

WEOT07

# 畳み込みニューラルネットワークによる 画像認識技術のマウンテンプロット画像への適用

○ 野村 昌弘, 田村 文彦, 島田 太平, 山本 昌亘  
(日本原子力研究開発機構 J-PARC)

古澤 将司, 杉山 泰之, 原 圭吾, 長谷川 豪志, 大森 千広, 吉井 正人  
(高エネルギー加速器研究機構 J-PARC)

第17回日本加速器学会年会

# 発表内容

畳み込みニューラルネットワークによる画像認識

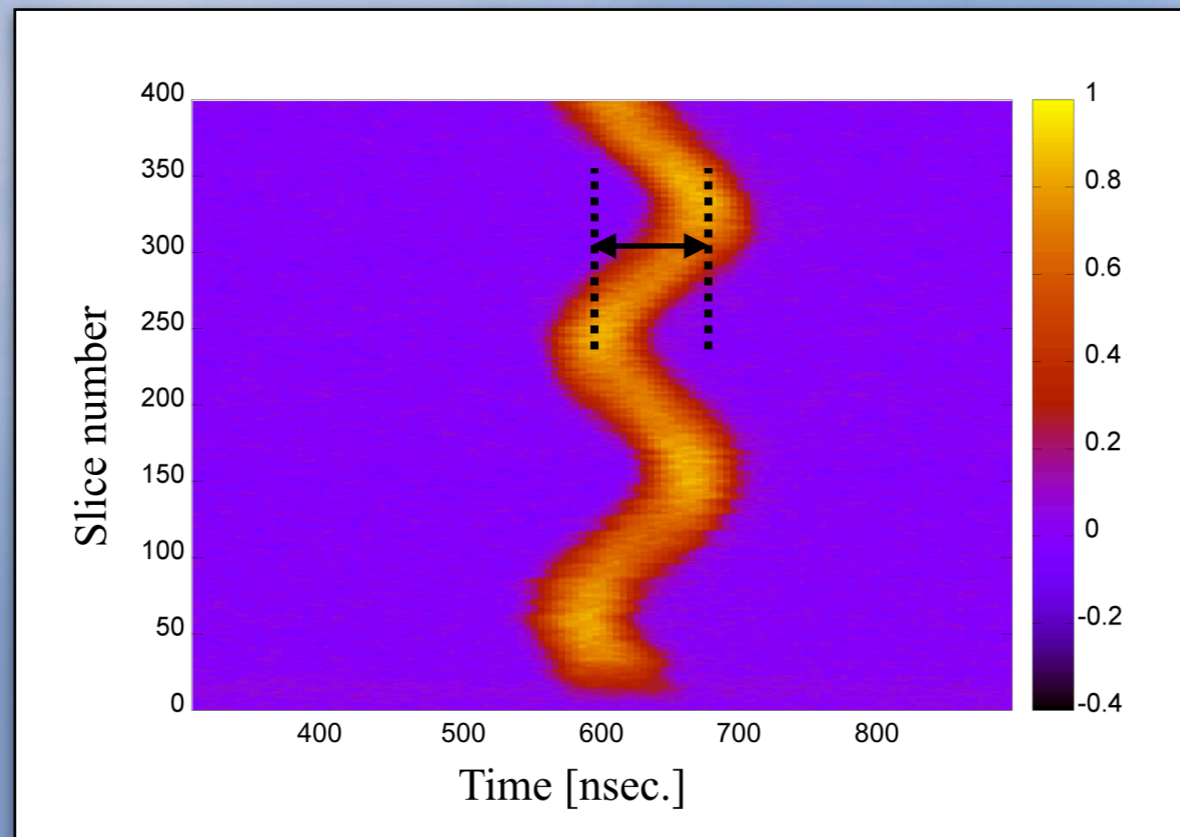
野菜の等級の仕分け、内視鏡画像からの癌検出  
画像認識においては、人と同様かそれ以上

