琉球大学学術リポジトリ

アナロジーを用いた木材の知識の理解：児童および初心者向けに書かれた木材に関する文献の分析

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-07-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福田, 英昭, Fukuda, Hideaki メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/954

アナロジーを用いた木材の知識の理解

― 児童および初心者向けに書かれた木材に関する文献の分析 ―

福 田 英 昭*1

Understanding of the Knowledge of Wood through Analogy

―Analysis of books written for the children and beginners―

by

Hideaki FUKUDA*1

(Received April 28, 1994)

Understanding of some knowledge by analogical inference is quite effective. But the misunderstanding by analogy has hitherto been ignored. This paper is intended as an investigation of the validity through analogy and the danger from misunderstanding. Analysis of books written about wood for the children and beginners comes within the scope of this paper.

1．はじめに

私たちはいかに多くの物事を知っていても，あらゆる知識について学びつくすことはできない。常に有限の知識によって無限の多様な新しい知識を理解しなければならない。このことは，知識習得の中途にある子どもにおいて最も活発である。ごくわずかしか知っている物事がないのに，わからないことの多く含まれる知識をわかろうとする。創造的にならざるを得ない。既知から未知を類推するのは，おもに比喩の作用による。私たちが使っている言葉は，すべて何らかの比喩であるとさえ言われており，比喩は言語生活に深く入り込んでいる。言葉を使って人に何かを教える時や，自分でわからないことに出くわした時に，誰しも比喩をしばしば使っている。児童向け・初心者向けに書かれた文献においては，「たとえ」が多用されており，読み手にはアナロジーを用いて知識を獲得することが求められている。アナロジーを用いた知識の獲得については，認知心理学者らによってその効用が認められている[1-9]。例えば，電気の流れを水の流れにたとえたり，会社の組織図を人間の身体にたとえたりすることが，いかに効果的であり，また誤った認識に導く危険性をいかに多くもっているかを私たちは十分認識しておく必要がある。だが，アナロジーのもつ危険性について，具体的に検討された例はほとんどない。本研究では，児童および初心者向けに書かれた木材に関する文献について，その危険性と有用性について検討を行い，アナロジーを用いた木材の知識の理解について考察する。

＊1　琉球大学教育学部技術教育科

2．アナロジーの作用と効果

読み手が初心者の場合，複雑な物事を書き手が上手に説明することは容易なことではない。そこで，新しい物事についての適切なメンタルモデルをつくる場合，読み手が既に持っている知識をうまく使って，「たとえ」を利用することが効果的である[10-12]。説明したい内容を「〜のようなもの」ということによって，読み手は全体的なイメージをつかむことができ，既に持っている知識とうまく結び付けることができる。

「たとえ」で理解するには，アナロジーを読み手に使ってもらうことが必要である。アナロジーとは，対象Aが {a,b,c,d,••••••} の属性をもち，対象Bが {a,b,f,g,h} の属性をもっているときに，AとBが属性 {a,b} を共有することから，Bのもつ他の属性 {f,g,h} をAももっているであろうと推論する働きである。この場合，Aは未知の部分が多く，それゆえ知りたいとしている対象であり，Bはどんな属性をもっているかが読み手によく理解されていることが必要である。例えば，フロッピーディスク（これをA）を，カセットテープ（これをB）でたとえて説明する場合には，{a,b} の属性は「書き込み・読み出しができる機能」を表しており，{f} の属性は「電源を途中で切っても情報は消えない」という性質を表している。また，対象Aにだけある属性 {c} は，「使用前に必ず初期化が必要」という性質を表している。

上記の例を使えば，アナロジーのもつ危険性を次の二つにまとめることができる[12]。

(1) Bがもつ属性の内，Aには該当しないものまで，間違ってAの属性として推論される場合がある。（これを「危険性1」とする。）

すなわち，前述の例でいえば，フロッピーディスクにも {f} の属性があると思い込み，途中で電源を切ってしまい，情報を消してしまう危険性がある。

(2) Aがもち，Bがもたない属性 {c} は，大切な属性であるかも知れないが，説明できずに無視されやすい。（これを「危険性2」とする。）

すなわち，前述の例でいえば，新品のフロッピーディスクを使用前に初期化することを忘れる危険性がある。

一般に，「たとえ」というのは，ある物事を説明するのに，別の物事をもってきて説明するため，「A＝B（AはBである）」といってもAとBがまったく等しいわけではない。基本的にはまったく違う物事について，ある見方をすれば等しいともいえる部分について強引に結び付けて，その2つの「ある面」だけを強調し，あるいは，新鮮なイメージを呼び起こすところに比喩の特色がある[13]。それゆえに，アナロジーを用いた理解のポイントは，まず「たとえ」の嘘に気づくことにある。「コンピュータは人間の脳のようなものだ」といった場合に，コンピュータは人間の脳ではないことが，はっきりと認識できなくてはならない。だが，たとえるもの（喩辞）についての認識がそもそも不足している場合，あるいは比喩であることがわかりにくい記述がされていた場合などには，属性の違いが理解されにくく，間違って同一視されることがある。これを「危険性3」と呼ぶことにする。比喩はレトリックであり，この限界をわきまえた上で，「たとえ」が使われなければならない。過剰に一般化していること（すなわち選択制限違反）がわかり，しかし，なおかつ類似性にも気づくことができるようにしなければならない。この類似性の検出に基づいて，類似性からはみ出した部分（すなわち顕現素性）がたとえられるもの（被喩辞）へと転写されてはじめて認識が成立する。

アナロジーを用いた知識の獲得について，「たとえ」を使う利点として次の4点を考えることができる[10]。

(1) 直観的に理解できる。
(2) わからせたいことに親しみを持たせることができる。
(3) わかったという感覚を持たせることができる。
(4) 一度にたくさんのことが理解できる。

いずれも既存のメンタルモデルを新しい事態に転移させたことに派生する特性である。もちろん，比喩もメンタルモデルの一種と考えられるため，前述のような危険性をもち，人を誤った認識に導くこともある。

3．アナロジーの検討

児童および初心者向けに書かれた木材に関する

文献において，アナロジーが使用されている文章を具体的に検討し，その有用性と危険性を各領域ごとに分析していく。なお，本論文最後に「資料」として，具体的に検討した文章をまとめて示す。

3．1　木材の構造

木材の光学顕微鏡レベルにおける特徴は，構成要素である種々の細胞が孔を有していることにある。言い換えると，木材は多孔質材料であるという点に特徴がある。アナロジーを用いた文章において，そのことは「管，パイプ，とおり道，繊維の束」といった表現になっている。だが，同じ管ということで血管をイメージすれば，血管が内皮細胞で構成された管内で血液を通わせているのに対して，木材では細胞自身の中を水分や無機質が通っている点が異なり，前述の「危険性３」に該当する間違いを生じることになる。また，試験管の中で増え続けるカルスでは，栄養液に接している細胞が原料を直接取り込んでおり，これも木材の水や養分の供給方法と異なり，正しい認識とはいえない。木材の力学的性能として引っ張りや圧縮の強度を説明する際に，「パイプ」のような繊維を束ねた構造だと形容することが，異方性があり不均質の材料である木材の説明としては有効であるが，構造だけを説明する場合には，より細かな解説が必要である。すなわち，構造は「管，パイプ」ではあるが，人間の血管やカルスのようなものではない，という消去的アナロジーが合わせて用いられるべきである。

セルロース，ヘミセルロース，リグニンの３つの関係は多様にたとえられている。セルロースを繊維とすれば，リグニンはプラスチック。セルロースを水とすれば，リグニンは油。これらの比喩は，２つの性質がずいぶん異なることを理解させようとしたものであって，「危険性１」の理由で正しいたとえとはいえない。一方，木材の構造を鉄筋コンクリートにたとえ，セルロースを鉄筋，ヘミセルロースは鉄筋とコンクリートがよくつくために巻いている針金，リグニンはコンクリート，と説明している文献が比較的多くみられた。文献によっては，ヘミセルロースを鉄筋についているギザギザの刻み模様とたとえているものもある。また，文献によっては，構造をモルタル壁にたとえ，セルロースが板と防水紙，ヘミセルロースが金網，リグニンがモルタル，としているものもある。構造を鉄筋コンクリートにたとえる用法は，正しい認識に導いているといえる。一つ一つの細胞をセルロースの鉄筋とリグニンのコンクリートでつくり，多数の細胞をリグニンで接着して幹を製作していることをイメージさせ，セルロースとリグニンの仲を取りもって縁結びしているヘミセルロースを想起できるようにしているからである。また，細胞膜の骨組みとしてセルロースの束を，またその束と束の間を埋め接着して補強しているリグニンを容易にイメージできるからである。だが，そもそも鉄筋コンクリートの構造を理解していない者にとっては「危険性３」の理由で有用な用法とはいえないであろう。また，鉄筋コンクリートの構造に詳しい者にとっては，木材の細胞壁が約50％のセルロース，約20～30％のヘミセルロース，約20～30％のリグニンから構築されている，その量的比率が「危険性１」の理由でなかなかイメージされにくいであろう。また，鉄筋コンクリートは，圧縮力に強いコンクリートと引っ張りに強い鉄筋の合成体であるが，セルロースの存在によって木材が引っ張りに強い材料であることは明らかにされているが，リグニンが圧縮に対して貢献しているかは未詳な点が多い。さらに，コンクリートにたとえられたリグニンは本来，親水性が低い物質であり，このことも「危険性１」を含む可能性がある。鉄筋コンクリートのたとえに際しては，これらの点で補足説明が必要である。リグニンを天然の接着剤とたとえて，強度特性をイメージさせない記述もいくつかあるが，やはり，セルロース，ヘミセルロース，リグニンの３者の関係が明確にイメージできる点で，鉄筋コンクリートのたとえは優れているといえる。

鉄筋コンクリートの梁をつくる際，圧縮に強いコンクリートを上側に，引っ張りに強い鉄筋を下側に配置するが，樹木の「あて」は樹幹の中でこのコンクリートの働きをして力のバランスをとっているというたとえがある。このことは，樹木を支えるために，常にひずんだ荷重を受けながらそれに耐えていることをイメージさせる点で有効である。また，より具体的に「あて」をイメージさせるために，建築で構造用として使われているプ

レストレストコンクリートや，自動車の前面窓に使用されている強化ガラスをたとえに使っているものもある。これらの人工物は，そのままの形でいる間はバランスがとれて静止しているが，周囲と分離されることで内蔵されていた力があらわれて，あばれたり狂ったりするという点で，「あて」本来がもつ特徴をよく理解できる。だが，針葉樹のあて材は傾斜した幹の下側（圧縮側）にできて圧縮あて材と呼ばれ，一方，広葉樹のあて材は針葉樹とは反対に，傾斜した幹の上側（引張り側）にできるので引張りあて材と呼ばれる。そのため，前述のたとえは針葉樹についてのみ適用されるアナロジーであって，広葉樹には適用できない点で，「危険性１」が含まれる。また，針葉樹と広葉樹とでは，あて材の形成される位置が正反対であるだけでなく，物理的化学的性質も対照的である。例えば，圧縮あて材ではリグニン含有量が高くなるのに対して，引張りあて材ではリグニンが少なくなりセルロースが多くなるなど，２つは対照的である。したがって，広葉樹のもつ性質がこのたとえでは無視される可能性があり，「危険性２」を生じることもありうる。また，文献によっては，「あて」を肩こりのようなものと表現しているものもあるが，筋肉が張って硬くなるという肩こりでは，やはり「あて」の一面しか言い表しておらず，より詳しい説明が必要になる。

樹木の幹の中で働く応力をよりよく理解させるには，ゴム風船のたとえが有効である。ゴム風船は膨らませると伸びて引張り応力が生じ，内部の空気は圧縮されてその力とつりあい，風船は形を保つことができる。だが，樹木の場合，内部に働く応力はゴム風船のように単純ではなく，これだけの説明では，「危険性２」を生じる可能性がある。樹木に風が吹いて幹に曲げの力がかかると，風上には引張り，風下には圧縮の力が発生する。木材の圧縮に耐える力は，引張りに耐える力の半分以下だから，この応力分布のままでは風下側で圧縮破壊をおこす可能性がある。そのため，予め幹の外側に引張り力を働かせ，この圧縮力と相殺させれば，幹は安泰ということになる。この理屈を，前述のＰＳコンクリートや強化ガラスにたとえて，外層に予め引張り応力を人工的に与えておくことで大きい耐力を持たせていることを説明すれば，アナロジーが有効に働くものと思われる。また，ゴム風船によるアナロジーでは，類似点ばかりでなく相違点を明確にすることで，樹木の内部応力をより理解しやすくなる。風船と違って，木の幹では引張りひずみは最も外側の年輪だけに生じているのではなく，外側から内側に向かって次第に減少していき，やがて圧縮ひずみとなって幹の中心で最大となっている。さらに，樹木が風船と違うのは，風船のゴムは縦にも横にも引張り応力が働いているが，樹木の場合には縦方向，つまり上下の方向だけで周囲の方向には逆になっている。これらの点がゴム風船のたとえで合わせて説明されれば，２つの対比によってより理解しやすくなる。この説明法をとっているのが，参考文献17である。

年輪のたとえは多い。お菓子のバウムクーヘン，地層，魚のウロコ，カメの甲羅，シマウマの模様，カサゴの縞模様，指紋，おばあちゃんの顔のしわ等，多様にたとえられている。魚のウロコについては，１年に１つではないが年輪とよく似た年紋ができることが知られている。だが，これらの多くは，外見が少し似てはいるが「危険性１，２」をもっており，アナロジーとして使用するには補足説明が十分必要である。バウムクーヘンには，心材と辺材の区別がなく，参考文献14ではさらに皮の厚いおまんじゅうであるとたとえ，外の皮と中のアンコが見事な対比を見せているとして心材・辺材を説明している。また，バウムクーヘンでは，木材の幹から髄を含む縦断面を取ると木目が平行線として現れる柾目となることは説明できるが，髄から離れた縦断面では木目が放物線状となる板目が得られることは説明できない。すなわち，一生長輪あるいは早材と晩材に相応するものは，円柱を入れ子式に重ね合わせたものではなく，どちらかといえば中空の円錐を積み重ねたものである。したがって，幹の横断面の木口に，同心円状の繰り返しのある２次元の層を説明するにはバウムクーヘンでも可能であるが，縦の繊維方向の層を説明することはできない。バウムクーヘンのような構造体では，幹の肥大は説明できるが，幹の伸長を説明するには不十分である。

また，年輪の説明を，石を水面に落とした時のように，中心からまわりに輪が広がっていること

でたとえた文献があるが，この場合「危険性１」が考えられる。すなわち，樹木の生長は，樹皮のすぐ内側にある形成層の細胞分裂によって形づくられているため，基本的には樹体の外側から内側へ細胞が送り出され年輪がつくられることになる。だが，石を水面に落としたたとえでは，内側から外側に年輪が形づくられるという誤ったイメージが生じてしまう。水面の同心円のイメージをそのまま大切にするならば，石を水面に落としたとたとえるよりも，コップの中に水を入れた状態でコップを外側からたたいて生じる水面の方が，より正しい理解に導くといえる。　さらに，年輪については，多様なたとえが使われている。木の履歴が刻み込まれたもの，生活環境の変化の記録，生きた情報ノート，過去の自然条件を教えてくれる証人，絶対年代の物差し等，過去の自然条件を年輪に記録することの科学的有用性の面での記述が多い。しかし，あらかじめに，年輪が形成層で何を原料としてどのように形づくられるのかの理解がなければ，これらのたとえでは誤解が生じかねない。すなわち，「危険性１」の生じる可能性がある。

道管，仮道管，木繊維については，人間の体によるたとえが用いられている。人間の血管にあたる養分の運搬については，樹皮と木部との境にある師部が受け持っているとたとえている。食べ物を通す食道の役割と，体を支える骨の役割を，針葉樹では仮道管が一人二役で果たしており，広葉樹では水を通す専用の道管と，骨の役割として樹体を支持する木繊維があるとたとえられている。また，樹皮は樹木にとっての衣服であるとされている。これらのたとえでは，大まかなイメージは伝達できるとしても，栄養の貯蔵としての柔組織や，横方向の水分の通導と栄養の貯蔵としての放射組織，そして樹脂の貯蔵や移動を受け持つ樹脂溝といった組織を，同じ人間の体で一度にたとえようとすると無理が出てくる。つまり，これらの組織を十分に説明できないでいるため，「危険性２」をおかす可能性がある。針葉樹よりも進化している広葉樹では，各細胞が果たす機能も分化しており，機能が分化すればするほど人体にたとえやすくなってくる。したがって，針葉樹と広葉樹を同じ次元でたとえるには，「骨と食道の働きを持つ仮道管」という，意味はわかるがイメージするには難しいという現象が生じやすいため，人体の機能との対応を十分注意する必要がある。

道管については，水道パイプ，水道のヒューム管等のたとえが使われており，また，仮道管については，壁面に多数の穴がついておりそれぞれにバルブもついている，とたとえられている。管を水道管と見立て，「パイプ，バルブ，フィルター」とたとえる場合が多い。パイプであることは間違いないが，すべてを水道管と同じようにバルブが閉められているとイメージするのは正しくない。実際は，道管の場合は，壁孔を通って道管の内腔に膨れ出した充填物であるチロースによって，泡状の組織が発達して道管が閉塞するわけであって，弁が閉じるわけではない。また，仮道管などに見られる有縁壁孔では，中央にある肥厚部のトールスが移動することで壁孔が開いたり閉じたりしており，これは弁とたとえても問題はないといえる。

竹についてはその構造を，中空のパイプ，人間の骨，内側はカルメ焼のように空洞，魔法の合金，などとたとえられている。組織は，表皮側では強い維管束が多く，内側には弱い柔組織が多く分布しており，パイプ状の構造と座屈を防ぐ働きのある節によって強い構造がつくられており，これらのたとえは有効にはたらいているといえる。さらに，これらの理解の後で，木材の細胞が竹を束にした構造になっているとたとえた文献もみられた（参考文献15）。木材の細胞はセルロースの細長いフクロであるが，この形を竹の幹と同じであると見立て，両端が先細りとなっているため竹の節と同じ効果があるとたとえているのである。同様に，合板の製造方法が理解された後で，細胞壁を合板と同じ積層構造であるとたとえた文献もみられた（参考文献15,18）。また，縄や綱が単に繊維を束ねてあるだけでなく，撚り合わせることによって強さを増すのと同じように，細胞組織を螺旋状に配列させたヘリカルワインディンク構造は強度が高まるというたとえもある（参考文献19）。これらのたとえは，光学顕微鏡レベルにおけるミクロのものを，基本的に同じ構造を持つ同質材のマクロのものでたとえた例として非常に有効であり，アナロジーによる危険性が生じる可能性をより少なくする上でも有効であるといえる。細胞膜の構

造をスキー板の構造と対比させて，両者の類似性を示し，ハニカム構造やサンドイッチ構造を理解させ，こうしたミクロの構造の集積体が木であることを理解させたものがあるが，木材が軽くて強い理由が容易に理解できる例として有効である。

細胞壁中に吸着された水である結合水と，細胞内腔や細胞間隙に流れ込んだ水分である自由水を，その特性に合わせてたとえて説明することは難しい。結合水は木材の寸法変化を起こす働きがあるが，自由水はそうではない。また，全乾状態から飽水状態まで含水率が増えていく際に，まず結合水としていっぱいになった後で自由水として水分が蓄えられていく。自由水をコップの中の水と同じであるとたとえたものがあるが（参考文献16），結合水を対比してたとえていない以上，両者の特徴は不明確である。敢えてこの両者をたとえるならば，結合水をゼリーもしくは寒天の中の水，自由水をスポンジにしみ込ませた水とたとえてみてはどうだろうか。すなわち，細胞壁がゼリー・寒天であり，細胞内腔がスポンジとなる。これによって，結合水が細胞壁の構成高分子に吸着し，自由水が細胞内の粗大間隙に液状になって入っていることをイメージできるばかりでなく，含水率の違いによる木材の寸法変化までも理解できると思われる。だが，膨張・収縮における異方性については，このたとえでは残念ながら説明できない。

