

## 情報科学の方法論による「問題解決」に関する授業実践 —普通高校における情報Bでの展開事例—

北海道札幌新川高等学校教諭 今野 篤志

### 1. はじめに

情報Bにおける問題解決の方法論として意思決定のための理論をとりあげた事例を紹介する。情報科における学習内容としての問題解決では、解決までに必要とされる手段と手順を意識させたり、情報機器やネットワークの適切な利用が必要であることを理解させることに重点がおかれる。ここで扱われる手段とは、使用者の好みや重要度といった心理的価値を重みに置き換えて複数の候補を比較することや、複数のパラメータ間のトレードオフを調整することなどであった。教科書では、これらの手段を、遠足や旅行の行動計画、パソコンや衣服の買い物や食事の計画、進路計画などの題材に適用させ、説明されている。

情報学的アプローチにより問題を一層効果的に解決するための方法は、情報Bにおいて取り上げられる。教科書では乱数／待ち行列／売り上げ予測の3種の題材が扱われている。さらに、シミュレーションの手段としては、表計算ソフトウェアとプログラミング言語の利用が多い。

本実践では、実社会の問題解決における現実的な解を探求するために、情報学的アプローチによる問題解決の方法論の存在をより強く意識させ、さらに採用する方法や手段、処理の手続によって、作業の効率や得られる結果が異なることを認識させるために、以下の点に特に留意した。

- ・取り上げる題材にはストーリーをもたせる
- ・机上でのシミュレーションを個々の生徒に行わせ、問題解決の手順を体験的に意識させる
- ・方法論の定義や処理方法の説明に時間をかけ

ず、生徒自らそれらに気づくよう誘導することに時間を割く

### 2. 実践内容

意思決定のための方法論として、線形計画法／待ち行列／ゲーム理論／組合せ最適化／PERTを取り上げた。方法論と授業コマ数を表1に示す。

表1 実践内容と授業コマ数

実践ID	方法論	コマ数	
1	線形計画法	2	
2	待ち行列	3	
3	ゲーム理論	繰り返しゲーム	1.5
4		期待効用仮説	1.5
5	組合せ最適化	巡回セールスマン問題	6
6		ナップサック問題	2
7		最適配置問題	2
8	PERT	2	

