

## 食品に関する物体の動きの3DCG再現に関する研究

安田 星季, 印南 小冬, 大久保京子, 高木 友史

### Research on 3DCG Reproduction of Food-related Objects Movements

Seiki YASUDA, Kofuyu INNAMI, Kyoko OOKUBO, Tomohito TAKAGI

#### 抄 録

感染症の流行による観光客の激減, 外国の日本産食品の輸入規制等により道産食品の売上が大きく低下した経験を踏まえ, 道内食品製造企業はその対策としてネット販売の強化を志向している。ネット販売では, 消費者に商品の特徴や魅力を瞬時に印象づける画像や動画が重要で, 近年3DCG技術が急速に進展, 普及し, 食品の広告等にも採り入れられてきている。しかし, 消費者が違和感を覚えずに好印象を抱く食品のCGを制作するには3DCGソフト上で多数のパラメーターを何度も調整し直し, 試行錯誤する必要がある。

そこで本研究では, 広く知られている道産食品の一つである「菓子」に着目し, その動画広告等で頻繁に用いられる, 動き方の制御が難しい液体などの物体の動き2種を対象に, 3DCGソフトの物理シミュレーション機能等で再現できるプログラムおよびパラメーターのプリセットを開発した。また, これらを用いて制作したCGの動きの再現性を評価するWebアンケートを行った結果, 実写との類似度(再現性)の平均が5点満点中約4点と概ね高い評価を得た。

**キーワード:** 3DCG, 食品, 物理量, シミュレーション

#### Abstract

Sales of Hokkaido-produced foods have declined significantly due to the spread of infectious diseases and foreign import restrictions on Japanese-produced foods, and food manufacturing companies in Hokkaido are looking to strengthen online sales as a countermeasure. In online sales, images and videos content that instantly impress consumers with products are important. On the other hand, in recent years, 3DCG technology rapidly advanced and become popular, and the technology is being applied to food images and videos such as advertisements. However, in order to create food CG that consumers do not feel uncomfortable with, or that leave a positive impression on consumers, it is necessary to readjust many parameters over and over again, and through trial and error.

In this research, we focused on confectionery, which is one of the widely known Hokkaido foods, and focused on two types of movements of objects such as liquids that are often used in advertisements, etc., and whose movements are difficult to control. We investigated the physical quantities related to these, and based on them we developed and created a program and parameter presets that can reproduce the movement of the object using the physical simulation function of 3DCG software. We also conducted a web questionnaire to evaluate the reproducibility of object movements in CG created using the developed program and created presets. We also conducted a web questionnaire to evaluate the reproducibility of the movement of CG objects created using these tools, and the result of the average score on the survey was about 4 out of 5, which was generally high.

**KEY-WORDS :** 3DCG, Food, Physical quantities, Simulation

## 1. はじめに

感染症の流行による観光客の激減、外国の日本産食品の輸入規制等により道産食品の売上が大きく低下した経験を踏まえ、道内食品製造企業はその対策としてネット販売の強化を志向している<sup>1, 2)</sup>。ネット販売では、消費者に商品の特徴や魅力を瞬時に印象づける画像や動画が重要で、近年3DCG技術が急速に進展、普及し、食品の広告等にも採り入れられてきている。しかし、消費者が違和感を覚えずに好印象を抱く食品のCGを制作するには3DCGソフト上で多数のパラメーターを何度も調整し直し、試行錯誤する必要がある。

CG動画は一般的に「モデリング」「アニメーション（シミュレーション）」「ライティング」「レンダリング」などの工程で制作されるが、「シミュレーション」工程は他の工程と比べてコンピュータによる計算時間が長く、結果の確認までに長時間を要する。シミュレーションのパラメーター設定作業に関して、佐藤らは3DCGソフトHoudiniのシミュレーション機能を用いてパスタ料理の麺とソースの動きの効率的な再現手法を提案した<sup>3)</sup>。また、3DCGソフトBlenderの機能拡張ソフト「Flip Fluids」は、食品を含む様々な流体の動きをシミュレーションで効率的に再現できる機能を提供している<sup>4)</sup>。しかし、いずれの方法も動きを制御する各種パラメーターと実物の物理量との関係性が不明確なため、再現したい動きに必要なパラメーター調整の目安を立てづらく、調整に時間がかかるという課題があった。

