

令和3年度 3R先進事例発表会

固体高分子形燃料電池からの 貴金属回収に係る新プロセスの開発

TOSHIBA

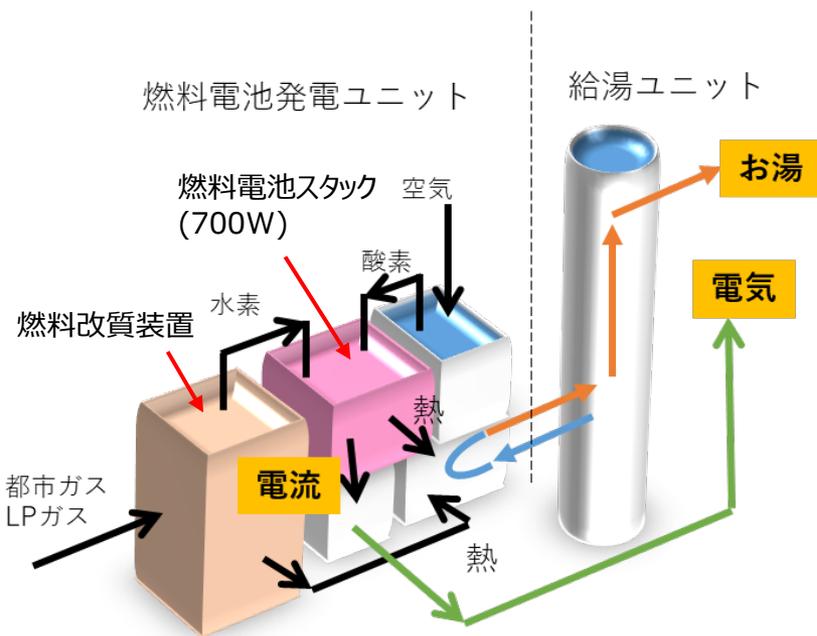
東芝エネルギーシステム株式会社 エネルギーシステム技術開発センター

金村祥平(グループ代表)

