

No.1

西宮市 技術職員研修

## 阪神大震災-記録を辿って-



2017年3月6日  
祝 賢治

No.3

- 1 背景と目的
- 2 地震のメカニズム
- 3 地震動と被害の特徴
- 4 構造物の被災状況
- 5 地震による市民生活と社会の状況
- 6 震災の経験をどう活かすか

No.2

### 巨大地震への備え、対応(西宮市)

平時:

- 阪神大震災の記録の見直し、問題点の整理
- 市民の命を守るための広報活動
- 被災を想定した行政システムの整備

発生時:

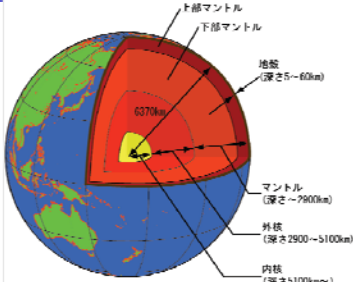
- 市民への正確な情報提供
- 避難誘導
- 被災者の救済(消防、病院、給水など)

復旧・復興時:

- 被災者の生活支援(仮設住宅など)
- インフラ設備(電気、ガス、水道)の早期回復
- 市の再生計画(区画整理など)

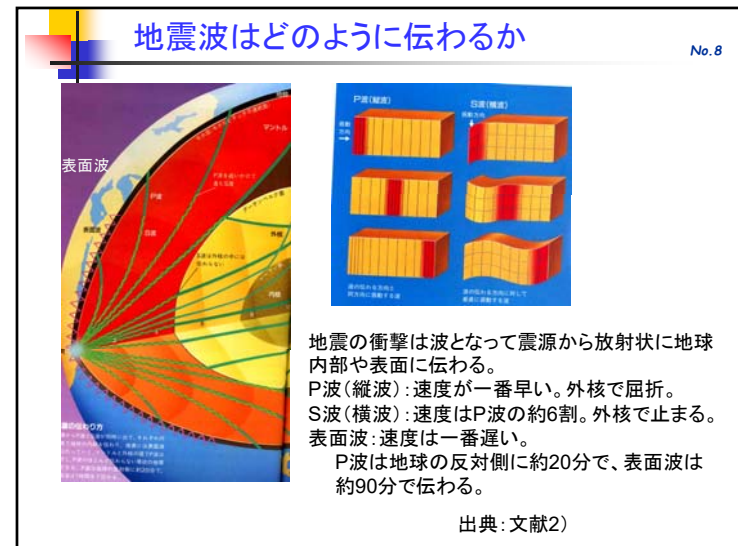
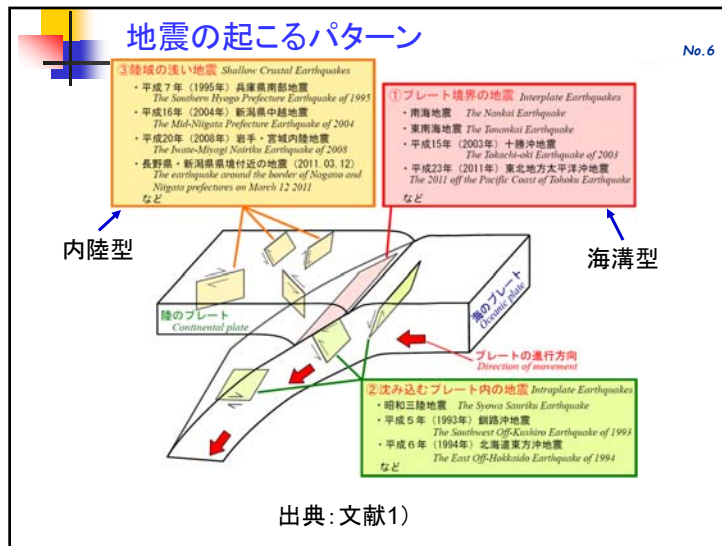
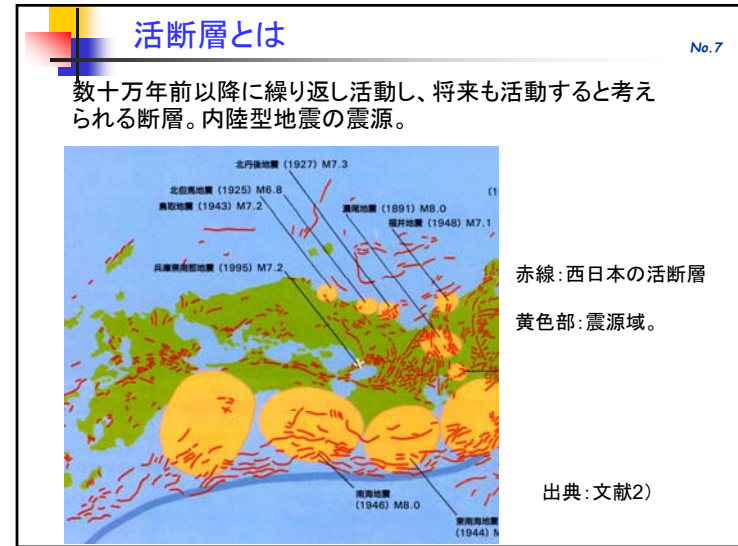
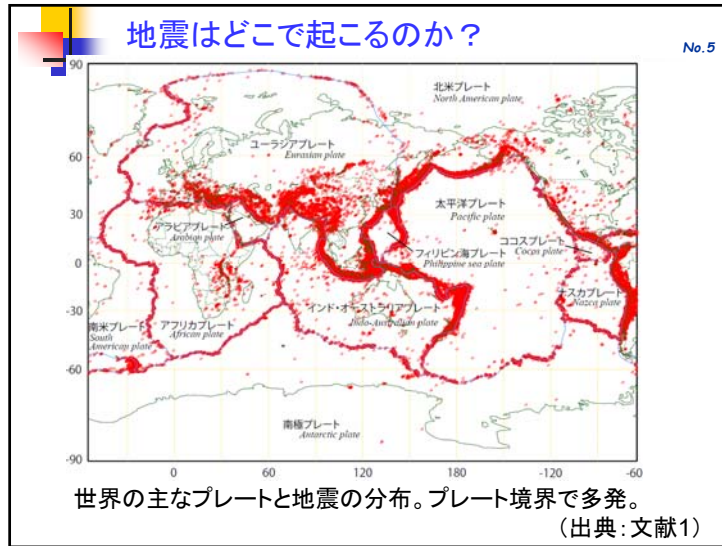
No.4

