

Title	紅茶の茶殻を使用した素材開発、既存の緑茶製品との比較検証
Sub Title	Development of materials using tea waste, and comparison and verification with existing green tea products
Author	嶺岸, 佑樹(Minegishi, Yūki) Waldman, Matthew
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2021
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2021年度メディアデザイン学 第863号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002021-0863">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002021-0863</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2021 年度

紅茶の茶殻を使用した素材開発、  
既存の緑茶製品との比較検証



慶應義塾大学  
大学院メディアデザイン研究科

嶺岸 佑樹



本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に  
修士(メディアデザイン学)授与の要件として提出した修士論文である。

嶺岸 佑樹

研究指導コミッティ:

Matthew Waldman 教授 (主指導教員)

山岡 潤一 専任講師 (副指導教員)

論文審査委員会:

Matthew Waldman 教授 (主査)

山岡 潤一 専任講師 (副査)

岸 博幸 専任講師 (副査)

修士論文 2021 年度

## 紅茶の茶殻を使用した素材開発、 既存の緑茶製品との比較検証

カテゴリ：デザイン

### 論文要旨

バイオデザインというサーキュラーデザインの内の一つである部門において、茶殻という廃棄物のもつ抗菌作用、防臭効果に着目し、その効果を利用した新しい製品の開発に向け、素材研究を行った。まず日本において親しまれてきた緑茶は、不発酵熟成のためにカテキンの抗菌作用があると言えられており、日本では古くから健康に良いとされてきた。そのため緑茶を使った製品は大手メーカーから数多くリリースされている。そこで自分は今までになかった紅茶の茶殻に着目し、ロンドン、ニューヨークで開発を重ね紅茶の持つ独自の成分を利用した素材、製品の制作に取り組む。緑茶の抗菌成分であるカテキンは紅茶では発酵する過程で消えてしまう。さらに水で飲む際に流れ出てしまうために紅茶の茶殻にはそこまでの抗菌作用は残っていないと仮定することができる。しかし、最近の研究で紅茶には紅茶ポリフェノール(テアフラビン)という不織布の繊維の素材でもある成分が紅茶のポリフェノールであり、化学式の基は緑茶の倍あり、その効果は全ての新旧全てのインフルエンザ菌に対して有効である。そこで今回は製品にしたときに重要な香り、抗菌耐性、防臭をテーマに実験、改良を行った。そして既存の緑茶製品であるインソールを抗菌実験を介して素材の持つ抗菌力を測り比較した。結果から今回の素材改良は成功し、既存の緑茶インソールよりも抗菌力で勝ることが出来た。そのことから今回は緑茶ではなく紅茶を選び、さらにウェアラブルな製品にすることを目標に素材の研究に取り組んだ。

キーワード：

デザイン, イノベーション, バイオデザイン, 持続可能性, マテリアル,  
環境

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

嶺岸 佑樹

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2021

Development of materials using tea waste, and comparison  
and verification with existing green tea products

Category: Design

Summary

In this project, I focused on the antibacterial and deodorizing effects of tea waste, a waste material, and researched materials for the development of new products that utilize these effects. First of all, green tea, which has been well known in Japan, is said to have antibacterial effects of Catechins due to its non-fermentation and ripening process, and has been considered to be good for health in Japan since ancient times. For this reason, many products using green tea have been released by major manufacturers. In response to this, I focused my attention on black tea shells, which had never been used before, and worked on the development of materials and products using the unique ingredients of black tea in London and New York. Catechins, the antibacterial component of green tea, disappear in the fermentation process of black tea. In addition, the Catechins are washed away when the tea is drunk with water, so it can be assumed that there is not much antibacterial activity left in the black tea husk. However, recent research has shown that black tea contains black tea polyphenols (Theaflavin), which is also a component of the material used to make nonwoven fabric fibers. Therefore, this time, we conducted experiments and improvements on the themes of fragrance, antibacterial resistance, and odor prevention, which are important when making products. We then compared the antibacterial power of the material with that of existing green tea insoles through antibacterial experiments. The results showed

that the improvement of the material was successful and it was superior to the existing green tea insole in terms of antibacterial power. Therefore, this time we chose black tea instead of green tea, and worked on the material research with the goal of making the product more wearable.

Keywords:

Design, Innovation, Bio design, Sustainability, Materials, Environmental

Keio University Graduate School of Media Design

Yuki Minegishi

# 目 次

<b>第 1 章 序論</b>	<b>1</b>
1.1. 背景	1
1.1.1 コロナ	2
1.1.2 SDGs	2
1.1.3 持続可能性	3
1.1.4 価値の変化	4
1.1.5 GID	5
1.2. モチベーション	6
1.3. 本論文の構成	7
<b>第 2 章 関連研究</b>	<b>8</b>
2.1. 茶殻に関して	8
2.2. 紙	8
2.3. 持続可能性	9
2.4. 抗菌	9
2.5. まとめ	9
2.5.1 高麗の論文は抗菌実験に関してであり、JIS 式の培養実験の 正確性に関して記述されている。	10
<b>第 3 章 プロセス</b>	<b>11</b>
3.1. 仮説	11
3.2. 制作方法	11
3.2.1 紙の種類	11
3.2.2 紅茶の種類	12

---

3.2.3	パラメーター	12
3.2.4	制作過程	13
3.3.	これまでの試作品	16
3.3.1	紙素材	16
3.3.2	製品試作品	16
<b>第4章</b>	<b>評価</b>	<b>36</b>
4.1.	抗菌テスト	36
4.1.1	実験材料	36
4.1.2	実験材料(素材)	36
4.1.3	実験内容	36
4.1.4	実験材料(素材)	37
4.2.	素材評価	41
4.2.1	試作品1	41
4.2.2	試作品2	41
4.2.3	試作品3	41
4.2.4	試作品4	42
4.2.5	試作品5	42
4.2.6	試作品6	43
4.2.7	試作品7	43
4.2.8	試作品8	43
4.2.9	試作品9	44
4.2.10	試作品10	44
4.2.11	試作品11	44
4.2.12	試作品12	45
4.2.13	試作品13	45
4.2.14	緑茶インソール	46
4.3.	製品試作品評価	46
4.3.1	製品試作品1	46
4.3.2	製品試作品2	47

4.3.3	製品試作品3	47
4.3.4	製品試作品4	48
4.3.5	製品試作品5	48
<b>第5章</b>	<b>結論</b>	<b>50</b>
5.1.	まとめ	50
5.2.	ここまでしかできなかったこと	50
5.3.	これから	51
	<b>謝辞</b>	<b>52</b>
	<b>参考文献</b>	<b>53</b>



# 目 次

3.1	茶殻の収集 1	13
3.2	茶殻の収集 2	14
3.3	制作過程のインフォグラフィック	14
3.4	試作品集 1	15
3.5	試作品集 2	15
3.6	すべての試作品	17
3.7	試作品 1/表/含有率 20 %	18
3.8	試作品 1/裏/含有率 20 %	18
3.9	試作品 2/裏/含有率 20 %	18
3.10	試作品 2/裏/含有率 20 %	18
3.11	試作品 3/表/含有率 40 %	18
3.12	試作品 3/裏/含有率 40 %	18
3.13	試作品 4/表/含有率 60 %	19
3.14	試作品 4/裏/含有率 60 %	19
3.15	試作品 5/表/含有率 80 %	19
3.16	試作品 5/裏/含有率 80 %	19
3.17	試作品 6/表/含有率 80 %	19
3.18	試作品 6/裏/含有率 80 %	19
3.19	試作品 7/表/含有率 30 %/和紙	20
3.20	試作品 7/裏/含有率 30 %/和紙	20
3.21	試作品 8/表/含有率 30 %/和紙	20
3.22	試作品 8/裏/含有率 30 %/和紙	20
3.23	試作品 9/表/含有率 30 %/和紙	20

