

実験を通して学ぶ新しい情報教育教材の開発

藪 哲郎

大阪府立大学 大学院工学研究科

大学における情報教育としては最初のステップとして「アプリケーションソフトウェアの操作法を学ぶ」という教育が行われ、次のステップとして「プログラミング」が行われているようである。しかし、プログラミングは難解であり、大多数の人にとってはその応用範囲は広くない。道具としてのコンピュータをより適切に使うには、プログラミングを学習する前のステップとして「アプリケーションソフトウェアの背後にある動作原理を理解する」教育が必要であると考えられる。そのためにいくつかのトピックスを選び、教材を作成した。その教材は「実験を通して実際に手を動かして理解する」という新しい概念に基づいて作成されており、京都教育大学の「情報基礎実験」という演習系科目で使用された。

Development of novel exercise-based teaching materials for information education

Tetsuro Yabu

Graduate School of Engineering Osaka Prefecture University

In Japanese universities, the first step of information processing education is to teach how to use application software. Programming comes next. However, programming is difficult for most of the students and its practical application is not so wide for general students. I believe that understanding the principle behind application software is very important for the better use of computers, and hence that the principle should be educated before programming. From this viewpoint, I select several subjects and develop the teaching materials. These teaching materials are designed under the new concept that individual exercise makes understanding. These materials are used in course of "basic experiment of information" in Kyoto University of Education.

1. はじめに

大学における情報教育としては最初のステップとして「アプリケーションソフトウェアの操作法」を学ぶ情報リテラシー教育が行われ、次のステップとして「プログラミング」教育が行われているようである。しかし、プログラミングを理解するには「変数という概念」「ループによる繰り返し」などの新しい概念を理解する必要があるため、難解に感じる学生が多いよう

である。また、簡単なプログラミングを身につけても、大部分の学生にとっては、その実用的な応用範囲はそれほど広くない。また「Word」のような大規模なプログラムがどのように構成されているのかを理解することは、プログラミングを少し学んだだけでは困難である。「プログラミング」はコンピュータの最もコンピュータらしい使い方であるが、その前に教育すべきことがあるように思われる。

筆者はアプリケーションソフトの操作法を習得した次のステップとして、「アプリケーションソフトの内部で動作している仕組みを理解する」ための教育が必要であると考え。ここでの「仕組み」は論理回路やマシン語といった低層のものではなく、「アプリケーションを一皮めくったところにある理論、動作原理」を指す。

例えば、メーラであれば「メールサーバとメーラの間でどのような通信がなされているのか」を理解し、Web ブラウザであれば「ブラウザと Web サーバの間でどのような通信が行われているのか」を理解することが、これらのアプリケーションを適切に使い、かつセキュリティにも注意しながら使うために必要である。PowerPoint であれば、自在に曲線を描き、自在に色を調合するための理論を理解すると同時に実践して身につけることが必要である。

そのような目的を達成するために、筆者は「実験を通して学ぶ新しい情報教育教材」を開発した。筆者が開発した教材は「実験用ソフトウェアなどを使って実際に自分で手を動かして、普段は目に見えないところで行われている処理や理論を体験する」という新しいコンセプトに基づいて作成されている。

筆者は次に挙げる 6 つのテーマ、すなわち「インターネットとプロトコル」「html 言語と Web の仕組み」「ベジェ曲線」「色の合成」「組版」「デジタル画像の基礎」を選び、それぞれのテーマについて、約 8~18 ページの指導書を作成した。テーマによっては、実験用のオリジナルソフトウェアや実験用の Web サーバも用意した。1 テーマの所要時間は 3 時間 (2 コマ) である。これらの教材は、京都教育大学の産業技術科学科 (技術家庭科の教員を養成するコース) の「情報基礎実験」という教科において、2002~2004 年度に使用された。

本実験では、十分な指導のためには教員 1 名に対して生徒数は最大で 20 名以内が望ましい。

なお、これらの教材は筆者の Web サイト <http://www.uogmu.ees.osakafu-u.ac.jp/~yabu/kyo-kyo/> 以下で公開しており、自由にダウンロード可能である。

