

リカレント評価モデルによる評価者変分ネットワークの解析 Analysis of Evaluator's Difference Network by Recurrent Evaluation Model

河村 廣

Hiroshi Kawamura

神戸大学名誉教授、東北大学客員教授

Prof. Emeritus, Kobe Univ. and Visiting Prof. Tohoku Univ.

要旨

持続可能な社会システムは、安全、共生、転生、公正の4個の評価尺度によりデザインされ、「質⇄量」、「マクロ⇄ミクロ」の直交座標軸からなる位相平面上に社会システムの特徴が描画定量化されるリカレント評価モデルを既に提示した。本モデルの位相平面上に任意楕円が与えられた場合、リサーチ分析により主軸の正弦波が求められ、同時にそれらを解とする2元連立1階微分方程式も導かれ、本式の係数行列が主軸間の変分ネットワークの影響係数に対応することが示される。本報では、この変分ネットワークの解析を通じて評価者の評価特性を明らかにし、評価者の自己点検及び社会システムの設計、制御への実効的な応用が可能であることを示す。

1. 序

社会ネットワークはボトムアップ、トップダウンを問わず、評価尺度に従ってデザイン、制御されている。資源循環型社会ネットワークを例にとり持続可能性を目標に掲げれば、図1のように転生、公正、共生、安全の4個の循環型評価尺度が有効であり、定量化可能となる[1, 2]

これらの現象をもたらす主因子として著者は、質⇄量、マクロ⇄ミクロの評価軸に着目し、リカレント評価モデルを提唱した[2-5]。本報では、これらの主因子間のネットワーク解析により、評価者の評価の特性を明らかにする。

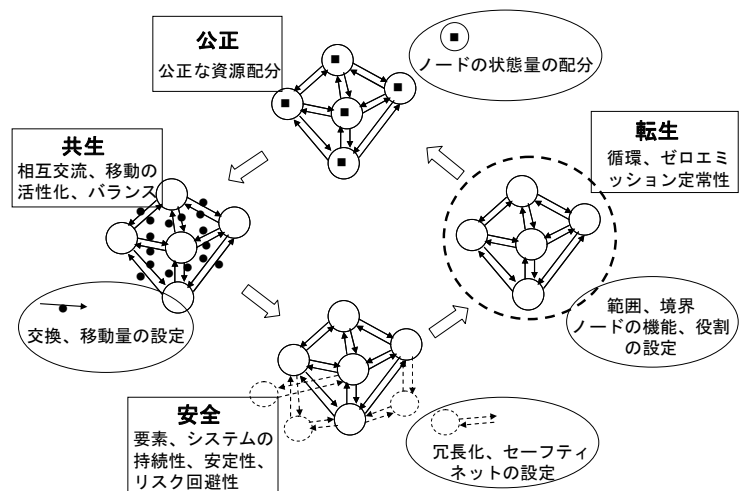


図1 資源循環型社会ネットワークの評価、デザインにおける循環ステップ型の型評価尺度

2. リカレント評価モデル

図2はリカレント評価モデルの概要を示す。同図は理想状態に対応し、質⇄量、マクロ⇄ミクロの主軸因子は正弦波を描き、それらの位相差から位相平面上左回りの円環が描かれ、主軸と45度方向に転生、公正、共生、安全の評価尺度が推移軸として図1に対応する様子が描かれている。社会ネットワークを推移軸により計量化し、得られた図形から主軸の波形を求めることをリサーチ分析と称する。

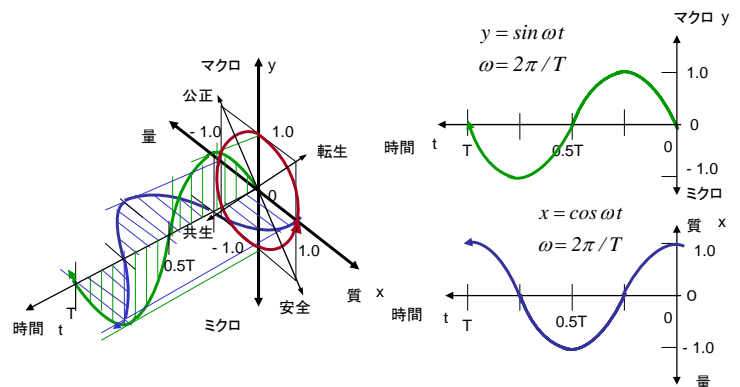


図2 リカレント評価モデルの数学的構造

本モデルの応用的仮説を図3, 4に示す。図3は脳の各部位を各主軸因子の機能に对照させたもので、図4は人間の知的成果である学問、思想を位相平面上にプロットしたものである。権威ある理論体系も相当偏った評価尺度の下で構築されていることが分る。

