

2018年度春学期学士論文

「デジタルファブリケーションによる
再生野菜の栽培が可能な水槽の制作と
使用した際の生活への効果」

慶應義塾大学環境情報学部環境情報学科 4年 後藤圭

論文要旨

世界の人口は増え続けており、それにより食料や資源、エネルギーの需要がさらに高まることが予想される。こうした状況において、日本のカロリーベースの食料自給率は38%とあり、食料不足が予想される今後の社会において食料自給率を上げる必要があるだろう。

しかし一方で、世界では食料が大量に廃棄される現状も存在している。しかも先進国や比較的裕福な国々でそうした傾向が強い。将来的に食糧不足が懸念される我々の生活において、食料の大切さを見つめなおすことが大事である。

都市でも人口が増え続けていくと予想されているが、同様に食糧不足の問題が起きるだろう。そうした中で都市農業は、貧しい人々に対して食料だけでなく、仕事も与えることができる。日本においても都市農業を奨励する法律が存在するが、都市での農業生産量はとても低い。

以上より筆者は農家以外の人々が農業を行うための架け橋になればと考え、野菜栽培を簡易的に行えるプロダクトを考案し、制作した。

本研究では野菜の栽培体験を、再生野菜という栽培方法を用いて簡易的に実践できるプロダクトを制作し、それを実際に使用することで使用者の生活にどのような変化がみられるかを確認した。

論文の構成は以下のとおりである。第一章では研究背景と研究目的について述べる。第二章でリサーチを行い、どんな栽培方法があるのかを調査する。第三章では簡易的な栽培体験を行えるプロダクトを提案し、制作過程について記述する。第四章では、ユーザーに使用してもらった結果を記録し、第五章では制作と実験を通しての結論と展望を述べる。

目次

[1]はじめに.....	1
[1.1]研究背景.....	1
[1.1.1]自分のためのモノづくり.....	1
[1.1.2]世界の食料自給率について.....	2
[1.1.3]世界の食糧問題.....	6
[1.1.4]都市農業.....	7
[1.2]研究目的.....	8
 [2]リサーチ	10
[2.1]再生野菜について.....	10
[2.2]アクアポニックスについて.....	11
[2.3]関連事例.....	13
[2.3.1]アクアポニックスと IoT 技術の融合	13
[2.3.2]Aquapioneers.....	14
[2.3.3]ハイドロボール.....	15
[2.3.4]アクアテリア	16
[2.3.5]食べた野菜や果物から種を取り出して育てる	17
[2.3.6]HELLO GARDEN	18
[2.3.7]家庭用水耕栽培キット	20
[2.3.8]都市のビルで行われているアクアポニックス.....	20
[2.3.9]アクアスプラウト SV	21
[2.3.10]ペットマト・POTLAND.....	22
 [3]制作・提案.....	24
[3.1]プロダクトの制作	24
[3.2]再生野菜とアクアポニックスの融合.....	25
[3.2.1]再生野菜とアクアポニックスを融合する意図	25

[3.2.2]制作過程	26
[3.2.3]魚の飼育に関して	26
[3.3]水槽の自作	27
[3.4]IoT 技術との融合	28
[3.5]使用方法	32
[4]ユーザー実験	33
[4.1]実験概要	33
[4.1.1]実験調査内容	33
[4.2]実験結果	35
[4.2.1]S.K さん	35
[4.2.2]K.S さん	38
[4.2.3]O 夫妻	41
[4.3]実験結果のまとめ	44
[5]結論・展望	45
[5.1]結論	45
[5.2]展望	46
[6] 謝辞	47
[7]参考文献・資料	48

1. はじめに

1.1 研究背景

1.1.1 個人のためのモノづくり

以前の社会は大量生産と職人による生産の二つの商売が存在した。大量生産は安価で大量にものを製造することができ、自社の製品を大量に世の中へ流通することができる。職人の生産は、高度な技術を持って品質が高いものを生産する。しかし、少量であり、高度な技術を習得するのは容易ではない。

従来、専門家しか扱えなかったデジタルな工作機械が最近では安価で市場に販売されているため、個人でデジタル工作機械を買い、ものづくりを行う人々が増えてきた。現在世界では、Fablabと呼ばれるデジタルファブリケーション機器の使用ができる市民工房が各地にできており、モノづくりを行う人々は年々増加している。慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスのメディアセンターでは、「Fab Space」という3Dプリンタやレーザーカッターなどのデジタルファブリケーション機器を扱える場所が存在する。そこでは学生が申請を行えば無料でものをつくることができる。そうして個人がデジタル工作機械に触れる機会が増えたため、今まで個人では扱えなかった機械を駆使してより精巧なモノづくりが行えるようになった。

以上のように、専門家や職人にしか扱うことのできなかった生産方法以外に、個人がデジタルファブリケーション機器を扱うことによって、ものづくりを行うことができるようになった。これによって、自分や誰かのためにもものをつくるパーソナルファブリケーションが行えるようになり、今まで消費者だった人々がお店で選んで買うだけでなく、自分でほしいものを作るという選択肢が選べるようになった。

1.1.2 世界の食料自給率について

食料とは、人が食事をして生きていくうえで絶対に必要なものである。その食料の現状に対して考察を試みる。

食料自給率とは、 $[\text{国内生産} \div \text{国内消費} \times 100]$ という計算によって得られる数値のことである。生産や消費は、重量や金額、カロリー換算で表される。そのため、食料自給率には、カロリーベースでの食料自給率や生産額ベースの食糧自給率、重量ベースでの食料自給率という種類に分かれる。

以上の食料自給率に対して、それぞれ説明を行う。まず、カロリーベースでの食料自給率は、食料に含まれているカロリーを尺度に集計・計算されて数値が出される。カロリーは人間が必要とする栄養素の基本であるため、カロリーベースでの食料自給率は食糧問題を考えるのに有益である。しかし、野菜や果物、お茶などカロリーがほぼ含まれない野菜に対してもカロリーを基準にして数値を出すため、注意が必要である。次に生産額ベースでの食料自給率は、食料の経済的な価値を尺度に集計・計算された数値である。農家が出荷する段階での価格を物差しとして国内生産量が産出されている。そのため、経済行為として食料生産を考察するのに有益な数値である。また、野菜や果物、お茶などカロリーがほぼ含まれない野菜に対して、生産額で数値を出すため、カロリーベースの自給率では不十分な視点を補うことができる。最後に、重量ベースでの食料自給率は、食料の重量を基準に算出される数値である。個々の品目の自給率を算出する際には、重量ベースでの食料自給率で産出されている。

また、穀物自給率についても説明を行う。穀物自給率とはコメと小麦とトウモロコシの三大穀物を中心にして、大麦・裸麦や雑穀類なども合算した自給率のことである。こちらも重量による集計・計算が行われている。

日本の各自給率の現在の数値とその推移は図1のようになっている。カロリーベースでの食料自給率と、生産額ベースでの食料自給率に30%もの差があるのが特徴だといえる。これは野菜生産によるものである。例えばレタスはほぼ国産であるが、カロリーがないためカロリーベースの食料自給率には反映されない。しかし経済的価値があるので、生産額自給率の維持には貢献している。ほかにも、キュウリやトマト、ピーマンや大根などそうした品種で同様のことが言える。

日本の食料自給率の推移について説明する。生源寺眞一著「日本農業の真実」によると、食料自給率の変化は、我々の食生活の変化と関係しているという。1955年から2005年までに畜産物の消費量が格段に増加した。例えば、肉類は8.9倍、牛乳・乳製品は7.6倍、卵は4.5倍に消費量が増えた。畜産物の消費量が上がったことにより、畜産を行うのに必要な飼料穀物を大量に海外から輸入する必要があり、それによって大幅に自給率を下げたとされている。また、油脂類の消費量も5.4倍まで増えており、油脂類の原料用大豆は100%輸入品である。そのことも自給率を下げる要因になっていると述べられている。

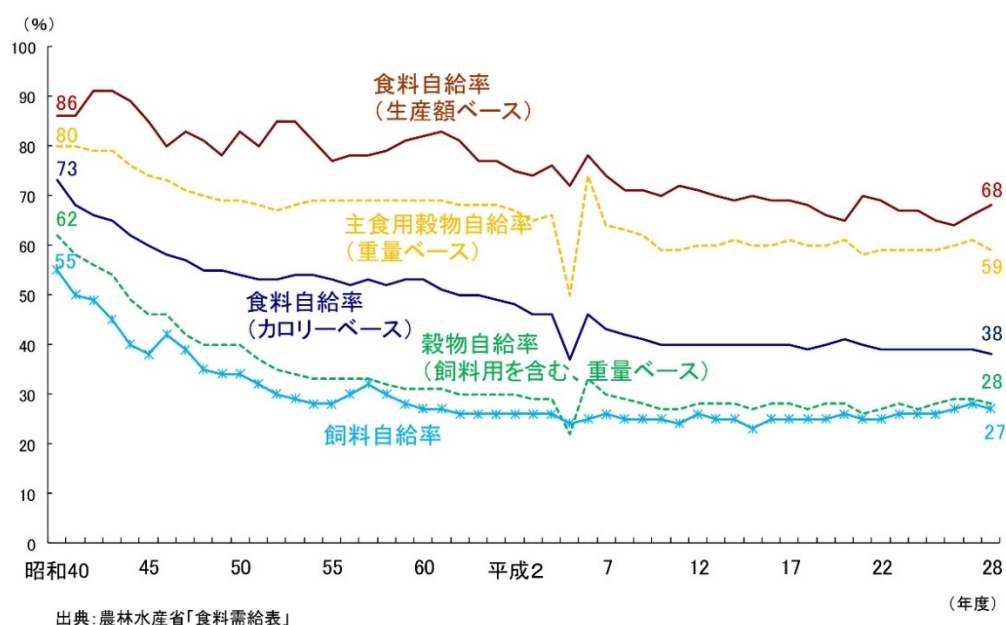


図1 日本国内の食料自給率の推移

(出典: 農林水産省 web ページ(http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/011.html))

