

## 脳波測定を通じたぬらし絵（にじみ絵）の分析

著者	井藤 元, 山下 恭平, 徳永 英司
雑誌名	東京理科大学教職教育研究
号	5
ページ	15-25
発行年	2020-03-13
URL	<a href="http://doi.org/10.20604/00003387">http://doi.org/10.20604/00003387</a>

# 脳波測定を通じたぬらし絵（にじみ絵）の分析

## Analysis of Watercolor Painting through Electroencephalogram (EEG) Measurement.

井藤 元<sup>a)</sup> 山下 恭平<sup>b)</sup> 徳永 英司<sup>c)</sup>

**要旨：**本論文は、シュタイナー教育独自の実践であるぬらし絵（にじみ絵）の意義を、実践者の脳波測定によって明らかにすることを旨とするものである。「ぬらし絵」は、シュタイナー学校において幼児期から6、7年生頃まで行われる実践であるが、これは海綿（スポンジ）で水を含ませた画用紙に透明水彩を置いてゆく実践である。紙に水を十分含ませるため、絵筆を置いてみると、色彩がにじみながら画面全体に広がってゆく。描き手の意図しない形にどんどん色彩が広がってゆくのである。筆者はこれまでにシュタイナー教育における諸実践のうち、フォルメン線描、オイリュトミーの分析を行ってきたが、本論文では、ぬらし絵の意義を脳波測定を通じて明らかにしたい。科学的アプローチからシュタイナー教育を読み解いてゆくわけだが、本研究ではすでに脳波研究分野で実績のある脳波計 MUSE を使用した。

**キーワード：**シュタイナー教育、ぬらし絵、にじみ絵、脳波測定

### 1. はじめに

本論考は、シュタイナー教育独自の実践である「ぬらし絵」の意義を実践者の脳波測定によって明らかにすることを旨とするものである。現代において、シュタイナーの教育実践は世界的に高く評価されているものの、シュタイナー教育の実践を支える思想は秘教的側面を有するため、学術的調査が十全には進められていない。そうした現状に鑑み、筆者はこれまでシュタイナー教育の意義を科学的アプローチにおいて明らかにする研究を進めてきた。とりわけフォルメン線描とオイリュトミーに焦点を絞り、脳波測定を通じてシュタイナー教育の科学的検討を行ってきた<sup>1)</sup>。

本論文では、新たにシュタイナー教育における独自の実践である、ぬらし絵（にじみ絵ともいう）の分析を行ってゆくことにする。ぬらし絵は、シュタイナー教育において幼児期から主に6、7年（12、13歳頃）まで行われるのだが、海綿（スポンジ）で水を含ませた画用紙に透明水彩を置いてゆく実践である。まずは、シュタイナー教育における一般的なぬらし絵の実践方法を記す。

この実践で用いるのは、透明水彩絵の具（赤、青、黄の三原色のみ）である。16～18号くらいの平筆を用いて行い<sup>2)</sup>、実践にあたっては、あらかじめ少量の絵の具を20～30mlの水で溶いて用意する。画用紙を5分程度水に浸し、水をたっぷりも含んだ状態にしたのち、画用紙を画板の上に広げ、海綿（スポンジ）で拭いて余分な水分を取り除く。

この状態で絵筆を画用紙に置いてみると、紙に水が十分含まれているため、色彩がにじみながら画面全体に広がってゆく。描き手の意図しない形にどんどん色彩が広がってゆくのである。色と色がぶつかることで新たな色が生まれることとなるのだ。このような生きた色彩の変容を体験する経験を重ねることで、絵画芸術に接した際に、色彩感覚を通して絵を独自の感覚で内側から感じる力を子どものうちに育むことが期待されている<sup>3)</sup>。

<sup>a)</sup> 東京理科大学・准教授 <sup>b)</sup> 東京理科大学・研究員 <sup>c)</sup> 東京理科大学・教授

では、この実践において、実践者の脳はいかなる状態にあるのであろうか。脳波測定を通じてその内実を分析していくことにする。

ここでの「三原色（赤、青、黄）」は、「色光の三原色（赤、青、緑）」ではなく、「色材の三原色（マゼンダ、シアン、イエロー）」<sup>4</sup>に対応する。一般的なシュタイナー教育の現場では、赤、青、黄はゲーテの色彩論に基づいた色調に調整された、ぬらし絵用の絵の具が用いられている<sup>5</sup>。なお、シュタイナーがゲーテの色彩論を基に発展させた色彩世界観にも赤、青、黄が特別な三色として他の色と区別されている。それら三色は、自身の内部に活動性や運動性を持っており、「輝く色」とされるのに対して、「黒、白、緑、桃色」は投影された影の性質を持つ「像の色」とされている<sup>6</sup>。