そこで本研究では、広く知られている道産食品の一つである「菓子」に着目し、その動画広告等で頻繁に用いられる、動き方の制御が難しい2種の動きを対象に、これらに関する寸法、粘度の物理量を調べ、それらの値を参考に、対象の動きを3DCGソフトBlenderの物理シミュレーション機能等で再現できるプログラムを開発し、パラメーターのプリセットを作成した。

## 2. 3DCGソフトBlender

Blenderは、オランダの非営利団体Blender Foundationが開発するオープンソースの統合型3DCGソフトで、他の著名な3DCGソフトよりも多機能でありながら、軽快に動作し、現時点（2024年8月）ではライセンス料が無料である。このため、導入コストが低く、ユーザーが多いという利点がある一方、多機能で習得が難しいという欠点があるとされる<sup>5)</sup>。

また、同ソフトで作成した3Dデータや同ソフト向けに開発された機能拡張ソフトを販売・配布できる公式の配信システムがあるなど、世界中のユーザーが提供する豊富な技術情報や多様な機能拡張ソフトを組み合わせ活用できる。以上の点から、本研究では同ソフトを使用した。

## 3. 菓子に関する物体の動きのCG再現

本研究では、菓子の広告等で頻繁に用いられる、動き方の制御が難しい「クッキーが破断する際の破片の動き」（以下、動き1）と「スプーンでハチミツを掬う際のハチミツの動き」（以下、動き2）を対象とした。

### 3.1 動き1 クッキーの破片の動き

#### 3.1.1 実写動画撮影

実物の動きを参照するため、動き1の実写動画を以下の方法で撮影した。

- ① 市販のクッキーの端部をロボットアーム（MG400・DOBOT社製）で把持し、他端を人が手で把持
- ② ロボットアームの先端軸を一定の加速度で回転
- ③ クッキーが破断し、破片が飛散、落下する様子をビデオ撮影

撮影の様子を図1に、撮影した動画の一部を図2に示す。

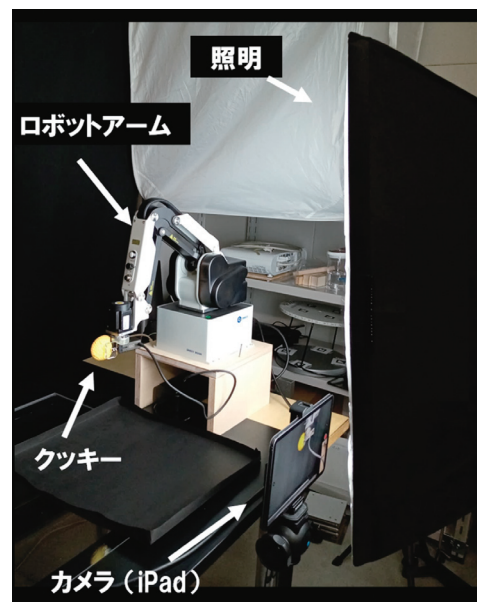


図1 撮影の様子

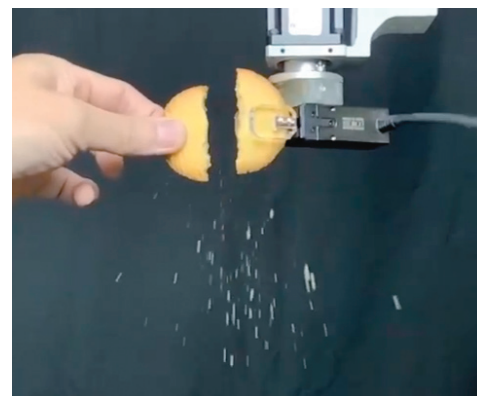


図2 実写動画

### 3.1.2 クッキーの破片の寸法分布

動き1の再現のため、破片の寸法の分布を下記の方法で求めた。

- ① 破片が散乱した平面をカメラで撮影
- ② 撮影画像をオープンソースの画像解析ソフトImageJに入力
- ③ 破片に楕円を近似し、長軸の寸法を割り出す
- ④ 階級幅0.5mmで度数(個数)を集計

