

エッジの曲率半径が凸バーと凸点の識別容易性に及ぼす影響

—高齢者を対象とした加齢特性データの収集—

Influences of Edge Radius of Curvature of Tactile Dots and Bars
on their Discriminability in Older People

○ 豊田航 (早大) 末永佳祐 (早大) 土井幸輝 (特総研) 藤本浩志 (早大)

Wataru TOYODA, Waseda University
Keisuke SUENAGA, Waseda University
Kouki DOI, National Institute of Special Needs Education
Hiroshi FUJIMOTO, Waseda University

Abstract: Tactile dots and bars serve as tactile landmarks so that older people and people with visual impairment can use same consumer products as those used by sighted people. In this study, we evaluated influences of edge radius of curvature of tactile dots and bars on their discriminability in older people to determine the appropriate size of tactile bars (as distinguished from tactile dots). The results showed that older participants confidently discriminated tactile bars from tactile dots faster and more accurately as the dimensional difference between bar length and width increased, regardless of conditions of edge radius of curvature. On the other hand, they needed longer dimensional difference between width and length of tactile bars to discriminate tactile bars correctly. Furthermore, tactile dots with a larger edge radius of curvature have higher discriminability than tactile dots with a smaller edge radius of curvature in the case of dots of identical height.

Key Words: Accessible Design, Aging, Consumer Products, JIS S 0011, ISO 24503

1. はじめに

我が国では、急速な高齢化の進展に対応するために、身体機能の低下や欠損が認められる高齢者や障害者にとって利用しやすい環境、製品、サービス等の整備を政策課題の一つとしている。特に製品に関しては、社会整合性の観点から、定量的な人間特性データに基づく、設計指針の標準が必要である。2001年には、我が国の提案により、国際標準化機構 (ISO) が高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針 (ISO/IEC Guide 71)⁽¹⁾を制定し、ISO 及び IEC 加盟国が自国内で高齢者・障害者配慮の規格を作成する際の指針を示した。この ISO/IEC Guide 71 の規定では、高齢者や障害のある人々を含む多様な人々のニーズに応える現実的な設計理念として、アクセシブルデザインが提唱されている。アクセシブルデザインとは、何らかの機能に制限がある人のニーズに合わせて設計を拡張することで、製品、建物やサービスをそのまま利用可能とする人を最大限まで増やそうとする設計⁽²⁾であり、既存の製品を、特別な仕様の変更を行わずに、多様な使用者が共用できるようにする。我が国における代表的なアクセシブルデザインのの一つとして、本稿で取り上げる凸記号が日本工業規格 (JIS) として制定されている。凸記号とは、消費生活製品の操作部に触覚上の手掛かりとして付す突起物である。凸記号は、視機能が低下した高齢者や視覚障害者が晴眼者と同じ製品を共有することを可能とし、晴眼者にとっても視覚に頼り難い状況下での操作の手がかりとして有効である。こうした利便性から、使用者の混乱を避けるべく標準化が検討され、2000年に JIS (正式名称: 高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活製品の凸記号表示)⁽³⁾が制定されるに至った。2011年には、日本、韓国、中国の共同提案により、ISO 24503 (正式名称: Ergonomics - Accessible design - Tactile dots and bars on consumer products)⁽⁴⁾が発行され、今後国際的な整合性の確保が期待される。一方、これらの凸記号に関する標準が規定する推奨寸法は、凸記号を触察

した際の主観的な印象を回答させたモニター調査⁽⁵⁾が参考とされており、根拠となる定量的データが必ずしも十分ではない。そのため、今後凸記号に関する規格の改訂や、関連規格の新規策定を検討する上で、推奨寸法に関する定量的データが必要とされている。

これまでに筆者らは、製品の基本操作の開始部に付す凸点 (凸状の丸い点) と基本操作の終了部に付す凸バー (凸状の横バー) の2種類の凸記号が、同じ操作部で併用される場合に、触覚によって両者が識別可能な寸法の条件を評価してきた⁽⁶⁾。得られた知見から、エッジが直角である凸バーは短辺と長辺の差が大きいほど識別しやすく、同じくエッジが直角の凸点は直径が小さいほど識別しやすい事がわかった。さらに、晴眼若年者 (以下、若年者) を対象とした実験により、凸点は、エッジの丸み (曲率半径、以下: R) が大きいほど、凸点と知覚することが定量的に示され⁽⁷⁾、凸バーと凸点の断面形状がこれらの識別に影響を及ぼす要因であることが明らかになった。

