



第35回 水化学部会定例研究会

高pH運用PWR発電所向け
モノリス型電気再生式カチオン除去装置の開発

2019年3月8日
オルガノ株式会社
笹島康宏

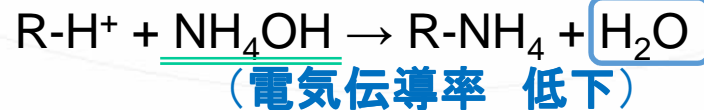
発表内容

- 背景
- 電気再生式モノリス樹脂カチオン交換セルのコンセプト
- モノリス樹脂について
- モノリス樹脂の特徴
- カチオン除去性能
- まとめ

背景(1/4)

- ✓ 酸電気伝導率: カチオン交換樹脂を充填したカラムの出口で電気伝導率を測定し、系統水中のアニオン種を検出している

○ AVT処理薬品



○ 不純物

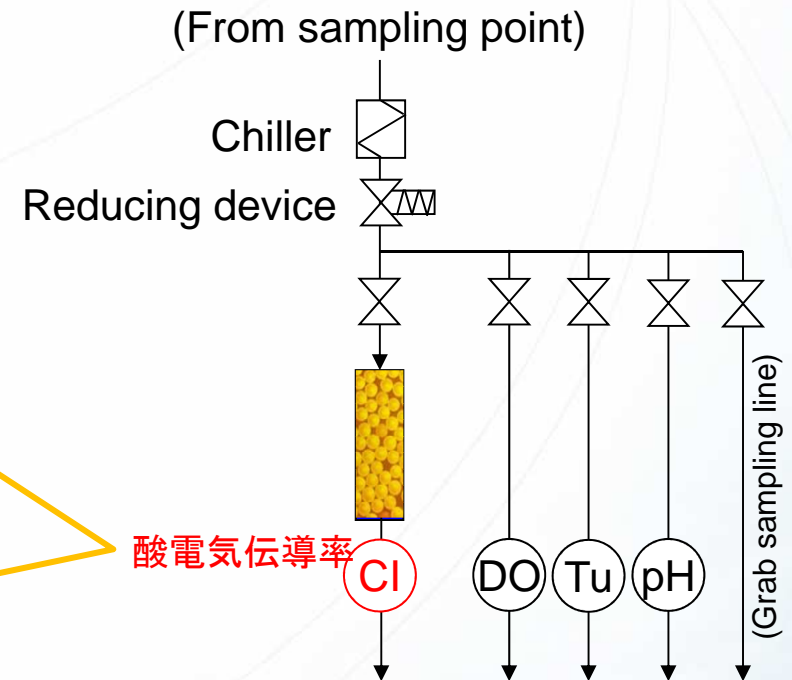
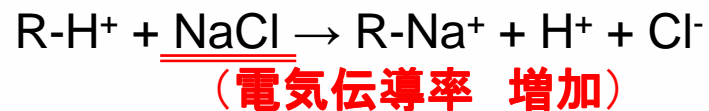


Fig. サンプルング装置の例

背景(2/4)

- ✓ PWRプラントの二次系系統水処理は高pH処理 ($pH9.8$) が主流
- ✓ 最新のJIS(火力発電所の水質管理)でも、ボイラ給水pHは高pH側にシフト

| pH Standard at AVT(O) condition | | JIS* Previous (in 2006) | 最新のJIS* (in 2015) | IAPWS TGD |
|--|--------------|----------------------------|----------------------|--------------|
| Once-Through Unit | Feed water | 8.5-9.7 | 8.5-10.0 | 9.2-9.8 |
| Drum Unit | Feed water | | 8.5-10.3 | 9.2-9.8 |
| | Boiler water | | 8.5-10.0 | 9.0-9.6 |
| Heat Recovery Steam Generator Drum Unit | Feed water | | 8.5-10.3 | 9.2-9.8 |
| | Boiler water | | 8.5-10.0 | 9.0-9.8 |

* JIS B8223: Water Conditioning For Boiler Feed Water And Boiler Water

** Not include Cu alloy in the condenser

Fig. 火力発電所の給水pHの変遷

➡ 二次系配管の酸化鉄被膜の溶解を抑制し、ボイラおよび蒸気発生器への鉄の持ち込みを低減する目的で、高pH処理が主流となっている

背景(3/4)

