

## もう一つの e-learning

佐藤健司

慶應義塾大学理工学部実験教育支援センター

sato2@math.keio.ac.jp

現在、日本の初等中等教育は、授業時間の減少、その教育システムの構造などから、生徒の持っている潜在的な才能を伸ばしきっていない面があるのではないだろうか。網羅的な学校の教育とは別の角度で、埋もれてしまっているかもしれないこの才能を発掘し伸ばすには、どんなシステムを構築すると良いか検討してみた。

多くの人に、巾広く、気軽使ってもらうには、システムはWeb上に作るのが良いだろう。生徒の方の費用負担も軽くて済みそうである。また電子メディアは表現力が豊かなだけでなく、利用者の興味の方向や理解速度に応じた、インタラクティブなシステムが作りやすいなどの利点が挙げられる。

実際システムを作成する際に留意しなければならない点を挙げ、それを考慮しながら、実際のテーマを設定し、システムを設計してみた。

### 1. はじめに

現在、日本の初等中等教育には、問題が山積しているように思われる。授業時間の減少、登校拒否、そして凶悪犯罪の発生など、例を挙げようとするれば、新聞を探すまでもなく枚挙にいとまがない。その中でも受験勉強偏重の学校教育は、大きな問題の一つに挙げられるだろう。小学校から大学入学まで続くテストの成績によるふるい分けの教育は、本来面白いはずの勉強をつまらなくし、多くの生徒にとっては授業やテストが悩みの種になっている。さらに一部の生徒にとっては学校自体が苦痛になり、登校できなくなる生徒も少なくない。

これは現在の学校教育が、本来のあるべき教育の姿から大きく外れていることに原因がある。初等中等教育では生徒の持っている潜在的な能力をうまく見つけだし、その才能を存分に伸ばしてあげることこそが肝要なのではないだろうか。

こんな経験がある。以前、都内のとある工業

高校で、数学の授業の手伝いをする機会があった。工業高校の生徒の多くは教科書で学ぶ数学がとても不得意で、授業を聞くことからすでに放棄をしている生徒も少なくない。前提知識の欠落している生徒は、その時間、いくら一生懸命聞いていても理解できない。そんなことの繰り返しで、教科書の数学には全く興味を持たないのがその理由である。彼等には数学の時間は苦痛で、数学はただ成績をつけるための科目に成り下がってしまっている。これは数学にとっても、教えている私にとっても、そして何より生徒にとって、とても不幸な事態だと言わざるをえない。

そこで、数学の授業、灰色の50分の最後の5分だけ、とてもシンプルで取っ付きやすい数学の話題を紹介することを始めた。例えば「四色問題」である。とたんに彼等は目の色が変わり、幾人かの生徒は、休み時間にまで五色必要な地図の作成に熱中し、異口同音に「こんなのが数学だとは思わなかった」とか「数学はこんなに面白かったとは知らなかった」などと言って、休み時間にまで5色必要な地図の作成に熱

を上げていた。

生徒達が作成してくる地図を検証し、4色で塗れることを示すのは大変な作業ではあったが、私自身、最初の45分よりも最後の5分の方が数学の授業をしていた気持ちになれた。また、なにより、生徒が数学の面白さに目覚めてくれたことは、教育の本来の目的が目指すことではないだろうか。

これは余りにもうまく行き過ぎた例かも知れないが、現在の学校教育には、このような傾向が潜んでいると思う。

本来、生徒各個人が自分の能力に目覚め、それを伸ばしてゆくことも、学校教育の大きな仕事の一つではないかと思うのだが、教育改革は遅々として進まず、依然として受験偏重の教育が行われ、小学校から高校までの12年間を駆け一次的な人間のランク付けが行われているような気がしてならない。

たかが一個人で出来ることは知っているのだが、網羅的な知識を授ける学校の教育とは別の角度で、個々の持つ才能をうまく発掘し伸ばすには、どのようなシステムを作れば効果的かを思索してみたのが以下である。

