

# 高機能活性炭等 高度浄水処理にの費用 対効果について

---

宮古島地下水研究会

2025年9月27日

水道水に含まれるネオニコチノイド系農薬成分を除去する為に、高機能活性炭処理とオゾン処理を併用した場合と、高機能活性炭浄水処理単独の場合、除去効果に大きな違いはあるか。費用対効果を考えた場合、どちら有効か？

ネオニコチノイド系農薬の除去には高機能活性炭処理が非常に有効ってことがわかってる。特に粒状活性炭や粉末活性炭を使った処理では、除去率が60～98%とかなり高い[1]。一方で、オゾン処理はネオニコチノイド系農薬にはあまり効果がない種類もある。例えば、ニテンピラム以外の6種類はオゾン処理ではほとんど分解されなかったって報告もある[1]。しかし、オゾンと活性炭を組み合わせると、より広範囲の農薬に対応できるっていう利点もある。大阪市の調査では、オゾン+粒状活性炭の併用で農薬類の除去効果が高まったって結果も出てる[2][3]。

**費用対効果を考えると…活性炭単独処理は設備投資が比較的安価で、除去効果も高い。**オゾン併用処理は初期投資や運用コストが高くなるけど、より広範囲の汚染物質に対応可能。だから、**ネオニコチノイド系農薬の除去だけが目的なら、活性炭単独でも十分効果的！**でも、他の有機物や臭気物質も一緒に除去したいなら、オゾンとの併用も検討する価値はある。

【Copilot AI 回答】

水道水に含まれるネオニコチノイド系農薬成分除去能力は、高機能活性炭状浄水処理と逆浸透膜浄水処理を比較するとどちらが高いか。費用対効果はどうか？【Copilot AI 回答】

### 【除去能力の比較】

1. 高機能活性炭処理：粉末活性炭や粒状活性炭を使うことで、ネオニコチノイド系農薬の除去率は60～98%と非常に高い。特に粉末活性炭は、処理時間や注入量によって除去率が向上する。実際に水道水からネオニコチノイドが検出されなかった事例もある。
2. 逆浸透膜処理：ネオニコチノイドは水溶性が高いため、逆浸透膜でも90～95%の除去が期待できるとされている。ただし、実証データは少なく、理論的な推定が中心。

### 【費用対効果の比較】

1. 高機能活性炭処理：初期投資は高め（例：沖縄県北谷浄水場で約16億円）だけど、長期的には交換頻度が減ることでコスト削減が期待されてる。施設の規模に応じて費用は変動するけど、人口規模に合わせた推定では数億円程度。
2. 逆浸透膜処理：家庭用では導入しやすいけど、大規模浄水場での導入はコストが高く、維持管理も複雑。活性炭処理に比べてランニングコストが高くなる可能性もある。

つまり、公共の浄水施設では高機能活性炭処理が費用対効果に優れ、除去性能も実証されている。逆浸透膜は家庭用としては有効だけど、大規模にはちょっとコストがかさむかも。

# 活性炭と活性炭処理

## 活性炭処理

活性炭とは？

- ◆木炭、石炭、骨、ヤシ殻などを900℃ほどの高温で蒸焼きにして作った**多孔質の炭**である。
- ◆内部に **$10^{-8} \sim 10^{-10} \text{m}$ 程度のマイクロ細孔**を無数に有している。
- ◆この細孔が無数にあることにより表面積が非常に大きくなり通常活性炭は**1gあたり700～1400 $\text{m}^2$ の表面積**を有している。
- ◆活性炭による不純物除去の機構は**吸着**で、 **$10^{-8} \text{m}$ (10nm)程度の細孔**に入った**低分子成分が除去される**。
- ◆利用の用途は水処理をはじめとして空気をはじめとする気体の浄化などにも使われ、最近では家庭用製品にも幅広く用いられている。
- ◆家庭用浄水器のほとんどは活性炭を利用しているし、家庭用空気清浄機も活性炭が利用され始めている。

