

第76巻 第1号
平成25年 2 月

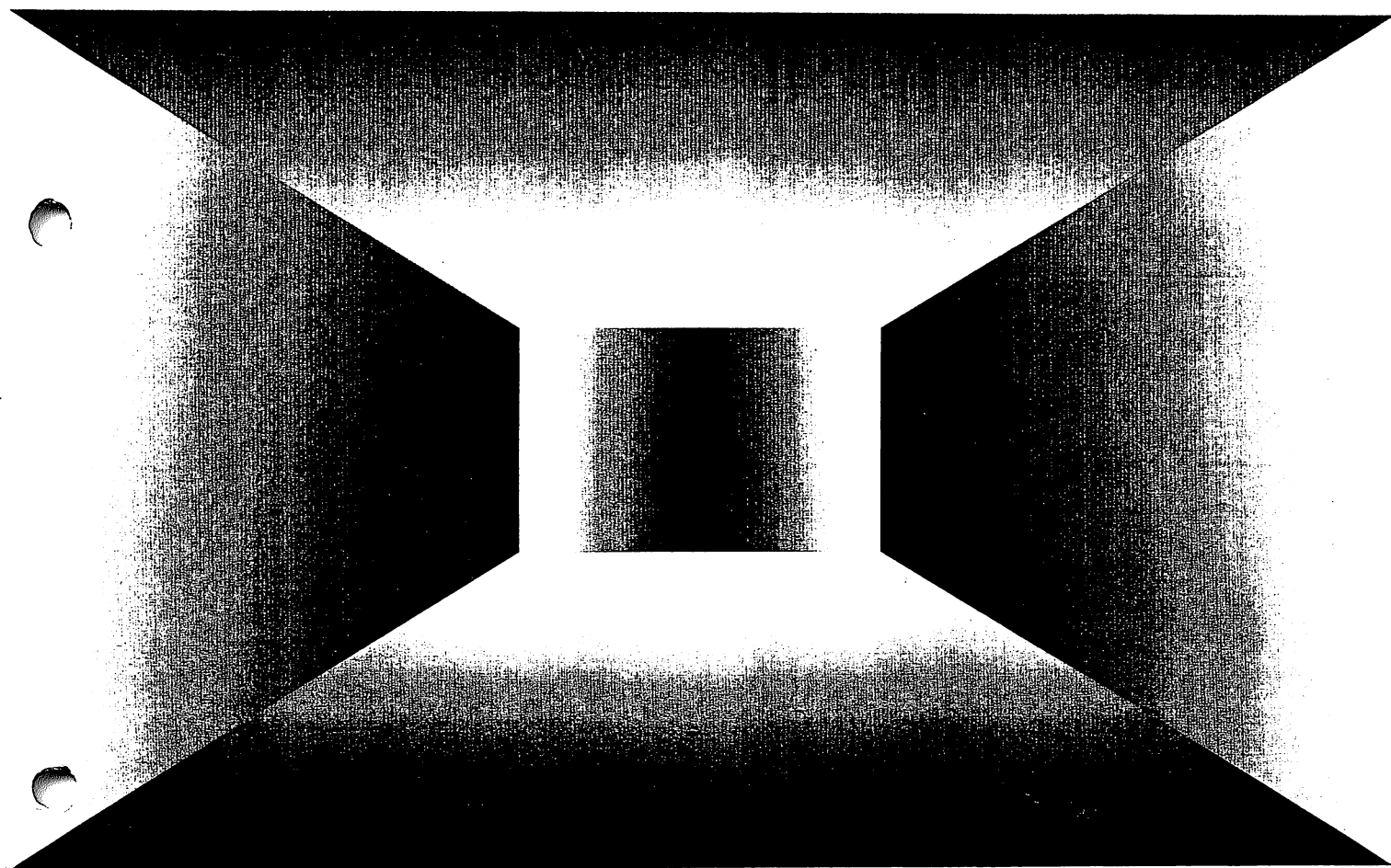
CODEN NSGKAP 76 (1) 1-112

(2013), ISSN: 0369-5662

10
25

日本写真学会誌

Journal of The Society of Photography and Imaging of Japan



〔特集〕

画像保存

<http://www.spstj.org>



トータルイメージングの

一般社団法人 日本写真学会

デジタル時代の写真の科学から表現まで

Journal of The Society of Photography and Imaging of Japan

Vol. 76, No. 1, 2013

Contents

Frontispiece:	The eccentric instruments in imaging technology 18. Drawing Equipment Using Movement of Particles	Tetsuro KUWAYAMA 2
Museum and Photography:		
	National Museum of Ethnology	Masatoshi KUBO 3
	Kyoto Institute of Technology, Museum and Archives	Tsumiki WADA..... 5
	Special Topics: Image Stability	
	A Foreword to Special Issue	Ken'ichi KUGE 7
Exposition:	Photographs Damaged by Tsunami: An Attempt to Prevent Fungal Growth	Hideo ARAI 8
Exposition:	Environmental Control for Conservation of Films under Limited Resources	Chie SANO 11
Exposition:	Preservation and Current Situation of Microfilm	Koichi NARABAYASHI..... 18
Exposition:	Replica of Japanese Cultural Assets Using Large Format Inkjet Printers	Makoto KATSUMA 26
Exposition:	Long-Term Preservation of Digitized Data Stored on BD-R Disc	Shoji TANIGUCHI..... 34
Exposition:	Consider to Store Images of Amateur Photographer	Yasuteru YAMANO..... 39
Original Paper:	Organic Dye Concentration Dependence of Luminance in Organic-Dye-Dispersed Powder Electroluminescent Device	Yusuke NOGUCHI, Takayuki UCHIDA and 45 Toshifumi SATOH
Original Paper:	Fabrication and Evaluation of 6 States Switchable Smart Window by Combining Transparent Electrochemical Device and Transparent Organic Light Emitting Diode	Takayuki UCHIDA, Masaaki SHIBASAKI, 50 Yusaku KATSUYAMA and Tatsuya MATSUZAKI
Original Paper:	A Method for Detecting the Pigmented Skin Areas from a Facial Image	Rie OHTSUKI, Tomohiro YOKOTA, 55 Takeshi SAKAMAKI and Shoji TOMINAGA
Original Paper:	Comparison of Impression Received from Some Flesh Color between Japanese and Chinese and the Determining Factors	Pei DENG, Naokazu AOKI and 63 Hiroyuki KOBAYASHI
Original Paper:	Investigation on the Preferred Flesh Color on Male in Japan and China	Deng PEI, Wu KENING, Naokazu AOKI and 70 Hiroyuki KOBAYASHI
Original Paper:	Color Research on Thai Wall Painting in the Ayutthaya and Bangkok Dynasties	Kanakarn RUXPAITON, Naokazu AOKI and 77 Hiroyuki KOBAYASHI
Original Paper:	Studies on Perspective Expression Technique Used in Wall Paintings of Each Thai Dynasty Period	Kanakarn RUXPAITON, Naokazu AOKI and 88 Hiroyuki KOBAYASHI

Submitting Manuscripts : All the papers submitted should be prepared according to the protocol for the Manuscript Preparation shown in the web page of SPIJ. An informative ABSTRACT of about 150 words is required to summarize the significant points. Several key words should be provided for rapid search convenience. The original manuscript with two copies and PDF file should be sent to Dr. Ken'ichi KUGE, Editor of JSPIJ, Image and Materials Science Course, Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan.