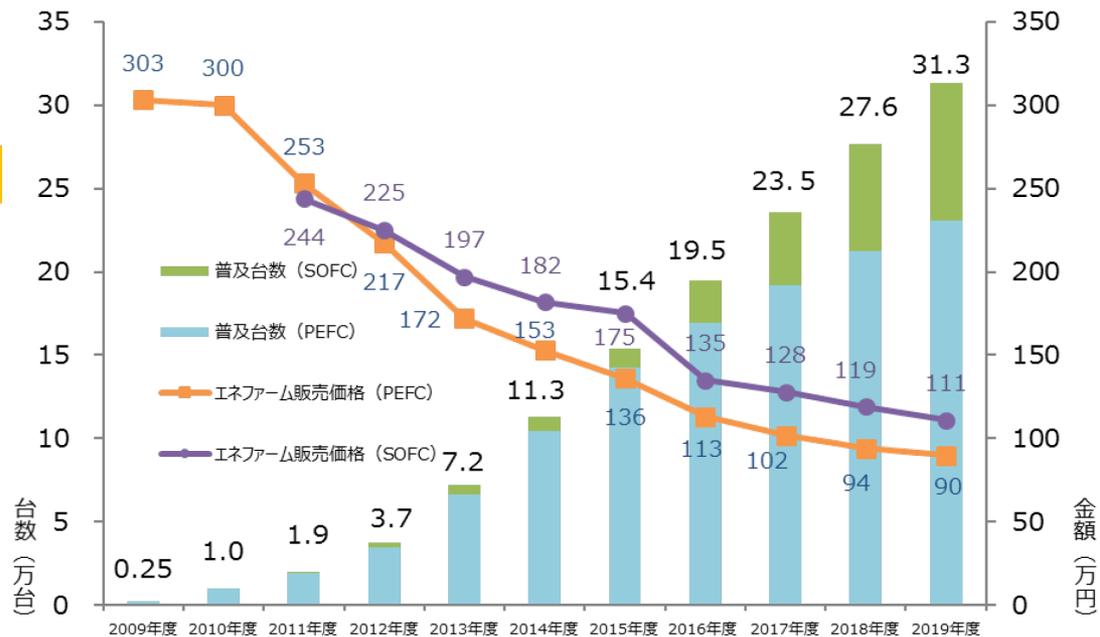
2021年10月15日

家庭用燃料電池システム エネファーム

エネファームのシステム構成



エネファームの国内普及台数



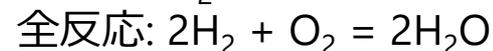
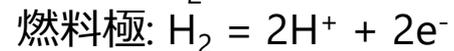
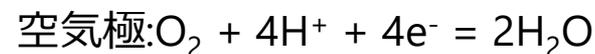
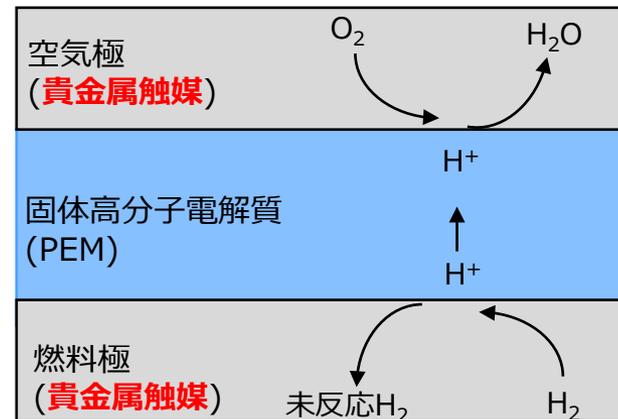
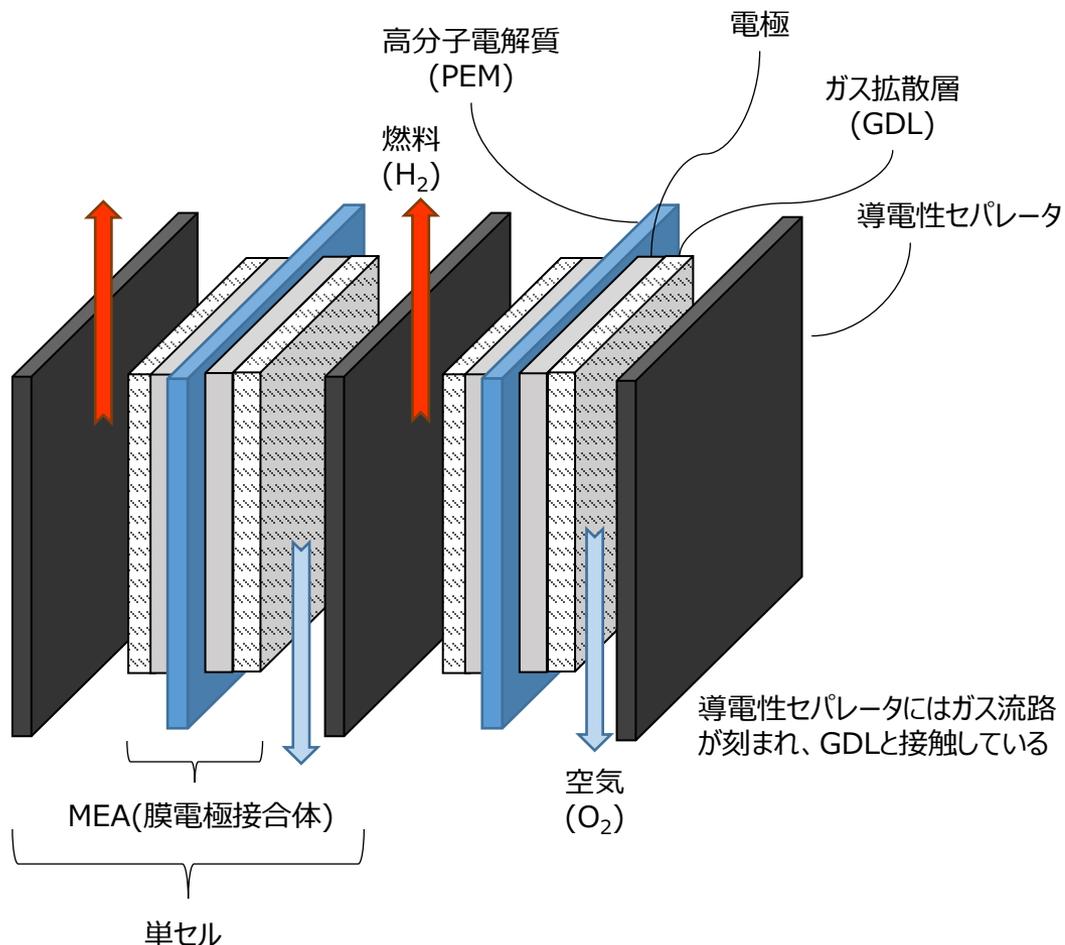
出典：資源エネルギー庁, 「今後の水素政策の検討の進め方について」, 2020年11月

PEFC: 固体高分子形燃料電池
SOFC: 固体酸化物形燃料電池

- ・水素エネルギーの普及に伴い、エネファーム導入台数も増加(2019年度31.3万台)
- ・エネファームの設計寿命は10年であり、今後廃棄品が発生し始める

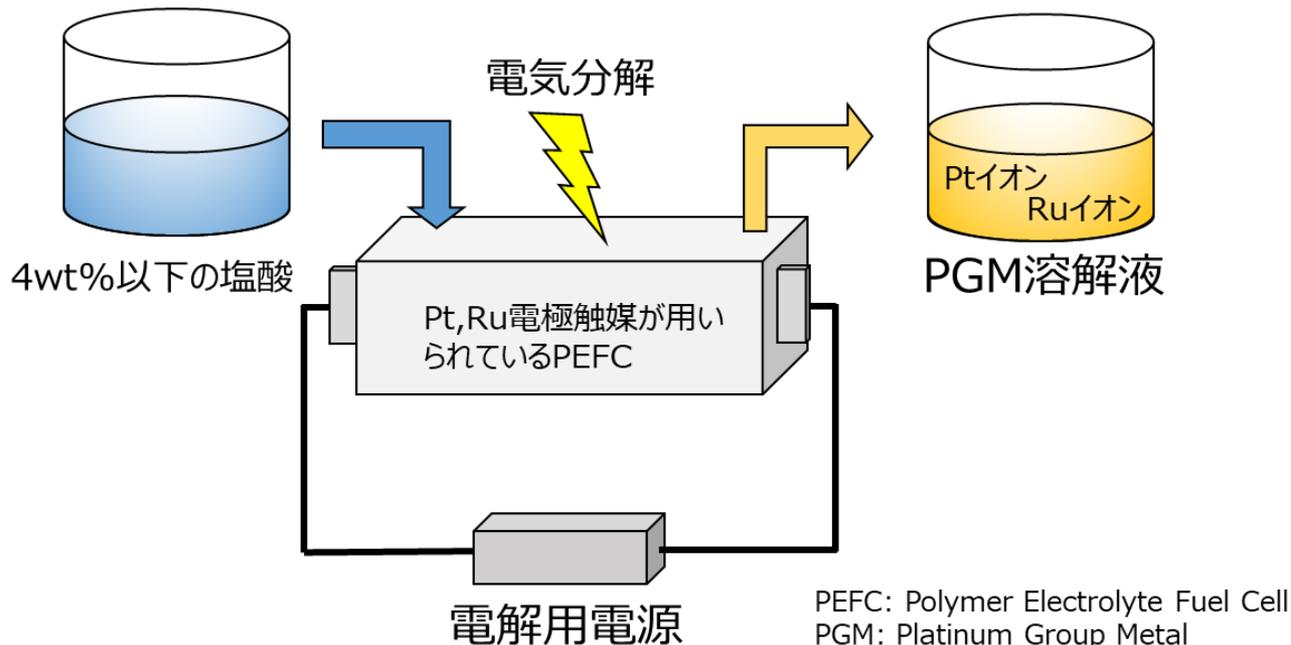
PEFCの構造

PEFC内部の模式図



PEFCには貴金属触媒が必要なため、更なる普及には触媒リサイクルが必須

電解法を用いたPEFCからのPGM回収



- 電池セル構造を使い**解体せずにPGMを溶解回収**¹⁾
- 1M塩酸(4wt%以下)を使って**室温で99wt%以上のPtを溶解**^{2,3)}
- 環境負荷の高い**王水は不要**
- **pH=2の食塩水**でのPGM溶解を確認済み^{2,3)}
- PEFCであれば**製品問わず適用可能**
→ 将来普及が見込まれる**FCVへの適用**
- **PEM型水電解セルへの適用**も可能

