

# とやまと自然

第32卷秋の号

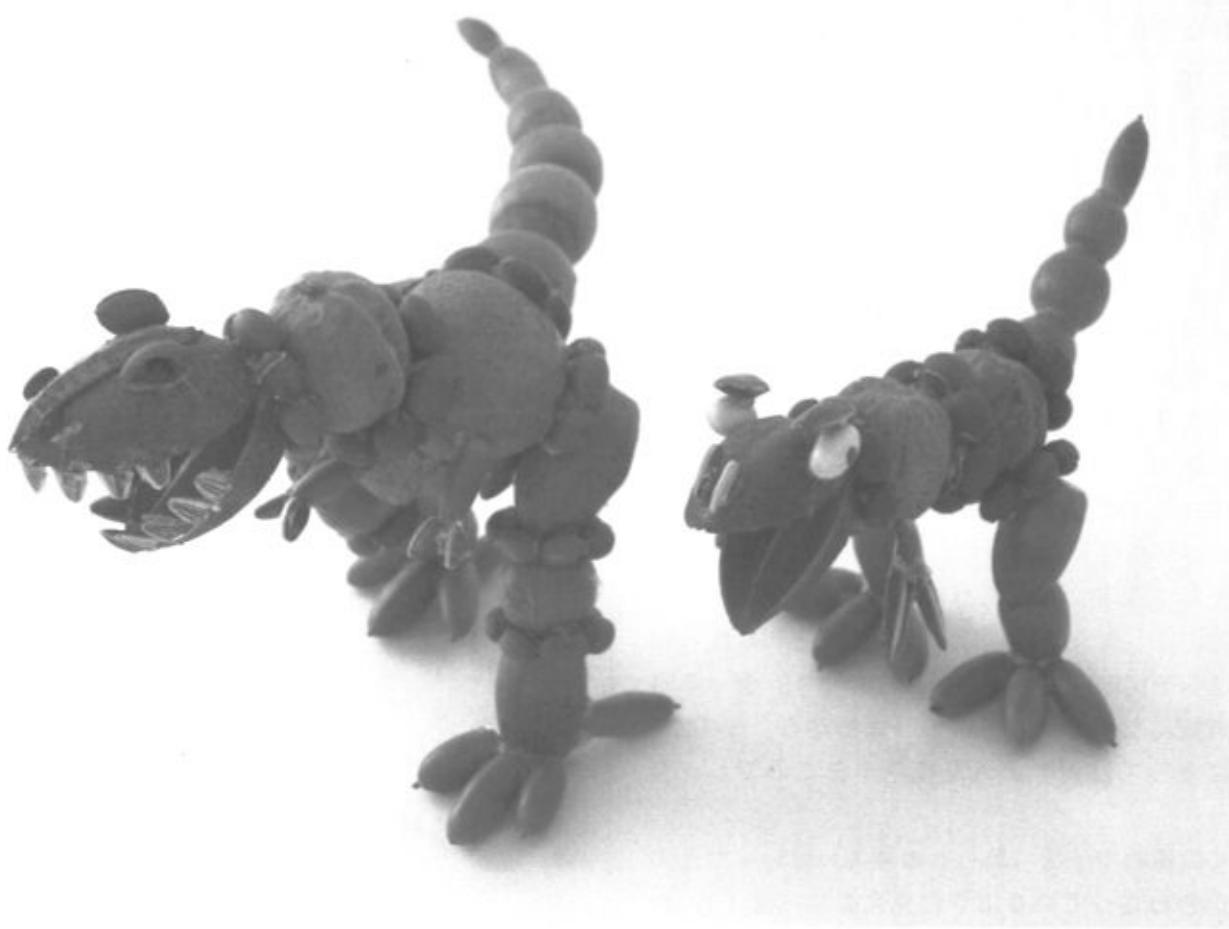
No.127 2009

『まめがら』の植物学

大宮 徹

ナツツクラフトを作る

満保 清憲



■どんぐりやオニグルミ、キリの実などで作った恐竜ティラノサウルス。右の小サイズは作り方があります。

# 『まめがら』の植物学

大宮 徹（富山県農林水産総合技術センター森林研究所・副主幹研究員）

## はじめに

「煮豆燃豆萁(豆を煮るに豆がらを燃やす)」  
三国志演義も終盤に近く、曹丕が弟曹植を退けるために与えた難問に応えて植が七歩のうちに読んだ詩の一節です。ここで言う豆とは大豆のような食用になる豆のことでしょう。萁(まめがら)はその豆を採って捨てられた莢(さや)で、煮ても焼いても食えない部分。でもセルロースがたっぷりで、乾かせば燃料になる。兄弟相敵対することになった自分たちを、まめがらと豆が煮る煮られる関係になることにたとえた名句です。

さて、マメ科植物は世界に18000種が知られ、被子植物ではキク科、ラン科について3番目に大きな科とされています<sup>1)</sup>。マメ科というと種子である「豆」に注目が集まりがちですが、実際はその豆を包んでいる「莢」にもマメ科植物らしい特色があります。ここでは、「まめがら」すなわちマメ科植物の「莢」について述べます。