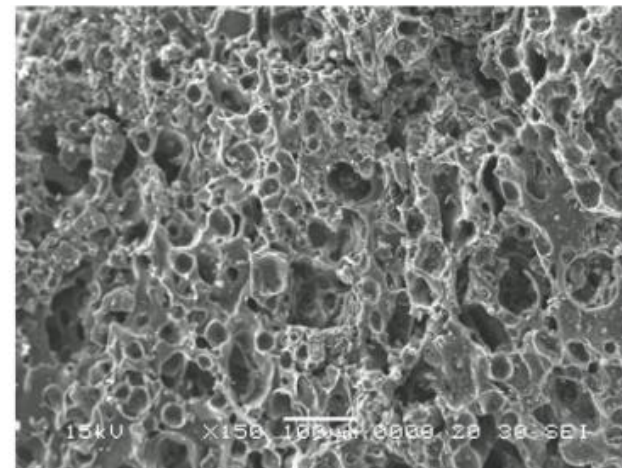
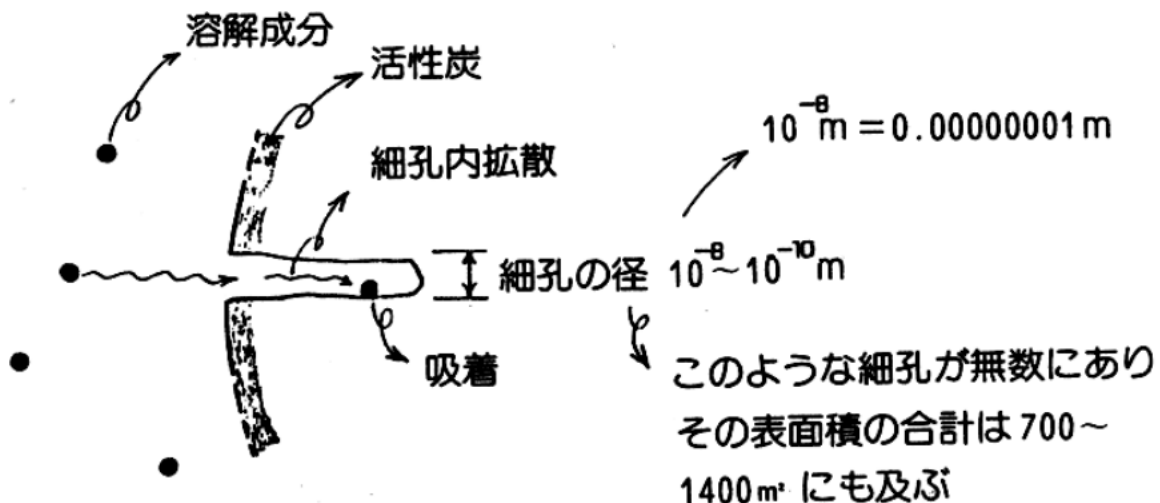


