小学校教員養成における図画工作の教材制作　第2部

松田　俊哉

はじめに

形や色，素材や道具に関わりながら「描く」や「作る」の造形活動を通して深く人間形成に関わり，生きる中で直面する様々な課題を解決していくために必要な態度や能力を育成するのが図画工作科の理念である。それを発達段階の傾向と能力に応じて計画的に題材化し，反復的に各題材を多元的に設定し，思考と感性の育成を目的に学習内容が組まれている。反復的かつ多元的であるとは複数の自己を体験するに等しく，表現は自己実現のための行為として内面を形成する。

これに対し授業者は評価の観点から教材観を導き，指導法を論理的に構成し，更に教材観を反映した教材制作を指導法の前提に位置付け，学習内容と指導法の相互性を確認し，安定した授業実践に繋げるものとする。指導案作成と連動した教材制作は指導の素地作りである。

教育現場では授業者の誤った認識や理解，実技力の不足，好みと安易な思いつきで行われる事例は少なくない。他方，高い実技力のある授業者にありがちな見栄えの良い作品作り，発想や構想の軽視と技能重視，作り方の伝授に終始する，等の技法習熟が表現を満たすという偏った指導も時に見受けられる。これは児童や保護者に一時の満足感をもたらしても持続するものではなく，もとより美術教育の目的である人間形成とは一線を画す。表現を支える技能は単に作品作りのためではなく，寧ろ知恵を生むためにある。それが美術的なものでなくとも，経験が蓄積され無意識的に人間としての見方や考え方の一助となり，何かの課題に対応する姿勢や糧に繋がる事を目指している。そもそも経験とは取り組みの質を問う。従って授業者は，技能が発想や構想を引き出す手段として重要であっても目的ではなく，内面形成のための技能経験という認識に立つ必要がある。そもそも技能力には個人差があり，技能偏重の指導は表現への抵抗感や嫌悪感を抱かせる。発想構想と技能は相互性にある事を再確認したい。

平面表現を扱った第1部に対し，第2部では立体表現の題材「工作に表す」を扱う。本稿では授業者の実技育成を目的に，立体化の基本である面と線の構造表現に焦点を当て，教材としての価値，構造の仕組み，素材と道具，表現方法の各項目から教材観を示す。具体的な指導法については『図画工作科の指導論』の「評価の観点」と「指導案作成に

ついて」を伴わせて活用されたい。

教材制作 ―工作に表す―

工作における素材の立体学習の視点は面構造と線構造であるが，二つの構造観は立体制作の根底を成すものして豊富な学習内容を持つ。ここではその特徴が顕著な教材を扱い，素材と道具の関係及び構造表現の意義を軸に教材観を考察する。

教材制作Ⅰ

①題材；身近な素材による立体工作（板段ボール材 / 面構造）
②題材名；「模様のある建造物」
③教材制作の観点

1．面素材について

面素材には種類別に，紙類では折り紙，セロハン紙，和紙，画用紙，色画用紙，厚紙，色厚紙，新聞紙，段ボール材紙，木材類では板材と角材，合成樹脂類では塩化ビニール材とプラスティック材，金属類では銅板と真鍮板であり，題材ではこれ等を単独的或いは複合的に扱う。これ等の素材はそれ自体で面構造を支える物質的性質を持つ。

教育的には素材は表現の媒体として可能な限り生の状態にある事が望ましい。生の状態とは喩えであるが，素材の加工や変化，調整を経て作品の一部になる前の無規定の状態を指し，そのままでは単なる素材以上ではない。これは手を加えて初めて表現に繋がる素材であり，単なる物質としての素材に変化が施され，それを作品化していく行為に教育的価値を見出すのである。道具による素材の変化は工作の中核を成し，これを支える手の働きは脳の活性化を促し，思考や感性の働きが表現を生み出す。即ち，作品の媒体である素材の変化のダイナミズムを体感する事が造形活動の大きな要素である。

2．板段ボール材による制作の意図

本教材制作は紙類の板段ボール材による表現である。段ボール材は，面構造では強度と軽量性，面素材ではその多層構造から加工による幅広い変容性を兼ね備えている。この性質ゆえに児童の発想や工夫を引き出し易く，造形の志向が幅広いため６年間を通し活用度が高い。要するに間口が広く，発達段階の傾向に合わせた立体的な思考と感性を育める素材と言える。包括的で汎用性がある素材である事を踏まえ，ここでは素材の特性を活かす表現が旺盛になる高学年対象の題材を想定し教材制作を設定した。段ボール

材による面構造と素材加工を通した発想と技能が軸となる。

また本教材制作は他の工作に共通する，全体制作と部分制作という立体制作の要素が集約的に含まれる。それは各工程の段階的制作という表現形成の仕組みであり，立体表現成立のための必須事項として認識したい。

④制作の概要

1．展開図作成と試作の演習

二次元の平面素材を三次元の立体構成へ転換する仕組みの理解と，素材の切断と接着接合という段階的な制作法が教材制作の要となる。まずは，面構造の平面から立体へという仕組みを展開図作成で理解する。三角柱，立方体，直方体，五角柱等の角形，円柱，円錐，三角錐，四角錐，台形体という幾何形態，及び不定形体の基本形態を，展開図の作例を基に方眼厚紙工作紙に作図し組み立てる。これは段ボール材制作の事前演習としての試作である。また，この演習には題材名にもある建造物が幾何形態ないしは不定形態にある事を気付かせる狙いもある。更に物理的な尺度を超え，生活全般や周囲の人工的な立体物の多くがこれに類し，展開図から立体化が可能であるという原理的な発想へと向かわせたい。

2．ラフスケッチ

立体制作はラフスケッチ（イメージスケッチ）による構想から始まるが，これは主題の「建造物」をどのような形態で作成するのかの線描きが形態表現の把握に繋がる。立体の全方位性を念頭に多角的に形態を捉え，数種類の形態スケッチを何度も試みながら徐々にイメージを練り形にしていく。形態の選択は演習を基に単体或いは複合体のいずれかで考え，形態全体の構造を視覚化する事を心掛けたい。線績の量はイメージ表出に比例すると捉え，描きながら形態を決めていく。但し，イメージスケッチは現実の建物の写しではなく，細部を省き簡略化を施した純粋形態で捉え，展開図の知識を基に建造物を面の構造で考案する。また，見えない箇所は破線で補うという見取り図の形式に従う。

