

# 高等学校情報科における「情報の科学的な理解」を深めるための授業設計 Instructional Design for High School Information Studies to Improve Students' "Scientific Information Comprehension"

伊藤 愛<sup>1</sup>、福田 敏代<sup>2</sup>、山口 真之介<sup>3</sup>、大西 淑雅<sup>4</sup>、西野 和典<sup>5</sup>

Ai Ito<sup>1</sup>, Atsuyo Fukuda<sup>2</sup>, Shin' nosuke Yamaguchi<sup>3</sup>, Yoshimasa Ohnishi<sup>4</sup>, Kazunori Nishino<sup>5</sup>

九州工業大学大学院情報工学研究科<sup>1</sup>、福岡県立八幡高等学校<sup>2</sup>、九州工業大学情報工学部<sup>3, 5</sup>、  
九州工業大学情報科学センター<sup>4</sup>

Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology<sup>1</sup>,

Fukuoka Prefectural Yahata High School<sup>2</sup>,

Faculty of Computer Science, Kyushu Institute of Technology<sup>3,5</sup>

Information Science Center, Kyushu Institute of Technology<sup>4</sup>

あらまし 2007年春、大学新入生を対象に実施した「情報診断評価テスト」で、「情報の科学的な理解」が不足していることがわかった。本研究では、米国の情報教育で提唱されているFITの概念に基づいた「情報の科学的な理解」を深める情報科の授業を設計した。さらに、その設計に基づいて、情報処理の過程である「入力処理・出力」の考え方を養い、日常生活に適用するための授業を実践した。その実践の方法および結果について考察する。

キーワード：情報の科学的な理解、FIT、授業設計、情報処理のプロセス、コード化

## 1. はじめに

高等学校情報科は、平成15年度に高等学校に導入された。「生きる力」の育成をねらいとする中で、情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てることを目標に新設された教科である<sup>(1)</sup>。情報科の目標は3つの観点から成り立っている。「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」、「情報社会に参画する態度」である。この3つはバランスよく育てる必要がある<sup>(1)</sup>。しかし、教育システム情報学会情報教育特別委員会が2007年度に実施した「情報診断評価テスト」では、「情報の科学的な理解」が不足していることや、情報に関する知識はあるがその応用ができていないことがわかった<sup>(2)</sup>。

日々発展する情報化社会に生きるには、常に新しい情報技術や情報機器に直面することが予測される。その度に自ら学び、それらを生活に取り入れていく必要があり、そのためにも全ての情報技術(以下ITと呼ぶ)の根本となる「情報の科学的な理解」を深めることは重要であると考える。

「情報の科学的な理解」を目的にした研究は、電子教材の開発をテーマにしたものが多い。金田らは2006年、情報の科学的理解を目標として、コンピュータのしくみなどの単元の学習教材を

開発した<sup>(3)</sup>。また、香山は2006年、飛行船制御の教育プログラムを開発し、「情報の科学的理解」の促進・定着をめざした<sup>(4)</sup>。

米国では、1999年National Research Councilが、これからの情報教育の目標として、個人が一生涯、ITを仕事や日常生活に有効に活用できるようになる能力の育成をめざすFIT(Being Fluent with Information Technology)<sup>(5)</sup>を提唱した。FITでは、ITの専門家の育成を目標とすることなく、万人を対象とした情報教育の在り方について述べられている。

本研究では、FITに基づいて、「情報の科学的な理解」を深めるための授業設計について提案する。また、「情報の科学的な理解」の学習単元を用いて、その授業設計を実践し、考察する。

## 2. 「情報の科学的な理解」を深める授業設計

### 2.1 FITと「情報の科学的な理解」

米国の情報教育が目指しているFITは、情報技術(IT)に堪能である(Fluent)ことを意味している。「FITである人」は、一生涯、ITを仕事や日常生活に有効に活用していくことができる。FITでは、それまでの情報リテラシー重視の情報教育ではなく、個人が自分の力で、必要

に応じて新しい技術を学んでいくことができる能力を身につけることが重要であるとされている。

FIT には、大きく分けて3つの能力の育成目標があり、それらをバランスよく学ぶことが必要である。それぞれには10項目の具体的内容がある。

### ① ITのスキル

1. パソコンのセットアップ
2. OSの利用
3. ワードプロを利用したテキスト文書の作成
4. グラフィックス、アートワークパッケージの利用
5. コンピュータのネットワーク接続
6. インターネットを利用した情報や資源の検索
7. コンピュータを利用したコミュニケーション
8. 表計算ソフトの利用
9. データベースソフトの利用
10. 教材を利用した新しいアプリケーションの使い方の学習

