

依存関係によるソシオグラムの構成

—「主要相手国別輸出入」への適用—

統計数理研究所 岸 野 洋 久

(1981年5月 受付)

この小稿の目的は、依存関係にもとづくソシオグラムを構成することである。ここでソシオグラムとは、依存関係を点と矢印で表現したものをいうが、なるべく矢印が交叉しないで、特徴を浮き彫りにした図の描き方の一端を紹介する。

いま、 T_{ij} を i 国から j 国への輸出額とし、 T_i を i 国の総輸出額とする。 ($i, j=1, \dots, n$)

$$(1) \quad S_{ij}^E = T_{ij}/T_i$$

で、輸出関係において i 国が j 国に依存している割合とみて、これを依存度とよぶ。

いま、 $\frac{S_{.j}}{n}$ を見ると、これが大きな程、多くを依存されている国であり、“親”と呼ぶことにする。これに対して、 j 国が親のとき、 $S_{ij} > 0$ のとき、 i 国を“子”と呼ぶことにする。(もちろん、1 人の子に対して親は一般に複数である。) $\frac{S_{.j}}{n}$ で親の力関係を見、 $\frac{S_{kj}}{S_{.j}}$ における子 k の位置関係を見ることにする。すると、次の損失関数 (2) を最小にすることとなる。判別の考え方を基礎にしている。

$$(2) \quad R = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{S_{.j}}{n} \left\{ \sum_{k=1}^n \frac{S_{kj}}{S_{.j}} (x_k - x_j)^2 \right\}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(x_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \right)^2} \quad (\text{但し, } x_i \text{ は } i \text{ 国に与える座標}).$$

こうして、1975 年における 77 ヶ国間のデータをもとにして得られた結果が図 1 a), b), c) に示されてある。 $S_{ij} \geq 0.2$ に対しては、 i 国から j 国に矢印が付されている。資料は、国際統計要覧から取った。

輸入関係についても、 $T_{.j}$ を j 国の総輸入額とすると、

$$(3) \quad S_{ij}^I = T_{ij}/T_{.j}$$

を見ることにより、同様のソシオグラムが作成される。図 2 a), b), c) に示しておいた。

尚、 S_{ij} に関するデータには欠測値があり、これは 0 とおいた。また、輸出において、中近東は、総額には石油が含まれるが、これの輸出先は経上されておらず、従って、主要相手国への輸出額には入らないため微少額になり、これらの国は“異常値”として除去された。

図 1 a) を見ると、横軸で共産圏が分離され、次いで縦軸によって資本主義圏の配置が決定されている。エジプトは輸出関係では共産圏に依存しているが、輸入関係では資本主義圏に入っている。ポーランドにもそのような傾向が見られる。

一方、資本主義圏の方に目を転ずると、日本、合衆国、イギリス、西独、フランスと下から順に並んでいる。アジア、アメリカ、オセアニア諸国が下の方に散らばり、ヨーロッパは中程