3.24	試作品 9/裏/含有率 30 %/和紙 . . . . .	20
3.25	試作品 10/表/含有率 30 %/和紙/グリセリン 5 %/寒天 5 % . . . . .	21
3.26	試作品 10/裏/含有率 30 %/和紙/グリセリン 5 %/寒天 5 % . . . . .	21
3.27	試作品 11/表/含有率 30 %/和紙/グリセリン 10 %/寒天 5 % . . . . .	21
3.28	試作品 11/裏/含有率 30 %/和紙/グリセリン 10 %/寒天 5 % . . . . .	21
3.29	試作品 12/表/含有率 30 %/和紙/グリセリン 15 %/寒天 15 % . . . . .	22
3.30	試作品 12/裏/含有率 30 %/和紙/グリセリン 15 %/寒天 15 % . . . . .	22
3.31	試作品 13/表/含有率 35 %/和紙/グリセリン 15 %/寒天 15 % . . . . .	22
3.32	試作品 13/裏/含有率 35 %/和紙/グリセリン 15 %/寒天 15 % . . . . .	22
3.33	失敗作 1 . . . . .	23
3.34	失敗作 2 . . . . .	24
3.35	製品試作品 1 : ランプ . . . . .	25
3.36	製品試作品 2 : 財布 . . . . .	26
3.37	製品試作品 3 : ティーバッグデザイン 1 . . . . .	27
3.38	製品試作品 3 : ティーバッグデザイン 2 . . . . .	28
3.39	製品試作品 4 : リボベジ製品 1 . . . . .	29
3.40	製品試作品 4 : リボベジ製品 2 . . . . .	30
3.41	製品試作品 4 : リボベジ製品 3 . . . . .	31
3.42	製品試作品 5 : インソール . . . . .	32
3.43	最終日プレゼンテーションブース 1 . . . . .	33
3.44	最終プレゼンテーションブース 2 . . . . .	34
3.45	チームメンバー . . . . .	35
4.1	培養液 (コンソメ, 寒天, 砂糖, 水 200ml) . . . . .	37
4.2	納豆液 (納豆 1 パック, 水 100ml) . . . . .	37
4.3	1,2,3,4,5, 緑茶インソール Before . . . . .	38
4.4	1,2,3,4,5+緑茶インソール After . . . . .	38
4.5	6,7,8,9,10,11Before . . . . .	39
4.6	6,7,8,9,10,11After . . . . .	39
4.7	12,13Before . . . . .	40

4.8	12,13After . . . . .	40
-----	----------------------	----

# 表 目 次

# 第 1 章 序

# 論

## 1.1. 背景

近年、教育の現場で環境問題がトピックとして挙げられることが多くなった。理由としては地球温暖化や異常気象などにより皆の関心が高まったためである。そこからマイクロプラスチックなどの小さな原因が解明され、注目されるようになり、それに対する解決策を様々な企業が取り組んできた。さらにそういったものを利用した製品やサービスも様々出現した。そういった解決策を見つけることが今後の新しい取り組みになりつつあり、そこに様々な企業が出資するようになり、それに関係したデザインコンペティションなども数多く開催されるようになった。そんな中、自分が大学院入学当初ジョインしたのがバイオデザインチャレンジであった。バイオデザインと言うのは科学的な根拠をもとに証明できる未来のデザインである。そのコンペに現地で参加し、現地の生徒と環境問題についてディスカッションをすることで、自分にとってはすごく大きな勉強になり、今まで以上に環境問題について関心を持つようになった。そこから自分はロンドンとニューヨークに1学期ずつ滞在する交換留学に参加するかためにバイオデザインチャレンジでの経験から自分のプロジェクトもバイオデザイン関係にしようと考えた。そこで自分は紅茶の茶殻について着目した。なぜならば緑茶は昔から日本で親しまれてきた健康なお茶であるがタピオカブームなど自分が大学に行った際は紅茶が日本でかなり数を増やしていたためである。さらに緑茶のカテキンは抗菌作用など様々な製品に利用されてきたが紅茶はなぜかあまり見ることがなかったことから、自分は紅茶が緑茶の代わりに使えるのではないかと考えトピックを紅茶の茶殻にすることを決めた。

### 1.1.1 コロナ

コロナウィルスが自分がいたニューヨークで話題になり始めたのはちょうど留学が開始して1ヵ月半後の出来事であった。当時ニュースでは中国から発症したウィルスが危険である。と言う情報しかなかったためそこまでの混乱はなかったが、その後世界中に広がり、死者数も日に日に増える中で皆不安になっていった。幸い感染することなく帰国することができたが、当時そこまで感染者のいなかった日本では自分の帰国後だんだんとその感染者数を遅れて増やていき、現在でも緊急事態宣言下にあるほどである。20年に1度と言われるこのパンデミックに圧倒され人間の生活は一変した。マスクを普段から着用する文化があるのはアジアだけであったがヨーロッパ、アメリカなど世界中で当たり前の文化へと変化していった。さらにリモートワークやオンライン授業などほぼすべてのことがオンライン化され世界中の人間のコミュニケーションスタイルも大きく変貌を遂げた。そんな大きな変化を他国で身近に感じた自分はこのコロナの脅威と、このコロナで大きく変わる「当たり前」に不安を感じながらも今後激変するであろう世界に対しどこか期待している自分もいた。そこで自分もこのコロナと言う大きすぎる脅威に何か自分でできる事はないかと考え、コロナに対しても有効で、環境問題もからめ茶殻と言う抗菌効果、防臭効果のある廃棄物を選び、それによって新しい価値を創造するプロジェクトを作った。

### 1.1.2 SDGs

2015年193カ国が2030年までに達成するべくゴールとして掲げられたものである。経済協力開発機構の加盟国である約38の国で実施されているがその達成率は未だ2割程度となっているのが現状である。良い点としてはデザイン性があげられる。色やイラストを駆使し、子供でもわかりやすいような表現にしている部分は汎用性もあり老若男女全ての世代へのアプローチとして十分である。

しかしそのアプローチの仕方に些か問題があると感じたのは最近のSDGs列車である。電車の色がすべてSDGs色になっていて、全面にSDGsを押し出してリリースされており、様々な企業がこのゴールを推進している現状が見て取れる。

そうなるとこれだけ目にすれば国民に浸透しているが、周りの人々を含めそこまで本質を理解している人は少ないと感じてしまう。理由としてそれぞれのゴールが具体的に何を示しているかが国民になかなか伝わっていない、名前だけを大々的に取り上げたせいで内容が頭に入ってこないという現状があるために具体的な目的、手段を示す必要があると感じる。そんな時、持続可能性の製品などは目で見て触れることができるために実際に自分で体感することができることで理解しやすいことがわかった。そのためには自分たちの製品が17個のこのゴールに対してどこの部分でアプローチしているかをしっかりと見極め世間にしっかりと提示することが必要である。しかし問題はSDGsの17の目標に対してそれぞれ各10個程度のターゲットが存在し、全て合わせれば169個のターゲットが存在することになるためよりSDGsのゴールを達成するためには今まで以上に明確な示しをしなければ達成も、国民に対する理解も叶えることはできない。

自分のプロジェクトはこのゴールの中の12番目の「作る使う責任」というエリアに属しており、自分の開発している素材やプロダクトが廃棄するべきものから生まれ消費者がそれをまた使用することによってきちんとした持続可能性を実現することができる。

### 1.1.3 持続可能性

「サステナビリティ」という単語を耳にする機会が年々増えてくる中、本当の意味での持続可能性を実現することは、かなり難しいのではと感じている。理由としては環境不快感の懸念である。例えばある素材を廃棄物から作ったとする場合、その素材を作る過程において二酸化炭素の排出や環境負荷が高いプロセスを踏んでいる場合それはサステナビリティとは言えない。さらにそういったステップを踏まない場合最終的なアウトプットの価格は一般的な市場に比べてかなり高いものになってしまう。そういった状況踏まえ市場でサステナビリティな製品が残るのは極めて困難である。現在、オールバーズなど様々な企業が持続可能性の素材を使用しスニーカーや生活用品を計算しているが、そのプロセスにおいて環境負荷がどれだけかかっているかが見えるかできている企業はそこまで多くはない。シリコンバレーのスタートアップである人工ダイヤモンド製造の会社はこの

