

# 大規模災害時の石油製品の供給に関する問題

名古屋大学  
減災連携研究センター  
研究員  
橋富 彰吾

## 石油の利用

- 燃料として
  - ★自家用車
  - ★暖房
  - ★公共交通
  - ★流通
  - ★農林水産業用の燃料 など

- 石油化学製品
  - ★プラスチック製品 など
  - ※形を変えていろいろなところで使われています。



## 災害時の石油製品の利用

- 災害応急対応に必須

- ★被災者の救助

(緊急車両や航空機など)



出典：海上自衛隊WEBサイト

- ★暖房用 (特に冬季、北方・山間部)

- ★インフラ、ライフライン等の復旧活動

(重機、要員や資機材の移送)

- ★支援物資の輸送

- ★重要施設の自家発電機



## この分野 (石油・製油所×災害) の先行研究

- 赤松らの一連の研究 (2012,2016など)
  - ⇒東日本大震災の際の燃料の供給支障など
- 山崎・小池・曾根の研究 (2016)
  - ⇒南海トラフ巨大地震によって製油所が長期間停止した場合の経済被害
- 泉谷 (2017)
  - ⇒首都直下地震時の石油製品の供給予測

など



## 南海トラフ巨大地震時の石油製品生産力の推定

## 前提条件

- 国内製油所：23カ所
- 原油処理能力391万6700B/D
- 特徴

製油所は関東地方以西に偏在しており、関東・中部・近畿・中国の各地方で国内の原油処理能力の83.1%に相当する。特に関東地方に原油処理能力の40%が集中している。

表7: 地方区分

地方	都道府県	地方	都道府県
北海道	北海道	中国	岡山・広島・山口・鳥取・島根
東北	青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島	四国	徳島・香川・愛媛・高知
関東	茨城・栃木・群馬・埼玉・千葉・東京・神奈川・山梨・長野・新潟・静岡	九州	福岡・佐賀・長崎・熊本・大分・西崎・鹿児島
中部	愛知・三重・岐阜・富山・石川	沖縄	沖縄
近畿	福井・滋賀・京都・大阪・兵庫・奈良・和歌山		

表6: 国内製油所一覧

地方	企業	製油所	原油処理能力 (B/D)	原油処理能力の地域合計 (B/D)	地域原油処理能力 (B/D)の国内原油処理能力に占める割合
北海道	出光	北海道製油所	160,000	160,000	4.1%
東北	JX	仙台製油所	145,000	145,000	3.7%
	鹿島石油	鹿島製油所	292,500		
関東	コスモ石油	千葉製油所	220,000		
	三菱石油	千葉製油所	152,000		
	出光	千葉製油所	200,000		
	富士石油	袖ヶ浦製油所	143,000		
	東燃ゼネラル	川崎製油所	258,000		
	東亜石油	京浜製油所	70,000		
	JX	根岸製油所	270,000		
	出光	愛知製油所	175,000		
	コスモ石油	四日市製油所	132,000		
	昭和四日市	四日市	255,000		
近畿	コスモ石油	堺製油所	100,000		
	東燃ゼネラル	堺製油所	156,000		
	大阪国際石油精製	大阪製油所	115,000		
中国	東燃ゼネラル	和歌山製油所	132,000		
	JX	水島製油所	380,200		
	JX	藤屋布製油所	127,000		
	西部石油	山口製油所	120,000		
四国	太陽石油	四国製油所	118,000	118,000	3.0%
九州	JX	大分製油所	136,000	136,000	3.5%
沖縄	南西石油	西原製油所	100,000	100,000	2.6%
合計			3,916,700	3,916,700	100.0%