Editorial Staff Members: Ken'ichi KUGE, Yasunori ICHIKAWA, Yoshio INAGAKI, Masashi IWASAKI, Tetsuro KUWAYAMA, Ken-ichi KOHDA, Kenji TOYODA, Hiroshi MAENO, Katsumi YAMADA

一般論文

タイの各王朝期壁画の遠近感表現技法の研究

Studies on Perspective Expression Technique Used in Wall Paintings of Each Thai Dynasty Period

ラクパイトゥーン カナカーン*・青木直和*・小林裕幸*

Kanakarn RUXPAITON*, Naokazu AOKI* and Hiroyuki KOBAYASHI*

要 旨 タイ王朝はアユタヤ王朝 (1351-1767) とバンコク王朝 (1782-現在) よりなる。文化や海外との交流といった特徴はこの二つの王朝で大きく異なる。タイのほとんどの歴史的な壁画は寺院の中に描かれてきており、そのテーマのほとんどが宗教や人々の風俗習慣、そしてその時代の王様の隆盛を描いたものである。前報においてはタイ各王朝期の壁画の代表色を調べ、色使いの特徴を西洋の絵画と比較することで確認した。さらにこれらの絵画の配色の印象を、カラーイメージスケールを用いて求めた。本研究はタイ壁画の遠近感表現技法について調べたもので、近景、中景、遠景の明度、クロマ、コントラストの差から大気遠近法の使用についての情報を取得し、また、描かれている対象物 (人物に限定) の大きさの画家からの距離依存性から線透視図法の使用についての情報を取得し、これらの技法を巧みに利用していることが知られているルネサンス、バロックの絵画の情報と比較して議論した。その結果、ルネサンスやバロックのような明瞭な線透視図法は Rama 4 世時代の Khrua In Khong の壁画でのみ用いられており、他の王朝の壁画では見出すことができない。鳥瞰図法を導入した Rama 3 世時代本堂の壁画では、明瞭な線透視図法を導入したルネサンス時代の絵画に比較しても強い遠近感を与えている。Rama 3 世時代の Wat Borvornnivet 本堂の壁画と、Rama 9 世時代の壁画では、アジアの絵画特有の高低の効果により、Rama 4 世時代の壁画と比較し、強い遠近感をもたらしている。一方、大気遠近法の導入が Rama 3 世時代の回廊および Rama 4 世時代の円柱壁画に見出された。

Abstract The Thai dynasties consist of Ayutthaya dynasty (1351-1767) and the Bangkok dynasty (1782-Present). The culture and diplomatic features were different in each dynasty. Most historical wall paintings of Thailand have been drawn in a temple, and most of their themes are related to the religion and manners and customs of the people, as well as the prosperity of the dynasty of the time. In the preceding paper, the representation color of the mural paintings of each dynasty term of Thailand was investigated and the feature of use of color was identified by comparing with western paintings, such as renaissance and baroque. Further, impressions of the color arrangement of these paintings were obtained by a color image scale. In this study, perspective expression techniques used in wall paintings of each Thai dynasty period was investigated. The use of aerial perspective was discussed with the help of the difference in lightness, chroma, and contrast among short-distance view, middle-distance view, and long-distance view, and the use of linear perspective was discussed with the help of distance dependence of the object size (here limited to figures), comparing them with Renaissance and Baroque paintings in which skillful use of these techniques are well known. Clear linear perspective technique is used only in wall paintings by Khrua In Khong of Rama 4 and not used in any other Thai dynasty period. It was shown that the paintings painted in the corridor of Wat Prakeaw from the time of King Rama 3, in which the bird's eye view technique is introduced, bring about a relative large perspective effect even compared with paintings of Renaissance period in which linear clear perspective is introduced. In the paintings painted in the main hall of Wat Borvornnivet from the time of King Rama 3 and the paintings from the time of King Rama 9 a height effect specific to Asian paintings resulted in as large depth feel as those from the time of King Rama 4. Introduction of the aerial perspective was observed in paintings of Rama 3 and Rama 4.

キーワード : タイ壁画, タイ王朝期, 遠近法, 遠近感

Key words : Thai temple's wall paintings, Thai dynasty periods, Perspective techniques, Depth feeling

1. はじめに

タイにおいては、国民の生活や伝統的美術などは仏教と強く結びついており、寺院に描かれた壁画はタイ美術を代表するものと言える。したがって、その絵画表現技法を知ること

はタイ美術を理解する上で非常に重要なことと考える。しかし、これまでタイ寺院壁画についての研究はほとんどなく、その保存についての研究¹⁾があるのみである。筆者らはタイ壁画に使われている技法を画像解析の観点から調べている。前報²⁾においてはタイ壁画の色使いを調べ、各王朝間での比

平成 24 年 11 月 2 日受付・平成 25 年 2 月 1 日受理 Received 2nd, November 2012, Accepted 1st, February 2013

*千葉大学大学院融合科学研究科 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan

AD	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Thai							Rama	
		1st period	2nd period	late period				
				Ayutthaya			Bangkok	
European								
		Renaissance		Baroque				

Fig. 1 Comparison of Thai dynasties period with the periods of European art forms

較, また西洋絵画と比較することにより, その特徴を明確にした. 画集より壁画のデータを取得し, 使われている色の $L^*a^*b^*$ 空間での分布から Two-step クラスタリング法と K 平均クラスタ法³⁾ を組み合わせて用いて代表色を求めた. また配色カラーイメージスケール⁴⁾ を用いてそれぞれの時代の代表色の配色がどのようなイメージなのかを求め, 次のような各時代の色使いの特徴をより明確にした. アユタヤ時代は使用された赤, 黄系の顔料を混ぜることがなく用い, warm な natural な印象を与える. バンコク時代となり, Rama 1 世時代, Rama 3 世時代ではパワーあふれる黒を背景とし, 赤を加えた配色は gorgeous な新しいイメージを与える. Rama 4 世時代では, ヨーロッパとの交流が始まり, 色材も輸入され始め, 色使いは豊富になり, 表現そのものもヨーロッパの影響が観られるようになった. その時代を代表する画家 Khrua In Khong は基調となる色として黒および青を用い, 非常に低いクロマで特徴づけられる chic な印象を与える壁画を残した. Rama 9 世時代の配色は, Rama 1 世時代や Rama 3 世時代の色使いにオレンジといった強い色を加え, さらにパワーアップした dynamic なイメージを与え, タイ独特の絵画スタイル Benjarong が確立された.

本研究では, タイ壁画の遠近感を表現する絵画表現技法の, 各王朝期での特徴を明らかにしようとするものである. 今回の取り上げた壁画はタイの各王朝を代表する寺院の壁画で, 各時代の技法の特徴を持っている. 遠近法は古くから, 絵画の代表的な造形要素として用いられており, 三次元的な絵画表現においては極めて効果的な技法のひとつである. ここでは大気遠近法, 線透視図法, 高さのもとらす遠近法について, 画像解析データを基に数値化し, 議論することを試みた. 線透視図法, 空気遠近法を駆使したルネサンスとバロックの絵画と比較することで, この実験方法の確認と, タイ壁画の遠近感表現技法の特徴との比較を行い, その違いをより鮮明にすることを試みた.

Fig. 1 にタイ王朝期のルネサンスおよびバロックの時代との時代関係を示す. アユタヤ王朝初期, 中期がルネサンス期に当たり, アユタヤ王朝後期がバロック期に当たる. バンコク王朝期はそれ以降の時代となる. アユタヤ時代, タイはミャンマーとの間に多くの戦争があり, 古い時代の壁画, 建築などはほとんど破壊されている. また, 1500 年代からタイは海外との交流をはじめたが, タイ美術が海外の影響を受けるのは 1800 年代に入ってからである.