上記②、③に該当する画面例を図3に示す。

クッキーを破断させて得た複数枚の画像に対し、上記解析を行った結果、クッキー1枚あたりの破片の総数は概ね120個であり、近似楕円長軸長さが0.5mm以下の破片が概ね70個(全体の約60%)であるなどがわかった。代表的な度数分布例を図4に示す。

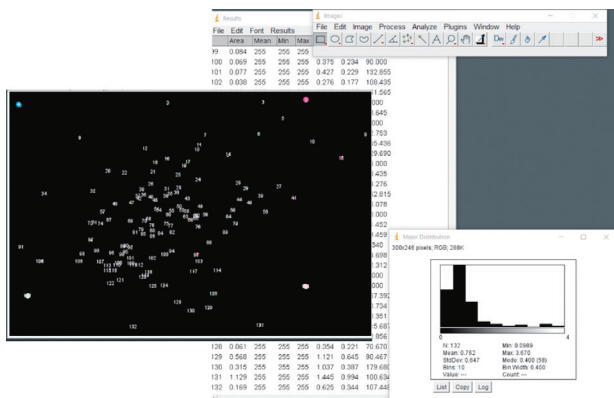


図3 画像に写った各破片に対し、楕円を近似し、寸法を割り出した画面例

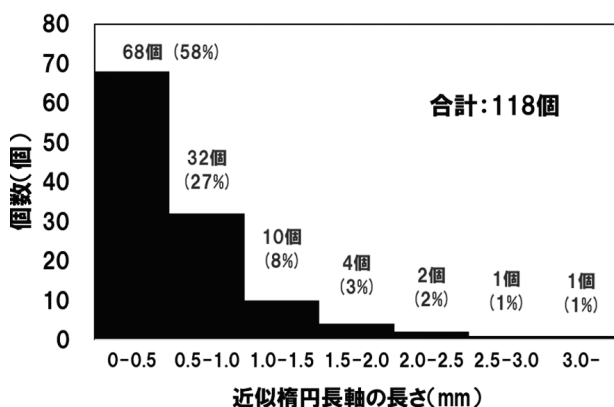


図4 クッキーの近似楕円長軸長さの度数分布例

### 3.1.3 Blenderによる再現

前項の結果をもとに、Blenderの標準機能であるノードベースプログラミング機能を用いて、破片が飛散、落下する動きを再現するプログラムを開発し、パラメーターのプリセットを作成した。ノードプログラムとパラメーターのプリセットの表示画面の一部を図5に、制作されたクッキーの破

断画像の表示画面を図6に示す。

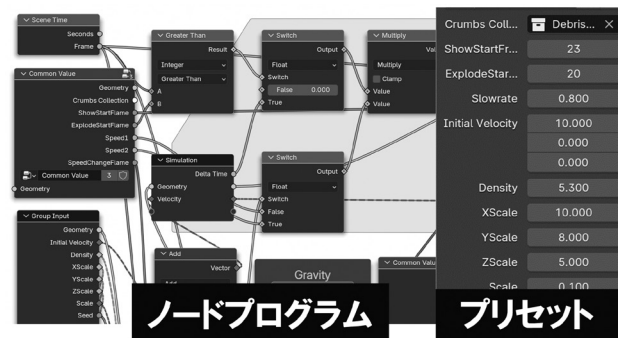


図5 ノードプログラムとパラメーターのプリセット画面の一部

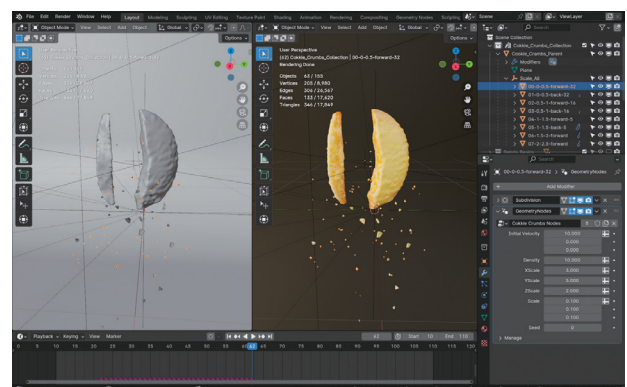


図6 クッキーの破断画像の表示画面

## 3.2 動き2 ハチミツの動き

### 3.2.1 実写動画撮影

実物の動きを参照するため、動き2を模した実写動画を以下の方法で撮影した。

- ① 実物のハチミツは温度や保存状態により粘度のバラつきが大きく撮影条件の管理が難しいため、粘度標準液として使用されるシリコンオイルのうち、食品粘度データ図<sup>5)</sup>のハチミツの粘度に相当するもの(KF96-1万cs・信越化学工業製)を選定し、透明容器(500mL・シントー化学製)に注入
- ② スプーンの先端部をロボットアームの先端に取り付け、液面下に浸け、一定の加速度で上昇
- ③ 液体の動きをビデオ撮影

