

## 逆極点図、極点図による方位解析

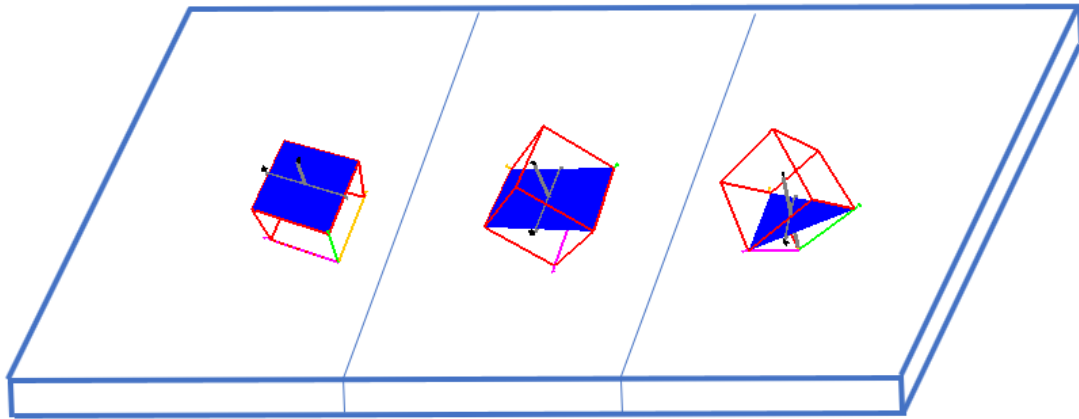
2025年02月11日

*HelperTex Office*

1. 概要
2.  $\theta/\theta$  Scanによる逆極点解析
  2. 1 連続プロファイルをピーク毎の分割プロファイルに変換しrandom比率を計算
3.  $\theta/\theta$  Scanによるロットゲーリング解析
4. 背面反射ラウエによる結晶方位解析
5. 単独極点図による方位解析
  5. 1 極点図の回転
  5. 2 BCC単結晶のSchmid因子計算
6. 多結晶試料の方位解析
  6. 1 極点図からODF解析
  6. 2 Rp%の計算、VF%の計算
  6. 3 Schmid因子計算
7. 各種方位によるステレオ投影図
  7. 1 リガク [X線回折ハンドブック] SiO<sub>2</sub>のステレオ投影図を描画
  7. 2 CubicのCopper (112)  $[-1-11]$  と (112)  $[11-1]$  の違い

## 1. 概要

圧延版などの方位解析では逆極点図、極点図、ODF図が計算され比較されている。  
単結晶では、1方位の集合であるが、圧延版は各種方位結晶粒の集合体でその量を比較する。



X線回折では、randomサンプルとの比較が行われる。

一般的な $\theta/\theta$  Scanでは、圧延版のND方向の測定が行われ、広範囲の測定データとrandom試料との比較で逆極点解析、限られた反射を利用したロットゲーリング手法が用いられている。

極点測定では、X線ビームに対し、 $2\theta$ 角度を固定し、sampleを煽りと回転であらゆる方向の測定を行い、極点図が作成される。多結晶の場合、複数の極点図を測定し、ODF解析による方位解析が行われる。単結晶の場合、背面写真や1面極点図から方位解析が行われる。

以下に、

- $\theta/\theta$  Scanによる逆極点解析

- $\theta/\theta$  Scanによるロットゲーリング解析

- 背面反射ラウエによる結晶方位解析

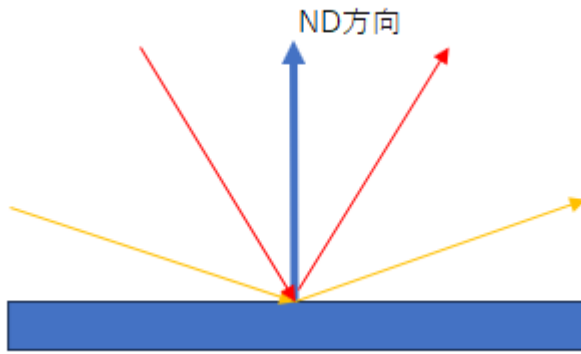
- 単独極点図による方位解析

- 多結晶試料の方位解析

- 各種方位によるステレオ投影図

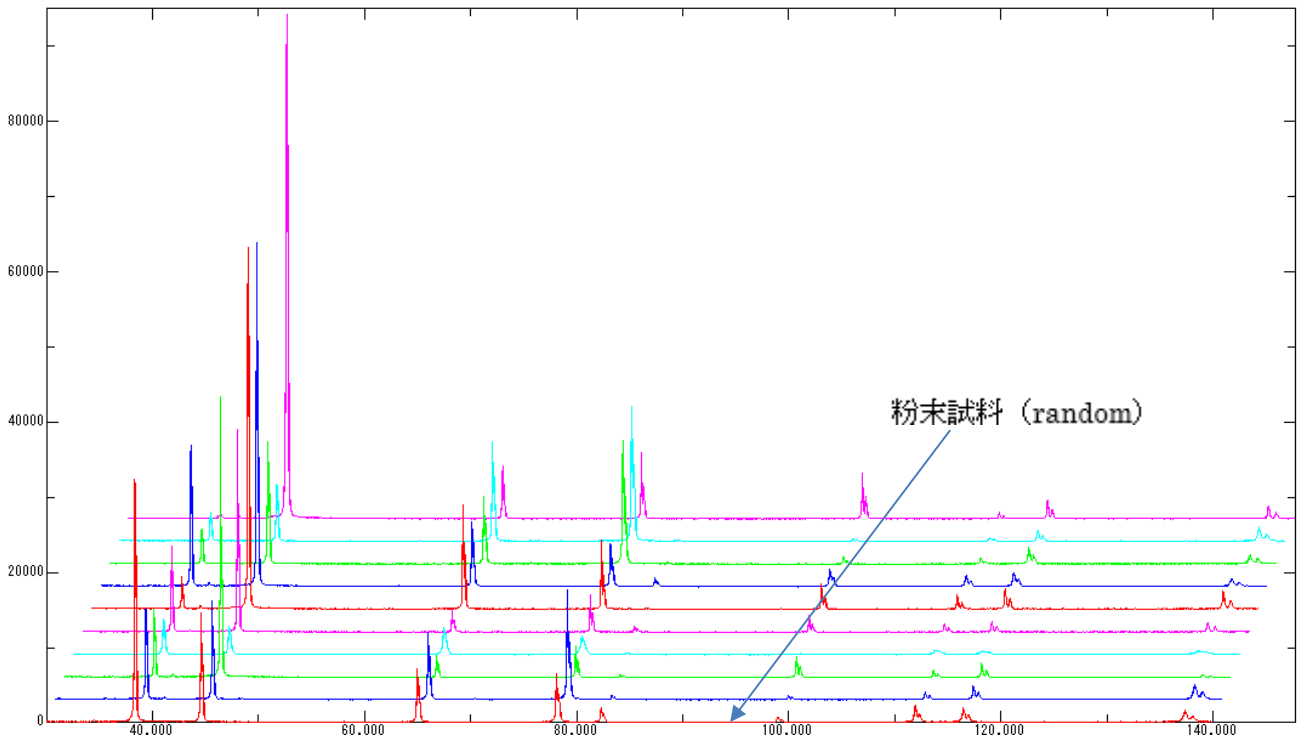
- を紹介します。

## 2. $\theta/\theta$ Scanによる逆極点解析

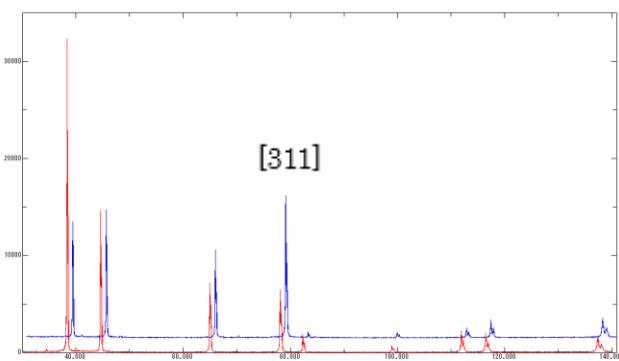


材料表面の対称反射測定によるプロファイルから解析が行われる

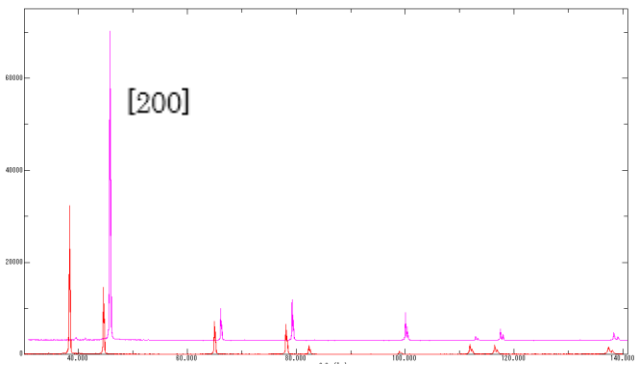
以下はアルミニウムの粉末プロファイルと各種圧延板の $\theta/\theta$  Scanプロファイル