## 2. ぬらし絵実践者の脳波測定

本研究の被験者数は1人（本論文著者）であり、山下ら（2019c）「フォルメン線描とマインドフルネス—脳波測定を通じたフォルメン線描の分析—」の被験者と同一人物である。測定の際、被験者は椅子に安静に座り、頭部にはヘッドバンド型脳波計「MUSE（InteraXon社）」が装着された<sup>7</sup>。脳波信号（電位）は0.5 sec毎に取得され、Bluetooth通信によって脳波記録用タブレットに転送された。転送された信号は、脳波解析アプリ「Muse Monitor<sup>8</sup>」によって、5種類の脳波パワースペクトル（ $\delta$ 、 $\theta$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ）に変換され、その結果がリアルタイムで脳波記録用タブレット画面に表示されると共に、CSV形式で保存された。このCSVファイルには、0.5 sec毎の時刻と、それに対応する脳波信号が記録されている。ここで、ぬらし絵実践時の動作や進捗を、脳波記録用タブレット画面と一緒にWebカメラで記録することで、それらのリアルタイムでの対応が確認できるようにした。この撮影は録画記録用PCにWebカメラを接続して行った。また、得られた脳波データを、ぬらし絵実践時の動作や進捗と一致させるために、脳波記録用タブレットの画面上に、時刻を「秒」の単位まで常時表示させる時計アプリ「時間とメモ（Android端末用）」を用いて録画を行った（図1）。

ぬらし絵のワークスペースは、図1（a）の下部のホワイトボードである。ホワイトボード上には画用紙が設置され、Webカメラは脳波記録用タブレット画面と一緒に、画用紙と筆先を映す配置となっている（図1、b）。画用紙は白地の八つ切り（270 × 380 mm、厚さ0.29 mm、株式会社マルアイ）を半分にカットした190 × 270 mmサイズのを横長に配置した。絵の具は水彩絵の具（三原色、20ml、6本セット、STOCKMAR）を使用した。用いた絵の具は、赤（01 Carmine Red）、青（18 Prussian Blue）、黄（05 Lemon Yellow）の三色である。この絵の具は、ゲーテの「色彩論」に基づいた色調となるように調整されている。また、自然な透明性、耐光性を有し、各色のトーンが混合しやすい非毒性的な絵の具として、広く教育現場で用いられている<sup>9</sup>。

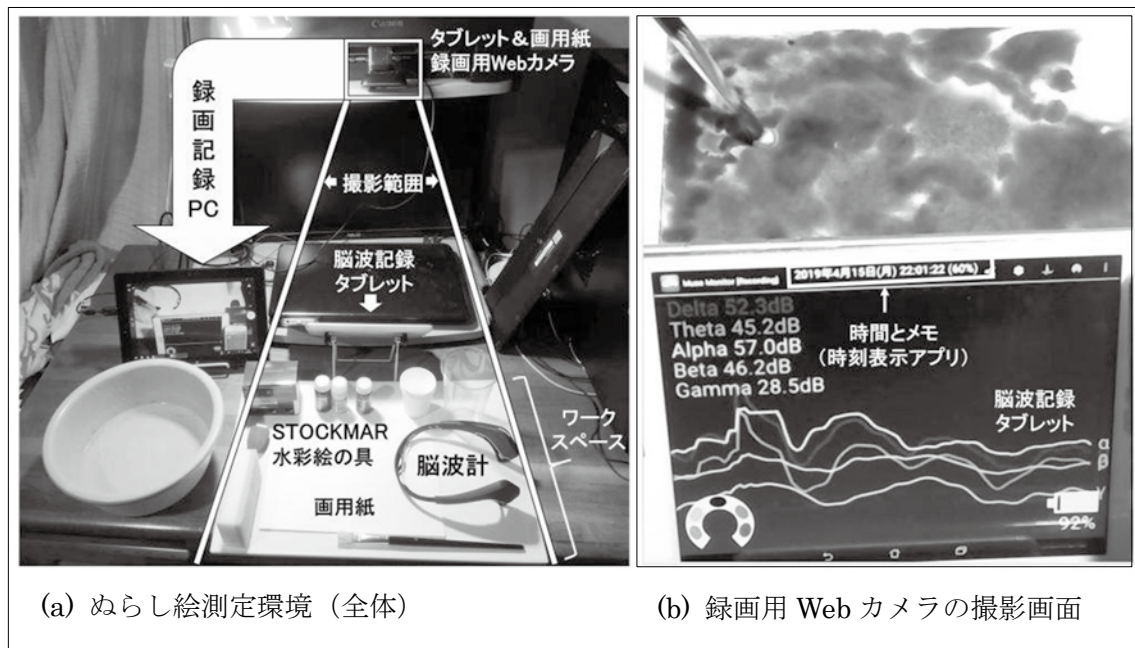


図1 ぬらし絵測定環境

ぬらし絵の実践にあたっては、様々な方法があるが（1色みの使用、2色使用、3色使用など）、紙幅の都合上それらを網羅的に分析することは難しい。よって、本論文ではとりわけ単色の絵の具を点描してゆき、紙面全体が塗りつぶされるまでの脳波について考察する。以下にぬらし絵の作業手順を示す。

