

(財)みずほ教育福祉財団

障害児教育研究助成事業

障害児教育研究論文

—平成16年度—

「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用
塗り絵評価システム」活用の研究

筑波大学附属盲学校小学部

佐藤 知 洋 (グループ代表)

増岡 直 子

平成17年 3 月

研究協力：国立特殊教育総合研究所

・目次

○ はじめに	1
1. 研究の経緯	1
2. 弱視児の描画と塗り絵	1
3. 塗り絵評価システム活用における注意事項	2
I 研究編	
I－I スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（スキャナシステム）の開発・研究	5
1. 「スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」の概要	5
2. 実験	6
3. 実践1：「スキャナシステム」の教育的な活用①	7
4. スキャナシステムの改良	11
5. 実践2：「スキャナシステム」の教育的な活用②	12
6. 結果と考察	14
I－II 液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム （液晶タブレットシステム）の開発・研究	15
1. 「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」の概要	15
2. スキャナシステムと液晶タブレットシステムの比較	16
3. 弱視児による試用	16
4. 液晶タブレットシステムの改良	17
5. 実践：「液晶タブレットシステム」の教育的な活用	17
6. まとめと考察	21
II 活用編	
II－I 液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」の使用方法	25
1. 概略	25
2. 塗り絵の準備	25
3. 「ぬりまる」の概要	26
4. 「ぬりまる」の使用方法	37
5. 結果データについて	42
6. 印刷について	43
7. 塗り絵活動の流れ	43
II－II 「ぬりまる」活用例	44
1. 児童の実態把握	44
2. 課題設定	45
3. 活動	46
4. 評価とフィードバック	46

5. 記録の整理	46
Ⅱ－Ⅲ 「ぬりまる」用塗り絵教材集について	49
○ おわりに	51
・引用文献	51
・参考文献	52

・要旨

本稿は、弱視児が描画活動を展開する上で難しさをともなう塗りの問題に着目し、塗り絵活動を通して基礎的な描画力の向上を図ることを目的とした弱視児教育用塗り絵評価システムの開発と、教育場面におけるシステムの活用方法の検討を行い、その研究成果をまとめたものである。

本論は、大きく研究編と活用編で構成されている。

研究編は、スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（スキャナシステム）、ならびに、液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（液晶ペンタブレットシステム）の開発・研究について述べている。

活用編は、液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」を、教育現場で活用するため手引きと教材集としてまとめている。

○ はじめに

本稿は、弱視児に対する描画力の向上を目的とした塗り絵活動の研究成果をまとめたものである。

これまでに、「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」を開発し、学習場面におけるシステムの有効な活用法について検証してきた。さらに、その結果にもとづいて、本システムの使用の手引き、ならびに、塗り絵教材集の作製を行った。これらの成果をここに報告する。

1. 研究の経緯

本研究では、弱視児が描画活動を展開する上で難しさをともなう塗りの問題に着目し、描画力の向上を目的とした弱視児教育用塗り絵評価システムの開発、ならびに、教育場面におけるシステムの活用にあたり、描画力の基礎・基本の構築に努めてきた。

弱視児における塗り絵活動は、対象の形の把握や面の塗りつぶし技能の発達といった描画の初期指導に適している。弱視児の塗り絵は、はみ出しや塗り残しが目立つが、継続的な働きかけや丁寧な指導を積み重ねることで克服できる点も多い。しかし、従来の塗り絵は、塗りの評価を指導者の主観に頼らざるを得ず、児童に分かりやすい方法で適切にフィードバックすることが困難であった。そのため、実際の指導における塗りの客観的な評価方法の導入、作業能力の推移の把握、ならびに、個々の眼疾や見えの実態に応じた系統的な指導法は確立されておらず、教育場面で塗り絵を行う上での課題として一般化が求められていた。

これまで弱視児における塗り絵活動に焦点をあてた先行研究は、図形と素地の視知覚能力の向上をめざした探し塗り絵による指導法（高良：1987）⁸⁾、弱視幼児に対する塗り絵を通した指導（白倉・高見：2002）⁶⁾⁷⁾と稀少で、教育場面における積極的な取り組みについては、今後に期待されるところが大きい。

こうした背景から、独立行政法人国立特殊教育総合研究所、東京工芸大学、筑波大学附属盲学校が共同し、「スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」の開発に至った。このシステムは、筆記具（マーカー）を用いて紙に塗り絵を行い、スキャナでコンピュータに取り込みデジタル化し、定量的に

評価するものである。このシステムの開発は、塗りの作業能力を客観的に評価する画期的な試みであった。しかし、塗り絵を行う筆記具の色に制限がある、評価方法が煩雑で操作性の改善を図る必要がある、スキャナ特性により評価に多少の誤差が生じるなどの問題があった。そのため、これらの問題点を解消し、システムのソフトウェアを改良してきた。

それと並行して、液晶ペンタブレットを用いた新しい塗り絵評価システムの検討が進められた。新しいシステムでは、コンピュータの画面上に表示された塗り絵に専用のスタイラス（ペン）で着色する仕組みを採用した。液晶ペンタブレットによる塗り絵評価システムの評価方法は、基本的に先のスキャナを用いたシステムと同様である。

液晶ペンタブレットを用いた塗り絵評価システムの特徴としては、塗りの結果が音楽・アニメーション・数字・言葉によって児童に分かりやすい方法で瞬時に表すことができる、パソコン上で直接描画を行うため、児童の興味や関心を高めることができるなどの点が挙げられる。また、先のスキャナを用いた塗り絵評価システムで生じた誤差や色の制限の問題が解決され、塗り絵や評価などの一連の活動が同時にできるなど、操作性も向上している。日常の筆記具での塗り絵活動は継続しながらも、評価を行い技能の推移を記録する際には、液晶ペンタブレットを用いた新しい塗り絵評価システムを活用し、実践を通してさらに検証を深めていくこととした。

こうして塗り絵評価システムを盲学校における授業場面で活用し、弱視児に対する描画力の向上を目的とした塗り絵活動を展開してきた。そこで得られた塗り絵評価システム使用時の児童の様子や評価の結果にもとづき、塗り絵教材や指導方法に修正を加え、「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」活用時の参考となる手引き、ならびに、塗り絵教材集の作製を行うこととなった。

2. 弱視児の描画と塗り絵

弱視児の描画に関する調査・研究・事例報告は、1980年から1990年にかけて、心身障害福祉センターや弱視学級などを中心に行われ、個々の実態にもとづいた様々な試みや考察がなされてきた¹⁾。これ

らによると、弱視児は全般的に描画活動が苦手であり、それは個々の視力や視知覚能力、見えの特性によるところが大きく、弱視児の形態の弁別や概念形成における未成熟さ、空間や平面に対する認識の不足などに課題が見られるとされている³⁾。

実際に弱視児の描画作品を見てみると、着色への関心が低く塗り残しやはみ出しが生じやすい、事物を正確にとらえ表現する力が弱い、立体を平面に置き換えて描く技術が未確立であるなどの傾向があり、同年齢の晴眼児童の描画に比較して未熟な点が複数確認できる(図1)。この結果、弱視児の中には描画活動に嫌悪感をいだく者も少なくなく、この要因について群馬県立盲学校で図工指導にあたった板倉(1998)は、幼少期に絵画の活動を十分に経験できていないために描画における発達段階に遅れがでると指摘している⁴⁾。また、香川(1981)も、低視力の幼児に対して、晴眼幼児が描き始める時期から描く経験を意識的につくっていくことが大切であると述べている⁵⁾。

こうした点から、筆者らは、弱視児における描画活動については、比較的早い段階から障害の状態や特性に配慮した適切な指導にあたり、描画力の基本的枠組みの構築を図る初期指導の見直しが必要であると考えた。

具体的に、筆者らは、弱視児が描画活動でかかえる塗りの課題に着目し、弱視児教育用塗り絵評価システムを活用した塗り絵活動を小学部段階の弱視児に取り組んだ。

塗りは、描画作品を左右する大切な要素の一つである。しかし、弱視児は、個々の視力や視知覚能力、見えの特性によって、きれいに塗りつぶすこととはどういうことか、きれいに塗れているとはどういう状態であるのかが分かりにくい状況にある。たとえそれらを理解できたとしても、正確に塗りつぶす技術を弱視児が自然に獲得することは難しい。このように弱視児の描画活動には様々な困難がともなうが、こうした特性は固定的なものではなく、ものの見方や運動面の発達などに応じた適切な学習と活動の機会、きめの細かい指導によって、基礎的な描画技術を向上させることができると考えられている⁸⁾。

塗り絵は、本来、輪郭線で囲まれた領域内を彩色するもので、描画初期の取り組みの一つとして晴眼幼児に広く活用されている。塗り絵作業を行う紙の上にはあらかじめ輪郭線により何らかの形状が記され、彩色することでより形が明確になり、楽しめるものである。

こうした線と色で形が構成される塗り絵は、図柄の大きさや輪郭線の太さ、形などに配慮した塗り絵教材の提供により、弱視児における対象物の見方、形や色の弁別、概念形成、ならびに、筆記具の扱い方といった描画の基礎・基本の育成に有益であると予測した。

3. 塗り絵評価システム活用における注意事項

ここまで、弱視児にとっての塗り絵活動の意義と、システムによる評価を活用した指導の有益性についての仮説を述べてきたが、筆者らは、児童における描画力の向上・発達は、本塗り絵評価システムによる学習を機械的にこなすだけで育まれるものとは考えていない。あくまでも、本システムの活用と並行して通常の描画活動に取り組む必要があり、それらとあわせて総合的な描画力が向上していくととらえている点についてあらかじめ特記しておく。

また、このシステムは、個々の弱視児の個人内評価とその推移の把握を前提に使用するものであり、決して、複数児童間の評価基準として安易に使用するものではないという筆者らの基本的な留意点についても十分ご理解いただきたい。



図1 弱視児の描画例

I 研究編

- I－I スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（スキャナシステム）の開発・研究
- I－II 液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム
（液晶タブレットシステム）の開発・研究

1.「スキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」の概要

開発したスキャナを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（以後、スキャナシステム）は、児童の塗り絵作品をスキャナでパソコンに取り込み、デジタル画像化し、画素数をもとに塗り絵の作業結果を計測するものである。計測結果は後述の定義により、成功率と失敗率として算出することとする。これをもとに、指導者は児童の面の塗りつぶし作業能力を定量的に把握することが可能となり、その推移をとらえ、参考にしながら指導にあたることができる。

（1）スキャナシステムの機能・実施手順

- ①塗り絵は、背景が白で、大きさはB5～A4程度、黒い線で囲まれた1つの閉領域の下絵教材を使用する。
- ②筆記具は商品名「COPIC」というアルコール系マーカーを使用し、塗り絵1枚に1色を用いる。
- ③塗り絵をスキャナで取り込み、画像データ（BMP画像）とする。
- ④画像データとなった塗り絵を、開発した塗り絵評

価システムソフトウェア「nurie.exe」（Windows用）で評価し、CSV形式として記録する。

（2）下絵の制約

本システムで評価可能な下絵の教材例（図1）と評価不可能な下絵教材の例（図2）を図示する。黒い輪郭線で囲まれた1つの閉領域をもつ図柄であれば、本システムで評価することができる。

（3）評価尺度

塗り絵の輪郭線の中を塗るべき領域の面積Aとする。塗られた面積をBとして、その中で、塗るべき領域に実際に塗られた面積はAB、塗ってはいけない領域に塗られた面積、つまり、はみ出した面積をB－ABと定義する。これらの面積はピクセルで表される。塗り絵評価の成功率は AB/A 、失敗率は $(B - AB)/A$ として算出される（図3）。

図4は本システムの実際の操作画面である。この瓶の塗り絵の場合、成功率は90.21%、失敗率は7.54%と評価され、評価結果のCSVファイルは表計算ソフトなどで編集が可能となる。

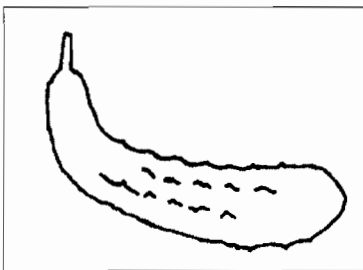


図1 評価可能な例（閉領域）



図2 評価不可能な例（開領域）



図4 実際の操作画面

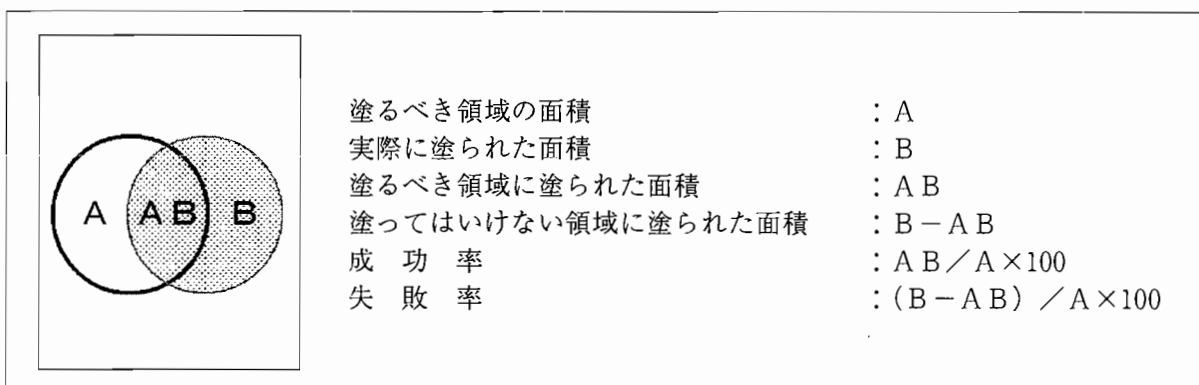


図3 スキャナシステムの評価尺度

表1 「COPIC」の色名

lipstick red	(赤)	採用
ultramarine	(青)	不採用
ocean green	(緑)	不採用
violet	(紫)	不採用
shock pink	(ピンク)	採用
robin's egg blue	(水色)	採用
lettuce green	(黄緑)	採用
cadmium orange	(オレンジ)	採用
blue green	(ピーコック)	採用

以降、色名については()内の略名を用いる

2. 実験

前述の条件で活用していくシステムであるが、塗り絵活動を計画するにあたり、2つの予備的な実験を行った。ここでは、塗り絵活動で使用できる下絵教材の形と色の検証を目的とした。実施にあたっては、同一機器の使用と取り込み設定の固定、という同条件での取り込み・評価を前提にした。

(1) 実験1：下絵教材の評価

準備した複数の下絵教材が、塗りつぶし前の段階で正確に評価されているかを確認する。

塗り絵の教材として、単純な図形や、児童が好みそうな形などを選択して11種類の下絵教材(図5)を作製、準備した。実験1は、11種類の下絵教材を無着色の状態の評価し、材料としての正確性と誤差の検証をした。着色前の下絵で評価を行った場合、成功率、失敗率ともに0%、あるいは、それに近い値が計測されるという予測をもとに、実験を行った。11種類の下絵教材を本システムで評価した結果、成

功率、失敗率ともに2~3%前後の誤差が確認された。評価結果を考察する際にこの誤差を留意することとして、これらの下絵教材を指導で使用することにした。誤差が生じた原因として、スキャナの取り込み設定の調整具合や紙のシミなどを計測してしまったものと考えられる。

(2) 実験2：色の読み取り

塗りに使用するマーカーの色の違いにより、計測にどの程度の誤差が生じるか確認する。

この実験では、塗りに使用する筆記具、「COPIC」の色の違いが、本システムによる評価でどの程度の誤差を発生させるかを検証した。

システム開発元の推奨であった3色と、児童にとって見やすい、好みやすいと思われる色6色を実験の対象とした。丸型輪郭下絵教材の閉領域内を「COPIC」で塗り残しのないように着色する。1枚の塗り絵について1色のみ用いるという制約にもとづき、色数分、9枚の塗り絵を作製し、本システムで

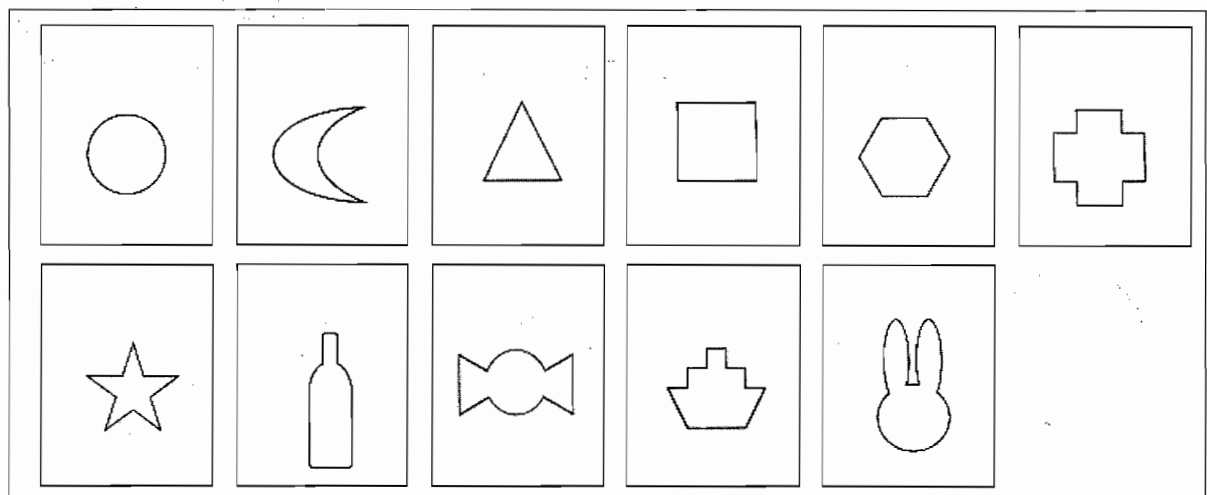


図5 11種類の下絵教材

評価した。使用に適している色は、成功率が100%、失敗率が0%に近い値がでるという予測をもとに実験を行った。実験の結果、Ocean Green, Ultramarine, Violet で着色した塗り絵に不自然な値が生じた。これをうけて、この3色を除いた6色を児童の指導に使用することとした(表1)。この3色については、塗り重ねによる色の黒ずみが輪郭線を被い隠し、塗り絵の閉領域内の面積をシステムに誤認識させてしまったことが原因と思われる。

3. 実践1:「スキャナシステム」の教育的な活用①

先の予備的な実験での留意点をふまえて、本システムを活用した指導を実施した。以下に事例を報告する。

(1) 対象児

盲学校在籍児4名、通級児2名、計6名の弱視児に対して、本システムを活用した指導を試みた。活用期間は、平成13年9月から12月までの約4ヵ月間で、授業時間は週1回程度である。

(2) 指導内容

①指導のねらい

今回の取り組みでは、児童が下絵教材の輪郭線内部を1色のマーカーではみ出しや塗り残しに注意しながら塗りつぶす、といった基礎的な描画技術の習得を目指すこととした。また、二次的なねらいとして、色が塗られている状態とそうではない状態を区別することができる、目と手を協応させて塗られている状態を児童自身で具現化することができる、といった点の中・長期的に掲げることとした。

②実施方法

図画工作科の授業1回につき1~2枚の塗り絵を行った。およそ5分程度の作業であるが、作業時間の制限は加えないものとした。本システムを活用した塗り絵評価を継続して行い、成功率、失敗率の数値は指導者が把握し、児童へはチェックシートへシールを貼付する方法で、分かりやすいフィードバックを試みた。

