

# 南海トラフ地震に備えた 支援物資供給チェーンの再編

鶴原 拓海<sup>1</sup>・山本 俊行<sup>2</sup>・伊藤 秀行<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 非会員 清水建設株式会社 (〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16 番 1 号)

E-mail: takumiuhara11@gmail.com

<sup>2</sup> 正会員 名古屋大学教授 未来材料・システム研究所 (〒464-8003 愛知県名古屋市千種区不老町)

E-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp (Corresponding Author)

<sup>3</sup> 非会員 減災ロジスティクス研究所 (〒480-0103 愛知県丹羽郡扶桑町柏森天神 287-2)

E-mail: pi0001@h3.dion.ne.jp

本研究では、南海トラフ地震の発生に際して名古屋市が備蓄している物資、及び、国が実施を計画している「プッシュ型支援」における物資について名古屋市における輸送方法を検討した。備蓄物資の輸送方法における検討では、各避難所への輸送量が少ないため、備蓄倉庫からの輸送の際に複数の避難所を経由することで総輸送時間を大幅に削減可能であることが明らかとなった。プッシュ型支援における検討では、拠点からの輸送で複数の避難所を経由しても、各避難所への輸送量が多く一度に少しの避難所しか経由できないため、総輸送時間をわずかしこ減らすことができないことが示された。また、毛布を十分に備蓄した場合、総輸送時間を大幅に減らすことが可能であることが示唆された。

**Key Words:** *Nankai Trough earthquake, stockpile supply, push-mode support, pallet, vehicle routing problem*

## 1. はじめに

### (1) 研究背景

駿河湾から日向灘沖までのフィリピン海プレート及びユーラシアプレートが接する海底の溝状の地形を形成する区域を「南海トラフ」といい、南海トラフを震源とする地震は「南海トラフ地震」と呼ばれている。気象庁によれば、南海トラフを震源とするマグニチュード7から8規模の地震が今後30年以内に発生する確率は70%から80%とされており、昭和東南海地震(1944年)及び昭和南海地震(1946年)の発生からすでに70年以上が経過していることもあり、次の南海トラフ地震発生の切迫性の高さが指摘されている。内閣府によると、この大規模地震が発生した場合、発災一週間後の時点での避難所への避難者数は国内全域で最大500万人に達し、都道府県単位では最大となる愛知県においては最大96万人が避難所に避難すると想定されている。それに伴って物資が不足する地域が発生するとされており、同じ内閣府の想定では発災後の1週間の合計で、国内全体において食料が約9600万食不足するとされている。また、生活必需品としての毛布についても住宅を失った被災世帯の膨大

な需要に対して国内全域で最大で520万枚不足すると想定されている。

2011年の東日本大震災が発生した際に、自治体の庁舎や職員の多くが被災したことで、被災者に物資が十分行き渡らないことがあった。その経験を踏まえ政府は、被災した自治体だけでは必要な物資量の迅速な調達が困難な場合に、国が被災した自治体の要請を待たずに物資を調達する「プッシュ型支援」という新たな仕組みを2015年に導入している。そのため現時点での大規模災害時の支援計画としては、発災後3日間は各個人及び各自治体が備蓄している物資で対応を行い、発災後4日目から7日目はプッシュ型支援を実施、発災後8日目以降は、被災した自治体が必要な物資量を把握して国に要請する「プル型支援」に移行し、最終的に被災した自治体の機能が回復した後は自治体主体で物資を調達するという計画になっている。南海トラフ地震に関しては、政府の中央防災会議が「南海トラフ地震における具体的な応急対策活動に関する計画」を定めており、愛知県ではこれを受けた「南海トラフ地震における愛知県広域受援計画」を策定している。

現在、愛知県の広域受援計画や名古屋市の「災害救助

用物資供給計画」によって、備蓄物資の輸送やプッシュ型支援における物資輸送の拠点などは指定されている。しかし、その拠点から各避難所への支援物資の輸送方法や、必要になる車両や人員の数、物資の輸送を完遂するのにかかる時間などについては十分な検討がなされていない。実際に南海トラフ地震が発生した際に支援物資の輸送の実行可能性を高めるためにも、より具体的な検討と計画の練り直しが必要であるといえる。

