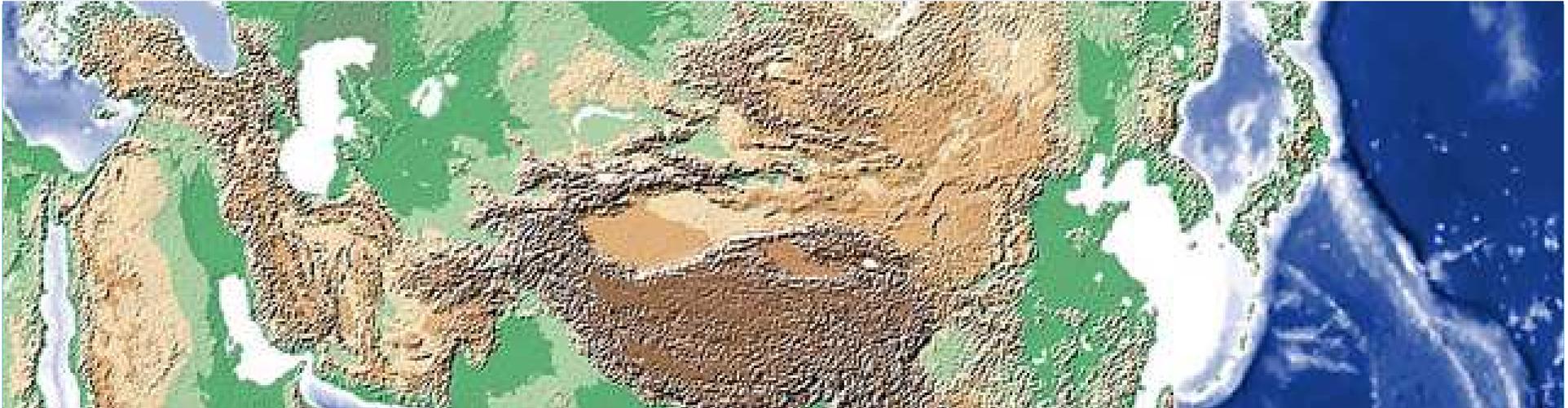


JSCE討論会「アジア地域の地震災害科学への貢献」
～土木計画学からのアプローチに対する期待～



近年のアジアにおける 地震災害の特徴と減災への課題

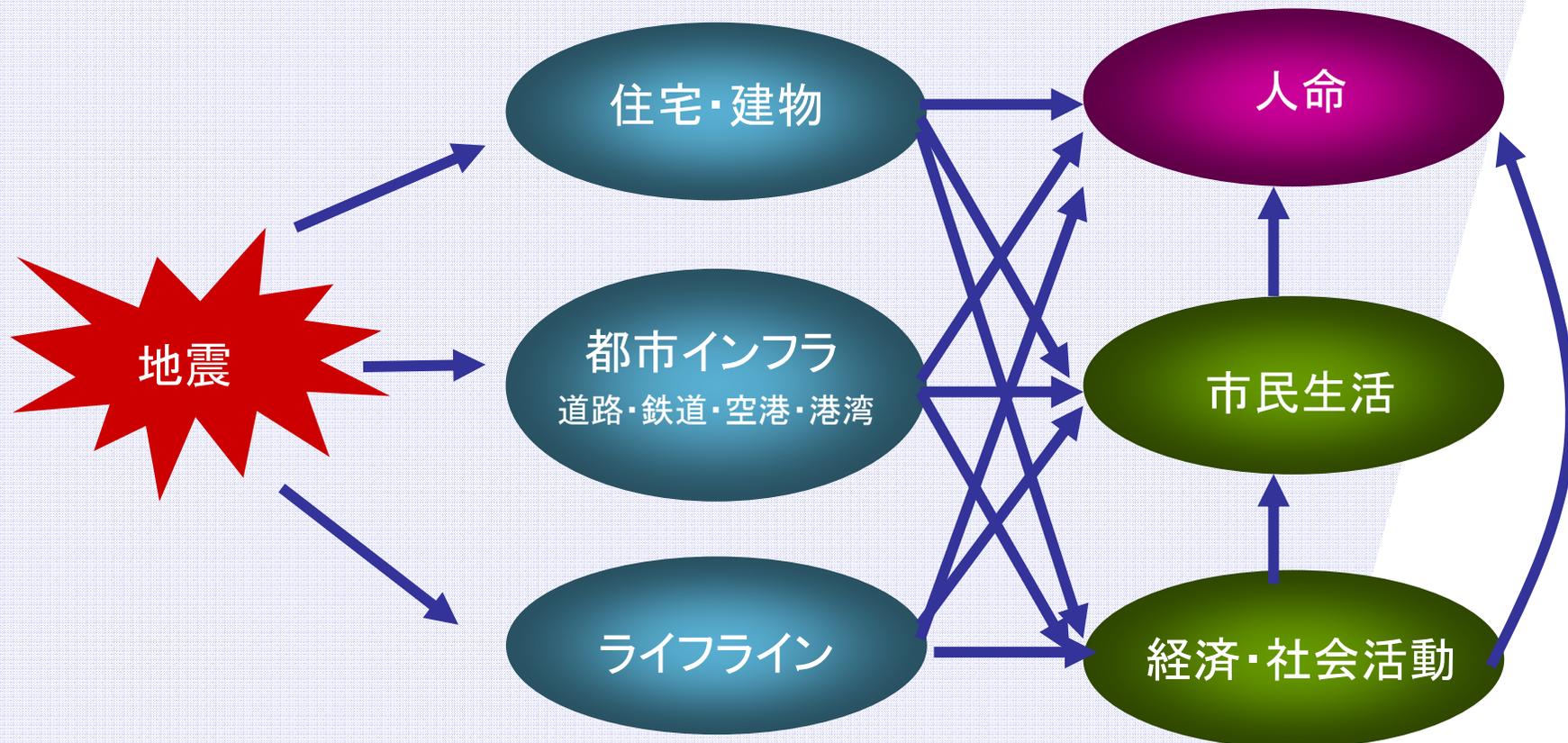


