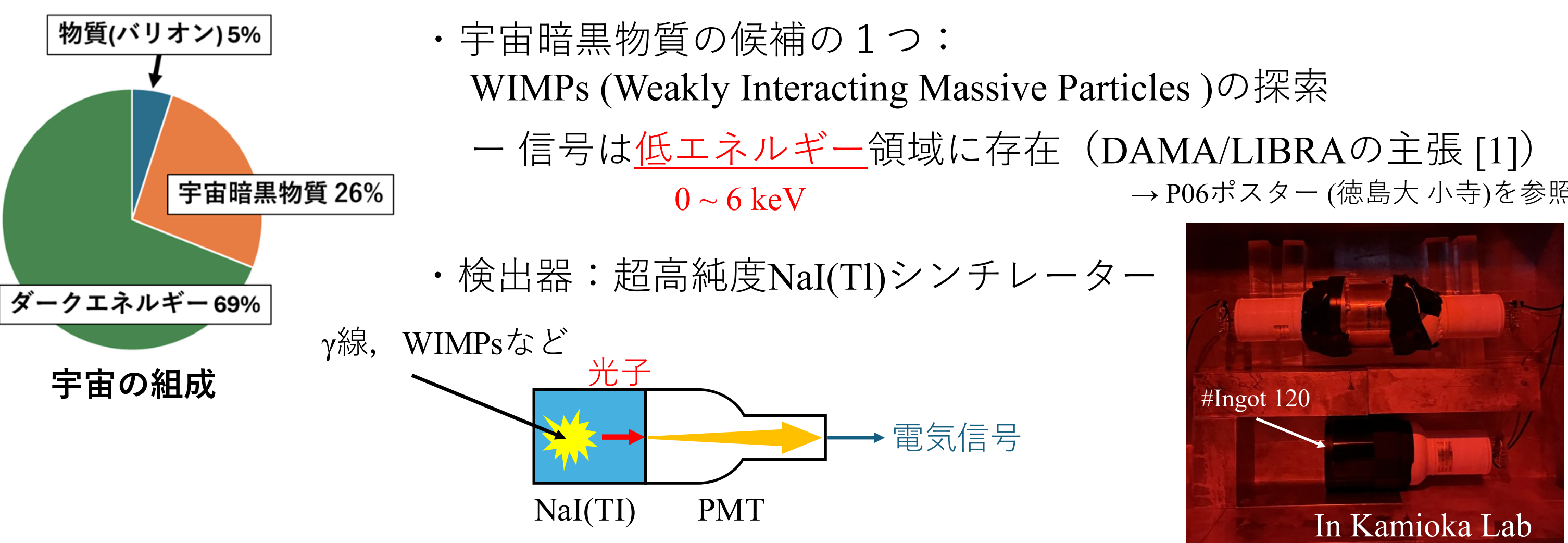


天羽悠太<sup>1</sup>, D. Chernyak<sup>2</sup>, 江尻宏泰<sup>3</sup>, 伏見賢一<sup>1</sup>, 畑和実<sup>4</sup>, 裕隆太<sup>5</sup>, 飯田崇史<sup>6</sup>, 池田晴雄<sup>4</sup>, 今川恭四郎<sup>7</sup>, 井上邦雄<sup>4,8</sup>, 伊藤博士<sup>9</sup>, 岸本忠史<sup>10</sup>, 古賀真之<sup>4,8</sup>, 小寺健太<sup>1</sup>, A. Kozlov<sup>11</sup>, 中村健悟<sup>8,12</sup>, 折戸玲子<sup>1</sup>, 嶋達志<sup>3</sup>, 竹本康浩<sup>8,13</sup>, 梅原さおり<sup>3</sup>, 浦野雄介<sup>2</sup>, 山本雄平<sup>1</sup>, 保田賢輔<sup>7</sup>, 吉田齊<sup>10</sup>, 徳島大<sup>1</sup>, 東北大<sup>2</sup>, RCNP<sup>3</sup>, RCNS<sup>4</sup>, 大阪産業大<sup>5</sup>, 筑波大<sup>6</sup>, I.S.C.Lab<sup>7</sup>, IPMU<sup>8</sup>, 神戸大<sup>9</sup>, 大阪大<sup>10</sup>, MEPhI<sup>11</sup>, 大阪物療大<sup>12</sup>, ICRR<sup>13</sup>