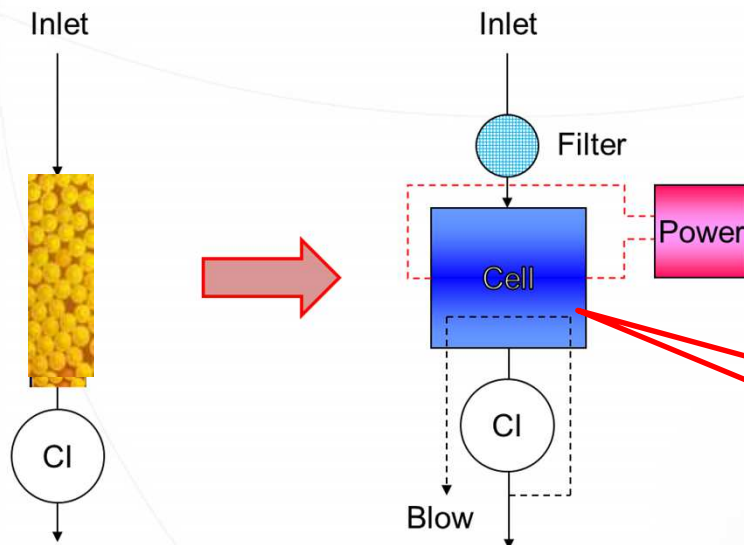
- ✓ 酸電気伝導率測定に使用するカチオン交換樹脂は、交換容量を使い切る前に再生または交換が必要。

| Standard for drum unit feed water in Japan (JIS B8223) | | Previous (2006) | Latest (2015) |
|--|------------|-------------------|----------------------|
| pH | Low limit | 8.5 | 8.5 |
| | High limit | 9.7 | 10.3 |
| NH ₃ 濃度 | | 1.0 mg/L at pH9.4 | 11.2 mg/L at pH 10.0 |
| カチオン交換樹脂カラムの交換頻度 | | 30 Days | 2.8 Days |

高pH運用を行う場合、
従来よりも高い頻度でカチオン交換樹脂カラムを交換する必要有り

背景(4/4)

- ✓ 交換頻度増加の対策として電気再生式イオン交換装置がある
- ✓ “モノリス樹脂”は電気再生式イオン交換装置に好適



| | カチオン樹脂 カラム | 電気再生式 |
|--------------|---------------|-------|
| メンテナンス 頻度 | 頻繁 | ほぼ不要! |
| 再生薬品 | 必要 | 使用せず |