### 地震はどのように起こるのか



出典:文献1)

- 地球の地殻とマントルの境界は硬い板状の岩盤(プレート)。
- 地球表面は十数枚のプレートに覆われている。
- プレートは少しずつ動き、ぶつかり変形する。
- この変形のエネルギー(ひずみエネルギー)が限界に達すると、プレートの破壊が始まる。(地震の原因)



### 地震波をどのように評価するか No.9

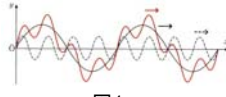
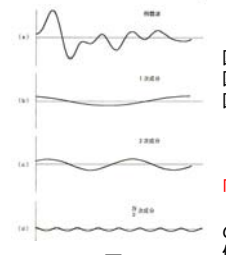
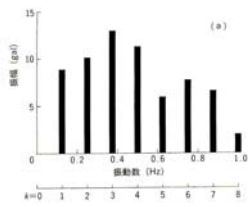




図1

図2

図3

図1: 正弦波(SIN)の合成により複雑な波が作れる。  
 図2: 逆に、複雑な波は単純な正(余)弦波に分解できる。  
 図3: 分解した波の振動数/周期が小さい順に、振幅を並べた図。地震波の場合、振幅は「加速度」、「速度」を表す。  
 この図を地震波の「**加速度フーリエ・スペクトル**」、「**速度フーリエ・スペクトル**」という。  
 フーリエ・スペクトルより、地震波に含まれる振動数/周期の成分がわかる。また、振動数/周期と加速度/速度の関係がわかる。

