

修士論文

3D プリンタを活用した自助具制作の可能性

-片手で使える調理器具の制作を通して-

静岡文化芸術大学大学院
デザイン研究科

指導教員 黒田宏治
迫秀樹

1632002 植田大貴

目次

1 はじめに	1
1-1 自助具とは	1
1-2 自助具の現状	2
1-2-1 自助具の問題点	2
1-2-2 自助具の製作事例	2
1-3 自助具製作の新しい動向	5
1-3-1 3D プリンタを活用した制作	5
1-3-2 活用されている 3D プリンタの種類と造形の仕組み	5
1-3-3 3D プリンタに必要な工程	6
1-3-4 3D プリンタを活用した自助具の制作事例	7
1-4 片手での調理問題と調理自助具	9
1-4-1 実体験で感じた片手での調理問題	9
1-4-2 片手用調理自助具の事例	9
1-4-3 片手用調理自助具の問題点	12
1-4-4 初期モデルの制作と提案	12
1-5 研究の目的	13
2 研究の方法	14
2-1 研究の方法	14
2-2 制作方法	14
2-3 研究の流れ(概要)	15
3 実験と改良	17
3-1 予備実験	17
3-1-1 実験の目的	17
3-1-2 実験用モデルの特徴と制作方法	17
3-1-3 実験方法	20
3-1-4 評価方法	20
3-1-5 結果	21
3-2 実験 1	21
3-2-1 実験の目的	21
3-2-2 実験方法	21
3-2-3 評価方法	22
3-2-4 結果・考察	22

3-2-5 改良①	24
3-3 実験2	33
3-3-1 実験の目的	33
3-3-2 実験用モデルの特徴と制作方法	33
3-3-3 実験方法.....	36
3-3-4 評価方法.....	37
3-3-5 結果・考察	37
3-3-6 改良②	39
3-4 実験3	42
3-4-1 実験の目的	42
3-4-2 実験用モデルの特徴と制作方法	42
3-4-3 実験方法.....	48
3-4-4 結果・考察	48
3-4-5 改良③	49
3-5 実験・改良まとめ	51
4 提案	53
4-1 提案物	53
4-1-1 提案物の概要	53
4-1-2 特徴と制作方法.....	55
4-1-3 組み立て.....	57
4-1-4 使用方法.....	58
4-2 流通方法の検討.....	61
4-3 提案の課題	63
5 おわりに	65
6 引用参考文献	66
7 付録	68
7-1 提案物の検証	68
7-2 試作の軌跡	74
7-3 実験1 多重比較の結果の詳細	75
7-4 実験2 多重比較の結果の詳細	79

1 はじめに

1-1 自助具とは

人類は太古より道具を生産し、自身の身体機能を補助・拡張してきた。また、人類の生活する多様な環境の中で様々な道具が生まれ、人類は道具と共に社会を発展させてきた。その中で、身体機能に不自由のある人が日常生活で使用する道具がある。それは、「自助具」と呼ばれている。文字の如く「自らを助ける道具」である。自助具には使用者の失われた身体機能を助け、自立的な生活を補助する効果がある。例えば、図 1-1 は、手や指の変形や握力の低下した人でも箸が使用できるという自助具である。箸の末端が接合部品で止めてあり、箸の先端が必ず合う構造であるため、食べ物を挟みやすい。図 1-2 の自助具は、リウマチや片麻痺の方でもシャツやズボンのボタンを止めることができる自助具である。これは、糸通しの要領で使用する。自助具は、食事・更衣・移動・整容・排泄・入浴などの日常生活全般で使用されている。そして、個々の生活環境や身体の不自由度に対応する様々な自助具が存在している。

古賀・原(1977)は、「自助具(Self-Help Device)とは、一時的あるいは永久的にしろ、身体になんらかの機能障害をもち、日常生活動作が困難となった人々のために、その失われた身体機能を補っていろいろな動作を可能あるいは容易にし、自立独行できるように助ける考案または工夫された日常生活機器・器具、装置と定義される/[中略]/したがって、自助具の概念はたんなる発明品やアイデア製品といったものにとどまらず、工業デザイン、機械工学、電子工学、制御工学や人間工学などの諸学問の協力による身体障害者の自立のための機器、製品にまでその概念は広がってきている」と述べている¹⁾。しかし、林(2018)は、「自助具は用具だけを指すわけではなく、たとえばボタンをマジックテープに改良したり、ベルトをつまみやすいように紐をループ状にしたものを取り付けたり、素材の工夫やデザインを改良することも自助具の範疇にとらえられる。」と述べている²⁾。つまり近年では、完成された自助具だけでなく、部分的な改良も自助具に含まれるという考えが広まっている。また、市販されている製品を本来の用途とは違う使い方とするような自助する知恵も存在する。私はそのような形の無い知恵も自助具だと考える。



図 1-1 箸ノ助



図 1-2 パートナー II

(図 1-1、図 1-2 有限会社ウインド HP より)³⁾

1-2 自助具の現状

1-2-1 自助具の問題点

自助具には様々な種類が存在しているが、一般的に企業によって量産・販売されている自助具は、箸やスプーン、皿など、数多くの人が日常生活で頻繁に使用するものが多い。そして、箸や皿のようなニーズが高い自助具の種類は豊富である。しかし、「自助具は筆記用具や箸など量産品もあるが、使用者の状況は様々で使いづらいと感じる人も多い」（『日本経済新聞』2018.1.24 夕刊）⁴⁾。使用者の生活環境や身体機能の不自由度は様々であり、量産を目的として製作された自助具では対応しきれない場合があるからだ。そのような現状から、個々に対応した自助具の製作も必要であるといえる。個々に対応した自助具は、主にボランティア団体が中心となり手作りで製作している。

また、「団体が活動場所や工具の確保に自治体の補助金を受けているケースでは、他地域の依頼者を受け入れづらいといった事情もある」（『日本経済新聞』2018.1.24 夕刊）⁵⁾という様な現状もある。ボランティア団体が存在しない地域もあり、自助具の入手には地域差が発生している。

1-2-2 自助具の製作事例

この項では企業やボランティア団体などが行っている自助具製作を具体的に紹介していく。

先ず、企業の事例を示す。有限会社ウインドでは箸や、高齢の方でも使用できる便利でユニークなユニバーサルデザイン商品を研究・開発・販売している。箸は、医師や理学・作業療法士、保健師、患者に協力を集い、研究開発している。また、2000年4月からインドネシアに工房を設立し、逆輸入している。有限会社ウインドのホームページでは、箸ぞうくん・II(図1-3)は3200円(税抜き)、白の器：スープボール LMW-3(図1-4)は1852円(税抜き)で販売されている。店頭での販売やカタログ、通信販売などで購入できる⁶⁾。



図 1-3 箸ぞうくん・II



図 1-4 白の器 スープボール LMW-3

(図 1-3、図 1-4 有限会社ウインド HP より)⁷⁾

次に、ボランティア団体による事例を示す。自助具製作ボランティアグループ京自助具館は、自助具の製作や開発(図 1-5)に取り組むボランティア団体である。同団体では、一人ひとりに合わせた使いやすい自助具を手作りで製作(図 1-6)している。また、素材の色やデザインなど、出来る限り依頼者の要望に沿った自助具の製作を行う。自助具の相談、製作費は無料で、材料費のみ依頼者が負担する⁸⁾。

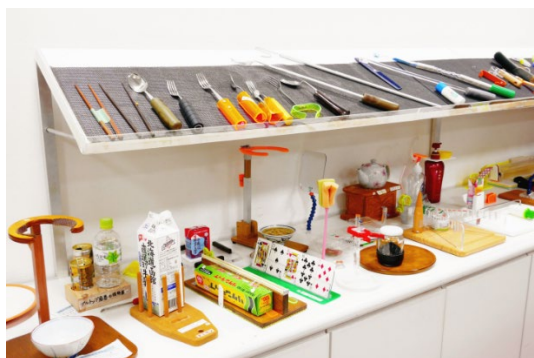


図 1-5 京自助具館により開発・製作された自助具



図 1-6 製作現場

(図 1-5 京自助具館 HP より⁹⁾ 図 1-6 日本作業療法士協会 HP より¹⁰⁾)

特定非営利活動法人自助具の部屋は、一人ひとりに合った自助具を製作しているボランティア団体である。使う人の好みや要望を反映したデザインとしている自助具製作の事例もみられる。ハート形の台付き爪切り(図 1-7)は、依頼者の女性の要望に合わせて製作された事例である¹¹⁾。図 1-8 の角度の付いた柄の包丁は、手の変形などで普通の包丁が握れない人でも、握りやすい角度の柄に作られている。著者が第 47 回国際福祉機器展で同団体のブースを見学した際に撮影した。同団体のブース担当者は、製作期間は約一カ月から三カ月であり、費用は材料費と送料を依頼者が負担する。依頼があればどの地域でも受付・制作可能であると述べていた。



図 1-7 ハート型の台付き爪切り



図 1-8 角度の付いた柄の包丁

(図 1-7 一般財団法人 保健福祉広報協会 2019 より)¹²⁾

リハ・パークしずおか(静岡市地域リハビリテーション推進センター)にあるリハ工房では、自助具の展示(図 1-9)・相談・手作りでの製作を無料で行っている。著者は同団体を見学した。製作の対象は静岡市民限定である。基本的な製作方法は、自助具の基となる部品を依頼者に持参してもらい、その部品を改造して製作する(図 1-10)。また、自宅訪問を行い依頼者の生活環境や、身体機能、生活の問題点を分析して製作する場合もある。製作期間は約 2 週間で、その際に手直しも行っている。卓上用ベルトサンダーやノコ盤、ドリルなどの工作機械を使用して製作している(図 1-11)。



図 1-9 自助具の展示



図 1-10 手作り自助具 長柄ブラシ (静岡市 HP より)¹³⁾

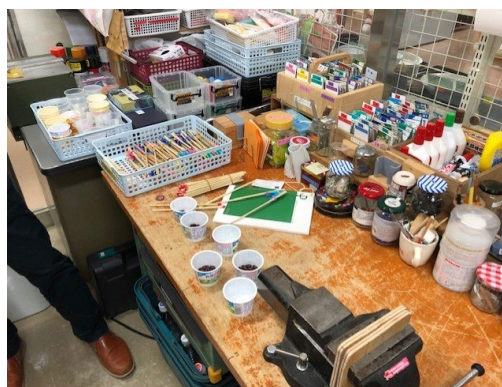


図 1-11 リハ工房 卓上工作機器と作業机

企業が製作する自助具は加工精度が高く、購入後すぐに使用できる。また、福祉用具を扱う店での販売や通信販売といった入手方法があり、手に入りやすい。しかし、ユーザーは販売されている種類の中から選択するため、ユーザーが求める機能や嗜好にそぐわない場合がある。さらに、自助具一つひとつの価格が数千円と高く、金銭的な負担がかかる。

一方、ボランティア団体が製作する自助具は手作りであるため依頼者に合わせた細かい対応ができる。調べた事例の中でも依頼者の希望に合わせた機能や外観を考慮した制作事例が多くみられた。また、製作の相談や製作費は無料であり、依頼者の負担は材料費のみで

あった。しかし、企業が制作するものより加工精度が劣ってしまうことや依頼者の手に入るまでに 2 週間から 3 か月の時間が掛かる欠点がある。また、限定された地域で活動する団体が存在し、自助具の入手に地域的な問題もみられた。

1-3 自助具製作の新しい動向

1-3-1 3D プリンタを活用した制作

近年、自助具の新しい製作方法として 3D プリンタを活用した制作がみられる¹⁴⁾。3D プリンタとは、コンピューター上で設計した形状を強度の高い樹脂などを材料に用いて立体的に造形できる機器である。比較的自由的な形状を、切削や型を必要とせずに造形でき、1 個から少量の造形物を短時間で制作できる利点を持つ。したがって自助具製作において、依頼者の要望に沿った形状を検討しながら繰り返し改良が行うことが可能であり、個人の状況に対応することが望まれる自助具製作と親和性が高い。個人向けの 3D プリンタの低価格化を受け、ボランティア団体やファブラボでは 3D プリンタを活用したユニークな自助具制作がされ始めている。

1-3-2 活用されている 3D プリンタの種類と造形の仕組み

ボランティア団体やファブラボでは、数万円で手に入る熱溶解積層方式の個人向け 3D プリンタ(図 1-12)が活用されている。以下本文で使用する 3D プリンタという語句は、上記の種類の 3D プリンタとする。熱溶解積層方式では、PLA(ポリ乳酸)や ABS(アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン)などの熱によって変形しやすくなる樹脂を加熱されたノズルから吐き出し、0.1mm から 0.3mm の厚みで一層一層積層させて造形テーブルにプリントする(図 1-13)。造形不良が発生する造形物のプリント時には、造形物のプリントを補助する役割のサポート(図 1-14)とともにプリントする。造形物の材料である PLA、ABS などの樹脂は、ワイヤー状になっており、リールに巻かれている。それはフィラメント(図 1-15)と呼ばれている。フィラメントの中には数多くのカラーバリエーションが展開されているものもある。

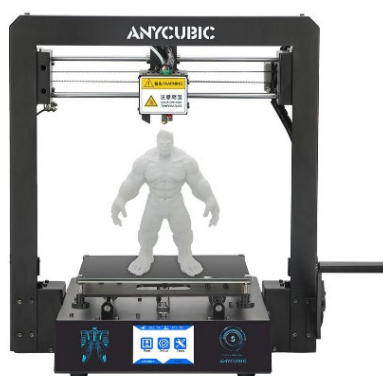


図 1-12 3D プリンタ

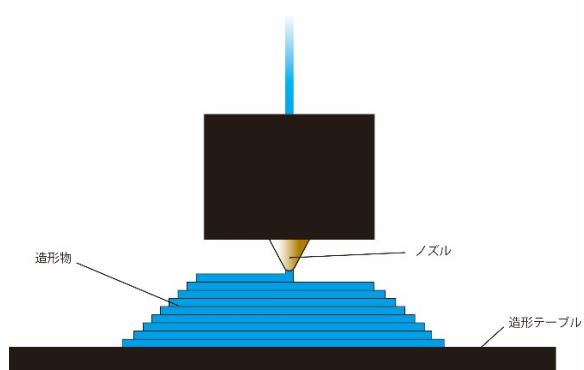


図 1-13 熱溶解積層方式での造形

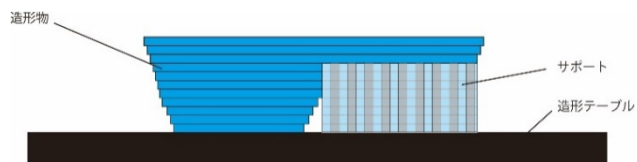


図 1-14 サポート材



図 1-15 フィラメント

(図 1-12、図 1-15 ANYCUBIC HP より)¹⁵⁾

1-3-3 3D プリンタで必要な工程

3D プリンタで造形を行うには幾つかの工程が発生する。以下に工程を記載する。使用するソフトや機器によっていくつか名称・工程の差異があるため、筆者の実体験に沿ったものとする。

<3D プリンタで必要な工程>

1. 3DCAD ソフトで 3D データを制作する。
2. 作成した 3D データを STL データに出力する。
3. スライサーソフトで STL データを読み込み、g.code データに変換する。
4. 3D プリンタに g.code データを送る。g.code データを基に 3D プリンタが造形する。
5. 必要であれば、造形物のサポートの除去や表面研磨を行う。

先ず、3DCAD ソフトで、思い描く形状や寸法の情報を含んだ 3D データを制作する。次に、3DCAD ソフトで STL データという 3D データ形式に出力する。そして、スライサーソフト(STL データを 1 層 1 層スライスして、3D プリンタの動きを制御するための g.code データに変換するソフト)で、造形物の積層ピッチや内部の補充密度、プリントする速度などを設定する。例えば、積層ピッチを 0.1mm に設定すると造形物の表面の仕上がりが滑らかになり、内部補充密度を上げると、造形物の強度が高くなる。また、プリントの速度を下げるとプリント時間は増加するが、造形不良が少なくなるという具合である。最後にスライサーソフトで変換した g.code データを 3D プリンタに送信しすると、3D プリンタが g.code データの指示に従って造形物をプリントする。プリント後、造形物のサポートの除去や表面研磨など、必要に応じて後処理を行う。

また、自らが 3D データを制作できなくても、他者が制作した 3D データをインターネットでダウンロードしてプリントすることもできる。さらに、ダウンロードした 3D データが、使用する 3D データ作成ソフトに互換性があれば、そのデータを修正することも可能である。

1-3-4 3D プリンタを活用した自助具の制作事例

この項では 3D プリンタを活用しているボランティア団体やファブラボが行っている自助具制作を具体的に紹介していく。

一般社団法人障害者・高齢者 3D プリンタ・ファクトリーでは、3D プリンタを活用して依頼者だけの自助具制作が行われている。ある依頼者から指を引っかけたり押しても滑らない電動車椅子のコントローラーの操作が向上するグッズが求められた事例では、使っていて楽しくなるようにキャラクターを造形に反映した車椅子ノブが制作された（図 1-16）。同団体では、ホームページなどで日本各地から、ニーズやアイデアの募集を行っている。制作には無償の 3DCAD ソフトと 3D プリンタを使用している（図 1-17）¹⁶⁾。

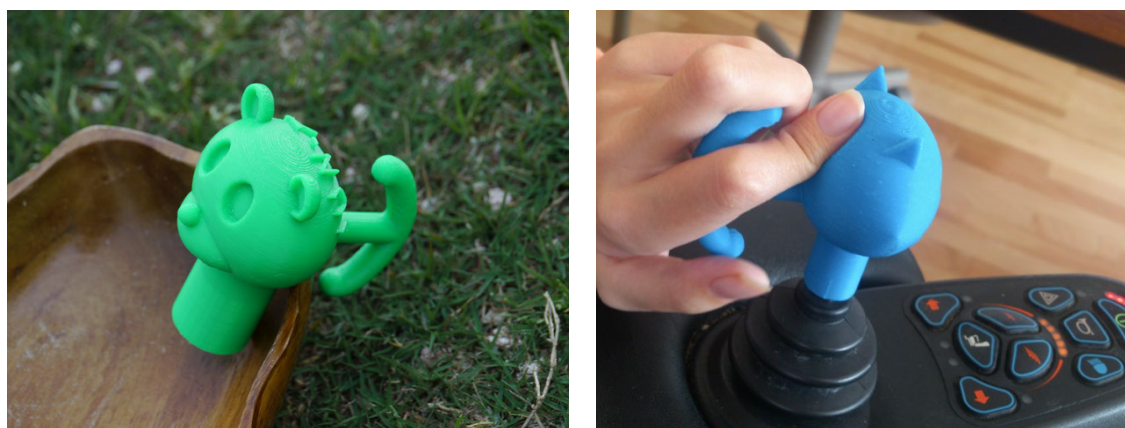


図 1-16 3D プリンタで制作されたユニークな車椅子ノブ

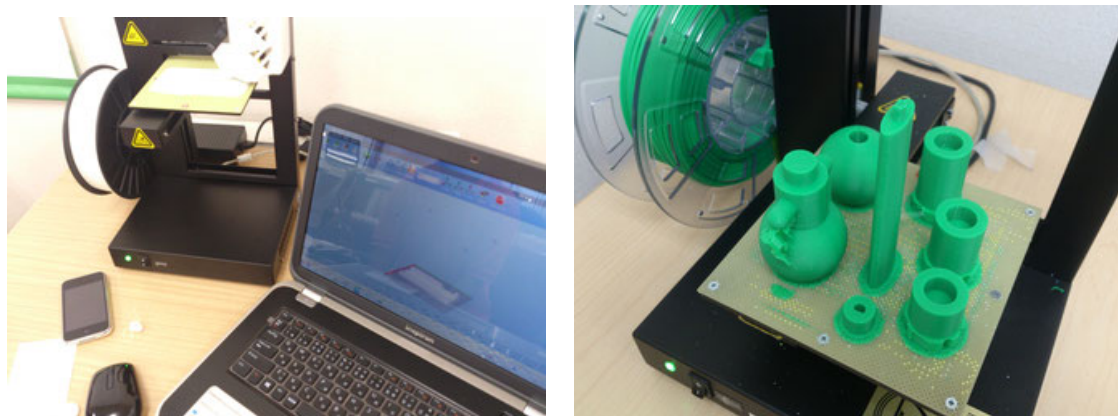


図 1-17 3DCAD と 3D プリンタを用いた制作の様子

(図 1-16、図 1-17 障害者・高齢者 3D プリンタファクトリーのグッズカタログ HP より)¹⁷⁾

ファブラボ品川でも、3D プリンタを活用した自助具制作がなされている(図 1-18、図 1-19)。ファブラボ品川では自助具の設計、自助具製作と試行、自助具の適合評価・効果判定・改良を、3D プリンタを用いて高速で繰り返すことで、完成度の高い自助具制作を目指している。図 1-20 は、鉛筆が持ちにくい人に向けて制作された自助具である。TPU(熱可塑性

ポリウレタン)のフィラメントでプリントされ、ソフトな触り心地である。図 1-21 は、軽い力でペットボトルの蓋を開けることができる自助具である。蛇口の形状をしており、ユニークである。これらの自助具は、ハンドメイド通販サイト mine や、展示会で購入できる。価格は 350~1000 円で販売されている。また、制作した自助具の 3D データをインターネットでシェアリングしている¹⁸⁾。

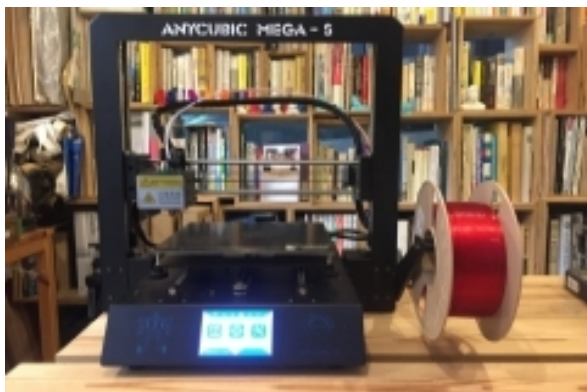


図 1-18 使用されている 3D プリンタ



図 1-19 制作された自助具

(図 1-18、図 1-19 FabLab Shinagawa HP より¹⁹⁾)



図 1-20 エンピツホルダー



図 1-21 ペットボトルオープナー(ジャグチ)

(図 1-20、図 1-21 minne FABLABSHINAGAWA HP より²⁰⁾)

3D プリンタを使用した自助具制作では、ソフトな手触りの樹脂でプリントしたものや、キャラクターや蛇口などのユニークな造形をした制作がみられた。ファブラボ品川では自助具をハンドメイドサイトで販売したり、インターネットで制作した 3D データのシェアリングも行っていた。

