

尼崎市公営企業審議会

資料 第 6 号

平成 30年 12月 27日

水供給システムの最適化

～施設の再構築・整備～



第 1 回 尼崎市公営企業審議会 部会
平成30年12月27日

内 容

1. 背景と課題

2. 基幹施設の整備

3. 配水管の整備

～受水と自己水のあり方（施設能力の適正化）～

●水需要の減少

人口の減少、節水機器の普及などから、1日最大配水量（水の需要）と施設能力（水の供給）との間に乖離が生じています。

●更新需要の増大

平成10年頃に整備した高度浄水処理に関連する設備など、特に浄水機能に係る設備についての更新が多くひかえており、次の10～20年間の間に更新需要が大きくなっています。

●神崎浄水場の危機管理上の役割の整理

神崎浄水場の「配水」の役割を担っている施設については、災害時等の非常時に備え、水道水を貯留するための施設として将来にわたっても必要。

「取水」から「浄水」に係る施設は、阪神水道企業団とも役割が重なる施設である。

●阪神水道企業団の配分水量の削減

現在、阪神水道企業団の猪名川浄水場の施設規模を縮小するタイミングとなっているため、本市施設能力の適正化にあたり、まずは阪神水道企業団の配分水量を可能な限り削減することに取り組むなかで、神崎浄水場に係る施設の機能の見直し時期を検討する。

～他事業体と連携した施設のあり方の検討～

●水需要の減少

ユーザー企業の使用廃止に伴う、給水収益の減少が続いています。

●更新需要の増大

工業用水道事業に係る施設の多くは共同施設であり、建設してから50年余りが経過していますので、更新・耐震化が必要な状況となっています。

●広域的な施設のあり方の検討

このような状況は本市だけではなく、近隣の工業用水を行っている事業体も同じ課題に直面しています。そのため、より広域的に近隣事業体と連携した施設のあり方を協議していく上で、本市の施設である園田配水場と神崎浄水場のあり方について検討していく必要があります。

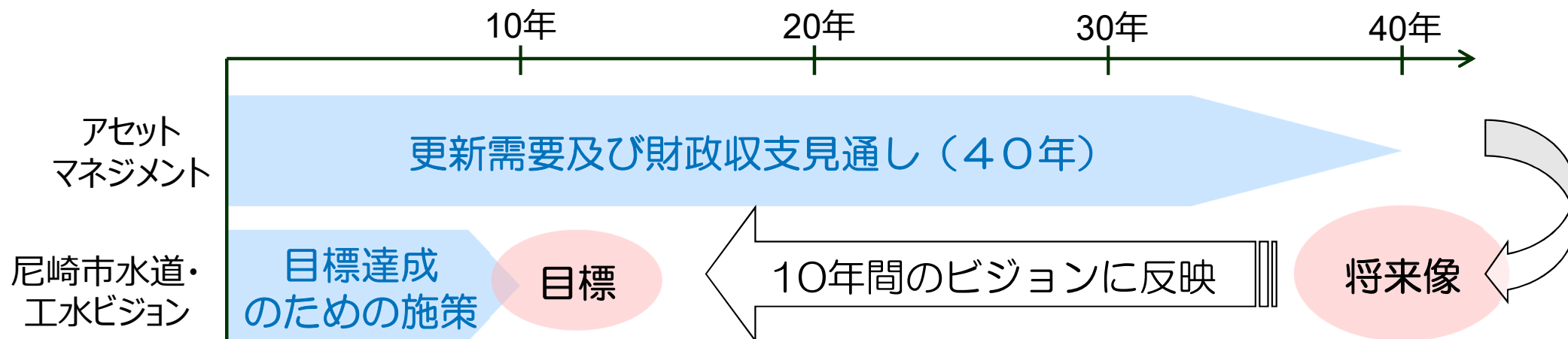
◆課題へのアプローチ（対応策）

水道・工業用水道事業

【アセットマネジメントの実践（レベルアップ）】

- ✓ 水需要の減少を踏まえた施設能力の適正化
- ✓ 中長期的な視点での効率的な施設の維持管理
- ✓ 重要度・老朽度に応じた計画的な施設整備

⇒ 40年先を見据えた施設の再構築・整備に向けて、計画的な施設・管路の更新やダウンサイズによる投資の軽減化、また、設備の延命化による維持管理費用の軽減化を図る。



内 容

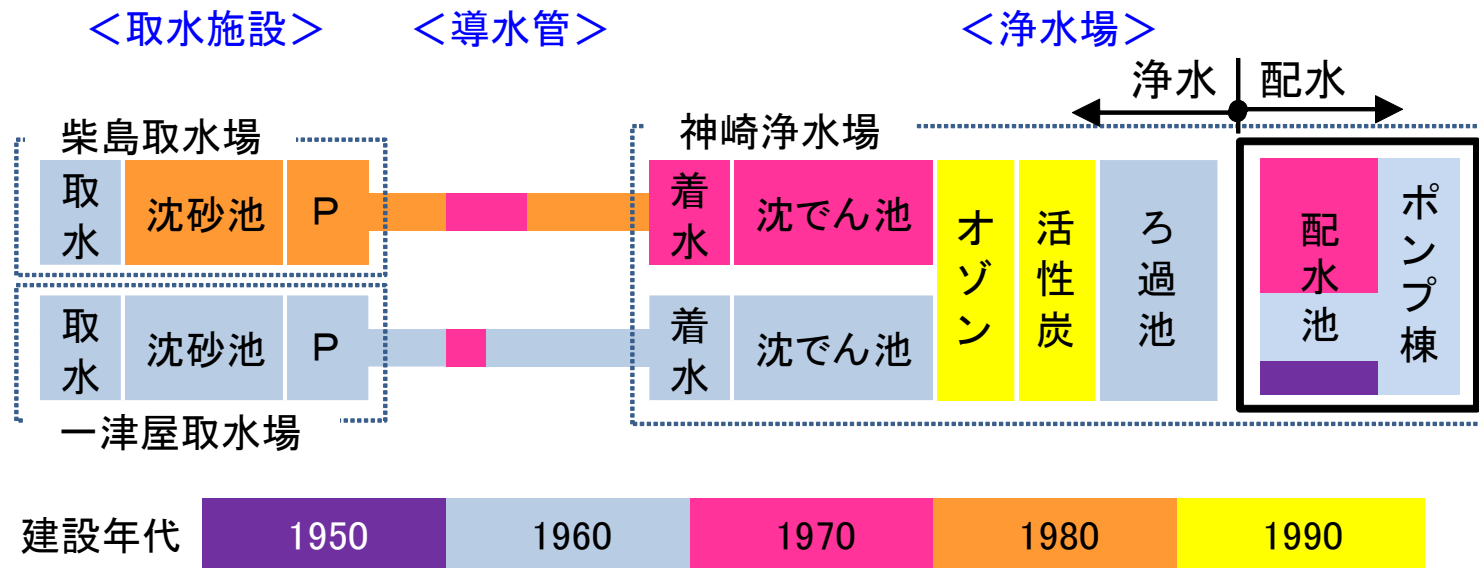
1. 背景と課題

2. 基幹施設の整備

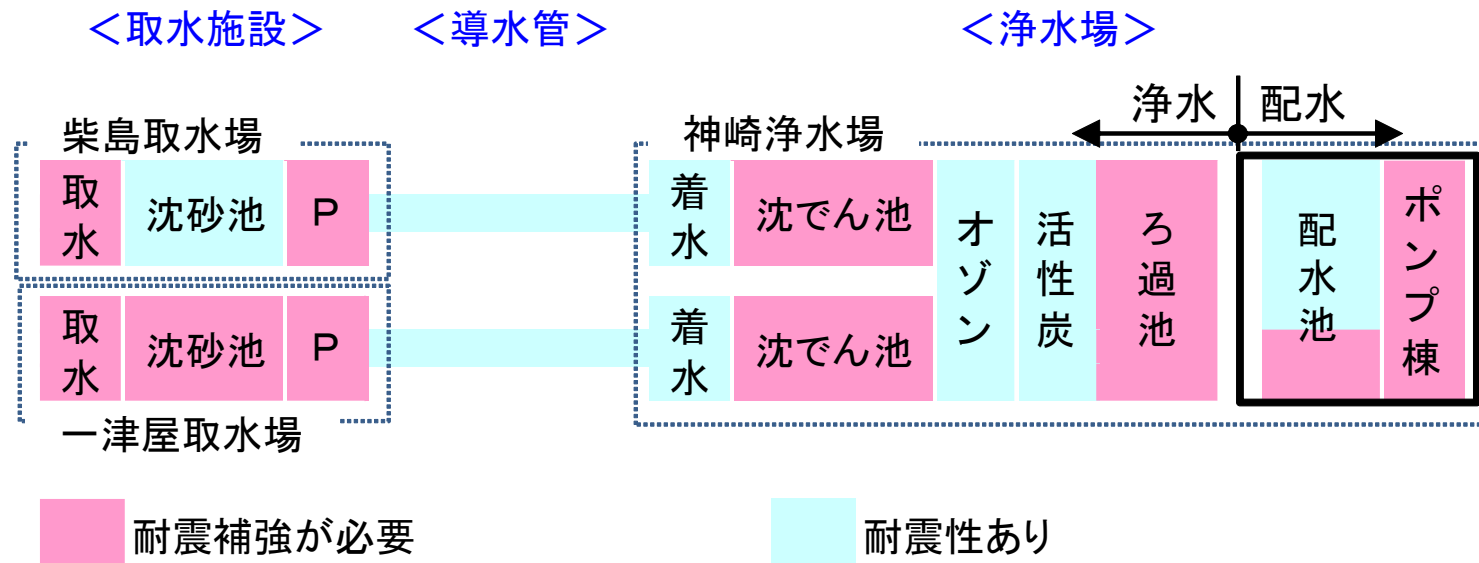
3. 配水管の整備

◆施設の老朽化、耐震化状況

老朽度

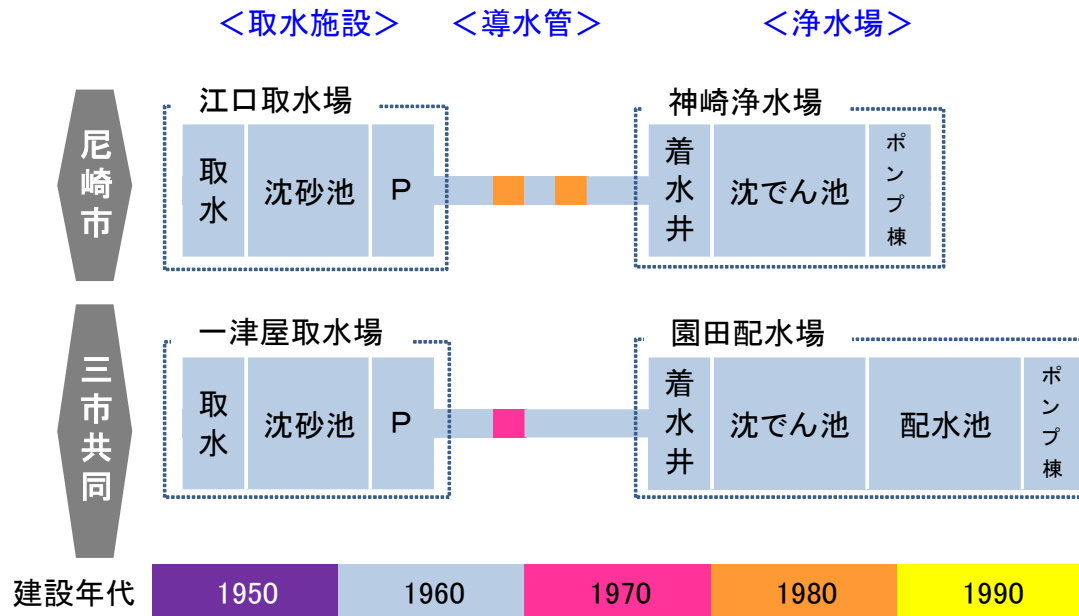


耐震性

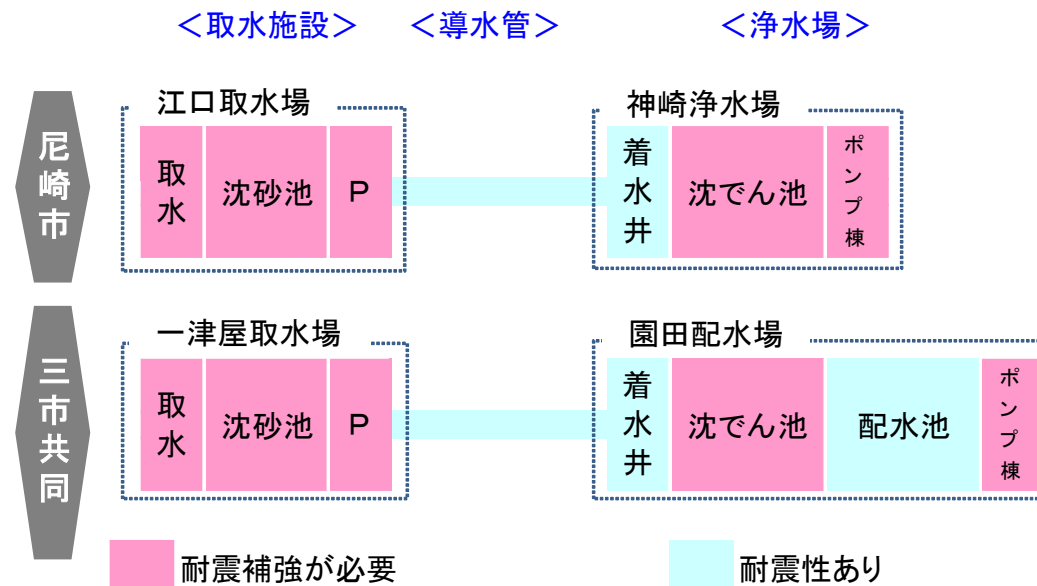


◆施設の老朽化、耐震化状況

老朽度



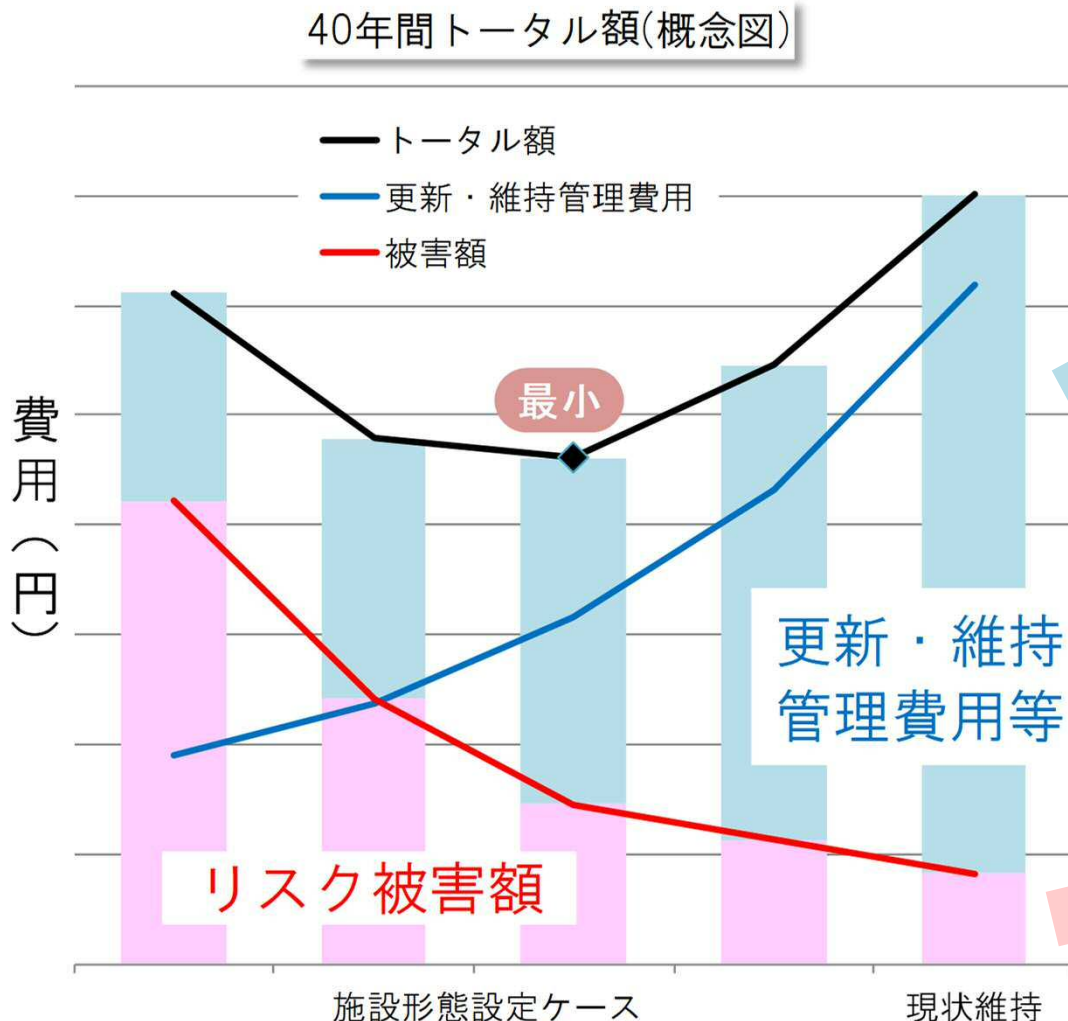
耐震性



◆施設能力の適正化に関する検討

水道・工業用水道事業

【ライフサイクルコスト（更新・維持管理費用とリスク被害額）の最小化】



(水道・工業用水道料金を原資として事業体が負担するコスト)

それぞれのケースに対し、各施設の使用年限（本市の維持管理実績ベース）から更新もしくは修繕、維持管理費用を算定。

(利用者が断水等により発生する直接的損失・負担コスト)

渇水、地震による津波・停電、大規模停電（市内全域）、日常における停電・事故を想定。それぞれのケースに対し、需要水量、制限時供給可能水量から給水制限率、制限日数を算定し、「水道事業の費用対効果分析マニュアル・厚生労働省H23.7」より被害額を算定。

◆施設形態設定ケース ～40年先を見据えた方向性～ 水道事業

【神崎浄水場に係る施設の機能の見直し】

施設経年化の進行や、需要に対して大きな余裕がある状況の中、一方で、水需要を賄うだけではなく施設更新時や渇水、災害時等の対応も踏まえ予備力を備える必要があり、尼崎市で唯一の自己施設である神崎浄水場を最大限に活用し、施設能力と機能の見直しについての進め方を検討しています。

また、**阪神水道企業団では猪名川浄水場の更新に合わせて施設規模の縮小が検討**されており、受水量の削減について、阪神水道企業団及び構成市と引き続き協議を行なってまいります。協議の結果、**受水量を削減したとしても将来的には水需要の減少が定常的に見込まれる**ため、**余剰となる神崎浄水場の浄水処理機能の見直し**を検討する必要があります。