Fig. 2 A landscape picture for explanation of principle of the aerial perspective

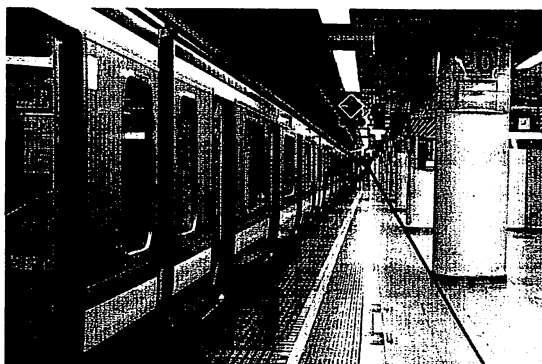


Fig. 3 An example of the linear perspective. Red lines: cues for finding vanishing point

2. 本研究で調べた遠近感表現技法

2.1 大気遠近法 (空気遠近法)

大気遠近法は自然現象に基づく表現技法である. 大気中に存在する水蒸気等の微粒子は光を散乱する. そのため, 遠くの対象物から反射された光はこの散乱の影響を大きく受け, 遠方の景色はかすんで見える (Fig. 2). この現象をそのまま絵画に導入したのが大気遠近法で, 近景ははっきり, 遠景になるほどかすませることにより, 遠近感を生じさせる技法である. このとき, 大気中の物質 (チリやモヤ・水滴) による光の拡散で, 遠い対象ほどかすんで見え, 明度は高く, クロマは低く, またコントラストは低下する. 本研究においては, 絵画を前景・中景・遠景を分けて, 各領域の明度, クロマおよびコントラストを求めることで大気遠近法の導入を議論した.

2.2 線透視図法

Fig. 3 は, 実空間における平行線群を, 歪曲収差が十分補正されたレンズで撮影した結果であるが, 線の形は線透視図法の作図と一致する. 平行線群は画面上の一点 (これを消失点, vanishing point と呼ぶ) から四方に放射する放射線群となる. 対象物の大きさは視点からの距離に比例して小さくなっていく. タイの壁画はどの王朝期のものも消失点のてがかりがなく線透視図法導入の判断が難しいが, 本研究では,

線透視図法が導入されているとの仮定の下, 絵に描かれている対象物 (人物) のサイズと距離との関係を求め, この遠近法技法の導入を議論した。

3. 実験方法 (遠近法表現技法の定量化)

3.1 壁画サンプル画像

実験で用いた絵画のサンプル画像を Fig. 4a ~ j に示す。これらは各王朝期の最も重要な寺院の壁画であり, その時代を代表する絵画であり, これらを調べることで各王朝期の壁画

の特徴を知ることができる。Rama 3 世時代では Wat Prakeaw (Fig. 4c) および Wat Bowonives Voramahavivah (Fig. 4d), そして Rama 4 世時代では Wat Bowonives Voramahavivah (Fig. 4e) の壁画を選び, デジタルカメラ (CANON EOS 40D) を使用し, マニュアルホワイトバランスで撮影した。また, 同じ撮影条件下でグレースケールおよびカラーチャートも撮影した。

また, 寺院での撮影が不可能であったアユタヤ時代 (Fig. 4a), バンコク時代 Rama 1 世時代 (Fig. 4b), Rama 4 世時代 (Fig. 4f), および Rama 9 世時代 (Fig. 4g) の壁画は画集からスキャナ (EPSON 10000G) を用い, 解像度は印刷のドット



Fig. 4a Frescoes at Wat Chongnonsee and Wat Yai-Suwannaram from the time of King Prasarttong of the late Ayutthaya dynasty (mid-17th century). Paintings about Buddhist sutras and narratives from a book of paintings⁵⁾

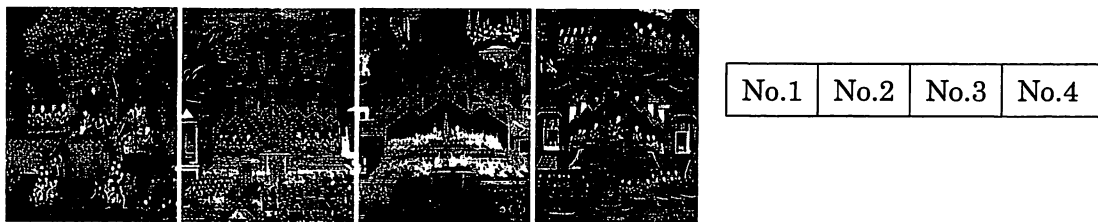


Fig. 4b Frescoes painted in the corridor of Wat Prakeaw from the time of King Rama 1 of the Bangkok dynasty (1782 to 1809). The subject is Buddhist history⁶⁾.

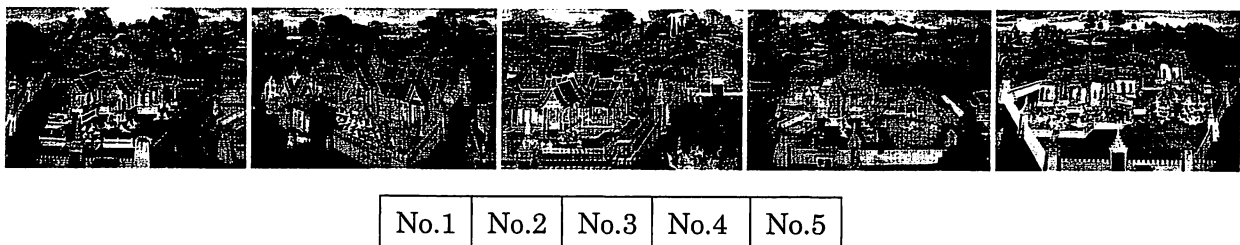


Fig. 4c Frescoes painted in the corridor of Wat Prakeaw from the time of King Rama 3 of the Bangkok dynasty (1824 to 1851) (Photographed images).

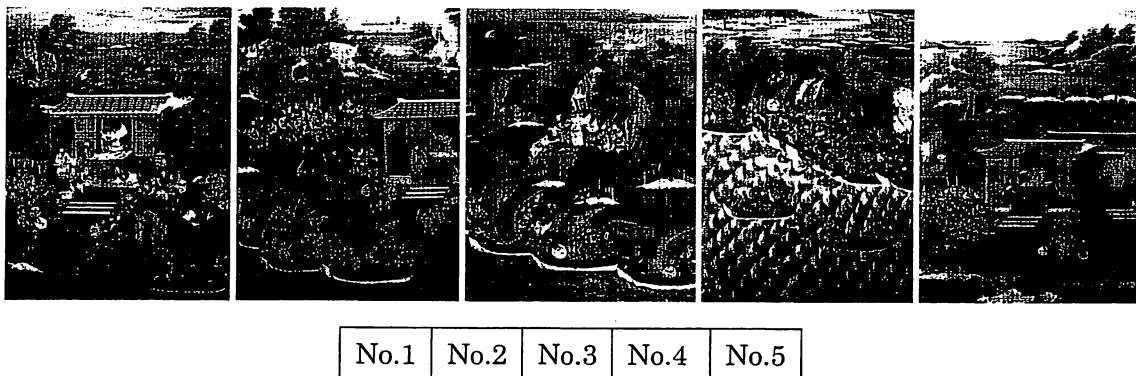


Fig. 4d Frescoes painted in the main hall of Wat Borvornnivet from the time of King Rama 3 of the Bangkok dynasty (1824 to 1851) (Photographed images)



Fig. 4e Paintings painted on columns by Khrua In Khong in Wat Borvornnivet from the time of King Rama 4 of the Bangkok dynasty (1851 to 1868). The subjects appeared to change from Buddhist themes to images based on fables (Photographed images)



Fig. 4f Wall paintings by Khrua In Khong in Wat Borvornnivet from the time of King Rama 4 of the Bangkok dynasty (1851 to 1868). The subjects appeared to change from Buddhist themes to images based on fables⁷⁾

