

鑄造品製作学習の工夫と指導法の研究

技術科 石田 勉

目 次

I 序論	84
1. 研究の目的	84
2. 研究の方法	84
3. 研究の経過	84
II 学習指導計画	87
1. 原型を作る本式の鑄造学習	87
2. 原型を作らない簡易的鑄造学習	87
III 製作の工夫と指導法	88
1. 題材の選定	88
2. 考案設計	88
(1) 生徒が感じる困難点と楽しさ	88
(2) 設計	90
3. 製作	90
(1) 原型を作る本式な鑄造	90
(2) 原型を作らない簡易的鑄造	95
IV 評価と課題	98
1. 結果と考察	98
2. 生徒の感想文	100
3. 今後の課題	102
附 参考文献	103

要 旨

金属の溶けて固まるという性質を利用した鑄造のおもしろみを教室で体験させたいと思い、平成7年度から金属加工の学習題材としてキーホルダーのメタル部の鑄造品を加えた。

原型と、上型・下型の2つの鑄型を作る本式の製作プロセスを、技術科教室の机の上だけで可能にするための工夫を試みた。4カ年間の授業を通して工夫・改善を重ねて完成度の高いものを製作できるようになった。また、平成12年度に、原型を作らずに直接、上型・下型の鑄型をつくる簡易的な鑄造品の製作学習を実践し、生徒の好評を得たので、この内容も併せて報告する。

I 序 論

1. 研究の目的

教科書にある金属加工の題材は、塑性加工と切削加工によって製作するものであり、鑄造を中心にした題材が無いことを片手落ちと思い、金属の大切な性質の1つである溶解・凝固を利用することの有効性を生徒に実感させたいと考えていた。

美術の教材カタログに鑄造によるキーホルダーの製作があり、これを参考にしてキーホルダーのメタル部分の製作を学習題材としてとりあげることにした。しかし形が立体的で凹凸がある物を、1つの鑄型から湯を注ぐだけでいくつでも作れるようにするためには、相応の工夫が必要であり、教材としての適合性と製作上の指導法を研究することとした。

2. 研究の方法

年度ごとに、研究発表会資料、研究紀要、技術教室(農山漁村文化協会発行)、鑄造の専門書等から学んだ加工法や指導法に、自ら考え工夫した方法を付け加えた授業実践を行った。新たに取り入れた方法の効果は、作品の評価、アンケート、感想を通してできるだけ数量的に把握して、比較検討することとした。

3. 研究の経過

(1) 平成7年度

金属加工の学習を第3学年男子に履修させていて、ドライバーを製作題材にしていたのをキーホルダーにかえて実施した。油粘土で原型を作り、耐火石膏で上型と下型の2つの鑄型をつくった。溶解金属には、低温で溶けるマイルドメタルという市販の低融合金を使った。

油粘土は乾きにくいので、成形中に粘性が失われず、扱いやすい。また水に溶けにくく、石膏との剥がれがよい。

鑄型材として鑄物砂も考えたが、合わせ枠という型枠が必要であるし、技術教室は狭く、型枠をはずして鑄型から鑄物を取り出す広い場所が無いので、狭い場所で手軽に鑄込みと取り出しのできる石膏型を選んだ。

石膏型は生乾きで溶湯を注ぐと水蒸気爆発を起こす危険があるので、良く乾燥させなければならないが、乾燥した型に湯溜・湯口と空気抜きをつけるのが簡単にできるし、鑄型に原型の細かい彫りや文様が鮮明に現れるという利点がある。また、鑄型が何回も使えるので、湯を注ぐだけで同じ作品をいくつも作ることができる。

(2) 平成8年度

石膏の鑄型から油粘土の原型を取り出す際に、はがれが悪く、特に先端が細くなっている部分がちぎれてしまいそれをきれいに取り出すことが難しかったので、希望者には発泡

スチロールで原型を作らせてみた。この材料は高温下で燃え尽きてしまうので、原型を抜き取らないで鑄込みができる。しかし燃焼の際に発生するガスや燃えかすが鑄型の内部に残って鑄物の表面を荒らしたり、湯不足の状態になったりしてあまりきれいにはでき上がらなかった。さらに強い臭いのガスが有毒であるし、原型材料として適さないと判断した。

また、マイルドメタルは柔らかく、薄いと曲がってしまうので、厚さ3mmのアルミまたは2ミリの黄銅の板を小ネジで取り付けて補強することを、片面が平面である作品を手がけている生徒に行わせてみた。しかし、板の切削加工やネジの取り付け加工に時間がかかり、その割には美しさと接合強度に満足感が無かった。

さらに、マイルドメタルとアルミとの融接合を考え、小型の電気炉でアルミを溶かしておいて、吹き流しの鑄型に、マイルドメタルを半分入れた後、素早くアルミを流し込んだ。接合はしたがアルミの粘性が高いため、角が丸く、厚みが大きくなってしまい、薄い・強いという目的は果たせなかった。しかも電気炉から溶けたアルミを取り出す作業は、高温で危険なため、生徒に行わせることはできない。

一方、マイルドメタルは時間がたつと酸化あるいは腐食して、はじめの金属光沢の美しさが保てない。

これらのことから、補強することを考えることはやめ、マイルドメタルより強度があり、光沢の美しさが持続する別の金属を探すこととした。

(3) 平成9年度

希望する生徒にロストワックスという蠟で原型を作らせた。鑄型から原型を抜くときに、柔らかい油粘土より抜けやすい。それでも、先端が細くなっている部分はちぎれて残ってしまいやすい。石膏を火であぶって残ったワックスを溶かし、流し出すことができるが、そのまま溶湯を注ぐと、石膏に付着したワックスが煙となって臭いにおいがするうえ、鑄物の肌も美しくなくなる。従って、ロストワックスが完全に気化するまで石膏型を熱しなければならないという、手間が必要になる。

油粘土と石膏との剥がれをよくする工夫として、油粘土の型にクリアラッカーを塗ってみた。表面が固まってから石膏に埋め込めれば、剥がれが大変良いことが分かった。ラッカーは薄い膜なので、原型の細部の彫りもほぼ同様に鑄型に転写できた。

湯材としてスズを用いてみた。錫は融点が232°Cでマイルドメタルより低く、・電熱器やガスバーナーで簡単に溶融できる。・マイルドメタルより硬さがある。・金属表面がなめらかで美しく、研磨の必要が無い。・金属光沢が長く保たれる。・湯の流動性がよく、作品の細い部分や細かい文様もはっきりでき上がる。などの長所があることが分かった。

(4) 平成10年度

キーホルダのメタル部の製作上の細かいところの再検討をして、若干の改善を行った。

(5) 平成11年度

この年度から新学習指導要領への移行期間になり、本校では、技術・家庭科の授業はす

べて男女共学共修とすることになった。今まで男子のみ25人前後で学習していたキーホルダの製作は、1クラス約34人では設備・用具・場所・時間・指導の面で無理であると判断し、金属加工のもう一つの題材であるペーパーウェイトの製作のみとした。この製作は旋盤で加工する作業を含み、旋盤が3台しか無いので待ち時間というロスタイムが多く、キーホルダの製作が無い割には時間的ゆとりを感じなかった。

しかし、細工の細かい物のコピーが簡単にたくさん作れる鑄造の面白みを、教師1人でも35人程度に学習指導できる簡易的な方法はないかと試行してみた。その結果、原型を作らずに、MDMという木質材料に直接彫り込んで上型と下型の鑄型を作り、湯溜・湯口と空気抜きをつけて、スズを流し込むだけで簡単に鑄造製品ができあがることがわかった。MDMは木材のくずを粉碎し固めた物で、繊維方向が無いので彫刻刀で簡単に彫ることができ、硬さも適当で、柔らかくてくずれるということはない。しかし、柔らかさが剥がれ安さにつながり、細かいところの加工では慎重に彫らねばならない。また熱にも思ったよりも強く、溶湯の温度を低めにしておけば、鑄込みの時に焦げることはない。

(6) 平成12年度

男女共学で、原型を作らない簡易的な方法のキーホルダの製作を行った。もう一つのペーパーウェイト作りは旋盤が少ないため、どうしても休み時間や放課後に作業する生徒が出る。このことを考えて、3年生の4クラスを2つに分け、前期にキーホルダを製作したクラスは後期にペーパーウェイト作り、前期にペーパーウェイトを作ったクラスは後期にキーホルダの製作を行うように組んだ。

