

岡崎市水道施設更新計画

【水道管路編】

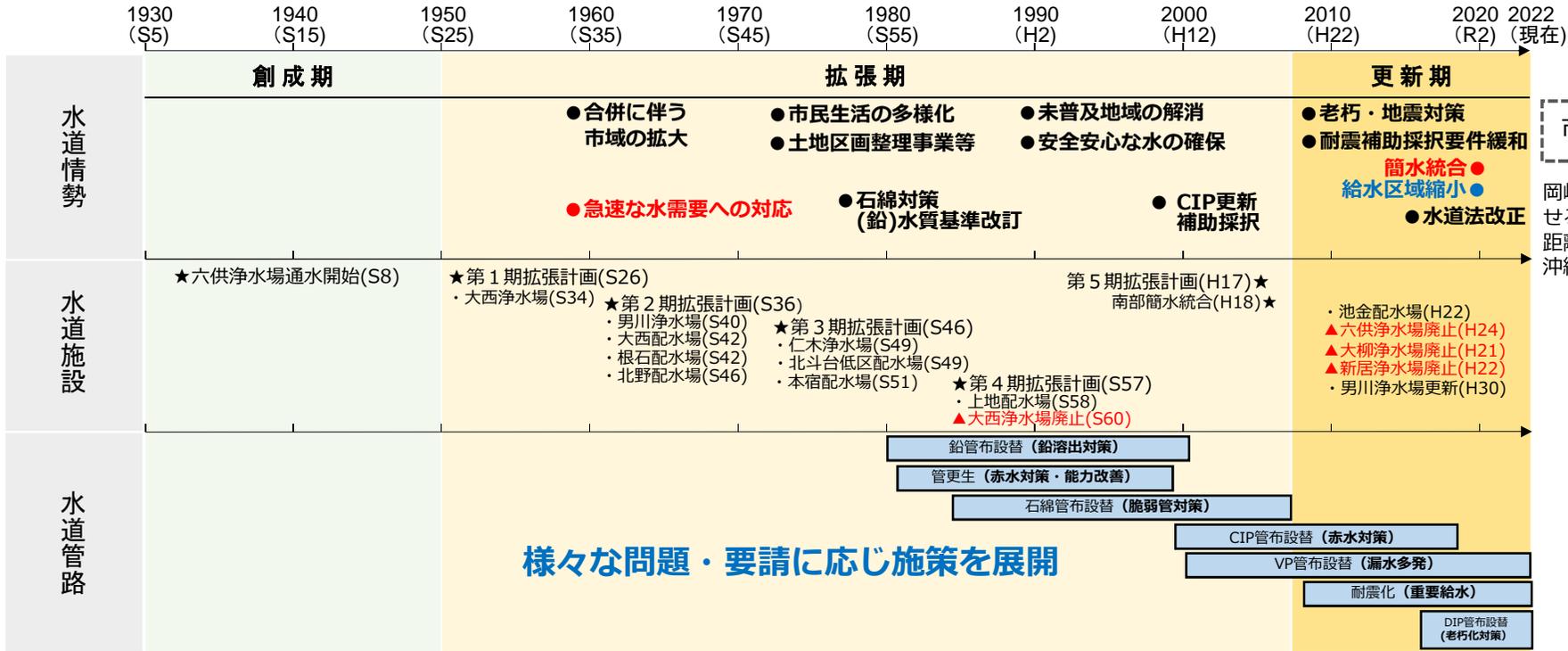
岡崎市上下水道局 水道工事課

令和5年1月

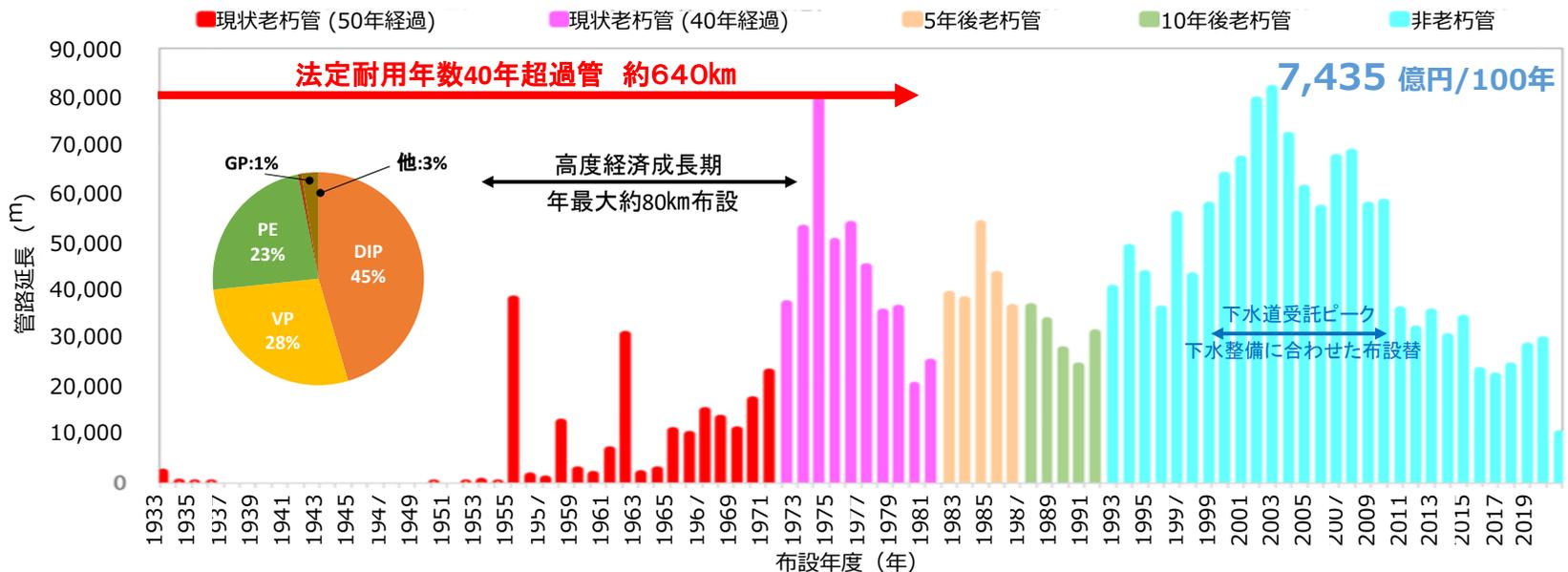
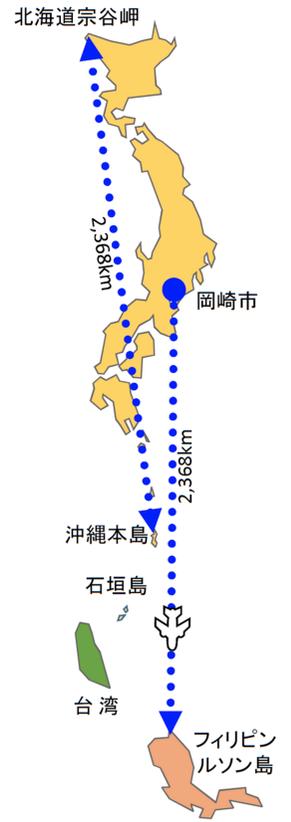
目次

1	岡崎市水道事業 92年の振り返り	3
2	水道管の種類と延長の推移	4
3	水道管の種類と重要度	5
4	老朽管路の増加と事故率	7
5	取組みの体系	8
6	これまでとこれからの施策	9
7	目指すべき管路システムの姿	11
8	管路の新たなリスク評価に向けて	12
9	土壌特性に応じたきめ細やかな目標耐用年数の検討	15
10	管路更新計画の検討	17
11	コストとリスクの比較	21
12	リスクへの対応	23
13	新たな管路更新の方針	24
	【参考】 管路更新計画検討過程の解説 ～施策方針と管路更新需要～	25

