

2024年11月30日

# 大阪における心配な自然災害

阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター長

関西大学社会安全学部・特別任命教授

社会安全研究センター長

工学博士 **河田 惠 昭** 京都大学名誉教授

阪神・淡路大震災以降、自然災害の被害を直接、少なくする研究は少なく、災害が起こればどのような被害が発生し、どのような特徴があるのか、という研究が圧倒的に多い。

だから、いつまで経っても住民の不安が小さく、少なくならない。

# 1. 大阪市域の災害脆弱性

**大阪は歴史的に  
全国 1 の災害多発・激化地域**

# 西暦500年頃の地形

中央環状線

旧河道

京阪電車

古川

湿地帯

寝屋川

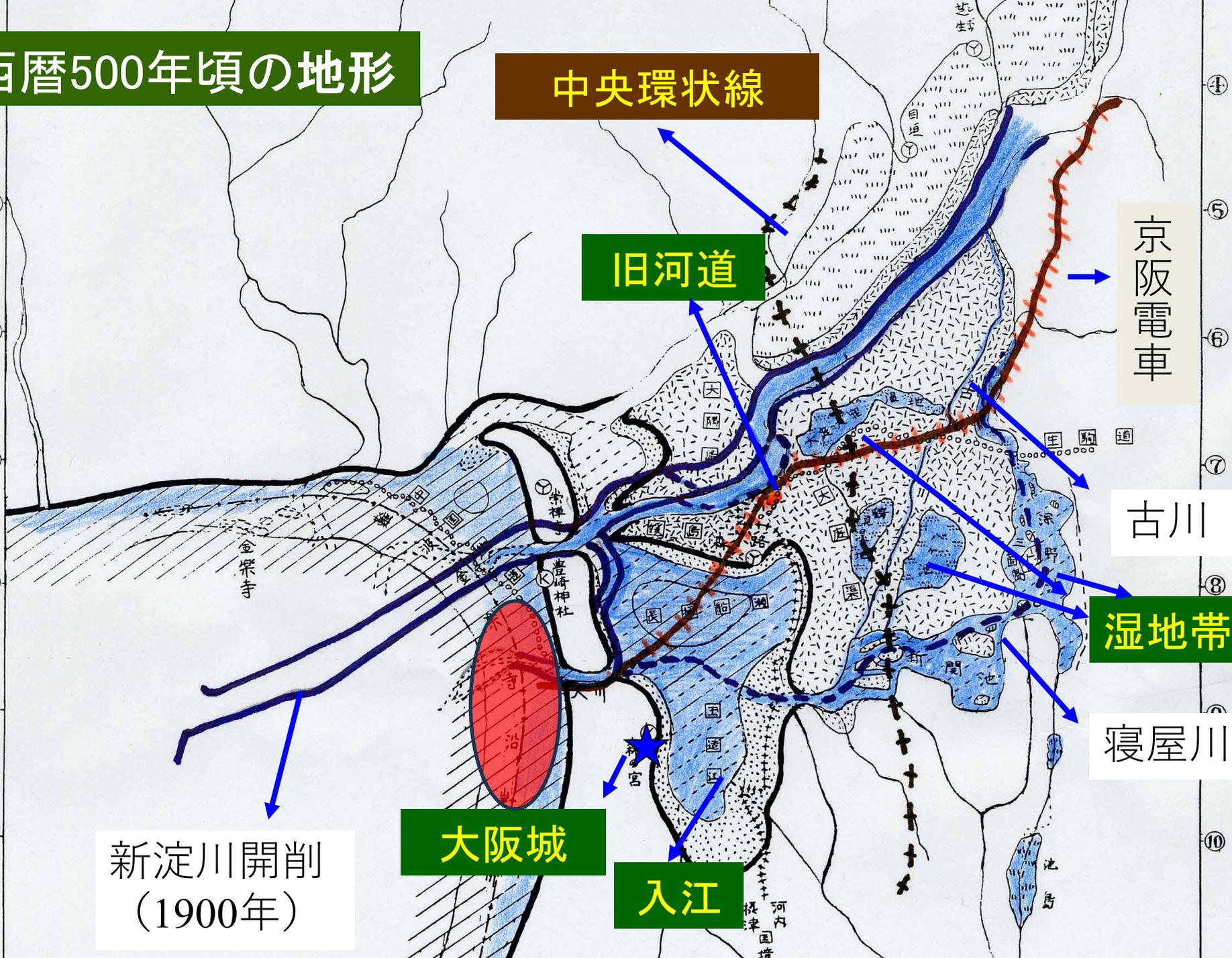
大阪城

入江

新淀川開削  
(1900年)

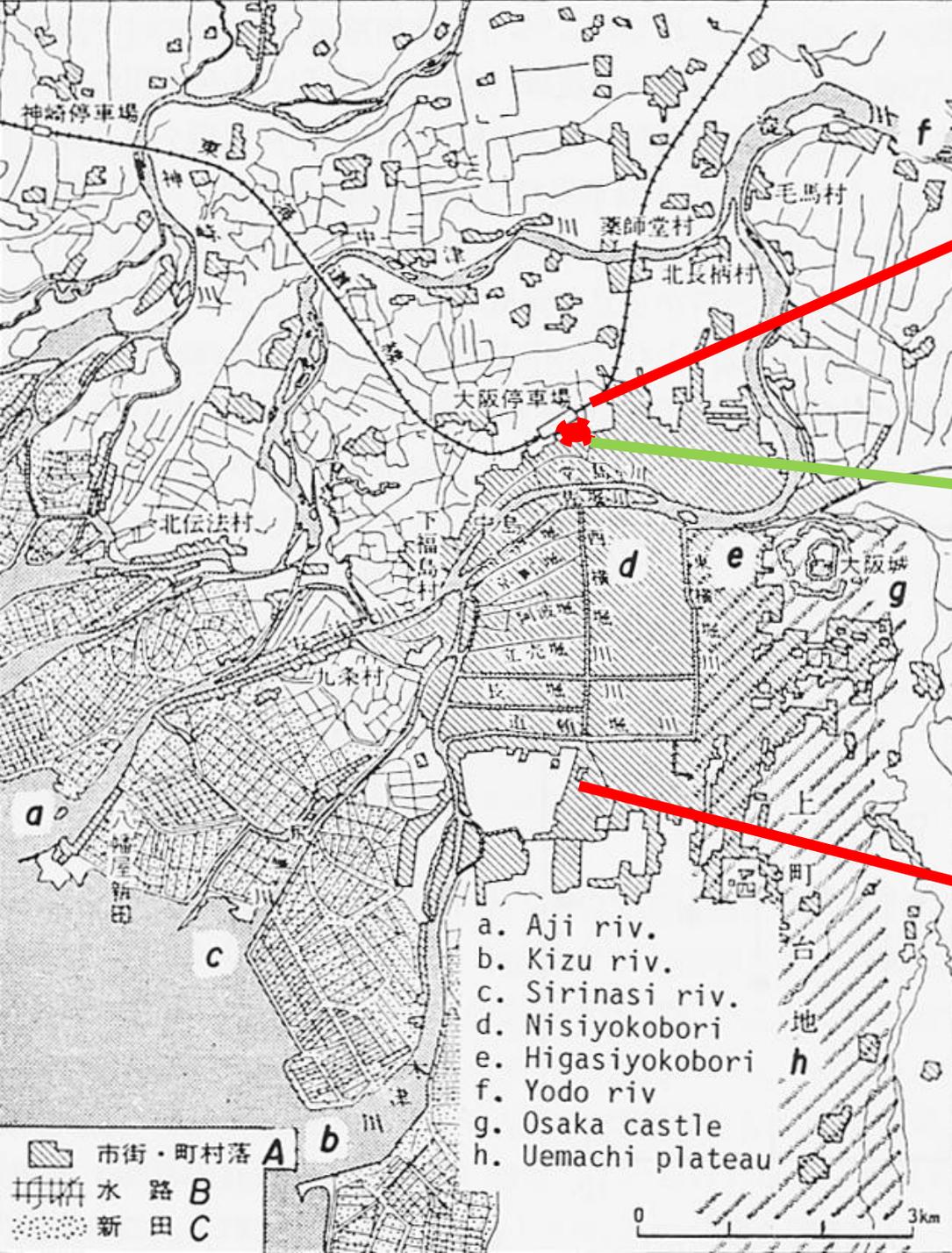
5  
6  
7  
8  
9  
10

4  
5  
6  
7  
8  
9  
10



# 災害が起これば、昔の大阪の地形・地盤特性が被害を決定づける。

- 江戸時代以前は上町台地より西側は湿地帯であった。
- 豊臣秀吉は最初に東横堀川を開削し、次いで道頓堀を掘って木津川に接続した。
- 江戸時代に干拓が進み、約4km海岸線が前進した。船場や島之内などの市街地は、堀を掘った土砂で地上げする方法であった。したがって、土佐堀、長堀、阿波座堀などの堀が多く、八百八橋と言われた。
- 明治初期、曾根崎新地（財政逼迫した幕府は、蜷川の川幅を狭めて土地を造成し、お茶屋などに売却）より北側は「埋田」と呼ばれ広大な未利用地であった。
- したがって、日本国有鉄道の「大阪駅」が立地できた。
- 1930年代から地下水の過剰くみ上げで地盤沈下が50年以上継続した。最大は天保山（海遊館付近）で2.8m沈下



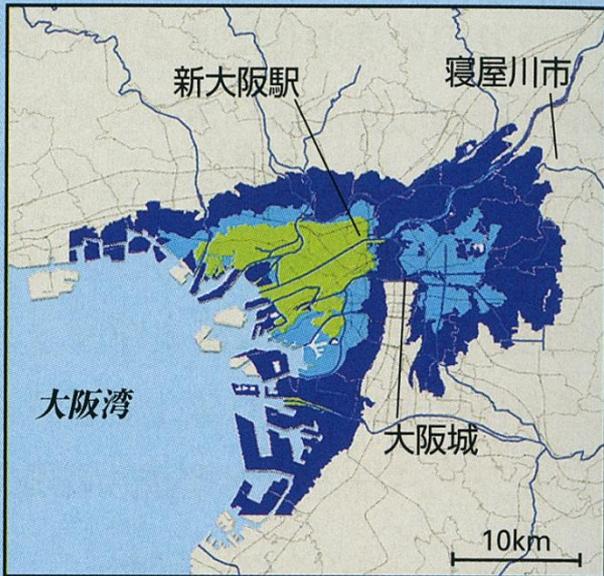
JR大阪駅

市街地の北限は曾根崎新地でそれより北は湿地。昔は「埋田」という地名

現在の難波

1885年（明治18年）作成の通称迅速図

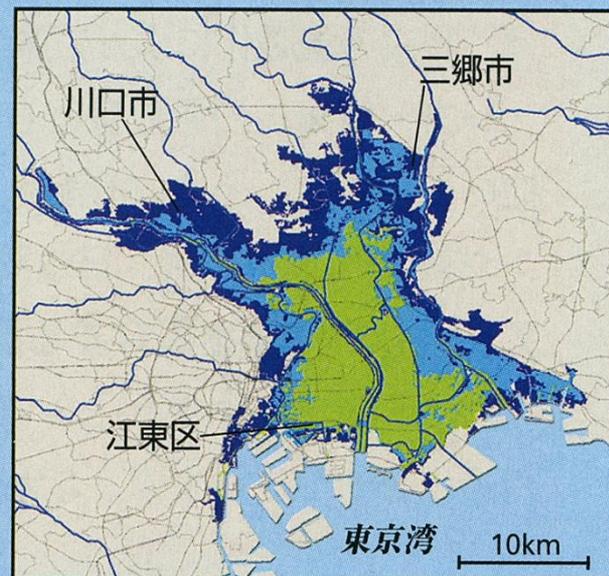
大阪



名古屋



東京



 海拔ゼロメートル地帯  
(満潮時の海面より低いところ)

