コンジョイント分析による災害時の不安感軽減便益の計測 -事業評価のための便益計測の意義と限界-

佐々木武志[1]・佐藤啓輔[2]・吉野大介[3]・片山慎太朗[4]・小池淳司[5]

[1]正会員　復建調査設計株式会社（〒101-0032 東京都千代田区岩本町三丁目8-15　FGEX岩本町ビル）
E-mail: takeshi.sasaki@fukken.co.jp

[2]正会員　復建調査設計株式会社（〒101-0032 東京都千代田区岩本町三丁目8-15　FGEX岩本町ビル）
E-mail: keisuke.sato@fukken.co.jp

[3]正会員　復建調査設計株式会社（〒101-0032 東京都千代田区岩本町三丁目8-15　FGEX岩本町ビル）
E-mail: d-yoshino@fukken.co.jp

[4]正会員　一般社団法人システム科学研究所（〒604-0013 京都市中京区新町通夷川下る二条新町717番地）
E-mail: katayama@issr-kyoto.or.jp

[5]正会員　神戸大学大学院工学研究科（〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1）
E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

災害リスクの高い我が国において，災害時の移動や物資輸送等を支える道路ネットワークは重要な役割をもつ．一方で，現行の我が国の道路事業評価制度では，その役割が十分に評価されているとは言えない．そこで本研究では，道路ネットワーク整備による防災面の効果を定量的に把握することを目的に，道路ネットワークが存在することによって得られる潜在的な災害に対する不安感軽減便益を計測した．計測に当たっては，コンジョイント分析を適用し，利用価値，非利用価値それぞれの便益を示した．その上で，災害時の輸送を維持するための道路ネットワーク整備がナショナルミニマムを保障するために必要な事業であることを念頭に，事業評価における不安感軽減便益の計測意義と取扱い上の留意点を整理した．

Key Words : *防災，不安感軽減，非市場財，コンジョイント分析，事業評価*

1. はじめに

我が国は世界的にみても災害リスクが高く，災害時の移動や物資輸送等を支える道路ネットワークの強化は重要な課題である．我が国の道路事業・街路事業に係る総合評価要綱[1)]では，事業採択の前提条件として“便益が費用を上回っていること”と明記されており，この確認のために費用便益分析マニュアル[2)]が適用されている．マニュアルでは，十分な精度で貨幣換算可能とされる走行時間短縮便益，走行経費軽減便益，交通事故減少便益の3便益を基本に費用便益比が算出される．防災面の効果については，走行時間短縮便益における災害等による通行止めの考慮や，費用便益比とは別に近年導入された防災機能評価によるランク付けが行われているが，捉えている効果は限定的であり，防災面の効果が道路整備の意思決定に十分反映されているとは言えない．

小池[3)]は，公共投資・交通政策の価値に関する議論においては，(1)国民経済を牽引し社会をより豊かにする価値（Paul Samuelson：狭義の公共財），(2)国民のだれしもが満たされるべき基本的権利を支える価値（宇沢弘文：社会的共通資本），といった二つの定義が混在していることを指摘し，前者を効率のストック効果，後者を権利のストック効果と定義している．更に，現在の公共投資・交通政策の意思決定手法は，効率のストック効果でかつ科学的予測に依存しており，それがゆえに社会的意思決定に関する様々な社会問題が誘発されている可能性を指摘している．

防災・減災に資する道路整備はナショナルミニマムを保障するための事業であり，本来は権利のストック効果により意思決定されるべきである．しかし，現行の評価制度を制約とすると，防災面の効果を効率のストック効果で評価せざるを得ない状況にあり，短期的な取組としては防災面の効果を定量化することが求められる．防災

面の効果について，堤防やダム等の防災プロジェクトの便益評価に用いられる治水経済調査マニュアル[4]においては，不安感の軽減による便益も含めた幅広い便益指標が挙げられているが，具体的な単価等が示されているのは，災害による人命や資産の損傷等の直接被害額の軽減，工場等の営業停止損失等の間接被害額の軽減といった期待被害額の軽減に関する指標にとどまっている．そこで本研究では，大規模地震による津波被害を想定し，“仮に災害が発生した場合でも移動や物資輸送が維持される”という道路ネットワーク整備がもたらす災害に対する潜在的な不安感軽減に着眼した．また，防災事業は本来，その事業の利用者のみならず，日本国民として負担し実施すべき性質の事業であることを念頭に，自身の利用に対して自身が費用負担する「利己的便益」と，自身ではない他者の利用に対して自身が費用負担する「利他的便益」それぞれを計測対象とした．ただし，ここで計測した効果は，道路ネットワークがもたらすストック効果が3便益に限らないことを定量的に示すことを目的としている．

