

令和2年度 第2回  
札幌市 地震被害想定検討委員会

資料 4: ライフライン施設・交通施設  
被害の想定

令和3年1月7日

札幌市危機管理対策室

## 1.1 ライフライン施設・交通施設に係る想定項目：基本方針

- ライフラインについては、中央防災会議（中防）の手法が新たな知見を加えたものであるため、それを取り込むことを基本とする。
- 交通については、中央防災会議の手法は施設情報を用いない概算であるため、札幌市現行想定の手法を継続して用いる。
- 復旧において、冬季の屋外での活動効率を7割とする等の札幌市特性の考え方も現行想定手法を踏襲する。
- 今回は採用する手法や考え方を主として掲載する。

### 【現行想定で**冬季の屋外活動効率**を7割とした参考情報】

・上川支庁北部耕地出張所における農地の雪上暗渠排水工事（冬季施工）の検討で、作業効率が7割程度になること、タクシープローブデータで積雪期は無雪期の約70%の速度

### 【今回：**中央防災会議日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震対策検討WG** 第4回資料3】

避難速度の設定において

積雪時の避難速度は平均より2割低下、凍結路面時は積雪時から1割低下

⇒  $0.8 \times 0.9 = 0.72$  となり、現行想定と同じく、**冬季の屋外での活動効率を7割**とする。

## 1.2 ライフライン施設・交通施設に係る想定項目

項目	概要	採用手法の出典		記載頁	
		現行想定	見直し案		
ライフライン	電力	電柱被害等から停電戸数を推計し、復旧見込みを想定	東京都(1997)等	中防	P4
	通信	電柱被害等から機能支障件数を推計し、復旧見込みを想定	東京都(1997)等	中防	P5
	上水道	管路被害等から断水世帯数を推計し、復旧見込みを想定	東京都(1997)等	水道技術研究センター	P6
	下水道	管路被害等から機能支障件数を推計し、復旧見込みを想定	東京都(1997)等	中防	P8
	都市ガス	緊急停止基準に基づき供給停止需要家数を推計し、復旧見込みを想定	旧基準(経産省)	現行基準(経産省)	P9
交通	道路	路線での交通影響度を震度・液状化危険度等から判定 橋梁の交通影響度を耐震対策実施状況等から判定	山梨県(2005)	変更なし	P11
	鉄道	路線での交通影響度を震度・液状化危険度等から判定	山梨県(2005)	変更なし	P13
	河川	液状化危険度等に基づき堤防危険性を判定	山梨県(2005)	変更なし	P15
	港湾・空港	対象港湾なし。空港の影響は、丘珠空港を対象に、被災シナリオで定性的に整理	想定なし	中防	P17

## 2.1 電力:手法

### ○基本的な考え方

- 中央防災会議(2013)に基づき、電線(電柱)被害と発電所・変電所の機能停止の影響から、停電軒数と復旧過程を想定する。

### ○想定手法

- 電柱被害は、揺れによる被害(震度による電柱被害率と建物倒壊での巻き込まれ率)、火災による被害(建物被害より)を考慮する。

揺れによる電柱折損本数

$$= \text{電柱本数} \times \text{揺れによる電柱折損率}$$

建物倒壊による電柱折損本数

$$= \text{電柱本数} \times 0.17155 \times \text{木造建物全壊率}$$

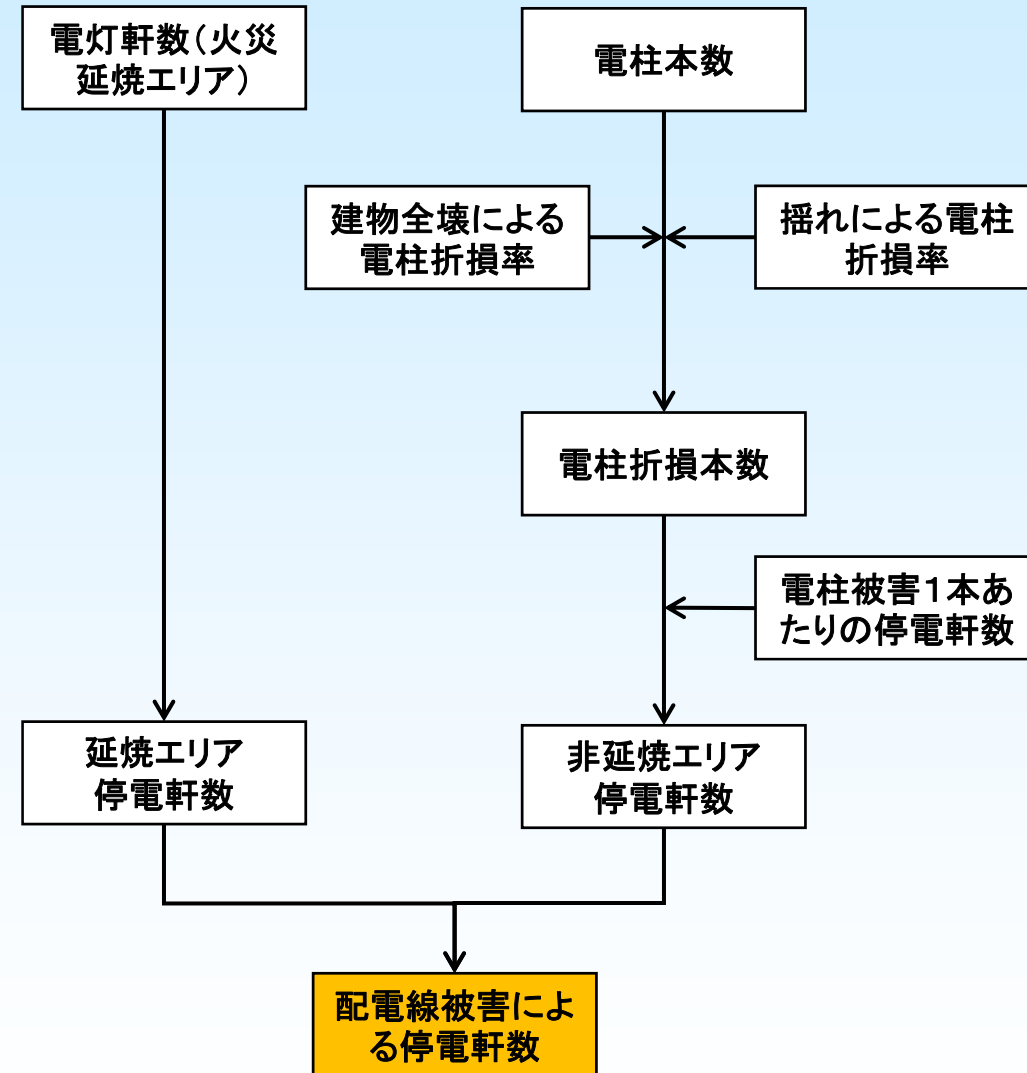
- 直後の停電率は、需給バランス等に起因するものが主であるので、震度から算出する。その後の復旧は、電柱被害本数と復旧能力から想定する。