プロセスを完全に公開しており二酸化炭素排出量を極限まで抑えている。今後持続可能性を世間に見せる際こういった細部までの公開は必須項目であると考えられる。企業においても 持続可能性である事は今後必須になってくると言われており様々な企業が取り組んでいる。上記で記したように SDGs 等を目標に企業の社員に対する扱い、社会問題解決、ESG 投資など 今後の企業のあり方が変わって来ている。イギリスに留学で訪れた際、マシユルームを使った新しい素材開発の研究室を訪れ、現地の研究者と対話をする事によって現在使われている様々な素材の原料の環境負荷の高さを再認識し持続可能性素材研究の将来性を確信した。ロンドン、ニューヨークのそれぞれの大学院に持続可能性の製品に関する研究室が必ず存在した。そしてそこには常駐で専門の教授が常におり、生徒たちと環境問題を 含めた社会問題を話し合う場を設けていた。これらからわかるように海外では持続可能性や社会問題に対して 大きい問題だと捉え教育の現場からそういう問題を解決しようと取り組んでいる ことがわかる。

#### 1.1.4 価値の変化

新しい価値を創造することは容易なことではないが、今までの常識を疑う事で新しい価値を創造することができると考え自分は廃棄物に着目した。なぜならリサイクルの製品が少しずつ目立ってきた2019年にニューヨークで開催されたバイオデザインチャレンジと言う大会に出場しそこで多くの素晴らしいプロジェクトを目にし自分の意識が変わったからである。世界中の生徒たちがそれぞれの地域、環境の問題にチャレンジし新しい価値を創造しようと取り組んでおり、中でもマイクロクラシックを使った未来の人間の形をプロジェクトにしているチームは特に印象深かった。内容はマイクロプラスチックを人間が摂取し続けた場合、皮膚の一部がプラスチック化してしまうと言う意見突拍子もない考えではあるが そういった 未来の価値にチャレンジする姿はとても印象深かった。そこで自分は自分にも身近な身近である茶殻をトピックにし、それを使ったウェアラブル素材を制作することにした。廃棄物を価値として見る事は非常に困難であり容易では無いが、そういった常識に挑戦することが価値への変化を与えることだと信じプロジェクトを 始めた。最近ではNFTアート というものがかなり人気になっていた



がそれも価値への変化だと考えられる。ブロックチェーンを使ったデジタル後の取引であるが、今までの物理的なアートを保有する という常識にチャレンジしデジタルアートと言うものへ価値づけをした。常識であれば何か起こった際物理的なものを保有しなければ本人は保有した気持ちにならず損をしているような感覚になる。しかし、NFT アートに関してはその部分を個人で保有する という暗号を発行することによって保障している。仮想通貨によって取引しているのでブロックチェーンや技術に目が行きがちだが、実際に自分が感銘を受けた場所はアートと言うものの常識を覆しコピー可能なデジタルアートにきちんとした価値を生み出したことだと思う。こういった点において自分のプロジェクトに当てはめて考えると、すでに茶殻を使ったプロダクトは存在する。しかし紅茶と言う点においては存在する数が極めて少ない緑茶はカテキン多く、日本人にとっては体に良いものと浸透しているしかし自分はこの常識を覆すため実験を行い紅茶と言う新しいものを使った製品を使ってお茶に対してまた新しい価値を生み出そうとしている。

### 1.1.5 GID

グローバルイノベーションデザインと言う交換留学プログラムに参加し、ロンドンとニューヨークと言うデザイン界隈では有名な学校が複数ある年にそれぞれ1学期ずつ滞在した。デザインと言うものは幅広く1つの分野を学ぶのもかなりの時間を有するため、さらにデザインと言うものは幅広く1つの分野を学ぶのもかなりの時間を有するため、さらに文化の違いでデザインには大きな差が生まれる。この以上2点を改善するため東京、ニューヨーク、ロンドンと言う都市部の学校を3校 交換するプログラムがGIDである。これに参加し自分は今回の茶殻のプロジェクトをブラッシュアップすることを目標にロンドンニューヨークでの日々を過ごした。最初に訪れたロンドンでは3名の中国人の声だとともに茶殻の素材の可能性について 研究し、試作品として6つの素材を作ることに成功した。そのうちの1つの素材が皮の代用品になり得るものであったために 財布を作ることを決め制作をした。さらに他の素材の不安定な薄さや硬さを利用したランプも制作しロンドンでの最終発表を終えた。ニューヨークに行ってから自分の都プロジェクトのスケールを個人単位落とすために、マインドマップを制作し茶殻の

使用から破棄、回収までをプロセスの中に入れプロダクトのデザインに取り組んだ。当時、中国でコロナが発生しだした時期だったため茶殻の成分である抗菌作用を利用した空気清浄機などを作成しプレゼンテーションを行った。さらにバイオミクリーと言う授業をとり、自然界の生き物の行動や特性を模したサービスやプロダクトの制作を行い、自分はドミトリーに住んでいた際に感じた、食品に関する廃棄問題にフォーカスし日本でお馴染みの野菜のヘタを再び蘇らせるリポベジの製品を作ることを決めそれに取り組んだ。日本に帰国後、自分の持っている素材を使いどのような製品が一番合っているかを選定するために繊維商社や染め物の会社等とミーティングを重ね日本に帰国後、自分の持っている素材を使いどのような製品が一番合っているかを選定するために繊維商社や染め物の会社等とミーティングを重ね、素材の強度や柔軟性向上を目標に自宅での素材研究を続けた。研究を続けた。

## 1.2. モチベーション

私がそもそも大学院に入った理由はデザインと言う部門においてもっと幅の広い知識や経験を得たいと思ったからである。しかし入学当時研究室で参加したデザインコンペはバイオデザインと言う自分の聞いたことない全く違う領域であった。しかしプロジェクトを進めていくことにバイオデザインの科学的根拠、社会問題解決、など社会に対して確実な証拠をもとにデザインしていく素晴らしいデザイン領域であると感じた。さらに自分はニューヨークで開催されるそのコンペに実際に参加することができ、現地の学生たちと教授たちと科学者たちとディスカッションを重ねることでこのバイオデザインの将来性の高さ、確実性を理解することができ自分もこのプロジェクトを作ろうと思った。帰国後は廃棄物と言う常識的に捨て去るものに価値を見出したいと感じ廃棄物を選び、その中でもお茶という自分の文化でもあり、世界中に存在する文化の廃棄問題を解決するべく「茶殻」に絞った。ロンドンの学校にいた際、自分のプロジェクトに現地生徒が3人興味を持ち参加してくれた。理由を聞くと持続可能性素材の研究+お茶と言う文化に対して親しみがあつたからであった。その後もこのプロジェクトを話した

びに興味を持ってくれる生徒や教授がたくさんいたことからわかるようにお茶と言う物の浸透率は世界中に広がっている。さらにお茶と言うものに対しての健康的なイメージ、健全なイメージはどの国も変わらないことがわかった。そこで日本では緑茶が一番有名であるが、紅茶と言うものに対してアプローチすることで紅茶に隠された効能を緑茶と比較することで今後の茶殻のプロダクトの成長を後押しすることができる。さらに入学当時から今まで一貫性を持ってバイオデザインを取り組んできた自分にとって最終的な結果がどうあれこのプロセスを大事にし論文を書き綴りたいというモチベーションがある。

### 1.3. 本論文の構成

- 本章ではコロナ、持続可能性など最近多く耳にするワードを自分見に起こったことを絡めながら本論文を書くに至った背景を述べていく。
- 第2章では茶殻によって制作された製品の研究や、茶殻の抗菌作用、防臭効果などを証明した研究などを紹介していく。
- 第3章では本研究の素材研究や製品開発でのプロセスを細かく述べていき、どのような過程で今の結果に至ったかを述べている。
- 第4章では完成した素材を一つ一つの試作品ごとに評価していく。さらにどのように改良したかの説明も加えながらこれまでの試作品プロセスを振り返る。
- 第5章結論として今までのプロセス、評価を元に自分の製品の将来性などを交えながら本論文の結論を述べる。

