

小学校におけるロボット教材を用いた情報教育[†]

長嶺 成泰*・糀谷 隆雄**・伊藤 直美*・鈴木 研二*・針谷 安男*

宇都宮大学教育学部*

宇都宮大学大学院教育学研究科**

PISA調査など各種の調査から、我が国の児童生徒は、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題が見られることが明らかになった。このため、児童の思考力・判断力を高める教材題材の検討がされている。本研究では、児童の思考力・判断力を高める手法として情報教育における科学的な理解を育てる学習方法を開発することを目的とし、思考の手立ての比較、思考の手立てを活用するための題材の検討、その題材を用いた授業実践を行った。その結果、小学校でのフローチャートの学習方法を用いて児童に思考の手立てを身に付けさせる方法を提案することができた。

キーワード： 小学校教育，教育情報処理，情報処理教育

1. はじめに

新学習指導要領解説 総則編¹⁾には、「OECD（経済協力開発機構）のPISA調査など各種の調査からは、我が国の児童生徒は、思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題、知識・技能を活用する問題に課題が見られる。」と述べられている。与えられた情報の中で自分なりの考えを持つことや与えられた情報の中からどの方法を使えば最適かということを判断する力が求められている。このことを踏まえて、児童の思考力・判断力を高める教材題材の開発が必要となってきた。

小学校における思考力・判断力に関する研究は多数報告されている。その中で、小池の²⁾「考え、表現し、活用する力を高める理科指導の工夫ー「イメージ図」と「ことばつなぎ」を取り入れてー」では、図を活用することで、児童が考えやすくなったと報告している。小池が提示している「イメージ図」とは、子どもの自然事象に対する考えを子どもなりに表現したもので、その中に自然事象を理解する上での根拠を、目に見えない部分も含めて絵に表したり、ことばを添えて表現したりするものである。また、「ことばつなぎ」とは、自然事象における主なことばとことばを、その時の自然事象をおこすものの性

質を表すことばでつないで表現するものである。それぞれの実験の「ことばつなぎ」を行うことにより、最終的にはそれらの関連した自然事象を考える方向を広げることができるようになる。考えの手立てとして、図の活用は有効であると考えられる。

論理的に解決していくための処理手順として、フローチャートが挙げられる。茨城県の教育研修センター³⁾では、「中学校技術・家庭科の技術分野のD情報に関する技術でプログラムによる計測・制御で情報処理の手順を考えさせる時にフローチャートを使用することで、問題解決方法や具体的な処理手順を生徒に身に付けさせられる」と述べられている。

小学校では、フローチャート学習は情報教育における情報の科学的な理解に含まれる教育内容であり、フローチャートを学習することにより実生活での思考・判断が向上することを明らかにする必要がある。

そこで、本研究では、小学校における情報教育において情報の科学的な理解を育てる学習方法を開発することを目的とし、児童に適切な思考の手立てを検討し、その思考の手立てを活用するための学習方法や題材の選定、その題材を用いた授業実践について述べる。

2. 情報教育における3観点とその指導調査

教育の情報化に関する手引き⁴⁾では、小学校において身に付けさせたい情報活用能力として表1に示すように、目標の3観点と情報活用能力が示されている。ここでは、情報教育の指導内容を把握するた

[†] Narihiro NAGAMINE*, Takao KOUJIYA**, Naomi ITOH*, Kenji SUZUKI* and Yasuo HARIGAYA*; Information Education using Robot Teaching Materials in Elementary School

* Faculty of Education, Utsunomiya University

** Graduate School of Education, Utsunomiya University

め、栃木県のU地区の小・中学校の教員（配付 172 名・回収率 46％・小学校 50 名・中学校 28 名、平成 22 年 8 月実施）を対象にアンケート調査を実施した。

アンケートⅠでは、各校種別の情報教育担当者についての調査であり、その結果を表 2 に示す。小学校ではクラス担任が情報教育を行っている割合が 84％と高いことがわかる。また、コンピュータの授業を行っていない割合が 16％と、23 年度完全実施の割には高い値を示している。一方、中学校では、コンピュータ担当者など担任以外が教えている割合が 71.4％である。