モノリス樹脂を
イオン交換セル
に充填



モノリス樹脂カチオン除去セル 電気再生の概念図

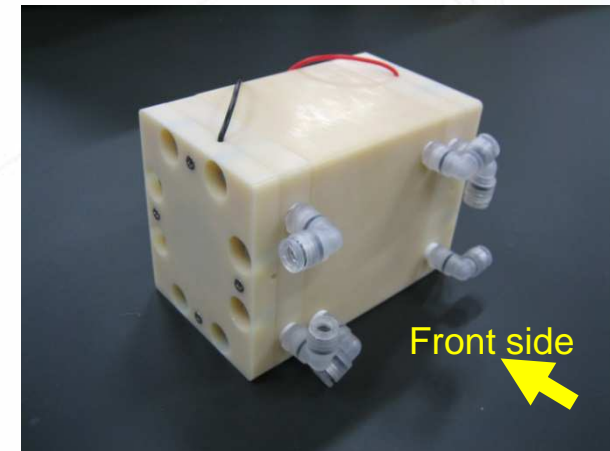
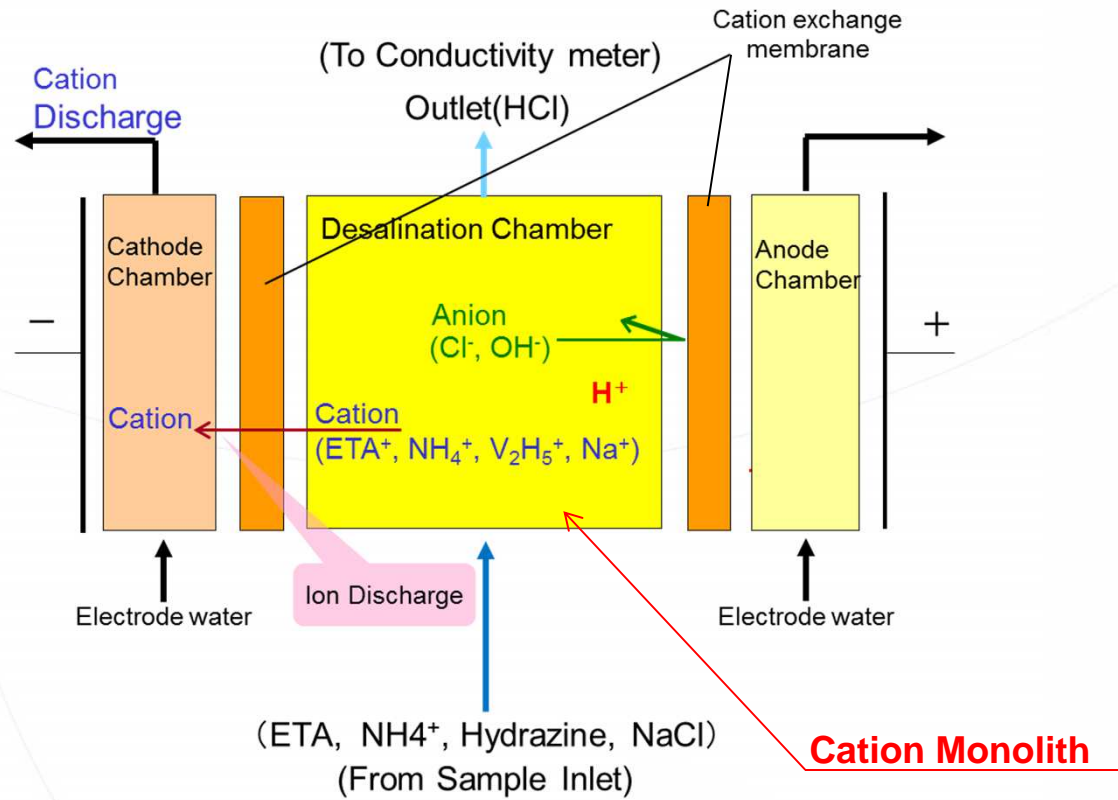


Fig. Monolith cation exchanger cell
135L × 80W × 95H

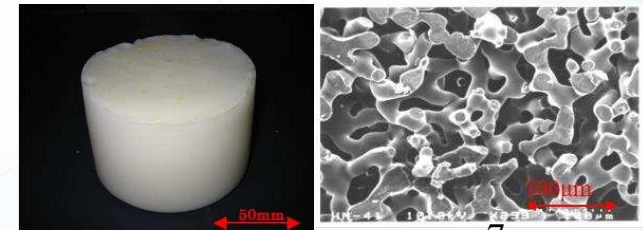
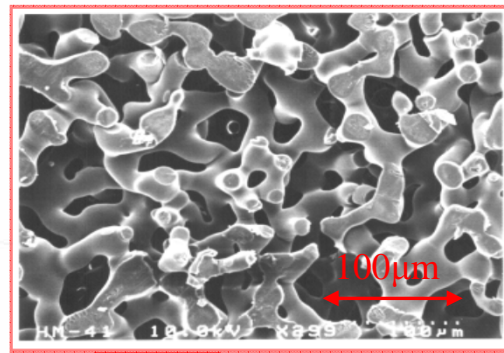


Fig. Monolith cation

Fig. Function of monolith cation exchanger cell

モノリス樹脂とは？

- ✓ 均一な径の連続細孔を有するスポンジ状のイオン交換体
- ✓ 任意の形状に加工が可能(円筒状、ブロック状...)



(Inside Structure)

