

宮古島地下水研究会勉強会ズームミーティング

# 高機能活性炭浄水処理施設 の費用対効果

2026年9月27日

宮古島地下水研究会 友利直樹（医学博士）

# ネオニコチノイド系農薬もフィプロニルも 健康障害を引き起こす大きな脅威！

## ネオニコチノイド系農薬などによる健康影響

1. 発達神経毒性による発達障害の発症リスクの可能性

2. 内分泌かく乱作用による発育・生殖への悪影響

3. 腸内細菌多様性の低下:免疫の暴走うつ病、発達障害、1型糖尿病発症リスクの可能性

4. 肥満・メタボリック症候群・糖尿病発症リスクの可能性

5. パーキンソン病・認知症発症リスクの可能性

6. 慢性腎臓病発症リスクの可能性

## フィプロニルの健康リスク

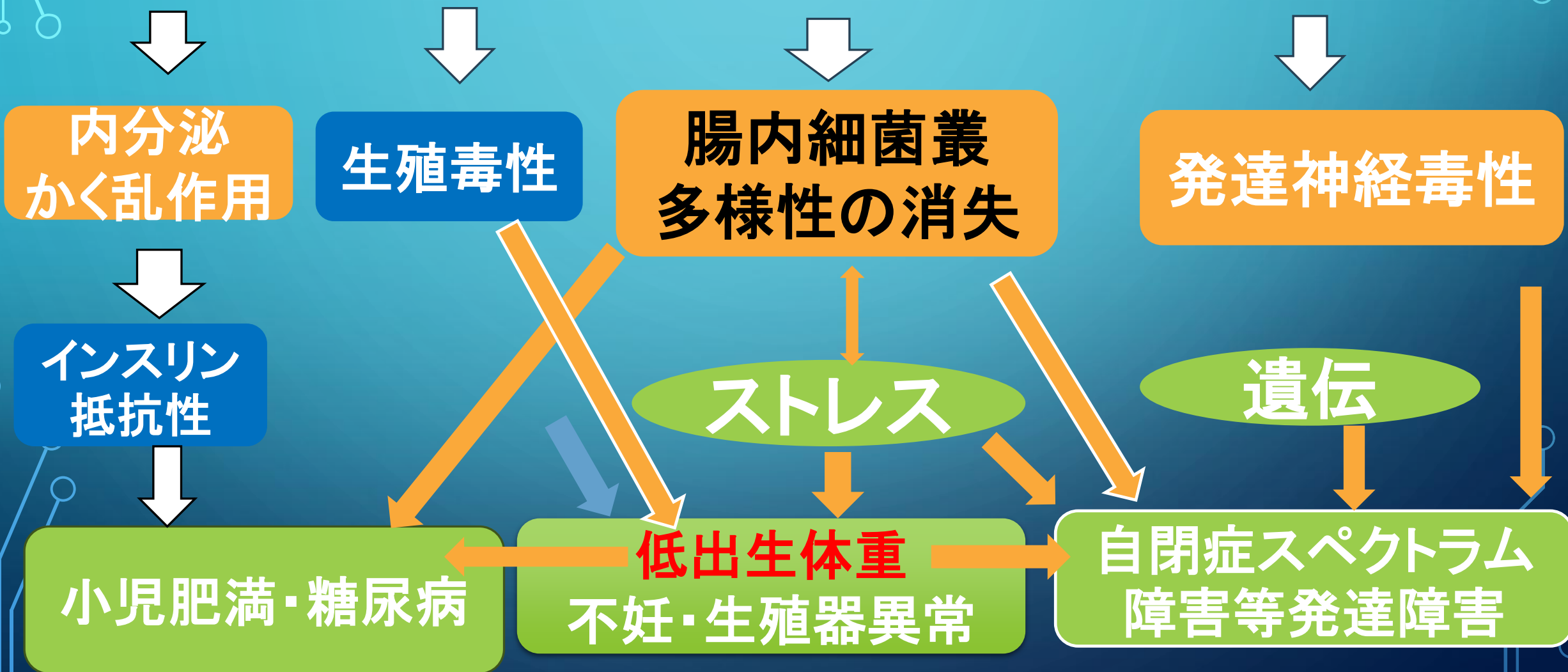
発がん可能性物質  
甲状腺がん

内分泌かく乱作用  
甲状腺機能異常

生殖毒性・神経毒性

肝毒性

# ネオニコチノイド系農薬等への胎児期・乳幼児期暴露



# 【ネオニコ暴露による一つ目の健康影響】

宮古島市の発達障害（自閉症・情緒障害）

児童生徒数急増！

沖縄県学校基本調査報告書（学校基本統計）

[https://www.pref.okinawa.jp/toukeika/school/school\\_index.html](https://www.pref.okinawa.jp/toukeika/school/school_index.html)

