

オープンソフトウェアを利用する技術と指導

岩手県立産業技術短期大学校 水沢校 赤堀 拓也

1. はじめに

岩手県においては、2019年から「いわて県民計画」¹⁾を策定し、「学びの改革プロジェクト」の中で、人工知能（AI）をはじめとする第4次産業革命技術を活用し、就学前から高校教育までの質が高く切れ目ない教育環境の構築を通じて、新たな社会を創造し岩手県の未来をけん引する人材の育成を目指している。そこで岩手県立産業技術短期大学校（本校、水沢校）では、平成30年度にAI・IoTに関するワーキンググループを立ち上げ、どのように最新の技術を授業・実習に取り入れるか検討を行った。現在も継続して、シラバスの内容について検討を続けている。本報告では、このような人材育成の変化に対応するためには、学生が学んだ知識を活用すること、すなわち「スキルの活用」が重要になってくると考えた。具体的にはSociety5.0に対応するための方法の1つが、AI・IoT等の「オープンソフトウェアを利用する技術」であると考え、平成29年度から2年間、卒業研究においてオープンソフトウェアを利用した研究テーマに取り組んだ実施例を紹介する。そして、情報活用能力の向上のため、どのような学生指導に効果があるかなどを考慮しつつ、新たな技能・技術領域の職業能力開発に必要な専門知識・技能・技術について考えをまとめながら、今後の人材育成について考察する。

2. 卒業研究実施報告①

2.1 Grblを用いたレーザー加工機的设计・製作・制御（平成29年度卒業生の研究テーマ）

この研究テーマにおいて利用したオープンソフトウェアは、「Grbl」（ガーブル、グラブルと呼ばれている）、「G-code sender」等である。「Grbl」はC言語で開発された高性能なG-Codeのパarser（parser）であり、CNCのコントローラである。また、Arduino UNOのような安価なマイコンに実装することが出来、簡単に位置決めコントローラを構築することが出来る。Grbl自体はパーサーであるので、コントローラはRaspberry PI 3に実装した「G-code sender」で行う。製作したレーザー加工機の外観を図1に、制御装置部を図2に示す。レーザー加工機はスタンドアロンで可動出来る。

