

強靱な道路ネットワーク形成に向けた 災害時の道路機能評価

岐阜大学工学部社会基盤工学科
岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター

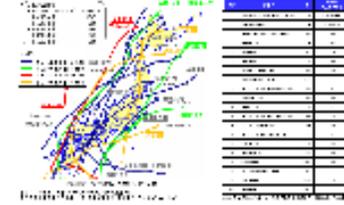
倉内文孝
(原田剛志, 小野剛史, 杉浦聡志, 高木朗義)

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

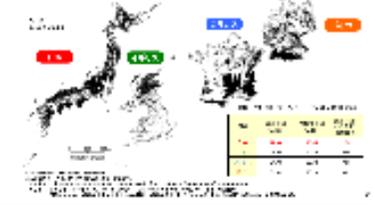
自然災害が多い日本

・自然災害リスクがゼロの地域は皆無に等しい。

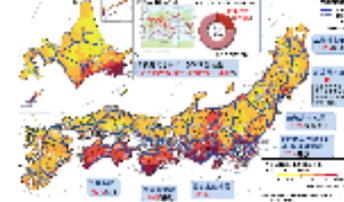
豪雨災害が多発



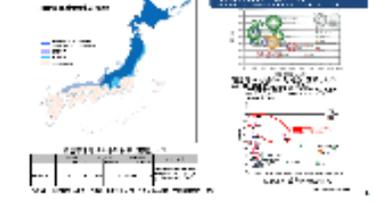
狭く急峻な国土



地震国 日本



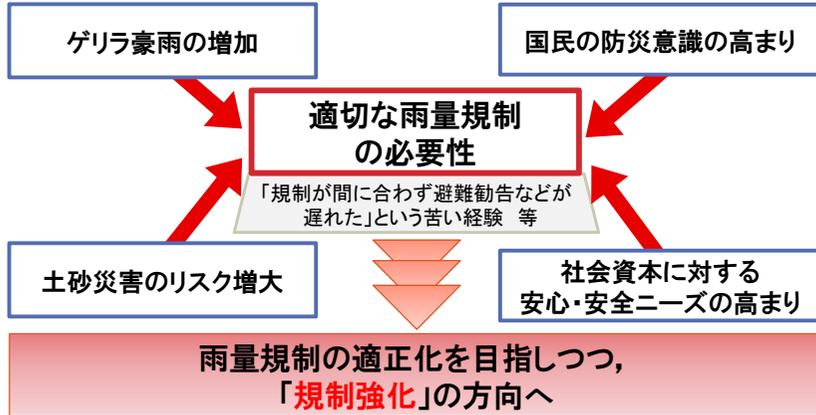
国土の6割が積雪寒冷地域



(出所) 第9回国土幹線道路部会(2013年5月10日) 配付資料【国土交通省】

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

今後の道路の雨量規制の方向性



雨量規制区間を解除することは可能か？

- 雨量規制解除は適切ではない。
- 通行止めリスクの高い区間を迂回するバイパス整備の必要性に関する議論も重要。
- ✓ 整備する意義(効果)をきちんと評価した上で。

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

道路の整備効果項目

道路投資の評価に関する指針(案) 平成12年3月(第2刷)

効果項目			
直接効果 直接享受 できる効果	道路利用者	道路利用	走行時間短縮・走行費用減少 当該道路／他機関, 他道路 交通事故減少 当該道路／他機関, 他道路 走行快適性の向上 歩行の安全性・快適性の向上
	沿道および地域社会	環境	大気汚染 当該道路／他機関, 他道路 騒音 当該道路／他機関, 他道路 景観 生態系 エネルギー
住民生活		道路空間の利用 災害時の代替路確保 生活機会・交流機会の拡大 公共サービスの向上 人口の安定化	
地域経済		建設事業による需要創出 新規立地に伴う生産増加 雇用・所得増大 財・サービス価格の低下 資産価値の向上	
間接効果 道路を使った結果 得られる副次的効果	公共部門	財政支出	公共施設整備費用の節減
		租税収入	地方税 国税