3．2　木材の性質

木材の強度を説明するために，ミクロレベルの組織の仕組みについて多様なたとえが使われている。細胞壁は豆のさやのような形をしているとして，その筒形をどのようにつくりあげるかを２つの例で示している。ひとつは，鉄の輪をつないで鎖とし，それらを束ねて筒とするやり方であり，他のひとつは，レンガを積み上げてつくった壁のつくり方であり，樹木はこの２つを併用して細胞壁をつくりあげているとしている（参考文献14）。また，カイコが細胞の内側に入って糸を吐きながら繭をつくりあげたようなものだと表現するものもあった（参考文献15）。だが，これらのたとえでは，被喩辞に該当しないものまで間違って推論される可能性があり，「危険性１」を多分に含んでいるといえる。繊維状のものは，繊維状のものでたとえることが，正しい認識に導きやすいといえよう。細胞壁は，ＦＲＰでできたテニスのラケットのように，繊維状のものをプラスチックで固めたものだと表現した方が，イメージしやすい。この場合は，繊維状のものがセルロース，プラスチックがリグニンに相当している。ミクロフィブリルというセルロースの束が，よく編んだ縄のようにして細胞壁に張りめぐらされている。よく編んだ縄が強いように，セルロースは束になると強い。この束の存在が，木材の強さの基本となるため，強度の話をする場合は，まず繊維状であることが喩辞には求められる。木材は繊維を束ねたような構造になっているので，繊維どうしの間にひびが入りやすく，ときとして，ある方向から簡単に割れてしまう。この強度における異方性が，喩辞から属性として導き出されなくてはならない。この異方性が十分理解されれば，木材が曲げに対しては同じ重さの鉄より強く，うまく組み合わせると丈夫な構造がつくれることも理解できる。

強度について，木の年齢によって変化することを人間の肉体にたとえて，老木より若い木のほうが強いと説明している文献がある（参考文献48）。また，木の経年変化は，人間の骨が年をとるのにつれて硬くなり，やがてもろくなっていくのとよく似ているとして，バイオリンがある一定時期までは古くなることで音が冴えることを説明しているものもある（参考文献15）。このような強度の変化はいかにも生物的であり，人間の骨によるたとえは有効である。さらに，このことは木材だけに適用できる考えではなく，地球上に存在するすべての有機物や生物に適用できる老化の原理といえそうである。

木材は，物理試験のどの特性の軸をとってみても最優秀にはならないが，その縦軸式の評価法ではなく横軸式で見ていけば，木は最も優れた材料のひとつということになる，と参考文献15 はたとえている。また，プロゴルフで年間賞金ランキングでは１位の座を獲得するが，あと一歩で優勝をのがし常に２位に甘んじるプレイヤーを花嫁（あるいは花婿）の介添人といい，木材をそのようにたとえている（参考文献18）。これらのたとえは，生物材料である木材の特徴を表しており，極めて複雑な構造を持つ材料については，このよ

うな認識が必要である。木綿も絹も，その意味では木材と同様であり，物理化学の試験をして，縦割式の評価で見ると最優秀にはならない。だが，繊維としての総合点で判断すると，一番優れた糸であることは，専門家が認めるところである。木材の性質を説明する際には，このような視点による理解が必要である。

木材の曲げ木加工については，木が天然のプラスチックであるとたとえられており，塩化ビニルの水道の配管が加熱によって曲がる例で説明されている。曲げ木加工の要点は大量の水分と加熱であるが，これを発展させたマイクロ波加工については，電子レンジの原理だとたとえられている。また，約－30℃で液体アンモニアをしみ込ませたセルロース分子は，アンモニアに色目を使い，お互いにしっかりと結び合わせた手を離して，アンモニアと手を握ってしまい，結合力を失った木材は自由自在に形を変えることができると記述したものもある。だが，マイクロ波加熱は，従来の曲げ木同様に，木材に水があたると元の形に戻ろうとする性質があり，この点が塩化ビニルなどのプラスチックでたとえた場合に無視されやすいところであり，「危険性２」を含むたとえである。アンモニアの場合は，水酸基の手のつなぎ方を変えているなどの薬剤処理を行っているため，曲げ木と違って元に戻ろうとする性質はなく，プラスチックでたとえても特に問題はない。木の粘土細工をイメージしてプラスチックでたとえられるのは，このアンモニアによる方法や，水分を高くするときに水溶性の樹脂を加えて固まらせる方法などであり，一般の曲げ木やマイクロ波加工では，このたとえは有効ではない。

木材は室内の湿度が高すぎると湿気を吸収し，室内の湿度が低すぎるとそれを吐き出して，快適な湿度空間をつくり出すはたらきがある。このことをビール瓶あるいは一升瓶で何本分の水分を吸湿・放出するという言い方で表現している。また，木材を自然のエアコンとたとえたり，桐の下駄を木綿の下着の着心地で表現したり，水分の出し入れを動物の呼吸とたとえたりしている。木材を擬人化して呼吸をするというたとえでは，間違って定期的な繰り返しのある湿気吸収・放出と認識する可能性がある（「危険性１」）。また，エアコンのはたらきとたとえられる場合も，「危険性３」の生じる可能性がある。エアコンは基本的には温度を調整するものである。例えば，クーラーの除湿は冷却部の周りに結んだ露が結果的に除かれるだけで，室内の温度が下がった分だけ相対湿度は反対に上がっていることもあり，室内全体で平均的に湿度が下がり，目標の湿度になったら止まるという機能などはない。その点で，木材と大きく異なる。相対湿度は，常温で温度が１℃上がると数％減り，１℃下がると数％増すほど微妙なものであり，調湿に関してはエアコン等は気休め程度でしかない。

木材の弾力性についてはゴムひもやバネ，紫外線を吸収する働きについてはサングラス，木目の１／ｆのゆらぎについては小川のせせらぎやバロック音楽でたとえられている。また，木材は厚くすれば可燃物でなくなる性質については，新聞紙は簡単に燃えるが厚い電話帳や辞典などはなかなか燃えない例をあげており（参考文献17,28,60），表面の炭化層が断熱材になっているとたとえている。ゴムひもやバネ，断熱材というたとえは，その特性が明確であり誤解が生じる可能性は小さいが，サングラスや小川のせせらぎ・バロック音楽については，説明が不足すれば「危険性１」が大きくなるため，どの属性が似ているのかを明確に示す必要がある。

３．３　木材の種類

針葉樹と広葉樹の違いについては，動物の分類を対比させながら説明する文献がみられるが（参考文献14,48），このアナロジーは有効である。「界－門－類（綱）－目－科－属－種」の生物分類において，動物では「綱」の違いは哺乳類と鳥類の違いであるとし，針葉樹のスギと広葉樹のケヤキの違いは，ウシとニワトリの違いであると説明している。ウシとニワトリの外見は大きく異なるが，肉として食卓にのったときに，牛肉と鳥肉をいつも区別できるとは限らず，煮てしまうとさらに区別できないことを例にして，スギとケヤキも木材だけを見て区別するのが難しいことを導き出している。一般に，植物よりも動物の方がよく知られているため，植物の知識理解にあっては，動物の事柄からアナロジーを用いて理解を深める

ことが有効である。また，これらの分類学を利用して，カラマツはカラマツ属，エゾマツはトウヒ属，トドマツはモミ属に入るため，これらがリンゴとモモの関係にあることを説明している文献もある。樹木の戸籍は「種」で決まり，「種」が同じものの間には代々子孫を残すことができる。このことを同じ「種」であるリンゴの「国光」と「富士」の関係で説明している文献もあり，同じ植物界にあり，よく知られている果物を例にすることで，樹木の関係がより深く理解できるものと思われる。

針葉樹と広葉樹の違いについては，さらに多様なアナロジーが用いられている。針葉樹は「日本画の絵絹」であり広葉樹は「洋画のカンバス」，針葉樹は「魚肉」であり広葉樹は「獣肉」であるとして，明治初めまでは日本人は白木の肌にしか親しんでこなかったが，それ以降使われ始めたニスで分厚く塗られたナラの木肌に，牛肉の脂っこさのような戸惑いを感じたと説明するものもあった。前述の分類学からわかるように，針葉樹と広葉樹の関係を魚類と哺乳類の関係であるとたとえることは有効であるが，日本画と洋画にたとえる場合には補足説明が十分必要である。

木材の種類を説明する場合に，その形態的特徴から他の物にたとえられる場合が非常に多い。針葉樹を針のように細い葉，広葉樹を広く平たく網のような葉脈がみえる葉として形容している。だが，針葉樹という言葉からは細長くとがった葉をもつモミやマツ等がイメージされやすく，うろこ状の葉をもつヒノキ等はイメージされにくいため，針葉樹という言葉による「危険性２」を考える必要がある。杢については，形態によるアナロジーの宝庫ともいえ，玉杢，うずら杢，葡萄杢，泡杢，鳥眼杢，リボン杢など多様に形容されている。樹木の特徴等を説明する際に使われている言葉を列記すると次のようになる。

イロハモミジの実は「プロペラ」，カエデの種には「羽」がある，針葉樹の種の多くは「羽」がついている，ココヤシの実は「宇宙船」「カプセル」「浮袋」，トリネコ属の実は「翼」がある，ドングリは「命のつまった森のカプセル」，コナラの実は「ラグビーボール」，コナラの殻斗は「お椀」，クヌギの殻斗は「イゾギンチャク」，モクレンの冬芽は「毛皮」，ユリノキの種子は「バトミントンの羽根」，花穂の形は「ソーセージ」，ハシバミの花穂は「子ヒツジのしっぽ」，トウヒの球果は「ソーセージ」，マングローブの根は「タコ」，板根は「ロケットの尾翼」，メタセコイヤの葉は「鳥の羽毛」，バオバブの木は「超肥満」「太っちょタンク」，ドクツルタケは「殺しの天使」，ユーカリは「ポンプの木」，熱帯多雨林は「緑の屋根」「緑色のじゅうたん」，アマゾンは「地球の肺」など。

人間が植物を利用する場合，その中心となる関心事は花と実であるが，樹木の形態的特徴でたとえが多く使われているのも，花と実の場合が多い。だが，あくまでも形態だけが似ているとわかるような記述でなされていなければ，「危険性１」が生じる可能性がある。すなわち，形態的特徴と機能的特徴のそれぞれでたとえられる場合があり，それが取り違えられると正しい認識ができないことになる。マングローブの根の「タコ」とアマゾンの「地球の肺」とは意味する特徴が違うのである。カエデの種の「羽」のように形態的機能的特徴の両面でたとえられることもあるので，その明確化が必要である。

３．４　木質材料

合板の作り方について，「大根の皮のかつらむき」，「トイレットペーパーを高速で巻きもどす」，「紙テープをほどく」，「反物をほどく」などのたとえで，ロータリーレースからベニアが作られる様子が形容されている（参考文献14,27,38,60）。ファイバーボードについては「お好み焼き」，パーティクルボードについては「せんべいを焼く」ようなものだと，その製造法が説明されている（参考文献27,60）。また，ツキ板の製造法を「かつをぶしをかく」ようなものだと説明し，ゼファーウッドの製造も「のしいか」を作る要領であるといっている（参考文献14,17）。これらのたとえからわかるように，製造法に関しては，食物の調理方法に関するたとえが多用されており，身近な例でわかりやすく説明している。合板の作り方は幅広材生成のための単板切削であり，切り屑生成を目的とした木材独特の切削でもあり，金属切削と大きな相違がある製造法である。この点で発想は大根

のかつらむきに近く，このたとえは有効である。ファイバーボードやパーティクルボードは切削・破砕した木材に接着剤や水を加えて熱圧形成したものである。お好み焼きのたとえでは，熱圧形成のイメージはつくりやすいが，材料である繊維が均一となって方向を示さずに等方性に近くなるというイメージづくりが不十分であり，「危険性２」の誘因がある。それに対して，せんべいを焼いてつくるたとえでは，等方性の材料のイメージがあり，吸湿・吸水によってスプリングバックをおこして厚さ膨張率が高くなることが認識できる。また，せんべいのもつ曲げ強さの弱さと，せん断変形に対する極めて強い抵抗力，角の部分の衝撃に対する脆さなど，ファイバーボードやパーティクルボードのもつ特性とよく似ており，せんべいの方が製造方法だけでなく製造後の製品の特性としてのたとえとしても有効である。

ＰＥＧ処理の木材については「ヘアーリキッド」を染み込ませた木材と説明し，ＷＰＣについては「木とプラスチックの合金」といっており，また，アセチル化木材については「酢づけの木材」，木毛セメント板を「セメントで接着したパーティクルボード」「チップを混入したセメント板」と形容している。

３．５　木工具等

両刃のこぎりについて，その縦びきは「のみの刃形」，横びきは「小刀の刃形」とたとえられており，中学校の技術・家庭科の教科書でも，切削のしくみをわかりやすくするためにこのアナロジーを使用している。このたとえでは，異方性をもつ木材の特徴と合わせて説明されることが必要であり，縦びき歯が木材を縦断して狭い溝を掘るようなイメージと，横びき歯が木材の繊維の束を直角方向に１本１本切っていくようなイメージづくりが大切である。また，のこぎりが１枚の刃だけでなくたくさんの歯で構成されているため，例えば横びき歯では上目がつけられている。これは，横びき歯が単に小刀の集合体ではないことを物語っており，両刃のこぎりの説明では，このような点の補足説明が必要である。

かんなの刃の出方は，台尻から見て，下端から 0.1 ～ 0.2 mm と一般にいわれており，「髪の毛１本」，「薄紙１枚」とたとえられているが，髪の毛や薄紙では程度の差が大きくなり解釈の範囲が広くなってしまうため，紙幣の厚さや記述している本の紙の厚さなどで具体的に示すことが必要である。これによって，荒仕上げ，中仕上げ，上仕上げかんなの３段階の刃先突出量を明示することができる。

ねじについては，産業における重要性から，鉄が産業の米であるならば，ねじは産業の塩といわれている。また，機械部品とねじの関係は布地とそれを縫う糸の関係に似ているとして，ねじの生産量は全鉄鋼生産量と深い関係にあり，その1.5～２％を占めることが説明されている。特に後者のたとえは，産業の連鎖を想起させる点で有効である。

３．６　木工機械

基本的に木工機械については，手加工の道具が動力によって連続的に動いているというたとえや，小さな手加工道具が大きくなったというたとえが多くみられる。だが，動力源を電動モータからとっている木工機械が多いため，加工する刃物は回転運動をするため，ナイフマークなどの欠点が生じてしまうことになる。手加工の道具で木工機械をたとえる場合には，この大きな相違点を明確に伝える必要がある。すなわち，明らかに手工具の方が加工精度の点で木工機械より優っているのである。

３．７　工 作 法

工作法については，職人の知恵や勘などを無理ながらも言葉に表現するたとえが多く，その真意をつかみ損ないやすいアナロジーが比較的多いと考えられる。そのため，初心者がその言葉通りに解釈すると間違う場合が多いと思われる。たとえば，「木と対話しながら加工する」という表現ひとつとってみても，具体的にはどうすればよいのかわからないが，職人にとってみれば，その言葉で言い尽くせる何かが存在するのである。昔わずらった病気や傷を懸命に治した跡を木材の中に残しているものがあり，木を加工する人はそこを避けるばかりでなく活かすことも必要であることや，桐箪笥を作る際に水の洗礼と火の洗礼のふたつを

くぐらせることなどは，初心者にしてみればやってはいけない事項ではないかと理解され，アナロジーがうまく作用しないものと思われる。そのため，十分な説明が前後に必要である。

3.8　乾　　燥

人工乾燥は，天然乾燥との比較において説明されることが多い。木材の乾燥が人工乾燥へ移行している今日，それぞれの長所・短所を理解させる中でアナロジーが使われれば有効であろう。高周波乾燥は「電子レンジと同じ原理」であるため，たとえによりその加熱方法の特徴が理解されやすくなり，また，薬品乾燥は「衣をつけずにてんぷらをあげるのと同じ原理」であるため，どのような乾燥が行われているのかイメージしやすくなるであろう（参考文献16)。だが，高周波乾燥は高周波電界中においた木材が誘電体損失により発熱し，含水率の高い部分ほど発熱が著しいために，ひとまず電子レンジとたとえられているが，本来は高周波乾燥とは別に電子レンジと同じ加熱方法のマイクロ波乾燥が存在し，それぞれの使用周波数も13.56MHz，2450MHzと異なっている。コストが割高などの理由で，実際は高周波乾燥が多用されているが，どの点で高周波乾燥が電子レンジとたとえられているかを明確化した方が，「危険性３」を防止し不要な混乱を招かないといえる。

3.9　接　　着

木材の接着機構については，まだはっきりとした定説はない。それゆえ，色々な説の説明としてたとえが使われている。物理的接着説（分子間引力説)，機械的接着説（投錨作用説)，化学的接着説（化学的結合説）が主な有力な説であるが，この中でも機械的接着説においてたとえが多用されている。「船の錨をおろしたような」，「ねじで止めたような」，「何本も釘や鋲を打ったような」，「ほぞを組んだような」などとたとえて，投錨効果を説明している（参考文献16,27,46)。実際にこの説を裏付けるように，有縁壁孔へ浸透した接着剤の接着後の状態が茸状になっている写真を島根大学の後藤教授らが撮っており，これらのたとえは有効であるといえる。

3.10　塗　　装

塗料の種類と塗装の方法は多種多様であり，たとえを使ってそれをうまく説明することは難しい。塗装のレベルを列車の違いにたとえ，作業工程の数を止まる駅の数でたとえた文献があり，リニアモーターカー，新幹線，特急，急行，汽車の５つにコースが分けられている（参考文献37)。塗装と列車の所要時間についてこのたとえは有効であるが，経費についてはまったく逆のたとえとなり，「危険性２」の点で補足説明が必要である。また，列車の乗り心地と塗装の仕上具合を同じ次元でとらえるならば，列車が止まる駅の数と塗装工程数の関係はやはり逆になってしまうので，このたとえには注意が必要である。

3.11　植林・育林

植林・育林については，人間の成長にたとえる場合が非常に多い。密植を学校教育，孤立木を個人教育にたとえ，樹木の個性を比較している文献，木は子どものときは生長が遅く，青年時代は生長が早く，老年になると生長が遅くなるとその一生をたとえる文献，人間と同じように木は小さいときにはとても病気にかかりやすいと書いた文献，現在の人工林を人間の社会にたとえ，児童・生徒が多く，働き盛りの大人が極端に少ない社会だと説明する文献，一度人間が手を入れた森は，人間の子どもを育てるように手をかけてやれねばならないとたとえた文献，若い林から年とった林まで，さまざまな年齢の森林を造っておくことが大切だと書いた文献など，アナロジーが多用されている。

3.12　建　　築

建築についても，人体にたとえて説明されている場合が多い。日本の古い建築方法である軟構造を人体の関節で説明したり，人間の骨のつながり方を仕口のほぞとほぞ穴でたとえたりして，説明している。また，軸組工法と壁式工法をそれぞれ線と面による構成する構造法と説明して家の造りの違いを説明している。

3.13　紙

紙の製造法について，砕木パルプはダイコンをおろし金でするようにして製造しているとたとえ，

また，長網式しょう紙機は金網をベルトコンベアーのように回転させ紙をすき巻き取っていると説明している。水によって紙が伸びる現象は，布地との対比でたとえて説明しており，また，叩解の必要性を理解させるために，叩解前の繊維同士を針金を重ね合わせただけのものとたとえ，叩解後の繊維をやわらかい粘土の紐を重ね合わせたものとたとえている。柔らかい繊維の間から水分がなくなると繊維と繊維がきつくより合わさる現象は，水の中につけた毛筆と油絵用の絵筆を，持ち上げた時の毛先の縮まり具合で比較してたとえている。このように紙の特性を知らせるために，身近にある同じ繊維でできたものでたとえることはイメージしやすく，誤解が少ないという点でも有効である。

3.14 生活と木材

木材が生活の中でどれくらい使われているかを示すために，日本人が1年間に1人平均約1立方メートル使っていると数値を紹介する文献もみられるが，数値だけでは逆に具体的にイメージしにくいといえよう。立木の木材に換算して，その直径と高さを示すことがたとえとして有効である。この場合，注意すべきは木材の直径である。立木に換算して説明する文献がいくつかみられるが，その直径は 34,24,20 cm とまちまちであり，その直径の違いが高さの違いに大きな影響を与えている。

4. おわりに

新しい知識を学習する際には，理解のために直接適用可能なスキーマやスクリプトなどはないのが普通である。そのため，私たちは自分にとって納得しにくい事柄を考える場合に，既に馴染みのある，わかりやすい別の事柄に関する知識を無意識に利用することが多い。アナロジーは適切に利用されれば学習者の理解を助けて，学習を促進させるが，採用したアナロジーが不適切であった場合には，学習がかえって困難になるというマイナスの面も存在する。学習者は学習している領域について十分な知識をもっていないため，どのような領域からのアナロジーが適切であるかを合理的に判断することはできない。そのため，自発的にアナロジーを利用する場合には，表面的な，あるいは部分的な類似性から不適切なアナロジーを採用してしまい，それに固執し，学習が進まなくなったり，誤った理解をしてしまう場合がある。学習者は，利用しうる既存知識が乏しい状況であっても，なんとか自分なりの納得が可能で筋の通った理解内容を作り上げてしまうため，そこに適切なアナロジーの提示が必要となってくる。

アナロジーを用いて知識を理解させる場合に，ある一面だけが似ているだけでも喩辞として使用するに値する。そこで大切なことは，他面で似ていない点を明確化できるかどうかということである。これが曖昧になると，前述のような「危険性」の誘因として作用することになる。思いもよらない喩辞でたとえられた場合に，わかったという感覚を強くもたせることはできるが，やはり科学的に同意性をもつ事柄でたとえることが，「危険性」の発生を少なくすることにつながるであろう。例えば，木材は異方性をもち繊維で構成されているので，日常生活で馴染みの深い他の繊維でできたものでたとえることが，木材の特性を理解させるのには有効である。だが，まったく異なるものでたとえたとしても，そのものとの類似点と相違点が明確化されれば，さらに，その相違点が被喩辞の本質に深く関わるものであれば，異なっていることが有効にはたらくと考えられる。

参考文献

1）佐伯胖編：（認知心理学講座3）推論と理解，東京大学出版会，pp.163-169，1982.

