

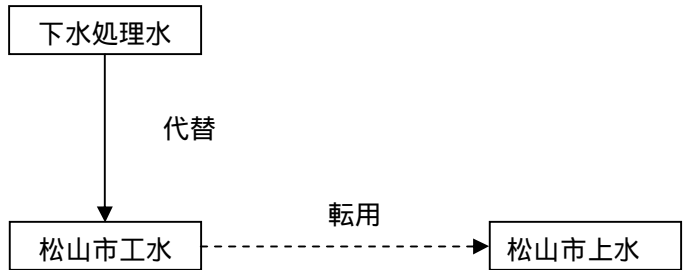
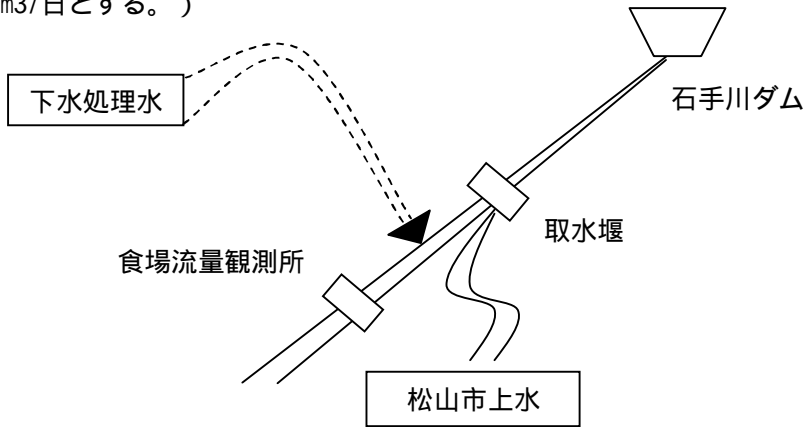
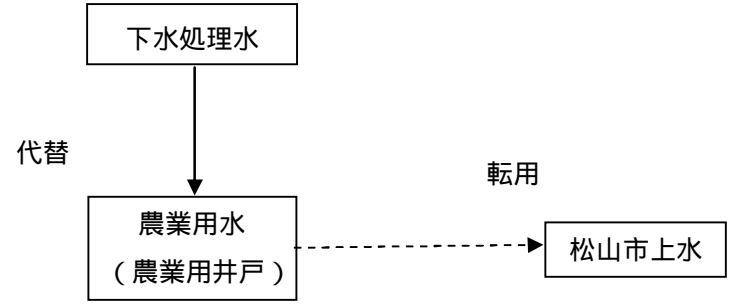
あらゆる方策の検討結果

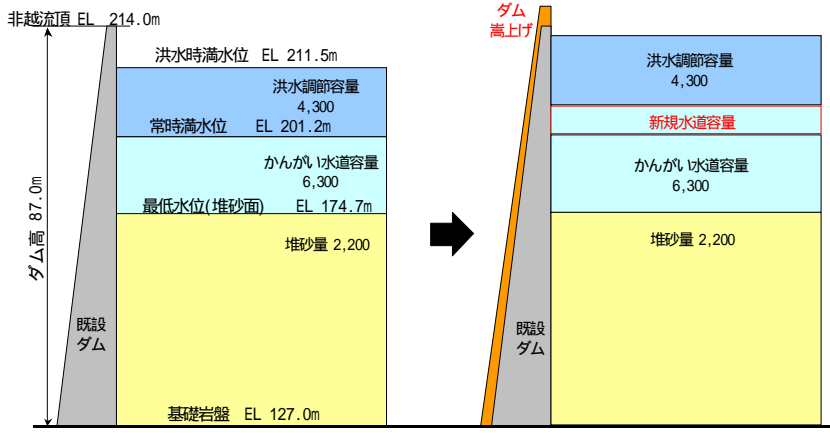
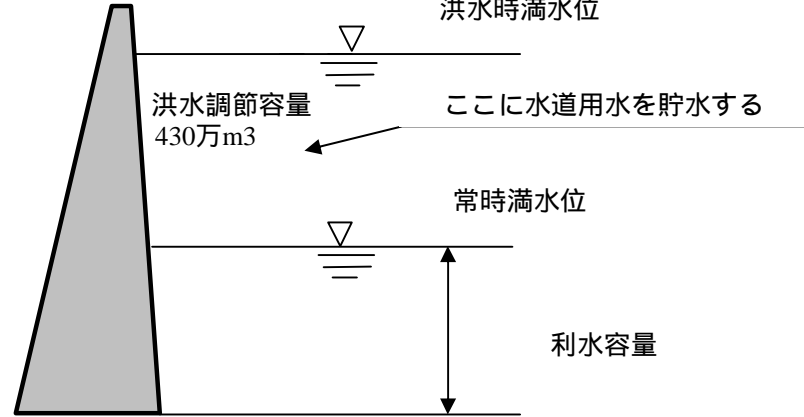
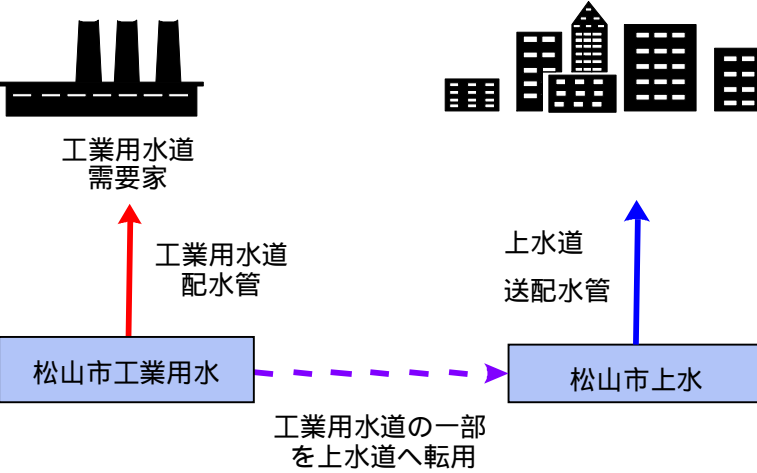
評価は「取水の安定性」に対する評価

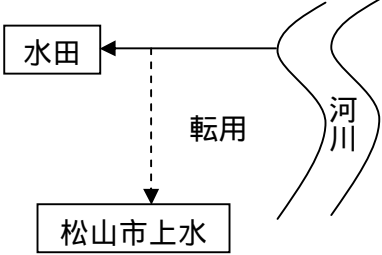
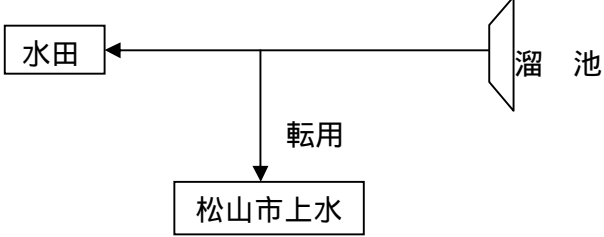
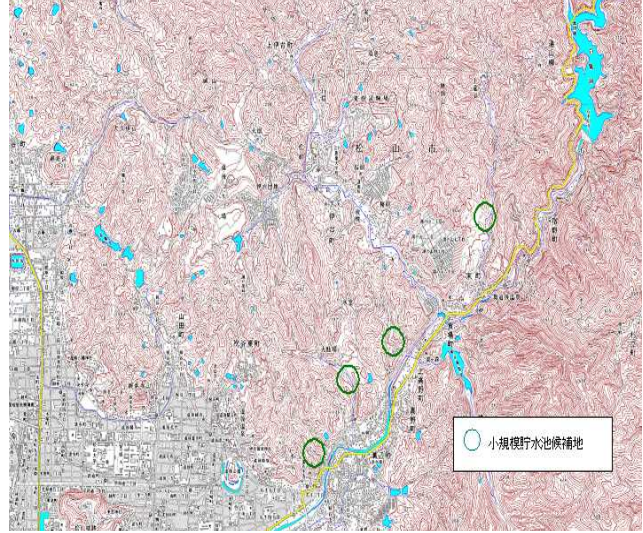
：恒常水源として日量48,000m³の水量確保が見込まれるもの

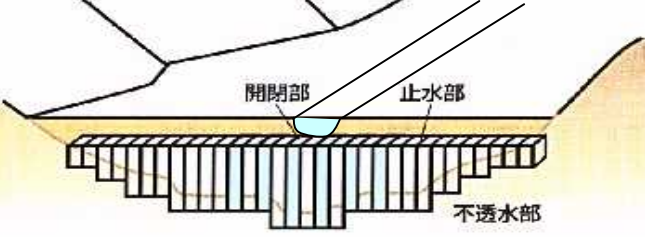
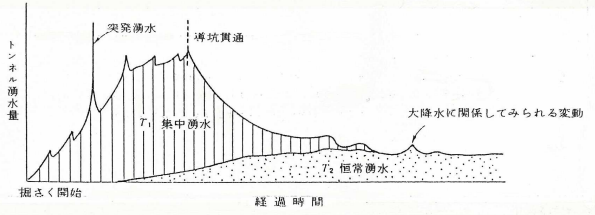
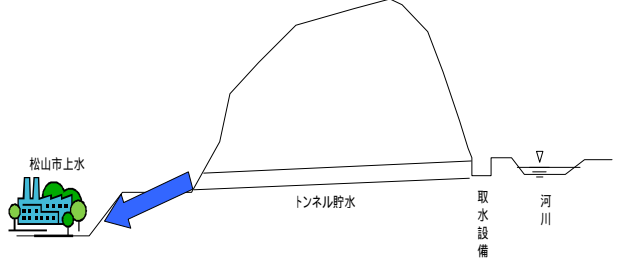
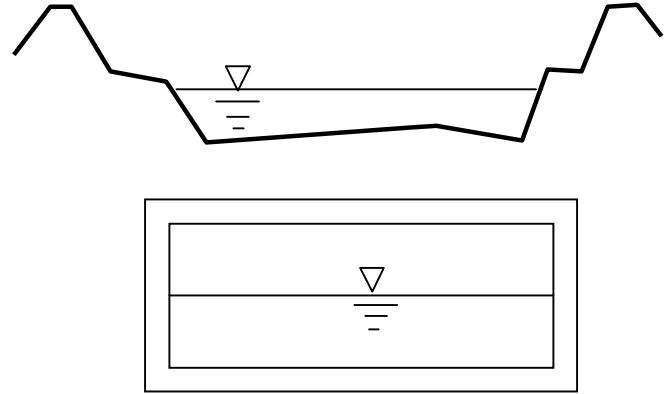
×：恒常水源として日量48,000m³の水量確保が見込めないもの

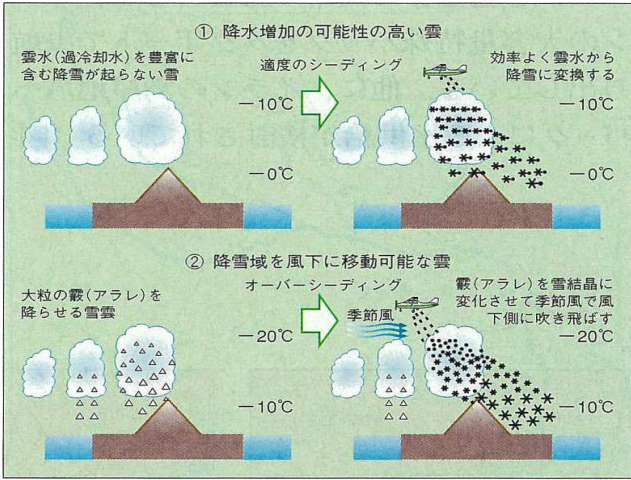
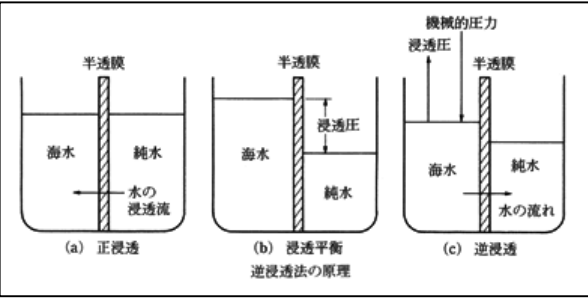
1. 市内の方策

件名	1-1. 下水処理水の再利用（工業用水）	1-2. 下水処理水の再利用（農業用水）	1-3. 下水処理水の再利用（農業用井戸）
事業概要	<p>下水処理水で市の工業用水を代替し、余水を上水へ転用する。</p> 	<p>食場観測地点上流で下水処理水を河川還流し、ダムにかかる農業用水と代替することにより農業用水を上水に転用する。（下水処理水の還流量は重信川流域別下水道整備総合計画に位置付けられている32,000m³/日とする。）</p> 	<p>農業用井戸からの地下水を下水処理水で代替することにより、農業用水を上水に転用する。</p> 
課題	<p>再生水の水質 中央浄化センターにある高度処理実験プラントの処理水の水質においても、現在受水している市工水に比べて劣っていることから、現行では4回実施している循環利用ができなくなる。 再生水の単価 要求水質に対する高度処理には多額の経費を要することから、工場側の希望単価（現在の供給単価の1/4程度）とは大きく異なる。 第5次水質総量規制 CODについての規制が厳しくなるとともに、新たに窒素、リンが追加されるなど、濃度基準による排水規制に加え、汚濁負荷の総量についても規制が強化されている。</p>	<p>河川還流による上水への効果としては、ダムの温存につながるが、農業用水との利水比率から、水需要の多い夏季においては1/3程度の効果しか見込めない。（農業用水：1.8 m³/s、上水：1.032 m³/s） 32,000 m³/日の河川還流に対して、上水道としての効果は約10,000 m³/日である。 下水道の普及が原因となる、河川水の減少による河川流況の悪化を改善するという「重信川流域別下水道整備総合計画」の主旨から逸脱している。 