



*How to avoid double counting  
economic losses of disaster?*

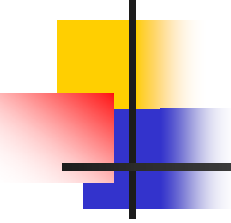
---

**Hirokazu Tatano**

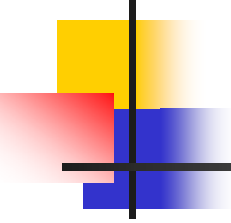
tatano@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

**Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University**

# Backgrounds and Motivations

- 
- Implementing risk management in the regional level is not an easy task because
    - 1) often important data is not available,
      - e.g., fragility curves of industrial sectors, resiliency factors which fits for local situationand
    - 2) confusions in estimating impact are often found:
      - e.g., stock and flow distinction, double counting, etc.,

# Backgrounds and Motivations

- 
- 
- We are now on the stage to identify the missing data and ideas for regional disaster risk management and developing data and models.

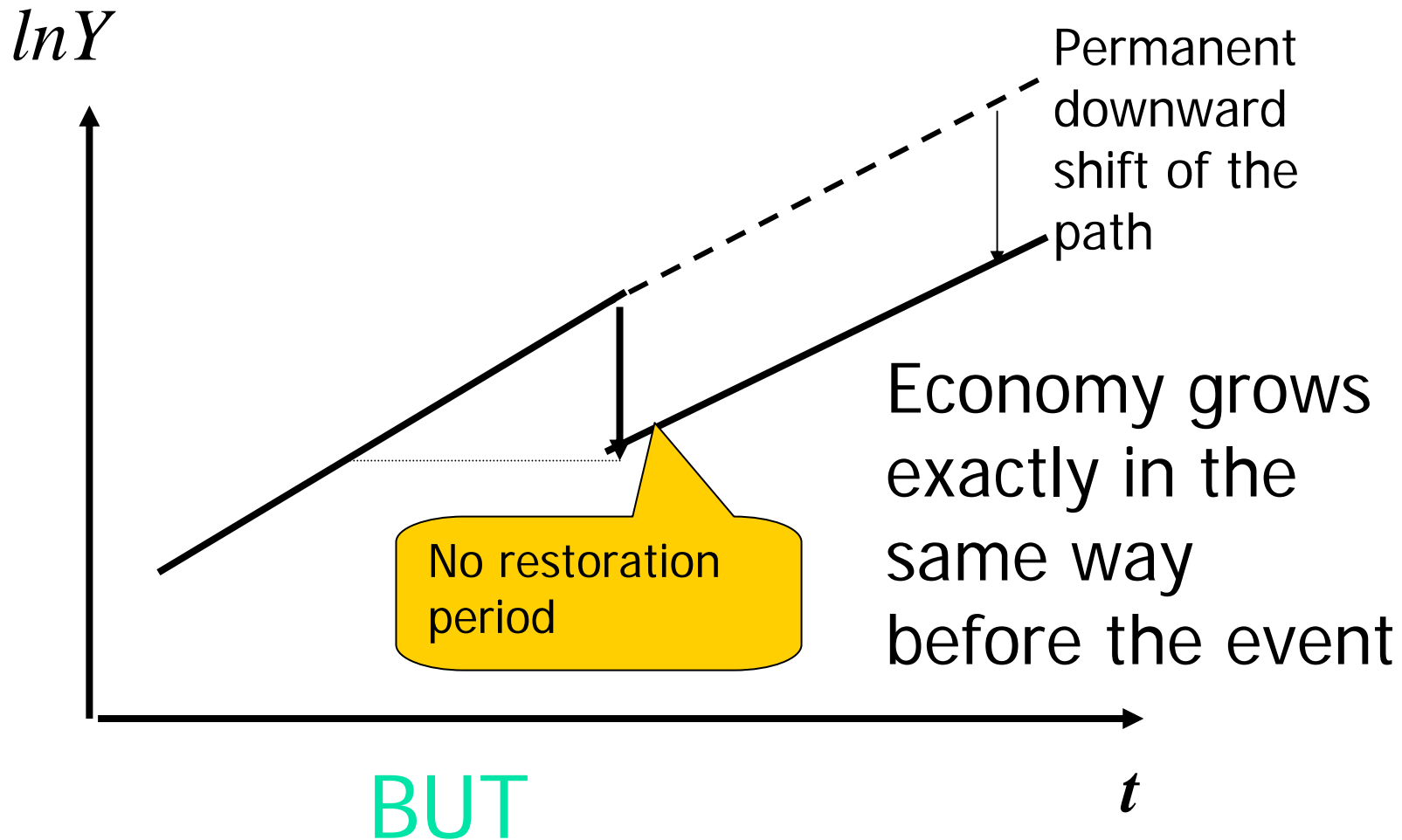


# We have focused on ...

---

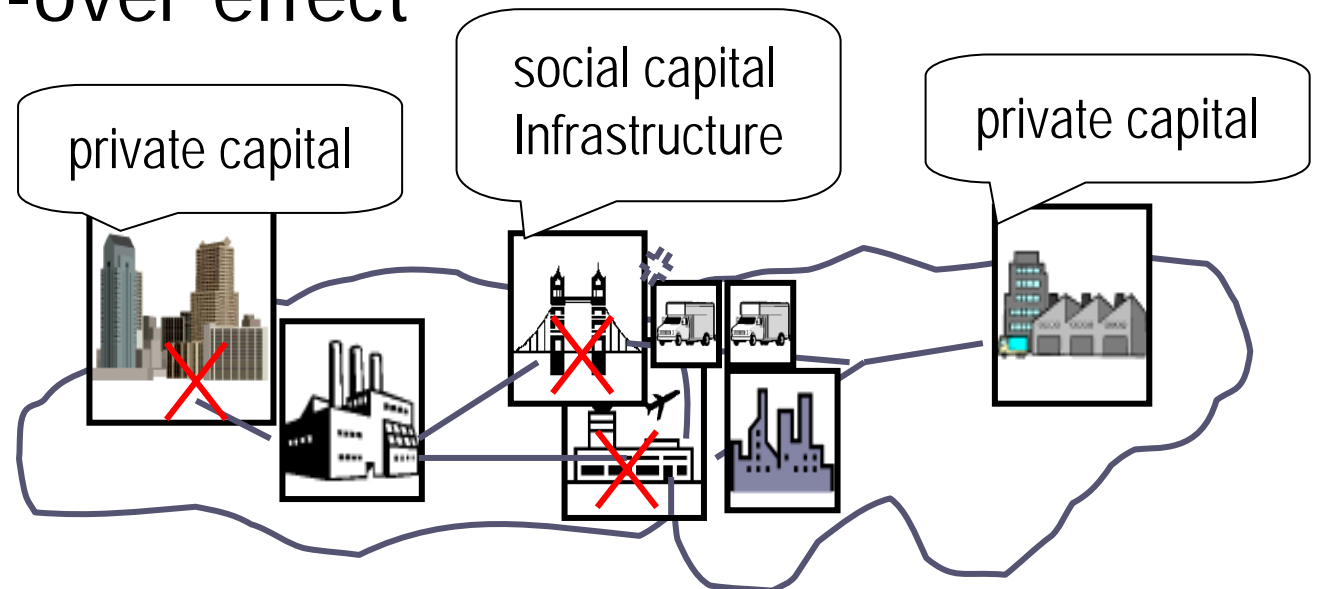
- Empirical Research:
  - Resiliency factor, Kajitani, *et.al.*
  - SCGE models, Tsuchiya, *et.al.*, for Static Loss Estimation
- Theoretical Research:
  - Endogenous growth model for disaster recovery
  - General equilibrium models to find out the consequences of the mitigation investment in the long-run

# Economic Growth Path under Catastrophic Risk: A single capital economy



# Actual Situation

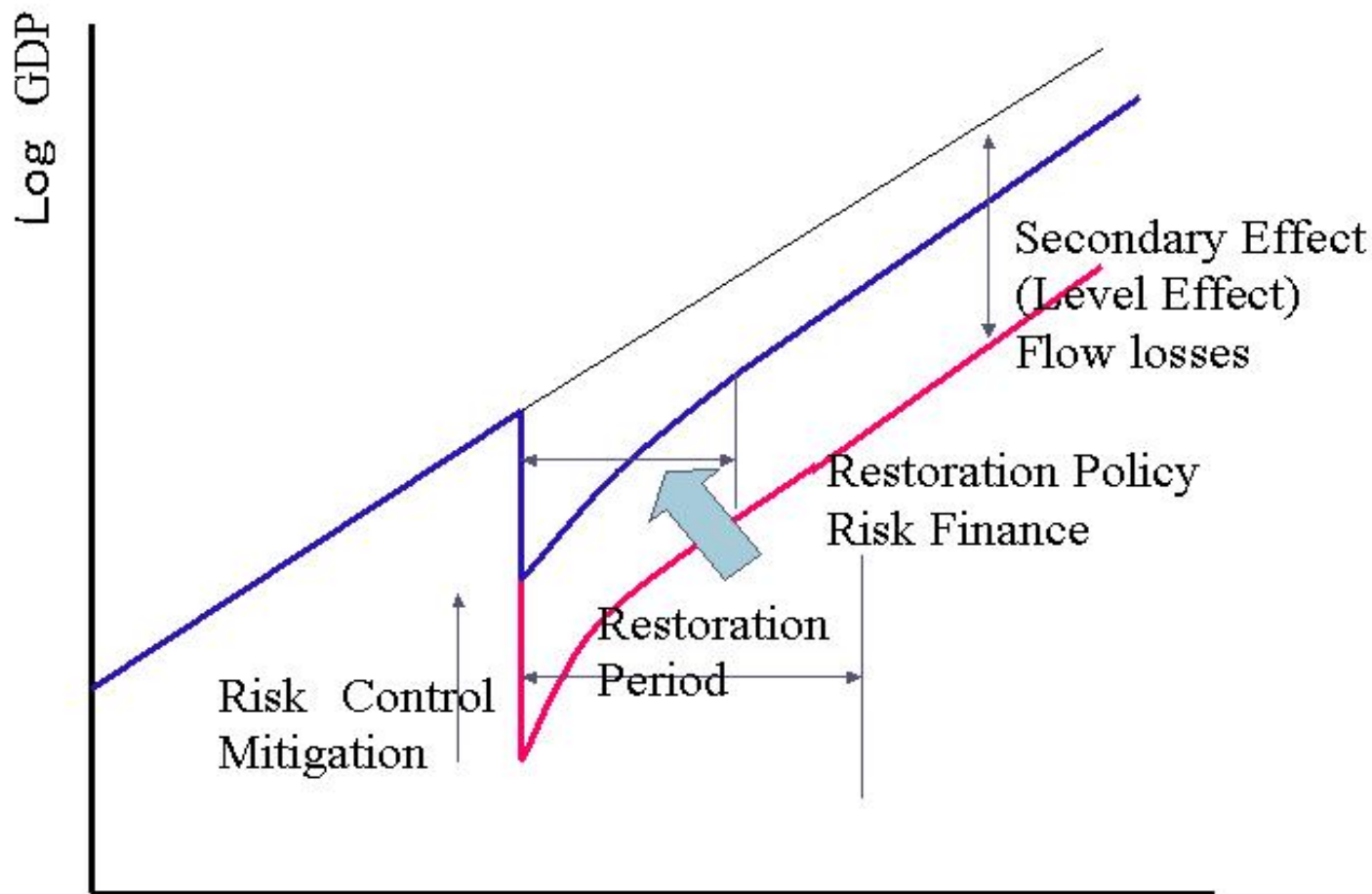
- Disaster: High Spatial Correlation  
⇒ Local Damages
- Mutually dependent industry  
⇒ Spill-over effect



# Heterogeneous Damages in Capital

= Existing capital in low productivity

because of the lack of the destroyed capital



Economic recovery occurs more rapidly !



## We focus on

---

- How can we measure the economic impact of a disaster in the region?



