

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

コンバータの仕様

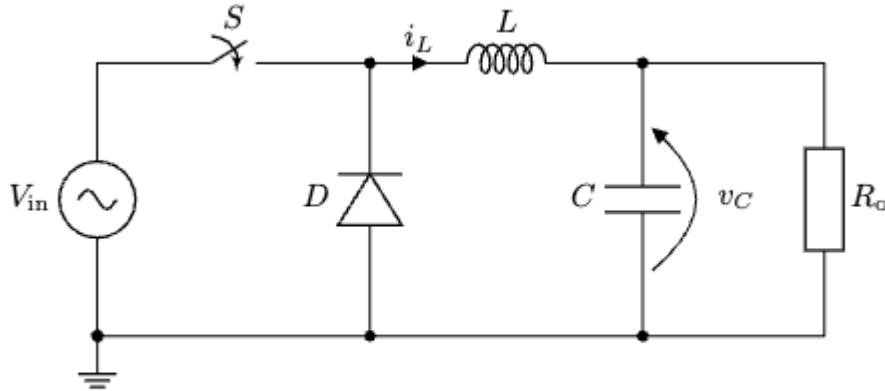


図 1 Buck コンバータの基本回路

- 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:

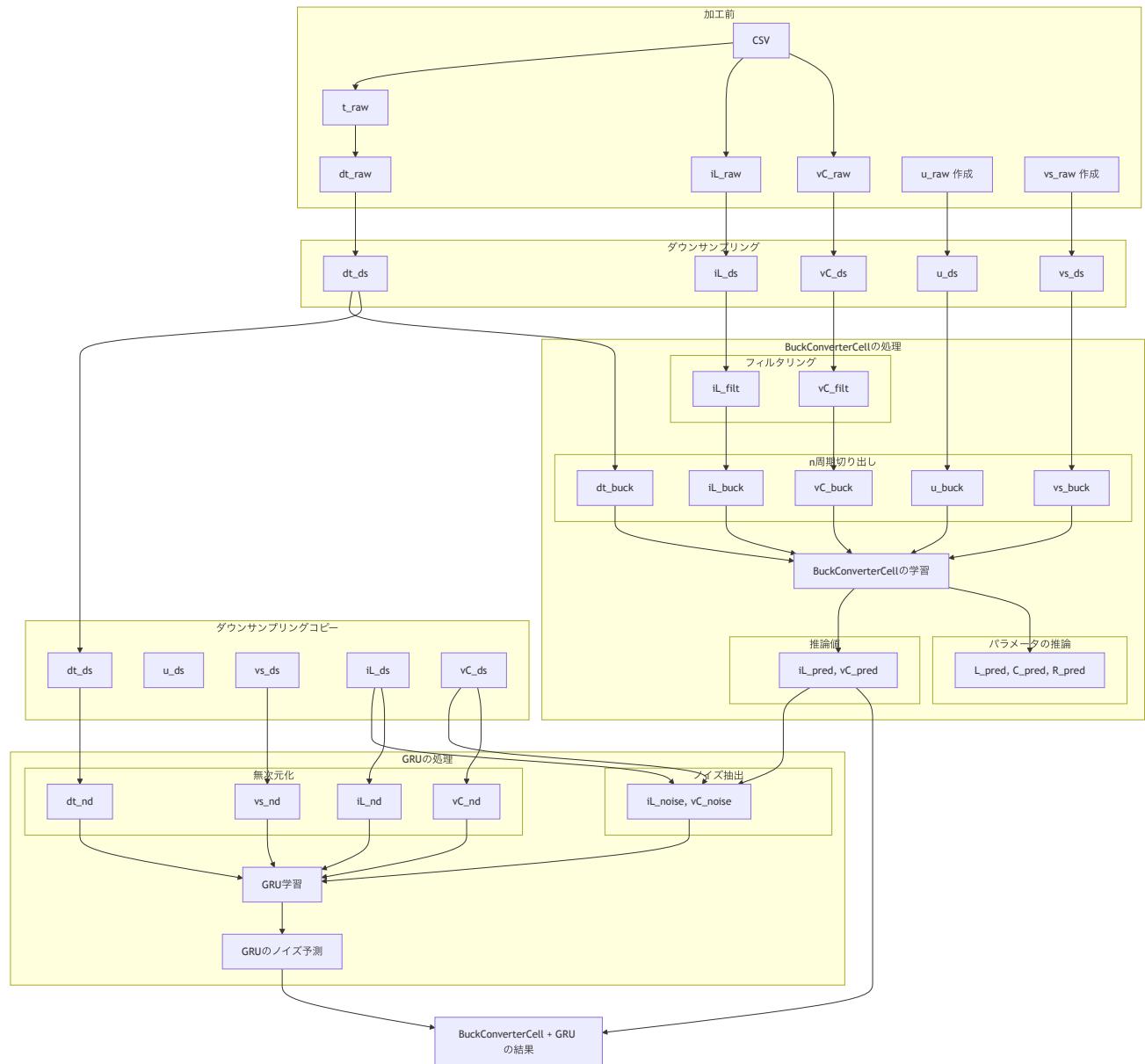
$$v_C[k + 1] = v_C[k] + \frac{\Delta t_k}{C} \left(i_L[k] - \frac{v_C[k]}{R_o} \right)$$

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	μH
キャパシタ	C	73.8	100	μF
負荷抵抗	R	5	8	Ω

パラメータ	記号	真値	初期値	単位
入力電圧	V_{in}	10	-	V
スイッチング周波数	f_{sw}	100	-	kHz
スイッチング周期	$T = 1/f_{sw}$	10	-	μs

フロー



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

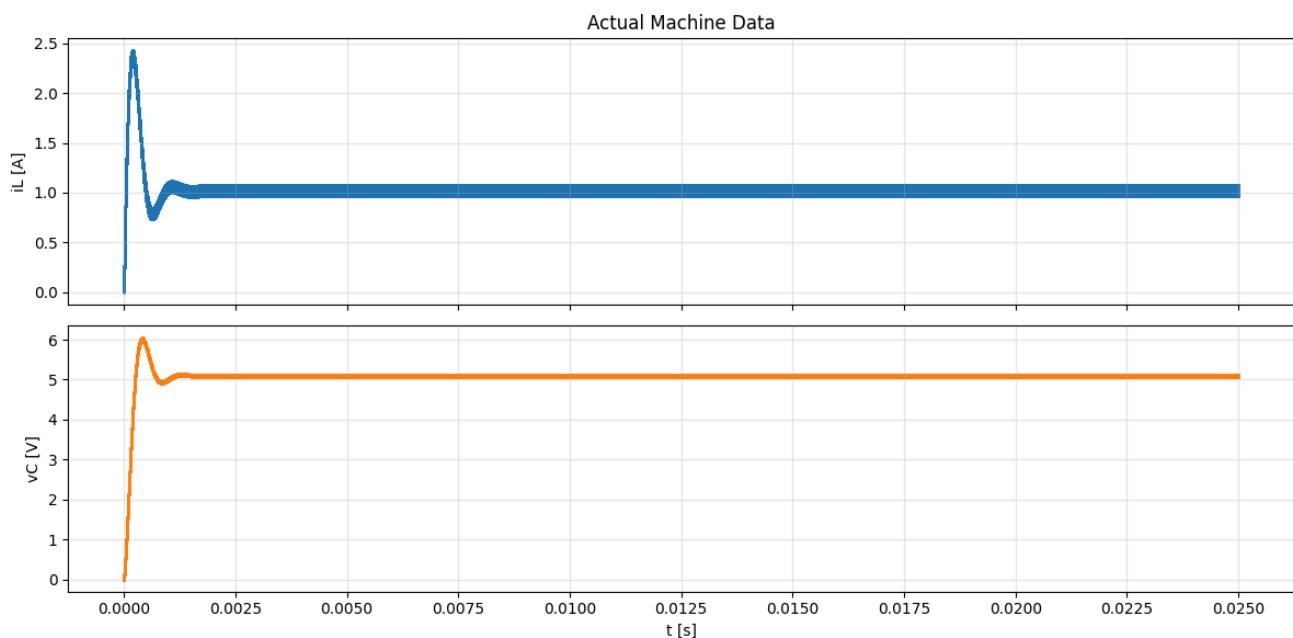
- 学習設定:
 - 工ポック数 : 10000
 - 学習率:
 - L : 5e-2
 - C : 1e-2
 - R : 2e-2