### ② ITの基礎概念

1. コンピュータ
2. 情報システム
3. ネットワーク
4. 情報のデジタル表現
5. 情報組織
6. モデリングと抽象化
7. アルゴリズムの思考とプログラミング
8. 普遍性
9. 情報技術の限界

### 10. 情報およびITの社会的影響

### ③ 知的能力

1. 持続的な推論
2. 複雑な問題の処理
3. 解決策のテスト
4. 失敗の中から原因をさぐる能力
5. 情報構造の設計、情報検索、情報評価
6. 協同作業する能力
7. 他者とのコミュニケーション
8. 予期せぬ出来事の前測
9. 技術の変化の前測
10. ITについての抽象的考察

学習指導要領<sup>(1)</sup>によると、「情報の科学的な理解」とは、「情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解と、情報を適切に扱ったり、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法の理解」のことである。「情報のデジタル化」や「コンピュータの仕組みと働き」のような学習分野があり、②ITの基礎概念の内容とは

ほぼ同様である。

FIT においては、②ITの基礎概念は③知的能力の基礎となる概念であり、③知的能力は、②ITの基礎概念を日常生活に応用したものであると言える。

本研究では、②ITの基礎概念を応用して③知的能力を身につけることが、「情報の科学的な理解」を深めることであるとする。そこで、③知的能力が養われるような授業を設計し実践する。

## 2.2 授業設計

一般的に、授業において、ある科学的な概念を理解させるときに用いられていると考えられる授業設計を図1に示す。

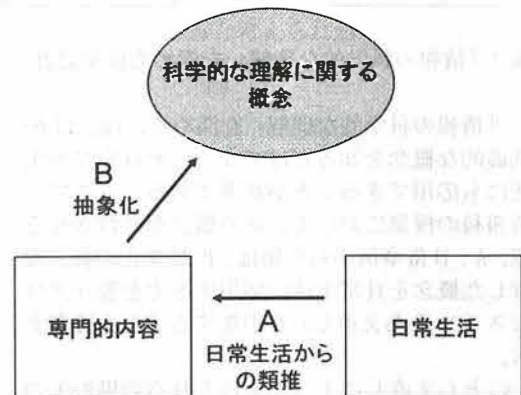


図1 科学的な理解を学習するための授業設計

これは、ある概念を理解させるために、まず、日常生活でそのことに関係する事例を示し、そこから、その教科内容に関わりのある専門的内容を提示して理解させ(A:日常生活からの類推)、その後、その内容を一般化する(B:抽象化)という教育方法である。以下に理科における一例を示す。

例) ものが溶けているという概念を理解させる

- 1) インスタントコーヒーを湯と水に溶かし、溶け具合を比べる
- 2) ホウ酸を湯に溶かし、温度を下げて結晶を析出させる
- 3) 電解質が溶けるときに、温度依存性があるという概念を理解する

ここでは、1)→2)がA:日常生活からの類推の過程であり、2)→3)がB:抽象化の過程である。

次に、「情報の科学的な理解」を深めるための授業設計を図2に示す。

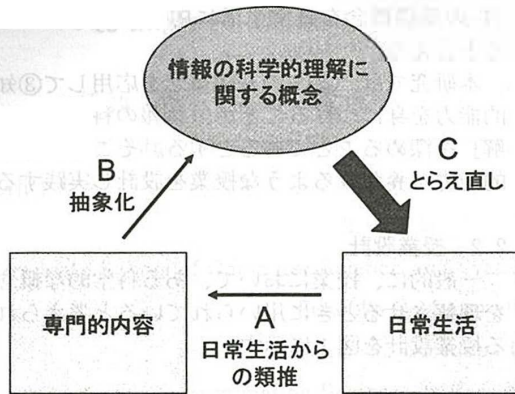


図2 「情報の科学的な理解」を深める授業設計

「情報の科学的な理解」を深めるには、ITの基礎的な概念を知るだけでなく、それを日常生活にも応用できることが必要である。そこで、情報科の授業において、ある概念を学習させる際、A: 日常事例からの類推、B: 抽象化の後、理解した概念を日常生活に応用する力を養うプロセス (C: とらえ直し) を追加することを提案する。

C: とらえ直しによって期待される効果の1つに、自立的思考 (radical thinking) <sup>(6)</sup> の育成がある。

自立的思考とは、固定的な見方に束縛されることなく、自己の概念構造や考え方などを再度内省し、対象の本質を見抜くような創造的な思考形態である。情報科の目標 <sup>(1)</sup> の1つとして、情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てることがあるが、自立的思考を養うことは、主体的に対応できる能力の育成に貢献するものであると考えられる。