 海面が59cm上昇した場合の  
海拔ゼロメートル地帯

 海面が59cm上昇した場合の  
満潮+高潮発生時の海面より低くなる場所

## ゼロメートル地帯の特徴

**面積**                      124 km<sup>2</sup>                      336 km<sup>2</sup>                      124 km<sup>2</sup>

合計 : **584km<sup>2</sup>**

**人口**                      138 万人                      90 万人                      176 万人

合計 : **404万人**

# 大阪の中心部で起こり得る大規模災害

- 上町断層帯地震
- 南海トラフ巨大地震と津波氾濫
- 台風による広域豪雨（淀川氾濫）
- 地球温暖化による台風の大型化に伴う高潮氾濫災害

あるいはこれらの災害の組み合わせによる  
**複合災害**

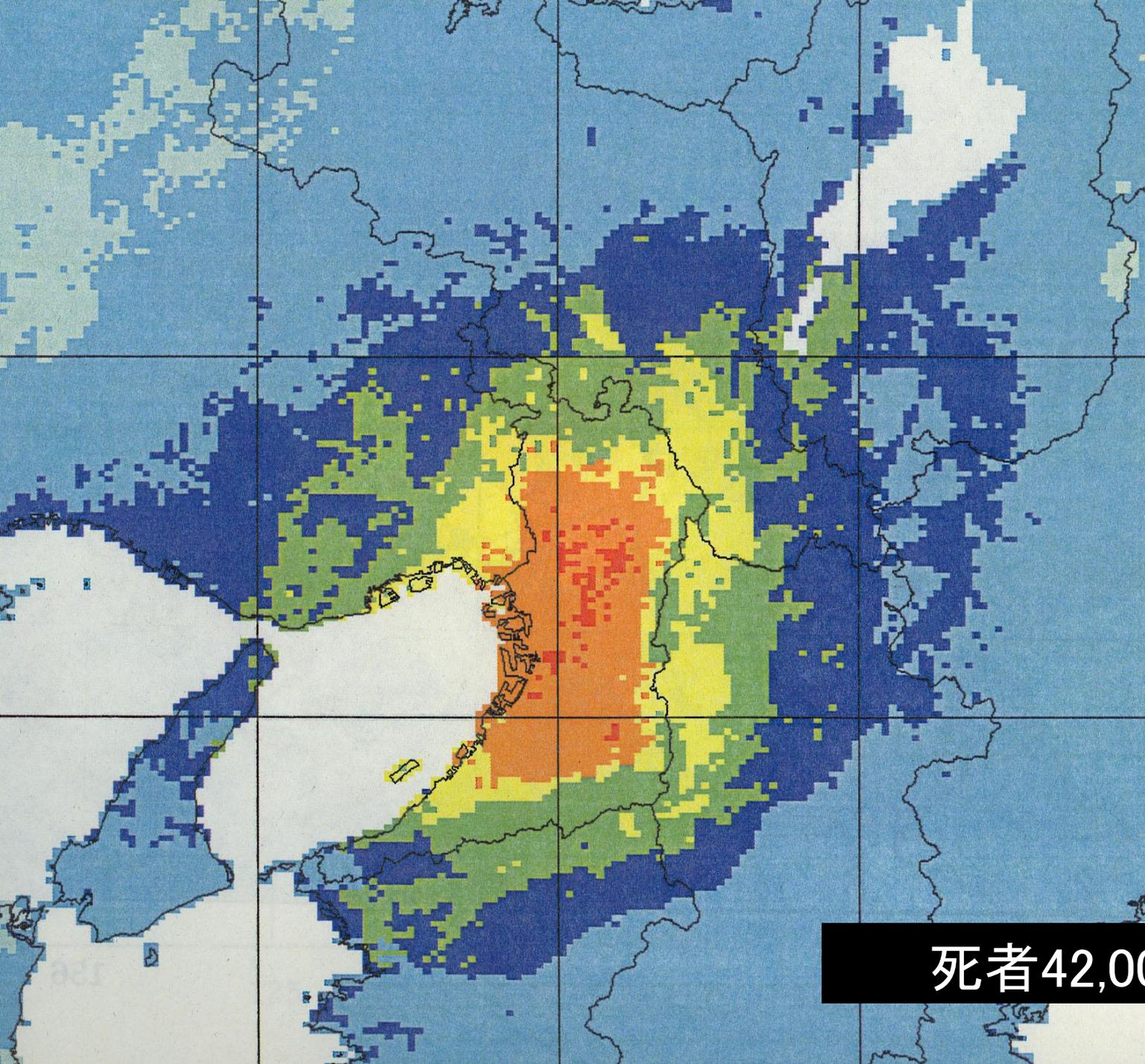
## 2. 上町断層帯地震

**この活断層の大きさと被害は、  
全国1のクラス**

# 上町断層帯地震

M7.6

死者42,000人



# 上町断層帯の地震により想定される地盤の高さの変化

- ・ 強震動予測のために設定した上町断層帯の断層モデルを半無限弾性媒質中におき、Okada[1985]の弾性論にもとづき、地表面における上下変位量を計算
- ・ 上町断層帯の東側で最大約1.9mの隆起、西側で最大約70cmの沈降が想定される

図1 上町断層帯の地震による地表の上下変位量の分布  
(白線:断層モデルの地表面トレース、黒線:鉛直断面図(右図)をとった領域)

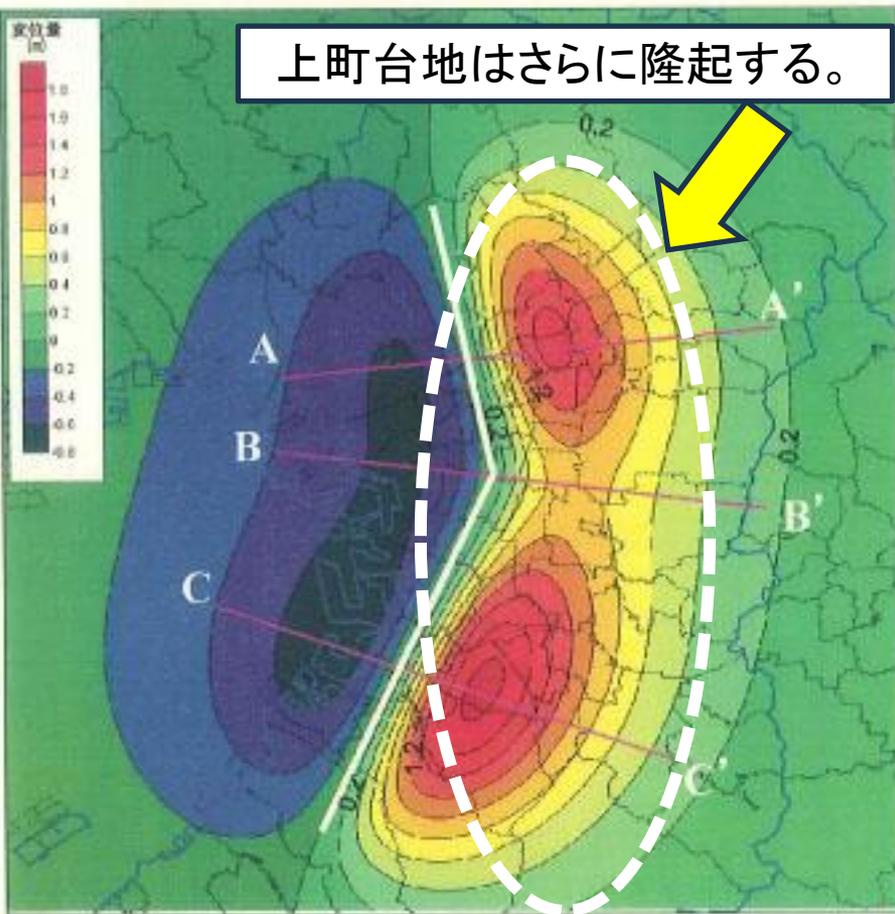
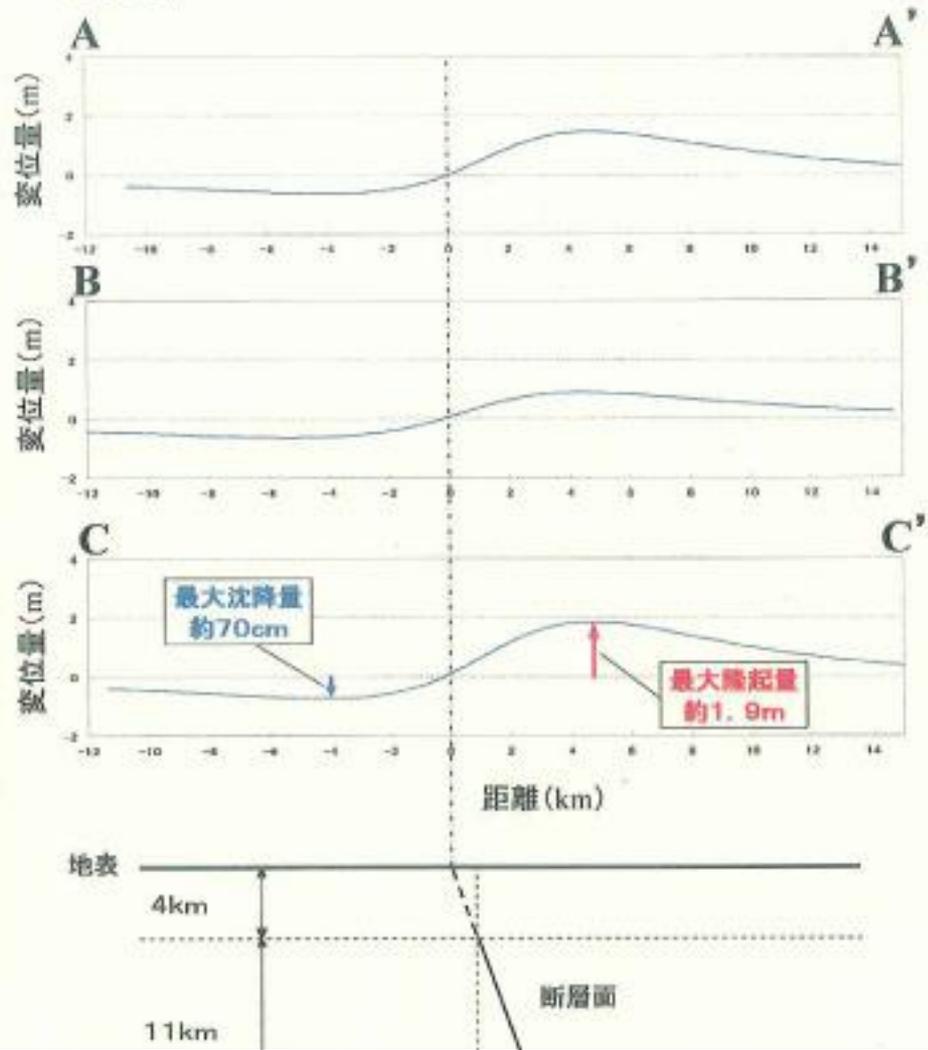


