

# 道路交通における雪対策の経済的観点からの評価に関する研究

齋藤 貴賢<sup>\*1</sup>、原野 崇<sup>\*1</sup>

## 1. はじめに

我が国では、大雪時に立ち往生車両や放置車両が発生し、それに起因して1000台を超える立ち往生車両が発生するなど、道路除雪の体制・対応が課題となっている。道路管理者には、自らが管理する道路を出来るだけ通行止めしないのみでなく、道路ネットワーク全体への影響を最小とする考え方に転換することが求められている<sup>1)</sup>。近年、日本で取組を強化している対策として、立ち往生車両を移動させる等の対応、早い段階で通行止めを行った上での集中除雪、タイムラインの策定、関係機関間の連携強化・相互支援、情報提供・啓発活動など、ソフト的な対策が挙げられる。

本研究は、大規模な降雪が道路交通に与える社会的経済損失を除雪のオペレーションやタイムラインの違いを考慮して評価し、実施されている雪対策の手法やタイミングの妥当性を確認することにより、より効果的な除雪体制の構築と大雪による損失の最小化を目指すものである。

本報告では、大規模な降雪時の交通障害に起因する経済

損失項目について損失算出の考え方を明らかにした上で、実際に発生した大雪による大規模な立ち往生を伴う事例を対象に、集中除雪を行う対策シナリオを想定する。そして、実際の対応で発生した経済損失と新たな対策シナリオを実施した場合の経済損失を算出し、集中除雪により早期の交通回復を図った場合の有効性を確認する。

## 2. 大雪による交通障害に起因する経済損失の算出方法

ここでは、大規模な降雪時の交通障害に起因する各経済損失項目について算出の考え方を整理する。

経済損失の算出方法に際しては、日本での道路事業評価時に用いている「費用便益分析マニュアル」<sup>2)</sup>に基づき考え方を整理する。費用便益分析マニュアルでは、道路整備に伴う様々な効果のうち、十分な精度で計測が可能でかつ金銭表現が可能である「走行時間短縮」「走行経費減少」「交通事故減少」という3項目について掲載されている。本分析ではその3項目に着目し、経済損失の算出を行うこととする。

