ICTを活用した立方体の見取図の指導における工夫

An Improvement on the Teaching of Sketch of a Cube by Using ICT

山　田　和　美*・塚　本　弓　子**

1　はじめに

平成23年度から本格実施された学習指導要領[1]では，今まで５年生で指導してきた立体図形が４年生で指導されることとなった。それに伴い４年生と５年生で，内容の理解に困難が伴う単元が集中することとなった。図形領域の学習内容では，作図の時間が多く確保できないなどの問題点が多くの教師から挙げられている。実際に指導を行った教師からは，児童の立体図形（空間図形）の認識力が年々低下しているという感想や見取図・展開図などをかけない児童が増えてきているという話を聞く。

狭間氏[2]は空間図形の難しさについて氏の論文の中で次のように述べている。「立体，空間図形の学習では，平面図形の知識や思考に加えて，空間図形特有の思考を必要とする。」「児童にとって，実際に目にしている具体物の情報を頭の中で再構築し，頭の中でイメージしたものを客観的に表現することは，かなり難しいことである。」

実際に５年生で三角柱の見取図の指導をしたところ，方眼があり，かき出しの指定があるにも関わらず，正確にかけた児童は少なかった。さらに，ある一定の向きからはかけているが，別の向きからの見取図はかけないという実態が浮き彫りになった。この原因として以下の２点が考えられる。

⑴　空間を平面に表わす時に生じる先入観からくる表現のずれを克服できないでいること。

⑵　同一方向からの見方でしか立体をとらえられないでいること。

⑴については，既習の知識から生じる，立方体や直方体の面は長方形または正方形であるという固定概念から，角度は直角に交わるはずであり，辺はマス目の水平方向もしくは垂直方向にあるべきだという考えにとらわれていることが原因であると考えられる。正面から見ると長方形もしくは正方形である側面が，立体を見る角度によっては，実際には平行四辺形やひし形に見えるという認識がなされていないということである。狭間氏[2]は「空間図形の学習では，物体の形や性質を調べるには，具体的操作をして，三次元のものを二次元に下ろして観察・分析し，結果を念頭で結合するという操作が行われており，そこには空間図形特有の思考が必要である。」と述べている。

⑵については，見本となる見取図が典型的な見取図であることが多く，あまりバリエーションに富んだ見取図に出合わないことが原因であると考えられる。例えば，教科書では立体の特徴が分かりやすい斜め45°からみた見取図を提示することが多く，結果として，児童は固定した視点からの限られた例示のみを見るということになる。斜めから見た見取図でも右斜めから見たものや左斜めから見たものを提示するなど，提示する見取図のバリエーションを豊かにし，児童が立方体の特徴をつかみ，見取図の共通性を見つけやすくする。そうすることで児童は，①同じ立方体なのに見た目が違うこと　②違って見える見取図も視点を動かすことにより，今まで見ていた見取図と重なる（同一）こと　の2点に気付き，同一方向から見るという偏った見方から脱却できると考えた。

そこで，本実践では立方体を見ている「視点」を児童に意識させることによって，様々な視点から見た見取図がかけるようになるのではないかと考え，研究テーマを設定した。

2012.11.12　受理
*新潟大学教育学部自然情報講座
**新潟市立豊照小学校

研究テーマ
児童に立体を見ている視点を意識させることで，①一つの立体を様々な角度（視点）から見た見取図がかけること　②様々な角度（視点）から見た見取図は，視点を動かすことで同じ立体の見取図として関係づけられること　に気付き，様々な視点から見た見取図がかけるようになる。

２　研究の方法

本研究テーマを実践するに当たり，以下の手立てを講じた。

⑴　視点が変わることによって立体の見え方も変わることを認識させるために，立体を撮影するビデオカメラの動きに伴って，リアルタイムに立体がどのように見えるのかをモニターやインタラクティブ・ホワイトボードに投影し，映像を学級で共有する活動を行う。それぞれの見取図が視点の移動により違って見えるだけで，同じ立体の見取図であるということを関係付けて考えることができるようにする。ビデオカメラで撮影した映像（静止画）を表示しておき，どこから見た画像なのかを考えたり，この静止画に重なるように，ビデオカメラを動かしたりする活動を行う。このことにより，様々な視点からみた見取図は，同一の立方体を表しているということと結びつけて考えることができる。

