

## 「情報C」における情報科学的な教材について

喜 田 英 昭

2003年度から各高等学校において教科として「情報」が必修となる。本校においては、生徒の状況をふまえて「情報C」を実施する予定である。「情報C」は、情報の表現方法やコミュニケーションについての学習、調査活動を通して「情報活用の実践力」を高め、「情報社会に参画する態度」の育成を重視し、また、情報機器や情報通信ネットワークの仕組みや特性など「情報の科学的な理解」についても併せて育成することを目標とした科目である。この科目は、情報社会やコミュニケーションに興味・関心を持つ生徒が履修することを想定しており、自然科学系というより人文系科目である。

しかし、中学校までの情報教育を勘案すると、情報社会的な内容、情報リテラシー的な内容のみならず、数理科学的な側面を含んだ情報科学的な内容も必要ではないであろうかと考えられる。

そこで、本稿では、「情報C」のカリキュラムにおける学習内容を分類し、情報科学的な内容を抽出し、その内容の考察を行い、指導事例を提示する。

### 1. 「情報C」のカリキュラム

「情報C」の目標は、「情報のデジタル化や情報通信ネットワークの特性を理解させ、表現やコミュニケーションにおいてコンピュータなどを効果的に活用する能力を養うとともに、情報の進展が社会に及ぼす影響を理解させ、情報社会に参加する上での望ましい態度を育てる」<sup>1)</sup> ことである。つまり、「情報C」においては、主に情報機器などのマルチメディアや情報通信ネットワークを活用しての情報の表現やコミュニケーションに関する実習や高度情報通信社会の発展やその影響などを知識的に理解し、積極的に情報社会に参画するための在り方を考察するなどの学習が考えられる。

しかし、中学校の技術分野における情報教育は、主として情報機器の操作や活用方法などを育成する分野、情報伝達のマナーや著作権などの情報社会で必要な社会観や倫理観を育成する分野から構成されていることを考慮すると、高等学校「情報C」においては、情報社会的な内容よりも数理科学的な要素を含んだ学習内容を取り入れる必要があると考えられる。

そこで、先行研究<sup>2)</sup> では、中学校段階までの情報教育をふまえて、情報科学的な教材を付加し、「情報C」のカリキュラムを次のように提案した。(先行研究においては評価の観点を加えていたが、本稿では内容のみ表記する。)

表1 高等学校「情報C」のカリキュラム  
 (単元名、学習内容は文献<sup>3)</sup> を参照。下線部分が追加した内容)