図2 上町断層帯の地震による地表の上下変位分布(上)と、設定した断層モデル(下) ((図1 A—A', B—B', C—C', 沿いの断面)。地表トレースの位置を0kmとしている。



松屋町筋と谷町筋の間で上下に約2.5m食い違う

# 上町断層帯地震が起こればどうなるか

- 大阪は壊滅する。  
死者4万2千人、負傷者約20万人、全壊家屋：約97万棟  
（揺れ：56万棟、火災：39万棟）、自力脱出困難者数：  
15万人
- 西大阪は最大70cm程度、瞬間的に地盤沈下し、  
ゼロメートル地帯は水浸しになる。
- 市内交通（道路、地下鉄、JRおよび私鉄、モノ  
レール等）は長期停止する（大阪の都心は沖積  
平野上に位置していることに注意：神戸とは違う）
- 延焼火災が大阪市内で多数発生する。

# 南海地震の発生約40年前頃から活発化する内陸地震

その1: 兵庫県南部地震 M7.2  
1995 1/17

その2: 鳥取県西部地震 M6.6  
2000 10/6

その3: 芸予地震 M6.4  
2001 3/24

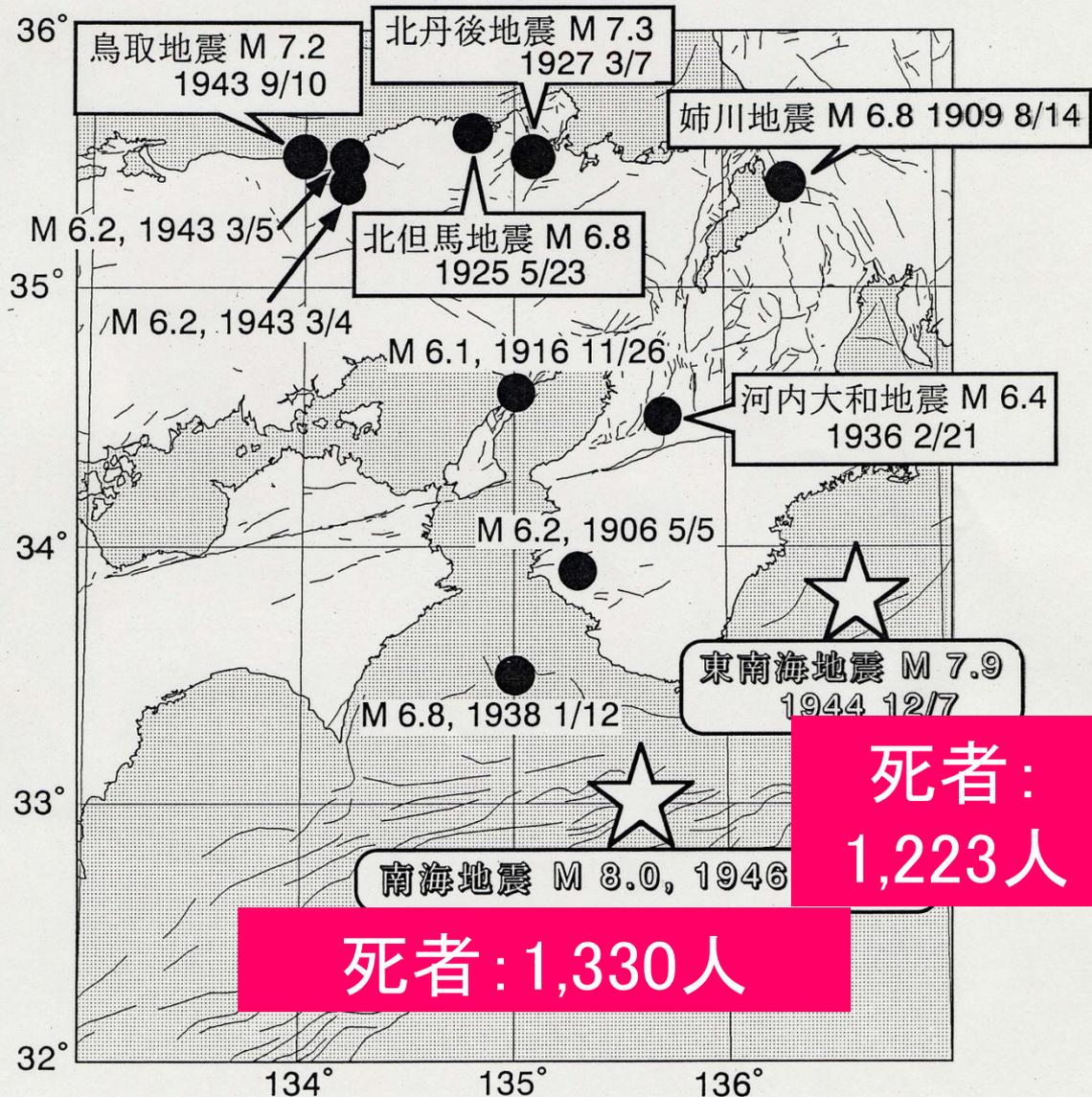
その4と5: 紀伊半島南東沖  
M6.9および7.4 2005 9/5

その6: 淡路島地震 M6.3  
2013 4/13

その7: 大阪府北部地震 M6.1  
2018 6/18

次の候補は京都・花折断層, 大阪・上町断層, 奈良・奈良盆地東縁断層, 兵庫・山崎断層ほか多数

# 南海地震の前の活動1906年～1946年 M>6.0の地震が10個発生

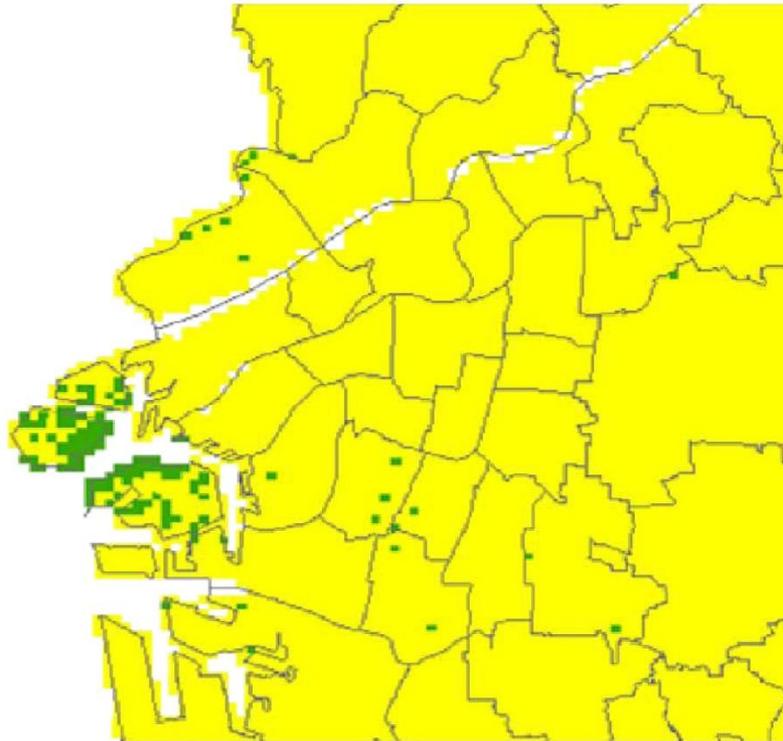


# 3. 南海トラフ巨大地震と津波

## (1) 地震被害

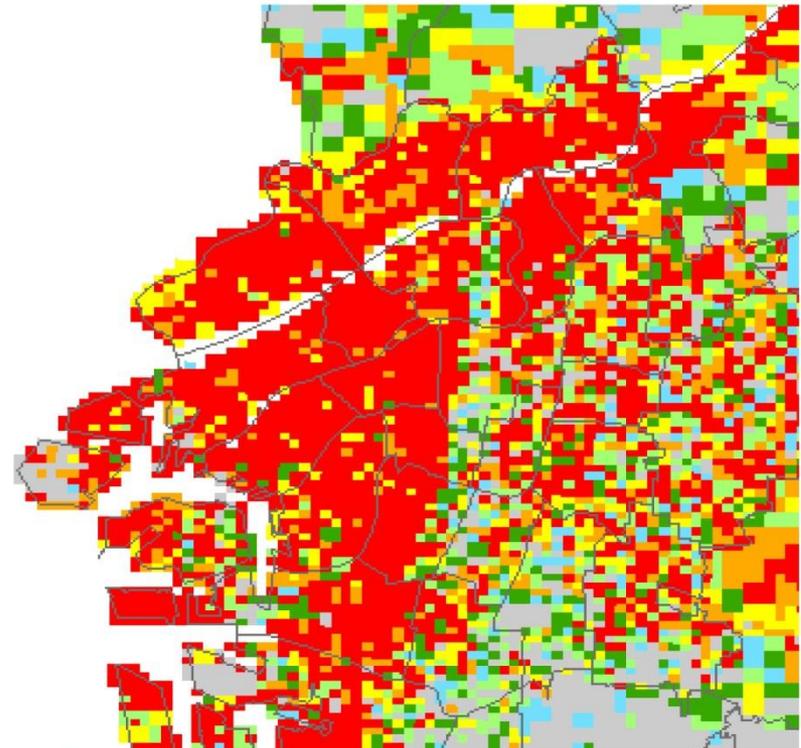
**東日本大震災に比べて固い地盤が広がり、  
地震被害は大きい**

# 震度分布・液状化予測(大阪府)



## 震度階級

- 計測震度6.5～(震度 7)
- 計測震度6.0～6.5(震度 6強)
- 計測震度5.5～6.0(震度 6弱)
- 計測震度5.0～5.5(震度 5強)
- 計測震度4.5～5.0(震度 5弱)
- 計測震度～4.5(震度4以下)