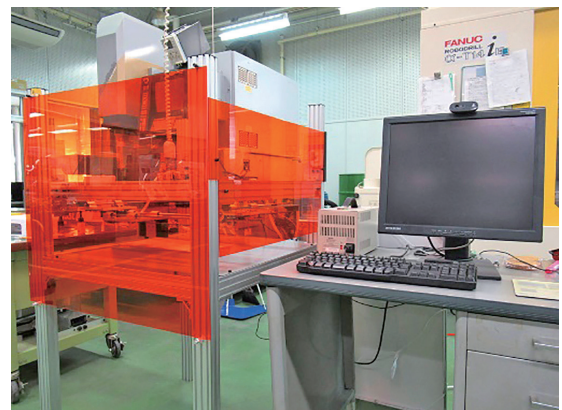


図1 レーザー加工機外観

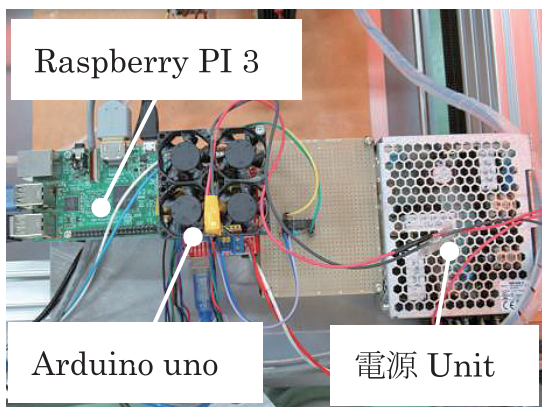


図2 制御装置部

2.2 経緯

卒業研究のテーマ選定においては、内定先の企業から取り組んでほしい内容を打診されることがある。平成29年度卒業の学生の一人に内定先の企業から機械に関する知識だけでなく、広く電気・電子、情報（プログラミング）を体験するようなテーマにしてほしい旨、依頼があった。具体的に提示されたテーマが、Raspberry PI、Node REDなどであった。私は現職に就業する前、電子部品の実装の業務を7年間、組込み機器のプログラミングの業務を3年間それぞれ経験していたので、その学生の指導担当となった。（以後、その学生を学生Aとする。）私が指導担当となった学生は他に2名おり（以後、それぞれ学生B、学生Cとする）、内定先からのテーマの依頼はなかったが、2人でクレーンゲームを製作してみたいという希望を持っていた。学生BとCは共同して製作はしたいが、詳しく話を聞いてみると1人は製作することに、もう一人は設計することに興味を持っていた。当初は、2つのグループに分けて卒業研究を進めていくことを考えていたが、クレーンゲームを製作するとなると制御装置も製作することが必要となってくるので、この3名の学生を連携させて卒業研究に取り組ませることとした。この様子を図3に示す。

また、連携時には開発の進捗具合によって、設計は学生Cがリーダーに製作は学生B、制御は学生Aといったようにリーダーを交代しながら自分の担当分野を主導するよう配慮した。（図中矢印の向きにリーダーが交代）

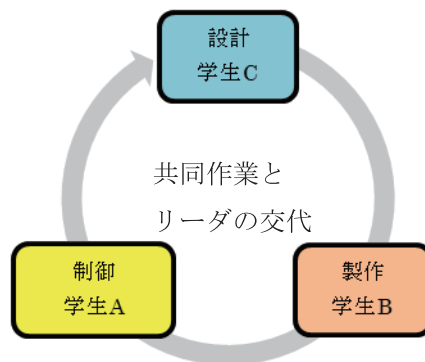


図3 学生の主担当課題

2.3 計画と進捗

卒業研究の計画は、制御を担当する学生は基礎知識が少ないことから、最初に電子基板の制御について学んだ。具体的には様々なセンサをRaspberry PI 3で動かし、ステッピングモータを「Grbl」にて動かすこととところまで他の2人の学生とは分かれて進めた。機械設計の担当した学生は、初めての設計だったため、かなり時間がかかってしまった。

製作を担当する学生は設計が固まった部品から加工を行う予定であったが、なかなか加工に取り掛かれずにいたため、汎用部品（ネジやアルミフレームなど）の発注を担当してもらった。

設計が終わった後は、機械設計・加工を担当した2人で組立を行った。組立は、部品同士の平行度や直角度が取れていなかったせいか、なかなかスムーズに可動できるユニットにはならず苦戦したようである。しかしながら何とかXY軸がスムーズに可動できるように調整を終え、その後、制御を担当していた学生と共同作業によって、レーザー加工機を完成させることができた。

2.4 利用と性能評価

製作したレーザー加工機の利用にもオープンソフトウェアを利用した。その利用手順を図4に示す。レーザー加工機で彫刻したい画像は「GIMP」を用いて編集する。

編集した画像は「LaserWeb4」というオープンソフトウェアでG-codeを作成し、そしてRaspberry PI 3からG-code senderを起動して加工を行う。加工はドットにより行われ、ドットの大きいところ

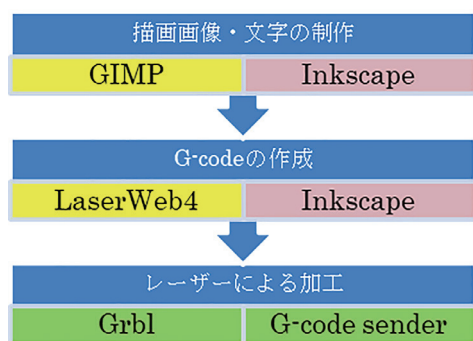


図4 レーザー加工機の利用手順

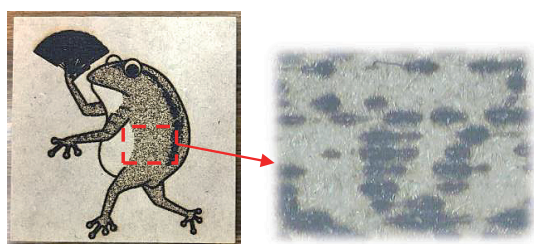


図5 画像データ加工例（右）と拡大図（左）

表1 オープンソフトウェアのURL①

名称	URL
GIMP	https://www.gimp.org/
Inkscape	https://inkscape.org/ja/
LaserWeb4	https://github.com/LaserWeb/LaserWeb4
Grbl	https://github.com/grbl/grbl/wiki
G-code sender	https://github.com/nsiatras/sourcercera-gcode-sender

