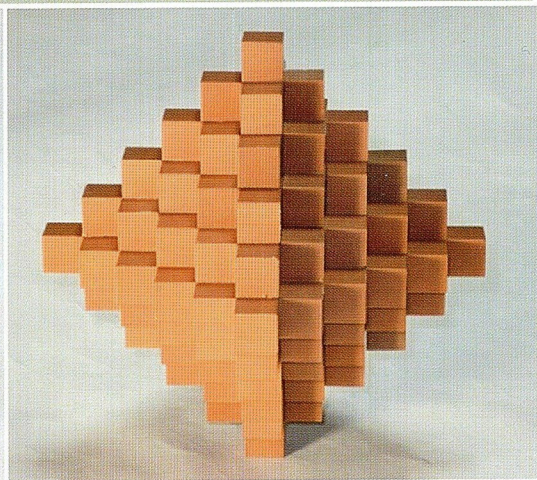
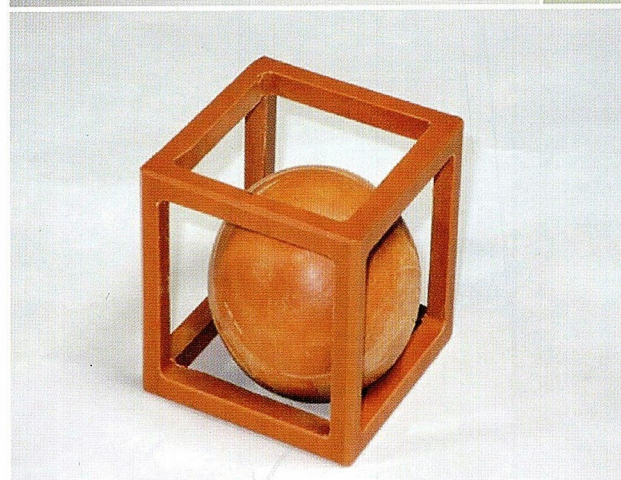
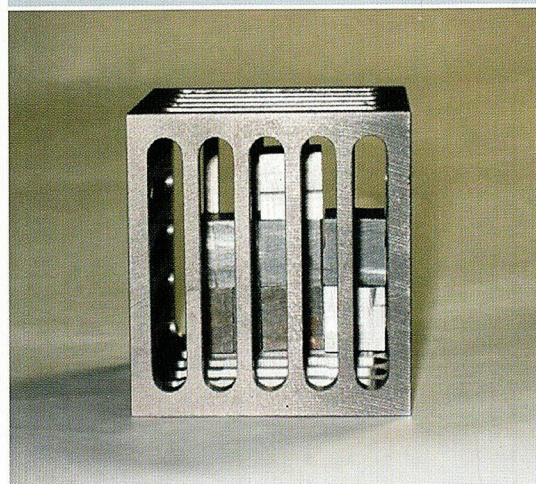
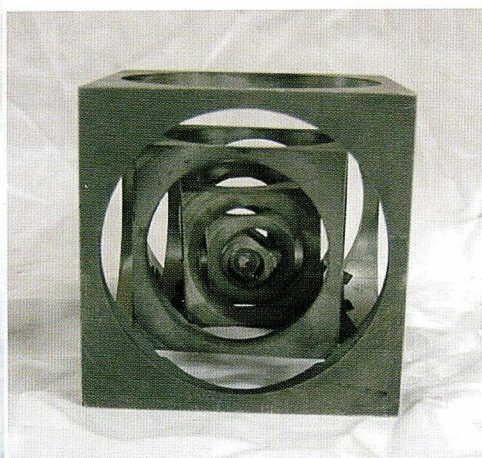


ものづくり作品集

—実践例—

中西 淳一



ものづくり作品集 実践例

中 西 淳 一

はじめに

私は課題研究の授業で、生徒が「不思議だなあ。どのように作るのだろう。」「自分で工夫して作ってみたい。」と興味・関心を示す課題を生徒が主体的に学習して問題を解決できるように対応してきた。その課題を製作するために図面を書き、加工方法を考えて必要な治具や工具を作った。工業高校では課題研究で以前からアクティブラーニングが授業に取り入れられてきている。学校にある汎用機械でどこまでの作品が製作できるのか不安もあったが、いろいろ工夫して多数の作品を完成することができ、楽しいものづくりの授業であった。その時の図面や加工方法はこれから課題研究を担当される先生やものづくりに関心を持っておられる方々にもいろいろ参考になると思い、その実践例を冊子にまとめてみた。これらの実践例を参考にして、更に多くの新作品の製作に挑戦してもらいたい。

私は20数年前、一か月の企業派遣研修に参加して金型を製作したことがきっかけになり、精密加工に興味を持った。また、近畿で開催されたロボリンピア競技会や東京の素形材コンクールに生徒を指導して参加し、毎回新しいロボットや作品を作って表彰されたことが刺激になった。加工技術に関する個別の知識・技能の習得と同時に、新しい発想や独創的な思考力で考えるものづくりがこれからの技術者に大切であると思う。

各学校にある機械の種類も異なり、加工方法も異なるので参考図面は各自加工しやすいように基準面に注意して寸法の入れ方など加筆訂正して利用していただきたい。寸法公差も材料によって異なるので図面には記入しなかった。また、26頁のサッカーボール等のようにCADによる寸法計算がないと加工できない作品も多数あった。多くの作品をCADにより図面を書いて寸法計算をしていただいた西田清先生に感謝します。多数の作品を紹介するため、個々について説明不足になりました。更に詳しい説明を知りたい方は澁谷ものづくり人材育成研究所のホームページで平成29年5月から始まるアクティブラーニング対応加工教材の紹介シリーズを参考にさせていただきたい。その他不明な点があれば下記のメールアドレスまたは住所に連絡していただければできるだけお答えします。

Eメール Nakajun918@nifty.com

〒573-1177 大阪府枚方市渚元町14-18

中西 淳 一



目次

1 オリジナル作品 5

- 1-1 立方体の枠の中に球
- 1-2 三重塔・五重塔
- 1-3 灯籠
- 1-4 印鑑ケース
- 1-5 リング付き一輪挿し
- 1-6 一輪挿し、象嵌
- 1-7 三重格子立方体
- 1-8 四重格子立方体
- 1-9 三重立方体
- 1-10 六重立方体
- 1-11 格子立方体入り立方体
- 1-12 六個組み製作

2 多面体の作品 18

- 2-1 正四面体
- 2-2 正八面体
- 2-3 正12面体
- 2-4 14面体(三角形、正方形)
- 2-5 正20面体
- 2-6 26面体(三角形、正方形)
- 2-7 26面体(正方形、六角形、八角形)
- 2-8 32面体(五角形、六角形)
サッカーボール
- 2-9 三層球

3 創作アクセサリー 28

- 3-1 各種創作アクセサリー
- 3-2 球のアクセサリー
- 3-3 アクセサリー、丸型、四角型

- 3-4 アクセサリー、格子立方体
- 3-5 ひょうたんアクセサリー

4 組木作品 34

- 4-1 六枚組組立て
- 4-2 直方体六本組木 A
- 4-3 直方体六本組木 B
- 4-4 直方体六本組木(すき間あり)
- 4-5 六枚板組み立て、立方体
- 4-6 三枚板組み合わせ、三種
- 4-7 千鳥格子
- 4-8 三本組
- 4-9 5段組木
- 4-10 11段組木、9段組木、7段組木
- 4-11 12枚組木
- 4-12 玉入れ12本組木、24本組木
- 4-13 その他の組木、29本、18本

5 回転パズル 48

- 5-1 十字型回転パズル、5種類
- 5-2 十字型回転パズル
- 5-3 円形回転パズル
- 5-4 八角形回転パズル

6 機械実習、課題研究作品 53

- 6-1 貯金箱
- 6-2 直方体六本組 C
- 6-3 エッシャーの星
- 6-4 あり溝組立て
- 6-5 ペントミノ

- 6-6 各種ペン立て
- 6-7 二連鎖、三連鎖
- 6-8 実習課題
- 6-9 各種小型万力
- 6-10 各種ペーパーウエイト

7 機構作品 64

- 7-1 両スライダー、ゼネバ機構
- 7-2 早戻り機構
- 7-3 偏心機構

8 その他の作品 68

- 8-1 その他の作品1
技能五輪競技課題、プラスチック金型
- 8-2 その他の作品2
ロボリンピア参加ロボット
サッカーロボット、相撲ロボット
- 8-3 その他の作品3
素形材ものづくりコンテスト参加作品
銅鐸
- 8-4 その他の作品4
一辺1mmのサイコロ、マウスピース
鍵、空き缶圧縮機、ワインカップ
- 8-5 その他の作品5
不倒コマ、逆立ちコマ、小物入れ3種類
ビールマンスピン

参考資料

新しい学力観を育む課題研究—ものづくりの実践例—

工業教育資料 354号 掲載

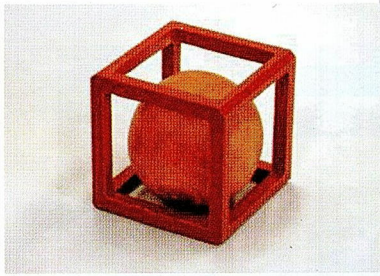
..... 74

ものづくり雑談 79

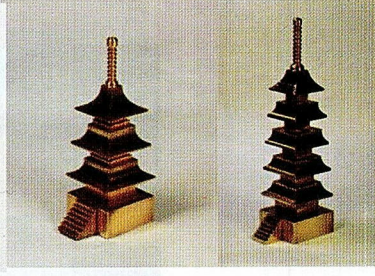
1 オリジナル作品

- 1-1 立方体の枠の中に球
- 1-2 三重塔・五重塔
- 1-3 灯籠
- 1-4 印鑑ケース
- 1-5 リング付き一輪挿し
- 1-6 一輪挿し、象嵌

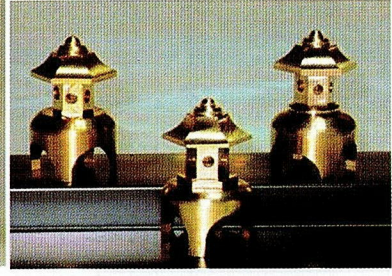
- 1-7 三重格子立方体
- 1-8 四重格子立方体
- 1-9 三重立方体
- 1-10 六重立方体
- 1-11 格子立方体入り立方体
- 1-12 六個組み製作



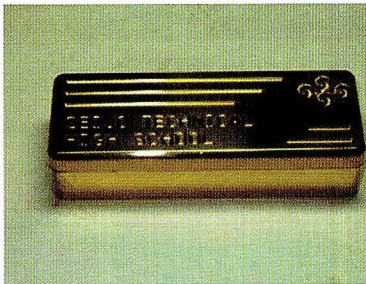
1-1



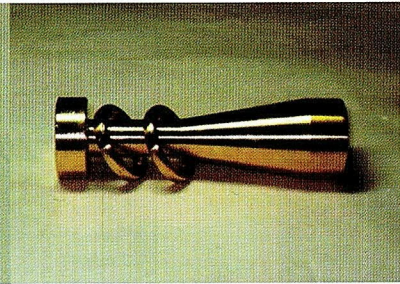
1-2



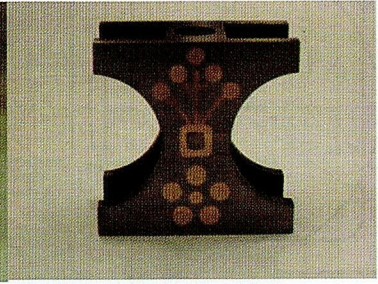
1-3



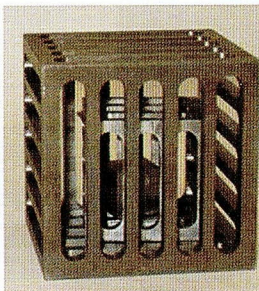
1-4



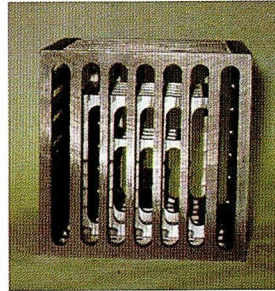
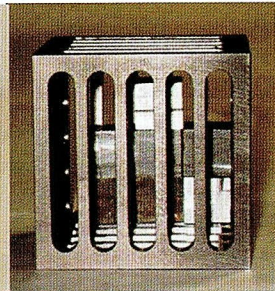
1-5



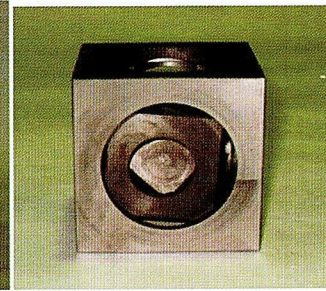
1-6



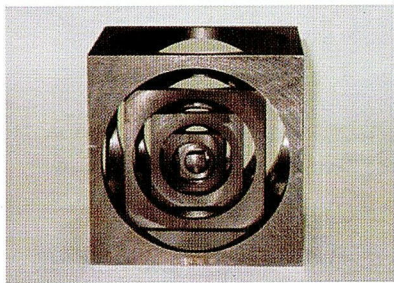
1-7



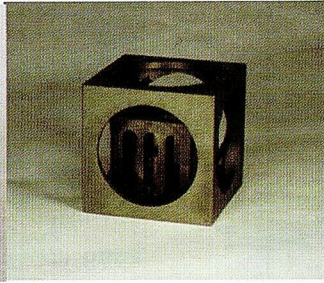
1-8



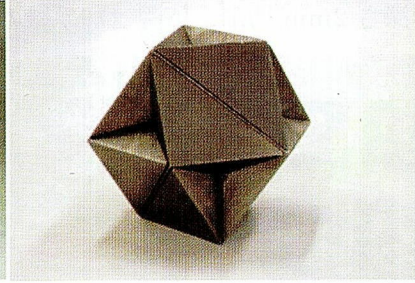
1-9



1-10



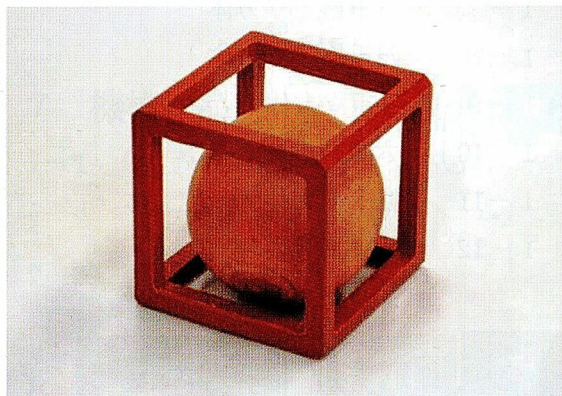
1-11



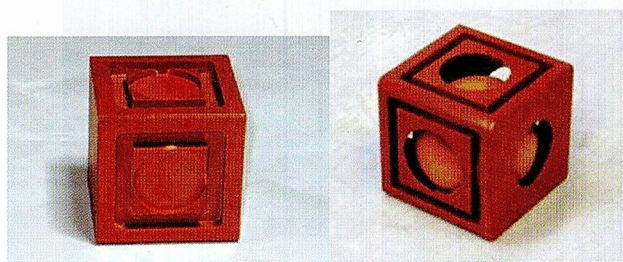
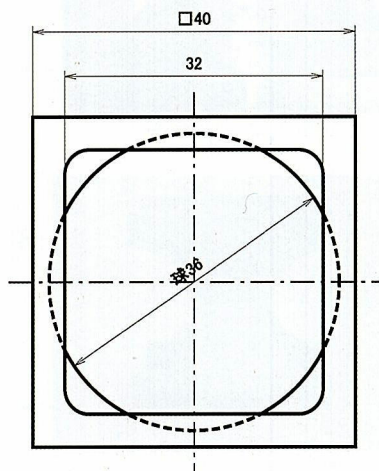
1-12

1-1

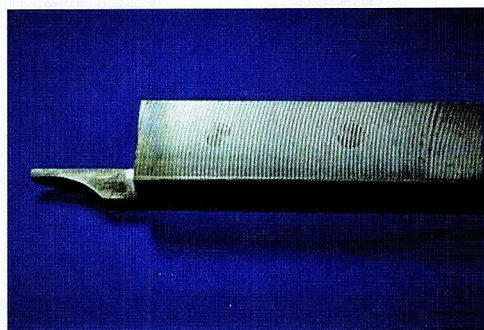
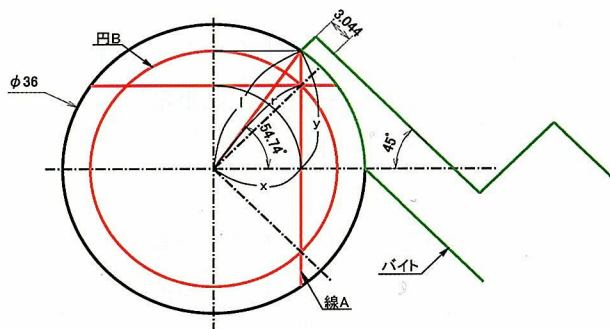
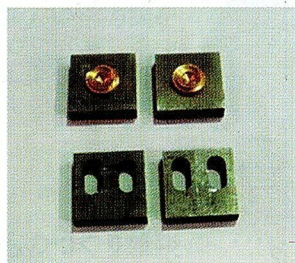
立方体の枠の中の球製作



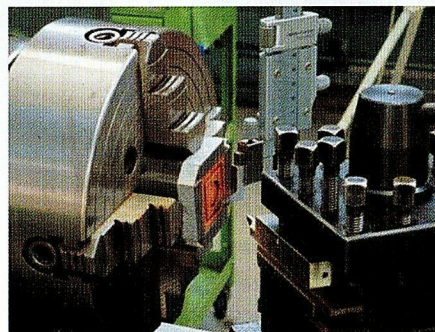
サイコウッドで製作



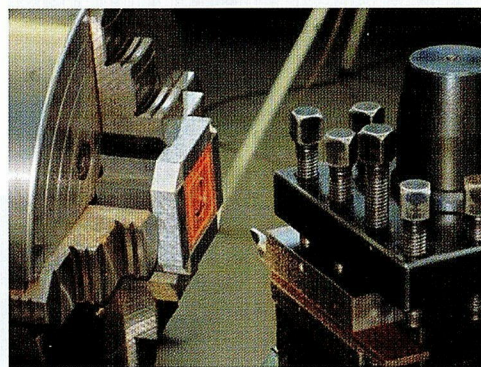
4面を球に接するように深さφ20とφ2のエンドミルで深さ2mm切削、下図は加工時の治具



S45Cを加工・焼入れして製作したバイト



四つ爪旋盤に取り付け（中心出し）



主軸逆回転して刃物台45度で切削
⇒79頁 ものづくり雑談(1)で解説

三重塔・五重塔

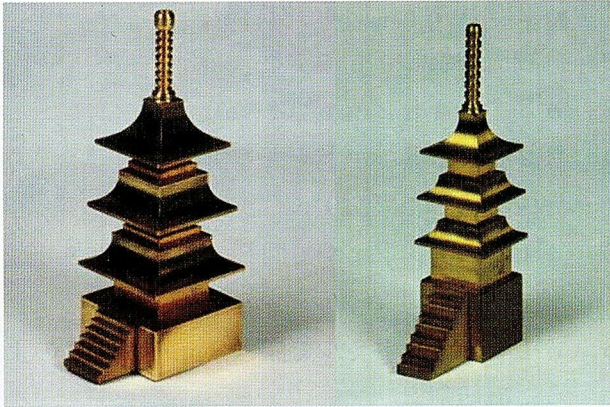


図1 三重塔

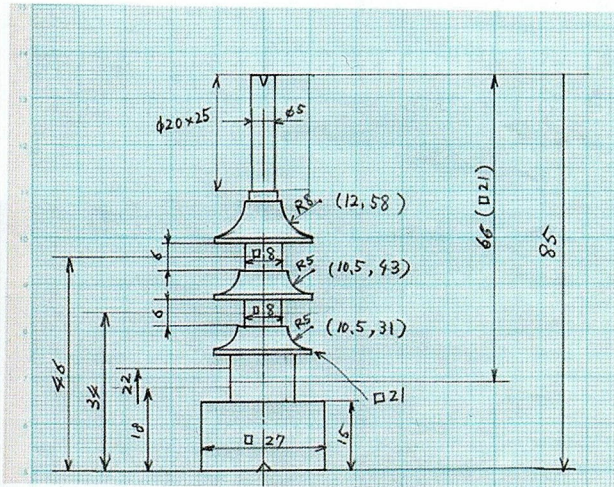


図2 上図の右側の図面

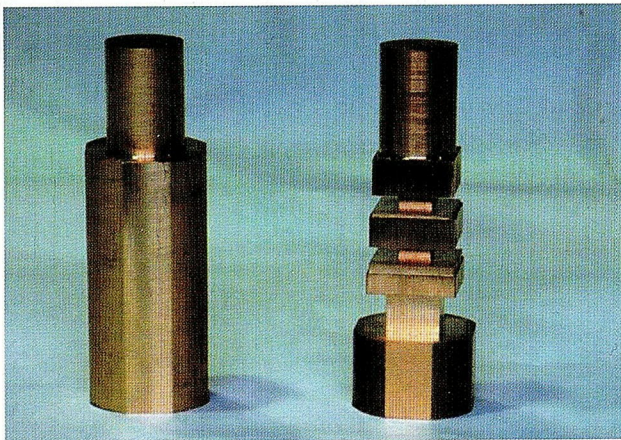


図3 加工途中状態

加工手順

- 1 真鍮棒を $\phi 30 \times 87$ で切断
- 2 両側を端面切削して長さ85にし、両端にセンタードリルで穴加工
- 3 旋盤で $\phi 20 \times 25$ に加工、反対側をフライス盤で深さ1.5mm、 $\square 27$ に加工する。図3
- 4 フライス盤で $\square 19$ 、 $\square 20$ 、 $\square 21$ に加工する。図3の右側
- 5 $\phi 6$ のエンドミルで3か所を4面溝加工 図3の右側
- 6 $\phi 16$ 、 $\phi 10$ のエンドミルで屋根加工。図4 治具を使用して同じ位置に取り付ける。
- 7 $\phi 18$ 部分を旋盤のチャックにつかみ三つ爪旋盤使用のため、下部を $\phi 27$ に加工。
- 8 先端を $\phi 4$ に加工して幅1~2mmの幅の突っ切りバイトで九輪を加工する。
- 9 フライス盤で下部を $\square 19$ に加工する。
- 10 階段を別に作り、締めりばめで接合する。

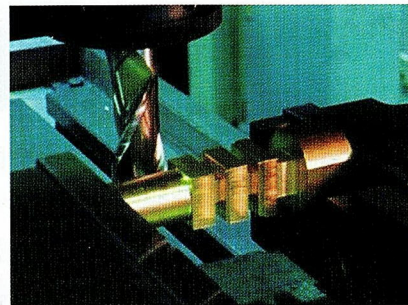


図4 屋根部の加工

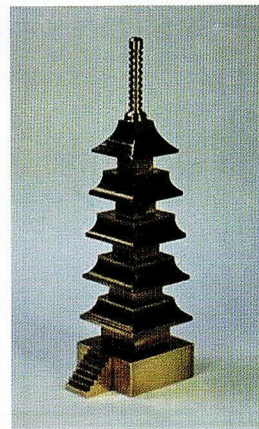
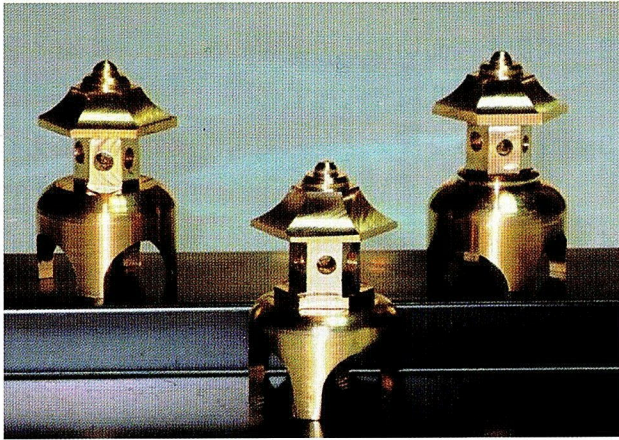


図5 五重の塔

灯籠



三種類の灯籠

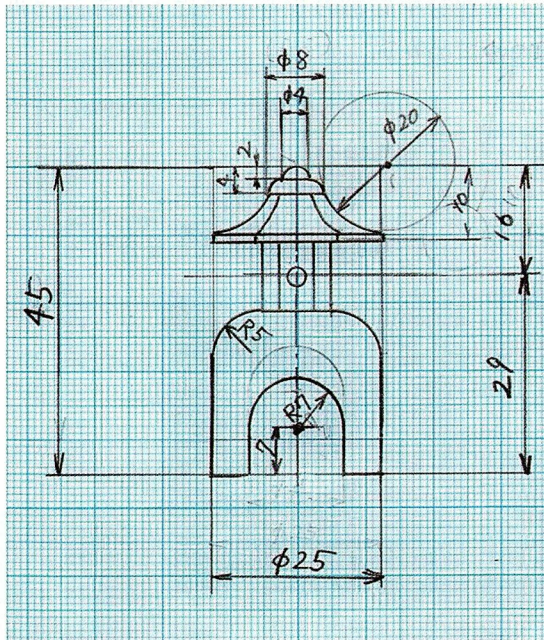


図 1

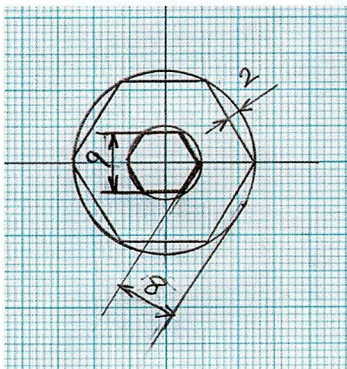


図 2

製作手順

- 1 φ 25 × 47 に切断 (旋盤)
- 2 両端面切削し 45 にする
- 3 φ 8、φ 4 を 2mm 幅に加工
- 4 R2 のバイトでかどを丸くする
完成バイトで R2 のバイトを作る
- 5 φ 10 のエンドミルで図 2 のように深さ 2mm で切削 (フライス盤)
- 6 φ 10 のエンドミルで深さ 8mm に図 3 のように溝切削
- 7 φ 20 のエンドミルで屋根部分を切削
- 8 φ 2.5 ~ φ 3 のドリルで貫通
- 9 R5 のバイトで丸くなるように切削 (旋盤)
- 10 φ 14 のエンドミルで下部の足部を加工 (フライス盤)



図 3 φ 10 のエンドミルで中心部を加工

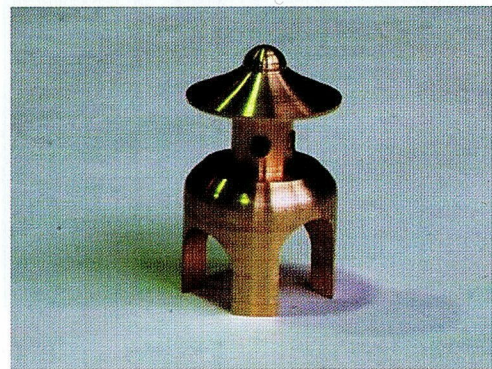


図 4 旋盤だけで製作した灯籠

印鑑ケース

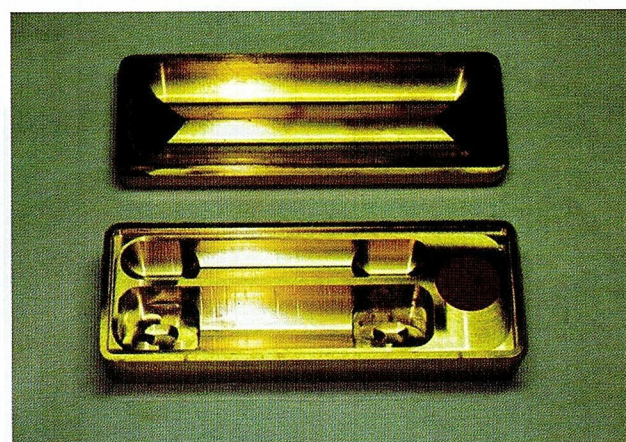
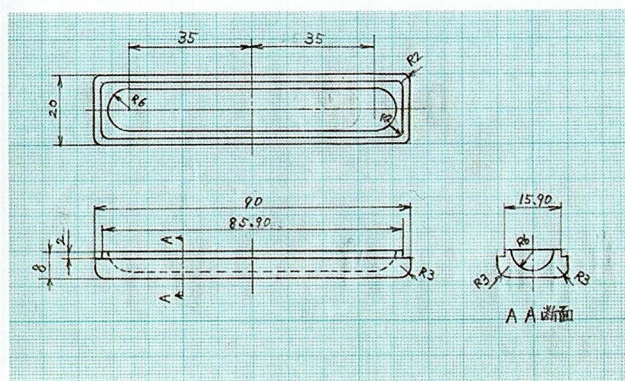
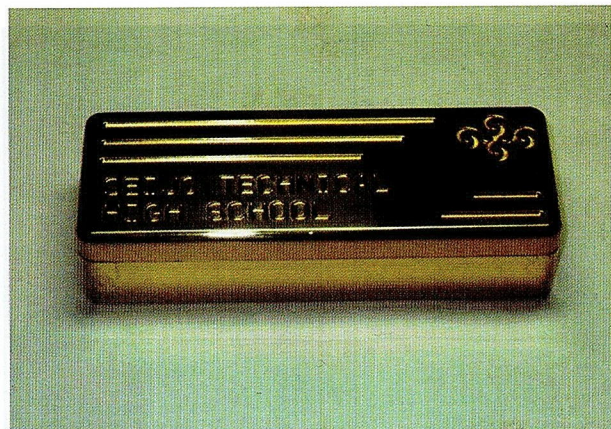
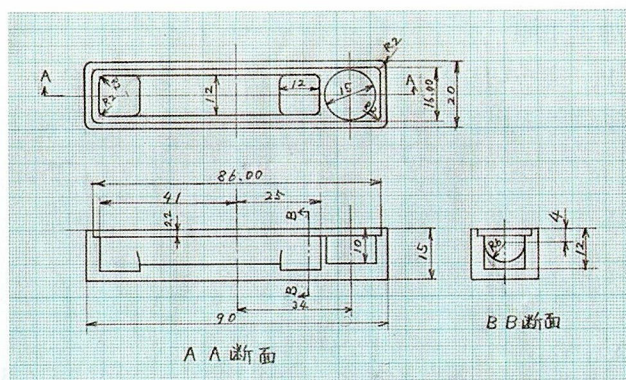


図2 印鑑2本用 40×100×23

φ50の真鍮棒長さ104mmから本体とフタの両方を加工した。数量が多かったので、NCフライスでプログラムを組み加工した。R5とR8のボールエンドミルとφ4平エンドミルを使用。

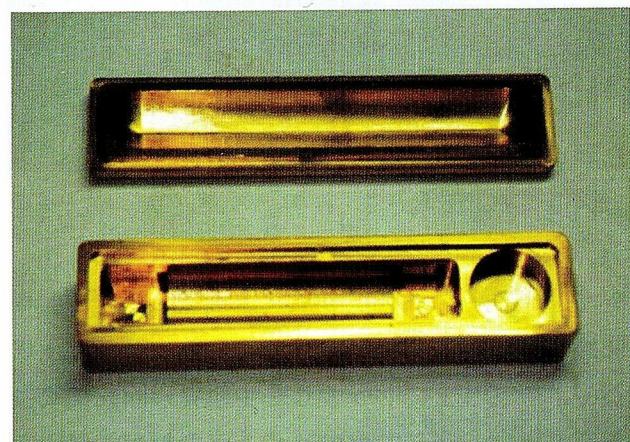
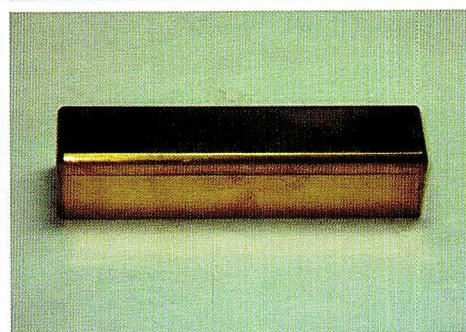


図1 印鑑一本用

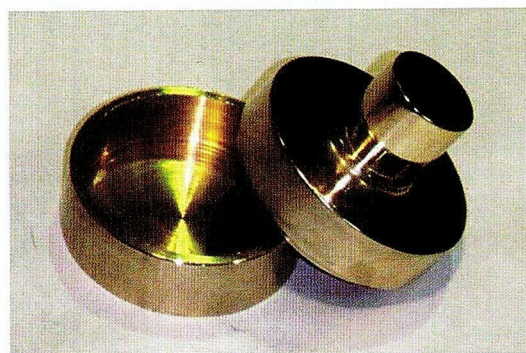


図3 朱肉入れ (旋盤のみで加工)

リング付き一輪挿し



図1 リング付き（2個）一輪挿し

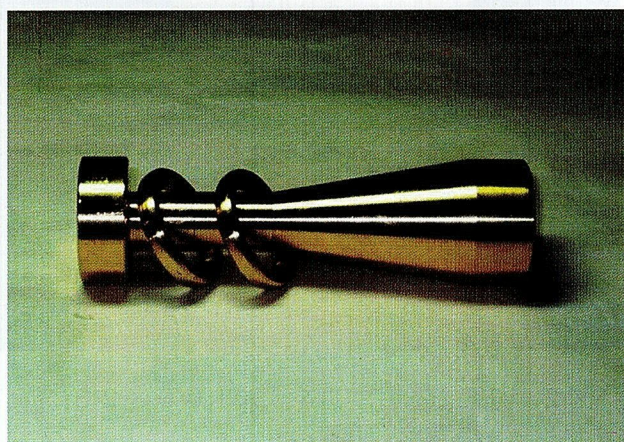


図2 横面

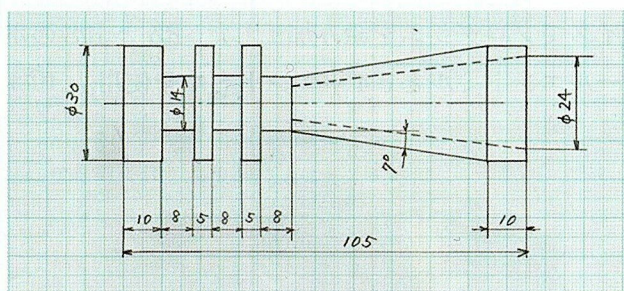


図3 製作図 各角は面取り

加工手順

- 1 突っ切りバイトで溝（三か所）を入れる
- 2 7度のこう配で外側、内側を加工。
- 3 リングの外側を加工（図5の下側の工具）
- 4 リング切り離し用のバイトで左右から切削。
- 5 リングを左右に動かし底面を切削。



図4 リング付き（1個）カップ



図5 加工工具

中ぐりバイトを8mmの溝に入るように研ぎ、両側から切削して切り離す。左側からの切削は上のバイトを逆さまにセットし、主軸を逆回転で切削してもよいし、逆向きのバイトがあれば主軸を正回転で切削してもよい。

一輪挿し、象嵌



図1 一輪挿し (1)

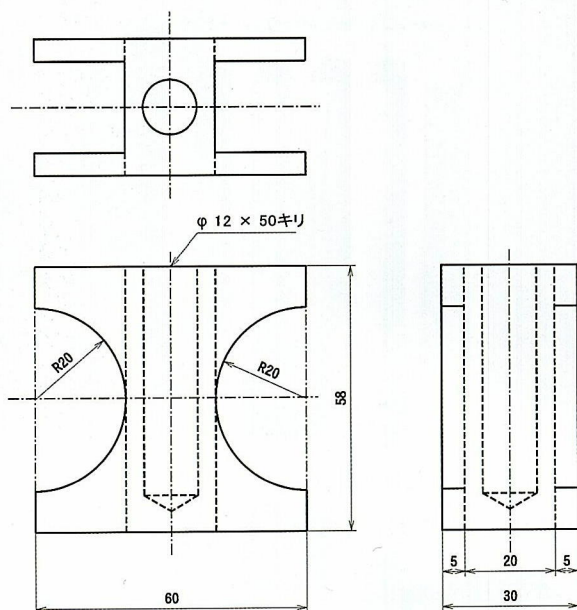


図2 図面
象嵌

ドリルまたはエンドミルで2～3mmの深さに切削し、真鍮や銅の丸棒を穴や溝に入れ、ハンマでたたき込んだ後、上面を切削する。入りやすいように丸棒を旋盤で少しテーパにすると入り易く、締めまりばめにすることができる。溝に銅線や真鍮線を入れると線になる。

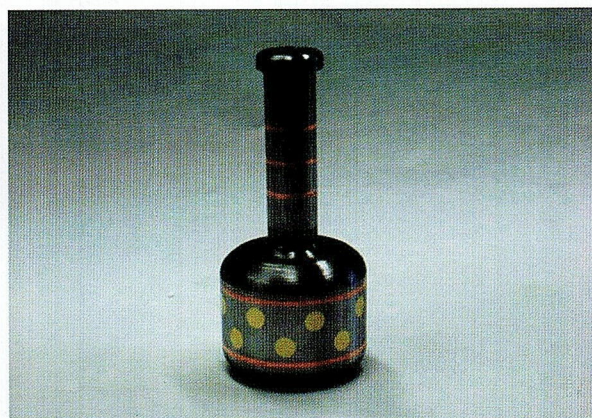


図3 一輪挿し (2) 銅線と真鍮を埋め込む



図4 一輪挿し (3) 真鍮線埋め込む

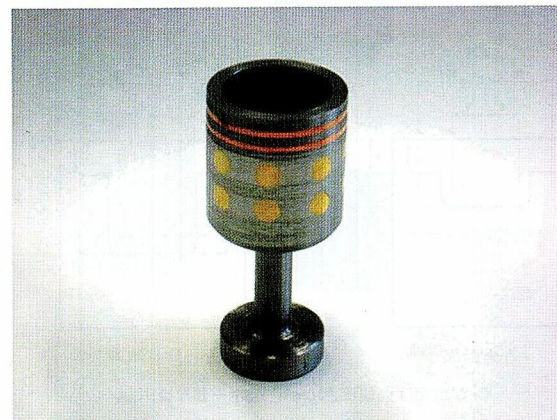


図5 カップ 銅線と真鍮埋め込む

三重格子立方体

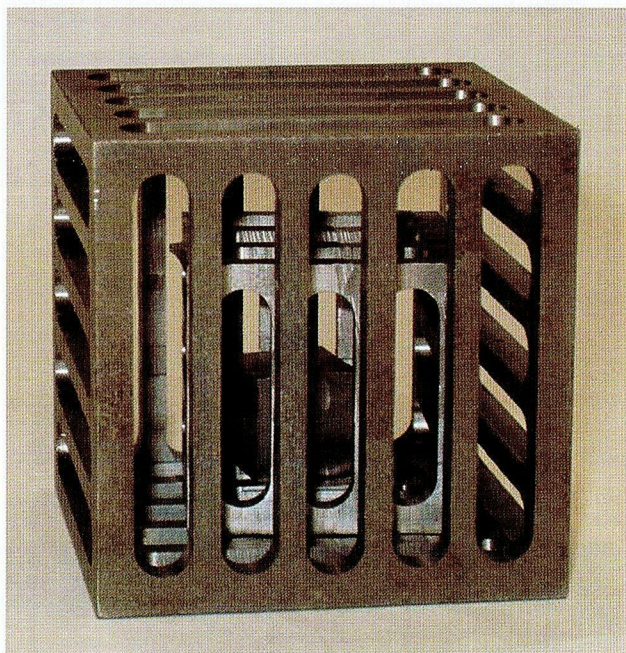


図1 三重格子立方体

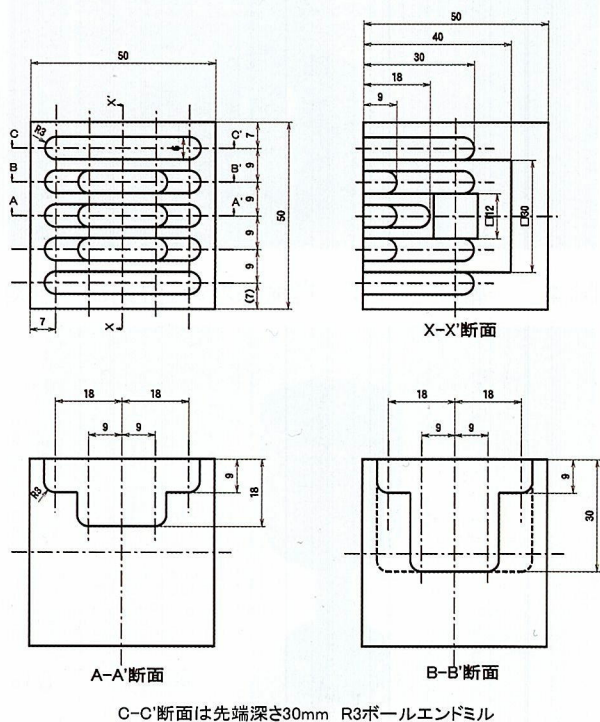


図2 製作図面,R3のボールエンドミルで加工。
平のエンドミルでも加工できる。中間の格子立方
体の加工時には固定に6mmの板を差し込む

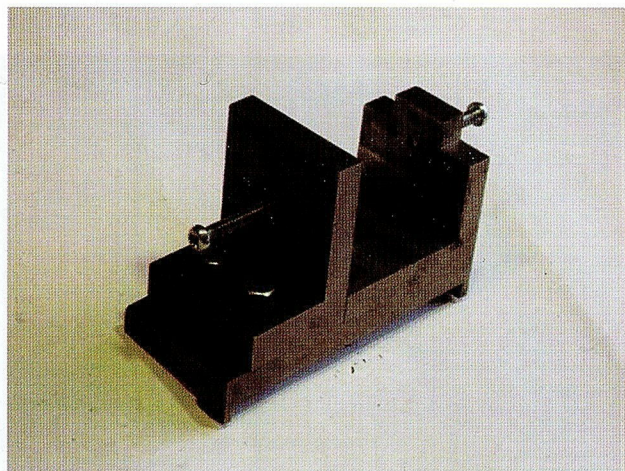


図3 使用した固定用治具

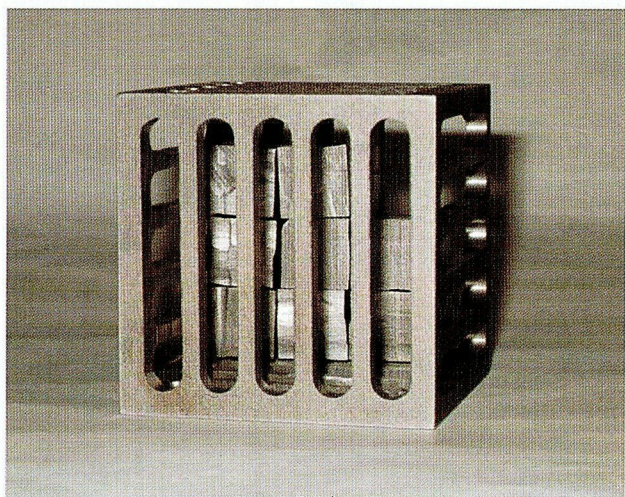


図4 8個入り格子立方体。
8個以内なら数は自由にできる。

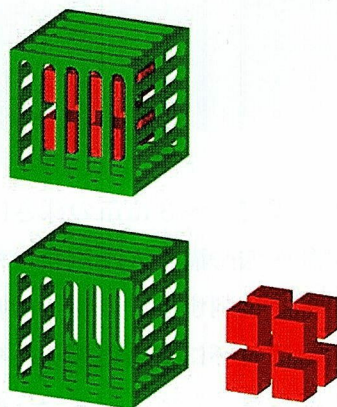


図5 図3の治具を使用して製作

1-8

四重格子立方体

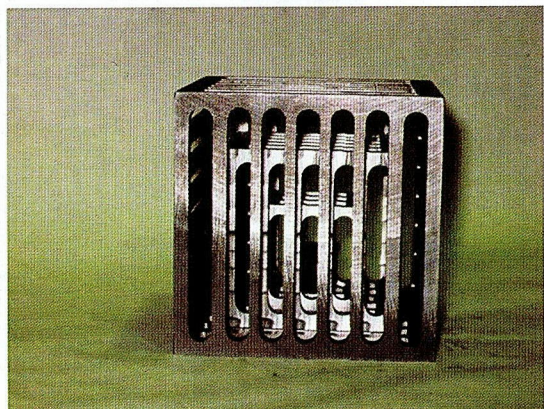


図1 四重格子立方体 鋳鉄、1辺 70mm

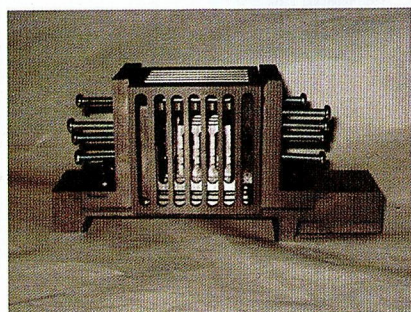
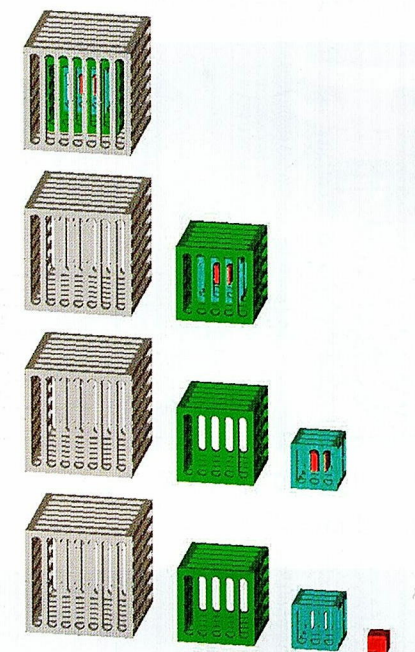