しかしながら、現在発行されている凸記号に関する JIS S 0011 及び ISO 24503 では、断面形状に関する規定が存在しない。今後、断面形状が規定の一部として検討されることを想定すると、加齢特性に関する豊富なデータが必要である。なぜなら、一般に高齢者は加齢に伴い触覚特性や認知特性の変容が生じるために、凸バーと凸点の識別しやすい寸法が若年者とは異なる可能性があるからである。

そこで本研究では、加齢特性を考慮した識別しやすい凸バーと凸点の寸法を明らかにすることを目指し、高齢者を対象として、凸バーと凸点のエッジの R がそれらの識別容易性に及ぼす影響を評価することを目的とした。

2. 方法

本研究では、寸法と統制した凸バーと凸点を、実験参加者に触覚のみを用いて識別させる実験を行った。本章では、実験方法について詳しく述べる。本研究の全ての手続きは、

早稲田大学研究倫理審査委員会による承認を得た。

2-1 呈示刺激

凸バーは短辺と長辺、凸点は直径を統制し、全ての条件についてエッジの R を統制した呈示刺激を作製した (図 1 及び表 1 参照)。呈示刺激は 50mm × 50mm、厚さ 10mm のアクリル板の中央に位置するように、エンドミルで切削した。

凸バーと凸点の寸法の選定にあたっては、凸点の直径及び凸バーの短辺は、JIS S 0011 及び ISO 24503 の推奨寸法である 0.8mm から 2.0mm を包含した。さらに、市場で流通する小型機器に付されている微小な凸バーと凸点を参考に、0.5mm も条件に含めることとした。凸バーの長辺は、凸点と誤って識別する可能性が高い +0.5mm から、十分に凸バーと識別できると考えられる +4.0mm の範囲とした。全ての高さは、凸記号モニター調査⁽⁵⁾において主観的な認識性が最も良いと回答された 0.5mm に定めた。エッジの R の条件は、エッジが最も明瞭である 0.0mm に加え、短辺及び高さの寸法との兼ね合いを考慮し、エッジが十分に丸みを帯びつつも設計可能である寸法として、0.25mm と 0.5mm と定めた。

2-2 実験参加者

日常的な触知経験がほとんどない高齢者を想定し、晴眼高齢者 10 名 (63.9 ± 2.6 歳、以下：高齢者) に実験の参加協力を得た。全ての参加者は、手指の皮膚組織や上肢に外傷及び関連既往歴が認められなかった。なお、実験の参加にあたっては、予め実験の内容についての理解を得られた上で、参加の同意を得た。

2-3 手続き

本実験では、参加者の手元をカーテンで遮蔽した状態で、ランダムに呈示する刺激を人差し指の腹で触察させた。参加者には、呈示刺激の形状が識別できたら指を離し、凸点であるか凸バーであるかを 2 肢強制選択で回答させた。その直後に、識別に対する確信度 (1：確信なし～5：確信あり) を 5 段階間隔尺度で評価させた。これらの手続きを 1

試行とし、凸バーの 65 条件は 3 試行ずつ、凸点の 13 条件は 15 試行ずつとすることで、凸バーと凸点の呈示回数を同数 (195 回) とした。これは、凸バーの呈示回数が凸点よりも多い場合に、参加者が推測に基づいて、凸バーと回答しやすくなる傾向を排除するためである。なお、全ての凸バーは、長辺と参加者の人差し指の長軸方向が、水平面上で垂直に直行するように呈示した。

実験前には、実験の手続きに関する説明と練習試行を行った上で本試行を行った。実験は、参加者の体調に配慮し、休憩をとりながら実験を行った。

2-4 評価指標及び分析方法

評価指標として、呈示刺激を識別した際の正答率、識別時間、確信度の 3 つを採用した。本実験は 2 肢強制選択の手続きであるため、識別が困難であるほど正答率が 50% に近似する。さらに、凸バーの正答率が 0% に近似する場合は凸点と知覚したことを表す。対照的に、凸点の正答率が 0% に近似する場合は凸バーと知覚したことを表す。