## PL値

- 25 ~
- 20 ~ 25 激しい
- 15 ~ 20
- 10 ~ 15 中程度
- 5 ~ 10 程度は小さい
- 0 ~ 5 ほとんどなし
- なし

# 心配な、やや長周期の揺れ(3から5秒)による 超高層ビル、連続立体橋、石油タンクなどの被災

## ゆっくりとしたゆれにより、平野部の

巨大地震では、周期が数秒以上の長周期地震動（ゆっくりしたゆれ）が発生しやすい。長周期地震動は、人間はほとんど感じることがない。また低層の建物はほとんどゆれない。しかし高層ビルや長大橋、大規模な石油タンクなどを大きくゆらす。これは「共振」という現象がおきるため

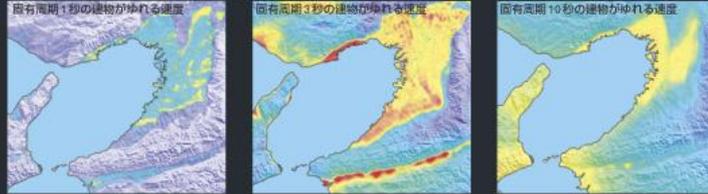
である。一般的には、高層の建物ほど、周期の長いゆれと共振しやすい。  
2003年9月の十勝沖地震では、長周期地震動が原因となって苫小牧の石油タンクで火災が発生した。長周期地震動は地震防災上、新たな問題となってきている。

## 高層ビルは従来の予想以上にゆれる

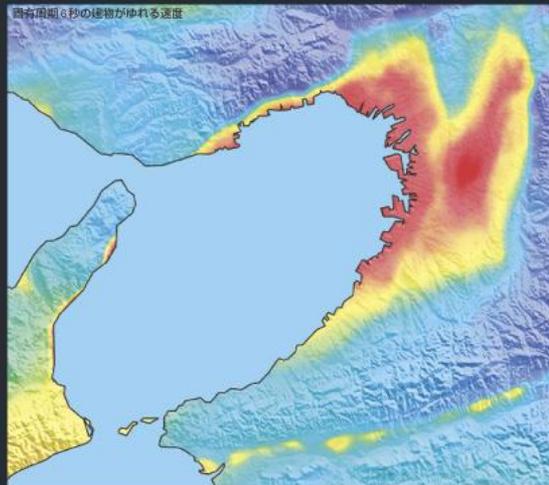
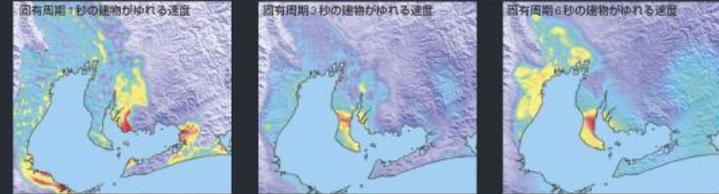
大阪平野や濃尾平野などの大規模な平野では、堆積層の厚さが1キロメートル以上もあるため、長周期地震動が大きくなる傾向がある。さらに困ったことに、これら大規模な平野には、長周期地震動によってゆれやすい高層ビルや石油タンクなどが多数存在している。

2004年9月5日に紀伊半島沖で発生した地震では、長周期地震動が、従来の研究から導かれる予測より50%程度大きかった。今回の研究では、この現象を説明できるように、シミュレーション手法の修正や地盤・地質モデルの精緻化を行っている。

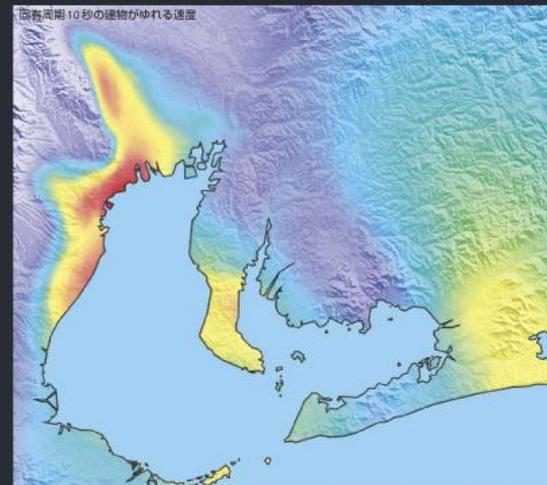
長周期地震動による大阪平野周辺の建物のゆれの予測（南海地震発生時）



長周期地震動による大阪平野周辺の建物のゆれの大きさの予測（南海地震発生時）



左ページは、南海地震の際に大阪平野付近の建物が、長周期地震動によってどのくらいの速度でゆれるのか、建物の固有周期ごとに見たものである。場所によって固有周期3秒の建物が大きくゆれるところもあれば、固有周期6秒や固有周期10秒の建物が大きくゆれる場所もあることがわかる。これは主に地下の構造が影響している。固有周期3秒は高さ約180メートルの建物、5秒は高さ200～250メートルの建物に相当する。固有周期10秒は、直径70メートルほどの石油タンクに相当する。



右ページは、東南海地震の際に濃尾平野付近の建物が、長周期地震動によってどのくらいの速度でゆれるのか、建物の固有周期ごとに見たものである。三重県の四日市市付近など、固有周期10秒の石油タンクがゆれやすい地域に、実際に石油タンクがたくさんあることに注意が必要である。

# 上水道（概要）

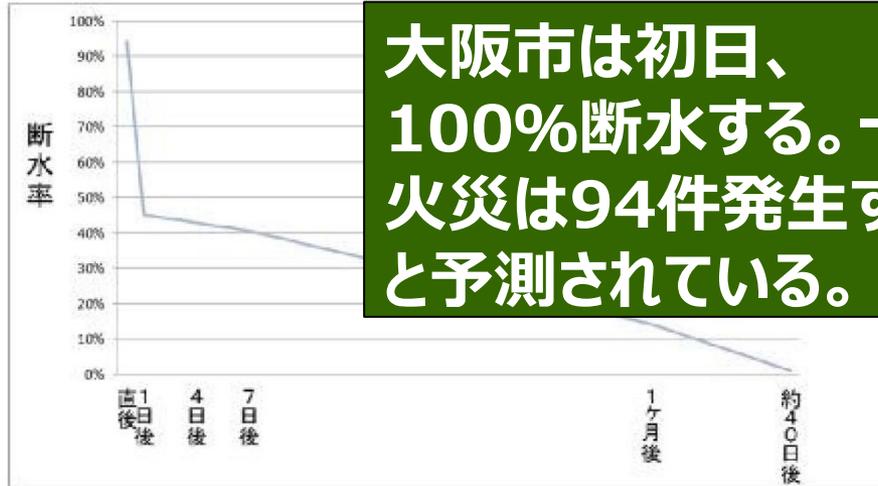
## 【被災直後の被害】

- ・最大で約832万人（全体の94%）が断水すると想定

## 【復旧推移】

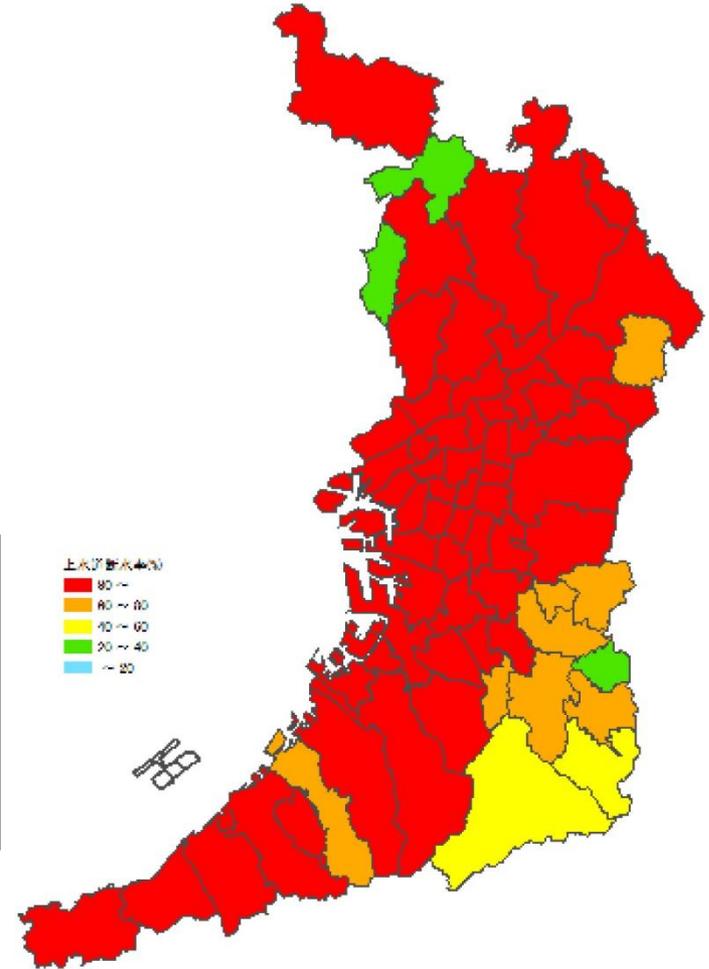
- ・発災1日後で約45%まで断水が解消
- ・発災約40日後にはほとんどの断水が解消

	断水人口(人)	断水率(%)
被災直後	8,320,730	94.0
被災1日後	3,998,784	45.2
被災4日後	3,805,083	43.0
被災7日後	3,596,262	40.6
被災1ヵ月後	1,265,642	14.3
被災約40日後	94,101	1.1
給水人口(人)	8,850,887	



**大阪市は初日、100%断水する。一方、火災は94件発生すると予測されている。**

## 【断水率】



# 大阪市内の被害概要（地震の揺れ）

- 地震の揺れは、全域で震度6弱、一部6強が1分以上継続
- 長周期地震動（周期5秒前後）が卓越し、重厚長大な建造物に被害発生（2016年熊本地震（震度6強と6弱が2度襲来）では、熊本市内のマンションの80%で、何らかの被害発生
- 阪神高速道路上の走行中の自動車、高架上の電車は被災する危険性が大きい。大阪市内は大渋滞が継続
- 上町台地以外では液状化被害が深刻で、古い鉄筋コンクリート造の建物は不動沈下する。
- 西成区や東成区などの木造密集市街地では、延焼火災が発生する危険が大きい。

