Ⅲ 1962 - 1964 年におけるわが国 地域間物資輸送構造の解析

流通経済大学 鈴木 啓 祐

人の地域間移動回数のためのモデルとしてつくられた Isard の引力モデル¹⁾を地域間物資輸送量 W_{ij} (第 i 地域発第 j 地域着輸送量) に適用すれば、

$$W_{ij} = k \frac{W_{i.} \cdot W_{.j}}{D_{ij}^\alpha} \quad (1)$$

という形のモデルを得るが、これを基礎にしてつぎのようなモデルを構築することができる。

$$W_{ij} = k_{ij} \frac{W_{i.} \cdot W_{.j}}{W_{..} \cdot D_{ij}} \alpha_{ij} \quad (2)$$

ただし、 $W_{i.}$ 、 $W_{.j}$ 、および $W_{..}$ は $\sum_{j=1}^n W_{ij}$ 、 $\sum_{i=1}^n W_{ij}$ 、および $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n W_{ij}$ (n は地域の総個数)、 D_{ij} は第 i 地域、第 j 地域間の距離、 k および α は定数、 k_{ij} および α_{ij} は W_{ij} 特有の定数である。

いま、式(2)の左辺に P_i/P_i 、 P_j/P_j 、および P/P を乗じてみると、

$$W_{ij} = k_{ij} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right) \left(\frac{\frac{W_{i.} \cdot W_{.j}}{P_i \cdot P_j}}{\frac{W_{..}}{P}} \right) \left(\frac{1}{D_{ij}} \right)^{\alpha_{ij}} \quad (3)$$

を得る。ただし、 P_i 、 P_j 、および P は、それぞれ、第 i 地域、第 j 地域および観察地域全体の人口である。ここで、さらに、 $W_{i.}/P_i$ 、 $W_{.j}/P_j$ 、および $W_{..}/P$ が、それぞれ、第 i 地域、第 j 地域、および全地域の 1 人あたり生産所得 y_i 、 y_j および y の関数、すなわち、 $f(y_i)$ 、 $g(y_j)$ 、および $h(y)$ であるならば、つぎのようなモデルが得られる。

$$W_{ij} = k_{ij} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right) \left\{ \frac{f(y_i) g(y_j)}{h(y)} \right\} \left(\frac{1}{D_{ij}} \right)^{\alpha_{ij}} \quad (4)$$

他方、1962～1964 年のわが国の資料 (単位は、 $W_{i.}$ 、 $W_{.j}$ 、 $W_{..}$ についてはトン、 y_i 、 y_j 、 y については円、 P_i 、 P_j 、 P については人である²⁾) によれば、 $W_{i.}/P_i$ 、 $W_{.j}/P_j$ 、および $W_{..}/P$ と y_i 、 y_j 、および y との間には、式(5)、(6)、および(7)で示

されるような関係が成立し得るように思える。

$$\frac{W_{i.}}{P_i} = k_{i.} y_i^{\beta_{i.}} \quad (5)$$

$$\frac{W_{.j}}{P_j} = k_{.j} y_j^{\beta_{.j}} \quad (6)$$

$$\frac{W_{..}}{P} = k_{..} y^{\beta_{..}} \quad (7)$$

実際、これらの式を、

$$\log \frac{W_{i.}}{P_i} = \log k_{i.} + \beta_{i.} \log y_i \quad (5')$$

$$\log \frac{W_{.j}}{P_j} = \log k_{.j} + \beta_{.j} \log y_j \quad (6')$$

$$\log \frac{W_{..}}{P} = \log k_{..} + \beta_{..} \log y \quad (7')$$

のように変形し、これらのパラメーターの値、および相関係数の値を求めてみると、それらの値は、第1表のようになった（解析に用いられた時系列の項数がすべてであるので、統計的には、あまり明確な相関関係が見いだされなかったが、少なくとも、いくつかの地域で、上記の諸式で示されるような関係の存在が認められた。）。これらの関係を式(4)の $f(y_i)$, $g(y_j)$, および $h(y)$ に適用すれば、

$$W_{ij} = K_{ij} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right) \left(\frac{y_i^{\beta_{i.}} y_j^{\beta_{.j}}}{y^{\beta_{..}}} \right) \left(\frac{1}{D_{ij}} \right)^{\alpha_{ij}} \quad (8)$$