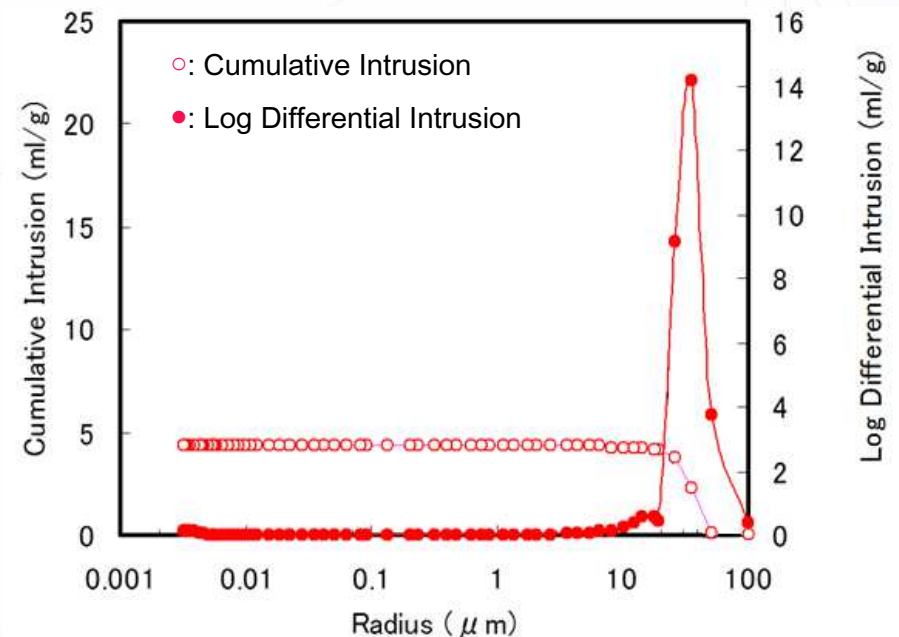
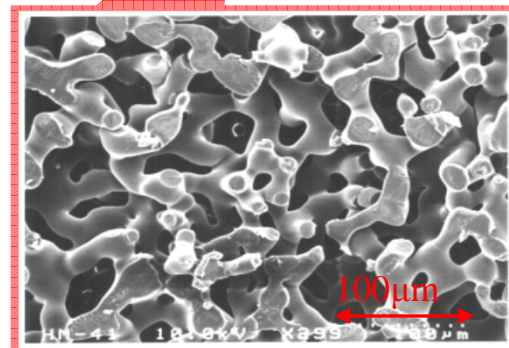
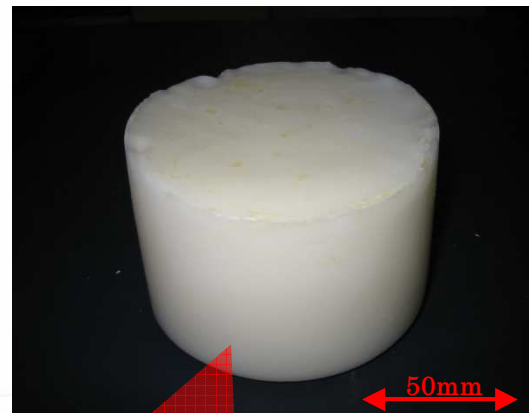


Fig. Example about pore size distribution of monolith resin

モノリス樹脂のメリット

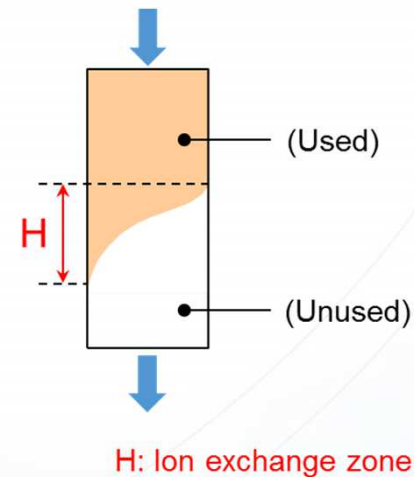
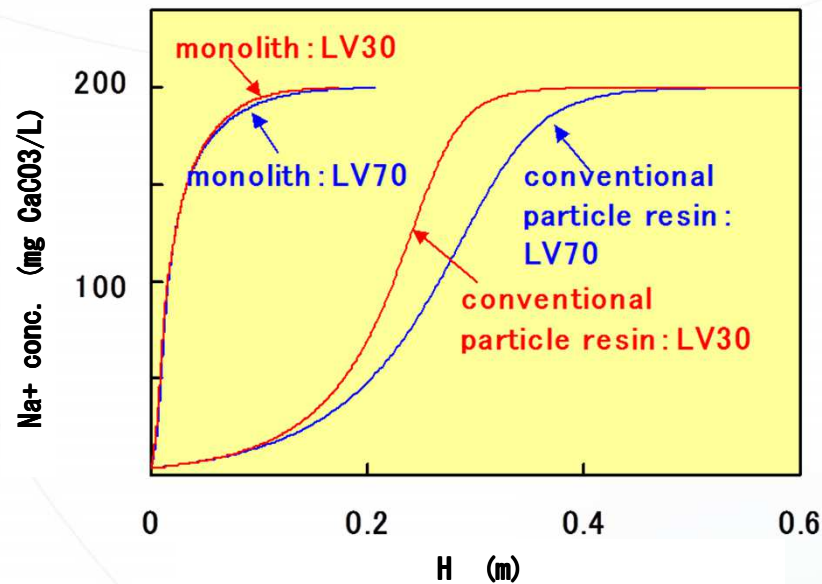
高いイオン捕捉性
比表面積が大きい
ためイオン捕捉性
に優れる



