

研究背景

燃料電池自動車に用いられている電解質膜の一部には、OHラジカルに対する電解質膜の耐久性を高めるために、セリウムイオンがラジカルクエンチャーとして添加されている。これにより数十万kmの走行が可能になっているが、水の移動に伴うセリウムイオンの移動が併発し、アノード付近のラジカルクエンチャー濃度が減少し、結果的に電解質膜の劣化を誘発している。現状ではラジカルクエンチャーの添加量でこの問題に対処しているが、根本的な解決になっておらず、コストと耐久性の両面で重要な課題となっている。本研究はこの課題を解決するためのものであり、**現行のラジカルクエンチャーの移動機構とラジカルクエンチ機構を解明するとともに、移動抑制技術を構築する**。また、新たな低分子、高分子ラジカルクエンチャー、及び低燃料ガス透過性技術を開発することでさらなる電解質材料の高耐久性化を図る。

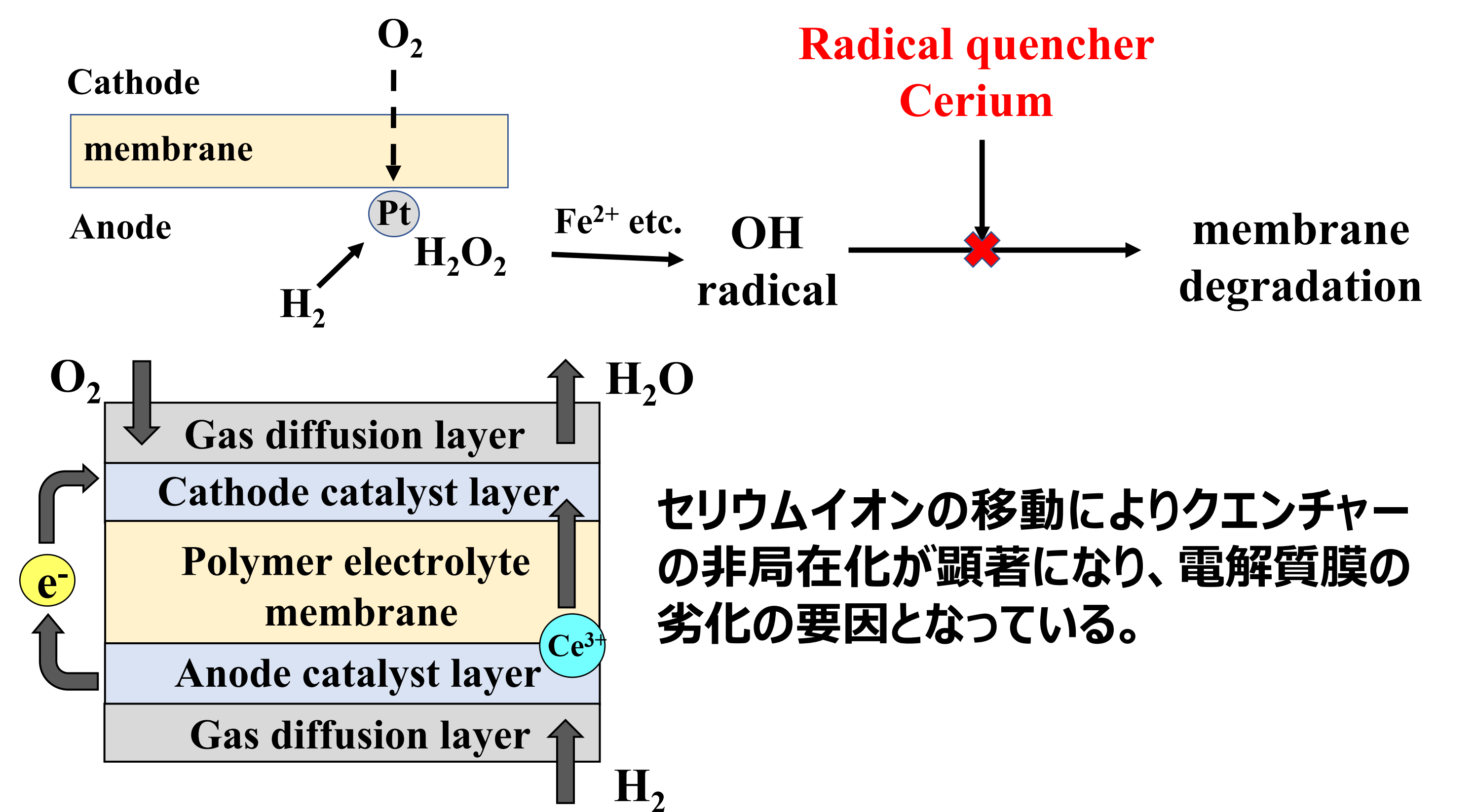
顕著な成果

- ✓ セリウムイオンの移動速度を50-75%低減した。（特許出願済み）
- ✓ 迅速スクリーニング法を開発し、新たな有機ラジカルクエンチャーを見出した。
- ✓ クエンチャーの高分子量化に成功した。（特許出願済み）

最終目標

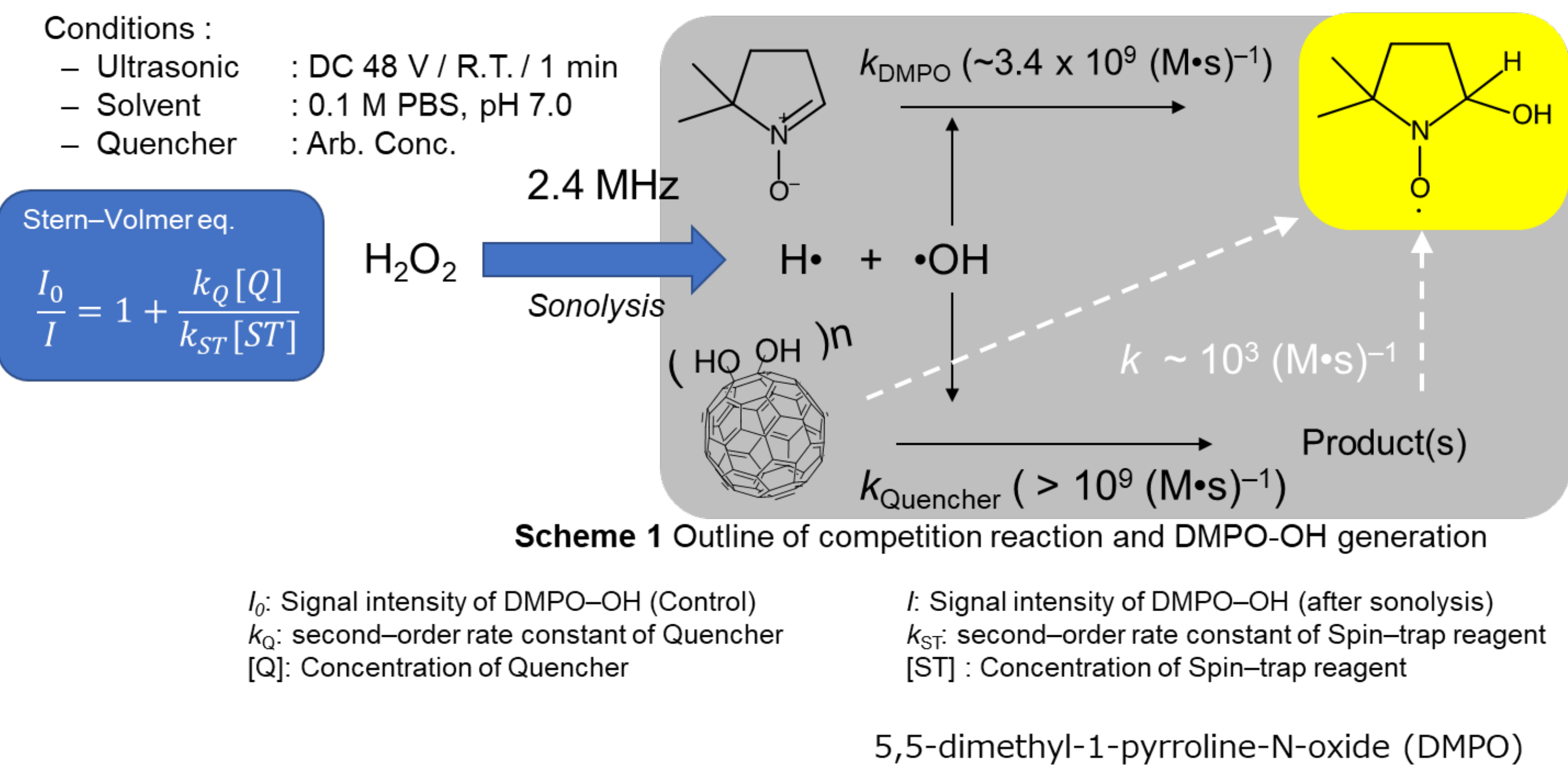
燃料電池作動時にラジカルクエンチャーの移動がなく、かつその使用量を従来の使用量に対して25%削減可能にする。