を得る。ただし、 K_{ij} は $k_{ij} k_{i.} k_{.j} / k_{..}$ である。このモデルでは、 W_{ij} が地域的経済活動の指標、人口ならびに距離によって説明されている。

もしも、十分長期の時系列が得られるならば、各 W_{ij} に対するパラメーター K_{ij} , $\beta_{i.}$, $\beta_{.j}$, $\beta_{..}$ および α_{ij} を（最小2乗法を用いて）、

第1表 各地域に対する式(5')～(7')のパラメーターおよび相関係数 r の値

発送地域(i) 到着地域(j)	$\log k_{i.}$	$\beta_{i.}$	r	$\log k_{.j}$	$\beta_{.j}$	r
1	-0.2911	1.595	0.9390	-0.4345	1.686	0.9360
2	-0.9682	2.117	0.9928	-1.238	2.360	0.9965
3	-2.798	3.772	0.9966	-1.069	2.210	0.9724
4	-9.499	9.653	0.9967	-8.594	8.795	0.9998*
5	-1.722	2.299	0.9961	-1.865	2.426	0.9886
6	-2.224	3.099	0.9295	-2.167	3.060	0.9324
7	-3.082	3.903	0.9854	-2.419	3.309	0.9998*
8	0.8651	0.4885	0.9937	0.8835	0.4783	0.9908
9	2.858	-1.240	0.9998*	3.127	-1.491	0.9998*
10	0.6414	0.5677	0.5290	0.7874	0.5082	0.5538
11	-1.711	2.789	0.3155	-1.276	2.386	0.2759
12	0.09384	1.106	0.9998*	-0.2199	1.322	0.9968
13	-0.5410	1.815	0.1740	-1.554	2.506	0.9939
14	3.694	-2.028	0.2604	2.464	-0.9548	0.1113
15	-2.703	3.775	0.9289	-2.606	3.658	0.9170
全 地 域	$\log k_{..}$	$\beta_{..}$	r			
	-1.532	2.385	0.9170			

(注) *印をもつ r の値は有意水準5%において有意に0でないと判断された相関係数である。

$$\log \frac{W_{ij}P}{P_i P_j} = \log K_{ij} + \beta_{i.} \log Y_i + \beta_{.j} \log Y_j - \beta_{..} \log Y - \alpha_{ij} \log D_{ij} \quad (9)$$

という形で見いだすことができよう。たとえ D_{ij} の時間的变化が不明であっても、 D_{ij} を一定と仮定すれば、

$$\log \frac{W_{ij}P}{P_i P_j} = (\log K_{ij} - \alpha_{ij} \log D_{ij}) + \beta_{i.} \log Y_i + \beta_{.j} \log Y_j - \beta_{..} \log Y \quad (10)$$

という式から、少くとも $(\log K_{ij} - \alpha_{ij} \log D_{ij})$, $\beta_{i.}$, $\beta_{.j}$ および $\beta_{..}$ の値を見いだすことができよう。しかし、不幸にも、1962～1964年のデータからは、データの大きさが小さいので、これらのパラメーターの値は見いだされない。

しかしながら、もしも、すべての i および j に対して、 K_{ij} , $\beta_{i.}$, $\beta_{.j}$, および α_{ij} の値がそれぞれ共通であるならば、これらの値を K , β , β' , および α で示すことができ、このとき、

$$\log \frac{W_{ij}P}{P_i P_j} = \log K + \beta \log Y_{i.} + \beta' \log Y_{.j} - \beta'' \log Y - \alpha \log D_{ij} \quad (11)$$