アンケートⅡでは、情報教育における目標の 3 観点の指導内容の実施状況について調査した。表 3 に項目、結果を図 1 に示す。

表 1 情報教育における目標 3 観点

目標3観点	情報活用能力(小学校)
A 情報活用 の実践能力	・基本的な操作（文字の入力、・電子ファイルの保存整理など） ・情報手段の適切な活用（文字や画像などの情報の収集、比較、図表の作成など）
B 情報の科学的 な理解	情報手段の特性と情報活用の評価・改善（コンピュータなどの名称や役割、インターネットの基本的な特性を理解、）情報化活用・改善するための方法などの理解
C 情報社会に 参画する 態度	情報モラル （情報社会で適正に活動するための基となる考え方と態度）

表 2 アンケートⅠ

校 種	回答数 [%]			
	ア	イ	ウ	無回答
小学校	84.0	0.0	16.0	0.0
中学校	21.4	71.4	3.6	3.6

ア 担任（回答者本人）が教えている
イ コンピュータ担当者など担任以外が教えている
ウ コンピュータは授業で取り扱っていない

小学校で比較的良好に行われている情報の授業はアンケート項目②（74％）①（68％）⑮（68％）である。また、中学校で行われている上位 3 項目は②（89.3％）⑮（89.3％）①（78.6％）である。このことから小学校と中学校で重点的に行われている項目は同様な傾向であることがわかる。これらの項目は情報の目標 3 観点のうちの A・C の領域にあたる。そのため、A・C の内容はおおむね満足できている

と思われる。B の領域に関しては、今回の調査では、小学校において全く行われていない。また、中学校でもその実施割合は 10～40％であり、現行指導要領では選択指導内容であるためと考えられる。

このことは、「B 情報の科学的な理解」の重要性が認識されていないことや指導するための教材などが不足していると考えられる。特に小学校で B 領域を取り組める教材、題材が不足していることが考えられる。

表 3 アンケートⅡ

目標 の 3 観点	指 導 項 目
A	1 キーボードの文字入力（ローマ字で）
	2 インターネットの利用
	3 コンピュータでのメールの送受信
	4 表・グラフをコンピュータで作成
	5 イラストをコンピュータで描く
	6 プロジェクター及び電子黒板を利用した生徒の発表
	7 製作した電子ファイルの保存の仕方
B	8 コンピュータの各部の名称
	9 コンピュータの仕組み
	10 コンピュータの記憶の仕組み
	11 制御の仕組み（エアコンの温度調節の仕組み等）
	12 コンピュータに命令したもの（プログラム）
	13 プログラムを理解するための流れ図（フローチャート）
	14 プログラムでの計算方法（アルゴリズム）
C	15 情報発信による他人や社会に及ぼす影響について（ネットいじめ等）
	16 情報の信頼性について
	17 長時間使用することによる健康への影響について
	18 コンピュータウイルスについて
	19 著作権や肖像権について

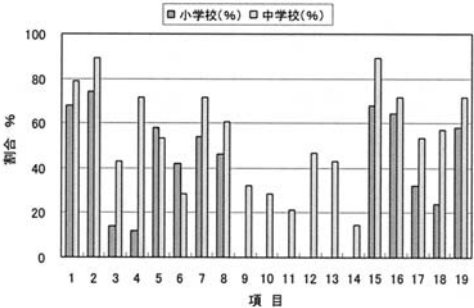


図 1 アンケートⅡの結果

3. 思考の手立てについて

情報教育の内容を満遍なく学習することが望まれる。情報教育における目標 3 観点のうち、B 情報の

科学的な理解の学習方法の改善が挙げられ、その手法として思考・判断の手立てなどについて検討する。

ここでは、思考の手立てとして、カード操作による思考法、ツリー図、ベン図、マトリックス図、フローチャートについてそれぞれの特徴を比較検討した。

3.1 カード操作による思考法

図2に示すカード操作による思考法⁵⁾とは、付箋紙などに思いつく言葉を一言書きにし、それを繋げていき文章にまとめて行く方法である。

第1段階では、考えなければならないテーマについて思いついた事をカードに書き出す。この時、1つの事だけを1枚のカードに書かなければならない。

第2段階では、集まったカードを分類する。この時、分類作業にあたっては先入感を持たず、同じグループに入れたくなったカードごとにグループを形成する。グループが形成されたら、そのグループ全体を表す1文を書いたラベルカードを作る。以後は、グループをこのラベルカードで代表させる。

