バネ振り子運動における視覚的弾性判断に関する実験的検討

○丸山敦也¹・和田有史²・松原和也^{2#}・鎌田晶子³・増田知尋³

(¹文教大学大学院 ²立命館大学 ³文教大学)

キーワード：運動知覚・事象知覚・質感

The visual perception of elasticity in a horizontal pendulum of springs

Atsuya MARUYAMA, Yuji WADA, Kazuya MATSUBARA, Akiko KAMADA, Tomohiro MASUDA

(¹Graduate School of Bunkyo University, ²Ritsumeikan University, ³Bunkyo University)

Key Words: Motion perception, Event perception, Material perception

目 的

Masuda et al. (2015) は、主観的輪郭を生じさせる誘導図形の部分的な振り子運動において、振り子運動の周期や振幅の時間的変化により主観的な面の弾性や粘性判断が変化することを示した。一方で、この実験では弾性や粘性判断の程度と物理的に定義される値（物性値）との関連は検討されていない。本研究では、物理的な弾性と視覚的な弾性判断との対応を明らかにし、その上で視覚的な弾性判断に影響を及ぼす規定要因を検討することを目的とした。

実 験 1

目的 バネ振り子運動において、バネの本数と運動の開始位置を操作し、視覚的な運動情報によるバネの弾性判断と物理的な弾性値との対応について検討した。

方法 実験参加者：裸眼または矯正視力により正常視力を有する 10 名であった（平均年齢 21 歳；SD = 0.89）。

提示パターン：力学滑走台上で滑走体の左右にそれぞれ同じバネ定数を持つバネを水平方向に往復運動するように固定し、滑走体の運動を測定し、それを反映させた CG を作成した（図 1）。測定時には、バネの本数を 1 本～5 本の範囲で変化させ物理的な弾性値を変化させた条件及び 1 本ときのみ中央部で摩擦が生じないよう位置をオフセットした条件（1os）を含む計 6 条件を設定した。バネの初期位置は振り子の中央から約 8.0° 及び 16.0° にそれぞれ移動させた状態から開始する 2 条件（S 条件 / L 条件）を設定した。これらを組み合わせ、初期位置 2 条件 × バネ本数 6 条件 × 左右反転 2 条件 × 繰り返し 3 回の計 72 パターンを作成した。

手続き：実験参加者は、提示パターンの変形する部分について、滑走体の運動を測定した際のバネと同様のものを 2 本あるいは 4 本並列に配置したものを目指で引いた際の弾性判断をそれぞれ 2、4 の強度とし、視覚的な弾性をビジュアルアナログスケールにより評定した。観察距離は 53cm であった。

結果と考察 条件別の弾性判断値を図 2 に示した。初期位置及びバネ本数を独立変数、弾性判断値を従属変数とした 2 要因の分散分析を行った結果、それぞれの主効果と交互作用に有意差が認められ（ $F(1,9) = 14.63, p < .01$; $F(5,45) = 6.75, p < .01$; $F(5,45) = 3.50, p < .01$ ）、単純主効果の検定の結果、全てのバネ本数で L 条件は S 条件より弾性判断値が有意に高く、また S 条件ではバネ 5 本がそれ以外の全ての条件よりも弾性

判断値が高く、3 及び 4 本条件ではそれぞれ 1 本条件よりも、L 条件では 3 及び 5 本条件が 1 本条件よりも弾性判断値が有意に高かった。視覚においても物性値と同様に弾性が判断されるのであればバネの初期位置により判断値は変化しないが、本実験の結果では変化したことから、視覚による弾性判断には物性値の変化とは異なる要因も影響することが考えられる。

実 験 2

目的 バネ振り子運動の初期位置の違いにより、視覚的な弾性判断が変化した。視覚情報としては、初期位置の変化により振り子運動の平均速度が変化するため、このことが視覚的な弾性判断に影響を及ぼした可能性がある。そこで振り子の平均速度及び加速度を変化させ弾性判断への影響を検討した。

方法 実験参加者：裸眼または矯正視力により正常視力を有している 10 名であった（平均年齢 21.5 歳；SD = 0.67）。

提示パターン：実験 1 で用いたバネ 4 本・S 条件の運動に、再生速度（1 倍速、2 倍速、3 倍速）及び速度の時間的変化（変化無し、減速小、減速大）を操作したパターンを用いた。

手続き：実験 1 と同様であった。

結果と考察 条件別の弾性判断値を図 3 に示した。再生速度及び減速度を独立変数、弾性判断値を従属変数とした 2 要因の分散分析を行った結果、減速度の主効果に有意差が認められ、変化無し条件に比べ、減速小及び減速大条件の弾性判断値は有意に低かった（ $F(2, 18) = 7.52, p < .01$; Ryan, $\alpha = .05$ ）。このことから、視覚的な弾性判断は、運動の時間的な変化が影響することを示している。

総 合 考 察

視覚的な弾性判断と物性値の変化とは完全には対応しておらず、振り子運動が減速していくことが視覚的な弾性判断に影響を及ぼすことが示された。Masuda et al. (2015) では、振り子運動が加速するときのみ等速での振り子運動と比べ弾性判断が変化し、減速時には変化がなかったことから、視覚的な弾性判断への速度変化の影響は、振り子運動を生じさせるバネ系の運動なのか、誘導図形により生じる対象の変形なのかといった、運動の違いによって異なることが示された。

引 用 文 献

Masuda, Matsubara, Utsumi, & Wada (2015). Material perception of a kinetic illusory object with amplitude and frequency changes in oscillated inducer motion. *Vision Res.*, 109, 201-208.

図 1 実験パターンの一例（初期位置 S 条件）

図 2 バネ本数及び初期位置毎の弾性判断値

図 3 再生速度及び速度変化毎の弾性判断値