### 地震の規模や破壊力はどのように表わすか No.11

**マグニチュード(M):**  
 地震のエネルギーの大きさ(地震の規模)を対数で表した尺度。マグニチュードが1増えるとエネルギーは32倍、2増えると1000倍になる。

**ガル(gal):**  
 地震のゆれ(地震動)の加速度を表す単位。加速度が大きいほど地震動が大きく、破壊力大きい。

**震度:**  
 それぞれの場所における地震動の強さを0から7までの数字で表したもの。震度を決める主要因は、マグニチュード、震源からの距離、およびその場所の地盤条件。

震度とガルの関係:  
 震度5=80-250ガル、震度6=250-400ガル、震度7=400ガル以上。

### 地震時の構造物の振る舞いをどのようにして知るか No.10

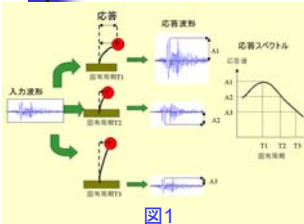
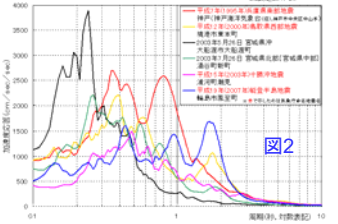



図1

図2

図1: 構造物を1質点・1自由度系として、固有周期や減衰定数を変えたモデルに地震波を入力し、得られた波形の最大振幅(加速度または速度)をスペクトルで表わす(「**加速度応答スペクトル**」または「**速度応答スペクトル**」という)。

図2: 主な地震の加速度応答スペクトルを示す。短周期をよく見えるように時間軸を対数表記している。地震波が異なると構造物が受ける力が大きく異なることがわかる(力=質量×加速度)。阪神大震災では固有周期0.5秒~1秒の構造物が大きな力を受けたことがわかる。

出典:文献3)

### 地盤条件はなぜ地震動に影響するのか No.12

物体(地盤や構造物)は、非常に揺れやすい周期(**固有周期**)をもっている。これと同じ周期で力が加えられると、揺れが増幅する(**共振現象**)。

地盤の固有周期の概略値は、岩盤0.1秒、洪積層0.2~0.3秒、沖積層0.4~1.0秒、埋立地・沼地1.0秒以上など。

地震波のスペクトルを調べると、通常0.5~1秒ほどの周期の波が多い。したがって、沖積層のような軟弱地層は共振現象により大きく震動し、地震の破壊力を増大させる。

### 阪神大震災の地震の特徴

No.13

震源	淡路島の北部 (野島断層)
震源深さ	14km
地震の規模	M7.2




図2 震度7の地域分布

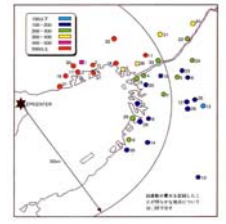


図3 最大加速度の分布  
(朱色が500gal以上)

出典：文献4)

○内陸直下型の地震(活断層)  
○震源が浅く、阪神地域と距離が近かったため、この地域で甚大な被害を生じた。  
○震度7の地域は、神戸市須磨区から西宮市までベルト状に分布。(地盤の影響)

### 構造物の被害マップ

No.15



西宮市付近

出典：文献5)

### 阪神大震災の地震動の特徴

No.14

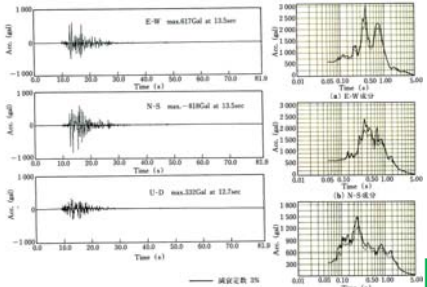


図1 神戸海洋気象台における加速度波形と応答スペクトル

衝撃的な地震動  
○P波とS波の時間差がごく短い。  
○上下動は水平動の振幅の1/2。  
○応答速度が大きい。

出典：文献4)


	最大加速度 (gal)	卓越周期 (s)
NS	818	0.5~1
EW	617	0.5~1
UD	332	1

主要動の継続時間=約10秒

	最大加速度 (gal)	卓越周期 (s)
NS	2300	0.3~0.8
EW	1900	0.3~0.8
UD	1200	0.25

### 高速道路の被災(阪神高速3号線)

No.16



東灘高架橋(神戸市深江付近)

出典：文献5)および文献6)



**高速道路の被災(阪神高速、西宮市付近)** No.17

RC橋脚のせん断破壊

単純桁が連なっていた区間。桁が押し合って、まず脊が破壊、その後、玉突き作用により落橋。

甲子園高潮町付近 浜脇町付近

出典：文献7)