1)特許第6652518号

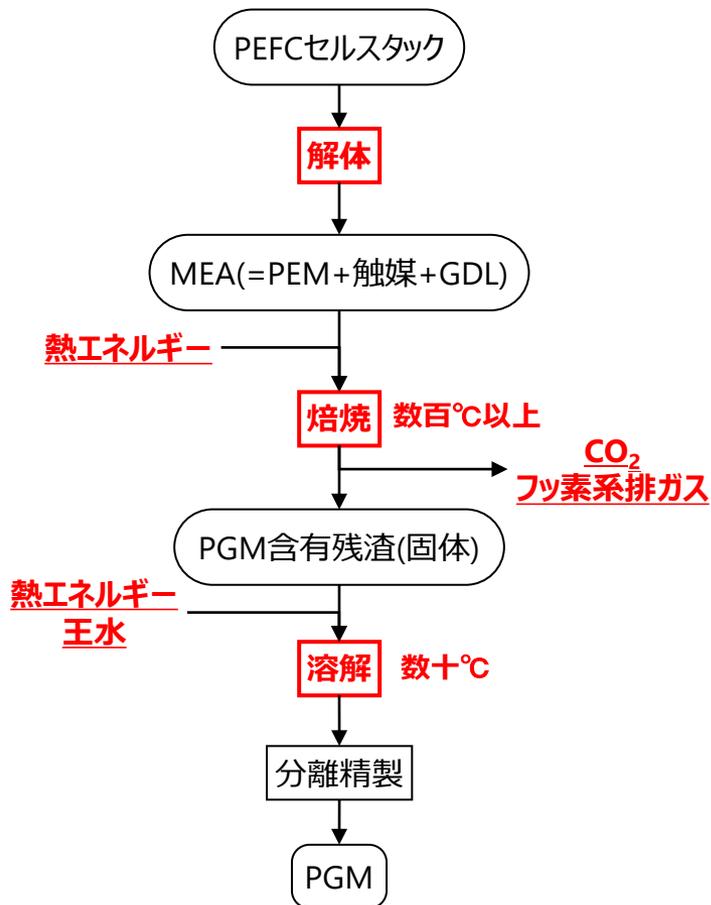
2)S. Kanamura, M. Yagyu, *Mater. Trans.*, **57**, 11, 1972-1976 (2016)

3)金村祥平, 柳生基茂, *電気化学*, **89**, 1 (2021)

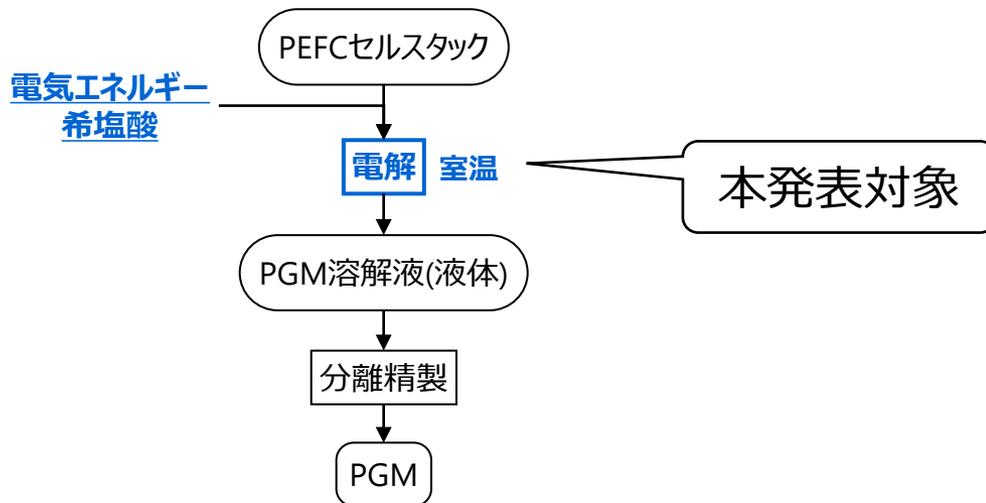
PEFC電極構造を活かしたPGM溶解技術を開発(セル解体不要)

PEFCリサイクルプロセスの比較

既存技術の組合せ



当社が開発した新手法



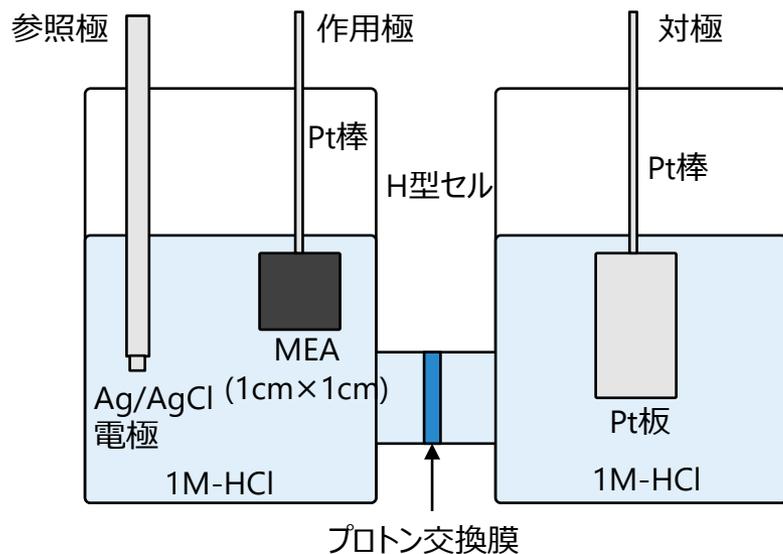
プロセスの比較

項目	既存技術の組合せ	新手法
主工程数	4	2
使用薬剤	王水等の酸化剤	希塩酸(4wt%以下)
温度	数百°C以上	室温
実施場所	専用設備が必要	基本的に制約なし
CO ₂ 直接排出	あり	なし

