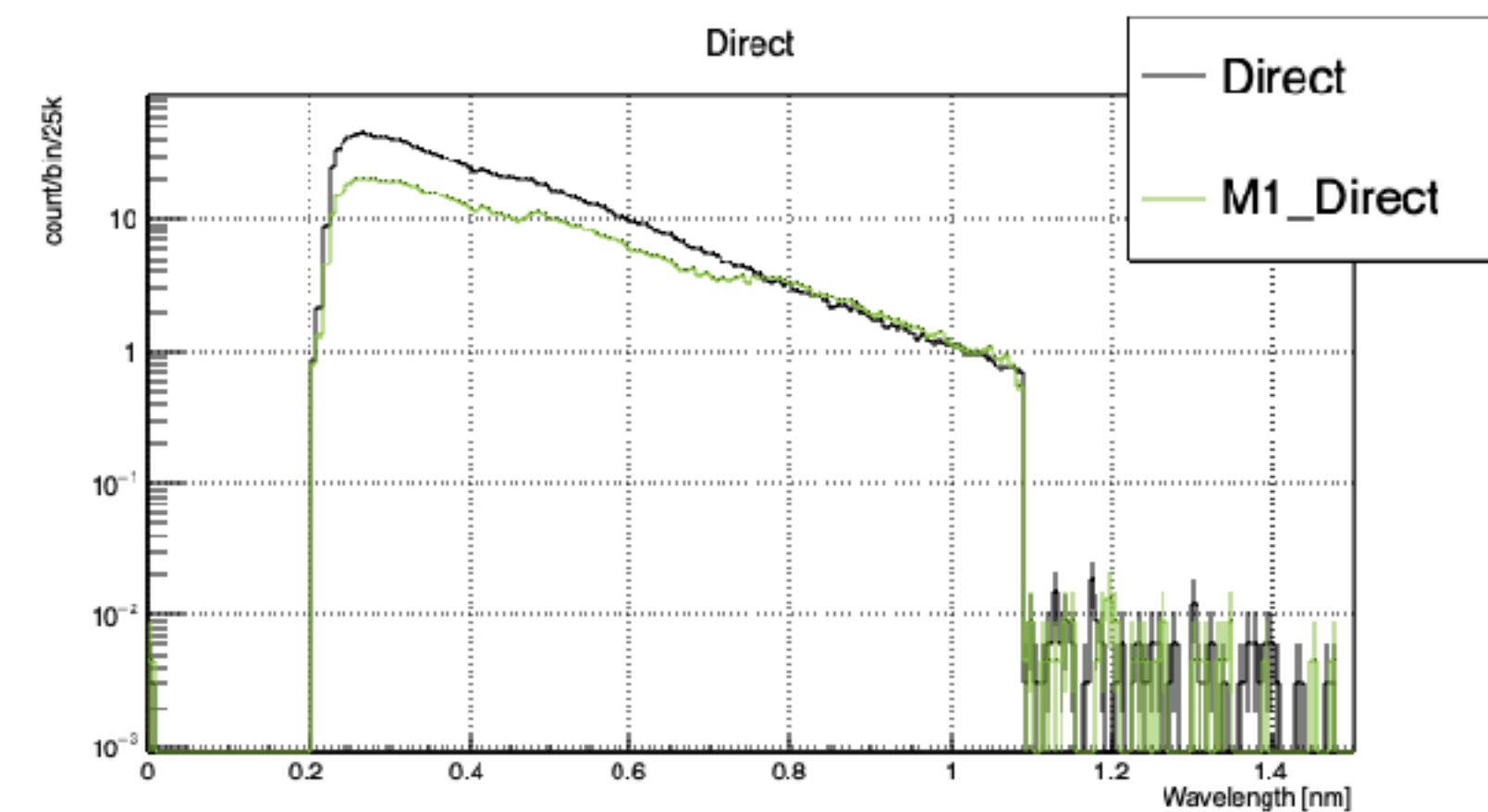
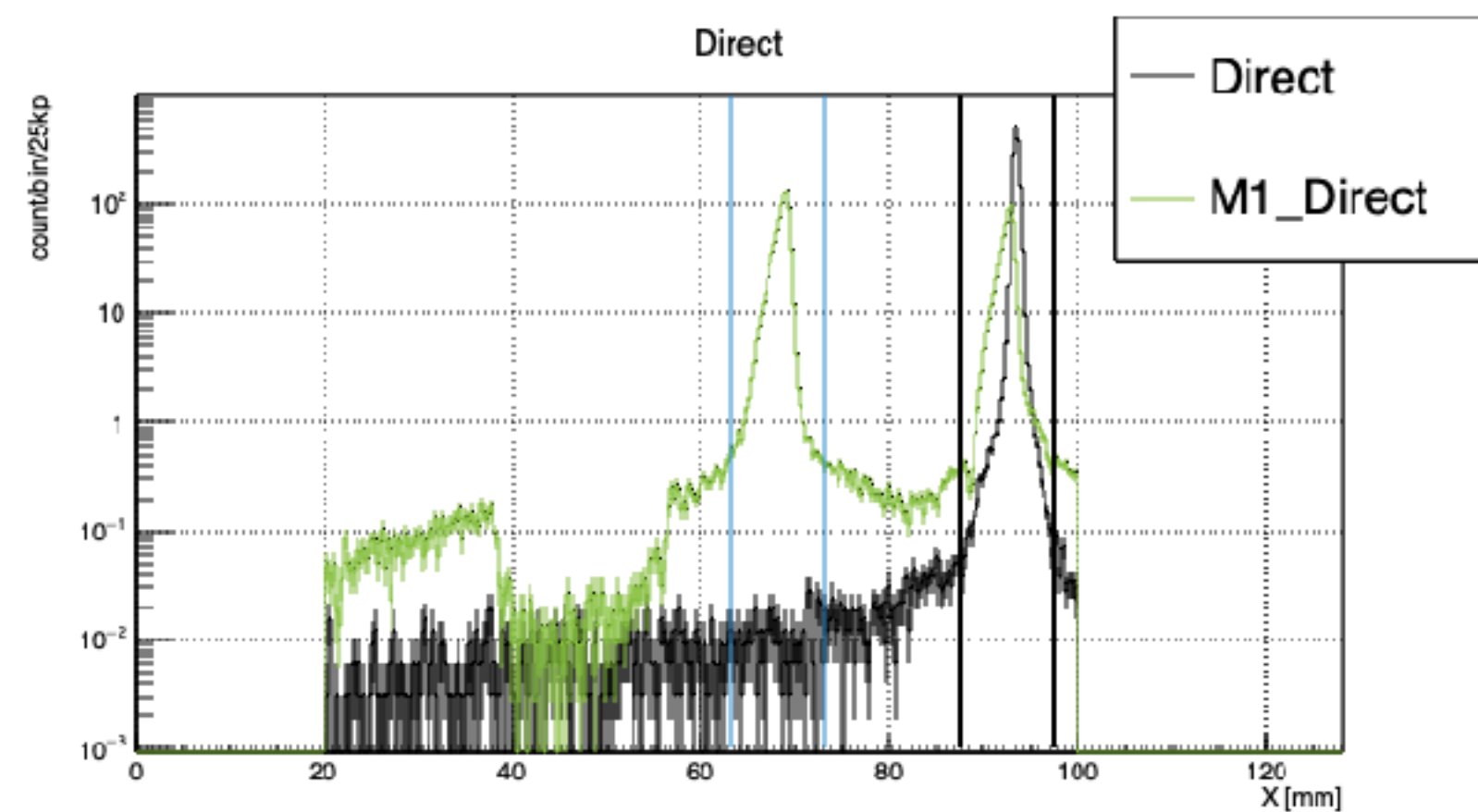
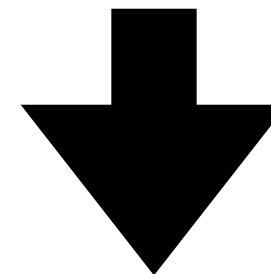
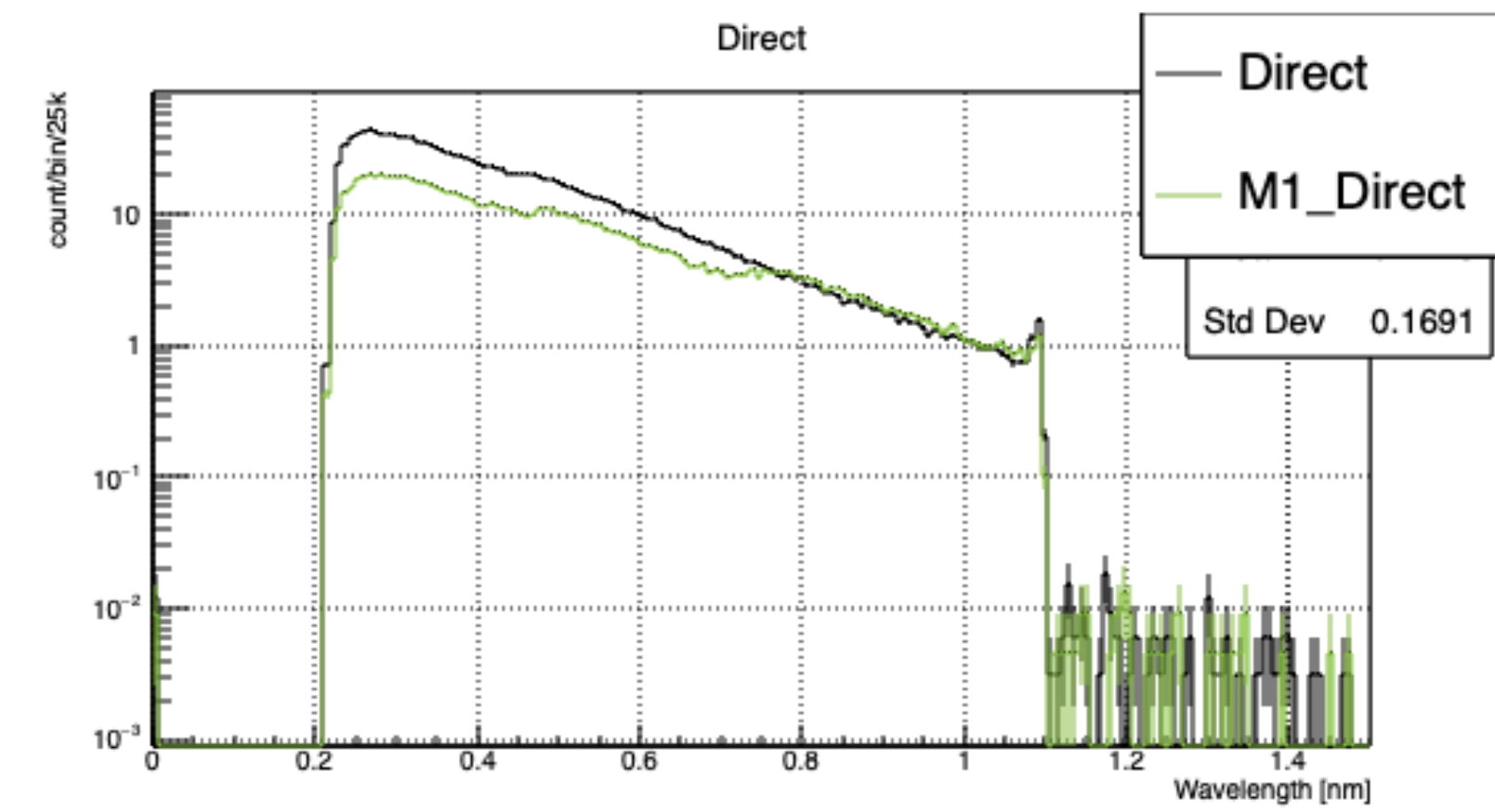
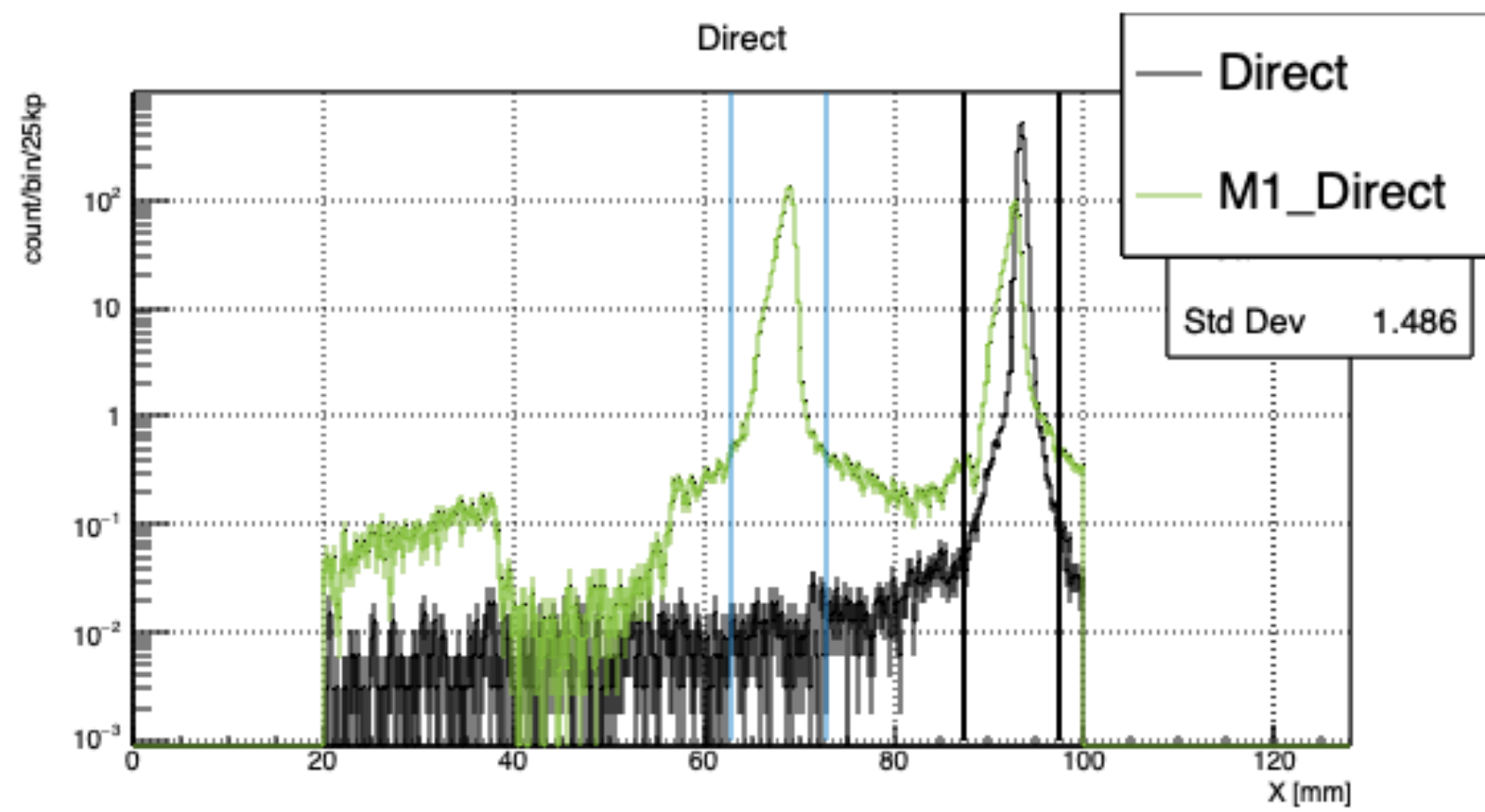


10/8 SPINに向けて

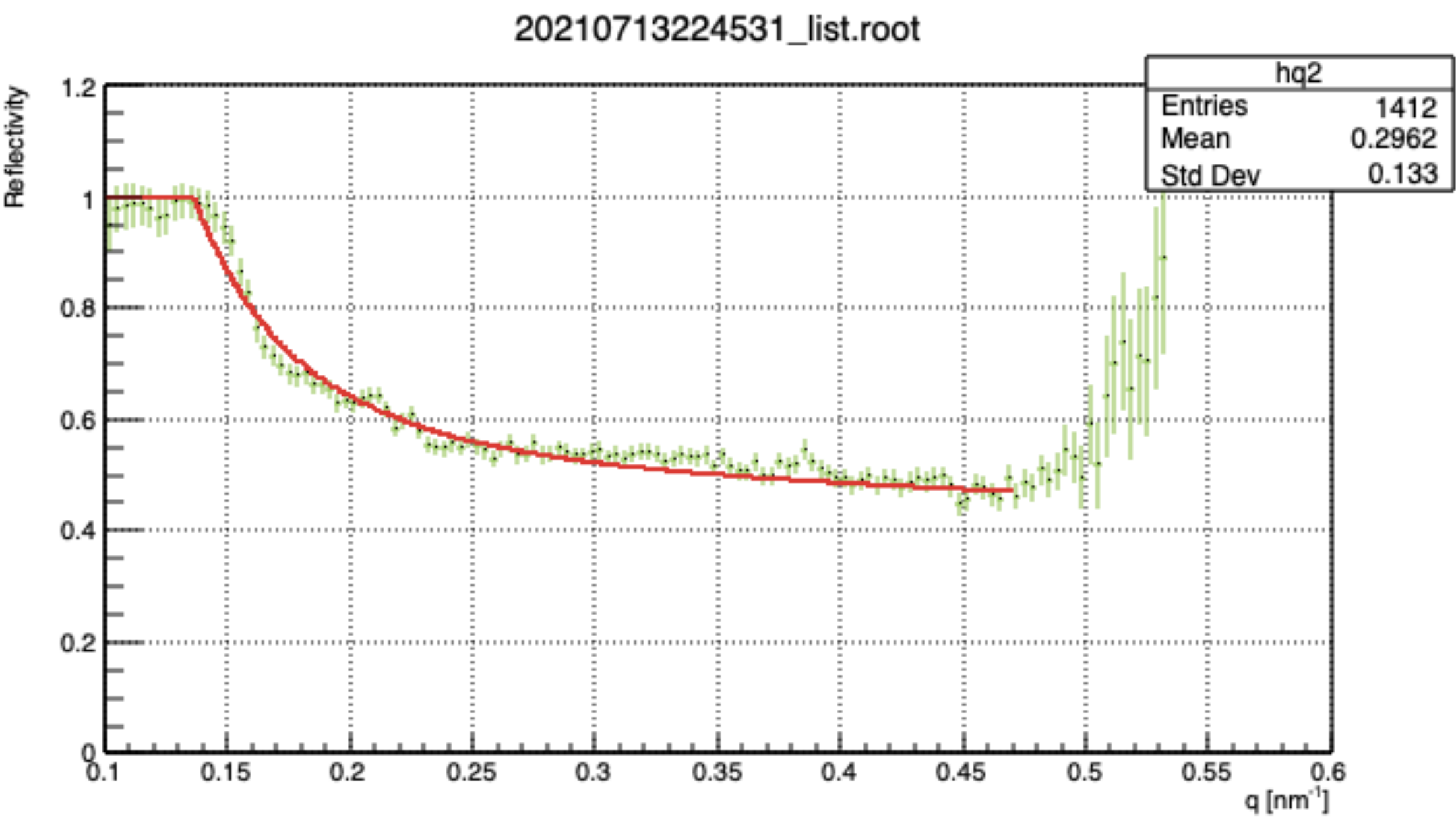
赤塚浩明

toffo 10.0E3→9.3E3 に変更

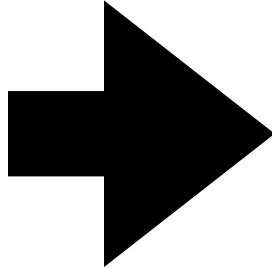


誤差の修正

- $\text{Error} = \sqrt{(\partial(\frac{A}{A+B})/\partial A)^2 E_a^2 + (\partial(\frac{A}{A+B})/\partial B)^2 E_b^2}$
- $f = A/(A+B) = 1/(1+B/A)$
- $\partial f/\partial A = 1/(A+B) - A/(A+B)^2 = B/(A+B)^2$
- $\partial f/\partial B = -A/(A+B)^2$



NAME	VALUE	ERROR
qc	1.29263E-01	1.65796E-03
R0	1E+00	fixed
m2	5.79721E+00	2.05227E-01



NAME	VALUE	ERROR
qc	1.36239E-01	1.33794E-03
R0	1E+00	fixed
m2	5.83252E+00	1.76362E-01

偏極度のモデル化

parameter $(0.11 < q_c < 0.15), (1 < m_2 < 10), (\text{Fix } W = 2.5 \times 10^{-3}), (\text{Fix } \alpha = 0.28), (\text{Fix } m = 5.2), (\text{Fix } R_0 = 1)$

