



【研究情報】

総合生産科学域

工学部 / 情報データ科学部 / 水産学部 / 環境科学部



長崎大学 研究開発推進機構
研究推進部門 産学官連携推進室

1. 研究テーマ

地球に優しい水素エネルギー社会を構築するために必要不可欠な高感度・高選択性水素センサ

Highly sensitive and selective hydrogen sensors responsible for sustainable hydrogen-energy society

2. 研究者紹介

清水 康博・Shimizu Yasuhiro・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・教授

<https://researchmap.jp/read0172788/>

兵頭 健生・Hyodo Takeo・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・准教授

https://researchmap.jp/TH_nagasaki

上田 太郎・Ueda Taro・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・助教

<https://researchmap.jp/taroueda>

研究室URL: <http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/zaika/zak.htm>

3. 概要

人類が自然と共存しながら地球上で未来永劫生活していくためには、可能な限りはやく既存エネルギーから脱却する必要があります。そのための1つの解決策が、水素エネルギー社会の構築です。私たちは、その水素エネルギーを安全・安心に、かつ高効率で利用するために必要不可欠な「水素センシング技術」に注目しています。「どのような環境下でも超微量から高濃度の水素を高選択的に定性・定量することができる高性能水素センサ」を開発することが究極の目標です。

We should break away from existing energy such as petroleum oil and coal, as soon as possible, to live on earth forever as well as to coexisting with nature and environment. One of the solutions is to realize "hydrogen-energy society". Thus, we have focused on state-of-the-art hydrogen-sensing technology essential in utilizing hydrogen energy efficiently in safety and security. Our ultimate goal is to develop high-performance sensors capable of detecting various concentrations of hydrogen sensitively and selectively under any gaseous atmospheres.

4. 特色・研究成果・今後の展望

我々は、チタンなどの金属を陽極酸化することで得られる陽極酸化膜と貴金属(白金やパラジウム)電極を組み合わせたダイオード式ガスセンサ(図1(a))を、高性能水素センサとして提案しています。このセンサは、①サブppm～数%の水素濃度に依存する特徴的な非直線的電流(I)–電圧(V)特性(図1(b))を示すこと(特に窒素中)、②空気中よりも純窒素中において高い水素感度を示すこと、③作動温度を室温まで下げても十分応答すること、④他の可燃性ガスに対する応答は極めて小さいことから、水素選択性が高いこと、⑤湿度による影響は極めて少ないこと、など、一般的な半導体ガスセンサや接触燃焼式ガスセンサとは全く異なる魅力的な特性を示します。このような特性は、「貴金属表面における高効率で高選択的な水素分子の解離吸着能」と「それに伴う貴金属電極の仕事関数の大きな変化」に由来します。このダイオード式ガスセンサの構造をベースに、貴金属電極の表面や貴金属/酸化物インターフェースの構造や組成を最適化することで、さらなる高性能化を行っています。

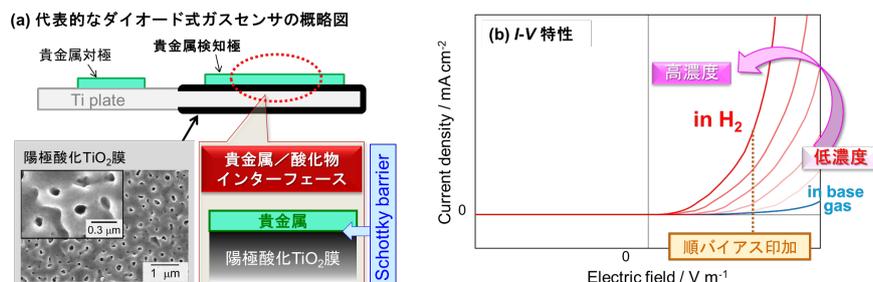


図1 (a) ダイオード式ガスセンサの概略図と (b) I-V特性

5. 社会実装への展望・企業へのメッセージ

本研究で得られる水素センサは、上述した水素エネルギー社会に「安全・安心」を提供するだけでなく、「高効率」な水素エネルギー循環システムを構築するための基幹デバイスとして利用することができます。さらに、既存のエネルギーシステムにおいても、爆発する危険性の高い水素のモニタリングは重要ですし、半導体製造プロセス分野や医療分野においても応用が期待されています。

1. 研究テーマ

プラネタリーヘルスを実現する高性能ガスセンサの研究

Research on high-performance gas sensors for *Planetary Health*

2. 研究者紹介

清水 康博・Shimizu Yasuhiro・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・教授

<https://researchmap.jp/read0172788/>

兵頭 健生・Hyodo Takeo・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・准教授

https://researchmap.jp/TH_nagasaki

上田 太郎・Ueda Taro・総合生産科学域(工学系)・工学研究科・助教

<https://researchmap.jp/taroueda>

研究室URL: <http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/zaika/zak.htm>

3. 概要

暮らしの安全・安心を実現するための高性能なガスセンサの研究を行っています。ガス検知材料の微細構造をナノサイズレベルで制御したり、新規なセンサ駆動方式を提案したりすることで、ガス漏れ・ニオイの原因である各種ガス(CO, NO_x, VOCs(揮発性有機化合物))をより高感度に検知可能なガスセンサを多く提案しています。近年は、呼気や皮膚からの生体ガスに含まれるごく微量のガス検知に取り組み、ヘルスケア分野への応用を目指しています。

We have focused on the development of high-performance gas sensors for a safe and secure society. Controlling the nanoscale microstructure of the gas sensing materials and introducing the new concepts to the gas detection are our strategies for sensitive detection of harmful gases, such as CO, NO_x, and VOCs (volatile organic compounds). In addition, we now focus on the detection of the specific very low concentration gases in the breath or emitted from the skin, in order to apply gas sensors to healthcare monitoring.

