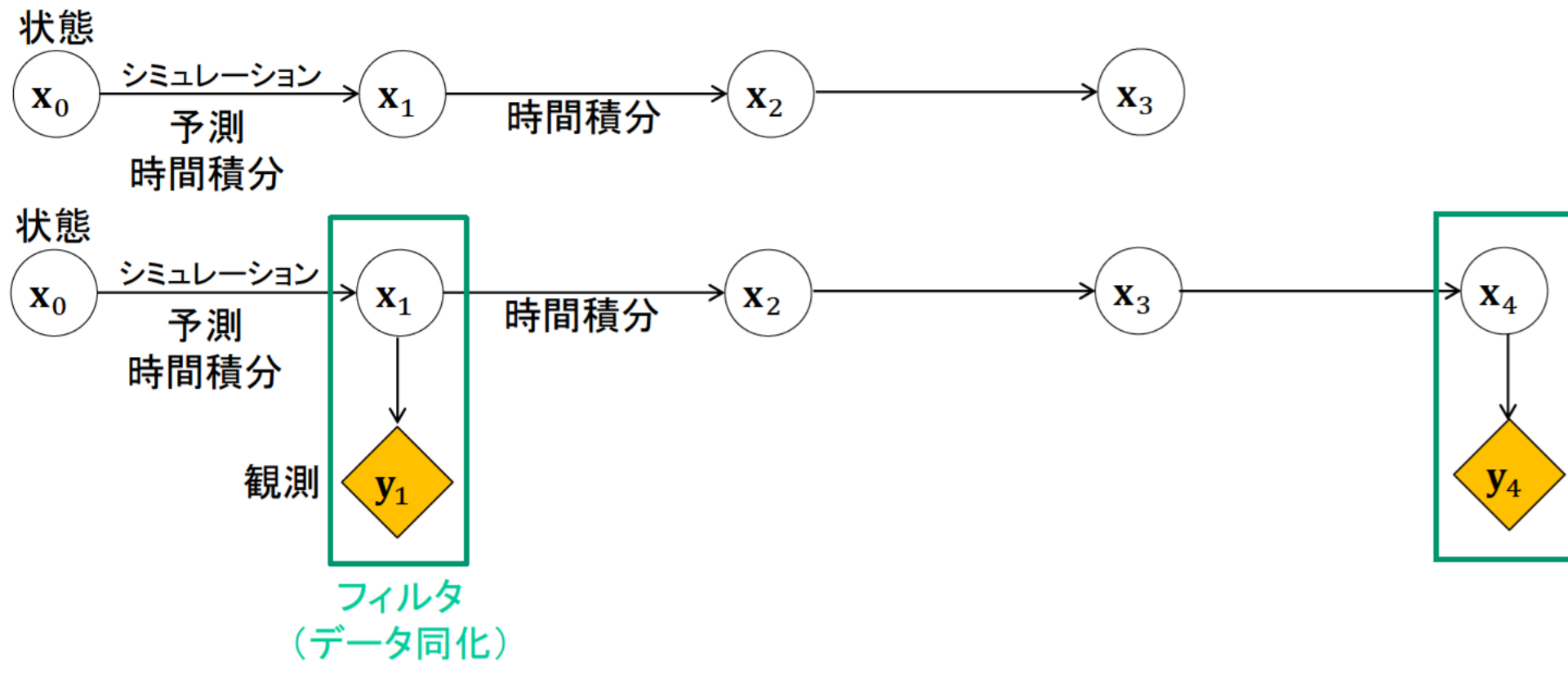


核融合プラズマの予測と制御

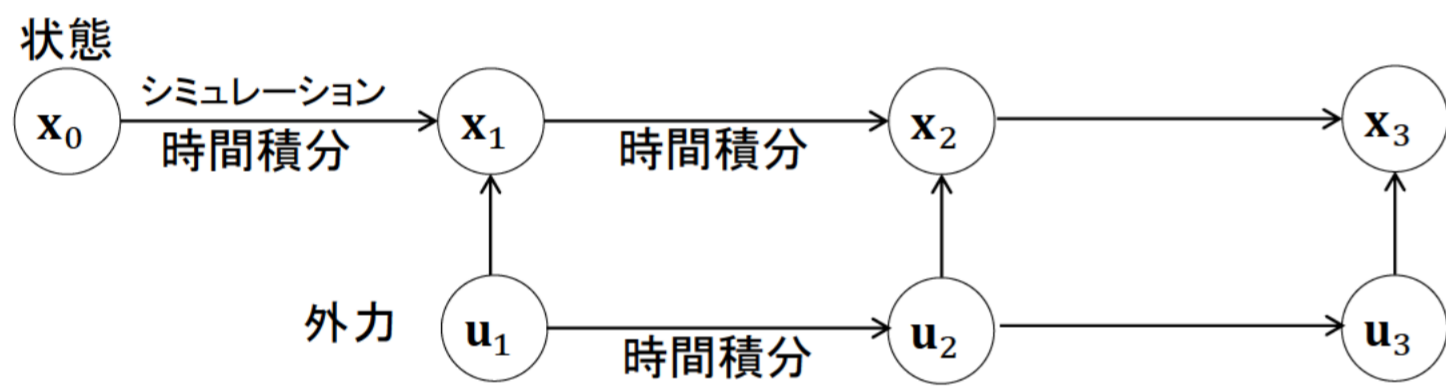
上野 玄太 学際統計数理研究系 教授

研究支援から: 標準的なデータ同化

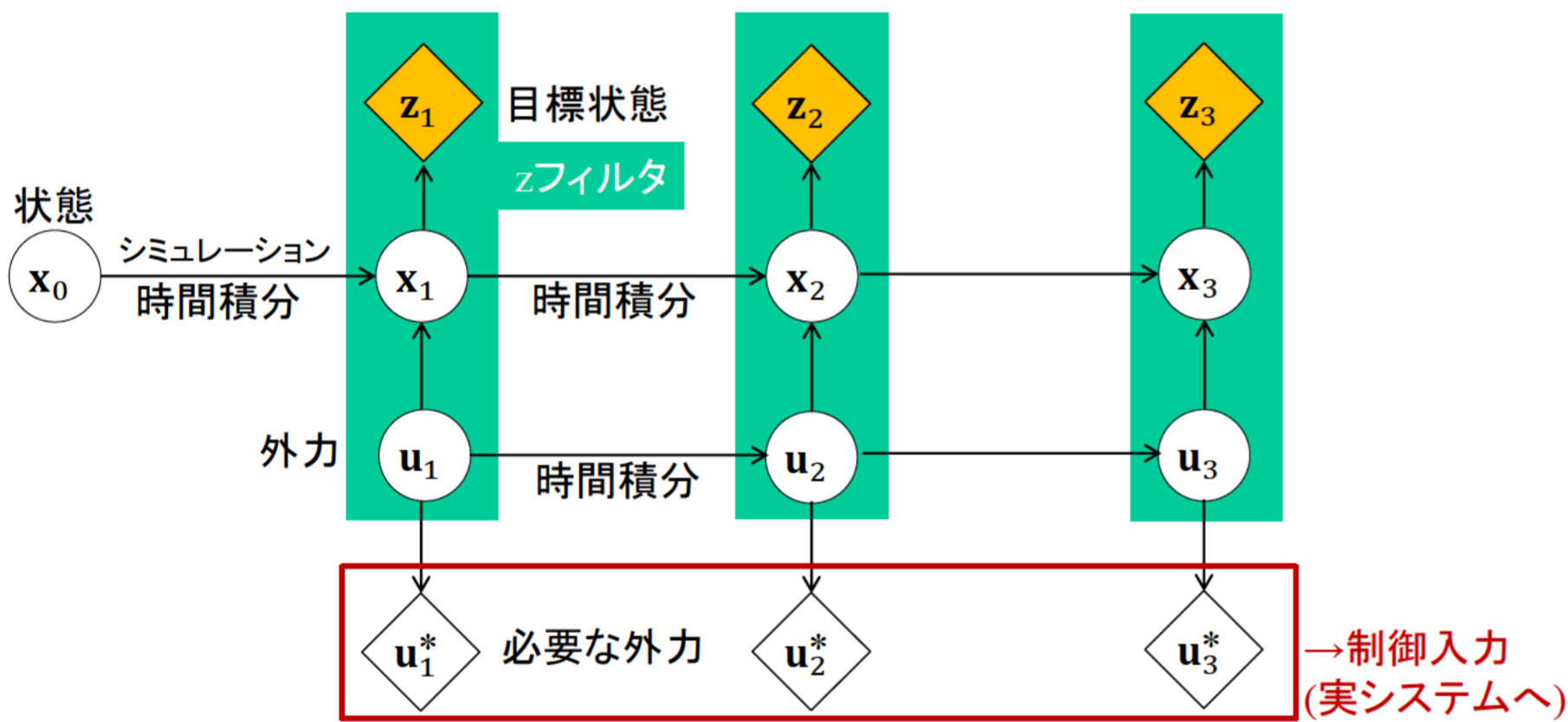