図1 活性炭の電子顕微鏡画像

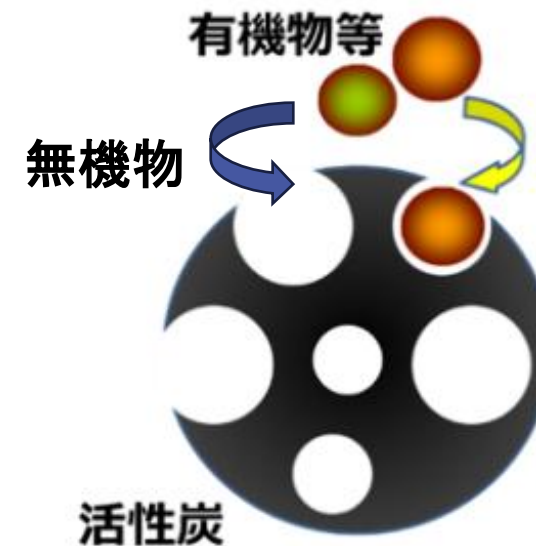
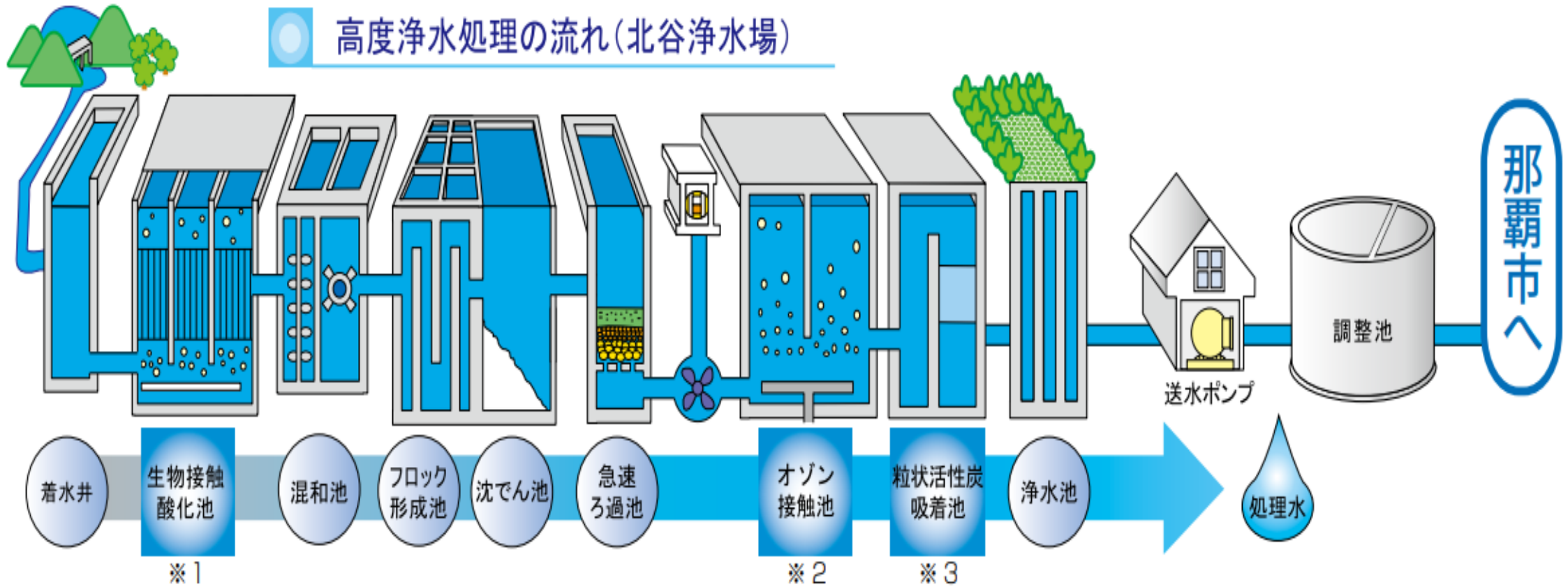


図2 活性炭への有機物の吸着のイメージ図

# 活性炭による高度浄水処理の種類と特徴

種類	浄水処理フロー	特徴
粉末活性炭 処理方式	通常の浄水処理の前段で粉末活性炭処理を行う	臭気物質やトリハロメタン前駆物質の除去に有効。 施設内のコストは抑えられるが、1回使用ごとに廃棄処分が必要でランニングコストがかさむ。 多量の注入が必要な場合は、後段の濾過池から漏洩する可能性がある。
粒状活性炭 処理方式	通常の浄水処理に後段で粒状活性炭処理（主に活性炭の吸着作用を利用）を行う	異臭味、色度、有機物等通常の浄化処理では除去しにくい物質を活性炭の吸着能によって除去。 活性炭への負荷が大きくなり活性炭の寿命は、相対的に短い。 原水水質が比較的良好な浄水場で、導入されることが多い。 従来の浄水処理フローの後段に活性炭接触池の設置で済み建設コストは比較的安価。
生物活性炭 処理方式	通常の浄水処理の間で粒状活性炭処理（活性炭層内の微生物による有機物等の分解作用と活性炭の吸着作用を利用）	塩素を注入しない事から、層内に繁殖する微生物の分解やアンモニアの硝化作用及び活性炭の吸着作用があり、吸着の持続効果が期待できるが、活性炭の寿命は相対的に短くなる。 主な追加施設は活性炭接触池のみで比較的安価であるが、連結管や中間ポンプの設置等既存施設の改造が必要となる。

# 沖縄県北谷浄水場の高機能粒状活性炭 処理による高度浄水処理



# 高機能活性炭処理施設の設置費用 (北谷浄水場の例:総額約16億円)

項目	内容	概算費用の目安
活性炭吸着池の設計・建設	高機能粒状活性炭を使った吸着池の新設	約8～10億円
既存施設の改修	連結管や中間ポンプの設置など	約2～3億円
活性炭の初期導入	高性能な粒状活性炭の購入	約1～2億円
計測・監視機器	PFASや農薬成分の検出用センサーなど	約1億円前後
その他（設計・工事管理費など）	技術者の設計費、工事管理費など	約1億円