撮影の様子を図7に、撮影した実写動画の一部を図8に示す。

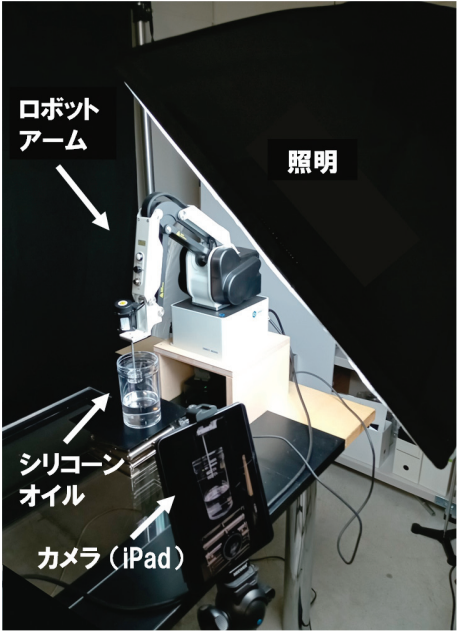


図 7 撮影の様子

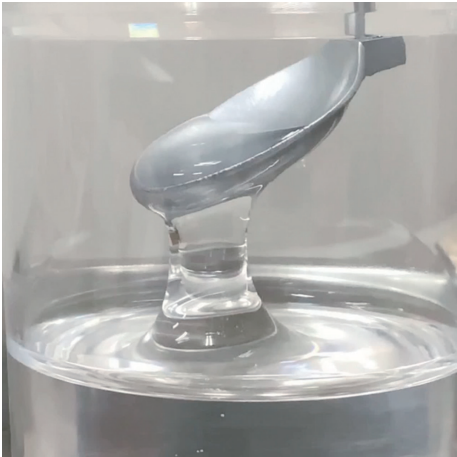


図 8 実写動画

### 3. 2. 2 Blenderによる再現

動き 2 の再現のため、Blenderの流体シミュレーション機能に粘度や表面張力などに相当する約20種のパラメーターを入力し、値を調整して、実際の動きと類似した液体の動きを再現可能なパラメーターのプリセットを作成した。パラメーターを入力した画面を図9に、主なパラメーターと目安値を表1に示す。

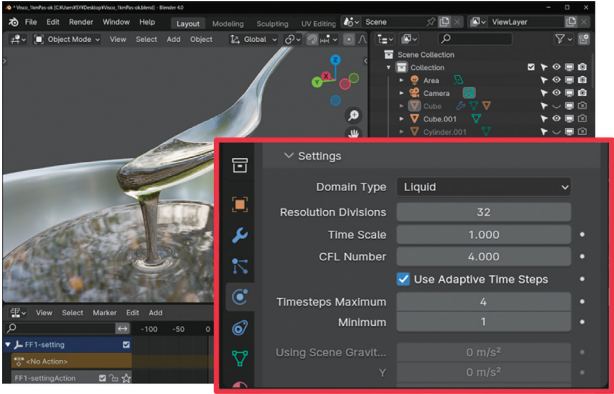


図 9 パラメーター入力画面

表 1 主なパラメーターと目安値

| 項目          | 目安値   |
|-------------|-------|
| スケール        | 10    |
| 粘度          | 0.1   |
| 表面張力        | 0.005 |
| 摩擦係数        | 0.5   |
| 解像度         | 250   |
| 計算方法        | APIC  |
| 液面のスムージング回数 | 2     |
| シート化効果-強度   | 0.75  |

## 4. 再現性評価アンケート調査

開発したプログラム、作成したプリセットを用いて制作したCGの物体の動きの再現性を評価するアンケート調査を行った。

### 4. 1 調査概要

|      |                     |
|------|---------------------|
| 形式   | Webアンケート            |
| 実施時期 | 2023/9下旬～           |
| 対象者  | 筆者所属機関関係者および道内企業従業員 |
| 対象者数 | 約 200名              |
| 回答数  | 51 件（回収率約 25%）      |

