

Dynamic Programming の視覚化 － 薬剤投与のマネジメントへの適用例 －

大妻女子大 社会情報 ○ 浪平 博人
日大生産工（総科研） 須藤 誠

1. はじめに（理数教育の現状）

我が国においては学力の低下が指摘されて久しく、特に理数科目の考える力の落ち込みは危機感を覚えるほどである。資源のないわが国として将来の生き行く道は技術創造立国であろう。そのためには、学ぶ者の“興味を引き出し、深い理解に導く”質の高い理数教育が不可欠であることには異論がなかろう。

2 教育の効率性について

人間の個々の物理的能力の拡大は、科学の進歩とともにこれまで効果的になされてきた。例えば、人の筋力については発動機が発明され、クレーンや車などに具体化され、視力については、メガネや望遠鏡あるいは顕微鏡などにより裸眼では見えないものが見えるようになっていく。人の記憶や計算機能も含めて、人の基本的な機能の拡大については、科学の進歩が大いに貢献している。

教育についても、プロジェクター、コンピュータモニターあるいは講義のビデオ化等いろいろと便利な機器が役に立っている。ところが、知識を伝達するという教育の核心部分については、依然従来の方法に従って教えられている。すなわち、IT技術は教育の核心には余り活用・普及されていないのである。

なぜであろうか。ここで対象を大学等の工学・理学・数学などの論理的内容の教育に絞って、その理由を考えてみる。

まず、伝達すべきものには内容の意味と手順の2つがある。このなかで、手順は客観的に表現でき、IT機器の活用が可能である。しかし、内容の意味の心や脳への伝達については、IT機器の活用が効果的になされていない。意味とは、学ぶ者それぞれの個人を中心して発生する価値である。それは、各人が独自に持つ理解の枠組み（あるいは座標系）を基準に測られて、認識されるものである。外からのものを自分の座標系に沿って理解し自分との関連の位置づけを行い、自分が理解する世界との関連付けをしたものが、自分にとっての意味である。

教育は、意味の伝達において、この複雑な個人ごとに異なった座標系への働きかけである。難しさの理由は、座標系が個人ごとに異なることにある。

さて、これまで教育においては形式的知識の伝達に重きが置かれて training が中心であり、意味の伝達には関心が少なかった。したがって、教育においてもっとも重要な、内容の意味を伝えることへの科学技術の関与は、他の分野に比べて非常に少ない。本論は、この部分に注目して、意味の伝達を目的としたIT技術の活用のための方法論を提案し、その実施結果を報告するものである。

3 意味の伝達を中心に据えた教育の提案

学ぶ側は、内容の意味をそれぞれの座標系

The Visualization of Dynamic Programming
－ The application for the Management on Dosage －
Hiroto NAMIHIRA and Makoto SUDO

に沿って受け取る。従って、内容の意味の伝達には、どの座標系でもくみ取れるよう冗長度の高い手段で情報を伝える必要がある。

ところで、視覚化された情報が非常に多くの情報を含むことは、よく知られた事実である。加えて、視覚は変化に敏感である。これらの視覚の情報処理における特性を基に、急激に発展するIT技術を活用して、論理の展開をイメージとして動的に視覚化して、論理の核心の意味を目で容易に理解させる教育方法論を構築する。

ここでは、論理とはデータを扱うものであり、データは論理により刻々変形されていき、ある断面でのデータの布置を状態としてとらえる。すなわち、論理とは最初に与えられた状態（初期状態）に働きかけて逐次これを変形し、終に最終状態まで持っていく駆動力と捉える。そして、任意の時点の状態の核心部分を画面上に表現することを工夫し、初期から最終にいたる状態の変化を連続的に視覚化して示す。これを“動的視覚化法”と名づける。この動的視覚化法により、論理の内容を一連の動的視覚イメージとして伝えることができる。これを図1に示す。