# 沖縄県企業局によるPFAS対策

## 1. PFOS等吸着に適した活性炭の調査（実証試験：株式会社日水コン）

令和2年度： 粒状活性炭処理における有機フッ素化合物の除去性能評価（Ⅱ）

直接注入法による有機フッ素化合物の一斉分析方法の検討及び妥当性評価

令和3年度：直接注入法における長鎖有機フッ素化合物の前処理方法の検討

## 2. 高機能粒状活性炭浄水処理設備総事業費 16億円（約7割防衛省補助）

沖縄県企業局による、有機フッ素化合物を除去に特化した北谷浄水場の設備改良事業総工費16億円。

3分の2（約10億6千万円）は防衛省の補助金で賄い、残りは水道料金を財源とする県企業局の予算から捻出する。設備改良事業は2019～23年度の5年計画。高機能の粒状活性炭吸着池

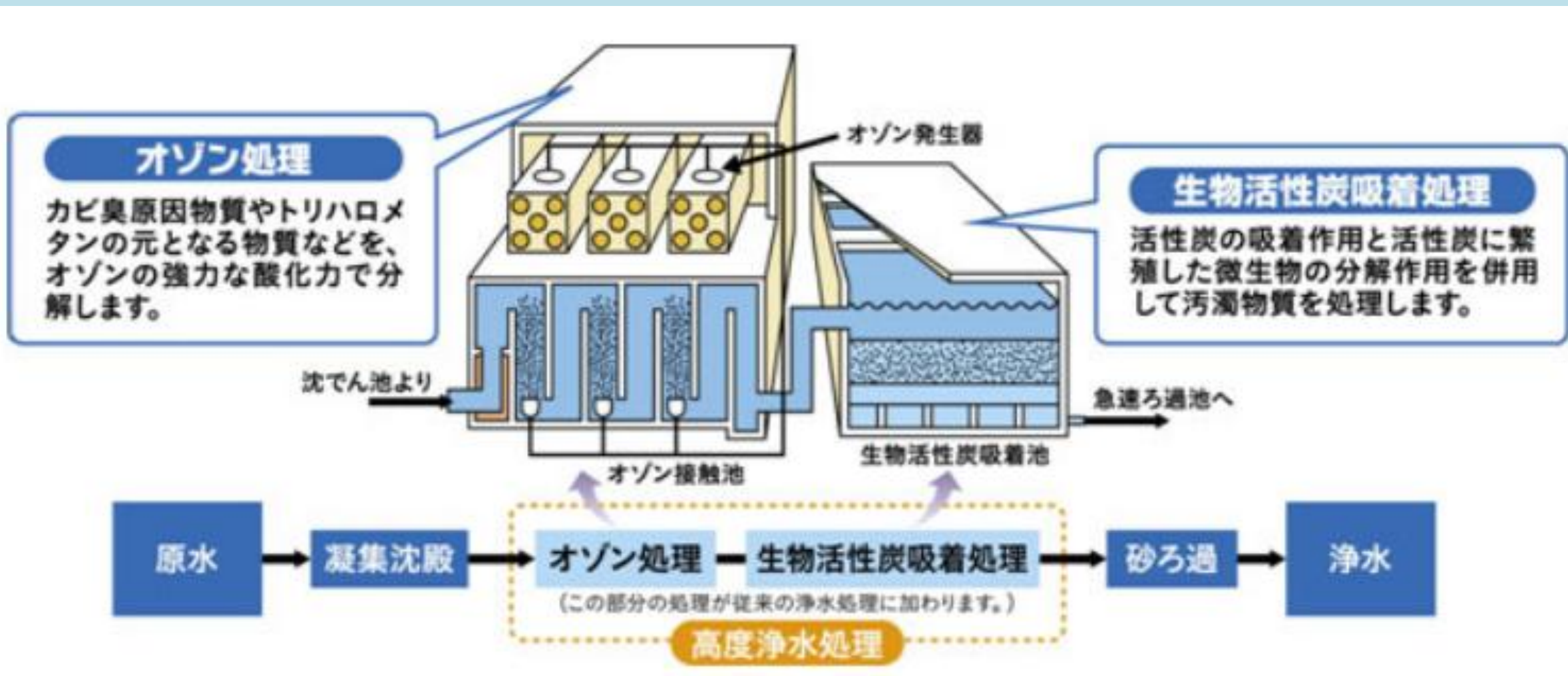
（吸着池）を設計した上で、現行の吸着池16池を、毎年4池ずつ最新のものへと取り換えていく。