• フィット関数

$q < q_c$ の時

$$y = R_0$$

$q_c < q < q_{c,\text{Ni}}$ の時

$$R_{\text{up}} = R_0$$

$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

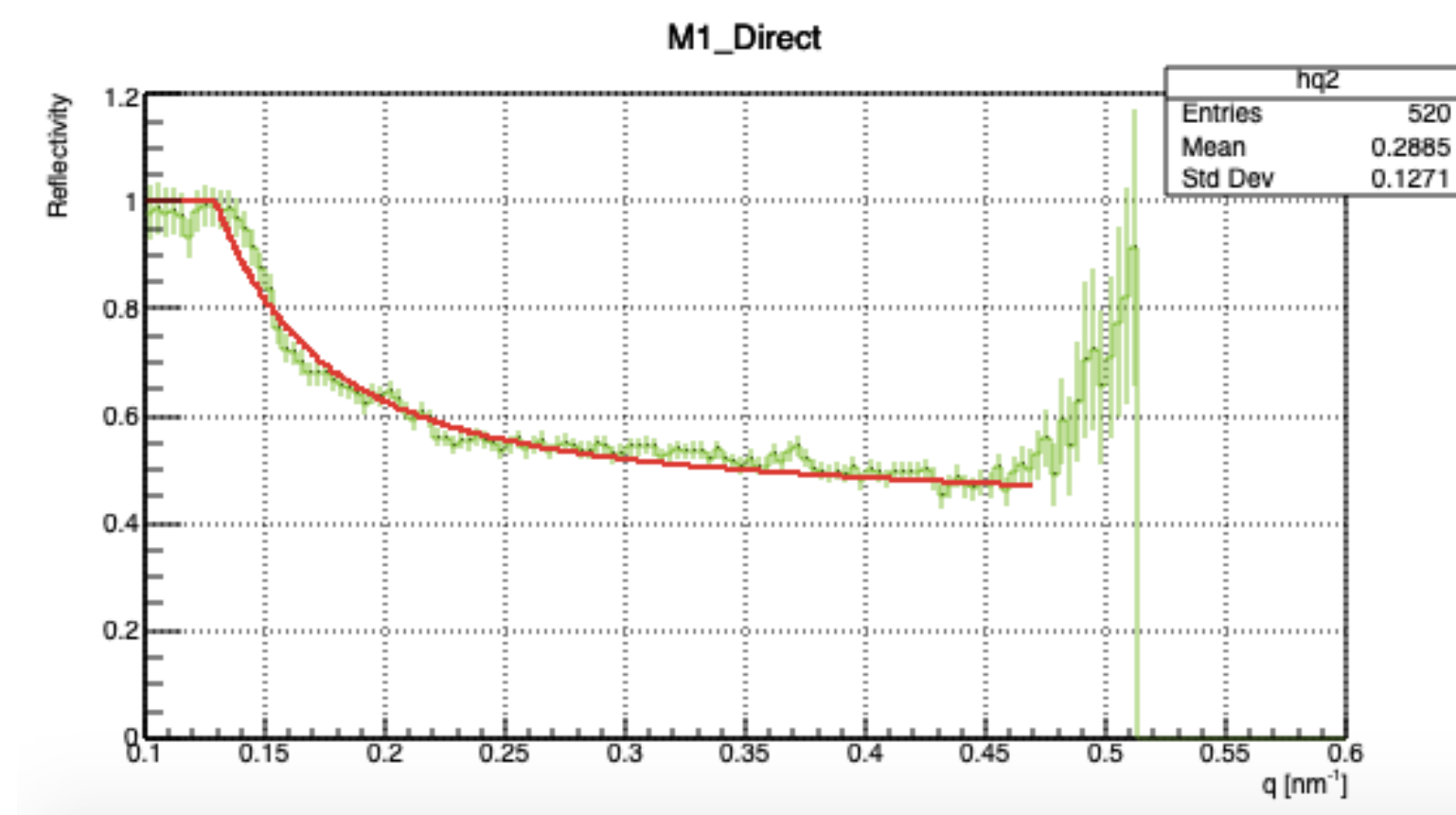
$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$

• $q > q_{c,\text{Ni}}$ の時

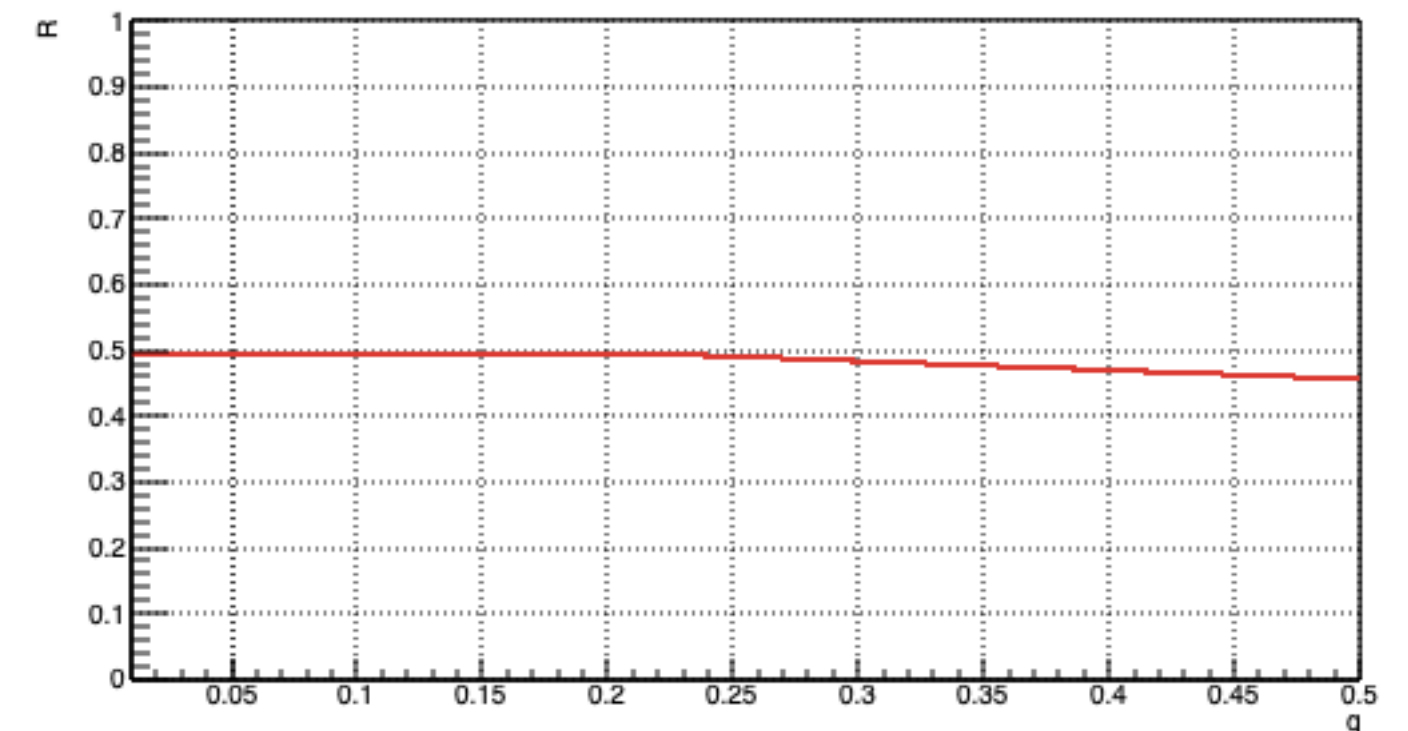
$$R_{\text{up}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

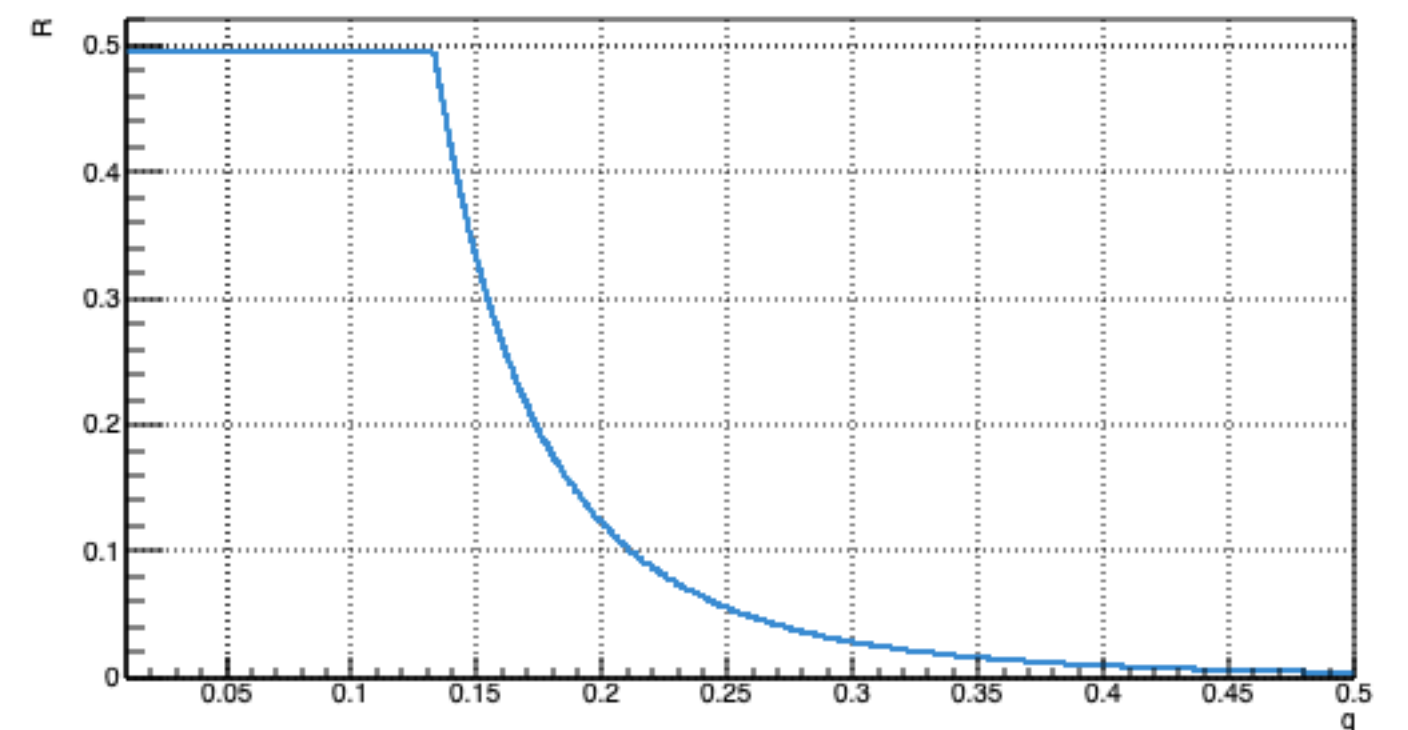
$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$



$\frac{1}{2}R_{\text{up}}$

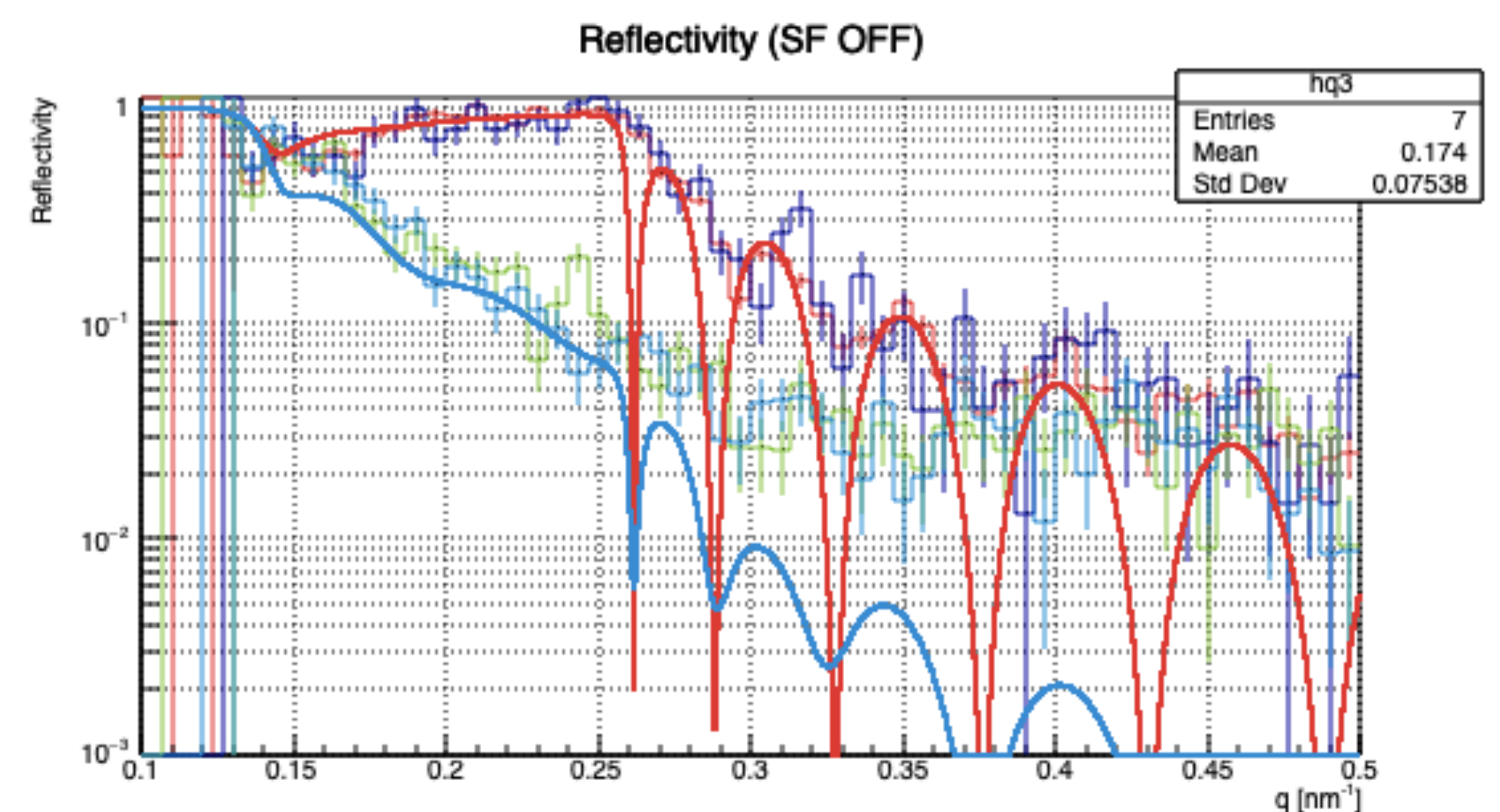
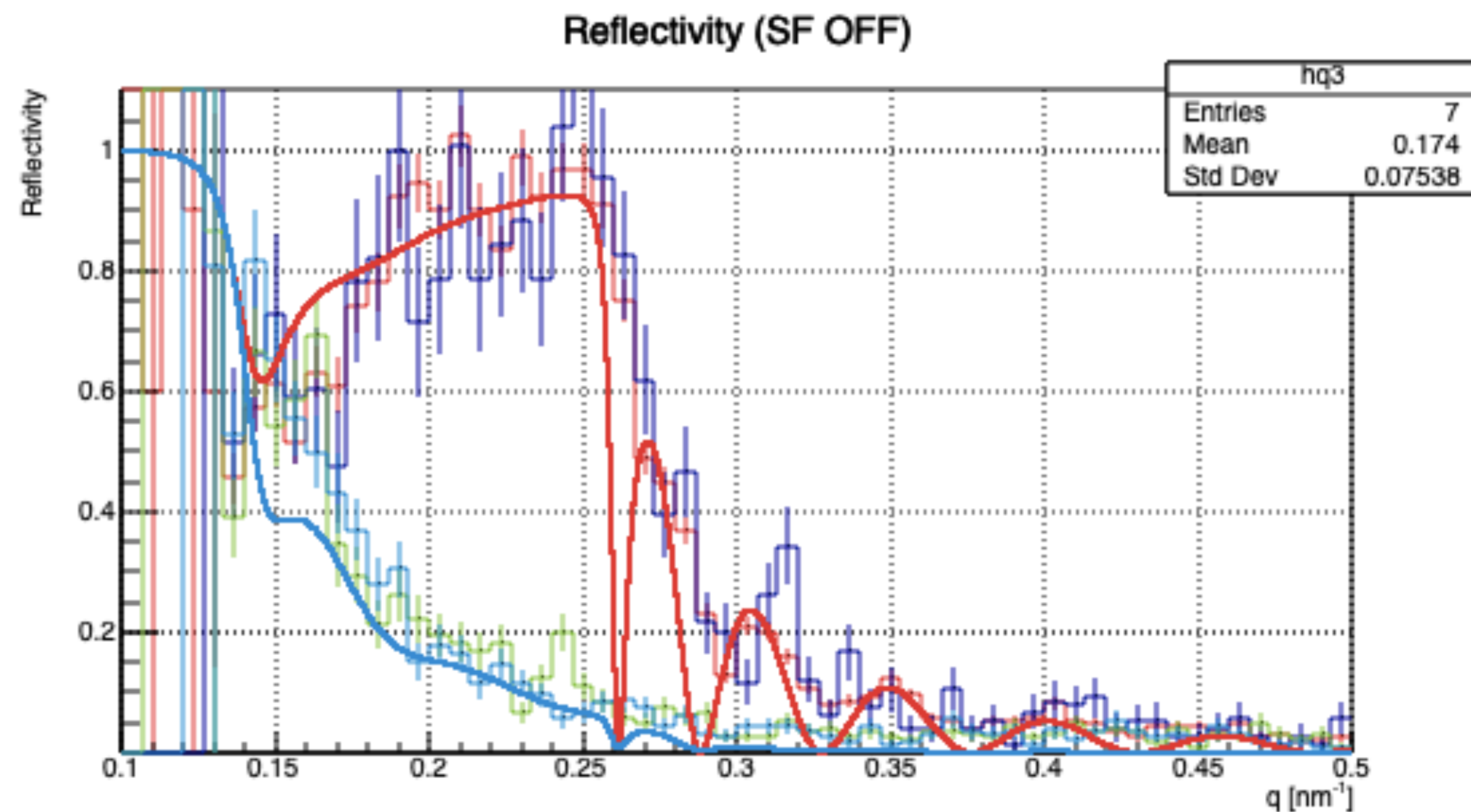
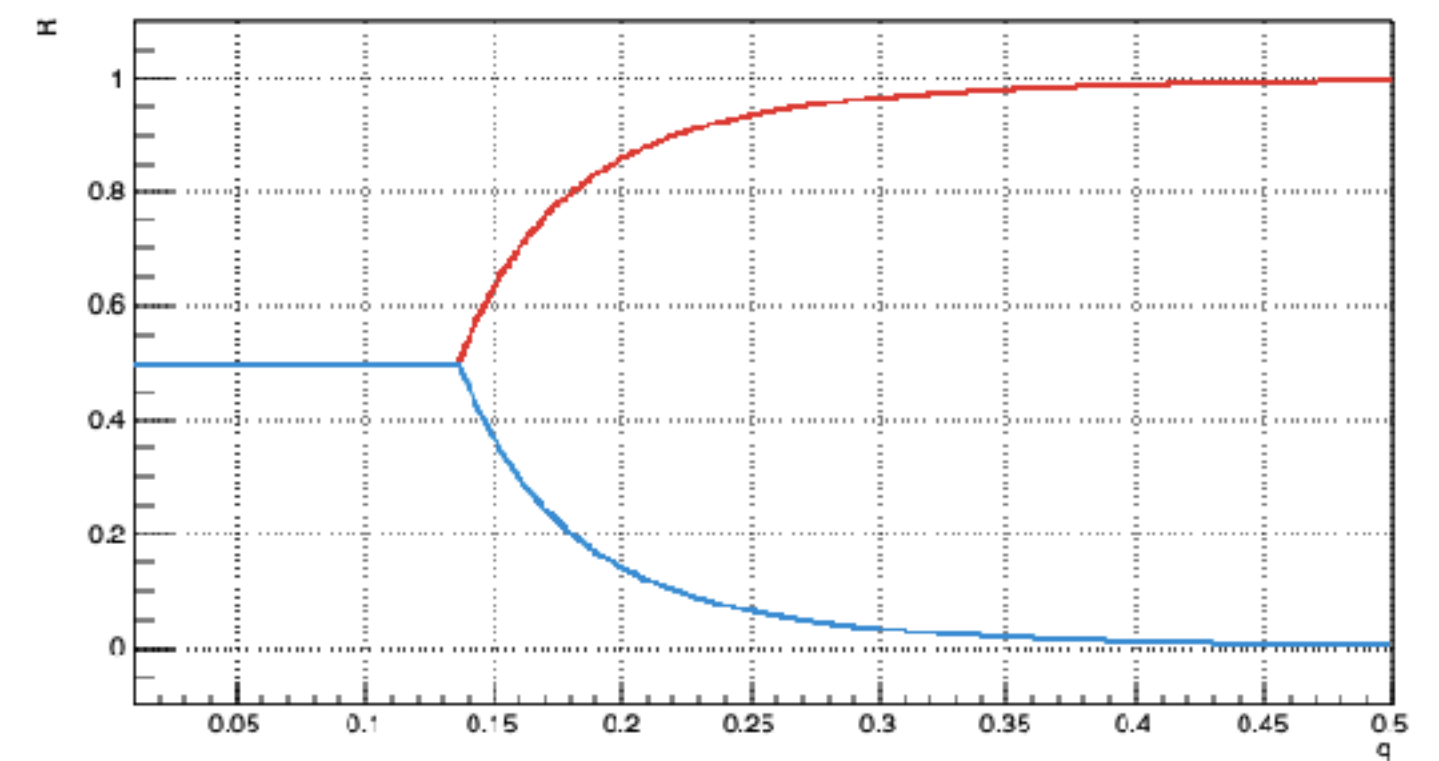
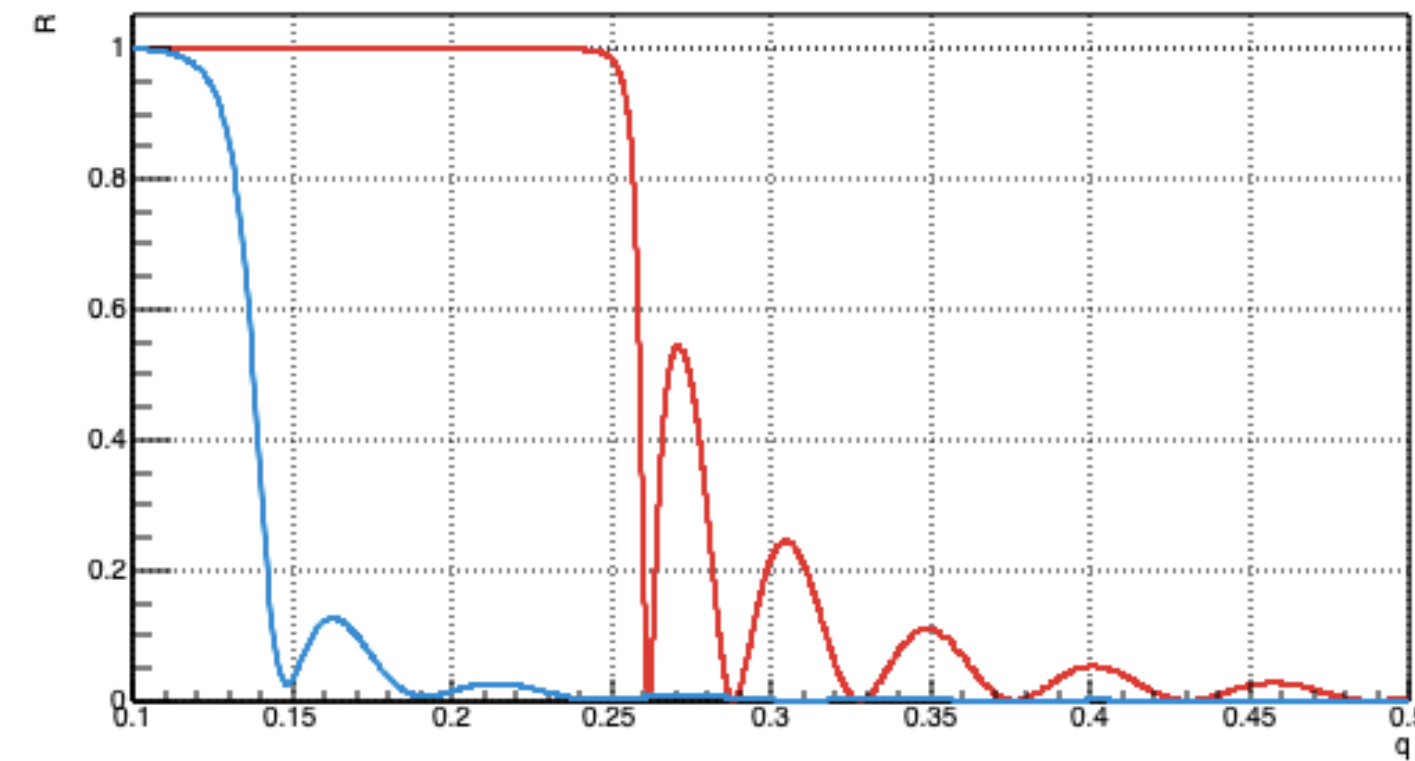