# 3. 南海トラフ巨大地震と津波

## (2) 津波被害

**太平洋沿岸では地震直後に来襲し、  
早期避難が難しい**

MEGAQUAKE II  
巨大地震

巨大津波  
最悪シナリオ

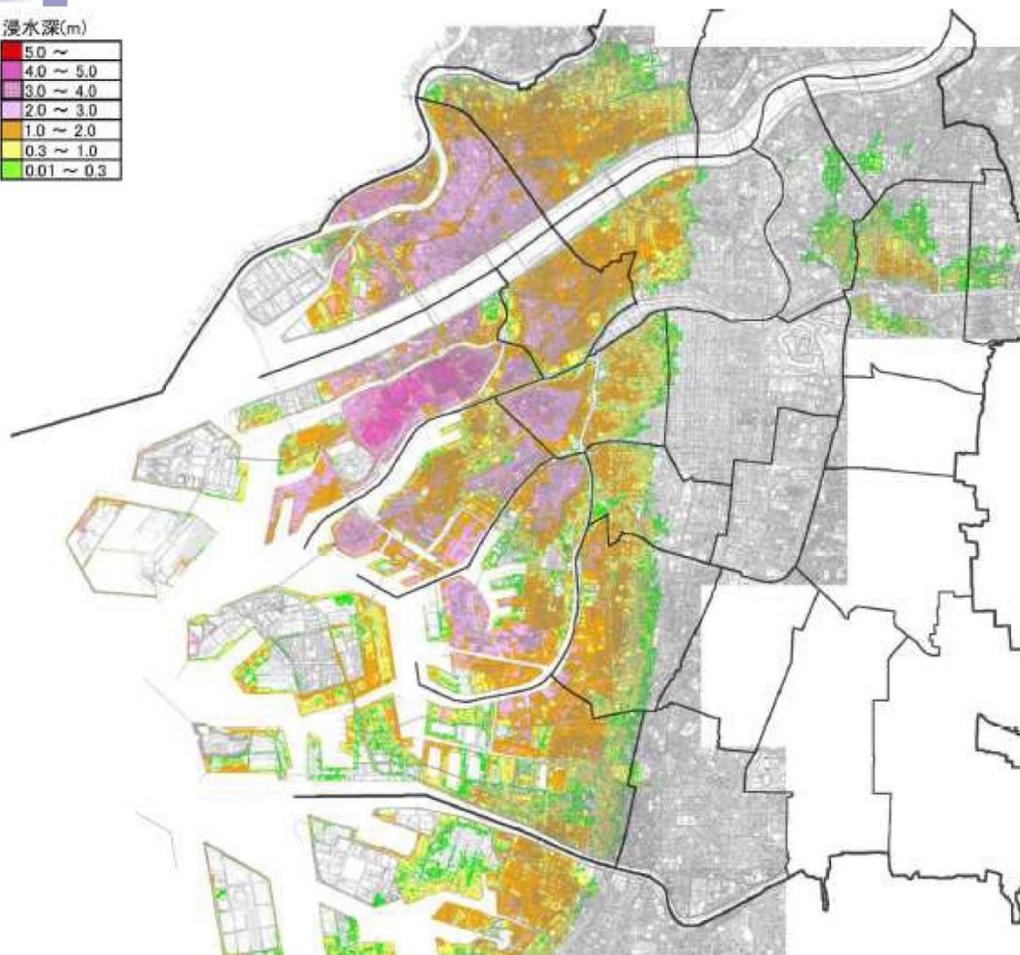
シミュレーションCG



# 津波浸水想定(大阪府)



浸水深(m)



区	浸水面積(ha)	最大浸水深(m)
北区	322	2.93
都島区	101	1.98
福島区	379	2.75
此花区	816	5.08
中央区	21	0.85
西区	426	4.76
港区	620	3.90
大正区	665	3.82
浪速区	193	3.49
西淀川区	840	4.30
淀川区	756	3.24
旭区	21	0.56
城東区	259	1.66
鶴見区	41	1.08
住之江区	1,174	4.12
住吉区	13	2.80
西成区	499	4.05
市域計	<b>7,146/22,300</b> (市域の32%)	—
府域計	<b>11,072</b>	—

# 梅キタ2期工事



4.1ヘクタールの都市公園  
(盛土の高さ3 m)  
津波や高潮来襲時  
の避難場所



# 南海トラフ巨大地震による大阪府の被害

## 地上の死者数: 133,891人 (地震の揺れと津波)

### 地下空間での犠牲者は含んでいない。

❖避難すれば津波による死傷者はこれだけ大きく減る(大阪府内)

	冬・午後6時発生		夏・正午発生	
	津波による浸水	堤防決壊による浸水	津波による浸水	堤防決壊による浸水
死者	11万 3991人	1万 8976人	11万 3452人	1万 5697人
負傷者	6万 3666人	279人	5万 7743人	232人
10分後(夏は5分後)に100%が避難を始めたら...	死者 0人	7882人	死者 0人	5277人
	負傷者 0人	117人	負傷者 0人	82人

3割の人が避難しないなどの最悪を想定したケース

10分後(夏は5分後)に100%が避難を始めたら...

住民が負傷者を病院に連れて行くしか方法はない!

# 大阪市内の被害概要（津波の浸水）

- 大阪市内の松屋町筋以西は水没。自動車は渋滞し、交通マヒが長期継続（停電しなくても発生）
- 中之島は全島水没
- キタとミナミの地下街など、大阪メトロ、JR西、近鉄、阪神、京阪電車の地下鉄部分は、阿倍野付近の地下街と地下鉄谷町線の天満橋駅以南を除いて水没。停電は1か月以上継続
- 浸水域の排水は停電期間に左右され、最低3日以上、排水不可能。
- 避難所への救援物資の配送が阪神高速の通行止め、道路網の寸断によって不可能

## 4. 淀川の洪水氾濫

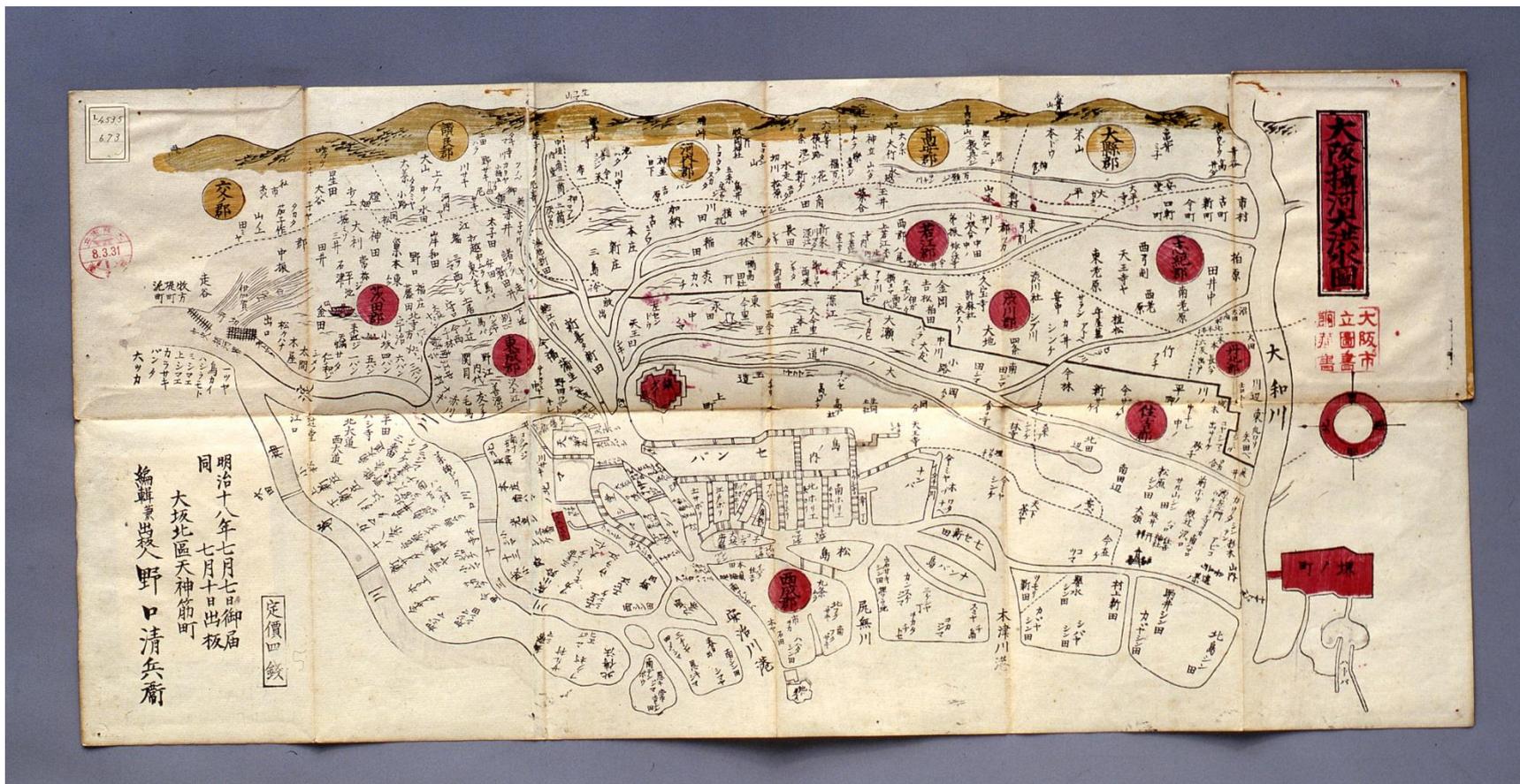
昔は連続高堤防がなかったので、  
人的被害は少なかった。

# 洪水はん濫災害

- 被害が大きい洪水：淀川の破堤氾濫  
とくに淀川は計画上、上流で200年に一度の大雨でもはん濫が起こらないことになっているが、実際は60から70年に一度の大雨で氾濫する。
- もし、市街地はん濫が発生すれば、地下空間・地下鉄網の水没は必至である。