初期投資額は増えるが、高機能化により交換頻度が抑えられるため、長期的には費用削減が期待

できる。PFASの値を低減させる対策として、活性炭の入れ替えを8年に1回としていたが、

昨年度から4年に1回へ変更。

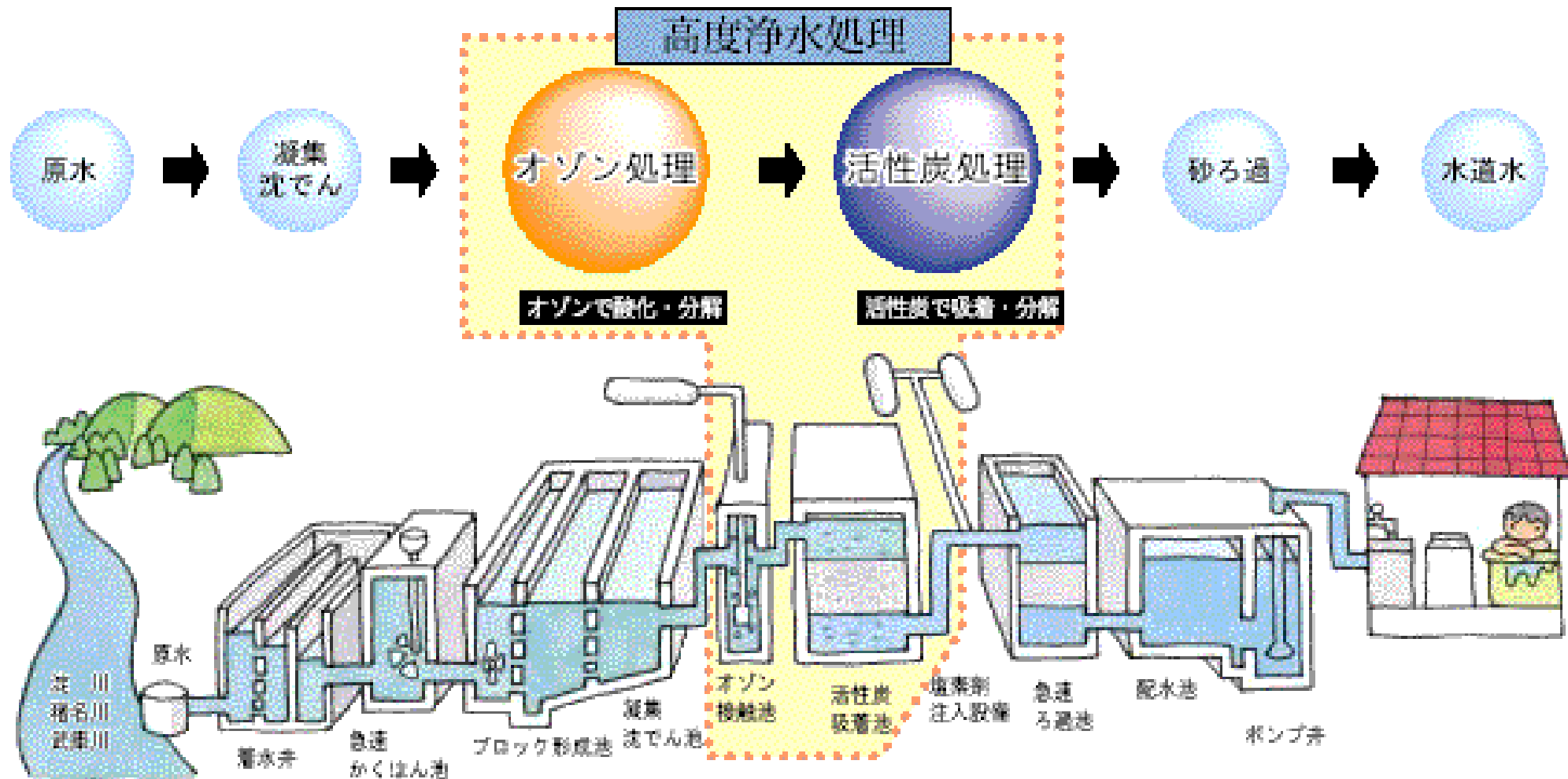
# 東京都の高度浄水処理： オゾン処理＋生物活性炭吸着処理



# 東京都水道局での生物活性炭処理（BAC）について 【Copilot AI 回答】

水道事業での高機能活性炭処理（粒状活性炭処理）のコストについて、東京都水道局の事例が参考になる。例えば、生物活性炭処理（**BAC**）では、東京都では年間約**20億円**の更新費用がかかっているって報告がある。これは**206池分**の活性炭を**4年ごと**に更新しているからである。ただし、これは大規模な都市の例だから、地方の小規模な浄水場ではもっとコストが抑えられる可能性もある。粒状活性炭の層厚を**10%減らす**ことで、処理性能を維持しつつコスト削減できるっていう調査結果もある。