費用便益分析ではこの3つの便益のみ算出

- 費用便益分析は、ある年次を基準年とし、道路整備が行われる場合と、行われない場合のそれぞれについて、一定期間の便益額、費用額を算定し、道路整備に伴う費用の増分と、便益の増分を比較することにより分析、評価を行うものである。
- 道路の整備に伴う効果としては、渋滞の緩和や交通事故の減少の他、走行快適性の向上、沿道環境の改善、災害時の代替路確保、交流機会の拡大、新規立地に伴う生産増加や雇用・所得の増大等、多岐多様に渡る効果が存在する。
- 本マニュアルにおいては、それらの効果のうち、現時点における知見により、十分な精度で計測が可能でかつ金銭表現が可能である、「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」の項目について、道路投資の評価手法として定着している社会的余剰を計測することにより便益を算出する。

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

道路整備の便益帰着

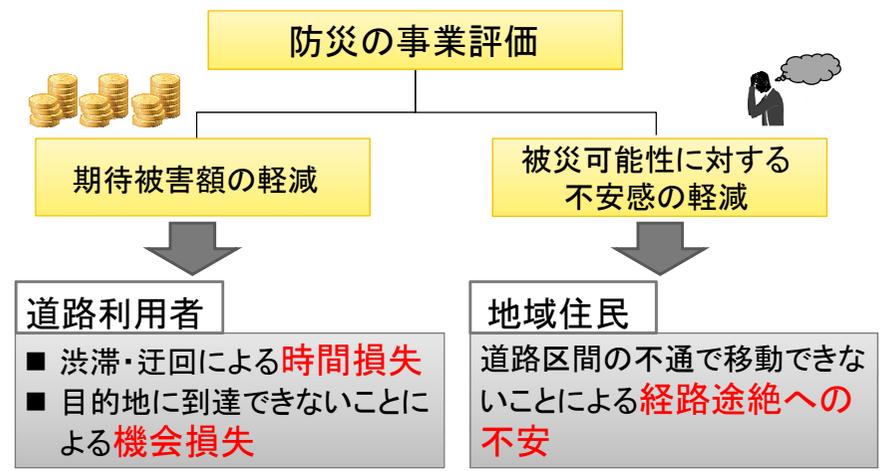
従来便益		今回議論したい便益										合計					
道路利用者	道路事業者	歩行者	消費者	被雇用者	土地需要者	住居者	生産者	雇用者	土地需要者	他地域	道路占有者	土地所有者	市町村	都道府県	国	世界	合計
道路利用	走行時間短縮																+◎
	走行費用減少																+◎
	交通事故減少																+◎
	走行快適性の向上																+◎
	走行の安全・快適性の向上																+△
	利用料負担																-◎
地域社会	道路空間の利用																+△
	災害時の代替路確保																+△
	交流機会の拡大																+△
	公共交通サービスの向上																+△
	人口の安定化																+△

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

道路を整備することで災害発生後に道路利用者に生じる便益もある。
 ・ 道路整備により災害時の迂回距離(時間)が減少する
 ・ 道路整備により本来ならば移動できなかったトリップが減少する。