2）波多野誼余夫編：（認知心理学講座4）学習と発達，東京大学出版会，pp.27-39，1982.

3）坂本昂編：（現代基礎心理学7）思考・知能・言語，東京大学出版会，pp.36-41,147-158，1983.

4）Rumelhart,D.E., & Norman,D.A. : Analogical processes in learning. In J.R. Anderson (ed.) Cognitive Skills and Their Acquisition. Lawrence Erlbaum Associates., 1981.

5）Rumelhart,D.E., & Abrahamson,A.A. :

Amodel for analogical reasoning. *Cognitive Psychology*., pp.1-28, 1973.
6）D.E.ルーメルハート，御領謙・訳：人間の情報処理－新しい認知心理学へのいざない－，サイエンス社，pp.284-295，1979.
7）R.ラックマン・J.L.ラックマン・E.C.バターフィールド，箱田裕司・鈴木光太郎・監訳：認知心理学と人間の情報処理Ⅰ　－情報処理パラダイム－，サイエンス社，pp.39-40,85-87，1988.
8）安西祐一郎：問題解決の心理学，中央公論社，pp.87-96，1985.
9）M.ドゥ.メイ，村上陽一郎ら訳：認知科学とパラダイム論，産業図書，pp.162,315-316，1990.
10）海保博之：こうすればわかりやすい表現になる－認知表現学への招待－，福村出版，pp.160-163，1988.
11）海保博之：文書・図表・イラスト　一目でわかる表現の心理技法，共立出版，pp.101-105，1992.
12）海保博之：ユーザ・読み手の心をつかむマニュアルの書き方，共立出版，pp.26-27,154-156，1987.
13）「たのしい授業」編集委員会，代表・板倉聖宣：たのしい授業（No.138）3月号，仮説社，pp.20-45，1994.
14）善本知孝：（科学全書6）木のはなし，大月書店，1983.
15）西岡常一・小原二郎：（NHKブックス318）法隆寺を支えた木，日本放送出版協会，1978.
16）岡野健：木材のおはなし，日本規格協会，1988.
17）上村武：木づくりの常識非常識，学芸出版社，1992.
18）黒木正胤：「木」の再発見－木のすばらしさと適材適所を語る－，研成社，1992.
19）佐道健：木を学ぶ 木に学ぶ，海青社，1990.
20）浅見匡・羽島隆夫：木工のＡＢＣ，オーム社，1984.
21）西沢正人：手づくり木工入門，日本実業出版社，1993.
22）藤井純子・阿部昭吾：家庭大工全書，梧桐書院，1988.
23）前田泰彦：（写真図解）日曜大工入門，金園社，1990.
24）林田千年・曽根幸子：やさしい家具づくり，梧桐書院，1986.
25）技法叢書編集室 編：（基礎技法講座1）木工の用具と使い方，美術出版社，1980.
26）駒沢義久：目で見る日曜大工，永岡書店，1980.
27）中村正久 監修・小林隆志 著：教師と生徒でさぐる技術のひみつ，東京書籍，1981.
28）上村武・神山幸弘：木の時代，住友林業，1987.
29）秋岡芳夫 監修：（発明発見物語全集15）建築の発明発見物語，国土社，1986.
30）きりぶち輝・寺岡房雄：薬師寺に陽がのぼる（宮大工西岡常一の誇りと情熱），くもん出版，1985.
31）子どもの遊びと手の労働研究会 編：（手づくりひろば3）木でつくろう金属を使おう，ミネルヴァ書房，1991.
32）公楽工暉：たのしい日曜工作集，誠文堂新光社，1986.
33）和田章：（たのしい手づくり教室５）道具を上手につかう（part ２），民衆社，1986.
34）青木国夫：（たのしい手づくり教室７）やさしい道具の科学（part.１），民衆社，1986.
35）青木国夫：（たのしい手づくり教室８）やさしい道具の科学（part.２），民衆社，1986.
36）荒井一成：（たのしい手づくり教室42）刃物をとぐ，民衆社，1989.
37）荒井一成：（たのしい手づくり教室44）やさしい塗料の技術，民衆社，1991.
38）内田安三：（「もの」と「ひと」シリーズ５）木，フレーベル館，1985.
39）本多信男：（WOODY LIFE 選書）遊びの木工作，山と渓谷社，1989.
40）本多信男：（WOODY LIFE 選書）愉しい木工作，山と渓谷社，1984.
41）杉山明博：（あたらしい造形・美術4）木でつくろう，小峰書店，1987.
42）加古里子：（かこさとし あそびの大星雲９）のこぎりとんかちのあそび，農山漁村文化協

会，1993.
43）善本知孝：（「もの」と「ひと」シリーズ6）紙，フレーベル館，1986.
44）松岡淳一：（人間の知恵1）紙のはなし，さ・え・ら書房，1981.
45）本山卓彦：（人間の知恵22）接着剤のはなし，さ・え・ら書房，1985.
46）本山卓彦：接着のひみつ，さ・え・ら書房，1987.
47）佐藤諒：（くふうする工作教室3）木で作るくふう，誠文堂新光社，1988.
48）稲本正・姉崎一馬：（森林の研究）木は生きている，あかね書房，1985.
49）鈴木哲・帆足次郎：（知識の絵本5）年輪のはなし，岩崎書店，1987.
50）堂脇昭夫：（図説・日本の産業12）森と木材，あいうえお館，1983.
51）リンダ・ガムリン 著・徳永優子 訳：（ふしぎ大好き！たんけん隊5）木，同朋舎出版，1993.
52）稲本正・斎藤実：（子どもとはじめる自然［冒険］図鑑1）森と遊ぶ，岩波書店，1993.
53）松井光瑤：（産業のこころシリーズ1）森を育てる，PHP研究所，1979.
54）中川重年：（ジュニア図鑑）木のなかま，保育社，1982.
55）富山和子：森は生きている－自然と人間－，講談社，1981.
56）只木良也：（自然科学シリーズ22）森林と人間，小峰書店，1976.
57）浅井得一：（わたしたちの日本9）ふるさとの林業と水産業，小峰書店，1985.
58）市川健夫 監修：（図解みんなの産業シリーズ3）畜産物と木材，学習研究社，1986.
59）マーティン・ハマー 著・渡部景隆 訳：（こども・ものしりゼミナール10）木はなぜたいせつか，岩崎書店，1985.
60）上村武：（産業のこころシリーズ2）木とくらし，PHP研究所，1980.
61）日本林業技術協会 編：私たちの森林，日本林業技術協会，1985.
62）生きている森編集委員会 編：（地球大百科生きている森4）ノミとカンナ－ものをつくりだす手技－，ぎょうせい，1989.
63）生きている森編集委員会 編：（地球大百科生きている森8）森の博物館－森についての54の話－，ぎょうせい，1989.
64）生きている森編集委員会 編：（地球大百科生きている森9）森のひみつ－いのちを支える緑の力－，ぎょうせい，1989.
65）生きている森編集委員会 編：（地球大百科生きている森10）未来の森－森があぶない－，ぎょうせい，1989.
66）谷田貝光克：（自然の中の人間シリーズ［森と人間編］5）森のふしぎな働き，農山漁村文化協会，1989.
67）勝田柾・藤森隆郎：（自然の中の人間シリーズ［森と人間編］9）良い木を育てる，農山漁村文化協会，1989.
68）中野達夫：（自然の中の人間シリーズ［森と人間編］10）木は万能選手，農山漁村文化協会，1989.
69）萩原信介・高森登志夫：木の本，福音館書店，1986.
70）キース・ラッシュフォース 著・小田英智 訳：（ネーチャーライブラリー4）樹木，偕成社，1988.
71）大英自然史博物館 監修：（ビジュアル博物館5）樹木，同朋社，1990.

資料（「たとえ」の具体例）

参考文献の中から本文で検討した「たとえ」の具体例を示す。

各文章の末尾に書いてある数字は，（参考文献番号，該当ページ数(P)，該当行数等(L)）を示している。

1．木材の構造

(1) 削られた鉛筆の肌は，プラスチックのようなつるっとしたものではない。魚のうろこのようにざらざらしている。(14,P.18,L.5-6)

(2) 人間が，糖分，タンパク質，無機質などを口からとりこむと，それらは体の中央を通るパイプライン，胃腸から，体内にはいりこむ。・・・試験管の中でふえつづけるカルスでは，栄養液に接している

細胞が，原料をとりこんでいる。樹木の場合には，これら両方のいずれとも，まったくちがう方法で，原料の供給が行われる。(14,P.21,L.1-8)

(3) この道管（あるいは仮道管）は，同じ「管」とはいっても，動物の血管などとは根本的にちがうつくりになっている。血管では，たくさんの細胞（内皮細胞）がチューブをつくっていて，その中を血液が流れている。一つひとつの内皮細胞からみれば，血液は細胞の外を通っている。ところが樹木の道管（仮道管）では，水や無機質は，細胞の中を通っている。(14,P.87,L.2-9)

(4) 辺材は根から吸い上げた水を葉に送る機能，すなわちポンプとパイプの役目を果たしていますが，心材にはそのような機能はありません。(16,P.76,L.6-8)

(5) 木のみきは，根からすい上げた水分やよう分を運ぶパイプのやくめと，大きくて重い体をささえるほね組みのやくめをもっています。針葉樹の木部には，仮道管という細ぼうがきれいにならんで，パイプのやくめとほね組みのやくめの両方をうけもっています。広葉樹には，生長の早い春に，木部にパイプのやくめをする太い道管がいくつもできます。(38,P.26,L.1-6)

(6) 木が森で生きているときは，地中から水や養分をさかんにすいあげている。だから木のからだの中は，動物が血液でみたされているように，水や樹液でみちている。(48,P.12,L.1-3)

(7) 木は，細長い管状の導管や仮導管，またそのまわりのせんい細胞などからできている。かんたんにいえば，細長いパイプをたばねたような状態だ。そのため，木の強さは，このパイプのならぶ方向によって大きくちがう。(48,P.50,L.1-3)

(8) 顕微鏡でみると，木はパイプのような繊維をたばねた構造になっている。昔からよく知られているが，パイプをたばねると，曲げても，まずめったなことでは折れなくなる。この曲げの強度では，木はあらゆる素材の中で群を抜いて強く，同じ重さの鉄より強い。しかし，パイプ状の繊維をくっつけているリグニンというある種の接着剤のようなものは，それほど強くなく，一定程度以上の力が加わると離れてしまう。(52,P.54,L.(上)1-10)

(9) 白太以外は，マグロでいえばトロの部分。(52,P.52,L.14-15)

(10)しらたは，ほそ長いくだのたばで，根がすいあげた水分やえいようぶんを葉へはこぶとおり道になっています。(59,P.8,L.10-12)

(11)形成層は，いわば幹の細胞の製造工場である。(14,P.21,L.14)

(12)形成層の細胞が樹木の大部分の細胞とちがうのは，子供がつくれることだと考えればわかりやすい。樹木を輪切りにした断面でみると，形成層は輪になっているから，できた子供は，輪の内側にはいるか，外にでる。内側に入った子供は，当然，早く生まれたものの方が，まん中に近い。(14,P.22,L.2-5)

(13)形成層は，木の皮（樹皮）を服にたとえると，ちょうど下着のような感じの樹皮の内側に接しているうすい組織で，その内側に木材になる部分（木部）を，外側に樹皮をつくり続けます。(61,P.49,L.8-12)

(14)このように幼ない細胞でできている部分を，学問上は未成熟材と呼んでいる。おおざっぱには，この赤ちゃん時代は15年あたりまでであろうとされている。(17,P.174,L.9-11)

(15)セルロースと砂糖は仲間で，糖類とよばれる。砂糖を水に溶かして，ガスの火で煮つめたことがおありだろうか。煮つめると砂糖水は色が変わり，ねばっこくなる。キャラメルになったなどという。キャラメルは，水を加えても溶けない。・・・砂糖は小さな分子であり，それが熱で大きな分子のキャラメルとなった。これとはちがうしくみだが，セルロース分子は大きく，砂糖の3000倍から4000倍もある。(14,P.24,L.12 - P.25,L.3)

(16)セルロースを繊維とすれば，リグニンはプラスチックである。(14,P.26,L.2-3)

(17)木材は，細長い管のような形をした小さな細胞が集まってできていますが，細胞壁の骨格をつくっているのがセルロースとヘミセルロース，リグニンです。(61,P.55,L.1-3)

(18)リグニンは，・・・接着剤の役目をして強さを増すとか，害虫や菌に対するていこう力を増すなど重要な働きをしていると考えられています。(61,P.55,L.13-16)

(19)細胞と細胞は，リグニンという天然の強い接着剤で密着しています。(68,P.8,L.8-9)

(20)セルロースとリグニンはずいぶん性質のちがうも

のである。水と油にもたとえられる。そんな両者がとなりあっているのには，なにか秘密があろうか。鉄筋コンクリートの壁をつくっているのをよくみると，鉄筋にギザギザがついているのに気づく。鉄筋にあらかじめつけてある場合，針金をまいた場合など，さまざまである。これは，コンクリートと鉄筋とがよくくっつくための，ひとつの工夫である。似たような工夫が，細胞壁でもされている。針金にあたるもの，それがヘミセルロースである。ヘミセルロースも砂糖の仲間だが，おたがいが束になると，なじみはしない。つまりその分だけ，セルロースやリグニンと仲がよくなり，両方の縁結びをする。(14,P.26,L.13 - P.27,L.4)

(21)樹木は，一つひとつの細胞を，セルロースの鉄筋とリグニンのコンクリートでつくり，多数の細胞を，リグニンで接着し，幹を製作した。(14,P.42,L.7-8)

(22)鉄筋コンクリートにたとえると，太い鉄筋がセルロースミクロフィブリルで，鉄筋をつないでいるのがヘミセルロース，リグニンはコンクリートです。(16,P.165,L.15-17)

(23)3つの成分が木を支えている仕組みは，鉄筋コンクリートの建物にたとえることができます。セルロースは，鉄筋の役目を果たしています。ヘミセルロースは，鉄筋コンクリートをなじませるための鉄筋のギザギザといえるでしょう。リグニンは，鉄筋の間に入りこみ，鉄筋を支えるコンクリートです。(66,P.5,L.6-8)

(24)セルロースの束が細胞膜の骨組をつくり，それに網かけをしてリグニンとの仲立ちをするのがヘミセルロースです。リグニンの役割りは束と束との間を埋め，接着して補強することです。モルタル壁は板の上に張った防水紙に金網をかけ，その上にモルタルを塗りますが，板と防水紙＝セルロース，金網＝ヘミセルロース，モルタル＝リグニンと対応させて考えても誤った比喩とはいえないと思います。(18,P.44,L.7-11)

(25)鉄筋コンクリートの梁をつくるとき，圧縮に強いコンクリートは上側に，引っ張りに強い鉄筋は下側に配置するが，あては樹幹の中でこのコンクリートの役目を果たし，力のバランスをとっているのである。あては木を使う人間の側からいうと厄介なものということになるが，木の側からいえば，生存していくうえでなくてはならない構造である。なぜなら樹体を支えるため，常にひずんだ荷重を受けながらそれに耐えている部分だからである。(15,P.95,L.12-16)

(26)あての意味を次のようにかんがえると，もう一つ興味が深い。建築では構造用としてプレストレストコンクリートというのを使う。これは予め鉄筋に逆の力をかけて，そのままコンクリートの中に埋め込んだもののことである。いまコンクリート板に力がかかると，予め鉄筋にかけられていた力は次第に減って行って，ゼロになったときからふつうに荷重がかかったときとおなじ働きをするので，ずっと大きな荷重に耐えることができる。自動車の前面窓に使う強化ガラスもこれに似た原理を応用したものである。・・・したがって生きてそのままの形でいる間はバランスが取れているが，周囲と切り離されてしまうと，内蔵されていた力が動きだして，あばれたり狂ったりするのである。(15,P.102,L.9-18)

(27)急斜面に生きる木は重力にさからって生きる。このような場所に生える木には，根もとに近いところのせんいがかたくなって，あてという肩こりのようなものができる。(48,P.41,L.(右)1-4)

(28)木の根元は，「アテ」と言って肩凝りのような状態になることがあり，そのアテがひどいところは材がもろくなっているので気をつけなければいけない。(52,P.55,L.16-19)

(29)毎年つけ加わっていく年輪は，かならずこれまであった木部をしめつけながら形成されていく。外側から締めつけるということは，木部の外側の部分はたえず引張られる力が働いていることであり，そのためにゴムではないが多少のびている。(17,P.177,L.13-16)

(30)ゴム風船はふくらませると伸びて引張り応力が生じ，内部の空気は圧縮されてその力とつりあう。そのために風船は形を保っているのである。樹木の幹は，上下に長い樹体を支えて地上に直立しなくてはならない。もし風が吹いてこの幹に曲げの力がかかったとすると，風上側には引張り，風下側には圧縮の力が発生する。木の圧縮に耐える力は，引張りに耐える力の半分以下だから，この幹は風下側で破壊をおこして折れてしまうかもしれない。ところがあらかじめ幹の外側に引張り力が

働いていれば，この圧縮力と相殺するので，幹は安泰ということになる。この理屈は強化ガラスやＰＳコンクリートで外層にあらかじめ引張り応力を人工的に与えておくことで大きい耐力をもたせていることと同じで，樹木はそれを天然にやってのけているのである。風船と違って，木の幹では引張りひずみはもっとも外側の年輪だけに生じているのではない。外側から内側にむかって次第に減っていき，やがて圧縮ひずみとなって中心で最大になっている。•••もう一つ風船と違うのは，風船のゴムは縦にも横にも引張り応力が働いているのだが，樹木の場合にはこれが縦，つまり上下の方向だけで周囲の方向には逆になることである。(17,P.177,L.21 - P.178,L.14)

(31)柔細胞の仕事の原料は，デンプンと砂糖であり，製品は樹脂や色素ということになる。(14,P.32,L.6-7)

(32)樹木は傷つくと，何かの指令をだし，生きている柔細胞に樹脂をつくらせる。ちょうど，菌をとりかこんで，木片表面に色素をつくるのと同じように。(14,P.34,L.17-18)

(33)それにコルクの中身の化学成分は，ワックスに似ていて，水をはじく。(14,P.36,L.14-15)

(34)バウムクーヘンというドイツ由来のお菓子がある。舶来の金太郎飴で，どんなところで切っても，同じ模様がでてくる。同じ模様，それは年輪である。バウムクーヘン（木の菓子）の名前のとおり，このお菓子は，一見，いかにも木をたくみにあらわしているようだが，ほんとの木と，大切なところでちがっている。皮の厚いおまんじゅうにナイフを入れる。外の皮と中のアンコがみごとな対比をみせる。このアンコにあたるものが，幹にはある。スギ丸太の断面の赤く見えるところだ。赤い部分が心材で，バウムクーヘンには心材がない。(14,P.27,L.13 - P.28,L.4)

(35)幹は菓子のバウムクーヘンのような層状の構造になっている。だから幹を樹心と平行の断面でたち割ると，板の表面にはたけのこ状の木目があらわれる。(15,P.86,L.7-8)

(36)えだ木のみきを，のこぎりで切ってみると，石を水面に落とした時のように，中心からまわりにわが広がっています。これは年りんといって，１年ごとにわがふえたもので，このわの数を数えると，木の年がわかります。(47,P.7,L.(左)2-7)

(37)（木の年輪に似たものを写真で例示：）バウムクーヘン，地層，さかなのウロコ，木の化石，カメのこうら，シマウマのしまもよう，カサゴのしまもよう，しもん。(49,P.2.)

