

地震被災による産業の復旧特性 に関する一考察

第3回防災計画研究発表会

2008年10月24・25日

長岡技術科学大学 環境・建設系 土屋 哲

背景

- ◆ 大規模な自然災害に対するリスクマネジメント
 - …事前・事後を含めた総合的施策を適切に実施していくことが要請されている
- ◆ 経済被害推計
 - 防災施策の定量的な評価, そのための地域経済モデルの重要性
 - 実際の災害後の企業・産業部門における被害や復旧過程を把握することの重要性, および上記地域経済モデルへの貢献

関連研究

◆ 2004年新潟県中越地震後の被災事業所調査データを用いた研究

- 中野他:「2004年新潟県中越地震における産業部門の経済被害推計に関する研究」
- 梶谷他:「被災企業の復旧過程に関する実証的研究」
- 土屋他:「地震時のライフライン途絶に対する地域レジリエンシーと被害評価」
など。(上記はすべて土木計画学学会, 2006~2008)

災害時のライフライン途絶が産業に及ぼす影響

◆ 着眼点

- 途絶の程度ほど生産水準が減るわけではない
- レジリエンシー

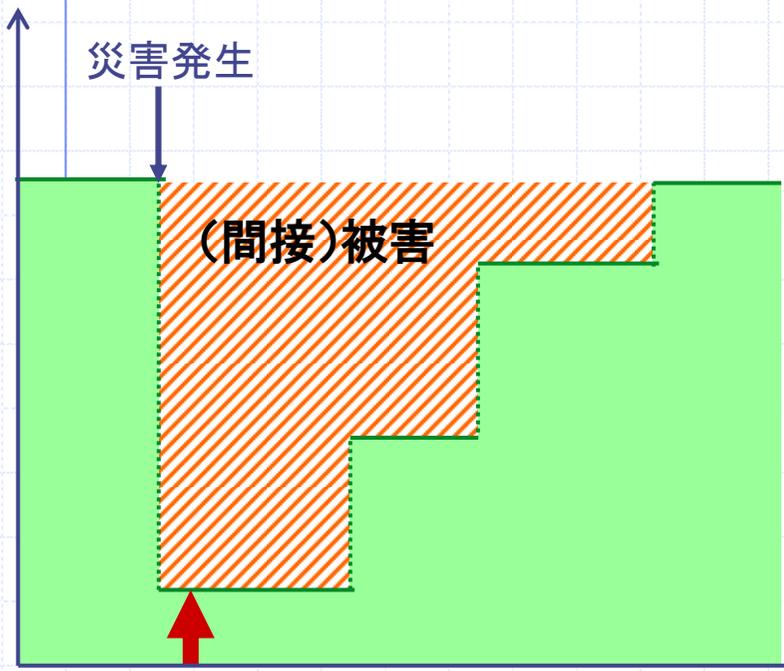
◆ 被害評価におけるレジリエンシー研究の意義（地域経済モデルへ反映する必要性）

- 被害の過大推計を防ぐ
- 施策の被害軽減効果を定量的に評価する（そのメカニズム）

◆ 実務では、BCP/BCMとして議論

イメージ

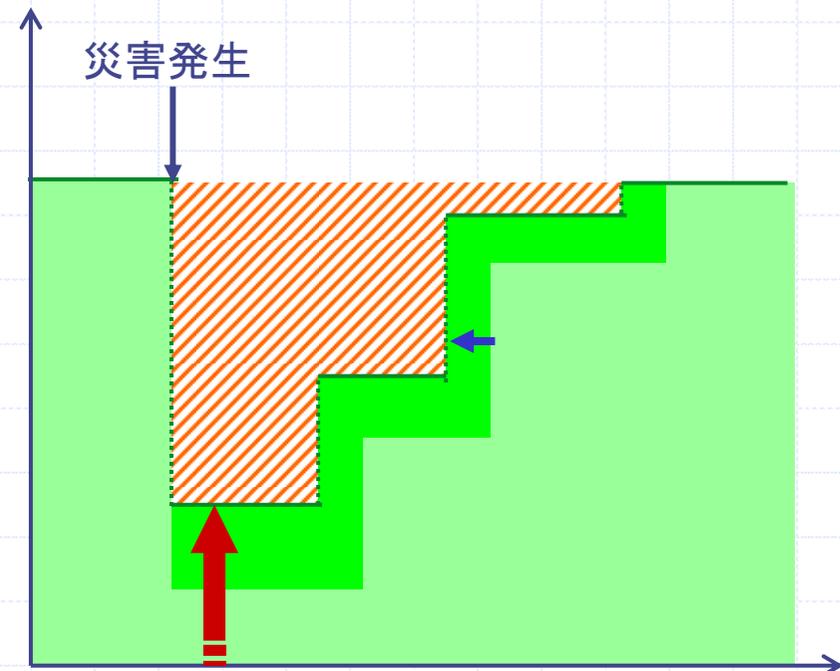
作業水準
or生産額



(間接)被害

時間

より高いレジリエンシーをもつ企業



途絶抵抗係数: 災害時の作業水準の対平常時比

ライフライン途絶に対する企業生産レジリエンシー指標の検討

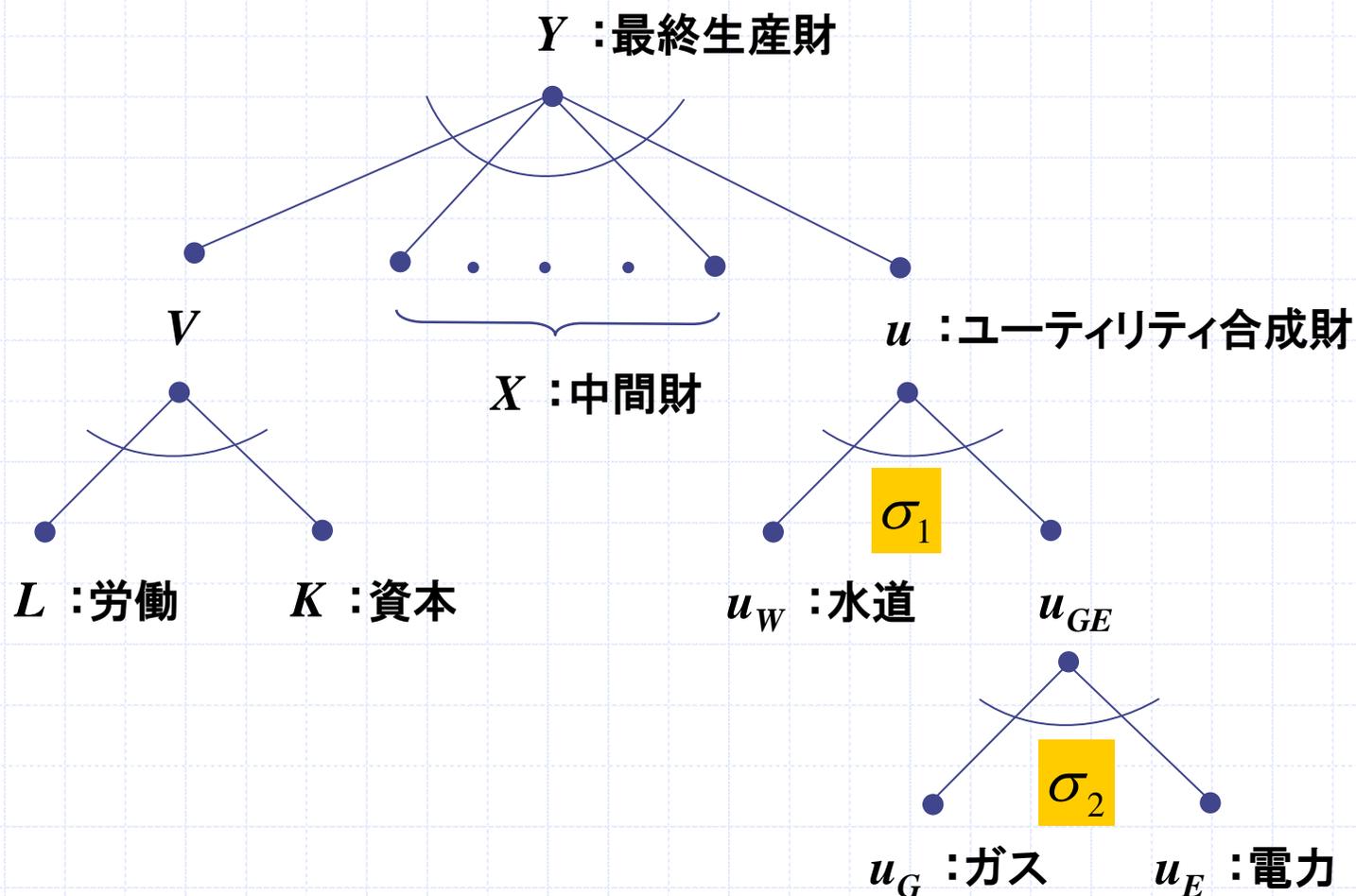
◆ 利用する中越地震後の被災事業所調査データ

- 企業の操業水準
- ライフライン(電力, 水道, ガス)の利用可能性

◆ 代替弾力性一定の生産関数

- 階層的な式から導かれる関係式に上記データを代入し, 電力, 水道, ガス間の代替弾力性を推定
→ レジリエンシー指標に(弾力性高→レジ高)
- 個別企業データを産業で集計して検討