神戸大学 鋤田泰子

地震によって引き起こされる被害

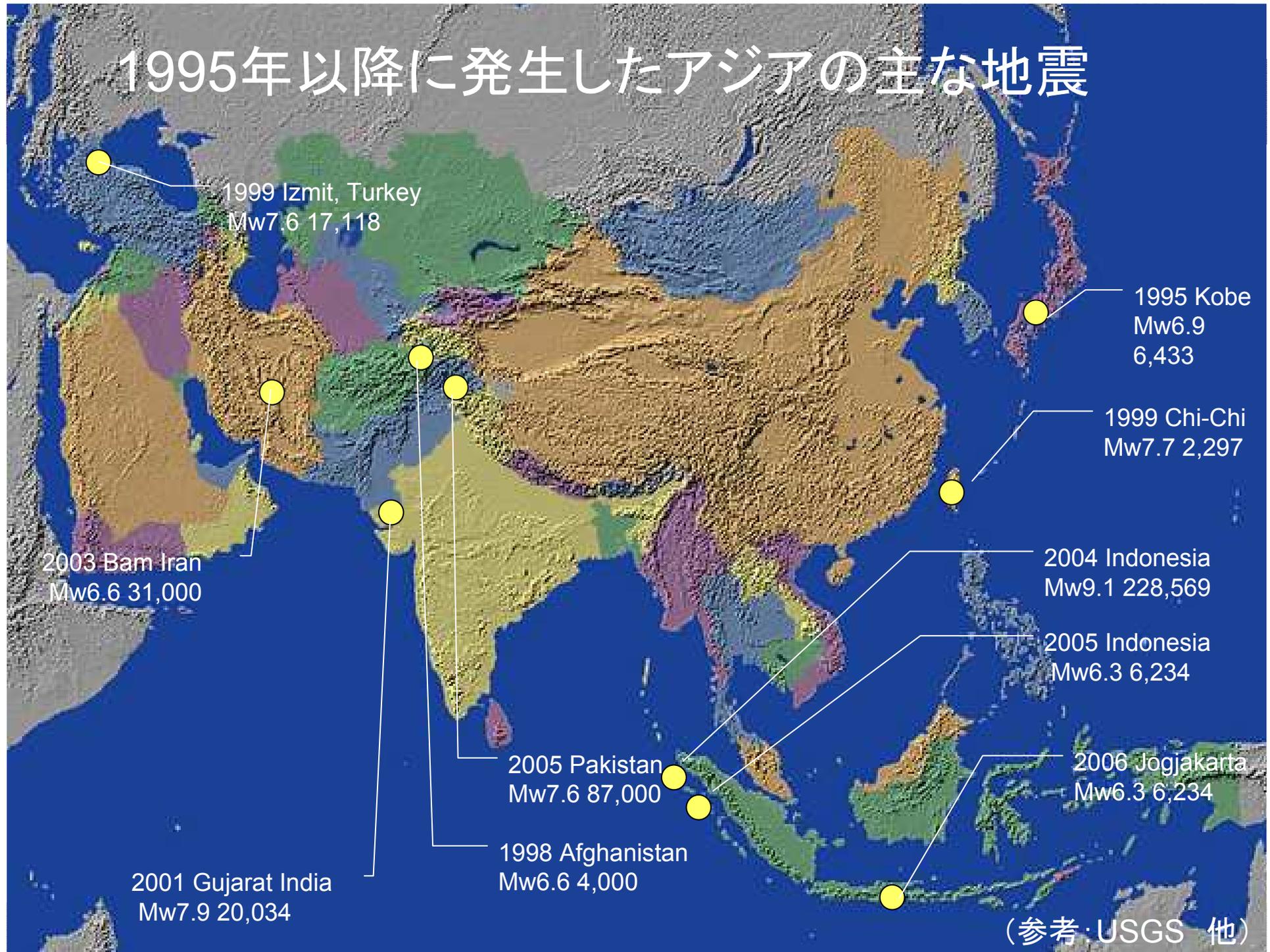
地震被害： 物理的被害 と 間接的被害

【建築・土木施設】



地震はいずれかパスを通して命に影響してくる。

1995年以降に発生したアジアの主な地震



(参考・USGS 他)