とらえ直しによって、自立的思考が育成される。また、自立的思考の育成によって、FITの③知的能力が養われる。

### 3. 授業実践

#### 3.1 授業の内容

前述した授業方法を用いて、授業を実践した。実践する授業内容は、2.1に示すFITの②ITの基礎概念に関係する以下の2つの内容にした。

##### (1) 情報処理のプロセスの概念

情報処理のプロセスの概念は、②ITの基礎概

念に関係が深い。例えば、②ITの基礎概念の内容のうち、「4. 情報のデジタル表現」では、アナログ情報が入力されて (入力)、サンプリング・コード化を通してデジタルに変換され (処理)、デジタル情報となる (出力) 過程を情報処理のプロセスの概念であると言える。また、「1. コンピュータ」では、入力機器、本体、出力機器の関係をそのまま、情報処理のプロセスの概念と考えることができる。また、この概念は、③知的能力の「4. 失敗の中から原因をさぐる能力」に応用することができると思う。

以上の理由から、情報処理のプロセスの概念を授業の内容とした。

##### (2) コード化の概念

多くの情報を整理したり、必要な情報を多くの情報の中から探し出すためには、コードをつけることが必要である。情報のコード化によって、合理化・省力化などが図られる。コード化の概念は、②ITの基礎概念における「5. 情報組織」に関わっていると考える。またこの概念は、③知的能力の「5. 情報構造の設計」に応用することができる。

以上の理由から、コード化の概念を授業の内容とした。

#### 3.2 授業計画

授業を以下のように実践した。

- 対象: 福岡県の県立高校1年生  
普通科、理数科 約320名
- 期間: H19年11月~12月 6時間/1クラス
- 実施場所: コンピュータ教室
- 学習単元: 情報機器のしくみと歴史  
情報の表現と伝達  
コンピュータのしくみと歴史
- 単元目標:
  - ・入力→処理→出力の考え方を知り、日常生活の問題解決などに役立てることができる。
  - ・身のまわりに見られる情報機器について、その機能と役割を理解させる
  - ・コード化の利点について知り、検索のしくみをつくることで、身の回りにおける検索システムを身近に感じたり、身の回りの情報をよりよく整理する方法などについて考えることができる

#### 3.3 授業事例

授業事例を2.2授業設計の図2: 「情報の科学的な理解」を深めるための教育方法に関連づけて示す。



(1) 事例1：情報の処理プロセスの概念に関する授業

以下の i) ~ iv) の順で授業を行う。

- i) 日常生活に関わりの深い電化製品を使用するときの状態を考えさせ発表させる  
例) 洗濯機
  - ・洗濯物を入れてボタンを押す→洗濯機が回る →洗濯物ができる
- ii) それを入力・処理・出力の段階に分けてコンピュータの働きを意識して考えさせる
  - ・ボタンを押すと、洗濯機のコンピュータはボタンが押されたことを認識し洗濯機を回すように命令する (入力)
  - ・プログラムに従って洗濯機を回す (処理)
  - ・すべてのプログラムを終了したら、終了の知らせ (ブザー) を鳴らして洗濯が完了したことを知らせる (出力)
- iii) FITの②ITの基礎概念「1. コンピュータ」に関連して、周辺機器の役割としくみ (専門的内容) の説明をすることを通して、情報処理のプロセスの理解をさせる
  - ・キーボードから文字が入力されて (入力) Word を用いて文字を加工して (処理)、印刷される (出力) までのデータの流れを情報処理のプロセスに従って説明する
  - ・マウスのしくみについて情報処理のプロセスに従って説明する
  - ・ディスプレイのしくみについて情報処理のプロセスに従って説明する
- iv) 日常生活に、情報の処理プロセスの概念を応用させるとどのようになるかを考えさせ記述させる

ここで、i) → iii) の過程が図2における「A:日常生活からの類推」である。また、iii) の専門的内容の事例から情報の科学的な理解の概念 (情報の処理プロセスの概念) を把握することが、図2における「B:抽象化」である。iv) が、図2における「C:とらえ直し」である。

(2) 事例2：コード化の概念に関する授業  
以下の i) ~ vi) の順で授業を行う。

- i) 40人分の架空の生徒のExcelデータ (出席番号、名前、住所) を使って、日常的に使われている住所に、独自の郵便番号をつけさせて、郵便番号に意味があることを理解させる  
例) 北九州→1、八幡西区→2 など
- ii) その郵便番号の順に名簿をソートさせて昇