## I. PICOLON実験

**PICOLON: Pure Inorganic Crystal Observatory for LOw-energy Neutr(al)ino**

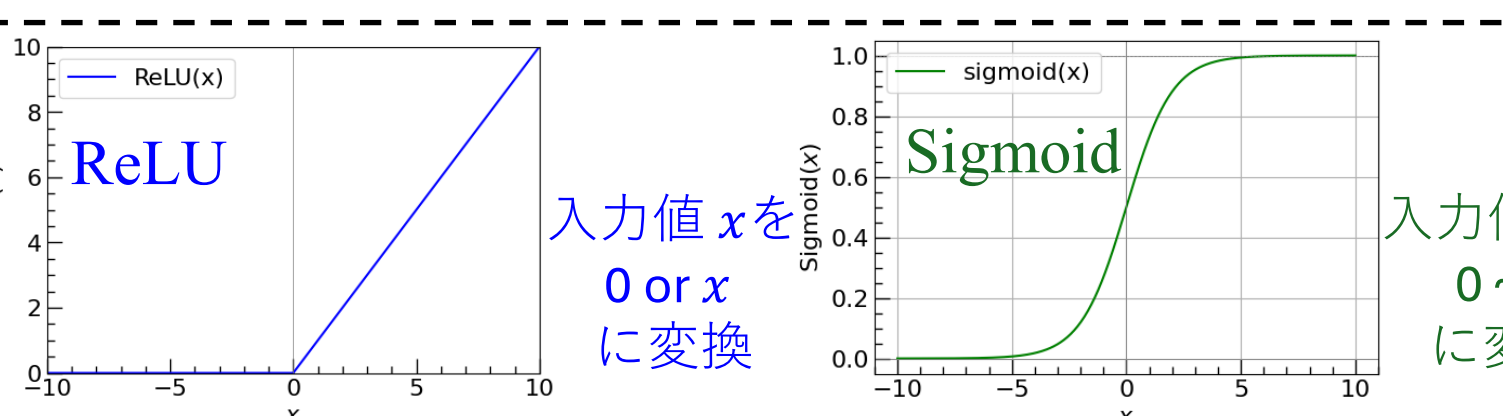
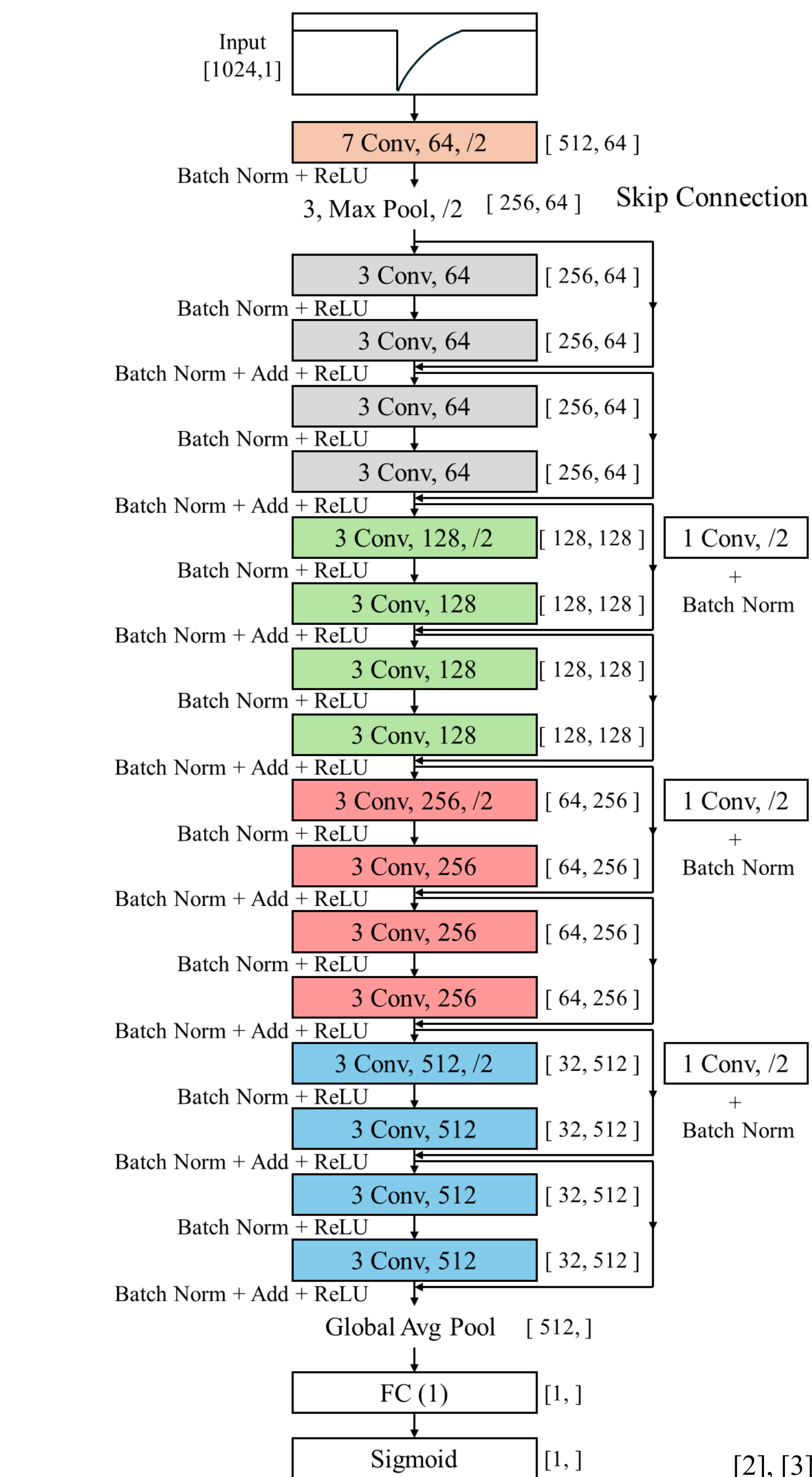


