

教科教育に関する理論的・実証的研究

高知県立高知工業高等学校 講師 山本 浩司

1 はじめに (研究の位置付け、目的)

工業高校の実験実習においては各校各専門科において独自の実習内容があり、学校単位の学習目標、または歴史や、就職等卒業後の進路問題を考慮した上での内容までもが盛り込まれている実習もある。そしてその実験実習内容は工業教育研究発表会等で公開し、他校との意見交換も行われている、しかし大学と高校との学習交流はほとんどないのが現状であり、高知県も例外ではない。芸術分野の教育は特に他の教育とは違った特殊性をもっており、指導する教員も教科書上の内容を実習にあてはめるだけでは限界がある。要するに指導教員の経験や得意分野の幅の広いバイタリティーが他の教科以上に必要であると考ええる。

実際、美術教員・工芸の教員の多くは自分自身が芸術活動を精力的に行い、積極的に作品制作をすることにより、技術とバイタリティーの幅を広げているのが現状である。

また、現在、工業高等学校で行われている実習や実験の多くは、基礎的な実験操作の習得にポイントが置かれており、それ故に、学習者の興味が高まらない場合がある。これらの問題を解決するためには多方面からのアプローチが必要であると考えられるが、一つは教材等の充実を行うことにより教育の魅力化を図ることも重要である。工夫された実験や教材を使用することにより認識力も高まり、考察や問題解決する能力が育成されると思われる。

これらの問題解決能力や専門知識は今日の多様な社会を生き抜くための必修の能力である。そのような能力を修得するためには、学習者が主体的に学習を進める事ができる様、興味、関心の高まりが必要であり、関心が持続する教材も必要となる。ここでは新しい素材と新しい技術を習得することにより自分の専門とする木材加工実習に幅を持たせ、また金属と木材の融合という取り組みにも視点をおき、スキルを高めることができる機会とし、今後のインテリア教育において魅力ある教材開発のため大学等の研究現場において異素材、又は新しい技術の研究の実際を学び、学校現場で活用可能な新しい実験や教具の開発を目的として研究に取り組んだ。

研究を高等学校教材に応用するにはまず、現在大学等で行われている研究手法や基礎的な技術の修得が必要となった。そこで、留学先の「高知大学教育学部生涯教育過程芸術文化コース石川研究室」において研究に参加し、技術の修得と、そこから得られた知識や技能を元に、高等学校用教材として取り入れることを目的とし、行うこととした。高知工業インテリア科は県下の工業高校では唯一の科であり、室内装飾はもとよりデザイン、芸術方面にも力を入れている。実習作業は木工芸をメインとし、金工実習も行っているが「鍛金」に関しては指導教員の経験もない。この技法を取り入れることにより作品の幅が広がることは間違いない。金工実習のみならず、木工実習や照明計画実習等、他の実習班においても「異素材の融合」という考え方は、大いに応用可能であると考えられる。

2 研究内容 『鍛金技術』

大学で研究した内容の一つとしては、まず「鍛金技術」である。「金属を叩くと伸びる」ということは誰もが知っているし想像がつく。しかし叩くことによって縮むということはあまり想像がつかないのではないのではないだろうか。写真1の平面の銅板、これを叩くことにより伸ばす部分は伸ばし、縮める部分では意図的に縮めることにより形の調整を行うことができるという。実際に鍛金をする前においては難度が高すぎて可能なかと疑問に思えるこの作業に慎重に取り組み始めた。

(1) 絞る (文献『金属の工作工芸』石川充宏著より)

板金の加工で代表的な技法が、絞ることである。絞り技法でできている物には、わたしたちが日常目に触れる物がたくさんある。やかんやなべ類、金属食器類のほとんどは、プレス加工やスピニング加工(機械絞り)でできている。絞ることは、単に板を折り曲げることとは違う。円形の紙をうすの上に置き中心部に力を加えると、中心部はへこみ、平面は立体になる。それは、外側にひずみが生じているからである。この波状のひずみを、道具を使ってある一定の整った曲面にすることが、簡単に言うと絞ることである。

3 実験制作1 作品タイトル「銅花瓶」



(写真1)



