

パソコン用スキャナーによる写真乾板画像のデジタル化 (4) 一次元化ならびに強度スケールへの変換 (4次処理)

加藤 賢一 kato@big.ous.ac.jp

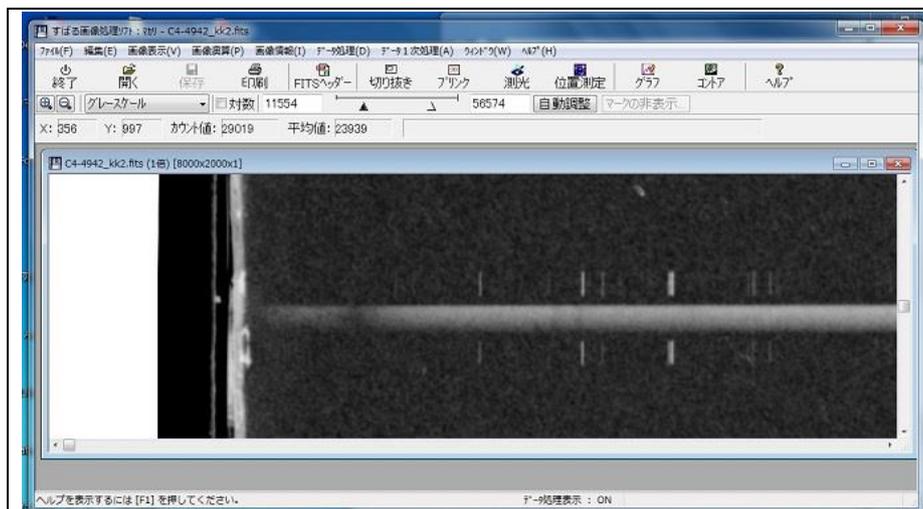
2次処理、3次処理が終わった画像データから後の解析に使用できるようにスペクトル像を強度スケールに変換し、波長付けを行う。

1. imageJによる白黒反転

- ・2次処理、3次処理でできた fits 画像を反転する。命令「編集/色を反転」で行い、適当な名前をつけて保存。

2. マカリによる画像の切り出し

- ・反転した画像を読み込み、①スペクトル、②比較スペクトル、③チューブ、④バック、の4部分をこれから切り取る。
- ・切り取る領域を決定するため、それに適する領域の (x, y) 座標を求める。