(38)魚のウロコにも，年輪と似た年紋（１年に１つではない）ができます。専門家はそれを見て年齢を判断します。(49,P.32,L.(左)25-27)

(39)きみは毎年おおきくなる。たんじょう日に，柱にしるしをつければ，それは，きみの〈年輪〉だ。おばあちゃんのかおのシワも〈年輪〉かもしれない。(49,P.3,L.5-6)

(40)新聞の写真を虫めがねでのぞいてみる。黒い点が無数にある。点は，小さいものから大きなものまでさまざまだ。虫めがねをとりのぞき，肉眼でみると，小さい点のところは白く，大きな点のところは黒いのに気づく。つまり，黒の大小の集まりが，人の目にはみえる。年輪も同じように説明できないだろうか。仮道管の密度が濃いところは黒く，うすいところは白くみえる。その反復が年輪としてわれわれに見える。(14,P.47,L.5-14)

(41)春にできた部分では，夏のものより一定面積にある細胞の数は少なく，しかも一つひとつの細胞で，壁の占める割合が少ない。つまり，春のものは，穴（つまり細胞腔）ばかりで，実（つまり細胞壁）が少ない。夏のものは実がつまっている。このコントラストが年輪をつくりあげている。季節の移り変わりが年輪をつくると言える。(14,P.48,L.9-13)

(42)年輪は一年ごとにできるから，その中には木の履歴が刻み込まれているはずである。(15,P.103,L.13)

(43)木は正直に自分のそだった生活環境のへんかを年輪に記録する。木は，公害の生きた証人だ。(49,P.25,L.6-7)

(44)年輪は，木がそのまわりのようすを，ときには何千年にもわたって記録し，はるか後世にまで伝える，生きた情報ノートなのだ。(63,P.71,L.(右)3-5)

(45)人間は，子どもから青年になるまでは成長が早い。木も同じで，若いときは成長が早い。•••ところが，人間が大人になると肉体的にほとんど成長しないように，木も成長がにぶる。(48,P.41,L.9-15)

(46)木はおおきく成長しながら，その成長の記録をかきつづけていく。あるときはひでりでかわきなが

ら，あるときは公害でくるしめられながら，1年もかかさずに，はっきりと自分のそだつ環境のできごとをかきつづける。(49,P.28,L.5-10)

(47)（年輪年代学について：）切株は私たちに過去の自然条件を教えてくれる証人でもあるようです。(16,P.152,L.17-18)

(48)長い年代にわたる年輪幅の変化の標準パターンを求め，年輪幅を基にした絶対年代の物差しを作る。製作年代が分からない木質遺物や木製品でも，その中の年輪の変動パターンにこの物差しを当てて，その遺物や製品に含まれる年輪の正確な年代を知ることができる。(19,P.87,L.6-9)

(49)波のないだまっさおな海原に，人は水の動きをとらえ，波目と感じる。水がわずかに動いても，光の反射が変わるためだ。同じようなことが木材でもおきる。同じような細胞の集まりのなかに，ちがった種類の細胞がはいりこんでいたり，同じ細胞でもちがった方角に向いたものがはいりこんだりすると，それらのために光の吸収や反射が変わり，人の目に木目として映る。(14,P.51,L.2-10)

(50)プラスチックのブロックを組みあわせて，いろいろな形をつくる遊びが幼児のあいだではやっている。ブロックの色の種類は多い。色の種類をたくさんもっているほど，もちろん，できた形は色彩豊かである。仮道管を黒，柔組織を白などとみなせば，二色の針葉樹より三色の広葉樹のほうが，木理が変化にとんだものとなるのがわかる。(14,P.52,L.16 - P.53,L.1)

(51)母細胞から生まれた「繊維」は，5倍にもなる。母細胞つまり鋳型が年々大きくなり，鋳物の方も，できたあと年々大きくなる。(14,P.54,L.6-7)

(52)人間が生きて行くためには，食べものを通す食道と，体を支える骨格と，栄養を運ぶ血管とが必要であるように，樹木もまた水分を通す組織と，樹体を支える組織と，養分を運ぶ組織とが欠かせないものである。･･･まず血管にあたる養分の運搬であるが，これは樹皮と木部との境にはさまれた師部が受持っている。･･･ただ樹皮は樹木にとって衣服のように，外界から材を守る役目を果たしていることだけつけ加えておこう。次に食道の役割と骨の役割であるが，針葉樹ではこれを仮道管という細胞が，一人二役の形で果たしている。一方広葉樹は，組織が道管と木繊維とに分化していて，別々の役割を持っている。針葉樹と広葉樹の材質がおなじでないのはこのためである。(15,P.81,L.8 - P.82,L.4)

(53)一方広葉樹のほうは，針葉樹よりも進化しているから，水を通す専用の道管と，樹体を支持する木繊維とがある。道管の細胞は仮道管細胞の中空部の直径がずっと大きくなり，背が低くずんぐり形に変わったもので，その上端と下端の壁は消失してすっぽり穴があいている。そして壁は薄い。ちょうど水道のヒューム管をうんと小さくしたような形だと思えばわかりやすい。この細胞が根から梢のさきまでずっとつながったのが道管の組織だから，幹の中には無数の細い水道パイプが付設されることになる。(15,P.83,L.7-16)

(54)針葉樹の仮道管の壁に多数の穴があいていることは，さきにも書いた。この穴の一つ一つにバルブがついているが，もはや水を通す必要がなくなると，バルブは閉じられてしまう。だからスギの樽は酒が漏らないのである。(15,P.89,L.14 - P.90,L.2)

(55)この（細胞の）袋にはいくつかのフィルター付きの穴があり，上下左右の他細胞の穴と通じており，ここを通じて液体の移動が行なわれます。その点が動物と大きく異なるところで，血管や腺のような管の中を液体が流れ動くのではありません。(18,P.42,L.7-9)

(56)軽くて丈夫なものの代表は竹であるが，その構造はまことに微妙である。短期間にあれだけの大きさに成長しなければならないけれども，細胞の量には限度がある。木の幹のようにまん中のつまった形をとれば，細い棒状にしかなれないので，全体をしっかり支えることができない。中空のパイプ状ならおなじ細胞の量でも直径が大きくなるから，剛性をずっと高めることができる。ところがパイプ状のままでは，曲げられたとき座屈をおこしてパイプがつぶれてしまう。そこでこれを防ぐために節ができた。節の間隔は竹の種類によって，それぞれ押しつぶされないように，寸法がきまっているのである。(15,P.97,L.8-14)

(57)竹の幹の構造は，弱い柔組織と強い維管束でできているが，量の上でやく６０％を占める維管束は，表皮に近いところには多く，内側には少なく分布している。つまり幹の断面でいえば，外側に向か

うほど強化されているから，このパイプ状の構造はいっそう効果的に働くのである。竹が軽くて丈夫なゆえんはここにある。人間の骨もまた同様である。内側はカルメ焼のように空洞になっているが，外側が硬いから軽くて丈夫である。中味がつまっていたら重くて折れやすい。ところで木材の細胞は，さきにも述べたようにセルロースの細長いフクロであった。このフクロはきわめて小さいけれども，形は竹の幹とおなじである。しかも両端は先細りになっているから，パイプがつぶれることはない。この部分は竹の節とおなじ効果を持っているのである。こうした細胞が無数に組み合わさって，それをリグニンで固めたものが木だから，木を拡大して見ると，竹を束にして固めたものよりもっと丈夫な構造になっているわけである。(15, P.97,L.14 - P.98,L.18)

(58)生きているまほうの合金 － 竹。(29,P.157,L.1)

(59)細胞のフクロは雄型と雌型との間にトコロテンを流し込んですっぽり抜いたような単純なものではない。細胞が分裂してから死ぬまでの間に，原形質が活動してつくりあげたのが細胞だから，壁には生きていたあかしが残っている。それはちょうどカイコが口から糸を吐きながら，その内側に自分が入って，マユをつくりあげて行くのと似ている。マユの糸のからみ合いはカイコの動いたあとを示すが，細胞の壁にも生命の営みが刻まれているのである。(15,P.99,L.1-6)

(60)わたしたちが木で構造物をつくるとき，一枚板でつくると方向性があるために弱い。板を薄く剥いで，繊維方向を変えて重ね合わせ，合板にして使うと格段に強くなることを知っている。ところが細胞の壁は，あの小さなフクロでありながら，合板とおなじ積層構造になっているのである。･･･細胞の内側を撮った拡大写真などは，パリーの下水道のトンネルの内部かと思われるほどに見事なアーチ形構造になっている。(15,P.99,L.18 - P.100,L.14)

(61)古くから使われて来た合板は薄板の種類や方向性が違うものを接着して単板より丈夫で，癖のない材を得ることに成功した例ですが，細胞壁はまったく同じ原理で大きな強度が付与されているのです。(18,P.46,L.3-5)

(62)図には細胞膜の構造を模式的に描いたものと最新のスキー板の構造が対比的に示されていますが，両者の類似性には驚かされます。･･･木材断面の顕微鏡写真を見ると，それは軽量強靭な構造体であるハニカムやサンドイッチ構造そのもので，こうしたミクロな構造の集積体が木であることを理解すると，木材が軽くて強い理由がわかります。(18, P.46,L.10-14)

(63)同じ重さであれば棒よりもパイプの方が強いことはよく知られている。木材は単に多孔性材料であるというだけでなく，木材は無数のパイプを束ねたような構造になっている。この構造は蜂の巣とも似ているので，ハニカム（蜂の巣）構造とも呼ばれている。ただ，空缶で試してみるとすぐ分かるが，筒状のものは縦方向の力には強いが，横からの力で潰れ易い。このことが木材が方向によって強さが違う原因の一つになっている。(19,P.38, L.16 - P.39,L.8)

(64)軟かくて弱い春材に，秋材と放射組織の枠組をほんの少し加えただけで，全体の強度は三倍にもあがっているということである。木が年輪の構造をしているということは，実はこうした複合材料としての効果を発揮させるために，大きな役割を持っているのである。ふつうに使われる材料の中で，一番強いのは鉄鋼であるが，単位重量あたりの強さでくらべると，木のほうが強いことがある。とくに座屈に対しては著しい優秀性を示す。それは上に述べたような構造を持っているためである。(15,P.101,L.15 - P.102,L.5)

(65)隣り合った細胞の間ではリグニンが接着剤の役割をはたしているので，木材は圧縮力に対しても大きい抵抗を示すことになる。このような螺旋状に配列した構造をヘリカルワインディング構造と呼んでいる。縄や綱が単に繊維を束ねてあるだけでなく，撚り合わせることによって強さを増すのと同じで，ヘリカルワインディング構造は力学的に優れたものである。(19,P.40,L.4-8)

(66)水素結合している水を結合水と呼んで，水素結合していない自由水と区別します。自由水は細胞内腔や細胞壁のすきまにある水で，コップの中の水と同じです。(16,P.13,L.19-21)

(67)”生命体である樹木が伐られて死ぬ。しかし材木にされてふたたび生きる。”正確にいえば活かされるということです。木は二度生きるといわれる

のはそうした意味ですが，樹木である間に部分的にではありますが二回の死を経験します。•••こうして細胞レベルでは二度の死があり，それぞれ辺材と心材を残し，伐採や他の原因による樹木全体の死を加えると木は三度の死を経験します。(18,P.40,L.10 - P.42,L.1)

(68)木は，細い糸のような繊維が，たての方向にきれいにぎっしりとならんでできています。繊維のなかはからです。(43,P.25,L.1-2)

(69)太陽光の中には，赤から紫までさまざまな色がふくまれている。この中でいちばん強い部分は緑色だ。ところが木の葉はほとんど緑で，太陽光のいちばん利用価値のある部分を反射している。人間なら食事のとき，より栄養分のあるものを進んで食べるのに，木がそうしないのはふしぎなことだ。(48,P.37,L.2-11)

(70)木は動物のようにふんや尿を出さない。もちろん水や酸素は体外に出す。枯れ葉やくちた葉，それに，果実も年に一度落とす。でも，動物のような排せつはせず，いらなくなったものを無毒化してリグニンというものにかえる。そして，これを木の中心部分にためこみ，木を強くし，くさりにくくしている。(48,P.38,L.13-22)

(71)心材は辺材よりフェノールとよばれる化学成分が多くふくまれていて，これが自然の防腐剤としてはたらくので腐ったり虫がつきにくい場所になっている。(63,P.70,L.(右)3-7)

(72)たいていは，心材は辺材よりも樹脂などの化学成分が多くなっています。この成分は，天然の防腐剤の働きをするので，心材は辺材よりくさりにくく，虫もつきにくいのがふつうです。(68,P.6,L.17-19)

(73)竹馬に乗った植物，それが木です。竹馬のかたほうだけというほうが正確でしょうか。つまり，葉をできるだけ高くもち上げるための乗り物のことで，幹がその役目をします。(51,P.10,L.1-3)

(74)木が大きくなると幹も太くなるので，今まで着ていた樹皮の上着が合わなくなり，表面がひび割れてきます。けれど，その下には，新しい皮がいつもちゃんと用意されているのです。(51,P.14,L.3-6)

(75)［松やには木自身の傷薬であると説明。］(51,P.15,L.(右)1-8)

(76)もし，あまたが植物だったとしたら，あなたは何も食べなくても生きていけるのです。必要な栄養は，あなたの体の中で作れるからです。日光を少しばかり浴びるだけでいいのです。栄養を作るのに日光が必要だからですが，それで，もうおなかいっぱい。ひとつだけこまるのは，体が緑色になってしまうということ！(51,P.16,L.1-5)

(77)木はたがいに，必死になって日光の取り合いをするので，とんでもない高さにまで背が伸び，そんな自分を支えるのに，大きなつっかいぼうのような板根を伸ばす木もあります。(51,P.46,L.4-8)

(78)台風などの風でもひっくりかえらないために，根をより広く深く張っていなくてはいけないのだ。•••そのとき，その根にどれくらいの力が加わっているだろうか。エンピツを立て，一方の指でその元を押さえ他方の指でその先端を押してみれば予想がつくが，根に加わる力は，並大抵ではない。(52,P.14,L.(上)9-(下)5)

(79)木は樹冠と同じくらい根を張っており，その根のまわりの土は生きていなければいけない。土の上にアスファルトがあっては，真夏にミンクのコートを着せられているようなものだ。(52,P.15,L.(上)18-22)

(80)高さ50mの木だと，その根は大きなサッカー・グラウンドほどの広さに広がっているということだ。(71,P.18,L.7-8)

(81)枝の元にもかなりの力が加わる。•••1メートルの棒の先にある1キロの重みを1点で支えることを考えてほしい。(52,P.46,L.(上)6-11)

(82)木は切られて木材になってもまるで生きもののように微妙に生きつづける。またその表面は人間の皮膚のシワにも似た木目があり，さわった感じが金属やプラスチックのようにツルンと冷たい感じがしない。(52,P.56,L.1-5)

(83)樹皮は木の皮膚に当たる。これは動物や菌類の攻撃から，あるいは乾燥から木を守り，さらにユーカリやセコイアのような木では，山火事による災害からも木を守る。皮膚と同じように，樹皮は2つの層からできている。内側の層は形成層といい，絶えず分裂する生きた細胞によってできている。(71,P.22,L.1-6)

(84)動物と同じく，植物も有害な老廃物を排出しなければならない。木は葉からミネラルを再吸収するだけでなく，落ちる前の葉に老廃物を送り込む。

(71,P.47,図中)

(85)木が朽ちると，スポンジのように水を吸い，湿気を好む植物が生育するのにうってつけの場所となる。(71,P.48,図中)

2．木材の性質

(86)幹は，圧縮力よりも引張り力にたいしてより耐えられるようにできているのだ。たしかに，圧縮強さだけあって引張り強さをもたないとすれば，そんなものはレンガをただ積み重ねたようなもので，横から力を加えられたり，ななめになったりすれば，たちまちくずれてしまう。･･･積みあげたレンガとはぎゃくに，圧縮強さはなくて引張り強さだけもっているもの，それはロープ，ひものたぐいだ。植物ではツル性のツタなどがそれにあたる。これでは，樹木として立っていることはできない。(14,P.68,L.11-P.69,L.3)

(87)木部の細胞壁は豆のさやのような形をしている。このまるい筒を，樹木はどうゆうふうにつくりあげていくのだろうか。ちょっと考えて思いつく方法は二つある。ひとつは，原料をつなげていって長いものとし，それらを横につなげながら筒とする方法である。これは鉄の輪をつないで鎖とし，それらをたばねて筒とするやり方だ。他のひとつは原料を，上下，左右につみあげておおきなものとする方法である。レンガをつみあげてつくった壁のつくりだ。樹木はどちらを選んだか。樹木はこの二つを併用して，細胞壁をつくりあげている。(14,P.73,L.8 - P.74,L.1)

(88)セルロースは，前にのべたように，束になりやすく，いくつかがかたまる。束と束との間をうめていく材料には，リグニンが使われる。しかもそれは，レンガをつみあげるように小さなユニットをつないで大きなものとするので，できたものは，セルロースの束と束の間にきっちりとはいりこむ。このようにしてつくられた細胞壁は，ＦＲＰでできたテニスのラケットのように，繊維状のものをプラスチックでかためたものである。繊維状のものはセルロースの束，プラスチックはリグニンである。(14,P.74,L.3-9)

