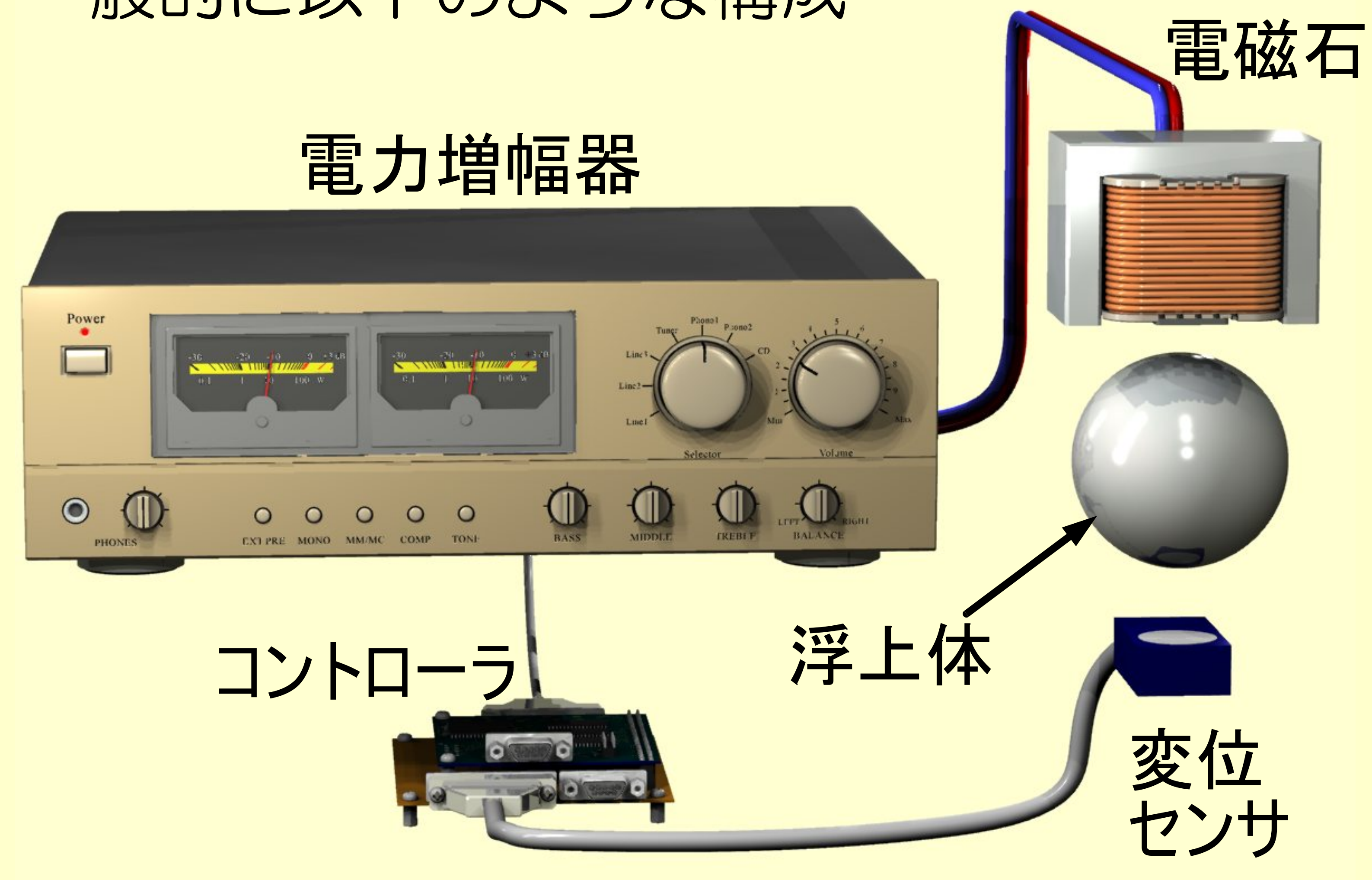


磁気浮上と古典制御

磁気浮上系は不安定で、無減衰
磁気浮上系を安定化させるには、
変位と速度のフィードバックが必要

一般的に以下のような構成



コントローラで変位センサの信号を
比例・微分フィードバックする。

+積分補償器で定置制御・ゼロパワー

微分要素：高周波数領域のゲインが大きい

高周波領域はノイズが載りやすく、微分ゲインを高くしすぎると、
ノイズを増幅、不安定化、異常発振などロバスト性の劣化がある。

微分要素無しで、減衰能付与が望ましい

その他の制御方法：可変剛性制御

可変剛性制御とは、変位に速度を乗じた値により、比例要素のゲインを増減することにより、実現可能。フィードバックは変位のみだが、ゲインを増減させるために速度（＝変位の微分）が必要