揺れによる電柱折損率

震度階	揺れによる電柱折損率
震度7	0.8%
震度6強・6弱	0.056%
震度5強・5弱	0.00005%

阪神・淡路大震災の実績に基づく。  
中央防災会議(首都直下、2004)

### ○想定の流れ



## 3.1 通信:手法

### ○基本的な考え方

電力施設と同様に電柱と地中ケーブルの被害から機能支障率を評価するので、物的被害の想定手法は電力と同じ手法を用いる。

### ○想定手法

#### 【機能支障】

中央防災会議(2013)、現行想定で用いた下式により、電柱被害から機能支障率を算定

$$Y = (\text{電柱被害1本あたりの機能支障件数}) * X$$

Y:通信機能支障率 [%]

X:電柱被害率 [%]

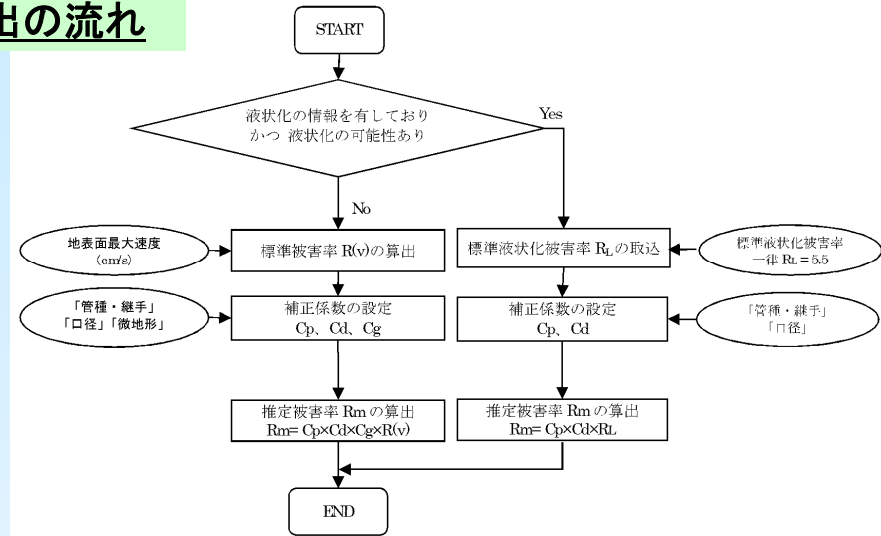
$$(\text{通話機能支障件数}) = (\text{加入件数}) \cdot \frac{Y}{100}$$

# 4.1 上水道:手法(管路)

## ○基本的な考え方

厚生労働省の平成25年度管路の耐震化に関する検討委員会「管路の耐震化に関する検討報告書」でも参照されており、水道事業者に広く活用されているので、これを用いることを基本に検討を行う。他の式に比べ、やや安全側の評価となる。

## ○管路被害算出の流れ



## ○管路被害予測式

右の表に予測式を示す。これは、**水道技術研究センター**「平成28年熊本地震を踏まえた「地震による管路被害予測式」の見直しに関する検討」報告書(平成28年度)でも妥当性が確認されている。

地震による管路被害予測式	
液状化の情報有していない場合、 又は 液状化の可能性がない場合の被害予測式	液状化の情報有しており、 かつ 液状化の可能性ありの場合の被害予測式
$R_m = C_p \times C_d \times C_g \times R(v)$ $R(v) = 9.92 \times 10^{-3} \times (v - 15)^{1.14}$ $v: \text{地震動の地表最大速度 (cm/s)}$ (ただし、 $15 \leq v < 120$ )	$R_m = C_p \times C_d \times R_L$ $R_L = 5.5$
$R_m$ : 推定被害率 [件/km] $C_p$ : 管種・継手補正係数 $C_d$ : 口径補正係数 $C_g$ : 微地形補正係数 $R(v)$ : 標準被害率 [件/km]	$R_m$ : 推定被害率 [件/km] $C_p$ : 管種・継手補正係数 $C_d$ : 口径補正係数 $R_L$ : 標準液状化被害率 [件/km]

補正係数					
管種・継手	$C_p$	口径	$C_d$	管が布設されている微地形	$C_g$ <sup>注1</sup>
DIP (A)	1.0	φ 50-80	2.0	山地 山麓地 丘陵 火山地	0.4
DIP (K)	0.5	φ 100-150	1.0	火山山麓地 火山性丘陵	
DIP (T)	0.8 <sup>注2</sup>	φ 200-250	0.4	砂礫質台地 ローム台地	0.8
DIP (離脱防止)	0	φ 300-450	0.2	谷底低地 扇状地 後背湿地	1.0
CIP	2.5	φ 500-900	0.1	三角州・海岸低地	
VP (TS)	2.5			自然堤防 旧河道 砂州・砂礫州	2.5
VP (RR)	0.8 <sup>注3</sup>			砂丘	
SP (溶接)	0.5/0 <sup>注4</sup>			埋立地 干拓地 湖沼	5.0
SP (溶接以外)	2.5 <sup>注5</sup>				
ACP	7.5 <sup>注6</sup>				
PE (融着)	— <sup>注7</sup>				

出典:(公財)水道技術研究センター、地震による管路被害予測の確立に向けた研究報告書、平成25年3月

## 4.2 上水道:手法(断水・復旧)

### 【機能支障】

現行想定(多くの自治体でも採用)で用いている  
**川上式**に基づき、下式により算定(右図)