1 岡崎市水道事業 92年の振り返り

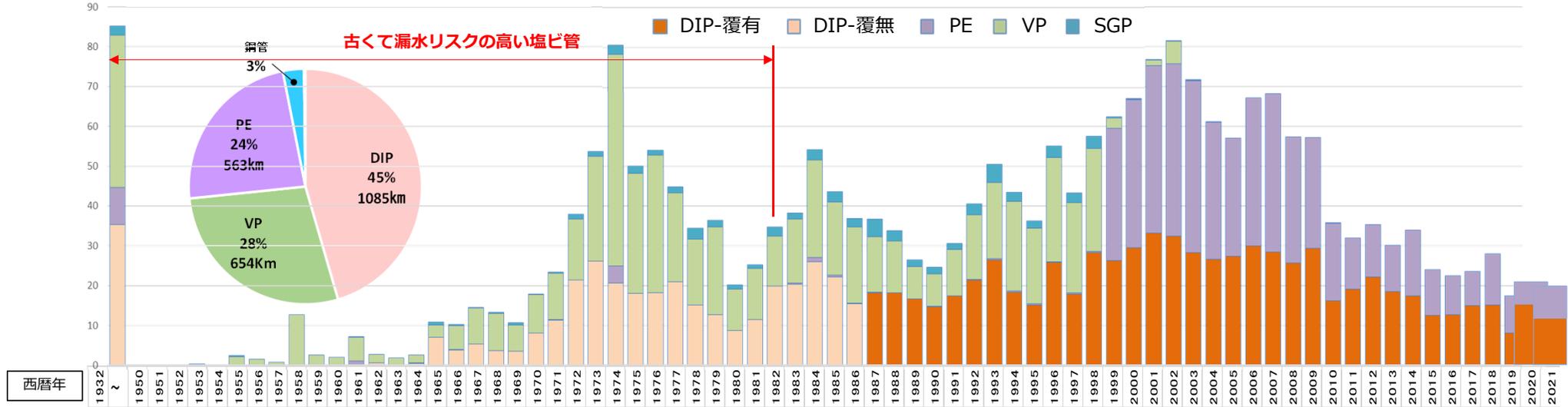


市内の水道の延長は？
 岡崎市の水道管を全部つなぎ合わせると、およそ2,368Km。直線距離にすると、北海道宗谷岬から沖縄本島までの距離にあたります。



2 水道管の種類と延長の推移

建設年度別延長（全ての管径:L=2364.6km） 単位km



※漏水発生率高い、耐震性なし

★耐防食・耐震性あり



錆こぶ



夾雑物



铸铁管

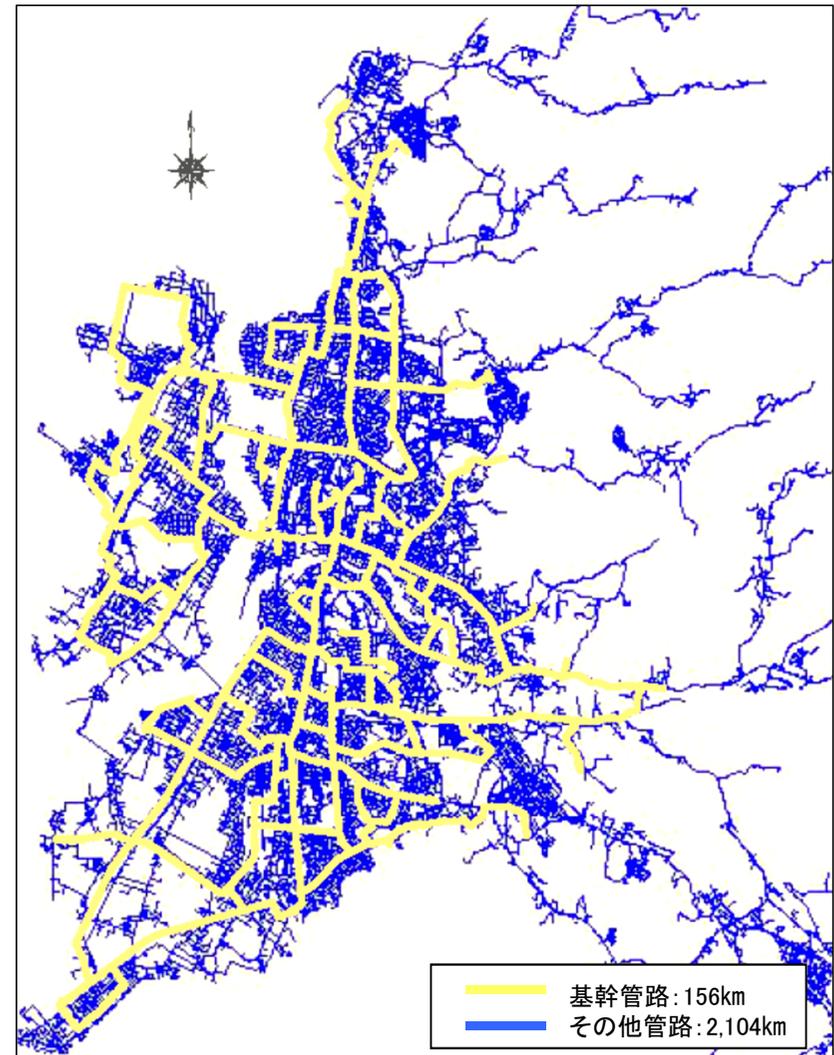
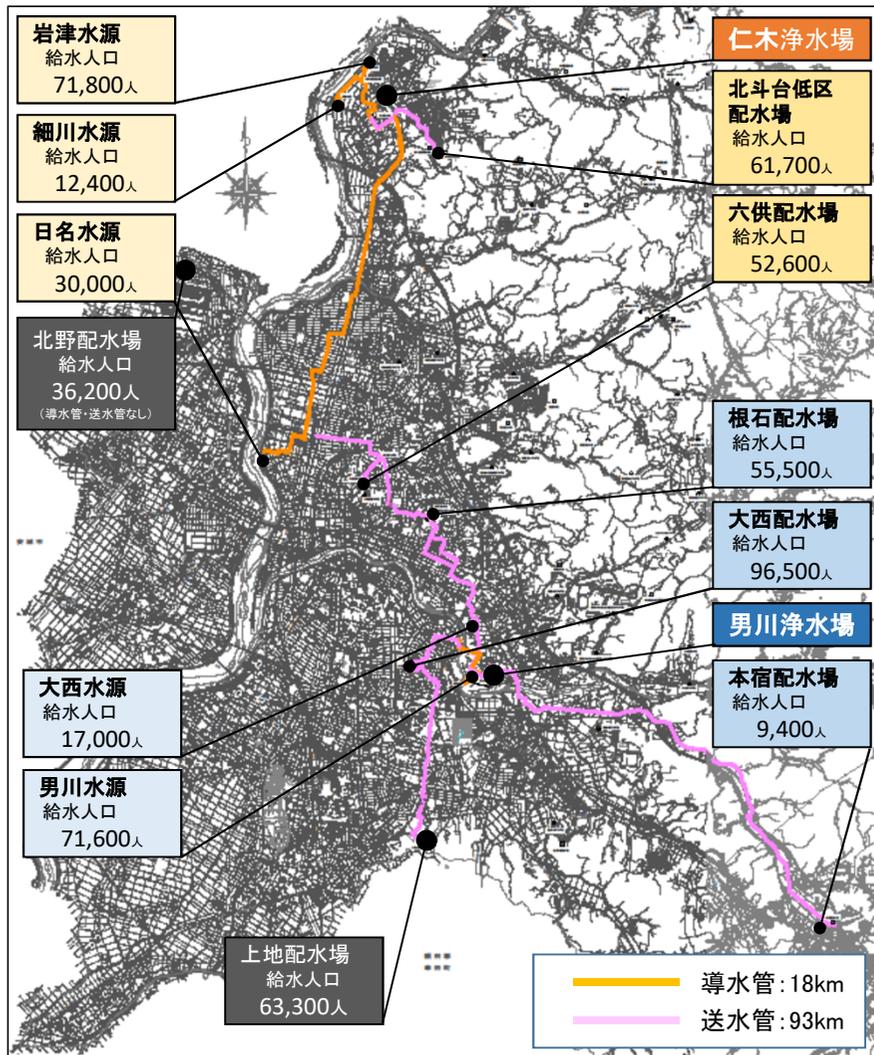
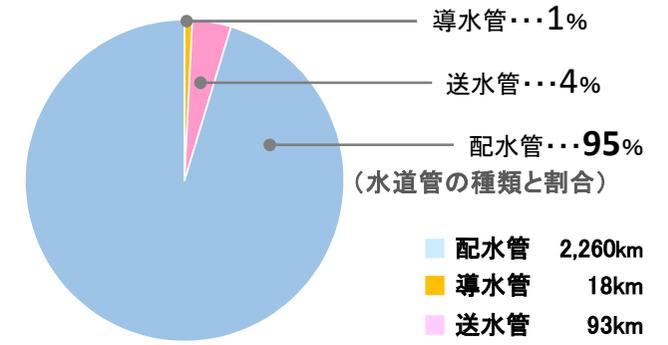
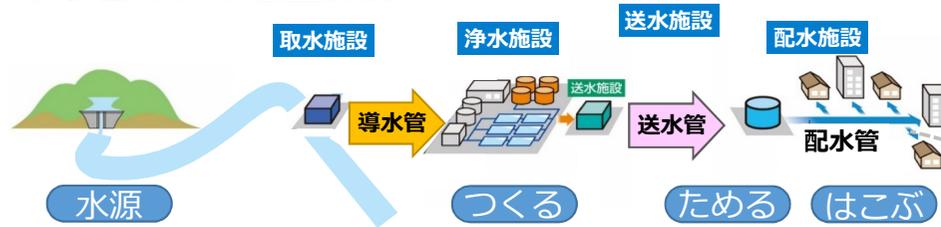


塩ビ管

管内カメラ調査

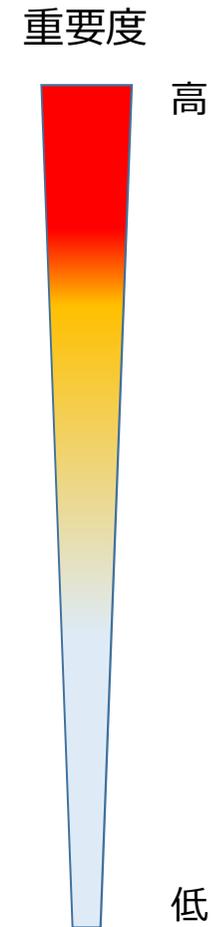
事故時水質不良発生状況

3 水道管の種類と重要度



水道管の種類と重要度

	管路分類 管太さのイメージ	口径[mm]	管種 ※1	影響人数 ※2 [人/km]
基幹管路	導水管 	Φ300～1500	DIP等	275,700
	送水管 	Φ400～700	DIP等	275,700
	配水管 	Φ200～800	DIP等	2,466※
その他管路	中支管 	Φ75～150	DIP、VP等	412※
	小支管 	Φ50以下	VP、PE等	329※



※1 管 種

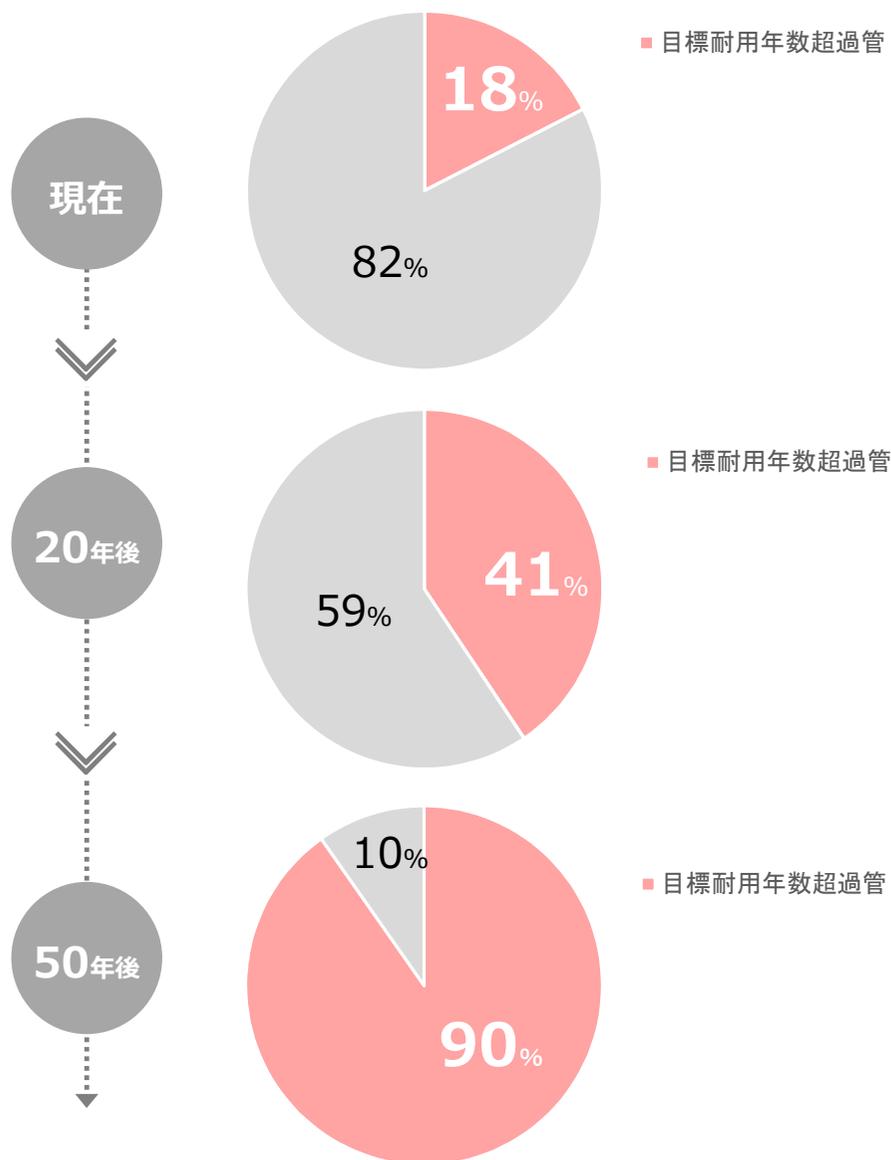
DIP：ダクタイル鋳鉄管、 VP：硬質塩化ビニル管、 PE：ポリエチレン管

※2 影響人数

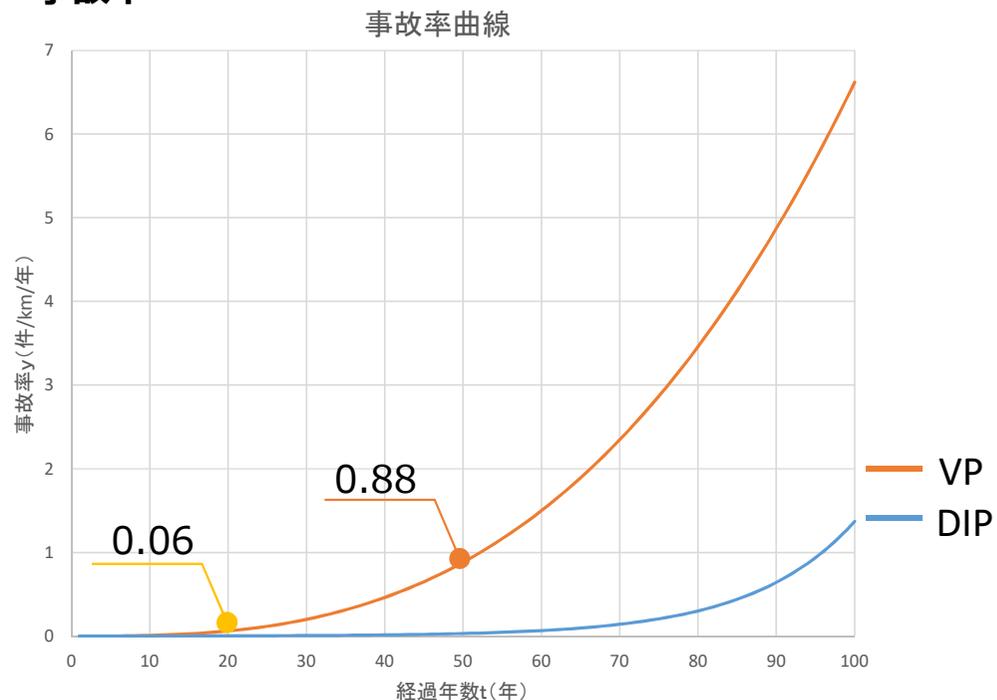
(給水人口) ÷ (水道管の種類ごとの管路延長)

4 老朽管路の増加と事故率

老朽化率（更新を行わない場合）



事故率



$$y = C_1 \times C_2 \times C_3 \times f(t)$$

$$f(t) = a \times t^b$$

y : 推定事故率 [件/年/km]

f(t) : 管種別の標準事故率曲線

a, b : 経年時の事故率の上昇程度を表す管種別の係数

C₁ : 仕様に関する補正係数

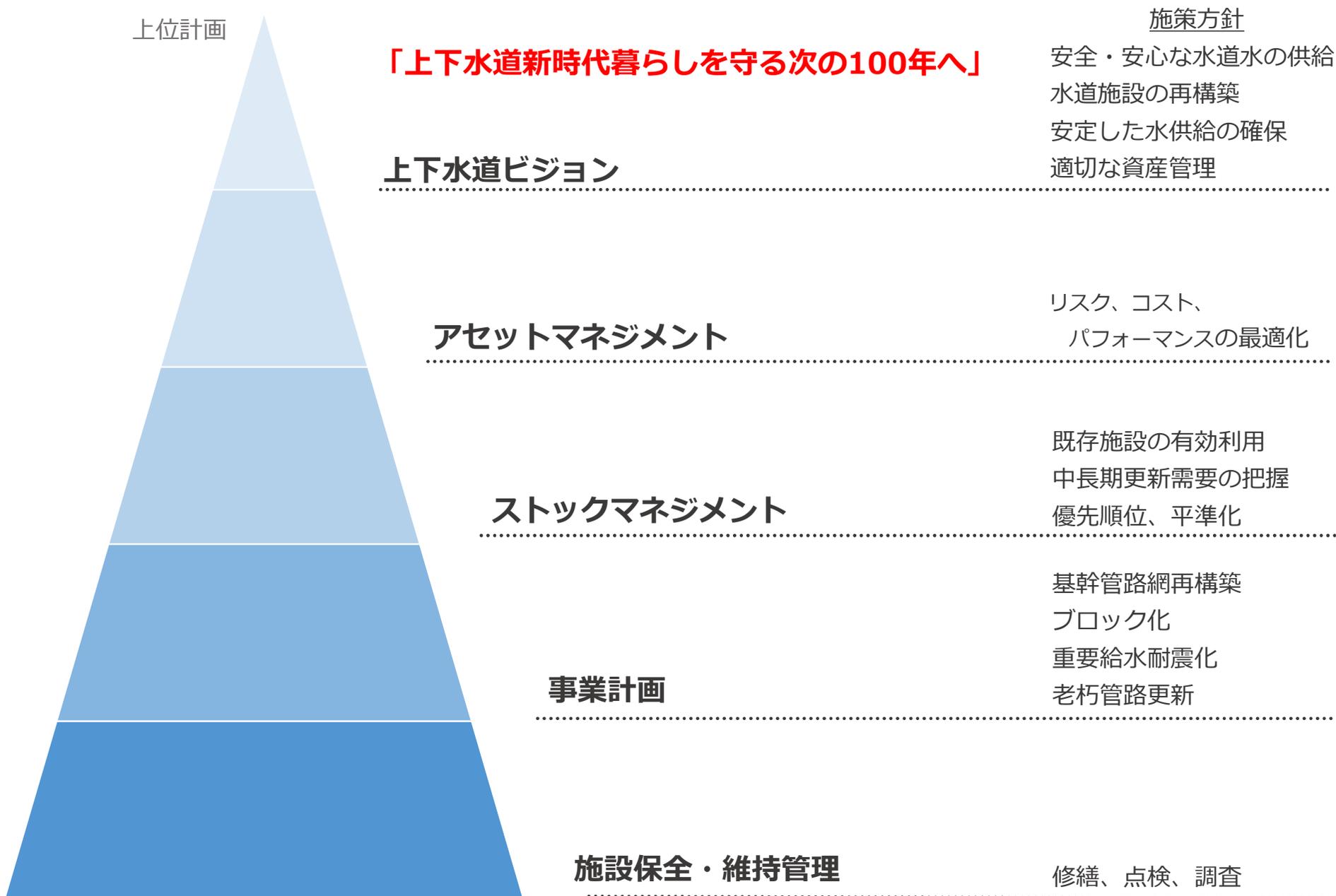
C₂ : 口径に関する補正係数

C₃ : 地盤条件に関する補正係数

t : 経過年数

【参考】水道技術研究センター報告書

5 取組みの体系



これまでの管路施策 (1933年～2021年)

