

早稲田大学博士論文(概要)		
	学位記	文科省報告
2012	6216	甲3850

早稲田大学審査学位論文  
博士（人間科学）  
概要書

消費生活製品の操作性向上に寄与する  
凸バーと凸点の寸法及び断面形状の評価

Evaluations of Appropriate Sizes and  
Cross-Sectional Shapes  
of Tactile Bar and Dot on Consumer Products

2013年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

豊田 航

TOYODA, Wataru

研究指導教員： 藤本 浩志 教授

# 概要

歴史上類を見ない世界人口の高齢化に伴い、視覚機能の低下や欠損が生じた高齢者や視覚障害者にとって、不自由なく利用できる消費生活製品の普及が国際的課題となっている。2001年には、国際標準化機構によって、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）が制定され、加盟各国が高齢者・障害者配慮設計に関する国内標準を制定する際の指針が体系的に示された。ISO/IEC Guide 71では、高齢者・障害者の多様なニーズに対応可能な拡張性のある設計理念として、アクセシブルデザインが提唱され、我が国では幾つものアクセシブルデザインに関する標準が制定されている。特に、外界の情報入手に著しい制限を抱える視覚障害者への情報保障が喫緊の課題であることから、感覚代行としての触覚を活用した配慮設計に関する幾つかの標準が既に制定されている。

代表例として、凸記号が挙げられる。凸記号とは、視覚障害者をはじめとするあらゆるユーザにおける製品の操作性向上を目的として、触覚上の手ごかりとして製品の操作部に付す突起物である。凸記号は、視覚障害者にとって有用な触覚サインであるだけでなく、晴眼者にとっても、視覚に頼り難い状況下での手ごかりとして利用される。また、凸記号によって、視覚障害者と晴眼者が製品を共用できるようになるため、多くの企業が製品に凸記号を付すようになり、2000年には日本工業規格（JIS S 0011）、2011年にはこのJISをベースとした国際規格（ISO 24503）が制定されるに至った。これらの標準において、凸記号は凸点（凸状の丸い点；操作開始部に付す）と凸バー（凸状の横バー；操作終了部に付す）の2種類が定義され、それぞれの推奨寸法が規定された。しかしながら、凸バーと凸点の推奨寸法や断面形状に関する客観的データが必ずしも十分であるとは言えず、今後凸記号に関する標準の改訂や新規制定を想定すると、凸バーと凸点の適切な寸法及び断面形状を明らかにするための基礎研究が不可欠である。

そこで本研究では、製品の操作性向上に寄与する凸バーと凸点の寸法及び断面形状を評価することを目的とした。評価に当たっては、凸記号を製品に付す際の2つの役割に応じた基本かつ重要な課題を設定し、それぞれの役割に適う凸バーと凸点の寸法及び断面形状の条件を明らかにした。具体的には、第一の課題では、操作部の機能の識別という凸記号の役割に対して、異なる機能の操作部に付される凸バーと凸点の寸法及び断面形状が識別容易性に及ぼす影響を評価することを目的とした（第2章及び第3章）。第二の課題では、

配列された操作部の位置情報の表示という凸記号の役割に対して、その代表例であるテンキーの位置情報を示すために凸点が付される製品として、携帯電話を取り上げ、凸点の寸法及び断面形状が携帯電話の操作性に及ぼす影響を評価することを目的とした（第4章及び第5章）。

本論文は、以下の6章で構成される。

第1章では、本研究の背景、目的、構成に関して述べた。具体的には、世界的な高齢化の進展とそれに伴う視覚障害者人口の増加に対応するために、視覚機能に低下や欠損が生じた高齢者や視覚障害者が利用可能な環境、サービス、製品の普及が国際的に喫緊の課題であることを述べ、その具体的な対応策として、国内外の標準化機関によって推進される高齢者・障害者配慮設計指針の標準化に関する近年の動向を示した。また、そうした配慮設計の代表例である凸記号を取り上げ、我が国における凸記号の標準化に至る過程を概観した。さらに、標準で定められた凸記号の推奨規定を整理した上で、凸記号の推奨寸法及び断面形状に関する客観的データが必ずしも十分ではないという問題点を指摘した。以上を踏まえ、本研究では、製品の操作性向上に寄与する凸バーと凸点の寸法及び断面形状を定量的に評価することを目的とした。評価に当たっては、凸記号を製品に付す際の役割に応じた基本かつ重要な課題として、（1）凸バーと凸点の寸法及び断面形状が識別容易性に及ぼす影響の評価（第2章及び第3章）、（2）凸点の寸法及び断面形状が配列された操作部の位置情報に及ぼす影響の評価（第4章及び第5章）の2つを設定した。