製作結果は良好であった。製作に要した時間は6～8時間で、これまでの原型を作る本式の鑄造に比べ1/2程度である。立体の複雑さは、多少制限されるが、立体感、彫刻の細かさ等は遜色を感じないでできた。ただ、木質材の表面を削ったときの粗さは、粘土で作られた原型の表面が転写された石膏型のなめらかさと比べると差がある。しかし、紙ヤスリやスチールウールで木質材の型の削り面を軽く磨くと、かなりなめらかになった。ただ、先の細い部分に磨きをかけることができず、課題となった。

(7) 平成13年度

新学習指導要領移行期の最後の年で、技術・家庭科の授業時間数が0.5時間少なくなり、ペーパーウェイトとキーホルダの両方を製作することは時間的に無理になった。キーホルダの製作所要時間は短すぎるので、ペーパーウェイトを製作させることにした。

このため、MDM材の型の細かい部分の仕上がりをよくするという課題を、生徒を通して解消することができなかった。

II 学習指導計画

1. 原型をつくる本式の鑄造学習

金属加工の総指導時数は35時間とし、第三学年男子のみの履修である。黄銅および銅の丸棒を切削加工して作るペーパーウェイトの製作終了後にキーホルダーの製作を行った。

(1) 切削加工技術の進歩	指導時数	1
(2) 金属部品と加工精度		6
(3) 設計		
① ペーパーウェイト		1
② キーホルダー		2
(4) 製作		
① ペーパーウェイト		12
② キーホルダー		12
・メタルの原型作り		(3)
・鑄型作り		(5)
・湯溜・湯口作り，鑄込み		(2)
・仕上げ，ホルダーの取り付け		(2)
(5) 学習のまとめ		1

2. 原型を作らない簡易的鑄造学習

第三学年の男女が共学で履修する。総指導時数は33時間である。男子のみの少人数の時より人数が多くなり（約1.5倍）、ペーパーウェイトの製作に要する時間が増えた。

(1) 金属材料の性質と利用	指導時数	7
(2) 金属製品の設計		
① ペーパーウェイト		1
② キーホルダー		2
(3) 製作		
① ペーパーウェイト		14
② キーホルダー		8
・メタルの鑄型作り		(4)
・湯溜・湯口作り，鑄込み		(2)
・仕上げ，ホルダー取り付け		(2)
(4) 学習のまとめ		1

III 製作の工夫と指導法

1. 題材の選定

中学校で鑄造を学習させる時に、鉄、銅、アルミあるいはそれらの合金を湯材として用いることは、融点が高いだけに危険が大きく、設備・道具類・場所の面でも困難であることが多い。融点が高い金属は危険度も低く、使用する道具類も身近な物で、場所も取らないで作業ができるので、低融金属を湯材として鑄造学習を行うことにした。

平成8年のアンケートでは、2/3の生徒が金属を使って何かの製作や修理等をおこなった経験を持っていたが、鑄造を体験した生徒は皆無であった。

初めて鑄造の学習をする場合に適した製作題材としては、鑄造品を直接に道具として使うようなものは強度を必要とするので低融金属では無理で、形や文様あるいは金属の光沢を楽しむアクセサリ的な物にならざるを得ない。レリーフやモビールは美術の題材であり、ペーパーウェイトは切削加工の題材として制作する。栓抜き（柄の部分）を鑄造する）もおもしろいと感じたが、鑄物の必然性に欠け、結局、実用性と装飾性を兼ね備えていて、形・大きさ・厚みの自由度の大きいキーホルダーのメタルを題材に選んだ。

2. 考案設計

(1) 生徒が感じる困難点と楽しさ

平成9年度と12年度にキーホルダーの製作を終えた後でアンケート調査を行った。その中に各製作工程の作業の面白みや困難さについての質問があり、結果は下記ようになった。

[質問] 下の各製作工程に、次の4つの記号を書き入れて下さい。

- ◎ おもしろみを強く感じた。 ○ おもしろみを感じた。
 × むずかしかった。 ×× とてもむずかしかった。

[結果] 表1 工程別作業のおもしろさ・むずかしさ

平成9年度（調査数：男子35人）

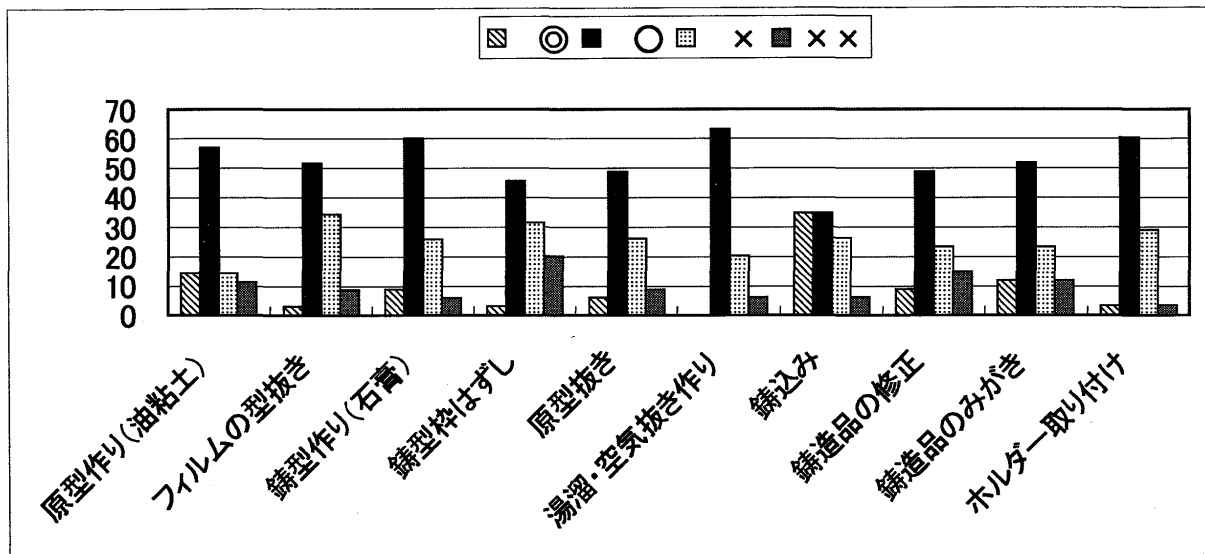
製作工程	◎	○	×	××
原型作り（油粘土）	14	57	14	11
フィルムの型抜き	3	51	34	9
鑄型作り（石膏）	9	60	26	6
鑄型枠はずし	3	46	31	20
原型抜き	6	49	26	9
湯溜・空気抜き作り	0	63	20	6
鑄込み	34	34	26	6
鑄造品の修正	9	49	23	14
鑄造品のみがき	11	51	23	11
ホルダー取り付け	3	60	29	3

平成12年度（調査数：男子44人、女子90人）
 （数字は両表とも％に換算した値）

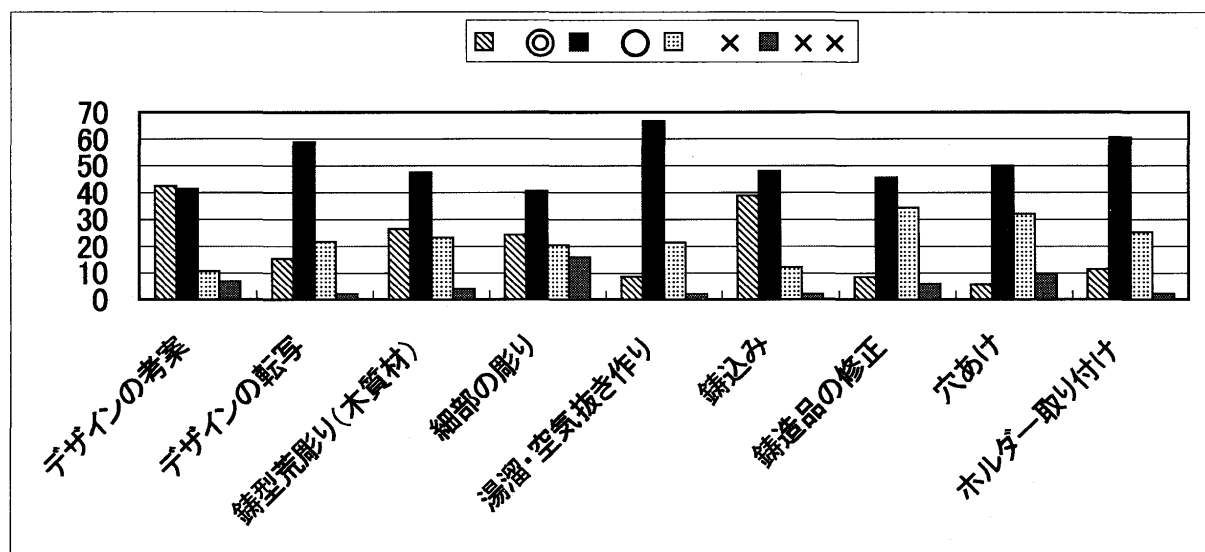
製作工程	◎	○	×	××
デザインの考案	42	41	10	7
デザインの転写	15	58	21	2
鑄型荒彫り（木質材）	26	47	23	4
細部の彫り	24	40	20	16
湯溜・空気抜き作り	8	66	21	2
鑄込み	39	48	12	1
鑄造品の修正	8	46	34	6
穴あけ	5	50	32	10
ホルダー取り付け	11	60	25	2