## 2. e-learning、の利点

システムは電子メディアの代表であるWeb上に作ることにした。実はe-learningが先に頭にあつて、このようなシステムを作ることを思い付いたのであるが、Webベースのシステム上に実現することの利点について考えてみる。

### 2-1) 広く公開することができる

これはなんと言っても最大の利点である。多くの人の目に触れること、そして使ってもらえることが大切なことである。一度、評判になれば数限り無いアクセスがやってくる。そうなれば、期待される成果も大きな物になるであろう。

### 2-2) 利用のための費用が安い

インターネット環境の改善は、驚く程早いペースで進み、ブロードバンドにおいては、世界

有数の普及になった。ブロードバンドは高速であるばかりでなく、多くの場合、定額料金なのでアクセスのための費用はほとんど発生せず、小学生でも利用しやすいだろう。

### 2-3) 表現力が豊かである

紙の媒体では考えられないことだが、Web上では絵も動かせるし、音も出せる。パソコン慣れしていないと、利用に抵抗があるかも知れないが、利用してもらいたい年齢層の生徒は幼少の頃よりゲーム機に親しんでいて、むしろ本を前にするより抵抗がないだろう。

### 2-4) 維持費用が安い

現在、無料で利用できるWebスペースはインターネット上のあちらこちらに存在する。これは、一度作ってしまえば費用が発生せず、維持管理费用を利用者に転嫁する必要もない。改定もとても簡単にできる。

### 2-5) 学習状況をモニタできる

うまくログをとることで、利用者の学習情報をフィードバックしてもらうことができる。利用者の興味はどの辺に集まるか、どこへ移るか、どのくらい理解しているかなどの情報も得られる。これは逆に教科書を作る時などの重要な情報源になるであろう。

## 3. システム設計について

このシステムが目指すところは、その分野の全体的な理解ではなく、面白さの発見、興味を持つことのきっかけを目指すものであり、全体を網羅的にカバーしから順を追ってのすべての理解ではない。その点に留意しながら、より多くに生徒たちに快適に使ってもらうためには、どんな点に配慮してシステムを作成する必要があるか、検討してみた。

3-1) 生徒は興味を持っている分野には、少し背伸びをしても理解しようとする傾向がある。ここをとらえるのが大事で、易しい

ことばかりを教えるのではなく、少し先を見せるのが効果的なことがある。しかし、細かいところまでその画面で厳密に解説するよりも、ある程度省略をして速度を出し、展開を速くするのが良いだろう。また面白さを発見する感動のための演出も必要である。

3-2) 画面のスピーディーな展開は必要だが、詳しい説明や副次的な解説、トピックスなどへのリンクをたくさん作り、必要な理解はそこで出来るようにしておくことも大事なことである。また、あるまとまったテーマ全体にストーリー性を持たせると集中力が継続するかもしれない。

3-3) ヒューマンインターフェースにも気を配りたい。一つの画面は詰め込みすぎないようにし、出来ればスクロールをせずに

表示できる大きさにとどめる。これで見通しはずっと良くなる。これは物事を体系的にとらえることが、大人ほど得意でない生徒には大事なことである。

3-4) 理解を助け、飽きさせないようにするためには、画面をビジュアルにすることも大事で、カラーの絵や図を使うことは効果的である。また、扱う分野によっては適宜、動画や音声も取りることが大変効果的なことがあるが、これもWebならではの長所でもある。

3-5) また、利用者の学習状況をフィードバックするためのシステムを組み込めると、このシステムから多大な情報を集めることができるが、そのために、例えば年齢や学歴の記入を強制することは、利用しにくいシステムの構築に繋がってしまう。情報集

