

【研究論文】

【令和3～4年度 県単独試験研究】

デジタルファブリケーションによる地域商品開発

益田 佳奈、篠塚 慶介、伊藤 利憲
企画・事業推進部

デジタルファブリケーションとは、デジタルデータを基に創造物を制作する技術である¹⁾。中小企業においても、デジタルファブリケーション施設(3Dプリンターやレーザーカッター等のデジタルファブリケーション機器が設置された工房のこと)の利用や、自社設備として機器を導入して商品開発を行う事例も増加しているが、デザインプロセスと試作プロセスの不一致等の要因により、効果的に活かされていない現状もある。

そこで、本研究では、商品開発における試作開発のフェーズにおいて、デジタルファブリケーションを適切に使うことでより魅力的な商品開発が促進されるという仮説の下、デジタルファブリケーションとデザインの両方向から試作・検討を支援するシステムを構築し、地域企業との具体的な商品開発を通して支援システムの有効性を検証する。

キーワード：デジタルファブリケーション、レーザーカッター、UVプリンター、地域商品、デザイン

1 緒言

デジタルデータを基にものづくりを行う“デジタルファブリケーション(以下「DF」という。)”は新たなイノベーションや経済的価値を生み出す技術として世界的に注目されている。マサチューセッツ工科大学が起源とされるデジタルファブリケーション施設(以下「ファブ施設」という。)を開設する動きも世界各地で広がり、DF技術の普及を押し進めている。

現在、日本では132箇所(2021年Fabcross調査²⁾)のファブ施設が運営されているといわれ、近年では地域企業が3DプリンターやレーザーカッターなどのDF設備を積極的に導入し、試作に活用する動きが広がりを見せている。

設備導入・試作での活用が地域企業で進む一方、商品開発プロセス全体を通して見てみると、必ずしもDF技術が効果的に使われていない実情が見えてきた(県内・近県10団体に聞き取り調査)。その要因の一つとして「デザインプロセスと試作プロセスの不一致」が考えられる。

そこで、本研究ではDFによる試作とデザイン(商品の企画立案行為)を包括的に支援し、商品開発プロセスを改善するシステムを構築する。また、地域企業との具体的な商品開発を通して本システムの有効性を検証していく。

2 検証方法

2.1 支援システムの構成

システム構築に当たり、DF機器を取り入れた商品開発を実践しようとしている企業の現状をヒアリングした。その結果、DF機器を実際に導入した企業では、専門オペレータが不足していて試作品加工の技術的ハードルが高いことや、加工可能な素材の知識やパラメータ等も十分に把握できていないことが課題として挙げられた。また、社内にデザイン知識のある人材がいないことで、地域の魅力を付加するアイデア発想³⁾や加工データの作成が容易ではないという現状も多く見受けられた。

そこで、これらの課題を解決するために次の3つの支援システムを構築する。加工技術や知識の課題は「①加工パラメータデータベース」で解決し、アイデア創出の課題は地域素材の「②デザインエレメントデータベース」で解決する。さらに、感性分析による「③検索システム」により、どのイメージゾーンを狙うのかの指標、そして狙ったイメージと合っているのかの評価を行う。

これらのシステムを3つのギアのようにお互い連動させながら回していくことで、商品開発における試作・検討の工程がよりスピーディーになり、商品開発が効率的に行われるという仮説を基に支援システムを構築する(図1)。