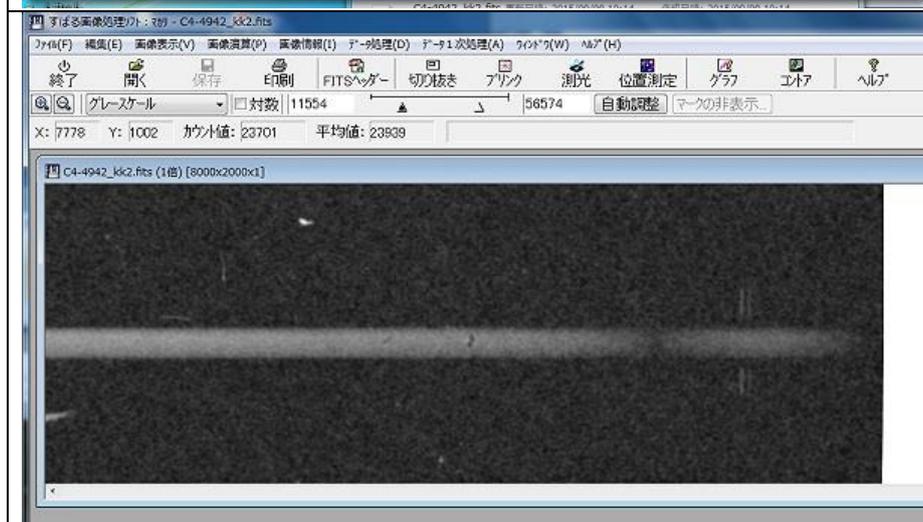


スペクトルの左端。

スペクトル像の左上端の値は

$$(x, y) = (356, 997)$$

というところで、縦幅 18 ピクセルほどと思われた。



右端に移る。

スペクトル像の右下端の値は

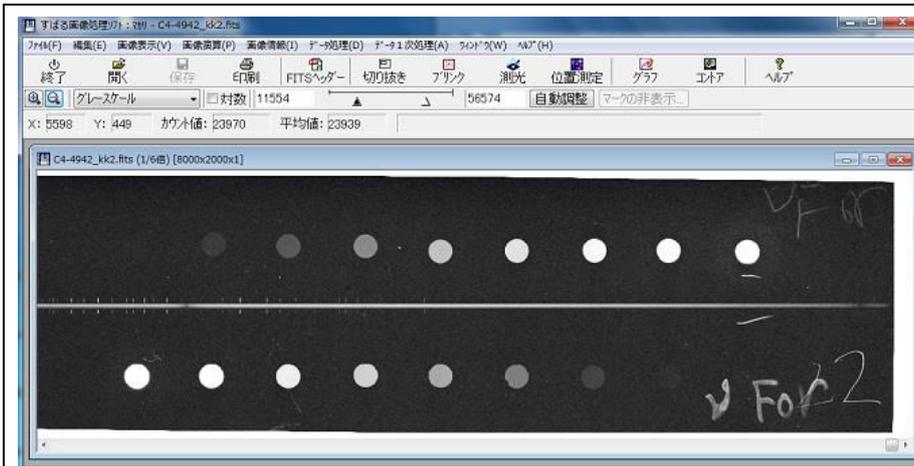
$$(x, y) = (7810, 979)$$

で良く、上で推定した縦幅 18 ピクセルは適当と判断した。

以上から、切り出す領域は

$$x : 356 \sim 7810$$

で、縦幅 (Y の幅) は 18 と決定。



②比較スペクトル、③チューブ、
④バック、それぞれ縦幅 18 ピクセル
で上手く納まる領域を探す。

②比較スペクトル：上下のどちら
かで良い。y:1025-1043 で良さそ
う。

③チューブ：上下両方を。
1412-1430、449-467 で良さそう。

④バック：下



④バック：比較スペクトルとチュ
ーブの間の領域を囲んで切り取
る。

背景光強度が欲しいので、当然、
できるだけ傷やごみの無いところ
を選ぶ。

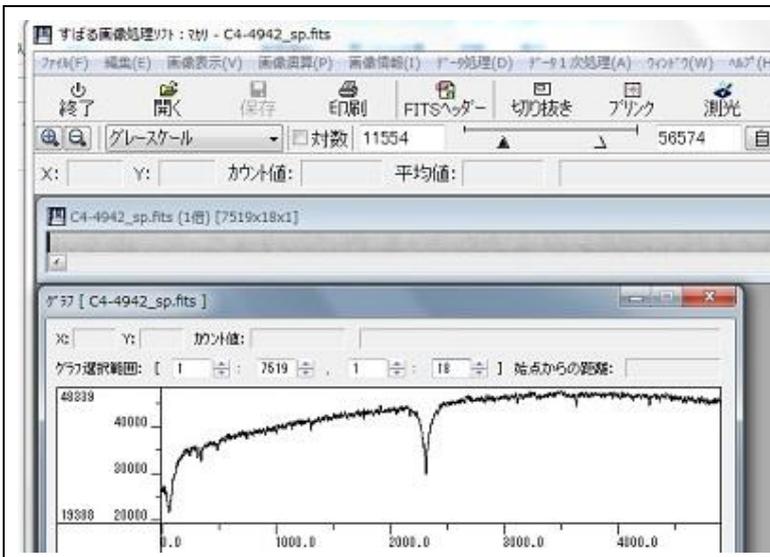
縦幅 18 ピクセルはそのまま。

3. 一次元化

・マカリで上で切り取って作った新しいファイルを読み込み、一次元化する。

「データ処理／グラフ」

・画像を入力し、グラフモードに入り、表示画面が出たら、画像上にカーソルを移動し、shift を押しながら右マウスで
適当な場所を四画で囲む。すると、表示画面に口形の左上と右下の座標が表示されるので、この画像ファイルの大きさい
っぱいに座標値を指定する。



