

# 進捗報告 ?/? (?)

長崎大学工学部工学科 B4 丸田研究室  
35221011 大塚直哉

## 一旦現状をまとめる

- コンバータの仕様
- シミュレーションデータ
  - RNN のみ
  - GRU のみ
  - 合わせたやつ
- 実機データ
  - RNN のみ
  - GRU のみ
  - 合わせたやつ

## コンバータの仕様

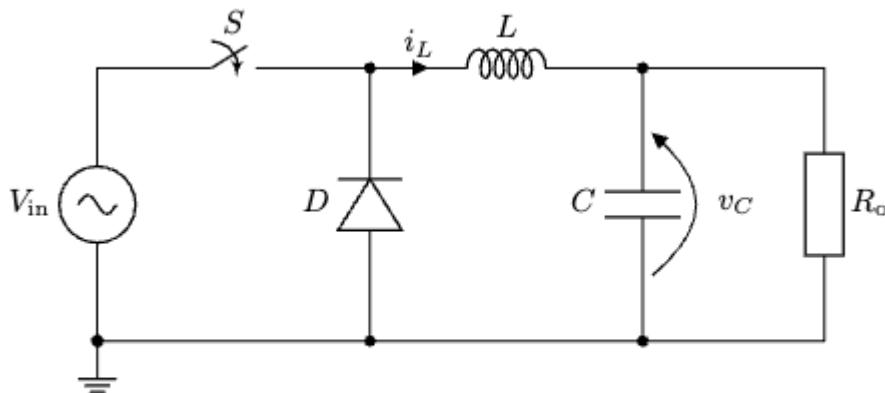


図 1 Buck コンバータの基本回路

- スイッチング信号  $u[k]$  は  $\{0, 1\}$  の 2 値をとる
  - $u[k] = 1$  のときスイッチ ON
  - $u[k] = 0$  のときスイッチ OFF
- $v_s[k]$  は、入力電圧  $V_{in}$  とスイッチング信号  $u[k]$  の積で表される
  - $v_s[k] = V_{in} \cdot u[k]$
- インダクタ電流  $i_L[k + 1]$  の更新式:

$$i_L[k + 1] = i_L[k] + \frac{\Delta t_k}{L} (v_s[k] - v_C[k])$$

- 出力コンデンサ電圧  $v_C[k + 1]$  の更新式:

$$v_C[k + 1] = v_C[k] + \frac{\Delta t_k}{C} \left( i_L[k] - \frac{v_C[k]}{R_o} \right)$$

## 回路パラメータ（シミュレーション・実験共通の標準値）

パラメータ	記号	真値	初期値	単位
インダクタ	$L$	223.6	200	$\mu\text{H}$
キャパシタ	$C$	73.8	100	$\mu\text{F}$
負荷抵抗	$R$	5	8	$\Omega$
入力電圧	$V_{\text{in}}$	10	-	V
スイッチング周波数	$f_{\text{sw}}$	100	-	kHz
スイッチング周期	$T = 1/f_{\text{sw}}$	10	-	$\mu\text{s}$

## シミュレーションデータ

---

### RNNのみ 過渡状態のみ

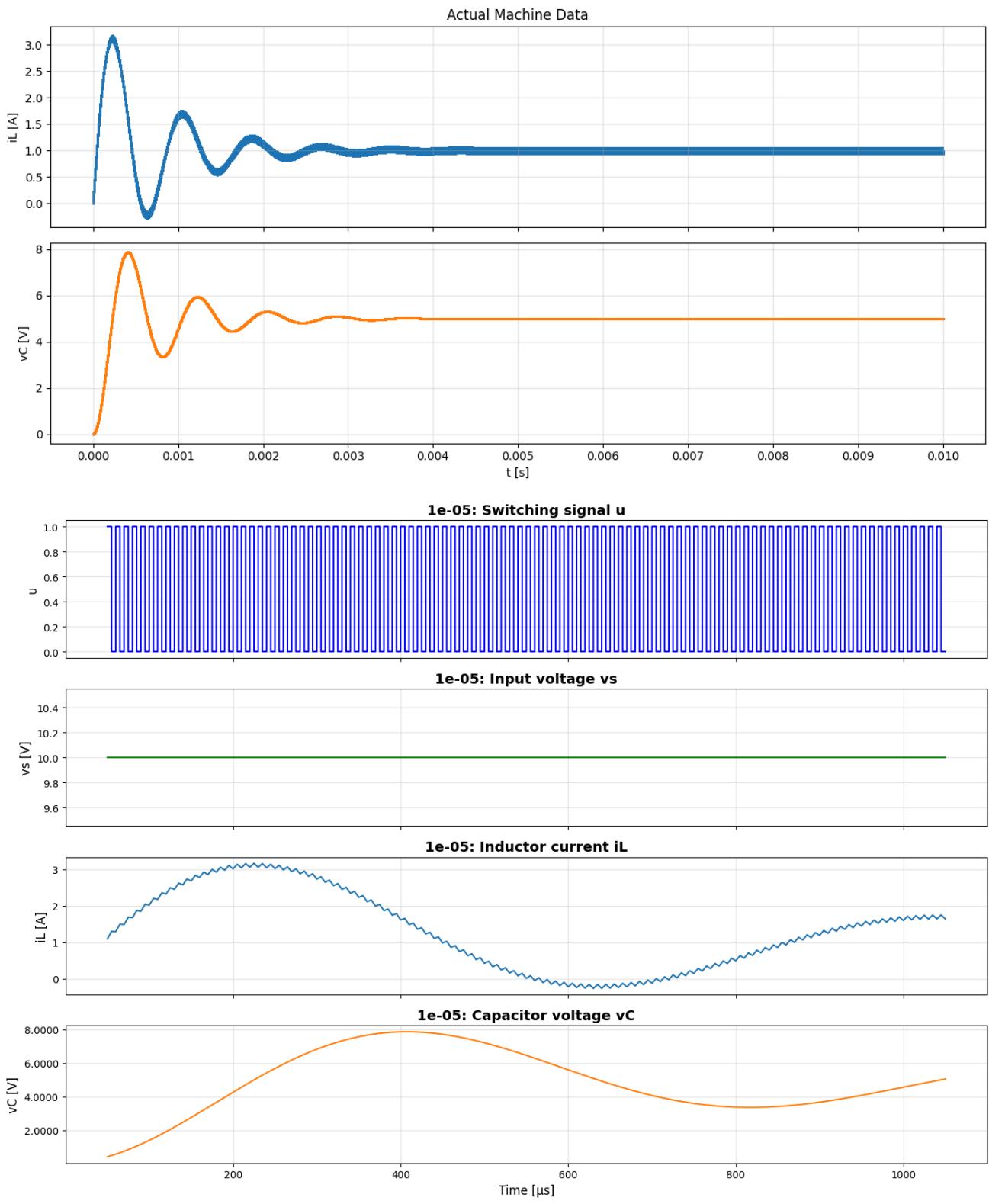
#### 使用データ

- データソース:** シミュレーションデータの 6~105 周期の 100 周期分
- サンプリング数:** 1 周期あたり 200 プロット、約 20000 プロット
- 学習設定:**
  - エポック数 : 10000
  - 学習率:
    - $L: 5\text{e-}2$
    - $C: 1\text{e-}2$
    - $R: 2\text{e-}2$

