

岐阜大学 正員 森杉 寿芳
同 学生員 ○橋本 有司

序

明治以降のわが国の近代化、工業化を考えたとき、明治期のいわゆる殖産興業、富国強兵の政策とそれに基づいて形成された多くの社会資本がわが国の近代化の大きな原動力となったことは疑いを入れない。ことに、その中でも輸送能力において飛躍的な発展をなした鉄道は、その最も大きな原動力となったと言ってもよいであろう。

本研究は、この明治期鉄道網形成の時代に焦点を当て、その開発効果を測定するための社会経済モデルの作成と実際の便益について計算を行うことを目的とする。

1. 社会経済モデル

研究を始めるに際し、次の仮定をおく。

- (1) 社会は個人（人口 N 人）、企業、鉄道部門、政府からなるものとする。
- (2) この社会で生産、消費する財は価格 1 の合成財、鉄道サービス、労働からのみなるものとする。
- (3) N 人の個人は、全て同一の効用関数と同一の所得を持っているものとする。
- (4) 全ての私企業は、同一の規模に対して収益不変の生産構造を持っているものとする。すなわち、競争の結果、企業の参入、退出が起こり、社会全体では丁度利潤がゼロになるように企業数が決定され、このとき、いかなる生産量に対しても利潤がゼロになる生産関数を持っているものとする。
- (5) 鉄道部門はサービスのみを供給し、鉄道の利潤、およびその建設費等は考えない。

以上の仮定のもとに、個人、および企業のそれぞれの行動について述べる。

a). 個人

個人は、予算制約下で効用最大化行動を行うものとする。

$$\max u(Z, X, L) \quad (1)$$

$$\text{s.t. } Z + Y_p X = W \quad (2)$$

ただし、 Z は価格 1 の合成財の消費量、 X は鉄道利用量、 L は鉄道路線延長、 Y_p は鉄道旅客運賃、 W は所得、 $u(\cdot)$ は効用関数である。

Y_p, L, W が与えられたとき、この最大化問題を解いて③式を得る。

$$Z = Z(Y_p, L, W), \quad X = X(Y_p, L, W) \quad (3)$$

③式を①式に代入して、間接効用関数

$$v(Y_p, L, W) \equiv u(Z(Y_p, L, W), X(Y_p, L, W)) \quad (4)$$

を得る。

また、社会全体の合成財 Z 、鉄道利用 X は、全ての個人が同一の効用と同一の所得を持つと仮定するので、 $NZ = Z, NX = X$ となり、達成可能な効用レベルは $Nv = V$ となる。

b). 企業

企業は労働 N 、貨物鉄道サービス F を入力し、合成財 Z を生産する。この企業の社会全体の生産活動は次式で示される。

$$\max \pi = Q - Y_f F \quad (5)$$

$$\text{s.t. } Q = G(F, L, N) \quad (6)$$

ただし、 Y_f は鉄道貨物運賃、 $G(\cdot)$ は生産関数である。

また、均衡の条件から、

$$wN = \pi \quad (7)$$

この最大化問題を F について解くと、

$$\frac{\partial \pi}{\partial F} = \frac{\partial G}{\partial F} - Y_f = 0 \quad (8)$$

$$\therefore F = F(Y_f, L, N) \quad (9)$$

$$\therefore \pi = \pi(Y_f, L, N) = Q(Y_f, L, N) - Y_f F(Y_f, L, N) \quad (10)$$

2. 鉄道建設の効果

いま、次のような政府の政策を考える。

- (1) 鉄道路線延長を L^0 から L^1 に
- (2) 旅客運賃を Y_p^0 から Y_p^1 に
- (3) 貨物運賃を Y_f^0 から Y_f^1 に変化させる。

このような変化が起きたとき、以前に述べてきた式により、各投入物、価格、および均衡量はすべて変化する。これらの変化前後の水準を添字 0 および 1 で示す。労働 N のみを一定としたとき、 $Z^0 \rightarrow Z^1 (Z^0 \rightarrow Z^1)$ 、

$x^0 \rightarrow x^1$ ($X^0 \rightarrow X^1$)、 $y^0 \rightarrow y^1$ 、 $F^0 \rightarrow F^1$ 、 $Q^0 \rightarrow Q^1$ 、 $\pi^0 \rightarrow \pi^1$ 、 $W^0 \rightarrow W^1$ の総合効果として、効用 $v^0 \rightarrow v^1$ の変化を得る。この効用の変化分が求める鉄道網形成の効果であり、これを貨幣タームで評価するのが次の課題である。

3. 鉄道網形成の効果の評価方法

個人の効用の変化を貨幣タームで評価するために必要な概念は「支払意思額」である。ここでいう「支払意思額」とは、鉄道網形成という変化があったとき、変化後の効用レベル v^1 を維持するという条件のもとに当該変化（すなわち、 r_p 、 L 、 W の変化）をあきらめるために必要な補償額の最小値をいう。（この概念を Equivalent Variation、略して EV という。）