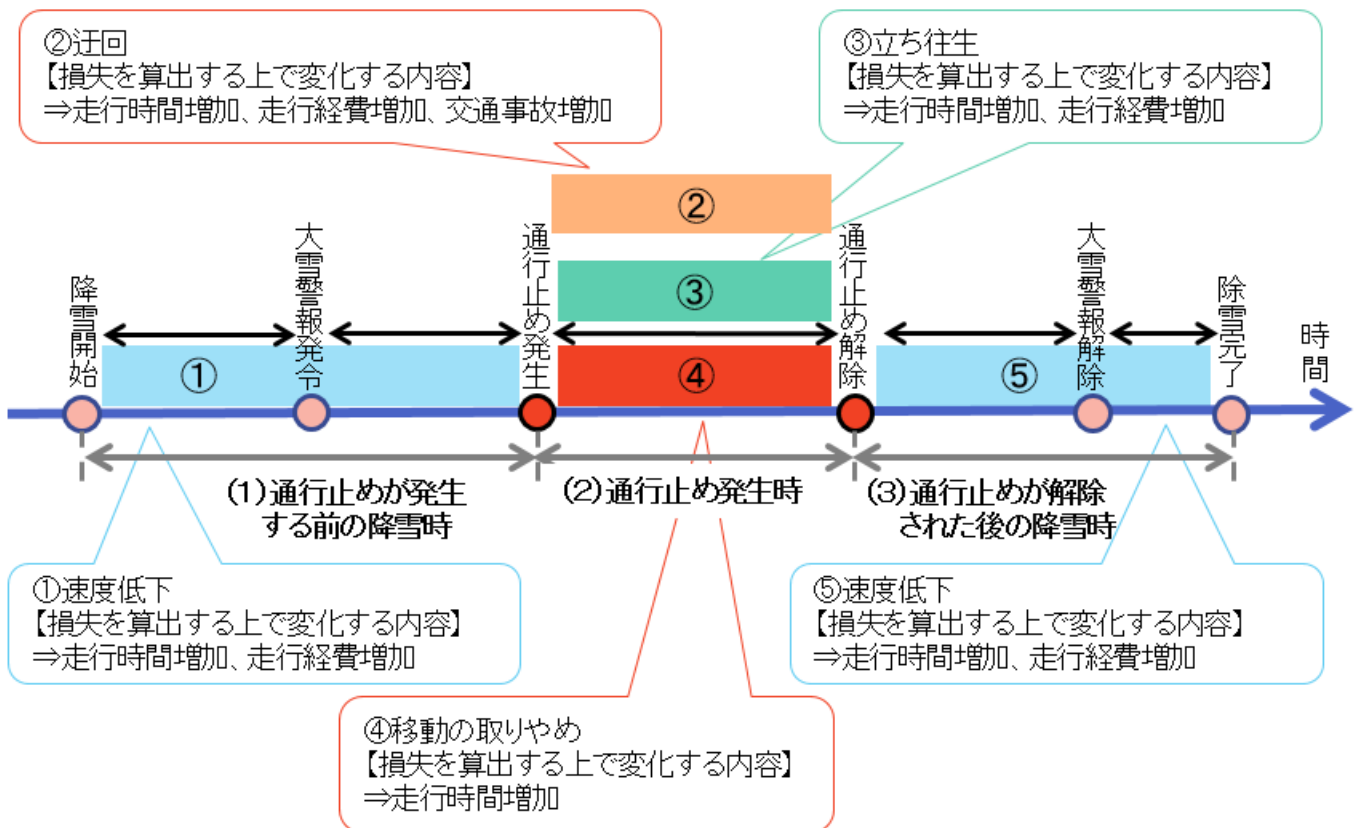


図1 段階別の経済損失の内容

\* 1 国土交通省国土技術政策総合研究所

## 2.1 段階別の経済損失の算出の考え方

大雪災害による通行止め発生前後の段階ごとの経済損失の算出の考え方を示す。段階として、(1) 通行止めが発生する前の降雪時、(2) 通行止め発生時、(3) 通行止めが解除された後の降雪時、の3段階を想定する(図1)。また、経済損失を算出する被害項目として、降雪による「速度低下」、他ルートへの「迂回」、「立ち往生」、通行止めによる「移動の取り止め」の4つを設定する。

### (1) 通行止めが発生する前の降雪時

降雪による「速度低下」による損失のみを考える(①)。

#### ①速度低下(通行止め発生前)

降雪による速度低下が生じた場合、通常よりも走行時間や走行経費が増加する。したがって、走行時間増加、走行経費増加の負の便益(損失)が生じる。

### (2) 通行止め発生時

「迂回」、「立ち往生」および「移動の取り止め」が生じることになり、平常時と比較して経済損失が生じる(②③④)。

#### ②迂回

スタック等が生じ、車両の通行が規制された場合、他ルートへの迂回が生じる。迂回による走行距離の増加に伴い交通事故や走行経費が増加する。したがって、走行時間増加、走行経費増加、交通事故増加の負の便益(損失)が生じる。

#### ③立ち往生

立ち往生の場合、通行止め支障の発生現場にとどまり続けることになるため、走行時間や走行経費が増加する。したがって、走行時間増加、走行経費増加の負の便益(損失)が生じる。

#### ④移動の取り止め

スタック等が生じ、車両の通行が規制された場合、移動そのものを取り止めることが生じる。「移動の取り止め」が生じる場合、通行止めが解除されるまで移動を取り止め、通行止め解除後に移動する(走行時間増分=通行止め解除時刻-通行予定時刻)と仮定する。これにより生じる走行時間増加(通行止めが解除されるまでの所要時間増)の負の便益(損失)を移動の取り止めによる損失と仮定する。なお、移動をやめることにより交通事故のリスクが軽減されるとする。

### (3) 通行止めが解除された後の降雪時

降雪による「速度低下」による損失のみを考える(⑤)。

#### ⑤速度低下(通行止め解除後)

降雪による速度低下が生じた場合、通常よりも走行時間や走行経費が増加する。したがって、走行時間増加、走行経費増加の負の便益(損失)が生じる。

## 2.2 経済損失の算出方法

通行止め発生前後の段階と経済損失の算出項目を明確にしたところで、経済損失の算出方法について示す。経済損失の算出対象は、平常時(災害時以外)に通行止め区間を通行する車両とする(図2)。