1-4 片手での調理問題と調理自助具

1-4-1 実体験で感じた片手での調理問題

著者は、静岡文化芸術大学にある自助具デザインプロジェクト(以下 JDP)に所属している。JDP では浜松地域の障害を持った人からの要望を受け、そのニーズにあった自助具を制作して渡すという活動を行っている。また、ユニークなアイデアや美しい造形を伴った提案型の自助具の考案も行っている。その活動の一環で、片手が不自由な N さん(24 歳：女性)と共に調理を行い、片手が不自由な人の調理時の問題点を探した。そこでは、玉ねぎ、じゃがいも、肉、卵、米、バター、カレールーを調理してオムカレー(オムライスの上にカレーをかけたもの)を制作した。観察する中で、じゃがいもや玉ねぎといった丸い野菜を調理する際に、丸い野菜がぐらぐらと揺れたり、転がってしまうことに気づいた。調理中は包丁を使用するため、しっかりと丸い野菜を固定できないことは危ないと感じた。また、片手が不自由な人には、細かく切ったものをフライパンに移動させることが煩わしいという問題も発見した。

1-4-2 片手用調理自助具の事例

片手が不自由な人との調理経験から片手用調理自助具に興味を持ち、既存の片手用調理自助具の事例調査を行った。この項では片手で調理を行う目的で作られた調理用具の製品やボランティアによって製作されたものを紹介する。

先ず、調理自助具製品の事例である。図 1-22 の Fix preparation board(etac 社)は、片手でも調理できるように、多機能の固定装置が付いているまな板である。バーと固定板に大きな食材やボウルを挟んで固定したり、ステンレス製の針に刺して食材を固定する。針は裏返して収納可能である。製品本体は、底部四隅にある吸盤で固定できる²¹⁾。



図 1-22 Fix preparation board (etac HP より)²²⁾

図 1-23 のワンハンド調理板 2(ウカイ利器)は、本体にある釘やコーナーエッジを使用して、片手で調理することが可能である。平面のまな板では固定の難しい人参やジャガイモなどの野菜を釘に刺し、ピーラーで皮を剥いたり、切ることができる。また、コーナーエッジにパンを置き、ジャムやバターを塗ることができる。さらに、パンを固定して切ることができる。本体底面の四隅にシリコンゴムが付いており、本体の滑り止めの機能を持つ²³⁾。



図 1-23 ワンハンド調理板 2 (Rakuten HP より)²⁴⁾

図 1-24 のクックスポ 120(九セラ)は、転がりやすい野菜や果物などを片手で切ることができる。本体にある凹みに調理物を置いて固定させ、片手で安全かつ簡単にきることや皮を剥くことができる。本体底面には滑り止めが付いている。別売りのプレートを使えば、ピーラーを使うこともできる²⁵⁾。



図 1-24 クックスポ 120(Rakuten HP より)²⁶⁾

次はボランティアによる製作事例である。図 1-25 の食材保持具付き片手用まな板は、ボランティア団体である京自助具館が製作したものである。このまな板に備わった鋭い突起物に調理物を底部または側面から刺すことで固定できる。また、まな板に取り付けられている棒に専用の包丁の溝を差して使用することで、この原理が働き、力が弱い方でも調理物を切ることができる²⁷⁾。



図 1-25 食材保持具付き片手用まな板(京自助具館 HP より)²⁸⁾

図 1-26 の片手用まな板(バネ式)は、特定非営利活動法人自助具の部屋が製作したものである。まな板両端に取り付けてある二本のバネで調理物を挟んで固定することができる。



図 1-26 片手用まな板(バネ式)

図 1-27 は、まな板の持ち手付近に二手に分かれた棘があり、調理物を側面から刺して固定する片手用まな板である。また、底面の四隅にある吸盤で、本体を固定することができる。

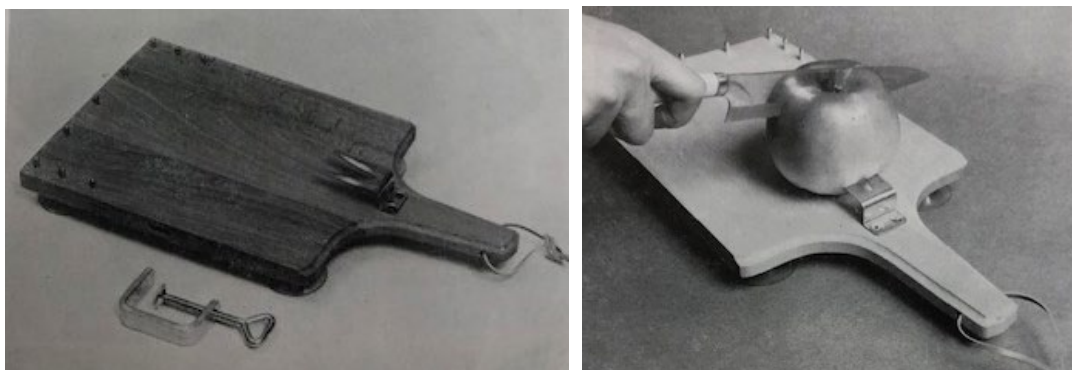


図 1-27 片手用まな板(古賀唯夫、原武郎 1977)²⁹⁾

1-4-3 片手用自助具の問題点

紹介した事例のように、既存の片手用調理自助具は平面のまな板に鋭利な突起物が備わっており、固定が不安定な調理物をその突起物に刺して固定する方法が主流である。鋭利な突起物は、使用時や洗浄時、収納時などに手や周囲の物品を傷つけてしまう恐れがある。チャンマイリン(2017)の研究では、釘を使用すると危ないという調査結果から、釘を使用しない自助具まな板が研究されている³⁰⁾。

固定に鋭利な突起物を使用しないクックサポでは、本体に食材を置くだけで固定でき、固定した食材を大まかに切ることやピーラーで皮を剥くことができる。しかし、クックサポでは細かに切る調理ができない欠点がある。

1-4-4 初期モデルの制作と提案

片手の不自由な人は、丸い野菜の固定が難しく、細かく切った食材を移動させるのが煩わしいという問題がある。また、既存の調理自助具は、平面のまな板に備わった鋭利な突起物で食材を刺して固定する方法が主流である。そのような背景から、器の中で丸い野菜を転がらないように受け止めて固定し、切ったものをそのまま持ち運べることができれば便利であるという発想が生まれ、「片手で丸い野菜が調理できる自助具」(図 1-28)を考案した。そして、そのモデル(以下初期モデル)を制作した。

初期モデルでは、じゃがいもやりんごなどの丸い食材や、器状のまな板に入るように5センチ程度に切ったニンジンやキュウリを切ることができた。また、細かく切ることも可能であった(図 1-29)。しかし、玉ねぎの調理は困難であった。玉ねぎの表面の皮や内部の積層した構造により弾力があり、切るのが難しい。また、玉ねぎのへタの処理ができなかった。玉ねぎは、初期モデルの包丁の両端にある突起で玉ねぎの表面にあらかじめ切れ目を入れ、その切れ目から刃を押し込むことで切ることができた。



図 1-28 「片手で丸い野菜が調理できる自助具」の初期モデル



図 1-29 初期モデルの使用

1-5 研究の目的

そこで、本研究では片手で丸い野菜の調理が安全かつ楽に行えるような自助具の形状について試作を重ねつつ検討する。その際、初期モデルを発展させながら実用性を高め、さらに初期モデルで調理が困難であった玉ねぎを調理できるようにする。また、ボランティア団体が無い地域でも個々に対応した自助具が手に入るように検討する。

2 研究の方法

2-1 研究の方法

3D プリンタを活用して、片手で玉ねぎを調理できる自助具(初期モデル)の試作・改良を重ねていく。そして、制作した試作品に対して比較実験を実施する。実験の進め方や分析は人間工学的な手法を用いる。実験結果を基に試作品を改良して実用性を高めていく。また、試作品の制作や実験、改良で経験した 3D プリント技術を参考にして、ボランティア団体が存在しない地域でも個々に対応した自助具が手に入る方法を検討する。

2-2 制作方法

本研究では造形機器として、3D プリンタのダヴィンチ mini Maker(XYZprinting 社)(図 2-1)と MEGA-S(ANYCUBIC 社)(図 2-2)を使用した。3D プリンタの造形テーブルには、造形物の反りを抑える目的や造形テーブルへの吸着力を高めるために工夫を施した。ダヴィンチ mini Maker では、造形テーブルに布ガムテープを張り、その上にスティックのりを塗った。MEGA-S では、造形テーブルにプラットフォームシート(3M 社)を貼った。試作品の材料は、安価な上に造形時の反りが少なく、安定した造形が可能な PLA フィラメントを主に使用した。3D データの制作は、3DCAD ソフト solidworks(ダッソー社)で行った。また、スライスソフトは、ダヴィンチ mini Maker では XYZware(XYZprinting 社)を使用し、MEGA-S では、Cura(Ultimaker 社)を使用した。包丁の刃は、ホームセンターで販売されているステンレス板を使用し、静岡文化芸術大学内にあるバンドソーやベルトサンダーなどの金属加工機械を用いて制作した。また必要に応じて PLA 以外のフィラメントや、既製部品を用いて試作品を制作した。



図 2-1 ダヴィンチ mini Maker



図 2-2 MEGA-S

(XYZPRINTING HP より ³¹⁾ ANYCUBIC HP より ³²⁾)

2-3 研究の流れ(概要)

以下に本研究の流れを示す。

1.問題の設定と仮説の設定

片手の人との調理経験と片手調理器具の先行研究調査を基に、片手で丸い野菜を調理できる自助具を提案し、初期モデルを制作した。入手し易い丸い野菜の中で玉ねぎの調理が難しいことが判明し、まずは片手で玉ねぎを調理できるように改良することを目標とした。

2.自助具調査と制作技術の向上

随時、自助具の調査や制作技術向上を行った。自助具の調査は、制作団体の見学やインターネット、文献で行った。制作技術は、3DCAD のモデリング技術の向上、3D プリンタに関する技術の向上、包丁の刃の制作が求められた。知識の不足部分はインターネットや文献調査、講義の受講などを行った。また、実際の試作品の制作・改良を行い技術を向上させた。

3.予備実験

予備実験で使用する原型案を制作した。原型案は、初期モデルの特徴を持つ案、新しいアイデアである 2 案、片手の不自由な人が現行で使用している 2 案の計 5 案である。実験の構成の基準作りや実験で発生すると思われる問題点の把握のために被験者 1 名に対して予備実験を行った。

4.実験 1

予備実験の経験から、実験 1 を設定した。予備実験で使った計 5 種類の原型案を用いて複数人に対し、比較実験を行った。被験者に玉ねぎの調理や調理物の移動、使用した調理器具の洗浄といった一連の作業動作を行わせ、人間工学的方法を用いて評価した。

5.改良 1

実験 1 で一番良い評価であった案の改良を行った。また、玉ねぎのヘタ取り補助具を制作し、改良した。

6.実験 2

実験 1 の経験から、玉ねぎのサイズ変更や実験時間の短縮など、実験の構成を調整した。また、改良 1 を基に制作した案を計 3 種類用意し、実験 1 と同様に複数人に対して比較実験を行い評価した。

7. 改良 2

実験 2 で一番良い評価であった案と玉ねぎのヘタ取り補助具の改良を行った。

8.実験 3

改良 2 からさらに改良した案と、改良した玉ねぎのへタ取り補助具を用意した。片手の不自由な N さん(26 歳:女性)にそれらを用いて玉ねぎや類似の形状を持つ食材を調理させ、意見を聴取した。

9.改良 3

実験 3 の結果から、玉ねぎのへタ取り補助具が不評であったため、実験 3 で使用した案のみの改良を行った。改良の結果、器状のまな板と専用の包丁の 2 点で、へタ取りを含めた玉ねぎの調理が一通り行えるようになった。

10.提案

片手で玉ねぎを調理できる自助具の提案と、個々に対応する自助具を普及する方法について検討し、まとめた。

3 実験と改良

3-1 予備実験

3-1-1 実験の目的

本実験で発生すると思われる問題点を把握し、また、実験の構成や進行方法、必要な物品の確認するために、本実験を想定した予備実験を行った。

3-1-2 実験用モデルの特徴と制作方法

片手で玉ねぎを調理しやすい形状を検討するために、シンプルな形状を持つ原型案 a~e、計 5 案を制作した。原型案 a~e の特徴と制作方法を以下に示す。

●a 案(図 3-1) *図 3-2 に寸法を示す。

<特徴>

初期モデルの特徴を持つ。器状のまな板とそれに対応する包丁を使用して調理ができる。器状のまな板の中で切ることができ、切ったものをそのまま持ち運べる。初期モデルより包丁の両端を鋭くして、玉ねぎに切れ目が入りやすいように工夫した。包丁のグリップの柄尻に親指や手のひらを乗せて握り、体重を乗せながら切ることできる。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用してダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5%でプリントした。包丁の刃は、厚さ 1mm の SUS430 ステンレス板をバンドソー、ベルトサンダーで加工した。



図 3-1 a 案

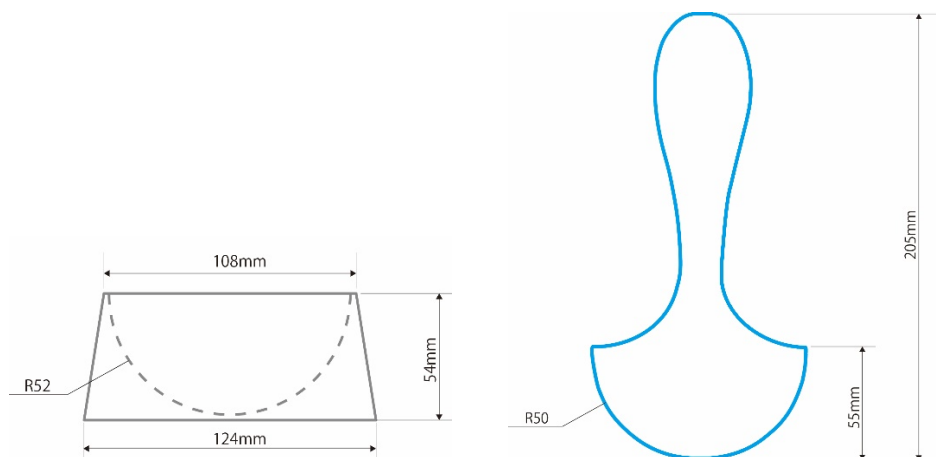


図 3-2 a 案の寸法

●b 案 (図 3-3)

<特徴>

円形のまな板の上に四本の凸を持つまな板である。上から玉ねぎを置くだけで、四本の凸に玉ねぎが挟まり固定できる。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用してダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5% でプリントした。

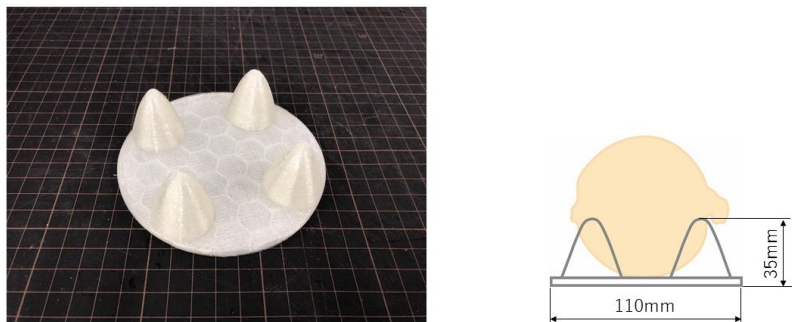


図 3-3 b 案

●c 案 (図 3-4)

<特徴>

穴の開いた円形のまな板にステンレスの棒を任意に差し込み、立てた棒の上から玉ねぎを入れて固定する。棒を刺す位置を変えることで、サイズ違いの玉ねぎでも固定できる。

<制作方法>

穴の微調整が必要な可能性があるため、ABS フィラメントを使用した。MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5% でプリントした。

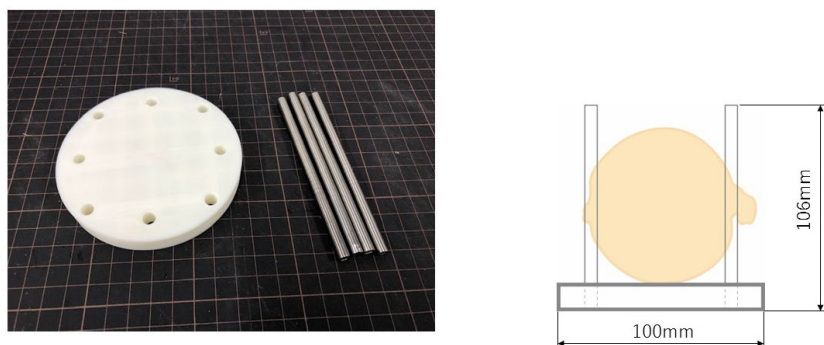


図 3-4 c 案

●d 案 (図 3-5)

<特徴>

現存の片手用調理器具にある固定方法である。飛び出した二本のステンレス製の釘に玉ねぎを刺して固定する。しっかりと固定して切ることができる。

<制作方法>

まな板(267×160mm、厚さ 5mm)に電動ドリルで穴を開け、ステンレス製の釘を刺した。

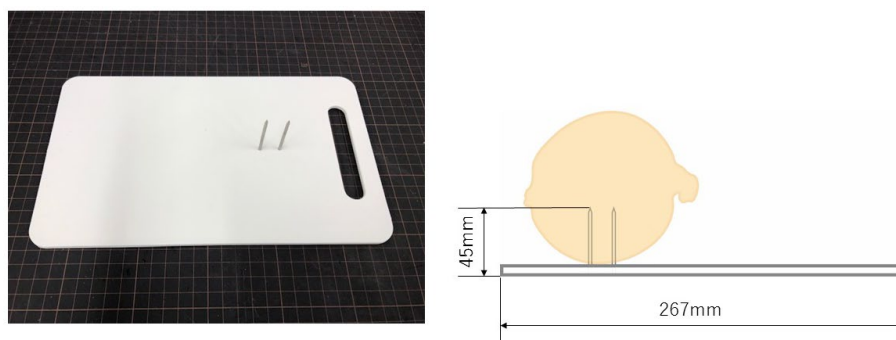


図 3-5 d 案

●e 案 (図 3-6)

<特徴>

片手で調理する際の工夫として実際に使用されている方法である。濡らした布巾の上に玉ねぎを置いて固定する。布巾の高さや広さを任意で調整できる。

<制作方法>

まな板(267×160mm、厚さ 5mm)の上に水で濡らした布巾を絞って置く。

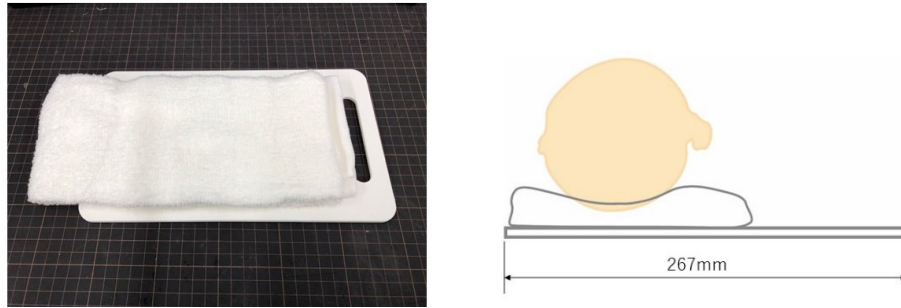


図 3-6 e 案

3-1-3 実験方法

被験者は男子学生 1 名であった。実験は静岡文化芸術大学内にある、UD ラボのキッチン (図 3-7) を使用した。a 案以外は三徳包丁を使用して調理を行う。また、b,c 案では任意で平面のまな板を使用できる。玉ねぎは、流通量の多い横幅 70mm~80mm のものを使用した。調理器具の下にはあらかじめ市販のすべり止めシートを敷いた。

まず、被験者に a~e の原型案にあらかじめ触れてもらい、形状の違いや、使用方法の違いを確認した。次に、作業動作として器具の設置、調理、調理物の移動、使用器具の洗浄、片付けの調理時に発生する一連の動作を行わせた。作業動作は、すべて利き手のみで行わせた。玉ねぎのヘタは筆者が処理した。その後、評価を数値化するために評定尺度法を用いた質問と順位法を用いた質問に記入させた。また、実験の最後に数値では測れない評価も得るためにインタビューを行った。記録はビデオ撮影で行い、被験者の動作の記録や発言の記録に使用した。

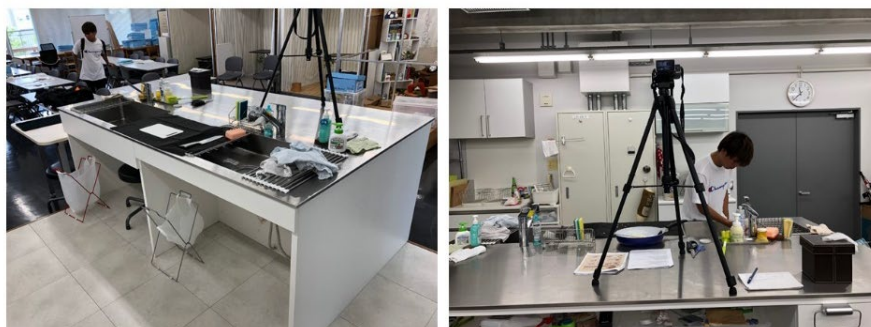


図 3-7 UD ラボでの実験の様子

3-1-4 評価方法

評価方法は、評定尺度法、順位法、インタビューを用いた。評定尺度法では、左右に両極となる言葉を配置した 100mm のアナログスケール (図 3-8) を使用した。被験者は使用した器具に対しての主観を矢印で示す。「切りやすい-切りにくい」「固定しやすい-固定しにくい」「調理したものを移しやすい-調理したものを移しにくい」「洗いやすい-洗いにくい」「好き

「嫌い」の5種類の尺度を使用した。順位法は、総合的に「良い」と感じたものから順位付けを被験者に求めた。インタビューは、a~e 案の使い勝手や実験の手順のわかりやすさについて聞いた。

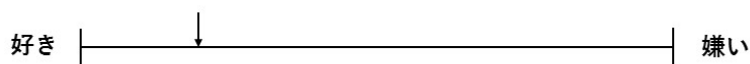


図 3-8 100mm のアナログスケールの記入例

3-1-5 結果

実験の構成や進行方法、必要な物品や時間について確認ができた。予備実験は今後の実験の目安作りであるため、被験者に評価用紙の記入をさせたが評価は実施しなかった。生じた問題としては、動作開始序盤に被験者が緊張してしまう、玉ねぎが半分に切れない、インタビューの質問項目の設定が難しい、ビデオのバッテリーが切れるなどが挙げられた。また、実験が長時間となり被験者に疲労がみられたため、実験時間の短縮化が求められた。これらの問題点について改善した上で本実験を実施することとした。