ぬらし絵を開始する前に心を落ち着けるため、「閉眼して呼吸や静けさを観察(ゆっくり1~3呼吸程度)」を行い、その直後に「開眼して画用紙の中心を見つめながら、前述と同様な観察」を行った。次にスポンジを洗面器の水に浸けて、画用紙表面に複数回押し当てて水を染み込ませる作業を行った。この際、スポンジで画用紙を強くこすると、表面の繊維が剥がれてくるので注意が必要である。スポンジによる画用紙への水の浸漬作業は、「表→裏→表」の計3回行い、画用紙が十分に水を含んだことを確認した。絵の具と水は同一の紙コップに各々計量されており、ぬらし絵開始直前に水彩筆（平型14号、株式会社大創産業）でよく混合された。計量には最小表示が0.1gのデジタルキッチンスケール（KJ-212、タニタ）を使用し、絵の具と水は重量比で1:5とした（1回の絵画における適量は、絵の具1gに対して水5gであった）。点描の順序は図2(a)に示されている通り、画用紙中心「1」から始め、右側「2」、左側「3」の矢印の順に行った。ただし、絵の具の広がり具合に応じて、塗る方向や順序が若干異なることがあった。各点描では、絵の具の拡散が止まるまで、色の重なりや濃淡、形状の動的変化に意識を集中させると同時に、ぬらし絵から受ける感覚（主に五感のうちの視覚）や、そこから想起される感情や印象を観察した。また、必要に応じてスポンジで画用紙に水を補充または回収し、適度な湿り具合を保った。完成したぬらし絵を図2(b)に示した。各測定を実施した日付は、(4/15)のように記した（年数について記載のないものは、全て2019年に測定）

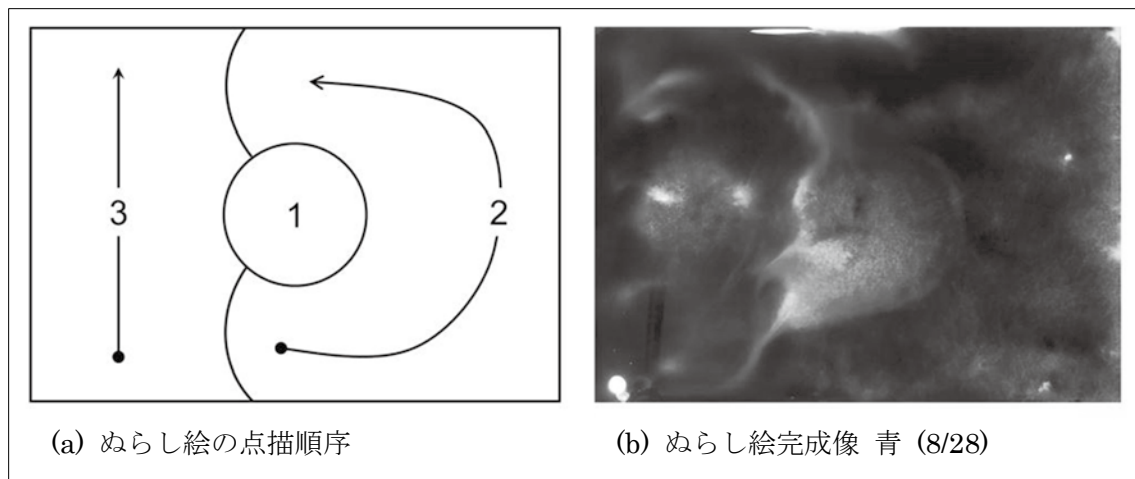


図2 めらし絵の点描順序と完成像

次節の「結果と考察」における脳波スペクトルは、Muse Monitorにより0.5秒毎に取得されたデータに、60点ごとの隣接平均によるスムージング処理をしたものである。グラフ横軸は経過時間 (min) を示し、めらし絵作業開始 (一番初めに絵の具を染み込ませた筆を画用紙に接触させたとき) を原点とした。なお、脳波計 MUSE の仕様についての詳細は、メーカー HP<sup>10</sup> と井藤ら (2019 b) 「脳波測定によるフォルメン線描の検討」に記載しているので、ここでは概要のみ記しておくことにする。MUSE は瞑想エクササイズ用のデバイスとして開発されたものであり、純正アプリとの連携によって瞑想状態を音によって確認、及びモニタリングすることが可能である<sup>11</sup>。

ポータブルで低コストな脳波計は、より日常に近い活動における脳波計測を可能にする。本体は56gと軽量かつ薄いので、眼鏡を掛けた状態でも装着可能であり、センサが乾式電極のため、ジェルや密着ベルト等を必要とせずストレスフリーな脳波測定が可能である。

MUSE は7個の脳波センサと内蔵 Bluetooth モジュールによる無線システムにより、スマートフォン、タブレット、PCなどの端末との通信が可能である。各脳波センサについては、額中央に密集した3個の電極から得られる電位を基準として、残り4個の電極の電位が計測される仕組みとなっている。これらは国際10-20法の電極配置における「Fpz (前頭部正面)」、「AF7、AF8 (前頭部側面)」、「TP9、TP10 (耳の後ろ)」に対応している<sup>12</sup>。得られる脳波データの精度は、高い品質が求められる事象関連電位 (記憶、予測など脳の高次処理によって生じる電位) の分析に適用可能であることが実証されている<sup>13</sup>。

表1は、本研究で対象とする脳波について、その特徴をまとめたものである<sup>14</sup>。次節以降、めらし絵を行った際の脳波データを分析してゆくことにする。

表1 脳波の種類と特徴

脳波	周波数帯域	発生する主な状況
<b>Delta</b> $\delta$	1~4Hz	深い睡眠 (夢を見ない)
<b>Theta</b> $\theta$	4~8Hz	浅い睡眠 (夢を見る)、深いリラクゼーション
<b>Alpha</b> $\alpha$	7.5~13Hz	安静時 (集中時も含む)、閉眼時、睡眠時
<b>Beta</b> $\beta$	13~30Hz	積極的な論理的思考活動
<b>Gamma</b> $\gamma$	30~44Hz	活発、興奮、緊張状態