## (2) 研究目的

本研究は、愛知県名古屋市を対象として、南海トラフ地震等の大規模災害時の市の指定避難所への支援物資の輸送方法を検討し、効率的な輸送方法を見出すことを目的とする。発災後 3 日間は備蓄している物資によって対応しなければならないため、名古屋市が指定している備蓄倉庫から避難所までの輸送方法の検討として、複数の避難所を経由する輸送や、パレットの利用方法等のいくつかの設定で、全避難所への物資の輸送にかかる総所要時間を算出し分析を行った。発災後 4 日目から 7 日目までのプッシュ型支援に関しては、いくつかの拠点の利用パターン及び避難所の経由パターンによる総所要時間を算出し、比較・検討を行った。これらの分析では、倉庫や拠点から各避難所への走行時間と、各避難所の必要物資量から算出される倉庫や拠点での積み込み時間、避難所での積み下ろし時間の合計である積み替え時間のみを考慮して検討を行う。

## 2. 本研究の位置づけ

伊藤ら<sup>1)</sup>は、国のプッシュ型支援に焦点を当て、実際にプッシュ型支援が行われた 2016 年の熊本地震に関する報告などをもとに、愛知県内における実行可能性について検討を行っている。この中で伊藤らは、南海トラフ地震のような大規模災害が発生した場合には、被災した自治体の機能が消滅もしくは極端に低下し、拠点の運営が困難な可能性があることや、市町村の設けた拠点での物資の積み替えのために人員や時間がより必要になることから、市町村に設けられる拠点を經由せずに県が設ける拠点から各避難所に直接物資を輸送するほうが効率的であると述べている。後藤ら<sup>2)</sup>は、伊藤らの検討に加え、各避難所の物資の需要や積み替え時間などを仮定することでより実際の輸送体系に近づけた条件での検討を行っている。この中で後藤らは、県が設ける拠点から各避難所に直接輸送する場合や、県が設ける拠点から市町村に設けられる拠点への輸送を大型トラックで集約した場合などにおいて、全避難所への物資の輸送の完遂にかかる時間を算出することで、必要なトラックの台数など実施

可能性について述べている。また、ネットワークの不確実性についても検討を行っている。

本研究では、後藤らの検討をもとに、拠点から各避難所への輸送方法について、一台のトラックで複数の避難所を経由して輸送する場合においても分析を行い、複数の避難所を経由することによる所要時間の変化等の検討を行った。また、プッシュ型支援に移行する前の段階の名古屋市が備蓄している物資の輸送方法の検討も行った。名古屋市の指定する倉庫に備蓄されている物資量や各避難所に備蓄されている物資量などから各避難所への輸送量を設定し、一台のトラックで一つの避難所に輸送する場合や複数の避難所を経由して輸送する場合などで分析を行った。また、名古屋市の備蓄物資を増やし発災後 3 日間のうちにより多くの物資を輸送できた場合において、発災後 4 日目から 7 日目におけるプッシュ型支援での輸送量を再設定し検討を行う。

## 3. 検討方法

### (1) 対象地域の選定

本研究では、プッシュ型支援に関する検討では対象地域を名古屋市の全域とした。南海トラフ地震の被害想定では都道府県単位で最大となる約 96 万人の避難所避難者数が想定されている愛知県の中でも最大都市である。一方、備蓄物資の輸送に関する検討では計算負荷の問題から南区のみを検討対象とした。

### (2) 使用データ

#### a) 避難所データ

避難所のデータは、愛知県防災会議の公表している「愛知県地域防災計画（平成 30 年修正）」の附属資料にある「災害対策基本法第 49 条の 7 に基づく指定避難所の指定状況(平成 30 年 4 月 1 日時点)」から、名古屋市の指定避難所のみを抽出して使用した。名古屋市の指定避難所は計 867 か所（うち 1 か所は隣接する北名古屋市に所在）であるが、このうち本研究では「福祉避難所」として指定されている 76 か所を除いた 791 か所（北名古屋市に所在する 1 か所を含む）を対象とした。以下この避難所群を「対象避難所」と呼称する。名古屋市全体での避難所収容人数は 26 万 4040 人で、名古屋市が公表している南海トラフ地震の被害想定における指定避難所避難者数は 13 万 8000 人となっている。現在、「愛知県地域防災計画（令和 2 年修正）」が公表されているが、指定避難所数の変化は 8 か所増えたのみで結果への影響が小さいこと、後藤ら<sup>2)</sup>の検討結果と比較を行いやすくなるために条件を同じにすること、という理由から本研究では平成 30 年修正版のデータを用いた。