## 果実と心皮

理科の教科書にある花と果実の関係をおさらいすると、果実は受粉した雌しべが発達したもので、種子はその中に発生した胚珠が受精後成長したものとなります。つまり八百屋さんやスーパーで売っている枝豆を花にさかのぼってみると、それはダイズの雌しべが鈴なりについたものということになります。そして茹でて食べる豆は胚珠というわけです。では捨ててしまう「殻」はというと、それは雌しべの基部=子房の壁ということになります。食べる時には邪魔になるばかりのこの「まめがら」ですが、植物にとってはどのような役割があるのでしょうか。

多くの植物で子房(雌しべの基部)はいくつかの部屋が合わさっているように見えます(図1)。たとえばカタバミの子房は5つの部屋に分かれています。それぞれにいくつもの胚珠をつけています。果実に発達した時にはその特徴はよりはっきりして目につきます。この胚珠をつけて子房を構成している一つ一つの単位を「心皮」と言います。つまり、カタバミの子房は5心皮からなっているというわけです。スミレの仲間は3心皮。また、キュウリも3

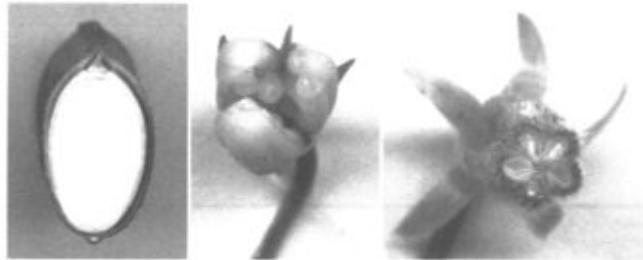


図1 果実とそれを構成する心皮。左からダイズ(单心皮)、シハイスマレ(3心皮)、カタバミ(5心皮)。

心皮—この場合は癒合していますから外見からは分かりませんが、断面を切ると、全体が3つの単位で構成されていることが見て取れます。そしてマメ科植物はほとんどの種で心皮は1個、つまり子房も果実も單心皮からなる、もっとも単純な基本構造をもっています。