第3段階では、グループ化されたカードを1枚の大きな紙の上に配置して図解を作成する。この時、近いと感じられたカード同士を近くに置く。そして、カードやグループの間の関係を特に示したい時には、それらの間に関係線を引く。関係線は隣同志の間でしか引いてはならない。

第4段階は、出来上がったカード配置の中から出発点のカードを1枚選び、隣のカード全てのカードに書かれた内容を、一筆書きのように書きつらねて行

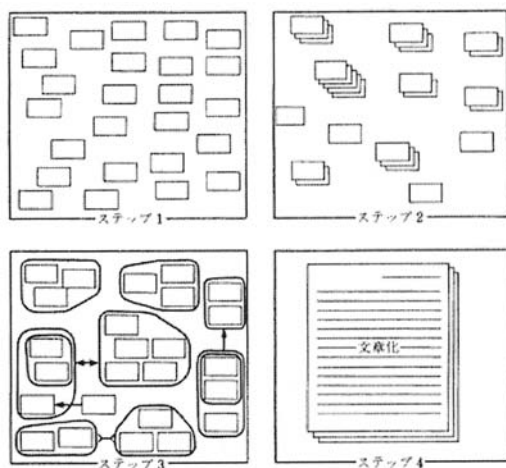


図2 カード操作思考法の4段階

く。この作業で、カードに書かれた内容全体が文章で表現される。

カード操作による発想法は、一斉教授でひとつの課題について全体で議論を深めていくという点では適しているが、一人で考えて答えを導き出すことには向いていない。技術の授業では、個人もしくは2・3人のグループで一つの課題に取り組んでいく学習スタイルとなる。

3.2 ツリー図

図3に示すツリー図⁶⁾は「四角」や「丸」、「三角」などの囲み図形を、階層的に並べて直線でつないだものである。分類図、組織図などもこれに含める。この図解の特徴としては必要な事項を過不足なくチェックできること、各事項の水準（レベル）を把握しやすいことが挙げられる。一方、相互に重なり合う内容の事項を構造化しにくいという難点もある。

必要な事項を過不足なくチェックできることは思考の手立てとして、有効であるが思考力・判断力を育成するためには、内容の事項を構造化しにくく、児童を混乱させてしまう可能性もある。

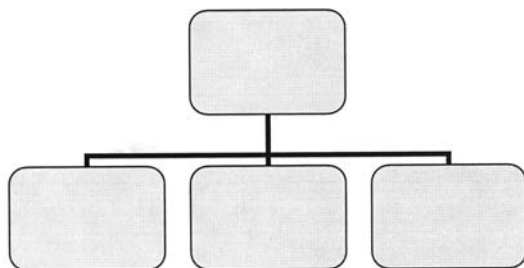


図3 ツリー図

3.3 ベン図

図4に示すベン図⁶⁾は、円や四角を組み合わせることで、概念や事項相互の関係を表現する図解で、内包外延図もこれに含めて考えである。

ベン図は、把握したい状況や課題が、ほかの状態や課題の一部であったり、同じ内容を含んでいたたりする、そのため、明確に分離、分類することが難しい内容を概念的に位置づけ、ほかの事項との関係を明らかにするのに適している。

ベン図は、把握したい状況や課題が、ほかの状態や課題の一部であったり、同じ内容を含んでいたたりする、そのため、明確に分離、分類することが難し

い内容を概念的に位置づけ、ほかの事項との関係を明らかにするのに適している。

ベン図は円でえがく場合には、4つまでえがけるが、4つ以上書くことができない。単純な課題を整理するには適しているが、複雑な課題を考える場合には対応できないなど応用性に欠ける。

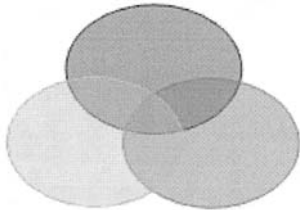


図4 ベン図

3.4 マトリックス図

図5に示すマトリックス図⁶⁾は、「行」と「列」で構成される複数のマス目が並んだものである。表もこれに含めて考える。マトリックス図は、状況の把握や分析が明確に行えるという利点と、分類項目や整理の軸を2つに絞る必要があるという欠点がある。

