

家庭で実践可能なシリコーンゴム造形と型設計支援ツール

GesonAnko (X: @GesonAnkoVR)

概要：シリコーンゴムは型取りの材料として使われるが、シリコーンゴム自体を作品として家庭で造形するための情報は、筆者が調べた範囲では少ない。家庭での造形には、付加型シリコーンの硬化阻害を踏まえた材料の選定、シリコーンより硬い型の製作、型の設計という三つの難しさがある。本稿は、家庭でのシリコーンゴム造形の普及を目的として、家庭で入手できる材料と熱溶解積層方式の3Dプリンターで再現できる造形手順をまとめた実践報告である。あわせて、型の設計を支援するBlenderのアドオン「Silicone Casting」を報告する。アドオンで設計し、PLA樹脂で印刷した型を用いて直径20 mmのシリコーンボールを造形した。ボールは硬化したが、洗浄せずに使った型の合わせ面では硬化不良が起きた。また着色試験では10mLのシリコーンに着色剤2種を用いて、それぞれの滴量に対する発色を観察した。

1. 緒言

レジンや3Dプリンターを使った造形は、家庭でも身近になった。紫外線(UV: ultraviolet)硬化レジンや2液性レジン^aは、ダイソーのような身近な店舗でも販売されている^a。3Dプリンターも、Bambu Lab A1 miniが2026年10月時点で公式ストアにおいて税込29,800円から購入できる^b。これらの造形は主に形や見た目を作ることを目的としており、作品は視覚的に楽しむものが中心である。触覚的に楽しむ作品を作る材料には、「スクイーズレジン」の名で販売されているものがある。2種類の液を混ぜて型に流し込むと、握って楽しめる柔らかい玩具(スクイーズ)を作れる[1]。名前にはレジンとあるが、成分はビニル末端ポリジメチルシロキサンや白金触媒などであり[1]、付加型のシリコーンゴムにあたる。ただし、スクイーズは非常に柔らかく、ショアA硬度(2.1節)では0A程度にあたる。

シリコーンゴムは、原型を複製するための型の材料として使われている[2]。例えばガレージキットの生産には、シリコーンゴムによる型の製作と液状樹脂の注型の工程が必要である[3]。3Dプリンターで作った樹脂型にシリコーンを流し込む方法も、医療機器や映像用の小道具などの業務用途で使われている[4]。研究では、PLA (polylactic acid) 樹脂で印刷した型がポリジメチルシロキサン (PDMS: polydimethylsiloxane) の硬化を阻害しないことが報告されている[5]。しかし、筆者が調べた範囲では、家庭でスクイーズより硬いシリコーンゴム自体を作品として造形するための情報は少ない。2026年4月時点で、ワンダーフェスティバルなどの展示即売会でも、シリコーンゴムを用いた造形をしている作家は少ないとみられる[6]。シリコーンゴムは、視覚だけでなく触覚でも楽しめるものづくりに有効な素材である。

家庭でシリコーンゴムを造形するには、三つの難しさがある。一つ目は材料の選定であり、付加型のシリコーンゴムは

特定の物質に触れると硬化不良を起こす[6]。二つ目は型の製作であり、シリコーンの型にシリコーンを流し込むと一体化するため、より硬い素材で型を作る必要がある[7]。三つ目は型の設計であり、3Dプリンターで樹脂型を作るには型の組み立て可能な3次元データを設計する技能が要る[7]。

本稿は新しい造形法の提案ではない。家庭でシリコーンゴムを造形するための情報が少ないため、筆者はその手法を整理し、ブログ記事のシリーズ[6–11]で公開してきた。本稿は、家庭でのシリコーンゴム造形の普及を目的として、その手順を再現に必要な条件と失敗例に絞って整理した実践報告である。あわせて、型の設計の手間を減らすために開発したBlender^cのアドオン「Silicone Casting」[12]を報告する。対象とするシリコーンゴムは、スクイーズのような0A程度のものに限らず、5A、10A、25Aといったより硬いものも含む。作業の写真や操作の詳細はブログに譲る。