この心皮が雄しべや花弁そして萼などと同様に、葉が形を変えたものと主張したのがドイツの文豪

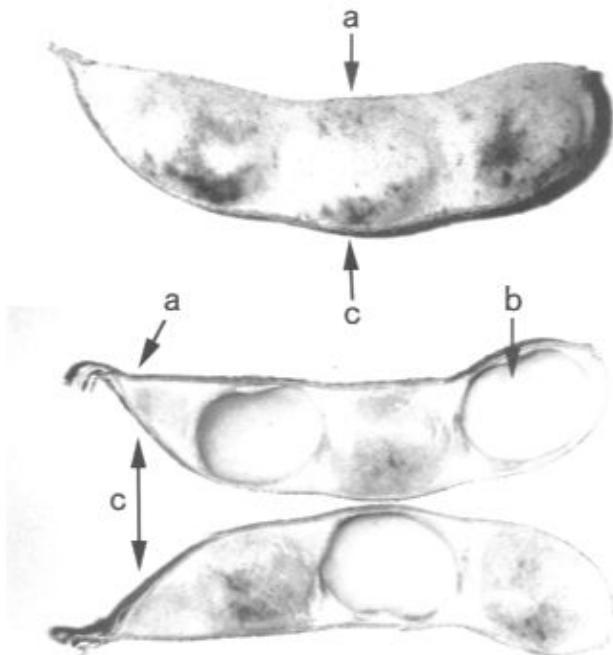


図2 ダイズの果実(右側が先端) a: 種子のついている側。こちらが心皮の合わさり目(縫合線)。b: 種子は双方の「殻」にだいたい交互についている。c: こちらは心皮の中肋にあたる側(ダイズなどでは二次的に縫合線が形成される)。

ゲーテ（1749-1832）です<sup>2)</sup>。隣り合った心皮がくっつき合えば多心皮のカタバミやキュウリのような果実になり、独立して合わせ目をつくればマメ科植物のような果実となる。実際に1枚1枚の心皮が癒合したり、合わせ目をつくって一本の筒のような雌しべになるのは、花の発達段階でもかなり初期のこと<sup>3)</sup>で、顕微鏡の助けなしには見えないのですが、ゲーテは肉眼に見えるさまざまの証拠からこれを看破したわけです。ダイズを例にして心皮と種子の位置の関係を見ると、図2のようになります。

### 「まめがら（果皮）」の役割

このようにしてその内部に胚珠を発生させ、受精後は種子へと発達する胚珠を守るように成長する心皮ですが、果実の段階での呼び名は果皮となります。そして発達した種子を抱えた果皮は、微妙な立場に立たされます。果皮がこのまま種子を堅く守っていたのでは、種子が散布されない。何らかの方法で種子ができるだけ離れたところに散布されるように果実として最後の役割を果たさなければならぬ

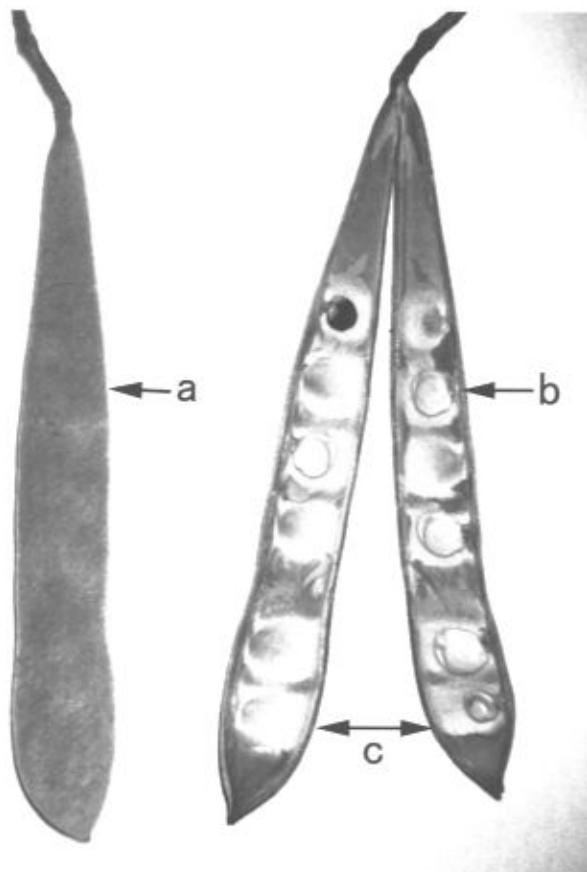


図3 フジの果実（下方が先端）a：種子のついている側。こちらが心皮の合わせ目（縫合線）。b：種子は縫合線の側につく。c：フジでも心皮の中肋にあたる側に二次的に縫合線が形成される。

い。その方法として果皮が翼状になって風に乗るとか、果皮が糖分などを含む果肉を発達させて動物のお腹に入<sup>4)</sup>って運ばせるなどの作戦をとることになります。マメ科植物の場合は英が弾けて種子を飛ばすという例が多く見られます。その典型がつるで大木の上まで伸びて果実をつけるフジです（図3）。