図2 製作中の治具

三重格子立方体、内側の格子の中に□12
の立方体8個入り。治具は図2と同じ。

鋳鉄、1辺 70mm

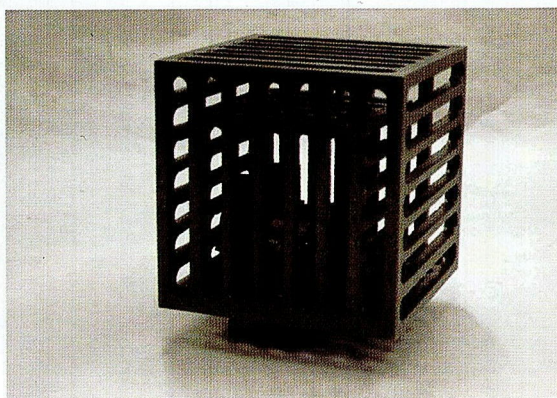


図3 三重格子立方体、内側格子立方体の
中に8個立方体入り

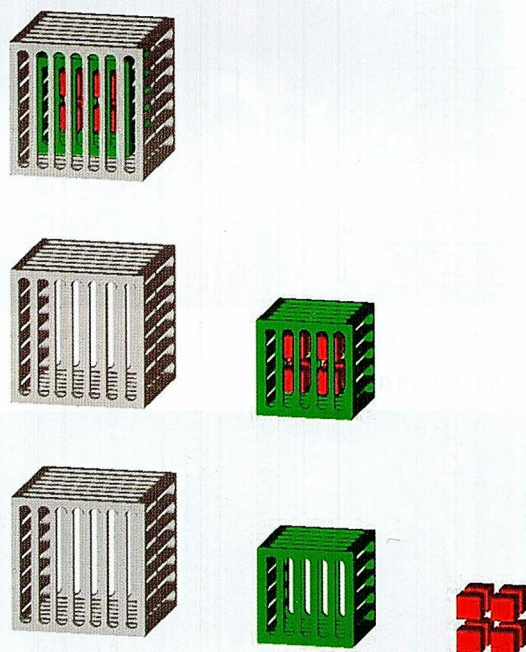


図4 分解図

8個の立方体は8個以内なら希望の個数に
することができる。中間の格子立方体の加
工には 6mm の板を差し込んで固定する。

三重立方体



図1 三重立方体

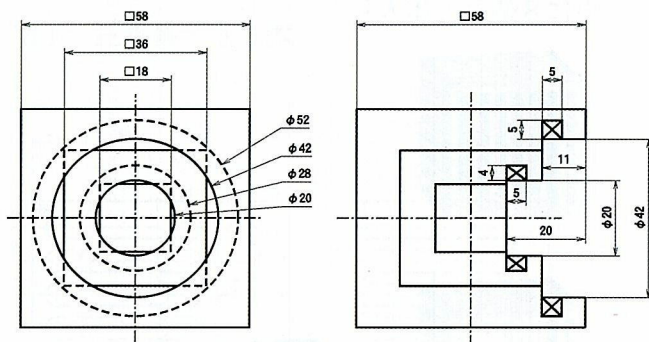


図2 外側58mmの図面例

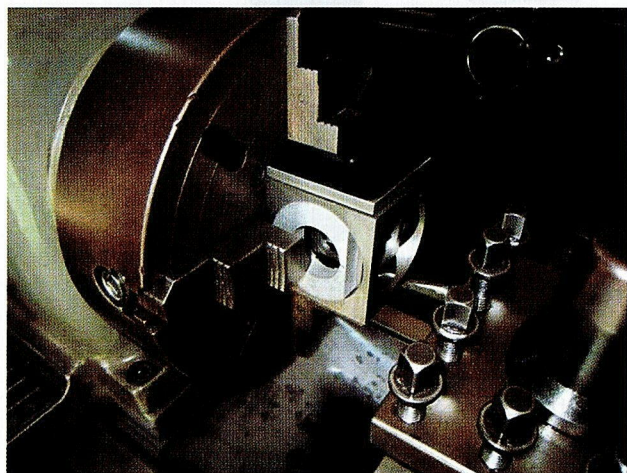


図3 四つ爪旋盤で治具を利用して加工

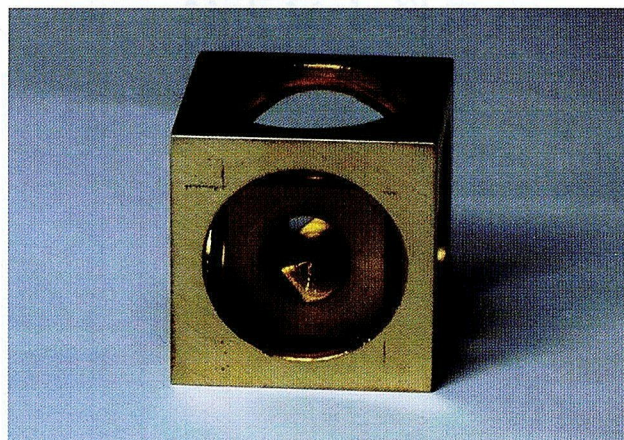


図4 真鍮製

四つ爪の2個で外側を固定し、残りの2個の爪で治具により内側の立方体を固定して加工する。

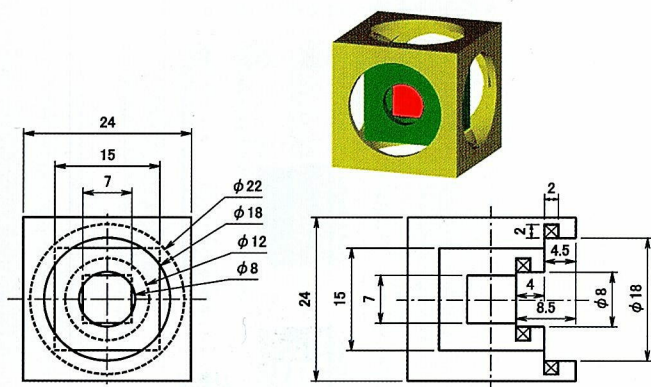


図5 外側24mmの立方体



図6 外側13mm フライス盤だけで加工。ぎりぎりまで加工すれば、中の立方体を外せる

六重立方体

四つ爪旋盤で六重立方体を製作する。爪の長さを考慮して立方体の1辺は85mmとした。チャックを締めて材料を固定する時、いちばん外側の幅の狭いところに爪が来るので、割れを防ぐために、4枚の板を各面にあてて力を分散した。4面を加工し、残りの2面を加工する時は、中心部のいちばん小さい立方体から切り離す。その時、四つ爪の2個で本体を固定し、他の2個の爪で治具を使用して中心部を固定し、縦突っ切りバイトで切り離して行った。切削部分は直接見えないので刃物台のマイクロメータカラーの目盛を見ながら、切削音と手の感触等を頼りに慎重に加工した。二重立方体、三重立方体、四重立方体、五重立方体も製作した。

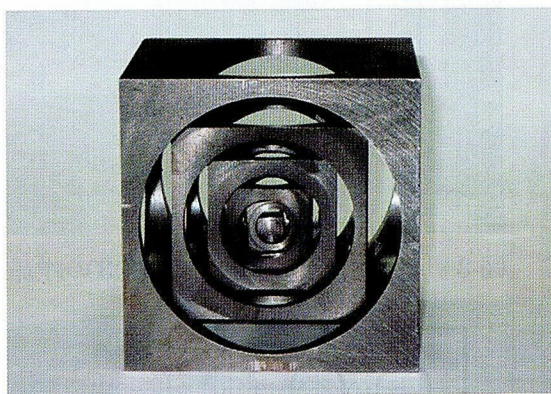


図1 六重立方体（鋳鉄）

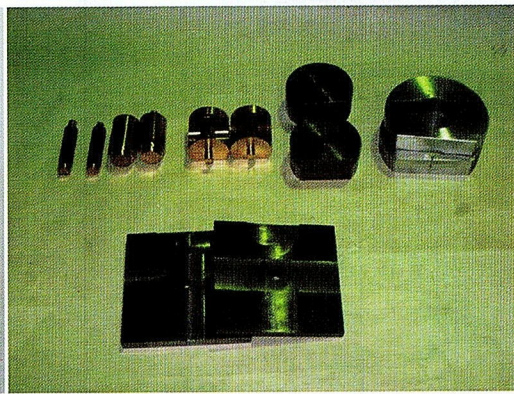


図2 使用した治具

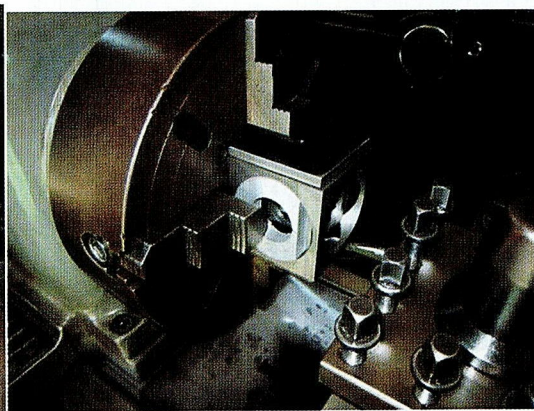
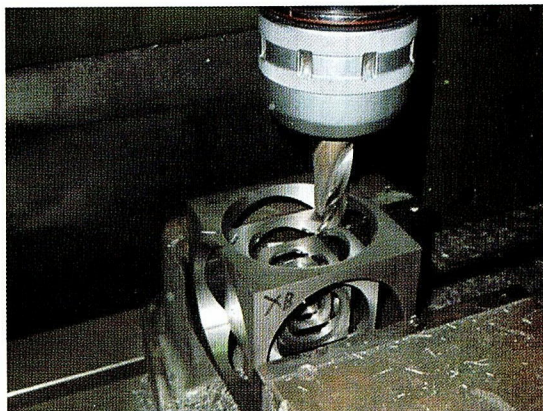
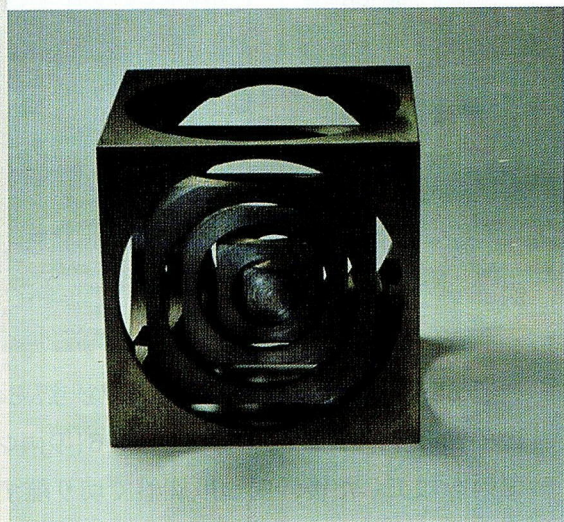
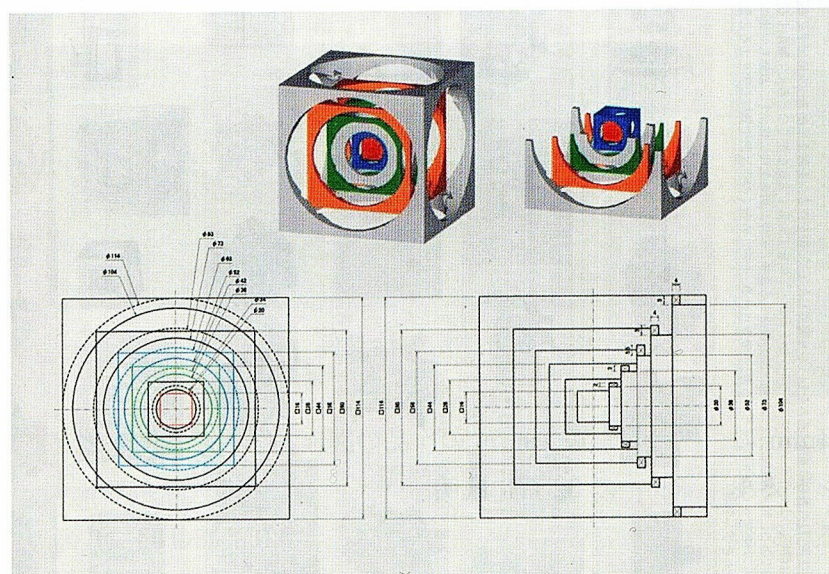


図3 フライス盤で加工したが、すべて旋盤で加工することもできる。下図右は五重立方体。



格子立方体入り立方体

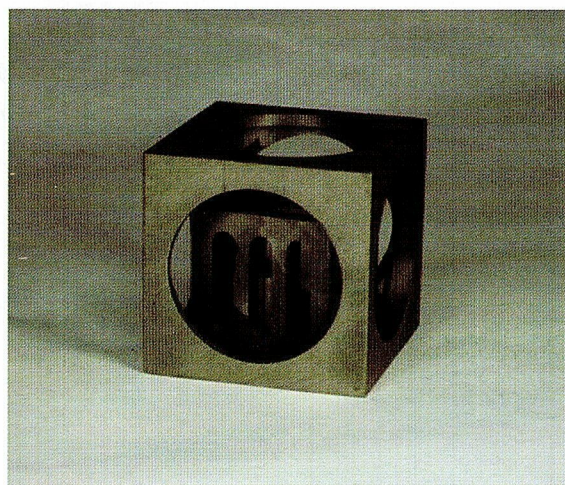


図1 格子立方体入り立方体

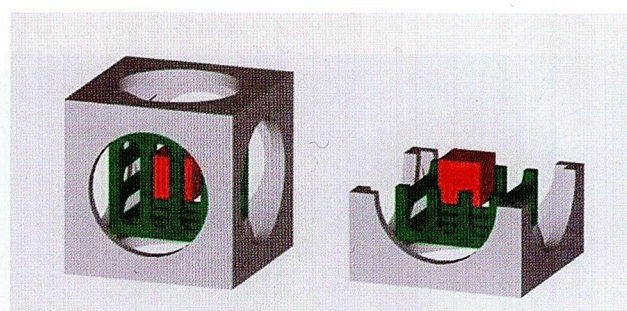
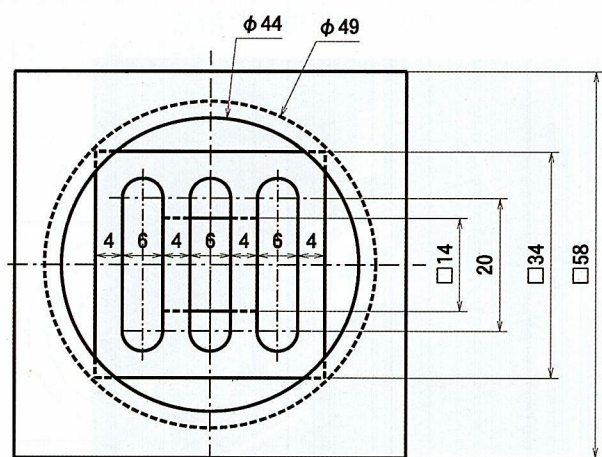


図3 □34、□24、□13の作品

図4 □34の格子立方体、製作図

φ6のボールエンドミルで深さ21mmに加工した。

図2 格子立方体入り立方体の製作図

一辺58mmの立方体の中に図4の一辺34mmの格子立方体が入っている。φ6のエンドミルで中を加工した後、四つ爪旋盤で切り離す。

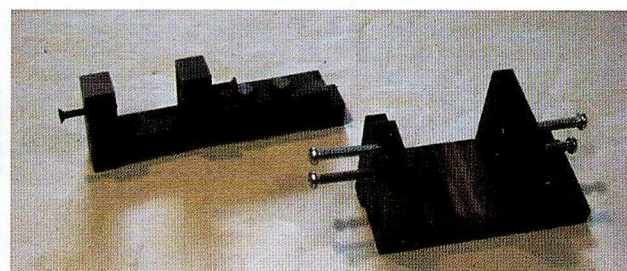


図5 格子立方体用の治具例

⇒ 一辺13mmの作品の図面・作り方はアクセサリーの32頁に説明

1-12

六個組み製作

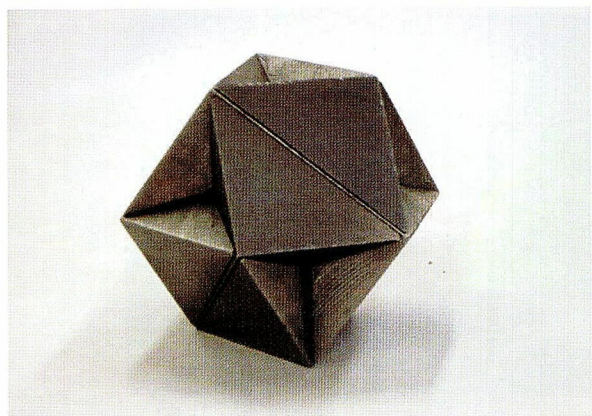


図1 鋳鉄FC250

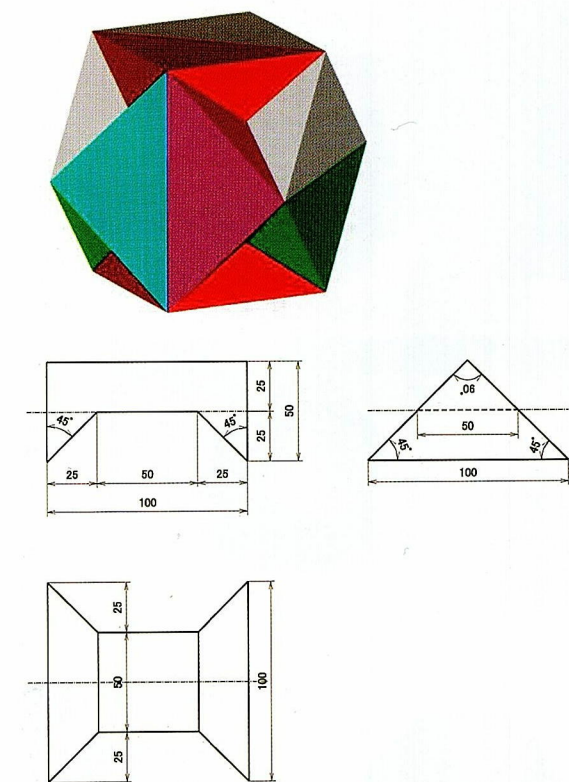


図2 部品図

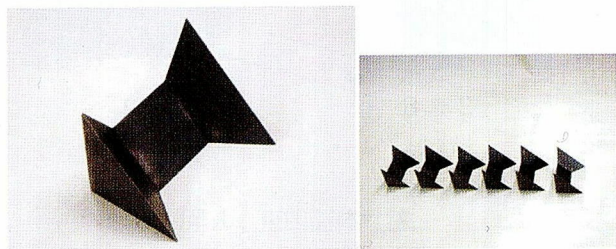


図3 同じ部品6個

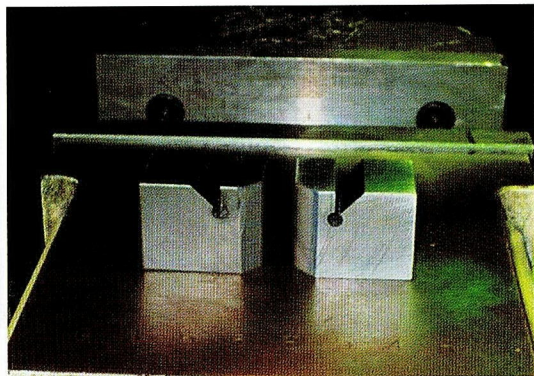


図4 45度の取り付け治具製作

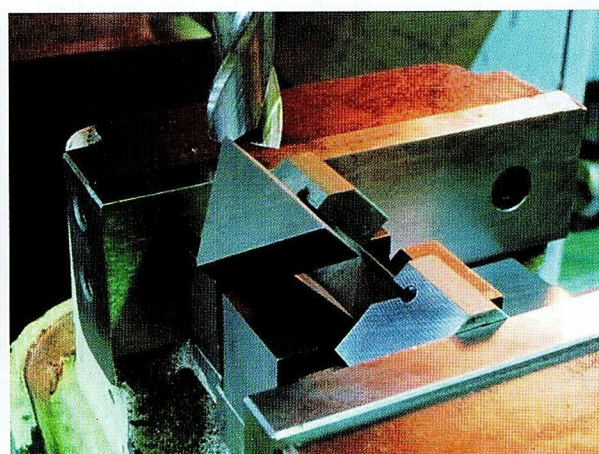
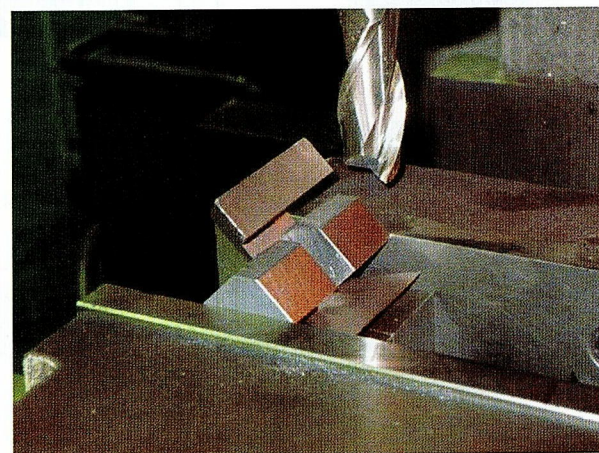


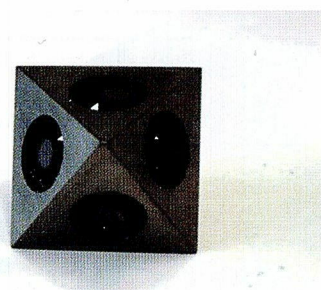
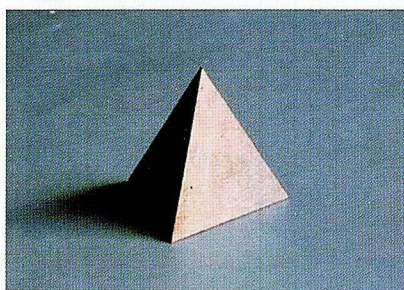
図5 Vブロック3個と治具で固定して取り付け



部品を反転させて反対側を加工して完成
3枚ずつ両手に持って組み立てるが、なかなか困難である。

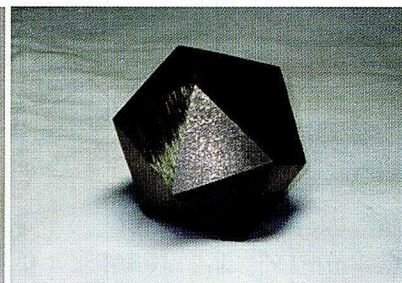
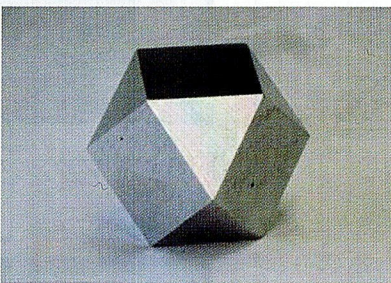
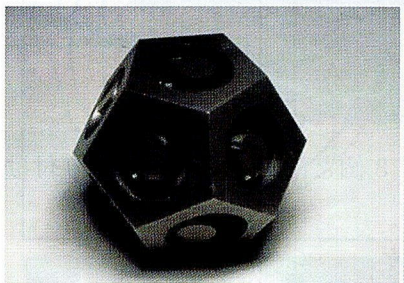
2 多面体の作品

- 2-1 正四面体
- 2-2 正八面体
- 2-3 正12面体
- 2-4 14面体(三角形、正方形)
- 2-5 正20面体
- 2-6 26面体(三角形、正方形)
- 2-7 26面体(正方形、六角形、八角形)
- 2-8 32面体(五角形、六角形) サッカーボール
- 2-9 3層球



2-1

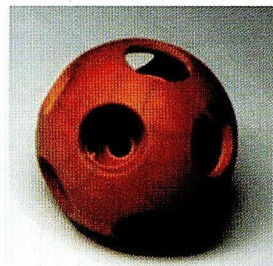
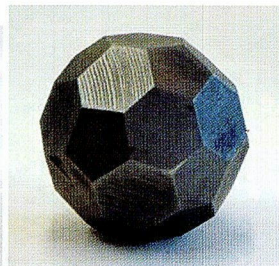
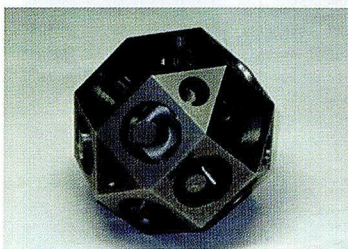
2-2



2-3

2-4

2-5



2-6

2-7

2-8

2-9

正八面体の製作

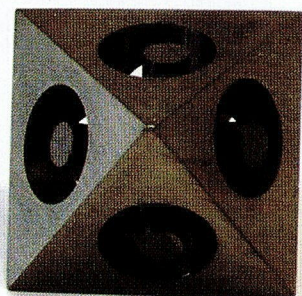


図1 正八面体中抜き

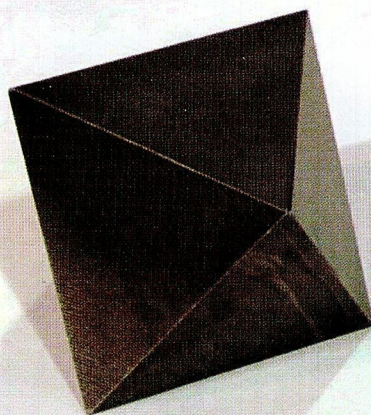


図2 正八面体

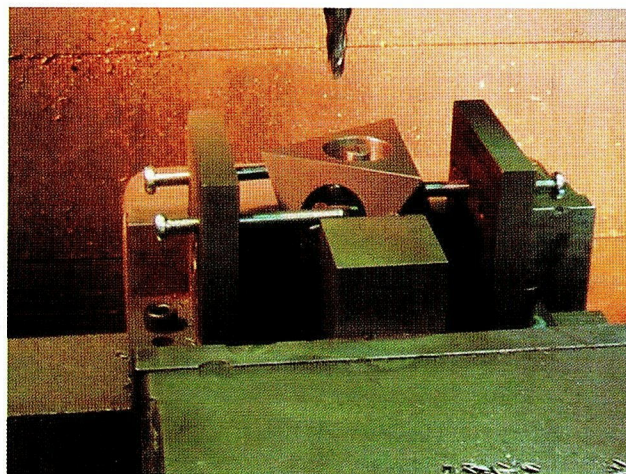
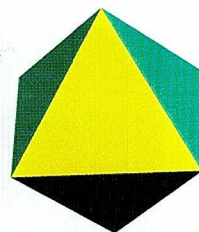
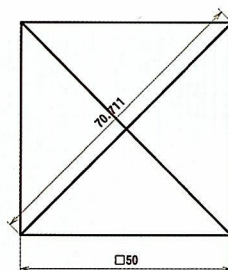


図3 中抜きの時使用した治具、加工は困難



正8面体
正3角形1辺=50mm

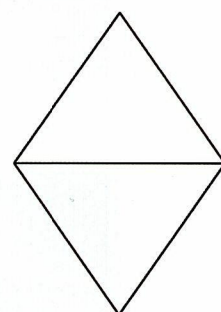
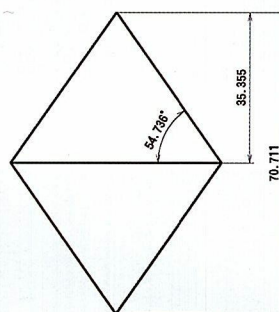


図4 正八面体図面

製作手順

□50×70.7

の鋳鉄の角材から製作

正3角形の1辺の長さ : 50 mm

穴の直径 : 20 mm

穴の深さ ; 14 mm

(13.341 mm以上)

内部の円柱直径 : 8 mm

穴加工はφ6のエンドミルを正三角形の内心からφ14の円周上を円回転して切削加工する。

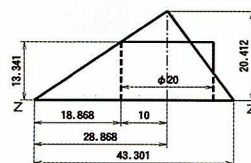
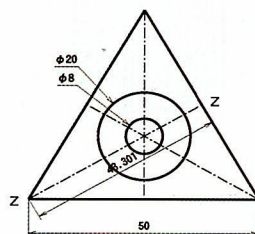


図5 穴深さの計算

中抜きは無理な加工であったので推奨できない

正十二面体

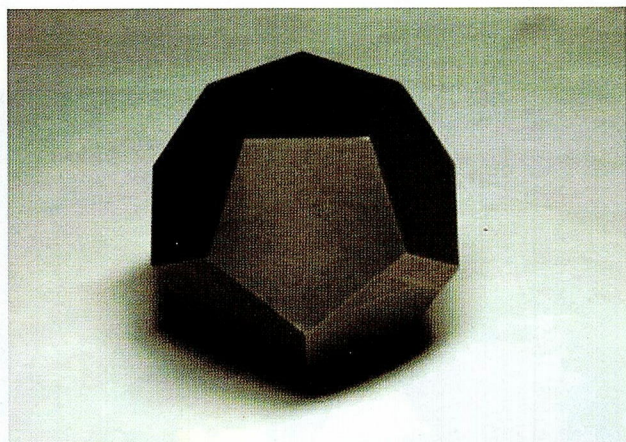
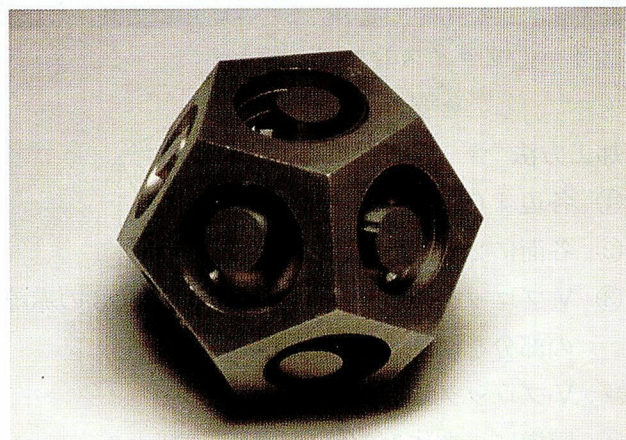


図1 正十二面体 鋳鉄製

図2 正十二面体、中央部分分離
製作方法

鋳鉄の角材から製作。 $\square 60$ の角材を四つ爪旋盤で $\phi 60$ の円柱に加工。図2を参考にフライス盤で円周から切り込み深さ2mmで十角柱にする。その十角柱を長さ48.5に加工して、端面から30mmの所にケガキ線を入れる。図3の図を端面に張り付け、内側の五角形から30mmの所を目分量で平行にして加工する。最後の2面は保持する部分が稜線になるので、 $\phi 10$ で加工した溝の図4の治具を利用して加工する。更に $\phi 5$ のエンドミルで穴径 $\phi 20$ 、深さ10mmで加工すると図2が完成する。

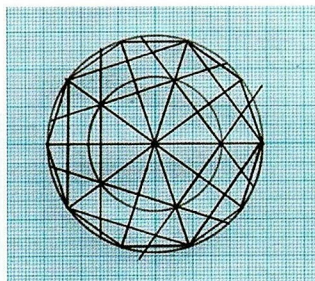


図3 加工用図面

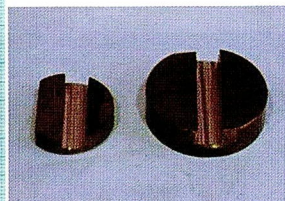


図4 治具

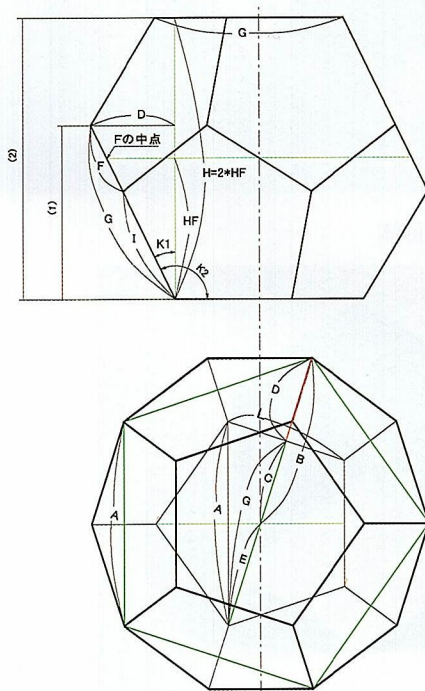


図5 正十二面体図面

図1で $B = 30\text{ mm}$ とすれば各部の寸法は以下のようなになる。

稜線長さ $L = 21.79627584$

$A = 35.26711514$	$B = 30.00000000$
$C = 15.00000000$	$D = 15.00000000$
$E = 18.54101966$	$F = 12.81152949$
$G = 33.54101966$	$HF = 24.27050983$
$H = 48.54101966$	
$K1 = 26.56505118^\circ$	$K2 = 116.56505118^\circ$
$(1) = 30.00000000$	$(2) = 48.54101966$

1 4 面体

(三角形、正方形)

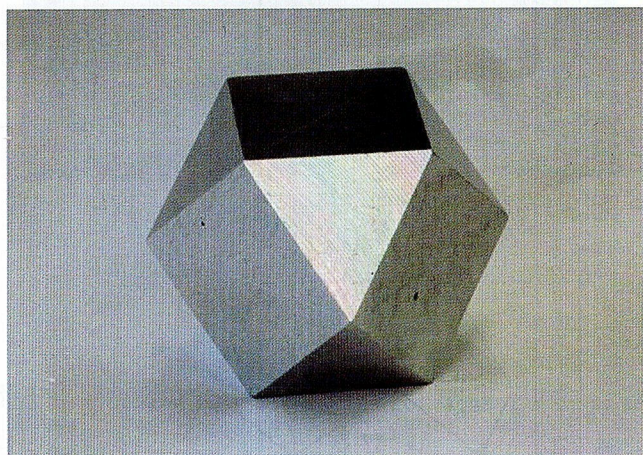


図1 1 4 面体

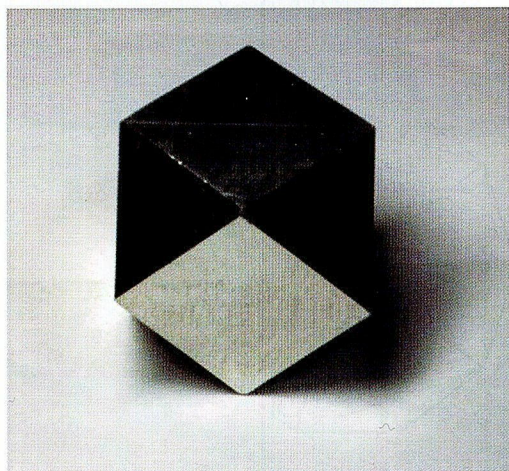


図2 1 4 面体 側面

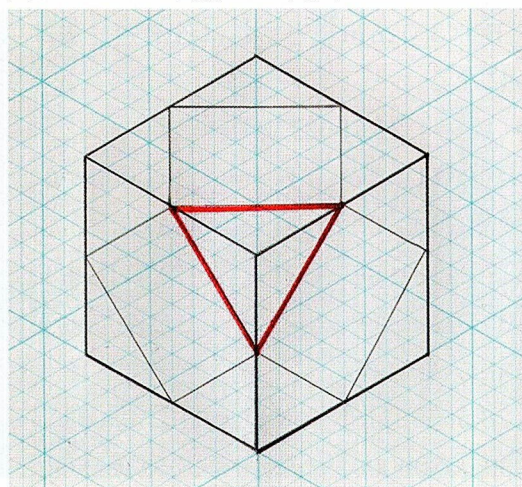


図3 1 4 面体図面



図4 フライス盤加工

加工方法

- ① 各辺40mmの立方体から製作。
- ② 各面に20mmの所に線を引く。
- ③ Vブロックで両サイドを固定して、図3の赤線の部分を切削する。図4参照
Vブロック4個で固定する。
- ④ 同様に立方体の各角を8か所切削する。

加工は比較的簡単である。

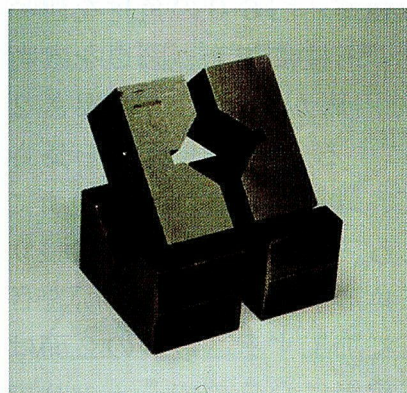


図5 Vブロックの組み合わせ

正20面体

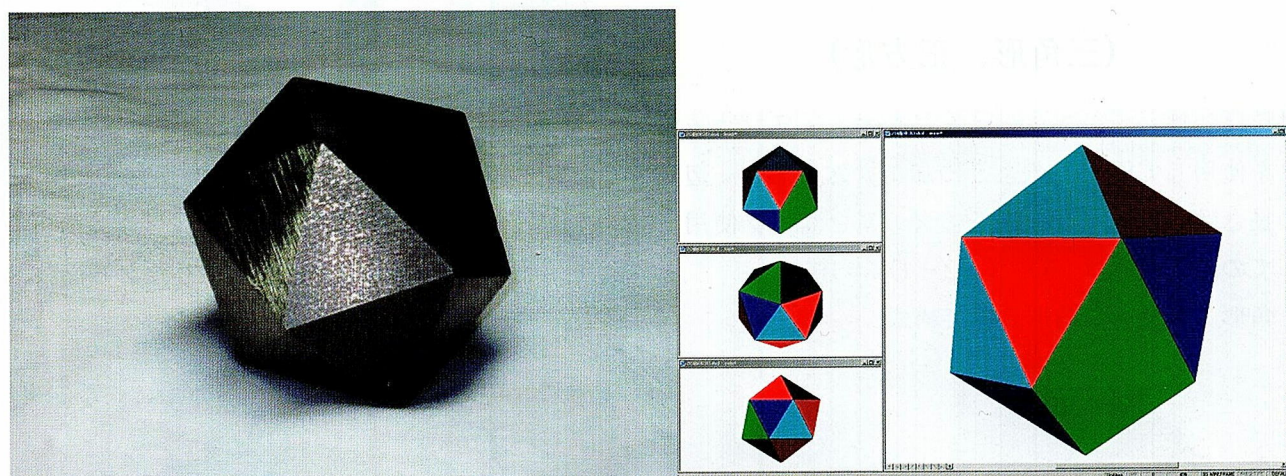


図1 正20面体

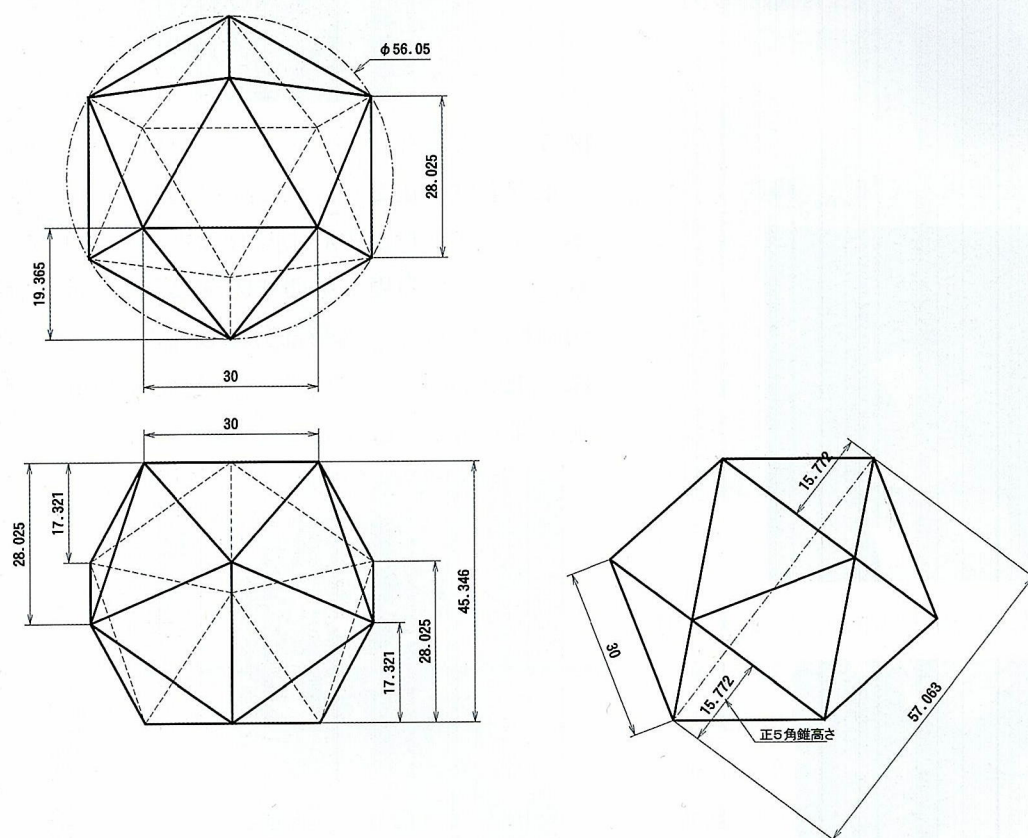


図2 設計図

製作工程 $\phi 56$ の円柱から加工、目分量の加工になるので困難。教材としては無理がある。

26面体の製作

(三角形、正方形)