[7519×18×1]とファイルサイズが表示されて
いる。

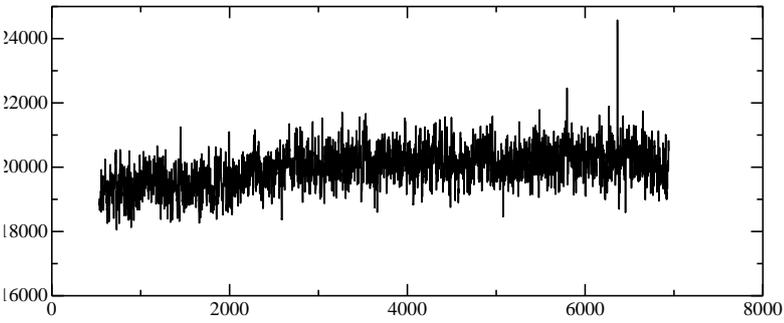
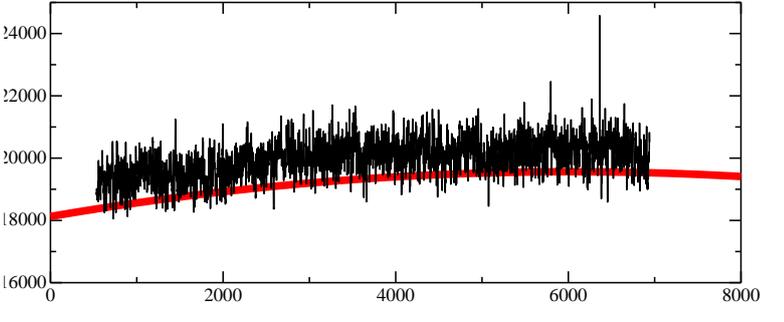
グラフ表示画面には 1、7519、1、18 と順番
に座標値を入力。

できたら、表示画面下の「テキスト出力」に
より、適当な名前で保存する。

この作業を、スペクトル、比較スペクトル、
チューブ、バックの全てで行う。

4. バックの処理

・バック画像は何も写っていないところの画像データである。これは乾板全体にわたって広がっており、スペクトル本体、チューブそれぞれの固有の値にこのバックの値が加算されたものがこれまで扱ってきたデータであった。したがって、それぞれの固有の光強度を得るにはこの背景=バックグラウンドを差し引かねばならない。

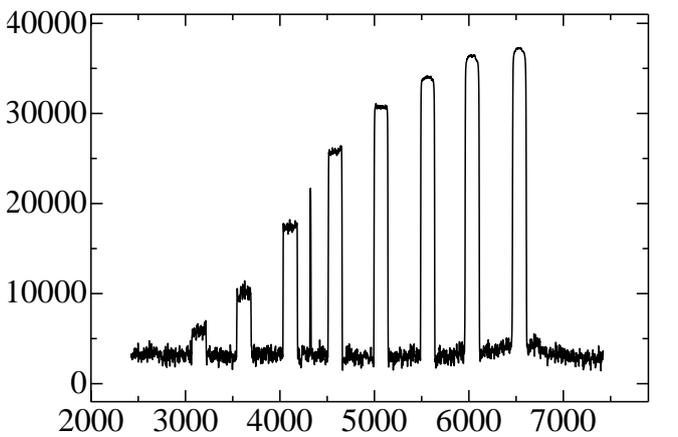
	<p>バックの強度分布。</p> <p>左右で値がややことなるように全体的な傾向があるし、ここの x 値に対する値は大きなブレをしめす。傷やごみがあると大きく変動する。一次元化の際に y 方向で平均化されているが、なお雑音成分が大きい。</p> <p>これを引くと言っても、このまま直接引いたのではまずい。</p>
	<p>そこで、個々の雑音成分には目をつぶり、全体的な傾向を差し引くことにする。</p> <p>Sma4 の「解析/最小二乗/多項式」に入り、「次数」2 を選び、放物線で近似することにする。</p> <p>赤線がその結果。</p> <p>この時の係数 3 個が表示されるので、「COPY to Clipboard」を押下し、記憶させる。</p>
<p>・バック処理用テキスト・ファイルの作成</p> <p>適当な名前をつけてテキスト・ファイルを作る。ここでは data_form.txt とした。これを開いたら、適当な場所にカーソルを移動し、「^v」（コントロール+v）によって、Clipboard の中身を貼り付ける。右のようなデータである。</p>	$y = \sum a_n x^n$ <p>a0=1.81255529e+04 a1=4.76015850e-01 a2=-3.94335004e-05 5.77515366e+02 r =5.38933080e-01</p>
<p>・スペクトル、チューブのファイル名を並べる</p> <p>上のテキスト・ファイルの上の方に、スペクトル・データの名前、比較スペクトル・データの名前、チューブ・データ 2 本の名前を並べ、上の Clipboard の中身を編集し、右のようなデータにする。</p> <p>スペクトル・データ等の名前の長さは 20 字まででなければならない。</p>	<p>C4-4942_kk2-sp.csv C4-4942_kk2-comp.csv C4-4942_kk2-t1.csv C4-4942_kk2-t2.csv 1.81255529e+04 4.76015850e-01 -3.94335004e-05</p>
<p>・プログラム RedBack.exe の実行</p> <p>このプログラム、バック処理用テキスト・ファイル (data_form.txt)、ならびにそこに書かれている 3 つのファイルを同じフォルダーに入れ、RedBack.exe をクリックして走らせる。</p> <p>データ・ファイルを聞かれるので、data_form.txt と入力すると、スペクトルとチューブのデータからバックの値が引かれる。結果は新しいファイル (元のファイルの先頭に b_が付いている) に納められる。</p>	