### 4. 2 設問

評価用CG動画、およびアンケートは下記の点に配慮して作成した。



- ① 動画広告を見る頻度が高いデバイスと考えられるスマートフォンの縦長の画面サイズを想定し、動画のサイズは縦横比（2：1）、大きさ（幅1400ピクセル、高さ2800ピクセル）とした。
- ② 実写動画とCG動画を見比べやすいように、これらがほぼ同じタイミングで同じ状態になるように再生速度を調整した2つの動画を、上下に並べて配置した。
- ③ 物体の動きのみを評価対象とするために動画をグレースケール化し、色情報を排除した。
- ④ 画像・動画を評価する機会が多いと考えられるカメラマン、デザイナー等広告業従事者と一般消費者との違いを調べる設問を設けた。
- ⑤ 実写動画の動きに対してCG動画の動きが似ている度合（実写との類似度）を「まったく似ていない：1」から「たいへん似ている：5」の5段階で回答させる形式とした。
- ⑥ CG動画について気になる点や感想などを表記する自由記述欄を設けた。

設問画面例を図10に示す。

動画評価1/2

下の動画（約7秒）を見て、動画下部の質問にお答えください。

**S** 1



**A**



**B**

リンクをコ...

見る

【質問1】上の動画Aの飛散している破片の動きに対して、下の動画Bの飛散している破片の動きが似ている度合を1～5の5段階で評価してください。

1    2    3    4    5

まったく似ていない    ○    ○    ○    ○    ○    たいへん似ている

【質問2】下の動画BはCGですが、これについて気になる点や感想などがあれば自由にお書きください。

回答を入力

図10 設問画面

## 5. アンケート結果と考察

### 5.1 回答者の職種

回答者の属性を図11に示す。広告業従事者の割合は27%だった。

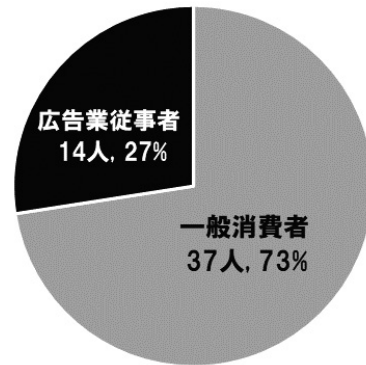


図11 職種割合

### 5.2 回答結果と考察

動き1の回答結果を図12に、動き2の回答結果を図13に示す。

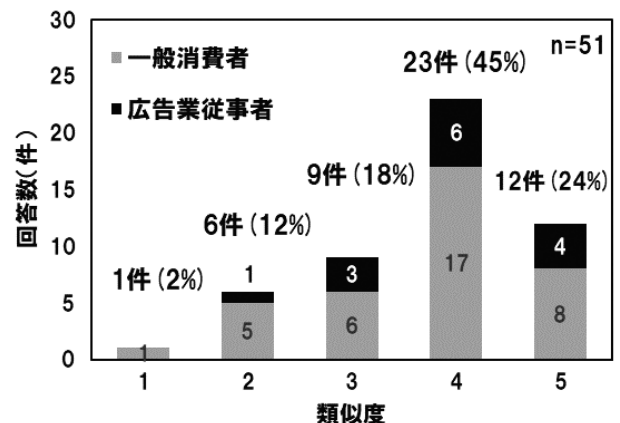


図12 動き1の回答結果

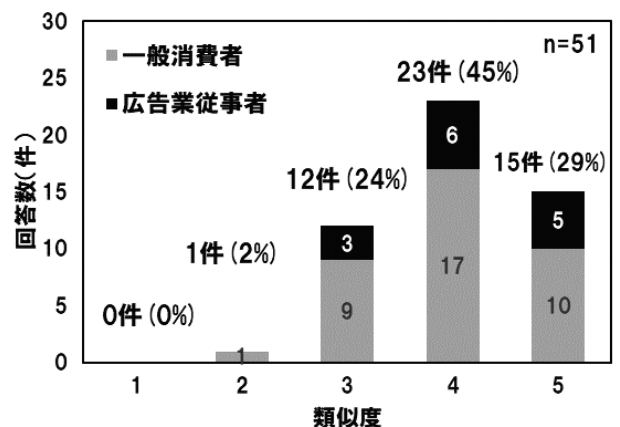


図13 動き2の回答結果

いずれの回答結果においても、一般消費者、広告業従事者の回答数を合計すると4点の回答数が最も多く、全回答数の45%だった。次いで5点の回答数が多く、全回答数のおおむね25～30%だった。1点の回答数が最も少なかった。