順に並ぶことを経験させる

- iii) 名簿の並び順をランダムにし、その後、元のように並び替えるにはどうしたらよいかを考えさせる。②ITの基礎概念の「5.情報組織」に関連して、出席番号 (コード) をつけることの重要性 (専門的内容) を理解させる
- iv) ②ITの基礎概念の「5.情報組織」に関連して、出席番号を入力すると、名簿の表から、その出席番号の生徒の名前と住所が表示される検索のしくみ (専門的内容) をExcelで作らせる
- v) 身の回りにあるコード化されているものの例を思いっただけあげさせ、記述させる
- vii) 身の回りのもので、コード化の工夫をするとう便利になると考えられるものについて考えさせ、記述させる

ここで、i) → iii) の過程が、図2における「A:日常生活からの類推」である。また、iii)、iv) の専門的内容の事例から情報の科学的な理解の概念 (コード化の概念) について把握することが、図2における「B:抽象化」である。v)、vii) が図2における「C:とらえ直し」である。

## 4. 結果と考察

### 4.1 事例1の考察

事例1の実践の結果を考察する。

iv) で、情報処理プロセスの考え方を日常生活へ応用するとどうなるか考えさせ記述させた結果の事例 (一部) を表1に示す。

表1 情報処理プロセスの日常生活への応用

生徒	事例 (入力→処理→出力)
A	運動する量の目標を決める→目標達成するように運動する→体力がつく
B	悪いことをした子供にお母さんが注意する→子供が「いけない」と理解する→もうしなくなる
C	目覚まし時計の時間をセットする→目覚ましがなる→人が起きる
D	食べ物を食べる→体内に吸収されて栄養がつく→元気になる
E	図書館に行く→本を読む→読解力が上がる

表1はとらえ直しによる結果である。

さらに、それぞれの事例について、情報処理のプロセスの観点から、より良い出力結果を出す（改善策）にはどうしたらよいかを考えさせ記述させた。結果（一部）を表2に示す。

表2 出力をより良くするための改善策

生徒	改善策
A	より高い目標を設定する
B	子供がより理解しようと思う（出力までの時間を延ばす）
C	目覚まし時計に5分おきのスヌーズをつける
D	バランスのよい食べ物を食べる
E	図書館に行く回数を増やしてたくさんの本を読む

生徒AからEの出した改善策は、それぞれ、入力・処理のプロセスを意識したものであるといえる。

例えば、生徒Aは、改善案を「より高い目標を設定する」としているが、それは入力部分の、「運動する量の目標を決める」を受けているものと考えられる。また、生徒Bの記述「子供がより理解しようと思う（出力までの時間を延ばす）」からは、明らかに、処理の部分の改善によって、出力がよりよくなることを考えたことが分かる。また、生徒Eの改善案は、「図書館に行く回数を増やしてたくさんの本を読む」であるが、これは入力の部分の「図書館に行く」と出力の部分の「本を読む」の両方を意識した改善案であると考えられる。

情報処理のプロセスの概念を日常生活にとらえ直し、より良い結果を導くにはどうしたらよいかを考える経験をしたと言える。このことから、自立的思考をするきっかけとなったと考えられる。また、日常の問題を解決するときの新たな考え方として、情報処理のプロセスの概念を認識したと言える。

授業後に記述させた感想からも、「入力→出力→処理、これが生活に当てはまるものがいっぱいあったというのがおもしろい」など、情報処理のプロセスの概念を日常生活にとらえ直すことを肯定的に受け入れていると思われる意見が多くあった。

#### 4.2 事例2の考察

事例2の実践の結果を考察する。

v) において、身の回りのコード化にはどのようなものがあるか考えさせ記述させた結果

(一部)を図3に示す。

バーコード、暗号、八高生が自転車の後ろにつけるプレート、CDのトラック番号、国番号、Gコード、受験番号、背番号、携帯の暗証番号、ファイルのサイズ（A4とか）、商品番号

図3 身の回りのコード化

図3はとらえ直しによる結果である。さらに、vi) において、身の回りにあるもので、コード化すると便利になると思われるもの、またその理由を考えさせ記述させた結果（一部）を表3に示す。

