

Dynamic Visualization Method のマネジメント工学教育への適用 — 理論の意味をイメージ化してクオリアへ直接伝達 —

○大妻女子大 社会情報学部 浪平 博人
日大生産工 渡邊 昭廣 日大総科研 須藤 誠

1 はじめに

(工学教育に関する今ここにある問題)

わが国の将来の生き行く道は創造立国であろうことには異論あるまい。にもかかわらず、学生の学力低下と学問への関心の希薄化傾向は止まらない。我々は、これまでの教授法への重大な懸念を次のように概括した。すなわち、従来の教授法は重点が解法の手順の伝達におかれ、従って本来の意味を伝える意識は薄く、かつ、内容を学生が分かる具体的な現象と結び付ける努力が十分でない。さらに、学ぶ側においても学ぶとは記憶することであり、考えるという習慣が非常に薄い。これらは、社会の背景と深く絡まったものであり、全体として従来の教育・教授方法の機能不全を示すものである。いま、学ぶ者の“興味を引き出し、深い理解に導く”という抜本的な教育方法論の開発が求められている。

2 意味の伝達を中心に据えた教育の提案

アナロジーが分かりやすい理由は、背後にある文脈が共有されているからである。教育においても、教える側と教えられる側とで内容の意味(文脈)の共有が肝要である。内容の概略の意味を効率よく短時間に伝達するには、情報量の多いメディアすなわち視覚を用いることは自然に思いつく。ここに、視覚表現の特徴とIT技術とを結びつけた以下に掲げる目的・方法・機能をもつ新しい教育方法論(DVM:動的視覚化法)について提案をする。その、目的・方法・機能を略記すれば、次のようになる。

目的 : 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 : 論理的内容のコンピュータを使った動的な視覚化。具体的には、まず“論理”について、与えられた初期状態を変化させて

最終状態にもっていく駆動する働きと捉える。そして、論理の状態のうち意味を表す部分を2次元あるいは3次元でコンピュータ上に表現する。そして、論理の展開に伴う状態の変化をコンピュータで計算し画面上に射影する。これにより、論理の展開そのものをコンピュータ上で視覚的に理解することができるようになる。

機能 :

- (1) 意味の瞬間伝達 (説明に先立って、概念の共有)。
- (2) 擬似経験 (あの場合この場合を自動的に発生)。
- (3) what if 要求への対応 (創造的発展に対応可能)。

3 適用例

提案する方法論のマネジメント工学教育への適用について論じる。マネジメント工学の適用範囲は極めて多岐にわたるので、多くの基礎知識を効率的に教える必要がある。その上で、1つの問題に含まれる要素の交互作用の影響を的確に伝える必要がある。これらは厳密に定式化されており、従来の教育法でこの手順が示されている。しかしながら、手順と式で示されたところの相互作用の具体的な様子は捉えられず、したがって、分かったという気がしない。

提案する動的視覚化法を、例えば在庫管理の定期補充方式の教育に適用した例を用いて、従来の教育法にまつわる分かり難さが如何に解決できるかについて説明する。

定期補充方式は、対象とする商品の在庫の管理を定期的(c日毎)に発注し、発注量は配送期間後(d日)に受け取ることにより行うものである。発注量は基準在庫量Zと発注日における実在庫量zとの差($Z - z$)であ

Dynamic Visualization Method for Effective Education in Management Engineering
— Visualization of Theoretical Meanings into Images as a method for Direct
Transmission of these Meaning to the Qualia —

Hiroto NAMIHIRA, Akihiro WATANABE and Makoto SUDO

り、この基準在庫量 Z を決めるのが問題である。 Z は、1日の需要分布 $f(i)$ （定常と仮定）とリードタイム $L(=c+d)$ およびサービス率 α から次のような手順で求められる。

- (1) リードタイム L を求める。 $L=c+d$
- (2) f の L 次の畳み込み分布 $\Phi_L(t)$ を計算する。 L が大きければ、 $\Phi_L(t)$ は正規分布で近似できる。
- (3) 次式を満たす Z が求めるものである。

$$\sum_{t=0}^{Z-1} \Phi_L(t) < \alpha \leq \sum_{t=0}^Z \Phi_L(t) \quad \dots (1)$$

求める基準在庫量 Z は、需要分布 $f(i)$ 、リードタイム L 、サービス率 α に関連する量であるが、式からその相互関係を読み取ることはほとんど不可能である。