送水管が長くなるため、管内において硝酸性細菌の増殖に伴う水質悪化が懸念される。 石手川流域には豊富な伏流水を自家水として利用している家庭が多く、理解と協力が必要である。</p>	<p>上水道水源地域への下水処理水の放流であるため、地下水水質への影響が懸念される。 利水者全体の同意が必要であるとともに、地下水が豊富な水源地域では自家水として利用している家庭が多く、理解と協力が得られる対策が必要である。 現有的上水道水源との取水干渉がある。</p>
備考			
安定性の評価	×	×	×
	<p>水質汚濁防止法関連法令や第5次水質総量規制等、排水に係る規制が強化されており、現在使用している工業用水の水質より劣る処理水を転用することはできない。今後、地下水保全策としてさらに検討していく。</p>	<p>下水道事業の上位計画である「重信川流域別下水道整備総合計画」との整合性のほか放流水質による河川の生態系や周辺の井戸への影響が懸念されることから転用できない。今後、地下水保全策としてさらに検討していく。</p>	<p>下水道事業の上位計画である「重信川流域別下水道整備総合計画」との整合性のほか放流水質による周辺自家水などへの影響が懸念されることから転用できない。今後、地下水保全策としてさらに検討していく。</p>

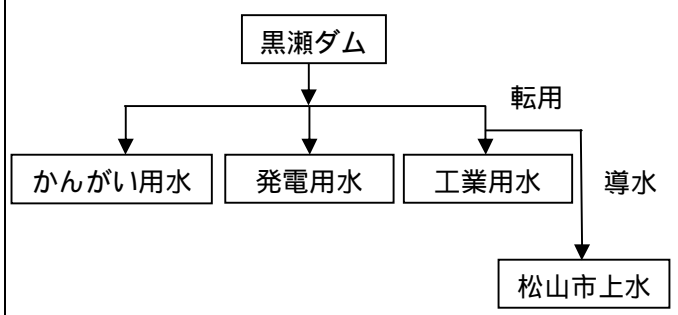
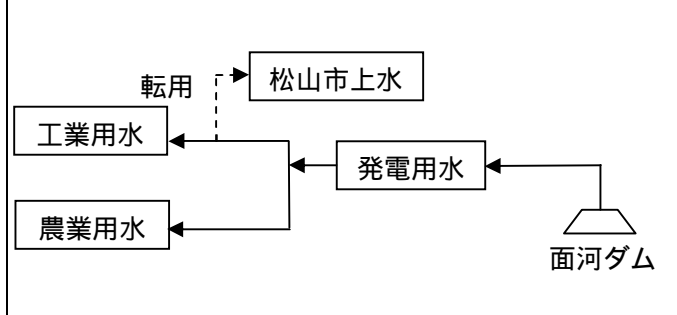
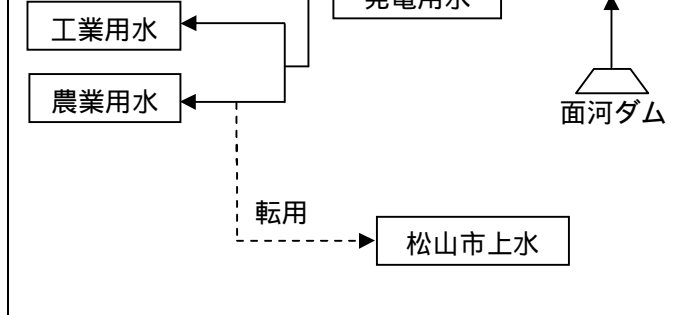
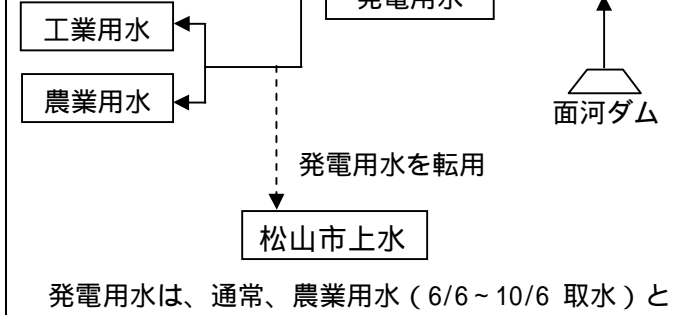
件名	2. 石手川ダムの嵩上げ	3. 石手川ダムの洪水調節容量の利用	4. 市工業用水の転用
事業概要	<p>石手川ダムを嵩上げし、上水の利水容量を増加させる。</p>  <p>ダムの嵩上げ高 9m 嵩上げによる増加量 520万m³ 嵩上げ後の利水容量 1,150万m³ 堤体積増加分 28.3万m³</p>	<p>洪水調節容量に貯水することにより、新規の貯留量を確保する。洪水等の発生が予想される場合には、予備放流を行う。</p> 	<p>松山市工業用水の一部を上水に転用する。</p> 
課題	<p>工事に際しては石手川ダムの水位を下げる必要があるため、その間ダムの代替水源及び洪水調節機能の確保が必要である。ダム完成後約30年間のダムの無効放流量(既存水利権量を除く余水)を計算すると、基準渇水年(平成14年)には無効放流量は400万m³しか確保できないことから、嵩上げによる安定水量としては、約10,000 m³/日相当にしかない。地質・地理的条件が悪い上に、ダム嵩上げによる周辺道路等の付替え等を考慮すると、莫大な経費を必要とする。</p>	<p>ダムの耐震設計は常時満水位で行われているため、これ以上貯留するとなると耐震補強が必要となり、工事中のダム水位を下げる必要があることから、その間の代替水源及び洪水調節機能の確保が必要である。現在の降雨予測技術は格段に発達しているとはいえ完全な予測は難しく、予備放流が台風の来襲に間に合わないという治水上の問題や、予備放流したにもかかわらず、降雨が見込み以下であり、貯水量が回復できないといった利水上の問題がある。