

日本の情報教育の現状と将来に向けての活動

久野 靖^{†1}

情報教育は新しく変化しつつある領域であり、多くの課題を抱えているが、中でも日本における情報教育は「社会の情報技術に対する無理解」という他国にない重大な問題の影響を大きく受けている。本講演では情報教育とその目的全般について整理した後、日本における情報教育とその問題について述べ、将来のために何をすべきかについての筆者の考えを紹介する。

Informatics Education in Japan and Its Future

YASUSHI KUNO^{†1}

Informatics education is a new and actively changing area, with lots of novel ideas and future possibility, but also with lots of problems. Especially in Japan, "social ignorance of information technology" is becoming the source of many problems. In this presentation, I start from general goals of informatics education, then proceed to the problems in Japan. I will also describe some proposal to "rescue" the current situation.

1. はじめに

筆者は「物ごころついた時から家にテレビがあった」最初の世代くらいだと思うが、小学校・中学校を通じて「コンピュータ」という言葉は聞いたことくらいはあったが、実物を見たことはなかった(テレビや映画に出て来るコンピュータというとオープンリールの磁気テープが回っていましたね)。高校3年のときに高校にSONYのプログラム電卓とOKIのミニコンピュータが入ったのを触ったのがきっかけでコンピュータに興味を持つようになって大学で情報科学科を専攻し、学生のあいだはずっとプログラミングを中心とする情報技術を学んで来た。ネットワークというものが普及し始めてネット上のコミュニケーションが日常のものとなったのは社会人(大学の助手)になってからであり、WWWによってコンピュータの専門家でない人がネットを使うようになったのは自分史の年表の中ではごく「最近」のことになる。

くらべて、今日の子供たちの状況はどうだろうか。現在のティーンエイジャーだと人生の半分くらいはWWWのある世界で生きて来て、紙の本よりケータイ小説にぞっこんだったりするし、現在の小学生は物ごころついた時からネットがあって、TV番組でお気

入りのアニメを見た後はネットでいろいろ情報を探したり、さらにニコ動にアップされている好きな場面を見直したりするのが当たり前、という感じらしい(いずれも自分の子供の話ですみません)。

これを改めてふり返って見ると、自分の場合は、コンピュータやネットワークの技術的な部分について十分に学んだ後で、ネット社会に接したと言える。ネット上でも色々な問題に出会ったが、その時に技術的な側面をきちんと学んで来たことが、人間的/社会的な問題に注意を集中でき、適切な判断を下す上で有効だったと思っている。

これに対して、今日の子供たち(そして情報技術について学んでいない大人たちも)が現在出逢っている状況は正反対で、平穩無事に済んでいるうちはいいのだが、ひとたび問題に遭遇すると、それが技術的なことなのか、社会的なことなのか、はたまた対人的なことなのかも分からないまま翻弄されてしまうような危うさがあるように思う。

そういうわけで、もっと「情報」の技術的なことを学ばないと困りますよ、というのが筆者の言いたいことなのだが、なぜそうなのか、ということももう少し筋道立てて検討しないと説得力がないので、以下ではまずなぜ情報教育が必要かということとそれに対する日本の現状について述べ、その後でこの「言いたいこと」に対処するための提案に戻って来ることにする。

^{†1} 筑波大学ビジネス科学研究科

Graduate School of Business Sciences, University of Tsukuba, Tokyo

2. 情報教育とその目標

まず、情報教育とは何なのか、その目標は何なのか、ということに立ち戻って考えてみる。筆者個人が「情報」に関連して学んだ「分野」を時間順に並べると、次のようになる。

- 情報技術について学んだ — [技術]
- さまざまなソフトの使い方を学んだ — [利用]
- ネットワーク上のコミュニケーションや情報技術の社会的側面について学んだ — [社会]

これは文部科学省が提示している情報教育の3目標「科学的理解」「実践力」「参画する態度」にほぼ対応していると見ることができる。そして個人的な経験からも、この3つで「情報」に関して学ぶことが必要な範囲をうまくカバーしていると言ってよいと思う。

では次に、この3つについて、「なぜそれを学ぶことが必要か」を考えてみよう。

技術 情報技術について知る — 日本は資源に乏しい国であり、食料自給率も極めて低い。現在は工業製品を輸出してその儲けで食料を輸入しているが、これに代わるモデルは見つかっていない。今後もこれを続けるのであれば、製品の製造において情報技術の重要性が高まっている以上、情報技術について熟知したエンジニアの十分な供給が不可欠なはずである。