3-2 実験1

3-2-1 実験の目的

片手で玉ねぎを調理しやすい調理器具の目安を付けることや、片手で調理器具を用いる一連の作業動作で望まれること・望まれないことを把握するために原型案 a~e 案の計 5 案を複数の被験者で比較する。

3-2-2 実験方法

被験者は男子学生 1 名、女子学生 6 名の計 7 名であった。実験は静岡文化芸術大学内にある、UD ラボのキッチンを使用した。実験で使用する比較案は、先に述べた予備実験と同じである。a 案以外は三徳包丁を使用して調理を行う。また、b,c 案では任意で平面のまな板を使用できる。玉ねぎは、流通量の多い横幅 70mm~80mm のものを使用した。調理器具の下にはあらかじめ市販のすべり止めシートを敷いた。

まず、被験者に a~e の原型案にあらかじめ触れてもらい、形状の違いや、使用方法の違いを確認した。次に、作業動作として調理器具に設置した玉ねぎを繊維に沿って 1/4 に切らせた後、皮を剥かせた。皮を剥かせた後、玉ねぎのヘタは筆者が処理した。その後、みじん切りを 5 分間行わせた。そして、みじん切りした玉ねぎをフライパンに移動した後、使用した調理器具を洗浄させた(図 3-9)。作業動作は、すべて利き手のみで行わせた。その後、評価を数値化するために評定尺度法を用いた質問と順位法を用いた質問に記入させた。また、実験の最後に数値では測れない評価も得るためにインタビューを行った。記録はビデオ撮影で行い、被験者の動作の記録や発言の記録に使用した。

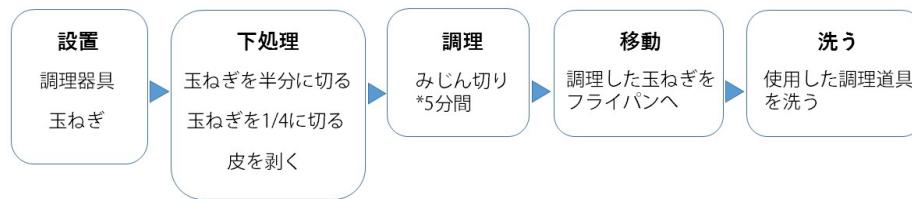


図 3-9 実験の作業動作と流れ

3-2-3 評価方法

評価方法は、評定尺度法、順位法、インタビューを用いた。評定尺度法では左右に両極となる言葉を配置した 100mm のアナログスケールを使用した。被験者は使用した器具に対しての主観を矢印で示す。「切りやすい-切りにくい」「固定しやすい-固定しにくい」「調理したものを移しやすい-調理したものを移しにくい」「洗しやすい-洗にくい」「好き-嫌い」の 5 種類の尺度を使用し、各項目を 0 から 100 の値に数値化した。いずれの測定項目においても、比較案の条件間の差について検定するために、一元配置の分散分析の後、多重比較を行った。有意水準は 5% とした。順位法は、総合的に「良い」と感じたものから順位付けを被験者に求めた。1 位：5 点、2 位：4 点、3 位：3 点、4 位：2 点、5 位：1 点で集計した。インタビューは、実験で使用した原案の良い点、悪い点、改良アイデアを被験者に求めた。

3-2-4 結果・考察

評定尺度法では多重比較法による検定の結果、「切りやすい-切りにくい」「移しやすい-移しにくい」「好き-嫌い」の項目(図 3-10、図 3-11、図 3-12)で、a 案とその他の案の条件間に有意な差が認められた。図に * で示した条件間に有意な差があることを示す。また、「固定しやすい-固定しにくい」「洗しやすい-洗にくい」の項目(図 3-13、図 3-14)では有意な差が認められなかった。多重比較の結果について詳細な部分は付録として載せる。順位法は、32 点で a 案が最も良いと評価された。次に 20 点で b 案、e 案が二位となった。以下順位は 17 点で d 案が四位、16 点で c 案が最下位となった(図 3-15)。インタビューでは、数値化できない内容が得られた(表 3-1)。部品点数が多い点や、使用時に危険な点、継続的な使用で煩わしいことは、被験者から良い感想を得られなかった。総合的に a 案の評価が良い結果となった。また、a 案のみじん切り時が楽しいという感想を述べた被験者もいた。a 案は、移しやすさで他の容器に比べて明確に良い評価となったことから分かるように、煩わしくなく使用できると認められた。また、a 案はインタビュー結果にあるようにみじん切りの作業動作に楽しさがみられた。しかしながら、a 案は使用時に専用の包丁が器状のまな板に刺さるという問題があり、片手で使用するユーザーにとって致命的な欠点と考えられた。

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

切りやすさ

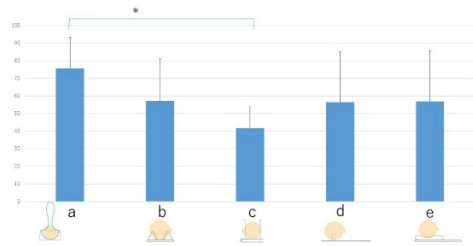


図 3-10 切りやすい-切りにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

移しやすさ

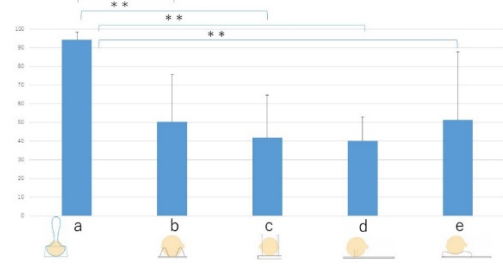


図 3-11 移しやすい-移しにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

好き-嫌い

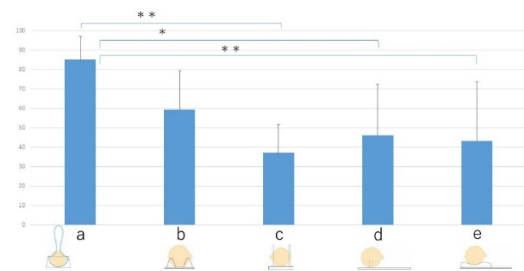


図 3-12 好き-嫌い

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

固定しやすさ

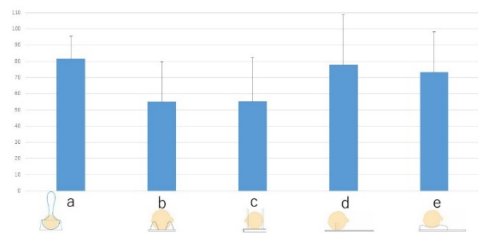


図 3-13 固定しやすい-固定しにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

洗いやすさ

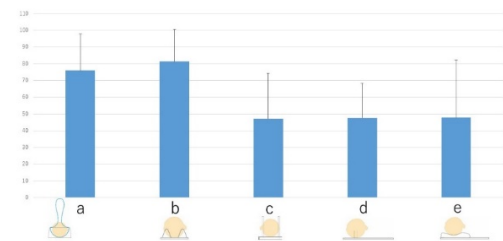


図 3-14 洗しやすい-洗いにくい

順位法

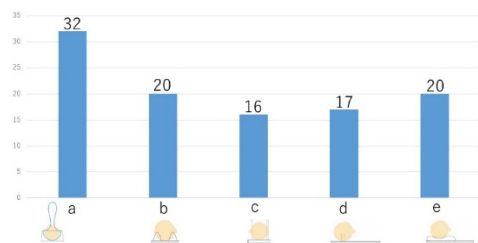







図 3-15 順位法結果

表 3-1 インタビュー結果

	良い点	悪い点
a 	みじん切りしやすい/楽しい みじん切り時に力が要らない 切ったものが移しやすい 調理物が散らかりにくい	慣れるまで使いづらい 半分に切るのに力が必要 刃がまな板の内側に刺さる 容量が少ない
b 	置くだけで固定できる シンプルで洗しやすい 丸い形状なので安全	固定できる大きさが決まっている 玉ねぎが回転した
c 	固定しやすい サイズ調整ができる	棒が下から抜ける 棒が転がる 洗いづらい 組み立てが難しい
d 	固定しやすい 刺すだけで様々な向きに切れる	針を切っていた 針が手に刺さる 洗う時に針でシンクを傷つけそう
e 	固定しやすい 調理物が散らかりにくい 形が変えられる	布巾を洗って絞るのが大変 衛生面に問題がある

3-2-5 改良①

実験 1 で一番良い評価であった a 案について、玉ねぎの固定力を高めるための改良を行った。また、片手で玉ねぎのヘタ取りを行うのは困難であり、a 案ではヘタを取れないことから、片手で使用できる玉ねぎのヘタ取りの補助具(以下ヘタ取り補助具)を制作した。

①-1 a 案の改良 1 回目(図 3-16、3-17)

内部形状の試作を行った。半球状にくぼんだ形と楕円がくぼんだ形が合わさった形状を試作した。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。この改良案では置いた玉ねぎを切ることができた。しかし、玉ねぎの固定が甘く、玉ねぎが揺れてしまった。

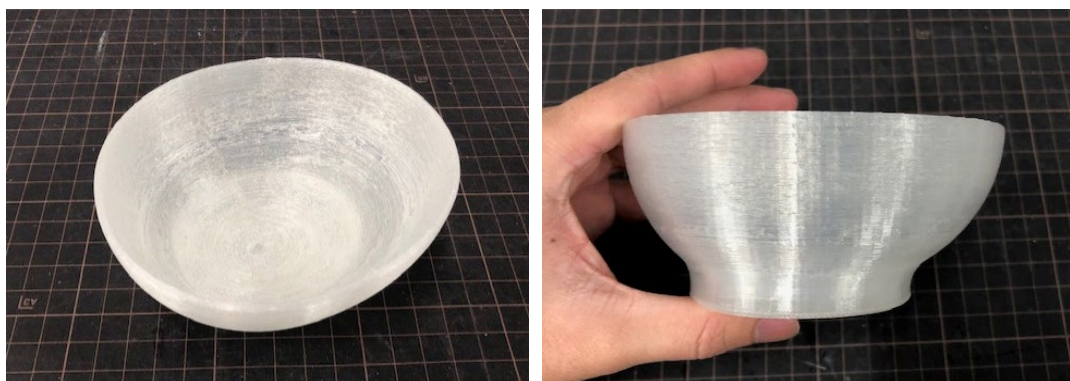


図 3-16 a 案の改良 1 回目



図 3-17 使用風景

①-2 a 案の改良 2 回目(図 3-18)

内部形状の試作を行った。置いた玉ねぎを溝で固定し、溝の中で専用の包丁を使用して切ることができる(図 3-19)と考えて半球状にくぼんだ形にひとつの溝がある形状にした。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。この改良案では、置いた玉ねぎを固定することができた(図 3-20)。



図 3-18 a 案の改良 2 回目



図 3-19 専用の包丁を当てた様子



図 3-20 玉ねぎを設置した a 案の改良 2

①-3 a 案の改良 3 回目(図 3-21)

a 案の改良 2 回目の内部形状はそのままとして、外形について下方方向に向かって広がるような形状とした。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。このことにより、本体の安定性が増した。

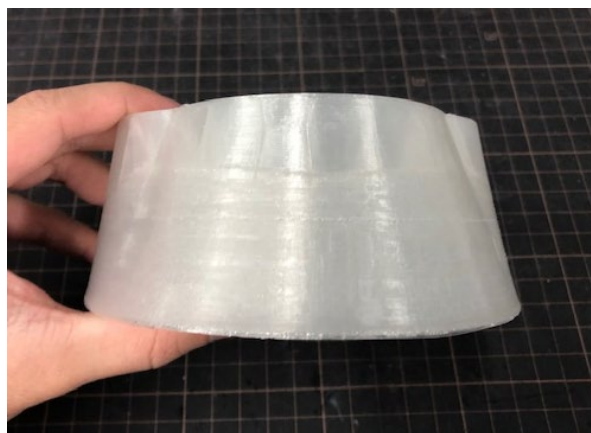
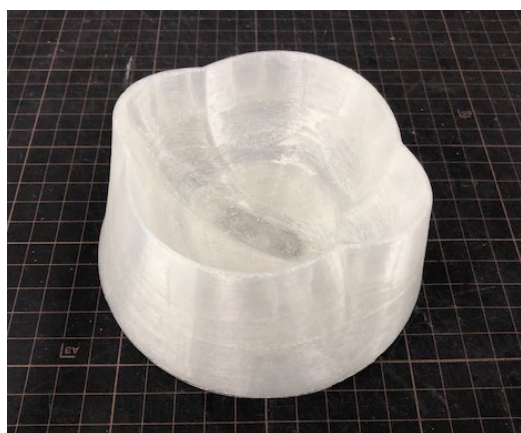


図 3-21 a 案の改良 3 回目

①-4 a 案の改良 4 回目(図 3-22)

a 案の改良 3 回目の内部形状では切る範囲が狭いため内部形状を再検討し、溝を一本増やして十字にした。PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。このことによりみじん切り時などで切れる方向や範囲が増加した。

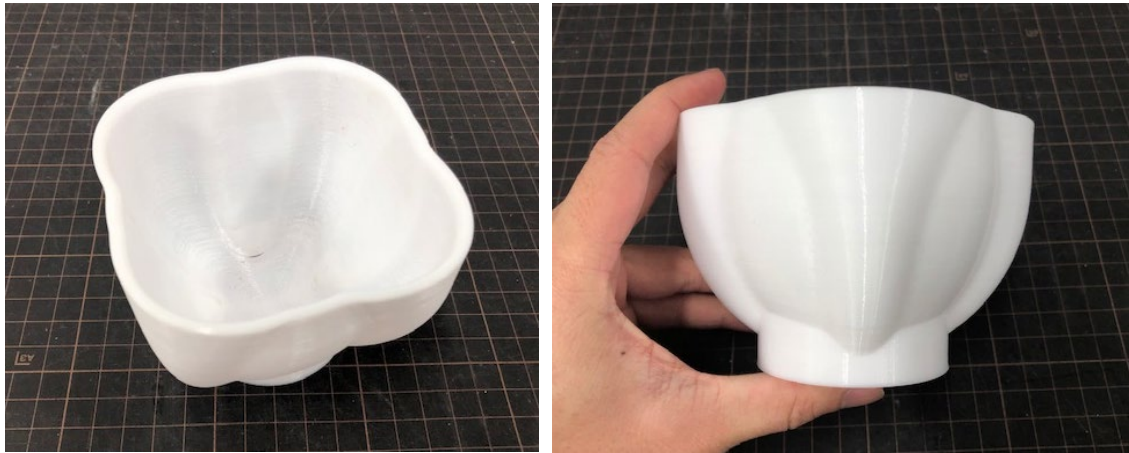


図 3-22 a 案の改良 4 回目

①-0 ヘタ取り補助具の原型 (図 3-23)

まず、固定の方法や寸法の目安をつけるために、ヘタ取り補助具の原型を制作した。半分にした玉ねぎを下方方向に挟む機構および横方向に動く玉ねぎを固定する壁を考えた。

PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。しかし、この原型では、本体上部に造形不良が発生した。

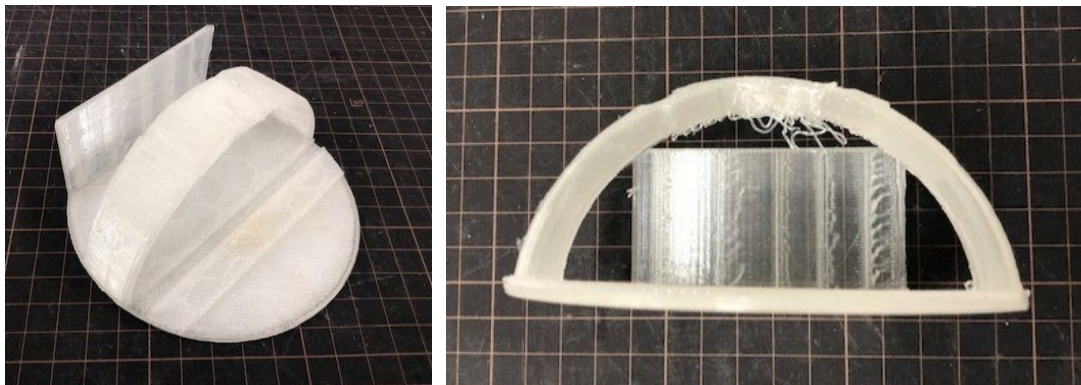


図 3-23 ヘタ取り補助具の原型

①-1 ヘタ取り補助具改良 1 回目 (図 3-24)

半分の玉ねぎを下方方向に固定できるように、柔らかいシリコン素材の部品(図 3-25)が付いた可動式のアームを取り付けたものに改良した。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。シリコン素材の部品は、他の用途で使用する製品を加工して制作した。この改良案では可動式のアームと本体の固定機能が不十分なため、片手では固定できなかった。しかし、可動式のアームと本体の固定ができれば、半分の玉ねぎをしっかりと下方方向に固定できることが確認できた(図 3-26)。

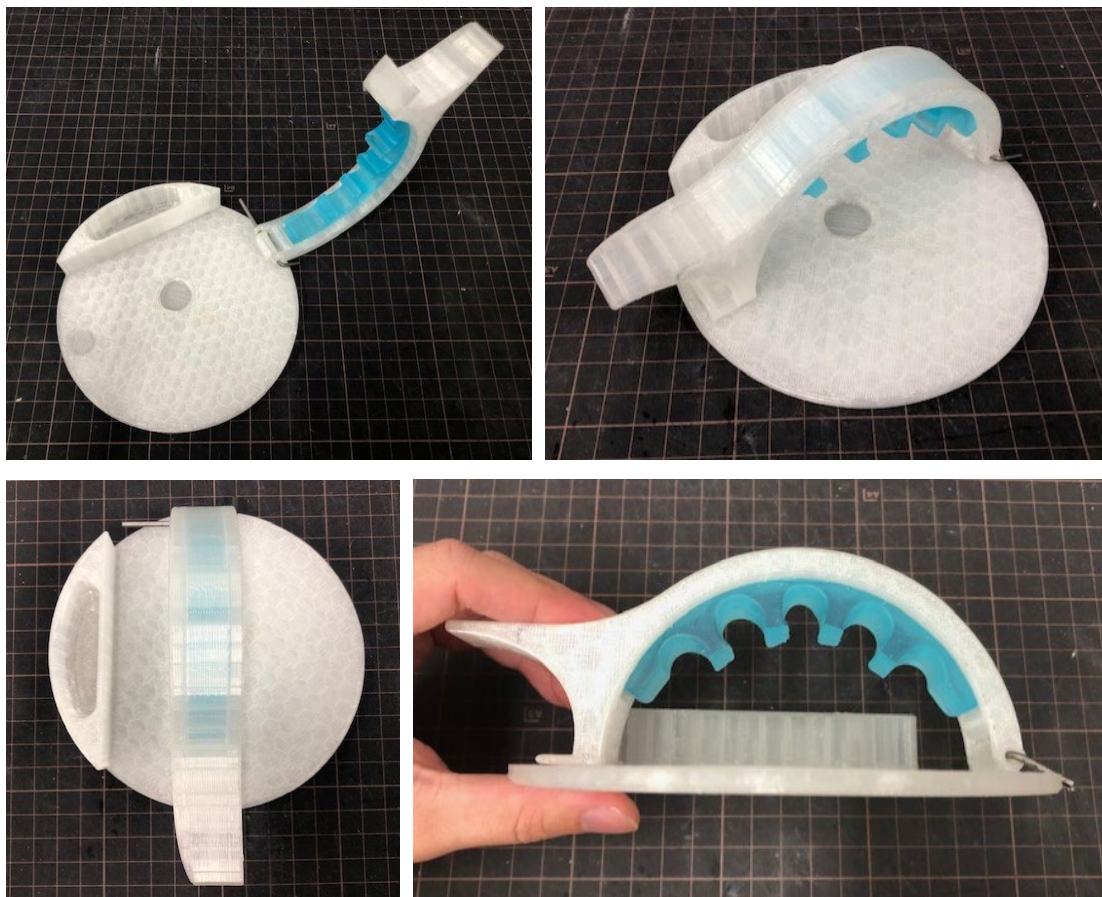


図 3-24 ヘタ取り補助具改良 1 回目



図 3-25 加工したシリコン素材部品

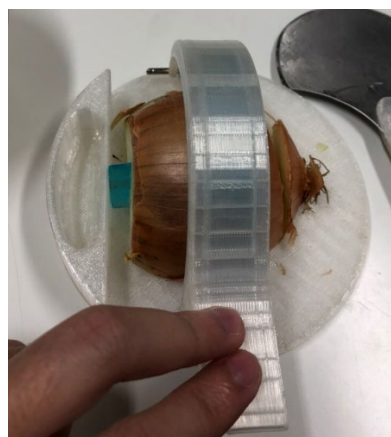


図 3-26 固定の様子

①-2 ヘタ取り補助具改良 2 回目(図 3-27)

可動式のアームと本体の固定機能を検討し、本体を全体的に改良した。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。シリコン素材の部品は、ヘタ取り補助具改良 1 回目から流用した。

この改良案では可動式のアームと本体の固定機能の強度が弱く、半分にした玉ねぎを挟むと上方向の力がかかり破損した。本体底部にはシリコンシールを付け、本体の滑りを抑えた。