EV の定義を明確にするためには最小必要所得 m を定義する必要がある。変化前の状態 r_p^0 、 L^0 で、変化後の効用レベル v^1 を達成するために必要な最小額、すなわち最小必要所得を $m(r_p^0, L^0, v^1)$ で示せば、 $m(r_p^0, L^0, v^1)$ は次の目的関数の値となる。

$$m(r_p^0, L^0, v^1) = \min_{Z, X} Z + r_p^0 X \quad (11)$$

$$\text{s.t. } u(Z, X, L^0) \geq v^1 \quad (12)$$

ただし、 $v^1 = v(r_p^1, L^1, v^1)$

⑩、⑫式の解を $Z = Z_c(r_p^0, L^0, v^1)$ および $X = X_c(r_p^0, L^0, v^1)$ とし、この解を⑪式に代入すれば、状態 r_p^0 、 L^0 のもとにとどまり、かつ効用レベル v^1 を維持するために必要な最小所得 $m(r_p^0, L^0, v^1)$ を得る。求める EV は、この $m(r_p^0, L^0, v^1)$ と変化前の所得 W^0 の差として定義される。すなわち、

$$EV = m(r_p^0, L^0, v^1) - W^0 \quad (13)$$

この EV を、我々が求める鉄道網形成の純便益に他ならない。社会的開発便益は、⑬式を人口 N 倍して求めることができる。

$$\begin{aligned} \Sigma EV &= N m(r_p^0, L^0, v^1) - N W^0 \\ &= [N m(r_p^0, L^0, v^1) - N W^1] + N(W^1 - W^0) \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、 $[N m(r_p^0, L^0, v^1) - N W^1] = NEV_L$ 、 $N(W^1 - W^0) = NEV_W$ とおけば、 NEV_L は所得 W の変化分以外の効果に対する支払意思額を示したものであるから、福祉効果と呼ぶ。 NEV_W は個人の賃金の上昇による所得の増加分であり、所得増大効果といい、GNP に直接寄与した分である。

以下では、福祉効果の測定方法とその推定結果について述べる。

4. 福祉効果の測定方法

1). 測定方法

いま、間接効用関数 $u(r_p, L, W)$ を次のように特定化する。

$$u(r_p, L, W) = W^\alpha + B e^{\beta L} \left(\frac{W}{r_p}\right)^{\gamma} \quad (15)$$

このとき、

$$\frac{\partial u}{\partial W} = \alpha W^{\alpha-1} + \gamma B e^{\beta L} W^{\gamma-1} r_p^{-\gamma} \quad (16)$$

$$\frac{\partial u}{\partial r_p} = -\gamma B e^{\beta L} W^{\gamma} r_p^{-\gamma-1} \quad (17)$$

ここで、ロバの定理より

$$X = -\frac{\partial u}{\partial r_p} / \frac{\partial u}{\partial W} \quad (18)$$

$$= \gamma B e^{\beta L} W^{\gamma} r_p^{-\gamma-1} / (\alpha W^{\alpha-1} + \gamma B e^{\beta L} W^{\gamma-1} r_p^{-\gamma}) \quad (19)$$

$Z = W - r_p X$ だから、

$$Z = \alpha W^\alpha / (\alpha W^{\alpha-1} + \gamma B e^{\beta L} W^{\gamma-1} r_p^{-\gamma}) \quad (20)$$

ゆえに、

$$X/Z = \gamma B e^{\beta L} W^{\gamma} r_p^{-\gamma-1} / \alpha W^\alpha \quad (21)$$

$$\therefore \log(X/Z) = \log(\gamma B / \alpha) - (\gamma+1) \log r_p + (\gamma-\alpha) \log W + \beta L \quad (22)$$

社会全体では

$$\log(X/Z) = \log(\gamma B / \alpha) - (\gamma+1) \log r_p + (\gamma-\alpha) \log NW + \beta L \quad (23)$$

ただし、 $Z = NW - r_p X$

②式に対して回帰分析を行えば、 $(\gamma+1)$ 、 $(\gamma-\alpha)$ 、 β 、 $\gamma B / \alpha$ が求まるので、これより、 α 、 β 、 γ 、 B を定めることができる。したがって、 v^1 は、

$$v^1 = (W^1)^\alpha + B e^{\beta L^1} (W^1)^\gamma (r_p^1)^{-\gamma} \quad (24)$$

として求まり、 $m(r_p^0, L^0, v^1)$ は、

$$m^\alpha + B e^{\beta L^0} m^\gamma (r_p^0)^\gamma = v^1 \quad (25)$$

なる式を満足する m として求める。これが求まれば、

$$NEV_L = N m(r_p^0, L^0, v^1) - N W^1 \quad (26)$$

として、 NEV_L を求めることができる。

2). 推定結果

明治23年から44年間のデータをとり、回帰分析を行った結果、重相関係数 0.975 で、 $\alpha = 0.791$ 、 $\beta = 0.157$ 、 $\gamma = 0.251$ 、 $B = 32.91$ を得た。

鉄道網形成が全くなかったものとし、代替交通機関として人力車の r_p をとり、明治29年の NEV_L を計算すると、5億3千万円であり、これは当時の GNP、28億円の2割弱である。かなりの福祉効果が鉄道により得られたと見なすことができよう。

一方、所得の増大効果 NEV_W については、現在、生産関数のモデルを含め検討中であり、結果は当日発表の予定である。