

3DCGで作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Luminance Factors for Images of Three Types of Woven Cloth Created
Using 3DCG Software

坂上ちえ子

SAKAGAMI Chieko

Abstract

The purpose of this study was to clarify relations between the luminance of 3DCG images on a computer display and configuration parameters of the 3DCG software. Measurement results suggested the following:

1. Image luminance changed in accordance with numerical changes in configuration parameters; however, the relations between the changes were not linear, suggesting the need to actually measure the luminance of different 3DCG images individually.
2. Light was shone on the images from a simulated pin light, resulting in a white spot. By adjusting the parameter “Gloss” (i.e. “光沢”, koutaku), this white spot disappeared from all images except the front image.
3. Experimental results allowed us to approximate the luminance factors of 3DCG images as well as previously empirically measured reflectance properties.

Keywords: *3DCG image, configuration parameter, luminance factor*

1. はじめに

前報¹⁾では、3DCG (Three-Dimensional Computer Graphics) のソフトウェアを使用して作画した画像において、設定パラメータの変化に伴うPixel値 (R, G, B画素値の平均) の相違を検討し、変化の傾向を捉えた。

市販の3DCGソフトウェアには、正確なモデリングや現実感のあるレンダリングを行うために多岐にわたる様々な項目が実装されている。材質感表現に関するものだけでも30以上あり、それらの設定項目と各パラメータ値の組み合わせによって、1画像に対し膨大な数の質感表現が可能となる。しかし、設定項目やパラメータ値の選択を変化させて作成した画像のディスプレイ上のPixel値を測定し、変化を観測した研究はこれまでなかった。そのため前報では、布表面を3DCGで表現した画像について、作成用の設定パラメータと画像のPixel値の相違や対応についてその詳細をまとめた。ただし、すべてのパラメータによる画像を実測することは困難であったため、ポイントとなるパラメータ値の画像を測定し、間隙のPixel値の変化は関数による予測値とした。

前報では、輝度変化も一部報告したが、計測値の多くはPixel値であった。R, G, Bの画素値を平均した値であるPixel値は必ず、0～255の範囲の数値に収まるため、正確な物理量とは言えない。今回はPixel値ではなく、パラメータ値を変化させてディスプレイに表出した3種類の織組織の3DCG画像すべての輝度を実測した。そして、織組織別にその実測値と質感を表現する設定項目やそのパラメータ値変化との相関を観察した。さらに、実測した輝度から反射率を算出し、3DCGによる画像のルミナンスファクターを検討した。

2. 方法

2.1. 3DCG画像と設定パラメータ

布の画像を作成するための3DCGのソフトウェアは、前報と同じShade 3D ver.14（購入時：イーフロンティア）を用いた。また、使用機器のうち、ディスプレイはLCD-AD195VB-HS3（I.O DATA）であり、パソコン（TOSHIBA dynabook satellite B353/25JB）とはDVIケーブルで繋いだ。いずれも、前報の実験機器と共通とした。

本報告では、布の基本画像の組織として三大織組織の平織と綾織（斜文織）、朱子織を選定した。それぞれの基本画像は、Fig.1-1と1-2、1-3に示す。目的にも既述した通り、既製の3DCGソフトウェアには質感表現のために多くの設定項目が用意されている。予備実験と前報の結果から精査して、Table1に示した項目とパラメータ値を平織と綾織、朱子織の基本画像に設定し、計測用の画像を調整した。また、色相は無彩色のみとし、環境光の入射角度は左方向45度とした。画像の変化角度は0度、15度、30度、45度、60度の5種類とした。

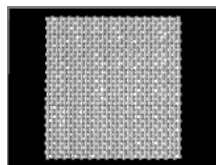


Fig.1-1 Basic 3DCG image:
plain.

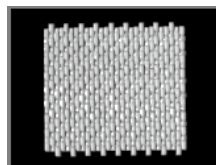


Fig.1-2 Basic 3DCG image:
twill.

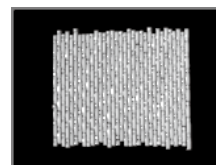


Fig.1-3 Basic 3DCG image:
satin.

レンダリングの解像度も前報と同様とし、「幅」は160pixels、「高さ」は120pixels、「ピクセル縦横比」は1.00、「解像度」は72.00DPIであった。レンダリングした布の画像はディスプレイの中央に表出させた。縦5.0cm、横5.0cmの画像以外は黒の吸光シートで覆い、ディスプレイ自体からの透過光や雑光は遮蔽し、布の3DCG画像の発光のみが測定されるよう計測環境を整えた。

2.2. 輝度値の実測

輝度値の測定には輝度計（MINOLTA LS-100）を使用し、ディスプレイから1mの位置で測定した。Fig.1-1、1-2、1-3に示した各基本画像は大きさが異なっているが、実際の測定では大きさ

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

をほぼ同じにしており、各図の中央部を測定位置とした。測定の条件などはMINOLTAの校正標準に合わせて、1 画像につき 3 回の計測を行い、平均値を求めた。測定の状況は、前報において写真により示した。

Table 1 Configuration parameter.

item	value
[光源 - 明るさ]	0.8/ 1.0/ 1.2
[環境光]	0.0/ 0.2
[拡散]	0.8/ 1.0/ 1.2
[光沢1 - 明るさ]	0.0/ 0.5/ 1.0/ 2.5/ 5.0/ 10.0
[光沢1 - サイズ]	0.2/ 0.5/ 1.0

2.3. 反射率の算出方法

本報告では 3DCGの画像画面の輝度値を測定し、設定パラメータの変化との関連を検討することが主目的であるが、その結果を次の研究に展開させるために反射率の算出を行うこととした。今回測定する 3DCG画像は発光したディスプレイの測定を行うため、反射率とは言えない。そのため、反射率に相当する値を算出することとした。まず、濃度 15 段階構成のグレースケールチャート（Edmond Optics Japan 53712-H）を輝度計で測定し、その測定値と既知の反射率から関数式によって各濃度段階の反射率を算出した。解析にはアプリケーションソフト（Origin 8.1）を用い

Table 2 Calculated reflectance.

gray scale label	reflectance	calculated reflectance			
		non calibration		calibration	
		linear fitting	nonlinear fitting	linear fitting	nonlinear fitting
No.1	3.20	3.42	3.76	3.49	3.52
No.1	4.00	3.68	4.04	3.78	3.81
No.3	5.00	4.08	4.49	4.23	4.26
No.4	6.50	4.21	4.63	4.37	4.40
No.5	8.00	6.27	6.90	6.69	6.71
No.6	10.00	7.76	8.52	8.35	8.36
No.7	13.00	10.63	11.68	11.57	11.57
No.8	16.00	14.50	15.93	15.90	15.89
No.9	20.00	19.94	21.90	21.99	21.96
No.10	26.00	25.60	28.13	28.34	28.30
No.11	32.00	31.37	34.47	34.79	34.75
No.12	41.00	37.96	41.72	42.19	42.13
No.13	51.00	47.05	51.71	52.36	52.31
No.14	63.00	55.66	61.19	62.01	61.97
No.15	81.00	70.86	77.92	79.04	79.04
white balance	97.00	90.36	99.40	100.88	100.98

てフィッティングを試み、3DCG画像の反射率算出のための関数式とパラメータを得た。

白色板によるキャリブレーションを行った場合と行わなかった場合、線形関数（相関関数）と非線形関数（指数関数）による算出の 4 種類の算出方法を試行した。その結果はTable2 に示す通りである。列左よりグレースケールのラベル、グレースケールの既知の反射率、キャリブレーションを行わずに線形関数（式 1）により算出した結果、キャリブレーションを行わずに非線形関数（式 2）により算出した結果、白色板によるキャリブレーションを行い線形関数（式 3）により算出した結果、白色板による

キャリブレーションを行い非線形関数（式 4）により算出した反射率の結果をまとめた。結論としては、右端の列に示した算出結果が既知のグレースケールの反射率に近似していたため、指数関数の式（4）により反射率を算出することとした。

$$y = 0.90308 \times x + 0.08579 \quad \cdots(1)$$

$$y = -26309.01856 + 26309.11931 \times \exp(0.376889 \times 10^{-4} \times x) \quad \cdots(2)$$

$$y = 1.01169 \times x - 0.24719 \quad \cdots(3)$$

$$y = -10144.14911 + 1.143.95321 \times \exp(0.992818 \times 10^{-4} \times x) \quad \cdots(4)$$

3. 結果と考察

3.1. 画像角度別の結果—平織, 0 度, 15 度

平織の画像角度 0 度の結果は, Table3-1, 3-2, 3-3 に示し, 平織の画像角度 15 度の結果は Table4-1, 4-2, 4-3 に示す。Table3-1 と Table4-1 にある網掛け部分は前報の結果を再掲した箇所である。輝度の平均値は 3 回測定した平均であり, 算出した反射率は前項に示した指数関数式を用いて計算した結果である。また, 本項は画像角度別の結果であるが, データ数が多いため, 平織画像の 30 度, 45 度, 60 度の結果は割愛した。

表に示したすべての設定パラメータにおいて, 算出した反射率は実測した輝度の平均値と近似しており, 解析し選定した指数関数式とパラメータに問題は認められなかった。前報では画像の Pixel 値の変化を検討した。前項で既述した通り, R, G, B の画素値とその平均とした Pixel 値は 255 以内で数値変化することになる。ディスプレイやパソコン機器の製造会社によってダイナミックレンジや画素値への換算の詳細は異なるため, ディスプレイに表出した画像の Pixel 値は正確な物理量とはならない。本報告は Pixel 値ではなく, 3DCG 画像を表出したディスプレイの輝度を実測し, その輝度値から反射率に相当する値を算出した結果であるため, Pixel 値より光学的物理値に近いと推測される。つまり, 精査した設定パラメータ (Table1) によって作成した布の画像の正確なルミナンスファクターを本結果から把握することが可能であると考えられる。

