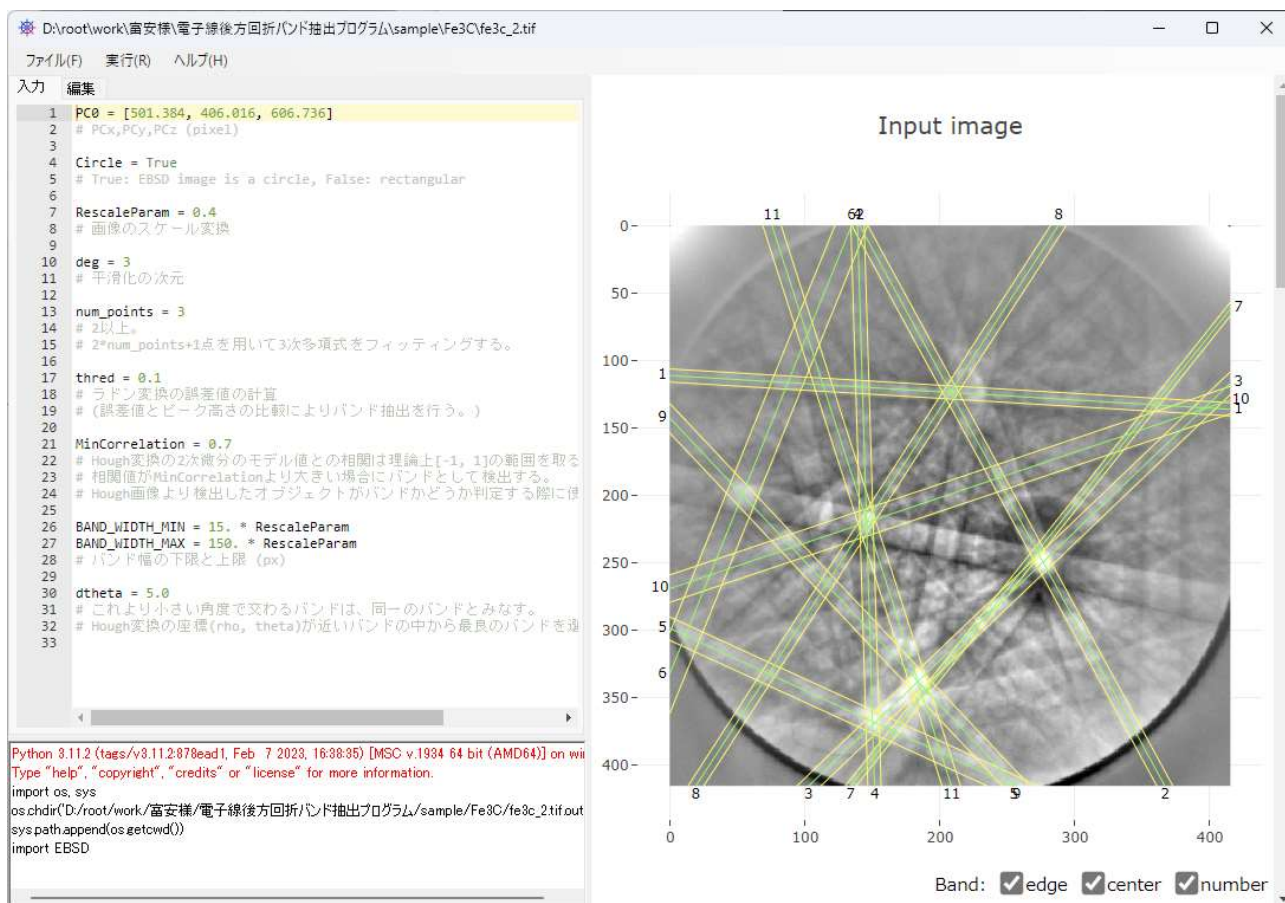


# 電子線後方回折バンド抽出プログラム




## バージョン

2023.05

## 実行環境

Windows10以降 (64bit)

# 1 インストール

アプリケーション自体のインストール作業は不要です。実行ファイル  EBSD.exe をそのまま実行することにより起動できます。

ただし、ランタイムフォルダにある以下のファイルを予め実行して、各ランタイムをインストールしておく必要があります。

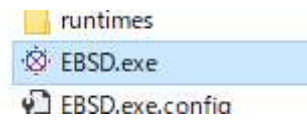
1. MicrosoftEdgeWebview2Setup.exe
2. VC\_redist.x64.exe

## 注釈

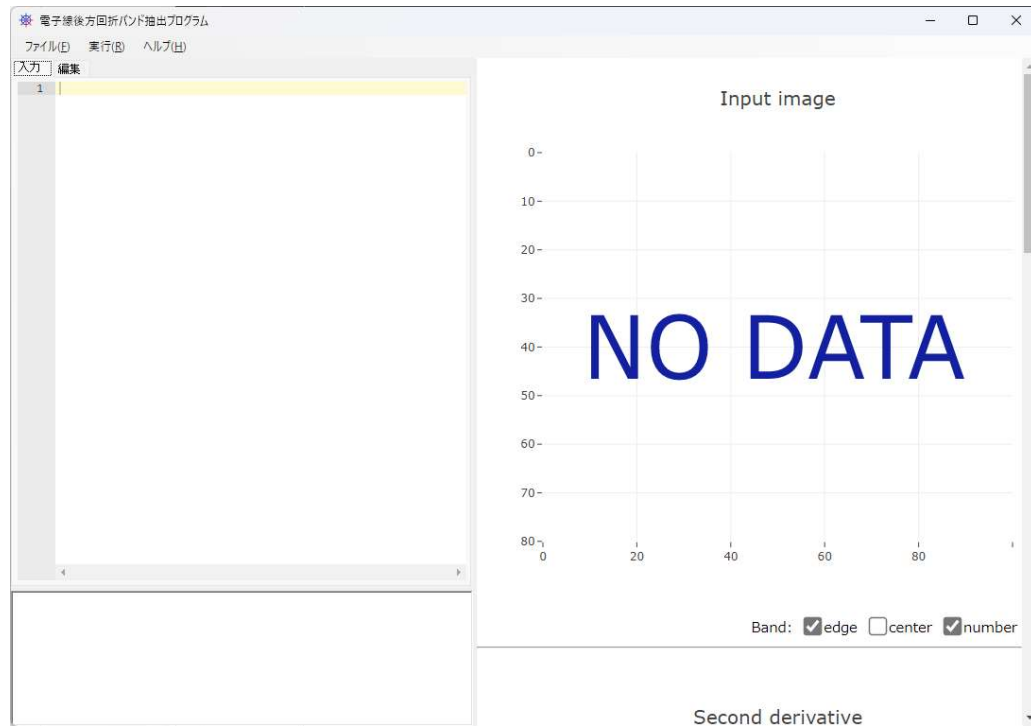
- `MicrosoftEdgeWebview2Setup.exe` は、本アプリケーションからMicrosoft Edgeブラウザーの機能呼び出すのに必要です。なお、Windows11では標準ではインストールされているため、実行する必要はありません。
- `VC_redist.x64.exe` は、Visual Studio等がインストールされていないマシンで必要です。

