

透析液が患者さんに供給されるまで

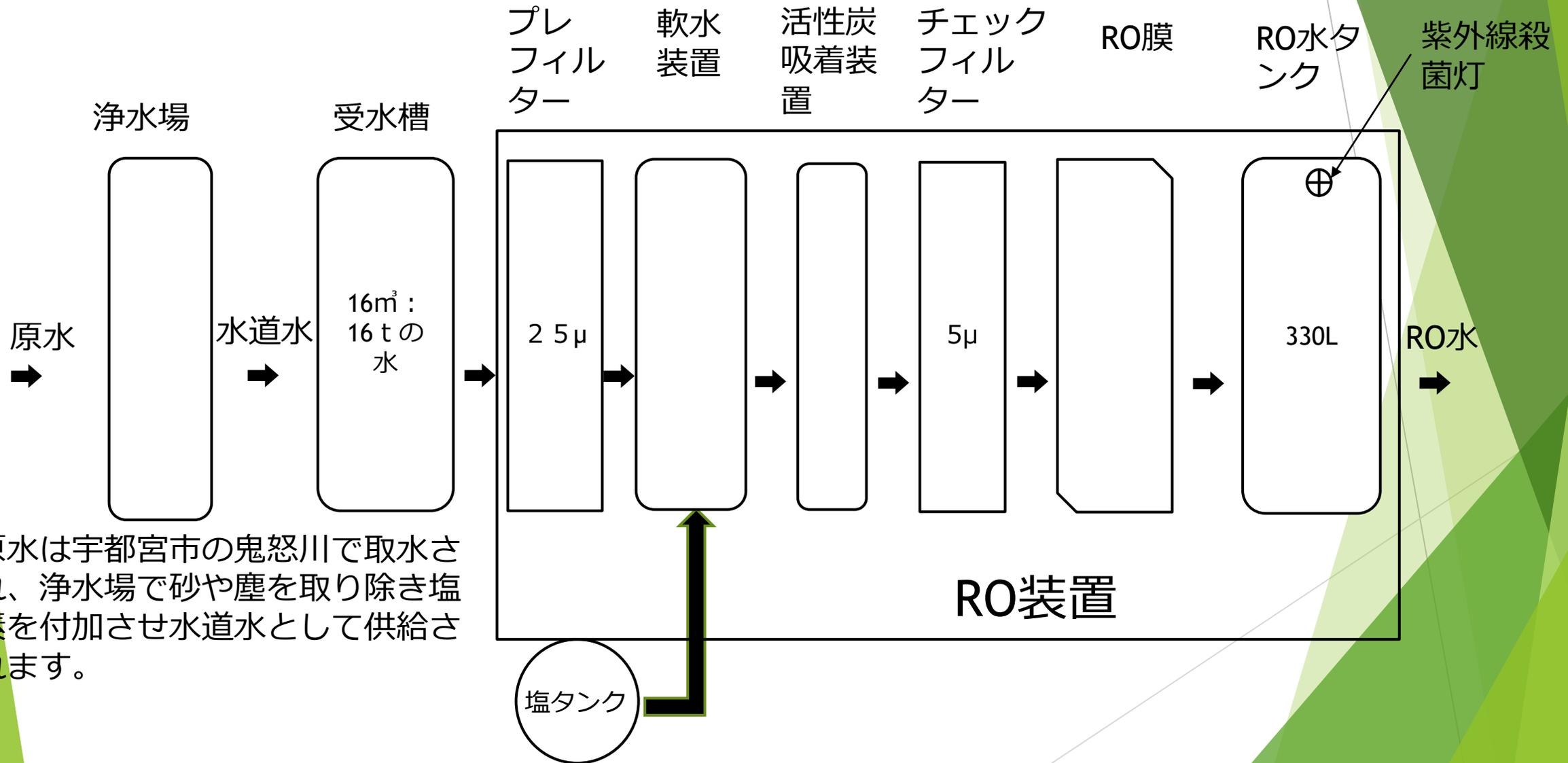
目的：患者さんに安全に透析液が供給される
までの過程を勉強したので発表します。

今回は透析液が患者さんに供給されるまでの工程について説明します。2月に活性炭除去フィルターの交換ミスがありました。

原因として、活性炭フィルターの交換時に、新しいフィルターをガイドに挿入せずガイドの隙間にフィルターを挿入したため、軟水が活性炭フィルターの中を通らずに流れてしまいました。