この画像認識の技術を用いて、  
画像から制御に必要な情報を得る。

# 画像として選んだのは、マウンテンプロット

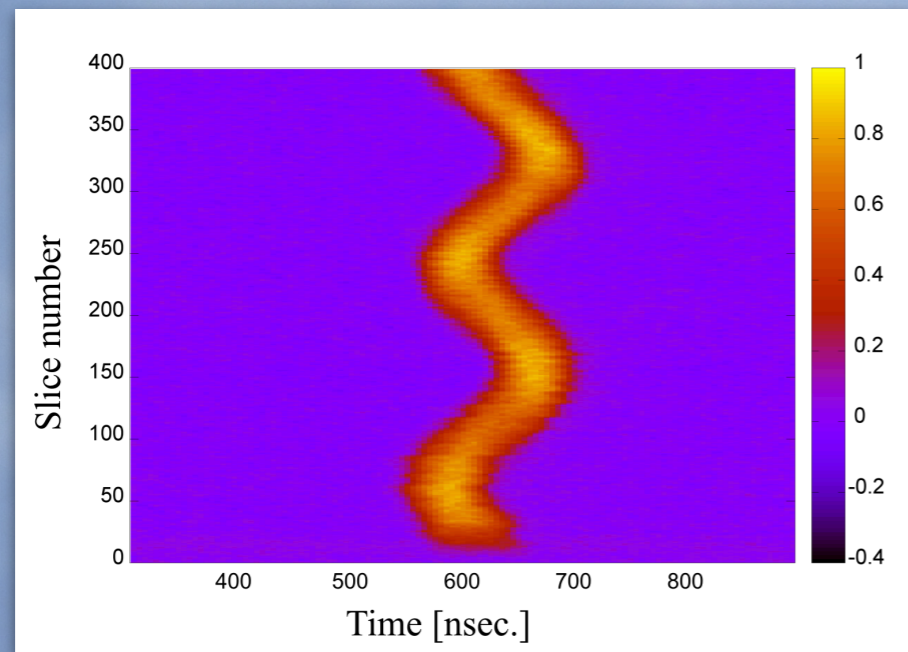
J-PARC RCSでは、この画像を人が測定により、  
入射タイミングと運動量offsetの値を求めて機器の調整を行なっている。

人と比べて画像認識の技術はどれほどなのか？

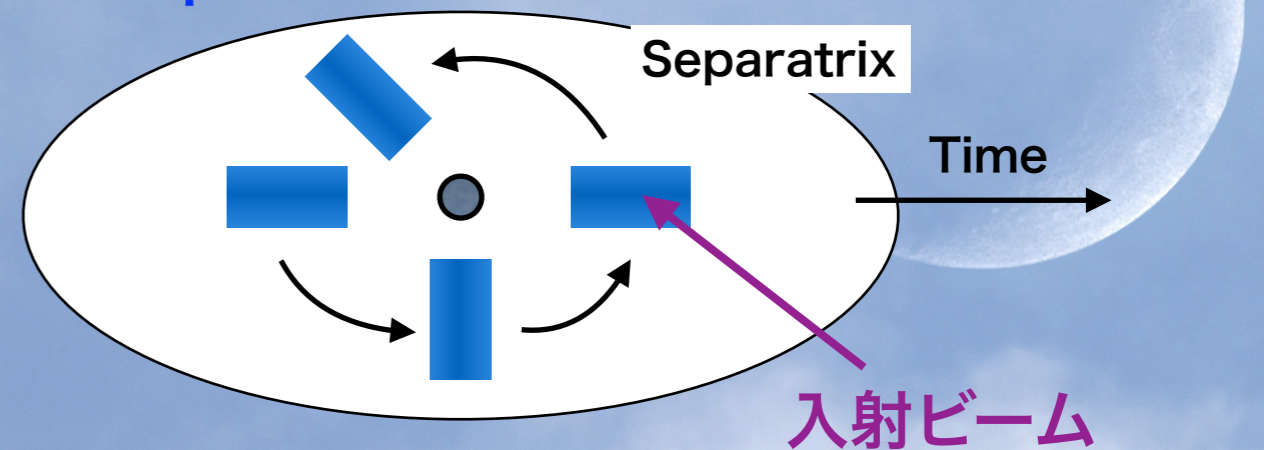


# 画像：マウンテンプロット

RCS内のWall Current Monitorの波形を  
周回毎にスライスし、縦に並べて表示した画像



Phase space



前段のLinacからRCSへ入射されるビームの  
時間幅、運動量広がり、入射運動量、入射タイミング  
の情報が含まれている。

# 画像から知りたい情報を求めるには

畳み込みニューラルネットワークを準備  
(Convolutional Neural Network:CNN)