共同研究へ: 制御過程を組み込む

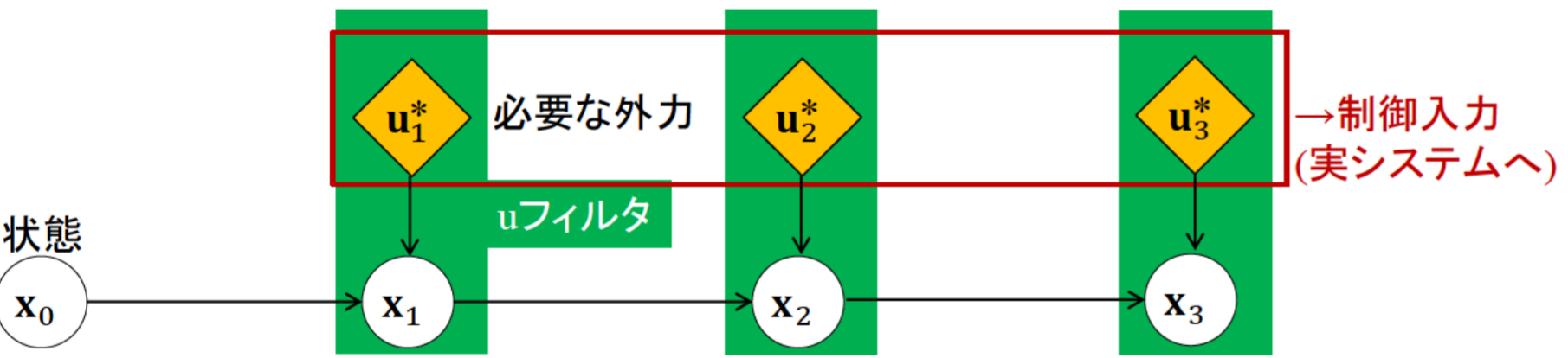
- 適切な外力(制御入力)を推定し、実システム(実験装置) 運転のスケジュールリングをしたい
- 当然ながら、スケジュールリングは実システムの運転前に済んでいる必要がある
- 観測データは実システム運転による出力であるため、観測データを見てからのスケジュールリングは意味がない
- 時間積分のやり直しはしたくない(計算負荷が大きい)



制御による目標状態をあらかじめ指定



目標状態に応じた制御計画を取得



- 以上を y_1 取得前に済ませる
--- 実システム運転 ---
- 以下は y_1 取得後の処理
- 目標状態が必ずしも達成されるわけではない
→ 実際の観測値に基づき状態修正