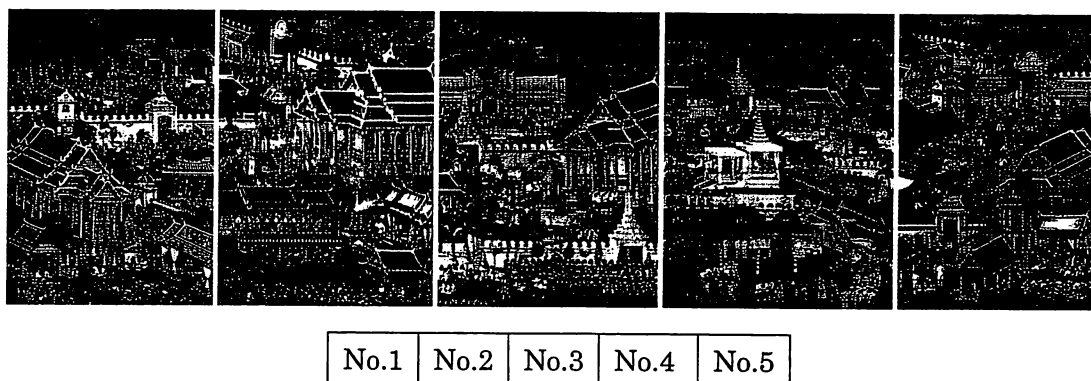
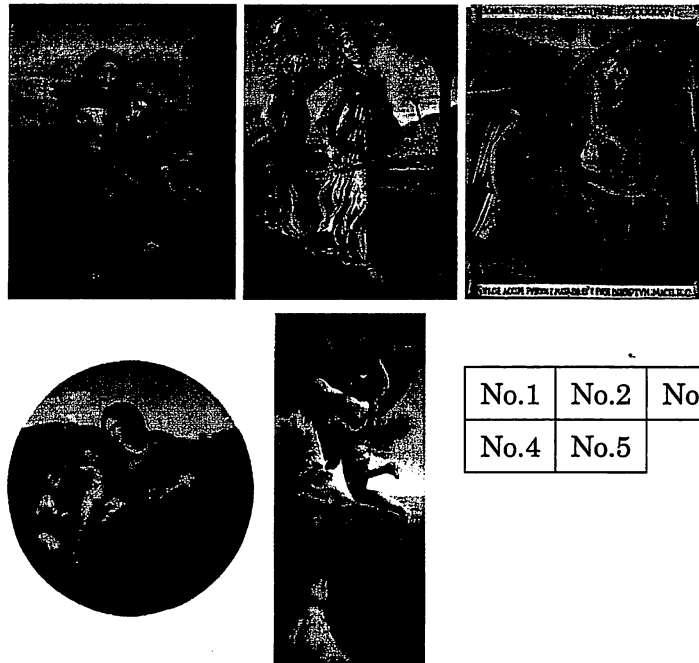
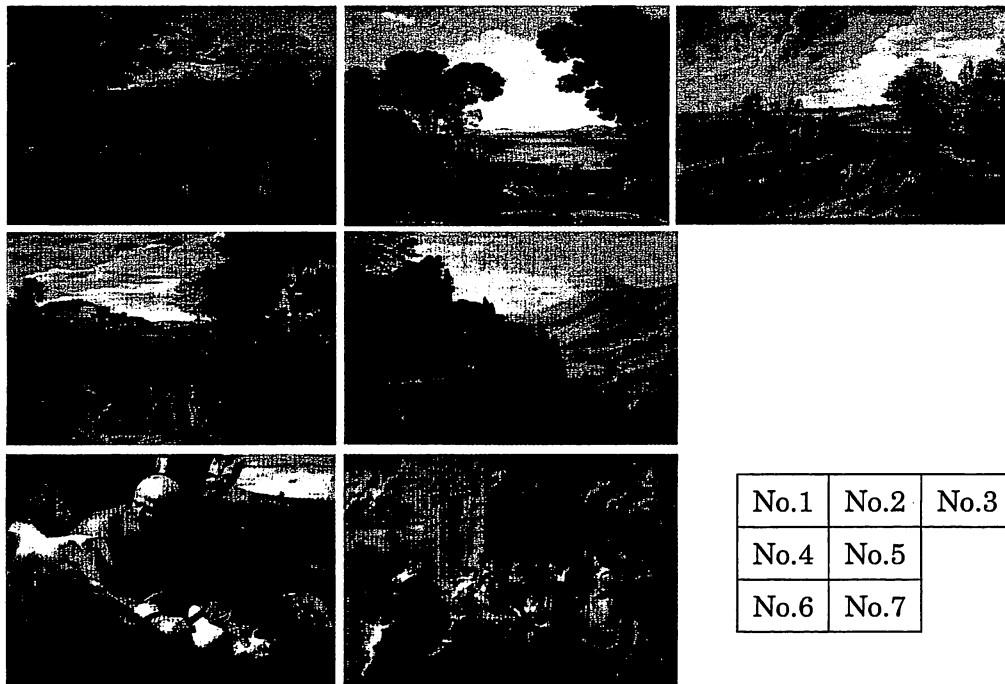


Fig. 4g Frescoes started to paint in 1993 on the order of King Rama 9 of the Bangkok dynasty (1946 to the present) as a chronicle of the dynasty and Thai history at Wat Chaloem Phra Kiat Vorraivihar⁸⁾.



Fig. 4h Wall paintings of Italian Renaissance⁹⁾

Fig. 4i Oil paintings of Italian Renaissance¹⁰⁾Fig. 4j Oil paintings of Baroque¹²⁾

に影響されず、色情報が充分にわかるとされる 96 dpi の解像度³⁾で画像を取得した。また、比較のためヨーロッパのルネサンス時代、バロック時代の壁画も画集から同様にスキャナを用いて画像を取得した (Fig. 4h-j)。ルネサンス時代を代表するマサッチョをはじめ、ギルランダイオやボッティチェリらのフレスコ画に、フラ・アンジェリコらによるテンペラで描かれた壁画も加えた。また、大気遠近法の代表例とも言われるダ・ヴィンチらの油絵も加えた。バロック時代からも大気遠近法が用いられている近景、中景、遠景がハッキリ分け

られるような風景が中心に描かれた油絵、および人物が中心に描かれた油絵を選んだ。

3.2 コントラスト、クロマ、明度の勾配の数値化

タイ、ヨーロッパを問わず、ここで扱っているほとんどの絵画は、近景としてメインの建物や人物の群れが描かれ、それより遠いところに建物や人物、あるいはテクスチャ感がまだ感じられる自然の風景が中景として、そしてそれらの背後にテクスチャ感がもはやない風景や空が遠景として描かれている。ここでは、絵画を近景、中景、遠景に分割し、それぞ

れ
ラ
で
①

②

③

ま

こ
ク

ま

L₁

で

0.1

④

:

:

距

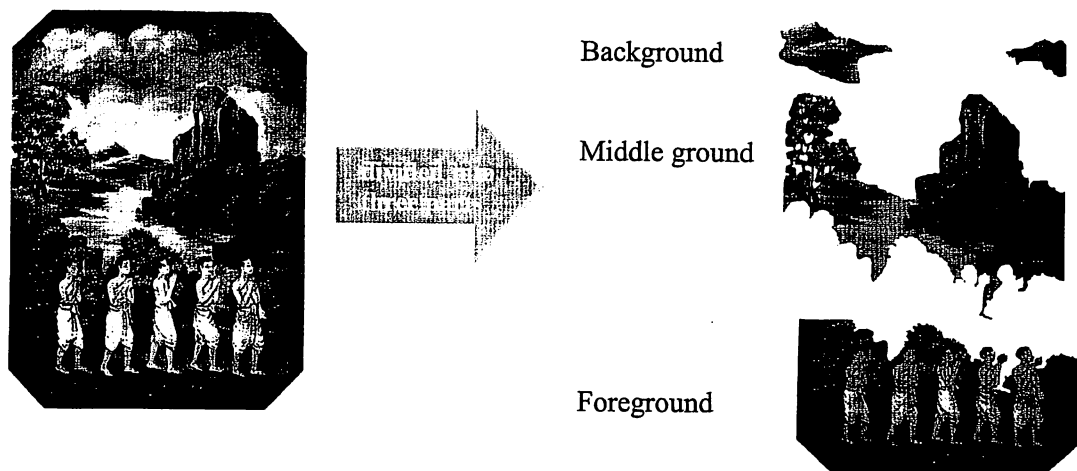


Fig. 5 Division of a painting into three parts (foreground, middle ground, and background)