物理学者の寺田寅彦（1878-1935）はその隨筆「藤の実」<sup>3)</sup>で、自宅の藤棚から「発射された」フジの種子が「猛烈な勢」で10m近く離れた障子に衝突したことから興味をもち、これを科学的に追求すると述べています。そして後日、その言葉どおり、フジの種子が発射された初速度や、その力源となっているフジの果皮の構造について研究論文としてまとめています<sup>4)</sup>。それによると、その日、フジの種子が発射された初速度は秒速61.3mであったということです。また、フジの果皮が層構造になっていて、乾燥により果皮にはねじれの力が生じ、2枚の殻に裂け、それぞれにばねのように種子を飛ばす力源となっていることを示しています（図4）。

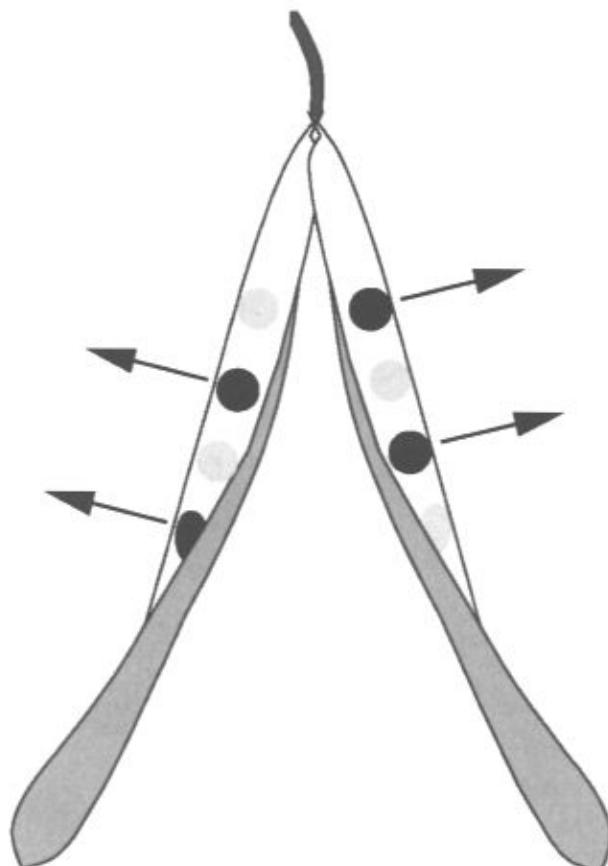


図4 フジの果実は両側の縫合線に沿って裂けて2枚の殻に分かれ、それぞれの殻が瞬間に強くねじれて種子を遠くへ飛ばす。

フジの果皮はマメ科植物の果皮の中でも、最も複雑な構造をもっているものの一つと考えられます。この構造を示したのが図5です。いちばん外側には、ピロード状の毛を生やした一層の細胞からなる外表皮(A)があります。この層を作っている細胞は厚みのある細胞壁にスペリンという水をはじく性質のある物質を多く含んでいます。その内側のB層は15層前後の厚い細胞層からなる下皮層です。この層は細長い細胞が果実の長軸方向とは斜めに密に並んでいます。さらにその内側C・D層は20~25層の細胞壁の薄い細胞からなり、その中間には果皮に養分を運ぶ維管束が貫いています。そして維管束より外側のC層の細胞にはタンニンなどの物質が含まれ、果実を虫害などから守っていると考えられます。また、維管束を外側から取り囲むように細胞壁の厚い細胞からなる繊維状の束(E)が通っていて、この細胞には木材などに含まれて組織を堅くするリグニンという物質が多く含まれています。この維管束をはさみ込む層の内側には、細胞壁が薄い大きな細胞が30層ほど重なるF層があり、種子を守るクッションとなっていると思われます。そしてその内側はふたたびリグニンを含む堅い繊維状のG層で、20層以上の非常に細長い細胞が、外から2番目の下皮層とは逆の方向に斜めに並んで、これら2つの層が乾燥により収縮してばねのような力が生まれるものと考えられています<sup>4)</sup>。その内側にはさらに細胞壁の薄い細胞からなるH層があり、この層の厚さは種子のあるところでは薄く、ないところでは厚くなっていて、種子が縦方向に動かないように固定する役割があると考えられます。そして