患者さんに安全に透析液が供給される過程を再考し、RO装置内の各装置の説明を含め発表いたします。

RO装置の構成図



原水は宇都宮市の鬼怒川で取水され、浄水場で砂や塵を取り除き塩素を付加させ水道水として供給されます。

受水槽



受水槽：16m³：16tの
水道水を貯水しています。

プレフィルター



- ▶ プレフィルターは原水中の鉄さび、砂等の粗いゴミを全濾過により除去するために用いられます。孔直径 $25\mu\text{m}$
- ▶ 4か月に1回交換します。

軟水装置



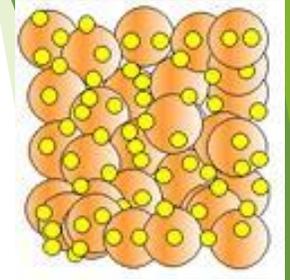
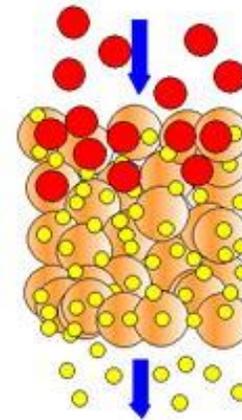
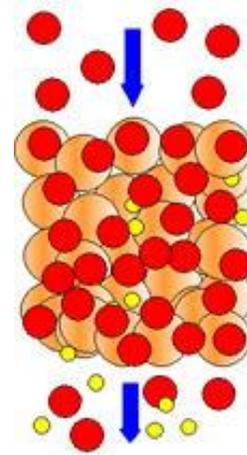
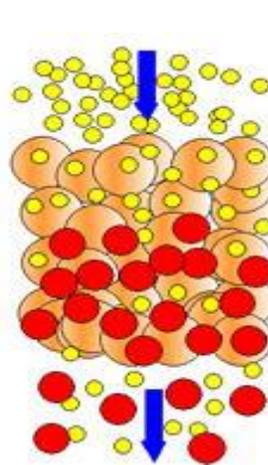
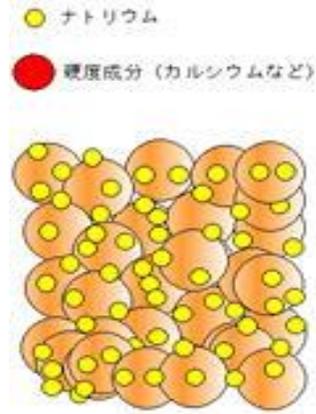
2価と3価の陽イオンを陽イオン交換樹脂により1価の陽イオンNaと交換します。

Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} などを Na^{+} と交換します。

軟水樹脂再生：高濃度のNaCl溶液を作成し、夜中に軟水樹脂を逆洗浄し再び、Naを吸着し交換樹脂を再生します。

原水中にCaやMgが多いと、塩化カルシウムや塩化マグネシウムなどの沈殿が生じ、RO膜の性能を低下させてしまう恐れがあるので、RO膜の手前でCa、Mgを取り除きます。