前処理

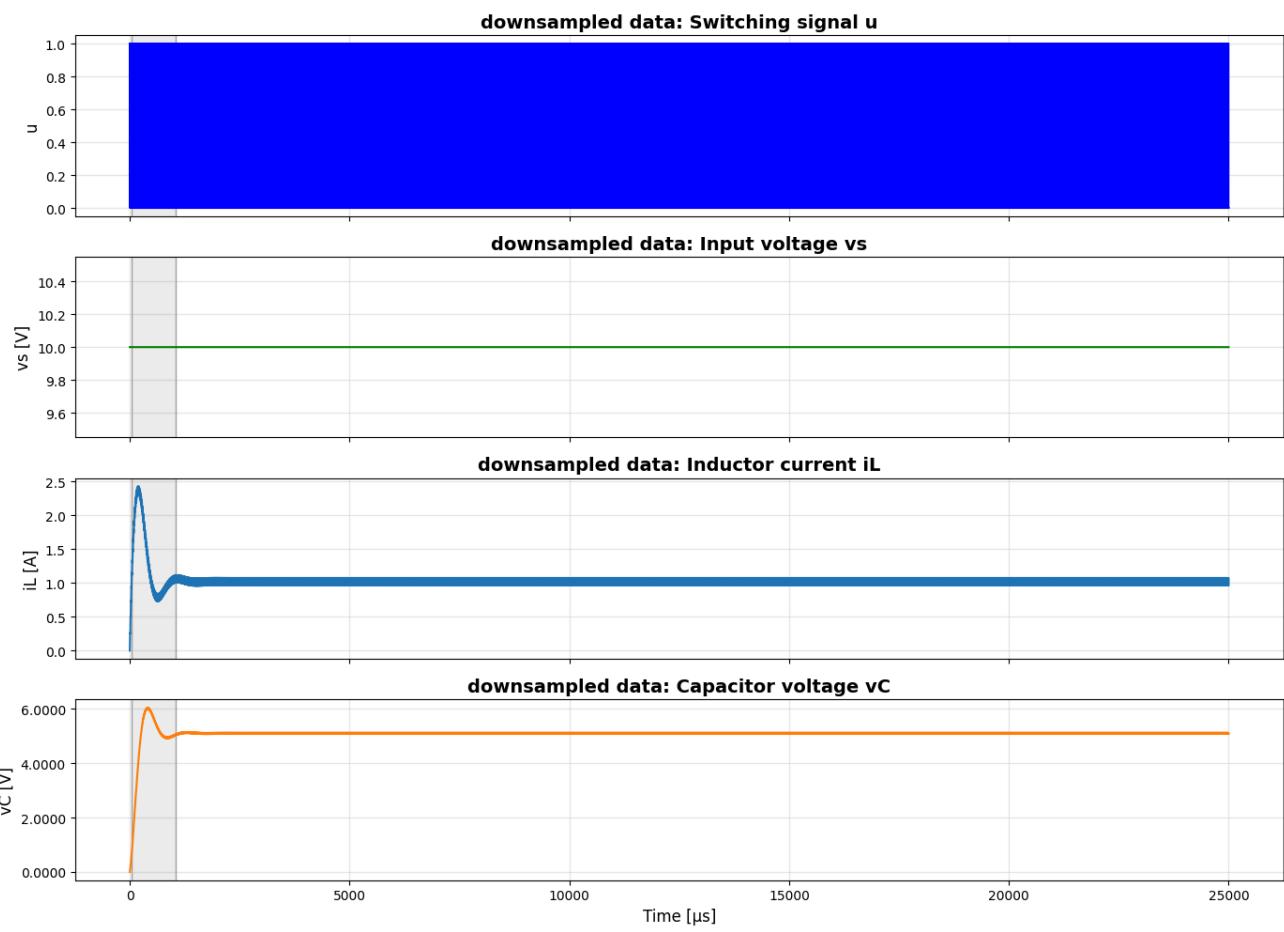
- ダウンサンプリング: 生波形を「1周期あたり 200 点」になるように間引き (例:
`downsample_step = len(t_raw)//(_T*200)`)
- 平滑化 (FIR ローパス) : `firwin` で FIR を設計し、`filtfilt` でゼロ位相フィルタリング ($fc = 0.2 * f_{sw}$, iL : taps=3, vC : taps=1000)