はレーザーが強く、小さいところは弱くなるようにG-codeにより作成されている。

図5に画像をMDF材^{*}に加工した場合の実施例を示す。図5拡大図（左）によりドットの大小により表現されていること、ドットの上下間は「LaserWeb4」で設定した値（この場合は0.3mm）になっていることを画像検査装置（Smart Scorp ZIP（OGP社製））により確認できた。

ちなみに「LaserWeb4」ではドットによる加工ではなく、ベクトルデータの加工も可能である。し

^{*}MDF材（medium density fiberboard）：中密度繊維板（ちゅうみつどせんいばん）は木質繊維を原料とする成型板の一種。

かしながら、様々なオープンソフトウェアの利用するためベクトルデータの場合は「Inkscape」というオープンソフトウェアを利用した。こちらはアドインソフトウェアを組込むことで、レーザー加工機用のG-codeを出力できるようになっている。これらのオープンソフトウェアを表1に示す。

2.5 効果

初めてのオープンウェアを利用した卒業研究に組みを終えて、考えられる効果等をまとめると表2の通りとなる。（また、今回は図5に示す画像（岩手県のキャラクター「ケロ平」）をコースターに彫刻して、岩手県県南広域振興局に寄贈した。この外部に対する取り組みについても後述する。）

表2 取組事項と効果など

事項	学生に対する効果	教員に対する効果	デメリット
加工装置を設計から製造まで体験する	大きな達成感があり、学生の満足度も高い。	装置を今後、イベントなどに利用できる	どこかの工程に時間がかかりすぎると、完成しない場合がある。
オープンソフトウェアの利用する	制御プログラム作成の時間を短縮できるため、他の工程に専念できる。	様々なオープンソフトを利用でき、スキルアップできる。	オープンソフトウェアについて調べる時間がかかる。
外部機関との連携	責任感を持ち他人に感謝されることで達成感が増す。	外部機関に提供することで学校を知ってもらう機会になる。	外部機関との調整に時間がかかる。

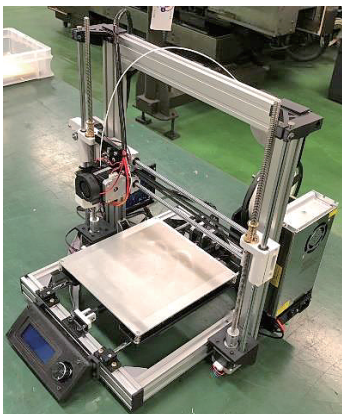
3. 卒業研究実施報告②

3.1 RepRapを利用した3Dプリンタの製作、3Dプリンタの改良と地域貢献（平成30年度卒業生の発表テーマ）

この研究テーマにおいて利用したオープンソフト

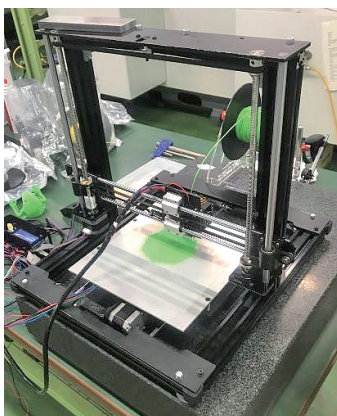
ウェアは、「Marlin」である。また、ソフトウェアではないが、「RepRap」(replicating rapid prototyperの略)というフリーで利用できる3Dプリンタを利用している。RepRapとは自己複製機ともいわれ、3Dプリンタで3Dプリンタの部品を造形し、複製するプロジェクトである。こちらもオープンであるという点からオープンソフトウェアの一種と考えて進めることにする。