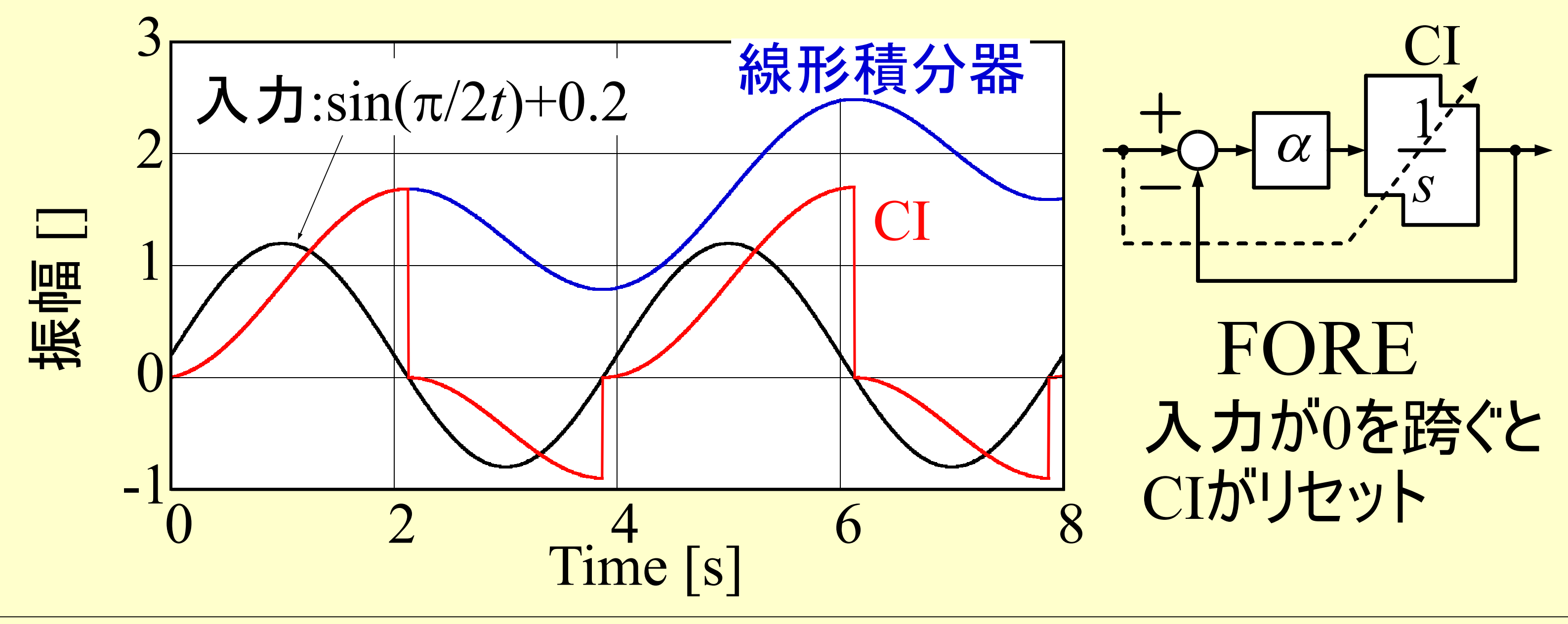
リセットエレメント

条件を満たすと、出力を遷移させる要素

Clegg積分器、FOREが有名なリセット要素。

Clegg積分器とは下図の時間応答ように入力が0を跨ぐと、積分器の出力が0に遷移する積分器。

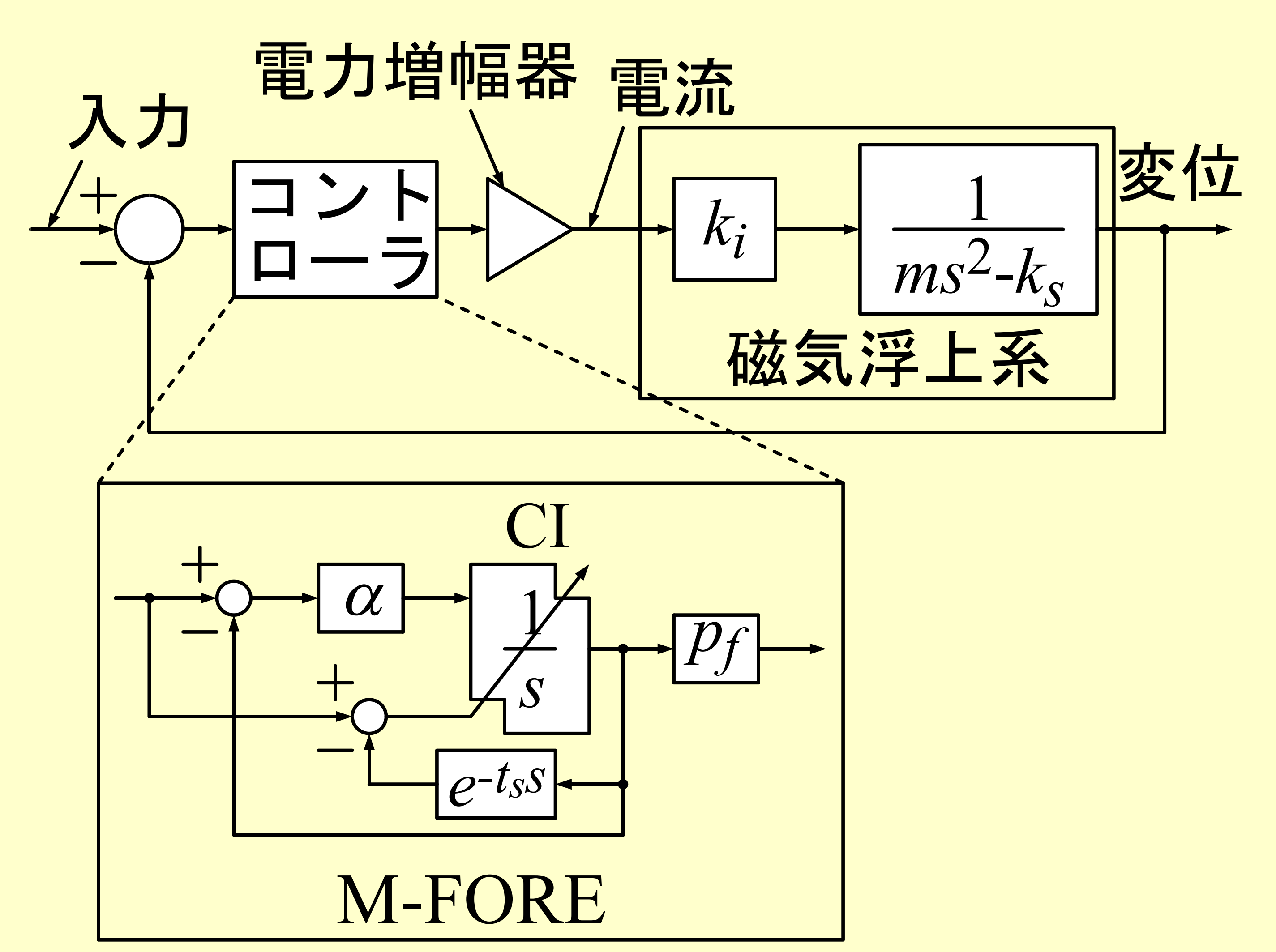
FORE (First -Order Reset Element)は一次ローパスフィルタの線形積分器をClegg積分器で置き換えた、非線形ローパスフィルタ。



FOREによる安定化

従来のCIやFOREでは磁気浮上系の安定化も減衰付与もできない

リセットを見直したFORE (M-FORE)