## 2 ソフトウェアの起動

ソフトウェアを起動するには、 **EBSD.exe** を実行してください：

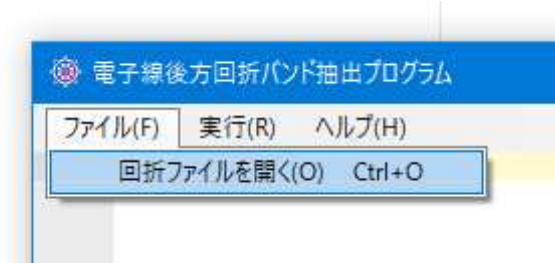


ソフトウェアの起動直後は以下ようになります：

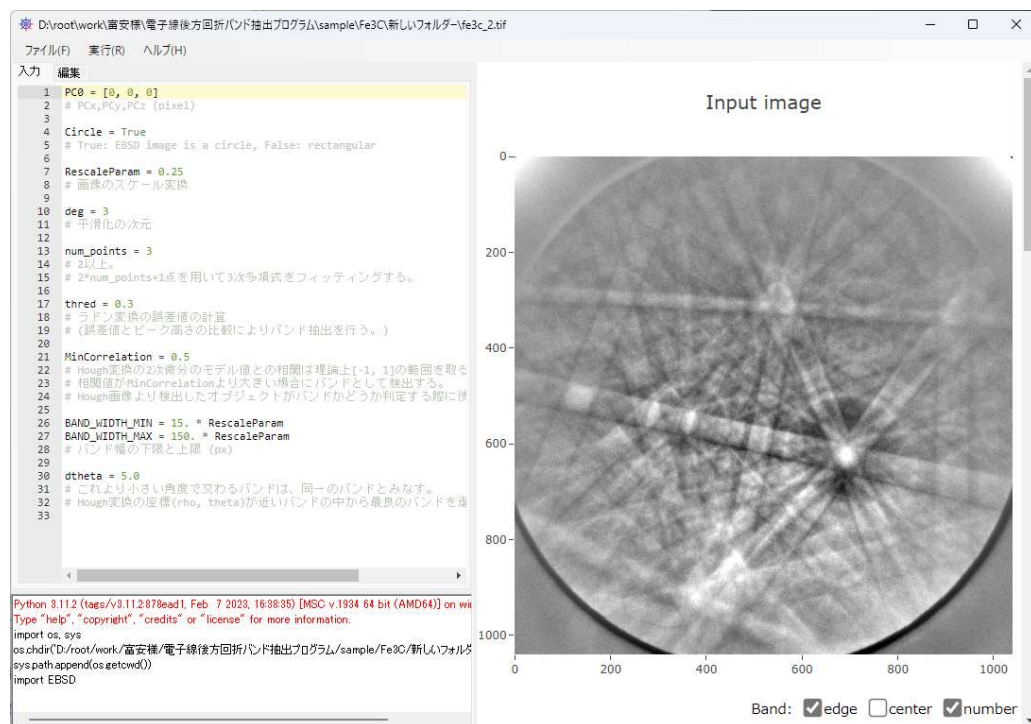


### 3 回折データを開く

回折データを開くには、**メニュー > ファイル > 回折ファイルを開く** を選択し、**tif** ファイルを選択してください：



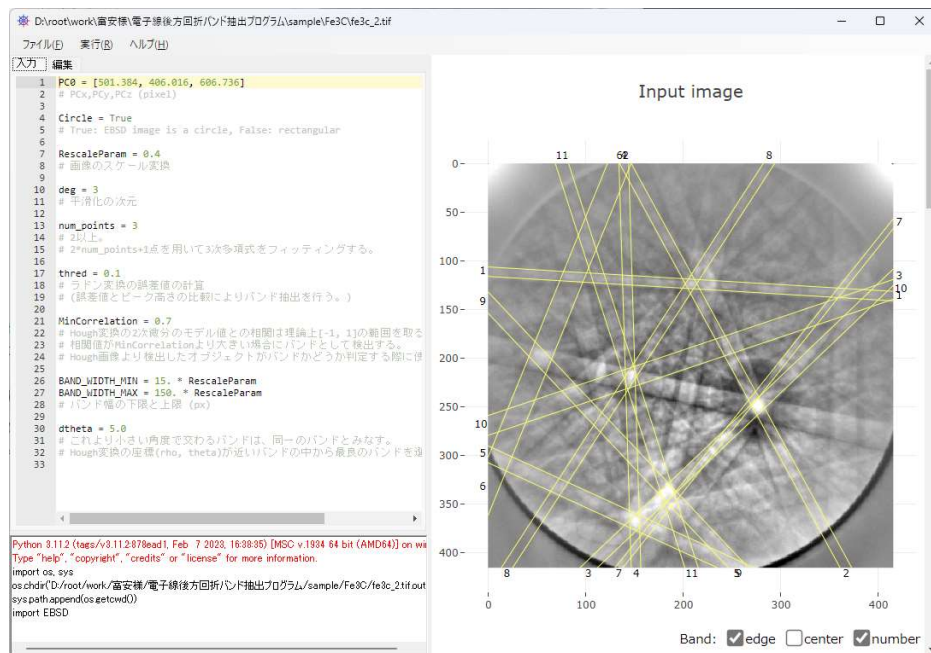
すると、ウィンドウの右側に読み込まれたデータが表示されます：



ウィンドウの左側上部に表示されているのは、バンド抽出計算のデフォルトパラメータです。同下部には、**Python** のターミナルが開き、今後実行されるコマンドやエラーなどが表示されます。

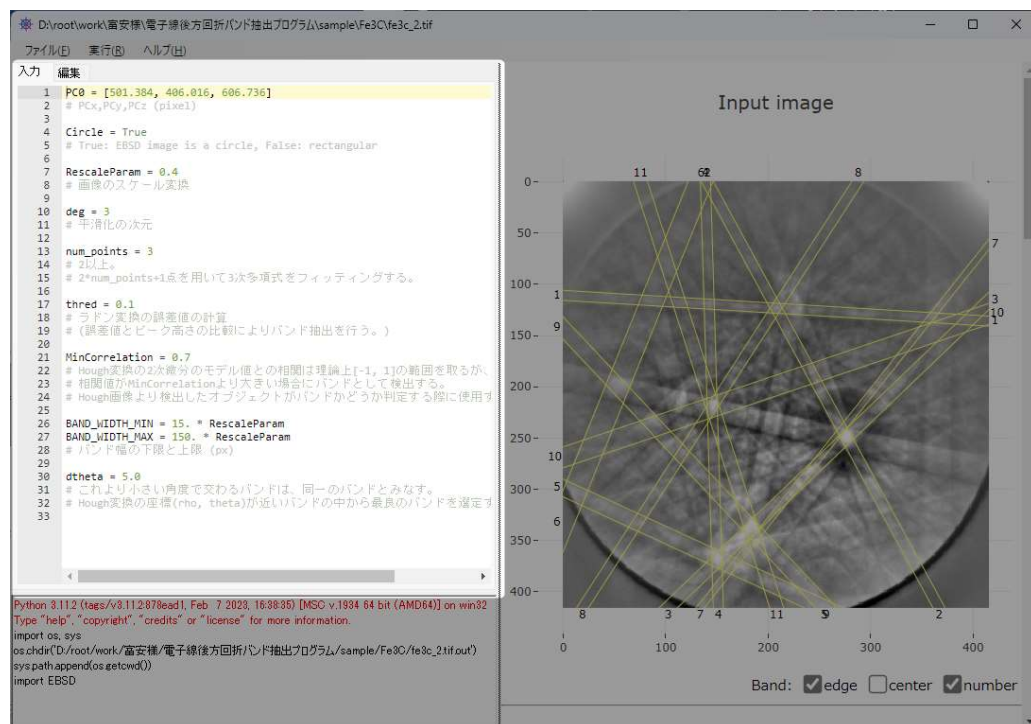
## 🔔 前回計算の復元

既に計算結果が存在する場合には、その結果が下図のように読み込まれます（右側に抽出されたバンドが表示されます）。計算によって得られたデータは全て再現されるので、そのままバンドの追加・編集処理（6章）を行うことができます。



## 4 入力パラメータ設定

入力パラメータの設定は、ウィンドウの左側のエディタで行います：



記述は **Python** 言語で行う。設定内容は以下のとおりです：

```