**Tsunami disaster
After December 26, 2004.....**



Southwestern Sri Lanka (after Dr. Nimal)

**Earthquake disaster
After December 26, 2003.....**



Bam, Iran

Earthquake disaster
After January 17, 1995.....



Rokko, Kobe (after Kobe City)

アジアにおける地震災害の特徴

1995年以降に発生した世界の主な地震(死者・行方不明者100人以上)

No.	発生年/月	場所	Mw	死者数
1	2004/12	スマトラ沖・アンダマン海	9.1	228,569
2	2005/10	カシミール(パキスタン)	7.6	87,000
3	2003/12	バム(イラン南東部)	6.6	31,000
4	2001/1	グジャラート州(インド西部)	7.9	20,023

- 地震発生頻度が高い
- 一つの地震に対して犠牲者数は数千～数万のオーダー

課題: 犠牲者数を減らすことが防災・減災への第一歩

14	2005/2	ザランド(イラン南東部)	6.4	612
15	1996/2	雲南(中国)	6.6	322
16	1996/2	イリアンジャヤ(インドネシア)	8.2	166
17	2000/6	スマトラ南部(インドネシア)	7.9	103

引用: 入倉先生、日本地震工学会誌2006.7

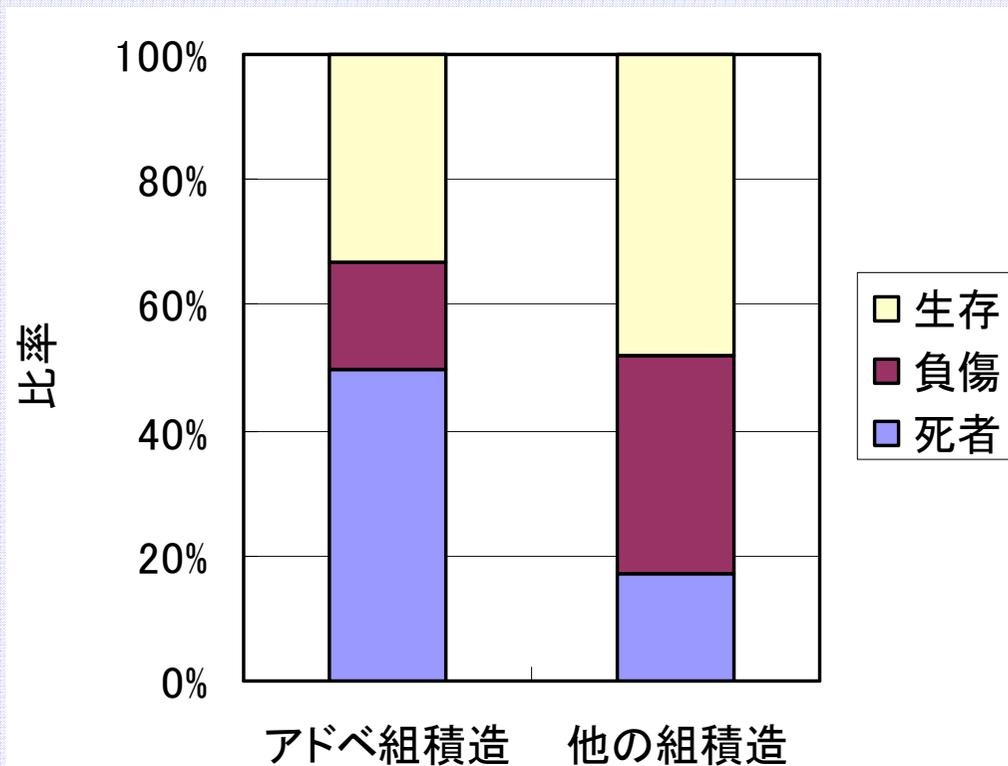
建物構造による死者発生率

被災者へのアンケート調査(バム・バラバット)

▶ 死者70人を対象にした構造別の死者

アドベ組積造の住家: 50% (123人中61人死亡)

その他の組積造の住家: 17% (52人中9人死亡)