グラフ1 工程別作業のおもしろさ・むずかしさ

平成9年度（調査数：35人、数字は％に換算した値）



平成12年度（調査数：男子44人、女子90人、数字は％に換算した値）



① 楽しさ

平成9・12両年度とも、鋳造の醍醐味である「鑄込み」が、高率でたいへんおもしろいとされている。予想外なのは「原型作り」と「デザインの考案」が、これまた高率でおもしろいとされていることである。「原型作り」はデザインの修正を含み、生徒はメタルのデザインを考えることに楽しさを強く感じていることがわかる。

他の行程も、◎と○を加えると、「おもしろい」が5～7割を占め、鋳造の楽しさをものがたっている。

② 困難点

原型を作る鑄造では、どの行程もおよそ $1/3 \sim 1/4$ の生徒が難しさを感じている。特に、「フィルムの型抜き（上型と下型を分離させるために境界面に置くフィルムに、原型を境界面で切断するとできる形の外郭線をフィルムに書き込んで切り取る作業）」と「鑄型の枠はずし（フィルムの型抜きが原型の外郭線より大きくなってできた隙間部分とフィルムの大きさが石膏型の外枠より小さくなっていていた部分は、上型と下型の石膏が接合している。内部の接合部分は力で引き離すしか方法がないが、外側はフィルムが現れるまで石膏を削り取る作業）」の2つの作業を4～5割の生徒が難しいとしていて、フィルムの作成にあたっては丁寧な指導が必要である。隙間が大きい場合は、フィルムの型抜きの修正版を作らせたほうがよい。

原型を作らない鑄造では、「鑄型の細部の彫り」と「鑄造品の修正（ニッパやヤスリでよけいな部分を切り削る作業）」そして「穴あけ（鑄造品にホルダーを取り付ける穴をハンドドリルであける作業）」について、およそ3.5～4割の生徒が難しいと感じていた。「鑄型の細部の彫り」については予想していたが、「鑄造品の修正」と「穴あけ」は意外であった。比率的に女子が多く、男女の経験あるいは感覚の差なのかもしれない。

他の行程の作業を難しいと思った生徒は2割から3割であり、原型を作る鑄造と比べて少なく、原型を作らない鑄造の方が作業しやすいことを示していると思われる。

(2) 設計

鑄造によってキーホルダーのメタルを作る場合、設計についての条件としてはなんといっても、鑄造型から抜けやすい形でなければならないということである。形の複雑さによって鑄型をいくつのブロックに分けるか考えるが、余り細かい形の物は難しいので避ける。鑄造の基本を学習するために、上型と下型からなる鑄造型で作ることにした。

その他には、次の条件を定めた。

- ① メタルの両面に文様をいれる。
- ② 透かしにしてもよい。
- ③ 中空のものは作らない。
- ④ 大きさ、厚さは特に限定しないがキーホルダーのメタルであることを考えてあまり大きくしない。

3. 製作

キーホルダーのメタル製作法と指導上のポイントおよび使う材料・用具を記述する。

(1) 原型を作る本式な鑄造

① デザイン

境界面をどこにすれば、上型と下型から原型が抜けるかを検討しながら形を考えさせる。文様は細かくてもよいが、形について細い突起状のものは、型抜きの時にちぎれや

すいので避けた方がよい。

メタルとキーホルダー本体の鎖との接合部分の位置を考えさせ、鎖の輪の大きさを示して、その部分の形状と厚みを決めさせる。

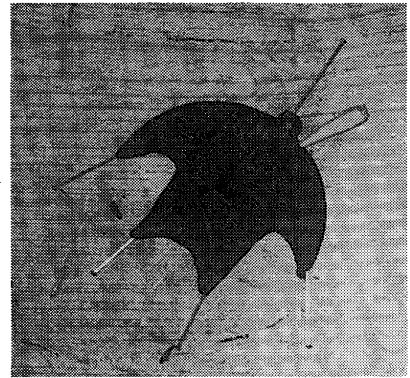
平たい形で凹凸のあるものは、濃淡で示しておく。立体的なものは平面だけでなく、正面と側面から見た図も書く。

② 油粘土の原型作り

化粧合板等油粘土がくっつきにくい板の上で原型を作る。竹べらがあると便利である。

できあがった原型にラッカーを塗っておくと石膏との剥がれがよい。ラッカーが乾くまでは、原型に細い針金（またはジャムクリップを使用）をU字に曲げて深く差し込みホルダーとして利用する。乾きを早めるために温風器を用いてもよいが、あまり近づけると油粘土が柔らかくなり変形するので気をつけさせる。

ラッカーが乾いたら原型の上型と下型の境いになるところに細い針金を数カ所差しておく(写真A)。鑄型を作るときに、原型が石膏の上型と下型の境界面より沈み込まないようにするためである。境界面に置くフィルムに針金がひっかかり原型の位置が固定される。針金の代わりに虫ピンでもよいが、少し太くなっているピンの頭部を切断しておかないと、石膏が乾いてから原型を取り出すときに、ピンの頭部がひっかかり抜けにくくなる。

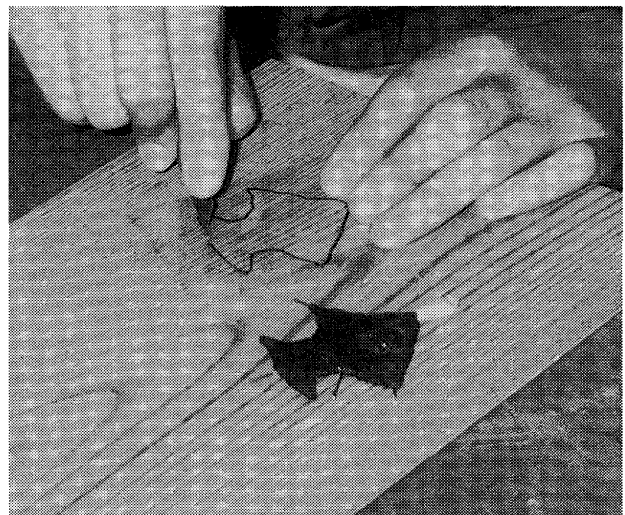


写真A ピンを差した原型

③ フィルムの型抜き

原型に針金を差して境界面を明確にした後、フィルムの型抜きを行う。

原型の上に TP シートなどの透明なプラスチックのフィルムを置いて、原型を境界面で切断するときに見える形の外郭線（たいていの場合、原型の平面図の外形線）を、先の細い油性ペンでフィルムに書き込む。その後、原型を作るときに使った板の上にフィルムを置き、カッターナイフでフィルムに書かれた外郭線をなぞって切断し(写真B)、外郭線の内側の部分のフィルムを取り除く。これが型抜きフィルムである。