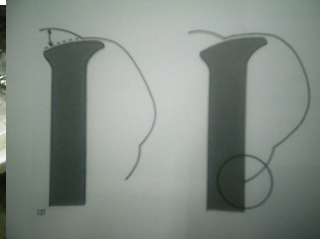
- 1) 金切りばさみを使用して、厚さ1mmの平板銅板(写真1)から直径30cmの円を切り出す(写真2)。
- 2) ここからは円状に仕上がった平板銅板にLPガスバーナーを使用し、熱を加え、焼き鈍し(写真4)、軟化させる
- 3) 焼き鈍し直後には水で急冷却した後、希硫酸に5分間漬け、酸化膜を除去、再度水洗いする。
- 4) 初期の段階では木うすと木槌を使って(槌起)成形するが、それ以降は焼き鈍す度に内側から当て金を使い、金槌で叩いて丸みを整えながら角度を増し、好みの形に絞っていく。
- 5) 2、3、4を繰り返す、少しずつ絞って円筒状の角度を目指す。(写真4)
- 6) 図1のように、当て金に銅板をあてがい、浮いた部分を金槌で叩いていくと平板だった銅板が図2のように少しずつ絞られていく。(写真2)



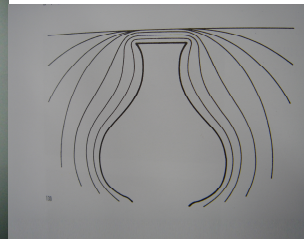
(写真3)



(写真4)



(図1)



(図2)

このように「鈍しては叩く」という作業を繰り返す、鍛金作業は時間をかけ、進めていくのである。



(完成写真1)

(1) 仕上げ(煮色着色)

硫酸銅と緑青を配合した水溶液を作り銅鍋で作品を煮て着色する作業である。希硫酸で酸洗いを十分にした後、即座にクレンザーと重曹で研磨後水洗いし、むらを止めるために大根卸しをこすり付け、

煮立った着色液の中に1～2時間浸すという一連の作業は非常にタイミングが大切である。色むらになりながら、数回繰り返して作業をやり直し、成功に至った。水洗いの後、ワックスを塗り、完成である。(完成写真1)

(2) 花瓶制作のまとめとして。

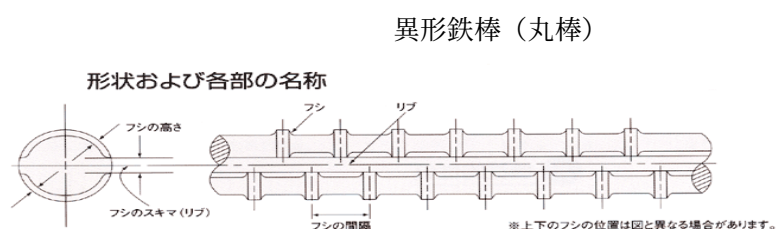
全体を通じてこの鍛金の花瓶制作の過程の中ではアクシデントもあったが、多くの新しい技術を学んだ。鍛金作業において、中でも特に難しく感じたのは、裏から当てる金属(当て金)にしっかりと当てて叩くという作業につきる。言葉で言えば簡単であるが作品のカーブが変化する度に最適な当て金を選び、表からは見えていない当て金をめがけ、槌でピンポイントに打つ。きちんと当たっているかどうかは感触だけでなく、音においても判断がつく。スイートスポットをはずして打つと鈍い音をたて、歪みを生じ、全体のバランスを崩してしまう原因にもなりかねない。これはやはり職人が熟練を積んでいく過程であり、器用さだけでは乗り越えられない世界を目の当たりに感じた。

4 実験制作2 作品タイトル「PREDATOR」

「人体を型取ったオブジェ」の制作。今回の長期研修の制作テーマの1つ「異素材の融合」を早速取り上げ、金属と木材を融合させた作品である。金属は異形鉄棒を使用し、溶接については、TIG溶接(タングステンイナートガス溶接)を使用した。

(1) 異形鉄棒の曲げ加工

本体部分のメイン素材に13ミリの異形鉄棒を使用し、頭や肩等の部位は仕上がりの美しい木材(樺)を使用する予定である。13ミリの異形鉄棒は見た目にも太く、バーナーで熱を加えながらの曲げ加工を予想していたが、手曲げにより鉄棒を加工できる曲板、曲棒を新しく導入し、試作した、古典的ではあるが、鉄棒の最大直径は13ミリまでのものなら手曲げによる加工が比較的楽にできることを確認し実践に移った。



