

Graduate School of Advanced Science and Engineering
Waseda University

博士論文審査報告書

論 文 題 目

Polymer-Based Hydrogen Carriers:
Their Synthesis and Electrolytic Hydrogenation

高分子型水素キャリア：合成と電解水素化

申 請 者

Ryo	KATO
加藤	遼

Department of Advanced Science and Engineering,
Research on Applied Chemistry A

2017年2月

水素の付加・脱離が可能な水素キャリアとなりうる有機ハイドライドを繰り返し単位にもつ、まったく新しい高分子を申請者は本論文で提案し、その分子設計、合成、電解水素化、および水素発生について、実験成果と考察をまとめている。

水素はクリーンかつ効率高い燃料であるが、水素ガスを圧縮貯蔵するには高圧あるいは極低温条件が必要となり、また爆発性や水素の透過、水素脆化などの問題がある。効率高くかつ安全に水素を貯蔵・輸送できる材料技術、すなわち水素キャリア材料の開発が一つの鍵であり、最近、有機化合物を水素還元し、化学結合で水素を固定し、貯蔵・輸送する有機ハイドライドの大規模な実証研究も進んでいる。しかしその多くは、水素固定反応に高温または高圧水素ガスが必要で、またその毒性、可燃性、揮発性などもあり、特に地域分散型での水素利用や、より身近な箇所での水素貯蔵では、安全性・利便性の面で不利である。本論文では、有機ハイドライドを生成する一つの経路として電解水素化に着目し、高温あるいは高圧水素を使用しない水素固定法としてその原理を実証している。また、有機ハイドライド部位からなる高分子をはじめて合成し、高分子特有の無毒・無揮発、不燃性、成型加工性、取り扱い易さを水素キャリア材料にもち込むことで、新たな高分子型水素キャリアを提示し、従来の課題解決に挑戦している。第1章では、水素キャリア材料の現状と課題について取りまとめるとともに、高分子での電荷の貯蔵・輸送および電解水素化の反応機構について議論し、本論文の目的としている高分子型水素キャリアの位置づけを明確にしている。第2章では、フルオレノン/フルオレノールを有機ハイドライド部位とする親水性の高分子を合成し、密度高い部位に起因した電解水素化と水素貯蔵・キャリア能をはじめて実証しており、広く関心を呼ぶ成果となっている。またプロトン交換反応の証明から高分子内での伝播機構を描像した知見は評価に値する。第3章では、ビニルフルオレノンのラジカル重合で得られた高分子の水素キャリア特性について定量的に議論し、上記の考え方の普遍性に踏み込んでいる。第4章での、質量水素密度の高いキャリア部位としてキナルジンに着目した、その高分子での可逆的な水素貯蔵、第5章での、イリジウム触媒による脂肪族カルボニル化合物の電解水素化など波及する知見も有意義である。第6章では、濃度勾配を駆動力とした電荷伝播の切り口を活かし、色素増感太陽電池の光電変換効率の向上、第7章では、将来展望として高分子型水素キャリアの応用の可能性について提示している。

以上のように、本論文では一連の水素キャリア部位を有する高分子をはじめて合成するとともに、水素固定の手法として電解水素化の方法を確立し、実験実証と考察から、機能性高分子の新しい一つの領域を開拓したのとして評価できる。よって本論文を博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。

2017年1月

審査員

(主査)	早稲田大学教授	工学博士（早稲田大学）	西出 宏之
	早稲田大学教授	博士（工学）（早稲田大学）	小柳津 研一
	早稲田大学教授	博士（工学）（東京大学）	関根 泰
	Uppsala 大学教授	Ph.D.（Uppsala 大学）	Martin Sjödin
	株式会社 ブリヂストーン	工学博士（東京工業大学）	毛利 浩

(主査) 早稲田大学教授 西出 宏之 _____

早稲田大学教授 小柳津 研一 _____

早稲田大学教授 関根 泰 _____

Uppsala 大学教授 Martin Sjödin _____

株式会社 ブリヂストーン 毛利 浩 _____