1 増大する水需要への対応

1933年の給水開始以来、5期に亘り人口の増加に対応し給水区域を拡大、管路を延伸してきました。

2 健康被害の防止

水質基準の改定に伴い健康被害を引き起こす恐れのある鉛管の布設替をしました。

3 脆弱管への対応

衝撃に弱く脆弱性が懸念された石綿管の布設替してきました。

4 赤水等への対応

錆や夾雑物による水質不良を発生する水道管を布設替してきました。

5 漏水管への対応

水道局職員による漏水箇所の緊急修繕と複数回の漏水路線の水道管の布設替をしてきました。



赤水の発生状況



内面錆の状況



φ150ミリ漏水状況

問題対処型

短期計画型

過去
現在

様々な緊急性の高い課題に対処し管路の延伸・布設替に追われ、計画的な更新が行われておらず、目標耐用年数超過する多くの水道管が残っている。

これからの管路施策 (2022年～2121年)

1 災害に強い水道

南海トラフ巨大地震等発生時において、致命的な断水リスクを回避する為基幹管路網の再構築に取り組みます。(基幹管路網再構築事業)

2 維持管理しやすい水道

将来の人口減少等をふまえた管径及び管路網の適正化を進め、平時・有事を問わず配水コントロールがしやすい水道管路システムの構築に取り組みます。(ブロック化事業)

3 有事における重要給水施設への確実な配水

第1期整備(避難所や病院等)に引き続き、基幹管路再構築に併せ近接する重要給水施設への配水管路耐震化に取り組みます。(重要給水施設耐震化事業)

4 危険な水道管を増やさない

目標耐用年数を超過し事故リスクが高くなる水道管を増やさぬよう、計画的な更新に取り組みます。(老朽管路更新事業)



基幹管路布設工事



耐震管性能



和歌山市水管橋崩落事故
(令和3年10月)

施策重視型

中長期計画型

ビジョン

- ・安定した水供給の確保
- ・適切な資産管理

これまでの施設管理施策 (1933年～2021年)

1 165施設の運転・維持管理

水需要の増大に伴い水道施設を増やし、維持管理してきました。

2 施設設備等の点検・更新

施設設備の点検により不具合機器などを把握し、定期的に予算内で設備更新をしてきました。

3 水道施設台帳の導入（2020年）

165施設の各設備の設置年数、仕様などを調査して台帳整備しました。

4 目標耐用年数の見直し（2021年）

機器設備の更新サイクルを適正にするため、文献、使用実績、他市町村の聞き取り調査を行い、目標耐用年数を設定しました。



ポンプ設備（更新前）



ポンプ設備（更新後）

問題対処型

短期計画型

過去
現在

日常点検により不具合を把握し更新を行ってきたが、台帳が無く施設総量の把握が出来ていなかった為、目標耐用年数超過する設備が多数ある。

これからの施設管理施策 (2022年～2121年)

1 災害に強い水道

外部電源の受電不能に備え、自家発電設備の設置に取り組みます。

2 最適な時期に水道施設をリニューアル

総量把握を踏まえ設備施設の更新について、点検計画を策定し延命化できる施設、更新する施設の選別に取り組みます。

3 将来に向けた効率的な施設整備

人口減少に伴う水需要の減少を踏まえ、施設統廃合の検討、施設・設備のダウンサイジングに取り組みます。

4 グリーン社会の実現

再生可能エネルギー導入、水移送エネルギーの省力化に取り組みます。



旧男川浄水場



新男川浄水場

施策重視型

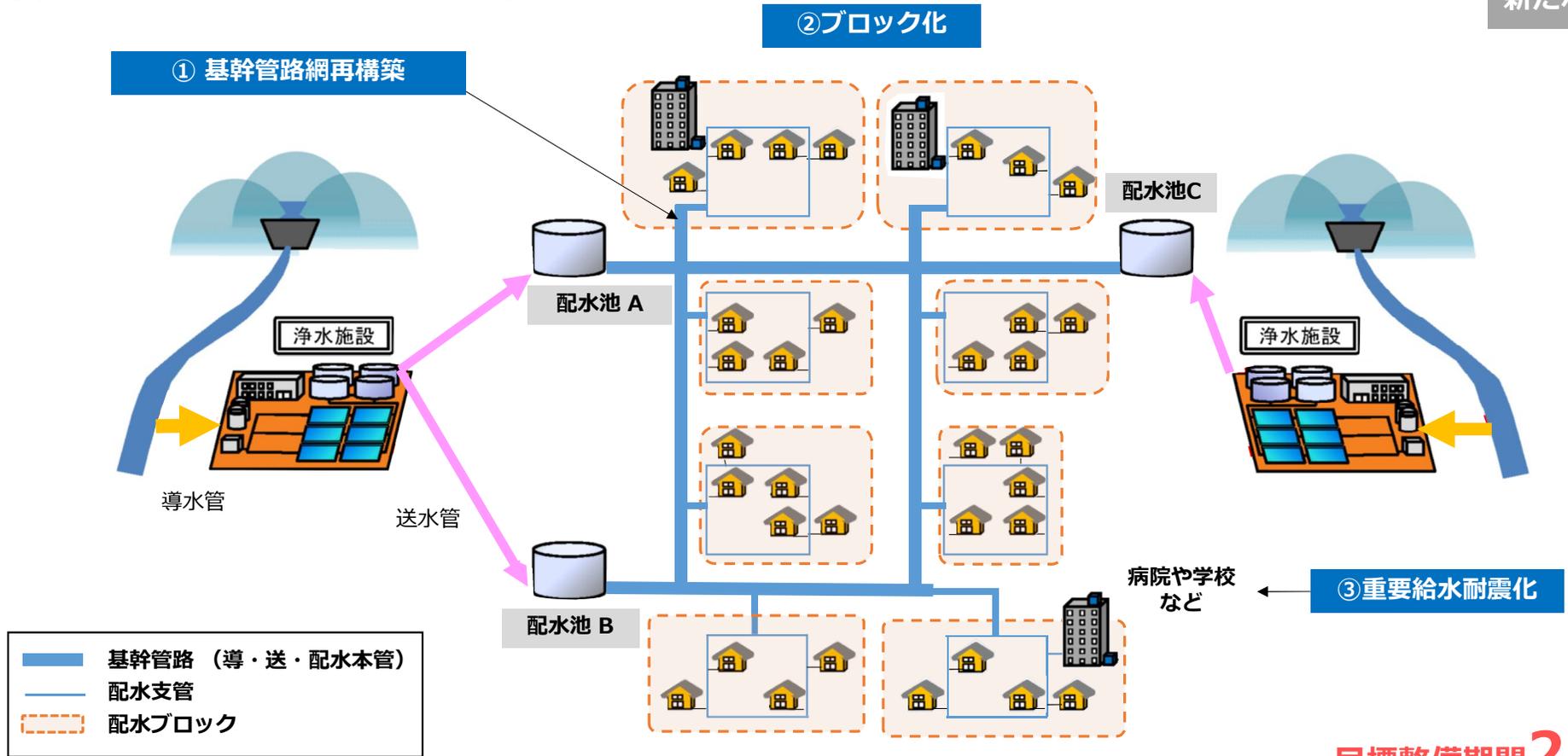
中長期計画型

ビジョン

- ・安全・安心な水道水の供給
- ・適切な資産管理

7 目指すべき水道管路システムの姿

新たな施策



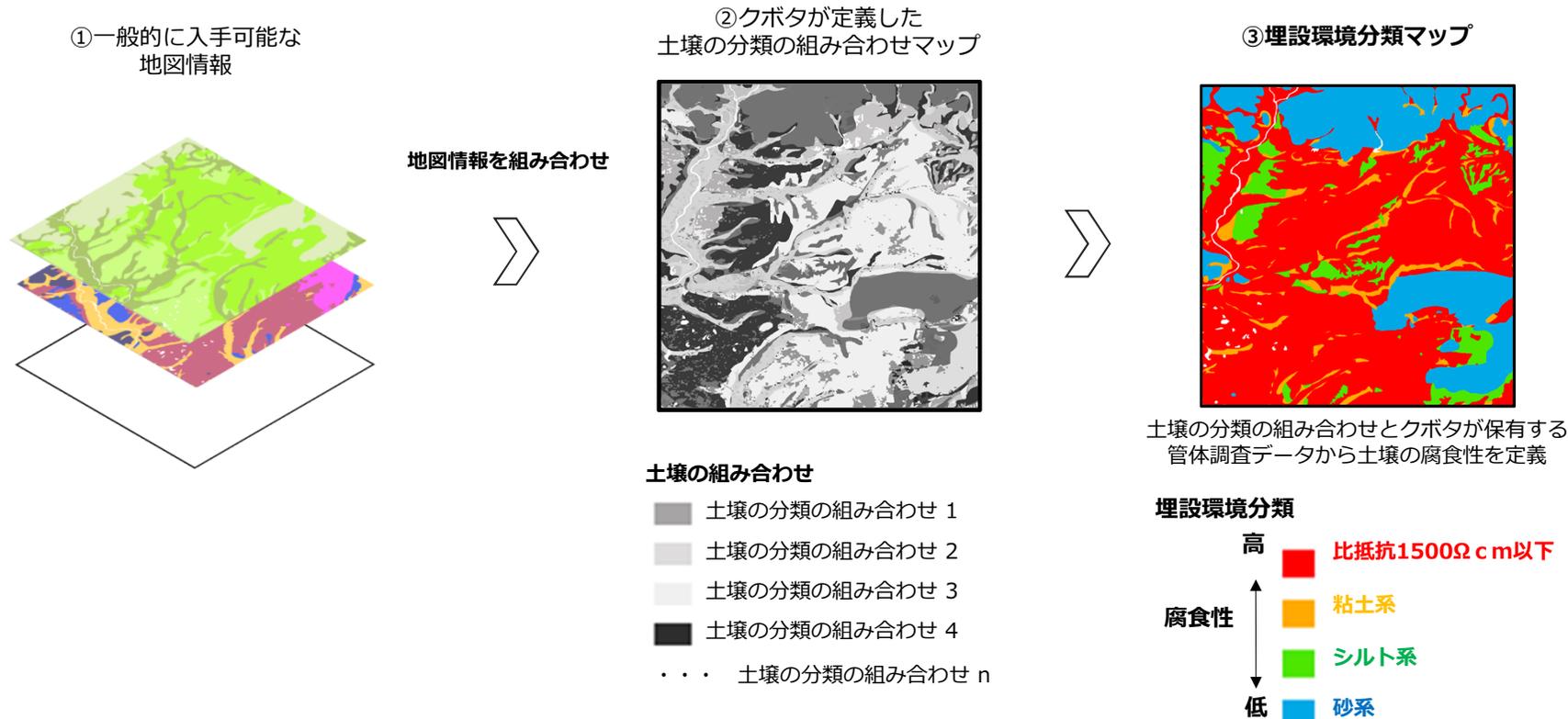
目標整備期間 **20年**

施策メニュー	施策優先理由	コントロールするリスク
① 基幹管路網再構築	配水管の幹となる管路網の構造化及び耐震化により断水影響（地域・時間）を最小限にする	・災害時断水リスク
② ブロック化	配水区をブロック毎に分け、漏水地区の特定により被害の最小化及び復旧の迅速化を図り、かつ水融通を可能にする	・漏水検知・濁水対策 ・断水時水融通
③ 重要給水耐震化 (第2期)	医療機関や避難所等までの配水管を耐震化することで、災害時の水供給を確保する	・災害発生時における病院及び避難所等への断水対策