一般消費者、広告業従事者の平均点の結果を図14に示す。

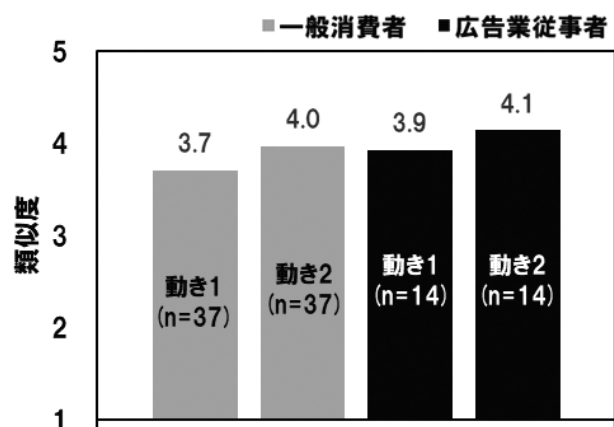


図14 平均点

一般消費者よりも広告業従事者の方が若干点数は高かったが、両者に大きな差はなく、おおむね4点だった。このことから、一般消費者、広告業従事者いずれもCG動画と実写動画との類似度はおおむね高いと評価した。したがって、評価用CG動画は比較的違和感が小さい動画だと言える。

### 5.3 自由記述の回答と考察

自由記述回答の件数は、動き1は48件、動き2は44件だった。

動き1についての自由記述回答には、

- ・実写動画に比べてCG動画の方が“破壊”の“勢い”が乏しいように感じる。(一般消費者)
- ・破片のスピードと方向が一定すぎる。(広告業従事者)

など、実写動画に比べてCG動画の方が動きの変化が小さいとの意見が複数あった。

動き2についての自由記述回答には、

- ・CG動画の方がねっとり感が少し足りない感じがした。(一般消費者)
- ・スプーンからこぼれる液体の太さがCG動画の方が細くさらさらして見える。(広告業従事者)

など実写動画に比べてCG動画の方の粘度が小さいとの意見が複数あった。

これらの点から、さらに実写動画との類似度を向上するには、破片の速度、回転、拡散範囲の変化量をより大きくする、粘度の設定値を若干大きくするなどが考えられる。

その他の要素に関する意見・感想として、

- ・クッキーの破片の動きについて、CG画像にはモーション

ンプラーがなく、高シャッター速度の撮影に見える。(一般消費者)

- ・ハチミツの動きについて、スプーンを入れるときについてくる気泡がないように見える。(一般消費者)

といった回答があった。

これらの点から、より実写動画との類似度を向上するには、モーションプラー(被写体のブレ)の量、液体内の気泡などについて検討する必要がある。

## 6. 研究成果がパラメーター調整作業に与える効果

開発したプログラムおよびプリセット(以下、開発物)がパラメーター調整作業に与える効果を確認するため、同作業量を表す指標として、Blender起動直後の状態からパラメーターを入力し、シミュレーション計算準備完了状態までに要したマウスクリック回数およびキーボード入力回数を、開発物使用時と不使用時について計測した。動き1, 2のマウスクリックおよびキーボード入力の積算回数を図15に示す。

その結果、開発物使用時は不使用時よりも操作回数が50%～70%程度少ないことがわかった。また、クッキーの破片の寸法分布やハチミツの粘度など実物の物理量と動きの制御に重要なパラメーターとの関係が明らかになったことから、再現したい動きに必要なパラメーター調整の目安を立てやすくなった。こうした点から本研究成果はパラメーター調整作業効率化に一定の効果があると考えられる。