## b) 拠点データ

拠点データは、発災後 3 日間の備蓄物資の支援においては、名古屋市の「災害救助用物資供給計画」をもとに 6 か所の備蓄倉庫を拠点とした。本研究では南区のみを対象としているため、6 か所の備蓄倉庫のうち瑞穂区・南区・緑区をカバーエリアとしている南東部倉庫（丸全昭和運輸株式会社管理）を検討対象とした。発災後 4 日目から 7 日目のプッシュ型支援においては、愛知県や名古屋市が公表している一時拠点・二次拠点のうち名古屋市に対応されている一次拠点・二次拠点をを用いることとした。一次拠点については、名古屋市千種区の中小企業振興会館（吹上ホール）と長久手市の愛・地球博記念公園の 2 か所が名古屋市の各区の担当となっている。二次拠点については計画の変更が行われており、2021 年 4 月以降に運用開始予定の稲永スポーツセンター・名古屋競輪場・名古屋国際会議場・瑞穂公園体育館・名東スポーツセンター・守山スポーツセンターの 6 か所の施設を候補とした。

## c) 物資量データ（備蓄物資）

本研究において名古屋市の備蓄物資、及びプッシュ型支援による支援物資は、品目ごとに荷姿は統一されており、パレット単位での輸送が容易であるという前提を設けている。パレット化をすることによって、備蓄倉庫や拠点における物資の積み下ろしの作業をフォークリフトなどの機械で行うことが可能になるため、大幅な効率化を図ることができる。

本研究においては、発災後 3 日間の物資量のデータとして、愛知県が公表している各避難所の想定収容人数、名古屋市の「令和元年度末【南東部倉庫】備蓄物資数量」、「南区避難所別備蓄物資数量」のデータから、各避難所への輸送物資量を次のように設定した。

1. 「令和元年度末【南東部倉庫】備蓄物資数量」を瑞穂区・南区・緑区のそれぞれの合計想定収容人数の比に分配し南区分の備蓄物資量を算出する。
2. 南区分の備蓄物資量と各避難所の備蓄物資量の合計を、各避難所の想定収容人数の比に分配し、各避難所への配分量を算出する。
3. 配分量よりも備蓄されている物資量の方が多避難所もあり、その物資を取り上げることは現実的ではないため、そういった避難所以外の避難所のみで 2. の計算を再度行う。
4. 避難所の配分量から避難所の備蓄物資量を差し引いた量を備蓄倉庫からの輸送量とし、輸送量の合計が備蓄倉庫の南区分の備蓄物資量以内になるまで 3. の計算を繰り返し、各避難所への輸送量を決定する。
5. 名古屋市の「物資大きさ」のデータを用いて各避難所への輸送量をパレット単位に変換する。

なお、食料以外の物資に関しては発災後初日に輸送するものとする。また飲料水については、トラックによる物資輸送が可能である被害状況の場合、応急給水栓も利用可能であると想定して、輸送量には含めずに分析から省くこととした。また、複数の避難所を経由して輸送する際にトラックに詰め合わせる場合、作業の複雑化を避けるため、1 枚のパレットには 1 か所の避難所の物資だけを積み込み、複数の避難所の物資を積み込むことはしないという仮定を置くこととした。この仮定はプッシュ型支援の場合も同様とした。

## d) 物資量データ（プッシュ型支援）

発災後 4 日目から 7 日目におけるプッシュ型支援の物資量のデータとして、愛知県の受援計画に記載されているプッシュ型支援における名古屋市の各行政区への配分量（食料については 1 日ごと、他の品目については合計）のデータ、及び各避難所の想定収容人数のデータから、各避難所への輸送物資量を次のように設定した。

