

小規模事業所に対する技術支援

村山 健一*

(令和元年 10 月 31 日受理)

Technical Support for Small Companies

Kenichi MURAYAMA*

In Japan, the number of small companies is larger than that of large companies. In fact, small companies constitute more than 80% of companies located in this country. These small companies play an important role in Japanese industrial field. However, due to changes in ¹the industrial structure, the declining birthrate, and a growth of aging population, the number of small companies that have to end their business is increasing. The main reason for closing business is that there is no successor, and it is expected to start a new business or challenge a new field. This report discusses technical support that has been provided to small companies for about 30 years and future assistance for small companies in rural areas.

Key word: Chenille, CAD, CAM, CAE, FEM, VBA, PLC

1. まえがき

我が国の産業における中小企業の占める割合は、事業所数で 99%、従業員数で 69%であり、さらに小規模企業は全体の 80%以上を占め、従業員数は 20%を超え、国内産業の重要な役割を担っている。しかし、産業構造の変化や少子高齢化により、とりわけ地方での事業所閉鎖や廃業が目立っている。原因は経営上の理由よりも、後継者問題が主な要因となっており、対策として起業や新規分野への参入が求められている^[1]。

本報告では、筆者が 30 年ほど前から関わってきた小規模事業所（小規模企業）への技術支援と、最近の 1、2 年で行った技術支援を示し、これからの地方における小規模事業所の活性化のための支援について考察する。なお、いずれの事業所も個人あるいは少人数で運営されている有限会社である。

2. 技術支援事例

ここで紹介する技術支援は 4 件で、事例 1 は 30 年ほど前からの新規分野への取り組みに対する継続的な技術支援、事例 2 は 31 年前に起業した初期に関わった技術支援、事例 3

* 新潟工科大学教育センター Education Center

は昨年、事例 4 は今年関わった短期的な技術支援である。

事例 1：シェニール織機の制御（B 社、中魚沼郡）

（1）シェニール織

シェニール織（Chenille fabric）とは、18 世紀末にスコットランドで生まれた両面パイルの織物で、現在ではドイツの伝統織物として知られている。製造は、一度織った布を縦糸にそって裁断し、撚って糸を作る。そして、それを横糸として再び織って織物にするもので、その工程を再織と呼んでいる。織物は吸水性と耐久性に優れ、高級ハンドタオルとして知られている。

我が国にその製造技術が知られたのは 19 世紀後半ころと言われており、現在国内で生産されている地域は、和歌山県や青梅市などのほか県内の魚沼地方と限られている。製造工程はある程度自動化されているが、二度目の製織では人手が入ったほうが商品価値があるとのことで、全自動化は難しく、大量生産はされていない。

このように手間がかかる織物であるシェニール織は、ハンドタオルのほか身の回りの生活用品や装飾品にも取り入れられており、高級品として定着している。

（2）事業所概要

B 社は、主に絹織を 100 年以上前から行ってきた長い歴史を持つ事業所であるが、時代の変化に伴い絹織物の需要が大きく減少してきたため、新たな分野として昭和 58 年頃にシェニール織に参入した。最初は個人経営者グループとして、新潟県技術試験場の支援を得て、織機と紙テープを用いた専用の制御装置や一度織った布を糸状に裁断する機械を開発しスタートした。しかし、数年後、グループが解散したため新たに制御装置が必要になり、縁あって筆者が技術協力することになった。平成の中ごろにはブランドメーカ 2 社と契約して生産量が増大したが、近年、シェニール織が出回るようになり減少している。一時期は 1 社のみ契約となったが、現在は、従来からのブランドメーカ 1 社のほか新たに 1 社と契約している。なお、100 年の歴史があった絹織物の生産は数年前に終了している。この 30 年間、代替わりはしているが、以下に示すような積極的な取り組みを行ってきた。

- ① 生産性向上のためレピア織機の導入
- ② デザインデータのデジタル化
- ③ 絹糸による再織
- ④ 再織の自動化
- ⑤ 特許申請
- ⑥ インターネット通販