(2018.7.19閲覧)

図2の資料によると、日本全体の食料自給率はカロリーベースでみると38%である。これはアメリカが130%、フランスが127%、ドイツが95%と比較するととても少ない数値である。ちなみに日本以外にカロリーベースでの食料自給率が低い国は、韓国とスイスである。韓国は平成23年度に42%、スイスは図のように50%である。また、参考としては台湾が33%、ノルウェーが48%である。参考の値として紹介したのは、台湾が輸入飼料の値を、ノルウェーが輸入飼料と輸出を考慮していないためである。台湾の値を参考値とするならば、日本のカロリーベースでの食料自給率は最低だといえる。

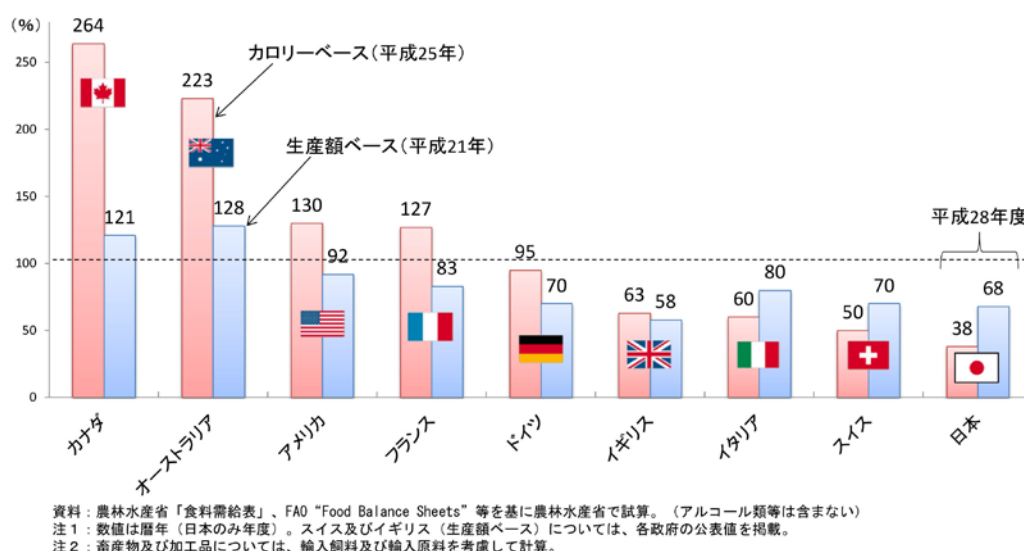


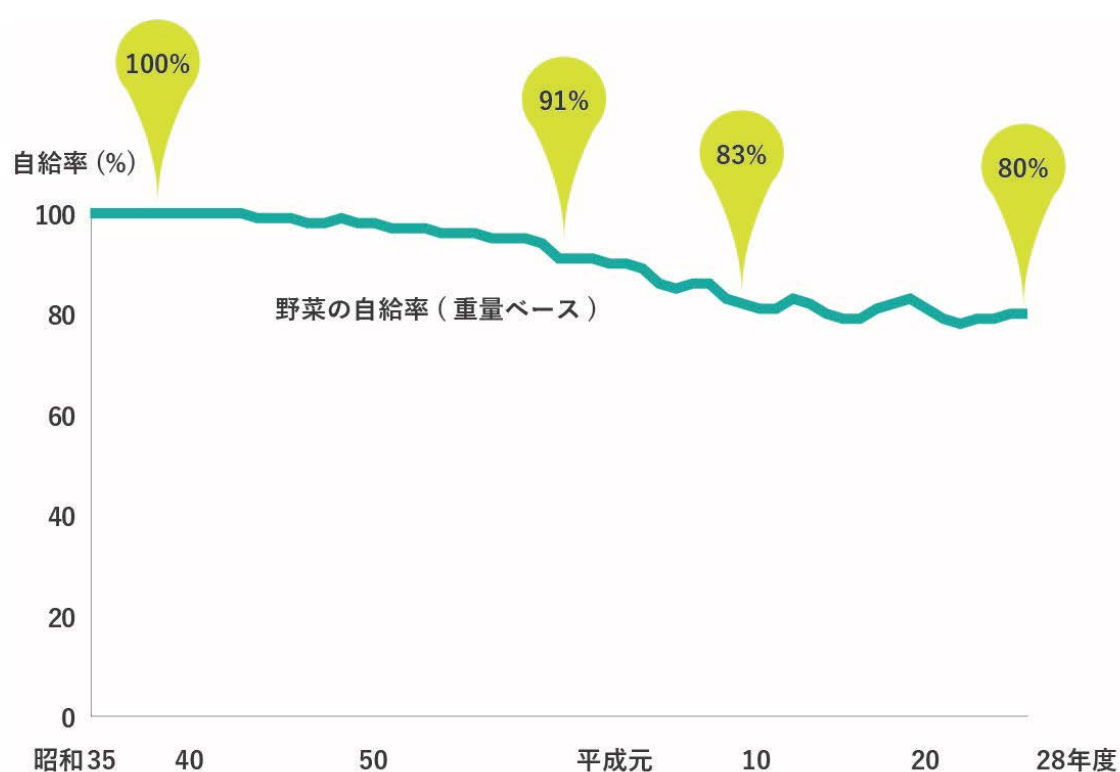
図2 世界の食料自給率

（出典：農林水産省 web ページ(http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/011.html)
 (2018.7.19閲覧)

近年の食料自給率の推移、また国際的な食料自給率の比較をみると、日本にとってカロリーベースでの食料自給率をどう上昇させていくかはここ数十年の課題であるといえる。

野菜の自給率についても述べておく。品目別の自給率のため、重量ベースでの自給率となる。図3より、平成10年は日本の野菜の自給率は80%前後のままであることがわかる。昭和40年から昭和60年までは100%～95%を記録しており、昔と比較すると減少している。これは農業生産が全体として縮小傾向になったことと、人口が安定してきたことにより食料の消費に大きな変化がなくなってきたためと考えられる。

また、農業就業人口の数は平成22年の260.6万人から平成28年の181.6万人に減少している。地方での過疎化や農業後継者の不足の問題を考えると、これから日本の農業がゆっくり衰退していてもおかしくはないだろう。



資料：農林水産省「食料需給表」

図3 日本の野菜の自給率(重量ベース)の推移

1.1.3 世界の食糧問題

世界の人口は依然増加を続ける。国連人口開発委員会によると、2020年には77億人、2050年には90億人を突破すると予想されている。また国連はこうした人口の急速な増加により、世界の食料や水、エネルギー資源の確保がこれまで以上に深刻になると予想している。

また、世界での異常気象により食料価格のインフレが起きることも懸念される。例えば、2010年に起きたタイ大洪水被害では、コメ生産に大きな被害を受け、500～600万トンのコメが消失した。世界のコメ輸出量が約3000万トンである。この洪水の影響によって、コメ価格は2011年初めのトン当たり500ドルから年末には650ドルまで上昇した。

しかし一方で、世界全体では食料廃棄の問題もある。全世界で食用として生産される食料品のうち、約三分の一が何らかの形で失われ、または廃棄されている。下の図には世界の各地域での一人当たりの食料廃棄・食料ロスの量が掲載されている。

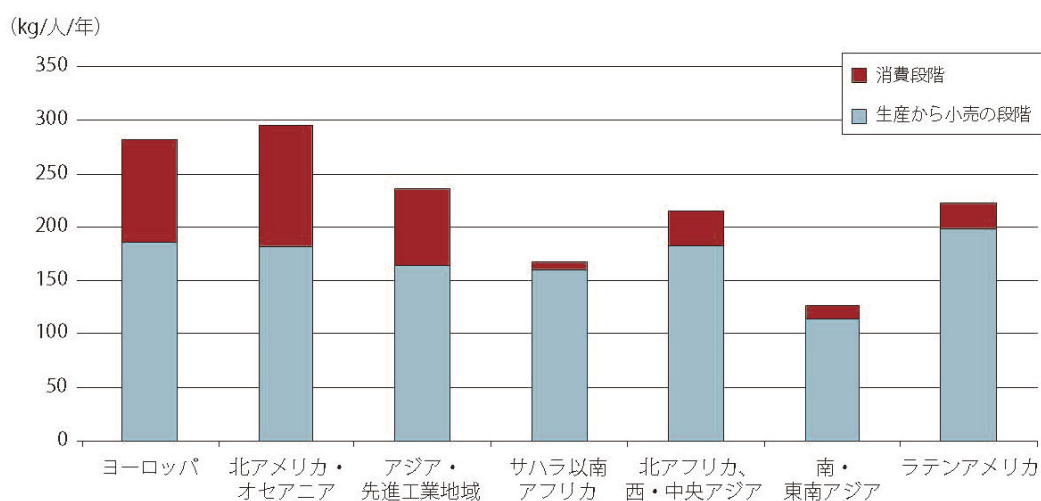


図4 各地域における消費及び消費前の段階での一人あたりの食料のロスと廃棄量

(出典:国際連合農業食糧機関 http://www.jaica.or.jp/fao/publication/shoseki_2011_1.pdf)

(2018.7.19閲覧)

消費段階での食料ロスと生産から小売段階での食料ロスの違いについて説明を行う。消費段階での食料ロスとは、食べられる段階で食料を廃棄することである。食べようと

思って買ったが、結局食わずに捨ててしまった場合などのことだ。生産から小売段階での食料ロスとは、生産及び出荷を行ったが結局購入されずに廃棄されることである。図3からわかることはヨーロッパ、北アメリカ、アジア・先進工業地域などの豊かな国が食料の消費段階で食料をロスしている一人当たりの量が多いということである。つまり、豊かな国ほど食事の際に食料が廃棄しているということだ。食料を生産してもそれを無駄にってしまうことはもったいないことであるし、生産・輸送するためのエネルギーにも無駄が出ているだろう。ちなみに、近年では食料のロスを防ぐために、フードバンクという食べ物に困っている人に余っている食べ物を配給する取り組みも行われている。

