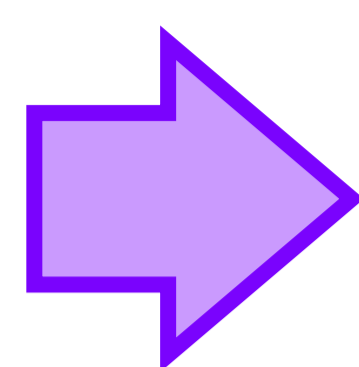


研究背景

EVやHEVは動力源として永久磁石同期モータを利用

駆動用モータに対する
2つの要求
 高出力化: ハイパワーな運転
 高応答化: 制振制御, トラクションコントロール

⇒安全・快適な運転が可能に



簡単な実現法: バッテリーの増設

スペースの限られる移動体ではハードウェアの変更による実現が困難

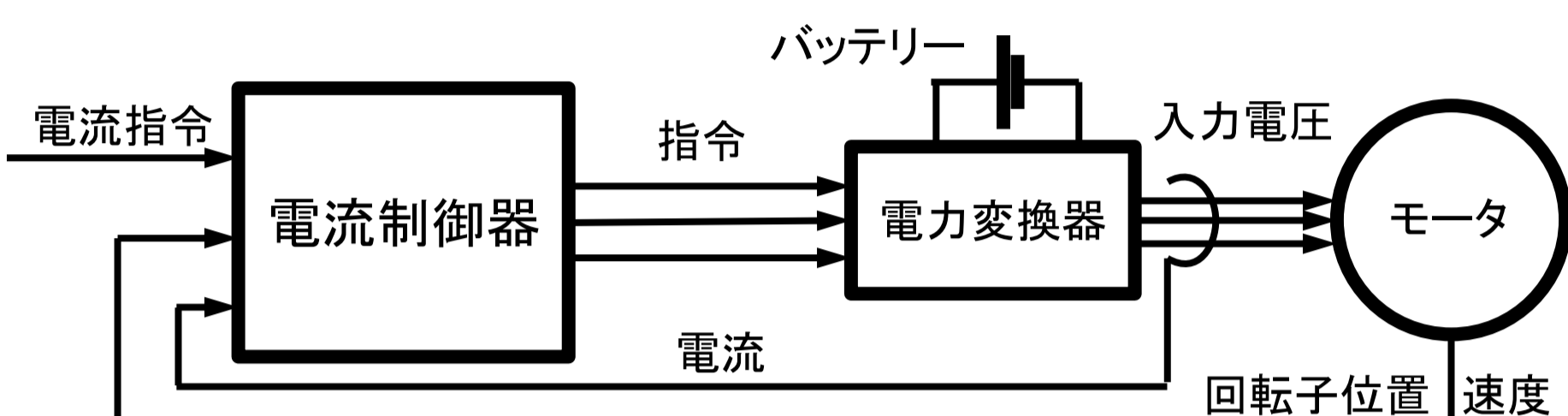
駆動モータへの要求を満たす手法として**モデル予測制御**に注目

モデル予測制御は2つの要求を実現できるが制御性能に問題

研究目的: モデル予測制御の制御性能の向上

モデル予測制御の流れ

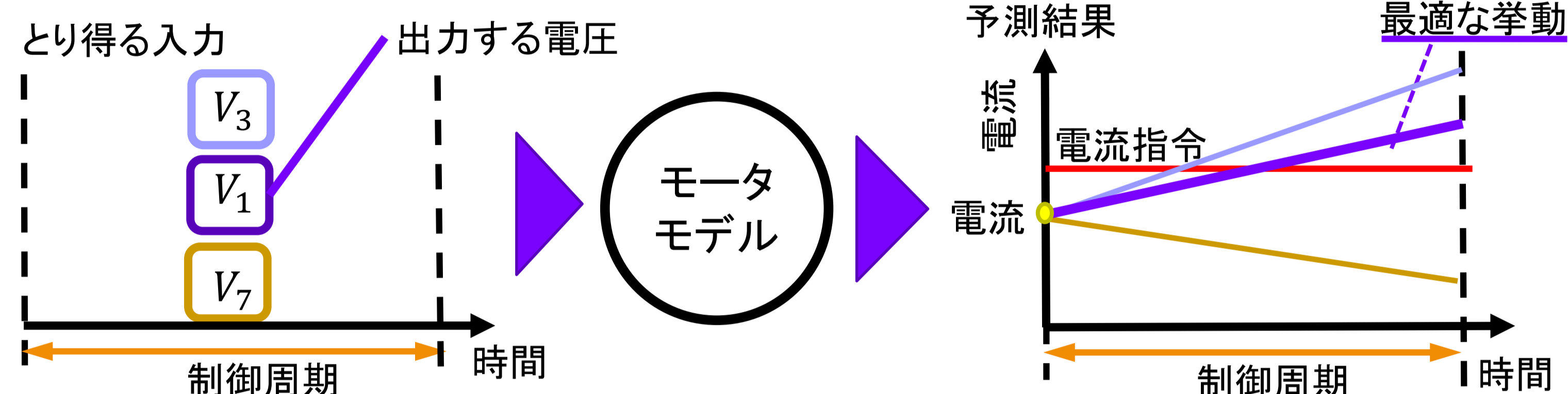
モータの電流制御系



モータへの入力電圧を