③指導上の留意点

塗る際に輪郭線からはみ出ると失敗率の数値に反映する。そのことは児童にもフィードバックできるので、よく見ながら慎重に作業していくことを、活

動の中で児童自身が意識できるようにはたらきかけた。

児童の活動は見えにくさの中で行っている。図画工作科の時間でもとくに描画に関する領域では、活動の結果が、指導者の主観により評価され、言葉で伝えるだけでは児童が実感できずに、共感しにくい点が多々ある。そこで児童自身が、自らできるようになったという実感がもて、塗るということを理解し、塗れている状態とそうではない状態に気付き、さらなる活動への意欲につながるようにフィードバックしていった。

④児童の塗り絵評価結果

児童の塗り絵を本システム評価した結果を表2に示す。

⑤評価結果のフィードバック

フィードバックでは児童が意欲的に活動できる方法を検討し、試みた。実際には図6に示すチェックカードを用いることとした。児童は塗り絵1枚の作業につき、カードの道を一区切り分だけ着色する。指導者は対象の塗り絵の成功率が前回の結果より増加した際には丸シールを、失敗率が低下した際には星シールをそれぞれカードに貼付し、塗りの評価として児童へ伝えた。シールを貼る際に、なぜそのような結果になったのか説明を加えた。児童が自分の塗りの状態を把握し、次の活動に見通しをもってのぞみ、意欲の向上が図れるように促した。

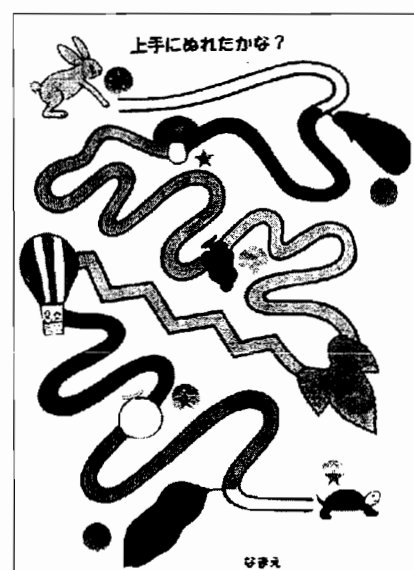


図6 チェックカードの例

表2 児童の塗り絵評価結果

塗るべき領域	塗られた領域	塗るべき領域に 塗られた領域	成功率(%)	失敗率(%)	日付	形	色
1-N児	8回実施(10/5~11/30)						
18167	18639	18167	100	2.6	10月5日	丸	赤
24659	25394	24659	100	2.98	10月19日	十字	赤
25909	25586	24597	94.94	3.82	10月24日	うさぎ	ピンク
20529	21174	20501	99.86	3.28	10月30日	リボン	ピンク
18203	18613	18203	100	2.25	11月2日	丸	赤
24625	25158	24625	100	2.16	11月9日	十字	赤
25847	25983	25351	98.08	2.45	11月16日	うさぎ	ピンク
20454	21022	20452	99.99	2.79	11月30日	リボン	ピンク
2-K児	10回実施(9/21~12/5)						
18521	18811	18353	99.09	2.47	9月21日	丸	オレンジ
11352	11776	11349	99.97	3.76	10月5日	三角	ピンク
24673	25410	24673	100	2.99	10月17日	十字	赤
16854	17360	16829	99.85	3.15	10月24日	船	きみどり
20443	21304	20442	100	4.22	10月30日	リボン	水色
18196	18548	18196	100	1.93	11月2日	丸	オレンジ
11316	11677	11316	100	3.19	11月9日	三角	ピンク
24529	25148	24529	100	2.52	11月21日	十字	赤
16763	17141	16763	100	2.25	11月30日	船	きみどり
20420	20965	20420	100	2.67	12月5日	リボン	水色
3-T児	7回実施(11/2~12/7)						
20511	21079	18528	90.33	12.44	11月2日	リボン	赤
11275	11579	10930	96.94	5.76	11月9日	三角	きみどり
20574	20697	20093	97.66	2.94	11月28日	六角	水色
24767	24359	23656	95.51	2.84	11月30日	十字	赤
17605	17141	16620	94.4	2.96	11月30日	瓶	オレンジ
17036	16561	15956	93.66	3.55	12月5日	船	オレンジ
20222	20959	20214	99.96	3.68	12月7日	リボン	赤
4-M児	8回実施(11/2~12/7)						
20474	22406	18276	89.26	20.17	11月2日	リボン	赤
18665	18111	18493	97.93	3	11月7日	丸	赤
23350	24588	22836	97.8	7.5	11月19日	四角	オレンジ
20426	21012	19928	97.56	5.31	11月26日	六角	黄色
25051	21500	20394	81.41	4.41	11月28日	十字	ピンク
17545	18765	17116	97.55	9.4	11月30日	瓶	水色
16941	18541	16820	99.29	10.16	12月7日	船	水色
20359	21416	20142	98.93	6.26	12月7日	リボン	赤
5-Y児	6回実施(10/30~12/11)						
20304	21332	20299	99.98	5.09	10月30日	リボン	オレンジ
18507	19106	18466	99.78	3.46	11月6日	丸	水色
23321	24067	23213	99.54	3.66	11月13日	四角	ピンク
20423	21134	20365	99.72	3.77	11月20日	六角	オレンジ
24744	25322	24493	98.99	3.35	12月4日	十字	黄緑
20286	21053	20286	100	3.78	12月11日	リボン	オレンジ
6-R児	6回実施(10/16~12/11)						
20523	17858	16227	79.07	7.95	10月16日	リボン	水色
18614	15548	15051	80.86	2.67	11月6日	丸	水色
11403	9413	8942	78.42	4.13	11月6日	三角	きみどり
23334	20514	19476	83.47	4.45	11月13日	四角	赤
20558	18688	18217	88.61	2.29	11月20日	六角	オレンジ
20440	20892	19944	97.57	4.64	12月11日	リボン	水色

表3 T児の塗り絵評価

回	形	成功率(%)	失敗率(%)
1	リボン	90.33	12.44
2	三角	96.94	5.76
3	六角	97.66	2.94
4	十字	95.51	2.84
5	瓶	95.4	2.96
6	船	93.66	3.55
7	リボン	99.96	3.68

(3) 事例報告

次に対象児6名のうち2名の事例を報告する。塗り絵の活動は、図画工作科の時間の一部を使い、継続して行った。また、塗り絵活動と並行して、自由描画の指導も行ってきたのでその期間での自由描画の変容もあわせて報告する。

・事例報告1：T児の事例

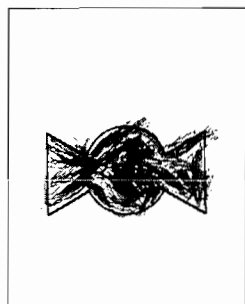
T児は本校小学部2年生に在籍する男児である。T児の眼疾は網膜芽細胞腫、視力は右0,左0.03で、墨字を使用して学年相応の学習を行っている。書字については、筆圧が弱くやや粗雑さが見られる。

表3の表は、T児が行った塗り絵の評価7回の推移を表している。

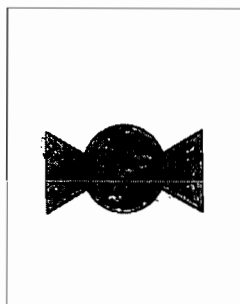
リボンの塗りを行った1回目と7回目の作業結果と、評価について比較する(図7)。左側は1回目の塗り絵で、このときT児は、大きな手のストロークにより勢いよく作業を開始し、主にリボンの内部は塗りつぶしたが、塗り残しやはみ出しに気をとめる様子はなく、短時間のうちに塗り絵を終了させた。その結果、成功率が90.33%と輪郭線の内側をほぼ塗りつぶしてはいるものの、失敗率については

12.44%とかなり高く、はみ出しが多いことが明らかになった。しかしT児は、評価がフィードバックされる塗り絵活動を重ねることによって、チェックカードにシールを貼ってもらいたいという欲求を強くいただくようになっていった。それにともない、T児は塗りつぶしへの関心を高め、意欲的に活動に取り組むようになった。具体的にT児は、成功率を高めるためにムラなく丁寧に塗りつぶすこと、また、失敗率の低下にむけて輪郭線をよく見て、ゆっくり時間をかけて塗り絵を行うこと、といった点を心がけるようになった。そうした意識の変化と活動意欲の高まりが、塗り絵の作品や評価結果に反映された。その結果、7回目は1回目と比較して、成功率は向上し、失敗率については、数値の低下がめざましかった。

次に、T児の自由描画の変化を紹介する。図8に示す船を描いた作品は、塗り絵活動前に描いたものである。筆圧が弱く、形の表し方も稚拙で、着色への興味・関心があまり芽生えていない様子がうかがえる。しかし、塗り絵活動後約3カ月を経て描いた人の顔の作品(図9)は、先の船の絵と比較して、

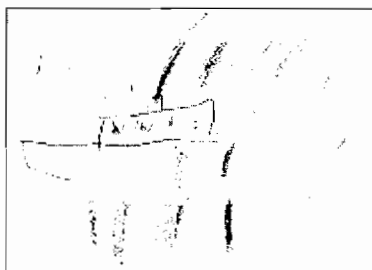


1回目 01.11.02
成功率：90.33%
失敗率：12.44%



7回目 01.12.07
成功率：99.96%
失敗率：3.68%

図7 T児の塗り絵の比較



01.05.25 19×27(cm)
図8 T児のシステム活用前の自由描画1回目



01.12.14 11.5×15(cm)
図9 T児のシステム活用後の自由描画

表4 K児の塗り絵評価

回	形	成功率(%)	失敗率(%)
1	丸	99.09	2.47
2	三角	99.97	3.76
3	十字	100	2.99
4	船	99.85	3.15
5	リボン	100	4.22
6	丸	100	1.93
7	三角	100	3.19
8	十字	100	2.52
9	丸	100	2.25
10	三角	100	2.67

形の中をムラなく丁寧に塗りつぶそうとする意図や意識のもとに着色されている。また、線からはみ出さないように目と手を協応させて描く姿も認めることができた。こうした自由描画における変化の背景には、塗り絵評価システムの活用があったことを記す必要がある。T児は、チェックカードを用いた塗り絵評価のフィードバックに興味を示し、成功率の向上と、失敗率の低下時にもらえるシールが励みとなって、塗りの向上を促進させていった。さらに、その意識が自由描画における塗りにもいかされ、着色の変容がもたらされたと考察する。

・事例報告2：K児の事例

K児は本校小学部2年生に在籍する男児である。K児の眼疾は白子で、視力は右0.06、左0.15、墨字を用いて学年相応の学習を行い、書字はたいへん丁寧できれいな字を書く。

K児が取り組んだ塗り絵学習は10回で、表4に示すように評価は学習当初から高得点であった。

リボンの塗りを行った5回目と10回目の作業結果と評価について比較する(図10)。左側は5回目の塗り絵で、K児の場合、成功率が100%と塗りつぶしについては問題がなかった。一方、丸で囲んだ数カ所を見てみると、わずかではあるが、はみ出しが生じ、失敗率に反映していることが理解できる。そこで、K児の指導にあたっては、輪郭線の際の塗りに注意を払い、線の形や向きにあわせてペン先を動かし、じっくり見ながら慎重に塗り絵を行うことに重きを置くこととした。こうした点に配慮して塗り絵活動を進めた結果、右側の10回目の塗り絵においては、1回目と比較して、失敗率の減少が認められた。また、10回目の作業では、輪郭線からはみ出

さないように、手首や腕を調整しながら描く姿が確認できた。こうした取り組みがはみ出し部分を減少させ、より丁寧な塗りを促していったと考えられる。K児の塗り絵の場合、5回目、10回目ともに、成功率が100%という評価結果から、一見、塗りについての課題をもたない児童と判断しがちである。しかしその一方で、より正確な塗りを目指して、わずかに生じる失敗率を低下させなければならないという難しい課題をもっていた。そこで、先に述べたK児の指導上の留意点を明確にすることによって、より丁寧で正確な塗りの状態に必要な力や技術を身に付けることができたと考察する。

次に、K児の自由描画での変容について見ていきたい。5/25、7/16に描いたこれらの作品は、塗り絵学習前に取り組んだものである(図11)。形の表し方が単純で、色を塗ることへの興味も乏しく、着色してもおおざっぱな塗りにとどまっていた。しかし、塗り絵学習から約1カ月後の10/24に描いた船の作

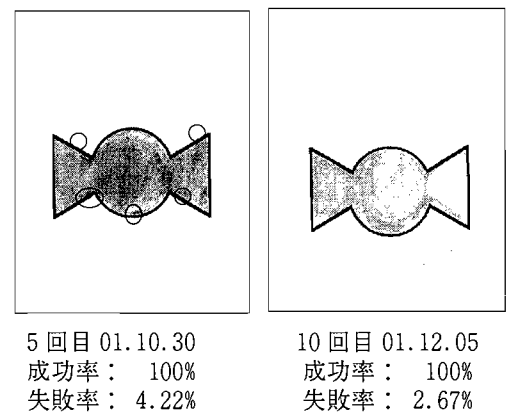


図10 K児の塗り絵の比較

品(図12)では、色を使って形を塗りつぶす意識がはたらいっている。海や雲の塗り方はまだ粗雑であるが、塗られた部分が増してきた。背景を着色するまでには至らなかったが、丁寧な塗りつぶしが認められた。さらに、塗り絵学習から約3カ月後の12/14に描いた駅と線路と電車の絵(図13)を参照すると、塗りつぶしが紙の全体にいきとどいている様子が理解できる。

このようにK児の場合は、自由描画においてわずか7カ月間で、作品に大きな向上が認められた。それは、図画工作科の時間内の指導でK児の描画に対する興味・関心を喚起したこと、また、本システムを用いた塗り絵活動で、K児自身が塗り絵を楽しみながら自分で塗る力を身に付けたことなどが要因であると考えられる。K児の描画力は、様々な要因の

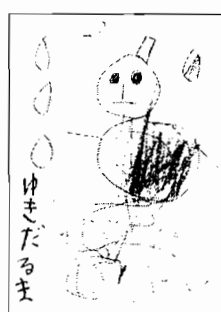
相互作用でもたらされたものであるが、「塗り絵評価システム」が果たした役割は少なくないと考える。

4. スキャナシステムの改良

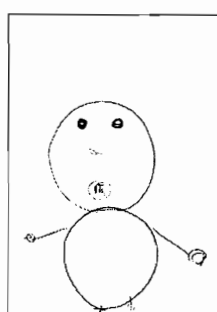
前述の実験や実践で用いたスキャナシステムで発見された評価の誤差や、使用可能な色の制限などの問題に対応するために、東京工芸大学の協力を得て、色の判別方法の洗い直し、ならびに、改良版の塗り絵評価システムソフトウェアの開発がなされた。

①以前のスキャナシステムの色の判別方法

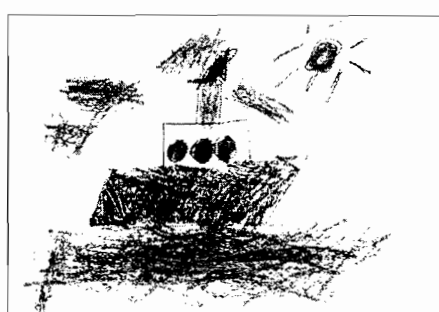
以前に開発したシステムの色の判別方法は、取り込んだ画像のピクセルのRGB値の和をヒストグラムにする、極大値の検出を容易にするために区間幅60の移動平均をとり図14のヒストグラムのようにする、ヒストグラムの山と山の中点を検出し、それらの点を境界としてヒストグラムの3つの山をそれ



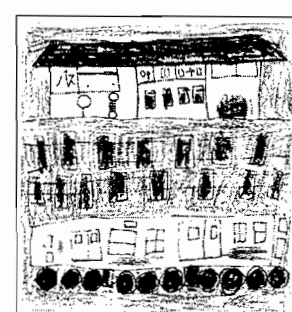
01.05.25
19×27(cm)



01.07.26
19×27(cm)



01.10.24
27×19(cm)



01.12.14
20×19(cm)

図11 K児のシステム活用前の自由描画

図12 K児のシステム活用時の自由描画

図13 K児のシステム活用後の自由描画

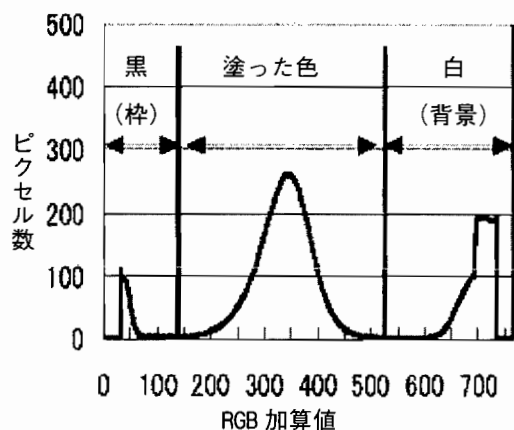


図14 60区間移動平均をとったヒストグラム(例)

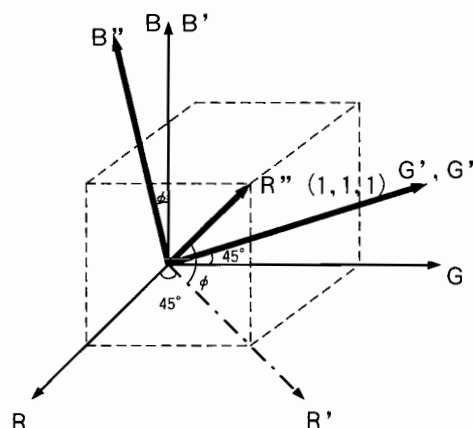


図15 RGB空間

表5 新システムと旧システムの比較

使用スキャナ EPSON GT7000	改良前 (明暗分離)		改良後 (有彩色、無彩色 色分離)	
	成功率(%)	失敗率(%)	成功率(%)	失敗率(%)
赤	100.00	1.82	100.00	0.00
オレンジ	100.00	1.59	100.00	0.00
黄色	100.00	1.62	99.98	0.06
緑	100.00	2.47	100.00	0.02
青	100.00	1.93	100.00	0.00
ライトブルー	100.00	1.88	100.00	0.02
ピンク	100.00	1.78	100.00	0.06

ぞれ黒線・塗った色・背景として判別する、といった仕組みであった。この、RGB値の和をとる方法は、色情報を使わずに明るさをもとに処理しており、使える色の制限が大きく誤差も大きかった。

また、複数のスキャナで確認したところ、それぞれの機種で方式が異なることから画像データの値に差が生じることも確認された。

②改良されたスキャナシステムの概要

これらをふまえて改良したシステムは、図15のような(RGB)の画素値の色空間にプロットし、(1,1,1)方向の軸と画素値の距離で無彩色と有彩色の判別を行う仕組みとした。図15は、RGB座標系の原点を中心にR軸が(1,1,1)方向となるよう回転させた様子である。また、図16には図15の「G'B''平面」に投影した画素値を例示してある。原点近傍のプロットは無彩色と判断し、判別境界の外側を塗られた色と判定する。さらに、無彩色は明暗により背景と黒線に分離する仕組みをとっている。