写真B フィルムの型抜き

この型抜きフィルムを鑄造型の境界面の位置にあてはめてみて（狭くてひっかかる部分があるときは、少しずつ切り取ってひっかかりを無くしてか

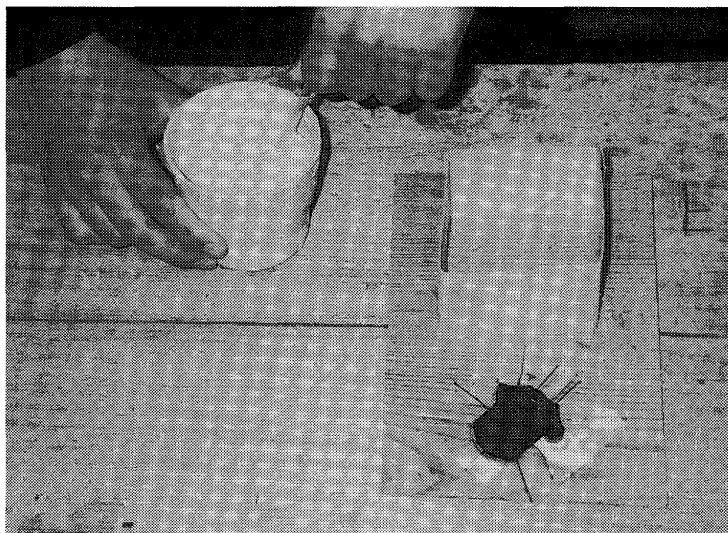
ら), 原型との隙間が小さければ (0.5mm 以下) 鋳型作りに使うことができる。

境界面の外郭線が単純でしかも厚みがあまり無い原型であれば, 外郭線とフィルムに書かれた線との違いが小さく, 多少の修正で済むので, だいたい型抜きフィルム作りを1枚で終わらせることができる。

しかし, 外郭線が単純でないものや厚みのあるものは, 違いが大きくなるので, この型抜きされたフィルムを原型にあてはめて, 原型の境界面の外郭線とのズレを修正しなければならぬことが多い。この場合は, まず新しいフィルムにはじめのフィルムを重ねて, はじめに書いた外郭線を転記しておく。次に, 型抜きしたフィルムを原型にあてはめて本当の外郭線とのズレを計りながら修正していく。修正した外郭線は色を違えておくと間違えにくい。この新しい外郭線で切り取った修正版型抜きフィルムを, 再度原型にあてはめて隙間の小さいことを確認する。

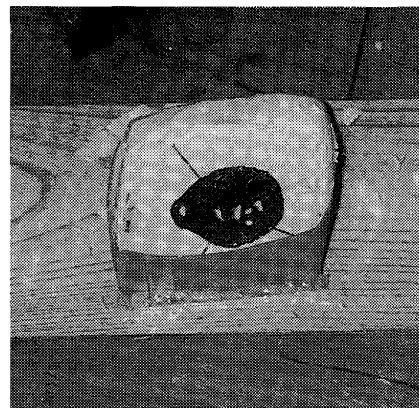
④ 石膏の鋳型作り

まず, 石膏を流し込むフレーム (ここでは鋳型枠という) を作る。ボール紙又はいため紙を, 原型の厚みに3~4 cm 加えた幅に切る。それを原型の縦横の寸法より3~4 cm 大きい矩形に折り曲げ, 端にセロテープを巻いてずれないようにする。これを化粧版等の防水性の板の上に置き, 底部をセロテープで, 板と厚紙に隙間ができないようにしっかりと止める (写真C)。



写真C 鋳型枠と石膏・原型・フィルム

次に, フィルムを原型部分が中央になるように鋳型枠の上に乗せ, 枠の内側の線をフィルムになぞる。この線をハサミで切る。フィルムを枠の内側に入れ, 上型と下型の境となる位置 (枠の高さの半分より1 cm くらい下) で合わせてみて, 枠との隙間があまり無いほうが良い。フィルムと枠の縁に合い印をつけておく。



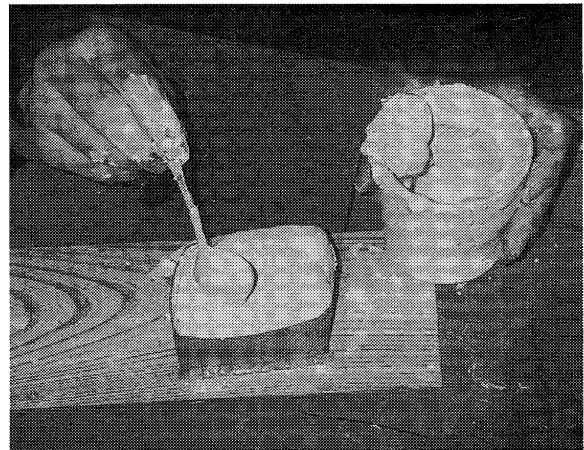
写真D 鋳型枠の上にフィルムと原型を置く

以上の準備ができたら鋳造枠の体積とほぼ同量の石膏粉をカップ又は小さいボールに入れて水を加える。スプーンでかけ混ぜてゾル状になったら, 枠の

上型と下型の境になる位置までスプーンで入れる。枠を取り付けた板を軽く揺すって石膏の面を平らにしてから、フィルム、原型の順に乗せる。このとき原型をフィルムの抜き型と一致させ、境界面まで沈める(写真D)。残りの石膏を流し込む。石膏の厚みが薄いと鑄型をはずす時や鑄込みの時に型が壊れやすいので、原型の上端から1.5~2 cm かぶせるようにする(写真E)。表面を平らにして、棚などに置いて乾かす。石膏に水を加えてから固まり始めるまで時間が短いので、これらの作業をできるだけスピーディーに行う。

⑤ 鑄型の枠はずしと上型・下型の分離

石膏が十分乾燥したら(2~3日かかる)、板と鑄型枠を離し、鑄型枠と石膏型を剝がす。石膏型の境界面辺りの外側をフィルムが現れるまで刃物(突きののみ、小刀など)で削る。作業台にキズがつかぬようベニヤ板等の木の上で、また、石膏の粉で真っ白になるので、新聞紙などを敷いて行くとよい。フィルムの端が石膏の外側全体に現れたら、上型と下型を反対方向に回せば上型と下型は離れる。

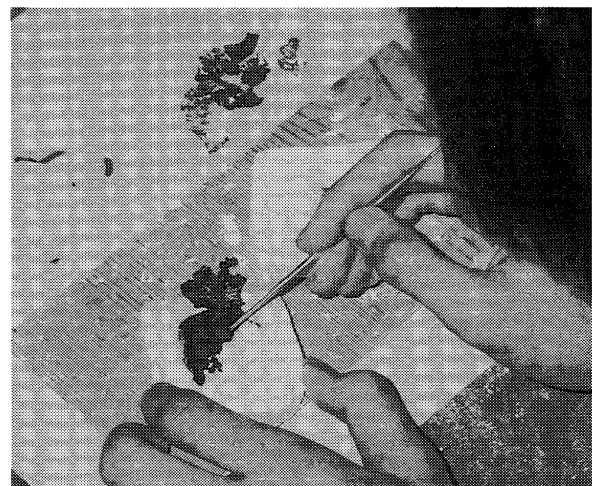


写真E 原型の上に上型用の石膏を注ぐ

離れたらフィルムを取り去る。上型と下型の同一側面の1つに合い印を付けておくと、上型と下型を合わせる時に惑いがない。

⑥ 原型の抜き取り

原型をけがき針、つま楊枝等で取り出す。剝がれが悪く、石膏に残ってしまった場合、石膏をキズつけないように丁寧に掻き取る。先細の穴ならばつま楊枝で、平たい部分ならば竹製の耳掻きなどを使うとよい(写真F)。



写真F 原型の抜き取り

⑦ 湯溜・湯口・空気抜き作り

湯溜・湯口と空気抜きの位置は、メタルの製作では上型の上部である必要が無いので、石膏型の上型と下型の境界面に付けることにした。付ける位置の検討や、加工がしやすいからである。

湯溜・湯口は彫刻刀の丸刀を使って上型と下型に半分ずつ作る。湯口は直径2.5mm位で原型の最上部の細くない部分につける。湯溜はロート状で上部の直径を12mm以上に

すると湯を注入しやすい。

空気抜きは溶湯の行き止まりになる箇所の先端と湯口のすぐ脇につける。彫刻刀の三角刀や切出刀または小刀でごく浅くつける。深いと溶湯がそこを通過して外に流れ出てしまう。従って、上型か下型のどちらか一方につければよい(写真G)。