石油連盟：製油所の所在地と原油処理能力（2015年8月末現在）をもとに作成

## 各数値・項目の推計方法

- 製油所の所在および原油処理能力は、2015年8月末時点のものを用いた。
- 平常時の国内原油処理量（B/D）は、2014年の月毎の国内原油処理量（kl）（出典：資源エネルギー統計年報）から1日あたりの平均処理量（B/D）を推計した。1klは6.289バレル（B）として計算した。
- 地域ごとの平常時原油処理量（B/D）は、月別国内原油処理量（B/D）に、地域の原油処理能力が国内原油処理能力に占める割合を乗じたものとした。

最大値→2月 最小値→6月

## フル生産再開までの期間

- 立地自治体が震度5弱から5強  
⇒緊急停止しフル生産再開は11日目
- 立地自治体が震度6弱以上  
⇒建造物等に被害が発生、フル生産再開は31日目
- 津波浸水  
⇒津波浸水が発生した場合、フル生産再開まで1年
- 火災  
⇒津波浸水が発生した場合、フル生産再開まで1年

表：製油所の規模と想定される外力

地方	企業	製油所	原油処理能力 (B/D)	原油処理能力の地域合計 (B/D)	地方原油処理能力 (B/D)の国内原油処理能力に占める割合	強震動生成域				津波ケース(単位:m)				
						基本	陸側	東側	西側	津波ケース1	津波ケース2	津波ケース3	津波ケース4	津波ケース5
北海道	出光	北海道製油所	180,000	180,000	4.1%	x	x	x	x	0	0	0	0	0
東北	JK	仙台製油所	145,000	145,000	3.7%	x	x	x	x	0	0	0	0	
関東	南海石油	南海製油所	252,500	1,565,500	40.0%	震度4	震度4	震度4	震度4	0	0	0	0	0
	コスモ石油	千葉製油所	220,000			震度4	震度4	震度5弱	震度5弱	0	0	0	0	0
	極東石油	千葉製油所	152,000			震度4	震度4	震度5弱	震度5弱	0	0	0	0	0
	出光	千葉製油所	200,000			震度4	震度4	震度5弱	震度5弱	0	0	0	0	0
	富士石油	袖ヶ浦製油所	143,000			震度5弱	震度4	震度5弱	震度5弱	0	0	0	0	0
	東燃ゼネラル	川崎製油所	258,000			震度5強	震度5弱	震度5強	震度5弱	0	0	0	0	0
	東亜石油	浜浜製油所	70,000			震度5強	震度5弱	震度5強	震度5弱	0.3	0.3	0	0	0
	JK	横浜製油所	270,000			震度5弱	震度5弱	震度5強	震度5弱	0.3	0	0	0	0
中部	出光	愛知製油所	175,000	562,000	14.3%	震度6強	震度7	震度6強	震度6強	0	0	0	0	
	コスモ石油	四日市製油所	132,000			震度6強	震度6強	震度6強	震度6強	0	0	0	0	
	昭和四日市	四日市	255,000			震度6強	震度6強	震度6強	震度6強	0	0	0	0	
近畿	コスモ石油	堺製油所	100,000	503,000	12.8%	震度6弱	震度6弱	震度6弱	震度6弱	0	0.3	0.3	1	
	東燃ゼネラル	堺製油所	156,000			震度6弱	震度6弱	震度6弱	震度6弱	0.3	1	2	1	
	大阪国際石油精製	大阪製油所	115,000			震度6弱	震度6弱	震度6弱	震度6弱	0	0.3	1	1	
	東燃ゼネラル	和歌山製油所	132,000			震度6強	震度7	震度7	震度6強	1	2	2	1	
中国	JK	水島製油所	380,200	627,200	16.0%	震度6弱	震度6強	震度6弱	震度6弱	0	0	0	0	
	JK	南庄製油所	127,000			震度5強	震度6弱	震度5強	震度5強	0	0	0	0	
四国	西都石油	山口製油所	120,000	118,000	3.0%	震度4	震度5弱	震度5弱	震度4	0	0	0	0	
	太陽石油	四国製油所	118,000			震度6弱	震度6強	震度6弱	震度6弱	0	0	0	0	
九州	JK	大分製油所	136,000	136,000	3.5%	震度6弱	震度6弱	震度6弱	震度6弱	3	3	3	2	
沖縄	南海石油	西原製油所	100,000	100,000	2.6%	x	x	x	x	0	0	0	0	
合計			3,916,700	3,916,700	100.0%									