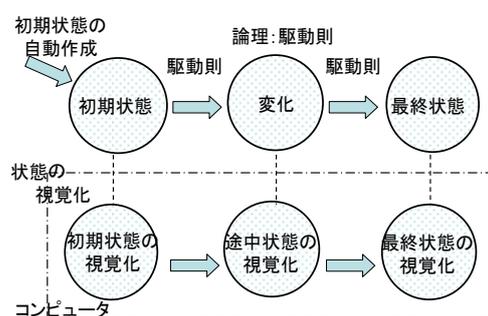


図1 論理の動的視覚化

提案する方法により、論理的内容の本質をイメージとして学ぶ者の生の感覚（クオリア）に直接伝達し、学生の感動を引き出す教育方

法論が可能となる。また、初期状態を容易に任意に変えることにより多様な擬似経験が可能となり、その上、“こうなればどうなるか”という学ぶ者の疑問に応える創造的発展に対応が可能である。

4 動的視覚化例

動的視覚化の適用範囲は、すでに統計学、確率論、線形代数、複素関数、アルゴリズム、高校数学等の各分野の全範囲に及んでいる。本稿では、マネジメント工学の重要な手法の1つである **Dynamic Programming**（以下DPと記す）をとりあげて、この内容を動的に視覚化し、提案する動的視覚化法が極めて有効であることを示す。なお、DP手法の内容自体については、極めて普遍的な知識であるとして数理的に厳密な解説は行わない。

DPの内容は、ある一定量の効率的な配分問題への解法として説明すると、その本質が伝えやすい。n個の配分先があるとし、i番目の配分先に x_i だけ配分するとそのリターンが $f(x_i)$ だけあるとし、配分結果のリターン計の最小あるいは最大を求めるとしよう。形式的に書けば、次のようになる。

$$\sum_{i=1}^n f(x_i) \rightarrow \min \text{ or } \max$$

$$s.t \sum_{i=1}^n x_i = T \quad x_i \geq 0$$

いま、病人への薬をn期に渡って配分するとし、 $f_i(x_i)$ をi期に x_i 投与したときの副作用として、合計副作用量の最小化を考えるとしよう。この問題を通して、DPの動的視覚化を行う。

DPの意味を伝えるには、いろいろな配分法があり、それによって結果が異なるということを理解する必要がある。図2は、期間

3、 $f_1(x) = 3x^2, f_2(x) = 2x^2, f_3(x) = x^2$ 、

配分計 5、配分単位 1 として、2 つの配分例を示し、その結果の副作用計が (B) のほうが (A) よりも小さいことを視覚的に示すものである。期間、リターン関数、総量は任意に指定でき、その下で、各期への資源の配分も任意にできる。