設定項目は Table1 に示した通り 5 項目であったが, 1 つの項目のパラメータ値を固定して他の 4 項目のパラメータ値を加算変化させた場合, 必ずパラメータ値の変化に相関して輝度平均値も算出反射率も値が高くなった。その変化の割合は前報にも示したように直線的に増加する場合もあれば, 一定の位置から増加が留まる場合もあった。いずれも輝度平均値や算出反射率の増加は設定パラメータ値の変化に伴って段階的に増加した。よって, 減少や無変化といった結果は観察されなかった。

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Table 3-1 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=0deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
0.8	0.0	0.8	0.5	0.2	28.10	28.15	0.8	0.2	0.8	0.5	0.2	35.38	35.49
0.8	0.0	0.8	1.0	0.2	31.93	32.01	0.8	0.2	0.8	1.0	0.2	38.86	39.01
0.8	0.0	0.8	2.5	0.2	37.34	37.48	0.8	0.2	0.8	2.5	0.2	44.43	44.65
0.8	0.0	0.8	5.0	0.2	40.38	40.55	0.8	0.2	0.8	5.0	0.2	47.87	48.13
0.8	0.0	0.8	10.0	0.2	43.13	43.33	0.8	0.2	0.8	10.0	0.2	50.79	51.08
0.8	0.0	0.8	0.5	0.5	25.82	25.84	0.8	0.2	0.8	0.5	0.5	34.19	34.30
0.8	0.0	0.8	1.0	0.5	28.33	28.38	0.8	0.2	0.8	1.0	0.5	36.49	36.62
0.8	0.0	0.8	2.5	0.5	37.04	37.18	0.8	0.2	0.8	2.5	0.5	44.31	44.52
0.8	0.0	0.8	5.0	0.5	48.78	49.05	0.8	0.2	0.8	5.0	0.5	55.00	55.35
0.8	0.0	0.8	10.0	0.5	58.53	58.93	0.8	0.2	0.8	10.0	0.5	65.70	66.19
0.8	0.0	0.8	0.5	1.0	24.52	24.53	0.8	0.2	0.8	0.5	1.0	32.71	32.80
0.8	0.0	0.8	1.0	1.0	26.36	26.38	0.8	0.2	0.8	1.0	1.0	34.38	34.48
0.8	0.0	0.8	2.5	1.0	33.27	33.36	0.8	0.2	0.8	2.5	1.0	40.71	40.89
0.8	0.0	0.8	5.0	1.0	46.08	46.32	0.8	0.2	0.8	5.0	1.0	52.42	52.73
0.8	0.0	0.8	10.0	1.0	66.53	67.03	0.8	0.2	0.8	10.0	1.0	72.74	73.33
0.8	0.0	1.0	0.5	0.2	40.71	40.89	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	53.57	53.90
0.8	0.0	1.0	1.0	0.2	44.23	44.45	0.8	0.2	1.0	1.0	0.2	56.56	56.92
0.8	0.0	1.0	2.5	0.2	48.28	48.54	0.8	0.2	1.0	2.5	0.2	60.56	60.98
0.8	0.0	1.0	5.0	0.2	50.86	51.16	0.8	0.2	1.0	5.0	0.2	63.21	63.67
0.8	0.0	1.0	10.0	0.2	52.94	53.26	0.8	0.2	1.0	10.0	0.2	65.14	65.62
0.8	0.0	1.0	0.5	0.5	38.40	38.55	0.8	0.2	1.0	0.5	0.5	51.22	51.52
0.8	0.0	1.0	1.0	0.5	41.56	41.75	0.8	0.2	1.0	1.0	0.5	53.93	54.26
0.8	0.0	1.0	2.5	0.5	50.24	50.52	0.8	0.2	1.0	2.5	0.5	61.67	62.11
0.8	0.0	1.0	5.0	0.5	60.37	60.79	0.8	0.2	1.0	5.0	0.5	71.18	71.74
0.8	0.0	1.0	10.0	0.5	67.60	68.11	0.8	0.2	1.0	10.0	0.5	78.41	79.08
0.8	0.0	1.0	0.5	1.0	37.19	37.32	0.8	0.2	1.0	0.5	1.0	50.17	50.45
0.8	0.0	1.0	1.0	1.0	39.50	39.66	0.8	0.2	1.0	1.0	1.0	52.06	52.37
0.8	0.0	1.0	2.5	1.0	47.61	47.87	0.8	0.2	1.0	2.5	1.0	59.52	59.92
0.8	0.0	1.0	5.0	1.0	60.54	60.96	0.8	0.2	1.0	5.0	1.0	71.56	72.13
0.8	0.0	1.0	10.0	1.0	78.32	78.99	0.8	0.2	1.0	10.0	1.0	88.60	89.43
0.8	0.0	1.2	0.5	0.2	57.14	57.52	0.8	0.2	1.2	0.5	0.2	75.26	75.88
0.8	0.0	1.2	1.0	0.2	60.03	60.44	0.8	0.2	1.2	1.0	0.2	77.48	78.14
0.8	0.0	1.2	2.5	0.2	62.90	63.35	0.8	0.2	1.2	2.5	0.2	80.14	80.83
0.8	0.0	1.2	5.0	0.2	64.69	65.16	0.8	0.2	1.2	5.0	0.2	81.82	82.54
0.8	0.0	1.2	10.0	0.2	66.47	66.97	0.8	0.2	1.2	10.0	0.2	83.14	83.88
0.8	0.0	1.2	0.5	0.5	54.96	55.30	0.8	0.2	1.2	0.5	0.5	72.94	73.53
0.8	0.0	1.2	1.0	0.5	58.21	58.60	0.8	0.2	1.2	1.0	0.5	75.67	76.30
0.8	0.0	1.2	2.5	0.5	66.56	67.06	0.8	0.2	1.2	2.5	0.5	82.86	83.60
0.8	0.0	1.2	5.0	0.5	73.87	74.47	0.8	0.2	1.2	5.0	0.5	89.22	90.06
0.8	0.0	1.2	10.0	0.5	79.64	80.32	0.8	0.2	1.2	10.0	0.5	94.13	95.05
0.8	0.0	1.2	0.5	1.0	54.12	54.46	0.8	0.2	1.2	0.5	1.0	72.12	72.70
0.8	0.0	1.2	1.0	1.0	57.01	57.38	0.8	0.2	1.2	1.0	1.0	74.16	74.77
0.8	0.0	1.2	2.5	1.0	65.58	66.06	0.8	0.2	1.2	2.5	1.0	82.27	82.99
0.8	0.0	1.2	5.0	1.0	76.99	77.64	0.8	0.2	1.2	5.0	1.0	92.67	93.57
0.8	0.0	1.2	10.0	1.0	91.60	92.47	0.8	0.2	1.2	10.0	1.0	105.60	106.71

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

Table 3-2 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=0deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
1.0	0.0	0.8	0.5	0.2	45.49	45.72	1.0	0.2	0.8	0.5	0.2	49.68	49.96
1.0	0.0	0.8	1.0	0.2	49.90	50.18	1.0	0.2	0.8	1.0	0.2	53.21	53.53
1.0	0.0	0.8	2.5	0.2	54.31	54.65	1.0	0.2	0.8	2.5	0.2	56.95	57.32
1.0	0.0	0.8	5.0	0.2	57.13	57.50	1.0	0.2	0.8	5.0	0.2	59.54	59.94
1.0	0.0	0.8	10.0	0.2	59.46	59.86	1.0	0.2	0.8	10.0	0.2	61.43	61.86
1.0	0.0	0.8	0.5	0.5	43.69	43.90	1.0	0.2	0.8	0.5	0.5	48.02	48.28
1.0	0.0	0.8	1.0	0.5	48.02	48.28	1.0	0.2	0.8	1.0	0.5	51.36	51.66
1.0	0.0	0.8	2.5	0.5	59.48	59.88	1.0	0.2	0.8	2.5	0.5	60.52	60.94
1.0	0.0	0.8	5.0	0.5	69.47	70.01	1.0	0.2	0.8	5.0	0.5	68.99	69.52
1.0	0.0	0.8	10.0	0.5	76.44	77.08	1.0	0.2	0.8	10.0	0.5	76.64	77.28
1.0	0.0	0.8	0.5	1.0	42.46	42.65	1.0	0.2	0.8	0.5	1.0	47.49	47.74
1.0	0.0	0.8	1.0	1.0	45.72	45.96	1.0	0.2	0.8	1.0	1.0	49.93	50.22
1.0	0.0	0.8	2.5	1.0	56.96	57.33	1.0	0.2	0.8	2.5	1.0	59.20	59.60
1.0	0.0	0.8	5.0	1.0	73.04	73.63	1.0	0.2	0.8	5.0	1.0	72.82	73.40
1.0	0.0	0.8	10.0	1.0	92.47	93.36	1.0	0.2	0.8	10.0	1.0	89.96	90.81
1.0	0.0	1.0	0.5	0.2	69.58	70.12	1.0	0.2	1.0	0.5	0.2	79.25	79.94
1.0	0.0	1.0	1.0	0.2	72.26	72.84	1.0	0.2	1.0	1.0	0.2	81.30	82.02
1.0	0.0	1.0	2.5	0.2	75.06	75.68	1.0	0.2	1.0	2.5	0.2	83.69	84.44
1.0	0.0	1.0	5.0	0.2	76.67	77.32	1.0	0.2	1.0	5.0	0.2	84.98	85.75
1.0	0.0	1.0	10.0	0.2	78.24	78.90	1.0	0.2	1.0	10.0	0.2	86.10	86.89
1.0	0.0	1.0	0.5	0.5	66.86	67.36	1.0	0.2	1.0	0.5	0.5	77.37	78.02
1.0	0.0	1.0	1.0	0.5	70.90	71.46	1.0	0.2	1.0	1.0	0.5	80.68	81.38
1.0	0.0	1.0	2.5	0.5	80.31	81.01	1.0	0.2	1.0	2.5	0.5	88.27	89.10
1.0	0.0	1.0	5.0	0.5	86.77	87.57	1.0	0.2	1.0	5.0	0.5	93.30	94.21
1.0	0.0	1.0	10.0	0.5	91.40	92.27	1.0	0.2	1.0	10.0	0.5	97.47	98.44
1.0	0.0	1.0	0.5	1.0	65.56	66.05	1.0	0.2	1.0	0.5	1.0	76.72	77.36
1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	69.34	69.87	1.0	0.2	1.0	1.0	1.0	79.74	80.43
1.0	0.0	1.0	2.5	1.0	79.90	80.59	1.0	0.2	1.0	2.5	1.0	89.03	89.86
1.0	0.0	1.0	5.0	1.0	92.39	93.28	1.0	0.2	1.0	5.0	1.0	99.34	100.35
1.0	0.0	1.0	10.0	1.0	107.13	108.27	1.0	0.2	1.0	10.0	1.0	111.60	112.82
1.0	0.0	1.2	0.5	0.2	95.54	96.48	1.0	0.2	1.2	0.5	0.2	112.30	113.54
1.0	0.0	1.2	1.0	0.2	96.88	97.84	1.0	0.2	1.2	1.0	0.2	112.90	114.15
1.0	0.0	1.2	2.5	0.2	98.04	99.03	1.0	0.2	1.2	2.5	0.2	113.63	114.89
1.0	0.0	1.2	5.0	0.2	98.76	99.76	1.0	0.2	1.2	5.0	0.2	114.20	115.47
1.0	0.0	1.2	10.0	0.2	99.41	100.42	1.0	0.2	1.2	10.0	0.2	114.57	115.84
1.0	0.0	1.2	0.5	0.5	93.42	94.33	1.0	0.2	1.2	0.5	0.5	111.00	112.21
1.0	0.0	1.2	1.0	0.5	96.33	97.29	1.0	0.2	1.2	1.0	0.5	112.90	114.15
1.0	0.0	1.2	2.5	0.5	101.93	102.98	1.0	0.2	1.2	2.5	0.5	116.70	118.02
1.0	0.0	1.2	5.0	0.5	105.77	106.88	1.0	0.2	1.2	5.0	0.5	119.27	120.63
1.0	0.0	1.2	10.0	0.5	108.03	109.19	1.0	0.2	1.2	10.0	0.5	120.90	122.30
1.0	0.0	1.2	0.5	1.0	92.16	93.05	1.0	0.2	1.2	0.5	1.0	111.07	112.28
1.0	0.0	1.2	1.0	1.0	95.29	96.23	1.0	0.2	1.2	1.0	1.0	112.90	114.15
1.0	0.0	1.2	2.5	1.0	103.00	104.07	1.0	0.2	1.2	2.5	1.0	118.80	120.16
1.0	0.0	1.2	5.0	1.0	111.77	112.99	1.0	0.2	1.2	5.0	1.0	125.07	126.55
1.0	0.0	1.2	10.0	1.0	122.27	123.69	1.0	0.2	1.2	10.0	1.0	132.40	134.03