単 元 名	学 習 内 容 ・ 学 習 目 標
●情報機器の発達とデジタル化 ・わたしたちの暮らしの中の情報 ・情報のデジタル化 ・情報の価値	・身のまわりの情報機器について、その種類と特性や、デジタル化により統合的に取り扱うことができることを理解する。 ・情報のデジタル化の仕組みや、またデジタル化のメリット、デメリットについて理解する。 ・「情報」というものを考えるときに、「情報量」と「情報の価値」について考えることで、情報の量の持つ意味について理解し、具体的な情報について情報量や情報の価値を判断できるようになる。
●ネットワークとコミュニケーション ・社会で利用されている情報システム	・社会で利用されている情報システムの種類と特性について理解する。 ・情報通信ネットワークの仕組みとセキュリティを確保するための工夫について理解する。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワークの仕組み</li> <li>・効果的な校内 LAN の構築</li> <li>・学級紹介 Web ページの作成</li> <li>・マルチメディアの特徴</li> </ul> <p>●情報化の光と影</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報化の恩恵</li> <li>・情報化が内包する問題</li> <li>・情報化の二律背反</li> </ul> <p>●情報通信社会を築く</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ネットワークが変える社会</li> <li>・情報産業・情報通信産業の発達</li> <li>・情報通信社会を進展させ、守っていくには</li> </ul> <p>●総合実習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・総合実習の進め方</li> <li>・総合実習の実際</li> <li>・総合実習の実践例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・情報伝達の速度や容量を表す単位について理解し、情報通信を速く正確に行うための基本的な考え方を習得する。</li> <li>・校内 LAN の設計など具体的な課題に対し、情報を収集し、分析を行い、工夫して設計し、効果的なネットワークの分析、設計、構築を行う。</li> <li>・身近な情報を題材として取り上げ、コンピュータなどのマルチメディアを用いて文字・音声・画像などの多様な形態の情報を統合的に取り扱い、その特徴や利用の方法を習得する。</li> <li>・メディアの意味や種類について理解し、マルチメディアのハードウェアやソフトウェアについては実際に操作しながらそれらの特徴について理解する。</li> </ul> <p>・多くの情報が公開され流通している実態があり、その中で自分に必要な情報を取捨選択ができ、また自分で情報発信ができるようになる。それらを通して、情報の保護の必要性及び情報の収集・発信に伴って発生する問題と個人の責任について考える。</p> <p>・現代社会の問題の解決に情報ネットワークがどのように寄与できるかを考え、情報を収集し、それらを分析、判断し、自ら工夫したよりよい高度情報通信社会の構築案を制作する。</p> <p>・社会の高度情報通信化による産業構造の変化や、情報産業・情報通信産業の確立、また情報産業の多様化などの高度情報化社会の現状について理解し、これらの社会を進展させ、よりよく生きていくための在り方について考える。</p> <p>・これまでの学習をふまえて、情報社会に関するテーマを設定し、調査、考察、研究、発表、評価を通して、自己学習力、問題解決能力を高める。</p> <p>・総合実習において、情報の収集、発信、発表を行う中で、効率的にマルチメディアを活用し、伝えたい内容を効果的に伝える方法を習得する。</p> <p>・情報の発信において情報通信ネットワークを活用し、効果的なコミュニケーションを行うことで、情報の表現やコミュニケーションに関する技法を習得する。</p>
--	---

## 2. 学習内容の分類

文献<sup>4)</sup>では、情報教育をそれぞれの観点から3つに分類している。

- (1) 情報リテラシー教育：情報教養としての教育
- (2) 情報技術教育：コンピュータを前提として工夫・創造する能力を育てる教育
- (3) 情報科学教育：コンピュータを前提とはしないが、数理的・論理的な考え方を育成する教育

さらに教科「情報」について「いずれの科目（「情報A」、「情報B」、「情報C」）を選択するにしても、中学校までの情報教育をふまえ、より一層深化した内容、すなわち数理的な基礎をもった情報科学的内容にまで踏み込んだ情報教育というものが必要である」と述べられている。

この観点に従って表1の学習内容を分類してみると、

- (1) 情報リテラシー教育に関するもの
  - ・わたしたちの暮らしの中の情報
  - ・情報化の恩恵
  - ・情報化が内包する問題

- ・情報化の二律背反
  - ・ネットワークが変える社会
  - ・情報通信社会を進展させ、守っていくには
- (2) 情報技術教育に関するもの
    - ・学校紹介 Web ページの作成
    - ・マルチメディアの特徴
  - (3) 情報科学教育に関するもの
    - ・情報のデジタル化
    - ・情報の価値
    - ・効果的な校内 LAN の構築
    - ・情報産業・情報通信産業の発達

と分類できる。この分類によれば、情報リテラシー教育に関するものが多く、情報技術教育、情報科学教育に関するものは比較的少ない。また、学習指導要領解説<sup>1)</sup>では情報科学的内容の取り扱いについて「情報通信ネットワークの仕組みに重点を置いてある程度詳しく扱う。」「詳しくといっても、数理的、技術的な内容に深入りすることは意味していない。」と、情報科学的内容については、その理論的な中身まで詳しくは取り扱わないと明記されている。

しかし、現在の社会の高度情報化を踏まえると、単に情報リテラシーがあり、情報技術能力もあるというだけでなく、それらに応用するための理論的な基礎も必要ではないのだろうかを考える。確かに、中等教育段階においては、「情報リテラシーの育成」に重点が置かれるということには何も問題はないと考えるが、高等学校段階においては、更に深化して、情報に関する数理的な部分についても学習することにより、情報活用の理論的な裏付けとすることができるのではないだろうか。