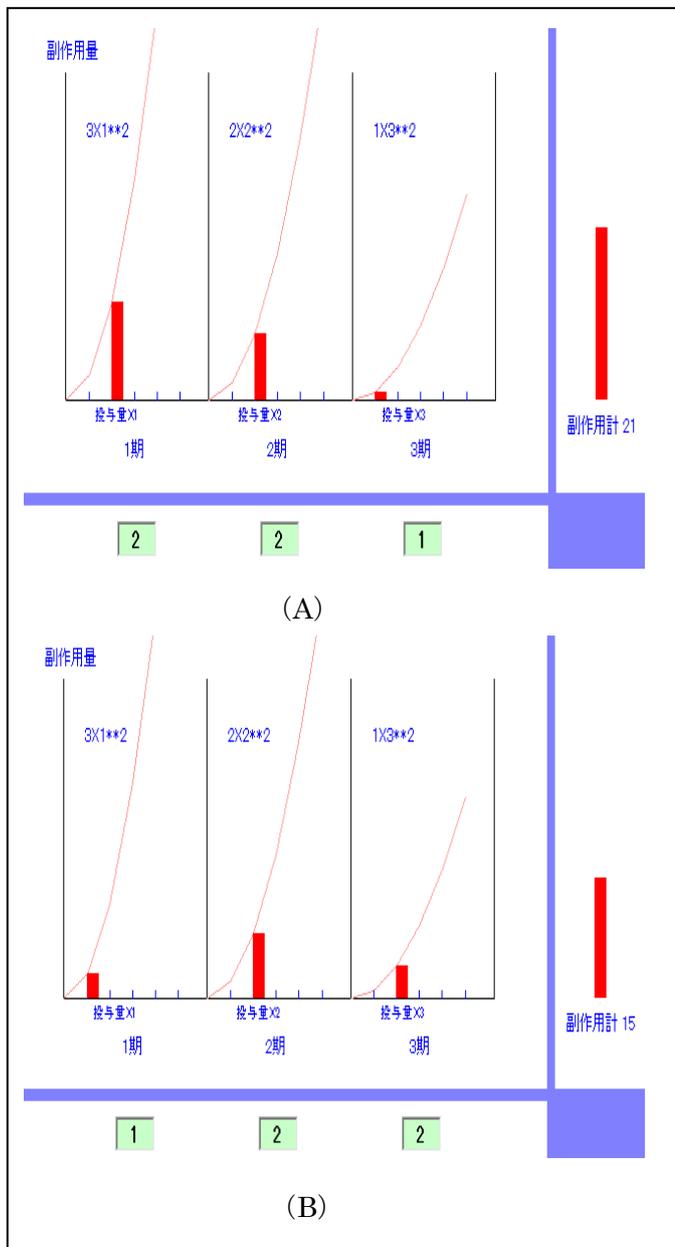


図 2 分配に対応した副作用

つぎに、最適配分のプロセスを視覚化する。図 3 は、最適分配について DP の通常の計算過程を視覚化したものである。任意の点をカーソルで指定すれば、その点での計算内容が視覚化して表示される。図 3 の例では、例えば 2 期での 3 レベルで 11 が算出される過程が表示されている。

図 4 は、もっと複雑な場合の問題における計算過程例についての視覚化である。

図 5 は、総額一定の資源を 8 つの利益発生事業へ最適に配分するプロセスの視覚化である。

6 まとめ

筆者は、現在まで Dynamic programming について、多くの理数系分野の教育技法について、また、高大の接続教育の技法について、動的視覚化技法を創生しているが、本論は、薬剤投与と副作用を主に、対話型の逐次応答形式の視覚化の一例を示した。瞬時的に論理の展開を理解させることのできるこの効果的教育技法が普及することを願うものである。

「参考文献」

- 1) 須藤・浪平 No.94,2008 日大生産研究所報 Dynamic Visualization Method for Effective Education in Management Engineering
- 2) 浪平博人：“動的視覚化法：論理的内容の教育における新しい技法”、パーソナルコンピュータユーザ利用技術協会 Vol.16 No.2(2005)
- 3) 浪平博人：“動的視覚化による統計学入門”、日科技連,2005 年 2 月