特に立体制作では，制作当初の明確なイメージの有無はその後の工程に影響を及ぼす。段ボール材の性質から表現過程での修正が概ね可能ではあっても，少なくとも全体的な構造や加工の変更を避けるための必要最小限度の計画図が求められる。とりわけ方眼紙での展開図及び段ボール材への線引きに関わる事項として，作品を支える構造形態は確実にしておく。立体構成の青写真作成はスケッチ，製図，素材への線引き，素材の切断，素材の加工，素材の組み立て（接着接合）という段階的工程の作業内容の把握に等しいという認識を持つ。

3．方眼紙への展開図（製図）作成と段ボール材への線引き

イメージスケッチを基にした方眼紙上の展開図作成では，実際の立体の寸法（縦横高

さ各 30cm 以内を目安）を決定し，それに基づき各形態別に正確に縮図作成を行う。展開図は正面図，側面図，上面図，底面図の形式に沿い構成するが，これを 1 枚の方眼紙内に作図し立体の全方位を把握する。完成形が単体と複合体の場合ではそれぞれ展開図の枚数は異なる。また，各部材の寸法や加工法等の記述は設計図の必須事項である以上に，作成者の各工程への認識を示すものとして欠かせない。

方眼紙の製図（縮図）と板段ボール材の線引き（原寸図）で重要なのは，立体化の仕組みの理解と，それを情報として集約した正確な構成図である。これは特に糊代面の有無に関係する。方眼厚紙工作紙に比べ板段ボール材は厚みがあり，展開図の糊代面の設定に厳密な計算を要するため原則的に省く事とし，接着接合に関しては同素材の L 字補強で代替する。本教材制作で扱う板段ボール材は 3mm の厚みであるが，厚み分を各面の寸法から差し引いて糊代面の線引きを行う必要はなく，寧ろ L 字補強の接合接着の方が組み立てに安定度と強度をもたらす。

例外は不定形態及び円柱形態の上面と底面それぞれの接合接着であるが，厚みのある段ボール材の性質上，曲面に対する L 字補強は技術的困難さを伴う。ここでは上面と底面或いは側面の上方と下方にそれぞれ糊代面を設けるが，この場合，曲面の接着に沿うよう，糊代面に当たる箇所は芯材を剥ぎ取り，薄いライナー紙の状態に加工する。更に，一般的な矩形状の糊代面では接着面が曲線上に重なり接着度が低下し不安定になるため，糊代面は曲面の長さと歪曲率に合わせ複数の三角形状に切断する。端的には，薄いライナー紙状の複数の三角形という糊代面の作成である。

段ボール材上の実寸大の線引きでは，原案の縮図から計測し実制作の部材として正確さを期すのは言うまでもない。数ミリの違いは若干ではあるが狂いが生じ不具合な形態に繋がり安定性を欠く。実寸の大きさに比例してその度合いが増すため事前に展開図の再確認を行いたい。

幾何形態と不定形態の平面及び直面構造では板段ボール材（60×90cm），円柱作成や不定形の側面という曲面構造では巻き段ボール材（縦 100cm）を使用する，というように構造別に段ボール材の種類は異なる。色彩に関しては双方とも両面が黄土色，片面が白色，片面が黒色であり，また単色ないしは複色の使用は表現の志向から判断する。ここでは素材加工とデザインが本制作の教材価値である，という理由から本素材の色彩を限定的にしている。その意味で無彩色と中間色は本素材の肌理や多層性を損なわず，寧ろ視覚的には素材変容による表情作りを活かせるが，他の有彩色の段ボール材は色彩構成の豊かさがある反面，加工の度合いが不鮮明で変容性が希薄になるため敢えて省く事にした。

4. 段ボール材の切断と切込

線引き後は板段ボール材の各部材の切断に移行する。切断の長短に合わせた各種定規，コンパス，カッターナイフを道具とし，安定性と正確性のある合理的な切断法が課題となる。この切断法は他の紙類にも共通する。

4－1. 道具類

切断と切込の対象道具は柄に対し上から握る形式のカッターナイフを，細部及び細かな曲線の切断では鉛筆握り形式の柄の細いカッターナイフを活用する。前者については，カッターナイフ刃の出し具合は通常のカッター刃の一目盛でなく，使用する板段ボール材 3mm 厚に合わせ一目盛半から二目盛程度が妥当である。また常識的な範囲ではあるが，直線の切断では定規の目盛側の破損を防ぐため，目盛がない側にカッターナイフを当て切断を行うのが適正である。

4－2. 切断

細部の切断を除き，起立姿勢による切断操作は素材を広角的に捉えられ，余分な力を排した動作姿勢は安定的な切断に繋がる。直線の切断では板段ボール材上に引いた直線に沿い定規を置き，片手でしっかりと押さえ，定規の縁にカッターナイフを定着させ，これをもって安定した切断の準備とする。この状態を保ち切断に入るが，切断はカッターナイフで線引きに切込を入れる感じで数回重ねると鋭く正確な切断面を生む。特に厚い段ボール材ではこの操作法を基本に置く。また，切断では切込の起点を常に面が交わる角に置くと安定した切断が容易で，同時に面に対し不要な切れ目を避けられる。これは合理性と審美性を兼ね備えた切断法である。

曲線の切断についても同様に，段ボール材を回しながら数度に渡り切込を入れるよう切断するが，直線の場合とは違い切込をより丁寧かつ慎重に行う必要がある。特に一巡目の切込は幾分軽めの入り具合で，気分的には傷をつける按配で行う。本素材の多層構造という厚みから，曲線状では切断面が不揃いになる傾向があり不安定な形状切断が生じ易い。