1. 「行政区ごとの各品目の物資量」を、それぞれの区の「合計想定収容人数」で割り、行政区ごとに「避難所収容人数一人当たりの各品目需要量」を算出する。
2. 先行研究を行った伊藤らより提供を受けた主要品目のパレットへの梱包時の容量に関する資料を用いて、この資料のある 6 品目について「避難所収容人数一人当たりの各品目需要量」をパレット単位に変換する。
3. パレット単位に変換した「避難所収容人数一人当たりの各品目需要量」に各避難所の「想定収容人数」を掛け合わせて「各避難所の各品目需要物資量」をパレット単位で算出する。
4. 各品目のうち、食料以外の 5 品目はすべてプッシュ型支援初日の発災 4 日目に輸送するものとして、5 日目から 7 日目はそれぞれの当日分の食料のみを輸送すると仮定する。この仮定に基づき足し合わせて、「各避難所への輸送量」を実施日ごとに算出する。

本研究では、梱包サイズのデータを得られなかったトレットペーパー、生理用品については輸送量に含めずに分析から省くこととした。また、複数の避難所を経由して輸送する際にトラックに詰め合わせる場合、作業の複雑化を避けるため、1 枚のパレットには 1 か所の避難所の物資だけを積み込み、複数の避難所の物資を積み込むことはしないという仮定を置くこととした。

## e) 輸送に用いる車両の設定、積み下ろし時間

本研究においては、輸送に用いる車両として標準的な 4t（中型）トラックと 10t（大型）トラックの 2 種類を想定している。国土交通省が公開しているハンドブックによると、1100mm×1100mmの標準的なサイズのパレットを

積載する場合、4tトラックでは5枚、10tトラックでは16枚のパレットを積載可能である。本研究ではこのデータを前提として分析を行った。拠点から避難所への輸送の際には、避難所の数が多く車両の必要台数も多いこと、各避難所までの道路ネットワークのすべての区間で10tトラックの円滑な通行が可能とは考えにくいことから、4tトラックによる輸送を想定する。一時拠点から二次拠点への輸送をする際には、大型トラックでの集約した輸送の効果を検討するために4tトラックと10tトラックの2種類による輸送を想定する。

次に、物資のトラックへの積み込み及びトラックからの荷下ろしに必要な時間についても、同ハンドブックのデータより単純化して決定することとした。拠点における物資の積み下ろしに関しては、フォークリフトの確保が可能で、フォークリフトを使用して積み下ろし作業を行うことができると仮定した。その場合の4tトラック一台の積み込みもしくは荷下ろしに必要な時間は10分、10tトラック一台の積み込みもしくは荷下ろしに必要な時間は30分とされている。本研究では、フォークリフトを用いた積み下ろしでは1パレットあたり2分として計算を行った。避難所における物資の荷下ろしに関しては、手作業で行うこととした。日本物流団体連合会の報告書によると、十分な人員を確保できた状態で手作業による積み下ろし作業を行った場合、フォークリフトでの積み下ろしの3倍ほどの時間を要するとされている。単純に3倍とすると1パレットあたり6分となるが、十分な人員の確保が可能か分からないこと、積み下ろし作業に慣れていないことを考慮して、1パレットあたりの荷下ろし時間を10分と設定した。

本研究では、積み下ろし時間の設定において物資量のみを用いているため、各拠点や避難所での車両同士の入れ替わり時間等は考慮できていない。

#### f) 道路ネットワークデータ、旅行速度の設定とリンク通過時間

本研究では、使用する道路ネットワークデータとして後藤ら<sup>2)</sup>の研究で使用したネットワークデータを用いた。データ整理の方法については後藤らを参照されたい。

本研究では、旅行速度のデータを外部から取得せずに、「使用ネットワーク」の種別や車線数、「規制速度」データの分類情報に基づいた定数として各リンクに設定することとし、この速度を以下「設定速度」と呼称する。

この設定は道路の構造や通常時の規制速度から仮想的に交通障害がない場合の旅行速度を設定したものである。以降のGISソフトウェアによる解析では、解析に使用するネットワークデータに時間の変数が必須であったことから、「使用ネットワーク」のデータにこの「設定速度」の項目を追加して解析を行った。同解析では交通流や信号交差点等による所要時間の増加は考慮しておらず、い

わば「緊急車両や緊急輸送車両の通行のために一般車両の通行が一切制限された、緊急物資輸送に対して理想的な状態」と見ることができる。

本研究で用いた各拠点から各避難所への走行時間、各避難所間の走行時間はGISソフトウェアのネットワーク解析による最短経路探索により算出した。

### (3) 検討の方法・条件

#### a) 複数の避難所の経路方法

複数の避難所を経由して輸送する際の物資量としては、例えば8パレットの物資が必要な避難所の場合、5パレット分はその避難所のみ往復することで輸送するので經由する輸送物資量からは除き、残りの3パレット分を経由する輸送の検討に含めるものとした。また、經由する方法として次の2つの方法とし、各行政区内のみで經由することとした。