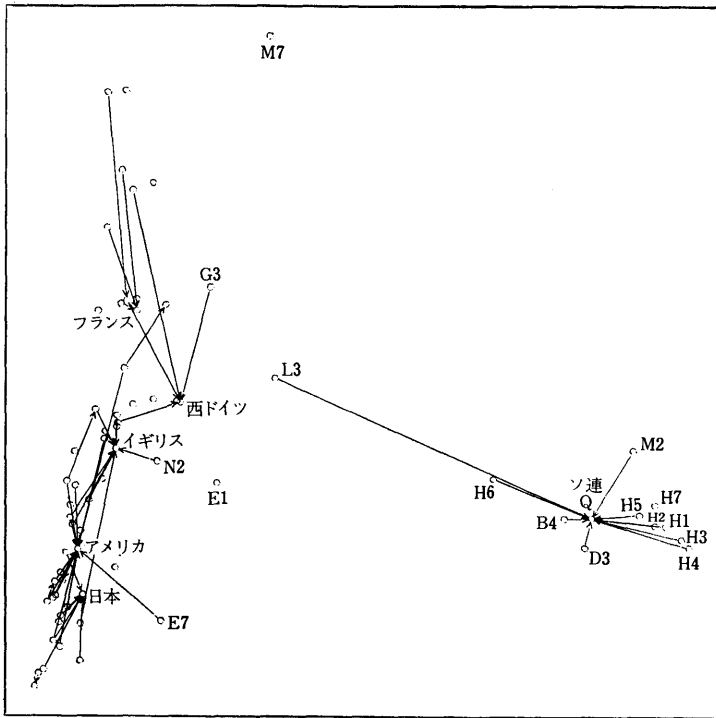


図 1. a) 輸出構造によるソシオグラム

- A**
1. イスラエル
 2. イラク
 3. イラン
 4. クウェート
 5. サウジアラビア
 6. トルコ

- B**
1. インド
 2. インドネシア
 3. パキスタン
 4. アフガニスタン
 5. スリランカ
 6. バングラデシュ

- C**
1. 韓国
 2. 香港
 3. 日本
 4. シンガポール
 5. タイ
 6. フィリピン
 7. マレーシア
 8. ビルマ

- D**
1. 合衆国
 2. カナダ
 3. キューバ
 4. ジャマイカ
 5. トリニダードトバゴ
 6. パナマ
 7. メキシコ
 8. 蘭領アンテル

- E**
1. アルゼンチン
 2. エクアドル
 3. コロンビア
 4. チリ
 5. ブラジル
 6. ベネズエラ
 7. ペルー

- F**
1. スペイン
 2. ポルトガル

- G**
1. アイルランド
 2. イギリス
 3. オーストリア
 4. オランダ
 5. スイス
 6. デンマーク
 7. 西ドイツ
 8. フランス
 9. ベルギー・ルクセンブルク

- H**
1. チェコスロバキア
 2. 東ドイツ
 3. ハンガリー
 4. ブルガリア
 5. ポーランド
 6. ユーゴスラビア
 7. ルーマニア

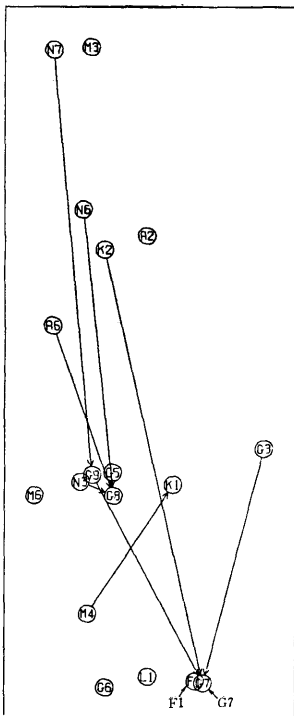


図 1. b)

図 1. b) 図 1a) の左上の部分拡大したもの

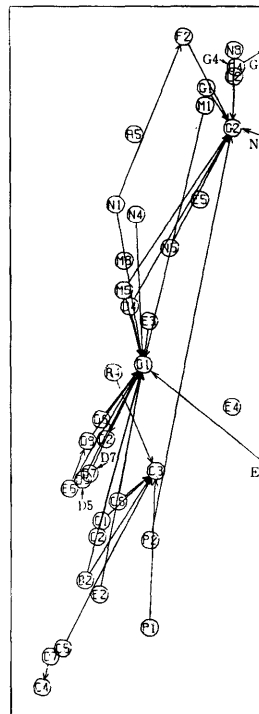


図 1. c)