**発達障害児が8年間で44倍増加！**

**県平均の5倍！全国平均の20倍！**

**ネオニコチノイド系農薬暴露による健康**

**影響が最も疑わしい！ 早急に対策を！**

# 発達障害（自閉症・情緒障害）児童生徒数急増と ネオニコチノイド系農薬年間供給量増加が相関！ 農薬暴露による発達障害は、既に出現している！

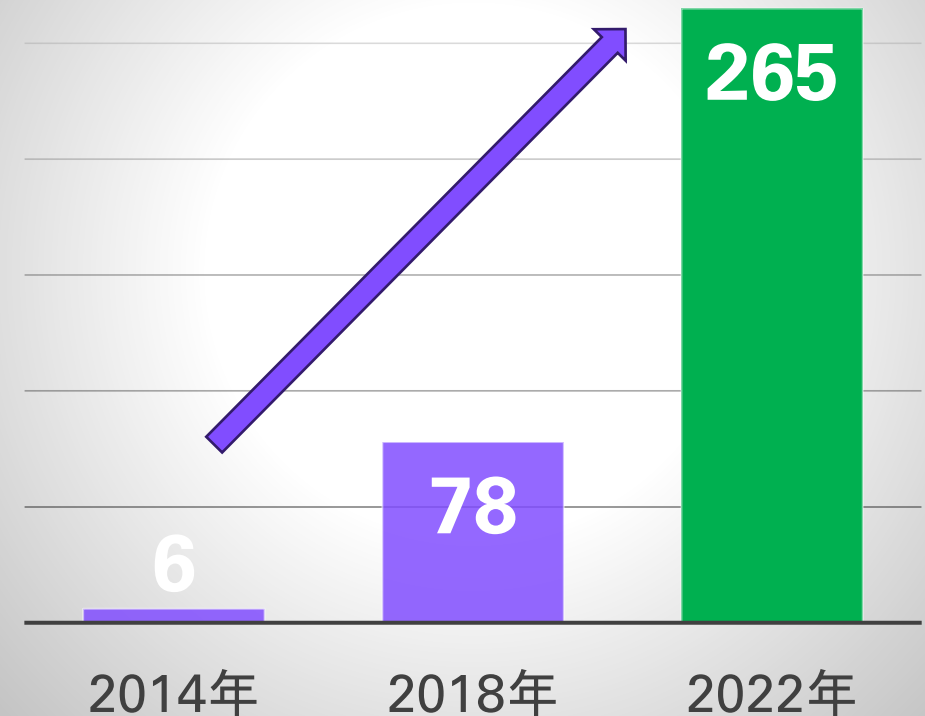
ネオニコチノイド系農薬  
年間供給量

クロチアニジン年間供給量15トン

JA おきなわ宮古地区事業本部資料



発達障害児童生徒数（人）  