円形の下絵の内部のみを塗りつぶしたテスト画像

(図17)を新旧のスキャナシステムで評価し、比較した結果を表5に示す。

この結果、旧システムで2%前後あった誤差が0.01%未満までおさえられるようになった。これにより、評価の精度が向上し、誤差が少なくより正確な数値を児童にフィードバックできる環境が整った。

5. 実践2:「スキャナシステム」の教育的な活用②

前項で述べた改良版スキャナシステムを用いた指導事例を以下に報告する。

(1) 対象児

盲学校小学部特別学級在籍の弱視男児1名に対して、本システムを活用した指導を試みた。期間は、平成14年2学期から半年間で、週1回程度、図画工作科の授業内に行った。

(2) 手続き

このシステムや評価の値を用いた指導実践では、

①児童が塗り絵をする、②指導者がシステムでの評

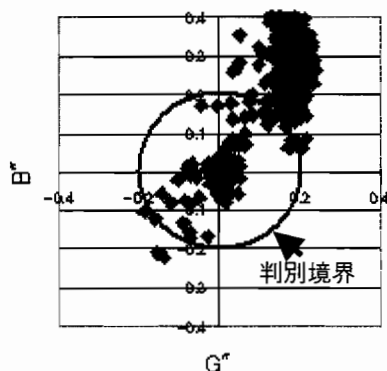


図16 色分離法を用いたときのG'' B'' 平面の散布図(例)

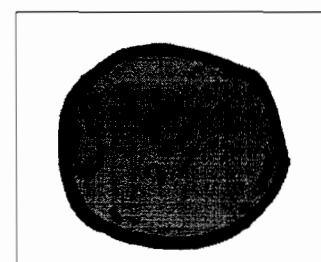


図17 テスト画像の例

表6 Y児の塗り絵評価

指導開始後	図形	塗るべき領域の面積 (pixel)	塗られた面積 (pixel)	塗るべき領域に塗られた面積 (pixel)	成功率 (%)	失敗率 (%)
1 週間	三角形	31576	64620	31103	98.5	106.15
2 ヶ月	かさ	75834	95784	71821	94.71	31.6
4 ヶ月	数字の 3	19734	24508	19734	100	24.19

価結果を教育上必要な助言とあわせてフィードバックする、③評価にもとづいた教材の作製や提示により、児童が問題点を解決しながら次第に高度な塗りに取り組んでいく、この3つの活動を児童の塗りの段階に応じて繰り返し進めていく。

(3) 材料

活動のための教材として、手製の塗り絵教材、塗り用具として水性やアルコール系の各種マーカーを用いた。開発した評価プログラムは、パソコン(HITACHI Prius Note 200D5TMCW)に組み込み、スキャナ(EPSON GT-7300U)を接続して使用した。

(4) 事例報告

・事例報告3：Y児の事例

Y児への塗り絵指導は、図画工作科の時間に週1回程度実施し、作業時間は概ね5～10分であった。

指導当初Y児は、囲まれた領域内を着色することに関心のない様子であった。導入から2回目、基本的な図形として図18に示す三角形を塗った。こ

のとき、成功率98.5%、失敗率106.15%、ここでは、囲まれた形を丁寧に塗っていくようにはたらしかけ ていったが、塗り面積に対して倍以上はみ出してしまった。しかし、2ヵ月後の傘の図柄(図19)では、塗り面積が大きく形が複雑であるのにもかかわらず、成功率94.71%、失敗率31.6%と失敗率を大幅に低下させている。また、開始から4ヵ月後、本児童が興味を強く示した数字の下絵を提示したところ(図20)、成功率100%、失敗率24.19%と輪郭線内部の塗り残しがなくなり、はみ出しも周辺部のわずかな範囲におさえることができた。

当初、輪郭線内を塗るということへの意識の薄かったY児であったが、児童の意欲を高める下絵教材の工夫と提示、継続的な塗り絵実践を通して、次第にその力を高めながら、塗りつぶすという意味を理解し、楽しみながら活動に取り組めるようになっていった(表6)。

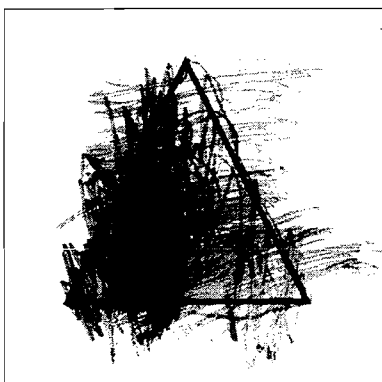


図18 三角形

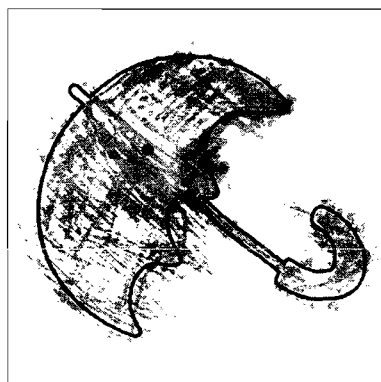


図19 かさ

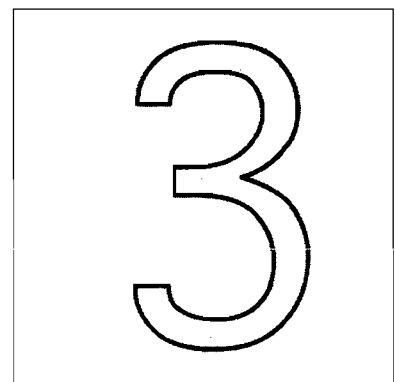


図20 数字の3

6. 結果と考察

本システムを活用することにより、従来の指導者の主観に頼っていた塗りの評価を、数値による面の塗りつぶし作業能力の推移として定量的に把握することができるようになった。これをうけて、指導者は塗り絵評価を児童にも分かりやすい方法でフィードバックすることが可能となり、児童は面の塗りつぶし作業に対する意識、意欲を高めながら、塗りの能力を向上させることができた（実践1、実践2）。

さらに、他の描画活動との関連として、システム活用前には、着色に関心の低かった対象児の自由描画において、システム活用後に、自ら慎重に色塗りをするという変化が見られた（実践1）。

本システムの当初の課題点は、システムの操作が

煩雑で評価までに時間がかかること、使用できる描画材や色に制限があること、評価の値に誤差が生じることなどであった。しかし、改良版の開発で最大の課題であった誤差がほぼ解消され、実践で活用しやすくなった（4. スキャナシステムの改良）。

以上のことから、「弱視児教育用塗り絵評価システム（スキャナシステム）」が、実際の指導に有益であることが確認できた。

一方、指導実践に関しては、より効果的で体系的な活動を目的とした、手引きや教材集の作製など、一般化にむけた取り組みの必要性を痛感した。こうした流れの中で、より活動しやすい環境を目指した「液晶ペンタブレット」を用いた塗り絵評価システムの開発を進めることとなった。

1.「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」の概要

「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム（液晶タブレットシステム）」は、液晶ペンタブレット（WACOM Cintiq C-1500X 視野角：水平 160° 垂直 160°）上に直接スタイラス（ペン）で描いた塗り絵を定量的に評価するものである。液晶タブレットは、液晶パネル前面に電磁誘導方式のタブレットが取り付けられており、スタイラスにより、直接表示画面上の位置指定が可能となる（図 1-1、1-2）。

このシステムはパソコン上の塗り絵プログラムも兼ねている。液晶画面に直接描画するため、スキャナシステムにおけるスキャナの特性による誤差や使える色の制限などの問題点を解決することができる。

塗りの評価結果は、スキャナを用いたシステムと同様に成功率と失敗率を算出する。また、塗りの評価に対する点数化が新たに加えられ、作業結果を見

るにリアルタイムでフィードバックできるようになった。さらに、液晶タブレットシステムは複数の閉領域についても評価できるようになり、様々な色を塗り分けながら活動することも可能となった。

（1）液晶タブレットシステムの条件

液晶タブレットシステムを構築するための前提として以下の条件を設けた。

①下絵の背景は白色とする。

※ただし、輪郭線を最大に拡張した黒地の画像は扱うことができる。

②下絵は画面に表示できる大きさとする（1024×768 pixel 程度）。

③下絵は黒色の線で囲まれた閉領域とする。

（2）塗り絵の処理方法

液晶タブレットシステムでは、黒線で囲まれた閉領域内に色が塗られたかを判定するため、黒線が他の色で塗りつぶされないようにする必要がある。そこでこのシステムでは、2つの画面をオーバーレイ

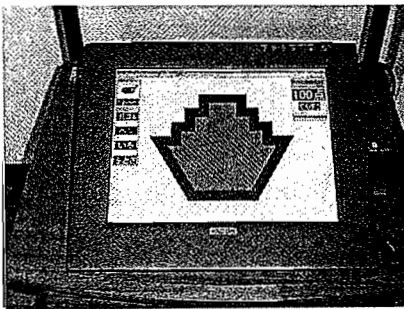


図 1-1 液晶ペンタブレットシステム

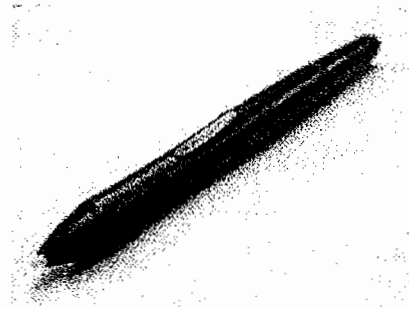


図 1-2 スタイラス

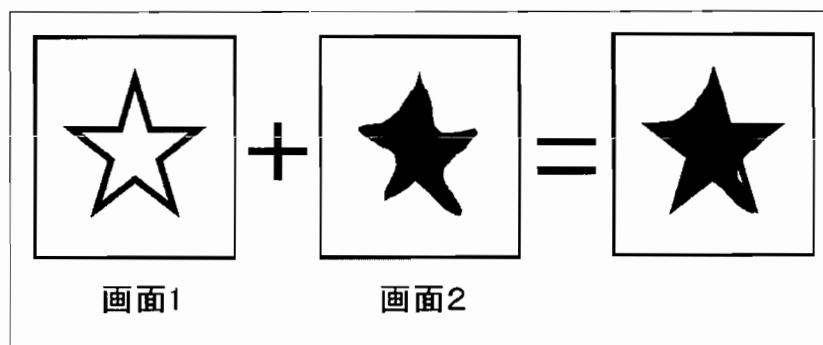


図 2 塗り絵の処理方法

表1. スキャナシステムと液晶タブレットシステムとの比較

	スキャナシステム	液晶タブレットシステム
長所	・スキャナを用いるため比較的安価にシステムを構築できる ・特殊な器具を用いずに日常的に使用する筆記具や紙を使用できる	・液晶タブレットを用いて、塗り絵プログラムに直接描画するため、正確に測定できる ・パソコンや液晶タブレットを用いているため、興味を持つ児童が多い ・筆記具システムよりも少ない手順で評価が行える
短所	・塗り絵が描かれた紙をスキャナでパソコンに取り込む際、スキャナの特性が機種ごとに大きく違うため、機種によっては正確に測定できない ・薄い色だと白色、濃い色だと黒色と判定する事があるため、使える色に制限がある ・スキャナで取り込んだ後、別プログラムでの判定を行うため、操作手順が複雑になってしまう	・液晶タブレットを用いていることや、評価プログラムがメモリを大量に消費することにより、ある程度のマシンパワーが必要となるためシステムが高価になってしまう ・スタイラスの書き味が通常のクレヨンやマーカーと異なっている

として用意し、画面1には黒線だけ、画面2にはその他の色が描けるようにした。画面1に透過する処理を施し、画面1を上、画面2を下にして重ねて表示することによって黒線が他の色で塗りつぶされることを防いでいる（図2）。

描画作業を始める前にあらかじめ塗るべき閉領域内の1点を指定し、画面1の指定した塗るべき領域をRGB(254, 254, 254)とし、その他の背景RGB(255, 255, 255)と区別している。

色の判定は、画面1と画面2を同時に画面の左上から右下まで全ての画素について行い、閉領域内に塗られた面積、閉領域内に塗られなかった面積、閉領域外に塗られた面積、閉領域の面積を測定している。

（3）評価尺度

基本的に評価尺度は、スキャナシステムと同様であるが、新たに点数を算出するための尺度も用意した（図3）。

2. スキャナシステムと液晶タブレットシステムとの比較

スキャナシステムと液晶タブレットシステムの特徴を表1にまとめた。液晶タブレットシステムはスキャナシステムと比べ、正確さや使いやすさはまわっている。しかし、紙に描く感触と液晶タブレット上で描く感触は違うため、実生活で使う紙の描画も非常に重要であると考ええる。

3. 弱視児による試用

盲学校に在籍する弱視児数名に、液晶タブレット

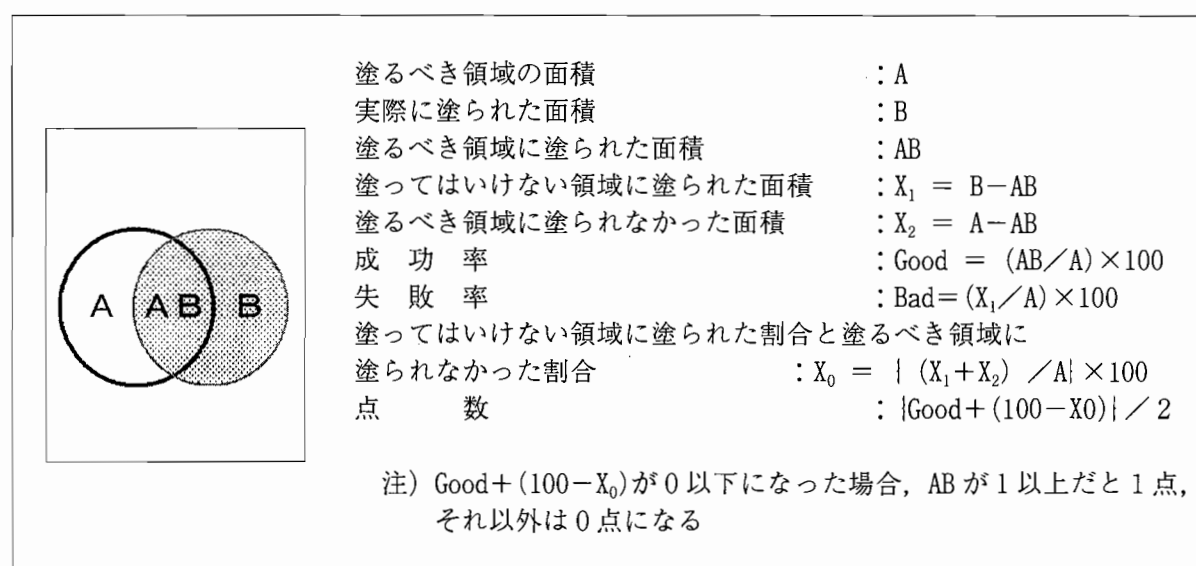


図3 液晶タブレットシステムの評価尺度

システムによる塗り絵活動を実施した。当初、液晶タブレットシステムは、スタイラスで画面上に着色していく感覚とペンで紙に着色する感覚の違いが、塗りにどの程度影響するのかが懸念されていた。しかし、児童たちはペンなどの通常の筆記具による塗り絵と比較して、違和感をいなくことなく活動することができた。さらに、児童自身が色の設定、ペン幅や消しゴムの選択など、簡単な操作を覚え、興味をもって主体的に取り組む姿が見られた。

今回試用した児童たちについては、液晶画面が見えにくいと指摘するものはいなかったが、今後はそれぞれの児童にとって見やすい画面の角度や輝度などについても検証していく必要があるだろう。しかし、液晶タブレットシステムを数名の弱視児に試用した結果から、コンピュータによる活動が児童の興味を喚起しやすいことなどが利点として考えられ、スキャナシステムや紙に描く描画とあわせて活用していくことで、幅のある塗り絵活動が期待できるという感触が得られた。

4. 液晶タブレットシステムの改良

先の弱視児による試用をうけて、液晶タブレットシステムのインターフェースの改良を試みた。まず、操作パネルに表示される文字の大きさの改良を行った。これにより、さらに多くの児童が自ら操作しながら塗り絵活動を行う際の助けとなり得る。また色パレットでは、子供用 12 色、大人用 18 色の色から選ぶことができるようにした。色パレット上で色名もあわせて表示し、色と名前のイメージが容易にできるようにした。また、点数による表示のほか、言

葉による評価へと切り替わる機能も加え、児童の実態に応じて選択できるようにした。その他、キーボードショートカットを割り付け、操作を簡便にし、全体的な安定度を増すためにプログラムの調整を加えた。

完成した改良版液晶タブレットシステムは、液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」と名付けられ、教育現場における実用化にむけた準備が整った。

5. 実践：「液晶タブレットシステム」の教育的な活用

液晶タブレットシステム「ぬりまる」を用いた指導実践を以下に報告する。

(1) 対象児

盲学校小学部在籍の 1 年生 2 名に対して、液晶タブレットシステムを活用した指導を試みた。対象児のうち 1 名は弱視学級、もう 1 名は盲学級に在籍児童で、ともに幼稚部在籍段階からクレヨンなどを用いた描画活動に慣れ親しんできていた。今回報告する実践期間は、平成 16 年度 1 学期の 3 ヶ月であるが、その後も継続した塗り絵活動を行っている。

(2) 手続き

①実践準備として、調査用素材を用いてディスプレイ上の児童の見える実態を把握し、活動に適した教材の基準を設定した。

②塗り絵活動は、「基本形の塗り絵」と「具体物の塗り絵」を交互に実施し、児童が興味をもって活動できるように配慮した。

③塗り絵作業の結果は、「ぬりまる」の評価をもとに



図 4 ハードウェア構成



図 5 塗り絵評価システムソフトウェア
「ぬりまる」の画面

児童にリアルタイムにフィードバックし、塗り絵の達成度や課題点を意識させ、次の取り組みへの動機付けとした。

(3) 材料

①ハードウェア

ハードウェアは、デスクトップパソコン(OS:Windows XP・HP社製)に、ディスプレイ及び入力機器として15インチの液晶ペンタブレット(ワコム社製)を接続したものをを用いた(図4)。これを2組用意した。

②ソフトウェア

ソフトウェアは、開発した液晶タブレットシステムのソフトウェア「ぬりまる」を用いた(図5)。

③教材

・調査用素材

ディスプレイ上での弱視児の見える状態を把握するために、丸や四角のような基本的な形をもとに、大きさ、輪郭線の太さ、塗りの色がそれぞれ異なる塗り絵教材用画像データを複数作製した(図6)。

・基本形の塗り絵用下絵教材

調査用素材と同様に、基本的な形を用いて、大きさ、輪郭線の太さ、向きの異なった下絵教材を複数作製し、弱視児の実態に応じて教材を選択できるようにした(図7)。

・具体物の塗り絵用下絵教材

基本的な形だけではなく、親しみやすい様々な図柄により、楽しみながら活動できる塗り絵教材を準備した(図8)。

(4) 事例報告

・事例報告1：H児の事例

H児は弱視学級に在籍する1年男児で、視力は右手動弁、左0.03、近視性乱視で両眼ともに角膜混濁がある。活動前に本児に対し自分の好きな色について確認したところ、緑・黄緑、画面上で見やすい色は水色と答えた。