8 管路の新たなリスク評価に向けて

新たな取組み

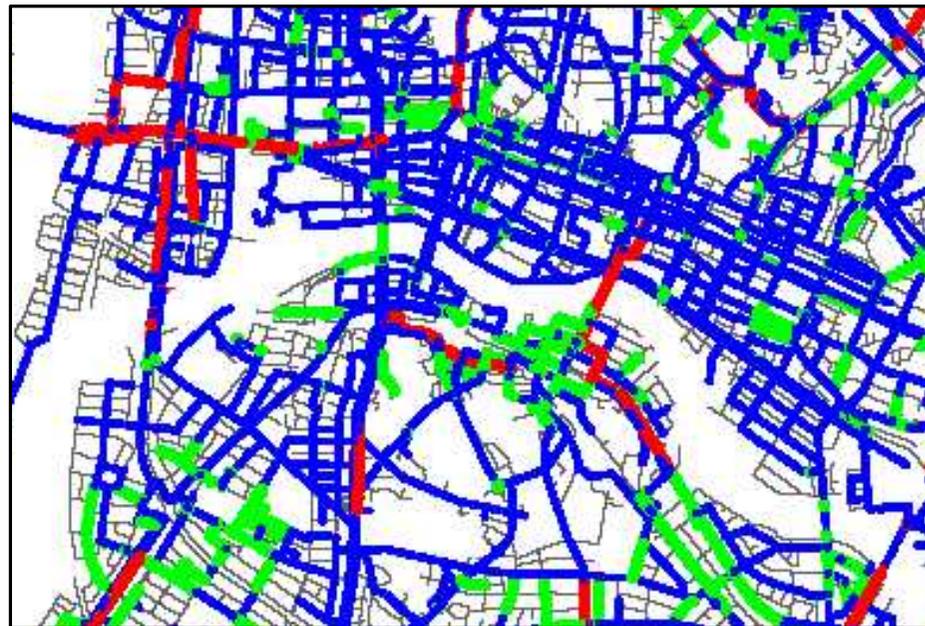
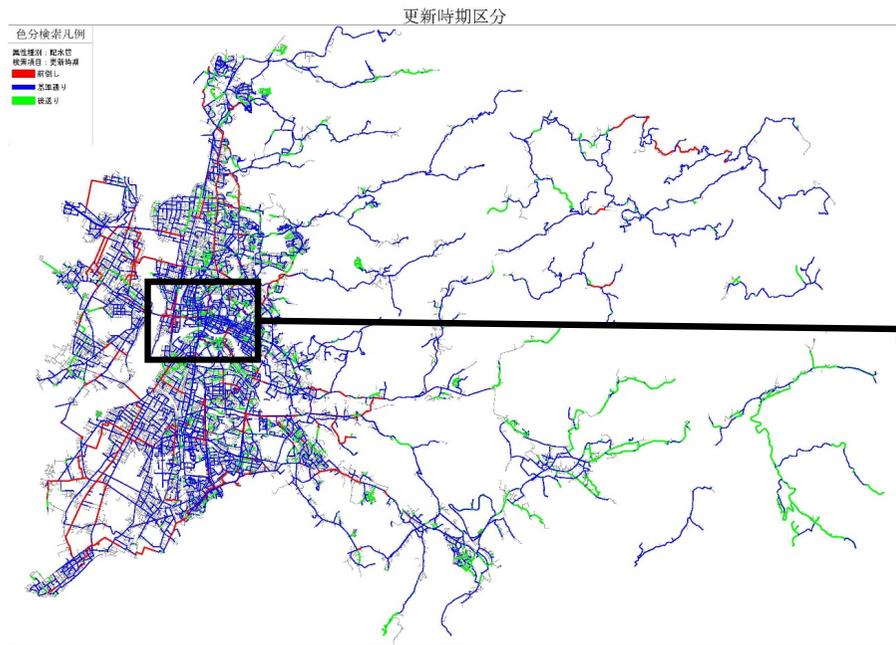
STEP1 AIを活用した管路老朽度評価（新規導入評価）



STEP2 社会的影響度や職員の知見を加えた総合評価（新規導入評価）



職員の知見とAIを活用した管路老朽度評価



現状
 ・布設年度、管材等に基づく管路更新 → **LCC増大**
 ・漏水発生時に修繕対応 → **事後保全**

80,000件を超える
 管路データを個別評価

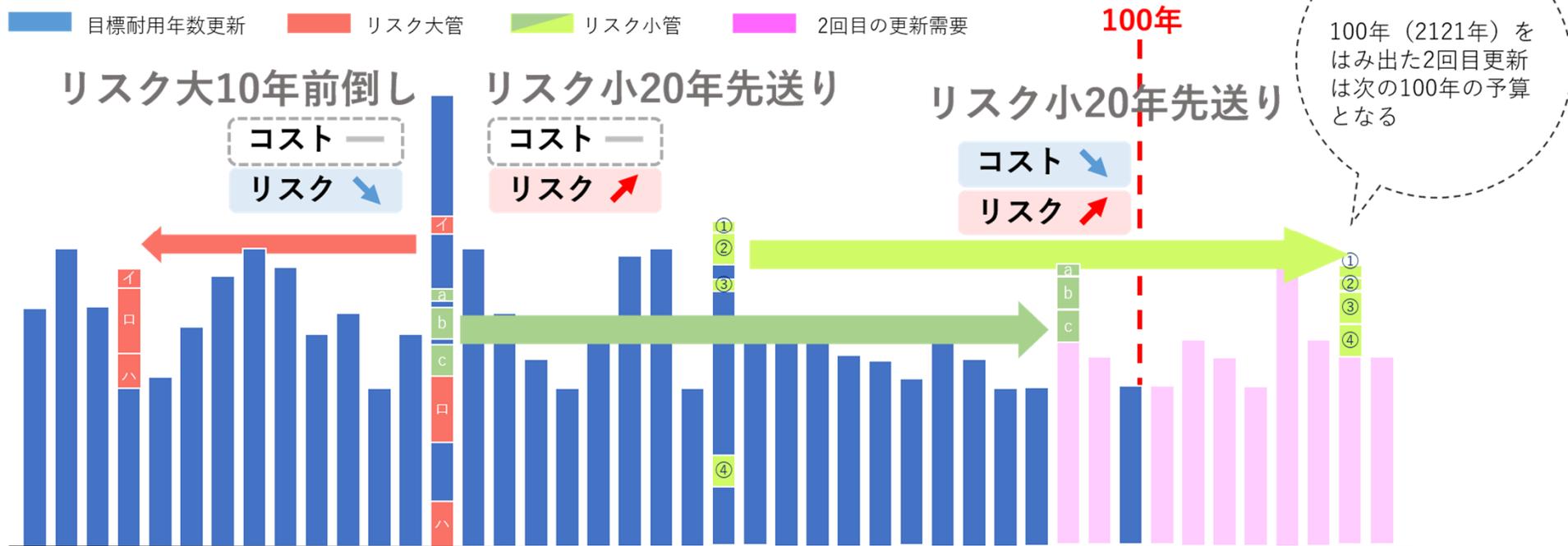
- ①AIを用いた老朽度評価
- ②断水影響指数に基づく総合評価
→ LCC低減
- ③漏水発生前に管路更新
→ 時間計画保全

最適な管路更新計画の検討

- 目標耐用年数で更新
- リスク大 10年を限度に前倒し
- リスク小 20年を限度に後ろ倒し

リスク大
3,021件
 (3.7%)

AIの活用のイメージ



最適な管路更新計画の検討	
—	目標耐用年数で更新
—	リスク大 10年を限度に前倒し
—	リスク小 20年を限度に後ろ倒し

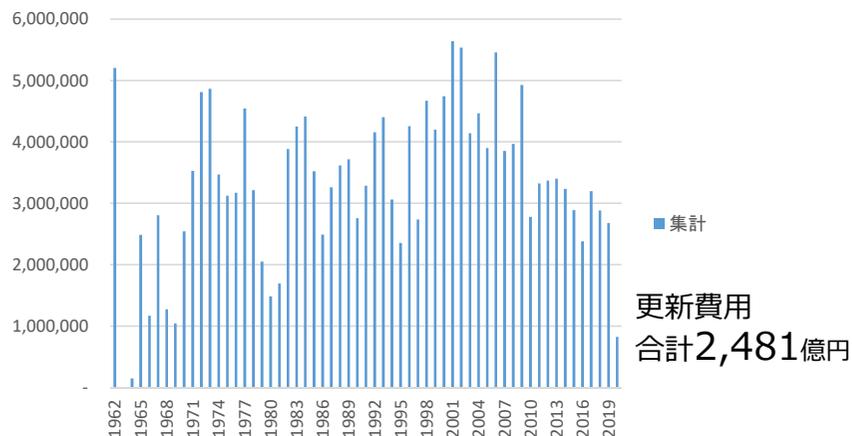
(株)クボタは全国で蓄積された埋設鉄管の掘り起こしデータを利用し、東京大学との共同研究によって鉄管の腐蝕進行度と土壌特性に相関があることを明らかにしました。

本市はクボタの研究成果をもとに、AIを活用した鉄管のリスク評価を行い、これまで管の種類ごとに定められた一定の年数でしか語るることのできなかった耐用年数について、日本で初めて埋設環境の土壌特性に応じたきめ細やかな目標耐用年数を設定することとしました。

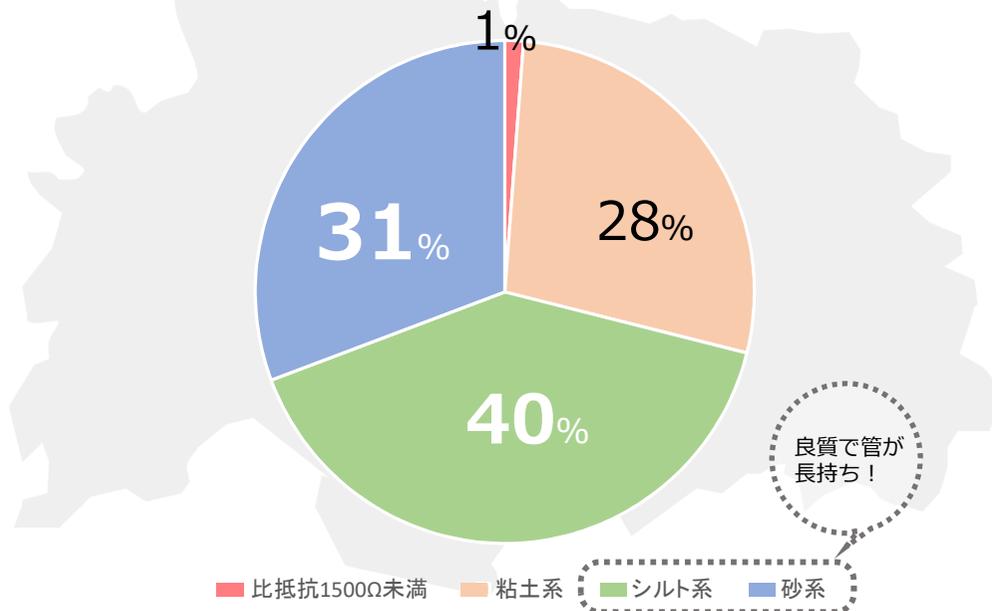
AIを活用した新たなリスク評価手法の採用により、これまでにない、より合理的かつ現実的な更新需要の縮減がはかられることとなります。

9 土壌特性に応じたきめ細やかな目標耐用年数の検討

(1) ダクタイトル鉄管の布設年度と事業費

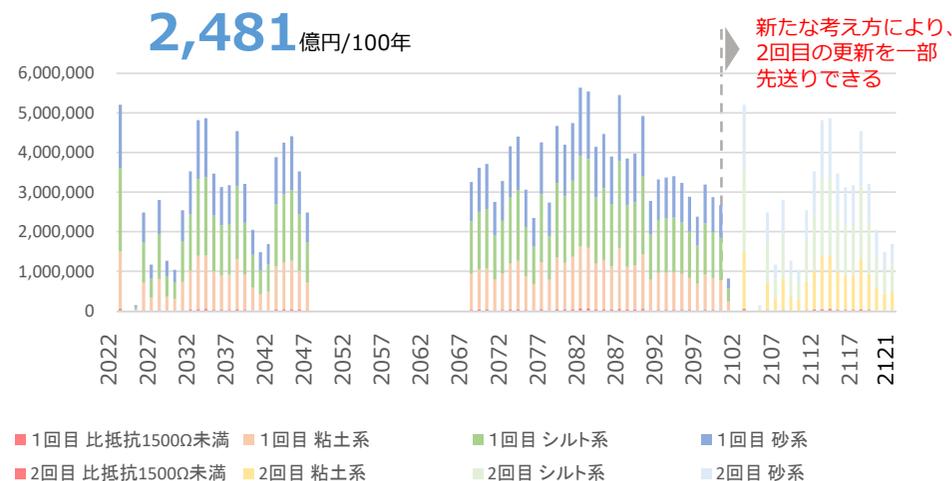


ダクタイトル鉄管の劣化に影響を及ぼす 土壌分類の分布割合



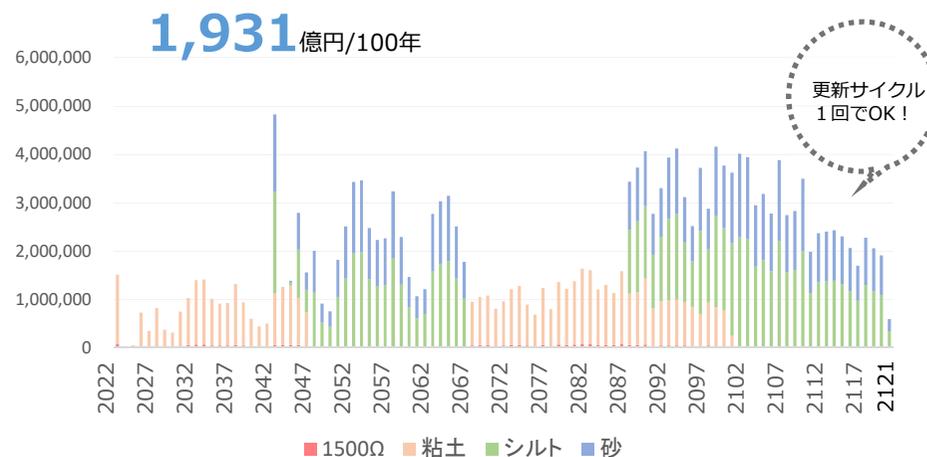
新たな取組み

(2) 目標耐用年数に基づくダクタイトル鉄管の更新需要



シルト・砂系・・・目標耐用年数+20年

(3) 土壌特性に応じた新たな目標耐用年数の検討イメージ



AIを用いて本市の土壌特性に応じたダクタイトル鉄管の老朽度評価を行った結果、100年間の更新需要費のうち約17%（550/3,848億円）低減の可能性が見込まれる。