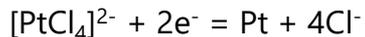
PEFCに特化することでシンプル、省エネ、強酸化剤不要な貴金属回収プロセスを構築

PGM溶解技術の開発-MEAからのPt溶解試験-

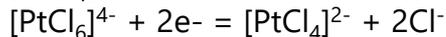
MEAからのPt溶解試験



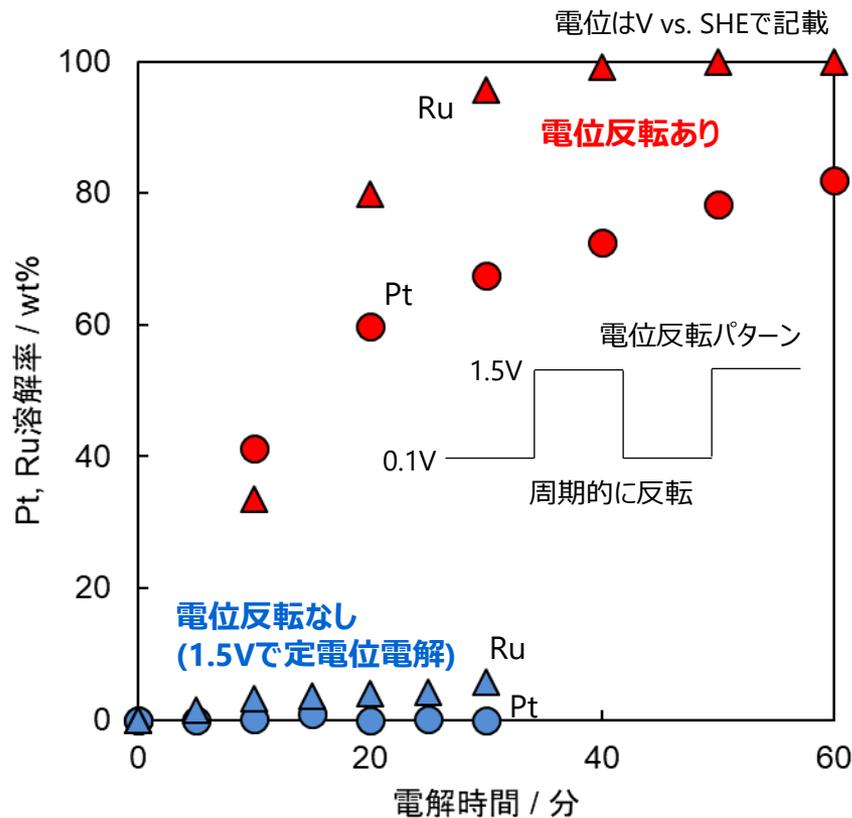
HCl中でのPt溶解反応に関する標準電極電位(電気化学便覧 第6版)



$$E^\circ = 0.758 \text{ V vs. SHE}$$



$$E^\circ = 0.726 \text{ V vs. SHE}$$



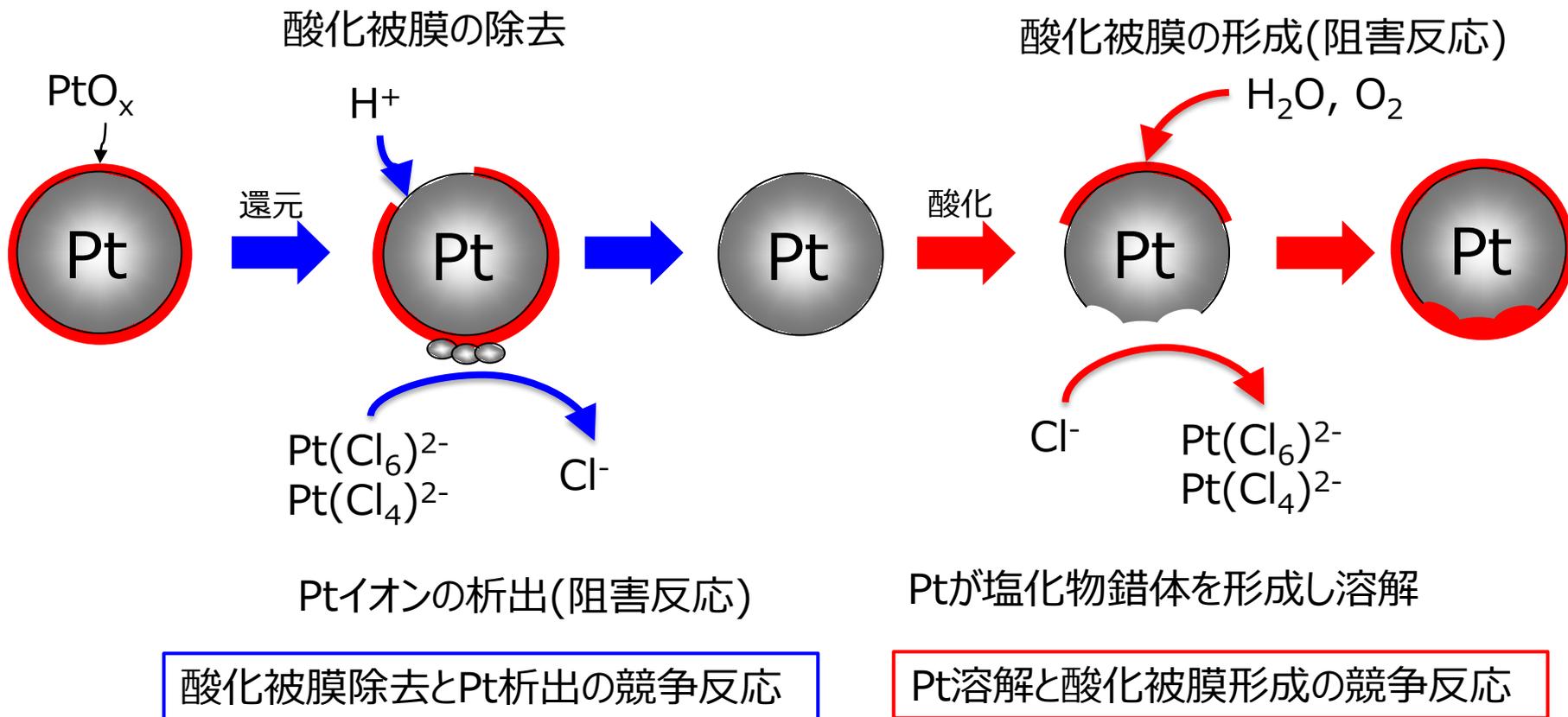
出典: 金村祥平, 柳生基茂, 電気化学, 89, 1 (2021)