# 伊丹市の高度浄水処理施設



伊丹市の高度浄水処理施設整備の目的は、カルキ臭やカビ、トリハロメタンの除去である。実働迄10年間は、理解できる。  
宮古島市では既に、ネオニコ系農薬による複合汚染が生じており、健康影響が出現している可能性も高く、1日でも早い整備が必要！

## 市議会経済工務委員会が視察した伊丹市の例

伊丹市が高度浄水処理施設を10年間かけて整備した理由は、「より安全でより良質な水道水」を市民に届けるため。具体的には、千僧浄水場にオゾン処理と粒状活性炭処理を加えた高度浄水処理施設を整備して、平成17年（2005年）11月から運用を開始。これによって…

- カビ臭やカルキ臭の除去
- トリハロメタンの大幅な減少
- クリプトスポリジウム原虫や環境ホルモンへの対応

など、従来の処理では難しかった問題にも対応できるようになった

伊丹市（人口19万4782人）の高度浄水処理施設整備・維持費用

【整備費用：70.6億円】

①オゾン処理13.3億円＋活性炭処理22.3億円

②沈殿池改造＋充電施設整備35億円

【維持費用：8000万円】

①活性炭交換年間費用（6年毎交換）3200万円

②動力日 2000万円

③施設維持管理費2800万円

【水道料金は整備後310円値上げ】

水道料金：2126円から2436円と310円増加。

市民の85%が値上げを理解

人口5万5千人の宮古島市の2か所の浄水場に高機能活性炭浄水処理施設整備する際の、設置費用は？活性炭の交換や動力代など年間維持費用はどのくらいか？

---

宮古島市は、費用対効果から高機能粒状活性炭処理単独で実施。  
北谷浄水場を参考にすると、施設設備費は約3億～7億円と推定

1. 約45万の県民への水道水を供給する北谷浄水場でのPFAS除去のための高機能活性炭処理設備導入総工費約16億円

1 6機設置で1機当たり1億円。単純に人口比で浄水規模を比較すると宮古島市市民5万6千人で8分の1の規模となり、袖山浄水場2機、加治道浄水場1機設置で約3億円と推定

2. 水道事業の費用対効果分析マニュアル（6）によれば対象人口

20万人での活性炭処理施設（耐用年数40年）事業費は、

24億9,800万円と推計。ちなみに宮古島市での設置費用は、人口

規模に当てはめると約6億8千万円と推定。

伊丹市（給水人口約20万人）の活性炭浄水処理単独の場合の設置費用を参考にした場合、人口約1/4の宮古島市では、6億8千万円と推定

活性炭浄水処理施設整備費用：オゾン処理は省くので充電施設整備は除く）

①活性炭処理単独費用：22億3000万円

②沈殿池改造単独費用：不明（AI回答：数億円）

伊丹市でも、水道事業の費用体効果分析マニュアル（6）の対象人口20万人での活性炭処理施設（耐用年数40年）事業費は推計24億9,800万円とほぼ合致するのではないか。

北谷浄水場を参考にすると、宮古島市2浄水場での活性炭交換に要する年間費用は、6563万円と推定される。

PFAS対策の活性炭交換、年3億5000万円…沖縄県の浄水場費用抑制には発生源の調査・除去が必要：琉球新報2022年12月22日  
活性炭にはPFASを吸着する能力があり、毎年4機ずつ、新しい活性炭に取り換えている。工事費は2021年度から23年度までは防衛省が約7割を補助するが、以降は決まっていない。活性炭の入れ替えを4年に1回へ変更。活性炭1機当たりの交換費用は、8750万円となる。

宮古島市の浄水場配水能力を、北谷浄水場の約八分の1とすると活性炭池は2つの浄水場に於いて、規模から袖山2機、加治道1機、合計3機必要。  
4年に1機ずつ交換すると袖山浄水場4年間の交換費用は1億7500万円、年間4375万円と推定される。加治道水源は、交換費用は4年間で8750万円、年間2188万円と推定。