random と H18 比較

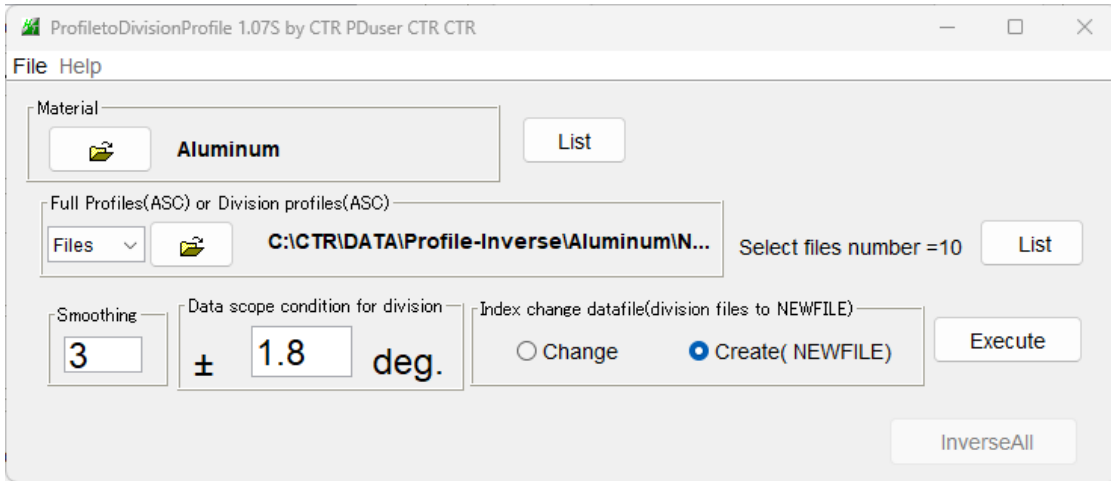


random と O 材比較

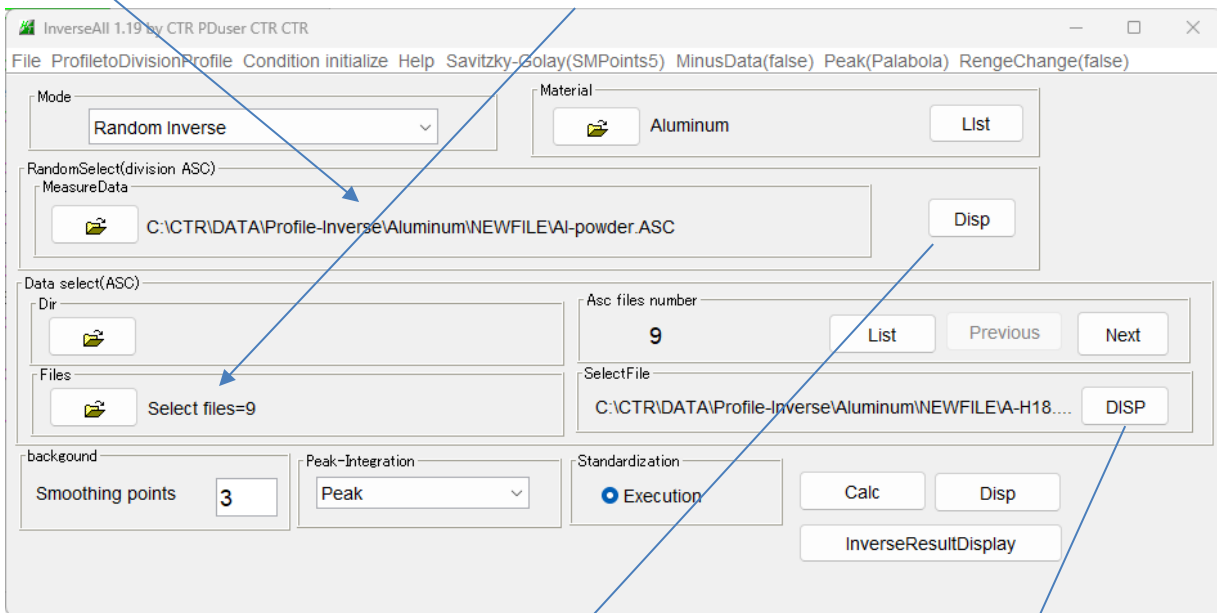


ND 方向の random 材料に対する比率を計算し、逆極点図を作成する

2. 1 連続プロフィールをピーク毎の分割プロフィールに変換し r a n d o m 比率を計算  
分割

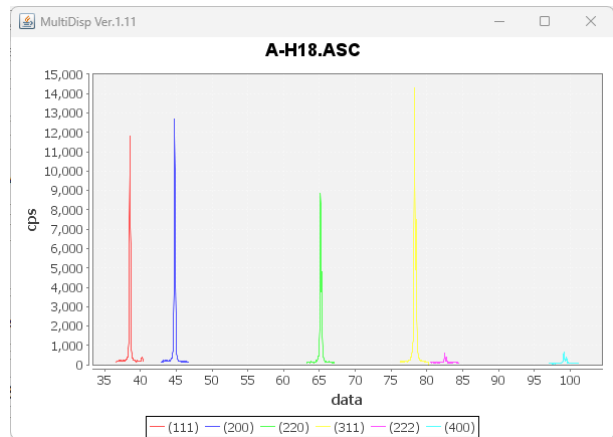
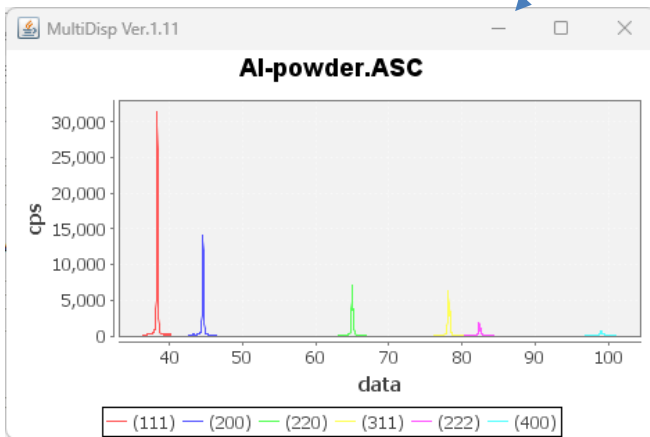


Random 比率を計算 計算する材料数は9



random

A-H18 材料 (他に8プロフィール)



比率計算

background Smoothing points  Peak-Integration Peak Standardization Execution

Randommode Standardization Savitzky-Golay(SMpoints5) BGsmoints=3 PEAK peakPalabola5 Minusdata-OFF

	[111]	[200]	[220]	[311]	[222]	[400]
A-H18	0.47	1.14	1.6	2.83	0.34	1.15
A-T4	0.31	2.88	0.44	0.74	0.2	4.98
B-H18	0.63	1.11	2.11	1.54	0.44	0.87
B-O	0.44	2.4	0.57	0.95	0.57	4.32
C-Bach	0.1	2.68	1.54	1.1	0.06	4.31
C-CAL	0.44	2.44	0.91	0.67	0.46	2.86
D-H14	0.19	1.52	1.66	3.3	0.12	1.89
D-H18	0.18	0.76	2.69	4.03	0.1	0.65
D-O	0.01	3.33	0.65	0.9	0.04	6.39

逆極点图表示

材料選択

InverseDisplay 1.16 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Inverse[hk] Other Average OFF Dataexpand OFF

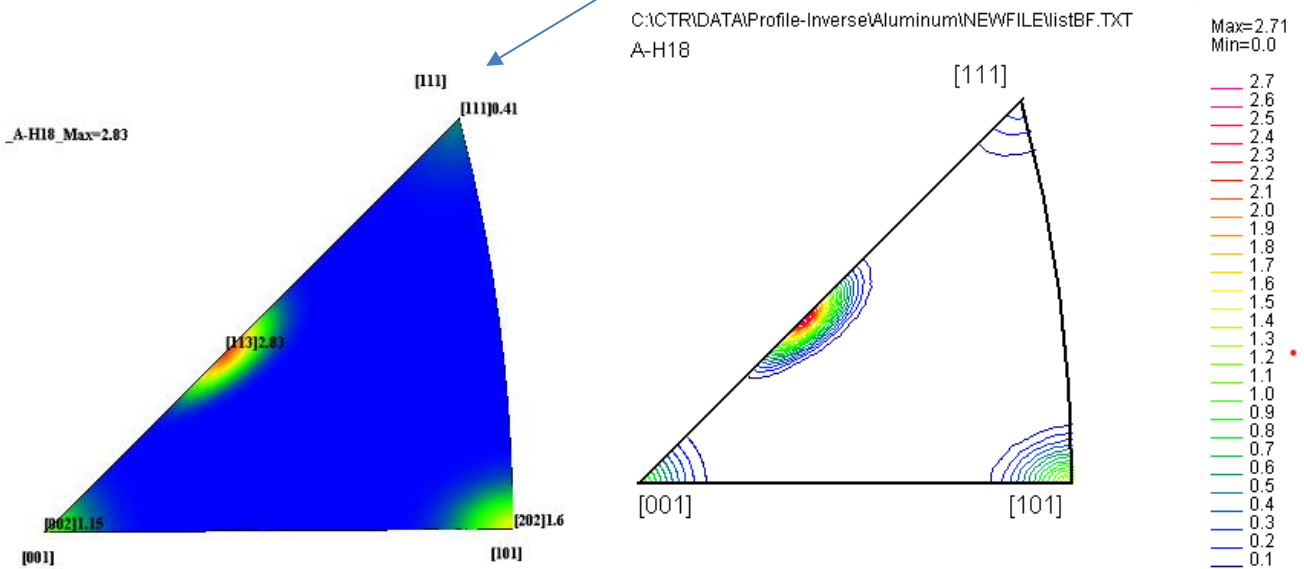
ODF  LaboTex  popLA  StdODF ND  TexTools  InverseAll

InverseTXTFile  C:\CTR\DATA\Profile-Inverse\Aluminum\NEWFILE\result.txt A-H18

Inverse Max level 2.83 2D 3D Max-value(Max 1.0) 0.15 Data Disp List Display

WindowsWidth 800  Disp Intens. Random Level 0 [hk] Intens. InverseDisplay

3DWhite



### 3. $\theta/\theta$ Scanによるロットゲーリング解析

1 軸配向評価方法として使われている方法である。

C軸配向の場合

$$f = (p - p_0) / (1 - p_0)$$

$$p_0 = \sum I_0(001) / \sum I_0(hk1)$$

$$p = \sum I(001) / \sum I(hk1)$$

$p_0$ は無配向サンプルのX線回折強度 ( $I_0$ ) を用いる

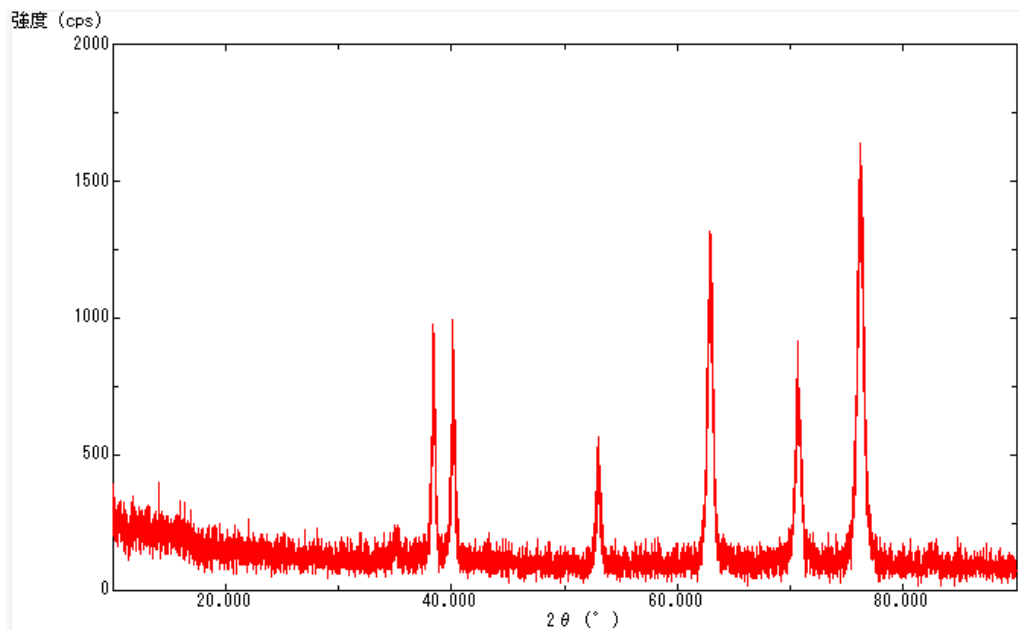
$p$ は配向サンプルのX線回折強度 ( $I$ ) を用いる

$f$ をロットゲーリングファクタと呼ばれている。

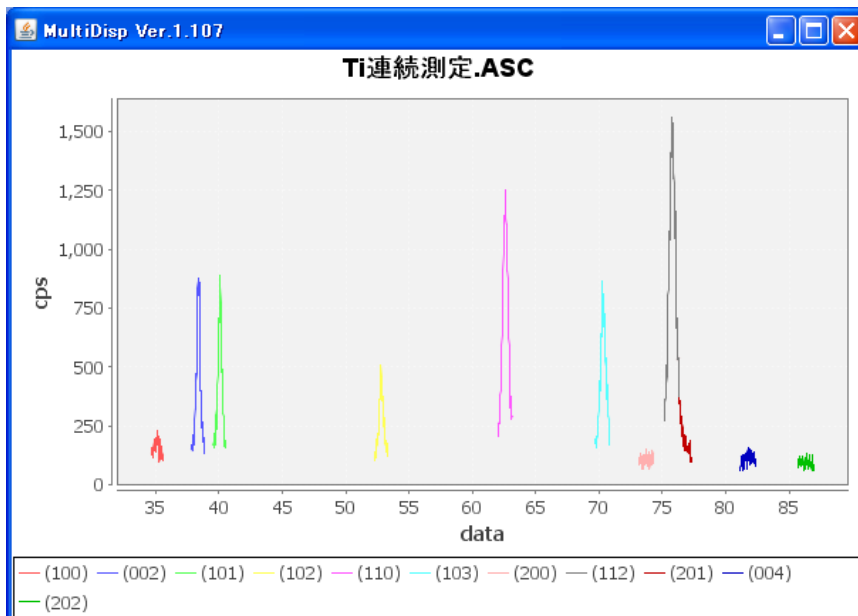
最大値は1.0であり、randomより弱いとマイナスの値になる。

試しに1軸配向ではないTi薄膜に応用してみます。

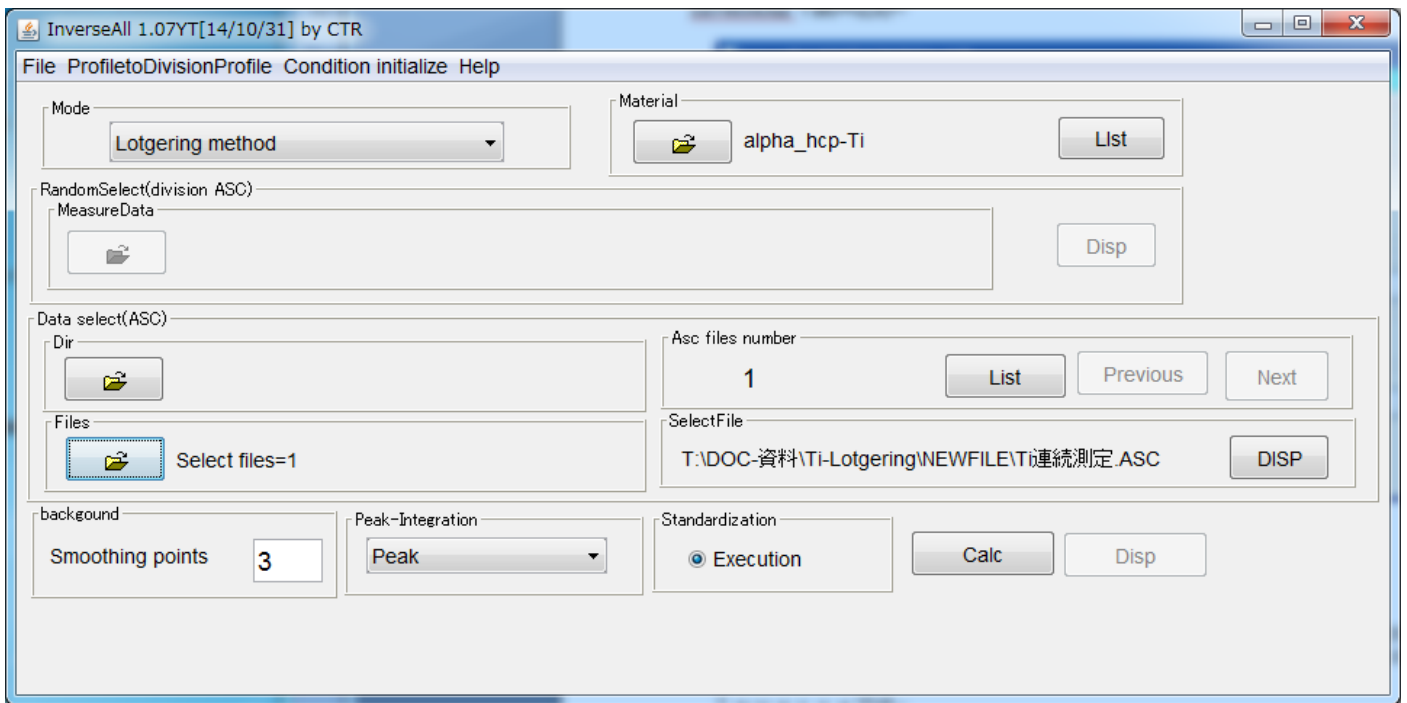
入力データ



ProfiletoDeivisionProfile ソフトウェアで分割



InverseAll で読み込む



Calcで

Lotgering method Standardization BGsmoints=3 PEAK									
	(100)	(002)	(101)	(102)	(110)	(103)	(200)	(112)	(201)
T連続測定	-0.1	0.027	-0.532	0.015	0.15	0.076	0.0020	0.195	-0.037