他にも素材の物理面から切断作業の工夫がある。予め段ボール上の展開図より数センチ分一回りフリーハンドで括り，その面を切り離しておく事で切断作業を円滑に進められる。この状態であればその都度素材の面を左右上下に設定し，切断の起点や方向を視覚的に把握でき，切断順序の見通しを立てられ，起点から手前に切断するという合理的な切断法に適う。

4－3. 切込

各面の折り込み作成を目的としたカッターナイフによる切込操作である。これは切込を数回入れて行う切断とは違い，折り込みは力を軽減した切込を 1 ～ 2 回施し，段ボー

ル材のライナー紙（波状の中芯の両面にある紙）の片面を切断しない程度に力を加減したい。折る際には直線的な机の縁に合わせ切込線を並行に置き，手の軽い圧力で直角的に押すと明快な折り面が作れる。適度な切込であれば，一度平面状態に戻したうえで安定した加工操作が可能となる。

5．段ボール材の加工

加工とは素材に手を加えその性質に変化を与える事を指す。段ボール材は構造の特性から加工の多様性が展開できる素材である。

段ボール材は負荷に対する衝撃吸収性と強靭性のある構造を備えている。材質構造でみると段ボール原紙はライナー紙と中芯に大別され，両者をでん粉糊で張り合わせたものが段ボール材になる。ライナー紙とは段ボール材の外側を形成する紙で，中芯とは内側，つまり波状部分を形成する紙である。また，中芯の片方にライナー紙が貼られたものが巻き段ボール材で，一定方向ではあるが曲面性が特徴である。この構造から分かるように，段ボール材の最大の特徴は多層構造であり，これを二層もしくは三層構造にする事でより強化された材質になる。

多層構造という特徴が一般的な一層の紙類と大きく異なる点であり，これが段ボール材に加工操作の幅を持たせ素材を多様に変化せしめる。換言して，加工による多様性は作品としての表情作りに繋がる。これについては，加工操作による材質の変容とデザイン考案が相互的に関係する。

5－1．加工操作

多層構造を活かした材質変容の種類を加工操作の観点で示す。段ボール材を切る，剥ぐ，引掻く，擦る，押す（凹ませる），穴を開ける，傷をつける，刻むがあり，更に，ライナー紙をざらつかせる，剥いだライナー紙を裏返しに貼る，穴を開けた箇所の裏側に剥いだライナー紙を貼り塞ぐ，中芯をむき出す，中芯を均す，それらを多種に組み合わせ貼る，重ねる，等の変容があり，様々に材質が変化して視覚化する。

道具の活用ではカッターナイフによる切る，穴を開ける，傷をつける，刻む，手による剥ぐ，擦る，押す，紙やすりによる擦る，引掻く，千枚通し或いは目抜きによる小さな穴を開ける等の各操作が挙げられる。また，剥ぐという操作では切込を入れ囲んだ剥ぐ面（ライナー紙）内に水を含ませた筆で流布し指で擦り，短時間の後にライナー紙と中芯を繋ぐでん粉糊が溶解し，ライナー紙を容易に剥ぎ取ることができる。

手や道具の加工操作を工夫し，段ボール材の物理的な変容性から多様な表情の表出を試みたい。

５－２．デザイン

平面構成の視点で行うデザインは加工操作と密接な関係にある。寧ろ両者には実質上の区別はなく，材質の変容と図像は連動すると捉える。図像とは何をどのように表すのかの考案であるが，ここでは全面ないしは各面を一枚の絵に置き換えた図案化で考える。

デザインは次の三つの要素を絵画の眼で考案する。第一に平面の全体と部分の関係からの構図，点線面の平面の空間性，対比と調和，静と動，流れと動き，幾何と非幾何，文字という図案構成，第二に素材変容の種類と組合せ，素材の肌理という材質性，第三に素材の黄土色，白色，黒色，灰色という色彩構成である。また，デザイン考案では図像の具象抽象の別を問わない。

６．板段ボール材の接着接合（部分と全体の組み立て）

最終的には各面の平面構成が組み立てられ，連続した三次元の空間として，複数の平面構成が組まれた立体構成になる。

６－１．接着剤

本教材の立体構成は接着接合で完了する。接着材はフエキ糊或いは合成糊を，強固な接着を要する場合には木工用接着剤を使用する。いずれも水溶性の接着剤であるが，接着面の全体を薄く均一に塗るという接着法を踏まえ安定した組み立てを行う。

まずは水溶性接着剤の性質を理解しておきたい。文字通りこれは水分を含むため接着後に段ボール材の撓みや歪みを生み易い。接着面の面積に比例するので小面積の接着では全く問題はないが，注意を要するのは大量の接着材を使用する大きな接着面であり，乾燥時間中に接着面に相当する面積の板を乗せ，その上に重しを置き平坦な面を保つ工夫を行う。但し軽量の重しを原則とし，表面加工済みの素材と立体構造の強度を損なわない程度の圧力に留める。

技能面では紙類一般に共通の，接着面より大きい貼付台紙（新聞紙等）に接着対象の紙を置き，接着剤を接着面の前面に薄く均一に流布するという接着法を再確認したい。これは合理的に接着を行うだけでなく，作品の安定性と審美性に繋がる接着法の基本である。他には，非接着面の糊の付着防止策としての紙を掴む親指と人差し指の役割や，大きな接着面では中央部に適量の接着剤を乗せ放射状に引き伸ばし流布するというヘラの活用が挙げられる。接着法に限らず，基より道具の活用や素材加工には適正性があり，その習熟は技能面の課題の一つである。更にこの種の技能経験は工夫や理解という美術的諸能力に留まらず，広く物事の段取りと進め方，対応法に繋がる思考力育成の一環であると認識する。

６－２. Ｌ字補強

項目 3 の通り，幾何形態面の接着接合は同素材のＬ字補強で行うのを原則とする。隣接する面の両面の縁部分に接着するＬ字補強材は，接着面に対し 8 割程度の長さ，幅は面全体の大きさに比例した長さの長方形状に作成する。しかし，90 度以内の接着面になる角錐形態のＬ字補強材では，角面が交わる鋭角的な先端と隣接の接着面の角度に合わせ，両面が変形菱形（片面は三角形）の形状に作成する。