#### 前処理

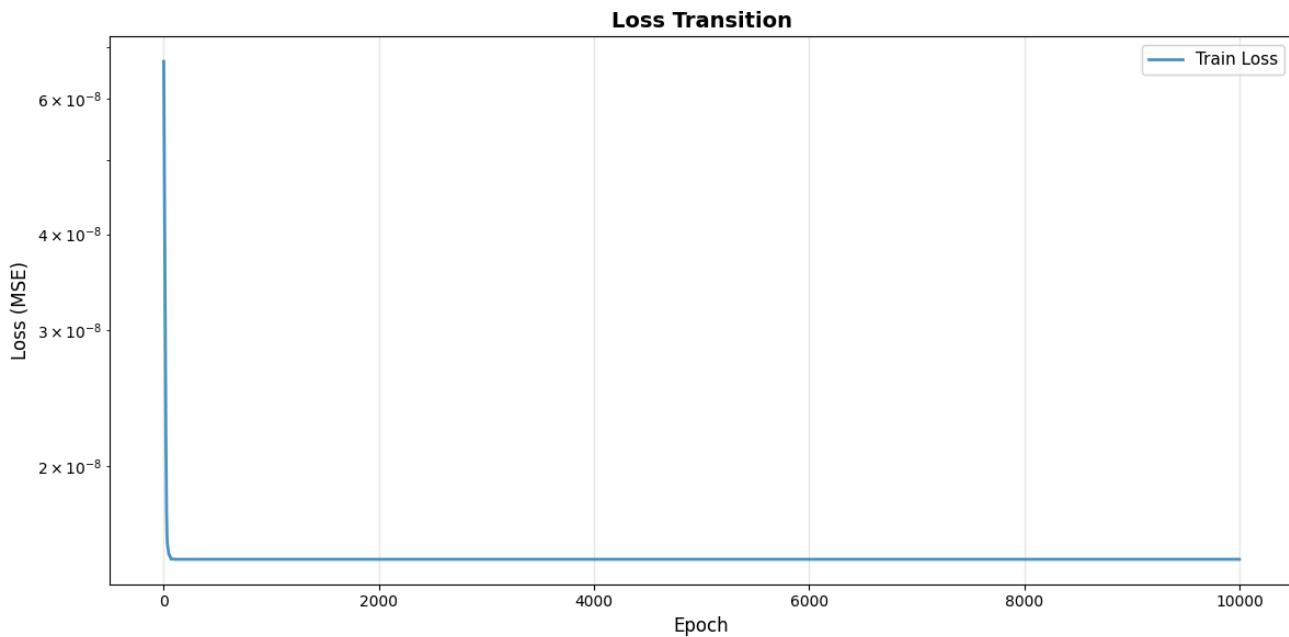
- ダウンサンプリング:** 生波形を「1 周期あたり 200 点」になるように間引き（例:  
`downsample_step = len(t_raw)//(_T*200)`）
- 平滑化 (FIR ローパス) :** `firwin` で FIR を設計し、`filtfilt` でゼロ位相フィルタリング (`fc = 0.2 * f_sw`、`iL: taps=3`, `vC: taps=1000`)