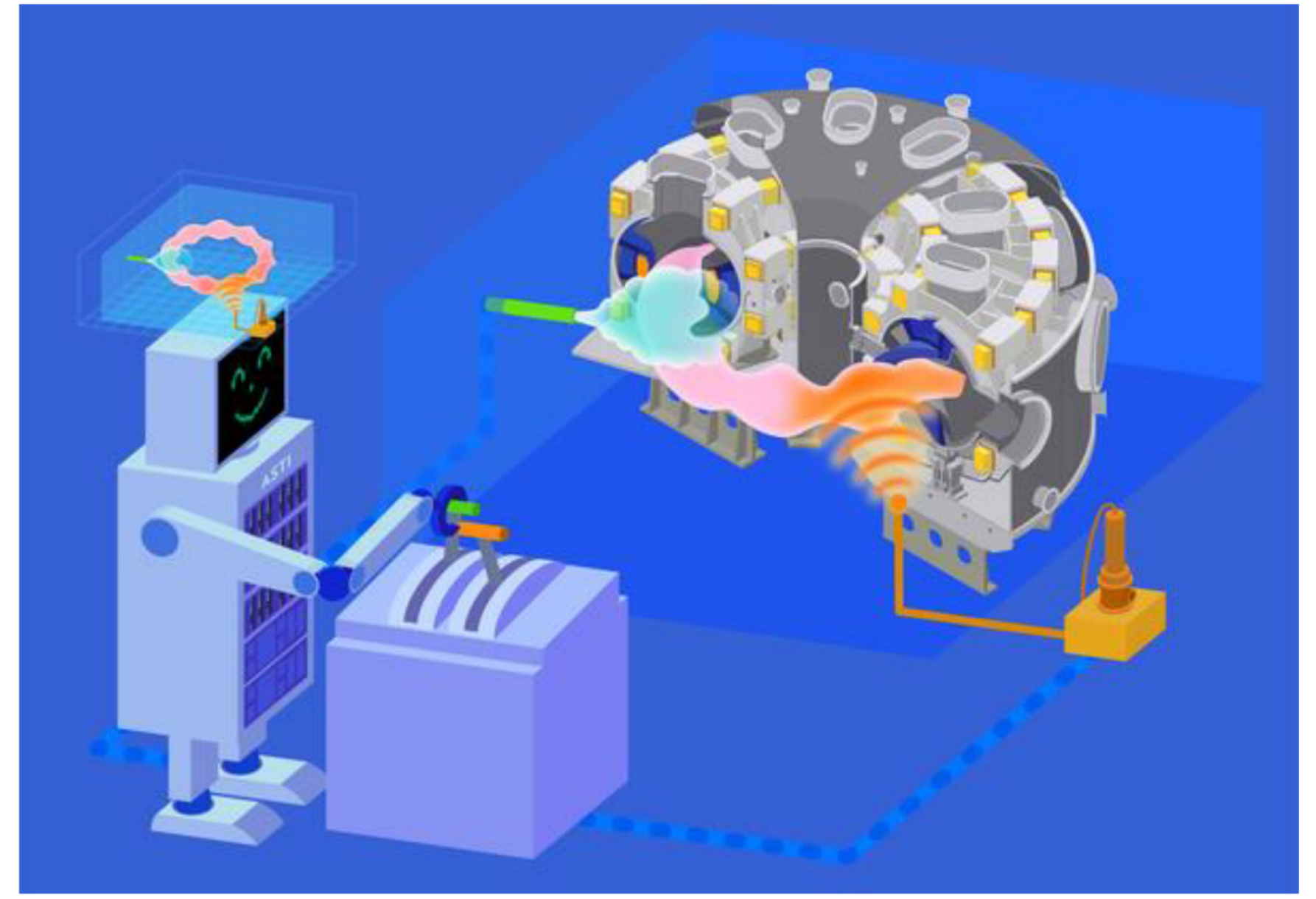