### 3. 結果と考察

図3～5に比較のため、瞑想、睡眠、ぬらし絵作業時の脳波スペクトルを示した。本論文での瞑想の定義は、マインドフルネス瞑想（参考文献：日本マインドフルネス学会 HP）を参考に、「呼吸や静けさに意識を向けて雑念を排し、今この瞬間の体験を観察すること」とした。また、以降の文章では、「感覚」という言葉を「外的刺激により生ずる身体由来の認識（主に五感）」の意として用い、それ以外の精神的な認識については「感情、気分、印象」などと表記する。

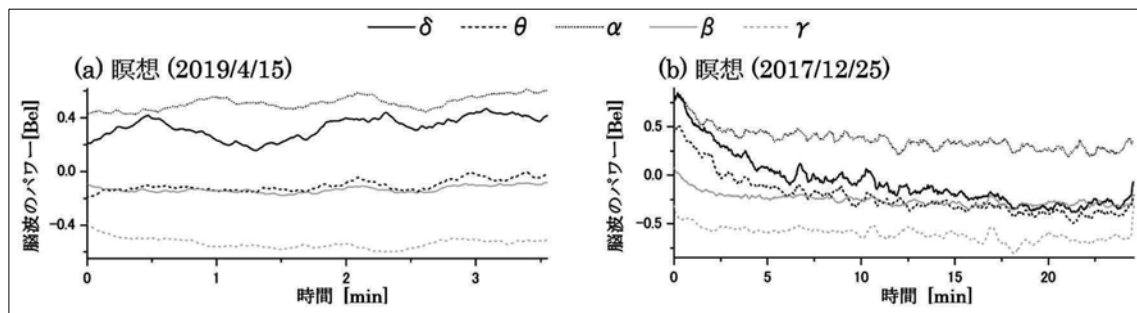


図3 瞑想時の脳波

図3 (a) は、ぬらし絵を実施した期間中における瞑想時の脳波であり、図3 (b) は拙論 (2019 c) における図7 (d) の瞑想時の脳波を示している。そこでは、 $\theta$  のスペクトルは顕著な特徴を示さなかったため提示しなかったが、本論文では $\theta$  も含めて掲載した。図3 (b) では、瞑想が深まるに従って $\delta$  が下がり、やがて $\theta$  と $\beta$  と同レベルで安定する (17 min ~) ことがわかる。図3 (a) より、安静や集中に関する $\alpha$  が単独で最上位であり、かつ興奮や緊張に関する $\gamma$  が最下位で安定していることから、落ち着いて呼吸や静けさに集中している状態であったと考えられる。また、 $\theta$  と $\beta$  がほぼ同じレベルで安定している。これらは拙論・前掲論文 (2019 c) における結果と一致する。一方 $\delta$  については、図3 (a) では $\alpha$  の次に高い脳波であることは図3 (b) と同じであるが、比較的高いレベルを維持している。これは図3 (a) の測定環境が夏場で室温が $33^{\circ}\text{C}$ と高温であったためと考えられる。被験者によると、瞑想中は暑さによる不快感はなく、静けさや呼吸に集中できていたとのことであった。しかし、 $\delta$  が昏睡時に上昇する脳波であることから、無自覚の程度ではあるが、意識が朦朧として集中の対象が明確に定まっていなかった可能性がある。これより、周囲環境や身体の状態は、瞑想中の脳波に影響を及ぼすことが示唆された。特に $\delta$  以外の脳波には大きな変化が見られなかったため、 $\delta$  は身体やその周囲環境に対して敏感に応答すると考えられる。なお、上記のような高温環境においても、 $\delta$  が若干上昇する傾向にあること以外は脳波に影響を与えないため、各脳波同士の比較や傾向を調べるには問題ないと言える。