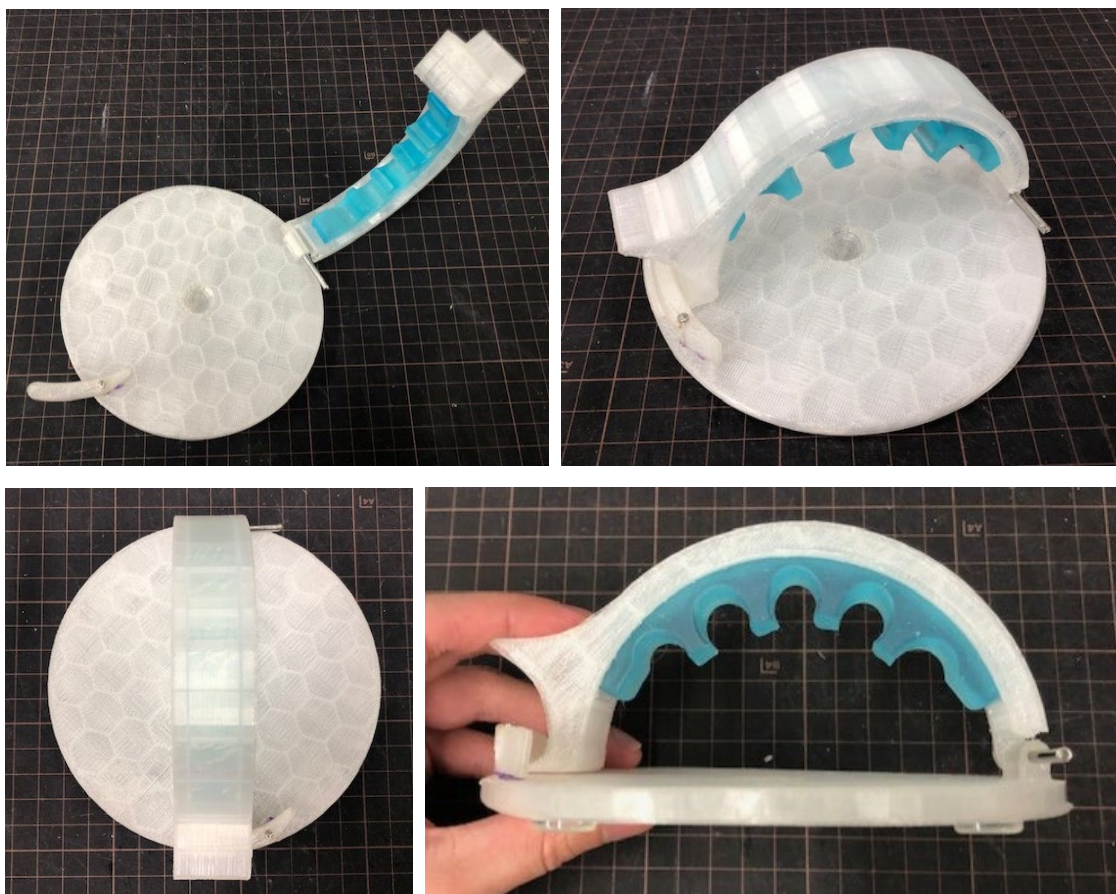


図 3-27 ヘタ取り補助具改良 2 回目

①-3 ヘタ取り補助具改良 3 回目(図 3-28)

可動式のアームと本体との固定機能を、ヒンジ部分の強度を高めることで向上させた。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。シリコン素材の部品は、制作した型に食品用のシリコンを流し込んで成形した(図 3-29)。型は、ダヴィンチ mini Maker で PLA フィラメントを使用して制作した。積層ピッチは 0.2mm、内部補充率は 50%でプリントした。このことにより、片手で半分にした玉ねぎを固定することができるようになった。しかし、制作したシリコン素材の部品が硬く、改良が必要であった。また、シリコン素材の部品の成形時に気泡が混入したため、気泡部分に穴が開いた。

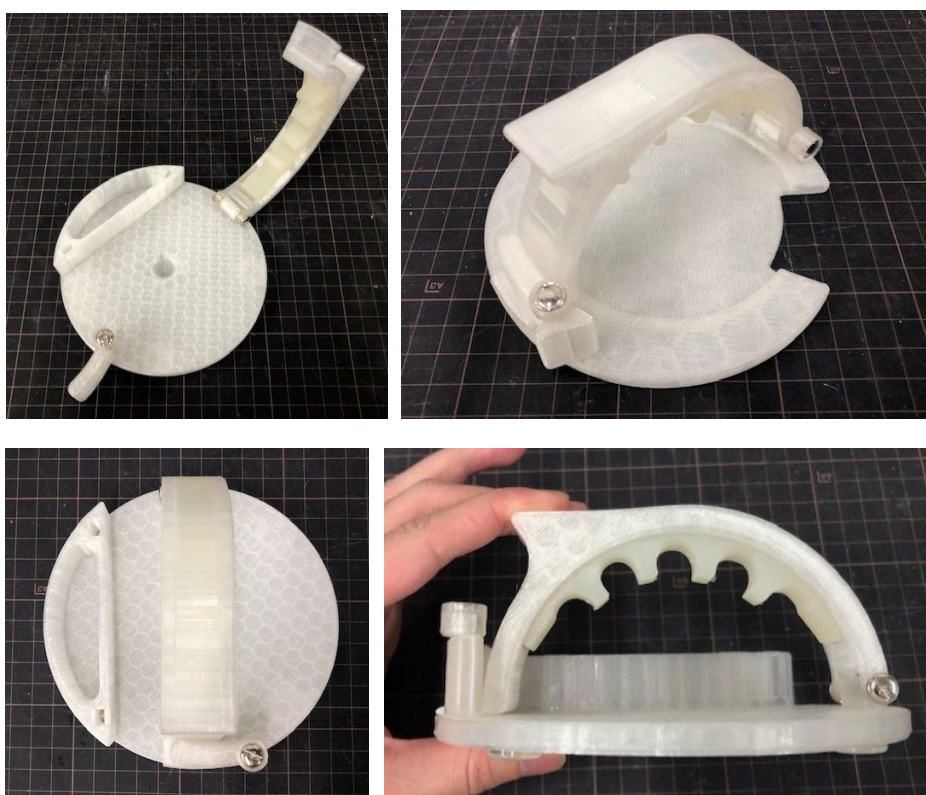


図 3-28 ヘタ取り補助具改良 3 回目



図 3-29 制作したシリコン素材部品と型

①-4 ヘタ取り補助具改良 4 回目(図 3-30)

可動式アームのヒンジ部分や可動式のアームと本体の固定部分、本体部分、シリコン素材部品を改良した。PLA フィラメントを使用し、ダヴィンチ mini Maker で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5% でプリントした。シリコン素材の部品は、制作した型に食品用のシリコンを流し込んで成形した。型は、ダヴィンチ mini Maker で PLA フィラメントを使用して制作した。積層ピッチは 0.2mm、内部補充率は 50% でプリントした。

この改良によって片手で半分にした玉ねぎを固定してヘタを落とせるようになった。半分にした玉ねぎの高さの寸法は多少変化してしまうため、高さの調整台も制作した(図 3-31)。シリコン素材は、柔らかい食品用シリコンを使用してヘタ取り補助具改良 3 回目よりも柔らかく改良した(図 3-32)。また、簡易的な真空装置(図 3-33)を制作し、あらかじめシリコン材の気泡を抜くことでシリコン部品の気泡混入を改善した。

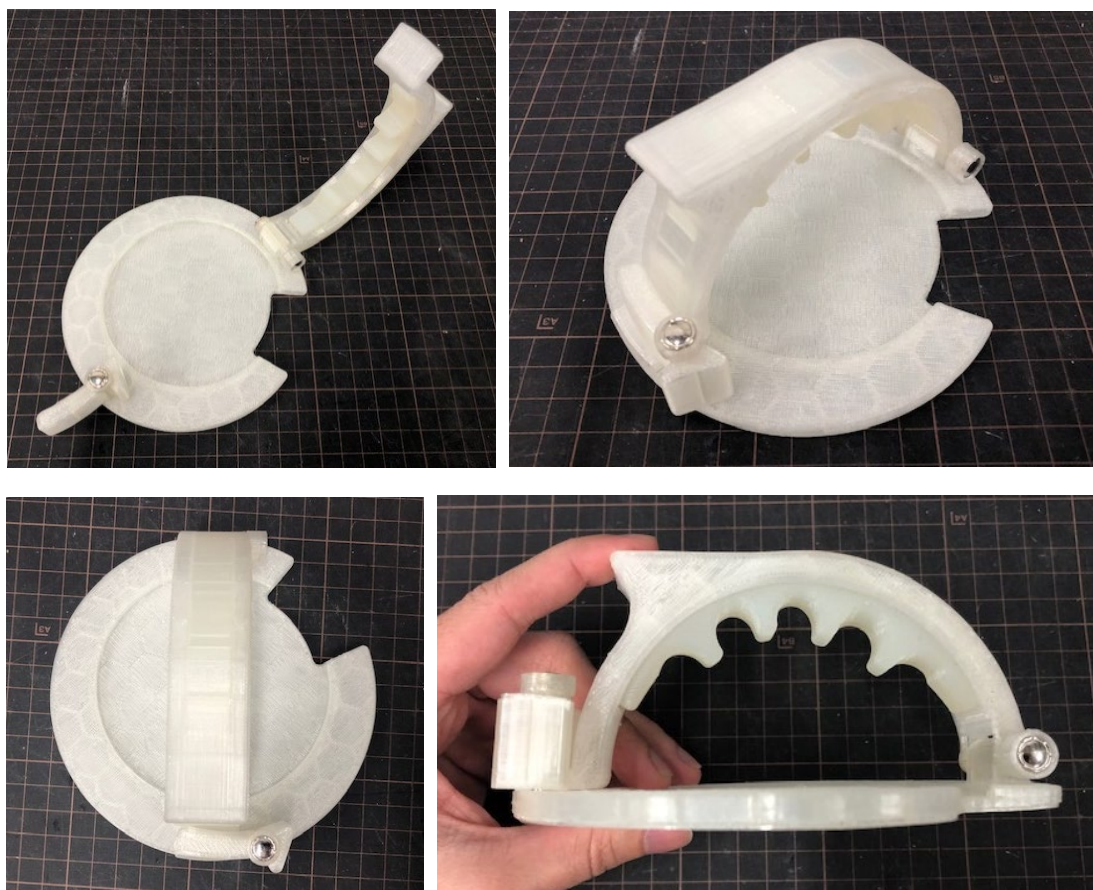


図 3-30 ヘタ取り補助具改良 4 回目

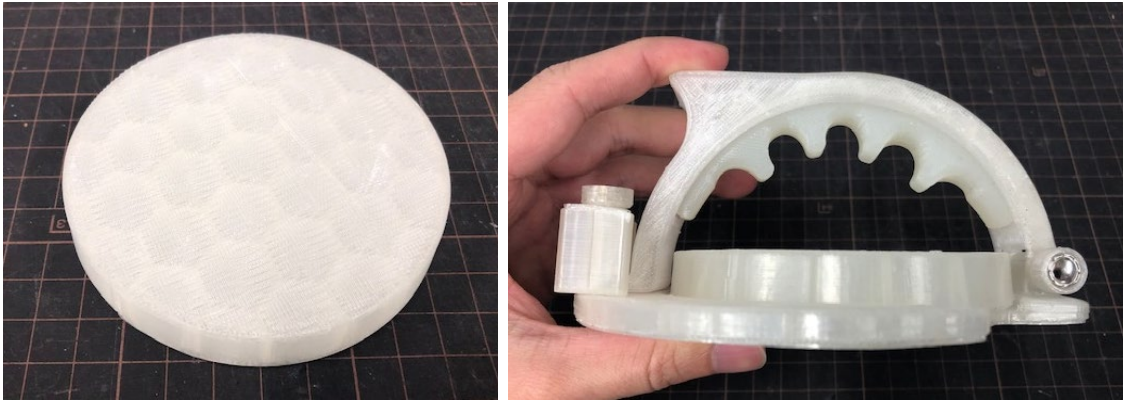


図 3-31 高さの調節台部品

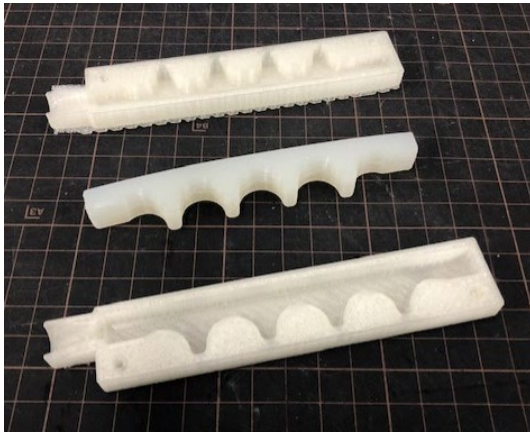


図 3-32 改善したシリコン素材部品と型



図 3-33 簡易真空装置図

3-3 実験2

3-3-1 実験の目的

a 案を基に改良した①案と、a 案の改良 4 回目を基に改良した②案、②案より溝を多く持つ③案の計 3 案を複数の被験者で比較し、玉ねぎの調理がしやすい内側の形状や機能的かつ美しい外観を伴う形状を検討する。

3-3-2 実験用モデルの特徴と制作方法

①~③案の特徴と制作方法を以下に示す。包丁は予備実験および実験 1 で使用した a 案の包丁を使用した。

●①案(図 3-34) * 図 3-35 に上面と側面、図 3-36 に断面と寸法を示す。

<特徴>

器状のまな板の中で切ることができる。内部の丸みを a 案より増やした。そうすることによって a 案よりも切る動作の自由度が高く、包丁が刺さりにくいと考えた。外観はくびれと底部に広がりを持たせ、安定感としなやかさを出した。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用して MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5%でプリントした。



図 3-34 ①案とプリント物

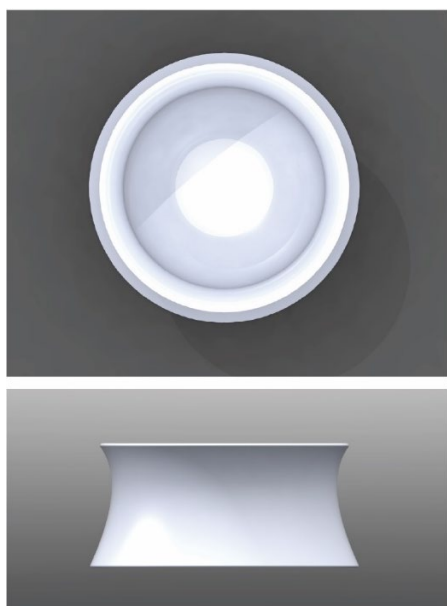


図 3-35 ①案の上面と側面

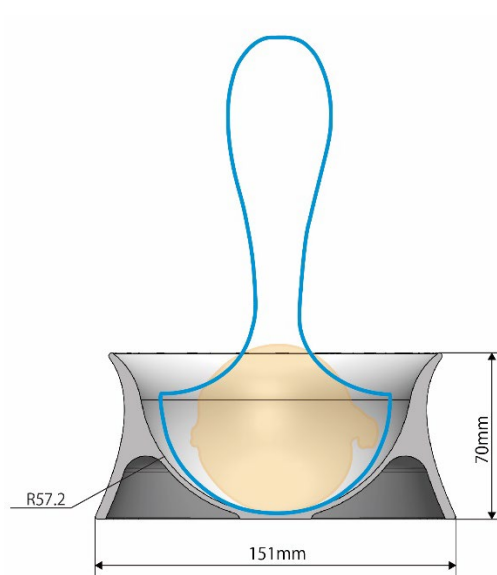


図 3-36 ①案の断面と寸法

●②案（図 3-37） * 図 3-38 に上面と側面、図 3-39 に断面と寸法を示す。

<特徴>

器状のまな板の中で切ることができる。内部に十字の溝を設けることで、a 案より玉ねぎの固定がしやすいと考えた。外観は膨らませてかわいらしさを出した。a 案の改良 4 を基に考案した。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用して MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5%でプリントした。

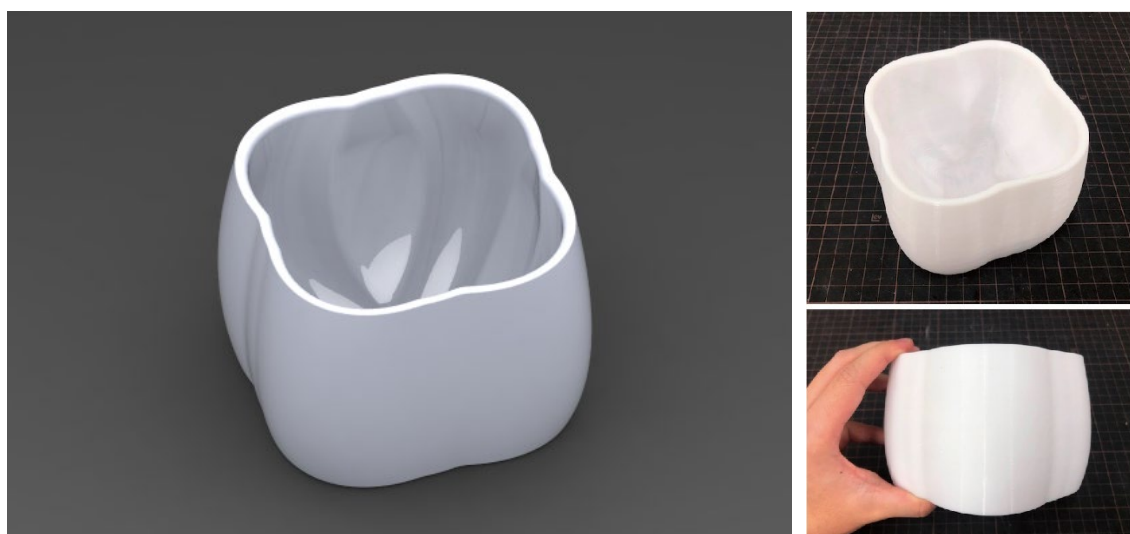


図 3-37 ②案とプリント物



図 3-38 ②案の上面と側面

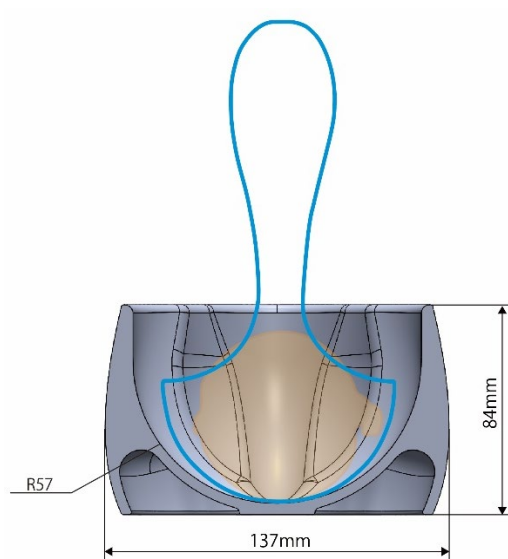


図 3-39 ②案の断面と寸法

●③案 (図 3-40) *図 3-41 に上面と側面、図 3-42 に断面と寸法を示す。

<特徴>

器状のまな板の中で切ることができる。内部に 8 つの溝を設けることで、a 案より玉ねぎの固定がしやすいと考えた。外観は膨らませてかわいらしさを出した。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用して MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.3mm、内部補充率は 5% でプリントした。



図 3-40 ③案とプリント物

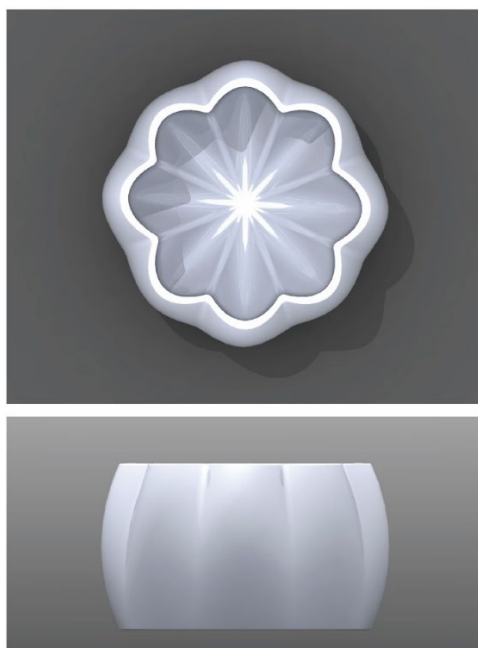


図 3-41 ③案の上面と側面

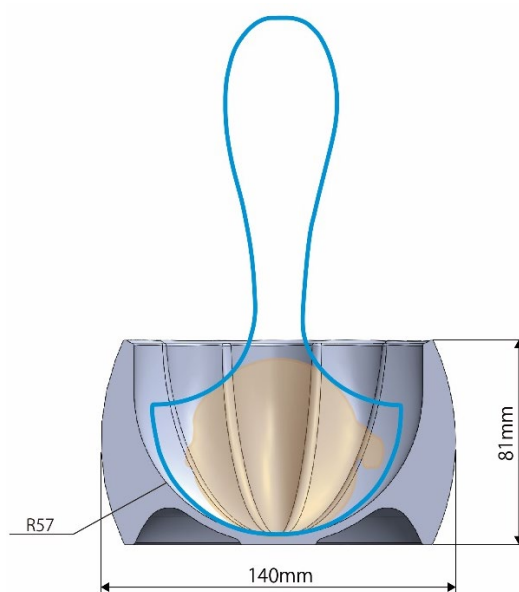


図 3-42 ③案の断面と寸法

3-3-3 実験方法

①~③案について、比較評価を行った。被験者は男子学生 3 名、女子学生 5 名の計 8 名であった。実験は静岡文化芸術大学内にある、UD ラボのキッチンを使用した。玉ねぎは前回実験の横幅 70mm~80mm から変更し、横幅 60mm~70mm を使用した。前回の玉ねぎでは切りやすさや容量に問題があったため、サイズを小さく変更した。調理器具の下にはあらかじめ市販のすべり止めシートを敷いた。まず、被験者に①~③案にあらかじめ触れてもらい、形状の違いや、使用方法の違いを確認した。次に、作業動作として調理器具に設置した玉ねぎを繊維に沿って 1/4 に切らせた後、皮を剥かせた。皮を剥かせた後、玉ねぎのヘタは筆者が処理した。その後、みじん切りを 3 分間行わせた。そして、みじん切りした玉ねぎをフライパンに移動した後、使用した調理器具を洗浄させた(図 3-43)。作業動作は、すべて利き手のみで行わせた。その後、評価を数値化するために評定尺度法を用いた質問と順位法を用いた質問に記入させた。また、実験の最後に数値では測れない評価も得るためにインタビューを行った。記録はビデオ撮影で行い、被験者の動作の記録や発言の記録に使用した。

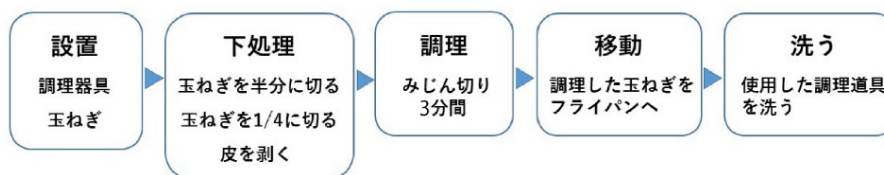


図 3-43 実験の作業動作と流れ

3-3-4 評価方法

評価方法は、評定尺度法、順位法、インタビューを用いた。評定尺度法では左右に両極となる言葉を配置した 100mm のアナログスケールを使用した。被験者はその原案に対しての主観を矢印で示す。「切りやすい-切りにくい」「固定しやすい-固定しにくい」「調理物がこぼれやすい-調理物がこぼれにくい」「調理したものを移しやすい-調理したものを移しにくい」「洗しやすい-洗にくい」「好き-嫌い」の 6 種類の尺度を使用し、各項目を 0 から 100 の値に数値化した。いずれの測定項目においても、比較案の条件間の差について検定するために、一元配置の分散分析の後、多重比較を行った。有意水準は 5% とした。順位法は、総合的に「良い」と感じたものから順位付けを被験者に求めた。1 位：3 点、2 位：2 点、3 位：1 点で集計した。インタビューは、実験で使用した原案の良い点、悪い点、改良アイデアを被験者に求めた。

