

日常物体の偶然的見えとは何か

新美 亮輔
横澤一彦

独立行政法人理化学研究所 脳科学総合研究センター
東京大学大学院人文社会系研究科

When familiar objects are presented in cardinal orientations such as front and top, the efficiency of visual object recognition is often reduced. Those particular views are called accidental views. It has been shown that the foreshortening of elongation axis of objects is the primary origin of accidental view, but involvements of other possible factors are not tested empirically. Through object recognition experiments, we found that symmetry and familiarity also contributed to the worse recognition in accidental views, whereas front-back axes of objects showed virtually no effect.

Keywords: accidental view, object recognition, vision.

問題・目的

同じ物体でもそれを観察する方向によってヒトの視覚物体認知の特性が変化する（視点依存性）ことはよく知られている（Humphrey & Jolicoeur, 1993; Niimi & Yokosawa, 2008）。日常的によく見かけ、容易に認知されるような日常物体でも、ある限られた方向ではその認知が非常に難しくなる。そのような方向での物体像は偶然的見え (accidental view) と呼ばれ、正面や真上といった「軸に沿った」方向であることが多い。例えばBiederman (1987) は、ミキサーを真上から捉えた写真を偶然的見えとして示している。

では、偶然的見えはどのようにして決まるのだろうか。経験的によく知られている要因は、物体の長軸の圧縮 (foreshortening of elongation axis) である。例えば馬は前後に細長い形状をしているので前後軸が長軸であり、正面からの見えではこの長軸が圧縮されている。長軸は物体中心参照枠に基づいた物体表象の形成に用いられるため、長軸が圧縮されていて把握しづらい見えは物体認知が困難になると考えられている。

しかし、長軸以外にも偶然的見えの要因となるものがあるのではないだろうか。動物や乗物など多くの日常物体において、長軸は物体の前後軸や対称軸とも一致している。日常物体は前後に細長く、左右対称であることが多いからだ。従って、長軸が圧縮された偶然的見えは、同時に前後軸や対称軸が圧縮された見えでもある。日常物体に関しては前後方向の知識が生態学的に重要だから、その物体表象は前後軸に基づいた参照枠によって形成されているという可能性はありそうである。また、多くの研究が対称軸は物体中心参照枠を形成する要因であると示唆している (e.g., Biederman, 1987; Pashler, 1990)。従って、これらの軸が圧縮され

ることで物体認知の困難な偶然的見えとなる可能性が指摘できる。そこで本研究では、日常物体の物体認知課題の成績が物体の前後軸や対称軸の圧縮によって変化するかを長軸圧縮の効果とは独立に検討した。

方法

正常または正常に矯正された視力を有し、日本語を母語とする21名の参加者が物体認知課題を行った。各試行ではまず、コンピュータ画面に物体名が文字で3秒間提示され、0.5秒間の空白と1秒間の注視点が続いた後、物体の画像が提示された。参加者は、この画像の物体が最初の物体名の物体であるかどうかを判断し、できるだけ早く正確にキー押して回答するよう教示された。全体の半数の試行では物体名と物体画像は同じ物体であり（一致試行）、残り半数の試行では異なる物体だった（不一致試行）。

独立変数は物体画像刺激における物体方向で、前・上・横・斜めの4条件があった (Figure 1)。多くの物体で、前や上方向は偶然的見えとなりやすく、横や斜め方向に比べて物体認知が難しくなることが知られている。従属変数は正答率と反応時間であった。

刺激には36種の日常物体を用いた。すべて左右対称な形状で、自然な前後・上下軸が明確だった。長軸圧縮の効果をできるだけ減らすため、細長い形状の物体（前後長・左右幅・上下高さのいずれかの比が1.7以上となる物体）は除外した。物体画像は市販の3Dグラフィックソフトウェアによって作成した。すべてモノクロで、およそ視角7°×7°の大きさを提示された。

結果

まず、4つの物体方向によって一致試行での物体認知課題成績が異なるかを検討した。平均反応時間・誤答率の結果 (Table 1) それぞれについて、対応のある1要因分散分析を行った結果、いずれも物体方向の主効果が有意だった (反応時間, $F(3,60) = 37.7, p < .01$; 誤答率, $F(3,60) = 9.6, p < .01$)。テューキーのHSD法による多重比較の結果、横と斜め条件の反応時間は前・上条件より有意に短かった ($p < .01$)。誤答率でも同様だった ($p < .05$)。また反応時間では、上条件と前条件の間でも有意差が見られた ($p < .01$)。

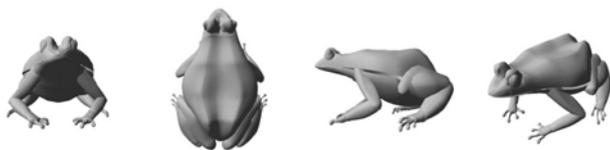


Figure 1. Examples of the object image stimuli. Shown in the four orientations tested, front, top, side and diagonal, respectively.

Table 1. Results of the object recognition experiment (object name-image matching task). The recognition efficiency was reduced with the front and top views, namely, accidental views.