制御器が決定することで
モータを制御

一般手法では電流指令と実電流の誤差から電圧指令を計算

電流挙動の予測

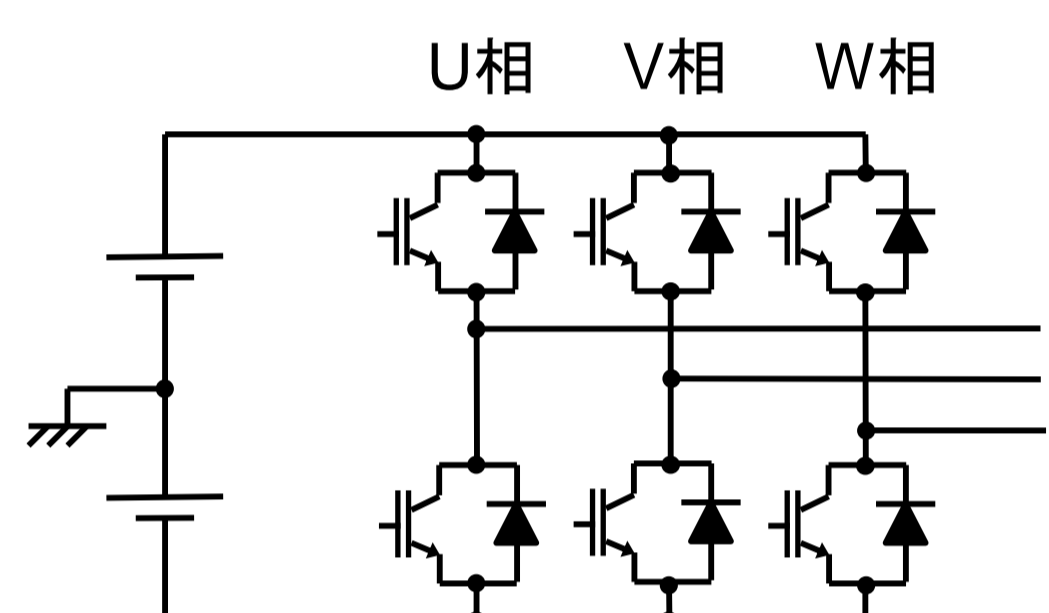


モデル予測制御では制御器内でモータモデルを用いて

各入力電圧に対する電流挙動を予測し

制御周期毎に入力する最適な電圧を探索することでモータを制御

電力変換器



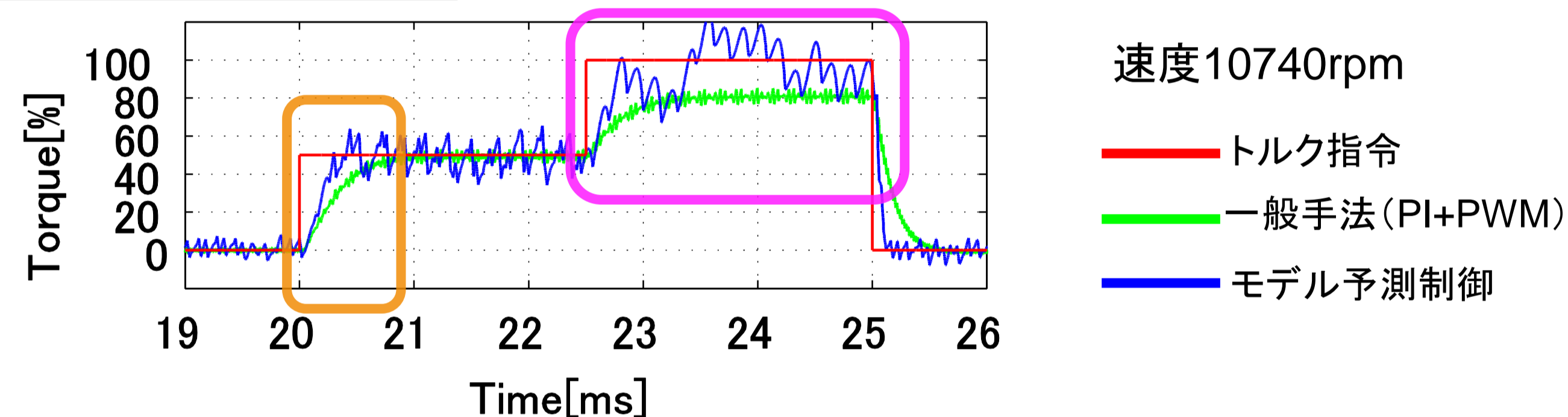
| 状態 | U相 | V相 | W相 |
|-------|----|----|----|
| V_0 | - | - | - |
| V_1 | + | - | - |
| V_2 | + | + | - |
| V_3 | - | + | - |
| V_4 | - | + | + |
| V_5 | - | - | + |
| V_6 | + | - | + |