## 第 2 章

# 関 連 研 究

本章では過去の論文より抗菌効果、茶殻の活用方法などをまとめる。

### 2.1. 茶殻に関して

古来より日本で親しまれてきたお茶ではあるがそれは緑茶がメインであるため、紅茶の茶殻に関しての研究はそこまで数が多いが茶殻の抗菌作用やなどが注目され、さらには最近インフルエンザに対する効果が緑茶よりも高いと紅茶の抗菌作用は注目され始めている。理由としては、テアフラビンと言う紅茶に含まれる成分が緑茶のカテキンや抗菌作用の成分と言われているものの2倍近くあるからである。しかし緑茶カテキン、紅茶のテアフラビンは時間と共に効果が劣化していくので時間も気にしなくてはいけない。[1] また、テアフラビン以外にも抗菌効果があるものがあり、アミノ酸の残留物が影響していることも証明されているが、紅茶を作る過程でほとんどが消えてしまうのも事実である。[2] また、戸田真佐子さんの論文では緑茶の茶葉によっての違いを証明する実験であったが、結果はほぼ同じ抗菌作用であり、差異はなかった。[3] しかし、茶殻の防臭効果を高める素材は豆乳処理をすることで防臭効果が高まり抗菌効果が著しく向上した。[4] そこで本章では過去の論文より抗菌効果、茶殻の活用方法などをまとめる。

### 2.2. 紙

茶殻を主に使う際によく論述される場合紙を使用する。そこで今回はどのような種類の上を使用しているのか、またどのような方法で混ぜているのか、さらに

はどのような他の成分を混ぜているのかを調べた。自分は和紙と言う古来からの黒皮古紙を使ったが他にも様々な抗菌効果を持つ紙が存在する。[5]

## 2.3. 持続可能性

持続可能性という言葉が騒がれる中、持続可能性に関するプロダクトがかなり生産されている。そこで今後のサステナブルに関しての製品、サービスはどのような展望を遂げていくのかをここでは調べた。また持続可能性とリサイクルの違いやそれに関する製品の違いなどもここでは述べられている。[6] [7]

## 2.4. 抗菌

抗菌効果は茶殻、特に緑茶によく言われることであり健康に良いというのもここからきている。ここでは過去の論文より抗菌に関しての実験内容、又茶殻がどの程度効果的なのかどんな菌に対して有効か、また抗菌=防臭という現在のセオリーは本当に正しいのかを検証していく。時間が経っても茶殻の抗菌作用に問題はなかったさらにブドウ球菌やアンモニア臭に対しては効果的である。[8] [9] また別の研究ではこんにゃく素材と麻を混ぜることによって茶殻の含有量を減らしながらも抗菌効果を落とすことなく維持でき、強度も繊維が絡み向上した。[10]

## 2.5. まとめ

本章では抗菌効果の有無、抗菌テストの方法など茶殻の持つ抗菌作用に関する論文を多く見つけることができたが、既存の研究は試作品の数が圧倒的に少なく又それに関する詳しい説明などもなかった。又改良した試作品なども製作していなかったためにテストが単発であった。そこで試作品を茶殻の配合、他の素材との混合素材の制作を行った上での強度、抗菌テストをする必要性があると考えた。

**2.5.1** 高麗の論文は抗菌実験に関してであり、JIS 式の培養実験の正確性に関して記述されている。

[9]

## 第 3 章

# プロセス

### 3.1. 仮説

紅茶の茶殻が持つ効能を使用した素材は市販の緑茶の茶殻を使用したインソール素材よりも抗菌効果、防臭効果が優れている。

### 3.2. 制作方法

最初に紙媒体の素材の制作に取り掛かり、紙を数種類から選ぶために生活の中で使用している紙を選び、その後茶殻の選定を行なった。茶色の種類は紅茶を3種類使用することを決めた。それぞれの違いは味と匂いの違いであった。上はちぎってボイルした上で茶殻と混ぜて練り込み、その後薄く伸ばしサイド上のように木の板の上で乾かした。茶殻と紙の繊維の同士のつながりをより強化するために木工用ボンドを使用した。その後、和紙の長い繊維である楮を利用し茶殻をよりしっかりと絡めてお木、さらにそこに柔軟性を与えるためにグリセリン、寒天を使用し、生分解性を保ちつつ素材の強度、柔軟性の向上に向け改良した。

#### 3.2.1 紙の種類

- 新聞紙：薄く水に溶けやすいために使用した。インクが付いているため若干黒目の仕上がりになり、匂いもインクの影響で無臭ではない。

- トイレットペーパー：こちら水に溶けやすく茶殻と混ぜやすいと考えたため使用を決めた。さらに色も白のため茶殻の色がそのまま反映されると考えた。
- コピー用紙：こちらは一般的な A4 のコピー用紙を使った。色も白であり厚さも通常である。トイレットペーパーや新聞紙と違って水に溶けにくいために実験的に使用を決めた。
- キッチンペーパー：こちらは他の3つに比べると水に溶けにくいという性質を持っているので使用を決めた。しかしその反面神の声の強度は強いと考え茶殻がより絡みやすいと考察したため使用を決めた。

### 3.2.2 紅茶の種類

- アールグレイ：世界中で愛されており、コンビニにも売っているほどの浸透率がある代表的な紅茶である。ベルガモットの香料によって引き立たされる香りが特徴的。
- スリランカ、インドネシア、インドのブレンド紅茶：一般的にコンビニでも手に入る紅茶であり、お湯を使って煮出すタイプのもの。非常に色が鮮明で、どの世代にもおけるきつくない味わいが特徴的である。

### 3.2.3 パラメーター

- 強度：繊維素材としての製品にした際の耐久性に繋がる
- 香り：紅茶の香りがどれほど残ってるか。
- 柔軟性：製品にする際に、素材の柔軟性は重要なポイントであるため。



### 3.2.4 制作過程

ロンドンで本格的にスタートしたプロジェクトであり、現地学生と共に制作し、茶殻の収集、素材の制作、製品の制作、最終プレゼンテーションなど全ての工程を述べていく。茶殻の収集から始め、カフェテリアにカップをおき現地の学生の残した茶殻を収集した。自宅での製作を続けながらもカフェテリアや学校外のカフェから提供してもらい収集しながら製作をする日々であった。数種類の茶殻を使用しながらある程度の強度が担保される素材から”1”と命名し含有量を変えて改良した。