⇒ 便益の帰着先が異なることを考慮した上で二重計上を避け、便益評価可能な方法論が必要

防災機能の便益項目



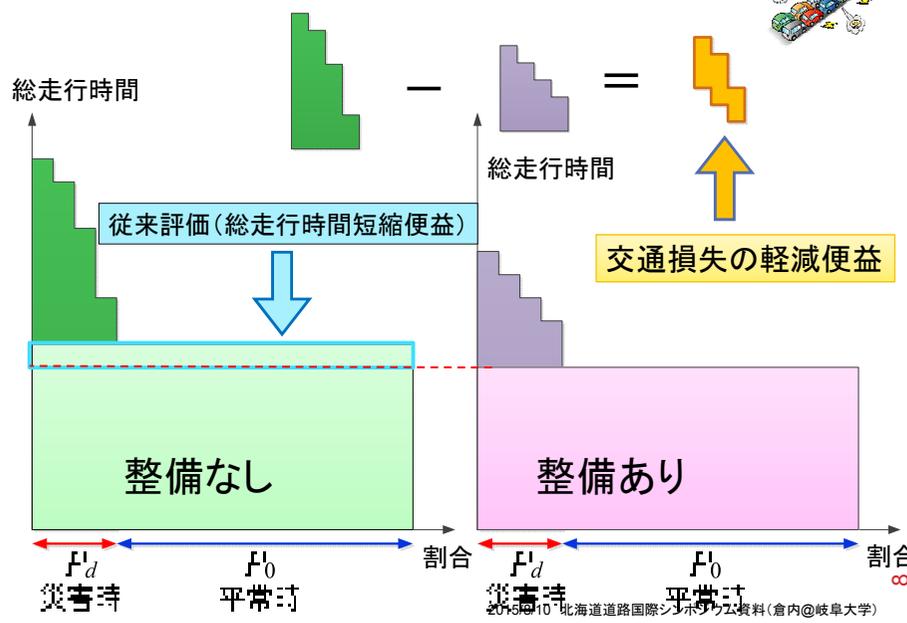
時間損失・機会損失の計算方法(道路利用者)

時間損失 迂回と交通渋滞による影響を考慮が可能
機会損失 経路途絶や過度の渋滞で移動をあきらめた交通は仮想リンクを流れる。



交通損失の軽減便益として時間損失・機会損失を統合的に評価
 → 機会損失 = 仮想リンク利用交通量 × 8時間 × 時間価値(円/時間)

交通損失の軽減便益(道路利用者)



地域住民の便益項目

経路途絶により使用できる経路数が減ることに関する
地域住民の不安感がある

災害時



災害時でも利用可能な道路を整備することで
経路途絶に対する不安感の軽減が図られる

代替経路確保の便益 = 心理的不安の軽減便益

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

代替経路確保の便益 算出方法の概念

代替経路確保
の便益

= 地域の
世帯数

× 道路整備に対して
支払ってもよい金額

※災害時に複数経路が
確保される価値

※支払い意志額
※1世帯あたりの金額

■道路整備に対して支払ってもよい金額【支払い意志額】とは、..

代替経路整備前の
生活環境(交通環境)
の価値

= 代替経路整備後の
生活環境(交通環境)
の価値

- 道路整備に対して
支払ってもよい金額

→アンケート調査から算出



※代替経路の整備



2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

アンケート調査の概要(パラメータの推定)

- 対象地域 : 岐阜県・新潟県・長野県
- 調査方法 : Webアンケート調査
- 有効回答者数 : 826人



6割は孤立予想集落に居住する人

調査項目

- 属性 (性別・年齢・年収・職業・家族構成)
- 居住環境
 - 通院者の有無・通院頻度
 - 要援護者
 - 自動車(マイカー)の所有・免許の所有
 - 最寄りの役場(距離・移動手段)
- 災害関連
 - 孤立予想集落の居住の有無(不安感の大きさ)
 - 被災経験の有無(災害の種類・時期)
 - 備蓄品(飲料水・食料・薬)

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

アンケート調査(パラメータの推定)



発生頻度

- 5年に一度
- 100年に一度

整備なしの経路数

- 0本(孤立)
- 1本

途絶日数

- 1日
- 1週間

負担金額

- 500円・1000円・5000円・1万円・3万円・5万円・10万円・15万円

100年に一度の自然災害を想定してください。

その災害によって、あなたの住んでいる集落は他の地域から孤立してしまい、その期間は1日続きます。そこで、道路整備を行うことで、災害が発生しても1本経路を確保することができます。この対策を行うために、あなたの世帯は負担金として年間500円払うこととなります。