最後に本稿の構成を示す．1章では本研究の背景や目的等を示した．2章では不安感軽減便益の計測に関連する既往研究のレビューを行い，3章では本研究の便益計測式を示した．4章ではSP調査を実施しパラメータ推定を行い，その結果を用いて5章では四国地方の道路事業を対象にケーススタディを実施した．更に，6章では分析結果の留意点を整理し，7章で全体のとりまとめを行った．

2. 既往研究のレビュー

本研究で計測対象とする不安感軽減便益は価格設定が困難であり，非市場財に分類される．林山[5]では，このような非市場財の価値を利用価値と非利用価値に分類（図-1）した上で，計測方法（表-1）が示されている．ここでは，顕在化した市場データを用いる代理市場法の方が結果の信頼性が高いものの，非利用価値を評価することができないという課題を挙げている．本研究では，不安感という潜在的な意識を計測対象とすることから，代理市場法の適用は出来ず，擬制市場法を適用する．また，災害時の不安感軽減には，本人が利用することを前提とした利用価値（利己的便益）に加え，松島ら[6]が指摘するように，本人の利用を前提としなくても発生する非利用価値（利他的便益）も存在すると考えられる．

擬制市場法としてはCVMとコンジョイント分析が挙げられている．これまでの道路事業の実証分析では，CVMが広く用いられてきたが，木下・大野[7]ではCVMに対するコンジョイント分析の優位性について，アンケートの主たる調査対象が，CVMのように「金額の選択」ではなく，日常的に行われている「商品の選択」や「政策の選択」であることから，CVMで指摘される種々のバイアスの緩和が期待されること，多属性代替案の評価を通じて属性ごとの評価値を明らかにすることが出来ること，の2点を挙げている．そのため，本研究ではコンジョイント分析を採用し計測を行った．

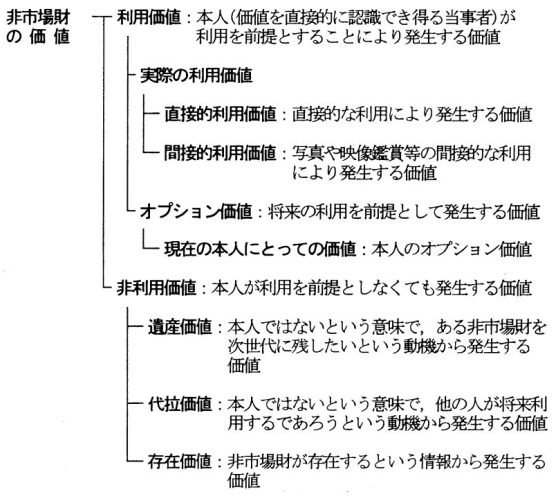


図-1 非市場財の価値分類（林山[5] より）

表-1 非市場財の便益計測手法（林山[5] より）

市場分類	データ分類	評価手法	評価が可能な項目	
			利用価値	非利用価値
代理市場法	顕示選好（RP）	旅行費用法	○	×
		ヘドニック・アプローチ	○	×
		代替法	○	×
擬制市場法	表明選好（SP）	CVM	○	○
		コンジョイント分析	○	△

続いて，道路ネットワーク整備がもたらす災害時の不安感軽減を対象にコンジョイント分析を適用した実証研究をレビューする．原田ら[8]は，道路利用者の経済損失及び地域住民の孤立に対する平常時の心理不安の軽減に着目し，岐阜県飛騨圏域の大雨を対象に便益計測を行っている．ただし，ここでは自身の利用を想定した新たな経路の確保に対する便益を計測しており，自身，他者それぞれで災害時の移動時間に対する便益を計測している本研究とはその点が異なる．

以上の整理から，既往研究に対する本研究の大きな特徴として，1)利己的便益に加え，利他的便益を計測対象としていること，2)道路事業に対してコンジョイント分析を適用していることの2点が挙げられる．