その他、3Dプリンタのスライサーソフトウェアとして「Cura」などのオープンソフトウェアも利用した。「RepRap」を利用して設計製作した3Dプリンタを図6に、市販の3Dプリンタキットの改良を行った3Dプリンタを(プラスチックやアクリル製の部品を、アルミ材を加工して製作した部品に置換えたもの)図7にそれぞれ示す。



自作機
RepRap 利用
造形サイズ：
200×200×200
(mm)

図6 RepRapを利用した3Dプリンタ



Pxmation
Corei3(改良)
造形サイズ：
220×220×220
(mm)

図7 キット改良した3Dプリンタ

3.2 経緯

平成30年度については、私の担当になった学生3名の内、1名は10月に入っても就職先に悩んでいた。他の2名は、就職活動が終わっていたので、卒業研究は2名と1名にグループ分けして行うこととした。この2人は卒業研究では設計を体験したいという希望を持っていた。そこで2人は3Dプリンタの設計・製作をテーマにすることとした。もう1人の学生は、卒業研究開始後、ほどなく就職先が内定したが、当初は、何をテーマにしたらよいか決まっていなかったため、先の2人と同様に3Dプリンタに関連したテーマを考えていた。しかし、内定した企業で将来業務として金属加工を担当することが分かったため、NC工作機械の習得を卒業研究に取り入れたいと考えるようになった。そこで最初に私自身が研究目的で購入していた3Dプリンタによる造形を多く実施してもらい、その造形で不具合を調査し、改良を施すため、新規に部品を設計し金属加工により部品を製作するテーマを設定した。この時の金属加工にNC工作機械を利用することで、学生の希望に沿う形のテーマにした。また、意味もなく多くの造形を行うのはもったいないので、前年度でも製作の題材にした「ケロ平」の造形を行い、造形した成果物は岩手県南広域振興局と平泉町に寄贈することにより、地域貢献できるように配慮した。

このような配慮を行ったのには理由がある。それは就職が遅れた学生は、能力や性格には全く問題はないが、おとなしすぎて自分の思っていることがうまく言えない傾向があった。この性格が就職採用試験にも影響していたともいえる。そこで卒業研究を通して、人前に出る機会を創出するため、このようなテーマ選定を行った。

3.3 計画と進捗

テーマ名は、学生2名が「RepRapを利用した3Dプリンタの製作」で、学生1名が「3Dプリンタの改良と地域貢献」となった。学生2名で進めるテーマについては、前年度の設計担当と加工担当に分けた結果、設計段階で時間がかかってしまった反省を踏まえ、本年度は2人一緒に作業を進めていく方法を

採用した。しかしながら昨年度の学生と比較すると、いきなり設計を実施するには困難と考えた結果、最初は市販されている安価な3Dプリンタキットを組立てて3Dプリンタの機構を理解してもらうこととした。選択した製品はALUNAR社製M508という3Dプリンタである。この製品は、RepRapマシンとして多く採用されている3Dプリンタの機構に近いこと、制御用プログラムのソースコードが公開されていたことから選択した。そしてこのキットにより理解を深めた上で、インターネットで公開されているRepRapマシンを利用して設計してもらうことにした。すなわち階段を登るようなステップアップ方式を採用した。この様子を図8に示す。学生1人で進めるテーマは段階的に進めていくこととした。すなわち、3Dプリンタによる造形（造形における各種パラメータの理解）、不具合と原因調査、改良方法の検討、改良部品の製作、検証と順に進めていく。2つのグループともに計画に遅れることなく、12月末までに3Dプリンタの製作と改良を終えることが出来た。特に2人組のグループにおいては、市販のキット製作の段階で、3Dプリンタに興味を持ち、様々な造形に挑戦するなど意欲的な一面を見ることが出来た。



図8 ステップアップ式計画

3.4 利用と性能評価

3Dプリンタの利用については、様々なオープンソフトウェアを利用する。多くのRepRapマシンは、インターネットで公開されているが「Thingiverse」においては多種多様のモデルデータが公開されている。また、自身で3DCADによりモデルデータを制作することもできる。モデルデータ入手後の、3Dプリンタの利用手順を図9に示す。