あなたはこの道路整備を行うことに賛成しますか？

2015/8/10 北海道道路国際シンポジウム資料(倉内@岐阜大学)

不安感の定量化(パラメータの推定)



ロジットモデル

$$\begin{aligned} \text{整備なしの期待効用 } EU_{i0} &= \alpha(P_i \ln H_{i0}) + \beta(P_i \ln \Omega) \\ \text{整備ありの期待効用 } EU_{iw} &= \alpha(P_i \ln H_{iw}) + \beta\{P_i \ln(\Omega - AoE)\} \end{aligned}$$

環境水準の説明変数 所得の説明変数

$$\gamma = \alpha / \beta$$

H: 環境水準, P_i : 災害*i*の発生確率
 Ω : 年間所得, AoE: 年間負担額

不安感の大きさを表すパラメータ

孤立予想集落に居住する住民のデータを利用
 被災経験の有無の考慮
 (災害時にどのような状況になるか想定できる)

推定結果(パラメータの推定)

信頼における結果

(全てのパラメータが統計学的に5%有意)

被災経験の有無によって統計学的に差がある。

被災経験のある場合不安感は3倍程度大きい

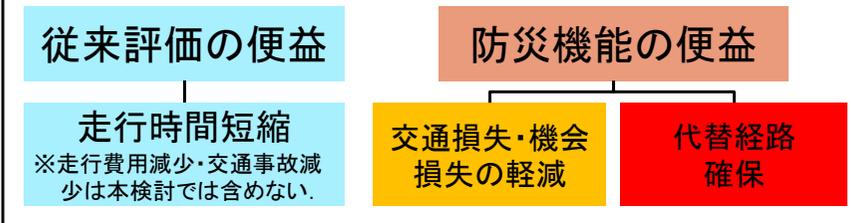
説明変数	係数
尤度比	0.123
α (環境水準)	3.51 **
β_1 (年間所得: 被災経験無し)	263 **
β_2 (年間所得: 被災経験有り)	80.1 *
分散	1.45 **
$\beta_1 - \beta_2$ の差	0.0386 *
γ_1 (被災経験無し)	0.01335
γ_2 (被災経験有り)	0.04382

** : 1%有意 * : 5%有意

ケーススタディでは
 $\gamma = 0.0438$
 で試算を行う

ケーススタディによる評価手法の検討

本検討で評価する道路整備効果



岐阜県飛騨圏域の実ネットワークに適用

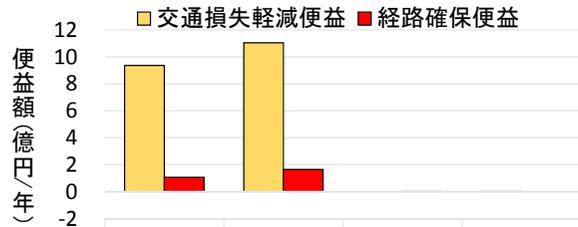
- 中山間地域で孤立予想集落が存在する
- 雨量規制区間が多数定められている (国道41号も規制区間が存在)

代替経路確保の便益(ケーススタディ)

対象地区から市役所までの経路数を評価



防災機能の便益の内訳



	w1	w2	w3	w4
交通損失軽減便益	9.4	11.0	-0.009	0.003
経路確保便益	1.1	1.6	0.007	0

- 交通損失の軽減便益の方が割合が大きい
- 経路確保便益はw1, w2では1億円程度であるが、w3では微小ではあるが確認できw4では0である
- 交通損失の軽減便益は、w1, w2では大きいですが、w4では微小しかなく、w3では負の値となっている。