軟水樹脂（陽イオン交換樹脂）



1.イオン交換樹脂
イオン交換樹脂の表面にはナトリウムイオンが吸着している

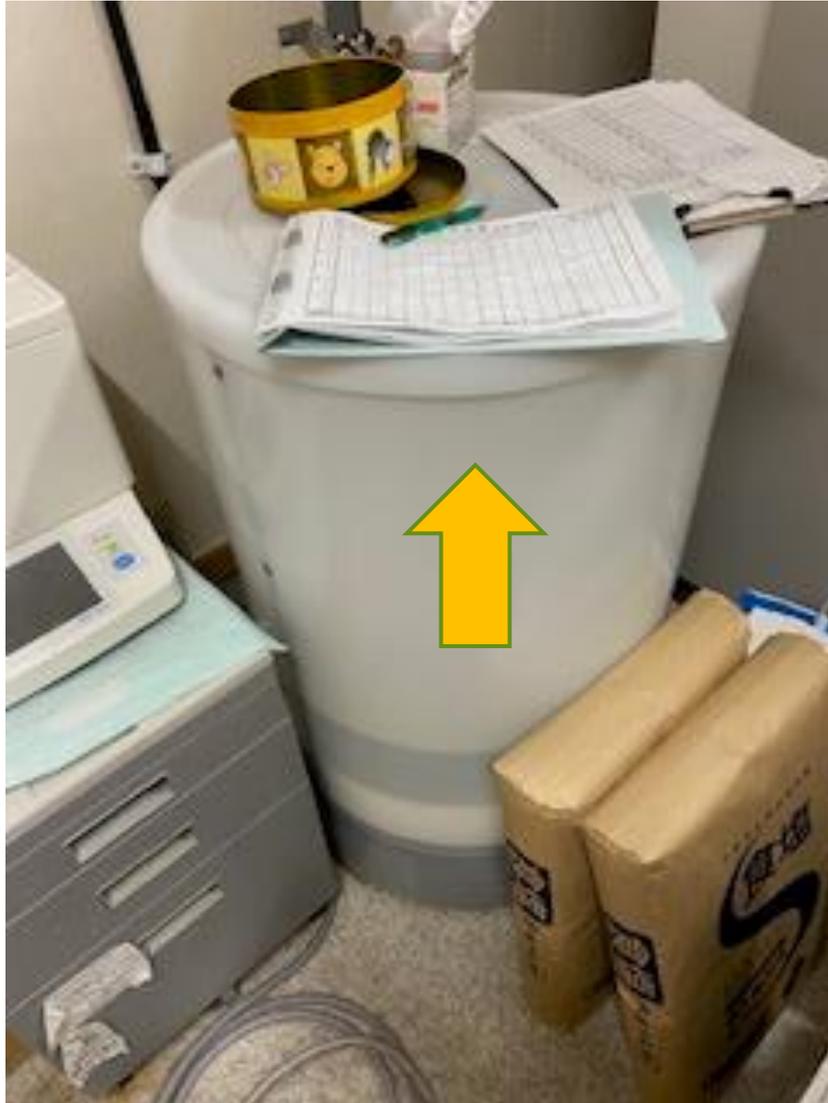
2.軟水を作る
水道水を流すと硬度成分が吸着されて、代わりにナトリウムが溶け出した軟水が作られる