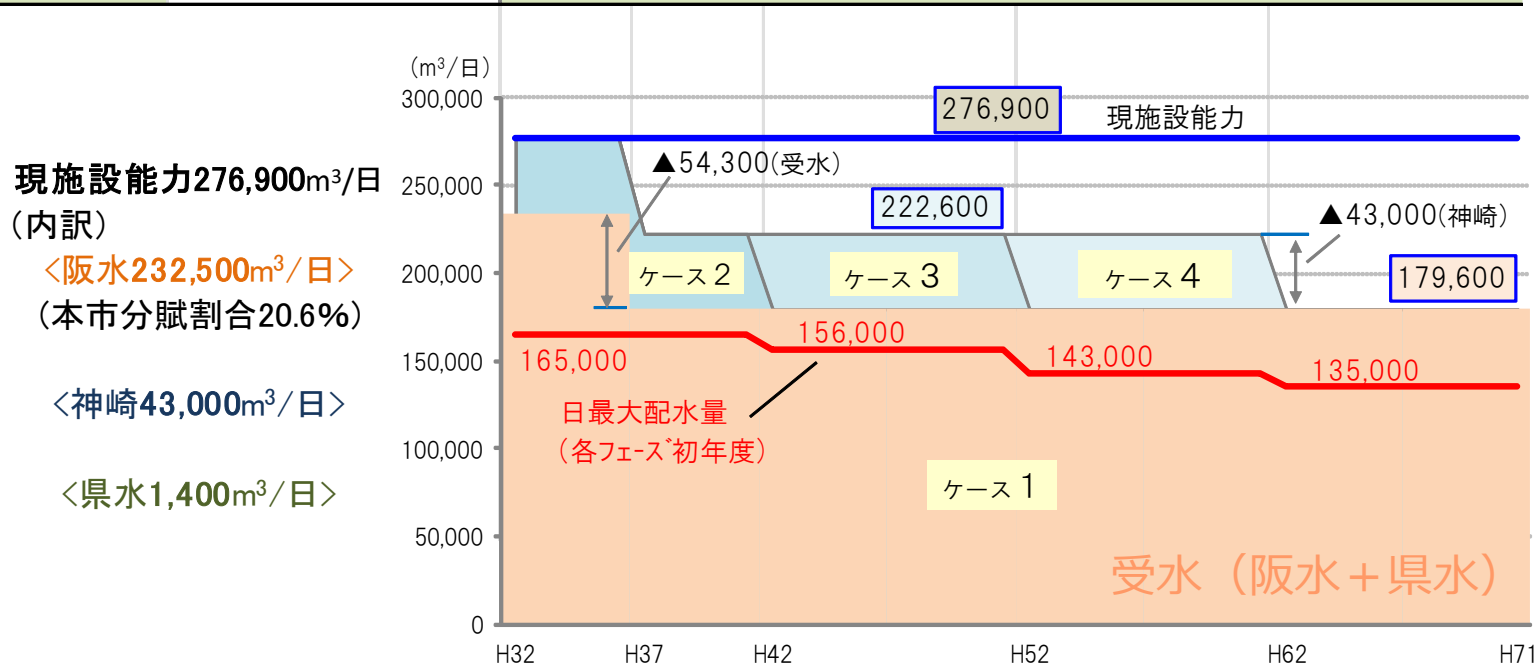
そのため、将来の施設のあり方として自己施設と受水の持ち方について、現状維持に加えて、**神崎浄水場の浄水処理機能停止（配水場化）の時期を4ケース設定**しました。

	H32～41 (フェーズⅠ)	H42～51 (フェーズⅡ)	H52～61 (フェーズⅢ)	H62～71 (フェーズⅣ)
ケース1	配水場化			
ケース2		配水場化		
ケース3			配水場化	
ケース4				配水場化
現状維持				

◆施設形態設定ケース ～40年先を見据えた方向性～ 水道事業

【神崎浄水場に係る施設の機能の見直し】

期 間		フェーズⅠ	フェーズⅡ	フェーズⅢ	フェーズⅣ
		<H32～41>	<H42～51>	<H52～61>	<H62～71>
ケ ー ス		H37(阪水猪名川浄水場規模縮小)			
阪 水	受水量削減	232,500	▲54,300 (▲23%) ← 阪水の規模縮小率と同値		
		178,200 m ³ /日			
神 崎 浄水場 (43,000m ³ /日)	浄水機能 停止時期 (配水場化)	ケース1	配水場化 →		
		ケース2	配水場化 →		
		ケース3	配水場化 →		
		ケース4	配水場化 →		
	現状維持	→			
県 水	現状維持	1,400			



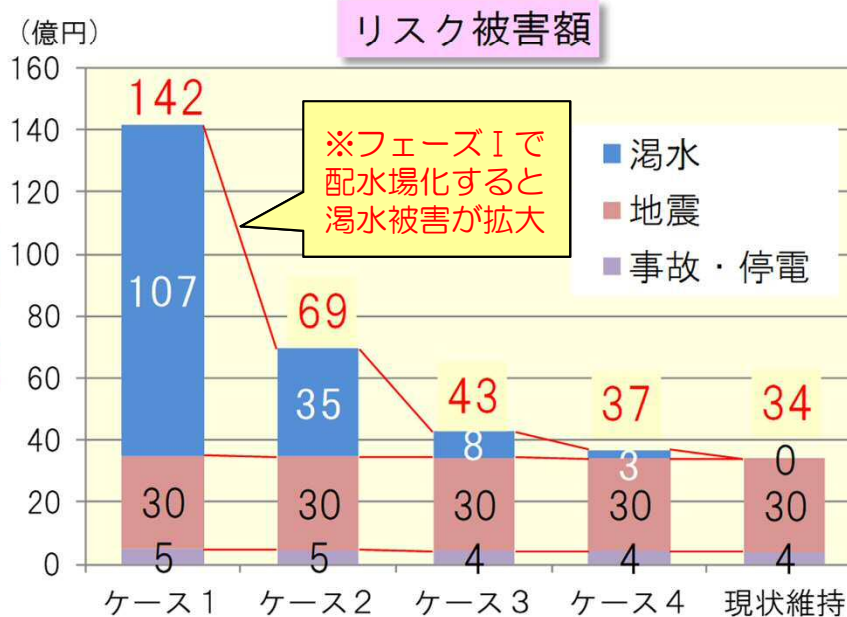
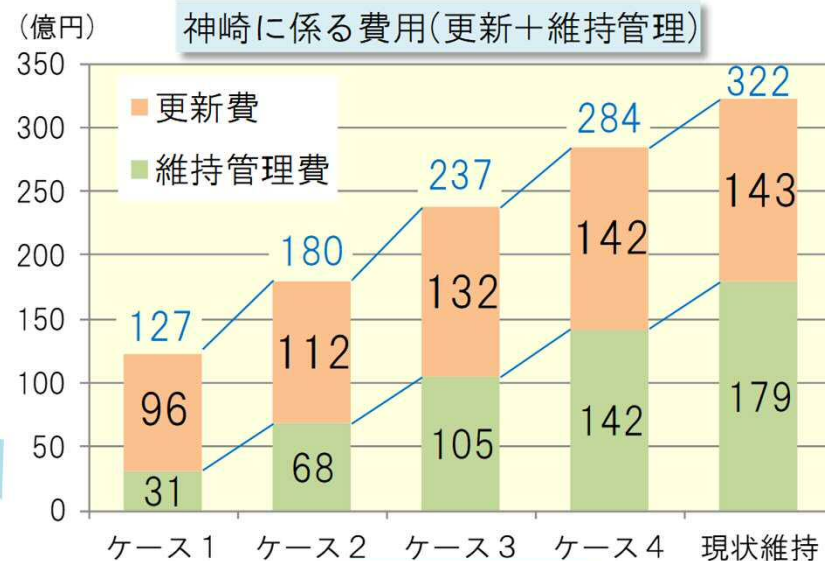
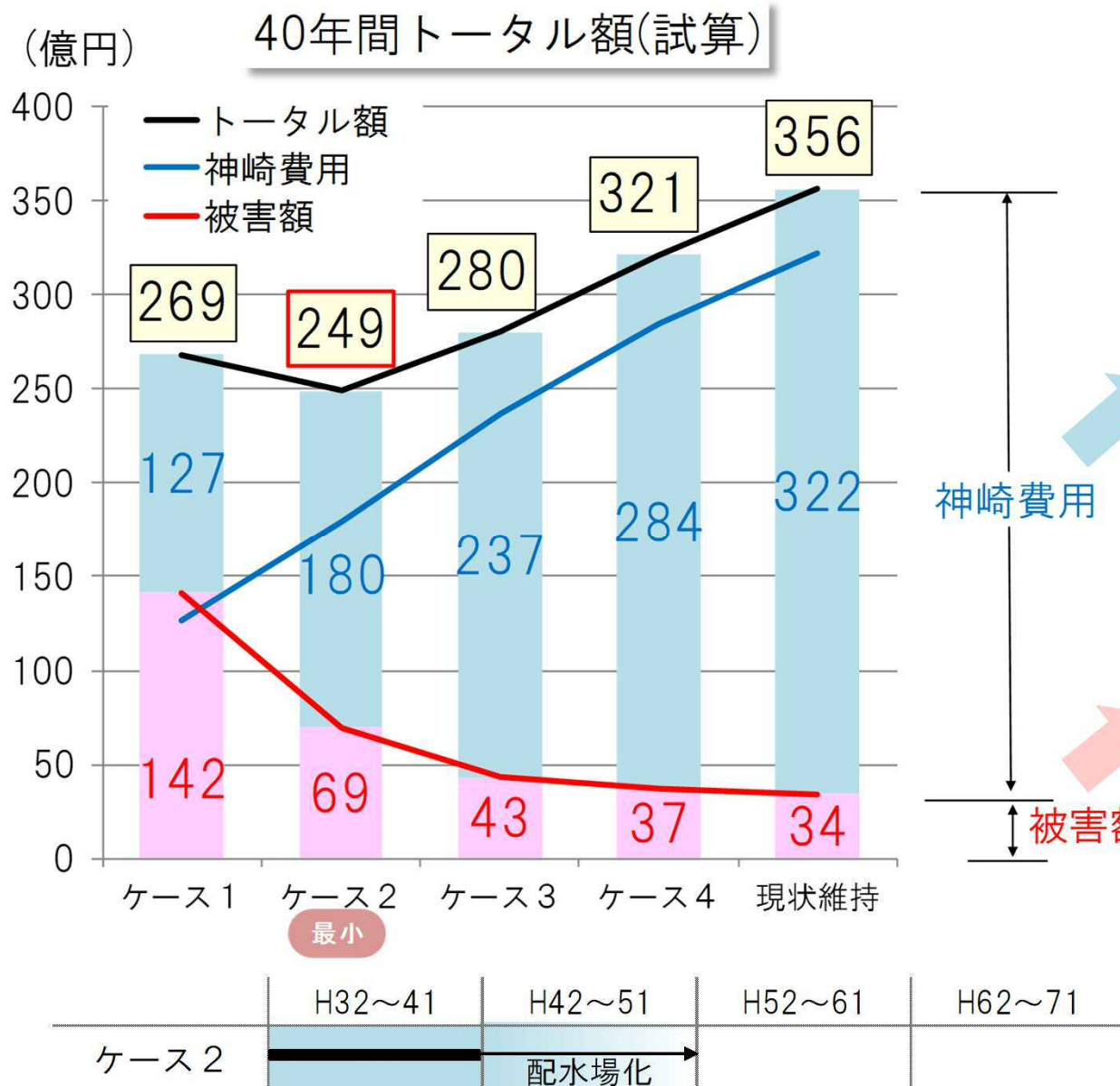
項目	ケース	算出方法
施設更新費	現状維持 (43,000m ³)	40年後以降も取水～浄水処理を継続するものとして、更新費用を計上。
	神崎配水場化 (4ケース)	<ul style="list-style-type: none"> ・設備について、水道部におけるこれまでの維持管理実績から設備ごとに使用年限を設定し、10年以内に配水場化する場合は更新ではなく、修繕費を見込む。 ・土木・建築施設について、配水場として必要な施設（中央管理棟、配水池、配水ポンプ棟）のみを耐震化。
維持管理費	現状維持 (43,000m ³)	40年後以降も取水～浄水処理を継続するものとして、維持管理費用を計上。
	神崎配水場化 (4ケース)	配水場化後は配水に係る維持管理費のみを計上。
受水費	猪名川浄水場のダウンサイジング	<p>阪水の施設規模を112.8万m³/日から86.5万m³/日に削減したとして分賦水量をH30年現在の分賦割合(20.6%)で178,200m³/日に削減したとして試算。</p> <p>※受水負荷率：0.89、受水単価：61.96円/m³をベースに削減量分(▲54,300m³)を61.96円の半額単価として試算。</p>

◆検討方法・条件 ～リスク被害額～

項目	ケース	算出方法
リスク被害額	渇水	<p>過去20年の実績より被害条件を以下のように設定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水制限期間：7～11月 ・取水制限率：10%(4ヶ月間),15%(15日間),20%(15日間) ・発生頻度：過去の渇水実績より20年に1回 <p>各ケース、各フェーズ毎の需要水量、制限時供給可能水量から給水制限率、制限日数を算定。</p>
	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・供給停止期間：津波（2日間）、停電（4日間） ・発生頻度：南海トラフ巨大地震の30年間の発生確率80%より、$0.8 \div 30 = 0.03$回/年（40年に1.2回）。
	停電・事故	<ul style="list-style-type: none"> ・供給停止期間：大規模停電（2日間）、停電・事故（12時間） ・発生頻度：0.05（回/年）（20年に1回）以下とし、大規模停電と3つの浄水場の停電・事故の発生頻度はその1/4ずつとし、0.01回/年とした。

◆ 検討結果 ～40年先を見据えた方向性～

【ライフサイクルコスト（更新・維持管理費用とリスク被害額）の最小化】



◆施設形態設定ケース～40年先を見据えた方向性～ 工業用水道事業

【工業用水道供給システムの広域検討】

広域的な検討としては**阪神水道企業団の猪名川浄水場の施設規模の縮小により余剰となる施設を工水に利用する案について事業体間で検討**しています。

そこで工業用水道施設の更新・維持管理費用を算定するにあたって、施設形態の検討ケースを次のとおり設定しました。更新・維持管理費用を抑制するために1拠点に集約するケースとして2つ、さらにリスク分散を考慮し、また、将来需要の変動への対応として自己施設も保持して拠点を分散したケースを加えた**3つのケースを設定**しました。

なお、検討は猪名川浄水場からの工水配水が可能と見込まれるフェーズⅡ（H42～H51）で現状の施設形態から移行するものとして検討しました。

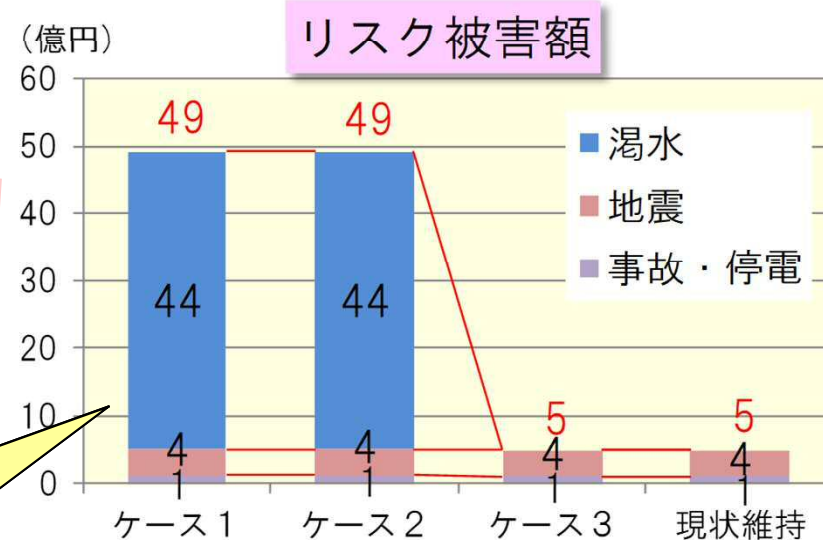
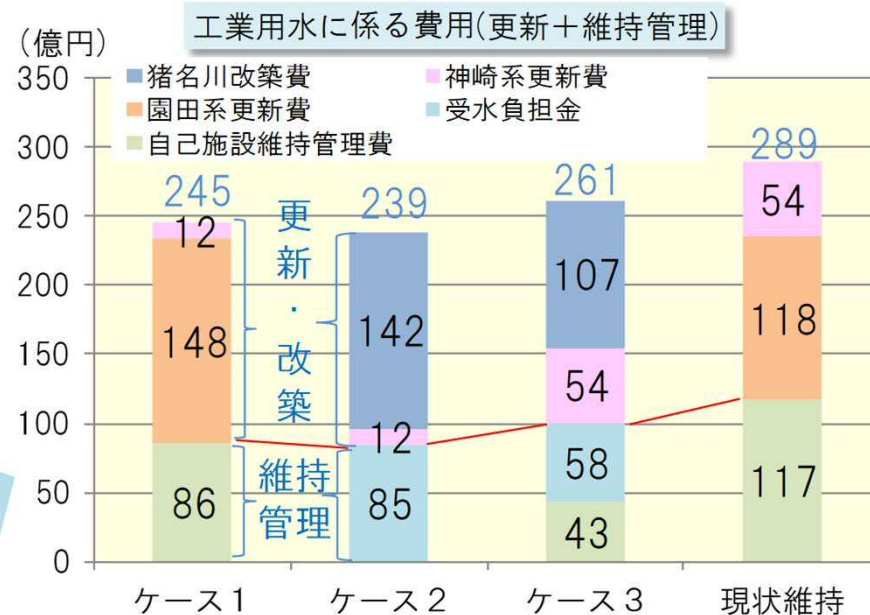
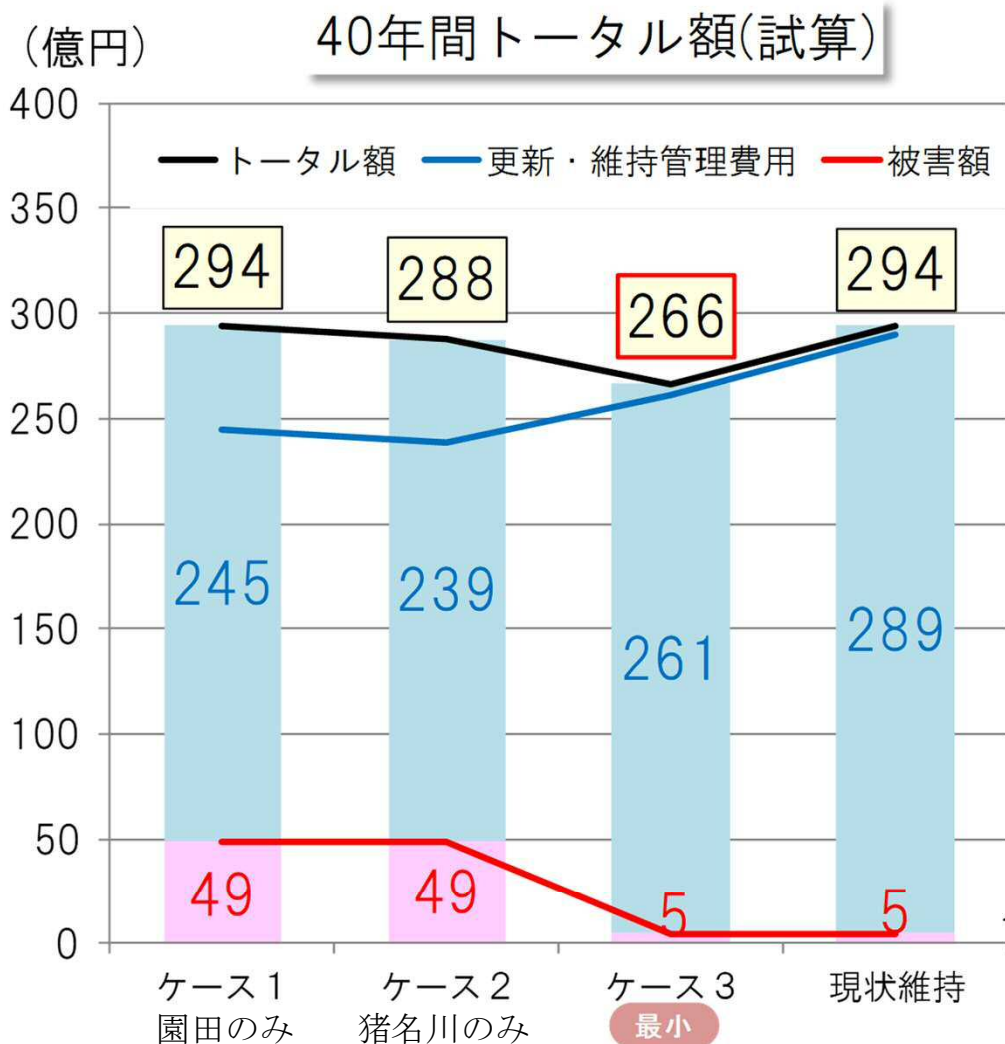
ケース区分	ケース1	ケース2	ケース3	現状維持
	園田配水場のみ	猪名川浄水場のみ	猪名川浄水場 ＋神崎浄水場	園田配水場 ＋神崎浄水場
概要図	<p>猪名川 園田 一津屋 13.3万 江口 神崎</p>	<p>猪名川 園田 一津屋 13.3万 江口 神崎</p>	<p>猪名川 園田 一津屋 9.0万 江口 神崎 4.3万</p>	<p>猪名川 園田 一津屋 10万 江口 神崎 4.3万</p>
備考	拠点 集約		拠点 分散	(参考)

◆検討方法・条件

項目	ケース	算出方法
施設更新費	現状維持	40年後以降も現状の形態を継続するものとして、更新費用を計上。
	園田利用ケース	・ 一津屋取水場～園田配水場に係る施設の更新費用を計上。
	猪名川利用ケース	・ 猪名川浄水場に係る改築費用を共同利用する事業体で案分した費用を計上。
	神崎利用ケース	・ 江口取水場～神崎浄水場に係る施設の更新費用を計上。
自己施設維持管理費	自己施設存続ケースのみ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次式により決算額ベースで算定。 固定費 + 変動費 = 固定費 + 自己水量（平均） × 変動費単価
受水負担費	猪名川浄水場利用ケースのみ	<p>暫定的に検討している数値を用いて次式により算出。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 受水負担費 = 一日平均受水量 × 365日 × 受水単価
リスク被害額	渇水、地震、停電・事故	上水と同様