材料は鋳鉄。一辺50mmの立方体からVブロックを使用して図1のように加工。六角形の辺の長さは $50 \times (\sqrt{2}-1)$ となる。Vブロック使用しての切り込みは $25 \times (\sqrt{2}-1) = 10.35$ 4角形18個、三角形8個で構成。

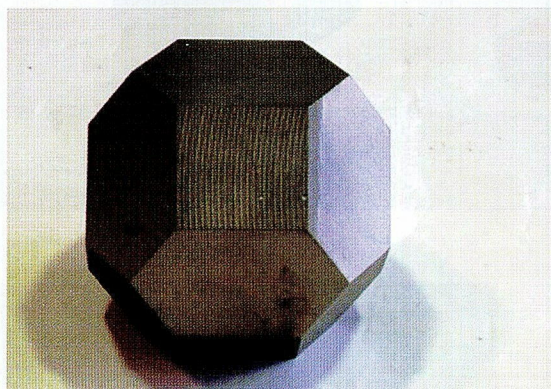


図1 Vブロックを使用して加工、鋳鉄

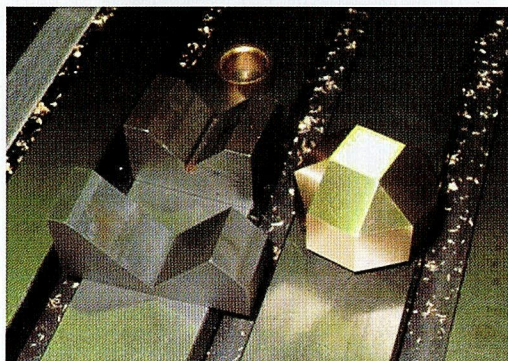


図2 使用する治具

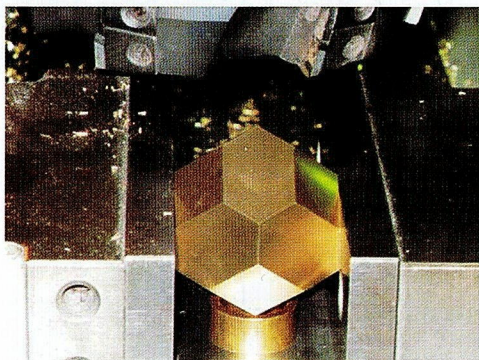


図3 フライス盤で三角錐部分を加工

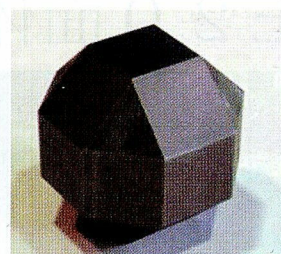
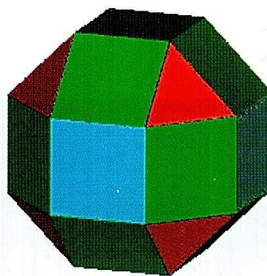


図4 図1の三角錐の部分を加工した26面体

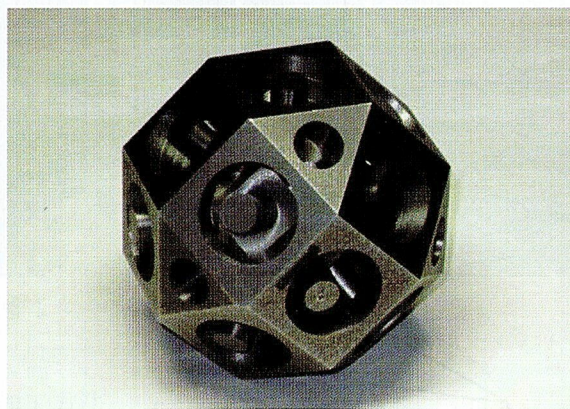


図5 丸溝加工 中央部分は分離

正方形は一辺20.6mmの部分を $\phi 5$ のエンドミルで正方形の中心よりR5.5(穴径は $\phi 16$ になる)の円周上を切り込み深さ12.5mmまで切削加工する。三角形部分は $\phi 8$ のエンドミルで深さ12.5mmまで穴切削。回転速度 2000min^{-1} 、送り $46\text{mm}/\text{min}$

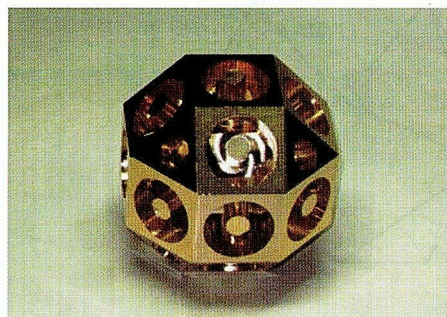


図6 26面体 真鍮製

$\phi 50 \times 46$ の丸棒から加工の場合、円筒から2mmずつ切削。正方形部分の穴径は $\phi 15$ 、深さ11mm、三角形部分の穴径は $\phi 7$ 、深さ11mmに加工する。上下寸法46mm

26面体

(8角形、6角形、4角形)

8角形6個、6角形8個、4角形12個で構成。

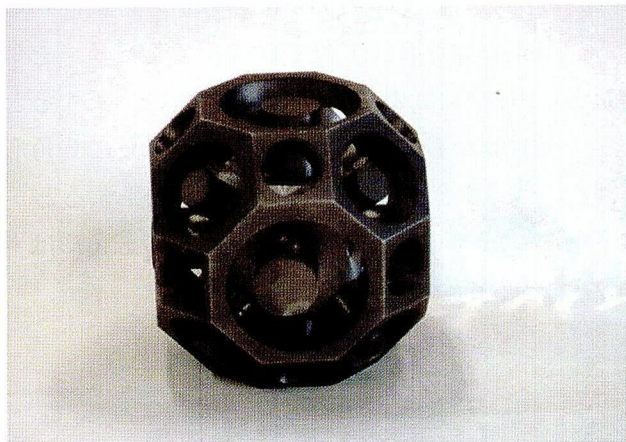


図1 26面体

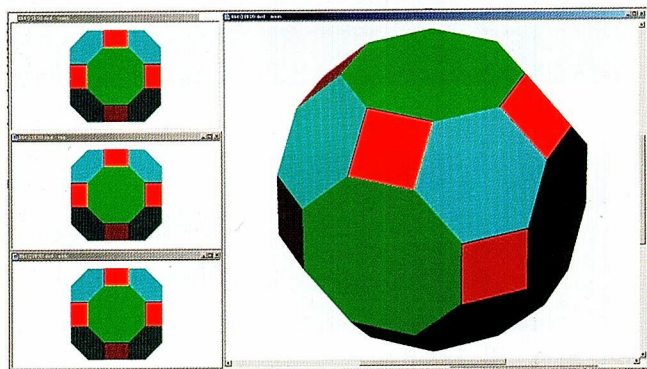
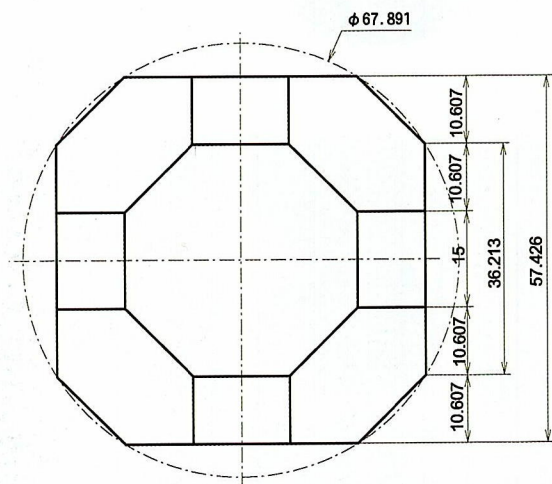


図2 図面

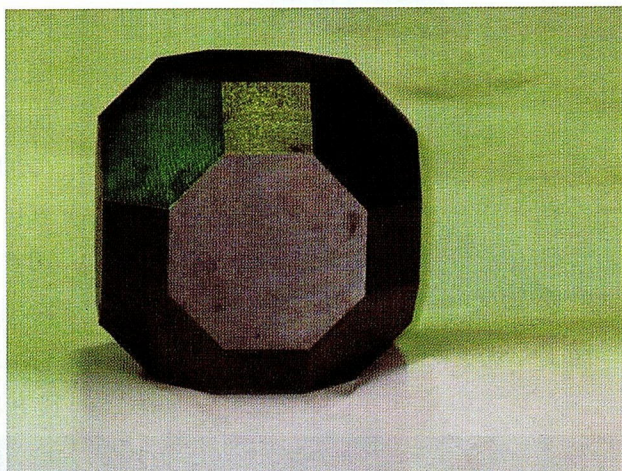


図3 溝加工前

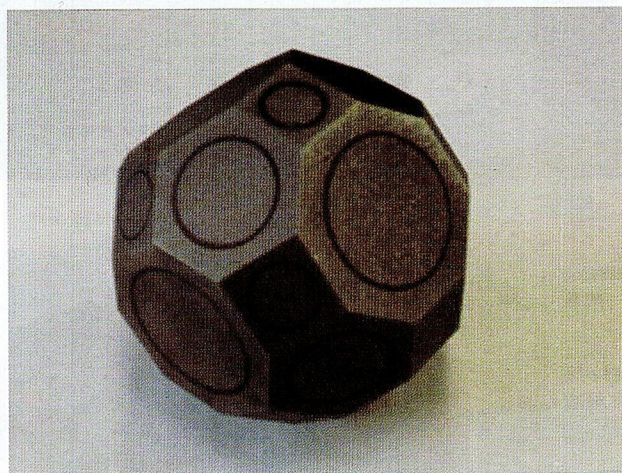


図4 丸印をガイドに切削

図1のように中を切り離すには
 八角形の部分にφ8のエンドミルでR11、深さ13
 で回転切削(図4の円はφ30)
 六角形の部分にφ6のエンドミルでR7、深さ14
 で回転切削(図4の円はφ20)
 四角形にφ12のエンドミルで深さ12に加工
 (図4の円はφ12)

3 2 面体(五角形、六角形) サッカーボール

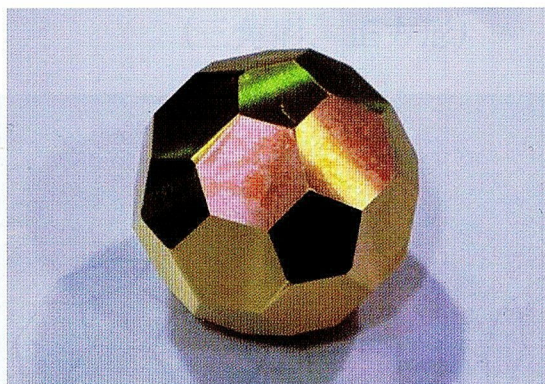


図1 サッカーボール、1辺10mm

加工手順

φ50の真鍮を旋盤でφ48.8mm、長さ46.5mmにする。
次に図2のように端面に加工図面を張り付ける。

図2、図3のようにトースカンで線に沿って平行にし、端面の五角形の辺から円柱上の13.4mmのけがき線に向かって加工する。図4の加工面に1辺10mmの正六角形を張り付け端面から円柱の30.2mmのけがき線まで加工すると図6になる。反対側からも同じように加工し、更に六角形を張り付ける。残った図7の五角形の部分を加工すると

図1のサッカーボールになる。一辺10mmの五角形は半径8.5mmの円から作図する。

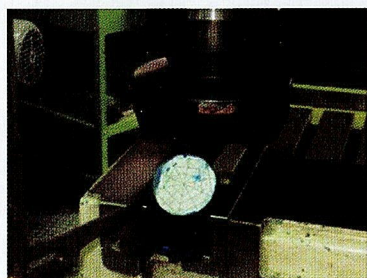


図2

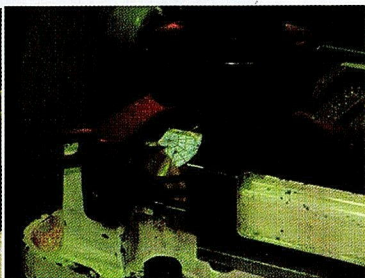


図3

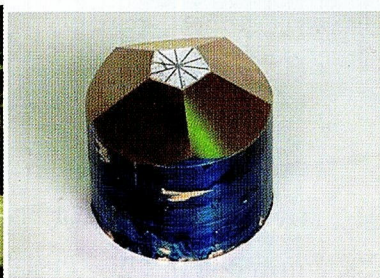


図4

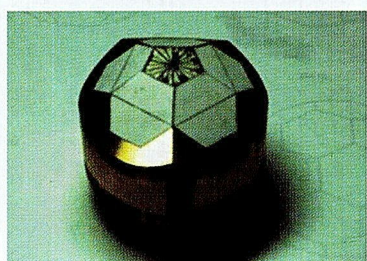


図5

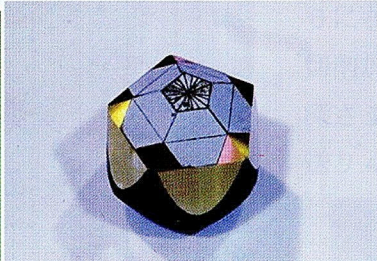


図6

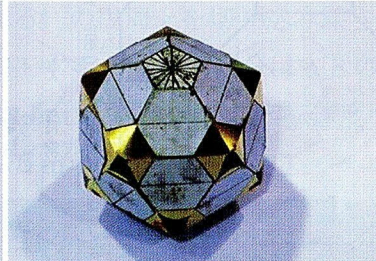
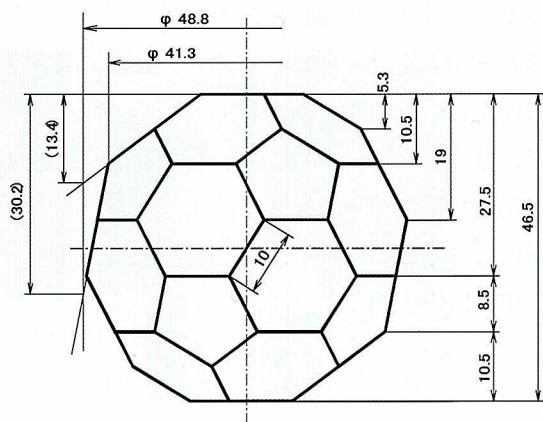


図7



この32面体は六角形20面と五角形12面の合計32面で構成されている。加工困難。

三層球

球を三層に加工する。材料はサイコウッド。φ40の球に12個の穴をあけ汎用旋盤で三層に分離。



図1 三層球 外側φ40(φ14の穴)、φ30(φ11の穴)、φ20(φ4の穴)の球 図4を参考に穴の位置を決める

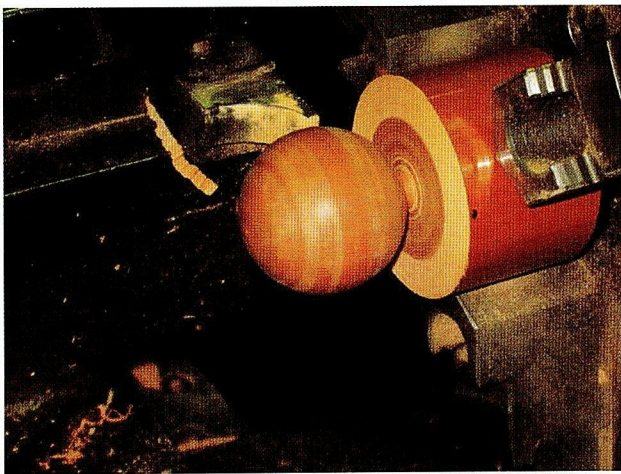


図2 球の加工



図3 球を固定する治具と切り離し用のバイト

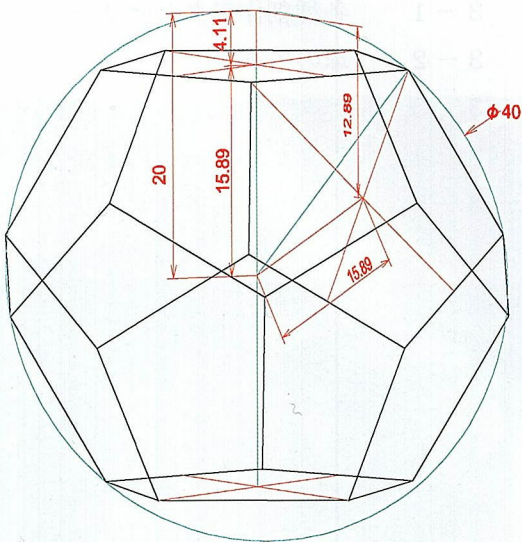


図4 正12面体の図面

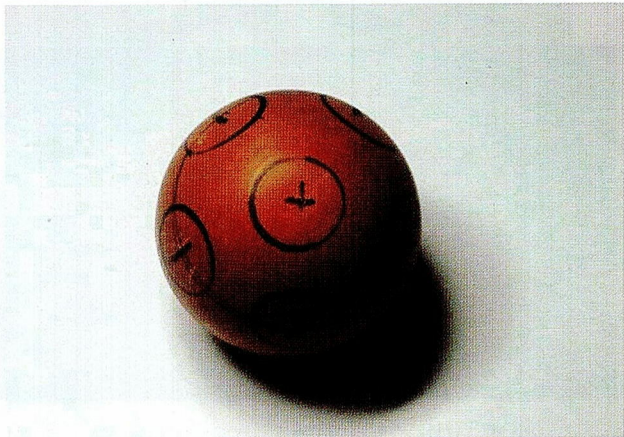


図5 穴の位置

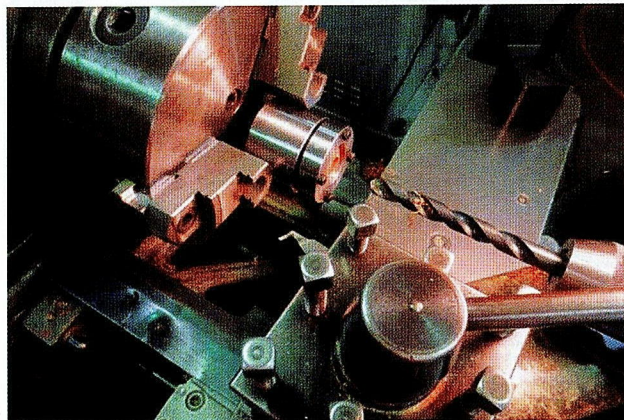
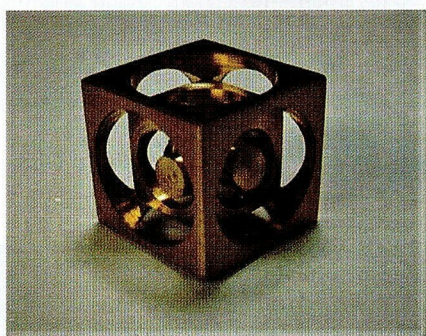


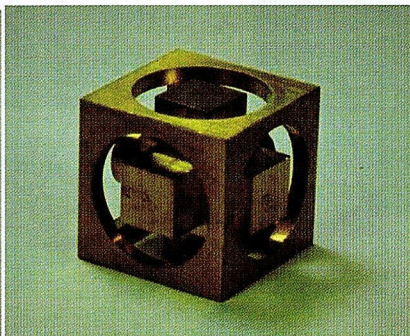
図6 穴あけ・手前のバイトで切り離し加工 刃物台の角度37度

3 創作アクセサリー

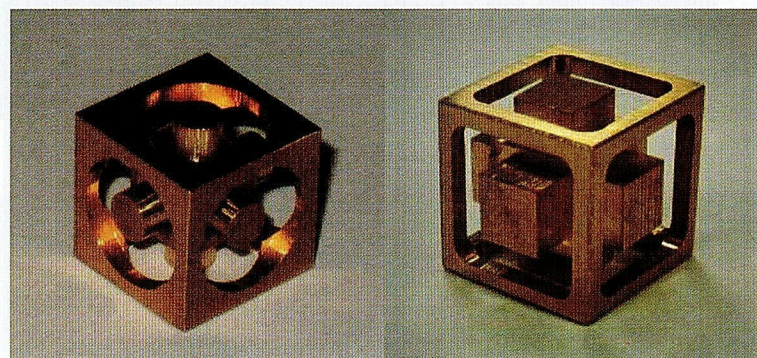
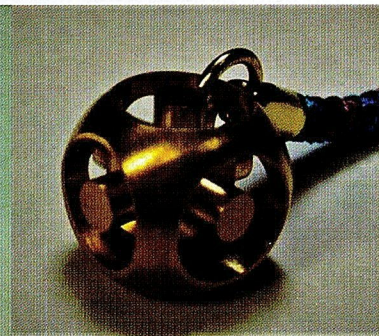
- 3-1 各種創作アクセサリー
- 3-2 球のアクセサリー
- 3-3 アクセサリー、丸、四角
- 3-4 アクセサリー、格子立方体
- 3-5 ひょうたんアクセサリー



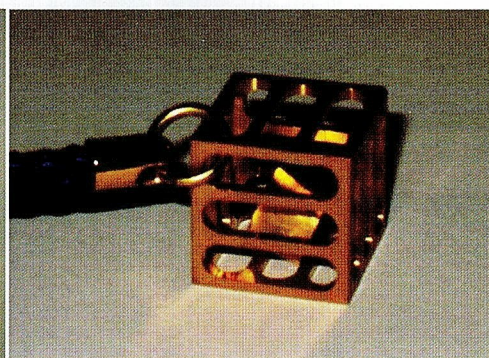
3-1



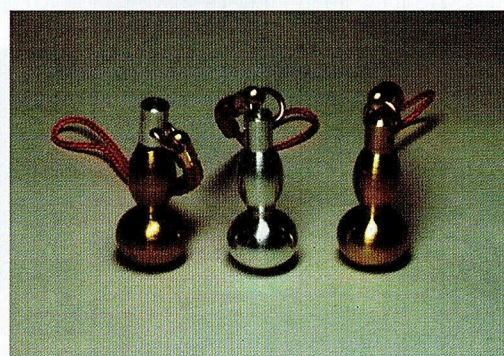
3-2



3-3



3-4



3-5

各種創作アクセサリー

旋盤と簡易 NC フライス盤で製作。

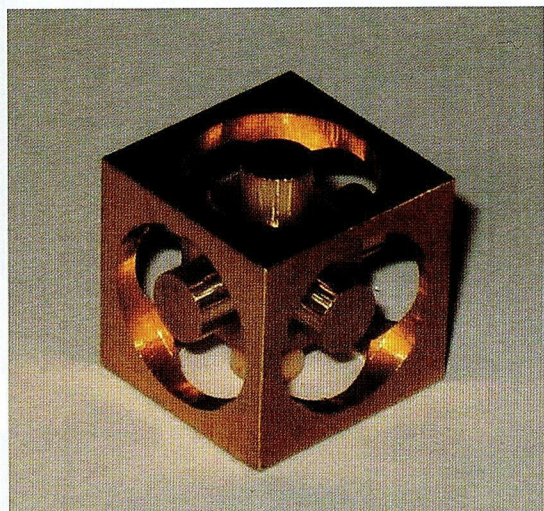


図1 丸に丸型

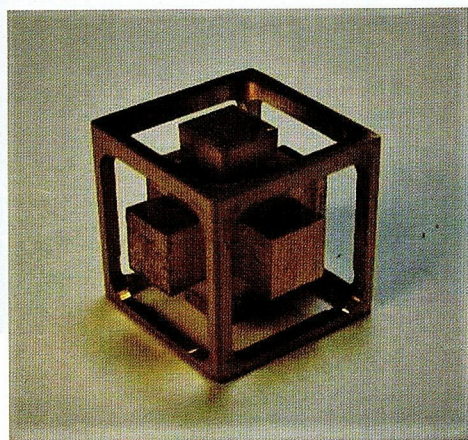


図2 四角に四角型

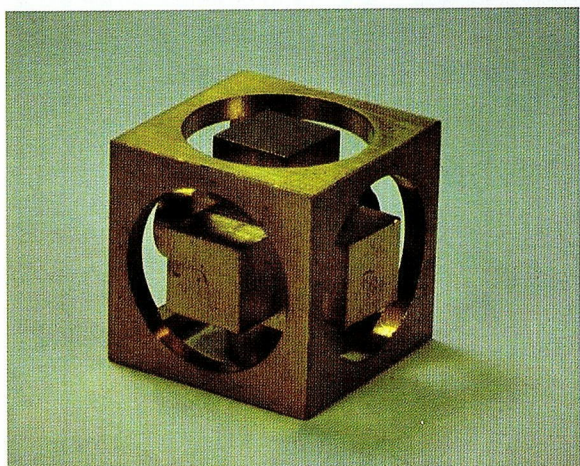


図3 丸に四角型 ⇒81 頁に説明



図4 格子立方体の中に立方体

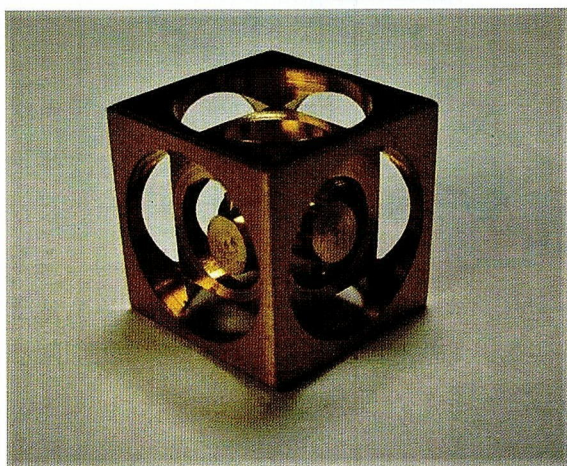


図5 立方体の中に立方体、その中に丸型



図6 球の中に丸型

球のアクセサリー製作

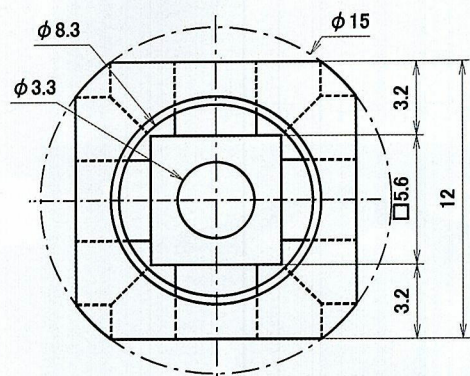
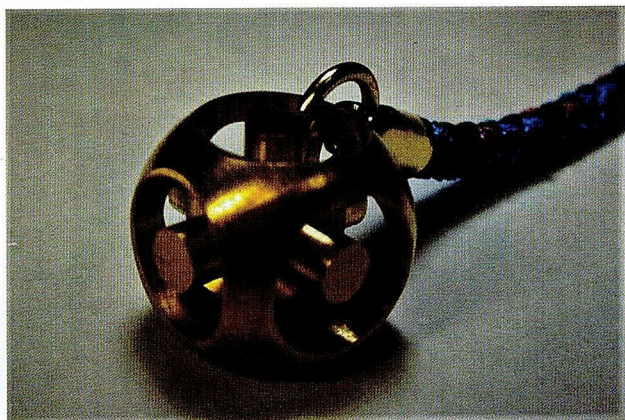


図1 球アクセサリーと図面

$\phi 2.5$ エンドミルを深さ 3.2、半径 2.9 で円切削

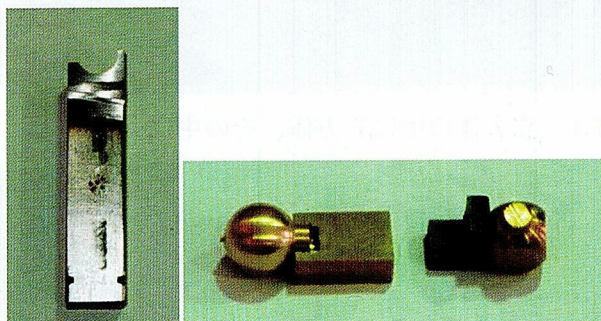


図2 S45C で自作し焼入れしたバイトと球の一部を切削し六面体にする治具

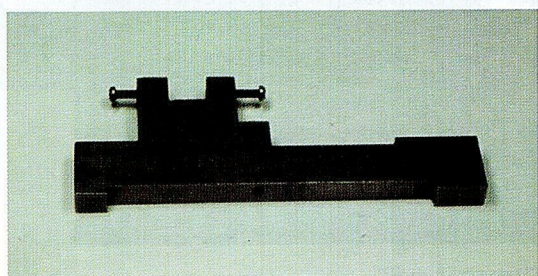


図3 12mm用の治具

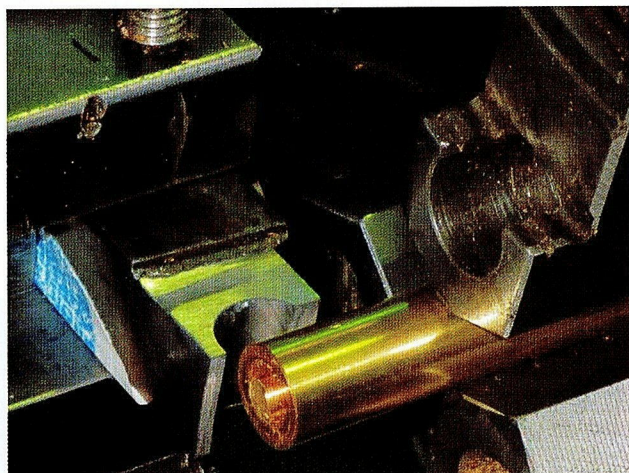


図4 $\phi 15$ の真鍮丸棒、 150 min^{-1}

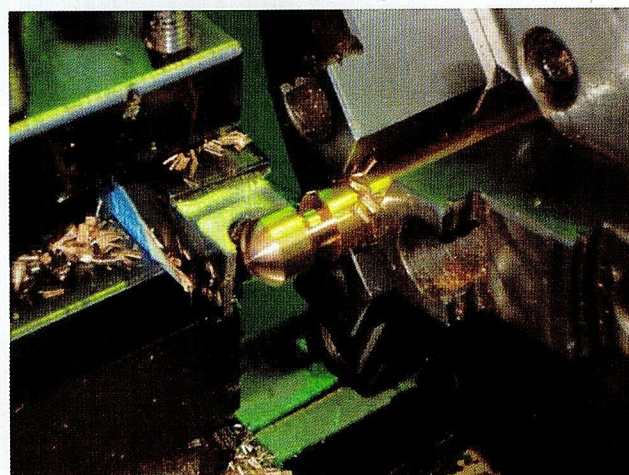


図5 球に加工途中



図6 球に加工後、金ノコで切り離す

図2の右図のように1.5mm切削し、15mmを12mmになるように一部分を切削して6面を出す。最後に簡易NCフライス盤で円切削する。

アクセサリ

立方体に丸、立方体に四角

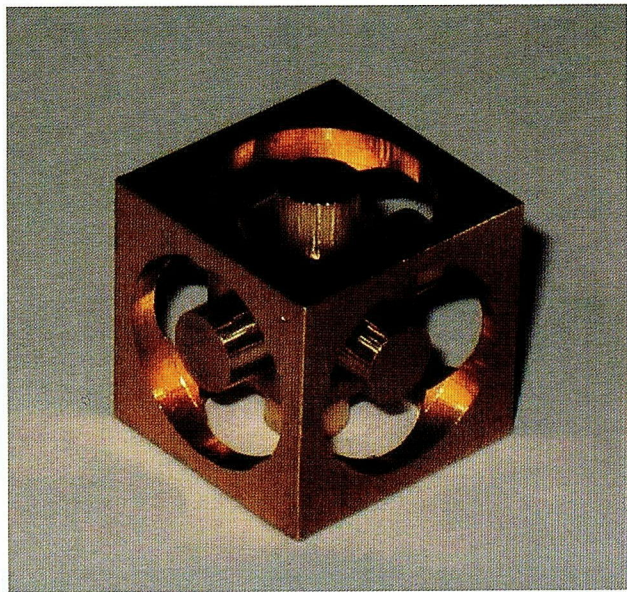


図1 立方体に丸型

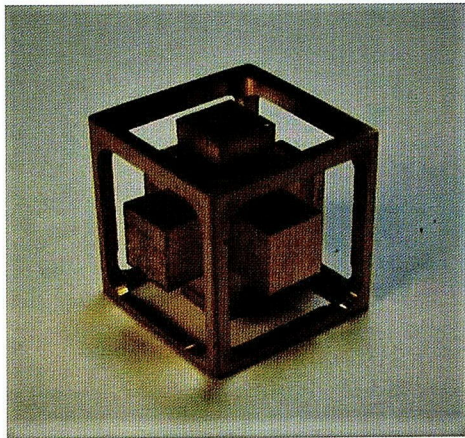


図2 立方体に四角型

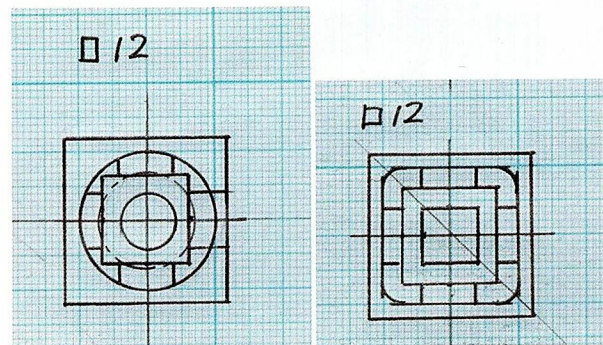


図3 それぞれの正面図

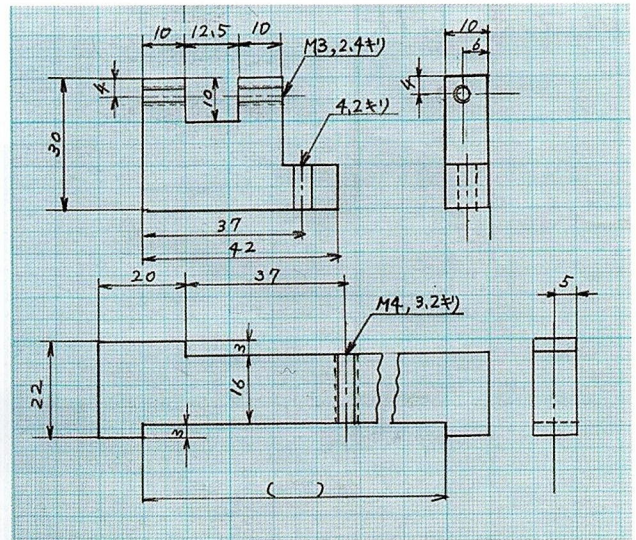


図4 治具図面 治具写真は32頁参照

製作工程

丸型アクセサリ (簡易 NC フライス盤で加工)
 $\phi 3$ のエンドミルで中心より R3.3 で円回転切削
 する。深さ 2.75、回転速度 1800min^{-1}
 送り速度 34mm/min

(注) 治具を使用すると旋盤でも加工できる。

四角アクセサリ

$\phi 3$ のエンドミルで直線切削、深さ 2.5mm
 中心を (0, 0) とする。

(3.5, 3.5) (3.5, -3.5) (-3.5, -3.5) (-3.5, 3.5)
 (3.5, 3.5) の順に直線切削する。

参考作品



図5 三角柱アクセサリ

3-4

アクセサリ

格子立方体

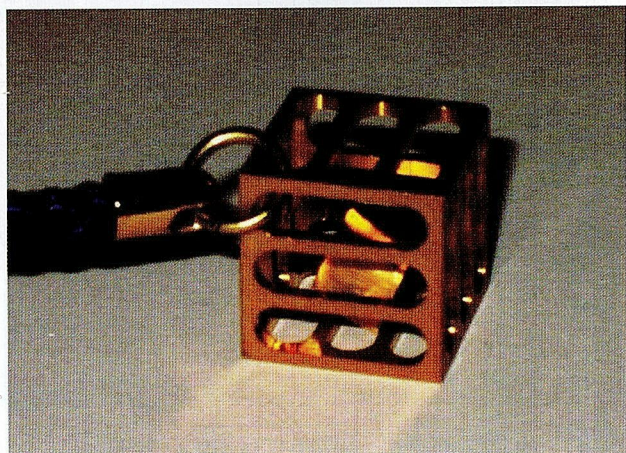


図1 格子立方体の中に立方体

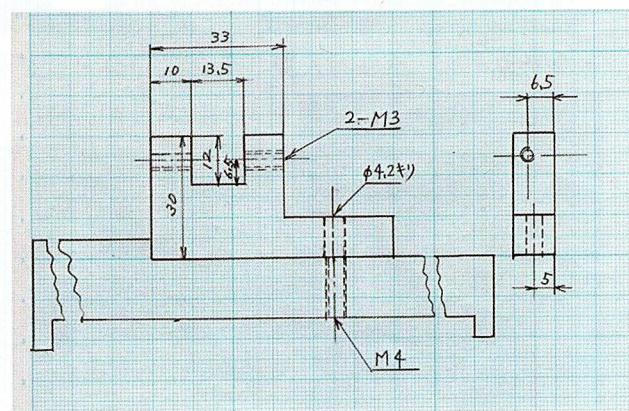
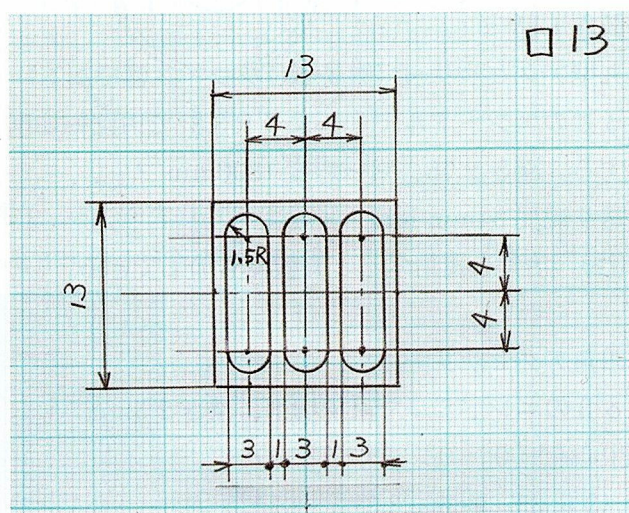


