身体の動きと視・聴覚刺激の複合による人体影響について

町 田 信 夫 （日本大学 理工学部）

Study on the human body influence by composite of the visual stimulus
and hearing stimulus to a motion of the body

Nobuo MACHIDA

(College of Science and Technology, Nihon University)

1. はじめに

身体の動きに加え、人体に負荷した視覚刺激、聴覚刺激が動きの感覚に及ぼす影響、並びに各々の単独刺激及び複合された場合の心理・生理反応について考察した。特に本報告では、人間に快適感や怖さ（スリル）を与える環境（身体の動きと視・聴覚刺激から構成される環境）としての刺激条件について着目した。特に遊具から体験するような短時間のうちに振動や音などの刺激が複合された影響について、刺激の物理量と人体反応との関係を調べ、例えば低加速度、低速度であっても複数の刺激の組合せにより、快適感やスリルが得られる複合効果について検討した。

2. 実験方法

実験環境と人間感覚の計測方法

身体の動きと視覚や聴覚などへの刺激の複合影響について、身体の落下感（下降感）や上昇感としての動きの錯覚現象に着目した。本報では、自己誘導現象による落下感やそれによるスリルの感覚を取り上げた。暗い屋内（昇降路）にリフト（昇降装置）を設置して、被験者にはリフト上に設置した遊具の椅子に座位の姿勢で、下方向の機械的動きを体験させた。ストロークは約 2.6m、最上点から最下点までの下降時間 約 19 s（同 8.2m/min）である。

音刺激は、フルレンジスピーカ 4 基、低周波用スピーカ 2 基により発生させた。発生音の種類は、環境音 CD から自然音（落雷及び暴風雨）、シンセサイザーにて制作した人工音（衝撃性音及び人工的下降音）及び無音である。音の大きさは、 L_{Aeq87} ～ 90dB、無音時 L_A 48dB である。

光刺激は、白色 LED を用いたライン状光源で被験者前面に設置した黒色パネル上に、長さ約 134cm の LED を 10cm 間隔で計 30 本配置し、点灯位置を制御した光の動きを刺激とした。光刺激の種類は表 1 に示すとおりである。基礎的な検討として、光刺激による速度感を覚える限界点滅速度を求めた。また、LED の点灯時輝度は、被験者への予備実験で適性輝度値を求め 544cd/m² とした。ライン状光源の点滅速度は、0.3 及び 0.6 m/s

でリフト速度の 2 倍及び 4 倍とした。すなわち、被験者の視野内に LED を用いた光のラインを一定方向に走らせることで、視覚的な錯覚現象による身体の落下感や上昇感として身体の動きを体験させ、スリルや快適さの感覚への影響を検討した。被験者は、健康な 20～22 才の大学生 10 名（男子 6 名、女子 4 名）である。心理反応は、被験者身体が下降中に負荷される光と音刺激による身体落下感やスリル感覚の評定及び各刺激条件での印象を SD 法により調べた。SD 法は、19 の形容詞対からなる 7 段階の尺度を採用し、因子分析（バリマックス回転）を行い各条件時の特徴を把握した。

生理反応は、各条件時による自律神経系へ影響を瞬時心拍数と心拍間隔変動のスペクトル解析、及び呼吸運動（呼吸数、呼吸振幅）を指標として判定した。これらの生理反応は、人体への複合刺激暴露時（条件時）約 19 s に暴露前安静時 2 min 及び暴露後約 1.5 min を含めた実験全区間を計測して、前安静時に対する条件時の各機能の比を求め検討した。

表 1. 光刺激

光刺激の種類(コード)	点滅	速度 (m/s)	方向	点灯間隔
速・上・疎	等速	0.6	上方	疎
速・上・密	等速	0.6	上方	密
遅・上・疎	等速	0.3	上方	疎
加速・上	加速	—	上方	—
光無し	消灯	—	—	—

