

紫外線硬化樹脂インクによる点字の識別容易性の向上

Improvement in Transparent-Resinous-Ultraviolet-Curing-Type Braille Reading

土井 幸輝 (Kouki Doi)

指導：藤本 浩志

1. 序論

無色透明な紫外線硬化樹脂インクによる点字（以下、UV点字）は様々な素材への適応や大量印刷が可能であり、一般印刷物上の文字や図を損なわないため晴眼者と視覚障害者が同じ印刷物の情報を共有できる。そのため、現在、医薬品のパッケージ、レストランのメニュー、名刺、階段の手摺り、電車の号車案内等に採用され、急速に普及している。UV点字の普及は、視覚障害者への隔たりのない情報を提供することに貢献するものと期待されている。また、点字の熟達者のみならず、特に点字初心者が点字を習得し、利用する機会が増えることが期待されている。しかし、UV点字の印刷法が既存の印刷技術であるため、視覚障害者の触知能力を考慮しない印刷メーカーが多数手がけ始めており、メーカーごとにUV点字のサイズが大きく異なり、識別

し難いといった問題が発生している。また、点字は指を滑らせながら読むことから指の滑りの悪い素材に印刷される場合には読み難いことが指摘されている。

そこで本研究では、点字学習者のための識別し易いUV点字の製法及び識別容易性を向上させる道具を提案することを目的とした。具体的には「点字パターン（点間隔・高さ）」、「印刷素材」、「指先の滑り易さ」の3つの因子に着目し、それらの因子がUV点字の識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価した。

2. スクリーン印刷方式を用いたUV点字の印刷特性の評価

第2章では、UV点字の製法であるスクリーン印刷、紫外線硬化樹脂インク、UV点字形状計測装置、そしてUV点字の印刷特性について述べた。前述の通り「点字パターン（点間隔・高さ）」、「印刷素材」、「指先の滑り易さ」の各因子がUV点字の識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価するためには、UV点字識別実験に必要なUV点字を提示刺激として用意しなければならなかった。そこでスクリーン印刷装置を作製し、印刷したUV点字の形状を計測する装置を開発し（図1）、その形状計測装置を用いてUV点字

の印刷特性を調べた。UV点字の印刷特性について、UV点字の点間隔やマス間隔は版に空けられた穴の間隔で容易に調整できるが、高さは版に空けられた穴の大きさに依存し、一度塗りでは高さの限界があり、その限界が0.3[mm]程度であることが明らかになった。そこで、より高い高さのUV点字を製作する方法として重塗り印刷を試みることにより、約0.1~0.6[mm]の範囲で高さを調整できることを確認した。このことから、様々な点字パターン（点間隔・高さ）のUV点字の製作が可能となり、3章~6章で行う実験に必要なUV点字を製作できるようになった。

3. UV点字パターンの識別容易性評価

第3章では、点字の1文字のサイズを規定する因子である点字パターン（高さ・点間隔）に着目して、それがUV点字の識別容易性に及ぼす影響を評価した実験結果と考察を述べた。本実験では、様々な点字パターンを備えた点字のテストピースを一字ずつ点字初心者に提示し、提示された文字を同定する課題を行った。評価指標にはエラー率・確信度・識別時間を用い、識別時間は自動で正確に計測するために、1/1000秒まで計測可能なデジタルストップウォッチを使用し、スタートとストップのトリガには赤外線レーザー変位センサの信号を用いた識別時間計測装置を製作した。識別実験の結果、高さについては、高くても0.4[mm]あれば十分に確信をもって識別することが可能であることがわかった。点間隔については広いほうが識別し易く、2.9[mm]がもっとも速く識別できるが、2.3[mm]以上であれば十分に識別できることがわかった。これより、これから点字を学習する点字初心者にとって識別し易いUV点字の文字サイズが明らかになった。また、これらの結果は、UV点字の品質に関するJIS化の検討の際に有用なデータとなった。

4. 印刷素材とUV点字の識別容易性の関係

第4章では、印刷素材がUV点字の識別容易性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、指先と印刷素材間の