分類項目が2つの場合はとても整理しやすく、便利であるが、実生活では、必ずしも分類が2つに絞ることができないことが多い。そのため、応用性が低い難点がある。

		I 軸			
		1	2	3	4
II 軸	1				
	2				
	3				

図5 マトリックス図

3.5 フローチャート

図6に示すフローチャート⁷⁾はプログラムを理解するために使われる流れ図と呼ばれ、プログラムを組むとき、その設計、分析に使用される。その処理の流れが設計者はもちろん、他の人が見ても一見して理解できるように記述したものあり、フローチャートの記号は日本工業規格（JIS C 6270）で定義されている。

プログラムソースを作成する前にフローチャートを作成しておく、処理の流れが整理できてすっきりした分かり易いプログラムを組むことが出来る。

フローチャートは、情報教育以外の教科でも、算数の文章題や読解力を助ける手法として有効であり、児童が思考の手立てとして身に付けることができれば、思考力・判断力を高めることに繋がり、問題の整理ができる。

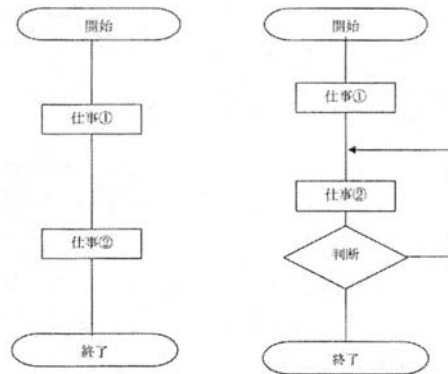


図6 フローチャート

3.6 思考の手立ての活用

児童・生徒の思考の手立てとしての図の活用に関して山菅ら⁸⁾が報告している。中学3年生に「プログラムによる計測・制御の学習」でフローチャートの学習の後、進路相談でフローチャートを利用して高校受験で悩んでいる生徒の受験校について整理させていた。その後のアンケート結果では、不安が解消された生徒が示され、フローチャートを使うことで、実生活の問題を整理させることができることを示している。

以上のように、子どもの思考力・判断力を助ける手立てとして各種手法がみられるが、フローチャートは其中で最も有効であると考えられる。中学生だけでなく、小学生にも具体的に用いて思考の手立てを助けることができると考えられる。児童を対象にフローチャートの学習の可能性・実生活の中で、フローチャートを活用することができる教材、題材を検討する。

4. 思考の手立てのための教材・題材

ここでは思考の手立てとして LEGO education WeDo⁹⁾（以下本教材と呼ぶ）に着目し、題材について検討した。本教材は、ブロックを用いて、製作品を作るを通して、機構やプログラムの学習ができる。また、それぞれ独自のストーリーが用意され、児童と教材を結び付け、児童の興味・関心を高める

工夫がされている。全部で11種類の題材が準備されている。これらは機構部の組み立て、プログラムを用いて動かす構成となっている。センサとしては、チルトセンサと赤外線センサの2つが準備されている。ここでは、それぞれの特徴から、フローチャートを使い、児童がそれぞれ独自のストーリーをせりし、思考力や判断力を高める学習の有効性について検討する。

(1) 題材1 (ワニ)

機構部の製作時間が20分で完成できる。構造としては、ワニの口の中に赤外線センサがあり、赤外線センサで口の中に何か入ると反応してモータが回って口が閉じる。構造が単純なため、児童には理解が容易となると考えられる。センサについても、赤外線センサを使用しているの、児童がどのようにセンサが感知しているのかが確認しやすい。そのため、児童は抵抗感を感じることなく作業に入れ、児童の思考の幅が広がると思われる。

応用性としては、構成が赤外線センサで感知して、口を閉じると児童にも理解しやすいので、構造を児童に考えさせるのに有効である。どのような動きをしているのかをフローチャートに描かせるということもできる。

(2) 題材2 (バード)

機構部の製作時間は15分である。カムとモータを使用し、鳥の羽をバタつかせるという構造になっている。センサは赤外線センサとチルトセンサの2つを使用しているの、センサの仕組みを児童が理解するためには、指導者の説明が必要である。

応用性としては、総合学習の時間などに、鳥について調べ学習させる際に導入として使用し、児童の鳥への興味関心を高めるのに適している。

(3) 題材3 (ライオン)