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Table 3-3 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=0deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
1.2	0.0	0.8	0.5	0.2	59.14	59.54	1.2	0.2	0.8	0.5	0.2	86.32	87.11
1.2	0.0	0.8	1.0	0.2	61.90	62.34	1.2	0.2	0.8	1.0	0.2	89.10	89.93
1.2	0.0	0.8	2.5	0.2	65.74	66.23	1.2	0.2	0.8	2.5	0.2	92.05	92.94
1.2	0.0	0.8	5.0	0.2	66.41	66.91	1.2	0.2	0.8	5.0	0.2	93.66	94.57
1.2	0.0	0.8	10.0	0.2	68.12	68.64	1.2	0.2	0.8	10.0	0.2	95.23	96.17
1.2	0.0	0.8	0.5	0.5	57.18	57.55	1.2	0.2	0.8	0.5	0.5	85.15	85.93
1.2	0.0	0.8	1.0	0.5	61.84	62.27	1.2	0.2	0.8	1.0	0.5	89.26	90.10
1.2	0.0	0.8	2.5	0.5	72.30	72.88	1.2	0.2	0.8	2.5	0.5	98.34	99.33
1.2	0.0	0.8	5.0	0.5	78.68	79.36	1.2	0.2	0.8	5.0	0.5	103.87	104.95
1.2	0.0	0.8	10.0	0.5	83.32	84.06	1.2	0.2	0.8	10.0	0.5	108.40	109.56
1.2	0.0	0.8	0.5	1.0	56.59	56.96	1.2	0.2	0.8	0.5	1.0	83.64	84.39
1.2	0.0	0.8	1.0	1.0	61.08	61.50	1.2	0.2	0.8	1.0	1.0	87.37	88.18
1.2	0.0	0.8	2.5	1.0	73.37	73.97	1.2	0.2	0.8	2.5	1.0	98.96	99.96
1.2	0.0	0.8	5.0	1.0	87.12	87.93	1.2	0.2	0.8	5.0	1.0	111.20	112.42
1.2	0.0	0.8	10.0	1.0	102.90	103.97	1.2	0.2	0.8	10.0	1.0	125.33	126.82
1.2	0.0	1.0	0.5	0.2	91.31	92.18	1.2	0.2	1.0	0.5	0.2	127.07	128.58
1.2	0.0	1.0	1.0	0.2	92.80	93.70	1.2	0.2	1.0	1.0	0.2	127.50	129.03
1.2	0.0	1.0	2.5	0.2	94.08	94.99	1.2	0.2	1.0	2.5	0.2	128.00	129.54
1.2	0.0	1.0	5.0	0.2	94.80	95.73	1.2	0.2	1.0	5.0	0.2	128.23	129.77
1.2	0.0	1.0	10.0	0.2	95.71	96.66	1.2	0.2	1.0	10.0	0.2	128.40	129.94
1.2	0.0	1.0	0.5	0.5	90.37	91.23	1.2	0.2	1.0	0.5	0.5	124.77	126.24
1.2	0.0	1.0	1.0	0.5	93.88	94.79	1.2	0.2	1.0	1.0	0.5	126.77	128.28
1.2	0.0	1.0	2.5	0.5	99.52	100.53	1.2	0.2	1.0	2.5	0.5	130.37	131.95
1.2	0.0	1.0	5.0	0.5	103.27	104.34	1.2	0.2	1.0	5.0	0.5	132.40	134.03
1.2	0.0	1.0	10.0	0.5	105.67	106.78	1.2	0.2	1.0	10.0	0.5	133.43	135.08
1.2	0.0	1.0	0.5	1.0	90.19	91.04	1.2	0.2	1.0	0.5	1.0	123.30	124.74
1.2	0.0	1.0	1.0	1.0	93.86	94.78	1.2	0.2	1.0	1.0	1.0	125.23	126.72
1.2	0.0	1.0	2.5	1.0	102.63	103.70	1.2	0.2	1.0	2.5	1.0	131.57	133.18
1.2	0.0	1.0	5.0	1.0	111.60	112.82	1.2	0.2	1.0	5.0	1.0	138.10	139.84
1.2	0.0	1.0	10.0	1.0	122.40	123.83	1.2	0.2	1.0	10.0	1.0	145.43	147.33
1.2	0.0	1.2	0.5	0.2	121.97	123.38	1.2	0.2	1.2	0.5	0.2	153.73	155.82
1.2	0.0	1.2	1.0	0.2	122.27	123.69	1.2	0.2	1.2	1.0	0.2	153.53	155.61
1.2	0.0	1.2	2.5	0.2	122.53	123.96	1.2	0.2	1.2	2.5	0.2	153.37	155.44
1.2	0.0	1.2	5.0	0.2	123.17	124.61	1.2	0.2	1.2	5.0	0.2	153.20	155.27
1.2	0.0	1.2	10.0	0.2	123.47	124.91	1.2	0.2	1.2	10.0	0.2	153.07	155.14
1.2	0.0	1.2	0.5	0.5	121.27	122.67	1.2	0.2	1.2	0.5	0.5	152.27	154.32
1.2	0.0	1.2	1.0	0.5	123.07	124.51	1.2	0.2	1.2	1.0	0.5	152.70	154.76
1.2	0.0	1.2	2.5	0.5	125.47	126.95	1.2	0.2	1.2	2.5	0.5	153.43	155.51
1.2	0.0	1.2	5.0	0.5	126.90	128.41	1.2	0.2	1.2	5.0	0.5	153.83	155.92
1.2	0.0	1.2	10.0	0.5	128.20	129.74	1.2	0.2	1.2	10.0	0.5	154.23	156.33
1.2	0.0	1.2	0.5	1.0	120.83	122.23	1.2	0.2	1.2	0.5	1.0	150.90	152.92
1.2	0.0	1.2	1.0	1.0	122.83	124.27	1.2	0.2	1.2	1.0	1.0	151.70	153.74
1.2	0.0	1.2	2.5	1.0	128.03	129.57	1.2	0.2	1.2	2.5	1.0	153.67	155.75
1.2	0.0	1.2	5.0	1.0	132.70	134.33	1.2	0.2	1.2	5.0	1.0	155.53	157.66
1.2	0.0	1.2	10.0	1.0	137.77	139.50	1.2	0.2	1.2	10.0	1.0	157.57	159.74