1  PC0 = [501.384, 406.016, 606.736]
2  # PCx,PCy,PCz (pixel)
3
4  Circle = True
5  # True: EBSD image is a circle, False: rectangular
6
7  RescaleParam = 0.4
8  # 画像のスケール変換
9
10 deg = 3
11 # 平滑化の次元
12
13 num_points = 3
14 # 2以上。
15 # 2*num_points+1点を用いて3次多項式をフィッティングする。
16
17 thred = 0.1
18 # ラドン変換の誤差値の計算
19 # (誤差値とピーク高さの比較によりバンド抽出を行う。)
20
21 MinCorrelation = 0.7
22 # Hough変換の2次微分のモデル値との相関は理論上[-1, 1]の範囲を取るが、
23 # 相関値がMinCorrelationより大きい場合にバンドとして検出する。
24 # Hough画像より検出したオブジェクトがバンドかどうか判定する際に使用する。
25
26 BAND_WIDTH_MIN = 15. * RescaleParam
27 BAND_WIDTH_MAX = 150. * RescaleParam
28 # バンド幅の下限と上限 (px)
29
30 dtheta = 5.0
31 # これより小さい角度で交わるバンドは、同一のバンドとみなす。
32 # Hough変換の座標(rho, theta)が近いバンドの中から最良のバンドを選定する際に使用する。
```