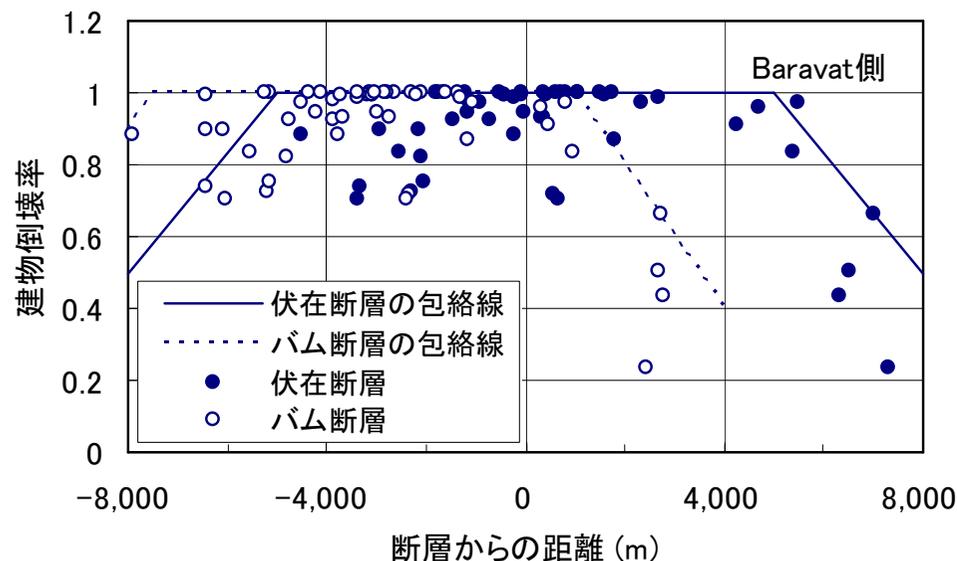




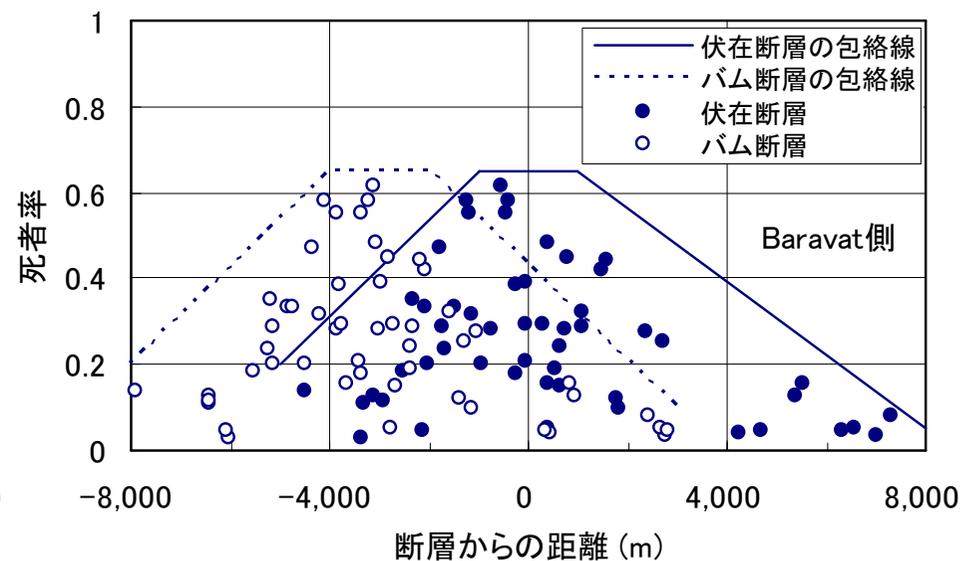


断層距離によって被害は減少する

イラン・バム地震(2003)



断層距離と建物倒壊率



断層距離と死者率

- 脆弱な住宅の耐震化計画
- 断層地域の建設を規制した都市計画 →断層法の考え



災害対応の地域差

都市型災害

兵庫県南部地震(1995)、台湾集集地震(1999)