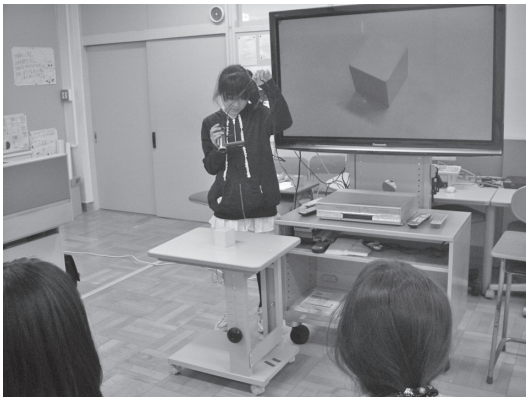
⑵　三次元で見えるものを二次元で表わすとどのようになるのかを理解させるために3Dグラフィックスのソフト（3D-GRAPES，Cabri 3D）を使用する活動を行う。

この２点の手立てを講じることにより，様々な視点から見た見取図がかけるようになると考えた。

３　授業の実際

⑴　ビデオカメラを使った活動

国宗・八田氏[3]らが立体を見る方向を増やして図を得ると立体がより的確に特定されると述べているように，立体を正しく認識するためには，立体を見る方向を増やすことが必要である。そのためには，具体物を多くの方向から見ること，実際に目に映っている画像は，たくさんの見え方の中から取り出した一つでしかないということを発見させる必要があると考えた。そこで，児童がビデオカメラで具体物である立方体の積み木を撮影し，リアルタイムにモニターに映しだされる画像を学級全体で共有するという活動を取り入れた。ビデオカメラをもった児童の移動の様子を他の児童が客観的に眺めることにより，カメラマンの位置による画面の変化を児童自身に確認させ，位置による画面の変化は視点による立体の見え方の違いであるということに気付かせる。また，カメラマンの位置が動くことが視点の移動であると関連付けるだけでなく，カメラマンを交代し実際に自分がビデオカメラを操作する体験を通して，視点が動くことによる画面の変化をリアルに確認させる。このことは，「立体をみている」ということが客観的に認識され「ファインダーをのぞく」ことによる画面の変化で，自分たちの視点が動くことが体感できる。さらに，画面の変化により視点の場所によって見え方が違うことが認識され，同じ立方体であるにもかかわらず，見た目が違うことを共通理解することができる。また，低位の児童も見え方の違う図をよく知っている45°のタイプの図と重ねるためにカメラマンが動くことで，違っていたものが実は同じものを示しているということを理解することができる。児童は「いろいろな場所から撮影しているから見え方が違う。」「カメラの位置によって形が違って見える。」といった感想を発表しており，立体の見え方の分だけ視点があることに気付くことができた（図１参照）。

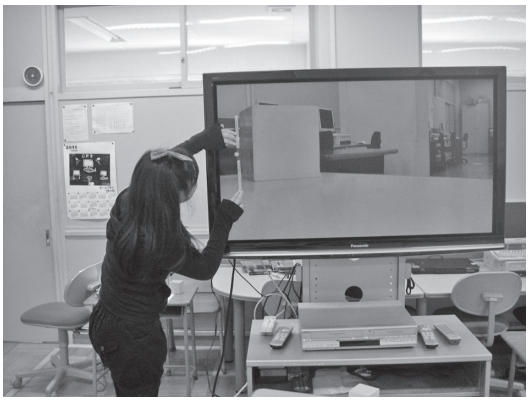


＜図１＞ビデオカメラによる視点の存在確認

また，画面に映し出された画像は，遠近感が出てしまうので，向かい合う辺の平行が保存されていなかったり，辺の長さが異なったりしている。そこで，実際に長さや角度を測らせる活動を行うことで，見る方向によって辺の長さや角の大きさが変わってくることに着目させ，立方体の実際と見た目

で異なることも確認した（図２参照）。

このような具体的操作活動を行うことで，立体図形のどの性質が見取り図でも保存され，どの性質が保存されないのかがはっきりと分かり，見え方に自信がもてると思われる。[4]