活動の導入期に行った図9の塗り絵は、黒背景上に白抜き正方形が3つ配置されたはみ出しの心配がなく取り組める下絵教材で、これはもともと調査用素材として用意したものであったが、活動の初期の教材に相当と判断し、そのまま塗らせることとなった。この閉領域面積は 26.46cm^2 、塗りの成功率は99.97%、失敗率0%、点数は99点、描画時間は58秒であった。こうした基本形の塗り絵と並行して、児童が意欲的に取り組みそうな魚の塗り絵も行った(図10)。使用する色については特に制限を加えず自由に活動させたため、H児は複数の色を用いて塗り分け作業を楽しんだ。この図柄の閉領域面積は 119.99cm^2 、塗りの成功率は97.73%、失敗率0.64%、点数は98点、描画時間は1分54秒であった。

次に示す2点の塗り絵は、指導開始約2ヵ月後に行ったものである。図11の塗り絵は、画面上の大きさが1辺5cmの正方形で輪郭線が5mm、図12は輪郭線が10mmのものである。図11の閉領域の面積は 25.49cm^2 、成功率99.73%、失敗率0.09%、点数99点、描画時間32秒であった。一方、図12については、閉領域の面積 25.49cm^2 、成功率99.97%、失敗

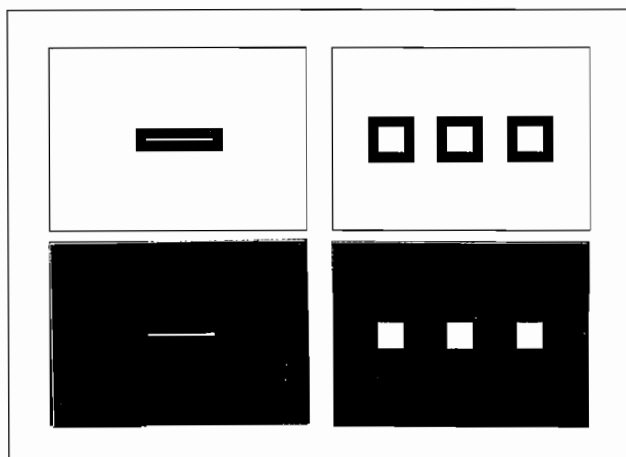


図6 調査用素材(例)

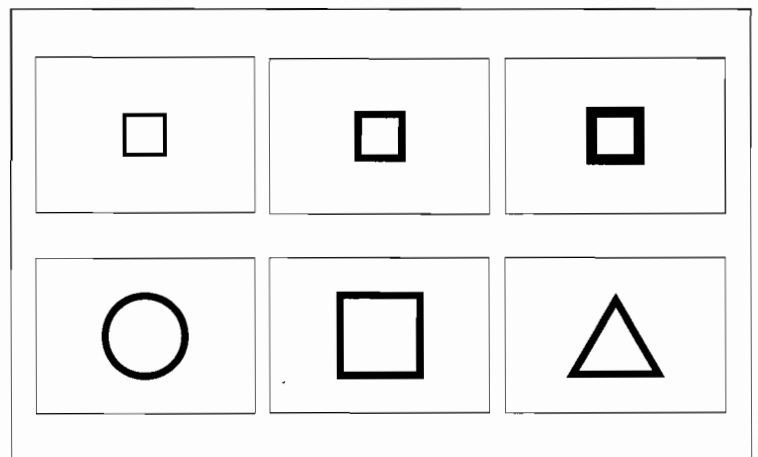


図7 基本形の塗り絵用下絵教材(例)

率 0 %, 点数 99 点, 描画時間 41 秒という評価が得られた。この 2 つの塗り絵の作業結果を比較すると、輪郭線が 10 mm の方が若干ではあるが成功率が高く、はみ出しがないことが分かる。しかし、描画時間は 10 mm と比較して 5 mm の場合の方が短く、輪郭線が細いから見えにくく作業時間がかかったというものでもないようであった。こうした結果から、H 児は 5 mm 程度の輪郭線の幅があれば、十分に塗り絵活動が可能であると判断できる。

その 1 週間後、1 辺が 10 cm の正方形で輪郭線を細く設定した塗り絵に取り組んだ。図 13 は輪郭線 1 mm、図 14 は輪郭線 2 mm の塗り絵である。これらの塗り絵は、さらに、H 児がどの程度の輪郭線の幅まで対応できるのかを把握するために取り組むこととした。図 13 の閉領域の面積は 100.77

cm²、成功率 99.18%、失敗率 3.11%、点数 98 点、描画時間は 1 分 21 秒であった。図 14 については閉領域の面積が 100.77 cm²、成功率 99.77%、失敗率 0.71%、点数 99 点、描画時間が 1 分 21 秒であった。評価結果や塗り絵の状態からは一見問題はなかったように解釈できるが、H 児が作業後にどちらの輪郭線も見えにくかったと述べていることから、輪郭線の幅が 1, 2 mm 程度までなると、H 児には細すぎて塗り絵の下絵教材には不適切であると判断できる。また、輪郭線が 1, 2 mm の塗り絵は、液晶ペンタブレットの画面の厚みや見る角度などの影響で、ペン先の太さによっては輪郭線の内部を塗っているつもりでもはみ出してしまうことがあり、活動には不向きであることが確認された。

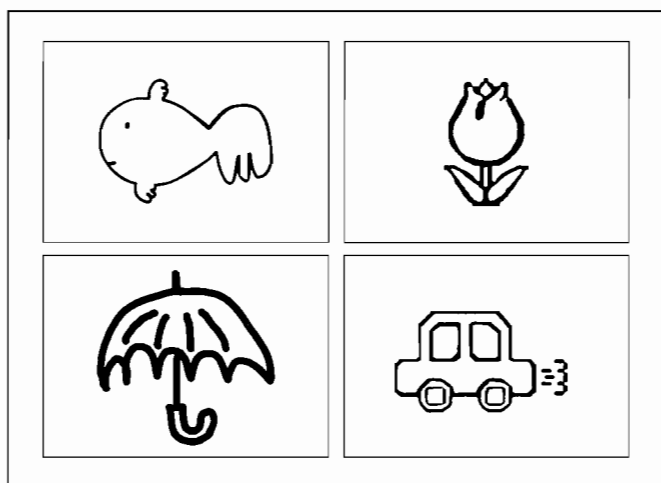
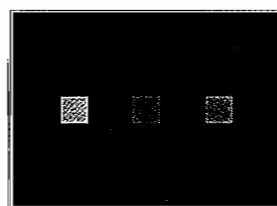
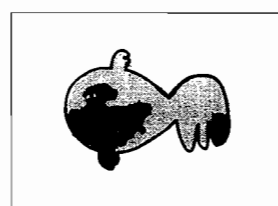


図 8 具体物の塗り絵用下絵教材 (例)



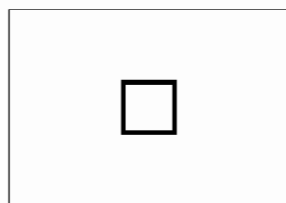
塗るべき領域 : 26.46
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.97
失敗率 (%) : 0
点数 (点) : 99
描画時間 : ---

図 9 調査用素材を着色
H 児 - 1



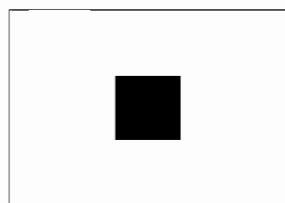
塗るべき領域 : 119.99
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 97.73
失敗率 (%) : 0.64
点数 (点) : 98
描画時間 : 1' 54"

図 10 具体物の下絵を着色
H 児 - 2



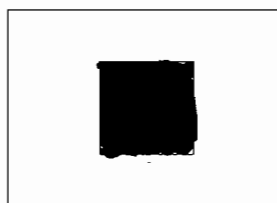
塗るべき領域 : 25.49
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.73
失敗率 (%) : 0.09
点数 (点) : 99
描画時間 : 0' 32"

図 11 1 辺 5cm 輪郭線 5mm
H 児 - 3



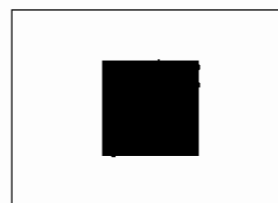
塗るべき領域 : 25.49
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.97
失敗率 (%) : 0
点数 (点) : 99
描画時間 : 0' 41"

図 12 1 辺 5cm 輪郭線 10mm
H 児 - 4



塗るべき領域 : 100.77
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.18
失敗率 (%) : 3.11
点数 (点) : 98
描画時間 : 1' 21"

図 13 1 辺 10cm 輪郭線 1mm
H 児 - 5



塗るべき領域 : 100.77
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.77
失敗率 (%) : 0.71
点数 (点) : 99
描画時間 : 1' 21"

図 14 1 辺 10cm 輪郭線 2mm
H 児 - 6

・事例報告 2：M児の事例

M児は、盲学級1年に在籍する女児である。眼疾は小眼球で、見えの状態は右が指数弁、左は義眼装用である。M児の好きな色は水色・黄色、画面上で見やすい色は赤と答えた。M児はかなり低視力であるが、元来絵を描いたりすることが好きで、塗り絵にも意欲的に取り組んだ。

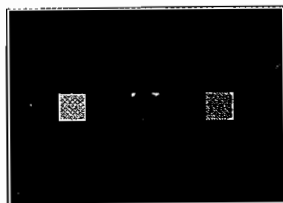
活動の導入期は、H児と同様に、図15のようなはみ出しを意識せず取り組める下絵教材や、図16のように意欲的に活動できる図柄を提示した。図15の下絵の閉領域の面積は 26.46cm^2 、成功率 95.04%、失敗率 0%、点数 96 点、描画時間は 54 秒であった。図16のチューリップの図柄における閉領域の面積は 47.85cm^2 、成功率 96.09%、失敗率 4.08%、点数 95 点、描画時間は 46 秒で、M児がイラストなどでよく用いられるような配色を自ら選択し、着色している様子が見える。

視力の低いM児に対し、適切な輪郭線の幅を把握し提示することを留意しながら活動を重ね、指導開始後約2ヵ月の時点では、幅が5mmから10mm程度の塗り絵が適切であると判断し、取り組ませていった。図17は1辺5cmの正方形の塗り絵で、輪郭線が5mm、閉領域の面積は 25.49cm^2 で、成功率 99.47%、失敗率 1.01%、点数 99 点、描画時間 1分1秒であった。図18は1辺10cmの正方形の塗り絵で、輪郭線は7mmのものである。図18の閉領域の面積は 100.77cm^2 、成功率 99.83%、失敗率 0.44%、点数 99 点、描画時間は 2分49秒

であった。M児については、下絵があまり大きくすぎない方が塗るべき形の全体把握がしやすいようであった。しかし、図18では、1辺10cmと比較的大きい下絵教材であるにもかかわらず、図柄が適切な輪郭線の太さで形づくられ、さらに、画面上見やすい赤色を用いて塗り絵を行ったことなどが影響し、評価結果が良好であったと考察する。

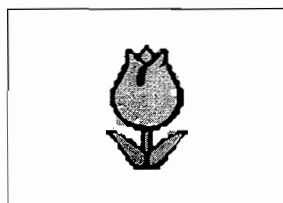
さらに1週間後、輪郭線がいずれも10mmの塗り絵に取り組んだ。図19は1辺5cmの正方形で閉領域の面積は 25.49cm^2 、成功率 99.48%、失敗率 0%、点数は 99 点、描画時間は 43 秒であった。M児は、大好きな水色を使用して意欲的に塗り絵に取り組み、はみ出すことなく塗りつぶすことができた。一方、図20は1辺10cmの正方形で、閉領域の面積 100.77cm^2 、成功率 96.67%、失敗率 7.51%、点数 93 点、描画時間は 2分54秒、塗りに使用した色はピンクであった。

図19、ならびに、図20は、下絵教材の形と輪郭線の太さについて同条件で、大きさのみに違いをもつ塗り絵である。これら2つの塗り絵の評価結果を比較すると、下絵の大きさが大きく、塗りに使用した色がやや見えにくいピンク色であったことなどが影響し、図20の成功率、失敗率がともに下まわる結果となった。これらのことから、下絵教材の大きさや輪郭線の太さと同様に、塗りに用いる色が画面上、見えやすいかどうかという要因も作業結果に影響を与えるのではないかと考察した。



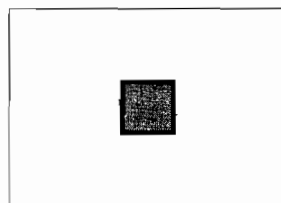
塗るべき領域 : 26.46
の面積 (cm^2)
成功率 (%) : 95.04
失敗率 (%) : 0
点数 (点) : 96
描画時間 : 0' 54"

図15 調査用素材を着色
M児-1



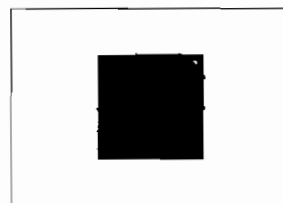
塗るべき領域 : 47.85
の面積 (cm^2)
成功率 (%) : 96.09
失敗率 (%) : 4.08
点数 (点) : 95
描画時間 : 0' 46"

図16 具体物の下絵を着色
M児-2



塗るべき領域 : 25.49
の面積 (cm^2)
成功率 (%) : 99.47
失敗率 (%) : 1.01
点数 (点) : 99
描画時間 : 1' 01"

図17 1辺5cm輪郭線5mm
M児-3



塗るべき領域 : 100.77
の面積 (cm^2)
成功率 (%) : 99.83
失敗率 (%) : 0.44
点数 (点) : 99
描画時間 : 2' 49"

図18 1辺10cm輪郭線7mm
M児-4

（５）結果

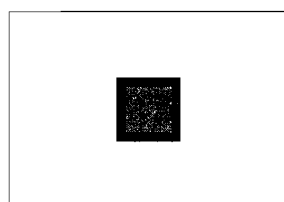
２名の児童に対し、液晶タブレットシステムによる塗り絵活動を９回実施した。このときの基本形、および、具体物の塗り絵の成功率と失敗率は図 21 に示した通りである。H児の平均成功率は 99.41% (SD 0.66) で、最大 99.99% 最小 97.73% であった。H児の平均失敗率は 1.24% (SD 2.80) で、最大 12.38% 最小 0% であった。M児の平均成功率は 95.32% (SD 9.24) で、最大 99.85% 最小 58.39% であった。M児の平均失敗率は 3.34% (SD 5.13) で、最大 21.74% 最小 0% であった。

６．まとめと考察

実践の結果から、液晶タブレットシステムを用いた画面に直接ペンで描く塗り絵活動は、紙に描いた塗り絵の場合と比較して遜色なく活動できることが明らかになった。また、塗りつぶしの程度やはみ出しの客観的かつ即時的な評価は、児童の興味を大いに引き意欲的な活動を促した。これらは本システムが弱視児の教育活動に活用できることを示している。また、指導者が使用する上でのぞましい下絵の大き

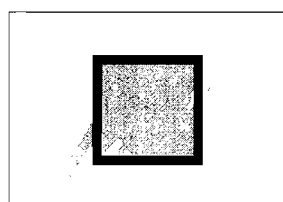
さ、輪郭線の太さや色を把握し、個々の水準に適した教材の作製、ならびに、提示を行うことが、塗りの向上を含む広義の基礎描画力の構築につながることも明らかになった。

今後は、先の実践結果をもとに、より塗りの技能の向上を図っていくための指導の手順について整理・検討を重ねていくこと、下絵の複雑化、輪郭線の太さの変更などにおける教材作製を進めることなどが課題となった。これらについて本実践で使用した塗り絵教材や指導方法に修正を加えながら、本システム活用の手引きとして発展させていきたい。



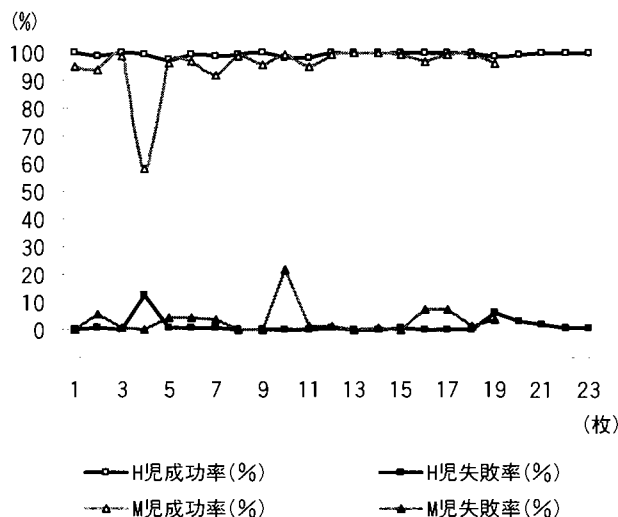
塗るべき領域 : 25.49
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 99.48
失敗率 (%) : 0
点数 (点) : 99
描画時間 : 0' 43"

図19 1辺5cm輪郭線10mm
M児－5



塗るべき領域 : 100.77
の面積 (cm²)
成功率 (%) : 96.67
失敗率 (%) : 7.51
点数 (点) : 93
描画時間 : 2' 54"

図20 1辺10cm輪郭線10mm
M児－6



- ・ H児
平均成功率 99.41% (SD 4.66 最大 99.99% 最小 97.73%)
平均失敗率 1.24% (SD 2.80 最大 12.38% 最小 0%)
- ・ M児
平均成功率 95.32% (SD 9.24 最大 99.85% 最小 58.39%)
平均失敗率 3.34% (SD 5.13 最大 21.74% 最小 0%)

図21 成功率と失敗率

Ⅱ 活用編

- Ⅱ－Ⅰ 液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」の使用方法
- Ⅱ－Ⅱ 「ぬりまる」活用例
- Ⅱ－Ⅲ 「ぬりまる」用塗り絵教材集について

※ 「Ⅲ 活用編」以降，本研究報告書で使用している塗り絵評価システムのソフトウェア，および，教材集などのデータは，このたび作製した CD-ROM に収録しているのでご参照ください。CD-ROM が添付されていない場合は，巻末にある筆者の連絡先までお問い合わせください。

Ⅱ－Ⅰ 液晶ペンタプレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」の使用方法

1. 概略

弱視児の描画活動における基礎的な指導方法の一つに塗り絵がある。塗り絵活動によって弱視児が有する視覚機能を活用し、作業性を向上させるとともに、描画の基礎的な技能を育むことが期待できる。このソフトウェアは、弱視児童教育用の塗り絵評価システムとして開発され、液晶ペンタプレットを用いて描いた塗り絵をコンピュータ上で数値化し、塗りの作業結果を定量的に評価することができる。