2. 材料と機材

2.1. シリコーンゴム

シリコーンゴムは耐熱性や耐候性に優れ、生体に触れたときの体組織の反応が少なく、透明性が高いため顔料で着色しやすい[13]。硬さはショアA硬度で表し、0に近いほど柔らかい。人の肌は10、消しゴムは30程度である[14]。5A以下では造形後に表面がべたつくため、ベビーパウダーなどをまぶして対処する[6]。本稿では、着色試験に10A、シリコーンボールに5Aを用いた。

造形に使うシリコーンゴムには付加型と縮合型がある。付加型は収縮率が低く着色しやすいが、硬化不良を起こしやすい。縮合型は安価で硬化阻害が起きにくい、収縮率が高く、硬化時に揮発成分が出る[6]。メーカーの資料でも、縮合型は硬化時にガスを発生して重量が約4%収縮し、付加型は硬化収縮がほとんどないとされる[15]。本稿では付加型を用いる。

付加型は白金触媒によって硬化し、この触媒に硫黄化合物、リン化合物、窒素化合物などが混入すると硬化不良が起きる[15]。紫外線で十分に硬化させていない光造形の3Dプリント品も、硬化阻害を起こしやすい[16]。表1に、原因と

^a ダイソーネットストア「UVレジン(クリア, 速乾タイプ, LED UVライト対応)」<https://jp.daisonet.com/products/4549131948585>, 「2液性レジン(クリア)」<https://jp.daisonet.com/products/4550480794433> (いずれも参照2026-10-02)。

^b Bambu Lab JPストア「初心者向け A1 mini 3D プリンター」<https://jp.store.bambulab.com/products/a1-mini> (参照2026-10-02)。

^c Blender Foundation「blender.org」<https://www.blender.org/> (参照2026-10-03)。

る物質を含む身近な物の例を示す。縮合型で作った型に付加型を流し込むと、型に残った有機スズ化合物によって表面がべたつく [6].

表 1 付加型シリコンの硬化不良の原因となる物質 [6].

物質	含む物の例
硫黄化合物	ラテックス手袋（天然ゴム）、一部の油粘土、加硫ゴム
アミン化合物	エポキシ樹脂の硬化剤、一部の接着剤
有機スズ化合物	縮合型シリコンの触媒の残留物
その他	一部の 3D プリント用樹脂（特にアクリル系レジン）

2.2. 機材と資材

最小限必要なものは、シリコーンゴム、型、使い捨てのプラスチックカップとマドラー、0.1 g 精度の秤、ニトリルゴム手袋である [7]. 型はシリコーンより硬い素材で作る必要がある。樹脂型は、熱溶解積層 (FDM: fused deposition modeling) 方式の 3D プリンター (Bambu Lab P2S) と、PLA のフィラメントで作っている [7]. シリコーンはわずかな隙間からも漏れ出すため、樹脂型のパーツはグルーガンで接合し、隙間が残らないよう埋める [7].

真空脱泡器を使うことで小さな気泡を除去し、仕上りの品質をあげることができる [7]. 付加型は加熱すると短時間で硬化するため [15], 庫内を 30 °C 程度に保てる P2S の保温チャンバーを使えば、1 台で型の印刷と硬化の促進を兼ねられる [7]. 着色剤には、硬化不良の原因となる成分が含まれていない可能性が高いスクイーズレジン用の着色剤を用いる [8]. スクイーズレジン自体が付加型のシリコーンにあたること（1 節）も、この推測と合う。

3. 方法

3.1. 型設計支援アドオン Silicone Casting

Silicone Casting は、マスターモデルから 3D プリント用の樹脂型を作る Blender のアドオンであり、Blender 5.1 以上で動作する [9, 12]. GitHub^dで無償公開しており、2026 年 10 月 2 日時点の最新版は v0.1.2 である [12]. 表 2 に機能を、図 1 に型づくりの流れを示す。

表 2 Silicone Casting のパネルと機能 [9].