2. 実験テーマとその内容

2.1 実験の進め方

各テーマに Word で書かれた指導書があり、1 テーマにつき 8~18 ページである。学生はあらかじめダウンロードして印刷して予習を行う。実験は学生一人一人が PC を使える環境で行う。指導書の中に複数の課題が与えられている。学生は各自課題を解いてレポートを作成し、電子ファイルで提出する。1 テーマの所要時間 3 時間のうち、説明に費やす時間は約 1 時間程度であり、残りの 2 時間を課題を解くために費やす。

以下に 6 つの実験テーマの内容の概略を述べる。

2.2 インターネットとプロトコル

使用機材：メーラ、Web ブラウザ、オリジナルソフト

「メーラ」「Web ブラウザ」などのアプリケーションはインターネットを通じてメールサーバや Web サーバと通信をしている。これらの通信は IP アドレスとポート番号によって通信相手を特定するという仕組みを持っている。そこで、まず IP アドレスとホスト名の相互変換が DNS によって行われる仕組みを理解する。最初の課題として www.uogmu.ees.osakafu-u.ac.jp のようなホスト名と IP アドレス 157.16.44.63 の関係を問う問題が出される。ホスト名と IP アドレスの相互変換を行うオリジナルソフトウェアを使って解く。

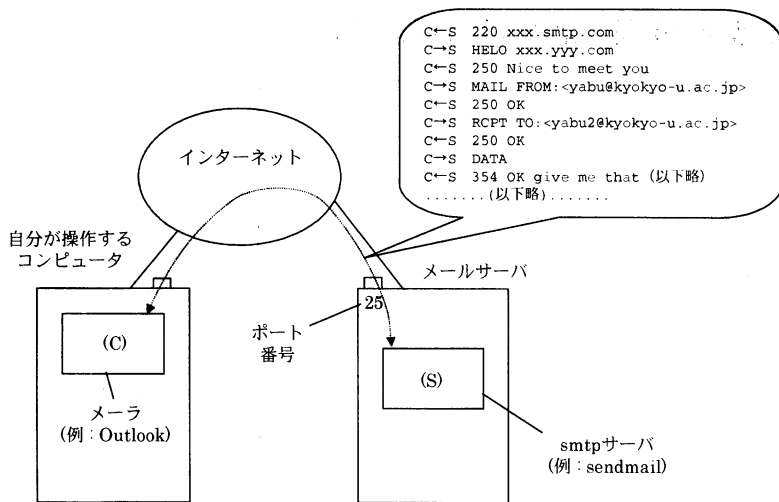


図 1 SMTP プロトコル

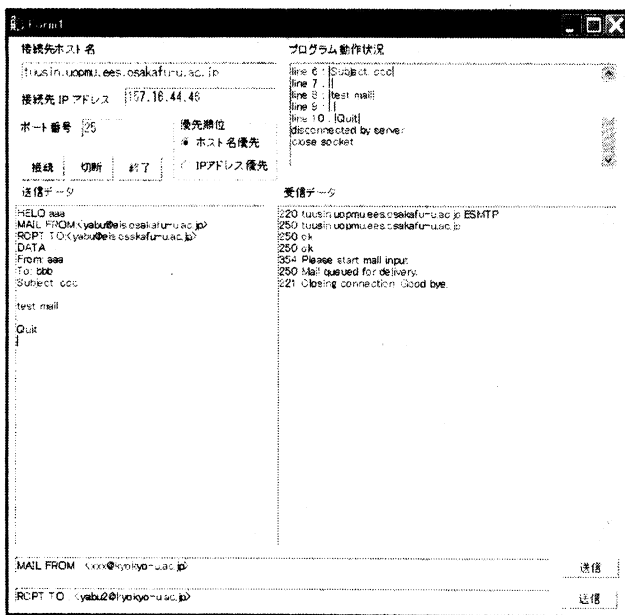


図 2 汎用通信用ソフトウェア

次に、SMTP, POP, HTTP¹などの通信プロトコルを理解する。メールを送るときに、メー

¹ SMTP はメール送信用のプロトコル、POP はメール受信用のプロトコルで Outlook などが使用する。HTTP は Web 閲覧用のプロトコルで Internet Explore などが使用する。

ラと SMTP サーバの間では図 1 に示すようなテキストベースの通信が行われる。通信される文字列は普段は目に見えないが、オリジナルソフトウェアを使って、手作業で SMTP サーバと通信することにより、そこで通信される文字列を目で見て、プロトコルを理解する。