というモデルができるであろう。ただし、 β'' は $\beta_{..}$ である。

このようなモデルのパラメーターは、1962～1964年のデータによっても十分推定され得るので、実際に推定したところ (D_{ij} の単位は km である),

$$\log \left(\frac{W_{ij}P}{P_i P_j} \right) = 2.753 - 2.158 \log Y_i + 3.422 \log Y_j + 0.0066 \log Y - 1.198 \log D_{ij} \quad (R=0.676) \quad (12)$$

という結果を得た。重相関係数 R は有意水準 5% で 0 でないことが認められたが、正であるべきパラメーター β が負の値を示し、負であるべきパラメーター β'' が正の値を示して、このようなモデルは、上記の 3 年間のデータには適用できないことが知られた。

この 1962～1964年の期間に対しては、式(12)の型のモデルがよくあてはまり、

$$\log \left(\frac{W_{ij}W_{..}}{W_{i.}W_{.j}} \right) = 2.405 - 1.357 \log D_{ij} \quad (r=0.745) \quad (13)$$

という結果を得た。

W. Leontief と A. Strout は、第 i 地域および第 j 地域の W_{ij} に対する各影響を 2 種のパラメーターで抽出しようとしたが、ここでも、もし式(9)のモデルが十分適用できるならば、第 i 地域および第 j 地域の W_{ij} に対する各影響は、係数 $\beta_{i.}$ および $\beta_{.j}$ によって、また、第 i 地域と第 j 地域の結合が W_{ij} へ及ぼす影響は K_{ij} と α_{ij} とによってそれぞれ示されるといえる。

参 考 文 献

- 1) Walter Isard : Methods of Regional Analysis, The M. I. T. Press, Cambridge, Mass., 1960, pp 494-497.
- 2) 運輸省編：『運輸白書 昭和40, 41, 42年度』, 大蔵省印刷局, 東京, 昭和40, 41, 42年, 551, 509, 509頁。
經濟企画庁編：『国民所得統計年報 昭和43年』, 大蔵省印刷局, 東京, 昭和43年, 54-55頁。
經濟企画庁經濟研究所編：『季刊国民經濟計算(第17)』, 經濟企画庁, 東京, 昭和42年, 64-65頁。
- 3) W. Leontief and A. Strotz : Multiregional Input-Output Analysis. Tibor Barna ed. Structural Independence and Economic Development, Macmillan, London, 1963, pp 127-129.

An Analysis of the Structure of the Interregional Flow of Goods in Japan for 1962-1964

Keisuke Suzuki
The University of
Transportation Economics

We can make a varietal model of the quantity of the goods transported from the i th region to the j th region written by the equation :

$$W_{ij} = K_{ij} \frac{W_{i.} \cdot W_{.j}}{W_{..} \cdot D_{ij} \cdot \alpha_{ij}} \quad (1)$$

being based on the Isard's gravity model¹⁾ which is originally constructed for the number of trips and is expressed by the equation :

$$W_{ij} = K \frac{W_{i.} \cdot W_{.j}}{D_{ij} \cdot \alpha} \quad (2)$$

where $W_{i.}$, $W_{.j}$ and $W_{..}$ are $\sum_{j=1}^n W_{ij}$, $\sum_{i=1}^n W_{ij}$, and $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n W_{ij}$ respectively (n is the total number of regions) D_{ij} is the distance from the i th region to the j th region, k and α are parameters, and K_{ij} and α_{ij} are the particular parameters for W_{ij} .

If we multiply the right hand side of the equation (1) by the values P_i/P_i , P_j/P_j , and P/P and we assume the values $W_{i.}/P_i$, $W_{.j}/P_j$, and $W_{..}/P$ are the functions of y_i , y_j , and y , we can obtain the following model :

$$W_{ij} = K_{ij} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right) \left\{ \frac{f(y_i) g(y_j)}{h(y)} \right\} \left(\frac{1}{D_{ij}} \right)^{\alpha_{ij}} \quad (3)$$

where P_i and P_j are the populations of the i th and j th region, P is the population of all the regions observed, y_i and y_j are the per capita output of the i th and j th region and y is the per capita output of all the regions observed.