# 伊丹市を参考にすると宮古島市の活性炭 処理維持費用は、約2200万円と推定

【伊丹市年間維持費用：8000万円】

①活性炭交換年間費用（6年毎交換） 3200万円

②動力費 2000万円

③施設維持管理費2800万円

北谷浄水場は活性炭を4年以1回交換

伊丹市は6年に1回交換

## 嘉数市長が心配する高機能活性炭浄水処理施設整備や維持費用による水道料金の値上がりについて

伊丹市では、高度浄水処理施設整備の為、水道料金が上がることに85%の市民が納得している。宮古島市では既に、全市民の10%に当たる6千人以上が、高機能活性炭浄水処理施設整備を要望している。伊丹市では整備により、水道料金が、310円増加宮古島市の規模だと90円未満の増加に納まるのではないか。

# 自閉症スペクトラム障害等発達障害の生涯コスト

## 欧米では1.5億～2.4億円

親子ともに心理的・精神的負担が最も大きいですが、数字で示せる生涯の医療福祉費用負担の目安として示した。

英国の研究 (Buescher et al., 2014) や米国の研究では、

知的障害を伴うASDの場合、生涯コストは約2.4億円、

知的障害を伴わない場合でも約1.5億円と推定されています

この金額には、医療費、教育費、介護費、就労支援、家族の逸失所得などが含まれます。

日本では、制度により自己負担が軽減される仕組みがあります。

1. 自立支援医療制度：精神通院医療が1割負担に
2. 障害年金・特別児童扶養手当：生活費の補助
3. 障害者手帳による税控除・公共料金割引
4. 福祉サービスの月額上限設定：所得に応じて負担額が制限される。

# 日本での発達障害で推定される生涯・年間費用額 (AI:Capilot回答) 年間費用額は約130万～400万円

費用項目	内容例	生涯推定金額	年間費用額
医療費・療育費	通院・投薬・心理支援・療育	約1000万～2,000万円	約20万～50万円
教育関連費	特別支援教育・塾・私立校教材等	約1,000万～2,500万円	約30万～100万円
生活支援費	通所・入所施設、ヘルパー福祉サービス等	約3,000万～5,000万円	約50万～150万円
家族の損失所得	介護・付き添いによる就労制限	約2,000万～3,000万円	30万～100万円
合計（推定）		約7,000万～1億2,000万円	約130万～400万円

日本では公的支援によって費用の一部が軽減されるものの、家族の経済的・時間的負担は依然として大きいのが現状です。

# 高度肥満児が将来2型糖尿病を発症すると 年間医療費が1億6千万円～4億8千万円と予測

- 2型糖尿病患者の年間平均医療費は、約25万円（医療経済研究機構）。
- 宮古島市の令和元年度糖尿病年間医療費は2億3450万円
- 令和元年5月診療分レセプトによれば、1484人の糖尿病患者が受療。  
（宮古島市第2期保険事業 実施計画中間評価：令和3年）。

- 小学校児童生徒の19% 小学校児童生徒の5人に1人が、高度肥満児！

将来2型糖尿病を発症すると年間医療費1億6250万円増加！

更に脂質異常症、高血圧を合併し、虚血性心疾患を発症すると数億単位の増加！

- 透析導入患者では年間400万～600万円に達するケースもある。
- 福祉費用は介護保険制度により1～3割負担ですが、要介護度が高い場合は年間数十万円の自己負担が発生します。

# 子供たちの健康影響と費用対効果を重視すべき！

宮古島市は、袖山浄水場の硬度低減化施設の機器4機を更新し、2024年度までに順次入れ替え、事業費は22億6500万円。従来、原水の硬度はカルシウム、マグネシウムの含量が多く国の水質基準300mg/Lに迫っていました。市販されているフランス産ミネラルウォーター“エビアン”と同程度です。豊富なミネラルが心血管系の健康をサポートする利点からEUや米国では硬度の基準はありません。宮古島市では硬度低減化により100程度に保たれています。国が定める「おいしい水」の硬度要件は、10～100mg/Lです。全国の大部分が、硬度100以下の軟水で、味に勝るとされています。しかし味覚には個人差があります。やかんなどに石灰が付着したり、お茶やコーヒーがおいしくないとの苦情があったとしても、硬水も軟水も普通に飲んでいれば、硬度差による健康影響はありません。