##### 方法1：簡便法

トラックに5パレット積載して拠点を出発し、名古屋市の「指定避難所の一覧表」に記載されている順番に經由する。「指定避難所の一覧表」は学区ごとに記載されており、比較的距離の近い避難所間の經由が可能であること、実際に複数の避難所を経由する際に実行することが容易であることからこの順に經由することとした。

##### 方法2：最適化

容量制約付き配送計画問題としてプログラムを組み最適化を行った。プログラムを組むにあたり以下の条件を設定した。

- ① それぞれの避難所に必要な物資量だけ配達する。
- ② トラックは拠点から出発し拠点に帰ってくる。
- ③ トラックに積める物資量は5パレットとする。

#### b) 検討1—発災後1日目の備蓄物資の輸送方法の検討

発災後3日間における備蓄物資の輸送において、最も輸送する物資量の多い発災後1日目を対象に、倉庫に備蓄されている物資の輸送方法の検討を行った。

##### 1) 輸送対象とする避難所の条件：

愛知県名古屋市南区の「対象避難所」

##### 2) 拠点の条件：

南東部倉庫（丸全昭和運輸株式会社管理）

##### 3) 輸送方法の条件：

- A) パレットを使用し、備蓄倉庫から各避難所まで個別に輸送する。
- B) パレットを使用し、備蓄倉庫から複数の避難所を経由して輸送する。
- C) 輸送物資のうちパレットを使う避難所と使わない避難所に分けて複数の避難所を経由して輸送する。
- D) パレットを使用せず、全ての積み下ろし作業を手作業で行い複数の避難所を経由して輸送する。

B), C), D)ともに複数の避難所を経由する方法としては簡便法を用いた。C)に関しては、避難所の備蓄物資量が多い避難所に対する輸送量が極端に少ないため、輸送量がある一定量以下の避難所については、パレットを利用せずにトラックに積み込み、より多くの避難所を経由するほうが効率的であることから設定した。なおパレットを利用しない場合の積み込み時間は人員によるものとし、荷下ろしと同様に1パレットあたり10分とした。基準となるある一定量の値については、次のように決定した。本研究では各避難所への輸送物資量を収容人数から決定しており、輸送物資量にかなりの偏りができてしまった。そこで、避難者が分散した場合や備蓄物資量を増やした場合を想定し、各避難所への輸送物資量を乱数で与えて感度分析を行った。感度分析の方法を以下に示す。

1. 避難所数を50としてそれぞれの物資量を0から1の乱数で与える。
2. 倉庫から避難所までの走行時間は南東部倉庫から南区の各避難所までの走行時間の平均値とし、避難所間の走行時間は簡便法の経路順での各避難所間の走行時間の平均値とする。
3. パレット利用の有無を分ける物資量の基準を1パレットのX割とし、X割以上の時パレット利用、X割未満の時パレット非利用で避難所を分ける。
4. それぞれの場合において、パレットを利用する避難所だけで複数の避難所を経由した時の輸送時間と、パレットを利用しない避難所だけで複数の避難所を経由した時の輸送時間の合計である総輸送時間を算出する。
5. 1.から4.の作業を100回行い、基準値ごとに総輸送時間の平均を算出し、最も短いものを、パレットを利用する避難所と利用しない避難所を分ける基準とする。

#### c) 検討 2—発災後 4 日目のプッシュ型支援の総輸送時間の検討

プッシュ型支援において最も輸送する物資量の多い発災後 4 日目を対象に、後藤(2020)が行った二次拠点の利用パターンの検討に加えて、複数の避難所を経由して物資を輸送する場合のすべての避難所への物資の輸送の完了のための所要時間についての検討を行った。

- 1) 輸送対象とする避難所の条件：  
愛知県名古屋市の「対象避難所」すべて
- 2) 拠点の条件：  
2021年4月以降運用開始予定の一次拠点及び二次拠点
- 3) 輸送方法の条件：  
A) 全て4tトラックを使用し、二次拠点を經由して輸送する