開発可能量(4時間で放流が可能な量)200 m³/sの予備放流の実施には、ダム下流の河道内にいる人の避難確認を行う必要があるため、実際には予備放流にかかる時間を十分に確保することは難しい。</p>	<p>毎年の最大給水量の実績は、契約水量に近い水量を供給しており、転用できる余水はない。水源は、上水道水源地の下流に位置していることから、渇水等に対して上水より不安定である。数値的な余裕は、危機管理等を考慮した工場側の企業努力であり、水源の不安定さを考慮すると、余裕があるとはいえ、事業者(市)としては契約水量を確保しておく義務がある。</p>
備考	<p>概算事業費 本工事費 250億円 調査費 40億円 用地及び補償費等 150億円 } 440億円</p>	<p>概算事業費 「2. 石手川ダムの嵩上げ」相当の事業費が必要</p>	
安定性の評価	<p>×</p> <p>工事中の代替水源、洪水調整機能の確保ができないことから嵩上げはできない。</p>	<p>×</p> <p>耐震補強等による工事中の代替水源、洪水調整機能等の確保ができないことや、予備放流等にかかる治水上の問題があり、洪水調整容量の大幅な利用はできない。</p>	<p>×</p> <p>給水実績から見て転用できる余水がない。</p>

件名	5. 農業用水の転用（表流水・溜池）		6. 新規ダム		7. 小規模貯留池																										
事業概要	<p>市内の農業用水（表流水）の一部を上水に転用する。</p>  <p>松山地区の河川堰は、平野部では受益面積が1箇所あたり20ha以上のものが16施設あるが、山間部においては受益面積が狭い。また、石手川9堰や葦之町堰（小野川）で取水された用水は、配水ルートも長く複数の管理団体を經由し、多くの農地に届けられている。さらに水源からの用水路は、平面交差、立体交差、堰板などにより通常の配水方向とは逆に用水を送水することで、地域にくまなく用水が行き渡るように効率的かつ複雑な用水系統が組織されている。</p>	<p>市内の農業用水（溜池）の一部を上水に転用する。</p>  <p>平成15年度の調査では、機能している溜池は358施設あり、その総貯水量は1,075万m³と石手川ダムの有効貯水量に匹敵する水量である。また、農業用水源としての利用方法は水田、畑、かんきつ等、多種多様で受益面積も広い。</p>	<p>松山市域内の河川に新規のダムを築造する。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ダム名 (河川名)</th> <th rowspan="2">流域面積 (km²)</th> <th rowspan="2">貯水量 (万m³)</th> <th colspan="2">開発可能量</th> <th rowspan="2">提高</th> </tr> <tr> <th>日量</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石手川第2 (石手川)</td> <td>25</td> <td>430</td> <td>0.116 m³/s 10,000 m³</td> <td></td> <td>77m</td> </tr> <tr> <td>五明 (五明川)</td> <td>5</td> <td>570</td> <td>0.116 m³/s 10,000 