また，疑似球状の球形態や楕円形態の組み立てでは，段ボール材の球形化には性質上限界があるため，巻き段ボール材を帯状に切断した数条の輪を球状及び楕円状の弧に沿い縦と横の列に接着し骨組みにするという構成法を採る。更に，千切った薄いライナー紙を表皮層とし，帯状の骨組みの上に張りぼて状に貼り付けて全面を覆う。帯状の輪による骨組み構成法は，同種の曲線状の不定形態や動的形態の構成においても同様である。但し複雑な構成の場合は，形態を分割した各部分の骨組みを作成し，最後に各部分を接合し全体を構成するという方法で行う。この分割構成法は概ね面構造の基本的な構成法でもある。

Ｌ字補強の具体的な接着は，対面する面の両側の縁にＬ字補強材と隣接する面のそれぞれの切込を合わせるように貼り付けし，乾燥後に両側の面に貼り付けるという手順である。問題は最後の面を閉じて接着する方法，つまり蓋に相当する面の貼り付けである。その場合はＬ字補強材の開きを 90 度より若干大き目にとり，Ｌ字補強材の片面に反りの反動を残したまま，最後の面を押し当て貼り付けると接着は安定し易い。或いは内側から手指や細い棒で接合操作できるように, 接着可能な範囲で予め底面に穴を空ける方法もある。

６－３. 糊代作成

糊代作成では次の二通りで対応する。各面の寸法を段ボール材の厚み分だけ差引き，中芯とライナー紙そのままの段ボール材を糊代面とする方法，もしくは，中芯を剥し厚みのないライナー紙状態の糊代面を作成する方法である。両者とも製図や線引きの段階で明確に作図し，糊代面を展開図に示しておく。接着接合を想定した展開図に関しては項目 3 で示した通りである。

⑤制作目標

発想構想面

1. 「平面から立体へ」の展開図の資料を基に，面の構造による立体化を理解した立体構成が行える。
2. 方眼紙に完成形態を想定した展開図を作成できる。
3. 段ボール材の多層構造の特性を活かし，加工操作による材質の変容の種類を理解

した多様な素材表現が行える。

4. デザインの視点から，多種多様な材質の変容を組み合わせた平面構成を行える。
5. 幾何形態や不定形態，球状形態，楕円形態から単体或いは複合体の構成を考案し，各面の平面構成による立体構成の造形が行える。
6. ラフスケッチ，展開図（方眼紙），板段ボール材への線引き，切断，加工，接着接合（組み立て）という段階的な制作法を計画的に進められる。また，全体像との関係を図りながら部分制作を行える。

技能面

1. 方眼紙と段ボール材における展開図では正確な作図が作成できる。
2. 段ボール材の厚さに合わせたカッターナイフによる適正な切込と切断が行える。
3. 段ボール材の材質の変化を切る，剥ぐ，引掻く，擦る，押す（凹ませる），穴を開ける，傷をつける，刻む等の加工操作を，手や道具の活用で行える。
4. 組み立てる各種形態や段ボール材の厚みに応じてＬ字補強材や糊代を作成し，接着剤の適正な使用により安定した接着接合が行える。

⑥材料

板段ボール材（両面黄土色・片面白色・片面黒色），巻段ボール材，方眼厚紙工作紙，方眼紙，フエキ糊，合成糊，木工用接着剤，新聞紙

⑦道具

カッターナイフ（大小），カッターナイフ用下敷，定規類，コンパス，分度器，紙やすり

⑧制作工程（6 時間）

1. 方眼厚紙工作紙による展開図からの立体工作の演習
2. ラフスケッチ（見取り図考案）→方眼紙への製図（縮小の展開図）→板段ボール材への線引き（原寸の展開図）
3. 板段ボール材の切断
4. 板段ボール材の加工操作①（平面構成）
5. 板段ボール材の加工操作②（平面構成）
6. Ｌ字補強や糊代による接着剤・組み立て（立体構成）

教材制作Ⅱ

①題材；金属素材による工作表現（アルミニウム針金 / 線構造）
②題材名；「アルミニウム針金で動物や植物を作ろう」
③教材制作の観点

1．線素材について

面構造と並ぶ立体構成の工作法に線構造がある。一般的に線構造の形成には線素材を用いる。しかし単体で面を成す面素材とは違い，線素材は素材性ゆえの物理的な制約があり，幾つかの造形的な操作を経て初めて作品を支える構造力を持つに至る。構成法に限れば面素材に比べ立体構成の形状化や接合に関し技能的要素が多く，空間構成に一定の組み方を要する。

純然たる線素材以外にも加工し線素材に転用する面素材も多く，これを含め線素材は6年間を通して頻繁に使われ，道具操作の難易度に合わせた活用法が適宜計画されている。既に低学年時でも，紐（糸）やモール線を結ぶ，巻く，縛る，細い紙テープを繋いで留める，色セロハン紙を帯状に切断して繋いで留める，等，線素材の初期的な造形操作が行われる。この段階では手指の活用を主体とし，扱いの平易な素材を手指の働きで変化を施し簡素な造形形態を作ることに重きを置く。同時に鋏やカッターナイフという基本的な工作道具もこの時期から頻繁に扱われるが，線素材の加工と構成表現の経験から手の働きと脳を活性化させ立体的思考の育成に繋げる，という教育的視点が垣間見える。更に中学年以降，線素材の種類と道具は増加し，加工操作も多様性を帯びていく。

工作の空間構成で扱う線素材には，金属類の針金，アルミニウム針金，銅線，モール線，ピアノ線，材木や竹類の竹ひご（細），ひのき棒（細），角棒（細），平竹（小），身辺材の凧糸，ミシン糸，錦糸，麻紐，シュロ縄，ナイロン製天蚕糸，爪楊枝，竹串，釘，バルサ材，紙テープ，自然物の小枝，枯れた茎，干し草，等がある。また，加工により線素材に転用できる他の素材は相当数に上り，面素材と重複するため割愛する。