図2 1辺13mmの格子立方体の治具

加工手順

1 辺13mmの立方体から加工

φ3のエンドミルで下図のように加工。

上と下の溝は(-4, 4) 深さ7.0

真ん中の溝は(-4, 4) 深さ3.7

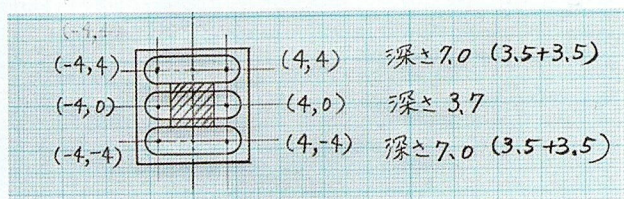


図3 加工工程説明図

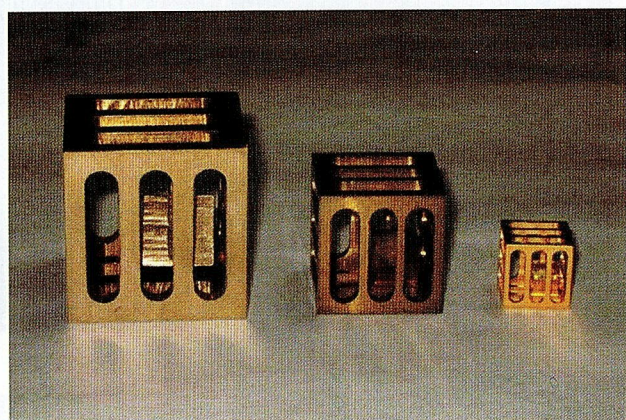


図4 各種格子立方体

36mm、20mm、13mmの格子立方体

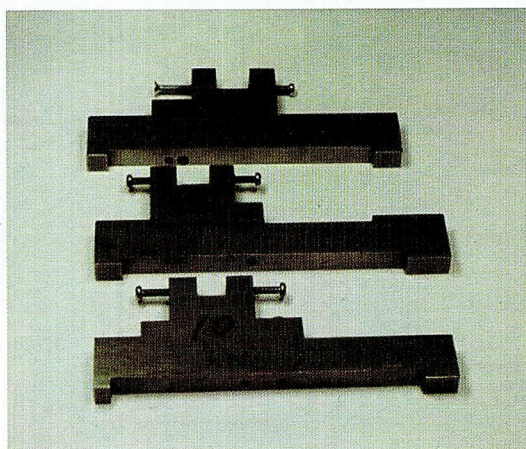


図5 アクセサリは13mm用の治具を使用

ひょうたん製作



図1 ひょうたん、3種類

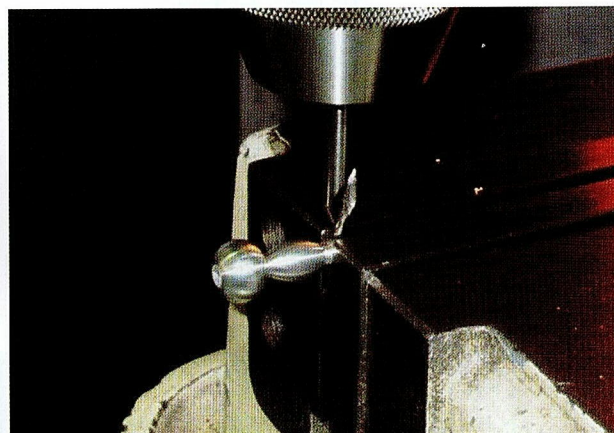


図4 根付けをつける穴加工、センタードリルでガイド穴をあけた後φ1.5のドリルで貫通

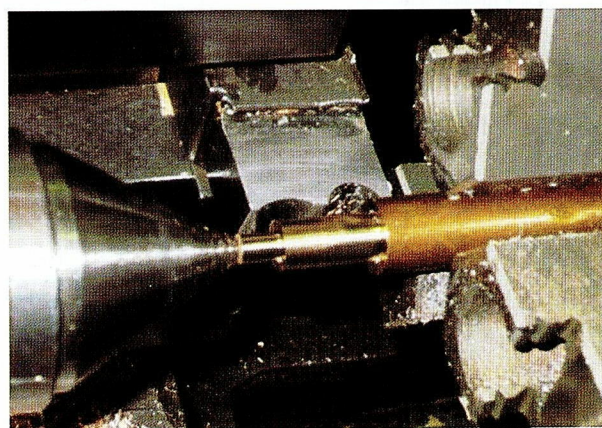


図2 真鍮で加工、バイトはS45Cで焼入れした自作工具で製作。φ12の真鍮、先端φ5



図5 アルミ製

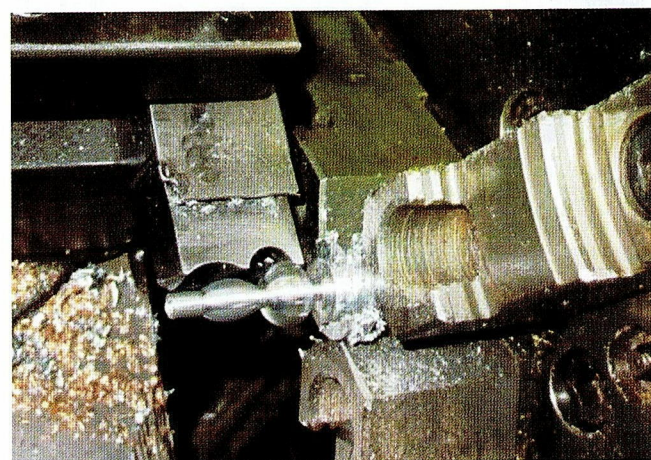


図3 材料はアルミ

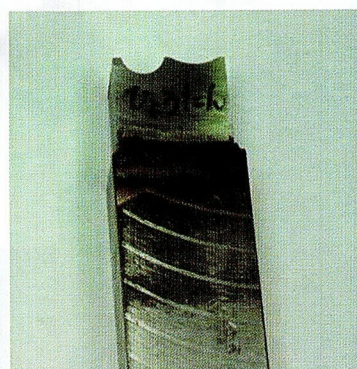


図6 ひょうたん用のバイト

4 組木作品

4-1 六枚組組立て

4-2 直方体六本組 A

4-3 直方体六本組 B

4-4 直方体六本組 (すき間あり)

4-5 六枚板組み立て、立方体

4-6 三枚板組み合わせ (三種)

4-7 千鳥格子

4-8 三本組

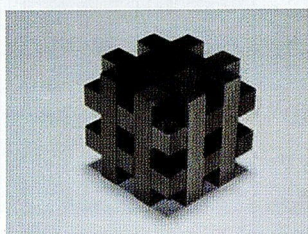
4-9 五段組木

4-10 11 段組木、9 段組木、7 段組木

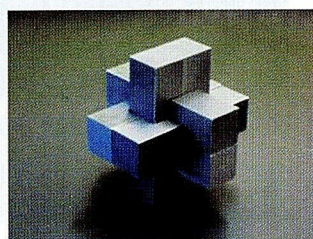
4-11 12 枚組木

4-12 玉入れ 12 本組木、24 本組木

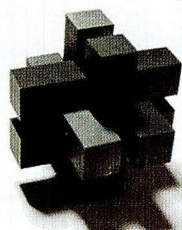
4-13 その他の組木、29 本、18 本



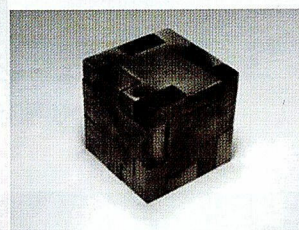
4-1



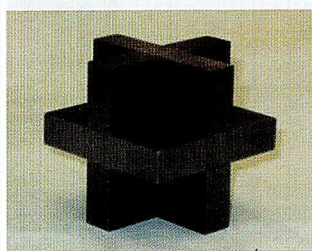
4-2、4-3



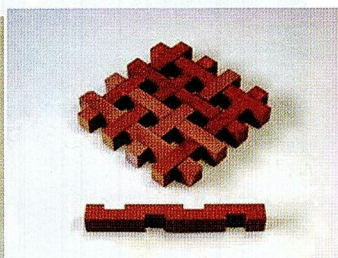
4-4



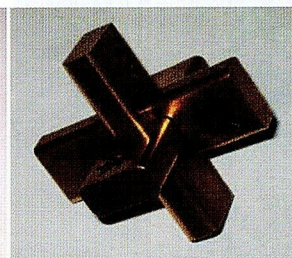
4-5



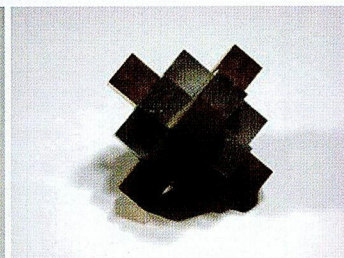
4-6



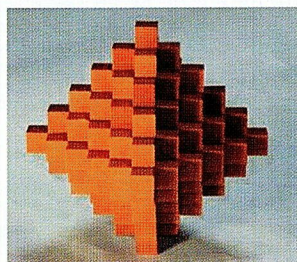
4-7



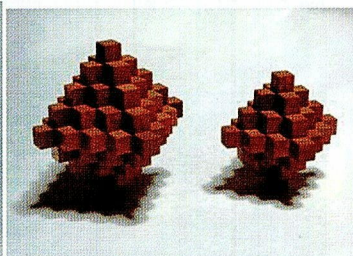
4-8



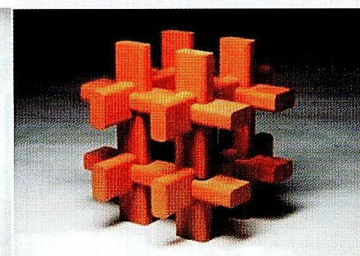
4-9



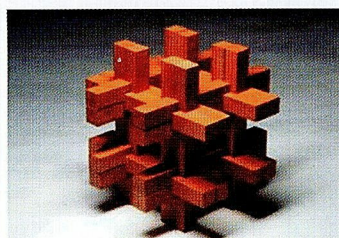
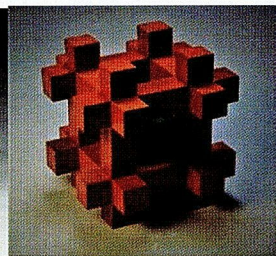
4-10



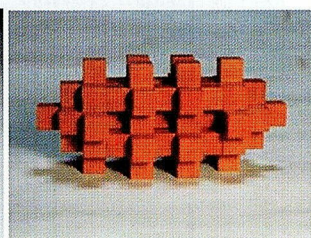
4-11



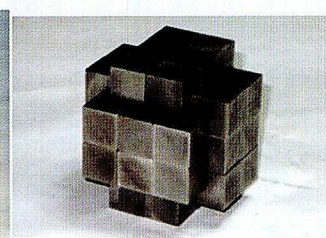
4-12



4-12



4-13



4-1

六枚組組み立て

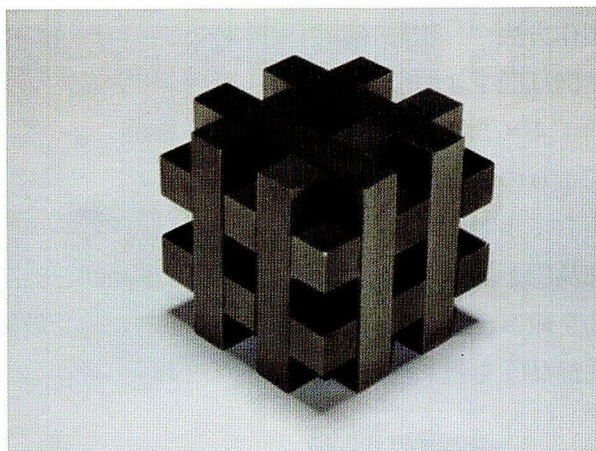


図1 6枚組

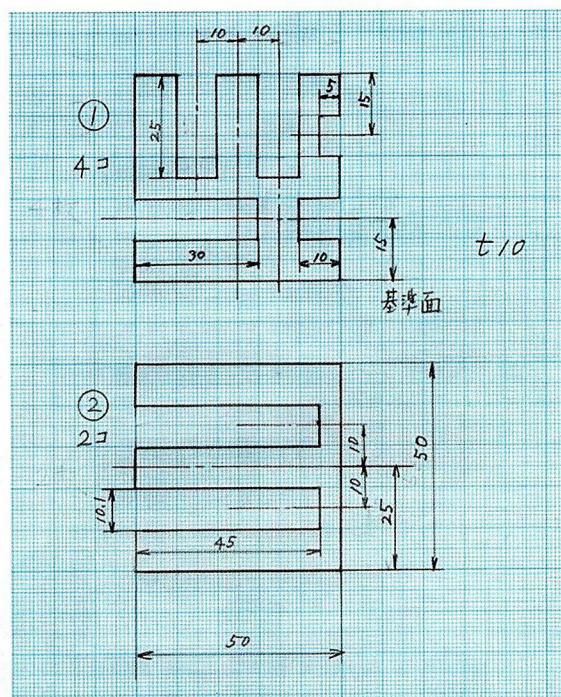


図2 図面



図3 部品1 4枚

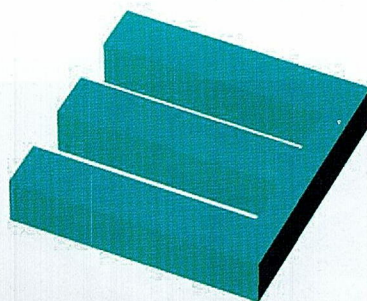


図4 部品2 2枚

組み立て手順

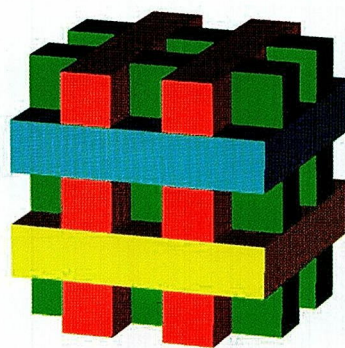
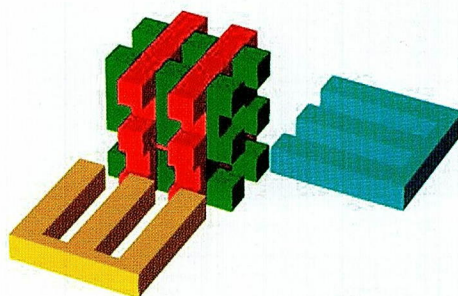
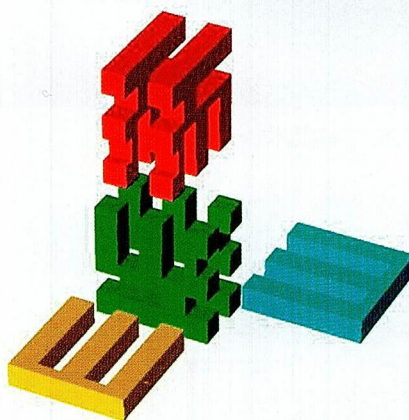


図5 組立て手順

加工時の溝が深いので工夫して加工すること

直方体六本組木 A

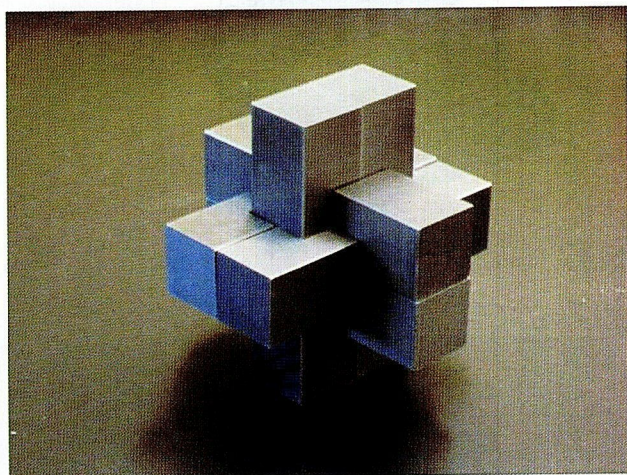


図1 直方体六本組木

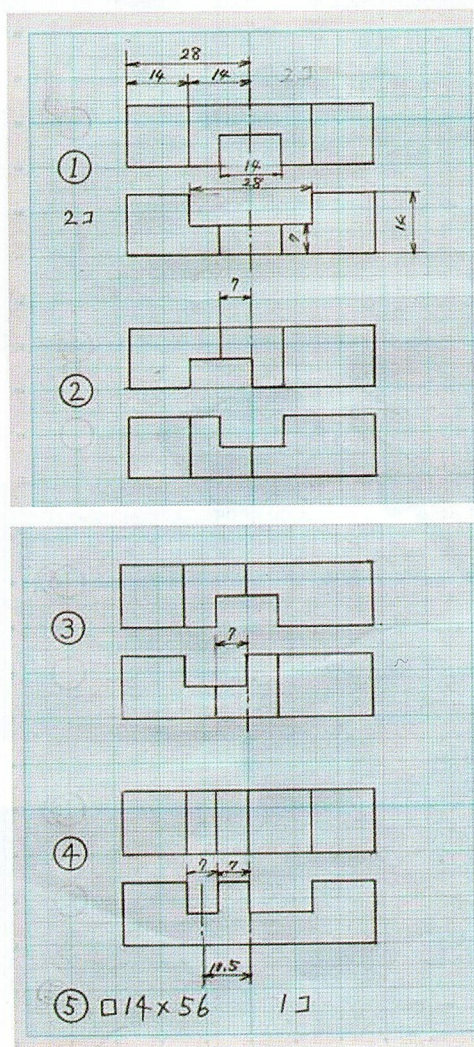


図2 部品図

製作方法

左図は□14の場合の例

□14×56の直方体6本から製作

□10の場合は長さ40

組立て手順

部品①と部品④を組み合わせ、次に部品②と部品③を組み合わせる。更に部品①を組み合わせ最後に部品⑤を差し込む。

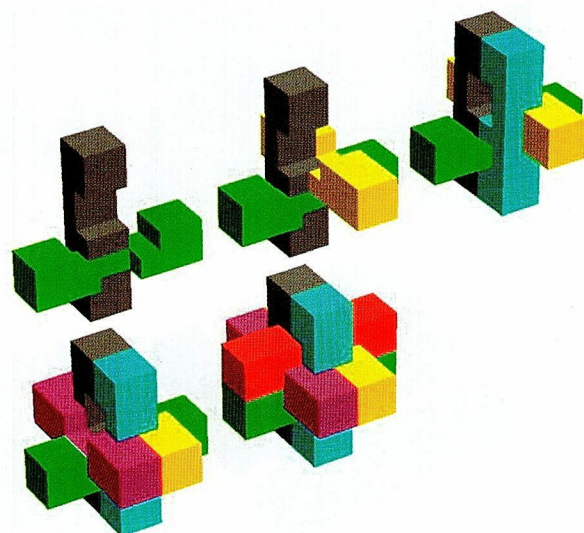
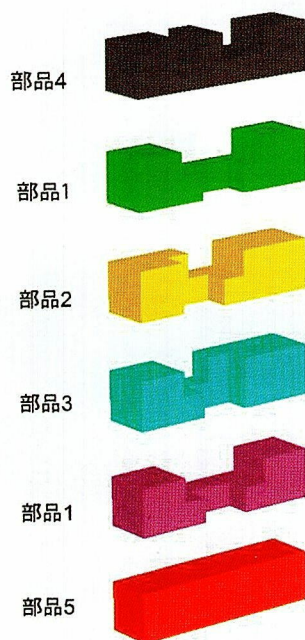


図3 組立て手順

直方体六本組木 B

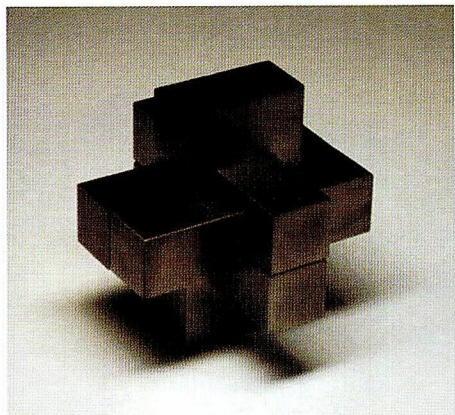


図1 直方体六本組(回転)

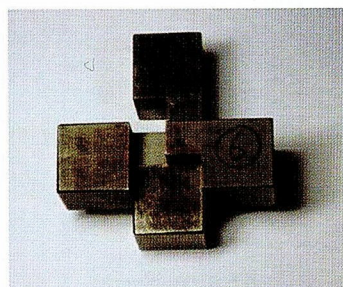


図2 部品③と⑥を組む



図3 部品④と⑤を組む

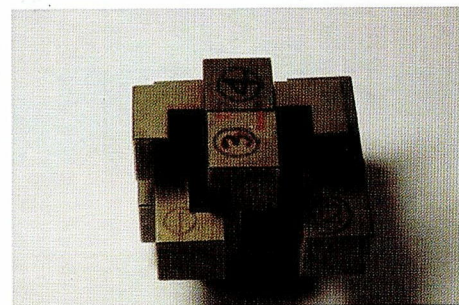


図4 部品①②を両サイドから組み込み、⑤を回転させる

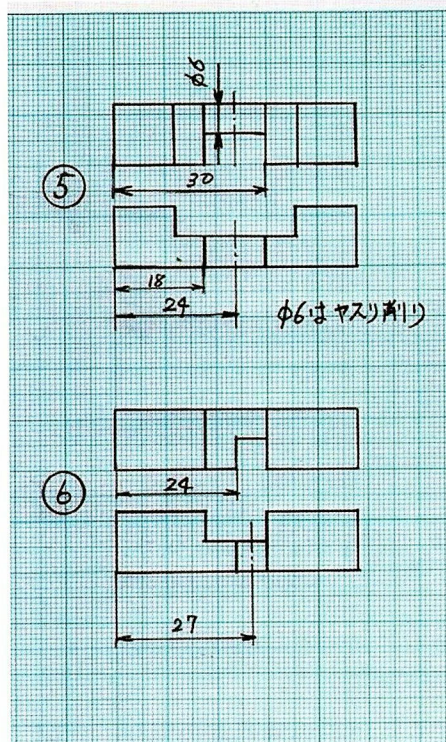
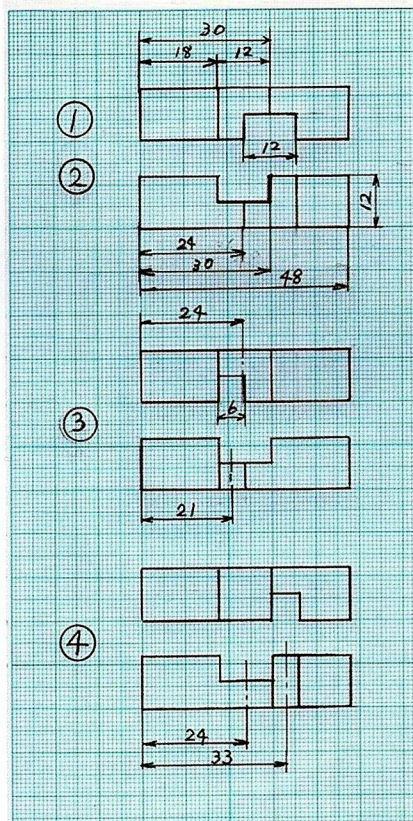


図5 部品図

直方体六本組木（すき間あり）

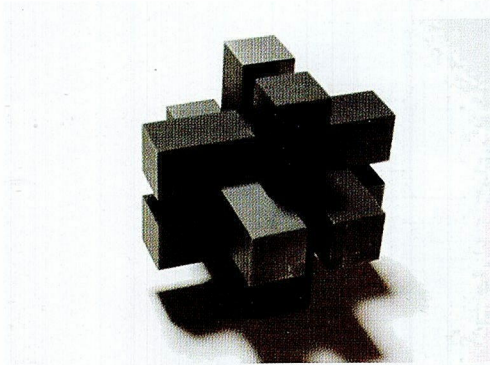


図1 直方体6本組木（すき間あり）

□ 12 × 54 の直方体6本から製作

組み立て手順

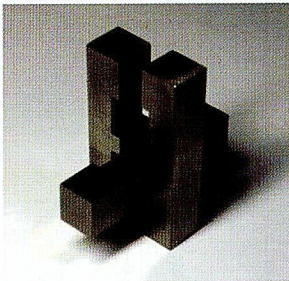


図2 ①の部品3個を組み立てる。

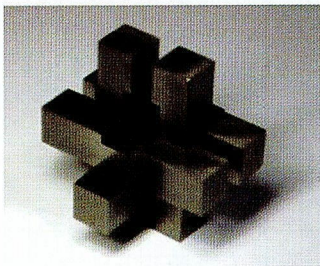
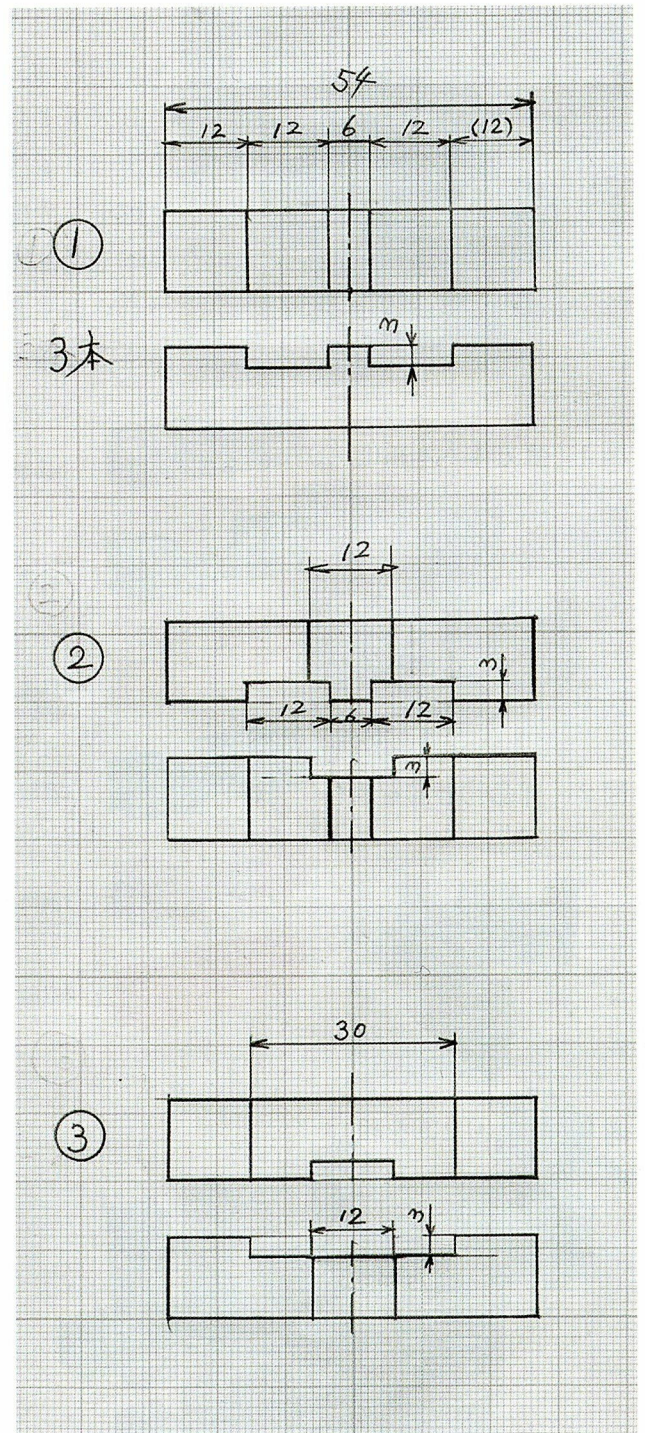


図3 ②③の部品を左右にはめる。

隙間の穴に④の部品を差し込む。



④ □ 12 × 54 1本

図4 部品図

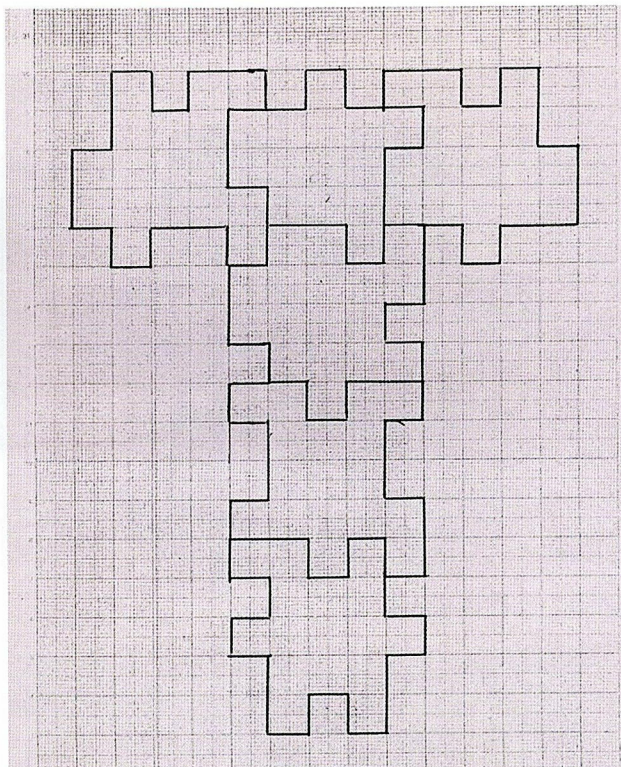


図4 組立て図面

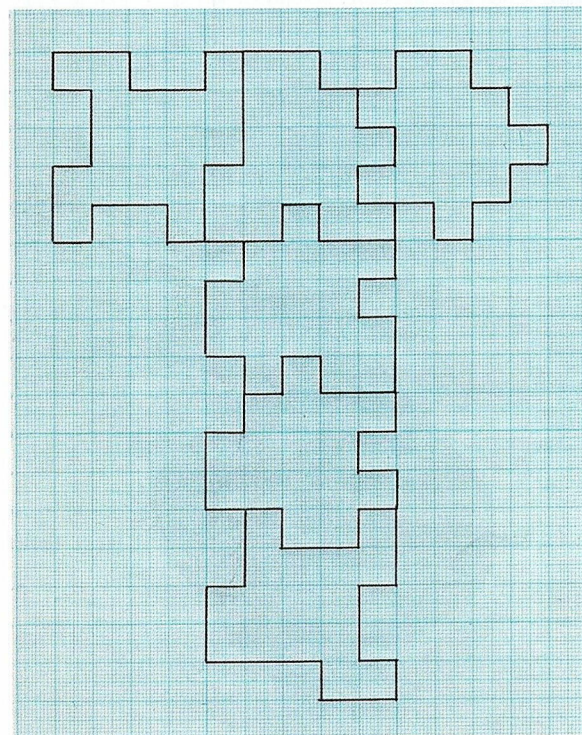


図5 形状の違う六枚板組み立て、いろいろの形状が設計できる



三枚板組み立て

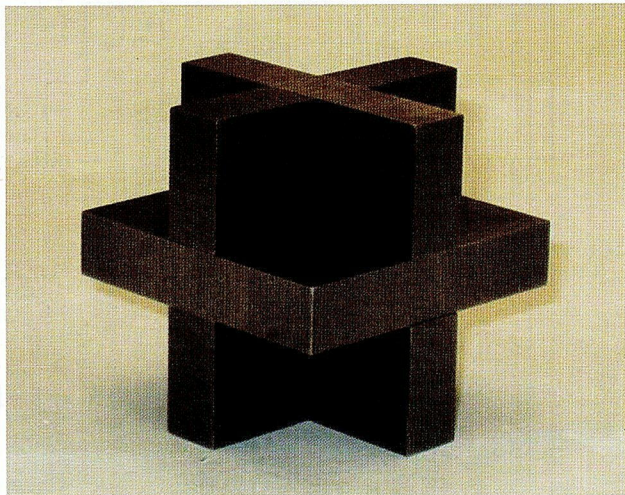


図1 三枚板組み立て

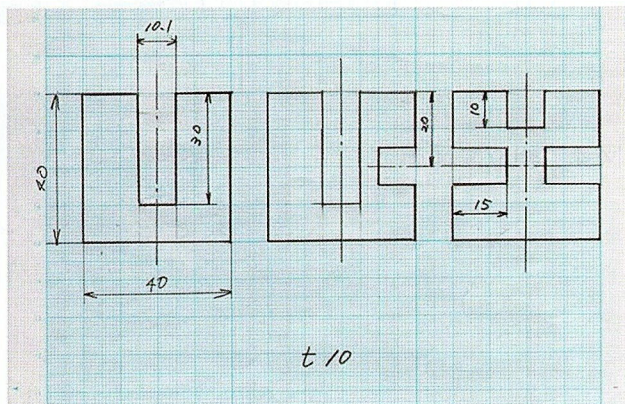


図2 三枚板組み立て図面

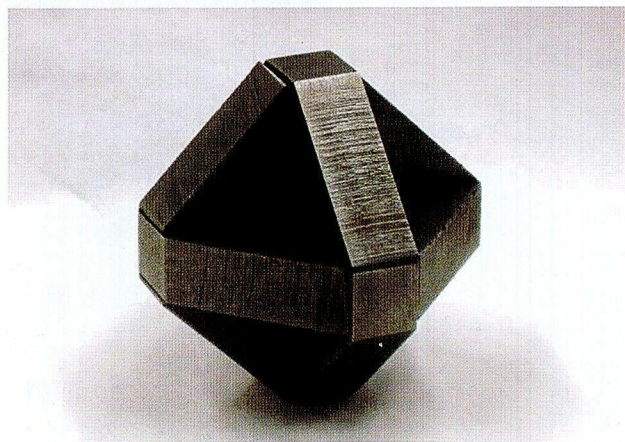


図3 (参考例) 各面取り

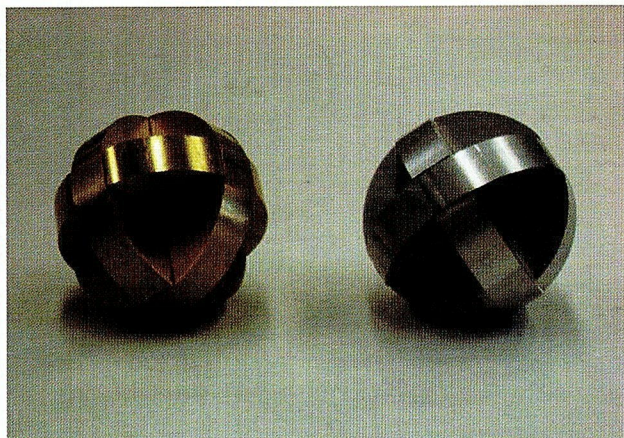


図4 円形 組立て部分は同じ

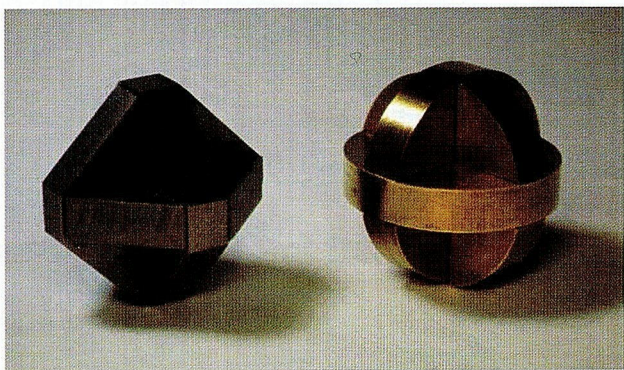


図5 (参考例) 鋳鉄、真鍮

円形はマシンバイスに取り付け方を工夫。円の中心を超えるので、締め付けるとたわむ。加工は困難である。

千鳥格子

千鳥格子 8 本組

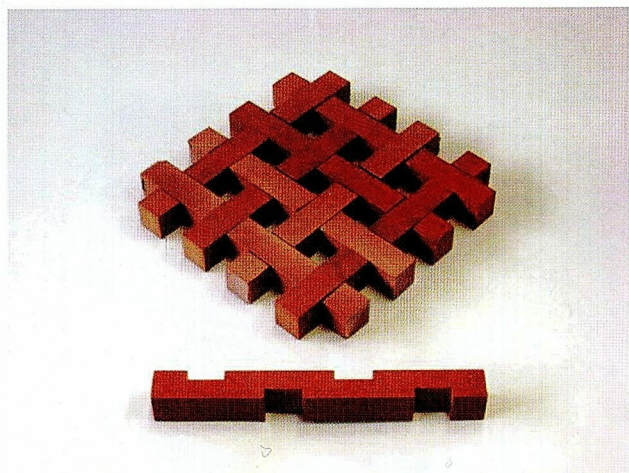


図1 千鳥格子 八本組

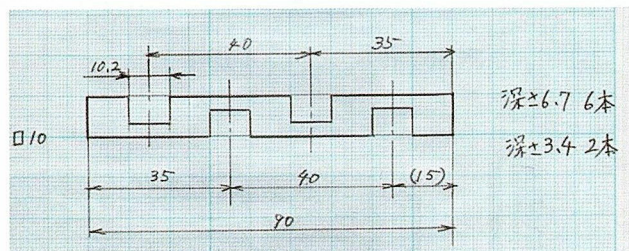


図2 千鳥格子八本 図面

材料はサイコウッド

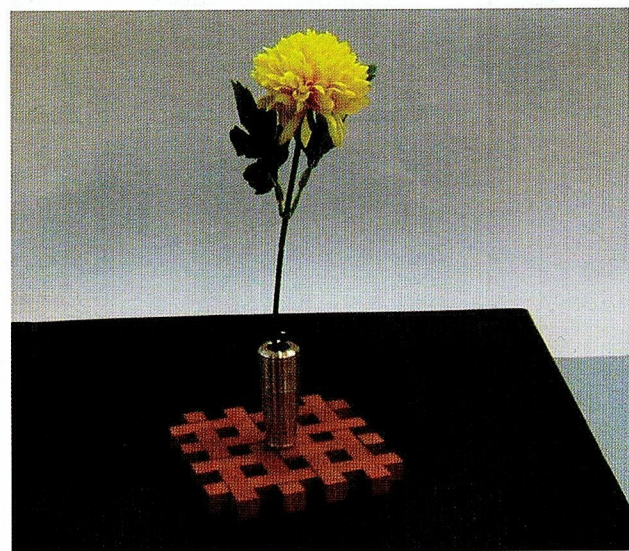


図3

千鳥格子 6 本組

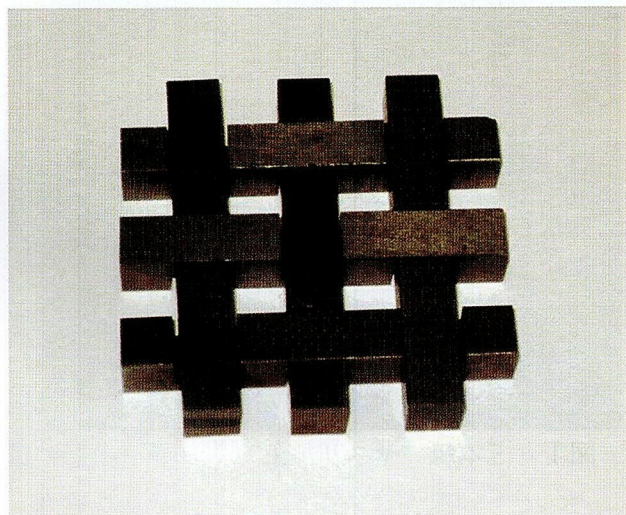


図4 千鳥格子 六本組

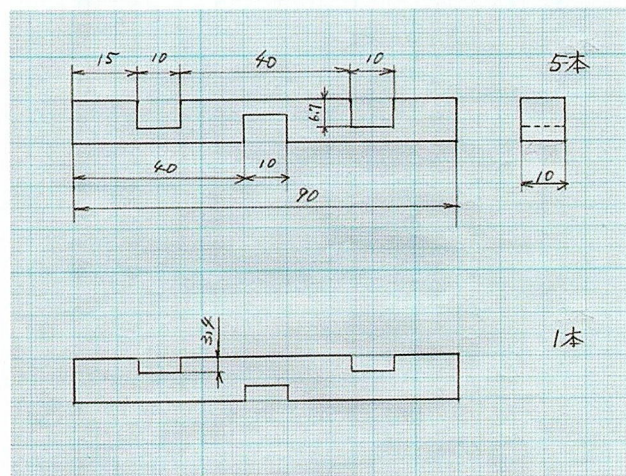


図5 千鳥格子六本 図面

鋳鉄で加工するのは、組み立てる時、木のようにたわまないで、隙間が空き少しガタガタになるので推奨できない。

三本組

ヤスリ加工仕上げ

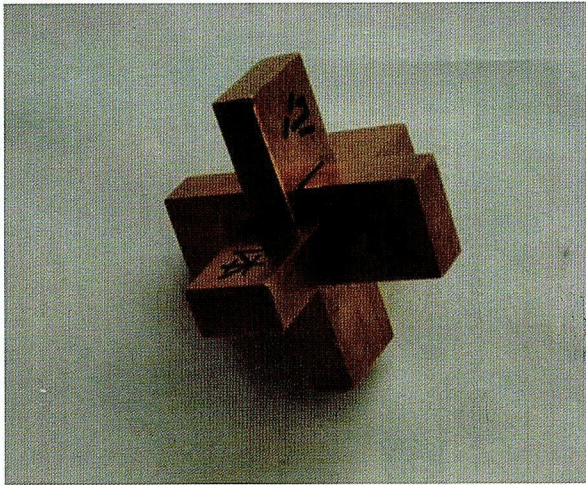


図1 三本組 ヤスリ加工

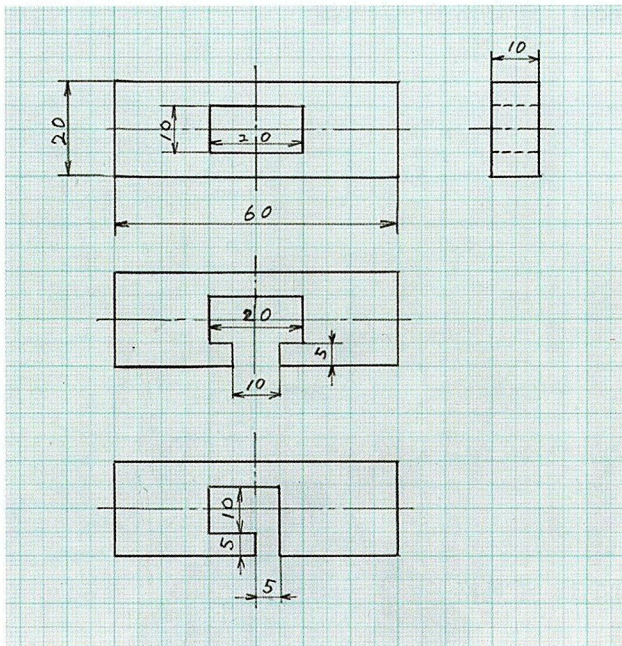


図2 図1の図面

(説明)

上図のように加工するには、 $\phi 4$ のエンドミルで加工後、内側を角やすりで直角に加工する必要がある。角をきれいに直角にするのはかなり難しい。

R エンドミル仕上げ

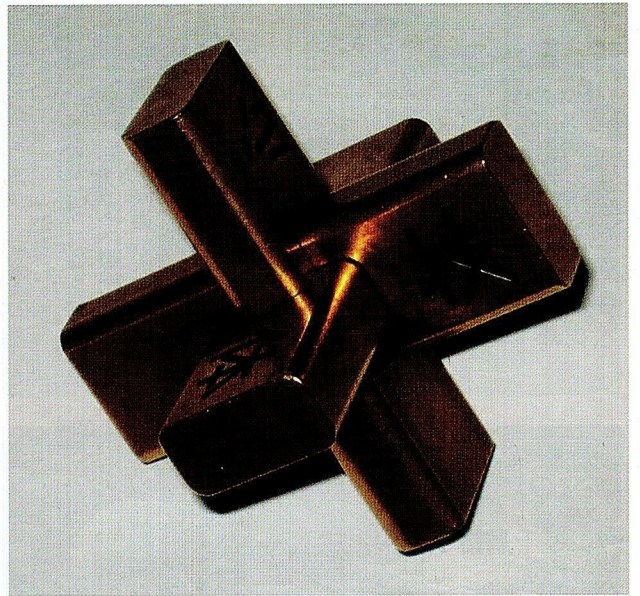


図3 三本組 R エンドミル加工

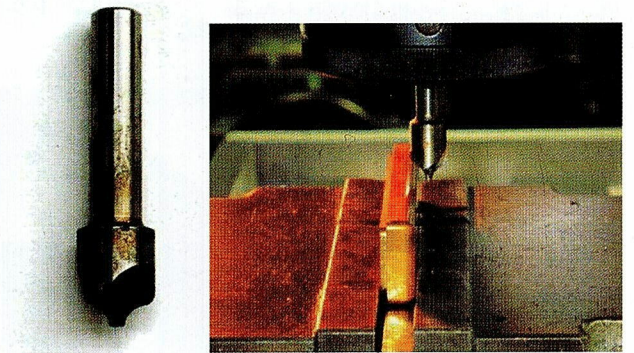


図4 アールエンドミルと加工

三本の六面体の上下各4か所の角を図4のR3エンドミルで図4の右図のようにして加工する。板の方は $\phi 4$ のエンドミルで穴の内側などを切削加工する。穴の方はR2($\phi 4$ のエンドミル)であり、入れる方のR3より小さくする。このアール切削することにより、手作業により内側を直角にやすりなどで加工する必要ない。