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

Table 4-1 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=15deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
0.8	0.0	0.8	0.5	0.2	43.54	43.75	0.8	0.2	0.8	0.5	0.2	40.50	40.68
0.8	0.0	0.8	1.0	0.2	50.33	50.62	0.8	0.2	0.8	1.0	0.2	45.80	46.03
0.8	0.0	0.8	2.5	0.2	57.52	57.90	0.8	0.2	0.8	2.5	0.2	52.19	52.50
0.8	0.0	0.8	5.0	0.2	62.54	62.99	0.8	0.2	0.8	5.0	0.2	56.45	56.82
0.8	0.0	0.8	10.0	0.2	65.54	66.02	0.8	0.2	0.8	10.0	0.2	60.59	61.01
0.8	0.0	0.8	0.5	0.5	43.77	43.98	0.8	0.2	0.8	0.5	0.5	39.57	39.74
0.8	0.0	0.8	1.0	0.5	53.67	54.00	0.8	0.2	0.8	1.0	0.5	47.26	47.51
0.8	0.0	0.8	2.5	0.5	75.19	75.81	0.8	0.2	0.8	2.5	0.5	67.04	67.55
0.8	0.0	0.8	5.0	0.5	89.52	90.36	0.8	0.2	0.8	5.0	0.5	81.04	81.75
0.8	0.0	0.8	10.0	0.5	101.47	102.51	0.8	0.2	0.8	10.0	0.5	92.35	93.24
0.8	0.0	0.8	0.5	1.0	40.19	40.36	0.8	0.2	0.8	0.5	1.0	38.17	38.32
0.8	0.0	0.8	1.0	1.0	45.02	45.25	0.8	0.2	0.8	1.0	1.0	42.58	42.78
0.8	0.0	0.8	2.5	1.0	67.47	67.99	0.8	0.2	0.8	2.5	1.0	57.81	58.20
0.8	0.0	0.8	5.0	1.0	91.67	92.55	0.8	0.2	0.8	5.0	1.0	82.53	83.26
0.8	0.0	0.8	10.0	1.0	113.97	115.23	0.8	0.2	0.8	10.0	1.0	104.23	105.32
0.8	0.0	1.0	0.5	0.2	63.62	64.08	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	65.02	65.50
0.8	0.0	1.0	1.0	0.2	68.60	69.12	0.8	0.2	1.0	1.0	0.2	69.22	69.75
0.8	0.0	1.0	2.5	0.2	73.65	74.25	0.8	0.2	1.0	2.5	0.2	72.16	72.74
0.8	0.0	1.0	5.0	0.2	74.16	74.76	0.8	0.2	1.0	5.0	0.2	76.81	77.45
0.8	0.0	1.0	10.0	0.2	79.23	79.92	0.8	0.2	1.0	10.0	0.2	77.04	77.69
0.8	0.0	1.0	0.5	0.5	64.33	64.80	0.8	0.2	1.0	0.5	0.5	65.40	65.88
0.8	0.0	1.0	1.0	0.5	73.08	73.67	0.8	0.2	1.0	1.0	0.5	72.79	73.37
0.8	0.0	1.0	2.5	0.5	90.67	91.53	0.8	0.2	1.0	2.5	0.5	89.44	90.28
0.8	0.0	1.0	5.0	0.5	101.03	102.07	0.8	0.2	1.0	5.0	0.5	99.74	100.75
0.8	0.0	1.0	10.0	0.5	109.73	110.92	0.8	0.2	1.0	10.0	0.5	106.87	108.00
0.8	0.0	1.0	0.5	1.0	60.49	60.91	0.8	0.2	1.0	0.5	1.0	62.59	63.04
0.8	0.0	1.0	1.0	1.0	67.55	68.06	0.8	0.2	1.0	1.0	1.0	66.92	67.42
0.8	0.0	1.0	2.5	1.0	89.37	90.21	0.8	0.2	1.0	2.5	1.0	86.11	86.89
0.8	0.0	1.0	5.0	1.0	106.63	107.77	0.8	0.2	1.0	5.0	1.0	104.03	105.12
0.8	0.0	1.0	10.0	1.0	123.20	124.64	0.8	0.2	1.0	10.0	1.0	118.97	120.33
0.8	0.0	1.2	0.5	0.2	87.77	88.59	0.8	0.2	1.2	0.5	0.2	93.13	94.03
0.8	0.0	1.2	1.0	0.2	88.84	89.67	0.8	0.2	1.2	1.0	0.2	95.55	96.49
0.8	0.0	1.2	2.5	0.2	93.21	94.11	0.8	0.2	1.2	2.5	0.2	98.23	99.21
0.8	0.0	1.2	5.0	0.2	94.91	95.84	0.8	0.2	1.2	5.0	0.2	100.02	101.03
0.8	0.0	1.2	10.0	0.2	94.51	95.44	0.8	0.2	1.2	10.0	0.2	101.53	102.58
0.8	0.0	1.2	0.5	0.5	90.43	91.29	0.8	0.2	1.2	0.5	0.5	95.51	96.45
0.8	0.0	1.2	1.0	0.5	97.50	98.47	0.8	0.2	1.2	1.0	0.5	102.23	103.29
0.8	0.0	1.2	2.5	0.5	105.70	106.82	0.8	0.2	1.2	2.5	0.5	111.10	112.31
0.8	0.0	1.2	5.0	0.5	114.70	115.98	0.8	0.2	1.2	5.0	0.5	117.70	119.04
0.8	0.0	1.2	10.0	0.5	119.53	120.90	0.8	0.2	1.2	10.0	0.5	121.80	123.21
0.8	0.0	1.2	0.5	1.0	85.84	86.62	0.8	0.2	1.2	0.5	1.0	92.34	93.23
0.8	0.0	1.2	1.0	1.0	94.11	95.03	0.8	0.2	1.2	1.0	1.0	98.91	99.91
0.8	0.0	1.2	2.5	1.0	109.63	110.82	0.8	0.2	1.2	2.5	1.0	113.40	114.66
0.8	0.0	1.2	5.0	1.0	120.57	121.96	0.8	0.2	1.2	5.0	1.0	122.97	124.40
0.8	0.0	1.2	10.0	1.0	131.97	133.58	0.8	0.2	1.2	10.0	1.0	132.87	134.50

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Table 4-2 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=15deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
1.0	0.0	0.8	0.5	0.2	72.02	72.59	1.0	0.2	0.8	0.5	0.2	70.37	70.92
1.0	0.0	0.8	1.0	0.2	77.50	78.15	1.0	0.2	0.8	1.0	0.2	74.83	75.44
1.0	0.0	0.8	2.5	0.2	82.10	82.83	1.0	0.2	0.8	2.5	0.2	79.04	79.72
1.0	0.0	0.8	5.0	0.2	86.03	86.82	1.0	0.2	0.8	5.0	0.2	79.16	79.84
1.0	0.0	0.8	10.0	0.2	87.05	87.86	1.0	0.2	0.8	10.0	0.2	85.37	86.15
1.0	0.0	0.8	0.5	0.5	74.71	75.33	1.0	0.2	0.8	0.5	0.5	70.77	71.33
1.0	0.0	0.8	1.0	0.5	86.66	87.45	1.0	0.2	0.8	1.0	0.5	79.33	80.01
1.0	0.0	0.8	2.5	0.5	103.93	105.02	1.0	0.2	0.8	2.5	0.5	96.44	97.40
1.0	0.0	0.8	5.0	0.5	112.77	114.01	1.0	0.2	0.8	5.0	0.5	105.77	106.88
1.0	0.0	0.8	10.0	0.5	121.80	123.21	1.0	0.2	0.8	10.0	0.5	113.87	115.13
1.0	0.0	0.8	0.5	1.0	69.79	70.34	1.0	0.2	0.8	0.5	1.0	67.40	67.91
1.0	0.0	0.8	1.0	1.0	78.98	79.66	1.0	0.2	0.8	1.0	1.0	74.24	74.84
1.0	0.0	0.8	2.5	1.0	103.90	104.98	1.0	0.2	0.8	2.5	1.0	96.53	97.49
1.0	0.0	0.8	5.0	1.0	121.57	122.98	1.0	0.2	0.8	5.0	1.0	112.10	113.33
1.0	0.0	0.8	10.0	1.0	137.80	139.54	1.0	0.2	0.8	10.0	1.0	128.37	129.91
1.0	0.0	1.0	0.5	0.2	104.77	105.87	1.0	0.2	1.0	0.5	0.2	105.57	106.68
1.0	0.0	1.0	1.0	0.2	107.13	108.27	1.0	0.2	1.0	1.0	0.2	107.40	108.55
1.0	0.0	1.0	2.5	0.2	108.73	109.90	1.0	0.2	1.0	2.5	0.2	107.50	108.65
1.0	0.0	1.0	5.0	0.2	110.03	111.23	1.0	0.2	1.0	5.0	0.2	110.70	111.91
1.0	0.0	1.0	10.0	0.2	113.20	114.45	1.0	0.2	1.0	10.0	0.2	111.97	113.20
1.0	0.0	1.0	0.5	0.5	108.17	109.33	1.0	0.2	1.0	0.5	0.5	109.27	110.45
1.0	0.0	1.0	1.0	0.5	115.33	116.62	1.0	0.2	1.0	1.0	0.5	114.90	116.18
1.0	0.0	1.0	2.5	0.5	124.17	125.63	1.0	0.2	1.0	2.5	0.5	122.67	124.10
1.0	0.0	1.0	5.0	0.5	128.20	129.74	1.0	0.2	1.0	5.0	0.5	126.63	128.14
1.0	0.0	1.0	10.0	0.5	133.57	135.22	1.0	0.2	1.0	10.0	0.5	130.73	132.33
1.0	0.0	1.0	0.5	1.0	104.37	105.46	1.0	0.2	1.0	0.5	1.0	106.17	107.29
1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	113.03	114.28	1.0	0.2	1.0	1.0	1.0	113.50	114.76
1.0	0.0	1.0	2.5	1.0	125.90	127.39	1.0	0.2	1.0	2.5	1.0	125.10	126.58
1.0	0.0	1.0	5.0	1.0	135.80	137.50	1.0	0.2	1.0	5.0	1.0	133.47	135.11
1.0	0.0	1.0	10.0	1.0	145.03	146.93	1.0	0.2	1.0	10.0	1.0	142.03	143.86
1.0	0.0	1.2	0.5	0.2	134.30	135.96	1.0	0.2	1.2	0.5	0.2	137.93	139.67
1.0	0.0	1.2	1.0	0.2	134.73	136.41	1.0	0.2	1.2	1.0	0.2	138.40	140.15
1.0	0.0	1.2	2.5	0.2	135.00	136.68	1.0	0.2	1.2	2.5	0.2	139.80	141.58
1.0	0.0	1.2	5.0	0.2	135.47	137.16	1.0	0.2	1.2	5.0	0.2	140.13	141.92
1.0	0.0	1.2	10.0	0.2	134.07	135.73	1.0	0.2	1.2	10.0	0.2	138.73	140.49
1.0	0.0	1.2	0.5	0.5	134.70	136.37	1.0	0.2	1.2	0.5	0.5	138.73	140.49
1.0	0.0	1.2	1.0	0.5	136.57	138.28	1.0	0.2	1.2	1.0	0.5	141.27	143.08
1.0	0.0	1.2	2.5	0.5	139.50	141.27	1.0	0.2	1.2	2.5	0.5	143.20	145.05
1.0	0.0	1.2	5.0	0.5	141.50	143.32	1.0	0.2	1.2	5.0	0.5	144.23	146.11
1.0	0.0	1.2	10.0	0.5	142.60	144.44	1.0	0.2	1.2	10.0	0.5	144.70	146.58
1.0	0.0	1.2	0.5	1.0	133.43	135.08	1.0	0.2	1.2	0.5	1.0	139.80	141.58
1.0	0.0	1.2	1.0	1.0	136.37	138.07	1.0	0.2	1.2	1.0	1.0	141.77	143.59
1.0	0.0	1.2	2.5	1.0	141.90	143.72	1.0	0.2	1.2	2.5	1.0	143.50	145.36
1.0	0.0	1.2	5.0	1.0	146.60	148.53	1.0	0.2	1.2	5.0	1.0	148.17	150.13
1.0	0.0	1.2	10.0	1.0	152.10	154.15	1.0	0.2	1.2	10.0	1.0	150.90	152.92