代替弾力性パラメータ設定に係る 階層的生産構造の仮定



$$\sigma = \frac{1}{1-\rho}$$

関係式とデータ

$$r = \left[\frac{a_W}{a_{WGE}} (r_W)^{\rho_1} + \frac{a_{GE}^{1-\frac{\rho_1}{\rho_2}}}{a_{WGE}} \left\{ a_G (r_G)^{\rho_2} + a_E (r_E)^{\rho_2} \right\}^{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \right]^{\frac{1}{\rho_1}}$$

関係式とデータ

$$r = \left[\frac{a_W}{a_{WGE}} (r_W)^{\rho_1} + \frac{a_{GE}^{1-\rho_1}}{a_{WGE}^{\rho_2}} \left\{ a_G (r_G)^{\rho_2} + a_E (r_E)^{\rho_2} \right\}^{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \right]^{\frac{1}{\rho_1}}$$

y : 各事業所の操業率

x_E, x_W, x_G : ライフライン機能水準

事業所規模を考慮した重み付き平均をとって産業別に集計化する

$$r = \frac{\sum w \cdot y}{\sum w}, \quad r_i = \frac{\sum w \cdot x_i}{\sum w}$$

$i = E$ (電力), W (水道), G (ガス)

	資本金の選択欄	ウェイト(W)
1	1000万円未満	0.5
2	1000~3000万円未満	2
3	3000~5000万円未満	4
4	5000万円~1億円未満	7.5
5	1~3億円未満	15
6	3~10億円未満	50
7	10~100億円未満	-
8	100億円以上	-

関係式とデータ

$$r = \left[\frac{\underline{a_W} (r_W)^{\rho_1} + \underline{a_{GE}}^{1-\rho_1} \left\{ \underline{a_G} (r_G)^{\rho_2} + \underline{a_E} (r_E)^{\rho_2} \right\}^{\frac{\rho_1}{\rho_2}}}{\underline{a_{WGE}}} \right]^{\frac{1}{\rho_1}}$$

a_E, a_W, a_G : 投入係数 from 産業連関表
(各産業で生産額に占める E, W, G の投入割合)