(89)ミクロフィブリル，つまりセルロースの束が，よくあんだ縄のように，壁にぎっちりつまっている。よくあんだ縄が強いように，セルロースの束は強い。この束の存在こそ，木の強さの大切な秘密といえる。(14,P.76,L.12-14)

(90)（木材の細胞壁の占める割合の多い）強い層にたいして，力の加わり方が，柾目面と板目面ではちがう。たとえば，発泡スチロールと鉄板を何枚か重ねて接着剤で固める。そして重ねた上から圧縮力（引張りでもよいが）を加えてみた場合，発泡スチロールと鉄のサンドイッチ状のものの強さは，発泡スチロールだけのものとそれほど変わらないだろう。ところが，このサンドイッチ状のものをたてにして，上から力を加えてみると，これは鉄の強さが有効にはたらいて，だいぶ強くなる。(14,P.79,L.12 - P.80,L.2)

(91)水がぬけたため，セルロース同士が近づいた。すなわち，セルロースとセルロースとの間に水があったが，それがなくなったため，もともと仲のよいセルロース同士が手を結んだ。手を結ぶセルロースの数が多ければ多いほど，木材の強さがますはずだ。セルロースは木材の強さをささえる鉄筋であり，それは，バラバラでいるより束になった方が強いからだ。(14,P.96,L.3-6)

(92)含水率０％のとき，１平方センチメートルの圧縮強度700キログラムというのは，注目してよい強さだ。ガラスに近い。含水率０％まで乾燥させてから真空包装したら，ずいぶん強いものができるにちがいない。余談だけれど，温度を下げても，木材は強度があがる。含水率０％のヨーロッパブナで測った例だと，マイナス160度で，圧縮強さが１平方センチメートル当り1600キログラムにもなるという。これはアルミの強さに近い。しかも重さはアルミの４分の１である。(14,P.98,L.2-7)

(93)雪の研究で有名な中谷宇吉郎博士は「丸ビル大の豆腐はつくれるか」という意表をついた試験問題を出したとのことです。･･･つぶれに耐える限界高さは二つの物理量がわかれば簡単な計算で求めることができます。材料の圧縮破壊強度を密度で割り算すればよいのです。豆腐の場合，下層のつぶれに耐える高さは前述のように，限界高さは25～30センチメートルとなりますが，木の場合はどうでしょうか。･･･アカマツは9400メートルの高さに耐え，シラカシでは7300メートルが高さの限界ということになります。(18,P.21,L.10 - P.22,L.10)

(94)木の強度は木目の方向だけでなく，他の原因でも

かわることがある。たとえば，老木より若い木のほうがいっぱんに強い。これは人間の肉体とよく似ている。(48,P.52,L.1-4)

(95)木はパイプをたばねたような構造になっているので，パイプどうしの間にひびがはいりやすい。ときとして，ある方向からはかんたんに割れてしまう。ぎゃくに木は，まげには同じ重さの鉄より強いので，うまく組み合わせるとがんじょうだ。(48,P.52,L.7-11)

(96)「すき間」といっても，もともと樹木のときには，水や養分を通していたいわばパイプだったものである。どんどん木材の中に水がはいってきてよさそうなものである。ところが，筏や貯木場に浮かべた丸太は沈まない。(14,P.100,L.15-17)

(97)（細胞壁の孔の）径は2ミクロン程度だが，その大きさだけぽっかり孔があいているのではない。フィルターのようなものがそこにあり，フィルターを通って，水は出入りする。フィルターの目はかなり荒く，0.2ミクロンぐらいのものも通るらしい。壁孔の種類によっては，フィルターの中央が厚くなっていて，水が通りにくいものもある。(14,P.101,L.18 - P.102,L.3)

(98)木粉をプラスチック化する試みがある。そのために，木粉をそっくり化学処理をして，セルロースに変化をおこさせる。セルロースは束をつくりやすい。その原因となる部分を化学処理で改質すると，セルロースは束にならない。それだけでなく，熱をかけると形がくずれ，冷えるとかたまるようになる。つまりプラスチックとなる。木粉のうち，セルロース以外のものは，もともとプラスチックのような性質をもつ。そこでセルロースがプラスチックになれば，木粉もプラスチックになる。(14,P.205,L.1-11)

(99)セルロースを繊維とみなせば，リグニンはプラスチック。一度使った繊維を再利用することはできるが，プラスチックの再利用はむずかしい。木材でも同じことが言える。(14,P.207,L.3-6)

(100)木は物理試験のどの特性の軸をとってみても，最優秀にはならない。平均して三位か五位くらいの中間の成績である。だから優秀な材料とはいえない。つまり縦軸式の評価法をとる限り，木のよさは浮かび上がって来なかったのである。だがここで評価法を変えて，各軸の成績は中位でも，横にバランスのとれたものがよいというように横軸式で見ていけば，木は最も秀れた材料の一つということになって来る。・・・なべて生物材料というのは，そういう宿命を持つものらしい。以上に述べたことは，人間の評価法の難しさに相通ずるものがある。二，三の試験科目の点数だけで判断することは，危険だという意味である。思うに生物は，きわめて複雑な構造を持つものであるから，縦割りだけで評価することには無理があるのであろう。(15,P.80,L.12 - P.81,L.4)

(101)総合評価としては木が第一位にランクされるといっても過言ではありません。プロゴルファー競技であと一歩で優勝をのがし，つねに二位に甘んじるプレイヤーを花嫁（あるいは花婿）の介添人というそうですが，こうした人は，年間賞金ランキングでは一位の座を獲得します。そうした意味で木は花嫁（婿）の介添人であるといえます。樹木の幹や枝は本来的に花を支えて，目だたさせる役割を演ずるのも，このたとえと暗合していておもしろいと思います。(18,P.24,L.9-13)

(102)バイオリンは古くなると音が冴えるというが，・・・音がよくなるのはある時期までで，無限に続くと考えるのは錯覚だということもわかる。・・・木の経年変化は，人間の骨が年をとるのにつれて硬くなり，やがてもろくなって行くのともよく似ているのは興味深い。(15,P.138,L.4-8)

(103)木材についてえられた以上の老化の原理は，地球上に存在するすべての有機物や生物に，多かれ少なかれ適用できそうである。生体の反応は，環境の熱的条件によってその速度が左右されると考えてよいからである。南方に住む人たちが早熟で，寒い地帯に住む人たちの寿命が長いことなども，それと関係がありそうだし，熱帯から寒帯に向かって人間の身長が大きくなる傾向のあることなども，これとは無関係ではなさそうに思われる。(15,P.157,L.13-17)

(104)プラスチックは常温では硬いのに，温めると柔らかくなって，変形しやすくなります。たとえば水道の配管に使う塩ビの管は，加熱すると，やがてゴムのようにぐにゃぐにゃになります。塩ビの管を構成している分子が，お互いに動きやすくなったためです。木材は加熱しただけでは柔らかくなりません。ところが，水を大量に含んでいる状態

で加熱すると，だいぶ柔らかくなって，動きやすくなります。(16,P.119,L.7-13)

(105)曲木加工ができるということから見て，木は天然のプラスチックであるといえます。(18,P.148,L.5)

(106)（木材を圧縮した曲げ木の場合：）縮みの小さい部分では，しわは壁の内表面だけに限られますが，大きい部分では壁全体が波をうって縮んでいることがわかりました。結局，トタン波板のように細胞壁が変形して，大きな縮みを生じていたのです。このような材を再び飽水にして熱を加えると，波状のしわも細胞壁の内表面のしわも消えてなくなり，ほぼ元の縮んでいない状態に戻ります。(16,P.122,L.9-14)

(107)（マイクロ波加工について：）これは曲げ木の技術を発展させたもので，ひらたくいえば木を蒸すかわりに，水分をたっぷり与えた上で外側をすっかりシールして大きい電子レンジに入れるのである。(17,P.151,L.8-10)

(108)木に2450メガヘルツのマイクロ波を当てると熱くなってきます。電子レンジの原理です。(18,P.147,L.10)

(109)木を－30℃ぐらいに冷やして液体アンモニアをよく浸み込ませる。セルロースの分子はアンモニアに色目を使い，お互いにしっかりと結びあわせた手を離して，アンモニアと手を握ってしまう。これで結合力を失った木材は自由自在に形を変えることができる。(17,P.150,L.19-22)

(110)10.5ｃｍ角のスギの柱１本の中には室内にある状態でふつうビール大びんで2.5本分もの水分が入っていてその中の0.5〜1本分ほどは室内の湿度状態に応じて出たり入ったりしている勘定になるのだから驚く。(17,P.25,L.7-10)

(111)10センチメートル角，長さ3.6メートルの杉柱は冬の乾燥時にはビール瓶１本分の水を吐き出すといえば，冬場には木の着火性が高くなることが実感できるでしょう。(18,P.117,L.14-16)

(112)両側の壁が厚さ１センチの桧で仕上げてある８畳の洋間で，湿度が30%下がると，何と６キロの水，１升ビンにして３本半もの水を放出するというデータがあります。(28,P.9,L.(下)1-6)

(113)湿度が高いと吸湿し，乾燥すると適度な湿気を放出する木材。木は息をし，自然のエアコンのような働きをするのですね。(28,P.9,L.(下)14-17)

(114)木綿の下着はナイロンのものより気持ちがいいですね。木綿には吸湿性があるので，わたくしたちの汗をすいとるからです。桐の下駄が素足に快いのも同じことで，足の裏の汗や脂を吸いとってくれます。(28,P.8,L.(上)1-7)

(115)また木造の住たくでは，木が水分をすいこんだり，はき出したりして，部屋のなかのしつ度をちょうせつしてくれます。(38,P.31,L.4-6)

(116)水分を出し入れしてのびちぢみをする木は，動物が呼吸するように生きている。伐られてからも生きている木の加工にはくふうが必要なのだ。(48,P.52,L.15-17)

(117)木材のすぐれた性質のひとつに弾力性があります。弾力性とは，引っ張ったゴムひもをはなすと，元の形にもどろうとするような性質のことです。アーチェリーの弓や野球のバット，テニスやバトミントンのラケットなどは，この性質を生かした道具です。(68,P.25,L.1-3)

(118)（紫外線を吸収する働き：）家にもサングラスのような役割をする建材があったらいいと思いませんか。•••本物の木の板は，紫外線をほとんど吸収してしまい，他の２つはそのまま反射させていたのです。(28,P.10,L.(下)4 - P.11,L.(上)1)

(119)（木目の１／ｆの揺らぎ：）自然現象でいえば小川のせせらぎ，音楽ではバロック音楽，そして木目では一見して規則的に見えるまさ目の模様でも，１／ｆのバラツキがあるので心が安らぐのである。人工的にしま模様をつくってもそうはならないし，木目をプリントしても１枚ごとに全く同じ繰り返しがあるので，何となく不自然に感じることになる。(17,P.47,L.16-20)

(120)（木材は厚くすると可燃物でなくなる：）新聞紙に火をつければ簡単に燃え上がるが，同じ紙でも百科事典を燃やすのは容易でないというアレである。(17,P.112,L.16-19)

(121)ところで木は燃えにくいのです。ある程度以上の厚さがあれば，表面が焦げるだけでそれ以上はなかなか燃えません。表面の炭化層が断熱材の役割を果たすので，内部の木が熱分解して可燃性ガスが発生するのを防げるからです。(28,P.18,L.(中)11-18)

(122)うすい木はよくもえても，あつい木はなかなかもえません。たとえば，紙をもやすとき，たき火に

新聞紙をいれるとあっというまにもえてしまいます。ところが，あつい電話帳や辞典などをたき火にいれても，なかなかもえません。(60,P.87,L.17-P.88,L.2)

(123)床の上にピアノのように重い物を置いたり，本棚に沢山の本を積んだりすると床や棚はたわむが，このたわみは時間が経つとともに徐々に増える。このように，力が加わった時に起こる変形が時間の経過とともに大きくなる現象をクリープと呼んでいる。(19,P.47,L.4-6)

(124)クリープも，材料の内部で分子が非常にゆっくりと流れるという現象が起こっており，やはり粘弾性という性質が関係している。(19,P.71,L.1-3)

(125)水との関わりで物質を分けると，水と親和性が高い（親水性）物質と親和性が低い（疎水性）物質に分けられる。木綿のように濡れやすい物質は親水性で，蝋のように水をはじく物質は疎水性の物質である。木材を形作っている成分のうち，セルロースとヘミセルロースは水と親和性が高い物質であるが，リグニンは比較的親水性が低い物質である。(19,P.61,L.3-6)

(126)木材は肌触りが柔らかい材料でもある。これには硬さという性質のほかに，木材の粘弾性という性質が関係している。粘弾性とは一つの材料の中に弾性（跳ね返る性質）と粘性（流れる性質）の二つを兼ね備えた性質である。このような材料に力を加えると，そのエネルギーの一部分をバネのように弾性的に変形することによって蓄え，残りを粘い液体のように徐々に変形することによって吸収する。(19,P.69,L.16 - P.70,L.5)

(127)例えば，鐘を叩くと，叩くために使ったエネルギーが長く蓄えられているので音が長い間響くのに対して，木魚を叩くとエネルギーは木材の中に吸収されるので短い間しか響かない。木材はこの粘弾性的な性質によって振動や衝撃などを適度に吸収するので，床や道具の柄などのように人が直接触れる個所に使用する材料として適しているほか，楽器，音響材料，壁面のように音に関係する部材に使用される。(19,P.70,L.9-17)

(128)”板”とは木が反ると書くほど，それは当然のことですから，板を使用する場合，この木表，木裏を見分けて使用することが大切です。(24,P.45,L.3-5)

(129)板という字は木偏に反ると書き，そのとおり板は製材してからジーッとしていることはない。(52,P.52,図中)

(130)木が狂うというが，狂い方は材質や状態によってさまざまである。ケヤキなどは，狂うどころか暴れるともいわれ，実際安定するのに数十年かかるといわれる。(40,P.40,L.(左)7-10)

(131)日本でもヨーロッパでも，二，三百年経った木造住宅は珍しくありません。わたくしたちは，二，三十年単位で家を見がちですが，木の家は驚くべき長寿なのです。(28,P.16,L.(下)16-21)

(132)鉄筋コンクリートという材料は，ひっぱる力には鉄が，おしつぶす力にはコンクリートがたえるように，うまくつくられた材料ですが，それでも鉄筋コンクリートの比強度はスギの4分の1以下だということになります。(60,P.59,L.1-4)

(133)（ギター，世界中の木が共鳴する箱：）木の種類によって，音もずいぶんちがってきます。マツやスプルースは，シャキッとした音色で，スギは弦を弾いたときの音の出方に切れ味があり，あまい感じの音色です。(62,P.56,L.(左)1-5)

(134)人間と一番はだが合う木は，ひとりで何役もこなせる力強い万能選手。(68,P.38,L.1)

3．木材の種類

(135)パンを焼くとふんわりとふくらんだ大きなパンと，固くて小さなパンとができる。だがつぶせばどちらもパン粉の固まりになる。ふくらんだほうのパンがパルサやキリで，固いほうのパンがナラやカシにあたるわけである。(15,P.87,L.12-14)

(136)「銘茶」「銘菓」「銘酒」などという言葉と同じように，「銘木」という言葉がある。「銘木」とは，たぶんふつうの木材とくらべて，形，色，木目，材質などが変わっていて，その変わりように特別の趣を感じるような木のよび名なのだろう。(14,P.58,L.11-13)

(137)ウォールナットは別名ブラック・ウォールナットともいい，黒っぽい材面に黒褐色の縞のはいった銘木である。･･･数百年昔にできた木肌が，外界の光をあびた。まっ白である。･･･少しずつ，なにかが白い木肌の奥から浮かびあがってくる。子供のころやった「あぶりだし」や「日光写真」を思いおこす。ほんとうに10分もたつと，木目がすっ

かりおもてにでた。(14,P.59,L.15 - P.60,L.4)

(138)植物より動物の方が身近なので，くらべながら話をすすめる。生物のわけ方は，分類学では大きなものから順に，「界」「門」「綱」「目」「科」「属」「種」となっている。針葉樹と広葉樹とは，ちがった「綱」にはいる。一方動物では，「綱」のちがいは，哺乳類と鳥類のちがいである。スギとケヤキのちがいは，ウシとニワトリのちがいである。生きているウシとニワトリとは，たいへんにちがうように感じる。しかし肉にして食卓にのったとき，牛肉と鳥肉をいつも区別できるだろうか。煮てしまえば，区別はいっそうむつかしい。スギとケヤキも，木材だけをみて，肉眼で区別できないことがあっても不思議ではない。(14,P.62,L.9-15)

(139)針葉樹も広葉樹も伐って角材や板にすると，どちらもよく似た木に見える。でも，ホ乳類とハ虫類ほどのちがいがある。鳥肉もブタ肉もどちらも肉にはちがいないが，独特の味や歯ざわりのちがいがある。それとよく似ている。(48,P.36,L.1-3)

(140)樹木は，分類学では，「科」「属」「種」の順に細かくわけられる。樹木の戸籍は「種」で決まる。「種」が同じもの同士は，そのあいだに代々子孫を残すことができる。リンゴに「国光」とか「富士」という名がついている。2種のリンゴは味がちがう。しかし「国光」も「富士」も同じ「種」である。2つは同じ戸籍にはいっている。(14,P.109,L.1-8)

(141)マツ科のグループではあるが，カラマツはカラマツ属，エゾマツはトウヒ属，トドマツはモミ属にはいる。つまり，リンゴとモモの関係にある。(14,P.110,L.9-10)

(142)そして基準になる名前のうえに形容詞がついている。たとえばインドネシアマホガニー，ユーラシアンチークなどと。新しい化粧用材の名は，色，柄，感触などによって，古くからある有名なものになぞられてつけられた。富士や銀座をなのるものが，日本中にたくさんあるのと同じである。富士や銀座も本家は一つ，類似物が多数，数のうえで本家はつねに少数派である。(14,P.162,L.1-5)

(143)木肌でくらべると，針葉樹には日本画の絵絹のようなうるおいがあり，広葉樹には洋画のカンバスのような味わいがあって，塗ってはじめて美しくなるのである。(15,P.160,L.12-13)

(144)針葉樹は魚肉にあたり，広葉樹は獣肉に相当する。獣肉の料理がわが国に紹介されたのは明治のはじめだが，広葉樹の木肌に親しみ始めたのもまたおなじころで，それまで日本人は，白木の肌にしか親しんでいなかった。だからニスで分厚く塗られたナラの木肌には，牛肉の脂っこさのような戸惑いを感じた。(15,P.161,L.2-5)

(145)いっぱんに，針のように細い葉がついた木のことを針葉樹という。なかにはうろこ状の葉もある。(48,P.32,L.1-3)

(146)針葉樹の葉は，針のようだったり，小さなうろこのようだったり。それに対して，広葉樹の葉は，どれもうすくて平たく，まるで緑色の紙を切りぬいたようです。(51,P.10,L.10-16)

(147)針葉樹と広葉樹は，木の形で見わけることもできます。広葉樹はかならずまるい形をしていて，針葉樹はたいてい三角形です。右ページの高い針葉樹など，まるでさかさまにしたニンジンそっくりでしょう。(51,P.10,L.18-22)

(148)マツやトウヒなどの針葉樹は，・・・葉はかたくてとがった針のようで，・・・革のようにかたい葉やうろこのような葉で，身を守りかためています。(51,P.20,L.1-6)

(149)割りやすい木とは，葉が針のようになっているスギなどや，葉がうろこのようになっているヒノキなどの針葉樹です。(60,P.23,L.3-4)

(150)葉の形からは，細長くとがった葉を持つモミやマツ，小さいうろこのような葉がくっつき合っているヒノキのような針葉樹と，葉が平たく，網のような葉脈の見える広葉樹とに分けられます。(61,P.31,L.3-6)