研究成果
ラジカル分解



セリウムイオンの移動によりクエンチャーの非局在化が顕著になり、電解質膜の劣化の要因となっている。

迅速スクリーニング法



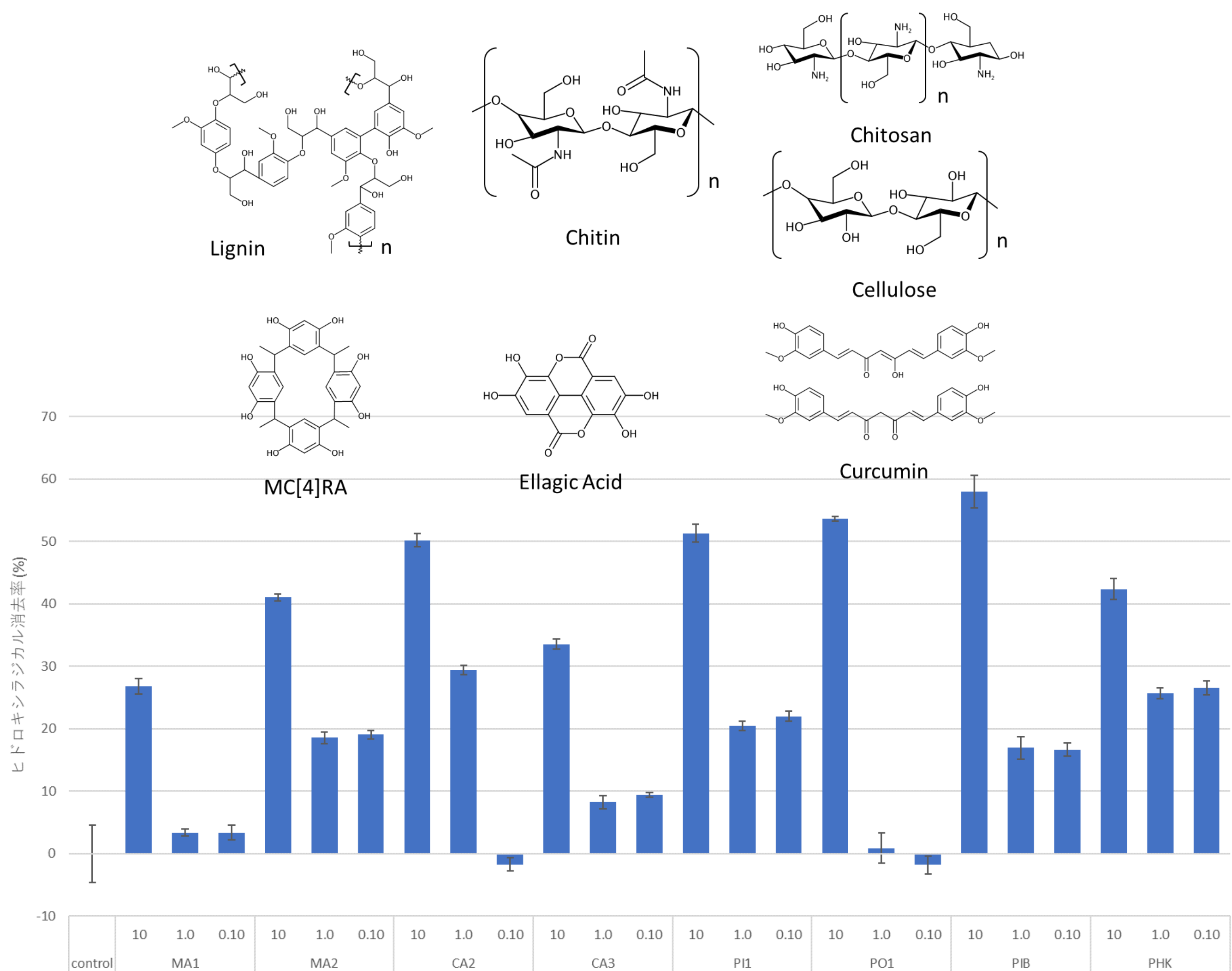
Scheme 1 Outline of competition reaction and DMPO-OH generation