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

Table 4-3 Results of luminance factor measurements: plain, image angle=15deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
1.2	0.0	0.8	0.5	0.2	100.20	101.22	1.2	0.2	0.8	0.5	0.2	98.76	99.76
1.2	0.0	0.8	1.0	0.2	103.37	104.44	1.2	0.2	0.8	1.0	0.2	101.50	102.54
1.2	0.0	0.8	2.5	0.2	105.90	107.02	1.2	0.2	0.8	2.5	0.2	103.20	104.27
1.2	0.0	0.8	5.0	0.2	105.50	106.61	1.2	0.2	0.8	5.0	0.2	104.90	106.00
1.2	0.0	0.8	10.0	0.2	111.17	112.38	1.2	0.2	0.8	10.0	0.2	106.83	107.97
1.2	0.0	0.8	0.5	0.5	105.03	106.14	1.2	0.2	0.8	0.5	0.5	103.97	105.05
1.2	0.0	0.8	1.0	0.5	114.03	115.30	1.2	0.2	0.8	1.0	0.5	111.43	112.65
1.2	0.0	0.8	2.5	0.5	124.07	125.53	1.2	0.2	0.8	2.5	0.5	119.23	120.60
1.2	0.0	0.8	5.0	0.5	130.40	131.99	1.2	0.2	0.8	5.0	0.5	124.63	126.10
1.2	0.0	0.8	10.0	0.5	134.03	135.69	1.2	0.2	0.8	10.0	0.5	129.57	131.13
1.2	0.0	0.8	0.5	1.0	99.38	100.38	1.2	0.2	0.8	0.5	1.0	99.51	100.51
1.2	0.0	0.8	1.0	1.0	112.57	113.81	1.2	0.2	0.8	1.0	1.0	109.47	110.65
1.2	0.0	0.8	2.5	1.0	128.03	129.57	1.2	0.2	0.8	2.5	1.0	123.27	124.71
1.2	0.0	0.8	5.0	1.0	138.23	139.98	1.2	0.2	0.8	5.0	1.0	133.03	134.67
1.2	0.0	0.8	10.0	1.0	151.07	153.09	1.2	0.2	0.8	10.0	1.0	142.83	144.68
1.2	0.0	1.0	0.5	0.2	137.63	139.37	1.2	0.2	1.0	0.5	0.2	140.10	141.89
1.2	0.0	1.0	1.0	0.2	138.03	139.78	1.2	0.2	1.0	1.0	0.2	140.43	142.23
1.2	0.0	1.0	2.5	0.2	137.43	139.16	1.2	0.2	1.0	2.5	0.2	140.90	142.70
1.2	0.0	1.0	5.0	0.2	138.53	140.29	1.2	0.2	1.0	5.0	0.2	141.13	142.94
1.2	0.0	1.0	10.0	0.2	139.30	141.07	1.2	0.2	1.0	10.0	0.2	141.30	143.11
1.2	0.0	1.0	0.5	0.5	138.53	140.29	1.2	0.2	1.0	0.5	0.5	141.20	143.01
1.2	0.0	1.0	1.0	0.5	140.33	142.12	1.2	0.2	1.0	1.0	0.5	142.63	144.47
1.2	0.0	1.0	2.5	0.5	143.17	145.02	1.2	0.2	1.0	2.5	0.5	144.10	145.97
1.2	0.0	1.0	5.0	0.5	145.40	147.30	1.2	0.2	1.0	5.0	0.5	145.17	147.06
1.2	0.0	1.0	10.0	0.5	147.37	149.31	1.2	0.2	1.0	10.0	0.5	146.93	148.87
1.2	0.0	1.0	0.5	1.0	136.97	138.69	1.2	0.2	1.0	0.5	1.0	140.70	142.50
1.2	0.0	1.0	1.0	1.0	140.20	141.99	1.2	0.2	1.0	1.0	1.0	142.87	144.71
1.2	0.0	1.0	2.5	1.0	144.33	146.21	1.2	0.2	1.0	2.5	1.0	146.27	148.19
1.2	0.0	1.0	5.0	1.0	150.90	152.92	1.2	0.2	1.0	5.0	1.0	148.60	150.57
1.2	0.0	1.0	10.0	1.0	156.67	158.82	1.2	0.2	1.0	10.0	1.0	153.50	155.58
1.2	0.0	1.2	0.5	0.2	154.50	156.60	1.2	0.2	1.2	0.5	0.2	156.67	158.82
1.2	0.0	1.2	1.0	0.2	154.20	156.30	1.2	0.2	1.2	1.0	0.2	156.67	158.82
1.2	0.0	1.2	2.5	0.2	154.03	156.12	1.2	0.2	1.2	2.5	0.2	156.27	158.41
1.2	0.0	1.2	5.0	0.2	153.93	156.02	1.2	0.2	1.2	5.0	0.2	156.17	158.31
1.2	0.0	1.2	10.0	0.2	153.40	155.48	1.2	0.2	1.2	10.0	0.2	156.27	158.41
1.2	0.0	1.2	0.5	0.5	151.77	153.81	1.2	0.2	1.2	0.5	0.5	156.23	158.37
1.2	0.0	1.2	1.0	0.5	153.47	155.55	1.2	0.2	1.2	1.0	0.5	156.27	158.41
1.2	0.0	1.2	2.5	0.5	152.83	154.90	1.2	0.2	1.2	2.5	0.5	156.03	158.17
1.2	0.0	1.2	5.0	0.5	154.37	156.47	1.2	0.2	1.2	5.0	0.5	155.87	158.00
1.2	0.0	1.2	10.0	0.5	154.90	157.01	1.2	0.2	1.2	10.0	0.5	156.43	158.58
1.2	0.0	1.2	0.5	1.0	152.10	154.15	1.2	0.2	1.2	0.5	1.0	155.87	158.00
1.2	0.0	1.2	1.0	1.0	152.97	155.03	1.2	0.2	1.2	1.0	1.0	156.13	158.27
1.2	0.0	1.2	2.5	1.0	153.77	155.85	1.2	0.2	1.2	2.5	1.0	156.83	158.99
1.2	0.0	1.2	5.0	1.0	157.00	159.16	1.2	0.2	1.2	5.0	1.0	157.77	159.94
1.2	0.0	1.2	10.0	1.0	159.63	161.85	1.2	0.2	1.2	10.0	1.0	159.07	161.27

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

また、「光源の明るさ」は 0.8 と 1.0, 1.2 の 3 段階に変化させて測定したが、「環境光」と「拡散」のパラメータを同値にして比較した場合、「光源の明るさ」1.2 が最も輝度平均値が高くなった。同様に「光源の明るさ」と「拡散」を同値にして「環境光」を変化させた場合と「拡散」を同値にして「光源の明るさ」と「環境光」を変化させた場合も同様の結果が現れた。仮定の照明環境の下で布の 3DCG 画像を測定したが、パラメータ値 1.2 より 0.8 の方が輝度の実測値やルミナンスファクターが高くなるといった物理値としての食い違いは指摘できず、現実の照明環境の輝度測定と大きな相違のない結果であろうと推察される。

さらに、画像の角度を 0 度（正面方向）から 15 度ずつ変化させて測定したが、角度変化に伴い輝度平均値も高くなった。これも、物理現象との相違は考えられず、実際の布を同様の条件で測定した場合と近似した結果になるであろうと考えられる。

3.2. 組織別の結果—画像角度 0 度、綾織、朱子織

綾織の画像角度 0 度の結果は、Table5 に示し、朱子織の画像角度 0 度の結果は Table6 に示す。前項と同様にデータ数が多いため、画像角度 0 度以外の結果は割愛した。また、いずれの織組織も画像角度 0 度の設定パラメータの中で「光源の明るさ」0.8 の結果のみを示した。よって、平織の画像角度 0 度の結果である Table3-1 と比較を行った。

Fig.1-1 と 1-2, 1-3 にそれぞれの織組織の基本画像を示したが、設定パラメータが同値であっても実測した輝度平均値と算出反射率は平織と綾織、朱子織で異なった。実物布の朱子織はたてとよこ糸の交錯点が少ないため、光を反射する面が広くなると推察される。そのため、平織より光沢が強く、反射率が高い組織である。同様の理由で、綾織も朱子織ほどではないが、平織より光沢が強く、反射率も高い。しかし、Table3-1 と Table5, 6 の結果を比較すると実物布とは異なり、多くの設定パラメータで、綾織、朱子織、平織の順にルミナンスファクターが高い値を示した。織糸を想定した図形の組み合わせやその図形の陰影の相違がその要因の一つだと考えられる。織糸 1 本 1 本に設定パラメータを適用すると莫大なデータ容量を必要とするため、本報告の画像作成では織糸 1 本 1 本ではなく、各組織画像全体にパラメータ値を設定した。そのため、綾織画像と朱子織画像では交錯点付近に現れる陰影の明度変化を正確に表現できず、物理的現象と合致しなかったのが要因だと考えられる。