現在は、①と②は実施され順調な生産体制となっているが、それ以外は、取り組みや試行を行ったが実現されていない。



写真 1. シェニール織機

(3) CAD/CAM システム

シェニール織の工程は、デザイン画からデジタルデータを生成し、それから最初の製織データを作ることになるが、初期のころはドラム式大型スキャナーを使ってデザイン画からデジタルデータを作成していた。そのため、平成3年に開発したCAD/CAMシステム^②は、初期の作業工程に合わせたものとし、さらに、デザインデータの修正変更や動作テスト（シミュレーション）、織機制御のモニタ機能などを考慮して開発した。その特徴は、

- ① スキャナデータフォーマット（コンカレント CPM）のデータが読み取れる。
- ② 織柄の修正・変更が容易である。また、簡単な織柄が直接作成できる。
- ③ 織り糸の変更や色の設定表示ができる。
- ④ 織柄表示の拡大縮小が可能で、表示が高速である。
- ⑤ 織機制御のシミュレーションおよび製織時のモニタ表示ができる。
- ⑥ 織機停止時の織位置を自動記録し、再開時に自動復旧できる。

などである。なお、作業者はパソコンに不慣れであるので、できるだけ簡単なキー操作で作業ができるようにした。表1は、本システムの主な仕様である。

表 1. 再織システムの仕様

項 目		仕 様
ソフトウェア	OS	N88 DISK BASIC
	入力データ	コンカレントCPM/N88 DISK BASIC
	メイン部	N88 DISK BASIC
	画像表示部	機械語
ハードウェア	インターフェース	フォトカプラによる絶縁I/O
	制御ドライバ	最大出力14(半導体ドライバ)
	制御入力	最大入力 8
織柄	最大紋口	600 (X方向柄数)
	最大織丈	600 (y方向柄数)
	最大糸種	14

その後、デザインのデジタル化や織機の変更などにより以下のように対応してきた。

- ① 糸数を 14 種類から 16 種類に増加（糸数、出力ドライバ）
- ② レピア織機に対応（織機制御データ変更）
- ③ デザインデータのデジタル化（PDF デザインデータから BMP 画像データの加工・変換、N88 DISK BASIC フォーマット変換）

これらの改善によりより多様なデザインに対応できるとともに、生産性の向上、メール送信による迅速化が図られるようになった。図1は現在運用されているシステムの画像である。(a)は織柄、(b)は拡大画面、(c)は織糸の表示色設定、(d)は制御動作テストの画面である。

(4) 運用状況と課題

シェニール織用のCAD/CAMシステムを開発・運用してから28年が経過しているが、

地域唯一の製織事業所として、今後とも高級品としてのシェニール織の生産が継続される見込みであり、本システムの有用性は認められている。年間の生産量は大幅に増えることはないと考えられるが、機械の老朽化、とくに制御用パソコンの更新が必要である。開発当時に普及していたパソコンと互換性のある機種はかなり以前に生産中止となっている。また、OSをはじめ開発ソフトウェアも様変わりしているため、事業継続性の観点から低コストでメンテナンスが容易なものにすることが急務である。また、事業発展の観点から、独自デザインや顧客が希望するデザインから直接製造・販売することも期待される。



図1. 再織システム

事例2：電磁マグネットの解析（T社、つくば市）

（1）事業所概要

研究開発用の電磁マグネットを製造しているT社は、自身の経験を生かして1998年に41歳で起業した。そのころ縁あって有限要素法による磁界解析の相談を受けるようになり、筆者が開発した2次元・軸対称の電界・磁界解析システムを使った技術支援を行った。その後、T社は、3次元磁場解析ソフトウェアOPERA 3D(Vector Field社)を導入するとともに、小型ロボットとLabView(National Instruments社)を使った独自の磁場測定装置を開発し、様々な電磁マグネットを製造販売してきた。その数は1,000種を超え、アメリカの研究機関にも納入されている。

T社は、事前打ち合わせや図面作成時から迅速に磁場解析を行うとともに、製造後は独自に開発した3次元磁場測定装置を用いたデータを提供するなど信頼性の高い事業を展開してきた。また、コイルの製造方法及びM型電磁石に関する特許を理化学研究所と共同で出願し、その技術を用いて製造した電磁石はニューヨークのブルックヘブン国立研究所へ