電気再生に好適
連続構造のため
イオンの移動が容易

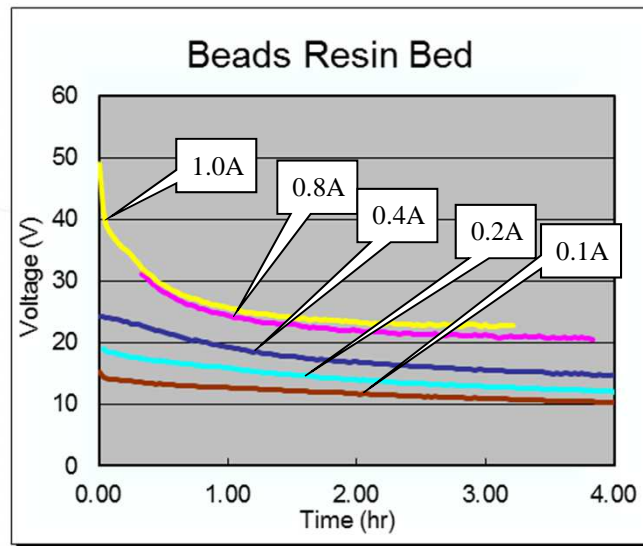
モノリス樹脂のメリット

- ✓ 高速かつ均一なイオン交換が可能であり、粒状イオン交換樹脂に比べて交換帯が短い (粒状樹脂の1/4~1/2).
 → 小型化が可能.

