

# 首都直下地震における 道路啓開計画について



市川 督人  
道路政策グループ  
主席研究員

## 1 はじめに

### 1.1 首都直下地震

中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループでは、平成25年12月19日「首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）」（以下「内閣府WG報告」という。）において、マグニチュード7クラスの首都直下地震が30年間に70%の確率で発生するとされている。

首都直下地震（都心南部直下地震）の想定震度分布では、都心部の多くで震度6強となり（図1-1）、内閣府WG報告の被害想定では、死者最大2.3万人、建物被害最大61万棟、経済被害が95兆円に達するという甚大な被害を試算している<sup>1)</sup>。

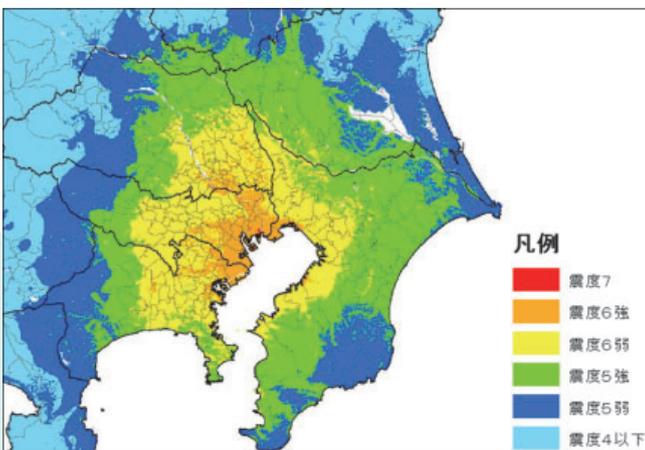


図1-1 首都直下地震の想定震度分布<sup>1)</sup>

### 1.2 道路啓開計画

#### (1) 計画策定の目的・背景

首都直下地震発生後は、直ちに救命救助活動、緊急物資の搬送等が必要となるが、道路は、ガレキの散乱・電柱倒壊・延焼火災・放置車両等により深刻な交通麻痺が発生して、災害対応に大きな支障となることが危惧されている<sup>1)</sup>。このため、発災後、直ちに緊急車両の通行のため最低限のガレキ処理や簡易な段差処理を行う道路啓開が必要となり、事前に道路啓開計画を立案しておくことは非常に重要な課題である。

道路啓開計画の策定に向け、平成26年7月に道路管理者と関係機関による「首都直下地震道路啓開計画検討協議会」が組織され、平成27年2月には「首都直下地震道路啓開計画（初版）」（以下「（首都直下）道路啓開計画」という。）が策定・公表された。

（首都直下）道路啓開計画は、人命救助や緊急物資の輸送、復旧・復興に大きく寄与した東日本大震災の「くしの歯作戦」の実績を踏まえ、首都直下地震時の道路啓開の考え方や手順、具体的な啓開方法、事前に備えておくべき事項等をまとめたものである<sup>2)</sup>。

都心部は、密な道路ネットワークが形成（東京都の緊急輸送道路延長：約2,000km<sup>3)</sup>）されており、限られた体制で全ての緊急輸送道路を同時に啓開することは難しいため、あらかじめ優先的に啓開する「優先啓開ルート」を選定し、集中的な道路啓開を行うことが必要と考えられる。

#### (2) 八方向作戦

首都圏の道路ネットワークの特性や被害想定を踏まえ、（首都直下）道路啓開計画では、主に放射方向の道路を活用し、都心に向けた八方向（八方位）ごとに道路管理者の枠を超えて柔軟に首都高・直轄国道・都道を相互利用し、人員・資機材を集中的に投入していち早く都心部を目指し、優先啓開ルートを設定して、郊外から一斉に道路啓開を実施する「八方向作戦」により道路啓開が実施されることとなっている（図1-2）。