発災直後

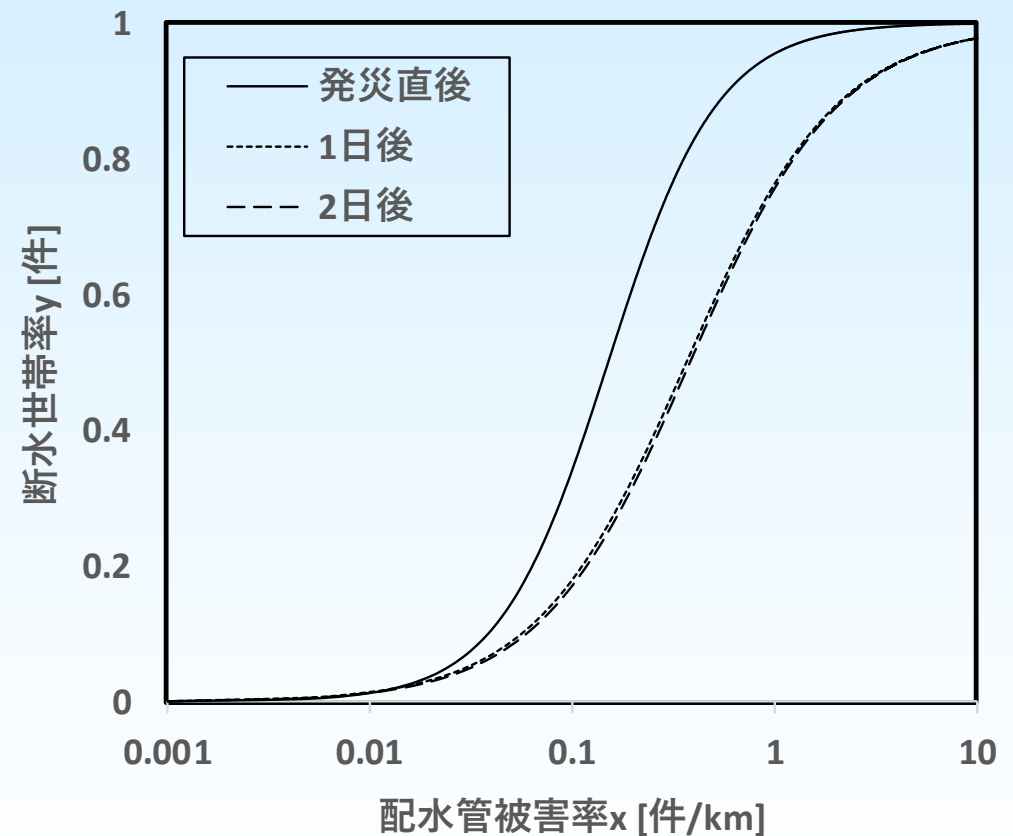
$$y = 1 / (1 + 0.0473 \cdot x^{-1.61})$$

発災1日後

$$y = 1 / (1 + 0.307 \cdot x^{-1.17})$$

発災2日後

$$y = 1 / (1 + 0.319 \cdot x^{-1.18})$$



配水管被害率と断水世帯率の関係(川上式)

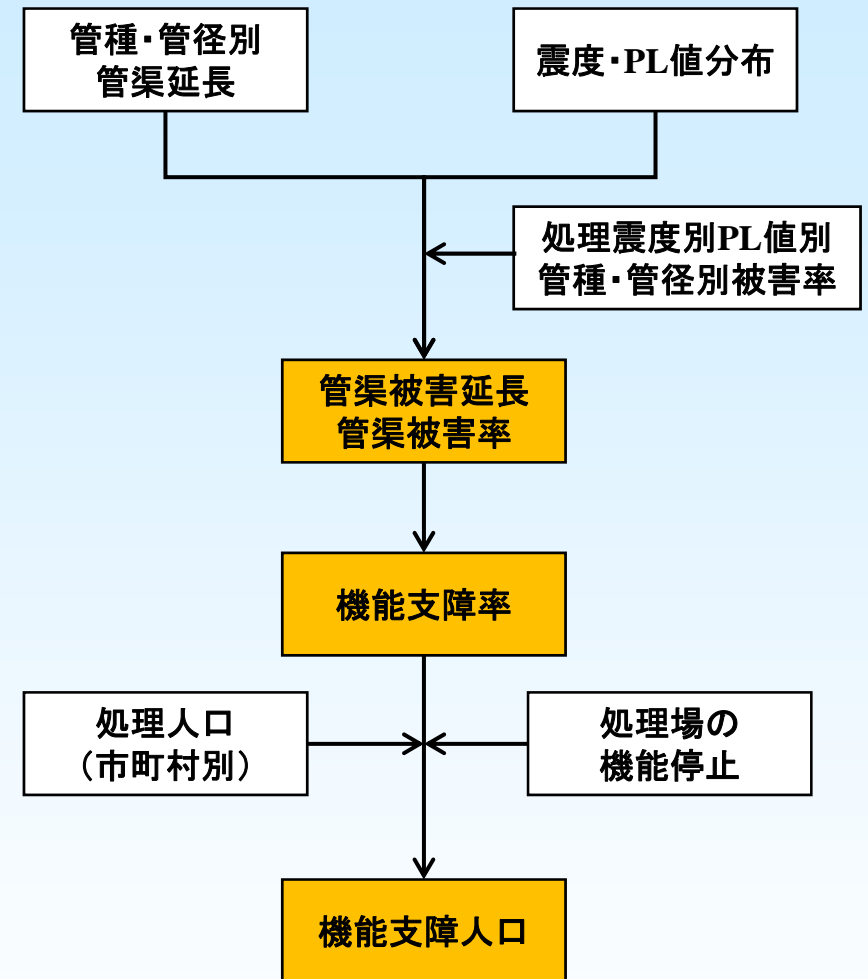


# 5.1 下水道(手法)

## ○基本的な考え方

- 中央防災会議(2013)に基づき、管路被害(揺れ・液状化による)と処理場被害(停電)の影響から、機能支障人口と復旧過程を想定する。
- 揺れ・液状化による管路被害は、管種別の被害率から算出する。被害率は、「大規模地震による下水道被害想定委員会(2006)」による手法を用いる(北海道2018でも採用)。