ここでは、「費用便益分析マニュアル」にある3項目ごとに算出方法を整理する。経済損失算出の際には、1時間単位の損失を算出し、降雪開始から除雪完了までの時間の損失を合計し、その合計値を大雪災害による経済損失とする。

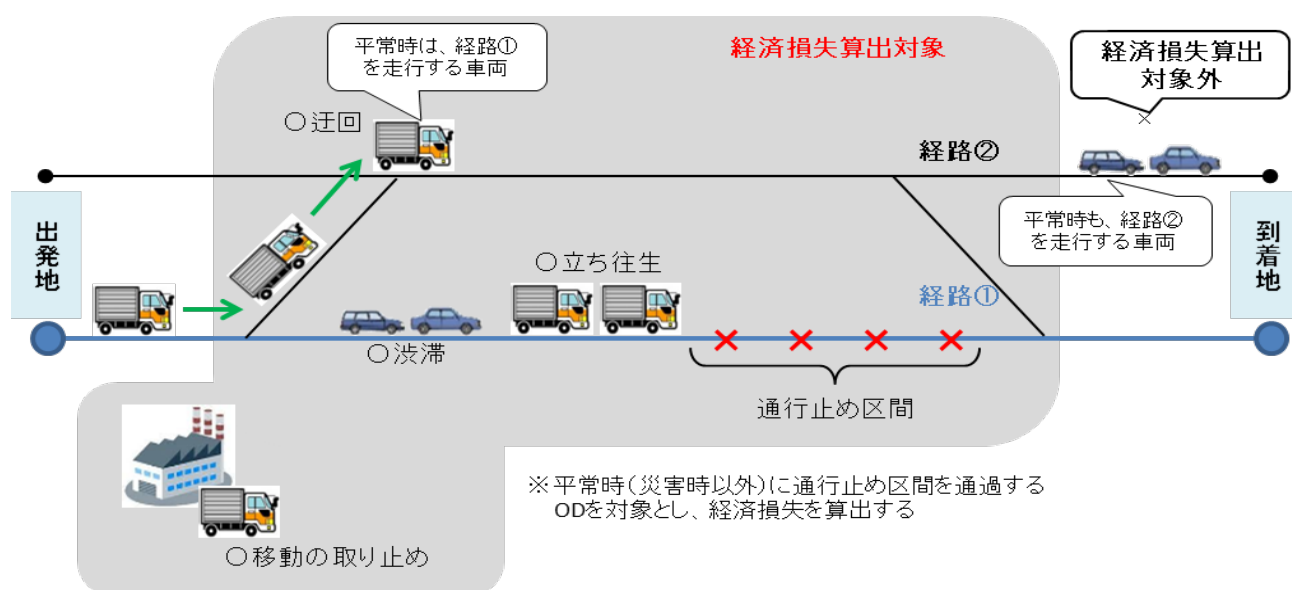


図2 経済損失の対象範囲

(1) 走行時間の増加による損失

走行時間の増加による損失は、「速度低下」、「迂回」、「立ち往生」、「移動の取り止め」の全ての算出項目に関係している。それぞれ、以下のような走行時間の差異に交通量と時間価値原単位を積算することで損失を算出する。

- 速度低下： 平常時の走行時間と降雪から通行止め開始までの走行時間
- 迂回： 平常時の走行時間と通行止め時間帯の代替経路の走行時間
- 立ち往生： 通行止め解除まで待機した時間
- 移動の取り止め： 通行止め解除まで待機した時間

(2) 走行経費の増加による損失

走行経費の増加による損失は、「速度低下」「迂回」、「立ち往生」それぞれの算出項目に関係している。それぞれ、以下のような走行距離または走行経費原単位の差異に交通量を積算することで損失を算出する。