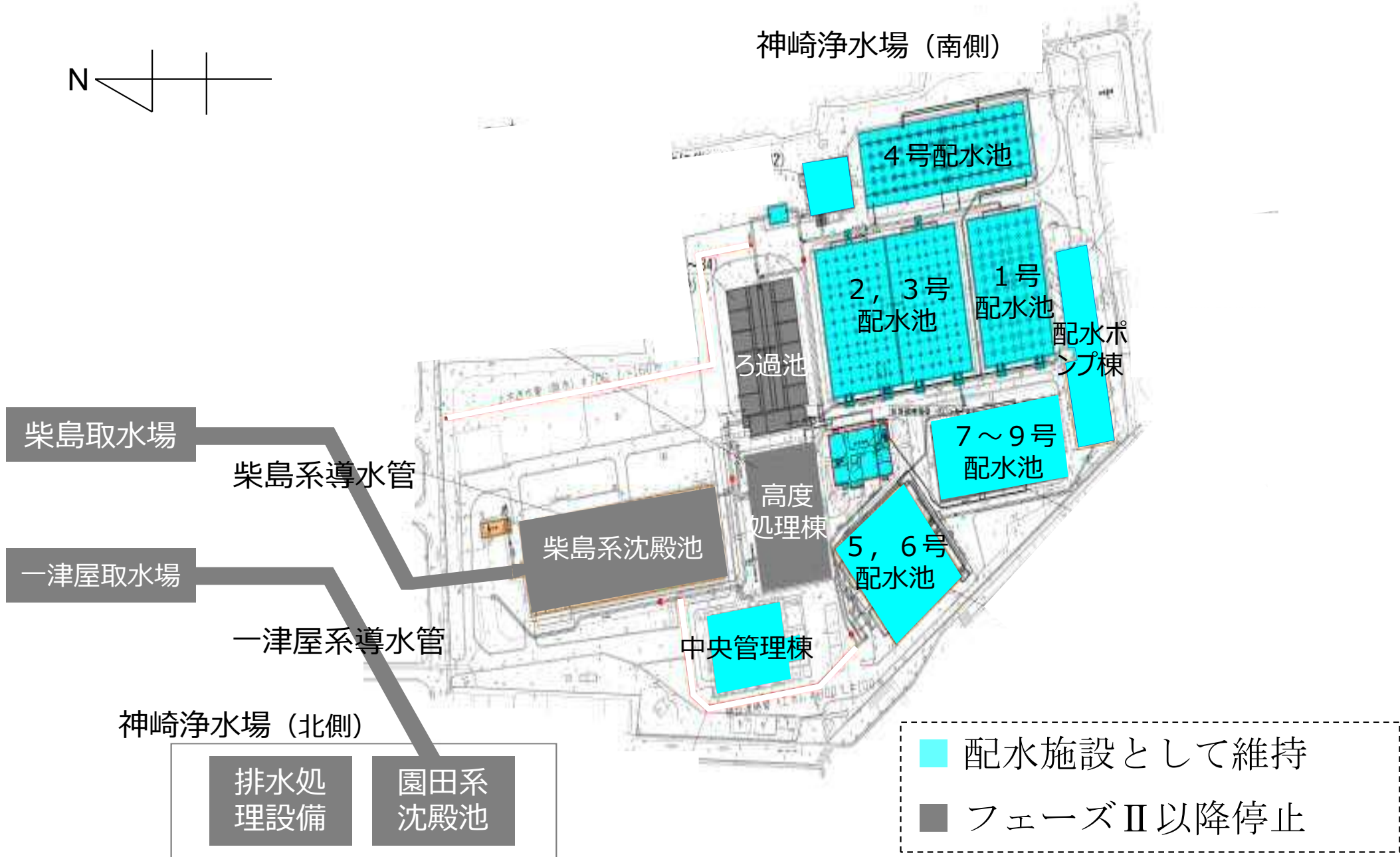
◆ 検討結果

【ライフサイクルコスト（更新・維持管理費用とリスク被害額）の最小化】



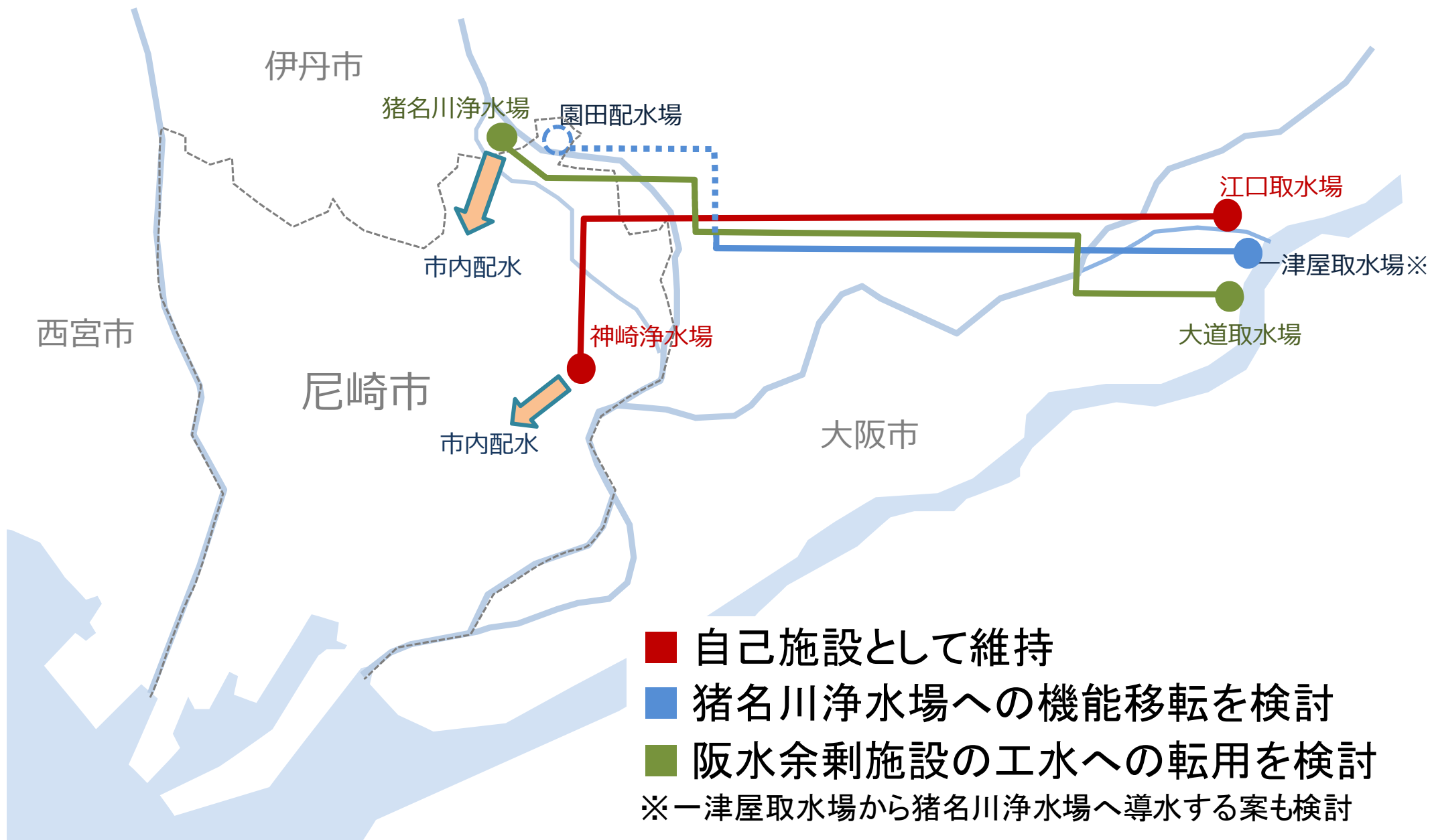
※ケース1, 2は1拠点となるため渇水リスクが高い(取水口が多い方が渇水には有利)