図 2 はそのような目的のために作成した汎用通信用ソフトウェアである。ホスト名とポート番号を指定して「接続」ボタンを押すと、そのポートに接続して双方向の通信が行える。「送信データ」のテキストボックスに文字を入れて Enter を

押すとその行が送信され、受信したデータは「受信データ」のテキストボックスに表示される。

SMTP サーバと直接通信する実験をより能率的に進めるために、図 3 に示す「メール送

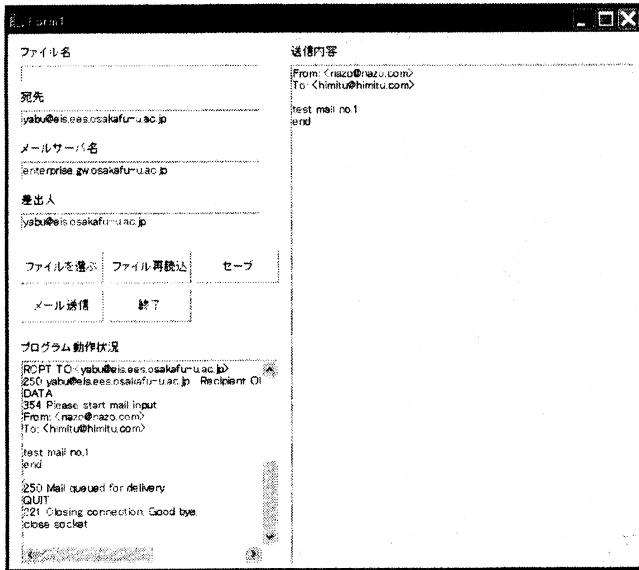


図3 メール送信専用ソフトウェア

信専用ソフトウェア」が用意してある。「送信」ボタンを押すと「送信内容」のテキストボックスの内容を、指定されたアドレスへ送信する。メールの内容を少しずつ変更しながら送信することができるため、メール送信の実験に便利である。このソフトウェアを使って自分のアドレスへメールを出す。

「SMTP サーバに対して MAIL FROM 命令で示すアドレス」と「メール本文のヘッダブロック中にある From フィールドのアドレス」が別であっても構わないことを知ることにより、差出人詐称の原理を理解する。また、メール本文のヘッダブロック中に Reply-To フィールドが含まれる場合には、「返信」操作をすると、返信先は From フィールドのアドレスではなく Reply-To フィールドのアドレスになることを確認する。このことより、返信先を指定する方法を理解する。

メールを受信するときに使用する POP プロトコルと Web サイトを閲覧するときに使用する HTTP プロトコルについても、それぞれ

POP サーバや HTTP サーバと直接通信することにより、理解を深める。

これらの実験により、トラブルが発生したときの原因の切り分けも出来るようになり、セキュリティに対する理解も深まる。

2.3 html 言語と Web の仕組み

使用機材：Web ブラウザ、オリジナルソフト、実験用 Web サーバ

Web ブラウザでネットサーフィンを行うときに、その背後で Web ブラウザと Web サーバの間でどのような通信が行われるのか、などについて、Web ブラウザ、先述の汎用通信ソフトウェアを用いて実験用 Web サーバと通信することで理解する。

入力用テキストボックスやボタンを含むページは Form という仕組みを使って実現される。Form の仕組みを理解する実験では、実験用 Web サーバの中に「テキストボックスが 1 個と送信ボタンが 1 個だけのシンプルな Form のページ」を用意する。送信ボタンをクリックした瞬間にブラウザからサーバに対して文字列が送られるが、この文字列を受け取るサーバ側の CGI プログラム²は「送られてきた文字列をそのまま表示する」という機能を持たせておく。このことより、Form においては送信ボタンをクリックした瞬間にその時点で入力用オブジェクトに入っている事項がサーバへ送られることを理解し、Form を使ったページでブラウ

² Web サーバプログラムから呼び出されて動作するプログラム。動的なページを生成するのに使われる。

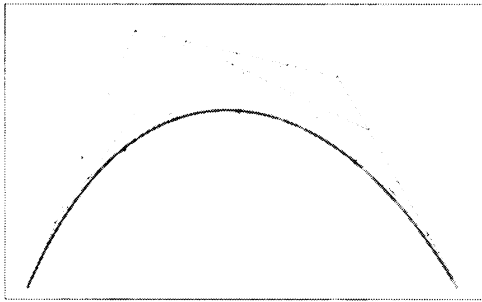


図4 手書きのベジェ曲線を PowerPoint の曲線でトレース

その仕組みについて理解する。

パスワードを要求するページの仕組みの理解には、汎用通信ソフトを用いてユーザー名とパスワードを base64³でエンコードしたものを付加した場合とそうでない場合のサーバの応答を見ることにより、パスワードを要求するページの仕組みを理解する。