沖縄県学校基本調査報告書（学校基本統計）



**【ネオニコ暴露による2つ目の健康影響】**  
**宮古の小学生の肥満児・高度肥満児が急増！！**  
**小学校男児の20人に1人が高度肥満！！**

**ネオニコチノイド系農薬の供給量増加と相関！**

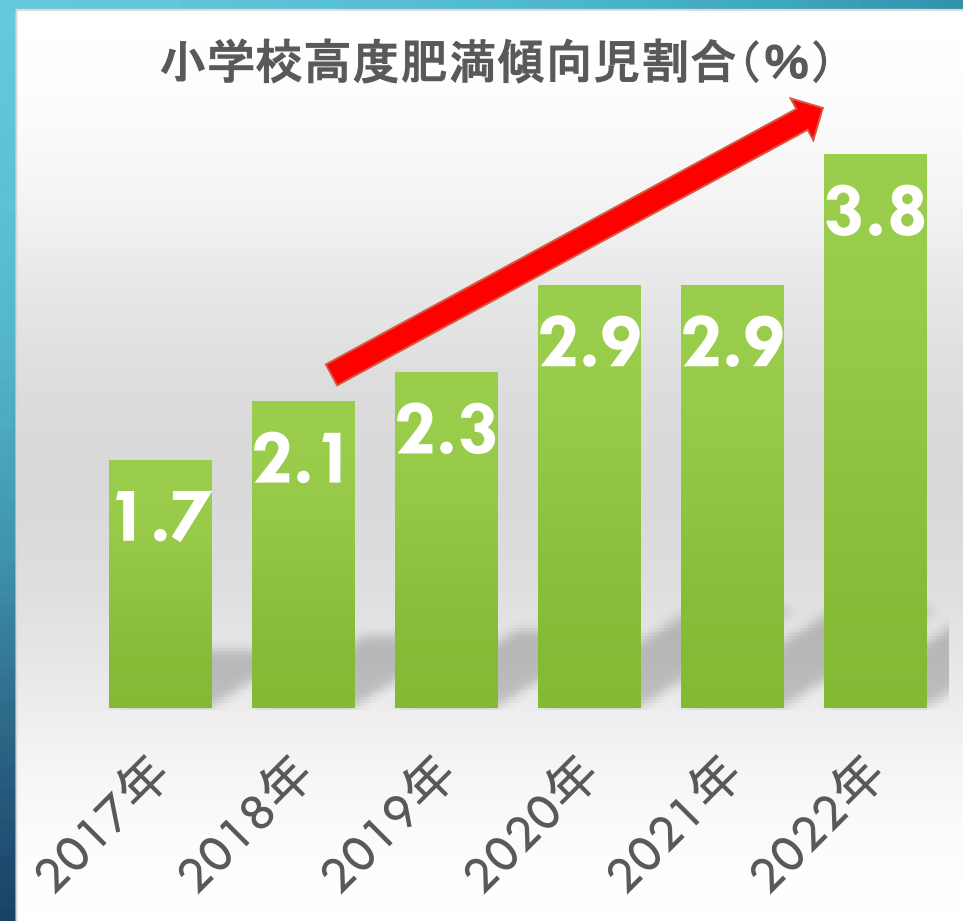
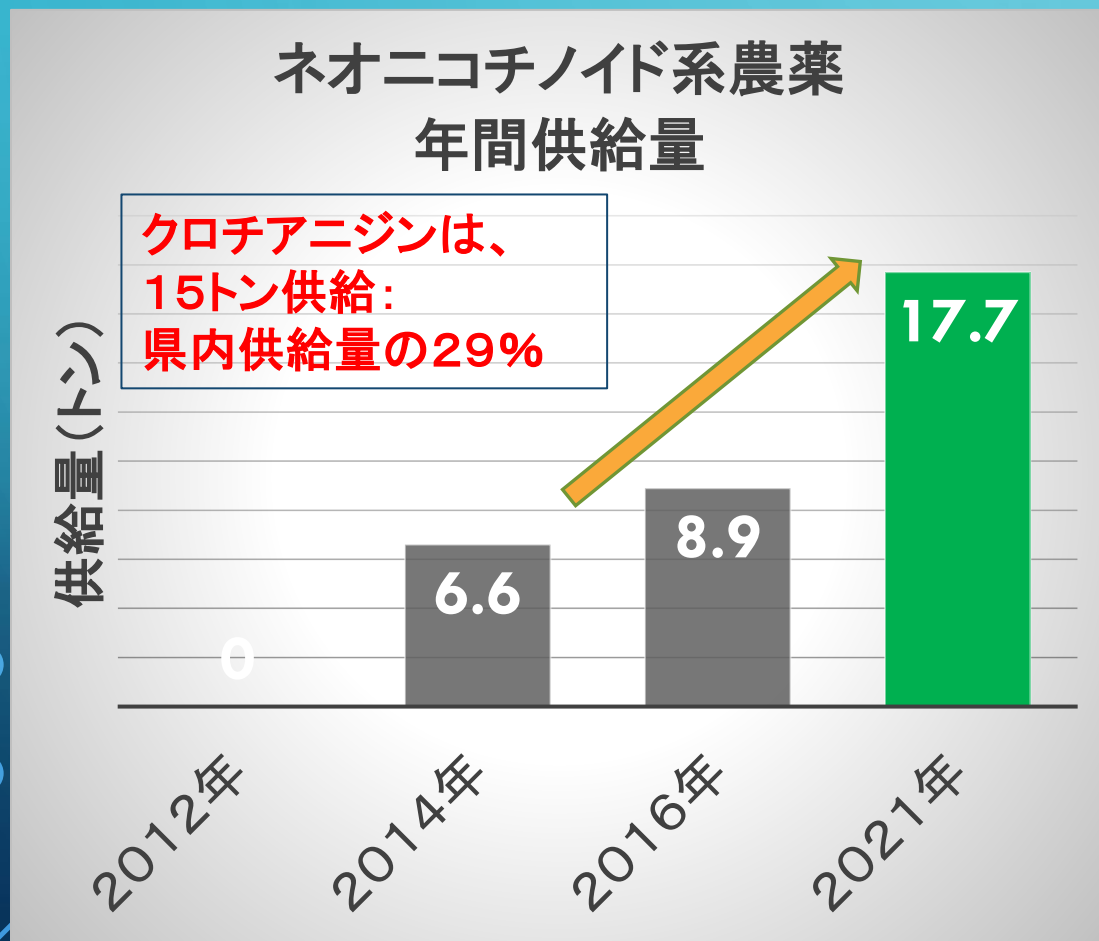
**ネオニコチノイド胎児期及び乳幼児期暴露による内分泌かく乱作用・腸内細菌叢の乱れによる影響の可能性！**