そこで、以下の節において、情報科学的な内容として、「情報のデジタル化」の一分野である「画像情報のデジタル化」について、理論的な内容の考察を行い、実際の指導例を提示する。

### 3. 「画像情報のデジタル化」についての情報科学的な考察

本節においては「画像情報のデジタル化」にて取り扱われる内容について、文献<sup>5),6)</sup>を参考にし、情報科学的に、理論的な内容の考察を行う。

#### ①画像処理

画像処理の分野における画像とは、人間の視覚に訴える情報の形態である。人間を含めたほとんどの動物は視覚により世界の情報の90%以上を得ているといわれている。よって視覚から得られるこれらの情報は画像情報として扱われる。画像情報を効果的に処理するためには、画像処理が必要であり、その画像処理を専門的に処理する理論と応用を研究する学問分野は画像工学と呼ばれている。

画像情報とは、ある形状を特徴付ける情報である。動物は容易に画像を認識することができるが、コンピュータに画像を認識させることは容易なことではない。画像には平面で表される2次元画像と空間上で表される3次元画像がある。そして、両画像ともに他データと比較して多くの情報量を含んでいる。

そこで、画像情報は波動によって間接的に記述される。波動には、電磁波、弾性波、物質波があり、ある対象の形状の情報を得るためには、波動の形で観測する必要がある。そして、画像情報は各種の画像化装置によって視覚から認識できる状態に画像化される。

従来、写真などの画像情報はアナログ量（連続量）で処理されていた。画像情報をアナログ量として扱うことは、人間にとって自然な考え方である。それは、人間が認知する視覚情報は基本的にアナログ量だからである。しかし、コンピュータ技術の急

速な発展により、画像情報をデジタル量（離散量）として扱うことが可能となった。

よって、画像処理は、アナログ画像処理とデジタル画像処理に分類される。アナログ画像処理では、画像はアナログ量として処理され、その代表としては、写真術などがある。アナログ画像処理のメリットとしては、高速処理が可能であるという点が挙げられる。一方、デメリットとしては、画像処理の手法が複雑であり、その精度も低く、画像の再現性に問題があることが挙げられる。

デジタル画像処理では、画像をデジタル化して処理を行う。デジタル画像処理の利点としては、画像処理の手法が単純であり、精度も高く、保存が容易であり、再現性が高いことが挙げられる。一方、デジタル画像処理の欠点としては、高速処理が困難であることが挙げられる。しかし、前述のようにコンピュータの性能の向上により現在ではこの点についてはさほど問題ではない。

従って、現在の画像情報処理では、デジタル画像処理が主流となっている。

#### ②画像のデジタル化

現在の画像処理の中心はデジタル画像処理である。しかし、通常目にしての画像はアナログ画像であり、これをコンピュータでデジタル画像処理するには、画像情報をデジタル画像に変換して、それから画像処理を行う必要がある。このようなアナログ量からデジタル量への変換は、AD変換と呼ばれており、画像処理や信号処理などの分野で使用されている。アナログ量およびデジタル量は電気的な信号として解釈される。

さて、AD変換では、標本化と量子化と呼ばれる処理が行われ、アナログ画像はデジタル画像に変換される。

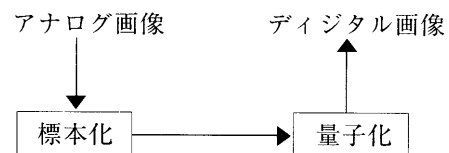


図1：AD変換の概要

なお、デジタル量からアナログ量への変換はDA変換と呼ばれている。

このAD変換について詳しく述べる。最初の処理である標本化は、空間的（または時間的に）連続した画像を離散的（不連続）な点の集合に変換する処理である。デジタル画像は点の集合と考えられるが、このデジタル画像を構成する点は画素と呼ば

れる。なお、静止画像では空間の標本化のみでよいが、動画では時間の標本化により静止画像の系列となり、各静止画像についての空間的な標本化が行われることになる。

標本化によりアナログ画像は画素の集合に変換される。この画素を格子状に配置するためのいくつかの方法がある。最も一般的な方法は、画素を正方形の上に配置する正方格子であり、他の配置方法としては、正三角形格子や正六角形格子などがある。