今後人口が増加することによって世界的に食料や資源が不足し、需要が高まることを考えれば、我々は食料のロスや廃棄に対して理解を深め、食料をより大切にする必要があると私は思う。

1.1.3 都市農業

都市の人口は依然多いままだ。国連の「都市化による人口変動」という資料によると、「2018年度は人口の55%が都市に住み、2050年には人口の68%が都市に住んでいるだろう」と述べられている。

2009年の国際連合農業食料機関の「FOOD FOR THE CITY」という資料によると、「世界では食料の価格が高いことにより、世界の飢えた人々の数がここ数年のあいだ百万人の割合で増加している。その中には都市に住んでいる貧しい人々も含まれる」と記載されている。

都市の人口が増えていくことを考えれば、都市部ではこれからも食料が高騰し、貧しい人々の手にどんどん渡らなくなるだろう。そうした都市部での貧困や食料の調達のために、都市農業は役に立つ。都市農業を行うことで、食料が生産することができ、生産を行うために貧しい人々を雇用する。これにより、貧しい家庭に収入や雇用を与えることができる。国際連合農業食料機関によると、8億人が世界で都市農業に従事していると述べられている。

一方で、日本の都市農業の取り組みについて記述する。まず、平成27年4月に都市農業振興基本法が施行された。この法案は都市農業を安定して継続させ、都市農業の機能をもとに良好な都市環境を構築することが目的である。都市農業の果たす役割は大きく分けて6つとされている。一つは都市での新鮮な作物の提供である。2つ目は農業体験や学びの場としての活用だ。3つ目は良好な景観の形成を行うことだ。4つ目は都市市民の農業理解の醸成である。5つ目は都市の環境を保全することだ。6つ目は災害時の防災空間としての機能である。このように日本では都市での農業を推進するための法律が存在する。

日本での都市の農業は生産量が高いとは言えず、都道府県別のカロリーベースでの食料自給率をみると東京都は1%、神奈川県と大阪府が2%、埼玉県が10%、京都府が13%と都市部のカロリーベース食料自給率が低くなっている。都市は今後も人口が増えていくことを考えると、日本の都市部はさらに他県や海外からの食料に頼らざるを得ないだろう。

1.2 研究目的

最近になって、自分でもものを作るという選択肢が選べるようになったが、野菜栽培に関しては依然高いハードルがあると私は思う。現代の都市生活の中で、自分で野菜を作る経験をするには場所や手軽さが必要だろう。また、都市での農業を推進するには、農家以外にも多くの人に野菜を栽培してもらうことが大事だと私は考えた。少しでも多くの人に栽培体験を経験してもらうには、従来の時間や土地、手間が必要な方法では難しい。すこしでも農業の敷居を下げ、野菜を栽培する体験ができないかと考えた私は、デジタルファブリケーションを利用してそのような体験を提供できるプロダクトを制作することにした。

以上のことから、できるだけ負担を減らしながら簡易的に野菜栽培を体験する機会をユーザーに与えることを研究目的としている。そのうえで、簡易的な栽培経験を通して食料の問題や都市生活での問題を考えるきっかけになればよいと私は願っている。

2. リサーチ

2.1 再生野菜について

再生野菜とは、根本だけの野菜を水につけなおすことでもう一度野菜が育てられることである。調理する際に不必要な野菜の根本を捨てるのではなく、それを水につけなおすことによって、切ったはずの部分がもう一度調理可能なサイズに復活する。普段捨ててしまう野菜の根本がゴミにならなくて済む。

再生野菜を行うのに必要なものは、野菜の根本と水、野菜が入るだけのお皿やコップである。再生野菜のやり方は、まず切れ端を大きめに残した野菜を準備する。その次に用意した容器に野菜を入れて、切れ端の半分が浸るぐらいの量の水を入れる。その後は一日に一度お皿の水を交換し、野菜を入れている皿のぬめりをとるだけだ。お皿のぬめりを取るのは、ぬめりを放っておくと水質が悪くなり、野菜にカビが生えてしまう場合があるからだ。また再生野菜は種類によって再生する速度が違う。小ネギや豆苗などは一週間ほどで切った分の長さに戻るが、人参や大根などの根物野菜は一か月ほど成長するのにかかる。

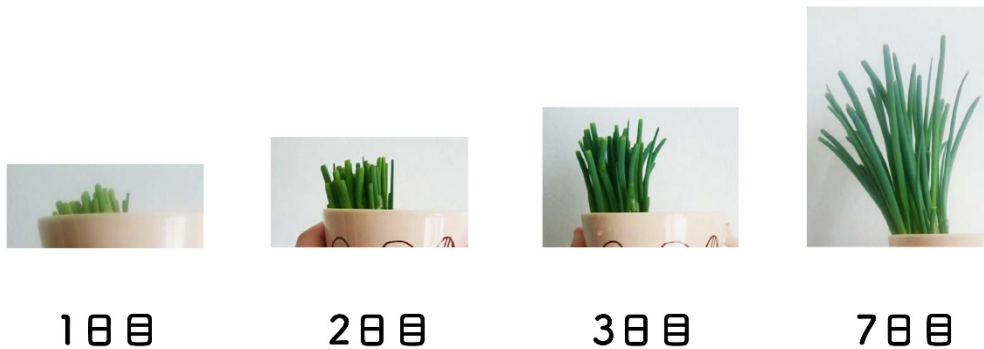


図5 小ネギを再生野菜させた様子

再生野菜のコツは三つある。1つは旬の野菜を使用することである。旬の野菜はつい最近まで土で栽培されていた野菜であり、購入した時の季節に即している野菜である。2つ目は真夏を避けて栽培することである。真夏だと高温多湿のような環境になってしまうことが多く、再生野菜を行うための水の水質が悪くなりやすいからだ。3つ目は野菜を一度冷蔵庫に入れてから栽培することだ。冷蔵庫の中と外では気温差がある。

一度野菜を冷やしてから冷蔵庫の外へ出すことにより、野菜は春が来たと勘違いして芽が出やすくなる。

再生できる野菜の種類は葉物野菜、根物野菜、スプラウト系の三種類である。葉物野菜は小ネギ、根三つ葉、クレソンなどが対象である。根物の野菜は人参、大根が対象である。しかしこちらは身ではなく、葉っぱが育つ。なので普段調理に使用する部分、例えば人参のオレンジの部分や大根の白い部分は復活しない。スプラウト系の野菜は、豆苗、ブロッコリースプラウトである。また、水である程度再生してから鉢植えに植えなおす再生野菜の方法も存在する。ミントやバジル、セリなどがそうである。



図6 再生野菜の実践例

2.2 アクアポニックスについて

アクアポニックスとは、魚を飼育することによって野菜を栽培する仕組みのことである。もともと土を使わず水だけで野菜を栽培する水耕栽培という方法がある。それと、魚の養殖を組み合わせた農業がアクアポニックスであり、水を有効に活用しながら独自のシステムで魚と植物を同時に育てることができる仕組みである。ちなみにアクアポニックスという言葉はアクアカルチャー（水産養殖）の”aqua”とハイドロポニックス（水耕栽培）の”ponics”を組み合わせたことによって生まれた。アクアポニックスを行うことにより、水産養殖と水耕栽培の悪い点を補うことができる。例えば、水産養殖を行うと水が富栄養化し、それが魚にいい影響を与えないため、水替えを行うのでその水が廃棄物になる。水耕栽培では化学肥料を含んだ古い水を新しい水に取り換える必要があり、その水が廃棄物になる。アクアポニックスではそうした水の廃棄物が出ない。それは水がシステムの中で循環し続けるからである。

ちなみにアクアポニックスは再生野菜では再生できなかった野菜が栽培できる。例えば、ブロッコリーやレタス、キュウリやスイカ、トウモロコシやイチゴ、ナスやトウガラシなどである。しかしそれぞれ栽培に適切な気温があるので、栽培をする環境や季節にも留意する必要があるだろう。

アクアポニックスの有用性は、水替えが必要ない点である。魚の排せつ物を微生物が分解し、それを野菜に養分に変えるという循環システムを構築しているので、きれいな水質を保つことができる。この循環システムについて詳しく記述すると、まず魚のふんや食べ残しのエサが分解されてアンモニアが発生する。それを微生物が亜硝酸塩に変換をする。ちなみに、この亜硝酸塩が魚に有害である。さらに別の微生物が亜硝酸塩を硝酸塩に変換する。硝酸塩は魚に取ってほぼ無害であり、植物にとっては栄養である。植物がそれを吸収し、成長していく。以下のようなサイクルでアクアポニックスは循環している。

飼育できる魚の種類は金魚、メダカ、ティラピア、コイなどである。大規模なアクアポニックスにはティラピアやコイなどが使用される。また、ティラピアなどの食用の魚を育てた場合は野菜だけではなく魚も収穫でき、野菜の栽培と同時に魚の養殖もおこなうこと

ができる。実際に行われるアクアポニックスの規模は様々で、家庭で実践できるサイズのものから事業として街中で行っているものまである。



図7 アクアポニックスが実践されている様子

(出典:Maximumyield『Managing pH in Aquaponic Systems』

<https://www.maximumyield.com/managing-ph-in-aquaponic-systems/2/1208>)

(2018.7.19閲覧)



図8 アクアポニックスの循環する仕組み

(出典:AQUAPONICS さかな畑『アクアポニックスについて』<https://aquaponics.jp/about>)

(2018.7.19閲覧)