図1-2 八方向作戦（首都直下地震）<sup>2)</sup>

また、生存率が極端に落ちるとされる災害発生後 72 時間を意識し、発災後 48 時間以内に各方向最低 1 ルート啓開することを目標としている。

### 1.3 JICEの主な検討内容

(首都直下) 道路啓開計画は、計画の概要、事前の備え、発災後の対応、今後の課題より構成されている(図 1-3)。

本稿では、(首都直下) 道路啓開計画のうち、JICE が検討に携わった主な事項である「道路被害の設定の考え方」と「優先啓開ルート案の設定」を中心に報告する。

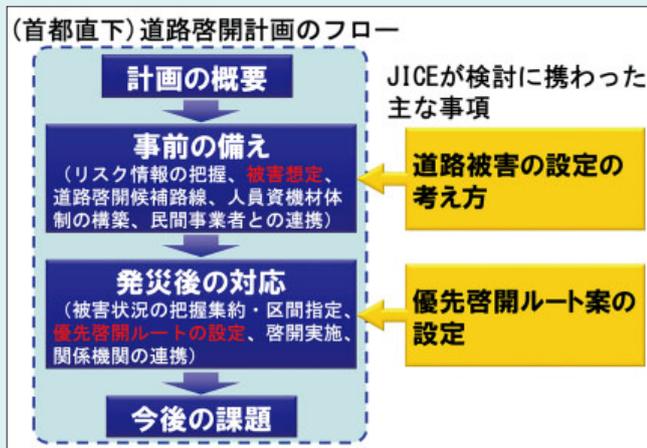


図 1-3 JICEの主な検討内容

## 2 道路被害の設定の考え方

### 2.1 道路本体(橋梁)の被害

#### (1) 橋梁落橋・倒壊(大被害)

内閣府WG報告では、首都高速道路、直轄国道及び緊急輸送ルートとして想定される道路の橋梁は、阪神淡路大震災の被害を踏まえ耐震化対策を概ね完了しており、大被害(落橋・倒壊などの機能支障に至る程度の被害)の箇所数は、いずれも「わずか」としている。

また、東京都の被害想定<sup>4)</sup>では、都内の橋梁は耐震化が進んでいることから、高速道路および一般国道の大被害の被害率を「0.0%」と想定している。

一方、新潟県中越地震及び東日本大震災では、耐震補強後の橋梁において修復に長期を要する被害を受けた事例はなかった。

以上を踏まえ、(首都直下) 道路啓開計画の被災想定では、首都圏の道路橋梁に落橋・倒壊などの大被害は発生しないものと想定した。

#### (2) 橋梁段差(中小被害)

内閣府WG報告では、中小被害(機能支障に至らない程度の橋梁・高架橋の被害)の箇所数として、高速道路で約620箇所、

一般国道及び都県道で約120箇所の発生を想定している。

また、東京都の被害想定<sup>4)</sup>では、中小被害の被害率を高速道路で10.2%、一般国道で9.1%としており、首都圏では橋梁段差等の中小被害の発生が想定される。

一方、東日本大震災では、橋梁本体の被災は軽微でも、橋台背面に段差が生じて通行できない事例が多くみられ、平成24年改訂の道路橋示方書に橋台背面のアプローチ部への配慮が新たに加えられている。

以上を踏まえ、(首都直下) 道路啓開計画の被災想定では、中小被害として橋梁段差に着目した。

東京国道事務所管内及び都県境に立地する148橋梁のうち、小規模な掘り込み河川に架かる橋梁を除き、橋台背面が盛土・堤防天端構造であり、液状化により橋台背面が沈下して段差発生が懸念される渡河橋梁を選定した(図 2-1)。

対象とした31橋の段差量については、東日本大震災の被災状況等を踏まえて平均で約30cmと想定した。



図 2-1 液状化により橋梁段差の発生が懸念される渡河橋梁

#### (3) 歩道橋の落橋

阪神淡路大震災と東日本大震災では、歩道橋に付属されている標識・看板などの落下や、昇降階段部の一部損壊は見られたものの、歩道橋の落橋は無かったことから、(首都直下) 道路啓開計画の被災想定では、歩道橋の落橋による道路閉塞には至らないと想定した。