(2) 実験

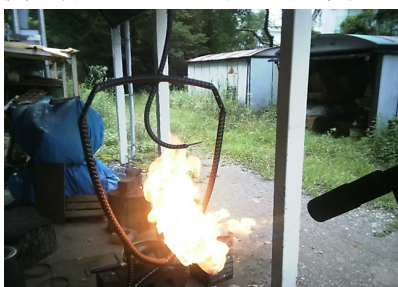
従来、工業高校インテリア科の溶接方法は被覆アーク溶接、ガス溶接(酸素アセチレン)のみの設備で行っている。今回、作品の金属部分の各接合部は被覆アーク溶接で接合、その後、今回大学で初めて使用するTIG溶接機においての溶着を体験した。TIG溶接(下図参照)は溶着金属そのものの成分の溶接棒を用いタングステン電極の周囲保護ガス(アルゴンガス)を放出し大気から熔融金属を遮断し、溶接を行う。ステンレスやアルミにも細く精密な溶接が可能な溶接方法である。これにより、アーク溶接の不均一な部分も修正が容易にできることがわかった。

(3) 金属部分の仕上げ

金属部分の最終仕上げ方法は、「蜜蝋仕上げ」と「油焼き仕上げ」の2種類を実験した。「蜜蝋」とは蜜蜂の巣を加熱・圧搾して採取した蝋で、高級絵の具や化粧品、WAXなどとしても使われる。この蜜蝋をバーナーで炙った金属に塗りつけ、溶けて流れたところをウエスで強く拭きあげ、再度バーナーで炙り、焼き付ける作業を繰り返す。それにより、光沢のある深い黒色の被覆膜ができ、表面を保護する役割も果たす。

油焼き仕上げに関してもオイル（今回は重油を使用）を塗り付け、バーナーで繰り返し炙ることにより光沢のある深い黒色の被覆膜を出す。

蜜蝋仕上げ、油焼き仕上げ共に実験したが、今回は油焼き仕上げにより、バーナーの温度設定を変化させ、重ねて何度も行うことにより理想の黒色を出すことができた。



オイル焼き仕上げ作業。



（完成写真2）「PREDATOR」

(4) 木材部分の仕上げ

木材部分の仕上げ法は私の専門分野でもあるので順調であった（研磨後のステイン仕上げ）が、金属と木材との取り付け部分において溶接してあった木ねじが断列するアクシデントが発生した。再度、付け直しの作業を行い完成に至った。

(5) 高校生への技術指導について

金属棒の曲げ加工 — 異形鉄棒に限らず、曲板、曲棒を使用することにより高校生の力であれば女子でも容易に冷間加工により鉄棒の曲げ加工が可能であると考えられる。工業インテリア科における金属加工実習において従来は熱間加工で作業していたため、以前より大幅な時間短縮、且つ美しい曲げ加工が可能になると予想される。

TIG溶接 — アセチレン溶接では難しい異形鋼材の細かな溶接部分の加工もスムーズに行うことができた。従来の溶接よりも安全で容易に作業が行え、取り扱いにも難しい点が特にないため、インテリア科にも是非導入したい溶接機器である。

5 実験制作3 作品タイトル「ランプシェード」

鍛金による照明器具の制作。本作品は照明器具のシェードを制作テーマに置いた。照明器具の鍛金をすることで、「器」とは違ったテクニックの習得と共通する技術の確認の2つをすることがねらいである。

鍛金における「絞り」の過程



(1) 「透かし」

しかし（部分的に切り抜く事）の作業と土台の光源部分の制作が追加され、それに関するの下準備として多くの作業があり、予定より時間がかかった。

「透かし」はシェードの中でランプの光が外に出る重要な部分であり、穴をあける作業は本体に脂を流し込み、無垢の状態にしてから行う。そうすることによって本体の歪みを防ぐことができるのである。作業工程は次の通りである。（写真5）

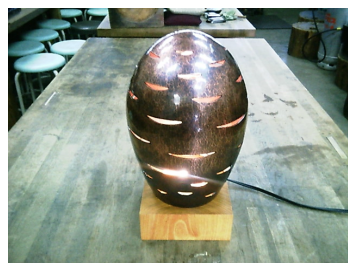
1、脂（ヤニ）の調合（松ヤニ 2kg+地の粉 2kg+植物油 50cc） 2、本体への脂の流し込み 3、透かし用刃タガネの制作 4、切り込みの下絵 5、本体への彫り込み 6、脂の除去（苛性ソーダ水溶液で煮る、酸洗い） 7、ヤスリによる切り抜き部分の仕上げ磨き
ここまでが「透かし」のみに関わる工程で、ここからが着色の工程につながっていく。