◆ 検討結果 ～40年先を見据えた方向性～

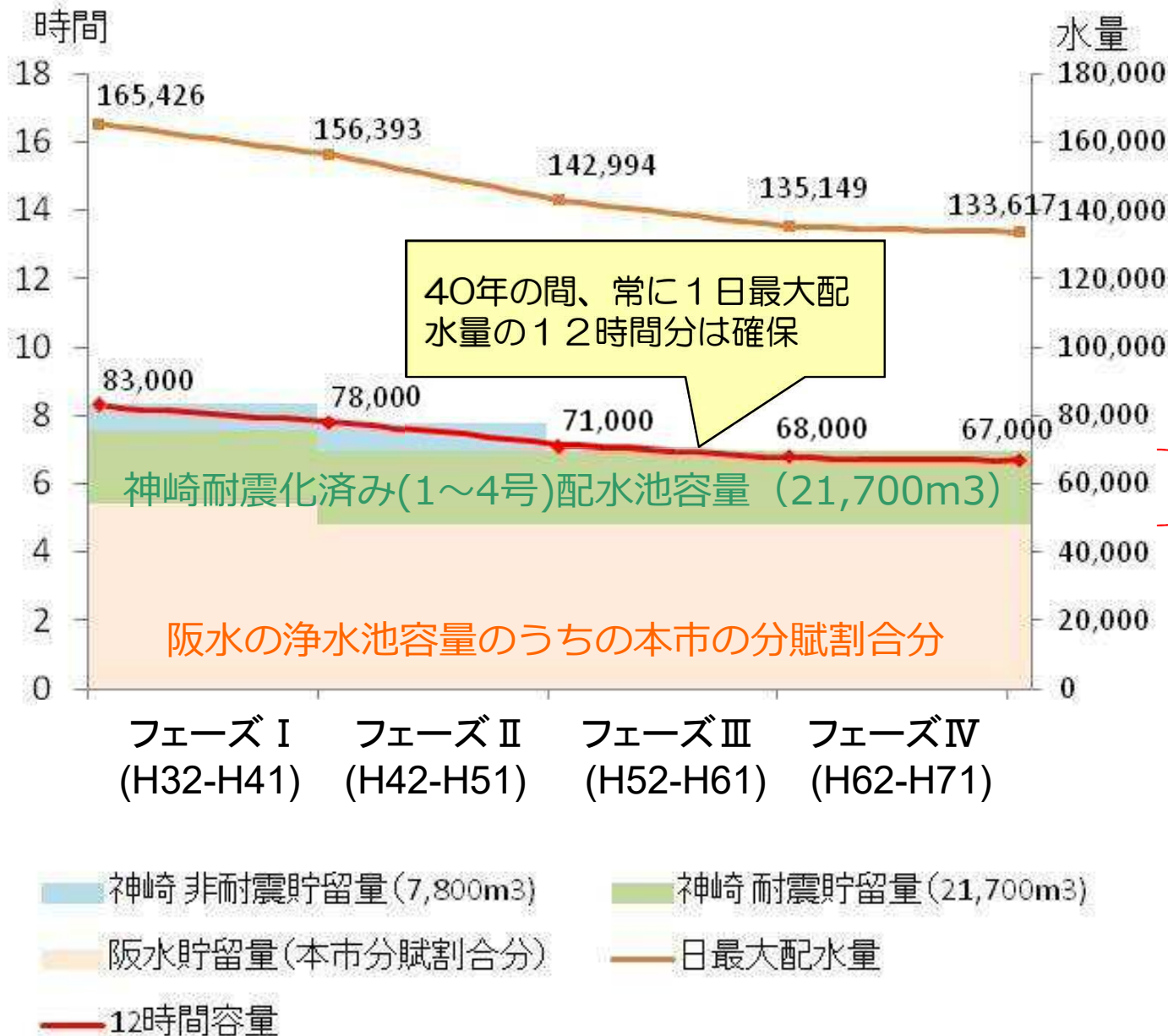


◆ 検討結果 ～40年先を見据えた方向性～

工業用水道事業



◆神崎浄水場で保持すべき配水池容量



神崎で
保持すべき
配水池容量
21,700m³

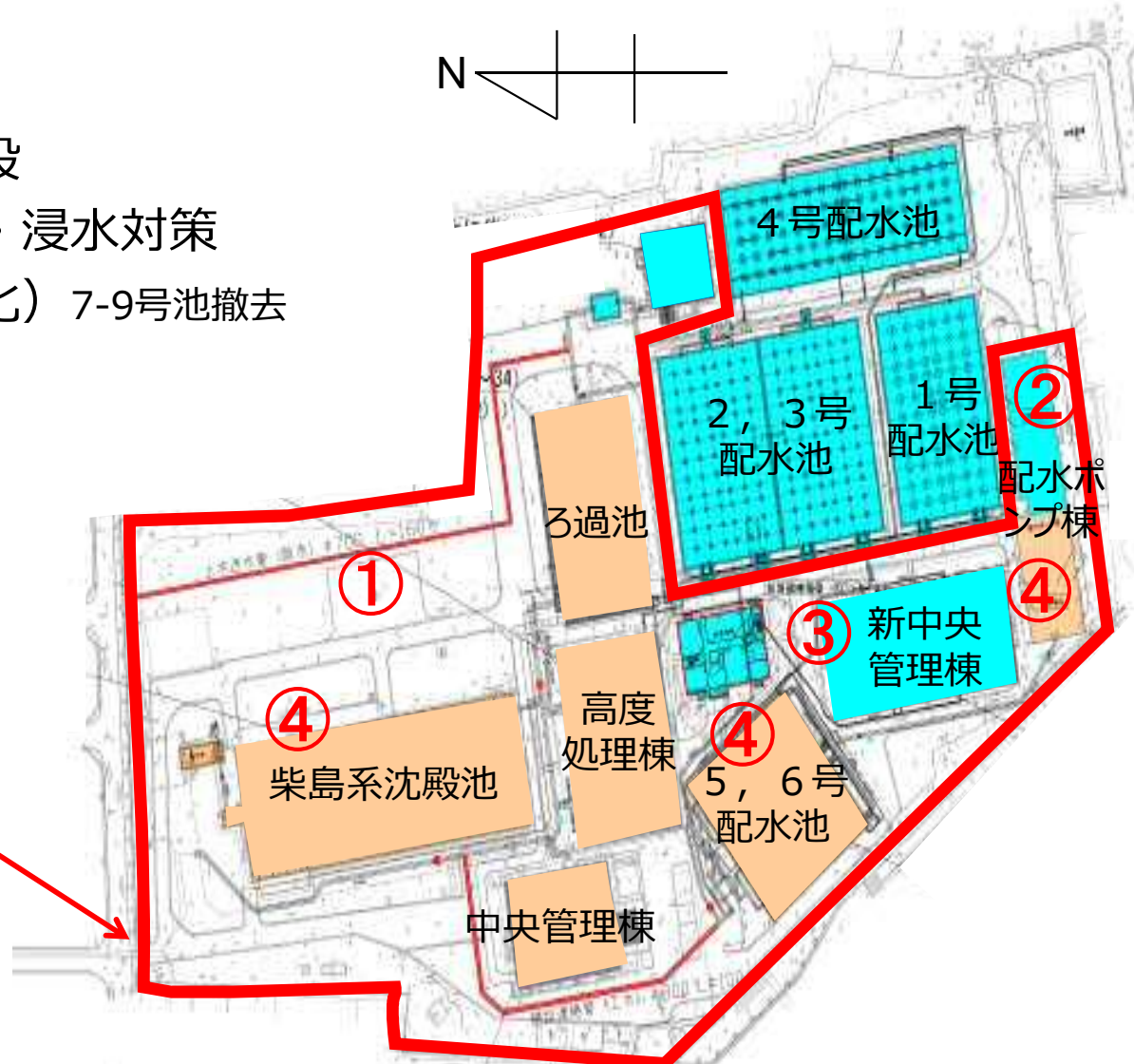
耐震化済み
1~4号
配水池容量

◆神崎浄水場のリニューアル

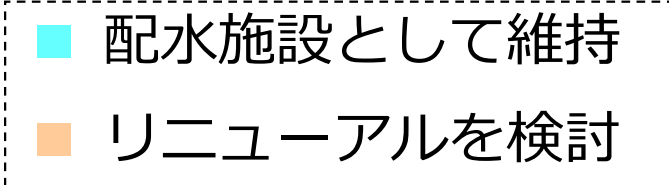
水道・工業用水道事業

【主なリニューアル案】

- ① 阪神水道からの送水管布設
- ② 配水ポンプ棟の耐震補強・浸水対策
- ③ 中央管理棟の更新（耐震化） 7-9号池撤去
- ④ 工業用水道への転用

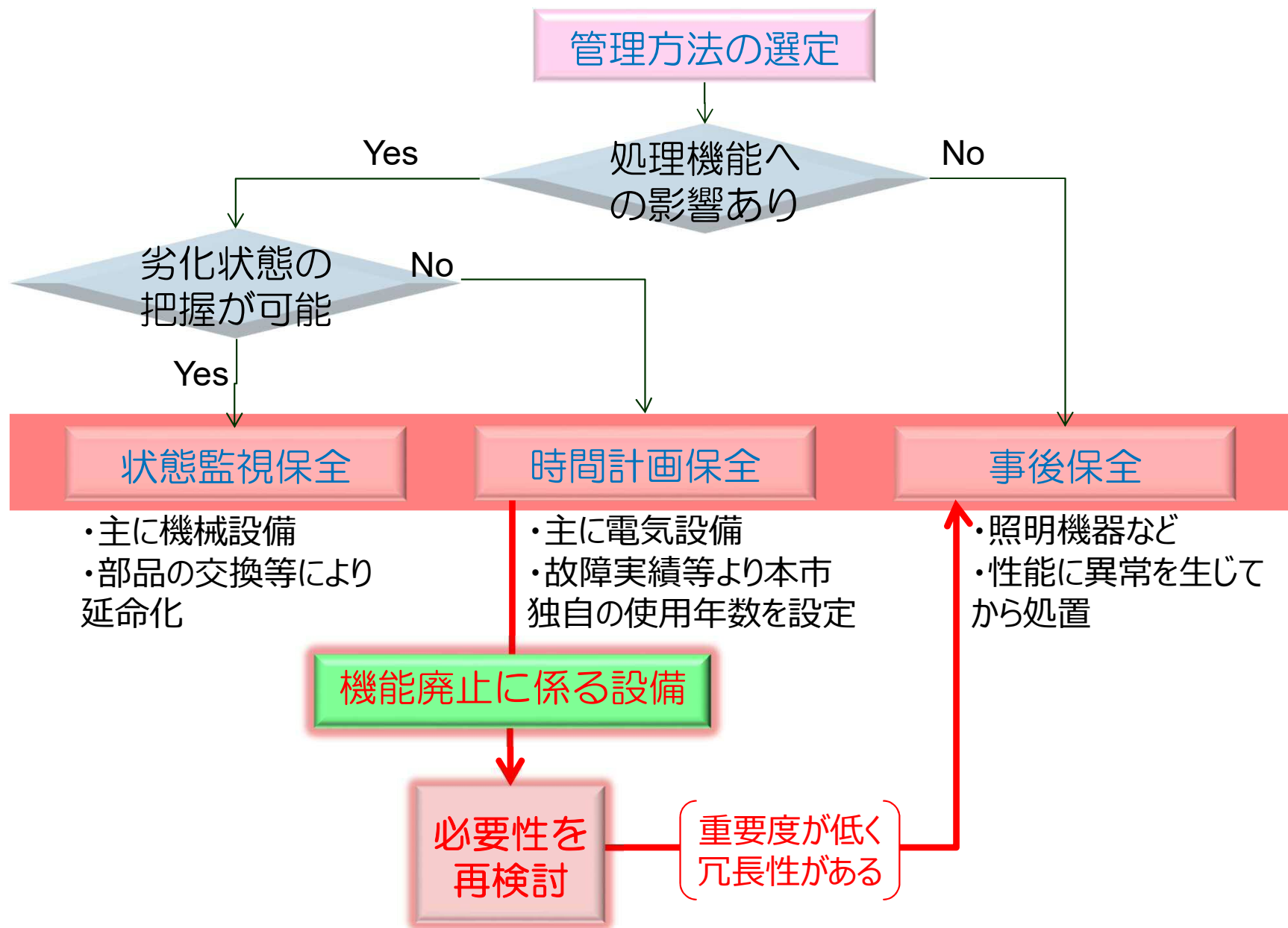


リニューアル検討施設の範囲



◆設備の保全計画 ～今後10間の取組み～

水道・工業用水道事業



設備台帳システムによる管理・運用

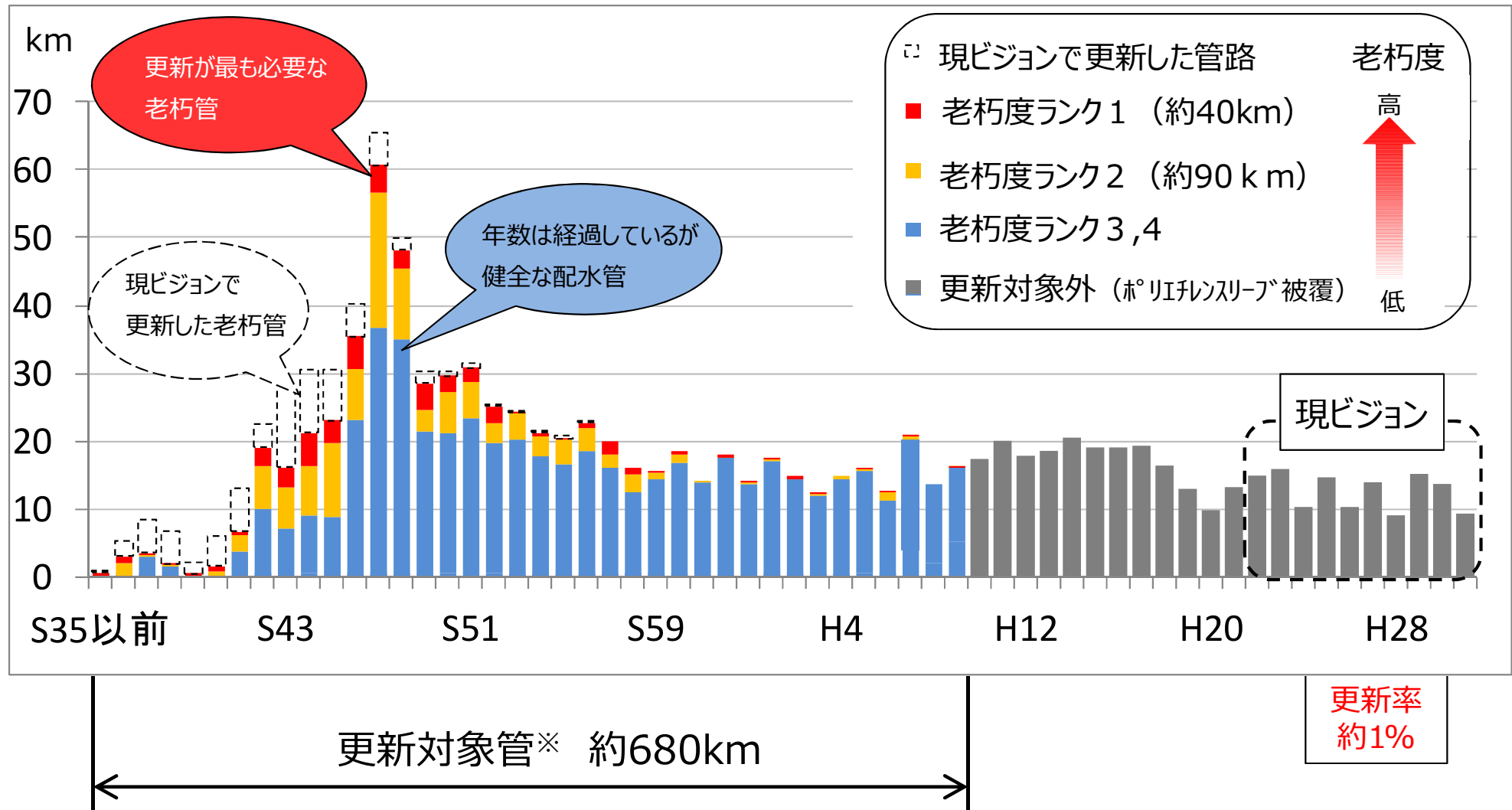
内 容

1. 背景と課題
2. 基幹施設の整備
3. 配水管の整備

◆配水管の更新状況と老朽度の把握

配水管の布設年度と老朽度の関係

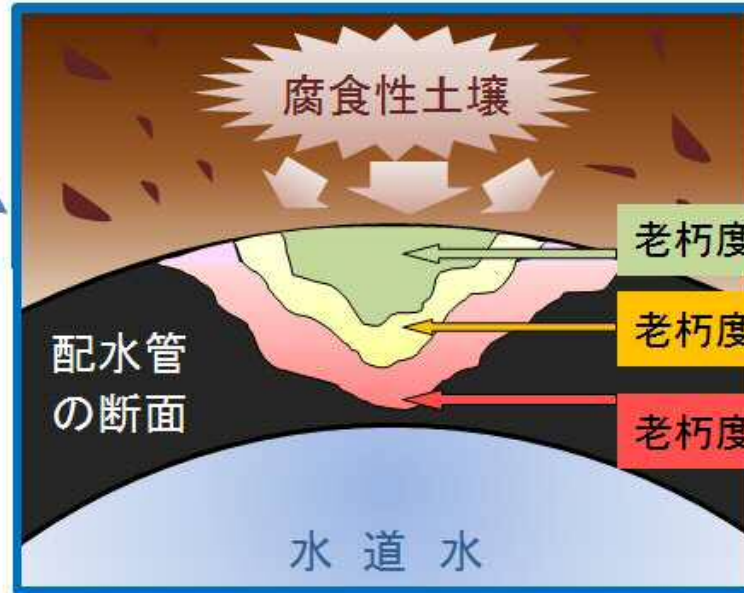
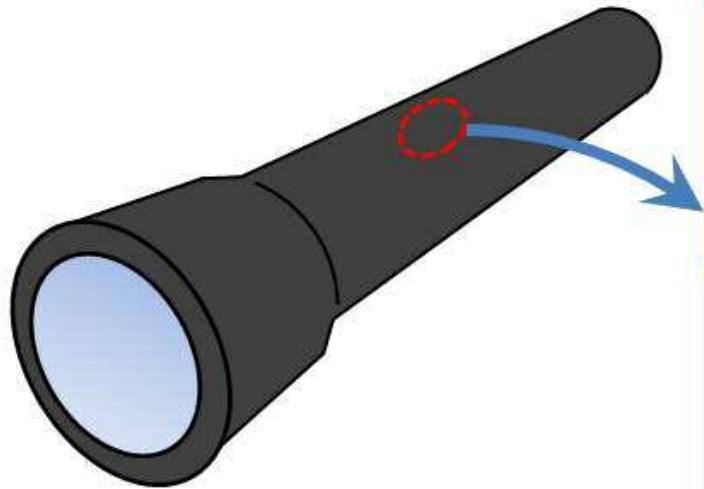
総延長 約1,002km



※更新対象管：ポリエチレンスリーブ未被覆の非耐震管

◆配水管の更新状況と老朽度の把握

ダクタイル鋳鉄管の腐食と老朽度



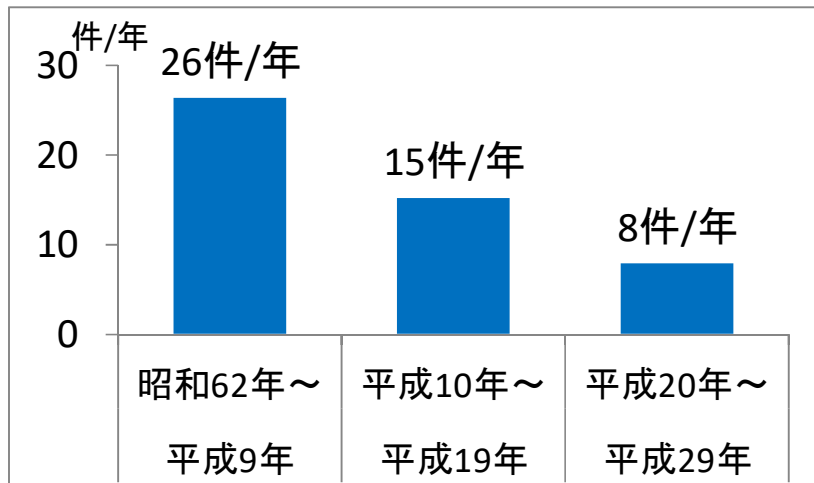
管の腐食 ⇒ 土壌等の埋設環境が影響

老朽度ランク3・4 (腐食度:「低」)

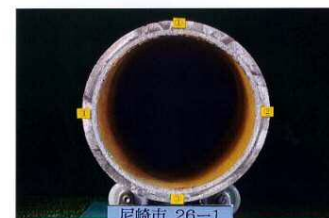
老朽度ランク2 (腐食度:「中」)

老朽度ランク1 (腐食度:「高」)

配水管の年間事故件数



既設ダクタイル鋳鉄管の老朽度調査

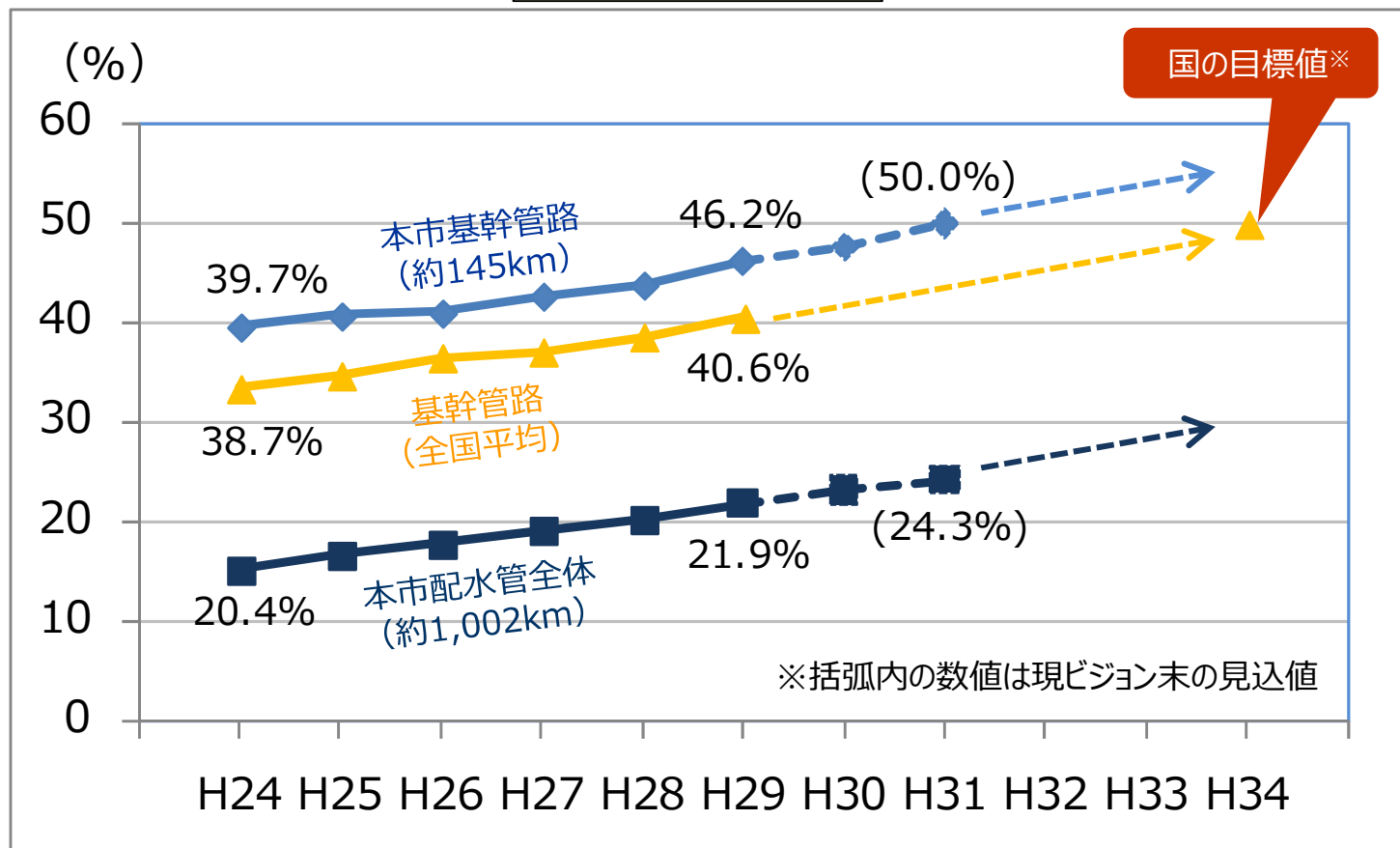


市内の土壌と管の腐食状況をサンプリング調査
↓
土壌と腐食の関係式を構築

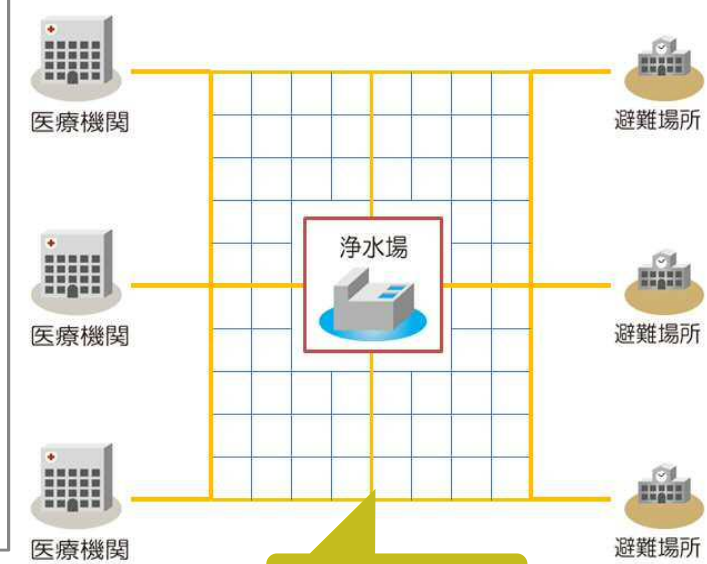
※過去10年毎の年間平均値

◆配水管の耐震化状況

耐震化率の推移



重要給水施設管路の耐震化



優先して耐震化

【国の目標値】

「国土強靱化計画」に基づくアクションプランにおいて、基幹管路の耐震適合率を平成34年度末までに50%以上に引き上げることを示している。

◆配水システムの特徴と課題①

配水システムの特徴

- ① 4つの浄水場等からポンプ加圧による直接配水
- ② 配水管同士を市内全域で接続し『管網』を形成
- ③ 配水ピーク時は施設能力が最大である猪名川浄水場が基幹的役割

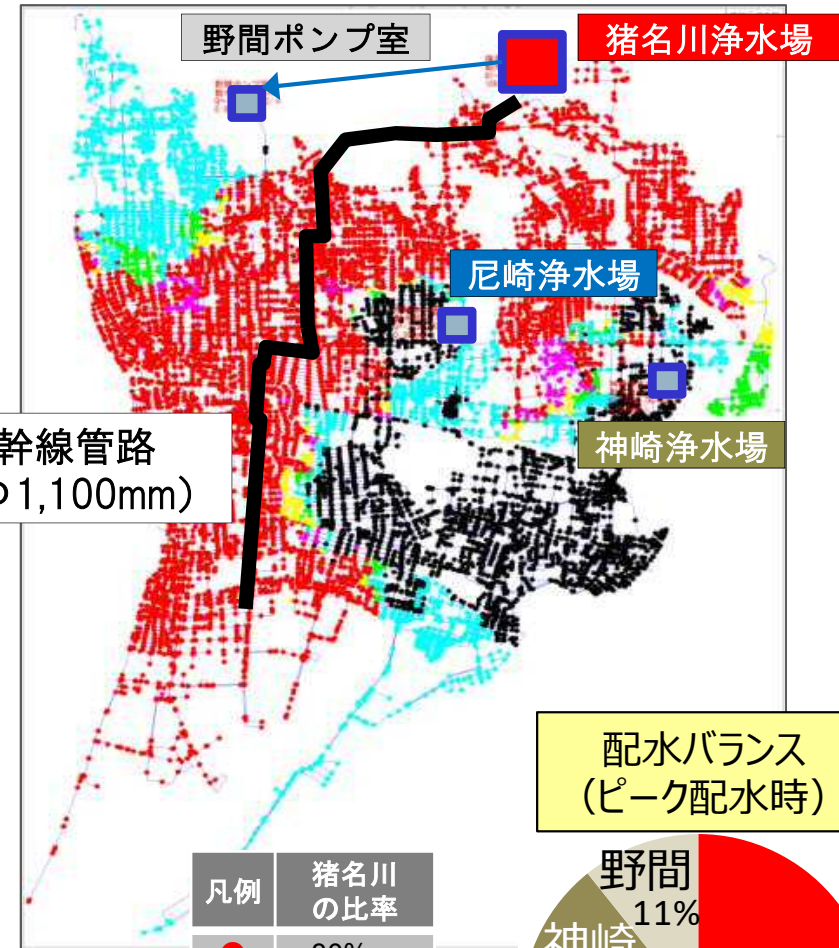
配水システムの利点と課題

- | | |
|----|---|
| 利点 | ● 日常的な相互融通によるバックアップ機能 |
| 課題 | ● 個々の管路の配水状況が不明瞭 |
| | ● 大規模災害時の水圧低下が広範囲 |
| | ● 北西部地域における災害時の水圧低下と
その他地域における平常時の余剰水圧発生 |
| | ● 猪名川浄水場の機能集中及び幹線管路の老朽化 |

利点を維持しつつ課題の解消へ

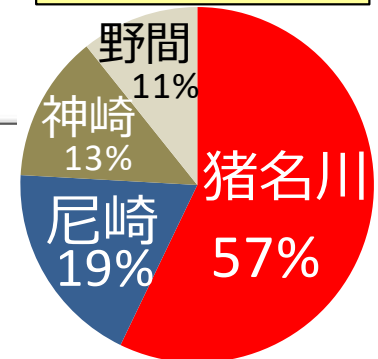
配水管網再構築による①配水エリアの整理
及び②配水バランスの変更

猪名川浄水場の配水エリア (ピーク配水時)



配水バランス (ピーク配水時)

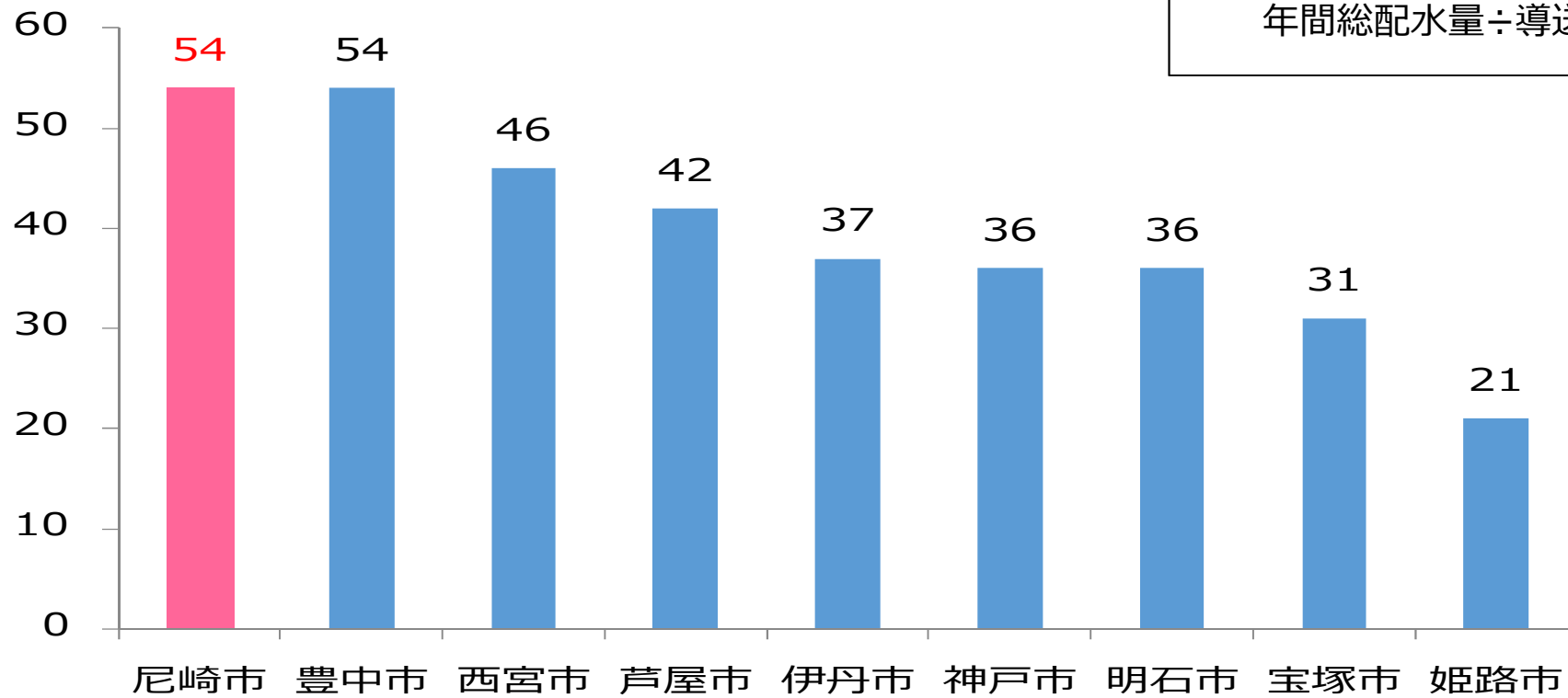
凡例	猪名川の比率
● (Red)	80%~
● (Pink)	~80%
● (Yellow)	~60%
● (Green)	~40%
● (Blue)	~20%
● (Black)	~10%