ただし、設定項目やパラメータ値の相違に伴う輝度平均値と算出反射率の変化については、平織と同様、段階的な変化を経た。変化の割合は設定パラメータで異なるが、停止、あるいは減少することなく平織と同様、漸次値が変化した。よってこれらの結果から、表出させたいルミナンスファクターの画像を作成する場合は、実測値を確認しながら、各組織の画像にそれぞれに適合したパラメータを設定する必要があることが示唆された。

3.3. 光沢パラメータ有無の結果—平織

平織の画像について、「光沢 1-サイズ」を 0.0 にし、他の項目は Table1 の設定パラメータに調

Table 5 Results of luminance factor measurements: twill, image angle=0deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
0.8	0.0	0.8	0.0	-	17.85	17.79	0.8	0.2	0.8	0.0	-	29.56	29.61
0.8	0.0	0.8	0.5	0.2	22.50	22.49	0.8	0.2	0.8	0.5	0.2	33.65	33.75
0.8	0.0	0.8	1.0	0.2	26.29	26.32	0.8	0.2	0.8	1.0	0.2	37.27	37.41
0.8	0.0	0.8	2.5	0.2	30.18	30.24	0.8	0.2	0.8	2.5	0.2	41.72	41.91
0.8	0.0	0.8	5.0	0.2	32.21	32.30	0.8	0.2	0.8	5.0	0.2	43.93	44.14
0.8	0.0	0.8	10.0	0.2	33.59	33.69	0.8	0.2	0.8	10.0	0.2	45.84	46.08
0.8	0.0	0.8	0.5	0.5	20.06	20.03	0.8	0.2	0.8	0.5	0.5	31.59	31.67
0.8	0.0	0.8	1.0	0.5	22.77	22.77	0.8	0.2	0.8	1.0	0.5	33.99	34.09
0.8	0.0	0.8	2.5	0.5	31.43	31.51	0.8	0.2	0.8	2.5	0.5	41.82	42.01
0.8	0.0	0.8	5.0	0.5	39.02	39.18	0.8	0.2	0.8	5.0	0.5	50.07	50.36
0.8	0.0	0.8	10.0	0.5	45.01	45.24	0.8	0.2	0.8	10.0	0.5	56.24	56.61
0.8	0.0	0.8	0.5	1.0	19.59	19.55	0.8	0.2	0.8	0.5	1.0	30.56	30.63
0.8	0.0	0.8	1.0	1.0	21.35	21.33	0.8	0.2	0.8	1.0	1.0	32.40	32.49
0.8	0.0	0.8	2.5	1.0	27.98	28.02	0.8	0.2	0.8	2.5	1.0	38.39	38.54
0.8	0.0	0.8	5.0	1.0	40.41	40.58	0.8	0.2	0.8	5.0	1.0	50.05	50.34
0.8	0.0	0.8	10.0	1.0	55.85	56.20	0.8	0.2	0.8	10.0	1.0	67.00	67.51
0.8	0.0	1.0	0.0	-	29.92	29.98	0.8	0.2	1.0	0.0	-	47.06	47.31
0.8	0.0	1.0	0.5	0.2	35.41	35.53	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	51.40	51.70
0.8	0.0	1.0	1.0	0.2	38.57	38.73	0.8	0.2	1.0	1.0	0.2	54.37	54.71
0.8	0.0	1.0	2.5	0.2	41.76	41.94	0.8	0.2	1.0	2.5	0.2	57.21	57.59
0.8	0.0	1.0	5.0	0.2	43.23	43.44	0.8	0.2	1.0	5.0	0.2	58.69	59.08
0.8	0.0	1.0	10.0	0.2	44.42	44.64	0.8	0.2	1.0	10.0	0.2	59.93	60.34
0.8	0.0	1.0	0.5	0.5	32.86	32.95	0.8	0.2	1.0	0.5	0.5	48.49	48.76
0.8	0.0	1.0	1.0	0.5	36.14	36.27	0.8	0.2	1.0	1.0	0.5	51.18	51.48
0.8	0.0	1.0	2.5	0.5	44.55	44.77	0.8	0.2	1.0	2.5	0.5	58.72	59.12
0.8	0.0	1.0	5.0	0.5	50.25	50.54	0.8	0.2	1.0	5.0	0.5	54.44	54.78
0.8	0.0	1.0	10.0	0.5	55.04	55.39	0.8	0.2	1.0	10.0	0.5	65.29	65.77
0.8	0.0	1.0	0.5	1.0	32.15	32.23	0.8	0.2	1.0	0.5	1.0	47.16	47.41
0.8	0.0	1.0	1.0	1.0	34.63	34.74	0.8	0.2	1.0	1.0	1.0	49.34	49.62
0.8	0.0	1.0	2.5	1.0	42.50	42.70	0.8	0.2	1.0	2.5	1.0	56.38	56.74
0.8	0.0	1.0	5.0	1.0	54.41	54.75	0.8	0.2	1.0	5.0	1.0	67.20	67.71
0.8	0.0	1.0	10.0	1.0	66.87	67.37	0.8	0.2	1.0	10.0	1.0	80.21	80.91
0.8	0.0	1.2	0.0	-	45.71	45.95	0.8	0.2	1.2	0.0	-	67.23	67.74
0.8	0.0	1.2	0.5	0.2	51.20	51.50	0.8	0.2	1.2	0.5	0.2	71.22	71.79
0.8	0.0	1.2	1.0	0.2	53.45	53.77	0.8	0.2	1.2	1.0	0.2	73.06	73.65
0.8	0.0	1.2	2.5	0.2	55.79	56.15	0.8	0.2	1.2	2.5	0.2	74.98	75.60
0.8	0.0	1.2	5.0	0.2	57.07	57.44	0.8	0.2	1.2	5.0	0.2	75.92	76.56
0.8	0.0	1.2	10.0	0.2	58.04	58.42	0.8	0.2	1.2	10.0	0.2	76.60	77.24
0.8	0.0	1.2	0.5	0.5	49.17	49.44	0.8	0.2	1.2	0.5	0.5	68.72	69.25
0.8	0.0	1.2	1.0	0.5	52.75	53.07	0.8	0.2	1.2	1.0	0.5	71.52	72.09
0.8	0.0	1.2	2.5	0.5	59.34	59.74	0.8	0.2	1.2	2.5	0.5	77.21	77.86
0.8	0.0	1.2	5.0	0.5	63.62	64.08	0.8	0.2	1.2	5.0	0.5	80.55	81.25
0.8	0.0	1.2	10.0	0.5	67.34	67.85	0.8	0.2	1.2	10.0	0.5	84.07	84.82
0.8	0.0	1.2	0.5	1.0	48.44	48.71	0.8	0.2	1.2	0.5	1.0	67.40	67.91
0.8	0.0	1.2	1.0	1.0	51.36	51.66	0.8	0.2	1.2	1.0	1.0	69.74	70.28
0.8	0.0	1.2	2.5	1.0	59.51	59.91	0.8	0.2	1.2	2.5	1.0	77.15	77.80
0.8	0.0	1.2	5.0	1.0	69.22	69.76	0.8	0.2	1.2	5.0	1.0	85.46	86.23
0.8	0.0	1.2	10.0	1.0	78.60	79.27	0.8	0.2	1.2	10.0	1.0	94.13	95.04

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Table 6 Results of luminance factor measurements: satin, image angle=0deg.