学習データ

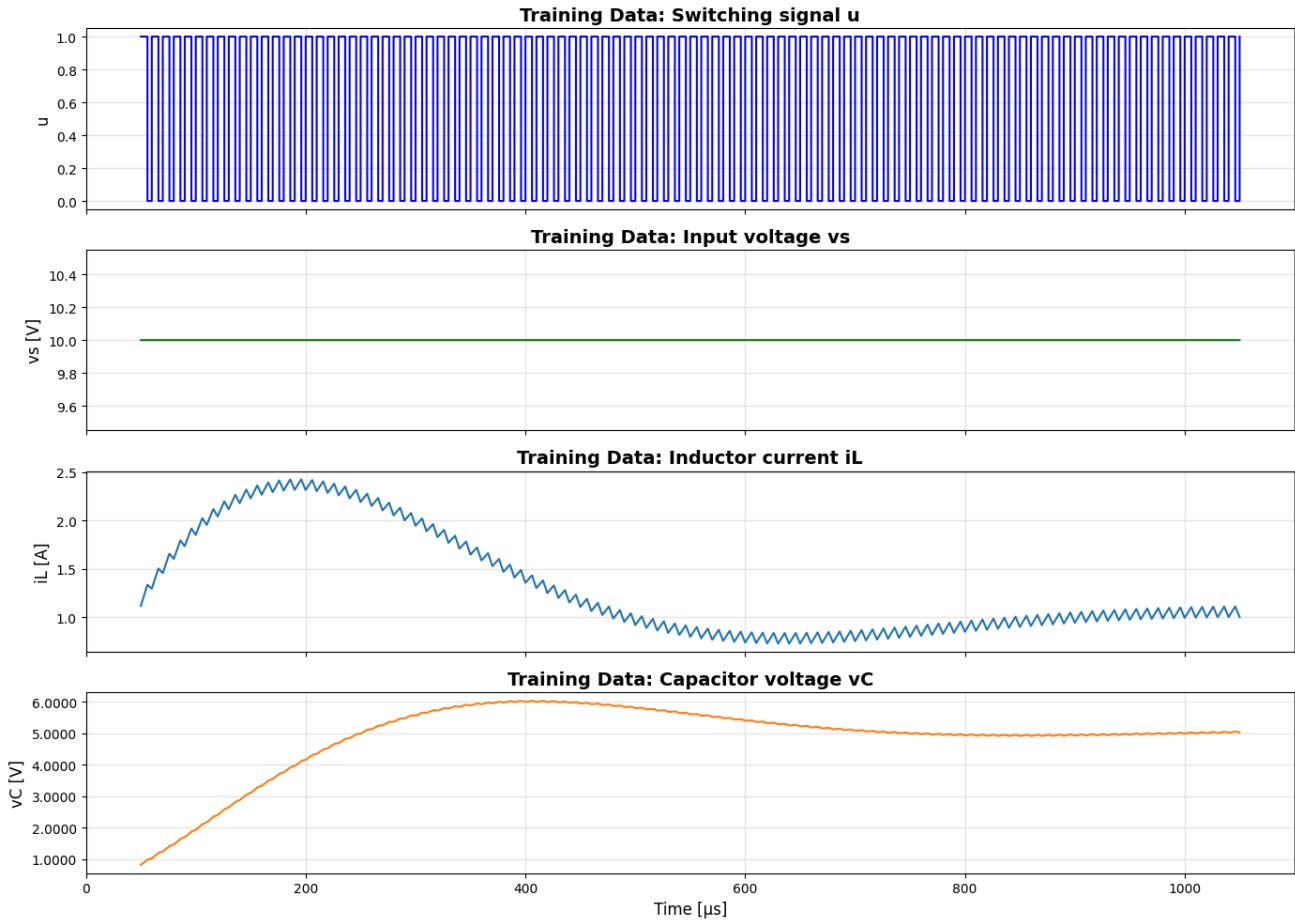
シミュレーションの全波形



ダウンサンプリング(色がついているところが 6~105 周期目で学習に使うデータ)



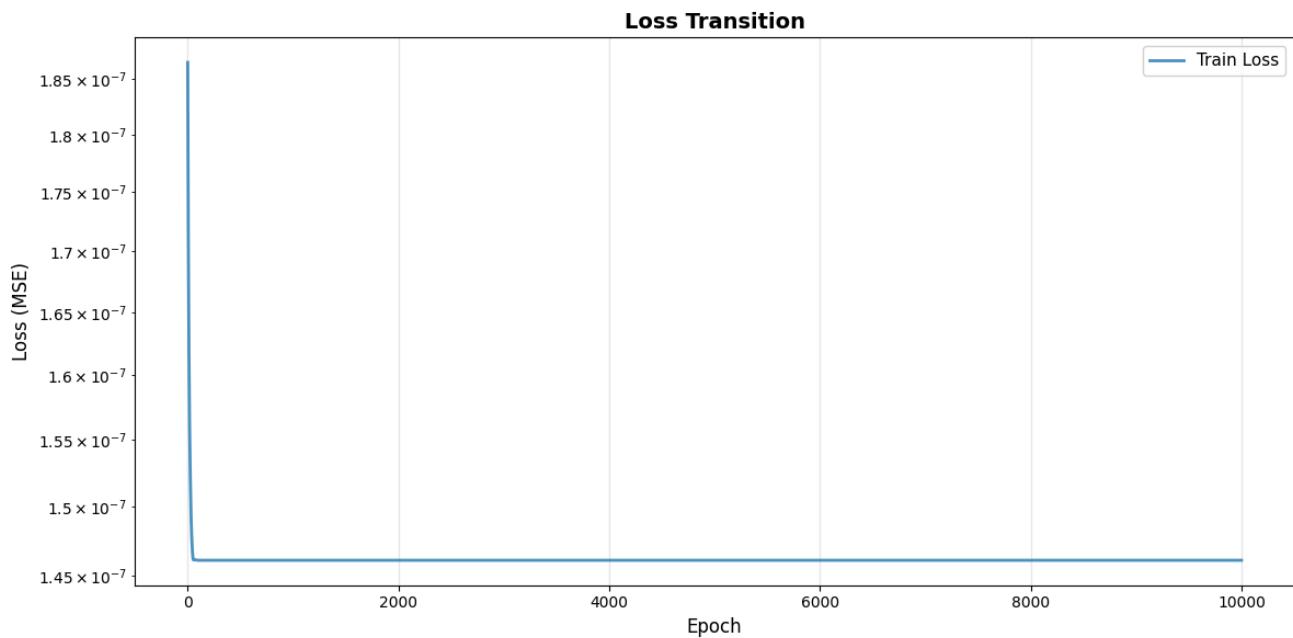
学習データ フィルタリング、6~105 周期目切り出し



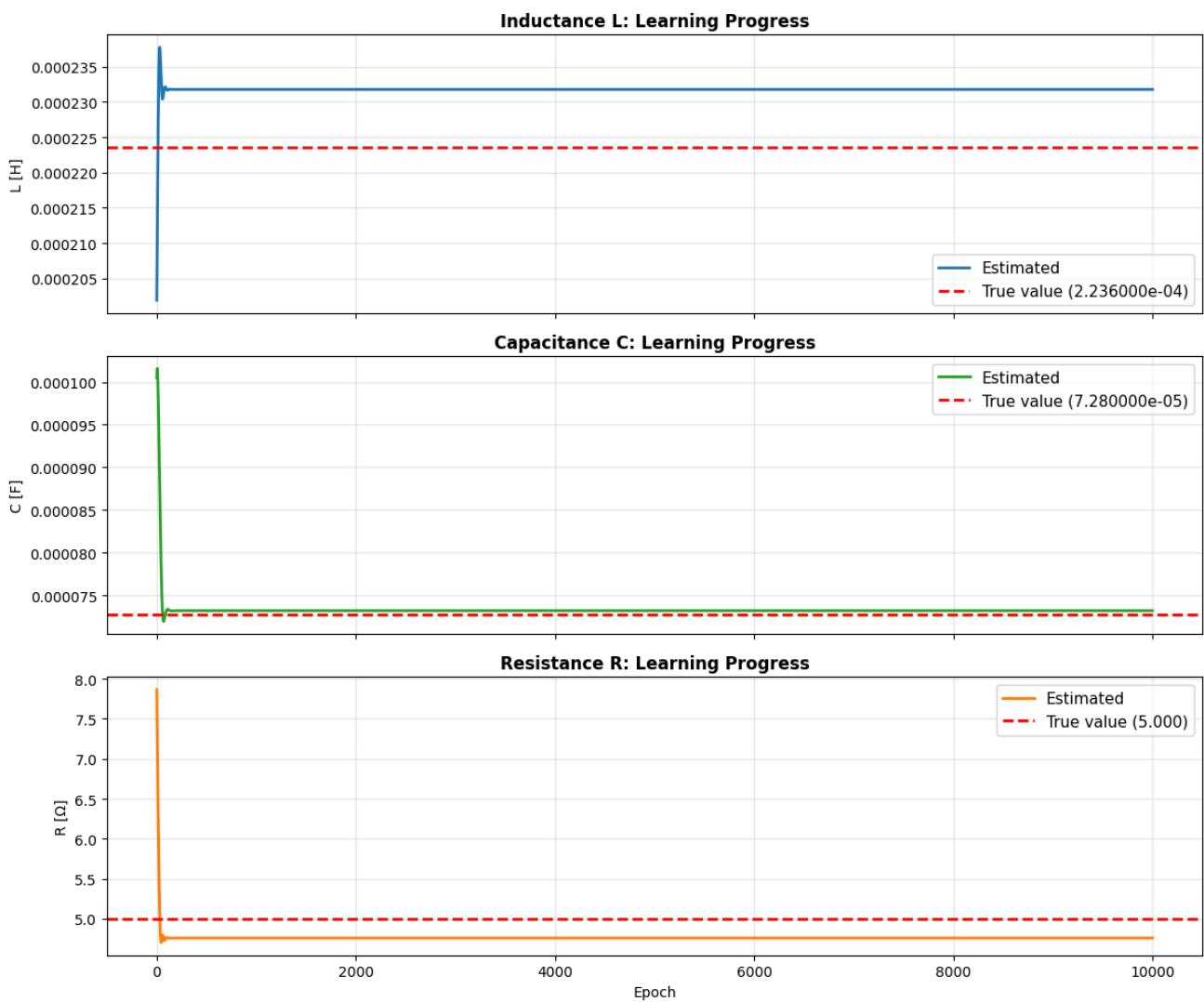
パラメータ推定結果

	インダクタ L	キャパシタ C	抵抗 R
真の値	223.6 [μH]	72.8 [μF]	5.00 [Ω]
初期値	200.0 [μH]	100.0 [μF]	8.00 [Ω]
推論値	231.8 [μH]	73.2 [μF]	4.76 [Ω]
推定誤差	3.65 [%]	0.60 [%]	4.84 [%]