$\frac{1}{2}R_{\text{down}}$



パラメータ修正後

- パラメータを修正した結果を考慮して、理論曲線と偏極どの席を図に表した



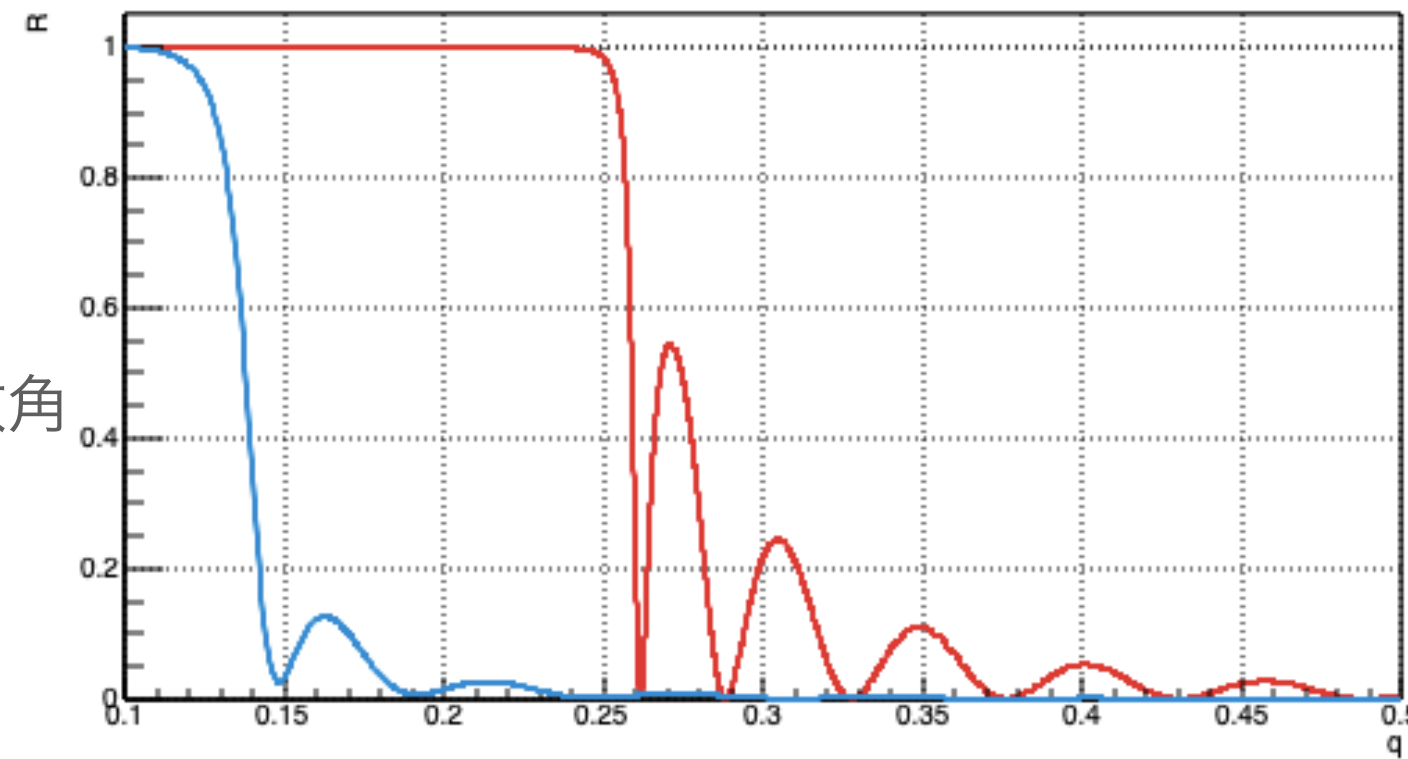
進捗状況

- M1での反射、透過のデータから、偏極度を決定した
- 偏極度にサンプルによる理論的な反射率をかけ、実験値との比較を行った

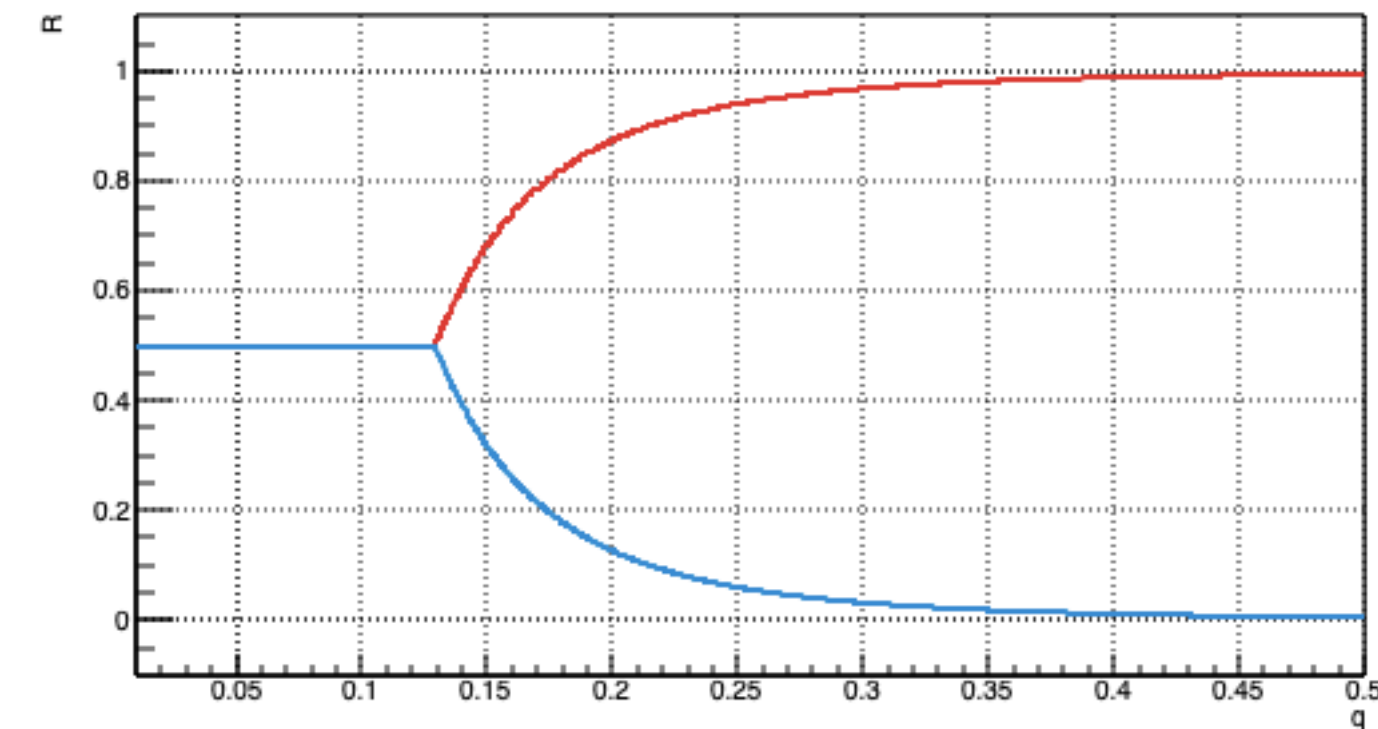
$$R = \frac{R_{\text{up},s} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down},s} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

を图示 : $R_{\text{up},s}, R_{\text{down},s}$ サンプルによるup, downの反射率

入射ビームの発散角0.1%
下流のコリメータで決まる発散角
ミラー反射後
波長分解能1%
幕が歪んでいるか



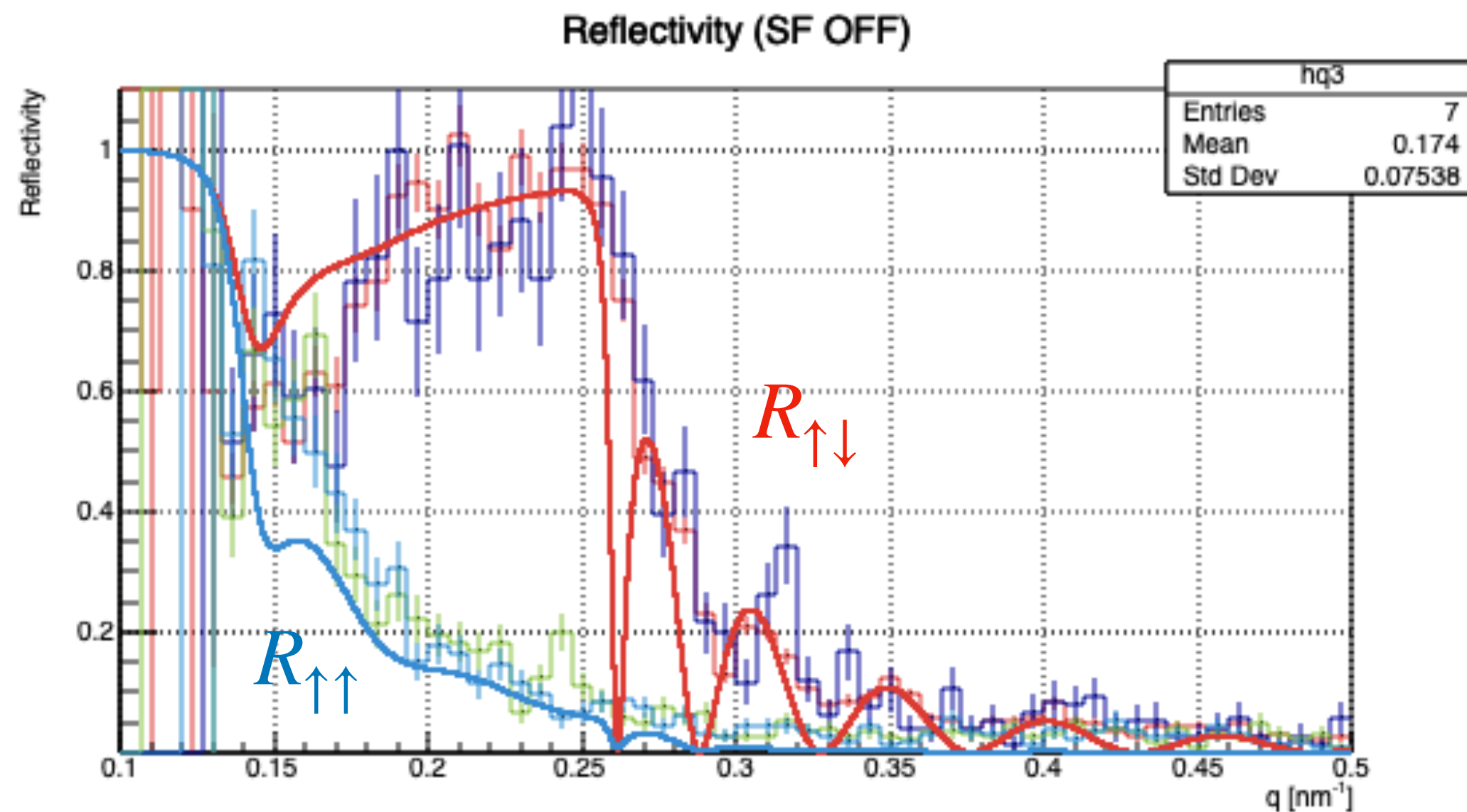
サンプルへの入射ビームのup,dwonの割合



$$\frac{N_{\text{up}}}{N_{\text{up}} + N_{\text{down}}} = 1 - \frac{1}{2} R_{\text{down}}$$

$$\frac{N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2} R_{\text{down}}$$

log



$$R = \frac{R_{\text{up},s} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down},s} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

を

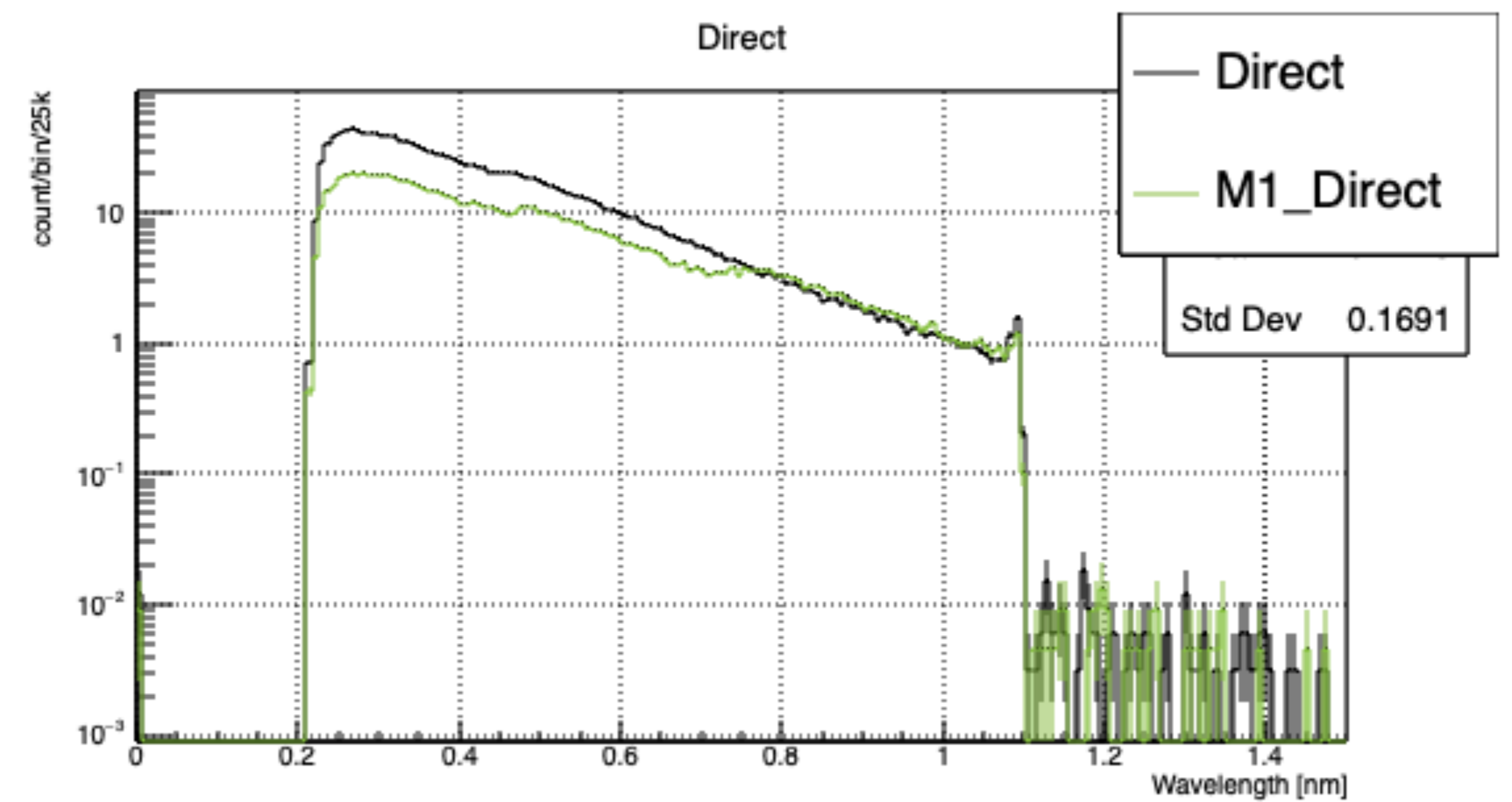
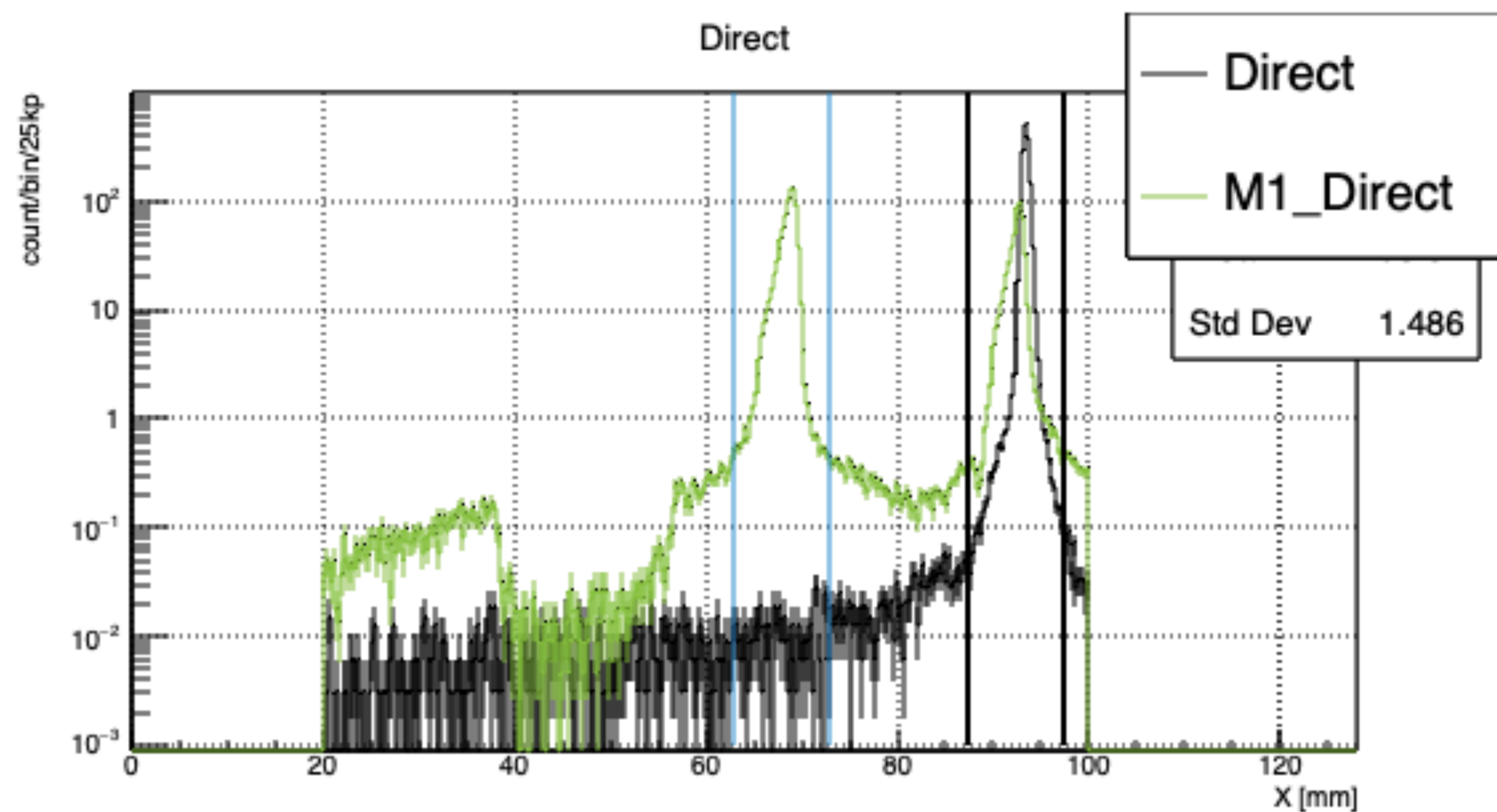
印加磁場に対してスピンの平行、反平行の場合で書き下した結果

M1によるビームの偏極度二によって、 $q \sim 0.15$ 付近で反射率が減少することを説明できている

フェルポテンシャルの値をパラメータにして、fitすれば、ポテンシャルを決定できる

解析したデータ

- 20210717004515_list.root
- M1のみ置いた時の反射、透過を同時に測定 1.0e2s 9.5e3



偏極度のモデル化

parameter $(0.11 < q_c < 0.15), (1 < m_2 < 10), (\text{Fix } W = 2.5 \times 10^{-3}), (\text{Fix } \alpha = 0.28), (\text{Fix } m = 5.2), (\text{Fix } R_0 = 1)$