定期補充方式の説明を動的に視覚化した一例を次に示そう。

図1は、定期補充方式を動的に視覚化したものである。需要分布は一定期間の販売実績の頻度の形で入力する。したがって、分布は任意のものが指定でき、それはグラフとして表示される。補充サイクルと配送期間も1クリックで任意に指定できる。また、サービス率も1クリックで指定できる。その後、需要分布 f の L 次の畳み

込み計算が行われ、その結果としての分布が表示される。そして、指定サービス率 α に対応する求める基準在庫量 Z が求められる。これらは瞬時に行われ表示されるので、 Z に対する f, L, α の寄与が実感を持って学ぶことができる。例えば、この例でサービス率を95%から99%に変更することは、基準在庫量を31から38へと約23%も上げることが直ちに理解できる。あるいは、リードタイムを7から6に縮めることは基準在庫量を31から17へと約13%下げることが示される。

図2は、指定条件で補充在庫方式を運用した場合のシミュレーションである。在庫変動の有様、在庫が切れる状態とその頻度等を目で確かめることができる。この例では、サービス率95%の目標に対して、シミュレーション結果のサービス率は95.5%ではば理論どおりであることが示されていた。

図3は、畳み込み次数の変化に伴う畳み込み分布の形状の変化を示したものである。次数の増加とともに、分布の形状が急速に正規分布に近づいていくことが示されている。一般の分布からの n 個の標本平均 m の分布が正規分布に近づいていくことを主張する理論が、中心極限定理であり、その内容は畳み込みである。