C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	C1	C2	C3	C4	C5	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
0.8	0.0	0.8	0.0	-	23.66	23.66	0.8	0.2	0.8	0.0	-	25.36	25.38
0.8	0.0	0.8	0.5	0.2	26.94	26.97	0.8	0.2	0.8	0.5	0.2	28.58	28.63
0.8	0.0	0.8	1.0	0.2	29.90	29.96	0.8	0.2	0.8	1.0	0.2	30.40	30.46
0.8	0.0	0.8	2.5	0.2	33.55	33.65	0.8	0.2	0.8	2.5	0.2	33.71	33.81
0.8	0.0	0.8	5.0	0.2	36.09	36.22	0.8	0.2	0.8	5.0	0.2	36.13	36.25
0.8	0.0	0.8	10.0	0.2	38.26	38.41	0.8	0.2	0.8	10.0	0.2	38.08	38.23
0.8	0.0	0.8	0.5	0.5	25.24	25.26	0.8	0.2	0.8	0.5	0.5	26.64	26.67
0.8	0.0	0.8	1.0	0.5	27.39	27.43	0.8	0.2	0.8	1.0	0.5	28.25	28.29
0.8	0.0	0.8	2.5	0.5	32.21	32.30	0.8	0.2	0.8	2.5	0.5	34.31	34.41
0.8	0.0	0.8	5.0	0.5	45.94	46.17	0.8	0.2	0.8	5.0	0.5	43.68	43.89
0.8	0.0	0.8	10.0	0.5	53.76	54.09	0.8	0.2	0.8	10.0	0.5	51.47	51.77
0.8	0.0	0.8	0.5	1.0	24.56	24.57	0.8	0.2	0.8	0.5	1.0	26.23	26.25
0.8	0.0	0.8	1.0	1.0	26.33	26.36	0.8	0.2	0.8	1.0	1.0	27.69	27.73
0.8	0.0	0.8	2.5	1.0	32.95	33.05	0.8	0.2	0.8	2.5	1.0	32.68	32.77
0.8	0.0	0.8	5.0	1.0	46.36	46.60	0.8	0.2	0.8	5.0	1.0	42.69	42.89
0.8	0.0	0.8	10.0	1.0	66.76	67.27	0.8	0.2	0.8	10.0	1.0	61.10	61.52
0.8	0.0	1.0	0.0	-	36.71	36.84	0.8	0.2	1.0	0.0	-	41.59	41.78
0.8	0.0	1.0	0.5	0.2	40.21	40.38	0.8	0.2	1.0	0.5	0.2	44.60	44.82
0.8	0.0	1.0	1.0	0.2	42.72	42.92	0.8	0.2	1.0	1.0	0.2	46.84	47.09
0.8	0.0	1.0	2.5	0.2	45.66	45.89	0.8	0.2	1.0	2.5	0.2	49.63	49.91
0.8	0.0	1.0	5.0	0.2	47.62	47.88	0.8	0.2	1.0	5.0	0.2	51.44	51.75
0.8	0.0	1.0	10.0	0.2	49.26	49.54	0.8	0.2	1.0	10.0	0.2	53.02	53.34
0.8	0.0	1.0	0.5	0.5	38.03	38.18	0.8	0.2	1.0	0.5	0.5	43.32	43.53
0.8	0.0	1.0	1.0	0.5	40.62	40.80	0.8	0.2	1.0	1.0	0.5	45.30	45.53
0.8	0.0	1.0	2.5	0.5	49.09	49.36	0.8	0.2	1.0	2.5	0.5	52.21	52.53
0.8	0.0	1.0	5.0	0.5	57.25	57.62	0.8	0.2	1.0	5.0	0.5	59.57	59.98
0.8	0.0	1.0	10.0	0.5	63.04	63.49	0.8	0.2	1.0	10.0	0.5	65.35	65.83
0.8	0.0	1.0	0.5	1.0	37.25	37.39	0.8	0.2	1.0	0.5	1.0	44.82	45.04
0.8	0.0	1.0	1.0	1.0	39.40	39.56	0.8	0.2	1.0	1.0	1.0	44.57	44.79
0.8	0.0	1.0	2.5	1.0	47.20	47.45	0.8	0.2	1.0	2.5	1.0	50.55	50.84
0.8	0.0	1.0	5.0	1.0	60.49	60.90	0.8	0.2	1.0	5.0	1.0	61.79	62.22
0.8	0.0	1.0	10.0	1.0	76.93	77.58	0.8	0.2	1.0	10.0	1.0	76.62	77.26
0.8	0.0	1.2	0.0	-	52.18	52.49	0.8	0.2	1.2	0.0	-	61.84	62.27
0.8	0.0	1.2	0.5	0.2	55.64	55.99	0.8	0.2	1.2	0.5	0.2	64.62	65.09
0.8	0.0	1.2	1.0	0.2	57.75	58.13	0.8	0.2	1.2	1.0	0.2	66.70	67.20
0.8	0.0	1.2	2.5	0.2	59.90	60.31	0.8	0.2	1.2	2.5	0.2	68.83	69.36
0.8	0.0	1.2	5.0	0.2	61.36	61.79	0.8	0.2	1.2	5.0	0.2	69.99	70.54
0.8	0.0	1.2	10.0	0.2	62.66	63.10	0.8	0.2	1.2	10.0	0.2	71.08	71.64
0.8	0.0	1.2	0.5	0.5	53.92	54.26	0.8	0.2	1.2	0.5	0.5	63.87	64.34
0.8	0.0	1.2	1.0	0.5	56.70	57.07	0.8	0.2	1.2	1.0	0.5	66.22	66.71
0.8	0.0	1.2	2.5	0.5	64.16	64.62	0.8	0.2	1.2	2.5	0.5	72.67	73.26
0.8	0.0	1.2	5.0	0.5	70.08	70.63	0.8	0.2	1.2	5.0	0.5	77.92	78.59
0.8	0.0	1.2	10.0	0.5	74.39	75.00	0.8	0.2	1.2	10.0	0.5	81.77	82.49
0.8	0.0	1.2	0.5	1.0	53.20	53.52	0.8	0.2	1.2	0.5	1.0	63.43	63.89
0.8	0.0	1.2	1.0	1.0	55.69	56.05	0.8	0.2	1.2	1.0	1.0	65.93	66.42
0.8	0.0	1.2	2.5	1.0	64.06	64.53	0.8	0.2	1.2	2.5	1.0	73.06	73.65
0.8	0.0	1.2	5.0	1.0	75.20	75.82	0.8	0.2	1.2	5.0	1.0	82.73	83.46
0.8	0.0	1.2	10.0	1.0	88.04	88.86	0.8	0.2	1.2	10.0	1.0	93.82	94.73

Notes. The following items are tagged with five labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散], C4: [光沢1 - 明るさ], C5: [光沢1 - サイズ]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

整して測定した。画像角度ごとに整理した結果はTable7に示す。

前報において図に示した通り、「光沢」項目は「光沢-1」と「光沢-2」の2種類があり、いずれを選択しても、曲面にスポットライトに模した白点が現れた。また、いずれの「光沢」も「サイズ」を増加させると連動してそのスポットライト状の白点が大きくなった。しかし、その材質効果は画像角度0度（正面画像）のみに適用され、画像の角度を変化させ、画像を斜めから見た状態にすると「光沢」が消失した。それは、平織だけでなく、綾織と朱子織にも共通するレンダリングの特徴であった。

目視では、布表面の「光沢」が消えたように認識されたが、ディスプレイ画像の輝度平均値や算出反射率といったルミナンスファクターの変動は不明であったため、本測定で確認した。その結果、「光沢」を感じさせるスポットライト状の白点は消失しても、画像角度の変化に伴いルミナンスファクターである輝度平均値と算出反射率は概ね直線的に増加した。

しかし、設定パラメータによって変化やその増加割合は異なった。「光源-明るさ」1.0、「環境光」0.2、「拡散」1.2のパラメータで作成した画像では、角度変化に従い輝度平均値が109.70, 138.27, 148.17, 168.27, 175.90cd/m²と10～30cd/m²ずつ増加した。それに対し、「光源-明るさ」0.8、「環境光」0.0、「拡散」0.8といった明度の低い画像はその角度変化に伴って、輝度平均値は24.95, 36.71, 51.49, 51.62, 54.34cd/m²を示し、画像角度が大きくなると変化は小さくなった。また、「光源-明るさ」1.2、「環境光」0.2、「拡散」1.2といった明度の高い画像は、153.10, 156.40, 180.53, 174.80, 175.40cd/m²と輝度平均値が変化した。画像角度が15度から30度へ変化すると輝度も大きく増加し、45度、60度では減少するといった直線的ではない結果も少数現れた。

3.4. 微小面測定結果との比較

前報²⁾において、布を組織する織糸1本分からの反射光を拡散成分と鏡面成分に分離して測定し、繊維の異なる布のごく微小な面の反射特性を捉えた。Table8には、受光角度別の各試料布の反射率と本報告で作成した3DCG画像の設定パラメータのうち反射率を再現するために最適な項目とその値をまとめた。また、反射率には3種類あると考え、Table8の2と7列目は変角分光光度計を使用して測定した結果を示し、3と8列目は前報でマイクロスコープと偏光フィルタを使用して測定した全反射（拡散成分[D]に鏡面成分[S]を加算）の反射率の結果である。5と10列目は本報告で実測した3DCGによる布の画像の輝度平均値から算出した反射率であり、ルミナンスファクターと記述した。

試料布は、シルケット加工した綿の平織（以下、S1）、シルケット加工した綿の綾織（S2）、シルケット未加工の綿の朱子織（S3）、絹の平織（S4）、毛の平織（S5）、麻に平織（S6）、レーヨンの平織（S7）、ナイロンの平織（S8）、ポリエステル薄地平織（S9）、ポリエステルの厚地平織（S10）の10種類であり、それぞれの繊維は100%である。試料布の諸元は前報に示した。いずれも観察方向をたて方向とした結果である。S1とS4、S6はマイクロスコープと偏光フィル

3DCG で作成された組織別布画像のルミナンスファクターについて

Table 7 Results of luminance factor measurements: plain, [光沢1 - サイズ] 0.0.