• フィット関数

• $q > q_{c,\text{Ni}}$ の時

$q < q_c$ の時

$$y = R_0$$

$q_c < q < q_{c,\text{Ni}}$ の時

$$R_{\text{up}} = R_0$$

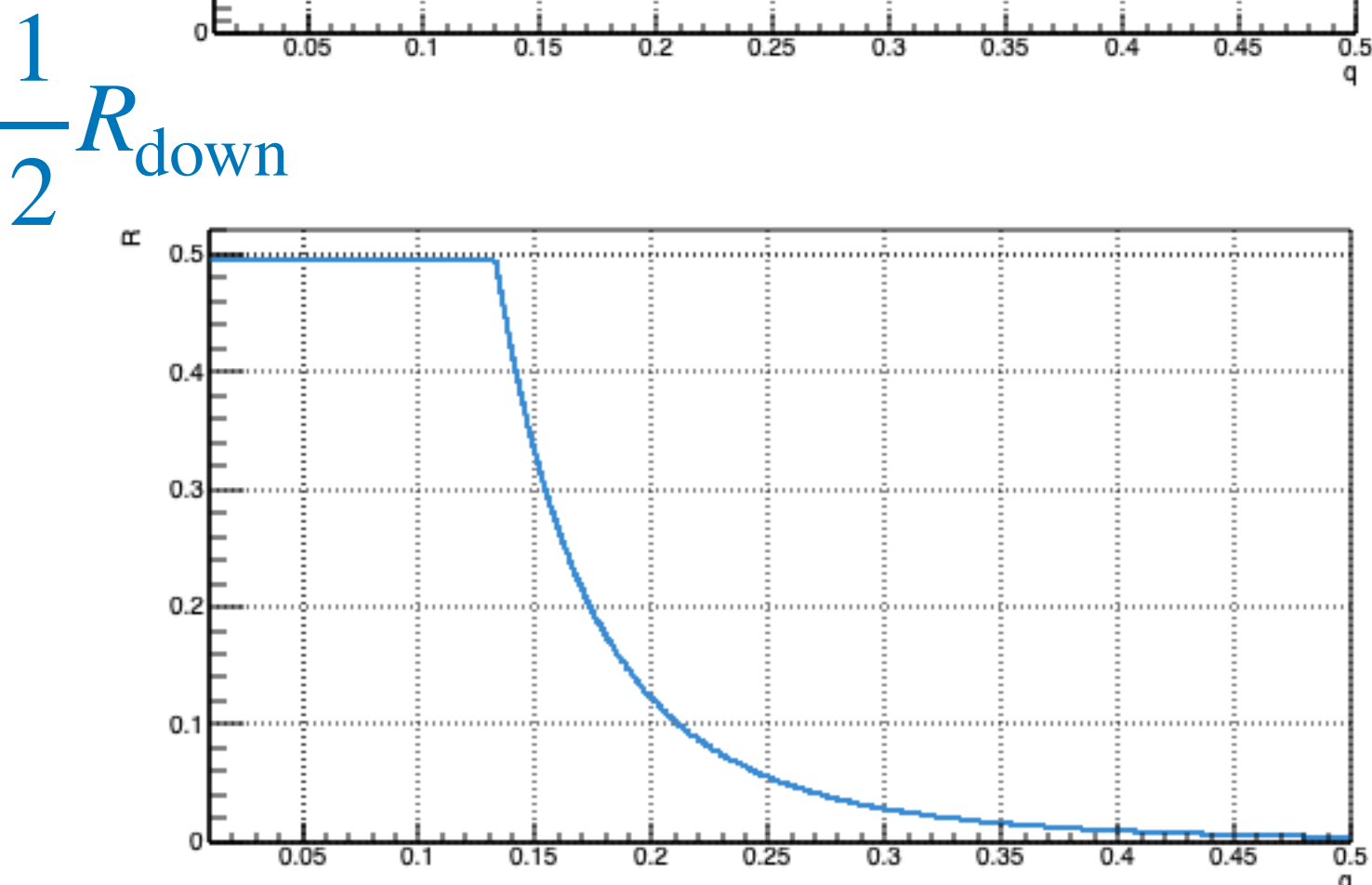
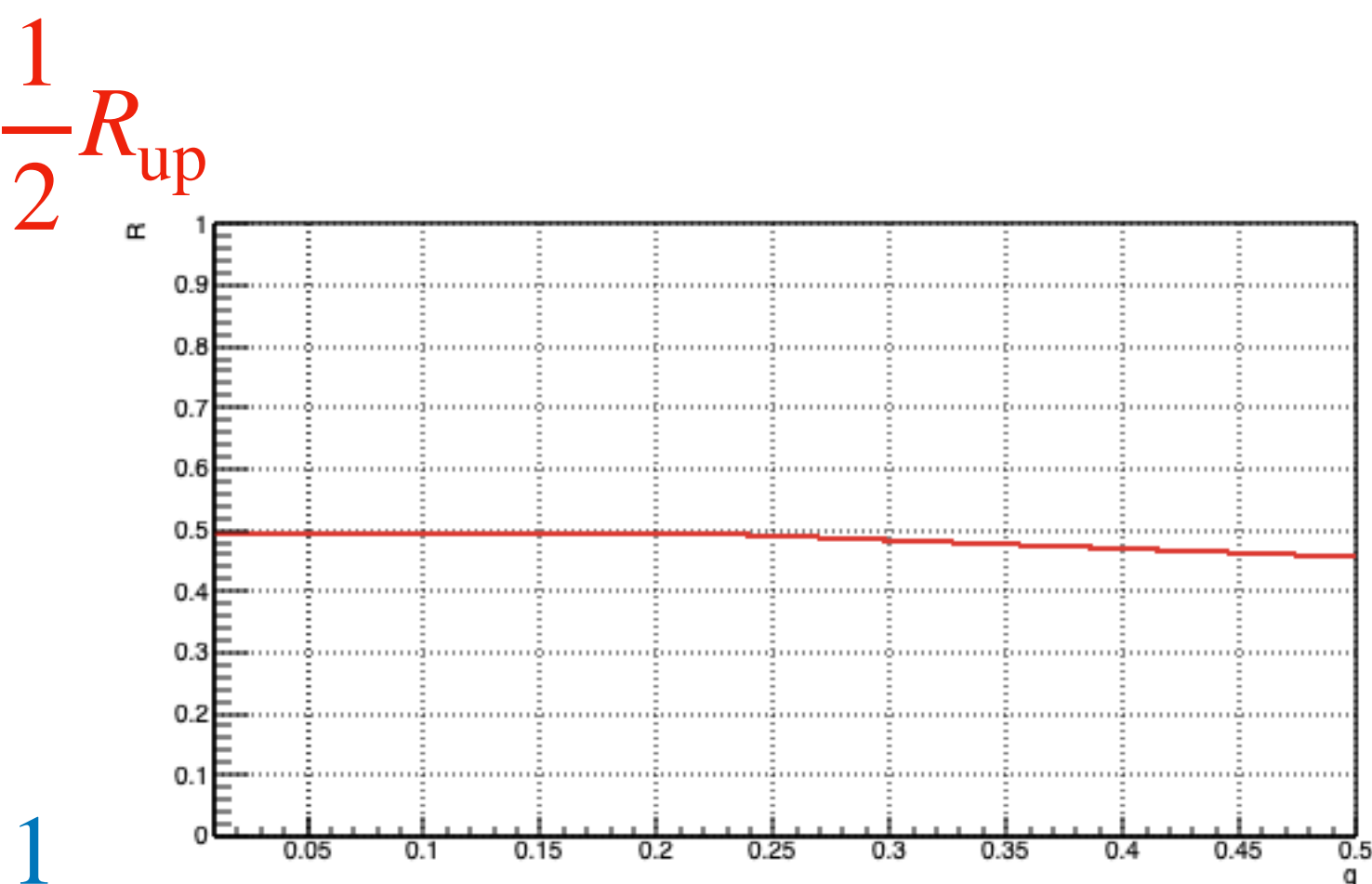
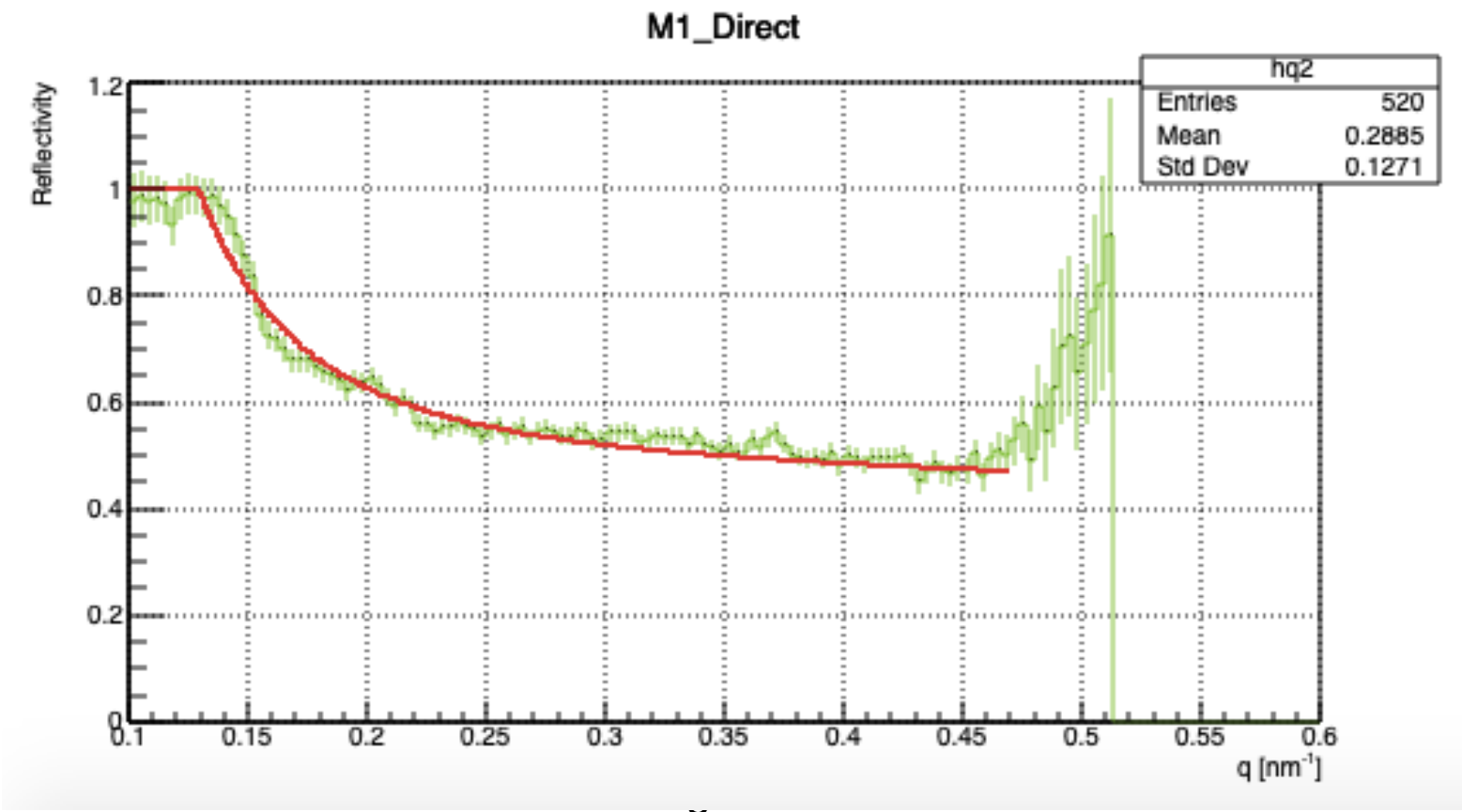
$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$

$$R_{\text{up}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$



横橋修論(スイス)から、M1(日野さん作成)のパラメータを決定する

$$R_{\text{up}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

- $\alpha \sim 0.28, m \sim 5.2, W \sim 2.5 \times 10^{-3}$
- $q_{c,\text{Ni}} = 0.0217$

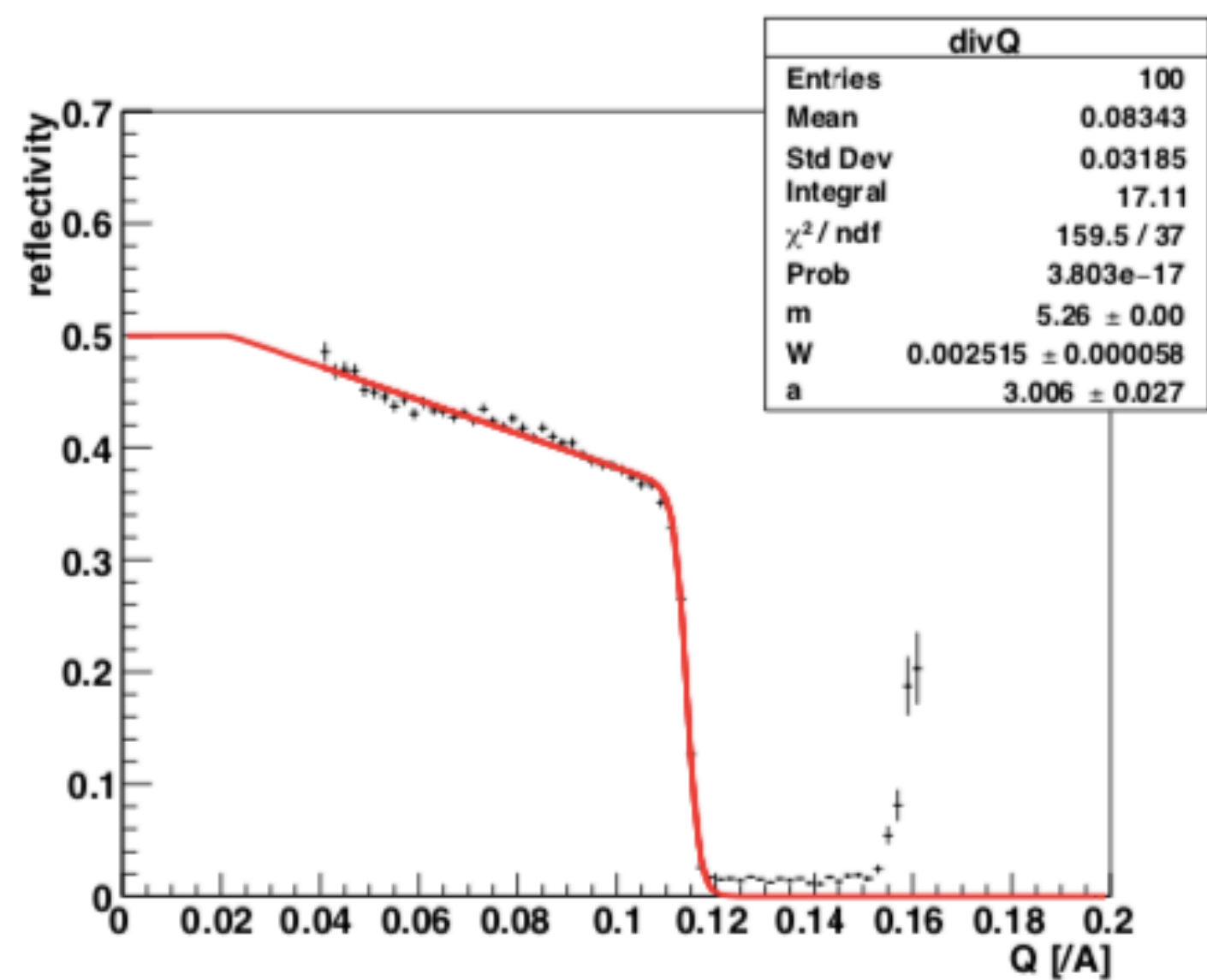


図 5.2.6: スケーリング後の 1st ミラーの反射率

ミラー番号	m	W	α
1	5.171±0.003	$(2.66\pm0.10)\times10^{-3}$	2.87±0.04
2	-	-	-
3	5.236±0.002	$(2.47\pm0.06)\times10^{-3}$	2.68±0.03
4	5.162±0.002	$(2.25\pm0.06)\times10^{-3}$	2.69±0.03
5	5.249±0.002	$(2.32\pm0.05)\times10^{-3}$	2.84±0.03
6	5.239±0.002	$(2.62\pm0.06)\times10^{-3}$	2.74±0.03
7	5.255±0.002	$(2.38\pm0.05)\times10^{-3}$	2.80±0.03
8	5.260±0.002	$(2.51\pm0.06)\times10^{-3}$	3.01±0.03

表 5.1: 1st ミラー反射率のフィッティング結果

フィッティングの結果

parameter $(0.11 < q_c < 0.15), (1 < m_2 < 10), (\text{Fix } W = 2.5 \times 10^{-3}), (\text{Fix } \alpha = 0.28), (\text{Fix } m = 5.2), (\text{Fix } R_0 = 1)$

• **フィット関数**

$q < q_c$ の時

$$y = R_0$$

$q_c < q < q_{c,\text{Ni}}$ の時

$$R_{\text{up}} = R_0$$

$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$

• $q > q_{c,\text{Ni}}$ の時

$$R_{\text{up}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{\text{down}} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

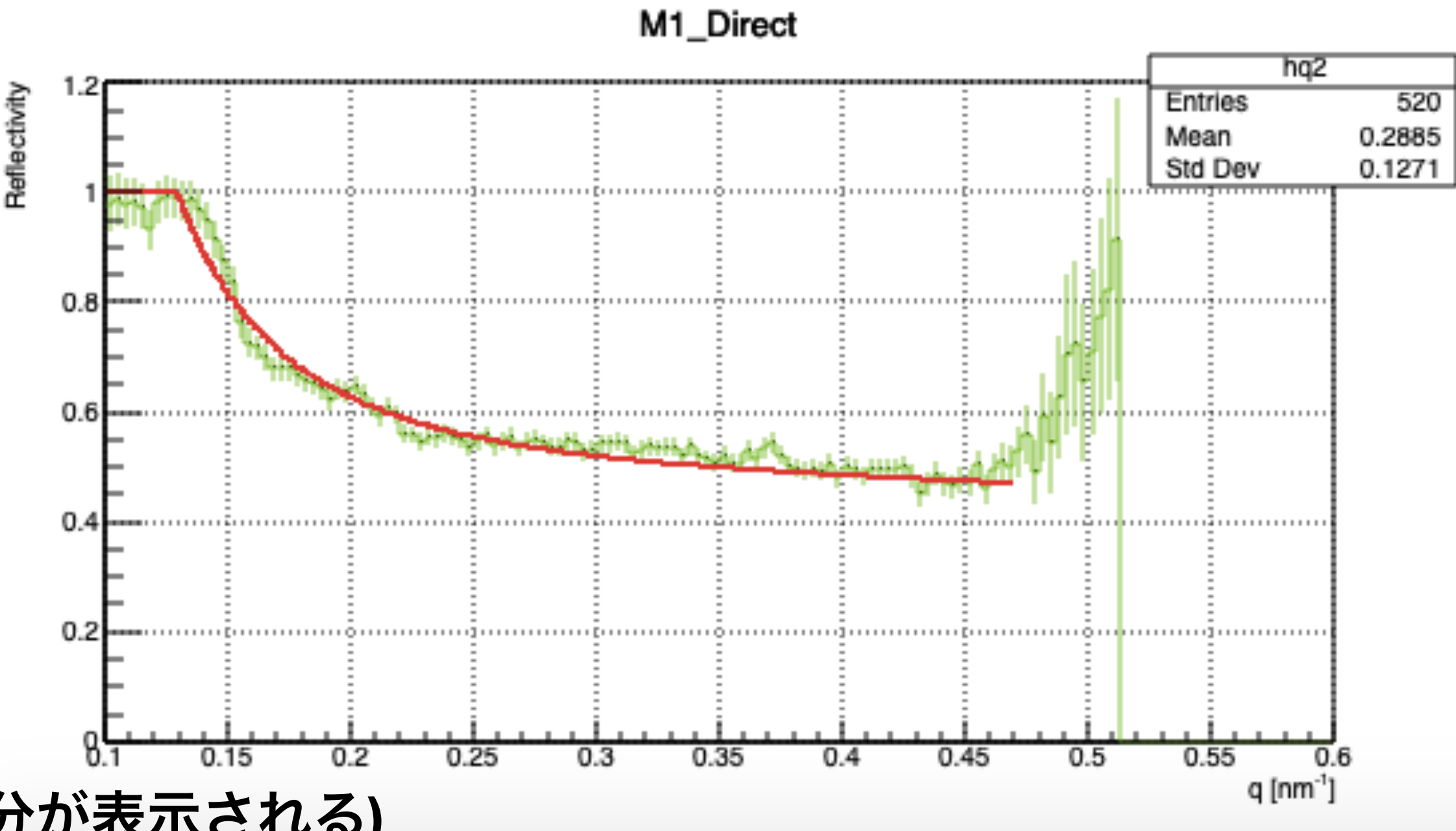
$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$