学習用画像を作成し、CNNに学習&検証

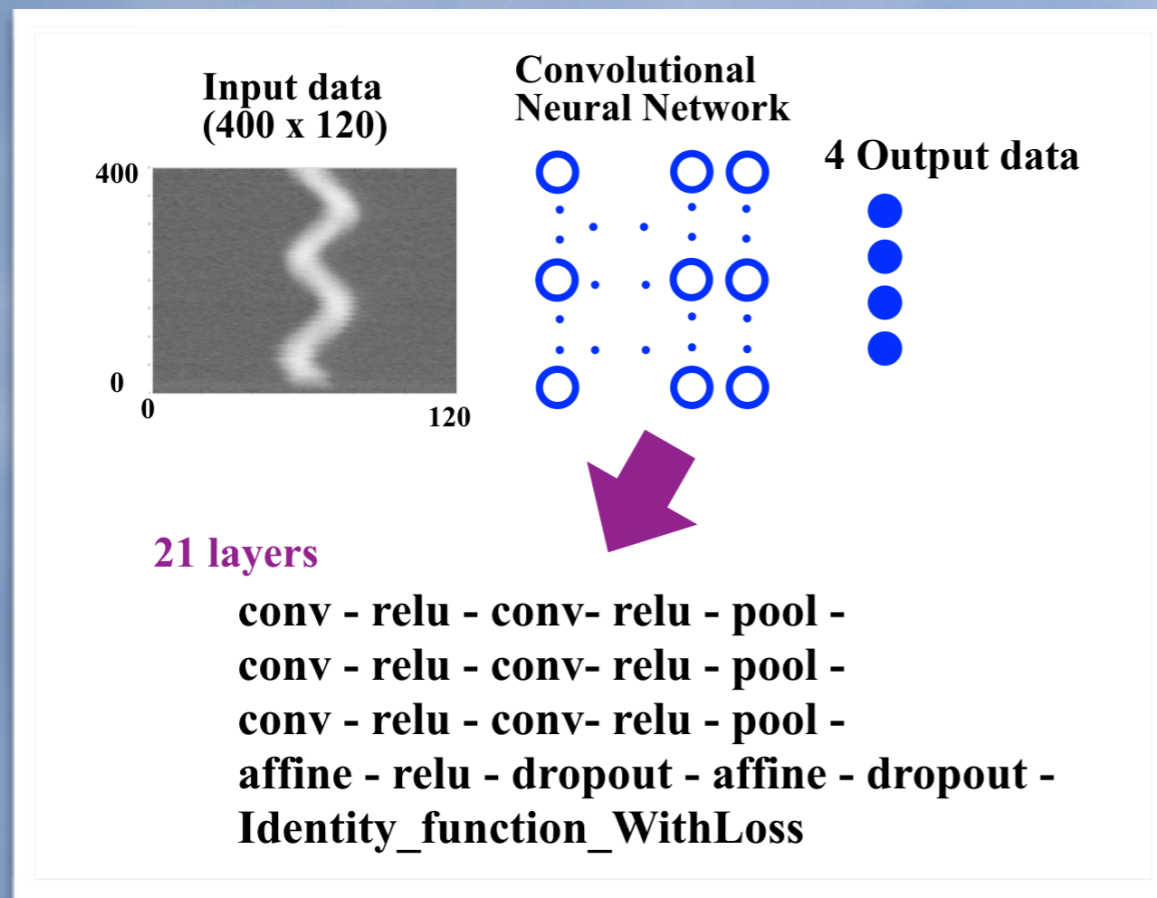


実際の画像、マウンテンプロットに適用

1. 入射タイミングと入射運動量 offset
2. 運動量広がり

# 畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network:CNN)

参考文献のサンプルプログラムをほぼそのまま採用。



Input data : 400 x 120(画像)



Output data : 4(数値)

参考文献 :

斎藤康毅, ゼロから作る Deep Learning  
ISBN978-4-87311-758-4

# 学習用画像の作成

多量に作る。

学習用画像を学べば知りたい情報、教師データが得られる。

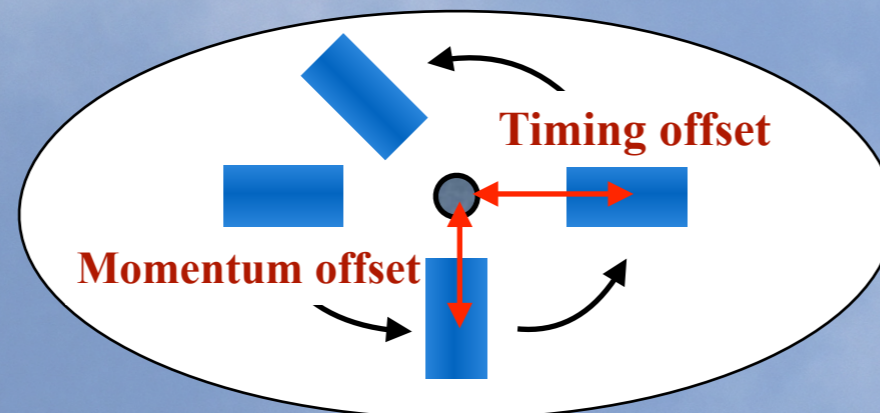
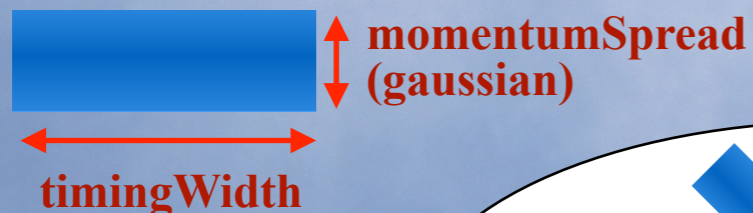
学習用画像はシミュレーションで作成。