## II. 作成したResNetモデル

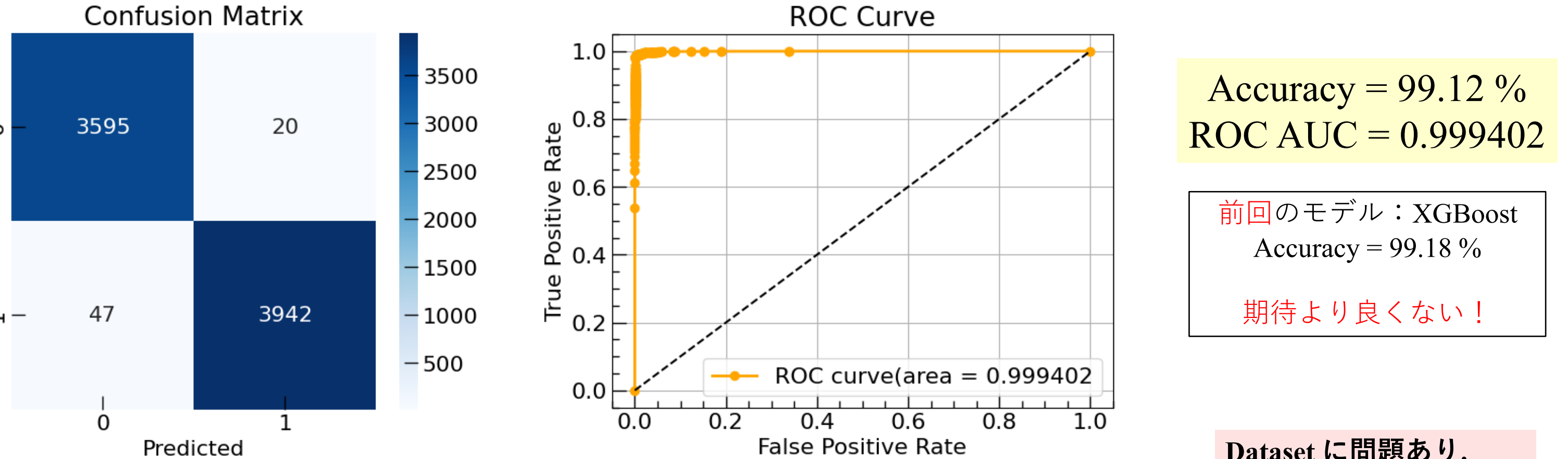
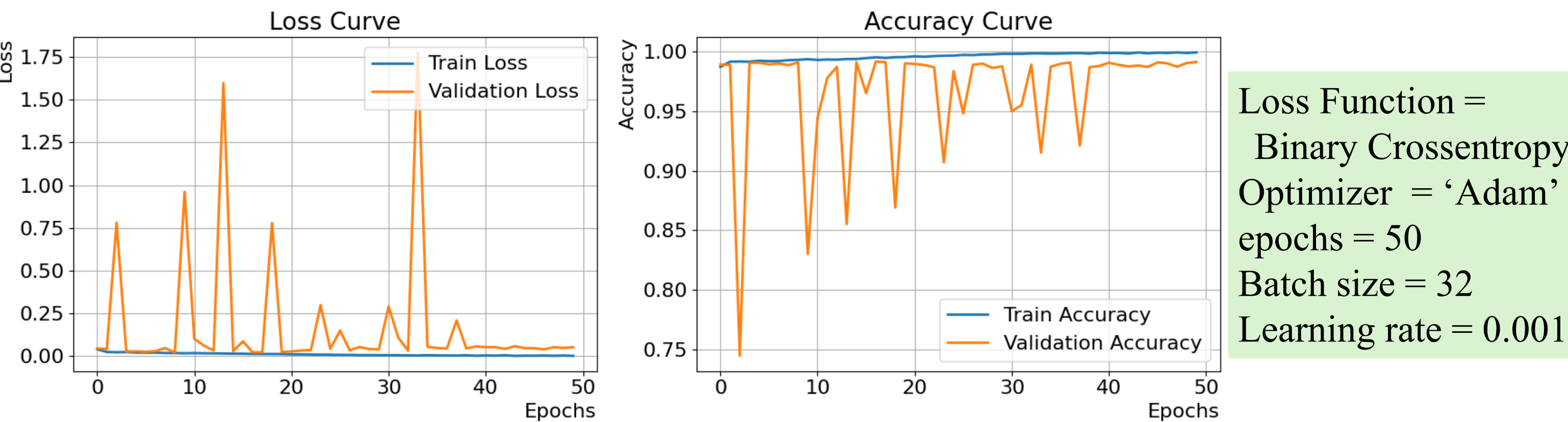
### 1D ResNetモデル