正方格子では、アナログ画像は標本化により画素は長方形の格子の上に配置される。ここで、各画素は格子のマスの部分に配置されるが、その濃度（明るさ）により画像情報を表現している。例えば、 $x$ （横）方向に  $n$  個、 $y$ （縦）方向に  $m$  個の格子（マス）を用意すれば、 $n \times m$  個の画素から構成される画素を標本化することができる。当然のことであるが、画素が多い画像ほどなめらかで、きれいな画像となるが、情報量は多くなる。

アナログ画像に対して標本化が行われた後、量子化が行われる。量子化とは、標本化された画像の濃度を離散的な値に変換する処理である。標本化により格子状に配置された各画素は濃度を持っているが、濃度値はアナログ値である。その値をいくつかの離散的な値に対応付けることが量子化である。

量子化された濃度値は、量子化レベルと呼ばれる。今、標本化された画素を構成する画素の座標を  $(x, y)$  とし、画素の濃度を  $f(x, y)$  とする。白黒画像の場合、 $f(x, y)$  の値は 0 か 1 となる。量子化された各値は符号化され、0 と 1 の並びである 2 進数に変換される。

ここで量子化レベルの数は階調数と呼ばれる。従って、一般に、階調数が大きくなるほど画像の画質は良くなる。例えば、階調数を 2 進数の 8 桁（これを bit [ビット] という）で表すと、 $2^8=256$  個の濃度値を表現することができる。ここで 2 進数の 1 桁は 1 ビットに対応する。よって  $n$  ビットの階調数は  $2^n$  の値を取る。

階調数が 1 ビットである画像は、各画素が 0 または 1 の濃度値を取るので 2 値画像と呼ばれる。なお、2 値画像は白黒画像に対応する。手書き文字、文章、図面図などは 2 値画像として処理することができる。また、階調数が 2 ビット以上の画像は多値画像と呼ばれる。多値画像は、濃淡画像や階調画像とも呼ばれる。風景、顔、写真などの画像化には、多値画像が必要である。

さて、量子化にはいくつかの方法がある。量子化における濃度値の間隔である量子化間隔を一定にした量子化は線形量子化と呼ばれる。線形量子化で

は、濃度値と量子化濃度との関係は直線となる。また、一定でない量子化間隔を用いた量子化は非線形量子化と呼ばれる。このとき、濃度値と量子化濃度との関係は曲線であり、対数量子化などいくつかの方法に細分化される。

量子化の処理においては、もとのアナログ信号とデジタル信号の間に誤差が生じる可能性がある。このような誤差を量子化誤差という。なお、量子化誤差は量子化雑音と呼ばれることがある。この量子化誤差は階調数が小さいほど大きくなる。

デジタル変換された画像の画質は、解像度により表される。解像度は、画像がいかにかに細かいものを表現できるかを定量化している。一般に、画像の画素数とその出力装置により定義される。解像度の単位としては 1 インチあたりの画素（ドット）数を示す dpi などが使用されている。

### ③カラー画像

前述した画像のデジタル化は、カラー画像にも適用可能である。しかし、色に関する情報の処理が必要になるので、カラー画像のデジタル化は、色黒画像のデジタル化よりも複雑である。人間の色の識別は R（赤）、G（緑）、B（青）を基本に行われている。カラー画像を処理する場合にもこの表色系の考え方が利用されている。簡単にいえば、カラー画像はまず各画素について RGB の各要素に分解される。そして、それぞれの色についてデジタル化が行われる。

すなわち、カラー画像は R、G、B の各色に関する 3 枚の白黒画像に分解され、それをデジタル化する。よって、カラー画像の処理はこれらの白黒画像を処理し、最終的に合成することにより行われる。カラー画像では、画素ごとの R、G、B の濃度値が規程される。例えば、RGB の 3 色についてそれぞれ 8 ビットの情報を持たせるとすると、 $2^8=256$  色の色を表現することができる。この 8 ビットのカラー画像はフルカラー画像と呼ばれる。