第2章では、操作部の機能の識別という凸記号の役割の一つに着目し、製品の基本機能の開始部に付す凸点と基本機能の終了部に付す凸バーを触覚を用いて識別する際に、支配的な影響を及ぼす寸法の因子を明らかにすることを目的とした。本章では、凸バーと凸点の寸法に関する基本的な因子として、凸バーの長辺と短辺、凸点の直径を評価した。本実験では、近年増加傾向にある中途失明者を想定した晴眼若年者と晴眼高齢者に対して、長辺と短辺が統制された凸バーと直径が統制された凸点を、触覚のみで識別させた。その結果、若年者と高齢者のいずれも、凸バーは長辺と短辺の差が大きいほど早く正確に確信をもって識別できたことから、これらの差が凸バーの識別における支配的因子であることが明らかとなった。また、凸点は、直径が小さいほど早く正確に確信をもって識別できたことから、空間分解能を下回る寸法の場合に、凸点と識別しやすいことが確認できた。

第3章では、凸バーと凸点の断面形状としてエッジの丸み（曲率半径）に

着目し、凸バーと凸点のエッジの曲率半径が識別容易性に及ぼす影響を評価することを目的とした。本実験では、エッジの曲率半径を統制した凸バーと凸点の刺激を製作し、年齢及び視覚障害の有無が異なる参加者に指先で識別させた。その結果、凸バーのエッジの曲率半径と短辺の寸法に関わらず、若年晴眼者、若年視覚障害者、高齢視覚障害者は、凸バーの長辺と短辺の差が2.0mm以上あれば、ほぼ正確に識別できることが明らかとなった。一方、晴眼高齢者は、長辺と短辺の差が3.0mm以上でなければ、正確に識別できないことが分かった。また、凸点は、エッジのRが大きいほど、早く正確に確信をもって凸点と識別できることが明らかとなった。

第4章では、凸記号のもう一方の課題として、配列された操作部の位置情報の表示という凸記号の役割に着目し、テンキーの位置情報を示すために凸点が付される製品として、国際的に普及している携帯電話を事例として取り上げ、5番キーに付した凸点の高さがその操作性に及ぼす影響を評価することを目的とした。本章では、凸点の寸法に関する因子として、凸点の高さのみを評価した。本実験では、日常生活において製品の操作に困難を抱える中途失明者を想定した晴眼若年者及び晴眼高齢者に対して、高さが異なる凸点が付された携帯電話を操作させた。その結果、若年者と高齢者のいずれも、凸点の高さが0.3mmの条件は、凸点がない条件や高さ0.1mmの条件と比べて、早く正確に操作した。また、若年者と高齢者のいずれにおいても、凸点の高さが0.3mmよりも高くなるにつれて操作時間及びエラー率が増加する傾向が認められたことから、凸点は高ければ高いほど良いというわけではなく、適切な範囲が存在することが明らかとなった。

第5章では、凸点の断面形状として先端部の尖り具合（曲率半径）に着目し、凸点の高さ及び先端部の曲率半径が携帯電話の操作性に及ぼす影響を評価することを目的とした。まず始めに、市販の携帯電話に付された凸点の形状計測を行い、携帯電話においては、お椀形状の凸点における尖り具合が操作性に影響を及ぼす可能性がある断面形状の因子であることを確認した。さらに、中途失明者を想定した晴眼若年者及び晴眼高齢者に対して、高さとは先端部の曲率半径を統制した凸点を付した携帯電話を操作させる実験を行った。その結果、凸点の高さが同じ場合には、先端部の曲率半径が大きい条件ほど、速く正確に操作できることが明らかとなった。高さに関しては、先端部の曲率半径の寸法に関わらず、若年者と高齢者のいずれも、高さ0.1mmは操作性向上に適さないことが明らかとなった。また、若年者では、高さ0.3mmにおいて相対的に早く正確に操作したが、高さ0.3mmよりも高くなるにつれ、エラー率が増加する傾向であった。一方、高齢者では、高さ0.55mm以上にお

いて、操作時間が早くエラー率が低い値で収束した。以上のことから、若年者と高齢者では、操作性向上に有効な高さの条件が異なることが明らかとなった。

第6章では、本研究によって明らかとなった凸バーと凸点の寸法及び断面形状に関する知見と、意義についてまとめた。

以上より、本研究では、凸記号が製品に付される際の役割に応じた2つの課題に着目し、凸バーと凸点の適切な寸法の条件を定量的に明らかにした。第2章及び第3章では、触知覚特性の変容の一因である加齢や触知経験を考慮し、年齢や触知経験の年数が異なる幅広いユーザにとって識別しやすい凸バーと凸点の条件が詳細に明らかとなった。また、エッジの曲率半径が凸点の識別容易性に有意な影響を及ぼす因子であることが定量的に明らかとなった。また、第4章及び第5章では、製品の操作に特に困難が生じる中途失明者を想定し、若年晴眼者及び高齢晴眼者を対象とした実験によって、携帯電話の操作性向上に適した凸点の条件が詳細に明らかとなった。また、凸点の先端部の曲率半径が、携帯電話の操作性に有意な影響を及ぼす因子であることが明らかとなった。

本研究の知見は、国内外の規格作成者が凸記号の推奨寸法を検討する際の実証データとして利用されることが期待される。また、企業が製品に凸記号を付す際の参考データとしても活用できる。さらに、高齢者及び視覚障害者の触知覚特性を考慮したインターフェースの開発に寄与する知見が得られるという点で、基礎から応用に至る触覚分野の進歩を促す研究としても意義深い。