**高速道路の被災(NEXCO西日本)** No.19

中国自動車道 宝塚高架橋  
5径間連続のRC中空床板の  
固定橋脚がせん断破壊

名神高速 甲子園球場付近  
ロッカー橋脚のヒンジ部破損

出典：文献5)

**高速道路の被災(阪神高速、西宮市付近)** No.18

鋼製橋脚の基部の座屈が引き金となり、  
横梁が座屈した。

桁連結装置が破損、桁かかり長が  
短い桁が落下

市庭町(建石交差点) 西宮大橋

出典：文献7)

**鉄道の被災** No.20

山陽新幹線 西宮市上中市  
RCラーメン橋脚の破壊

阪神電車 神戸市大石町付近  
RC橋脚の破壊

出典：文献8)および文献9)

### 地滑り(斜面崩壊)による被災

No.21



左:西宮市仁川百合町の航空写真 右:地滑りの現場

出典: 文献5)および文献10)

### 家屋の被災

No.23



倒壊した住宅の特徴  
○築30年以上の瓦葺きの重い屋根の木造  
○筋交いがなく、材が腐食して老朽化  
○大きな開口部、壁配置の偏りや不足  
○基礎部分の接合不良

出典: 文献11)

### ビルディングの被災

No.22



上 倒壊したマンション(西宮市安井町) 上 5階が層崩壊したビル  
下 3階が層破壊したビル(神戸市中央区) (神戸市中央区)

出典: 文献8)および文献11)

### 地震発生直後の社会の状況(火災)

No.24



1/17 午後7時 神戸市中央区ビーナズブリッジから

出典:文献9)

地震発生直後の社会の状況(火災)

No.25



1/17 午後10時半 延焼で燃え落ちる民家(神戸市兵庫区松本通4)  
出典:文献9)

炎の猛威

No.27

地震発生と同時に、神戸市内の長田区、兵庫区、須磨区の木造住宅密集地を中心に火災が発生した。

しかし、道路はひび割れやビルからの落下物で寸断され、消防車はなかなか近づけなかった。しかも、水道管が破裂し、水も十分に使えない。やむを得ず、水を積んだタンク車を投入したり、神戸港の消防艇からホースをつないで給水したりして消火活動に当たった。

火災が最もひどかった長田区でJR山陽線新長田駅前の松野通地区がそっくり焼失するなど、三区だけで百万平方米以上を焼いた。

出典:文献12)

地震発生直後の社会の状況(火災)

No.26



1/17 午前 転倒した阪神電車の隣の民家から火の手が上がった(西宮市)  
出典:文献12)



1/17 午後 はかどらない消火作業に少しでも消火しようと、バケツで水を運ぶ人達(神戸市兵庫区)  
出典:文献12)

火災による被害状況

No.28


1995年3月14日現在 単位:世帯

	全焼	半焼
神戸市	7046	331
尼崎市	81	0
西宮市	110	10
芦屋市	16	2
伊丹市	1	0
宝塚市	2	0

出典:文献13)



地震発生直後の社会の状況(市民の状況) No.29



1/17 朝 芦屋市  
家が倒壊、道路には壊れたものが散乱し、電柱が倒れ電線が垂れ下がっている。

これらは、緊急車両の進入、人々の避難の障害となっている。

このような状態の中、親子連れが避難のために歩いている。

出典:文献14)

地震発生直後の社会の状況(救出活動) No.31



1/18 午後1時半 神戸市灘区 倒壊した家屋から救出するために、付近の住民が多数協力した。

出典:文献9)

地震発生直後の社会の状況(救出活動) No.30




左上:1/17 午前7時 芦屋市  
住民による倒壊した家屋からの救出

右上:1/17 朝 神戸市  
倒壊した家屋の中に呼びかける住民

左下:1/18 午前11時  
倒壊した家屋を捜索する自衛隊員  
出典:文献14)

地震発生直後の社会の状況(救出活動) No.32




1/17 午前 神戸市長田区  
入院患者らが多数閉じ込められた市立西病院の崩落現場には、自衛隊員も出動、懸命の救出作業にあたった。

自衛隊は、18日には6千人を動員、2万3千人に待機命令を出し、史上空前の規模で災害救援活動を行った。

出典:文献12)