2. 塗り絵の準備

本システムで評価できる塗り絵については、以下の制約がある。

①下絵教材の背景は白とする。

※ただし、輪郭線を最大に拡張した黒地の画像は扱うことができる。

②スキャナで下絵教材を取り込む場合、その図柄はA4用紙を横にし、中心付近に描かれたもの、BMPファイルの場合は1013×718 pixelが最適サイズになる。

③下絵教材の塗るべき領域は、黒色の輪郭によって囲まれた閉領域とする。

評価可能な下絵教材例と評価不可能な下絵教材例を図示する（図1－1、1－2、1－3）。

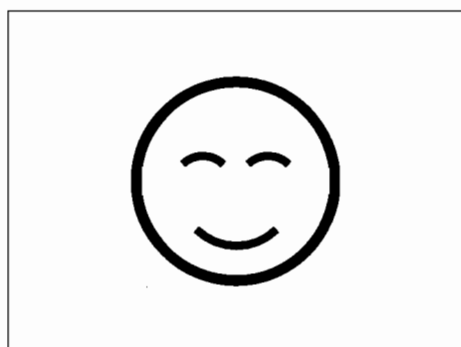


図1－1 1つの閉領域の下絵

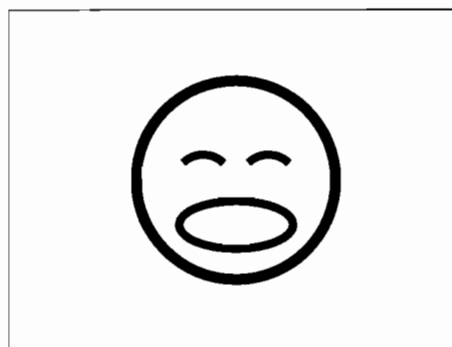


図1－2 複数の閉領域をもつ下絵

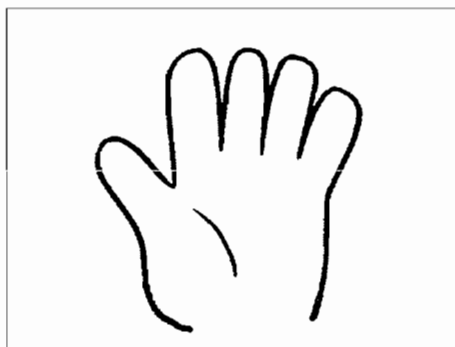


図1－3 開領域の下絵

3. 「ぬりまる」の概要

CD-ROM に収録された「ぬりまる.exe」をコンピュータのハードディスクに適宜コピーする。起動すると、初期状態では、「現在のペン」「塗り絵の管理」「現在の評価」「ファイル」の4つのツールが表示され、「輪郭線」のペンが選択されている。以下に各ツールとボタンの説明を記す。

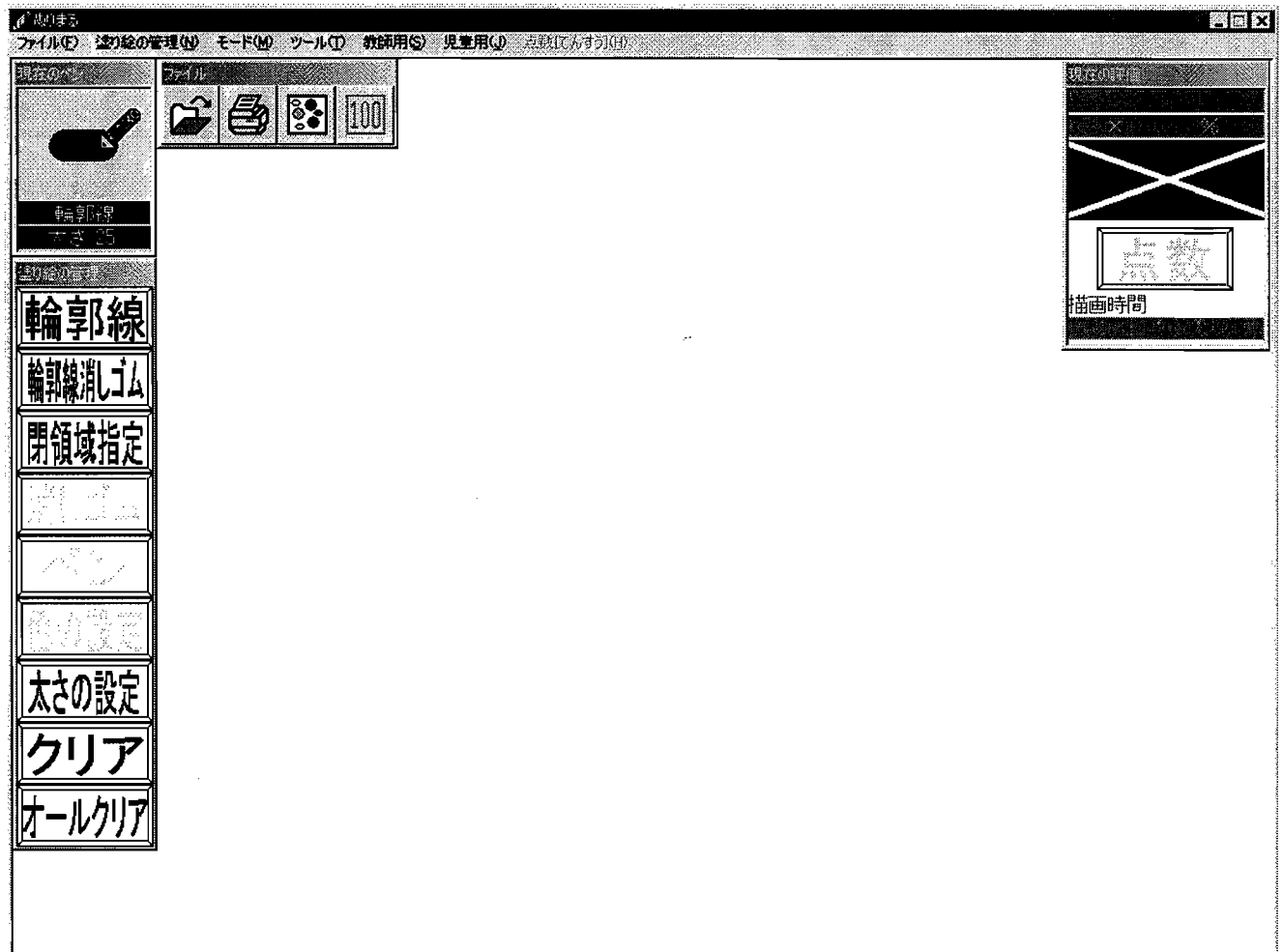


図2 「ぬりまる」起動画面

(1) ツール、メニューの説明

画面上部のメニューバーにある「ツール」を選択することで、各ツールの表示、非表示を切り替えることができる。以下に各ツールとメニューバーについて記す。各ツールにある各種ボタンとメニューの詳細についての説明は次項目に記す。

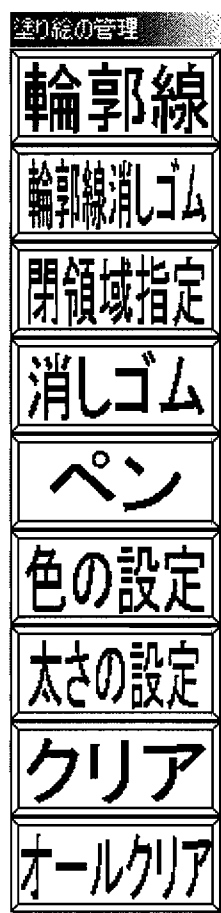


図 2-1 塗り絵の管理

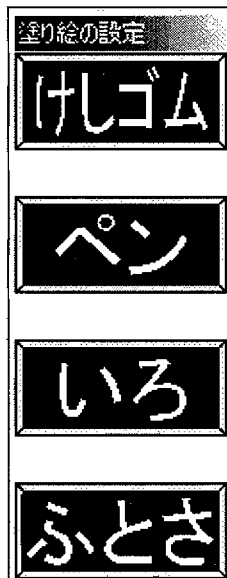


図 2-2 塗り絵の設定

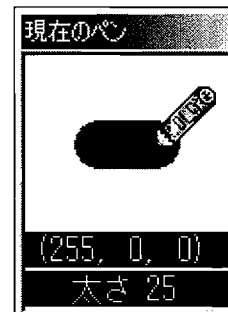


図 2-3 現在のペン

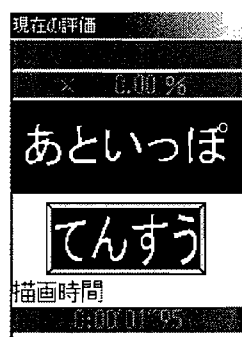


図 2-4 現在の評価

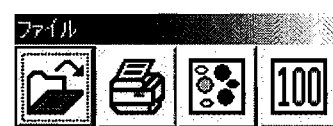


図 2-5 ファイル



図 2-6 メニューバー

①各ツールについて

・塗り絵の管理（図2-1）

ここには「輪郭線」「輪郭線消しゴム」「閉領域指定」「消しゴム」「ペン」「色の設定」「太さの設定」「クリア」「オールクリア」の9つのボタンがある。このツールは指導者が使用するためのものである。このツールを選択すると自動的に『現在のペン』を同時に表示する。『塗り絵の設定』が表示されていた場合は『塗り絵の管理』と置き換わる。

・塗り絵の設定（図2-2）

ここには「けしゴム」「ペン」「いろ」「ふとさ」の4つのボタンがある。この4つのボタンはそれぞれ『塗り絵の管理』にある「消しゴム」「ペン」「色の設定」「太さの設定」と同じ機能である。ただし、「いろ」と「ふとさ」は児童が扱いやすいように「色の設定」「太さの設定」を簡素化した児童用のものになる。このツールは児童が塗り絵を描くときに使用するためのものである。このツールを選択すると自動的に『現在のペン』を同時に表示する。『塗り絵の管理』が表示されていた場合は『塗り絵の設定』と置き換わる。

・現在のペン（図2-3）

選択されているペンとカーソルを表示する。このツールを選択することによって『現在のペン』を単独で表示することができる。このツールの下部には、現在選択されているペンの名称、ペンの太さ、または、閉領域数、色数が表示される。

・現在の評価（図2-4）

「点数」ボタンがあり、現在表示されている塗り絵の評価を示す。表示される評価は上から、「成功率」「失敗率」「点数」の3つである。閉領域が確認されていないと何も表示されないが、閉領域が確認されると各項目に「---」と示される。また、一番下には描画時間が表示される。描画時間はマウスの左クリック、または、スタイラスを画面に接触している時間を表す。ファイルを開いて塗り絵を表示させた場合、そこに色が塗られていると描画時間の前に「+」と表示され、書き加えた時間であることが分かるようになっている。

・ファイル（図2-5）

画面上部のメニューにある「ファイル」と同じ機能があり、左から順に、「BMP ファイルを開く」「印刷」「塗り絵を保存」「評価を保存」の4つのボタンがある。このツールは『塗り絵の設定』を開くと閉じられる。

②メニューバー（図2-6）について

・ファイル

「BMP ファイルを開く」「印刷」「塗り絵を保存」「評価を保存」「終了」の5つの機能がある。これらはツールの「ファイル」と同じ機能をもつ。

・塗り絵の管理

「輪郭線」「輪郭線消しゴム」「閉領域指定」「消しゴム[けしゴム]」「ペン[ペン]」「色の設定」「太さの設定」「クリア」「オールクリア」「[いろ]」「[ふとさ]」の11個の機能がある。これらはツールの「塗り絵の管理」、「塗り絵の設定」と同機能である。

・モード

「閉領域」内では「少 閉領域」「多 閉領域」「色指定 閉領域」の3つのモードの切り替えを行うことができる。

「カーソル」内ではマウスカーソルの「右利き」と「左利き」の切り替えを行うことができる。

「いろ」内では児童用パレットの「子供用」と「大人用」を切り替えることができる。

「評価」内では点数表示の「言葉」と「数字」を切り替えることができる。

・ツール（メニュー）

「塗り絵の管理」「塗り絵の設定」「現在のペン」「現在の評価」「ファイル」の5つのツールの開閉が行える。

・教師用（メニュー）

「塗り絵の管理」「現在のペン」「現在の評価」「ファイル」の4つの教師用ツールを表示させる。

・児童用（メニュー）

「塗り絵の設定」「現在のペン」「現在の評価」の3つの児童用ツールを表示させる。

・点数[てんすう]（メニュー）

『現在の評価』の「点数（てんすう）」と同じ機能がある。

(2) メニューの項目、ボタンの説明

画面上部のメニューバーの下位項目とツールにあるボタンの説明を以下に記す。ツールのボタンは、画面上部のメニューバーの「塗り絵の管理」「評価」内にある項目と同じ機能をもつ。

・BMP ファイルを開く

選択するとあらかじめ保存してある BMP ファイルを開くことができる。画面より大きいサイズの BMP ファイルを開くと自動的に縮小して表示する。ただし、保存する際も縮小したサイズで保存されるので注意が必要である。

・印刷

選択すると画面に表示されている塗り絵を印刷する。印刷に関する注意事項は「6. 印刷について」にて後述する。

・塗り絵を保存

選択すると画面に表示されている塗り絵を BMP ファイル形式で保存する。

・評価を保存

選択すると塗り絵の評価を CSV ファイル形式で保存する。保存される項目は「ファイル名」「塗るべき領域」「塗られた領域」「塗るべき領域に塗られた領域」「成功率」「失敗率」「点数」「描画時間」「閉領域数」「色指定」「色数」の 11 項目である。「色指定」は「色指定 閉領域モード」を使用したかどうか記され、「色数」は「色指定 閉領域モード」のときに指定した色数について保存される。保存の際、既存の CSV ファイルを選択すると結果をファイルに追記することができる。このメニューは『現在の評価』に点数が表示される状況のときに使用できる。

・終了

選択するとアプリケーションが終了する。塗り絵に変更があった場合は、終了時に塗り絵を保存することができる。

・少 閉領域

選択すると「閉領域指定」が「少 閉領域モード」になり、ボタンとメニューの「閉領域指定」が変化する。詳しくは「閉領域指定」に記す。

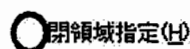


図 3-1 「少 閉領域モード」のボタンとメニュー

- ・多 閉領域

選択すると「閉領域指定」が「多 閉領域モード」になり、ボタンとメニューの「閉領域指定」が変化する。詳しくは「閉領域指定」に記す。



図 3-2 「多 閉領域モード」のボタンとメニュー

- ・色指定 閉領域

選択すると「閉領域指定」が「色指定 閉領域モード」になり、ボタンとメニューの「閉領域指定」が変化する。詳しくは「閉領域指定」に記す。



図 3-3 「色指定 閉領域モード」のボタンとメニュー

- ・右利き、左利き、なし

マウスカースルを右利き用、左利き用に切り替える。「なし」を選択するとマウスカースルが表示されなくなる。

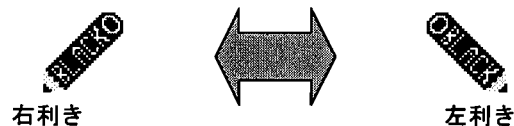


図 3-4 「利き手」によるマウスカースルの切り替え(輪郭線の場合)

- ・輪郭線

選択すると黒色のペンになる。このペンで描いたものは「輪郭線消しゴム」以外のペンでは上書きされない。閉領域が指定された後にこのボタンを選択すると閉領域が一時的に解除される。

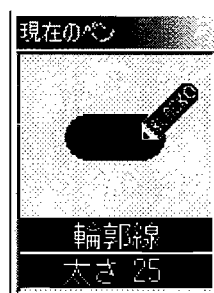


図 3-5 「輪郭線」を選択したときのペン

- ・輪郭線消しゴム

選択すると白色のペンになる。このペンは「輪郭線」で描いたものを消すことができるが、それ以外のペンで描いたものは消すことができない。閉領域が指定された後にこのボタンを選択すると閉領域が一時的に解除される。



図 3-6 「輪郭線消しゴム」を選択したときのペン

- ・閉領域指定

選択した後、黒色の線で囲まれた閉領域内をクリックすると閉領域を指定することができる。指定した場所に閉領域がない場合は閉領域を描き直すように指示がでる。閉領域が指定してある場所を選択すると、その場所の閉領域を解除することができる。「Shift」を押しながら閉領域を指定すると「閉領域数」を増やさずに閉領域指定を行える。ただし、閉領域がないときや0になるときは使用できない。この機能は下絵の尖った部分など、意図した場所が閉領域に指定されなかった場合などに使うことで有効に利用できる。「閉領域指定」ボタンを2度選択すると、ポインタがこのボタンの選択前のペンに戻る。また、閉領域が1箇所以上指定された状態でこのボタンを選択すると、指定されている閉領域が灰色（色指定 閉領域モードの場合は指定した色）で表示される。以下にモードによる閉領域指定の違いを記す。

- ・少 閉領域モード

何度もこのボタンを選択し、閉領域を指定することで複数の閉領域指定を行うことができる。閉領域の数が少ないときはこちらが扱いやすい。

- ・多 閉領域モード

一度選択するとそのまま閉領域を指定することで複数の閉領域指定を行うことができる。ただし、閉領域を指定し終わった後、再びこのボタンを選択しないと塗り絵を描けない。閉領域の数が多きときはこちらが扱いやすい。

- ・色指定 閉領域モード

「多 閉領域モード」と同じように一度選択するとそのまま閉領域を指定することで複数の閉領域の指定を行うことができる。その際、各閉領域に塗るべき色を「閉領域の色設定」で指定した色に設定でき、それ以外の色を塗ると失敗率として算出される。閉領域を指定し終わった後、再びこのボタンを選択し、「閉領域の色設定」の「終了」を選択することで塗り絵を描けることができる。

「閉領域の色設定」の左下のボタンを選択すると 18 色の閉領域の色以外の色を閉領域の色に設定

できる。ただし、白色RGB (255, 255, 255)と黒色RGB (0, 0, 0)は選択できない。また、「確認」を選択し、既に閉領域に指定してある閉領域を指定すると、その閉領域に設定してある色で描画を開始することができる。

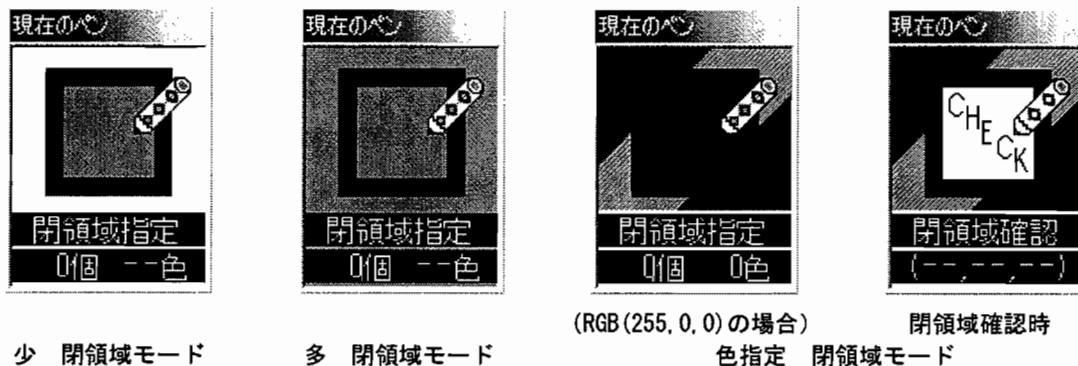


図 3-7 「閉領域指定」を選択したときのペン

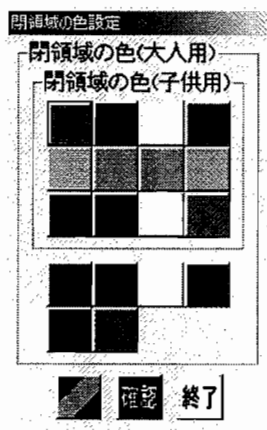


図 3-8 閉領域の色設定

・消しゴム (けしゴム)