On the other hand, the relation expressed by the equations :

$$\frac{W_{i.}}{P_i} = k_{i.} y_i^{\beta_{i.}} \quad (4.1)$$

$$\frac{W_{.j}}{P_j} = k_{.j} y_j^{\beta_{.j}} \quad (4.2)$$

$$\frac{W_{..}}{P} = k_{..} y^{\beta_{..}} \quad (4.3)$$

are found from some of the data of Japan for the years 1962 - 1964.²⁾ Being based upon the relations, the model shown by the equation (5) is constructed.

$$W_{ij} = K_{ij} \left(\frac{P_i P_j}{P} \right) \left(\frac{y_i^{\beta_{i.}} y_j^{\beta_{.j}}}{y^{\beta_{..}}} \right) \left(\frac{1}{D_{ij}} \right)^{\alpha_{ij}} \quad (5)$$

where K_{ij} is $k_{ij} k_{i.} k_{.j} / k_{..}$. In this model, W_{ij} is explained by regional economic activities and populations, and the distance between regions.

When we have sufficient data of time series, we can get

the values of the parameters in the equation (5) by the method of least squares, using the form :

$$\log \frac{W_{ij} P}{P_i P_j} = \log K_{ij} + \beta_{i.} \log y_{i.} + \beta_{.j} \log y_{.j} - \beta_{..} \log y - \alpha_{ij} \log D_{ij} \quad (6)$$

But, unfortunately, the values of the parameters can not be found from the data of Japan for the years 1962 - 1964, because the size of the data is so small that we can not calculate the values of the parameters.

However, if we assume that the values of the parameters K_{ij} , $\beta_{i.}$, $\beta_{.j}$, and α_{ij} are K , β , β' , and α for each i and j respectively, we can get the following model :

$$\log \frac{W_{ij} P}{P_i P_j} = \log K + \beta \log y_i + \beta' \log y_j - \beta'' \log y - \alpha \log D_{ij} \quad (7)$$

where β'' is $\beta_{..}$. And we would be able to get the values of the parameters of the model by the data for the 3 years, because from the OD tables for the 3 years we can obtain many actual values of W_{ij} .

Really, the model was tentatively applied to the data of Japan for the years 1962 - 1964. But, the model was not successfully applied to the data. The model shown by the equation (1) was successfully applied to the data.

Incidentally, W. Leontief and A. Strout³⁾ have tried to extract the effects of the i th and the j th region on the W_{ij} by two kinds of parameters. If the model expressed by the equation (6) is successfully applied to the data, we would be able to

extract the effects of the i th and the j th region by the parameters β_i and β_j , and the particular characters of the connection between the i th and the j th region by the parameters K_{ij} and α_{ij} .

References

- 1) Walter Isard : Methods of Regional Analysis. The M.I.T. Press. Cambridge, Mass., 1960, pp. 494-497.
- 2) Unyu-Sho : Unyu-Hakusho (Showa 40, 41, and 42 nendo). Okura-Sho Insatsu-Kyoku, Tokyo, 1965, 1966, and 1967, p. 551, p. 509, and p. 509.
Keizai-Kikaku-Cho : Kokumin-Shotoku Keizai Nenpo (Showa 43 nen). Okura-Sho Insatsu-Kyoku, Tokyo, 1968, pp. 54-55.
Keizai-Kikaku-Cho Keizai-Kenkyu-Sho : Kikan Kokumin Keizai Keisan No. 17. Keizai-Kikaku-Cho, Tokyo, 1967, pp. 64-65.
- 3) W. Leontief and A. Strout : " Multiregional Input-Output Analysis." Tibor Barna ed. : Structural Independence and Economic Development. Macmillan, London, 1963, pp. 127-129.