2．制作の意図

本教材制作は金属類の針金とアルミニウム針金による線の構造表現である。この線素材は曲線や曲面の形状化が大きな特性であり，直線や直面の形状に適する面素材の紙類とはこの点が大きく異なる。この特性を活かした曲線的形態を考案し，線構造の面白さや金属類の線素材の美しさを味わい，有機的な形態を立体化する事を目指している。

これは高学年を想定した教材である。発想構想面では曲線状の形態表現と全体と部分の構成の理解，技能面では道具の活用による硬度な金属素の造形操作が目標であるが，

前者では観察力の高まりを活かす事，後者では児童の手の働きが力強さや巧みさが増す事を題材化の前提に置いている。また，身近な対象物の方が形態の特徴を捉え易く形状化の創意を引き出せると考え「動植物」を主題とした。

3．針金とアルミニウム線の種類

針金は鉄を細長く伸ばした線状の強固な性質にあり，生活面では主に部品の芯材や結束材料に使用される。一般的な針金はナマシ鉄線に亜鉛メッキを施しており，線径別に強度が異なる＃4～22番の種類があり，番号が低いほど線径は太く硬度は高い。総じて硬度な針金は形状化に力を要するが，工作で扱う場合，高学年児童であればペンチの活用で＃18～22番（線径1.2～0.7㎜）程度のものは形状化や切断に支障はない。一方，アルミニウム製の針金の線径も数種類に分かれるが，基本的に柔軟な性質にあるため形状化と切断は比較的容易である。以上の理由から本教材制作では骨組みをアルミニウム針金，接合を針金で行う。

④制作の概要

1．見取り図の作成

1－1．線構造の見取り図

見取り図は制作全般の理解に相当する下図である。これは線素材の切断，線素材の加工，線素材の接合（組み立て）という工程の計画に等しく，線素材の立体構成を支える情報の集成として具体的な内容を伴う。本制作では線構造の仕組みの理解を明確に示した考案が肝要である。線構造の制作では，面構造における正確な展開図作成は困難で学習内容とはなりにくいため，ここでは動植物の形態線を芯材に見立て，それを線描化した見取り図の方法で下図を練る。

見取り図とは立体の全体像が分かるように見た様子を概ね大まかに示した絵，或いは線で表す図の事である。全方位性にある立体図では斜め上から描くのが一般的で全体像を俯瞰視するが，面構造の展開図の構成法に習い，正面や側面，上面，底面の各方位で示すと線構造や形態の理解度はより高まり立体感を把握できる。この図案は制作を先取りしたイメージ画として，完成形を想定した見取り図は逆算法の視点とも言える。最終的な全体像の考案から始め，部分の素材切断の寸法や組み立ての接合法という各工程の要点を整理し，それらを形態の把握に繋げ，芯材の骨組みとして作成する，という観点で取り組む。また見取り図では，各部材の寸法や加工法等の必要事項の記述は制作法の必須事項である。

1－2．形態の把握と構成

よく知る具体的な対象物を思い浮かべ形態をイメージし描く，もしくは形態の参考になる写真や図版を基に描くという方法の大きく二通りで進めたい。いずれにしても形を

とる事が課題になる。

一般的に線描は形態の正確さに注意が向く傾向にあるが，要は各部分の形状の特徴を大まかに捉える事である。この視点は，対象物の形を立体化の契機として見做し，簡略化を施し様々な形態を生み出した面構造の草案と共通する。因みに立体構成の形態把握に関しては，面構造から線構造の順で計画すると習熟が図り易い。

基本は形態を形作る微妙な曲線を観察し，それを骨組み，実質的にはアルミニウム針金の芯材に見立てて線描する。これは現実の再現という形態模倣ではない。まずは幾何形態や不定形態の視点で対象の形態の簡略化を施し，次にその形を柔らかな芯材の曲線に置き換え線描で描き全体的な構造を把握する。要するにこれは芯材線の線描であるが，形態の輪郭線と芯材のアルミニウム針金は等しいという理解に基づく。線描は実質上の芯材という具体的な骨組みを考える事であり，各部分の集合が全体を形作るという仕組みを理解し，それを具体的に線描きし，各部材の構成法を把握する。また，アルミニウム針金の形状修正や構造の変更は技術的に容易ではない。図面の立案はその回避だけではなく，各芯材の実寸，切断法，接合法という全工程を網羅した具体案が必要である

１－３．各部材の見取り図（接合の視点から）

対象物の全体と部分の形態を連続する関係と捉え，見取り図を各部材図として作成する。基本は線構造における接合法である。アルミニウム針金の接合では，針金による巻く，絡める，結ぶ，締める，のいずれかの方法で行う。２本の芯材の接合法を例に示すと，互いの芯材の末端を長め，つまり「あそび」分の長さを確保して接合が可能な状態に保ち，先述のいずれかで接合するという方法である。接合では不要な「あそび」分を切断すると理解し，見取り図では芯材線の寸法を長めに記す。尚，具体的な接合法については項目４において述べる。

部材図では全体と部分の縦，横，高さの実寸を基に，芯材線は実寸＋ α（あそび）及び本数を部材別に記入し，各部分の形状と構成を明確にする。これは部材の準備だけでなく円滑な切断操作に繋がる。項目１－４と１－５において特に留意する。

１－４．円柱型の構成

曲線構造の基本は円柱型の視点である。円柱型の芯材構造から変形し形状化するという段階的な描法で行う。これに従い，まず円柱形態の長さや直径に応じ上面と底面の間に同半径の円形状の芯材線を配し，それらを支える側面の柱を四本の線で繋ぎ円柱型を作図する。次にそれを対象物の形態に即し円形や楕円形，側面の芯材線を不定形線状ないしは曲線状の弧に描き変える，という方法で見取り図を作成する。また，大きな寸法の構成では補強が必要で，方位性から上面と底面ないしは前面と後面に直線の十文字形

を加え構造の安定化を図ると理解する。

これに対し直線構造は角形型の視点になるが，もとよりアルミニウム針金の形状の自在性から直線構造の表現は有益性があるとは言い難い。これは上記の十文字形のような補強的な活用が望ましい。