図 1. c) 図 1a) の左下の部分拡大したもの

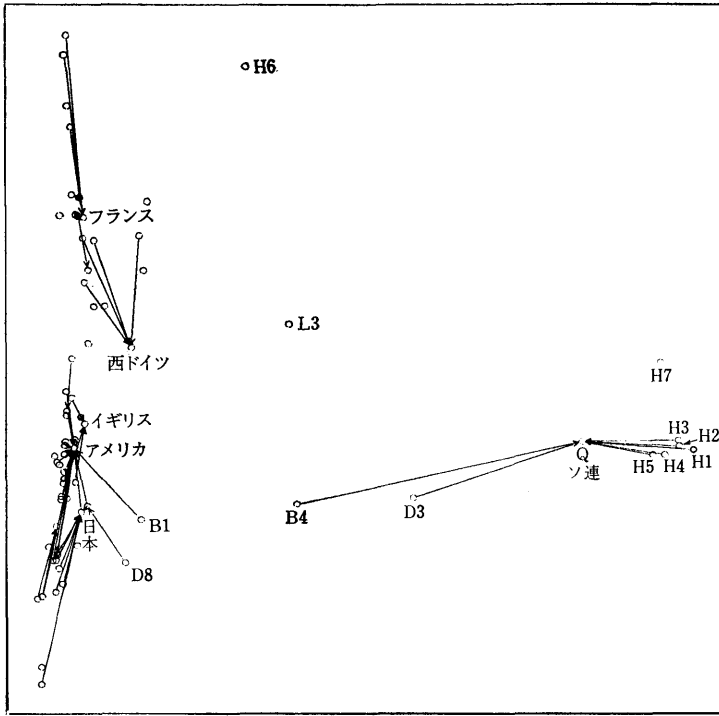


図 2. a) 輸入構造によるソシオグラム

- K
- 1. イタリア
- 2. グリシャ
- L
- 1. スウェーデン
- 2. ノルウェー
- 3. フィンランド
- M
- 1. アルジェリア
- 2. エジプト
- 3. チュニジア
- 4. リビア
- 5. ウガンダ
- 6. ケニア
- 7. スーダン
- 8. タンザニア
- N
- 1. アンゴラ
- 2. ガーナ
- 3. コートジボワール
- 4. ナイジェリア
- 5. 南アフリカ
- 6. モロッコ
- 7. ザイール
- 8. ザンビア
- P
- 1. オーストラリア
- 2. ニュージーランド
- Q
- ソビエト連邦

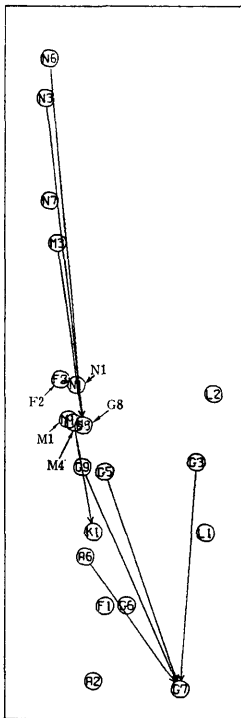


図 2. b)

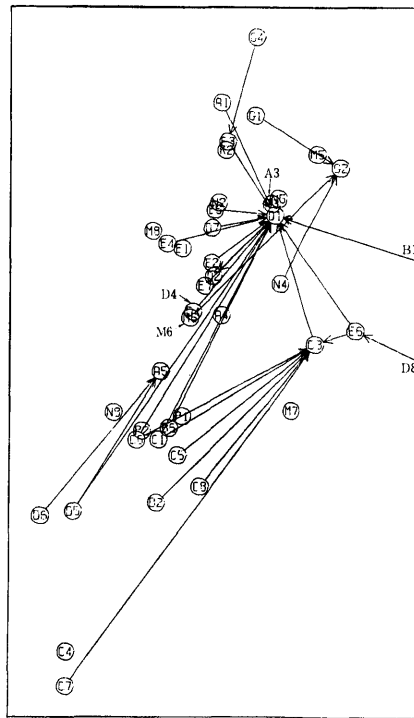


図 2. c)

図 2. b) 図 2 a) の左上の部分拡大したもの
 図 2. c) 図 2 a) の左下の部分を拡大したもの (見やすくするために、横に広げている)

から上に、これに対して、アフリカは上から比較的下まで分散している。別の観察からわかることなのだが、これには、アフリカはかつて西欧の植民地であったため、今でもその影響が残っているが、次第に合衆国との関係も加わってきているという背景がある。

ところで、(2) 式を最小にする方法は親近性を $e_{ij} = -\frac{1}{2} (S_{ij} + S_{ji})$ と置いて数量化 IV 類 ([1]) を適用した場合と同じような結論が得られる。

さらに、 f, g を単調増大関数として、(2) 式の分子に対する

$$\sum_{j=1}^n f\left(\frac{S_{.j}}{n}\right) \left\{ \sum_{k=1}^n g\left(\frac{S_{kj}}{S_{.j}}\right) (x_k - x_j)^2 \right\}$$