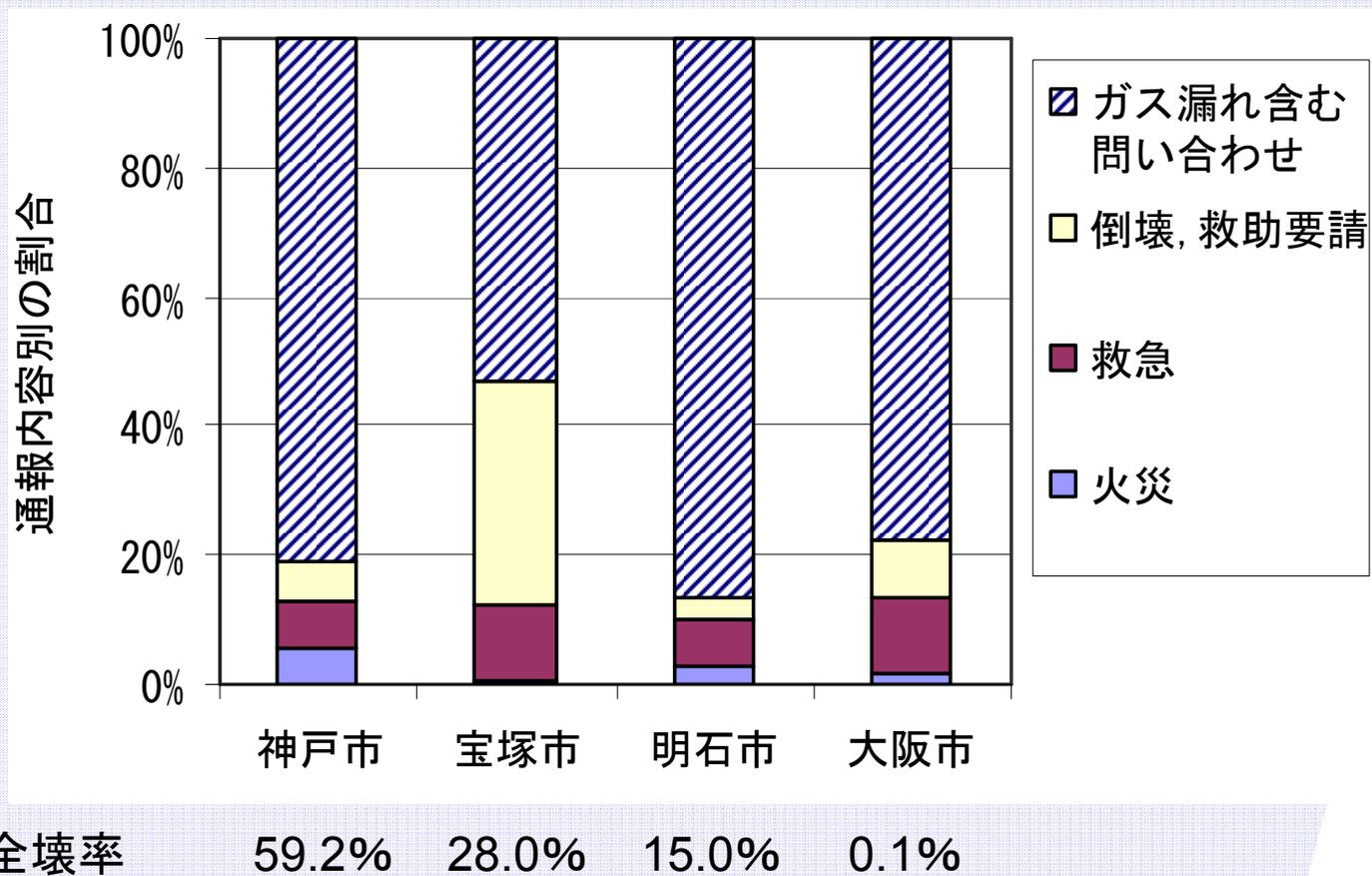
- 人・情報・システムの複雑化・大規模化により意志決定が困難
- 都市インフラ・ライフラインが人命に与える影響大
- 既存施設を維持しながら、救命機能を差別化

地方型災害(中山間地域の災害)

イランバム(2003)、スマトラ沖地震・津波(2004)

- 防災意識の温度差 (他の災害に対する危機感があれば別)
- 孤立化問題が顕著 → 空路・航路を含めた輸送手段の確保
- 外部応援主導による緊急対応
- 地域活性も考慮した長期的復旧計画が必要
→ 地方版防災計画の策定