## 被災後の原油処理能力と残存率

原油処理能力 (B/D)				原油処理能力残存率			
津波ケース①				津波ケース①			
強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側	強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側
被災前	3,916,700	3,916,700	3,916,700	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
被災直後	1,349,500	1,372,500	657,500	34.5%	35.0%	16.8%	19.9%
11日目	2,217,500	2,090,500	2,217,500	56.6%	53.4%	56.6%	56.6%
31日目	3,648,700	3,648,700	3,648,700	93.2%	93.2%	93.2%	93.2%
津波ケース②				津波ケース②			
強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側	強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側
被災前	3,916,700	3,916,700	3,916,700	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
被災直後	1,349,500	1,372,500	657,500	34.5%	35.0%	16.8%	19.9%
11日目	2,217,500	2,090,500	2,217,500	56.6%	53.4%	56.6%	56.6%
31日目	3,648,700	3,648,700	3,648,700	93.2%	93.2%	93.2%	93.2%
津波ケース③				津波ケース③			
強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側	強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側
被災前	3,916,700	3,916,700	3,916,700	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
被災直後	1,349,500	1,372,500	657,500	34.5%	35.0%	16.8%	19.9%
11日目	2,217,500	2,090,500	2,217,500	56.6%	53.4%	56.6%	56.6%
31日目	3,648,700	3,648,700	3,648,700	93.2%	93.2%	93.2%	93.2%
津波ケース④				津波ケース④			
強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側	強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側
被災前	3,916,700	3,916,700	3,916,700	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
被災直後	1,349,500	1,372,500	657,500	34.5%	35.0%	16.8%	19.9%
11日目	2,217,500	2,090,500	2,217,500	56.6%	53.4%	56.6%	56.6%
31日目	3,277,700	3,277,700	3,277,700	83.7%	83.7%	83.7%	83.7%
津波ケース⑤				津波ケース⑤			
強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側	強震動生成域基本	強震動生成域陸側	強震動生成域東側	強震動生成域西側
被災前	3,916,700	3,916,700	3,916,700	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
被災直後	1,349,500	1,372,500	657,500	34.5%	35.0%	16.8%	19.9%
11日目	2,217,500	2,090,500	2,217,500	56.6%	53.4%	56.6%	56.6%
31日目	3,492,700	3,492,700	3,492,700	89.2%	89.2%	89.2%	89.2%

被災直後には被災前の16.8%まで原油処理能力が低下する恐れ

## 国内原油処理能力の推移

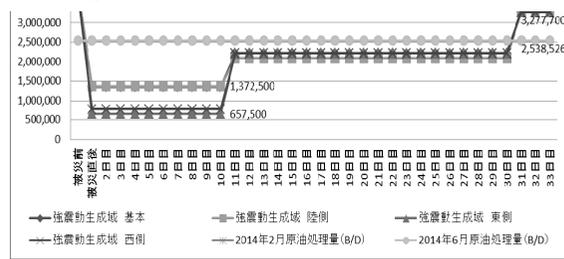
最も津波の被害の大きい、津波ケース④の原油処理能力の推移を例示する。

- 被災直後、原油処理能力は65万7500B/D～137万2500B/Dに低下する。
- 被災11日目に緊急停止していた製油所がフル稼働するようになり、209万500B/D～221万7500B/Dに回復する。
- 被災31日目に津波の被害を受けていない製油所がフル稼働するようになり、377万7700B/Dに回復する。