Inverseでは

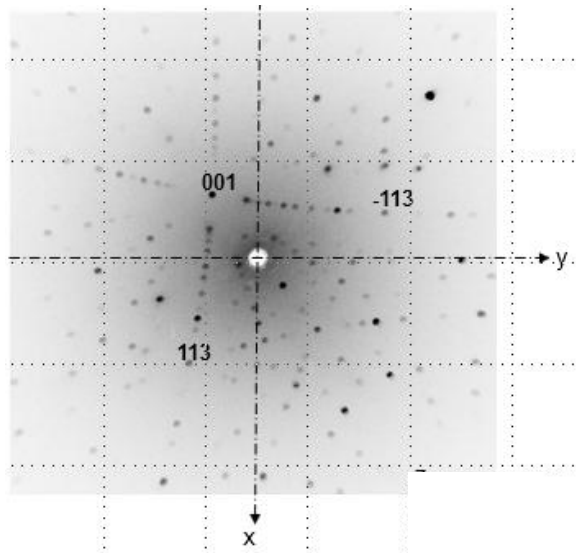
ICDDmode Standardization BGsmoints=3 PEAK									
	(100)	(002)	(101)	(102)	(110)	(103)	(200)	(112)	(201)
T連続測定	0.173	1.284	0.326	1.281	3.08	2.104	1.081	3.699	0.176

逆極点で randomレベル1. 0より低いとロットゲーリングファクタはマイナスになります。

詳細は InverseAll 説明書を参照



#### 4. 背面反射ラウエによる結晶方位解析



解析結果リスト

番号	指数	方向ベクトル			方位角度(°)	
		Vx	Vy	Vz	α角度	β角度
1	(1 0 0)	0.611302	-0.791364	0.007338	89.6	-52.3
2	(0 1 0)	0.787828	0.606058	0.207683	78.0	38.3
3	(0 0 1)	-0.172250	-0.127700	0.976744	81.2	-143.4
4	(1 1 0)	-0.979313	-0.132983	0.152512	81.2	-7.7
5	(0 1 1)	0.425504	0.341690	0.837969	93.1	38.8
6	(0 0 1)	0.313197	0.265168	0.690862	46.3	-64.3
7	(-1 0 1)	-0.108853	0.984029	0.140841	81.2	83.7
8	(-1 1 0)	-0.556657	0.473725	0.682435	47.0	139.6
9	(0 -1 1)	-0.664327	-0.518568	0.538292	57.4	-142.0
10	(0 0 1)	-0.702992	-0.182468	0.687392	46.6	-14.6
11	(-1 1 1)	-0.009210	0.736671	0.676187	47.5	90.7
12	(-1 1 1)	-0.889055	0.035301	-0.436410	64.1	177.8
13	(-1 1 1)	-0.187192	-0.677518	0.441499	63.8	-102.0

指数付け角度を用いて方位解析を行う。

CrystalOrientationD 2.15 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Blind-10 CreatePFStep:1.0 hkdisp=true α0->90 X-Axis:South

PoleFigure

Select file: 001, Center of gravity, PoleFigure(TXT2), RD input mode is South, Maxindex: 20, ExtentAngle: 3.0

Data input area: Alpha(center=0): 89.6, Xaxis(South: Beta=0)(RD: Beta=180): -52.3, hkl: 1 0 0, 78.0, 38.9, 0 1 0

Calculate Index: CalcPoleFigure: 1 0 0, 0 1 0, 0 0 1, -1 0 0, 0 -1 0, 0 0 -1

Calculation: ND rotate: 0.0 degree, calc U-matrix, notContour, CalcPoleFigure, FWHM: 0.1 degree

{hkl}<uvw>: calc{hkl}<uvw>, maxIndex: 15, extentAngle: 2.0, (0 1 4)[-3 -4 1] (126.04 14.04 0.0)

calcuw: chiangle, phiangle

{hkl}<uvw>(extentAngle=2.0): (0 1 4)[-3 -4 1] (126.04 14.04 0.0), (0 1 4)[-10 -12 3] (128.95 14.04 0.0), (0 1 5)[-4 -5 1] (128.11 11.31 0.0), (0 1 5)[-11 -15 3] (125.72 11.31 0.0), (0 2 9)[-7 -9 2] (127.21 12.53 0.0), (0 2 11)[-9 -11 2] (128.83 10.3 0.0), (0 3 13)[-10 -13 3] (126.85 12.99 0.0), (0 3 13)[-11 -13 3] (129.51 12.99 0.0), (0 3 14)[-11 -14 3] (127.53 12.09 0.0)

CalcPoleFigure

C:\CTR\work\NewCubicCODisp\max100.TXT

File Help View

RD, TD, 001, 100, 010

Max=100.0, Min=0.0

99.0, 98.0, 97.0, 96.0, 95.0, 94.0, 93.0, 92.0, 91.0, 90.0, 89.0, 88.0, 87.0, 86.0, 85.0, 84.0, 83.0, 82.0, 81.0, 80.0, 79.0, 78.0

Initialize File

(0 1 4) [-3 -4 1] が計算される。stereopにて確認  
詳細はCrystalOrientationD説明書を参照

stereoGP 1.22 by CTR PDuser CTR CTR

File Help

Material

Material Aluminum

4.0415 4.0415 4.0415 90.0 90.0 90.0

3Axis Nortation

0 1 4 -3 -4 1 Set

4Axis Nortation

0 0 0 1 2 -1 -1 0 Set

Calculate Index

PoleFigure

All All3 All4 HexaAll

hkisave hkload

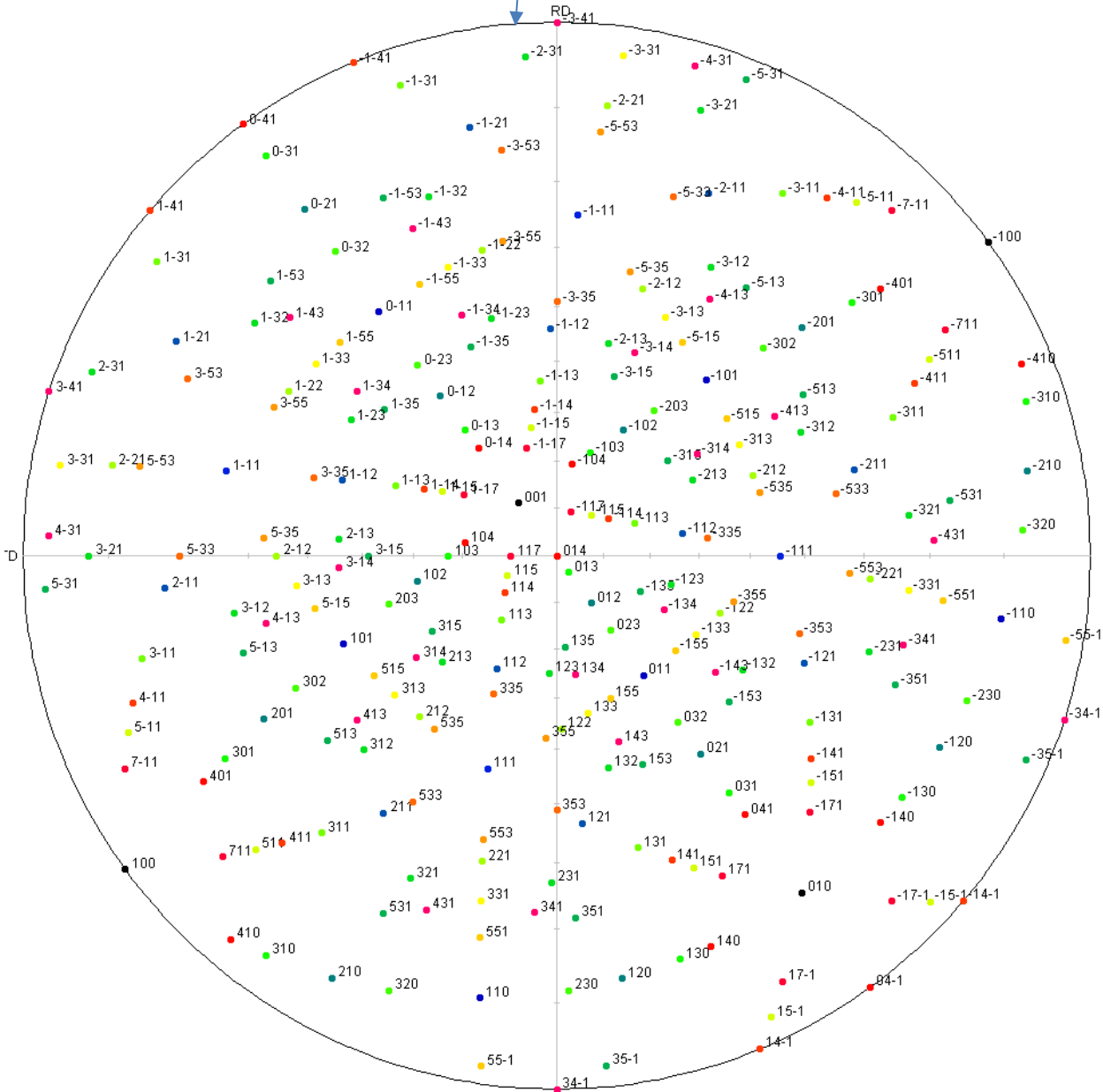
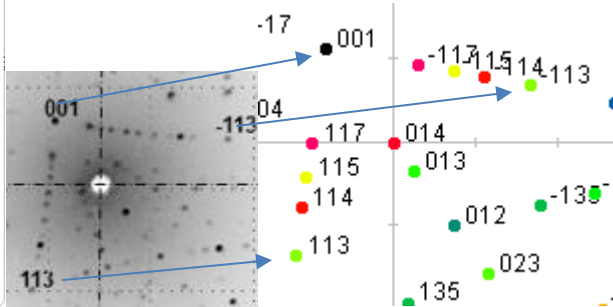
Ather(h,k,l) 1,1,1 001