納入され、現在も稼働している。

なお、筆者が技術協力した磁界解析技術は、軸対称形状では実際に近い値が得られるが、2次元解析では参考値となってしまったため、現在では3次元解析が主流となっている。ただ、30年前は、2次元磁界解析もほとんど行われていなかったため、研究所や大手企業から高い評価と信頼を得て、その後の事業発展に役立ったとの意見である。

現在も本人を含め2名で設計製造を行っているが、磁場解析や製造までの豊富な経験から研究機関等からの技術相談も多い。



写真2. 磁場測定装置

(2) 解析システム

およそ30年前頃からパソコンの高性能化に伴い数値解析での利用が期待されるようになり、筆者は大学との共同研究で電界・磁界の有限要素解析に取り組んできた。当初はBASICインタープリタによる有限要素解析を行ってきたが、処理速度の点で実用性に課題があった。そこで、要素分割などプリ・ポストプロセッサを含むCコンパイラによる電界・磁界有限要素解析システム⁴⁾を開発した。表2は解析プログラムの構成で、2次元および軸対称モデルに対応したものである。OSはMS-DOS上で実行され、最大節点数は約5,000、三角形要素数は約10,000程度とし、日常的な業務でも役立つものとした。また、とくに、プリプロセッサとポストプロセッサの使いやすさに重点を置いたシステムとして開発した。

表2 有限要素解析プログラムの構成

分類	プログラム名	機能
プリプロセッサ	MESHGEN	三角形要素自動分割
	MESHED	入力データ編集
	SECOND	2次要素自動生成
ソルバー	ELE2D	2次元静電界解析
	ELES2D	2次要素電界解析
	ELESY	軸対称静電界解析
	MAG2D	2次元静磁界解析
	MAGS2D	2次要素磁界解析
	MAGSY	軸対称静磁界解析
ポストプロセッサ	POSTPRO	計算結果後処理

図2(a)と(b)はプリプロセッサによる解析形状と要素分割である。また、(c)と(d)はソルバーにより得られた計算結果をポストプロセッサで表示した磁束線図と磁束密度分布(ベクトル値)である。

プログラムの改定はしばらく行っていたが、パソコンのOSがWindowsになり、さらに数年ごとに大きく変更されるようになったため移植作業が困難になった。また、磁界の有限要素解析システムの研究開発が3次元へと進み、商用版も出回るようになり、移植や改定、また、3次元化は断念した。最近では、3次元要素分割や解析結果を表示するプリ・ポストプロセッサ、3次元非線形磁界解析などが商用ベースで利用可能なオープンソフトウェア⁴⁾が増えてきているので、高価なソフトウェアを購入することなく数値解析が可能になってきた。

