

立体視の適用例

— 微分方程式の解の動きと主成分分析の結果の解釈 —

統計数理研究所 伊 藤 栄 明
" 上 田 澄 江

(1980年6月 受付)

A Note on Application of Stereo-pair Drawing

Yoshiaki Itoh and Sumie Ueda

(The Institute of Statistical Mathematics)

Stereo-pair drawing effectively gives intuitive image for some kinds of problem. One example given in this note is for the trajectories of some dynamical systems. Fig. 1 and Fig. 2 are for equation (1) and equation (2) respectively. Another example given in Fig. 3 is for the principal component analysis on the distances between languages including Japanese and other Asiatic languages.

微分方程式の解の動きは通常2次元の平面における図をもちいて説明される。これを3次元の空間にえがいてみれば、より理解しやすいであろう。ここでは2つの例について立体視可能な図を作成し、解の動きをしらべる。

例 1. 次の微分方程式系を先ず考える。

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{d}{dt} p_1 = p_1 (p_2 + p_3 - p_4 - p_5) \\ \frac{d}{dt} p_2 = p_2 (-p_1 + p_3 + p_4 - p_5) \\ \frac{d}{dt} p_3 = p_3 (-p_1 - p_2 + p_4 + p_5) \\ \frac{d}{dt} p_4 = p_4 (p_1 - p_2 - p_3 + p_5) \\ \frac{d}{dt} p_5 = p_5 (p_1 + p_2 - p_3 - p_4) \end{cases}$$

これは Itoh [1], [2], 伊藤-上田 [3] において議論した確率モデルの一例を微分方程式系により近似したものである。

時間について不変な次の量があることが容易にわかる。

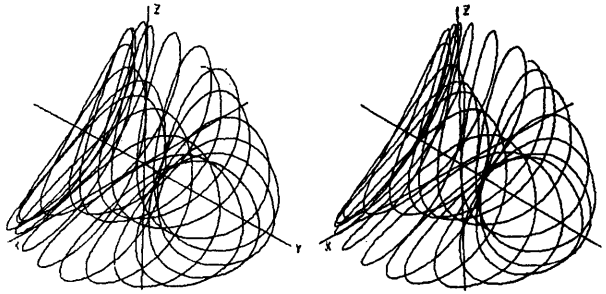
$$(2) \quad \begin{cases} p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 = C(1) \\ p_1 p_2 p_4 + p_2 p_3 p_5 + p_3 p_4 p_1 + p_4 p_5 p_2 + p_5 p_1 p_3 = C(2) \\ p_1 p_2 p_3 p_4 p_5 = C(3) \end{cases}$$

したがって、式(1)の解は式(2)によって決定される曲面上を動く。初期値を

$$(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5) = (0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.2)$$

とし、そのときの数値解を示したのが図1である。図1においては、解の軌跡の重心を原点としてあり、 X, Y, Z 軸は p_1, p_2, p_3 にそれぞれ対応している。

COMBINATION : 11 2 31
 INITIAL VALUES: { 0.10 , 0.20 , 0.30 }
 CENTER OF PNT : { 0.20 , 0.20 , 0.20 }
 CENTER OF EYE : { 40.0 , 40.0 , 40.0 }
 PLANE : 0.017X + 0.017Y + 0.017Z = 1.0



COMBINATION : 11 2 41
 INITIAL VALUES: { 0.10 , 0.20 , 0.20 }
 CENTER OF PNT : { 0.20 , 0.20 , 0.20 }
 CENTER OF EYE : { 40.0 , 40.0 , 40.0 }
 PLANE : 0.017X + 0.017Y + 0.017Z = 1.0

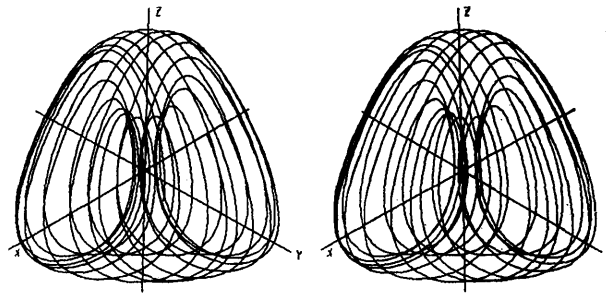


図1 (Fig.1)

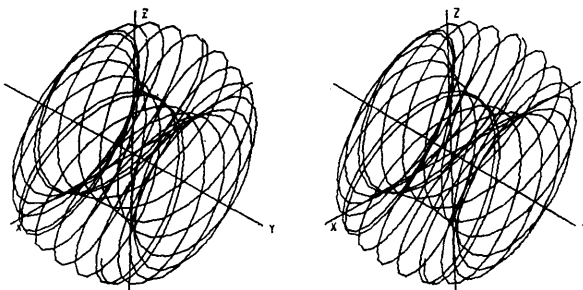
例 2. 上述の例と類似な次の線型な微分方程式系を考える.

$$(3) \begin{cases} \frac{d}{dt} p_1 = p_2 + p_3 - p_4 - p_5 \\ \frac{d}{dt} p_2 = -p_1 + p_3 + p_4 - p_5 \\ \frac{d}{dt} p_3 = -p_1 - p_2 + p_4 + p_5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} p_4 = p_1 - p_2 - p_3 + p_5 \\ \frac{d}{dt} p_5 = p_1 + p_2 - p_3 - p_4 \end{cases}$$