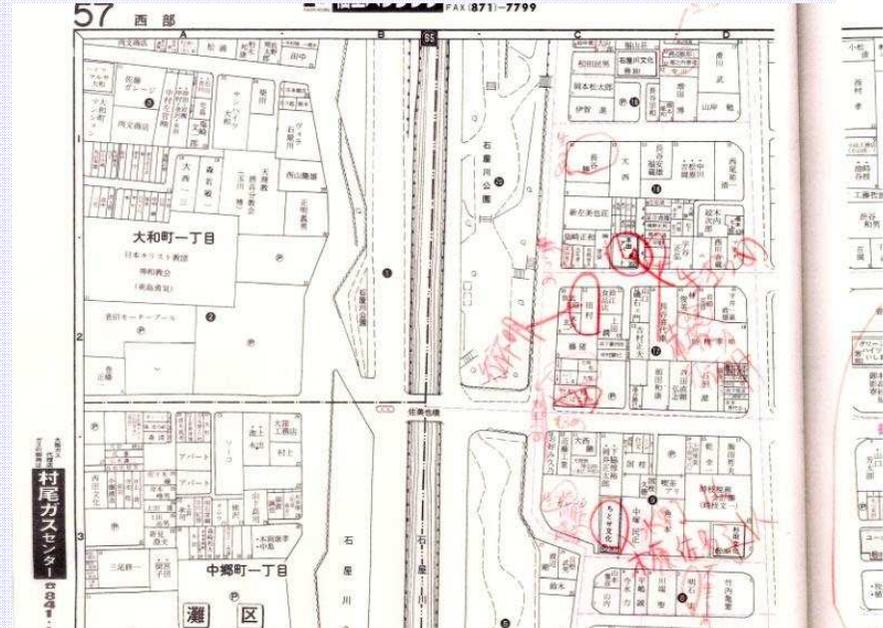
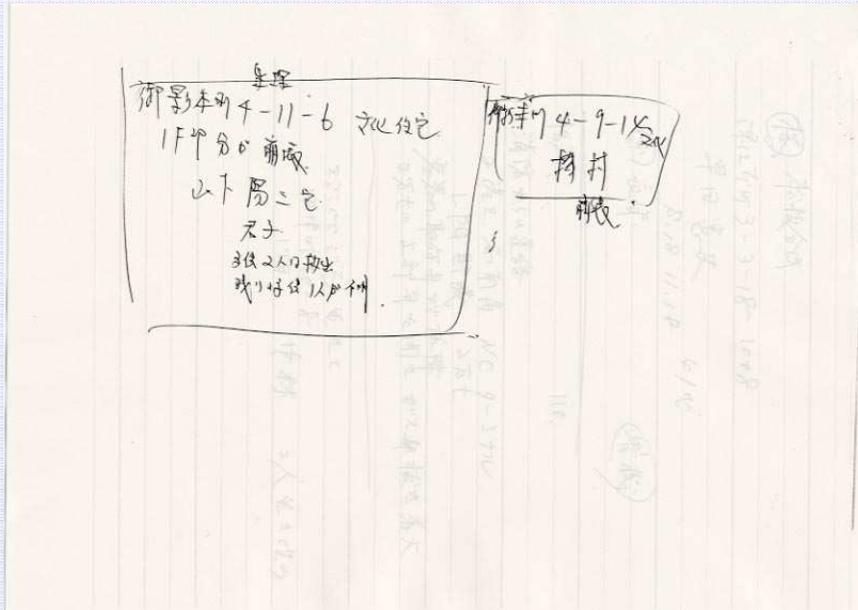
災害時の情報収集・広報と個人の救命情報



煩雑な情報を統合・選別・最適化 → 災害対応の意思決定支援

神戸市東灘区における駆け込み通報

兵庫県南部地震において住民が東灘警察署に駆け込んで通報した記録



メモ形式のデータ

440件

ゼンリン住宅地図上のデータ
抽出・整理

578件

476件

個人がもつ重要情報の活用 → 情報の流れを把握する

兵庫県南部地震におけるライフラインに関わった死者

死者 6,433人 (直接死 5,502人)

道路(阪神高速)

高架橋の倒壊、高架橋上の衝突

16人(0.29%)

鉄道(全私鉄)

駅舎倒壊による死者

3人(0.05%)

ガス(洲本ガス)

供給管ねじ部の折損によるガス漏洩CO中毒死

4人(0.07%)

水道(火災)

消火栓稼動不可による延焼影響

32~45人(0.5~0.8%)

電気(火災)

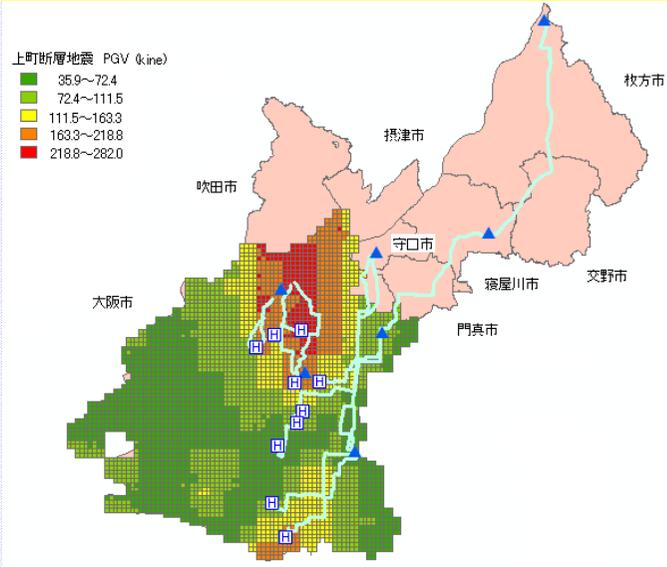
地震後10日間に発生した火災175件の内
44件(25%)が電気に関するもの

通信(輻輳)