3.飽和
多量の硬度成分が吸着すると、イオン交換樹脂は飽和して、軟水が作成できない

4.再生
高濃度の食塩水を流すと、吸着している硬度成分が追い出され、Naと置換しイオン交換樹脂は再生される

5.再生完了

軟水樹脂再生用塩タンク



水曜日20 k g、土曜日15 k gの塩を補充しています。

月曜日と木曜日に軟水樹脂の再生をしています。塩を入れないと、軟水樹脂が吸着した硬度成分がNaと置換せず軟水化装置が機能しなくなります。

活性炭装置



軟水装置を通過した軟水中の遊離塩素、クロラミンを活性炭により除去します。

6か月に1回活性炭フィルターを3本交換します。

活性炭の交換時ガイドより古い活性炭のフィルターを抜き取り、新しい活性炭フィルターをガイドに差し込みます。

チェックフィルター



- ▶ 5 μm の細かいフィルターにて、軟水装置、活性炭装置処理後の水の中の細かい塵を除去する。2 5 μm のプレフィルターと見た目が同じなので、プレフィルターとチェックフィルターの取り違えに要注意。プレフィルターとチェックフィルターを取り違えて付けるとチェックフィルターがつまりRO装置が停止してしまいます。
- ▶ 4か月に1回交換します。
- ▶ 早番でチェックフィルター後の弁より、軟水中の硬度検査と残留塩素の検査（DPD法）を毎日行います。
- ▶ 残留塩素0.1mg / L未満
- ▶ 硬度検査 緑色
- ▶ 硬度検査を行うことにより、軟水樹脂のイオン交換能を確認でき、残留塩素の検査で活性炭フィルターの塩素除去能を確認できます。
- ▶ 宇都宮市の水道水の硬度は平均44mg/l