五段組木

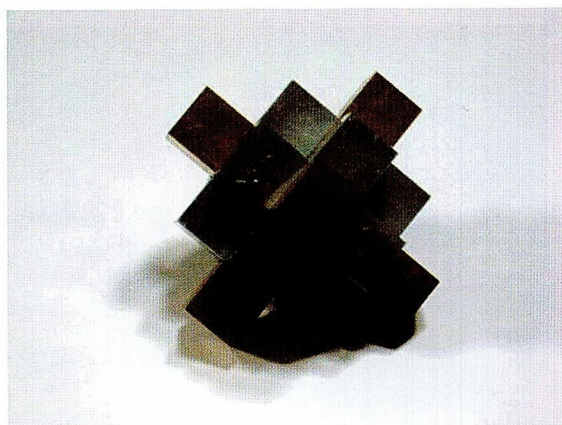


図1 九本の直方体で組み立て

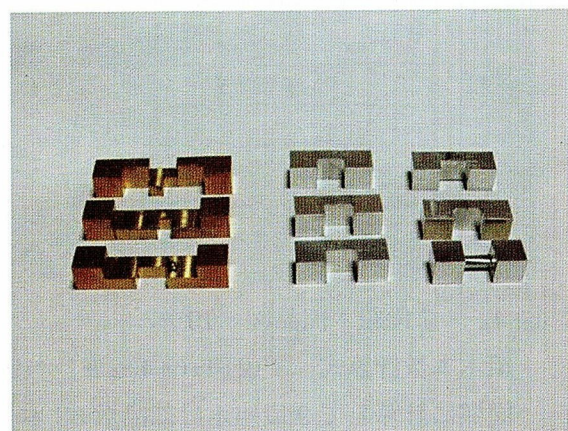
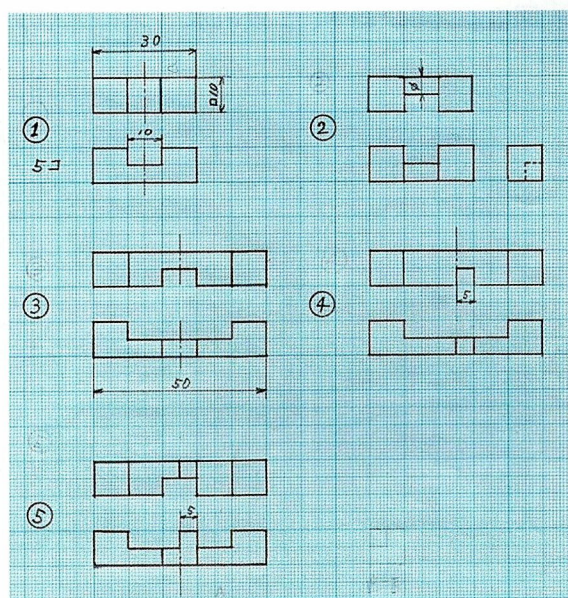


図2 部品図 部品②は中心部円に加工

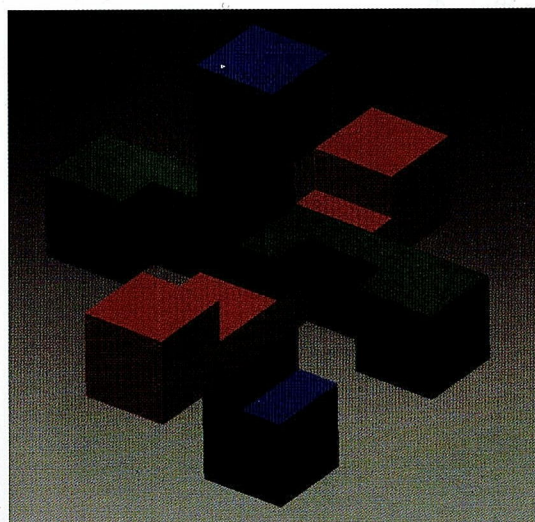


図3 組み立て図

長い3本の組み立て方が2通りあり、上図の組み方にしないと組み立てられない

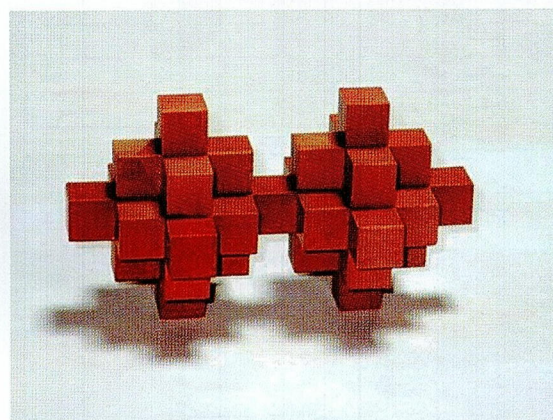


図4 (参考)九本組2連

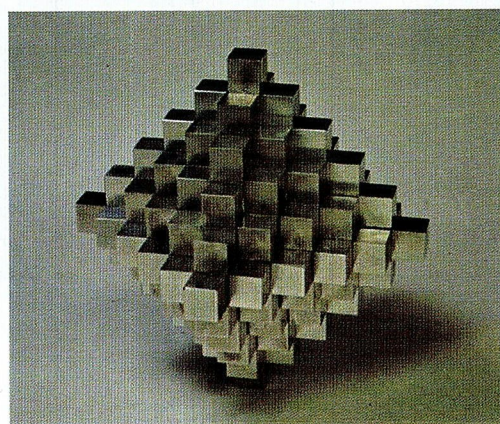


図5 (参考)11段組木 アルミ製

11 段組木、9 段組木、 7 段組木

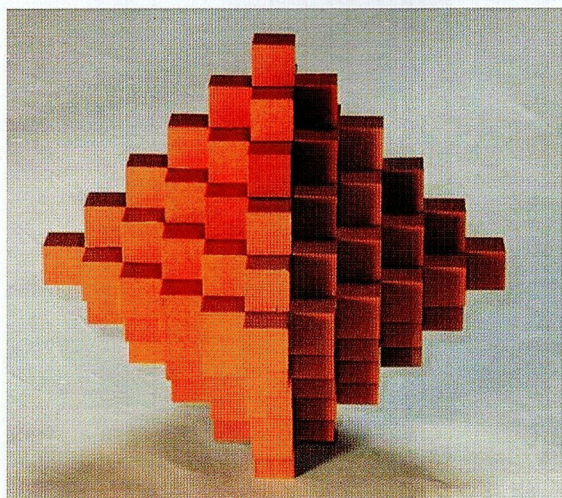


図 1 11 段組木

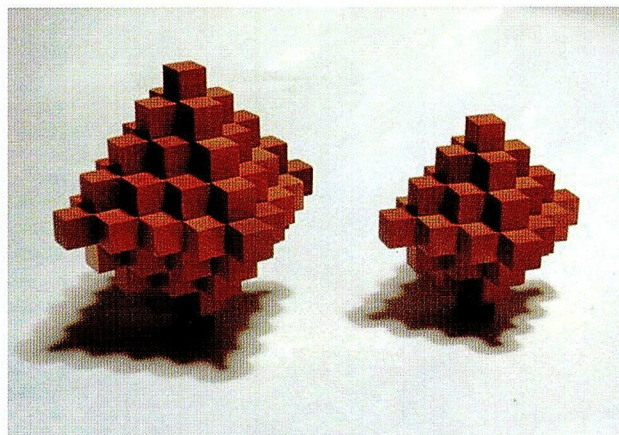


図 3 9 段組木、7 段組木

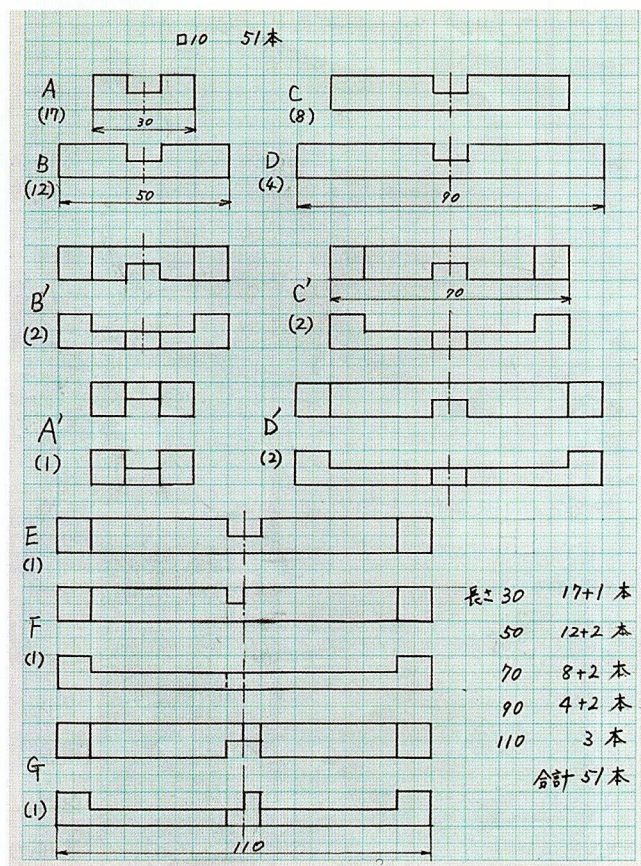


図 2 11 段組木部品図 51 本

部品 A' 一個は中心部を円に加工

計算式 $(2+4+6+8+10+8+6+4+2)+1=51$

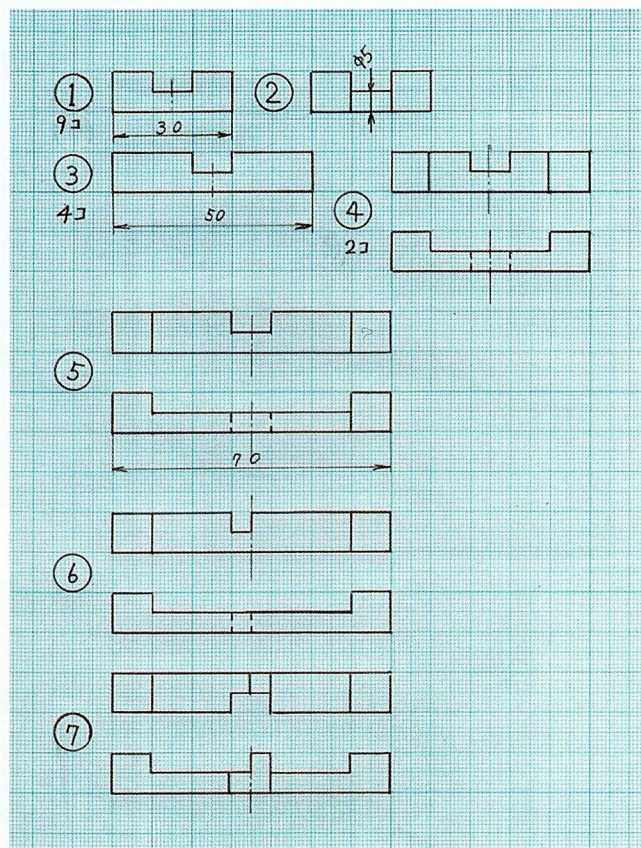


図 4 7 段組木部品図 19 本

組木本数計算式 $(2+4+6+4+2)+1=19$

同様に計算して 9 段組木は部品数 33 本

⇒ 80 頁 ものづくり雑談 (2) で解説

1 2 枚組木

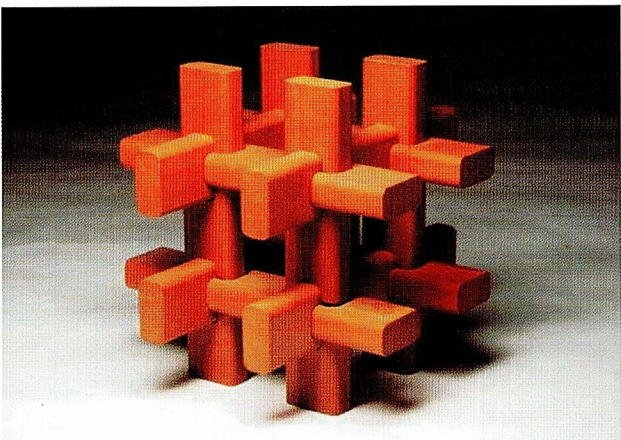


図1 1 2枚組木

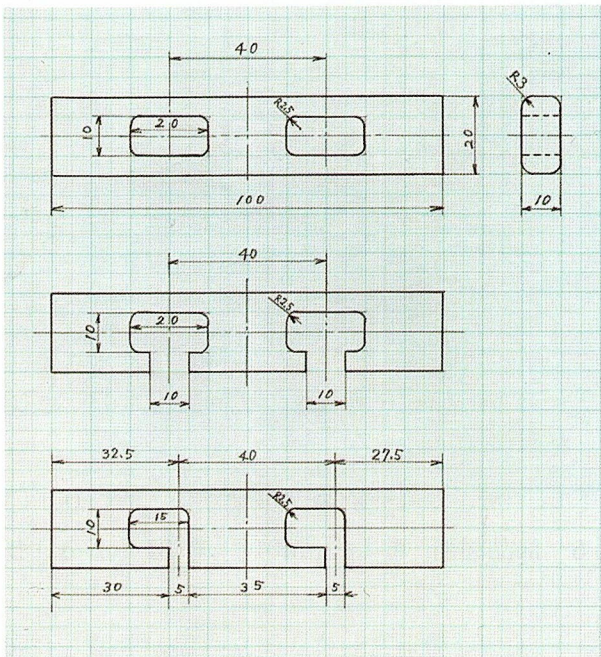
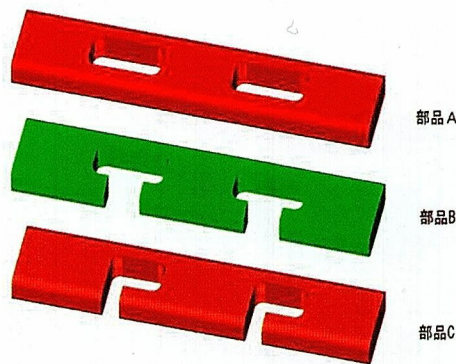


図2 部品図 各4枚

各部品の角はRエンドミルで加工

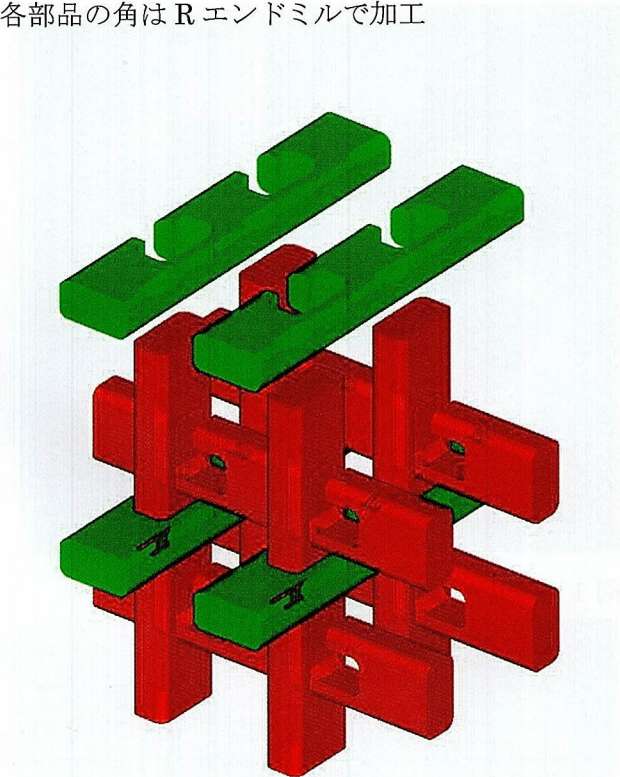


図3 組立て手順



図4 花立て

12本組木、24本組木

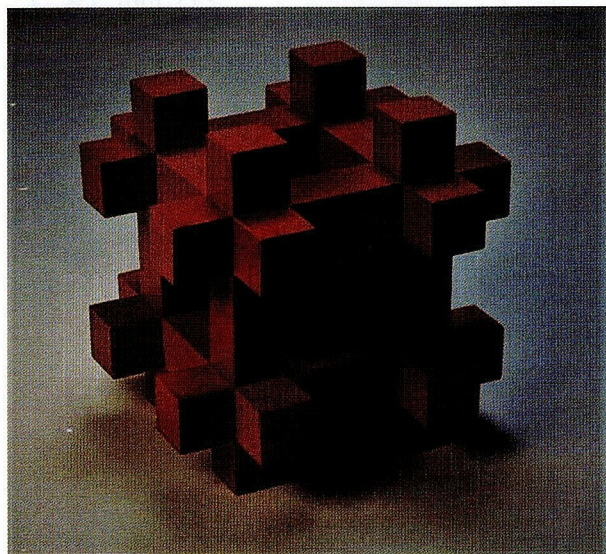


図1 玉入れ手組木

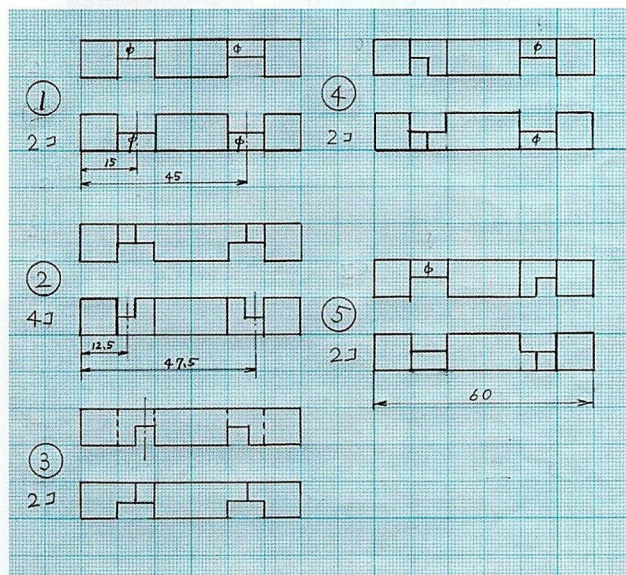


図2 玉入れ組木図面 φの部分は円に加工

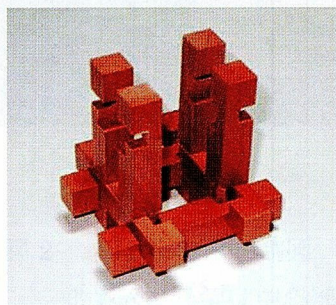


図3 組み方

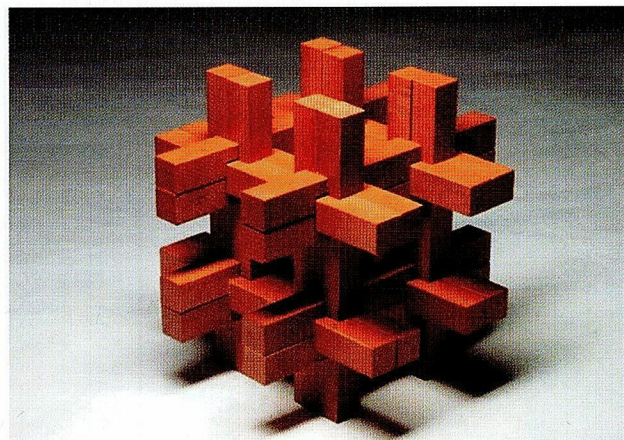


図4 24本組木

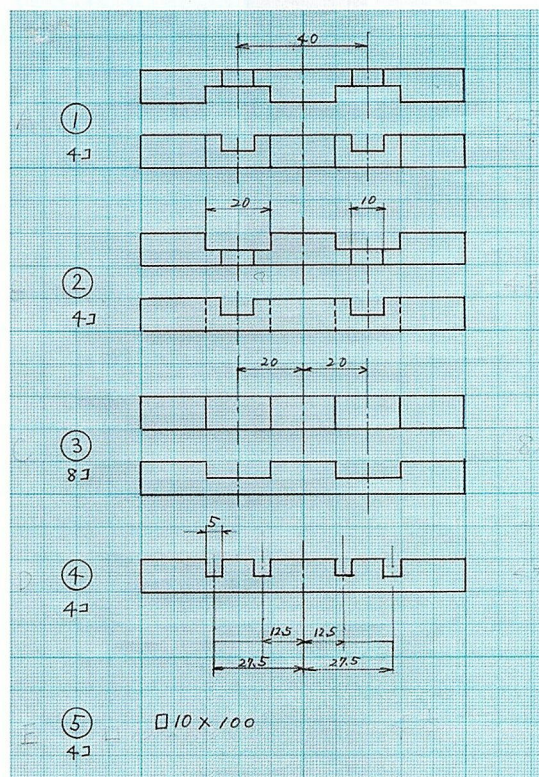


図5 部品図面

その他の組木

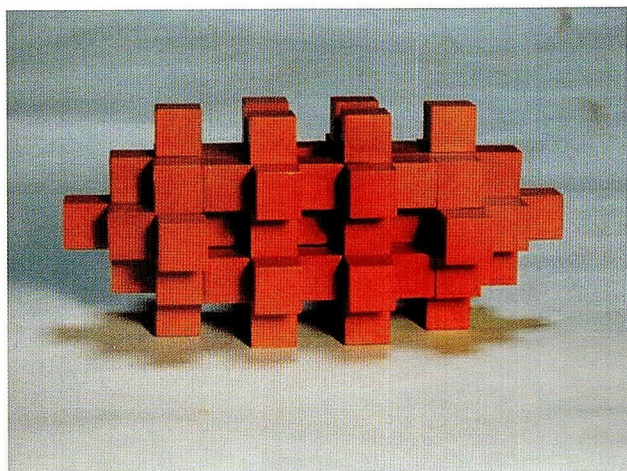


図1 29本組

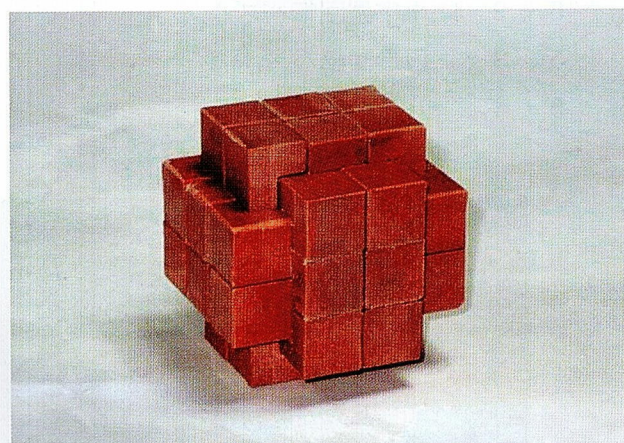


図3 18本組 サイコウッド

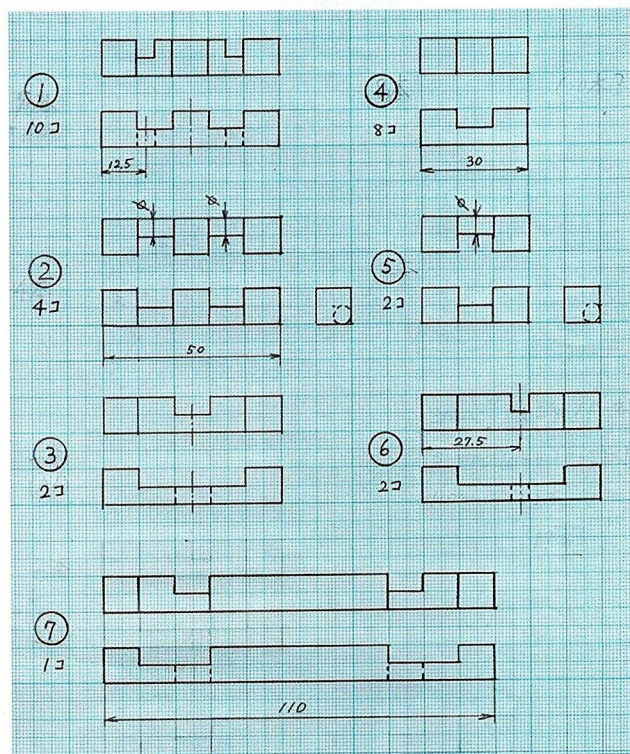


図2 24本組 図面 ϕ の部分は円に加工

□10のサイコウッドで製作。30mm 10本
50mm 18本、110mm 1本

図3、図4は組み立て方が非常に難しい。

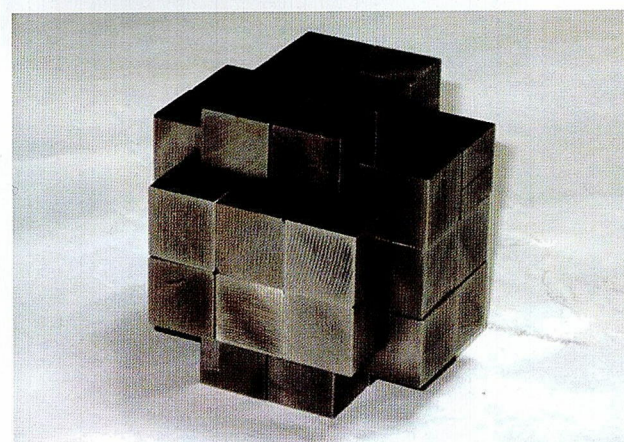


図4 鋳鉄製

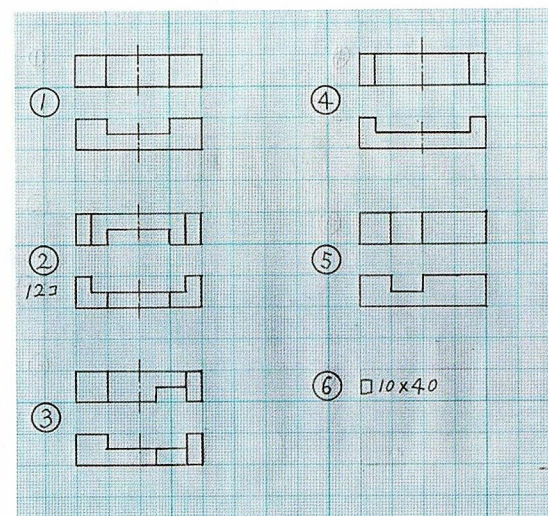
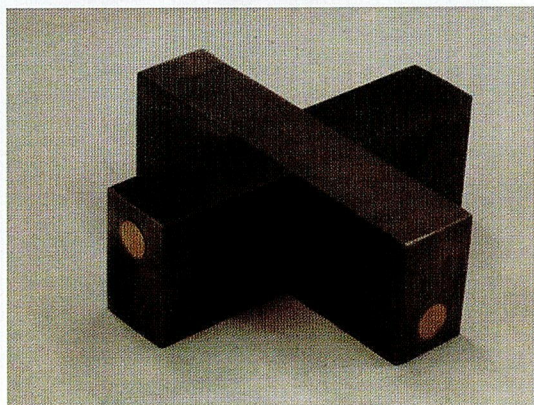


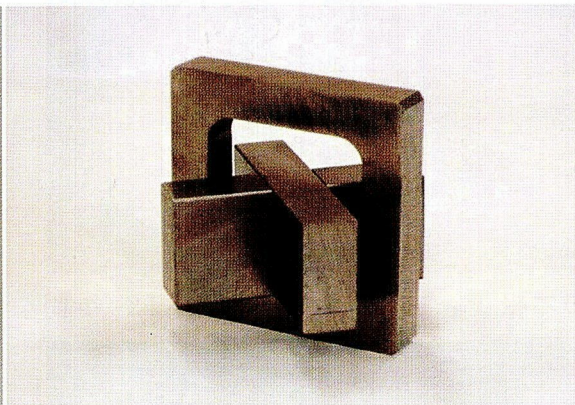
図5 18本組 図面

5 回転パズル

- 5-1 十字型回転パズル、5種類
- 5-2 十字型回転パズル
- 5-3 円形回転パズル
- 5-4 八角形回転パズル



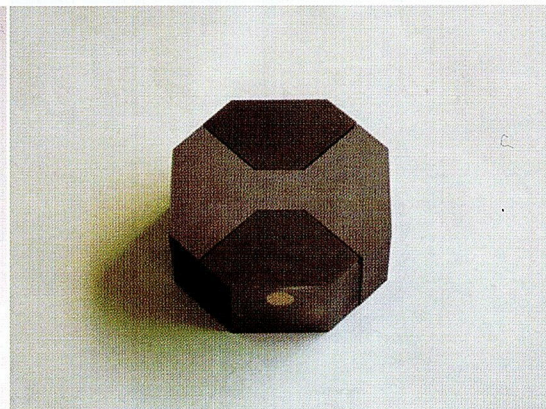
5-2



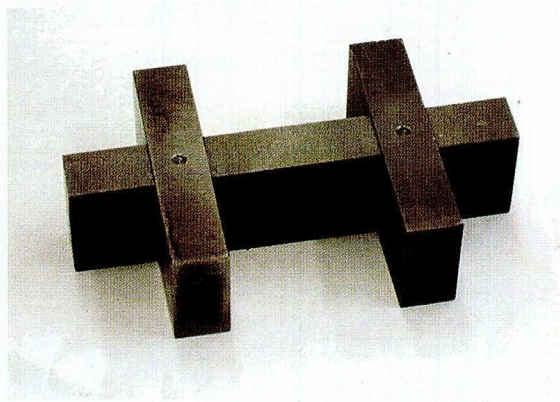
5-2



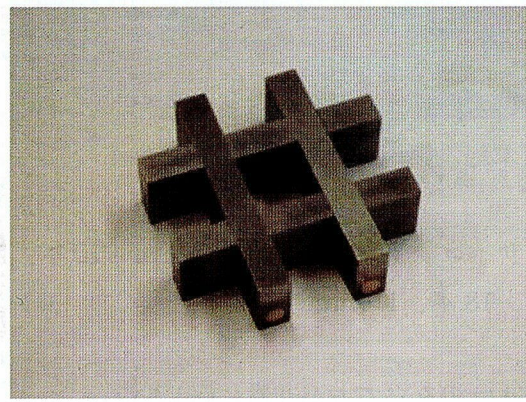
5-3



5-4



5-1 (参考)



5-2 (参考)

5-1

十字型回転パズル

5 種類

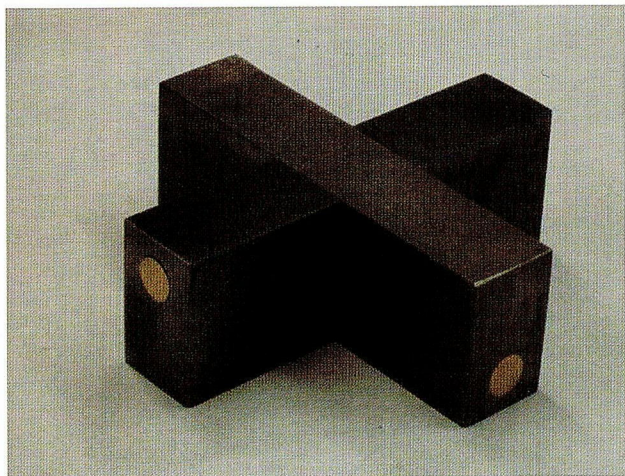


図1 十字型回転パズル

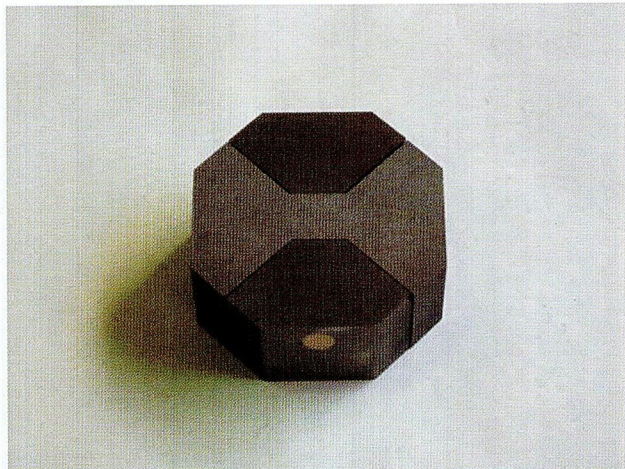


図4 八角形回転パズル

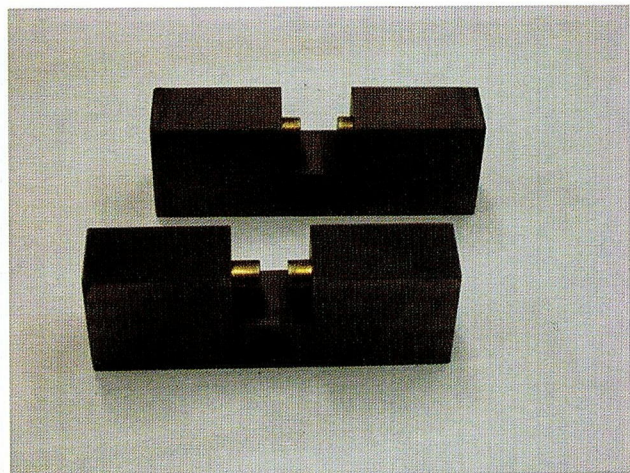


図2 分離した状態



図5 円形回転パズル

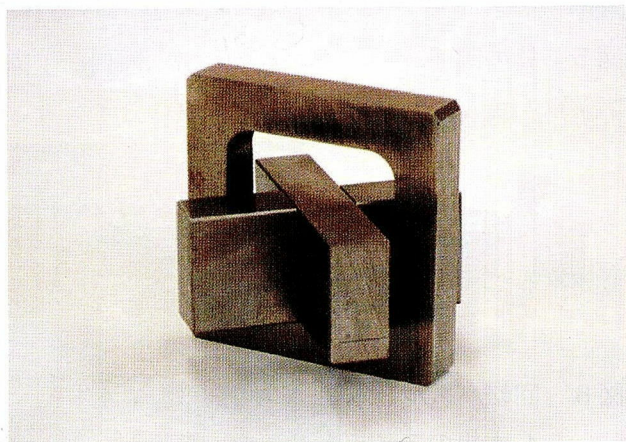


図3 枠入り十字回転パズル

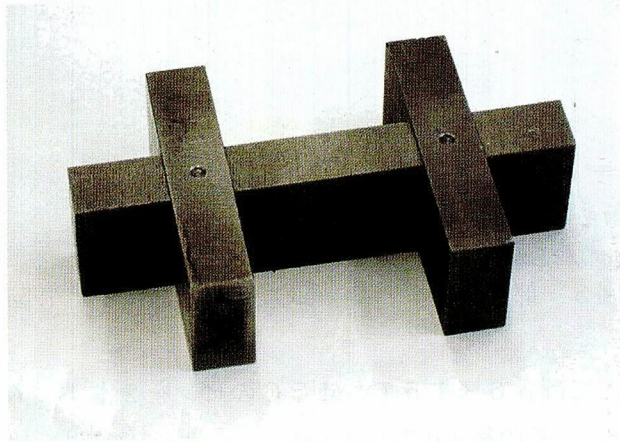


図6 複式十字型回転パズル (ピン8本)