この場合は、解を時間の指数函数をもちいて表すことができる。初期値を $(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5) = (0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.2)$ とし、そのときの数値解を示したのが図2である。

```
COMBINATION : (1 2 3)
INITIAL VALUES: ( 0.10 , 0.20 , 0.30 )
CENTER OF PNT : ( 0.20 , 0.20 , 0.20 )
CENTER OF EYE : ( 40.0 , 40.0 , 40.0 )
PLANE : 0.017X + 0.017Y + 0.017Z = 1.0
```



```
COMBINATION : (1 2 4)
INITIAL VALUES: ( 0.10 , 0.20 , 0.20 )
CENTER OF PNT : ( 0.20 , 0.20 , 0.20 )
CENTER OF EYE : ( 40.0 , 40.0 , 40.0 )
PLANE : 0.017X + 0.017Y + 0.017Z = 1.0
```

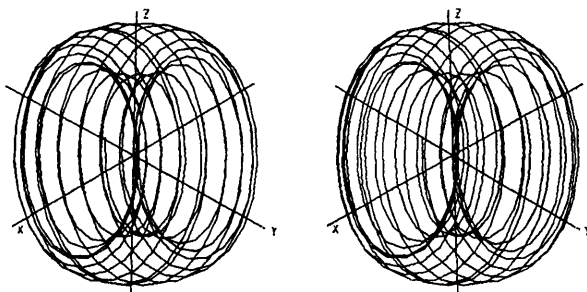


図 2 (Fig. 2)

COMBINATION : (1 2 3)
 INITIAL VALUES: (-0.00, -0.00, 0.14)
 CENTER OF PNT : (0.33, 0.16, 0.09)
 CENTER OF EYE : (40.0, 40.0, 40.0)
 PLANE : 0.017X + 0.017Y + 0.017Z = 1.0

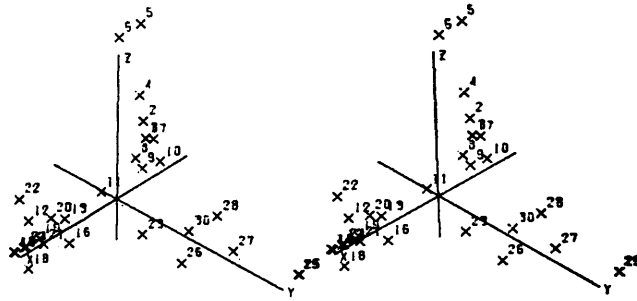


図3 (Fig.3)

日本語と他の諸言語との一致度
 一主因子法による因子分析の結果一

言語名		因子	I	II	III
北方諸語	(1) 日本語		0.008	-0.004	0.358
	(2) 朝鮮語		0.023	-0.023	0.419
	(3) 高麗語		0.006	-0.006	0.271
	(4) ギリヤク		0.054	-0.035	0.493
	(5) ツングース系満州		0.074	-0.050	0.636
	(6) オロツコ		0.157	-0.100	0.499
	(7) 蒙古語		0.013	0.025	0.260
	(8) トルコ		0.043	-0.035	0.037
	(9) フィンランド		0.027	0.000	0.146
	(10) ハンガリー		0.041	0.067	0.244
	(11) アイヌ		0.197	-0.127	0.005
インドネシア語派	(12) PAIWAN		0.536	-0.293	-0.096
	(13) PUYUMA		0.670	-0.051	0.074
	(14) TAGALOG		0.717	-0.252	-0.138
	(15) ILOCANO		0.696	-0.229	-0.097
	(16) TONTEMBOAN		0.648	-0.018	-0.033
	(17) BUGIS		0.655	-0.217	-0.048
	(18) BATAK		0.774	-0.127	-0.073
	(19) MINANGKABAU		0.607	-0.212	-0.111
	(20) KRAMA		0.594	-0.124	0.138
	(21) NGOKO		0.761	-0.094	0.092
	(22) CAM		0.593	-0.305	0.122
	(23) HOVA		0.422	0.187	-0.076
	(24) MALAY		0.695	-0.210	-0.058

ポリ ネ シア 語 派	(25)	RAPANUI	0.396	0.828	0.011
	(26)	SAMOA	0.513	0.471	-0.043
	(27)	MAORI	0.372	0.569	0.011
	(28)	TONGA	0.291	0.503	-0.006
	(29)	TAHITI	0.391	0.811	0.028
	(30)	HAWAII	0.309	0.332	0.038

安本美典 [5] より

図 3 におけるように、人間の立体視の能力は多次元データの解析にも応用可能である。この場合も 30 個の点の重心を原点としてえらんである。したがって X, Y, Z 座標は I, II, III 子因を平行移動したものを表す。

以上についての計算機プログラムは Ueda and Itoh [4] にある。

謝 辞

我々の計算機プログラムを試用され、有益な提案をしてくださった駒沢勉氏に厚く感謝する。

参 考 文 献

- [1] Itoh, Y. (1973). On a ruin problem with interaction, *Ann. Inst. Statist. Math.*, **25**, 635-641.
- [2] Itoh, Y. (1979). Random collision models in oriented graphs, *J. Appl. Prob.*, **16**, 36-44.
- [3] 伊藤栄明, 上田澄江 (1975). 生存競争のモデルとシミュレーション, 統計数理研究所彙報, **23**, 93-104.
- [4] Ueda, S. and Itoh, Y. (1981). On application of stereo-pair drawing, *Research Memorandum No. 207*, Institute of Statistical Mathematics.
- [5] 安本美典 (1972). 日本語の誕生 III, 数理科学 No.106.