経路確保の便益の検証

整備効果大きいw1, w2の詳細

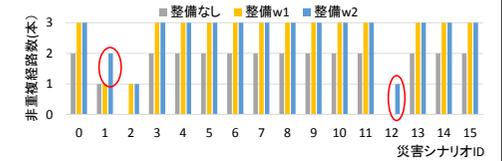
w1

- 地域20でほぼすべてシナリオで経路が増加している

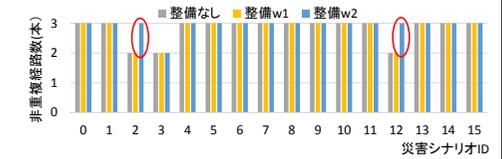
w2

- 地域20でw1で増加しなかった区間が増加している
- 他の地域18, 22にでも経路増加を確認

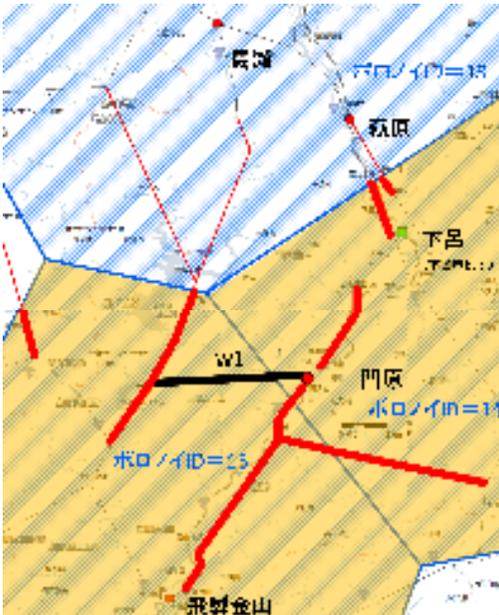
地域20(門原地区)



地域18(小坂地区), 22(馬瀬地区)



w1の評価結果(災害シナリオ12)

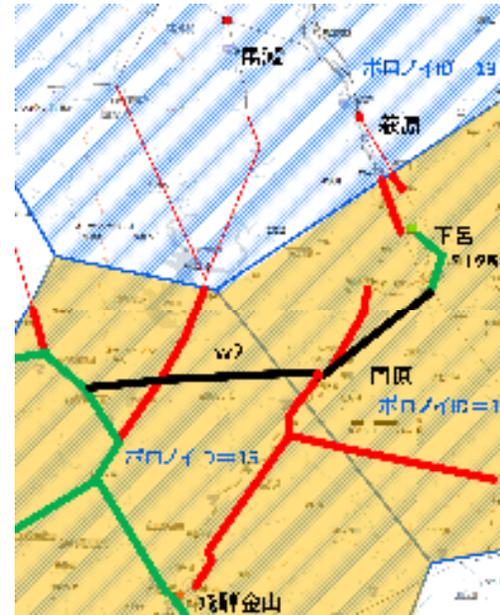


災害シナリオ12
ポロノイセル14, 15の同時被災

整備を行っても
門原地区は**孤立**している

凡例	
	雨量通行止め区間
	ポロノイセルの境界
	新規リンク
	評価対象地区
	市役所の所在地
	被災したポロノイセル

w2の評価結果(災害シナリオ12)



門原地区の
孤立を防ぐことが可能

凡例	
	雨量通行止め区間
	ポロノイセルの境界
	新規リンク
	評価対象地区
	市役所の所在地
	被災したポロノイセル

得られた知見

- 災害時の道路機能を、従来評価の便益と重複することなく貨幣単位で評価する手法を構築
- 代替経路確保便益の算出に必要なパラメータの推定を行い、被災経験の有無・孤立危険性のある集落に住んでいるかでパラメータ推定値が変わることを確認
- 今回検討した国道41号保井戸－三原区間の整備(w2)は、災害時の経路確保と交通損失軽減の両面から有効に機能する道路である。また、経路確保の効果は、整備区間近辺だけでなく下呂市域全般に及ぶものである。

ありがとうございました

倉内文孝

KURAUCHI@GIFU-U.AC.JP

TEL: 058-293-2443