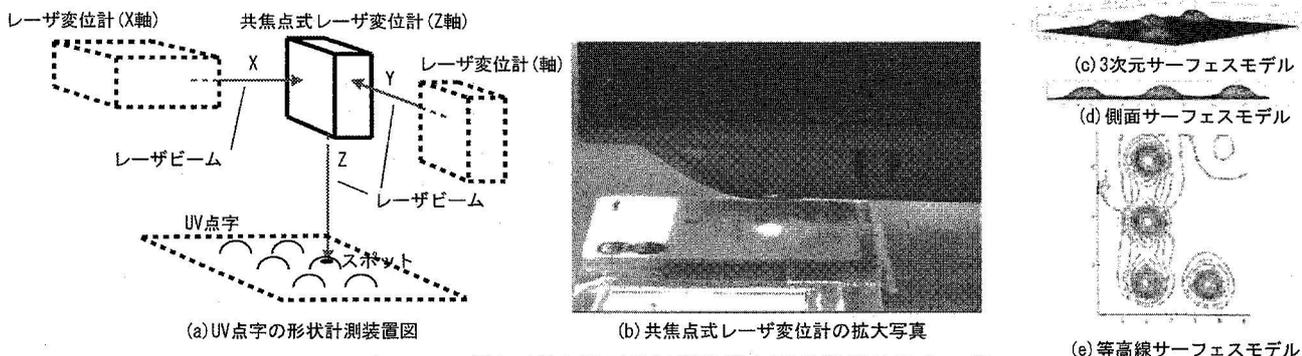


図1 UV点字形状計測装置と形状計測結果の一例

摩擦抵抗の異なる場合の UV 点字の識別容易性を比較した実験結果と考察を述べた。スクリーン印刷による UV 点字は様々な印刷素材上に製作できるという特長をもつが、印刷素材が違くと識別容易性が異なることが指摘されている。点字は指を滑らせながら識別することから、印刷素材が異なると指先と印刷素材間の摩擦抵抗が異なることに着目した。そこで、まず印刷素材と指先との間の摩擦抵抗を計測する装置を製作し、その装置を用いて滑り易いと言われていた上質紙と滑り難いと言われていたラミネートフィルムの 2 種類の印刷素材と指先との間の動摩擦係数を算出した。その結果、上質紙の動摩擦係数は、ラミネートフィルムよりも小さくおよそ 3 分の 1 であり、上質紙はラミネートフィルムよりも有意に滑り易い印刷素材であることがわかった。次に、本実験では、日常的に点字を使用する中途視覚障害者を被験者として UV 点字の識別実験を行い、印刷素材と UV 点字の識別容易性の関係を UV 点字の識別実験により調べた。評価指標は、エラー率と識別速度とした。その結果、高さの高低によらず動摩擦係数の小さい上質紙のほうが動摩擦係数の大きいラミネートフィルムよりも速く正確に識別できることがわかった。また、ラミネートフィルムは UV 点字の高さが高い方が速く正確に識別し易いが、上質紙は高さによって識別容易性に差は見られなかった。そして、点字識別中の指先の滑り易さについては、ラミネートフィルムは高さによって差が見られたが、上質紙は高さにより差は見られなかった。これらの結果より、点字を学習して間もない中途視覚障害者に対しては、印刷素材が UV 点字の識別容易性に影響を及ぼすことが明らかになった。これらのデータは、印刷業者が印刷素材を選定する際に参考データとなった。4 章の研究成果をまとめると、印刷素材の摩擦抵抗の大小によって UV 点字の識別容易性が大きく変わることや摩擦抵抗の小さい印刷素材上の UV 点字の高さは低くても高さの高い点字と同等の識別容易性が得られることが明らかになった。