◆配水システムの特徴と課題②

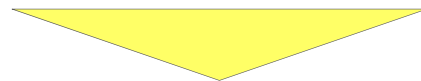
配水管使用効率（近隣事業体別）

$$\text{配水管使用効率 (m}^3/\text{m)} = \frac{\text{年間総配水量}}{\text{導送配水管延長}}$$



※出典：公営企業年鑑平成28年度版（総務省）

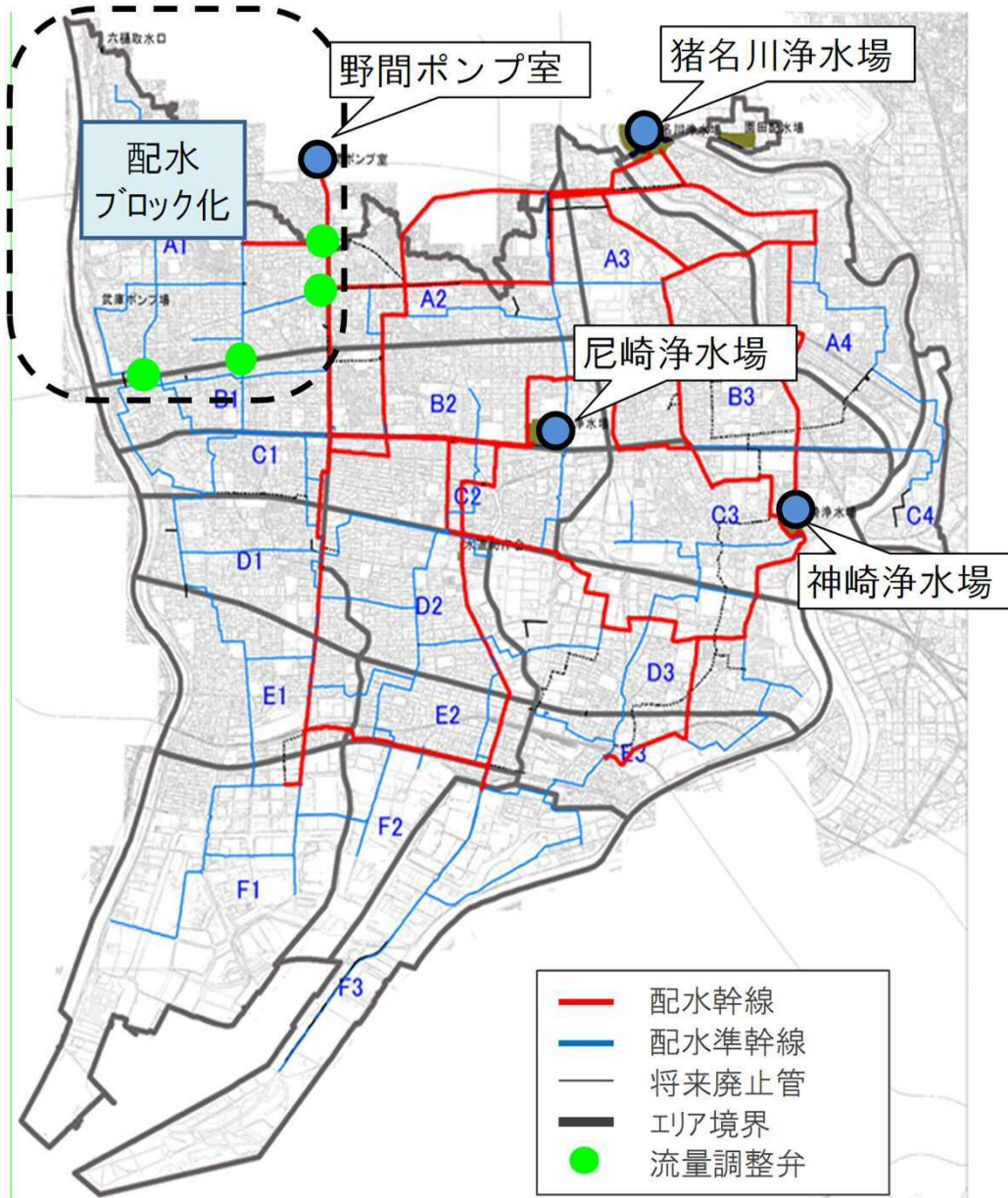
- 現時点で、配水管使用効率は悪くないが、水需要減少や地域バランスの変化を考慮した口径の見直しが必要。



配水管網再構築による③口径及び配置の適正化

◆配水管網再構築～40年先を見据えた方向性～

【再構築① 配水エリアの整理】



【配水エリアの整理のながれ】

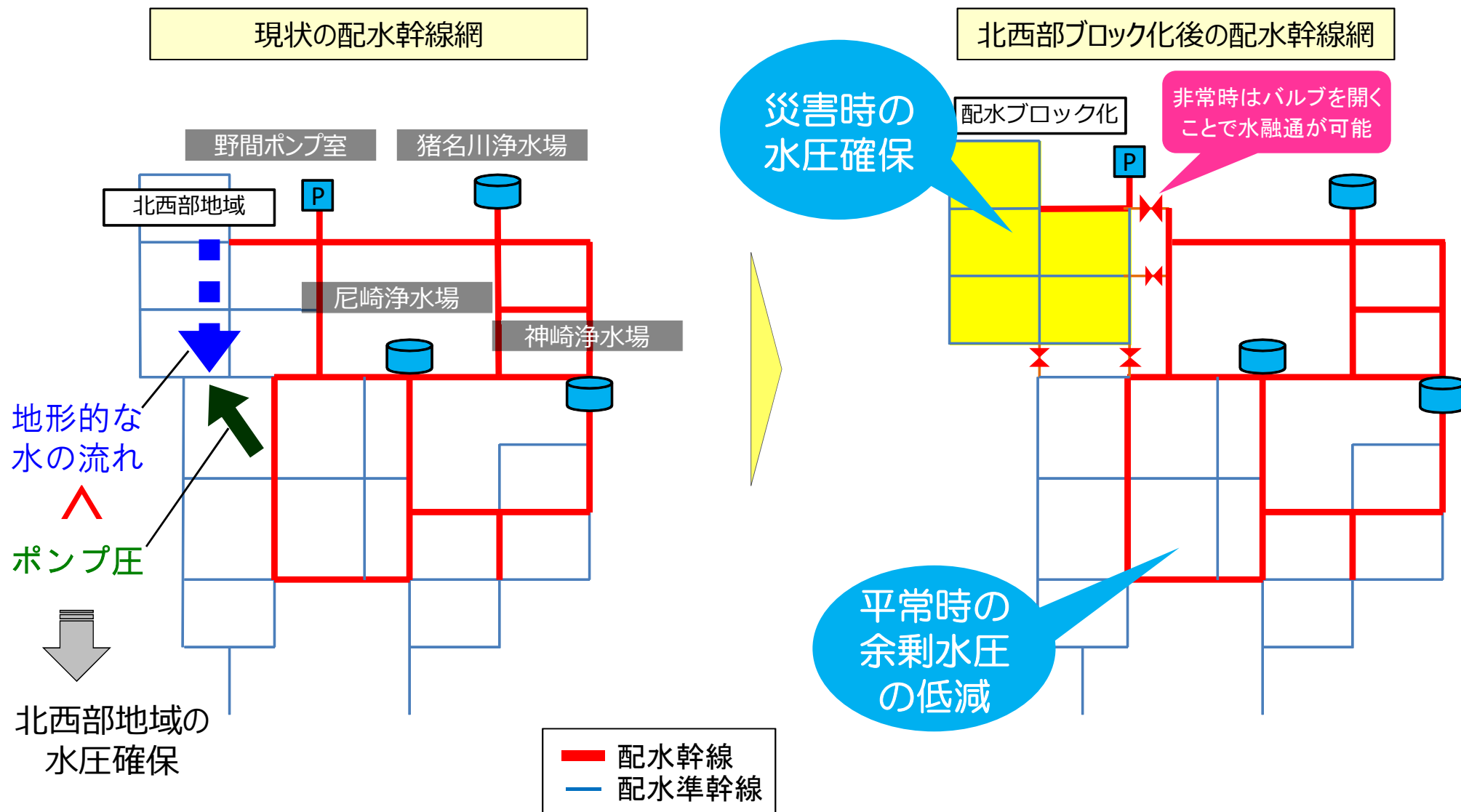
- ①各管路が受け持つエリアを明確化するため、鉄道・河川・主要道路を境界に20の配水エリアに整理
- ②配水本管を機能別に分類※
- ③北西部地域は配水ブロック化
(北西部地域は標高が高く浄水場からも離れているため水圧確保に注意が必要)

※配水本管の機能別分類

管路区分	管路機能	口径
配水幹線	① 配水エリアへの主要な水輸送	主にφ500 以上
	② 配水系統間の連絡	
配水準幹線	① 幹線から分岐し、配水エリアの主要支管に分配	主にφ300 ～φ450
	② 配水エリア間の連絡	
将来廃止管	① 将来、廃止あるいは配水支管に縮径する ※周辺の幹線等更新時のバックアップ機能をもつ管路が一部ある	—

◆配水管網再構築～40年先を見据えた方向性～

【再構築① 配水エリアの整理】 ～北西部の配水ブロック化～



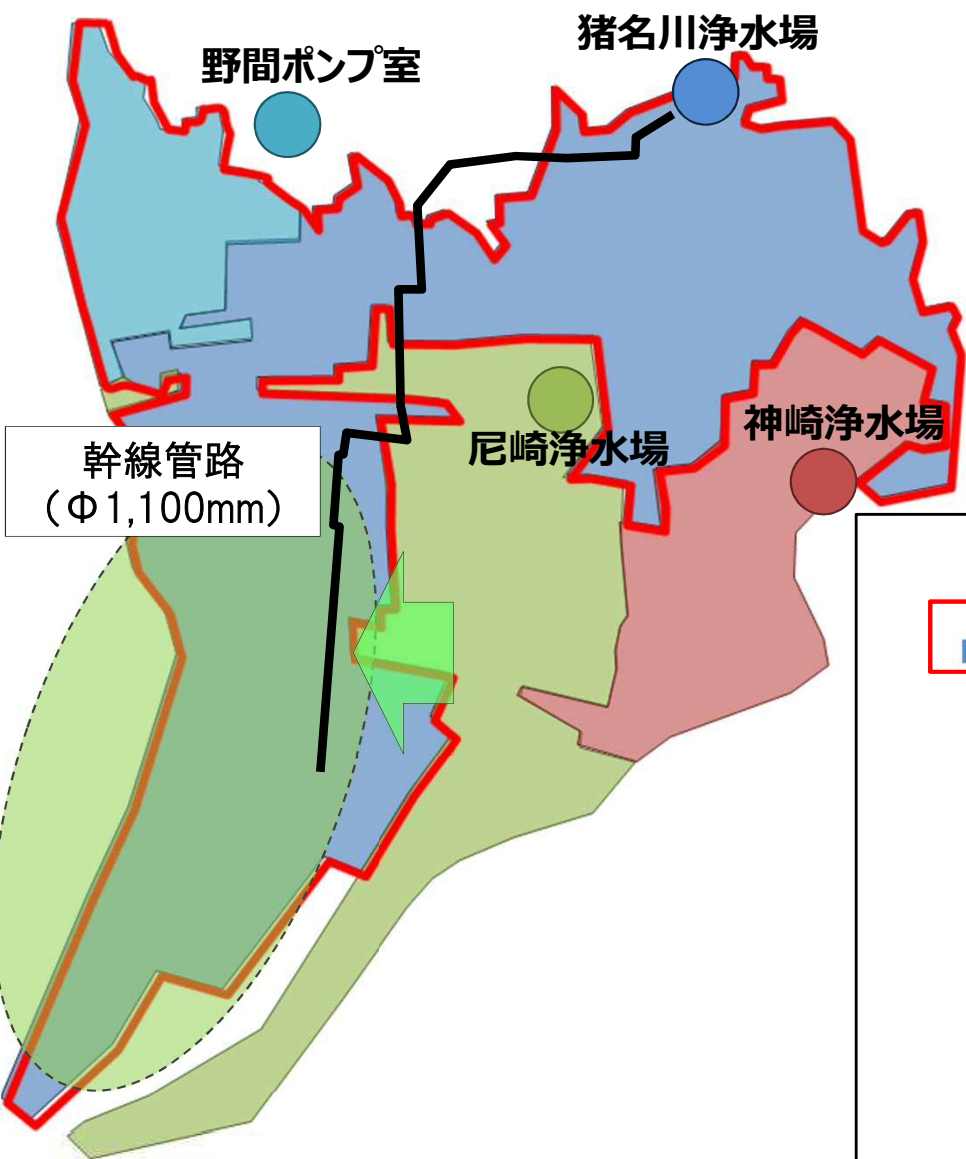
◆配水管網再構築～40年先を見据えた方向性～

【再構築② 配水バランスの変更】

- 現在は猪名川浄水場から配水している南西部地域を尼崎浄水場からの配水へ変更する。
(事前に北西部を配水ブロック化することで配水ポンプの圧力変更により範囲の切替えが可能)

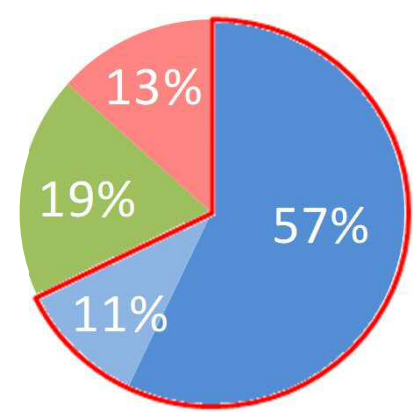
【効果】

- 老朽化の進む幹線管路を縮径し更新
- 猪名川浄水場への機能集中を緩和

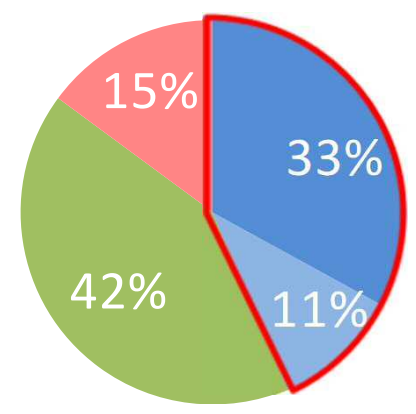


※現状の1日平均配水時の推定範囲

拠点の配水割合 (ピーク配水時)



現 状



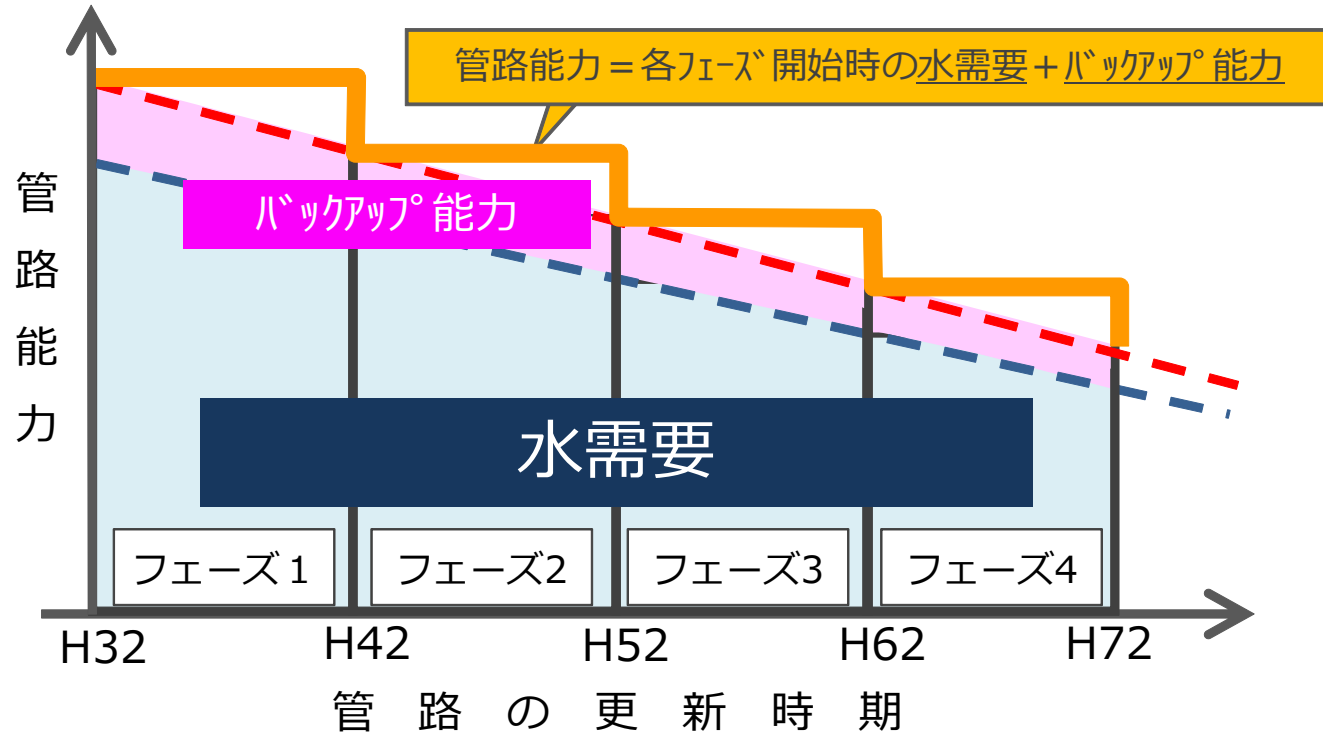
バランス変更後
(次期ビジョン期間後半)

