



遅刻回避！大体何でも融かす手

A hand that melts almost anything

野田諒太¹⁾, 宮本陸¹⁾, 戸田愛花¹⁾
鉄川樹¹⁾, 京江茜音¹⁾, 西野大智¹⁾, 香川篤志¹⁾,

Ryota NODA, Riku MIYAMOTO, Aika TODA

Tatsuki TETSUKAWA, Akane KYOE, Daichi NISHINO, Atsushi KAGAWA

1) 名城大学 理工学部情報工学科 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜ロー丁目 501 番地,
{210441109, 210441141, 210441089, 210441084, 210441041, 200441126, 210441026}@ccmailg.meijo-u.ac.jp)

概要 : VR を用いた物体を融かす体験において, 融ける際の手に伝わる抵抗感及び, 固体から液体に変化する際の液体感を提示する. 体験者は液体感提示手袋, HMD を装着し, システムを起動することで, 画面上には駅構内が現れる. 手元のコントローラで操作を行い, 駅構内を移動すると, 壁等の障害物が現れる. それを目前にある融解コントローラを徐々に押していくことにより, 融解する時の, 物体の抵抗感を感じることができる. また押している際に, 液体感提示手袋によりスライム状の液体が流入されるため, 物体が融けるときの液体感も感じることができる.

キーワード : 手で融かす, 液体感, 抵抗感, 駅

1. はじめに

本企画では, 体験者の右手から熱を発することで, 駅の壁を突破していく体験を提供する.

私たちが日常生活において手で何かを融かすという経験をする機会は, 非常に限られている. これは私たちの身の回りにある多くの物質の融点が非常に高いか, 逆に非常に低い特性を持っているためである. たとえば, 金属やガラスなどの一部の物質は高温でなければ融けず, 窒素などの気体は非常に低い温度でしか液化・凝固しない. またガリウムやアイス, バターなどの人の体温に近い温度で融けるものはいくつか存在するが, 普段手に入れることがほとんどない, あるいは手で融かすことがないと思われる. そのため, 私たちが手で物を融かすという独特の感覚を味わう本体験は, 貴重な機会となり得る.



図 1 物体を手で融かしている HMD 映像

ここで, 融けるという現象がどのような過程を経て起こるのか, 我々がどのような感覚を感じる可能性があるのかを説明する. 例えば, 鉄は熱していくと一度粘性を持った溶岩のような状態になり, 約 1500°C で水のような完全な液体の状態になる [1]. つまり, 硬く変形しない固体から徐々に柔らかく変形し, 最終的に液体の状態に変化する現象であると言える. 物質によっては粘性を感じないまま液体の状態に変化する場合もあるが, 融けていく過程を感じやすくするため, ここでは粘性を持った状態の過程を含めることとする. よってこの現象は大きく分けて, 物体が液体になりきるまでの固体の抵抗感の減少と物体表面からの液体感の発生という 2 つの感覚に分解できると考えた. 具体的には固体の抵抗感の減少は, 全く動かない状態の物体に対して, かけられた力と時間, 融点の違いに従って徐々に前方に動かすことができる感覚として, 液体感の発生は融かした時間に応じて徐々に手の表面に粘性のある液体を感じる感覚として再現することにした.

本企画は名古屋駅を舞台としている. 現在の名古屋駅の駅構内は複雑化しており, 店舗や壁などが多数あり, 別の路線に乗り換える際に距離があり時間を要する. また朝の通勤時は人が多数おり, 時間内に電車に乗れない可能性もある. 朝の駅が混雑することで我々も不便であ

り、もし障害物を融かしながら進むことができれば、移動距離及び時間の短縮になり、有効に時間を使うことができる。よって本体験は、名古屋駅の障害物を融かすことで時間内に電車に乗り、ものを融かす時の爽快感を感じることができるものとする。