### 2.2 車両・ガレキ等の道路閉塞

#### (1) 路上車両

首都直下地震時、首都圏では、路上車両による道路閉塞が懸念されるため、路上車両が道路啓開作業に及ぼす影響について、以下の手法により検討した。

##### ① 路上車両台数の算出

発災時の路上車両台数は、「平成22年度道路交通センサス」のピーク時交通量(混雑時の7時台、8時台、17時台、18時台の最大交通量)相当が東京23区全線で発生する想定とした。

算出方法を以下に示す。

$$\cdot \text{路上車両台数 [台]} = L [\text{km}] \times K [\text{台/km}]$$

ここで、

区間延長 L [km]：特別区内の道路延長

交通密度 K [台/km]：単位延長当たりの占有車両数

$$K [\text{台/km}] = Q [\text{台/h}] / V [\text{km/h}]$$

ここで、

交通量 Q [台/h]：単位時間当たりにある地点を通過する車両数

交通速度 V [km/h]：占有車両の平均速度

## ② 路上車両の種類

発災後の路上車両については、鍵の有無や事故の発生などによって車両移動に要する時間が大きく異なるため、「立ち往生車両」・「放置車両」・「その他」の3種類に区分した。

▶ 「立ち往生車両」は、有人車両や、鍵を付けた状態でドライバーが避難した無人車両であり、誘導等によって短時間の車両移動が可能と想定した。

▶ 「放置車両」は、鍵が付いていない状態で路上に放置された無人車両であり、レッカー車によるけん引作業などが必要となるため、車両移動に時間を要すると想定した。

▶ 「その他」は、被災や事故により横転するなど、移動不能となった車両であり、クレーン車による撤去作業などが必要となるため、特に車両移動に時間を要すると想定した。

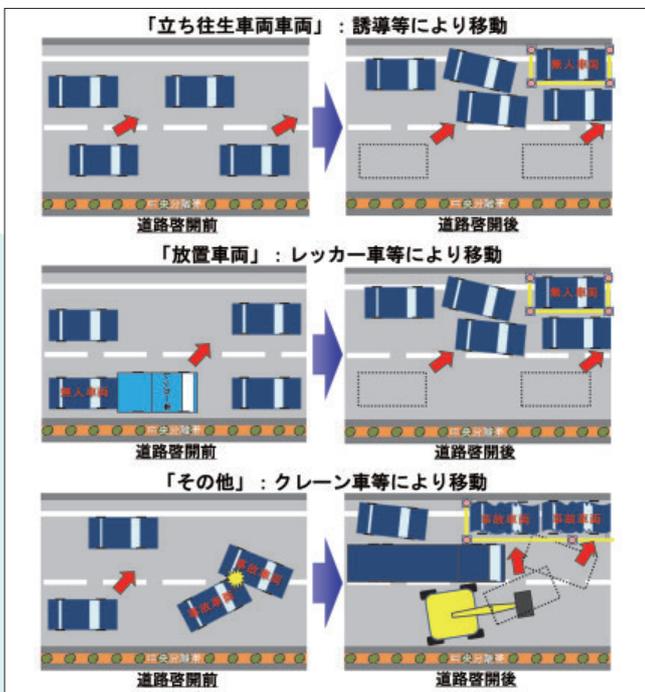


図 2-2 路上車両の種類別の啓開方法イメージ

## ③ 路上車両の割合と啓開作業時間

路上車両の発生割合と啓開作業時間については、関東地方整備局の「道路啓開時における路上車両移動研究会」の検討等を参考に想定した（表 2-1）。

表 2-1 路上車両の割合と作業時間

路上車両の種類	割合	区分	啓開作業時間
立ち往生車両	6割	—	1分/台
放置車両	3割	大型	20分/台
		小型	3分/台
その他	1割	大型	30分/台
		小型	6分/台

## (2) 建物倒壊（ガレキ）

東京都の特定緊急輸送道路沿道の建築物のうち、建物高さ が道路幅員の 1/2 を超えるものについては、平成 24 年度末で耐震化率約 80%と耐震化が促進されているため<sup>5)</sup>、建物倒壊による道路閉塞までに至らないと想定した。