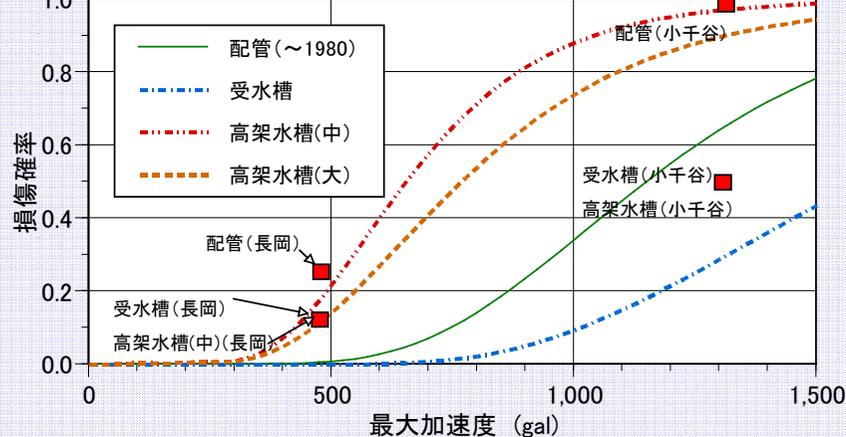
警察への駆け込み救助要請
死者の出た要請件数/
全要請件数 = 30.0%

既存施設を維持しながら救命機能を差別化する

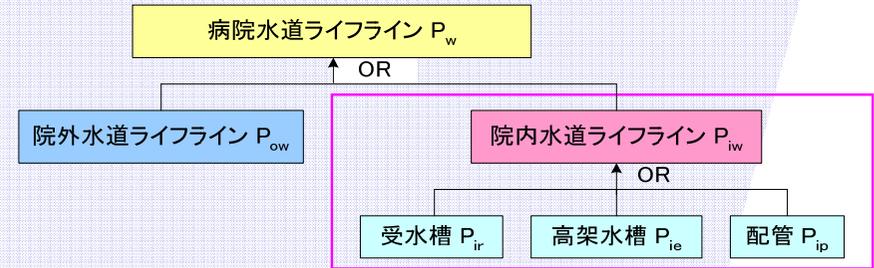
耐震化を優先すべき脆弱管路の選定



地震ハザードとなる地震動推定



ライフライン施設の地震損傷評価



ライフラインの地震損傷評価

想定地震	建物	水道	電気	損傷モード		モード別確率	応急給水係数	必要給水量
				Mi	モード			
想定地震	被害なし $1-(P_{b1}+P_{b2})$	被害なし $1-P_w$	被害あり P_w	病院被害なし	1	0.00	0	0.0
				電気損傷	2	0.06	0	0.0
				水道損傷	3	0.05	0.5W	17.0
				電気損傷, 水道損傷	4	0.78	0.1W	48.2
	中破 P_{b1}	$1-P_w$	$1-P_e$	建物半破	5	0.00	0	0.0
				建物半破, 電気損傷	6	0.01	0	0.0
				建物半破, 水道損傷	7	0.01	0.5W	1.8
	大破 P_{b2}	P_w	$1-P_e$	建物半破, 電気, 水道損傷	8	0.08	0.1W	5.0
				病院全破	9	0.01	0.1W	0.6

W: 通常時1日使用水量(t) W=619(t)

72.51(t) × 16.7(日) = 1208(t)

1日応急給水量 復旧日数 必要応急給水量

病院の損傷状態と必要応急給水の推定

過去の地震における集落孤立化事例

2001年3月24日午後15時27分 芸予地震

大島上島（大崎町）

1,880世帯4,500人の町、高齢化が問題になる

水：呉から海底パイプラインで芸予諸島に
上水を供給する安芸灘系用水から供給

- 安芸灘系用水の供給停止（4日間）
→ 島内の貯水槽の利用、給水艇
- 負傷者2名の救急艇による竹原への搬送
- 戸別無線装置やスピーカー使用可能
- 消防署はなく、地域若者によって構成される消防団員148名