m³</td> <td></td> <td>67m</td> </tr> <tr> <td>九川 (河野川)</td> <td>5</td> <td>460</td> <td>0.095 m³/s 8,213 m³</td> <td></td> <td>85m</td> </tr> </tbody> </table>		ダム名 (河川名)	流域面積 (km ²)	貯水量 (万m ³)	開発可能量		提高	日量		石手川第2 (石手川)	25	430	0.116 m ³ /s 10,000 m ³		77m	五明 (五明川)	5	570	0.116 m ³ /s 10,000 m ³		67m	九川 (河野川)	5	460	0.095 m ³ /s 8,213 m ³		85m	<p>小規模貯留池（容量10万m³程度）を新規に築造する。</p> 
	ダム名 (河川名)	流域面積 (km ²)	貯水量 (万m ³)	開発可能量				提高																							
日量																															
石手川第2 (石手川)	25	430	0.116 m ³ /s 10,000 m ³		77m																										
五明 (五明川)	5	570	0.116 m ³ /s 10,000 m ³		67m																										
九川 (河野川)	5	460	0.095 m ³ /s 8,213 m ³		85m																										
課題	<p>平野部の受益地は、近年市街化が進み農地面積が減少しているが、農業用水の必要水量は減少していない。</p> <p>市街化に伴い農地面積は減少しているが、虫食い状態になっているため、かんがい範囲は従前とほぼ同じ状態であり、農業用水の水位及び水量は慣行水利どおりの運用が必要である。</p> <p>兼業農家の増加による、田植時の水使用の集中化や近年、作付けの早い品種も加わり、長期間に渡りかんがいするといった分散利用等、水使用形態が変化してきている。また、農業用水の利用は主にかんがい期（6月から10月）に限られている。</p> <p>雨水排水路との兼用の用水路が多く、市街化が進展した地域では浸水対策として水路の拡幅や勾配修正を行っているため、利用効率が悪い。</p>	<p>宅地化が進んでいる地区の農業用水の需要は減少しているが、受益地が存在している間（慣行水利権の存在期間中）の転用は困難である。</p> <p>溜池の上流域に果樹園地がある場合は、施肥・農薬等による水質の悪化が懸念される。</p> <p>小規模（1池あたり平均3万m³）で分散しているため、浄水場までの導水施設に多額の経費がかかる。</p>	<p>平成14年の基準渇水年に恒常水源1万m³/日程度確保するためには、貯水容量が430万～570万m³必要なことから、48,000m³/日を確保できる適地がない。</p> <p>水没家屋や田畑が多いことから補償経費が多額になることや、国道の付け替え及び地すべり対策工事等が必要になる。</p> <p>河川水の新たな水源開発は、下流域の河川から取水している既得水利が通常使用していない洪水時の短期間の余水に限られ、かつ、地下水を取水している既得水利に影響しないことが前提となる。