次に、建物からのガラスや看板等の落下による道路閉塞への影響については、東日本大震災の状況から大部分は歩道に収まり、耐震化された建物からガレキが発生しないものと想定して、未耐震の建物 20%から発生するガレキの量を算出した（図 2-3）。

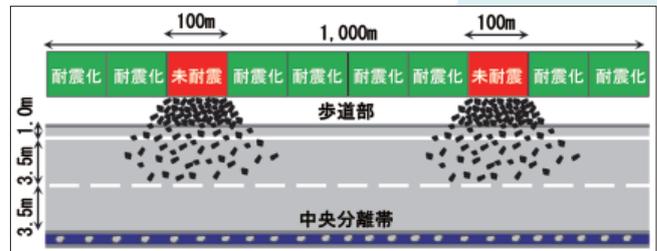


図 2-3 路線 1km 区間で発生するガレキの想定イメージ

## (3) 沿道火災

木造住宅密集地域（以下「木密地域」という。）は、道路や公園等の都市基盤が不十分なことに加え、老朽化した木造建造物が多いことから<sup>6)</sup>、大規模な延焼火災により、約 4 万～ 41 万棟が焼失すると想定されている<sup>1)</sup>。

首都圏の木密地域は、環状 6 号線から環状 8 号線の沿線などの広範囲に分布しているが、道路啓開候補路線沿道の建築物は堅牢な建物が占め、木造家屋は点在する状況であるため（図 2-4）、啓開ルート沿道の火災については、道路閉塞までに至らないと想定した。

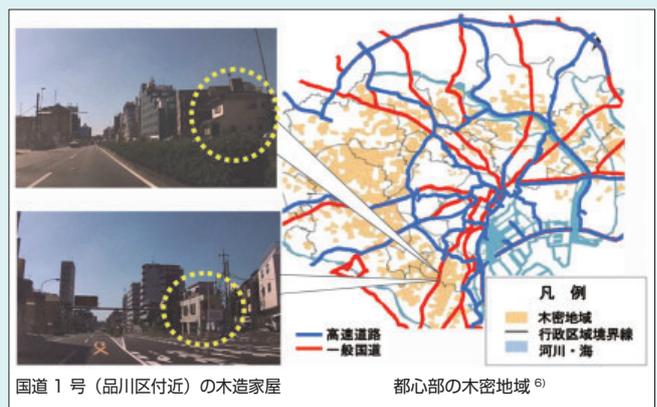


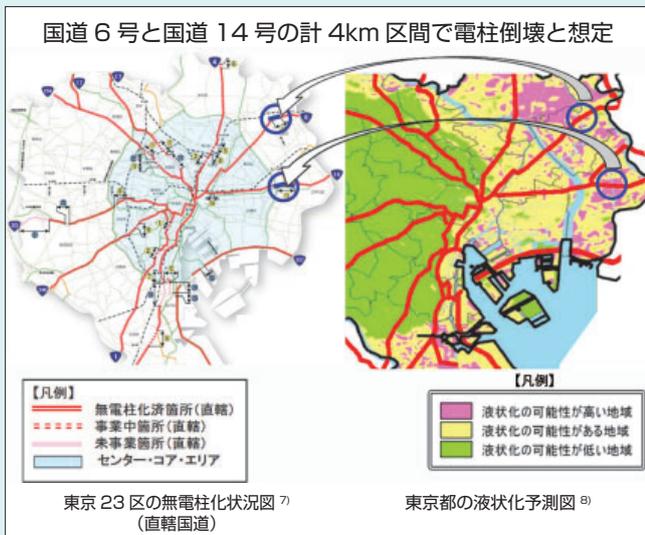
図 2-4 啓開ルート沿道の木造家屋

(4) 電柱倒壊

東京都内の直轄国道では、無電柱化が促進されており、事業中および未事業化区間の延長は 43.0km、電柱は約 1,430 本存在している。

東日本大震災において、液状化の影響で電柱が傾く被害が発生した状況を踏まえ、液状化リスクの高い地域の電柱は全て倒壊する想定とした。

無電柱化の事業中および未事業化区間のうち、液状化の可能性が高い地域は、国道 6 号の 1.8km 区間と国道 14 号の 2.5km 区間が該当し、被災対象となる電柱は、約 150 本と想定した (図 2-5 の青丸箇所)。