各実践の題材は以下の通りである。

#### 実践1 線形計画法

**田中係長のごはん 一食パンと牛乳の生活編**  
食パンと牛乳だけで暮らす田中係長。そりゃあ食うにこしたことはないけど、なにせ予算がキビシイ…。1日に食パンと牛乳それぞれ何グラムずつとれば、田中係長はたおれずに生きていけるか。

#### 実践2 待ち行列

**田中係長のごちそう 一久しぶりに牛丼！編**  
たまには豪華に牛丼を食いたい田中係長。昼間に大手牛丼チェーンに行ったはいいが、ものすごい行列。いったいどうしたものやら…。

#### 実践3 無限繰り返しゲーム

**田中係長の悩み 一退職金どうしよう？編**  
むこう30年後の退職金をいま一括でもらうべきか、あるいは30年にわたって分割でもらうべき

か。悩める田中係長にいいアドバイスを。

#### 実践4 期待効用仮説

**田中係長の悩み2 一贈り物で昇進!?昇進編**  
次期課長をねらう田中係長と佐藤係長。課長の席は、人事部長に気に入られるか次第。そこで2人は人事部長に贈り物をすることにした。

#### 実践5 巡回セールスマン問題

**田中係長の営業 一セールスも頭を使うぜ編**  
田中係長は営業マン。今日は白石区、中央区、南区、厚別区、北区をまわる予定。食パンと牛乳でいつも腹ぺこの田中係長。なるべく短い経路でまわって帰ってきたい。どうまわれればいいか。

#### 実践6 ナップサック問題

**田中係長の休日 一リュックの中身は?編**  
久しぶりの休みだ!リュックしょって出かけるか。リュックの容量は20リットル。おれを一番満足させるには、どの荷物を詰めたらいいか。

#### 実践7 最適配置問題

**田中係長の休日2 一同窓会だ、そわそわ編**  
長いこと友達と会っていない田中係長。明後日は久しぶりの同窓会だ。でも、どこに集合?

#### 実践8 PERT

**田中係長の勉強 一私、数学わかりません編**  
数学は苦手な田中係長。家で勉強することにした。さっそく勉強計画をたててみた。効率的な勉強法はあり得るのか。

### 3. 実践の具体的展開

実践1, 5, 7に関して、具体的な展開を示す。

**実践1** 学習目標は、最適解を求めるためには、条件を整理してシミュレーションすることが有効であると理解させることである。まず、「1日にかかる食費をできる限りおさえつつ、でも栄養はしっかりとりたい」という目標を満足するような組合せを見つけることを生徒に課す。解決に際して、以下の条件を設ける。

- ・ 1日に最低限必要なエネルギーは2500kcal, タンパク質は70g, カルシウムは600mg。
- ・ 食パン100gにはエネルギーが270kcal, タンパク質が8g, カルシウムが11mg入っている。

・ 牛乳100gには、エネルギーが60kcal, タンパク質が3g, カルシウムが100mg入っている。

・ 食パンは40円/100g, 牛乳は25円/100g。

これらの条件から、牛乳の摂取量を $x$ , 食パンの摂取量を $y$ としてエネルギー/タンパク質/カルシウムの関係を数式化させ、各条件を満たす範囲を図示させる。さらに、食費に関する数式を満たすグラフ上の $x$ と $y$ のペアを見つけることが、問題を解くことと同義であることを示す。

また、類題として「冬休みの過ごし方」<sup>1</sup>や、「生産計画」<sup>2</sup>なども示す。特に「生産計画」においては、与えられた条件での最適解を求めるのみならず、条件を超えた状況を想定し、さらに良い結果を生む提案を考えさせる発展も検討させた<sup>3</sup>。

**実践5** 学習目標は、最適解を求めるためには、手段と手順とを工夫したアプローチを用いることが必要であると気づかせることである。また、最適解ではなく近似解を求めることでも問題は解決することを理解させる。まず、4地点を経由する事例を示し、総当たりを試すことで解を得る。徐々に経路すべきポイント数を増やしていき、場合の数やハンガリー法などにより解を求めていく。さらに、ポイントが増やし(例えば、50ポイント)、これらの方法論の限界を実感させた上で、最適解ではなく近似解を求めることの有効性を示す。近似解を求めるための方法論として、最小木やNearest Neighbor法の考え方も紹介した。最小木を使うにあたっては、経路選択や最短経路やシュタイナーポイントの話もする。ただし、いずれの場合も専門用語や定義はもちださない。またこの方法論は、道路、電話線や下水をひくなどの社会インフラ整備にも適用できることを解説する。**実践7** 学習目標は、複雑な問題を解決するには、まず単純化した課題の解法から帰納的に最適解を得ることができると理解することである。

図1の解決を課す。この課題に取り組むにあたり、まずは2つの地点間での集合場所を検討させる。X地点に30人、Y地点に15人いるとする。両区間の距離は30km。全員が一か所に集まるとして、総移動距離を最小にするには、XY間のどこ

に集まればいいのかを考えさせる。人数を重みとした移動距離の2地点の和を最小とする地点を集合場所とすればよい。結局、集合場所は人数の多いほうの地点にすればいいことがわかる。つまり、X地点を集合場所とすることが解となる。

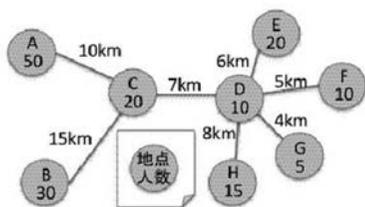


図1 最短経路探索Bの題材

この考えを発展させる。たくさんの地点の中に地点Iと地点Jがある。両地点は一本道でつながっている。地点Iにつながる地点はそれぞれが最小のルートで地点Iまで来たとする。地点Jにつながる地点も同様。IとJは一本の道でつながっているので、前述した2地点間の問題に帰着する。つまり、現在IとJにいる人数のうち、多いほうの人数が集まればよい。集合場所は2地点それぞれに集まる人数のみに依存していることになる。