⑧ 鋳込み

上型と下型を合わせ、上下左右の端でずれの無い状態にしてセロテープで十文字に巻き付けて動かさないようにする。それを機械万力等で湯溜の面を上にして、かつその面が水平になるように固定する。

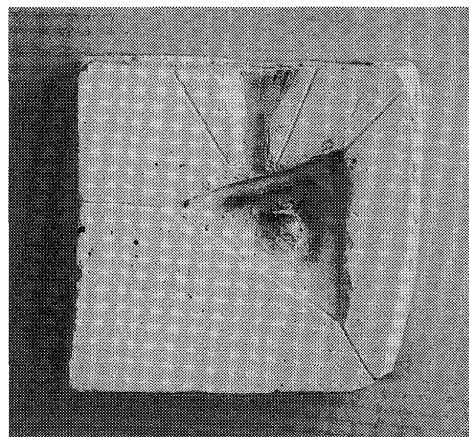
電熱器やガスバーナで溶かしたスズの入っている溶解皿をプライヤやペンチでしっかりと掴んで、ゆっくりとスズを湯溜に注ぐ。溶湯が湯溜にたまったら止める(写真H)。

10分ほど冷ましたら、セロテープをはがして鋳造品を取り出す。まだ熱いので注意して作業する。型から簡単に抜けるときは、けがき針の先等で数カ所を上下に動かすと抜けやすくなる。

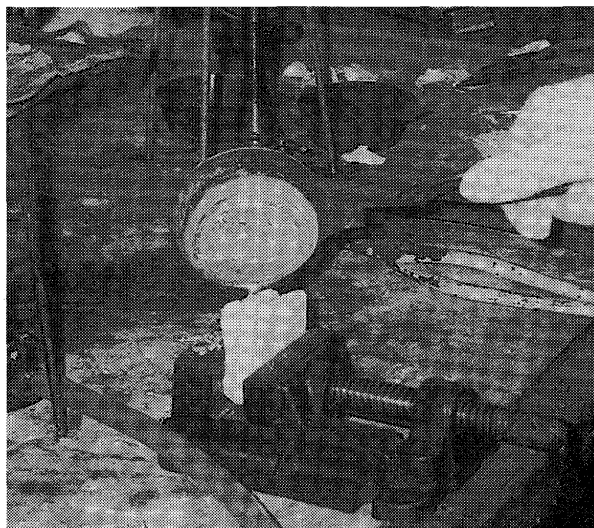
初回の鋳込みでは、十分に乾いていない石膏から出る水蒸気のために、写真Iの鋳造品の腹部に見られるように、湯不足という状態ではないが金属光沢の無い曇り部分ができることがある。二回目の鋳込みでは水蒸気は殆ど出ないので、きれいにでき上がることが多いが、空気の逃げが不十分であることも考えられるので、こういう部分には空気抜きをつけ加えておくと良い。

⑨ 鋳造品の修正

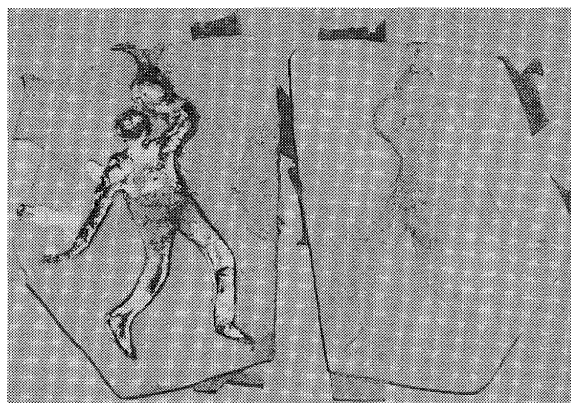
ニッパで湯口を切り離し、鋳造品の鋳ばりを取り去る。切断部分をけがき針のはぜおこしのへりで、軽く削るようにして滑らかにする。湯溜または湯口との接合部のように削りの多い部分は組ヤスリや布ヤスリを使う。



写真G 湯溜・湯口・空気抜き



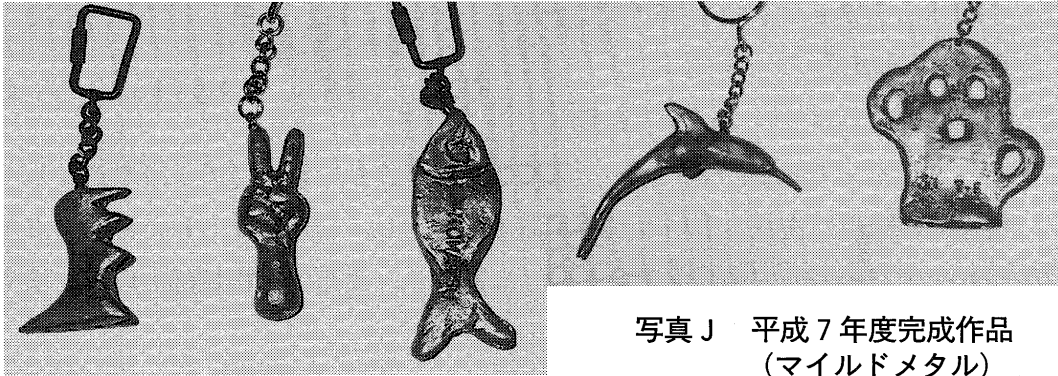
写真H 鋳込み



写真I 鋳造品と曇り部分

⑩ ホルダーの取り付け

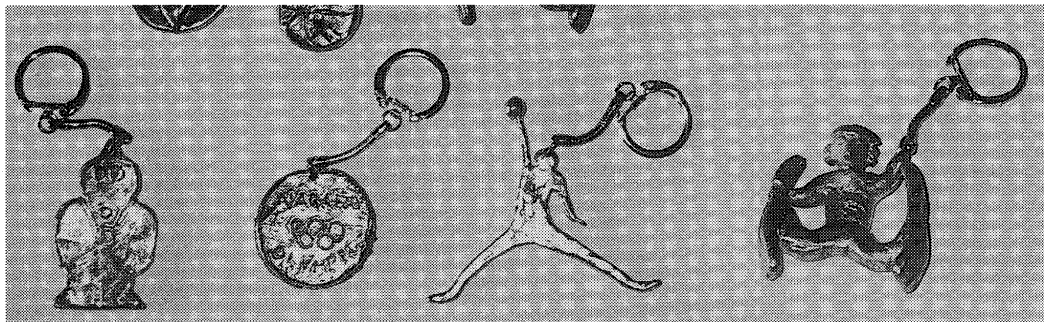
メタルとキーホルダー本体の鎖との接合部分にハンドドリルで穴をあける。穴の直径は2.5mm位がよい。厚みのある木の板の上でメタルを押さえてもらい、または木工万力で水平に固定して行う。



写真J 平成7年度完成作品
(マイルドメタル)

接合部の厚みが大きい場合はドリルを約60度傾けて穴をあけ、メタルの両面から行って貫通穴を作るとよい。

鎖の先端の輪の離れ部の両側を2丁のやっこなど輪にキズのつかい道具の先で摺んで互い違いにずらして開く。メタルの穴に輪を通したら輪を閉じる。



写真K 平成9年度完成作品 (スズ)

(2) 原型を作らない簡易的鑄造

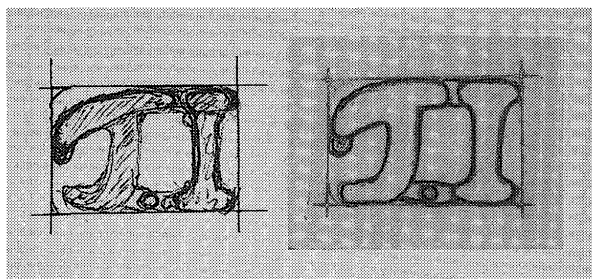
原型を作る鑄造との大きな相違点は鑄型を直接作る場所であって、他の作業については基本的に同じである。以下、異なる作業部分について記す。

① デザインの考案

設計条件は前述した通りであるが、大きさと厚みについては、鑄造型の素材の大きさに制限される。厚さ9ミリのMDMの大判を細かく切り、結果として、ほぼ60×46mmの小片を二枚使って鑄型を作ることになったので、10ミリの枠取りをして、およそ40×26mmの長方形の中に収まる大きさとした。厚さも、鑄型の壁として2ミリ以上の厚みを残す必要があるため、最大13mmとした。