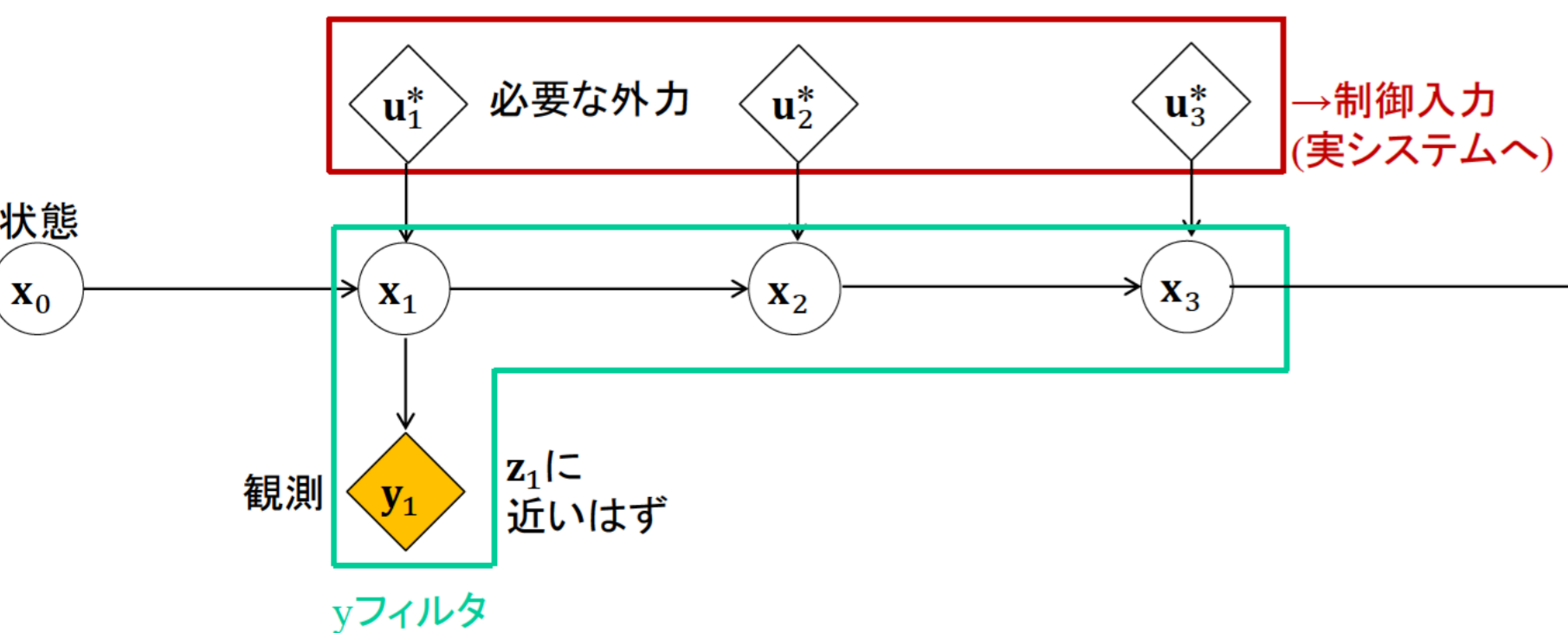