3DCADについては、STLデータを出力できれば、

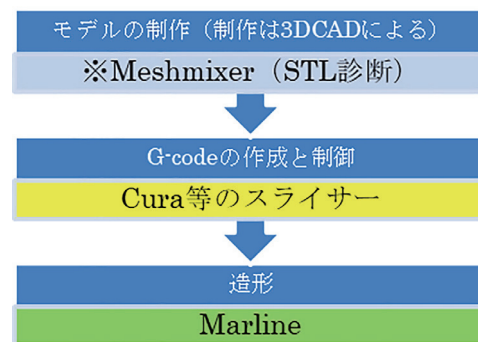


図9 3Dプリンタ利用手順

どのようなものを利用して構わないが、イベント用では、ノートPCでもストレスなく可動出来ること、操作が直感的であることから「Sculptris」を利用している。また、STLデータをインターネットなどで入手した場合、データに不具合が生じている場合がある。この場合、「Meshmixer」というオープンソフトウェアを利用して診断とともに不具合を修正することが出来る。

その後、STLデータを「Cura」等のスライサーと呼ばれるソフトウェアによりG-codeを作成し、造形を行う。製作した3DプリンタはこのG-codeのファイルをメディアに書き込みスタンドアローンでも造形できるし、（スタンドアローン起動しているときの利用しているオープンソフトウェアは「Marline」）先に挙げたスライサーを起動したPCからモニタリングしながら造形することもできる。参考として「Cura」の他のスライサーとして「MatterControl」、 「Repetier」のURLも表3に示す。改良を行って製作した3Dプリンタで造形したペンシルホルダ（図10（左））と画像検査装置（Smart Scorp ZIP（OGP社製））により造形の様子（図10（右））を示す。造形のピッチは0.4mmで設定してあり、画像から等間隔で並んでいることがわかる。RepRapを利用して設計・製作した3Dプリンタにおいても同様の結果となった。さらにこれらの3Dプリンタを1台当たり200時間以上稼動し不具合などが発生しないかを確認したが、操作のミス起因とする不具合以外は問題がないことが確認された。

表3 オープンソフトウェア等のURL②

名称	URL
RepRap	https://reprap.org/wiki/RepRap/ja
Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
Sculptris	https://oakcorp.net/pixologic/sculptris/
Meshmixer	http://www.meshmixer.com/download.html
Cura	https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura
Matter Control	https://www.matterhackers.com/
Repetier	https://www.repetier.com/download-now/
Marline	http://marlinfw.org/

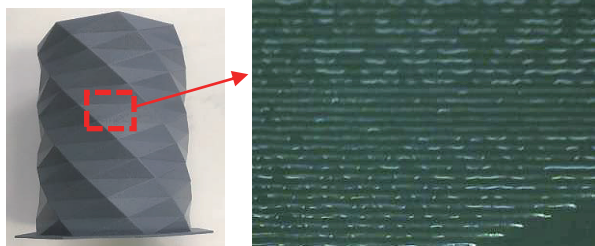


図10 造形物（左）と拡大図（右）

3.5 効果

効果については、平成29年度の卒業研究と同様の効果があった。（表2参照）また、前述したように、改良を行った学生については、調査のために制作した造形物を岩手県 県南広域振興局と平泉町に寄贈した。寄贈時には、自ら改良した部分について説明するなど、外部の人たちに接する機会を多く創出することができた。

寄贈のために造形した「ケロ平」のモデルを図11、12にそれぞれ示す。ペン立てになるタイプ（口の部分でペンを銜えることが出来る）については、50個ずつ寄贈した。

扇子を持っているタイプは、平泉町に5個、岩手県県南広域振興局に1個寄贈した。



図11 造形により製作した寄贈物



図12 造形により製作した寄贈物

4. 新しい技術に対応する人材育成

4.1 基本的な人材育成のスタンス

新しい技術に対応する場合においても、変わらない人材育成の基本があると思われる。すなわち、訓練を受ける学生の希望を取り入れるということである。どんなにすばらしい新しい技術であっても、育成を受ける学生がその技術に興味を持ち、自ら学ぼうという意思無しに育成を行うことが難しいことは自明である。