表3 コード化すると便利になるもの

生徒	コード化するもの	理由
A	あいさつ	コード化すれば、敬語と一般の言い方を区別しなくてすむ。でもコミュニケーションはとりにくくなるかも。
B	個人情報	他の人に大事な情報を知られずにすむから
C	飛行機や電車の行き先	漢字などが読めなくても、数字なら簡単に伝わるから。
D	成績	自分だけが分かるように設定すれば、他人にばれずにすむから。
E	授業名	教科書をその順に並べておくと、取りやすい。
F	パズルの裏に番号をつける	組み合わせられないときに、それを見て完成させることができる。
G	料理屋のメニュー	いちいちメニューを言わなくてもいい、外国でも番号を言えば伝わるから。

コード化という概念を理解しとらえ直すことで、身の回りのすでにあるものから、新たなものを創造している。例えば、生徒Gのように、「料理屋のメニュー」を全世界共通の番号にして、外国に行っても通じるようにするなどである。また、生徒Aのように、「あいさつ」をコード化することで、敬語と一般のあいさつを区別しなくてよくなるという反面、コミュニケーションがとりにくくなるという

考察をした生徒もいた。

これらのことは、自立的な思考<sup>(6)</sup>である、固定的な見方に束縛されることなく対象の本質を見抜く創造的な思考形態をしているといえる。

#### 4.3 アンケートからの考察

授業実施の前後で、以下の問いについて選択式のアンケートを実施した。その結果を示す。

Q1: 出力装置として、当てはまるものはどれか。

- ・実施前：正答率（50%）
- ・実施後：正答率（82%）

Q2: 身近な情報機器のしくみについて説明できますか。

- ・実施前：できる（8%）できない（92%）
- ・実施後：できる、どちらかと言えばできる（39%）  
できない（59%）

Q3: コード化の利点を述べなさい。

- ・実施後：・検索をするときに役に立つ  
・順序通りに並べたいときに便利  
(一部)

Q4: 身近な情報機器が壊れたとき、その原因を探ろうと思いますか。

- ・実施前：思う（18%）思わない（82%）
- ・実施後：思う、どちらかと言えば思う（67%）  
思わない（33%）

Q1、Q2、Q3の結果により、②ITの基礎概念に関する知識が身についたと考えられる。②ITの基礎概念は、③知的能力の基礎となる概念なので、身につけておくべき必要がある。

また、Q4の結果により、授業を通して、情報機器における問題が起こったときに、自ら解決しようという意識が高まったといえる。

#### 5. おわりに

本研究では、FITに基づいて、「情報の科学的な理解」を深める授業設計を行い、授業を実施した。本授業の実施によって、生徒は、「情報の科学的な理解」の概念の1つである、情報処理のプロセスの概念とコード化の概念を理解した。また、その概念を日常生活に応用する「とらえ直し」を経験をした。

「とらえ直し」をすることは、自立的思考をすることにつながる。授業の前後で実施したアンケートから、授業によって、情報機器のしくみに関する関心や、主体的に情報機器に関する問題を解決しようとする意欲が高ま

ったという結果からも、授業内容に関係していることに関して、自立的思考をするようになったと考えられる。また、事例1や事例2の結果からも、自立的思考をするきっかけとなったと考えることができる。また、事例1から、③知的能力の「4. 失敗の中から原因を探る能力」のような問題解決につながる能力も身についたと考えられる。

よって、この教育方法は、「情報の科学的な理解」を深めることに貢献するものであると考えられる。

今後は、この教育方法を用いて、他の「情報の科学的な理解」の内容でも授業を実施し、方法の有効性についてさらに検討していきたい。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 H19 年度基盤研究 C（課題番号 19500807）の助成を受けている。

#### 参考文献

- (1) 文部省，“高等学校学習指導要領解説情報編”，開隆堂出版株式会社（2000）
- (2) 伊藤愛，白石剛一，山口真之介，大西淑雅，西野和典：“高等学校「情報」に関する理解の調査と考察”，日本情報教育開発協議会第3回全国大会公演論文集 pp. 135-138 (2007)
- (3) 金田忠祐，高橋参吉，西野和典，松永公廣，下倉雅行：“情報の科学的理解を目標とした教材開発”，教育システム情報学会研究会報告 Vol. 6, pp. 1-4 (2006)
- (4) 香山瑞恵：“「情報の科学的理解」の促進・定着のための飛行船制御プログラム”，日本情報教育開発協議会第2回全国大会論文集 pp. 93-96 (2006)
- (5) National Research Council (1999), “Being Fluent with Information Technology”, National Academy Press
- (6) 岡本敏夫，生田孝至，近藤勲，近藤喜美夫，西之園晴夫，永野和男，矢野米雄 (2002), 「インターネット時代の教育情報工学1 ニューパラダイム編」，森北出版株式会社