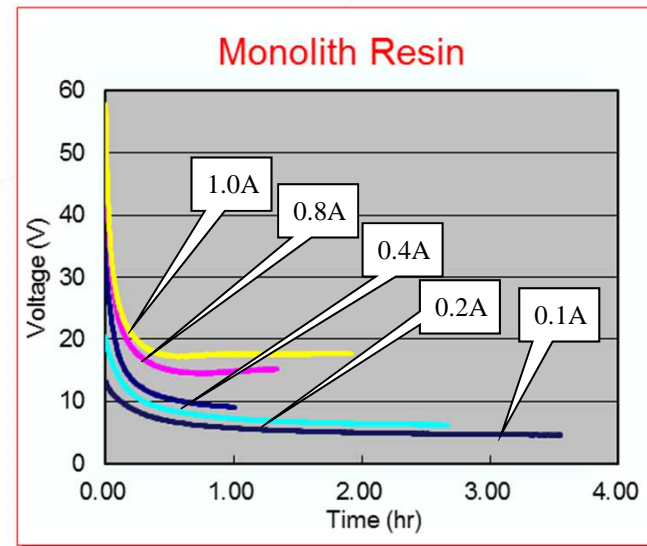


モノリス樹脂のメリット

- ✓ 連続構造を有するため、電気再生装置に使用した場合にイオンの移動(再生)が容易
 - ➔ 安定的に酸電気伝導率を測定可能



Gradually Decreasing



Sharply Dropping

Fig. Electric deionization speed of Na⁺ ionic form cation exchanger

モノリス型電気再生式カチオン除去装置

- ✓ 電気再生式カチオン除去装置は直流電源、前置フィルタ、モノリス型カチオン除去セル、電気伝導率計等で構成。

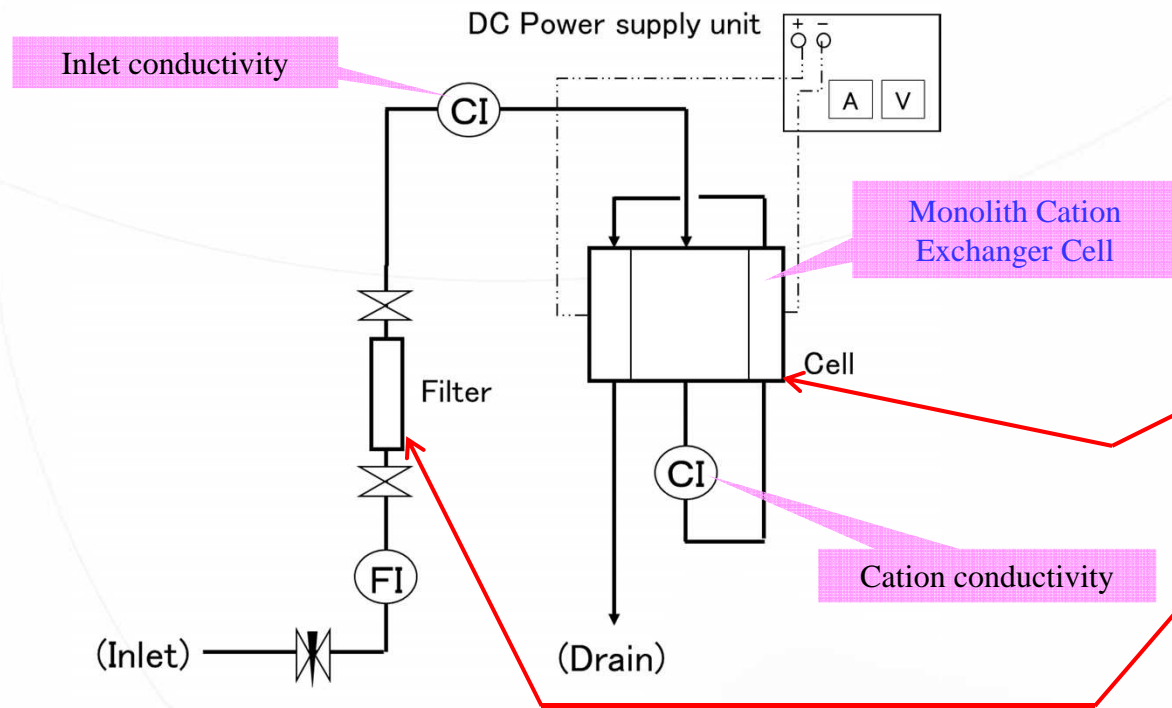


Fig. Schematic drawing of the cation conductivity measuring unit

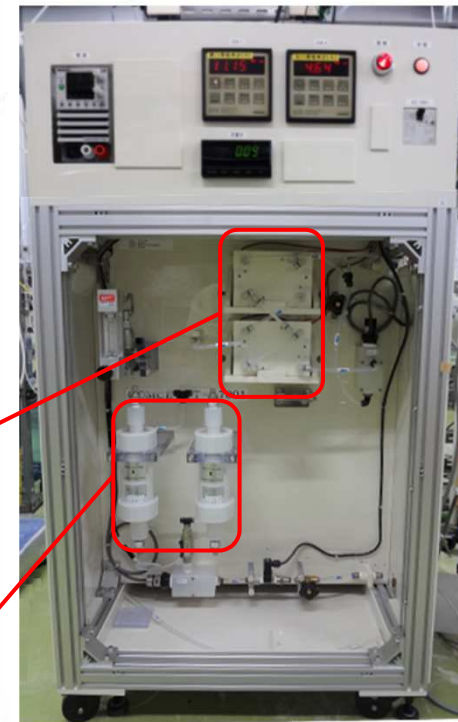


Fig. Prototype of the cation conductivity measuring unit

模擬水による試験結果(1)