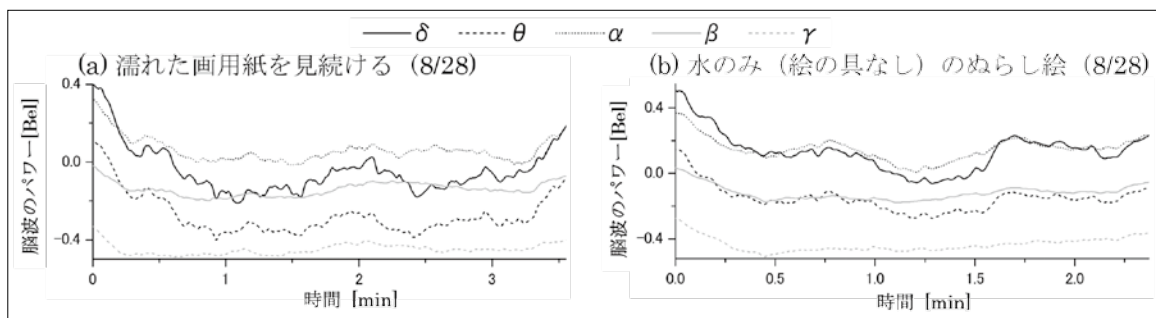


図4 むらし絵脳波測定のための対照実験

図4 (a) は、水を染み込ませた画用紙を見続けたときの脳波を示している。ほぼすべての時間帯において、 $\alpha$ が単独で最上位かつ $\gamma$ が最下位のため、瞑想状態に近い落ち着きと集中が維持されていたと考えられる。図4 (b) は、濡れた画用紙に水のみを含ませた筆で、ぬらし絵を実施した際の脳波である。 $\gamma$ が最下位であることは図4 (a)と同じであるが、 $\alpha$ と $\delta$ がほぼ同じレベルで最上位となっている。これは、山下ら (2019 c) における図4「睡眠の深さと脳波の関係」に示した、入眠時の浅い眠り (まどろんでいる状態) における脳波と同じ特徴を示している。被験者によると、絵の具を用いたぬらし絵では、色が広がってゆく様子を体験しているため、画用紙に水のみを含ませた筆を接触させた際に色彩や形状の変化がないことに違和感があったという。またその変化を探るように注意深く紙面を凝視しても、色彩や形状を見い出せないという臆気な感じがしたと述べている (眠気はなく意識ははっきりしていた)。以上より、このような曖昧な感覚によって、 $\alpha$ と $\delta$ がほぼ同じレベルで最上位となる脳波が誘起されることが示唆された。これは、山下ら (2019 c) で報告した、白画用紙における白色クレヨンを用いたフォルメン線描でも同様な感覚 (意識は明瞭であるが、軌跡が見えないので、手探りで描いている感覚) と、脳波スペクトルが得られていたことに整合する。

参考のために、山下ら (2019 c) の図4「睡眠の深さと脳波の関係」を、本論文図5に再編集して掲載した。

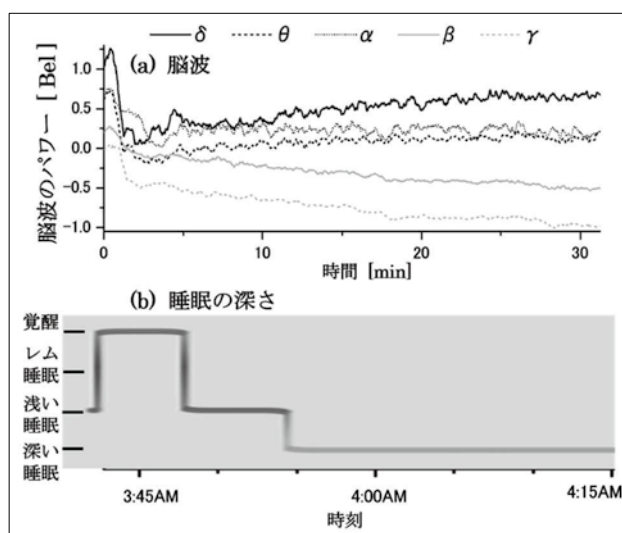


図5 睡眠の深さと脳波の関係

(山下ら (2019 c) 「フォルメン線描とマインドフルネス」図4の再編集)

※ (b) 「浅い睡眠」、「深い睡眠」は、表1「発生する主な状況」項のそれらには対応しない。

山下ら (2019 c) との変更点は  $\theta$  スペクトルを追加し、浅い眠りにおける脳波 ( $\alpha$  と  $\delta$ ) の関係が明確になるよう横軸 (時間) スケールを拡大したことである。また、図 5 (a) 脳波グラフの横軸は就寝開始を原点をとした経過時間とし、スケールは図 5 (b) 睡眠の深さのグラフ横軸スケールと一致させた (ここでは両横軸は時刻を示していた)。各グラフは脳波計 MUSE と、睡眠の深さを心拍数から測定できる活動量計 (fitbit alta HR) を装着して就寝した際に得られたデータに基づく。図 5 (b) の「浅い睡眠」の期間 (図 5、a、5 ~ 10 min) において、 $\alpha$  と  $\delta$  がほぼ同じレベルで最上位となっていることがわかる。「深い睡眠」の期間では、 $\theta$  と  $\alpha$  がほぼ同じレベルで安定している。このように、特定の脳波スペクトル同士が一定期間同じレベルを維持するときは、特別な状態 (瞑想:  $\theta - \beta$ 、深い瞑想:  $\delta - \theta - \beta$ 、まどろみ:  $\delta - \alpha$ 、昏睡:  $\theta - \alpha$ ) を示す傾向があるといえる。