B) 二次拠点を經由せずに一次拠点から各避難所まで4tトラックにて直送する。

C) 一次拠点から二次拠点までの輸送を10tトラックで集約し、二次拠点から各避難所までは4tトラックにて輸送する。

A), B), C)それぞれにおいて、各避難所に個別に輸送をする場合と複数の避難所を経由して輸送する場合の2通りのパターンで検討を行った。複数の避難所を経由する方法としては簡便法を用いた。本検討では、各避難所への輸送物資量の多い発災後4日目における複数避難所経路による効果についての考察を行う。

#### d) 検討 3—簡便法の精度の検討

発災後1日目の物資量が少ない場合と発災後4日目の物資量が多い場合での簡便法と最適化の結果を比較し、簡便法の精度について検討した。

- 1) 輸送対象とする避難所の条件：  
愛知県名古屋市南区の「対象避難所」
- 2) 拠点の条件：  
南東部倉庫（丸全昭和運輸株式会社管理）及び瑞穂公園体育館
- 3) 輸送方法の条件：  
発災後1日目では、検討1のC)と同様にパレットを利用する避難所と利用しない避難所を分けて複数の避難所を経由する輸送において、簡便法及び最適化を用いる。

発災後4日目では、検討2のA)と同様に全ての輸送で4tトラックを使用して二次拠点を經由し、さらに二次拠点から複数の避難所を経由する輸送において、簡便法及び最適化を用いる。

#### e) 検討 4—備蓄物資を増やした場合の総輸送時間の検討

発災後4日目のプッシュ型支援における物資量のうち8割以上を毛布が占めている。4日目の物資量の内訳は毛布が88.3%を占めている。サイズが大きくかさばる品目である毛布を名古屋市が十分に備蓄することが可能な場合を想定し、発災後4日目のプッシュ型支援の輸送物資から毛布を除いた場合での物資輸送の所要時間について検討した。

- 1) 輸送対象とする避難所の条件：  
愛知県名古屋市の「対象避難所」すべて
- 2) 拠点の条件：  
2021年4月以降運用開始予定の一次拠点及び二次拠点
- 3) 輸送方法の条件：  
A) 全て4tトラックを使用し、二次拠点を經由して輸送する  
B) 二次拠点を經由せずに一次拠点から各避難所まで4tトラックにて直送する。  
C) 一次拠点から二次拠点までの輸送を10tトラック

クで集約し、二次拠点から各避難所までは 4t トラックにて輸送する。

て報告予定である。

#### 4. 検討の結果と考察

本研究における検討として、走行時間については GIS ソフトウェアを用いて算出したが、その過程で全避難所 791 か所のうち 13 か所の避難所に関しては最短経路の探索が不可能であった。これは「使用ネットワーク」において、一部の道路リンクがほかのリンクと接続しない（幅員 5.5m 未満の道路を介してのみ他のネットワークと接続する）孤立状態のリンクがあり、「対象避難所」のうち 13 か所がネットワーク上の位置としてこの孤立したリンクに位置してしまっているためである。そのため今回の検討においてはこの 13 か所の避難所に関しては検討対象から除外することとした。なお南区の 54 か所の全避難所については最短経路の探索が可能であった。3 章で説明した各検討の結果については当日の発表に

**謝辞：**本稿は科学技術振興機構より国際科学技術協力基盤整備事業「日本-米国研究交流」の助成を受けた研究成果の一部である。愛知県防災安全局および名古屋市健康福祉局、防災危機管理局より多くの情報とアドバイスを頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 伊藤秀行, Wisetjindawat,W., 横松宗太(2017)：南海トラフ巨大地震における政府調達支援物資供給計画の実行可能性の検討, 2017 実践政策学 第 3 巻 1 号.
- 2) 後藤治樹, 山本俊行, 伊藤秀行：南海トラフ地震に備えたプッシュ型支援物資供給チェーンの検討, 第 62 回土木計画学研究発表会, 長野市, Nov. 13-15, 2020.

(Received October 1, 2021)

## REORGANIZATION OF THE SUPPLY CHAIN OF RELIEF SUPPLIES FOR NANKAI TROUGH EARTHQUAKE

Takumi UHARA, Toshiyuki YAMAMOTO and Hideyuki ITO