2.3 関連事例

2.3.1 アクアポニックスと IoT 技術の融合

アクアポニックスの水槽の IoT 化を行った研究がある。この研究では WordPress のページ上でアクアポニックスの様子をカメラで確認できるようにしたり、エサやり器を動かすボタンを制作したり、温度の様子をグラフで表示している。使用しているデバイスは Raspberry Pi である。ベランダでアクアポニックスを行っており、下層を魚の飼育、上層を植物の飼育という風にきちんと分けて実践している。家庭で行えるアクアポニックスのサイズとしては大きいほうである。



図9 自作アクアポニックスを IoT 化した研究の様子

(出典:ENGINEER TOSHIO KUGA.NET『自作したアクアポニックスにラズベリーパイ2を設置して IoT 化しました』<http://g-action.gack2u.com/aquaponics-iot-raspberry/>)
(2018.7.19閲覧)

2.3.2 Aquapioneers

Aquapioneers はデジタルファブ리케이션を用いて制作されたアクアポニックスの DIY キットである。これは Guillaume Teyssié が、Fab Academy という MIT のニール・ガーシェンフェルド教授によるほぼあらゆるものを作るためのオンライン講義の最終プロジェクトにて制作されたものである。水槽を置くための木製の棚は Shopbot と呼ばれる木材を裁断するための CNC ミリングマシンによって制作されている。設計を行うのに「Rhionceros」という3D-CAD ソフトが使用されており、また、自作で回路基板を制作するなど、デジタルファブ리케이션を利用して一から自分で制作を行っている。現在では、Aquapioneers は事業化され、販売されている。

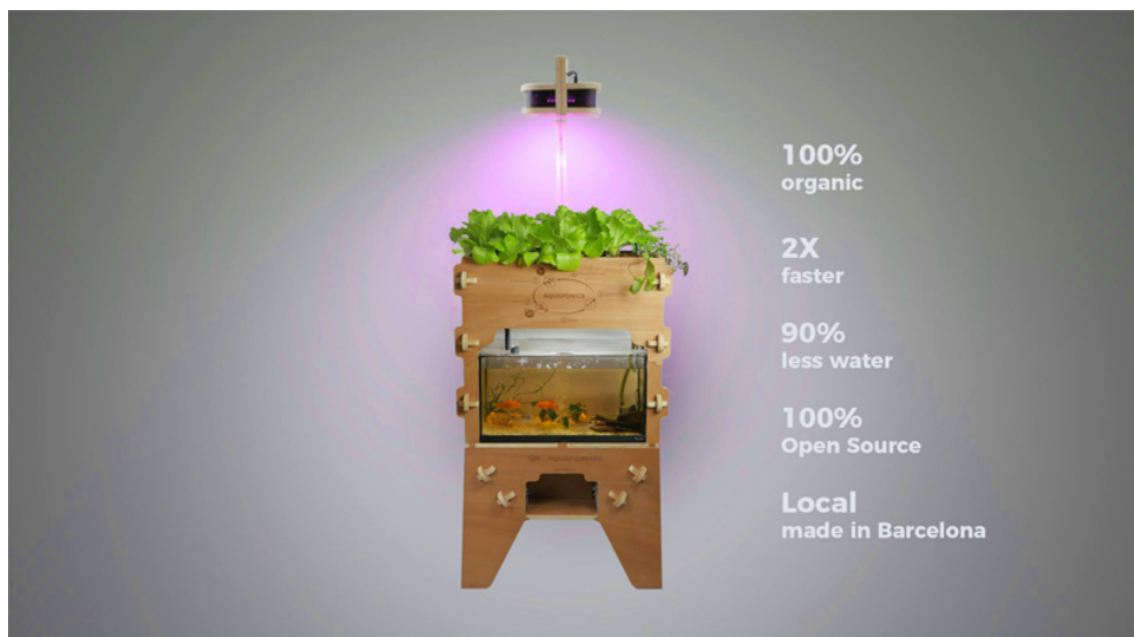


図10 Aquapioneers

(出典: GIZMODE『お魚×水耕栽培をもっと拡張。オープンソース型アクアポニックス「Aquapioneers」』<https://www.gizmodo.jp/2017/07/aquapioneers-open-source.html>)

(2018.7.19閲覧)

2.3.3 ハイドロボール

ハイドロボールは水耕栽培を効率よく行うために使用するものである。茶色い粒のような形で、土を丸めて焼結されており、水に濡れても粒の形が変化しないようになっている。ハイドロボールを使用するメリットは、3つある。1つは無菌・無臭である点だ。害虫や病気の心配がなく室内を汚す恐れもない。2つ目は使いまわしができる点だ。1000度で焼結されているため、ほとんど劣化せず洗うことによって繰り返し使用できる。3つ目は鉢植えなどの容器だけではなく、コップなどの容器でも栽培ができる点だ。これにより、室内で違和感なく植物を栽培できる。



図11 ハイドロボール

(出典: Tree people『ロックウール&栽培地』http://www.growshop.jp/tree_people/rockwool.html)

(2018.7.19閲覧)

2.3.4 アクアテリア

アクアテリアとは水耕栽培と水槽を組み合わせて魚の飼育が行える水槽の製品である。アクアリウム初心者でも飼育しやすいように制作されたために、飼育できる魚はメダカやベタ、金魚に限られている。使用する方法は一般的なアクアリウムと同じで、水槽の底に敷く底石を準備し、飼育に使用する水道水の塩素をあらかじめ抜いておく。次に、植物を育てる部分である水槽のふたにハイドロボールを入れ、育てる植物をセットする。魚を水槽に入れた後は一日一回えさを与えるだけである。アクアテリアは安いものは1400円で販売されており、高いものでも5500円となっているので、通常の水槽の相場と比較してもあまり変わらない値段である。アクアテリアの内部のシステムはアクアポニックスと同じである。魚がえさを食べて排泄物を出し、それを微生物が植物の栄養分として分解し、植物が吸収する。栽培できる植物はハイドロボールに適した植物であり、ふたの高さが高くないため、苗をグラグラさせずに育てることができない。そのため、アクアテリアでは野菜を育てるのが難しい。植物を栽培する場所である水槽のふたには水を吸い上げるための穴が開いているため、土を入れることができない。



図12 アクアテリア メダカ用 N190

(出典: 水作『アクアテリア』<http://www.suisaku.com/aquaterior/index.html>)

(2018.7.19閲覧)

2.3.5 食べた野菜や果物から種を取り出して育てる

自分が食べた食べ物の種を捨てるのではなく、それをもう一度土に埋めて栽培している事例が存在する。桃、ブドウ、柿、グレープフルーツなどの果物を中心に、トマトやカボチャ、ピーマンなどの野菜や玄米や銀杏などまで、種を埋めれば自分で栽培することができる。しかし、種からの栽培ということもあり、収穫するまでに大体2～3年ほどかかり、最低でも一年間は必要である。例外として、種が早く成長する野菜もある。それはアボカドである。アボカドは種をまいてから20～40日程度で発芽する。その後、1週間から10日ほどで芽が数センチ伸び、それから一か月後には葉っぱを出す。その後も育てると、40センチほどの高さになる。

作物の種を取り出して栽培する方法を順に説明する。まず、作物から取り出した種を丁寧に洗い、果肉やぬめりを落とす。野菜の種は乾燥して保存し、旬の時期から逆算した植えるべき時期に植える。果物の種は乾燥させてしまうと種が死んでしまうので、すぐに植えるのがよい。また、大きいタネはプランターに直接植えてよいが、小さな種はポリ製のポッドのような小さな容器に植える。小さな容器に入れた種は、成長したらプランターに移し替える。ちなみに、種が多く発芽してしまった場合は間引く必要がある。それ以後は水やりを行い、成長に応じて肥料を与え、支柱を立てて、害虫対策を行う。

2.3.6 HELLO GARDEN

HELLO GARDENとは千葉県千葉市稲毛区みどり町にある都市農園である。一般的な市民農園の機能に加え、味噌や醤油を作るイベントや盆踊りをするイベントを行うなど農業に限らず、人々が新しいことに挑戦したり、交流する場所になっている。HELLO GARDENは新しい暮らしを自分たちの手でつくる実験広場として定義されており、自分たちが欲する生活スタイルを手に入れるすべを探している。新しい生き方をするために、実験的に活動しているのは都市農園としても珍しい試みである。



図13 HELLO GARDEN

(出典:株式会社マイキー『HELLO GARDEN』http://mikey-inc.jp/project_h/)(2018.7.19閲覧)

2.3.7 家庭用水耕栽培キット

馴染みがないかもしれないが、現在では多くの家庭用水耕栽培キットが販売されている。これらの製品の特徴は、電化製品であるため栽培の管理を行ってくれることである。例えば、野菜が成長するように光や温度の管理を行い、水不足の状態になった際はそれを検知して我々に知らせる。このキットは種から水耕栽培で育てていくため、栽培できるのはレタスやハーブなどの葉物野菜やスプラウト系の野菜に限られる。大根などの根菜は育てることはできるのだが、育てるのが非常に難しいため推奨されない。その理由は根菜の特徴によるものである。根菜は根の一部が太く成長して食べられるものになる。水耕栽培では根をほとんど水につけているため、根が太く成長できずに根腐れしてしまう。なので、水耕栽培では、根菜より葉物野菜やスプラウト系の野菜を育てるべきだと言われている。



図14 水耕栽培機 GreenFarm

(出典: Amazon『ユーイング 水耕栽培機 GreenFarm UH-A01E1』[https://www.amazon.co.jp/ユーイング-UH-A01E1-水耕栽培機 GreenFarm/dp/B0160K6QOC](https://www.amazon.co.jp/ユーイング-UH-A01E1-水耕栽培機-GreenFarm/dp/B0160K6QOC)) (2018.7.19閲覧)