**参考資料：全国・沖縄県・宮古島市学校保健統計調査報告書  
(2017年～2022年)**

# 腸内細菌叢攪乱作用を有するネオニコチノイド系農薬の供給量増加と高度肥満児増加は相関！強力な状況証拠！

：JA おきなわ宮古地区事業本部資料

全国・沖縄県・宮古島市学校保健統計調査報告書



# 【ネオニコ暴露による3つ目の健康影響】

## 低出生体重児増加

ニコチン胎児期暴露と同様、  
ニコチン類似物質ネオニコチノイド系農薬  
暴露でも、低出生体重児増加の可能性

宮古島市では、発達障害や高度肥満児が  
急増しており、水道水中ネオニコ胎児期暴露  
が低出生体重児増加と関連しているのでは！？

【ネオニコ暴露による4番目の健康影響の可能性】

宮古島市の出生数急減

県下で最も減少率が高い！ 原因は？

既存の原因に加え複数の化学農薬等

環境化学物質暴露による生殖障害の可能性！

消滅可能性自治体へのカウントダウン！

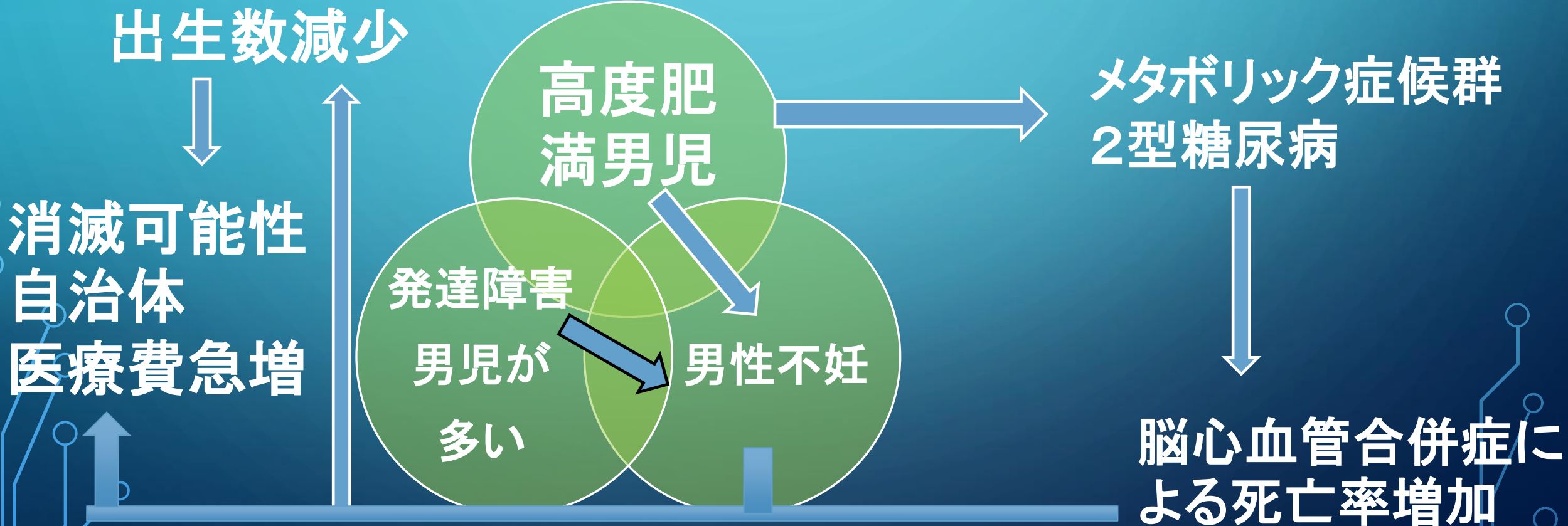
出生数減少の原因究明の為、医学的アプローチが必要！

沖縄県人口動態調査報告書

宮古島市の子供たちは、  
ネオニコチノイド系農薬暴露に  
よる発達障害や高度肥満そして  
生殖障害等 動物実験結果を  
再現するという悲劇的状況！

# 将来、発達障害と男性不妊そして高度肥満・糖尿病の オーバーラップの可能性！ (MIYAKOJIMA SYNDROME)

水道水に含まれるネオニコチノイド胎児期・乳幼児期暴露



宮古島市の発達障害児や高度肥満児の急増は、従来から示されている要因で説明できるのか？

あらゆる可能性を考える中で、状況証拠が揃っており、水道水に含まれるネオニコチノイド系農薬胎児暴露による発達神経毒性影響や胎児期・小児期暴露により生じる腸内細菌叢多様性低下による発達障害発症増加及び症状悪化や男児の高度肥満児増加を最優先に考慮すべきではないか！

水道水源原水・水道水に含まれるネオニコチノイドや  
フィブロンル等浸透性農薬成分を、このまま放置して  
いいの？

**NO!!**

子や孫そしてひ孫たちへの健康影響を  
防ぐ為に、高度浄水処理が必要！  
その切り札が高機能活性炭浄水処理！

# 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 **$10^{-8} \sim 10^{-10} \text{m}$ 程度のミクロ細孔**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。

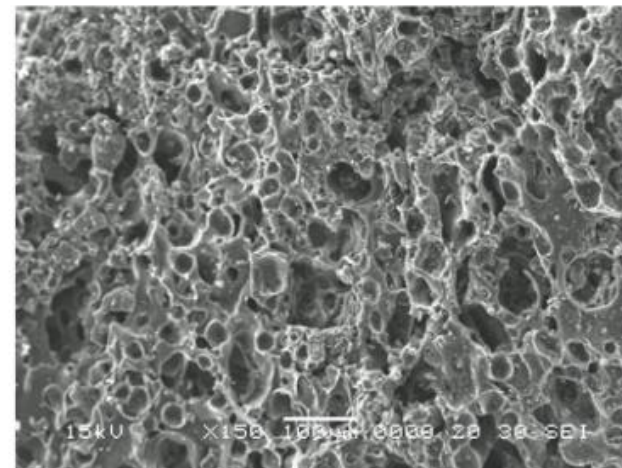
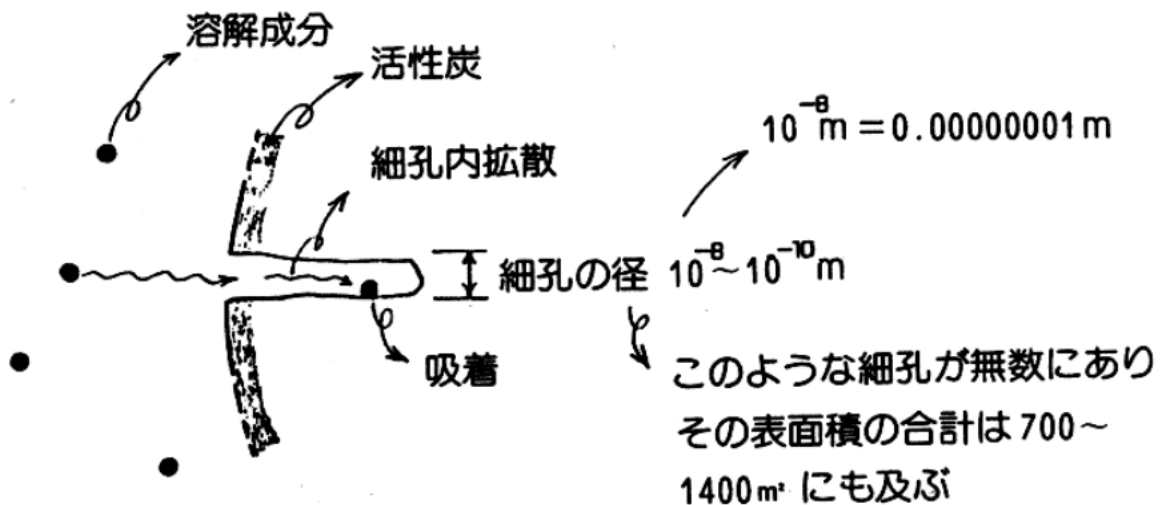