1－5. 平面構成

対象物の性質から部材が平面構成の場合には対象物の形状で芯材線を記す。また大きな形状面では，芯材線の輪郭線の内側に必要な補強線（曲･直）を配し構造の強度を施す。

アルミニウム針金の切断

工作で扱うアルミニウム針金の線径は順に⌀ 4mm・⌀ 3.5 ㎜・⌀ 3mm・⌀ 2.5 ㎜・⌀ 2mm・⌀ 1.5 ㎜・⌀ 1mm がある。全体を支える構造には太目の線径のもの，それ以外の構造に関しては中目と細目の線径のものを構造の強度に合わせ適宜用意する。見取り図を基に各部位単位で寸法と本数を確認しながら切断を行う。切断道具のペンチの技能では，柄のやや後方に手の力点を置き力まず切断する，刃の根本で線素材を切断するという合理的な活用を習得する。

3. アルミニウム針金の加工（装飾性と形状化）

一般的な金属類の線素材の加工とは特殊な技法で施す変形や変質を指し，これは主に工業製品や芸術作品に該当する考えである。本教材ではこれを金属の線素材の装飾変化と形状変化の二種類で捉える。前者は素材の組合せによる見た目の変化，つまり装飾的な表現で，後者は各部位の線素材の形状化である。いずれも道具の活用が要になる。

3－1. 装飾表現

装飾表現の加工の操作は巻くと絡めるという方法であり，それによる線素材の二重或いは三重の絡みが特徴になる。主な線素材の組合せは，同系色のアルミニウム針金同士と異系色のアルミニウム針金同士である。他にも針金，銅線，モール線，真鍮線という性質の異なる線素材とアルミニウム針金の併用が行える。因みに色彩はアルミニウム針金が白色とセピア色，針金が灰色，銅線が金色，真鍮線が赤銅色であり，同系色と異系色の色彩の組合せが実現する。更に，同線径と異線径を加えると組合せの幅は広がり，線素材による多様な装飾表現を展開できる。

巻くと絡めるという装飾表現の操作法を具体的に示す。二重に撓めた線素材の折り返し部分を端にし，万力でそこを強く固定し線素材を編むように交差させる。三重以上の場合は線素材を撓めずに絡める本数分を固定する。いずれも一巻毎にきつく締め付けるように交差する事で強い絡みを得られる。

実質的には，複数の線素材の組合せの装飾加工は構造的な機能を兼ね備え，全体構造を支える芯材に一定の強度をもたらし，審美性と機能性を併せ持つ加工操作になる。無論，美的基準は一様ではない。変哲のないアルミニウム針金自体を美しいとみれば装飾的表現は不要であり，単線だけで十分な機能美に成り得る。装飾加工の有無は作り手の表現志向による。また，制作中の素材や線径，加工法の変更は原案の範囲内であれば支障はない。実際に素材を扱わなければ分からない点もあり考案は最初の限りではないが，本質的には制作中に得るものが作り手の最上の情報になる。

強度について言えば，アルミニウム針金が単線の場合は線径⌀4mm ～⌀3.5mm，複線の場合は単線の線径かそれ以上に相当する太さが規準になる。中核的以外の芯材や補強については線径⌀3.0㎜～⌀2.5㎜を使用し，それ以下の線径は強度が劣るため接合部材として扱う。

３－２．形状化

柔軟な性質のアルミニウム針金は比較的形状化が行い易い。手，ペンチ，ラジオペンチ，万力を道具とし，作りたい形状や線径に応じて使い分ける。細目の単線や複線は手で，太目の単線や複線は他の道具で行える。

項目１－４で示したように曲線構造の芯材を円柱型とした曲線化を段階的に行う。線素材を円筒形の物体（身辺材）の側面に沿い手で線素材を巻き付けて円形状にする。これはアルミニウム針金の形状記憶の性質を活かした方法である。それを作る形態に合わせ楕円状や不定形状の曲線に徐々に調節する，という造形操作法を採る。調節は弧の曲線率に限らず，手やペンチを使い弧の中央部分に僅かな曲線を付け，同じ要領で徐々に脇の方を曲線状に持っていく。もとより柔軟な素材のため形状化は無理なく行えるとみてよい。

緩やかな曲線の形状化は比較的問題はないが，うねりのある曲線状では多少の工夫を要する。これには二本のペンチを左右の手に持ち，線素材をペンチの片方で固定し，もう片方のペンチで曲線状に変形するという操作が要る。うねりの数に合わせ数度及び多角的にこの操作を繰り返す。この場合，線素材を固定する万力を用い，側面から見て歪みのない安定した曲線形状を作り易い。また，細かな曲線や複雑な不定形状は先端の細いラジオペンチを併用する。形状化では適宜道具の活用が工夫や発想を引き出す。

同じ形状を複数要する部位は少なからずあり，同寸法と同形状の曲線状や不定形線状がこれに該当する。この場合ひとつの形状をモデルとして作成し，それを紙に当て線描きし，その線描に合わせながら作成する方法であれば大きな狂いは生じず，少なくとも近似形成を行える。但し複数の形状接合を考慮し，交差するアルミニウム針金の線径を考え微妙に寸法を違える点に留意する。同半径状の円を芯材とした球形態や楕円形態においても同様である。

３－３. 各部材の作成

形状化した線素材の接合は各部材の立体化であるが，寧ろ，形状化は各部位の構成から導かれるとみる方が適切であろう。また，各部位の立体化は見取り図の現実的な視覚化として，全体構造との関係から構成法や尺度を改めて把握し，組み立てに向け具体的な形態を図る作業である。これに要する接合法ついては項目 4. にて示す。

３－４. 形状化の発想と技能

美術表現の思考とは表現形成の中で醸成されるものである。要するに作りながら考え，考えながら作る。それは平面から立体への移行と構造化の過程において内在的に働き，表現形成は思考の変遷の現れとして両者は同時進行の様相を呈す。生成過程の同質性という特質は，本教材では具体的に動植物の形状化の発想や芯材構成の技能で顕在化する。発想と技能は互いに引き出し合うという相互関係で捉える。