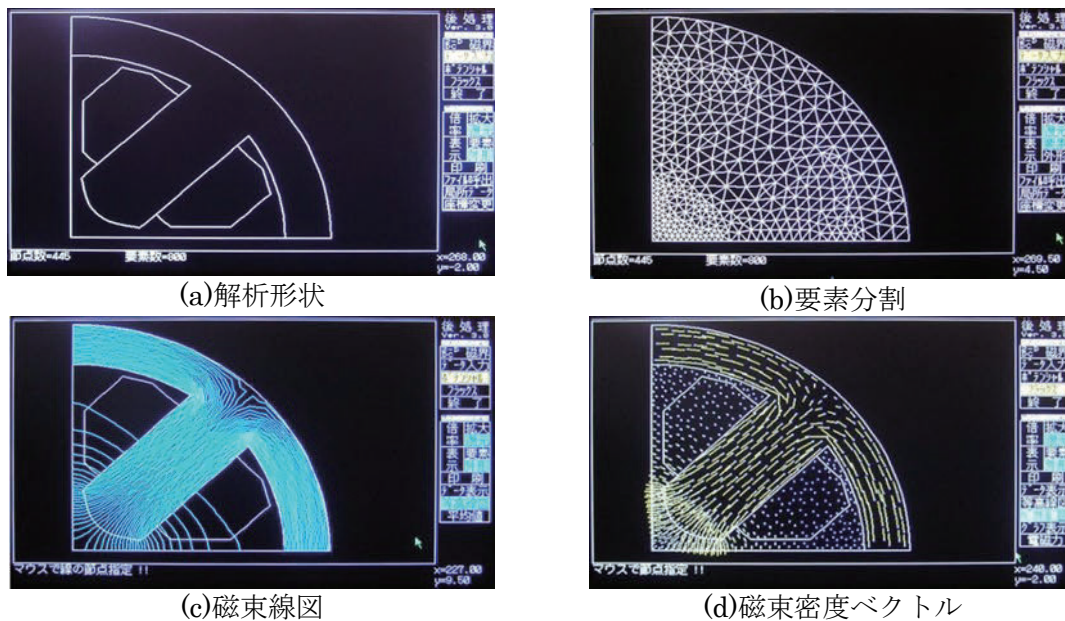


図 2. 有限要素解析画面

(3) 成果と課題

T 社は研究開発用電磁マグネットの分野で起業し、会社規模は大きくしなかったが、多大な業績をあげ、研究機関などから大きな信頼を得てきた。その要因は、以下のような点が考えられる。

- ① 電磁マグネットの製造技術を持っていた。
- ② 新技術に高い関心があり、解析技術の取り込みに積極的であった。
- ③ 起業初期に普及していなかった磁界解析を行い、顧客から評価された。
- ④ その後、3次元 FEM や CAD の導入を積極的に行った。
- ⑤ 3次元磁場測定装置を独自開発し、データを顧客に提出してきた。

筆者は③で関わり、起業の成功とその後の業績向上に微力ながら寄与できたと思っている。

事例 3：弦楽器部品の製作（N 社、新潟市）

(1) 事業所概要

N 社は、30 数年前に起業した個人経営の事業所である。高い技能と音に対する繊細な感性を持ち、様々な弦楽器の調整や修理、また、新規製作も手掛けている。事業所には、独自に考案した工作機器や工具などが数多く、長い間の経験と研究に裏打ちされた技術を持っているため、高価な弦楽器の調整や修理は遠く県外からも依頼され、実績を上げてきた。

昨年、弦楽器のスクロールと呼ばれる渦巻き状のバイオリン部品製作の相談があり、今回、NC 機械での試験製造を行うことになった。なお、スクロールはバイオリンの魅力を左右する重要な部品で、楽器の演奏をより魅力的にするものでもある。したがって、それを作る職人には繊細で高度な技術が求められ、個性が出るものである。それは、最後の仕

上げで決まるため、時間がかかる粗削りは何らかの方法で加工できれば時間的な余裕ができ、仕上げ加工に注力できることになる。

(2) 三次元 CAD による加工データ作成

当初、スクロールの粗削りは、小型モータとエンドミル等による専用機械で行いたいとの意向を持っていたが、機械加工の専門家のアドバイスを受け、その専用機械の製作は難しいとの結論に達した。そこで、3次元 CAD による NC 加工データを作成し、木材加工用マシニングセンタを備えた加工会社に依頼してみるようになった。

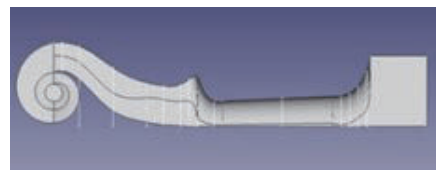


写真 3. バイオリン用スクロール

加工モデルは、かつて手加工で製作したスクロールとし、その形状をもとに 3次元 CAD でデータを作成する。写真 3 は加工する前の専用木材片と手加工したスクロールである。使用する 3次元 CAD は、商用ベースにおいて無償で使える FreeCAD(Ver. 0.17)¹⁵⁾を採用した。FreeCAD は、現在ではほぼ商用 3次元 CAD に匹敵する機能と性能を有するようになってきているので、利用価値は大きい。多くの商用 3次元 CAD は高価なため、費用が掛からないフリーソフトウェアは魅力である。

バイオリンのスクロールのような複雑な形状は、3次元 CAD を使う場合でも難しいが、いくつかの 2次元の断面形状をつなぐロフト機能を使う方法で作成できる。図 3(a),(b)は、スクロールを 4つのブロックに分け、ロフト機能で作成したパーツを接合したものである。(c)図は FreeCAD で作成したデータを STL フォーマットで出力し、それを CAM ソフトウェアで読み込みこんで表示したものである。