シミュレーションのパラメータを教師データとし、

教師データを乱数で発生させることにより多量の画像を作成。

作られた画像一つ一つに教師データの情報が反映される。

Beam shape



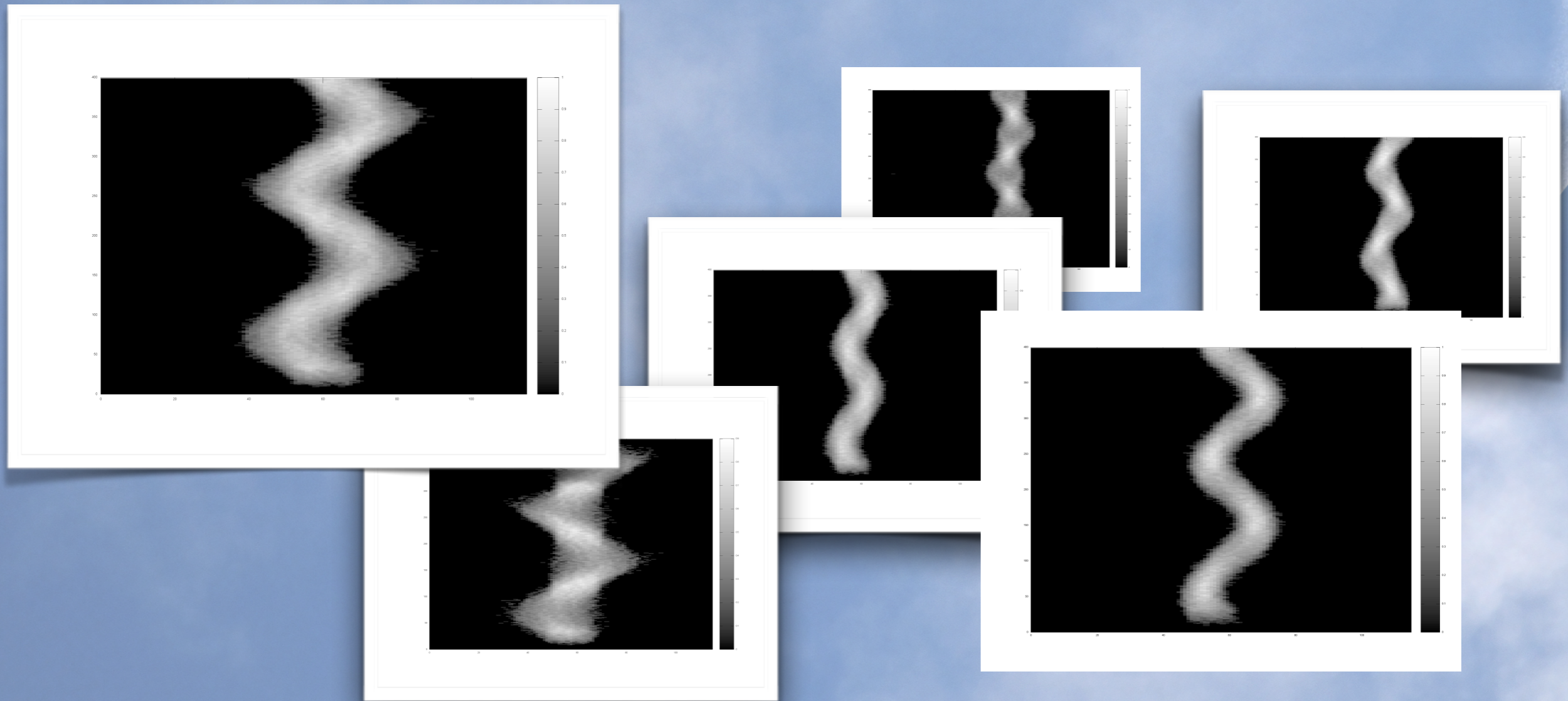
教師データ:

運動量広がり、時間幅  
入射運動量offset、  
入射タイミングoffset

# 学習用画像

白黒画像:画像からビーム強度を間違いなく読み取る為

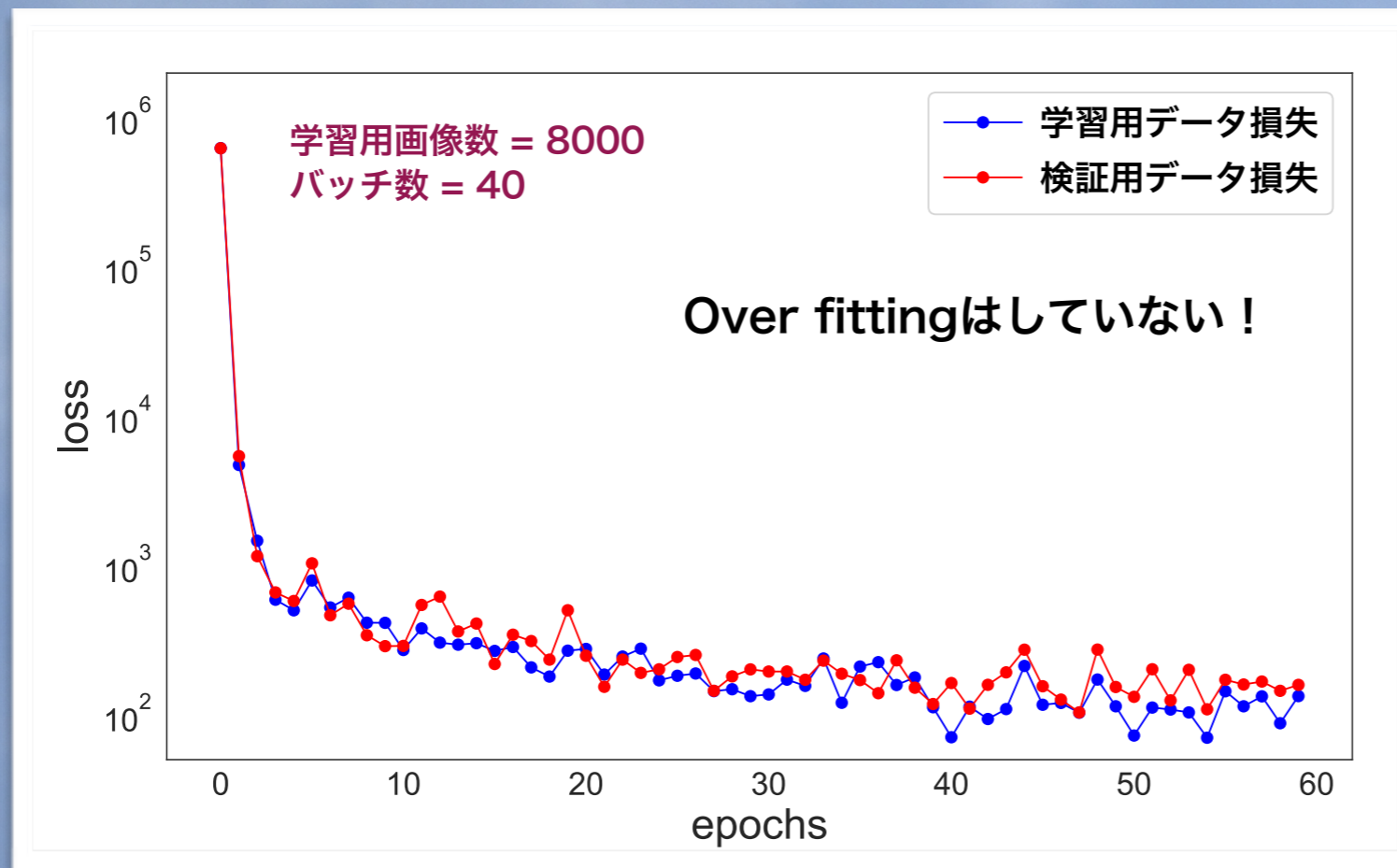
学習用画像:8000枚、検証用画像:2000枚





# CNNによる学習

学習：CNNによる予測値が教師データに近づく様に、  
CNNのパラメータを最適化



loss:

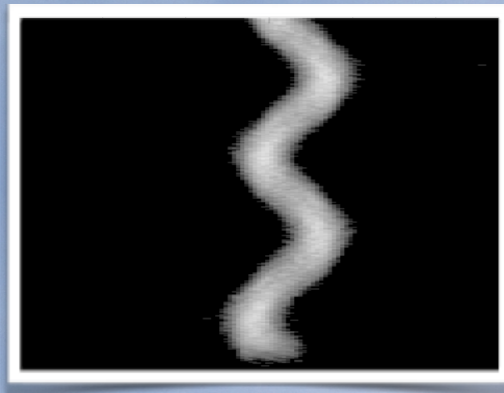
教師データと予測値の差  
2乗和誤差

epoch :