機構部の製作時間は15分で完成できる。構造としては、モータと傘歯車で構成され、モータが回転し、ライオンが立ち上がり同時に吼える。センサには、チルトセンサを用いている。チルトセンサが投げられると、ライオンが反応して、立ち上がるようにプログラムを組むことで、児童一人でもセンサと動きを理解することが容易にできると考えられる。そのため、構造が単純であり、児童の思考の幅が広がると思

われる。

応用性としては、機構が単純なので、チルトセンサの仕組みを児童に考えさせるのに有効である。また、ライオンをモデルにしており、児童には、興味関心が高められ、進んで題材に取り組み、自分なりのストーリーを考え出し、構成することが可能と思われる。

(4) 題材4 (飛行機)

機構部の製作時間は15分である。プログラミングに特化するための題材としては、適した題材である。しかし、センサと動作の関連性が児童には理解しにくいと思われる。なぜなら、飛行機が平行に飛んでいる時と、傾いた時でプロペラの回転速度が変化するために、チルトセンサで傾きを検知し、プロペラの回転速度を変えている。このため、センサがどのように作用して、プロペラの回転速度が変化していることが児童には理解しにくいと考えられる。

応用例としては、赤外線センサを使い、飛行機の前方に物体を感知したら、プロペラの回転を止め、回避する。物体が前方からなくなったらまた、プロペラを回すことが考えられる。

(5) 題材5 (モンキー)

機構部は、カムを用いていて複雑であり、製作時間が18分かかる。仕組みはモータの軸にカムが取り付けられてあり、その先にモンキーの両手が接続してある。カムの取り付け方を替えることで、リズムを変えることもできる。センサは使用していないので、児童にとって、仕組みの理解は容易であると思われる。

応用例としては、モンキーを使っていろいろな物を叩かせてリズムを取って遊ぶことが考えられる。また、そのリズムを児童が工夫することもできる。

(6) 題材6 (ヨット)

機構部は、クランク機構で構成している。製作時間は10分と他の題材よりも短い。センサはチルトセンサでバランスが崩れたことを感知し、音楽を変える。また、児童一人で仕組みを理解でき、本教材には、パソコン画面に場面に合った画像を映し出すこともでき、自分で工夫するのに使用できると考えられる。

応用例としては、画像と音楽を工夫して、自分な

りのストーリーを作ることができる。そのため、思考の手立てとして、フローチャートを基に児童が独自のストーリーを構成することができると考えられる。

(7) 題材 7 (スピナー)

機構部は、傘歯車と歯車を組み合わせてこま（スピナー）を回転させている。製作時間は12分と短い、赤外線センサで回転時間をカウントすることができる。児童はより長くまわそうと意欲的になると思われる。

応用例としては、歯車の組み合わせを変えることで回転時間を長くするよう工夫することやこまによる競技会をすることも考えられる。これらは、どちらも機構部の工夫で情報と関連性が薄い。機構部の学習をメインにする授業の場合は、この題材を導入に活用して子どもの意欲を促すことが十分できると思われる。

(8) 題材 8 (バード)

機構部の製作時間は10分である。「ベルトとプーリ」と歯車・傘歯車を活用し、回転する鳥を作っている。機構部の構造は単純である。

応用例としては、ベルトの付け方を変更することにより鳥の回転方向を変えることができる。機構部のベルトとプーリの学習には、児童が興味を示す題材である。

(9) 題材 9 (巨人)

機構部はウォームギアと「ベルトとプーリ」を使用している。センサには赤外線センサが使用されており、構造が複雑である。そのため、製作時間は20分要する。センサは赤外線センサを使用し、物体を感知したら、巨人が起き上がるようになっている。モータを左回りと右回りでは、同じパワー・待機時間でも巨人上げ下げするため、回転数が異なる。

応用例としては、機構部が複雑なため、機構部の学習が未履修の児童には、難しいかもしれない。しかし、機構部の学習を終えた児童には、最終課題でこの題材を使うことで、より定着すると思われる。

(10) 題材 10 (応援団)

機構部は、傘歯車・カムが2個、歯車が3個と大量の部品が使われている。センサには、赤外線セン

サでボールが跳んできたら歓声をあげるようにしている。

応用例としては、題材 11 ゴールキーパーと両方使用し、ゴールにボールが入ったら応援団が歓声を揚げて喜ぶようにすることができる。

(11) 題材 11 (ゴールキーパー)