(151)ミズナラの柾目面には虎ふと呼ばれる独特の模様が見られます。(16,P.83,L.8)

(152)（交錯木理の種類について：）1本1本のしまをリボンに見立ててリボン杢と呼んでいます。(16,P.96,L.4)

(153)杢は文様の形によって玉杢，うずら杢，葡萄杢，泡杢，鳥眼杢，如鱗杢，牡丹杢，縮み杢，縮緬杢，漣杢，虎斑，リボン杢などの種類があり，・・・。(19,P.23,L.13-14)

(154)アメリカにセコイヤという木があります。これは高さ100メートル以上にもなり，幹は大型自動車がとおれるぐらい太くなるのです。(55,P.30,L.7-9)

(155)ヒバはとてもヒノキにはかなわないので，アスナロ，またはヒノキアスナロともよばれており，それは「明日はヒノキになろう」という意味だといわれていますが，どんなものでしょうか。(57,P.21,L.9-12)

(156)もし，木の実が全部自分の足元に落ちて，それらの種子が芽を出したとすると，木は自分の子供と土の養分を取りあって，無意味な親子ゲンカをしなければいけなくなるからだ。それで種子ができるだけ遠くに離れる工夫をしている。(52,P.7,L.(上)7-12)

(157)イロハモミジと呼ばれるカエデ科の実は，見事に飛行機のプロペラそっくりで，それは，流体力学的に見ても，人間が発明したものに優るとも劣らないという。(52,P.7,L.5-8)

(158)親の木の真下に落ちると，(種は) 大きくなるのに必要な日光があたりません。そこで，針葉樹の種にはうすい羽がついていて，風に吹かれると，くるくる回りながら遠くまで飛んでいくのです。[このことをパラシュート飛行と形容している。](51,P.28,L.17-23)

(159)ココヤシの実はまるで宇宙船です。カプセルのようにぴったりとじているので，ふつうならとても生きていられないようなところでも，中の種は平気です。(51,P.30,L.17-20)

(160)カエデのたねにははねがついていて，風にのって，とおくまでとんでいきます。海岸のちかくにはえているココヤシの実は，海におちると，たねをくるんでいるふといひげのようなものでできたから うきぶくろのやくめをし，海のうえをずっととおくまでながれていきます。(59,P.16,L.9-14)

(161)人類がプロペラを発明する数千万年前に，モミジは流体力学をマスターしきり，自分の子孫を飛行させることに成功した。(52,P.24,図中)

(162)トリネコ属の実は，翼をもった翼果です。(70,P.68,L.19)

(163)雌のトリネコの木は，翼をもった翼果を完全につくり，年によってはすべての枝にびっしりとこのような実をつける。(71,P.41,図中)

(164)ドングリはいのちのつまった森のカプセル。(63,P.62,L.1)

(165)ドングリといえばコナラの実のように，ラグビーボールのような形をした実に，お椀のような形をした部分（殻斗という）がついたものがすぐに思い浮かぶ。•••クヌギは，丸い実に，長い鱗片が密生したイソギンチャクのような殻斗をもつ。(63,P.62,L.(右)1-11)

(166)ハンカチノキという名前は，大きくて白い花の形から来ています。ハトノキと呼ばれることもあります。(51,P.58,L.1-4)

(167)（ダイナマイトの木：）この実がじゅくすとばくはつし，かたい実のかけらが，7メートルもはなれたところまでとびちります。(59,P.30,L.11-15)

(168)落葉性のモクレンの仲間では，冬芽が厚い"毛皮"に包まれている。(71,P.25,図中)

(169)ユリノキの種子は•••しだいに褐色になり，開いてバトミントンの羽根のようになる。(71,P.41,図中)

(170)（カラマツの）木は若いときにねじれて育つのである。•••ねじれて育つのは若い間だけで，その（細胞の）傾斜は年と共に次第に少なくなり，30年ぐらいでまっすぐになる。ひねくれた少年が，成人すると立ち直るようなものである。(17,P.174,L.22 - P.175,L.1)

(171)人間でも，南方にすむ人と北方にすむ人では体質がちがう。木も生まれ育った土地の自然環境によってずいぶん性質がちがう。(48,P.38,L.1-3)

(172)人間がすんでいる風土により，特別な文化をもつように，木も土地ごとに独特な性質をもつ。また，人間が年をとるにしたがい，からだや性格に変化があらわれてくるように，木にも年齢による性質の変化が見られる。(48,P.40,L.4-7)

(173)友だちのことを説明しようと思ったら，かみの毛の長さや目の形，服装や背の高さのことを言うでしょう。木について話すときもそれとおなじで，葉や花，小枝や木はだなどがどんなようすか，よく見なければなりません。(51,P.8,L.1-3)

(174)木をくわしく観察していると，その木の親せきのことがわかってきます。キングサリの花は，エンドウマメやソラマメの花にそっくりです。三つとも，おなじ「科」に入る親せきどうしなのです。(51,P.8,L.7-15)

(175)小さな花が集まって，ソーセージのような形のふさになったものを花穂といいます。花穂のなかの花が，みんなバラの花くらいの大きさだったら，見たこともないような大きな花のふさになるでしょ

う。(51,P.26,L.1-4)

(176)ハシバミのように長い花穂は，子ヒツジのしっぽとも呼ばれます。枝から，かわいいしっぽが下がっているみたいだからです。(51,P.27,L.1-4)

(177)1本の木は，まるでマンションのようです。たくさんの生きものがくらしているからです。・・・かと思うと，住ませてもらうかわりに，木の敵を食べて，木を助けているものもあります。おたがいに助け合って生きているので，こういう関係を「共生」といいます。[例としてアリアカシアを紹介している。](51,P.40,L.1-9)

(178)球果という名前は，たとえばマツがそうですが，まりのような形をしていることから来ています。でも，トウヒの球果は，どちらかといえばソーセージのようで，枝からぶら下がっています。(51,P.51,L.1-7)

(179)根の下の土が動くと，沼地の森はよっぱらいのようにまっすぐ立っていられません。そこで沼地の森のことを，「よっぱらいの森」と呼ぶことがあります。(51,P.52,L.1-6)

(180)マングローブは，沼地を生きぬくチャンピオンです。水びたしの土地でもうまくやっていけるし，海水でも平気。(51,P.53,L.1-4)

(181)悪条件を克服するため，マングローブは根をタコのようにしたり，気根といって呼吸用の特別の根を持つ。(52,P.77,L.(下)15-19)

(182)マングローブの森は，別名ウォーキング・フォレスト（歩く森）ともよばれている。(63,P.88,L.(右)10-12)

(183)（森と木の知り方：）海にもぐるのも徐々に深さを増していくように，まずは家の近くの公園や庭先などの身近な木と親しむことから始めよう。(52,P.6,L.6-9)

(184)指に朱肉をつけ，紙の上に押してみたことが一度くらいはあるだろう。・・・[樹皮をフロッタージュして木の指紋をとるように説明している。](52,P.18,L.(下)2-7)

(185)（アマゾンの密林：）太陽の光が，高木の枝や，こずえの葉が重なり合ってできた"緑の屋根"によってさえぎられ，地表にまで届くことがほとんどないからだ。(63,P.6,L.(右)7-10)

(186)熱帯多雨林は，何百種類もの樹木がつくる，緑色のじゅうたんだ。(64,P.18,L.1-2)

(187)「アマゾンは地球の肺」といわれるように，ジャングルはわたちたちが出す炭酸ガスを吸いこんで，酸素に変えるという役割をしているのです。(65,P.68,L.(左)16-(右)1)

(188)倒れやすい巨体を支えるために，幹の根元がうすい三角形になっていて，まるでロケットの尾翼のように四方八方に分かれる木もある。これは板根とよばれるもので，・・・。(63,P.7,L.(左)10-(右)1)

(189)板根をもった高木は，机の上に置いたおもちゃのロケットのようなもの。(64,P.22,L.(右)6-7)

(190)都市独特の温度がつくり出す「熱の島（ヒート・アイランド）」。この熱を冷ますには，やはり緑のオアシスが必要なのです。(65,P.88,L.1-3)

(191)緑地は，大気汚染のフィルター作用もはたすんですね。以上のような緑の重要なはたらきを「オアシス効果」ともよんでいますが，都市という砂漠にもオアシスがあれば，ほっとひと息つけるということです。(65,P.92,L.(左)6-11)

(192)ドクツルタケはカサも柄もヒダもまっ白で天使の姿にも似ている。ところがひとくち食べただけで，まず助からないという猛毒をもっているので，「殺しの天使」とよばれている。(63,P.37,L.(右)3-7)

(193)木のようでもあるし，弾力性のあるところはゴムの一種のようでもあるが，コルクは，コルクガシやアベマキという木の，コルク組織を原料にしてつくられる。(63,P.40,L.(左)3-6)

(194)（バオバブの木：）アフリカに生える超肥満の木。サバンナの太っちょタンク。(63,P.72,L.1-2)

(195)太古の森を知っている木。メタセコイヤは「生きている化石」として，脚光を浴びることになったのだ。(63,P.96,L.(左)14-15)

(196)メタセコイヤの鳥の羽毛のような葉は，何億年も昔の化石の中にも見られる。(71,P.31,図中)

(197)ユーカリは干拓地に植林され，「ポンプの木」として，土地から水分を吸いとるために使われることもある。(63,P.103,L.1-3)

(198)（常緑広葉樹林：）その葉が小さいのは，表面積の小さいほうが熱を放散しにくいため。肉が厚いのは，寒いときの人間の"厚着"と同じ。いずれも，寒さに対抗するための方法だが，表面にニスをぬったように光沢のあることが共通している。(64,P.26,L.(右)8-13)

(199)ひとりでに成長する森は，いったい何を食べて大きくなるのだろうか。(64,P.56,L.1-2)

(200)葉緑体は，受けとめた光と水，土，空気から体をつくり出す「魔法の工場」だ。(64,P.64,L.1-2)

(201)葉緑体全体を「魔法の工場」というなら，グラナとストロマは，その工場の「魔法の機械」といっていいだろう。(64,P.64,L.(右)6-8)

(202)この「魔法の工場」にスイッチを入れるのが，葉緑素という緑の物質だ。・・・葉緑素は，全体として見ると丸い頭に長いしっぽがついた，空に舞うタコのような形をしている。(64,P.66,L.(左)8-(右)2)

(203)工場となるのは，葉の細胞の中にある葉緑体です。(66,P.7,L.8)

(204)木の葉は超小型の発電所に似ているが，燃料を燃やす代わりに，燃料を生産する。(71,P.26,L.1-2)

(205)たとえば1本のブナの木で，1時間に1700グラムの酸素をつくる。・・・人間のおとなが1時間に必要とする酸素の量は約30グラムだから，1本のブナの木でおとな50〜60人ぶんの酸素をつくっていることになる。(64,P.92,L.(右)3-6)

(206)「植生は目で見る気候」といわれるように，植生（自然に生えている植物のようす）は，その土地の気候条件と密接な関係があります。(65,P.8,L.(左)1-4)

(207)（広葉樹は）寒い地域で生きていくためには，一種の”冬眠”の方法を身につけた。木の葉を落として，春がくるまで休眠するのだ。(71,P.8,図中)

4．木質材料

(208)（合板の作り方：）家庭での大根の皮をかつらむきにするように，ナイフを固定して，大根を動かし，まわるくむきあげる。・・・模型的に考えれば，単板は，上手にむいた大根のかつらむきのように，長くつながる。(14,P.125,L.2-17)

(209)（合板の製造：）機械で丸削りされ（大根の皮をむくように），厚さ約0.65〜4.0mmの単板になり巻き取られる。・・・大木もこの機械にかけられると，またたく間に薄板になってしまうのにはまったく驚かされる。ちょうどトイレットペーパーを高速で巻きもどすのを連想させられた。(27,P.124,L.9-17)

(210)合板は，ちょうど紙テープをほどくようにうすく切った木を，たて横たがいちがいに何まいもはり合わせて作ります。(38,P.38,L.1-2)

(211)丸太を外側から，くるくるとたんものをほどくようにむいていくと，長くつながったうすい板になります。(60,P.97,L.10-11)

(212)丸太はロータリーレースという，ナイフのおばけのような機械でむかれて，ベニアになります。(60,P.99,L.3-4)

(213)ベニア板も，接着剤の進歩によって屋外でも平気で使える材料になり，ひところの生産量は世界第2位，積み重ねると富士山の実に1300倍，タテに並べると地球から月まで2往復するほどの量にまで達していて，建築をはじめあらゆる分野で使われるようになった。(17,P.142,L.6-10)

(214)（合板生産量：）全生産量を積み重ねて，富士山の高さと比較すると，なんと富士山の1357倍にもなり，エベレスト山の579倍になる。これを，長手方向にならべた場合は地球を58.3周，平面に広げた場合は東京23区の3.73倍，大阪市26区の10.5倍にもなり，容積になおすと東京霞が関ビルの12.98倍にもなるというから驚きである。(27,P.137,L.4-8)

(215)（合板生産量：）たたみ1枚の大きさのものを1枚ずつたてにならべると，地球を30から40回もまわるほどの量です。(60,P.98,L.2-3)

(216)近代的な設備のある1つの工場で，1年につくる合板をつみかさねたとすると，なんと富士山を6つかさねたほどになります。(60,P.99,L.13-14)

(217)（ファイバーボード：）そのつくり方の一例をあげると，”お好み焼き”のつくり方に似ている。(27,P.138,L.14)

(218)（パーティクルボードの作り方：）かんたんにいえば，せんべいを焼くようなものです。(60,P.102,L.15-16)

(219)（MDボードについて：）北風にふきさらされながら，もつれた「たこ」の糸をほぐすのは，楽ではない。「のり」もついていないのに，なぜこんなにくっつくかと腹が立つ。繊維同士のくっつく力が大きいためだ。一つひとつばらばらにした木材の細胞，つまり繊維をからみあわせて板にするのも，繊維同士がくっつく力にかなり負っている。(14,P.153,L.9-15)

(220)ツキ板は「突き板」と書く。刃物で木材を突いて，

つまり掘って得た板という意味である。昔は重い木材を固定し，刃物を動かして板を掘りとった。しかし今は機械を使うので，刃物を固定し，木材を動かしてかきとる。ちょうど，かつをぶしをかくようなものだ。したがってツキ板という言葉は今の作業にはあっていない。(14,P.157,L.1-7)

(221)（フリッチの取り方の一例：）重なった二枚を例にとると，上の一枚を本のページをあけるように裏返してひろげ，その下の一枚に並べると，両者は中心線を境に対称になっている。ブックマッチとよばれるこの種の柄のとりあわせのおもしろさは，家具や壁をつくるときにしばしば使われている。(14,P.158,L.9-11)

(222)（ホモゲンホルツについて：）あちら（ドイツ）の見方からすれば，表面に化粧板を貼る下地材として使うのが当り前である。ところが日本では，まず表面の木片の交錯した文様にほれ込んでしまったから，そのままで使うことを考えた。ホモゲンホルツは衣服でいえば下着で，化粧板が上着に相当するのだから，この日本的な使い方は，ステテコで町の中を歩くのとおなじ矛盾を持っている。(15,P.115,L.15-18)

(223)（ゼファーウッドについて：）低質の木を原料にして，ノシいかをつくる要領でつぶしてのばし，網目状になった単板を層状にはっていくもので，いわばスダレ木材である。柱やはりにもなるし，薄くしてタテ・ヨコにはっていけば合板のかわりにもなる。(17,P.149,L.18-21)

(224)ＰＥＧ（ポリエチレングリコール）は，日常生活品の中の整髪剤のヘアーリキッドなどと呼ばれるものと同様だと考えてよく，なかなか乾燥つまり蒸発しないし，水とも親和性がある液体で，これを水とまぜて木材中に入れてやると，あとで水がぬけても加わっても，木は常に伸びきった状態で安定していて，狂いも割れもおきない。(17,P.154,L.17-21)

(225)（ＷＰＣ，ウッドプラスチックコンビネーション：）これは文字通り木とプラスチックの合金とでもいうべきもので，双方の性質を兼ね備えている材料と言ってよいであろう。(17,P.155,L.1-2)

(226)狂わない，腐らない，虫にも食われないということで脚光をあびつつあるものにアセチル化木材がある。一口でいえば酢（酢酸）づけの木材ということになる。ただつけたのではないし，もちろんすっぱいわけでもない。酢酸のアセチル基が木材のセルロースの水酸基のところに化学結合したもので，水分の入りこむ所をアセチル基で占領された木材は，高含水率材のように伸びきっていて，もう縮まないのである。(17,P.156,L.7-13)

(227)木毛セメント板をもっと高級化したのが木片セメント板である。これは一口に言えばセメントで接着したパーティクルボード，あるいはチップを混入したセメント板のようなもので，木毛セメント板にくらべるとよりち密につくられている。(17,P.158,L.18-21)

5．木工具等

(228)（たてびきのこ：）歯の一枚一枚の形は，幅の狭いノミの刃に似ています。(25,P.25,L.2-3)

(229)（よこびきのこ：）刃先は切出小刀（きりだしこがたな）と同じ形で，一本一本が木の繊維を切るように働きます。(25,P.25,L.8-10)

(230)Ａ：縦びき用の刃（のみの刃形と同じ），Ｂ：横びき用の刃（小刀の刃形と同じ）。(27,P.78,図中)

(231)細長いパイプがたばになったせんいを，直角方向に切るのが横びきノコギリだ。(48,P.50,L.(上)7-8)

(232)（あぜびきのこ：）板に窓をあけたり，ミゾを切ったり，段欠き（木材の端を階段状に欠き取ること）をするときなどに使います。(26,P.11,L.6-8)

(233)（まわしびきのこ：）切り始めから終わりまで，一筆描きのように切らず，途中で反対側から切り込むことも必要だ。・・・このノコは，畔挽きノコのように窓状に切り抜くことが出来る。(40,P.17,L.(左)14-18)

(234)（かんな：）とくに木のせんいに引っかかる方向（逆目）にけずるときに，よく先割れがおこります。そこで，おさえ金を付けることにより，けずった木を急に曲げて，木のせんいを小さく折ってやり，先割れをふせぐのです。(33,P.29,L.11 - P.30,L.2)

(235)（かんな：）刃の出方は，台尻から見て，下端より0.1〜0.2mmぐらい出して使います。具体的にいえば，髪の毛１本とか薄紙１枚ぐらい，などといわれています。(20,P.58,L.1-4)

(236)（かんな：）ホコリなどで汚れた板をそのまま削ると，カンナ刃を傷めることがあります。とくに

土ボコリは小さな岩石とも言えるわけで，これを払わないで削るのは，サンドペーパーにカンナがけするようなものです。(26,P.86,L.(左)14-20)

(237)（かんな：）しまうとき刃は引っ込める：刃が出ているときはカンナ台に少し無理がかかっているわけで，刃を引っ込めれば，台を休めることになるのです。(26,P.86,L.(右)13-18)

(238)（かんな：）カンナを使うときは，まず，刃の出ぐあいを見る。写真左のようにして，黒糸1本程度に見えるのがよい。(32,P.59,L.(右)1-6)

(239)（かんな：）「だるまおとし」という遊びがあります。下の台をたたきとばしても，上のだるまは下におりて，最後まで残ります。これは止まっているものは，いつまでもその位置に止まっていようとする－慣性の法則にしたがっているからです。かんなの刃をはずす時は，台がしらを軽くたたきますと，台はたたいた方に動こうとしますが刃はもとの所に止まろうとして•••。(34,P.30,L.3-11)

(240)（げんのう：）かなづちをじょうずに使うには，手先だけで打つのではなく，野球のボールを打つときと同じように，スナップをきかすことがたいせつです。(35,P.5,L.14-16)

(241)（彫刻刀：）使い方は，鉛筆のような持ち方，あるいは手のひらで押す。(40,P.21,L.(左)32-33)

(242)（巻き尺：）スチールのものは，図のようにわん曲させてありますから，2メートルくらいまでは，まっすぐになっていて，長さをはかるのにつごうがよくできています。ちょうど段ボール紙が，2枚のあいだに波型の紙をはさんであるために折れにくいのとおなじです。(34,P.56,L.2-6)

(243)（墨差し：）先の部分を，竹のせんいにしたがって，ばらばらに，ちょうどはけのようにしてあります。(34,P.60,L.4-6)

(244)かつて一流のプロ・ゴルファーから，ゴルフ用具（クラブ）は「自分の手の延長だ」と聞いたことがあります。これは，まことにマトをえた至言であって，およそ用具とか道具というものは，自分の身体と一体のものでなくてはなりません。(22,P.37,L.1-4)

(245)かもい材の切れっぱしはカタカナの「ヨ」の字をしていて，切口がかんなでけずったようにすべすべだった。(29,P.13,L.3-4)

(246)（くぎ：）1本のくぎにも各部には下図のような名称がある。それはちょうど人間の体に手や足があるのと似ている。この図からもわかるひょうに，くぎは頭，首，胴からできていて，JISでは，全体の長さ（L）と胴部（d）の直径が定められている。(27,P.141,L.1-4)

(247)（くぎの製造：）押さえている機械というのは，ちょうど首を両手でしめるような形になっているため，くぎの首部の周囲にきずがつくことになる。•••頭部のチェッカー（網目模様）は，ヘディングされたときのパンチのあざ（あと）といえる。(27,P.143,L.9-19)

(248)（ねじ：）鉄が産業のコメ（米）にたとえられるとするならば，ねじは産業の塩とまでいわれる。(27,P.145,L.6-7)

(249)（木ねじの製造：）その「ねじ切り盤」（単能型）のしくみは，•••ちょうどならい旋盤の原理と同じである。(27,P.149,L.2-4)

(250)ねじは，布地とそれを縫う糸の2つの関係に似ている。すなわち，布地を機械部品にたとえると，それらをつなぎ，縫い合わせていくのがねじであるという。そのため，ねじの生産量は全鉄鋼生産量と深い関係にあり，ねじのそれが鉄鋼生産量の1.5～2%くらいになることがめやすにされている。(27,P.159,L.1-4)

(251)（刃物の熱処理：）[熱処理トライアスロンとして，焼入れ，焼もどし等を紹介。](36,P.9.)