岡崎市における目標耐用年数の考え方

厚生労働省が示す「管路の更新基準（実用年数）の設定例」に基づき、**耐震性能**や管路が埋設されている**土壌環境**、それらに対する**管材性能や補強**、**防食措置の有無**、**漏水事故実績**によって設定している。

主要管種	延長(km) ※2022現在	耐震性	法定 耐用年数	厚労省 耐用年数 (最小～最大)	岡崎市 耐用年数 (※選択理由)	AIの活用	
						老朽度評価	土壌特性評価
ダクタイル鋳鉄管 +ポリスリーブ無	340	×	40	60～80	最小 60	リスク大 -10	リスク小 良質土壌 +20
ダクタイル鋳鉄管 +ポリスリーブ有	745	○ ※継手形状による	40	60～80	最長 80 ※防食性が高い	リスク大 -10	リスク小 良質土壌 +20
ポリエチレン管	563	○	40	40～60	最長 60	リスク大 -10	リスク小 +20
塩ビ管φ50	595 (内ハイリスク管:344)	×	40	40～60	最小 40 ※耐震性が無い	リスク大 -10	リスク小 +20
塩ビ管φ75以上	67 (内ハイリスク管:33)	×	40	40～60	最小 40 ※耐震性が無い	リスク大 -10	リスク小 +20

10 管路更新計画の検討

目標耐用年数

シナリオ1

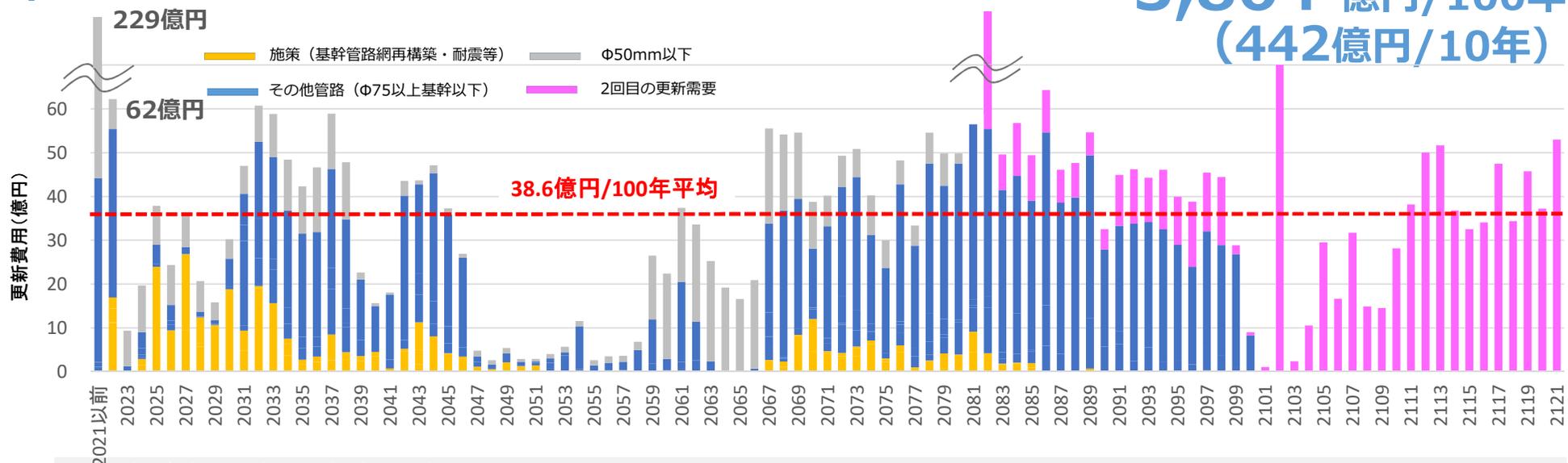
本市の目標耐用年数

項目	法定耐用年数	岡崎市	厚生労働省 (実用年数に基づく更新基準の設定例)
铸铁管 (CIP)	40	40	40~50
ダクタイル铸铁管 (DIP)	40	60	60~80
ダクタイル铸铁管 (DIP) +ポリスリーブ	40	80	60~80
鋼管 (SUS含む) : 溶接継手	40	60	40~70
鋼管 : ねじ切り接合	40	60	40~70
ポリエチレン管 (融着)	40	60	40~60
ポリエチレン管 (融着以外)	40	60	40~60
塩ビ管	40	40	40~60
ヒューム管	40	40	40

既存埋設管路の耐用年数については、これまでの管理で得られた知見や、厚生労働省や他事業体の事例等から、法定耐用年数を超過しても健全に使い続けることが可能なものが多いことから、岡崎市独自の目標耐用年数を設定し、更新周期の最適化を図り、既存管路の長寿命化を図っていく。

※地方公営企業法施行規則では、細目に「配水管」として一括りに分けられ管路の材質に関係なくすべて法定耐用年数40年とされている。

(1) 全管路を目標耐用年数で更新した場合



目標耐用年数で更新した場合の更新需要

令和4年度時点で既に目標耐用年数を超過している管路の更新需要が**291億円**に上ることが判明した。そのうち**192億円**は直径50mm以下の小口径塩ビ管であり、早急な対応が望まれる状態である。100年間の投資額は**3,864億円**となった。

(2) 管路更新計画と新たな施策の組合せ

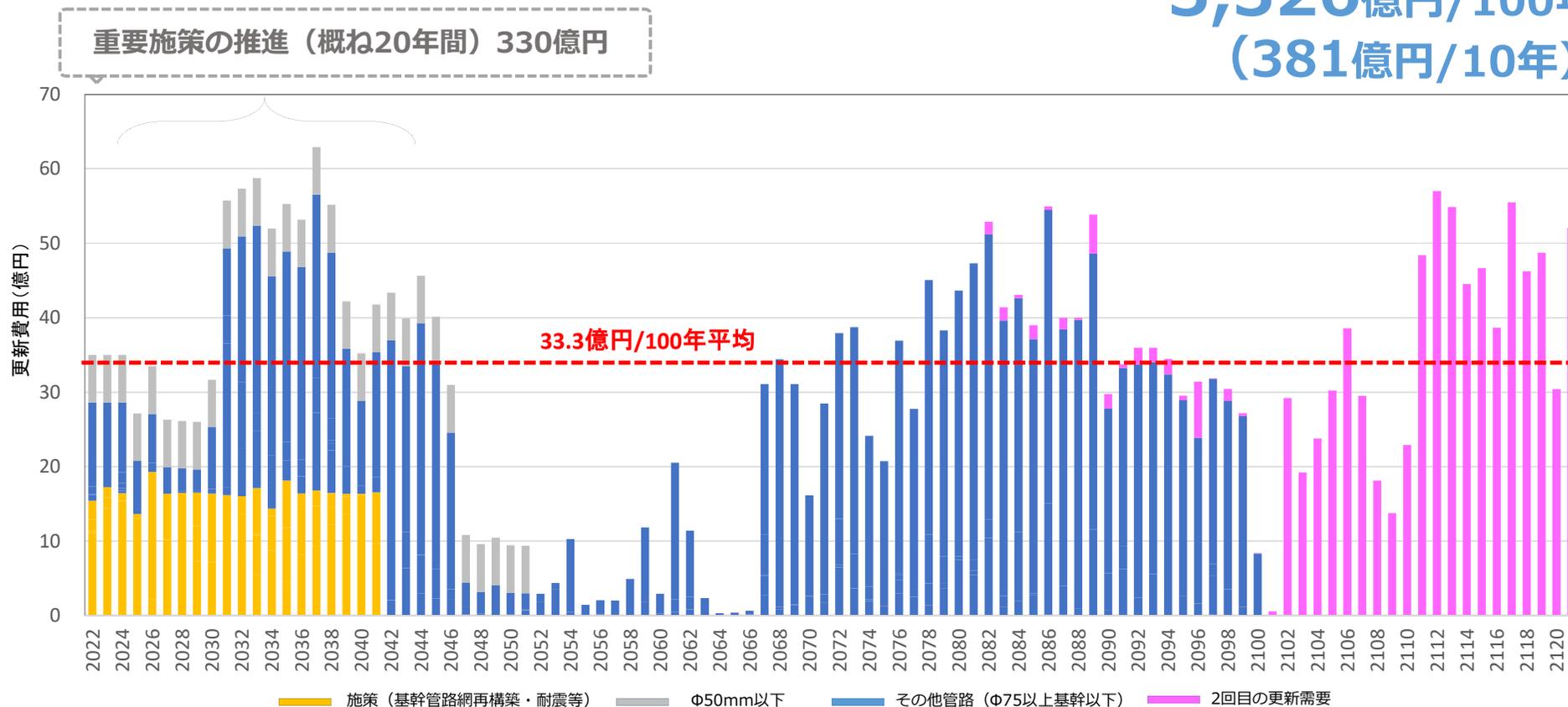
目標耐用年数 + 施策 + 事後保全

シナリオ2

目標耐用年数での更新と水道基幹管路強靱化計画（施策）を推進した場合

※小支管φ50mm以下事後保全

3,326億円/100年
(381億円/10年)



基幹管路網再構築計画等の施策対象管路を前倒して整備効果を早期発現させる事により、管路システムの構造化と災害時のレジリエンスを確実に高めることとした。併せて、市民生活に与える断水時の影響が比較的少ないφ50mm以下の管路を事後保全とすることにより、**538億円**の更新需要削減が見込まれる。

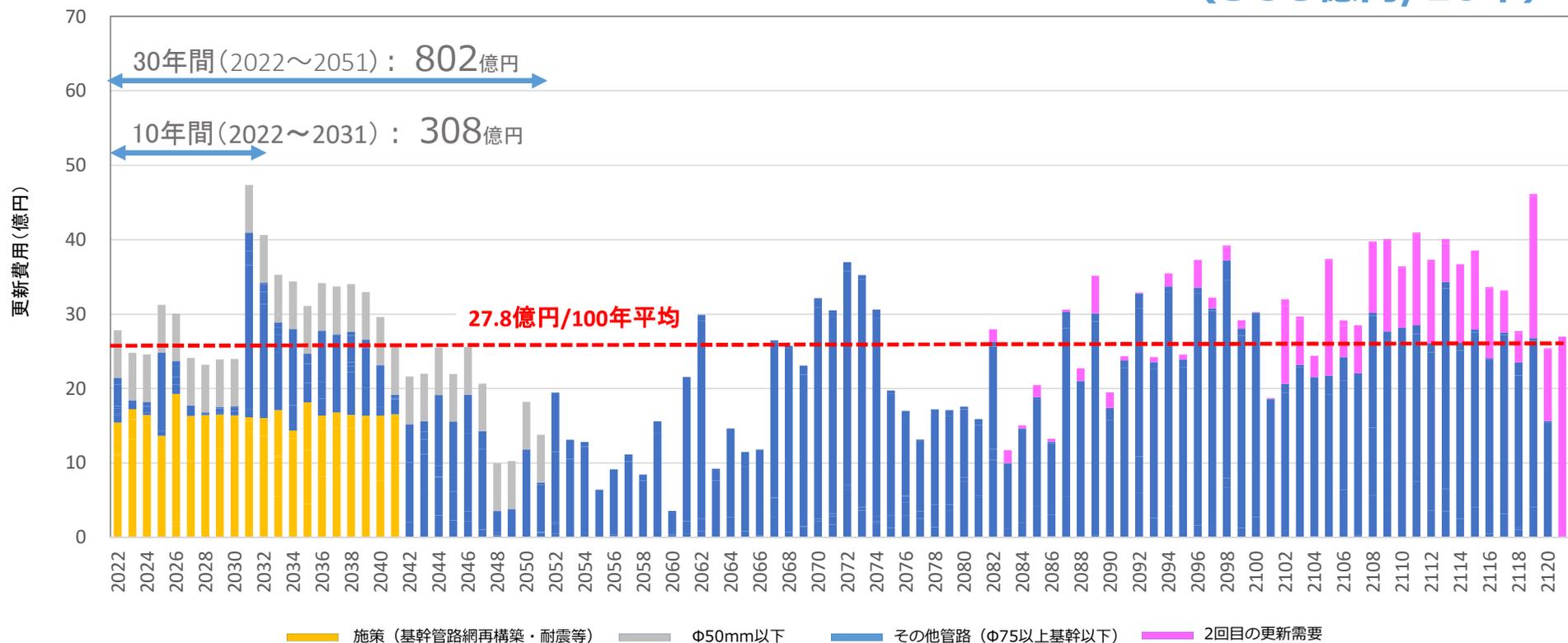
(3) 新たな取組み (AI活用) の組合せ

目標耐用年数 + 施策 + 事後保全 + AI活用

シナリオ3

AI活用 (管路老朽度評価・土壌特性評価) を反映した場合

2,776億円/100年
(308億円/10年)