RO膜



塩素の除去された軟水中のミネラル成分を98%以上除去しエンドトキシンも除去します。

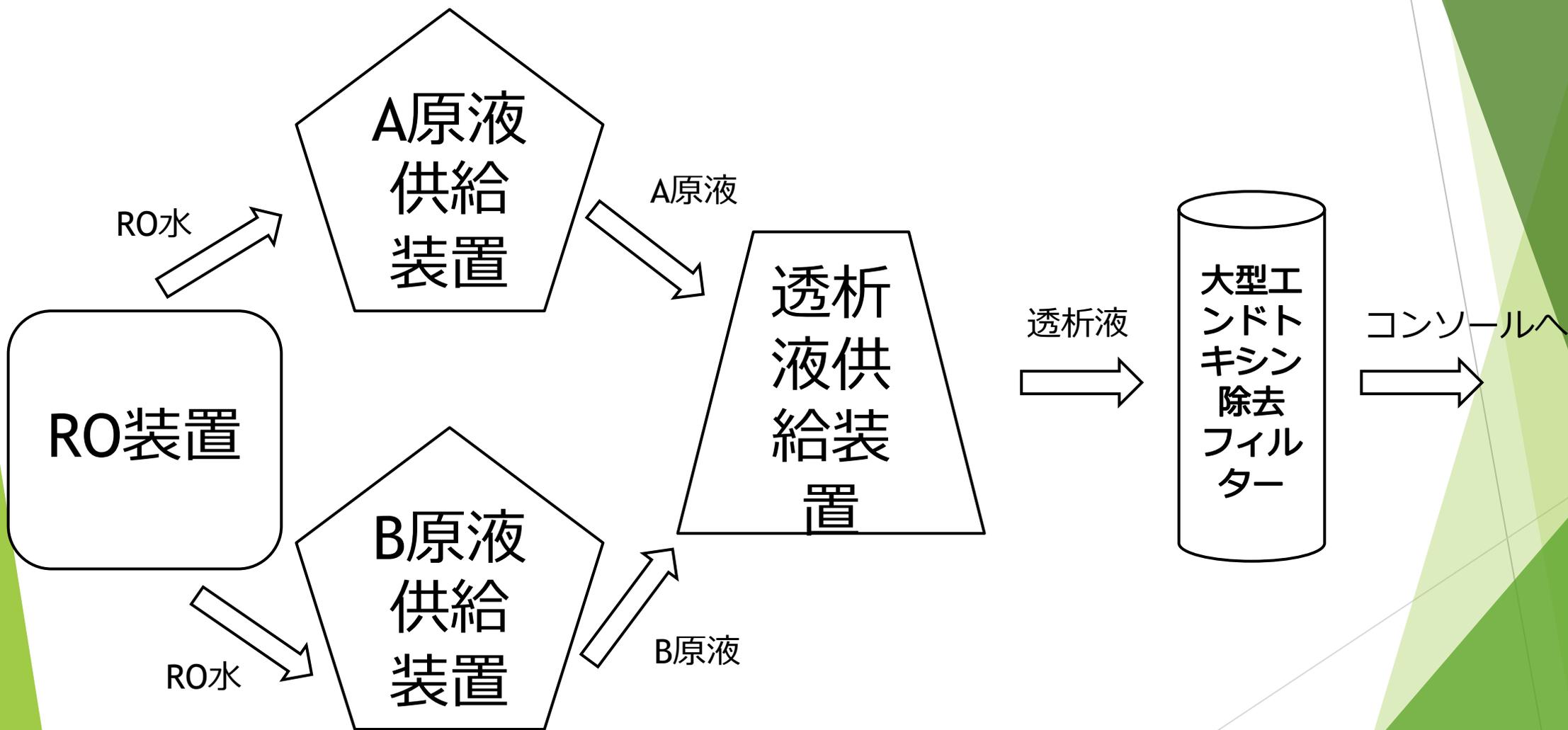
RO水タンク



RO水タンク：RO水を
330L貯水できます。

上部にタンク内の細菌
繁殖を防ぐため紫外線
殺菌灯があり、8000時
間に1回（1年に1回）
交換します。

透析液作成過程



B原液溶解装置 (BHI)



B剤の粉（重炭酸）をRO
水で溶解し、B原液を作製
します。

A原液溶解装置 (AHI)



A剤の粉をRO水で溶解し、
A原液を作製します。

透析液供給装置 TC-HI



A原液、B原液にRO水を混合希釈しコンソールに供給する。希釈比は、以下に示す
A原液：B原液：RO水 = 1：1.26：32.74です。
早番では供給装置の透析液の電導度、浸透圧、末端コンソールでの電導度、浸透圧、残留遊離塩素を測定しています。残留遊離塩素測定は、次亜塩素酸消毒後、事後洗浄がしっかりできているかどうか確認しています。遊離塩素が末端に残っていると溶血の原因となります。浸透圧測定は供給装置と末端コンソールで行います。