分析にあたっては、若年者を対象とした先行研究⁽⁷⁾より、凸点の条件では、エッジの R が識別容易性に有意な影響を及ぼしていたことから、本実験においても、エッジの R と直径を要因とする 2 元配置分散分析及び Bonferroni 補正法による多重比較を行うこととした。

3. 結果

3-1 凸バー条件の結果

いずれの R と短辺の条件においても、凸バーの長辺と短辺の差が大きいほど、正答率が高く、識別時間が短く、確信度が高い傾向であった (図 2, 図 3, 図 4 参照)。特に、いずれの R と短辺の条件においても、長辺 +2.0mm の正答率はおおよそ 90% 以上であり、長辺 +3.0mm 以上ではほぼ確実に識別できた。

いずれの短辺と R の条件においても、短辺と長辺の差が短いほど、正答率及び確信度が低下し、識別時間が長くなる傾向であったが、長辺 +0.5mm の条件になるとその傾向が逆転し、正答率と確信度が増加し、識別時間が短くなる傾向であった。

3-2 凸点条件の結果

まず、正答率の結果を図 5 に示す。分散分析の結果、交互作用 ($F(4, 36) = 3.87, p < 0.01$)、エッジの R ($F(2, 18) = 12.75, p < 0.01$) 及び直径 ($F(2, 18) = 19.79, p < 0.001$) の主効果が有意であった。多重比較の結果、直径 1.5mm 及び 2.0mm では、R 0.0mm は、R 0.25mm 及び R 0.5mm と比べて、正答率が低かった ($p < 0.05$)。さらに、全ての R の条件において、直径 2.0mm は直径 1.0mm と比べて、正答率が有意に低かった ($p < 0.05$)。また、直径 2.0mm は直径 1.0mm と比べて、R の条件間における正答率の差が大きい傾向で

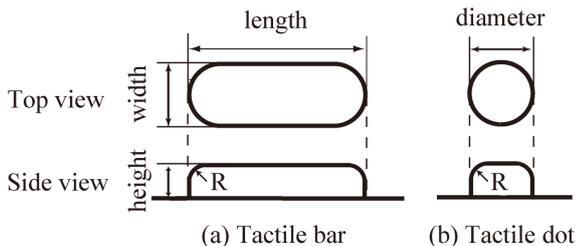


Fig. 1 Dimensions of tactile bar and dot used in the experiment

Table 1 Sizes of tactile bars and dots

(a) Sizes of tactile bars		(b) Sizes of tactile dots	
Edge radius of curvature (mm)	Width (mm)	Edge radius of curvature (mm)	Diameter (mm)
0.0, 0.25	0.5, 0.8	0.0, 0.25	0.5, 0.8
0.0, 0.25, 0.5	1.0, 1.5, 2.0	0.0, 0.25, 0.5	1.0, 1.5, 2.0

* The actual length is the size that adds each width to each length conditions: +0.5, +1.0, +2.0, +3.0, +4.0 (mm)

あった。具体的には、直径 1.0mm では、R0.0mm と R0.5mm の正答率の差はおよそ 13%であったが、直径 2.0mm では、これらの差はおよそ 29%であった。

次に、識別時間の結果を図 6 に示す。分散分析の結果、エッジの R ($F(2, 18) = 19.95, p < 0.001$) と直径 ($F(2, 18) = 25.74, p < 0.001$) の主効果が有意であった。各要因における条件間の有意差を検定した結果、R0.0mm は、R0.25mm と R0.5mm と比べて、識別時間が有意に長かった ($p < 0.01$)。また、直径の全ての条件間において、直径が大きい条件は

小さい条件と比べて、識別時間が有意に長かった ($p < 0.05$)。最後に、確信度の結果を図 7 に示す。分散分析の結果、エッジの R ($F(2, 18) = 17.51, p < 0.001$)、直径 ($F(2, 18) = 13.41, p < 0.001$) の主効果が有意であった。各要因における条件間の有意差を検定した結果、R の全ての条件間において、R が小さい条件は大きい条件と比べて、確信度が有意に低かった ($p < 0.05$)。また、直径の全ての条件間において、直径が大きい条件は小さい条件と比べて、確信度が有意に低かった ($p < 0.05$)。

