



ボタン型インターフェイスにおける 木材を介した触覚フィードバックのデザイン

Designing Tactile Feedback Through Wood in Button-Type Interface

清水将矢¹⁾, 堀江新¹⁾, 花光宣尚¹⁾, 南澤孝太¹⁾

Masaya SHIMIZU, Arata HORIE, Nobuhisa HANAMITSU and Kouta MINAMIZAWA

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

(〒 223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1, {mshimizu, a.horie, hanamitsu, kouta}@kmd.keio.ac.jp)

概要: 建築と触覚の関連性は深く、多くの建築家が素材の選択・形状・使用法に工夫を凝らしてきた。一方、質感や実感を表現できる触覚技術は建築空間に十分に活用されていない。そこで建築への触覚技術導入の可能性について模索する。本研究では、木材とボタンの組み合わせに注目し従来の物理ボタンと試作した振動触感を提示するボタンとの比較検証を行う。また検証結果やインタビューから建築領域における触覚技術の適用可能性について議論する。

キーワード: 触覚・振動・木材・建築

1. はじめに

手すりやドアノブなど、建築における触覚を考慮したデザインは数々の建築家によって行われてきた。例えば、アアルトやヤコブセンなどの北欧建築家は、日照時間が短く寒い冬を室内で長時間快適に過ごす工夫として、家具や照明含め、肌触りの良い素材や温かみのある木材を多く取り入れた触覚デザインを多く残している。

日本でも、坂倉・前川・白井・吉阪・村野・菊竹など 20 世紀初頭に活躍した建築家たちは、空間のファーストコンタクトとしての象徴的なドアノブや、人の振る舞いを誘発する手摺など、単なる機能を超えた触覚デザインを残してきた。フィンランドの建築家で建築思想家でもあるパッラスマーは「ドアハンドルは、建物の差し出す握手だ」[1]と述べ、視覚至上主義の現代建築における触覚を含む五感の重要性を問いている。



図 1: アアルトのアトリエ 木製手すり・ドア

一方、建築に触覚技術を組み合わせた事例は少ない。そこで建築空間に触覚技術を組み込むことで、人がより心地良く感じる体験や所作を創造できないかと考えた。例えば、ドアハンドルの触れ心地や押し心地など、訪問者の特性や

空間演出に応じて温度感や高級感のある触覚を創り出せないかと考えた。またボタン一つで家中の IoT を操作できる時代に、電気を灯したり、コーヒーマシンのスイッチを入れて一息つきたい時、心地よい触覚フィードバックによってより豊かな空間体験を得られないかとも考えた。そのような現代の新しい「建物の差し出す握手」[1]の創造を目指し、手に触れる建築部材と触覚技術の融合を模索する事とした。

本研究ではまず、接触によるリラックス効果が示される木材に注目し、木材ならではの心地良さや温かみなどを感じる、ボタンの触覚フィードバックの探求を行う事とした。

木材への視覚・触覚・嗅覚・聴覚的接触は、生理的リラックス効果や心地良さをもたらすことが解明され始めている。池井 [2] は、生理指標を用いて脳や身体を計測し、木材への触覚・視覚・嗅覚によって心拍数が低下する等の生理的リラックス効果を示した。恒次 [3] は、縦型手すりの接触による生理的反応を測定し、木材への接触が樹種や塗装の違いを問わず、金属（アルミニウム）やプラスチック（ポリエチレン）より体に負担をかけない可能性があると示した。また木材は楽器の響板や振動板、音響空間の内装材にも多く利用されてきた。矢野 [4] は、木材が高音域を抑え低音域を強調する音響変換効率に優れた材料であり、人間にとって心地よい音に変換する役割を果たしているとし示している。

木材をインターフェイスとした IoT デバイスの開発も進んでいる。mui Lab [5] は、天然木のタッチパネルディスプレイ「mui ボード」などを開発している。天然木のタッチパネルディスプレイに文字表示するだけでなく、ワコムのデジタル・インク・テクノロジーを組み合わせ、指やペンでデジタル文字を書く機能など天然木への覚操作を加え「暮らしを豊かにするデジタルライフ」[5]を提案している。

また、物理ボタンの触覚拡張を示した研究もある。Chaeyong ら [6] は、物理ボタンに振動アクチュエーターを付加する事で、一つの物理ボタンに多数の振動触感を増強できる事を示した。振動増強されたボタンの触覚知覚は、鋭い-鈍い、柔らかい-硬いという二つの評価軸が適し、高周波ほど鋭く、低周波ほど鈍い触感を与えることなどを明らかにしている。一方これらの研究では、リラックス効果を持つ木材の特性を拡張する振動触感の研究や、振動触感を加えたボタンの建築空間への展開については言及されていない。

そこで本研究は、アクチュエータによる複数の振動触感を付加した木製ボタンを製作し、一般的な指で押す物理ボタンとの触感の比較実験と評価を行う。また被験者へのインタビューを通して、振動触感を組み合わせた木製ボタンの建築空間への展開可能性についても議論を行う。