十字型回転パズル

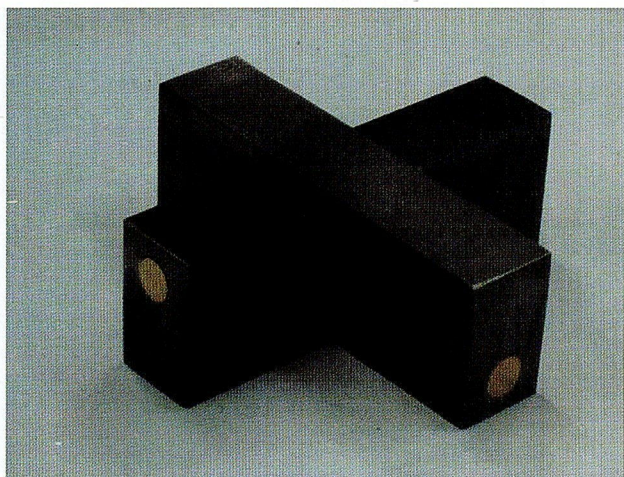


図1 回転パズル組み立て図

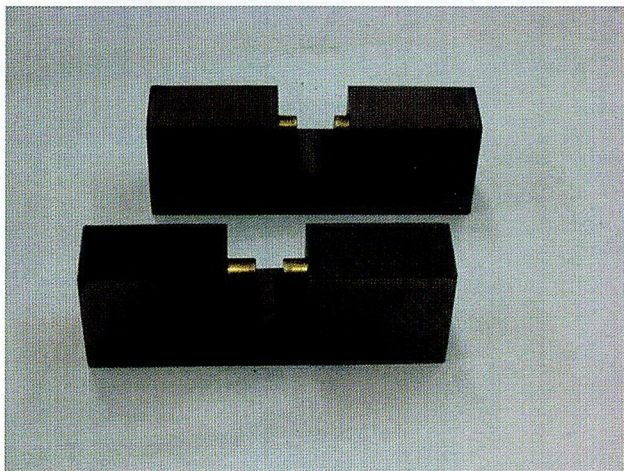


図2 回転パズル分解図

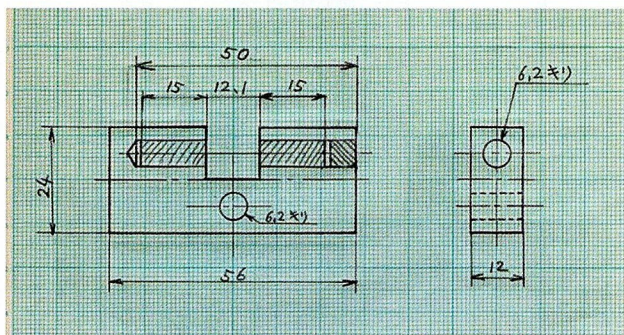


図3 部品図面

穴には $\phi 6 \times 15$ のS45Cのピンを2本ずつ入れる。その後 $\phi 6.7$ の真鍮棒にテーパをつけて締めまりばめでふたをする。

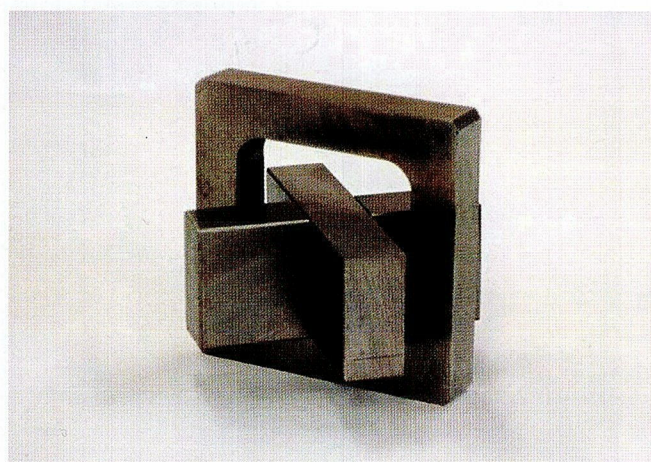


図4 回転パズルに枠をつけた図

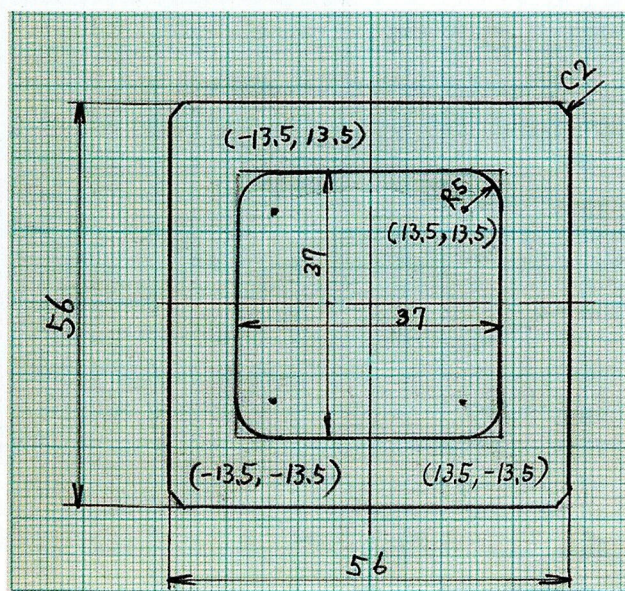


図5 枠の図面

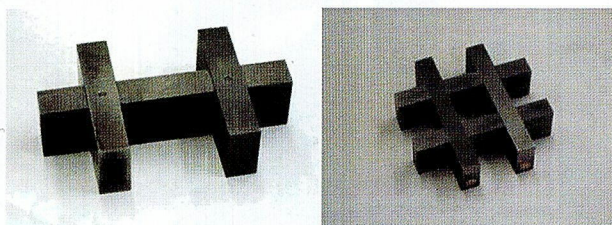


図6 回転パズル3本組 回転パズル4本組
4本組のアイデアは面白いと思ったが、ピンの移動がバラバラで作動が不満

円形回転パズル

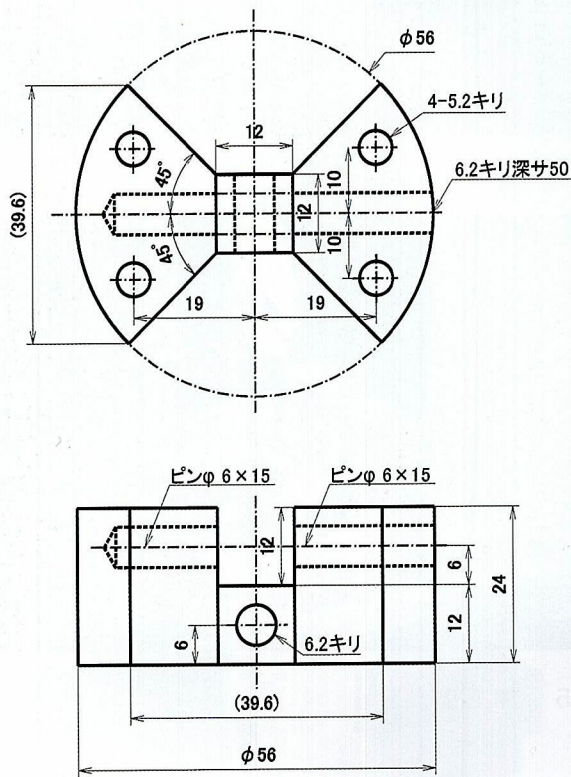


図1 円形回転パズル

φ6×15のS45Cのピンを2本入れて真鍮でふたをする



図2 45度の部分をVブロックで加工

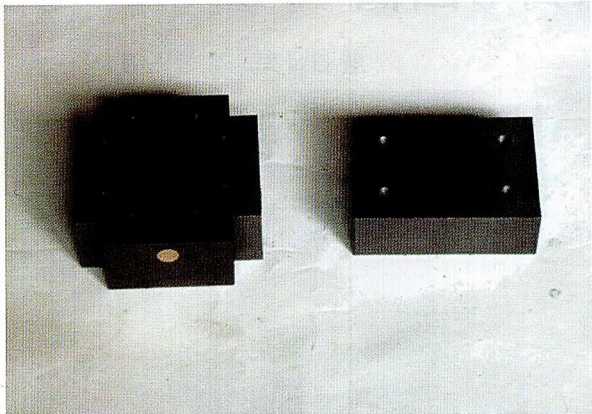


図3 部品2個と右側は取りつけるための治具

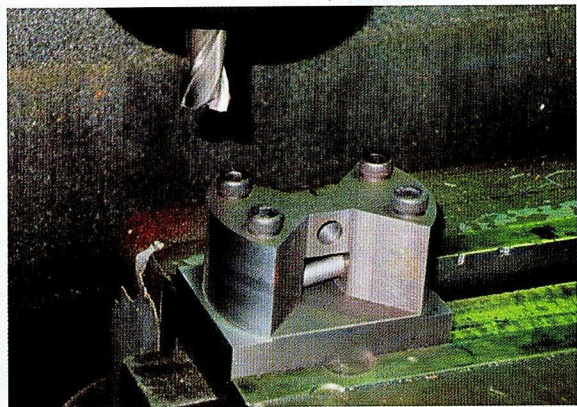


図4 簡易NCフライスで加工

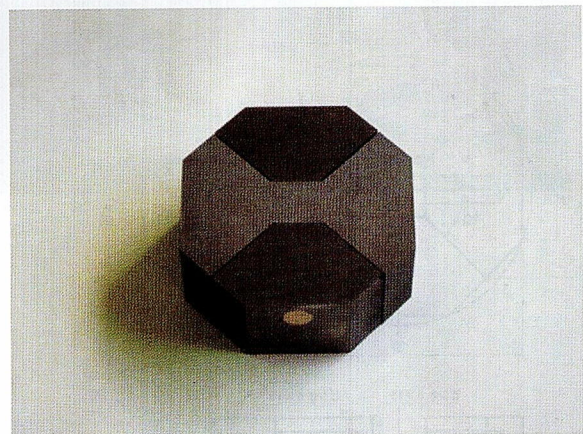


図5 八角形回転パズル

八角形回転パズル

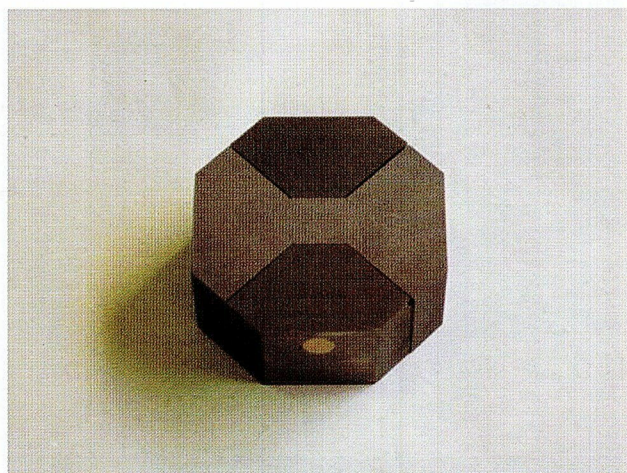


図1 八角形回転パズル

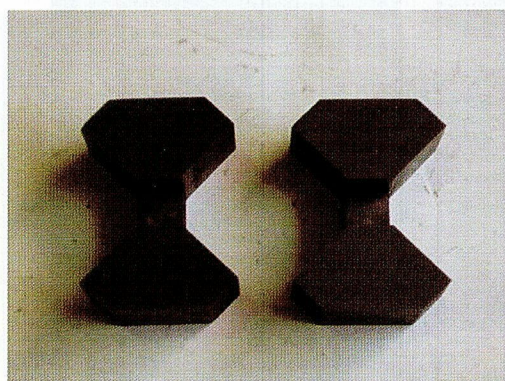


図2 加工部品

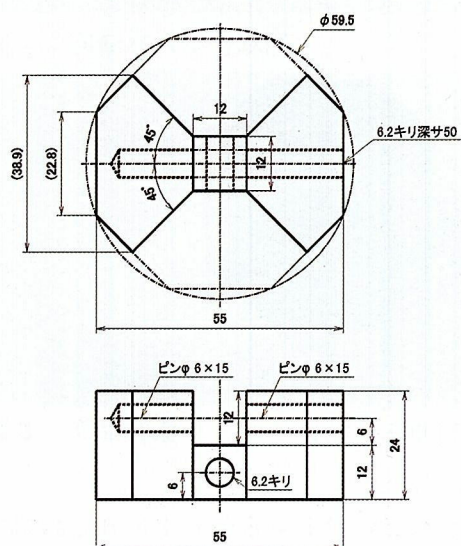


図3 部品図

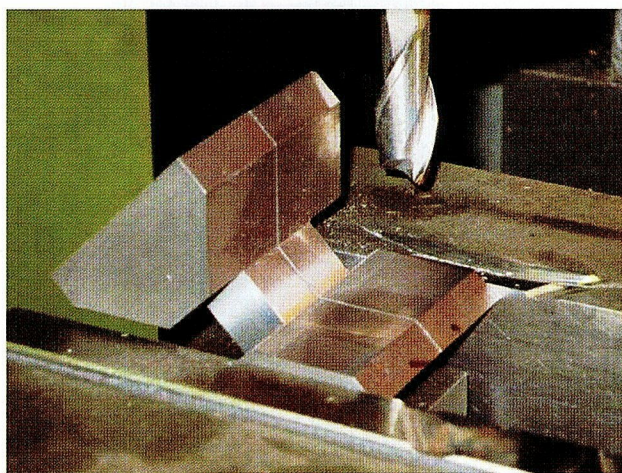


図4 加工1

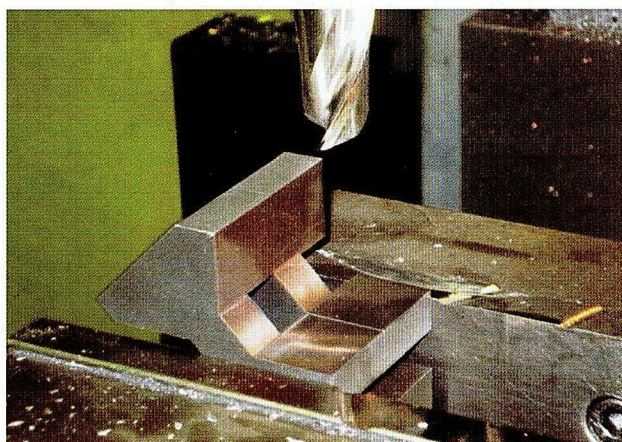


図5 加工2

φ6×15のピン(S45C)4本入れて、真鍮でふたをして組み立てる。

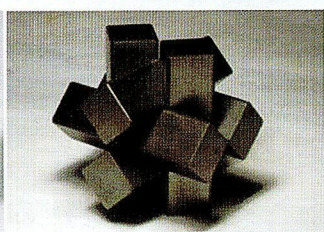
6 機械実習、課題研究作品

- 6-1 貯金箱
- 6-2 直方体6本組 C
- 6-3 エッシャーの星
- 6-4 あり溝組立て
- 6-5 ペントミノ
- 6-6 各種ペン立て
- 6-7 二連鎖、三連鎖

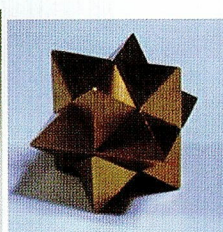
- 6-8 実習課題
- 6-9 各種小型万力
- 6-10 各種ペーパーウェイト



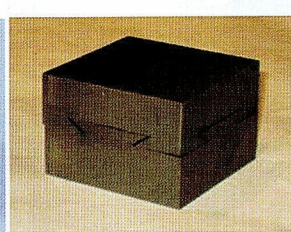
6-1



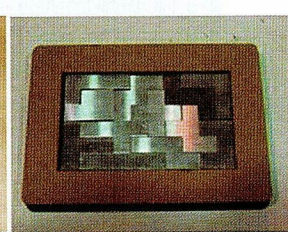
6-2



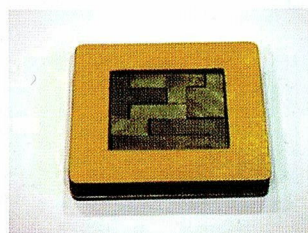
6-3



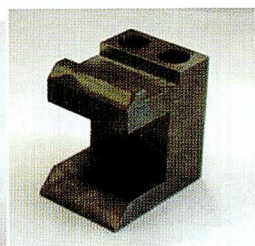
6-4



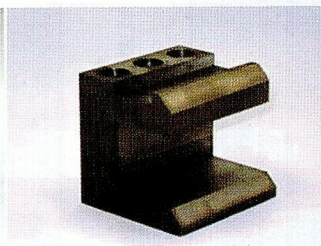
6-5



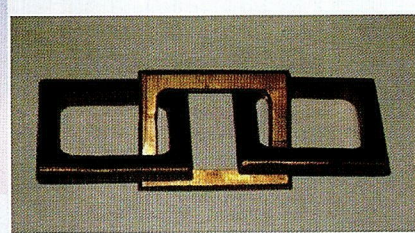
6-5



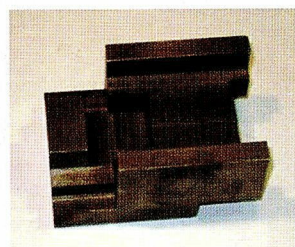
6-6



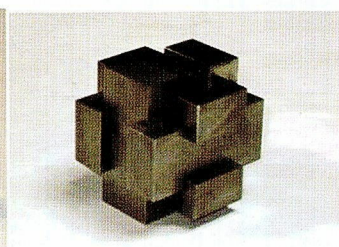
6-6



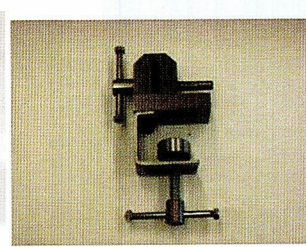
6-7



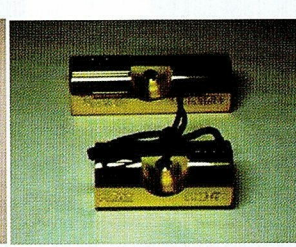
6-8



6-8



6-9



6-10

貯金箱



図1 貯金箱 (生徒作品)

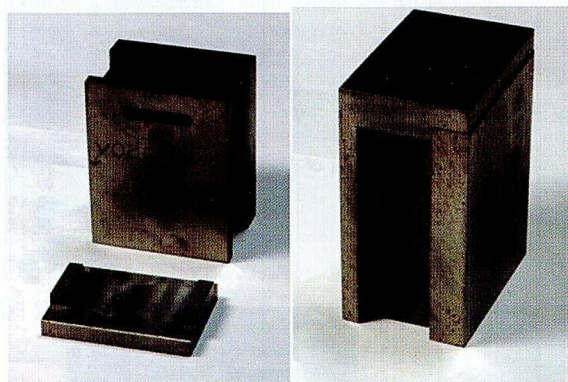


図2 本体とフタ、鋳鉄製

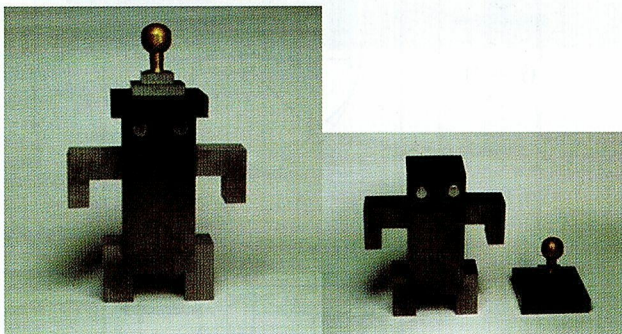


図3 ロボット型貯金箱(生徒作品)

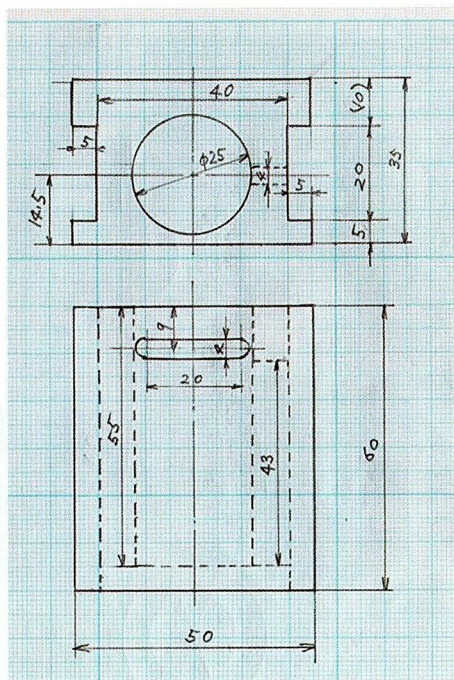


図4 本体図面

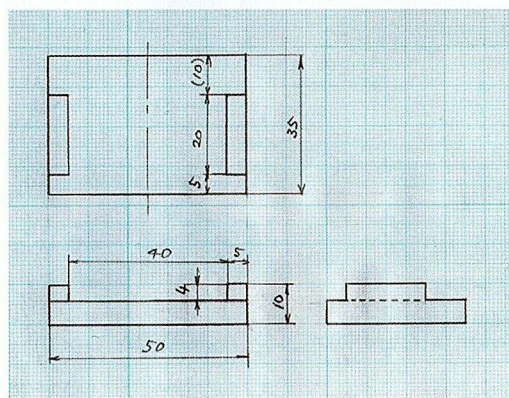


図5 フタ図面

横面にスリットがあり、貯金の金額が見える。

100円硬貨で3000円弱入る。穴は $\phi 25$ エンドミルを使用。500円を入れるには $\phi 28$ ぐらいの穴径が必要であるので四つ爪旋盤で加工する必要がある。お金の入れ口部を加工の時 エンドミルの刃長が短いので注意する必要がある。

直方体六本組 C

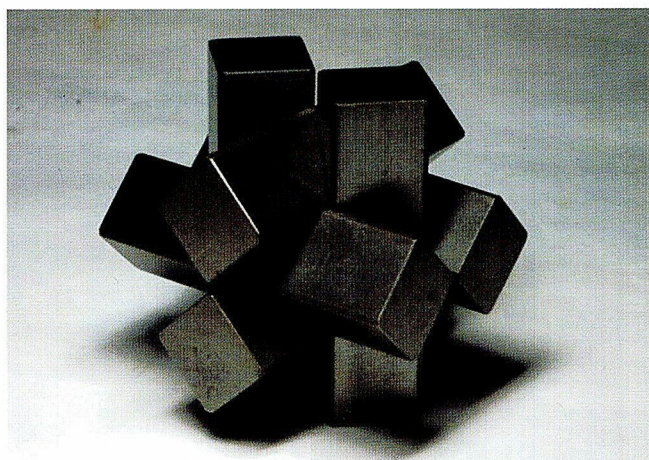


図1 直方体六本組 (2)

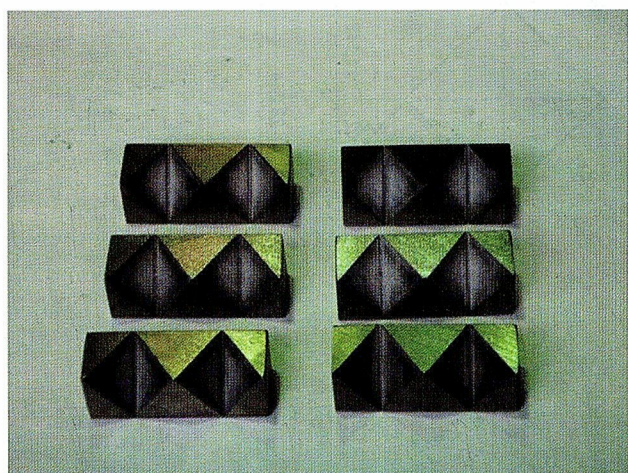


図2 部品

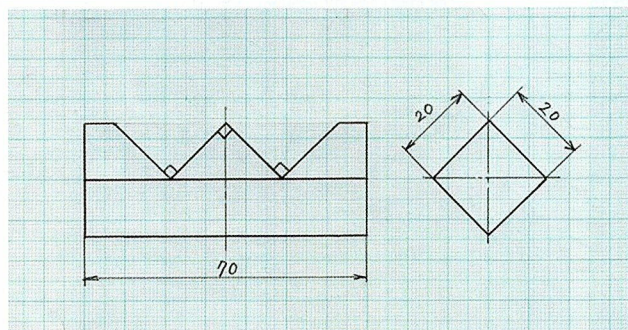


図3 参考図面

加工方法

Vブロック4個を図5、図6のように取り付け、 $\phi 20$ のエンドミルで図3のように加工する。図2を更に端を加工するとエッシャーの星になる。

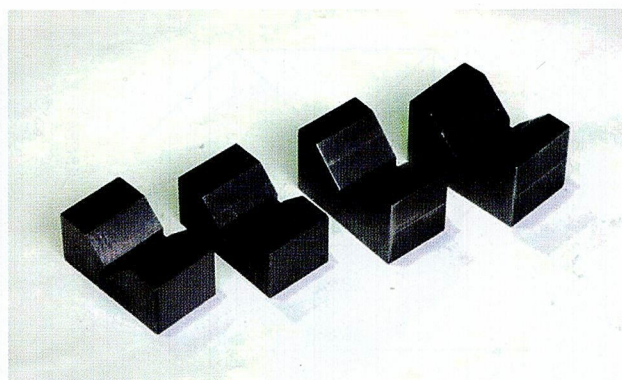


図4 使用するVブロック4個

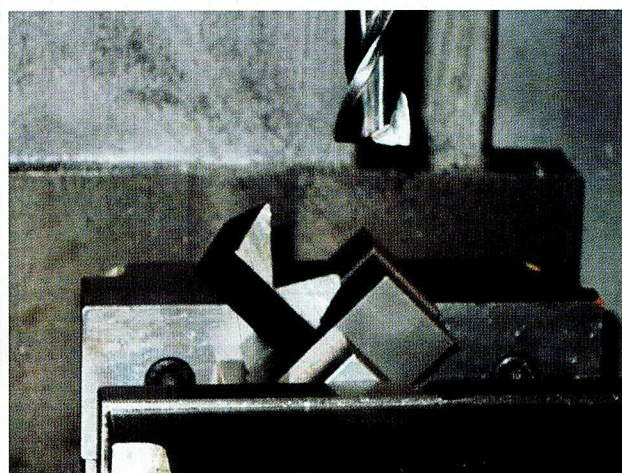


図5 取り付け状態 (1)

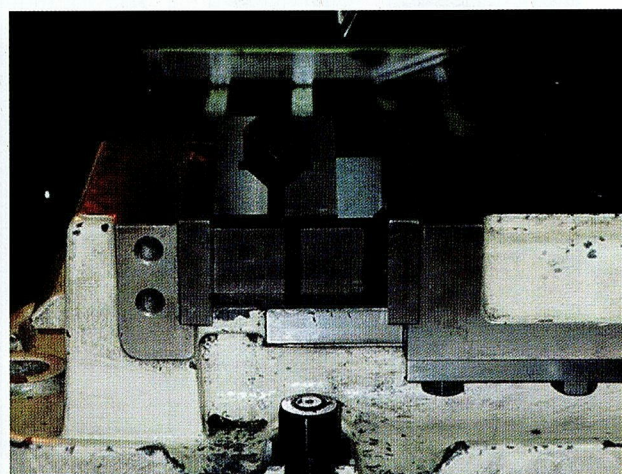


図6 取り付け状態 (2)

組み立て方

部品3個を組み立て、机に置いておき他の三個を組み立て、両手に持って同時に合体する。

エッシャーの星

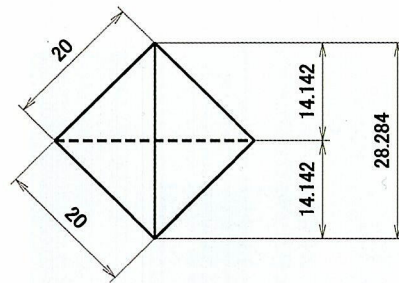
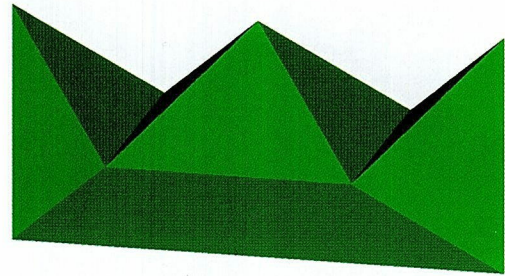
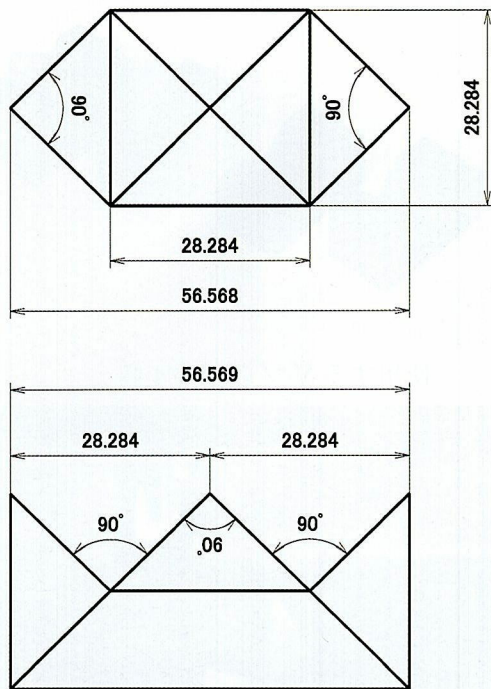


図1 部品図面

□20×59

6本

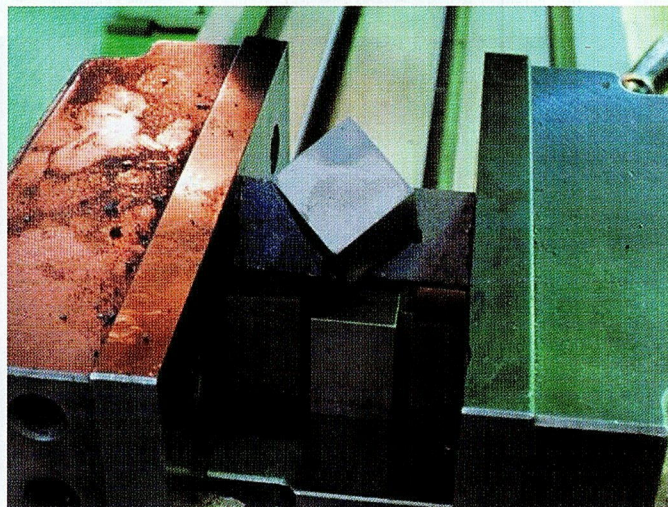


図2 マシンバイスに取り付け

加工方法

直方体六本組の両端を図1のように取り付け、加工するとエッシャーの星になる。図1は製作した結果としての寸法であり、加工は中心の線を見て加工すればよい。

組み立て方

部品3個を組み立て、机に置いておき、他の三個を組み立て、両手に持って同時に合体する。

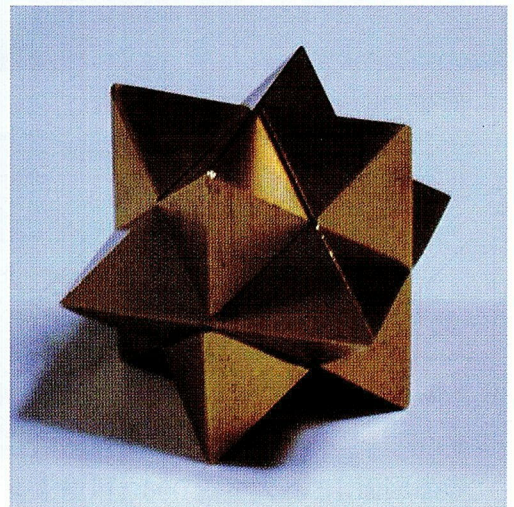


図3 エッシャーの星組立て

あり溝組立て

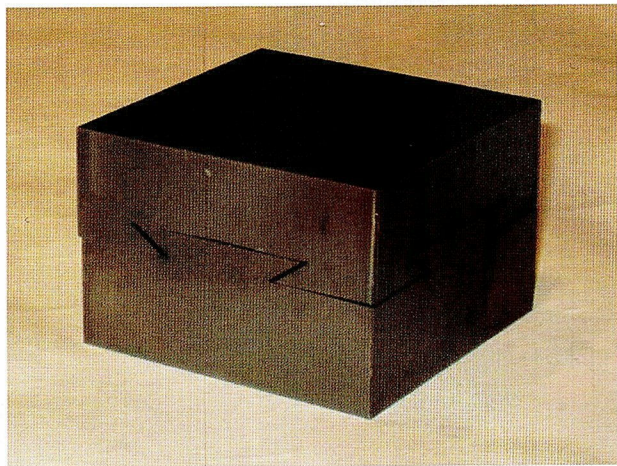


図1 あり溝組立て

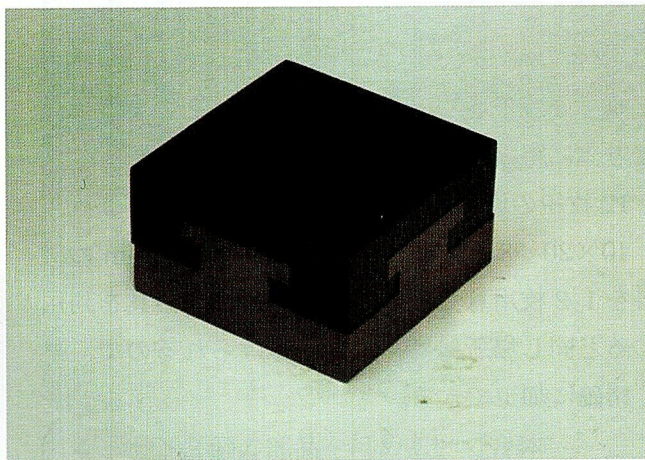


図2 (参考)T型組み立て

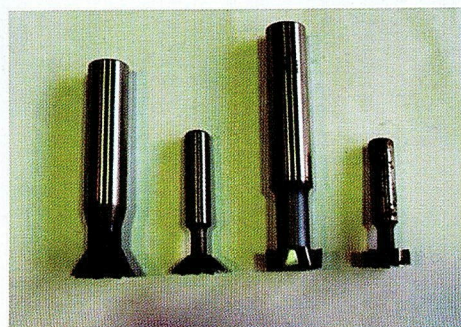
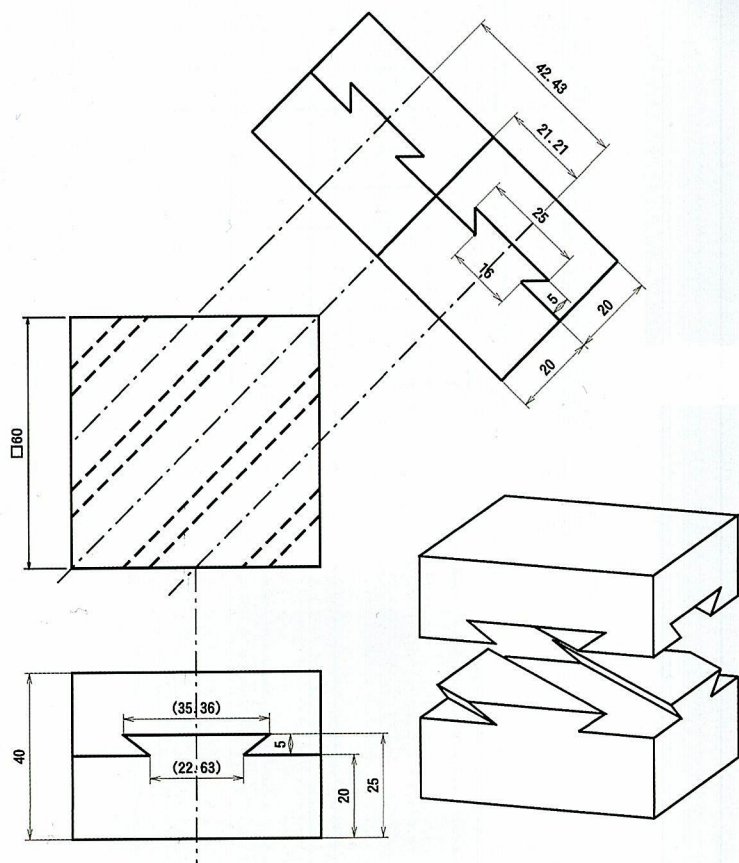


図3 あり溝・T型エンドミル

ペントミノ

ペントミノはすべての部品上面の面積が 5 cm^2 で 12 部品すべて形状が違ふ。下図のように並べると並べ方は千通り以上ある。更に図 2 のように直立方体に組み立てられる。

12 枚組の場合 30×30 6 枚、 30×20 2 枚、 40×20 3 枚、 50×10 1 枚。板厚 10mm の材料を 12 枚用意して加工する。図 3 の治具を利用すると同じ場所に部品を取り付けられるので、早く精確に加工できる。

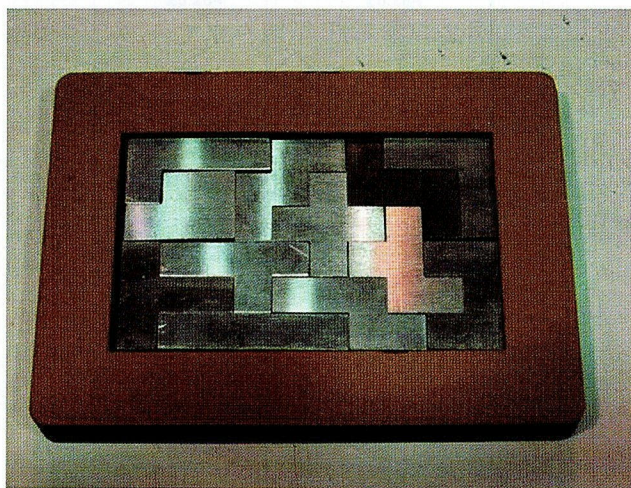


図 1 ペントミノ 12 枚、アルミ製

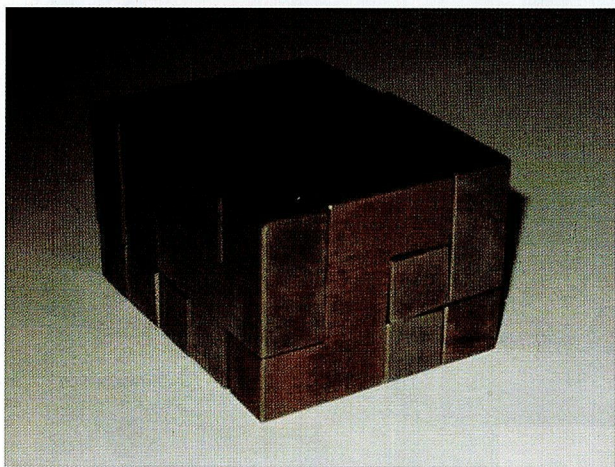


図 2 直立方体に組み立て、铸铁製

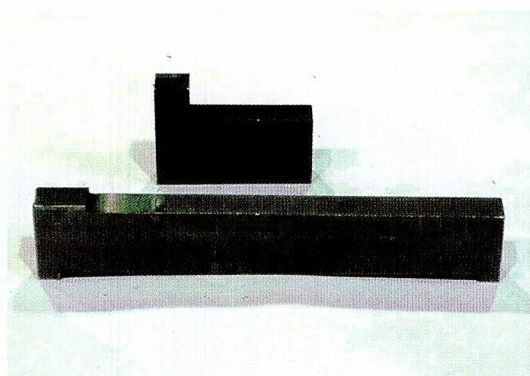


図 3 加工のための組立て治具

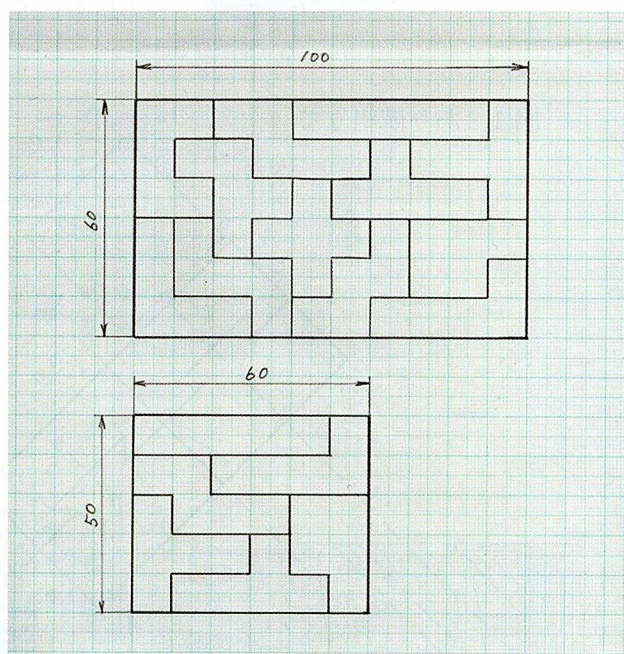


図 4 12 枚組、6 枚組の図面

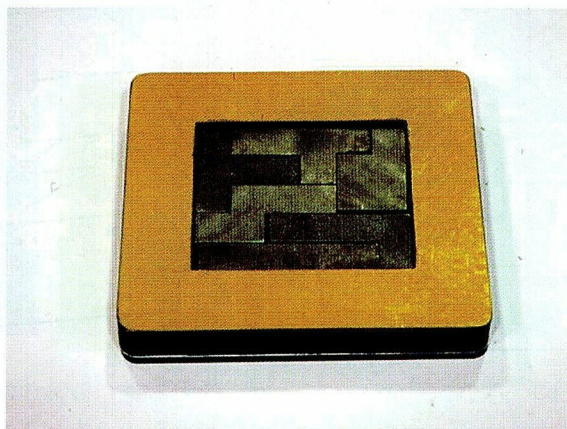


図 5 ペントミノ 6 枚

各種ペン立て

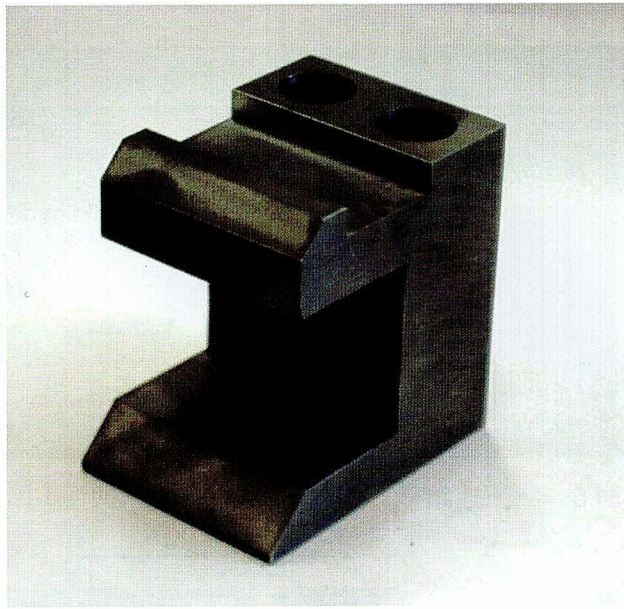


図1 ペン立て2本、工業技術基礎に掲載

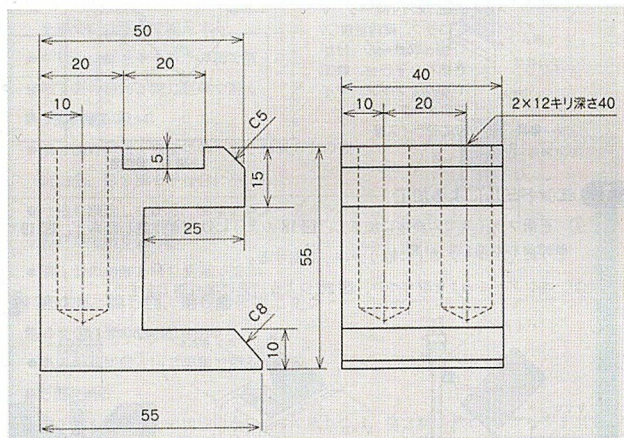


図2 製作図

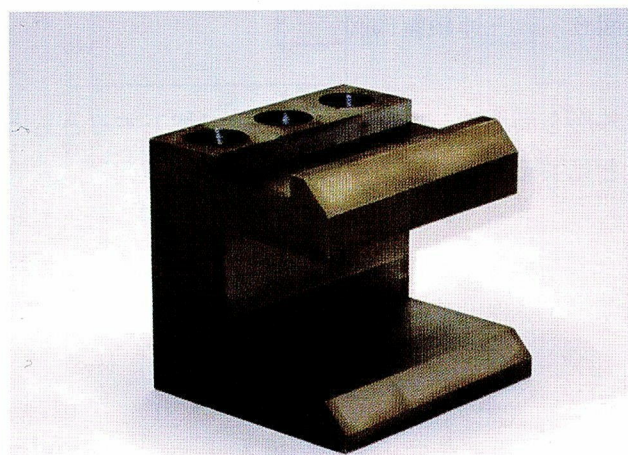


図3 ペン立て3本

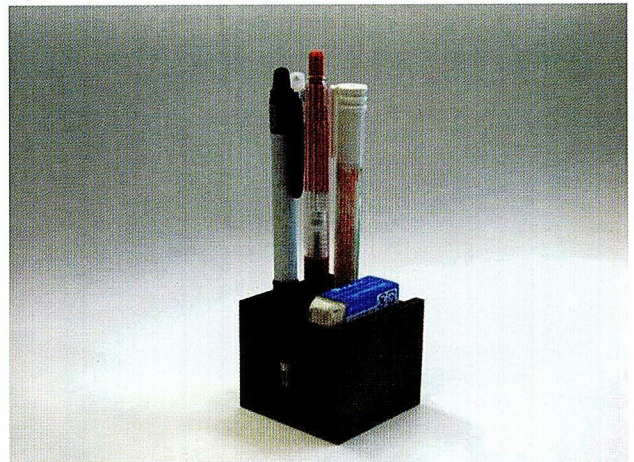


図4 上下2個の部品をはめあいで合体

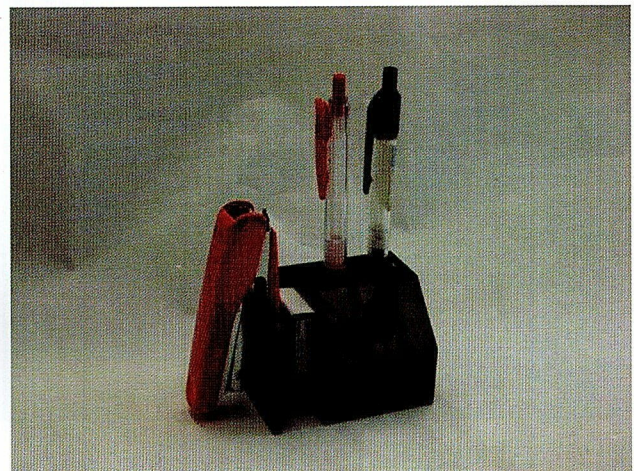


図5 ペン立て三本、横に物立て



図6 旋盤で加工、下側からばね入り

二連鎖

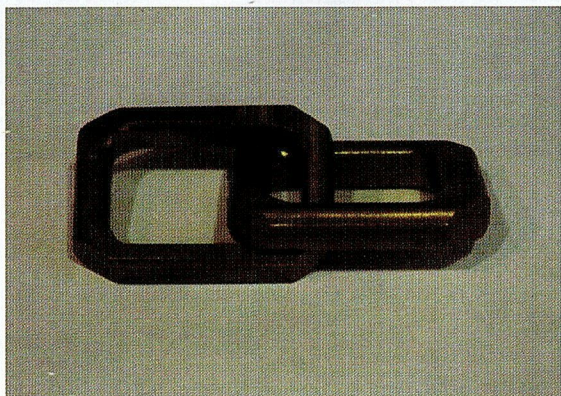


図1 二連鎖

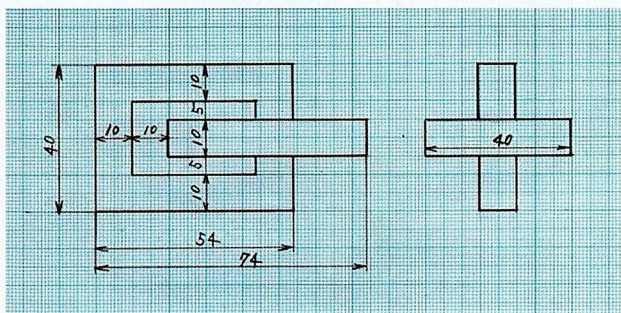


図2 二連鎖製作図

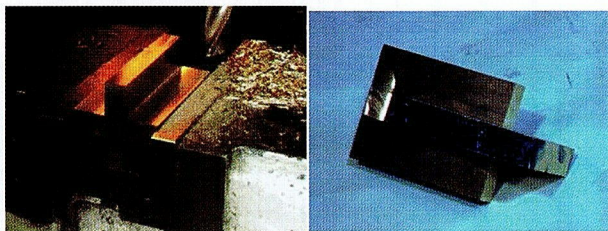


図3 加工途中

図4 切り離し

材料は真鍮で加工した。2個に切り離すときの中心部は図4のように取り付けてドリルやエンドミルで切削する。鋳鉄で加工すると部品を45度で取り付ける時、強く締めつけると割れる恐れがある。