今回の実施例においてはすべて学生の興味や「やりたいこと」を調査した上でテーマの選定を行っている。また、学生の能力についても検討が必要である。平成30年度の学生にステップアップ式の計画を採用したように、場合によっては、少しずつ学生が技術を取り入れやすく工夫することも必要となってくる。イメージ的には図13に示すように、必要な要

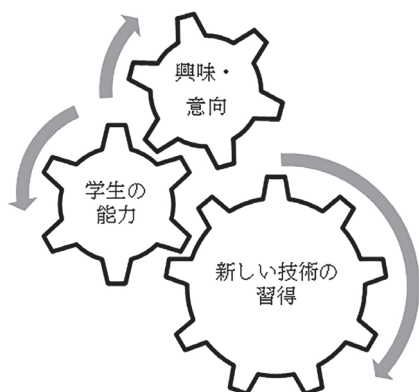


図13 新しい技術習得に必要な要素

素がうまく連携することによって新しい技術を習得できると考える。

4.2 加工装置を設計・製作するメリット

加工装置を設計から製作まで実施することは、開発の一連の流れを体験することが出来、製作が完成した時の達成感は大きい。それだけでも十分な効果があるが、加工装置を製作することは、生産技術科に学ぶ学生にとっては、さらに違った効果を期待できる。それは製作した加工装置を長い時間運用することで、製作物の不良率の計算や装置の改善の実施など工場管理にかかわりのある業務を実際に近い体験できることにある。自分で製作した装置であるから、愛着もあるし、機構も理解しているので改良も発想しやすいメリットもある。また、今回の装置のようにG-codeで可動している装置については、オープンソフトウェアが作製したG-codeを読んで確認することで数値制御の復習にもつながる。

このことは、まさに前述した「学生が学んだ知識を活用すること」、すなわち「スキルの活用」であると考えている。

4.3 オープンソフトウェア等を利用するメリット

一般に加工装置を製作する場合には、機械的な部分の設計・製作の他に制御装置を製作する時間を多く割かなければならない。機械部品を加工し、精度よく組立てるだけでも、初めての体験である学生にとっては、大きな課題である。東北職業能力開発大学の応用課程の創造プロジェクト²⁾の開発課

題のように、学科の枠を超えてプロジェクトとして取組んでいるわけではないので、本学科の場合は時間的な制約から、かなり無理がある。しかし制御用のオープンソフトウェアを利用することによって、かなりの時間を短縮することが可能となった。従来、同軸制御を実現させるためには、製品として高価な位置決めユニットを購入するか、同軸ユニットを自作するしか道がなかったわけであるが、安価なArduinoマイコンとオープンソフトウェアの組み合わせによって実現できるようになった。その結果、制御装置とプログラム開発の時間が短縮でき、必要な経費についても、レーザー加工機の方はディスプレイを入れてもトータルで10万円位、3Dプリンタについては1台4万円程度と安価に卒業研究を進めることができた。

また、オープンなのはソフトウェアばかりではない、インターネット上でRepRapマシンを検索すると様々な種類の3Dプリンタを見つけることが出来る。機械設計が初めての学生にとって、誰かが設計した製品を詳細に調べることは、勉強になることが多い。設計データは特定の3DCADのデータを提供してある場合もあるが、今回のテーマの場合では3Dプリンタで造形することを考えてSTLで提供されていることがほとんどであった。これらのSTLのデータを3DCADで読み込み、寸法を測定しながら、新たに3D化したり、設計変更を加えて創造したりすることによって、いきなりすべての設計から始めるわけではなく、部分的に少しずつ学習していくプランも構築できた。また、このように他のCADシステムで作成されたデータを読み込むことで、将来必要とされるデータ変換技術も習得することが出来る。