2. 実験

2.1 ボタン型インターフェイスの実装

アクチュエーターは、物体とのインタラクション、表面の質感、動的な物体の挙動などの触覚表現を目指した装置 [7] で調整されたリニアボイスコイルモーター (GVCM-025-022-01, Moticont 社) を使用した。ボタンを押し込む変位は、基板と直角な向きを計測できるフォトリフレクター (QTR-1A, Porolu 社) を使用した。プロトタイプの構成を図 2 に示す。

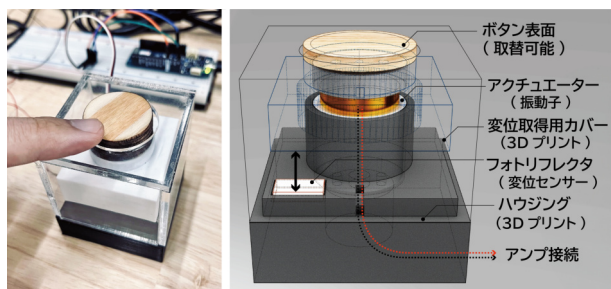


図 2: プロトタイプ構成図

またボタンは、計 4 種類を用意した (図 3)。表面材は杉無垢材 (浮造り)・亚克力材・アルミ材の 3 種とした。形状は、指先 1 本で触れる想定をした $\Phi 30\text{mm}$ の丸型形状と、複数の指で触れる想定をした 55mm 角の 2 タイプを用意した。また、振動触感の比較対象として、一般的な建築空間で使用される押しボタンを標準刺激として用意した。ボタンを押した際の変位はフォトリフレクターにて抽出し、一定の変位を感知した際にアンプを通してアクチュエーターが振動する仕組みを Max8 にて作成した (図 4)。

実験で使用する振動触感、筆者の主観で 4 種類用意した (図 5)。①は標準刺激のボタンに最も近いクリック音 (コチッ)、②はドアを開ける音 (ガチャッ)、③は木板を弾いた音 (ポヨヨーン)、④は水が流れる音 (ポチョポチョポ) とした。①②は一般的なスイッチやボタンの触感に近い短時間の振動触感を選定し、③④は一般的なボタンには無い長めの振動触感を意図的に選定した。



図 3: 4 種類のボタン検討

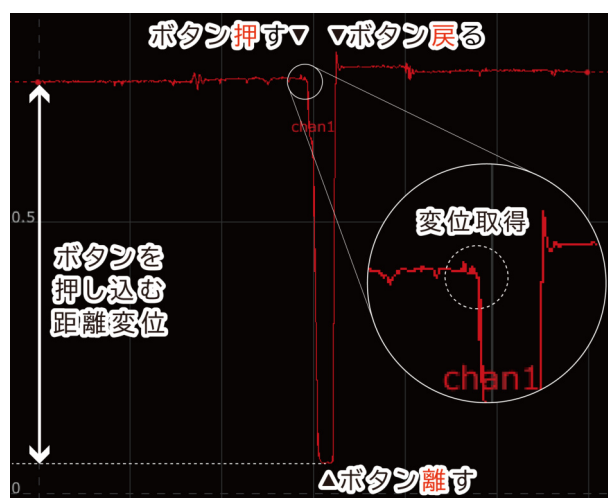


図 4: 触感提示のための変位取得イメージ

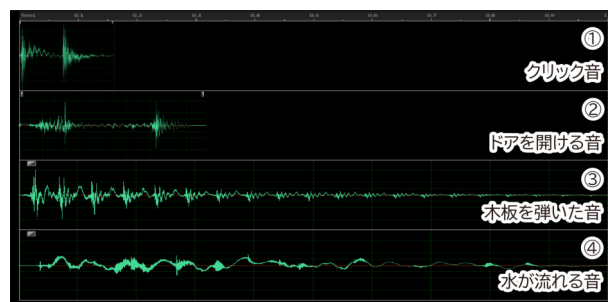


図 5: 4 つの振動触感の波形

2.2 実験手順

本実験では、アクチュエーターによる振動触感を付加したボタンと、一般的な建築で使用される物理押しボタンの比較を行った (図 6)。 $\Phi 30\text{mm}$ 幅の丸型ボタンは、指 1 本で押す形とし、55mm 角の四角型ボタンは、人差し指・中指・薬指の 3 本で押す形とした。評価軸は白坂ら [8] の評価形容詞を参考に「はねるような触感がある・ない」「高級な・安っぽい」「また操作したい・したくない」「マイルド・シャープ」「温かい・冷たい」「斬新な・伝統的な」の 6 つを選定した。3 人の被験者に対し触覚体験と評価をしてもらい、最後に触感の好みや、振動触感を加えたボタンの建築空間への展開可能性についてインタビューを行った。