3. 便益計測式

本研究では，利己的便益，利他的便益それぞれについて以下の式によって計測した．

・利己的便益：V^{self}

$$V^{self} = \sum_i N_i^{user} \times \Delta T_i \times A^{self} \times P^{self} \quad (1)$$

ただし，N_i^{user}：対象事業を利用する地域iの世帯数（世帯），ΔT_i：対象事業整備による地域iの災害時移動時間の短縮（分），A^{self}：自身への負担金支払に対する賛成率，P^{self}：災害時の自身の移動に対する不安感軽減の支払意思額（円/分・世帯）

・利他的便益：V^{other}

$$V^{other} = \sum_i N_i^{all} \times \Delta T_i \times A^{other} \times P^{other} \quad (2)$$

ただし，N_i^{all}：地域iの世帯数（世帯），A^{other}：他者への負担金支払に対する賛成率，P^{oth}：災害時の他者の移動に対する不安感軽減の支払意思額（円/分・世帯）

本研究では，不安感軽減に対する支払意思額，賛成率について，コンジョイント分析によって推定した．詳細は4章に示す．また，受益者とする世帯数は将来交通量推計結果等を参考に設定し，災害時移動時間の短縮については，想定した災害シナリオにおける災害時の所要時間を算出することで設定した．詳細な設定方法については5章で示す．

4. 支払意思額，賛成率の推定

本研究では，不安感軽減に対する支払意思額，賛成率をコンジョイント分析によって推定した．コンジョイント分析では，属性に関する効用関数を定義し，SP調査での被験者の選択行動からパラメータを推定することで，各属性の相対的な関係を分析する．ここで，属性に金額を含めることによって，各属性の効果を貨幣換算し支払意思額を推定することができる．分析のイメージは図-2に示す通りであり，効用関数，選択モデル，尤度関数はそれぞれ式-(3)〜(6)に示す通りである．また，本研究では設問形式を2つのプロファイルの一対比較とした上で，「対策不要」という選択肢も提示することで，負担金支払に対する賛成率を推定した．

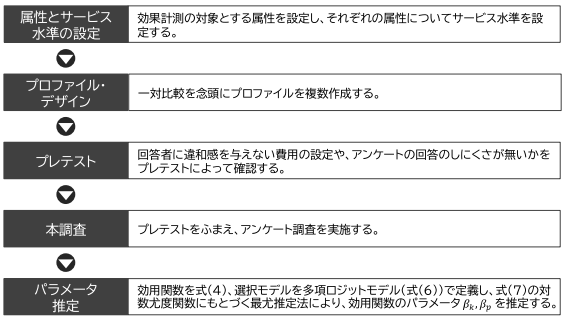


図-2 コンジョイント分析のイメージ

・効用関数

$$U_n = \sum_k \beta_k D_k + \beta_p p + \varepsilon_n \quad (3)$$

$$U_n = V_n + \varepsilon_n \quad (4)$$

ただし，D_k：属性kのサービス水準，p：価格の水準，β_k：属性kに対するパラメータ，β_p：価格に対するパラメータ

・選択モデル

$$P_{in} = \frac{exp\ (V_n)}{\sum_m exp\ (V_m)} \quad (5)$$

・尤度関数

$$logL = \sum_i \sum_n d_{in}\, ln \frac{exp\ (V_n)}{\sum_m exp\ (V_m)} \quad (6)$$

ただし，P_{in}：個人iが選択肢nを選択する確率，d_{in}：個人iが選択肢nを選択した場合に1をとるダミー変数.

(1) 調査設計

アンケート調査は様々なバイアスが指摘されており，調査バイアスは便益計測の精度に大きな影響を及ぼすことから，アンケート設計は慎重に行う必要がある．本研究では，利他的価値を対象とするCVM調査を行っている松島ら[6]等を参考に，表1の通り各種バイアスへの対応を行った.