利用 コンピュータ/ソフトが使える — 情報社会においては、市民は多くの方面においてコンピュータやソフトウェアを使いこなして行くことが求められる（行政のサービスを利用したり、個人間のコミュニケーションなど）。これらの情報技術の利用はほとんど社会の一部となっており、それを使えることが市民として必須のものとなってきている。

社会 ネットや情報技術の社会的側面を知る — ネットの広まりにつれて、多くの問題が発生している。これらの問題は原理的には従来の社会におけるものと同質だが、ネットの特性（広域性、即時性）がその表われ方を大きく変えている。このような社会で安全に生きて行くには「何が起きる可能性があり、どう対処すべきか」を学んでおく必要がある。

そしてこれらのうち「利用」についても「社会」についても、「使い方」「問題が起こる理由」を理解するには、ある程度までは技術についても分かしておくことが早道だし必須でもある、と筆者は考えている。

なぜなら、「技術」について学ばないままで「利用

「社会」だけ学ぶことは「とにかくここをクリックしてメニューが出たらこちをクリックする」「とにかくメッセージの増殖を依頼するメールは黙って捨てる」のような表面的な学習につながりやすいからである。表面的な理解は状況が変化したときに使えなくなりやすく（例：ソフトのバージョンが変わったらメニューの構成が変化）、生徒の将来に渡る「生きる力」につながらない可能性が高い。

このようなわけで、筆者としては「技術」は情報教育全体の土台となるものであり、多くの国が「技術」の教育に一定の力を割いていることは適切な判断だと考えている。では日本はどうだろうか？

3. 日本における情報教育

最近「2ちゃんねる」で教科「情報」に関して次のような書き込みを見た。

人並みの現実感覚と常識を持ってりゃ「早く消滅しろよこんな教科」って思うはず。このスレの住人なら、教科情報は可哀想な先生と生徒を生産してしまった単なる黒歴史という認識を持つてるよな？だよな？

ただの煽りではあるのだけれども「先生も生徒も不幸である」というのは一概に否定できない「現実」なんだろうなと思って考えてしまった。

それで、なぜ「不幸」なのか、理由を想像してみた*1。まず「生徒」から：

- 授業の内容が「WordやExcelの操作方法を言われたままに暗記する」ものとなっている。
- 多くの生徒にとってWordやExcelを使いたいという動機がないので、暗記は苦痛である。
- WordやExcelを使いたいと思う生徒はもう使っているので、授業の内容は知っていることの繰り返しであるため苦痛である。

もちろん、「情報」に限らず生徒にとって学校の授業を受けることが楽しくないのは一般的なことではあるが、それでもできるだけ「知的な刺激」や「新鮮な体験」を目指して授業を構成して欲しいというのは賛沢だろうか？

次に、「先生の不幸」について：

- 多くの先生は元は数学や理科の教員であり、15日間の認定講習によって「情報」の免許を取得している。

*1 注意：実際にはここに書く想像のような授業ではなく、さまざまな工夫を盛り込んだ授業をされている先生が多数いることはよく知っている。が、そうでない先生もいることは確かなので、ここでは「極論」を挙げてみたということをご理解ください。

- だから、「情報」の教育がやりたくて教員になったわけではない。
- そして、自分の「情報」に対する専門性に自信がない。何をどう教えたら生徒にとって面白く成長を促すのか分からない。だからとりあえず、自分自信で使っている Word や Excel の操作なら教えられるという理由でそれらを教えている。

他の科目と同様、「情報」もその教科に対する専門性を持ち、教えるべき内容を熟知していて、多くの教え方の「引出し」を持つ先生が担当するべきであるが、現実には(多くの場合) そうなっていない。

「専門性を持つ教員」は「情報」の教員養成課程を経て生まれて来るはずであるが、「情報」教員志望者も次の「不幸」を抱えている:

- 「情報」の免許を取得したとしても、採用がほとんどない。その理由は、「情報」の必要コマ数が少ないため先生の必要枠も少ないこと、認定講習で免許を受けた先生によって充足されていることである。

「不幸」の話ばかりしてきたが、筆者は日本の情報教育には以下のような優れた点もあると思っている:

- 「技術(科学)」「利用」「社会」という3観点で最初から明確に示された形で進められて来ている。
- このため、多くの国の「情報」の設計では「技術」「利用」が先行していて、「社会」についてはまだ手薄なのに対し、日本では「社会」まで含めた3点が当初からカバーされている。

これを具体的な普通教科「情報」にあてはめてみると、次のように整理できる。

- 「利用」に重点を置いた「情報 A」、「技術(科学)」に重点を置いた「情報 B」、「社会」に重点を置いた「情報 C」の3科目が用意されている。
- ただし、どの科目でも上記3点はひとつとおりがカバーされる。
- 生徒は自分の興味や関心に応じて自分に合った科目を選択して履修する。

このように書くと非常によくできているように思えるが、実際には(ご存じの通り)次の問題がある:

- 大半の学校は A/B/C のうち1科目だけしか設置しておらず、生徒が科目を選べない。
- 多く(8割?)の学校は「情報 A」を設置していて、その内容として(前述のように)不幸な先生が不幸な生徒にソフトの操作方法を教えている。
- 2単位の選択必修なので、高校3年間で70時間程度しかなく、その内容の多さにくらべて圧倒的に時間が不足している。

4. 日本における情報技術蔑視

筆者には、情報教育に関する問題の多くは日本の社会における情報技術の位置づけに起因しているようにも思える。それはたとえば、次の点に表れている:

- 日本のソフトウェアに関する貿易は圧倒的な「輸入超過」である。我々が使っているソフトウェアは基本ソフト、応用ソフトとも海外製のものばかりであり、日本製のソフトが海外で使われることは非常に少ない。言い替えれば、日本はソフトウェアの「価値」を作り出せていない。
- 日本のソフトウェア開発コストは他国と比較して高価であり、その反面品質は貧弱である。
- 経済産業省はソフトウェア開発人材(特に高度ソフトウェア開発人材)の供給を増やす必要を叫んでいる。にもかかわらず、今日の若者にとってソフトウェア産業は不人気であり「行きたくない業界」という評価が定着している。^{*1}

このような事態を招いている根本の原因は、日本ではソフトウェア開発の仕事が非常に「低い地位」の労働と捉えられているところにあるように思える。

たとえば、世の中で「3K」な職場といえば「きつい、きたない、危険」を意味していたが、IT系の職場は「新3K」として「きつい、帰れない、給料が安い」さらにはこれに「休暇が取れない」「規則が厳しい」「化粧がのらない」「結婚できない」を加えて「7K」などとも呼ばれている。

日本のソフトウェア業界は伝統的に「派遣」業態が多く、「未経験プログラマ募集」で集めた素人でも派遣先に押し込んで「OJT(オンザジョブトレーニング)」の名のもとに何かさせておけば一人前の給料が出るという形で成り立って来た面がある。

その場合でも実際の開発は誰かがしなければならぬので、多数の素人同然と一緒に不運な「できる人」が尻拭いをして動かすことになり、実際にはその人が受け取るべき対価を多数の人が吸い取っていることになる。

その土台には、本来ソフトウェア開発は知的作業であり、優秀な人と一般の人には10倍以上の生産性の差があるとされているにも関わらず、雇用者や管理者側には「できる人とできない人の違い」がきちんと認識されていないため(あるいはしたくないため?)、一緒くたに扱われているという点がある。さらに言えば、

^{*1} <http://www.kernel-net.ne.jp/tech/>の「ソフトウェア業界」の項には多くの資料が掲載されている。一読をお勧めする。

日本では「ソフトウェア開発の技術」というものは評価されない(できててもできなくても関係ない)ということになる。

実際、大手 IT 企業の社長が「どの学部の卒業生であつてもプログラマーとして採用したい」と公言するのは、裏返せば「情報専門学科で何を学んで来ててもそんなことは評価しない」と言っているのと同じなのに、日本ではそれが変だと思われずに通用してしまうというのが現実なわけである。

その結果、情報技術が好きでソフトウェア開発に才能がある若者がいたとしても、上記の状況を見ればソフトウェア開発の仕事に就きたいと思わなくなっている、というのが日本の現状である。

そもそも、企業経営者や管理者を含め、日本の(専門家でない)職業人が情報技術に対し抱いている考えは次のようなものだと思う:

- ソフトウェア技術というのは何だかとても難しいもので、自分には分からない。でもお金を払って頼めばできてくるのだから、自分はそんな下賤なものを知る必要はない。
- 日本でソフトウェア開発する人手がないのなら、インドでも中国でも発注して作らせればよい。

