

東海地震の警戒宣言下において交通規制を主原因とした社会経済損失の計量化

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○土屋 哲 京都大学防災研究所 正会員 多々納 裕一
京都大学防災研究所 正会員 岡田 憲夫

1. はじめに 東海地震の警戒宣言は地震被害軽減のための有力な措置であるが、その発令により社会活動の多くが停止するため、大きな社会経済損失の発生が懸念されている。警戒宣言という仕組みを活かすためには、この種の損失を減らし、発令しやすい環境を整えることが望ましい。

本研究では、東海地震の警戒宣言発令下で特に交通規制に着目し、人流・物流の途絶により社会に及ぶ影響を空間的応用一般均衡(SCGE)アプローチにより分析するための方法論を提示して、実際に推計を行う。この際、警戒宣言発令時のような短期には資本・労働の自由な地域間・地域内移動が可能でないと考え、警戒宣言時にはこれらの生産要素が固定された短期均衡を考察する。また、現在整備計画中または建設中の段階にある交通路線が完成・供用されている条件下で同様の分析を行い、代替ルートの意義について検討する。

2. SCGE モデルの概要 前提条件: (1) N 地域から成る一国の閉じた経済空間を想定する。各地域間は交通網（鉄道・道路）で結ばれている。簡単のため、鉄道は旅客輸送のみを、道路は貨物輸送のみを取り扱っていると仮定する。(2) 各地域には M 種の産業と代表的家計という経済主体がある。(3) 各産業ごとに1つの企業が立地し操業している。企業 i は、 M 種の間投入財と労働、資本、face to face communication のための業務トリップを投入要素として用いてただ1種類の財 i を生産する。その行動は、利潤最大化行動に従う。(4) 家計は企業に資本と労働力を提供して賃金を得、財の消費を行い効用を得る。その行動は、効用最大化行動に従う。家計は立地に関して地域間の移動は行わず、消費活動もすべて居住地域内で行う。(5) 各市場は完全競争的であり、平常時には社会が長期均衡状態にあるものとする。警戒宣言発令下では、後述の枠組みにて短期均衡に達すると想定する。

企業の行動: 地域 k に立地する企業 i は、地域 l で生産され、自地域内に輸送されてきた中間投入財 j と、労働、資本、業務トリップを生産要素として投入して、規模に関して収穫一定となる一次同次の技術を用いて商品 i を生産するものと仮定する。企業の生産関数構造を図1のように表す。

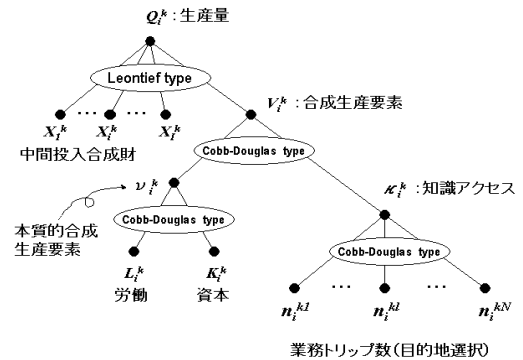


図 1: 企業の生産関数構造

このような階層化構造により、企業の利潤最大化行動を以下のような3段階の最適化行動モデルで記述する。

第1段階 (生産量および中間財投入量の決定)

$$\begin{aligned} \pi_i^k &= \max p_i^k Q_i^k - \left\{ \sum_{j=1}^M q_j^k X_{ji}^k + c_{V_i}^k(w^k, r, \tau^k) V_i^k \right\} \\ \text{s.t. } Q_i^k &= \min \left\{ \frac{X_{1i}^k}{a_{1i}^k}, \dots, \frac{X_{Mi}^k}{a_{Mi}^k}, \frac{V_i^k}{a_{vi}^k} \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

第2段階 (労働、資本投入量の決定)

$$\begin{aligned} c_{V_i}^k(w^k, r, \tau^k) V_i^k &= \min w^k L_i^k + r K_i^k + c_{T_i}^k(\tau^k) \kappa_i^k \\ \text{s.t. } V_i^k &= \alpha_{2i}^k \left((L_i^k)^{\delta_{L_i}^k} (K_i^k)^{\delta_{K_i}^k} \right)^{1-\beta_i^k} (\kappa_i^k)^{\beta_i^k} \end{aligned} \quad (2)$$

第3段階 (業務トリップ投入量の決定)

$$\begin{aligned} c_{T_i}^k(\tau^k) &= \min_{\mathbf{n}_i^k} \sum_{l=1}^N \tau^{kl} n_i^{kl} \\ \text{s.t. } \kappa_i^k &= \alpha_{3i}^k \prod_{l=1}^N (n_i^{kl})^{\delta_n^{kl}} \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、 π_i^k : 企業の利潤、 p_i^k : 原産地価格、 q_j^k : 消費地価格、 $c_{V_i}^k$: V_i^k に関する単位費用関数、 V_i^k : 付加価値を形成する生産要素（労働、資本、業務トリップ）からなる合成財、 w^k : 賃金率、 r : 利子率、 $c_{T_i}^k$: κ_i^k に関する単位費用関数、 τ^{kl} : 旅客交通費用、である。

家計の行動: 家計は、所得制約下で効用を最大化するように各財の消費量を決定する。本分析では、家計の意思決定は財の消費量に関する決定のみである。

キーワード: 警戒宣言, 社会経済損失, SCGE モデル, 長期・短期均衡, 交通基盤整備
〒 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄, TEL 0774-38-4038, FAX 0774-38-4044)

$$V^k = \max \left\{ \sum_{i=1}^M (\gamma_i^k)^{\frac{1}{\theta}} (d_i^k)^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right\}^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (4)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^M q_i^k d_i^k = y^k = w^k L^k + r K^k \quad (5)$$