4.4 今後の人材育成

従来、人材育成にはπ型の人材が求められてきた。この人材育成は「平成14年度 科学技術の振興に関する年次報告」³⁾においても記述されている。この報告では「専門性にのみ秀でた「I型」の人材だけでなく、「T型」や「π型」と呼ばれるような、専門性の深さと幅広い専門性を兼ね備えた人材を育成していくことが重要であることを指摘している」

と記述されている。すなわちπ型人材とは、複数の専門性を兼ね備えた人材育成であるといえる。しかしながら技術進歩が著しい現在においては、様々な分野の専門性を獲得するのが難しいため、この人材育成では対応は難しいと筆者は考える。また、AIやIoTの技術は、最初からそれらのプログラムを作成する技術（単なる情報技術という分野の専門性の1つという意味）ではなく、それらの技術を「利用する技術」であると考えからである。そのため、今後の人材育成は、π型人材の1つの柱が、専門性を発揮する単なる1つの分野ではなく「（オープンソフトウェア等の先進技術を）利用する技術」に置き換わった人材が、望まれる人材育成のモデルであると筆者は考える。このモデルを「修正π型モデル」と呼ぶことにする。この人材育成で気を付けなければならないことは、専門性を発揮できる分野は、最低1つ必要であるということである。1つ専門性を発揮できる分野がなければ、その上に構築する「幅広い知識」を積み上げることはできないと考える。「学生が学んだ知識」が無ければ「学生が学んだ知識を活用すること」は当然できないのである。すなわち、利用は応用であって、経験を積みれば自然と備わっていく傾向であるが、最初に構築した基礎となる専門的知識がなければ、いくら「利用する技術」を習得したとしても、その上にある幅広い知識を構築できないと考える。今回の2年間の卒業研究の実施例において、「利用する技術」を習得させることの有用性を確信できた。

5. おわりに

2年間にわたり、オープンソフトウェアを利用する技術を指導するような卒業研究に取り組んできたが、この方法が有用であることは、主観的にはなるが、学生の達成感の大きさを感じるにより実感できた。これらの卒業研究は、第16回と第17回の東北ポリテックビジョンで発表し、平成29年度は「佳作」、平成30年度は「審査員奨励賞」をそれぞれ受賞することが出来た。1つの加工装置を作り上げたこと、東北地区の発表会で受賞したことなどの実績

からくる自己肯定感は、今後の彼らの職業人生の中で役に立つであろうと推察できる。

また、私にとって印象に残っていることは、平成30年度の1名で卒業研究に取り組んだ学生の両親から卒業式後に「自宅にいるときに聞いたこともない声ではっきりと（卒業研究）発表できていることには驚きました」と嬉しそうな声で話かけられたことである。この時、今回の一連の取り組みが効果を上げることが出来たのだと実感することが出来た。

今回の論文で紹介したオープンソフトウェアが技術情報として利用され、「利用する技術」の有用性が、今後の職業訓練の参考になれば幸いである。今後も新しい技術を指導に取り入れていきたいと考えている。

【謝辞】

本論文を作成するにあたり、生産技術科 准教授 大洞機氏をはじめ生産技術科職員皆さまにご指導及びご協力いただきましたことに心より感謝申し上げます。また、水沢校事務局長 高橋喜勝氏には、岩手県南広域振興局 経営企画部産業振興室 観光商業・食産業課長 西山和寿氏と連携していただき、「ケロ平」の創作物を寄贈することが出来ました。このご支援やご協力がなければ、学生に責任感を持って取り組む事案を提供することができなかつたです。心より感謝申し上げます。

※この報告書は令和元年度職業能力開発論文コンクールにおいて投稿した論文を再編集の上、まとめたものです。

<引用資料>

- 1) 岩手県, 「いわて県民計画 (2019~2028)」, https://www.pref.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_001/019/685/02tyoukibizyonn.pdf
- 2) 東北職業能力開発大学校, 「応用課程の創造プロジェクト」説明のページ
<http://www3.jeed.or.jp/miyagi/college/souzou/index.html>
- 3) 文部科学省, 「平成14年度 科学技術の振興に関する年次報告」,
https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpbb200301/hpbb200301_2_006.html