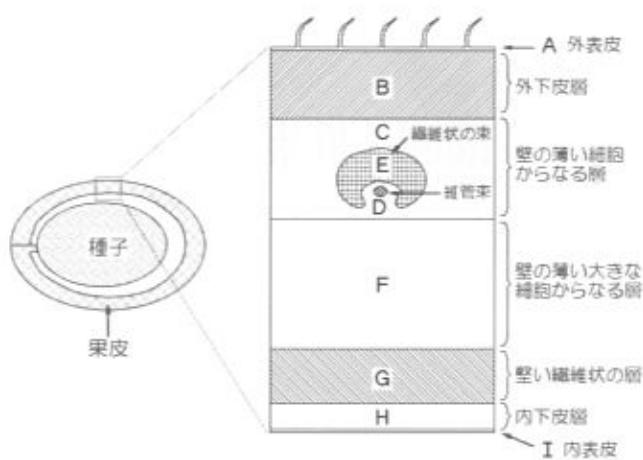


図5 フジの果皮の横断面。強い纖維質の層と柔らかい細胞からなる層とが重なり合っている。

果皮の最も内側のI層は1層の細胞からなる内表皮で、これも成熟した果実では種子の周辺では退化して見られません。このように、フジの果皮は合計9つの種類の層が重なり合ってできてきて、種子の保護と散布の役割を果たしているのです。

### 果実が裂開するしくみ

ところで、種子を保護するためには果皮は堅く閉じていなければなりません。一方散布のためには果皮は開いて勢いよく運動しなければならない。この相矛盾する要件をつなぎ止めているのは何でしょう。力をためたばねをつなぎ止める留め金のようなものがあるのか。そこでこんどは果実の上と下とに注目してみます。果実の上下方向とは、たとえばさやえんどうの筋を取り、その筋のあるところです。かりに上方向は種子がついている方だとします。そちら側は、1枚の心皮が果実の元から先端にかけて線状に合わさってくついたところで、縫合線と呼びます(図6)。ではその反対の線はとすると、ゲーテのいうように心皮を一枚の葉と考えれば葉の中心線すなわち中肋に相当する部分です。フジの場合、横断面で見ると縫合線の両側に手を合わせるような形で壁の厚い細胞が発達します(図6)。そして、その掌が向かい合った隙間にはしご段のような形をした壁の厚い細胞がはさまります。どちらもリグニンを含んだ同じような細胞に見えますが、詳しく分析すると、両側の細胞に含まれるリグニンと隙間の細胞に含まれるリグニンとは、リグニンの種類が違