調査では，世帯年収や日常の移動時間，その他個人属性を質問した上で，自身の利用を想定した質問，自身以外の他者の利用を想定した質問それぞれについて一対比較でプロファイルを提示した．プロファイルの属性，水準は表-3に示す通りであり，移動時間に関する水準は被験者の日常の移動時間帯の倍数，金額に関する水準は，保健医療サービスへの支出や寄付額の統計データ，及びプレテストの結果を参考に設定した．ただし，時間に関する水準は，被験者の日常の移動時間の回答結果をもとに実時間に換算し，プロファイルで提示する際は〇倍ではなく〇時間と表記した．なお，属性数は一般的に被験者が判断可能とされる6種類を下回るよう5種類とした[9]. これらの4水準5因子をL16直交表に対し割り付け，1被験者に対しそれぞれ11問の計22問提示した．また，実際の設問では，2つのプロファイルに「対策不要」を加えた3択としている.

調査対象は，大震災の経験のある地方部（青森県，岩手県，宮城県，福島県，茨城県），大震災リスクのある都市圏（千葉県，東京都，神奈川県，愛知県），大震災リスクのある地方部（静岡県，三重県，和歌山県，徳島県，高知県，宮崎県，鹿児島県）に居住する世帯主とし，令和4年2月6日から10日の5日間で行ったwebアンケートでそれぞれ4,328人，4,976人，4,309人の回答を得た.

表-2 バイアスへの対応

バイアス	内容	対応
便益重複バイアス	被験者が，自身の利用に対する設問と他者の利用に対する設問を識別できていない場合，利己的便益と利他的便益の二重計上が生じる．	・アンケートの説明文において，自身の利用を想定するケースと他者の利用を想定するケースそれぞれについて質問することを示し，その両方を自身の生活費から捻出することを明記するとともに，イラストで補足．
支払時点バイアス	支払いを行う時点の誤認	・災害の有無に関わらず居住する限り毎月支払うことを明記
部分全体バイアス	個別事業ごとに評価した便益の合計額と全ての事業を包括的に評価した便益が一致しない	・具体的な個別事業を明記せず，所要時間の短縮に対する支払意思額を調査
質問順序バイアス	選択肢の提示順が回答に影響を与える	・一対比較の設問をランダムに提示
開始点バイアス	被験者の回答が最初に提示した金額に影響される	・負担金の水準は，各家庭の保険への支払額や寄付金額をベースに，プレテストの結果を踏まえて設定 ・最初に提示されるプロファイルをランダムに
予算制約バイアス	支払った分自身が使える金額が減少することを被験者が正確に認識できていない	・負担金は生活費に加えて支払うものであることをイラストで説明し，支払った分自由に使えるお金が減ることを明記
支払手段バイアス	支払手段の誤認	・対策実施のために負担金として支払うことを明記

表-3 プロファイルの属性・水準

属性	水準			
被災時の救急医療施設への移動時間(救急車による搬送も含む)	1倍	2倍	3倍	4倍
近隣中心都市への移動時間	1倍	2倍	3倍	4倍
家族や友人に会うための移動時間	1倍	2倍	3倍	4倍
緊急物資の支援等の到着時間	1倍	2倍	3倍	4倍
自身の利用に対する負担金(円/月)	3,000	1,000	500	100
他者の利用に対する負担金(円/月)	500	300	100	50

表-4 自身の移動に関するパラメータ

属性	推定値
β_1:救急搬送	-0.241***
β_2:近隣都市への移動	-0.0472***
β_3:家族や友人に会うための移動	-0.0457***
β_4:支援物資の輸送	-0.0704***
β_p:対策実施のための負担金	-0.000433***

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-5 他者の移動に関するパラメータ

属性	推定値
β_1:救急搬送	-0.291***
β_2:近隣都市への移動	-0.0508***
β_3:家族や友人に会うための移動	-0.0477***
β_4:支援物資の輸送	-0.086103***
β_p:対策実施のための負担金	-0.0017472***

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-6 賛成率，支払意思額の推定結果

	賛成率 (A)	支払意思額 (P)
利己的便益(self)	0.710	187 円/分
利他的便益(other)	0.733	54 円/分

(2) パラメータ推定

(a) 賛成率

自身の利用への負担金支払い，他者の利用への負担金支払いそれぞれに対する賛成率を以下の式-(7)で算出した．

$$A^t = 1 - \alpha_3^t \tag{7}$$

ただし，A^t：賛成率（$t = self$ または$other$），α_3^t：「対策不要」の選択確率

その結果，自身の移動への負担金支払に対する賛成率（A^{self}）が0.710，他者の移動への負担金支払に対する賛成率（A^{other}）が0.733と推定された．他者への負担金支払に対する賛成率の方が高くなっているが，これはプロファイルとして提示した金額が他者の方が低額だったことが要因と推察される．なお，便益は賛成率と支払意思額を掛け合わせて算出するため，最終的な計測結果には提示金額の違いも反映している．