2.2 被害想定量の試算

上述の被害想定を前提として、道路啓開作業が必要となる橋梁段差・路上車両・ガレキ・電柱倒壊について、被害想定量を各方向別に試算した (表 2-2)。

方向別に見ると、路上車両台数は、北東方向 (国道 6 号、国道 14 号) の 5,700 台が最も多く、このうち車両移動に時間を要する「放置車両」と「その他」の路上車両の合計は、約 2,300 台と想定した。

段差が発生する橋梁は、荒川の渡河橋梁を含む北東方向が最も多く、八方向全体の半数以上を占める 18 橋と想定した。

ガレキは、沿道建築物の 20% で発生するものとし、東京 23 区内の道路延長が長い南方向 (国道 1 号、国道 15 号) と北西方向 (国道 17 号、国道 254 号) で最も発生量が多く、それぞれ約 300m<sup>3</sup> と想定した。

電柱倒壊は、無電柱化未実施区間かつ液状化の可能性が高い地域で発生するものとし、北東方向の国道 6 号と国道 14 号の計 4km 区間の被害を想定した。

なお、八方向全体の被害想定量は、路上車両：約 24,000 台、橋梁段差：31 橋、ガレキ：約 1,400m<sup>3</sup>、電

柱倒壊区間：4km と試算した。

表 2-2 被害想定量の試算結果 (直轄国道) <sup>2)</sup>

方向	事務所名	路線名	区間長 (km)	被害種別						
				路上車両 (台)	ガレキ (m <sup>3</sup> )	電柱倒壊 (km)	橋梁段差補修 (橋)	ガレキ (m <sup>3</sup> )	電柱倒壊 (km)	
1. 南	横浜国道	R 1	18.2	1,000	600	300	100	1	160	—
		R 15	18.1	900	540	270	90	1	160	—
		小計	36.3	1,900	1,140	570	190	2	320	—
2. 南西	川崎国道	R 246	13.7	3,200	1,920	960	320	1	120	—
3. 西	相武国道	R 20	16.5	3,300	1,980	990	330	1	150	—
4. 北西	大宮国道	R 17	18.8	2,900	1,740	870	290	2	170	—
		R 254	15.2	2,400	1,440	720	240	0	140	—
		小計	34.0	5,300	3,180	1,590	530	2	310	—
5. 北	北首都国道	R 4	14.5	4,400	2,640	1,320	440	4	130	—
6. 北東	首都国道	R 6	14.7	3,500	2,100	1,050	350	8	130	2
		R 14	9.1	2,200	1,320	660	220	10	80	2
		小計	23.8	5,700	3,420	1,710	570	18	210	4
7. 東	千葉国道	R 357	19.0	600	360	180	60	3	170	—
合計				24,400	14,640	7,320	2,440	31	1,410	4

※区間長は、東京国道事務所の管理延長。ガレキは、9.0m<sup>3</sup>/km の発生量を想定。  
 ※端数処理により合計が含まない場合がある。上記以外の大規模被災箇所は、啓開に時間を要するため対応を回避し、対象としない。

2.3 必要資機材量と班体制

上述の直轄国道の被害想定量に対し、48 時間以内に上下線 1 車線ずつ道路啓開するために必要な資機材量と班体制を各方向別に試算した (表 2-3)。

橋梁段差を補修するために必要な資機材として、土のう・土砂・敷き鉄板の数量を算出し、班体制としては、路上車両撤去班と橋梁段差・ガレキ・電柱倒壊を処理する土木班を想定した。電線類は、別途、電気通信事業者の対応とした。