## 設定パラメータの自動保存

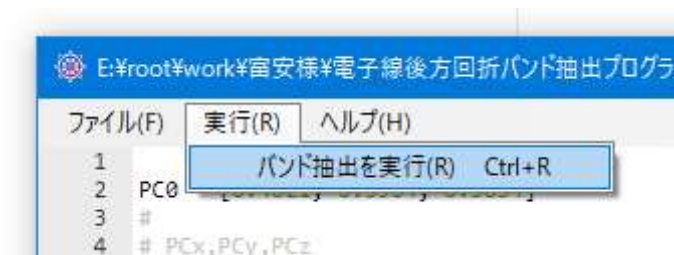
設定されたパラメータの保存は、以下のタイミングで自動的に行われます：

- バンド抽出の実行時
- ソフトウェア終了時
- 別の回折データファイルを開いたとき



## 5 バンド抽出の実行

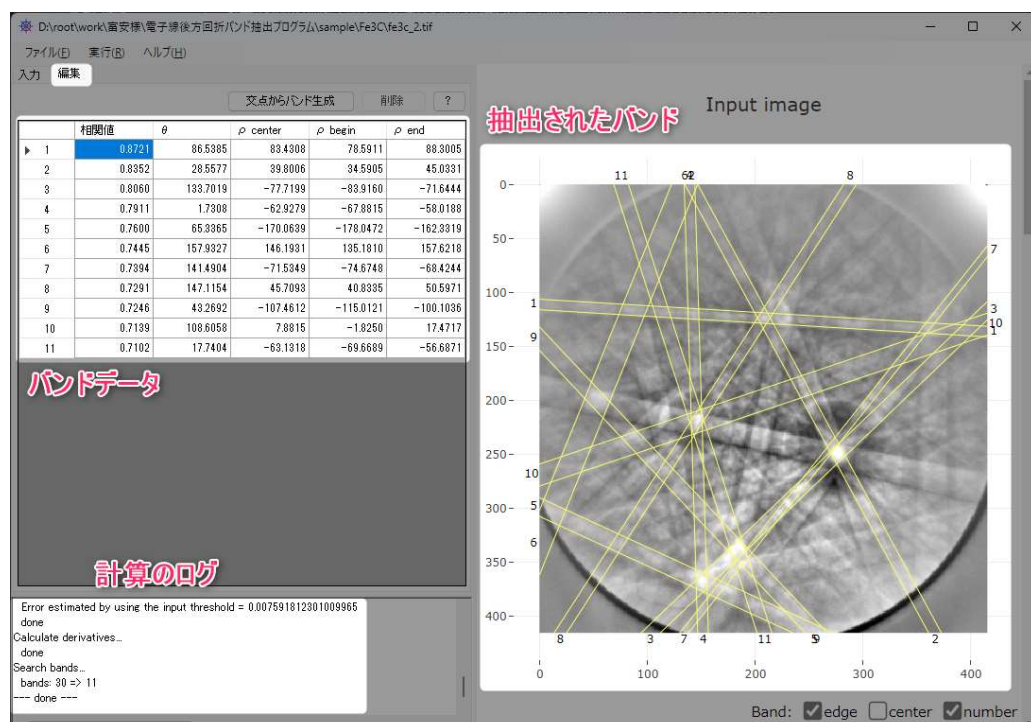
バンド抽出を実行するには、**メニュー > 実行 > バンド抽出を実行** を選択してください：



### 出力先

計算結果の出力先は、回折データと同じフォルダ階層にある **回折データ名.out** というフォルダになります。例えば、回折データファイル名が **fe3c\_2.tif** であれば、**fe3c\_2.tif.out** というフォルダに計算結果が出力されます。

計算が成功していれば、グラフ上に得られたバンドが表示されます。編集タブを選択すると、得られたバンドデータの詳細が表示されます。編集タブの表の並び順は、相関値が大きい順です。





## 注釈

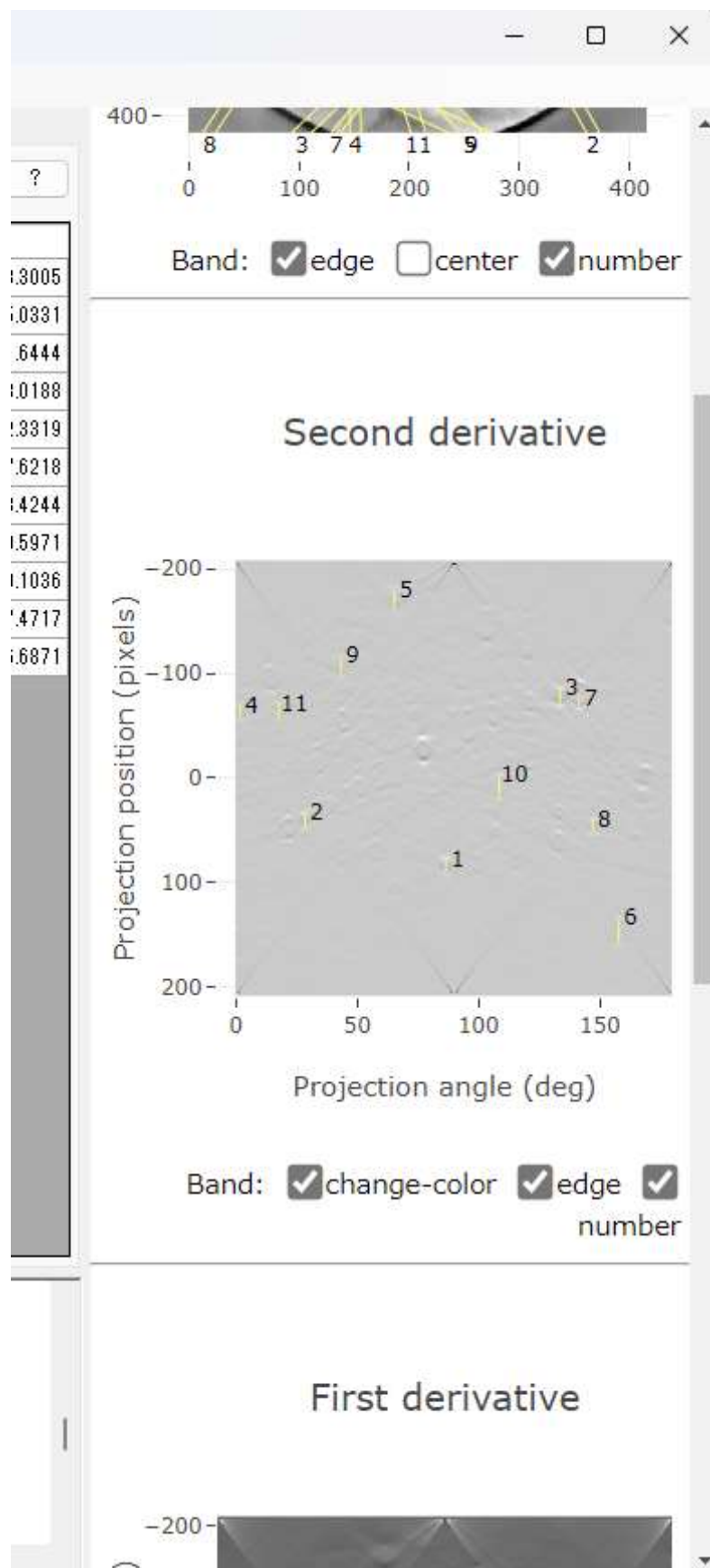
エラーが生じた場合は、左下部分にその内容が表示されます：

```
--- start ---  
EBSDrun()  
--- done ---  
invalid decimal literal (params.py, line 1)
```