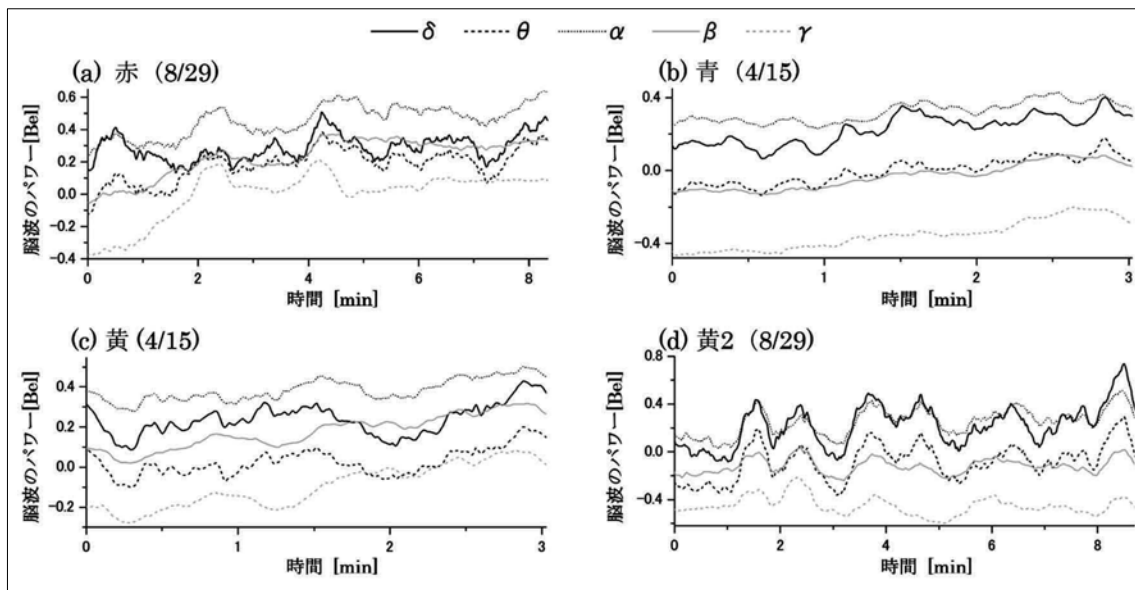


図 6 めらし絵実践時の脳波スペクトル

図 6 は、シュタイナー教育に基づく三原色 (赤、青、黄) の絵の具を用いてめらし絵を行った際の、各色における典型的な脳波スペクトルを示している。黄は  $\alpha$  が単独で最上位の場合と、 $\delta$  と共に最上位の場合が同じ頻度で確認されたため (表 2)、その両方を示した。ここで、全ての色に共通する特徴は、ほぼ全ての時間帯において  $\gamma$  が最下位を維持することである。 $\alpha$  については単独で最上位、もしくは  $\delta$  とほぼ同レベルで最上位を維持したものがあつたが、 $\alpha$  が高いことから、めらし絵作業中は落ち着いた集中状態が維持されていたと考えられる。各色における被験者の感想は、下記のとおりである。また、各色について一回の点描を行った際の 20 秒後の様子が図 7 に示されている。ただし色の広がる面積については、画用紙の濡れ具合や筆に含まれた絵の具の量に大きく依存するため、必ずしも写真通りのサイズや形状が再現されるとは限らない。広がる面積は大きい順に、青、赤、黄であり、特に青の拡散速度と広がる面積は大きかったのに対し、黄色は共に小さかった。

赤：明瞭な色彩で点描輪郭の滲んだ細部まで容易に視認できるため、色や形状の変化を認識しやすかった。

色が広がる速度と範囲は三色の中では中間であつた。

三色の中で最も意識が引きつけられる色で、気分が高揚させられる感じがした。

青：赤と同様に明瞭な色彩のため、色や形状の変化を認識しやすかった。色が広がる速度と範囲は三色の中で最も大きく、常に動的な印象であつた。

色が有する深みの中に雑念が吸収されていくようで、心が静められる感じがした。



(動的な絵の具の変化にほとんどの意識が向けられ、雑念が生じにくかったと考えられる。)

黄：淡く不明瞭な色彩で、眩しく感じられた。点描輪郭の滲んだ細部は視認できなかった。色が広がる速度と範囲は三色の中で最も小さく静的な印象であった。

他の色と違い、色に強く意識を引きつけられる感じはなく、軽やかで楽しい感じがした。

(画用紙上の色よりも、内面的な感情や気分にも、より多くの意識が向けられた)。

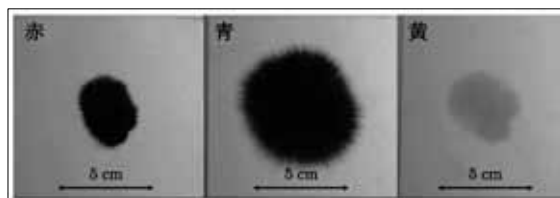


図7 絵の具の視認性と点描 20 秒後における拡散範囲の比較

公知の文献からも、白の背景では黄の視認性は低く、赤や青の視認性が高いことが確認されている<sup>15</sup>。

表 2 はぬらし絵と対照実験を複数回行った際の特徴的な脳波の出現率を百分率で示している。

表 2 ぬらし絵実践時の脳波の特徴

	$\alpha$ が単独で最上位	$\alpha$ と $\delta$ が同レベルで最上位	$\gamma$ が最下位	$\theta$ と $\beta$ が同レベル	測定回数
赤	75%	25%	100%	50%	4
青	75%	25%	100%	50%	4
黄	50%	50%	100%	25%	4
対照 1	100%	0%	100%	0%	2
対照 2	0%	100%	100%	50%	2

対象 1：濡れた画用紙を見続ける (図 4、a 参照)

対象 2：水のみを含ませた筆で、ぬらし絵を行う (図 4、b を参照)

表 2 より、赤と青の各項目における出現率は、全項目で一致した。しかし被験者は前述のとおり、赤では高揚感が誘起されるのに対し、青では鎮静効果を実感していた。これは一見矛盾しているようであるが、ここでの高揚感は「躍動感」、「生氣あふれる」ような感じであり、「焦燥感」や「警戒」といった緊張を伴うものではなかった。このような健全な高揚感には、 $\gamma$ を上昇させる効果はなく、代わりに $\alpha$ を上昇させ、脳は同時にリラックスした状態であることが示唆された。また、シュタイナーは赤を見た目は緑を求めるとして<sup>16</sup>、興奮した子どもが赤に囲まれると、その子どもの内に補色の緑が作成されることで、鎮静効果があるとされている<sup>17</sup>。実際にぬらし絵を行っているとき、画用紙空白部と絵の具の境界に沿った空白部側に、各色の補色がぼんやりと認識された (赤の補色は明るい青緑)。この現象は生理学的には以下のように解釈されている。