# 1885年（明治18年）大阪摂河大洪水図

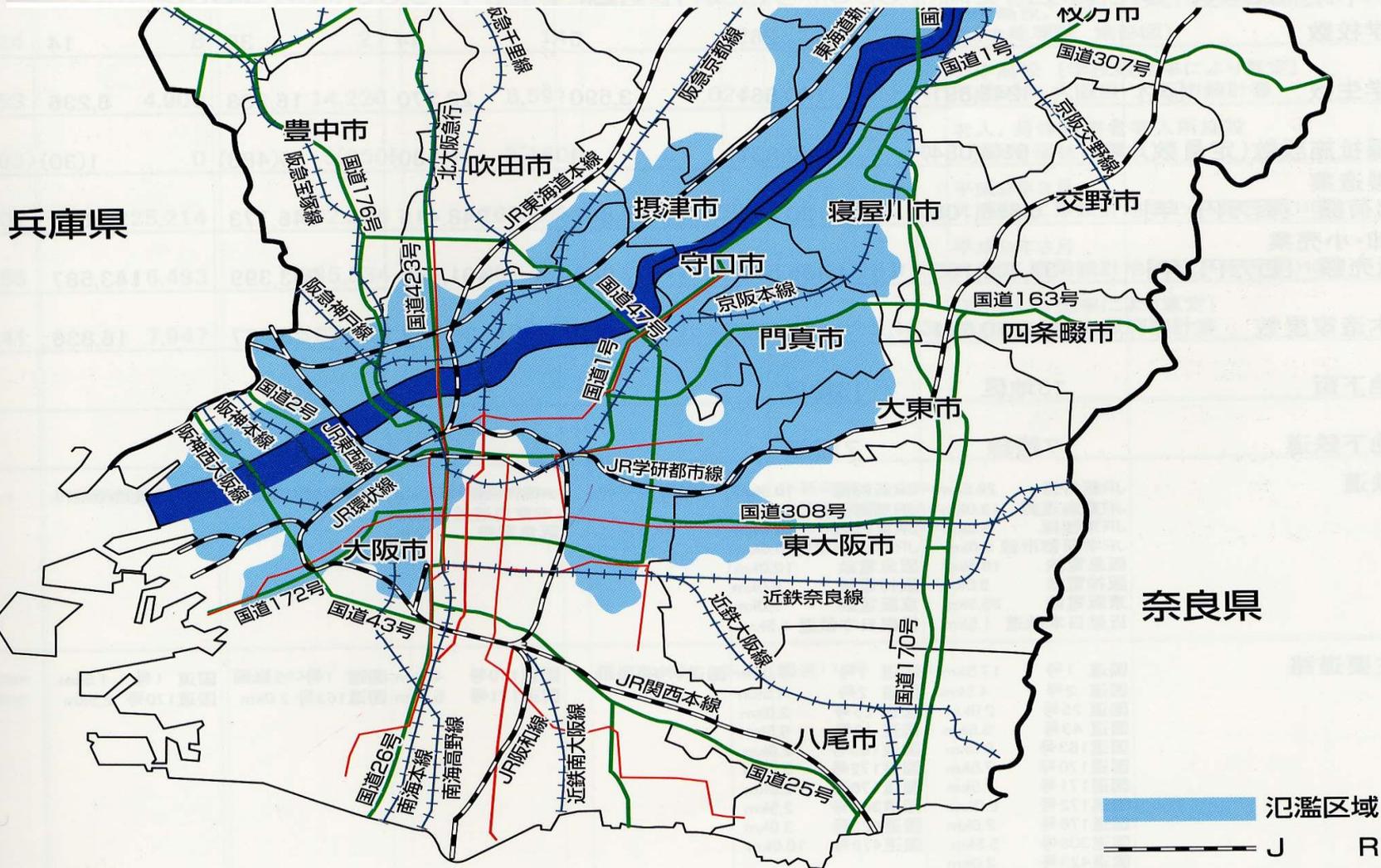
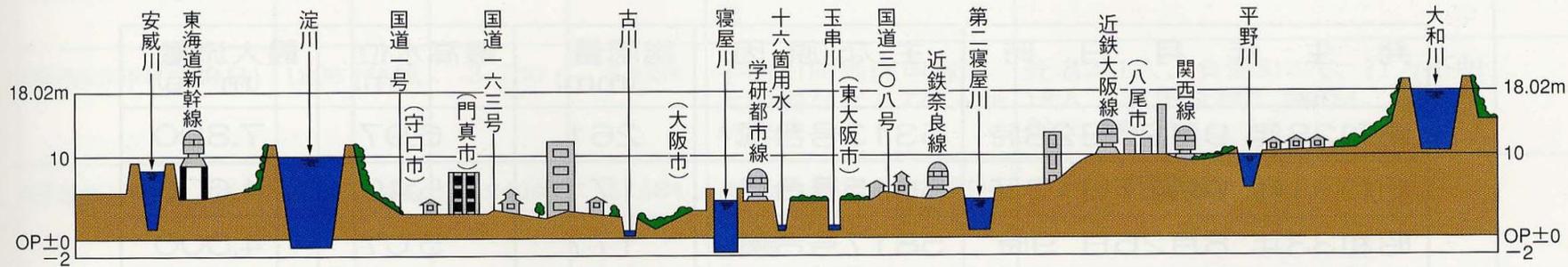


- 淀川洪水（西成郡、曾根崎新地から難波まで水没し、海原になる。被災地人口27万人/163万人、71,000戸水没（約20%）、家屋流失：約1,600戸、同損壊約15,000戸

# 阪急神戸、宝塚、京都線の 淀川鉄橋は高さが異なる。



手前の神戸線と宝塚線の鉄橋は、  
100年確率降雨 (6,950mm/s)  
京都線の鉄橋は、200年確率降雨 (12,000mm/s)