この例では、入力パラメータ（`params.py`）の1行目にエラーがあることが示しています。

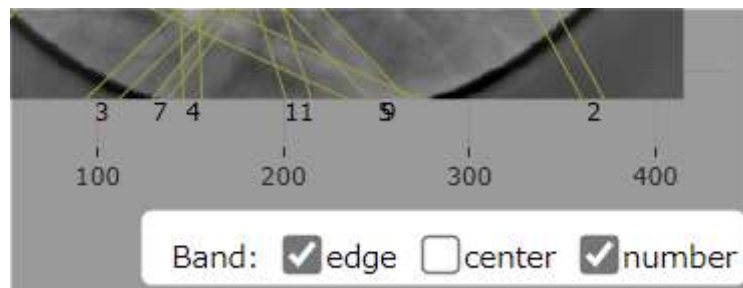
## 🔔 ラドン変換とその微分値

グラフ部を下にスクロールすると、ラドン変換とその1次・2次微分のグラフを確認することができます：

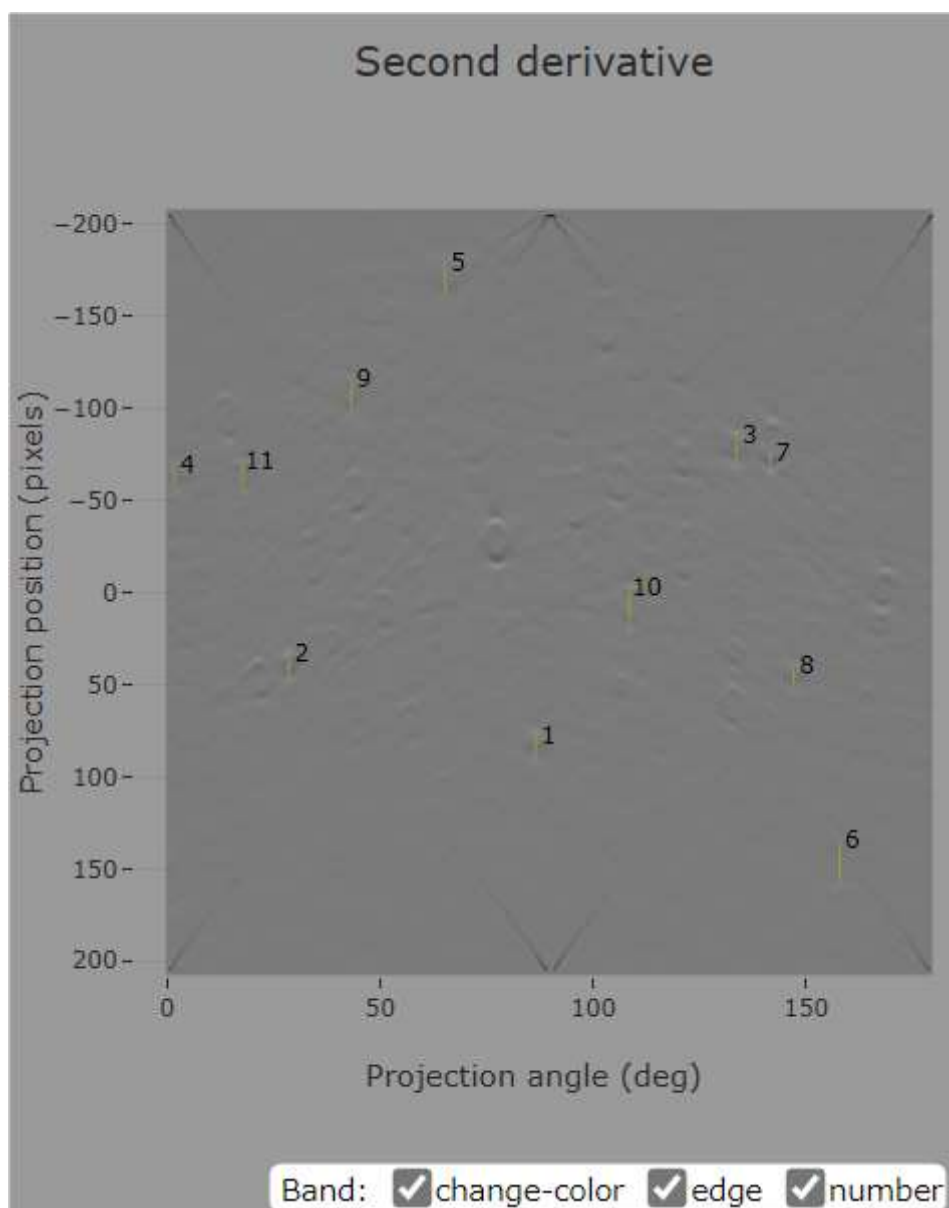


## 🔔 バンドの表示・非表示

バンドの表示・非表示は、グラフの右下のチェックボックスで切り替えられます：



2次微分についても、バンドの表示・非表示を切り替えることができます  
(`change-color` はバンド番号のラベル色を白から黒に切り替えます)：



## 6 バンドの追加・編集

### 6.1 削除

バンドを削除するには、表の行ヘッダーをクリックして行全体を選択したのち、[削除](#) ボタンを押してください：



	相関値	$\theta$	$\rho$ center	$\rho$ begin	$\rho$ end
1	0.8721	86.5385	83.4308	78.5911	88.3005
2	0.8352	28.5577	39.8006	34.5905	45.0331
3	0.8060	133.7019	-77.7199	-83.9160	-71.6444
4	0.7911	1.7308	-62.9279	-67.8815	-58.0188
5	0.7600	65.3365	-170.0639	-178.0472	-162.3319
6	0.7445	157.9327	146.1931	135.1810	157.6218

複数の行を選択するには、[Ctrl](#) キーを押しながら選択します。