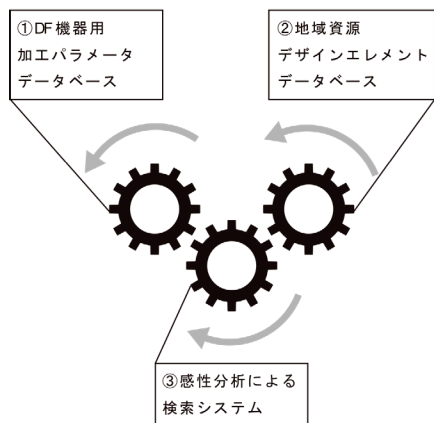


図1 支援システムの構成イメージ

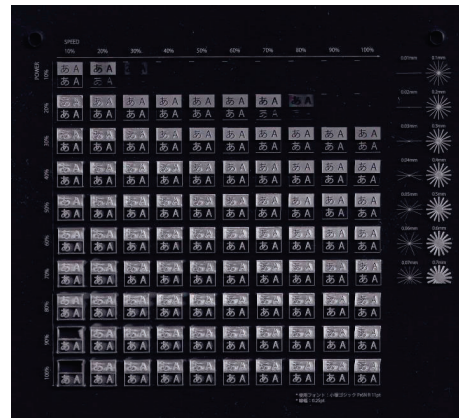


図3 レーザーカッターの彫刻加工パラメータ 見本

2.2 加工パラメータ調査

県内企業が商品開発に導入している主なDF機器としてレーザーカッター (trotec speedy100) 及びUVプリンター (mimaki UJF-6042Mk II) の出力パラメータ実験を行った。DF機器は細かなパラメータ調整が必要なため、加工する材料の材質や厚みに合った適切な数値を都度設定しなければならない。レーザーカッターは切断加工における材質や厚み別の独自調整パラメータ(図2)と、彫刻加工におけるパラメータ出力見本(図3)を作成した。UVプリンターはインクの濃淡を確認するための特殊インク印刷見本(図4)を作成した。レーザーカッターのパラメータについては、ファイルとして書き出すことができるため、同機種を導入した企業に随時情報提供を行っている。

今回作成したパラメーター一覧によって、最適な数値で加工するためのテスト加工の時間を大幅に短縮すると共に、材料のロス削減することも可能になる。また、材料一覧があることで本来想定していた材料より適した材料を選定したり、新たなアイデア創出の可能性に繋げることができる。これにより、DF機器導入企業が抱える加工知識・技術の課題が改善される。

材質	厚み	速度	パワー	PPS/秒	線幅	Passes	Air assist	Z-Offset	PPS/ス
Acrylic 3mm	3mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 5mm	5mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 10mm	10mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 15mm	15mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 20mm	20mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 25mm	25mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 30mm	30mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 35mm	35mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 40mm	40mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 45mm	45mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 50mm	50mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 55mm	55mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 60mm	60mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 65mm	65mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 70mm	70mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 75mm	75mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 80mm	80mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 85mm	85mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 90mm	90mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 95mm	95mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Acrylic 100mm	100mm	100	100	1000	0.1	1	OFF	0.00	1000
Aluminum									
Brass									
Copper									
Gold									
Iron									
Lead									
Nickel									
Platinum									
Steel									
Stainless									
Titanium									
Wood									
Zinc									

図2 レーザーカッターの素材・厚み別 独自調整パラメータ

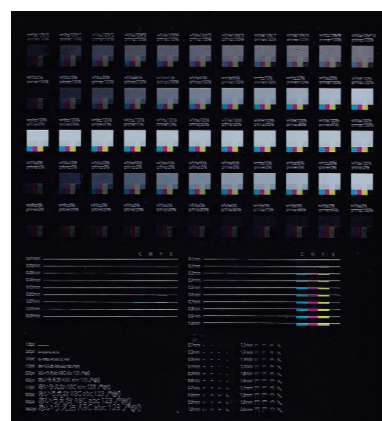


図4 UVプリンターの 特殊インク印刷加工パラメータ見本

2.3 デザインエレメント作成

観光プロモーション推進室が管理している、宮城県の観光に関する写真を検索・閲覧・ダウンロードできるWebサイト「みやぎデジタルフォトライブラリー」⁴⁾に登録されている画像を代表的な「宮城の地域資源」の風景と定義し、形状パターン及び配色パターンを合計1000種類制作した。

2.3.1 形状パターン制作フロー

みやぎデジタルフォトライブラリーに登録されている画像から目視で図画の特徴となる点を抽出した後、それらの点と点を線で結び、適した配置方法で整列し(図5)、充填率の変更や変形バリエーションを増やすことで、地域企業のニーズに合わせた形状パターンを誰でも簡単に素早く生成する手法を確立した(図6)。この手法の検証として、画像から抽出した100種類の特徴点を基に500種類の形状パターンを制作した(図7)。