R_0 をfixした理由

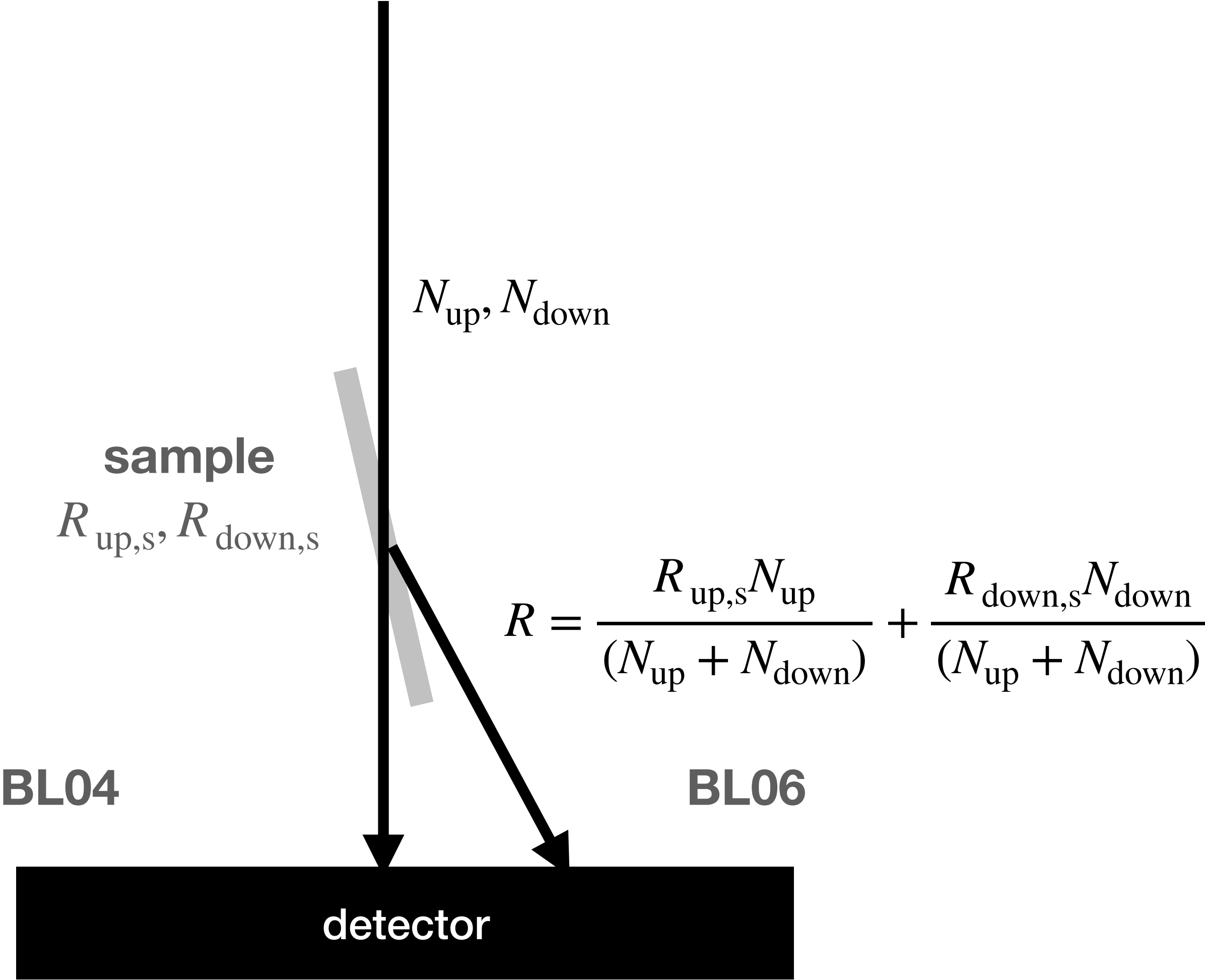
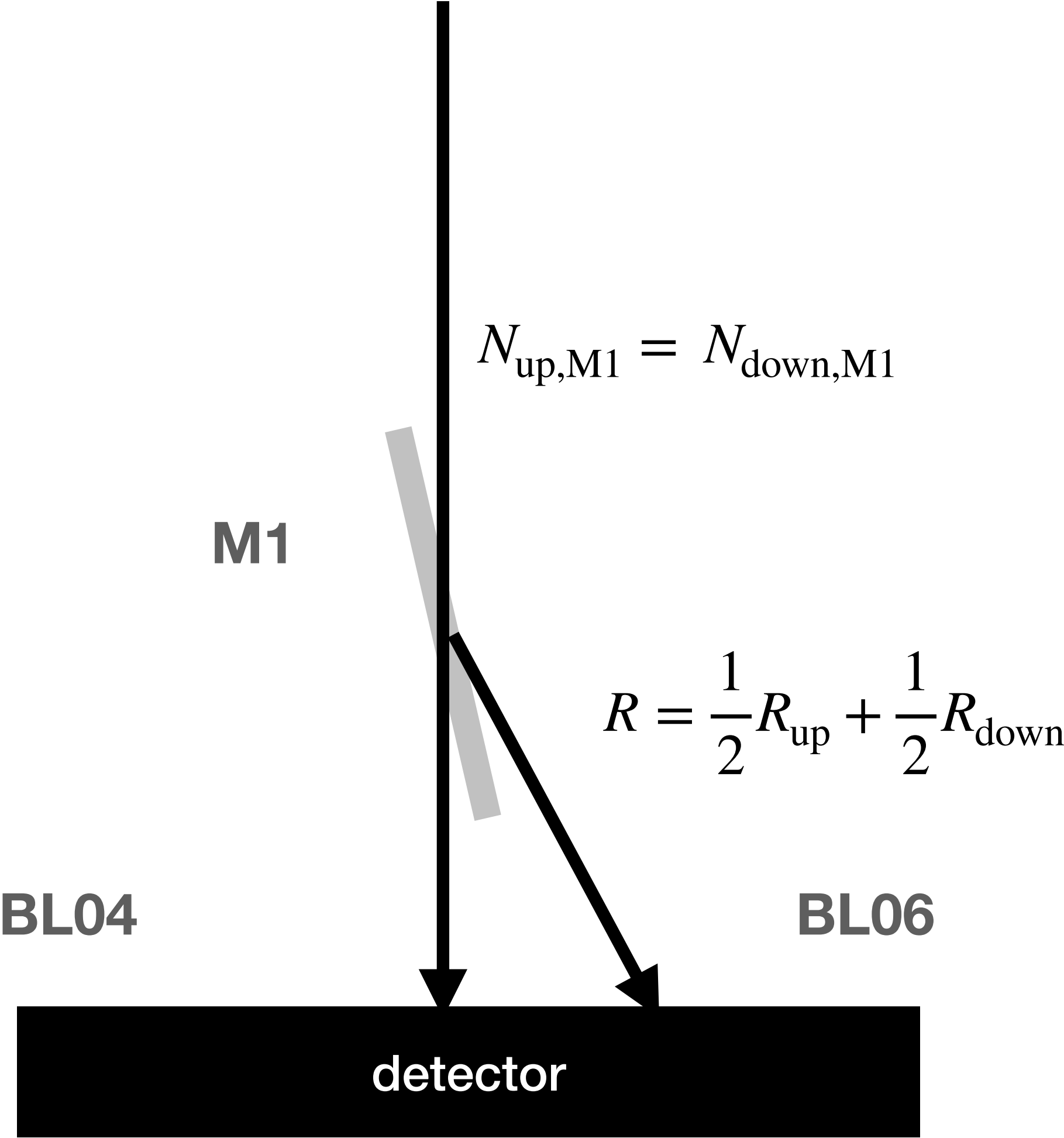
$R_0 > 1$ となってしまうまく
フィットできなかったため

tofftできる部分を変えることで
 q が大きい部分(重なっている部分が表示される)

NO.	VALUE	ERROR
qc	1.29263E-01	1.65796E-03
R0	1E+00	fixed
m2	5.79721E+00	2.05227E-01



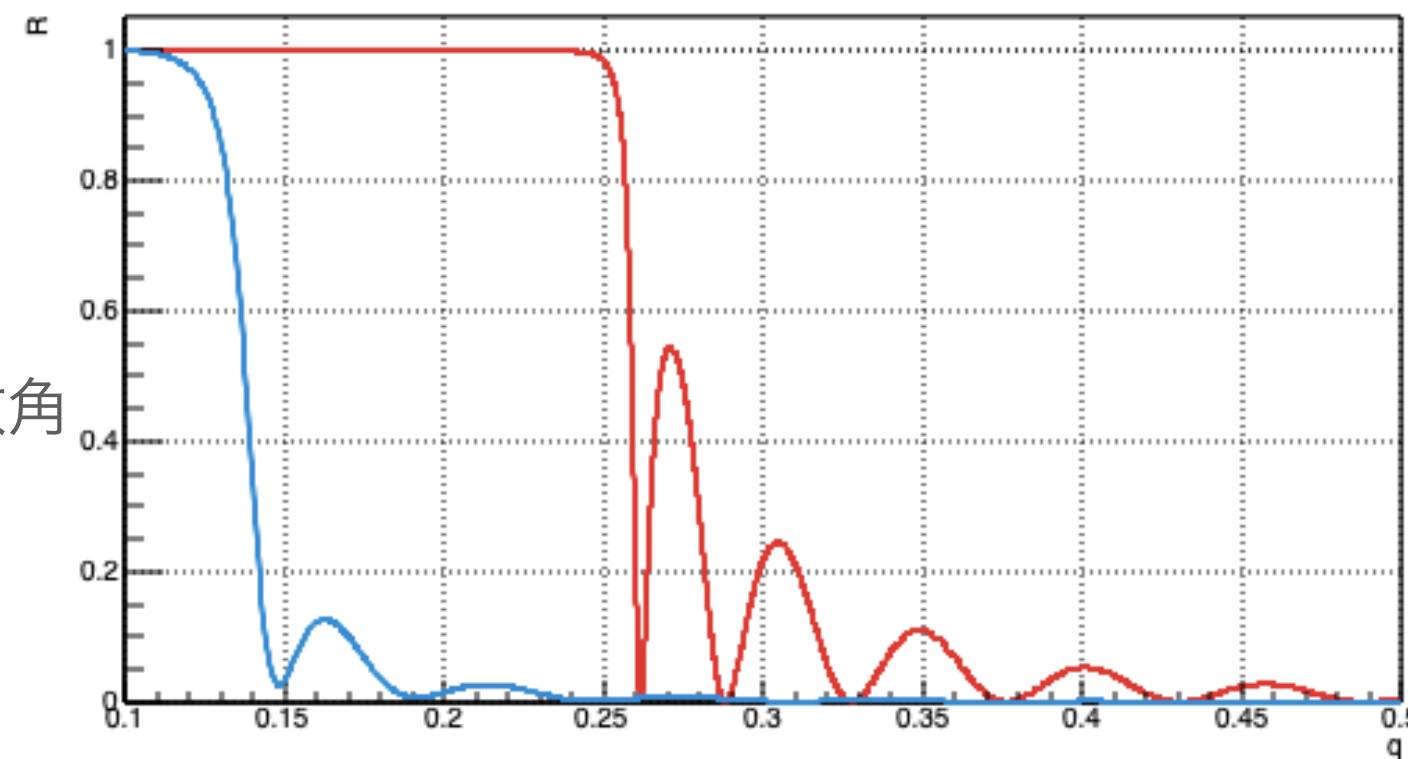
実験概要



$$R = \frac{R_{\text{up},s} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down},s} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

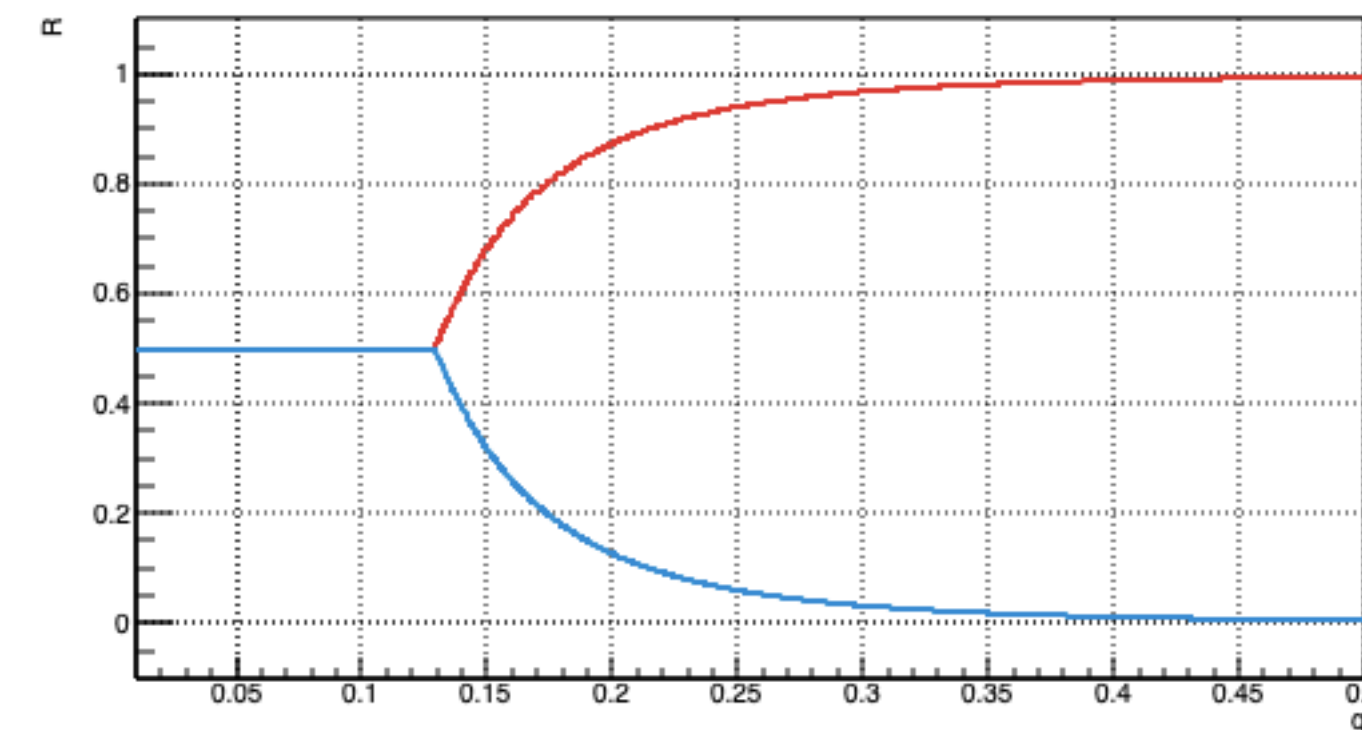
を图示 : $R_{\text{up},s}, R_{\text{down},s}$ サンプルによるup, downの反射率

入射ビームの発散角0.1%
下流のコリメータで決まる発散角
ミラー反射後
波長分解能1%
幕が歪んでいるか



$R_{\text{up},s}$
 \times
 $R_{\text{down},s}$

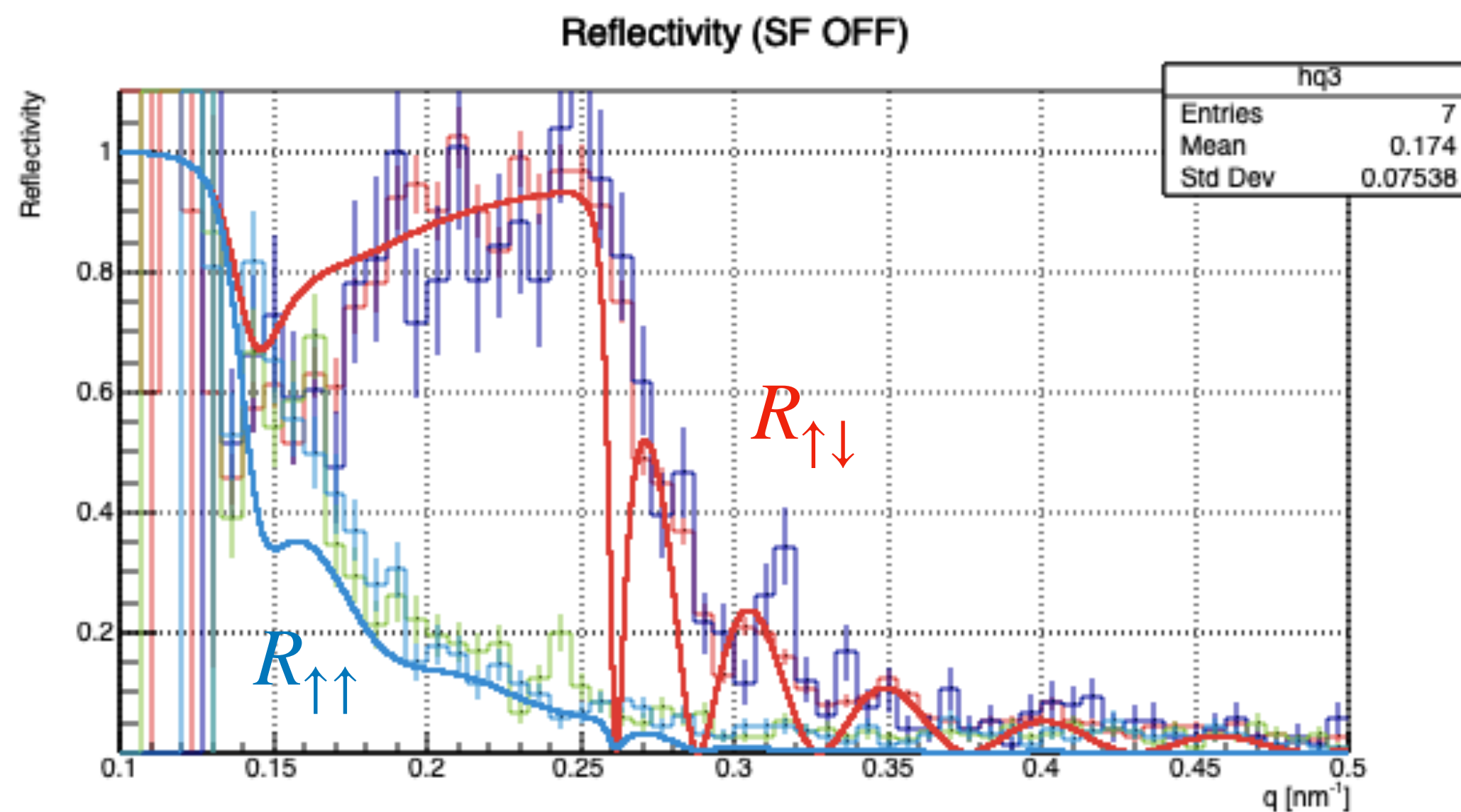
サンプルへの入射ビームのup,dwonの割合



$$\frac{N_{\text{up}}}{N_{\text{up}} + N_{\text{down}}} = 1 - \frac{1}{2} R_{\text{down}}$$

$$\frac{N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2} R_{\text{down}}$$

log



$$R = \frac{R_{\text{up},s} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down},s} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

を

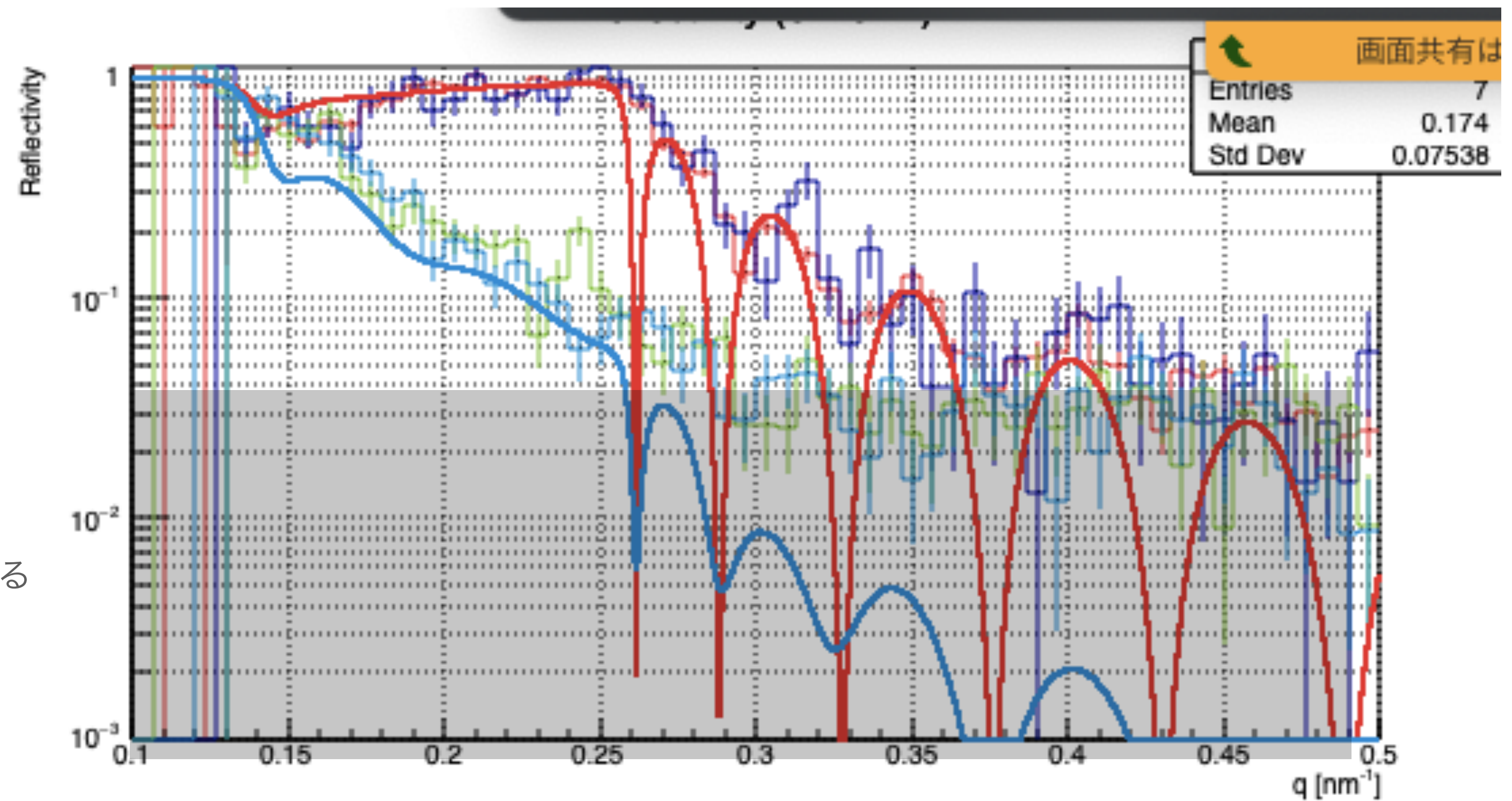
印加磁場に対してスピンの平行、反平行の場合で
書き下した結果

M1によるビームの偏極度二によって、 $q \sim 0.15$ 付近で
反射率が減少することを説明できている

フェルポテンシャルの値をパラメータにして、
fitすれば、ポテンシャルを決定できる

- フリンジの落ち込みが見やすい
- q が大きいほど統計エラーが大きくなってしまいうため、フィットがうまくかからない

粗さが評価できる



- 209.0602neV

Back up

- まだできていないこと
 - 独立でない誤差の評価
 - フェルミポテンシャルでフィット
 - M2のデータの解析 AFPの性能がわかる()
- 今後の方針
 - 表面荒さ、発散角、波長分解能