しかし、RGB 以外のカラー画像の表現方法も利用されている。実際にカラーテレビジョンシステムは異なるカラー画像の表現法が利用されている。例えば、日本においてカラーテレビジョンシステムで採用されている NTSC 方式はその例である。NTSC 方式では、画像の輝度信号 Y と 2 つの色差信号 I、Q を基本にしてカラー画像を構成する。これは人間の視覚特性において、色覚の変化が輝度の変化よりも敏感でないという点を応用している。よって NTSC 方式ではカラー画像は YIQ 信号となる。

輝度信号 Y は、白黒テレビジョンシステムとの整

合性を保つために、3原色信号を0.30:0.59:0.11の割合で混合し、白黒画像信号と同様の方法で伝送される。すなわち、この割合で赤、緑、青を混合すると白になるという事実に基づいている。

また、Iはシアンから橙色系の色の信号を、Qは黄緑から紫系の色の信号を表している。人間の視力はI信号の色について良く、Q信号の色については悪いことが知られており、これらの性質から色の信号を2種類に分けている。

なお、RGB信号は、次の式でYIQ信号に変換することができる。

$$\begin{aligned} Y &= 0.30R + 0.59G + 0.11B \\ I &= 0.60R - 0.28G - 0.32B \\ Q &= 0.21R - 0.52G + 0.31B \end{aligned}$$

この最初の色からカラー画像を白黒画像に変換することが可能である。また、この変換を利用して、カラー画像の処理を行うことが可能である。また、この変換を利用して、カラー画像の処理を行う場合、まず、白黒画像に変換して処理を行い、そして、カラー画像に戻すこともある。

#### ④画像データの種類

画像もデータとしてコンピュータで扱うことができるが、そのための様々なファイル形式がある。ファイル形式が、画像の種類やコンピュータの種類などによりいくつかのものがある。これらのファイルの多くでは画像は圧縮されている。主な画像ファイルの形式は、以下の通りである。

**JPEG**：CCITTとISOのジョイントグループであるJoint Photographic Expert Groupが1999年に標準化した静止画像の形式である。元々はカラー画像の形式であるが、白黒画像にも適用できる。JPEGは高圧縮率を持つが、ユーザが圧縮率や画質を設定することもできる。

**GIF**：アメリカのCompuServeにより規定されたカラー画像の形式であり、インターネット用の画像ファイルの形式として広く用いられている。GIFは通信用の画像形式として開発されているので、圧縮率は高い。ただし、8ビットの256色に対応しているが、フルカラー対応ではない。

**BMP**：Microsoft社のWindows用のカラー画像形式である。なお、この形式では画像はほとんど圧縮されていないため、ファイルのサイズが大きくなるという難点がある。また、Windows系のパソコン以外ではほとんど用いられない。

**TIFF**：Apple社とAldus社により規定されたカラー画像形式である。様々なコンピュータの間のデータ交換を目的にしている。なお、基本的には非

圧縮形式である。また、複数のTIFF規格があるため、互換性にも問題がある。

**PICT**：Apple社のMac OS用のカラー画像形式である。当初は白黒画像しか扱えなかったが、現在ではフルカラー画像を扱うことができる。また、内部的にはビットマップ画像とベクトル画像を混在させることができる。

**PDF**：Adobe社が規格した電子文書用の形式である。Adobe社のAcrobat Readerにより閲覧することができる。PDFファイルでは、画像の他文書や音声などを組み込むことができ、さらにハイパーリンクを張ることができる。

さて、画像データを記述する形式には、大きく分けてビットマップ画像、ベクトル画像がある。ビットマップ画像は、画像を画素の集まりで表現する方法である。この形式は、写真画像やペイント画像に利用されている。ただし、ビットマップ画像は拡大すると、画素全体が拡大されるため、線のギザギザが見える。なお、ビットマップ画像はPhotoshop、Paintなどのペイントツールにより扱われる。

一方、ベクトル画像は、線や曲線などの図形の基本要素を座標と数式によりベクトル化して画像を表現する方法である。この形式は図表やイラスト用画像に利用されている。また、ベクトル画像は拡大や縮小してもベクトルが再計算されるため線のギザギザは見えない。さらに、ベクトル画像では文字を含め要素が独立した図形となっているので、編集を容易に行うことができる。また、近年では、この両方の形式を併用した画像の表現方式も使用されている。なお、ベクトル画像はIllustratorなどのドローツールにより扱われる。