紙に40×26mmの長方形の枠を2つ書く(両面が全く同じデザインのメタルを作る場合は1つ)。その中に原画を書き、凹凸の違いや度合いは斜線や濃淡で表しておく。

書き終えたら、半透明な用紙をかぶせ、四隅を軽くテープでとめる。上から鉛筆やシャープペンをあてて、長方形の枠とデザインの外形線、文様および凹凸の境界となる線をなぞって写し取る(写真L)。



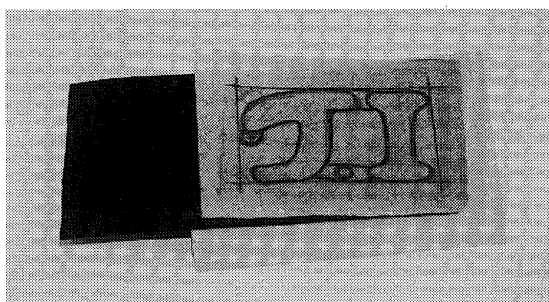
写真L 原画および半透明紙になぞられたデザイン

写真Lは英字インシャルで表裏とも同じデザインである。平板に形を直接掘る鋳型作りでは、このような透かしデザインの鋳造品が簡単に作れるという長所がある。ただし、透かしをつけた場合メタルが折れ曲がりやすくなるので余り大きい透かしは避ける。または、接続部の厚みを増やすなどの補強が必要である。

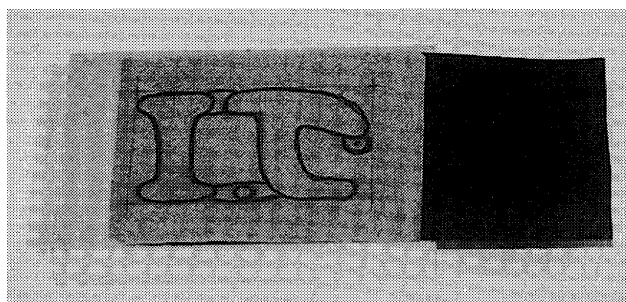
② デザインの転写

鋳型材の木片2つに、上辺(または下辺)から10mm離して辺に平行に直線を引く。更に、1つの木片は左辺から、他の一つの木片は右辺から10mmのところ直線を書く。このとき、規準になるこの木片の左側面およびもう一つの木片の右側面に合い印を付けておくと、2つの型を合わせるときに間違いが防げる。

次に、表デザインが写し取られた半透明紙を重ね、木片に書かれた縦横の2本の線と、半透明紙の枠の線とを一致させる。この状態を固定するため、セロテープで一カ所だけとめておく。カーボン紙を半透明紙と木片の間に入れ、デザインを上からなぞって木片に転写する(写真M)。裏デザインも同様にしてもう一つの木片に転写する(写真N)。



写真M 表デザインの木片への転写

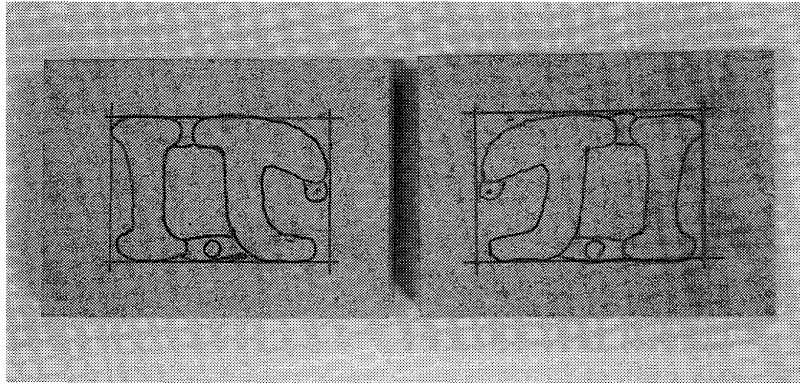


写真N 裏デザインの木片への転写

表裏同一デザインで半透明紙が1枚の場合には、先に書き写した(表の)デザイン面を下にして、木片に(裏の)デザインを転写する(写真M, N, O)。

③ 鋳型彫刻

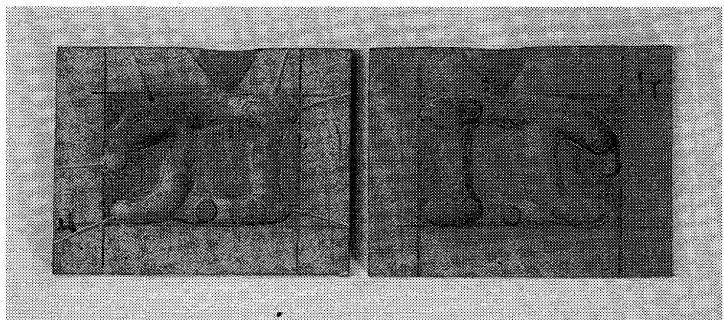
まず、三角刀でデザインの線を軽く彫る。次に、原面を見ながら凹凸をつけていく。細かい穴はキリであける。荒彫りができたら、文様や凹凸部の仕上げなど細いところの彫りを行う。必要ならば削り面を240~400番の紙ヤスリ(または布ヤスリ)やスチールウールで軽く磨く。この時、型の角が丸くならぬように気をつける。



写真O 木片 (MDM) に転写された裏表のデザイン

④ 湯溜・湯口・空気抜き作り (写真P)

木片の端から型までの距離が短いので、湯溜の底が型の上部に直接接合する形になるものがほとんどである。



写真P 完成した鑄型

⑤ 鑄込み

木質材の鑄造型は乾燥しているので型ができあがれば、すぐ鑄込みができる (写真

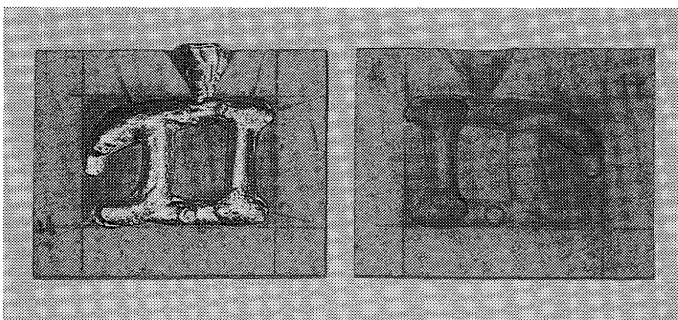
Q)。溶湯の温度が余り高いと木質材の鑄型が焦げ、程度がひどいと表面が炭化して使えなくなる。湯の温度が高くなるないように (300°C以下) 抑える。

⑥ 鑄造品の修正

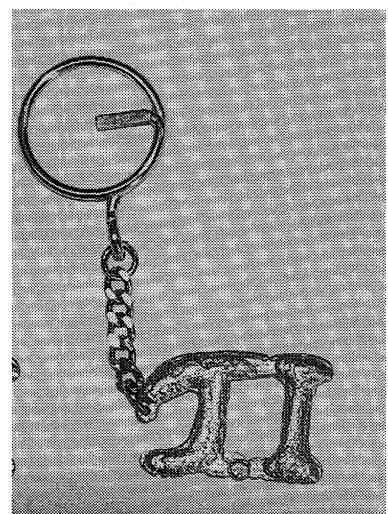
鑄ばりが多い場合はニッパで切り落とすとよい。

⑦ ホルダーの取り付け

加工上の留意点は前述の通り。ちなみに、ホルダーの色は金が不評で、メタルと同じ銀色が好まれた。生徒と感覚の違いを感じた。



写真Q 鑄込み後の鑄造品と鑄型



写真R 完成作品

IV 評価と課題

1. 結果と考察

平成9年度の3月に3年生(調査数:男子35人)にアンケートをとった。3年間で学んだ技術の学習領域で興味・関心をもった順に番号をつけさせた。

同じアンケートを平成12年度の3年生(調査数:男子40人, 女87人, 計127名)に行った。これらの結果を下記に示す。数値は%に直した値である(若干の不明数があるので, 合計が100%にならない)。

表2 学習領域に対する興味・関心の順位

平成9年度(調査数:男子35名)

順位	1	2	3	4
金属加工	40.0	40.0	11.4	5.7
木材加工	20.0	22.9	42.9	8.6
電気	34.3	28.6	20.0	11.4
栽培	5.7	2.9	17.1	65.7