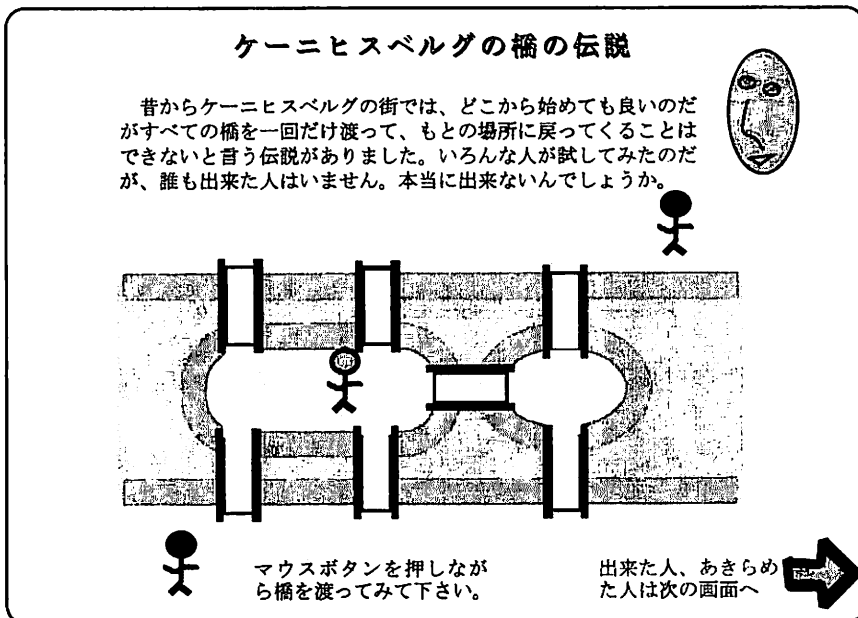


図.1 導入画面

め方については、上手な工夫が必要になるであろう。

#### 4. 試作モデル

試作モデルで取り扱うテーマには「ケーニヒスベルグの橋の問題」を取り上げた。これは、問題自体が簡単で取りかかりやすい上に、バックグラウンドであるグラフ理論への展開も容易である。また、グラフ理論の分野は学校教育ではあまり取り扱われていないので、これを紹介することにより、数学の幅広さも認識してもらいたい。

また、このテーマは、視覚に訴える部分が多くWebの持つ強力な表現力を活用でき、生徒の興味を引き付けられると考えられる。

さらに登場人物のオイラーは数学のみならず、広い分野に活躍した人で、オイラー自身への興味から、オイラーの活躍した他の分野への展開も図れるだろう。

#### 図.1 導入画面

この画面で橋の問題を提示し、画面上で十分

に試行錯誤してもらおう。ここでの最大の目標は、なんといっても興味を持ってもらうことである。これさえうまくゆけばこのシステムは半分成功したようなものである。図1はあまりうまい絵だとはいえないが、雰囲気は解っていただけるだろう。

マウスをドラッグした時点からトレースが描かれ、先へいけなくなった時点でピーブ音をだし終了する。橋を渡る順番を変えたり、様々な出発点から試してもらおう。十分に経験を積むことが、次の画面の理解を助けることになる。

いったい、どの位、どんな試行をしてから次の画面に進むのかは興味のあるところである。うまくログが取れるようにしたい。

#### 図.2 一筆書き問題への移行

おそらく、多くの生徒にとって、橋の問題と一筆書きが、同じ問題の別の表現であることを理解するのは、そうたやすいことではないだろう。つまり多くの生徒はこの画面であろう。しかし、理解できた生徒にとっては、かなり感動する場面ではないだろうか。