ヒトの眼の網膜には色の判別に関与する錐体細胞が存在する。錐体細胞はさらに 3 種類に分類され、それぞれ赤、青、緑の色の光のみを受容する (白色は 3 色の錐体細胞がそれぞれの光を同時に受容したときに生じる視覚的感覚である)<sup>18</sup>。赤色をしばらく見続けると、赤色光を受容する錐体細胞が疲労を起こす。この状態で白色を見ると、青と緑 (赤以外) の光を受容する錐体細胞が反応するため、青緑色が見えることになる。よって、シュタイナーが提唱するぬらし絵の色彩による効能を期待するならば、用いる画用紙の色は白であることが望ましいといえる。

次に、黄は他の二色に比べ、「 $\alpha$ と $\delta$ が同レベルで最上位」である出現率が高かった (表 2)。これは、

黄の視認性が他の二色に比べて低く（図7）、認識や集中の対象が不明確であることに起因することが示唆された。視認性が低いことにより、認識や集中の明確な対象となり得る物質的なもの（色の濃淡や形状）や、それによって生ずる五感（黄色の視覚感覚）よりも、それらによって想起された感情や気分（ただし非言語）のような明確さに欠けるものに重きが置かれるため、脳は臆気な状況と認識している可能性がある。これに似た状況として、水のみを含ませた筆でぬらし絵を行った「対照2」が挙げられ、脳波の特徴は一致する（表2）。一方、赤と青において「 $\alpha$ が単独で最上位」の出現率が高かったのは、視認性が高いため（図7）、色や形状のような明確なものに対して認識や集中の重きが置かれる反面、感情や気分については認知する程度であったことが原因であると考えられた。似たような脳波が観測される状況として、瞑想時（図3）のように、集中の対象が明確であり感情や気分意識があまり向けられない場合が挙げられる。

本研究と拙論（2019 c）から得られた結果を元に、ぬらし絵作業中の脳波の最上位が $\alpha$ 単独の場合と、 $\alpha$ と $\delta$ の場合について、それぞれの特徴を表3にまとめた。

表3 ぬらし絵作業中で、 $\delta$ が $\alpha$ （最上位）と同レベル、もしくは $\delta$ がそれ以外の場合での比較

脳波の特徴	ぬらし絵の色	色の視認性	色・形状	認識・集中の対象	類似の状況
$\alpha$ が単独最上位	赤、青	高い	明確	色・形状・五感 (物質由来)	濡れた画用紙を目視 瞑想 有色フォルメン線描
$\alpha$ と $\delta$ が同レベルで最上位	黄 (透明：水)	低い(なし)	不明確	感情・気分 (非物質由来)	水のみぬらし絵 まどろみ 白色フォルメン線描

表3より $\alpha$ が最上位の場合でも、それが単独の場合か $\delta$ を伴うかによって、集中の対象が物質由来のものか、感情のような非物質由来のものかで異なっており、それらの違いは色（視認性）の違いに由来するという可能性が見い出された。拙論（2019 c）では白のような極端な色を除き、色による脳波の違いや傾向は見い出されなかった。さらに、表2の各色における脳波の特徴は、デジタル機器を用いて実践した脳波測定（拙論「デジタルペンタブレットを用いてぬらし絵は可能か」『ホリスティック教育/ケア研究』第23号、2020年）で得られた結果と、同様な傾向を示した。よって、表2の脳波の特徴は、アナログ/デジタルといった媒体に依存しない、ぬらし絵実践時の色による脳波の特徴を示していると考えられる。これは、ぬらし絵がフォルメン線描のような論理的思考や注意力（形状、対称性、描き順）をほとんど要さないために浮き彫りになった新たな発見と言える。

#### 4. おわりに

本研究を通じて、シュタイナー学校の教師が日々の実践において行っていることの意図を客観的データによって明らかにするための第一歩を踏み出すことができたように思われる。

シュタイナー教育の意義を科学的アプローチで検討するという本研究の試みはいまだ始まったばかりであり、当然ながら課題も多く残されている。今回、ぬらし絵実践時の脳波測定を行うにあたって被験者は成人男性1人であった。今後、本研究を深めていくためにはぬらし絵実践時の児童、生徒の脳波を測定するという必要となってくる。また、被験者の数自体も増やし、様々な年齢層において脳波の違いを見ていく実験も進めていきたい。さらには、二色用いたぬらし絵、三色用いたぬらし絵についても実験を試みる必要がある。

また、シュタイナーの気質論と色彩論の関連性を読み解くことも重要な課題である。シュタイナーは、子どもの気質に合った色を与えることの重要性を説いている<sup>19</sup>。ここで詳細に紹介することはできないが、