### 6.2 追加（グラフのクリック）

バンドを追加する方法は2つあります。1つ目は、2次微分のグラフ上において、追加したい箇所を右クリックします。すると、バンドを追加することを確認するダイアログが表示されるので、[OK](#) ボタンを押します（ $\theta$  はグラフの横軸の値、 $\rho$  は同じく縦軸）：



追加が成功すれば、追加されたバンドが表で選択された状態になります。

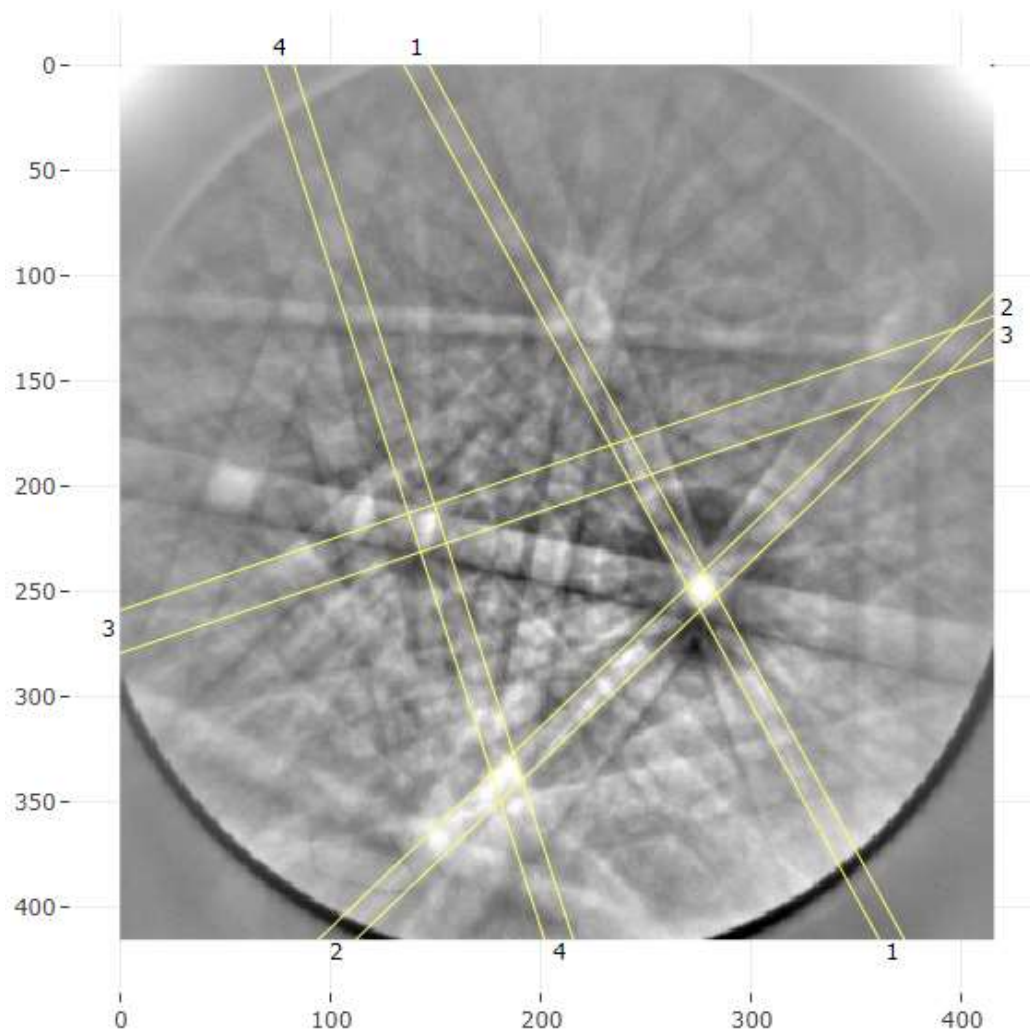
バンドの境界や中心は、クリック点をもとに自動的に計算されますが、クリック箇所によってはこの計算は失敗することがあります。例えば、候補となるバンドが存在しなかったり、近くにバ

ンドが既に存在している場合です。失敗した場合は、その旨が赤字で表示されます：

```
EBSD.addBand_theta_rho(108.605769230769, -1.82498214794798)  
Failed: band already exists
```

## 6.3 追加（既存のバンドから）

バンドを追加する別の方法として、既存のバンドの交点を通るようなバンドを追加することもできます。下図を見てもわかるように、バンドの交点同士を結ぶようなバンドが存在します（例えば、1番・2番の交点と3番・4番の交点を結ぶバンドが見て取れます）：



そのようなバンドを自動的に追加するには、[交点からバンド生成](#) ボタンを押します：

入力 編集		交点からバンド生成				削除	?
	相関値	$\theta$	$\rho$ center	$\rho$ begin	$\rho$ end		
1	0.8721	86.5385	83.4308	78.5911	88.3005		
2	0.8352	28.5577	39.8006	34.5905	45.0331		
3	0.8060	133.7019	-77.7199	-83.9160	-71.6444		