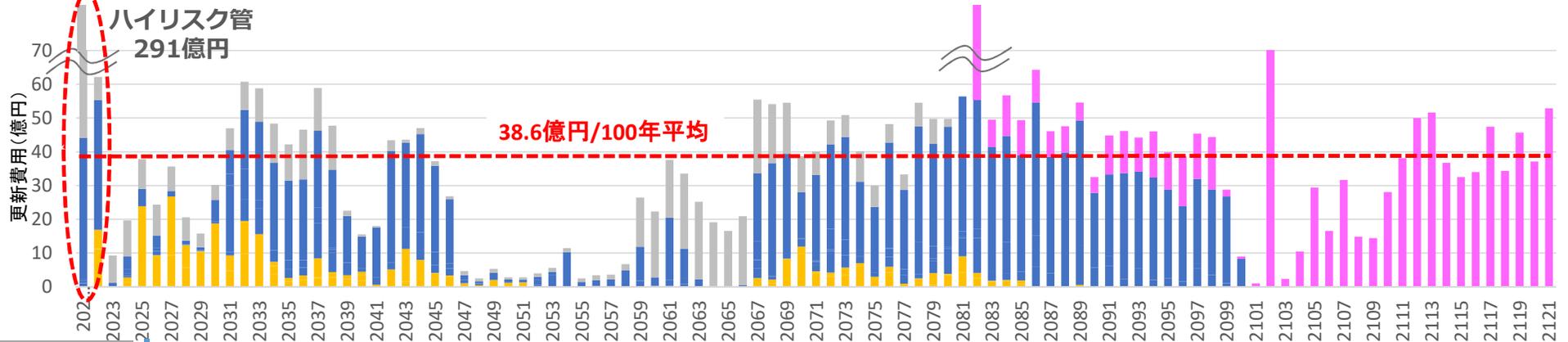


AI を用いてダクタイル鋳鉄管が埋設されている土壌環境の特性を分析し、埋設環境に応じたきめ細やかな目標耐用年数の設定を行った。これにより、さらに**550**億円/100年の更新事業費が縮減される見込みとなった。

シナリオ1

目標耐用年数

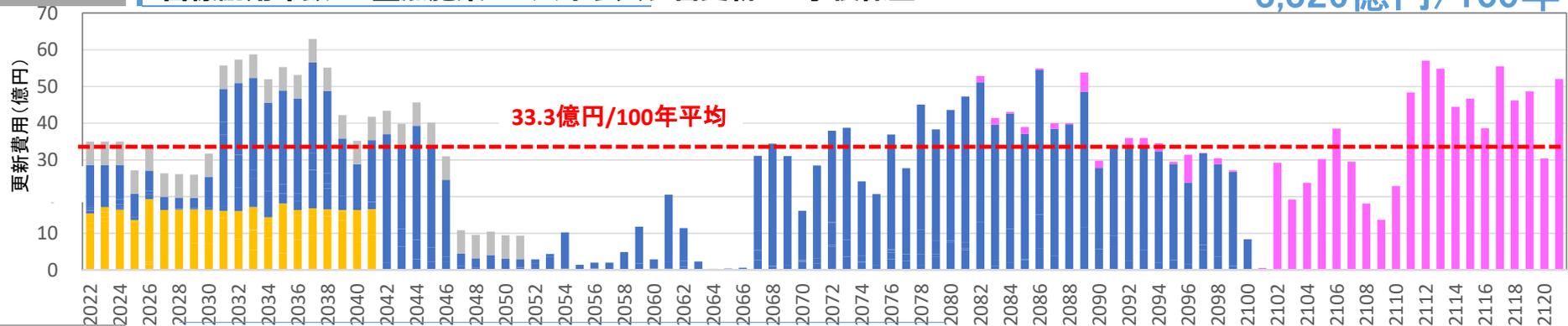
3,864 億円/100年



シナリオ2

目標耐用年数 + 重点施策 + ハイリスク管更新 + 事後保全

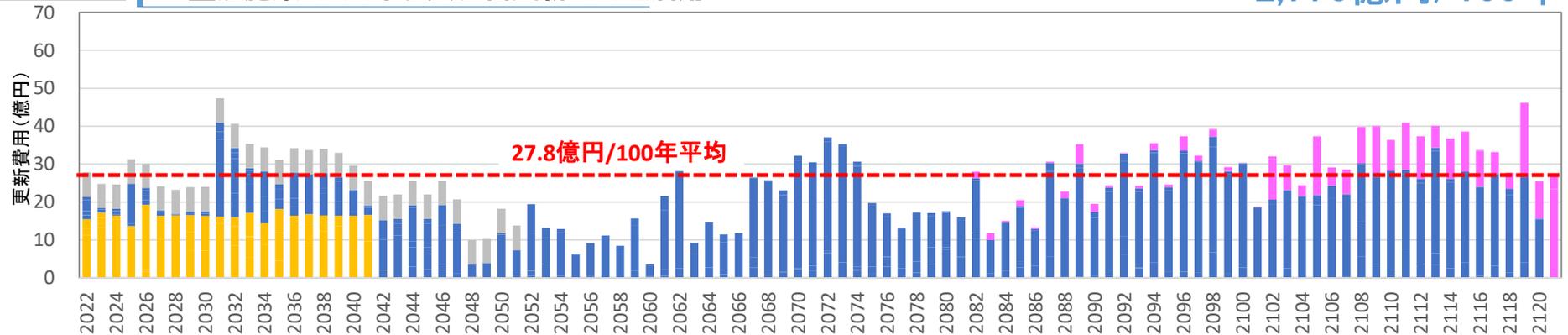
3,326 億円/100年



シナリオ3

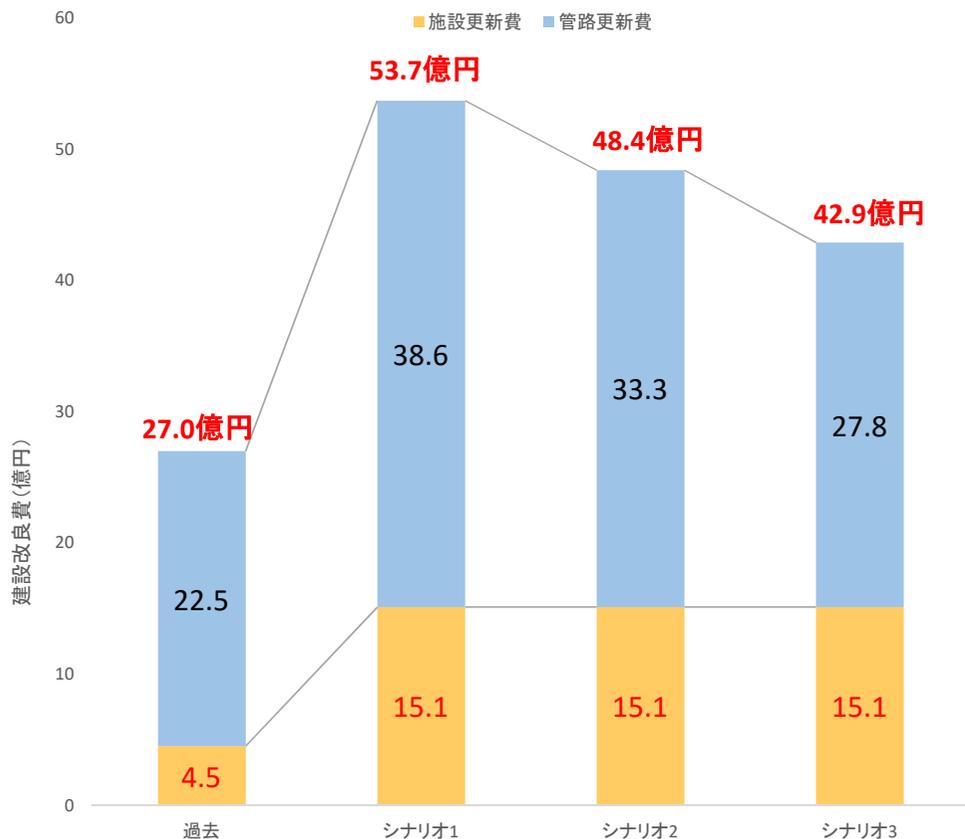
重点施策 + ハイリスク管更新 + AI活用

2,776 億円/100年



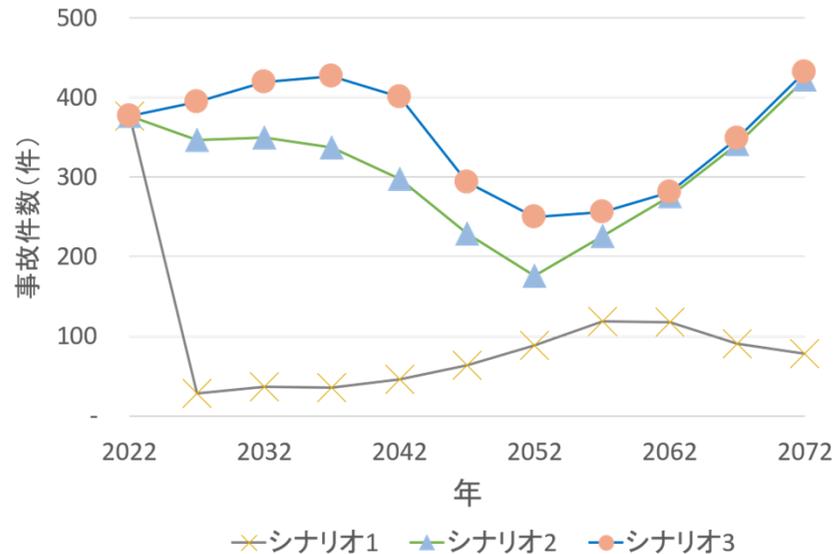
11 コスト と リスクの関係性

・コスト比較（1年間当たり更新費）



- ・過去: 10年間の平均更新決算額
- ・管路更新費: 2022~2121の100年間の平均更新額
- ・施設更新費: 2022~2054の前期33年間の平均更新額(但し、大型更新仁木浄水場等約131億円は除く)

・リスク比較（推定事故件数）



	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057	2062	2067	2072
シナリオ1	377	28	36	35	46	63	88	119	117	91	78
シナリオ2	377	347	350	338	297	229	176	226	275	341	423
シナリオ3	377	394	419	427	401	294	250	257	281	349	432

まとめ

- シナリオ1・・・コスト高 リスク低 目標耐用年数による全管路更新
- シナリオ2・・・コスト中 リスク中 φ50事後保全によるコスト低減、リスク増大
- シナリオ3・・・コスト低 リスク中+ 総合評価及び土壌特性によるコスト低減、リスク微増

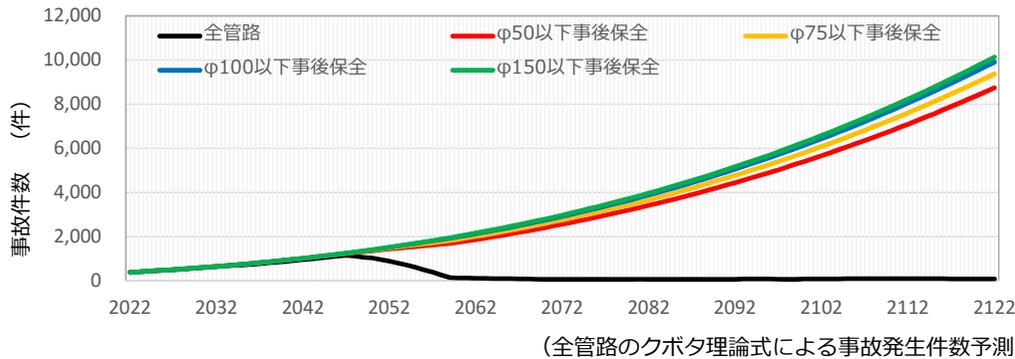
※50年後目以降の急激な事故件数の増加に対し抑制策を講じ現状程度を維持しつつ、効果検証（PDCA）を行っていく。

事後保全によるリスクの検証

これまでに発生した事故の件数及び断水影響度について、小口径管を事後保全下に置いた各ケースのリスク度変化を比較した。

1) 事故件数

口径による区分で事後保全の考え方を導入した場合、20年後までの推移には大きな変化は見られない。また、その後の事故件数の推移は口径区分に抛らず近い推移を示した。



事故件数	2022	2042	2062	2082	2102	2122
目標耐用年数で更新	377	941	105	53	71	65
φ50以下を事後保全	377	1,000	1,851	3,407	5,662	8,739
φ75以下を事後保全	377	1,004	1,995	3,664	6,078	9,367
φ100以下を事後保全	377	1,009	2,111	3,878	6,432	9,909
φ150以下を事後保全	377	1,012	2,155	3,962	6,572	10,128

2) 事故の影響※

φ50以下を事後保全とした場合、40年後までは現在のリスクとほぼ変わらない状態で推移し、100年後において約1.7倍のリスクとなることが分かった。同様にφ75以下事後保全では約2倍、φ100以下では約2.7倍、φ150以下では約3.2倍にリスクが上昇する結果となった。

※各管路の「事故率」と、水理的重要度評価で算出した各管路の「断水影響人口」を乗じて算出した指数の比率



断水影響度	2022	2042	2062	2082	2102	2122
目標耐用年数で更新	1	1	1	1	1	1
φ50以下を事後保全	1	1	1.06	1.25	1.31	1.69
φ75以下を事後保全	1	1	1.13	1.39	1.46	2.00
φ100以下を事後保全	1	1.01	1.28	1.68	1.79	2.68
φ150以下を事後保全	1	1.02	1.38	1.89	2.02	3.18