＜図２＞　ビデオカメラで映し出された立方体の長さの測定

実際，児童に立方体の見取図を様々提示し，立方体として見える見取図について尋ねてみると，正面が正方形の教科書にのっているタイプの見取図は自信をもって選択できるが，それ以外のかき方の見取図は，立方体といっていいのかどうか，ずいぶん悩んでいる様子が見られる。久米・村上氏[5]らは，児童は立方体を中心投影で見ているが認識しやすいのは教科書に描かれているような平行投影であると述べている。投影法による見取図の特徴を理解させなければ，図法による見取図のかき方による違いが生む混乱は防げないと考える。小学校では，立体を理解しやすいように平行投影法で見取図をかくこととしているので，児童にはビデオカメラで撮影したような図もかけるし，教科書のような図もかけることを確認するにとどめ，授業では，教科書通り平行投影法で見取図の指導を行うこととする。

⑵　コンピュータソフトを使った活動

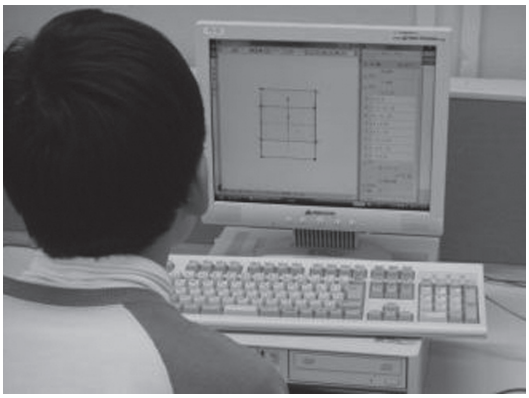
児童のもつ立体のイメージを分かりやすく表現したり，立体を動的なイメージで思い浮かべることができるようにしたりするための念頭操作の補助教具として，コンピュータを利用する。[6]国宗・八田氏[7]らは，児童は立体図形を直観的に判断しているので，直観的な判断から脱し，論理的に思考を進めるためには辺や面の位置関係の理解が重要であり，それをうながすための指導の工夫が必要であると述べている。このことから，空間図形の指導で3Dグラフィックスのソフトを使えば，頭の中でイメージした立体を客観的に図として見ることができ，辺や面の位置関係を理解しやすいと考えた。同時に先入観による表現のずれも解消されると考え，3D-GRAPESを使用することとした。

斜め45°からみたタイプの見取図はかけるが，視点をかえた見取図がかけないのは，見慣れた45°のタイプの見取図から，見取図をかくために必要な性質を探し出し，応用することができていないからである。様々な見取図がかけるためには，視点に関わらず見取図に共通する性質を理解する必要がある。3D-GRAPESでかかれた立方体は，教科書同様に辺の長さや辺の平行な関係が保存されており，辺や面の位置関係を理解しやすい。その上，映し出された画像は，マウスで簡単に操作することができ，自分の好きな見え方で静止させて見ることができる。このように簡単に画面を動かしながら様々な見え方で図の特徴を調べることができるので，どの児童も，見取図の特徴を理解しやすい（図３参照）。

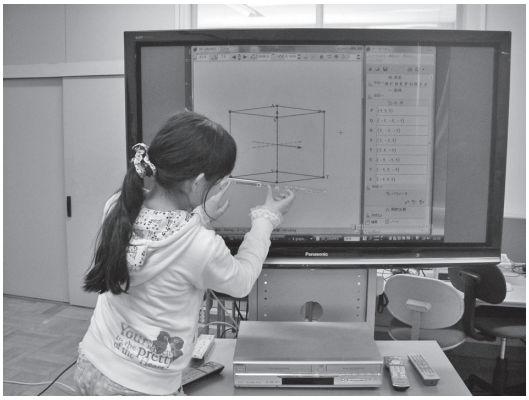
3D-GRAPESで映し出された画像も，画像の辺の長さや角の大きさを測り，教科書にあるような見取図の性質をつかませる（図４，５参照）。簡単に画面の画像の向きを変えることができるので，複数の画像で長さや角の大きさを測定し，その関係を確認することができる。