パネル	機能
Measurement	マスターの体積の計測 (Measure Volume) と、A 剤・B 剤の配合計算 (Mixture Calculator)
Coloring	着色剤の滴数から仕上りの色と透明度を予測 (Color Mixing Simulator)
Processing	形状の参照 (Inherit Shape)、壁付け (Solidify)、ブーリアン演算 (Boolean)、分割 (Surface Cut)、分離 (Separate Loose Parts)、ダボ (Registration Keys)、空気孔 (Air Vents)、STL (stereolithography) 形式での出力 (Export STL)

^d GitHub 「GitHub」 <https://github.com/> (参照 2026-10-03).

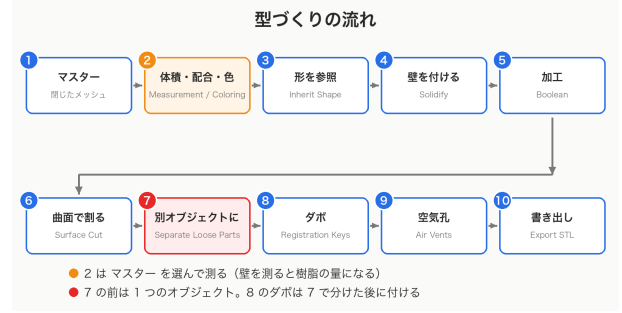


図 1 Silicone Casting による型づくりの流れ [9].

マスターの体積は型の空洞の体積に等しいため、Measure Volume でマスターを測れば、必要なシリコーンの量が分かる。Inherit Shape で作るオブジェクトはマスターの形を参照して編集に追従するため、マスターを直しても型を作り直す必要がない。Draw Surface Cut では、型の表面に線を描くと曲面の切断面を作れる。そのため、平面で割れない形でも分割線を自由に決められる。Registration Keys では型の合わせのためにダボを作ることができる。ダボの穴はピンより大きく、隙間は初期設定で片側 0.15 mm である。切断や加工は、元の形状を残したまま処理を重ねる Blender の機能であるモディファイアとして付くため、後から調整できる。Export STL は、モディファイアを適用した形状を mm 単位で書き出す。

Color Mixing Simulator は、着色剤の色と滴数から仕上りの色と透明度を予測する [9, 12]. 着色剤 i ごとに、その色に見える濃度をシリコーン 1 mL あたりの滴数 k_i として設定する。シリコーンの体積を V [mL], 着色剤 i の滴数を d_i とすると、濃度は $c_i = d_i / (V k_i)$ であり、 $c_i = 1$ のとき設定した色になる。仕上りの色は、Burns の減法混色の計算法 [17] で求める。各色の RGB (red, green, blue) 値を 10 帯域の代表的な分光反射率 $R_j(\lambda)$ に変換し、帯域ごとに加重幾何平均

$$R(\lambda) = \prod_j R_j(\lambda)^{w_j / \sum_k w_k} \quad (1)$$

をとってから RGB 値に戻す。重み w_j は、着色剤 i では c_i , シリコーン自体では $\max(1 - \sum_i c_i, 0)$ である。変換係数は、ペイントソフト MyPaint の実装 [18] から取った。透明度 T は、着色前の透明度を T_0 として

$$T = T_0 \left(1 - \min \left(\sum_i c_i, 1 \right) \right) \quad (2)$$

とする。

3.2. シリコーンボールの造形

アドオンを使い、直径 20 mm のシリコーンボールを造形した [10, 11]. 表 3 に条件を、図 2 に型の設計過程を示す。球のマスターに Solidify で壁を付け、台座と漏斗形の注ぎ口を Boolean で結合し、注ぎ口と球の空洞をつなぐ穴をくり抜いた。型の中心に置いた平面で左右に割り、空洞を囲む 3 か所にダボを配置して、STL 形式で書き出した。型の詳細は公開している Blender ファイルなどで確認できる [10].