◆配水管網再構築～40年先を見据えた方向性～

水道事業

【再構築③ 口径と配置の適正化】

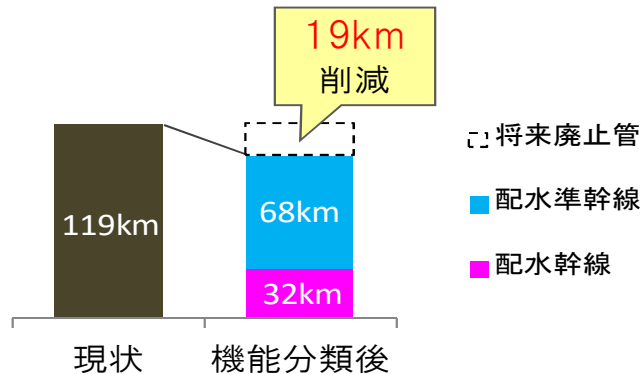
更新時期の計画給水量や地域別の水需要に応じた口径を管路ごとに設定



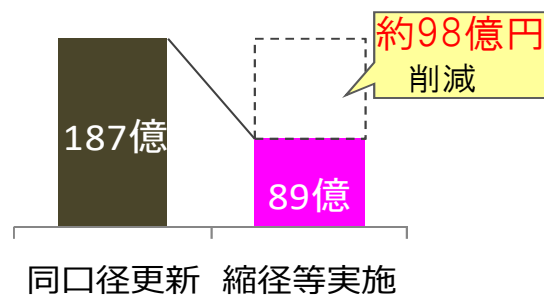
再構築の効果

※配水本管

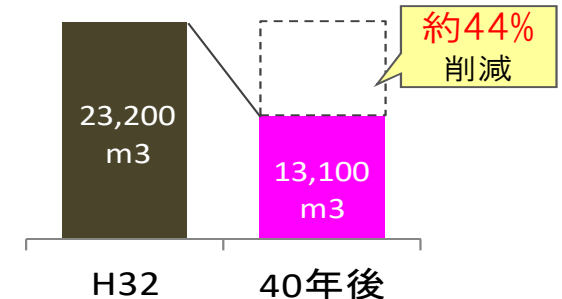
管路延長の削減



更新費用の削減



管路容積の削減



◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新優先度の評価】

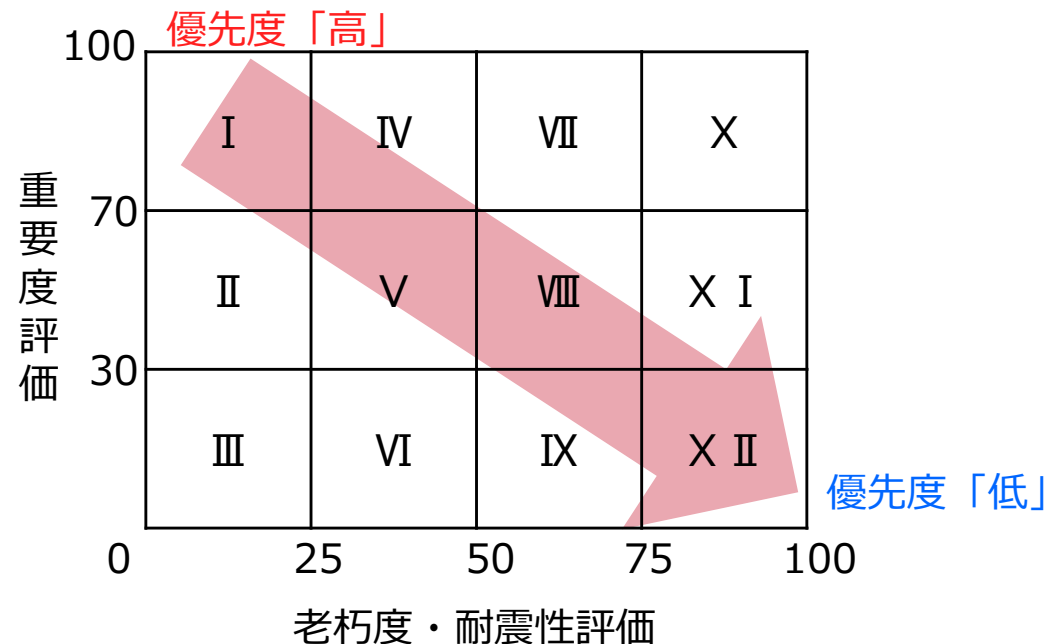
- 更新優先度を3つの観点（重要度・老朽度・耐震性）から点数評価

3つの評価指標	
重要度	平常時・非常時の水輸送機能、重要給水施設管路、災害復旧の困難度から評価
老朽度	「ダクタイル鋳鉄管管体老朽度調査」で考案した土壌腐食予測式による老朽度ランクで評価
耐震性	上町断層帯地震を想定地震とした被害想定による管路被害率で評価

- 3つの指標それぞれの点数をI～XⅡまでの12段階に分類し「更新優先度」として総合評価※

総合評価の分類

※総合評価手法は水道施設更新指針（(公社)日本水道協会）に準拠

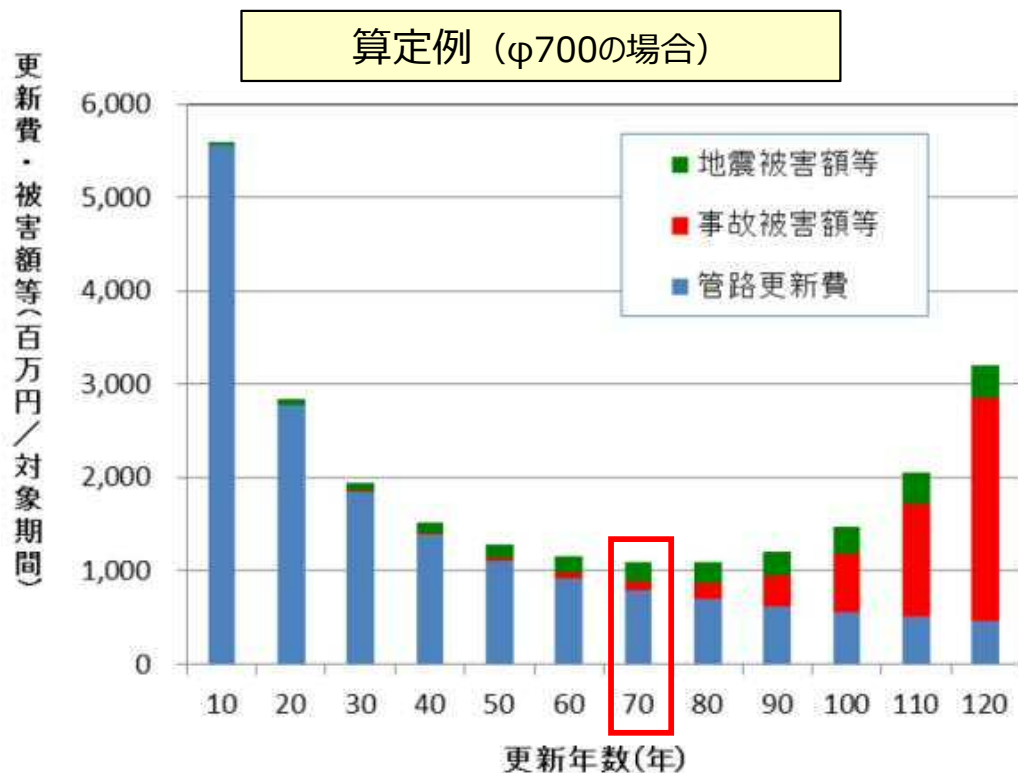


◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新基準年数の評価】

【配水本管】

ライフサイクルコスト（更新費+事故・災害時被害額）が最小となる使用年数を口径ごとに算出し、これを「更新基準年数」と設定。



【算定結果】

- φ300～φ 700 : 70年
- φ700～φ1100 : 80年

【配水支管】

現ビジョンと同様に、管体老朽度調査の結果から構築した土壌腐食予測式から「更新基準年数」を設定。

調査結果の概要

調査地点数	156地点
土壌の腐食性評価指数	44種類 (概ね1kmメッシュ)
老朽度ランク1に至る平均年数	69年

土壌腐食予測式

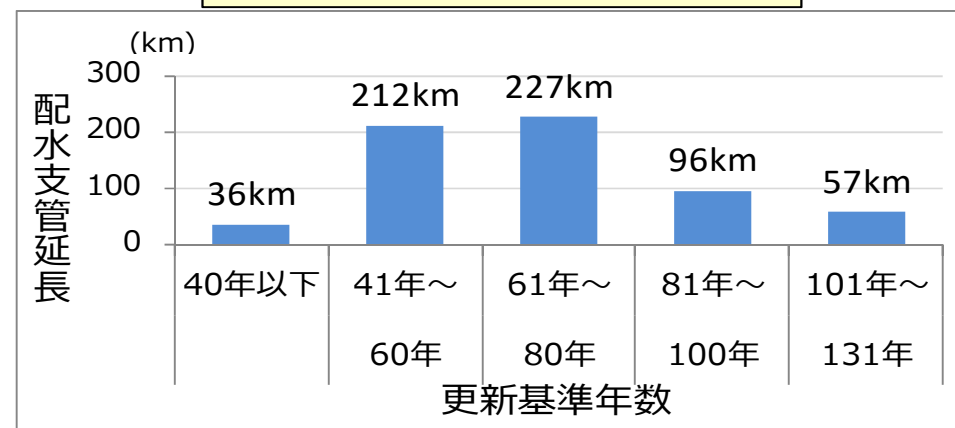
$$\eta = k \cdot t^{0.378}$$

η : 腐食深さ (mm)

k : 腐食性評価指数

t : 埋設年数 (年)

更新基準年数別延長



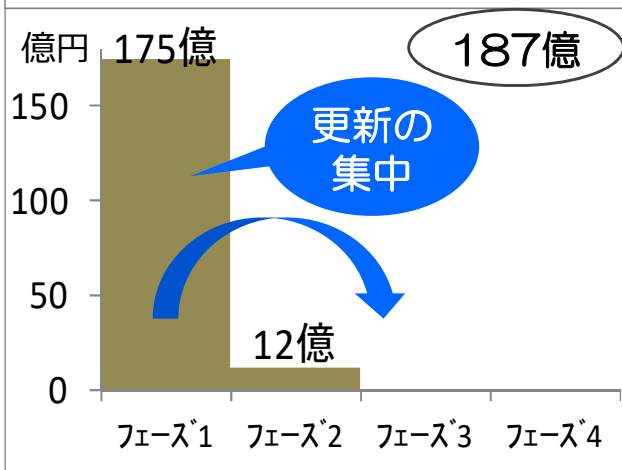
◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新基本ケースの設定と平準化①】

【配水本管】

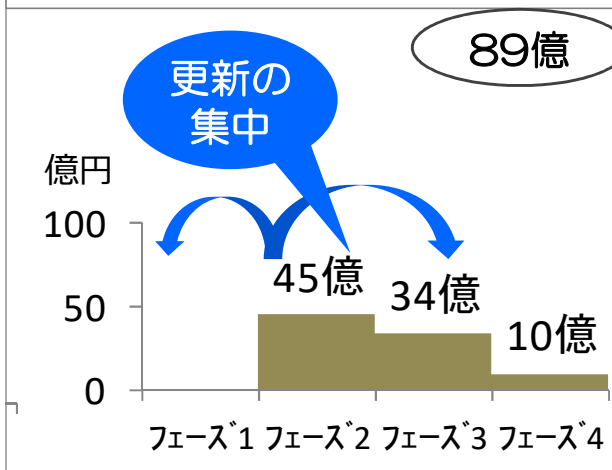
【ステップ①】

- ・ 法定耐用年数で更新
- ・ 同口径



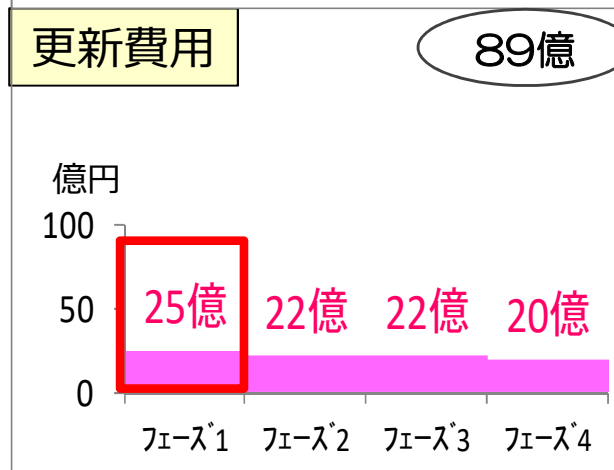
【ステップ②】

- ・ 更新基準年数で更新
- ・ 縮径等の検討結果を反映



【ステップ③】

- ・ 更新基準年数±10年間で平準化

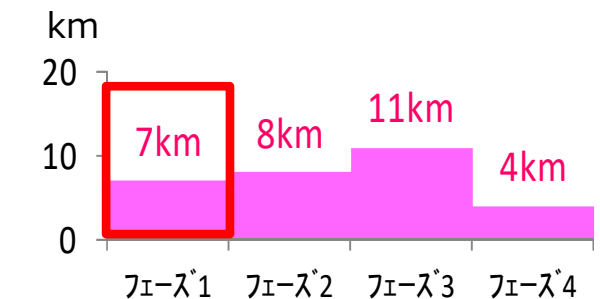


更新費用

89億

更新延長

30km



- 次期ビジョンにおける更新量の基本ケース（本管）
として約**7km**の配水本管を更新

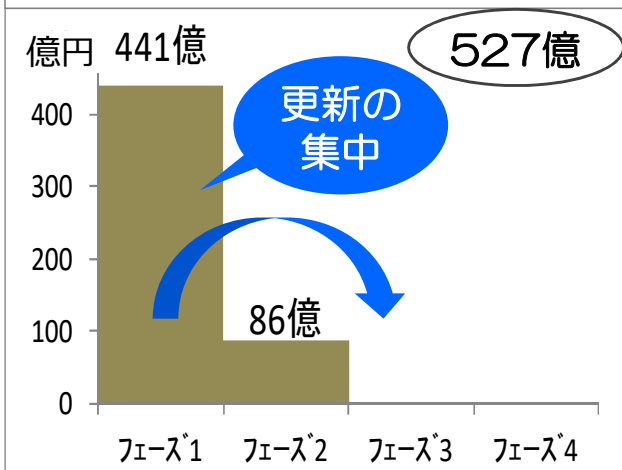
◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新基本ケースの設定と平準化③】

【配水支管】

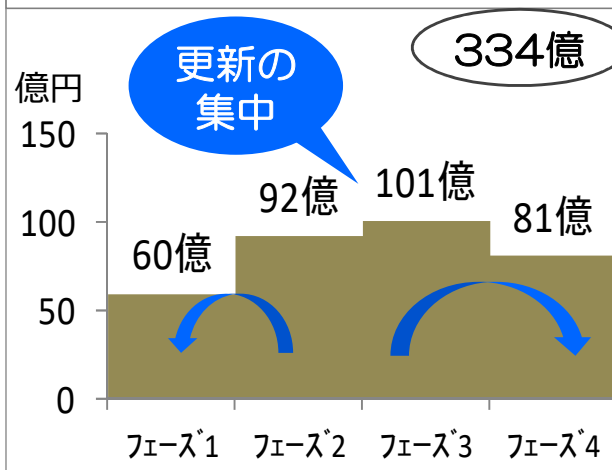
【ステップ①】

- ・ 法定耐用年数で更新
- ・ 同口径



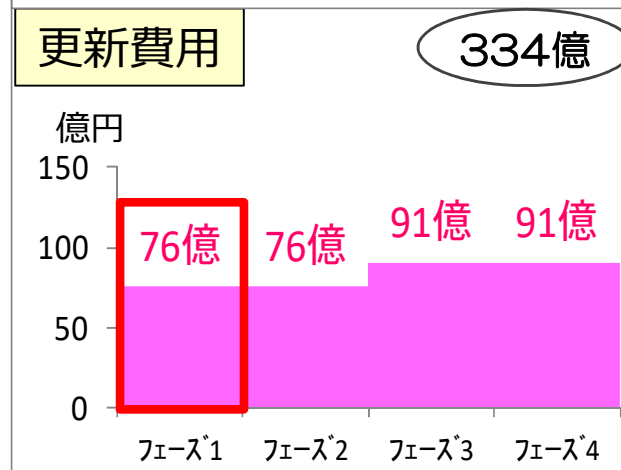
【ステップ②】

- ・ 更新基準年数で更新
- ・ 縮径等の検討結果を反映

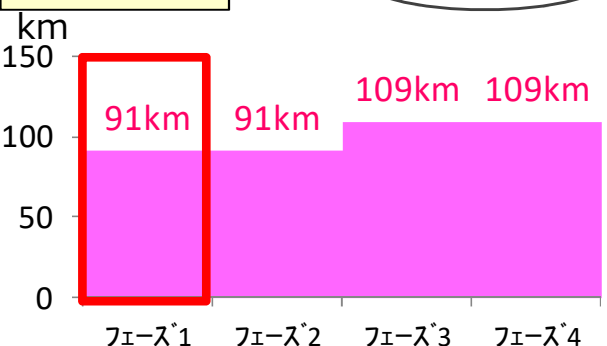


【ステップ③】

- ・ フェーズ2、3の更新集中を 平準化



更新費用 **334億**

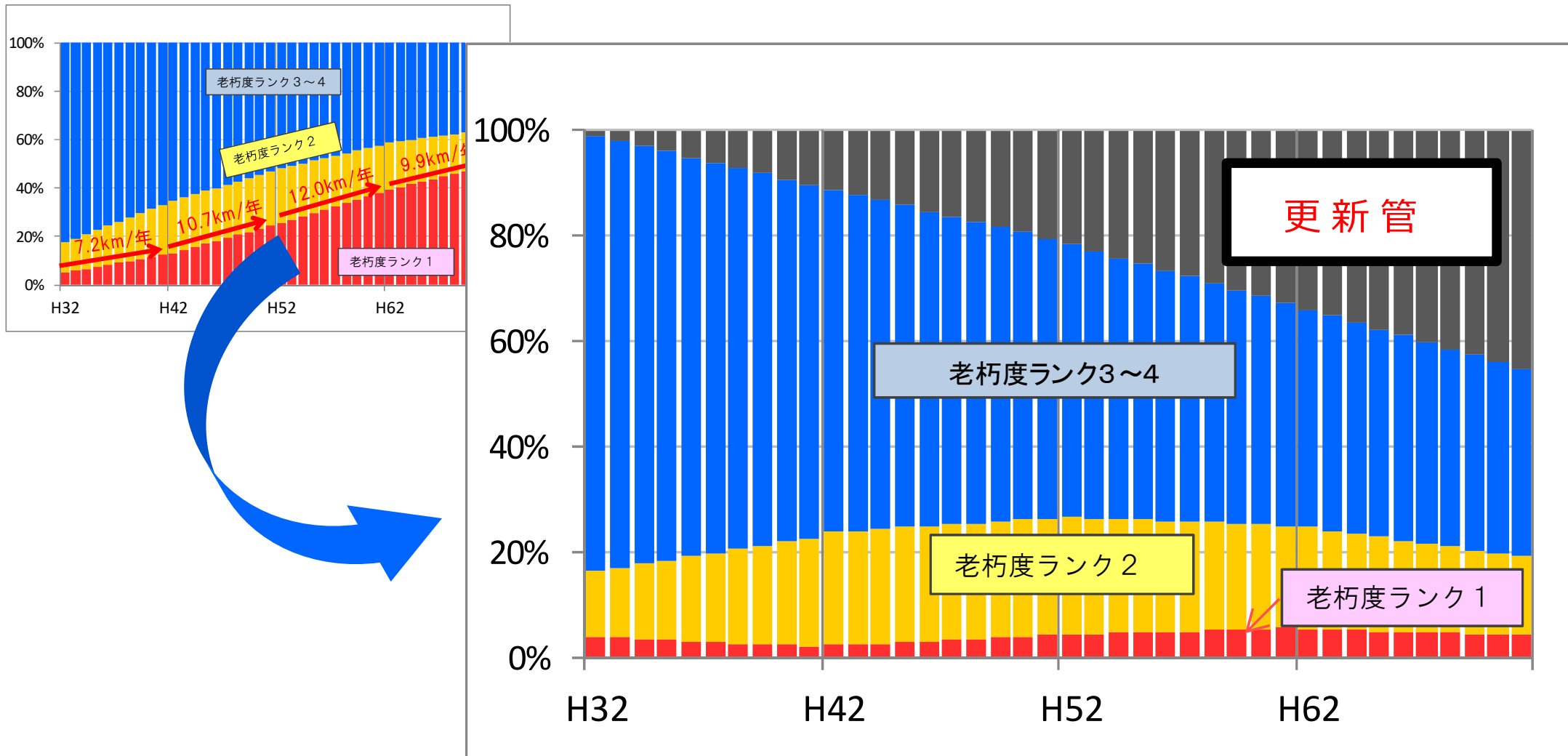


更新延長 **400km**

- 次期ビジョンにおける更新量の基本ケース（支管）として約**91km**の配水支管を更新。
- 更新基本ケースへ「重要給水施設管路の耐震化」を加えて配水管全体の事業量を設定。

◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

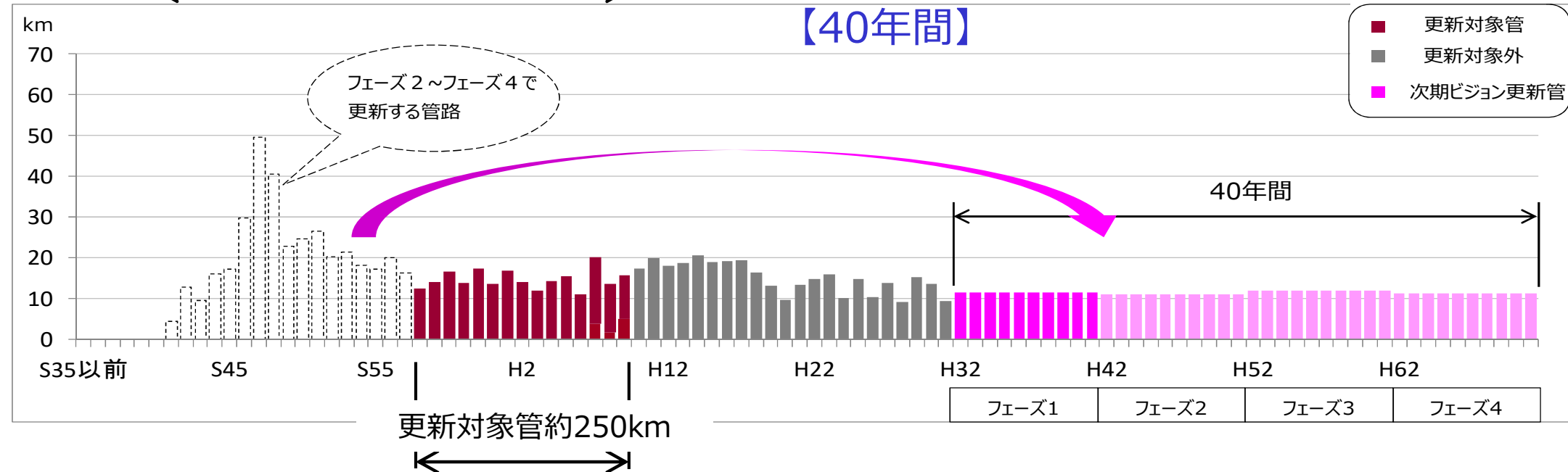
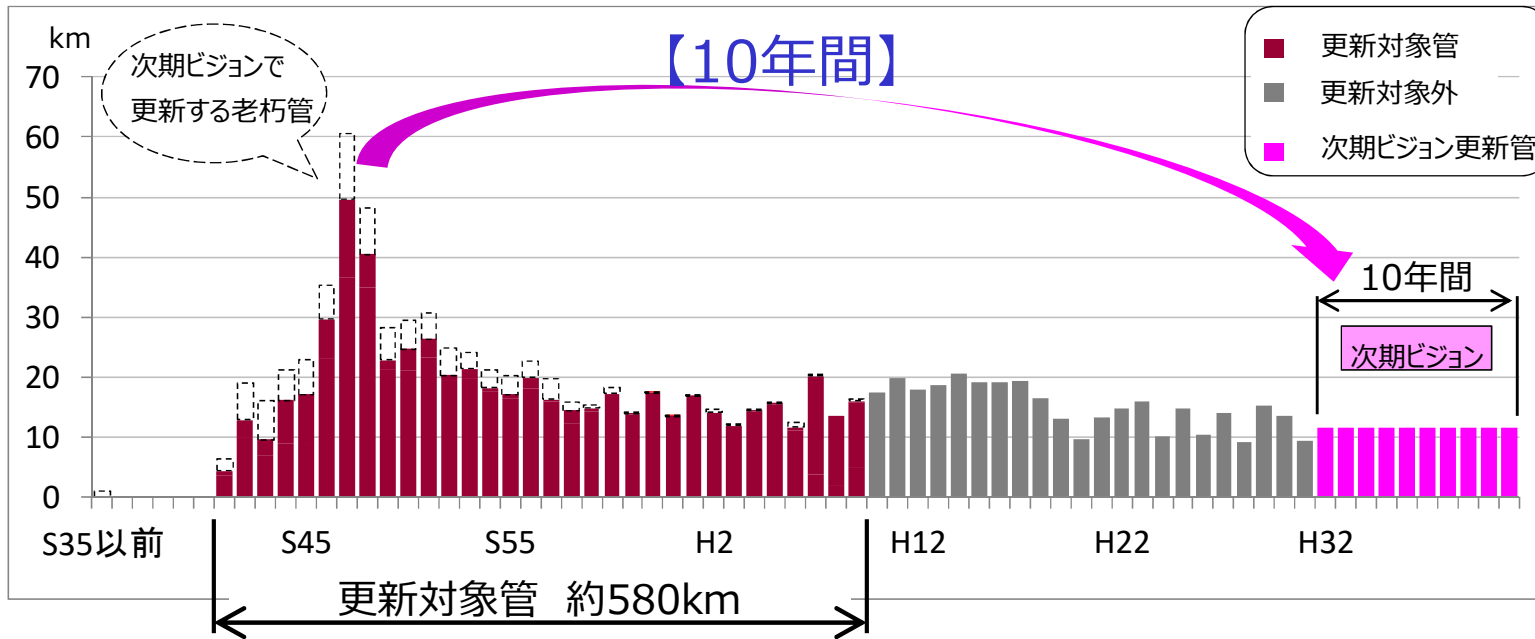
【更新基本ケースの検証】



- 更新によって老朽度ランク1の管路の増加を現状と同程度に抑制。

◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

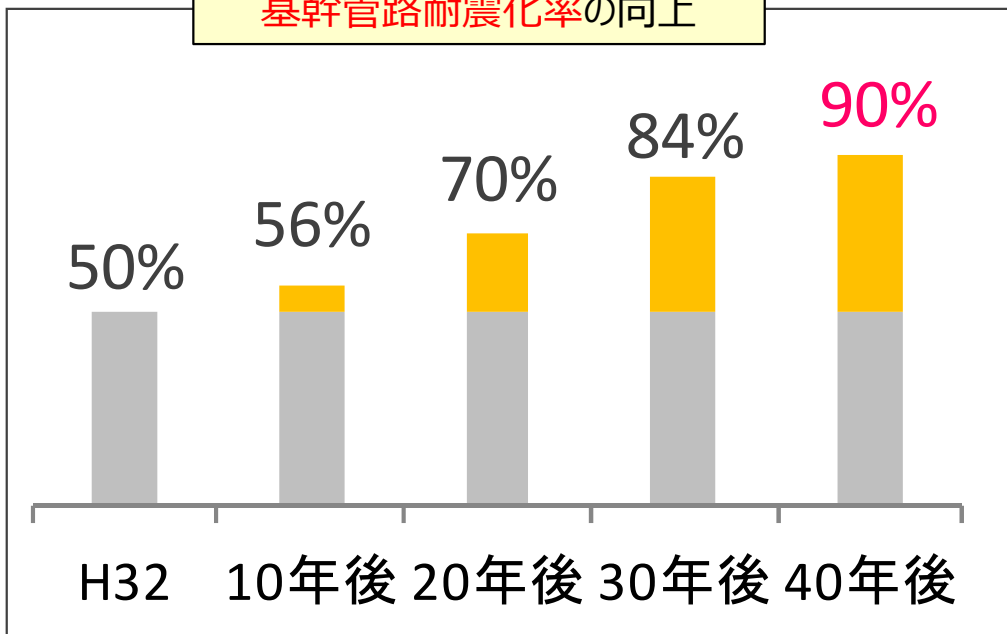
【更新基本ケースの検証】



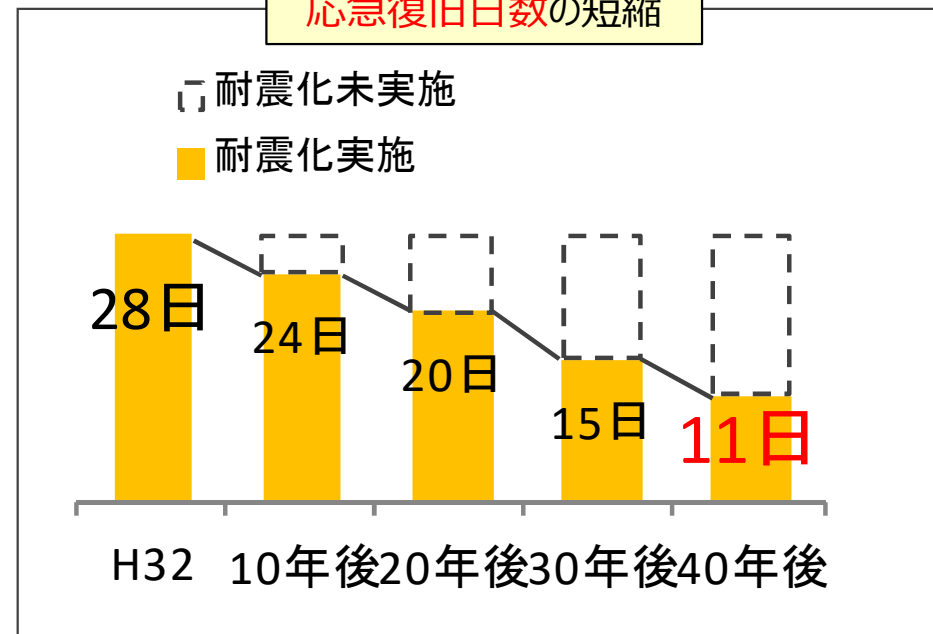
◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新基本ケースの検証】

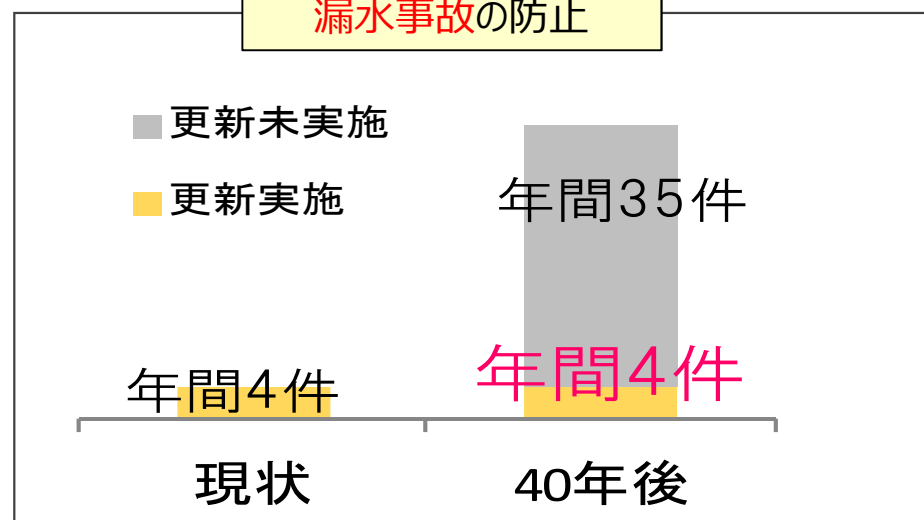
基幹管路耐震化率の向上



応急復旧日数の短縮



漏水事故の防止



◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新ケースの比較】

- 地震時被害の多い配水支管の早期耐震化を目的とし、配水支管の更新ペースを基本ケースの1.5倍としたケースを設定し比較。

上段: 次期ビジョン終了後(10年後) 下段: 次期ビジョン以降40年後

	ケース1 基本ケース	ケース2 耐震化ペースアップ
管路更新率	1.0%	1.5%
	1.1%	1.7%
漏水事故件数(推定)	4件/年	2件/年
	4件/年	1件/年
耐震化率 (基幹管路)	56%	56%
	90%	90%
耐震化率 (配水管全体)	33%	38%
	67%	87%
地震時の配水管 復旧日数	24日	23日
	11日	5日

◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新ケースの比較】

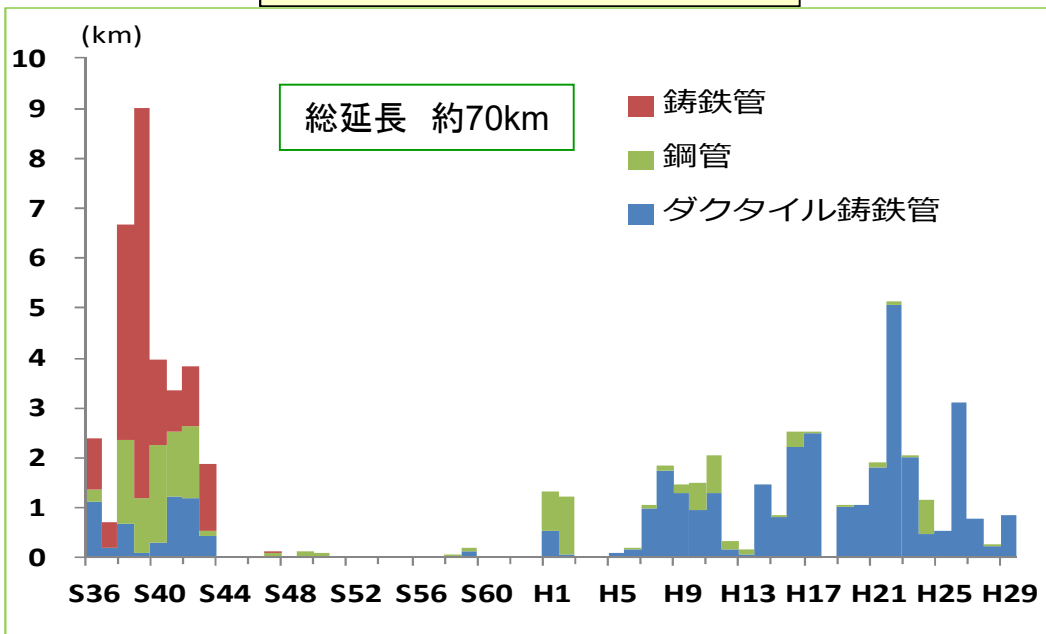
上段:次期ビジョン期間中(10年間) 下段:次期ビジョン以降40年間

	ケース1 基本ケース	ケース2 耐震化ペースアップ
更新延長	100km	146km
	434km	634km
更新費用①	105億円	143億円
	428億円	595億円
推定被害額②	39億円	37億円
	113億円	88億円
費用総和(①+②)	144億円	180億円
	541億円	683億円
評価	○	△

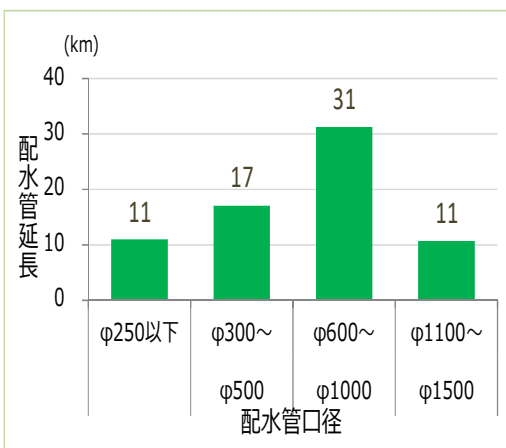
●更新費用と推定被害額の費用総和が安価となるケース1（基本ケース）が妥当。

◆配水管の現状

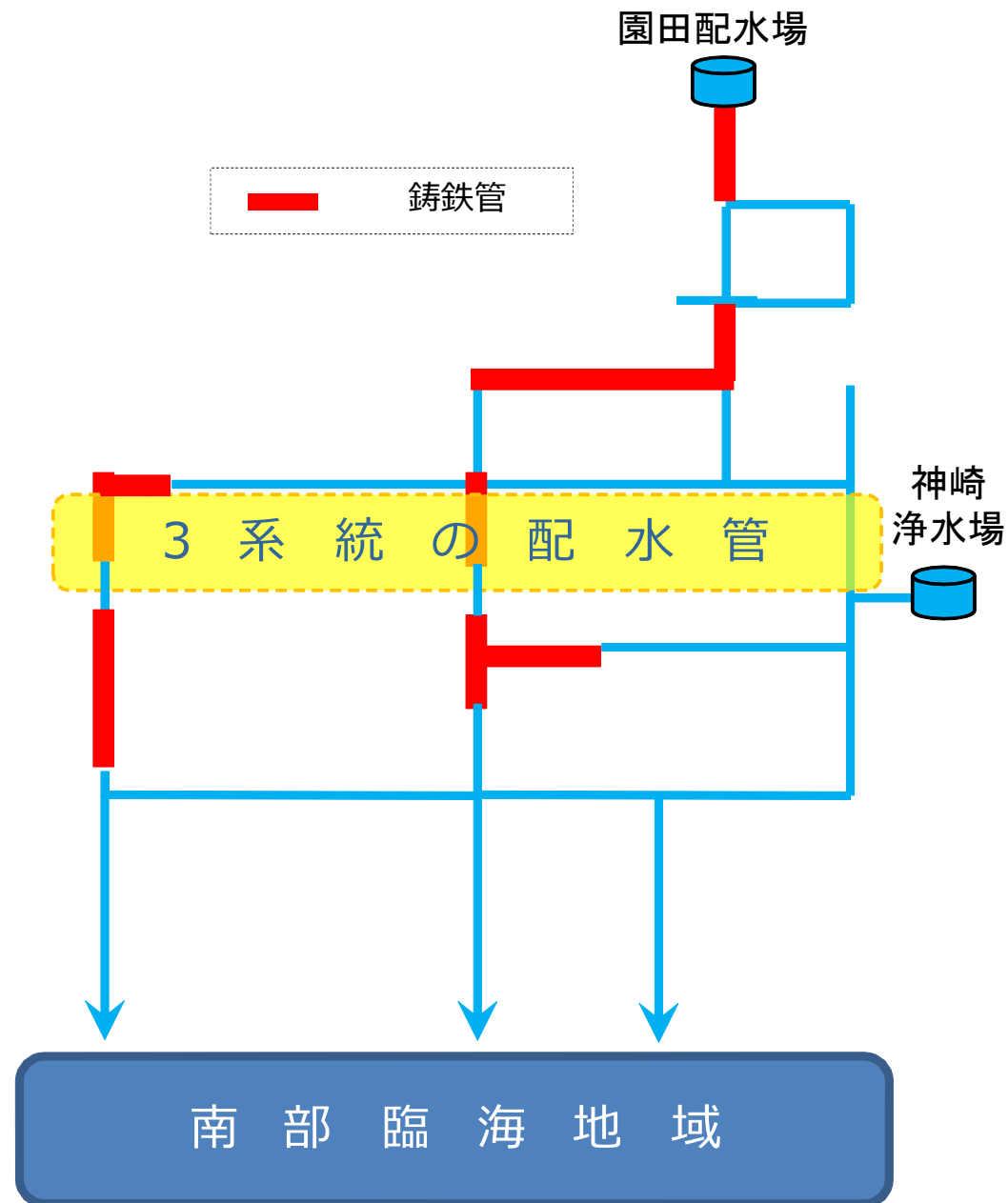
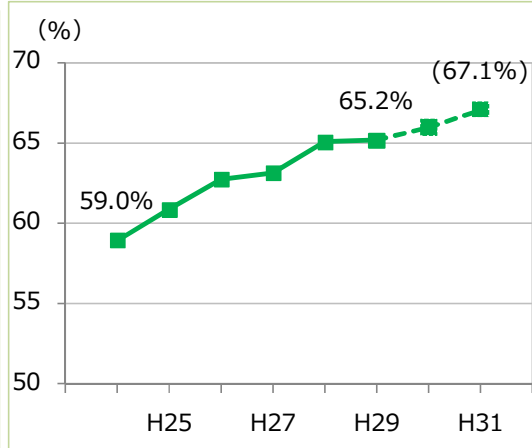
配水管の布設年度と種類