#### 学習データ

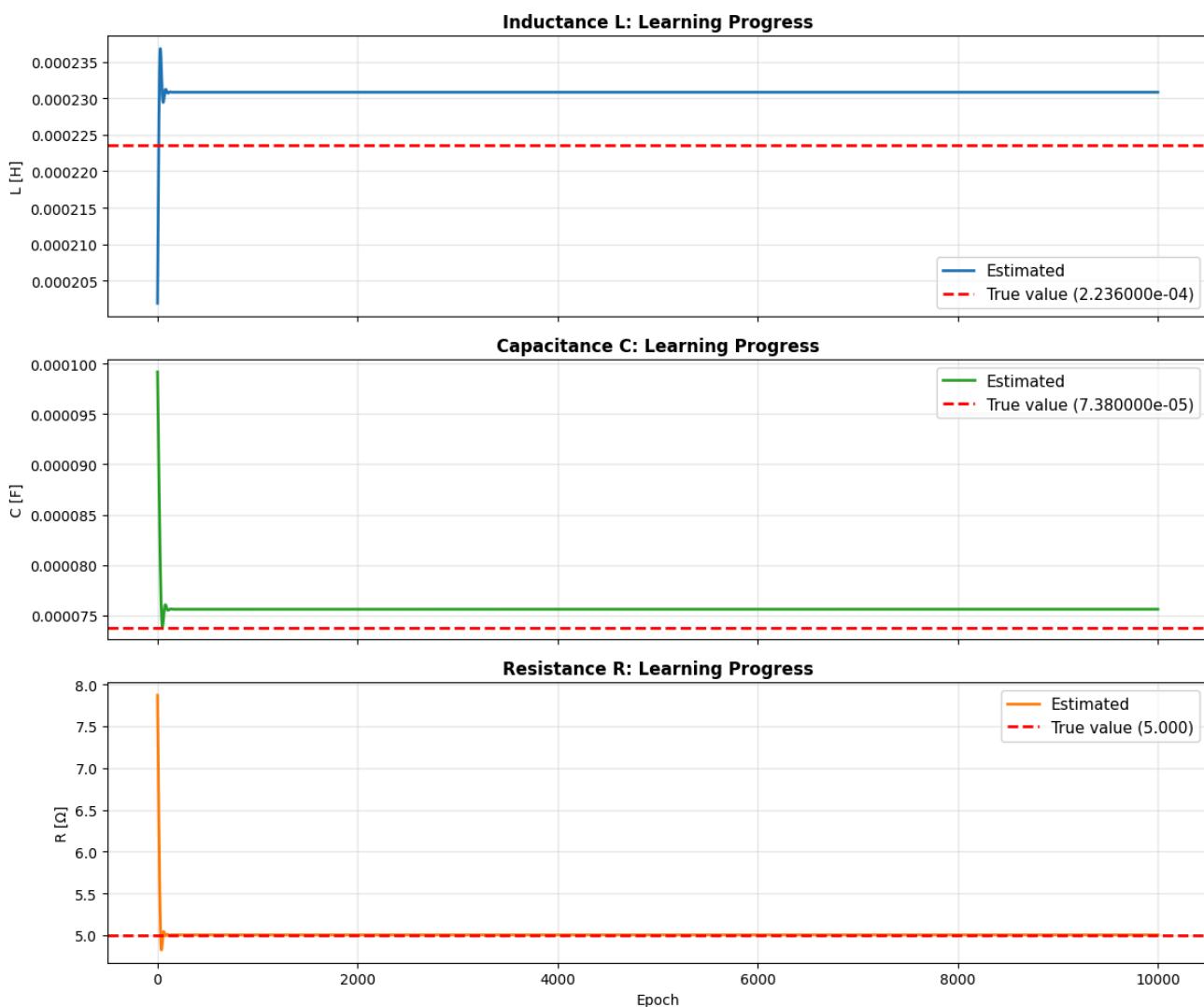


## パラメータ推定結果

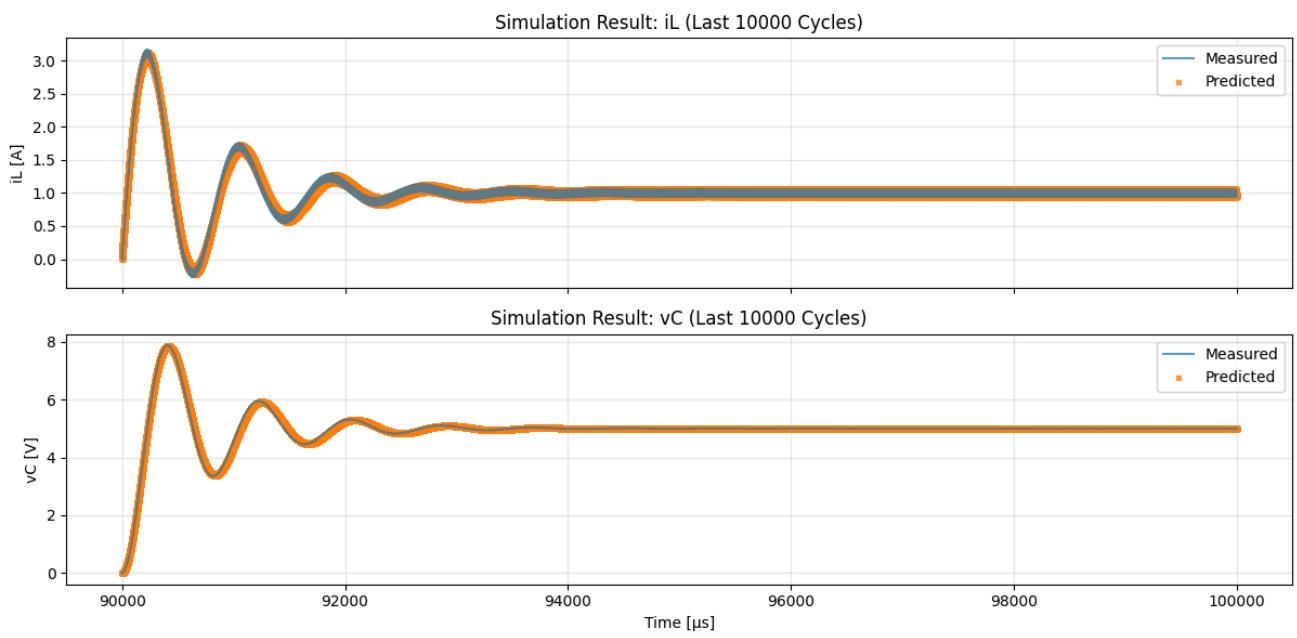
	インダクタ $L$	キャパシタ $C$	抵抗 $R$
真の値	223.6 [ $\mu\text{H}$ ]	73.8 [ $\mu\text{F}$ ]	5.00 [ $\Omega$ ]
初期値	200.0 [ $\mu\text{H}$ ]	100.0 [ $\mu\text{F}$ ]	8.00 [ $\Omega$ ]
推論値	232.2 [ $\mu\text{H}$ ]	74.1 [ $\mu\text{F}$ ]	5.00 [ $\Omega$ ]
推定誤差	3.83 [%]	0.46 [%]	0.01 [%]