図1 活性炭の電子顕微鏡画像

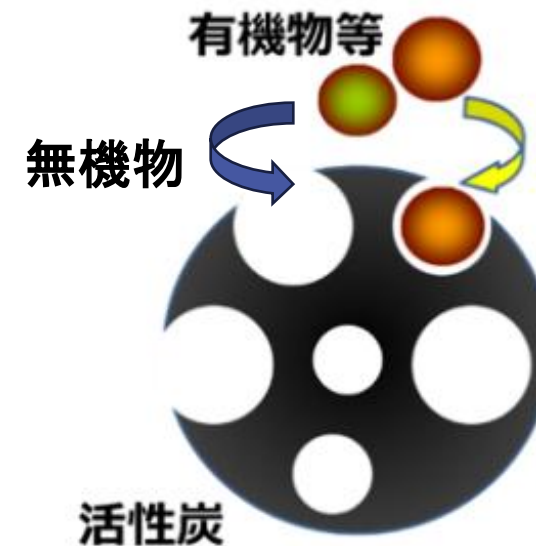
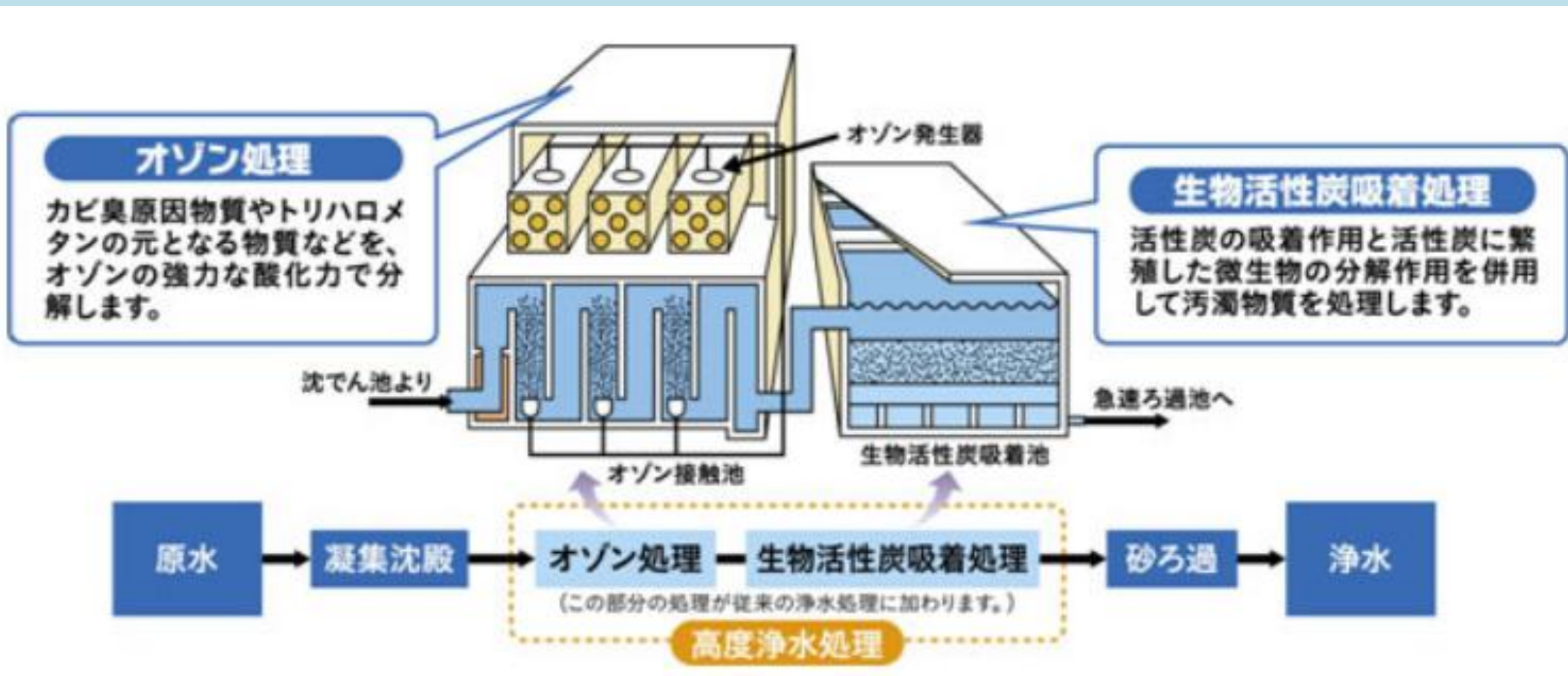