モデル化の後の作業

赤の曲線 = $f(x)$ として

- 偏極度 $P = 2(1 - f(x))$

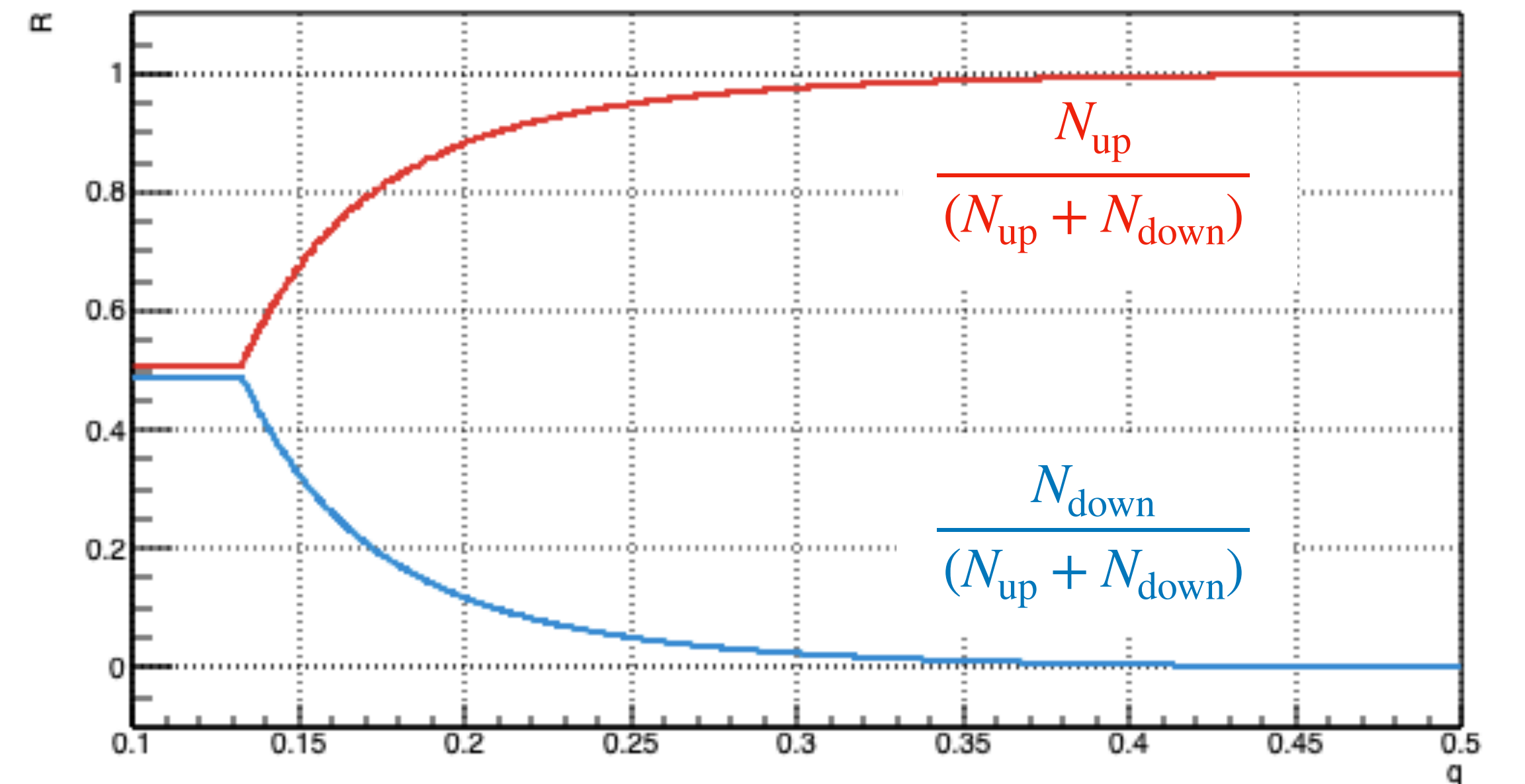
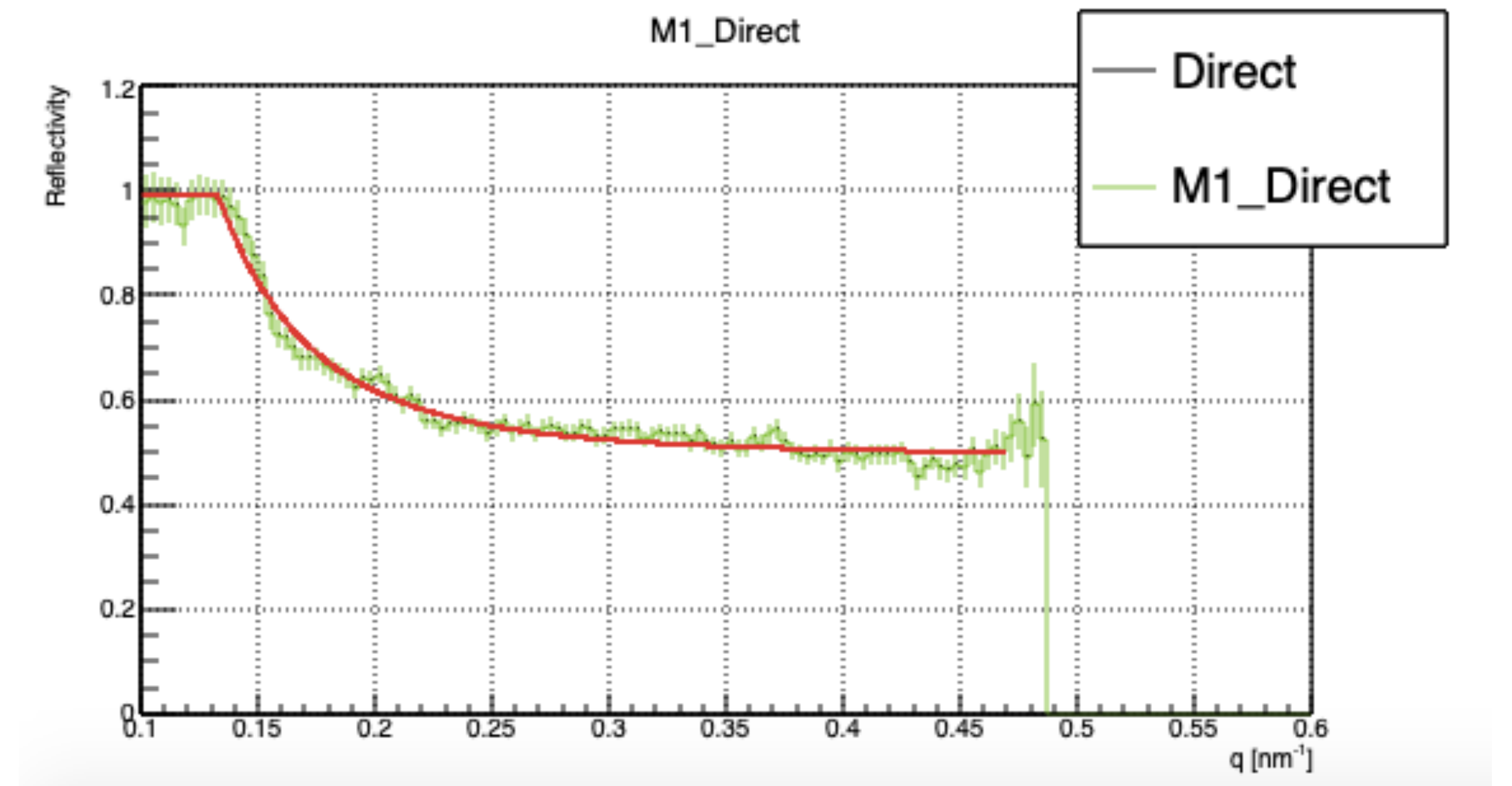
- $$\frac{N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2}(1 + P) = (1.5 - f(x))$$

- $$\frac{N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2}(1 - P) = (f(x) - 0.5)$$

- サンプルに当てた反射率のヒストグラム(右図)に

$$R = \frac{R_{\text{up}} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down}} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

を書き加える



偏極度のモデル化

parameter (Fix $q_c = 0.13$), (Set $W = 0.01$)(Set $\alpha = 0.01$), (Fix $R_0 < 1$),

- フィット関数

$q < q_c$ の時

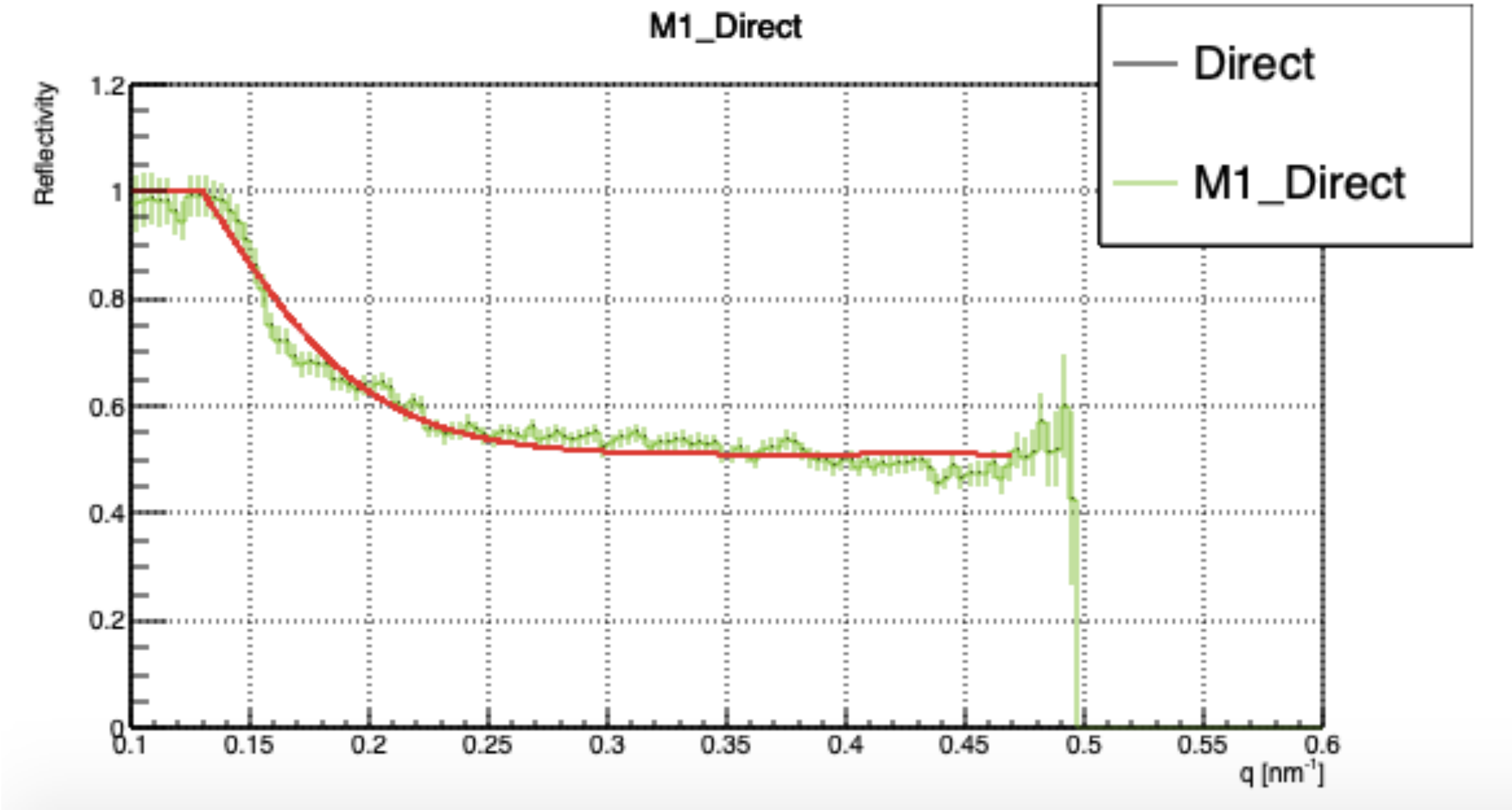
$$y = R_0$$

$q > q_c$ の時

$$R_{\text{up}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{\text{down}} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - q_c)/W))$$

$$R = \frac{1}{2}R_{\text{up}} + \frac{1}{2}R_{\text{down}}$$



NO.	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
1 p0	1.3E-01	1.95422E-04	1.26757e-03**	at limit **
2 p1	7.16389E-02	1.4028E-03	8.98162E-06	-1.24534E+00
3 p2	1E+00	8.03522E-03	1.14623e-02**	at limit **
4 p3	-8.03288E-02	1.92862E-02	1.23482E-04	1.87795E-02

偏極度のモデル化

反射率/(反射率+透過率)

$$R = \frac{N_R/N_{Direct}}{N_R/N_{Direct} + N_T/N_{Direct}} = \frac{N_R}{N_R + N_T}$$

parameter

(Fix $q_{c,down} < 0.15$), (Set $W = 0.01$)(Set $\alpha = 0.01$), (Fix $R_0 < 1$),

- フィット関数

$q < q_c$ の時

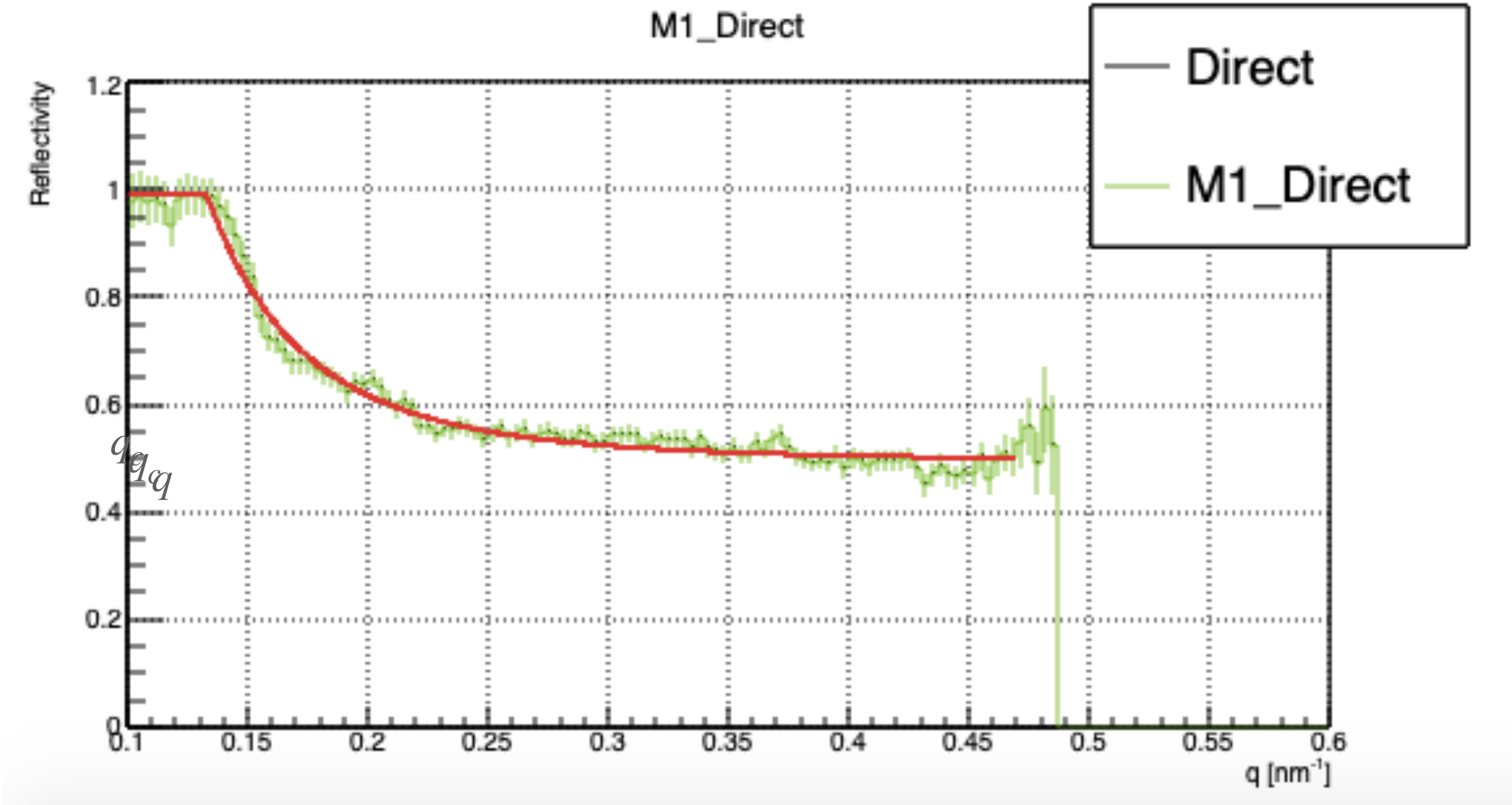
$y = R_0$

$q > q_c$ の時

$R_{up} = R_0$

$$R_{down} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{up} + \frac{1}{2}R_{down}$$



NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
qc	1.32968E-01	1.50085E-03	1.26215E-04	-8.23586E-03
R0	9.90621E-01	6.47428E-03	1.17224E-03	1.57558E-03
m2	6.24502	3.45632E-01	1.5942E-04	-4.60213E-03

偏極度のモデル化

反射率/(反射率+透過率)

$$R = \frac{N_R/N_{Direct}}{N_R/N_{Direct} + N_T/N_{Direct}} = \frac{N_R}{N_R + N_T}$$

parameter (0.11 < $q_{c,down}$ < 0.15), (Set $W = 0.01$)(Set $\alpha = 0.01$), (0.95 < R_0 < 1),

- フィット関数

$q < q_c$ の時

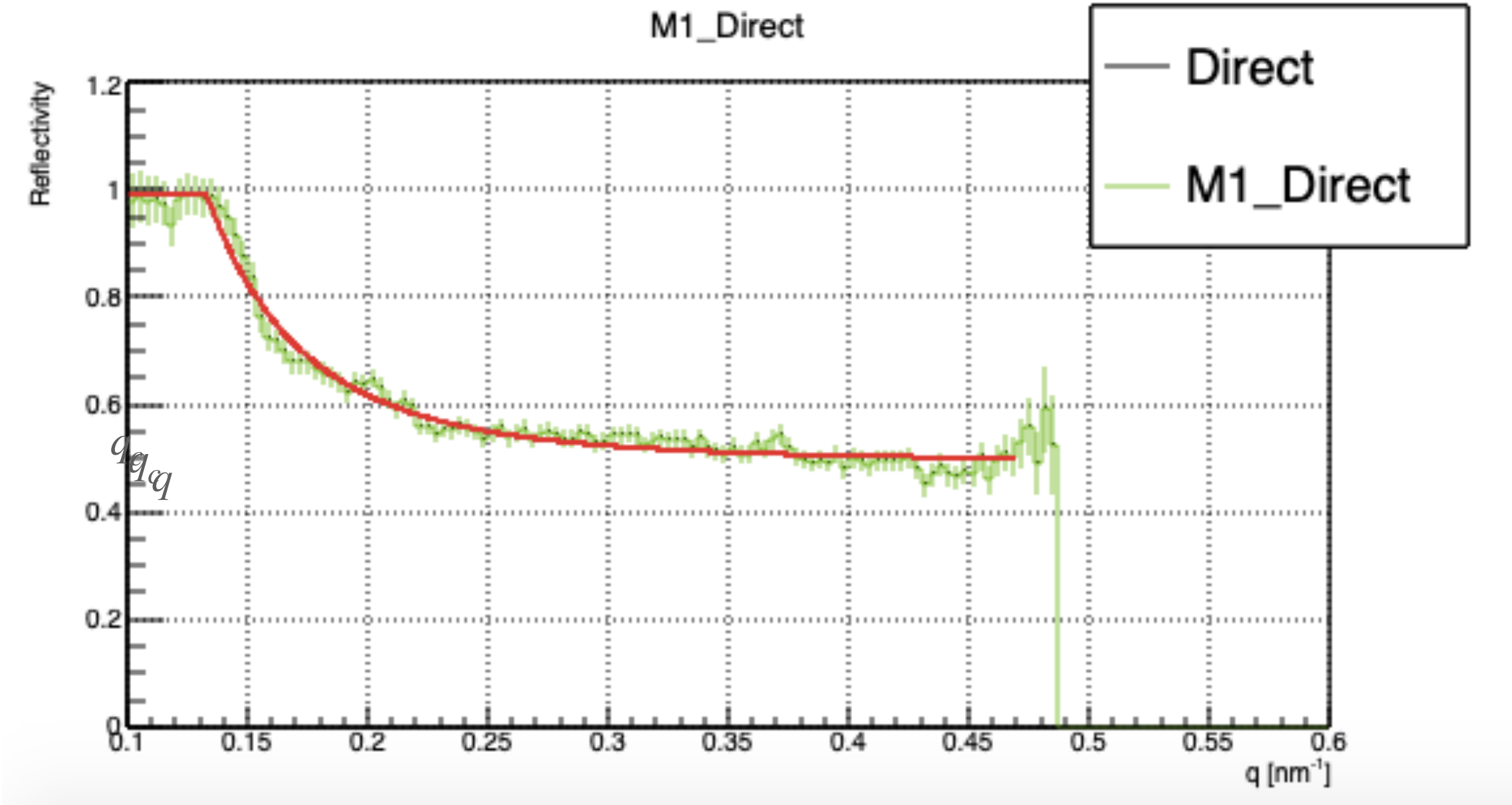
$$y = R_0$$

$q_c < q < q_{c,Ni}$ の時

$$R_{up} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{down} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{up} + \frac{1}{2}R_{down}$$



NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
qc	1.32968E-01	1.50085E-03	1.26215E-04	-8.23586E-03
R0	9.90621E-01	6.47428E-03	1.17224E-03	1.57558E-03
m2	6.24502	3.45632E-01	1.5942E-04	-4.60213E-03

偏極度のモデル化

反射率/(反射率+透過率)

$$R = \frac{N_R/N_{Direct}}{N_R/N_{Direct} + N_T/N_{Direct}} = \frac{N_R}{N_R + N_T}$$

parameter (0.11 < $q_{c,down}$ < 0.15), (Set $W = 0.01$)(Set $\alpha = 0.01$), (0.95 < R_0 < 1),