5. チューブ・データ表の作成

以上、背景光を補正したスペクトルとチューブのデータが得られた。

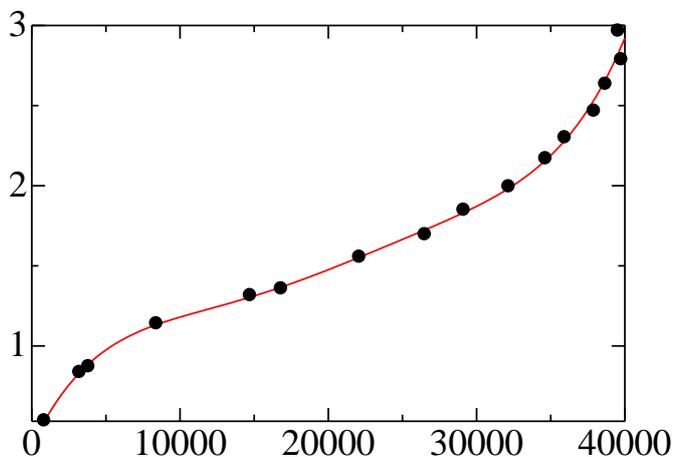
チューブは、名前のおおりに、先端にそれぞれ異なる直径の穴が空いた長いチューブ（1 mほど）が並んだもので、チューブを通ってくる間に広がり、乾板上では直径が同じ●として写っている。チューブの向こう側には光源があり、一様にチューブ穴を照らしているから、乾板に届く光の強度は穴の面積に比例することになる。すなわち、乾板に届く光量（の相対強度）が穴の面積で決まっているのである。

このような強度が分かっている光が当たった時、乾板がどの程度の黒味となるか、それは乾板の特性である。すなわち、チューブ像の黒味を測定すれば、乾板の感度特性が分かるので、これを利用して、ある任意の黒味に対する入射光強度、つまり真の強度分布が得られる。