2月に発生した場合、最大で1日当たり約305万B/Dの原油処理能力が不足！

処理能力が下りると原油処理量を下回ると推定された。

⇒津波被害を受けなかった製油所が全てフル生産を再開した場合でも、2月の必用量を満たすことはできないと推定された。



南海トラフ巨大地震津波ケース④国内原油処理能力の推移

## 地方別の原油処理能力の推移 ①

### 地方別の被害

製油所の被害は、地方ごとにその特徴が異なっている。

関東地方では、強震動生成域のケースによって低下する割合は異なるが、被災11日目には全ての製油所がフル生産を再開している（上図）。

近畿地方は、津波ケースによって31日目以降の原油処理能力が異なることとなった。津波ケース④の場合、全ての製油所が津波浸水し、原油処理能力は1年後まで0バレルと推計された（下図）。

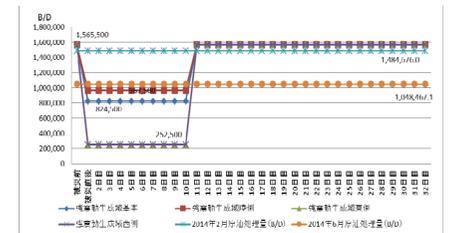


図 関東地方原油処理能力の推移

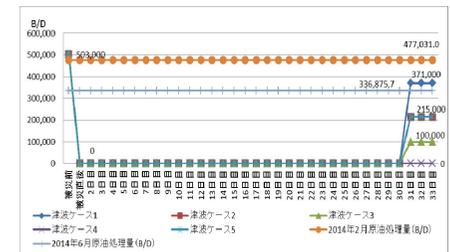
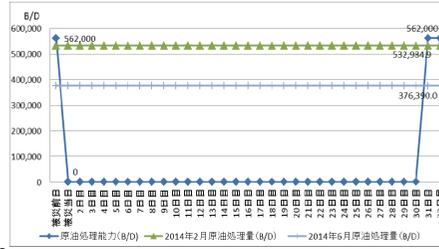


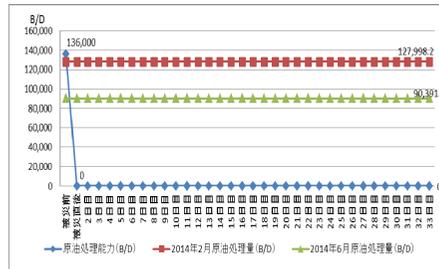
図 近畿地方原油処理能力の推移

## 地方別の原油処理能力の推移 ②

- 中部地方では、強震動生成域のケースによって低下する度合いは異なる。被災31日目には全ての製油所がフル生産を再開している。
- 九州地方は、強震動生成域のケースに関わらず、すべての津波ケース1年後まで0バレルと推計された。



図：中部地方原油処理能力の推移



図：九州地方原油処理能力の推移

- 四国地方は、被災30日目まで0B/D、その後は平常に回復する。
- 九州地方は、全ての津波ケースで浸水発生、1年間0B/Dが続く。
- 中国地方は、強震動生成域のケースで0Bになるケースとそうではないケースがある。被災30日目までは違いが生じるが、31日目に平常に回復する。

→地域内の原油処理能力が0Bになるのは、最大5つの地方となる。

→地方によって最悪のケースは異なる。

## 国内全体での原油処理能力不足日数

- 原油処理能力不足日数  
(原油処理能力が足りない日の日数)