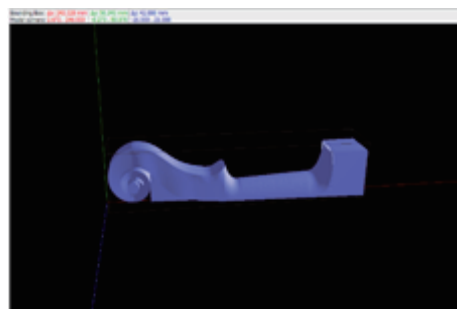
このようにして作成したデータを木工加工用マシニングセンタに出力して加工すれば、手仕上げ前のスクロールが製作できることが確認できた。なお、現時点では、ロフト機能で作成された形状に一部満足できない部分があるため、詳細な修正を行った後に加工会社に依頼する予定である。



(a)側面



(b)上面



(c)CAM による表示

図 3. CAD によるスクロール作成

事例 4 : 「よろけ織」データの作成 (H 社、加茂市)

(1) 事業所概要

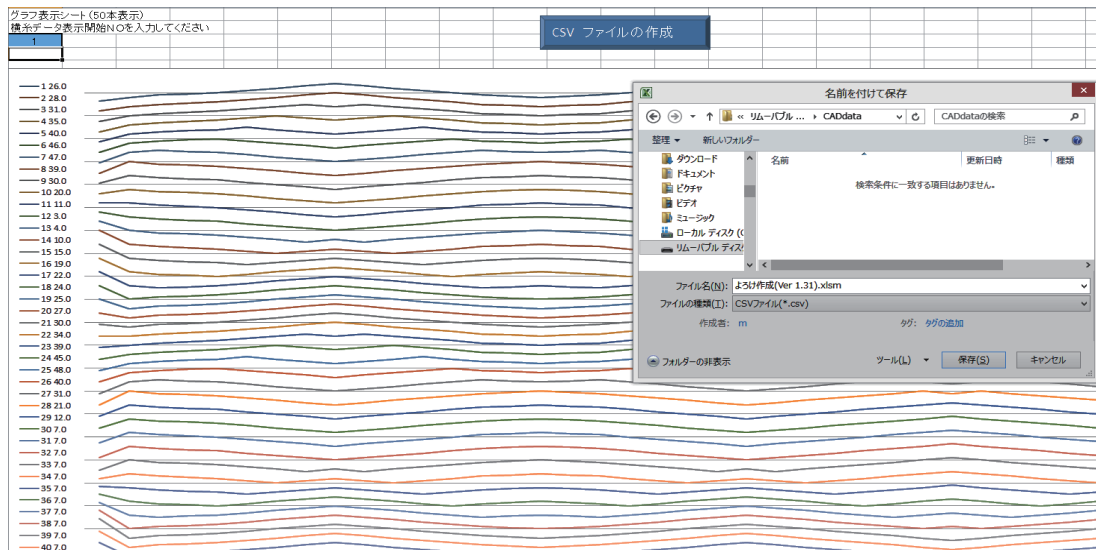
H社は、紡績・織機をはじめとする産業機械の設計開発を行う個人経営の事業所であるが、マシニングセンタや各種の工作機械を備えており、様々な機械の設計開発を行っている。とくに織機に関する高い技術を有し、県内をはじめ広く全国的に仕事をしている。また、最近ではシーケンサとも呼ばれるPLC（Programmable Logic Controller）を用いた機械も設計開発している。そのため、センサやモータを使って制御するプログラムの開発も行うなど積極的に新しい技術の取り込みに挑戦している。

(2) 表計算ソフトウェアの活用

今年に入り機械制御のためのデータ作成の相談を受けたので、短期間ではあるが技術支援を行うことになった。今回開発している機械は、織機の縦糸と横糸をわずかに変化させる「よろけ織」を行う制御装置である。

総本数(横糸)		よろけ装置データ作成													
500	本														
初期データー、絶対値(ABS)での入力															
縦糸ABS	縦糸INC	縦糸 1	縦糸 2	縦糸 3	縦糸 4	縦糸 5	縦糸 6	縦糸 7	縦糸 8	縦糸 9	縦糸 10	縦糸 11	縦糸 12	縦糸 13	
1	25		1	2	3	3.5	4	5	6	7	8	7	6	5	4
2	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	2	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	3	3	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	4	4	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	5	5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	6	6	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	7	7	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	8	8	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	9	9	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	10	10	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	9	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	8	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	7	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	6	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	5	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	4	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	3	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	2	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	2	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	3	21	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	4	22	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	5	23	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	6	24	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	7	25	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(a)データ入力