表 2-3 必要資機材量と班体制の試算結果 (直轄国道) <sup>2)</sup>

方向	事務所名	路線名	資機材 (橋梁段差) <sup>*1</sup>			班体制 (班) <sup>*2</sup>		
			土のう (袋)	土量 (m <sup>3</sup> )	敷鉄板 (枚)	路上車両班	土木班	土木班
1. 南	横浜国道	R 1	200	5	16	2	1	1
		R 15	200	5	16	2	1	1
		小計	400	10	32	3	2	2
2. 南西	川崎国道	R 246	200	5	16	4	1	1
3. 西	相武国道	R 20	200	5	16	4	1	1
4. 北西	大宮国道	R 17	400	10	32	4	2	2
		R 254	0	0	0	3	0	1
		小計	400	10	32	7	2	3
5. 北	北首都国道	R 4	800	15	64	6	1	1
6. 北東	首都国道	R 6	1,650	35	128	4	3	1
		R 14	2,050	40	160	3	3	1
		小計	3,700	75	288	7	6	2
7. 東	千葉国道	R 357	600	10	48	2	1	1

※ 1：1 橋を啓開するのに必要な資機材量は、土のうが 204 袋、土砂が 4.08m<sup>3</sup>、敷鉄板 (1.5m × 3.0m) が 16 枚として試算。  
 ※ 2：路上車両班の 1 班は、大型レッカー 1 台等、作業員数人と想定。土木車両班の 1 班は、バックホウ 1 台とクレーン付トラック 1 台、作業員数人と想定。

3 優先啓開ルート案の設定

3.1 優先啓開ルートの検討方針 <sup>2)</sup>

(1) 道路啓開候補路線の選定

八方向作戦は、首都直下地震発災後、道路点検の結果を関東地方整備局が各道路管理者から情報集約し、それに基づき優先啓開ルートを決して実行することとなっているが、事前の準備として予め候補となる路線「道路啓開候補路線」

を選定する。

また、啓開候補路線の選定に当たっては、以下の項目を考慮している。

- ▶ 自衛隊・警察・消防等の進出または、集結拠点からのアクセス性
- ▶ 被害想定
- ▶ 道路幅員（原則 4 車線以上）
- ▶ 車両通行禁止規制が予定されている道路

## (2) 優先啓開ルート案の検討方針

具体的な優先啓開ルートは、放射方向の高速道路と直轄国道を基本として、被災が小さく迅速な啓開が可能な区間を相互利用して設定し、その他の環状方向の道路や都道については、補完的に活用する。

八方向作戦を実施する上で、優先啓開ルート案を事前にシミュレートしておくことは非常に有効となるため、八方向別に以下の 3 ケースを設定している。

この考え方の基本は、高速道路が啓開可能であれば優先的に啓開し、高速道路の被災規模が大きい区間などがあった場合には直轄国道を啓開するものである。

- <ケース 1> 高速道路を優先的に使用する場合
- <ケース 2> 高速道路と直轄国道を組合せて使用する場合
- <ケース 3> 直轄国道を優先的に使用する場合

また、以降に示す優先啓開ルートの例は、都心周辺におけるあくまで一定の仮定に基づく被災想定で作成したものであり、実際の被災状況に応じて適切に設定することが必要である。また、ここでは路線別の具体的な啓開進捗速度の要素を加味していないため、今後のタイムライン作成にあたっては、これら時間的要素を加味した優先啓開ルートを想定とすることが必要である。

本誌では、八方向別の優先啓開ルート案のうち、西方向について紹介する。

## 3.2 優先啓開ルート案（西方向）

西方向の道路啓開では、中央道等経由して国道20号沿いの集結拠点(下高井戸資材置場)に作業員・資機材等が集結し、国道20号と首都高4号新宿線を利用して都心部まで目指す。

### (1) ケース 1

ケース 1 は、高速道路を優先的に使用する場合であり、高速道路に大きな被災がないことを仮定している。

まず、各備蓄場所から作業員・資機材等が集結拠点（下高井戸資材置場）に集結し、集結拠点から国道20号を啓開、永福ICから首都高4号線に乗り、そのまま都心部まで啓開するルートである。



図 3-1 西方向の優先啓開ルート案（ケース 1）

### (2) ケース 2

ケース 2 は、高速道路と直轄国道を相互利用する場合であり、首都高の一部に重大被災があることを想定している。西方向では、新宿の急曲線箇所を通行不能と仮定した。

ケース 1 と同様、国道 20 号を啓開して永福 IC から首都高 4 号線に乗り、首都高の重大被災箇所（新宿の急曲線箇所）を避けるため初台 IC で首都高を降りて、国道 20 号を啓開してそのまま都心部まで啓開する。