平成12年度(調査数:男子40名)

順位	1	2	3	4
金属加工	40.0	27.5	22.5	5.0
木材加工	20.0	47.5	22.5	7.5
電気	25.0	17.5	27.5	25.0
栽培	15.0	5.0	20.0	55.0

平成12年度(調査数:男女127名)

順位	1	2	3	4
金属加工	41.7	23.6	25.2	6.3
木材加工	23.6	39.4	24.4	10.2
電気	15.0	18.1	22.8	40.2
栽培	19.7	15.7	22.8	38.6

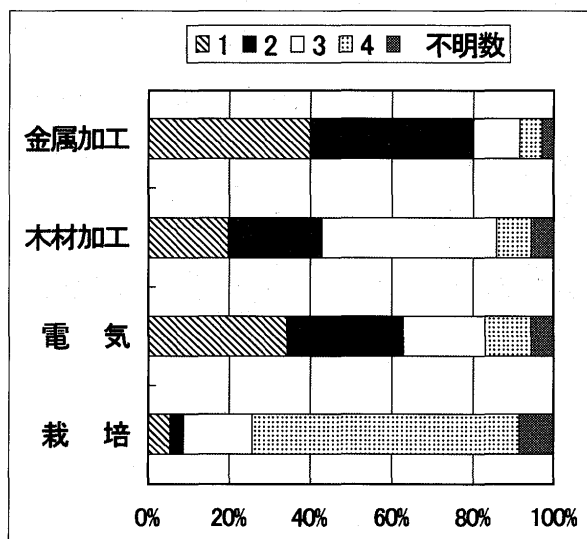
平成12年度(調査数:女子87名)

順位	1	2	3	4
金属加工	42.5	21.8	26.4	6.9
木材加工	25.3	35.6	25.3	11.5
電気	10.3	18.4	20.7	47.1
栽培	21.8	20.7	24.1	31.0

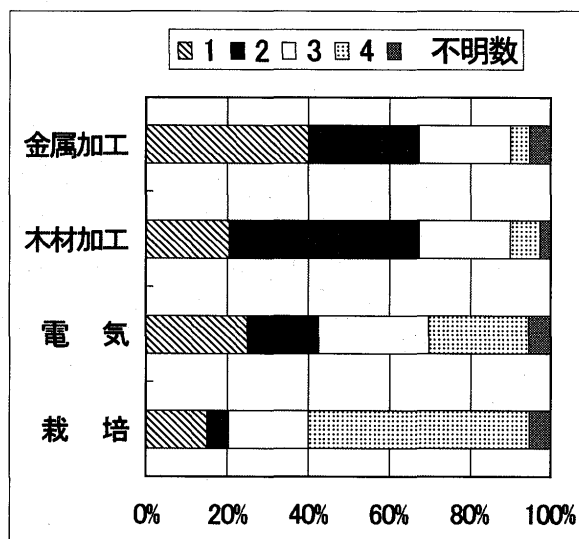
この表を柱状グラフにして次に示す。

グラフ2 学習領域に対する興味・関心の順位

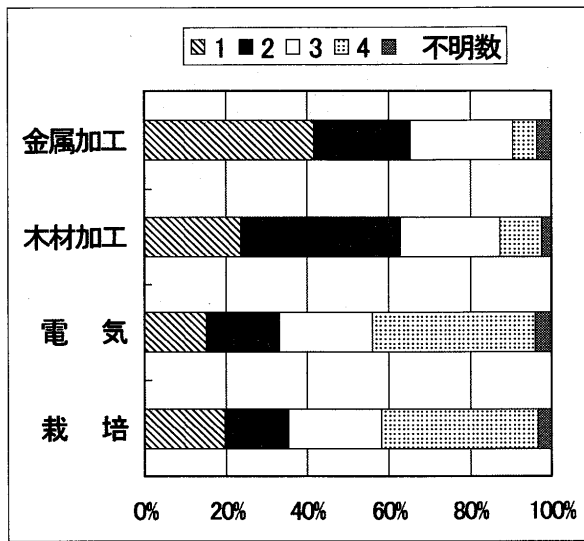
平成9年度(調査数 男子35人)



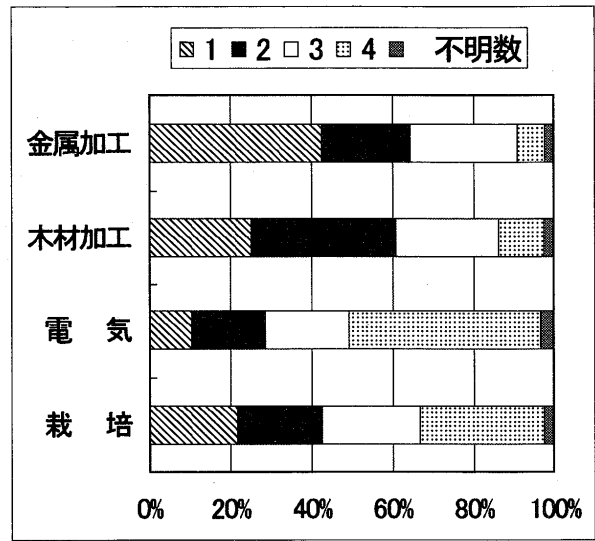
平成12年度(調査数 男子40人)



平成12年度 (調査数 男女127人)



平成12年度 (調査数 女子87人)



平成9年度の男子と平成12年度の男子を比べると、順位が全く同じになっていて、しかも、ともに4割の生徒が金属加工が一番楽しいとしている。以下、電気、木材加工、栽培となっている。

平成12年度の女子も、4割以上の生徒が、金属加工を一番にあげている。続いて、木材加工、栽培、電気となった。

しかし金属加工学習で製作した2つの題材のどちらが気に入っているのかが問題である。アンケート結果の表3またはグラフ3から次のことが読みとれる。

平成9年度はキーホルダー作りの方が興味・関心が高いと答えた生徒が4割であったが、平成12年度は増加し、男子が4.5割、女子が6割になった。

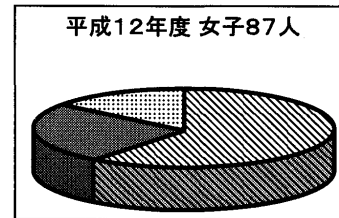
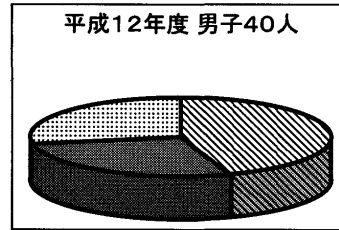
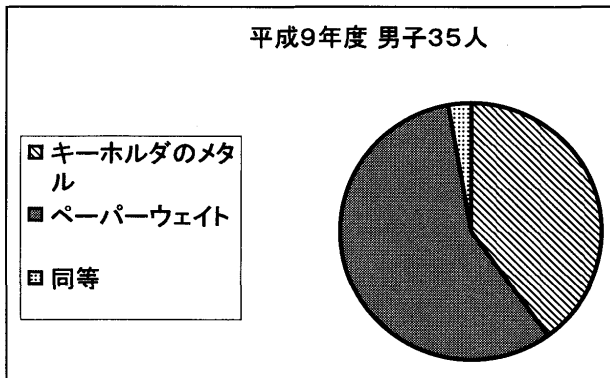
表3 題材への興味・関心の高さ (数値は%に換算した値)

	平成9年度	平成12年度		
	男子35人	男子40人	女子87人	男女127人
キーホルダーのメタル	40.0	45.0	60.9	55.9
ペーパーウェイト	57.1	27.5	25.3	26.0
同等	2.9	27.5	13.8	18.1

3カ年間で学んだ技術科の領域のうち、金属加工が1番好まれていて、しかも、ペーパーウェイトよりもキーホルダーのメタル作りの方が興味・関心が高くなった。この理由を次のように考える。

原型をつくる本式の铸造は、やや難しい部分があり失敗してやり直すことも少なくなかった。これに対し原型を作らない簡易的な铸造は、あまり失敗することもなく、短時間で製作ができ、しかも作品のできばえは本式の铸造作品と比べて少しも見劣りがしないもののできた。このことが生徒に好評であったからである。