# Introduction

---

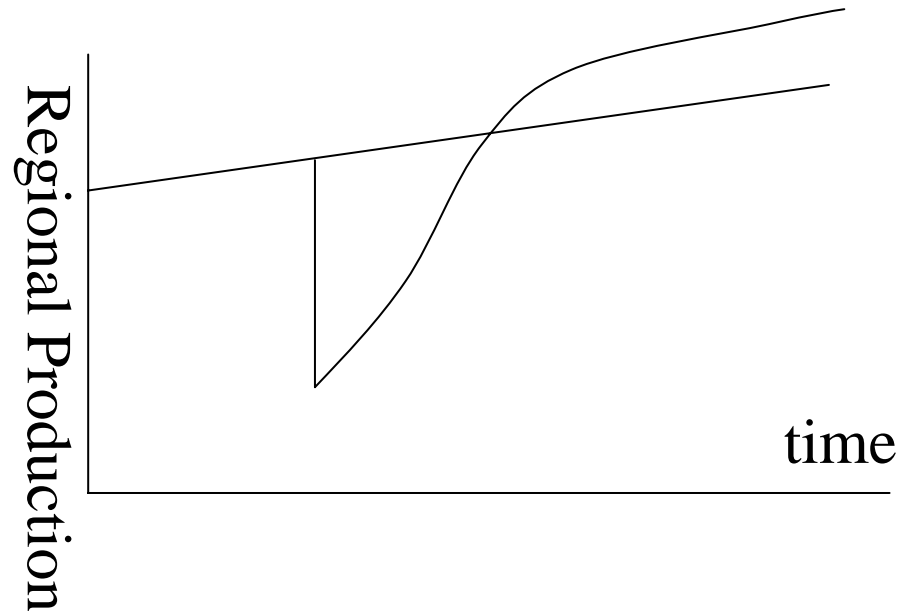
- Loss Estimation of Catastrophic Disasters
  - direct and indirect → Double counting?
- To propose an consistent method to estimate total economic loses.
- To show an method to estimate indirect loss
  - Various (direct & indirect) impacts on both damaged and non-damaged areas.
  - Indirect effects can be too big to brush off, especially if disaster hit an urbanized area, or some facilities closely related to it.

# Principles of Loss Estimation

$$\text{Total Loss} = \text{Direct Loss} + \text{Indirect}$$

What are the direct and indirect losses?

How can we estimate them?





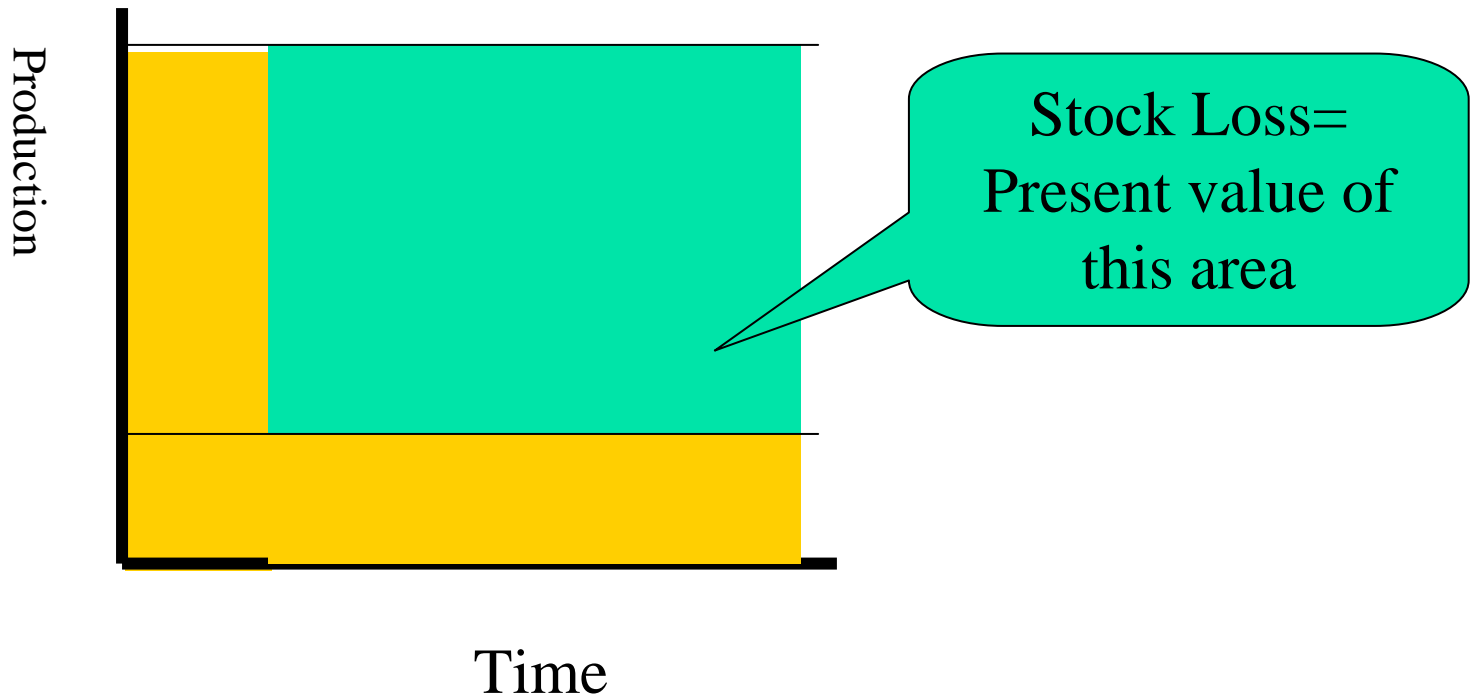
# Damages in “STOCK”

---

- STOCKS: infrastructure, building, production capital, etc
  - used repeatedly for producing services
- Value of STOCK:
  - Present value of a flow of services which will be produced in the future by the stock
- Economic losses in “STOCK”:
  - Lost present value of services which could be produced by the damaged / losed stock

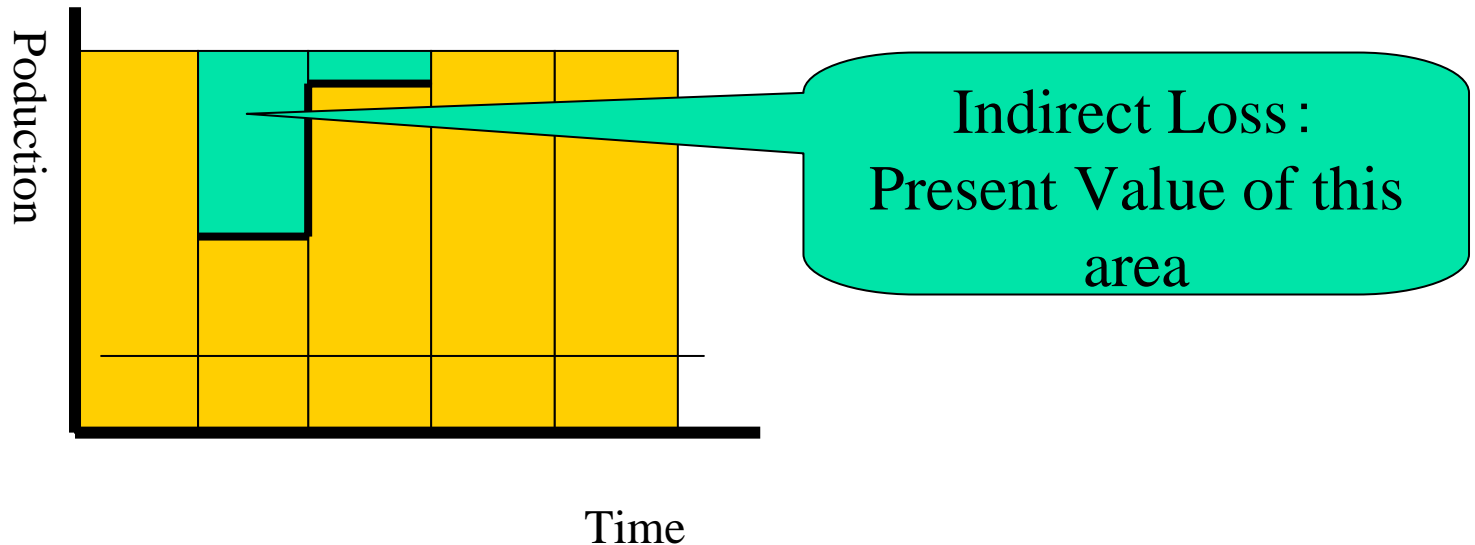
# Direct Loss = Stock Loss

- 80% of “Stocks” are supposed to be lost by a disaster  
→ We loose 80 % of Production after Disaster



# Indirect Loss

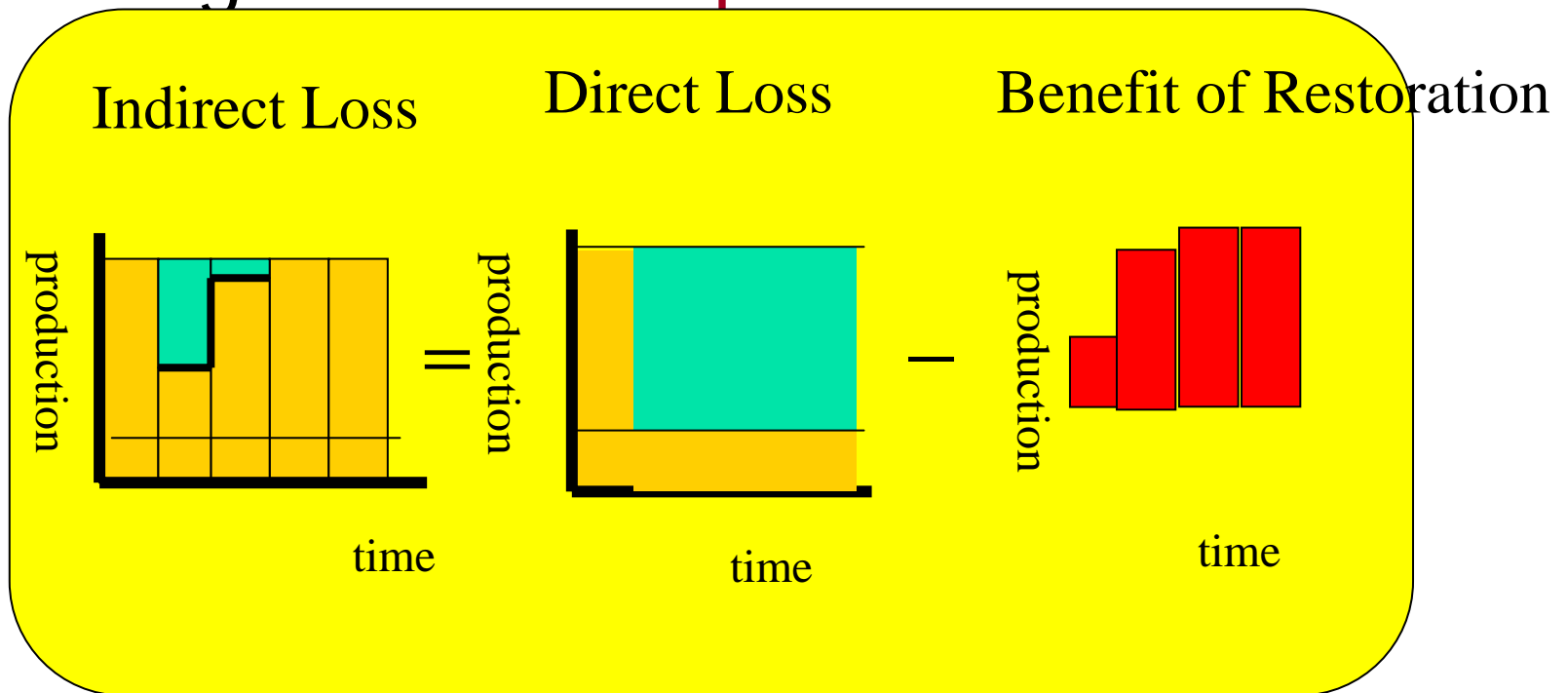
- Forgone flow of benefit/profit which could be earned if the stock were not damaged, e.g., business interruption losses.



