

太陽光照射下における海水からの酸素および次亜塩素酸の選択生成を可能とする可視光応答型光電極の開発

(産総研) ○奥中 さゆり・三石 雄悟・佐山 和弘

Development of Visible-light Responsible Photoelectrode for Controlling the Selectivity of O₂/HClO Production from Seawater under Solar-light Irradiation (*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*) ○Sayuri Okunaka, Yugo Miseki, Kazuhiro Sayama

Photoelectrochemical simultaneous production of H₂, and O₂ or hypochlorous acid (HClO) from seawater using a semiconductor photoelectrode under solar-light irradiation is one of the breakthrough technologies for sustainable energy conversion process. However, the selectivity of oxidative O₂/HClO production over the photoanode in the electrolyte containing chloride ions are still uncontrollable. Here, we showed that loading metal oxide such as MnO_x or CoO_x via spin-coating onto a photoelectrode, effectively controlled the O₂/HClO production from the electrolyte containing chloride ions under solar-light irradiation. Furthermore, controlling the loading conditions enabled us to prepare the photoelectrode that produce O₂ or HClO with almost 100% selectivity, along with maintaining the photoelectrochemical performance.

Keywords : Solar-light; Selective oxidation; Photoelectrode; Seawater

光電極を用いた太陽光エネルギー変換による水素製造や有用化成品製造は、再生可能エネルギーなどの観点から近年盛んに研究されている。実用化に向け、水分解による水素製造を地球上に豊富に存在する海水を用いて実現できれば、システムの低コスト化が期待できる。しかし、海水に代表される塩化ナトリウム (NaCl) 水溶液には塩化物イオン (Cl⁻) が含まれ、これを電解液に用いた場合、アノード側で O₂ 生成と次亜塩素酸 (HClO) 生成が競争して起こる¹⁾。HClO は、殺菌・消毒などに用いられる高付加価値な物質である一方で、大規模水電解水素製造システムにおいては劣化を促進する物質であるため、目的用途に合わせて HClO/O₂ 生成の選択性を制御可能な電極材料を開発することが必要である。今回、我々は、光電極として、高効率可視光吸収能と電荷分離能を併せ持つことで優れた光アノード特性を示す BiVO₄/WO₃ 積層型光電極を用い、その表面に金属酸化物 (MO_x, M = Mn, Co, Ni, Fe など) を修飾することで、光照射下、人工海水などの Cl⁻ 含有電解液中での水電解反応における O₂ および HClO 生成の選択性への影響や、光アノード特性へ及ぼす影響について検討した。

実際、光電極表面に、金属前駆体溶液をスピコート法で塗布後焼成するという簡単な工程で MnO_x または CoO_x を修飾すると、人工海水や NaCl 水溶液中における光電解反応による O₂/HClO 生成の選択性を制御できることを初めて見出した。特に、MnO_x を修飾することで、幅広い電解条件下での選択的 O₂ 生成、CoO_x を修飾することで、海水と同等の希薄な NaCl 水溶液中での選択的 HClO 生成を実現した。さらに、電極作製時の焼成条件を最適化することで、光アノード特性を維持したまま、選択性制御可能な光電極の開発に成功した。

1) S. Iguchi, Y. Miseki and K. Sayama, *Sustainable Energy Fuels*, **2018**, *2*, 155–162.