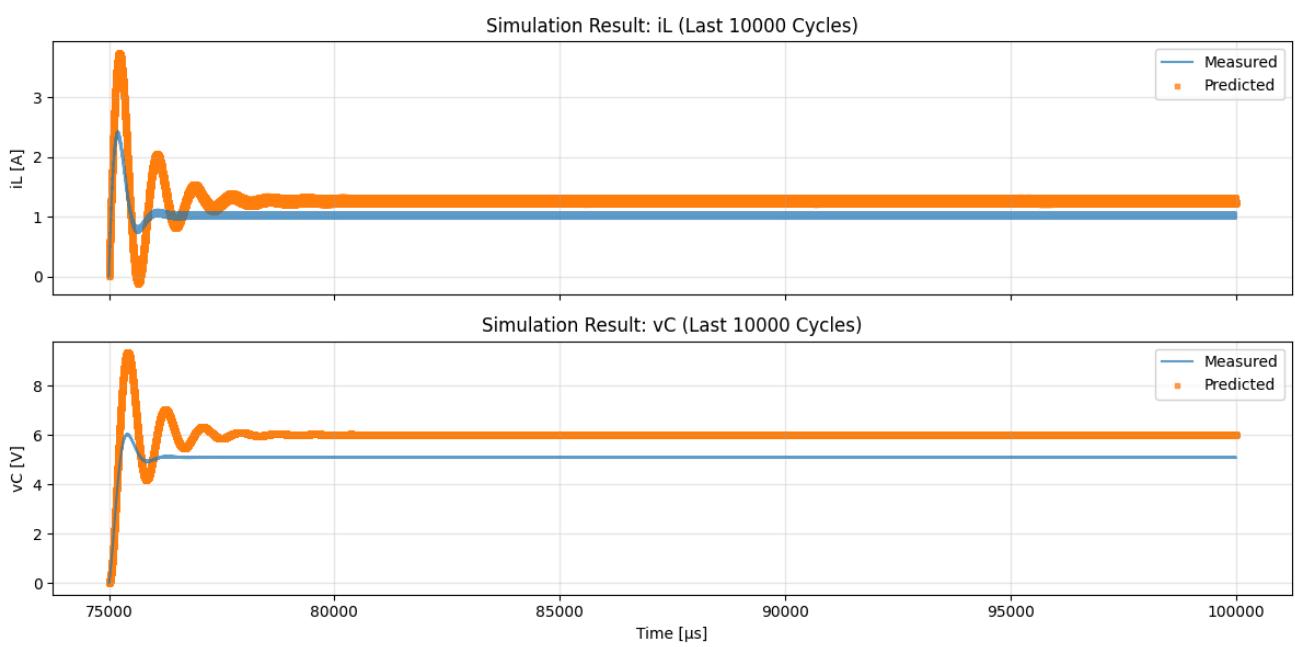
Loss の遷移



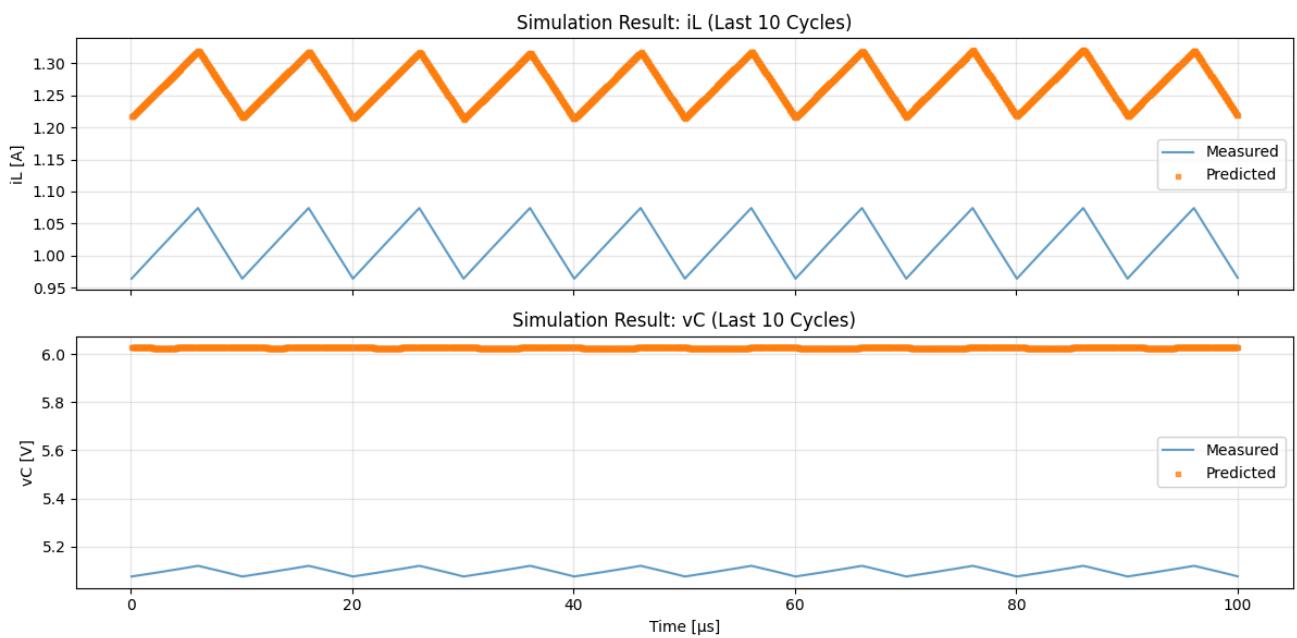
パラメータ推移（学習過程）



学習済みモデルと教師データの比較

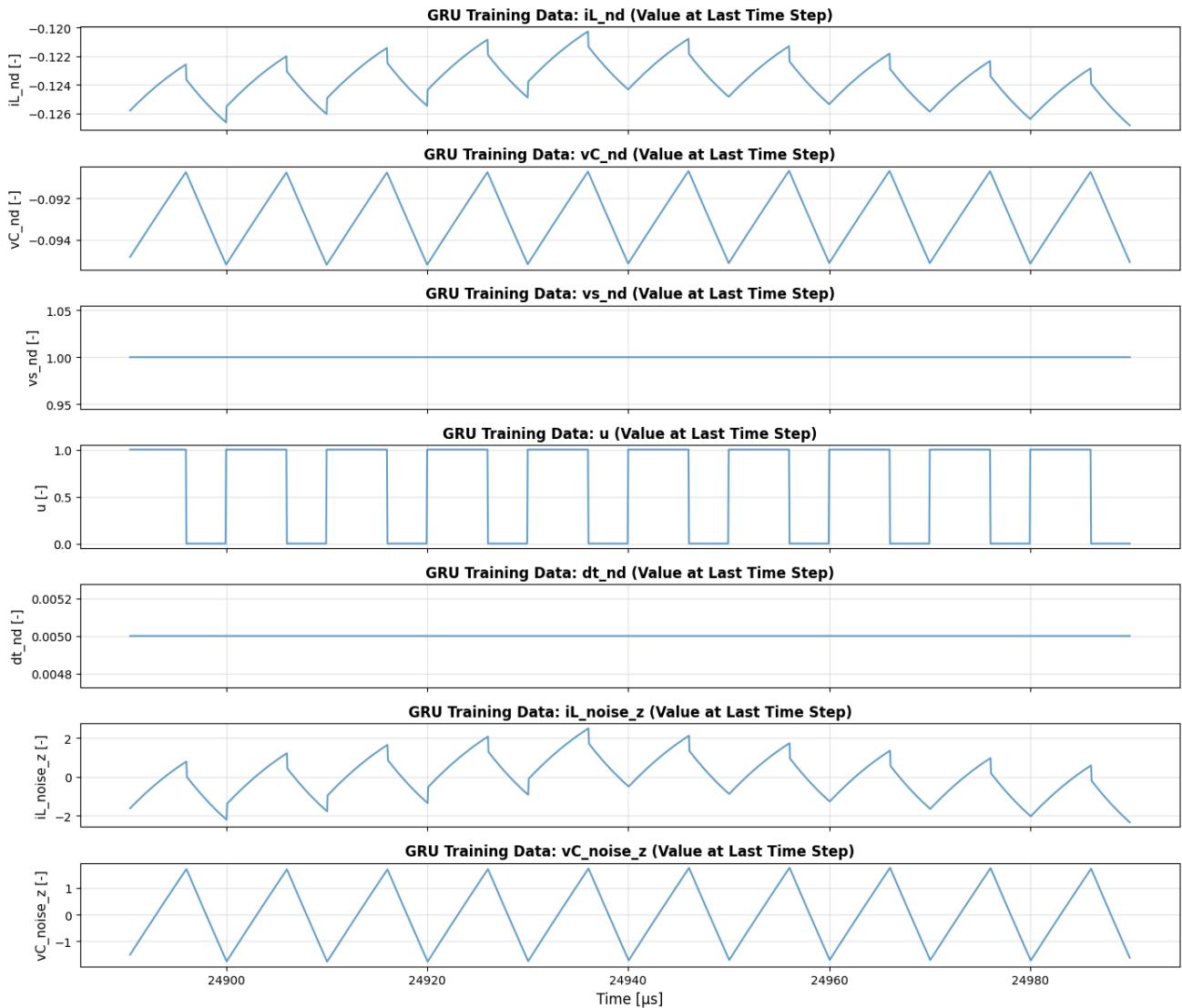