図 6: 実験構成

2.3 実験結果

実験の結果，一般的な押ボタン（標準刺激）と比較して特定の形容詞側に評価が偏る傾向となった。つまり振動触感を付加することで，ある感覚を強調する可能性があるとも考えられる。一方，「温かい・冷たい」の評価は，金属材を除き感覚の差はみられなかった。金属についても，指先で触れた瞬間に若干の冷たさを感じる程度で心地良さに影響する大きな差は無いとの意見も聞かれた。素材と音の好みは，55mm 角の木材（浮造り）と水の音の組合せが多く，マイルドさが心地よいという意見が多かった。また，振動触感を加えたボタンの跳ねる感覚が好きで，何度も押したくなるとの意見や，ボタンを押す長さや深さによって振動の大きさが変化してほしいとの意見も聞かれた。また，指先よりも掌全体で触れたり，つかんだり，皮膚の接地面積が広い方が心地良さをより感じる為，掌全体で握るドアノブなどへも展開できるのではないかと意見も聞かれた。

素材凡例:	木材丸		木材四角		音凡例:				
	アクリル丸	金属丸	▲	■	★	●	▲	■	
はねるような感覚がある	★	★	▲	▲					はねるような感覚が無い
高級な	★	★	▲	▲					安っぽい
また操作したい	★	★	▲	▲					操作したくない
マイルド	★	★	▲	▲					シャープ
温かい			▲	▲					冷たい
斬新な	★	★	▲	▲					伝統的な

図 7: 触覚評価に使用した形容詞対と結果例

3. 考察

本実験では，指先が触れる程度のΦ 30mm と 55mm 角の大きさで，異なる 3 素材（木・アクリル・金属）のボタンで検証比較を行った。硬い素材に指先を押し付けたままの上下振動だけでは，素材の違いによる温度感や感覚変化までは起こりにくかったと考えられる。一方，最も人気だった触覚フィードバックは，1 秒間の水の音を，55mm 角の杉無垢材の上で，3 本指を乗せる方法だった事から，指先 1 本でカチッと音が鳴る一般的なボタンの感覚とは異なるフィードバックが好まれたとも考えられる。また本実験では，被験者数及び振動触感の数も少なく，筆者の主観で選択した振動による実験を行った事から，特定の感覚を作り出す振動

の波形や周波数の傾向までは明らかにできていない。一方，スイッチのオンオフ機能は持たずとも，ある振動触感を加えた素材をボタンのように押し込むことで，「高級な」「斬新な」や「マイルド」など意図した感覚を強調させる事が出来る可能性があるとも考えられる。今後は，木材ならではの心地良さを引き出す木製ボタンの触覚フィードバックの検討を継続する。また建築における手すりやドアノブ等への触覚技術展開も視野に入れ，掌全体で触れたり握める大きさの木材を利用した検証を行う予定とする。

4. おわりに

本研究では，木材のボタンに振動触感を発生するデバイスにより，ボタンを押した時に木材ならではの心地良さや温かみを感じられる振動触感を探求した。指先での振動触感と上下振動だけでは，異なる素材による温度感や触感の変化までは得られなかった。一方，振動触感を加える事で，一般的な押ボタンよりも「マイルド」，「また操作したい」など，ある感覚や評価を強調できる可能性があることを示した。またこうした振動触感を，掌で握るドアノブや手すりなどの建築部材にも展開する事で，日常の空間体験や所作において，「柔らかさ」や「高級感」を付加することができ，より豊かな日常体験を創造することに繋げられるのではないかと考えている。今後も継続して研究を進めていきたい。

謝辞 本研究は科研費学術変革領域研究 (B) デジタル身体性経済学 (21H05072) の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] Juhani Pallasmaa, 百合田香織. 建築と触覚：空間と五感をめぐる哲学. 草思社, 2022.
- [2] Chorong Song, Harumi Ikei, and Yoshifumi Miyazaki. Effects of forest-derived visual, auditory, and combined stimuli. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 64, p. 127253, 2021.
- [3] 恒次祐子. 木材の触覚, 視覚, 嗅覚特性が人間に及ぼす影響に関する研究. *木材工業*, Vol. 74, No. 4, pp. 134-139, 2019.
- [4] 矢野浩之. 木材と感性 2 聴感覚と木材. Vol. 46, No. 8, pp. 996-1002, 1997.
- [5] mui Lab. <https://muilab.com/>.
- [6] Chaeyong Park, Jinhyuk Yoon, Seungjae Oh, and Seungmoon Choi. Augmenting physical buttons with vibrotactile feedback for programmable feels. *UIST '20*, p. 924-937, 2020.
- [7] Nobuhisa Hanamitsu and Ali Israr. Haplug: A haptic plug for dynamic vr interactions. Springer Singapore, pp. 479-483, 2018.
- [8] 白坂剛, 下村尚登, 大友貴史, 小澤賢司. スイッチ音の感性評価に及ぼす触感の影響. *感性工学*, Vol. 20, No. 2, pp. 87-93, 2022.