→原油処理能力不足日数は津波ケース①の場合が他のケースより極端に少ないことが分かった。同日数は30日となっている。

→強震動生成域の別に関係なく原油処理能力不足日数および同最終不足日は津波ケース別に決まっていた。

表：原油処理能力不足日数

津波ケース	強震動生成域	南海トラフ巨大地震発生日											
		1月1日	2月1日	3月1日	4月1日	5月1日	6月1日	7月1日	8月1日	9月1日	10月1日	11月1日	12月1日
①	基本	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	陸側	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	東側	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	西側	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
②	基本	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	陸側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	東側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	西側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
③	基本	151	151	151	181	182	182	182	152	181	182	182	152
	陸側	151	151	151	181	182	182	182	152	181	182	182	152
	東側	151	151	151	181	182	182	182	152	181	182	182	152
	西側	151	151	151	181	182	182	182	152	181	182	182	152
④	基本	181	181	181	181	211	212	212	182	211	212	212	182
	陸側	181	181	181	181	211	212	212	182	211	212	212	182
	東側	181	181	181	181	211	212	212	182	211	212	212	182
	西側	181	181	181	181	211	212	212	182	211	212	212	182
⑤	基本	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	陸側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	東側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120
	西側	90	91	119	120	120	120	120	90	119	120	120	120

## 想定された被害と空襲被害の比較

- 昭和東南海地震による製油所の被害について、社史や市史を当てるも、これといった記述はなかった。

一方、空襲被害は甚大であった。

数か月間に発生した被害の累積結果

- 原油処理能力：11万6,000バレル/日(昭和19年)  
⇒1万7,050バレル/日
- 米軍の空襲による原油処理能力残存率：15%
- 南海トラフ巨大地震(強震動生成域東側)発生による原油処理能力残存率：16.8%

東京湾岸から九州までほぼ同時に発生する

## 石油製品の生産面での課題

- 製油所の立地は太平洋側の特定のエリアに集中しており、大規模な災害が発生した際に、同時被災する危険性がある。
- 被災直後には被災前の約16%まで原油処理能力は低下する恐れがある。
- 多数の製油所が被災すると、原油を処理できなくなるため、原油中心の国家備蓄は役に立たない。しかも、製品備蓄はほとんどが流通在庫と一体であり、製油所のタンク機能がダメになると同時にこれもダメになる。
- 石油の国家備蓄はそもそも災害を念頭に置いたものではなかった。東日本大震災以降、災害も念頭に置くようになった。

## 石油製品の流通形態

- 石油製品を輸送する手段は、主に内航タンカー、タンクローリー、タンク車である。
- 内航タンカーとタンクローリーはどの地域でも基本的に重要。タンク車は、長野県や山梨県、栃木県など、一部の地域で重要
- 製油所から油槽所を介して、または直接、給油所や需要家に届けられる。

## タンクローリーの増援可能台数の推定

- 東日本大震災では、303台のタンクローリーが、中部以西から増援として動員された。
- 南海トラフ巨大地震が発生した時に、どのくらい増援が期待できるのか、推計を試みた。

増援可能台数 =  
被災地域外タンクローリー台数※ × 派遣率

※20kl以上の容量を持つ白油タンクローリー

## タンクローリーの増援可能台数

地域	20kl以上タンクローリー台数	
	平成22年3月末	平成28年3月末
北海道	362	520
東北	416	364
関東	1,073	959
中部	453	384
関西	286	266
中国	211	206
四国	83	87
九州	268	276
沖縄	9	9

・派遣率

$$= \frac{\text{派遣台数 (303)}}{\text{中部以西のタンクローリー台数} \times 100}$$

= 23.3%

・非被災地のタンクローリーの台数：1843 (884) 台  
派遣可能台数

$$= 1843 \text{ (または884)} \times 0.233$$

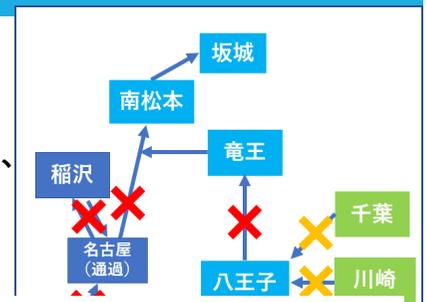
$$= 429 \text{ (205) 台}$$

出典：石油設備調査

## 鉄道タンク車

- 中央本線は山梨県・長野県へ石油製品を運ぶための重要路線
- 線路網の破壊、大規模停電等により不通となると、山梨県、長野県はギリ貧状態に陥る。
- 前例として、平成26年豪雪で首都圏とその周辺の鉄道網がマヒした際に、適正在庫量に対して残量が甲府地区14%、北信地区で35%まで減少した。
- 石油類の輸送シェアに関して、山梨県は42%、長野県は82.2%を鉄道が担う。(H21年度)