しかし実際にはソフトウェア開発を発注するには「こういうものを作って欲しい」という要求仕様をきちんと定めて契約・発注し、できてきたものを仕様と照合して検収する作業が不可欠である。

にもかかわらず、日本の企業は(上のような考えの延長で)この面の認識がなく、企業内に情報技術の分かる人材を抱える必要性を軽視(ないし無視)している。その結果、日本のソフトウェア開発では次のような事態が普通となっている。

- ソフトウェアの発注時に「大まかな構想」しか提示できず、それをもとに開発者が「想像で」仕様を埋めて開発を進める。
- その結果ソフトウェアができてくるとそれが求めていたものと違うことが多く発見され、その手直しに時間とコストが費され、開発されたソフトウェアも最初からつぎはぎだらけの低品質なものとなる。

筆者らの心配は、このような「開発者の低いスキル、不十分な発注形態による低い品質・生産性が続いていけば、日本ではソフトウェア開発が引き合わなくなり、ソフトウェア開発そのものができなくなるのではないか」ということである。

日本は現在、その優れた生産技術によって工業製品を輸出し、その対価で食料を輸入しているわけだが、

今後ますます生産における情報技術の位置が高まるなかで、このような状態を続けていけば上記のモデルがたち行かなくなるのではないだろうか。

この問題に対する「簡単な」回答はもちろんないが、「現在社会で働いている大人たち」の考え方を考えるのに比べれば、将来の社会人つまり子供たちに対する教育を変えることの方がまだ現実的かつ有効であり、そのために「情報教育」のあり方を検討して行きたい、というのが筆者の基本的な姿勢である。

5. 将来に向けての活動

ここで改めて「教育」は何のためにあるかを改めて考えてみる。細かく分ければさまざまなことが含まれると思うが、大きく捉えると次の2つにまとめられるように筆者は思っている。

- 生徒に現代社会において生きていくのに不可欠な知識やスキルを見につけさせること。
- 生徒に知的な刺激や、知ること/新しい何かを(できれば自力で)発見することの喜びを経験させること。

これは特定の教科に限らずすべての教科に共通している。ここまで述べて来た情報教育の3分野をこれにあてはめると、前者が主に「利用」「社会」、後者が主に「技術(科学)」ということになるかも知れない(これも一概には頼引きできないが)。

そして、今日の教育では誰も(教員も、保護者も、生徒本人も)前者すなわち「役に立つこと」に目を奪われがちだが、「人間として生きて行く」上でむしろ大事なことは後者のはずである。これを言い替えば、「教育内容は役に立つかどうかだけで決めるものではない」ということになるだろうか。^{*1}

では、「情報」の幅広い題材の中でこのような「知的刺激」の題材となるものは何だろうか? 筆者は、それはやはり「情報科学」の中にあるのだと思う。振り返ってみれば、高校生だった自分にとっては次のようなことが大きな「知的刺激」だった:

- 「命令を自動的に実行する」という単純なアイデアが多様な結果をもたらすという不思議さ。
- 1ステップずつは簡単で何の謎もないのに、それ

^{*1} かつて文部大臣が「自分は数学で2次方程式を学んだがその後役に立たなかった。だから2次方程式を学ぶ必要はないのでは」と問題提起して話題になったことがある。大臣の意図は、2次方程式の学習に困難を感じている生徒にそれを無理強いするより別のことを考えてもいいのでは、ということだったそうだが、それにしても2次式という比較的単純な数式の中にさまざまな不思議が隠されていることをどの生徒にも味わって欲しいと思うのは贅沢なのだろうか?

が積み重なって生まれて来るものが非常に高度なものに思えるという不思議さ。

- それぞれの1ステップが極めて厳密に定まっています、針ほどの曖昧さも許されずに積み重なっているという精緻性の不思議さ。

筆者はこれらの「不思議さ」は今の生徒にとっても十分な知的刺激になると思うし、だから1人でも多くの生徒にそれを味わって欲しいと思うわけである。

その1つの方向として、Tim Bellらによる“Computer Science Unplugged” (以下「アンプラグド」²⁾)がある。これは、コンピュータサイエンスのエッセンスが持つ不思議さを、コンピュータを使わず身近な題材やグループ活動を通じて経験させられるという点で、大変有望な方向だと考える。