定常部分拡大



GRU のみ 過渡状態のみ

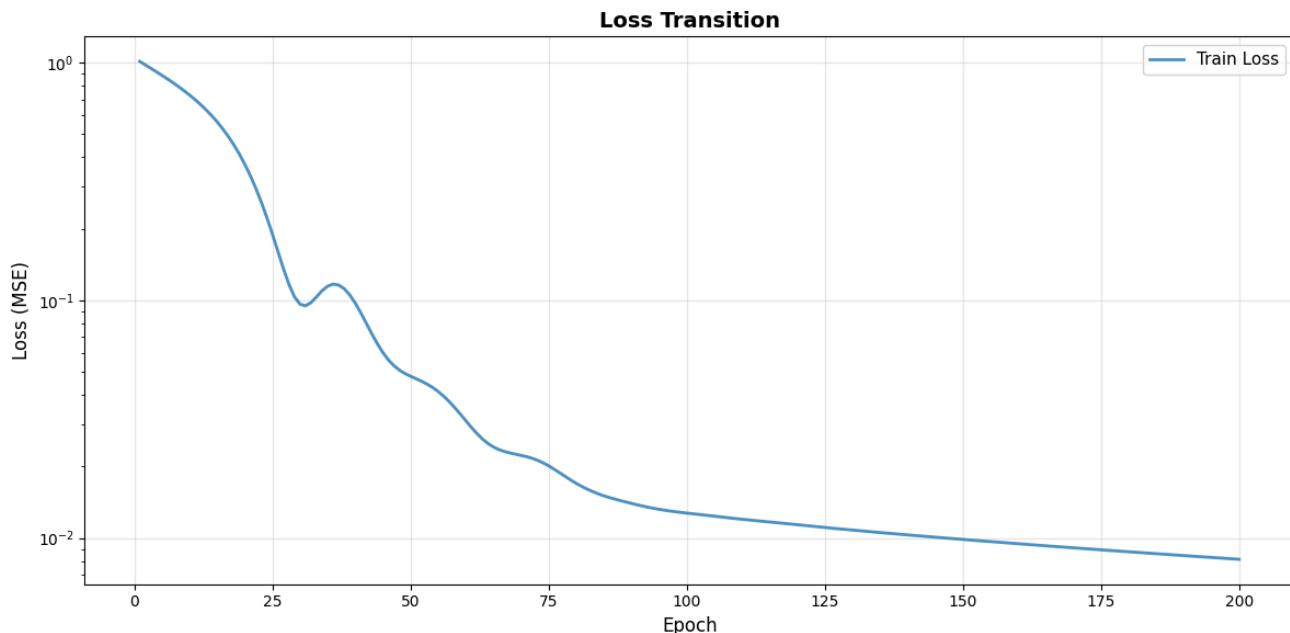
学習データ



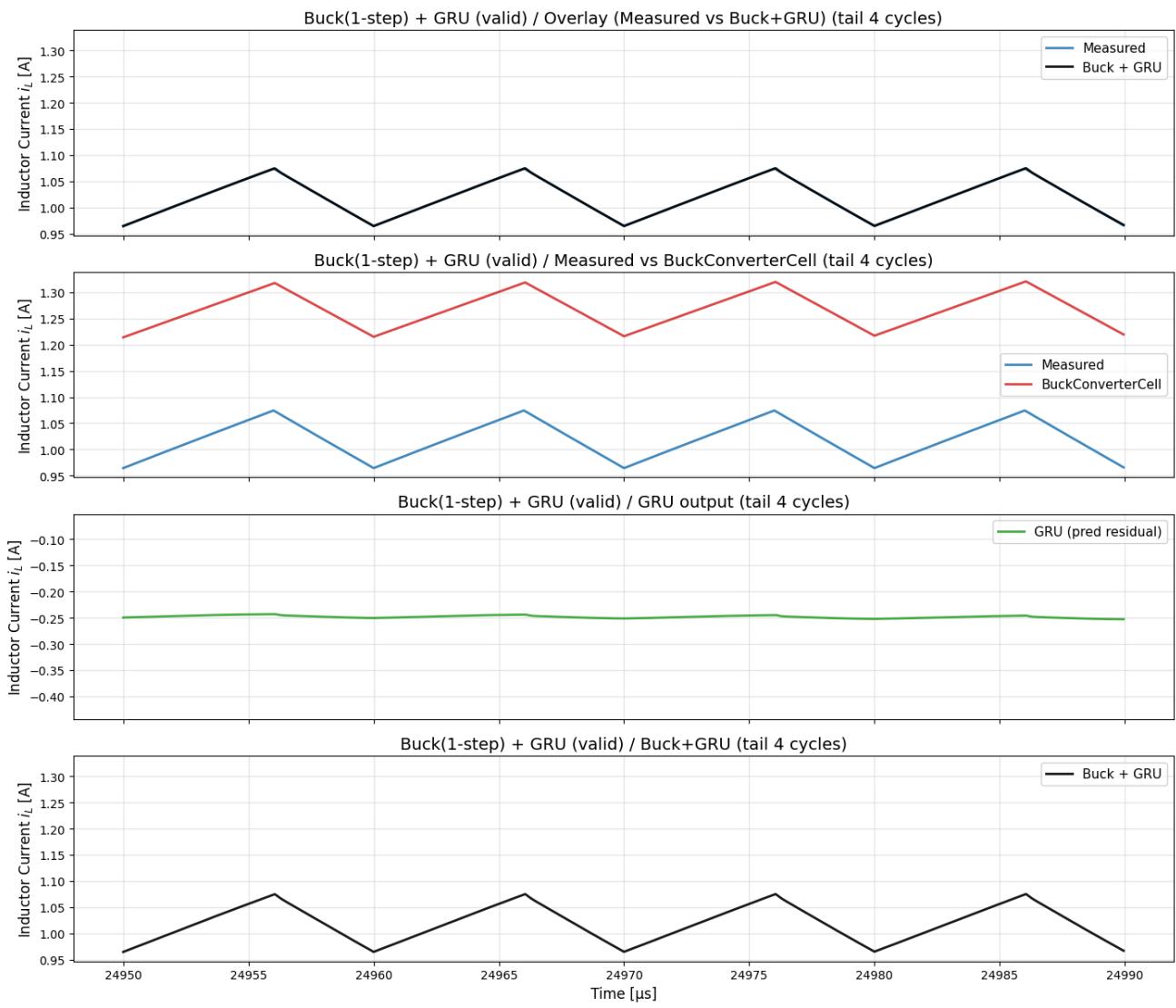
- 無次元化 (物理基準) :