# Indirect Loss

$$= \text{Direct loss} - \text{Benefit of Restoration}$$

- When we often talk about total losses, effects of two different events together: **Earthquake and Restoration.**





# Therefore,

---

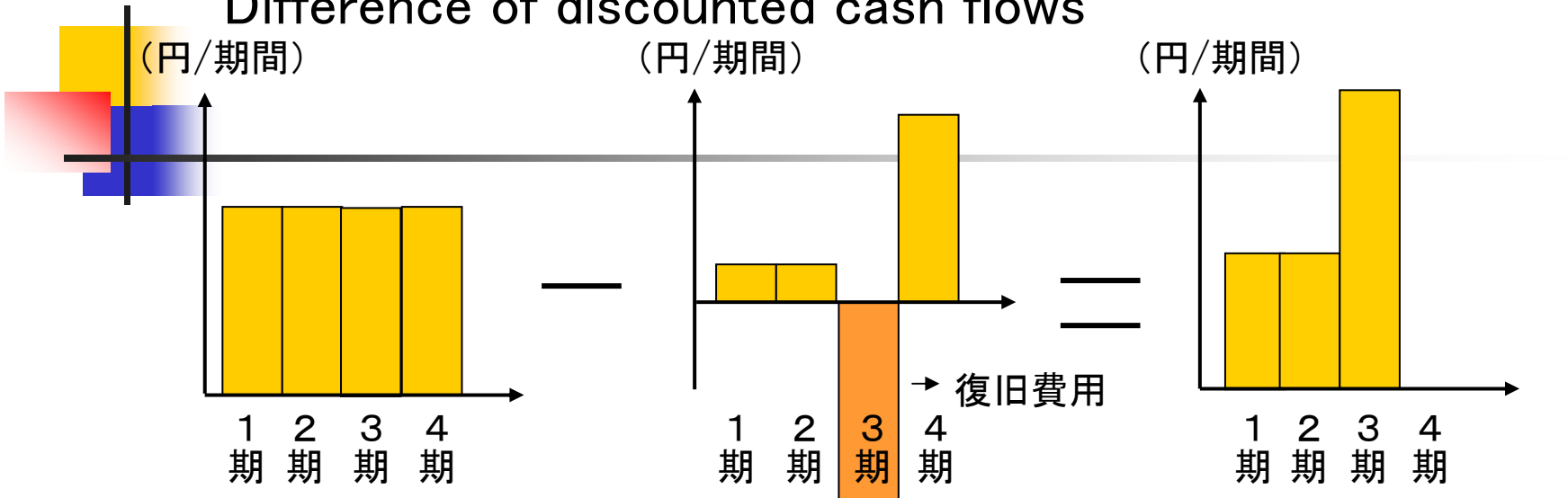
- Total Loss (Economic Effect of the Earthquake and Restoration actions)  
= Direct Loss – Net Benefit of Restoration  
  
= Indirect Loss + Cost of Restoration  
Restoration cost should be regarded as the direct loss !

Hanshin Awaji Earthquake:

Restoration cost of highway bridges' pillars were 2-10 times larger than the construction cost.

# Another consistent economic loss estimation method

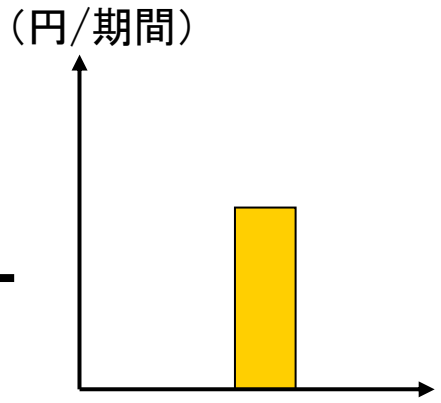
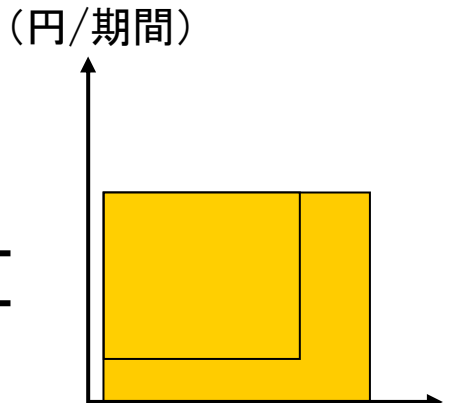
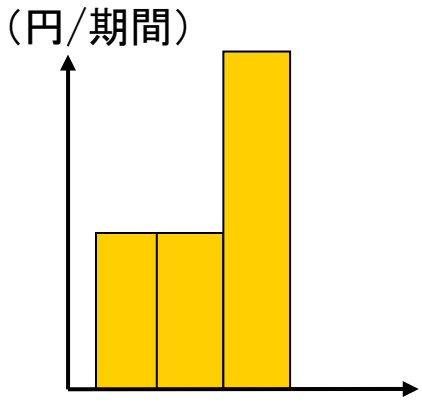
## Difference of discounted cash flows



Cash flows without a disaster

Cash flows with a disaster

Economic loss at each period



Economic loss at each period

Business interruption loss

Restoration cost

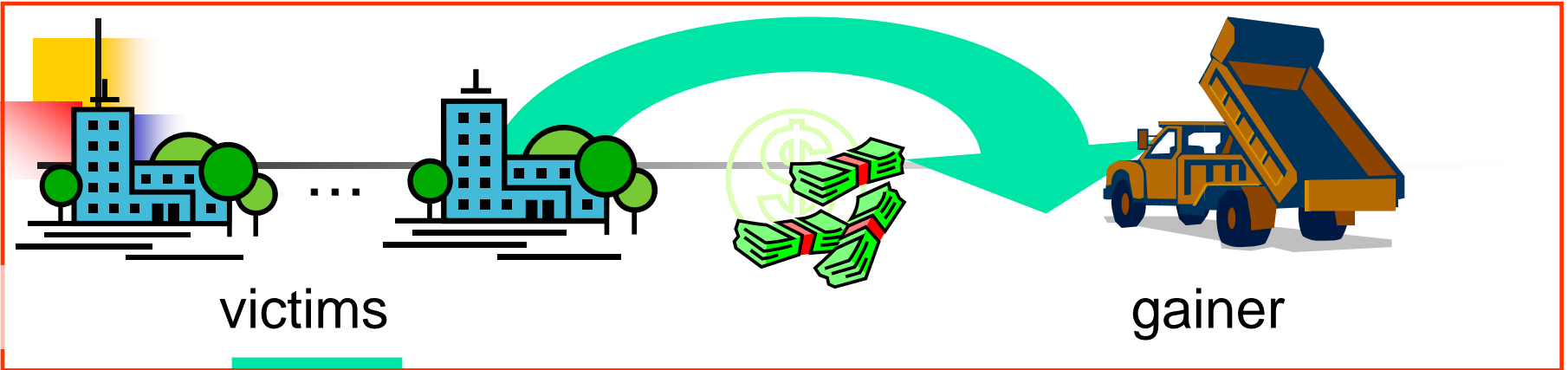


# Aggregation in a region

---

- During restoration stages, demand in some sector will increase because of restoration, e.g., construction.
- **Question:**
- Should we add the negative economic loss (=positive benefit) in such sectors to estimate consistent total economic loss in industrial sectors?

# Restoration Demand and Loss estimation



restoration cost of victims = increased revenue of gainers

→ cancel out in the regional aggregation

Business interruption loss  
(foregone revenue)

+

Cost for restoration  
(opportunity cost of labors and capitals used for restoration)

→ Actual opportunity cost of a disaster

# Summing up difference of discounted cash flows

Answer: Yes

Difference of discounted cash flows aggregated over a region (ADDCL)  
= Regional opportunity cost of a disaster

ADDCL = foregone revenue + ~~restoration expenses~~

+ ~~revenue increase by restoration demand~~  
- increase in production cost of restoration

$$= \boxed{\begin{array}{c} \text{Business} \\ \text{interruption loss} \\ \text{(foregone} \\ \text{revenue)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Cost for restoration} \\ \text{(opportunity cost of labors} \\ \text{and capitals used for} \\ \text{restoration)} \end{array}}$$

→ Actual opportunity cost of a disaster



# Case Study

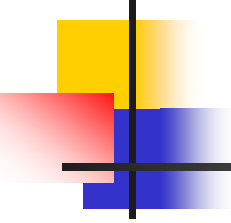
---

Niigata Chuetsu Earthquake

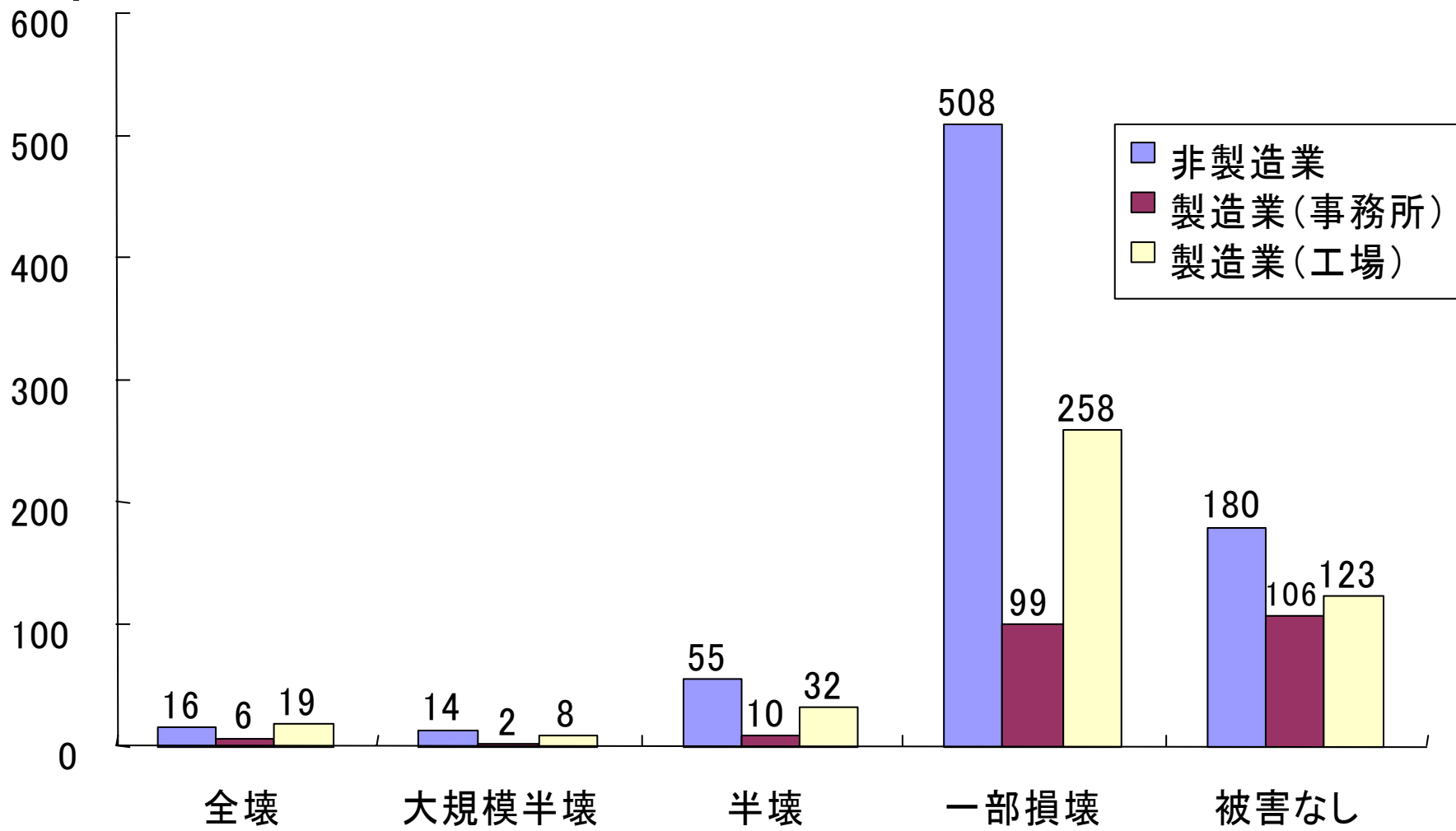
2004.10.23

# A Questionnaire Survey

---

- 
- Targets: 6000 firms in Chuetsu area
  - Preriods: 2005年7月～9月
  - Non-manufacture and manufacture sectors asked by the different questionnaire sheets
  - Effective Answers:  
Non-Manufacturing (521), Manufacture (328)
  - Questions:
    - Asset Losses, output losses, financial arrangement after the earthquake, restoration actions, recovery timings, etc.