(b) 支払意思額

SP調査結果，式-(3)～(6)に基づきパラメータβ_k及びβ_pを推定した．結果は表-4,5に示す通りであり，全ての属性で1%有意のパラメータが得られた．これを用いて，以下の式-(8)によって，各属性に対する支払意思額を算出した．

$$P^t = \frac{\sum_k \beta_k^t}{\beta_p^t} \tag{8}$$

ただし，P^t：支払意思額（円/分・世帯・年）（$t = self$ または$other$），β_k^t,β_p^t：それぞれの属性に対するパラメータ．

その結果，自身の災害時の移動時間が短縮することに対する支払意思額（P^{self}）が187円/分・世帯・年，他者の災害時の移動時間が短縮することに対する支払意思額（P^{othe}）が54円/分・世帯・年となった．

5. ケーススタディ

本研究では，四国に位置する阿南安芸自動車道・高知東部自動車道・徳島南部自動車道を対象に，奈半利安芸道路（安田～安芸）（ケース①），徳島JCT～高知JCTの一体評価区間（ケース②）の2つの事業に適用してケーススタディを実施した（図-3）．

(1) 受益世帯数の設定

利己的便益の受益者は対象事業によって災害時の不安感が軽減すると感じる世帯であるが，その数を既存の情報に基づき特定することはできない．そこで本研究では，まず将来交通量推計から得られる対象事業のOD内訳のうち9割の発生交通量を捕捉する範囲を便益計測対象範囲とした上で，利己的便益の受益世帯数（N_i^{user}）について，2通りの方法で推計を行った．1つ目の方法は，将来交通量推計から得られる利用交通量の実数を世帯数に換算し，受益世帯数を設定するものである．ただし，交通量推計から得られる実数は日交通量であることから，この場合，1年間全く同じ世帯が利用し続けることを前提としており，受益世帯数が過小となる可能性が高い．2つ目の方法は，便益計測対象範囲の居住世帯全てが利用するという仮定のもと，居住世帯数から受益世帯数を設定するものである．ただし，便益計測対象範囲の居住世帯全てが対象事業によって災害時の不安感が軽減するという前提になることから，受益世帯数が過大となる可能性がある．本研究では，それぞれの設定方法で得られた受益世帯数を用いた試算を行う．

続いて，本研究では利他的便益の受益者について，災害時の不安感が軽減すると感じる世帯と同一市町村に居住している世帯として定義し，便益計測対象地域の居住世帯数を利他的便益の受益世帯数（N_i^{all}）として設定した．

(2) 災害時移動時間の設定

災害時の移動時間短縮は，災害シナリオにおける対象事業の整備有無による所要時間の差から設定した．

所要時間は，DRMの事業化ネットをベースに，速度をH27道路交通センサスの昼間12時間平均旅行速度（新設区間は設計速度）とし，各Bゾーンの重心間の所要時間最短ルートをDijkstra法によって計算した．災害シナリオについては，想定最大規模の津波を想定し，浸水が想定される区域のネットワークの速度が4km/h（徒歩相当）に低減するものとして所要時間を算出した．ただし，阿南安芸自動車道・高知東部自動車道・徳島南部自動車道は津波による速度低下が生じないものとし，浸水が想定される区域は，ハザードマップポータルサイト（https://disaportal.gsi.go.jp/）を参考に設定した．

計算した各Bゾーン間の災害時移動時間の短縮量を，将来交通量推計のOD内訳から得られた目的地別の利用乗用車交通量（トリップ/日）によって加重平均する（式(9)）ことで，Bゾーンごとに災害時の移動時間短縮（ΔT_i）を設定した．

$$\Delta T_i = \frac{\sum_j (\tau_{ij}^{with} - \tau_{ij}^{without}) q_{ij}}{\sum_j q_{ij}} \qquad (9)$$