Set Apend Clear

PoleFigure Disp

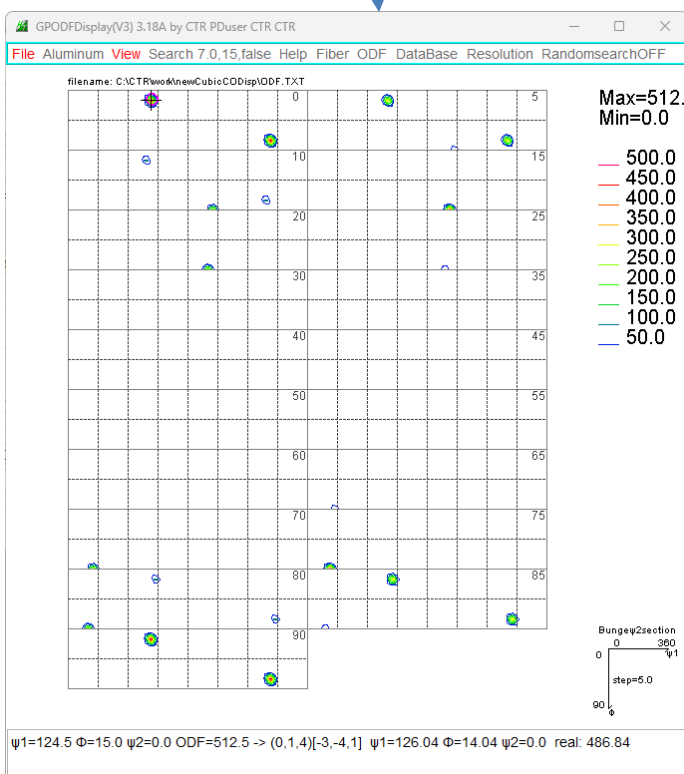
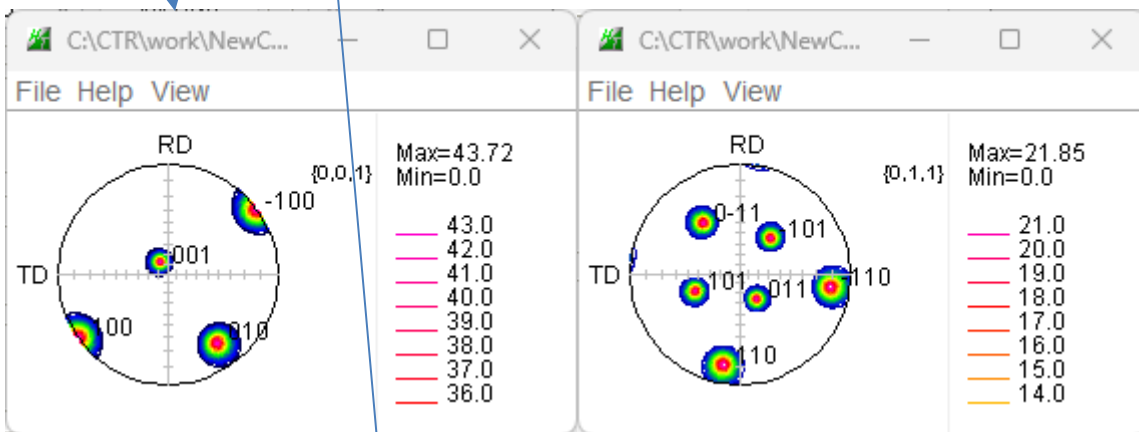
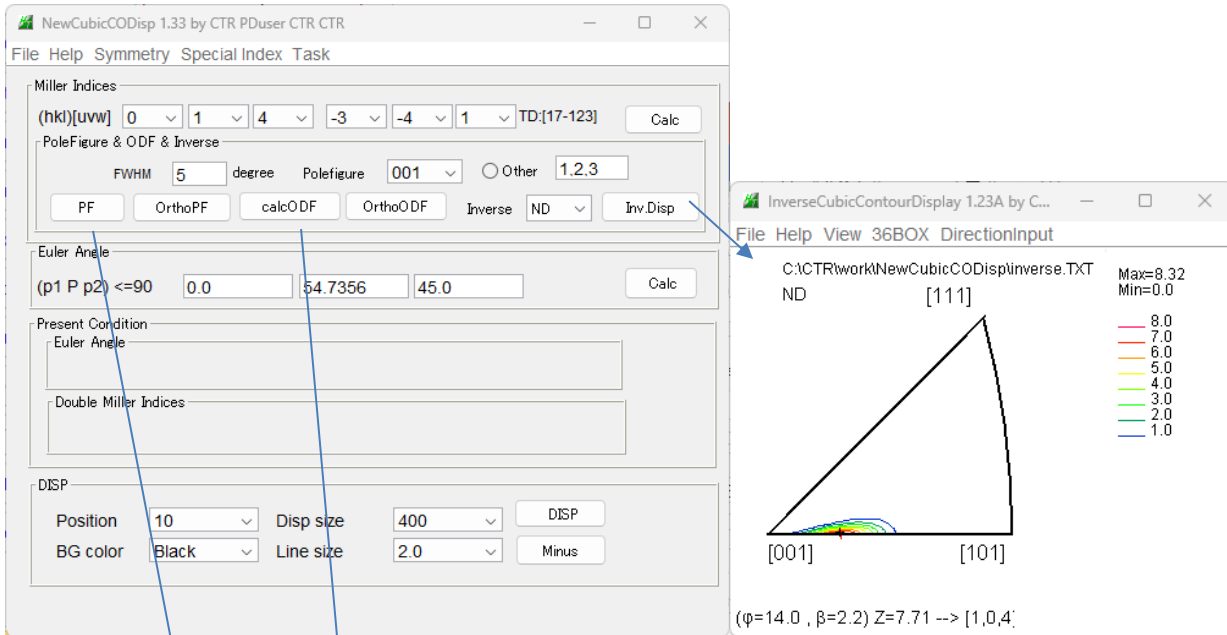
FWHM 0.025 < 20 deg.  notContour  IndexDisp  Ortho Disp

Exit



詳細は stereoP 説明書を参照

(0 1 4) [-3 -4 1] による極点図、逆極点図、ODF 図



詳細はNewCubicCODisp参照

## 5. 単独極点図による方位解析

(1 1 1) 極点図の指数付けから方位解析

CrystalOrientationD 2.15 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Blind-10 CreatorPFStep:1.0 hkl disp=true α0->90 X-Axis:South

PoleFigure

Select file: 111  Center of gravity PoleFigure(TXT2) RD input mode is South. Maxindex: 20 ExtentAngle: 3.0

C:\CTR\DATA\Single-Si-400#111 chB00D3S 2.TXT

Data input area

Alpha(center=0): 45.371 Xaxis(South: Beta=0)(RD: Beta=180): 90.014 hkl: 1 1 1 to Stack

Reset 45.327 -14.996 1 1 -1 Stack

Calculation

ND rotate: 0.0 degree calc U-matrix  notContour CalcPoleFigure FWHM: 0.1 degree

hkl|Kuvw

calc{hkl}<uvw> maxIndex: 15 extentAngle: 2.0

(4 1 0)[1 -4 3] (36.04 90.0 75.96) NewCubicCODisp

89.02	-179.01	1	-4	3
91.15	178.87	1	-5	4
90.21	179.8	2	-9	7
91.91	178.12	2	-11	9
88.02	-178.03	3	-11	8
88.05	178.74	3	-11	9
89.01	178.07	3	-12	10
89.85	-179.83	3	-13	10
90.55	179.47	3	-14	11
91.23	-178.73	3	-15	11
88.29	-178.3	4	-15	11
88.3	179.32	4	-15	12

{hkl}<uvw>(extentAngle=2.0)

(4 1 0)[1 -4 3] (36.04 90.0 75.96)

(4 1 0)[3 -12 10] (38.95 90.0 75.96)

(5 1 0)[1 -5 4] (38.11 90.0 78.69)

(5 1 0)[3 -15 11] (35.72 90.0 78.69)

(9 2 0)[2 -9 7] (37.21 90.0 77.47)

(11 3 0)[3 -11 8] (35.06 90.0 74.74)

(11 3 0)[3 -11 9] (38.29 90.0 74.74)

(13 3 0)[3 -13 10] (36.85 90.0 77.01)

(14 3 0)[3 -14 11] (37.53 90.0 77.91)

(15 4 0)[4 -15 11] (35.32 90.0 75.07)

(15 4 0)[4 -15 12] (37.7 90.0 75.07)

RD TD {1,1,1} Max=162.36 Min=0.0

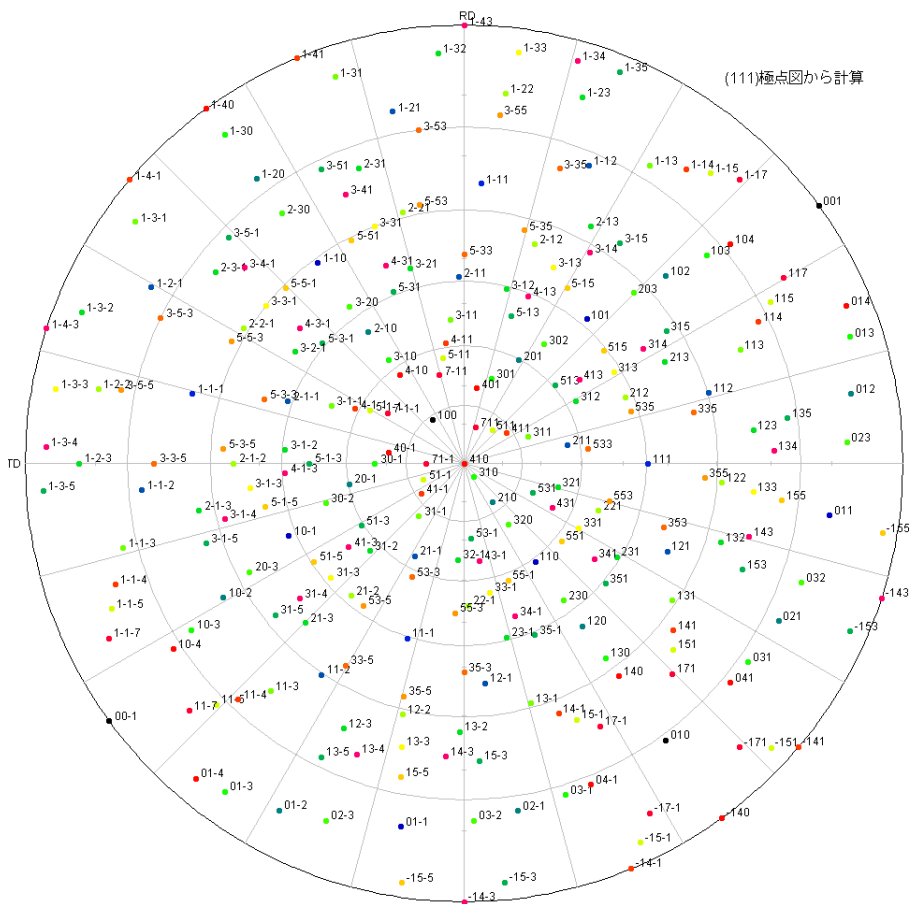
RD TD {1,1,1} Max=100.0 Min=0.0

Initialize File

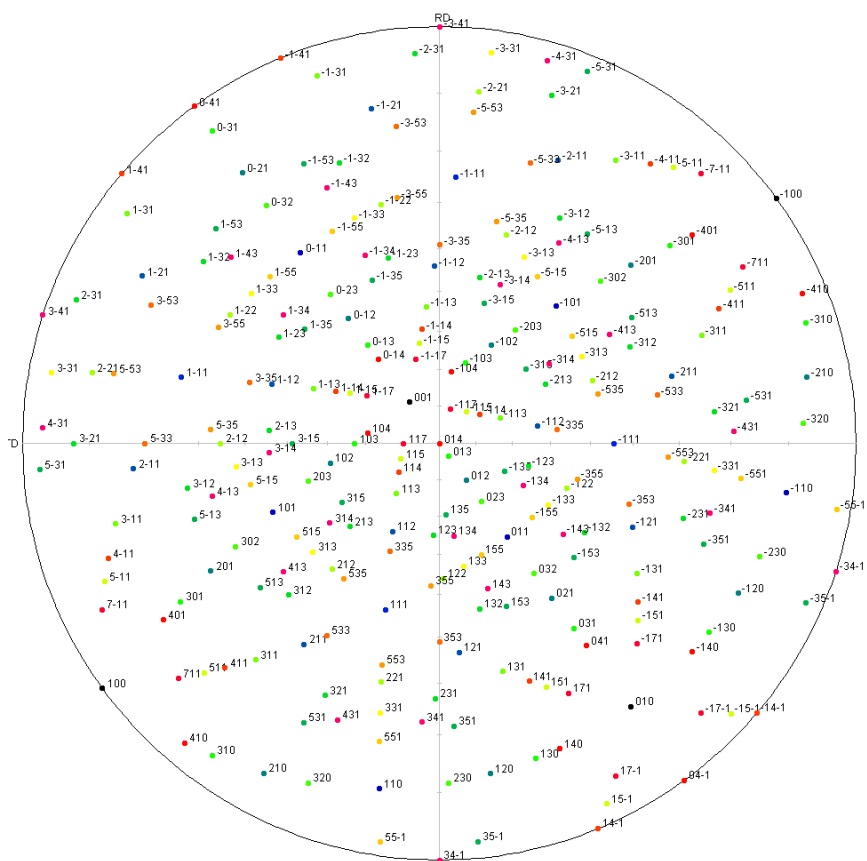
(1 1 1) 極点図から方位 (4 1 0) [1 -4 3] が計算されています。