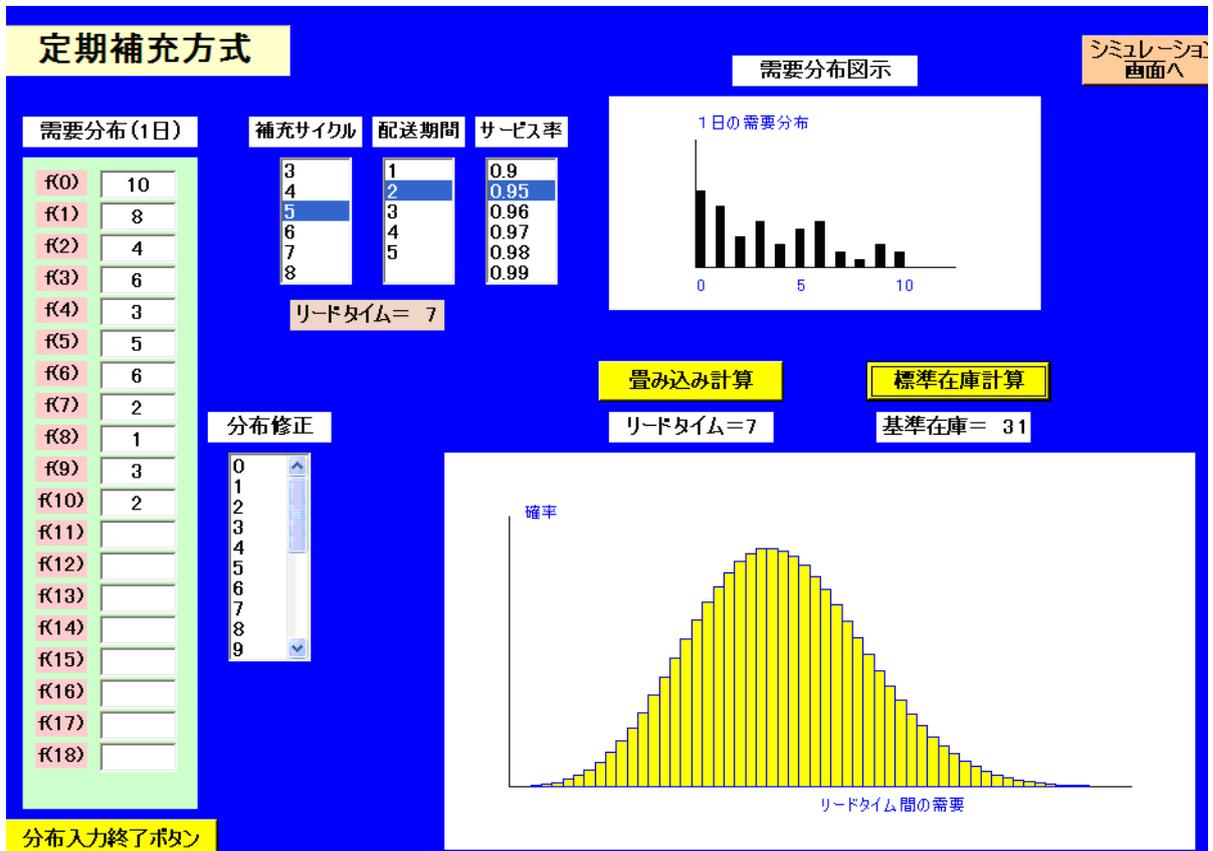


図1 定期補充方式の動的視覚化図

定期補充方式シミュレーション

補充サイクル=5

配送期間=2

サービス率=0.95

基準在庫=31

シミュレーション開始



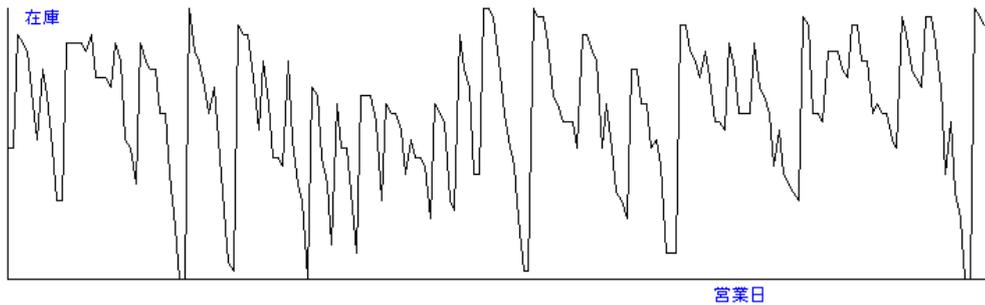
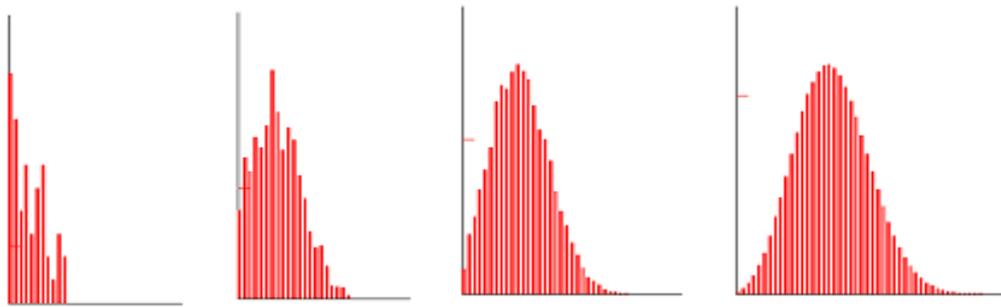


図2 シミュレーション



(a) 原分布 (b) 次数2 (c) 次数3 (d) 次数5
図3 畳み込み分布

中心極限定理の証明はいろいろあるがいずれも難しく、とくに複素関数の特性関数を用いるものはきわめて難解である。また、たとえ数式が追えたとしても理論は畳み込み次数 n が大きくなれば正規分布に収束することを主張するのみで、実質的にどれくらいの次数で近づくかについては教えてくれない。動的視覚化は、わずかな次数の畳み込みで急速に近づくことを示してくれる。この実感が大切なのである。

図4は、次式の主成分分析を視覚化したものである。

$$I = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (x_{1i}p_1 + x_{2i}p_2)^2 - \lambda(p_1^2 + p_2^2 - 1) \cdots (2)$$

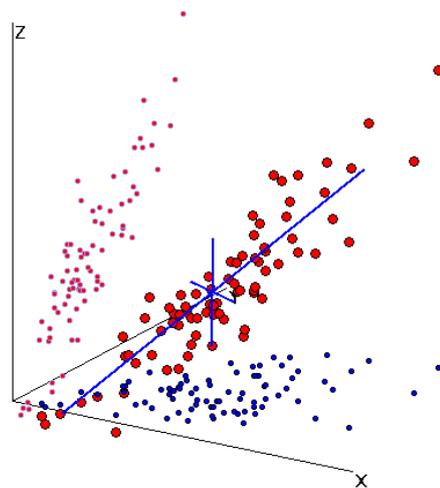


図4 主成分分析の視覚

図5は重回帰分析、次式の視覚化である。

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y \dots (3)$$

データは自動的に発生し、対応する回帰平面が表示され、(x, y) 値を平面上にクリックして指定すれば、対応する予測値が表示される。

図6は、PERTの視覚化である。縦と横の節点数を指定すれば、重みつきグラフが自動的に作成される。その後、最早最遅日およびクリティカルパスが計算される過程が視覚化される。