5. 指先の滑り易さと UV 点字の識別容易性の関係

第 5 章では、指先の滑り易さが UV 点字の識別容易性に及ぼす影響を評価することを目的として、指先の滑り易さが異なる場合の UV 点字の識別容易性の違いを比較した実験結果と考察について述べた。まず指先に滑り易くする方法として、まずシッカロールなどのパウダーを塗布することを検討したが、印刷物を汚す恐れがあり、同時に UV 点字の併記された墨字は識別し難くなるという問題があった。そこで本章では、薄くて柔らかいナイロン布を指サック (ナイロン製指サック) のような形状に縫い、それを人差し指の指先に着用することにした。そして、このナイロン製指サックを用いて、指先の滑り易さが UV 点字の識別容易性に及ぼす影響を実験により定量的に評価した。また、点字識別経験のない晴眼者を対象としてその着用効果を検証するための UV 点字識別実験を行った。被験者には、ナイロン製指サックの着用不着用時の 2 条件で UV 点字のテストピースを一文ずつ点字初心者に提示し、提示された文字を同定する課題を行った。その結果、ナイロン布製指サックの着用・不着用については、ナイロン布製指サックを着用することによって速く識別できることが明らかになった。これより、指先の滑り易さが UV 点字の識別容易性に影響を及ぼすことがわかった。ナイロン布製指サックの着用効果については、ごく一部の被験者には見られなかったことから、より一層識別容易性が向上する素材の選定

が課題となった。

6. 点字学習者を対象とした UV 点字識別補助具の着用効果の検証

第 6 章では、5 章で述べたナイロン布よりも薄くて柔らかいポリエステル長繊維不織布を用いて作製した指サック (図 2) の点字学習者用 UV 点字識別補助具としての着用効果を検証することを目的とした。まず、その厚さと UV 点字の識別容易性の関係を調べた。その結果、ポリエステル長繊維不織布の厚さが薄くなればなるほど速く識別できることがわかった。また、点字の刺激が伝わり易い素材であるのかを確認する為に、ポリエステル長繊維不織布の硬さとナイロン布の硬さを比較した。その方法は、UV 点字のドットに対する素材の形状追随性を「形状追随係数」として算出し、「形状追随係数」を基に素材の硬さを定量的に評価した。その結果、ナイロン布よりもポリエステル長繊維不織布のほうが形状追随性が良いことがわかった。更に、ポリエステル長繊維不織布製指サックの着用・不着用時の摩擦抵抗の違いを評価した。その結果、ポリエステル長繊維不織布製指サックの不着用条件に対して着用条件の動摩擦係数は、滑り易いと言われていた上質紙で約 3 分の 1、滑り難いと言われていたラミネートフィルムでは約 5 分の 1 であった。最後に、点字学習者を対象とした識別実験によりポリエステル長繊維不織布製指サックの着用効果を検証した。その結果、ポリエステル長繊維不織布製指サックを着用すると、印刷素材の摩擦抵抗と UV 点字の高さに関係なく不着用時に対して最大 2 倍の識別速度で識別できることが明らかになった。これらの結果より、点字学習者がポリエステル長繊維不織布製指サックを着用すると識別容易性が向上し、UV 点字識別補助具としての有効性を示すことができた。

7. 結論

本論文では、「点字パターン (点間隔・高さ)」、「UV 点字の印刷素材」、「指先の滑り易さ」の 3 つの因子と UV 点字の識別容易性に及ぼす影響を定量的に評価した研究の成果として、点字学習者にとって識別し易い点字パターンを示し、印刷素材の影響を受け難い UV 点字の印刷条件を示すことができた。また、指先の滑りの良し悪しが UV 点字の識別容易性に影響を及ぼし、指先を滑り易くすると UV 点字の識別容易性が向上することを報告した。さらに、指先を滑り易くする素材としてポリエステル長繊維不織布製の指サックを作製し、点字学習者用の UV 点字識別補助具としての着用効果が高いことを示した。このように近年、急速に普及する UV 点字の識別容易性を評価した本研究は、急増する中途視覚障害者が点字を学習する際の障壁を少しでも低くし、これから点字を学習したいという人々が学習し易い環境を整備すること、すなわち識別易い点字を提供することに大きく貢献するものであると考える。

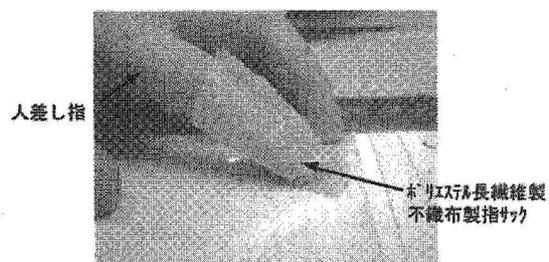


図2 ポリエステル長繊維不織布製指サック (UV点字識別補助具)