グラフ3 題材への興味・関心の高さ



2. 生徒の感想文

キーホルダーのメタルの製作の感想文で、非常に多いのは「楽しい」、「おもしろい」、「またやりたい」という表現である。やや否定的な内容のものは、平成9年度で若干みられたが、平成12年度では皆無であった。

いくつかの感想文を記載する。

平成8年度

- ・やりがいのあるもので楽しかった。(T. O)
- ・簡単そうだったけど、実際にやってみないとわからないことがいっぱいあったので、楽しかった。(S. U)
- ・めったにできないことが出来てとてもよかったです。(K. I)
- ・とても楽しかった。もっとやってほしい。うまくいった。(K. T)
- ・粘土が残っていたのか、二度やっても穴があき、あまりいいものはできなかったが、とても面白かった。(T. K)
- ・何回も失敗を重ねたが、最後にはできてよかったです。(K. U)

平成9年度

* おもしろい、土をめぐすをきりがよい(F.S)

* 「作る」ということの難しさ、楽しさかとてもよく分かった。
でも、訓練なしでは、ちよとむずかしい。3年R組のH.R
かきおろした。その意味では、いい人間に育った。たしかに。

平成12年度

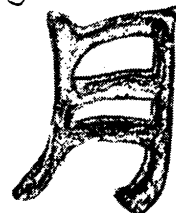
- * (感想) 言+4回もやりました。苦勞のたまものぞい。
 ぞいなんがすこいかわいくぞいきよかつたぞい。
 もしかしたら足に流れまないかたーと思つたけど、
 け、こうまく流れよかつたぞい。
 目もうまく出て感重かものぞい。
 段差をつけるのが大変だつたけど
 ぞいもうまく出ました。
 たのしい授業ぞい。(Y.S.女)



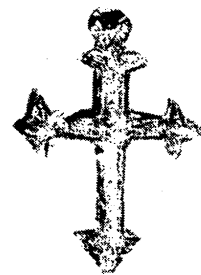
- * 背ビレ、胸ビレ、尾ビレの先の方に彫刻刀を「入らなかつた」ので「そはやり」で
 地道に削つた。実際に、アルミニウムを流し込んだ時に、表面が
 きれいになるように、木金作にやりをかいた。穴を開けた時に、
 そはやり金属が曲がらまじ、それを直すのぞい大変だつた。
 今回は、5回流し込んで形をつくり、その中で一番良くできたの
 を作品にしたが、本当に、形をここのえろのまじぞい大変
 だつた。…最後に…楽しんでぞい。(N.M.女)



- * 時間があったので、少しずつ型を改良して制作を何度か
 ことかできたため、納得のいく作品かできた。始めは
 型に入れて固めたものを、やりで磨こうと思つていたが、
 ぞい作品を見て手削のガウガウ感を残したいと思つ、
 磨かないことにした。気に入つたキホルタンかでき
 りかつた。(G.K.男)



- * (感想) 型をほるのが大変だつた。流しこむぞい初めは奥まで入ら
 かつたので調整して最終的にほまじんと入つて良かつた。
 余命な部分をニッパで切るのぞい大変だつた。
 形が細かいので、切りにかつたぞい。
 自分なりに、あこく良かつたぞい。
 楽しんでぞい。これで「あ祈りしまあ。
 3年間ありがとうぞいぞい
 技術LOVE (U.U.女)



* ひねがうオいのと体が斜面は、かりたのど
 とニ=穴を開けようか迷った末、脳系=穴が開くニと=、
 ども結果的にバランスがとれたのでよかたと思う。
 今回は満足したけど、あともう1回やりなす
 キーホルダーの丈夫な物にする。(デザインを) (N.S.女)



3. 今後の課題

キーホルダーのメタル部はもともとアクセサリであって、装飾性の面が強い。表4またはグラフ4が示すように、作品はバッグに付けるアクセサリなどとして使えると答えた生徒は4～6割になるが、本来のキーホルダーとして使うという生徒はわずか1.5割である。

技術科の製作品は実用に供するものであることが基本条件なので、実際に使うという生徒の割合をアップさせることが大きな課題となる。せめて、もう一つの製作題材、ペーパーホルダーのこの値である3割に近づけたいものである。

使わないという主たる理由は、①メタルが曲がる、折れそうなど強度的に実用に耐えそうにないことと、②満足のいく作品にでき上がらなかったということの2つである。

①に対しては、メタルの厚みを十分取らせ、薄い・細いという部分をできるだけ作らないように指導することで改善されると思うが、デザインの豊かさが減少するというマイナス面がある。

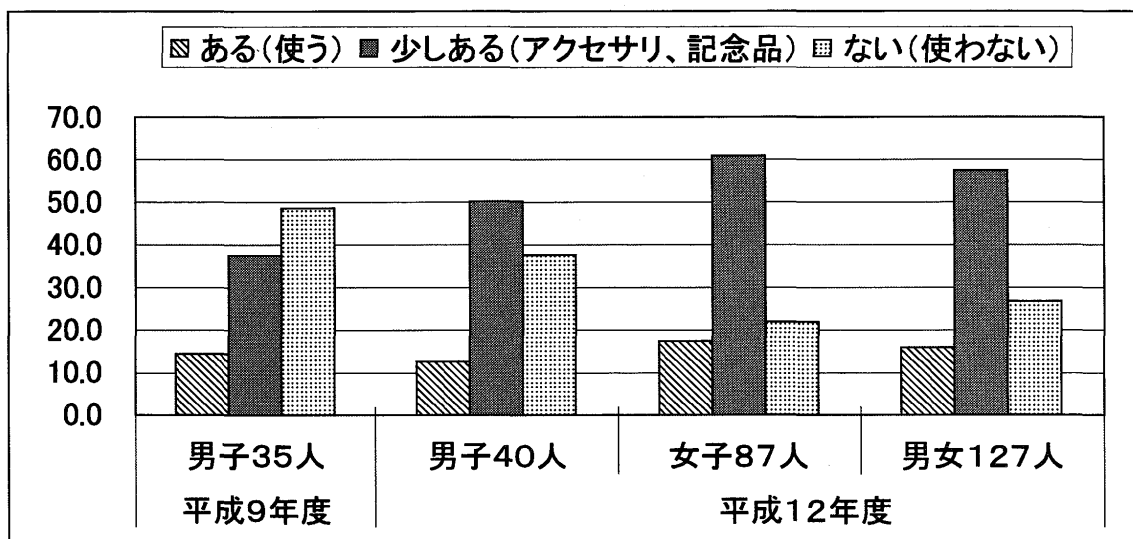
②は、デザインと製作との絡みが理由になることが多く、やはり細かい部分や複雑な形は出来るだけ避けさせる必要がある。更に、原型の完成度を高める方法の検討や、生徒の要求に応じたきめ細かな指導ができるようにすることが大切である。

その他として、前述したように、生徒はキーホルダー本体の色とメタルの色とのマッチングをととても気にするので、生徒に希望の色・形を選択させることも、実用に供するための重要な要素であることを付記しておく。

表4 キーホルダーの実用性 (数値は%に換算した値)

	平成9年度	平成12年度		
	男子35人	男子40人	女子87人	男女127人
ある (使う)	14.3	12.5	17.2	15.7
少しある (アクセサリ、記念品)	37.1	50.0	60.9	57.5
ない (使わない)	48.6	37.5	21.8	26.8

グラフ4 キーホルダーの実用性



参考文献

- 1) 文部省：中学校学習指導要領（1992年3月）
- 2) 第41次技術教育・家庭科教育全国研究大会集録（1992年8月）
- 3) 農山漁村文化協会：技術教室 No.482（1992年9月）
- 4) 農山漁村文化協会：技術教室 No.489（1993年4月）
- 5) 農山漁村文化協会：技術教室 No.494 共学のできる機械・金属学習（1993年9月）
- 6) 大平五郎・井川克也共著：金属工学シリーズ2 鑄造工学 日本金属学会（1995年）
- 7) 長崎大学教育学部附属中学校研究紀要1997：生き生きと学ぶ生徒の育成（平成9年度）
- 8) 山田能文：「金属加工」領域における鑄造の教材化 愛媛県総合教育センター教育研究紀要 第64集（1998年3月）
- 9) 文部省：中学校 技術・家庭 指導資料 学習指導と評価（平成5年6月）
- 10) 文部省：中学校学習指導要領（平成10年12月）解説—技術・家庭編—（平成11年9月）