$$\text{Pt溶解率} = \frac{\text{溶液中Pt重量}}{\text{初期MEA中Pt重量}} \times 100$$

電位を周期的に反転させながら電解するとPGMが溶解

PGM溶解技術の開発-電解によるPt溶解メカニズム-

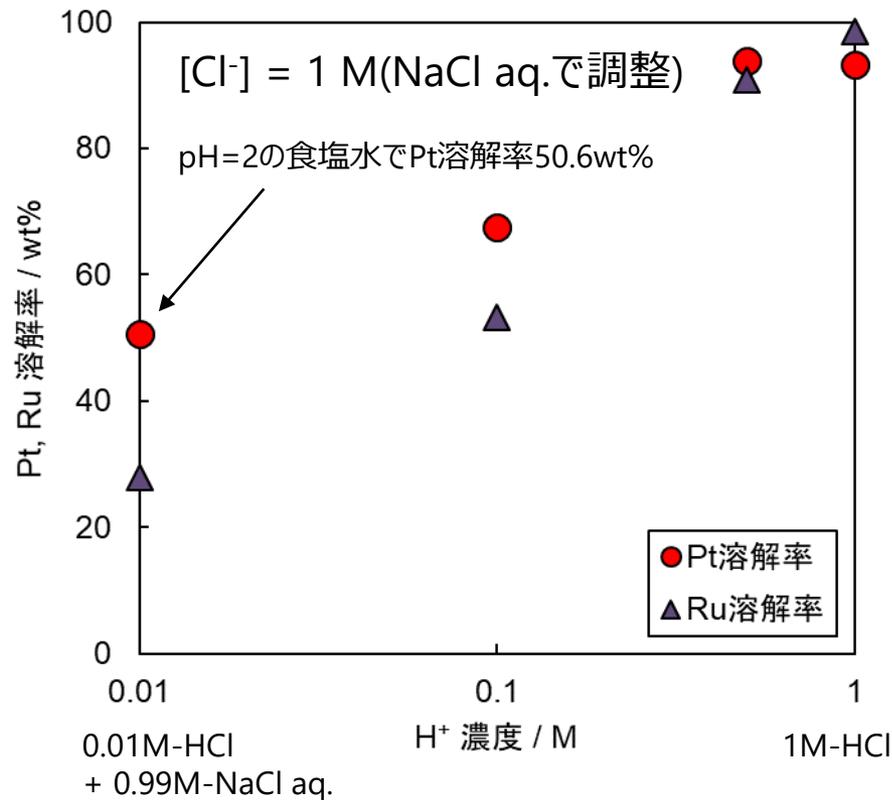
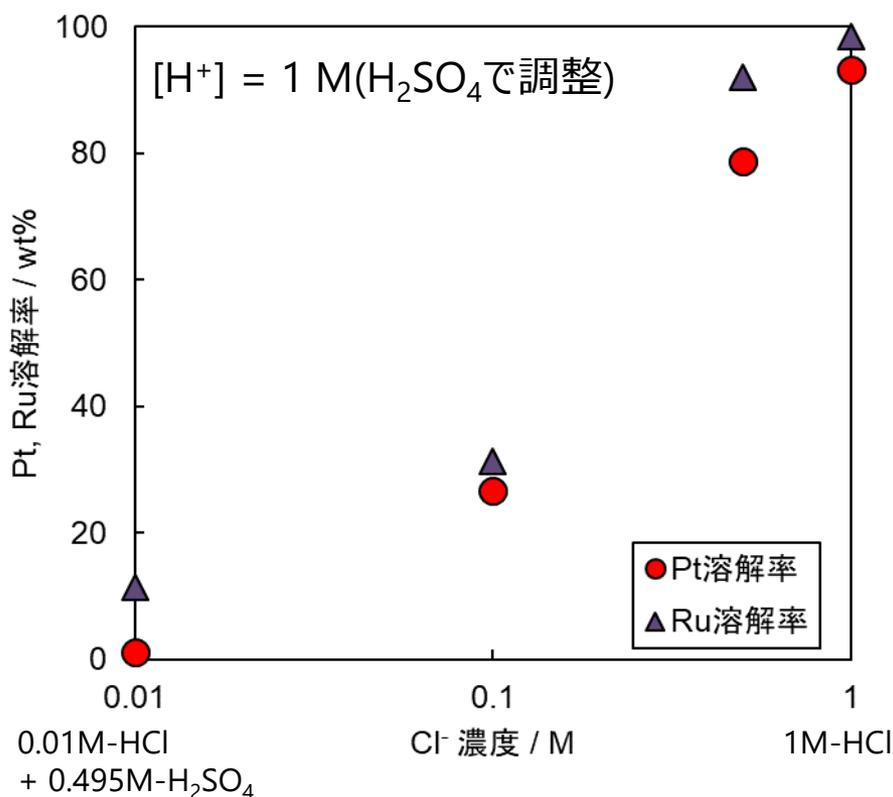
想定Pt溶解メカニズム