## 5. 台風による高潮氾濫

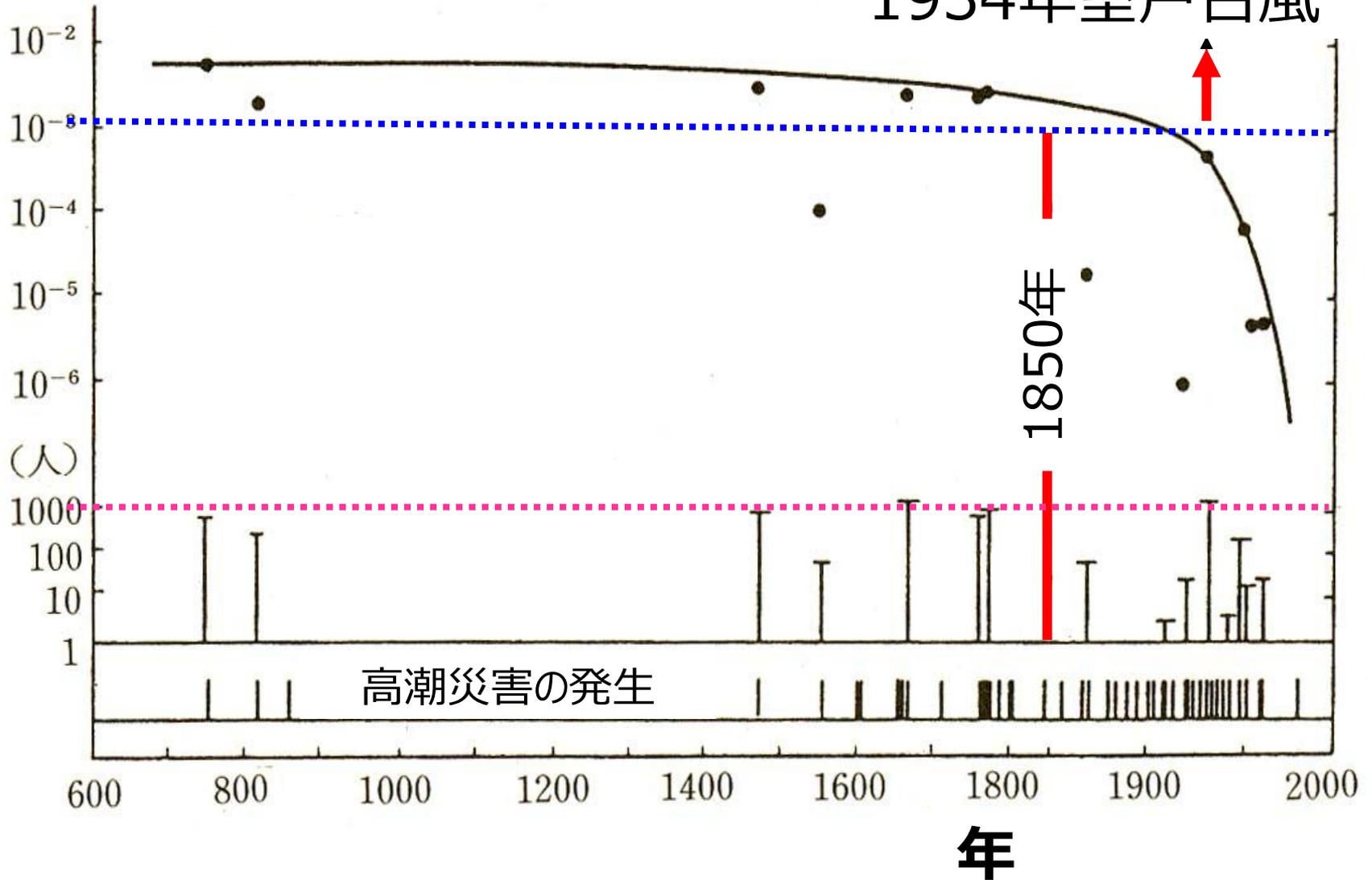
**1961年第二室戸台風の高潮経験者が  
極端に少なくなっている。**

# 大阪における高潮災害の死者数，死亡率の変遷

死亡率

死者数

1934年室戸台風





ロッテルダム・ライン川河口・高潮水門（パリのエッフェル塔の高さ（300m）と同じ長さで設計）



イギリス・テムズバリアー（河口から遡上する高潮からロンドンを守る。）



# 大阪



# 国道2号線 **淀川大橋**の高潮の状況

高潮のピーク：O.P. + 5.28m

胸壁（パラペット）の高さ：O.P. + 8.1m

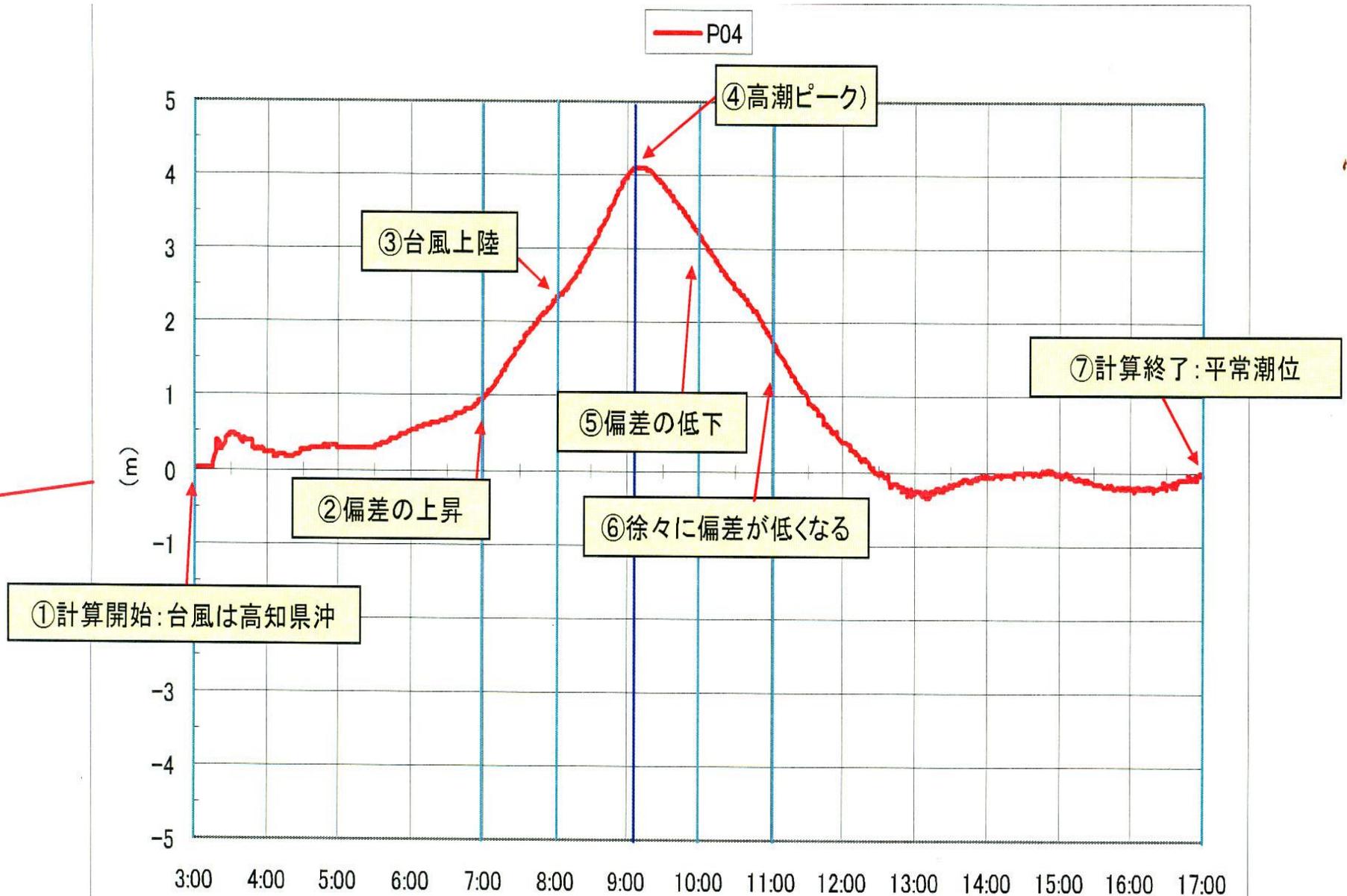
まだ、2.8mの余裕があった。



2018年台風21号 関西空港の浸水

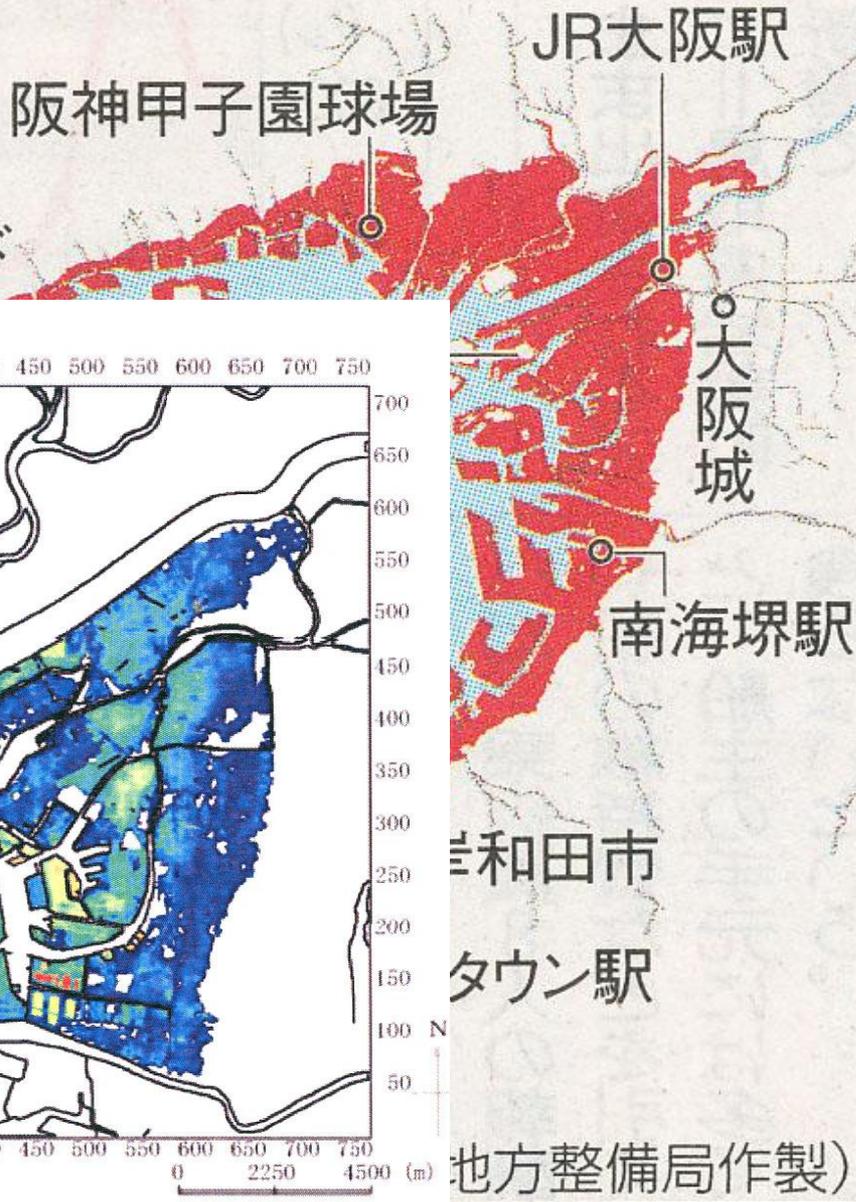


# 新しい計画高潮の検討



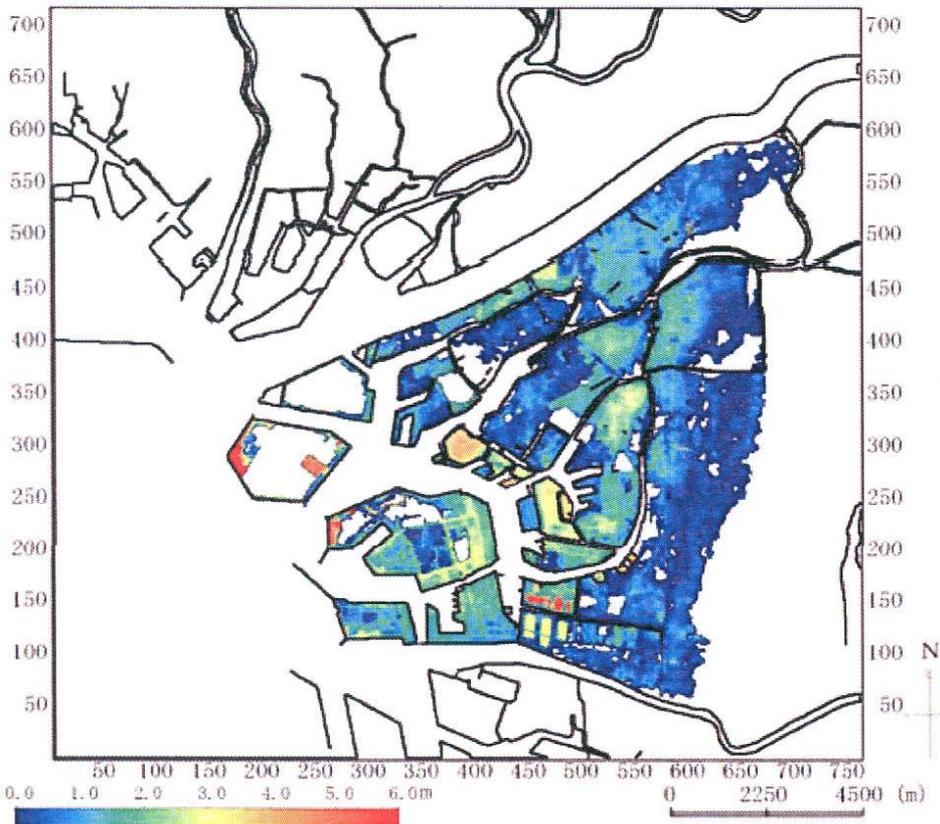
# 「スーパー室戸台風」による浸水予測

最大浸水深  
0~5m



神戸  
ハーバーランド

50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750



# 「スーパー室戸台風」直撃試算 大阪・神戸 220平方キロ浸水

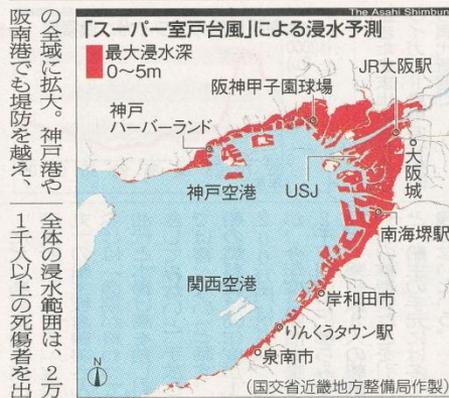
国交省

国土交通省近畿地方整備局は13日、室戸台風を上回る規模の「スーパー室戸台風」が大阪湾を直撃した場合の高潮の被害想定を発表した。最悪の場合、大阪平野を中心に神戸市から大阪府の南端

庄が9000トバスカルを保持のまま、四国に上陸。大阪湾の潮位が最も高くなる進路を取り、さらに、各地で堤防の損壊

が起きるなどのトラブルも想定した。被害想定によると、高潮は最大で4メートルの高さになる。この結果、浸水は大阪湾沿岸の64平方キロに広がるゼロメートル地帯

クラスの高潮に備えた大阪港の堤防を約1割も越える。この結果、浸水は大阪湾沿岸の64平方キロに広がるゼロメートル地帯



阪南港でも堤防を越え、

の全域に拡大。神戸港や全体の浸水範囲は、2万人以上の死者を出

したジェーン台風(50年を上回る200平方キロに及ぶとしている。最悪の場合、地下街が広がるJR大阪駅付近(大阪市北区)は0.7メートル▽南海堺駅付近(堺市)3.3メートル▽りんくうタウン駅付近(大阪府泉佐野市)2.9メートル▽阪神甲子園球場(兵庫県西宮市)3.4メートル▽神戸ハーバーランド(神戸市中央区)1.6メートルが浸水する可能性があるという。