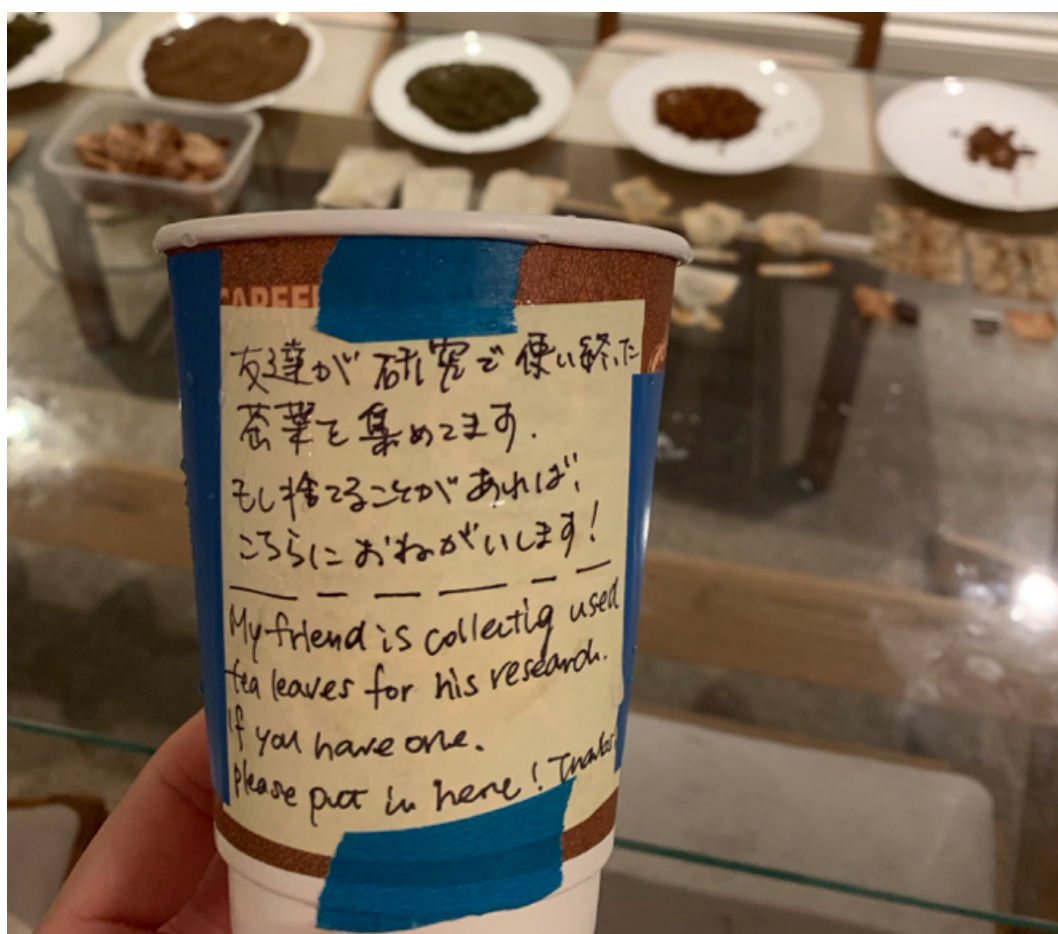


図 3.1 茶殻の収集 1



図 3.2 茶殻の収集 2

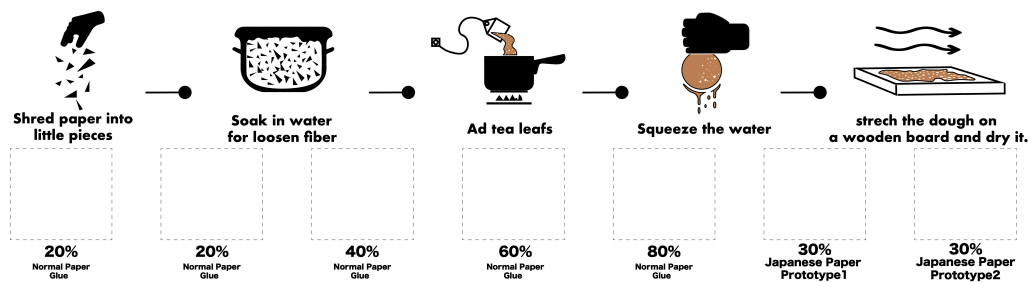


図 3.3 制作過程のインフォグラフィック



図 3.4 試作品集 1



図 3.5 試作品集 2

### 3.3. これまでの試作品

紙媒体の素材の制作から始まり、和紙を入れたことによって革の代用品素材としての利用など様々なこれまでの実験のプロセスで生まれた試作品の数々をここではご紹介していき、さらに GID での経験や場面にも触れながら説明していく。

#### 3.3.1 紙素材

上記で記したように紙の素材の制作に力を入れ配合を変えながら強度、香りの違いを改良し続けた。茶殻の含有量だけでなく柔軟性など生地としてのレベルを上げるべく様々な改良を行なった。

- 試作品 1,2 …… 含有量 20 %
- 試作品 3 …… 含有量 40 %
- 試作品 4 …… 含有量 60 %
- 試作品 5,6 …… 含有量 80 %
- 試作品 7,8,9 …… 含有量 30 % + 和紙
- 試作品 10 …… 含有量 30 % + 和紙 + グリセリン 5 % + 寒天 5 %
- 試作品 11 …… 含有量 30 % + 和紙 + グリセリン 10 % + 寒天 5 %
- 試作品 12,13 …… 含有量 30 % + 和紙 + グリセリン 15 % + 寒天 15 %
- 失敗作 1 …… 含有量 40 % + グリセリン 25 % + 寒天 35 %
- 失敗作 2 …… 含有量 20 % + グリセリン 35 % + 寒天 45 %

#### 3.3.2 製品試作品

上記の素材を使用しその時にできる最適な製品を作成した。素材の特徴を活かし財布やランプなどの日用品なども製作し、後半では考えのスケールを変え、廃棄を根本的に考え直すことで新しいアプローチで製品の制作に取り組んだ。



- 製品試作品 1 …………… 試作品 1,2,3, 使用
- 製品試作品 2 …………… 試作品 7,9 使用
- 製品試作品 3 …………… 未使用
- 製品試作品 4 …………… 未使用
- 製品試作品 5 …………… 試作品 10