制作中のイメージ修正や発見もこの相互性から生じ，平面的な見取り図と立体的な造形法の差異として，両者を造形的思考に転換する必要がある。児童にしてみれば扱う素材や活動は初めての出会いであり，造形体験にある発見や驚き，困惑，閃き等が内面形成の大きな要因として生きる糧に繋がっていく。表現の意義は様々な葛藤が混在する形成過程にあり，本教材では装飾表現や形状化の造形操作の取り組みに特徴的に現れる。また指導の観点から，技能不足による表現の停滞については，技能面の規準の質や量を軽減し必要最小限度の設定に置き換えた対応を含ませたい。

4. アルミニウム針金の接合（部分と全体の組み立て）

線の構造の組み立ては各部材の接合と全体的な接合に分けて行う。芯材接合には針金による締め付け接合と細いアルミニウム針金による巻き付け接合の二通りがあり，道具は前者ではペンチと万力，後者では手と万力を使用する。構造法を主眼に芯材の線径との兼ね合い，接合箇所の把握，合理的な操作法と強度という接合技能，及び装飾表出の観点で道具を活用する。

４－１. 締め付け接合

接合部材を針金とした締め付け接合は，構造上の強度と安定度の要として，主に芯材のアルミニウム針金が交差する箇所で用いる。針金＃ 18 ～ 19 番（線径 1.2 ～ 1.0 ㎜）は数巻の締め付けに耐える硬度があり交差する芯材の固定に適する。

安定した接合操作を円滑に行うためにアルミニウム針金の非接合部分を万力で固定し，接合対象である片方のアルミニウム針金を交差地点に重ね接合の準備とし，ヘアピン状に曲げた針金（全長 6cm 程度）を用い，交差する二本のアルミニウム針金を下部

から囲い挟む様に上部（構造的に内部から外部）に向け，上方に向けられた針金（二本に見える）に対し，真上からペンチを挟みネジ巻状に回しながら数巻に締め付ける，というのが締め付け接合の大まかな流れである。

これには幾つかの細かな操作を要する。二本の芯材と針金の根本位置にペンチの先端を挟むように当て，そこを起点とし締め付けの開始地点を定めペンチで根本をきつく締めるが，開始地点以外は適度な力加減でペンチを回しネジ巻状に締め付けながら，同時に上方に引き上げる動作を加える事で接合部分の根本の隙間を詰められ固定度は増す。端的には，ペンチによる締め付けと引き上げの操作を連動する。但し，強度な針金であっても過剰な締め付けは接合部材に負荷が掛かり切断を招き，また，必要以上のペンチの引き上げは芯材を歪め形状が変わる可能性があるため，締め付けと引き上げの調整が技能面の工夫になる。これについては試行を求めたい。最後に固定強度と構造の安定性を確認し，接合部材 3 ～ 4mm 程度を残し余分な針金を切断する。

４－２. 巻き付け接合

接合部材を細いアルミニウム針金による巻き付け接合も，基本的に前述の接合と同じ箇所で用いるが，これは二本の太いアルミニウム針金（芯材）に巻き付けて束ねる方法である。特に軟らかく曲がり易い性質にある線径 1mm の細いアルミニウム針金がこの接合部材に適している。また，巻き付きは手と指の活用で行なう。

巻き付け接合の種類については，芯材が交差する場合（交差線）では十文字状，並行に重なる場合（重線）では並行状の巻き付け方がある。芯材の強度からいずれも接合箇所だけに巻き付けを施すのではなく，前者では交差地点の四方 1 ～ 2cm 範囲，後者では並行し重なる線素材の左右 1 ～ 2cm 範囲を含め巻き付けを行う。巻き付けは，重線または交差線の芯材の形状に沿い一巻毎にコイル状に緻密に束ねるが，接合用の細いアルミニウム針金のコイル状の隙間を埋めるように巻き付ける事で強い固定力を生み出す。最後に開始と終了の各地点の接合用アルミニウム針金の突出部を，ペンチで芯材の形状に沿い丸めるように抑え込む。また，巻き付け接合は芯材の装飾性を兼ね審美的にも効果的である事から，芯材加工を加味したデザイン表出に繋がる。

４－３. 全体構成

最終的な全体構成における接合法は部材作成法と同じである。組み立ては万力に固定した中核的な部材に各部材を継ぎ足す要領で部材の大きさの順に接合を進め，個々に接合具合を確認し安定性のある構造制作を行う。また，針金の締め付け接合部材の「あそび」分は，特に全体構成の接合が完了した時点で各部材の接合区間以外の余剰線として切断

する。更に，全体構成後の修正は技術的に可能な範囲での微調整に留める。素材性から周到な見取り図における各部材の実寸確認の重要性を改めて認識するものである。

5. 他の金属素材の併用

項目３－１の線素材以外の併用では，芯材を覆う亜鉛引き金網が挙げられる。これは線構造に面構造の要素を加味した造形を試みる素材である。この素材は微細な線径の亜鉛引きナマシ鉄線が縦横に組まれた面素材であり，極めて軟らかな性質のため面状の形態化に自在性があり手指で容易に形成が可能である。接合は芯材への装着法で行う。また，同素材の全面包囲と部分包囲の選択は表現の志向によるが，本教材の主旨である線構造の特性が損なわれない程度に行う。但し，形成化は容易であるものの装着後の接合には繊細な技術を要し，もとより切断線上にナマシ鉄の微細で先鋭的な線状素材が並び，扱いに若干の危険が伴うため，本素材の使用は理解の範囲に留め必定ではない。

因みに装着法は，芯材の面積に対し一回り大きめに亜鉛引き金網を金属鋏で切断し，これを芯材構造の形状に合わせ表面を覆い，覆う面の縁の芯材線に巻き込むように固着するというものである。手指による装着後は針金の締め付け接合を施し固着を強化するが，面状の各縁は無論の事，覆う表面の内側にある芯材にも線形状に沿い要所的に接合を施す。これは線形態の内側（芯材の構成内）からヘアピン状の針金を芯材と亜鉛引き金網の隙間を挟むように外側へ差し込み，外側から締め付け法で接合し固定するという操作で行う。