2.3.8 都市のビルで行われているアクアポニックス

ビルの6階と屋上を使用して大規模なアクアポニックスがおこなわれている事例がある。UrbanFarmers というスイスの会社が、オランダのハーグにあるビルの6階と屋上をアクアポニックス用に改装した。ちなみにそれによって、「新しい農業」というプロジェクトが始まり、ビル全体が農業工場や都市農業のための拠点になった。都市で行う大規模なアクアポニックスということで、約8万匹ものティラピアが飼育されており、野菜も毎週1100kgもの量が出荷されている。

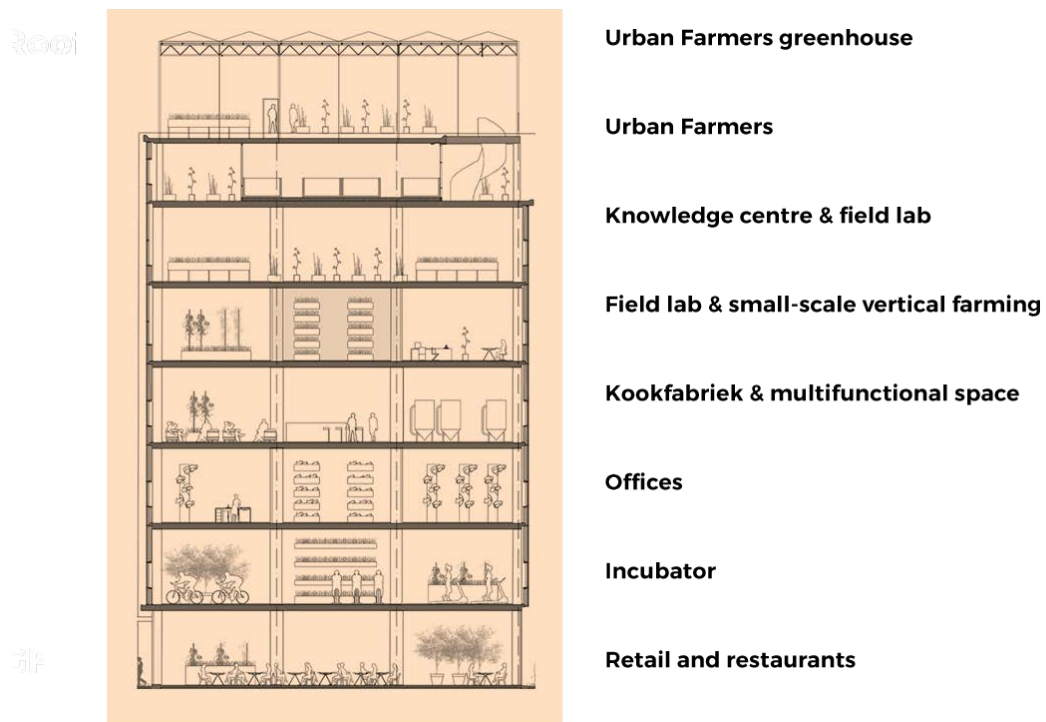


図15 新しい農業プロジェクトによって改装されたビルの内部図

(出典:オランダ農業とつながる『ヨーロッパ最大の屋上都市型農園(アクアポニックス農業)をオランダで訪問したよ』<https://www.ymizuki.com/entry/urbanfarmers-visit>)

(2018.7.19閲覧)

2.3.9 アクアスプラウト SV

アクアスプラウト SV というアクアポニックスのセットが販売されている。このセットでは、ハーブやレタス、ネギを苗から育てることができる。また、種まき専用の容器を使用すれば、ニンジンやラディッシュなどの根菜も育てることが可能である。育てられる魚は金魚やメダカ、どじょうやハゼだけではなく、巻貝やヤマトヌマエビなどのコケを食べる生物も飼育可能である。アクアスプラウト SV は下に水槽、上に栽培スペースという構成になっており、栽培スペースは水槽に浸かっている。なので、栽培スペースに給水を行うためのポンプが水槽内に設置されている。また、栽培スペースにはハイドロボールを入れるが、苗が安定するほどの量のハイドロボールを入れることができるので、作物の苗を育てられる。



図16 アクアスプラウト SV

(出典: AQUAPONICS さかな畑『アクアスプラウト SV さかな畑 トータルセット / アクアポニックス 栽培 キット / 送料無料』

<https://aquaponics-onlinestore.com/?pid=126982281>) (2018.7.19閲覧)

2.3.10 ペットマト・POTLAND

土を使用しないで、簡単に作物の栽培が行えるキットを紹介する。ペットマトはペットボトルの中に水を入れ、種を入れたキャップを取り付けることによって、栽培がおこなえるキットである。キット以外に準備するものはペットボトルと水だけなので、気軽に水耕栽培ができる。栽培可能な作物はトマト、枝豆、青じそ、ハバネロなど20種類以上にわたる。



図17 ペットマト

(出典: はせがわさとう商店『ペットマト』http://www.hasegawasatostore.com/product-list/2?_ga=2.262770828.1859084233.1531591883-1430387909.1531591883) (2018.7.19閲覧)

POTLAND はコップのふちに種が入ったフィルターを取り付けることによって野菜栽培がおこなえるキットである。栽培できるのはトマト、ひとくちナス、パクチーなどの七種類だ。ちなみにこれを制作したのは上記のペットマトを制作した会社である。

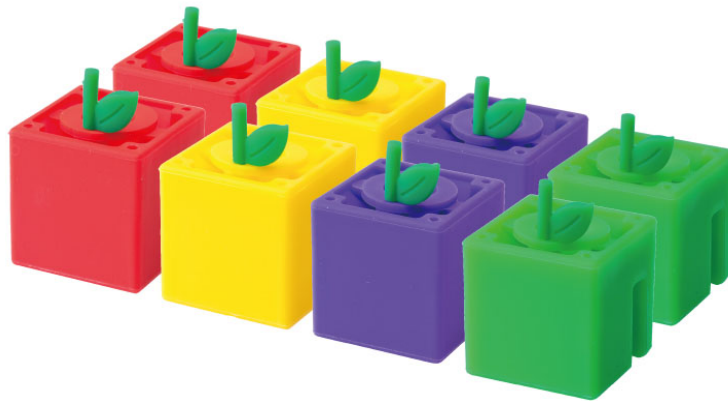


図18 POTLAND

(出典:『Potland』<http://potland.jp/>)(2018.7.19閲覧)

3. 制作・提案

3.1 プロダクトの制作

上記のリサーチを行って、農業に触れるきっかけとなるプロダクトとして、再生野菜とアクアポニックスを融合させたプロダクトを制作することにした。

野菜栽培を実際に行うには土地を準備したり、世話の手間がかかったりとハードルが高い。しかし野菜栽培をする以外でも一般人が野菜に触る機会はある。それは料理をする際だ。そして料理をする際には、野菜の下ごしらえをする必要があり、その際には unnecessary 野菜の根本が出てくるだろう。それを再生野菜で復活させることができるはずだ。野菜の根本を再生させるプロセスは、初めから野菜栽培を行うより手間がかからず、一般の人が使用することを考えても取り組みやすいといえる。

再生野菜を行うためのプロダクトを制作していくうえで次のようなアプローチをとった。まず水槽で再生野菜が行えるようなアタッチメントを制作する。次に水槽を自作する。最後にそれを IoT 化し、エサやりを機械で行えるようにし、飼育の手間を減らす。最終的に制作したものを実際にユーザーに使用してもらう。

なお、今回制作したプロダクトの名前を、再生野菜 (Reborn vegetable) とアクアポニックス (Aquaponics) を融合させた試みから「RebornPonics」と呼ぶことにする。

3.2再生野菜とアクアポニックスの融合

3.2.1再生野菜とアクアポニックスを融合する意図

再生野菜を行うためには一日一度の水替えと野菜を入れている容器の清掃が必要である。しかし、アクアポニックスと組み合わせることによって、水替えをする必要がなくなり、一日一度水替えをしなくてよいことになる。再生野菜を非常に楽におこなうことができるだろうと考えた。

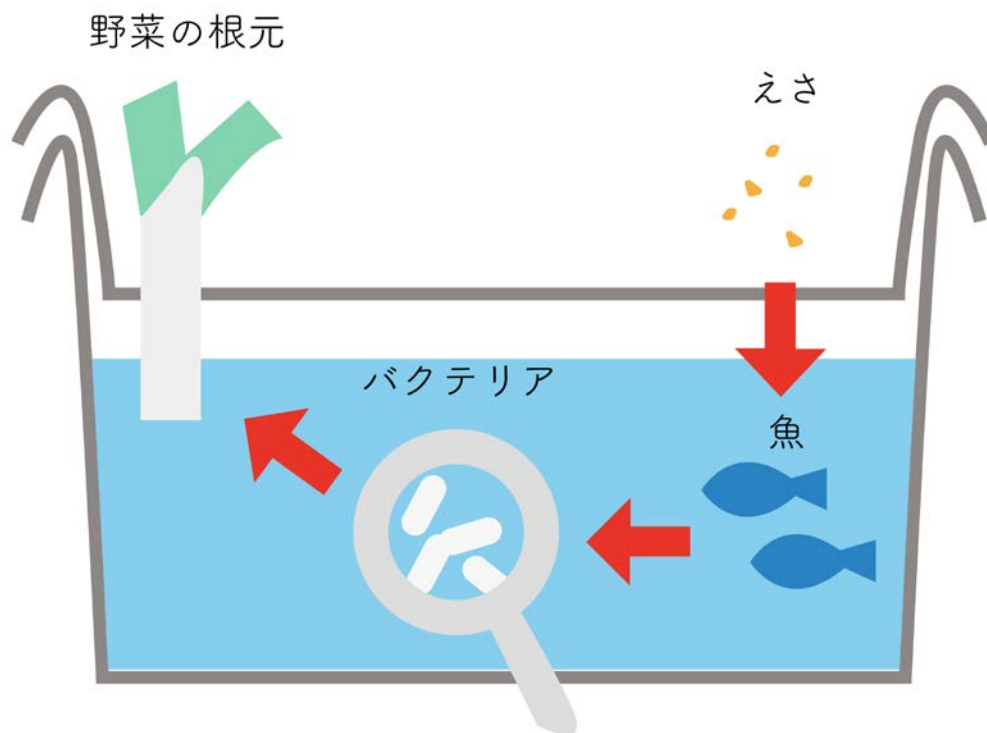


図19 再生野菜とアクアポニックスの融合したときの水の循環の仕方

3.2.2制作過程

既存の水槽を用意し、その水槽にぴったりはまるような再生野菜用のアタッチメントを制作する。水槽のふちを利用し、野菜がうまく水につかれるようにすることを考えた結果、以下のような形を3Dプリンタで制作した。