これらの実験により、Web の仕組みを知ると同時に、より能率的なネットサーフィンの方法、自分の身を守るための方法も身につ

けることが出来る。

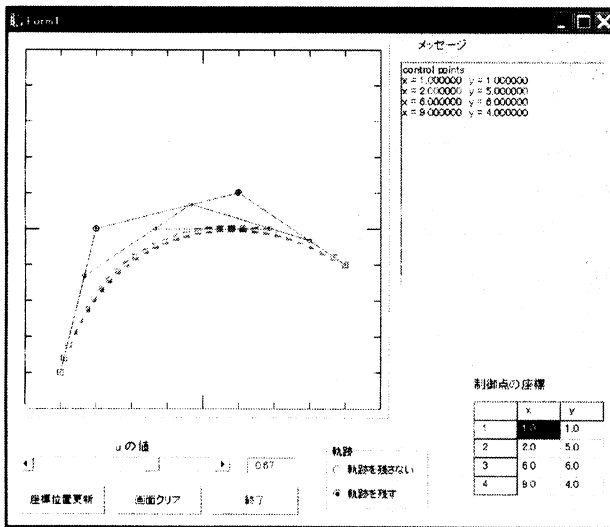


図5 ベジェ曲線理解用ソフトウェア

2.4 ベジェ曲線

使用機材：PowerPoint、スキャナ、オリジナルソフト

PowerPoint でプレゼンテーションを作るときの重要な技術として「ベジェ曲線を使って思い通りの曲線を描けること」がある。そのために、まずベジェ曲線の数学的理論を理解する。

次にベジェ曲線の理論を体感するために、手作業でベジェ曲線を描き、それをスキャナで画像として取り込み、PowerPoint のスライドにその画像を貼り込む。その

上の「戻る」「進む」ボタンを押したときには何も送信されないことを理解する。誤った操作を防ぐことに役立つ。

クッキーはページを開いたときにサーバから送られてくるものであり、再び同じページ（あるいはそれより下位のページ）を開いたときにブラウザからサーバへクッキーを送り返す。これにより、サーバ側ではアクセス元を識別することが出来る。クッキーの理解のために、「クッキーだけを送るページ」「送られてきたクッキーを表示するページ」などを用意しておき、

上から PowerPoint の曲線でトレースする。その様子を図 4 に示す。「手作業で書いたベジェ曲線の節点」と「PowerPoint の曲線の端点と制御点」を一致させると、両者の曲線が一致することを確認する。

さらに図 5 に示すベジェ曲線理解用ソフトウェアを用いてベジェ曲線を描き、それをクリップボード経由で PowerPoint に貼り込み、PowerPoint の曲線でトレースする。これらの

³ バイナリをアスキー文字にエンコードする方法の一種

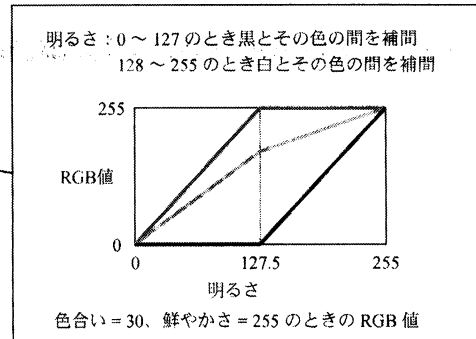
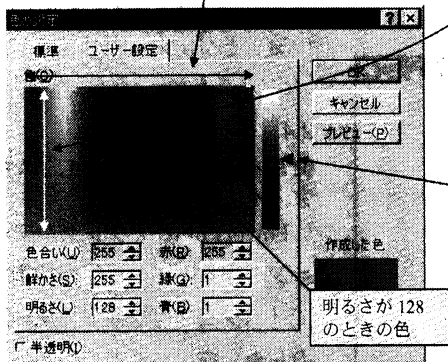
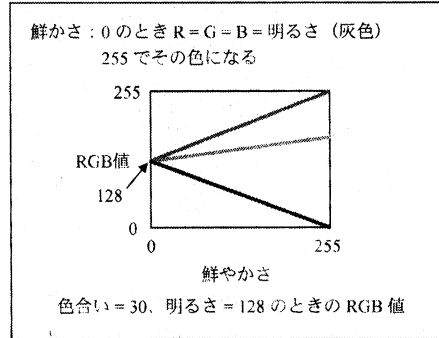
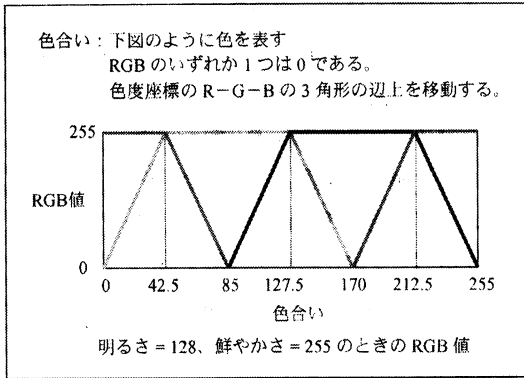