3-3-5 結果・考察

評定尺度法の結果について検定を実施したが、分散分析でどの項目においても有意な差が認められなかった(図 3-44～図 3-49)。よって多重比較は実施しなかった。条件間であまり差が無く、個々のばらつきが大きかったと推測される。順位法では 17 点で②案が 1 位であった。次に 16 点で①案が 2 位、9 点で③案が 3 位であった(図 3-50)。インタビューでは、①案と②案に良い傾向があった。重複した意見を以下に記載する(表 3-2)。①案の良い点は、自由度が高く広い範囲で切れる、みじん切りしやすい、内側の凹凸がないため汚れにくく洗しやすいという意見であった。一方悪い点は、半分に切る際に固定が甘く滑る、切りづらい、外形が丸いため洗う際に回るといった意見だった。②案の良い点は、溝により玉ねぎが固定できるため半分に切りやすかった、外側が四角く固定できるため洗いやすかった、溝が広いいため切りやすかったという意見だった。一方悪い点として、切る際に溝に対して刃の向きを変えるのが面倒、まな板に刃が刺さるのが怖いという意見だった。③案の良い点は、溝により玉ねぎの固定がしやすいという意見であった。一方悪い点として、溝が多い、まな板に刃が刺さる、洗いづらいという意見であった。総合的にみれば、シンプルな内部と外観を求められているようである。機能としては切りやすさと切る動作の自由度が好まれた。また、外形は四角い形状が洗しやすいという理由で好まれた。シンクの側面や底面に当てて器具を固定できるからである。洗浄後の底面の水はけを求める意見があり、衛生面を配慮した改良が必要であることが分かった。

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

切りやすさ

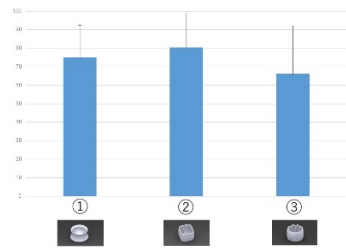


図 3-44 切りやすい-切りにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

固定しやすさ

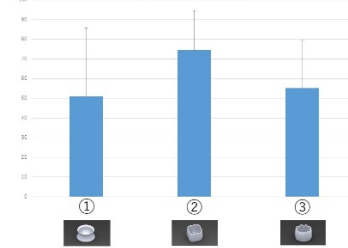


図 3-45 固定しやすい-固定しにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

こぼれにくさ

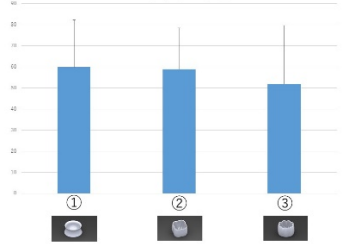


図 3-46 こぼれやすい-こぼれにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

移しやすさ

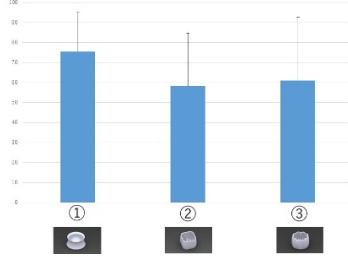


図 3-47 移しやすい-移しにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

洗いやすさ

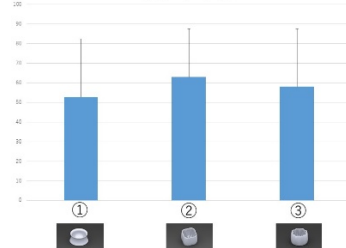


図 3-48 洗いやすい-洗いにくい

設置▶下処理▶調理▶移動▶洗う

好き嫌い

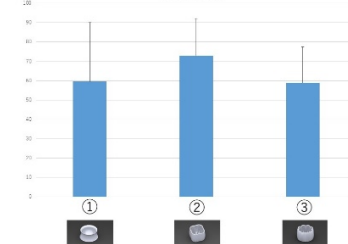


図 3-49 好き-嫌い

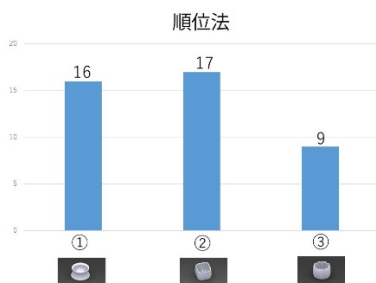





図 3-50 順位法結果

表 3-2 インタビュー結果

	良い点	悪い点
① 	自由度が高く、広範囲で切れる みじん切りしやすい 内側に溝がないため汚れにくい 内側に溝がないため洗しやすい	半分に切るときに玉ねぎが滑る 切りづらい 外形が丸いため、洗づらい
② 	溝で玉ねぎが固定しやすい 溝が広いため、③より切りやすい 外側が四角いため洗しやすい	切る際に刃の向きを変えるのが面倒 刃がまな板に刺さるのが怖い
③ 	溝で玉ねぎが固定しやすい	溝が多い まな板に刃が刺さる 洗づらい

3-3-6 改良②

実験 2 で一番良い評価であった②案とヘタ取り補助具を改良した。②案では、内部形状の改良や、外形を四角い形状へ改良した。ヘタ取り補助具では、外観の改良とヒンジ部分の強度を高めた。また、ヘタ取り補助具では黒色の PLA フィラメントを使用して、色合いや質感を確かめた。

②-1 ②案の改良 1 回目(図 3-51)

この試作では内部形状の把握を行った。②案の内部形状を整え、容量を大きくした。PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。

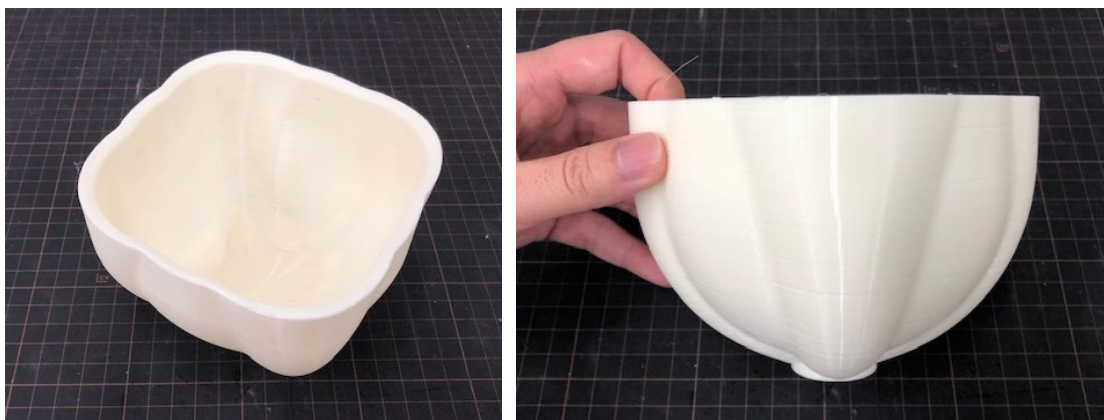


図 3-51 ②案の改良 1 回目

②-2 ②案の改良 2 回目(図 3-52)

この試作では②の改良 1 回目より容量を小さくし、外形を検討した。外形は四角くくし、外側に膨らませた形状にした。PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。



図 3-52 ②案の改良 2 回目

②-3 ②案の改良 3 回目(図 3-53)

この試作では内部形状の改良と外形を検討した。②案の改良 2 回目の内部形状を整えた。また、外形は内側にくぼみをつけた。さらに取っ手を付けて持ちやすさの検討をした。PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 5%でプリントした。



図 3-53 ②案の改良 3 回目

②-4 ②案の改良 4 回目(図 3-54)

この試作では外形を整えた。外形は四角を基調としたシンプルな形状にまとめた。取っ手は無くした。PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.2mm、内部補充率 20%でプリントした。結果、底面部の R で造形不良が発生し、やや表面が荒れた。



図 3-54 ②案の改良 4 回目

①-5 ヘタ取り補助具改良 5 回目(図 3-55)

外観とヒンジ部分の強度を改良した。黒色の PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 10%でプリントした。シリコン素材の部品は、ヘタ取り補助具改良 4 回目から流用した。本体中心にある円形の板は取り外すことができる。





図 3-55 ヘタ取り補助具改良 5 回目

3-4 実験 3

3-4-1 実験の目的

実際に片手が不自由な人に②案の改良 4 回目の改良品とヘタ落とし補助具改良 5 回目を改良したものを使用してもらい、意見を聴取する。また、普段の調理環境や動作、色などの個人的な嗜好も聴取する。

3-4-2 実験用モデルの特徴と制作方法

②案の改良 4 回目と専用の包丁を改良した。また、ヘタ取り補助具改良 5 回目も改良した。特徴と制作方法を以下に示す。

●器状のまな板 *図 3-56 に外観とプリント物、図 3-57 に上面と側面、断面と寸法を示す。

<特徴>

器状のまな板の中で切ることができる。また、十字に溝があり、玉ねぎを固定できる。側面は洗いやすさ、持ちやすさを考慮して四角を特徴とした形状にした。②案の改良 4 回目を改良したものである。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用して MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.2mm でプリントした。また、内側と外側の板厚を 4mm で設定し、内部補充率は 25%とした。プリント後、内側を TuneD3 BASIC(Mipox 社)の粗研磨用フィルム 2 種類と、仕上げ研磨用フィルムで研磨した。

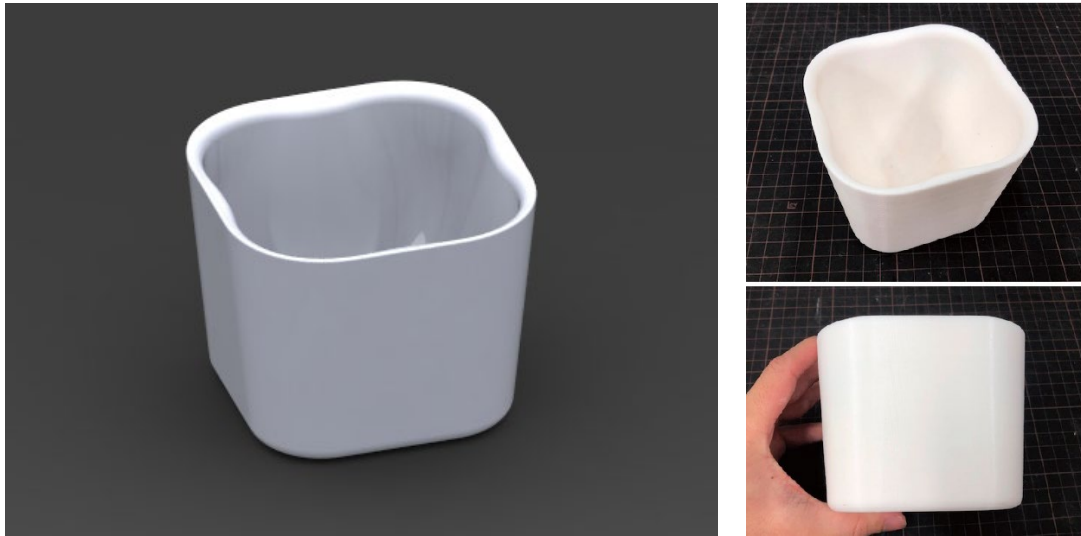


図 3-56 器状のまな板とプリント物

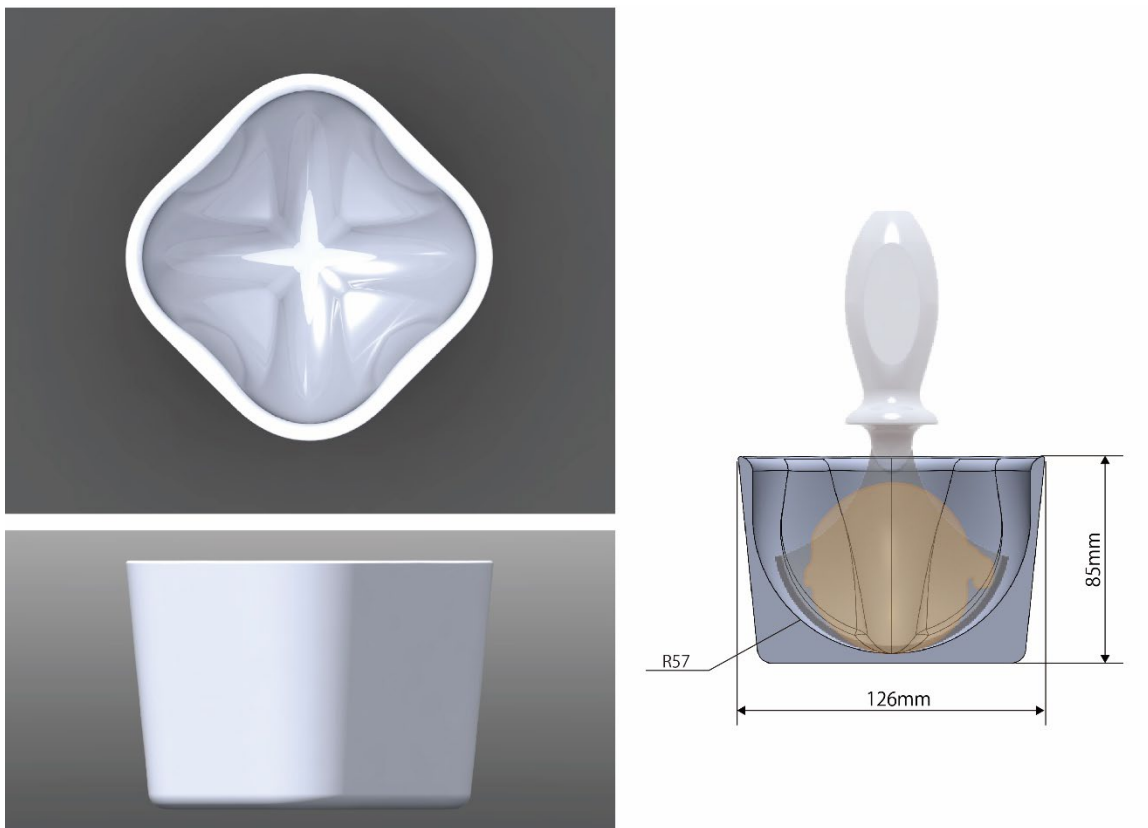


図 3-57 上面と側面、断面と寸法

●専用の包丁の刃 i、ii、iii 案と錨ありグリップ、錨なしグリップ

<特徴>

差し込み式で、グリップの穴に刃を奥まで差し込むことによって固定される(図 3-58)。差し込み部分に玉ねぎの切りくずや汁が入り込まないように、刃先から 75mm の位置からグリップの先端部分が来るようにした(図 3-59)。

グリップは錨ありグリップ、錨なしグリップの 2 種類を制作した(図 3-60)。グリップの側面や柄尻に親指、手のひらを乗せて握ることができる。また、錨ありのグリップでは、錨により下方向に手が滑らない。

刃は、刃の両端を使用して玉ねぎに切れ目を入れやすい形状や、玉ねぎが飛び散りにくい形状を比較するため、i、ii、iii 案の計 3 種類(図 3-61)制作した。刃の両端にある棘形状と棘の上部のくぼみの形状を異なるようにした。3 種類すべて全長 160mm で刃は R50、刃の先から両端の棘までが 40mm である。

<制作方法>

刃はバンドソーとベルトサンダー、棒やすりで成形後、ベルトサンダーで大まかに刃を付けた。刃は最終的に砥石を使用し、切れ味を上げた。グリップは PLA フィラメントを使用して MEGA-S で造形した。積層ピッチは 0.2mm でプリントした。



図 3-58 組み立てた専用の包丁

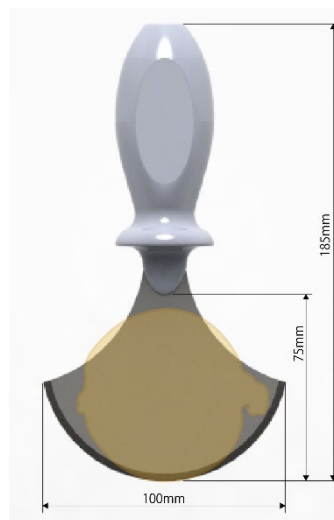


図 3-59 専用の包丁の寸法



図 3-60 写真右：鍔ありグリップ、写真左：鍔なしグリップ



図 3-61 写真左：i 案、写真中央: ii 案、写真右: iii 案

●へタ取り補助具改良 6 回目(図 3-62)

<特徴>

半分にした玉ねぎのへタを片手で切り取ることができる。本体に置いた半分にした玉ねぎをシリコン部品が付いた可動式のアームで挟み、固定できる。可動式アームを閉じて半分にした玉ねぎを挟み、本体に備わるレバーをずらして可動式アームと本体を固定する。へタ取り補助具改良 5 回目の中心の板の面積を広く改良した。本体中心にある板は取り外すことができる。

<制作方法>

黒色の PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 15%でプリントした。シリコン素材の部品は、へタ落とし補助具改良 5 から流用した。市販のステンレス製のねじなどをヒンジ部に使い、組み立てた。

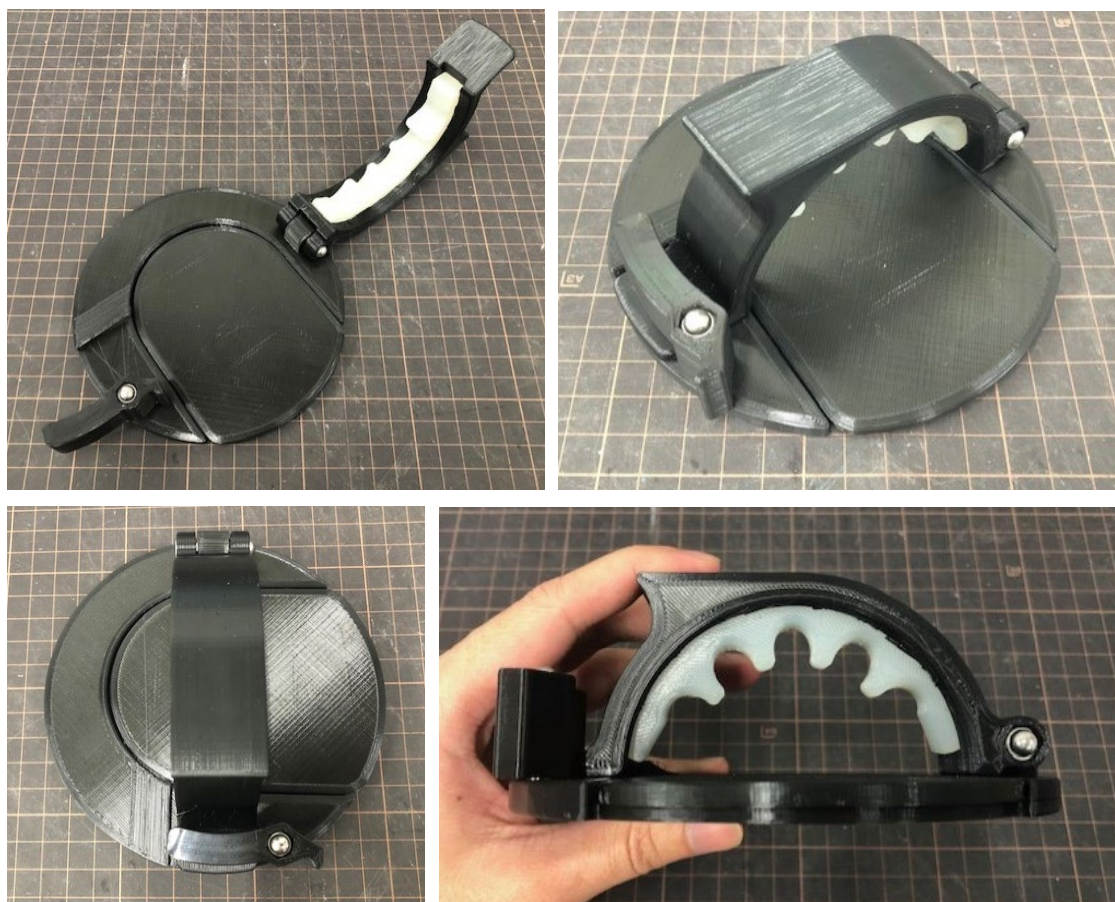


図 3-62 ヘタ取り補助具改良 6 回目

●ヘタ取り補助具改良 7 回目(図 3-63)

<特徴>

半分にした玉ねぎのヘタを片手で切り取ることができる。本体に置いた半分にした玉ねぎをシリコン部品が付いた可動式のアームで挟み、固定できる。可動式アームを閉じて半分にした玉ねぎを挟み、本体に備わるレバーをずらして可動式アームと本体を固定する。半分にした玉ねぎの高さの寸法は多少変化してしまうため、高さの調整台も制作した(図 3-64)。ヘタ取り補助具改良 6 回目の形状では中心にある板が右方向にずれてしまうため、中心にある板が落ちないように、中心にある板と本体の形状を改善した。

<制作方法>

PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.3mm、内部補充率 15% でプリントした。シリコン素材の部品、可動式のアーム部品、本体と可動式のアーム部品は、ヘタ取り補助具改良 5 回目から流用した。市販のステンレス製のねじなどをヒンジ部に使い、組み立てた。