印刷した型は洗浄せずに用い、左右の型をダボで合わせて、合わせ目をグルーガンで隙間なく封止した [11]。シリコーンの量は、マスターの体積 4.12 mL に、カップや注ぎ口に残る分として 5 mL を足した 9.12 mL とした。SANAAA の 5A の密度は 1.08 g/mL である。A 剤と B 剤は、この密度と重量比 1:1 から Mixture Calculator で求めた 4.92 g ずつを計量し、マドラーでよく混ぜてから真空脱泡した。脱泡したシリコーンを注ぎ口から少しずつ流し込み、加熱して硬化させた。硬化後に型を開け、注ぎ口と合わせ面にできたバリを切り取る [11]。筆者の経験では、室温で硬化させると、型から取り出せるまでに冬は丸 1 日、夏は 3~4 h 程度かかる [11]。

表 3 シリコーンボールの造形条件 [10, 11]。

項目	条件
マスター	直径 20 mm の球（体積 4.12 mL）
型	左右 2 分割。先細りのダボ（直径 3 mm）3 組
印刷	Bambu Lab P2S, Bambu Lab の PLA Basic, 積層ピッチ 0.08 mm（High Quality 設定）。その他は一般的な設定
前処理	洗浄なし。合わせ目をグルーガンで封止
シリコーン	SANAAA の 5A（密度 1.08 g/mL）。A 剤・B 剤各 4.92 g（計 9.12 mL）
脱泡	真空脱泡器 ISTOYO IS-XQJ-JP（販売ページの表記では 99 kPa の真空）で 10 min
硬化	コンベクションオープン（テスコム TSF61A）で 40 °C, 4 時間

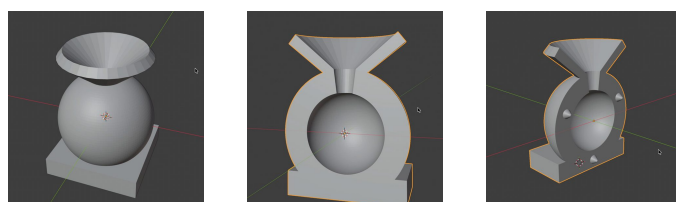


図 2 シリコーンボールの型の設計過程 [10]。 (a) 球に台座と注ぎ口を結合した型。 (b) 左右に割った型の断面。 (c) 断面の 3 か所にダボを配置した型。

3.3. 着色試験

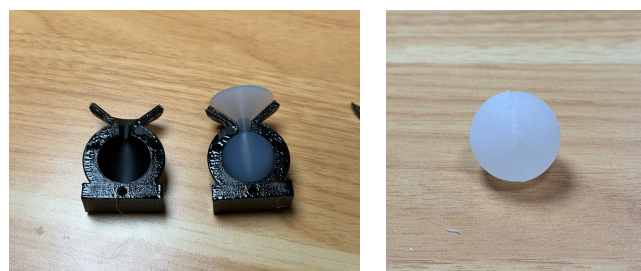
SANAAA の 10A（密度 1.08 g/mL）を、A 剤と B 剤 5.4 g ずつ、計 10 mL の試料として 6 個用意した [8]。着色剤には、まさるの NEW スクイーズレジジン専用着色剤の「ダリア」（以下「まさる」）と、FUNSHOWCASE の着色剤の「フクシア」（以下「FUNSHOWCASE」）を用いた。それぞれを 1, 3, 5 滴加えて混ぜ、真空脱泡した。硬化前と硬化後の試料を撮影し、目視で比べた。