機構部はベルトとプーリ、クランク機構を採用している。製作時間は15分である。赤外線センサをゴール裏に設置し、ゴール数をカウントすることができる。しかし、ゴールキーパーとゴール数のカウントは同時に動作させることができないことが、この題材の欠点である。

応用例としては、ゴールを奪ったときに歓声を上げるようにする。

以上を整理し、各題材のストーリー・製作時間・機構部・応用性を基に題材比較を表3に示す。

表3 題材比較

題材	製作時間	機構部	センサ	情報教育への 応用性
題材 1	20 分	・ベルト ・プーリ ・傘歯車	・赤外線 センサ	◎
題材 2	15 分	・カム	・赤外線 センサ ・チルト センサ	×
題材 3	15 分	・傘歯車	・チルト センサ	◎
題材 4	15 分	・歯車	・チルト センサ	○
題材 5	18 分	・カム	なし	◎
題材 6	10 分	・歯車	・チルト センサ	◎
題材 7	12 分	・歯車	・赤外線 センサ	△
題材 8	10 分	・ベルト ・プーリ	・なし	△
題材 9	20 分	・ウォーム ギア	・赤外線 センサ	×
題材 10	15 分	・傘歯車 ・カム ・歯車	・赤外線 センサ	△
題材 11	15 分	・ベルト ・プーリ	赤外線 センサ	×

この中から情報の科学的な理解の中のフローチャートを児童に身に付けさせるのに、適切な題材を比較してきた。その結果、本研究では、「題材1 ワニ」(図7)、「題材3 ライオン」(図8)、「題材5 モンキー」(図9)と「題材6 ヨット」(図10)が適切な題材と選定した。この4つの題材を用いて、フローチャートを身に付けさせるための授業実践で用いる。

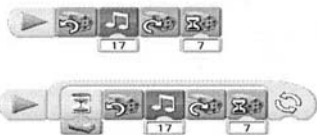
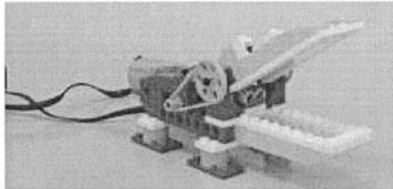


図7 題材1(ワニ)の概観とプログラム

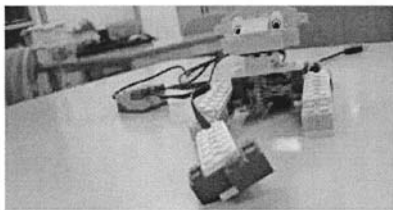


図8 題材3(ライオン)とプログラム

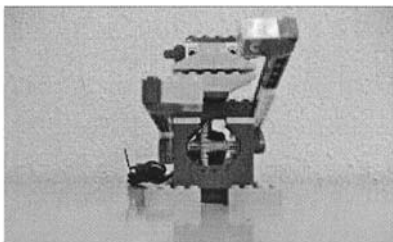


図9 題材5(モンキー)とプログラム

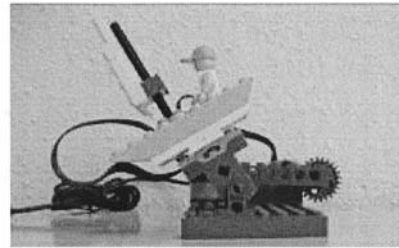


図10 題材6(ヨット)とプログラム

5. 授業実践と結果

5.1 授業実践

授業実践は、児童2名を対象に授業を行った。実施日は2010年12月28日である。授業時数は全部で4時間30分(45分×6回)とした。本授業のねらいはフローチャートの学習により、思考力への変様を調査することである。授業内容の概略を表4に示す。

表4 授業内容

時間	指導項目	主な学習活動
1	・機構部の製作	・機構部の製作とプログラムまで作成できる
2	・センサの使用 方法について ・フローチャートの考え方	・問題を解決する手立てとしてフローチャートの考え方を利用しようとする事ができる
3	・フローチャートのかき方	・フローチャートを正確にかき表すことができる
4	・プログラムの工夫	・よりストーリーに沿ったプログラムに改善できるよう工夫する
5	・プレゼンテーションの準備	・工夫した点をプレゼンテーションする
6	・プレゼンテーション	・発表会を行い、他の人の工夫点を共有する