これらの形状パターンは全てシンプルなベクターのパスデータで制作されている為、IllustratorやPhotoshop等の2D描画ソフトの他、Rhinocerosのような三次元CADソフトでも使用可能である。

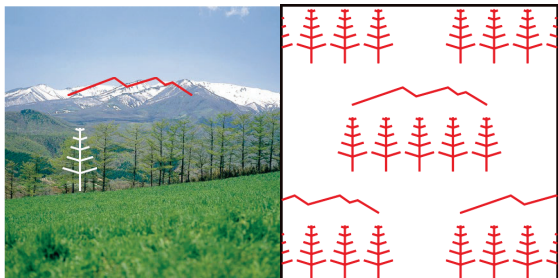


図 5 写真から特徴点を抽出し、適した方法で配置した形状パターンの例

リーに登録されている画像からテーマを抽出し、500種類の配色パターンを制作する(図9)。

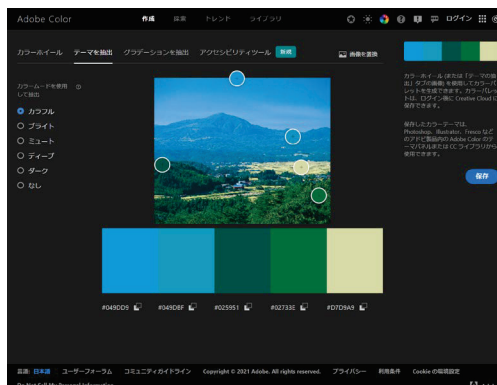


図 8 配色パターンの制作フロー (Adobe color 使用)

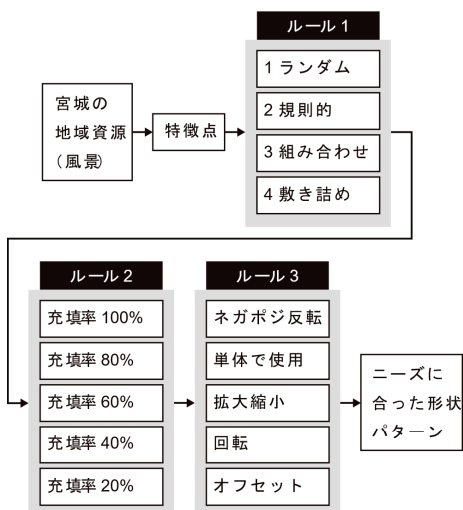


図 6 形状パターンの制作フロー



図 9 配色パターン 500 種類

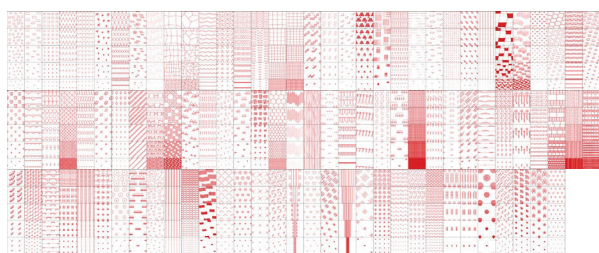


図 7 形状パターン 500 種類

2.3.2 配色パターン制作フロー

ブラウザ上で簡単に操作できるカラージェネレータ「Adobe color」⁵⁾の「テーマを抽出」ツールを使用し、画像から自動的に特徴的なカラーを抽出して5色の配色パレットを生成する(図8)。みやぎデジタルフォトライブラ

3 地域デザインエレメント生成システム「Chiikit」の開発

3.1 「Chiikit」とは

形状パターンと配色パターンの組み合わせにより、250000種類以上のパターンが制作可能になったが、より多くのパターンを素早く生成する為に、デザインエレメント生成システム「Chiikit」(呼称:チイキット)を開発した(図10)。「Chiikit」という名称は、「Chiiki(地域)」らしさをプラスできる「Kit(道具一式)」という意味の造語である。専用ソフトウェアをダウンロードしなくても、インターネットブラウザ上で気軽に形状・配色パターンの組み合わせをシミュレーションすることが可能である。