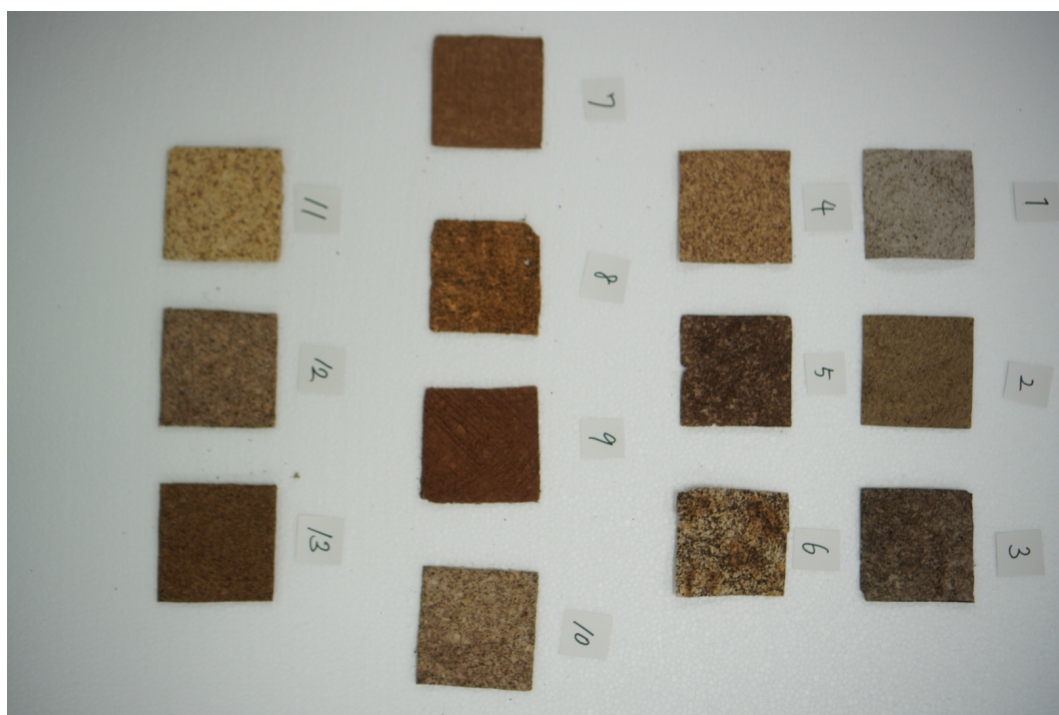


図 3.6 すべての試作品



図 3.7 試作品 1/表/含有率 20 %



図 3.8 試作品 1/裏/含有率 20 %



図 3.9 試作品 2/裏/含有率 20 %

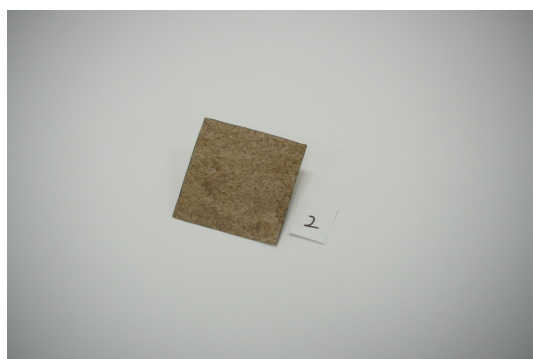


図 3.10 試作品 2/裏/含有率 20 %



図 3.11 試作品 3/表/含有率 40 %



図 3.12 試作品 3/裏/含有率 40 %



図 3.13 試作品 4/表/含有率 60 %



図 3.14 試作品 4/裏/含有率 60 %



図 3.15 試作品 5/表/含有率 80 %



図 3.16 試作品 5/裏/含有率 80 %



図 3.17 試作品 6/表/含有率 80 %



図 3.18 試作品 6/裏/含有率 80 %





図 3.19 試作品7/表/含有率30%/和紙

図 3.20 試作品7/裏/含有率30%/和紙



図 3.21 試作品8/表/含有率30%/和紙

図 3.22 試作品8/裏/含有率30%/和紙



図 3.23 試作品9/表/含有率30%/和紙

図 3.24 試作品9/裏/含有率30%/和紙





図 3.25 試作品 10/表/含有率 30%/和紙/ 図 3.26 試作品 10/裏/含有率 30%/和紙/  
グリセリン 5%/寒天 5%



図 3.27 試作品 11/表/含有率 30%/和紙/ 図 3.28 試作品 11/裏/含有率 30%/和紙/  
グリセリン 10%/寒天 5%



図 3.29 試作品 12/表/含有率 30%/和紙/  
グリセリン 15%/寒天 15%

図 3.30 試作品 12/裏/含有率 30%/和紙/  
グリセリン 15%/寒天 15%



図 3.31 試作品 13/表/含有率 35%/和紙/  
グリセリン 15%/寒天 15%

図 3.32 試作品 13/裏/含有率 35%/和紙/  
グリセリン 15%/寒天 15%



図 3.33 失敗作 1



図 3.34 失敗作 2



図 3.35 製品試作品 1 : ランプ





図 3.36 製品試作品 2 : 財布

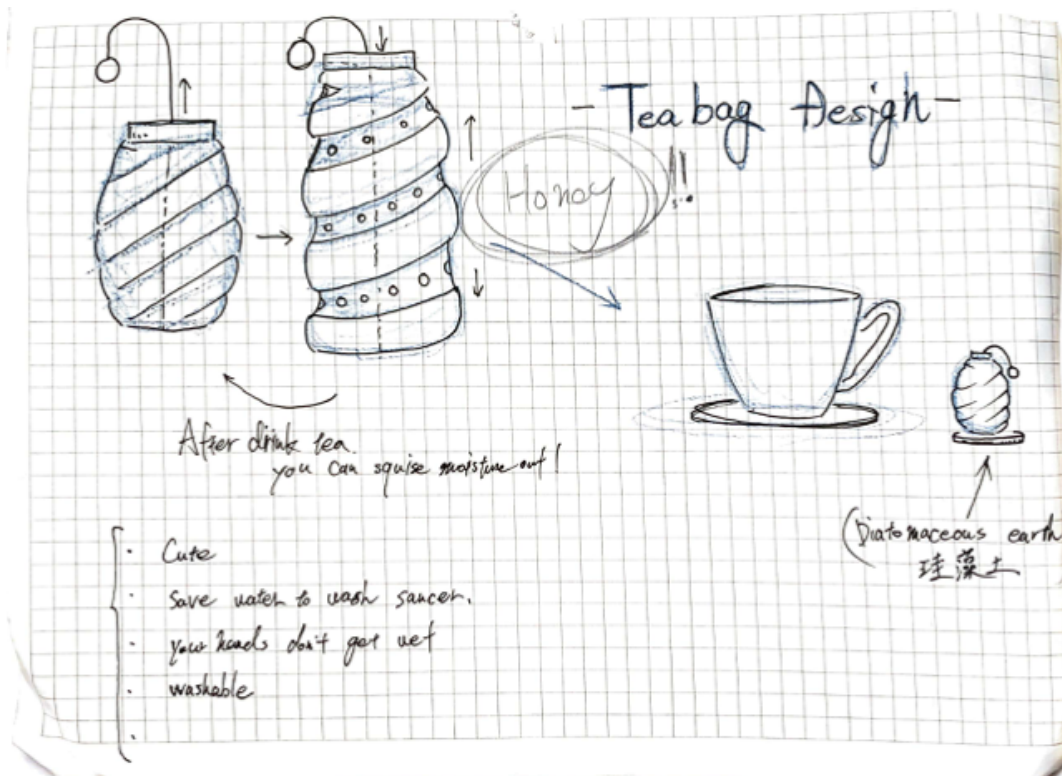


図 3.37 製品試作品 3 : ティーバッグデザイン 1



図 3.38 製品試作品 3 : ティーバッグデザイン 2





図 3.39 製品試作品 4 : リボベジ製品 1



図 3.40 製品試作品 4：リボベジ製品 2

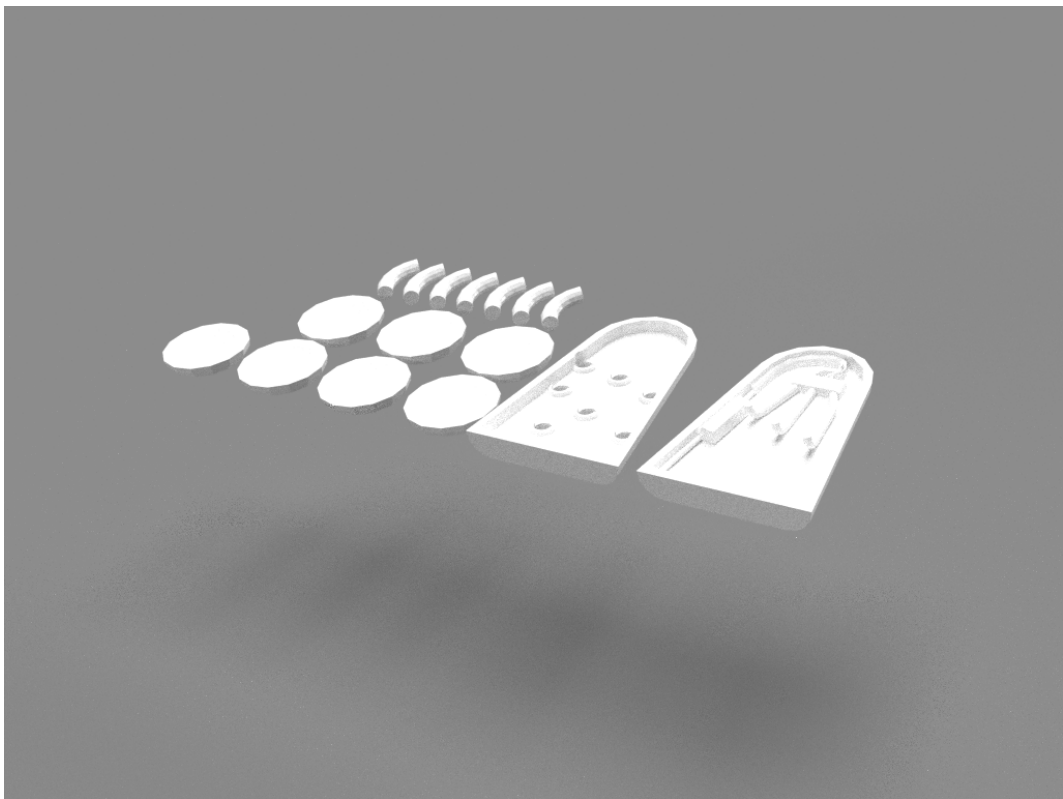


図 3.41 製品試作品4：リボベジ製品3



図 3.42 製品試作品 5 : インソール

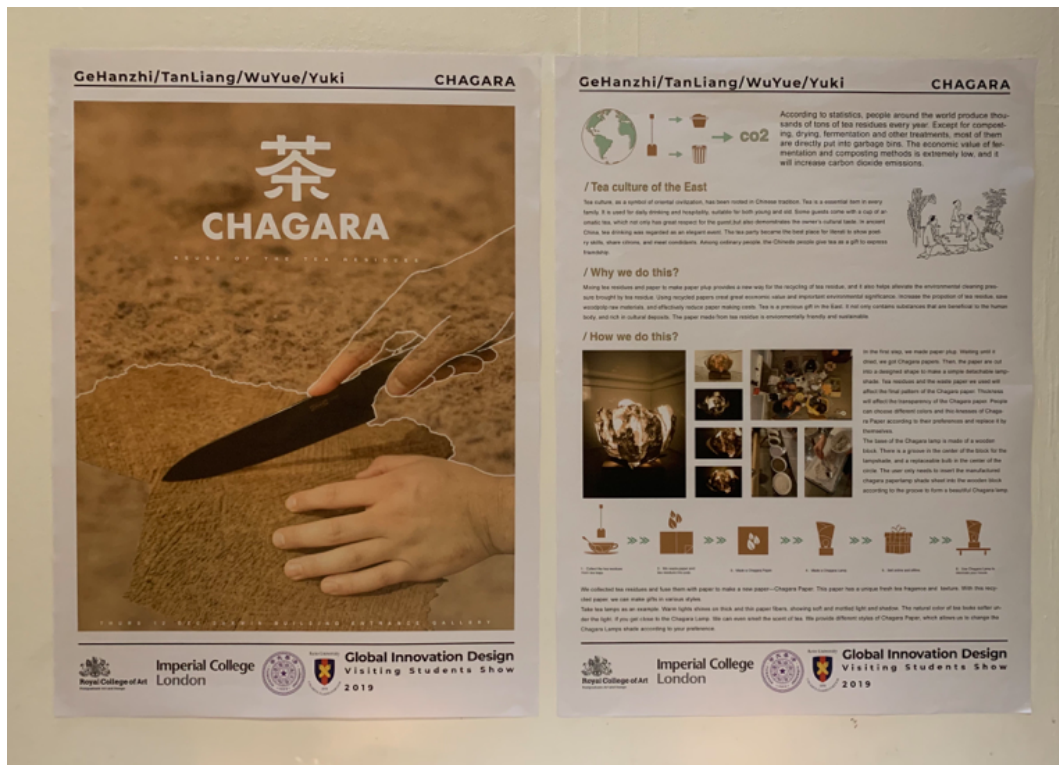


図 3.43 最終日プレゼンテーションブース1





図 3.44 最終プレゼンテーションブース2



図 3.45 チームメンバー

## 第 4 章

# 評 価

### 4.1. 抗菌テスト

#### 4.1.1 実験材料

- 納豆
- タッパー
- スポイト
- 寒天
- コンソメ
- 砂糖

#### 4.1.2 実験材料 (素材)

- 茶殻を使用した 1-13 の素材
- 緑茶を混ぜ込んだ茶混抄紙を使用した市販のインソール:エコー  
イフラボ

#### 4.1.3 実験内容

1. 寒天、コンソメ、砂糖を 3g ずつ同等の量をボールに入れる。



2. レンジにて温め溶かし、その後ある程度冷えるまで放置し、タッパーに流し込む。
3. 納豆1パックを100mlの水と混ぜ泡立つまで混ぜ続け納豆液を制作する。
4. スポイトで固まった寒天溶液に穴を開け納豆液を流し込む。
5. 暖かいお湯の入ったボトル二本と同じケースに詰め、密閉し菌を繁殖を促す。
6. 24時間後に確認する。



図 4.1 培養液 (コンソメ, 寒天, 砂糖, 水 200ml)



図 4.2 納豆液 (納豆1パック, 水100ml)

#### 4.1.4 実験材料 (素材)

- 茶殻を使用した 1-13 の素材
- 緑茶を混ぜ込んだ茶混抄紙を使用した市販のインソール:エコーライフラボ



図 4.3 1,2,3,4,5, 緑茶インソール Before



図 4.4 1,2,3,4,5+緑茶インソール After



図 4.5 6,7,8,9,10,11Before



図 4.6 6,7,8,9,10,11After



図 4.7 12,13Before



図 4.8 12,13After

## 4.2. 素材評価

- テスト方法
- まとめ (素材に関して)
- 発育阻止帯の大きさ
- まとめ (抗菌実験に関して)

### 4.2.1 試作品 1

- テスト方法：抗菌テスト、香り
- まとめ (素材)：プロトタイプ 1 は紙の含有量が 20 % だったために紙感がとても強く香りも全く感じる事ができない状態であった。ボンドの香りもした。
- 発育阻止帯の大きさ：0.3mm
- まとめ (実験):大きく変化はないが素材の一部に変色が見られた。

### 4.2.2 試作品 2

- テスト方法：抗菌テスト、香り