といった形の一般的な表現が得られる。親の力関係において、大きいものの差を浮き彫りにしたいときは例えば $f(x) = x^2$ をとれば良いし、逆に小さいところの差を強調したいときは例え

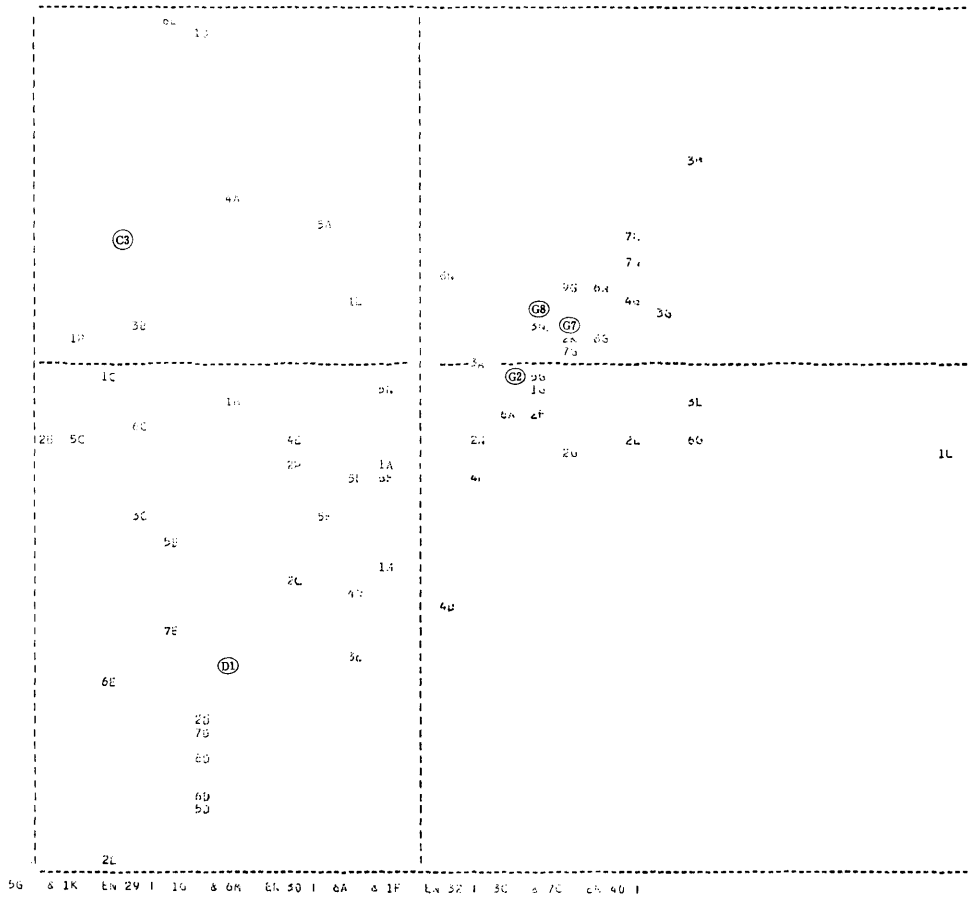


図 3. III 類により描かれた輸出構造 一大隅昇氏のプログラムによる

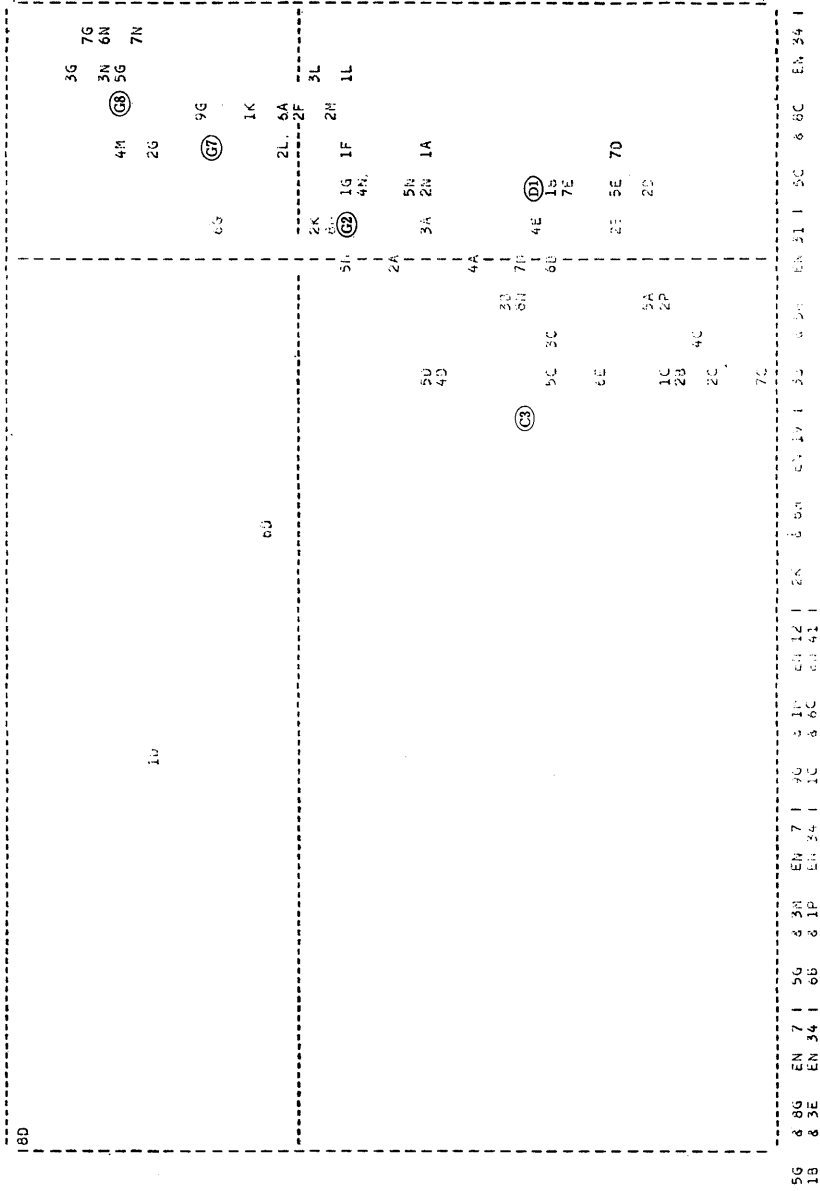


図 4. III 類により描かれた輸入構造 一 大隈昇氏のプログラムによる一

ば $f(x) = \sqrt{x}$ をとれば良い. g についても同様である. この場合の対称化された距離としては,

$$e_{ij} = -\frac{1}{2} \left\{ f\left(\frac{S_{.j}}{n}\right) g\left(\frac{S_{ij}}{S_{.j}}\right) + f\left(\frac{S_{.i}}{n}\right) g\left(\frac{S_{ji}}{S_{.i}}\right) \right\}$$

とおけば良い.

図3, 4は, 大隅氏のプログラム*により作成したもので, 見やすくするため, 共産圏を除いている. また, 日, 米, 英, 西独, 仏の列方向による位置を○で囲って書き加えておいた. 図1, 2とほぼ似たような結果になっている.

謝 辞

図3, 4は大隅昇氏の有益なご助言によるところが大きい. また, 田口時夫先生は有形無形に常に指導して下さり, 樋口伊佐夫先生及び審査にあられた方々は, 本稿の乱れた形態を指摘し, 要領よくまとめる方向へ導いて下さった. ここに感謝の意を表します.

参 考 文 献

- [1] 林 知己夫他 (1980). 質的データ解析, 統計数理研究所公開講座資料.

* 大隅 昇氏 (統数研) の作成した.CORRSPON (Analyse des correspondences のプログラム).

Note on Construction of a Sociogram by the Dependence-Relation
— with Application to “The External Trade between the Countries”

Hirohisa Kishino
(The Institute of Statistical Mathematics)

The purpose of this note is to propose a method of constructing a sociogram by the dependence-relation, and apply it to “the external trade between the countries.” The risk function is proposed for clarifying the dependence-relation between the countries. It is shown how the measure of the dependence-relation is represented as distance-relation. The sociogram is also compared with the plot by the quantification theory III (or analyse des correspondences), which aims at classifying the countries by the pattern of external trade. The data were taken from “Survey on International Statistics” (by the Prime Minister’s Office).