詳細はCrystalOrientationD説明書を参照

(1 1 1) 極点図から計算



ラウエカメラデータから計算



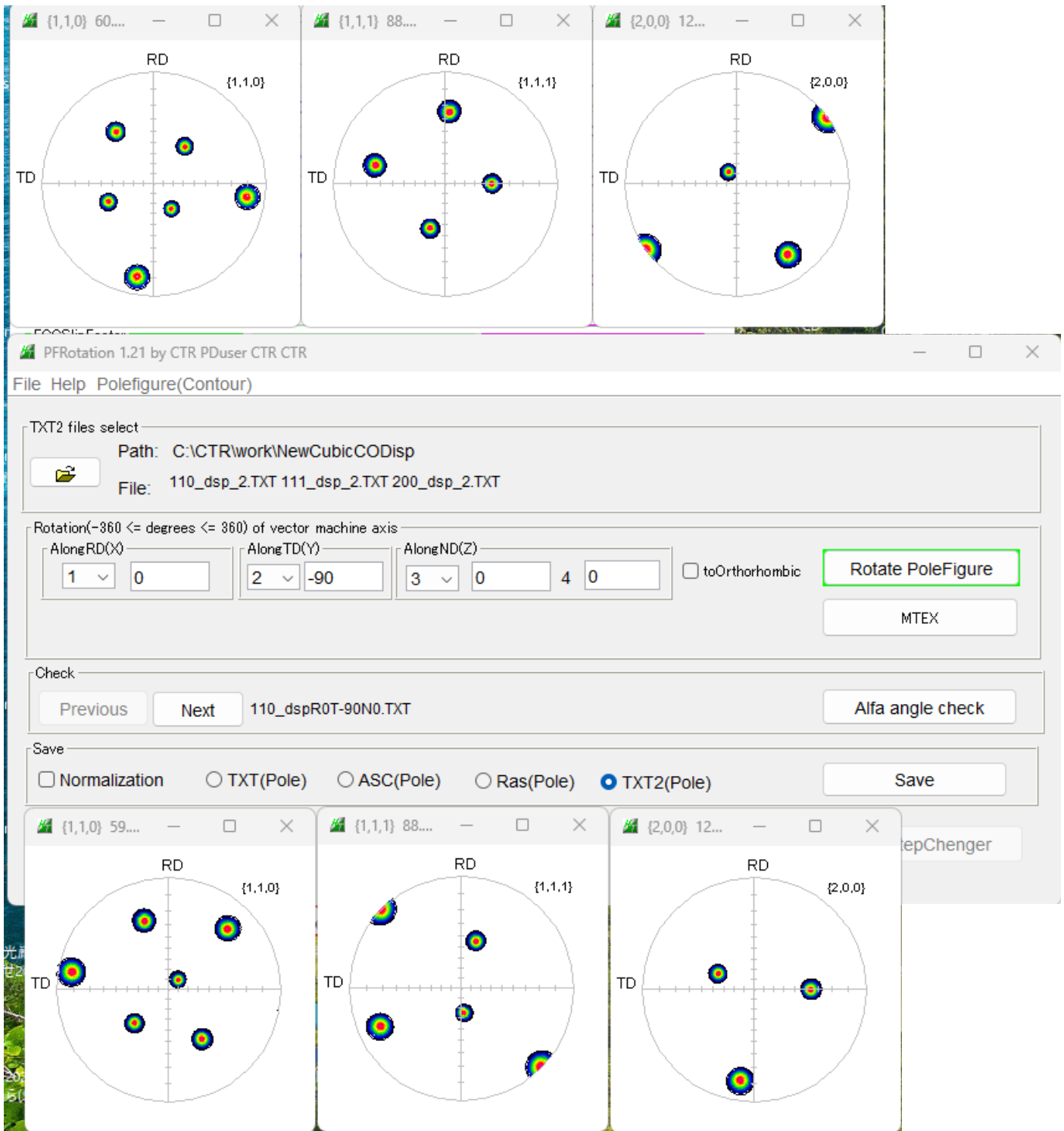
同一結果が得られます。

## 5. 1 極点図の回転

RD 方向から測定した極点図から ND 方向の極点図を計算することがあります。

今回は ND 方向の極点図から RD 方向の極点図を計算する。

TD 軸を  $-90$  度回転で、RD 方向が ND 方向になります。



極点図の回転では完全極点図が必要になります。

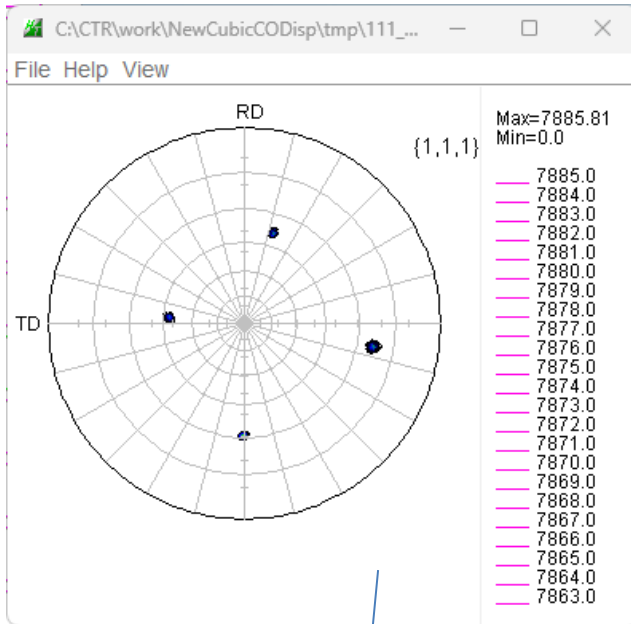
反射法のための極点図の場合、ODF 解析を行い、軸回転で回転極点図が得られます。

LaTeX でサポートされています。

詳細は PFRotation 説明書を参照

## 5. 2 BCC単結晶のSchmid因子計算

測定データ



結晶方位の決定

CrystalOrientationD 2.15 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Blind-10 CreatePFStep:1.0 hkdisp=true a0->90 X-Axis:South

PoleFigure  
 Select file: 111  
 Center of gravity  PoleFigure(TXT2) RD input mode is South. Maxindex: 20 ExtentAngle: 3.0

C:\CTR\work\NewCubicCODisp\tmp\111 2.TXT  
 Data input aera  
 Alpha(center=0): 60.0 Axis(South: Beta=0)(RD: Beta=180): 0.0 hkl: 1 1 -1  
 Reset: 67.973 79.81 -1 1 -1 to Stack Stack

Calculation  
 ND rotate: 0.0 degree calc U-matrix  notContour CalcPoleFigure FWHM: 0.1 degree

{hkl}<uvw>  
 calc{hkl}<uvw> Maxindex: 15 extentAngle: 2.0  
 (1 8 2)[-10 -2 13] (125.84 76.07 7.13) NewCubicCODisp

Calculate Index  
 CalcPoleFigure: 111  
 1 1 1  
 1 1 -1  
 1 -1 1  
 1 -1 -1  
 -1 1 1  
 -1 1 -1  
 -1 -1 1  
 Other(h,k,l) 1,1,1

0.0	-15.22	2	15	3
calcuw				
chiangle	phiangle	calcuw		
91.69	178.0	-5	-1	6
90.13	-178.0	-5	-1	7
89.51	-179.49	-6	-1	8
89.05	179.38	-7	-1	9
88.68	178.5	-8	-1	10
91.93	-178.11	-8	-2	11
91.36	-179.09	-9	-2	12
90.88	-179.9	-10	-2	13
90.47	179.41	-11	-2	14
89.8	-178.8	-11	-2	15
90.12	178.82	-12	-2	15

{hkl}<uvw>(extentAngle=2.0)  
 (1 8 2)[-10 -2 13] (125.84 76.07 7.13)  
 (1 9 2)[-5 -1 7] (124.13 77.55 6.34)  
 (1 9 2)[-12 -2 15] (127.31 77.55 6.34)  
 (1 10 2)[-6 -1 8] (125.74 78.74 5.71)  
 (1 11 2)[-7 -1 9] (126.95 79.74 5.19)  
 (1 13 3)[-5 -1 6] (128.56 77.04 4.4)  
 (2 13 3)[-7 -1 9] (126.24 77.15 8.75)  
 (2 14 3)[-8 -1 10] (127.27 78.02 8.13)

Initialize File

詳細はCrystalOrientationD説明書を参照

BCCの引っ張りSchmid因子の計算

BCCSchmidFactorCalc3 3.17 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Text SlipProfile ND(NDRotate) SF Orthorhombic

InputFile(TXT)  
 Data input: {1 1 0}<1 -1 2> 100.0  
 Disp  DISP

Slip Systems  
 {011}<11-1>  {112}<11-1>  {123}<11-1>  FCC{111}<1-10>  Stack Inverse

Data input  
 real [h k l] or [h k l]  
 [h k l] [u v w] phi1 PHI phi2 phi1<=90,PHI<=90  
 Input: [1 8 2 -10 -2 13] Input: [ ] Input: [ ]

{h k l}<u v w> phi1 PHI phi2  
 (1 8 2)[-10 -2 13] 125.841 76.067 7.12  
 5

0.16	-0.479	0.296	-0.03
-0.266	0.301	-0.488	0.188
0.096	-0.407	-0.311	0.369
-0.461	0.092	0.137	-0.325
0.188	0.369	0.221	-0.467
-0.492	0.271	0.098	0.172
0.016	-0.423	-0.376	-0.36
-0.25	0.423	0.302	0.423
0.483	-0.181	0.0	-0.19
-0.078	-0.324	-0.313	-0.235
-0.134			

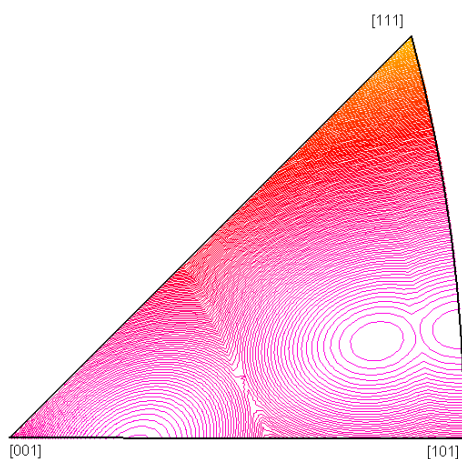
Input max SlipSystem  
 [1.0 8.0 2.0] 0.483 (23-1)[-111]  
 SlipSystem