図2 活性炭への有機物の吸着のイメージ図

# 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。

# 東京都の高度浄水処理： オゾン処理＋生物活性炭吸着処理



# 阪神水道企業団でのオゾンと粒状活性炭処理を取り入れた高度浄水処理

## ①着水井

淀川から取水された原水が最初に到着するところです。ここから浄水処理が始まります。

## ②凝集沈澱

薬品(硫酸アルミニウム)を入れて、水中に混じっている細かな砂や濁りを小さな固まりにして沈めます。

## ③オゾン処理

オゾンにより水中のかび臭や有機物を分解します。

## ④活性炭処理

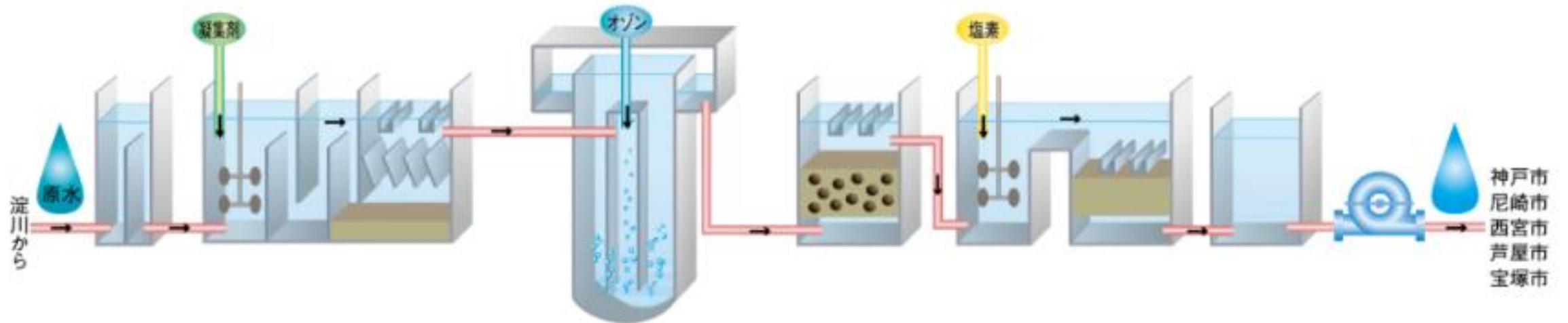
粒状活性炭層に水を通して、かび臭や有機物質などを取り除きます。

## ⑤ろ過

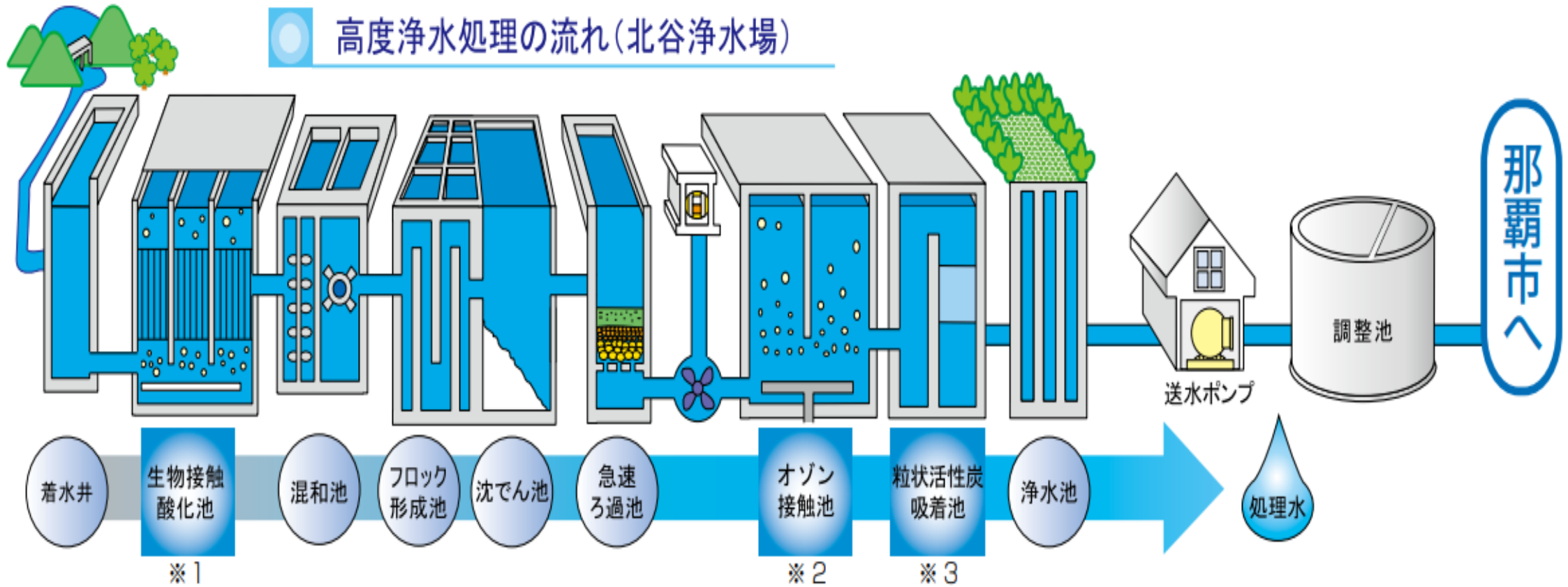
浄水処理の最終仕上げとして、水中に残っている細かな粒子等を除去し、きれいな水にします。