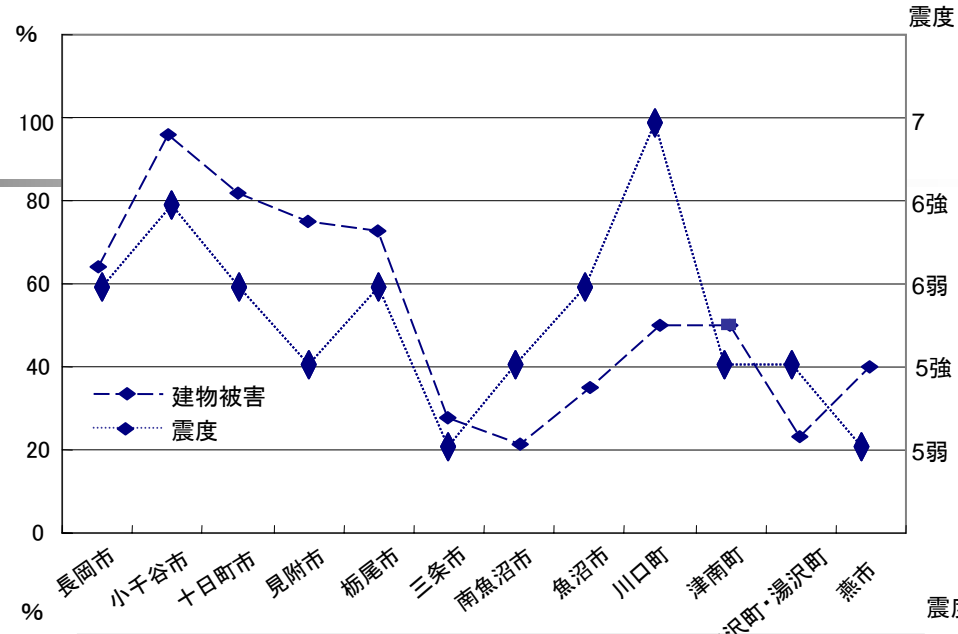
# Physical Damages



# Physical damages and Seismic Intensity

Non-Manufacture

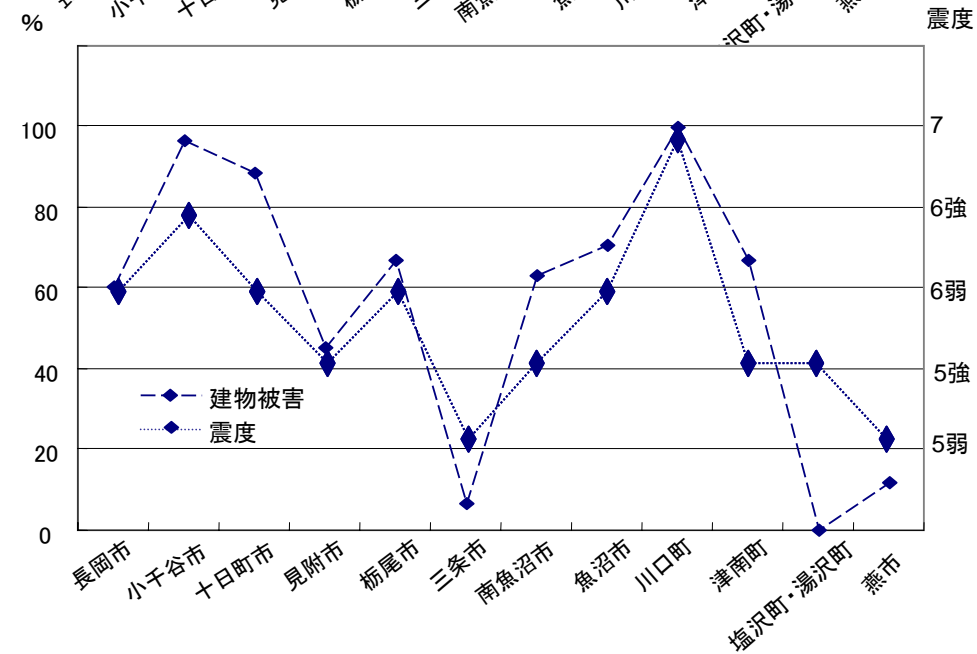
Building damage



Seismic intensity

Manufacture

Building damage



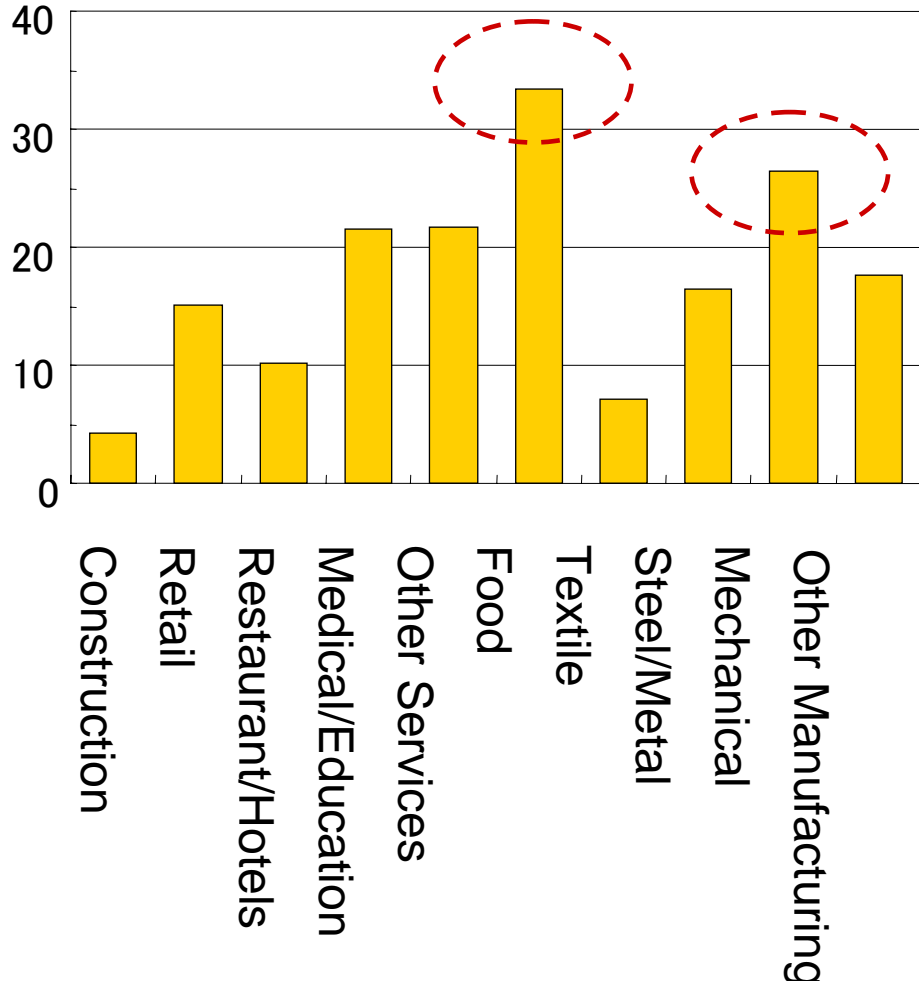
Seismic intensity

# Restoration cost per a firm

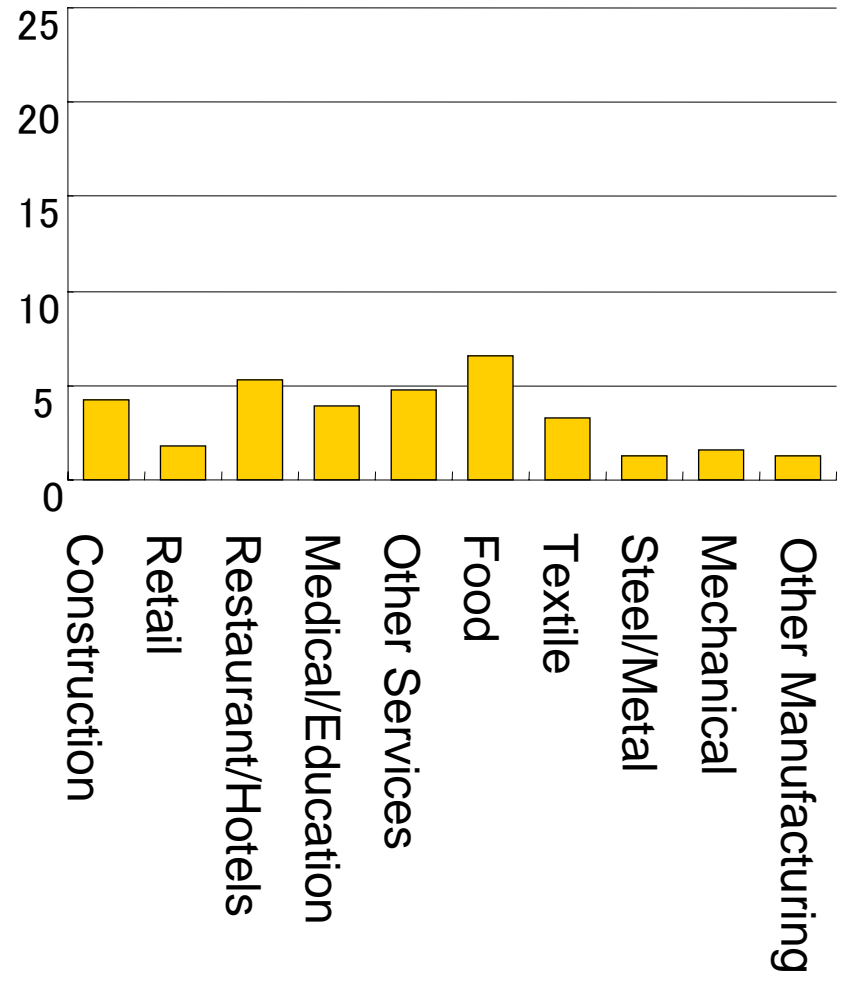
Damaged Firm

04年10月～05年8月までの被害  
Little damaged or  
no damage

Million Yen



Million Yen



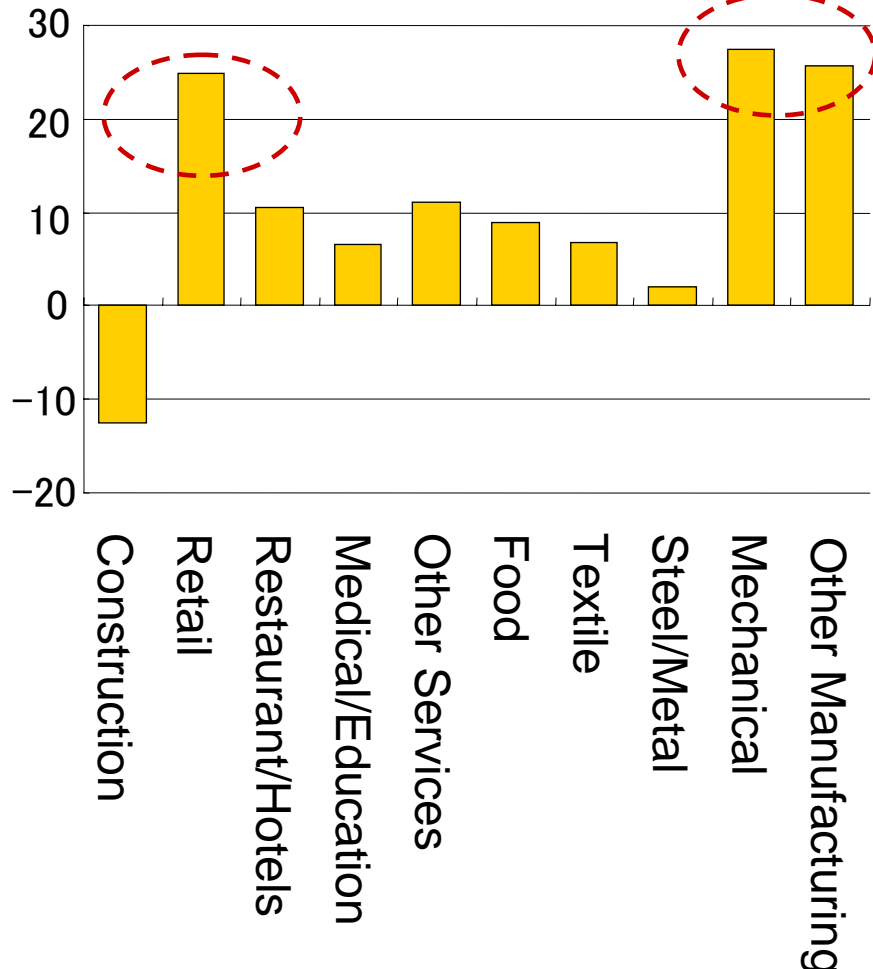
# Foregone revenue per a firm

04年10月～05年8月までの被害

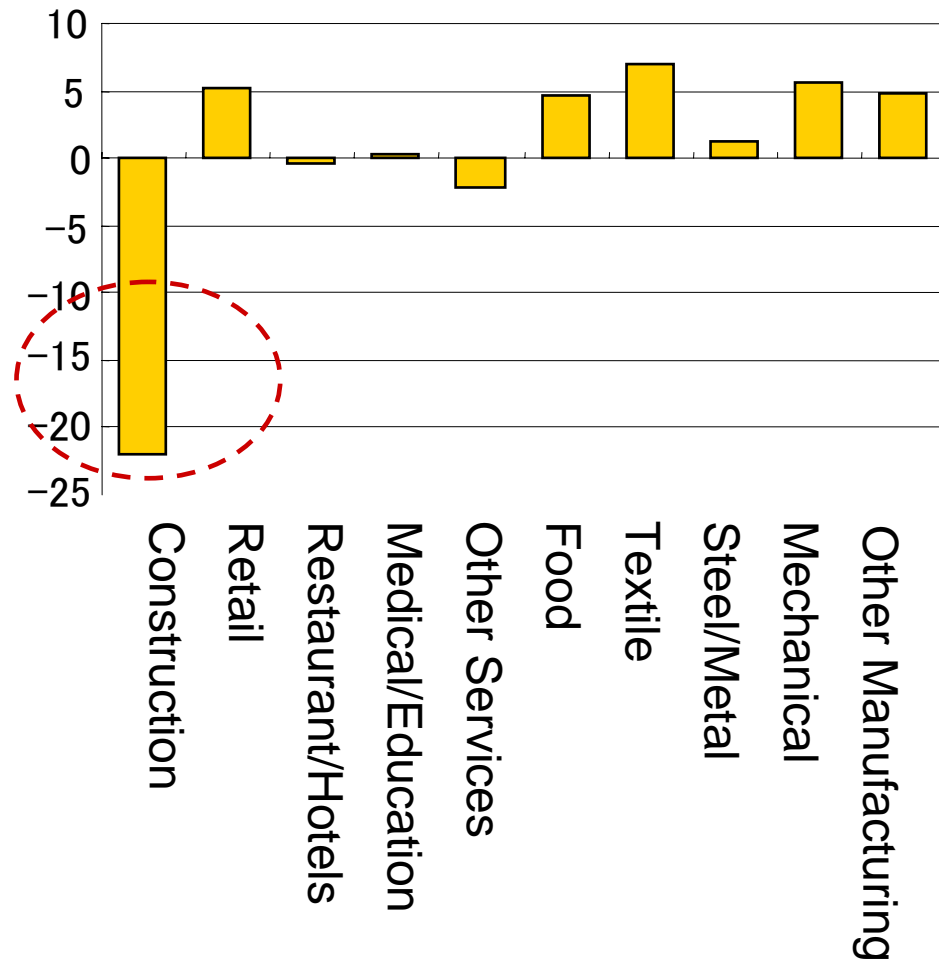
Damaged Firm

Little damaged or no damage

Million Yen



百万円



# Estimated Total Economic Losses in Industrial Sectors

Period: Oct.2004-August.2005

Sectors	Restoration cost (Billion JP Yen)	Business interruption loss
Construction(建設)	21.1	-105.1
Retail(卸売・小売)	35.6	83.1
Restran/Hotels(飲食・宿泊)	33.9	11.3
Medical/Education(医療・福祉・教育)	11.9	2.3
Service(その他サービス)	83.4	-4.6
Food(食品製造)	4.6	2.2
Textile(繊維工業)	5.7	10.9
Steel/Metal(鉄鋼・金属)	6.7	3.9
Machinery(機械)	5.8	10.4
Other Manufacturing(その他製造)	5.8	12.0
Total	215.0	26.7



# summary

---

- Total economic loss  
= opportunity cost caused by both of “the disaster” and “restoration actions”.
- To measure it, business interruption cost (foregone profit) + restoration cost
- The cost can be also estimated by the difference of discounted cash flows with/without the disaster.



# summary

---

- The total economic loss in a region can be estimated by summing up the DDCF all over the industrial sectors, including the sectors who gain from demand increase due to the restoration activities of damaged sectors.