- 速度低下： 速度の低下による、原単位の増加
- 迂回： 代替経路の利用による距離の増加
- 立ち往生： 速度の低下（待機中は速度ゼロ）等による、原単位の増加

(3) 交通事故の増加による損失

交通事故の増加は、「迂回」に関係している。以下のような距離と主要交差点数の差異に、交通量と係数を積算することで損失を算出する。

- 迂回： 代替経路の利用による距離の増加と通過交差点数の増加

3. 大雪による経済損失と除雪対策による効果の算出

実際の事例を対象に、大雪による経済損失を算出する。さらに、近年日本で行われるようになった早期通行止めによる対策シナリオを想定し、2で示した経済損失の算出方法により集中除雪による対策の有効性を確認する。

3.1 ケーススタディ

大雪による経済損失及び対策による効果を算出する事例として、2014年福島県(国道4号、東北道)で大規模な立ち往生等が発生した事例を取り上げる。この事例は、広域的、大量の降雪により、東北道と国道4号の通行止めを伴う交通障害が3日間にわたった事例である。国道4号と東北道、通行止め区間の位置を示す(図3)。



図3 国道4号と東北道および通行止め区間の位置

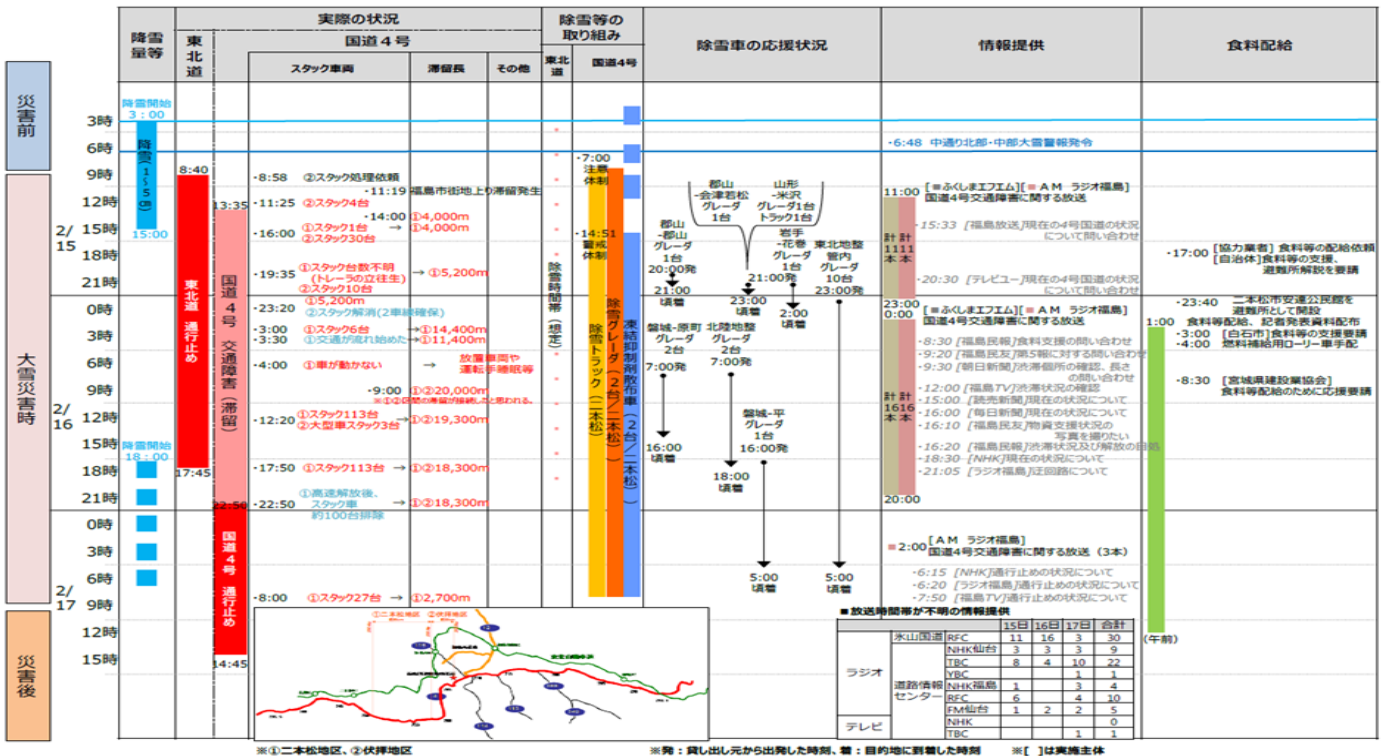


図4 災害時のタイムライン

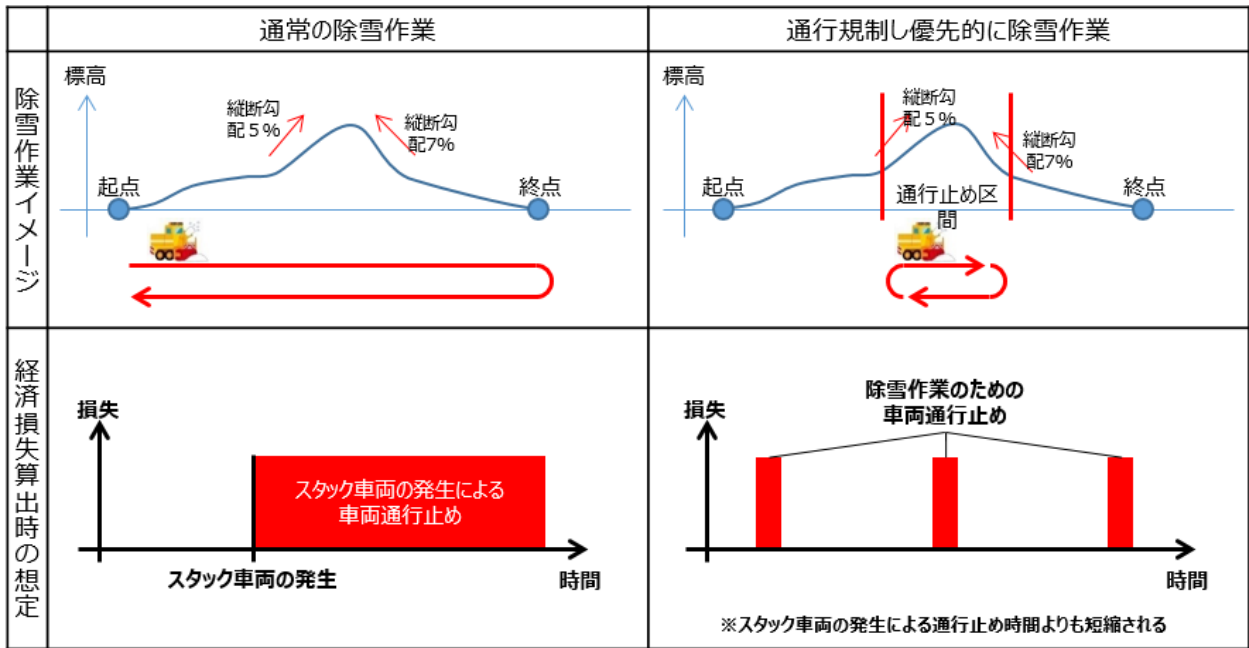


図6 交通規制シナリオイメージ

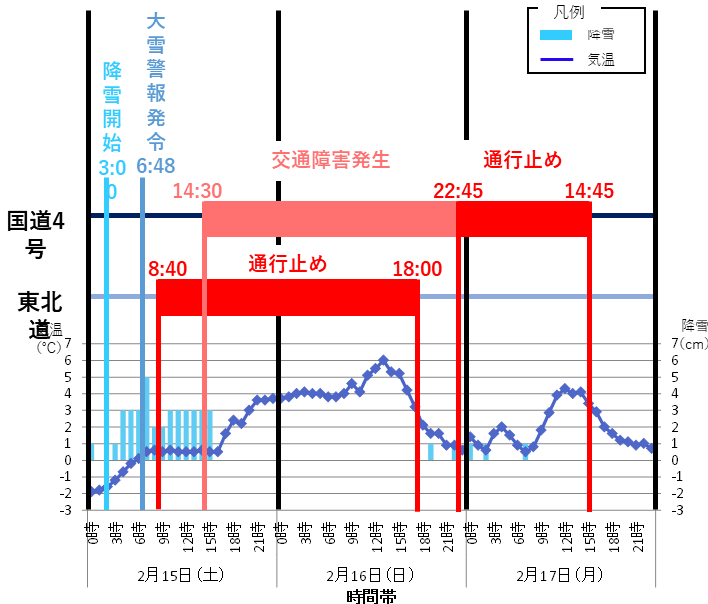


図5 通行止め期間の前後の状況（実際の対策）

2014年2月14日夜遅くから福島県で広範囲に降り始めた雪は白河市で観測史上最大、福島市で観測史上4番目の降雪量を記録する大雪となった。当時の交通障害等への取り組み・対策とその実施のタイムラインを図4に示す。また、国道4号と東北道の通行止め前後の状況を図5に示す。