パラメータ推移（学習過程）



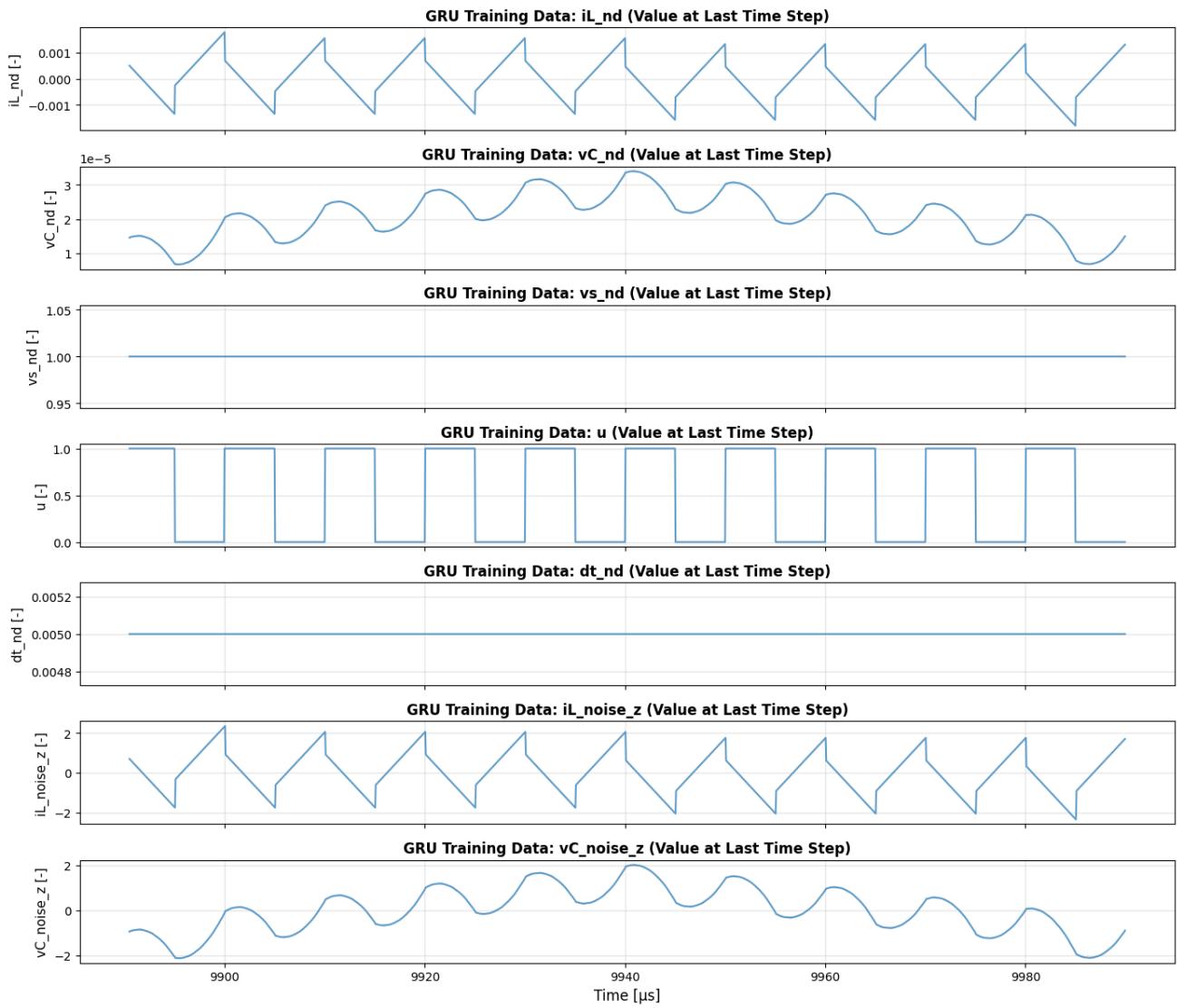
学習済みモデルと教師データの比較



- 不連続が含まれているのに、BuckConverterCell では不連続を考慮していない

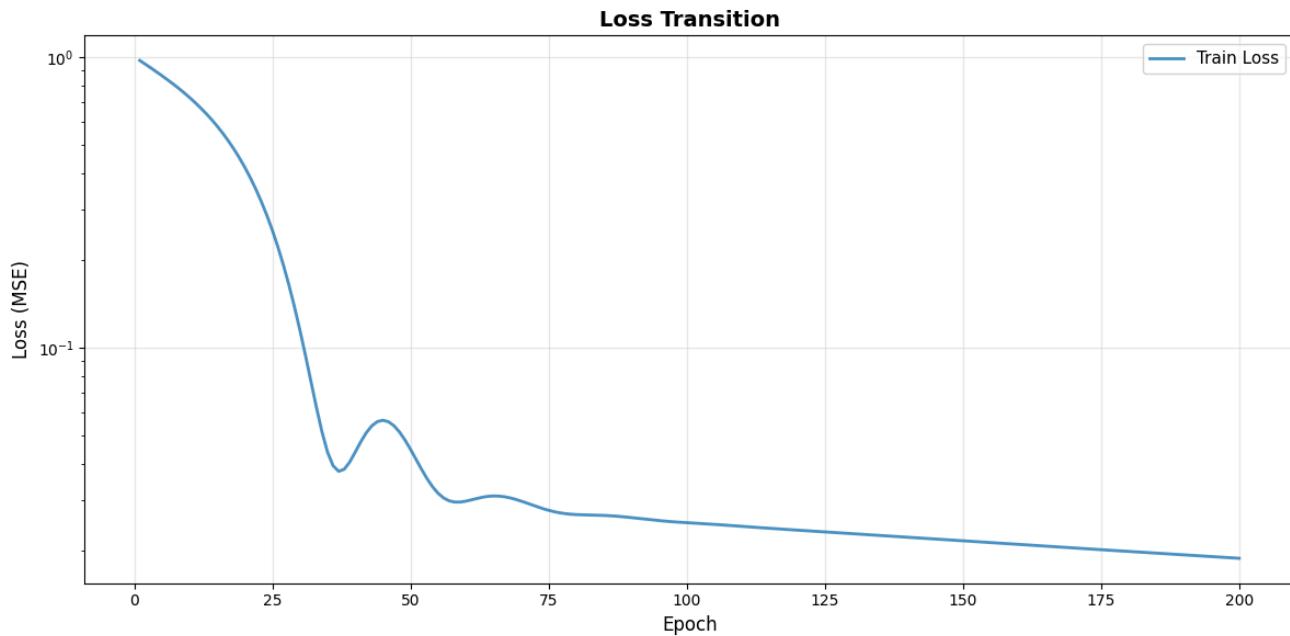
## GRU のみ 過渡状態のみ

学習データ

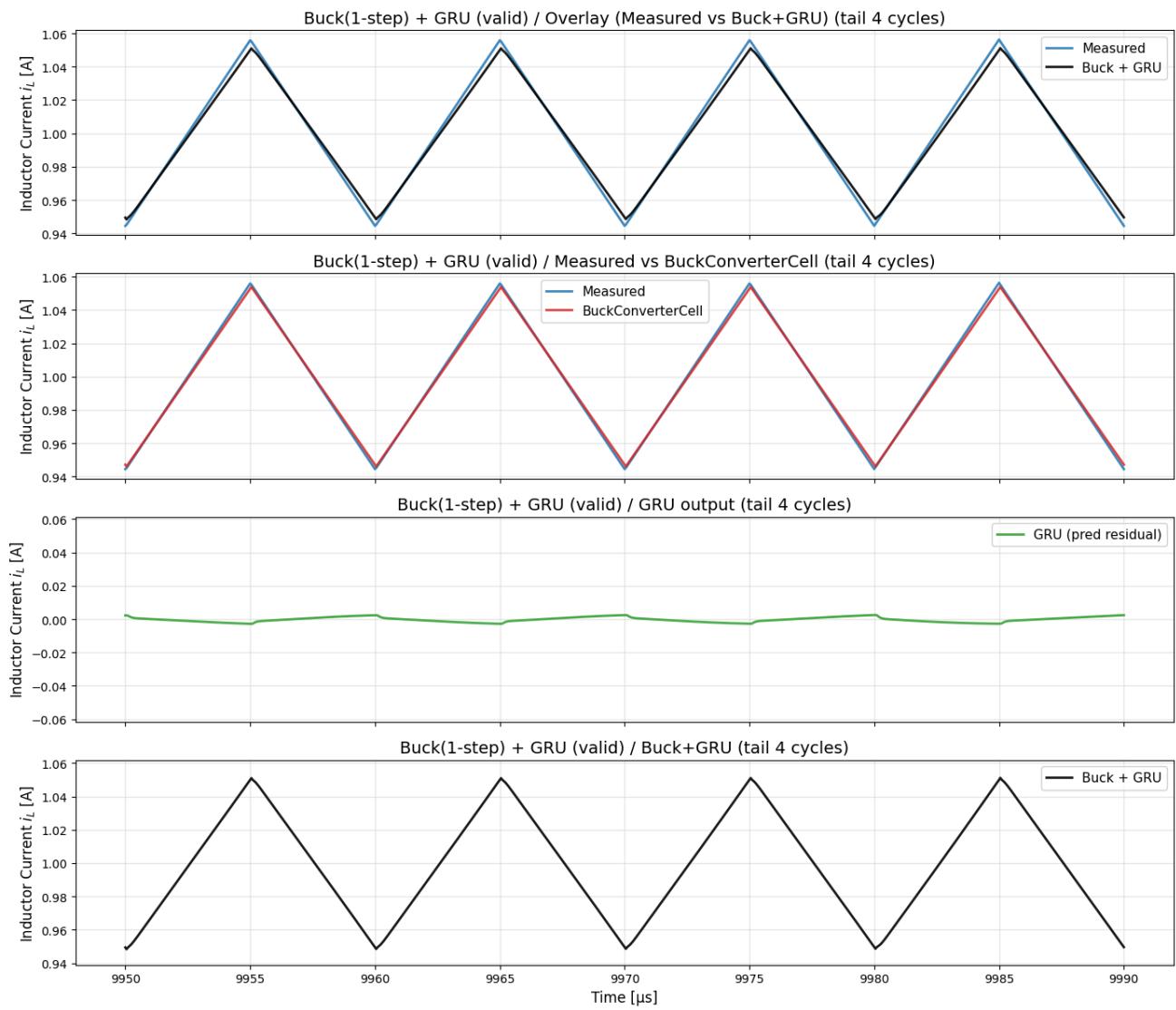


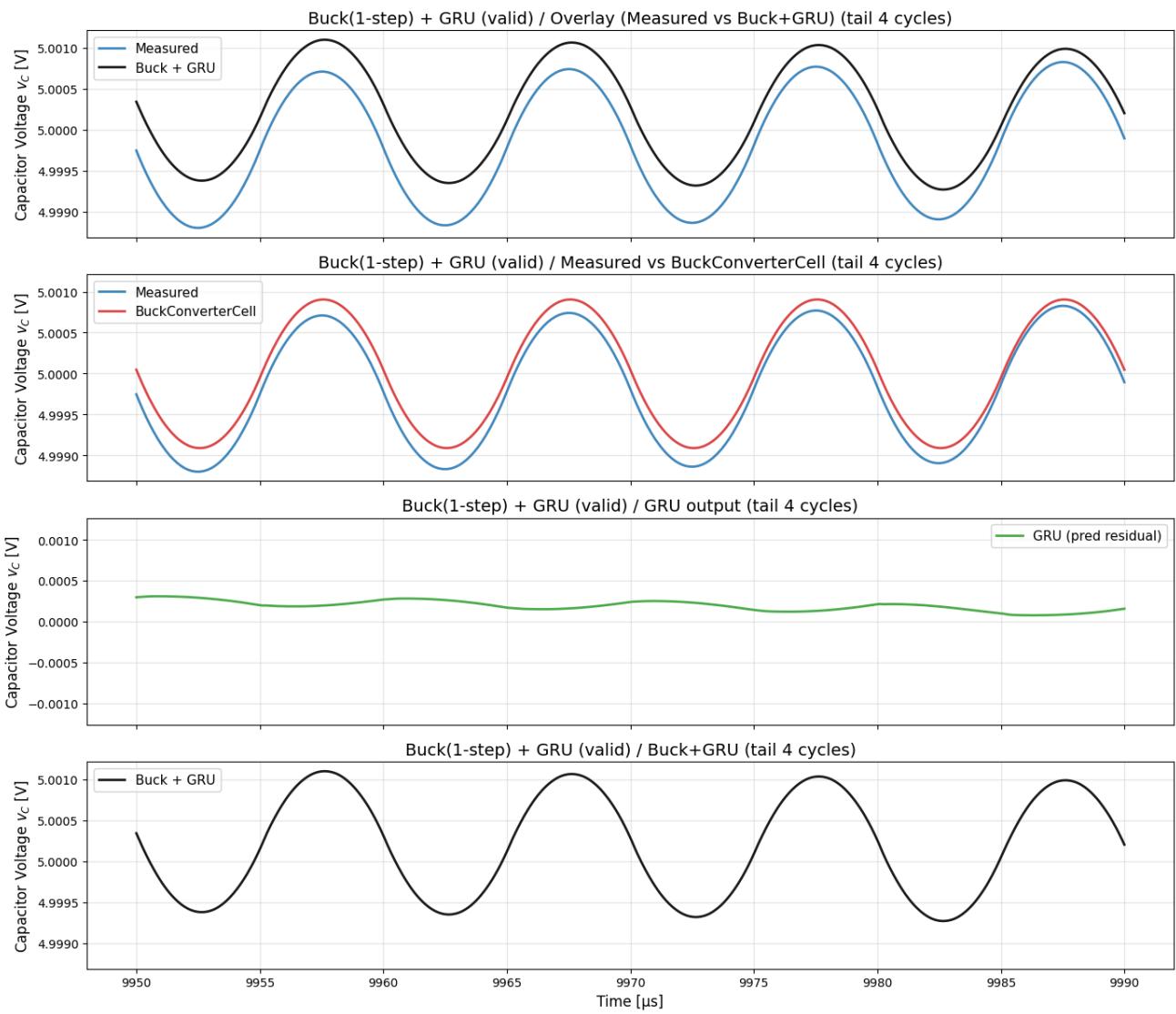
- 無次元化（物理基準）：
  - $i_L$  は  $i_{base} = V_{in} / R_{load}$  で規格化（例:  $i_{L\_nd} = i_L / (V_{in} / R_{load})$ ）
  - $v_C$  と  $v_s$  は  $v_{base} = V_{in}$  で規格化 ( $v_{C\_nd} = v_C / V_{in}$ ,  $v_{s\_nd} = v_s / V_{in}$ )
  - $dt$  は  $t_{base} = T$  で規格化 ( $d_{t\_nd} = dt / T$ )
  - $u$  は 0/1 なのでそのまま
- ノイズのみ z-score: `noise_train` の平均・標準偏差で標準化し、推論後に逆変換して Buck 出力に加算（詳細は [note5/note.ipynb](#) の `Scalers · fit_scalers_physics` 参照）