図7は、平行線上に長さLの針を無造作に落とすビュフオンの針のシミュレーションの視覚化である。

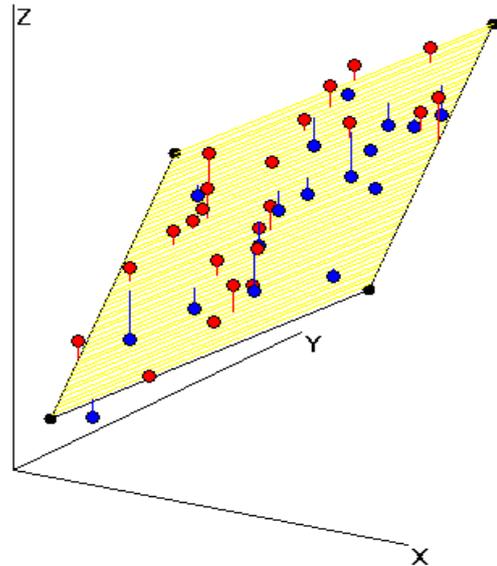


図5 重回帰分析の視覚化

4 まとめ

従来の形式智重視の教育法を批判し、学ぶ者のクオリアに働きかけて、理論の意味するところをイメージ化して伝達することからはじめる教育方法論を提案した。これを、コンピュータを用いた動的な視覚化で実現し、多くの基礎的分野の教育およびマネジメント工学関連分野への活用例を示した。

提案するこの動的視覚 (DVM) 技法を用いる方法論は、現代学生に興味を与え、短時間に効果的に理論・理論式及び論理をより深い理解へと導くことができる。

この教授法は、統計学、確率論、線形代数、アルゴリズム、複素関数論等多くの分野へも活用実績を積みつつある。

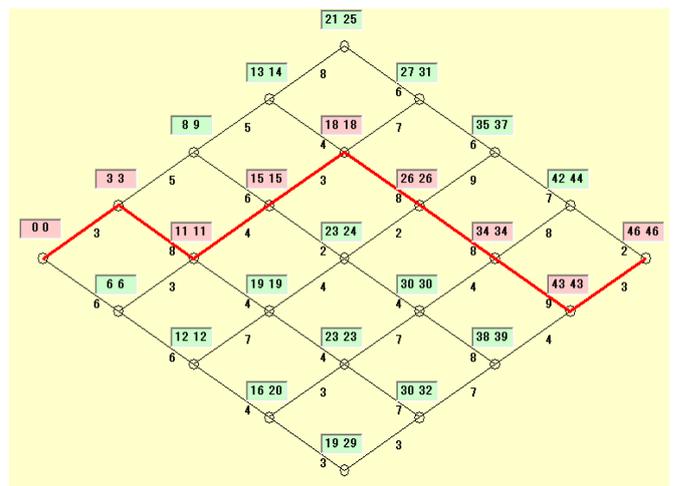


図6 PERTの視覚化

「参考文献」

1) 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)

2) 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 8-219.

3) 須藤・浪平：日本大学生産工学研究所報 No. 94 Dynamic Visualization Method for Effective Education in Management Engineering, November 2008

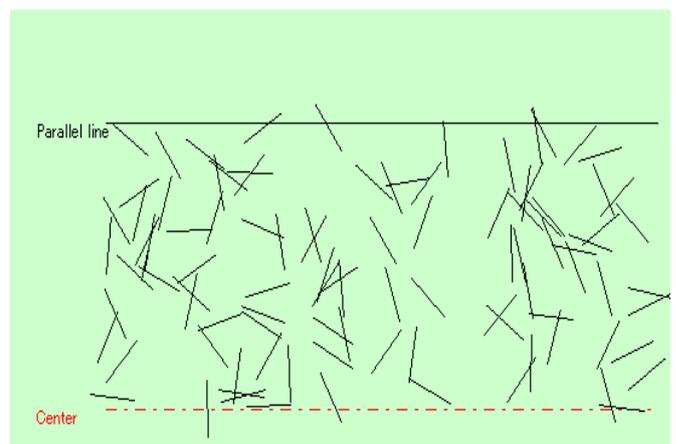


図7 ビュフオンの針のシミュレーション