3. 結果・考察

本報では、身体が鉛直方向に直線的に動く動作を対象としている。図 1 は、無音＋光刺激の場合と衝撃性音＋光刺激の場合の光刺激を上方に点灯させた時の全被験者に対する割合を示す一例である。光刺激（ライン上光源）を上向き方向に移動させることにより、人間に落下感覚を誘起させる（錯覚現象）ことができる。したがって、人間の動きと光刺激との適切な相対速度の関係を見出すことから大きな効果が期待される。図 2 は、一定の光刺激（速・上・密）に対する各刺激による生

図 1. 落下感覚とスリル感

図 2. 条件時の生理反応の一例

表 2. 因子負荷量 (衝撃性音+光刺激)
(衝撃 速・上・密)

変数名	因子1	因子2	因子3	因子4
金属性の	-0.942	-0.077	-0.025	-0.118
鋭い	-0.905	0.087	-0.130	0.141
こわい	-0.776	-0.248	-0.426	0.273
美しい	-0.696	-0.378	0.163	0.003
はっきりした	-0.601	-0.318	0.008	0.600
長い	0.221	0.864	0.023	-0.311
迫力のある	0.274	0.818	-0.198	0.186
活動的な	0.114	0.774	0.330	0.025
豊かな	0.003	0.770	0.249	0.421
緊張した	-0.157	0.735	-0.335	0.231
澄んだ	0.006	-0.040	0.970	-0.070
快い	-0.095	-0.048	0.914	0.331
安心な	0.462	0.274	0.730	-0.231
かたい	-0.582	-0.036	-0.664	-0.059
とけあった	0.266	-0.181	-0.151	0.799
大きい	-0.069	0.308	-0.033	0.762
速い	-0.350	0.149	0.274	0.703
明るい	-0.459	0.172	0.157	0.642
力強い	0.244	0.331	-0.505	0.575
二乗和	4.34	3.84	3.68	3.46
寄与率	0.23	0.20	0.19	0.18
累積寄与率	0.23	0.43	0.62	0.81

図 3. 因子得点布置図 (衝撃性音及び無音+光刺激)

理反応の一例である。条件により有意な変化が示され、自律神経緊張傾向がみられる。表 2 は、衝撃性音+光刺激 (速・上・密) の場合の因子負荷量(バリマックス回転後)である。第 1 因子として、金属性や怖さの因子が第 2 因子として、迫力因子が抽出されている。図 3 に図 1 と同条件の場合の因子得点布置図を示す。光無しの条件を基準に因子得点の刺激による変化を示している。

4. おわりに

人間の動きに音刺激及び光刺激を複合させることにより、遊具等に必要のスリル感等の感性をコントロールできることが示唆された。音刺激と光刺激の複合条件による生理反応から自律神経系の緊張傾向がみられる。心理反応においてもスリル因子や迫力因子が抽出されている。これは、複合刺激による不安感などがスリル感を増強しているものと考えられる。衝撃性音では、予測できない音刺激による驚きの作用がスリルに影響を及ぼすものと思われる。本研究では定常の騒音レベルから約 25dB 瞬時に上げている。また、生理反応に自律神経緊張傾向がみられている。スリル感、落下感覚の効果が低いものの共通点としては、点減速度が遅い、点灯間隔が疎の傾向が得られた。今後は、人間の動的な動き(より速い動き、等)と音、光刺激との複合効果の検討を行っていくことが必要である。

参考文献

- 町田、石川：振動環境下における人体に及ぼす視・聴覚刺激の影響、日本音響学会講演論文集、pp. 923-924、2004. 9
 - 猪股、町田：揺れが伴う環境における視覚刺激が人体に及ぼす影響、人間工学、第 40 巻、特別号、pp. 460-461、2004. 6
- 町田信夫：274-8501 船橋市習志野台 7-24-1
 日本大学理工学部精密機械工学科
 machida@eme.cst.nihon-u.ac.jp
 TEL/FAX：047-469-5342