<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2.967</td></tr> <tr><td>2</td><td>2.788</td></tr> <tr><td>3</td><td>2.635</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.467</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.301</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.170</td></tr> <tr><td>7</td><td>1.995</td></tr> <tr><td>8</td><td>1.849</td></tr> <tr><td>9</td><td>1.696</td></tr> </table>	1	2.967	2	2.788	3	2.635	4	2.467	5	2.301	6	2.170	7	1.995	8	1.849	9	1.696	<table border="1"> <tr><td>10</td><td>1.556</td></tr> <tr><td>11</td><td>1.358</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.316</td></tr> <tr><td>13</td><td>1.140</td></tr> <tr><td>14</td><td>0.872</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.836</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.534</td></tr> <tr><td>17</td><td>0.324</td></tr> <tr><td>18</td><td>0.375</td></tr> </table>	10	1.556	11	1.358	12	1.316	13	1.140	14	0.872	15	0.836	16	0.534	17	0.324	18	0.375	<p>チューブの面積は左のおおりに。ただし、対数値で、相対的(+2)であり、その比にしか意味がないので要注意。</p>				
1	2.967																																									
2	2.788																																									
3	2.635																																									
4	2.467																																									
5	2.301																																									
6	2.170																																									
7	1.995																																									
8	1.849																																									
9	1.696																																									
10	1.556																																									
11	1.358																																									
12	1.316																																									
13	1.140																																									
14	0.872																																									
15	0.836																																									
16	0.534																																									
17	0.324																																									
18	0.375																																									
	<p>チューブのデータを sma4 で表示。それぞれの値を読んで記録しておく。</p> <p>2本それぞれの値を記録。</p> <p>今回は</p> <p>Tube① 3220, 8410, 16820, 26510, 32170, 35950, 38690, 39550</p> <p>Tube② 846, 3830, 14730, 22100, 29130, 34650, 37920, 39760</p> <p>となった。</p> <p>Tube①と②は交互に並んでいて、奇数列、偶数列となっている。どちらがどちらの系列かを決めねばならない。</p>																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>r²⁺²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-----</td><td>-----</td></tr> <tr><td>1</td><td>2.967 39550</td></tr> <tr><td>2</td><td>2.788 39760</td></tr> <tr><td>3</td><td>2.635 38690</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.467 37920</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.301 35950</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.170 34650</td></tr> <tr><td>7</td><td>1.995 32170</td></tr> <tr><td>8</td><td>1.849 29130</td></tr> <tr><td>9</td><td>1.696 26510</td></tr> </tbody> </table>	No	r ²⁺²	-----	-----	1	2.967 39550	2	2.788 39760	3	2.635 38690	4	2.467 37920	5	2.301 35950	6	2.170 34650	7	1.995 32170	8	1.849 29130	9	1.696 26510	<table border="1"> <tr><td>10</td><td>1.556 22100</td></tr> <tr><td>11</td><td>1.358 16820</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.316 14730</td></tr> <tr><td>13</td><td>1.140 8410</td></tr> <tr><td>14</td><td>0.872 3830</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.836 3220</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.534 846</td></tr> <tr><td>17</td><td>0.324</td></tr> <tr><td>18</td><td>0.375</td></tr> </table>	10	1.556 22100	11	1.358 16820	12	1.316 14730	13	1.140 8410	14	0.872 3830	15	0.836 3220	16	0.534 846	17	0.324	18	0.375	<p>Tube②の最大値 39760 からすると、これ No1 のチューブかと思ってしまうが、それはまずい。Tube①②それぞれ 2 番目、3 番目、・・・、に大きな値を見ると Tube①の方が大きい。Tube①と②の最大値では逆転現象が起っているようである。</p> <p>これは飽和現象の結果で、このあたりのチューブの場合、入射光が強すぎて、写真の黒味との対応関係が鈍くなってしまっていて、正しい値を与えないのである。</p> <p>と言うことで、Tube①が値の大きな奇数列、Tube②が偶数列ということになる。</p> <p>そこで、左のように 3 列に並べたファイル tube.txt (例) を作る。</p>
No	r ²⁺²																																									
-----	-----																																									
1	2.967 39550																																									
2	2.788 39760																																									
3	2.635 38690																																									
4	2.467 37920																																									
5	2.301 35950																																									
6	2.170 34650																																									
7	1.995 32170																																									
8	1.849 29130																																									
9	1.696 26510																																									
10	1.556 22100																																									
11	1.358 16820																																									
12	1.316 14730																																									
13	1.140 8410																																									
14	0.872 3830																																									
15	0.836 3220																																									
16	0.534 846																																									
17	0.324																																									
18	0.375																																									

5. カウント値：チューブ面積の関係

Sma4 を用いて横軸にカウント値（ファイル tube.txt の 3 列目）、縦軸にチューブの面積の値（2 列目）を描き（下図）、解析モードに入り、5 次曲線でフィットさせる。得られた係数をクリップボードに入れて、tube_data.txt ファイル（これは必ずこの名前です）に貼り付ける。