## ○想定の流れ



## ○想定手法

管種別被害率

管種	液状化危険度	P <sub>L</sub> 値	震度階級				
			5弱	5強	6弱	6強	7
塩ビ管 陶管	A~D	ALL	1.0%	2.3%	5.1%	11.3%	24.8%
その他の管	A	15 < P <sub>L</sub>	0.6%	1.3%	3.0%	6.5%	14.5%
	B	5 < P <sub>L</sub> ≤ 15	0.5%	1.0%	2.2%	4.8%	10.7%
	C	0 < P <sub>L</sub> ≤ 5	0.4%	0.9%	2.0%	4.5%	9.8%
	D	P <sub>L</sub> =0	0.4%	0.9%	1.9%	4.2%	9.2%



## 6.1 ガス:手法

### ○基本的な考え方

- 管路被害等は算定しない。
- 第一次緊急停止判断基準による供給停止を想定する。

### ○想定手法

#### 【緊急停止判断基準】

##### ・旧基準

供給停止基準を一律60カインとして設定

##### ・現行基準

ブロック内の管の耐震化率等に応じて、供給停止基準を60～90カインに設定

⇒このほか、事業者において、第二次緊急停止判断を設定している場合もあるが、地震被害想定においては、第一次供給停止判断基準に基づき、供給停止となる需要家数の算定を基本とする(各ブロックの50%以上で基準値を超えたら停止)。

※カイン(kine)

地震動の大きさを「速度」の単位で表したもの  
1カインは1秒間に1センチメートル変位する速度

## 7. ライフラインの復旧

### ○基本的な考え方

以下の観点から検討し、とりまとめる。

### ○過去の実績

現行想定では1978年宮城県沖地震～1995年阪神・淡路大震災での実績に基づき復旧予測式を構築した。

しかし、1995年以降、それぞれ耐震対策や復旧体制の強化が進められてきており、上記式のまま使用することは適切ではないことから、この手法を採用する場合は、その後の地震被害における実績を確認し、予測式の更新を行う。

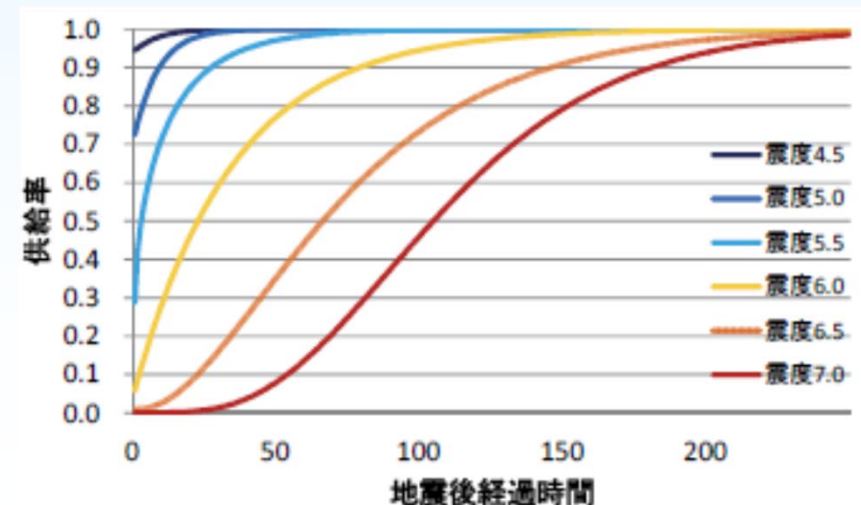
### ○BCP等の計画

復旧目標、復旧班の体制等、実際の体制に基づく計画を踏まえた手法

### ○震度による復旧曲線

岐阜大学の能島教授による式

(電力、水道、ガスで提案されている、  
首都直下地震減災プロジェクトの式  
とも呼ばれる)



計測震度による供給率曲線の予測モデル(電力)

# 8.1 道路:手法

## ○基本的な考え方

- 中央防災会議の手法は、延長と震度のみから算定。
- 現行想定の手法は、複数の要因を考慮していることから、現行想定の手法を採用する。

## ○想定手法

- 構造物被害や液状化による道路の直接被害の他、斜面崩壊・沿道建物被害等の間接的な被害を考慮。(表1)
- 揺れや液状化危険度の大きさ(表2)に応じて、支障影響度(表3)を想定する。
- 橋梁については、耐震対策の実施状況に応じて影響度を評価する。

表1 考慮する支障要因と判定基準

要因	被害例	判定基準
揺れ (建物倒壊等)	道路被害, 建物倒壊, 電柱等道路上の工作物の倒壊等	震度6弱以上の地域を通過する場合
液状化	盛土法面崩壊, 路面の亀裂・陥没, 噴砂・噴水等	液状化危険度大 (PL>15) の地域を通過する場合
斜面崩壊	道路周辺の大規模崩壊等	急傾斜地崩壊危険度A・B, 地すべり危険度A・B付近(50m以内)を通過する場合

表2 支障影響度の総合判定

判定基準	支障影響度
震度	震度7 →AA 震度6強→A 震度6弱→B 震度5強以下→C
液状化	危険度大 (PL>15) →B それ以外 (PL≤15) →C
急傾斜地崩壊危険箇所	危険度ランクA→A 危険度ランクB→B 危険度ランクC→C
地すべり危険箇所	危険度ランクA→AA 危険度ランクB→A 危険度ランクC→C