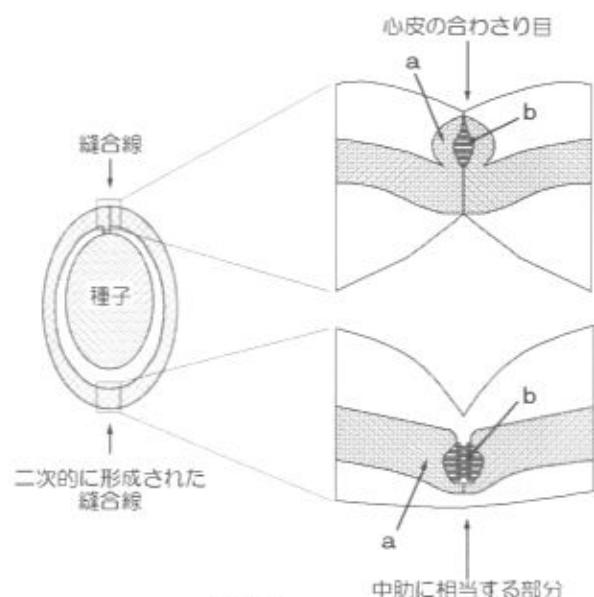


図6 フジの果皮の縫合線。a: 壁の厚い細胞からなる繊維層。b: この部分が壊れて果皮が裂開する。

うことが分かります<sup>5)</sup>)。この微妙な物質の性質の違いが、「留め金を閉じておく／外して種子を飛ばす」というスイッチになっているのです。面白いことに、この縫合線とは反対側の中肋にも同じような2種類の細胞が発達します(図6)。そしていざ種子散布という時には、ひずみの力をいっぱいにためた果皮の力に、この上下の隙間の細胞が断裂して果皮は2枚の殻に分裂し、螺旋状にねじれて中に入っていた種子を勢いよく遠くへ飛ばすのです。

#### れっかい 裂開しない「まめがら」たち

裂開の時の力で種子を散布する植物はマメ科で多く目につきます。しかしマメ科植物には裂開しない果実をつくる植物もあります。たとえば道路の法面の緑化に使われて、場所によっては外来種として問題視されているイタチハギは、フジの果皮に見られたような裂開の構造をもちません。果皮とその中に1個だけ発達した種子とが一体になって、あたかもそれ自体が1個の種子のように散布されます。また、ブテロロビウム(*Pterolobium*)というマメ科植物は、まるでカエデの仲間のような翼のついた果実をつけ、散布の際、風による飛距離の増加を期待しているように見えます(図7)。

また、東アフリカに分布するピリオスティグマ(*Piliostigma thonningii*)の果皮は、大きく発達した



図7 ブテロロビウムの果実。果実は1個の種子を入れ、翼状に平たくなる。



◀図8 ピリオスティグマ(*Piliostigma*)の果実。成熟しても裂開せずに、そのまま落下する。



▼図9 地面に落下したピリオスティグマの果実。乾季の間、分解が進む。

堅い果肉に小さく丸い種子を埋没させるように発達し、裂開せずに地面に落ちます。やがて暑く乾燥した季節に果実は徐々に分解し、雨季が始まる頃に、種子が姿を現します。

マメ科植物は果実が单心皮からなることが共通の特徴ですが、それらはさまざまな形の豆(まめがら)に発達して、それぞれの方法で種子を守り、そして種子の散布を助けています。



#### 参考文献

- 1) Polhill and Raven (1981) Advances in Legume Systematics, Part 1.
- 2) 木村直司 編訳 ゲーテ形態学論集・植物篇。ちくま学芸文庫、筑摩書房。
- 3) 吉村冬彦(寺田寅彦)(1932)藤の実。「蒸発皿」(1933), 岩波書店 所収。
- 4) Terada, Hirata and Utigasaki (1933) On the Mechanism of Spontaneous explosion of Wisteria Seeds. Sci. Papers of the Inst. Phys. and Chem. Research. 21:233-245.
- 5) Ohmiya (1998) Pericarp Anatomy of *Wisteria orbigniana*. 富山県中央植物園研究 報告 3:25-33.

# ナツツクラフトを作る

満保 清憲

秋は、山野が紅葉にはえ、草木の実があちこちでたわわに実り、動物たちがいっそう元気づく季節です。私たちもこのすばらしい恵みを食べたり、遊びに使ったりと楽しめる時です。

私は、この自然の恵みを少しいただいてナツツクラフトを作っていますが、ただのクラフト遊びで終わるのでは、草木や森の住人たちに申し訳ありません。自然の豊かさ、楽しさに感謝し、時には厳しさを感じながら、森の必要性、森を育てることの重要性を私自身が学びつつ、また子供たちにも伝えることができればと願っています。

私の作るクラフトは、<sup>ようじ</sup>幼児や小学生くらいの子供から作ることができます。使う素材は、私が日々散歩する里山をはじめ、公園や自宅の庭など身近な所で手に入れたものです。作り方は細工が少なく、素材そのままの姿を生かし、のりづけることで出来上がります。