（写真5）



（写真6）



（完成写真3）

人間が物を叩く動作は、最も単純な行為の1つである。その単純な行為で金属を叩くと、展延性に富んだ金属は、広がったり、延びたり、変形したりする。しかし、ただ叩くだけではなく、道具の選び方や使い方によって、金属は場合によっては延び、広がり、あるいは縮む。当て金を使い、絞る場合は一回に絞る量を多くすると、板厚は増す。つまり金属が縮んだ状態になっている。金床を使って金づちのからかみの方で一定の方向に叩くと金属板は前後に延びる。芋づちで叩けば、板は左右前後に広がり、延びる。このように、単純に叩くと言っても、自分の意図するままに金属を扱えるようになるまでには、実際にいろいろな体験をする必要がある。

（2） 高校生への技術指導について

前回鍛金において制作をした花瓶においても言えることであるが、当て金に対して金づちをしっかりと当てて叩くという作業の大切さがポイントであり難度の高い部分である。これを高校で指導するには多くの時間数を必要とすると思われる。大学研究室においても3回生の時点で集中して技術を学ぶわけであるが、工業インテリア科の現在の実習教科の時間の中で鍛金技術を駆使し、金属単体においての作品を制作する事は非常に難度が高い。今ここで考えられる高校への技術導入は、今現在ある実技・実習に対して「鍛金技術」を一部導入すること。すなわち、「異素材との融合」をテーマとして導入すれば、ここでの技術が効果的に生かされてくるとと思われる。それにはやはり設備面の問題もあり、工業インテリア科の金属加工実習室の既存の設備でも導入が可能な技術、または、新規に設備として導入しなければ不可能なものなど、条件の解決も必要になってくる、今後ここにおいての計画もしていかなければならない。

6 実験制作4 作品タイトル「白蛇伝」

この課題は今回の長期研修の集大成とも言える制作であり、金属と私の専門である木材の加工技術を融合させ、工業インテリア科の教科教育（デザイン技術・インテリア実習及び工業基礎）に関して実際の制作を通し、高校生への作品制作指導、展覧会を視野に入れた指導においての幅を持たせることが目的である。「金属と木材の加工技術融合」をテーマとした制作実験の2作目として取りかかった作品である。

（1） 鉄の焼き鈍し（文献『金属の工作工芸』石川充宏著より）

『鉄は薄い鉄板以外は、熱間加工する場合が多いので、上記の方法とは多少異なる。つまり加熱する場合にはコークス炉や重油炉、ガス溶接のバーナーなどにより、鉄は赤いうちに打つからである。なお、酸洗いは希塩酸で行う。』

(2) 実験1

今回の作品の材料は鉄を使用するので、研究室のプロパンガス炉において、直径 25mm の丸鉄棒を加熱し、焼き鈍してから据込（すえこみ）技術により、直径を太くする実験を行った。これは鉄棒を縦方向に叩くと、叩かれた鉄は横方向に体積を逃すことになり、結果的に熱せられて赤くなった部分の径を太くする方法である。縦方向に叩く作業は人力で行われるので真っ直ぐに叩くことは困難で、鉄棒は捻れをおこし左右に曲がるが、曲がる度に鎚で叩き、センターをだす、力と根気の必要な作業である。（写真1，2）

(3) 指導上の考察

「据込」技術においては高校に炉はないものの、アセチレンバーナーは設置されているので大きな材料であれば可能であると感じた。これは鉄をテーパ状に加工する際、非常に有効な技術であり、工業インテリア科の制作においては作品が個々に異なるので、制作可能な技術のバリエーションとして取り入れて行きたい。



（写真7）



（写真8）

(4) 木（樺）の加工について

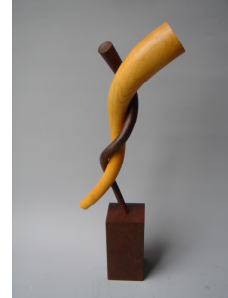
木材の加工について今回3次元曲線を出すために初めて行った実験である。鉄は曲線をだす為には曲げ加工をすることができるが、木は曲げることができない、したがって無垢の木から曲線になる様、彫り出すことになる。下の写真は発泡スチロールを木材に見立て、実物大のモデルにおいて実験を試みたものである。2次元曲線を加工した後に学校の視聴覚機器であるOHPにおいて投影し、曲線に切った木材の断面に3次曲線を投影し線を引き（写真9）、それをトレース加工（写真10）することにした。