(b) グラフィクス表示とデータ保存

図4. 「よろけ織」データ処理

「よろけ織」は、従来から織機を手作業で操作して織る布であるため、付加価値は大きいが生産性が低いものである。H社は、新たな挑戦として織機の自動化を提案し、県外企業から受注した。しかし、一部の装置製作は外注するものの、設計開発は単独で行うため、ソフトウェアの開発などの一部は技術支援を必要としている。相談を受けた点は、汎用表計算ソフトウェア Excel による「よろけ織」データの作成プログラムで、以下の機能を満たすものである。

- ① データの自動加工
- ② 「よろけ織」のグラフィクス表示
- ③ データ圧縮
- ④ CSV データの自動保存

これらの機能を満たすとともに、データ入力の制限機能を付加するために VBA(Visual Basic for Applications)によるプログラムを作成した。そのため、使い方は簡単で、プログラムが付加されたシートを入力すれば、図 4(a)の指定セルにデータを設定するだけでデータの自動加工が行なわれ、(b)に示す「よろけ織」模様が確認できる。最後に PLC 用制御データを保存する場合は、「CSV ファイルの作成」ボタンをクリックするだけで任意の指定先に保存できるものとした。その後、本プログラムは動作確認を行い、制御装置とともに受注先に納入された。

3. 成果と課題

およそ 30 年前に関わった小規模事業所への技術支援を通して、将来性のある技術の導入により、新規事業への参入や起業の成功に貢献できたことが示された。また、ここ 1、2 年の間に関わった技術支援活動を通して、地方の小規模事業所でも高い技術・技能と専門性を持ち全国的に活躍しているが、他分野の技術も必要としていることがわかった。

課題として、事例 1 で紹介したシェニール織機の制御装置は、30 年間の実績をもとに今後も生産を続けていくため、装置の更新が必要である。将来的なメンテナンスを考慮すると、ハードウェアとソフトウェアはできるだけ汎用性の高いものを使う必要がある。事例 2 と事例 3 では、3 次元 CAD/CAE を活用しており、これらの技術を普及させるためには、商用で使えるフリーソフトウェアの活用が望まれる。2 次元 CAD の普及は国産のフリーソフトウェアである JW-CAD が大きな役割を果たしたと言われており、3 次元 CAD/CAE も同様なことが期待される。また、事例 4 ではソフトウェア技術の支援であったが、今後はますます求められる技術であり、開発技術を持つ個人や組織から容易に支援が受けられるようにすることが望まれる。

なお、いずれの事業所においても経営者や従業員の高齢化に伴う後継者の見通しが立たず、将来の不安があることが最も大きな課題である。

4. あとがき

小規模事業所への技術支援を通して、その魅力に触れることができた。個人経営であっても専門性は高く、規模の大きな企業に対抗できる面もある。しかし、小規模であるがゆえに、あらゆる分野に対応できない弱点があり、そのような場合は大学や公的機関など外部からの支援が必要である。

近年、IT 技術の普及や働き方改革の進展で、フリーランスや副業が奨励されるようになってきたため、個人が起業しやすい環境になってきた。地域の活性化のためには、起業と合わせて、様々な技術を持つ個人による技術支援も望まれる。また、個人経営や小規模事業所の廃業が問題になっているが、廃業は大きな社会的損失となるため、地域全体で考えていかなければならない。

5. 文献

- [1] 中小企業庁、2019 年版中小企業・小規模企業白書(2019.4)
- [2] 村山健一、再織用柄出システムの開発、平成 4 年度電気学会新潟支所研究会資料(1992.11)
- [3] 村山健一、パーソナルコンピュータ援用による電界・磁界有限要素ソルバーの開発と電磁機器設計への応用に関する研究、(2001.3)
- [4] 村山健一、オープンソフトウェアを用いた Python による FEM 解析、新潟工科大学研究紀要 第 23 号(2019.3)
- [5] FreeCAD Documentation, <https://www.freecadweb.org/wiki/Manual/jp>