口径別延長



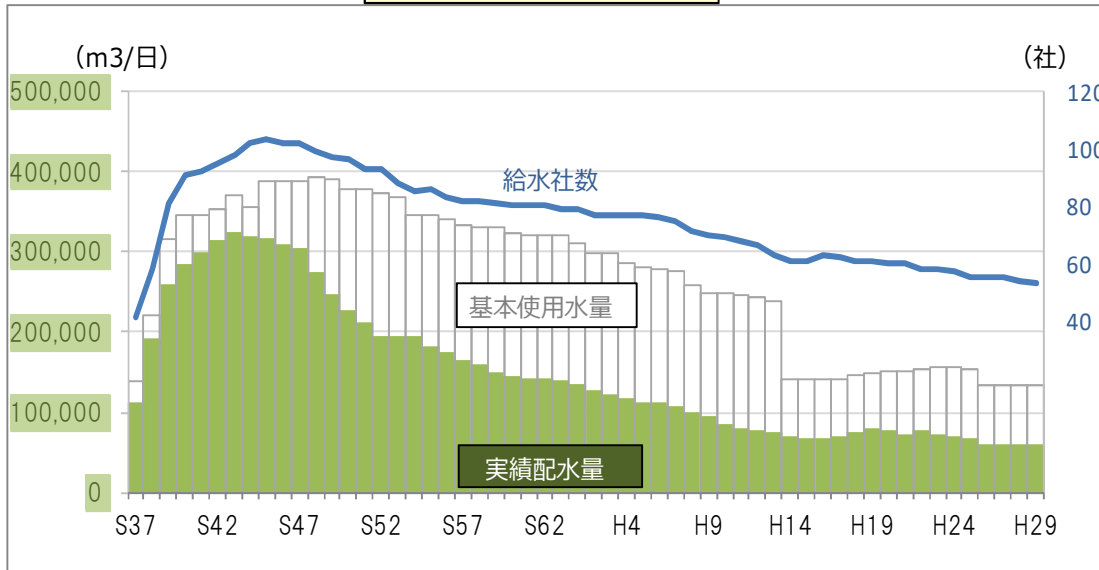
耐震化率の推移



◆配水管網再構築

【口径の適正化】

水需要などの推移



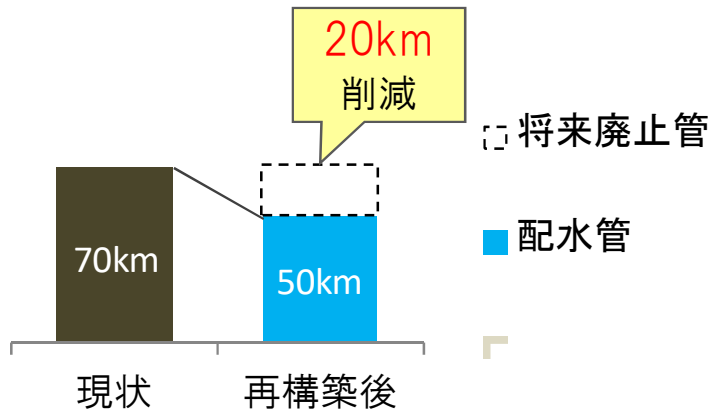
将来の水需要について

ユーザー企業の動向に大きく左右され、水需要を予測することが困難。

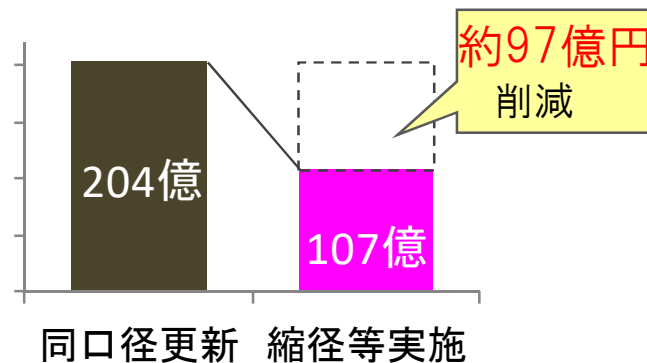
このため、現状の基本使用水量をベースとしつつ、実績配水量や管路更新時、災害時のバックアップを考慮した口径を管路ごとに設定。

再構築の効果

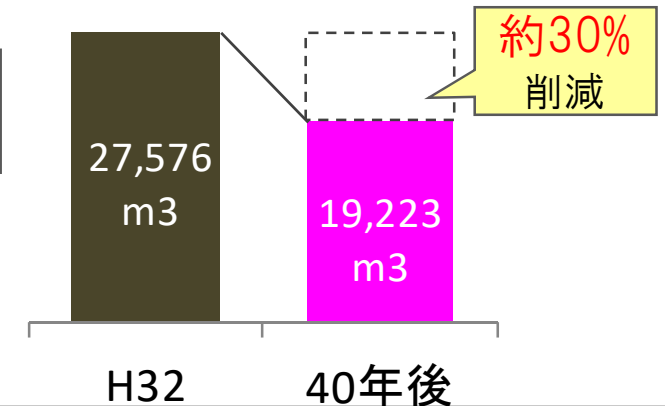
管路延長の削減



更新費用の削減

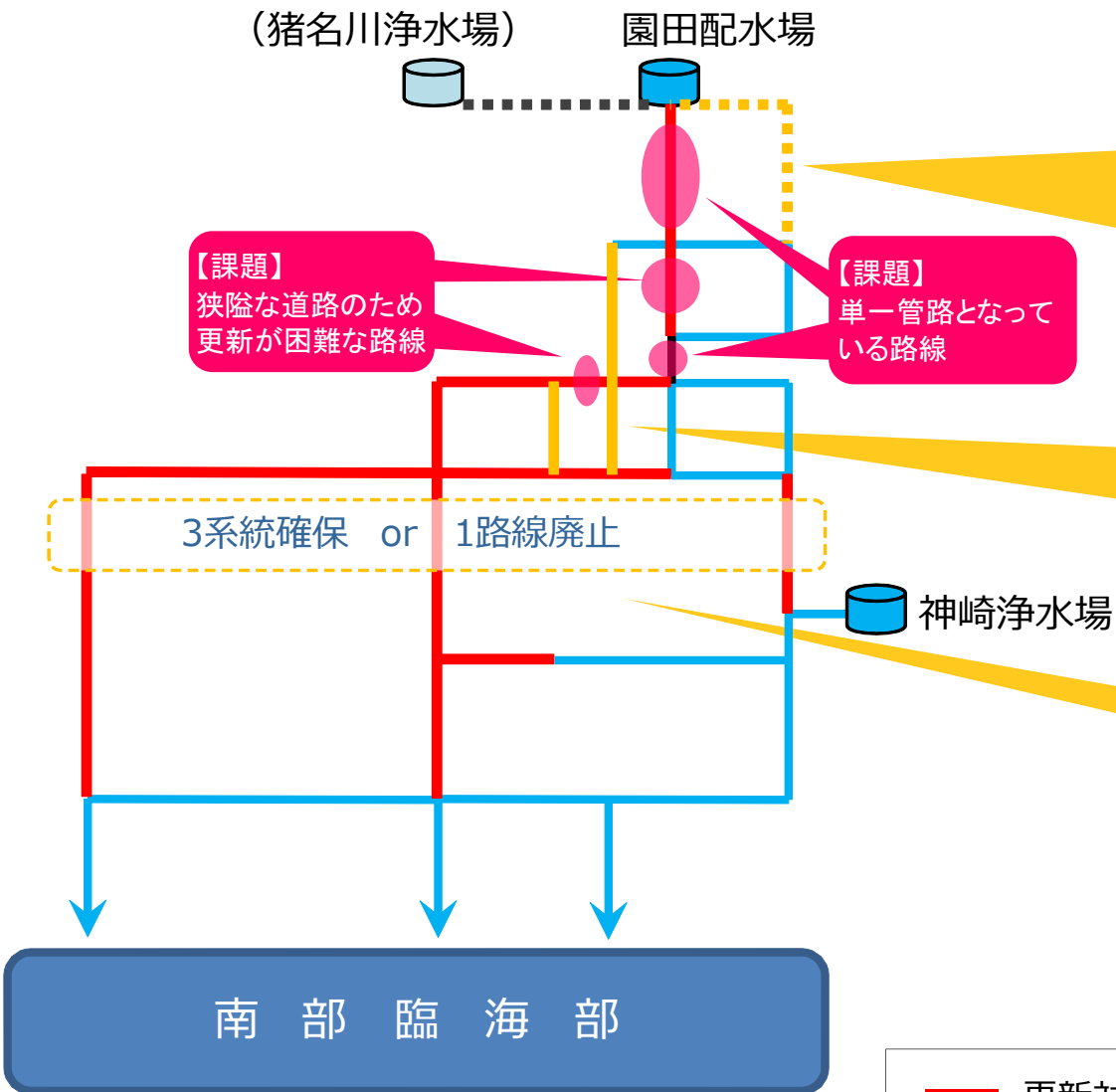


管路容積の削減



◆配水管網再構築

【配水管網の適正化】

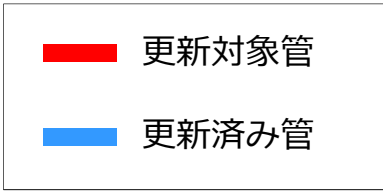


【方向性】
水道事業の園田・神崎導水管を工水配水管として転用して単一管を更新する。

- ・園田配水場直下の重要幹線の更新時のバイパスとして活用。
- ・上記管路の更新後も重要幹線の2系統化を図る。

【方向性】
隣接する県道へ布設替えし、狭隘部や単一管路を解消する。

【方向性】
費用面と水理安定面の両面から比較したところ「更新時に縮径を行い3系統を確保」することが最も優れる結果となった。

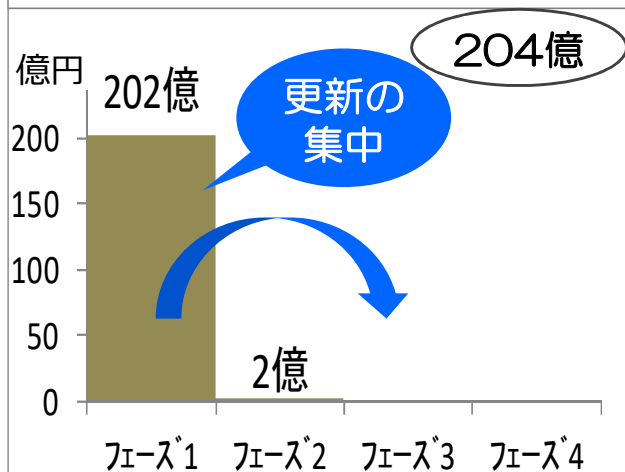


◆配水管更新計画～今後10年間の取組み～

【更新量の設定と平準化】

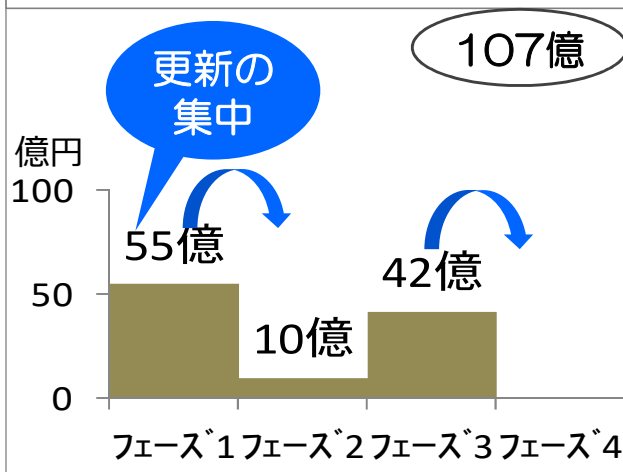
【ステップ①】

- ・ 法定耐用年数で更新
- ・ 同口径



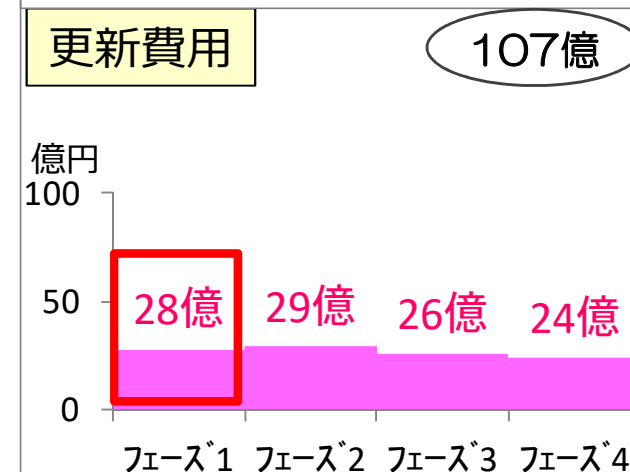
【ステップ②】

- ・ 更新基準年数で更新
- ・ 縮径等の検討結果を反映



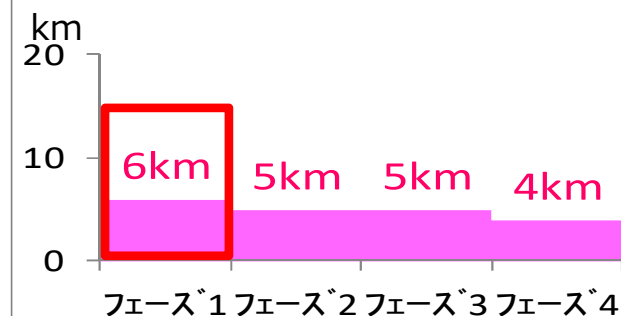
【ステップ③】

- ・ 更新基準年数±10年間で平準化



更新延長

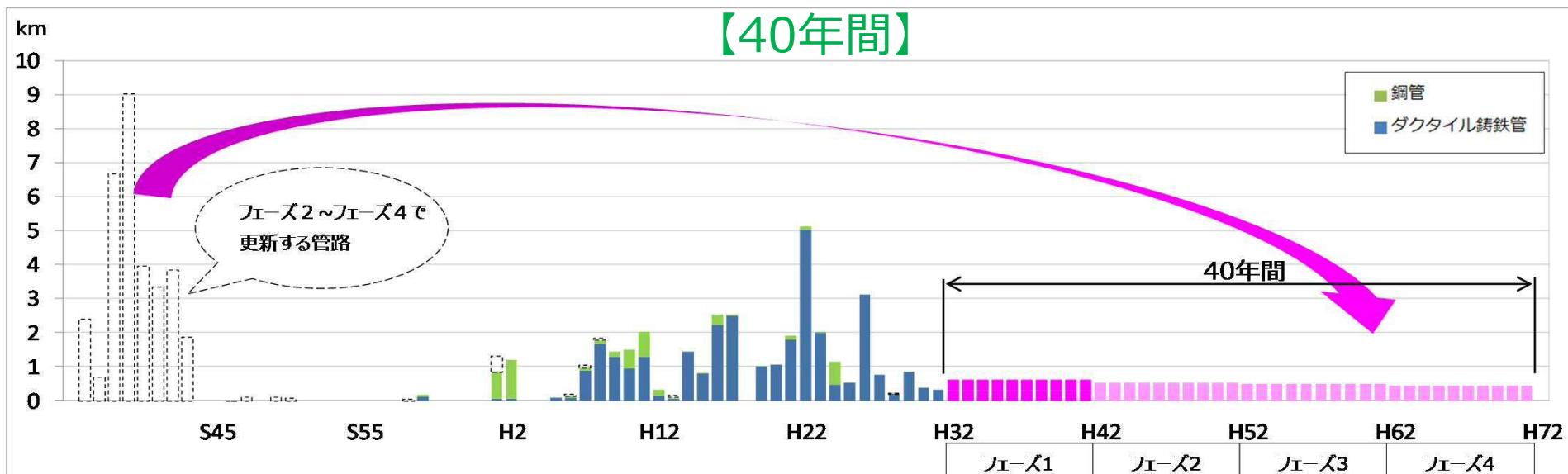
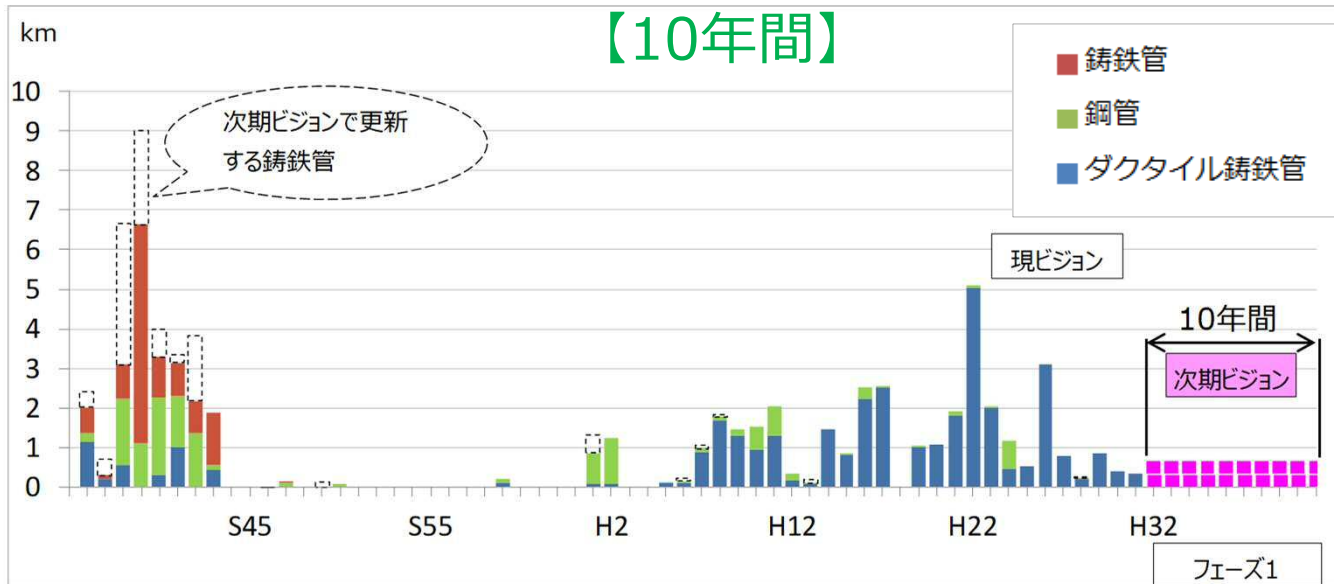
20km



- 次期ビジョンで約**6km**の配水管を更新及び新設。
- 特に、強度が脆弱で耐震性がない**铸铁管**を優先して更新。

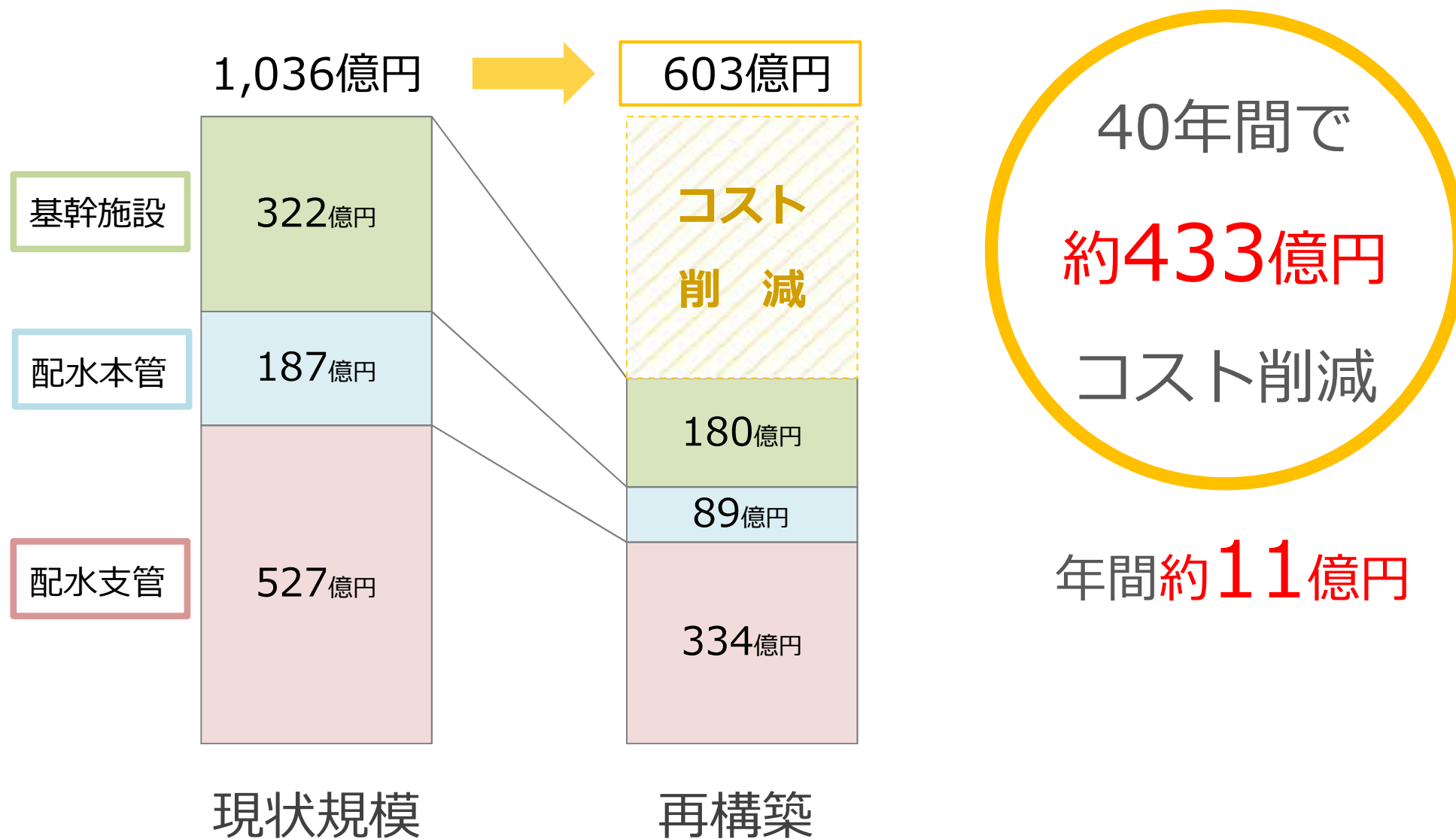
◆配水管更新計画

【次期ビジョン以降の更新サイクル】



◆ 40年先を見据えた再構築による効果

40年先を見据えたことで・・・



◆ 40年先を見据えた再構築による効果

40年先を見据えたことで・・・