具体的な制作過程は、まず水槽のふちを計測し、それに合わせて3DCADソフトを使用して設計を行う。野菜が入ることを想定しているので、2cmほどの穴を作っておく。また、野菜が固定されるように、2cmの穴に合わせた治具も設計する。それを3Dプリンタで出力する。組み合わせて水槽のふちに設置すれば以下のように野菜を固定できる。



図20 再生野菜用アタッチメントを取り付けた水槽

3.2.3 魚の飼育に関して

飼育可能な魚は金魚やメダカなどの熱帯魚である。水槽のサイズが20cm×20cm×10cmと限られており、大きな魚を飼育することはできない。飼育数も限定されていて、一般的にはメダカは3リットルの水の量につき一匹、金魚は10リットルの水につき一匹と言われている。また、飼育に際してエサをあげる必要があるのだが、エサを多く上げてしまうと水が汚れる原因になる。魚を飼育するための水は塩素を抜いてあげる必要がある。そのため水に塩素を抜くための薬剤を混ぜて事前に準備する必要がある。

3.3 水槽の自作

素材はアクリル板を選んだ。水槽の素材にはほかにもガラスやプラスチックが使用されるのだが、デジタルファブリケーション機器や部品同士の接合を考えた結果、アクリルで制作することにした。厚さ5mmのアクリル板をレーザーカッターで切断し、接着はアクリサンデーという溶剤で水槽の部品同士の接合を行った。水漏れがしないよう、可能な限り精密に部品を接着し、何度もアクリルに溶剤の付着を行った。また、水槽の水や野菜のにおいがしないように水槽のフタを制作してみた。ちなみにフタは水漏れしないように制作したので、水替えや魚の移し換替えの際に水槽として使用することができる。

具体的な制作過程を記述する。家庭で気軽に飼育がおこなえるように意図しているため、場所をとりすぎないように水槽の縦横の幅を20cm×20cmに設定する。また、水が2リットル以上入るように水槽は10cmの高さにする。フタはアクリルの厚さを踏まえ、190mm×190mmの縦横の幅で制作を行う。フタの高さは野菜が成長しやすいよう水槽の高さと同じ10cmにする。以上のように設計したら、レーザーカッターで切断を行う。パーツごとにアクリルの溶剤を使用して接着を行う。接着を行う前に、各パーツをテープで止め、どこを接着するかわかりやすくしておくとい。すべてのパーツを接着し終えたら、溶剤が揮発するのを待って完成になる。



図21 制作したフタ付きの Rebornponics 用水槽

3.4 IoT 技術との融合

Raspberry Pi を水槽に取り付けて水槽を IoT 化した。水槽の温度管理やえさやり、水槽の様子をリアルタイムで把握できる機能を実装した。これは遠隔での魚の飼育を可能にし、忙しい人にできるだけ世話が負担にならないようにするためである。スマホアプリ「Blynk」で温度を確認することができ、餌やりを行うボタンもついている。また、動画配信サービス「U-STREAM」にて水槽の様子を WEB 上で配信している。Raspberry Pi にインストールした「Blynk」のプログラムを編集することによって、シェルスクリプトをスマホ上でプログラムを実行することができる。

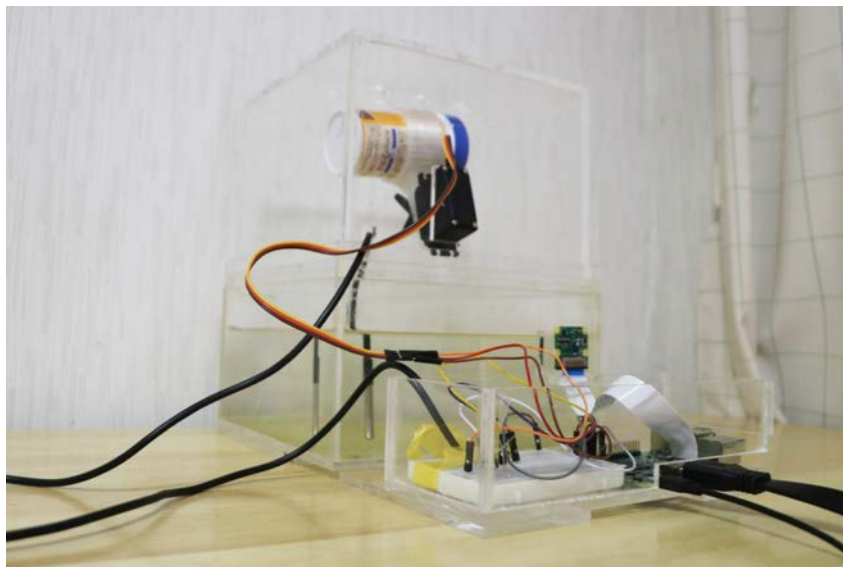


図22 餌やりを遠隔で行うことができる Rebornponics 用水槽

具体的な制作過程は、Raspberry Pi でターミナルを開き、Blynk

```
$ cd
$ mkdir blynk
$ cd blynk
$ git clone https://github.com/blynkkk/blynk-library.git
$ cd blynk-library/linux
$ make clean all target=raspberry
$ cd ../../
$ ln -s blynk-library/linux/blynk .
```

と入力し、Blynk のディレクトリを作り、インストールを行う。その後、

```
$ sudo ./blynk --token="自分の AUTH TOKEN を指定"
```

と入力すると、Raspberry Pi が Blynk とつながる。

Blynk でプログラムを実行するためには blynk-library/linux/main.cpp の以下四行を

```
BLYNK_WRITE(V1)
{
    printf("Got a value: %s\n", param[0].asStr());
}
```

下のよう書き換える。

```
void blynk_read_exec(int pin) {
    char command[256] = "";
    char buff[256] = "";
    FILE *fp;
    sprintf(command, "/home/pi/blynk/BLYNK_READ_V%d.sh", pin);
    if((fp=popen(command,"r")) != NULL) {
        if(fgets(buff, 255, fp) != NULL) strtok(buff, "\n\0");
    }
    pclose(fp);
    Blynk.virtualWrite(pin, buff);
    BLYNK_LOG("Command: %s -> %s", command, buff);
}

void blynk_write_exec(int pin, const BlynkParam& param) {
    char command[256] = "";
    char buff[256] = "";
    sprintf(command, "/home/pi/blynk/BLYNK_WRITE_V%d.sh", pin);
    for (int i=0; i<3; i++) {
        if(! param[i].isValid()) break;
        sprintf(buff, " %d", param[i].asInt());
        strcat(command, buff);
    }
    BLYNK_LOG("Command: %s", command);
    system(command);
}

BLYNK_READ(V0) { blynk_read_exec(V0); }
BLYNK_READ(V1) { blynk_read_exec(V1); }
BLYNK_READ(V2) { blynk_read_exec(V2); }
```

```

BLYNK_READ(V3) { blynk_read_exec(V3); }
BLYNK_READ(V4) { blynk_read_exec(V4); }
BLYNK_READ(V5) { blynk_read_exec(V5); }
BLYNK_READ(V6) { blynk_read_exec(V6); }
BLYNK_READ(V7) { blynk_read_exec(V7); }
BLYNK_READ(V8) { blynk_read_exec(V8); }
BLYNK_READ(V9) { blynk_read_exec(V9); }
BLYNK_WRITE(V10) { blynk_write_exec(V10,param); }
BLYNK_WRITE(V11) { blynk_write_exec(V11,param); }
BLYNK_WRITE(V12) { blynk_write_exec(V12,param); }
BLYNK_WRITE(V13) { blynk_write_exec(V13,param); }
BLYNK_WRITE(V14) { blynk_write_exec(V14,param); }
BLYNK_WRITE(V15) { blynk_write_exec(V15,param); }
BLYNK_WRITE(V16) { blynk_write_exec(V16,param); }
BLYNK_WRITE(V17) { blynk_write_exec(V17,param); }
BLYNK_WRITE(V18) { blynk_write_exec(V18,param); }
BLYNK_WRITE(V19) { blynk_write_exec(V19,param); }

```

そのあとはターミナルを開き、

```

$ cd ~/blynk/blynk-library/linux
$ make clean all target=raspberry

```

これを実行した後は、BLYNK_READ(V0)から BLYNK_READ(V9)までと、
BLYNK_WRITE(V10)から BLYNK_WRITE(V19)までを名前にしたシェルスクリプトを
Blynk のフォルダの中に作成することにより、実行したいプログラムをスマホ上から実行
できるようになる。以下にプログラムの内容を記載しておく。

BLYNK_READ(V3).sh

```

#!/bin/sh
DEVID="温度センサのデバイス ID を記載"

cat /sys/bus/w1/devices/$DEVID/w1_slave \
    | perl -e 'while(<stdin>){if(/t=([-0-9]+)/){print $1/1000,"\n";}}'

```

これで温度の取得が可能になる。

BLYNK_WRITE(V10).sh

```
#!/bin/sh
cd Pibits/ServoBlaster/user

echo 4=50% > /dev/servoblaster
sleep 1.0
echo 4=3% > /dev/servoblaster
sleep 01.0
```