これまでの形状パターンの制作方法は、デザイナーが手動で並べ方や間隔を定義するものだったが、地域の方が、地域のイメージを使用して直感的にデザインパターンを作成できるよう、工程の一部を自動化することを目的に、Chiikitの開発を行った。

3.2 「Chiikit」の構成

3.2.1 データ構成および形式

まず、以下の手順にてデータ要素の再構成とデータ構造の設計を行った。

- 形状パターンの要素の単位形状(SVG形式)
- 配色パレットのデータ化(XML形式)
- 並べ方のデータ化(json形式)

これらのデータをChiikitのシステム内にて扱えるよう、システム管理者向け並べ方エディタ(図10)やExcelによるデータジェネレータを独自開発し、登録のスピードアップを図った。

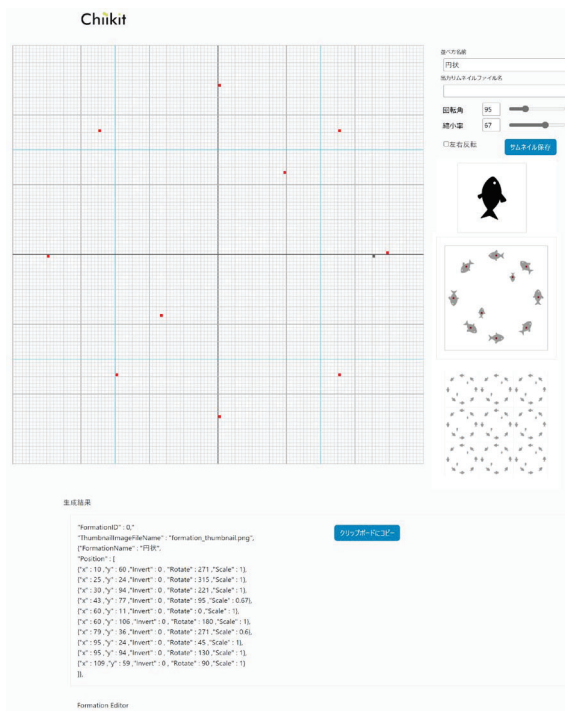


図 10 「Chiikit」並べ方エディタ

3.2.2 システム構成

以下の構成にて、システム全体設計並びに実装を行った。

- UI動的処理: JavaScriptおよびp5.jsライブラリ
- 画面生成: Bootstrap4(HTML, CSS)
- サーバサイド処理: Python, SQLite, Flask、他

3.2.3 「Chiikit」使用方法

形状パターンを生成する際はデータベースから任意の単位形状を選択し、Chiikit上で並べ方・サイズ・線の太さ・不透明度等を設定する(図11)。設定を調節する際はスライダーバーを使用するため、グラフィックデザインを専門としない人でも直感的に値を入力することが可能である。