- In Niigata-Chuetsu Earthquake, relatively large restoration cost was spent and business interruption cost was also significant, but the business interruption cost over the region is relatively small because the major part of restorations services may be procured from the affected region. This point should be investigated in the future study.



# Future Task

---

- What is the consistent way for Economic loss estimation in the dynamic context?
- Fragility functions of industrial facilities
- Restoration and Financial procurement conditions



# CGE & Economic Growth model

---

- CGE with capital  $K$  and labor  $L$  are fixed is the projection of regional production  $Y$  and indirect utility  $U$
- Using CGE model as a compounded production function, economic recovery process can be modeled by

$$\max \sum_t u(c_t) \beta^t$$

*subject to*

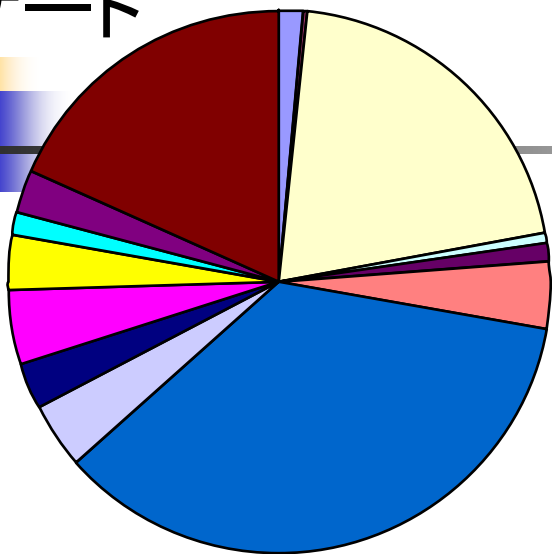
$$K_{t+1} = g(K_t, I_t)$$

$$Y_t = f(K_t, L_t)$$

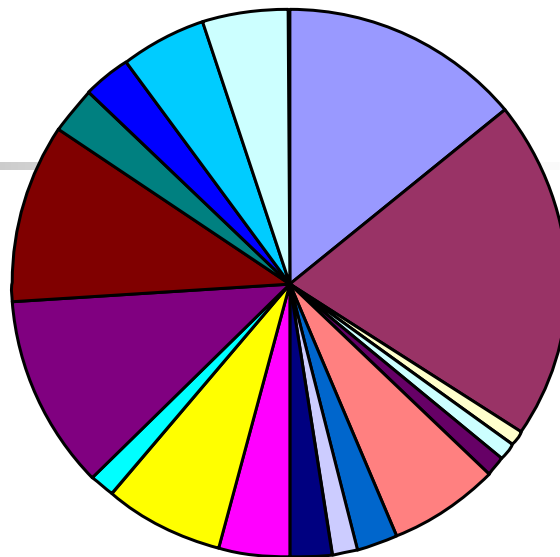
$$Y_t = C_t + I_t$$

# 産業構成比較

## アンケート

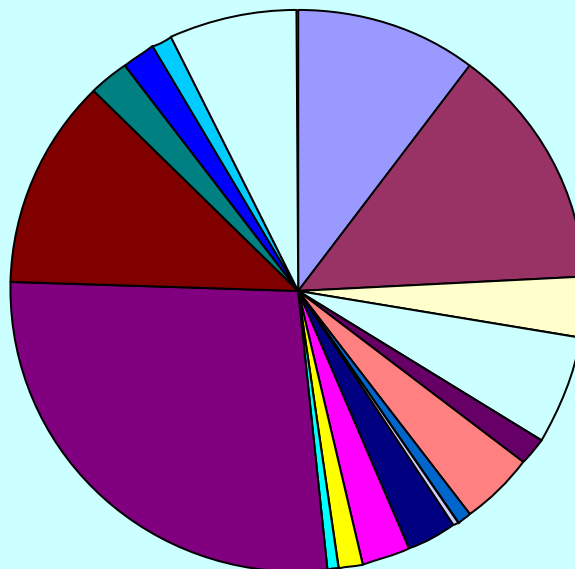
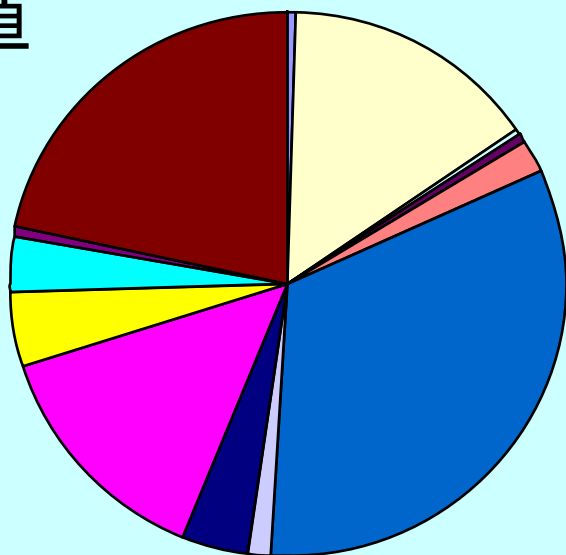


- 農業
- 鉱業
- 建設業
- 電気・ガス・水道
- 情報通信業
- 運輸業
- 卸売・小売業
- 金融・保険業
- 不動産業
- 飲食店, 宿泊業
- 医療, 福祉
- 教育, 学習支援業
- 複合サービス事業
- サービス



- 食品製造
- 繊維工業
- 木材・木製品
- 家具・装備品
- パルプ・紙
- 印刷
- 化学
- 石油・石炭製品
- プラスチック
- 窯業・土石
- 鉄鋼業
- 非鉄金属
- 金属
- 一般機械
- 電気機械
- 輸送用機械
- 精密機械
- その他

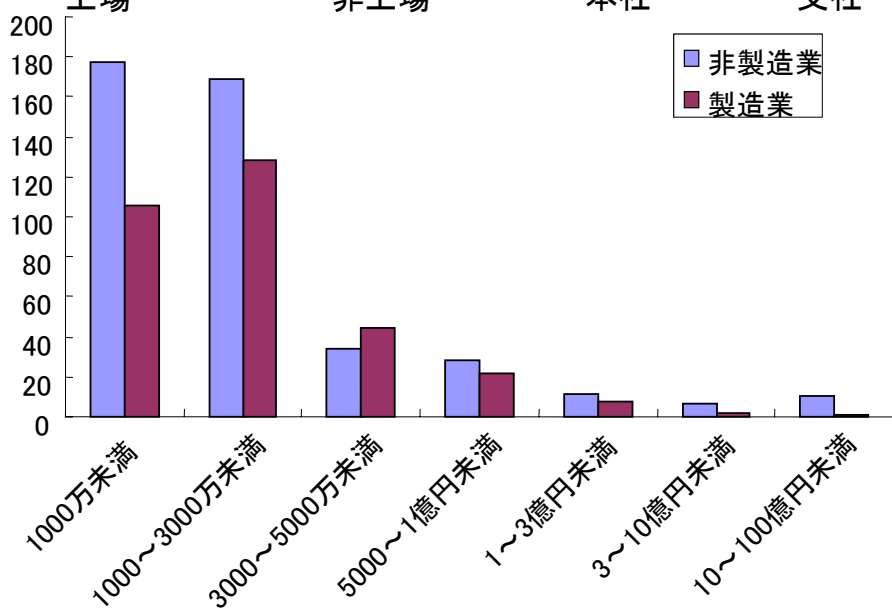
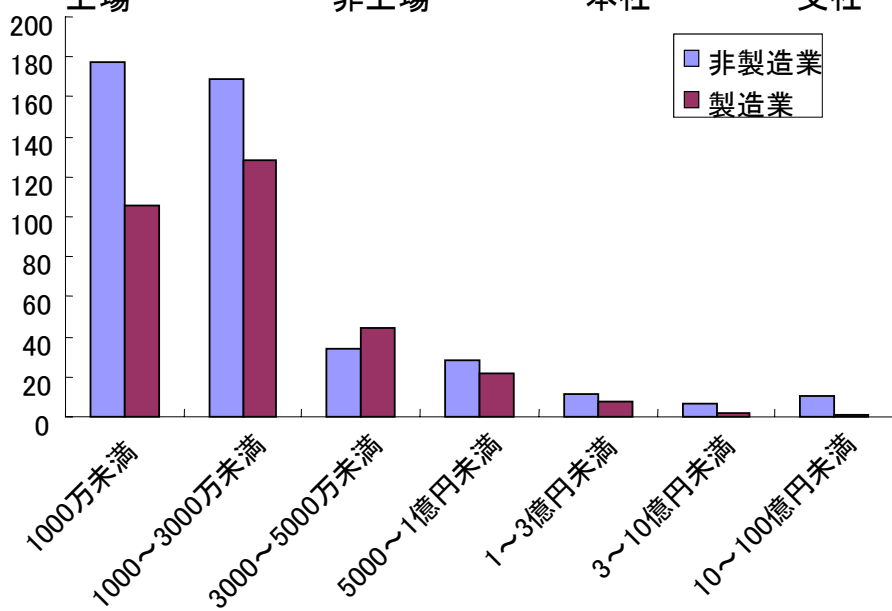
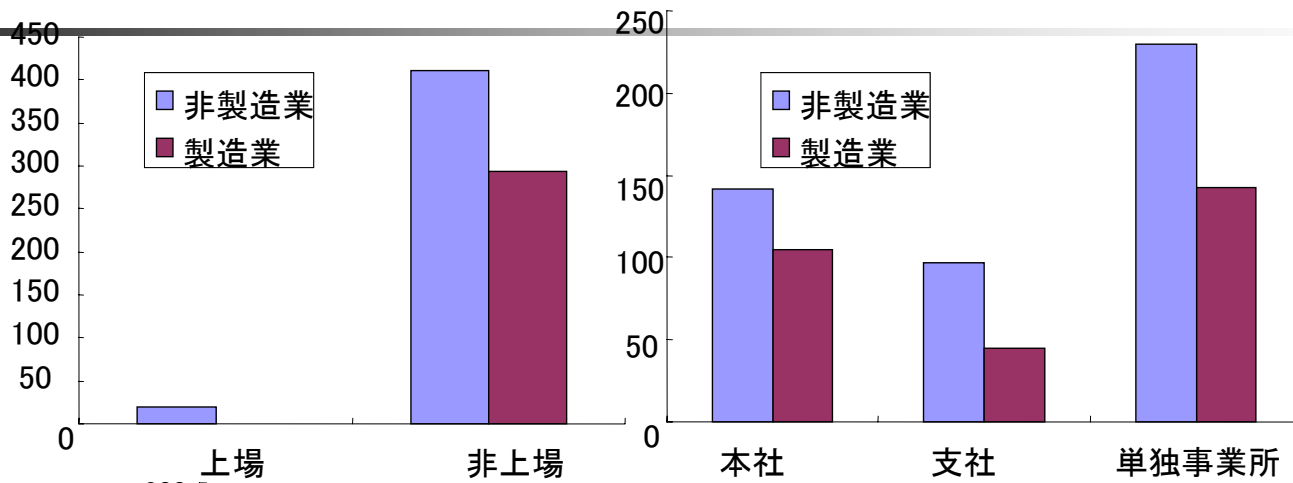
## 実勢値