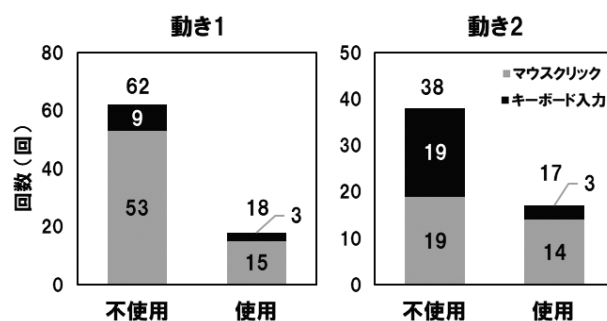


図15 パラメーター入力作業に要したマウスクリックおよびキーボード入力の積算回数

## 7. おわりに

本研究では、菓子の広告等で頻繁に用いられる、動き方の制御が難しい液体などの動き2種を対象に、これらを3DCGソフトBlenderの物理シミュレーション機能等で再現できるプログラムを開発し、パラメーターのプリセットを作成した。また、開発したプログラム、作成したプリセットを用いて制作したCGの動きの再現性を評価するWebアンケートを実施

した結果、実写との類似度（再現性）の平均が5点満点中約4点とおおむね高い評価を得た。

一方で、物体の動きについて、CG動画は実写と比べて動きの変化が小さいという意見が複数あった。また、動画のその他の要素としてモーションブラー（被写体のブレ）の量、液体内の気泡など、より再現性を向上するために解決すべき課題が明らかになった。これらについては、今後道内企業のニーズ等を考慮しながら解決に取り組む。

本研究で開発したプログラム、得られた知見等は、乳製品等菓子以外の食品や化粧品等美容商品などにも適用可能と考える。今後は本研究成果を利活用可能な道産商材等を探索しながら、本技術に関心のある道内企業等に普及を図る。

## 参考文献

- 1) 北海道庁経済部：企業経営者意識調査（R3年7-9月期），p.39, (2021)
- 2) NHK：中国 水産物輸入停止1年 ホタテの販路多角化する動き，2024-08-23, 北海道NEWS WEB, <https://www3.nhk.or.jp/sapporo-news/20240823/7000069302.html>, (参照2024-08-25)
- 3) 佐藤陽斗, 伊藤智也 他：VellumとFLIPを用いたパスタ料理のビジュアルシミュレーション手法の提案, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.46 No.10, pp.33-36, (2022)
- 4) Flip Fluids販売サイト, <https://blendermarket.com/products/flipfluids>, (参照2024-08-25)
- 5) Taka Tachibana 他：実写合成のためのBlender 3DCG制作ワークフロー, pp.6-8, (2022)
- 6) 東機産業(株)：食品粘度データ図, <https://tokisangyo.co.jp/guide03/>, (参照2024-08-25)

## 付録

職種についての質問

あなたは、デザイナー、カメラマン、CG制作者など広告業従事者ですか？ \*

☐ はい

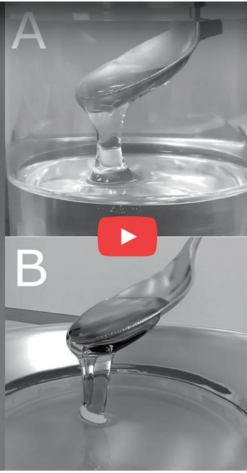
☐ いいえ

アンケート画面（職種についての質問）

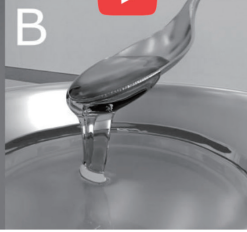
動画評価2/2

下の動画（約18秒）を見て、動画下部の質問にお答えください。

S 2



リンクをコ...



見る

【質問1】上の動画Aの液体の動きに対して、下の動画Bの液体の動きが似ている \*  
度合を1～5の5段階で評価してください。

1 2 3 4 5

まったく似ていない ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ たいへん似ている

【質問2】下の動画BはCGですが、これについて気になる点や感想などがあれば自由にお書きください。

回答を入力

アンケート画面（動き2の評価）

動画評価アンケート

実写とCGの動画がどの程度似ているかを評価してください。  
所要時間は最短で30秒程度です。

1. 各ページに表示される動画を見て、質問（2問）にお答えください。全部で2ページです。
2. その後、職種と閲覧端末に関する質問に回答いただいた後に「送信」ボタンを押していただくことで完了です。