⑤制作目標

発想構面

1. 曲線構造の仕組みに基づき，金属素材（アルミニウム針金等）の柔軟な形状性という特性を活かし，線素材を芯材とする立体構成が行える。
2. 動植物を対象に形態の全体と部分の関係を図り，芯材線を線描に置き換え，形態線を簡略化した図像を見取り図に部材別に考案できる。
3. 各部材の寸法別にアルミニウム針金を切断し，それらを接合した部分構成や各部材を接合した全体構成を合理的に行える。
4. 金属の各種線素材を組み合わせて装飾性のある芯材を作成できる。
5. 見取り図（全体と部分），芯材制作と部材構成（切断・加工・接合），全体構成（接合）という段階的な工程を踏まえた制作を行える。

技能面

1. アルミニウム針金（線径⌀３～4mm）の単線的な芯材，アルミニウム針金（線径⌀１～2.5㎜）を二重に巻き付けた複線的な芯材を形状化できる。

2. ペンチによる針金の締め付け法と，手指によるアルミニウム針金の巻き付け法という接合法で各部材を組み立て，それらを接合し全体的な立体構造ができる。
3. 金属の線素材の切断や接合，加工という造形的操作を目的に，ペンチや万力等の各種道具の適正な活用法を習得できる。

⑤－１．制作の要旨

対象形態の簡略化と見取り図考案

金属の線素材による線構造（曲線構造）

金属素材の切断・加工・接合

⑥素材

1. アルミニウム針金（芯材）…　太（線径⌀３～4mm）
2. アルミニウム針金（二重巻用芯材）…　中（線径⌀１～2.5㎜）
3. アルミニウム針金（巻き付け接合用）…　細（線径⌀1mm）
4. 針金（締め付け接合用）　…　19～20番線

（注）銅線や亜鉛引き金網は必要に応じて使用する。

⑦道具

ペンチ，ラジオペンチ，金属鋏，万力，金属やすり，定規，円筒型の身辺材

⑧制作工程（6時間）

1. 金属の線素材と曲線構造の理解及び見取り図作成（全体と部分）
2. 芯材制作（部分構成）…　線素材の切断・加工・接合①
3. 芯材制作（部分構成）…　線素材の切断・加工・接合②
4. 芯材制作（部分構成）…　線素材の切断・加工・接合③
5. 各部材の接合　…　全体構成①
6. 各部材の接合　…　全体構成②

おわりに（素材と道具の関係から）

点線面そして空間の連続性は造形の概念であるという次元の仕組みが立体構成の背景にあり，工作もそれに準じた構造表現を行う。本論では面と線の構造表現から空間構成法を授業者の教材制作の観点で示し，学習目標の実現に対して素材と道具の活用に重きを置いた。ここでは両者の教育的価値に触れ本論のまとめとする。

素材と道具の関係が工作領域における大きな特色である事は本論で重点的に述べた。これは道具の操作が素材と絡むという単なる物理的関係で見なすものでは無論ない。発達期

別の段階的な両者の活用と反復による習熟を通じ，児童の思考力と感性の育成に寄与する技能であるとした。素材の加工や変容，接着接合や組み立ては道具の活用法と対を成し，この相互性が作品形成の過程で児童の工夫を引き出し，思いをかたちにするという内面形成の役割を担うからである。言うまでもなく素材と道具の扱いは手の働きに重きを置く。手の働きが脳を刺激し活性化し思考力や感性を育成する事を改めて認識したい。素材が変化し作品へと転化するための道具の操作と手の働きが児童の工夫や知恵を引き出す。

6 年間を通して扱う工作の素材は主に紙類，木材類，竹類，人工物，自然物，金属類，合成樹脂類，糸類，紐類，粘土であり総数は 80 ～ 90 種を数え，身辺材を加えると優に 100 種を超える。道具では，紙工作（切る / 穴あけ / つまむ / 留める），木材工作や竹類（切る / 穴あけ / 研磨 / 削る / 打つ / 組む / 測る），金属工作（切る / 曲げる / 打つ / 押す），塑像・焼成（モデリング / 成形 / 組む / たたく / 打つ / 彩る）等 60 ～ 80 種が挙げられ，工作の志向別に各種道具の特性が活用される。

素材と道具の種類の活用は授業者の力量にもよるが，学習編成の題材から想定し少なくとも各々 30 種は活用する必要がある。しかし，年間 50 時間弱の図工科授業では活用数は限られる。可能な限りの素材と道具の多用は望ましいが，授業数と学習編成を調整し，主だった素材と道具に限定し工作の題材を計画したい。要は両者の段階的な汎用である。

工作では空間工作，並べて組み合わせる造形，飛ばして遊ぶものを作る，構想を練り計画的に作る，仕組みを工夫しながら作る，形や色を工夫して作る，材料から発想して立体に表す，色や形の楽しさや構造を考えて作る，というものが代表的な題材に挙げられ，各時期の表現傾向に沿い反復的かつ継続的，多角的な学習編成が組まれている。また，題材の多くは包括的な学習内容で客観的に示している。複数年を通して反復的に扱う題材の場合には特定の素材や道具，造形観を学年別に指定しているが，それは素材加工の難易度と思考力の発達に準じたものである。道具についても同様に 6 年間を通して扱う基本的なものと，手の機能の発達に合わせ適宜設けるものが指定される。自ずと工作表現の内容は単純なものから複雑なものへと段階的に移行し，並行して素材と道具の活用も難易度と種類を増し活動の幅は広がる。

とりわけ構造性や空間性の表現にある工作では，素材と道具の活用を軸に思考の立体化を図り感性を培う。主として素材の選択，素材の特性，道具による素材の加工と変容，接着接合がこれに該当する。実践指導を視野に教材観から表現を具体化し，その意義を確認するのが工作の実技研究の狙いである。

文献

松田俊哉　2015.『図画工作科の指導論』国士舘大学文学部教育学科初等教育専攻『初等教育学研究論叢』創刊号 pp.30 － 44