- 1編成タンク車20両とすると、ガソリン換算で2,360kℓ輸送されていると推定される。
- 四日市～南松本間の代替として、知多半島の製油所から南松本の日本オイルターミナルの油槽所までタンクローリーで運ぶと



## 石油輸送列車1編成の代替に 20kℓタンクローリー118台が必要！

悪などを考慮すると、1日1往復が限界である。

凡例2: ×震度6弱以上 ×震度5弱～5強

図 南海トラフ巨大地震発生時の鉄道寸断予想図



出典：四日市市で撮影

区号	出発地	目的地	距離	所要時間(片道)	主な通過点	1日の往復可能回数	2日間の往復可能日数
A	出光興産愛知製油所	南松本駅石油取扱所	254km	3時間22分	中央道・清内路トンネル	1往復	2往復
B	日本オイルターミナル八王子製油所	南松本駅石油取扱所	185km	2時間22分	中央道 管子トンネル	1.5往復	3往復
C	堀神製油所	南松本駅石油取扱所	233km	3時間4分	中央道 管子トンネル	1往復	2往復
D	富山県高岡市伏木の油槽所群	南松本駅石油取扱所	155km	3時間24分	糸川渡ダム	1往復	2往復
E	新潟石油共同備蓄基地	南松本駅石油取扱所	292km	3時間32分	北陸・上越 長野自動車道	1往復	2往復

## 現状としては...

- 製油所の立地を本当はもう少し見直す必要がある。
- 被災後の陸上輸送能力には限界があり、外部からの応援も足りないことが容易に想定される。
- 自家発電機等の燃料備蓄を各自増強していくことが本当は望ましい。
- 移動式の製油所を導入することも一考ではないか。

## この分野の厄介な面

- わが国における石油の分野は基本的に斜陽産業である。
- ⇒抜本的な対策が難しいどころか、効率化を追求せざるをえない状態。より災害に対して脆弱な体制にもなりうる。
- 扱うものは危険物であり、水や食料のようにはいかない。
- ⇒水や食料なら、単純に備蓄を推奨できるが、燃料はそう簡単にはいかない。自家発の燃料備蓄を増やすにしても、お金がかかる。

## 参考文献

- 国土交通省鉄道局監修（2017）平成29年度鉄道要覧,電気車研究会・鉄道図書刊行会
- 橋富彰吾・河田恵昭（2016）, 南海トラフ巨大地震による石油燃料の供給支障～製油所の原油処理能力の低下～, 災害情報, No.14 pp.154-163.
- JR貨物（2010）鉄道貨物輸送の現状  
<http://www.mlit.go.jp/common/000115216.pdf>
- 日本オイルターミナル株式会社WEBサイト, 走るパイプライン, (参照年月日: 2018.10.21) [http://www.oil-terminal.co.jp/06\\_pipeline.html](http://www.oil-terminal.co.jp/06_pipeline.html)
- 日本石油輸送株式会社WEBサイト, 石油を運ぶ, (参照年月日: 2018.10.21) <https://www.jot.co.jp/service/index.html>
- 資源エネルギー庁（2010）石油設備調査（参照年月日 2018.08.14）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl006/xls/stptrpl006\\_008.xls](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/xls/stptrpl006_008.xls)
- 資源エネルギー庁（2016）石油設備調査（参照年月日 2018.08.14）  
[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl006/xls/stptrpl006\\_h28\\_001.xlsx](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl006/xls/stptrpl006_h28_001.xlsx)