3) 考察

事故率の高い塩ビ管の延長構成 (R4.3時点) はφ50以下が約590km、φ75～150が合わせて約70kmとなっている。φ75～150は漏水した際の影響が大きく、かつ延長割合が10%程度しかないため、それらを事後保全とした際のコストに対するリスクが見合わない。よって事後保全を受忍する場合にはφ50以下とすることが妥当と判断する。

また、φ50以下を事後保全とした場合においても、検証上、40年後まではリスクが大きく変化しないが、事故件数は約5倍 (377→1,851件) に増加している。現実的にはφ50以下の事故が発生した際でも対処は必要であり、現在でも事故対応の人員・予算が厳しい状態となっているため、将来の修繕体制強化も併せて考えていく必要がある。

12 リスクへの対応

想定されるリスク

有事（自然現象）のリスク	平時のリスク
・ 非耐震管破損による断水	・ 老朽化による漏水
・ 広範囲の濁り、白濁の発生	・ 他工事による破損
・ 晴天続きによる濁水	・ 弁栓操作による水質、水圧不良
・ 異物による取水停止	・ 消火活動に伴う濁水発生

過去の事故事例 市内φ150mm NCP（平成28年）



昨今の漏水件数

令和元年：451件
 令和2年：421件
 令和3年：328件

平均 **400** 件/年

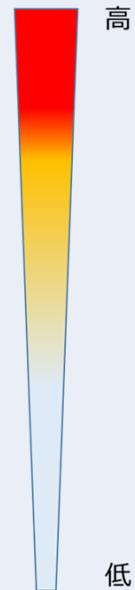
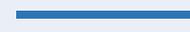
最近の修繕工事事例 市内φ100mm 鋼管に空いた穴（令和3年）



老朽化に伴って増加する事故への備え

- 漏水調査・・・全管路を対象に4年に1回のサイクルで専門業者による漏水探査業務を実施
- 緊急修繕・・・16名体制による24時間365日の緊急出動態勢を確保

13 新たな管路更新の方針

	管路分類 管太さのイメージ	口径[mm]	管種	影響人数 [人/km]	重要度	管理区分のパターン※1			
						シナリオ0 法定耐用年数	シナリオ 1 目標耐用年数	シナリオ 2 施策+事後保全	シナリオ 3 +AI 活用
基幹管路	導水管 	Φ300~1500	DIP等	275,700		時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全
	送水管 	Φ400~700	DIP等	275,700		時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全
	配水管 	Φ200~800	DIP等	2,466※		時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全 (新評価)
その他管路	中支管 	Φ75~150	DIP、VP等	412※		時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全 (新評価)
	小支管 	Φ50以下	VP、PE等	329※		時間計画保全	時間計画保全	時間計画保全 事後保全	時間計画保全 事後保全
100年間の投資コスト						7,435億円	3,864億円	3,326億円	2,776億円

※影響人数 = 給水人口 ÷ 水道管の種類ごとの管路延長

※1 管理区分の考え方

【時間計画保全】

原則、目標耐用年数に基づいた周期で管路を更新する

【時間計画保全（新評価）】

AIを用い、管路老朽度評価・土壌特性評価に応じた新たな目標耐用年数を設定し、これに基づく管路を更新する

【事後保全】

異常の兆候や予測に基づいて管路更新を含む必要な対策を行う（漏水等発生後に対応する場合もある）

今後はシナリオ3に沿って更新していく（3条予算"拡充" が不可分）

【参 考】

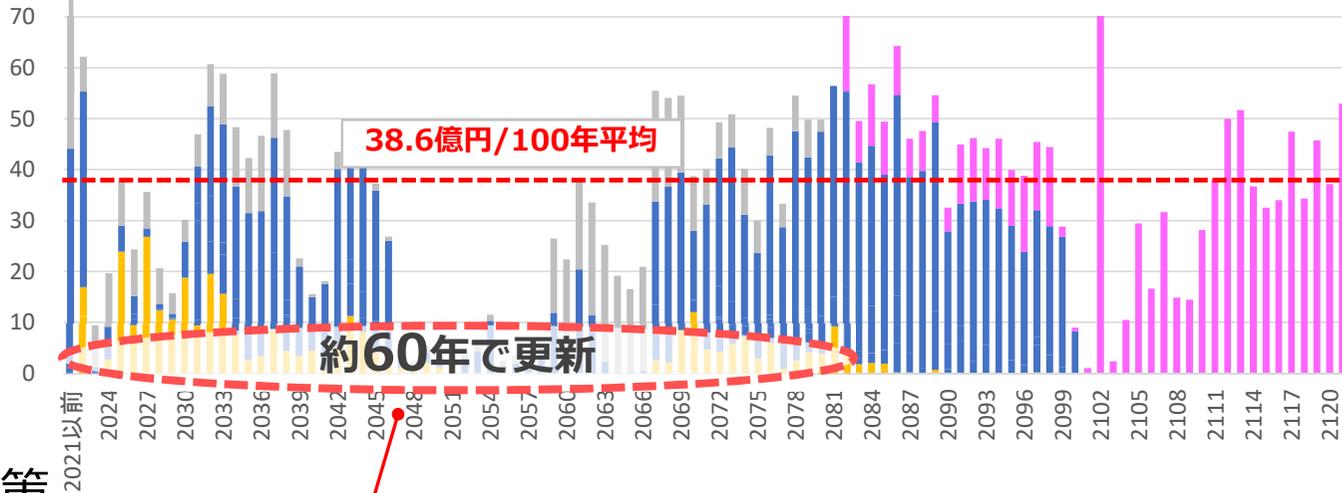
管路更新計画の検討 解説

～施策方針と管路更新需要～

目標耐用年数

■ 施策（基幹管路網再構築・耐震等）
 ■ φ50mm以下
 ■ その他管路（φ75以上基幹以下）
 ■ 2回目の更新需要

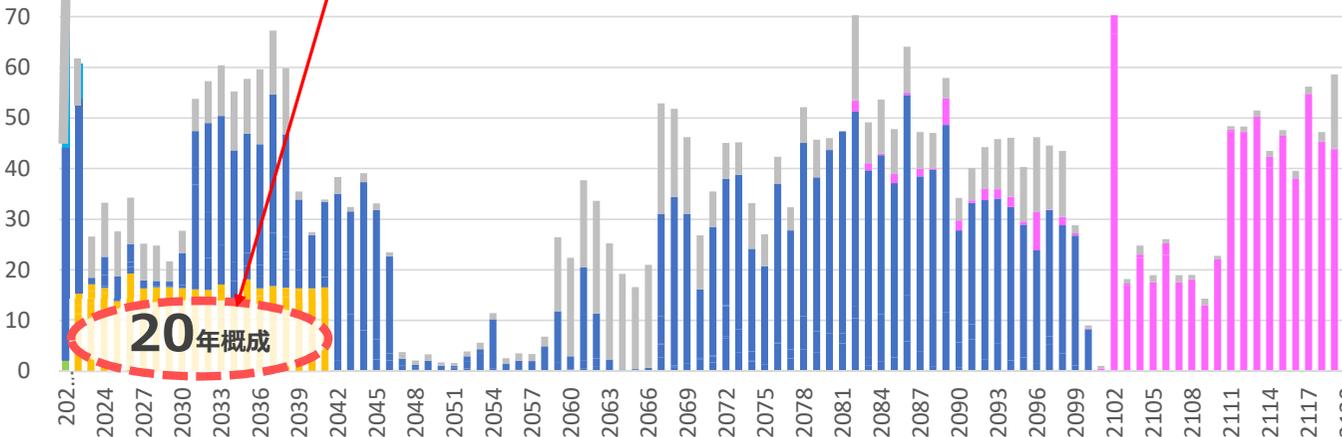
ハイリスク管
291億円



重点施策

■ 施策（基幹管路網再構築・耐震等）
 ■ φ50mm以下
 ■ その他管路（φ75以上基幹以下）
 ■ 2回目の更新需要

ハイリスク管
291億円



◎シナリオ1のコストとリスク

★100年コスト

⇒最大**3,864**億円

●リスク

・平時50年後

⇒現在の約**0.21**倍

(推定事故件数377件→78件)

・平時100年後

⇒現在の約**0.20**倍

(推定事故件数377件→74件)

・有事リスク

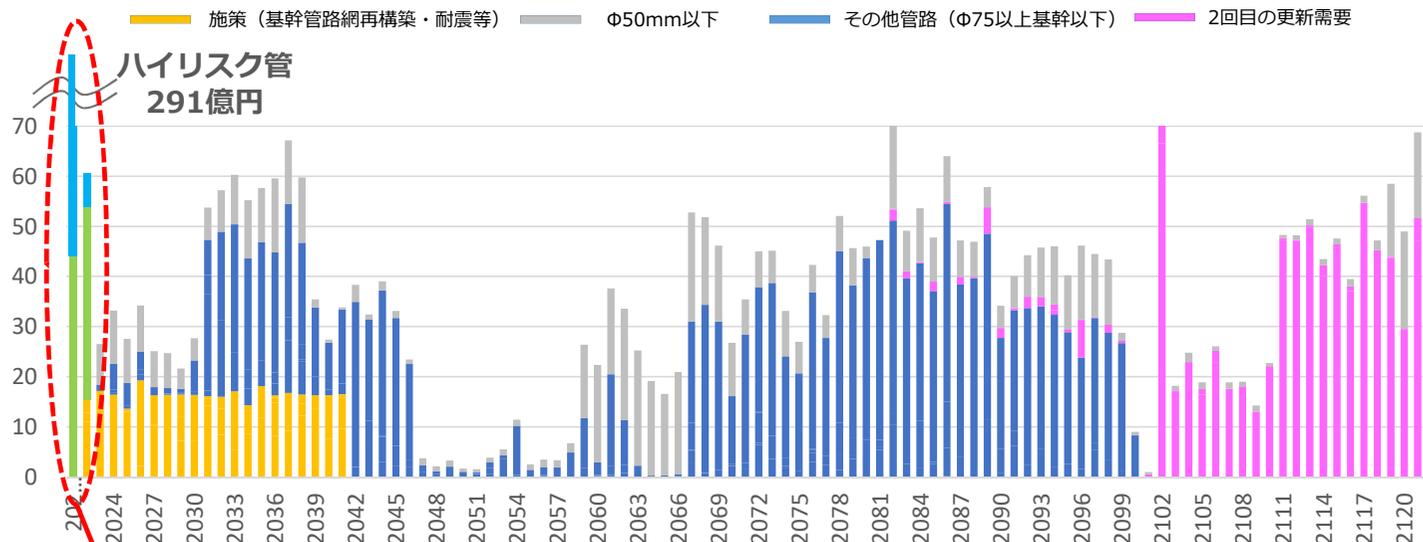
⇒**高い**

(基幹管路耐震化約60年かかる)