2. システム構成

本企画で用いるシステムの外観を図2に示す。

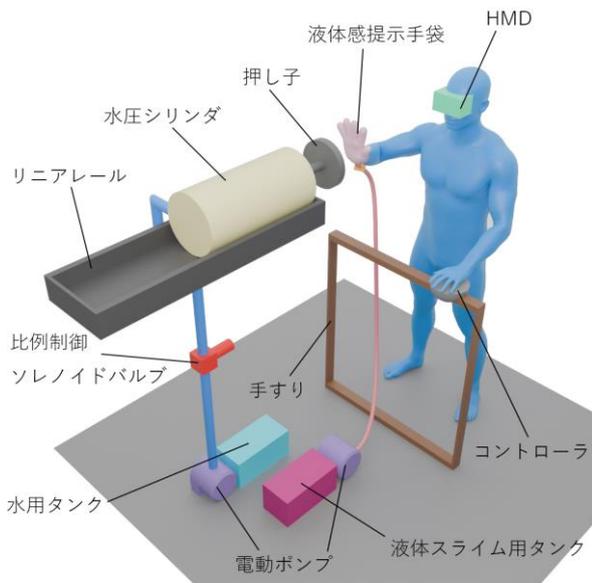


図2 システムの外観

体験者は右手に薄い手袋をつけたのち、液体感提示手袋を上から装着する。左手にはコントローラを握り、これを用いて前後方向の移動および回転を操作する。頭部にはHMDを装着し、システムが起動することで映像が流れる。体験者は、目の前に融解コントローラの押し子部分が来るよう直立する。デバイスの主な詳細は以下で説明する。

2.1 融解コントローラ

融解コントローラは、体験者が物体を融かすためのコントローラである。体験者は融解コントローラを押し込む。その過程で物体を融かして変形させる感覚の提示を目的としている。物体が融解する前の剛性、かける力と時間に対応した融解による変形と抵抗感の変化、物体を貫通したことによる抵抗感の急激な変化を提示する機能を持つ。装置の外観を図3に示す。

初めに融解する前の剛性を提示する動作について説明する。初期状態ではシリンダがリニアレールのブレーキによって固定されている。またシリンダ内に水が満たされており、比例制御ソレノイドバルブが閉じられている。そのため体験者が押ししても押し子は動かず、剛性を提示する。

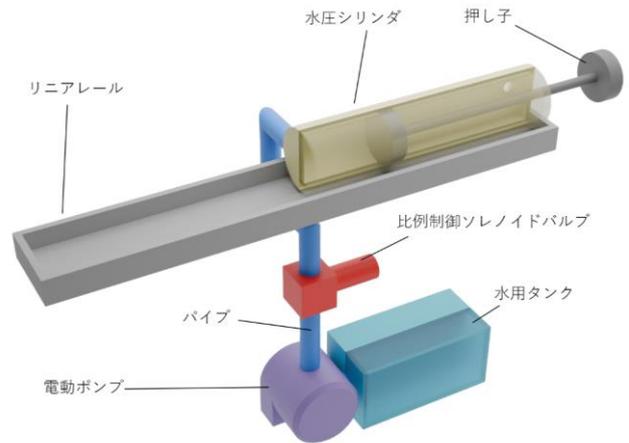


図3 融解コントローラの外観

次に融解中の抵抗感を提示する動作について説明する。体験者は、水圧シリンダの押し子を装置奥に押し込むように力をかける。かけられた力は力覚センサによって計測される。力をしばらくかけると、VR空間上で物体が柔らかくなり、融解し始める。するとシリンダとタンクをつなぐバルブが、VR空間上の物体が融解する度合いに合わせて開かれ、押し子の抵抗が弱まる。手で押し続けることで、押し子が体験者からみた前方に押し込まれる。装置全体が提示する抵抗感と押し子の位置は、VR空間の物体が融解する様子と対応している。本体験で融かす物体は複数種類あり、融かしやすい物体や逆に融かしにくい物体がある。よって物体ごとに融解中の抵抗感を変え、融かす感覚に変化をつける。

続いて体験者の手が融かしている物体を貫通しきった際の動作について説明する。VR空間上の物体に穴が開くと手が感じる抵抗は急激に減少する。この急激な減少をシリンダの固定を解除することで再現する。VR空間上の物体を手が貫通するときに合わせて、バルブが閉じられ、シリンダを固定しているリニアレールのブレーキが解除される。これによってシリンダ本体は体験者がかけている力に合わせて自由に動くようになり、貫通感の提示を実現する。

融解コントローラは物体を融かし終わった後、次の物体を融かし始めるまでに、押し子から手を引いてチャージする動作を行う。チャージ動作は、右手を融解コントローラから手放している状態であり、シリンダ内の液体を吸い上げる時間を確保するために必要な動作である。電動ポンプを用いてタンクからシリンダに水を戻し、複数回の感覚提示を可能にする。

2.2 液体感提示手袋

液体感提示手袋は、手の周りにある物体が熱によって固体から液体に変化する感覚の提示を目的としており、体験者は物体の液体感を感じる。液体感提示手袋の外観を図4に示す。