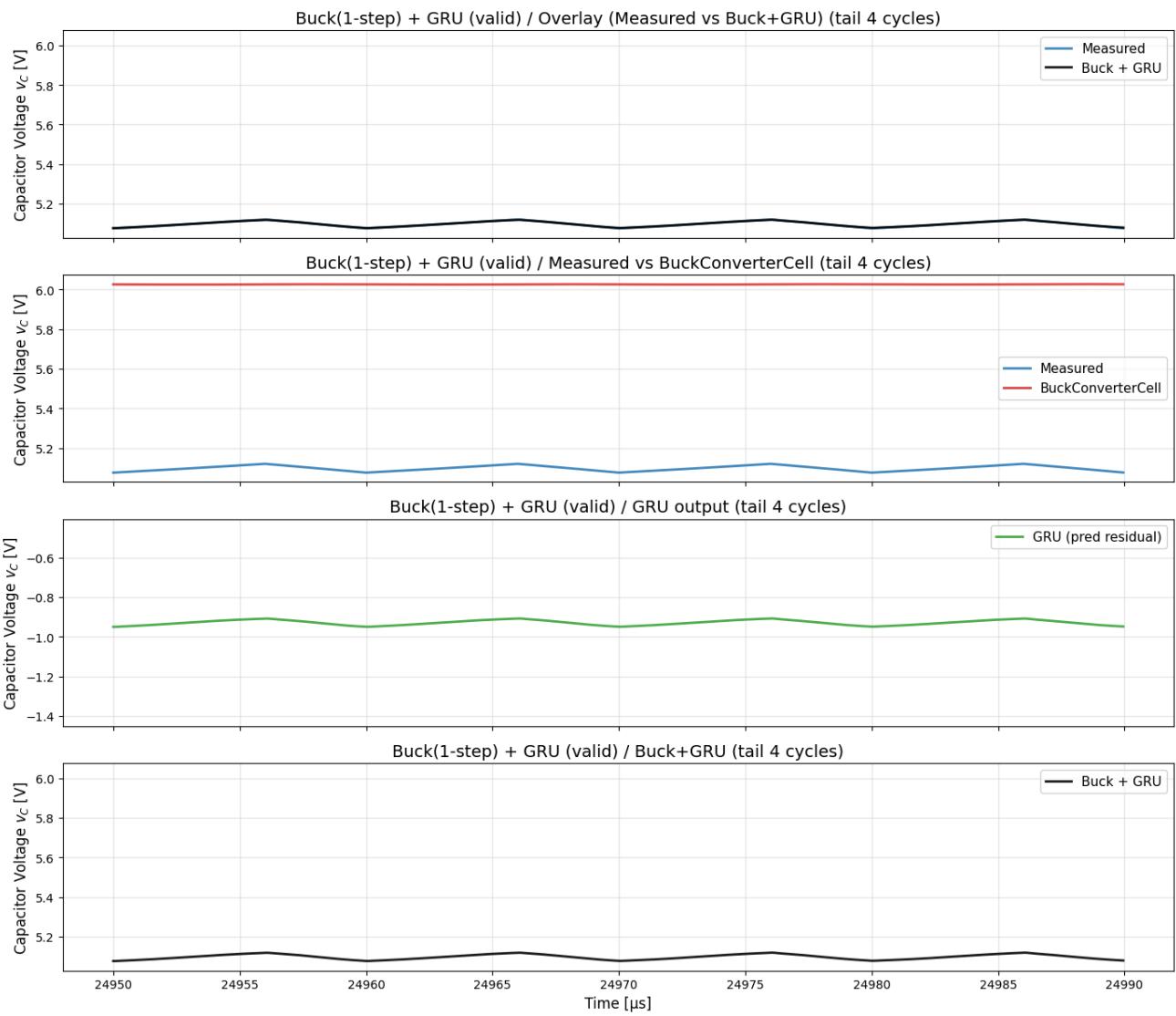
- i_L は $i_{base} = V_{in} / R_{load}$ で規格化 (例: $i_{L_nd} = i_L / (V_{in} / R_{load})$)
- v_C と v_s は $v_{base} = V_{in}$ で規格化 ($v_{C_nd} = v_C / V_{in}$, $v_{s_nd} = v_s / V_{in}$)
- dt は $t_{base} = T$ で規格化 ($dt_{nd} = dt / T$)
- u は 0/1 なのでそのまま
- ノイズのみ z-score: `noise_train` の平均・標準偏差で標準化し、推論後に逆変換して 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