15日6:48に大雪警報が発令された後、15日8:40から東北道が通行止めとなり、午後には国道4号でもスタック車両の発生により顕著な通行障害が始まった。その後、国道4号も16日22:45から通行止めになった。交通障害発生中において、国道4号については、通行止めにしたことを主眼に交通障害が解消するまで連続して除雪が行われていた他、障害区間に新たに車両が流入してこないよう流入抑制が図られた。また、障害状況の広報活動、関係機関間の情

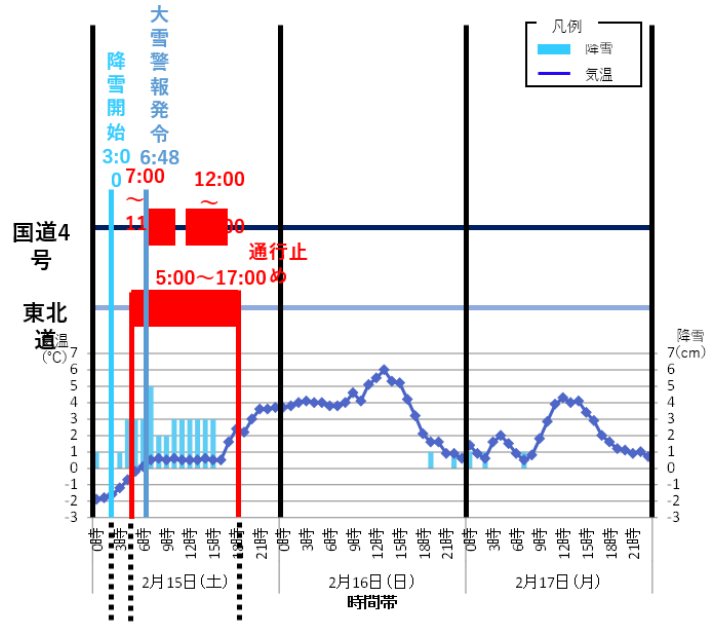


図7 通行止め期間の前後の状況（想定シナリオ）

報共有等が行われたが、結果的に通行止めを伴う長時間の交通障害が発生した。周辺自治体や企業によりドライバーへの食料等の配給、避難所の開設が行われた。東北道は長時間通行止めになったが通行止めにして除雪作業により、16日18:00に通行止めが解除された。この結果、国道4号から東北道に交通量が流入し、代替路線としての機能を果たしていたと考えられる。さらに国道4号では17日14:45に通行止めが解除された。

### 3.2 早期通行止めによる対策シナリオの設定

対策シナリオとして、早期に通行止めを実施した上で効果的に除雪を行い早めに通行止めを解除するというシナリオを設定する。縦断勾配の大きい区間等を通行規制し優先

的に除雪作業を実施することで、車両通行止めや交通障害の発生時間を縮減するシナリオを設定する。対策シナリオのイメージを図6に示す。

3.1の事例を対象とした対策シナリオとして東北道を早期に通行止めとしスタック車両を発生させず除雪を行い、国道4号では交通規制を伴う集中的な除雪を行う手法（Stop&Go作戦）を適用した場合を想定した。いずれもスタック車両を未然に防ぐことで実際に発生した事例に比べ通行止め時間を大幅に短縮する。東北道の通行止めを伴う除雪は15日5:00開始とし、降雪強度は若干弱くなるものの降雪が止むまで通行止めを継続する事とした。国道4号は交通規制をしながら除雪を実施することとし、除雪車の後を車両が付いていくことを想定し、15km/hで車両が移動できるものとした。当該区間は1往復除雪に4時間かかると仮定し、間隔を開け2往復の除雪を行うこととした（図7）。