- まとめ (素材)：プロトタイプ 1 は紙の含有量が 20 % だったために紙感がとても強く香りも全く感じる事ができない状態であった。ボンドの香りもした。
- 発育阻止帯の大きさ：0.4mm
- まとめ (実験):大きく変化はないが素材の一部に変色が見られた。

### 4.2.3 試作品 3

- テスト方法：抗菌テスト、香り

- 評価：抗菌テストの結果
- まとめ：プロトタイプ3は紙の含有量が40%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りに関しては多少の匂いがするようになった。
- 発育阻止帯の大きさ：0.4mm
- まとめ(実験):大きく変化はないが素材の一部に変色が見られた。

#### 4.2.4 試作品4

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ4は紙の含有量が60%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。
- 発育阻止帯の大きさ：0.3mm
- まとめ(実験):菌の表面の色が薄い

#### 4.2.5 試作品5

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ5は紙の含有量が80%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。
- 発育阻止帯の大きさ：0.4mm
- まとめ(実験):大きな変化なし

#### 4.2.6 試作品 6

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ6は紙の含有量が80%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。
- 発育阻止帯の大きさ：0.4mm
- まとめ(実験):変色が見られる。

#### 4.2.7 試作品 7

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ7は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。
- 発育阻止帯の大きさ：1.9mm
- まとめ(実験):他よりも圧倒的に大きく成長した。横のプロトタイプ9と繋がってしまうほどであった。

#### 4.2.8 試作品 8

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ8は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。

- 発育阻止帯の大きさ：0.4mm
- まとめ (実験):大きな変化なし

#### 4.2.9 試作品 9

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ9は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じてきた。香りはかなり強くなったが強度との兼ね合いが難しく他の繊維を入れる必要がある。
- 発育阻止帯の大きさ：1.7mm
- まとめ (実験):プロトタイプ7と同じほど大きく成長し繋がっているほどであった。

#### 4.2.10 試作品 10

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ10は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じた。グリセリン、寒天を入れたことで柔軟性が増した。さらに革製品独特の水分を含んだような素材感を出すことができた。
- 発育阻止帯の大きさ：0.6mm
- まとめ (実験):大きな変化なし

#### 4.2.11 試作品 11

- テスト方法：抗菌テスト



- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ11は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じた。グリセリン、寒天を入れたことで柔軟性が増した。さらに革製品独特の水分を含んだような素材感を出すことができた。5%グリセリンのレベルを上げた。
- 発育阻止帯の大きさ：0.5mm
- まとめ(実験):大きな変化なし

#### 4.2.12 試作品12

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ12は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じた。グリセリン、寒天を入れたことで柔軟性が増した。さらに革製品独特の水分を含んだような素材感を出すことができた。5%グリセリンのレベルを上げた。
- 発育阻止帯の大きさ：0.2mm
- まとめ(実験):大きな変化なし

#### 4.2.13 試作品13

- テスト方法：抗菌テスト
- 評価：抗菌テストの結果、香り
- まとめ：プロトタイプ13は紙の含有量を30%にしたために紙の強度の問題が出じた。グリセリン、寒天を入れたことで柔軟性が増した。さらに革製品独特の水分を含んだような素材感を出すことができた。5%グリセリンのレベルを上げた。さらに寒天を10%あげ制作した。