これは「閉領域指定」で閉領域が確認された後から使用できる。選択すると、「輪郭線」「輪郭線消しゴム」で描いたもの以外を消すことができる。このボタンを選択することによって「ペン」ボタンが使用可能になる。



図 3-9 「消しゴム」を選択したときのペン

・ペン（ペン）

これは「閉領域指定」で閉領域が確認された後から使用できる。選択すると、ペンが「消しゴム」を選択する前に使用していた色のペンになる。

・色の設定（いろ）

これは「閉領域指定」で閉領域が確認された後から使用できる。選択するとペンの色を設定することができる。ただし、黒色RGB (0, 0, 0), 白色RGB (255, 255, 255)は選択することはできない。

「いろ」は「モード」の「いろ」で「子供用」と「大人用」に切り替えると、図2-17のように「色」ボタンとメニューが変化する。また、選択できる色の初期状態は「子供用」は12色、「大人用」は18色だが、その他の色は左下のボタンを選択すると表れ、「色の設定」で選択できる。

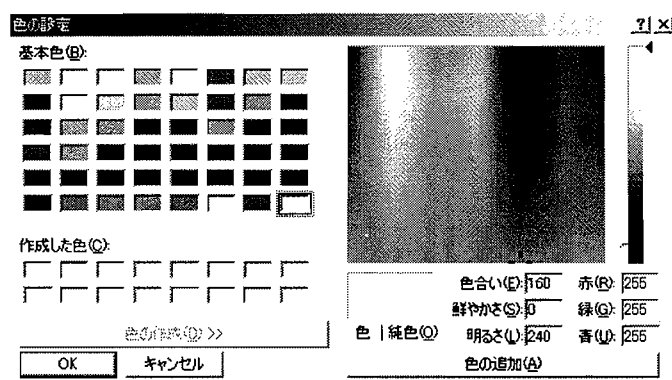


図 3-10 色の設定

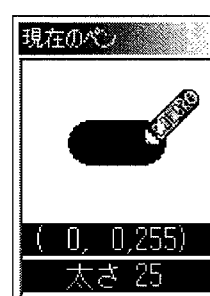


図 3-11 塗り絵のペンの例

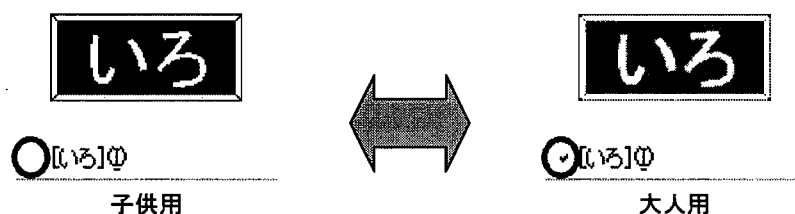


図 3-12 「子供用」と「大人用」のボタンとメニューの変化

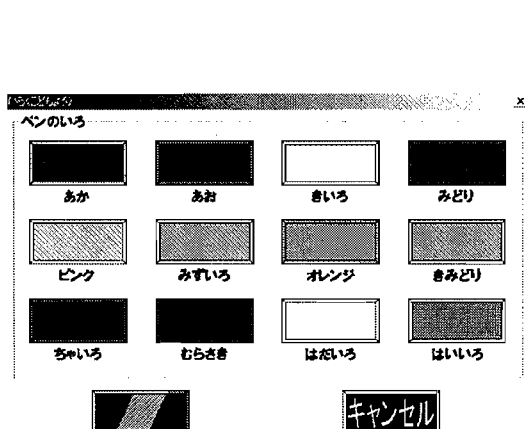


図 3-13 いろ（子供用）

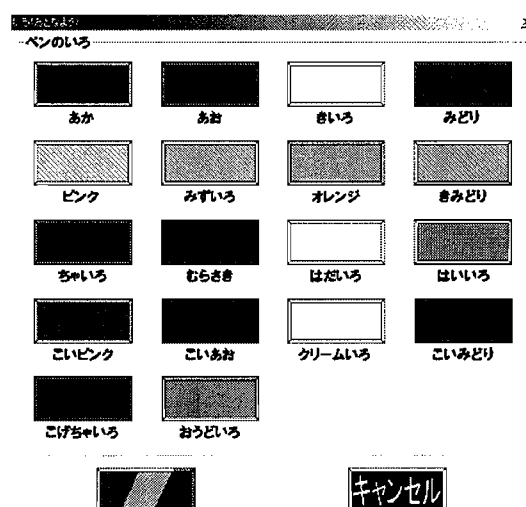


図 3-14 いろ（大人用）

- ・太さの設定（ふとさ）

選択するとペンの太さを設定することができる。「太さの設定」では「スライダのクリック」「矢印キー」「Page Up」「Page Down」「Home」「End」の各操作で1～50の範囲で太さを設定する。「ふとさ」では選択できる太さは5～50pixelの5刻みの値である。「ふとさ」でその他の太さを選択したい場合は、「キャンセル」の左のボタン「その他の太さ」を選択すると「太さの設定」と同様に細かい設定ができる。

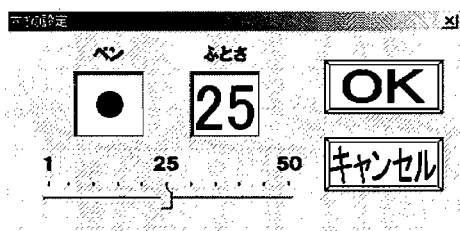


図 3-15 太さの設定

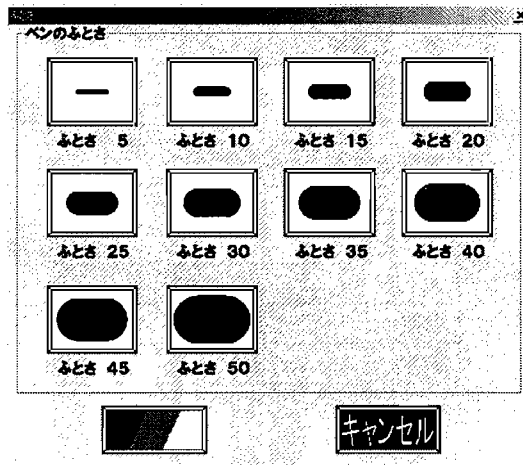


図 3-16 ふとさ

- ・クリア

選択すると、黒色で描かれたもの以外を全て消すことができる。

- ・オールクリア

選択すると、画面上に描かれている塗り絵を全て消すことができる。

- ・点数（てんすう）

これは「閉領域指定」で閉領域が確認された後から使用できる。選択すると、画面上に描かれている塗り絵の評価を行い、その結果を『現在の評価』に表示する。モードが「言葉」だと言葉で、「数字」だと数字で点数が表示される。「言葉」だと、0～49点までが「がんばりましょう」、50～79点までが「あといっぱい」、80～89点までが「よくできました」、90～100点までが「たいへんよくできました」と表示される。その後、評価の結果によって異なるアニメーションが表示される。アニメーションが表示されて5秒後、あるいは、アニメーションが表示されている画面をクリックするとアニメーションが終了する。評価の結果がでた後、各項目に「---」が表示される前に再びこのボタンを選択すると、塗り絵の評価を経ずにアニメーションが表示される。

(3) ショートカットキー

ショートカットキーの割り当てを表1に示す。

表1 ショートカットキーの割り当て

BMP ファイルを開く	Ctrl+O	輪郭線	Alt+L
印刷	Ctrl+P	輪郭線消しゴム	Alt+K
塗り絵を保存	Ctrl+S	閉領域指定	Alt+R
評価を保存	Ctrl+H	消しゴム[けしゴム]	Alt+E
少 閉領域	Ctrl+F	ペン[ペン]	Alt+P
多 閉領域	Ctrl+M	色の設定	Alt+D
色指定 閉領域	Ctrl+C	太さの設定	Alt+W
右利き	Ctrl+R	クリア	Alt+C
左利き	Ctrl+L	オールクリア	Alt+A
なし	Ctrl+N	[いろ]	Alt+I
子供用	Ctrl+K	[ふとさ]	Alt+O
大人用	Ctrl+G	教師用	Alt+S
言葉	Ctrl+W	児童用	Alt+J
数字	Ctrl+T	点数[てんすう]	Alt+H

(4) カーソルの変化

ペンの変化によるカーソルの変化を表2、3に示す。なお、「閉領域指定」「閉領域色確認」は左クリック（スタイラスの接触）してもカーソルは変化しない。また、カーソルが「なし」のときは左クリック（スタイラスの接触）するとカーソルが消える。

表2 通常時のカーソルの変化

	通常時	移動時	閉領域指定	閉領域色確認
右利き				
左利き				
なし				

表3 左クリック時（スタイラス接触時）のカーソルの変化

	輪郭線	輪郭線消しゴム	ペン	消しゴム
右利き				
左利き				

4. 「ぬりまる」の使用方法

(1) 設定, 準備

①機器の設置・インストール

設置は児童が扱いやすい高さの机を用意するか、椅子などで調整する。

評価システムソフトウェア「ぬりまる.exe」、および、「塗り絵教材集 01」など、必要なファイルやフォルダを CD-ROM よりコンピュータ上にコピーする。その際には、扱いやすいフォルダなどを用意する。

②画面の設定

使用するパソコンの色の設定が「True Color(24 ビットもしくはそれ以上)」になっているか確認する。画面の領域を 1024×768 にし、タスクバーを隠すと「ぬりまる.exe」が画面いっぱいに表示される。また、OS が Windows XP など「ぬりまる.exe」を起動したとき上手く表示されない場合は「画面のプロパティ」で「Windows クラシック」に変更すると見やすくなる。

*色の設定の確認方法

起動画面上（デスクトップ）で右クリック → 「プロパティ」を選択 →

「画面のプロパティ」の「設定」を選ぶ → 「色」から「True Color(24 ビット)」を選択 → 「OK」を選択

「True Color(24 ビット)」がない場合は 24 ビット以上の色数（例「True Color(32 ビット)」）を選択する。

画面設定を入力した後は、個々の環境により、液晶画面の色の見え方を調整する。まず、調整する者が画面に対して最も自然な姿勢を保ち、画面の角度や位置をあわせる。CD-ROM に収められている「モニタ確認用画像」フォルダの「色名.bmp」を参考に、表示されている色パレット画像の色名と実際に見えている色を確認する。この際、色鉛筆などの描画材の色を見本として比較すると分かりやすい。調整が必要な場合は、コンピュータのグラフィックスドライバなどの設定で調整する。

③タブレット設定

タブレットのプロパティなどで位置設定などをする。スタイラスの反応速度など「ぬりまる.exe」上で操作しやすい状態にする。動作に関して問題がなければ初期設定でもかまわない。スタイラスにクリックなどの役割をもたせるボタンが配置されている場合は、児童の誤操作を避けるため、ボタンの機能をオフにしてもかまわない。システムを構成するコンピュータ機器や接続の環境によりそれぞれ調整する。

(2) 起動

画面とタブレットの設定が終了したら、「ぬりまる.exe」をダブルクリックして開く。すると先の項目の図 2 のような画面が表示される。

(3) 塗り絵教材（下絵）の準備

「ぬりまる」では、BMP形式で保存した画像データ、または、「ぬりまる」上で描いた図柄を下絵教材として使用することができる。

①「塗り絵教材集」の下絵を使用する方法

画面上部のメニューのファイルにある「BMP ファイルを開く」でCD-ROMに収録されている「塗り絵教材集 01」のフォルダを開き、さらに下位フォルダの中から、該当の下絵を選択し開く（図4-1、図4-2）。塗り絵教材集については後述する。

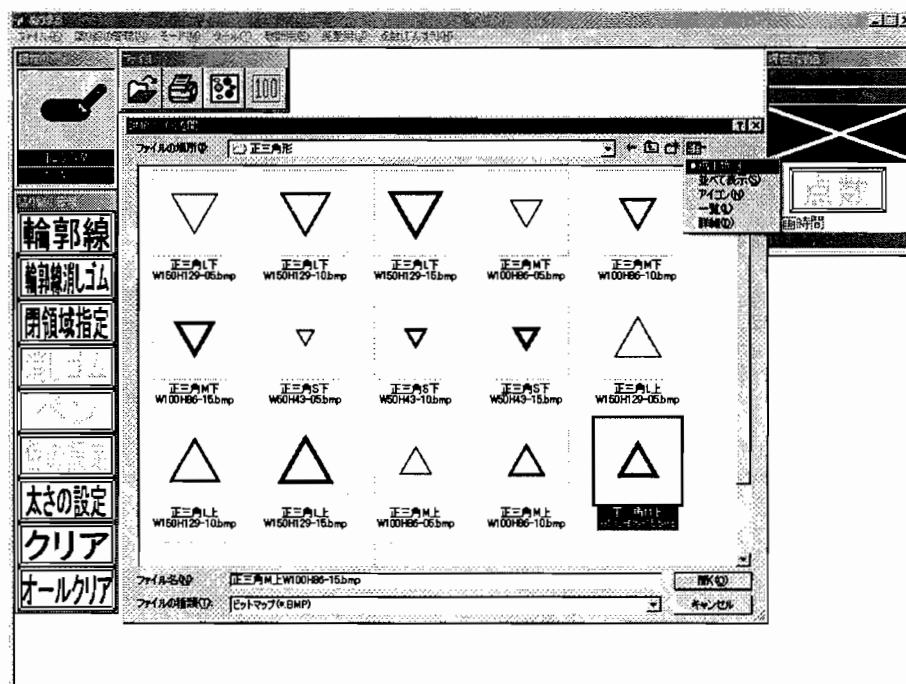


図4-1 下絵の選択

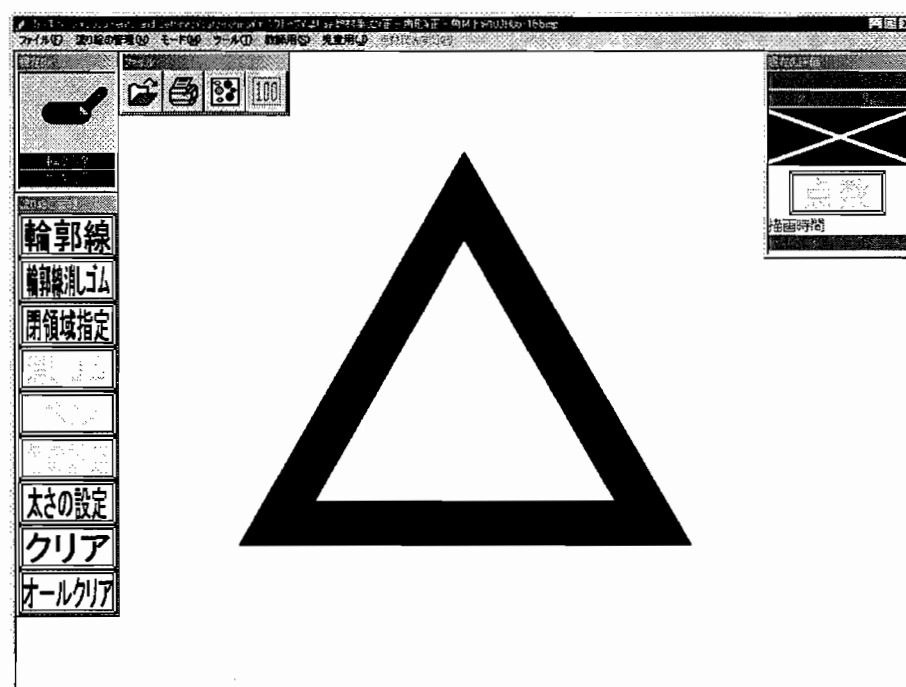


図4-2 開いた下絵が表示される様子

②スキャナで取り込んだ下絵教材を使用する方法

スキャナで取り込んだ画像を BMP ファイルに保存する。次に「Photoshop」, または, 準じた画像編集ソフトでこのファイルを開き, 「色調補正」から「2階調化」を行い, 白い背景と黒い輪郭線とで構成された図柄として, BMP ファイルで保存する。この画像を『ぬりまる.exe』の画面上部のメニューのファイルにある「BMP ファイルを開く」で BMP ファイルを表示させる。この下絵にも輪郭線を書き加えることができる。

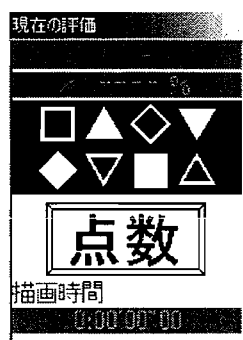
③「ぬりまる」で下絵教材を準備する方法

ツールやメニューにある「輪郭線」と「輪郭線消しゴム」で下絵を描く。また, 『ぬりまる.exe』で描いた下絵を保存してある場合は, 画面上部のメニューのファイルにある「BMP ファイルを開く」で表示された下絵教材を使用することもできる。この下絵に輪郭線を書き加えることも可能である。これらの下絵を後に利用する場合は, 画面上部のメニューのファイルにある「塗り絵を保存」で下絵を保存しておく。

①から③の方法を介して下絵として表示された画像に「閉領域指定」で黒色の線で囲まれた閉領域をクリックする。この際, 複数の閉領域がある場合は繰り返し行うことで, 全ての閉領域について評価することができる。閉領域が確認されると図 4-3 のように『現在の評価』に「---」と表示される。閉領域が確認されなかった場合は, 図 4-4 のように画面が灰色(色指定 閉領域モードの場合は選択した色)になり, 輪郭線を描き直すように指示がでる。また, 「閉領域指定」で閉領域が確認された後は, 「輪郭線」「輪郭線消しゴム」を選択すると閉領域が一時的に解除される。



「数字」の場合



「言葉」の場合

図 4-3 閉領域が確認された
場合の表示

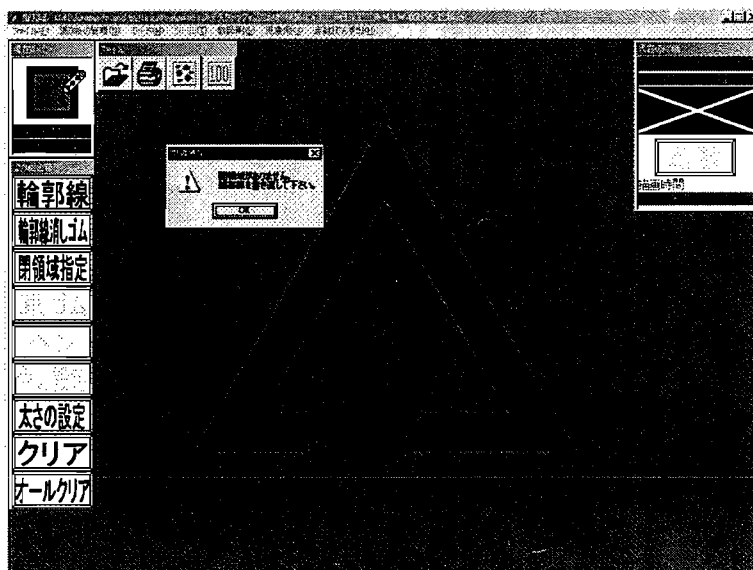


図 4-4 輪郭線が確認されなかった場合

(4) 塗り絵を描く

閉領域が確認された後は、画面上部のメニューの『ツール』でツールを「塗り絵の設定」に切り替える。または、メニューの『児童用』をクリックすることでも切り替えができる。その後、色と太さを設定し、ペンと消しゴムを使い塗り絵を描く。