## 結果



## BuckConverterCell + GRU 推論結果





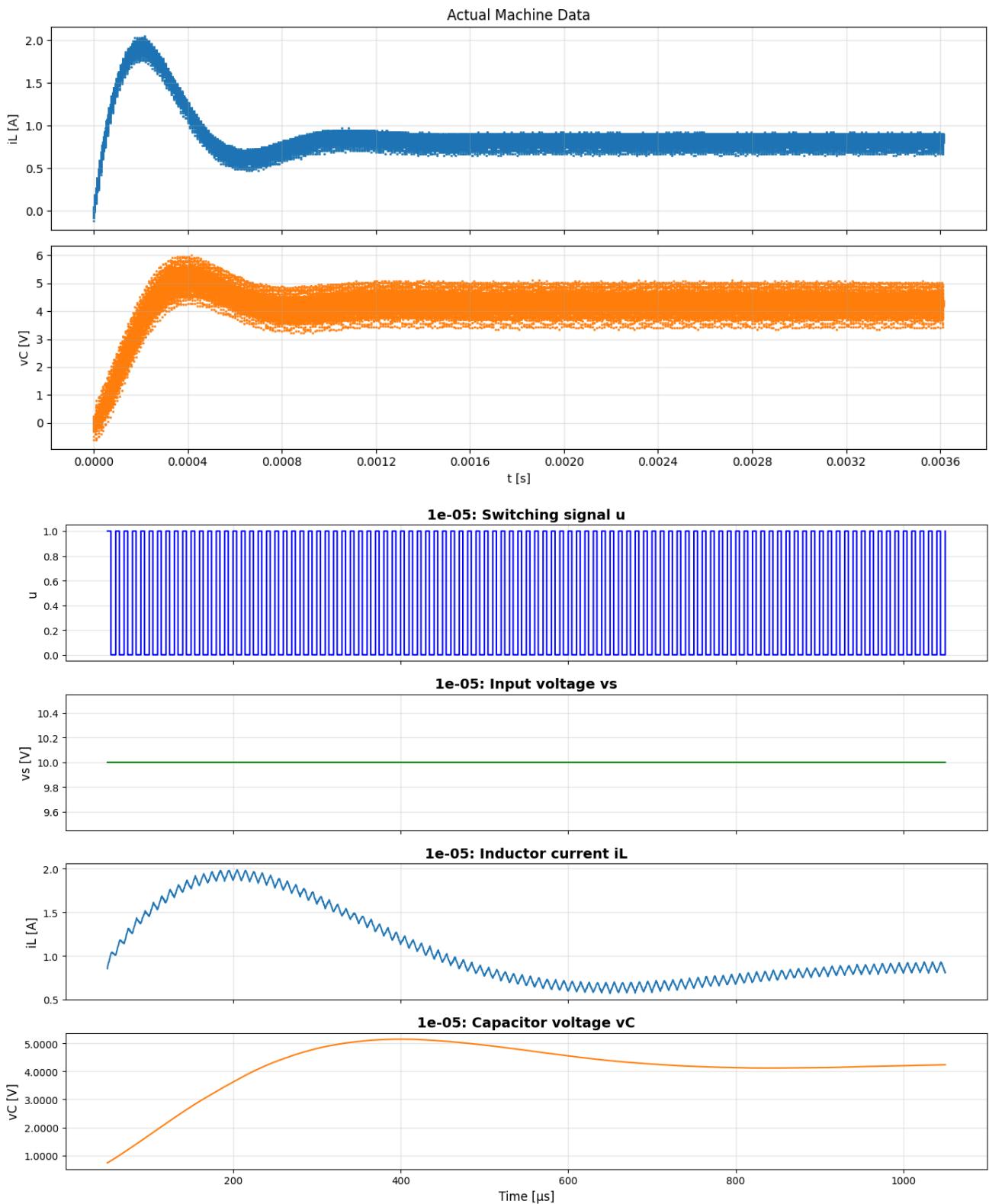
## 実機データ

RNN のみ 過渡状態のみ

使用データ

- データソース: 実機データの 6~105 周期の 100 周期分
- サンプリング数: 1 周期あたり 200 プロット、約 20000 プロット
- 学習設定:
  - エポック数 : 10000
  - 学習率:
    - $L: 5e-2$
    - $C: 1e-2$
    - $R: 2e-2$
- 前処理: シミュレーションと同様 (ダウンサンプリング、FIR ローパス平滑化、区間切り出し、1-step 学習用の整列)