4. 結果

4.1. シリコーンボール

注ぎ口から球の空洞までつながった左右の型を印刷できた [10]。型の中のボールは硬化していた。一方で、型の合わ

せ面に漏れ出たシリコーンは硬化せず、べたついたまま残った（図 3(a)） [11]。図 3(b) に完成したボールを示す。



(a) 開けた型 (b) 完成品

図 3 硬化後のシリコーンボール [11]。 (a) 開けた型。右の型にボールが残っている。合わせ面が光っているのは、硬化しなかったシリコーンである。 (b) 型から取り出した半透明のシリコーンボール。

4.2. 着色試験

図 4 に着色試験の結果を示す。着色前のシリコーンは半透明の乳白色であった [8]。硬化前は、同じ滴数では「まさる」の方が「FUNSHOWCASE」より濃く発色した。目視の印象では、「まさる」の発色は「FUNSHOWCASE」の 1.5 倍程度であった。硬化後は、どの試料も硬化前より不透明度が増した。「まさる」は 10 mL あたり 5 滴で十分に不透明になった [8]。

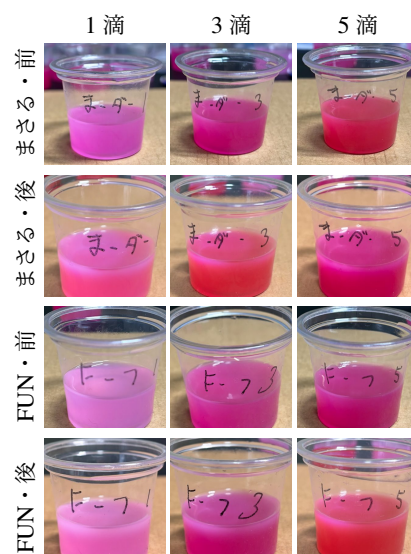


図 4 10 mL の 10A シリコーンに着色剤を 1, 3, 5 滴加えた試料 [8]。「FUN」は FUNSHOWCASE を示す。「前」は硬化前、「後」は硬化後である。

5. 考察

5.1. 合わせ面の硬化不良

型の中のボールは硬化した一方で、合わせ面に漏れ出たシリコーンは硬化しなかった。このことから、合わせ面に硬化を妨げる何らかの物質が付着していたと考える [11]。PLA 樹脂で印刷した型は PDMS の硬化を阻害しないという報告があり [5]、型の内面に接したボールが硬化したこととも合う。印刷後の取り扱いの中で型に何らかの物質が付着した可能性があるため、型は使う前に中性洗剤などで一度洗っておくのが

© ISTOYO「樹脂気泡除去器 真空樹脂脱気チャンバー」Amazon.co.jp, <https://www.amazon.co.jp/dp/B0F83N2GZW>（参照 2026-10-02）。

よいと考える [11]. ただし, 本稿では原因物質を特定しておらず, 洗浄の効果も確かめていない.

5.2. 着色剤の量

「まさる」は 10 mL あたり 5 滴で十分に不透明になったことから, アドオンの k_i には 0.5 程度が目安になる [9]. 「FUNSHOWCASE」は「まさる」より発色が弱く, 10 mL あたり 7~8 滴程度がちょうどよいと見込まれるが, この滴数は試していない [8]. シリコン自体が半透明であるため, 透明感を保ったまま着色するのは難しい [8].

5.3. 普及に向けた課題

アドオンは, 型を作るたびに手作業で繰り返していた壁付け, 分割, 位置合わせ, 空気孔の作業を機能として提供する [9]. 複雑な形状でも, 型を Blender で設計して 3D プリンターで印刷できれば, 球と同じ手順で造形できる. 筆者は, 猫の手などの形状の樹脂型も製作している [7]. 一方で, 3D プリンターが必要であること, 硬化不良を起こしやすいこと, 型の設計の難しさは, 依然として家庭での造形の障壁である. 普及のためには, 硬化不良が起きないシリコンゴム用の型そのものが流通する必要がある.