- ✓ 蒸気発生器ブローダウン模擬水による試験結果
- ✓ カチオン除去性能および電気伝導度の感度を確認

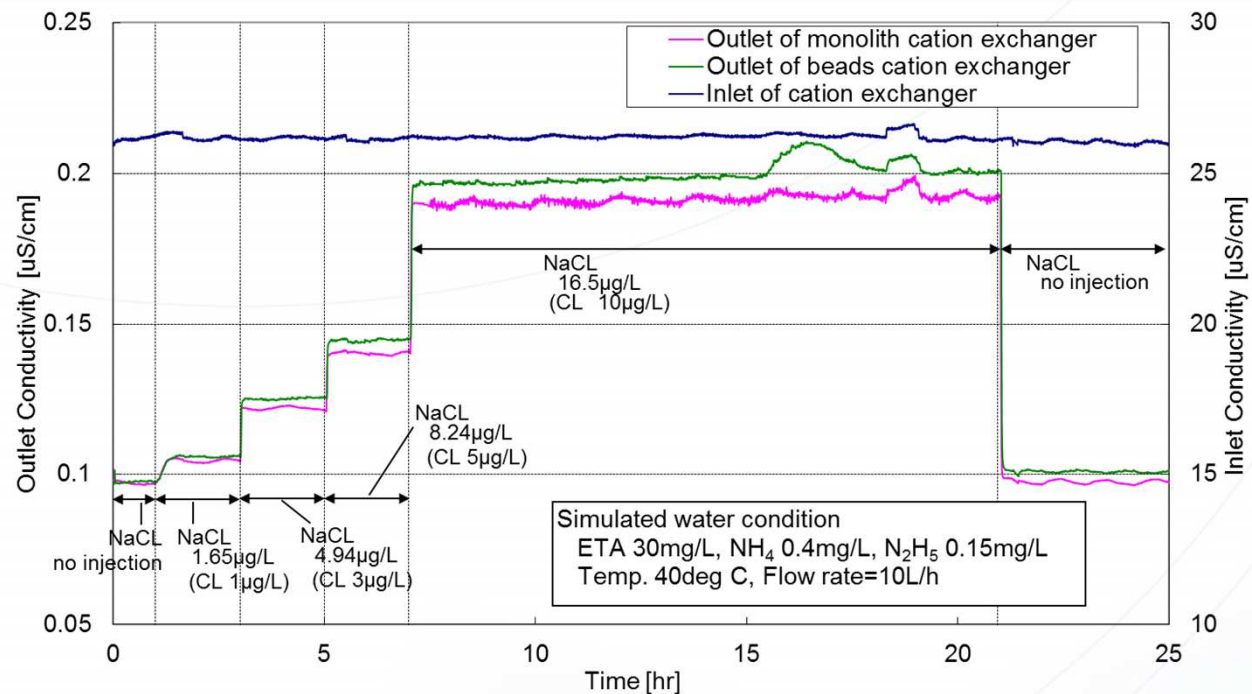


Fig. NaCl Load test (Simulated PWR plant water)

模擬水による試験結果(2)