れの色情報を取得し、大気遠近法の表現で用いられるコントラスト、クロマ、明度の勾配を数値化した。工程は次のようである。

- ①各王朝時代の壁画を Fig. 5 のように前景 Foreground, 中景 Middle ground, 遠景 Background に分けた。なお、遠景には空の部分は含めていない。
- ②撮影した画像や画集からスキャナで取得した各時代の壁画画像の、前景、中景、遠景として切り出した部分のすべての画素について、5×5 ピクセルのサイズで平均し、デジタル RGB 値を取得した。
- ③デジタル RGB 値が sRGB 色空間に準拠しているとして三刺激値 X, Y, Z に変換し、次式より L^* , a^* , b^* 値を求めた¹¹⁾。

$$\begin{aligned} L^* &= 116 \left[\frac{Y}{Y_n} \right]^{1/3} - 16 \\ a^* &= 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right] \\ b^* &= 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 X_n , Y_n , Z_n : 完全拡散反射面である。
クロマ C_{ab}^* は次式より求めた。

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

また、コントラスト C を次式で定義し、求めた¹²⁾。

$$C = \frac{L^*_{\max} - L^*_{\min}}{L^*_{\max} + L^*_{\min}} \quad (3)$$

$L^*_{\max}$, $L^*_{\min}$ は各領域 (Fig. 5) の最大明度および最小明度であるが、特異な値を拾わないように、それぞれ総画素数の 0.1% を切る最大および最小のデジタル値から計算した。

- ④各領域 (Fig. 5) のクロマ C_{ab}^* , 明度 L^* およびコントラスト C を求め、それらの変化を調べた¹²⁾。

3.3 線透視図法

線透視図法に従って描かれた絵では、対象物は視点からの距離に比例して小さくなるが、これがタイの各王朝期の絵画

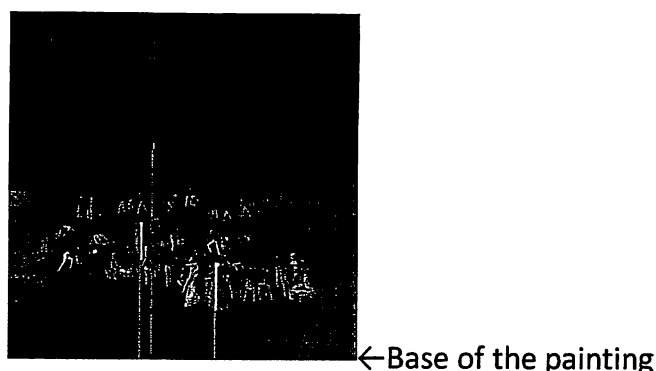


Fig. 6 Height from the base of the painting was used as distance from the painter on the assumption of introduction of linear perspective.

において成り立っているかを調べるにより線透視図法導入の有無を判断する。対象物を大きさがほぼ一定とみなせる、立っている人物に限定し、近景・中景・遠景における大きさを画素数で測定した。また、線透視図法が用いられていると仮定して、そのものが配置されている位置 (画家が描いている場所からの距離) を、絵の下縁からの高さ (画素数) で求め、描かれたものの大きさと配置の距離との関係を求めた (Fig. 6)。

3.4 遠近感の主観評価

評価者: 20 代から 60 代の男女 23 名

評価環境: 全サンプルを Microsoft Office PowerPoint のページに 1 枚ずつ、画面に大きく表示できるように貼り付け、各自のディスプレイで評価してもらった。

評価法: 次の 5 段階の系列カテゴリーにより遠近感を評価してもらった。

5: 強い, 4: やや強い, 3: 普通, 2: やや弱い, 1: 弱い

4. 結果および考察

4.1 大気遠近法

アユタヤ時代の各壁画についての結果を Fig. 7a に示す。プ

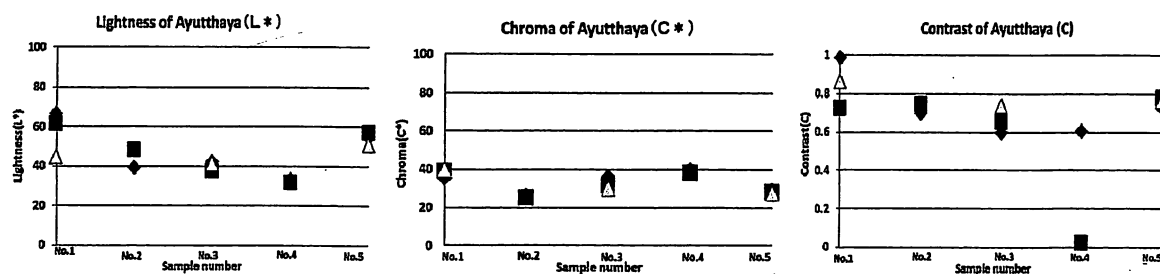


Fig. 7a Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings from the late Ayutthaya dynasty. The sample numbers correspond to those of Fig. 4a.

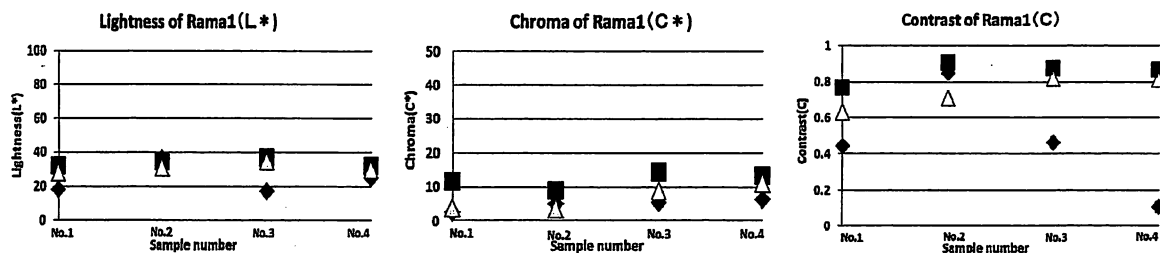


Fig. 7b Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings from the time of Rama 1. The sample numbers correspond to those of Fig. 4b.

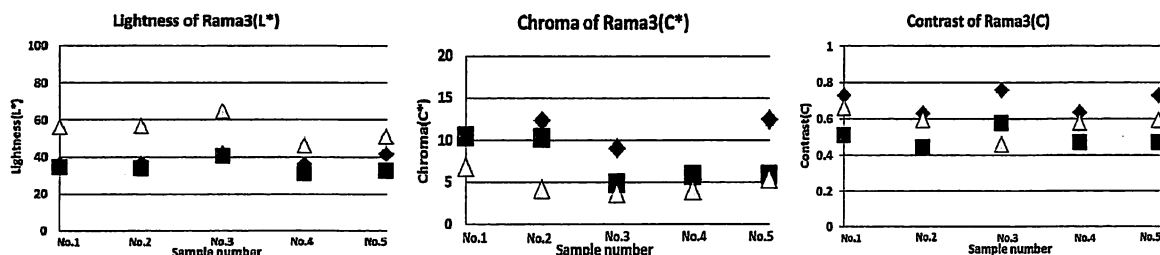


Fig. 7c Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings in the corridor of Wat Prakeaw from the time of Rama 3. The sample numbers correspond to those of Fig. 4c.

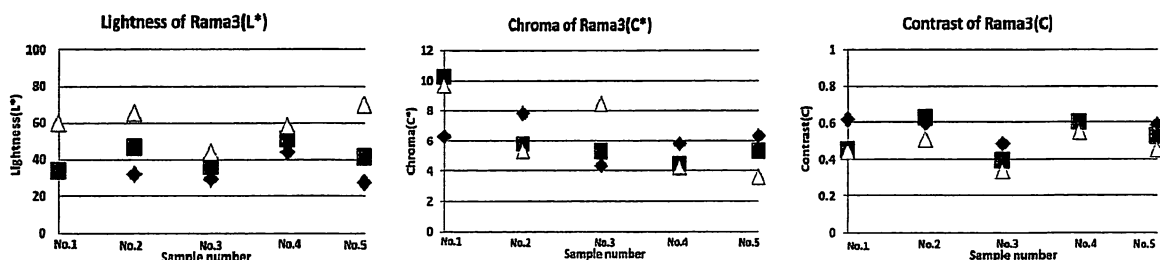


Fig. 7d Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings from the time of Rama 3. The sample numbers correspond to those of Fig. 4d.