無限にある見取図の中からより多くの図を取り出し，利用することで，見取図をかくための共通性・普遍性を見つけることができれば，立体とその見取図を分析的に見る力が付くと思われる。

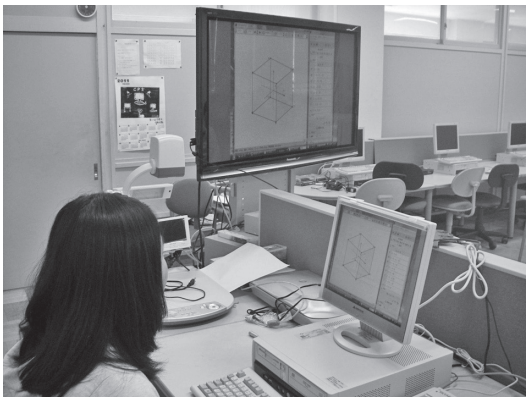
さらにコンピュータ画面では，マウスの動き一つで画面上の図が連続性をもっていることを簡単に理解することができる。そうすることで，画面上に現れた図は無限にある見え方の中の一つであることに気付き，断片的な理解にはならないといえる。画像を動かすことで新しく現れた見取図も，すぐに見慣れた見取図と重ね合わせることができるので，ばらばらに理解されていた見取図を同じ立方体のものとして理解することができるのである。また，画面に映し出された図をそのままかき写す活動を取り入れることで，見取図を積極的にかこうとする姿が見られた。その結果，児童からは「辺は平行のままだけど，辺の長さが違って見える。」「最初は90°なのに，動かしていくと90°に見えない角がある。」「真上と真下の面（底面）が同じ形で，平行な位置にあれば見る角度を変えても立方体に見える。」「面が平行四辺形になっている。」「縦と横の長さ



＜図3＞3D-grapesを操作する児童



＜図4＞3D-grapesを利用して映し出された立方体の長さの測定



＜図５＞3D- grapesで映し出された図を利用しての特徴の説明

は同じだけれど，斜めの辺の長さだけが違う。」などの意見が出された。そこで，3D-GRAPES による画像一つだけを見るのではなく，複数の画像を同時に提示することによって共通する一般的な事象をとらえさせることができるのではないかと考え，複数の画像で同様のことを繰り返し行った。すると，三次元のものを二次元に表わす際に構成要素に着目して，変わることと，変わらないことに分けて整理をし，発言する児童が出てきた。[8]変わることとしては①側面の辺の長さ，②角度，③側面の面の形，が挙げられ，変わらないものとしては，①辺と辺との関係（平行関係），②向かい合う面の形が同じであること，が挙げられた。また，この活動を通して，立方体の見取図のかき方の手順に気付き，発言する児童もいた。このことは，国宗・八田氏[7]らが，見取図をかくためには，奥行きを示す辺の平行性に対する意識が重要であること，辺の等長は保たれないことを理解することも重要であると述べている。

3D-GRAPESの利用により，次のようなよさが見られた。

① 画面上の図を測定するという活動を通して，見た目と見取図との間に生じていた感覚のずれを辺や面の位置関係を理解することで修正することができる。

② 画面上の立方体を今まで見たことのない方向から見ることができるので，松原氏[9]が述べているように与えられた見取図とは別の場所から見たらどんな図になるか，自分なりに考える習慣がつき，立体の見方に幅が広がる。見取図の特徴を体得することができる。

③ 画像を三次元的に動かすことができるので，視点の動きを意識することができる。

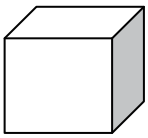
①～③から，三次元と二次元を関連付ける見方が養われたといえる。

⑶ 斜眼紙を利用した活動

立方体の見取図をかく際に斜眼紙を利用した。斜眼紙の利用は，角度にこだわって正しい見取図をかくことができなかった児童の助けになると考えたからである。小学校では一目で立方体とわかるような見取図として，向かい合う辺の長さや平行の関係が保存されたかき方を学習するが，立方体を見て頭の中でイメージした図をいざかこうとすると，なかなかうまく表現できず，かき表わすことに抵抗感のある児童が多い。