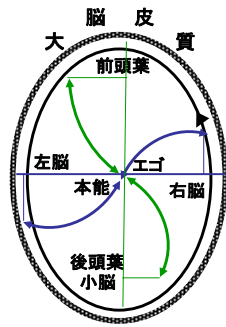


図3 大脳機能へのアナロジー

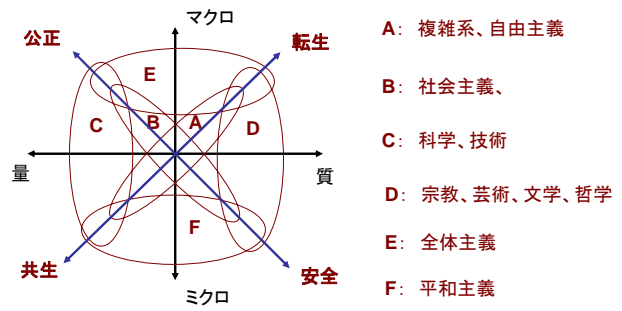


図4 学問、思想の位相平面特性

3. 変分ネットワーク解析

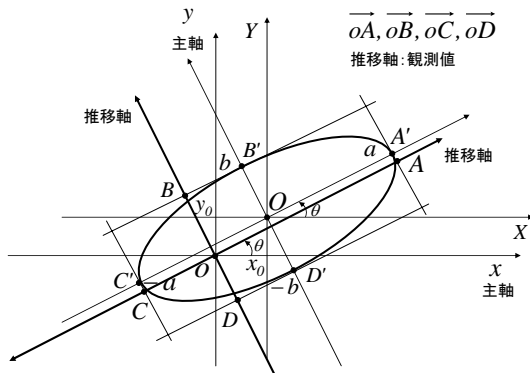


図5 位相平面上の任意楕円形

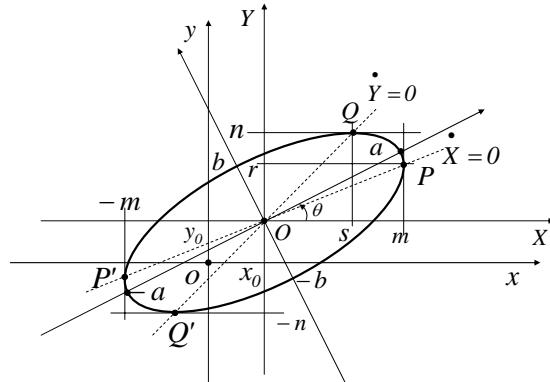


図6 任意楕円形のアイソクライン法における特性化

推移軸上に計測点A, B, C, Dが与えられると、それらを通る長方形が描け、それに内接する楕円形A' B' C' D' が図5のように求まる。アイソクライン法[6]によれば、図6のようにアイソクライン直線式が $\dot{X}=0; POP': \dot{Y}=0; QOQ'$ で与えられ、2元連立1階微分方程式が式1のように求まる。

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (a^2 - b^2) \sin \theta \cos \theta & -(a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta) \\ a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta & -(a^2 - b^2) \sin \theta \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \quad - (1) \quad \begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \quad - (2)$$

式1を式2のように簡略化し、演算子法を適用すれば、式3のように一般解が求まる。

$$\begin{bmatrix} DX \\ DY \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \rightarrow D = \frac{1}{2}(a' + d') \pm \frac{1}{2} \sqrt{(a' + d')^2 + 4(c' b' - a' d')} \rightarrow D = \alpha \pm \beta i$$

$$\text{但し } (a' + d')^2 + 4(c' b' - a' d') = (a' - d')^2 + 4c' b' < 0$$

$$Y = e^{\alpha t} (C_1 \cos \beta t + C_2 \sin \beta t) \quad - (3) \quad \text{但し } C_1 = \frac{(a^2 - b^2) \sin \theta \cos \theta}{\sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}}$$

$$X = e^{\alpha t} \frac{1}{c'} \{ (\alpha C_1 + \beta C_2 - d C_1) \cos \beta t + (\alpha C_2 - \beta C_1 - d C_2) \sin \beta t \} \quad - (4) \quad C_2 = \frac{ab}{\sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta}}$$