image angle	C1	C2	C3	M1 (cd/m ²)	M2 (%)	image angle	C1	C2	C3	M1 (cd/m ²)	M2 (%)
0deg	0.8	0.0	0.8	24.95	25.00	30deg	1.0	0.2	0.8	71.34	71.90
0	0.8	0.0	1.0	36.96	36.96	30	1.0	0.2	1.0	112.97	114.21
0	0.8	0.0	1.2	53.09	53.04	30	1.0	0.2	1.2	148.17	150.13
0	0.8	0.2	0.8	32.27	32.20	30	1.2	0.0	0.8	107.57	108.72
0	0.8	0.2	1.0	50.26	50.30	30	1.2	0.0	1.0	157.00	159.16
0	0.8	0.2	1.2	71.77	71.81	30	1.2	0.0	1.2	173.90	176.46
0	1.0	0.0	0.8	39.95	39.91	30	1.2	0.2	0.8	117.93	119.27
0	1.0	0.0	1.0	64.31	64.31	30	1.2	0.2	1.0	167.97	170.38
0	1.0	0.0	1.2	91.52	91.55	30	1.2	0.2	1.2	180.53	183.26
0	1.0	0.2	0.8	45.58	45.58	45deg	0.8	0.0	0.8	51.62	51.93
0	1.0	0.2	1.0	75.04	75.05	45	0.8	0.0	1.0	83.88	84.63
0	1.0	0.2	1.2	109.70	109.67	45	0.8	0.0	1.2	120.47	121.86
0	1.2	0.0	0.8	53.16	53.13	45	0.8	0.2	0.8	53.44	53.77
0	1.2	0.0	1.0	86.81	86.86	45	0.8	0.2	1.0	85.72	86.50
0	1.2	0.0	1.2	120.00	119.93	45	0.8	0.2	1.2	129.73	131.30
0	1.2	0.2	0.8	80.72	80.52	45	1.0	0.0	0.8	84.19	84.95
0	1.2	0.2	1.0	124.40	124.40	45	1.0	0.0	1.0	131.47	133.07
0	1.2	0.2	1.2	153.10	153.10	45	1.0	0.0	1.2	157.97	160.15
15deg	0.8	0.0	0.8	36.71	36.85	45	1.0	0.2	0.8	90.76	91.62
15	0.8	0.0	1.0	56.07	56.43	45	1.0	0.2	1.0	142.67	144.51
15	0.8	0.0	1.2	79.22	79.90	45	1.0	0.2	1.2	168.27	170.69
15	0.8	0.2	0.8	34.93	35.05	45	1.2	0.0	0.8	116.33	117.64
15	0.8	0.2	1.0	58.20	58.59	45	1.2	0.0	1.0	164.13	166.46
15	0.8	0.2	1.2	86.65	87.45	45	1.2	0.0	1.2	173.00	175.54
15	1.0	0.0	0.8	62.35	62.80	45	1.2	0.2	0.8	124.27	125.73
15	1.0	0.0	1.0	97.08	98.04	45	1.2	0.2	1.0	169.40	171.85
15	1.0	0.0	1.2	131.43	133.04	45	1.2	0.2	1.2	174.80	177.38
15	1.0	0.2	0.8	62.62	63.07	60deg	0.8	0.0	0.8	54.34	54.68
15	1.0	0.2	1.0	99.23	100.23	60	0.8	0.0	1.0	89.30	90.14
15	1.0	0.2	1.2	138.27	140.01	60	0.8	0.0	1.2	120.47	121.86
15	1.2	0.0	0.8	89.69	90.54	60	0.8	0.2	0.8	56.49	56.86
15	1.2	0.0	1.0	135.83	137.53	60	0.8	0.2	1.0	84.14	84.90
15	1.2	0.0	1.2	154.30	156.40	60	0.8	0.2	1.2	135.37	137.05
15	1.2	0.2	0.8	91.48	92.35	60	1.0	0.0	0.8	87.15	87.96
15	1.2	0.2	1.0	139.17	140.93	60	1.0	0.0	1.0	140.43	142.23
15	1.2	0.2	1.2	156.40	158.55	60	1.0	0.0	1.2	174.40	176.97
30deg	0.8	0.0	0.8	51.49	51.79	60	1.0	0.2	0.8	89.73	90.57
30	0.8	0.0	1.0	73.81	74.42	60	1.0	0.2	1.0	144.77	146.65
30	0.8	0.0	1.2	110.30	111.50	60	1.0	0.2	1.2	175.90	178.51
30	0.8	0.2	0.8	49.17	49.44	60	1.2	0.0	0.8	117.70	119.04
30	0.8	0.2	1.0	81.68	82.40	60	1.2	0.0	1.0	170.80	173.29
30	0.8	0.2	1.2	118.13	119.48	60	1.2	0.0	1.2	176.57	179.19
30	1.0	0.0	0.8	74.32	74.93	60	1.2	0.2	0.8	129.73	131.30
30	1.0	0.0	1.0	114.33	115.61	60	1.2	0.2	1.0	173.47	176.02
30	1.0	0.0	1.2	147.00	148.93	60	1.2	0.2	1.2	175.40	178.00

Notes. The following items are tagged with three labels. C1: [光源 - 明るさ], C2: [環境光], C3: [拡散]. The following results are tagged with two labels. M1: mean of luminance, M2: calculated reflectance.

Table 8 Comparisons of results between reflectance and luminance factor.

reflected angle (deg)	reflectance (%)	calculated reflectance of [S+D](%)	parameter [光源]/ [環境光]/ [拡散]	luminance factor (calculated reflectance) (%)	reflected angle (deg)	reflectance (%)	calculated reflectance of [S+D](%)	parameter [光源]/ [環境光]/ [拡散]	luminance factor (calculated reflectance) (%)
S1: Cotton/Plain/Silket/Ver					S6: Linen/Plain/Ver				
0	62.78	56.64	0.8/ 0.2/ 1.0	50.30	0	56.15	59.02	0.8/ 0.2/ 1.0	50.30
15	66.65	58.04	0.8/ 0.2/ 1.0	58.59	15	61.87	60.92	0.8/ 0.2/ 1.0	58.59
30	72.49	62.19	1.0/ 0.2/ 0.8	71.90	30	70.84	65.21	1.0/ 0.2/ 0.8	71.90
45	80.10	72.38	0.8/ 0.2/ 1.0	86.50	45	83.93	79.09	0.8/ 0.2/ 1.0	86.50
60	87.54	78.90	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90	60	101.80	87.28	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90
S2: Cotton/Twill/Silket/Ver					S7: Rayon/Plain/Ver				
0	85.56	72.24	0.8/ 0.2/ 1.2	67.74	0	58.81	63.21	0.8/ 0.2/ 1.0	50.30
15	89.06	72.11	0.8/ 0.2/ 1.2	85.08	15	59.43	62.44	0.8/ 0.2/ 1.0	58.59
30	94.05	73.06	0.8/ 0.2/ 1.2	99.79	30	63.06	65.75	1.0/ 0.2/ 0.8	71.90
45	100.73	81.94	0.8/ 0.2/ 1.2	107.49	45	70.06	78.82	0.8/ 0.2/ 1.0	86.50
60	110.34	91.78	0.8/ 0.2/ 1.2	109.63	60	82.06	87.52	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90
S3: Cotton/Satin/Ver					S8: Nylon/Plain/Ver				
0	60.84	53.76	1.2/ 0.0/ 0.8	56.37	0	38.36	42.13	1.0/ 0.0/ 0.8	39.91
15	73.86	62.23	1.2/ 0.0/ 0.8	68.05	15	45.58	42.72	0.8/ 0.0/ 0.8	36.85
30	91.97	69.98	1.2/ 0.0/ 0.8	90.34	30	52.09	44.90	0.8/ 0.2/ 0.8	49.44
45	110.12	86.90	1.2/ 0.0/ 0.8	102.68	45	65.18	57.86	0.8/ 0.2/ 0.8	53.77
60	119.07	95.35	1.2/ 0.0/ 0.8	108.92	60	79.68	71.14	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90
S4: Silk/Plain/Ver					S9: Polyester/Plain/Thin/Ver				
0	53.22	53.72	0.8/ 0.2/ 1.0	50.30	0	39.50	37.56	1.0/ 0.0/ 0.8	39.91
15	61.06	53.74	0.8/ 0.2/ 1.0	58.59	15	44.54	51.06	0.8/ 0.0/ 1.0	56.43
30	69.40	59.07	1.0/ 0.2/ 0.8	71.90	30	52.52	57.66	0.8/ 0.0/ 0.8	51.79
45	80.55	72.47	0.8/ 0.2/ 1.0	86.50	45	61.12	64.96	0.8/ 0.2/ 0.8	58.77
60	92.92	81.95	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90	60	76.77	75.69	0.8/ 0.2/ 1.0	84.90
S5: Wool/Plain/Ver					S10: Polyester/Plain/Thick/Ver				
0	49.03	50.65	1.0/ 0.2/ 0.8	45.58	0	56.50	56.02	0.8/ 0.0/ 1.2	53.04
15	49.48	50.83	0.8/ 0.2/ 0.8	35.05	15	56.89	55.07	0.8/ 0.2/ 1.0	58.59
30	51.62	53.27	0.8/ 0.2/ 0.8	49.44	30	58.91	54.61	0.8/ 0.2/ 0.8	49.44
45	57.01	61.71	0.8/ 0.2/ 0.8	53.77	45	63.60	62.07	0.8/ 0.2/ 0.8	58.77
60	66.35	70.22	0.8/ 0.2/ 0.8	56.86	60	71.02	69.88	0.8/ 0.2/ 0.8	56.86

タを使用して計測した全反射の反射率が近似していたため、3DCG画像作成の質感設定パラメータ（[光源-明るさ]、[環境光]、[拡散]）は同値となった。前項で示した通り、[光沢 1] はパラメータに連動して輝度平均値も変化した。目視では光沢が消失したため、本項の測定では、画像作成パラメータから光沢関連の項目を除き、[光源-明るさ]と[環境光]、[拡散]の項目を適用した。なお、拡散成分と鏡面成分を分離せず加算して全反射の反射率とした。

すべての反射率を同値とすることはできなかったが、2と7列に示した反射率か、3と8列に示した反射率を5と10列の反射率と比較した場合、差は10%以下であった。また、受光角度が大きくなる変化とともに反射率も高くなる布の反射の特徴も再現されていた。

4. まとめ

市販のソフトウェアを利用すれば、3DCGでの画像作成は容易になる。しかも、質感描写にも様々な設定パラメータが用意されており、複雑な物体でも本物らしさを伴った画像表現が可能であるとされる。しかし、ソフトウェアを使用した場合でもプログラミングにより作画した場合でも、ディスプレイに映し出された画像の光学的計測値を明らかにした文献はなく、3DCG画像の材質感の物理的根拠は見当たらない。

そのため、前報では画像のpixel値を測定したが、本報告ではディスプレイ画像の輝度を実測し、質感設定のパラメータとの関連を検討した。まとめた結果は下記の通りである。

1. 画像作成のパラメータを変化させれば、その数値変化に伴って画像の実測輝度値も変化した。しかし、それは直線的ではなく、またパラメータ値の変化に絶対的に付随した輝度値ではなかったため、各画像で実測が必要であった。
2. 項目「光沢」のサイズや明るさの設定によって表出するピンライト状の光沢は画像角度0度以外では消失した。しかし、輝度値はパラメータ値に伴って変化した。
3. 実測した試料布の反射特性を3DCG画像に反映させて、ルミナンスファクターを実測値に近似させることが可能であることが推察された。

引用文献

- 1) 坂上ちえ子：3DCG ソフトウェアの設定パラメータとルミナンスファクターの光学的関連について、鹿児島県立短大紀要，2015，66，11-34
- 2) 坂上ちえ子，須長正治：マイクロスコープと偏光フィルタによる画像測定に基づく布反射特性の解析，日本家政学会誌，2014，65（7），347-359

