荷周波数制御における予見時間と周波数変動の抑制効果の関係、ならびに周波数重みの効果を明らかにした.

今後の展望

- ✓ 系統連系システムの制御問題に有用な予測情報と系の部分情報の関係について検討する必要がある

参考文献

- [1] 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 (PV2030+)", 新エネルギー技術開発部資料, 2010
- [2] S.Sivanagaraju, and G.Sreenivasan, "Power System Operation and Control", Pearson Education India, pp. 255-362, 2009
- [3] K. Hashikura, A. Kojima, "H² preview control based on partial information", Proc. of the 32nd Chinese Control Conference, pp. 9008-9015, Nanjing, China, 2014