すると全ての可能な組み合わせに対して、バンドの検索を行います。バンドが追加された場合、追加されたバンドは、ウィンドウ左の表で選択された状態になります。

追加されたバンドが選択される

```

--- start ---
EBSD.addBandsFrom4Bands()
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.693, -74.240) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.631, -73.945) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.689, -74.221) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.733, -73.262) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.505, -73.351) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.808, -73.292) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.687, -74.211) => ADDED
( $\theta$ ,  $\rho$ ) = (48.749, -74.504) => ADDED
bands: 19 => 12
--- done ---

```

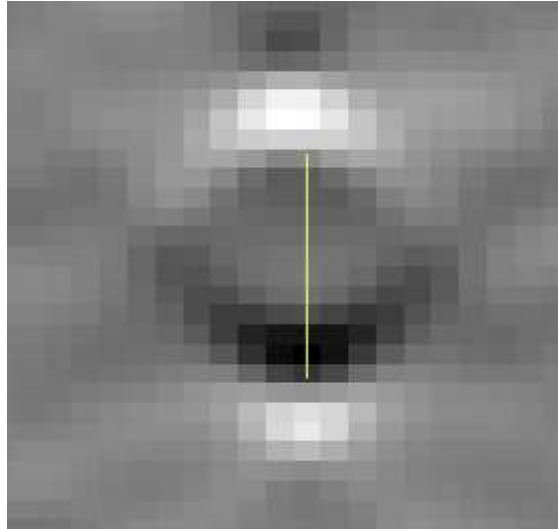
## 6.4 編集

バンドを編集するには、ウィンドウ左側の表を編集します（相関値は編集できません）：

入力 編集		交点からバンド生成				削除	?
	相関値	$\theta$	$\rho$ center	$\rho$ begin	$\rho$ end		
▶ 1	0.8981	150.3000	-1.3155	-5.0575	2.3880		
2	0.8298	4.5000	-120.4610	-125.8616	-115.2168		
3	0.7727	59.4000	62.9129	59.5358	66.2813		
4	0.7610	131.8500	92.7315	86.3389	99.2007		
5	0.7444	103.9500	44.6150	39.0210	50.1320		

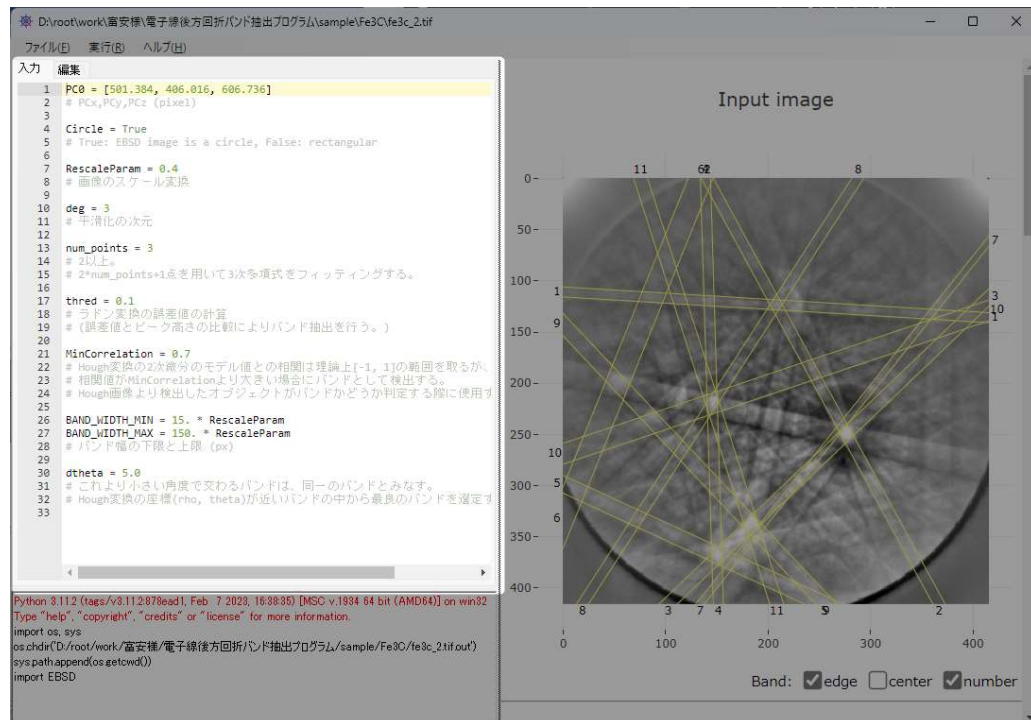
$\backslash(\theta, \rho_{\rm begin}, \rho_{\rm end})$  については、編集後のパラメータをもとにバンドが再検索されるので、編集した値と全く同じにはなりません。また、どれかを変更すると、ほかの値も連動して変化します。

$\backslash(\rho_{\rm begin}, \rho_{\rm end})$  は、2次微分のグラフ上において、黒い領域と白い領域の境界（=2次微分がゼロになるところ）を狙います。例えば、下図のように取ります。