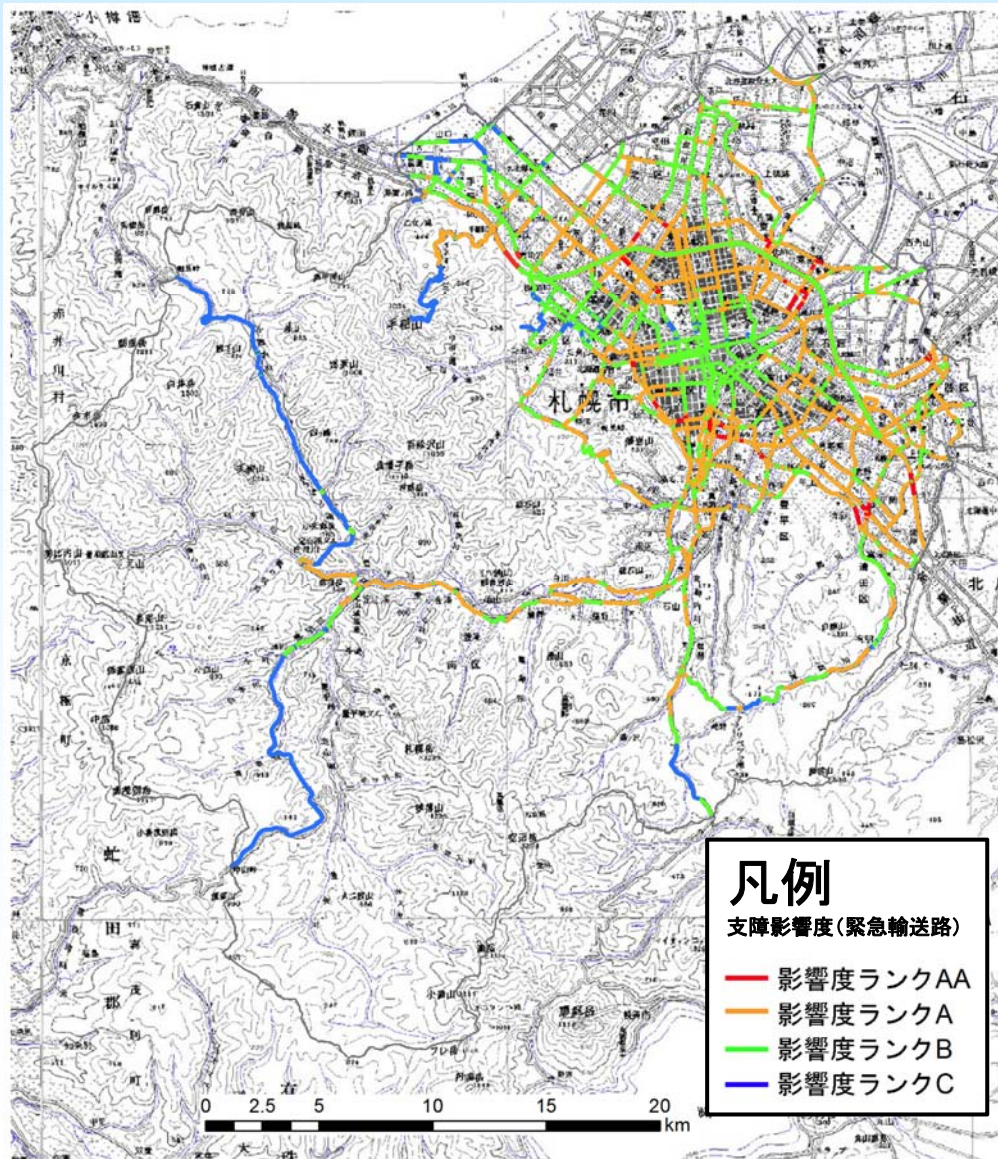
表3 影響度ランクと想定する被災状況・影響

影響度ランク	意味
AA	極めて大規模な被害が発生する可能性があり、復旧にも長期間を要し、緊急輸送に重大な影響が発生する可能性がある区間
A	大規模な被害が発生する可能性がある区間、あるいはかなりの確率で緊急輸送に大きな支障が発生すると想定される区間
B	軽微な被害が発生する可能性がある区間、あるいはまれに被害が発生する可能性がある区間
C	被害が発生する可能性がほとんどない区間