AlongRD(X)  3 0 AlongTD(Y)<=0 2 0 AlongND(Z) 1 0 4 0

SchmidFactorProfile  
 ND->RD Step 15

AXISRotation  HKLDouble

Clear  
 SlipDisp  
 Schmidcalc  
 Symmetry SchmidCalc  
 SchmidFDisp



詳細はBCCSchmidfactorCalc説明書を参照

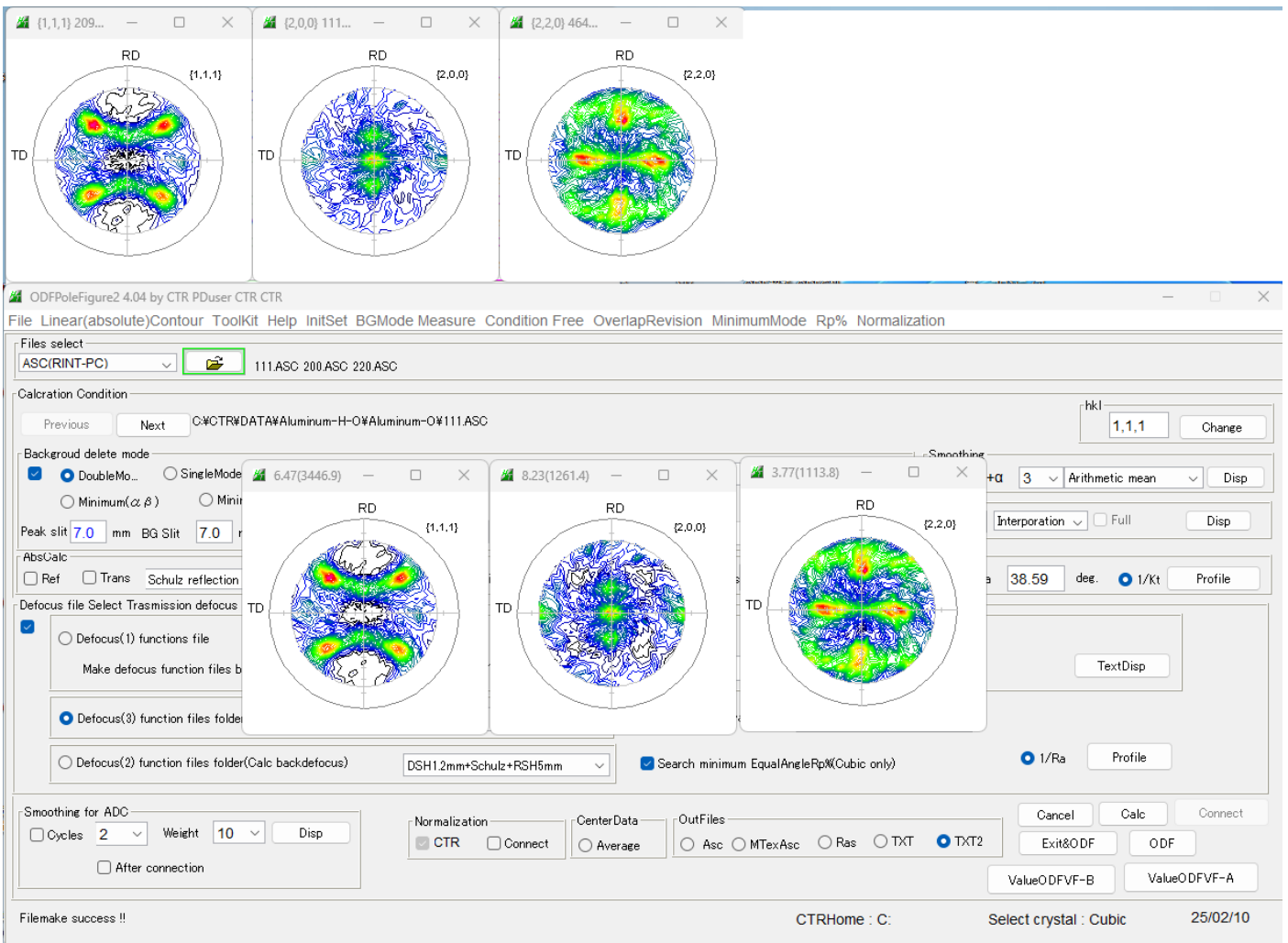


計算の詳細

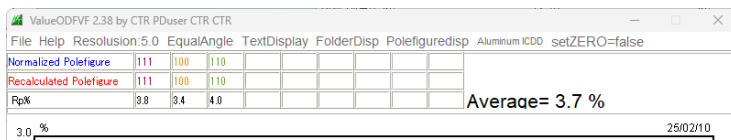
Input	max	SlipSystem			
[1.0 8.0 2.0]	0.483	(23-1)[-111]			
SlipSystem					
slip0	(-211)[111]	0.301	slip21	(-231)[-1-11]	-0.376
slip1	(1-21)[111]	-0.488	slip22	(123)[-1-11]	-0.36
slip2	(11-2)[111]	0.188	slip23	(213)[-1-11]	-0.25
slip3	(2-11)[-1-11]	0.096	slip24	(321)[-111]	0.423
slip4	(-121)[-1-11]	-0.407	slip25	(312)[-111]	0.302
slip5	(112)[-1-11]	-0.311	slip26	(13-2)[-111]	0.423
slip6	(211)[-111]	0.369	slip27	(23-1)[-111]	0.483
slip7	(-1-21)[-111]	-0.461	slip28	(1-23)[-111]	-0.181
slip8	(-11-2)[-111]	0.092	slip29	(2-13)[-111]	0.0
slip9	(-2-11)[1-11]	0.137	slip30	(32-1)[1-11]	-0.19
slip10	(121)[1-11]	-0.325	slip31	(31-2)[1-11]	-0.078
slip11	(1-1-2)[1-11]	0.188	slip32	(132)[1-11]	-0.324
slip12	(-321)[111]	0.369	slip33	(231)[1-11]	-0.313
slip13	(-312)[111]	0.221	slip34	(-123)[1-11]	-0.235
slip14	(1-32)[111]	-0.467	slip35	(-213)[1-11]	-0.134
slip15	(2-31)[111]	-0.492			
slip16	(12-3)[111]	0.271			
slip17	(21-3)[111]	0.098			
slip18	(3-21)[-1-11]	0.172			
slip19	(3-12)[-1-11]	0.016			
slip20	(-132)[-1-11]	-0.423			

## 6. 多結晶試料の方位解析

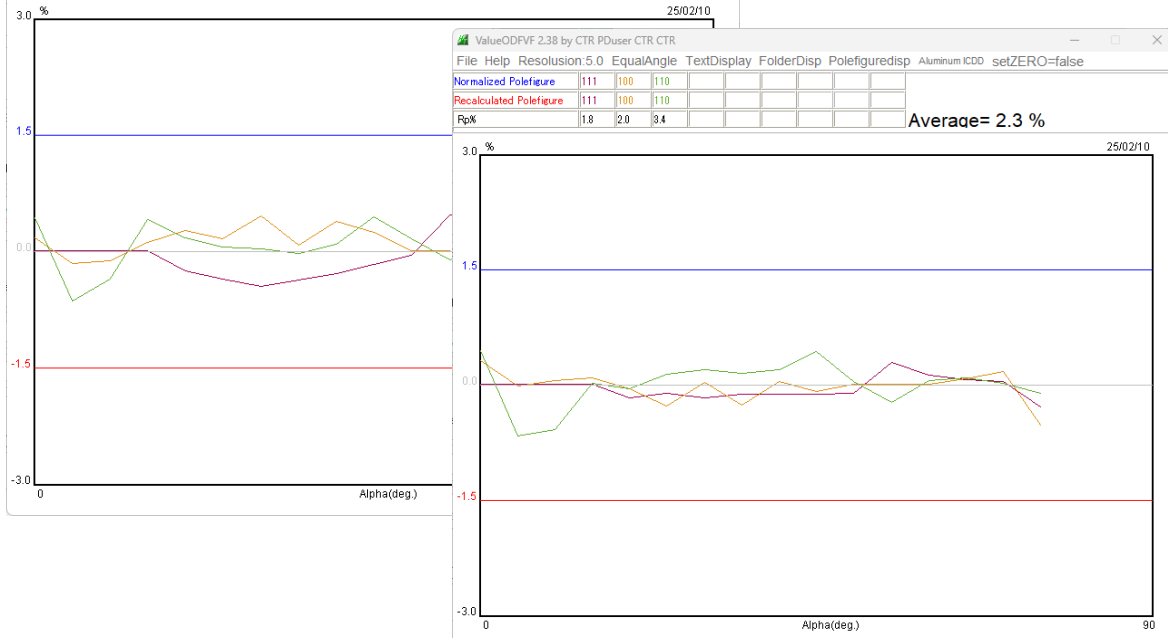
多結晶から方位解析を行う場合、複数の極点図測定データが必要になります。



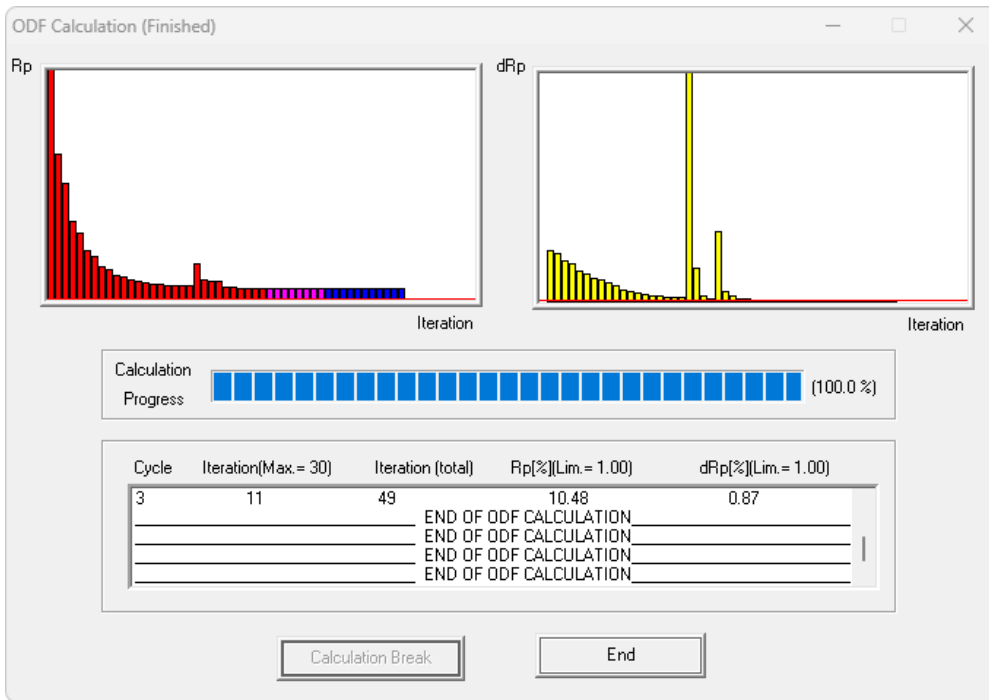
バックグラウンド除去、計算 defocus 補正、最小化 Rp % で測定データを補正



3. 7%から2.3%に改善

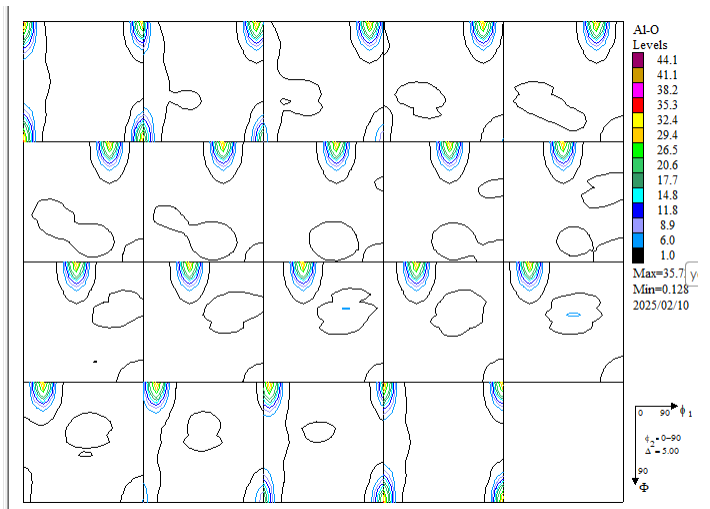
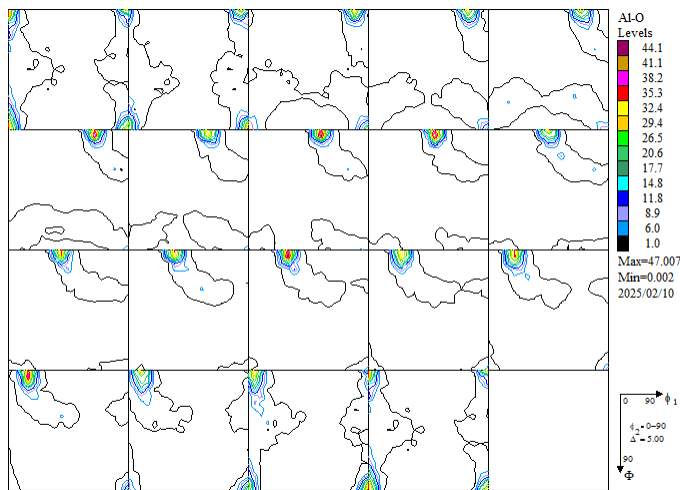


## 6. 1 極点図から ODF 解析



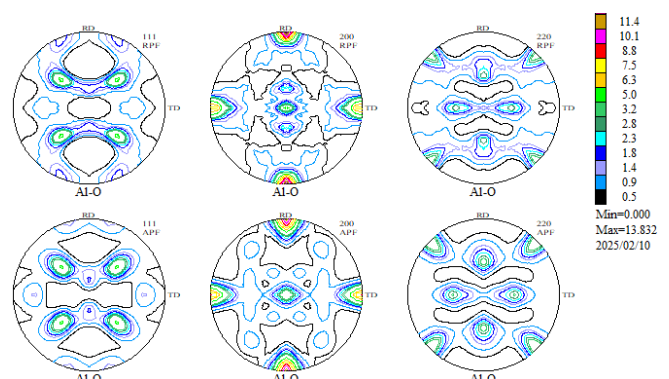
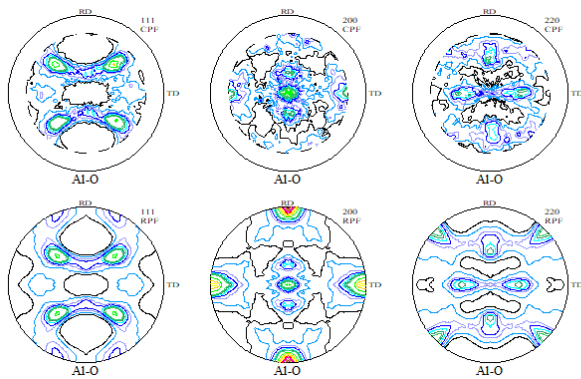
入力極点図から計算したODF 図

VolumeFraction 結果から計算された ODF 図



入力極点図、ODF 解析後の再計算極点図

再計算極点図と VF 結果の極点図



## 6. 2 Rp%の計算

$$RP_{\{hkl\}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\{PF_{exp.}\}_i - \{PF_{calc.}\}_i}{\{PF_{exp.}\}_i} \right| \cdot 100\%$$

where :

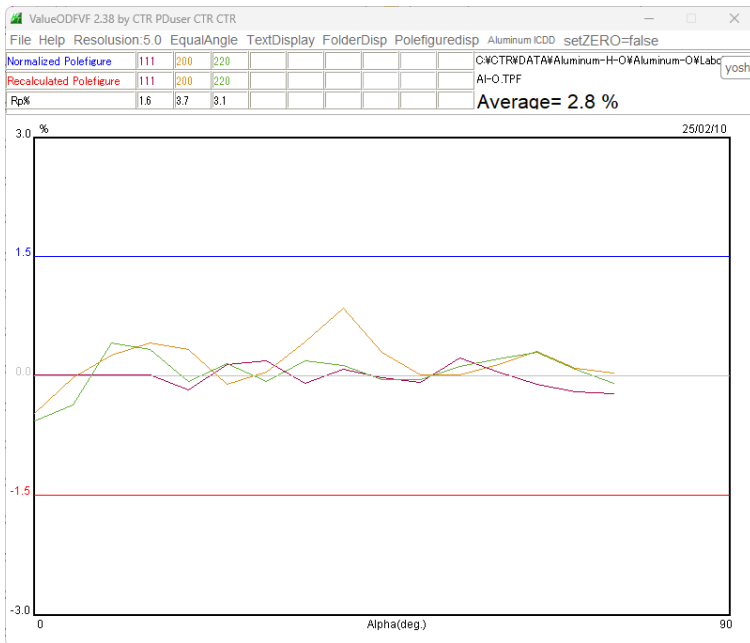
$RP_{\{hkl\}}$  - relative error for  $\{hkl\}$  pole figure,