6. 結言

本稿では, 家庭でのシリコンゴム造形の普及を目的として, 再現に必要な手順と条件を整理した. あわせて, 型の設計を支援する Blender のアドオン Silicone Casting を報告した. 付加型シリコンを使う場合は, 硬化阻害の原因となる物質を型や資材から除く必要がある. 型は FDM 方式の 3D プリンターと PLA 樹脂で作り, 合わせ目をグルーガンで封止する. アドオンを使うと, 型の壁付け, 分割, ダボと空気孔の追加, STL 形式での出力と, 体積・配合・着色の計算を Blender 上で行える. この手順で直径 20 mm のシリコンボールを造形できた一方で, 洗浄せずに使った型の合わせ面では硬化不良が起きた. 型は, 使う前に中性洗剤などで洗っておくのがよいと考える.

参考文献

- [1] 隠れ工房 Green Ocean, “3 つの触感♪まさるのスクイーズレジン.” <https://shop-green-ocean.com/?pid=182681139> (参照 2026-10-02).
- [2] 信越化学工業, “Q. 型取り用シリコン RTV ゴムについて,” 信越シリコン. <https://www.silicone.jp/contact/qa/qa116.shtml> (参照 2026-10-02).
- [3] ワンダーフェスティバル実行委員会, “ガレージキットとは,” ワンダーフェスティバル. <https://wonderfes.jp/knowledge/garagekit/> (参照 2026-10-02).
- [4] Formlabs, “3D プリント製の型でシリコン部品を鋳造.” <https://formlabs.com/jp/blog/casting-silicone-guide/> (参照 2026-10-02).
- [5] G. van der Borg, H. Warner, M. Ioannidis, G. van den Bogaart, and W. H. Roos, “PLA 3D printing as a straightforward and versatile fabrication method for PDMS molds,” *Polymers*, vol. 15, no. 6, Art. no. 1498, 2023, doi: 10.3390/polym15061498.
- [6] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: その 1 「シリコンゴムを選ぶ」,” 2026-04-14. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-choosing-silicone-rubber/> (参照 2026-10-02).
- [7] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: その 2 「シリコン造形に必要なもの」,” 2026-04-16. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-what-you-need/> (参照 2026-10-02).
- [8] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: その 3 「シリコンに着色する」,” 2026-04-22. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-coloring/> (参照 2026-10-02).
- [9] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: 番外編 「Blender アドオンを作った」,” 2026-09-29. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-blender-addon/> (参照 2026-10-02).
- [10] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: その 4 「型を作成する」,” 2026-09-30. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-making-mold/> (参照 2026-10-02).
- [11] GesonAnko, “シリコン造形シリーズ: その 5 「造形する」,” 2026-10-01. <https://geson-anko.github.io/blog/silicone-series-casting/> (参照 2026-10-02).
- [12] GesonAnko, “Geson-anko/silicone-casting,” GitHub. <https://github.com/Geson-anko/silicone-casting> (参照 2026-10-02).
- [13] 信越化学工業 シリコン事業本部, “シリコンゴムの特性,” 2025 年 4 月. <https://www.silicone.jp/catalog/pdf/rubber.j.pdf> (参照 2026-10-02).
- [14] 共和工業株式会社, “シリコンゴムの硬度をわかりやすく紹介. 硬度サンプルブックを販売してます.” <https://www.kyowakg.com/quality/ko-do/> (参照 2026-10-02).
- [15] 信越化学工業, “Q. 電気・電子用シリコン RTV ゴムについて,” 信越シリコン. <https://www.silicone.jp/contact/qa/qa115.shtml> (参照 2026-10-02).
- [16] Smooth-On, “My silicone rubber mold did not cure against my SLA 3D printed model - what went wrong?” <https://www.smooth-on.com/support/faq/210/> (参照 2026-10-02).
- [17] S. A. Burns, “Subtractive color mixture computation,” arXiv:1710.06364, 2017.
- [18] A. Chadwick, “lib/blending.hpp,” MyPaint, GitHub. <https://github.com/mypaint/mypaint/blob/master/lib/blending.hpp> (参照 2026-10-02).