図1の場合、地点Aに集まると仮定しよう。Bにいる人の移動距離 =  $25\text{km} \times 30\text{人} = 750\text{km}$ , …, Hにいる人の移動距離 =  $25\text{km} \times 15\text{人} = 375\text{km}$  となり、BからHまでの総移動距離は  $2,280\text{km}$  となる。ここで、集合場所をAからCに移す。すると、地点Aの50人は  $10\text{km}$  移動する。地点C側（地点B～H）にいる110人は  $10\text{km}$  移動しなくていい。集合場所が地点A、地点Cのときの総移動距離を  $L_A, L_C$  とすると、 $L_C = L_A + 10\text{km} \times (50\text{人} - 110\text{人}) = 1,680\text{km}$  となる。 $L_A > L_C$  から地点Cに集まるほうが良いということがわかる。同様にして、地点Dでは、 $L_D = L_C + 7\text{km} \times (100\text{人} - 60\text{人})$  なので、DよりCに集まるほうがよい。 $L_C$  と  $L_D$  の大小は、C側にいる人とD側にいる人の大小によって決まる。つまり、人数の多い「側」に集まるほうがよい。C側よりD側の人数が少ないので、Dより先 (E,F,G,H) を調べる必要はない。さらに  $L_B$  を求めることで集合場所が決定される。

1 冬休みは7日間、小遣いは5万円。スキー場へは1回行くと旅程は2日、経費は1万円。食事は1回あたり1日かかり、経費は2万円。スキーは1回行くくと満足度3、食事は1回行くくと満足度2。最大の満足度を得るためにはスキーに何回、ごはんは何回行ったらいいでしょう。

2 製品Aと製品Bをつくろうとしている。Aを1kgつくるには石炭9トン、電力が4kWh、労力が3人必要。Bを1kgつくるには石炭4トン、電力が5kWh、労力が10人必要。いまこの会社で使えるのは、石炭360トン、電力200kWh、労力300人まで。Aは1kgあたり7万円、Bは1kgあたり12万円の利益がある。この資源の制約の下で利益を最大にするには、AとBをどうつくればいいのか。

3 例えば、電力を1kWh増やすごとに、1.36万円の利益増が見込める。電力は購入している場合、電力の値段が  $1.36\text{万円} / 1\text{kWh}$  より安いければ、買ってでも電力を増やしたほうがよい。労力は300人から301人に増やした際、利益は0.52万円増える。すなわち、電力1単位増やしたほうが、労力1単位増やすよりも利益を得られることがわかる。

#### 4. 実践をふりかえって

この実践は、学年の80%程度が上級学校に進学する普通科高校の3年生向けに展開された。情報は理系文系の区別なく、共通の授業をおこなった。授業は週1回、45分×2コマ。使用教科書は実教出版「最新情報B」、授業期間は2007年8月末から11月中旬までの10週間である。

本実践は、生徒がこれまで学習したことがないような“新しい知識の獲得”を体感することを意識して構成した。授業が生徒の興味をひく内容であると同時に、学んだという実感がもてることを期待する。報告した実践に関しては、授業における生徒の反応を観察する限りでは、多くの生徒が知的好奇心を刺激され、未知の知にふれる期待を抱いているようであった。情報科でこそ扱える学習展開の一例であると考えられる。

#### 5. おわりに

新学習指導要領では、普通教科「情報」で、「合理的判断力や創造的思考力、問題を発見・解決することができる能力をはぐくむ指導をより一層重視する」と謳っている。情報学の問題解決の方法論を高等学校段階から学習することは、その目的を達成するのに大いに貢献すると考える。高等学校段階で扱うことのできる内容の粒度と深度との見極めには議論と更なる実践例の蓄積が求められる。今後の多様な授業展開に期待したい。