図 6 PowerPoint の色の設定ウィンドウ

操作により、パワーポイントの曲線が 3 次のベジェ曲線であることを確認する。

最後に、いくつかの与えられた曲線図形をベジェ曲線でトレースする練習をする。

これらの作業により、ベジェ曲線の原理を理解し、思い通りの曲線図形が描けるようになる。

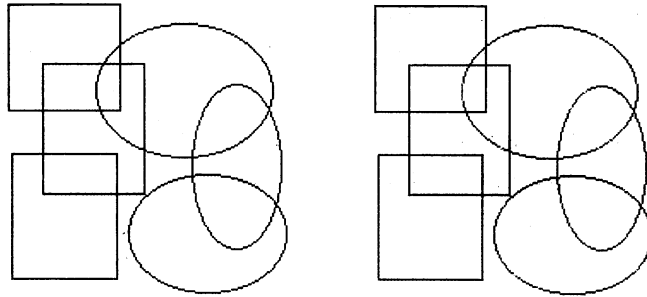
2.5 色の合成

使用機材：PowerPoint

PowerPoint で見やすいプレゼンテーションを作るためのもう一つの重要なポイントは思い通りの色を自在に合成できることである。そのためには、RGB で表される色の仕組みと色彩学の基礎を学んだ上で、PowerPoint の色合成画面の仕組みを理解する必要がある。

PowerPoint で色を合成するとき用いる「色の設定」ウィンドウを図 6 の左下に示す。このウィンドウ中でマウスを操作して「色合い、鮮やかさ、明るさ」の色の 3 要素を変化させると RGB 値がどのような値になるかは同図中の 3 つの四角で囲まれたボックスのグラフで示す通りであり、数式で表すことができる。

色の 3 要素（色合い、鮮やかさ、明るさ）を設定したときに得られる RGB 値をあらかじめ数式から求めておき、その値と実際にマウスを操作して示された値が一致することを確認する。この作業から PowerPoint の「色の設定」ウィンドウの仕組みを理解し、思い通りの色が合成できるようになる。



(a) 原画像 (b) jpeg で保存

図 7 jpeg 保存による線画像の劣化

$$E_y = c_1 E_{1y} + c_2 E_{2y} + c_3 E_{3y} + \dots$$

$$= \sum_y c_y E_{yy} + \int d\rho E_{\rho y}$$

↑ ↑
導波モード 放射モード

(3.2) の直交関係を利用することにより、求めることができる。係数 c_y を導波に E_{yy}^* をかけて、 x が $-\infty \sim \infty$ の範囲で積分すると、

$$E_y E_{yy}^* dx = \int c_y E_{yy} E_{yy}^* dx$$

$$\therefore c_y = \frac{\int E_y E_{yy}^* dx}{\int |E_{yy}|^2 dx} \quad \omega^2 = |k|^2$$

$$= \frac{\beta_y}{2\omega\mu_0 P} \int E_y E_{yy}^* dx \quad P = \frac{\beta_y}{2\omega\mu_0} \int |E_{yy}|^2 dx$$