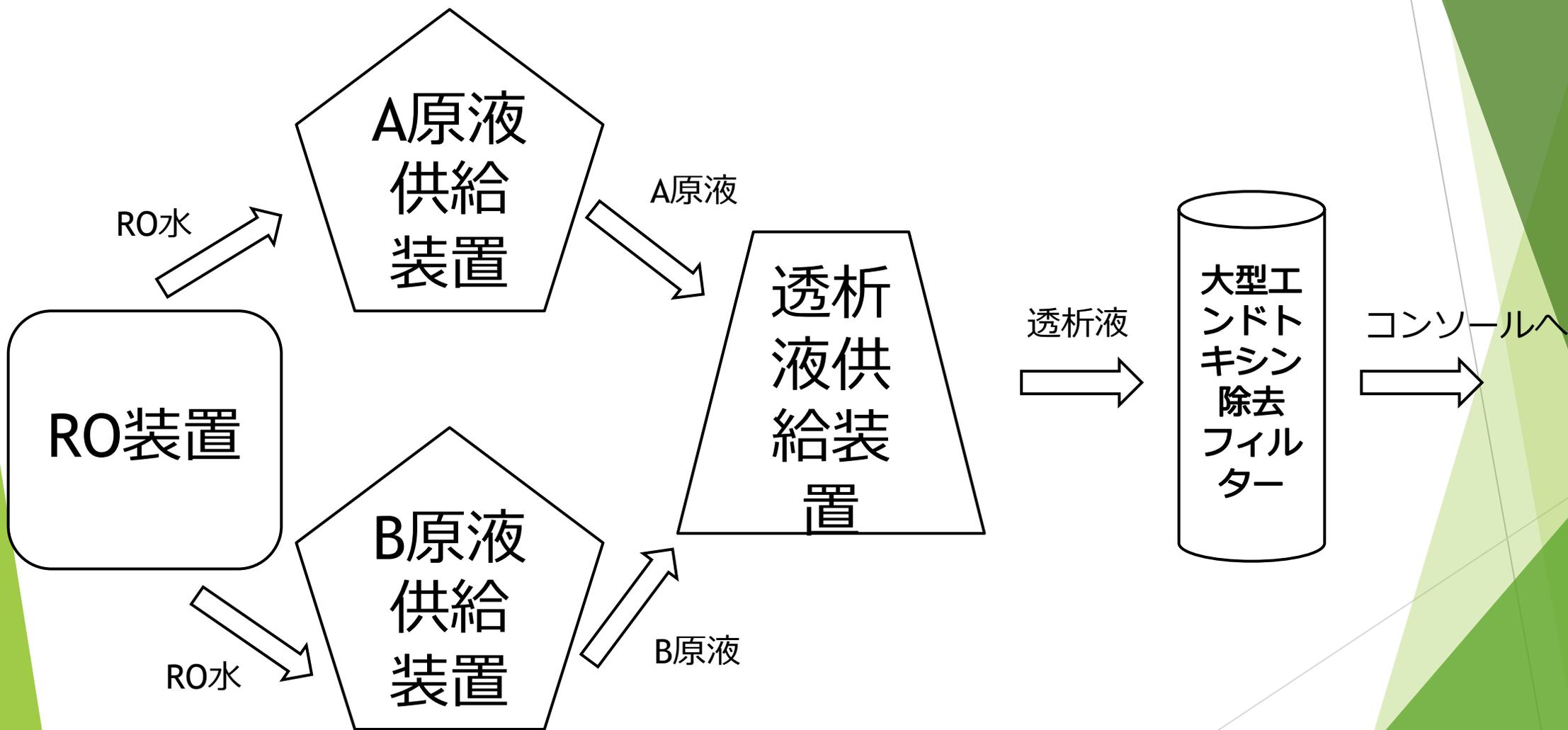
TUF-2ETRF

(大型エンドトキシン除去フィルター)