- 発育阻止帯の大きさ : 0.1mm
- まとめ (実験):大きな変化なし

#### 4.2.14 緑茶インソール

- テスト方法 : 抗菌テスト
- 評価 : 抗菌テストの結果、香り
- まとめ : 香りは全く感じず、緑茶の雰囲気はかんじなかった。素材としては強度テストをきちんと超えていることから耐久性は全く問題ない。
- 発育阻止帯の大きさ : 0.3mm
- まとめ (実験):そこに不織布が貼ってあるために

### 4.3. 製品試作品評価

- 特徴
- 改良点
- まとめ

#### 4.3.1 製品試作品 1

- 特徴 : ランプの製作をした理由として、素材の薄さ、茶柄がしっかりと混ざっておらず薄い部分、厚い部分が存在しランプとして使用した場合の淡い光が特徴的であった。土台部分に木を置くことで紙素材を挿して簡単に使用できる。
- 改良点 : ランプにフィットした大きな紙が製作できればランプとしての可能性は上がると考察する。

- まとめ：ランプとしての性能は問題はなかった。また茶殻の配合を増やすことで香りも楽しむことのできる製品にすることができる。

### 4.3.2 製品試作品 2

- 特徴：試作品 7からは和紙を使用したために厚さを生むことで革製品のようなしっかりした重量感を出すことにも成功した。
- 改良点：ハジの部分は脆くつなぎ目の補強はボンドでの補強を施した。天然ゴムなど自然由来のものを使った場合製品の強度向上をすることができる。
- まとめ：財布として素材は大きく問題ではなかったが、生活用品の特に摩擦の激しい製品は茶殻の配分を 20 %以下にするしか強度を上げる方法が考えられなかったために今後は補強のために層を用意する必要性がある。

### 4.3.3 製品試作品 3

- 特徴：試作品として実際の製品は製作できていないが、茶殻を消費者が集める方法をゼロから考えるためにティーバッグの設計に挑んだ。
- 改良点：絞った際に水が下されてしまう部分、さらに見た目もグレネードとマイナスのイメージのあるものにしてしまったためにイメージを変えるためフルーツに例えるのが妥当であると考えられる。また回収の方法など茶殻を集めた後の循環機能を今後考えていかなければならない。
- まとめ：茶殻に関する製品を作る際に個人の使用した茶殻をそのまま回収し、加工し、それを製品化して消費者に戻すと言うところは極めて難しいと考えられる。なぜならば茶殻を乾燥させ、

その状態をキープしたまま開始フローに入らねばならず短いスパ  
ンでの回収になってしまうために消費者の負担になりかねない。

#### 4.3.4 製品試作品 4

- 特徴：リボベジというリボンベジタブルは日本では大きく普及しているが海外ではそこまでである。日本で多くの野菜のヘタを取っておくが海外では簡単に捨てられてしまう。ここに着目し廃棄物を抑えるためのリボベジの製品を作ることを検討した 背景としては茶殻と言う廃棄物を回収する際のフローを考えるために茶殻とはまた違うトピックで考えることによって新たなアイデアを産むためのプロセスである。
- 改良点：水の流れや、育てる人の性格によって大きく左右されてしまうの g は問題である。
- まとめ：リボベジという日本にしかない文化を発信する上でこういった新しい製品をデザインする重要性を感じた。又、キッチンというゴミの大量に出る場所でのリサイクルを考えることで茶殻のプロジェクトの底上げになった。

#### 4.3.5 製品試作品 5

- 特徴：抗菌効果など紅茶には緑茶よりも優れて効果がある。そこでこれらを使った新しい製品を作れないかと考え、インソールという根本のアイデアであったウェアラブル製品にすることを決めた。茶殻の香りと抗菌効果により従来の緑茶の製品よりも幅広い層に馴染みやすい。
- 改良点：現時点では強度が強く、柔軟性の欠如が見られたために柔軟性の向上を目指す。

- まとめ： インソールのようなウェアラブルで体重のかかる製品は何枚かの層にし、それぞれの特徴を持った層を重ねることでより強度と柔軟性、かおりなど特徴を生かすことにつげることができる。

## 第 5 章

# 結 論

### 5.1. まとめ

簡易的な実験ではあったが、本研究の結果として試作品ごとに素材の強度、香り、抗菌作用を向上させることができた。さらに緑茶の市販のインソールに対して抗菌テストで結果を上回ることができた。原因としては、実験で使用したピースの大きさがかなり小さかったため不織布の抗菌作用が上手くなっておきに対して作用しなかった可能性が考えられる。さらに自分のプロトタイプ13は寒天とグリセリンの量を15%に上げたため茶殻の抗菌作用が溶け出し、素材全体に抗菌作用が浸透したと考えられる。

### 5.2. ここまでしかできなかったこと

緑茶の他のプロダクトもテストで試す必要があり、ラボに持っていき精密機械での検査をする必要がある。今回使用した菌が納豆菌ということもあり今後他の強力な菌を使用した抗菌実験をする必要がある。強度や柔軟性に関しての実験ができていなかったため今後は東京都の公的機関によって検査していただく。さらにそのデータによって素材の改良を進めさらなる柔軟性と強度を持った素材を制作する。

### 5.3. これから

強度実験や抗菌防臭実験を正確に行うために東京の施設で実験を行う。さらに強度の精度を高めるために様々な材料を混ぜ改良を重ねていき、いずれは紅茶の靴としての商品化を目指し改良していく。具体的な内容に関しては、強度を保つため公的機関での強度検査を実施し、さらに抗菌テストや効能のテストを行いそのそれぞれの特徴を生かすための窓を作り何層かに分けていく。そうすることでそれぞれの特徴を生かしながら強度や柔軟性を保つこともできる。その試作品を作った後強度テストや抗菌テストをもう一度行い既存の繊維商社やスポーツブランドとコラボし販売を目指す。

# 謝 辞

<https://www.overleaf.com/project/60d5833895b5824df217ec57> 本研究の指導教員であり、幅広い知見からの確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科のマシュー・ウォールドマン教授に心から感謝いたします。

研究の方向性について様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の山岡潤一教授に心から感謝いたします。



## 参 考 文 献

- [1] Ya Lun Su, Lai Kwok Leung, Yu Huang, and Zhen-Yu Chen. Stability of tea theaflavins and catechins. *Food Chemistry*, Vol. 83, No. 2, pp. 189–195, 2003.
- [2] 大島康義, 中林敏郎, 坂本裕. 紅茶タンニンの研究 (其の 1) 紅茶製造中に於けるポリフェノール類及びアミノ酸の変化. 日本農芸化学会誌, Vol. 28, No. 4, pp. 264–269, 1954.
- [3] 戸田真佐子, 大久保幸枝, 大西玲子, 島村忠勝. 日本茶の抗菌作用および殺菌作用について. 日本細菌学雑誌, Vol. 44, No. 4, pp. 669–672, 1989.
- [4] 木村美智子, 宮崎加奈子. 緑茶抽出物で処理した布の消臭特性について. 茨城大学教育学部紀要 (自然科学), Vol. 60, pp. 113–118, 2011.
- [5] 高橋哲也, 近藤哲男, 笠井稚子, 横田博志, 国武哲則. 茶殻を有効利用した茶殻配合紙の作製. 繊維学会誌, Vol. 63, No. 11, pp. 256–263, 2007.
- [6] 中原秀登. サステイナブル・イノベーションに向けての開発体制. 千葉大学経済研究, Vol. 29, No. 3, 2014.
- [7] 内丸もと子. 新しいリサイクルのかたち一色を利用したアップサイクル—. 繊維製品消費科学, Vol. 58, No. 3, pp. 242–243, 2017.
- [8] 牛腸ヒロミ, 高橋哲也, 横田博志, 国武哲則ほか. 各種の茶殻を混入した紙のにおいの特性. 紀要, p. 25, 2008.
- [9] 高麗寛紀. 1. 抗菌性繊維の新テスト方法. 繊維製品消費科学, Vol. 39, No. 10, pp. 628–635, 1998.

- [10] 高橋哲也, 笠井稚子, 近藤哲男, 横田博志, 国武哲則. 抄紙法により作製された緑茶の茶殻配合紙の抗菌性. 繊維学会誌, Vol. 64, No. 12, pp. 358–365, 2008.