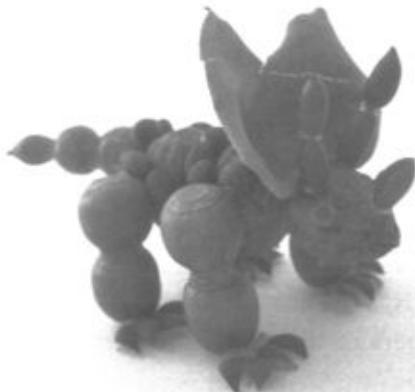
使う道具、いくつか代表的なものの作り方などを紹介します。素材と集め方のポイントは、最後に表にまとめましたので参考にして、集める楽しさも知ってもらえばと思います。

## 使う道具

ホットボンド（グルーガン）…低温タイプでよい。  
接着に用いる。接着時間が短く、取り外しも簡単で跡が残らないが、取れやすいことがある。先端が熱いので、火傷に注意する。

金ブラシ…ブラシが柔らかいものがよい。

キリ、ニッパー、ハサミ、ピンセット、紙やすり。



☆トリケラトプス



☆ツル



☆クマバチ

☆付きは『素材と作り方』が書いてあります。

## 恐竜ティラノサウルス（表紙の右側）

素材…キリの実1コ、オニグルミ2コ、マテバシイのどんぐり4コ、コナラのどんぐり7コ、クヌギのどんぐり3コ、ナンキンハゼの種2コ、ヒマワリの種8コ、エゴノキの種30コほど

1体は、クルミ2コをとがっている方を下にしてはつける。クルミの間に、エゴノキの種をつけ、補強する。

2尾は、クヌギのまるいどんぐり3コとコナラの細長い小さなどんぐり1コを大→中→小→細長小の順につける。

3体と尾をのりづけする。体と尾の間に、エゴノキの種をつけて補強する。

4顔のキリの実を体につけ、首の部分にエゴノキの種をつけて補強する。

5後脚は、マテバシイの太く長いどんぐりと中くらいのどんぐりを「く」の字になるようにつける。  
右脚と左脚をつくる。

6後脚の指は、細長いコナラのどんぐり3コを「山」の字になるようテーブルの上でつける。2組つくる。

7後脚と後脚の指をつけて、右脚と左脚は、それぞれで立たせる。

8体の後側のクルミに、片後脚をしっかりとつけた後、もう一方の後脚をつける。

9顔に、ナンキンハゼの種で目、ヒマワリの種で鼻とまゆをつける。

10前脚になるヒマワリの種を2コずつ、体の前側のクルミにつけると完成。

## 恐竜トリケラトプス

素材…クヌギのどんぐり 10コ、コナラのどんぐり 4コ、オニグルミ 3コ、エゴノキの種 25コほど、ナンキンハゼの実の殻、マテバシイの熟さなかつたどんぐり 2コ、ホウノキの冬芽をつついでいた芽鱗 1枚。1脚は、クヌギの大サイズを2コずつ接着する。

これを4組つくる。爪はナンキンハゼの実の殻をつける。

2尾は、クヌギの中サイズ 2コ、コナラの小サイズ 1コをつける。

3体は、オニグルミ 2コをつけ、そこに頭になるオニグルミ 1コを接着する。

4頭の角はコナラの小サイズ 3コ、目はマテバシイの熟さなかつたどんぐりをつける。

5飾り立てのホウノキの芽鱗を体と頭の継ぎ目部分につけると完成。

## ツルとフラミンゴ

素材…トロロアオイの実、竹の小枝、ポスターカラー。

1トロロアオイの実の毛を金ブラシで落とす。

2トロロアオイの細い部分を曲げて、首にする。

3ツル、フラミンゴそれぞれに似るようにポスターカラーで色をつける。

4ポスターカラーが乾いたら、脚になる竹の小枝を2コつけると完成。

## セミ、テントウムシ、カブトムシ、アリ、クマバチなどの昆虫

素材…主にどんぐりのわれた皮、小さなどんぐり、コナラやシラカシ、アカガシのどんぐりのぼうし(殻斗といふ)、竹の小枝、モミジの種。



カブトムシ



☆フクロウのベン立て



ゴマダラカマキリ

拾ったどんぐりは日が経つと割れてしまうものがある。セミ、テントウムシ、カブトムシは割れた殻をハサミで整形し使う。アリ、クマバチはコナラの小さなどんぐりを使う。竹の枝には節があり、これが昆虫の脚や触覚に似て見える。モミジの種は、昆虫の羽根に使う。