</p> <p>既得水利の中で新たに水源を開発するため、流水占用許可申請手続きに基づき、関係者の同意を必要とする。</p>		<p>既得水利権の中で新たに水源を開発するため、流水占用許可申請手続きに基づき、関係者の同意を必要とする。</p> <p>1箇所あたりの確保水量が230m³/日程度と少量であり、多数の貯留池を建設する必要があるが、候補地としては山麓に限られ、適地が少ない。</p> <p>居住地に近いことから、水質管理が困難である。</p>																										
備考			<table border="1"> <thead> <tr> <th>ダム名</th> <th>総事業費 (億円)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石手川第2ダム</td> <td>約220</td> <td>10,000m³/日</td> </tr> <tr> <td>五明川ダム</td> <td>約300</td> <td>10,000m³/日</td> </tr> <tr> <td>九川ダム</td> <td>約570</td> <td>8,213m³/日 導水トンネル110億円含む</td> </tr> </tbody> </table>		ダム名	総事業費 (億円)	備考	石手川第2ダム	約220	10,000m ³ /日	五明川ダム	約300	10,000m ³ /日	九川ダム	約570	8,213m ³ /日 導水トンネル110億円含む	<p>建設費として1箇所あたり1億円程度（用地費、補償費を除く）</p> <p>浄水場までの導水経費として1箇所あたり2.5億円程度（平均5km・5万円/m）</p>														
ダム名	総事業費 (億円)	備考																													
石手川第2ダム	約220	10,000m ³ /日																													
五明川ダム	約300	10,000m ³ /日																													
九川ダム	約570	8,213m ³ /日 導水トンネル110億円含む																													
安定性の評価	×		×		×																										
	<p>農地は減少しているが、農業用水のかんがい範囲は減少しておらず、また、受益地が存在している間は転用できる余水がない。</p>		<p>既得水利があるため、1ダムあたりの確保水量は10,000m³/日程度であり、48,000m³/日を確保するには複数のダムが必要となる。</p>		<p>48,000m³/日を確保するには約200箇所の貯水池が必要であるが、適地はほとんどない。</p>																										

件名	8. 地下ダム	9 - 1. トンネル湧水	9 - 2. トンネル貯水	10. 重信川河床貯水池