(252)（刃物の研磨：）「刃物はとても正直です。」•••ごまかしがきかないのです。「刃物はとっても素直です。」•••なにが正直かと言いますと，きちんととんがった刃物は，切りたいように切れます。(36,P.10,L.1-12)

(253)（刃先の形状：）[ドクターいっせいの刃先診断として，刃先の5つの摩耗パターンを示す。](36,P.11.)

(254)（刃物の鋼と地金：）切ったり削ったりするのに必要な刃先の部分はかたく，残りの部分はやわらかく構成されていて，研ぎやすく，かつ強靭な刃物にできあがっているのです。実に合理的ですね。人の歯も，同じような構成になっていますよ。(36,P.16,L.20-23)

(255)ほぞは「しまりしろ」と言って繊維方向と同方向にすこしきつめにして，繊維と直角の方向は少し

弱めにした方がよい。木材がパイプの束で成り立っていてパイプとパイプを接着する方向が弱いことがわかっていれば，この原理もわかるだろう。(52, P.55,L.(上)11-16)

6．木工機械

(256)（製材所のしくみ：）のこぎりは大きな円ばんのまわりに歯をきざんだまるのこや，細長いのこぎりをベルトのようにしてまわして切るおびのこが使われています。(38,P.36,L.4-6)

(257)（足ぶみイトノコ機：）ミシンのように足でふむとハズミ車がまわり，その力でうで木が上下に動き，イトノコの刃が上下に動くしくみになっている。(32,P.61,L.(左)1-3)

(258)たてのこは，大きいのこぎりを何枚か平行に立てて，いっせいに上下に動かして，丸太をいちどに何枚もの板にきってしまう機械です。･･･帯のこは，細長いのこぎりを輪にし，たてにくるくるまわして木をひきます。･･･丸のこは，円ばんのまわりに歯をきざんだもので，円ばんを立ててまわして木をひきます。(60,P.74,L.18 - P.75,L.7)

7．工作法

(259)（箱根の寄木細工：）かんなで削ると同じ模様のついたカンナ屑ができます。金太郎飴の原理です。このカンナ屑を木に貼るわけです。(18,P.101,L.7-8)

(260)大工道具を使うとき，その労働の大きさを，昔の人は「1きり，2ひき，3かんな」と言っています。きりというのは”切り”ではなく穴をあけるキリのことで，ひきはノコギリびきです。･･･つまり”木に穴をあける”ことや”木を切断する””木を削る”といった作業を，特に三重労働と呼んでいました。(24,P.30,L.4-10)

(261)鎌倉時代の絵巻物を見ると，大工が工具をつかっているとことがありました。･･･「えの，とてもながいナイフみたいなやりがんなで，すいすい，木をけずっていくんやな。･･･」･･･むかしは，やりのほさきのようなかんな － やりがんなを，つかっていたのです。常一を，もっとかんしんさせたことは，やりがんなをつかったところは，たとえばよくきれるナイフで，えんぴつをけずったように，木の表面が，まるでかがみのように，すべすべしていることです。台がんなや，電気かんなで用材をけずると，きれいにけずれますが，けんび鏡で表面をしらべると，じゅうたんのように，けばだちがめだちます。(30,P.68,L.10 - P.69,L.10)

(262)箱の寸法にあわせてそれにあうふたをつくることは大変むずかしい作業です。そこで，胴体に両わきから皮をはってつくる太鼓のように，枠板の両側面に板をはり，そのあとで，箱とふたを切り離す工法で製作します。(31,P.43,L.2-5)

(263)なぜ形にこだわるのか。機能すればよいという考え方もあるが，たとえば被服の機能は身の安全を守ることにあっても，形や色彩を重視している。これは楽しさや豊かさが得られるからである。髪型をあれこれ云々するのもおなじこと。･･･現代は機能に加えて付加価値が求められている。工作物もこうした考え方に共通する。(39,P.20,L.(左)14-(右)6)

(264)（端材の有用性について：）同じようにブレーンストーミングにおける各人の発言は，1枚のメモであり端材でもある。このように端材の中から選択し構成してゆく方法は，無計画のように思えるけれども，想像しえないまったく新しい形を発見することが出来る。(39,P.21,L.(右)11-15)

(265)大は小を兼ねるというが，道具に関しては通用しない場合が多い。径10mmのドリルで7mmの穴をあけることは出来ないし，キリやノミも同じ理屈である。(40,P.9,L.(左)13-15)

(266)［木の造形要素ダイヤグラムを用いて風土，歴史，生活，･･･等の要素の上に成り立つ木の造形を説明。］(41,P.12-13)

(267)ほぞというのは おそそのことです。きに でっぱったところをつくって，きときを くみあわせたり，つなぐのにつかいます。(42,P.22,L.1-4)

(268)上に板を取りつけて，台としてしっかり立つためには，さいてい何本のあしがひつようでしょう。人間ですと，2本の足で立てますが，木や板ではそうもいきません。ぼうやパイプで，さいていのあしで立つには，そうです，カメラを取りつける三きゃくや絵をかく時のイーゼルがあります。(47, P.38,L.7-12)

(269)製材はなかなかむずかしい。よく考えてうまく板や角材をとることができて，はじめて木は家具や

建物としてよみがえる。製材の段階で失敗すると，生きかえるどころか，木くずになって，木はほんとうに死んでしまう。(48,P.10,L.4-8)

(270)外見と年輪からどんな作品にむいているか，製材したらどんな板や角材がとれるか，ひっしで予想する。なかには，切ってみてはじめて虫くいやくされがみつかる木だってある。まるでパズルを解くときのようだ。(48,P.46,L.2-5)

(271)木のなかには，むかしわずらった病気や傷を，けんめいになおしたあとを木材の中に残しているものがある。木を加工する人は，それらのあとをさけてばかりいない。どのようにしたら，うまく作品の中に生かせるかもくふうする。まさに，木と対話しながら加工していくのだ。(48,P.46,L.13-17)

(272)（ギターの表板：）選びぬいた板を2枚使ってつなぎ合わせるのではなく，1枚の板を，本を開くように切って開いたものをつなぎ合わせます。年輪は木の外側ほどつまっているので，切って開いて2枚になった板の，木の外側にあたる部分どうしをつなぎ合わせます。こうすれば表板の中心線近くほど年輪がつまっていて，外側にいくほど年輪が広がるわけです。(62,P.58,L.(左)4-(右)4)

(273)（桐ダンス：）水の洗礼，火の洗礼。ふたつをくぐりぬけた桐がタンスに生まれかわる。(62,P.86,L.1-3)

8．乾　燥

(274)法輪寺三重塔，薬師寺金堂の柱は「天然乾燥」ですが，再建した法隆寺金堂では，おもな柱は「高周波乾燥」という手っとり早い方法がとられました。これは自然の力で木の樹液を取り去るのではなく，人工的に熱でそれを焼き出すようなやり方です。これは木のいのちを縮めるものでしょう。「高周波乾燥」が思うようにいかないということで，柱の芯を抜いて高周波をかけるという手荒なこともされました。結果として，太い柱は縦割れがひどくなっています。一本の柱がいく本かに割れてバラバラになるおそれもありましょう。ひょっとしたら，この次に修理するときは，上と下を鉄のバンドで締めなければならないかも知れません。困ったことです。時間がない，金がないといって，自然の法則にさからうと，とんでもないことになり兼ねません。(15,P.60,L.11-18)

(275)生鮮食料品は”生きのよさ”が大事な要素の一つです。ところが木材は逆です。山から伐り出したばかりの”新鮮な”材は含水率が高く，そのまま製品化すると次第に乾燥して寸法が変化し，狂いを生じます。(16,P.105,L.3-6)

(276)高周波乾燥：電子レンジと同じ原理で木材が加熱されます。高周波の場合は電極の間に材をはさんで加熱します。(16,P.111,L.14-15)

(277)薬品乾燥：衣をつけずにてんぷらをあげるのと同じ原理です。木材に加熱した薬剤を接触させ熱伝導を利用して加熱します。(16,P.111,L.16-17)

(278)製材所から運ばれてきた角材や板は，天然乾燥のために野外につまれて，いったんねむりにつく。(48,P.11,L.1-2)

(279)乾燥といっても，カラカラに乾かすのとはかなりちがいます。山に育っていた木から切り出した板であっても，木は木。木は生きています。空気中の水分が，板から出たり入ったりして，板は生きつづけているのです。長い時間をかけて板の呼吸を整えて，反りとかねじれとかいった板のくるいをなくすことも，乾燥の大事な役割なのです。(62,P.57,L.(左)16-(右)3)

9．接　着

(280)木材の表面は平に削っても細胞の内腔や壁孔などがあるので，ミクロな目で見れば様々な凹凸や穴があり，そこに侵入して硬化した接着剤はねじで止めたような効果を発揮します。これは錨をおろしたような効果といえるので，アンカ効果と呼んでいます。(16,P.123,L.17-20)

(281)（機械的接着について：）被着剤に何本もくぎやびょうを打ったときの効果に似ている。また，この状態は船からいかりをおろしたときの原理に似ているところから”投錨効果”とよばれている。(27,P.188,L.5-7)

(282)紙に接着剤をぬってもう1まいの紙をかさねると，接着剤はすぐに紙の表面の穴に入りこみます。そして時間がたつと接着剤は固まって，ちょうどホゾを組んだようになるのです。これをアンカー効果といいます。アンカーとは英語で船のいかりのことで，接着剤が材料の中に，船がいかりをおろしたように，しっかりとくいこんでくっつくので

す。(46,P.15,L.6 - P.16,L.2)

(283)(エマルジョンのり：)白いヨーグルトのようなのりです。(47,P.9,L.(右)7-8)

(284)(酢酸ビニル接着剤の製造：)反応釜では，大きな船のスクリューほどもある羽でかきまぜられるのである。(27,P.191,L.15-16)

(285)この(ベークライトの)かたまりは，松ヤニ(樹脂)に似ていますので，合成樹脂というようになりました。合成樹脂はいまでは，プラスチックという名でよばれ，フェノールとホルマリンからつくるプラスチックは，フェノール樹脂といっています。(45,P.27,L.14-17)

(286)カシムの妻に返されてきた升の裏には，なんと金貨が1まいくっついていたではありませんか。…これは『アラビアンナイト』の中にある有名な『アリババと四十人の盗賊』の物語の一場面です。ところでみなさんは，金貨が，油で升にくっつくなんてほんとうだろうか，と思いませんか？(46,P.4,L.4-9)

(287)(ホットメルト接着剤：)[ギリシャ神話にある「イカロスのつばさ」という物語を例にして説明。](46,P.45,L.1 - P.46,L.5)

(288)(粘着：)[トリモチでどろぼうをつかまえたというアフリカのおとぎ話を例にして説明。](46,P.49,L.1-7)

10. 塗　装

(289)「弘法筆を択ばず」という諺がありますが，塗装の場合はプロ，アマを問わず刷毛は選ばなくてはなりません。(22,P.141,L.1-2)

(290)素地(下地)を完全に平たんにし，汚れをなくすための素地調整が塗装の基礎であり，成功への第一歩といわれる。塗装の90%もの比重を占めるといわれるこの工程を確実に設け，時間を惜しまずよりよい方法で行わなければならない。”下地1日，塗り2日”といわれるのもそれである。(27,P.168,L.19-22)

(291)塗装には，吹き付け塗装のように圧縮空気を使う方法のほかに，塗料自身に直接高い液圧を加えて噴霧させる「エアレススプレー塗装」がある。これは，ちょうど水道水をホースで散水するとき，ホースの先を指でつぶすと水が平らになって扇形に噴出するのと同じ原理である。(27,P.181,L.1-4)

(292)(塗装のレベルを列車の違いに例える：)リニアモーターカー，新幹線，特急，急行，汽車がならんでいます。どの列車に乗っていくかまず決めてください。終着駅で，その塗装レベルがわかります。どの列車がいちばん良いというのではありません。なぜなら，目的にあった塗装がされればいいのですから。…塗装の状態は，工程の数(止まる駅の数)が多ければ多いほどしっかりしたものになります。(37,P.25,L.2-13)

(293)自然のままが一番よいと思うのだが，木肌は汚れやすくキズがつきやすい。女性の肌とよく似て非常にデリケートだ。手の脂からシミになることもある。その点は人間の肌より始末が悪い。女性が顔に化粧をするように，工作物も塗装して保護し，より美しく見せる。(40,P.34,L.(左)6-11)

11. 植林・育林

(294)スギを密着して育てると，やがて生存競争が始まるが，その中に少しでも伸びのよいものが出ると，樹冠が伸びて隣の木の陽あたりは悪くなる。…一方，庭のまん中に一本だけ生えている木は，…形も材質もばらばらだから，ふつうには用材としては使いにくいが，個性のある板がとれるので，用途によっては使い道がある。考えてみるとこれは教育に似ている。密植は学校教育にあたり，孤立木は個人教育にあたるわけである。西岡氏は木のくせを読めというが，これはこうした点を指しているとみてよかろう。(15,P.92,L.11 - P.93,L.6)

(295)苗木を密植して，幼齢のうちから下枝を切り落とし，頂部だけに枝葉を残して生長を抑制すると，元も末もおなじ太さで，節のないまっすぐな柱材になる。伐採の前年にさらに梢を小さくつめると，柱の表層は艶が増す。…魚の養殖についても，最近これとおなじ「身じめ」という方法を取るそうである。取りすぎた脂肪分をコントロールするために，出荷前の何日間かはエサをまったく与えないで魚をやせさせる。すると味がよくなるというのである。生きものに共通する取り扱いとして面白い。(15,P.125,L.3-10)

(296)間伐をしないで放置するとモヤシのような不健全な林になってしまう。(17,P.200,L.20-23)

(297)間伐木といっても菜っぱの間引きとは違って，細いだけで立派な木材である。(17,P.201,L.5-6)

(298)信州の山村には，「タラの芽は，三ばん芽をつむな。」というおしえが，親から子へと，うけつがれていきました。「タラの芽は，一ばん芽と二ばん芽はつんでもよろしい。しかし，それ以上はつまないで，来年もまた木が芽をだしてくれるよう，木をたいせつにまもりましょう。」という意味です。(53,P.56,L.7-10)

(299)また，山おくにすむ人も，下流の人々からそんけいをうけました。「山の人」と書けば「仙人」です。(にんべんは，人をあらわしているのです。)仙人とは，山にすむ，世間ばなれをした，心のきよい人のことです。これに対して，下流の人は「谷の人」，つまり「俗人」です。ごくふつうの人という意味です。(53,P.62,L.11 - P.63,L.2)

(300)三億五千万年にわたる，地球のこの土づくりの歴史の中で，一つのたいせつな法則がありました。それは，「どのような植物も，どのような動物も，みんな土づくりに参加する。」ということでした。だれもが土になり，だれもが土をつなぎとめるため，力をだしあっていったのです。(53,P.139,L.11 - P.140,L.1)

(301)わが国の森林の土が，一時的にためることのできる水の量は，約444億t，東京都の水がめといわれる小河内ダムの235こ分にあたると計算されています。(56,P.61,L.16-18)

(302)森は自然の貯水槽。(63,P.8,L.1.)