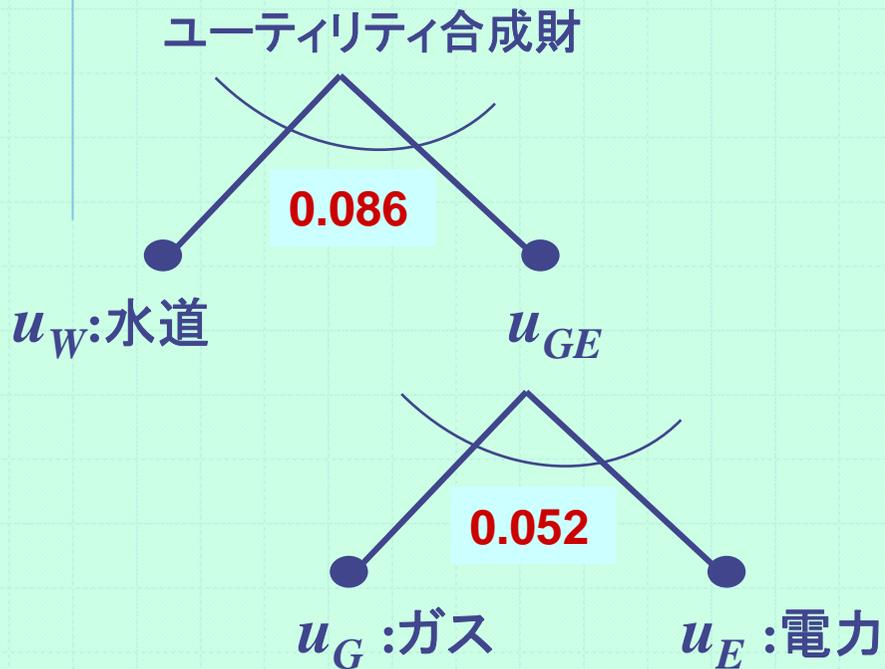
$$a_{EWG} = a_E + a_W + a_G$$

$$a_{GE} = a_G + a_E$$

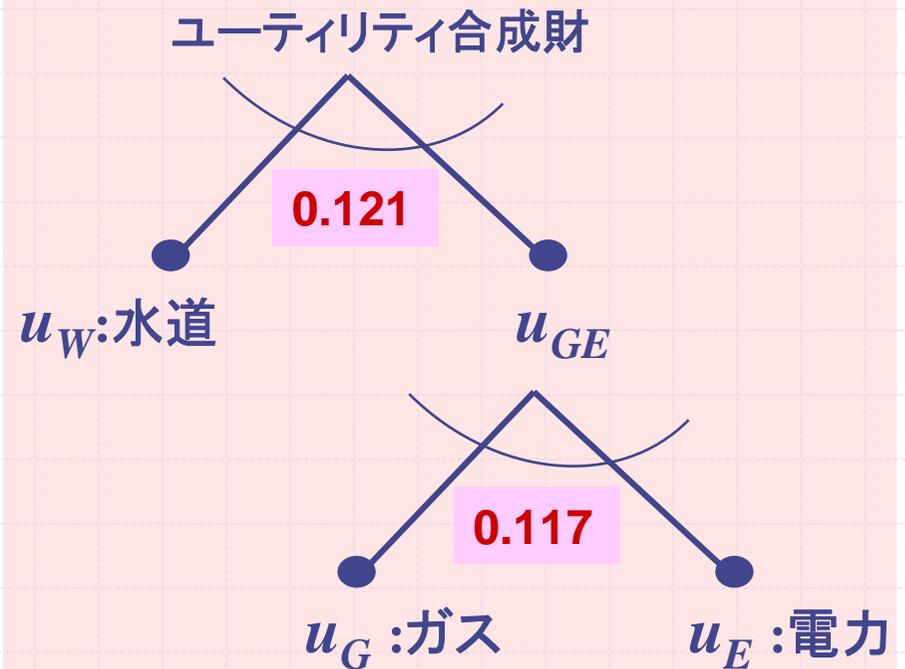
投入係数a		
	製造業	非製造業
a_E	0.023	0.009
a_W	0.003	0.006
a_G	0.002	0.002
a_{EWG}	0.028	0.017
a_{GE}	0.025	0.011

ユーティリティ投入に係る弾力性の比較: 製造業と非製造業

製造業



非製造業



まとめ(集計的アプローチ)

- ◆ 集計的アプローチによるパラメータ設定により、製造業、非製造業のユーティリティ投入間の代替弾力性について検討を行い、非製造業に比べて製造業のほうがライフライン途絶の影響が大きいことを定量的に明らかにした。
- ◆ しかし、いずれの業種においても弾力性はほぼゼロに近い値であり、総じて代替の程度は小さいであろうと言える。

課題

- ◆ 製造業, 非製造業を具体的な産業(中分類くらい)に分けて代替弾力性を検討する.
- ◆ 階層的生産構造を拡張し, 他の生産投入要素(資本, 労働等)を加えて代替弾力性を検討する.
- ◆ 非集計的なアプローチにより代替弾力性を検討する. 集計的なアプローチによる結果と比較する.