三連鎖

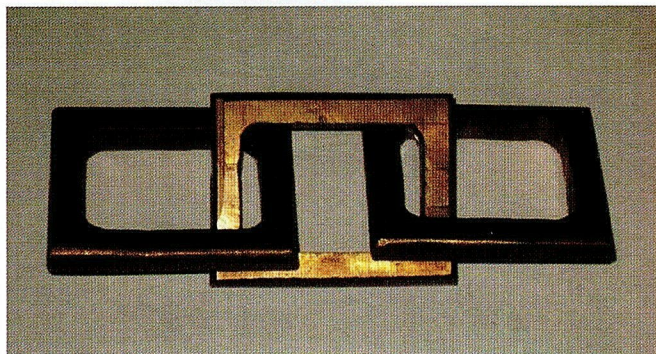


図5 三連鎖

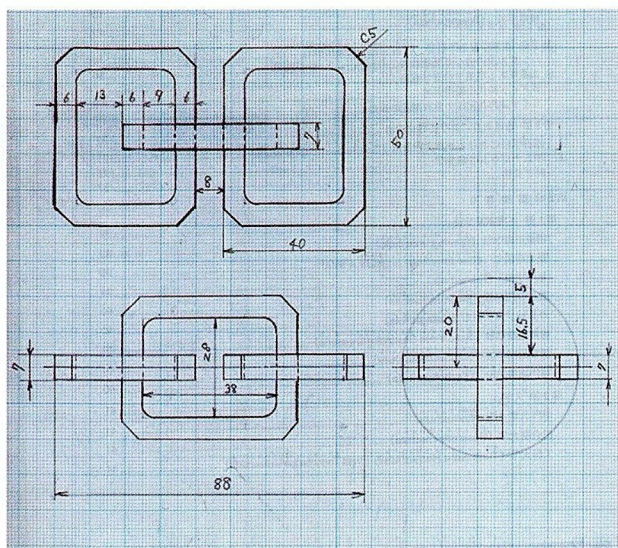


図6 三連鎖製作図

外形を面取りし、R エンドミルで加工するともっと見栄えが良くなる

工科高校 2年実習課題

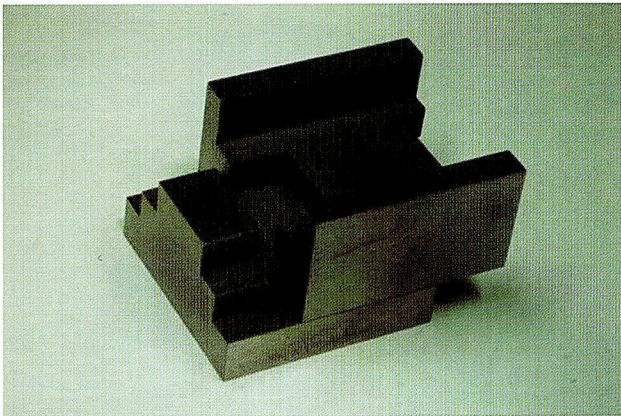


図1 凹凸かん合体

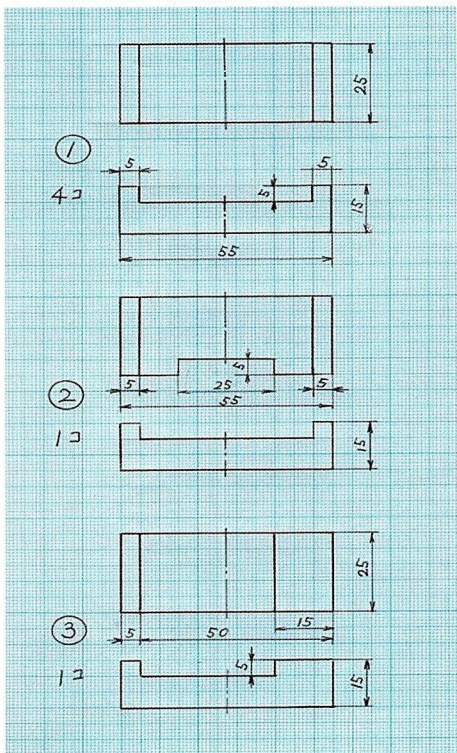
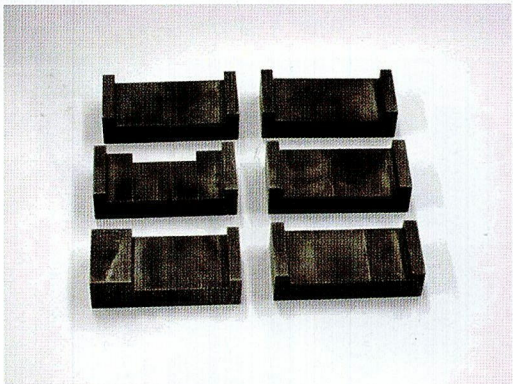
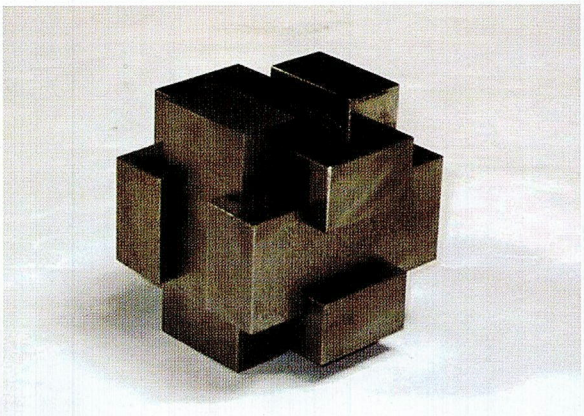


図2 かん合体の図面

2 か所のはめあいがあり、高度な加工技術が身につく教材である。

副教材 6ブロック組み立て

角棒から加工してもよいが、上図の凹部品の廃材から製作することもできる。

図3 6ブロック組み立て

各種小型万力

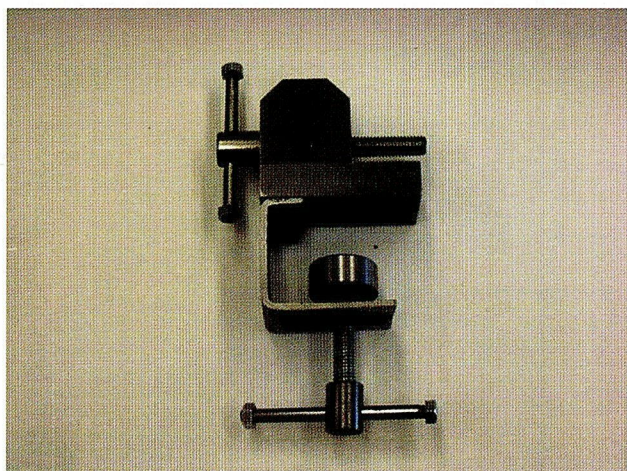


図1 工業技術基礎に掲載、溝ガイド方式

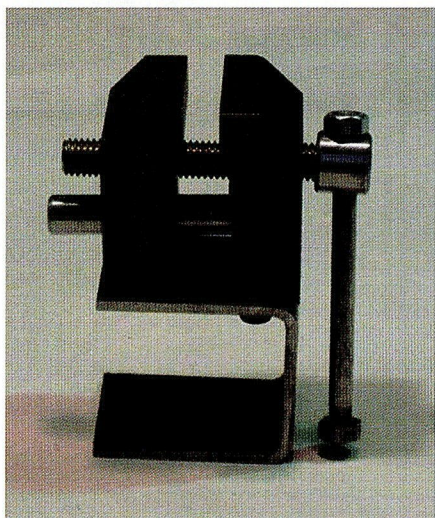


図2 工業技術基礎に掲載、軸ガイド方式

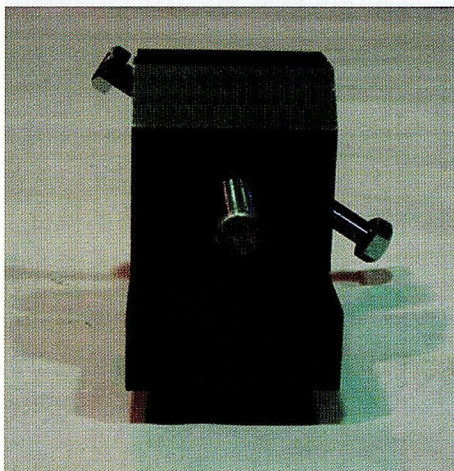


図3 あり溝ガイド方式

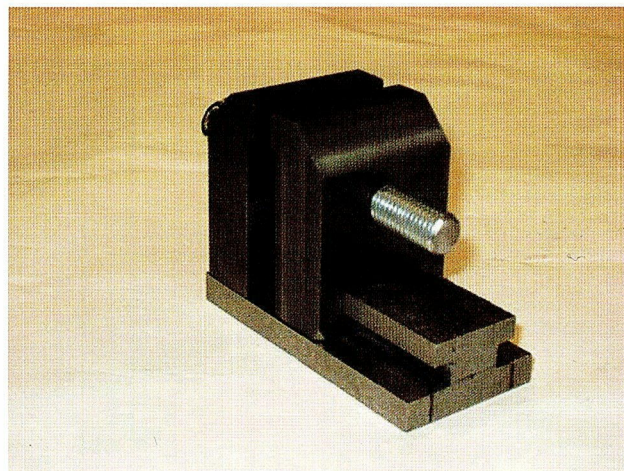


図4 スライド部分がT溝方式

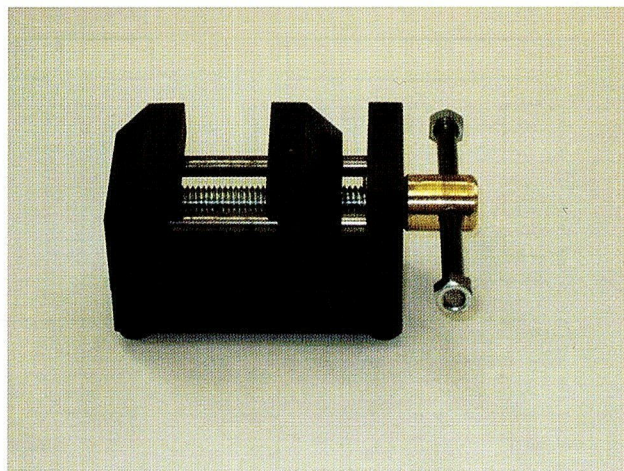


図5 特殊万力、2軸ガイド方式

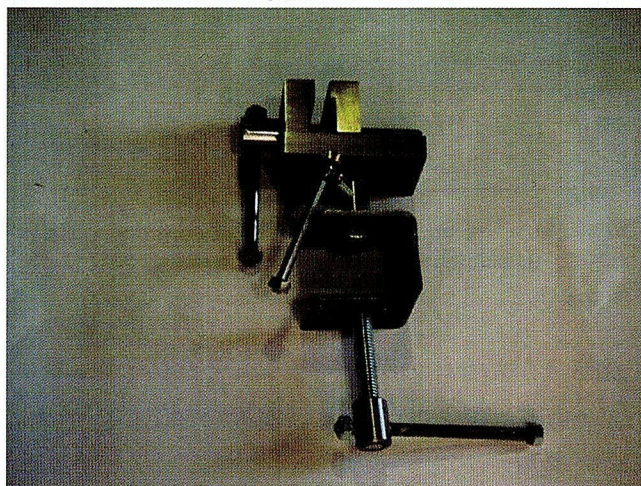


図6 万力の台が回転する方式

各種ペーパーウェイト

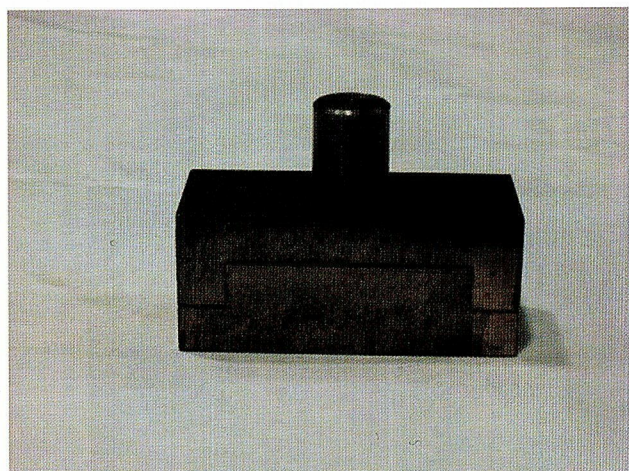


図1 かん合体



図4 真鍮製、長さ60mmと80mm

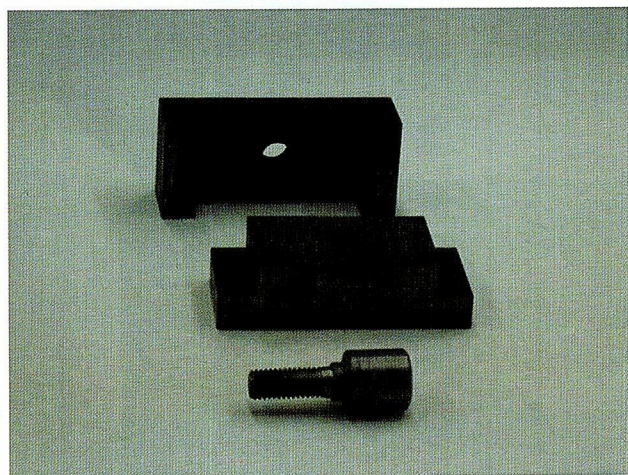


図2 図1の分解

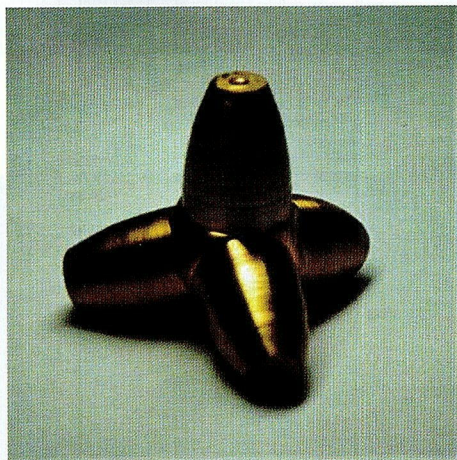


図5 テトラポット⇒19頁参照

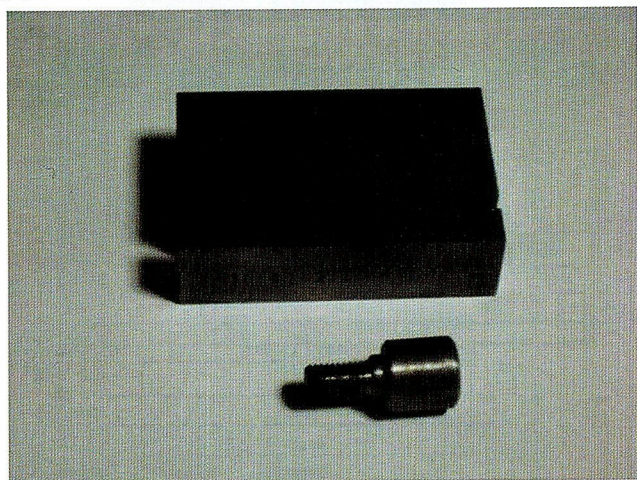


図3 かん合部が丸型、やすりで丸削り



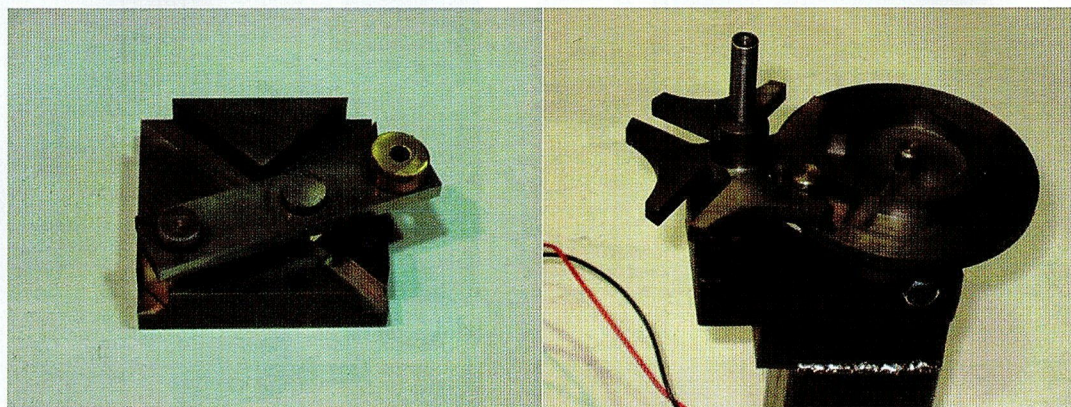
図6 下部歯車、上部と合体 試作品

7 機構作品

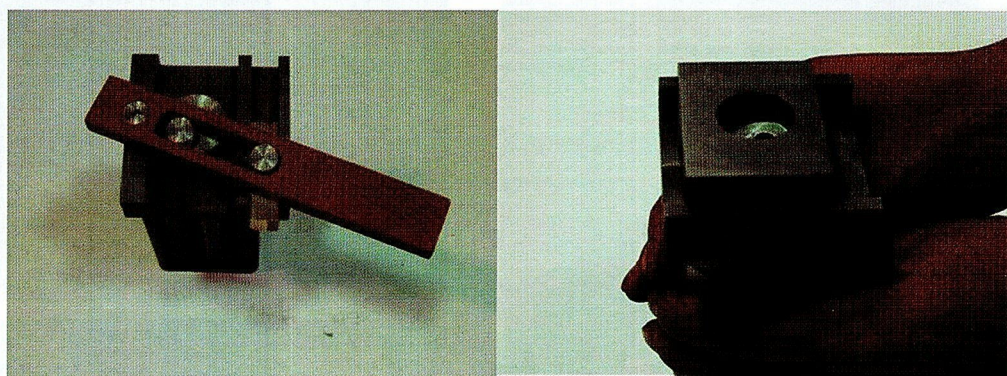
7-1 両スライダー、ゼネバ機構

7-2 早戻り機構

7-3 偏心機構



7-1



7-2

7-3

早戻り機構

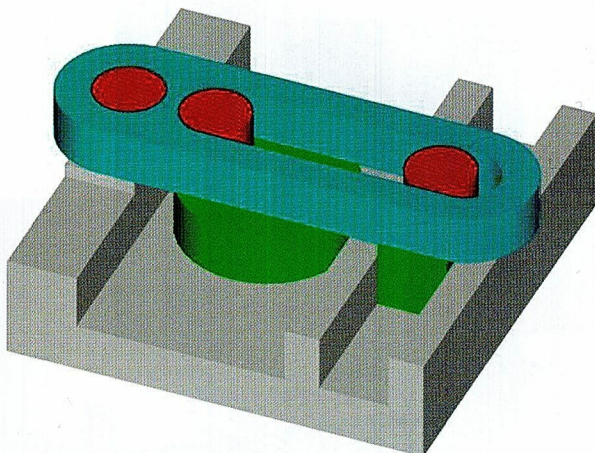
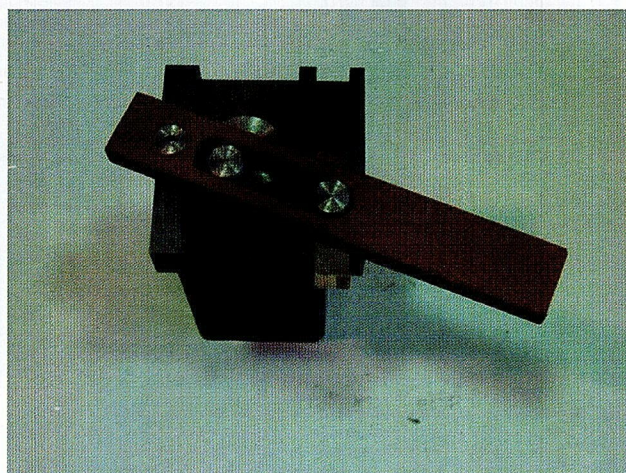


図1 早戻り機構

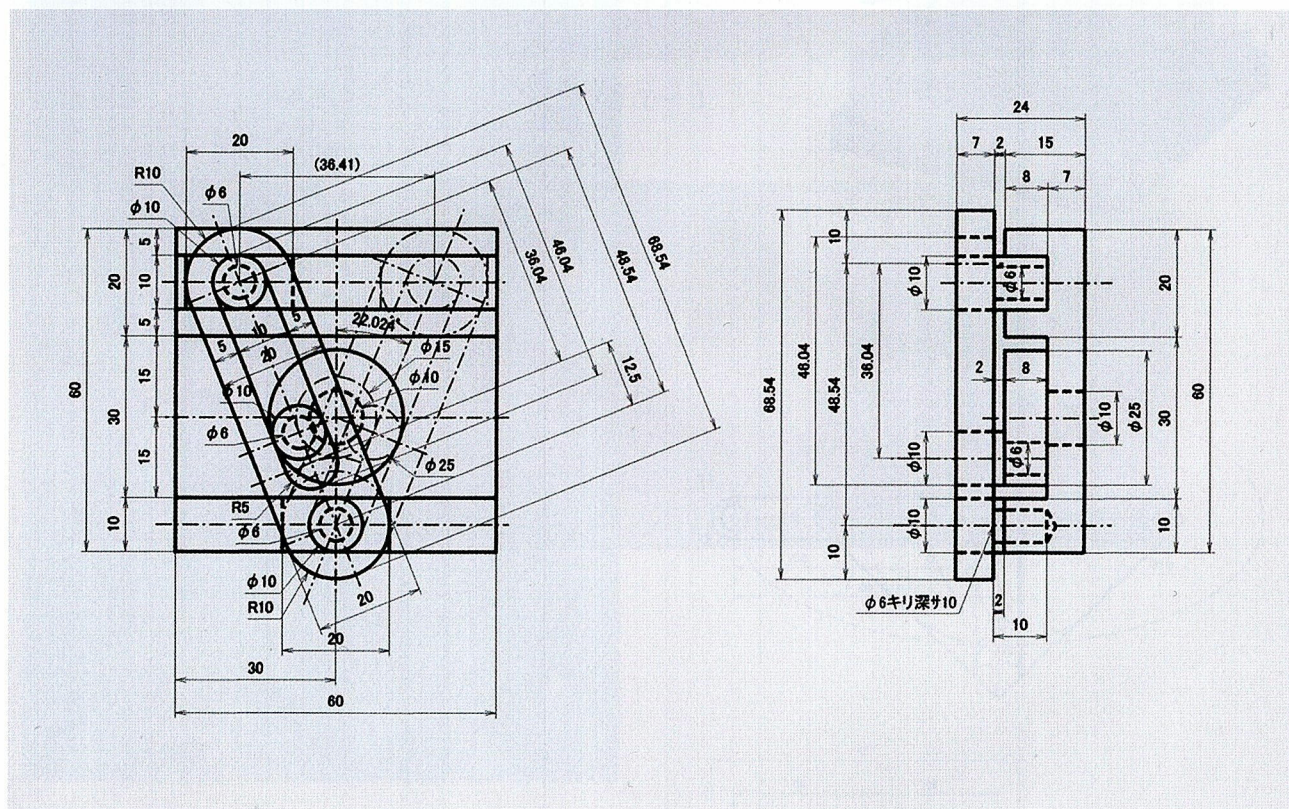


図2 図面例

偏心機構

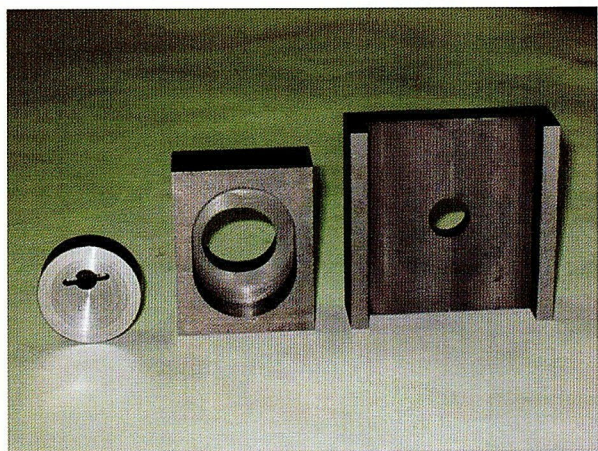


図 1 部品

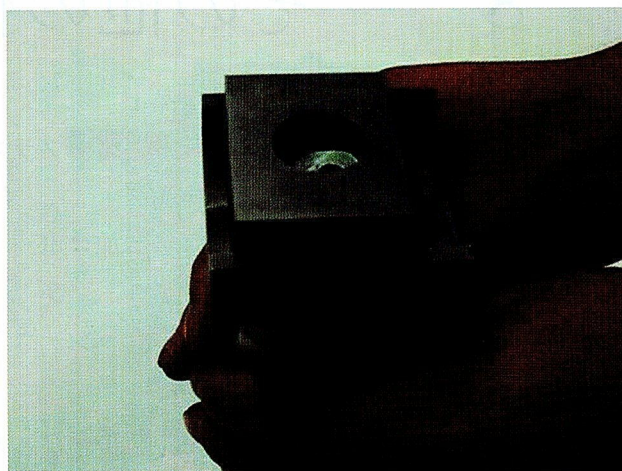


図 2 組み立て

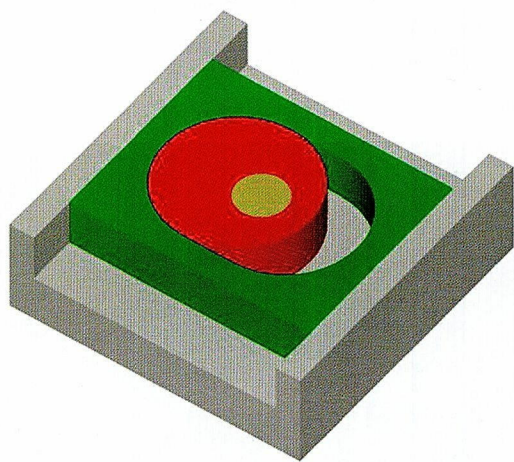
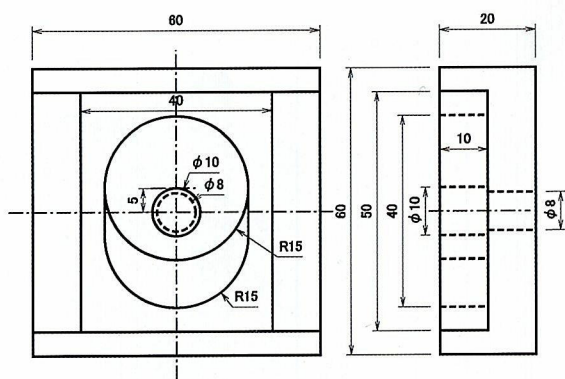
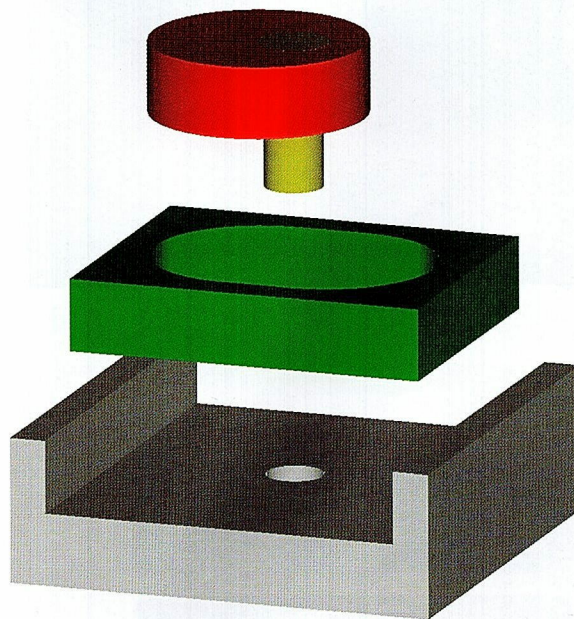


図 3 分解図



8

その他の作品

- 8-1 その他の作品 1
 技能五輪競技課題、プラスチック金型
- 8-2 その他の作品 2
 ロボリンピア参加ロボット、サッカーロボット、相撲ロボット
- 8-3 その他の作品 3
 素形材もの作りコンテスト参加作品、銅鐸
- 8-4 その他の作品 4
 一辺 1 mm のサイコロ、トランペットのマウスピース、
 鍵(2 種類)、空き缶圧縮機、ワインカップ
- 8-5 不倒コマ、逆立ちコマ、小物入れ 3 種類、ビールマンスピン

その他の作品 1

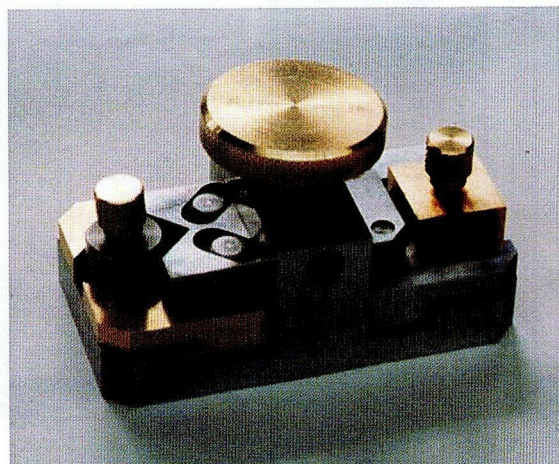


図1 第35回技能五輪競技課題
スライダー機構



図4 プラスチック金型本体

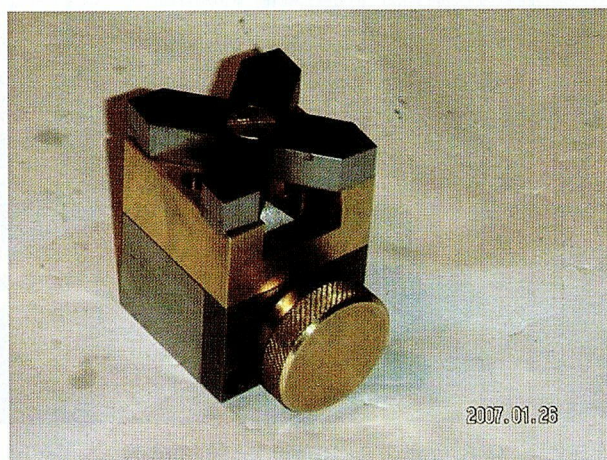


図2 第36回技能五輪競技課題ラチェット機構

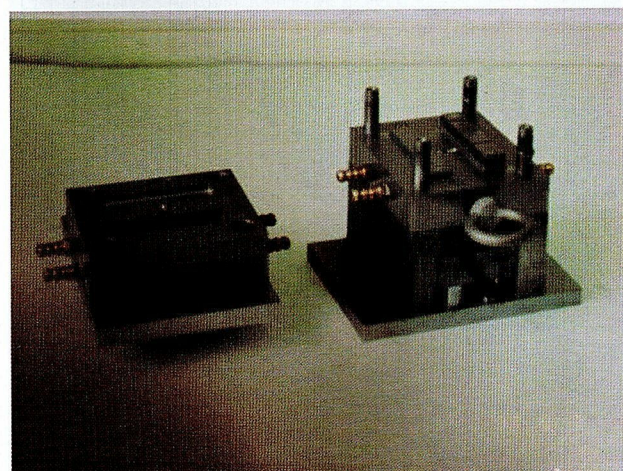


図5 左側キャビティ、右側コア

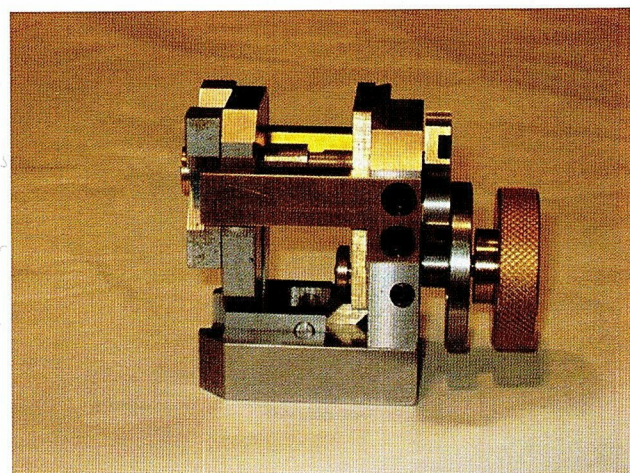


図3 第45回技能五輪競技課題ゼネバ機構

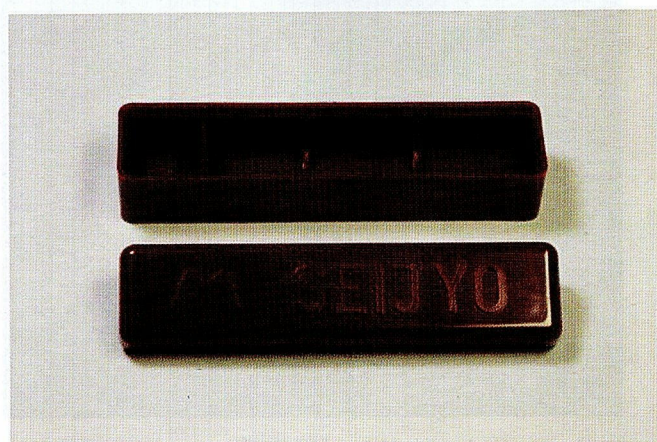


図6 上記の金型で樹脂成型した印鑑ケース

その他の作品 2

各種ロボット大会出場



図1 ロボリンピア大会ダイアスロン部門優勝
坂を下り、水中を走り抜け坂を上がる競技

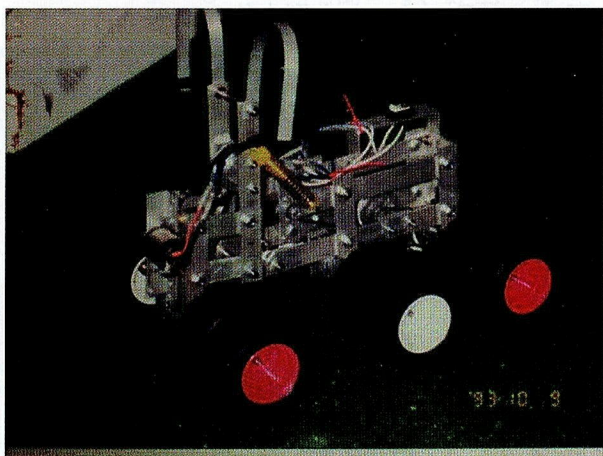


図2 93ロボリンピア大会出場

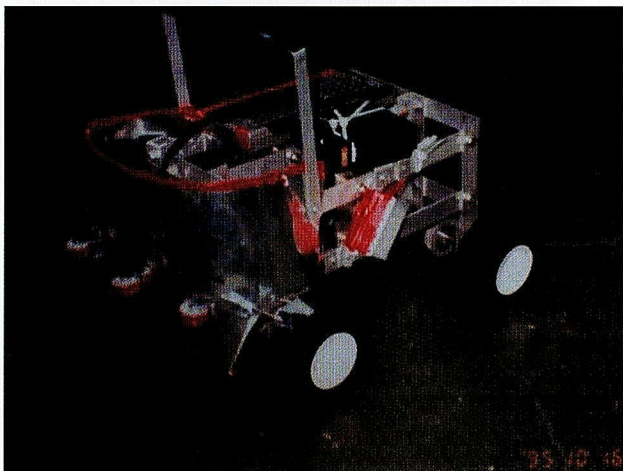


図3 94ロボリンピア入賞
ポケコン制御で、前方の杭を回って帰るコース

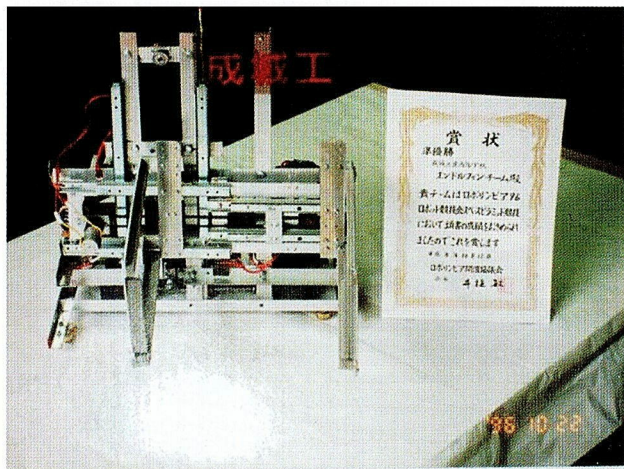


図4 96ロボリンピア大会準優勝

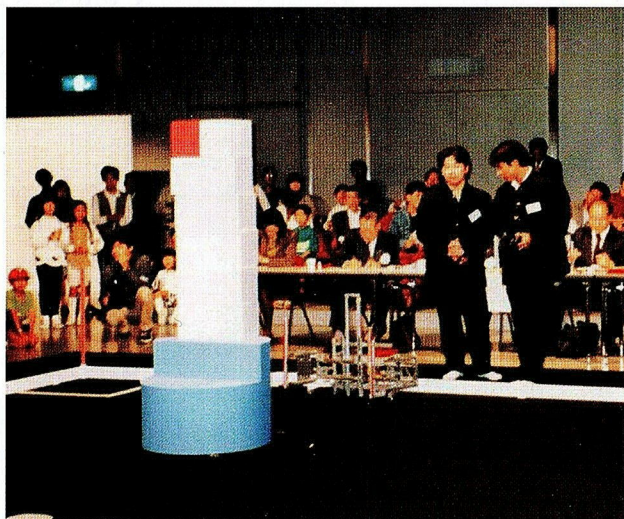


図5 96ロボリンピア大会競技風景
発泡スチロールのブロックを積み上げる競技

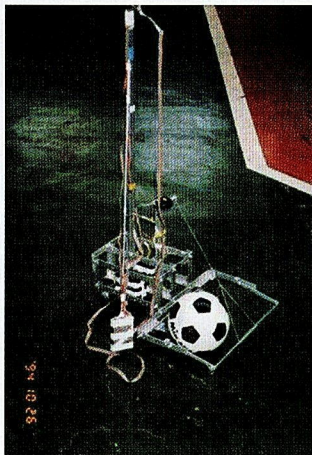


図6 サッカーロボット

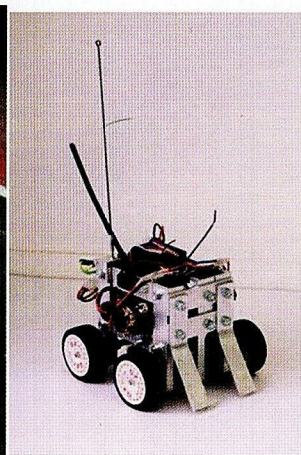


図7 相撲ロボット

その他の作品 3

素形材ものづくりコンクール



図1 山寺 (奨励賞)



図2 日本庭園 (佳作)

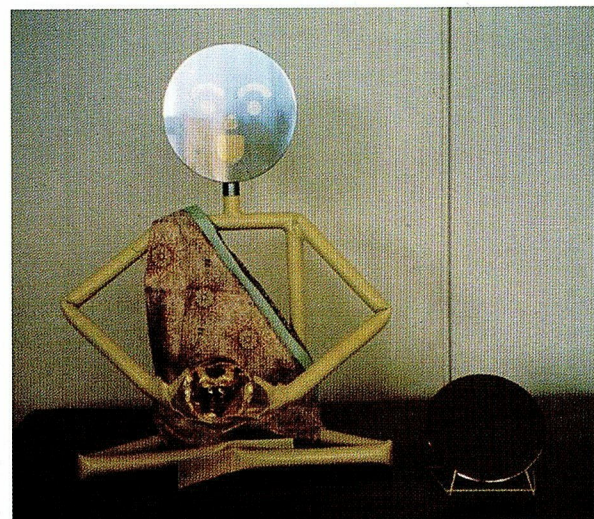


図3 喜怒哀楽 (佳作)



図4 花と蝶 (蝶はレーザーで加工) (佳作)



図5 銅鐸 (素形材センター会長賞)