また、生成した形状パターンに対して任意の配色パターンを反映させることを可能にした(図12)。

操作は全て、Webブラウザ上で完結するため、インターネット環境さえあれば、パソコンに限らずタブレットPCやスマートフォンでも操作可能である。

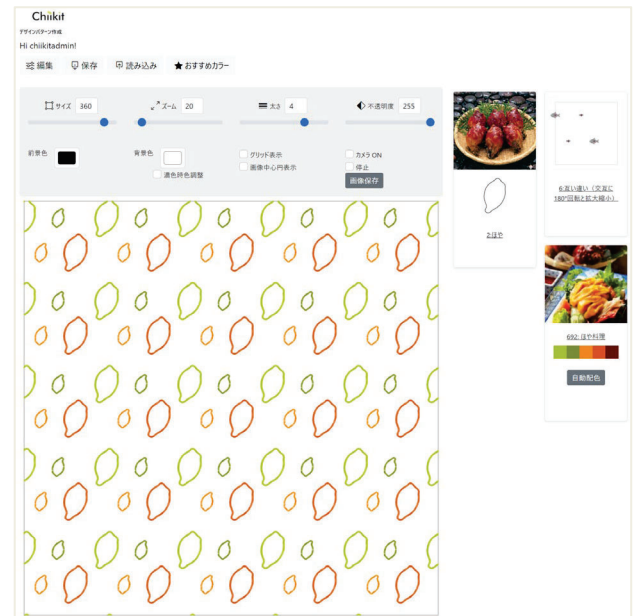


図 11 「Chiikit」のメイン操作画面



図 12 「Chiikit」で生成したパターンの例

これらの形状パターンと配色パターンで構成されるデザインエレメントを活用し、目指すべきイメージを具体的に共有することで、関係者間の齟齬を減らし、商品開発

の試作・検討のフェーズをより効率的に行うことが可能になる。

4 商品開発プロセスへの試験導入

4.1 アロマウォーターのボトルデザイン

4.1.1 開発経緯

農山漁村なりわい課及び大河原地方振興事務所と連携し、蔵王町で100種類以上の苗木を育てる(有)グリーンプランナー太田苗園(以下「太田苗園」という。)の新商品開発プロセスに、本システムを実践活用する協力を得ることができた。太田苗園では、苗木を育てる過程で発生する未利用材を活用したアロマウォーターの試作品を開発していたが、パッケージデザインに悩みを抱えていた。そこで、本システムを用いて、ボトルの選定、ロゴデザイン案の制作を行った。

4.1.2 商品の詳細

まずは、「Chiikit」にて蔵王町の森の自然が感じられる形状パターンと配色パターンの組み合わせを生成し(図13)、パッケージデザイン案を制作した(図14)。



図13 「新緑の蔵王」の形状パターンと配色パターン



図14 初期パッケージデザイン案

上記のデザイン案を基にヒアリングを行い、事業者が求める蔵王町の森の自然らしさについて意識合わせをした結果、パターンのモチーフとなる風景には自社農園から望む蔵王の風景を取り入れたいという具体的な要望を引き出すことができた。また、併せて「蔵王の森のし

ずく」という商品名も決定した。

商品やブランドイメージの方向性をより細かく設定するために、まずは「蔵王の森のしずく」という商品名について、感性分析手法「9イメージ分類法」⁶⁾を用いた分析を実施した。「9イメージ分類法」とは、117個の形容詞をそれぞれ「愛・素・優・楽・趣・品・華・格・理」の9つのグループに分類して配置した図表を用いて、分析対象のイメージを視覚的に表現する手法である。被験者10名に「蔵王の森のしずく」という言葉のイメージについてアンケートを行った結果、特に「素(素朴な)」「優(優雅な)」「品(気品のある)」の3つのゾーンの形容詞が多く挙げられていることが分かった(図15)。そこで、「素」「優」「品」のイメージに則ったロゴデザイン案をそれぞれ制作し(図16)、それらのデザインが狙いどおりのイメージで制作されているか確認するために、改めて「9イメージ分類法」を用いた感性分析を行った。分析の結果、いずれも狙いどおりのデザインができていることが分かったため、3つのデザイン案を基に、商品開発の戦略としてどのイメージゾーンを目指すか議論を重ね、「素」を基本にシンプルで自然らしいデザイン展開とすることに決定した。



