

空間的応用一般均衡分析を用いた 大規模災害時の社会基盤施設被災による経済損失評価

公共システム研究室 酒見拓摩

1. はじめに

我が国は世界的に見て自然災害が多い国である。適切な防災計画を施すために、特定の地域への災害が日本経済全体あるいは全国の各地域にどの程度影響するのかを事前に評価することが必要である。社会資本整備による経済的影響の評価手法として空間的応用一般均衡モデル（SCGEモデル）がある。SCGEモデルは、多地域の様相で地域間の産業連関性をとらえて地域別帰着を計測する手法で、これを災害の経済損失の評価に用いる事例が増えてきている。本研究では、災害の経済損失評価のためのSCGE分析においてこれまで得られた知見を統合し、災害の発生により道路や鉄道といった広域社会基盤に生じた機能損傷や、電力・水道・ガスなどのライフライン途絶に対する企業の生産性確保（レジリエンシー）が社会に及ぼす影響を分析しうるモデルを構築する。次いで、2004年に発生した新潟県中越地震をシナリオとし、被害の空間的帰着を推計する。

2. 本研究の枠組み

本研究で交通条件に加えて考慮する変化は、ライフラインの途絶と旅客流動の変化である。電力、ガス、水道といった供給系ライフラインについては、その途絶に対する企業の生産性確保（レジリエンシー）の概念をモデルに組み込む。ライフラインが途絶した状況であっても、自家発電の利用や投入エネルギーの代替・節約といった様々な対応策をとることにより、企業の操業水準は完全に停止状態になってしまうわけではない。このような状況を、災害時のライフライン途絶に対するレジリエンシーと捉える。本研究では、レジリエンシーの概念をSCGEモデルにおけるCES型生産関数の代替弾力性に反映させることとする。また、旅客流動の変化については、交通モード別（鉄道、道路、空路）に、業務トリップという形で生産要素（付加価値）の一部として扱い、災害時の交通寸断による業務トリップ投入量の変化が生産に及ぼす影響を考慮できるモデルとする。

3. SCGEモデルの構築

本研究で構築するSCGEモデルでは、図1のように分割された地域にそれぞれ代表的な家計と複数の企業を経済主体として想定する。紙面の都合上、本稿では、利潤最大化に基づき投入・産出量を決定する企業の行動モデルについて特徴的な部分のみ説明する。

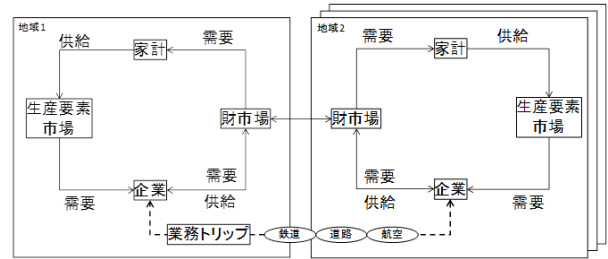


図1 モデルの概要

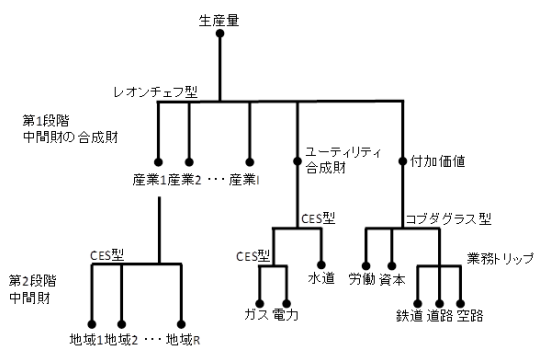


図2 企業の生産構造

図2のように、レジリエンシーの概念はユーティリティ合成財という形で企業の生産に影響を与える。ユーティリティ合成財は、CES型で2段階に分けて仮定する。第1段階を以下のように定式化する。第2段階においても同様である。

$$\min P_i^s u_{wi}^s + P_i^s u_{gei}^s$$

$$s.t. u_{wgei}^s = \left\{ a_{wi}^s (u_{wi}^s)^{\rho_{li}} + a_{gei}^s (u_{gei}^s)^{\rho_{li}} \right\}^{\frac{1}{\rho_{li}}}$$

ただし、 $u_{(w/g/e)li}^s$ ：ユーティリティ合成財（水道／ガス／電気）の投入量、 $a_{(w/g/e)li}^s$ ：ユーティリティ合成財（水道／ガス／電気）の投入係数、 ρ_{li} ：新潟中越地震の調査データで推定された代替弾力性である。

また、付加価値関数を以下のように定式化することで、業務トリップを考慮する。

$$\min w^s l_j^s + r^s k_j^s + \tau^s T_j^s$$

$$s.t. VA_j^s(l_j^s, k_j^s, T_j^s) = 1$$

ただし、 w^s ：賃金率、 r^s ：資本レント、 τ^s ：一般化旅客交通費用、 T_j^s ：業務トリップ投入量である。業務トリップの基準となる投入量は産業連関表における家計外消費支出を参照する。災害による寸断は、交通費用が増大するとして流動の変化を表現する。交通モード（道路、鉄道、空路）の分担選択に関しては、地域間の移動にかかる交