# 事業所の形態

株式

本社・支社

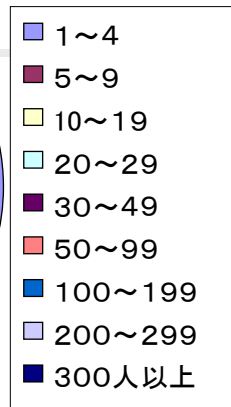
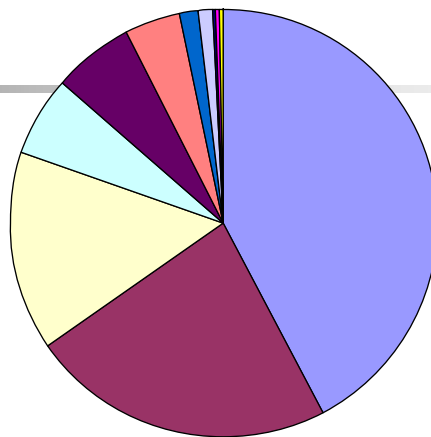
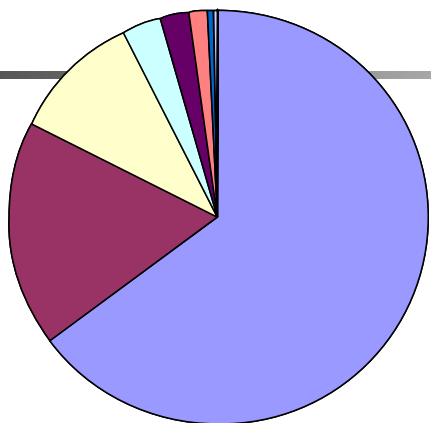


# 従業員数

平成16年新潟県

アンケート

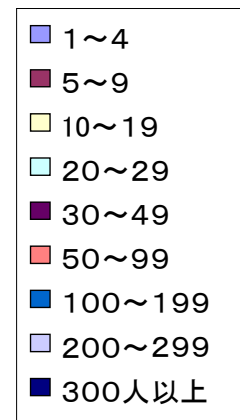
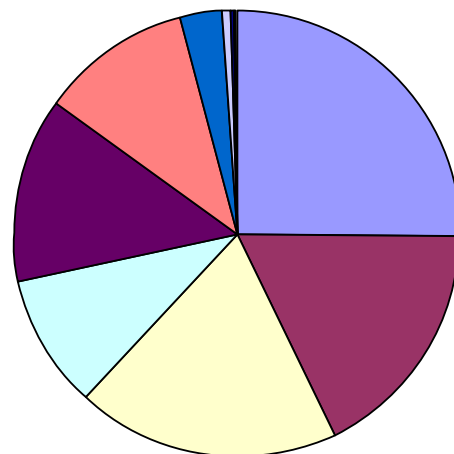
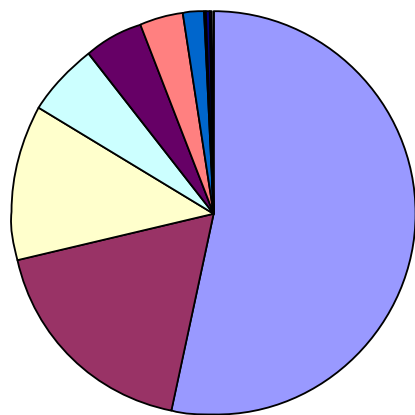
非製造業



平成16年新潟県

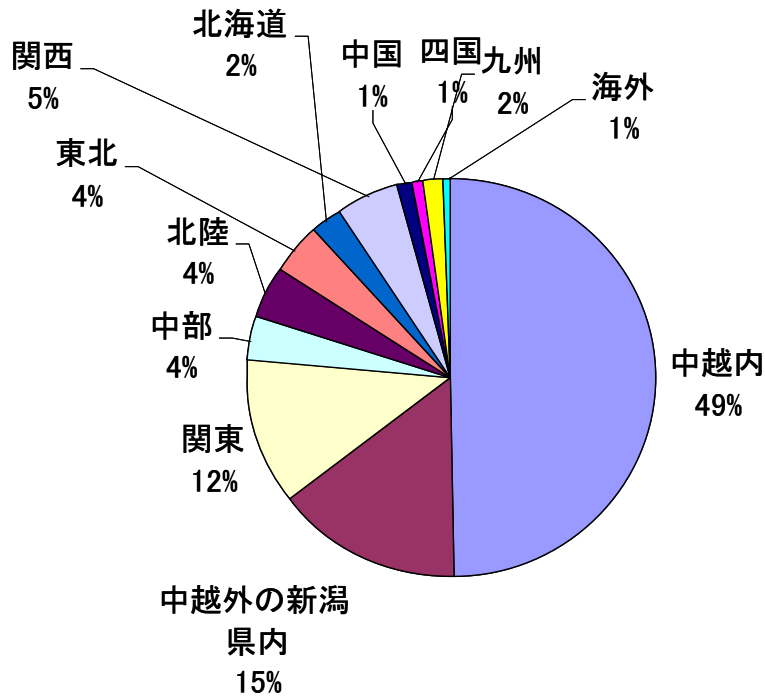
アンケート

製造業

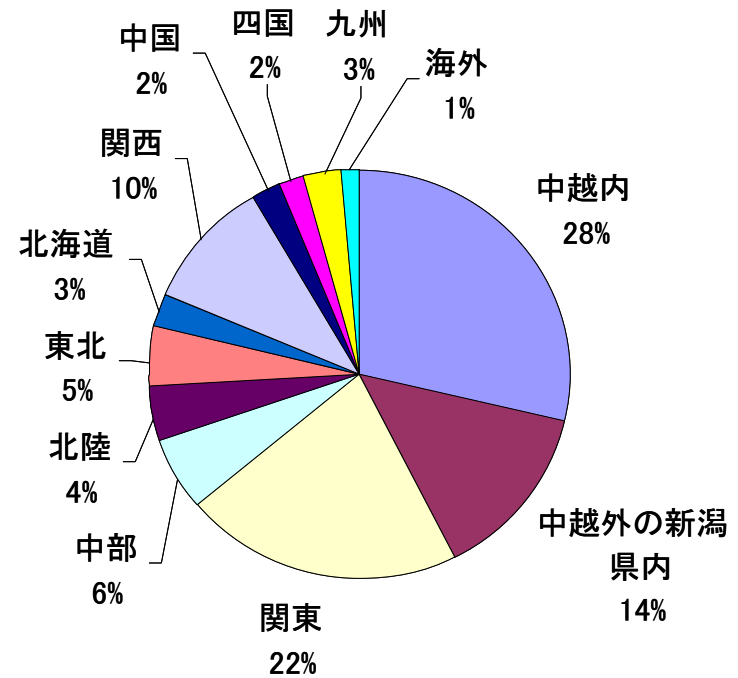


# 取引先の分布

## 非製造業



## 製造業



# 中越地震における被害額の内訳（単位：千円，N：サンプル数）

		非製造業 (N=257)	総額に占める割合	製造業 (N=167)	総額に占める割合
建物	除却費	57,705	1.70%	171,595	5.06%
	解体・撤去費	69,272	2.04%	207,596	6.12%
	再建費	316,081	9.31%	303,438	8.94%
	維持補修費	435,062	12.82%	297,285	8.76%
設備	除却費	83,879	2.47%	56,668	1.67%
	購入費	111,185	3.28%	154,214	4.54%
	維持補修費	240,128	7.07%	265,067	7.81%
土地	除却費	1,300	0.04%	2,520	0.07%
	代替用地取得費	0	0.00%	500	0.01%
	修復費	85,126	2.51%	39,307	1.16%
製品在庫			0.00%	425,967	12.55%
原材料在庫			0.00%	113,600	3.35%
仕掛品在庫			0.00%	583,432	17.19%
商品在庫		155,528	4.58%		0.00%
売上減少額		1,716,307	50.56%	1,792,467	52.81%
輸送費用増加		19,225	0.57%	11,795	0.35%
その他発生した臨時費用		103,518	3.05%	406,540	11.98%
計		3,394,316	100%	4,831,991	100%

## 2. 3. 3 建物の地震対策

### 質問

(4) 被災前に耐震補強などの建物の地震対策を行っていましたか？ 当てはまるものに○をつけ，対策を行っていればその具体的な内容をお知らせください。

1. 行っていた      2. 行っていない。



具体的な対策内容

[

]

### 回答

	1	2	対策
非製造業	36	375	横揺れ対策として斜材を多く取り付けていた／棚のかぎ付けなど／建設時M7クラスに耐震設計／鉄骨で新築／外壁強化／ベタ基礎／書庫類の固定等／筋交／パイルの本数を多くした。鉄骨を太くした。／耐震かわらの設置。／地盤改良剤による地質強化など
製造業	8	237	土壌改良／耐震補強／設置機械等は床面に固定／大雪構造

9割近くの企業が地震対策を行っていないことがわかる。

## 金額の単純集計値

	助成	保険	制度融資	民間融資	経費削減	社債	その他
非製造業 (N=151)	217,335 (N=36)	122,077 (N=42)	516,600 (N=43)	377,210 (N=37)	21,131 (N=16)	1,200 (N=3)	300,195 (N=45)
製造業 (N=89)	70,880 (N=13)	6,780 (N=8)	1,111,500 (N=35)	1,519,000 (N=27)	53,963 (N=7)	100,000 (N=1)	247,089 (N=21)

単位：千円

融資による資金調達額が大きい。非製造業に比べて製造業での借入が大きい。被害が大きかったほか、輸出が堅調である影響等も考えられる。

保険による調達件数は非製造業の方が多。

## 各調達方法の単価

それぞれの調達方法における回答件数で調達額を割ることで、各方法の単価が求められる。

	助成	保険	制度融資	民間融資	経費削減	社債	その他
非製造業 (N=151)	6,037	2,906	12,013	10,194	1,320	400	6,671
製造業 (N=89)	970	847	31,757	56,259	7,709	100,000	11,766

融資による調達の単価が大きい。製造業などでは、民間からの融資額の単価が非常に大きい。上限のある制度融資では不足、民間からも借り入れたことが伺える。

保険による調達の単価は300万未満にとどまっている。「その他」の調達単価が比較的大きい。

# 資金調達

	助成	保険	制度融資	民間融資	経費削減	社債	その他
非製造業 (N=151)	217,335 (N=36)	122,077 (N=42)	516,600 (N=43)	377,210 (N=37)	21,131 (N=16)	1,200 (N=3)	300,195 (N=45)
製造業 (N=89)	70,880 (N=13)	6,780 (N=8)	1,111,500 (N=35)	1,519,000 (N=27)	53,963 (N=7)	100,000 (N=1)	247,089 (N=21)

	助成	保険	制度融資	民間融資	経費削減	社債	その他
非製造業 (N=151)	6,037	2,906	12,013	10,194	1,320	400	6,671
製造業 (N=89)	970	847	31,757	56,259	7,709	100,000	11,766