事業概要	<p>地下にコンクリートの地中連続壁を建設して、地下水位を上げることにより地中の地下水貯留量を増加する。</p> 	<p>新規にトンネルを掘削し、トンネル内に湧出する地下水を水源として利用する。</p>  <p>トンネル湧水量を1,000 $\frac{\text{L}}{\text{分}}/\text{km}$と仮定した場合、48,000$\text{m}^3$/日の水量を確保するためには、33kmのトンネル延長が必要であり、1ヶ所の延長を約3kmとすると10本のトンネルが必要になる。また、トンネルから浄水場までの導水施設(トンネル1本につき約10km程度)が必要となる。</p>	<p>新規にトンネルを掘削し、トンネル内に河川水などを貯留する。</p>  <p>トンネル貯水可能量を430万m^3と仮定した場合、断面積100m^2で43kmの延長が必要である。(1ヶ所の延長を約3kmとすると14本のトンネルが必要になる。) また、浄水場までの導水施設のほか、河川水の取水施設や浄水施設(沈殿処理)、揚水施設が必要となる。</p>	<p>重信川河床地下に貯水池(槽)を建設し、伏流水を貯留する。</p> 
課題	<p>重信川河道下にも止水壁を建設することになるため、地下水の流動に大きな影響を与える。地下ダム上流域においては洪水時には地下水位が上昇し、浸水が発生する可能性が高い。地下ダムの下流域においては、地下水の流動量が減少することにより地下水の塩水化が生じる。地下ダムのせき上げによる貯水量は、20~30万m^3しか見込めない。</p>	<p>トンネル周辺の表流水や下流の地下水などの水収支、また、場合によっては他流域の水収支にも大きな影響を及ぼす可能性がある。(過去約30年間の実績では、石手川ダム流域の降雨のうち、ダムへの流入量が約60%、蒸発散量が約40%であることから、湧水は利用されている水源と考えられる。) 湧水量は、同じ地層であってもトンネル毎にばらつきが大きく、安定的な取水は困難である。</p>	<p>既得水利権の中で新たに水源を開発するため、流水占用許可申請手続きに基づき、関係者の同意を必要とする。洪水時の河川水を貯留する場合は、短期間に送水し、貯留しなければならず大規模な濁水の沈殿池及び送水設備が必要となる。試算の結果、石手川上流で10,000m^3/日を確保する場合、貯水容量は430万m^3必要である。</p>	<p>河床で大規模な構造物を築造する場合、洪水対策のため重信川と同規模の河川をつくってからでないといふことが行えない。河床に構造物を築造すると、河川と平野を遮断することになり、川からの地下水の涵養がされにくくなるなど、水循環に大きな障害が発生する可能性が高い。堆砂や水位が下がった時の浮力の問題などの技術的課題がある。</p>
備考	<p>沖縄県宮古島の事例では、単位延長あたりの事業費は、765万円(昭和61年実績)、松山市の場合、止水壁の延長が8,000mであることから、施設の建設費は約600億円になる。松山平野においては、宮古島と比較して用地費が高額であり、また地下埋設物が多くあることから、総事業費は1,000億円規模になる。</p>	<p>トンネル建設費;延長33km、断面積50m^2(150万円/m)約490億円 導水経費;トンネル1箇所につき10km(10万円/m)約10億円</p>	<p>トンネル建設費;延長43km、断面積100m^2(300万円/m)約1,290億円 導水経費;トンネル1箇所につき10km(10万円/m)約10億円</p>	