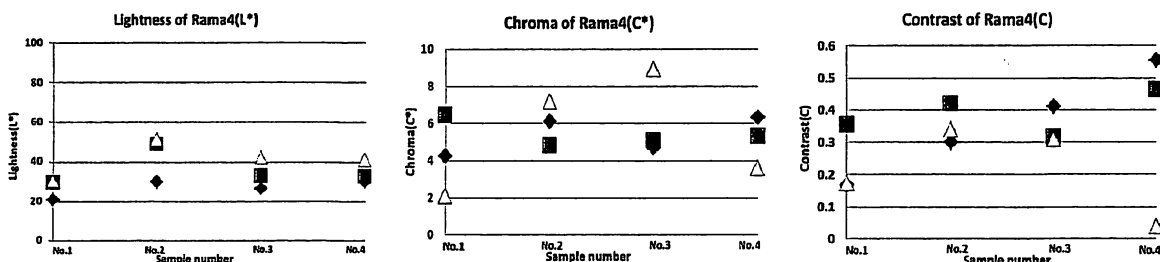


Fig. 7e Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of Khrua In Khong's paintings on columns from the time of Rama 4. The sample numbers correspond to those of Fig. 4e.

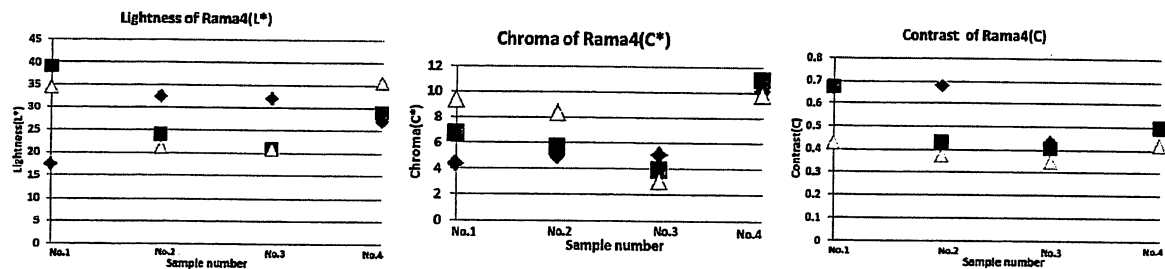


Fig. 7f Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of Khrua In Khong's wall paintings from the time of Rama 4. The sample numbers correspond to those of Fig. 4f.

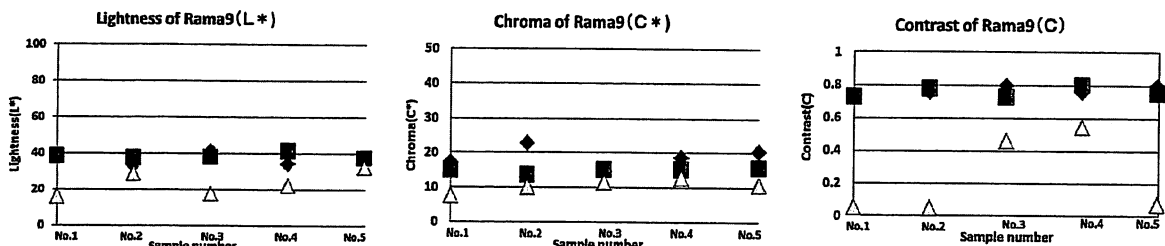


Fig. 7g Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings from the time of Rama 9. The sample numbers correspond to those of Fig. 4g.

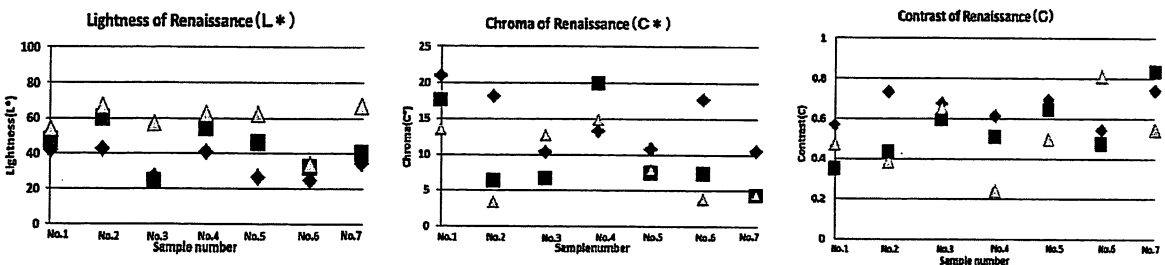


Fig. 7h Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of the Renaissance's wall paintings. The sample numbers correspond to those of Fig. 4h.

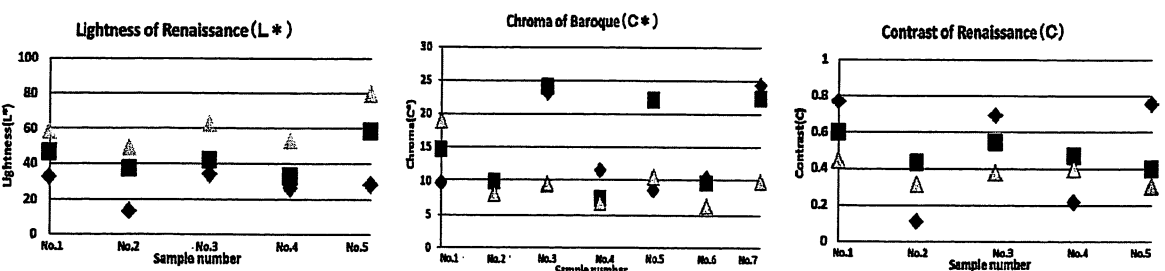


Fig. 7i Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of the Renaissance's oil paintings. The sample numbers correspond to those of Fig. 4i.

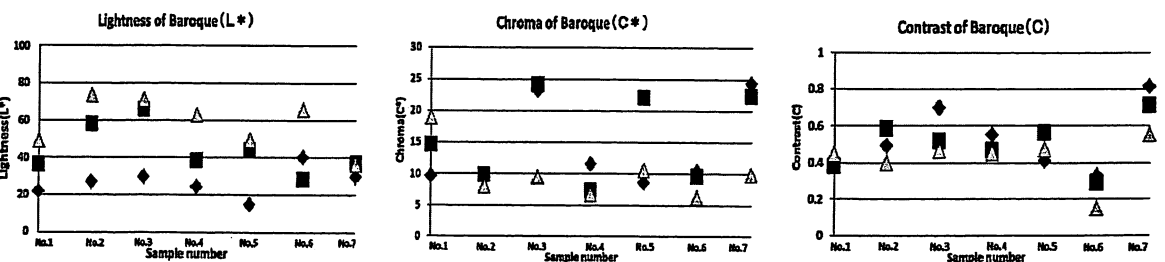


Fig. 7j Lightness, chroma, and contrast of foreground (◆), middle ground (■), and background (▲) of wall paintings from the time of Baroque. The sample numbers correspond to those of Fig. 4j.