ResNet-18を参考にした多層の1次元のCNNモデル

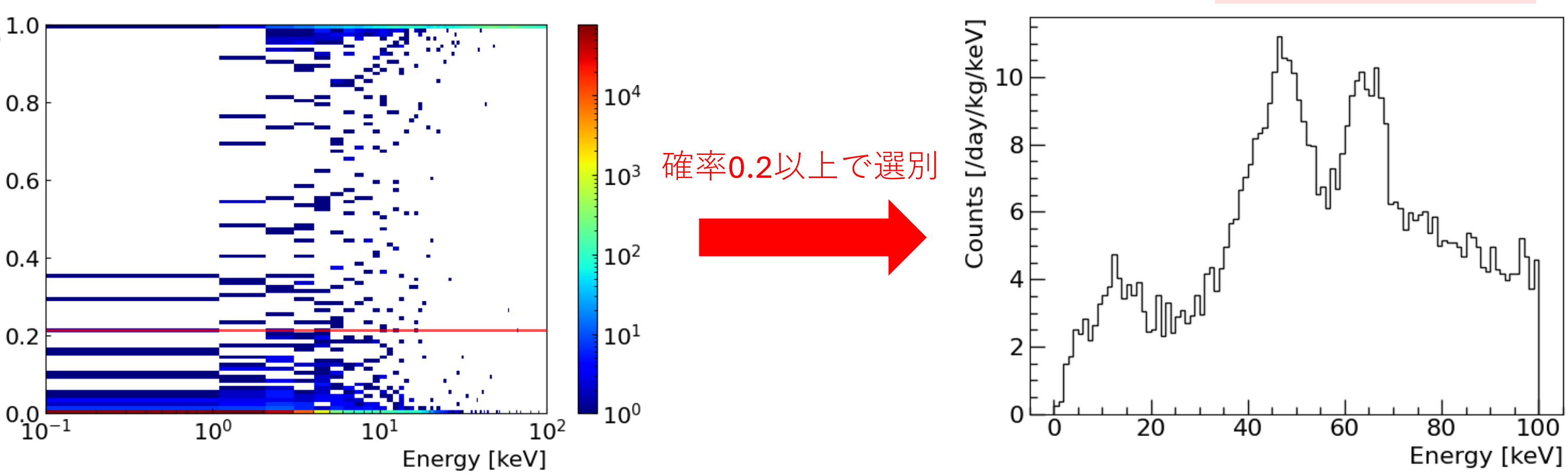
- 残差接続により、多層化することができる
- 多層構造により、様々な部分の特徴を捉えられる



### 1D ResNetの性能評価



Datasetの総数: 38,018個 (0: 17,907個, 1: 20,111個), 2割をテストデータ



## III. Datasetの作成に向けた準備

より高品質、高信頼性の Dataset (教師データ) を目指して

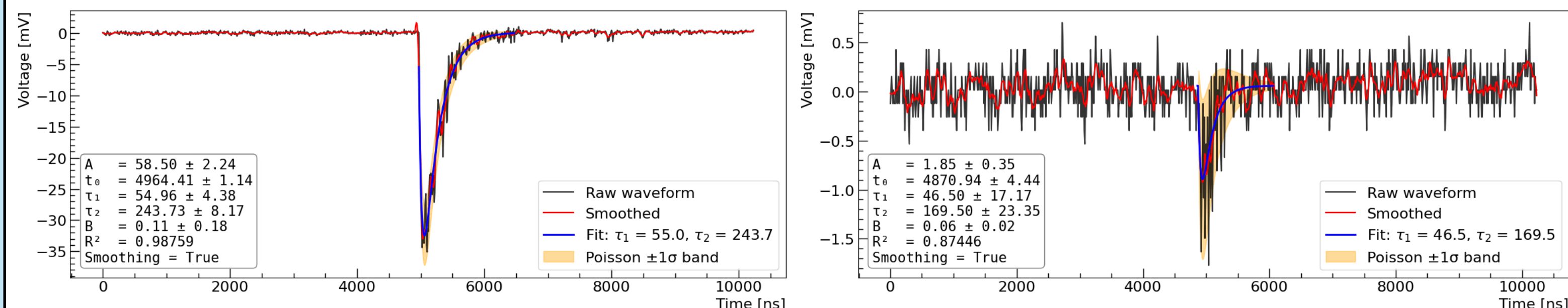
- シグナルである信号の (ある程度) 定量的な指標の決定
- シグナルとノイズの数の偏りがないようにする (不均等なデータでは多数派に偏った学習になり、少数派を正しく判別できない)
- 低エネルギー領域の信号を中心に教師データを作成する