なお、回答者は特定されません。  
モバイル接続の場合、500KB程度のデータ通信が発生します。ご容赦ください。

お忙しいところ恐縮ですが、どうぞよろしくお願いいたします。

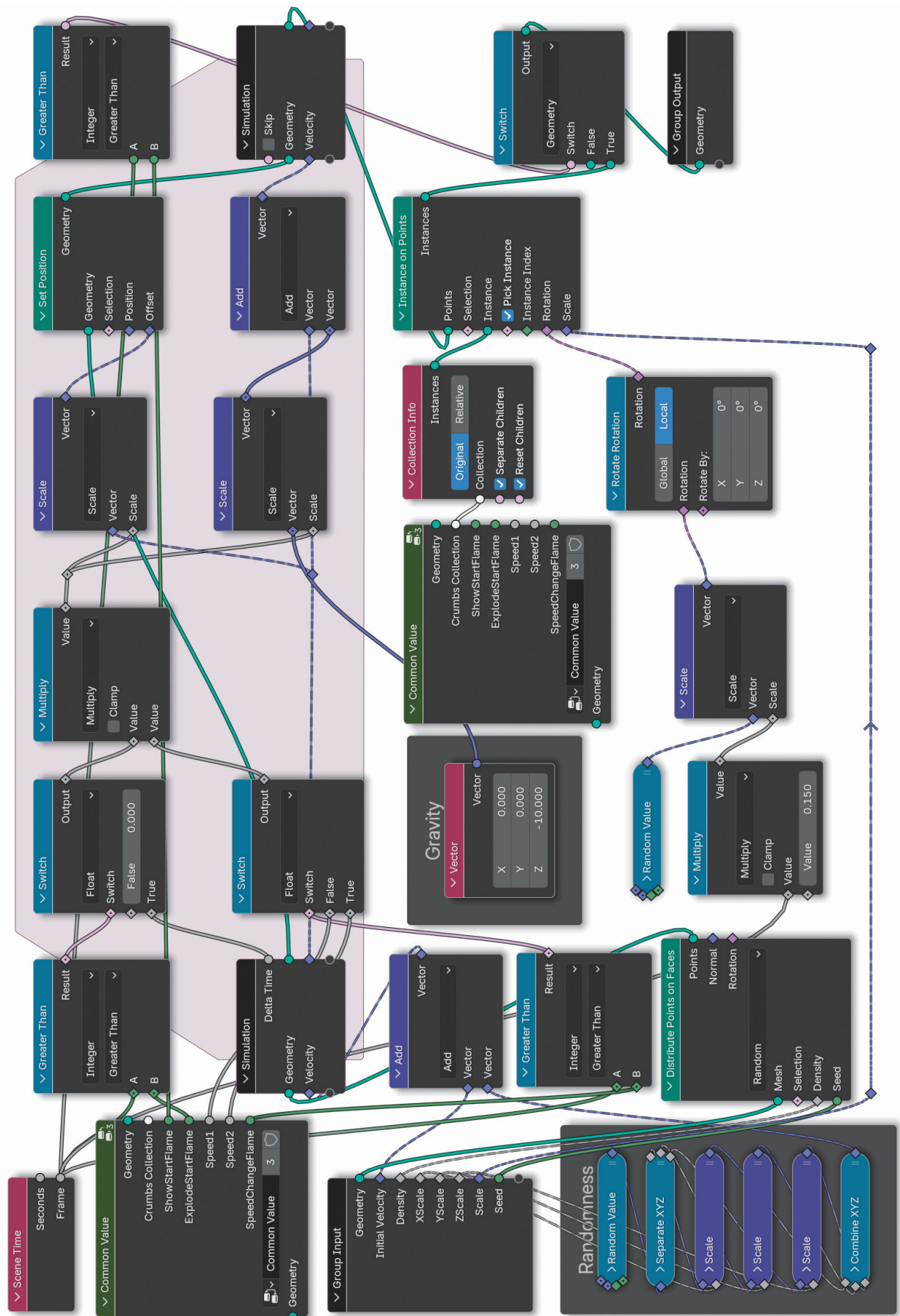
アカウントを切り替える

共有なし

次へ

フォームをクリア

アンケート画面（表紙）



動き 1 を再現するノードプログラム