それはそれとして、筆者としては“Computer Science Plugged”つまり実際にコンピュータを動かしてコンピュータサイエンスの不思議さを味わってもらおう、ということも必要だと考えている。その内容は次のようなものとなるだろう：

- 「不思議さ」の本質を直接確かめるという点から見れば、プログラミングないしそれに相当する内容を扱う必要がある。
- ただし、従来の(古典的な)言語でプログラミングを行うのはハードルが高いため、新しい/教育に適した言語や環境を用いるべきである。
- また、目的は「不思議さ」に触れることなので、体験を主たる目標とし、言語やプログラミング技術の詳細に踏み込むことは考えない。

実は(というほどのことでもないが)筆者の専門はプログラミング言語である。プログラミング言語は単に「プログラムを書き表すための規則」であり、「書き方の規則(文法)」と「それに対応する動作(意味)」から成っている…という教科書的な内容はさておき、ここでの議論に関連しては次の点が重要である。

- 同じ動作を書く書き方はさまざまなものが設計できるが、その「どの書き方」を用いるかで、人間にとっての「易しさ/難しさ」は大幅に違ってくる。
- そのため、教育に使うこと(さらにはその中でどのような部分に注力するか)に応じて、適切な言語を用いて教えることが必須である。

たとえば、今日でも教育現場では BASIC 言語や LOGO 言語が多く教えられているが、これらは 20 年～30 年前の言語であり、多少の改良はあるとしてもこの間のプログラミング言語の発展は取り入れられていない。

今日、上で述べたような視点で「情報教育」に用いる言語であれば、次のような条件を満たしているべきだと考える：

- 日本語(ないし他国であればその国の言語)の文字や語順を用いてプログラムが書ける。if、while などの英語の予約語は小・中学生にとって(そしてたぶん高校生にとって)大きな障害となる。^{*1}
- かっこ、カンマなどの記号の使用が最小限である。これらの記号を正しい位置に挿入する規則を教えるのに時間を費すよりは、これらの記号がなくて済むような言語でその時間をもっと有意義な教育内容に割り当てるほうがはるかに有益である。
- 構文が自然に把握しやすい。厳密な文法を教えるに間違えないようにすることに時間を費すのも無駄なことであり、例題からおおまかな書き方を学んだらそれが他の場面でも援用できるようになっていることが望ましい。^{*2}
- オブジェクト指向をサポートする。そうすることで、GUI、グラフィクス、音楽、ネットワークなどさまざまな機能をプログラムから呼び出して使えるようになり、生徒に「実用的プログラムと本質的には同じことを学んでいる」という現実感を持たせることができる。

ここで、上記の条件を念頭に筆者らが開発してきた教育向けオブジェクト指向言語ドリトル³⁾とその機能を簡単に紹介する。ドリトルの構文は基本的には次のようになっている：

[変数] オブジェクト!引数… 命令 引数… 命令、
簡単なプログラム例を次に示す：

```
ペン = タートル!作る。  
タイマー!作る「ペン!10 歩く」実行。  
ボタン1 = ボタン「右」作る -300 0 位置。  
ボタン2 = ボタン「左」作る -150 0 位置。  
ボタン1:動作 = 「ペン!10 右回り」。  
ボタン2:動作 = 「ペン!10 左回り」。
```

その説明は次の通り：

- 1 行目 — タートルオブジェクトを作り変数「ペン」に入れる。
- 2 行目 — タイマー(定期実行)オブジェクトを作り「ペン」を 10 ピクセルずつ進める動作を定期実行させる。

^{*1} なお、単に予約語を日本語バージョンに置き換えただけでも、「書き方の流れ」が元のままであればあまり大きな改善になっていない、というのが筆者らのこれまでの経験である。

^{*2} ただしこれは「日本語でプログラムを書く」というのは違っていると考える。日本語にしてしまうと、さまざまな書き方が「正しい日本語」であるので、それをすべて受け入れる言語とするのは難しいし、その部分集合だけを受け付けるようにすると、「日本語として正しいのになぜ受け付けられないのか分からない」という状況に陥る。

- 3~4行目 — ボタンを2つラベルを指定して作り位置を調整。
- 5~6行目 — 各ボタンが押された時の動作として「ペン」の向きを左右に10度変更するようにさせる。