酸化と還元を交互に行うことでPtを電解溶解可能

PGM溶解技術の開発-MEAからのPGM溶解試験-

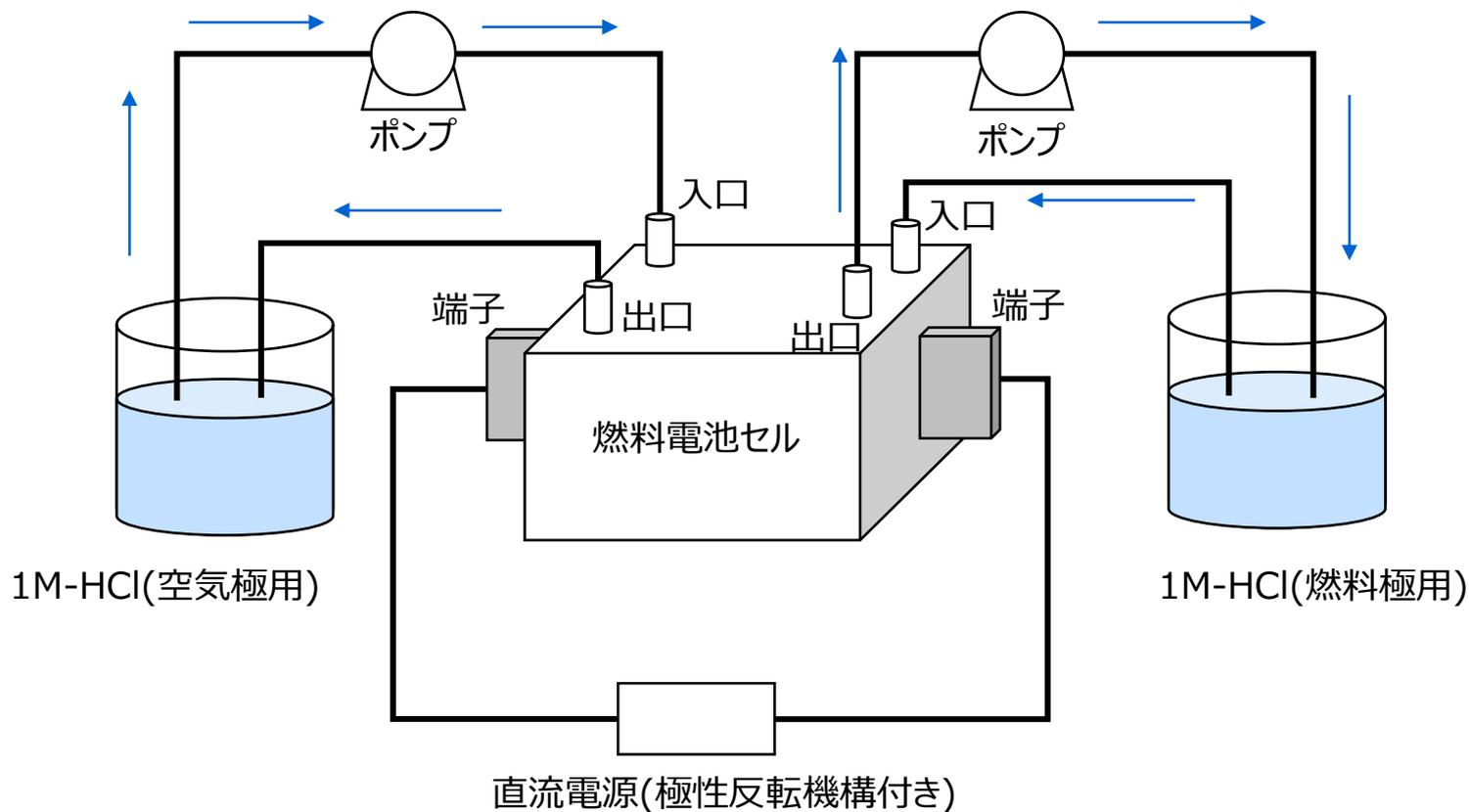
共存イオン濃度の影響



出典: 金村祥平, 柳生基茂, 電気化学, 89, 1 (2021)

十分なCl⁻濃度があればpH=2においてもPGMを電解溶解可能

PGM溶解技術の開発-概念図-

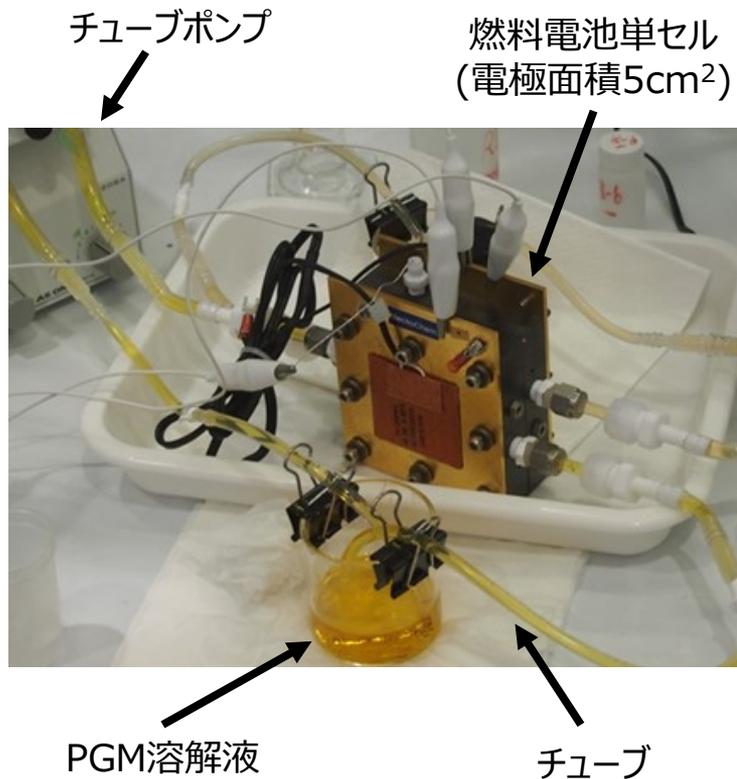


出典: 金村祥平, 柳生基茂, 電気化学, 89, 1 (2021)