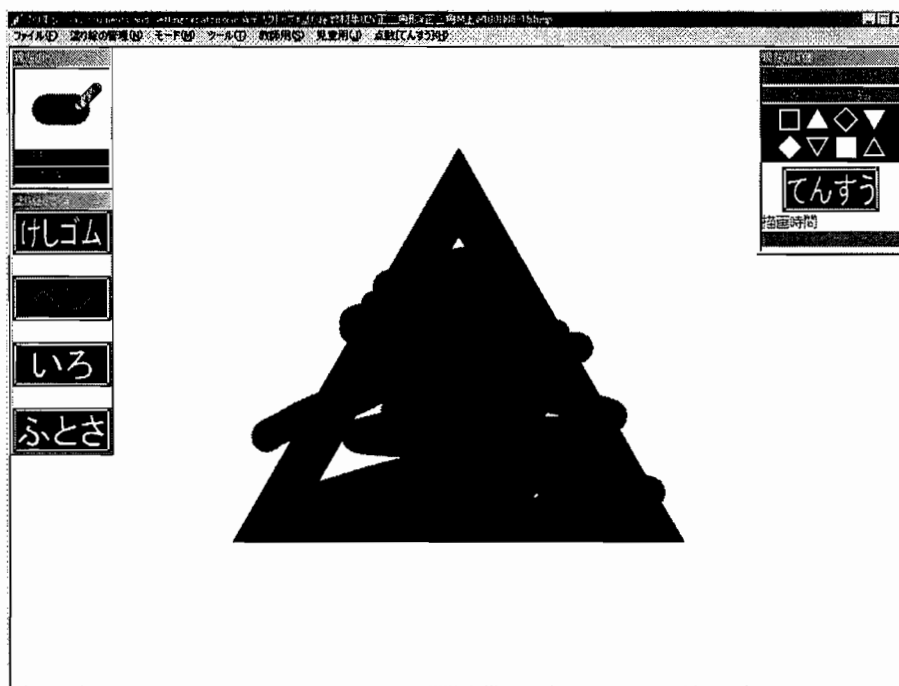


図 4-5 描いた塗り絵の例(1)

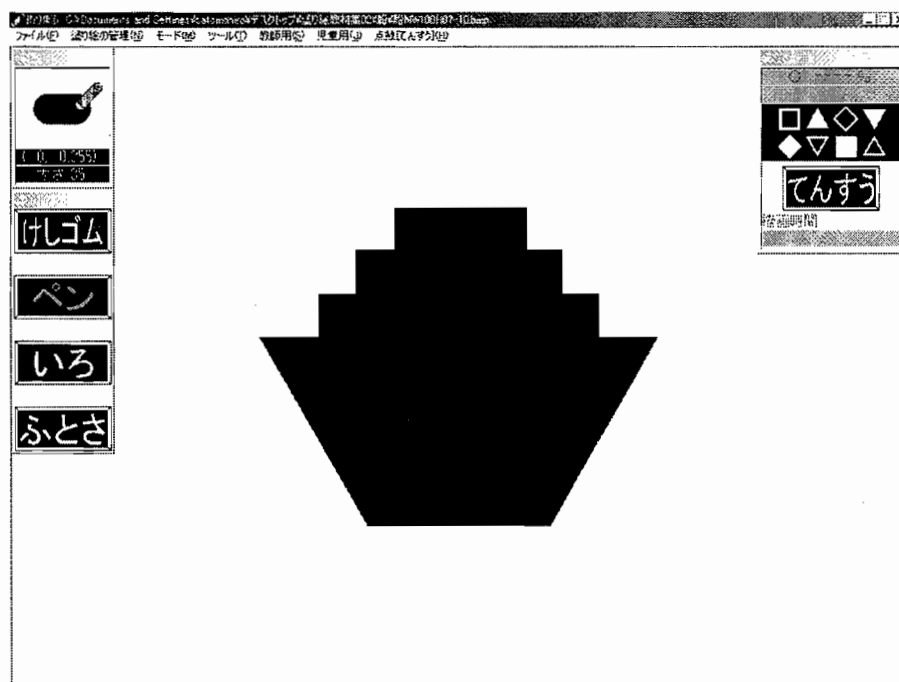


図 4-6 描いた塗り絵の例(2)

(5) 評価

塗り絵を描き終わったら、「点数（てんすう）」で塗り絵を評価する。メニュー「モード」の「評価」より、「数字」か「言葉」を選択しておくとそれに応じて表示される。その都度表示を切り替えることもできる。「言葉」を選択した場合は数字の評価に対応して、0点から49点の場合は「がんばりましょう」、50点から79点の場合は「あといっぱい」、80点から89点の場合は「よくできました」、90点から100点の場合は「たいへんよくできました」と表示される。

『現在の評価』に結果が表示された後は、点数に応じて異なるアニメーションが表示される。

(6) 塗り絵と評価の保存

着色した塗り絵を「ファイル」の『塗り絵を保存』から BMP ファイルに書き出すことができる。

評価の値は「ファイル」の『評価を保存』で、CSV ファイルとして保存できる。表5のような項目が保存され、エクセルなどで確認編集できる。既存の CSV ファイルに新たに保存すると値が追記される。

表4 保存したCSVファイルについて

①	②	③	④
ファイル名	塗るべき領域(pixel)	塗られた領域(pixel)	塗るべき領域に塗られた領域(pixel)
船 MW100H87-10.bmp	61840	61840	61840
正三角 M 下 W100H86-15.bmp	49618	51785	48184

⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
成功率(%)	失敗率(%)	点数(点)	描画時間(h:m:s"/1/100s)	閉領域数(個)	色指定	色数(色)
100	0	100	0:00'33"64	1	×	0
97.11	7.26	94	0:00'12"70	1	×	0

①評価した塗り絵の BMP ファイルの「ファイル名」が表記される。ファイル名がない場合は「新しい塗り絵」と表記される。

②評価した塗り絵の「塗るべき領域」の面積がピクセル数で表記される。

③評価した塗り絵の「塗られた領域」の面積がピクセル数で表記される。

④評価した塗り絵の「塗るべき領域に塗られた領域」の面積がピクセル数で表記される。

⑤評価した塗り絵の「成功率」が表記される。

⑥評価した塗り絵の「失敗率」が表記される。

⑦評価した塗り絵の「点数」が表記される。

⑧評価した塗り絵の「描画時間」が表記される。

⑨評価した塗り絵の「閉領域数」が表記される。

⑩評価した塗り絵が「色指定」を行っていた場合は「○」、行っていなかった場合は「×」が表記される。

⑪評価した塗り絵が「色指定」を行っていた場合は指定した「色数」を、行っていなかった場合は、「――」と表記される。

5. 結果データについて

「現在の結果」には上から「成功率」「失敗率」「点数」3つの結果が表示される。

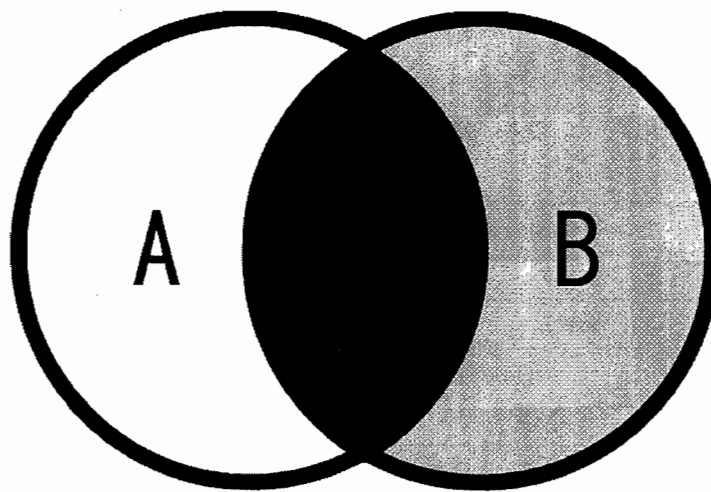
「成功率」とは、塗るべき領域にどれだけ正確に塗られたかを示し、100%に近いほどよい。

塗るべき領域に何色で塗っても1色の場合と同じように結果がでる。同様に、複数の塗るべき領域がある場合でも、色の違いは区別されない。

「失敗率」とは、塗るべき領域以外にどれだけ塗ったかを表し、0%に近いほどよい。

「点数」とは、「成功率」と「失敗率」によって算出される値で100点に近いほどよい。

各結果の算出方法は図5の通りである。



・ 塗るべき領域の面積	: A
・ 実際に塗られた面積	: B
・ 塗るべき領域に塗られた面積	: AB
・ 塗ってはいけない領域に塗られた面積	: $X_1 = B - AB$
・ 塗るべき領域に塗られなかった面積	: $X_2 = A - AB$
・ 成 功 率	: $\text{Good} = (AB / A) \times 100$
・ 失 敗 率	: $\text{Bad} = (X_1 / A) \times 100$
・ 塗ってはいけない領域に塗られた割合と塗るべき領域に塗られなかった割合	: $X_0 = [(X_1 + X_2) / A] \times 100$
・ 点 数	: $\{\text{Good} + (100 - X_0)\} / 2$

注) $\text{Good} + (100 - X_0)$ が0以下になった場合、ABが1以上だと1点、それ以外は0点になる

図5 判定条件の図

6. 印刷について

画面上部のメニューのファイルにある「印刷」を選択すると、画面上の塗り絵を印刷することができる。印刷する際には向きを「横」に、解像度を「72dpi」にすることで最適な画像を得ることができる。しかし、プリンタの中には解像度が「72dpi」を選択できない場合がある。その場合には解像度をできるだけ小さく、倍率を極力大きくすることによって元の画像に近い大きさを得ることができる。

なお、プリンタの機種によって上手く印刷できないことがある。設定を変えても印刷できない場合は塗り絵を BMP ファイルに保存し、他の方法で印刷する必要がある。

例 アクセサリの「ペイント」を用いて印刷する方法

- ①「ペイント」で保存した塗り絵画像を開く。
- ②「ファイル」から『印刷設定』で設定を開き、印刷の向きを横に、余白を上下左右 0 mm に、中央揃えのチェックをオフに、拡大縮小で 95% に設定する。
- ③印刷した塗り絵と画面上の塗り絵がほぼ同サイズに印刷されているか確認する。色などは、プリンタドライバでの調整が必要な場合もある。

7. 塗り絵活動の流れ

CD-ROM にある「使用例ビデオ.wmv」を開くと、本システムを活用した一連の塗り絵活動を参照することができる。このファイルは、「Windows Media Player」という標準の動画再生ソフトで再生することができる。

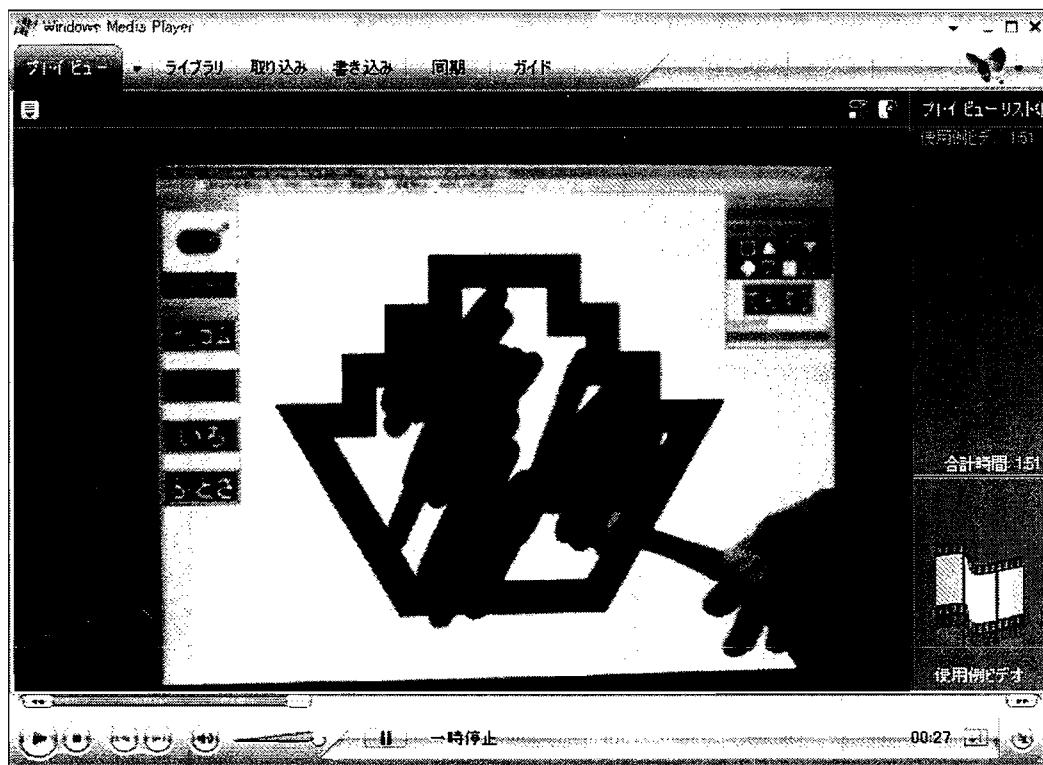


図6 「使用例ビデオ.wmv」の画面

Ⅱ－Ⅱ 「ぬりまる」活用例

液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」活用について一例を以下に示す。

活動の流れは、児童の実態把握を行った後、課題の設定、活動、評価とフィードバックの手続きを経る。課題の設定以降は繰り返し取り組み、児童の塗りの技能の推移を記録していく。

1. 児童の実態把握

塗り絵活動の対象児童の画面上の見える状態を把握する。液晶ペンタブレットの画面上に「実態把握用素材」の図柄や色名の画像を表示し、児童の反応から実践に用いる教材の目安とする。

この素材はCD-ROM内の「実態把握用素材」の階層に収録している「01 中」、「02 大」などに分類されている。「01 中」のフォルダを例にすると、中には9個の画像が収録されている。丸・三角・四角の3つの形で、それぞれ大きさが縦横10×10 cmの範囲に収まるようになっている。輪郭線は、細：5 mm，中：10 mm，太：15 mmの3種類ずつある。「01 円 MW100H100-10.bmp」をクリックしWindows XPの機能である「スライドショー」を表示させる（図1－1）。表示中にマウスなどを動かすとコントロール用のパネルが表示されるので、一時停止する（図1－2）。順にコマ送りしていくとそれぞれの画像が表示される。

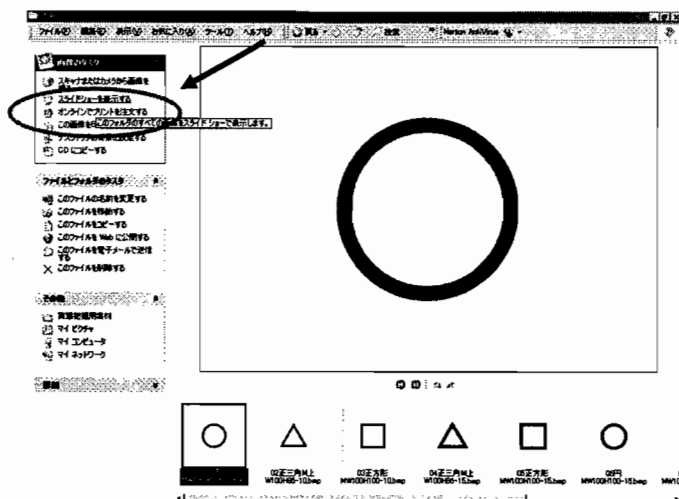


図1－1 スライドショーの表示方法

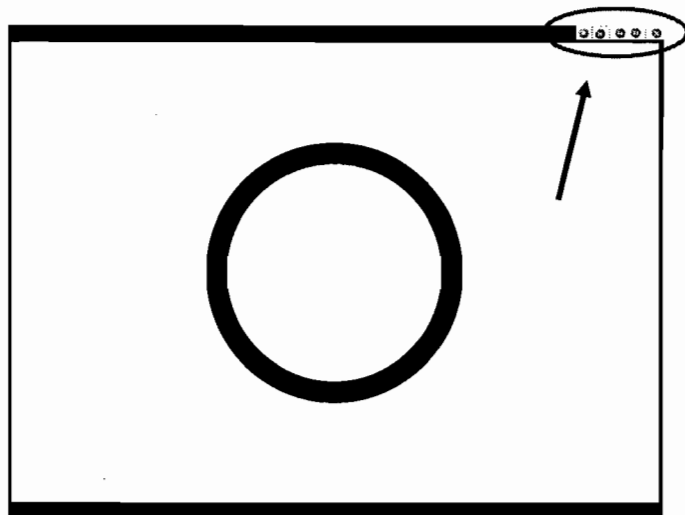


図1－2 スライドショーの一時停止

児童に、表示されている画像がどのような形か質問する。輪郭線は中・太・細の順に表示されるので、「記録用紙1（表1）」に結果を記録する。続いて、「02 大」、「03 小」においても同様に実施する。「04 色」では、「01 色名.bmp」を表示し、知っている色、好きな色、見えやすい色についての確認を行う。

記録をもとに、児童の認識しやすい大きさ、分かりやすい線の太さ、活動に適した色を把握し、塗り絵活動における教材選択の参考とする。実態把握の機会を、適宜設けるとよい。

2. 課題設定

児童の実態に応じて活動に適した塗り絵教材を選択する。初期の課題は、「実態把握用素材」から選択するとわかりやすい。児童がよく知っている形で、見やすい大きさと輪郭線の塗り絵教材を選び、画面上で最も見やすい色から開始するとよい。実態把握において大きさや輪郭線に関わらず全ての形を認識できた際には、大きさは中、太さは10mmを設定し活動を通じてその後に児童に適した課題を判断してもよい。ペンの太さも、輪郭線に接触してもはみ出ない程度の太さから始めるとよい。輪郭線5mmは15ポイント、10mmは30ポイント、15mmは45ポイント以下のペンの太さを目安とする。これらは、活動の初期に児童の色を塗ることへの理解を促すため、難しさの要因となる条件を極力除いた状態となる。

また、こうして設定した課題を、児童の塗り技能の推移を把握するために利用していく。定期的と同じ条件で塗りを実施することで技能の推移が確認できる。活動開始後すぐに高得点となる場合、見えやすい状態では塗りの技能に問題がないと考えられるので、条件を少し難しくする。

課題として選択する塗り絵教材は「塗り絵教材集 01」フォルダに収録されている。液晶ペンタブレットの画面に表示する大きさの目安として大・中・小に分類してある。縦横15×15（cm）程度の範囲に表示される画像を大、縦横10×10（cm）程度の範囲に表示される画像を中、縦横5×5（cm）程度の範囲に表示される画像を小とする。また、それぞれの大きさにつき、輪郭線の幅を太・中・細の3種類用意した。輪郭線太は15mm、中は10mm、細は5mmである。

適宜、教材集にある「具体物の塗り絵教材」などを取り入れ、児童が楽しみながら活動できるように構成していく。活動を継続していくうちに条件を少しずつ難しくしていく。難しさの基準としては、大きさの大小、輪郭線の太さ、使用する色、ペンの太さ、図柄の複雑さなどが考えられる。

3. 活動

導入時には、スタイラス（ペン）の動かし方や、使用するペンの太さなどに留意して、児童が液晶ペンタブレットでの塗りに慣れるように活動を支援していく。塗りは、縦、横、斜、うずを描くような方法などが考えられる。児童の実態に応じて未経験の塗り方を体験できるように活動を設定する。機器の使用に慣れたら、塗りの結果に対する意識を促しながら活動していくようにする。