効果

有事の**リスク**が**低下**

重点施策

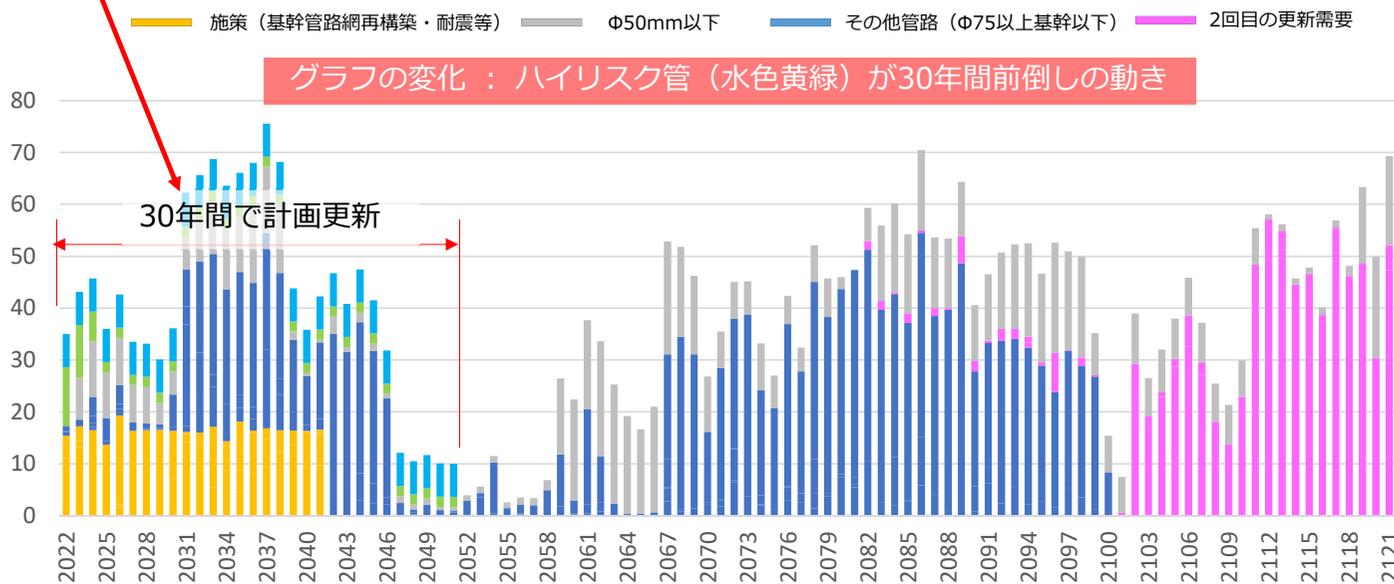


ハイリスク管とは

2022年時点で既に目標耐用年数を超過した事故リスクの高い管のこと。

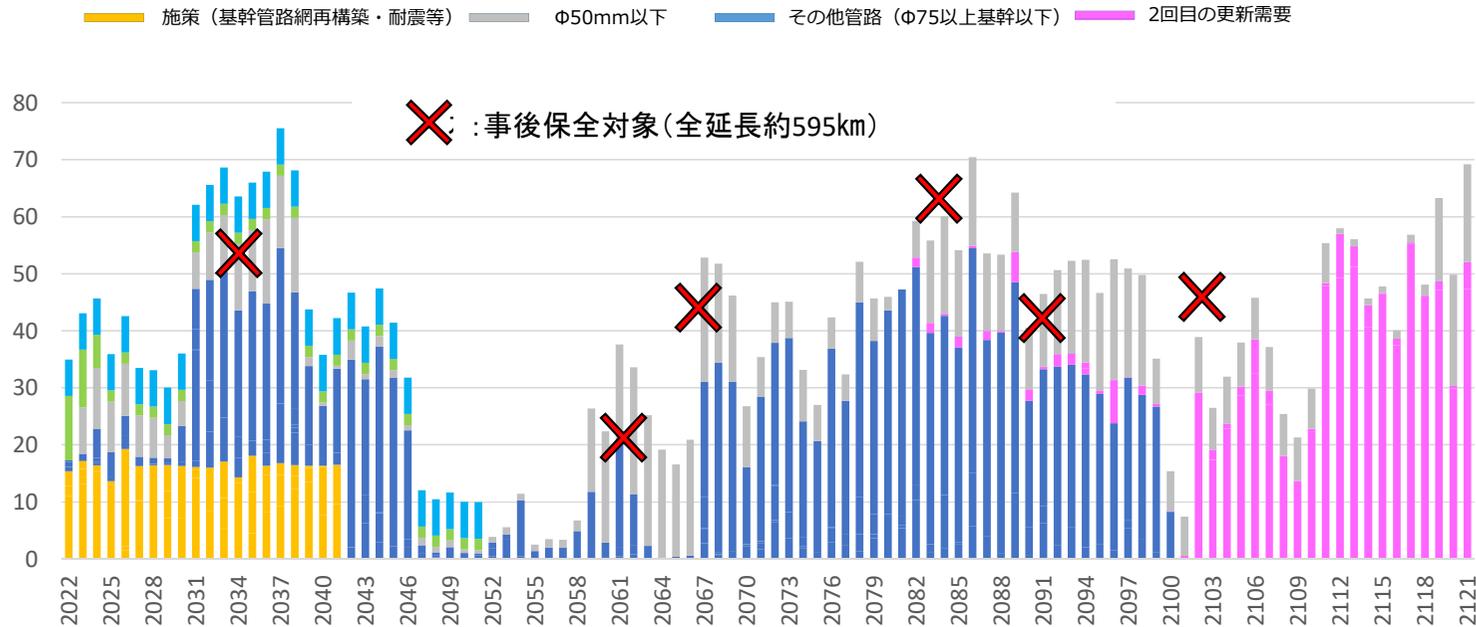
- ・該当管路延長=約411km
- ・φ50mm以下塩ビ管約344km
- ・φ75mm以上塩ビ管約67km)

ハイリスク管



効果
平時のリスクが低下

事後保全



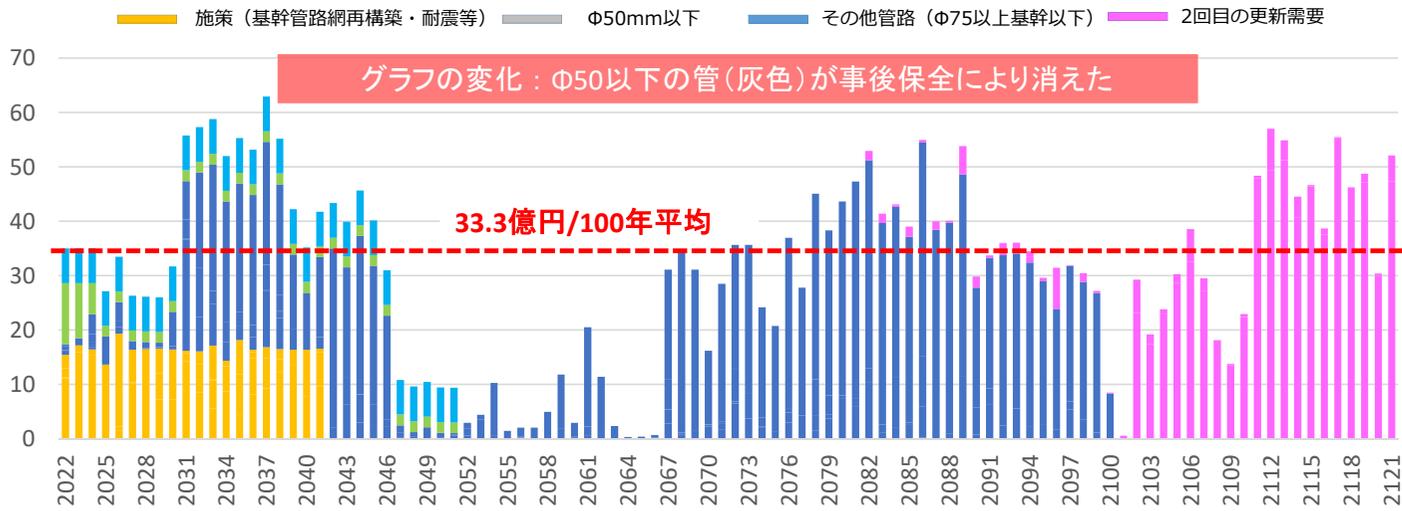
効果
538億円のコスト削減
 ※事後保全期間中は事故抑制対策を実施し財政収支で、費用計上する。

◎シナリオ1と比べシナリオ2は

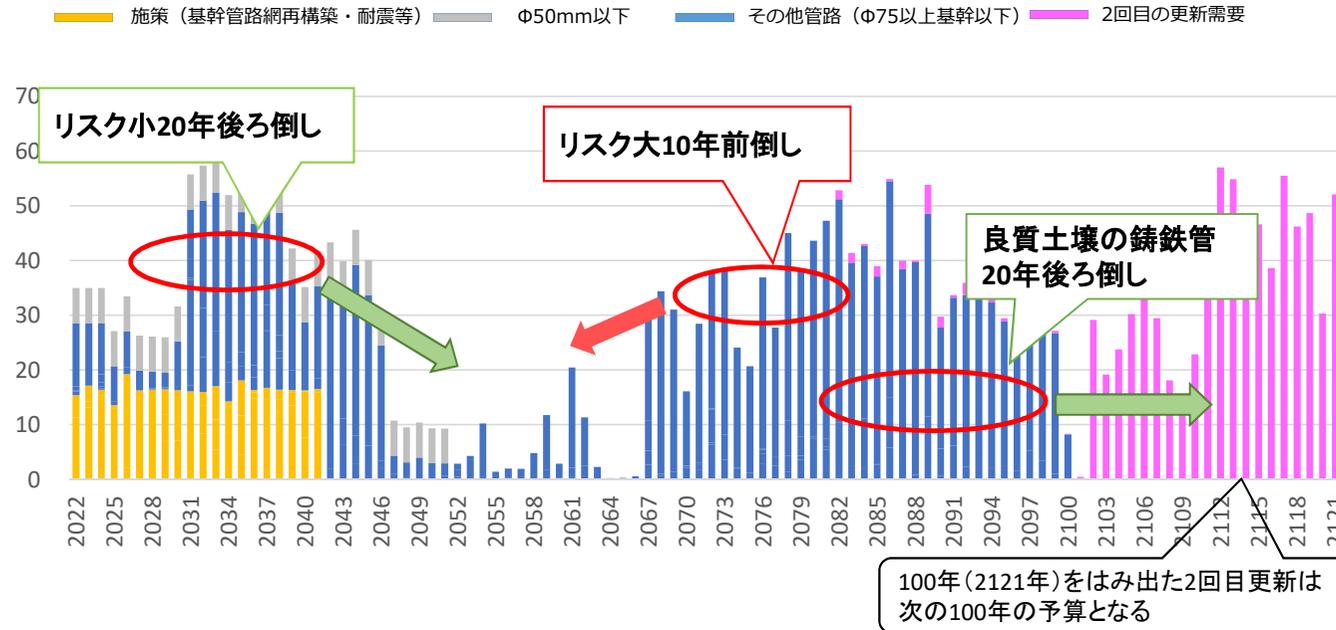
★コスト
 ⇒ **538億円下がる 削減率16%**
 (シナリオ1 3,864億円→
 シナリオ2 3,326億円)

●リスク
 φ50mm約251kmの残塩ビ管の老朽進行
 ・平時50年後⇒**約5.4倍**
 (推定事故78件→422件)
 しかしながら、**現状とほぼ同水準**
 (現状400件→50年後422件)
 ・平時100年後⇒**約25.4倍**
 (推定事故78件→1983件)
 ・有事リスク⇒**低くなる**
 (基幹管路耐震化100% 約60年→
 20年に短縮)

シナリオ2 重点施策＋ハイリスク管＋事後保全



AIの活用



効果
さらに**550**億円のコスト
縮減

◎シナリオ1と比べシナリオ3は

★コスト
⇒**1,088億円削減 削減率28%**
(シナリオ1 3,864億円
→シナリオ3 2,776億円)

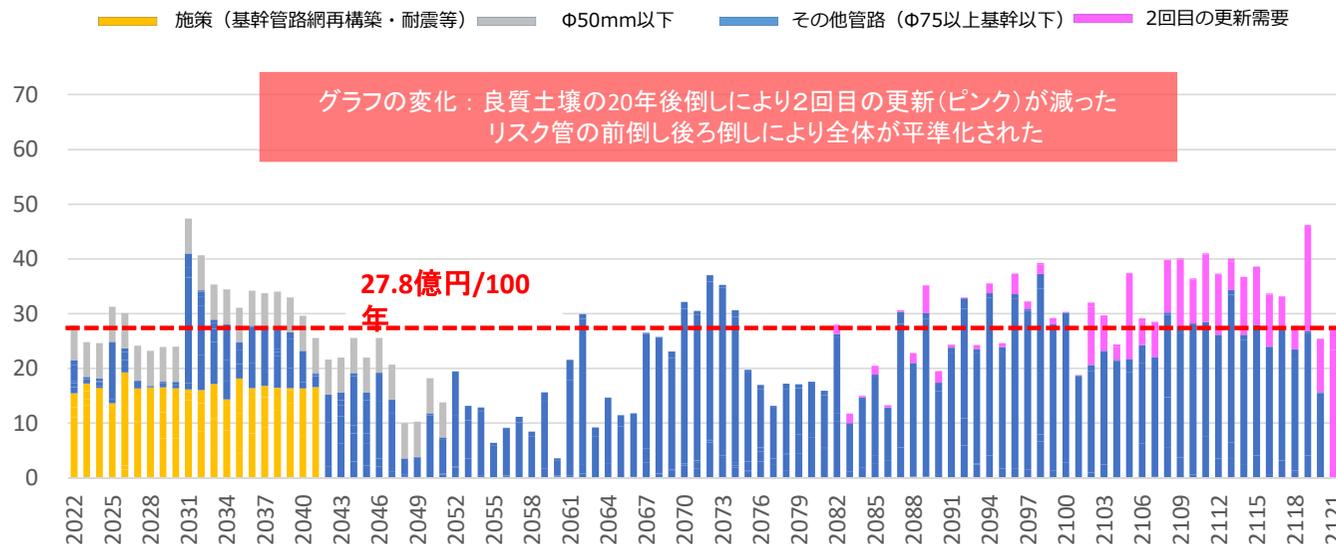
●リスク
φ50mm約251kmの残塩ビ管の老朽進行

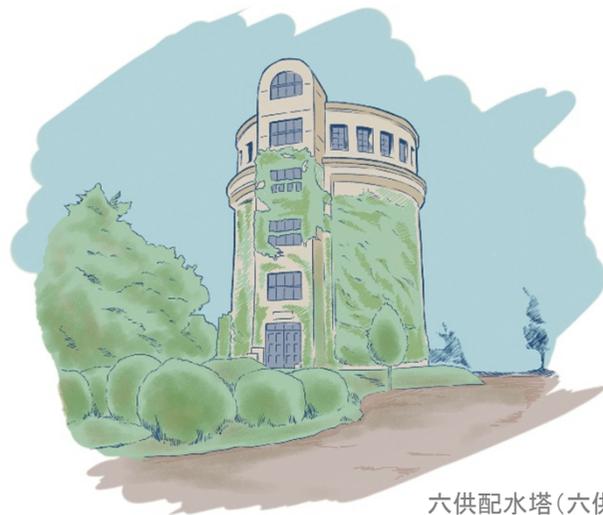
・平時50年後⇒**約5.5倍**
(推定事故件数78件→432件)
しかしながら、**現状とほぼ同水準**
(現状400件→50年後432件)

・平時100年後⇒**約26.9倍**
(推定事故件数74件→1991件)

・有事⇒**低くなる**
(基幹管路耐震化100% 約60年→20年に短縮)

シナリオ3 重点施策+ハイリスク管+事後保全+AI活用





六供配水塔(六供町)

(お問い合わせ先)
岡崎市上下水道局 上下水道部 水道工事課
管路強靱化計画係
〒444-0823
岡崎市十王町二丁目9番地
☎(0564)-23-6342