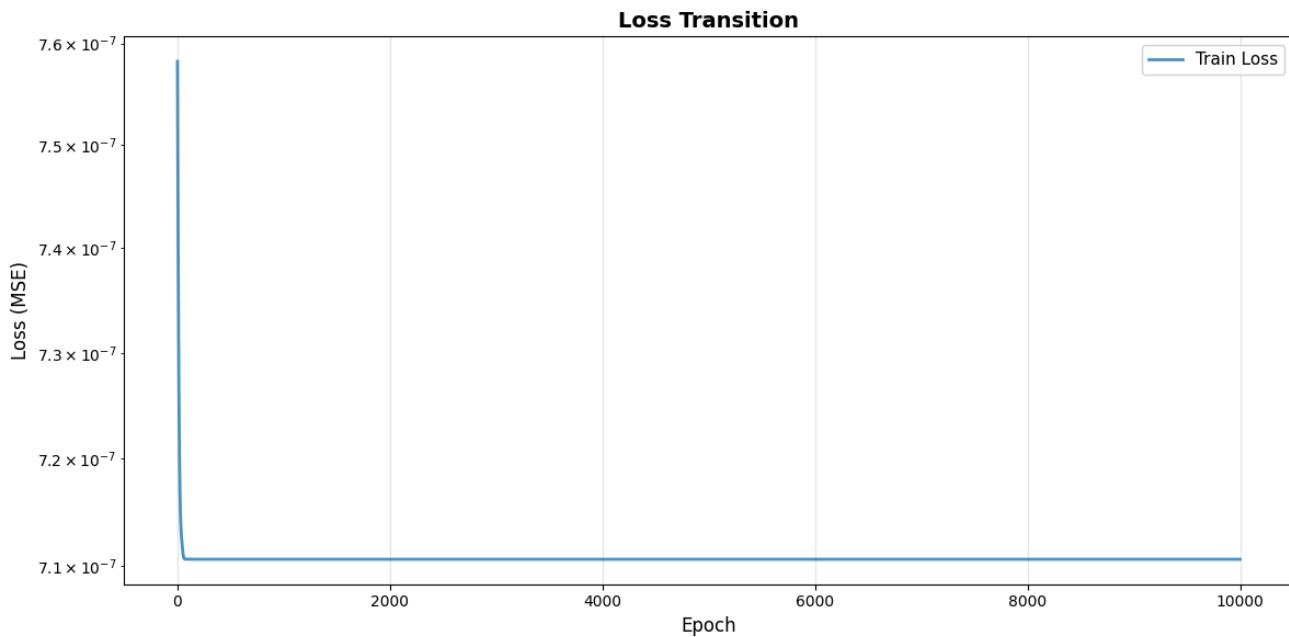
学習データ



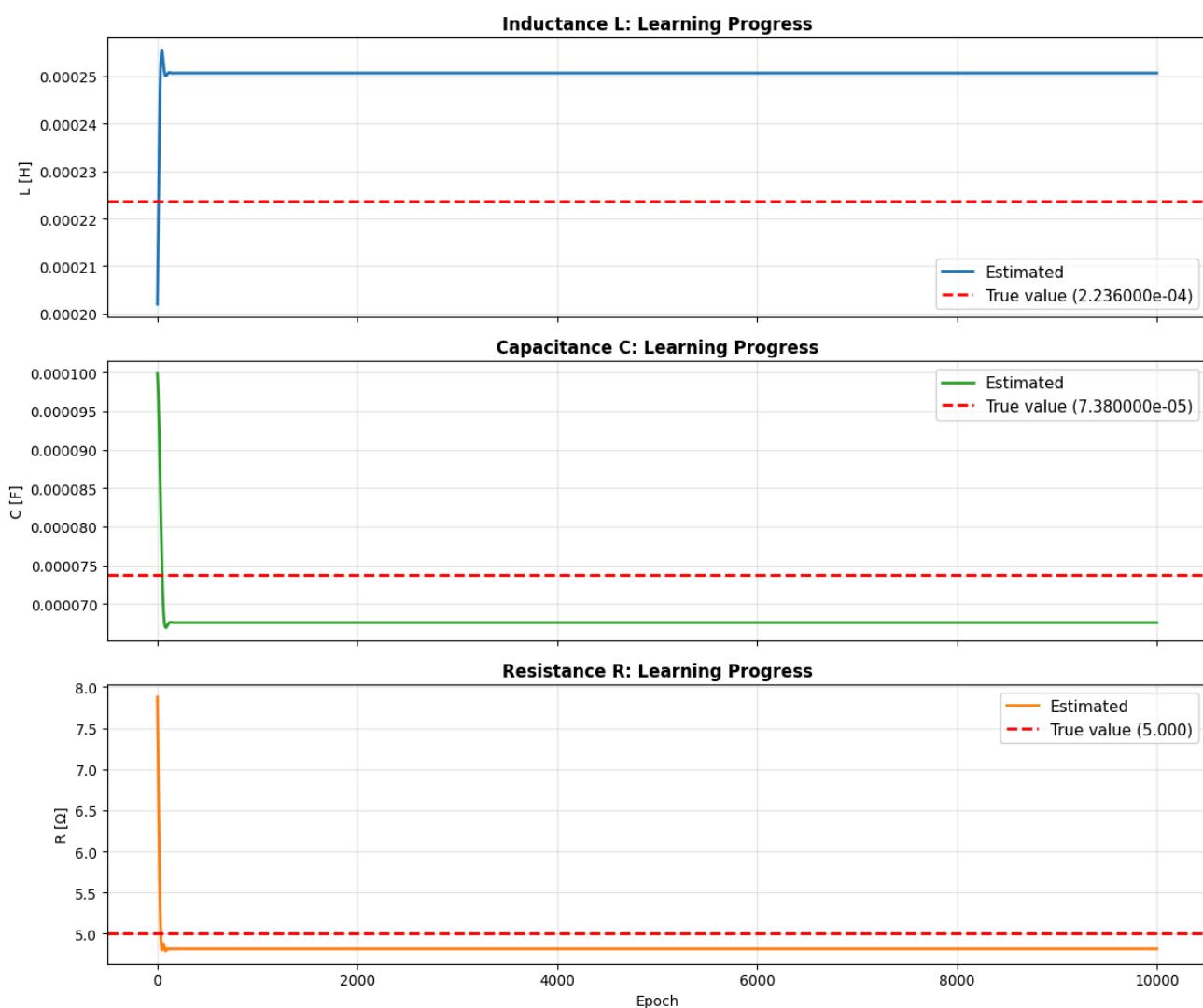
## パラメータ推定結果

	インダクタ $L$	キャパシタ $C$	抵抗 $R$
--	-----------	-----------	--------

真の値	223.6 [ $\mu\text{H}$ ]	73.8 [ $\mu\text{F}$ ]	5.00 [ $\Omega$ ]
初期値	200.0 [ $\mu\text{H}$ ]	100.0 [ $\mu\text{F}$ ]	8.00 [ $\Omega$ ]
推論値	247.9 [ $\mu\text{H}$ ]	67.6 [ $\mu\text{F}$ ]	4.81 [ $\Omega$ ]
推定誤差	10.87 [%]	8.42 [%]	3.72 [%]