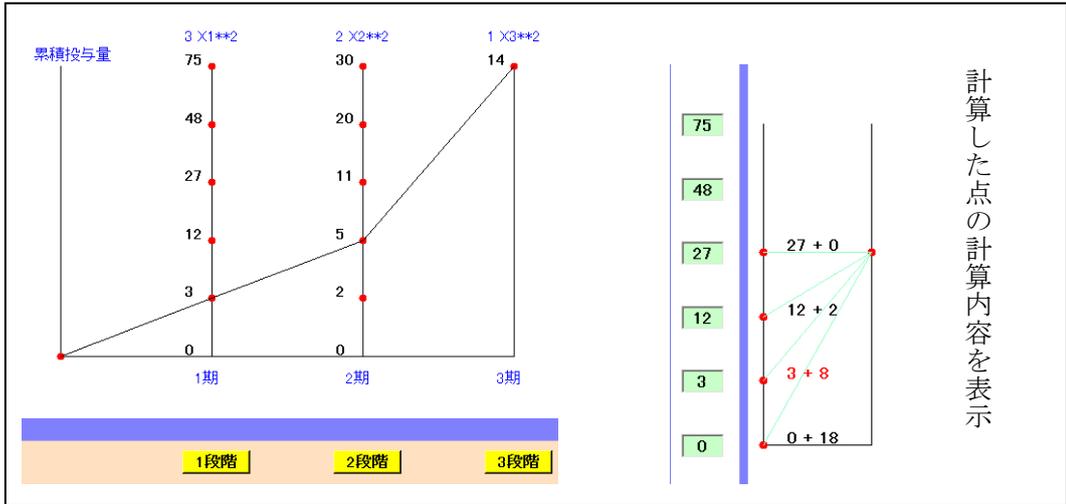


図3 最適配分および計算過程の視覚化

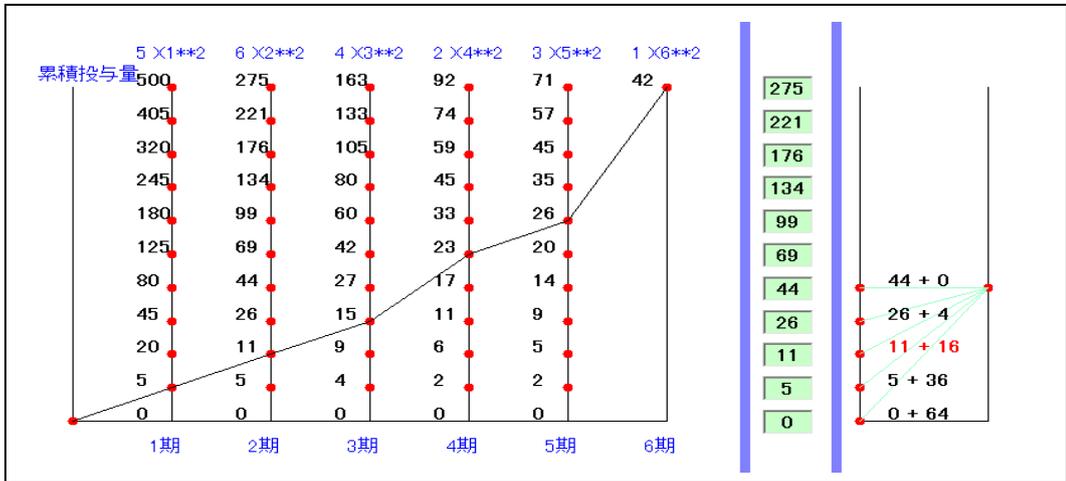


図4 最適配分および計算過程の視覚化

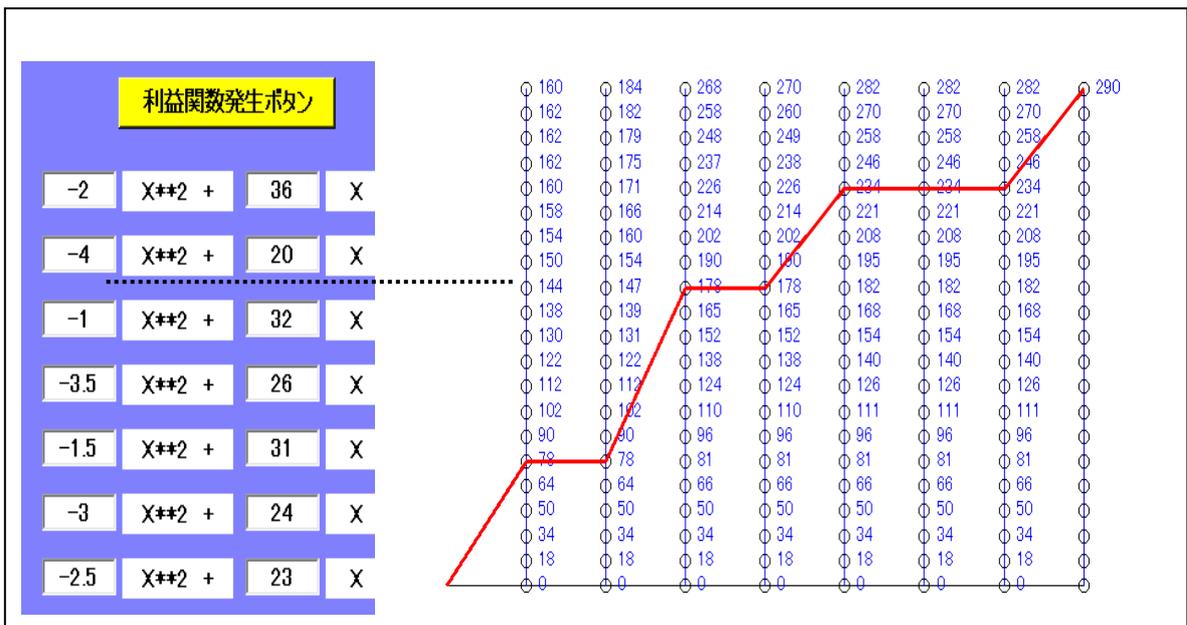


図5 最適配分計算