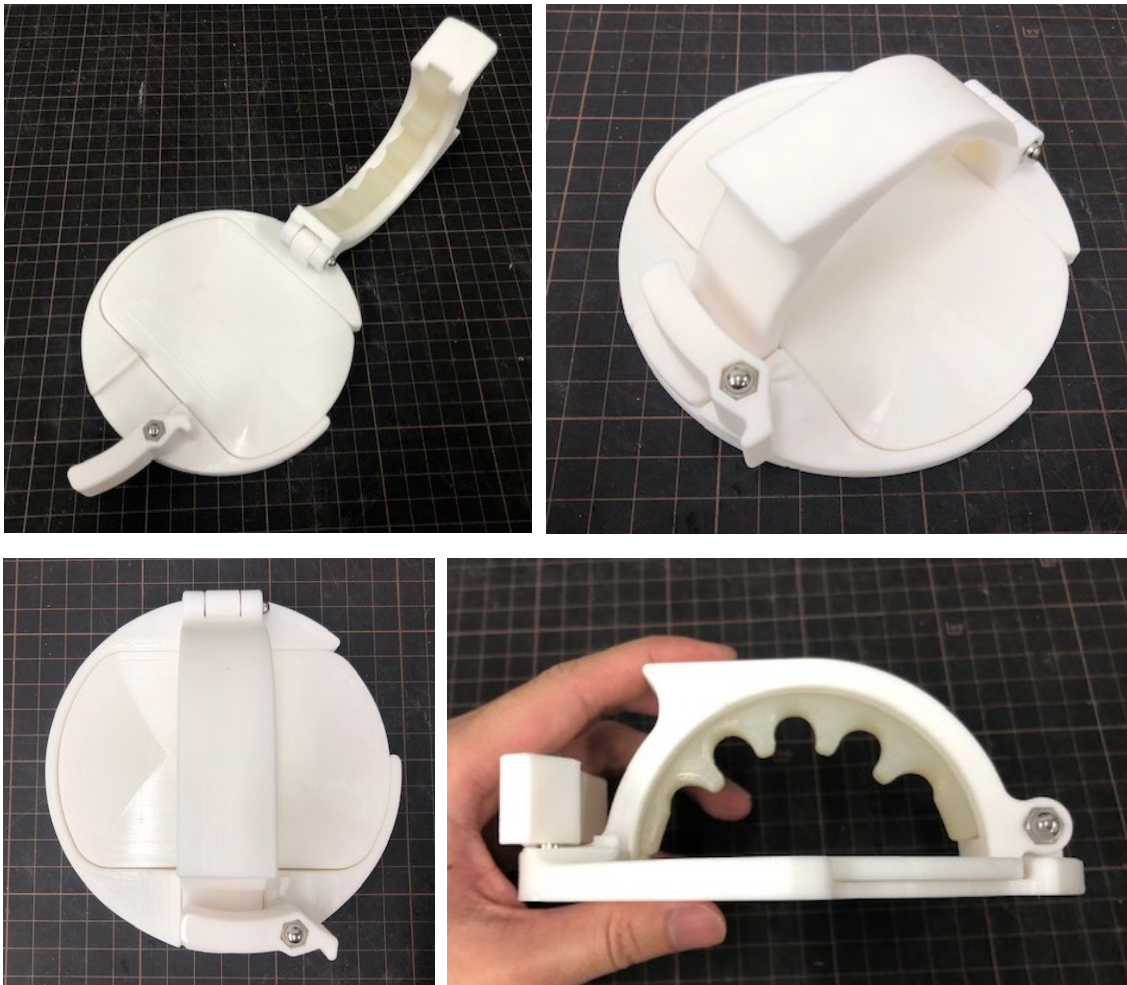


図 3-63 ヘタ落とし補助具改良 7 回目

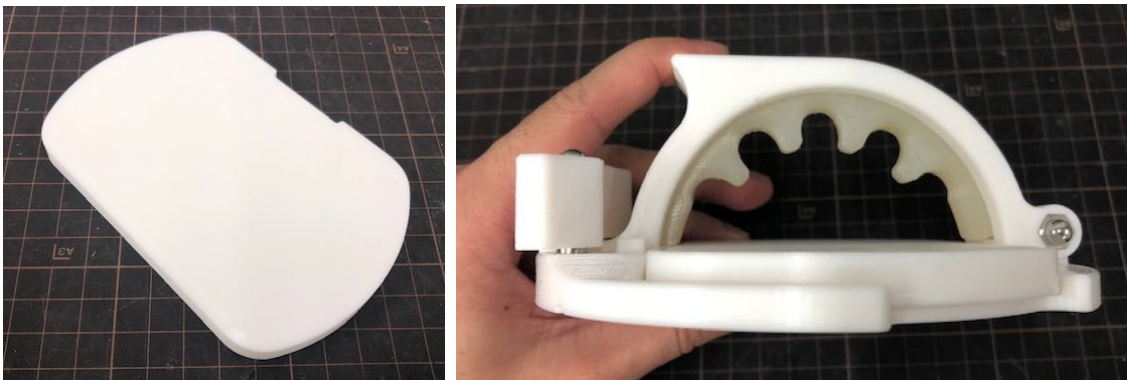


図 3-64 高さの調節台部品

3-4-3 実験方法

片手の不自由な N さん(女性：26 歳)に、器状まな板と専用の包丁、ヘタ取り補助具改良 6 回目、ヘタ取り補助具改良 7 回目を使用してもらい、インタビューを実施した。静岡文化芸術大学内にある UD ラボで実験を行った。調理器具の下にはあらかじめ市販のすべり止めシートを敷いた。横幅 60~70mm の玉ねぎを繊維に沿って 1/4 に切らせた後、皮を剥かせた。ヘタは、ヘタ取り補助具 6 回目、ヘタ取り補助具 7 回目を使用して取り除いた。その後、みじん切りを行わせた。そして、みじん切りした玉ねぎをフライパンに移動した後、使用した調理器具を洗浄させた。また、類する形状を持つ食材の調理も可能であるか確かめるため、器状のまな板に入る大きさのトマト、ピーマン、パプリカ、しょうが、エリンギ、リンゴ、ニンジン、ナスといった球形状・円錐形状の野菜も切らせた。黒色のヘタ落とし補助具も用意し、色の好みも聴取した。作業中および作業終了後に試作品良し悪しや要望、改善のアイデアを聞いた。また、普段の生活の調理環境・作業動作を聞いた。記録はビデオ撮影で行い、被験者の動作の記録や発言の記録に使用した。

3-4-4 結果・考察

N さんは普段の生活で調理を行う際、切ったものを一度ボウルにまとめている。また、細かく切る調理をする際、調理物が散らかってしまうため一度包丁を置いてかき集めてから再度切るという動作を繰り返していると述べていた。

器状のまな板はそれらの動作を簡略化できるため好評であった。しかし調理時、器状のまな板に包丁が刺さる場面がみられた。内部の溝は切る動作範囲を確保した大きさだが、切る動作を続けていくうちに切る目標が逸れてまな板の内部に刃が刺さると述べた。また、みじん切りした玉ねぎをフライパンに移す際、器状のまな板の内部に付着した玉ねぎをスプーンですくってフライパンに移す工夫がみられた。容量がより多いほうが良いという意見や本体底面に滑り止めがあるほうが良いという意見もみられた。

器状のまな板では玉ねぎ以外の野菜も調理することが可能であった。ピーマン、パプリカ、エリンギ、トマト、リンゴを一口大に切ることができた。しかし、リンゴは内部にある芯を排除できなかった。しょうがは皮の処理が別途必要であるが、細かく切ることができた。より時間をかければペースト状に調理することも可能である。ニンジンは器に入るように調理できていれば 1.5 センチほどのブロックに切ることができ、カレーなどの料理に使用できそうだ。

専用の包丁について、刃の形状は i 案が選ばれた。理由は、棘を使用して玉ねぎに切れ目が入れやすく、N さんの調理動作ではあまり内容物がこぼれなかったためである。刃に調理物が付かないように穴をあけたいという要望もあった。グリップは錨ありが選ばれた。理由は下方方向に滑って棘で手を怪我しそうという意見であった。また、グリップの持ちやすさにも不満は無かった。専用の包丁は収納時にスタンドやケースがあれば自宅の調理場にあっても問題ないという意見であった。

ヘタ取り補助具では、半分にした玉ねぎのヘタ取り、ニンジンのヘタ取り・分割、ナスの分割をすることができた。しかし、ヘタ取り補助具は、部品点数の多さや使用時の煩わしさ、ヒンジ部などの細かな隙間にカビが生えて不衛生になりそうだという意見がみられ、不評であった。

ヘタ取り補助具が不評であったことから、器状のまな板と専用の包丁の二点でヘタの処理を含めた一連の調理作業が行える必要があると考えた。また、色に関して黒色のヘタ取り補助具 6 回目と白色のヘタ取り補助具 7 回目を比較したところ、黒が好まれた。また、一番好ましい色は黄緑色だった。個人の嗜好に合わせて材料の色を変えられるとより好まれる自助具になると思われる。

3-4-5 改良③

<目的>

- ・器状まな板と専用の包丁の 2 点で半分にした玉ねぎの下手が切り取れるようにする。

実験 3 の結果を基に器状まな板の改良を行った。また、やや面の割れがみられたグリップの 3D データを改良し、面の割れを改善した。その後、0.2mm のピッチでプリントし、現物で外観の改善を確認した。玉ねぎのヘタを器状のまな板の中で切るため、再度以前の実験で使用した試作品を使って検証した。実験 2 で使用した①案では玉ねぎのヘタを切ることが可能であったことから四角い外形を維持しながら①案の内部形状を流用し、さらにその一番底部からくぼみを付けた(図 3-65)。結果、玉ねぎが転がらずに固定でき、器状のまな板の中で横幅 60~70mm の玉ねぎのヘタを切ることが可能になった(図 3-66、図 3-67)。また、専用の包丁が刺さりづらくなった。

色違いによる外観の様子を把握するために黒色の PLA フィラメントを使用して制作した。積層ピッチは 0.2mm である。板厚は 4mm の設定で、内部補充率を 20%とした。プリント後、内側を TuneD3 BASIC(Mipox 社)の粗研磨用フィルム 2 種類と、仕上げ研磨用フィルムで研磨した。

玉ねぎを調理後、器状のまな板を洗浄した。洗浄時、使用した洗剤が落ちにくく、何度も水で洗浄しなければならないという問題が発生した。その後、乾燥させた際、洗剤で洗浄したのにも関わらず玉ねぎの匂いが残留していた。さらに、研磨した場所の外観が悪いことが確認できた(図 3-68)。洗剤が落ちにくく、玉ねぎの匂いが残留する理由として、研磨しきれなかった積層部分にそれらがしみ込んでいると推測した。したがって、内部の積層を無くす表面処理が必要である。また、黒のフィラメントには研磨剤を使用するのは外観上適さないようである。

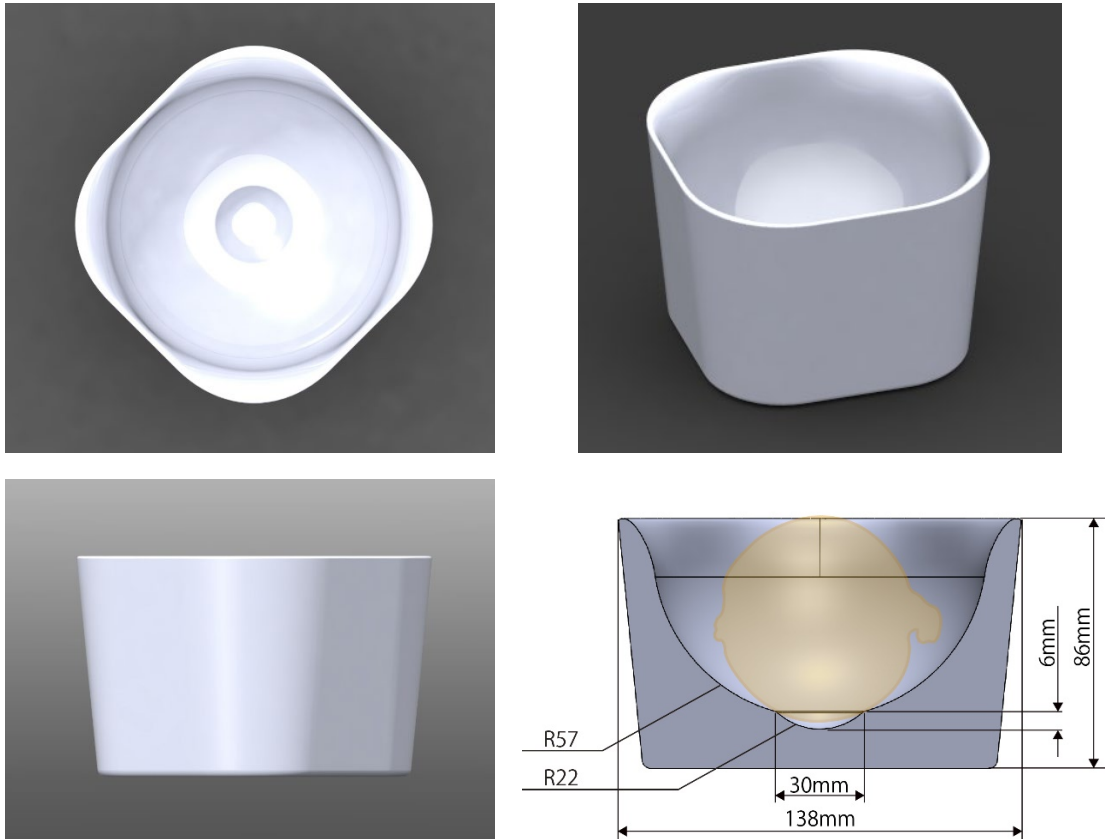


図 3-65 器状まな板の改良品



図 3-66 玉ねぎのお尻のへタの処理



図 3-67 玉ねぎの頭のヘタの処理



図 3-68 研磨により汚くなった表面

3-5 実験・改良まとめ

器状のまな板および専用の包丁は好評であった。器の中で調理を行うため、調理物を固定することができ、また調理物が散らかりづらい効果が大きいと認められた。みじん切りの作業時では、調理していて楽しいというポジティブな意見もみられた。

実験の結果、部品点数が少なく、シンプルな形状が好まれた。また、洗いやすさや水はけなどの衛生面を考慮した形状も望まれた。片手で調理や洗浄を行う時に、動作数の軽減や細かな作業を排除することが重要である。

器状のまな板は自由度の高い作業を行える形状にし、専用の包丁の刃が刺さって抜けにくいなどの片手で対処できなくなる致命的な失敗が起きないように考慮してデザインする必要がある。

試作品の制作では材料として PLA フィラメントを使用した。PLA フィラメントは洗浄しても洗剤や調理物の匂いが落ちにくいため、形状把握および機能試験として使用する際は良いが、器状のまな板の内部の積層の間に調理物の汁や洗剤が入り込むと予測され、衛生を

保つために積層をなくす作業が必要であると判断した。

実験 1~3 や試作と改良を繰り返す度に、機能および外観の向上が確認できた。改良 3 では、器状のまな板と専用の包丁計 2 点で玉ねぎのへタ取りを含めた玉ねぎの切る一連の調理が可能になった。

4 提案

4-1 提案物

4-1-1 提案物の概要

片手で玉ねぎの調理ができる自助具を提案する(図 4-1)。この自助具は、玉ねぎを半分にする切り出しや、4 分の 1 への切り出し、へタの処理、一口大の大きさへの切り出し、みじん切りといった玉ねぎの下処理から調理まで片手で行うことができる。さらにまな板が器状であるため、調理したものをそのまま持ち運ぶこともできる。74mm 以下の玉ねぎや類する食材の調理に使用できる(付録 7-1：提案物の検証結果に詳細を記載)。

依頼者は個人の好みに合わせて数種類の色のフィラメントの中から器状のまな板と包丁のグリップの色を選択してプリントできる(図 4-2)。実際に 3D プリンタでプリントしたものを図 4-3 に示す。



図 4-1 片手で玉ねぎが調理できる自助具



図 4-2 カラーバリエーション例

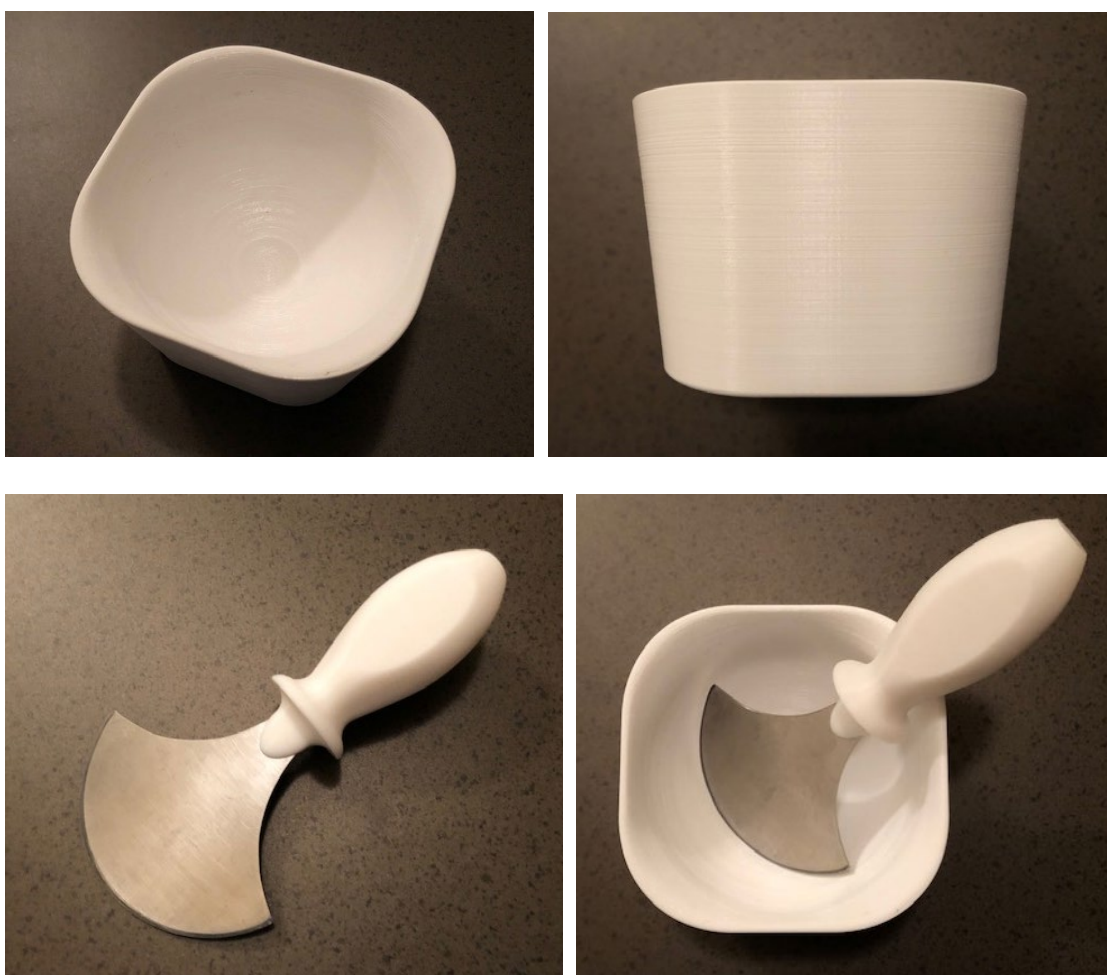


図 4-3 プリント物

4-1-2 特徴と制作方法

器状のまな板、専用の包丁の特徴と制作方法を以下に示す。

●器状のまな板 * 上面、側面、全体図、断面を示す。(図 4-4)

<特徴>

内側底面にあるくぼみで上から乗せた玉ねぎを固定できる。洗浄時は四角を特徴とした外形により、シンクの側面や底面に当てて固定できる。シンプルな外観になるようにデザインを考慮しながら、手が触れる箇所には丸みを持たせた。

3D プリンタでサポート材を使用しなくても造形できる設計にした。

<制作方法>

3D プリンタを使用して制作する。3D プリンタおよびフィラメントが食品衛生法に適したものを使用する。積層ピッチは 0.2mm 以下、内側と外側の板厚は 4mm、内部補充率は 10~20%でプリントする。内側表面には積層を除去する処理を施す。

本研究では、提案物のプリントに MEGA-S を使用した。フィラメントは、形状把握のための PLA と FDA(米国食品医薬局)の規制に準拠しているコポリエステル素材の NGEN(colorfabb 社)を使用した。NGEN フィラメントでのプリントでは、積層ピッチ 0.2mm、内部補充率 10%でプリントした。

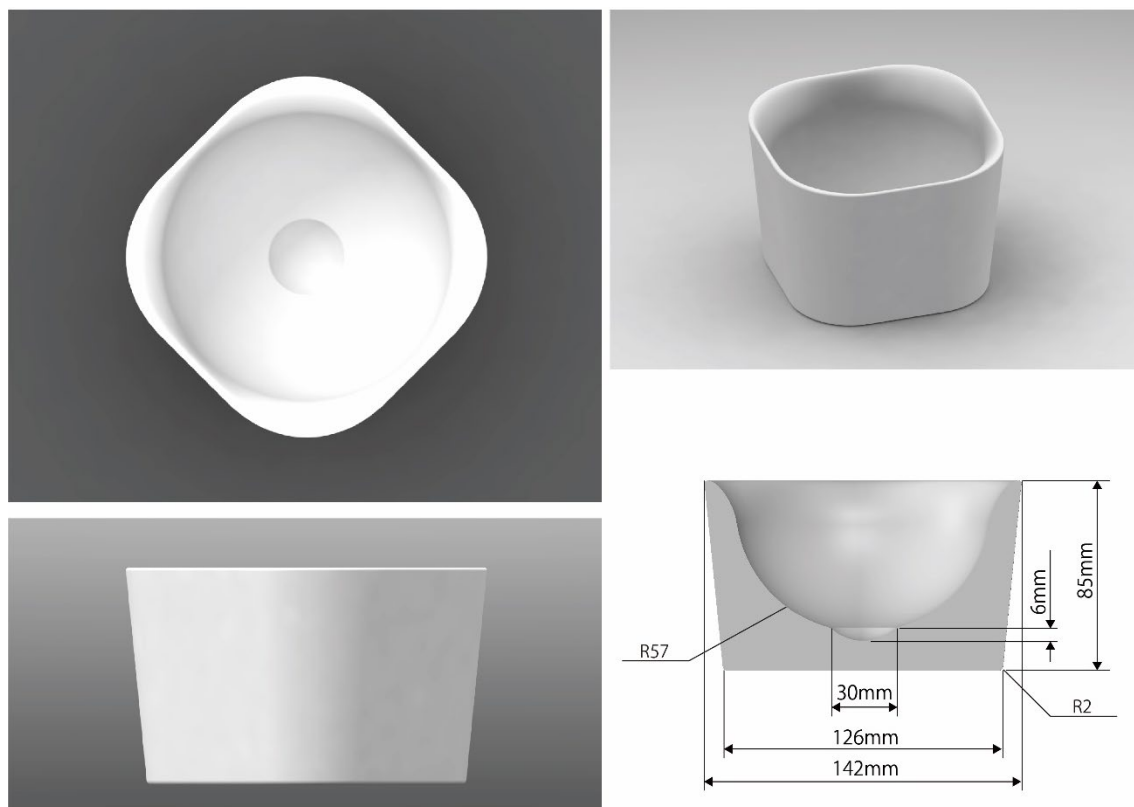


図 4-4 器状まな板の形状

●専用の包丁 * 上面、側面、全体図を示す。(図 4-5)

<特徴>

刃(図 4-6)の両端の切れ目を使用して玉ねぎに切れ目を切ることができる。外観はシンプルで滑らかな造形や、器型まな板とのバランスを意識した。

グリップの側面やグリップの柄尻の平面に親指や手のひらを乗せて、様々な方向から握ることができる。錨により下方向に手が滑らず、体重が乗せやすくなっている。さらに、3Dプリンタでサポート材を使用しなくてもプリントできる設計にした。

