

QST

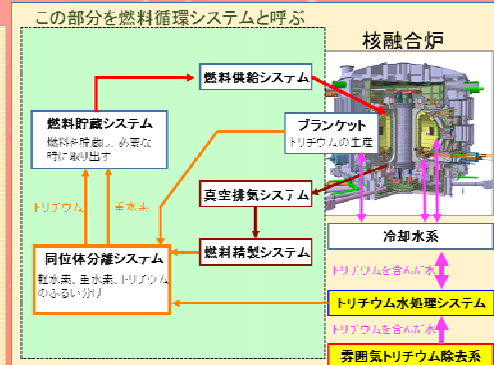
 岩井保則¹, 枝尾祐希¹, 佐藤克美¹, 近藤亜貴子¹, 久保仁志², 大嶋優輔²
 1 量子科学技術研究開発機構, 2 田中貴金属工業株式会社

 TANAKA
The Future is Precious.

緒言

核融合炉では重水素とともにトリチウムを燃料として使用するため、核融合炉の安全性確保には施設内雰囲気中のトリチウムを閉じ込め・除去する技術が肝要となる。ITER以降の施設内で取り扱うトリチウム量が増大する中、施設内の想定される**異常事象を勘案した雰囲気トリチウム除去系(ADS)の設計**が必要となる。雰囲気中のトリチウムを「触媒」で酸化した後、トリチウム水蒸気を選択回収するADSの性能は「触媒」のトリチウム酸化性能に依存する。トリチウムを含む水素同位体や火災時に発生する炭化水素の酸化により生じる水蒸気が触媒性能を低下させる原因である。量子科学技術研究開発機構は田中貴金属工業株式会社と共同で**水蒸気の影響を低減できる疎水性触媒を開発した**。水蒸気の影響を低減した疎水性触媒は「室温」でのトリチウム酸化性能を向上させ、異常事象時に大量の水素や炭化水素の処理において**反応熱により触媒塔の温度が過剰な温度に達することを防ぐことができる**。

この疎水性触媒はトリチウム水処理システム(WDS)の水素同位体交換反応塔の性能向上にも寄与することができる。

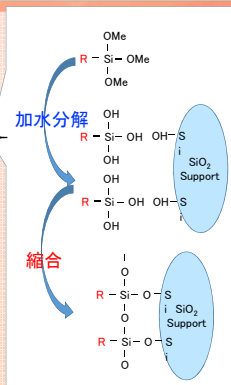


疎水性触媒の調製

- ① SiO_2 をメチルトリメトキシシラン・エタノール溶液に浸漬させ、疎水化反応させる。
- ② 1日間の振とう攪拌の後、純水で洗浄し、 200°C で乾燥。疎水化 SiO_2 を得る。
- ③ 疎水化 SiO_2 を塩化白金酸・エタノール溶液に浸漬させる。
白金担持量は 4g/L に調整
- ④ エタノールを蒸発処理する
- ⑤ 300°C で2時間、水素還元を行う



TKK-H1P



水素酸化触媒の性能評価装置

水素濃度: $0.5 \sim 10000\text{ppm}$
 トリチウム初期濃度: 1.0GBq/m^3
 水蒸気濃度: $100 \sim 22000\text{ppm}$
 炭化水素(火災模擬ガス): $0 \sim 10000\text{ppm}$

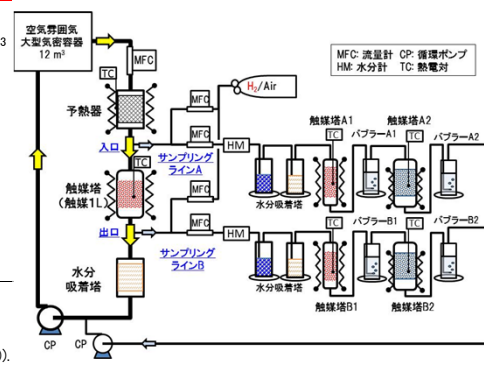
空間速度, $\text{SV} [\text{h}^{-1}]$
 $\text{SV} = Q/V_{\text{cat}}$
 V_{cat} : 触媒充填量 (cm^3)
 Q : ガス流量 ($\text{cm}^3\text{-STP/h}$)

水素反応率, $\text{CRT} [\%]$

$\text{CRT} [\%] = \frac{(\text{パプラーB1 トリチウム捕集量})}{(\text{パプラーA1 トリチウム捕集量})}$

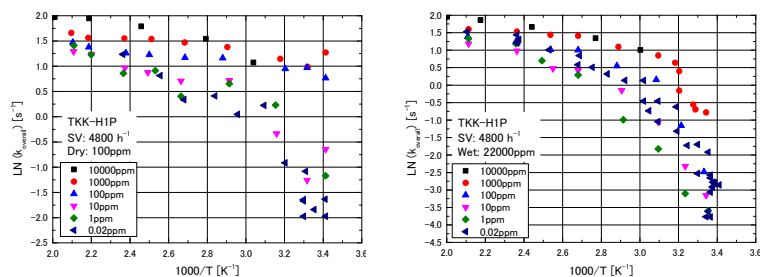
総括反応速度係数, $k_{\text{overall}} [\text{s}^{-1}]$