安定性の評価	<p style="text-align: center;">×</p> <p>地下水の流動に大きな影響を与えるとともに、洪水時には地下水位上昇による浸水被害、渇水時には下流での塩水化が生じる。</p>	<p style="text-align: center;">×</p> <p>ほとんどが利用されている水のため、周辺の表流水や下流の地下水の水収支に大きな影響を与える。</p>	<p style="text-align: center;">×</p> <p>10,000m^3/日確保するのに43km(トンネル断面積100m^2とした場合)必要となるため、貯水施設との効率が悪い。</p>	<p style="text-align: center;">×</p> <p>周辺の表流水や下流の地下水の水収支に大きな影響を与えることや工事中は治水用重信川と同規模の河川が必要となる。</p>

件名	11.人工降雨	12.海水の淡水化施設の建設
事業概要	<p>降雨を誘発する物質を雲の中に撒くことにより、雲の物理的構造を変化させて降雨あるいは増雨を促す。</p>  <p>① 降水増加の可能性の高い雲 雲水(過冷却水)を豊富に含む降雪が起らない雲 → 適度のシーディング → 効率よく雲水から降雪に変換する</p> <p>② 降雪域を風下に移動可能な雲 大粒の霰(アラレ)を降らせる雪雲 → オーバーシーディング → 霰(アラレ)を雪結晶に変化させて季節風で風下側に吹き飛ばす</p>	<p>海水を淡水化することにより、季節や気象の変動に左右されることなく、年間を通じて上水道水源として安定的に利用する。</p>  <p>プラント候補地点から既設浄水場へ導水し、陸水系浄水と混合を行ない既設配水池に送水する。排水(高濃度塩水)は下水処理水と混合、希釈して海域に放流する。</p>
課題	<p>降雨の確率、降雨量は未知数であり、効果は定量的に測られていない。 気象環境や自然環境に影響を及ぼし、今まで雨が降っていた地域で降らなくなるなど、新たな問題が生じる可能性がある。 降雨誘発物質のうち、ヨウ化銀を含む降雨が人体にどのような影響があるかは、現在まであまり研究されていない。(ヨウ化銀は決して毒性が高いものではないが、粉塵を吸入すると嘔吐、胃痛、下痢等を引き起こす)</p>	<p>ランニングコストの半分を占める動力費(電気料金)が高額であり、これに伴い造水コストも引き上げられる。 取排水の方法やプラントの建設地点と陸水との混合地点、導水ルート等によって事業費やコストに大きな差がある。 膜は使用の有無にかかわらず5年で交換しなければならないことに加え、機械電気設備が多く占めることから施設の耐用年数が短い。</p>
備考	<p>概算事業費 実用段階の手法が確立していないため、確定した事業費は不明である。東京都の実験の場合、1時間あたり約5万円の経費がかかっている。中国の事例では、1回あたり数千万円の経費を投入している。</p>	<p>概算事業費：350億円～400億円 造水コスト；270円～300円/m³ 事業費には用地費及び補償費は含まれていない。 造水コストの算定にあたっては、国庫補助 1/3・稼働率 80%と仮定した。</p>
安定性の評価	×	
	人工降雨となる確率及び降雨量は未知数であり、効果が定量的に測られていない。	季節や気象の変動に左右されることなく、年間を通じて安定的に利用できる。

2. 多用途からの転用

件名	1 3 .西条地区工業用水の一部転用	1 4 - 1 .面河ダム用水の転用（工業用水）	1 4 - 2 .面河ダム用水の転用（農業用水）	1 4 - 3 .面河ダム用水の転用（発電用水）