## クワガタムシ

1頭は、クヌギの中サイズのどんぐりの半分に割れた殻の部分を使う。

2羽根は、クヌギの大サイズの半分に割れた殻をさらに半分にし、左右の羽根にする。

3脚は、竹の枝の先端の小枝で6本つくる。この時、節が1つあるように選んで切ると脚らしく見える。角は、脚より太めの枝を使う。

4木台にまず頭をつけ、羽根の左右、脚、角をつけると完成。

## クマバチ

1頭は、シロヤマブキの小さな実を使う。

2胸部は、アカガシの殻斗の小サイズを使う。

3腹部は、クヌギの大サイズの中の実を使う。

4木台に、頭、胸部、腹部の順に接着し、羽根になるモミジの種2コを胸部につけと完成。

## フクロウとベン立て

素材…まつぼっくり、ヤマノイモの実の殻、シロヤマブキの種、小枝。

1とまり木は、直径3cm長さ15cmほどに切った小枝を使う。

2とまり木の片側に、ボールペンを立てるための直径約8mmほどの穴をあける。

3とまり木の台となる直径1.5cm長さ5.5cmほど



ラクダ



トナカイ



カヌー



トナカイ

- の小枝2コをつくり、とまり木をのせて接着する。  
 4 フクロウの顔は、まつぼっくりの平らな部分にヤマノイモの実の殻を中央よりやや上につける。  
 5 ヤマノイモの殻上にシロヤマブキの種をつけて、目にする。  
 6 とまり木の穴をあけていない方に、フクロウをつけると完成。

#### ◇素材と集め方のポイント（あいうえお順）◇

##### エゴノキの種

林や公園で秋に、木についているものを採る。白い殻の中に茶色の種が入っている。



##### オニグルミ

秋に公園や林、河原で拾い、皮がついていたら洗い落とす。



##### 木の小枝

強風で折れた枝を利用したり、剪定、間伐時などに取り置いておきたい。

##### キリの実

公園や庭、田畠の隅などに植えられており、秋から早春に落下したものを拾う。



##### シロヤマブキの種

初秋に、植え込みで木についている実を取り、中の熟した黒い種を取り出す。黒くてつやがあり、動物の目に最適。



##### 竹の小枝

竹ぼうきの先端部を切って使う。



##### トロロアオイの実

和紙作りの糊に根が利用される草。庭に1,2本植えて置くと、大輪の花が楽しめ、終われば実がなる。実の中の種を取り、空にした実を使う。



##### どんぐり（コナラ、クヌギ、マテバシイ、シラカシ、アカガシなど）や殻斗

クヌギやコナラは林や公園、マテバシイやシラカシ、アカガシは公園で拾う。秋に小さなものから大きなものまで、形もさまざま

なものを拾うとよい。クラフトの素材の主役になりやすく、活用しやすい素材。



左からコナラ、クヌギ、マテバシイ、未熟なマテバシイ、シラカシ、アカガシ

##### ナンキンハゼの種と殻

公園の植樹や街路樹で、秋に赤く紅葉する中国原産の木。種やその殻は、晩秋に枝についているものを採る、あるいは拾う。



枝についたままで殻がはずれた種

##### ヒマワリの種

店で購入する。



##### ホオノキの芽鱗

春に林や公園で拾う。ホオノキの冬芽を包んでいた芽鱗が落ちる時期は短いので、拾うチャンスを逃さないように注意する。



##### まつぼっくり

まつぼっくりは大、小、いろいろなサイズを拾う。

##### モミジの種

公園や林で、枝先についている種を秋に採る。



##### ヤマノイモの実の殻

秋から早春に林の縁で絡まっているものを採る。



できるだけ大きなものを探るとよい。フクロウの他に、タヌキの顔の目の回りにも使える。