- フィット関数

$q < q_c$ の時

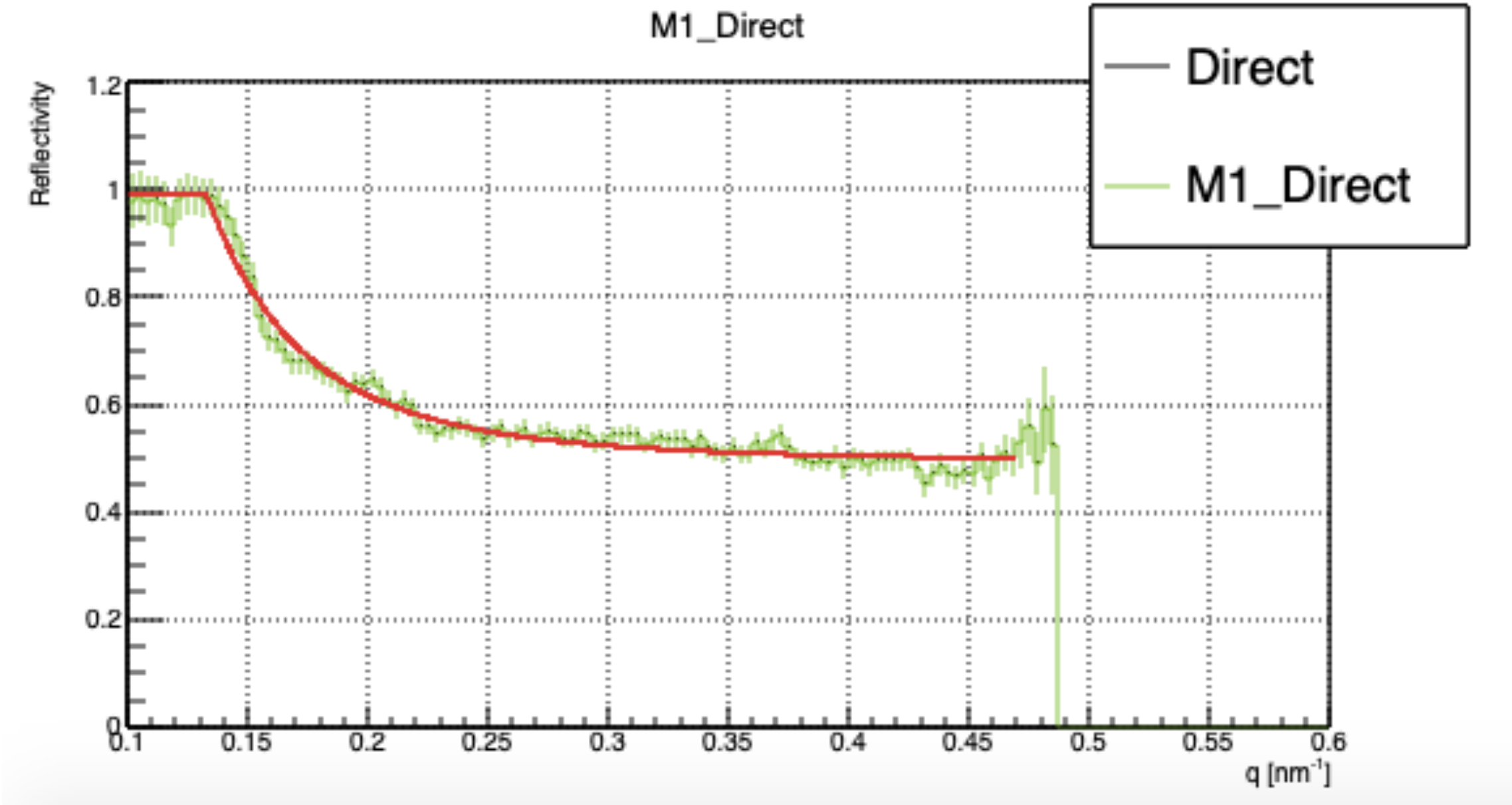
$$y = R_0$$

$q_c < q < q_{c,Ni}$ の時

$$R_{up} = \frac{1}{2}R_0(1 - \tanh((q - mq_c)/W))(1 - \alpha(q - q_c))$$

$$R_{down} = \frac{R_0}{[1 + m_2(q - q_c)]^4}$$

$$R = \frac{1}{2}R_{up} + \frac{1}{2}R_{down}$$



NAME	VALUE	ERROR	SIZE	DERIVATIVE
qc	1.32968E-01	1.50085E-03	1.26215E-04	-8.23586E-03
R0	9.90621E-01	6.47428E-03	1.17224E-03	1.57558E-03
m2	6.24502	3.45632E-01	1.5942E-04	-4.60213E-03

モデル化の後の作業

赤の曲線 = $f(x)$ として

- 偏極度 $P = 2(1 - f(x))$

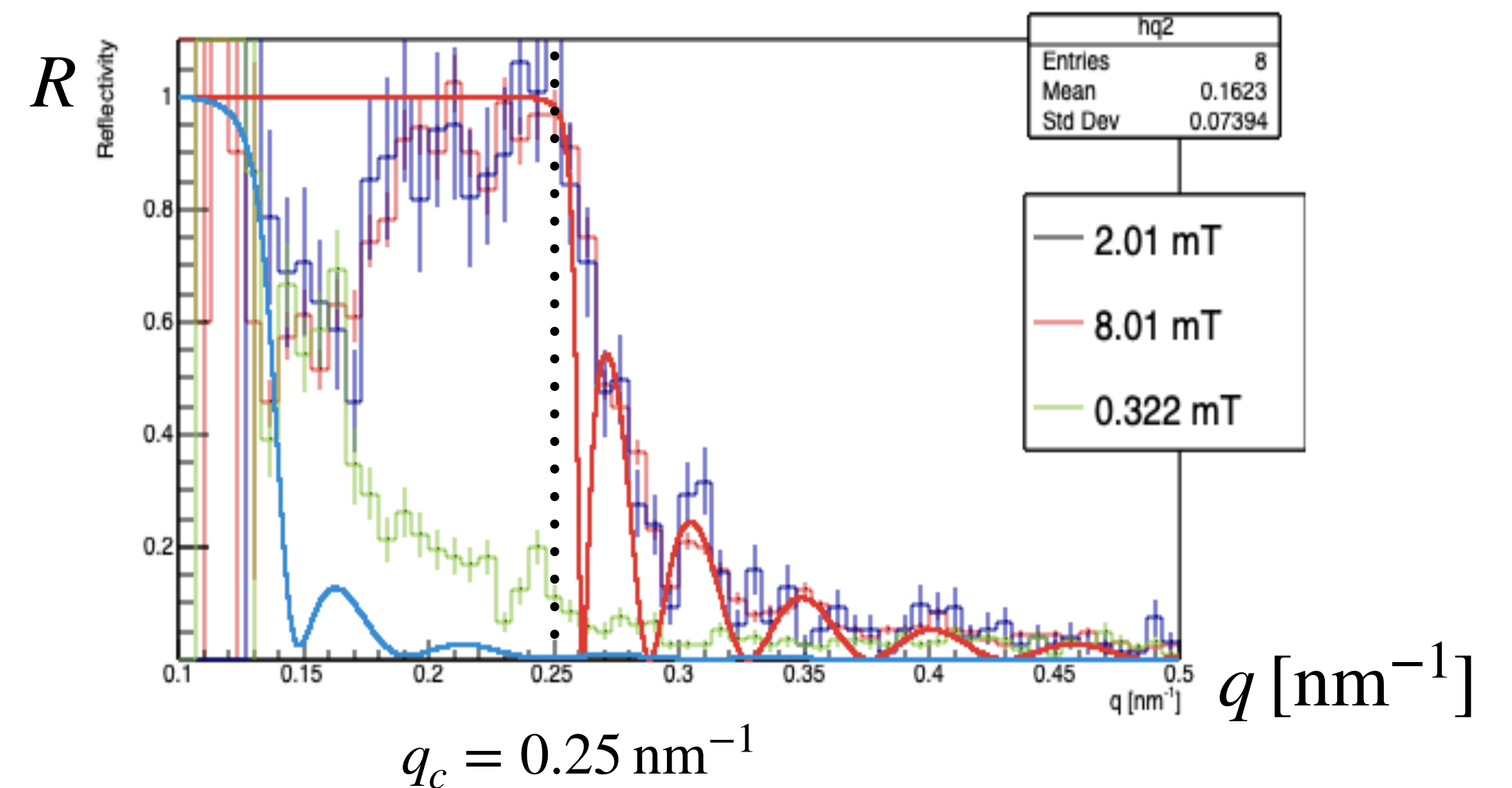
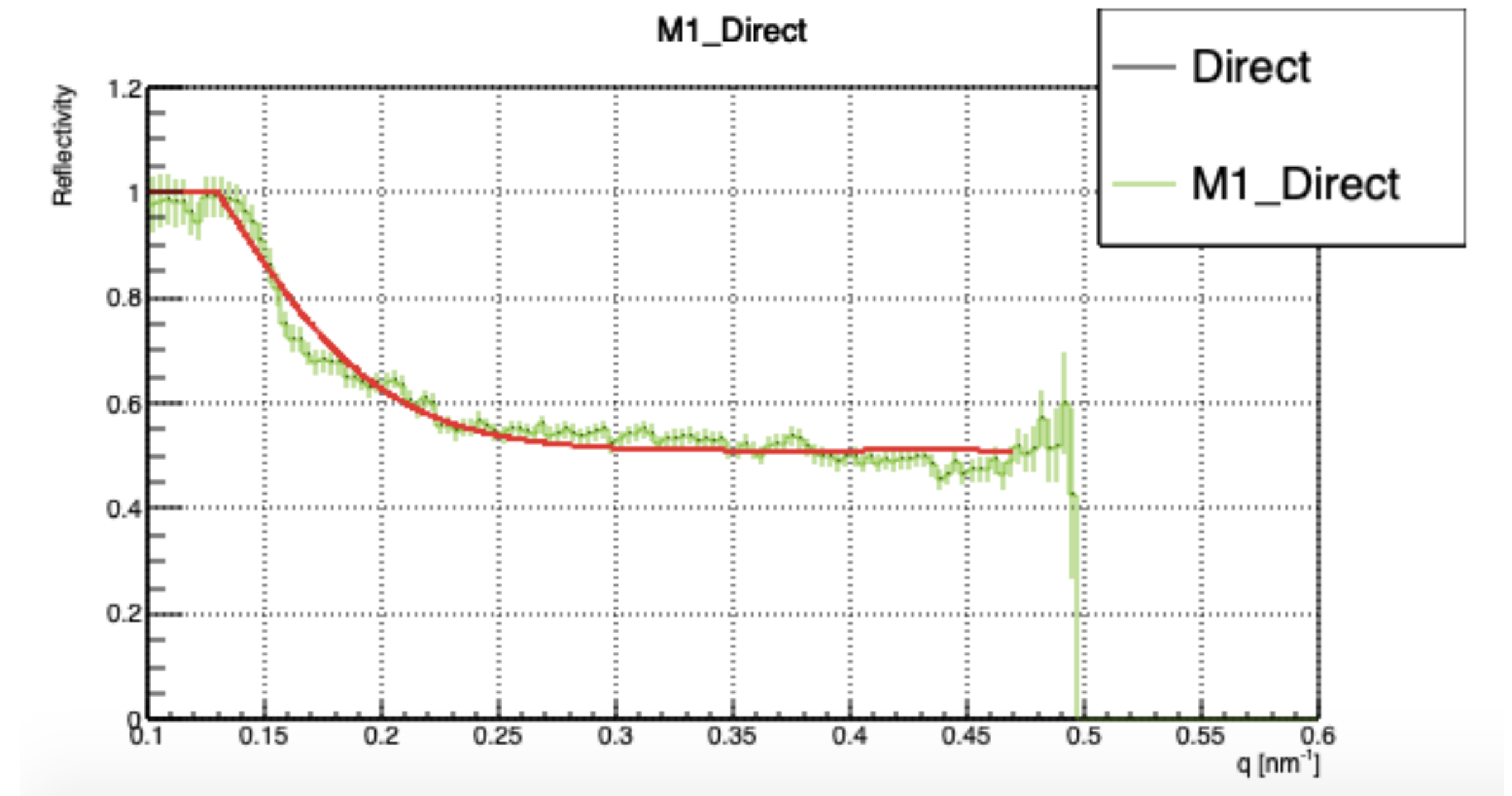
- $$\frac{N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2}(1 + P) = (1.5 - f(x))$$

- $$\frac{N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} = \frac{1}{2}(1 - P) = (f(x) - 0.5)$$

- サンプルに当てた反射率のヒストグラム(右図)に

$$R = \frac{R_{\text{up}} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down}} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

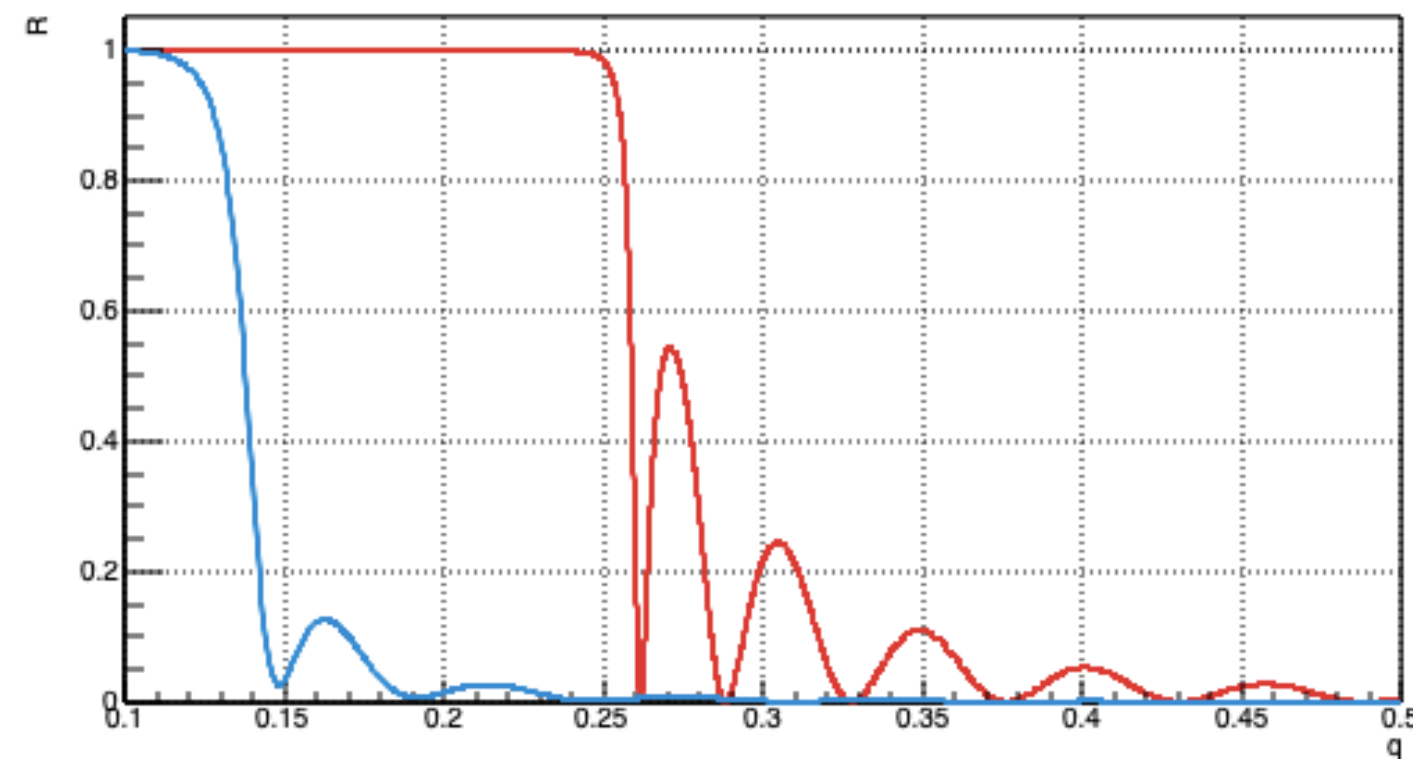
を書き加える



$$R = \frac{R_{\text{up}} N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})} + \frac{R_{\text{down}} N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

を图示

AFPによってSPINを
変換させたデータを用いる
より会うかもしれない

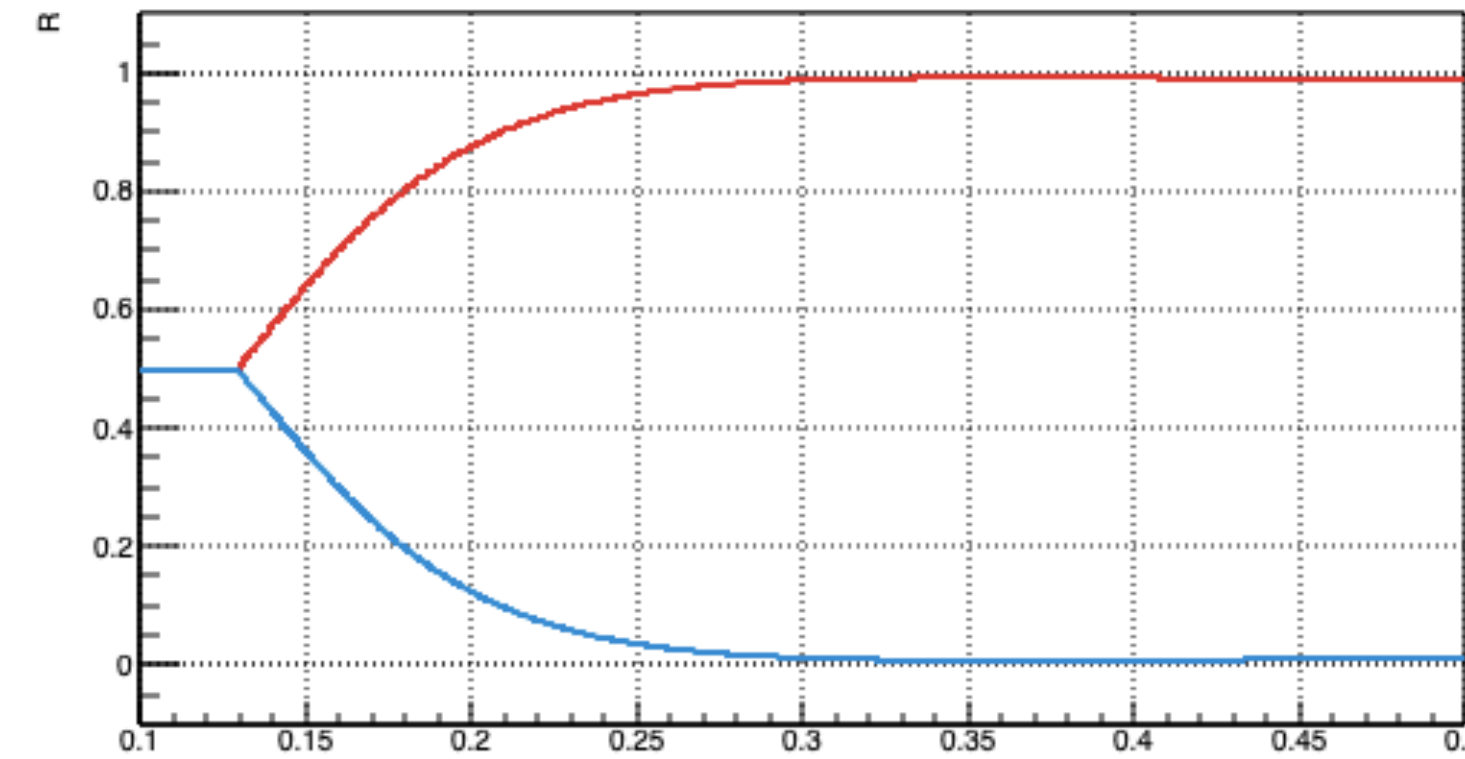


R_{up}

R_{down}



サンプルへの入射ビームのup,dwonの割合



$$\frac{N_{\text{up}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

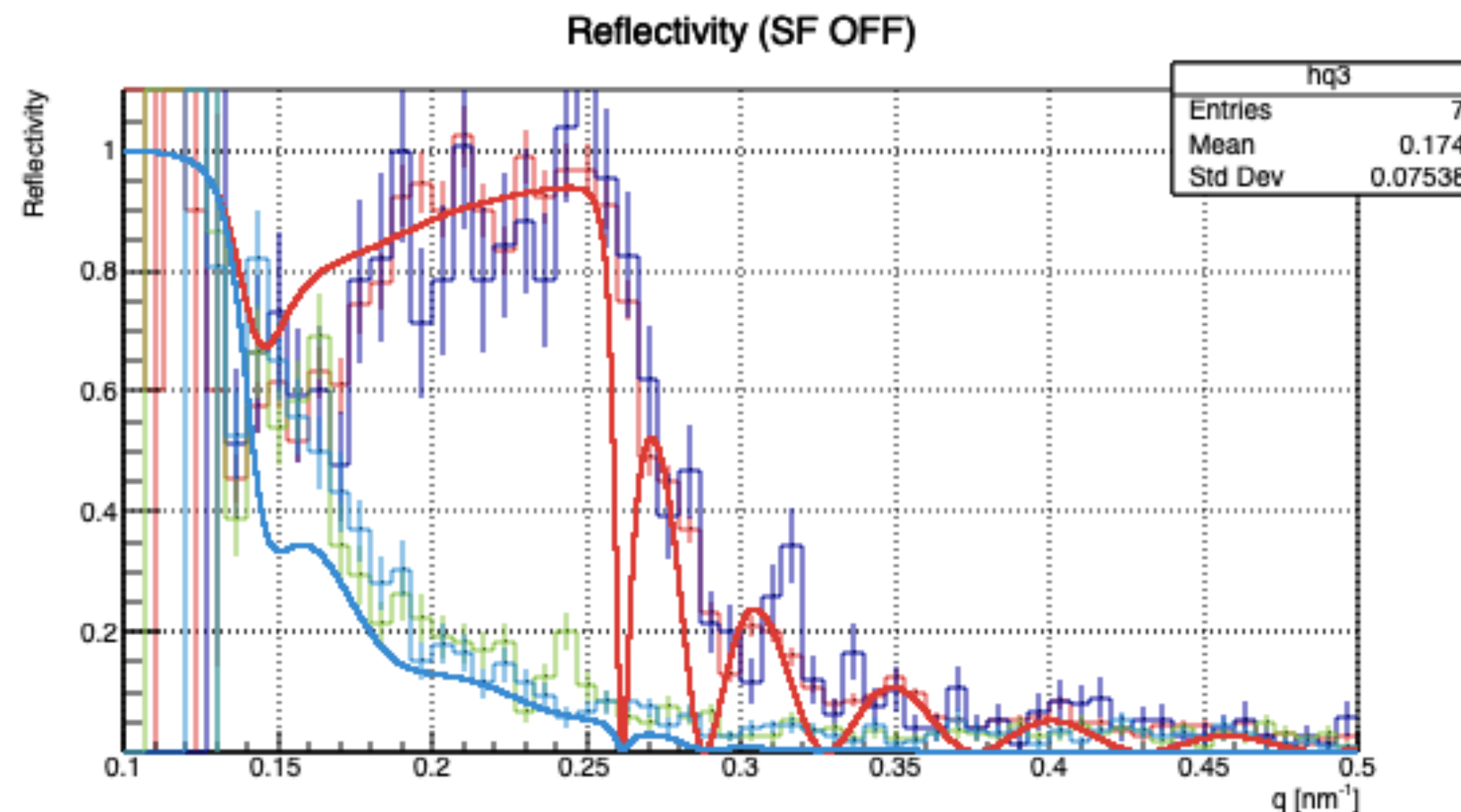
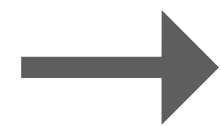
$$\frac{N_{\text{down}}}{(N_{\text{up}} + N_{\text{down}})}$$