<制作方法>

1.グリップ

3D プリンタを使用して制作する。3D プリンタおよびフィラメントが食品衛生法に適したものを使用する。積層ピッチは 0.2mm 以下、内側と外側の板厚は 2mm、内部補充率は 10%でプリントする。プリント時にはより柄尻の平面が造形プレートに固定されるように、ブリムを付けてプリントする。

2.刃

厚さ 1mm のステンレス板を使用する。バンドソーで外形を大まかに成形し、ベルトサンダーや棒やすりを使用して形状を整える。刃はベルトサンダーで大まかに加工した後、砥石で仕上げる。金属用レーザーカッターの使用が可能であれば加工精度が高まる。

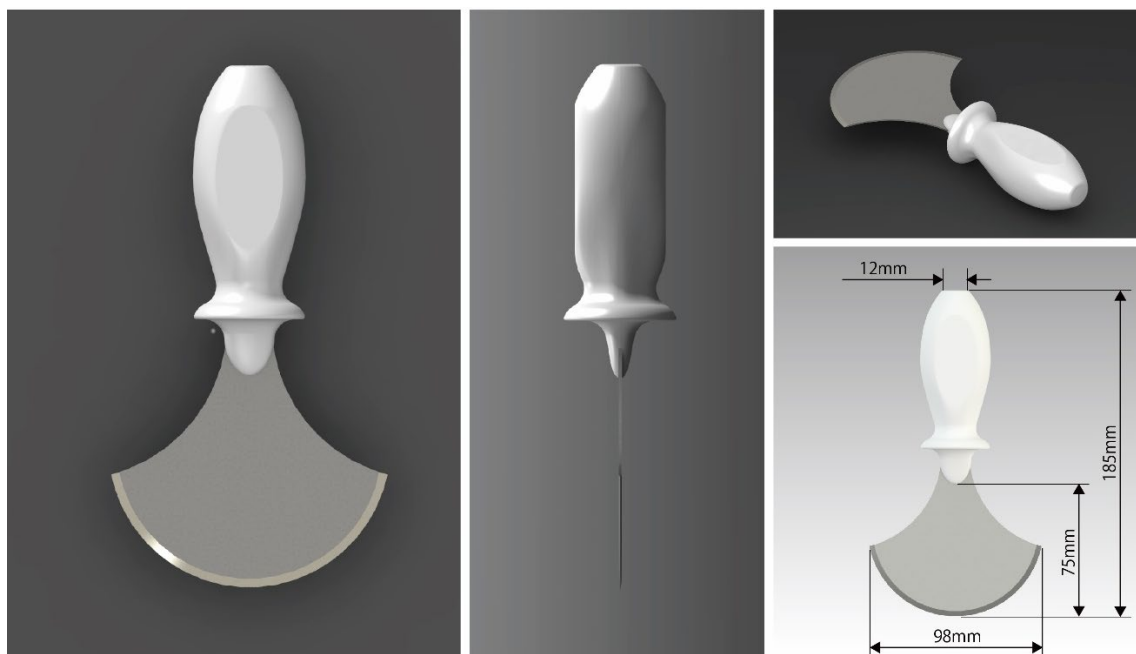


図 4-5 専用の包丁

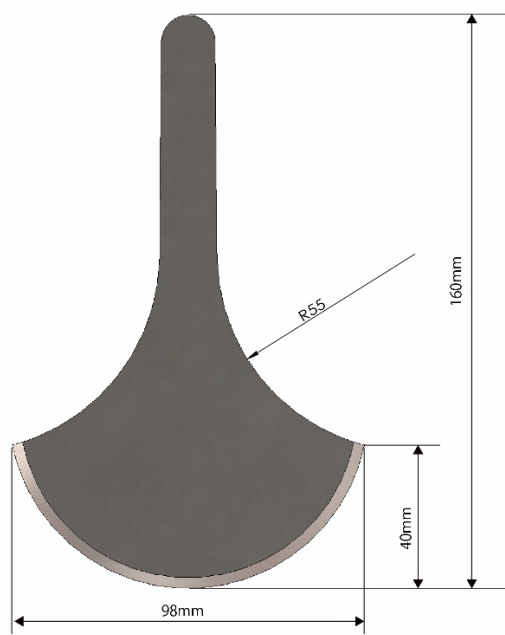


図 4-6 刃の形状

4-1-3 組み立て

専用の包丁は差し込み式である。グリップの先端から空く穴(図 4-7)に刃の部品を奥まで差し込み(図 4-8)、組み立てができる(図 4-9)。

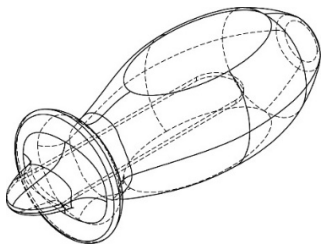


図 4-7 グリップの穴と内部形状

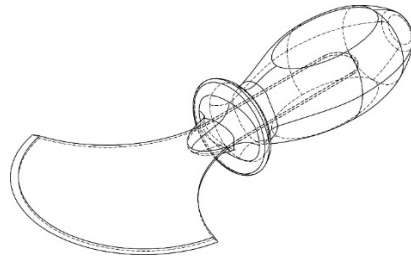


図 4-8 刃の部品を奥まで押し込んだ透視図

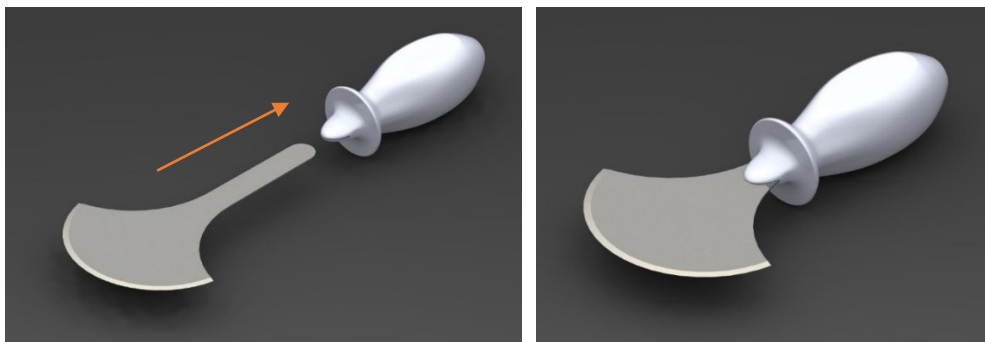


図 4-9 専用の包丁組み立て

4-1-4 使用方法

提案物を使用して玉ねぎを調理する方法を以下に示す。

<準備物>

提案物を使用する際、器状まな板の下に滑りを抑えられるシートを敷くことを推奨する(図4-10)。



図 4-10 提案物と滑り止め

<専用の包丁の握り方>

専用の包丁は様々な握り方ができる(図4-11)。②、③の持ち方では体の体重を乗せて切ることができる。



図 4-11 様々な包丁の持ち方

<使用方法>

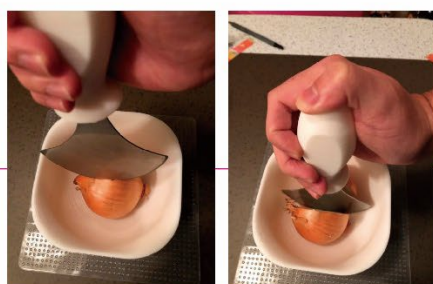
皮剥きやヘタ取りを含めた下処理、四分の一への調理や、みじん切りなどの切り方を以下に示す。

- ・下処理(図 4-12)：半分に切る、四分の一に切る、皮を剥く、ヘタを切り取る



1. 玉ねぎを置く

2. 玉ねぎの繊維に沿って切れ目を入れる



3. 切れ目から刃を入れて、下方向に力を入れる



4. 半分に切った玉ねぎ



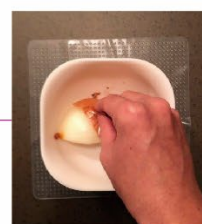
5. 半分にした玉ねぎを置く



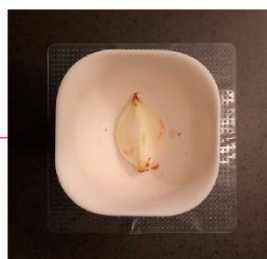
6. 半分にした玉ねぎを真ん中から切る



7. 四分の一に切れた玉ねぎ



8. 皮を剥く



9. 皮を剥いた玉ねぎを置く



10. ヘタを切り取る



11. ヘタが切り落とせた玉ねぎ

図 4-12 下処理の流れ

・調理：八分の一に切る(図 4-13)、十六分の一に切る(図 4-14)、みじん切り(図 4-15)



図 4-13 八分の一に切る様子



図 4-14 十六分の一に切る様子

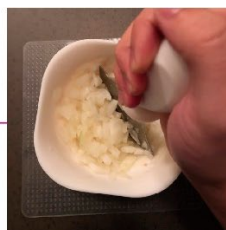


図 4-15 みじん切りの様子

<調理物の移動>

切った調理物をそのまま持ち運んで移動できる(図 4-16)。みじん切りなど、調理物が内側に残留する場合はスプーンを使用して移動できる(図 4-17)。



図 4-16 器状まな板から調理物を移す様子



図 4-17 スプーンを使用して調理物を移す様子

<洗浄>

外形が四角であるためシンクの壁に押し当てることで、本体を固定しながら洗うことができる(図 4-18、図 4-19)。



図 4-18 側面を押し当てて洗浄する様子



図 4-19 底面と側面を押し当てて洗浄する様子

4-2 流通方法の検討

この項では自助具制作のボランティアが存在しない地域でも個々に対応した自助具が手に入る方法を検討する。普及方法として、依頼者のもとに 3D プリンタを活用した自助具制作団体が出向き、ヒアリングを行いながら依頼者の要望に対応する出張型の自助具制作を構想した。以下に移動型の 3D プリンタを用いたものづくりの類似事例を示す。

事例 1: 「Kids fab caravan」³³⁾

hug japan 主催で行われた「Kids fab caravan」では、被災地のこどもたちへデジタル工作機器を使用したものづくりワークショップが行われた。デジタル工作機器を各地に持ち運び、EV 車の電力を用いてデジタル工作機器使用する「移動型のファブモノ作り」(図 4-20)である。カッティングマシーン、デジタルミシン、レーザーカッター、3D プリンタ(図 4-21)が使用された。被災地を中心に茨城、福島、宮城、岩手の 4 県計 8 か所で行われた。図

4-22 は 2013 年 11 月 9 日に福島県いわき市立小名浜東小学校で行われた実施風景である。



図 4-20 「移動型のファブモノ作り」概要図 (hug japan)



図 4-21 使用されたデジタル工作機器



図 4-22 いわき市立小名浜東小学校で行われた「Kids fab caravan」

(図 4-20~図 4-22 hugjapan HP より)³⁴⁾

事例 2: 新型の移動実験室「ファブラボ」を開発(トヨタ自動車)³⁵⁾

トヨタ自動車は、科学、技術、工学および数学のスキルを向上させる中高生を支援する目的で新型の移動実験室「ファブラボ」(図 4-23)を開発した。

トヨタのピックアップトラック「タンドラ」に牽引されたファブラボには、2D および 3D 用のレーザーカッター、3D プリンタ、プロトタイププロジェクト用の電子部品などのツールと技術が搭載されている。



図 4-23 移動実験室「ファブラボ」(Response HP より)³⁶⁾

これらの事例のように、EV 車やファブラボを牽引した車両を利用して各地に出張しながらデジタル工作機器を使用したものづくりをすることは可能である。事例を参考に、以下に構想を示す。

構想： 3D プリンタを搭載したキャンピングカーで出張制作

自助具制作のボランティアが存在しない地域に出張し、依頼者の要望に合わせて自助具を制作する。3D プリンタや 3D データを編集するコンピューターに電力を供給できるキャンピングカー(図 4-24)を用いて、移動手段および制作場所とする。主に、あらかじめ制作しておいた自助具の根幹となる 3D データを基に、現地で依頼者にヒアリングしながらその 3D データを改良することで、依頼者の要望に対応していく。そして 3D プリンタを用いて試作・制作を行う。依頼者は複数のフィラメントの中から好きな色を選択して造形できる。



図 4-24 キャンピングカーの 1 例「alcoba」(Toy-Factory HP より)³⁷⁾

4-3 提案の課題

本研究の実験および改良を基に、提案の実用化に向けての課題点を以下にまとめる。

●衛生面

3D プリンタ本体およびフィラメントの衛生課題である。食品を扱う器具の制作において、食品衛生法に適した制作が求められる。3D プリンタ本体では、滅菌やノズル部をステンレス製にするなどの衛生面の配慮が必要となる。フィラメントは食品衛生法に適応したものを使用する必要がある。本研究の調査では日本の食品衛生法に適応したフィラメントは発見できなかった。しかし、FDA(米国食品医薬局)に準拠したフィラメントは発見した。日本の食品衛生法に適応したフィラメントは将来的に登場すると予測される。

器状まな板の内側表面における調理物の匂いの残留および洗剤の残留は、原因が不確定であり、さらなる原因の究明が必要である。

●専用の包丁の刃

専用の包丁の刃の製造方法および性能に課題が残った。刃の性能が向上すると、より調理物が切りやすくなると推測する。

●3D プリンタの造形時間

造形物の大きさやスライスソフトの設定の仕方によって、プリントに多くの時間がかかるものもあった。例えば提案物の器状のまな板では、0.2mm の積層ピッチおよびプリント速度 50mm/s でプリントした。結果、完成までに 21 時間 31 分の時間を要した。長時間のプリントとなる場合もあるため、より短時間でのプリントが求められる。3D データの制作技術やスライスソフトの設定技術の向上、3D プリンタ本体の性能やスライスソフトの性能の向上により、プリント時間の短縮が可能であると予測される。

5 おわりに

本研究の提案物によって、従来の調理自助具のように鋭利な突起物に調理物を刺して固定する方法や、ばねなどの固定具を使用しない固定方法で横幅 74mm 以下の玉ねぎを調理することが可能となった。また、器状のまな板に入る食材であれば玉ねぎ以外の食材でも調理が可能であった。

しかし、提案物で対応できない大きさの玉ねぎの調理や、専用の包丁の収納については検討の余地があった。また、器状まな板のプリント時間や衛生面、器状まな板本体のすべり止め機能、専用の包丁の刃の性能・製造方法には課題が残る結果となった。

世の中には自助具として作られたが、現在では便利グッズとして販売されているものがある。玉子切り器や餃子作り器はその例である³⁸⁾。本研究の提案物は将来的に子供用の料理用品や、一人暮らしの方への便利用品としての応用、すなわちユニバーサルデザインの製品としても期待できるだろう。

中川(2018)は、『3D プリンタでは、データが用意できれば複雑な形状も比較的簡単に制作できるため、利用者の期待するデザインや「遊び心」のある物品の制作など、生活支援に活用できる物品制作の幅を広げることが期待される。』と述べている³⁹⁾。本研究の制作を通じて、そのことが確認できた。また、3D プリンタを用い短期間で幾度も試作・改良を重ね、実際に使用して検証することができた。よって、3D プリンタを用いた制作は自助具制作に有効であるといえる。3D プリンタがさらに普及および活用されると、一人ひとりに合わせた自助具制作や、ユニークさ・美しさをともなった自助具制作の可能性はより広がるだろう。

6 引用参考文献・画像

- 1)古賀唯夫、原武郎(1977)「自助具-機能障害と道具の世界-」医歯薬出版株式会社 p2
- 2)林正春(2018)「自助具総論」OT ジャーナル vol.52 No.1 p54
- 3)有限会社ウインド <<http://www.hashizokun.com/product.html>>(2019 年 1 月 6 日観覧)
- 4)日本経済新聞(2018) 1 月 24 日付夕刊「食事や着替え、「自助具」が相棒 要介護者の自立支援」
<<https://style.nikkei.com/article/DGXXKZO26066220U8A120C1KNT000>> (2019 年 7 月 31 日観覧)
- 5) 4)と同様
- 6) 1)と同様 (2019 年 9 月 18 日観覧)
- 7) 3)と同様
 - ・ 図 1-3 : <https://www.hashizokun.com/product/pr_hashizoII.html>(2019 年 9 月 18 日観覧)
 - ・ 図 1-4 : <https://www.hashizokun.com/product/pr_shokki.html>(2019 年 9 月 18 日観覧)
- 8)、9)京 自助具館 <<https://kyojijiyogukan.com/>>(2019 年 9 月 18 日観覧)
- 10)一般社団法人 日本作業療法士協会 作業療法士になるには
<http://www.jaot.or.jp/ot_work/place/place_015.html>(2019 年 9 月 18 日観覧)
- 11)
 - ①一般財団法人 保険福祉広報協会(2019) 「国際福祉機器展 H.C.R2019 福祉機器 選び方・使い方 副読本」 p67
 - ②特定非営利活動法人 自助具の部屋 パンフレット
- 12) 11)の①と同様
- 13)静岡市 自助具の展示と相談(リハ工房)< https://www.city.shizuoka.lg.jp/000_003459.html>(2019 年 9 月 13 日観覧)
- 14)加藤暢宏他(2010)「ラピッドプロトタイピングによる食事自助具の開発」日本機械学会 [No.10-52]
生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2010 講演論文集
- 15)ANYCUBIC
 - ・ 図 1-12 : <<https://www.anycubic.com/collections/huge-sale/products/anycubic-i3-mega-s>> (2019 年 1 月 6 日観覧)
 - ・ 図 1-15 : <<https://www.anycubic.com/collections/filaments/products/1-75mm-pla-3d-printer-filament>>(2019 年 1 月 6 日観覧)
- 16)一般社団法人 障害者・高齢者 3D プリンタファクトリー
<<https://sk3dpfactory.jimdofree.com/>>(2019 年 9 月 18 日観覧)
- 17)障害者・高齢者 3D プリンタファクトリーのグッズカタログ
 - ・ 図 1-16:< <https://sunsun3d.jimdofree.com/グッズ紹介/車椅子ノブ/>>(2019 年 9 月 13 日観覧)
 - ・ 図 1-17:< <https://sunsun3d.jimdofree.com/>>(2019 年 9 月 13 日観覧)
- 18)
 - ①FabLab Shinagawa <<https://fablab-shinagawa.org/>>(2019 年 9 月 18 日観覧)

- ②minne FABLAB SHINAGAWA <<https://minne.com/@fablabs>> (2019年9月18日観覧)
- ③田中浩也、林園子(2019)「はじめてでも簡単！3Dプリンタで自助具を作ろう」三輪書店
- 19) 18)の①と同様
- 20) 18)の②と同様
- ・図 1-20:<<https://minne.com/items/16200017>>(2019年9月18日観覧)
 - ・図 1-21:<<https://minne.com/items/15821759>>(2019年9月18日観覧)
- 21)、22)etac Etac Fix preparation board
<<https://www.etac.com/products/small-aids-for-daily-living/etac-fix-preparation-board/>>(2019年10月17日観覧)
- 23)、24)Rakuten アビリティーズ楽天市場店 まな板 ワンハンド調理板 2
<<https://item.rakuten.co.jp/abilities/1000328/>>(2019年10月17日観覧)
- 25) シルバー産業新聞(2012)4月10日付「「クックサポ」片手で使える 九セラ」
<<https://style.nikkei.com/article/DGZXKO26066220U8A120C1KNTP00>>(2019年10月18日観覧)
- 26)Rakuten オリオンマーケット 片手で使えるまな板ヘルパークックサポ 1 2 0
<<https://item.rakuten.co.jp/orion-i/10000076/>>(2019年10月17日観覧)
- 27)、28)京 自助具館 食材保持付き片手用まな板
<<https://kyojijyogukan.com/2018/07/22/012/>>(2019年10月17日観覧)
- 29) 1)と同様 p117
- 30)チャン マイリン、滝本成人(2017)「片麻痺者のための自助具包丁・まな板セットの研究」日本デザイン学会 第64回春季研究発表大会 日本デザイン学会研究発表大会要 p328,329
- 31)XYZPRINTING mini シリーズ
<<https://www.xyzprinting.com/ja-JP/product-level/EXPLORER/mini-series>>(2019年9月19日観覧)
- 32) 11)図 1-12 と同様
- 33)、34)hugujapan <<http://hugujapan.jp/>>(2019年12月24日観覧)
- 35)、36)Response(2017)9月29日付「移動実験室が学校にやって来る...トヨタ、米国の理系中高生を支援」<<https://response.jp/article/2017/09/29/300440.html>>(2019年12月24日観覧)
- 37)Toy-Factory alcoba<<https://toy-factory.jp/lineup/2016/01/alcoba.php>>(2019年12月24日観覧)
- 38)倉田誠(2019)「障害のアーケオロジー 自助具分析にもとづく障害研究の可能性」報告スライド 障害学会第16回京都大会<<https://gakujutsushukai.jp/jsds2019/Program>>(2019年1月6日観覧)
- 39)中川雅人他 (2018)「福祉用具制作における 3D プリンタ活用の可能性 -介護現場へのインタビュー調査から-」 中部学院大学・中部学院大学短期大学部 研究紀要第19号 p49-56

7 付録

7-1 提案物の検証

玉ねぎと固定が不安定な食材を用いて、提案物の検証を行った。玉ねぎの調理の様子は、4章の使用方法に示しているため、検証結果のみを記述する。

<検証方法>

提案物を使用して、玉ねぎや、固定が不安定な食材を調理する。

<使用物>

提案物、滑り止め効果のあるシリコン製のシート、サイズ違いの玉ねぎ3つ、トマト、リンゴ、レモン、ピーマン、椎茸を使用した(図 7-1)。使用した食材の寸法は図 7-2、図 7-3 に示す。