ただし，τ_{ij}^{with}：整備有りの災害時のゾーンi,j間の所要時間（分），$\tau_{ij}^{without}$：整備無しの災害時のゾーンi,j間の所要時間（分），q_{ij}：ゾーンi発，ゾーンj着の乗用車交通量（トリップ/日）

続いて，本研究では利他的便益について，同一市町村に居住する他者への支払意思額を適用することから，利他的便益の算定に用いる災害時の移動時間短縮については，市町村ごとの値である必要がある．そこで，上記で計算したBゾーンごとの災害時の移動時間短縮（ΔT_i）を，同一市町村内のそれぞれのBゾーンの居住世帯数で加重平均することで市町村ごとの災害時の移動時間短縮（ΔT_{city}）を設定し，当該市町村に属するBゾーンの利他的便益における災害時の移動時間短縮（ΔT_i）として設定した．

$$\Delta T_{city} = \frac{\sum_i \Delta T_i \, N_i^{all}}{\sum_i N_i^{all}} \qquad (10)$$

ただし，ΔT_i：ゾーンiの災害時の移動時間短縮（分），N_i^{all}：ゾーンiの居住世帯数（世帯）

(3) 試算結果

上記の設定に基づく試算の結果，ケース①の利己的便益は，受益世帯数を日交通量から設定した場合は0.3億円/年，居住世帯数から設定した場合は14.9億円/年であり，利他的便益は5.3億円/年であった．続いて，ケース②の利己的便益は，受益世帯数を日交通量から設定した場合は7.5億円/年，居住世帯数から設定した場合は38.2億円/年であり，利他的便益は12.2億円/年であった．

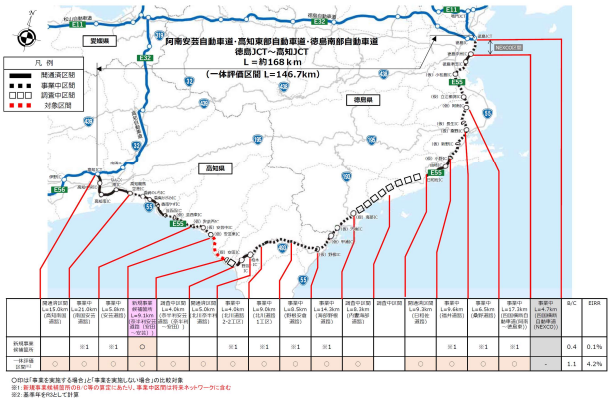


図-3 ケーススタディ対象事業（国土交通省IRサイトより）

表-6 試算結果

	対象区間	利用世帯数	試算結果（億円/年） 利己	利他
ケース①	奈半利安芸（安田～安芸）	将来交通量推計における日交通量	0.3	5.3
		居住世帯数	14.9	
ケース②	徳島JCT～高知JCT	将来交通量推計における日交通量	7.5	12.2
		居住世帯数	38.2	

6. 分析結果の留意点

(1) 表明選好法を採用することの留意点

本研究では，道路整備による災害時の不安感軽減に着眼し，表明選好法であるコンジョイント分析から得られた支払意思額をもとに利己的便益，利他的便益を計測した．ただし，表明選好法によって得られる支払意思額の解釈には留意が必要である．表明選好法による便益計測が許容される例として，地球環境改善が挙げられる．地球環境改善は非利用価値であり，受益者は国民全体となることから，表明選好法で得られた結果は国民全員の平均的な支払意思額と解釈できる．これに対し，本研究で着眼した不安感軽減のような利用価値を対象とした場合，表明された支払意思額は，あくまで恩恵を受ける利用者自身の支払意思額となる．そのため，アンケート調査で表明された利用者の支払意思額から計測された便益が費用を上回る場合，理論的には，利用者から負担金を徴収する有料事業で整備すれば良いという指摘もありうる．本研究では，道路整備による不安感軽減に利他的支払意思額が存在することを確認したが，公共投資の意思決定を目的とした便益計測を行う場合，このような支払意思額の解釈に留意が必要となる．

(2) 計測精度の向上に向けた検討

本研究では，コンジョイント分析の適用や種々のバイアスへの対応を検討することで，道路事業を対象とした表明選好法でのこれまでの分析に対する精度向上を図った．今後更なる精度向上を図るための検討事項として，パラメータ推定に関しては，panel mixed logitを用いた推定や，Jens Hainmueller et al.[10]が示すようなアンケート調査時のプロファイルや属性の表示順等のランダム化等が挙げられる．また，便益計測に関して，受益者の設定方法にそれぞれ過小・過大要素が含まれていることから，対象事業の便益計測範囲の居住者に対し，道路整備によって災害時の不安感が軽減されるか否かを質問するアンケート調査を実施する等の拡張が考えられる．