解は楕円であるから、 $\alpha = \frac{1}{2}(a' + d') = 0, \beta = \sqrt{a' d' - c' b'} = ab$

ここで初期条件を $P: t=0: \dot{X} = m, Y = r$ とおくと、下記のように特殊解が求まる。

$$\left. \begin{aligned} X &= \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta} \cos abt \\ Y &= \sqrt{a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta} \sin(abt + \delta) \end{aligned} \right\} - (5)$$

$$\text{但し } \delta : \text{位相差} \quad \tan \delta = \frac{ab}{(a^2 - b^2) \sin \theta \cos \theta} \quad - (6)$$

ここで、原座標系に戻す場合は、 $(X - Y) \Rightarrow (x - y)$ より、式7となるに過ぎない。

$$\left. \begin{aligned} x &= X + x_0 & x &= \sqrt{a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta} \cos abt + x_0 \\ y &= Y + y_0 & y &= \sqrt{a^2 \sin^2 \theta + b^2 \cos^2 \theta} \sin(abt + \delta) + y_0 \end{aligned} \right\} - (7)$$

微分方程式とネットワークの関係について、先ず原点の移動の様子に考察を加えよう。

式 2, 7 から次式が成立し、

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x-x_0 \\ y-y_0 \end{bmatrix} & - (8) \\ &= \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

次式の非同次形と同形となる。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} e' \\ f' \end{bmatrix} & - (9) \\ \text{ここに} \quad \begin{bmatrix} e' \\ f' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

但し、解が楕円の場合：

$$d' = -a' \quad a'^2 + b'c' < 0$$

一階微分方程式の係数マトリックスは、図 7 のようにノード間の変分ネットワークの変分に対応する。但し、図 7 は上式の原点移動時を示している。

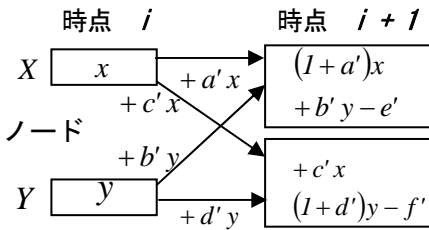


図 7 原点移動時の変分ネットワーク

本報では例として、位相平面上の楕円の形状と回転運動の方向、主軸波動、微分方程式と解、変分ネットワークの関係などをセットにして図 8, 9, 10 に示す。但し、図 8 では円、回転方向の成立条件の判別を行っている。

図 11 は実社会における主軸、推移軸の具体例を例示したものである。主軸は評価し指示を与える主体、推移軸は計量化される評価項目を意味する。

図 9, 10 の意味するところを極端に簡略したアルゴリズムでベ

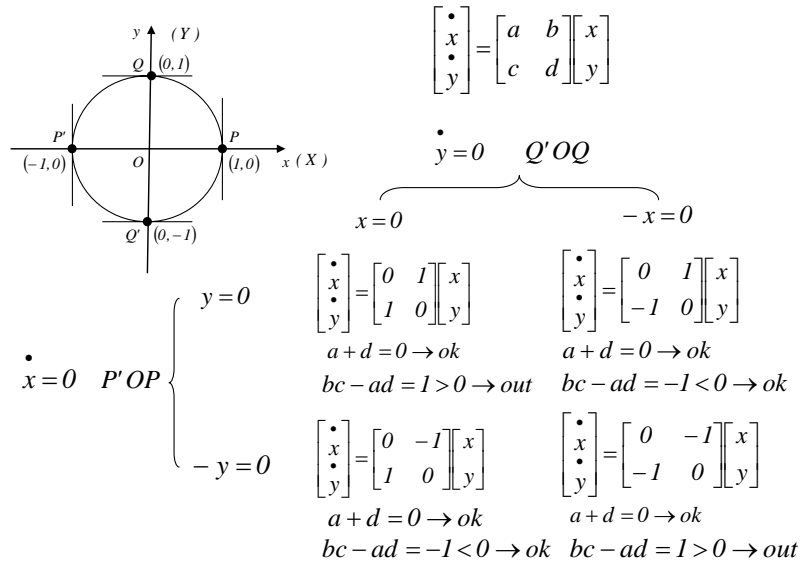


図 8 リサーチ分析一例 1 (円、回転方向の成立条件)