非集計的なアプローチの検討

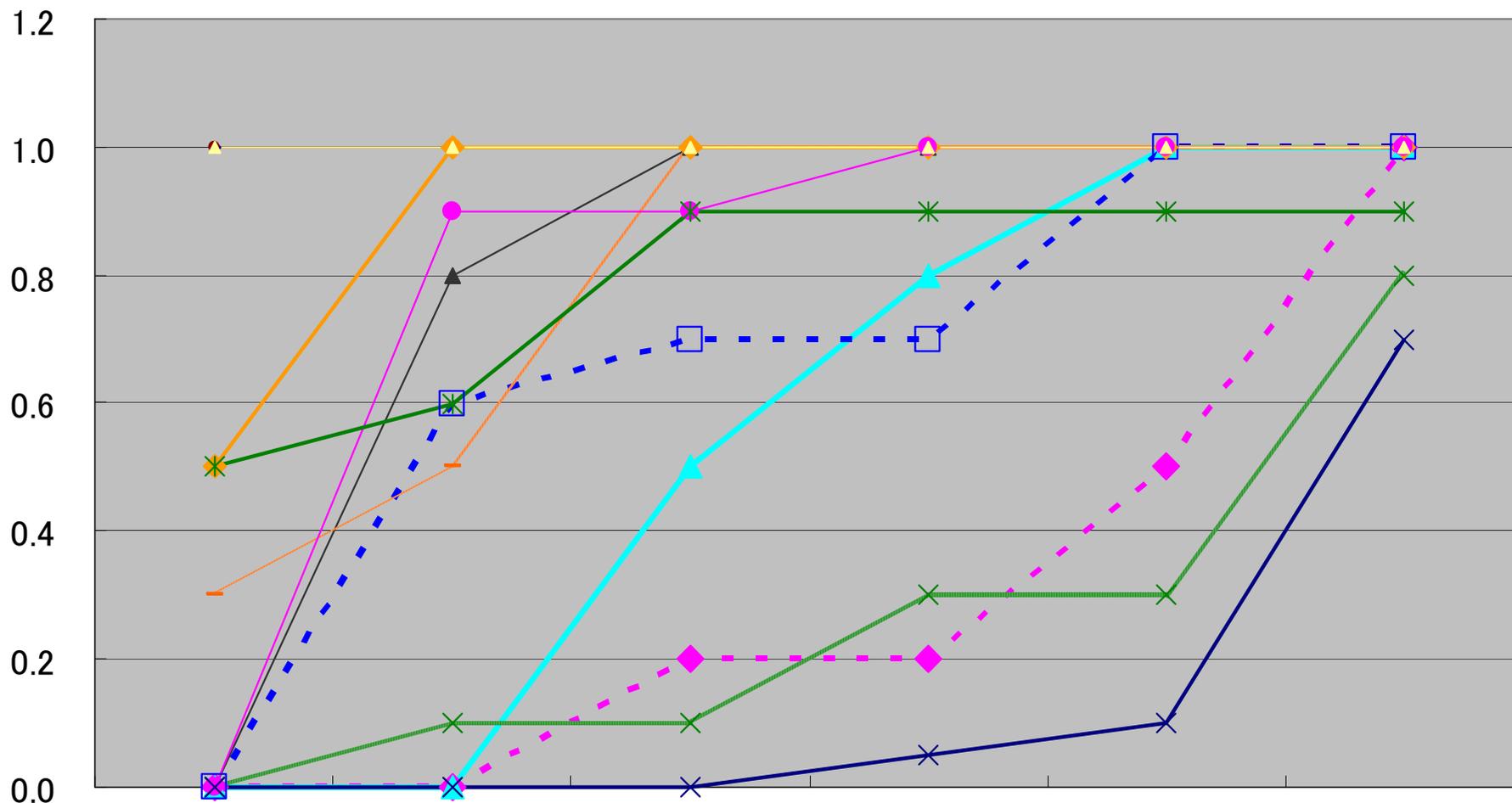
◆ 現在格闘中...



◆ これまでの試行錯誤で感じたこと

- 当初の想定よりも詳細にデータを見る必要性がある.
- この結果, 通常の実験よりも多くのデータを「異常値」的に扱い, 切り捨ててしまっても分析を進める方が良い結果が得られそうに思われる.
- データを詳細に見ていくことで, レジリエンシー研究の動的な側面の進展が期待できる

操業水準の復旧状況(繊維工業の例)-1



部門別サンプル／データ数(製造業)

産業部門	サンプル数	有効サンプル数	有効データ数
3 食料品	40	11	< 46
4 繊維製品	59	14	< 52
5 製材・木製品	6	3	< 12
6 パルプ・紙	3	1	
7 化学製品	7	3	< 4
8 石油・石炭製品	4	1	< 2
9 プラスチック	7	3	< 9
10 窯業・土石	12	2	< 8
11 鉄鋼	19	3	< 10
12 非鉄金属	4	1	< 3
13 金属	32	5	< 12
14 一般機械	30	10	< 20
15 電気機械	11	3	< 7
16 輸送機械	8	1	1 ?
17 精密	14	4	< 17
18 その他製造業	29	6	< 25

部門別サンプル／データ数(非製造業)

産業部門	サンプル数	有効サンプル数	有効データ数
1 農林水産業	6	1	1 ?
2 鉱業	1	1	1 ?
19 建築・建設・土木	90	17	< 59
23 商業	152	12	< 42
24 金融・保険・不動産	26	4	< 17
25 運輸・通信	19	2	< 9
26 サービス業	148	20	< 65
27 その他	91	9	< 45
	533	66	