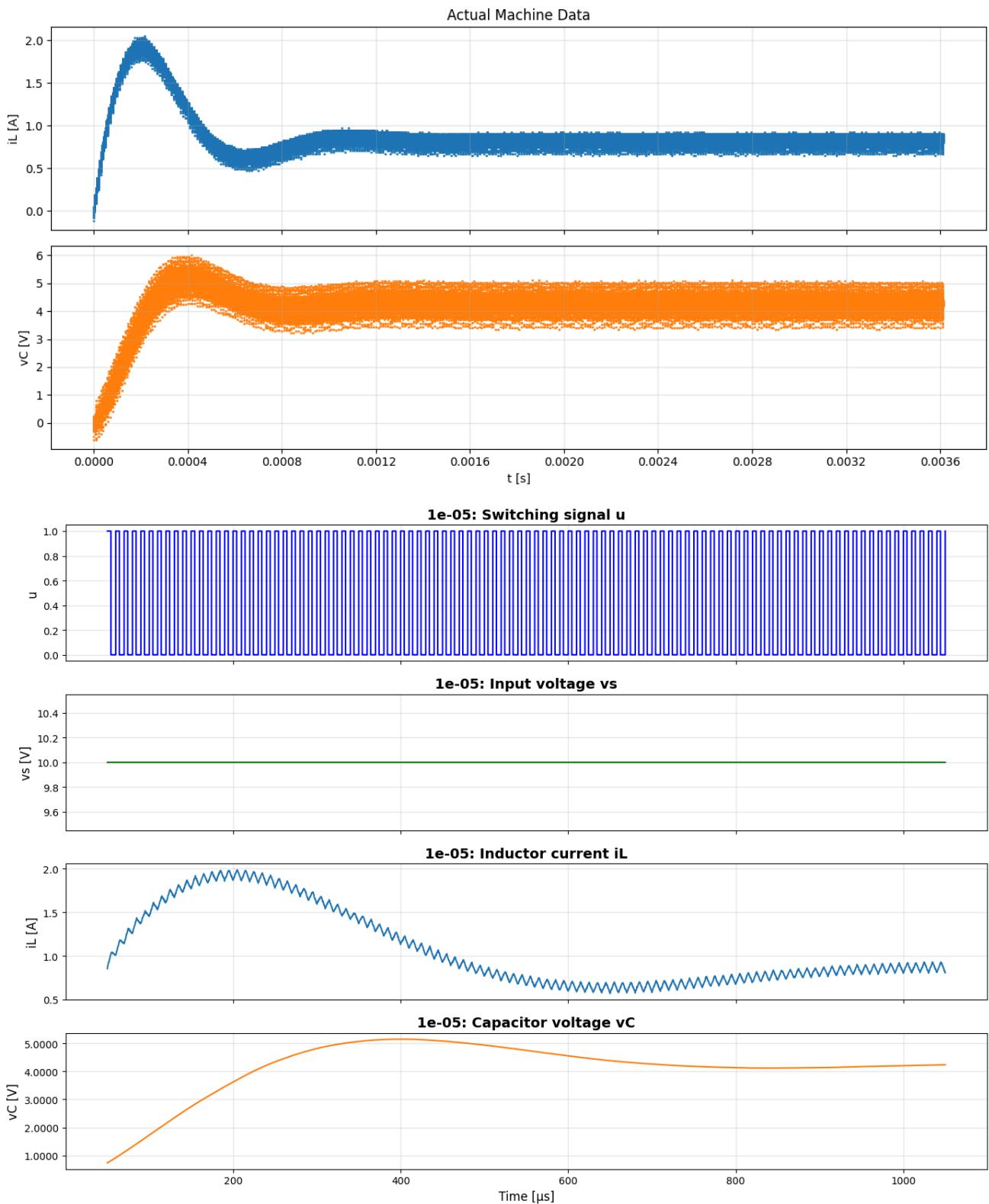
実機データ

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)

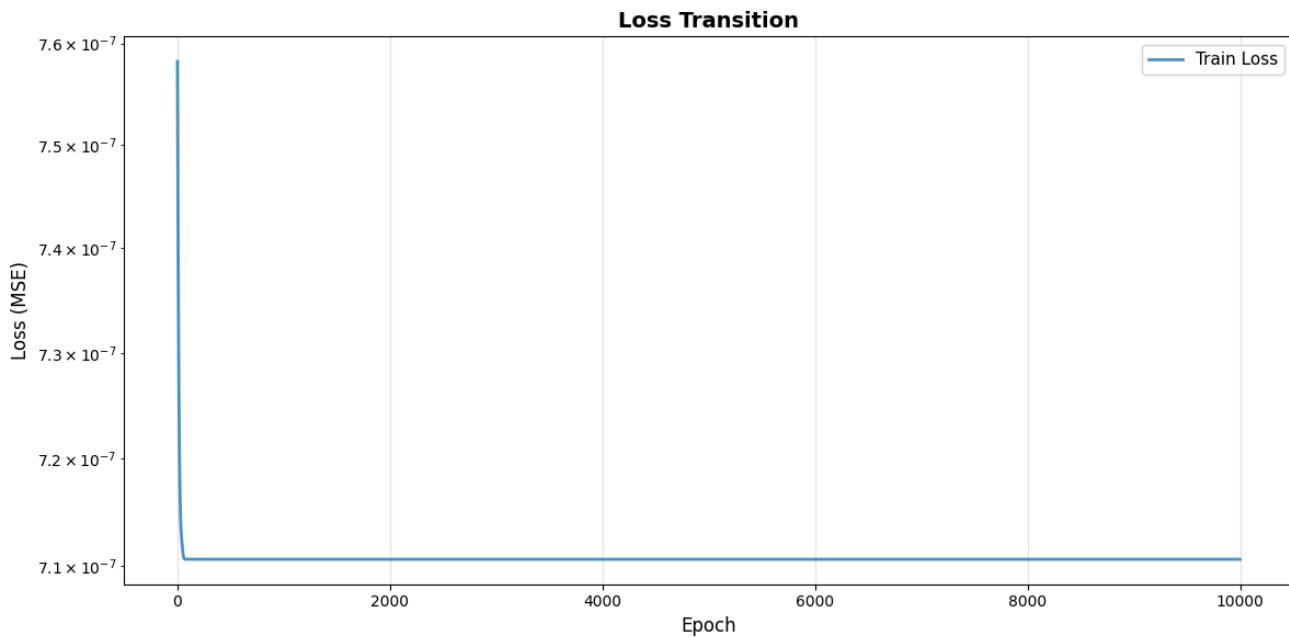
学習データ



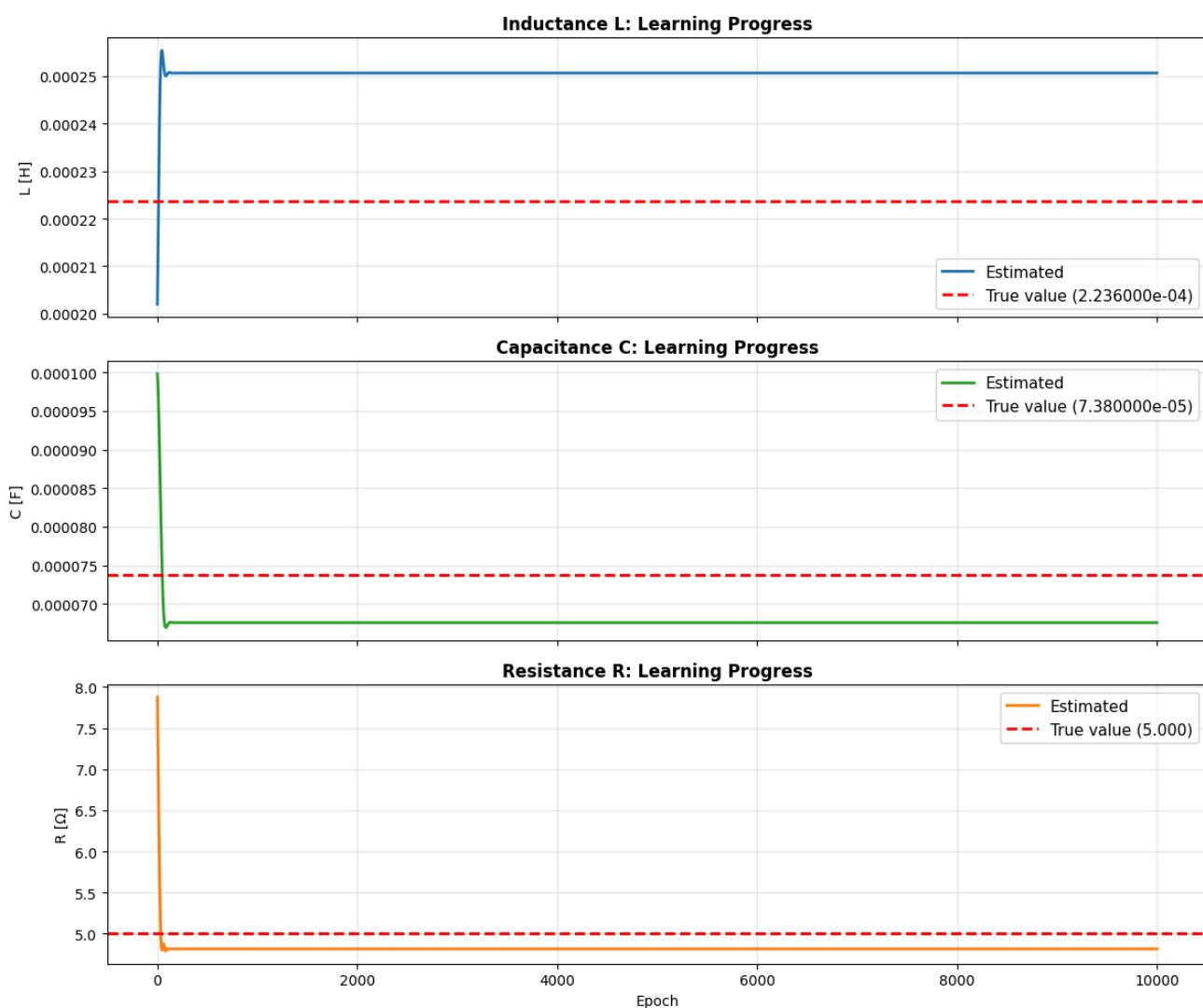
パラメータ推定結果

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

真の値	223.6 [μH]	72.8 [μF]	5.00 [Ω]
初期値	200.0 [μH]	100.0 [μF]	8.00 [Ω]
推論値	247.9 [μH]	67.6 [μF]	4.81 [Ω]
推定誤差	10.87 [%]	8.42 [%]	3.72 [%]