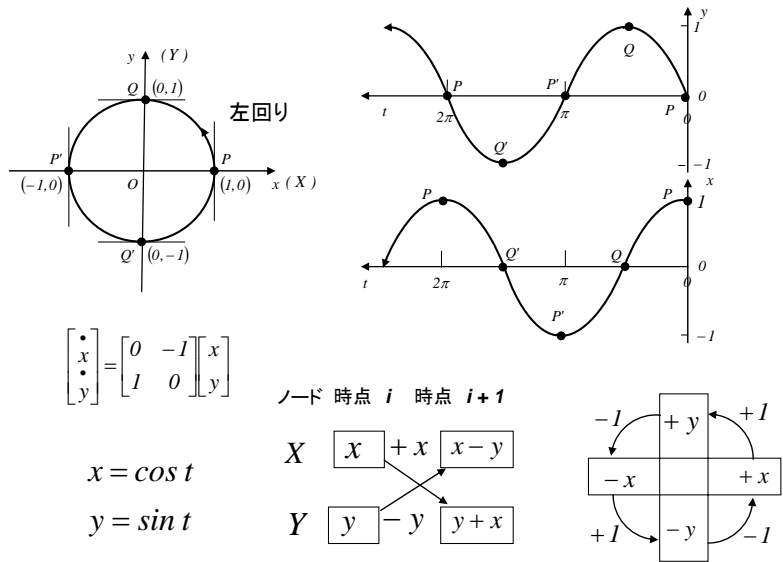


図 9 リサーチ分析一例 1 円：左周りの場合

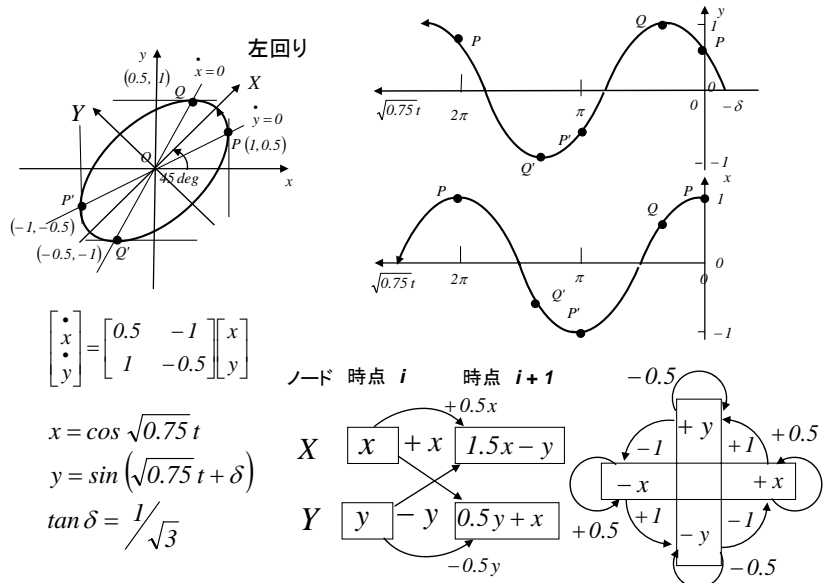


図 10 リサーチ分析例一 2 45度右傾斜楕円：左周りの場合

クトル表示したもの図 12, 13 である。

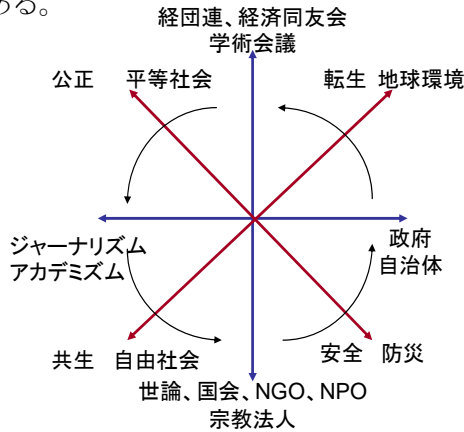


図 11 持続可能社会のデザイン、制御 評価者の評価拠点ネットワーク

主軸ノード間の変分の有り様が位相平面上に社会評価の歪みをもたらす源であることが分る。

4. まとめ

人間の脳は、自己の言動を評価し指示を与える。社会については、図 8 の主軸の拠点が施策を評価し指示を与える社会の脳となる。

本報では、人間の脳、社会の脳の機能を単純に数理モデル化し、位相平面特性と主軸ノード間の変分ネットワーク特性の関係に考察

を加え、標題のリカレント評価モデルが評価と指示を与える「人工脳」の機能を有することを示した。3次元以上の位相空間を設定すれば[3]、本報のリミットサイクルのアトラクタではなくカオスの遍歴[7]について考える必要が生じるであろう。