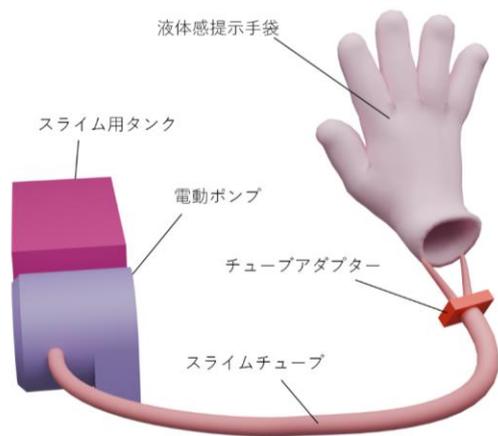


図 4 液体感提示手袋の外観

液体感提示手袋は、手袋が三重となっており、一番内側の手袋は衛生面を考慮するために装着する。2 枚目と 3 枚目の手袋は、間にスライムを流し込める構造となっており、液体が漏れ出さないよう密閉されている。またスライム状の液体を流し込むためのチューブが接続されており、このチューブは図 4 にあるように、手首の上あたりにチューブを取り付ける。物体を融かす際にはチューブからスライム状の液体が注入され、手の周りに液体が現れ、手が物体に沈み込んでいく感覚を再現する。

また体験者が押し子から手をチャージする動作を行っている間、電動ポンプを用いて手袋からスライム状の液体を回収し、複数回の感覚提示を可能にする。

2.3 安全面・衛生面について

本体験では、物体を融かす体験を行うために装置を用いるが、いくつか安全面や衛生面に考慮すべき点があるため、以下にその対処を記載する。

体験者の体全体による振り向きは操作に用いない。これは、装置の移動による衝突防止および装置に接続された液体チューブが切断され、装置外部に漏れだすことを防ぐためである。融解コントローラで貫通感を提示する際に、急な支えの消失によって転倒が起こる可能性があるため、図 2 のように左手に握っているコントローラは手すり固定し、体験中は外れることがないようにする。これにより転倒が起こることを防ぐ。液体感提示手袋は、体験者の素肌に直接接触する部分である。感染症対策のため、液体感提示に必要な 2 枚の手袋に加えて、使い捨ての薄い手袋を使用する。また体験者がラテックスアレルギーを持つことを考慮して、加硫促進剤フリーのニトリル手袋を用いることとする。

3. 体験の流れ

体験者は液体感提示手袋及び HMD を装着する。その後融解コントローラの前に立ち、システムを起動することで、目前には名古屋駅構内が広がる。体験者は左手でコントローラを持ち、アバターを操作することで移動する。移動する際に、何度か壁や液晶板などの障害物に出くわすことがある。その際に物体を融かすために、右手で融解コントローラに触れ、少しずつ押していく。同時に、液体感提示手袋にあるチューブからスライム状の液体が流入される。それ等の装置により、徐々に物体が融けていく感覚を提示する。障害物を貫通することにより物体が完全に融けて、前に進むことができる。時間内に改札にたどり着くことができればゲームクリアとなる。ゲーム終了後は、HMD 及び液体感提示手袋を外すことで体験を終える。

4. むすび

これまで我々は手でものを融かすといったことを体験する機会はなかった。しかし今回我々が提案した融解コントローラ及び液体感提示手袋を用いたコンテンツにより、VR 空間内で鉄やコンクリートなど、本来人間の手で融かすことができないものを融かした時の感覚提示を可能とした。

付録 液体感提示手袋に流入される液体の実験

本体験では、物体を融かす感覚を提示する際に、液体感提示手袋を用いる。この液体感提示手袋は、手が沈み込んでいく感覚として、チューブからスライム状の液体を流入することで感覚を提示している。しかし一般的なスライムでは、手が沈み込んでいく感覚を提示することができないため、スライムを作成する際の分量を変更する必要がある。ここで一般的なスライムの材料と分量は、洗濯ノリ 100ml、ホウ砂 5g、水 150ml を合わせることで作ることができる [2]。手が沈み込む感覚を実現するために、洗濯ノリの分量を変更して予備実験を行った。今回は洗濯ノリの分量を 100ml から 60ml に変更することで、手が沈み込んでいく感覚が最も表現されたため、本体験では洗濯ノリが 60ml の場合を使用する。

参考文献

- [1] 高平信幸: 溶融金属の粘度と熱力学諸量との関係, までりあ, Vol. 5, No. 811, pp. 641-644, 2019.
- [2] とっても簡単! お子さんと一緒にやってみよう。ホウ砂でスライム作り! [子ども] | 健栄生活, <https://www.kenei-pharm.com/general/learn/kids/2923/>, (参照 2024-5-24) .