$\{PF_{exp.}\}_i$  - intensity of experimental (corrected and normalized) pole figure in point i,

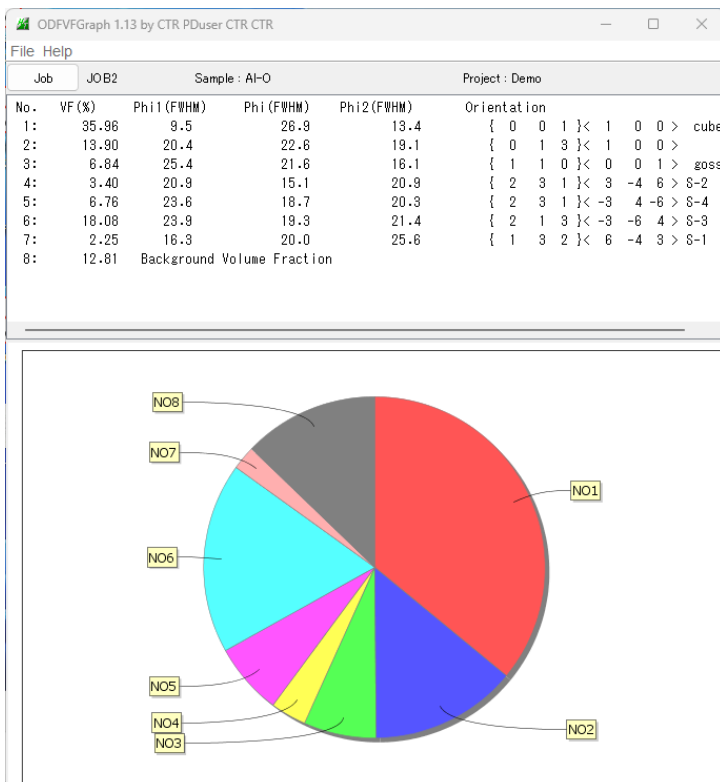
$\{PF_{calc.}\}_i$  - intensity of calculated pole figure in point i,

$N$  - number of measured points on pole figure.

入力極点図と ODF 解析後の再計算極点図から



結晶方位の定量 VolumeFraction (VF%) を計算



### 6. 3 S c h m i d 因子計算

ODF 解析後の VF% から多結晶材料の S c h m i d 因子計算 0.442 を得る。

BCCSchmidFactorCalc3 3.17 by CTR PDuser CTR CTR

File Help Text SlipProfile ND(NDRotate) abs(SF) Orthorhombic

InputFile(TXT)  
 LaboTex VolumeFraction(SumVFmode) [1 1 0]<1 -1 2> 100.0  
 C:\LaboTex2\USER\A16.LAB\O-Cubic.LAB\Demo.LAB\AI-O.LAB\Job02\AI-O.POD Disp  DISP

Slip Systems  
 {011}<11-1>  {112}<11-1>  {123}<11-1>  FCC{111}<1-10>  Stack Inverse

Data input  
 real [h k l] or [h k l] [h k l] [k u v w] phi1 PHI phi2 phi1<=90,PHI<=90

input	VF%	Schmid	VF*Schmid%
{0.00.01.0}<1.00.00.0>	35.96	0.408	0.147
{0.01.03.0}<1.00.00.0>	13.9	0.49	0.068
{1.01.00.0}<0.00.01.0>	6.84	0.408	0.028
{2.03.01.0}<3.0-4.06.0>	3.4	0.467	0.016
{2.03.01.0}<-3.04.0-6.0>	6.76	0.467	0.032
{2.01.03.0}<-3.0-6.04.0>	18.08	0.467	0.084
{1.03.02.0}<6.0-4.03.0>	2.25	0.467	0.01
VFsum=87.19%		VF*Schmidsum=0.385	
SchmidFactor(SumVF)=0.442			

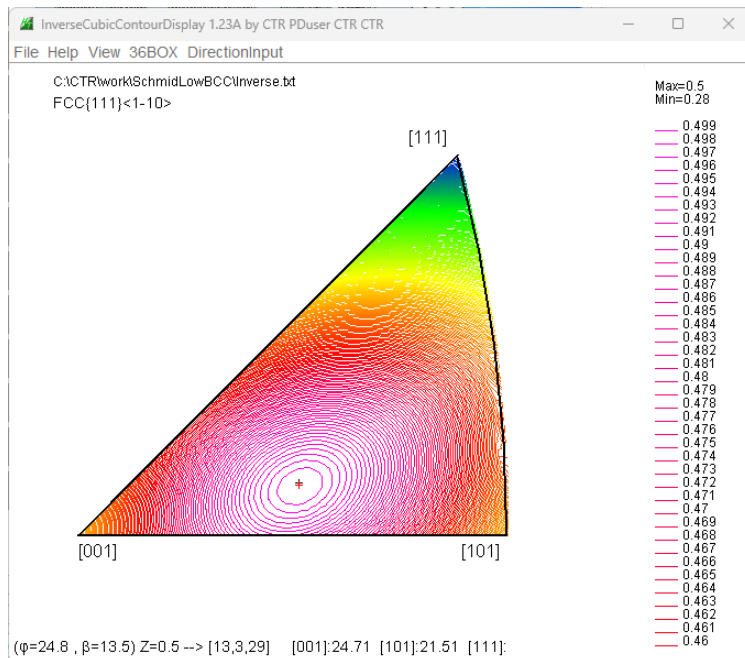
AlongRD(X) 3 0 AlongTD(Y)<=0 2 0 AlongND(Z) 1 0 4 0

SchmidFactorProfile  ND->RD all Step 15

AXSRotation  HKLDouble

Clear  
 SlipDisp Schmidcalc  
 Symmetry SchmidCalc  
 SchmidFDisp

### F C C S c h m i d 因子図

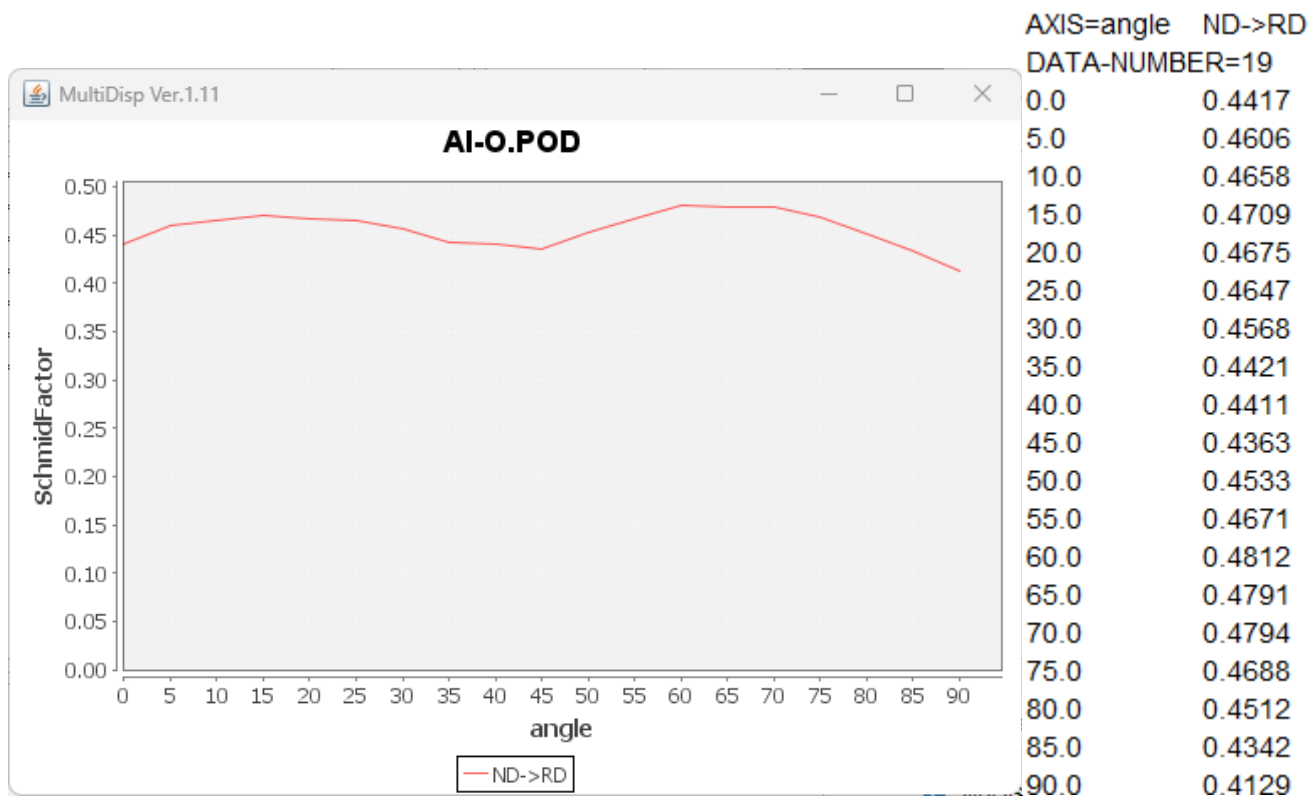


計算の詳細(Schmid 因子は Abs() を選択)

input	VF%	Schmid	VF*Schmid%
{0.00.01.0}<1.00.00.0>		35.96	0.408 0.147
{0.01.03.0}<1.00.00.0>		13.9	0.49 0.068
{1.01.00.0}<0.00.01.0>		6.84	0.408 0.028
{2.03.01.0}<3.0-4.06.0>		3.4	0.467 0.016
{2.03.01.0}<-3.04.0-6.0>		6.76	0.467 0.032
{2.01.03.0}<-3.0-6.04.0>		18.08	0.467 0.084
{1.03.02.0}<6.0-4.03.0>		2.25	0.467 0.01
VFsum=87.19%		VF*Schmidsum=0.385	

slip	hkl	VF	Schmid	VF*Schmid	VF*Schmid	VF*Schmid	VF*Schmid	VF*Schmid
slip0	(111)[0-11]	0.408	0.327	-0.408	-0.35	-0.35	0.35	-0.175
slip1	(111)[-101]	0.408	0.49	-0.408	-0.175	-0.175	0.175	0.175
slip2	(111)[-110]	0.0	0.163	0.0	0.175	0.175	-0.175	0.35
slip3	(-1-11)[011]	0.408	0.327	-0.408	-0.467	-0.467	0.0	-0.292
slip4	(-1-11)[101]	0.408	0.245	-0.408	-0.35	-0.35	0.0	-0.175
slip5	(-1-11)[-110]	0.0	0.082	0.0	-0.117	-0.117	0.0	-0.117
slip6	(-1-11)[0-11]	0.408	0.327	0.0	-0.117	-0.117	0.117	-0.117
slip7	(-1-11)[101]	0.408	0.49	0.0	0.175	0.175	0.292	0.35
slip8	(-1-11)[110]	0.0	0.163	0.0	0.292	0.292	0.175	0.467
slip9	(1-11)[011]	0.408	0.327	0.0	0.0	0.0	0.467	0.0
slip10	(1-11)[-101]	0.408	0.245	0.0	0.0	0.0	0.117	0.0
slip11	(1-11)[110]	0.0	0.082	0.0	0.0	0.0	0.35	0.0