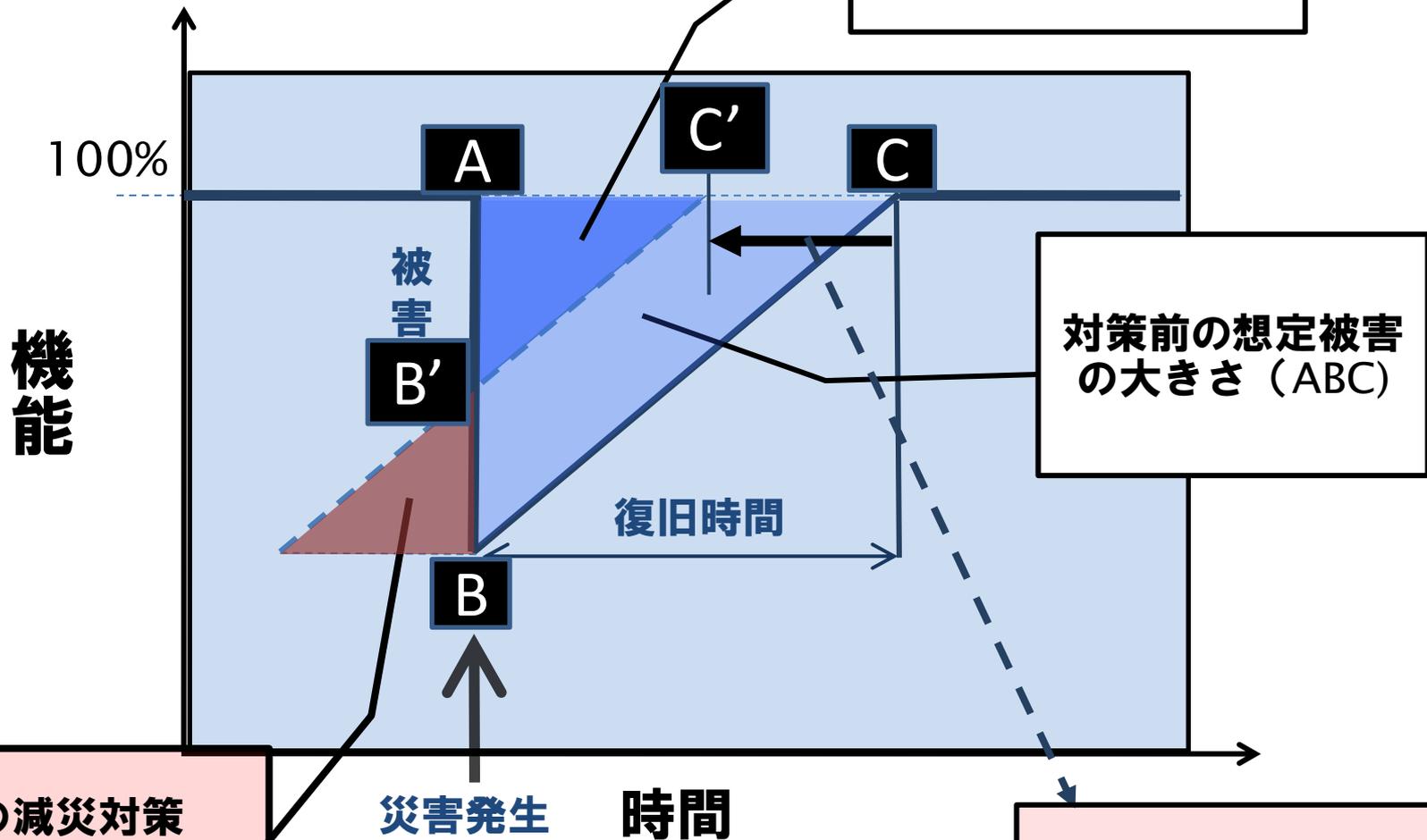
地方整備局作製)

# 6. 被害予防

**知識として縮災**

**を知っていると被害は少なくなる。**

# 縮災 ニューレジリエンス



災害前の減災対策  
(日常防災)による  
被害減少(予防力)

防災・福祉・医療・教育等 分野  
との接続、連携、習合

復旧・復興期間  
を短縮(回復力)

# 縮災の構成

## 災害文明(公助)

- ~しなければならない。
- ~そうなるべきだ。
- 正解がある。不確実性はない。
- 科学は答えを教える。
- 科学の成果と政治を連動させる。
- Best solution  
(最善の解)

## 災害文化(自助、共助)

- ~したほうがよい。
- ~そうなるほうがよい。
- 正解でないかもしれない。不確実性がある。
- 科学だけでは答え難い。
- 科学と政治には境界がある。
- Best effort  
(最善の努力)

# 「相転移」という言葉を覚える！

**水**は液体である。しかし、水温が  $1^{\circ}\text{C}$  から  $0^{\circ}\text{C}$  に下がると、突然、固体の**氷**になる。今度は  $100^{\circ}\text{C}$  を超えた途端、気体の**水蒸気**になる。

このような相の急変を熱力学で、**相転移**と呼んでいる。

---

災害が起こった時、何かが原因となって被害が大変大きくなることを発見した。

これを社会現象の『**相転移**』と呼ぶことにした。

# 減災の実現に向かう理論的解明

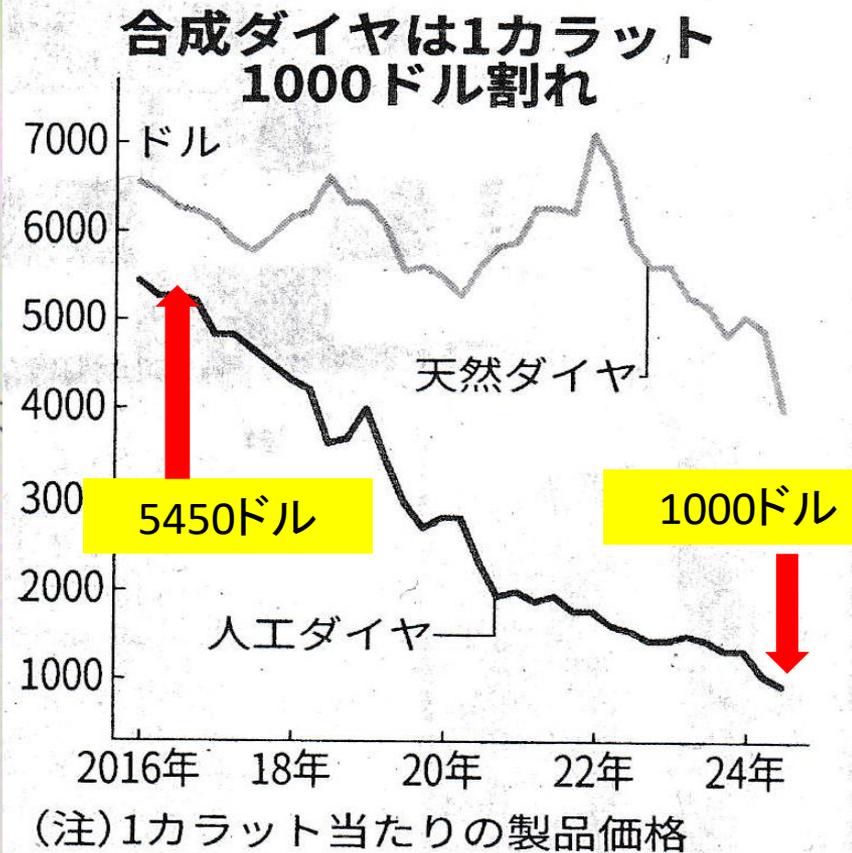
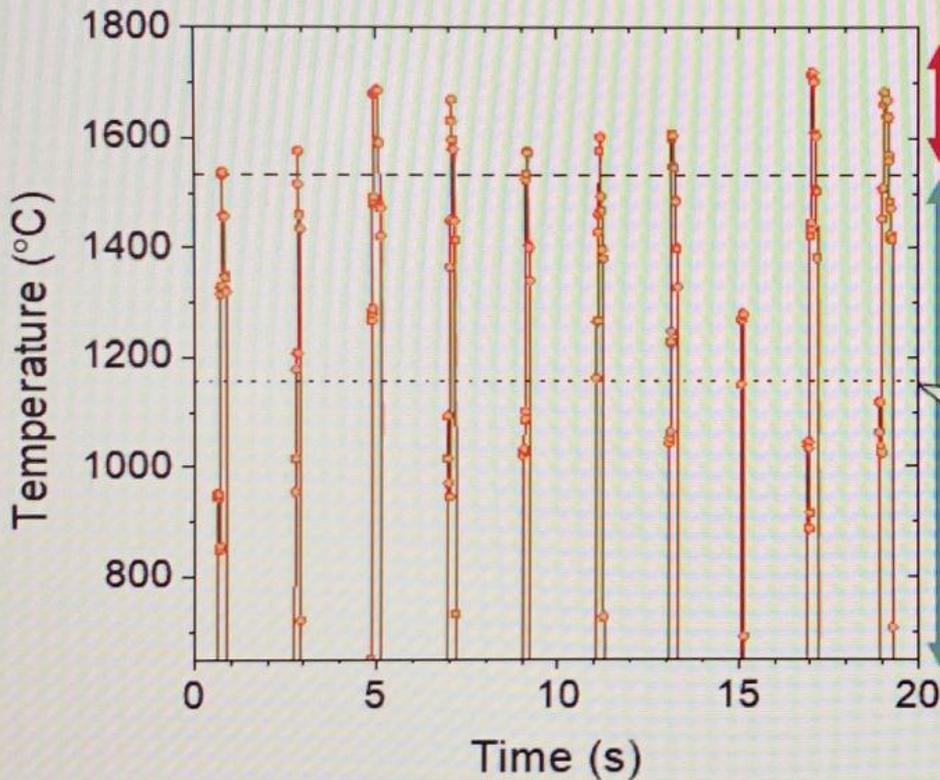
○南海トラフ巨大地震のような国難災害に、新たに発見した社会現象の「**相転移**」を適用すれば、被害を激減することができる。・・・**都市災害の進化論**

「理論は荒っぽい。  
だが、それは、  
新しい革命的な理論  
に対していつも  
いわれる言葉だ。」

『種の起源』：進化論

チャールズ・ダーウィン

# 『相転移』を利用した「天然に迫る合成ダイヤモンド」、そして携帯電話の「リチウム電池」の製造に利用



昇温→相転移→溶融→相転移→冷却が短時間 (<0.3秒) に発生