#### ⑤画像のFourier変換

画像は電気信号として解釈されるため、信号を時間についての周期関数として記述することができる。このような周期関数は、三角関数の和として定義され、これが**Fourier変換**の発想である。すなわち、Fourier変換により信号は三角関数に分解される。逆に、複数の三角関数を合成することにより、元の関数を求めることができる。この変換は**Fourier逆変換**と呼ばれる。

さて、信号の周波数は決まった時間内に変動する振動数であるが、正弦信号から定義することができる。音のような1次元信号は時間関数 $f(t)$ で表されるが、その周波数は単位あたりの波数となる。一方画像のような2次元信号は単位長あたりの濃度の強弱の変化数となる。この考え方による周波数は、特に空間周波数と呼ばれる。

1次元正弦波信号は、次のような時間関数  $f(t)$  で定義される。

$$f(t) = A \sin(\omega t + \theta)$$

また、正弦波信号は実数値だけを取るとは限らない。複素数値を取る場合である複素正弦波信号は、

$$f(t) = A e^{i(\omega t + \theta)}$$

と定義することができる。ここで Euler の公式

$$e^{i\theta} = \cos\theta + i \sin\theta$$

により、 $f(t)$  は次のように書くことができる。

$$f(t) = A \cos(\omega t + \theta) + i A \sin(\omega t + \theta)$$

さらに、この Euler の公式を用いれば、複素正弦波  $f(t)$  から正弦波と余弦波を求めることができる。

$$A \sin(\omega t + \theta) = \frac{A e^{i(\omega t + \theta)} - A e^{-i(\omega t + \theta)}}{2i}$$

$$A \cos(\omega t + \theta) = \frac{A e^{i(\omega t + \theta)} + A e^{-i(\omega t + \theta)}}{2}$$

また、2次元画像は、2次元座標  $(x, y)$  における濃度値を信号  $f(x, y)$  として表現することができる。今、2次元正弦信号を次のように定義する。

$$f(x, y) = A \sin(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)$$

2次元正弦信号は平面空間に関する関数であり、時間に関する関数ではない。よって、周波数の概念も単位長あたりの周期数として定義される空間周波数が用いられる。直観的にいうと、空間周波数は、単位長あたりに存在する濃淡で表される縞模様の数に相当する。また、複素正弦波として  $f(x, y)$  を一般化することもできる。

$$f(x, y) = A e^{i(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)}$$

$$= A \cos(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta) + i A \sin(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)$$

なお、 $f(x, y)$  の定義から

$$A \sin(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta) = \frac{A e^{i(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)} - A e^{-i(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)}}{2i}$$

$$A \cos(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta) = \frac{A e^{i(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)} + A e^{-i(\omega_1 x + \omega_2 y + \theta)}}{2}$$

が得られる。

さて、画像は空間領域であるが、2次元正弦波と解釈すると、空間周波数領域と見なすことができる。

1次元信号  $f(t)$  の Fourier 変換  $F(\omega)$  は、次のように定義される。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

また、Fourier 逆変換  $f(t)$  は、次のように定義される。

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

ここで、Fourier 変換が存在するためには、

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(t)| dt < \infty$$

である必要がある。この条件は、 $-\infty < t < \infty$  で定義された  $f(t)$  が任意の有限区間でなめらかであり、その絶対値の積分が収束することを意味する。

Fourier 変換と Fourier 逆変換は対称的な関係にあり、 $f(t)$  の Fourier 変換を Fourier 逆変換すれば  $f(t)$  に戻る。