このように、ドリトルでは簡潔なプログラムで様々なオブジェクトを作り出し、その機能呼び出すことができる。

上の例はタートルグラフィクスとタイマー(定期実行)とボタンを組み合わせて「ペンを操縦して曲線を描かせる」ものだったが、このほかにも多様なオブジェクトが利用できる。筆者らと協力者で実施してきたドリトルの実験授業には、次の内容が含まれている:

- 小学校や中学校で、プログラムで絵を描かせたり、GUI部品を使って描画を制御できるソフトウェアを作らせたり、自律ロボットカーを制御して決まった経路を走行させるなどの内容。⁴⁾
- 中学校や高校で、自分の好きな音楽を打ち込んで演奏させるなどの内容。
- 中学で、ネットワークを経由したゲームや音楽共有を行ったり³⁾、アームを持つ自律ロボットカーで物を選んだりするなどの内容。

これらの経験から、筆者らは「教育向けにうまく設計された言語を使用し」「適切な教材やサポート体制があれば」特別な学校や教員に限定されず、どこでも以下のことが可能であると確信するに至った:

- 小学校高学年~高校までの任意の学年において、
- 児童・生徒の発達段階に応じた題材を用いて、
- 児童・生徒に興味の持てる体験を提供し得る。

先にも述べたように、ここで「体験」としていることは重要である。特定の言語について細かい書き方の規則を時間を掛けて教えることは、得るものと掛ける時間や手間を比較すれば引き合わない。そうではなく、次のことが我々の提唱する内容である:

- 児童・生徒が「プログラムを動かしてみる」体験を持つことで、その先の学習の備えやきっかけとさせる。
- 体験そのものは数時間程度とし、小学校(高学年)・中学校・高校の各段階でそれぞれ実施させる。
- これらの体験を通じて、生徒が「コンピュータはこのような原理で動いているのだ」ということを感じ取ることを目標とする。
- さらに、特にこの方面に興味や関心を持つ生徒に対して、より進んだ内容を学習するきっかけとさせる。

もちろん、このような活動を多くの学校で取り入れて

もらえるようにするためには、教材の整備や学習成果がどれくらいあるのかの評価などしなければならないことが多く残されているが、我々としては少なくとも「ソフトウェアの操作方法に多くの時間が費されている」現状から、小・中・高の各段階において数時間程度をこのような内容に転換することはやってみる価値があるものと考えている。

6. まとめ

本稿にはさまざまな内容が含まれているが、最後にそれを非常にかいつまんで整理すると次のようになるだろうか:

- 今日では情報技術が至るところに使われているが、それゆえにそれを改めて学習することが難しくなっている面がある。
- 情報教育の目標を大きく分けると「技術(科学)」「利用」「社会」の3観点から成っていると見える。
- 日本の情報教育はこのうち「技術(科学)」の面が弱くなっている。
- その根源には、日本では(一般人も、経営トップも)情報技術が大切であるとは(実は)思っていない。技術者に対する敬意も持っていない。
- この問題を克服するには「初等中等段階からの教育」しかない。その方向として、「アンプラグド」のようなものもあるが、「新しい言語や教材」を活用してプログラミングに接してもらおうこともまた欠かせないし、実際にそれは可能だと考える。

参考文献

- 1) 兼宗進, 御手洗理英, 中谷多哉子, 福井眞吾, 久野 靖, 学校教育用オブジェクト指向言語「ドリトル」の設計と実装, 情報処理学会論文誌: プログラミング, vol. 42, no. SIG 11 (PRO 12), pp. 78-90, 2001.
- 2) 兼宗進, 正田良, 紅林秀治, 鎌田敏之, 井戸坂幸男, 保福やよい, 久野靖, コンピュータを使わない情報科学教育 — Computer Science Unplugged の翻訳と実践 —, 情報教育シンポジウム SSS2007 論文集, pp.5-10, 2007.
- 3) 西ヶ谷浩史, 紅林秀治, 青木浩幸, 保福やよい, 原久太郎, 久野靖, 兼宗進, ITクラフトマンシッププロジェクト~中学生によるネットワークプログラミング~, コンピュータと教育研究会 CE-83, pp. 173-180, 2006.
- 4) 佐藤和浩, 紅林秀治, 青木浩幸, 西ヶ谷浩史, 井戸坂幸男, 鎌田敏之, 原久太郎, 久野靖, 兼宗進, ITクラフトマンシッププロジェクト~小中学生によるドリトルプログラミング~, コンピュータと教育研究会 CE-83, pp. 165-172, 2006.