図1 計算機上に再現した仮想プラズマを通して現実のプラズマを制御するデジタルツイン制御のイメージ図。本研究では、リアルタイムで得られる観測データにより仮想プラズマの精度を高めながら制御を行うことができるシステムを開発し、LHD (大型ヘリカル装置)での実験によりその制御能力を実証した。

雑誌名: Scientific Reports
 題名: First application of data assimilation-based control to fusion plasma (核融合プラズマに対するデータ同化に基づいた制御の初適用)
 著者名: Yuya Morishita, Sadayoshi Murakami, Naoki Kenmochi, Hisamichi Funaba, Ichihiro Yamada, Yoshinori Mizuno, Kazuki Nagahara, Hideo Nuga, Ryosuke Seki, Masayuki Yokoyama, Genta Ueno, Masaki Osakabe
 DOI: 10.1038/s41598-023-49432-3

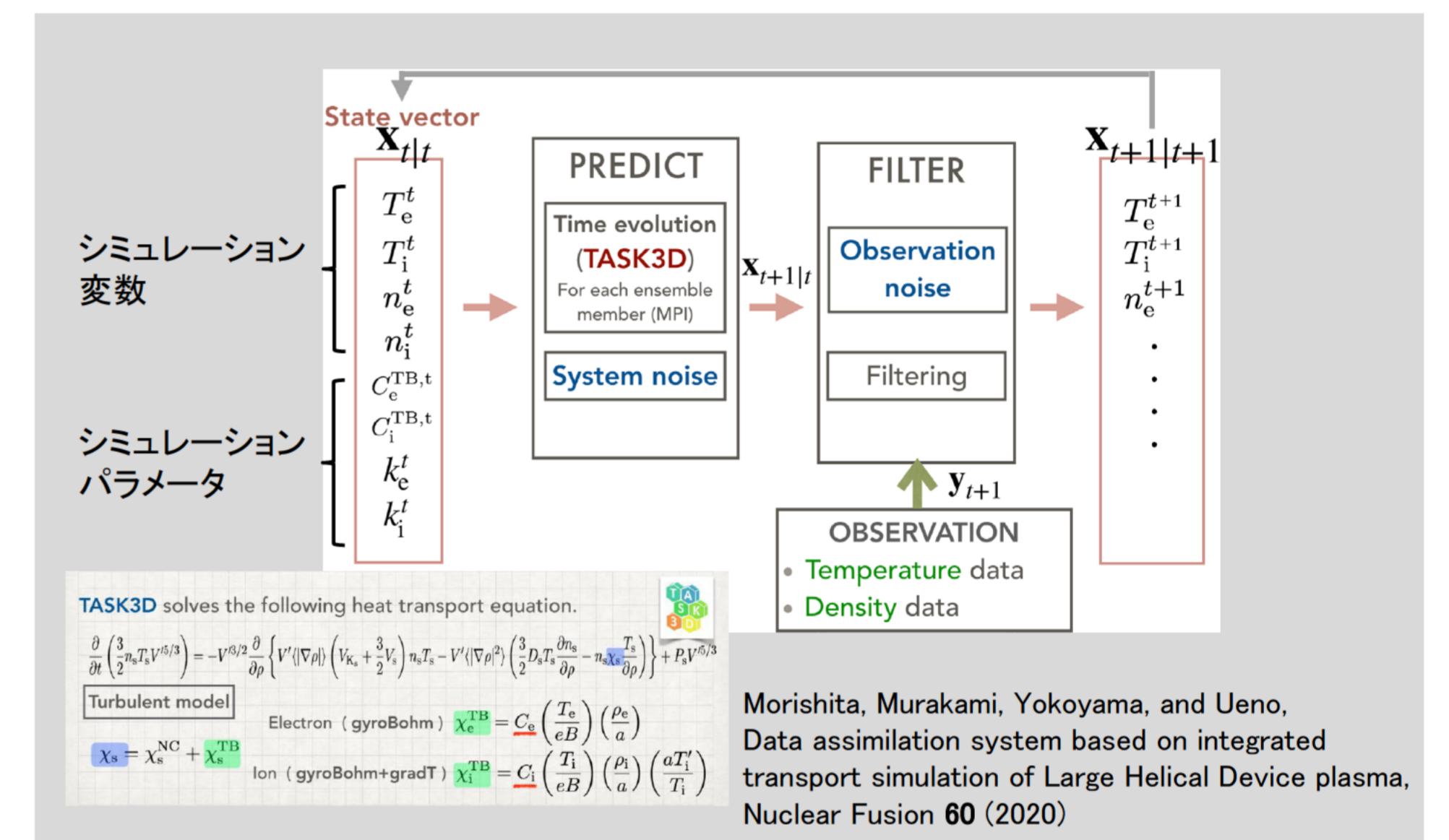


図2 核融合プラズマのシミュレーション(TASK3D)および設定した状態ベクトル。予測(PREDICT)およびフィルタ(FILTER)の繰り返し計算により観測データ(OBSERVATION)の同化を行う。