立方体の見取図のかき方としては，大きく分けて２パターンがある。一つ目は正面に見える正方形をかき，そこに側面を付け加えるパターン。二つ目はＹの字を正面にかき，そこから見取図を完成させるパターンである。クラスの児童は教科書に出てくる

見取図（図６参照）と同じようにかく子どもが圧倒的多数であるが，90°という角の大きさにこだわりを見せる子が多く，90°ならない角が出てくることに抵抗を感じていたように思われた。



＜図６＞教科書に出てくる見取図

しかし，斜眼紙を利用することで，見取図の特徴をつかみ，立方体のもつ特徴とその見え方，かき表わす際に生じるずれを認識することができた。結果，角度にこだわってバランスを崩していた児童が，立方体に見える見取図をかくことができるようになった。この活動を通し，いろいろな角度から見た見取図をかくときに，補助線がなくても見取図をかくことができるようになった児童が増えた。

４　考　察

はじめは，教科書にあるような見取図もうまくかけなかった児童が，単元の最後にはいろいろな角度から見た見取図をかくことができるようになった。それは本実践での次の点が大きく関わっており，研究方法で講じた手立てにより立体を分析的に見る経験がいきているためであると考える。

ビデオカメラによる視点を意識する体験を通して，児童に「視点」が認識された。この活動を通して無意識に見ていた状態から，どのように見ているかを考えながら立方体を見るようになった。また，コンピュータによって視点が動くことを理解したことにより，一定方向からしか見ていないというこれまでの偏った見方から脱却することができた。半数以上の児童が具体物である立方体の積み木を見て，５つ以上の視点からの見取図をかくことができるようになった。このことからも，手立てとして講じた，視点の存在を意識するための活動やコンピュータによる視点の変化を確認する活動は有効であったといえる。

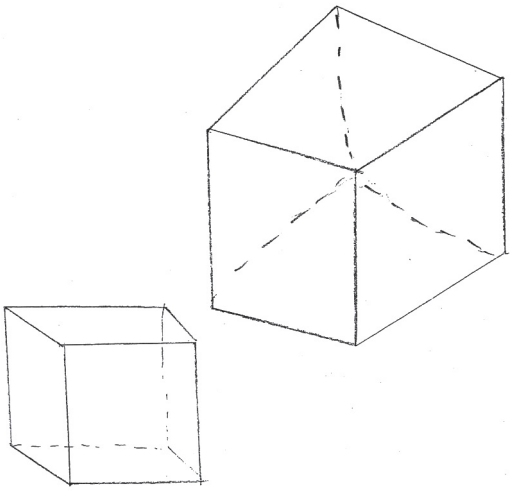
この２つの活動を通して，様々な視点から見た見取図がかけるようになるための空間認識力が身に付いたと言える。

斜眼紙を使って見取図をかかせたことにより，今まで見取図が正しくかけなかった児童のハードルが下がり，正しい見取図がかけるようになった児童の割合が増えた。児童の見取図をかくことに対する抵抗感がなくなったと言える。そして，二次元で映し出された立体の映像を実際に角度や辺の長さを測ることにより，児童の固定概念を崩すことができた。それにより，今まで，角度を直角にとろうとしたり，同じ長さでかこうとしたりすることにこだわりをもっていた児童の誤りを修正し，正しい見取図をかかせることができた。辺や面の位置関係の理解が深まり二次元と三次元を関連付ける見方が養われたからである。見取図に表わす際に，保存される性質と保存されない性質があることに気付くことで，立方体の特徴を確かなものにすることができた。

