②考える機械，③人間の感覚をもった知的コミュニケーションができる機械であろうという話は，ＤＳＳが具備すべき機能にも当てはまるであろう．また盲人のための文字読み取り，知的図書館システムといった興味深いＡＩの最新の応用例も披露された．

椹木氏は，ＤＳＳの研究の流れを，①合理的な代替案を導出する参加型アプローチ，②定型的な情報を円滑に取り扱うためのデータベース技術からのアプローチ，③非構造問題における意思決定支援する知識情報処理的アプローチに大別し，第3のアプローチに立脚して，しかもいわゆるエキスパート・システムと呼ばれる範疇を越えた，環境変化に適用していく戦略的意思決定を支援する知識情報処理システムのアーキテクチャーについて人間の認知プロセスのモデルを背景にして述べられ，ＤＳＳを決定者の価値を前提として問題を多面的に「見える」ように支援する媒体として捉えるという「知的ＤＳＳ」を提唱された．

ＤＳＳが対象とする問題はその構造のすべてが明確にされていない問題であり，それゆえにこそＤＳＳに負わされた期待が大きいとともにそのような問題解決支援のためのＤＳＳ開発は困難な作業である．また実務において活用されるシステムは常にそうであるが，ＤＳＳにおいても使いやすさとコスト・パフォーマンスの良さが常に要求される．本シンポジウムでの発表を通じて，人間の問題解決行動およびコンピュータのハード・ソフト両面の研究の進展により，これらの困難が克服され，多くの分野においてＤＳＳが実用段階に入りつつあることが認識させられた．発表者の多くがＤＳＳを，ユーザーを念頭において「常に進化しつづけなければならない」適応的システムとして位置づけられていたこともＤＳＳの一側面を表わしており興味がもたれた．

（記　神戸商科大学　辻　新六）

●ミニミニ●　　●ＯＲ●

吊り橋は放物線を描く

「完全に撓みやすい，伸び縮みしない一定の長さをもつ一様な紐の両端を固定して垂らせば，紐は懸垂線を描く」

このことは変分法の例題としても，また力の釣り合いから立てた微分方程式の例題としても，初等的な教科書に書かれているから，周知のことと思う．

ところで吊り橋も両端で吊られているし，よく似た形をしているので，懸垂線のように見えるが実は違う．吊り橋は放物線，つまり2次曲線をなすのである．このことを，式を立てて説明しよう．