これでモーターを動かすことができる。

また、U-STREAM で配信を行うには、Raspberry Pi 用のカメラモジュールを準備し、以下のようなプログラムを作成する。

Ustream.sh

```
#!/bin/bash
RTMP_URL="U-STREAM の個人ページに記載しているもの記入"
STREAM_KEY="U-STREAM の個人ページに記載しているもの記入"
WIDTH=540
HEIGHT=380
FPS=20
PREVIEW=10,40,320,240

raspivid -t 0 \
    -e -p $PREVIEW -op 255 \
    -w $WIDTH -h $HEIGHT -fps $FPS \
    -o - | \
avconv -re \
    -f h264 -i - -an \
    -f flv $RTMP_URL/$STREAM_KEY
```

ターミナルでこのプログラムを実行すると配信が開始される。ちなみに、RTMP_URLとSTREAM_KEY さえわかれば配信が可能なので、U-STREAM 以外の動画配信サービスでも配信を行うことができる。

3.5 使用方法

飼育するにあたって必要なものは、魚とエサ、野菜の根本である。使用するためにはまず使っているスマートフォンに「Blynk」というアプリをインストールする。ログインし、Rebornponics 用のプロジェクトを開く。そうすると、このような画面が出現し、そこに表示されているスライダーをスライドするとエサやり機が動き、エサが出る。



図24 Blynk をスマホ上で開いた時の画面

水槽の状況を確認したい際は、U-STREAM の Web ページに移動し、配信されている映像を確認する。(http://www.ustream.tv/channel/bNxSyY6CqQK)

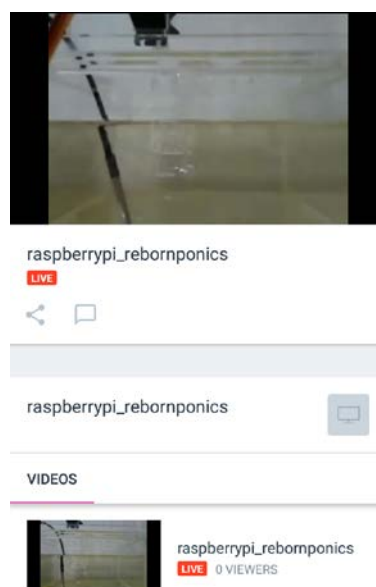


図25 実際に水槽の様子が配信されている様子

4 ユーザー実験

4.1 実験概要

私が制作した水槽をユーザーに使用してもらおう。このユーザー実験を通して、水槽の使用者の生活に変化が起きてないか確認する。そのため実験前に一度インタビューを行い、実験終了後にもう一度インタビューを行う。実験を行う期間は約一週間を予定している。

4.1.1 実験調査内容

実験前には使用方法の説明とメダカの名前を決め、事前聞き取り調査を行った。魚に名前を決めてもらうのは万が一飼育を放棄することがないように愛着を持ってもらうことを意図している。事前聞き取り調査については、以下の項目を調査した。

- ☐ 家での食事頻度
- ☐ 食事内容
- ☐ 運動頻度
- ☐ 睡眠時間
- ☐ 就寝時間と起床時間
- ☐ 帰宅時間
- ☐ スーパーへの買い出し

実験後には下記の項目について調べた。

- 自炊・家での食事頻度
- 家での食事内容
- スーパーへの買い出し頻度
- 周囲の反応
- 水槽の様子をどのくらい確認するか
- 帰宅時間
- 運動する頻度
- 睡眠時間、就寝起床時間

- 体調の変化
- 野菜を育てることに対する
- 水槽を使用してみて思ったこと
- その他感想

4.2 実験結果

4.2.1 S.Kさん



図26 S・Kさんの姿

実験対象者□

S.Kさん(24歳男性 社会人 江戸川区在住)

実験期間 7日間 5/20(日)から5/26(土)まで

実験前の調査

◇メダカの名前「寿司笑」(すしえ)

名前の由来は魚ということで寿司、名前っぽくなるように笑(え)を最後につけた。

◇栽培する野菜 ネギ

◇置き場所 自室の机の上

□家での食事頻度

晩 週三回

朝ごはん 毎日食べている

□家での食事内容

朝ごはん グラノーラ

夜ごはん Cook do を調理したものと白米

☐ 運動頻度

週一回筋トレ

☐ 睡眠時間

約8時間

☐ 就寝時間

24時

☐ 起床時間

8時

☐ 帰宅時間

20～21時

☐ スーパーへの買い出し

週2回

実験後の調査

■ 自炊

ネギを買ったため、みそ汁を作った。

■ 家での食事頻度

朝ごはんは実験期間中1回だけ食べた。晩御飯は抜いていない。

■ 家での食事内容

月曜にご飯を炊いておいたので、それをチンして食べていた。あと一度だけラーメンを外で食べた。

■ スーパーへの買い出し頻度

2回買い物に行った。

■ 周囲との交流の変化

周りの反応は「よくわからないけど面白いね」「そんな友達いたんだね」というものだった。インスタグラムに魚を飼育することになったことを投稿したが、いいねが少ししかつ

かなかった。

■水槽の様子をどのくらい確認するか

帰宅時に死んでないかメダカを確認。ご飯を与えたら元気になるので安心する。起床時にはネギを確認。

■帰宅時間

21時半。

■運動する頻度

土曜日に一回だけ筋トレを行った。

■睡眠時間、就寝起床時間

8時過ぎに起床。

■体調の変化

土曜日は朝までお酒を飲んでいたので体調が悪かった。それ以外は良好。

■自分が野菜を育てることに対して

再生野菜はほかの種類の野菜も取り組んでみたい。土を使う栽培は面倒なのでやりたくない。手軽さが足りないし、枯らしてしまいそう。

■水槽を使用してみて思ったこと

水槽でネギを育ててみたけど食べるのには抵抗があった。しかし、ネギが伸びる様子を見るのは面白かった。

■その他感想

ねぎを買ったのは久しぶり。2週間実験期間が欲しかった。i Phone では U-STREAM の映像がフラッシュ映像のように一瞬だけ映るので、別の方法で見ることができないか試してもらいたい。

生活の変化のまとめ

実験を行うことによって久しぶりにねぎを購入し、みそ汁に使用した。起床がする時間と帰宅時間が遅くなった。

4.2.2 K.S さん



図27 KS さんの姿

実験対象者□

K.S さん(23歳男性 狛江市在住)

実験期間 9日間 6/2(土)から6/10(日)まで

実験前の調査

◇メダカの名前「チョビ」

名前の由来は漫画「動物のお医者さん」に出てくる犬の名前だ。

◇栽培する野菜 ネギ

◇飼育場所 床

□家での食事頻度

週三～四回

□食事内容

晩ご飯 スパゲッティ、白米

朝ご飯 食べない

晩御飯は忙しいと抜くときもある

☐運動頻度

週一回ランニング、帰りは一駅歩いて帰宅する

☐睡眠時間

約5～6時間

☐就寝時間

24時前後

☐起床時間

5時40分

☐帰宅時間

22時～24時

☐スーパーへの買い出し

日曜日に週1回。行かないとその週の晩御飯が作れない。

実験後の調査

■自炊・家での食事頻度

ご飯を炊いた。外食はしていないので、家で大体ご飯を食べていた。例外が一つあり、遅くまでの勤務のため会社でカップラーメンを食べた。

■家での食事内容

晩御飯は納豆とごはん。納豆は買いだめをしている。

朝ごはんは食べない。

■スーパーへの買い出し頻度

金曜の1回のみ。本社に行っていたので帰りが早かったため。

■周囲の反応

「チョコビを飼ってる」と話を振って、詳細を説明すると「忙しいのに大変だね」と言われた。

■水槽の様子をどのくらい確認するか

帰ってきたときに着替えをしながら様子を見る。エサを食べている様子が見たいので、水槽の前でエサのボタンを操作していた。

■ 帰宅時間

23時半～24時に帰宅。一度人身事故の影響で1時に帰宅したことがあった。

■ 運動する頻度

週一回のランニングと最寄りの駅から一駅歩くことをしている。

■ 睡眠時間、就寝起床時間

睡眠時間は5. 6時間。就寝時間は12時前後、起床時間は5時40分。

■ 体調の変化

普通

■ 自分が野菜を育てることに対して

再生野菜はめんどくさい。ましてやベランダ栽培は無理。

■ 水槽を使用してみて思ったこと

水槽に取り付けていた機械の音がうるさい。「ジー」という音が鳴るので、イヤホンをしながら寝た。

■ その他感想

この実験をした一番の変化はカーテンを開けるようになったこと。魚がかわいそう、今が何時だかわからないだろうと思ってそうするようになった。

納豆に栽培している小ネギを入れてみた。もう一週間実験の時間が欲しい。

生活の変化のまとめ

生活における変化は、朝にカーテンを開けるようになったこと。また、納豆に栽培したネギを入れて食べた。

4.2.3 O 夫妻



図28 O夫妻の夫の姿

実験対象者□

O夫妻(85歳男性と82歳女性 東京都多摩市在住)

実験期間 8日間 6/27(水)から7/4(水)まで

実験前の調査

◇メダカの名前「アゼ」「アゼちゃん」

名づけの理由はO夫妻が管理をしているマンションの名前の頭の二文字を取った。

◇栽培する野菜 小ネギ、根三つ葉

◇栽培場所 外玄関の前

□家での食事頻度 毎日三食

□食事内容

朝ごはん 毎回煮物、フルーツ、汁物、ご飯のセットで4皿は必ず出している

昼ごはん そばやパン、即席ラーメンやお惣菜のコロッケなど

晩ごはん ご飯、おさかな

☐運動頻度 NHK のテレビ体操を一日2～3回行っている。5年前までは地域のウォーキング会に所属していたが脊柱管で参加ができなくなった。

☐睡眠時間

約6時間 昼寝も二時間以上している

☐就寝時間

23～25時

☐起床時間

6時

☐スーパーへの買い出し

一日おきに行っている。夜20時に車でスーパーに向かう。

実験後の調査

■自炊・家での食事頻度

外食はしていない。毎日三食自宅で食っている。

■家での食事内容

朝ごはん 煮物、フルーツ、みそ汁、ご飯のセット

昼ごはん そばやパン、即席ラーメンやお惣菜のコロッケなど

晩ごはん ご飯、おさかな、みそ汁

■スーパーへの買い出し頻度

一日おきに行っている。夜20時に車でスーパーに向かう。

■周囲の反応

同居している息子さんに話したところ、「めんどくさいことは引き受けないほうがいい」と言われた。

■水槽の様子をどのくらい確認するか

メダカちゃんがかわいくて、「元気かな」と毎朝確認していた。夫婦お二人で毎朝見ていた。また、家を出る際にも確認していた。メダカが動かないと「もしかして死んじゃった？」と心配になった。