(3) 計測結果の取り扱いに関する留意点

本研究では，道路ネットワーク整備がもたらす災害時の不安感軽減に着眼し，利己的便益，利他的便益としてそれぞれ計測した．ただし，小池[3]で示されるように，社会的効率性に基づく意思決定はサービスレベル全体を押し上げる働きを評価するものであり，費用便益比で事業採択の意思決定を行う限り，将来的に一定の割合で切り捨てが生じることになる．例えば，英国の事業評価においては，貨幣換算可能な指標に限らない様々な要素を勘案し，総合的な意思決定を行うスキームを採用しており．費用便益比はその中の一指標として位置づけられている．このような諸外国の事例も踏まえながら，防災・減災に資する道路整備がナショナルミニマムを保障するための事業であることを念頭に，災害時の不安感軽減便益をどのように事業評価に反映すべきかを検討していく必要がある．

7. まとめ

本研究では，現状の事業評価体系を制約とした短期的な取組として，大規模地震による津波災害を想定した災害時の不安感軽減便益を計測した．計測に当たっては，利用価値，非利用価値それぞれを対象にコンジョイント分析を実施し，具体事業で利己的便益，利他的便益を試算した．本試算結果から，道路ネットワークの強化に災害時の不安感軽減という3便益以外のストック効果が存在することを定量的に示すとともに，事業を直接利用しない場合であっても支払意思が存在することが確認できた．一方で，防災・減災に資する道路整備がナショナルミニマムを保障するための事業であることや，表明選好法を適用していることから，計測結果の取り扱い方針については慎重に検討する必要がある．また，この結果を踏まえた長期的な取組として，小池[3]で示される権利のストック効果の概念を含んだ事業評価体系構築に向けた検討を行っていくことが重要である．

謝辞：本研究は，国土交通省道路局が設置する新道路技術会議の技術研究開発制度により，国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「権利と効率のストック効果に基づく社会的意思決定方法と実用的なストック効果計測手法の開発」で行われた成果の一部を活用している．

参考文献

1) 国土交通省道路局都市・地域整備局：道路事業・街路事業に係る総合評価要綱，平成 21 年 12 月
2) 国土交通省道路局都市局：費用便益分析マニュアル,令和 4 年 2 月
3) 小池淳司：交通と経済 2 回「公共投資・交通政策の評価」，交通工学，Vol.58，No.2，2023 年 4 月号
4) 国土交通省水管理・国土保全局：治水経済調査マニュアル，令和 2 年 4 月
5) 林山泰久：非市場財の存在価値，土木計画学研究・論文集 No16.，1999 年 9 月．
6) 松島格也，小林潔司，肥田野秀晃，土屋啓志：利他的動機に基づく支払意思額の CVM 調査方法，土木計画学研究・論文集 Vol.19 no.1 2002 年 9 月
7) 木下栄蔵，大野栄治共編(2004)：AHP とコンジョイント分析，現代数学社
8) 原田剛志，小野剛史，倉内文孝，高木朗義：道路ネットワーク防災機能の便益評価に関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.73，No.2，109-123，2017
9) 栗山浩一：EXCEL でできるコンジョイント，環境評価フォーラム研究報告書#00-02，2000 年 7 月
10) Jens Hainmueller，Daniel J. Hopkins，Teppei Yamamoto：Causal Inference in Conjoint Analysis: UnderstandingMultidimensional Choices

via Stated Preference Experiments, Political Analysis (2014) 22:1–30
11) 国土交通省道路 IR サイト
12) 林山泰久，田邊慎太郎：コンジョイント分析による冬期道路サ-ビス水準の経済的評価:直交主効果デザインによるプロファイルデザインの有効性の検討，土木計画学研究・論文集 Vol.19no.12002 年 9 月
13) 大野栄治編著(2000)：環境経済評価の実務，勁草書房
14) 伊多波良雄編著(2009)：公共政策のための政策評価手法，中央経済社