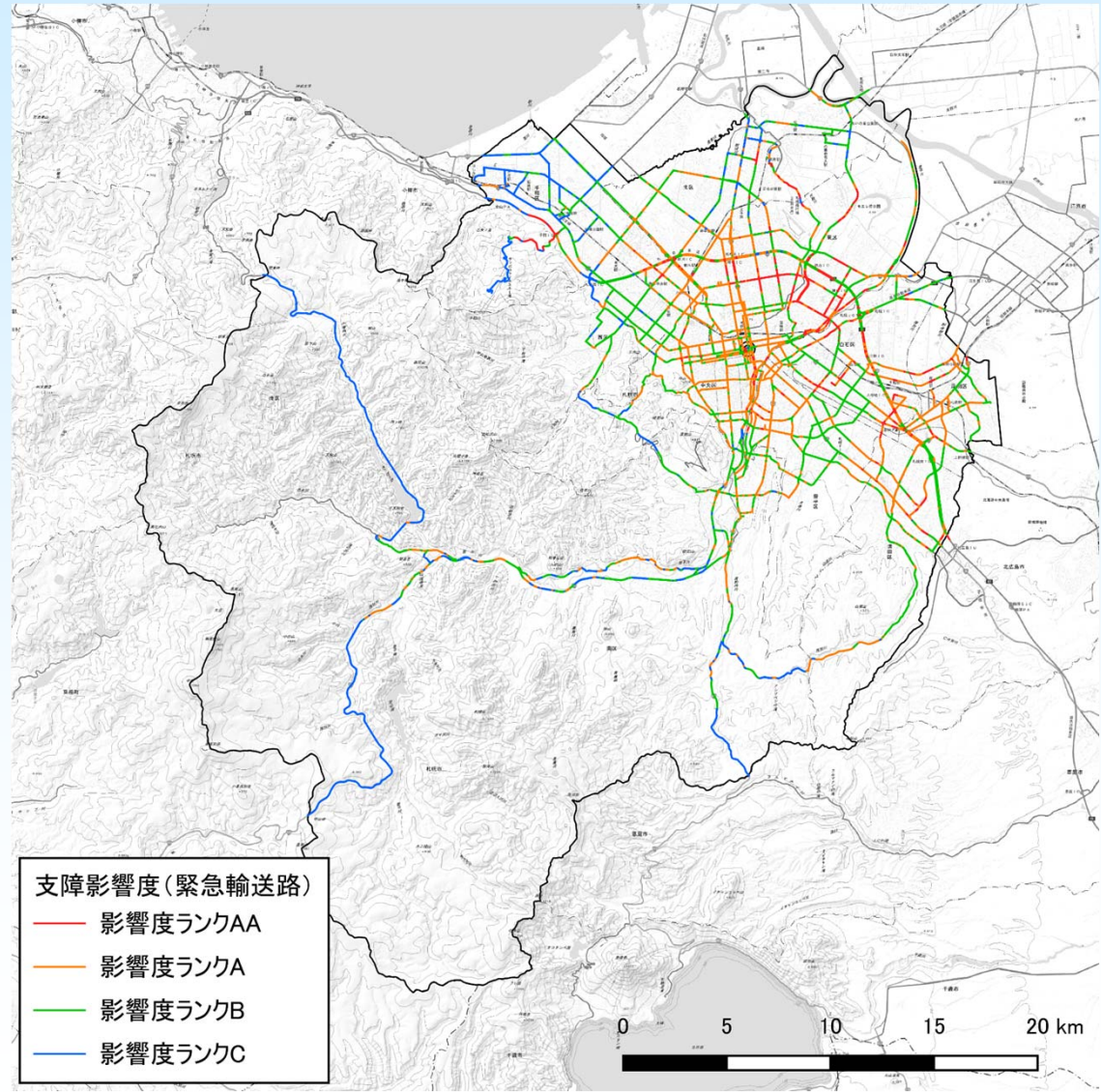


## 8.2 道路:結果

道路(緊急輸送路)の支障影響度:月寒背斜に関連する断層で発生する地震<総合評価>



現行想定



今回



## 9.1 鉄道:手法

### ○基本的な考え方

- 中央防災会議の手法は、延長と震度のみから算定。
- 現行想定の手法は、複数の要因を考慮していることから、現行想定の手法を採用する。
- 地下鉄については、地表より揺れが小さいこと、シールド・山岳工法の場合、開削工法より揺れに強いと考えられること、を考慮した下表により影響度ランク(道路と共通)を判定する。

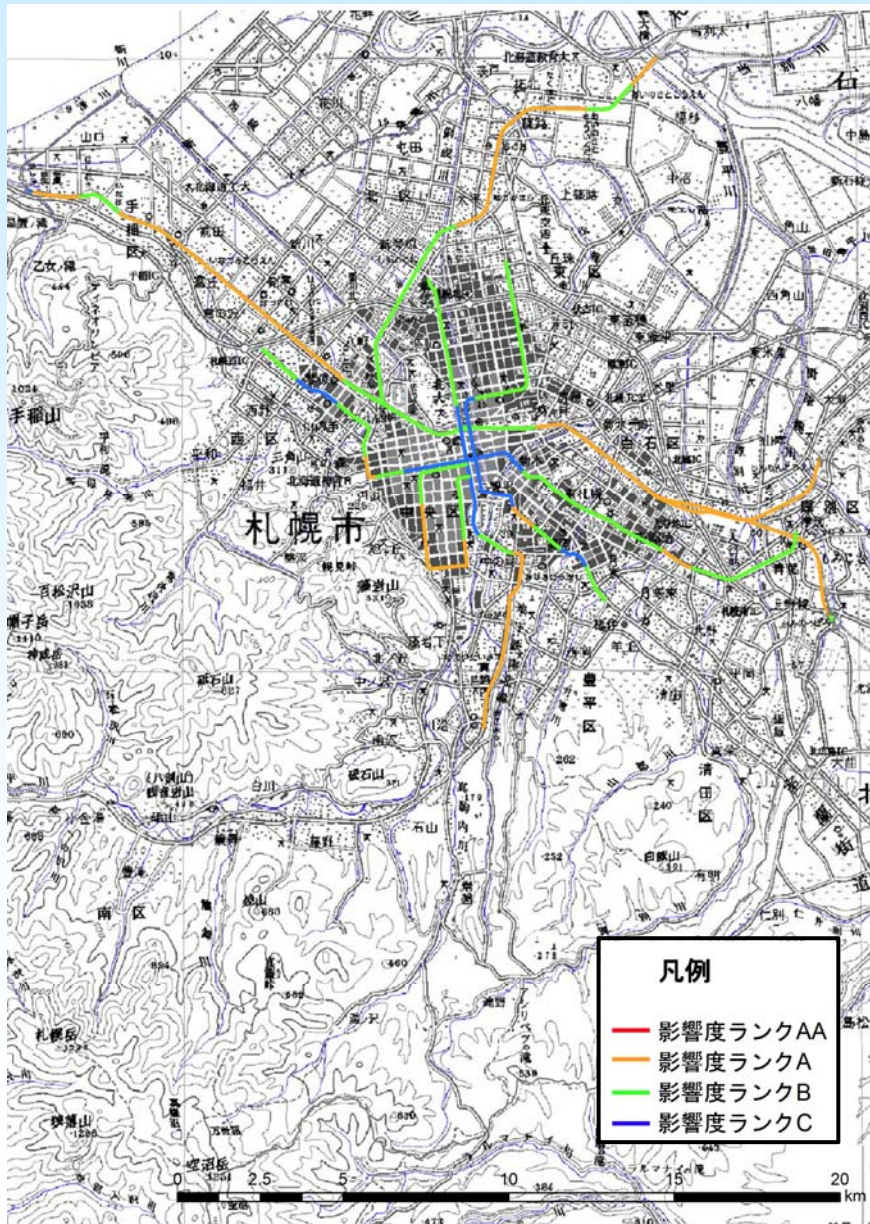
### ○想定手法

地下/地上	工法	支障要因別基準											
		震度				液状化		急傾斜地崩壊危険箇所			地すべり危険箇所		
		震度7	震度6強	震度6弱	震度5強以下	PL>15	PL≤15	危険度 ランクA	危険度 ランクB	危険度 ランクC	危険度 ランクA	危険度 ランクB	危険度 ランクC
地上	-	A	A	B	C	B	C	A	B	C	AA	A	C
地下	開削	A	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	シールド・山岳	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C