バッチ数で全ての学習用画像  
を処理した場合の単位

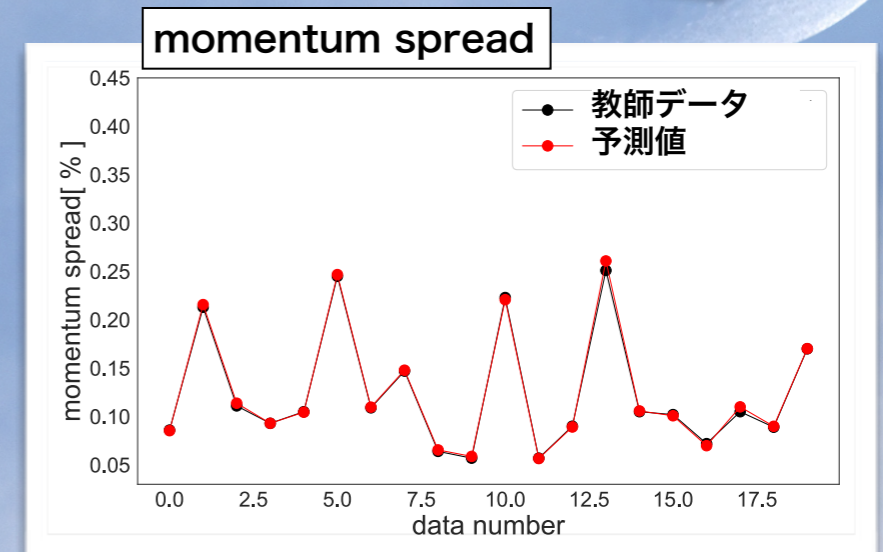
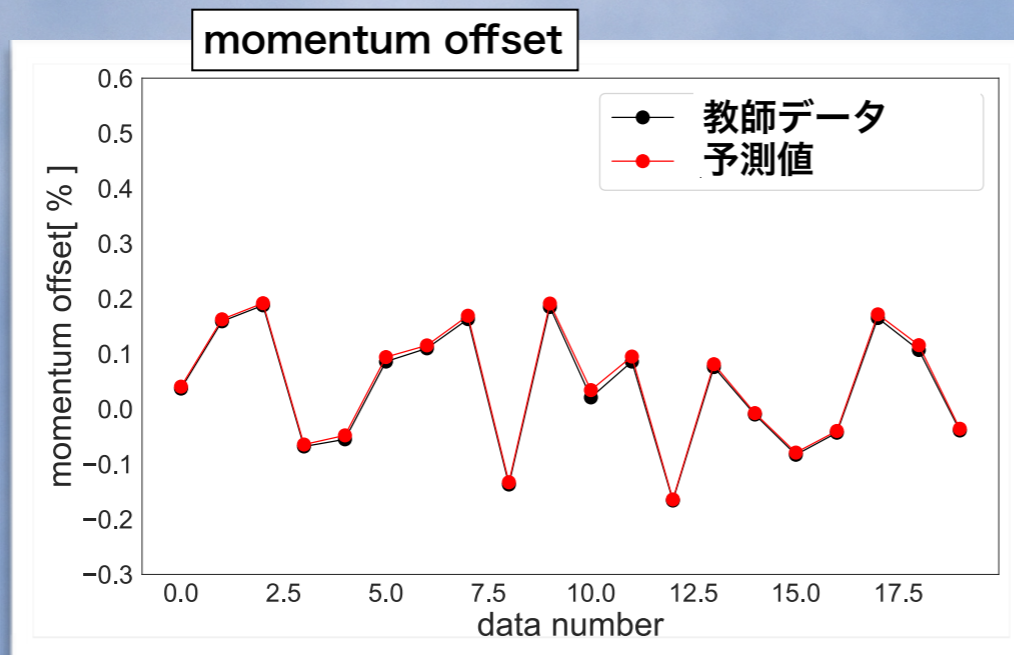
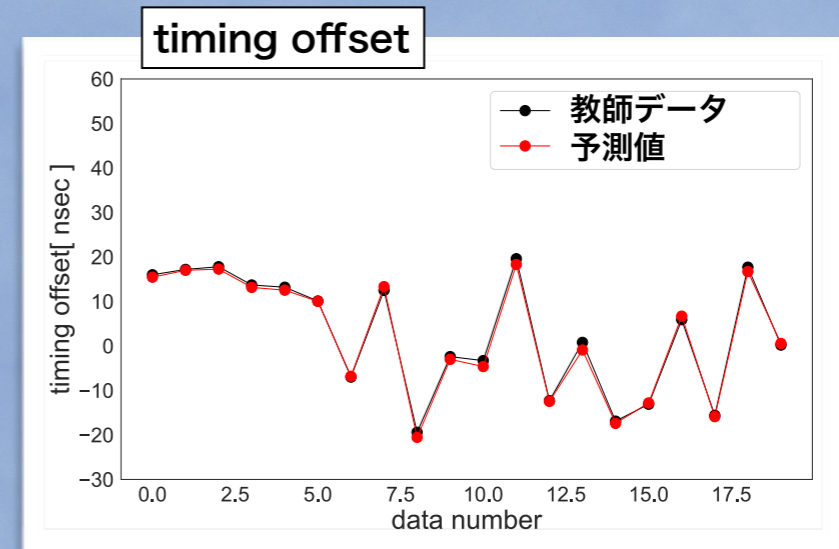
# 検証：検証用シミュレーション画像