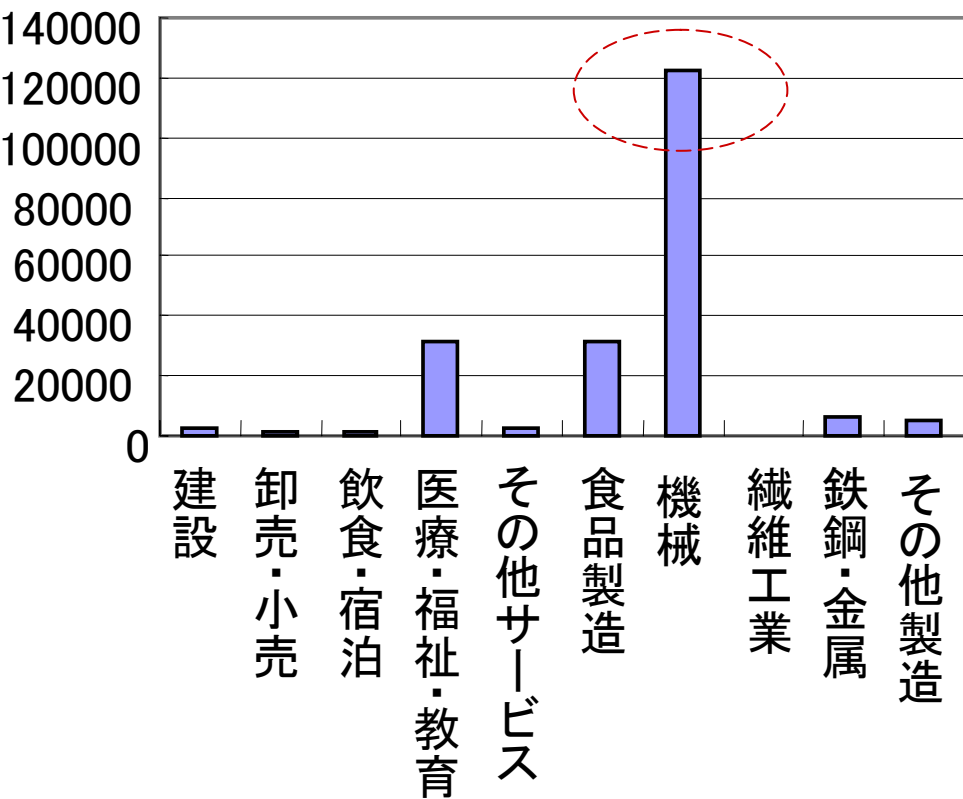
# 一社当たり復旧費用(直接被害)

04年10月～05年8月までの被害

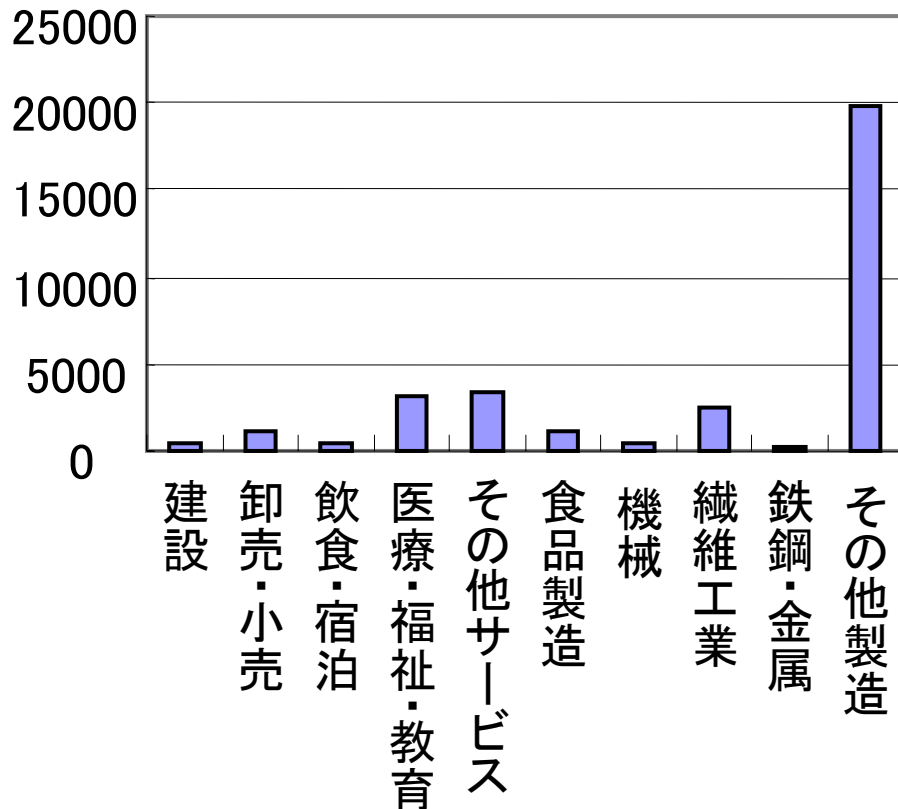
半壊以上

一部損壊以下

万円

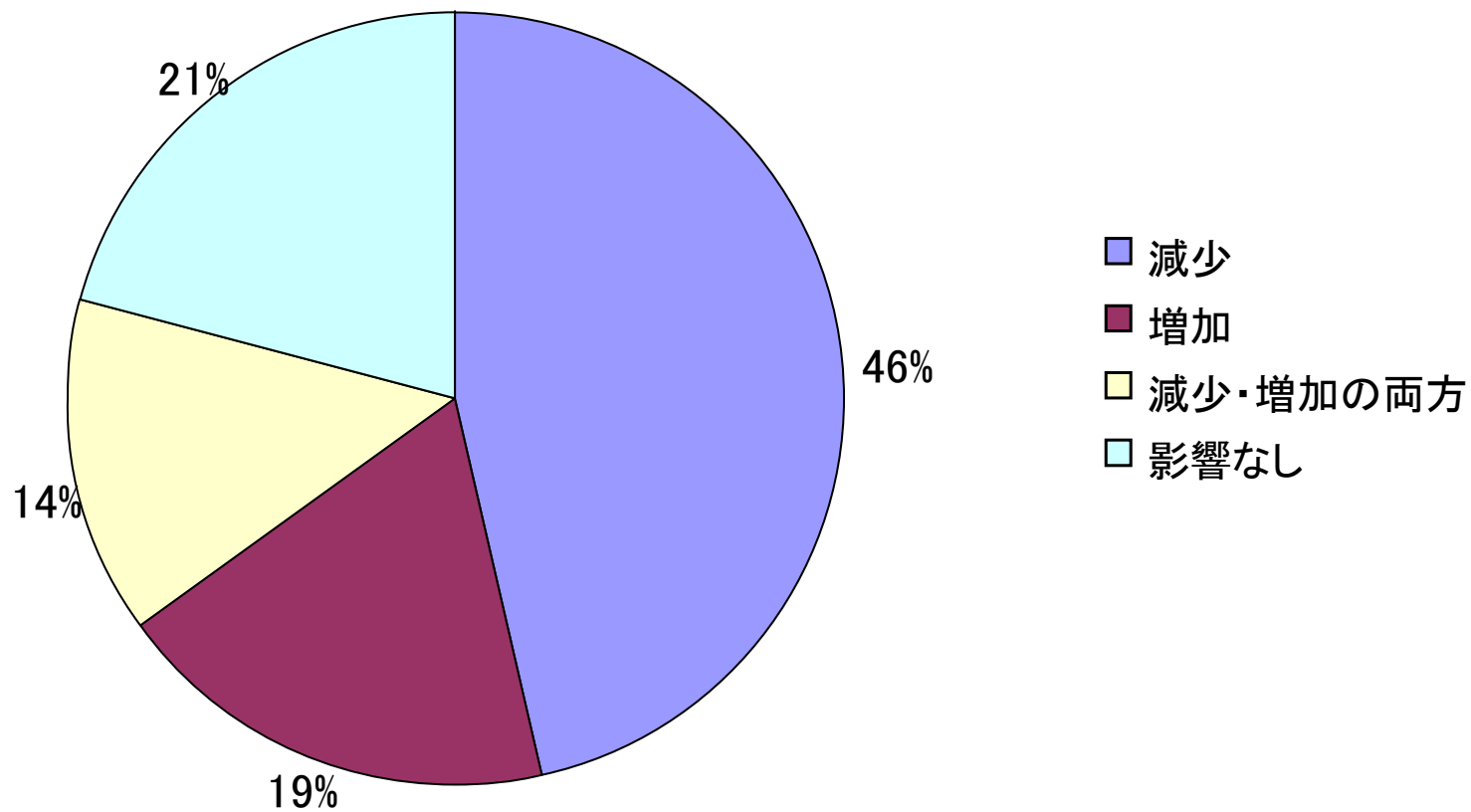


万円

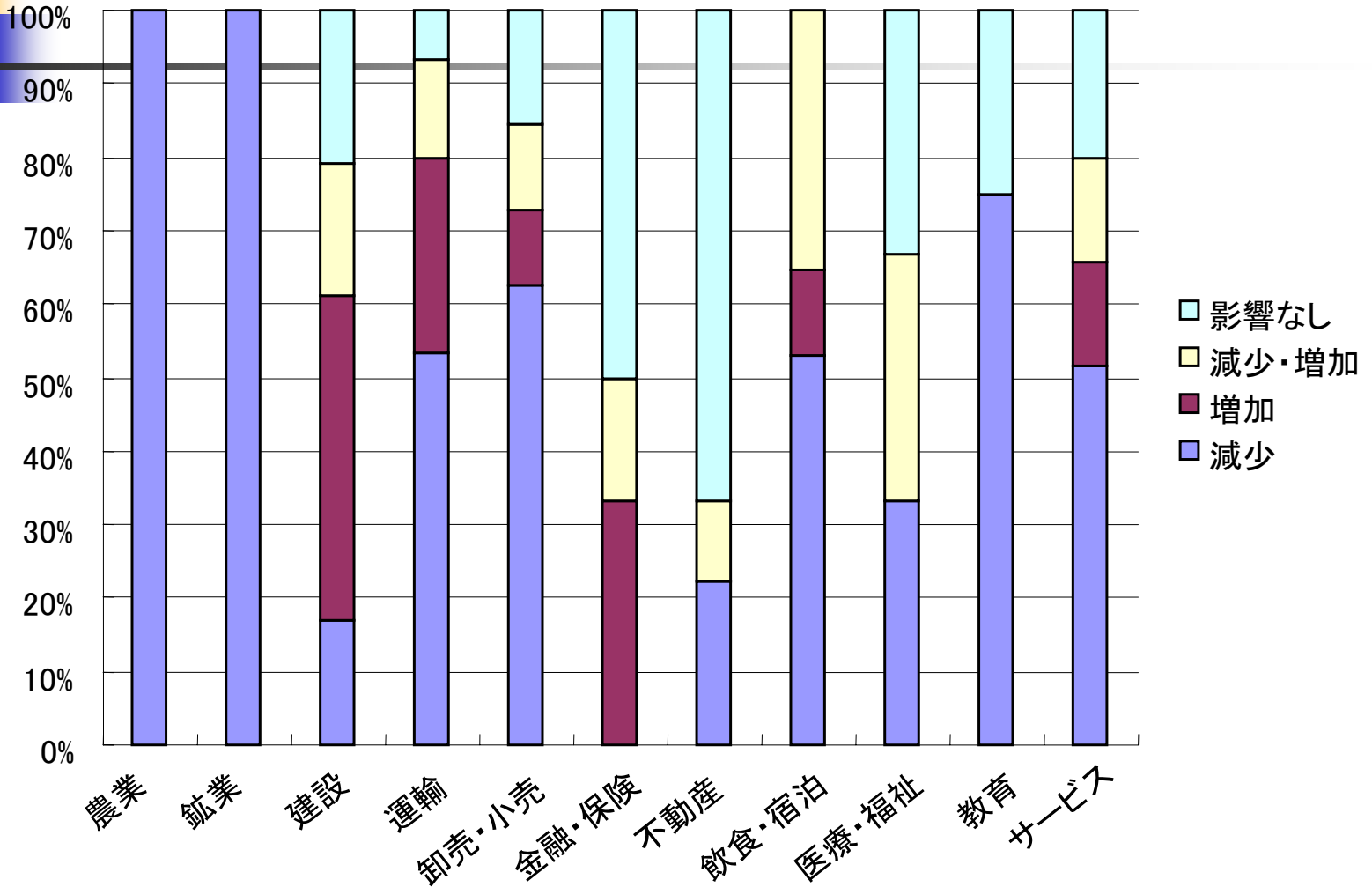


# 復興状況

売上の増減：非製造業



# 地震の売り上げ変化への影響



業種	品目・サービス名	売上高の増減割合	影響が続いた期間	
小売	青果物全般	45%減	60日間	
	一般食品全般	20%減	45日間	
	住宅設備商品	10%増	120日間	
	医薬品	10%減	90日間	
	化粧品	25%減	90日間	
	スキー	40%減	90日間	十日町市
	呉服全般	22.7%減	現在も	十日町市
	新車	20%減	60日間	
	弁当	20%増	30日間	長岡市
	灯油	40%減	継続中	
	家電	50%減	100日間	
	建設	建築改装・修理	40%増	継続中
住宅建築		20%増	500日間	
新設土木工事		48%減	150日間	
復旧土木工事		100%増	120日間	
廃材焼却		80%増	現在進行中	
公共工事		50%減	現在も	
新築住宅		20%減	150日間	
運輸	食品輸送	70%減	120日間	
	一般輸送	30%減	60%	
	タクシー	20%増	80日間	長岡市
宿泊	宿泊	100%減	60日間	
	宿泊	60%増	75日間	
	宿泊	30%増	30日間	
	宿泊	50%減	90日間	
	観光客、亡新年会客	95%減	現在も	魚沼市
	ボランティア・復旧関係者宿泊	100%増	60日間	
福祉	介護老人福祉施設	13%増	現在も	
	訪問介護	14%減	現在も	
サービス	ホテルクリーニング	30%減	40日間	
	リフト券販売	90%減	100日間	
金融	貸出	10%増	90日間	栃尾市