(303)ブナの原生林は，巨大な水がめだという。(63,P.50,L.(左)21)

(304)二酸化炭素は光合成によって空気中から植物にとりいれられます。森林がたくさんもっている幹や枝や根などは，二酸化炭素が形をかえて貯ぞうされているものと考えてさしつかえありません。(56,P.70,L.8-10)

(305)材木を伐採する時期については，生長の鈍いときで，樹液もできるだけ少ないことがいいとされています。・・・樹令で言えば壮年期のものがよいとされています。(23,P.10,L.19 - P.11,L.6)

(306)特に建築用に使う木は，40年から100年もの間，ちょうど人間の一生と同じくらいの時間をかけて，大きく育てられています。(54,P.65,L.7-10)

(307)植える木にもっとも適したところをえらんで，育てていくことも大切です。お米や野菜のように1年でできるものではなく，何十年もかけて育てなければならないので，どんなことがおこるかわかりません。(55,P.40,L.6-9)

(308)木は，子どものうちは生長がおそく，青年時代は生長が早く，老年になるとまた，生長がおそくなります。天然林には年をとって，生きているだけで，ほとんど生長しない森林もあります。人工林では，いちばん生長のよい時期をえらんで，利用するようにできます。(55,P.40,L.11-14)

(309)現在の人工林は，人間の社会にたとえれば児童・生徒が多く，働き盛りの大人がきょくたんに少ない社会です。20年後ぐらい後にはバランスがとれた社会になるはずです。(61,P.15,グラフ解説)

(310)あなたは小さいとき，きっと，よく病気をしたでしょう。おかあさんに聞いてごらんなさい。木も人間と同じように，小さいときは，とても病気にかかりやすいのです。そして，あなたは病気をうったえることができても，木はできません。そこで，木が病気にならないように，また病気にかかったらすぐ手当てをしてやれるように，いつも私たちは気をつけてやらなければなりません。(55,P.44,L.2-7)

(311)いっぽう一度人間が手を入れた森は，人間の子どもを育てるように手をかけてやらなくてはなりません。(65,P.16,L.1-3)

(312)小さい時にはぐんぐん太ってきた木も，林の中がこみ合ってくるとあまり太ることができません。年輪の幅も急にせまくなってしまいます。そこで，間伐によって木の生長をよくし，年輪幅をこれまでと同じ幅にすることが必要です。(67,P.32,L.5-P.33,L.1)

(313)若い林から年とった林まで，さまざまな年齢の森林をつくっておくことが大切になります。その点，二段林では，短い年月で収穫することができますから，小さな森林の所有者にとって大変便利です。(67,P.39,L.9-11)

(314)新芽にきっちりつつまれた葉や花は，ふくろ入りの乾燥野菜や乾燥スープにそっくり。どれも，ふくらませるのに必要なのは水だけです。(51,P.23,L.1-3)

(315)はだかの芽，ぼうしをかぶった芽。どの芽も，すっかりじゅんびをととのえ，春がくるのをまっている。(69,P.54,L.2-4)

(316)種は，芽をだすまでねむっているのです。これを

休眠といいます。ときには休眠とは反対に，親の木についているうちに，芽をだしてしまう種もあります。これはきけんなことです。・・・種には，水分をじゅうぶんにすわせ，冷やしたり暖めたりすると，ねむりからさめるものが多いのです。(55,P.52,L.1-10)

(317)樹木の種子は，成熟してもすぐに発芽しません。発芽するためには，休眠が必要です。(70,P.9,L.(右)13-14)

(318)さし木は親の体の一部ですから，性質は親と同じです。そこで，親と同じ性質の子どもがほしいときは，さし木で増やします。根のでにくい性質の木は，接ぎ木で増やします。この場合は，根は親とちがっていても，幹や葉は同じです。さし木や接ぎ木で増やした苗木は，親より悪いものにならないかわりによいものにもなりません。ところが，種で増やした苗木は，親より悪いものもできるかわりによいものもできることがあります。それで，よいものだけを何代もえらんでいけば，将来はすばらしい子がうまれるかもしれません。現在では親と同じものが必要なときは，さし木や接き木をし，苗木が大量にほしいときは，種を使います。(55,P.57,L.7-16)

(319)（マツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウ：）・・・まったくうまく，連合軍を組んだものです。これではマツの木も，たまったものではありません。(55,P.82,L.1 - P.84,L.9)

(320)たとえば大気汚染の進み方を，都市内の木の状態は知らせてくれますし，木の状態から汚染地域が判断できます。木が弱ったり，夏なのに葉がたくさん落ちたりすることは，なにも木が大気汚染の害をうけているだけではなく，その場所での汚染の進みぐあいをあらわし，人間の生活も危険だという信号でもあるのです。広い地域にじょじょにおこる害に対して，森林や木は，汚染の見はり役になるわけです。(56,P.74,L.1-7)

(321)（森林の多目的利用について：）面積のわりに人口の多い日本の森林の使い方も，せまい２ＤＫとおなじ使い方にならざるをえません。・・・ひとつの森林がいろいろな目的に使われます。(56,P.82,L.2-6)

(322)（森林の）”保存”は，財産を宝石や貴金属としてもっているようなものです。それをもっていることだけでは，収入はありませんし，宝石もふえません。これをへらさないための生活費はほかのことでかせいでこなければなりません。・・・これに対して，”保全”は，自分の財産をうまくやりくりしながら元金には手をつけず，利子で生活していくやり方といってよいでしょう。利子が多いときには，元金をふやしますが，利子が少なければ，それでしばらくはがまんします。将来のためには，元金をふやすことは考えても，それには手をつけない，こんな考え方ではないでしょうか。(56,P.83,L.11 - P.84,L.10)

(323)江戸時代には名古屋の尾張藩の領地であって，ヒノキばかりでなく，かってに木をきることについては，「木一本に首ひとつ」といわれるほど，きびしいとりしまりをしたので，いまのようにヒノキの天然林がのこったのです。(57,P.24,L.4-7)

(324)ビルディングを管理する職があるのと同じように，「森林管理官」という国の役人がいる。(29,P.114,L.(下)7-9)

(325)（木の倒し方：）ドアを開くには，縦のちょうつがいがいるように，木がうまくたおれるようにするには，水平のちょうつがいがいるのです。受け口の先と追い口の先との間に，切らない部分を残し，それがちょうつがいになるようにするのです。(61,P.96,L.9-12)

12. 建　築

(326)わたしの祖父も，父も，わたしも，木は「二度生きる」と信じていました。・・・ですから，樹齢二千年の山の立木が，第二の生き場所をお堂なりお宮に得た場合，同じ年月，あるいはそれ以上に，建物を支えて生き続けてくれると信じていました。(15,P.53,L.8-16)

(327)木は伐られたとき第一の生を終えるが，建物に使われたとき，もう一度第二の生が始まる。第一の生は千年を越える長いものであるが，第二の生もそれに劣らず長い。そして耐久力についていえば，木は鉄よりもその生命が長いのである。(15,P.75,L.10-12)

(328)鉄を木に打ち込むと，鉄のサビでまわりの木も腐ります。木の穴にさしたボルトがサビると穴は二倍もの大きさに広がり，木をそこない，修理のときは鉄材だけでなく木も取りかえなければなりま

せん。鉄は硬く強いように見えますが，生命力は木にくらべてずっと短いのです。ヒノキだけなら千年以上もつ建物を，鉄材と合わせて使ったばっかりに，鉄と無理心中させられるのはいかにも惜しいとわたしは悲しんでいます。(15,P.67,L.13-17)

(329)日本の古い建築は，地震や台風などの力をうまく分散させて，消してしまうような軟構造でできています。ですから木と木のつなぎ目は軟らかく，人体の関節の役目をしています。この古代構造が生きて働くためには，骨格がしっかりしていないといけません。ところが薬師寺金堂では，建物の腹の中に硬構造の鉄筋コンクリートの収蔵庫が入り込んだため，梁を通すことができませんでした。人間ならあばら骨が脊骨につながっていないわけです。ですからなにかのショックで，木と鉄筋コンクリートがぶつかり合うようなことがあれば，いためつけられるのは軟らかい方の木です。(15,P.68,L.4-9)

(330)「鉄を木にうちこむと，鉄のさびで，まわりの木もくさります。･･･ひのきだけなら，千年いじょうもながもちするたてものを，鉄材とあわせてつこうたら，両方とも，だめになってしまいまっせ。･･･木は，鉄よりも，はるかにじょうぶねんですわな。」(30,P.82,L.15 - P.83,L.7)

(331)「百年かかって育った木は，建物に使ったとき百年しかもたないが，五百年かかって育った木は五百年もつ」，また「奈良で育った木は奈良で使ったときが一番丈夫である。木曾ヒノキは奈良には向かない」と西岡氏はいう。(15,P.76,L.12-14)

(332)おなじ種類に属する木でも，産地により，立地によって，材質に少しずつちがいのあることはよく知られているところである。･･･ところで体験による評価の中には，その木が育って来た土地で使われたときが，一番秀れているというような判断も加わっているのだとわたしは思う。･･･すしはアメリカに行っても食うことができる。そのうえタネになる魚は大きくてかつ安い。しかしどうも大味で，日本のすしのようなコクがない。日本でとれる魚は形は小さいが，味はこまやかだから，すしとしては最高だというのが大方の評価であろう。すしはやはり日本で生まれたそれなりの背景を持っている。だから日本という風土の中で食ったときが，一番美味しいのは当然である。(15,P.77,L.17 - P.78,L.14)

(333)法隆寺につかわれた木材は，樹齢二千年のヒノキでした。とすれば，このヒノキは，山の中で二千年生き，きられて建物になってから，また，千三百年も生き，これからさきに，千年以上も，生きつづけることになるのです。(53,P.30,L.9-11)

(334)軸組工法とは，土台を置き，柱を立て，はりやけたを乗せ，その上につかを立ててむな木やたる木を乗せて屋根や小屋組をつくるといった，軸材つまり線で建物を構成しようとする構造法で，･･･。壁式工法というのは，ちょうど木の箱をつくるように，底，つまり床版をつくり，四周の壁を立て，上に三角形のトラスを乗せて屋根板をはりつけて家を造る。つまり軸組のように線ではなく面で構成する構造法で，いわゆる２×４工法 － 枠組壁工法，いわば北米の在来工法がこれに相当する。(17,P.78,L.6-20)

(335)人間の骨は，背中，肩，ひじ，指などそれぞれの部分で，いろいろなつながり方をしている。それと同じように，家の骨組みは，木と木が”仕口”とよばれるほぞとほぞあなで結びついてできていく。(48,P.20,L.1-4)

(336)両手をななめに組み合わせた形に似ているので，合掌造りとよばれてきた。(29,P.95,L.(上)3-4)

(337)出雲大社の本殿は，最初につくられた時にはその高さ３２丈（72メートル），平安時代には16丈（48メートル）あったという。･･･平安時代の16丈は資料を見ても事実のようだ。それだって，いまの15階建てビルディングにも匹敵する高さだからすごい。(29,P.100,L.2-5)

(338)わら，カヤぶきの家にだれも住む人がいなくなるとどうなると思う？いろりの火が消えた家はたちまちボロボロにくちてゆく。人が住まなくなると家は形を失ってゆくんだ。何だか家も生きているみたいだね。(29,P.107,L.6-8)

(339)日本でもっとも美しいとされる建築の一つなんだけれど，桂離宮のよさをわかるのは少しばかりむずかしい。ぱっと見ただけでわかるところはほんの少しで，そのほとんどは考えながら心の中で味わうようにつくられているからだ。作文は，読みさえすれば書いた人のいいたいことはわかるよね。でもそれが短い詩だったらどうだろう？さっと読

みながしただけでは，その詩の中にふくまれている深い意味はなかなかわかるものじゃない。だから一つ一つの言葉にまで気をつけて，ゆっくりかみしめながら読むだろう。(29,P.109,L.11-16)

(340)木造の教会は，石づくりのようなどっしりした荘厳なかんじはしないけれど，魚のうろこのように木片を重ねあわせた壁は軽快であたたかに見える。(29,P.112,L.3-6)

13. 紙

(341)レオミュールはハチが木をかみくだいてとった，木の繊維をくっつけて巣をつくるのを見て，紙もこんなふうにして木からできないだろうかと考えたのです。(43,P.12,L.3-6)

(342)（砕木パルプの作り方：）1845年，ドイツのケラーとう技師が，木材をせんいにする機械を作り上げました。この機械は，ダイコンをおろし金でするように，木材を，グルグル回ると石におしあてて，すりおろすものでした。(44,P.20,L.8-11)

(343)（長あみ式しょう紙機：）なんとか，機械で紙をすく方法がないかといろいろくふうして，1798年，金あみをベルトコンベアーのように回転させて，その上で紙をすき，まきとる方法を考えだしました。(44,P.16,L.6-8)

(344)「紙は文明をはかるものさし」といわれています。文明がすすむほど新聞や本がふえ，たくさんの紙が使われるからでしょう。(43,P.20,L.1-2)

(345)ノートの紙と画用紙では，あつさもかたさもずいぶんちがいます。けれど，ノートの紙も半分におって立てると，意外と重いものものせることができます。はこにすれば，もっとじょうぶになります。段ボールはこれと同じように，波形にして強さをました紙を使っています。(43,P.22,L.2-6)

(346)段ボールははぐるまのような段ロールでこの波形の中芯をつくり，その両面にライナーというたいらな紙を接着ざいではり合わせてつくります。(43,P.42,L.3-5)

(347)米やセメントをいれるふくろはクラフト紙というじょうぶな紙でできていて，0.1ミリメートルいかのあつさなのに，15センチメートルもはばがあればおとな一人をもちあげられるほどです。(43,P.23,L.6-10)

(348)繊維は水にとけませんが，水をふくむとぼうちょうします。布のように糸（繊維）をおったものなら，繊維がふくれても，糸がかんたんに動いてとなり合った糸と糸とが間をうめるだけですが，紙のように繊維どうしがしっかりくっつき合っていると，ふくれた繊維がつぎつぎにとなりの繊維を動かしてしまい，紙はのびてしまいます。(43,P.27,L.1-10)

(349)木材パルプをそのまま水にといても，紙がすけないのは，叩解してないからです。しなやかでないせんいを2本かさねたとしましょう。これはちょうど，2本のはり金をかさねたみたいなもので，2本は，ほんのすこし接しているだけです。これではつきにくいですね。しなやかなせんいだと，ちょうど，やわらかいねんどのひもをかさねるように，たがいにおしあって，接し合う面積は広くなります。(44,P.25,L.19 - P.26,L.5)

(350)やわらかい毛筆を水の中につけると，毛先はひろがります。そして持ち上げ，水から出すと，毛先は，ぎゅっとちぢまります。ところが，油絵用の絵筆のようなかたい毛のもので，おなじことをしても，毛筆のようにはなりません･･･ひろがったままです。このように，やわらかいせんいのあいだから水がなくなると，せんいとせんいが，きつくより合わさるのです。(44,P.28,L.13 - P.29,L.9)

(351)冬によい天気がつづいている時に障子紙を指先でたたいてごらん。紙がぴんと張っているので小さなたいこみたいに高いよい音がするよ。梅雨の間はどうだろう？障子紙をたたくと冬みたいなよい音はしないはずだ。障子紙が部屋の空気から水分を吸いとっているからなんだ。(29,P.135,L.(上)9-15)

(352)直径34センチメートル，長さ75センチメートルの針葉樹のまる太から，新聞用紙（81.3センチメートル×54.6センチメートル）が約1100まいできます。(43,P.28,L.9-17)

(353)自由におり曲げられるということも，紙のせいしつのひとつです。それに，またのばしたり，おり目をつけることもできます。金ぞくをこんなふうに曲げたりのばしたりしていると，さいごにはポキッとおれてしまいます。(43,P.29,L.1-9)

(354)感圧紙は，紙のうらにとくしゅなインクの入った，小さなカプセルがついています。このインクはふだんは無色なのですが，いちばん上の紙に字を書

いてカプセルがつぶれ，２まい目の紙のねん土にインクがつくと色がでるようになっています。(43, P.41,L.1-5)

14. 生活と木材

(355)わたしたちのまわりには，森林のおくりものがいっぱいです。毎朝はこばれてくる新聞も，本もノートもえんぴつも，輪ゴムや運動ぐつのゴム底も，みんな森林のおくりものです。・・・森林はこっそりと，おくりものをしています。(53,P.6,L.2 - P.7,L.13)

(356)日本人が一年間につかっている木材は，一人平均一立方メートルです。そのうち三割が，紙としてつかわれます。それは，直径二十センチ，高さ十八メートルほどの木の量です。マツならば，樹齢四十年ほどの木にあたります。(53,P.36,L.9-11)

(357)現在，日本では，年間１億立方メートルの木材を使っており，国民一人あたりの平均使用量は0.8立方メートルです。これは，直径24センチ，高さ17.7メートルの木の体積にあたります。(58,P.62, L.12-14)

(358)日本の１年間の木材消費量は，平均約１億立方メートルです。これは，東京の36階建ての霞ヶ関ビルが，約200個集まったぐらいの分量です。(58,P.40, L.2-5)

(359)1961年（昭和36年）のことを，林業関係の人たちは，外材（外国からの輸入材）元年とよんでいます。1960年代ころから，日本の経済活動は活発になり，木材消費もふえ，値段もぐんぐん上がっていきました。その対策の一つとしてこの年から，安い外材を輸入したのです。(58,P.47,L.3-12)

15. その他

(360)（ナミダタケについて：）新築して３～４年の家の床が落ち，床下は真綿のような菌糸でいっぱいになっていた。(17,P.132,L.2-3)

(361)炭素の同位体のうち質量数14のものは半減期が5730年で人類の活動期をカバーできるので最適な時計になりますが，それ以上に対象物が炭素化合物である木製品の年代測定にぴったりの方法です。(18, P.135,L.4-6)

(362)木と電磁波の相互作用はいろいろの局面で応用されています。医療診断で用いられるＸ線ＣＴスキャンを立木に応用すると，木を伐らないでも年輪数や空洞が読み取れます。30年程前から分子構造を決定する有力な手段として使われて来たＮＭＲ（核磁気共鳴スペクトル）もＸ線ＣＴと同じく患部の輪切り画像を得るのに使われ始めたことは知る人も多いでしょうが，木材考古学に応用された例をあげて見ましょう。(18,P.148,L.12-16)

(363)私達が健康診断のときＸ線を使って体の内部を検査する。最近ではＸ線で身体を輪切りにして検査するＸ線断層検査法（ＣＴ）という診断法を知っている人も多いと思う。木材の内部の節の検査にもこの方法が応用できる。これは物質の密度に応じてＸ線が吸収される性質を利用したもので，正常材と密度が異なる節，虫孔，内部の割れなどを蛍光板やブラウン管に画像として写すものである。(19,P.90,L.7-11)

(364)からだや脳を輪切りにしたように映し出すＸ線ＣＴ（Ｘ線コンピュータ断層撮影）を応用して樹木を切らずに年輪を映し出すことが考案されています。(50,P.51,L.1-4)

(365)（化学原料としての木：）爆砕法でポップコーン状にする方法などが試みられています。爆砕法は加圧容器に木チップを入れ，加熱して圧力が高まったところで蓋を取ると木材中の水分が気化して木材組織が破砕されるのです。昔あったバクダンアラレやポン煎餅とまったく同じ原理です。この処理によって90%以上の高い糖化率が達成されています。(18,P.151,L.10-13)

(366)木材を小さくきざんだチップを，密閉した容器に入れて蒸気を吹きこんだ後，容器を急に開けると，チップは褐色でしめった繊維状のものに変わります。・・・この加工方法は爆砕と呼ばれ，ポップコーンをつくる方法とよく似ています。ポップコーンでトウモロコシのあのかたいつぶが，大きくふくらんではじけるのと同じことです。(66,P.10,L.4-8)

(367)よく，日本の文化を「木の文化」といい，中国の「土（陶器）の文化」，ヨーロッパの「石の文化」と対比させることがある。(19,P.14,L.13-14)

(368)人間の体は，いろいろな「もの」の基準になっているのです。両手の親指と人指し指を合わせて丸をつくると直径12cm（約4寸）で茶碗・お椀の寸法になります。・・・住まいの寸法も，現在はすべてメートル法が使われていますが，人間の体を基

準に発展した尺貫法が今でも生きています。(21, P.54,L.(上)14-(下)5)

(369)ピラミッドをつくったエジプト人は，うでのひじから先の長さをもとにした「キュビット」という単位をつくることで基準のものさしとし，巨大な石材をじょうぶでこわれないように積み上げることができた。・・・ものさしという意味の漢字「尺」は人がうでを広げたかたち。また「寸」は手の親指と人さし指を広げたかたちをあらわしているという。からだの他には，穀物のつぶの長さをもとにして，長さをはかることもあったという。(29, P.63,L.(下)4-17)

(370)アメリカのマリーという学者が”くっつきすぎ”と”はなれすぎ”の間にちょうどよい間隔があるという説をとなえた。・・・じつはこの，人と人のちょうどよい間隔というのは，むかしから家を建てるときの重要な基本となってきた。(29,P.184, L.(下)11 - P.185,L.(上)2)

(371)(宇宙樹：)［一本の木に宇宙を見る図が，中国，インド，ヨーロッパ等で描かれている。］(63,P.12-13)

(372)雑木林レストランの常連客。カブトムシは森の虫のチャンピオン。(63,P.24,L.1-2)

(373)キツツキは森のゆかいなリズム・メーカー。キツツキは森のドラマー。(63,P.30.)

(374)森林浴で森というおふろにつかる。(63,P.52,L.1)

(375)(木の漢字：)まん中をつらぬくたての棒は幹をあらわし，2ほんの腕の部分は枝，同じく2本の脚の部分は根をあらわす。がっしりと根に支えられ，大きく枝を張る大木の姿が「木」という漢字となったのである。(63,P.32,L.(左)3-7)

(376)「木は光の花である」建築家のライトは樹木をそう表現している。(29,P.101,L.3-4)