ここに、 V^k ：地域 k の家計の間接効用関数、 γ_i^k 、 θ ：パラメータ、 d_i^k ：財 i の消費量、 y^k ：所得である。

経済的均衡条件：前提条件より、長期均衡（平常時の社会）では、生産地・消費地価格と財市場が地域間で均衡し、生産要素（労働・資本）市場が地域内で均衡する。一方、短期均衡（警戒宣言発令時）では、地域の産業間の労働・資本の移動が生じないとした上で生産地・消費地価格と財市場の地域間均衡を考える。以下に、これらの均衡に関連する式を示す。

(a) 空間的価格均衡

地域 l の企業が生産地 k を財 i の購入先として選ぶ確率を

$$s_i^{kl} = \frac{Q_i^k \exp\{-\lambda_i (p_i^k (1 + \phi_i^{kl}))\}}{\sum_{m=1}^N Q_i^m \exp\{-\lambda_i (p_i^m (1 + \phi_i^{ml}))\}} \quad (6)$$

とする。 ϕ_i^{kl} は、財 i を地域 k から l へ輸送する際の輸送マージン率で、産業業種に固有のパラメータ η_i と地域間距離 D^{kl} の積で表されるとする。式 (6) を用いると、地域 l における財 i の消費地価格均衡条件は式 (7) のようになる。

$$q_i^l = \sum_{k=1}^N s_i^{kl} p_i^k (1 + \phi_i^{kl}) \quad (7)$$

一方で、生産地価格の均衡は式 (8) により表される。

$$p_i^k = \sum_{j=1}^M q_j^k a_{ji}^k + c_{Vi}^k (w^k, r, \tau) a_{vi}^k \quad (8)$$

(b) 市場均衡

まず生産要素（労働 L_i^k 、資本 K_i^k ）市場は、家計が地域間移動を行わないという条件から各地域ごとに均衡する。

$$\sum_{i=1}^M L_i^k = L^k \quad (9)$$

$$r \left(\sum_k \sum_i K_i^k - K^k \right) = \sum_i \sum_k p_i^k EX_i^k - \sum_l \sum_j q_j^l M_j^l$$

ただし、 EX_i^k 、 M_j^l はそれぞれ輸出、輸入を表す。次に財市場に関しては、発地・着地ベースのそれぞれについて均衡式がつけれる。

3. シナリオ分析 はじめに、地域数 $N = 14$ （北海道、東北、関東、山梨、静岡、富山、石川、愛知、三重、岐阜、近畿、中国、四国、九州・沖縄）、産業数 $M = 3$ （農林水産業、鉱工業・製造業、建設・サービス業）として行った

分析についてまとめる。交通網の整備に関しては、(i) 現状のまま、(ii) 北陸新幹線整備、(iii) 北陸新幹線と中部縦貫自動車道（部分的）の整備、(iv) 北陸新幹線と中部縦貫自動車道の整備、という4つのシナリオを想定して分析を行った。その結果、シナリオ (i) の下で警戒宣言が発令された場合、均衡状態において消費地価格は図2のように変化し、変化率の最大値・最小値はそれぞれ 53 %、-13 %であった。また、等価変分を用いて、交通を主原因とする全国1日あたりの経済被害は約 750 億円と計算された。同様に、シナリオ (ii)、(iii)、(iv) の下で警戒宣言が発令された場合の、交通を主原因とする全国1日あたりの経済被害はそれぞれ約 735 億円、約 695 億円、約 688 億円と計算された。すなわち、北陸新幹線と中部縦貫自動車道の整備後に警戒宣言が発令された場合には、整備前に比べて約 60 億円/日の被害軽減が実現されうることが分かった。

講演時には、地域数 $N = 15$ 、産業業種数 $M = 25$ として行った分析の結果も合わせて示す予定である。

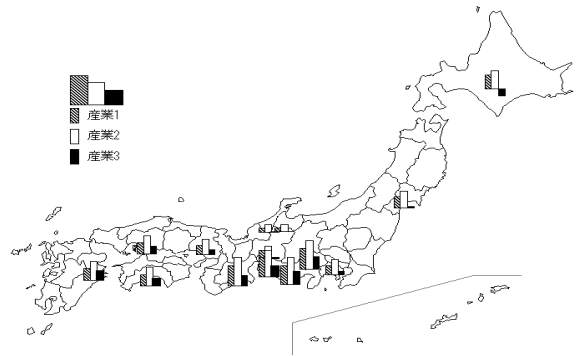


図 2: 警戒宣言時の消費地価格の変化

表 1: シナリオ (i) での地域別経済被害

1. 北海道	-14.4	8. 愛知	89.3
2. 東北	29.7	9. 三重	16.7
3. 関東	231.2	10. 岐阜	9.2
4. 山梨	9.1	11. 近畿	135.3
5. 静岡	45.6	12. 中国	53.9
6. 富山	4.1	13. 四国	24.3
7. 石川	2.8	14. 九州沖縄	112.8

(単位：億円/日)

参考文献

1. 宮城俊彦他：応用一般均衡分析を基礎とした地域間交易モデルに関する研究，土木学会論文集，No530/IV-30, pp.31-40.
2. 小池淳司他：旅客トリップを明示した SCGE モデルの構築とその応用，土木計画学研究・論文集，Vol.17, pp.237-245, 2000