

# 腹部を通過する仮現運動を利用した貫通感覚提示

渡 邊 淳 司<sup>†1,†2</sup> 福 沢 恭<sup>†3</sup>  
梶 本 裕 之<sup>†4</sup> 安 藤 英 由 樹<sup>†2</sup>

## Feeling of Penetration based on Bodily Apparent Movement Perception

JUNJI WATANABE,<sup>†1,†2</sup> YASUSHI FUKUZAWA,<sup>†3</sup>  
HIROYUKI KAJIMOTO<sup>†4</sup> and HIDEYUKI ANDO<sup>†2</sup>

### 1. はじめに

二点の触覚刺激を適切な時間差をもって提示すると、二点のあいだに、仮現運動を知覚することが知られている。本研究では、腹と背に振動子を装着し、この2つの振動子間に生じる「腹部を通過する仮現運動」を利用した貫通感覚提示装置を実装し、感覚提示に最適な時間差について実験を行った。

### 2. 貫通感覚提示実験の装置・手順

実験装置は、二つの振動子（AEC VBW32 共振周波数 250Hz）からなり、図1のように、一つを腹部に、もう一つを背中に装着し、ベルトで強く固定した。振動子の装着にあたっては、振動が身体表面で拡散しないように、直径8cm（内径7.5cm、外径8.5cm、高さ2cm）のリングを装着し、その中心に振動子を配置した。リングの位置は、腹部臍の上にリングの下端が当たるようにし、背側はそれに体幹をはさんで対応する位置に配置した。また、振動子とベルトの間にスポンジを挟み、ベルトの共振を防いだ。振動子の振動は、マイクロコンピュータで250HzのSin波形電圧を生成することで制御した。

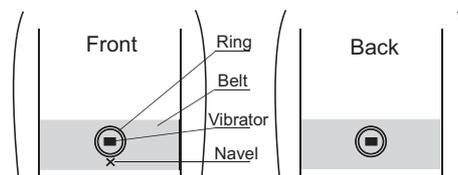


図1：振動子装着の概念図

実験においては、二つの振動子のある時間差を持って振動させ、被験者に主観的な貫通感覚（Feeling of Penetration 以下「FoP」）を報告してもらった。ただし、ここでFoPとは、二つの独立した振動ではなく、身体を挟んだ2つの振動間に身体を通過するような運動感覚的関連付けを感じたかということである。二つの振動子の時間パラメータは、図2のように、それぞれの振動子の振動持続時間（Front Duration 以下「FD」及び、Back Duration 以下「BD」）、二つの振動開始時間差（Stimulus Onset Asynchrony 以下「SOA」）及び、振動間時間差（Inter Stimulus Interval 以下「ISI」）である。

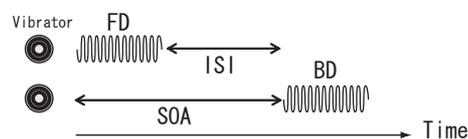


図2：振動提示の時間パラメータ

「腹から背」、「背から腹」、「右脇腹から左脇腹」の体幹を貫通する三つの条件において、実際に貫通感覚が生じるのか、調べる実験を行った。BDは200msに固定し、FDを100, 200, 300, 400msの4通りに、

†1 科学技術振興機構 さきがけ  
PRESTO Japan Science and Technology Agency  
†2 NTT コミュニケーション科学基礎研究所  
NTT Communication Science Laboratories  
†3 東京工芸大学 芸術学部  
Faculty of Arts, Tokyo Polytechnic University  
†4 電気通信大学 人間コミュニケーション学科  
Department of Human Communication, The University  
of Electro-Communications

SOA を 0~400ms を 25ms 刻みに 17 通りに変化させた。実験においては、各時間パラメータを 1 試行ずつ含む 68 試行を 1 ブロックとし、上記の 3 条件と通常の触運動感覚として、大腿部表面に二つの振動子を腹と背の距離に配置した条件の 4 条件を 1 ブロックずつ順番に 5 ターン、計 20 ブロック行った (1 人の被験者あたり、各時間パラメータは 5 回評価されることになる)。被験者は、二つの振動刺激を「同時」、「二つ別の振動」、「貫通感覚 (大腿部の場合は運動感覚) の強度 3 段階 (弱, 中, 強)」の 5 つ選択肢のいずれかで回答した。被験者は実験の前に、全ての条件を体験し、主観的な貫通感覚強度の範囲をあらかじめ知った上で実験を行った。被験者の体格は、中肉中背 (腹と背の振動子間の直線距離は、平均 18.6cm, 標準偏差 1.2cm) で、実験においては、振動が身体に伝わりやすいように T シャツになってもらった。