図15 「イメージの9分類と117言語の図表」⁷⁾で狙うゾーン

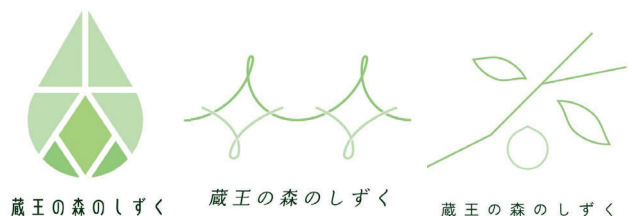


図16 左:「素」/中央:「優」/右:「品」のイメージで制作したロゴデザイン案

4.1.3 試験配布・販売の結果

事業者提供していただいた自社農園から望む蔵王

の風景写真を基に(図17)、細かな修正を加えたロゴデザイン案をラベルシールのレイアウトに反映し(図18)、令和4年12月「第2回山の幸販売会」(会場:宮城県庁)及び「せんなんマルシェin大河原合庁」(会場:大河原合同庁舎)にて試験配布とアンケート調査を実施した(図19)。合計171名のアンケート調査の結果、パッケージデザインの印象についてはシンプルで自然らしいとのコメントが多く寄せられ、おおむね狙いどおりのデザインができていたことが分かった。ただし、シンプルさを追求するあまりフォントサイズが小さく読みにくいというコメントも寄せられた。デザインのブラッシュアップを含め、今後も継続的な技術支援を行う予定である。



図17 左:「太田苗園から望む蔵王山」の形状パターン／右:「太田苗園の苗木」の配色パターン



図18 「蔵王の森のしずく」ラベルデザイン案



図19 左:「蔵王の森のしずく」試験配布時の様子／右:UV プリンターで作成した樹木ごとの試香紙

4.2 生椎茸のパッケージラベルデザイン

4.2.1 開発経緯

農山漁村なりわい課及び大河原地方振興事務所と連携し、角田市で原木椎茸を栽培している遠藤農園の新

パッケージ開発プロセスに、本システムを実践活用する機会を得た。遠藤農園では、これまで自社農園で栽培した原木椎茸を販売する際、市販品のラベルシールを使用していたが、自社らしさのあるラベルシールを制作したいという悩みを抱えていた。市内に同姓で生椎茸を販売している事業者もあり、販売場所も重複するため、他社との差別化が必要である。また、原木椎茸以外に加工食品も製造販売しており、それらについてもパッケージデザインの必要性を感じていた。

4.2.2 商品の詳細

まずは、「椎茸」という素材そのものの印象から「9イメージ分類法」で狙うゾーンを「格(格調のある)」に決定した。遠藤農園の近くには高蔵寺という宮城県に現存する最古の木造建築と呼ばれる由緒あるお寺がある為、高蔵寺阿弥陀如来座像の写真から抽出した配色パターンを使用した。形状パターンについてはChiikitのライブラリ内で適切なデザインをシミュレーションできなかった為、遠藤農園の椎茸の原木写真から単位形状を抽出してデータベースに追加し、形状パターンを新たに作成した(図20)。

原木椎茸以外の自社加工食品を販売する際のラベルシールも同様の配色パターンと形状パターンを使用し、シールを貼るだけで自社商品の見た目に統一感が出るよう工夫した(図21)。



図20 左:「遠藤農園の椎茸原木」の形状パターン／右:「高蔵寺阿弥陀如来座像」の配色パターン



図21 左:500円椎茸用／中央:300円椎茸用／右:その他自社加工食品等用

4.2.3 試験販売の結果

令和5年2月「第3回山の幸販売会」(会場:宮城県庁)にて試験販売と簡易的なアンケート調査を実施した(図22)。合計50名のアンケート調査の結果、新パッケージラベルの印象についておおむね狙いどおりのデザインができていたことが分かった。

パッケージラベル以外に、出展ブースで使用する値札やポスターにも同様の配色パターンと形状パターンを採用し、簡易的なブランディングを実践した。値札のフレームはレーザーカッターとUVプリンターで制作し、中身の値札を自由に差し替えて使用することが可能な設計にした。差し替え用の値札テンプレートは一般に普及している文書作成ソフト「Word」で制作している為、今後は生産者や地方振興事務所の担当職員が、その時販売したいものや金額に合わせて内容を自由に改変することができる(図23)。



図 22 試験販売時の出展ブースの様子

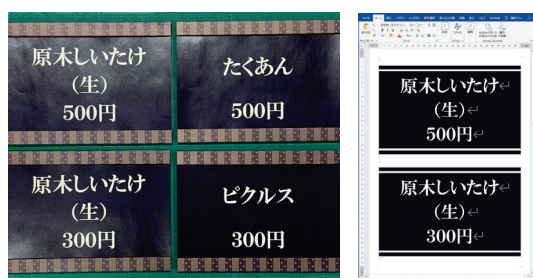


図 23 左:レーザーカッターとUVプリンターで制作した値札フレーム/右:値札用 Word テンプレート

このように簡易的なブランディングを行った結果、オンラインマルシェや企業LINEによる広報活動等、事業者がチャレンジしたかった新たなチャネル開拓を実現することができた。