## ⑥浄水池

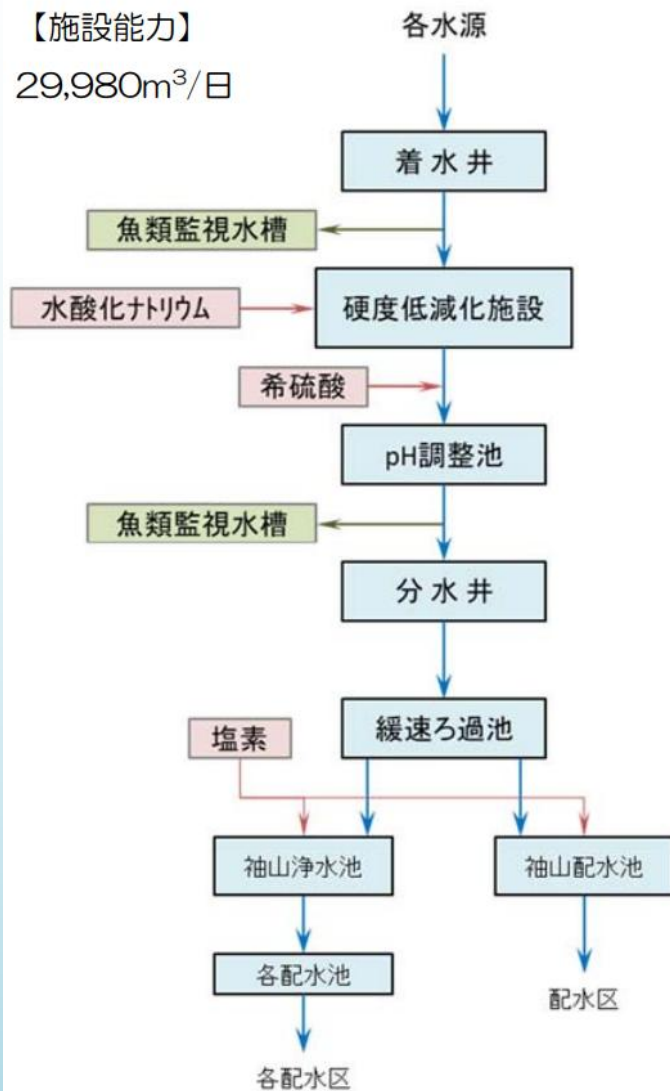
浄水処理された水道水を一旦ここで貯留し、各市へ送り出します。



# 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



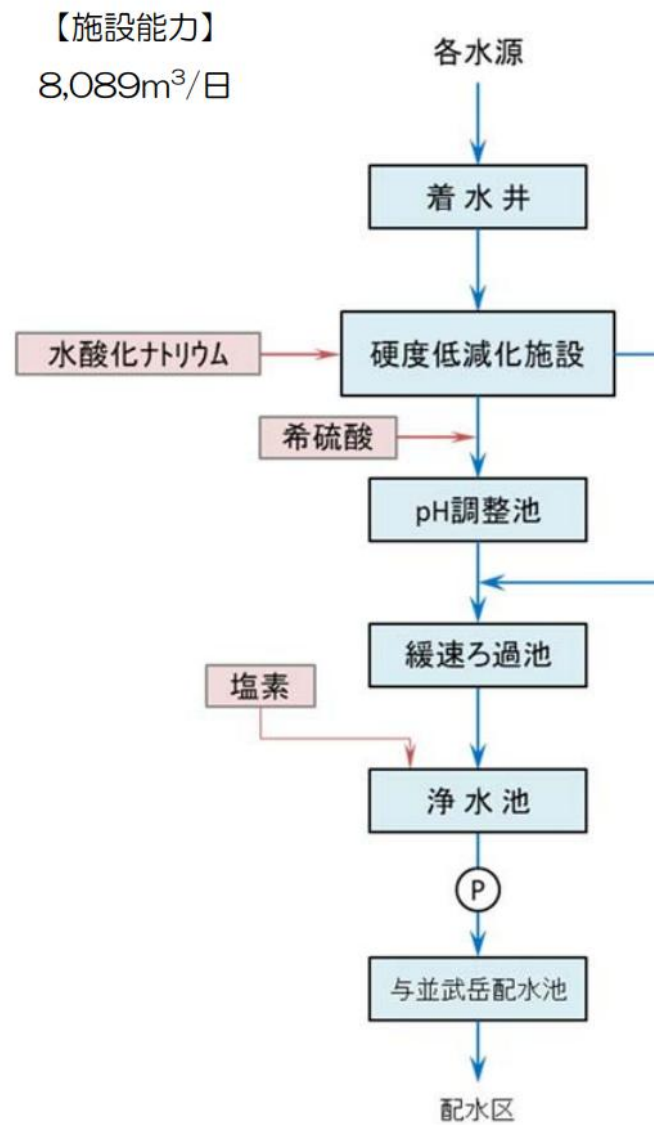
【施設能力】  
29,980m<sup>3</sup>/日



開発年度：昭和 28 (1953) 年度  
基幹改良年度：平成 17 (2005) 年度

袖山浄水場

【施設能力】  
8,089m<sup>3</sup>/日



開発年度：昭和 40 (1965) 年度

加治道浄水場

# 宮古島市 浄水場： 処理プロセス 緩速濾過池 と硬度低減化 施設が 特徴

# 原水に含まれるネオニコチノイド系 農薬成分は活性炭処理で除去可能！

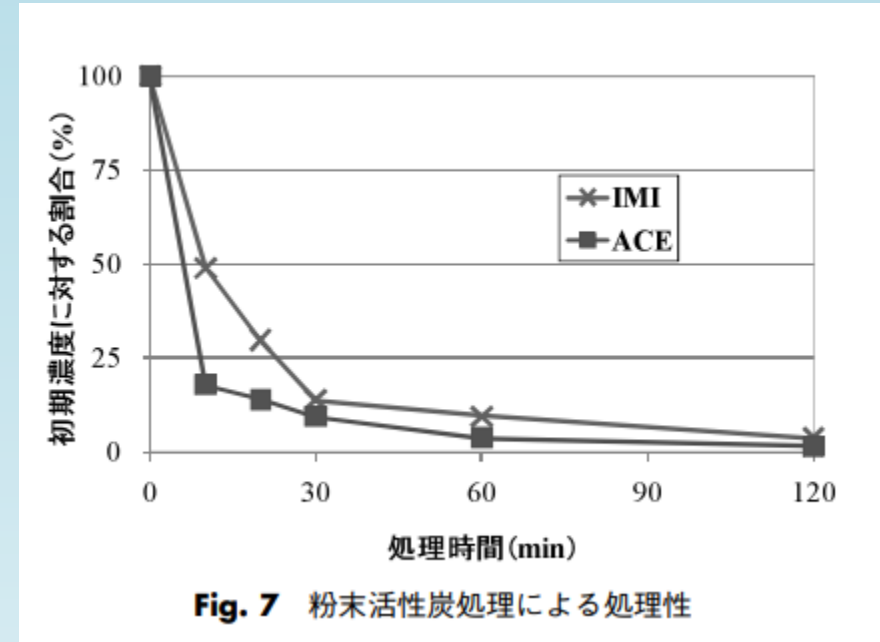
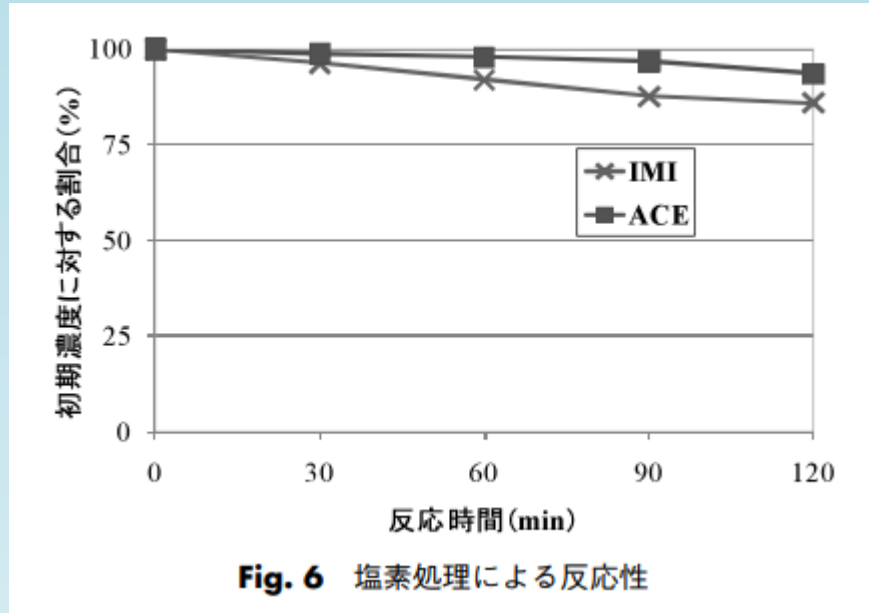
## 1. 飲料水の水質リスク管理に関する総合研究（1）