座標を**図1**のようにとり，x一軸上の2点ＯＰに長さLの紐の両端を結んでたらす．点Ｏから紐に沿って測った長さを，パラメータzとして，紐を作る曲線を

$$x=x(z) \tag{1}$$

$$y=y(z) \tag{2}$$

と表わすことにする．このとき，x, y, zの間には

$$dz^2=dx^2+dy^2 \tag{3}$$

という関係があるから，

$$\frac{dy}{dx}=\frac{y_z}{\sqrt{1-y_z{}^2}} \tag{4}$$

あるいは

$$z(x)=\int_0^L \sqrt{1+y'^2}\ dx \tag{5}$$

等の関係が成立することは容易に確かめられよう．ここにy_zは$y(z)$のzに関する導関数，y'はyをxの関数と見たときの，xに関する導関数である．

さて，紐の線密度を$q(z)$とすれば，紐は重力の影響でx-軸のまわりのモーメント

$$\int_0^L q(z)y(z)dz \tag{6}$$

が最大になるような曲線を形作る．ただ，紐の両端の位置Ｏ$(0,0)$およびＰ$(p,0)$と，紐の長さの条件

$$x(L)=\int_0^L \sqrt{1-y_z{}^2}\ dz=p \tag{7}$$

が満たされていなければならない．

さて，条件(7)式のもとで(6)式を最大にする変分法の問題について Euler-Lagrange の方程式をつくれば，

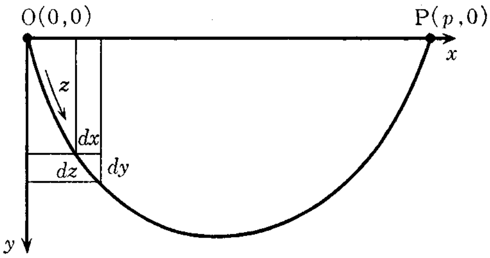

図 1

$$q(z)=\lambda\frac{d}{dz}\frac{y_z}{\sqrt{1-y_z{}^2}} \tag{8}$$

という微分方程式を得る．ここに λ はLagrange乗数である．

一様な紐の場合も，吊り橋の場合も，ここまでの定式化には違いはない．違いは線密度 $q(z)$ にある．一様な紐の場合にはいうまでもなく，

$$q(z)=\text{一定}(\rho) \tag{9}$$

である．したがって．(8)式の両辺を積分すれば，

$$\lambda\frac{y_z}{\sqrt{1-y_z{}^2}}=\rho z+c \quad (c\text{:任意定数}) \tag{10}$$

を得る．ところが，(4)式および(5)式により，

$$\lambda\frac{dy}{dx}=\rho\int_0^x\sqrt{1+y'^2}\,dx+c \tag{11}$$

という関係式を得る．あるいは，両辺を微分すれば，

$$\lambda\frac{d^2y}{dx^2}=\rho\sqrt{1+y'^2} \tag{12}$$

という微分方程式が得られる．この式の解が

$$y(x)=\frac{-\lambda}{\rho}\left[\cosh\frac{\rho}{\lambda}\left(x-\frac{p}{2}\right)-\cosh\frac{\rho}{2}\frac{p}{\lambda}\right] \tag{13}$$

となることは(12)式に代入し，両端の位置を確認することによって容易にわかる．また，λ は紐の長さが L であることから，

$$\frac{\lambda}{\rho}\sinh\frac{\rho}{2}\frac{p}{\lambda}=\frac{L}{2} \tag{14}$$

を満たす正の数として定められる．こうして一様な紐を垂らした形がいわゆる懸垂線(カテナリー)になることが得られた．

一方，吊り橋の場合にはハンガー・ロープそのものよりも橋桁の方がはるかに目方が重い．だから，ハンガー・ロープの線密度としては，橋桁によるものをとるのが妥当である．橋桁が長さ方向に関して一様な線密度 ρ をもつものとすれば，0から x までの目方は ρx であるから，

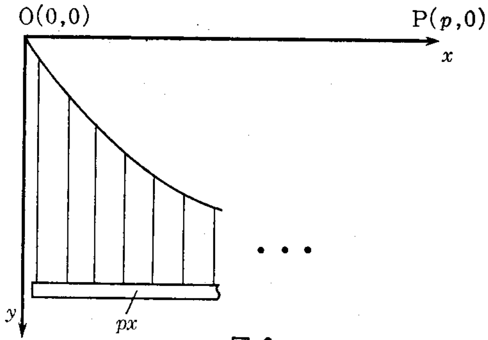

図 2

$$\int_0^z q(u)\,du=\rho x(z) \tag{15}$$

という関係が成立する(図2)．そこで微分方程式(8)の両辺を積分して得られる式

$$\int_0^z q(u)\,du=\lambda\frac{y_z}{\sqrt{1-y_z{}^2}} \tag{16}$$

に(4)および(15)式を代入すれば，

$$\lambda\frac{dy}{dx}=\rho x \tag{17}$$

という微分方程式を得る．この式の解が2次式であり，両端の条件から

$$y=\frac{-\rho}{2\lambda}\left(x-\frac{p}{2}\right)^2+\frac{\rho p^2}{8\lambda} \tag{18}$$

となることは容易にわかろう．また，λ は紐の長さの条件から

$$\int_0^{p/2}\sqrt{1+(\rho x/\lambda)^2}\,dx=\frac{L}{2} \tag{19}$$

という関係を満たす正の数として定められる．つまり吊り橋の形は放物線になるのである．

さて，こうして吊り橋が懸垂線とは異なる形をつくることがわかったが，それにしても両者の形はよく似ている．Galileo Galilei も「新科学対話」のなかで，放物線を描く近似的な方法として懸垂線を用いることを勧めているぐらいである．試みに，cosh x を Taylor 展開してみると

$$\cosh x=1+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}+\cdots \tag{20}$$

となり，3次の項はゼロだし，それ以下の項も大きな分母をもっている．この点からもこれら2つの曲線がいかによく似ているのかを見ることができよう．

どこかに送電線と吊り橋が並んでいる所はないか知らん．比べてみるのも一興と思うのだけれども．

(からくり堂主人)