通費用および所要時間のデータから各モードの分担率を推計する。

4. 災害シナリオ

2004年に発生した新潟県中越地震を対象に実証分析を行う。図3に示すように、5種類のインフラの途絶・復旧状態から、被害計算のための期間としてPhase0~3を想定し、それぞれのPhaseにおけるインフラの機能状態を入力として計算を行う。

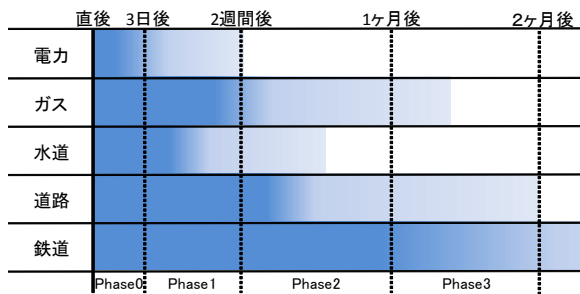


図3 Phase別復旧状態

5. 分析結果

モデル分析により、基準均衡とシナリオを用いて達した均衡状態を比較する。まず、等価偏差の概念を用いて家計の厚生水準の変化を金銭評価することで、経済被害額を算出する。図4はPhase0~Phase3別の経済総被害額である。これは1年間で均衡すると仮定したときの1日あたりの被害額を、各Phaseの日数にあてたものである。つまり、この面積は2ヶ月間の被害額となり、それは1205億円に達する。

各Phaseの入力と結果を見ると、Phase0は入力としてライフラインの途絶、道路・鉄道の被災があった。その結果、45億円/日の被害が出た。一方、Phase1ではライフラインの復旧が進み、特に電力の復旧が早く、その復旧率は97%にのぼった。その結果、40億円/日の被害となり、電力の復旧状態の差が5億円/日の経済被害の差となって表れている。Phase2では、ライフラインは電力水道90%以上、ガスも50%をこえる復旧率であった。また、主要道路の片側復旧もあり、結果として18億円/日の被害になった。Phase3ではライフラインの完全復旧、主要道路の復旧があり、結果として、10億円/日の被害になった。各Phaseのライフラインと主要道路の復旧状態が、結果に大きな差を生み出すことがわかる。

また地域別の帰着(図5)を見ると被災した新潟県よりも関東地方に被害が大きくなっていることがわかる。これは被災した新潟県と関東地方の交易が盛んであったこと、新潟県と関東地方を結ぶ道路・鉄道に被災があったことに起因していると考えられる。また、新潟県の産業別財価格(図6)をみると、石油石炭製品業、ゴム製品業、非

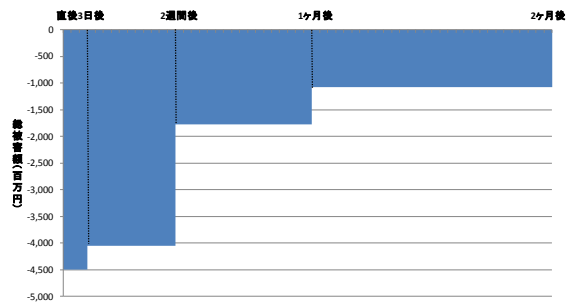


図4 期間別の経済被害

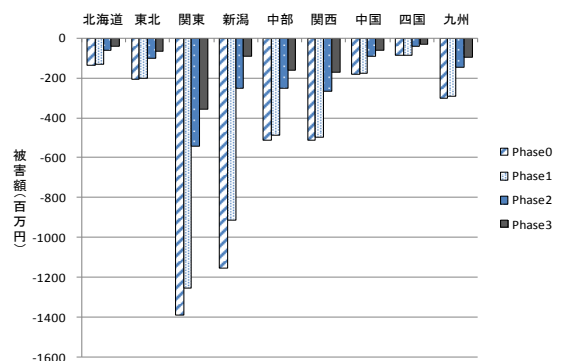


図5 地域別の経済被害

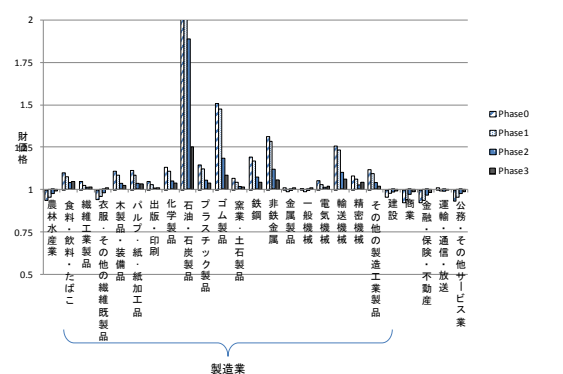


図6 新潟県の産業別財価格

鉄金属業など製造業に大きく被害の影響が出ていることがわかる。これは新潟県の生産量の四分の一以上を製造業が占めていることに起因していると考えられる。

6. おわりに

本研究は、災害の経済被害推計にSCGEモデルを援用し、ライフライン途絶に対する企業の生産性確保(レジリエンシー)の概念および業務トリップという形で旅客流動を考慮したモデルの構築を試みた。その上で、2004年に発生した新潟県中越地震を対象に経済被害の推計を行った。シナリオをインフラの途絶・復旧状態別に設定して行った計算結果から、交通やライフラインの機能水準が経済被害に大きく影響していることが明らかとなり、ライフライン途絶をシナリオに組み込むことができる本モデルのアプローチの意義が示された。