なお Fourier 変換  $F(\omega)$  の結果は複素数となる。ここで、 $F(\omega)$  の実部を  $\text{Re}(F(\omega))$ 、虚部を  $\text{Im}(F(\omega))$  とすると、次のように書くことができる。

$$F(\omega) = \text{Re}(F(\omega)) + i \text{Im}(F(\omega))$$

よって、 $F(\omega)$  はベクトルとなる。そして、その絶対値、すなわち、

$$|F(\omega)| = \sqrt{(\text{Re}(F(\omega)))^2 + (\text{Im}(F(\omega)))^2}$$

は振幅スペクトル、またパワースペクトルと呼ばれる。パワースペクトルにより、 $f(t)$  中の各周波成分がどの強さで含まれているかが分かる。

画像の Fourier 変換  $F(\omega_1, \omega_2)$  と Fourier 逆変換  $f(x, y)$  は、2次元信号に関して次のように定義される。

$$F(\omega_1, \omega_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-i(\omega_1 x + \omega_2 y)} dx dy$$

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_1, \omega_2) e^{i(\omega_1 x + \omega_2 y)} d\omega_1 d\omega_2$$

なお、画像のパワースペクトルは、

$$|F(\omega_1, \omega_2)| = \sqrt{(\text{Re}(F(\omega_1, \omega_2)))^2 + (\text{Im}(F(\omega_1, \omega_2)))^2}$$

となる。

以上のように、Fourier 変換は画像処理の基本的な数学的手法の1つである。

#### 4. 画像情報のデジタル化の授業実践例

以下の指導案は、2002年11月に筆者が行った「画像情報のデジタル化」の授業を情報科学的な内容を付加して考案したものである。

本時の指導過程

学習内容	指導過程・学習活動	指導上の留意点・評価
<p>(導入) ・課題の確認</p> <p>(展開)</p> <p>(まとめ)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>課題1：コンピュータなどのデジタル情報機器では、画像はどのように表現されているのだろうか。</p> </div> <p>○画像処理ソフトウェアを用いて、画素密度や色数、及びファイルの大きさに与える変化を理解させる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>課題2：アナログの画像はどのような原理に基づいてデジタル化されているのだろうか。</p> </div> <p>○印刷した画像に格子プリントを貼り合わせて、各格子での濃淡値(0~3)を書き込ませる。          ○そのデータを、表計算ソフトを用いてファイルにし、他の生徒に電子メールで送信させる。          ○送られてきた画像データを再現する。          ○画像情報のデジタル化について、標準化、量子化、カラー画像のデジタル化について情報科学的な面から確認を行う。          ○アナログ画像をデジタル画像に変換する際、標準化、量子化という2つの段階を経てデジタル化されることを理解する。</p>	<p>○前時までの学習内容 ・情報の単位 ・アナログとデジタル ・デジタル化の利点、問題点</p> <p>○画素密度や色数の違いとファイルサイズの関係を理解できたか。</p> <p>・量子化の段階を4段階とする。</p> <p>○アナログ画像の情報を量子化できたか。</p>
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用教科書：情報C（日本文教出版）</li> <li>・学習プリント</li> <li>・デジタルカメラ、イメージスキャナ、画像ファイル</li> </ul>	

5. 反省と課題

この情報科学的な内容については、あまり深い内容まで入らないというのが大部分の意見であるだろう。しかし、今日の情報技術の発展や中学校までの情報教育を鑑みると、情報リテラシー的な学習、情報技術的な学習もさることながら、情報科学的な内容も必要となるのではと考えられる。

今後の課題としては、どの分野で、どの程度の内容において、情報科学的な側面を含んだ学習が可能であるのか実践をふまえて研究を進めていきたい。

引用・参考文献

- 1) 高等学校学習指導要領解説 情報編 文部省 2000年
- 2) 今岡光範・平田道憲・下村 哲・向谷博明・盛田健彦・隠善富士夫・内海良一・喜田英昭・仲渡雅史・日浦美智代「情報科教育課程の開発研究」『学部・附属学校共同研究紀要』第31号 2002年（印刷中）
- 3) 水越敏行・村井 純 編「情報C」日本文教出版 2002年
- 4) 山本 透・菊池 章・上田邦夫「教員養成における情報科学技術教育の枠組み —「情報」教員養成のための教科課程の構想—」『広島大学大学院教育学研究科紀要』第二部 第50号 2001年
- 5) 赤間世紀『画像情報処理入門』秀和システム 2002年
- 6) 山田宏尚『デジタル画像処理』ナツメ社 2001年