事業概要	<p>黒瀬ダム用水の一部（工業用水）を転用する。</p>  <p>最大取水量；246,000 m³/日 取水期間；通年</p> <p>一部転用（案） 1日最大取水量；52,000 m³/日 利用ルート；新設導水路または既設導水路一部利用</p>	<p>面河ダム用水の一部（工業用水）を松山市の上水に転用する。</p>  <p>最大取水量；1.29 m³/s 取水期間；通年</p>	<p>面河ダム用水の一部（農業用水）を松山市の上水に転用する。</p>  <p>最大取水量；5.59 m³/s 取水期間；6月6日～10月6日（123日間）</p>	<p>面河ダム用水の一部（発電用水）を松山市の上水に転用する。</p>  <p>発電用水は、通常、農業用水（6/6～10/6 取水）と工業用水（通年取水）のために取水した水を使って発電するものであり、水を消費するものではない。 （従属発電という。）</p> <p>ただし、面河ダムの管理規程では、「全年を通じ、面河ダム容量配分計画の確保水位以上の水は、発電のため、取水利用ができる」とされており、農業用水・工業用水に支障を与えない範囲で、かつ最大毎秒 6.90 m³ 以内において発電に利用ができる。</p>
課題	<p>導水経路が長いこと、ルートを選定によって事業費が変動する可能性がある。 転用する場合には事業者のほか、利水関係者の同意が不可欠である。</p>	<p>水利権水量（最大取水可能量）は 4,068 万 m³ / 年であるが、平均取水量は 3,900 万 m³ / 年前後であり、平成 6 年の渇水時を除き、ほぼ横ばいに推移している。 また、月別にみても、年間を通してほぼ一定量が供給されている。 転用する場合には事業者のほか、利水関係者の同意が不可欠である。</p>	<p>農業用水の利用は各年の天候に左右されるため大きく変化するものの、近年は渇水傾向を反映して導水量は増加傾向にある。特に平成 6 年は導水量が増大した。 転用する場合には事業者のほか、利水関係者の同意が不可欠である。</p>	<p>発電用水としてのみ利用された後の水は、水利権の付されていない公水として中山川に放流されるが、平成 6 年度や平成 14 年度の渇水時には発電のための取水利用実績が無いことや発電用水の現状水量は日々又は年々変動しており、不安定な水源であることから、安定的な取水を必要とする水利権とすることは困難である。</p>
備考	<p>概算事業費：350 億円～420 億円 造水コスト；140 円～160 円/m³ 事業費には用地費及び補償費は含まれていない。 造水コストの算定にあたっては国庫補助 1/3・稼働率 80%と仮定した。</p>			
安定性の評価	<p>×</p> <p>県営西条地区工業用水には将来的にも 79,000 m³/日の未利用水がある。（県水資源対策特別委員会）</p>	<p>×</p> <p>年間給水量の実績は、ほぼ契約水量に近い水量を供給しており、転用できる余水はない。</p>	<p>×</p> <p>道後平野に導水している農業用水には渇水期に転用する余水はなく、また、導水期間もかんがい期間（6月6日～10月6日）のみであるため、恒常水源としては利用できない。</p>	<p>×</p> <p>不安定な水源であり、恒常水源とはならない。</p>