ロットの黒は近景, 灰色は中景, 白は遠景のものである。明度 (L^*), クロマ (C^*), コントラスト (C) とともにそれぞれの壁画でプロットは重なっており, 近景から遠景まであまり変わらない。唯一, No. 4 でコントラストが近景, 中景で大きく異なった。中景のコントラストがほぼゼロであり, 等輝度の特別な表現になっている。いずれにせよ, アユタヤ時代の壁画では大気遠近法は使われていないと言える。

バンコク王朝 Rama 1 世時代の Wat Prakeaw の結果を Fig. 7b に示す。明度, クロマ, コントラストともに中景がもっとも大きく, 中景をもっとも目立たせる表現となっている。

Rama 3 世時代の Wat Prakeaw 壁画の回廊 (特別) の結果を図 7c に示す。明度は遠景が最も高く, 近景と中景に大きな差は観られない。近景は金箔の使用で明度が高くなっていることも考えられる。クロマは, 近景から遠景になるにつれて低下している。コントラストは近景が, 最も高いが, 中景が遠景より低く表されている。遠景の明度が一番大きく, また, クロマ, コントラストは近景が一番大きく, 明確ではないが大気遠近法が使われていると言える。

Rama 3 世時代の Wat Bowonives Voramahavivah 本堂の壁画『三国志演義』の結果を Fig. 7d に示す。近景から遠景になるにつれて, 明度が高くなっている。クロマははっきりした傾向がない。また, コントラストは近景から遠景まで大きな差はない。明度について大気遠近法の特徴が観られるが, 明確ではない。

Rama 4 世時代の Khrua In Khong の円柱に描かれた絵と壁画の結果をそれぞれ Fig. 7e および Fig. 7f に示す。円柱の絵で明度が遠景になるにつれて明るくなっているが, 大気遠近法の導入は明確ではない。Khrua In Khong の壁画は他のバンコク時代のものと比較すると, 全体に低コントラスト, 低明度, 低クロマである。Khrua In Khong は, 西洋の影響を大きく受けて陰影法の技法を導入しているが, 大気遠近法の積極的な利用はないと言える。

Rama 9 世時代の壁画の結果を Fig. 7g に示す。明度は近景と中景では変化がないが, 遠景で低くなっている。クロマは遠景で低下しており, コントラストは近景と中景で変化がなく, 遠景で低下しているが, はっきりとした大気遠近法の導入は認められない。

タイ壁画と比較するために調べたルネサンス時代, バロック時代の絵画, 壁画についての結果を次に示す。Fig. 7h のルネサンス時代の壁画では, 近景から遠景になるにつれて, 明度が高くなり, クロマは低下している。コントラストは近景から遠景になるにつれて低下し, 典型的な大気遠近法の表現となっている。Fig. 7i に示したルネサンス時代の油絵では, 明度は近景から遠景になるにつれて明るくなり, 明度についての大気遠近法の表現がはっきりとわかる。ただ, クロマ, コントラストでは, 例えば No. 2 の大気遠近法の教科書例となるようなダ・ヴィンチの絵画ですら, クロマは近景から遠景まで大きな差はないが, 近景が最も小さく, 中景と遠景ではまったく差はない。また, コントラストにおいても近景が一番低く, 中景が最も大きく, 完璧な大気遠近法の表現では

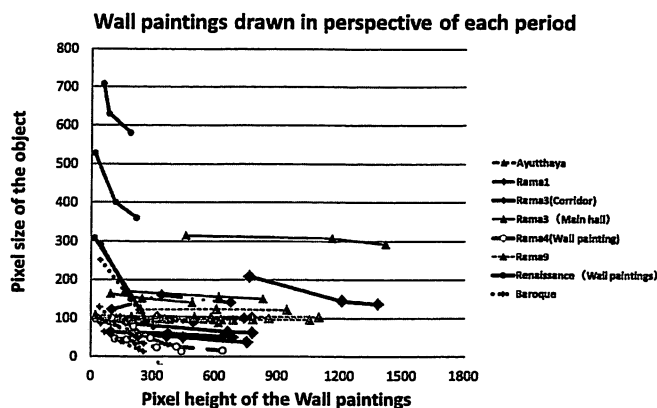


Fig. 8 Relationship height from the base of a painting and the figure size at the height. This is for discussion on introduction of linear perspective, because the height is proportional to the distance from the view point in the paintings painted under the linear perspective.

ない。No. 4 のラファエロの絵画もコントラストについて同様の表現となっている。近景である人物のやわらかな表現が大気遠近法に優先されていると考えられる。

Fig. 7j に示したバロック時代の絵画においてもルネサンス同様, 明度においてはほぼすべての絵画で遠景 > 中景 > 近景になっているが, クロマ, コントラストにおいては基本的に近景 > 中景 > 遠景の傾向が観られるものの, 明度ほど顕著ではない。シーンにより他の表現が優先されていると考えられる。

4.2 線透視図法 (描かれたものの大きさ)

もし壁画が線透視図法に厳密に従って描かれているとすると, ある人物が立っている場所までの距離と, 描かれた人物の大きさが反比例関係をなすはずである。ところが実際に作図した際の距離が分かっていないことから, 壁画に反映される大きさが線透視図法の作図装置による大きさを正確に反映しているかどうかは確認できない。今回分析の対象としている壁画では, 鳥瞰図の構図をとっているために, 少なくとも描かれた画面の上の部分は, 中央や下の部分よりも遠方にあると仮定できる。そこで, 絵画の底辺から人までの長さを距離とし, それを横軸とし, 描かれた人物の大きさを縦軸とし Fig. 8 に示した。各プロットは描かれている人物ごとのもので, 各曲線は同じ絵のプロットを結んだものである。上に述べたことから, 曲線が右下がりであれば線透視図法を使っていると考えてよい。はっきりした右下がりを示したのは, タイの壁画では Rama 4 世時代 Khrua In Khong の壁画 (Fig. 4f) のみである。一方, ルネサンス時代・バロック時代の壁画で傾きが大きい右下がりの曲線が観られ, 線透視図法が使われていると言える。また, 曲線がほぼ水平なアユタヤ時代およびバンコク王朝 Rama 1 世時代・3 世時代・9 世時代では線透視図法は使われていない。Rama 4 世時代の円柱の絵, ルネサンス時代の油絵では, 絵画中に距離の異なる位置に人物が描かれておらず, このようなプロットを得るデータが得られなかった。

なお, 線透視図法が広まる以前の画法の一つに, 地位の高

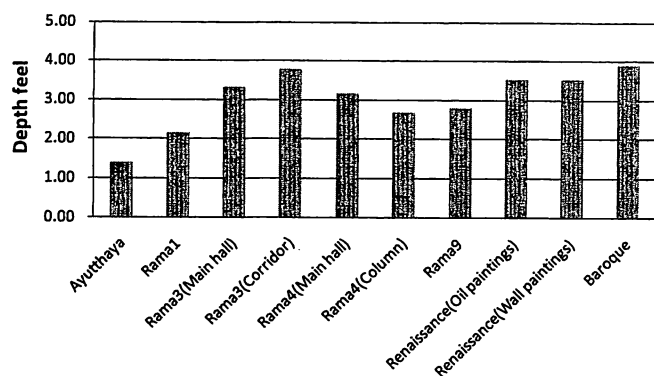


Fig. 9 Results of subjective evaluation of the sense of depth. Average of scores of successive five categories (1<2<3<4<5) is used as rating.

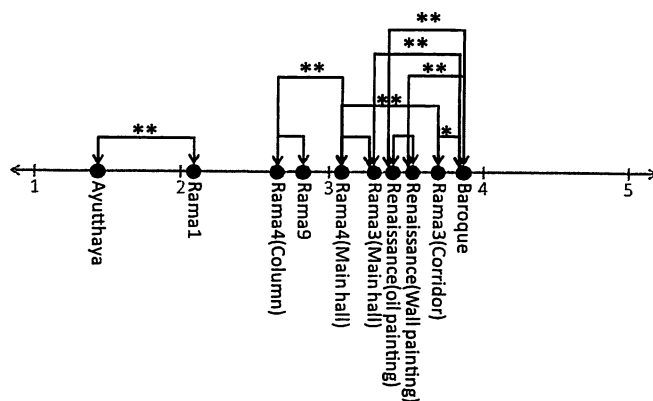


Fig. 10 The results shown in Fig. 9 were arranged in numerical order. The codes above the crossbars show levels of significant difference: * p<0.05; ** p<0.01.