なお、実際にこれらの対策を効果的に実施するためには、「集中除雪方法の策定」、「タイムラインの策定」等の事前のソフト対策、「マスコミとの連携」、「情報提供サイト」等の情報提供の継続実施などを組合せて行う必要がある。



図8 経済損失を算出する区間

### 3.3 経済損失の算出

大雪事例での実際の対策実施下での経済損失と早期通行止めによる対策シナリオを実施した場合（想定シナリオ）の経済損失をそれぞれ算出し比較することで、想定シナリオの経済損失縮減効果を求める。

事例では、東北道・国道4号の両路線で通行止めが発生したため、東北道・国道4号の両路線を経済損失の対象路線とする。算出する区間は国道4号のみの区間26km、東北道を通る区間27km（図8）である。

### 3.4 経済損失の算出結果

通行止め時の交通量から経済損失の算出項目別に値を求めた。実際の事例では3日間交通障害が発生しており、損失額は29.6億円でそのほとんどを移動の取り止めによる走行時間の増加が占めている。一方、想定シナリオでは交通障害の発生時間を3分の1以下に短縮できるため損失は5.4億円で大幅に縮減できる（図9）。最も損失が大きい項目は同様に移動の取り止めによる走行時間の増加による損失であり、全体の80%を占めている。以下、算出項目ごとに詳説する。

#### (1) 速度低下

国道4号のみのルートでは、想定シナリオでも実際の対策での損失に対して1割強の減に留まっている。これは、想定シナリオと実際の対策とで、通行止めがなくかつ降雪または積雪がある時間に大差がないためと考えられる。それに対し、東北道を通るルートでは、想定シナリオの場合、実際の対策の場合に対して9割以上、損失が減少している。これは、想定シナリオでは降雪開始（15日3時）の2時間後（15日5時）に通行止めにし、通行止め解除（15日17時）以降は除雪が完了しており、「速度低下」は2時間しか発生していないためと考えられる。それに対し、実際の対策の場合、降雪開始の6時間後（15日8:40だが損失を1時間単位で出すため四捨五入で9時とみなす）に通行止めをしているため、「速度低下」を受ける時間が長い。さらに朝を迎え、人々の活動が始まる時間帯に入っていることも要因と考えられる。

#### (2) 迂回

国道4号のみのルートでは、想定シナリオの場合、実際の対策の場合に比べて損失が減少（損失額0円）しているが、東北道を通るルートでは、想定シナリオの場合、実際の対策の場合に比べて損失が増加している。これは、想定シナリオにおいて国道4号が通行止めの全時間において、東北道でも通行止めとなっており、迂回という選択肢を取ることができないためである。一方、東北道を通るルートの損失が増加したのは、想定シナリオでは、国道4号での交通障害発生はなく、東北道の代替ルートとしてより機能

していることによるものと考えられる。東北道が通行止めの間は通行可能な国道4号により多くの車両が迂回する。さらに、東北道（高速道路）と国道4号（一般道）では走行速度が大きく異なるため、東北道から国道4号に迂回する際、走行時間増加等による損失が大きく表れたと考えられる。

### （3）立ち往生

国道4号のみのルートでは、想定シナリオの場合、実際の対策の場合に比べて損失が増加しているが、東北道を通るルートでは、想定シナリオの場合、実際の対策の場合に比べて損失が減少している。これは、想定シナリオにおいて国道4号が通行止めの全時間において、東北道も通行止めとなっており、迂回という選択肢を取らず、より立ち往生する車両が増えたためと考えられる。実際の対策の場合、国道4号の通行止め時間が長期にわたるものの、東北道が通行可能な時間帯においては、迂回を選択する車両が多いと考えられる。東北道を通るルートで損失が大きく減少しているのは、想定シナリオでは早期に通行止め及び除雪を実施したことで期間全体で通行止め時間が減少し、かつ国道4号への迂回が可能な時間帯があることから、立ち往生車両が減少したためと考えられる。