- ✓ 火力発電所復水の模擬水(GTCC power plant) pH10.3
- ✓ カチオン除去性能および電気伝導度の感度を確認

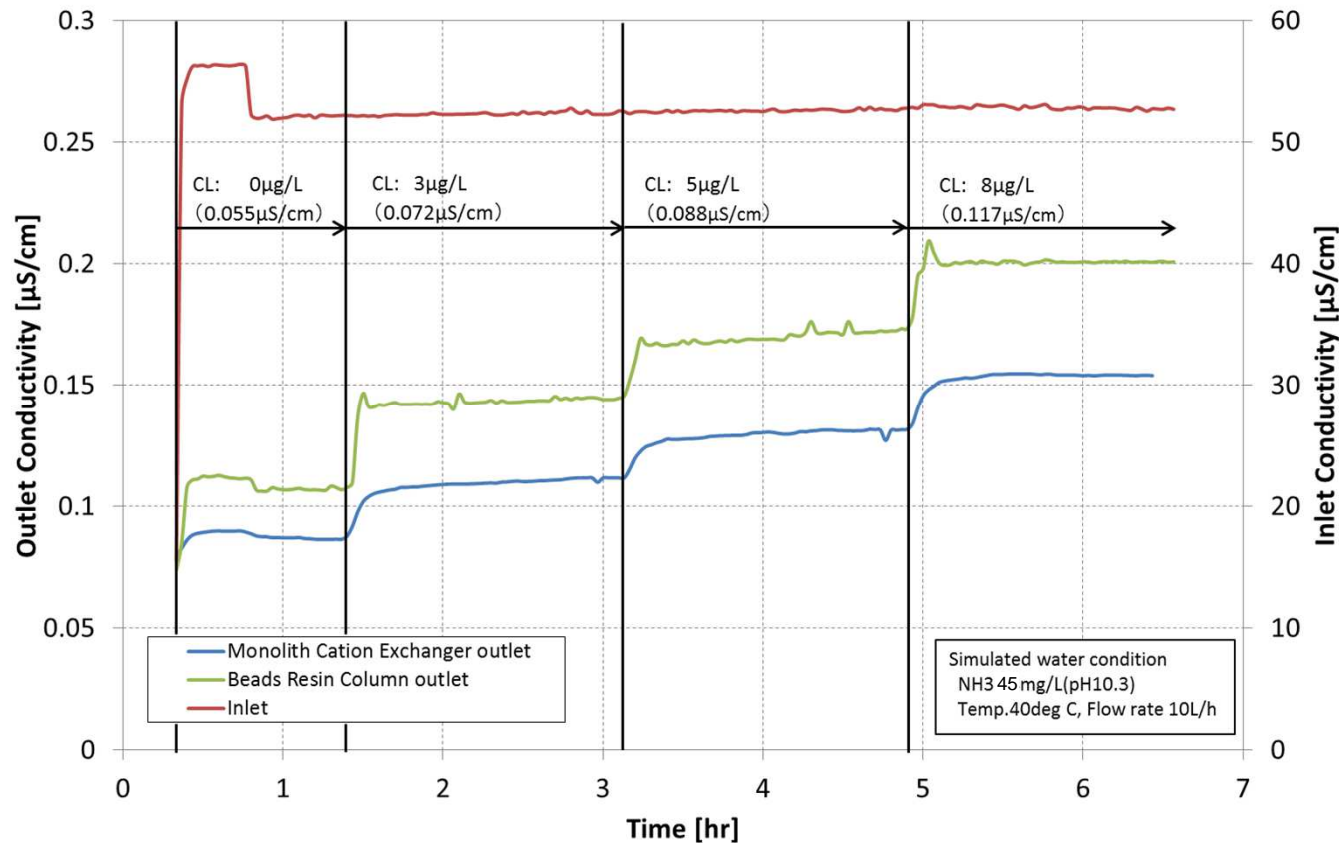
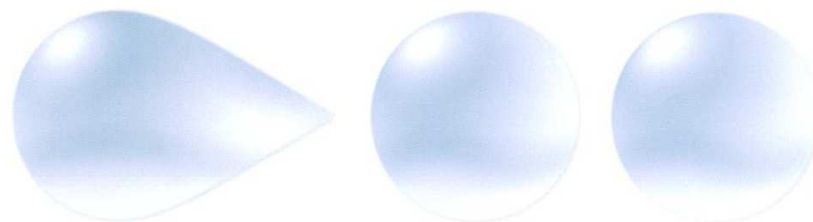


Fig. NaCl Load test (Simulated GTCC water)

まとめ

- ✓ 当社が開発した“**モノリス樹脂**”は均一な細孔を有するスポンジ状のイオン交換体で、以下の特徴を有する
 - (1) **高速かつ均一にイオンを捕捉**
 - (2) **電気再生装置に適用した際のイオンの移動が容易**
- ✓ モノリス樹脂を適用した電気再生式カチオン除去装置は、高pH (<10.3)条件においても
 - カチオン除去性能
 - 不純物イオン濃度変動に対する応答性について十分な性能を有する
- ✓ モノリス型電気再生式カチオン除去装置の適用により、高pH運用においても作業負担を軽減することが可能



御清聴ありがとうございました。



ORGANO CORPORATION

<https://www.organo.co.jp/>

モノリス樹脂のメリット

| | Monolith Resin  | Beads Resin  |
|-----------------------------------|--|---|
| Size | Pore size is arbitrary changeable | φ0.2~0.8mm particle |
| Packed Bed | Entirely continuous porous body with <ul style="list-style-type: none"> - Large surface area - Homogeneous pore size | Not continuous porous body <ul style="list-style-type: none"> - Have voids filled with water between particles |
| Ion exchange capacity [meq/dry-g] | 4.7 | 4.4 |
| Ion exchange zone length [mm] | 49 | 350 |

- ✓ Monolith Resin is suitable for electric regeneration type cation exchanger due to its structural features.

要旨

- 高pH運用PWRプラントでは、カチオン負荷上昇に伴い酸導電率計前段のイオン交換樹脂の再生頻度が増加することが想定される
- オルガノでは従来のカチオン樹脂塔の代替装置として、再生操作・再生薬品が不要である**モノリス型電気再生式カチオン除去装置**を開発した
- 本装置はpH10.3の高pH運用下であっても、カチオン除去性と海水リーク応答性を有している