5 結言

本研究では、デジタルファブリケーションとデザインの両方向から試作・検討を支援するシステムを構築し、地域企業との具体的な商品開発を通して支援システムの有効性検証に取り組んだ。

実際に支援システムを使用した結果、事業者が求めている地域らしさとデザイナーが想像する地域らしさの意識共有がスムーズに行われ、試作・検討のサイクルがスピードアップし、商品開発プロセス全体の効率化が可能であるということが実証された。

特にエレメント生成システム「Chiikit」は、DF 機器を有さない地域企業でも、商品開発プロセスにおいて有効に活用できるということが分かった。機能の細かな修正や利用規約の調整等、実運用に向けて想定される問題点を洗い出すために、今後更に Chiikit の活用事例を増やしていく予定である。DF 機器の加工パラメータを活用した支援の方法についても引き続き検討していく。

また、本研究の成果を地域企業へ広く普及するに当たり、観光プロモーション推進室、農山漁村なりわい課、地方振興事務所へ情報提供を行った結果、農林水産事業者の商品開発に活かせるのではないかと意見が多く挙げられた。今後も引き続き地域企業との連携を通して、商品開発プロセスにおける支援システムの最適化を目指す。

謝辞

本研究で開発した支援システムの検証に当たり、多くの方々に御協力をいただきました。

蔵王町の(有)グリーンプランナー太田苗園と、角田市の遠藤農園には、新商品開発のプロセスにおいて本支援システムを導入する実証実験に御協力いただきました。大河原地方振興事務所林業振興部の前山恵美技術主幹には、県内企業のニーズ調査、販売会での試験販売やアンケート調査に御協力いただきました。

本研究の遂行に当たり、快く御協力いただいた皆様に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 総務省.“平成28年版情報通信白書”.
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc141330.html>、(参照2022-05-11)。
- 2) fabcross.“日本のファブ施設調査2021—コロナ禍

を経て微増。地方で進む小規模ラボ展開”。2021-12-28.
https://fabcross.jp/topics/research/20211228_fabspac
[e.html](https://fabcross.jp/topics/research/20211228_fabspac)、(参照2022-05-11)。

3) 第4回日本感性工学会春季大会予稿集
「地域イメージの感性分析を活用した商品開発」
伊藤利憲(宮城県産業技術総合センター) 庄子真樹(宮
城県産業技術総合センター)

4) 宮城県観光プロモーション推進室.“みやぎデジタル
フォトライブラリー”。

<https://digi-photo.pref.miyagi.jp/>、(参照2022-05-11)。

5) Adobe.“Adobe color”。

<https://color.adobe.com/ja/create/image>、(参照2022-
05-11)。

6) 河西大介・宮内博実(2013)．感性評価手法による
イメージ提案の研究

[http://design-integrate.jp/wp-](http://design-integrate.jp/wp-content/uploads/2014/11/KANSEI-evaluation-method-IASDR2013.pdf)
[content/uploads/2014/11/KANSEI-evaluation-](http://design-integrate.jp/wp-content/uploads/2014/11/KANSEI-evaluation-method-IASDR2013.pdf)
[method-IASDR2013.pdf](http://design-integrate.jp/wp-content/uploads/2014/11/KANSEI-evaluation-method-IASDR2013.pdf)、(参照 2023-05-10)。

7) 株式会社デザインインテグレート．基礎研究「イメー
ジの9分類 形容詞リスト」

[http://design-integrate.jp/wp-](http://design-integrate.jp/wp-content/uploads/2014/12/9imagewordslist.pdf)
[content/uploads/2014/12/9imagewordslist.pdf](http://design-integrate.jp/wp-content/uploads/2014/12/9imagewordslist.pdf)、(参照
2022-05-10)。