I_0 : Signal intensity of DMPO-OH (Control)
 k_Q : second-order rate constant of Quencher
[Q]: Concentration of Quencher

I : Signal intensity of DMPO-OH (after sonolysis)
 k_{ST} : second-order rate constant of Spin-trap reagent
[ST]: Concentration of Spin-trap reagent

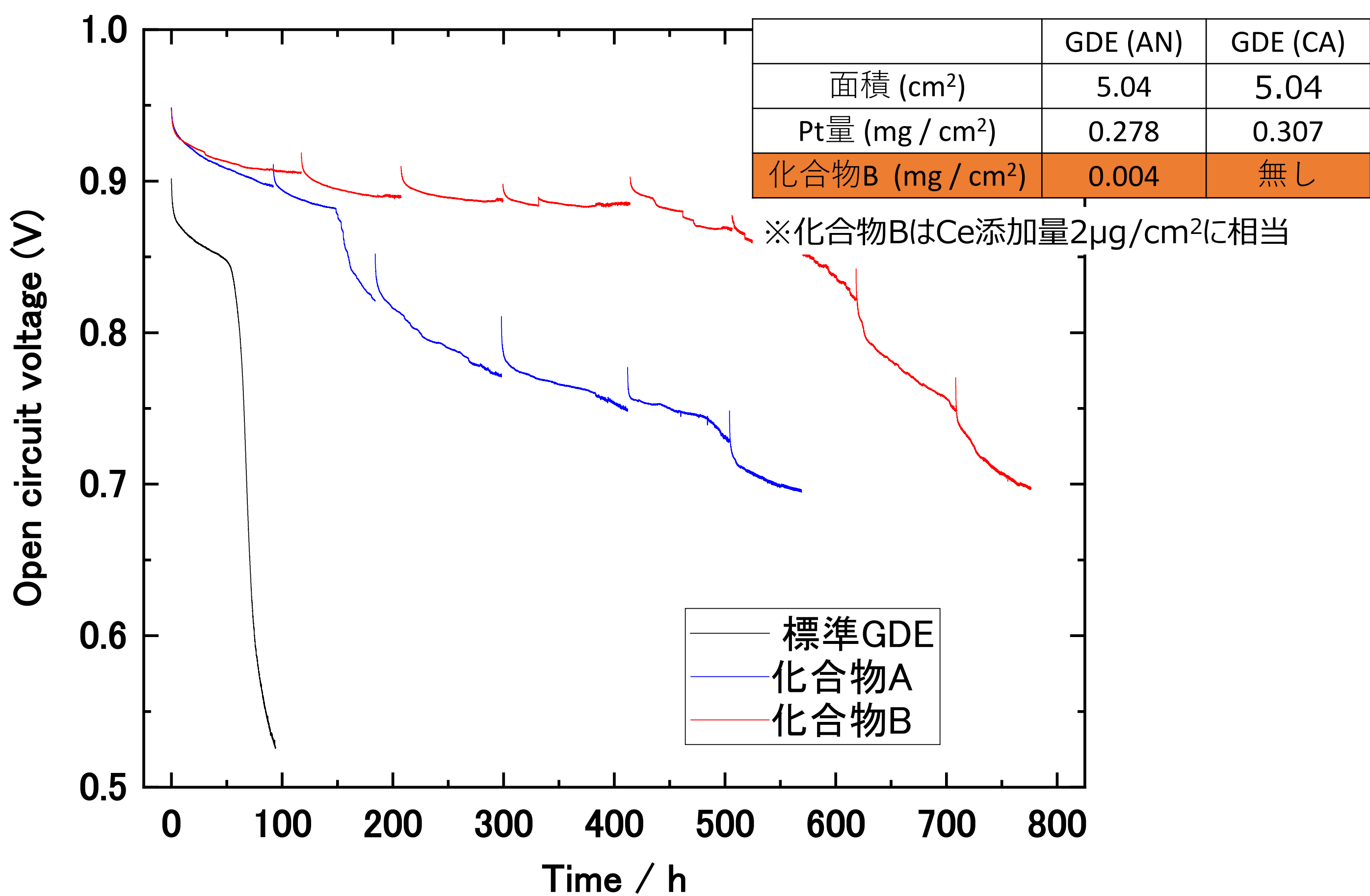
5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide (DMPO)