図 7-1 検証に使用した物品一覧

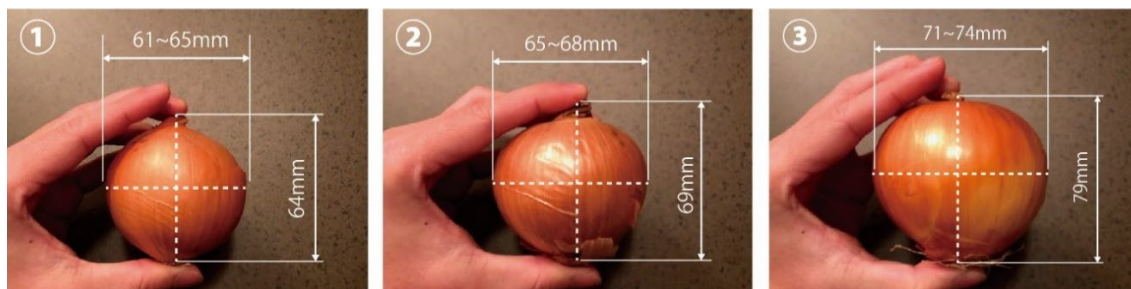


図 7-2 玉ねぎ①~③の寸法

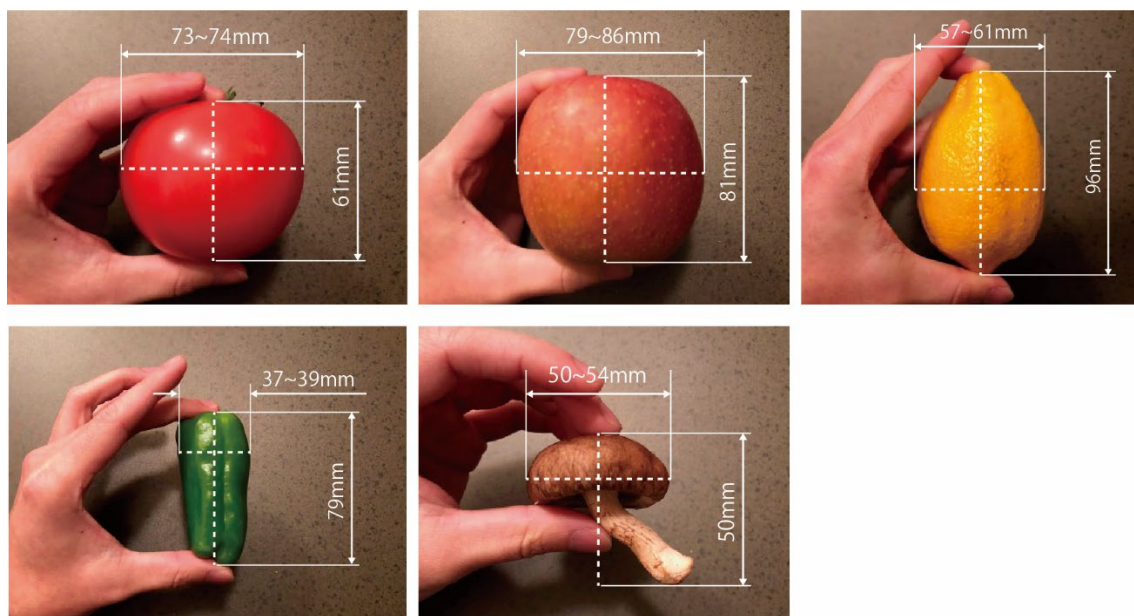


図 7-3 トマト、リンゴ、レモン、ピーマン、椎茸の寸法

<制作方法>

器状のまな板および専用の包丁のグリップは、PLA フィラメントを使用し、MEGA-S で造形した。積層ピッチ 0.2mm、内部補充率 15%でプリントした。プリント後、内側表面荒れを TuneD3 BASIC(Mipox 社)の粗研磨用フィルム 80 で研磨した。刃は実験 3 の i 案を流用した。

<結果>

●玉ねぎ：サイズ違いの玉ねぎを調理できた。玉ねぎ③の一玉分の量をみじん切り時に、3回玉ねぎがこぼれた。また、玉ねぎの体積に対して、器状まな板の容量が少ないと感じた。

●トマト：刃の棘を使用せず八分の一まで切ることができ、ヘタも切り落とせた(図 7-4)。

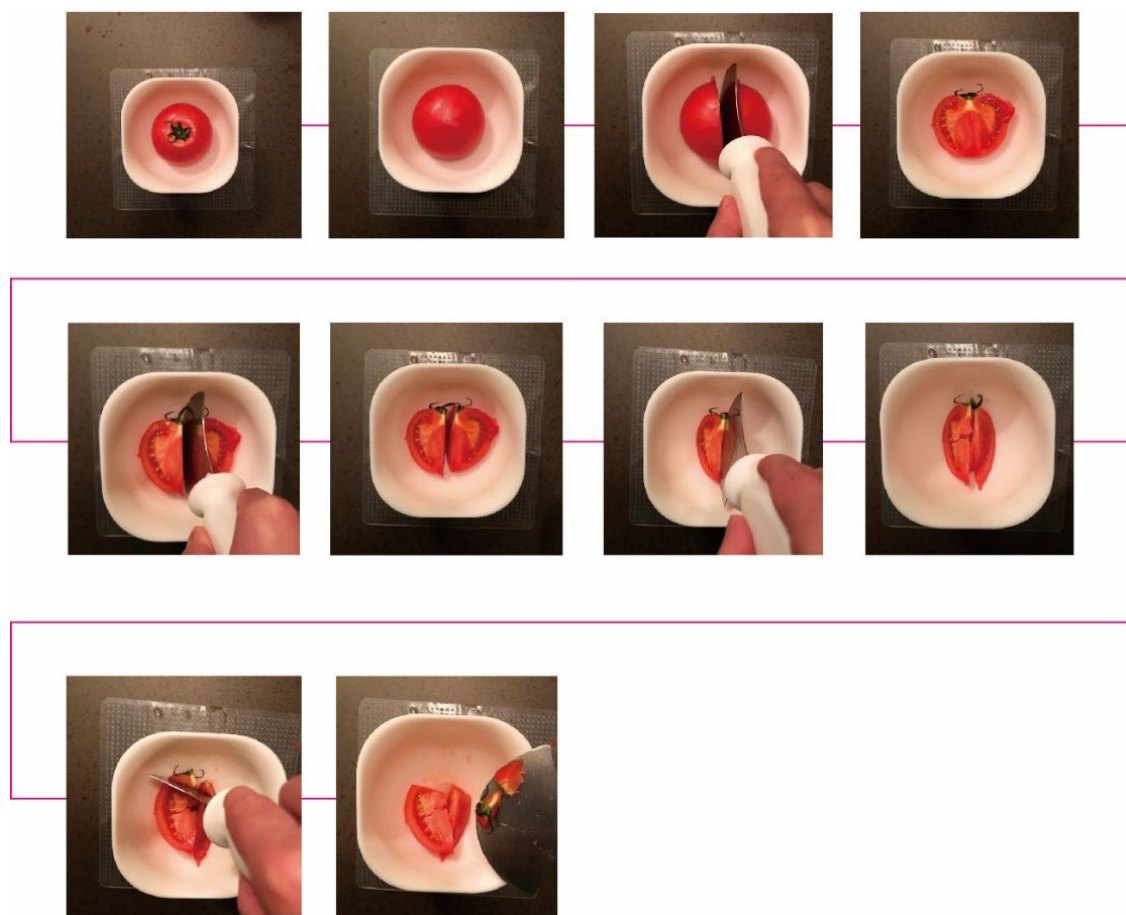


図 7-4 トマトの調理の様子

●リンゴ：刃の棘を使用せず十六分の一まで切ることができた。芯は取れなかった(図 7-5)。

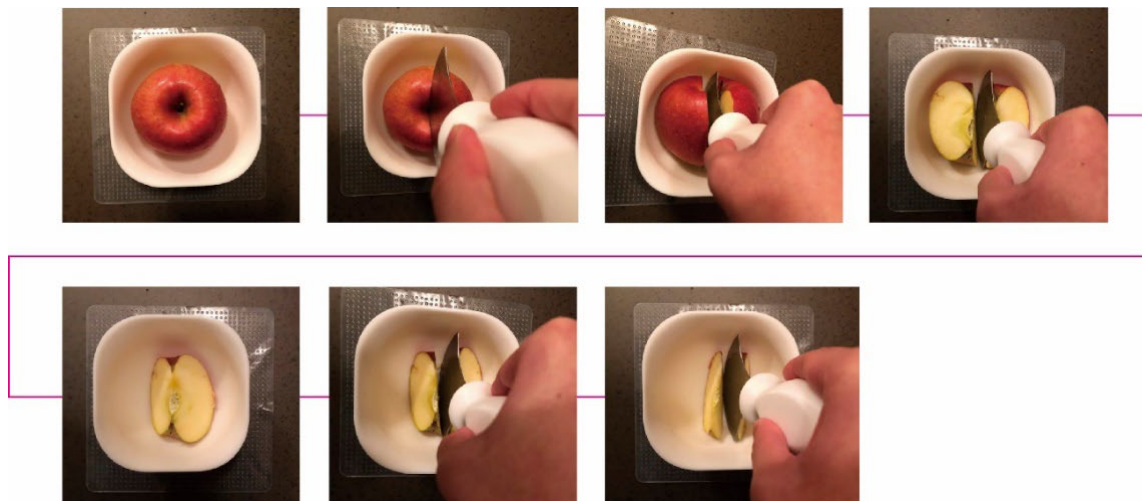


図 7-5 リンゴの調理の様子

●レモン：刃の棘を使用し、半分まで切ることができた(図 7-6)。その後、棘がレモンの弾力で刺さらなくなり、切れなくなった(図 7-7)。レモンの皮と内部の弾力により、棘が刺さらないものと思われる。

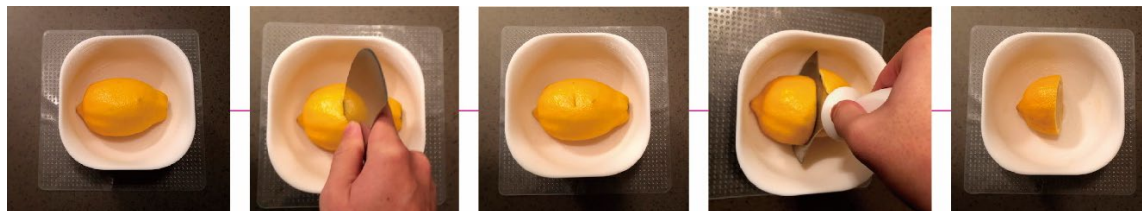


図 7-6 レモンの調理の様子



図 7-7 半分にしたレモンの弾力の様子

●ピーマン：刃の棘を使用せず細く切ることができ、ヘタも切り落とせた(図 7-8)。

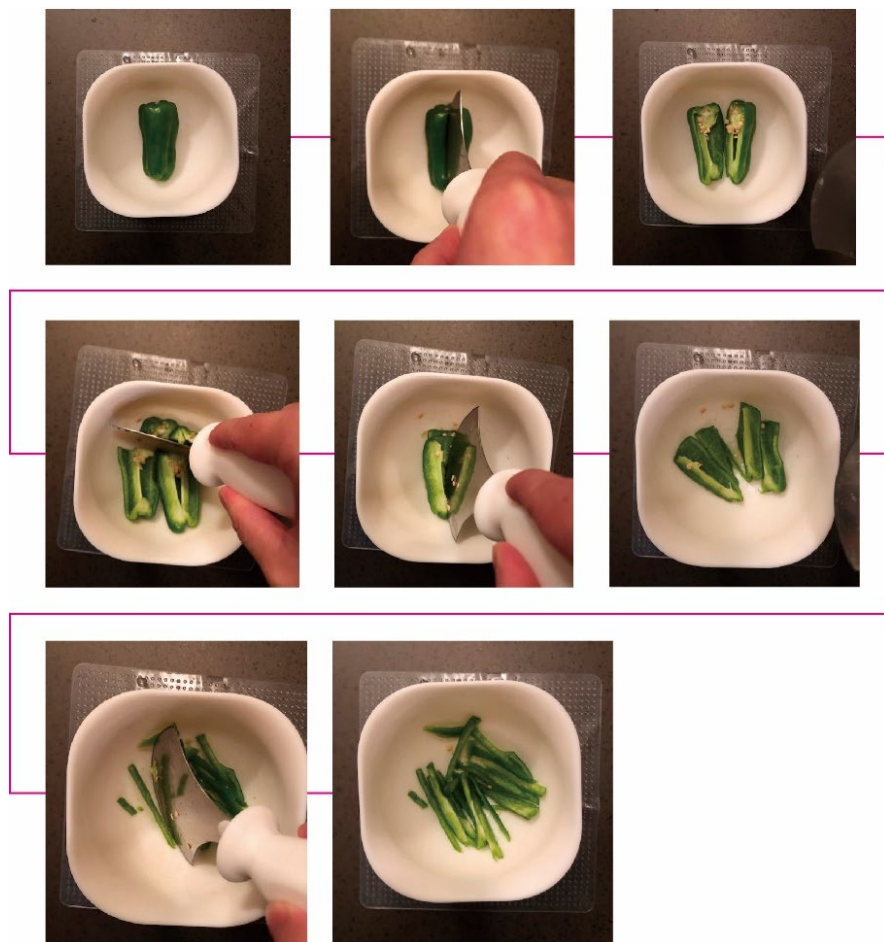


図 7-8 ピーマンの調理の様子

●しいたけ：刃の棘を使用せず細く切ることができ、石付きも切り落とせた(図 7-9)。



図 7-9 ししいたけの調理の様子

<検証結果まとめ>

提案物では、用意した横幅 61~74mm までの玉ねぎをすべて調理できた。しかし、③の玉ねぎを一玉使用したみじん切り時に、3回玉ねぎがこぼれた。また、みじん切り時に容量が少ないと感じた。大きな寸法の玉ねぎの調理には、器状な板の寸法を大きくし、器の容量を増やすことでそれらの問題が改善されると推測する。

たまねぎ以外の食材も、固定しながら調理が可能であった。半分への切り出しから、細かく切る調理、ヘタの処理も可能であった。皮と内部に弾力がない食材は、刃の棘で切れ目を入れずに調理できた。レモンは半分まで切ることができた。しかし、その後の薄く切る調理はできなかった。

7-2 試作の軌跡

本研究で試作したものを図 7-10 にまとめた。



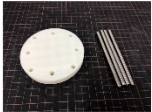


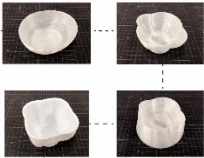
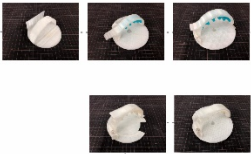



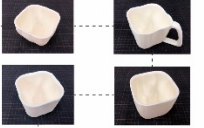

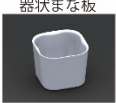


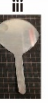





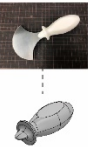

初期モデル			
予備実験 実験 1	<div> <div>a○</div> <div>b×</div> <div>c×</div> <div>d×</div> <div>e×</div> </div>		
	器状まな板	専用の包丁	ヘタ取り補助具
改良 1		改良無し	
実験 2	<div>①×</div> <div>②○</div> <div>③×</div>	予備実験・実験 1 と同じものを使用 ○	不使用
改良 2		実験 3 で使用する刃とグリップを制作	
実験 3	<div>器状まな板</div> <div>○</div>	<div>i○</div> <div>ii×</div> <div>iii×</div> <div>鍔有○</div> <div>鍔無×</div>	<div>改良 6 回目×</div> <div>改良 7 回目×</div>
改良 3	<div>器状まな板の外形と①案の内部形状を合体</div> <div></div>		
提案物			

図 7-10 試作の軌跡

7-3 実験1 多重比較の結果の詳細

一元配置の分散分析（被験者数を反復測定とする） → 多重比較（TuleyHSD）

切りやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 5 グループ

A, B, C, D, E

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	34	20138.4	592.3059		
A	4	4046.686	1011.671	2.614669	0.06049
対象	6	6805.6	1134.267	2.931517	0.02731
残差	24	9286.114	386.9214		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 C	33.8571	4.5539	0.0274	2.8819 から 64.832
A 対 D	19.2857	2.594	0.3782	-11.69 から 50.261
A 対 E	18.8571	2.5364	0.4001	-12.118 から 49.832
A 対 B	18.5714	2.4979	0.4151	-12.404 から 49.547
B 対 C	15.2857	2.056	0.6006	-15.69 から 46.261
B 対 D	0.714286	0.0961	1	-30.261 から 31.69
B 対 E	0.285714	0.0384	1	-30.69 から 31.261
E 対 C	15	2.0176	0.6173	-15.975 から 45.975
E 対 D	0.428571	0.0576	1	-30.547 から 31.404
D 対 C	14.5714	1.9599	0.6421	-16.404 から 45.547

固定し易さ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 5 グループ

A, B, C, D, E

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	34	23016.17	676.9462		
A	4	4485.6	1121.4	1.814123	0.15901
対象	6	3694.971	615.8286	0.996245	0.45031
残差	24	14835.6	618.15		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 B	26.5714	2.8276	0.2964	-12.58 から 65.723
A 対 C	26.2857	2.7972	0.3064	-12.866 から 65.437
A 対 E	8.28571	0.8817	0.9698	-30.866 から 47.437
A 対 D	3.57143	0.3801	0.9988	-35.58 から 42.723
D 対 B	23	2.4475	0.4351	-16.152 から 62.152
D 対 C	22.7143	2.4171	0.4474	-16.437 から 61.866
D 対 E	4.71429	0.5017	0.9964	-34.437 から 43.866
E 対 B	18.2857	1.9459	0.6482	-20.866 から 57.437
E 対 C	18	1.9155	0.6612	-21.152 から 57.152
C 対 B	0.285714	0.0304	1	-38.866 から 39.437

移し易さ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 5 グループ

A, B, C, D, E

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	34	29824.69	877.1966		
A	4	13738.4	3434.6	8.298808	0.00024
対象	6	6153.486	1025.581	2.478047	0.05223

残差	24	9932.8	413.8667
----	----	--------	----------

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 D	54	7.0228	0.0004	21.964 から 86.036
A 対 C	52.4286	6.8185	0.0006	20.393 から 84.464
A 対 B	43.7143	5.6852	0.0042	11.679 から 75.75
A 対 E	42.8571	5.5737	0.005	10.822 から 74.893
E 対 D	11.1429	1.4492	0.8415	-20.893 から 43.178
E 対 C	9.57143	1.2448	0.9014	-22.464 から 41.607
E 対 B	0.857143	0.1115	1	-31.178 から 32.893
B 対 D	10.2857	1.3377	0.876	-21.75 から 42.321
B 対 C	8.71429	1.1333	0.9276	-23.321 から 40.75
C 対 D	1.57143	0.2044	0.9999	-30.464 から 33.607

洗いやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 5 グループ

A, B, C, D, E

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	34	27260	801.7647		
A	4	8209.429	2052.357	3.273956	0.02816
対象	6	4005.6	667.6	1.064967	0.41032
残差	24	15044.97	626.8738		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
B 対 C	34.1429	3.6079	0.1123	-5.2841 から 73.57
B 対 D	33.5714	3.5476	0.122	-5.8555 から 72.998

B 対 E	33.4286	3.5325	0.1245	-5.9984 から 72.856
B 対 A	5.28571	0.5586	0.9945	-34.141 から 44.713
A 対 C	28.8571	3.0494	0.2301	-10.57 から 68.284
A 対 D	28.2857	2.989	0.247	-11.141 から 67.713
A 対 E	28.1429	2.9739	0.2514	-11.284 から 67.57
E 対 C	0.714286	0.0755	1	-38.713 から 40.141
E 対 D	0.142857	0.0151	1	-39.284 から 39.57
D 対 C	0.571429	0.0604	1	-38.856 から 39.998

好き嫌い

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 5 グループ

A, B, C, D, E

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	34	24398.69	717.6084		
A	4	10202.4	2550.6	6.373313	0.00121
対象	6	4591.486	765.2476	1.912163	0.11997
残差	24	9604.8	400.2		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 C	48	6.3482	0.0013	16.498 から 79.502
A 対 E	41.8571	5.5358	0.0054	10.355 から 73.359
A 対 D	38.8571	5.139	0.0105	7.3549 から 70.359
A 対 B	25.7143	3.4008	0.1484	-5.788 から 57.217
B 対 C	22.2857	2.9474	0.2592	-9.2165 から 53.788
B 対 E	16.1429	2.135	0.5664	-15.359 から 47.645
B 対 D	13.1429	1.7382	0.7349	-18.359 から 44.645
D 対 C	9.14286	1.2092	0.9103	-22.359 から 40.645
D 対 E	3	0.3968	0.9985	-28.502 から 34.502

E 対 C 6.14286 0.8124 0.9776 -25.359 から 37.645

7-4 実験2 多重比較の結果の詳細

対象案が A,B,C となっている。本文では A=①、B=②、C=③に変更している。
一元配置の分散分析（被験者数を反復測定とする） → 多重比較（TuleyHSD）

切りやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	8660.571	433.0286		
A	2	728	364	2.341673	0.13848
対象	6	6067.238	1011.206	6.505259	0.00302
残差	12	1865.333	155.4444		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
C 対 B	14.2857	3.0315	0.1225	-3.4937 から 32.065
C 対 A	8.85714	1.8796	0.4068	-8.9223 から 26.637
A 対 B	5.42857	1.152	0.7015	-12.351 から 23.208

固定しやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	15383.81	769.1905		
A	2	2178.667	1089.333	2.18109	0.15561
対象	6	7211.81	1201.968	2.406611	0.09213
残差	12	5993.333	499.4444		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 B	23.4286	2.7736	0.1644	-8.4408 から 55.298
A 対 C	4.28571	0.5074	0.9319	-27.584 から 36.155
C 対 B	19.1429	2.2663	0.2821	-12.726 から 51.012

こぼれにくさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	10120.95	506.0476		
A	2	260.0952	130.0476	0.45632	0.64417
対象	6	6440.952	1073.492	3.766744	0.02415
残差	12	3419.905	284.9921		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
C 対 A	7.85714	1.2314	0.668	-16.217 から 31.931
C 対 B	7	1.0971	0.7243	-17.074 から 31.074
B 対 A	0.857143	0.1343	0.995	-23.217 から 24.931

移しやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	13601.81	680.0905		
A	2	1188.667	594.3333	1.296727	0.30913
対象	6	6913.143	1152.191	2.51387	0.08213
残差	12	5500	458.3333		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
B 対 A	17.1429	2.1186	0.3262	-13.387 から 47.672
B 対 C	2.71429	0.3354	0.9695	-27.815 から 33.244
C 対 A	14.4286	1.7831	0.4424	-16.101 から 44.958

洗いやすさ

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	14526.57	726.3286		
A	2	360.2857	180.1429	0.258711	0.77624
対象	6	5810.571	968.4286	1.390802	0.29451

残差	12	8355.714	696.3095
----	----	----------	----------

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
A 対 B	10.1429	1.017	0.7571	-27.487 から 47.773
A 対 C	5.28571	0.53	0.926	-32.344 から 42.915
C 対 B	4.85714	0.487	0.9371	-32.773 から 42.487

好き嫌い

一元配置 分散分析 --- 反復測定

データウィンドウ: データ 1

因子 A: 3 グループ

A, B, C

分散分析表

ソース	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
合計	20	10743.24	537.1619		
A	2	888.6667	444.3333	0.82641	0.46106
対象	6	3402.571	567.0952	1.054734	0.43914
残差	12	6452	537.6667		

Tukey のすべての対比較

比較	平均差	q	p	95% 信頼限界
C 対 B	14.1429	1.6137	0.5085	-18.923 から 47.209
C 対 A	0.714286	0.0815	0.9982	-32.352 から 33.781
A 対 B	13.4286	1.5322	0.5417	-19.638 から 46.495