台風による日頃からの孤立化の危機感

→ 災害時に自給自足できる地域社会形成



民間空港が負傷者搬送、救援物資の拠点に



2003年イランバム地震

自動車会社所有の空港

管制塔に被害があったが当日中に離発着可

1,100人の負傷者を搬送

地方集落の災害対応と輸送手段の確保



負傷者・避難者の受け
入れ対応

負傷者の搬送・避難者の搬送

医療施設・避難施
設の機能

都市部

地上・海上・航空輸送路の確保
協定関係の確立

地方集落

派遣の対応

救援物資・復旧資機材

救援物資・人不足
復旧方策が定まらない



スリランカにおける津波後の事業復旧

❁ヒアリング調査

- 調査時期: 2005年9月
- 調査場所: スリランカ・ゴール周辺
- 回答者: 事業責任者

-質問内容-

- 事業種別
- 津波浸水高さ
- 施設・ライフラインの被害と復旧
- 事業復旧過程



建材ロープの製造

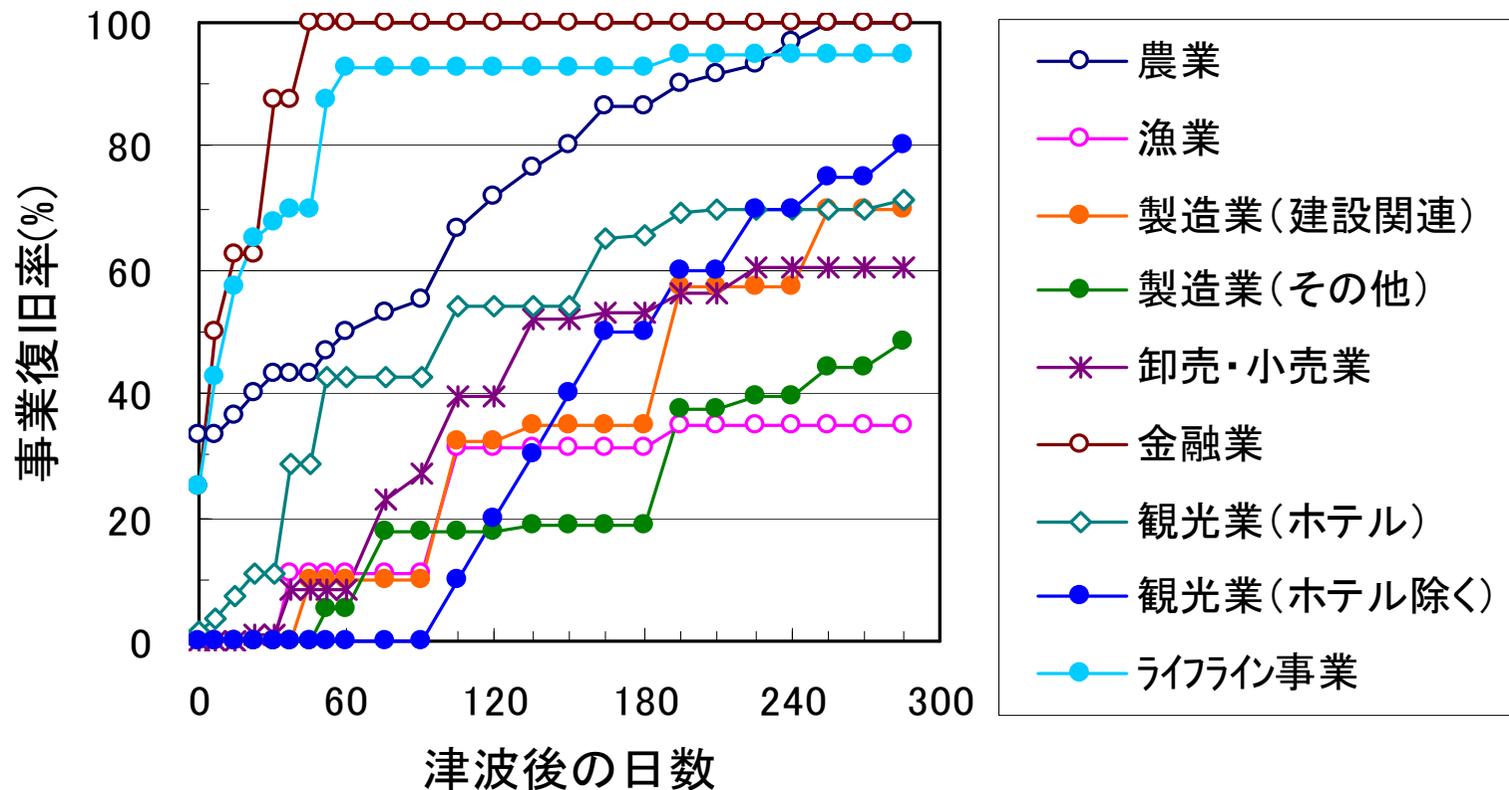


シナモン油製作所



製氷施設の被害

津波後の事業復旧過程



- **金融業・ライフライン事業の復旧は非常に早い**
非被災地域の事務所との連携、復旧応援、保険の加入
- **漁業・観光サービス業は施設の被害だけでなく、観光客減少による影響も受けている**



課題

アジア地域の減災 → 一地震あたりの犠牲者数を減らす

- ▶ 断層と都市計画・インフラ建設計画
- ▶ 脆弱住家の耐震化計画
- ▶ 災害時の人・情報・システムの最適化・意志決定法
- ▶ 既存施設を維持しながら救命機能を差別化
- ▶ 地方版防災計画の考え方を確立
- ▶ 地域活性も考慮した長期的復旧計画の確立

災害時に人命を守る土木計画概念の確立