$k_{\text{overall}} = Q/3600/V_{\text{cat}} \ln(1/(1-\text{CRT}))$



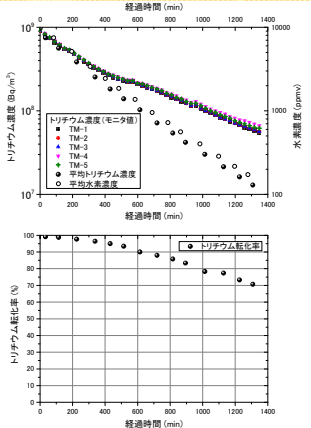
主な成果

疎水性触媒TKK-H1Pの水素酸化における水素濃度・温度・湿度依存性



- 無機質を母材とする疎水性触媒の作成方法を確立
- 水素酸化等における反応速度データベースを整備済
- ITERのトリチウム除去システムの触媒酸化塔用触媒候補として、核融合炉の異常事象時のトリチウム酸化性能確認試験を実施中

室温水素酸化の実証

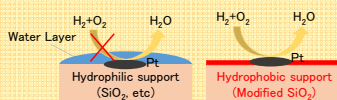


仮想建屋 (12m^3) にトリチウムを含む水素を放出
 室温酸化塔の酸化性能を実証

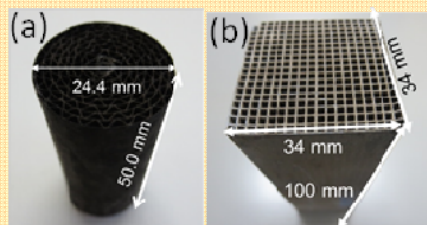
- ✓ 初期トリチウム濃度: 1GBq/m^3
- ✓ 初期水素濃度: 10000ppm
- ✓ ガス流量: $2.4\text{Nm}^3/\text{h}$
- ✓ 疎水性触媒充填量: 1.0liter
- ✓ 外部加熱なし

室温酸化塔の酸化性能

- 90%トリチウム除去: 600min (10h)
- 99%トリチウム除去: 1380min (23h)



本疎水性触媒作成法の幅広い母材への適用性



- (a) メタルハニカム型疎水性白金触媒 (300cell/inch^2)

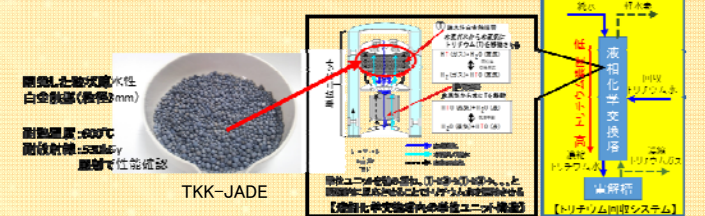
→触媒性能を損なうことなく
 圧力損失の低減が可能

- (b) SiC担体疎水性白金触媒

→良好な熱伝導性と両立

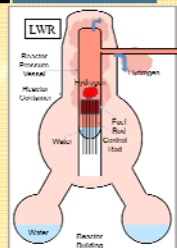
疎水性触媒のトリチウム水処理への応用

- 核融合炉の燃料として必要なトリチウムを回収する、新たな触媒の作製法を確立。
- 触媒体積あたり従来の最高性能品の約1.3倍に相当する世界最高のトリチウム交換効率を実現。
- 核融合炉の技術的課題とされた、トリチウム回収システムの信頼性向上と高効率化の技術的ハードルを越える見通しを得た。



疎水性触媒の他用途への応用

- 軽水炉の過剰水素放出事象に対するPassive Autocatalytic Reactor用触媒(耐ヨウ素仕様有)
- 放射性化学種分析用触媒(トリチウム、 ^{14}C など)
- 水素社会の本格到来に対する水素取扱い施設の安全性向上
 →燃料電池車に水素を供給する水素ステーション等



総括

- 疎水性触媒の研究開発は着実に進展し、トリチウム酸化触媒としてのITERトリチウム除去系への適用を視野に確認データの蓄積を確実に進めている。
- 派生型疎水性触媒は核融合炉で発生するトリチウム水処理用の水素同位体交換反応用触媒として適用が可能である。
- 一般産業への適用を視野に、耐ハロゲン性を有する疎水性触媒の開発をはじめ、放射性化学種の分析用触媒としての用途への応用も目指している。