### 波形のフィッティング

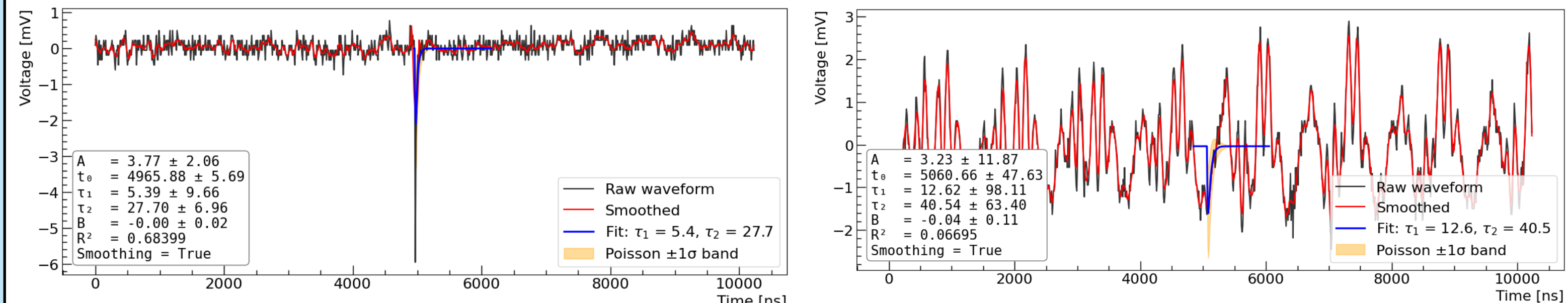
$$f(t) = A \left( 1 - \exp\left(-\frac{t-t_0}{\tau_1}\right) \right) \exp\left(-\frac{t-t_0}{\tau_2}\right) + B$$

$A$ : 強度,  $t_0$ : 立ち上がり時刻,  $\tau_1$ : 立ち上がり時定数,  $\tau_2$ : 減衰時定数,  $B$ : Offset

### シグナルの場合



### ノイズの場合



### 立ち上がり時間の存在

発行中心まで移動する時間 (> 10 ns) + PMTの応答時間 (~ 50 ns) = ~ 60 ns

### シグナルの評価指標

- 立ち上がり時定数  $\tau_1$ : 60 ns ( $\pm 3\sigma$ の範囲内で)
  - 減衰時定数  $\tau_2$ : 230 ns ( $\pm 3\sigma$ の範囲内で)
  - ポアソンの揺らぎの範囲内にある
  - 決定係数  $R^2$  による当てはめの良さの指標
- ← One Photon: 0.7 mV より
- ← 低エネルギー側では、波形が崩れるため、使えない可能性がある

## IV. まとめと展望

### まとめ

- 多層化し波形の様々な特徴を捉えられるようにするために、1次元のResNet (Residual Connectionを利用したCNN) のモデルを構築した。
- 1D ResNet の性能としては期待ほど良くなかった。
  - Datasetの質の部分 (低エネルギー側のサンプルが少ない)
- Datasetの改善に向けて、シグナルの指標 (条件) の模索を行った。

### 展望

- モデルの修正やDatasetの改善を行い、シグナルとノイズの弁別の精度を向上させる。
- 作成したモデルを使って #Ingot 120 のデータ解析を行う。
- #Ingot 120 のデータで論文の執筆を行う。

## V. 参考文献

- [1] R. Bernabei et al. Nucl. Phys. At. Energy, **19**, (2018), 307–325
- [2] K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun, Deep residual learning for image recognition, in: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), (2016), 770–778.
- [3] M. Yoshino et al. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A **1045** (2023), 167626.