	Object Orientation			
	Front	Top	Side	Diagonal
Mean RT (msec)				
Match Trial	688	765	626	627
Mismatch Trial	634	697	626	615
Mean Percent Error				
Match Trial	7.8	6.7	3.6	3.2
Mismatch Trial	2.5	4.9	2.0	2.1

次に、対称軸と長軸の効果を検討した。物体は立体であり、その形状の対称性は3次元対称性であるので、ここで対称軸として軸ではなく対称面（物体の前後軸と上下軸で張られる面）を用いた。前と上では対称面は圧縮されており（画像は対称である）、横と斜めでは対称面は非圧縮である（画像は非対称）。前・上・横方向のすべての刺激画像を、対称面（圧縮/非圧縮）×長軸（圧縮/非圧縮）の合計4条件に分類した。例えばカエル（前後軸が長軸）の上方向は、対称面圧縮・長軸非圧縮である。これら4条件について改めて平均反応時間と平均誤答率を算出し、対応のある2要因の分散分析を行った。反応時間について、対称面の効果 ($F(1,20) = 57.5, p < .01$)、長軸の効果 ($F(1,20) = 38.9, p < .01$) とともに有意だった。しかし、有意な交互作用は見られなかった ($F(1,20) = 1.36, p = .26$)。誤答率でも同様の結果だった。対称面が圧縮される方向では物体認知が難しくなり、長軸が圧縮される方向でも物体認知は難しくなることがわかった。さらに物体の前後軸と長軸の効果について同様に刺激を分類し、同様の分散分析を行った。反応時間・誤答率いづれでもやはり長軸の効果は有意だったが、前後軸の効果は有意でなかった。このことは、前方向は前後軸が圧縮されているから物体認知が難しいのではなく、長軸や対称面が圧縮されていることが多いから物体認知が難しいのだということを意味している。

考察

日常物体の偶然的見えで物体認知が困難になる要因は、物体長軸の圧縮だけではないことが明らかになった。多くの物体で前や上方向が偶然的見えとなるのは、それらの方向で物体の長軸が圧縮されるからだけではなく、対称面も圧縮されているからである。これは、多くの日常物体は左右対称である（上下対称ではない）ということと関係している。一方で、物体前後軸の効果は確認できなかった。正面が偶然的見えとなりやすいのは、単にそれが前だからではなく、多くの物体で長軸や対称面が圧縮される方向だからだと言える。本実験では刺激にあまり細長くない形状の物体だけを用いたにも関わらず有意な長軸の効果が見られたことは、長軸圧縮が物体認知に及ぼす影響が非常に強いことを示していると言えるだろう。

さて、それではなぜ対称面が圧縮されると物体認知が難しくなるのだろうか。対称面に含まれるある軸を

主軸とするような物体中心参照枠に基づいて物体表彰が形成されるのだとすると、対称面の圧縮が物体認知を困難にすると言えるかも知れない。しかし一方で、対称面の圧縮された見えは2次元画像としては対称であり、この画像の対称性の軸を手がかりに対称面を推定することも不可能ではない。対称面が圧縮された見えが偶然的見えになるのは、対称面が把握しづらいことが原因と言うよりも、むしろ物体像が2次元対称になっていることそのものが原因である可能性が指摘できよう。例えば、対称な画像は情報としては冗長であり、物体認知に役立つような情報が含まれる量が平均的に少ないのかも知れない。

最後に、長軸や対称面だけでは説明できない結果が一つだけ見られた。上方向は他のすべての方向より物体認知が難しかったのである。一致試行での上方向の反応時間は、同じく偶然的見えだと考えられる前方向よりさらに長かったし、不一致試行では上方向のみで有意に物体認知課題の成績が低下していた (Table 1)。この点については、親近性の効果だと考えることができる。すなわち、日常生活の中で一般に物体は前や横、斜め方向から観察することは比較的多いが、上方向から観察することは稀であり、そのため上方向での認知が難しいと考えられる。実際、本実験で用いた物体画像刺激に対して見えの親近性を評定する調査を行ったところ、上方向の親近性は有意に最も低く評定された。

結論

以上の結果から、日常物体の偶然的見えを規定する要因には長軸、対称面（もしくは像の対称性）、そして親近性の少なくとも3つがあることが明らかになった。長軸の効果と対称面の効果の間には交互作用が見られなかったことから、これらの要因はそれぞれ物体認知処理の異なる側面に影響していることが示唆される。偶然的見えや物体認知の視点依存性は単一の理論で説明できるものではなく、複数の現象が組み合わせられた複合体だと言えるのではないだろうか。

引用文献

- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychological Review*, **94**, 115-147.
- Humphrey, G. K., & Jolicoeur, P. (1993). An examination of the effects of axis foreshortening, monocular depth cues, and visual field of object identification. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **46A**, 137-159.
- Niimi, R., & Yokosawa, K. (2008). Determining the orientation of depth-rotated familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, **15**, 208-214.
- Pashler, H. (1990). Coordinate frame for symmetry detection and object recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **16**, 150-163.