### （4）移動の取り止め

いずれのルートも想定シナリオの場合、実際の対策の場合に比べ大幅に損失が減少している（国道4号を通るルートでは約9割減、東北道を通るルートでは約8割減）。これは、想定シナリオにより通行止め時間が大幅に短くなったことによるものと考えられる。今回の算出では、移動の取り止めは、通常の所要時間に通行止めが解除されるまでの時間を加えた所要時間を仮定している。したがって、移動の取りやめ車両の減少に加え、車両1台あたりの損失時間が、想定シナリオにおいては、仮定の仕方ゆえに大幅に減

少したのものと考えられる。なお、移動の取りやめの他の仮定の仕方として、移動を翌日に延期するとの想定のもと、通常のと所要時間に1日分加えるというような方法が考えられる。仮定の仕方により、損失額の算出結果が大きく異なる可能性があることに留意が必要である。

## 4. おわりに

本報告では、除雪のタイミングと実施方法を工夫し交通障害の発生時間を短縮することで、道路交通において大雪による経済損失を大幅に縮減できることが確認できた。地形条件、道路条件、降雪パターンは様々なので、あらかじめ検討済みのタイムラインに完全に沿ったオペレーションは実際には難しいかもしれないが、災害対策基本法の改正で放置車両を道路管理者が処理できるスキームができたことにより、交通障害の発生時間を短縮できる仕組みが整えられた。今後、経済損失の考え方について、例えば移動の取りやめによる損失時間の複数パターンの設定と算出を行うなど、改良を加えて試行すること、対策に係る費用の考慮により、損失削減のみならず費用対効果の検証を行うことを予定している。また、海外の対策を含め、多様な対策事例を対象にその有効性を検証していく予定である。

### 参考文献

- 1) 冬期道路交通確保対策検討委員会, 「大雪時の道路交通確保対策中間取りまとめ」, 2018. 5
- 2) 国土交通省道路局・都市局, 「費用便益分析マニュアル」, 2018. 2

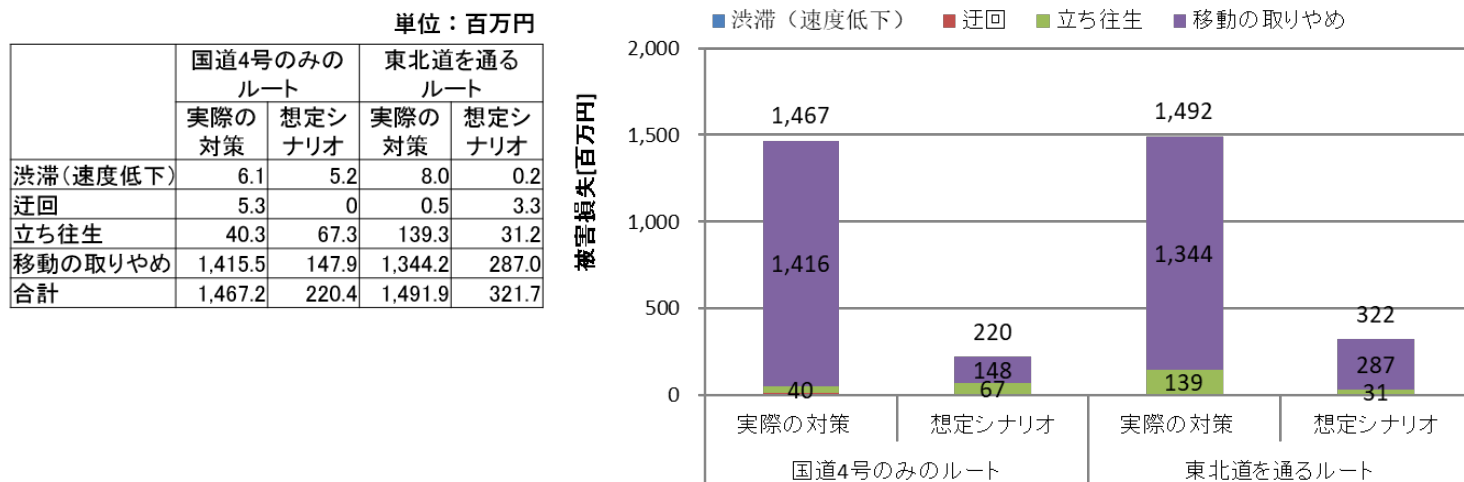


図 9 経済損失の算出結果