**硬度低減よりも化学農薬やPFAS等の環境化学物質や鉛などの重金属除去の為の高機能活性炭処理の方が子供たちへの健康影響を少しでも少なくする観点から、はるかに優先度が高く、長期的コストパフォーマンスも高い！！**

嘉数市長は「4年間の任期内に高機能活性炭浄水施設を整備する。しかし設備費用20億円、維持費用も相当かかり、水道料金増加につながる可能性があり、シンポジウム等を開催し、市民の理解のもとに整備を進める。」と6月議会で答弁した。地下水研究会は、実証試験を含めて2年内の整備を要望してきた。その理由は、水道水で検出されているネオニコチノイド、特にクロチアニジン胎児期暴露により、既に発達障害や高度肥満児の急増という健康被害が生じていると考えているからです。

施設整備が完了するまでの間、公共教育機関の飲用となる水道水への活性炭含有家庭用浄水器整備の全額補助を検討すべきです。

わずか数か月と短期間で6500筆余の市民の署名を添えた高機能活性炭浄水処理施設整備の請願を提出しています。民意は既に、示されています。

整備・維持費用に関しては、子供達の未来と健康を守るという強い意志があれば、捻出できるはずで

1. 宮古島市に住む自衛隊隊員の子供達も、同様な健康危機に晒されています。例えば整備費用22億円の高度低減化装置と同様、沖縄防衛局に対し防衛施設周辺整備交付金の活用を依頼すべきです。
2. 沖縄県の糸数保健医療部長は、宮古島市から水道施設の整備に対する支援の要望があった際は、沖縄簡易水道等施設整備費国庫補助金等10億円を活用した支援について検討する考えを示している。
3. 市は、PFAS除去に関する国庫補助金はないと回答している。しかし、厚労省の「水道水源開発等施設整備の国庫補助によれば、交付の対象として、高度浄水処理等を整備と明記されている。生物処理、オゾン処理及び活性炭処理を用いる高度浄水施設の補助対象事業費は、水道法第5条に規定する施設基準に準拠して算定される標準的費用とする。補助率は4分の1としている。

## 4. 水道水源開発等施設整備費国庫補助金の活用

国土交通省水管理・国土保全局長 令和7年4月1日

地方公共団体が行う水道事業に、活性炭処理を含む高度浄水処理が交付対象に入っており1億円以上の事業が対象。離島振興対策実施地域として指定された事業にあっては1/2を補助する。

**早急に、沖縄県知事に整備の為の国庫補助の要請を実施すべきです。**

宮古島市では2か月という短期間で全人口の約10%が、高機能活性炭浄水処理施設整備を要望している。子供達の将来の健康被害費用と100円台の水道料金値上がりを秤にかけた場合、設置に反対する市民は、ごく少数と考えます。伊丹市のように85%の市民が水道料金増加を納得しているデータを、市はどのようにしていつまでに公表するのでしょうか。民意は既に、出ています。早急な整備が、市民の要望です。

水俣病を教訓に！ 予防原則に基づく早期対策こそが  
「命の水を守り、子供たちの健康を守る」為に必要！

1. 子や孫そしてひ孫への健康影響を少しでも少なくするため、袖山、加治道浄水場に高機能粒状活性炭浄水処理等高度浄水処理施設をこの2年間をめどに整備しこれらの農薬成分の及ぼす子供達への健康影響を最小化すべきです。
2. 高度浄水処理施設整備完了まで、水道水で検出されているクロチアニジン（ダントツ）、ジノテフラン（スタークル）、PFASが除去可能な浄水器を、幼稚園やこども園、小中学校や小さな子供達のいる家庭へ市の補助により設置すべきです。

# 参考文献

1. 松井佳彦（北海道大学）「飲料水の水質リスク管理に関する総合的研究」  
平成21年度総括・分担報告書
2. 藪内宣宏 「要検討農薬及びその他の農薬類の高度浄水処理性」
3. 直井啓 「ネオニコチノイド系農薬の水環境中における存在実態と浄水処理性評価」  
工学総合研究所報 NO39 2011
4. 鎌田素之 「水の安全 水の安心を科学する」  
横浜市立大学エクステンション講座2015/10/15
5. 「アンケート調査に基づく我が国の高度浄水処理の現状」厚生労働省
6. 水道事業の費用対効果マニュアル 第IV編 算定事例  
平成19年 厚生労働省健康局水道課