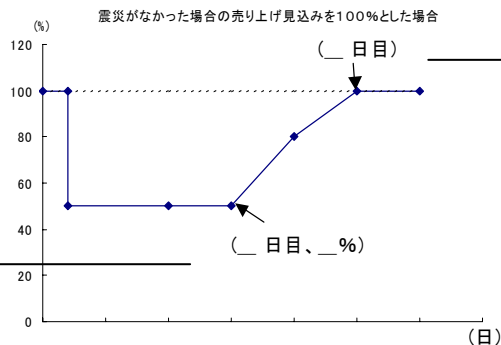
# 価格面への影響

業種	品目・サービス名	価格変動	影響が続いた期間
飲食	全品目	10%減	
		復興サービスとして値引	
小売	鮮魚	30%減	
	鉄筋・山砂	20%増	現在も
	二輪自動車	15%減 傷がついたため	
	弁当	20%減	30日間
	衣類	20%減	120日間
	米菓原料	23%増	180日間
	建設	住宅のリフォーム・新築	20%増
	外注	職人の手間代 20%増	現在も
	砂利など骨材	6%増	90日間
	井戸洗浄	30%減	15日間
	鉄筋	20%増	現在も
宿泊	宿泊料金	50%減	120日間
	宿泊費	20%減	現在も
サービス	リフト券	30%減	100日間
	AS合材	10%増	120日間
	LPガス	5%減	現在も

# 売り上げの回復パターン

## パターンA

非製造業 40.9日 40.3%  
製造業 13.3日 38.4%



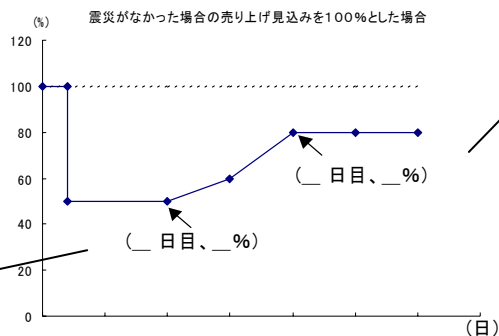
非製造業 77.6日  
製造業 30.2日

4割

## パターンB

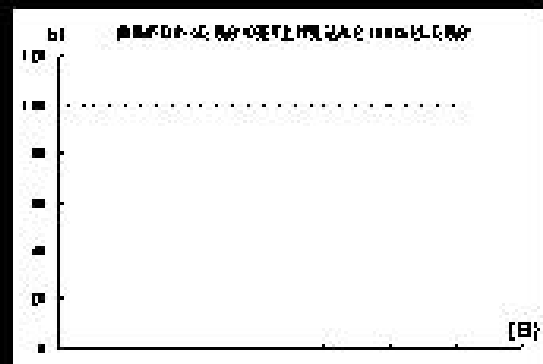
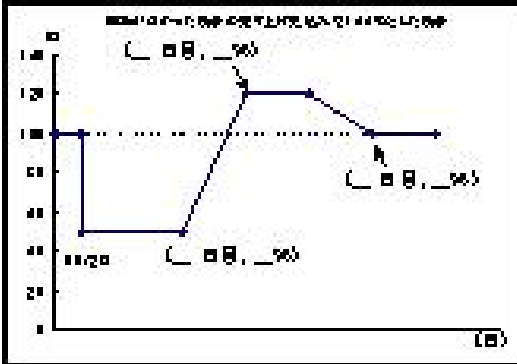
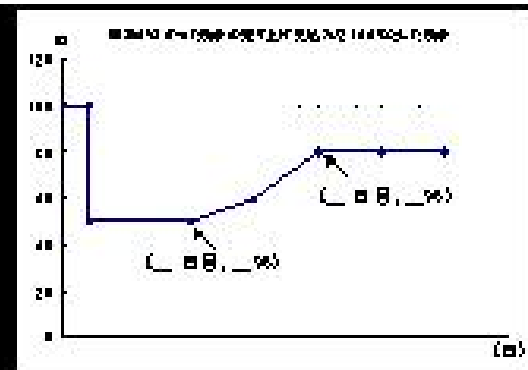
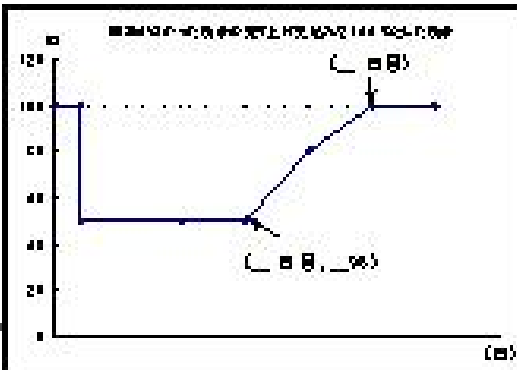
回復していない

非製造業 39.6日 45.4%  
製造業 23.7日 45.6%



非製造業 82.9日 76.1%  
製造業 59.2日 78.8%

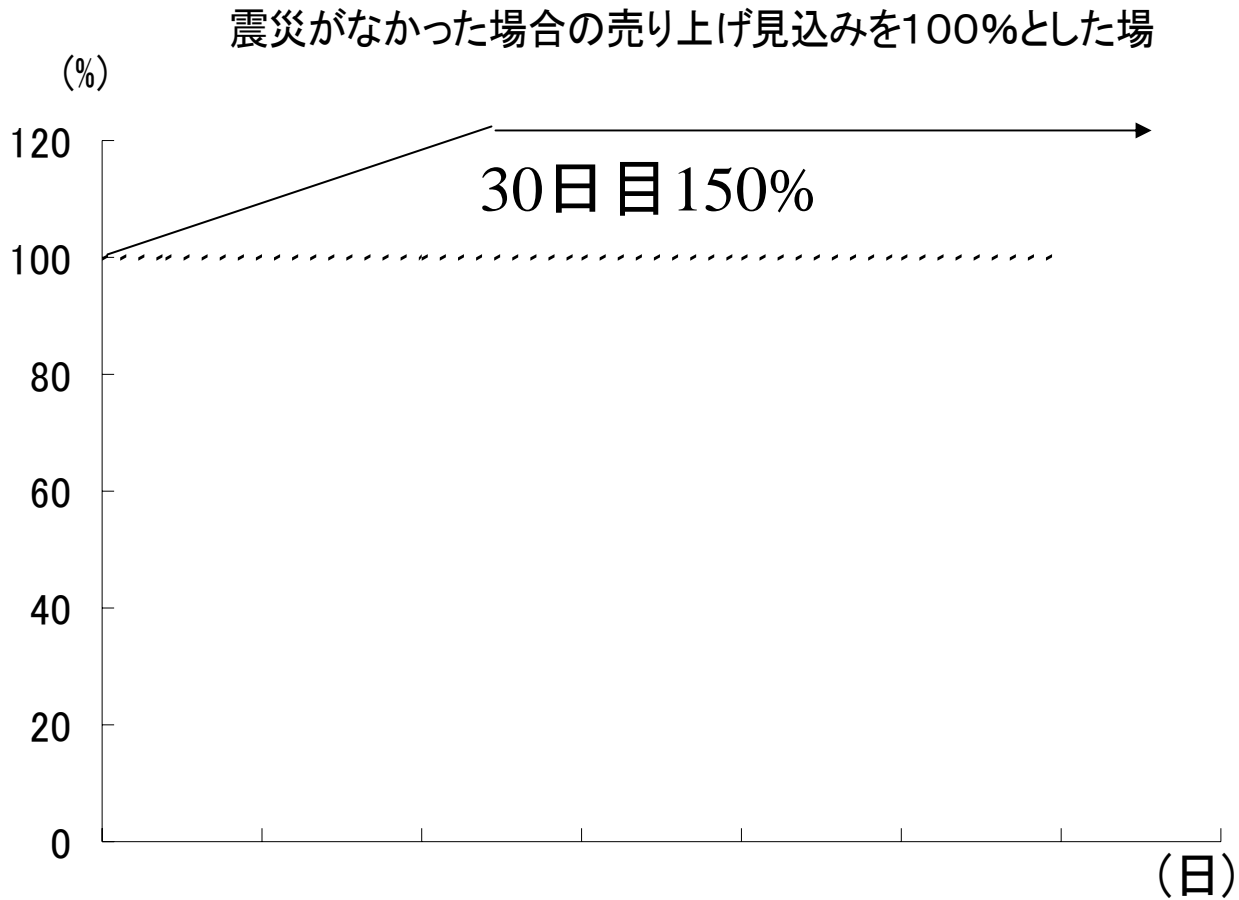
4割



	A	B	C	D
非製造業	60 22%	81 29%	52 19%	81 30%
製造業	69 34%	52 26%	13 6%	64 32%

# すぐに売上が増加するパターン

建設業。一部損壊。





# 被害の再集計

---

# 主な被災地域における経済被害の状況

市町村	直接被害額	商工業の直接被害	間接被害額	行われた調査	内訳	ソース
長岡市	4500億	1030億		県指定のフォーマット(三条水害時に使用した調査票をもとに作成)	宅地建物被害が三千億円。商工業関連は一千三十億円。農林水産被害は、農地や錦鯉被害などを含め百十億円。公共施設では市道や下水道などの土木施設が百九十億円、小中学校などの文教施設が七億円	12/16新潟日報
小千谷市		1500億円		県指定のフォーマット(市役所), 独自フォーマット(商工会議所)	新潟三洋(870億円), 集計は2月頃行う予定	地震直後に発表
十日町市		287.7億円	278.8億円	県指定のフォーマット		商工会議所より
南魚沼市	10.2億円	4.45億円	23.72億円		公共文教施設が二十二カ所四千万円、農林水産施設が五十五カ所一億六千五百万円、道路・河川が百四十四カ所一億四千百万円、上下水道や市庁舎などその他公共施設が百十九カ所一億九千五百万円など。商工観光の施設被害は四億四千五百万円。これとは別に旅館などのキャンセルは一月末までで五万七千七百人、損失額は五億円。風評による来年三月までの二次被害は二十三億七千二百万円と試算している。	12/16新潟日報
川口町	502.9億円(町予算の8年分)	502.9億円			道路など公共土木関連が約112億9000万円、農業用水など農業施設関連が108億9000万円、上下水道やガスなどインフラ基盤が約100億円、農作物や商品といった経済損失が97億5000万円	11/17 朝日新聞など
新潟県全体	3兆円			これまでに市町村などから報告があった被害額に加え、道路や鉄道、住宅、企業の損失など全般にわたって推計	道路や鉄道、河川、橋梁(きょうりょう)などインフラ1兆2000億円▽農地など農林水産4000億円▽中小企業の損失など3000億円▽住宅7000億円▽電気、ガス、水道が1000億円▽学校や病院などの施設を含む「その他」が3000億円、インフラでは、航空写真で判明した斜面崩壊個所1662カ所の8300億円や、高速道路の200億円なども含めた。鉄道は上越新幹線と在来線を合わせて500億~1000億円とした。県財政課は「現時点で可能な範囲で、かために推計した数字」としている。	11/17 朝日新聞など

