

道路ネットワーク寸断による経済的影響を分析するための SCGE-UE 統合モデルの開発*

SCGE-UE Integrated Model for Estimating Economic Impacts Due to Highway Network Disruption*

土屋 哲**, 吉田隆史***, 多々納裕一****, 畑山満則****

By Satoshi TSUCHIYA**, Takafumi YOSHIDA***, Hirokazu TATANO**** and Michinori HATAYAMA****

1. はじめに

我が国は、大規模災害、特に大規模地震の脅威にさらされている。特に、人口資産の集中した都市域において大規模災害が発生した場合、その被害は甚大なものとなる可能性がある。あるいは、現代のわれわれの生活は、地域間の交流・交易という点で幹線交通網に大きく依存しており、自然災害時における交通の断絶による社会的損失も大きくなる。東海・東南海・南海地震などの巨大災害の発生が懸念されている現在、新幹線や高速道路といった基幹交通の分断・機能麻痺が起これば東西の交易・交流が遮断され、これに起因する被害は全国に波及していく可能性があり、甚大な経済損失が生じうる。

本研究では、広域交通の地震リスクマネジメント施策検討のための経済被害の推計について検討を行う。

2. 本研究の考え方

災害時の交通機能の損傷による経済被害の推計については、近年、空間的応用一般均衡モデル (SCGE モデル) や産業連関分析といった経済モデルを用いたアプローチや、交通ネットワークの配分計算を用いたアプローチによる研究がなされている。播磨らは、交通ネットワークに対する効率的な災害対策の立案のため、全国規模の交通ネットワークを用いて、交通量の変化にともなう混雑の発生を考慮した上で災害の地域的波及効果を捉えることができるような方法論を提案している。具体的には、全国規模での交通ネットワークを用いて、ある OD 交通需要が与えられた場合の交通量の配分計算を利用者均衡 (UE) に基づいて行い、それによって決定される交通時間に基づいて経済モデル (SCGE モデル) から交通需要

を決定するというプロセスを循環的に繰り返すことで、災害時の交通需要と交通量の変化を決定し、経済被害額を推計するというものである。

播磨らのアプローチでは、SCGE モデルから出力される OD 交通需要をゾーン内の 1 点を代表点として与え、そこですべての交通の発生・集中が生じるものとして両モデルの接合を図っていた。しかし、SCGE モデルと交通ネットワーク配分モデルとでは、実際に想定する単位ゾーンの空間スケールがかなり異なり、上記のような考え方で交通の発生・集中を扱うことには問題もあろう。本研究では、この点を改良し、交通モデルで扱われるゾーンすべてから交通が発生・集中するようなモデルへと拡張して、主要道路の寸断に伴う経済被害の評価を行う方法を提案する。

上述のように、本研究では、交通モデルより得られるゾーン間交通時間を SCGE モデルへ入力し、また、SCGE モデルで得られる地域間交易 (額) を交通量に変換してこれを新たな交通モデルの入力値として繰り返し計算を行う (図 1)。ただし、交通モデルで取り扱っているゾーンサイズは SCGE モデルのゾーンサイズよりもかなり細かく、交通モデルと経済モデルとで別々のゾーンを想定するならば、一方のモデルの出力を他方のモデルへ入力できる形に変換する必要がある。本稿では、この考え方について示すこととする。

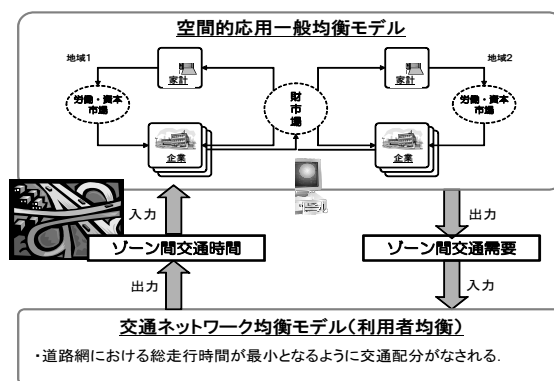


図 1: SCGE=UE 統合モデルの考え方

*キーワード: 防災計画, 計画情報

**正員, 工博, 長岡技術科学大学 環境・建設系

(〒940-2188 長岡市上富岡町1603-1, Tel 0258-47-

9677, E-mail: tsuchiya@vos.nagaokaut.ac.jp)