線形動作時のM-FOREの伝達関数

$$P_f \frac{\alpha}{s + \alpha}$$

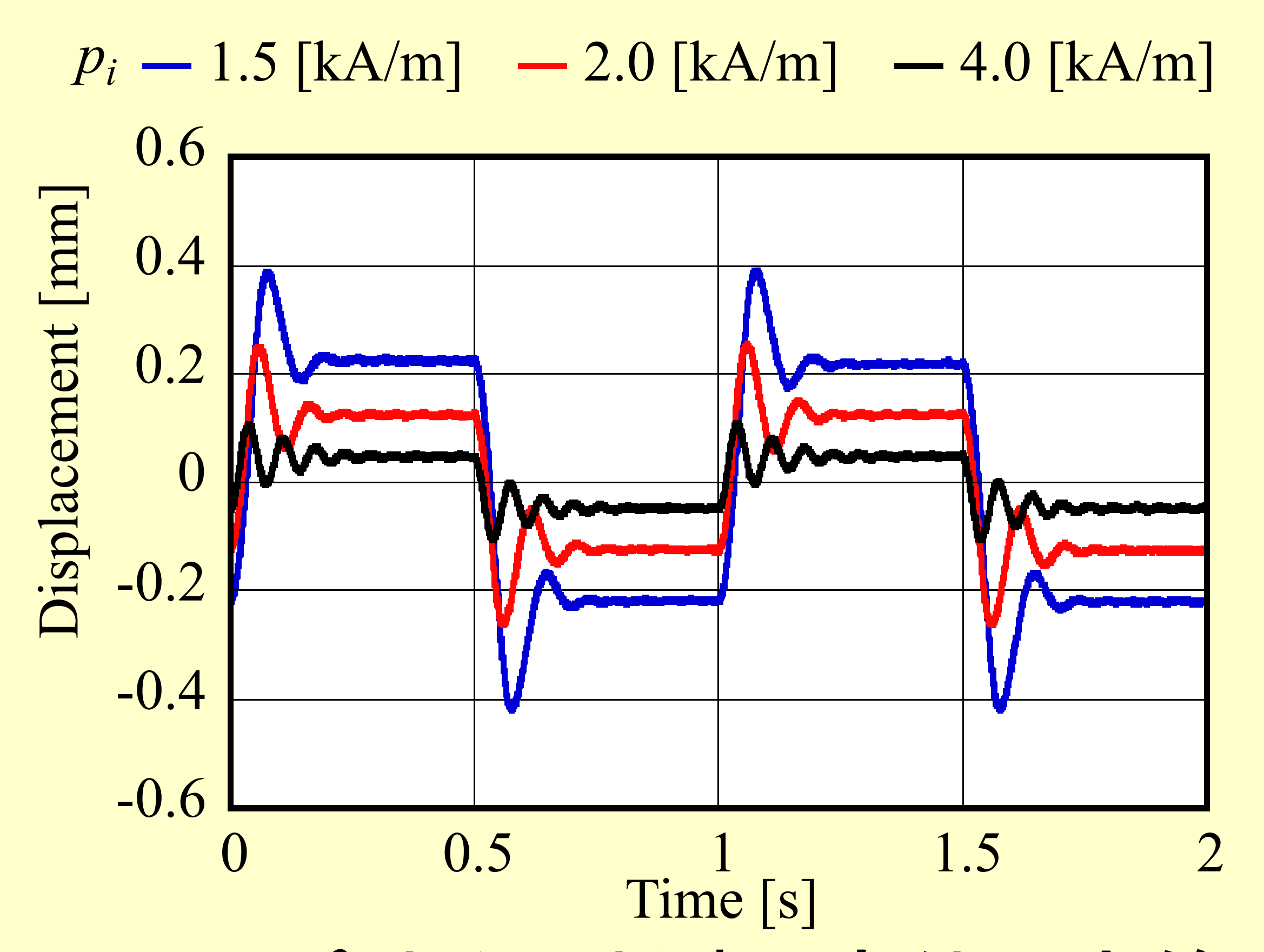
当然、線形一次ローパスフィルタでは
安定化も減衰もできない。

M-FOREだけで安定化可能！

たった一つの要素！ 微分要素が不要！

積分器と併用も可能

減衰は遷移後の値による



ステップ外乱に対する変位の応答

磁気浮上系のための新しい **古典制御** の提案

古典制御はまだまだ研究できる分野