カイジジヨウが1になっていれば良い
残渣/自由度

何Tに磁化したのかをどの程度の
精度で求めたいか

横橋さんの修論から
傾きのパラメータを持ってくる

どこまでの精度が
ポテンシャルを
パラメータにしてみたい



縦軸対数

上流をラムダ？

反射率vsラムダの関係で書いた方が良い？

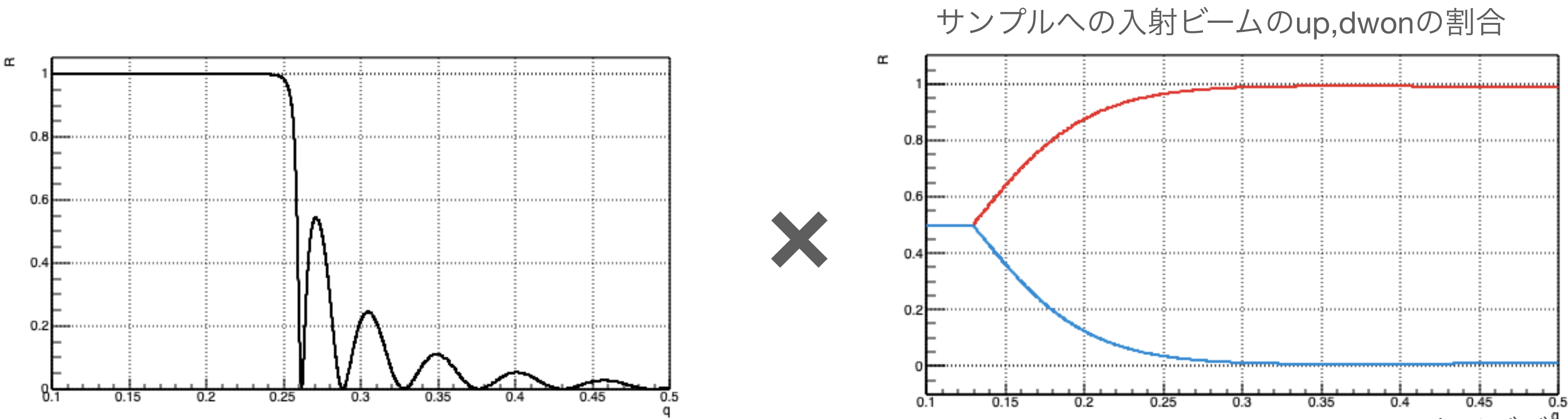
qcが異なっている場合

角度がm!,m2で異なることに注意

バルクの鉄の密度とかかえると合ってくるかも

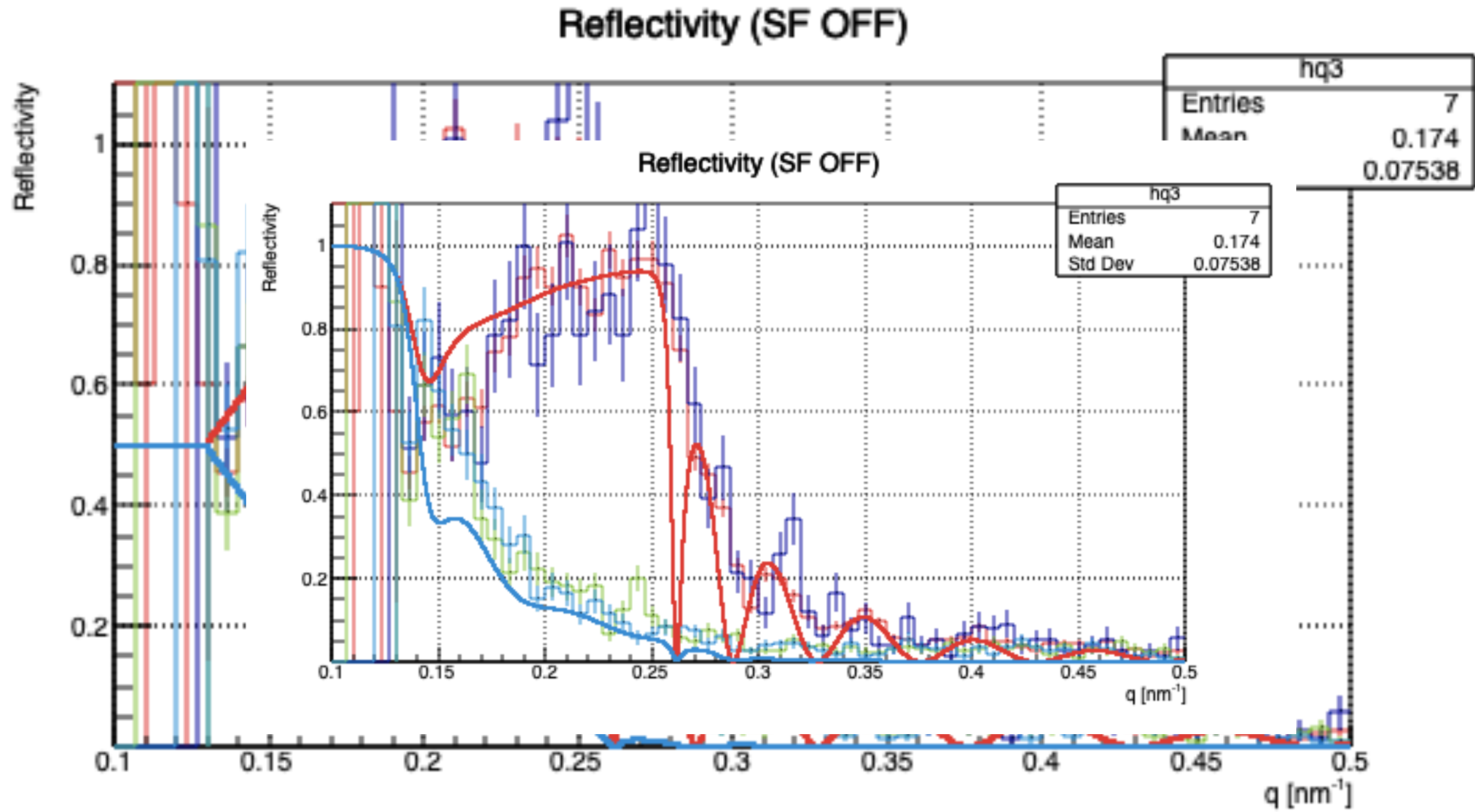
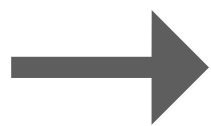
物理的なパラメータを変えることで
(鉄のポテンシャル、磁束密度など)

反射率の図(左上図)に $\frac{N_{up}}{(N_{up} + N_{down})}$, $\frac{N_{down}}{(N_{up} + N_{down})}$ をかけることで偏極度を考慮した反射率の理論曲線がかかる



カイジジヨウが1 になっていれば良い
残渣/自由度

AFPによってSPINを
変換させたデータを用いると
より会うかもしれない



縦軸対数
上流をラムダ？
反射率vsラムダの関係で書いた方が良い？
qcが異なっている場合
角度がm!,m2で異なることに注意
バルクの鉄の密度とかかえると合ってくるかも
物理的なパラメータを変えることで
(鉄のポテンシャル、磁束密度など)

独立でない誤差

- $$\text{Error} = \sqrt{(\partial(\frac{A}{A+B})/\partial A)^2 E_a^2 + (\partial(\frac{A}{A+B})/\partial B)^2 E_b^2}$$

- $f = A/(A+B) = 1/(1+B/A)$

- $\partial f/\partial A = 1/(A+B) - A/(A+B)^2 = B/(A+B)^2$

- $\partial f/\partial B = -A/(A+B)^2$

-

- $P = \frac{N_{up} - N_{down}}{N_{up} + N_{down}}$ を

- $P_{up} = \frac{N_{up}}{N_{up} + N_{down}}$ 求められない

- $R = R_{up}P_{up,R} + R_{down}P_{down,R}$

: R_{up}, R_{down} up, downの理論上の反射率 : $P_{up,R}, P_{down,R}$ 反射するup, downの割合

- $T = 1 - R = 1 - (R_{up}P_{up,R} + R_{down}P_{down,R}) = (1 - R_{up})(1 - P_{up,R}) + (1 - R_{down})(1 - P_{down,R})$

-

- $$R = \frac{N_R/N_{Direct}}{N_R/N_{Direct} + N_T/N_{Direct}} = \frac{N_R}{N_R + N_T}$$

R はM1なしで行ったダイレクト測定に依存しない

- $$N_R = N_{up,R} + N_{down,R}$$

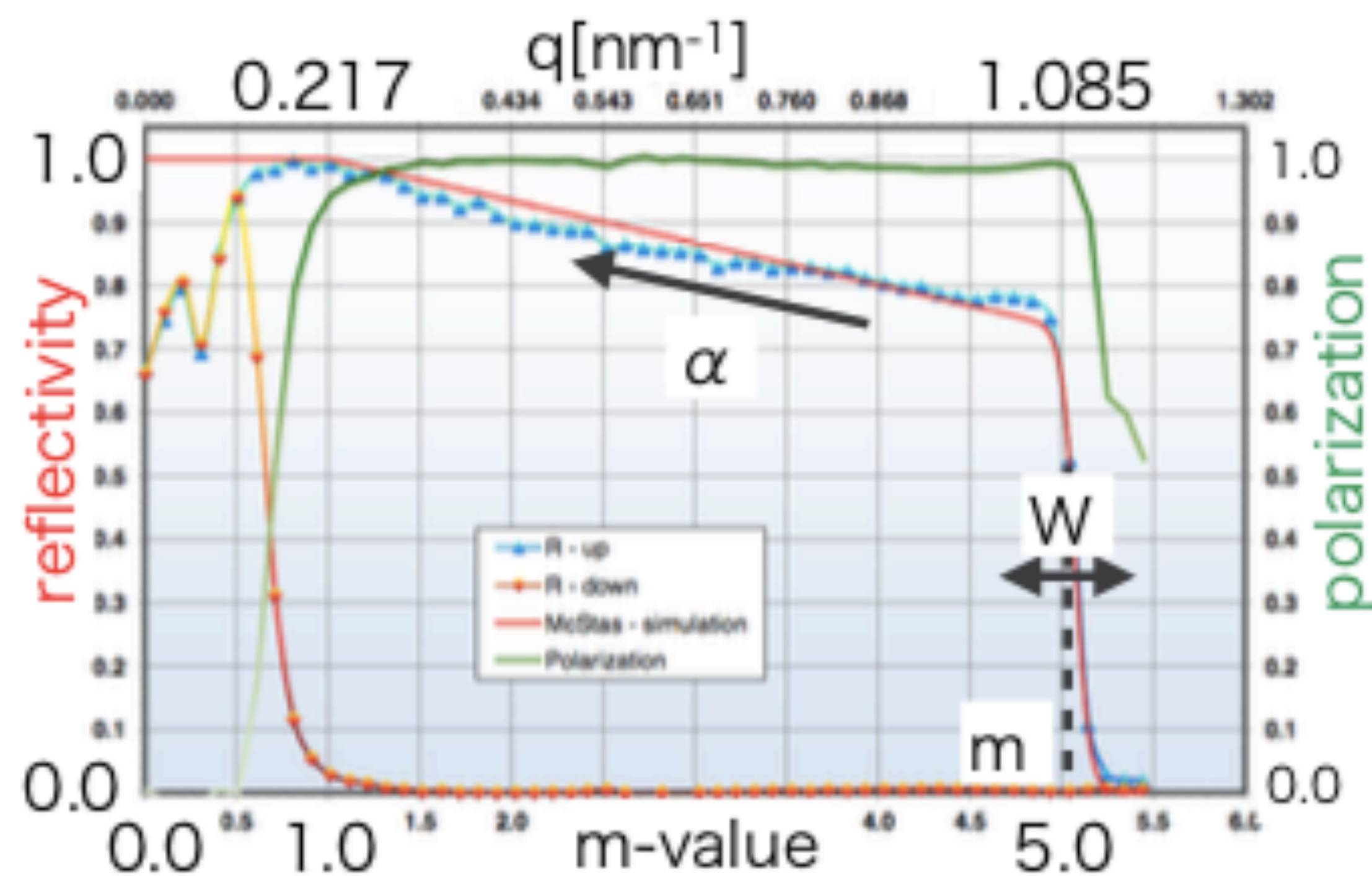
- $$2T = \frac{2N_T}{N_R + N_T}$$

【スーパーミラーの反射率】

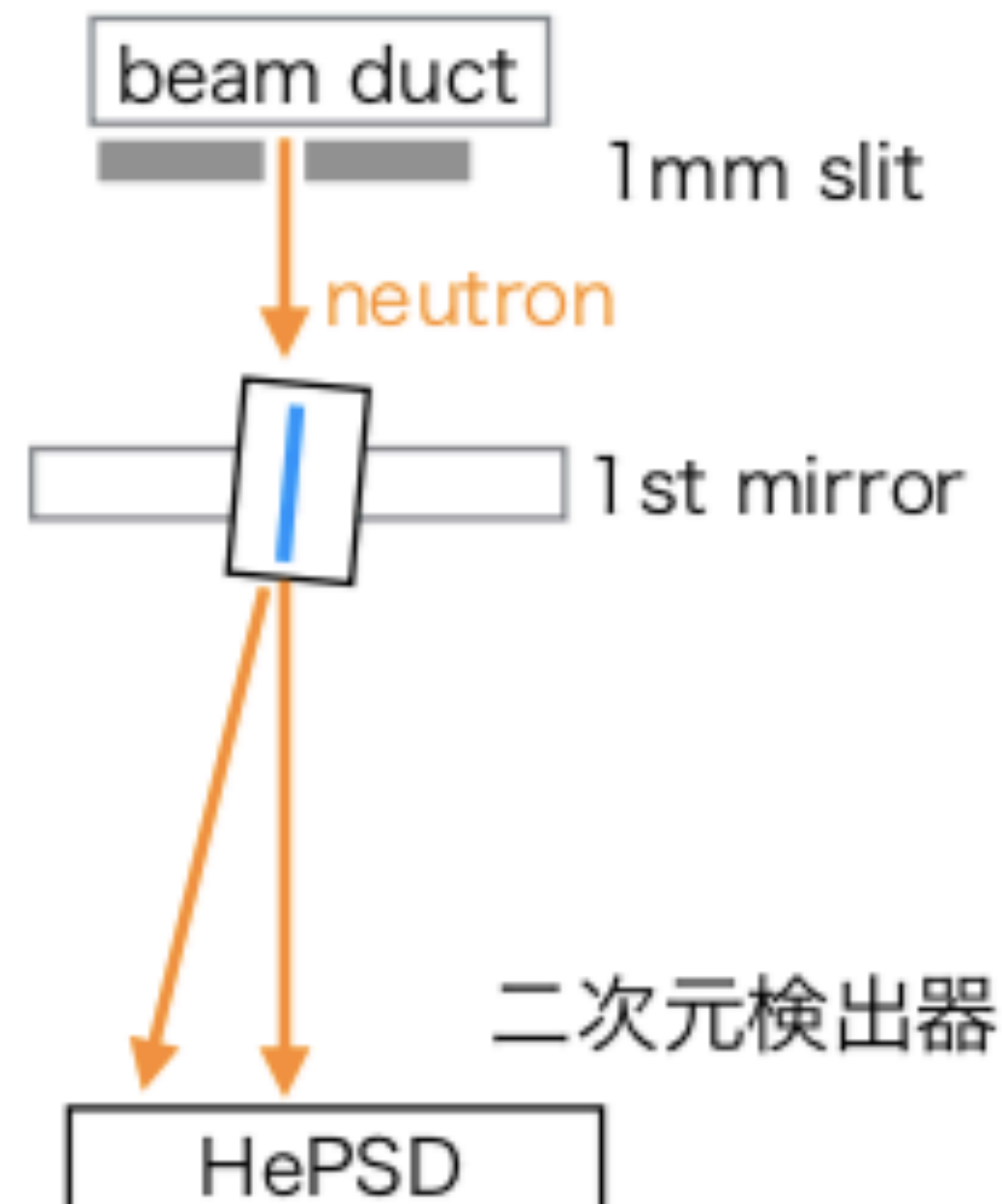
$$R = \begin{cases} R_0 & (Q \leq Q_c) \\ \frac{1}{2} R_0 [1 - \tanh(\frac{Q - m Q_c}{W})] [1 - \alpha(Q - Q_c)] & (Q > Q_c) \end{cases}$$

$$Q = |\mathbf{k}_i - \mathbf{k}_f| = 4\pi \sin \theta / \lambda \quad (\text{運動量移行})$$

【m=5のミラーの反射率】(SwissNeutronics 提供)



【低発散ブランチのセットアップ】



$$\frac{\text{反射波}}{\text{反射波} + \text{透過波}} = \text{反射率}$$

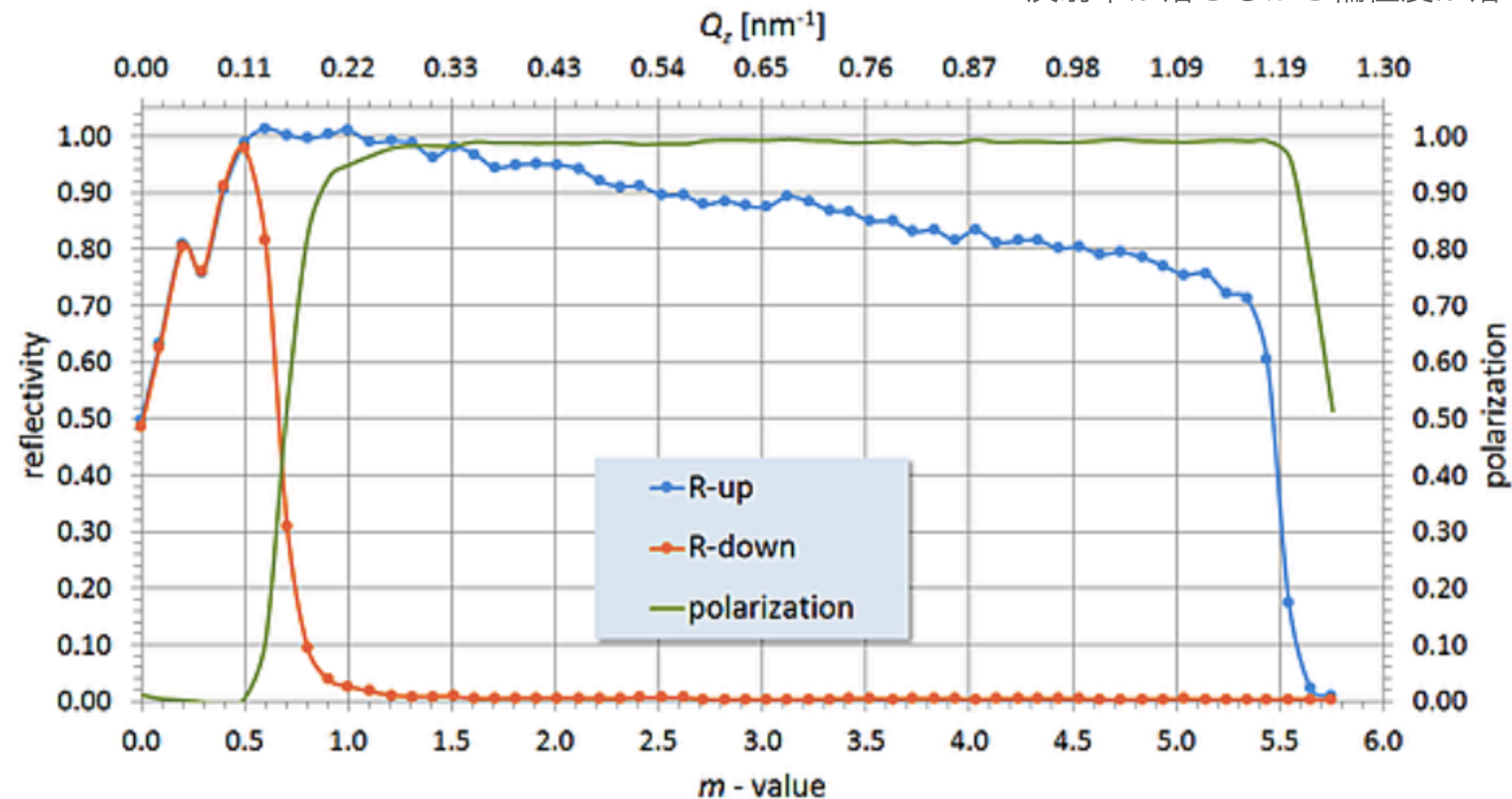
として各波長に対し計算

ミラーの性能 up50%+down50%の図でフィットを行う

$0.3 < q < 1.1$ であれば偏極率 $P \sim 1$ 、 $q \sim 0.2$ で $P > 0.9$

Fe / Si polarising supermirror

反射率が落ちるから偏極度が落ちる



Spin dependent reflectivity and polarization of a Fe/Si polarizing supermirror $m = 5.5$