パラメータ推移（学習過程）

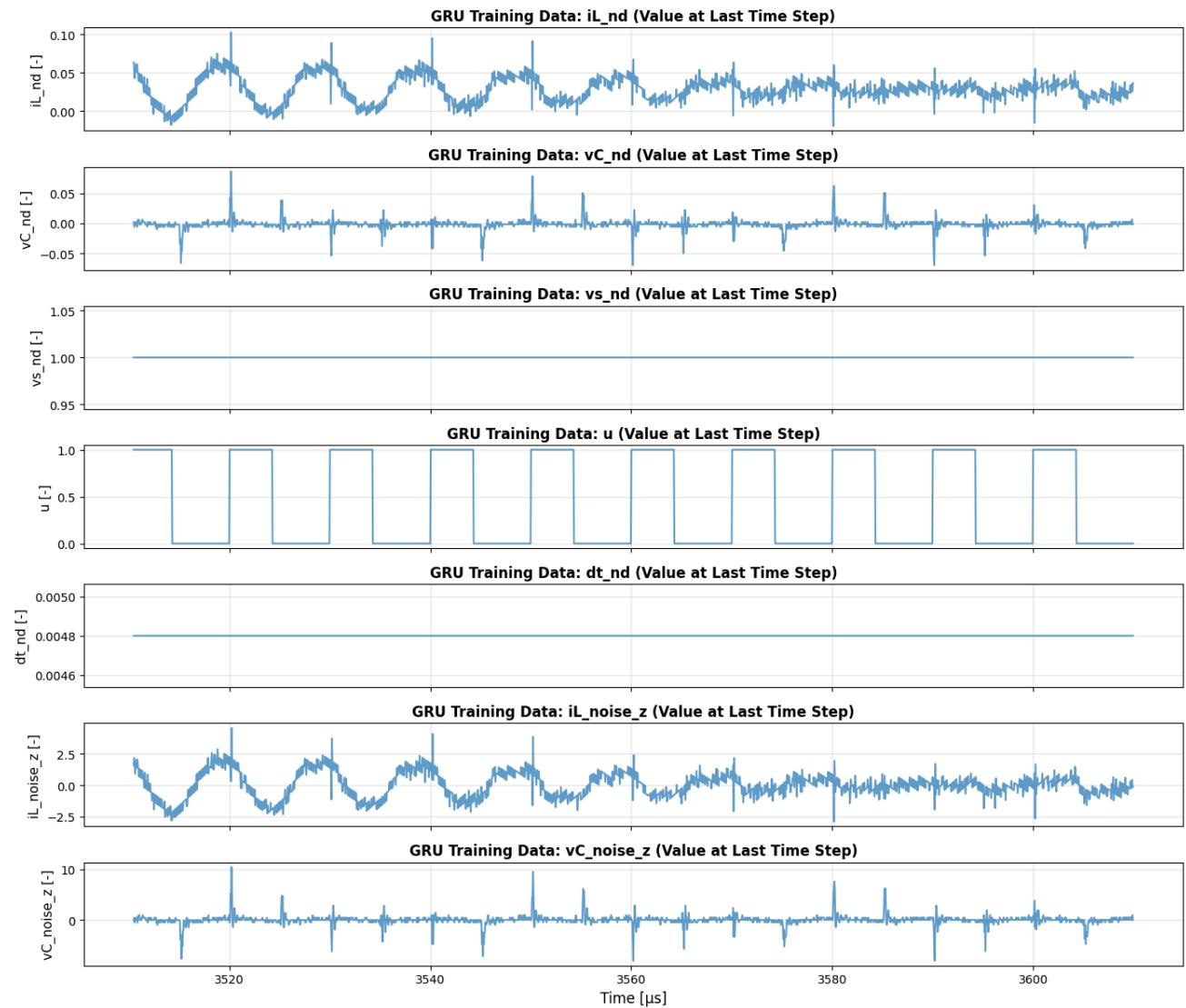


学習済みモデルと教師データの比較

- 不連続が含まれているのに、BuckConverterCell では不連続を考慮していない

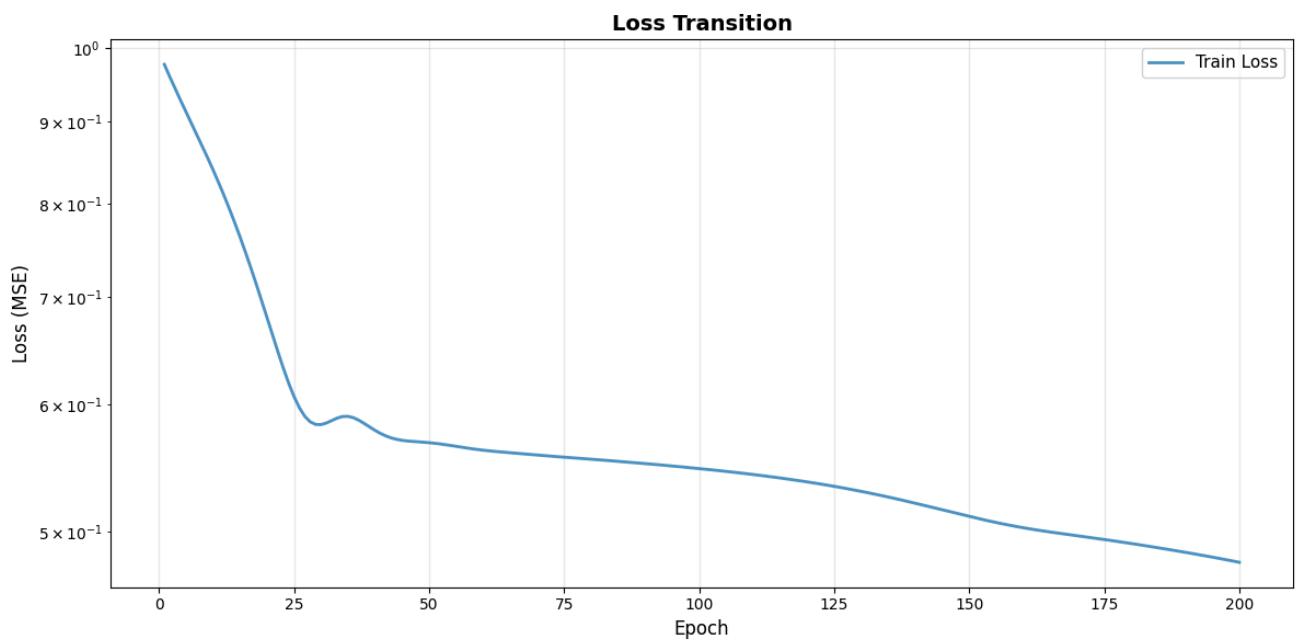
## GRU のみ 過渡状態のみ

### 学習データ



- 前処理:** シミュレーションと同様（ノイズ=Buck 予測と実測の残差、物理基準の無次元化、ノイズのみ z-score。詳細は [note5/note.ipynb](#) の Scalers · fit\_scalers\_physics 参照）

### 結果



BuckConverterCell + GRU 推論結果