留意点は、児童の実態に応じて塗りを援助していくこと、課題の塗り絵教材に対し、児童が自由に塗ってもよい場合と指導者側が塗りの条件を指定する場合を区別して、どのような意図でなされた塗り絵なのかを後に参照できるように記録しておくことなどが挙げられる。

4. 評価とフィードバック

塗りが終わったら「点数」ボタンで評価を得る。評価は点数、または、言葉によるものかを選択できるので、児童の実態に応じて使用するとよい。評価に対し適宜達成された箇所や、さらに改善のできる点などを児童がより把握できるように言葉がけをしていく。そこでは、児童が自らの課題の達成を感じ取り、次の課題を明確にできるよう配慮したい。また、課題に対し成功率が低い場合や失敗率が高い場合には、そこから引き続き塗りをを行い、消しゴムによる修正などをしていくことも考えられる。その際、評価した時点での塗り絵の画像、評価結果をそれぞれファイルに書き出しておくと後に検証することができる。フィードバックする際には、画面上での提示のほか、実物大に印刷した塗り絵画像を活用することも考えられる。児童の意欲を喚起するフィードバックを、児童の実態に応じて工夫するとよい。

課題達成の目安は、成功率95%以上、失敗率5%未満程度とする。課題が達成されたら、次の課題に移行し、活動を深めていく。

5. 記録の整理

着色した塗り絵の画像ファイルや、評価のCSVファイルを整理するとともに、「記録用紙2(表2)」を活用していく。活動の様子や、選択したペンの太さ、指導者の設定した条件、画面のピクセル数を換算した面積の値など、CSVファイルでは確認できないことも記録しておき、一連の活動を検証できるようにしておく。

以上の手続きを繰り返しながら児童の塗りの技能の向上を図っていく。また、以前の課題と同じ塗り絵教材、同条件の塗りを適宜行い、児童の技能の推移を確認することも有効である。

このように一連の活動を繰り返しながら、児童の塗りの推移を把握し課題を徐々に高度に設定していくことで、児童の塗りの技能を向上させることが期待できる。

表1 実態把握用紙

記録用紙1 液晶ペンタブレットを用いた弱視時教育用塗り絵評価システム 実態把握用紙

児童名			年 組			実施日			年 月 日 () 時間目				
○実態把握用素材を用いた結果													
01 中				02 大				03 小				04 色	
形	線 (mm)	識別		形	線 (mm)	識別		形	線 (mm)	識別		色	識別
1	○	10		1	○	10		1	□	10		あか	
2	△	10		2	△	10		2	△	10		あお	
3	□	10		3	□	10		3	○	10		きいろ	
4	△	15		4	△	15		4	△	15		みどり	
5	□	15		5	□	15		5	○	15		ピンク	
6	○	15		6	○	15		6	□	15		みずいろ	
7	□	5		7	□	5		7	○	5		オレンジ	
8	△	5		8	○	5		8	□	5		きみどり	
9	○	5		9	△	5		9	△	5		ちゃいろ	
01～03 は形の識別 ◎よく分かる △どちらとも言えない ×分からない												むらさき	
04 は色の識別 ◎好きな色 ○見えやすい色 △見えにくい色 ×分からない色												はだいろ	
												はいいろ	
○現在の実態													
見やすい大きさ			L ・ M ・ S			見やすい輪郭線			15 ・ 10 ・ 5 (mm)				
好きな色			見えやすい色			見えにくい色							
メモ													
○課題設定 現在の活動に適する条件 → ファイル名「 」													
大きさ			L ・ M ・ S			輪郭線			15 ・ 10 ・ 5 (mm)				
形			使用する色			ペンの太さ							
メモ													

表2 塗り絵活動の記録用紙

記録用紙2 液晶ペンタブレットを用いた弱視時教育用塗り絵評価システム 塗り絵活動の記録用紙

児童名	年 組		実施日	年 月 日	
				() 時間目	
実施回数		当日実施枚数		累計枚数	
回		枚		枚	
○塗り絵の画像 保存ファイル名：「 」					
塗り絵画像を貼り付ける					
○評価CSVファイル情報 ファイル名：「 」					
(下絵の) ファイル名		塗るべき領域 (pixel)	塗られた領域 (pixel)	塗るべき領域に 塗られた領域(pixel)	
成功率(%)	失敗率(%)	点数(点)	描画時間 (h:m's"/100s)	閉領域数(個)	色指定
○その他の情報					
表示面積の換算値 (式) Pixel 数/1133.67 ※小数第2位まで		塗るべき領域(c㎡)	塗られた領域(c㎡)	塗るべき領域に 塗られた領域(c㎡)	
ペンの太さ・直径(pt)		pt	換算値(mm)	mm	(式) pt 数×0.297
○設定した条件・児童のコメント等					

Ⅱ－Ⅲ 「ぬりまる」用塗り絵教材集について

液晶ペンタタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム「ぬりまる」で使用する下絵を塗り絵教材集として作製した。CD-ROM に収録している「ぬりまる」用塗り絵教材集について紹介する。

構成は「塗り絵教材集 01」フォルダの中に「基本形の塗り絵教材」「具体物の塗り絵教材」があり、その中にそれぞれ下絵の形の名称のフォルダがある。基本形の「だ円」のフォルダを例に説明する。フォルダを開くとビットマップ形式の画像が収録されている。ファイル名の情報は、たとえば「だ円 L たて W75H150-05. bmp」のようになっている。「だ円」は形の名称、「L」は大きさ、「たて」は方向、「W75」は幅 75 mm、「H150」は高さ 150 mm、「05」は輪郭線の幅 5 mmを表す（図 1）。この際、大きさや各サイズの数字は下絵の輪郭線の内側を示し、輪郭線が太くなっても塗るべき面積は一定になっている。つまり、輪郭線は外側に広がるので、輪郭線が太くなれば輪郭線も含めた形は大きくなる。15 型の液晶ペンタタブレットの画面に表示される大きさの目安で、縦横 15×15 (cm) 程度に表示される画像が L、縦横 10×10 (cm) 程度が M、縦横 5×5 (cm) 程度が S となっている。形と方向によって幅と高さが異なる。また、それぞれの大きさの形に対して、輪郭線の幅を太・中・細の 3 種類用意している。輪郭線太は 15 mm、中は 10 mm、細は 5 mm である。

「だ円」フォルダ内にある画像の一覧を例示する（図 2）。各フォルダには同様に画像が収録されている。児童の実態や興味、設定する課題に応じて教材を選択するとよい。

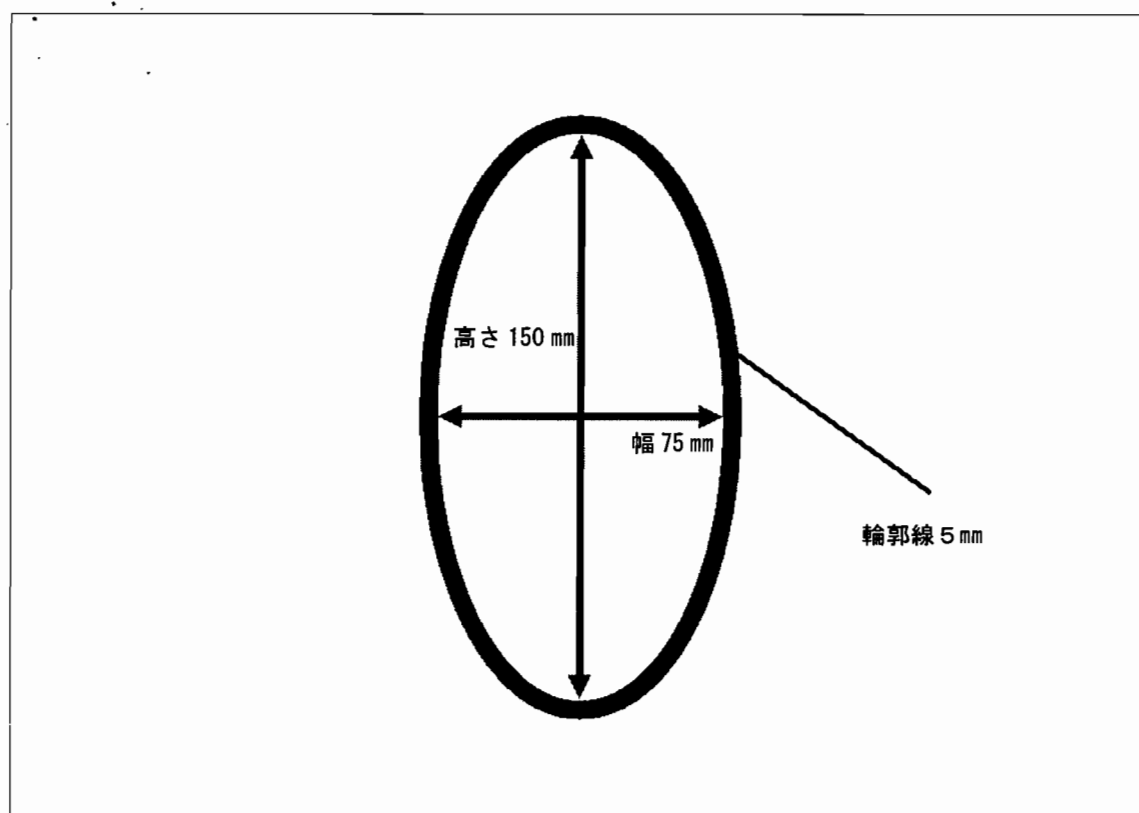


図 1 だ円 L たて W75H150-05. bmp

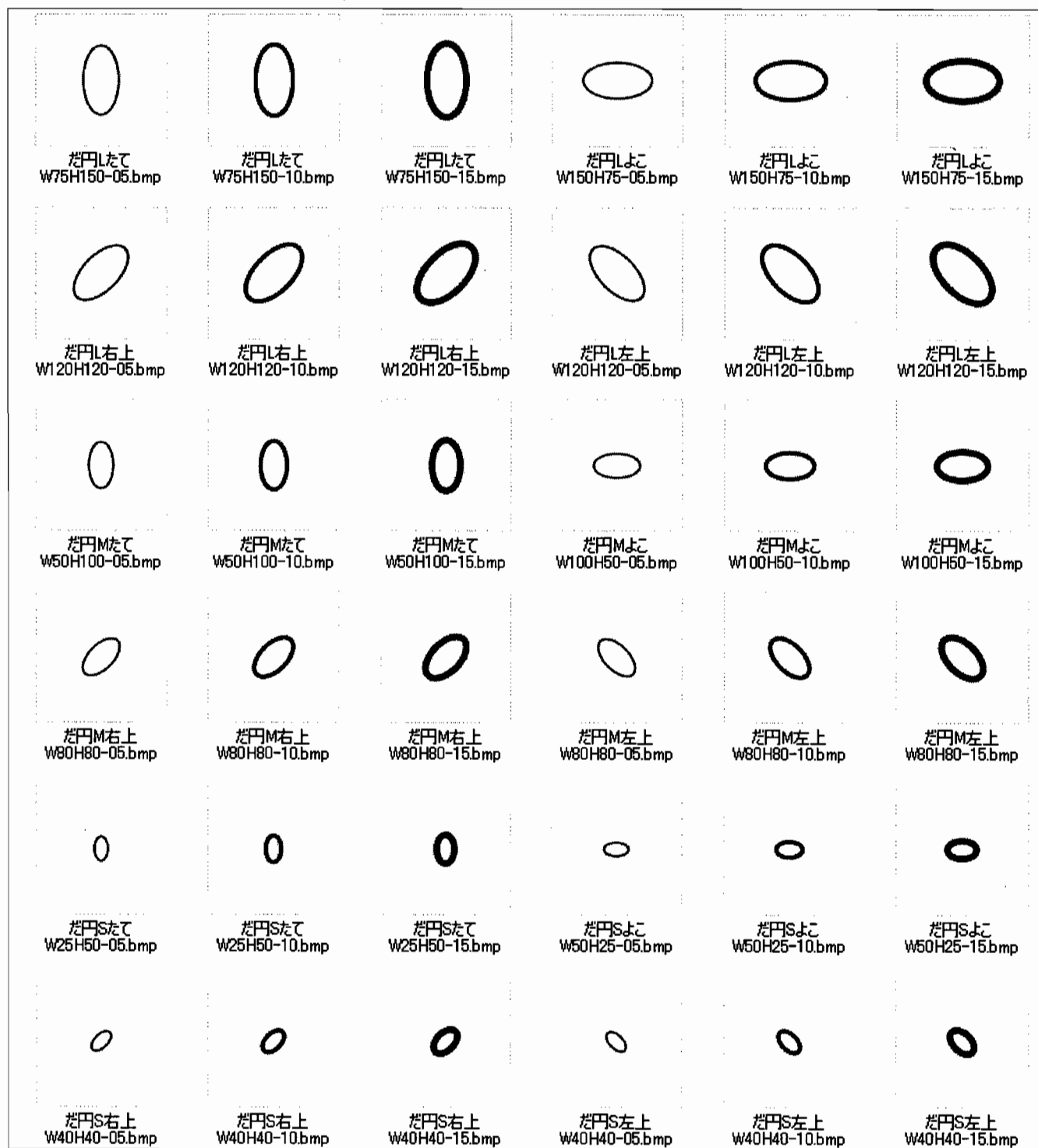


図2 だ円フォルダ内画像一覧

○ おわりに

本稿では、弱視児が描画活動を展開する上で難しさをともなう塗りの問題に着目し、塗り絵活動を通して基礎的な描画力の向上を図ることを目的とした弱視児教育用塗り絵評価システムの開発と、教育場面におけるシステムの活用方法の検討を行い、その研究成果をまとめてきた。

その結果、弱視児における塗り絵活動が、対象の形の把握や面の塗りつぶし技能の発達といった描画の初期指導に効果的で、継続した指導によってはみ出しや塗り残しの問題を克服することができる点が確認できた。その指導にあたっては、塗りの評価を定量的・客観的に計測し、児童に分かりやすく適切な方法でフィードバックすることが可能な、弱視児教育用塗り絵評価システムの活用が有効であることが認められた。さらに、本システムの開発、ならびに、システムの特性をいかした系統的な指導方法の確立により、弱視児の描画技能の向上を目的とした塗り絵活動として一般化させることができた。

このシステムの開発は、東京工芸大学、独立行政法人国立特殊教育総合研究所の協力・連携によって成し遂げられた。盲学校で日々の教育活動を展開する上で必要とされる教材は多岐にわたっているが、それらの教材すべてが入手可能なものばかりではなく、大半は我々指導者が児童の実態に応じて作製しているという現状がある。しかし、技術的・時間的制約によって、児童に有効と思われる教材のアイディアを具現化することの難しさも生じている。こうした問題の改善・解決にむけ、専門機関の全面的な協力を得て視覚に障害のある児童に適した教材開発の機会が得られたことはこの上ない喜びである。

本研究の今後の課題としては、弱視児が在籍する教育機関に開発したシステムを使用いただき、多くの意見を得ながら改善を図ること、塗り絵教材集のさらなる充実を図ることなどが挙げられる。

最後になるが、本稿でまとめた弱視児教育用塗り絵評価システム、本システム活用の手引き、ならびに、塗り絵教材集が、弱視児における描画指導の一助となれば幸いである。

・謝辞

本研究における教育実践にご協力いただいた筑波大学附属盲学校小学部の児童の皆さん、ならびに、幼・小学部教職員の皆様に心から感謝いたします。さらに、弱視児教育用塗り絵評価システムのプログラミングにつきましては、下記の方々にご協力いただきました。心からお礼申し上げます。

東京工芸大学工学部	久米祐一郎教授
東京工芸大学工学部	阿部文洋さん
東京工芸大学工学部	海老原直人さん
東京工芸大学工学部	渡邊奈央子さん
東京工芸大学工学部	黒河佳子さん
東京工芸大学工学部	木下征史さん
東京工芸大学工学部	小原寛明さん

最後に、この本研究ならびに本稿をまとめるにあたり、独立行政法人国立特殊教育総合研究所の大内進先生にお力添えいただきましたことを深く感謝いたします。

・引用文献

- 1) 遠藤勉・鈴木覚：弱視児の描画傾向についての調査研究 1-本弱視学級の児童を中心に-。弱視教育，28 (1)，10-17，1990。
- 2) 郷家和子・古田信子・村中義夫：強度弱視幼児の見ることと描くことの指導事例。弱視教育，22 (4)，81-87，1984
- 3) 郷家和子・古田信子・村中義夫：強度の弱視幼児の描画にみられる発達過程について。日本特殊教育学会第22回大会論文集，18，1984。
- 4) 板倉美和：表現力を深めるための試み～A君の記録。関東地区視覚障害教育研究会 図工・美術部会，1998。
- 5) 香川すみ子：低視力児の幼稚園生活における適応状況－視力の程度と配慮事項－。弱視教育，19 (1)，1-6，1981。
- 6) 白倉明美・久田まり子・高見節子他：ぬり絵を通しての弱視幼児の指導－その2 用具の工夫と活動の発展－。弱視教育，40 (1)，14-20，2002。
- 7) 高見節子・金本りせ子・川越真美他：ぬり絵を通しての弱視幼児の指導－その1 教材の工夫と指導

上の配慮－. 弱視教育, 40 (1), 9-13, 2002.

8) 高良秀明: 弱視児の図形と素地の視知覚能力を高める指導法－探し塗り絵を使った指導法を中心に－. 弱視教育, 25 (2), 1-8, 1987.

・参考文献

1) 阿部文洋・海老原直人・渡邊奈央子他: 弱視児教育用塗り絵評価システムの開発. 第29回感覚代行シンポジウム発表大会論文集, 137-140, 2003.

2) 藤澤英昭: 小学校 新図画工作科授業の基本用語辞典. 明治図書, 8-52, 1999.

3) 増岡直子・久米祐一郎・大内進: 弱視児教育用塗り絵評価システムの活用. 第27回感覚代行シンポジウム発表大会論文集, 11-16, 2001.

4) 増岡直子・佐藤知洋・宮崎善郎他: 弱視児教育用塗り絵評価システムの開発と活用. 弱視教育, 40 (1), 1-8, 2002.

5) 文部省: 盲学校, 聾学校及び養護学校学習指導要領(平成11年3月)解説-各教科, 道徳及び特別活動編-. 東洋館出版社, 9-14, 2000.

6) 文部省: 小学校学習指導要領解説 図画工作編. 日本文教出版株式会社, 1-87, 1999.

7) 佐藤知洋・増岡直子・大内進: 弱視児教育用塗り絵評価システムの開発. 日本特殊教育学会第41回大会論文集, 339, 2003.

・筆者連絡先

〒112-8684 東京都文京区目白台 3-27-6

筑波大学附属盲学校小学部

電話 : 03-3943-5422 (小学部直通)

e-mail : nurie_nurimaru@ybb.ne.jp

佐藤知洋, 増岡直子

本書は、(財)みずほ教育福祉財団の
助成を受けて、刊行したものです。

障害児教育研究論文 —平成16年度—

「液晶ペンタブレットを用いた弱視児教育用塗り絵評価システム」活用の研究

平成17年3月 印刷

平成17年3月 発行

編集・発行 (財)障害児教育財団
横須賀市野比5-1-1
国立特殊教育総合研究所内