### 3. 実験結果

「腹から背」の実験結果を図 3 に示す。横軸が SOA, 縦軸が FoP である。FoP の値は「同時」、「二つ別の振動」は 0, 「貫通感覚: 弱, 中, 強」をそれぞれ 1, 2, 3 として計算した。それぞれの線は FD 毎を結んでおり, FoP は FD ごとに異なるピークを持っていることが読み取れる。そこで、傾向を詳細に分析するため、横軸 SOA, 縦軸 ISI, 各点での円の大きさが FoP となる図 4 のグラフを作成した。FoP が 1 以上の値を持つ点を黒塗りで表している。FD4 条件はそれぞれ右上がりの点の連なりに対応している。

体幹を貫く 3 条件, 大腿部ともに, SOA が 50~300ms 程度かつ, ISI がマイナス (先の振動が終了する前に, 後の振動が開始) の時に, 強く FoP が生じることがわかる。また, FD が大きくなるにつれ, ピークは SOA が増大する方向にずれている。

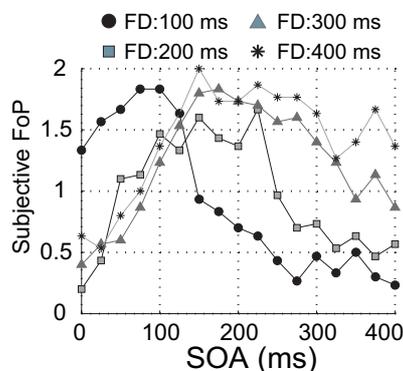


図 3: 主観的貫通感覚

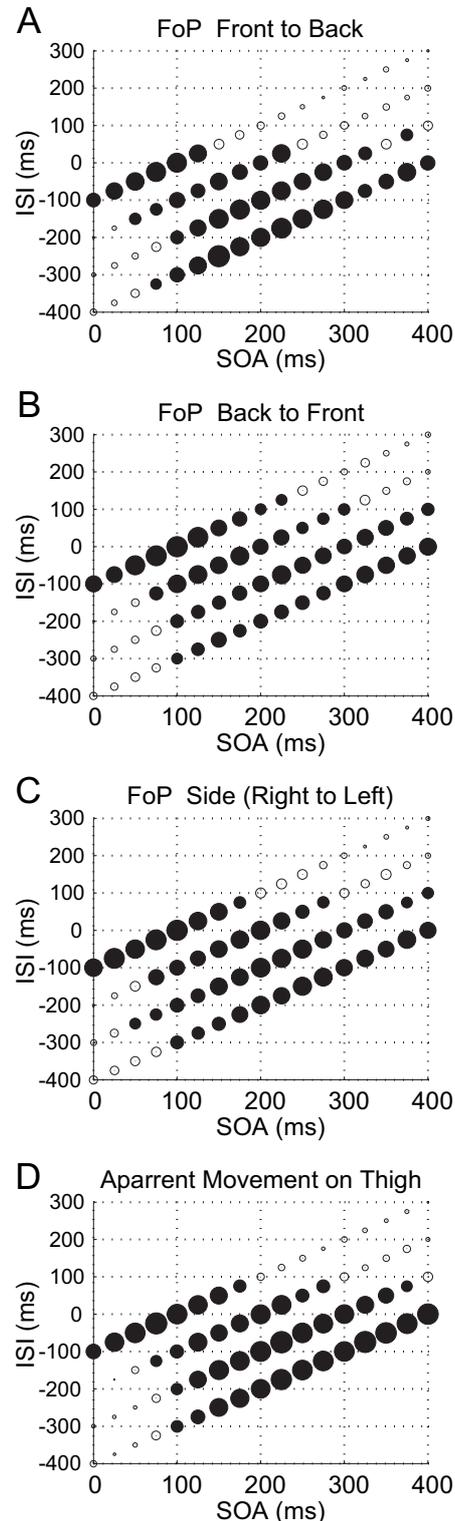


図 4: A 「腹から背」, B 「背から腹」, C 「右脇腹から左脇腹」, D 「大腿部上の二点」の実験結果