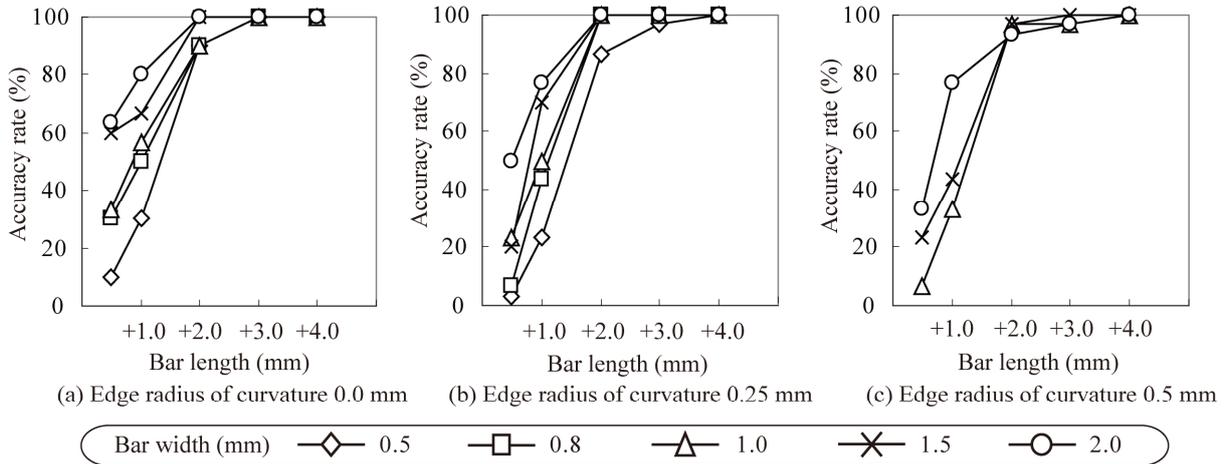


Figure 2 Results of accuracy rate in tactile-bar conditions

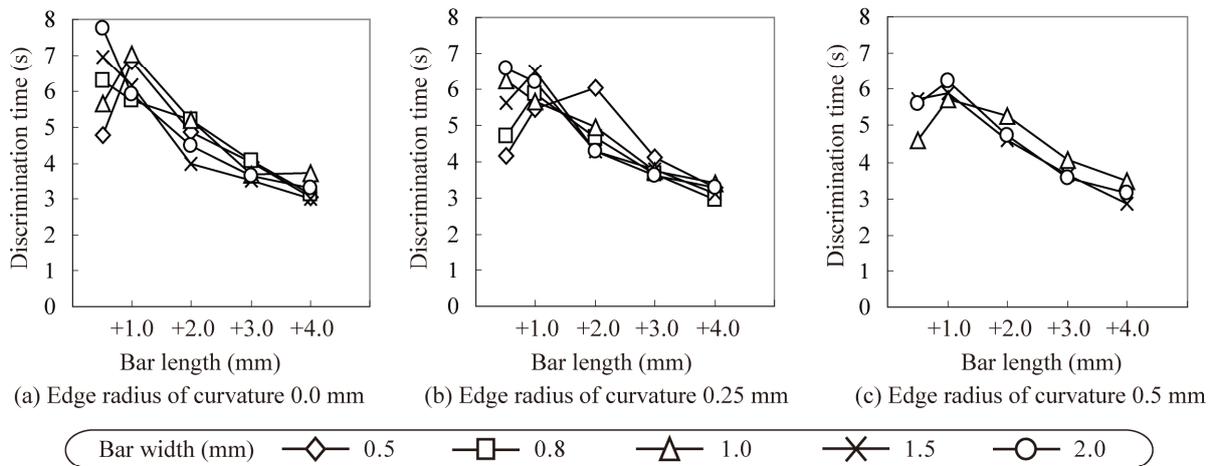


Figure 3 Results of discrimination time in tactile-bar conditions

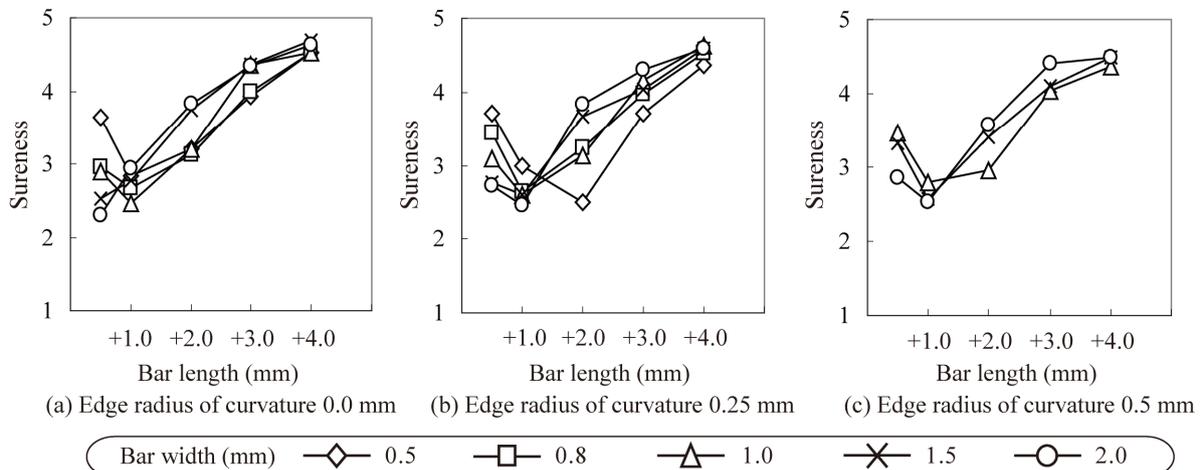


Figure 4 Results of Sureness in tactile-bar conditions

全体としては、R が大きく直径が小さい条件ほど、正答率が高く、識別時間が短く、確信度が高い傾向であった。

4. 考 察

凸バー条件の結果より、高齢者は凸バーのエッジの R と短辺の寸法に関わらず、長辺と短辺の差が大きいほど、より早く確信を持って正確に凸バーを識別できることが明らかとなった。この傾向は、若年者を対象とした結果⁽⁷⁾と同様であったことから、若年者と高齢者のいずれにおいても、凸バーを正確に識別するためには、エッジの R の寸法に関わらず、長辺と短辺の差が重要であることが確認された。