図 3-2 西方向の優先啓開ルート案（ケース 2）

### (3) ケース 3

ケース 3 は、直轄国道を優先する場合であり、西方向では、大規模修繕箇所（構造物全体の大規模な補修）<sup>9)</sup> が多数存在する首都高 4 号線の全線で大規模な段差が発生したことを

仮定している。この場合、集結拠点から国道20号を啓開し、首都高を利用することなく、そのまま都心を目指すルートである。



図 3-3 西方向の優先啓開ルート案 (ケース 3)

## 4 今後の課題・取組み

### 4.1 今後の課題

(首都直下) 道路啓開計画全体の今後の課題としては、情報伝達の多重化(災害時優先電話の拡大・衛星電話の導入・ツイッター等のSNSの活用等)、迅速かつ効率的な車両移動技術の開発(人力移動用ジャッキ、重機アタッチメント等)、災害時の職員や協定会社の参集方法、特に深夜・夜間の対応を踏まえた体制確保が挙げられる。

これらを踏まえた定期的な訓練等を実施し、各プロセスにおける課題の把握・検証・改善を行うことで、計画をスパイラルアップしていくことが必要である。

### 4.2 今後の取組み

(首都直下) 道路啓開計画の今後の取組みとしては、「誰がいつ何をするか」という具体的な行動計画：タイムラインを作成し、八方向別の実状や地域特性を適切に反映することにより、実現性の高い計画としていくことが必要と考えられる。

また、平成26年11月には、災害対策基本法の一部を改正する法律が施行され、道路管理者が路上車両の移動・撤去を行うことが可能となったため、実地訓練や情報訓練などを実施し、現場対応力や道路啓開作業の技能向上を図る必要がある。

東日本大震災では、民間の建設会社が最前線で道路啓開作業に従事し、迅速な道路啓開へ多大な貢献をしたことから、首都直下地震時においても、道路点検や道路啓開作業におい

て協定会社の協力は不可欠である。

実動訓練においては、協定会社の職員・オペレーターに積極的な参加を促し、開発した車両移動技術の適用を含め、道路啓開作業の習熟に努めることが必要と考えられる。

## 5 おわりに

本稿では、(首都直下) 道路啓開計画のうち、JICE が検討に携わった主な事項である「道路被害の設定の考え方」と「優先啓開ルート案の設定」を中心に報告した。

「道路被害の設定の考え方」では、首都直下地震発生時における都心部の多様なリスク(路上車両、沿道火災、液状化など)を整理して道路被害を想定した。また、「優先啓開ルート案の設定」では、道路の特性を踏まえ、八方向毎に首都高・直轄国道・都道を相互利用した啓開ルート案を具体化した。

今後 JICE では、(首都直下) 道路啓開計画での検討を踏まえ、データ収集・分析等を行い、引き続き計画のスパイラルアップに貢献する。

また、首都直下地震以外の今後想定される災害(南海トラフ地震の津波災害、火山噴火災害、大雪災害、先般の東日本豪雨災害等) に対しての道路ネットワークのあり方や、道路啓開の方法等について幅広く研究を実施する所存である。

### 参考文献

- 1) 首都直下地震の被害想定と対策について (最終報告) 内閣府 2013年12月
- 2) 首都直下地震道路啓開計画 (初版) 首都直下地震道路啓開計画検討協議会 2015年2月
- 3) 国土交通省ホームページ (<http://www.mlit.go.jp/road/bosai/bousai/yusou.pdf>)
- 4) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書 東京都 2012年4月
- 5) 東京都耐震改修促進計画 東京都 2012年3月
- 6) 「木密地域不燃化10年プロジェクト」実施方針 東京都 2012年1月
- 7) 東京23区の無電柱化状況図 国土交通省 2014年4月
- 8) 東京都の液状化予測 (平成24年度改訂版) 東京都建設局・港湾局 2013年3月
- 9) 首都高速道路の更新計画について 首都高速道路株式会社 2014年6月