企業とのコラボレーションという企画で、生徒を企業に連れて行き指導を受けて製作。前面に校章を入れた。古代の銅鐸の厚さに復元するのは大変難しい。

その他の作品 4

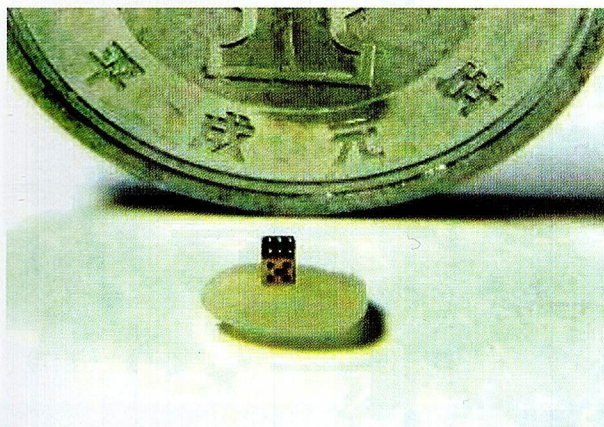


図1 一辺1mmのサイコロ(真鍮製)、米粒の上
⇒ 74頁に解説

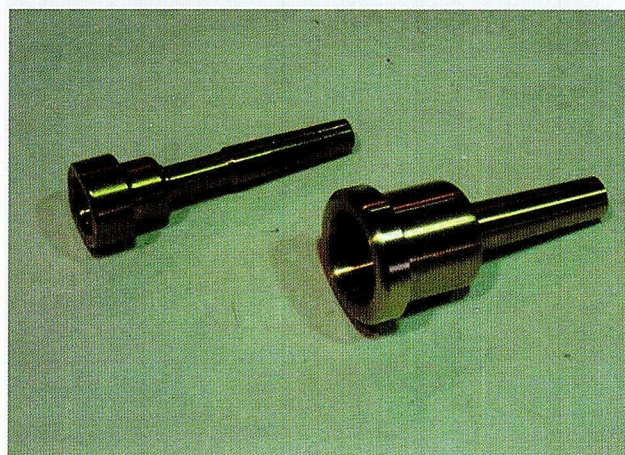


図2 トランペットのマウスピース
穴はテーパリーマで加工

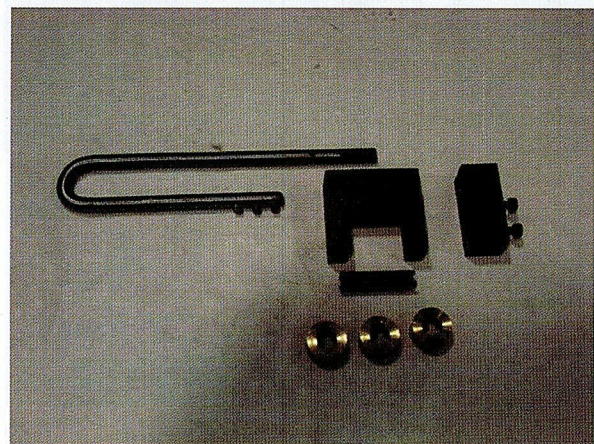


図3 番号合わせ式鍵

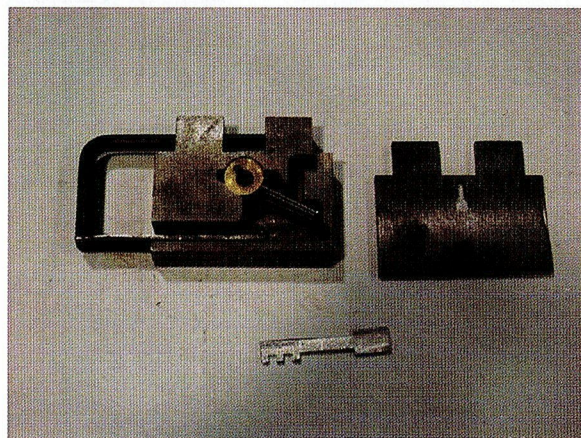


図4 差し込み式鍵

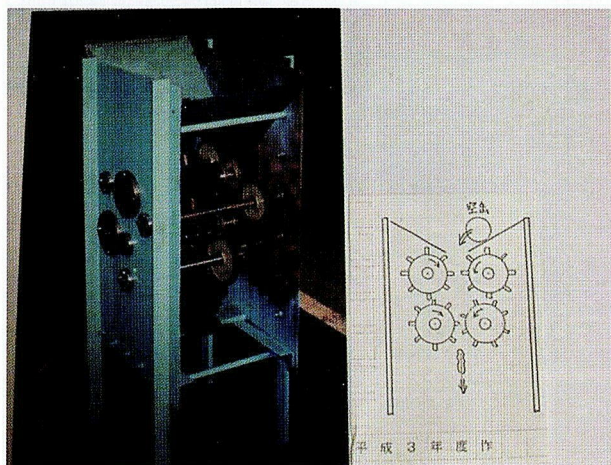


図5 空き缶圧縮機1号(歯車方式)
他に偏心したカムを利用した巻き込み方式やネジ
で圧縮する方式も製作



図6 ワインカップ 真鍮・アルミ製

その他の作品 5



図1 不倒ゴマ 止まっても倒れない

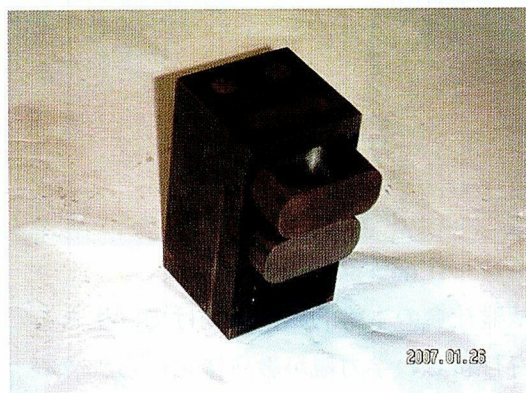


図3 小物入れ 本体一体型
かどが取れないので引き出しも丸くなる



図4 ねじ止め 側面2か所はめ込み

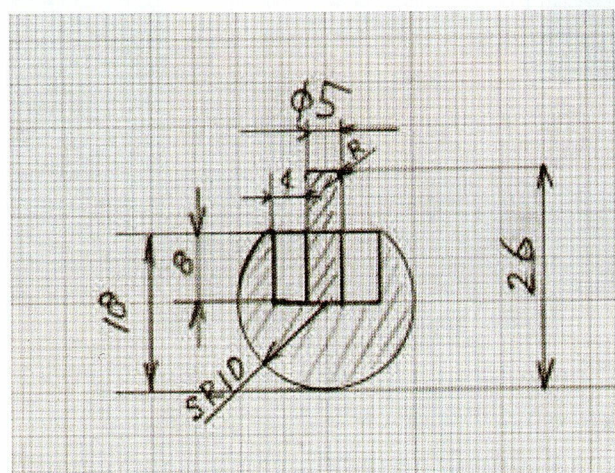


図2 逆さゴマ 回転させると逆さまになる

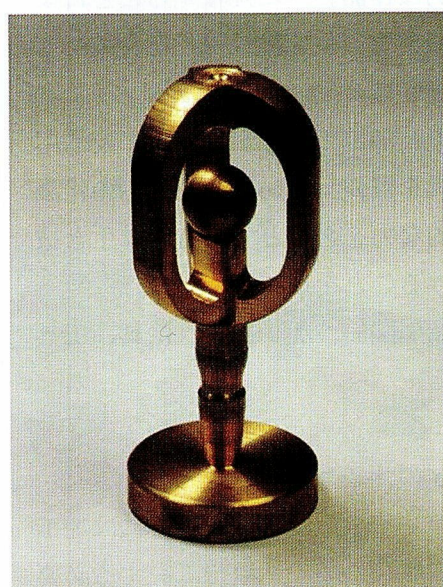


図5 ビールマンズピン

新しい学力観を育む課題研究

—ものづくりの実践例—

大阪府立淀川工科高等学校

教諭

中西 淳一

知識基盤社会の本格的到来に向けて「生きる力」を育む新しい学力観が教育に求められている。中教審においても総合的な学習の時間が重視され、職業学科においては課題研究の中で取り組んでいる。私は、ものづくりの基礎的・基本的な知識と技能等を工業技術基礎や実習等でしっかり身に付けさせ、課題研究で創造性や独創性など思考力を育むものづくり教育を目指している。生徒に「不思議だなあ。どのようにして作るのだろう。」「自分で工夫して作ってみたい。」と興味・関心を持たせ、ものづくり教育により問題解決能力や自発的・創造的な学習態度を育て、独創的な作品製作に挑戦することによりこれからの社会を「生き抜く力」を育てさせている。学校現場には企業にあるようなハイテク機械はないので、加工工程を工夫し、必要に応じて治具や工具を自作している。これらの作業を通じて独創的な力を必要とする時代に生き抜く力を身に付けることを期待している。

製作した作品の図面、加工工程、治具、工具などを紹介する。

1 一辺 1 mm のサイコロ製作

一辺 1 mm のサイコロに目を入れるには加工技術の基本を理解し、加工工程を工夫する必要がある。基準面からエンドミルまでの距離を正確に計算しながら上面を正方形に加工した後、6 の目を $\phi 0.5$ のドリルの先端で入れる。横面

に 2, 3, 4, 5 の目を入れた後、ペンチ

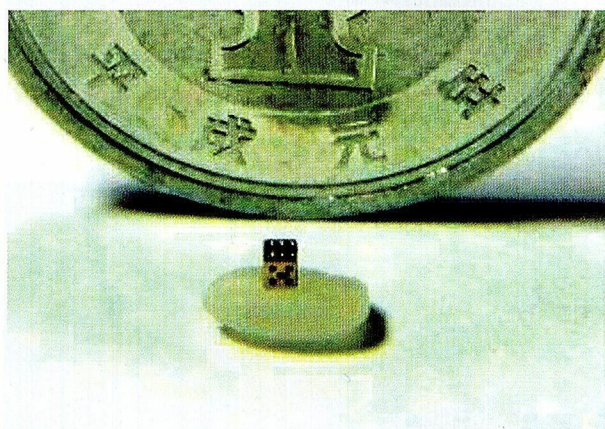


図1 一辺1mmのサイコロ(真鍮製)、米粒の上

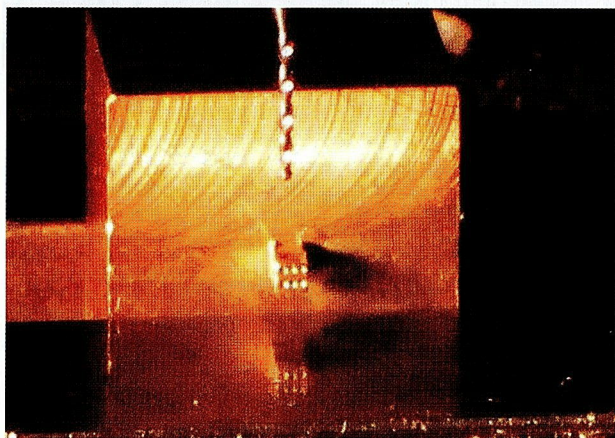


図2 横面に2, 3, 4, 5の目を加工

で 2 mm の長さで切り離す。次に厚み 3 mm の板に $\phi 0.5$ の貫通穴をあけ、その位置に $\phi 1$ のエンドミルを R0.21 で円回転させ $\phi 1.42$ 、深さ 1 mm の穴をあける。その穴に 6 の目を下にしてはめ込み、エンドミルで表面を切削し、ドリルの先端で 1 の目を入れて完成。サイコロを穴

から抜くため、下側の $\phi 0.5$ の穴から押して取り出す。一辺 0.8mm のサイコロまで挑戦した。

2 六重立方体の製作

四つ爪旋盤で六重立方体を製作する。爪の長さを考慮して立方体の1辺は 85mm とした。チャックを締めて材料を固定する時、いちばん外側の幅の狭いところに爪が来るので、割れを防ぐために、4枚の板を各面にあてて力を分散した。4面を加工し、残りの2面を加工する時は、中心部のいちばん小さい立方体から切り離す。その時、四つ爪の2個で本体を固定し、他の2個の爪で治具を使用して中心部を固定し、縦突っ切りバイトで切り離して行った。切削部分は直接見えないので刃物台のマイクロメータカラーの目盛を見ながら、切削音と手の感触等を頼りに慎重に加工した。

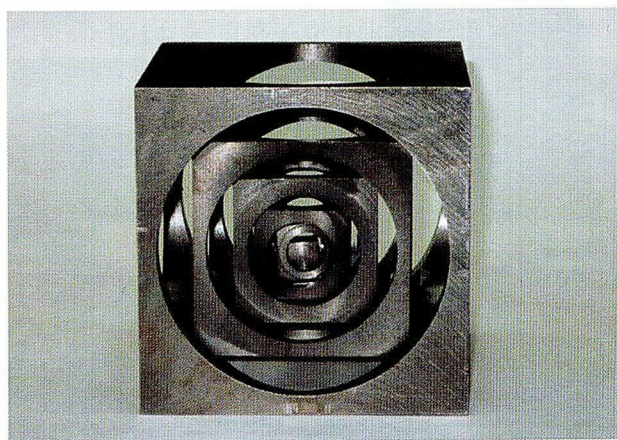


図3 六重立方体(鑄鉄製)



図4 本体や中心部分を固定する治具とバイト

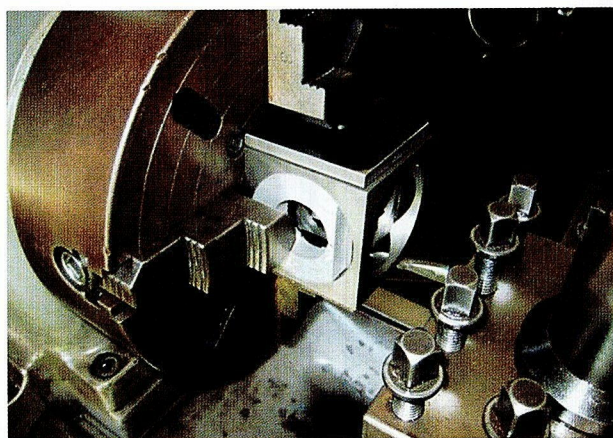


図5 四つ爪旋盤で加工

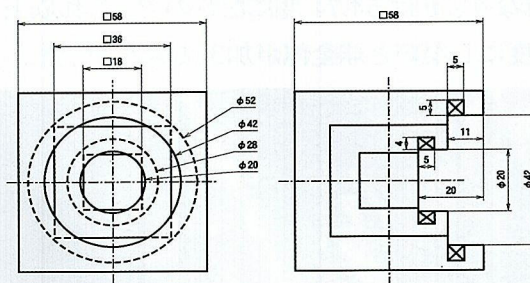


図6 三重立方体の図面

六重立方体の図面は線が多く見にくいので三重立方体の基本図面を添付する。刃幅 5mm 。

3 枠中の球製作

四つ爪旋盤で枠の中に球を加工した。材料はサイコウッドである。バイトの形状を設計し、S45Cの鋼材をNCフライス盤でR部を加工した後、焼入れした。そのバイトで刃物台を 45° に傾け、旋盤主軸を逆回転して加工した。

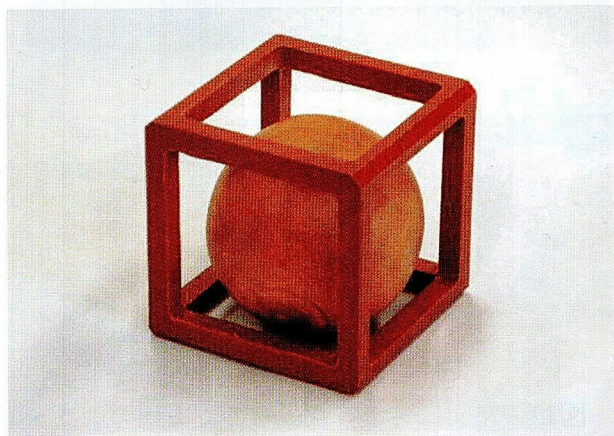


図7 枠中の球、球 $S\phi 36$ 、外枠一辺 40mm

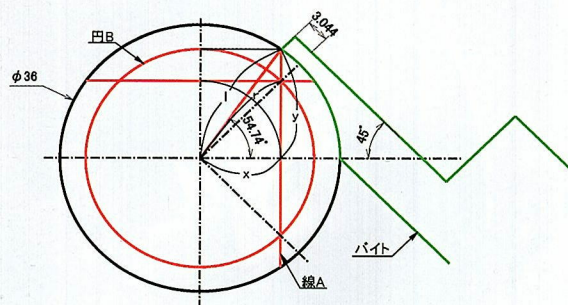


図8 バイト形状の計算図

バイト形状の先端角度を計算すると $\tan \theta = \sqrt{2}$ となり、 θ は 54.74 度になるので、それ以上の角度にしないと球全体が加工できない。

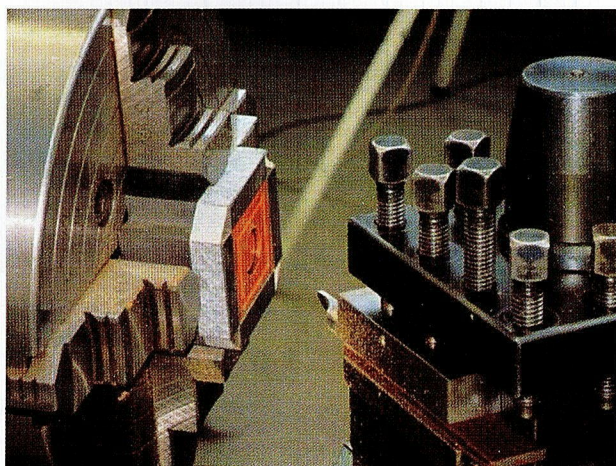


図9 刃物台を45度に傾けて加工

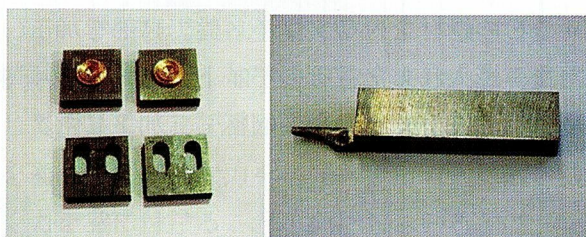


図10 治具とバイト

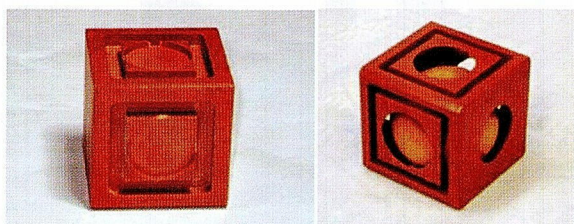


図11 加工途中の形状

図11の左図は各辺 40 mm の立方体の中に $\phi 36$ の球を加工するので、各面の中央部を深

さ 2 mm 切削し、4 面に板をあてて加工する。最後の 2 面は図10の上部の治具で両サイドから球を動かぬように固定して加工した。

4 四重格子立方体の製作

鋳鉄を汎用フライス盤で加工する。最後の 2 面加工時には治具で左右から固定して加工した。

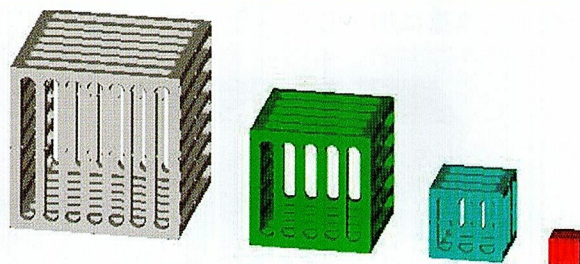
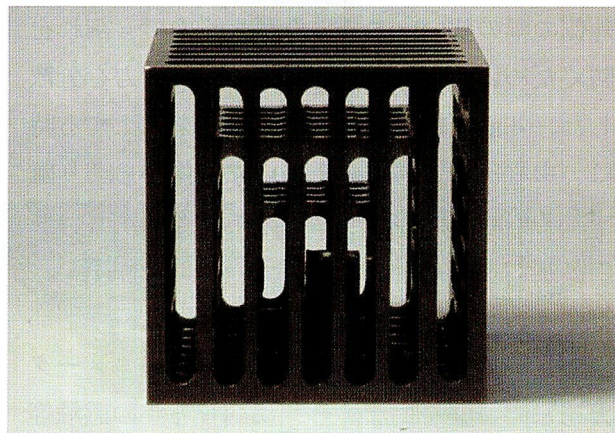


図12 四重格子立方体、一辺70mm

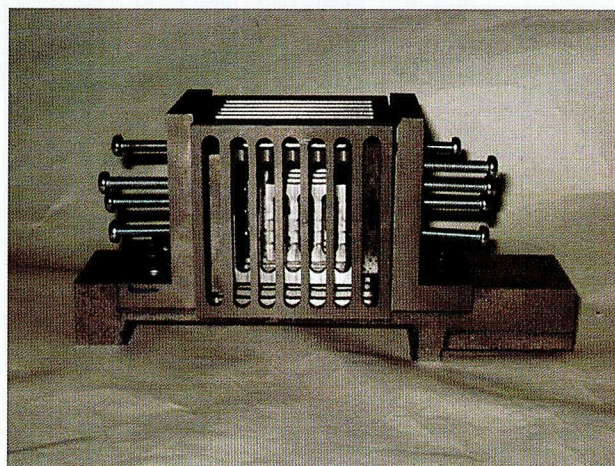


図13 四重格子立方体の治具

これも図が複雑になるので三重格子立方体の加工方法を説明する。同じ治具により、格子の中に立方体が 1~8 個入った格子立方体も加工で

きる。R 3 のボールエンドミルで加工した。

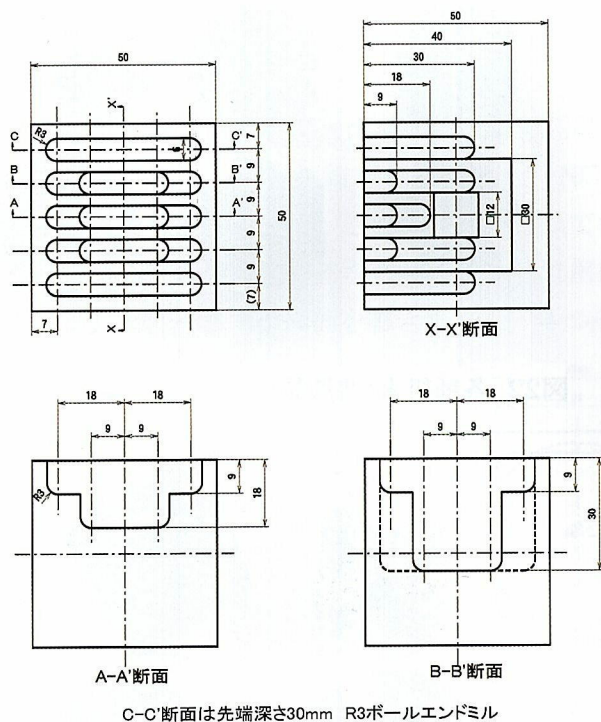


図14 三重格子立方体の加工図

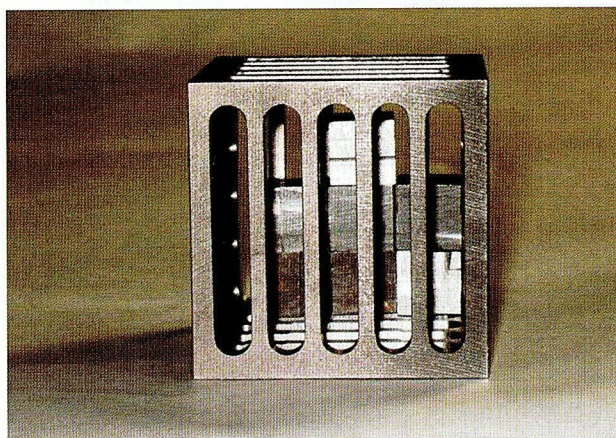


図15 格子立方体の中に7個の立方体

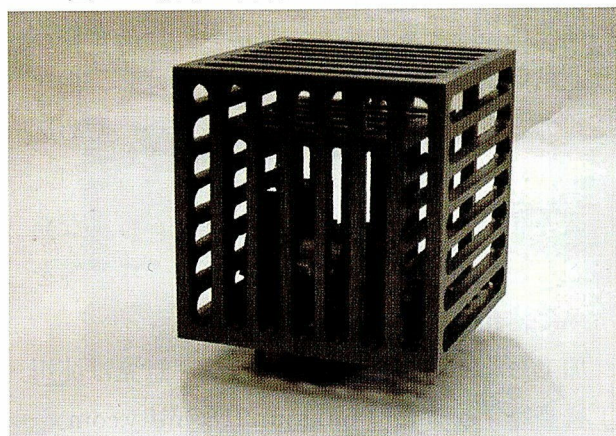


図16 二重目の格子の中に8個の立方体

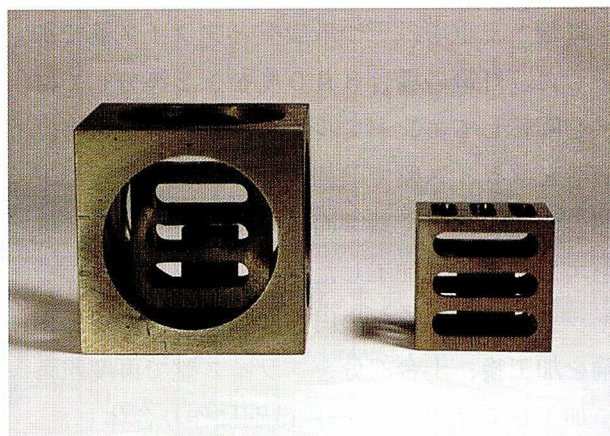


図17 フライス盤と旋盤で加工(一辺50mm)

図 17 はフライス盤で中心部の格子部分を加工した後、四つ爪旋盤で切り離して製作した。

5 他の作品

φ15の真鍮丸棒からS45Cの自作バイトで球に加工した後、図18のように12mmに加工する。φ2.5エンドミルをR2.9で円回転切削してアクセサリ一用にした。中心部分を両サイドから治具のねじで締めつけて固定する。同じ治具で立方体から図19のような各種のアクセサリ一を製作した。

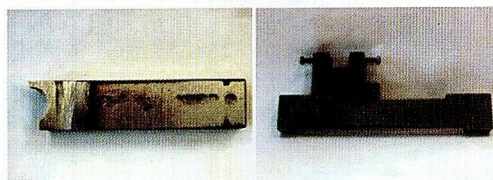
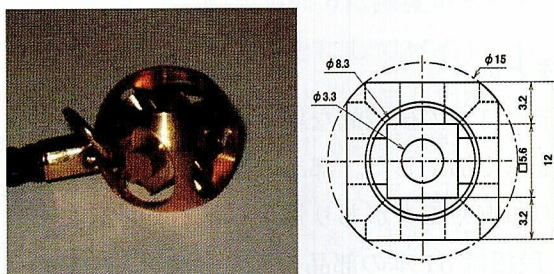


図18 球アクセサリ一、自作バイト、治具

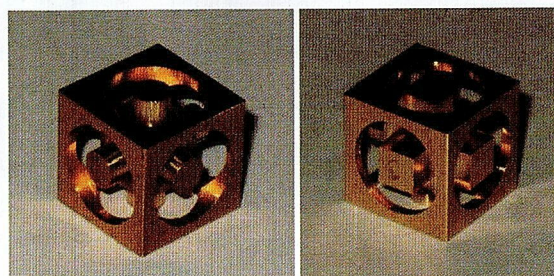


図19 1辺12mmの立方体から製作

灯籠と三重塔は三つ爪旋盤とフライス盤で加工した。灯籠の場合360度を12等分して材料を回転してエンドミルで加工する。三重塔は旋盤とフライス盤で前加工し、フライス盤で下部の四角の部分基準面にして、中心部や屋根をエンドミルで加工した。次に下部を旋盤のチャックで固定するため円柱に加工し、先端の相輪を加工後、土台部分をフライス盤で再度四角に加工して完成した。階段は別に作り合体した。



図20 灯籠と三重塔(真鍮製)

6 まとめ

今年は日本の伝統的な組木細工をサイコウッドや金属で加工した。部品の形状や組み方には多数の知恵や工夫があり驚かされた。図21左上の11段組は51本の部品を組み立てた。加工の難しさより組み立てるのに苦労したが、組みあがったときの感激はひとしおである。

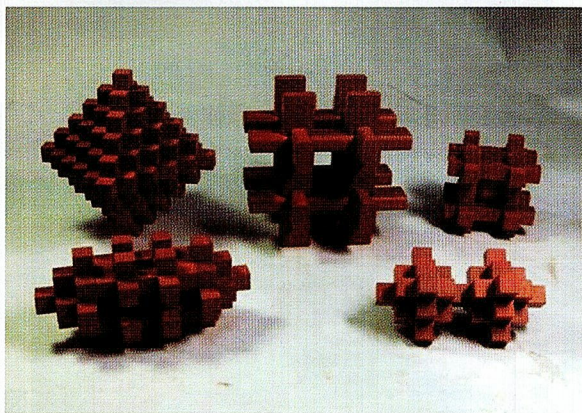


図21 各種組木(サイコウッド製)

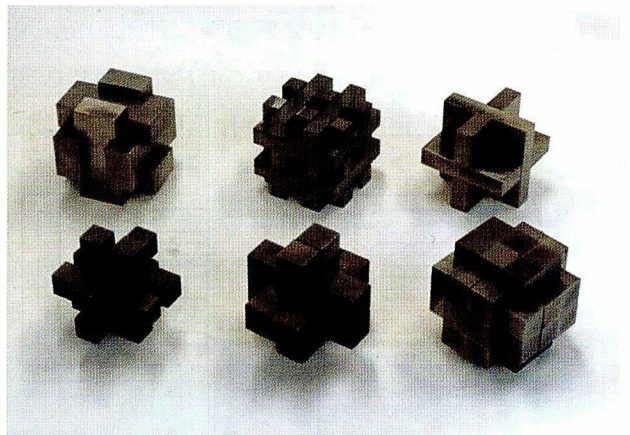


図22 各種組木(鑄鉄製)

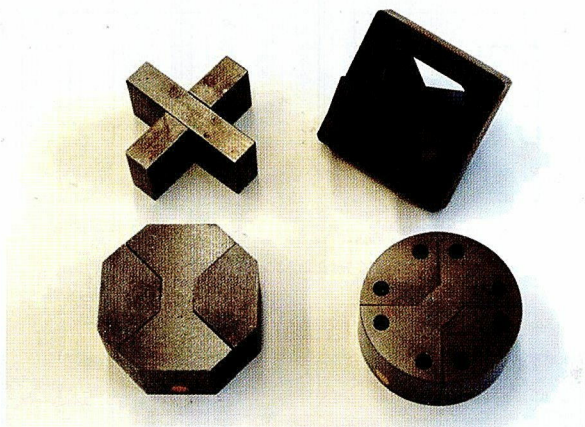


図23 遠心力式パズル(鑄鉄製)

遠心力式パズルは十字型が基本形である。その中にφ6のピンが4本内蔵されていて上下に分離できないが、回転させると遠心力でピンが穴の外側に移動し、上下に外れる。また基本構造は同じでも右上の枠入りや外側の形状を変えて八角形や円形にすると別の作品になる。このように工夫して新しい作品を生み出すことが、独創性や創造性を豊かにし、更に良い作品を作ろうと試行錯誤することが思考力を伸ばし、生き抜く力を育む。その他、真鍮や銅を鉄に埋め込んで、いわゆる象嵌にしたペン立てや一輪ざし、構造の異なる各種小型万力など生徒が自由な発想のもとで製作した多数のオリジナル作品等をすべて紹介できないのが残念である。

加工方法・治具について、質問・意見は淀川工科高等学校または nakajun918@nifty.com

(中西淳一)に連絡くだされば説明する。

ものづくり雑談 (1)

図1のような作品をテレビの放送で見ました。それを見た人はどう思うでしょう。「不思議な作品だ」「部屋に飾っておきたい」「NCの機械で作るのだろう」とかいろいろの感想があるでしょう。司会、これを自分で作ってみようと思う人は少ないと思います。私はこれを見たとき他人が作るなら学校にある汎用機械を使ってなんとか自分で作れないかと考えました。そこで、図面を書きました。4つ爪旋盤での加工になります。

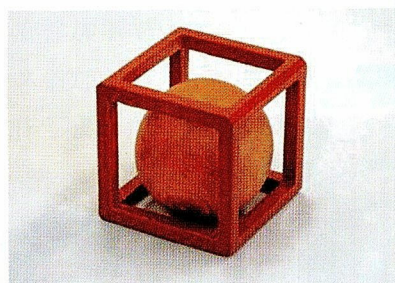


図 1

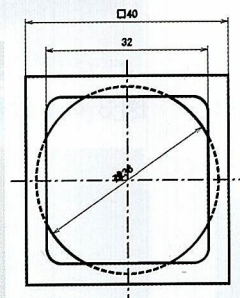


図 2

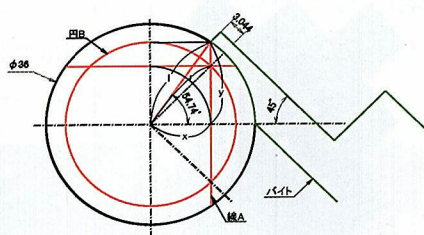


図 3

球を加工するのは総形バイトと思いましたがそんな特殊バイトは売ってないので自作しました。S45Cの鉄で逃げ角を取りながら加工し、焼き入れしました。図3を見て旋盤の主軸正回転での加工なら刃物は左下に向いていると思われるでしょう。最初は私もそう思い図3の球の右下のほうから加工するつもりでしたが、刃物台の動きが前方に限度があり無理でした。そこで旋盤の主軸を逆回転にして右上の方から加工することにしてバイトを作り直しました。刃長は図3を見ると球の45度のところまであればよいと思いましたが、立体ですのでそれでは削り残りができました。計算すると3mmほど長くする必要があります。すると刃物は図3のように一度にそのまま突っ込んで加工できず、少し離して突っ込んで、内側に近づける必要があります。また4面は立方体の外を挟んで加工できますが、残り2面を加工するには中の球が動かないように固定する必要があります。そこで図5のような治具を作り上側の2枚で中の球を挟み、外側の2面を補強もかねて下側の2枚で取り付けました。苦労しただけ完成した時は感激でした。材料はサイコウッドですが、真鍮でも加工しましたが、自作の刃物では刃物の強度が持たないので途中まで作って未作のままです。



図 4 自作刃物

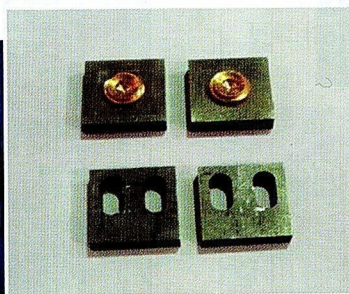


図 5 外側と球固定の治具

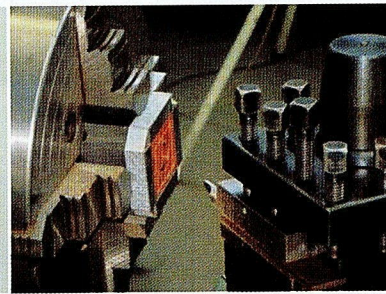


図 6 旋盤の主軸逆回転で加工

ものづくり雑談 (2)

どこかのイベントで組木を見て興味を持ちました。木製で分解して組み立てられるようになっていました。私は早速、手帳に部品をスケッチして早速、図面を書きました。色違いのほうがきれいと思い、アルミと真鍮で製作しました。

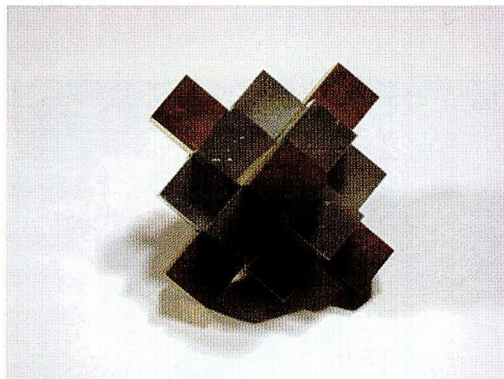


図1 5段組木

5段の組木ですが最初の3本の組み方を間違えると組み立てられません。それに気づくの何日かかりました。

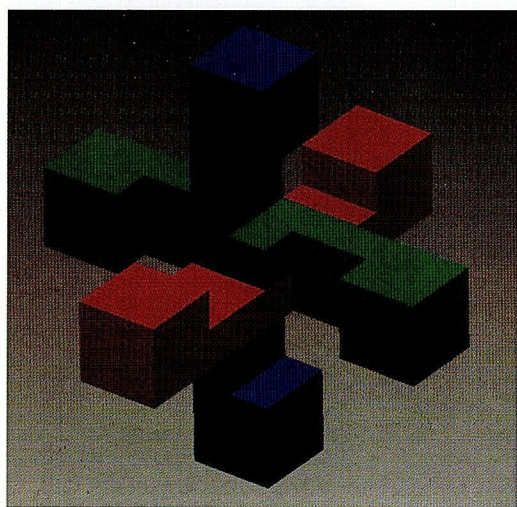


図2 最初の3本の組み方

これができると更に段数を増やしたくなり、7段の組木を作って組み立てましたが、5段よりさらに組み方は複雑で困難でした。更に9段組木、11段組木と意欲がわきました。材料はサイコウッドやアルミで製作しました。

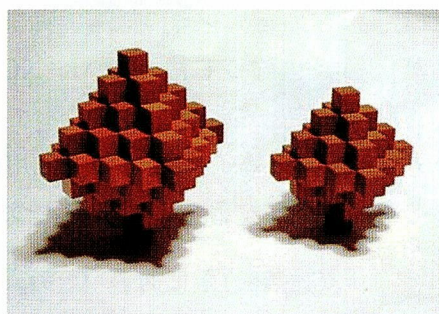


図3 7段組木、9段組木

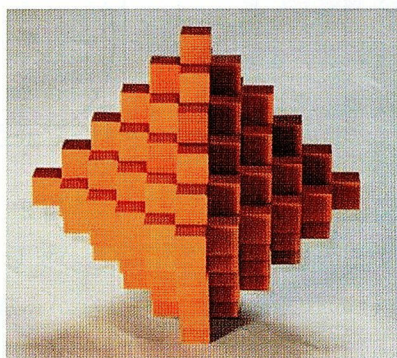


図4 11段組木、最長110mm

11段組木となると51本の部品の組み立てになります。そこで何本で構成されるか計算上分からないかと元同僚の西田清先生に聞くと次の計算式を示されました。

$$1+(2+4+6+8+10+8+6+4+2)=51$$

$$9段組木の場合は 1+(2+4+6+8+6+4+2)=33$$

どういう根拠でそうなるのか私にはわかりません。

5段が連結されたものは私のオリジナルです。

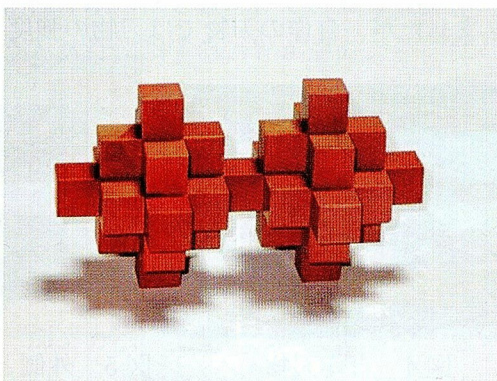


図5 5段の連結組木

ものづくり雑談 (3)

アクセサリー編 新作品への挑戦

図1のような作品が加工可能でしょうか？この写真を見ただけでは加工不可能です。

数年前に韓国学生視察団が淀工に来られました。その時お土産として図2の24mm立方体の中を加工した作品を持ってこられました。切削痕から見ると旋盤加工でした。私は旋盤でもできるが、フライス盤加工の方が早く確実にできると考え、早速試作しました。

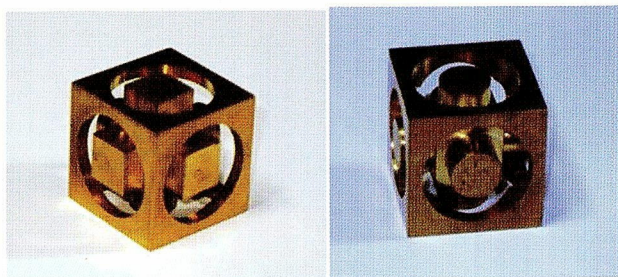


図1 丸に四角

図2 土産

そこで同じものなら面白くないと思い、立方体の中が四角の作品(図3)を試作、更に立方体の枠から突き出た作品(図4)を作りました。それが何かと言われればそれまでですが更に新しいものを作る興味と楽しさです。

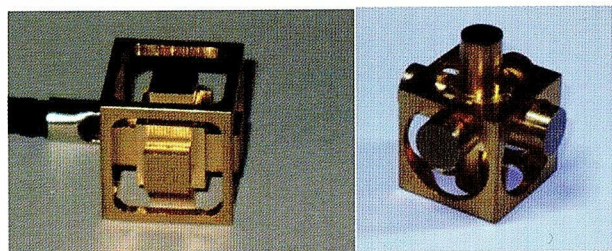


図3

図4

更に一目見て加工不可能に見えるものを作ろうと思い3面を図2、残り3面を図3で加工して、中を回転しておいて置くと、加工できそうもない不思議な作品になりました。それが最初の図1です。これらは最初、24mm立方体からの加工でしたが、それでは身に着けるアクセサリーに大き

すぎるので一辺10mm、12mm、13mmと小さくして種類を増やしました。

これで得意になって満足していたのですが、ある人から携帯電話に付けていたら角で傷がついたとクレームが来ました。角など取るのは無理だ！と咄嗟に思いましたが、へこたれず何とか球にできないかと考えました。そのためにS45Cの鋼を半球に切削し、焼きを入れて自作のバイトを作りました。相手が真鍮なので何とか加工できます。

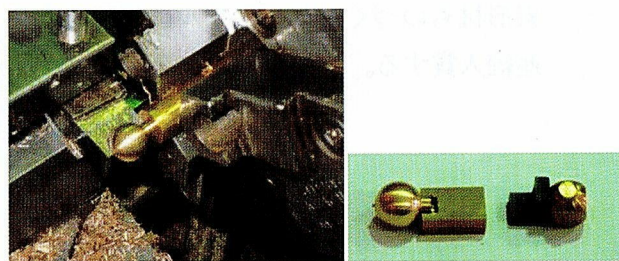


図5 加工風景と治具

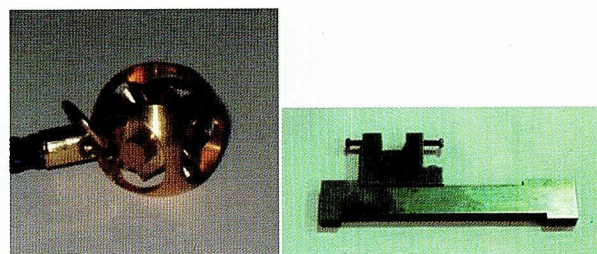


図6 球のアクセサリーと治具

更に付加価値を増す新作品はできないかと考え、立方体に図2の立方体が入っている作品が作れないか考えました。それが図7です。

更に格子立方体の中に立方体を残して切削し、図8のアクセサリーを製作しました。

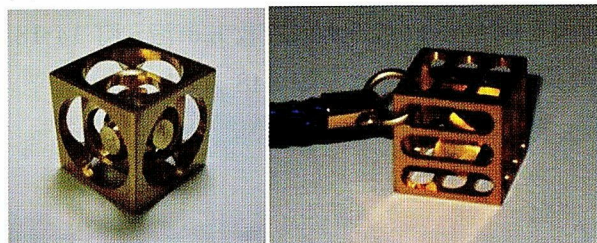


図7 三重立方体

図8 格子の中に立方体

著者紹介 中西淳一

1947 年生まれ、山梨大学工学部卒。昭和 46 年より松下精工技術設計課で温風機など設計。昭和 50 年より大阪府立成城工業高等学校、淀川工科高等学校に勤務。一貫してものづくりに取り組み、金型製作やものづくり教育についての教育論文を「産業と教育」「工業教育資料」「教弘論文集」その他に掲載。平成 14 年より教科書「工業技術基礎」の編集員として執筆する。クラブ活動としてはロボリンピアのロボット大会や素形材ものづくりコンクールに優勝を含め連続入賞する。

2017 年 5 月 5 日 初版発行

著者 中 西 淳 一

〒573-1177 大阪府枚方市渚元町 14-18

Tel 072-848-1631