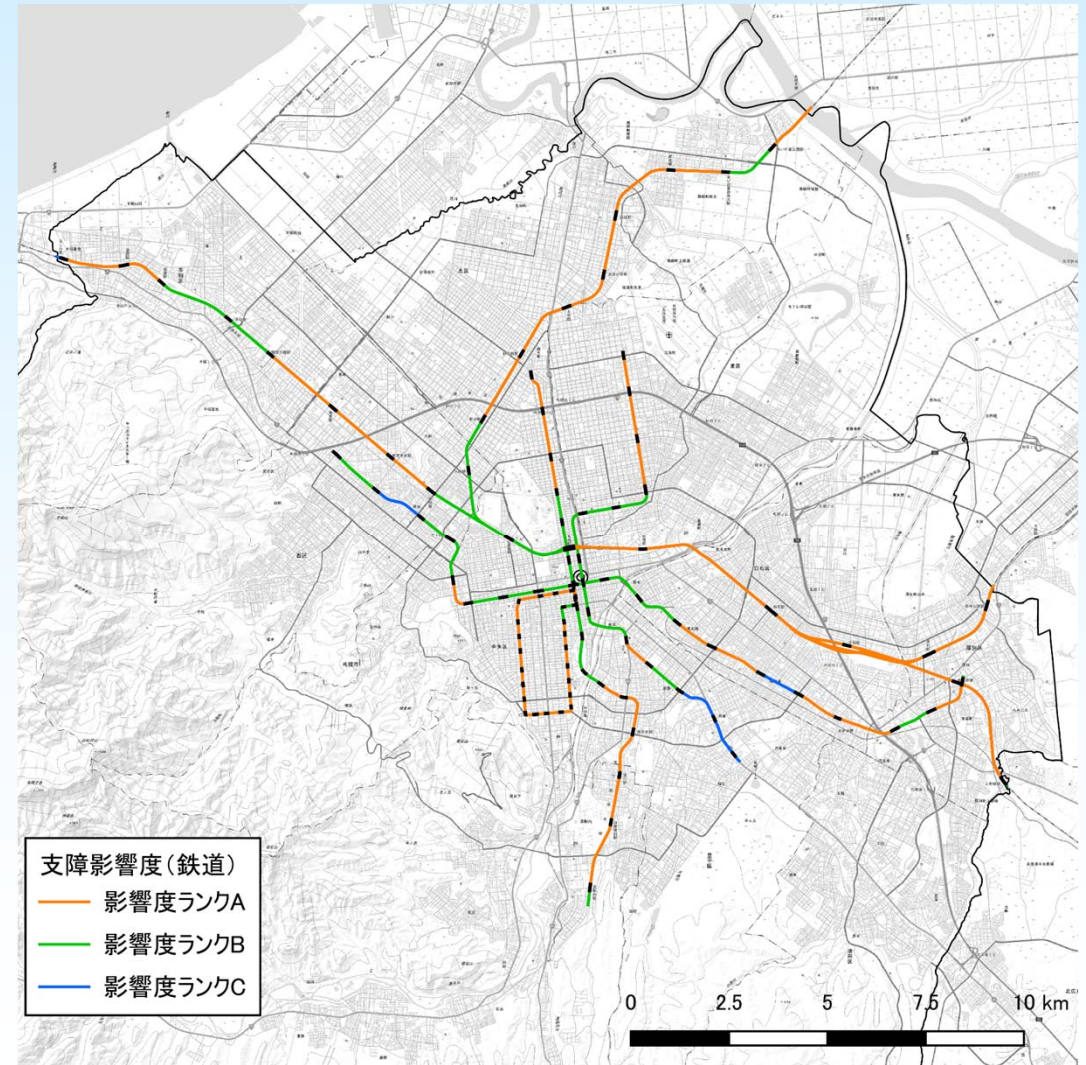
## 9.2 鉄道:結果

### 鉄道の支障影響度:月寒背斜に関連する断層で発生する地震<総合評価:駅間別>



現行想定

傾向に変化はないが、一部の区間で影響度が大きくなっている。揺れが大きくなったエリアと概ね対応する。



今回



## 10.1 河川：手法

### ○基本的な考え方

- 中央防災会議や北海道(2018)では想定していないことから、現行想定の手法を採用する。
- 過去の被害事例では、河川堤防の大きな被害は液状化地域により発生しているため、**液状化危険度**に着目する。
- 2004年新潟県中越地震等、斜面崩壊の影響を受けて河道閉塞が発生する可能性もあるため、**急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所**の危険度判定結果をもとに評価する。

### ○想定手法

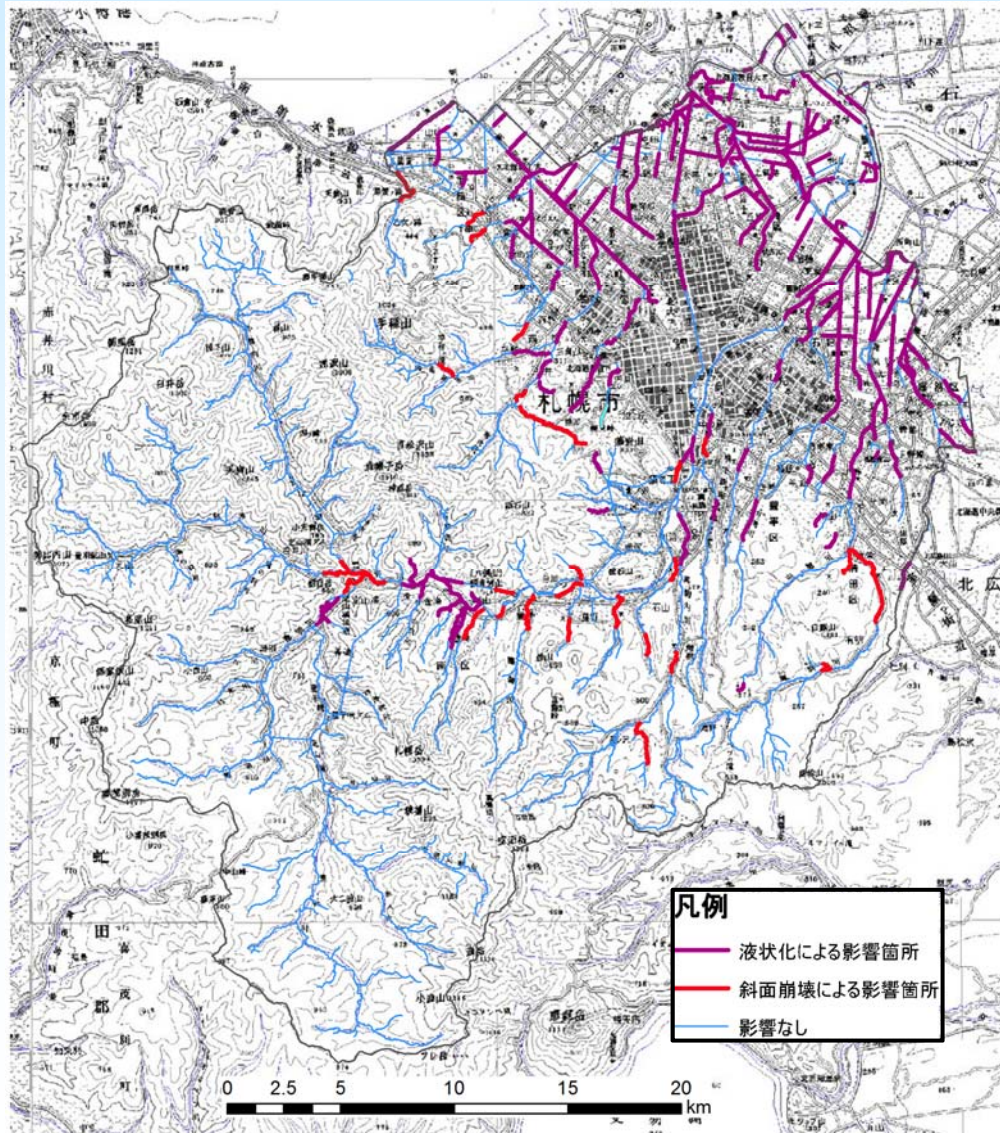
判定基準	支障影響度
液状化	危険度大→被害可能性あり
急傾斜地崩壊危険箇所及び地すべり危険箇所	危険度A→被害可能性あり