| V_7 | + | + | + |

+ : 上側がON
- : 下側がON

電力変換器のある相の状態
上側がON, 下側がONの2通り

モータへの入力: 電力変換器のスイッチ状態(8通りの離散値)
⇒モデル予測制御ではスイッチ状態が離散であることを利用

シミュレーション



○: 高応答化・高出力化をモデル予測制御により実現

×: 定常的な制御性能が一般手法に劣る

制御性能の向上

モデル予測制御が制御性能で劣る理由: 位相分解能

位相分解能
 (制御周期は同一) 一般手法: 数百ns
 モデル予測制御: 数十 μ s(制御周期)

オーダー単位で位相分解能が異なる

制御性能の向上=細かい位相分解能の実現

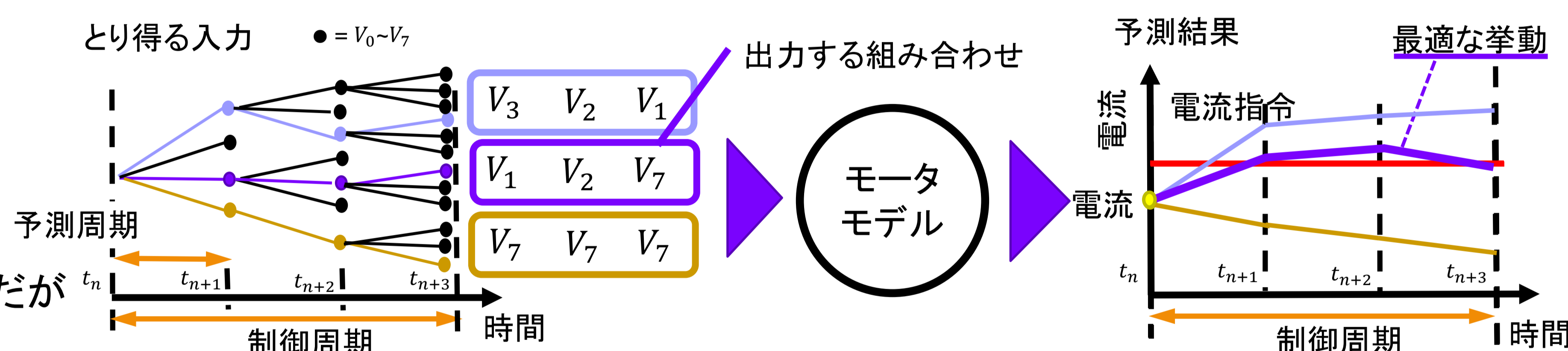
制御周期の短縮により位相分解能を細かくすることが実現可能だが
短縮できる時間には機器の制約により限界が存在

