



値を表していると仮定すれば、式(1)によって得られる  $EV_i$  は、代表的個人が考える「道路整備の価値」の最小値を表す。代替経路の存在は、環境水準  $H$  に含まれる。最寄りの市役所と県庁までの非重複経路数  $n$  の対数をとることで評価逓減を表現し、途絶日数  $\kappa$  で重みづけする。

$$H_{iw} = \kappa_i \ln(n_{iw} + 1) \quad (2)$$

ここで、 $n$ ：市役所・県庁までの非重複経路数、 $\kappa$ ：途絶日数

#### 2.4. 地域 $r$ の代表的個人の受取補償額 ( $OP_r$ ) の算出

代替経路確保の状況は地域ごとに異なるため、それぞれの地域について式(1)を適用する。 $EV_r$  を地域  $r$  の住民 1 人あたりの受取補償額を表すオプション価格 ( $OP_r$ ) と定義すると、地域  $r$  の人口と 1 人あたりの受取補償額との積和によって代替経路確保の便益が算出できる。なお、災害リスク回避のオプション(選択肢)として立地選択を考慮しないため、地域ごとの受取補償額を算出しても不整合は生じない。

$$EV_r = OP_r, \quad B_{resident} = \sum_r N_r OP_r \quad (3)$$

ここで、 $B_{resident}$ ：地域住民の代替経路確保の便益、 $N_r$ ：地域  $r$  の人口(人)、 $OP_r$ ：地域  $r$  の住民の受取補償額(円)

式(1)を計算するため、地域の代表的な個人の効用関数に式(3)に示すコブ=ダグラス型を仮定する。この仮定のもとでは、所得の全てを各財の消費に配分する。交通サービス(財1)と合成財(交通サービス以外の財・サービスをまとめたもの：財2)の2つを考え、地域住民は、これらの消費により効用最大化を図る。

$$U = x_1^\alpha x_2^{(1-\alpha)} H^\beta \quad (4)$$

ここで、 $x_1$ ：交通サービスの消費量、 $x_2$ ：合成財の消費量、 $\alpha$ ：交通サービスの消費割合、 $\beta$ ：環境水準に対する重み。 $m_1$ ：交通サービスの価格、 $m_2$ ：合成財の価格

式(4)の対数を取り、予算制約付き効用最大化問題として式(5)を定式化し、ラグランジュ未定乗数法により、式(6)の需要関数が求められる。

$$\max V = \ln U = \alpha \ln x_1 + (1-\alpha) \ln x_2 + \beta \ln H \quad (5)$$

$$s.t. \quad \Omega - m_1 x_1 - m_2 x_2 \geq 0$$

$$x_1 = (\alpha/m_1)\Omega, \quad x_2 = \{(1-\alpha)/m_2\}\Omega \quad (6)$$

この需要関数を目的関数  $V$  に代入すると次式を得る。

$$V = \alpha \ln(\alpha/m_1) + (1-\alpha) \ln\{(1-\alpha)/m_2\} + \ln \Omega + \beta \ln H \quad (7)$$

これにより式(1)を計算するための間接効用関数  $V(\cdot)$  を特定化することができた。式(7)において、所要時間短縮の効果を、交通サービスの価格低下として表現できるが、道路利用者の便益との二重計測を避けるため、交通サービスの価格  $m_1$  を災害有無・整備有無によらない定数とする。地域  $r$  の交通サービスの価格  $m_{1r}$  は、地域  $r$  を起点または終点とする全 OD ペアそれぞれの最短経路所要時間について、OD 交通量で加重平均したものに時間価値を乗じることで算出する。合成財の価格  $m_2$  は相対価格 1 に固定する。

#### 2.5. 被災シナリオの設定

災害発生後の非重複経路本数を算出するため、最尤被災パターン法<sup>5)</sup>の考え方にに基づき、ある災害シナリオ

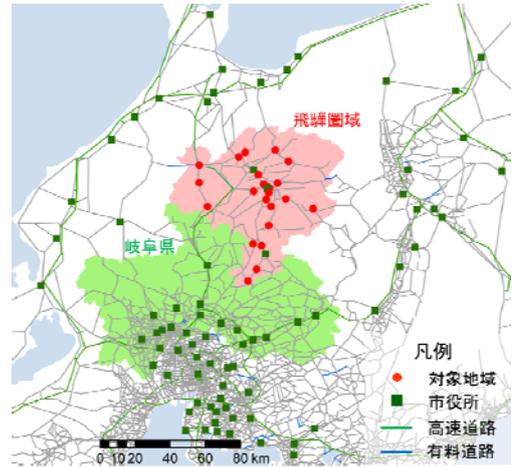


図1 対象ネットワーク

$i$  の発生により、最も発生する確率の高いリンク途絶パターンが生じると仮定する。すなわち、1つの災害シナリオについて、1つの途絶シナリオを考えることで膨大な被災パターンを省略し、災害時の影響を近似する。各シナリオに対するリンク途絶は、橋梁の耐震強度や雨量規制の有無、冬期閉鎖の有無などから判定される。

### 3. ケーススタディ概要

本稿で示した代替経路確保の便益評価手法を岐阜県飛騨圏域に適用する。計算ネットワークは図1に示す範囲で、飛騨圏域のセントロイド26個と最寄りの市役所・県庁との非重複経路数を算出し、新規道路整備の便益として、経路減少防止と代替経路増加の効果を評価する。災害シナリオとして、想定されている活断層の内陸型地震・過去の履歴に基づく豪雨・冬期閉鎖を想定し、入手可能な災害発生確率を活用することで地域住民のオプション価格(受取補償額)を算出する。

### 4. おわりに

本稿では従来の便益評価と合算可能な便益評価手法を構築した。これにより災害時の便益を追加できる。発表では、ケーススタディの結果を報告する。新規リンクの整備効果として地域住民の代替経路確保の便益を計量し、パラメータの感度分析を行う。

謝辞：本研究は科学研究費基盤研究(B)、「脆弱性の概念によるロバストな道路ネットワークデザイン手法の開発とその実用性検証」(研究代表者：倉内文孝、23360221)として実施された。ここに記し謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局, 費用便益分析マニュアル, 2008
- 2) 上田孝行, 高木朗義, 森杉壽芳, 小池淳司, 便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について, 運輸政策研究, Vol.2 No.2, pp.1-12, 1999
- 3) Kurauchi, F., Uno, N., Sumalee, A. and Seto, Y., Network evaluation based on connectivity vulnerability, *Transportation and Traffic Theory 2009: Golden Jubilee*, pp.637-649, 2009.
- 4) 多々納裕一, 高木朗義, 『多々納裕一・高木朗義(編著)防災の経済分析』勁草書房, 第4章, pp.72-87, 2005
- 5) 地震工学委員会耐震基準小委員会, 経済性照査に基づく新しい耐震設計法の実施に向けての検討—経済性照査ワーキング活動報告書—, 土木学会, 2008