Table 1 Presence or absence of introduction of perspective techniques

Techniques	Era	Ayutthaya	Rama 1	Rama 3 (Corridors)	Rama 3 (Main hall)	Rama 4 (Column)	Rama 4 (Wall paintings)	Rama 9	Renaissance (Wall paintings)	Renaissance (Oil paintings)	Baroque
Aerial perspective		×	×	△	△	△	×	×	△	○	○
Linear perspective		—	×	△	×	—	○	×	○	—	○

○: present; △: present but not clear; ×: absent; —:unmeasurable

い人物はほかの人物よりも大きく描くという手法が存在した¹³⁾。タイの壁画に描かれている人物を検討した結果、同じ距離に立つと思われる人物で、大きさを変えている要素は見受けられなかった。

4.3 遠近感の主観評価

Fig. 9 に遠近感について 5 段階の系列カテゴリ法で評価してもらった結果を示す。Fig. 10 では、この結果を遠近感の大きかった時代順に並べて示した。また、t 検定¹⁴⁾による有意差を調べ図中に示した。バロックが一番大きく、Rama 3 世時代（本堂）が続いているが、これらの差にははっきりとした有意差がある。そして次に有意差をもってルネサンス期が続いている。ルネサンス期の絵画と壁画には有意差は観られなかった。その次に位置する Rama 3 世時代（回廊）と Rama 9 世時代との間には有意差は無い。そのあとかなり大きな差があり Rama 4 世時代、Rama 1 世時代が続く、また大きな差が空いてアユタヤ時代となっている。

ここで調べた、大気遠近法、線透視図法の導入の有無を Table 1 にまとめて示した。主観評価で最も遠近感が大きかったバロックは大気遠近法、線透視図法ともはっきりとした形で導入されている。

バロックには有意な大きな差がついた Rama 3 世時代回廊壁画は、大気遠近法の導入が明確ではなく、また明瞭な線透視図法は使われていないが、鳥瞰図の技法が用いられており、線透視図法が導入されているルネサンス絵画と比べても大きな遠近感をもたらしている。Rama 3 世時代本堂ではアジア絵画独特の遠近法、高さ効果が導入され、それが遠近感を与えているが、本堂回廊の鳥瞰図の効果ほど大きな遠近感を与えていない。

Rama 4 世時代の西洋絵画の影響を受けたと言われている Khrua In Khong⁷⁾ の壁画 4 枚は、タイ絵画で唯一明瞭な線透視図法が導入されており、大きな遠近感を期待したが、それほど大きいものではなかった。全体的に暗く、クロマも低く、大気遠近法の導入はないことが影響していると思われる。一方、Khrua In Khong の柱に描いた絵 4 枚はみな近景に人物が並び、後ろに景色が広がっている構図である。明確とは言えないが大気遠近法が導入されており、背景の遠近感は感じられる。しかし、近景の人物と背景が不連続で、背景が人物のすぐ後ろに貼ってある風景画といった印象を与え、絵画全体としての遠近感の低さをもたらしているようだ。

Rama 9 世時代の壁画には大気遠近法も線透視図法も導入されていないが、Rama 3 世時代本堂同様、近景から中景に描かれた同じサイズの人物が垂直方向の高さ効果をもたらし、Khrua In Khong の柱の絵と同程度の遠近感を生みだしている。

Rama 1 世時代も Rama 3 世時代本堂や Rama 9 世時代同様、垂直方向に同じサイズの人物が配置されており、高さ効果による遠近感を生じさせてもいいはずだが、評価結果では遠近感が生じさせていない。同じサイズのものを垂直方向に配置するだけでは十分な遠近感を生じさせず、もう一つ別の遠近感の手掛かりが共存することが不可欠なのであろう。Rama 3 世時代本堂では大気遠近法、そして Rama 9 世時代では建築物に観られる遠近感の手掛かりがそれに当たる。Rama 1 世時代の絵画にはそのような手掛かりがない。

アユタヤ時代の壁画は遠近感の手掛かりが何もなく、遠近感はいささか感じられない。

5. まとめ

- (1) タイのアユタヤおよびバンコク王朝の各王朝期の壁画を対象に、遠近感表現を以下の通りの手法で解析した.
a) 描かれた人物の大きさと画面上の位置の相関関係を求め、線透視図法の導入の有無を検討した. b) 描かれている近景、中景、遠景の明度、クロマ、コントラストを測定し比較することで、大気遠近法の導入の有無を検討した. (c) 主観評価法により、遠近感のデータを得た.
- (2) 明瞭な線透視図法はタイの絵画では Rama 4 世時代の Khrua In Khong の壁画でのみ用いられており、他の王朝の壁画では見出すことができない.
- (3) 鳥瞰図法を導入した Rama 3 世時代の回廊壁画では、明瞭な線透視図法を導入したルネサンス時代の絵画に比較しても強い遠近感を与えている.
- (4) Rama 3 世時代の Wat Bowonivises Voramahavivah の本堂の壁画、Rama 9 世時代の壁画では、アジアの絵画特有の高さの効果により、Rama 4 世時代の壁画と比較し、強い遠近感をもたらしている.
- (5) 大気遠近法の導入が Rama 3 世時代および Rama 4 世時代の円柱に行われていることを示した.

引用文献

- 1) 丹羽洋介, 洞谷亜里佐, 辻合秀一, “科学研究費による研究成果報告(タイ王宮寺院回廊壁画の研究)”, スカラファクトリー, 2010, pp. 9-10, 174-177.
- 2) Kanakarn Ruxpaitoon, Naokazu Aoki and Hiroyuki Kobayashi, “Color Research on Thai Wall Painting in the Ayutthaya and Bangkok Dynasties”, J. Soc. Photogr. Imaging Japan, 76(1), 77-87 (2013).
- 3) 小林光夫, 絵画の色彩美の数理的分析にむけて, 電気通信大学紀要 第 19 巻 第 1・2 合併号(通巻 35 号) (2006).
- 4) 小林重順, 日本カラーデザイン研究所編, “カラーリスト色彩心理ハンドブック”, 8-31 (1997).
- 5) Santi Leksukhum, “Temples of Gold Seven Centuries of Thai Buddhist Paintings”, Thames & Hudson Ltd, ISBN: 0-500-97596-5, (2000).
- 6) Saimai Jubkonlasit, “The Mural Painting of the Life of the Lord Buddha in the Ubosot of the Temple of the Emerald Buddha”, Bureau of the Royal Household, 2004.
- 7) Wiyada Thongmitr, “Khrua In Khong's Westernized School of Thai Painting”, A Publication of Thai Cultural Data Centre, 1979.
- 8) Sanan Rattana Saimai Jubkonlasit Sakorn Sopa Thongchai Rakphatum, “JITTAKAMFAAPANANGPAPUTTARATTANASATAN RATCHAKARNTEE 9”, Office of His Majesty's Principal Private Secretary, 2005.
- 9) 佐々木英也, 森田義之, “世界美術大全集 第 11 巻, イタリア・ルネサンス 1”, 小学館, 1992.
- 10) 坂本 満, 高橋達史, “世界美術大全集 第 17 巻, バロック 2”, 小学館, 1995.
- 11) 河村尚登, 小野文孝, “カラーマネジメント技法 拡張色空間とカラーアピランス”, 画像電子学会, 2008, pp. 117-123.
- 12) 高木幹雄, 下田陽久, “画像解析ハンドブック”, 東京大学出版会, 2004, pp. 62-66.
- 13) ロバート・L ソルソ著, 鈴木光太郎・小林哲生訳, “脳は絵をどのように理解するのか 絵画の認知科学”, 株式会社新曜社, ISBN: 4-7885-0623-8 C1011, 1997, pp. 183-237.
- 14) 小塩真司, “SPSS と Amos による心理・調査データ解析”, 東京図書, 2006.