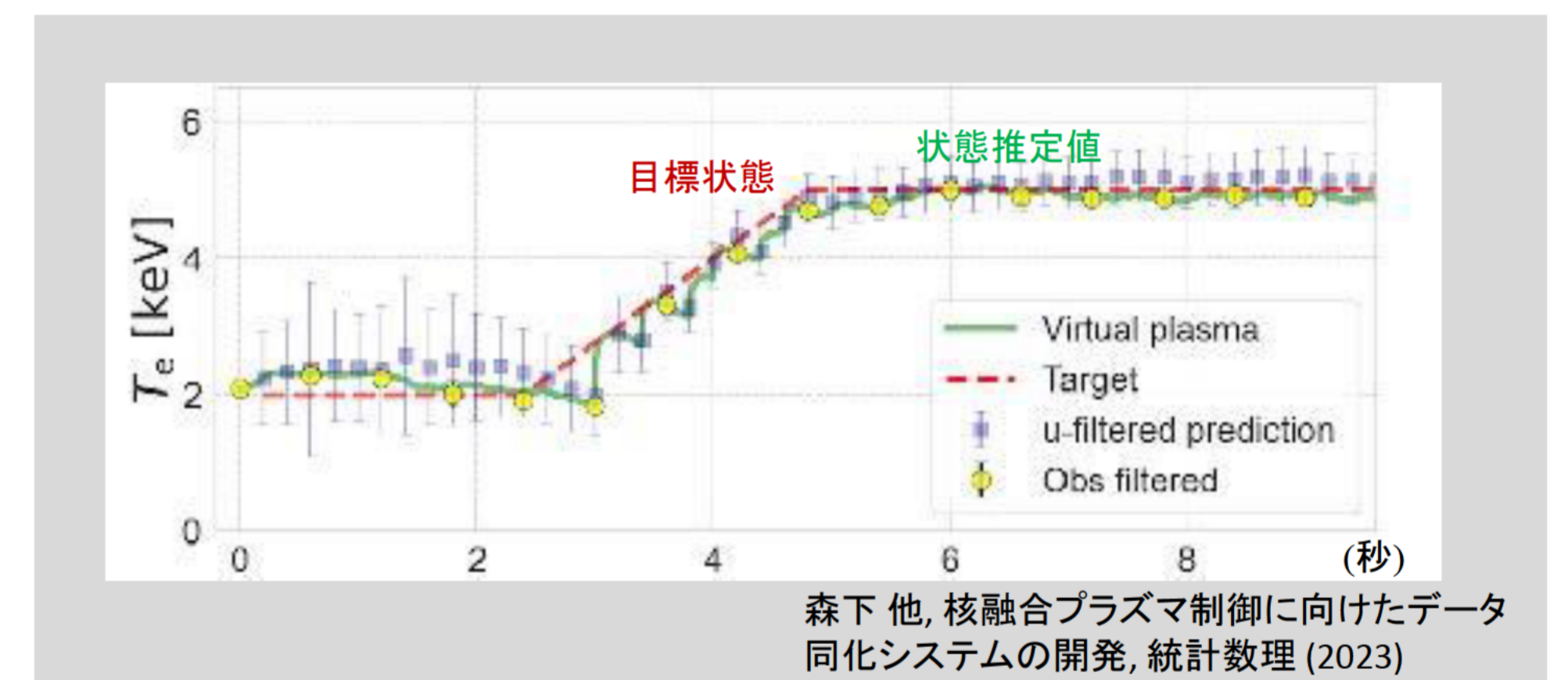


図3 仮想プラズマを用いた制御数値実験。目標状態に近い状態を実現できている

同様に以下を y_4 取得前に済ませる