検証用画像



← 教師データ

CNN → 予測値

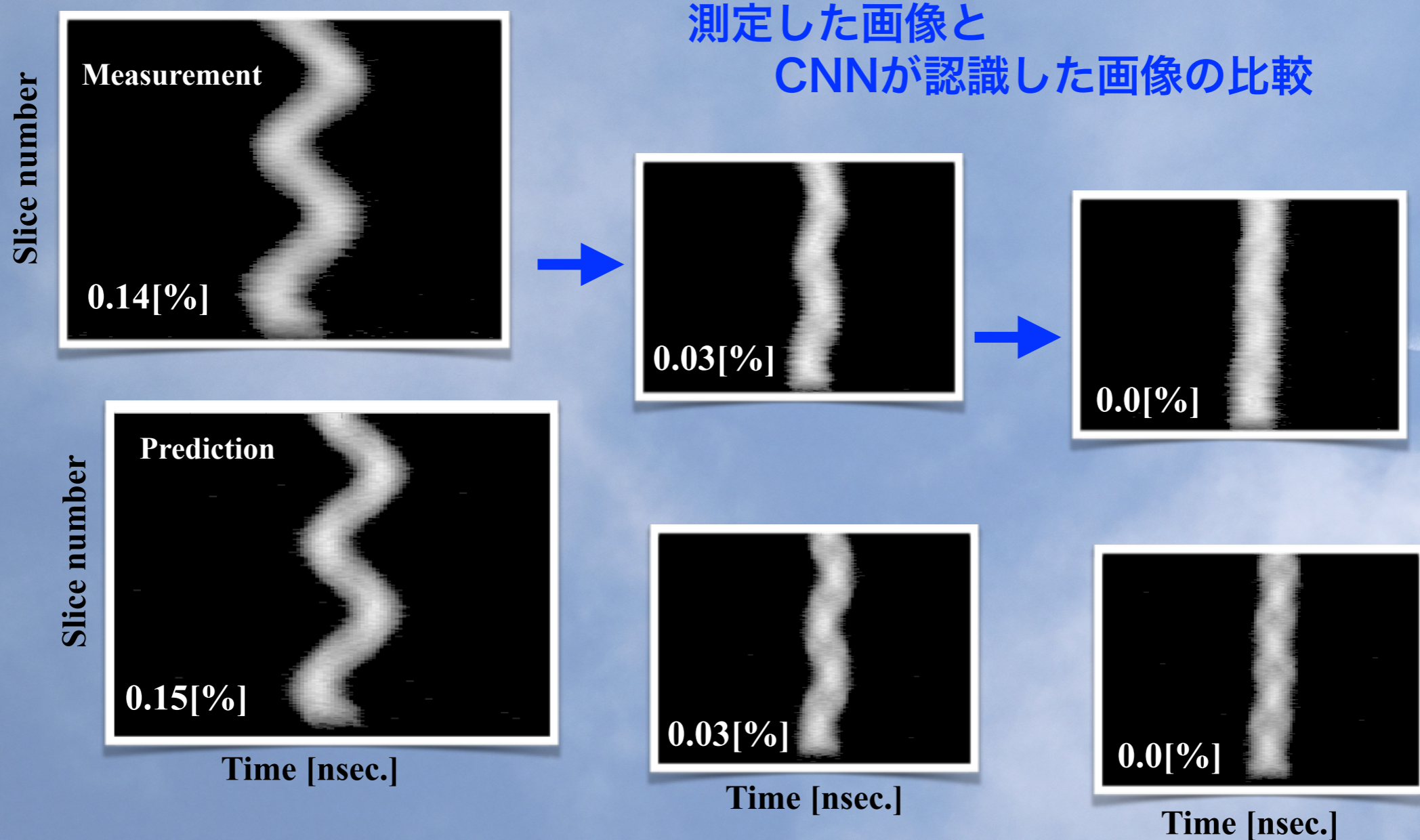


CNNに画像を見せれば、教師データが分かる！

# 実画像への適用：

## 入射運動量、入射タイミング offset

2018.10.15



**実際の運動量やタイミングの調整に使える。**

人が画像から読み取った値との違い

運動量オフセット :  $\sim 0.02$ [%]

タイミングオフセット :  $\sim 4$ [nsec.]