安定ラジカルである5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide (DMPO) ラジカルを用い、その安定ラジカルの消滅性をESRで測定することでクエンチャーのクエンチ能を評価した。

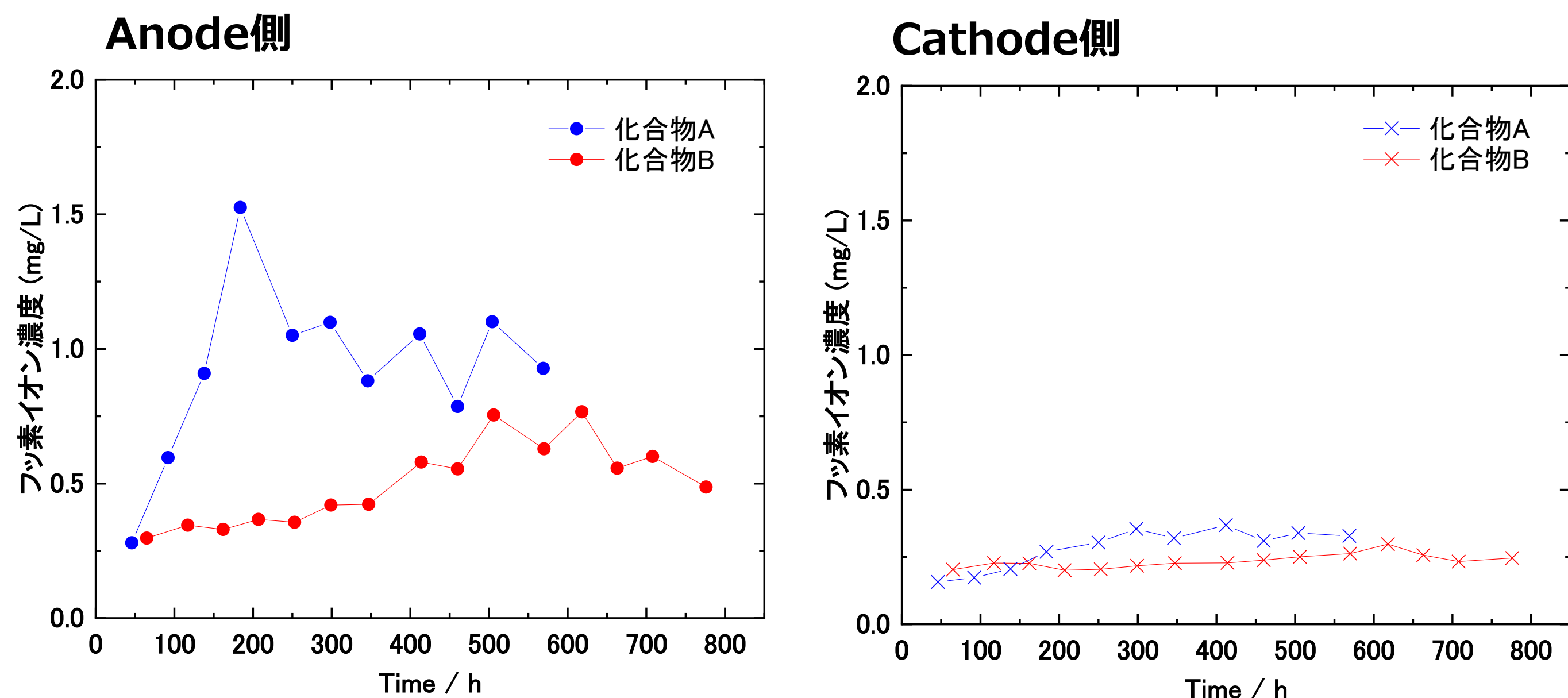


30種類以上のスクリーニングの結果、強い抗酸化性を示す材料が見出された。

有機低分子ラジカルクエンチャー



迅速スクリーニング法で見出された化合物Aは600時間まで、化合物Bは800時間までOCV耐久性を維持。



実用化・事業化の見通し、課題等

- 本研究開発は、
- ①セリウム系ラジカルクエンチャーの移動解析と移動抑制技術の構築
 - ②新規な低分子ラジカルクエンチャーと酸素透過抑制技術の開発
 - ③ラジカルクエンチ能を有する高分子電解質の開発

の3つのステップで計画しているため、それぞれの段階で実用化・事業化が可能と考えている。

今後は、本ラジカルクエンチャー技術を炭化水素系電解質材料に展開する。