---

シュタイナーの教育論においては次のような気質の考え方があり、胆汁質は赤色で補色は緑色。多血質は黄色、補色は紫色。粘液質は緑色、補色は赤色。憂鬱質は青色、補色はオレンジ色だと考えられている。つまり、胆汁質の子どもに赤色のものを与えると、補色である緑色が生まれる。緑色の効果によって、胆汁質の子どもの中には心の平静が訪れることになる。逆に粘液質の子どもに緑色のものを与えると、その子のうちに赤色が生じる。そうすると、粘液質の子どもの中に赤色が持つ活動性が生まれる。多血質の子どもに黄色のものを与えた場合、補色である紫色が生まれる。紫色は赤色の活動性と青色の静けさが混ざった色であり、注意が散漫になりがちな多血質の子どもの中に集中状態を生み出すことができる。憂鬱質の子どもに青色のものを与えると、その子どもの中にオレンジ色が生じる。青色は落ち着いた色だが、憂鬱質の子どもの中には生き生きとしたオレンジ色が生まれ、その子のうちに調和がもたらされると考えられている。こうした観点を踏まえつつ、気質論と色彩論の組み合わせをも視野に入れて考察を進めていきたい。以上のような問題を今後の課題として示しつつ、本論文を閉じることにしたい。

### 執筆者の役割・分担

井藤元：「1. はじめに」「4. おわりに」の執筆を行うとともに、実験の方針や考察について統括としての役割を担った。

山下恭平：被験者としてデータを提供した。実験系を考案・構築し、取得データを解析した。「2. ぬらし絵実践者の脳波測定」、「3. 結果と考察」の執筆に主として携わった。

徳永英司：「2. ぬらし絵実践者の脳波測定」、「3. 結果と考察」の執筆に携わった。

本研究は、研究代表者：井藤元「シュタイナー学校における教員養成プログラムを支える理論とその実態の解明」（2018～2020年度科学研究費補助金、基盤研究（C））の研究成果の一部である。

---

<sup>1</sup> 井藤元、山下恭平、はたりえこ、徳永英司「脳波測定を通じたオイリュトミーの分析—シュタイナー教育の科学的検討に向けて」、『東京理科大学紀要（教養篇）』第51号、2019年a。井藤元、山下恭平、徳永英司「脳波測定によるフォルメン線描の検討—デジタルペンタブレット上でフォルメン線描は可能か」『東京理科大学 教職教育研究』第4号、2019年b。山下恭平、井藤元、徳永英司「フォルメン線描とマインドフルネス—脳波測定を通じたフォルメン線描の分析—」、『ホリスティック教育/ケア研究』第22号、日本ホリスティック教育/ケア学会、2019年c

<sup>2</sup> Koch E., Wagner G. (松浦賢訳)『色彩のファンタジー：ルドルフ・シュタイナーの芸術論に基づく絵画の実践』、イザラ書房、1998年、20頁。

<sup>3</sup> 今井重孝、秦理絵子『美の朝焼けを通して：シュタイナーの芸術観』、イザラ書房、2019、69—70頁。

<sup>4</sup> 城一夫『色のしくみ』、新星出版社、2009年、22—23頁

<sup>5</sup> “Stockmar.” [Online]. Available: <https://www.stockmar.de/index.php?wswitch=pages>. [Accessed: 26-Sep-2019].

<sup>6</sup> シュタイナー, R. (高橋巖訳)『芸術の贈りもの』、筑摩書房、2004年、301—302頁。

<sup>7</sup> 「MUSE™ | Meditation Made Easy」. [Online]. Available at: <http://www.choosemuse.com/>. [参照：2018年7月18日].

<sup>8</sup> 「Muse Monitor」. [Online]. Available at: <https://musemonitor.com/#page-top>. [参照：2018年7月18日].

<sup>9</sup> “Stockmar.” [Online]. Available: <https://www.stockmar.de/index.php?wswitch=pages>. [Accessed: 26-Sep-2019].

<sup>10</sup> 「Muse Monitor」. [Online]. Available at: <https://musemonitor.com/#page-top>. [参照：2018年7月18日].

<sup>11</sup> 「MUSE™ | Meditation Made Easy」. [Online]. Available at: <http://www.choosemuse.com/>. [参照：2018年7月18日].

<sup>12</sup> 『MUSE 公式HP』および、J. Kasperuniene, M. Jariwala, E. Vaškevičius, S. Satkauskas 2016: Affective Engagement to Virtual and Live Lectures, pp. 499–508. および、長嶋洋一 2016: 「脳波センサ "MUSE" は新楽器として使えるか」『情報処理学会研究報告』、2頁

<sup>13</sup> O. E. Krigolson, C. C. Williams, A. Norton, C. D. Hassall, F. L. Colino, 2017: Choosing MUSE: Validation of a Low-Cost, Portable EEG System for ERP Research, *Front. Neurosci.*, vol. 11.

- <sup>14</sup> 「MUSE™ | Meditation Made Easy」. [Online]. Available at: <http://www.choosemuse.com/>. [参照：2018年7月18日].
- <sup>15</sup> 大山正、齊藤美穂 『色彩学入門：色と感性の心理』、東京大学出版会、2009年、78－79頁。および城一夫 2009、184頁。
- <sup>16</sup> シュタイナー ,R. (西川隆範訳) 『色と形と音の瞑想』風涛社、2001年、156-157頁。
- <sup>17</sup> Steiner R., *The education of the child and early lectures on education*. Anthroposophic Press, 1996, P.20-21.
- <sup>18</sup> 城一夫 2009、58頁。
- <sup>19</sup> ヘルムート・エラー (鳥山雅代訳) 『人間を育てる—シュタイナー学校の先生の仕事』、トランスビュー、2003年、105-106頁。