一方で、若年者は凸バーの長辺が+2.0mm 以上であれば、ほぼ正確に凸バーを識別することができたが、高齢者は長辺が+3.0mm 以上で無ければ、凸バーを正確に識別できなかった。Manning ら⁽⁸⁾の報告によると、高齢者は若年者よりも指先における空間分解能が低く、浮き出したアルファベットの識別課題における正答率も低い。このことから、

アルファベットよりも単純な形状である凸バーと凸点の識別においても、加齢による空間分解能の低下に起因する識別容易性の低下が生じるものと考えられる。以上のことから、製品の主要な使用者が高齢者と想定される場合には、エッジの R がいずれの寸法であっても、凸バーの長辺と短辺の差を十分に大きくすることが必要であると考えられる。

次に、凸点の結果より、高齢者は凸点の R が小さく直径が大きいほど、凸点であるか凸バーであるかを識別することが困難であった(図 5 参照)。こうした傾向は、若年者においても同様であった⁽⁷⁾。この原因としては、R が小さく直径が大きい凸点は、エッジの幅や上面部の平坦な広がりといった形態の特徴が知覚されることで、単純な点刺激ではなく幾何学的形状のある物体として知覚されるために、識別が困難となることが考えられる。以上のことから、企業が自社製品に凸点を製品に付す場合には、エッジの R を大きく設計することが有効であると考えられる。特に、直径が大きい凸点を付す際には、R をなるべく大きくすることが望ましい。