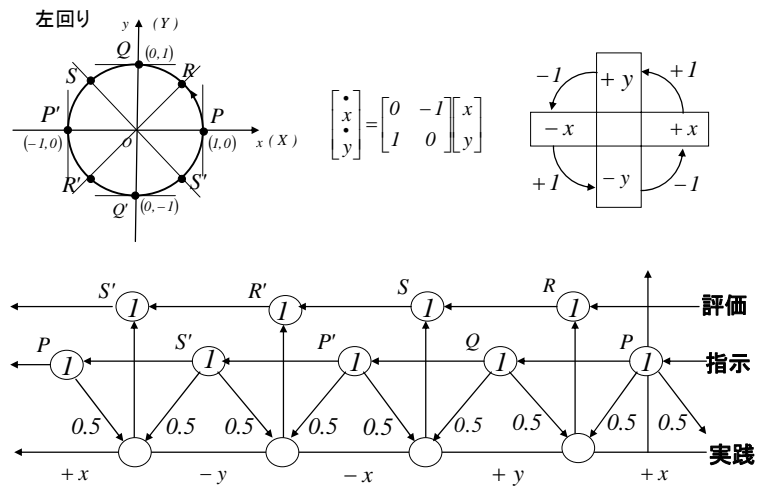


図 12 指示、実践、評価 の簡略化アルゴリズム-1
円：左周りの場合

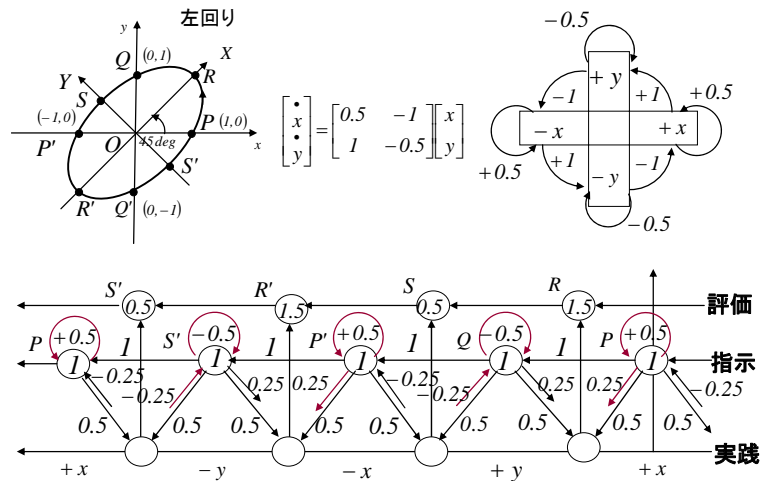


図 13 指示、実践、評価 の簡略化アルゴリズム-2
右傾斜楕円：左周りの場合

参考文献

- [1]河村廣：社会システムのデザインと評価尺度、情報システム学会 第 1 回研究発表大会、A-06, 2005, 11. <http://issj.nuis.jp/> 研究発表大会、トラック 1.
- [2]河村廣：リカレントモデルによる社会システムの評価とデザイン、第 50 回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集、2006. 5, pp. 109, 10.
- [3]河村廣：リカレント評価モデルによる社会ネットワークデザイン—位相空間：平面から立体へ—、シンポジウム予稿、形の科学会誌、第 21 巻、第 1 号、2006, pp. 57, 58.
- [4]河村廣：リカレント評価モデルによる社会・都市・建築システムの発展と衰退のダイナミズム、日本建築学会近畿支部研究報告集、第 46 号・構造系、2006. 6, pp. 5-8.
- [5]河村廣：リカレント評価モデルによる社会・都市・建築のデザイン—位相平面特性—、日本建築学会大会(大会)学術講演梗概集、環境系、CD-ROM (Volume 3 (E))、論文 No. 11054, 2006. 9, pp. 523-524.
- [6]巖左庸：数理生物学入門 (生物社会のダイナミクスを探る)、共立出版、1998. 3.
- [7]津田一郎：脳における生成と崩壊のダイナミクス、数理科学、No. 396、1996, 6, pp. 11-16.