***学生員, 京都大学大学院

****正員, 工博, 京都大学防災研究所

3. 交通ネットワーク均衡配分と SCGE の統合

(1) 利用者均衡モデルと OD 旅行時間

利用者均衡に基づく交通ネットワークの配分モデルは数理最適化問題として定式化でき、その解として OD ゾーン間旅行時間 t^{rs} が求められる。

(2) OD 旅行時間から SCGE 地域間輸送費用率へ

交通モデルから出力された OD 旅行時間を SCGE モデルで用いる地域間の輸送費用率に変換する。SCGE モデルで取り扱う地域 kl 間の交通時間 T^{kl} を次のように求めることとする。

$$T^{kl} = \frac{\sum_r t_{(k)}^{rl} x_{(k)}^{rl}}{\sum_r x_{(k)}^{rl}} \quad (1)$$

ただし、 $t_{(k)}^{rl}$: SCGE モデルの地域 k に含まれる交通モデルのゾーン rl 間の交通時間、 $x_{(k)}^{rl}$: SCGE モデルの地域 k に含まれる交通モデルのゾーン rl 間の交通量、である。すなわち、 T^{kl} は、SCGE モデルの地域に含まれる交通モデルの 2 ゾーン間の交通時間を、交通量を重みとして加重平均をとったものである。このようにして求めた交通時間 T^{kl} を SCGE モデルの地域区分に対応した交通時間とする。

次に、本研究で用いる SCGE モデルでは、交易の輸送コストを輸送費用率という形で表し、災害による交通サービスの低下を、輸送交通時間の増加による輸送費用率の上昇として考えることとするが、基準データにおいて地域間交通時間 T^{kl} と輸送費用率 ϕ_i^{kl} の関係が図 2 のようであったことから、線形の関係

$$\phi_i^{kl} = 0.00754 + 0.0000659T^{kl}$$

を仮定して変換を行うこととする。

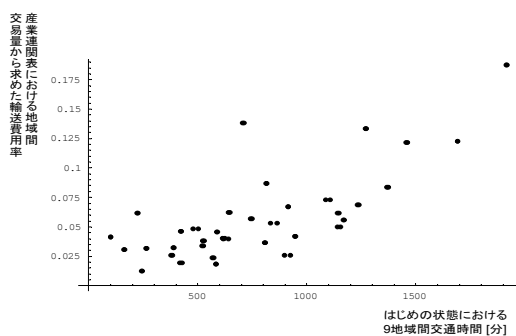


図 2: 地域間交通時間と輸送費用率の関係

(3) SCGE モデルと地域間交易需要

SCGE モデルの定式化については省略するが、SCGE のパートでの均衡計算の出力として、地域間での財の交易需要が求まる。

(4) 地域間交易需要から OD 交通需要へ

SCGE モデルから出力される地域間交易需要（金額ベース）を交通モデルの入力とするためには、これを交通モデルのゾーン間交通量に変換する必要がある。本研究では次の手順でゾーン間交通量を算出する。まず、SCGE モデルから出力される金額ベースの地域間交易需要に物流センサスから用いた製造業の業種別出荷額 1 万円あたりの出荷額を乗じて重量に変換する。次に、品類別に見た流動ロット（貨物車 1 件あたりの出荷量）の逆数を乗じることにより物流件数に変換し、さらにトラック分担率をかけることでトラックによる物流件数を得るものとして、この物流件数 1 件あたり車両 1 台とし SCGE モデルで用いる地域間の貨物交通量とする。本研究では、交通モデルで用いるゾーンを平成 17 年道路交通センサスの B ゾーンに基づいて設定する。B ゾーンは、市町村よりも細かいゾーン区分であり、全国が約 6800 に分割されている。各 B ゾーン間交通量の推定は四段階推計法に基づき、①各 B ゾーンの発生・集中交通量を推定、② BPR 型修正重力モデルを用いることで各 B ゾーン間交通量（分布交通量）を推定、する方法をとるものとする。

OD 交通需要が求めれば、(1)に戻って利用者均衡に基づく交通ネットワーク配分を実施し、交通量などの変数が均衡状態に達するまで(1)~(4)を繰り返す。

以上の流れを図に表したものが図 3 である。

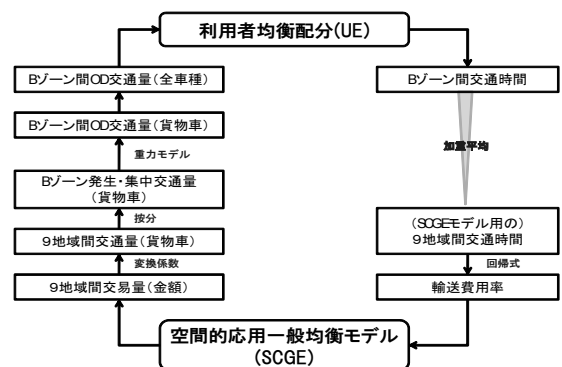


図 3: UE=SCGE 統合モデルの計算フロー

4. おわりに

計算のためのデータ整備、ならびに新潟県中越地震をシナリオとした被害額の計算は講演時に譲る。