$y = \sum a_n x^n$
 $a_0 = 3.77271447e-01$
 $a_1 = 1.95193324e-04$
 $a_2 = -1.99794742e-08$
 $a_3 = 1.10605916e-12$
 $a_4 = -2.85564626e-17$
 $a_5 = 2.83407145e-22$
 $4.63001090e-02$
 $|r| = 9.97914257e-01$

6. 入射光強度（intensity）への変換—チューブのデータ tube_data.txt を用いて

上で求めた 5 次曲線データを参照しながら、スペクトル・データを乾板の黒味から入射光強度に変換する。

<p>プログラム用データデック tube_data.txt</p> <p>チューブの値を入れた tube_data.txt の最後に、右のように、スペクトル・データが収納されているファイル名を並べる。</p>	<p>4.63001090e-02</p> <p> r =9.97914257e-01</p> <p>b_C4-4942_kk2-sp.csv</p>
<p>プログラム用 toInt2.exe を走らせる</p> <p>ib_C4-4942_kk2-sp.csv ができる</p>	<p>スペクトル・データ（ここでは b_C4-4942_kk2-sp.csv）、tube_data.txt（これは必ずこの名前です）、toInt2.exe を同じフォルダーに置いて、toInt2.exe をクリック。</p>

これで、強度への変換ができた。

以上

<付録>補間法&最小二乗法フィッティング

Subroutine Hokan を用いた場合（下：黒）と、予めチューブデータを sma4 で 5 次曲線へフィットさせ、それから求めた場合（下：赤）を比較してみた。

Hokan は 2 点での比例配分モードで、凸凹が直接反映されるのに対し、最小二乗法の方は滑らかな曲線でフィットさせているから、やや穏やかに出る。こちらの方が良さそうだ。

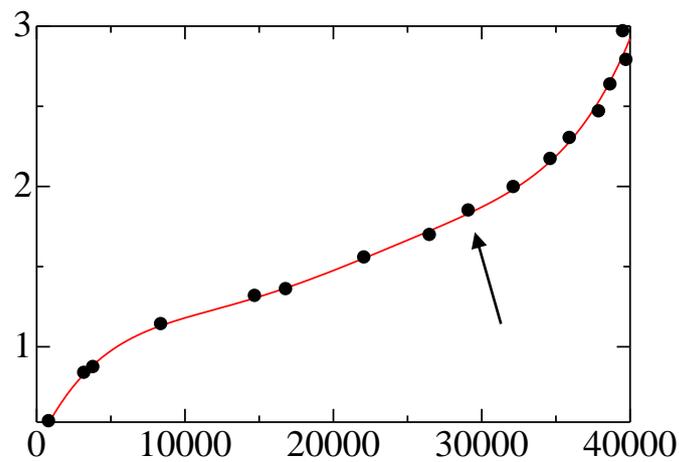
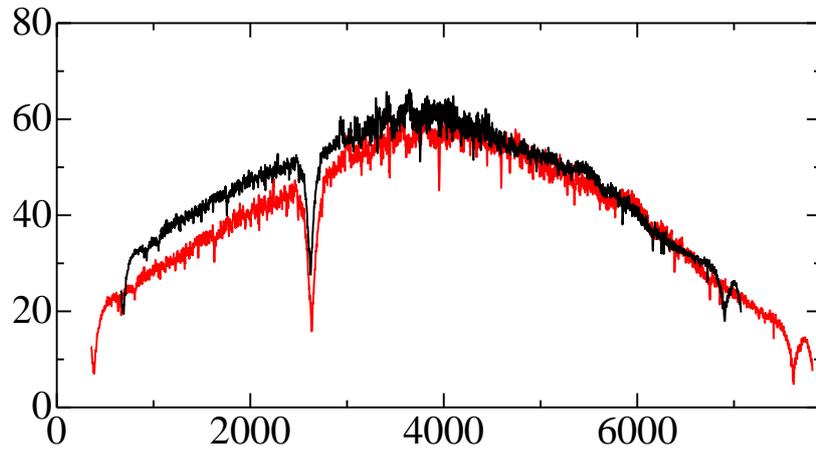


図. 横軸はカウント値、縦軸はチューブの面積値（対数）。
上で差が出たのは→あたり。凹凸が不自然