制御周期の短縮によらない位相分解能の向上が必要

⇒新たに予測周期を導入することにより分解能の向上を図る

予測周期の導入

予測周期毎に状態を変化させた組み合わせから電流挙動を予測
予測結果から最適な制御周期分の組み合わせを出力



位相分解能は向上するがとり得る入力が増加することで計算量が増大

制御性能と計算量がトレードオフの関係

十分な制御性能の実現は膨大な計算量のため困難

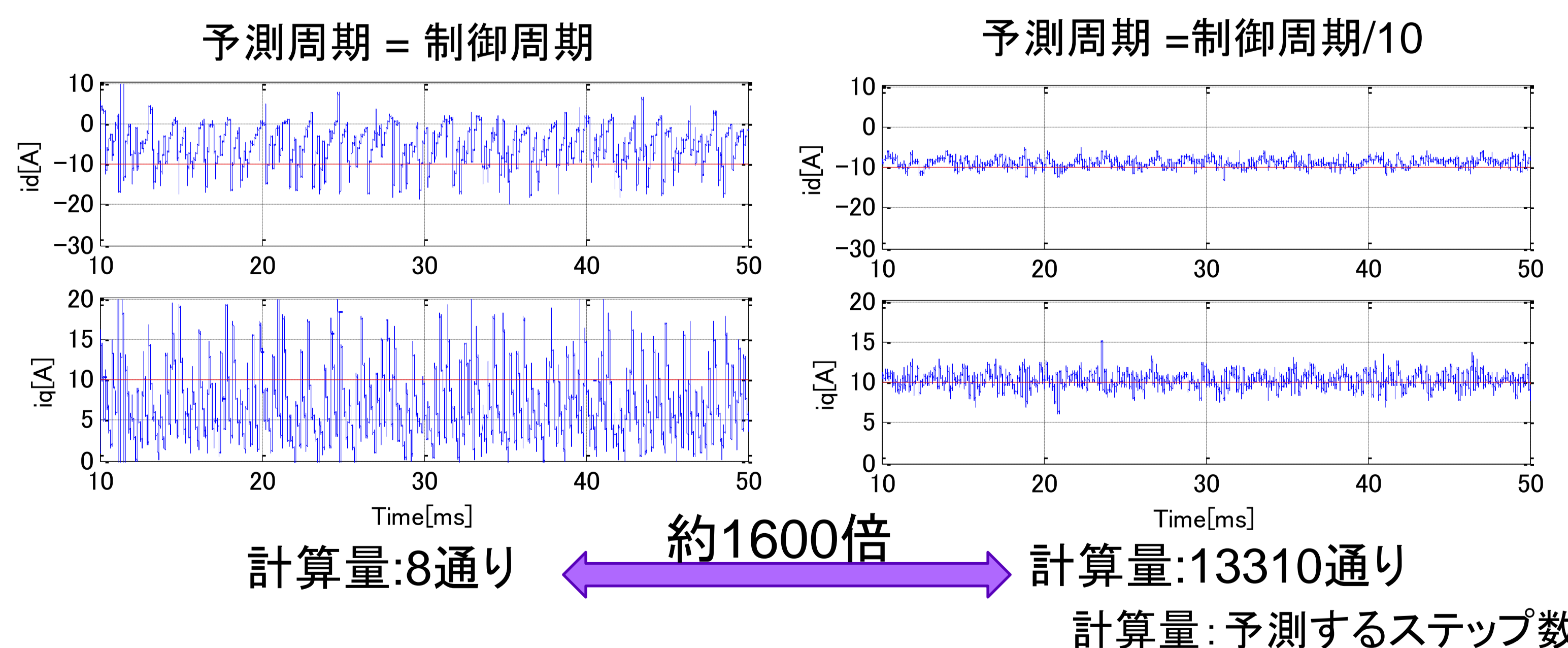
実機実験

現在計算量的に実現が可能な予測周期=制御周期/10の
設定において, 制御性能が変化を実機実験により確認

制御周期 40 μ s | d軸電流指令値 -10A
 予測周期 40.4 μ s | q軸電流指令値 10A

— 電流指令
— 電流値

予測周期の導入により
制御周期を変えずに電流制御性能が改善



計算量: 8通り ← 約1600倍 → 計算量: 13310通り
 計算量: 予測するステップ数

まとめ

高応答化・高出力化に有効であるが
制御性能で劣っていたモデル予測制御において
予測周期の導入により位相分解能を向上させることで
制御性能が向上することを実験により示した

現在の取組

実機実験における一般手法との制御性能の比較
 速度や負荷の変化など多くの動作条件による比較
 予測周期1 μ s実現に向けた検討
 現在は計算量の都合実現不可