モード E_{yy} によって表されたモードが単位長さ (1 m) あたり持つ電

$$E_y = c_1 E_{1y} + c_2 E_{2y} + c_3 E_{3y} + \dots$$

$$= \sum_y c_y E_{yy} + \int d\rho E_{\rho y}$$

↑ ↑
導波モード 放射モード

(3.2) の直交関係を利用することにより、求めることができる。係数 c_y を導波に E_{yy}^* をかけて、 x が $-\infty \sim \infty$ の範囲で積分すると、

$$E_y E_{yy}^* dx = \int c_y E_{yy} E_{yy}^* dx$$

$$\therefore c_y = \frac{\int E_y E_{yy}^* dx}{\int |E_{yy}|^2 dx} \quad \omega^2 = |k|^2$$

$$= \frac{\beta_y}{2\omega\mu_0 P} \int E_y E_{yy}^* dx \quad P = \frac{\beta_y}{2\omega\mu_0} \int |E_{yy}|^2 dx$$

モード E_{yy} によって表されたモードが単位長さ (1 m) あたり持つ電

(a) 処理前

(b) 処理後

図 8 画像処理の例

2.6 デジタル画像の基礎

使用機材：Photoshop などの画像処理ソフト、実験用画像

デジタル画像を扱う上で最初の重要な知識は、画像がピクセルの集合体で構成されていることを理解すると同時に、画像を表すファイル形式として「非可逆圧縮」と「可逆圧縮」があることを知ることである。そして非可逆圧縮を行うことにより画像がどのように劣化するのかを理解する必要がある。

まず、幾つかの画像をフォーマットを変えてセーブし、その後ロードすることにより、圧縮

率と圧縮方式による画像劣化の違いについて学ぶ。例えば、線画が描かれた図 7(a)の画像を非可逆圧縮の jpeg 形式で保存すると図 7(b)のように線の近傍に細かい汚れのような点が発生することを学ぶ。なお、可逆圧縮である tif 形式で保存するとこのような劣化は生じない。

次に画像を見やすくするための処理の基本であるトーンカーブを設定することによる画像処理の実習を行う。実習用の画像としては、実用的でかつ画像処理の効果が明瞭に現れるような画像が用意してある。例えば、図 8(a)のように薄い紙をスキャンしたときに発生する裏ペー

ジが写り込んだ画像を図 8(b)のように補正する課題を行う。最後に、スタンプツール⁴による画像の修正の実習を行う。

以上の作業によりデジタル画像を扱うときの基礎知識を身につけ、実用的で簡単な画像処理の方法を習得することが出来る。

2.7 Word を用いた組版

使用機材：Word

ワープロソフトを誰もが利用できる時代になった。ワープロを使って文書を作成するには、最低限の組版の知識を各自が身につけておかななくてはならない。フォントの知識（和文フォントと英文フォントの違い、ローマン体、イタリック体、ボールド体の違い、フォントの選び方、等幅フォントとプロポーショナルフォントの使い分け）をはじめとして、適切な行間の設定値、余白の設定値などについて学ぶ。

次に、ワープロソフトによって文章がレイアウトされる上での一番重要な基礎概念である「スタイル」について学ぶ。スタイルを設定することに重点をおいた課題がいくつか与えられるので、その課題を解くことにより、スタイルの概念を理解する。

ここでは Word を用いたが、本実験で身につける知識は、一太郎、TeX など全ての組版ソフトにおいて役に立つ普遍的な知識である。

3. まとめ

普段よく使うアプリケーションからいくつかのトピックスを取り上げ、その原理を理解するための実験を 6 テーマ作成した。これらの実験を自ら手を動かして行うことにより、アプリケーションに対する理解が深まり、より適切に扱うことが出来るようになる。本教材の内容と

実習方法はユニークなものであると思われる。

筆者が作成した教材は 2005 年度からは使われていない。本教材が少しでも広く使われ、日本の学生のコンピュータ技能の向上に役立つことを願っている。

今回、6 つの実験テーマを創作したが、コンピュータの利用分野は無限に広いと言ってよく、筆者が用意した教材はそのわずかな部分をカバーしているに過ぎない。

今後は、テキストファイルのしくみ、音声ファイルのしくみ、暗号のしくみ、動画データのしくみ、Midi を使った音楽データのしくみ、形態素解析の仕組み、など更にテーマを増やしていくことが望まれる。

⁴ 画像の一部分を他の部分に移植することにより、画像から電線を消したりする処理