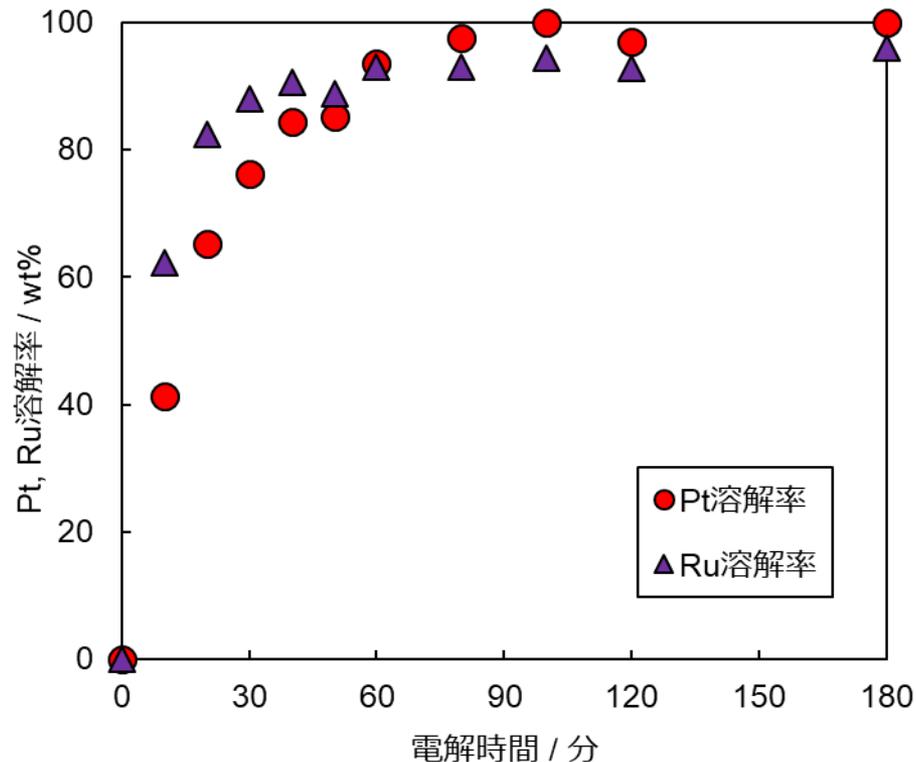
燃料電池セルの構造を利用し、セル解体をせずにPGMを電解溶解

PGM溶解技術の開発-燃料電池セルからのPGM溶解試験-

燃料電池セル(単セル)を使ったPGM溶解試験



PGM溶解試験結果(単セル)

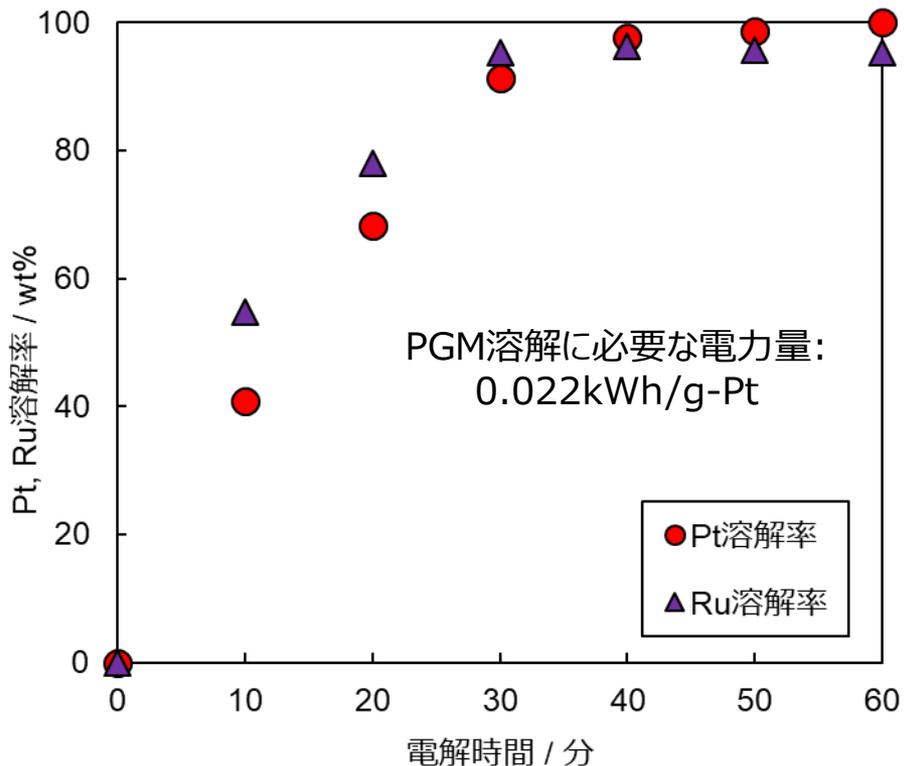


出典: 金村祥平, 柳生基茂, 電気化学, **89**, 1 (2021)