■運動する頻度

特にしていない。スーパーの中をくるくる動く程度で、買い出しはいつも車を使用している。

■睡眠時間、就寝起床時間

睡眠時間は約6時間。就寝時間は23～25時で、起床時間は6時。昼寝も毎日している。

■体調の変化

明日、お父さん（O 夫妻の夫）にがんの宣告がされるかもしれないので非常に落ち着かない。

■自分が野菜を育てることに対して

以前は再生野菜をよくやっていた。カイワレや芋を育てていた。

■水槽を使用してみて思ったこと

「特にこういう部分を見てほしい、世話してほしい」というふうに言われるほうが飼いやすい。また、以前ウサギを飼っていたことがあって、弱って死んでいくところを見るのがつらかった。メダカはウサギと比較してあまり情を持たないで飼育ができる。

■その他感想

メダカの名前を「アゼちゃん」と名付けたが、「アゼフ」に換えたい。毎日世話をしていたので、これでメダカに会えなくなるのがさみしい。

生活の変化のまとめ

生活の変化は一切ない。

4.3 実験結果のまとめ

まず、プロダクトを使用してもらったことによって劇的に生活が変わるということにはなかった。しかし些細な変化、例えば K.S さんのカーテンを毎朝開けるようになったことなどは発生した。それは生物という側面が関係していたように思われる。

また、どの実験者も「まだ魚を飼っていたかった、さみしい」と最後の感想で述べている。K・S さんや S・K さんはともに帰宅後に水槽の様子を確認し、エサをあげていたし、O 夫妻も毎朝魚の様子を気にかけていた。普段の忙しい生活をしていくなかでも、魚を飼育すると愛着や飼育する楽しみが得られたのだと考える。

またこれを使用しても、積極的に野菜栽培がおこないたいくなるわけではなかった。野菜を栽培する体験をしたが、土を使った栽培は面倒であるという反応をもらった。

5. 結論・展望

5.1 結論

プロダクトに関して言えば、アクアポニックスと融合したことによって水替えをしないで再生野菜を行うことができた。Raspberry Pi による機能の実装については温度管理やエサやり、U-STREAM から水槽の様子が確認できる。

ユーザー実験の結果からは、プロダクトを使用すると生活のごく一部に作用することが分かった。

実験を行ってみると、ユーザーは野菜より魚の方を大事にすることに気が付いた。魚は生物であり、ずっと水につかっている野菜とは違い、自分が世話をしないといけない存在だからかもしれない。また、今回は筆者の知っている人しか実験を行っておらず、全く知らない人物にお願いすることはなかった。実験を希望する全く知らない人を集め、ユーザー実験を行えばまた違った結果が出たと思う。今回の実験は、栽培を行う余裕や魚を飼う暇がない人をターゲットに行ったが、制作物がどんな使われ方をされ、使用されるものとしてクオリティを向上するには多様な意見、多くのユーザーの評価が必要だと身をもって感じた。

筆者は再生野菜の水替えが面倒で、魚の飼育を行うことによってそれを解決しようとしていた。しかし、ユーザーが使用する際には魚の世話が一番大事で、魚を育てることによってついでに野菜も育つという経験を得ている。つまり、ユーザーにとっては魚が入り口なのである。

それを踏まえて Rebornponics の良いところを考えると、魚が再生野菜のレスポンスの不在という問題を補っていることが挙げられる。再生野菜を行っていた際は、水を毎日変え、少し野菜が伸びてきたことをうれしく思っていた。同時に、野菜はペットのように何か我々に反応することはなく、私はずっと野菜の様子を見ていることができなかった。しかし魚は生物であり、エサをあげると口を開けて食べる。そうした面で、再生野菜をしていて物足りなかった部分を魚が補っているように筆者には思えた。

5.2 展望

実際にユーザー実験を行ってみても、再生野菜は取り組みやすい栽培方法だと感じた。身近な野菜の切れ端を使用することで、通常よりも速いスピードで成長を体験できるのはどの栽培方法よりも親しみやすいものであると思った。

また今回の機能の実装は、Raspberry Piと既存のアプリケーションを活用することで水槽のIoT化を行った。その中で解決できなかった問題がWebカメラ配信である。筆者の環境は特定のIPアドレスを固定できるような環境ではなかったため、Webページ上で水槽の様子を監視する機能が実装できなかった。そのため、動画配信サービスを使用して水槽の様子を配信していた。よく水槽の様子を映す配信が途切れてしまうことがあったので、Webカメラを利用して配信が途切れないようにしたい。また、Webカメラを利用して、Blynk内で世話や管理が行えるのが望ましい。

人が実際に野菜栽培を行うようになるには、進んで時間を作る必要があると思う。私は再生野菜を利用して、メダカとともに育てるアプローチを提供してみた。しかし、再生野菜は普通の野菜栽培と違い、いっぺんに多くの収穫をすることができない。地道に野菜栽培に取り組んで収穫物を手にすれば、自分が育てたという実感はわくはずである。世話をどのくらいするか、栽培の面倒くささ、収穫の嬉しさとの関係を考えながら、農業に関心や興味を持ってもらうようにすることが大事だったと思った。

再生野菜の次のアプローチを考えていくなれば、アクアポニックスで実際に野菜を一から栽培し、プランターで苗を育てて、市民農園にお邪魔していくという流れになるだろう。今回制作したRebornponicsでは、メダカを利用した再生野菜からアクアポニックスに移行できるように水槽を再設計することができると思う。

日本は食料自給率が低い、食料にはあふれている。食べ物に困らない状況なので、発展途上国に比べると食料の生産を考えるきっかけは少ない。自分の手で自分の食べるものをつくることは大事であると思う。特に新鮮なものを食べると、普段食べたことのないみずみずしいおいしさを感じ、今まで食べてきた野菜や果物はなんだっただろうかという気持ちに私はなった。これから都市農業が発展していき、都市で新鮮なものを食べ、野菜を育てる機会が増えるのを私は願う。

6. 謝辞

まず、3年半の間、私に対してモノの作り方や向き合い方、デザインに対する考え方を教えていただき、厳しくも温かくご指導してくださった田中浩也先生に深く感謝を申し上げます。一度研究会を離脱してしまった私に対して、もう一度受け入れてくださったことは、忘れられないご恩です。

また、本研究を進めるきっかけとなった UrbanFarming プロジェクトにかかわっていた皆様、特に益山詠夢先生に感謝の意を述べさせていただきます。益山先生には物事をあらゆる角度から観察し、記録することを教えていただき、親切にご指導していただきました。

本研究の実験に協力してくださった、私のマンションの大家さんと私の友達2人に感謝いたします。突飛な提案だったであろう野菜と魚の同時飼育を嫌がらずに実践していただき、また有益な意見や情報をいただきました。

また、私の研究に対しフィードバックを与え、協力してくださった田中浩也研究室の先輩、同期、後輩の皆様に感謝を申し上げます。

最後に、私のやりたいことを優先させてくれて、5年以上にのぼる大学生活を支えてくれた私の家族に感謝します。

7. 参考文献・資料

- 岡本そら『HERBest:Urbanfarming 施設と DigitalFabrication 施設の相互利用を促進するコンテンツ開発』学士論文、2016年
- ホッド・リブソン/メルバ・カーマン〔田中浩也解説/斎藤隆央訳〕『2040年の新世界 3D プリンタの衝撃』東洋経済新報社、2014年
- 田代洋一『食料自給率を考える』筑波書房、2009年
- 生源寺眞一『日本農業の真実』筑摩書房、2011年
- 柴田明夫『食料クライシス』エフピー、2015年
- シュテファン・クロイツベルガー/バレンティン・トゥルン〔長谷川圭訳〕『さらば、食料廃棄』春秋社、2013年
- ロレーナ・ビラドマ/フィリップ・ジョーンズ〔株式会社おうち菜園監修〕『初めてのアクアポニックス』、2017年
- 岡井路子『はじめてのリボベジ&収穫野菜』日東書院、2014年
- 九門季里『ビギナーのためのアクアリウムブック メダカ』誠文堂新光社、2015年
- 藤田雅矢『捨てるな、うまいタネ』WAVE 出版、2003年
- 藤田雅矢『捨てるな、うまいタネ NEO』 WAVE 出版、2010年
- 林和孝『ラズベリーパイで遊ぼう！改訂第二版』ラトルズ、2017年
- 農林水産省『食料需給表 確報 平成28年度』
https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500300&bunya_1=04&tstat=000001017950&cycle=8&tclass1=000001032890&tclass2=000001112317&result_page=1&second2=1
- 国際連合農業食料機関『FOOD FOR THE CITIES』
<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/012/ak824e/ak824e00.pdf>
- 国連『都市化による人口変動 2018年』
<https://esa.un.org/Unpd/Wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- 農林水産省『都道府県別食料自給率について』
http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/zikyu_10.html

Raspberry Pi ブログ『IoT サービス「Blynk」を使って Raspberry Pi をスマホからコントロールしよう』

http://blog.livedoor.jp/victory7com/archives/cat_1294287.html

農林水産省 『都市農業の振興・市民農園をはじめませんか』

http://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/tosi_nougyo/