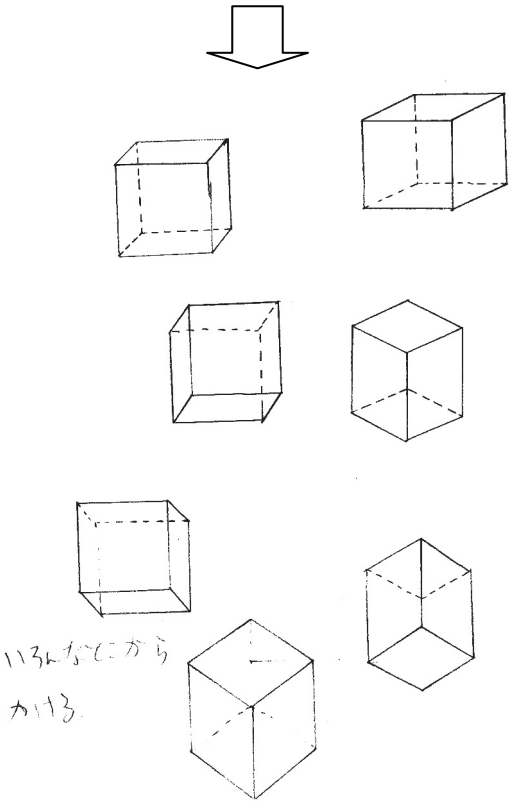
〈本実践を通しての児童の感想〉

- 90°の角が向きによって変化することが分かり，かきやすくなった。
- かくときに側面の大きさが変化しても，見ている状態に近いようにかけた。
- 立方体の特徴がはっきりした。
- 奥行きに当たる辺を短くかけばよいことが分かった。
- どの向きから見ても，立方体に見えるようになった。
- 今まで書いたことのない角度からもかけるようになった。
- 辺の長さの違いが分かり，ぴったりくる奥行きがかけるようになった。

最終的に，児童は方眼や斜眼のような補助線がなくても，立方体に見える見取図をかくことができるようになった（図７，８参照）。これは，見取図をかくための共通の性質を発見したからであり，視点の変化によって立体の見え方に変化が生じても，共通の性質を使えば，見取図をかくことができるということに気付いたからである。



＜図７＞授業前の児童の見取図



＜図８＞授業後の児童の見取図

５　研究のまとめ

これまで，三次元のものを二次元で表現する時には角度や長さがずれて見えるといった感覚は，生活経験に委ねられてきていた。しかし，現在の児童は空間図形に対する感覚が低下している。今回の指導要領の改訂では，空間図形の領域は強化されており，より新しい研究が待たれる分野である。本実践で述べてきたような体験的な活動による手立て（ビデオカメラやコンピュータを使用した活動）を意図的に単元に位置付けることで，児童の立体図形に対する認識力をある程度同じレベルにそろえることができることが分かった。逆を返せば，このような手立てを取らなければ，生活経験等を重ねていくまで，正しい見取図，様々な視点から見た見取図をかくことは望めないとも言える。

本実践は，空間図形における空間認識力の育成のための実践の一部である。今後は，空間認識力について，さらに実践を通して研究を深めていきたい。

＜引用・参考文献＞

(1)　文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説　算数編　文部科学省

(2)　狭間節子（2004）空間思考の育成の視座からの図形・空間カリキュラム開発研究構想p67-70

(3)　国宗進　熊倉啓之　八田弘恵　近藤裕（2008）空間図形についての理解に関する研究―小中高を見通した空間図形カリキュラム―　第41回数学教育論文発表会論文集p381-386

(4)　八田弘恵　熊倉啓之　近藤裕　国宗進（2006）空間図形についての理解に関する研究―立体の投影的な見方に焦点をあてて―　第39回数学教育論文発表会論文集p385-390

(5)　久米康子　村上一三（1997）立体図形指導における見取図指導のあり方についての一考察―立方体を例として―　第30回数学教育論文発表会論文集p331-336

(6)　山田和美　田中佳江　山本那津子　日向伸（2006）空間認識力をはぐぐむ授業　新潟大学教育人間科学部紀要p37-44

(7)　国宗進　風間喜美江　小沢慶晃（1985）空間図形の指導について　日本数学教育学会誌p24-32

(8)　八田弘恵　熊倉啓之　近藤裕　国宗進（2005）空間図形についての理解に関する研究―立方体の

見取図取り図をかく授業を通して―　第38回数学教育論文発表会論文集p337-342
(9)　松原敏治（2006）　見取図指導についての一考察　立方体を例として　第39回数学教育論文発表会論文集p373-378
(10)　新算数教育研究会（2010）算数授業の新展開　４年生　東洋館出版社
(11)　新算数教育研究会（2010）算数授業の新展開　５年生　東洋館出版社