ネオニコチノイド系農薬は塩素との反応性が低く、塩素処理では除去できないが、活性炭処理ではいずれも良好に除去される。粉末活性炭注入率が大きくなるにつれて除去率は高くなる。

## 2. 要検討農薬及びその他の農薬類の高度浄水処理性（2）

ネオニコチノイド系農薬のニテンピラムを除く6種類は、オゾン処理でほとんど分解されなかった。粒状活性炭処理実験では、**要検討農薬及びその他の農薬に分類されるネオニコチノイド系農薬は全て除去可能であった**（大阪市柴島浄水場）。

### 3. 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（3）：鶴見川流域



イミダクロプリド、アセタミプリドの塩素処理性は非常に低いですが、粉末活性炭処理により処理時間120分で、96%、98%が良好に処理された。原水で検出された最大濃度420ng/Lレベルのネオニコチノイドが存在した場合、粉末活性炭処理によりほぼ除去可能。

# 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。（琉球新報2023/9/1）

# 高機能活性炭処理により浄水から検出されるPFASの値が、1リットル当たり1ナノグラム未満まで低減

表 諸外国のガイドライン値例

諸外国等	基準値等	リスク評価のエンドポイント（健康影響）の種類
カナダ保健省 (2018)	飲用水のガイドライン値 PFOS: 600ng/L PFOA: 200ng/L	PFOS: ラットの発がん性試験 PFOS: 幹細胞肥大、壊死
米国環境保護庁 (EPA) (2022)	飲用水に関する生涯健康勧告値※ PFOS: 0.02ng/L (暫定) PFOA: 0.004ng/L (暫定)	PFOS: 7歳児におけるジフテリアワクチン反応の抑制 PFOA: 7歳児における破傷風ワクチン反応の抑制
ドイツの健康関連指針値	PFOS, PFOAとも300ng/L	サルの甲状腺ホルモンへの影響
豪州保健省 (2017)	飲用水に関する品質値 (quality value) (ガイドライン値) PFOS: 70ng/L PFOA: 560ng/L	PFOS: ラットの母体及び児の体重増加抑制 PFOA: 妊娠マウスへの投与により胎児の骨形成低下や雄の出生児の性成熟促進

※米国EPAの公表資料では、該当数値は今後修正される可能性があるとのこと。

**高機能粒状活性炭  
処理により  
ネオニコチノイド  
系農薬成分除去も  
十分期待が持て  
る！**

日本の水道水質暫定基準値は、PFOS+PFOA 50 ng/L未満  
EPA（米国）の基準は PFOS+PFOA 4 ng/L未満

# 宮古島市高機能粒状活性炭浄水処理施設設備費は約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（琉球新報2023/9/1）  
16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. 水道事業の費用体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。

# 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。

北谷浄水場の原水の硬度は、170程度。宮古島市ほどではないが高度硬水に分類される。硬度低減化装置も設置されており、宮古島市での設置の参考となる。

# 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）。
- **今のペースで増加すると2040年には小学校児童の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、平均硬度50程度の軟水で、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浄水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。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、捻出できるはずです。

- 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22億円の硬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。
- 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。
- 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。

**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。**

**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. ネオニコ等浸透性農薬等の地下水への負荷を止め、持続可能な環境保全型循環型農業への転換国の進める「緑の食料戦略システム」で計画されている総合的害虫・雑草管理（IPM）を積極的に推進し、嘉数市長任期中にネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬の補助・供給・使用の停止と持続可能な環境保全型循環型農業への移行を利害関係者が一堂に会して議論すべきです。
2. 水道水源以外の地下水や農業用水として使用される地下ダム貯留水でのネオニコチノイド系農薬等の定期的濃度モニタリングを実施。

大渇水期の代替飲用水として利用や、農薬残留のない安全・安心な地産地消のオーガニック給食を提供するためには、農業用水の濃度モニタリングはどうしても避けられない。

3. 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の早期整備

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年間をめどに整備する事を求める。

# 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