地震発生直後の社会の状況(救出活動) No.33



1/19 午前 西宮市

大勢の人が生き埋めになった地滑り現場で、懸命の救助作業が続けられた。

出典:文献9)

地震発生直後の社会の状況(悲嘆にくれる人々) No.35



1/18 午前9時 西宮市

倒壊した家屋から自衛隊員に運びだされる遺体と悲しみにくれる家族。

このような光景が、至るところで見られた。

(詳細は、別紙1 カメラマン20人の証言(後述)を参照)。

出典:文献14)




地震発生直後の社会の状況(海外からの救援) No.34



左上:1/21 フランスのレスキュー隊員 上中:1/22 在日米軍海兵隊員  
左下:1/24 イギリスのNGOメンバー 右:スイスの救助犬と隊員

出典:文献9)

地震発生直後の社会の状況(救援物資) No.36



1/18 神戸市長田区  
一夜明けても断水状態が続き、給水車のまわりには水を求める市民の長い列ができた。

出典:文献12)



1/21 神戸市東灘区  
救援物資を受け取るために集まった人々

出典:文献15)

地震発生直後の社会の状況(避難所の生活)

No.37



1/22 午後8時 神戸市長田区神楽小学校  
長引く避難生活に、被災者たちはぐったりしている。(詳細は別紙2、「私はこうして逃げた」を参照) 出典:文献9)

地震発生直後の状況(証言&記録)

No.39

○別紙1「カメラマン20人の証言」(抜粋) 出典:文献14)

倒壊した家屋の下敷きになり亡くなった男性と泣き崩れる恋人の女性、それに我が身を重ねて泣きながらシャッターを切る女性カメラマン、生き埋めの現場で撮影をさておき救出にあたったカメラマン等々、生々しい現場で写真撮影を行ったカメラマンの証言。

○別紙2「50人に聞く 私はこうして逃げた」(抜粋) 出典:文献14)

小学校教頭、公民館長、会社員、医者、一般市民など、様々な立場の震災の体験者から得た証言。

○別紙3「西宮市分銅町を歩く」 出典:文献10)

阪神西宮駅から歩いて10分ほどの住宅地、古くからの住民が多い町を地震発生から10日目に歩いて被災状況を記録した。

地震発生直後の社会の状況(被災後の光景)

No.38



1/22 神戸市須磨区  
雨などの被害に備え、見渡す限り、どの家も屋根にブルーシートをかけている異様な光景 出典:文献15)

復旧着手期の記録

No.40

○別紙4「ボランティアは何をしたか、何をすべきか」 出典:文献8)

震災の惨状が伝えられるとボランティアが続々と馳せ参じ、日本のボランティア新時代と言われた。震災直後に大活躍した各種ボランティアを紹介し、救援の長期化によって多様化する活動の内容を述べている。また、ボランティア自身が安全と健康への自己防衛をすべきことなど、将来の課題に触れている。

○別紙5「避難所ケアの西宮モデルを」 出典:文献9)

西宮市の避難所でのニーズは日々変化していった。西宮市保健環境部ではNGO、医科大学、病院、医師会など地元医療機関と打ち合わせ会を開き必要な調整課題を話しあった。自治体主導の「西宮モデル」について論じている。

復旧着手期の社会の状況(鎮魂と復興への息吹) No.41



1/27 神戸市東灘区  
倒壊した高速道路では、解体工事が進められた。  
出典:文献15)

2/17 午前8時 西宮市仁川百合野町  
多くの方が亡くなられた地滑り現場で  
一か月目の供養が行われた。  
出典:文献15)

復旧着手期の社会の状況(震災の後始末) No.43



2/8 神戸市中央区小野浜町  
震災により生じた大量のごみが出され、処理に追われた。  
出典:文献8)

復旧着手期の社会の状況(雄々しく生きる人々) No.42



1/24 神戸市中央区  
鉄道が寸断されているため、船を  
通勤の手段として利用する人々。  
出典:文献15)

1/21 西宮市若松町  
寸断された線路の横を人々が行  
きかう。  
出典:文献15)

大震災の教訓と対応策、評価と改善策 No.44

震災から3年後に土木学会で討議し得た教訓等、また、22年後にマスコミに掲載された記事等を調査し、以下にまとめた。(詳細は別紙6を参照)

【平時】:

- 住宅の耐震化の促進
- 防災教育、防災意識の向上
- 緊急対応の訓練
- 被災を想定した行政システムの整備
- インフラ設備の耐震化
- 最新技術の活用

【地震発生時】:

- 市民への正確な情報提供
- 災害対応の組織の運営
- 避難所の運営
- 救命・救助活動
- 自衛隊による救出活動
- 物資輸送

【復旧・復興時】:

- 被災家屋、復興住宅
- 市の再生計画



**むすび** No. 45

**「語り継ごう」**

- 震災による甚大な被害
- 地震発生直後の社会システムの大混乱
- 人々の悲しみ、助け合い
- 救援活動
- 多数の死者が出た原因
- 避難所生活
- インフラ&コミュニティの再生

**「備えよう」**

- あなたと家族の命を守るための備え
- あなたと地域の社会生活を守るための備え
- 広域(市町村・県)の社会システムを守るための備え

**参考文献・資料** No. 47

- 21)日経新聞:病院 進まぬ耐震強化、2017年1月12日
- 22)日経新聞:防災リーダ広がれ、2017年1月13日
- 23)日経新聞:復興住宅解けぬ対立、2017年1月14日
- 24)日経新聞:家屋被害認定 兵庫県に学べ、2017年1月15日
- 25)日経新聞:被災者義援金の支給・権限証明の発行、西宮式住民支援に活躍、2017年1月16日
- 26)産経新聞:いたわる心持ち続けよう(社説)、2017年1月17日
- 27)産経新聞:被災地で集めたデータ 防災に生かす、2017年1月17日
- 28)産経新聞:要支援者の名簿 市町は事前提供を、2017年1月17日
- 29)産経新聞:その日への備えはできているか、2017年1月17日
- 30)毎日新聞:22年の知恵、防災の礎、2017年1月17日
- 31)毎日新聞:住宅再建支援の充実を(社説)、2017年1月17日
- 32)読売新聞:自治体の受援力を高めたい(社説)、2017年1月17日
- 33)読売新聞:防災・減災に最新技術、2017年1月17日
- 34)読売新聞:倒れた家 消防士を阻んだ、2017年1月17日
- 35)読売新聞:耐震化補助は先行投資、2017年1月17日

**参考文献・資料** No. 46

- 1)気象庁HP: [http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/jishin/about\\_eq.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/jishin/about_eq.html)
- 2)竹内均編:巨大地震、ニュートン臨時増刊号、教育社、1995年3月。
- 3)気象庁HP: <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/outou.htm>
- 4)高田至郎・沖村孝・李騰雁:地震動と被害特性、土木学会誌、1995年6月号
- 5)日経BP社:土木が遭遇した阪神大震災、日経コンストラクション、1995年7月
- 6)毎日新聞社:平成7年兵庫県南部地震、サンデー毎日、1995年2月4日
- 7)阪神高速道路公団:震災から復旧まで 写真集、1997年1月
- 8)毎日新聞社:緊急報告 第3弾 阪神大震災の30日、サンデー毎日、1995年2月28日
- 9)神戸新聞社:阪神大震災 全記録、1995年3月30日
- 10)毎日新聞社:緊急分析 第2弾 阪神大震災、サンデー毎日、1995年2月18日
- 11)日経BP社:阪神大震災の教訓、日経アーキテクチャ、1995年3月30日
- 12)産経新聞社:神戸大震災、週刊Gallop、1995年1月27日
- 13)神戸大学工学部:兵庫県南部地震 緊急被害調査報告書(第2報)、1995年3月
- 14)朝日新聞社:レンズが泣いた関西大震災写真記録、AERA、1995年2月25日
- 15)読売新聞社:続報 阪神大震災、週刊読売、1995年2月14日
- 16)土木学会・関西支部:大震災に学ぶ、第II巻、第8編、pp.191、阪神・淡路大震災調査研究員会報告書、1998年6月
- 17)吉村秀實:災害時、情報はどこあるべきか、pp.46、土木学会誌、1995年10月
- 18)朝日新聞社:関西大震災に学ぶ、米國からの提言 防災計画で被害を抑える、p42、AERA、1995年2月5日
- 19)高田至郎:熊本地震から学ぶ地震防災、構造懇話会 新例会講演会 2017年1月
- 20)日経新聞:阪神大震災22年、教訓は生きたか(上)(下)、2017年1月10日&11日