パラメータ推移（学習過程）

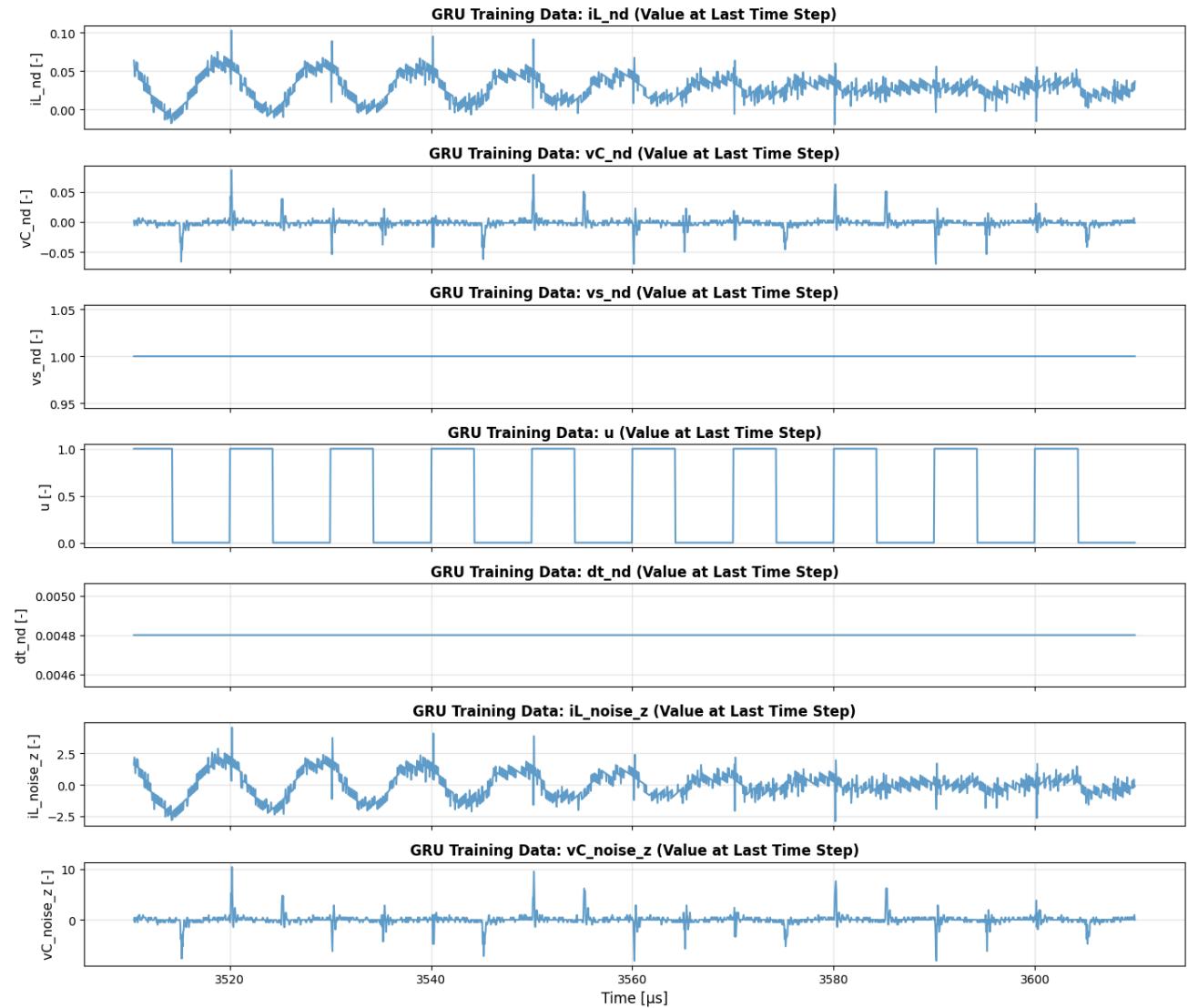


学習済みモデルと教師データの比較

- 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

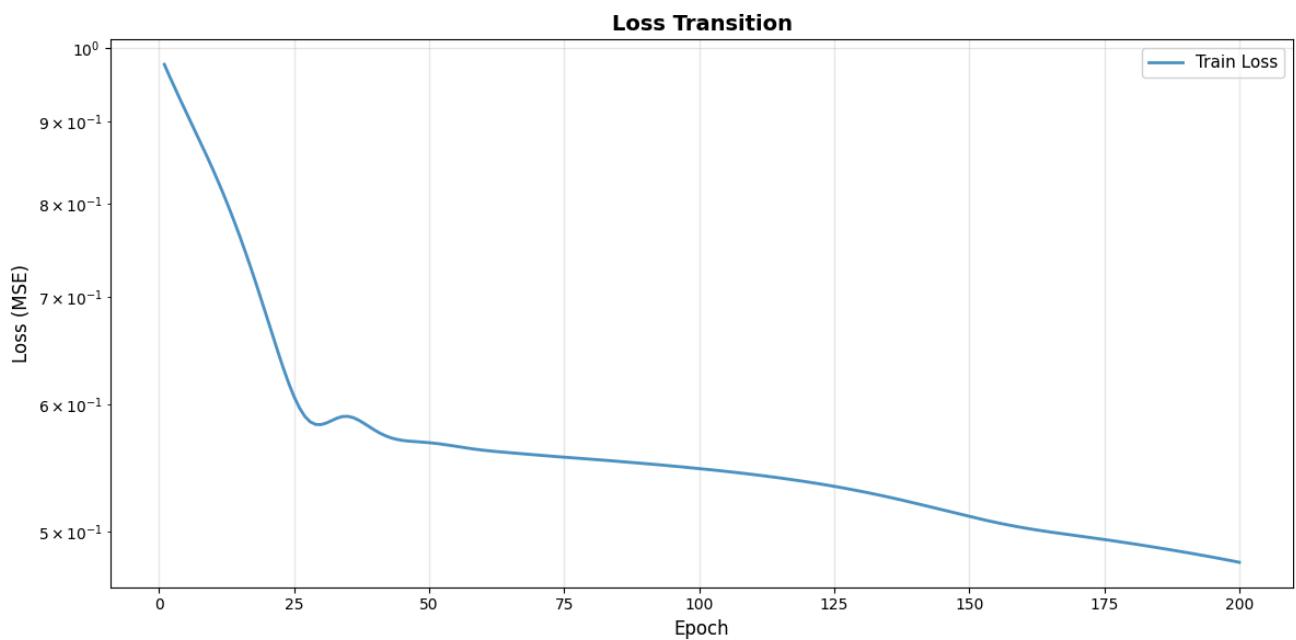
GRU のみ 過渡状態のみ

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