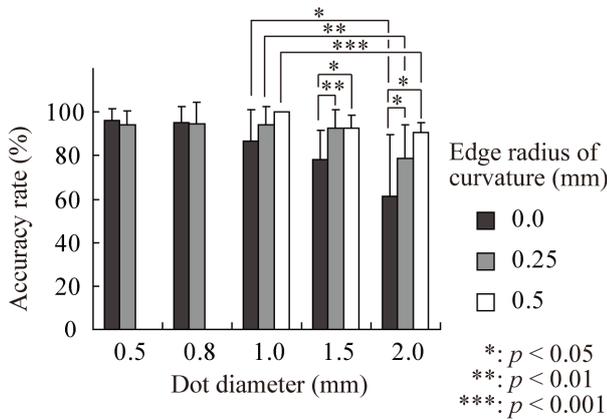


Figure 5 Results of accuracy rate in tactile-dot conditions

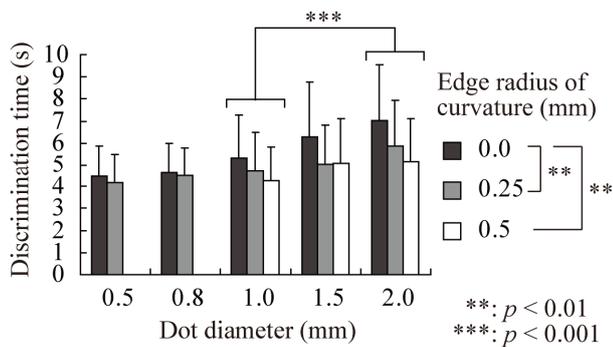


Figure 6 Results of discrimination time in tactile-dot conditions

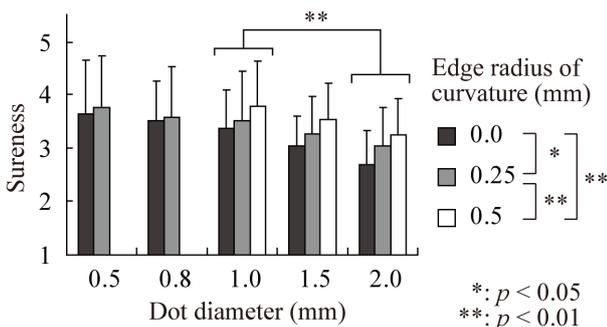


Figure 7 Results of Sureness in tactile-dot conditions

5. 結 論

本研究では、晴眼高齢者を対象として、エッジの曲率半径 R が凸バーと凸点の識別容易性に及ぼす影響を評価することを目的とした。実験の結果、凸バーに関しては、高齢者は、凸バーのエッジの R の寸法に関わらず、長辺と短辺の差が大きいほど早く確信をもって正確に識別できる傾向であることがわかった。また、凸点に関しては、高齢者は、凸点のエッジの R が大きく直径が小さいほど、凸点を早く確信をもって正確に識別できる傾向であることがわかった。一方、若年者を対象とした先行研究との比較より、凸バーのエッジの R がいずれの寸法であっても、高齢者は若年者よりも、凸バーを正確に識別するために必要な長辺と短辺の差が大きいことが明らかとなった。

参考文献

- (1) International Organization for Standardization, ISO/IEC Guide 71 Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities, International Organization for Standardization, 2001.
- (2) 日本工業標準調査会, JIS Z 8071: 高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針, 財団法人日本規格協会, 2003.
- (3) 日本工業標準調査会, JIS S 0011: 高齢者・障害者配慮設計指針—消費生活製品の凸記号表示, 財団法人日本規格協会, 2000.
- (4) International Organization for Standardization, ISO/DIS 24503: Ergonomics - Accessible design - Tactile dots and bars on consumer products. 2011
- (5) 財団法人家電製品協会, 凸記号モニター調査報告書(平成11年度), 2000.
- (6) 豊田航, 土井幸輝, 藤本浩志, 凸バーと凸点の識別容易性に関する研究, 電子情報通信学会論文誌D, Vol. J94-D, No.4, pp. 1-8, 2011.
- (7) 豊田航, 末永佳祐, 土井幸輝, 藤本浩志, エッジの曲率半径が凸バーと凸点の識別容易性に及ぼす影響, 日本人間工学会第51回大会講演集, Vol. 47, Supplement, pp. 172-173, 2011.
- (8) Manning H, Tremblay F., Age differences in tactile pattern recognition at the fingertip, Somatosensory and Motor Research, Vol. 23, No. 3, pp. 147-155, 2006.