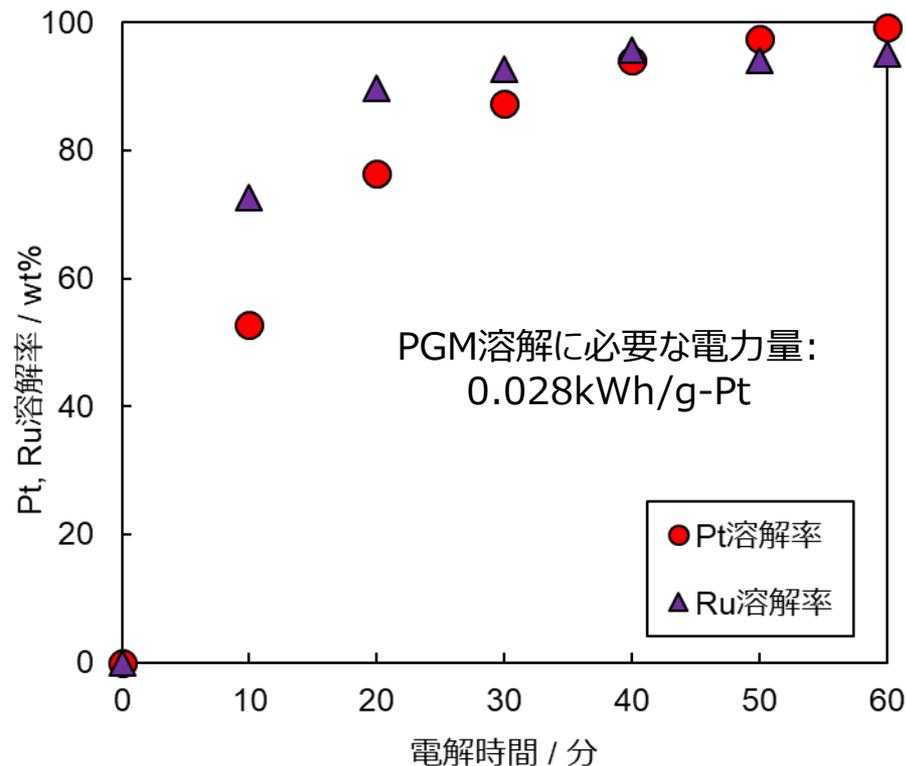
燃料電池セルの構造を利用し、セル解体をせずにPGMを溶解

PGM溶解技術の開発-複数セルからのPGM溶解試験-

PGM溶解試験結果(3セル)



PGM溶解試験結果(5セル)

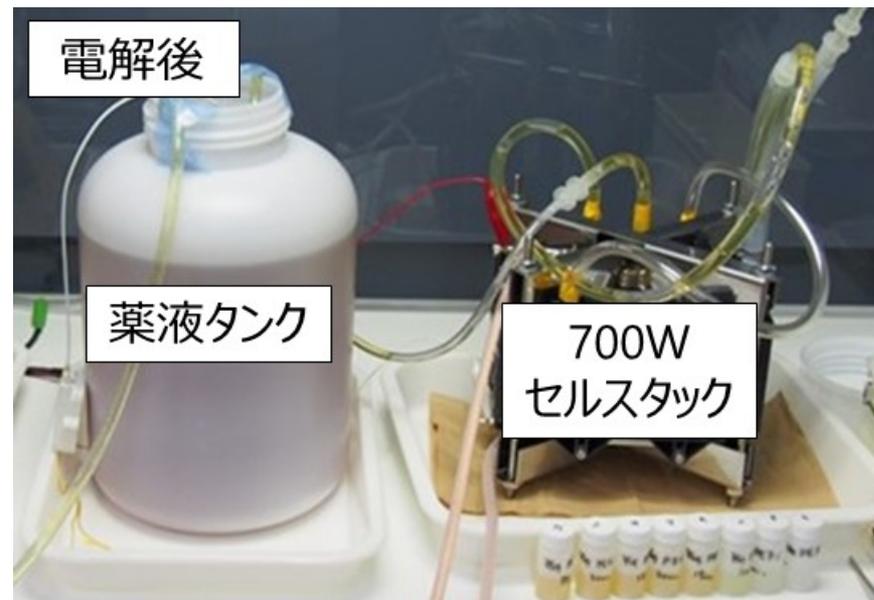
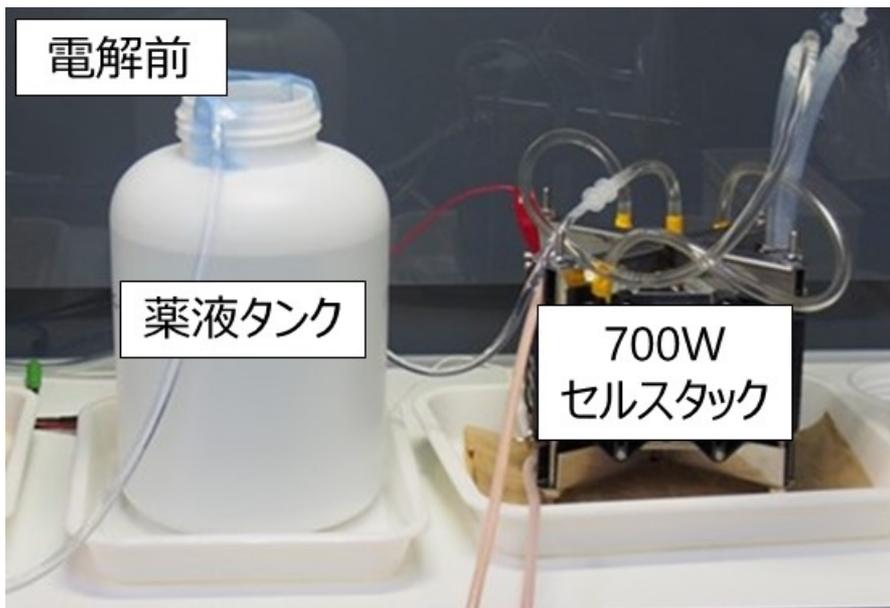


出典: 金村祥平, 柳生基茂, 電気化学, **89**, 1 (2021)

燃料電池セルが直列に接続されたスタック状態でもPGMを溶解可能

PGM溶解技術の開発-700Wセルスタック試験-

700Wセルスタックを使ったPGM溶解試験



PGM溶解率: 70~80wt%

PGM溶解に必要な電力量: 0.18kWh/g-Pt

700Wセルスタックにおいてもセルを解体せずPGMを溶解可能なことを実証

まとめ

- ・今後発生することが予想されるPEFCからのPGM溶解回収技術を開発
- ・印過電圧を周期的に反転させることで、1M-HClを使って、室温でPGMを溶解可能
- ・pH=2の食塩水においてもPGM溶解が可能なことを確認
- ・PEFCがもつ本質的な構造を利用し、セルを解体することなくPGMを溶解
- ・単セル、複数セル(3、5セル)にてPGMをほぼ全量溶解可能、このときの必要電力量は0.022～0.028kWh/g-Ptとなる。
- ・700Wセルスタックにてセルを解体することなくPGM溶解可能なことを実証

TOSHIBA