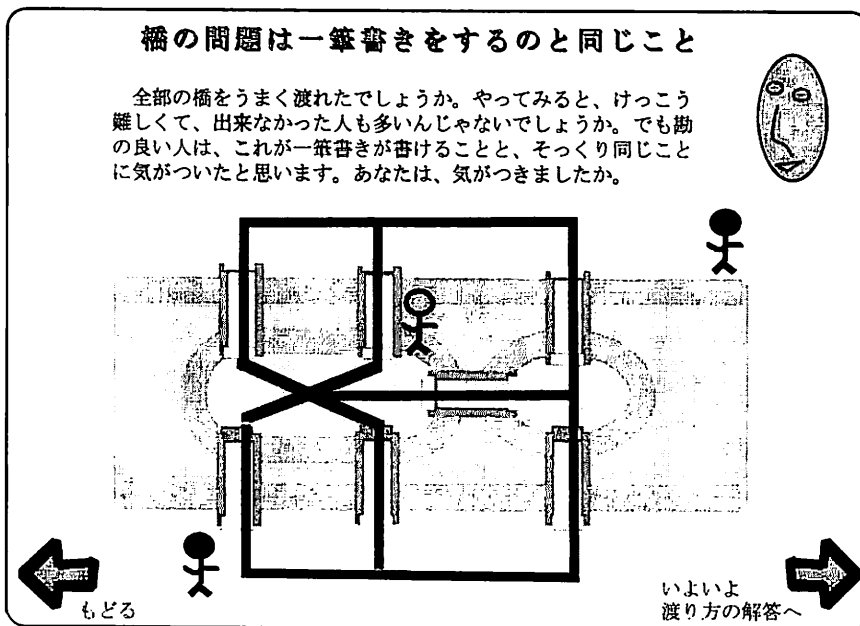
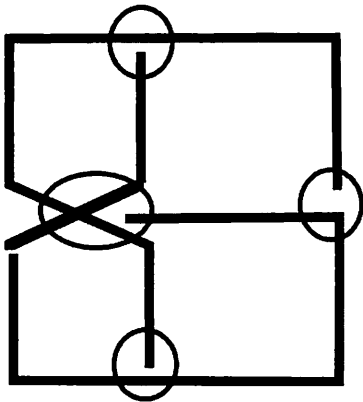


図.2 一筆書き問題への移行

### 解答：橋はどうやっても渡れないのです

そうなんです。なあーんだですね。橋はどうやっても渡れないんです。では、渡れないことの説明をしましょう。とても簡単です。まるで囲まれた4かしの点に注目して下さい。丸の中にはどこも奇数本の線



が入ってきています。偶数だと入ってきた線が全部出ていけるのですが奇数だと線の始点か終点になります。一つの線には端が二つあるので、この一筆書きは書けなくて、二筆必要なこととなります。だから橋を一度だけ通って全部渡ることは出来ないのです。

でももう一本橋を上手に作れば、渡れますね。どことどの間にかけて良いでしょうか。



もどる



つぎへ

図.3 種明かし

### 私がオイラーです



この橋の問題は、私が解きました。今から250年も前のことです。じつはこれは立派な数学の一分野で、グラフ理論という分野の問題です。この橋の問題が切っ掛けになって出来た数学と言っても、言い過ぎではないでしょう。グラフ理論の中には、おもしろい問題がたくさんあるので、興味を持てたら調べてみて下さい。

自己紹介がとおりましたが、私は1707年のスイス生まれ、76歳でロシアでなくなりました。最後の20年近くは目が見えなくなって大変でしたが、数学の中の、解析をはじめとして、代数、確率などとずいぶん成果をあげました。その他にも天文や光学、13人の子供の子育てなどに熱中しました。

図.4 グラフ理論への展開

### 図.3 種明かし

ここで始めてこの一筆書きが書けないこと、すなわち、橋の問題は解けないことを説明する。多くの生徒にとって、出来ないことの証明は、初めての経験かも知れない。

橋の問題はここで決着するのだが、渡れるようにするには、どこに橋をかければ良いか、そして、どこから渡らなければいけないか。さらにもう一本の橋をかけるとどこから始めても、解決する問題になることにも気がつくかも知れない。この辺は、誘導するよりも、自分で気がついた方が喜びは大きいであろう。

### 図.4 グラフ理論への展開

最後の画面であるエピローグになる。この問題はオイラーによって解決されたことを述べ、これが数学の一分野をなすグラフ理論そのものであることを言う。さらにオイラー自身に自己紹介させることで、最後に親近感を味わってもらう締めにした。

## 5. おわりに

このシステムは、まだ設計段階で、実装されてはいない。なんとか早く使ってもらえるような形で公開にこぎつけたい。それには上にあげた課題の他にも、プログラミングスキルの上達など、残された課題も多いのだが、橋の問題がグラフ理論誕生の切っ掛けになったように、この研究も、学校教育の新しい分野の誕生の切っ掛けになればと思っている。