ND->RD プロファイル

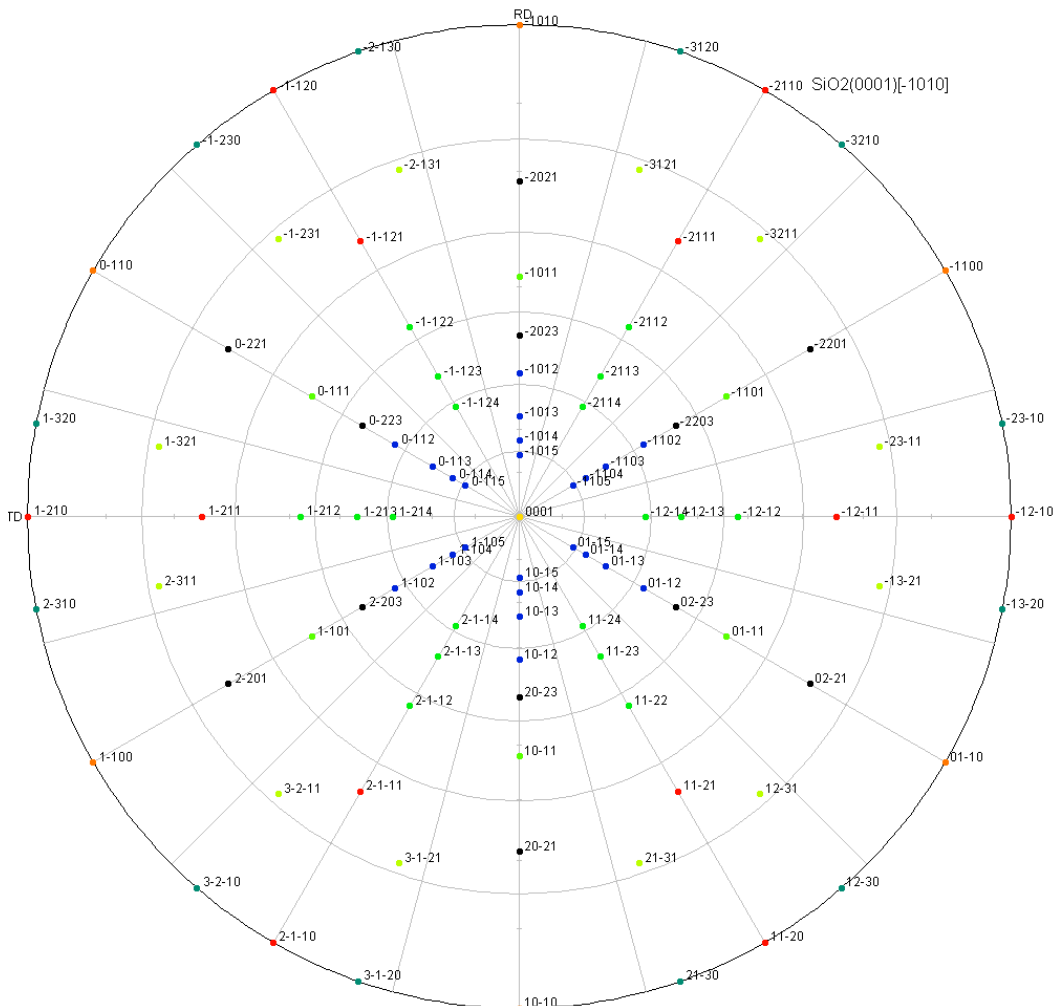
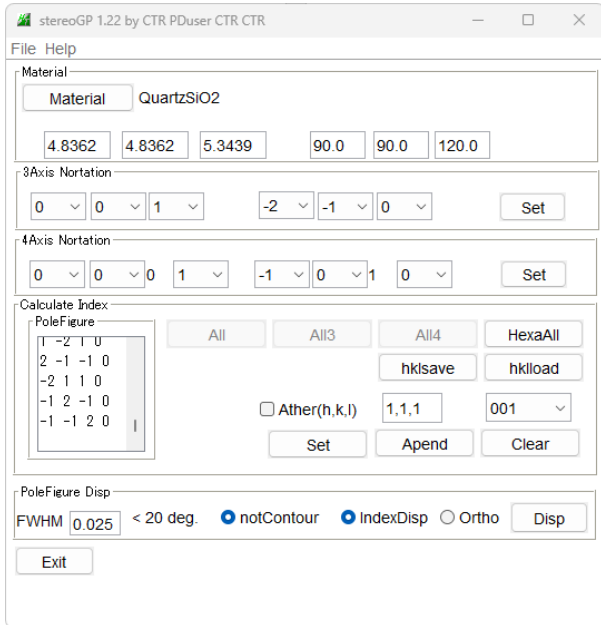


## 7. 各種方位によるステレオ投影図

CTRソフトウェアのステレオ投影図描画は、Cubic, Tetragonal, Orthorhombic, Hexagonalに対応しています。

(hkl) [uvw] を指定でステレオ投影図を描画します。

### 7. 1 リガク [X線回折ハンドブック] SiO<sub>2</sub>のステレオ投影図を描画



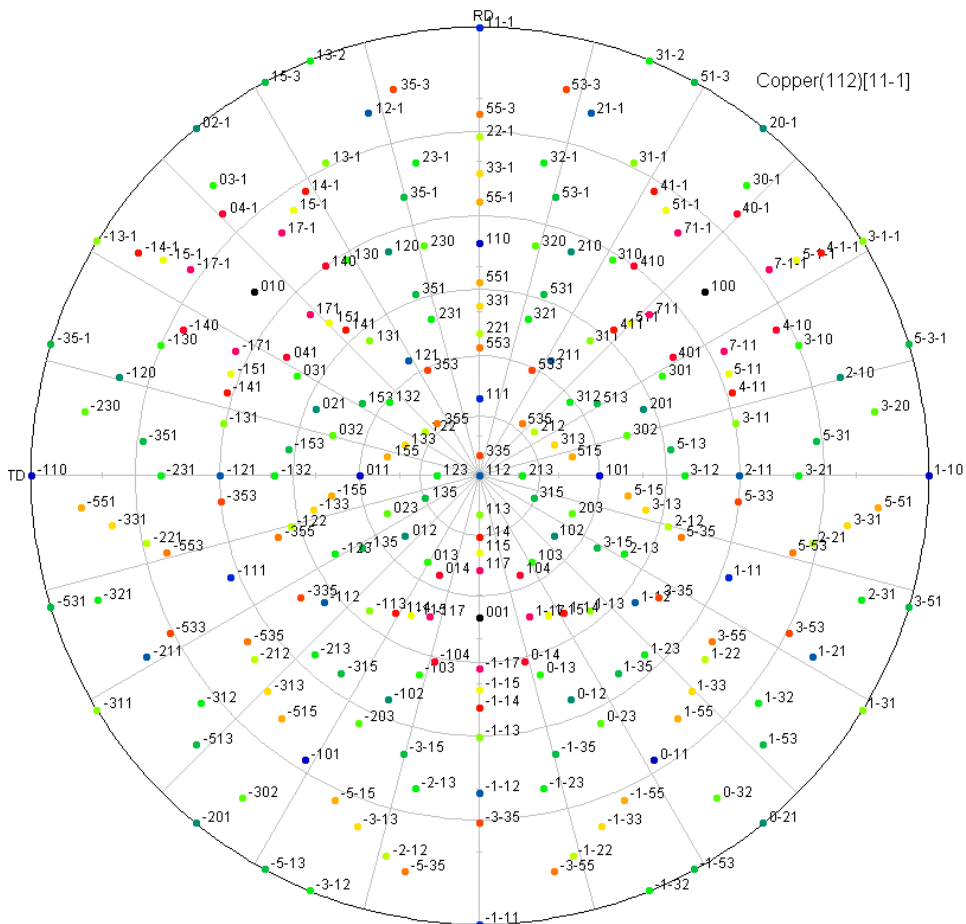
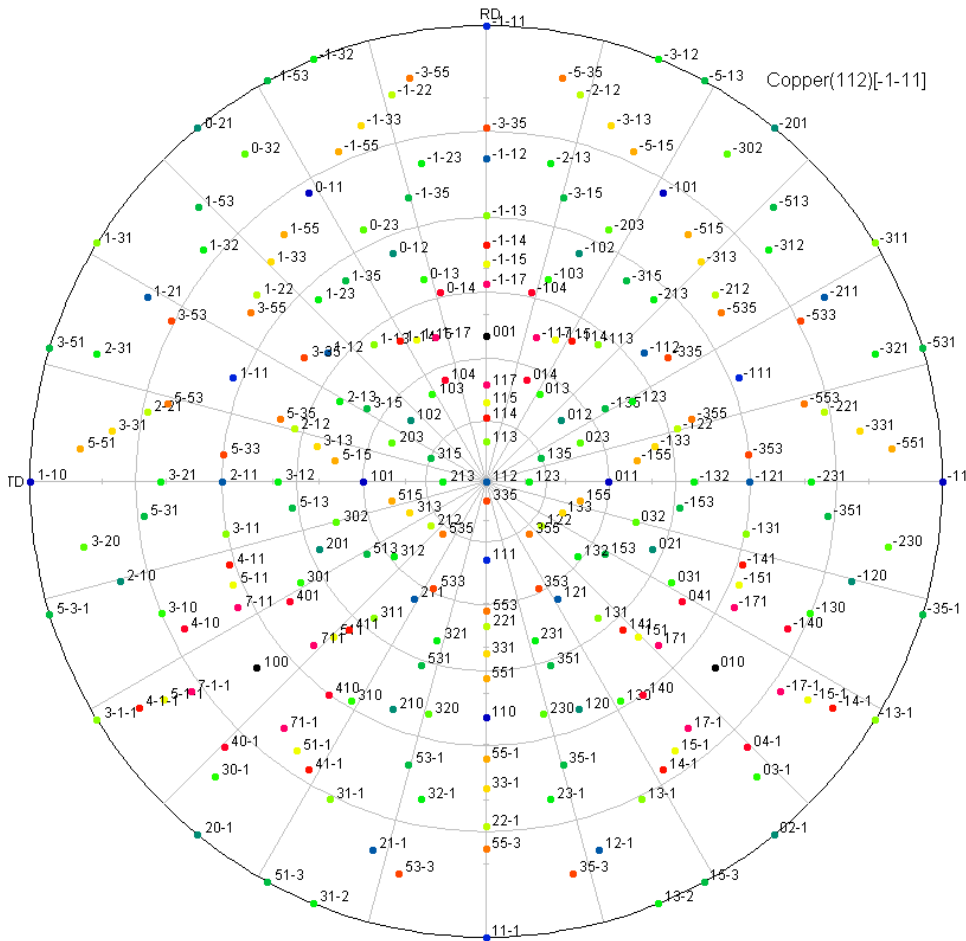
複数の極点図を重ね合わせで実現しています。

SiO<sub>2</sub>の(0001)[-1010]は以下のデータで実現しています。

21.4	30.0	20-21↓	42.14	60.0	11-22↓	24.35	240.0	-1-121↓
21.4	330.0	2-201↓	42.14	300.0	1-212↓	0.0	60.0	11-20↓
21.4	150.0	-2201↓	42.14	0.0	2-1-12↓	0.0	300.0	1-210↓
21.4	90.0	02-21↓	42.14	180.0	-2112↓	0.0	0.0	2-1-10↓
21.4	210.0	-2021↓	42.14	120.0	-12-12↓	0.0	180.0	-2110↓
21.4	270.0	0-221↓	42.14	240.0	-1-122↓	0.0	120.0	-12-10↓
49.62	30.0	20-23↓	53.62	60.0	11-23↓	0.0	240.0	-1-120↓
49.62	330.0	2-203↓	53.62	300.0	1-213↓			
49.62	150.0	-2203↓	53.62	0.0	2-1-13↓			
49.62	90.0	02-23↓	53.62	180.0	-2113↓			
49.62	210.0	-2023↓	53.62	120.0	-12-13↓			
49.62	270.0	0-223↓	53.62	240.0	-1-123↓			
57.46	30.0	10-12↓	61.08	60.0	11-24↓			
57.46	330.0	1-102↓	61.08	300.0	1-214↓			
57.46	150.0	-1102↓	61.08	0.0	2-1-14↓			
57.46	90.0	01-12↓	61.08	180.0	-2114↓			
57.46	210.0	-1012↓	61.08	120.0	-12-14↓			
57.46	270.0	0-112↓	61.08	240.0	-1-124↓			
66.96	30.0	10-13↓	38.09	30.0	10-11↓			
66.96	330.0	1-103↓	38.09	330.0	1-101↓			
66.96	150.0	-1103↓	38.09	150.0	-1101↓			
66.96	90.0	01-13↓	38.09	90.0	01-11↓			
66.96	210.0	-1013↓	38.09	210.0	-1011↓			
66.96	270.0	0-113↓	38.09	270.0	0-111↓			
72.31	30.0	10-14↓	16.5	49.11	21-31↓			
72.31	330.0	1-104↓	16.5	70.89	12-31↓			
72.31	150.0	-1104↓	16.5	310.89	2-311↓			
72.31	90.0	01-14↓	16.5	289.11	1-321↓			
72.31	210.0	-1014↓	16.5	349.11	3-2-11↓			
72.31	270.0	0-114↓	16.5	10.89	3-1-21↓			
75.68	30.0	10-15↓	16.5	169.11	-3211↓			
75.68	330.0	1-105↓	16.5	190.89	-3121↓			
75.68	150.0	-1105↓	16.5	130.89	-23-11↓			
75.68	90.0	01-15↓	16.5	109.11	-13-21↓			
75.68	210.0	-1015↓	16.5	229.11	-2-131↓			
75.68	270.0	0-115↓	16.5	250.89	-1-231↓			
0.0	49.11	21-30↓	90.0	180.0	0001↓			
0.0	70.89	12-30↓	0.0	30.0	10-10↓			
0.0	310.89	2-310↓	0.0	330.0	1-100↓			
0.0	289.11	1-320↓	0.0	150.0	-1100↓			
0.0	349.11	3-2-10↓	0.0	90.0	01-10↓			
0.0	10.89	3-1-20↓	0.0	210.0	-1010↓			
0.0	169.11	-3210↓	0.0	270.0	0-110↓			
0.0	190.89	-3120↓	24.35	60.0	11-21↓			
0.0	130.89	-23-10↓	24.35	300.0	1-211↓			
0.0	109.11	-13-20↓	24.35	0.0	2-1-11↓			
0.0	229.11	-2-130↓	24.35	180.0	-2111↓			
0.0	250.89	-1-230↓	24.35	120.0	-12-11↓			



7.2 CubicのCopper (112)  $[-1-11]$  と (112)  $[11-1]$  の違い



ND 軸 180 度の回転