## 7 エディタの操作



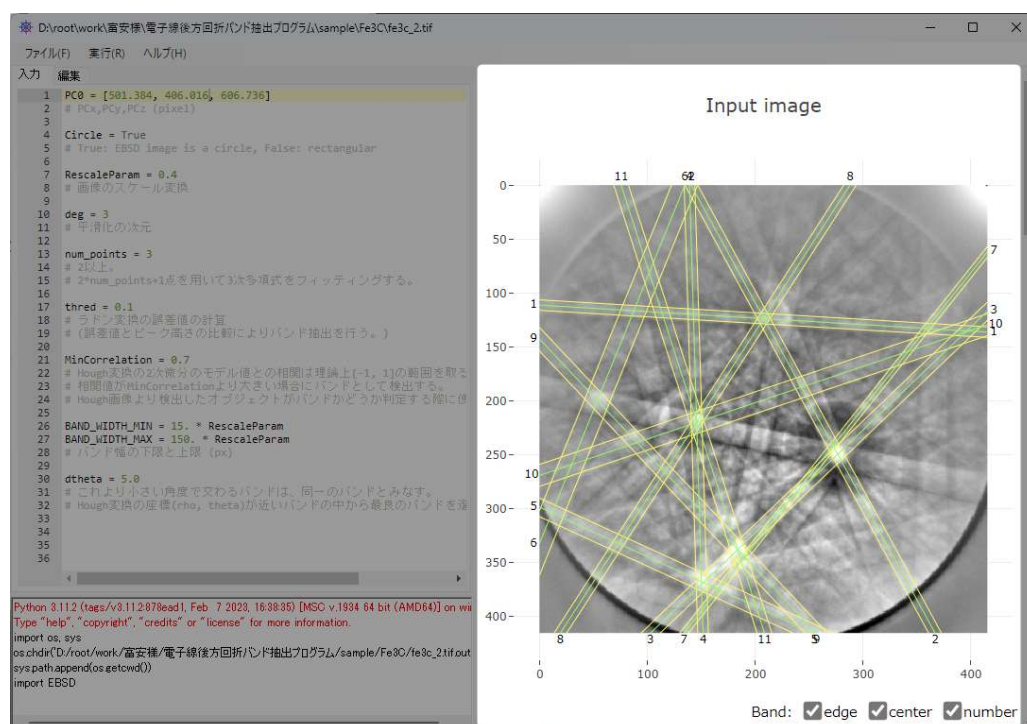
### ❗ 注釈

エディタには [Ace](#) を使用している（[3条項BSDライセンス](#)）。

エディタ部分の操作方法は、通常のエディタと同様である。主な操作を以下に挙げる：

- **Ctrl + Z** 元に戻す
- **Ctrl + Y** やり直し
- **Ctrl + C** コピー
- **Ctrl + V** 貼り付け
- **Ctrl + X** 切り取り
- **Ctrl + A** すべて選択

## 8 グラフの操作



### i 注釈

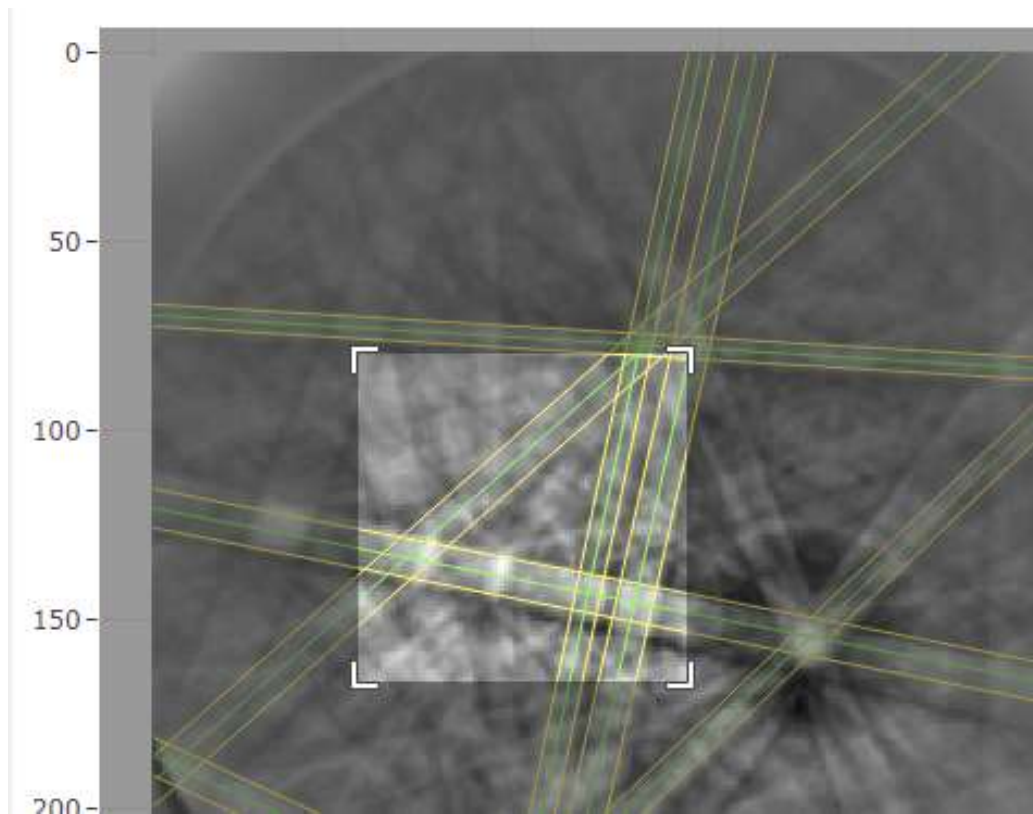
グラフ表示には [Plotly](#) を使用している (MITライセンス)。

## 8.1 リセット

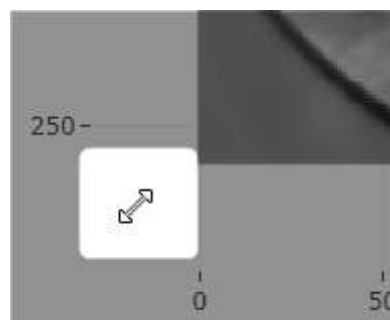
ズームや平行移動を行ったあと、元に戻すにはグラフをダブルクリックすればよい。

## 8.2 ズーム

グラフをズームするには、グラフ上でドラッグする：



あるいは、軸の端をドラッグしてもよい：



## 8.3 平行移動

平行移動は、Shift キーを押しながらドラッグする。

あるいは、軸の中央部をドラッグしてもよい。