（写真9）



（写真10）



（完成写真4）

(5) 実験2

今回の作品の素材は鉄と木（樺）であり、鉄部分の仕上げ方法については上記の文献にある「さび付け」の仕上げを取り入れる予定である。ただ今回の作品は組み立てた段階で鉄と木が接触している箇所が多く、最後の仕上げに油焼きをすると木の部分が焦げてしまうこともあり、さび付け後の仕上げを「柿しぶ仕上げ」に変更した、現段階では作品と同じ条件のテストピースにおいて、さび付け液を塗り、時間の経過と錆の発生を確認している段階である。

(6) 指導上の考察

工業高校における鉄の仕上げ方法はラッカー系もしくはウレタン系の塗装、あるいは油焼き仕上

げである。研究室において行った方法は伝統的な技法であり、鉄の本来持っている自然な仕上がりを感じ、また展覧会を目標にしている工業インテリア科の金工実習において、技術の1つとして実践可能であり大きな役割を果たすと思われる。

(7) 全体を通した鍛鉄の考察

丸鉄棒による据込技術およびプロパンガス炉において熱間加工後、金鋸での鍛鉄においてテーパ状に加工するという効率的な加工方法を学習した。もし高校で加工作業するのであれば、ひと回り太い丸鉄棒からの削り出しでの加工をするはずであるが、鍛鉄の世界は発想自体が異なる。また1つ指導上の技術的なバリエーションが増えたと言える。

7 まとめ

＊この1年間を通した全体としての考察

現在、工業高校インテリア科の実習教科は様々な内容が設定されているが、木材加工実習と金属加工実習ははっきり分けられている。卒業制作や各種展覧会への生徒の意欲的な制作活動での一定の成果を見ている中で、「異素材の融合」というテーマの必要性を常々考えていた。しかしこれは芸術作品の制作上、意外に難しいテーマである。そのためには幅の広い知識と技術、すなわちレベルアップした指導力が必要であると考えた。今回の長期研修はそんな想いの打開策としての勉強の場であり、様々な貴重な技術を習得させていただいた。

今年度、研究室において私の制作した作品は、大きく分けると4つである、今回はこの4つの作品の制作過程を通じ、報告させていただいた。しかしながら作品制作以外の授業、テストピースにおける実験等も数多くあり、作品達はその集大成である。

研究室においての「鍛金」という技術1つに関しても、多くの技術集合体であり、現場に戻り、フィードバックさせるに十分なものを感じている。

＊いかに伝えていくか

現場においての3年生の実習教科で例えるのであれば、現在工業高校インテリア科の実習制作班は7つに別れており、その中の3つ「木材加工実習班」、「金属加工実習班」、「照明計画実習班」等においての応用が可能であると考え。素材の壁を越えた実習により、班分けした生徒の希望にも幅の広い対応が可能でになると考える。

具体的には、工業インテリア科において今まで行われてきた技術に、今回の伝統的な鍛金技術、そしてその仕上げの技法等を組み合わせて、場面に即した作品の完成度、バリエーションを広げ、素材の特性にとらわれない様、今回研究した「異素材の融合」にも着手し、教員の連携を計り、各種展覧会等を目標に更に生徒の制作意欲を高め、同時に実績を高めていきたいと考えている。

8 最後に

1年間の長きにわたり、御指導していただいた石川充宏教授並びに研究室の学生諸氏の御助力に深く感謝の意を表したいと思う。本当にありがとうございました。今回報告させて頂いた経験を現場実習に生かし、生徒達に伝えて行くことが、今回の長期研修を受講させて頂いた私からの恩返しであると考えている。

参考文献

1)『金属の工作工芸』(開隆堂) 石川充宏著 1982年 2)『溶接の実技』(工学図書株式会社) 水沢昭三・石塚和夫著 昭和52年 3)『デザイン技術』(株式会社コロナ社) 牛来辰巳 平成14年 4)『溶接のおはなし』(日本規格協会) 手塚敬三著 1981年 5)『鍛金の実際』(美術出版社) 山下恒雄・石川充宏・安藤泉著 1978年