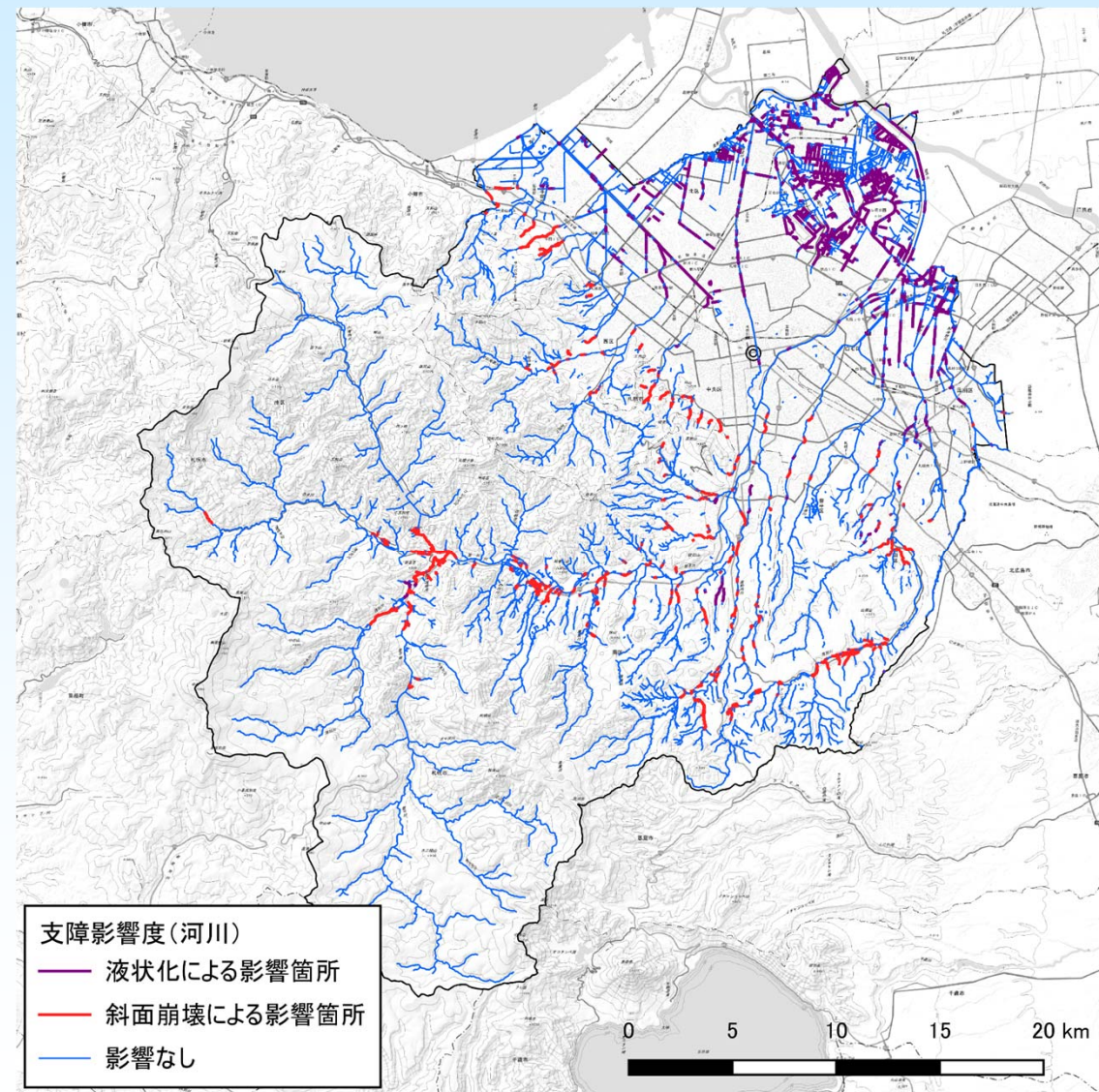
## 10.2 河川:結果

### 河川の支障影響度:月寒背斜に関連する断層で発生する地震<総合評価>

傾向に変化はないが、液状化による影響範囲は狭くなっている。



現行想定



今回



# 11. 空港

## ○基本的な考え方

- 中央防災会議(2013)の考え方に基づき、丘珠空港について評価する。
- 現行想定と北海道(2018)では想定していない。
- 被災シナリオで定性的な整理を行う。

## ○想定手法

- ・ **空港建物の耐震化状況**に基づき、空港施設(旅客ターミナルビル、管制塔等)の機能支障について検討する。
- ・ **滑走路の液状化対策状況**に基づき、滑走路の機能支障について検討する。