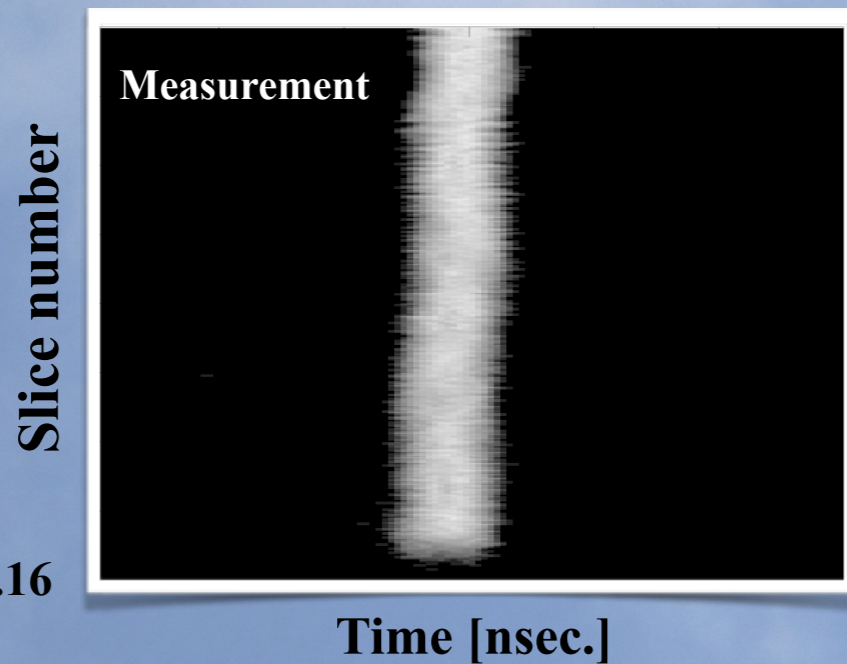
画像認識により正しく情報を得ることができれば、  
効率よく一度で設定値に調整できる可能性がある。

# 実画像への適用：運動量広がり

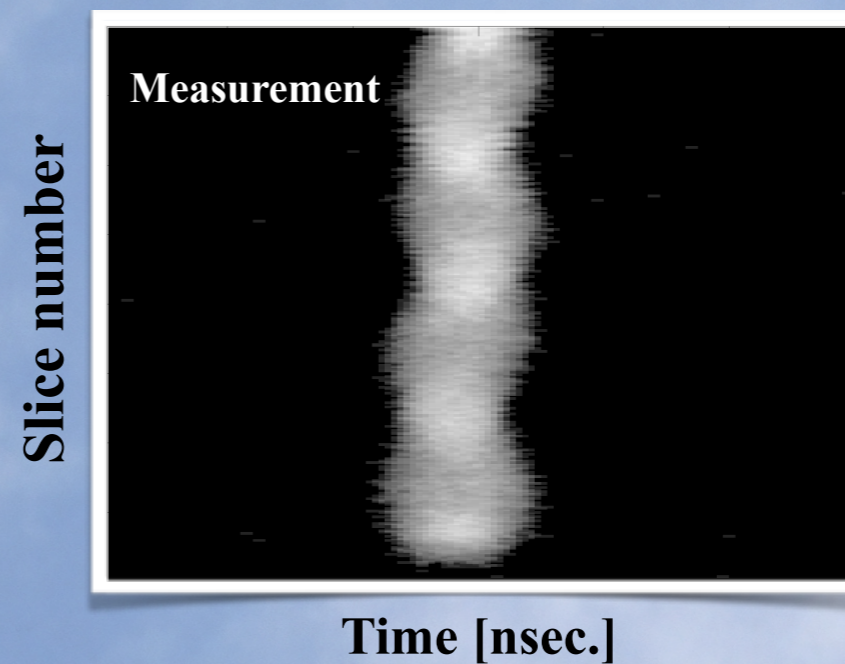
運動量広がり、入射を1中間バンチに変更して  
トモグラフィーにより求めている。

マウンテンプロット(30ターン)から求めることができれば、  
入射条件を変更せずに運動量広がりを知ることができる。

Debuncher2 OFF



Debuncher2 ON



当然、  
人では無理！

通常、トモグラフィーにより求められた運動量広がりは、

Debuncher2 OFF :  $\Delta P/P = 0.10$  [%]

Debuncher2 ON :  $\Delta P/P = 0.17$  [%]

一方、今回マウンテンプロットから求められた値は、

Debuncher2 OFF :  $\Delta P/P = 0.09$  [%]

Debuncher2 ON :  $\Delta P/P = 0.16$  [%]

測定回数を増やし確かめる必要はあるが、  
マウンテンプロットからでも運動量広がりが求められると考えられる。

# まとめ

今回初めて、

CNNによる画像認識の技術をマウンテンプロットに適用した。

画像から知りたい情報を得ることができる。

この画像認識の技術を用いることにより

入射運動量と入射タイミングoffset :

効率よく一度で設定値に調整できる可能性がある。

誰でも調整が可能になる。

運動量広がり :

測定条件的には難しい、

マルチターン入射のまま簡単に測定できる。

**興味のある方は、  
是非使ってみてください。**