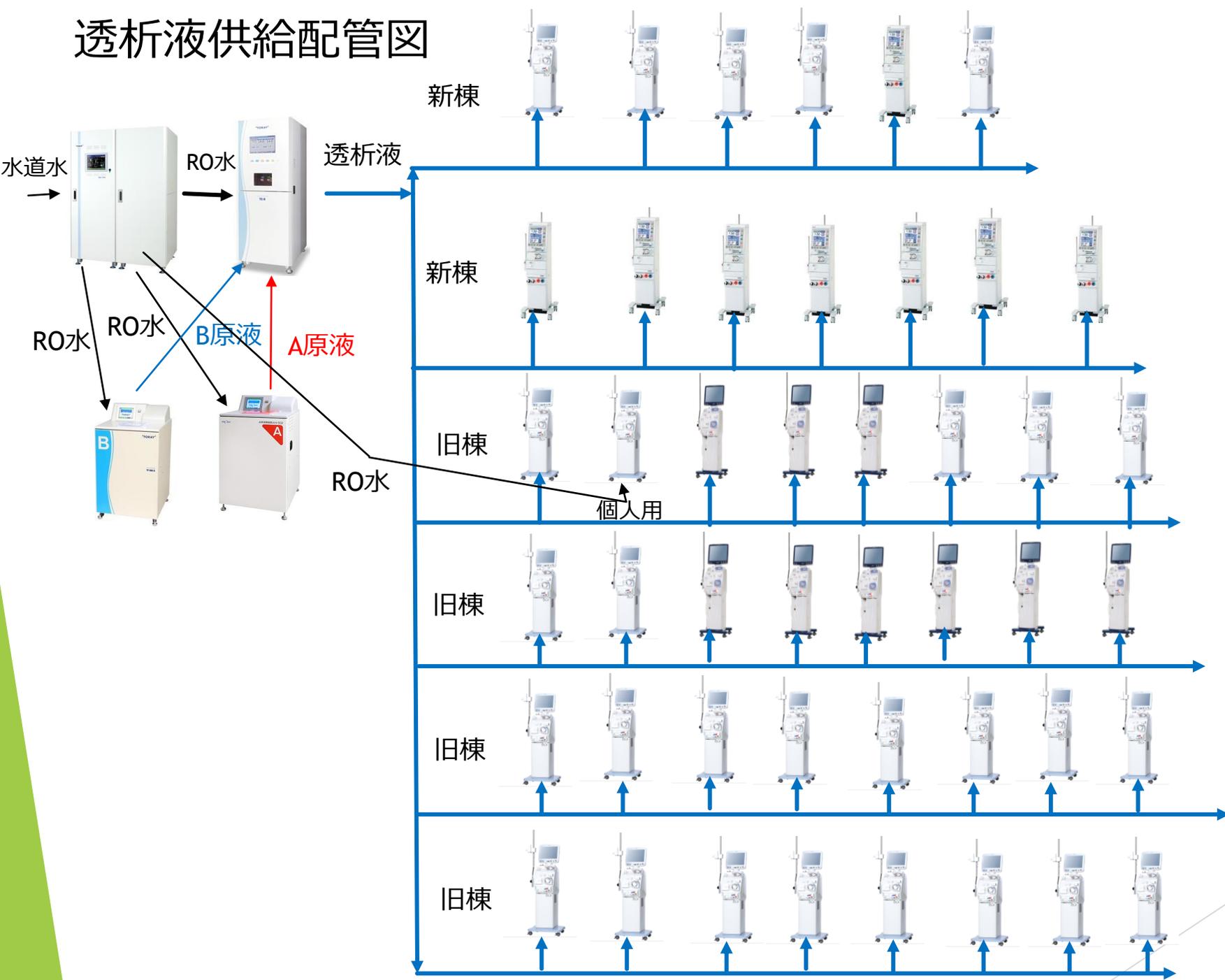


透析液供給装置直後に設置して透析液中のエンドトキシン、パイロジェンを除去、2年に1回交換します。

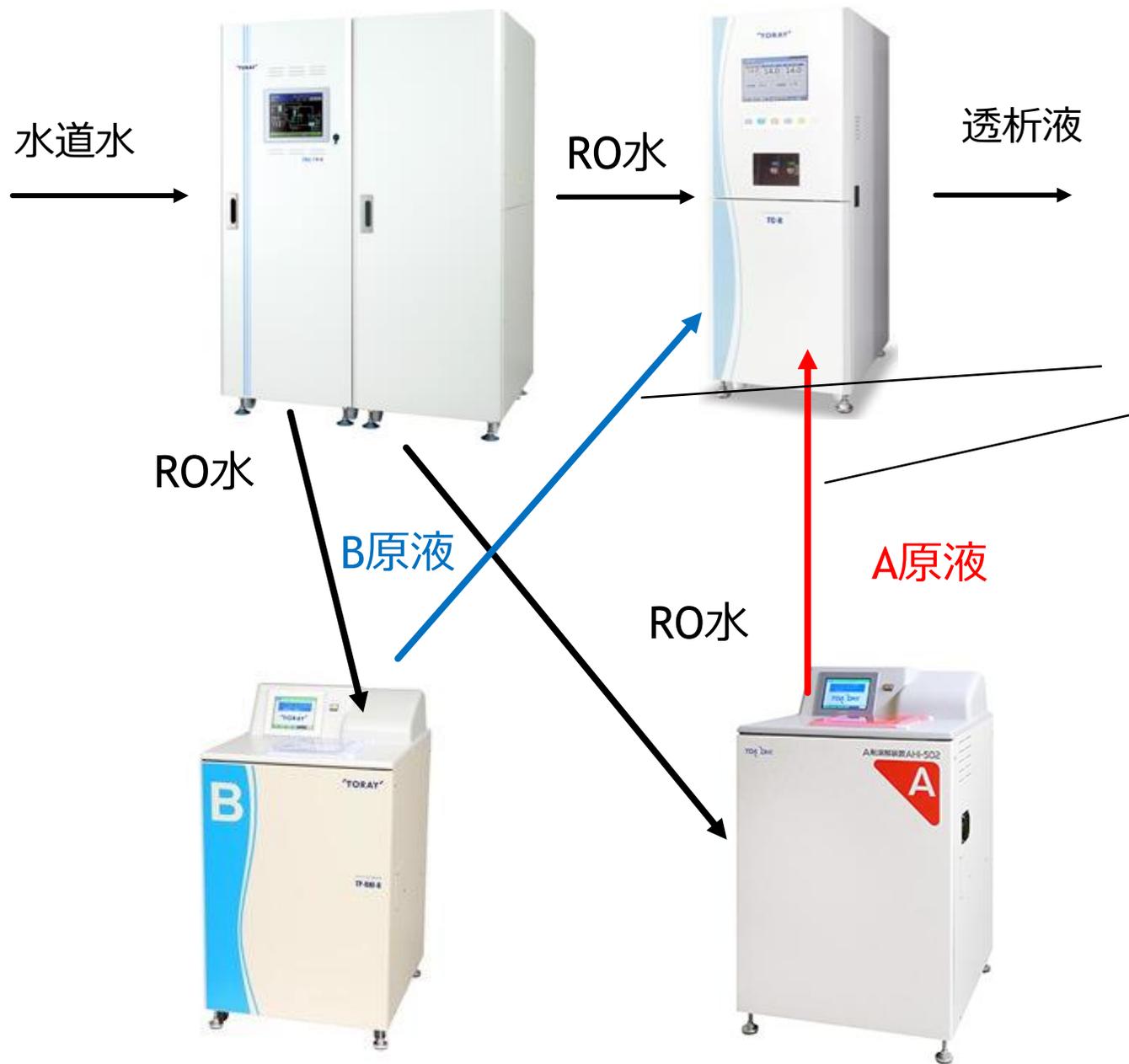
透析液作成過程



透析液供給配管図



デッドスペース洗浄ライン



デッドスペース洗浄
ライン

TW-HIのA原液ライン電磁弁SV4の後の電磁弁SV5と
B原液ライン電磁弁SV7の
後の電磁弁SV8のデッド
スペース洗浄

デッドスペース洗浄ライン



A原液ラインSV5のデッドスペース



B原液ラインSV8のデッドスペース

遊離塩素とクロラミンについて

遊離塩素、クロラミンは溶血、貧血の原因となるので、日常の浸透圧測定時の試薬による遊離塩素測定は重要である。

クロラミン：次亜塩素酸が微生物の産生するアンモニアと反応するとクロラミンが生成されます。

残留塩素濃度測定には「DPD（ジエチル-P フェニレンジアミン硫酸塩）法」を用います。総塩素濃度 = 遊離塩素 + 結合塩素（クロラミン）であるが、通常の水道水は遊離塩素で消毒されているため残留塩素測定 = 遊離塩素測定として考えます。

地下水を利用する透析施設では土壌に含まれるアンモニアと消毒用の遊離塩素が結合し、クロラミンが生成され、それが活性炭濾過装置と逆浸透装置で処理が不可能となり、透析液中に混入し発生した溶血事故が報告されています。

終わりに

今回原水から患者さんまでの透析液の作製、供給を見なおし、活性炭装置、軟水化装置、RO装置の重要性を再認識しました。今後活性炭フィルターの交換時は、必ずフィルターがガイドを通っているかと、チェックフィルター後の軟水の遊離塩素の測定を必ず行います。

参考文献：

透析療法マニュアル改定第7版：日本メディカルセンター
生体機能装置学 血液浄化療法装置：医歯薬出版
東レTW-HI取扱い説明書
2016年日本透析医学会透析液水質基準