その中で、フローチャートについて学習した時間(2, 3, 4 時間目)について、述べる。また、児童が選んだ題材は「題材1(ワニ)」と「題材6(ヨット)」である。思考力の変容については、PISA¹⁰⁾(平成17年1月)調査の問題を活用した。

2 時間目は、初めに、「人がお腹をすかせた時にどのような行動をするのか」を図に示すことを課題

として与えた。その後、二人にお互いがかいた図を黒板に描かせた。そこで、同じ内容を図に描いたのに違う図であることを確認し、他の人に伝えるときに同一の描き方があったほうが良いということを確かめ、フローチャートがあるということを伝え、次時の学習との関連付けをした。

3時間目は、フローチャートの記号や基本的な3つの型を説明した。その後に実生活を意識した判断力を要する問題を課した。その後、1時間目にそれぞれが製作したプログラムをフローチャートに描かせた。

4時間には、それぞれのストーリーのもとに考えたプログラムを作成することをねらいとし、機構部も改良する時間とした。

5.2 アンケート結果

事後アンケートでは、「考える力が大切だ」に対して、二人とも「そう思う」と回答し、児童に思考力の大切さが伝わったと言える。「判断できる力は大切だ」では、事前から、二人とも「そう思う」と回答していたので、判断力の大切さは普段の生活から実感していると考えられる。フローチャートについて、授業実践前は知らなかったが、授業実践後には「フローチャートは思考に役に立つ」や「フローチャートは使いやすい」と述べていることから、児童にも丁寧に教えれば、十分使いこなすことができるようになることが分かった。

思考力・判断力の変容については、PISA調査の問題を用い、事前・事後ともに実生活と密着した問題を選択して実施した。

児童Aは事前・事後ともに100%。児童Bは事前・事後ともに50%の回答であった。ここから、思考力・判断力の変容は見られなかった。

フローチャートの学習する時間を確保することや授業の工夫が必要と考えられる。

6. まとめ

本論文では、情報教育において情報の科学的な理解を育てる学習方法を開発することを目的とし、情報の科学的な理解に関する調査、そのための学習方法の提案と授業実践を行った結果、次のことが明らかにになった。

(1) 小学校では、情報教育の3観点のうち、「B 情報の科学的な理解」についての学習内容が行われて

いなく、その重要性の認識や学習教材などが不足していると考えられる。

(2) 小学校における「情報の科学的な理解」を学習する方法として、フローチャートを用いることが有効であり、そのためのプログラム学習と機構部の製作ができるブロックを用いた教材、題材を選定した。また、授業計画に基づいた授業実践を実施し、フローチャートの学習を通して児童に情報の科学的な理解を身に付けさせることができた。

今後の課題として、提案した学習計画、教材、題材を用い、さらに多くの授業実践を重ね、情報の科学的な理解や児童の思考力・判断力の育成に有効であるか確認することが必要である。

【参考文献】

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 総則編，東洋館出版社（2008）
- 2) 小池信晃：考え，表現し，活用する力を高める理科指導の工夫－「イメージ図」と「ことばつなぎ」を取り入れて－
- 3) 茨城県教育研修センター：新学習指導要領における計測・制御の学習指導について http://www.center.ibk.ed.jp/contents/kenshuushiryou/kyouka/gijutsu_katei/seigyo.pdf#search
- 4) 文部科学省：教育の情報化に関する手引き，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1259413.htm，（2009）
- 5) カード操作による発想法 <http://www.crew.sfc.keio.ac.jp/lecture/kj/kj.html>
- 6) 奥村隆一：5つの図で整理する自分の考えをまとめる技術，中経出版，pp. 30-35（2006）
- 7) 近藤和弘：フローチャートとは？，<http://www.eie.yz.yamagata-u.ac.jp/~kkondo/programming2/flowchart.htm>
- 8) 山菅和良，ほか：技術科教育における生徒の能力を生かした学習システムに関する研究，宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要，第33号，pp. 93-100，（2010）
- 9) LEGO education：WeDo，<http://www.legoeducation.jp/wedo/>
- 10) 文部科学省：PISA 調査（問題解決能力）の公開問題例 <http://www.ocec.ne.jp/linksyu/pisa/timss/mondaikaiketunou.pdf>