4. 特色・研究成果・今後の展望

ガス検知材料の微細構造をナノサイズレベルで制御することで、感度・選択性を向上可能なガスセンサの設計手法を広く研究しています。例えば、酸化スズ等の金属酸化物に直径数ナノ～数十ナノメートルの球状の細孔を導入したり(図1と2参照)、ナノサイズの貴金属(白金や金等)を分散担持したりした検知材料を開発しました。ガスに対する吸着特性や燃焼特性が大きく向上できたため、各種ガス(CO, NO_x, VOCs(揮発性有機化合物))に対する応答特性を大きく向上できました。また、新たなセンサ駆動方式の提案・評価を行い、ガス検知の可能性を広げる試みも行っています。例えば、ガスをより多く吸着可能な吸着燃焼式センサ、紫外線(UV)のガス検知への応用、電気化学セルを用いたガスセンサを開発しました。特定のガスをより高感度・選択的に検知できる可能性があることを報告しています。今後は、呼気や皮膚の生体ガスに含まれるごく微量のマーカージスを検知可能なガスセンサを開発して、健康状態や特定の疾患の診断へ応用したいと考えています。

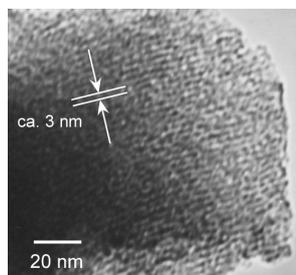


図1 ナノ細孔を導入したSnO₂粒子

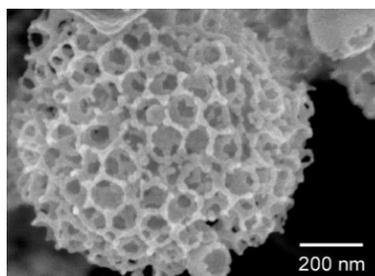


図2 マクロ細孔を導入したIn₂O₃粒子

5. 社会実装への展望・企業へのメッセージ

本研究により、糖尿病やがんを早期発見することにはじまり、伝染病が蔓延しやすい熱帯地域で患者を効率的にスクリーニングできるようになります。世界の医療・健康問題の解決に大きく貢献できます。長崎大発の世界の技術となれるように研究を推進したいと考えています。

1. 研究テーマ

革新的低炭素化技術に関する物質科学研究

Material Science Research on Innovative Low Carbon Technology

2. 研究者紹介

木村 正成・Kimura Masanari・総合生産科学域・工学研究科・教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/yuuki/>

<https://researchmap.jp/read0185029>

森口 勇・Moriguchi Isamu・総合生産科学域・工学研究科・教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/bukka/Bukka/Japanese.html>

<https://researchmap.jp/read0172797>

兵頭 健生・Hyodo Takeo・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/zaika/zak.htm>

https://researchmap.jp/TH_nagasaki

山田 博俊・Yamada Hirotooshi・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/bukka/B/>

<https://researchmap.jp/read0212775>

有川 康弘・Arikawa Yasuhiro・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/sakutai/>

<https://researchmap.jp/read0097505>

作田 絵里・Sakuda Eri・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/sakutai/>

<https://researchmap.jp/sakueri>

小野寺 玄・Onodera Gen・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/yuuki/>

<https://researchmap.jp/read0112542>

瓜田 幸幾・Urita Koki・総合生産科学域・工学研究科・准教授

<http://www.cms.nagasaki-u.ac.jp/lab/bukka/Bukka/Japanese.html>

<https://researchmap.jp/read0150871>

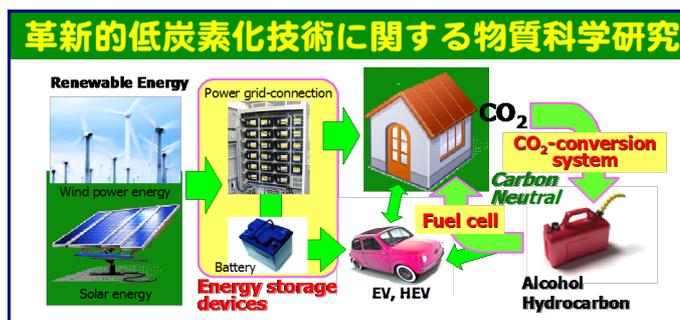
3. 概要

温暖化ガス排出の低減、化石燃料からの転換技術の開発、効率的なエネルギー利用等に資する新しい物質科学研究拠点の形成を目指し、革新的な蓄電デバイス材料の創出と二酸化炭素の変換技術の開発を行っています。具体的には、既往デバイスを凌駕する新しいリチウムイオン二次電池やナトリウムイオン電池等の材料開発や、二酸化炭素の直接転換を可能にする触媒及び錯体の開発、二酸化炭素を反応基質とする新しいポリマーやディーゼルオイル等の有用資源物質合成を志向した研究開発を行っています。

This project focuses on the two research themes: (1) development of innovative materials for next-generation energy storages devices, and (2) development of novel synthetic technologies for energy resources. For example, new materials for high performance Li-ion batteries with high power and energy that can be safely applied to electric vehicles and electric power grid connection systems, and CO2 reduction and conversion into valuable carbon resources have been developed.

4. 特色・研究成果・今後の展望

本研究では、エネルギーおよび環境問題の鍵となる蓄電及び炭素循環に関わる2つの革新的な基盤技術開発を目指して、低炭素化技術に繋がる物質科学研究を進めています。一つ目の研究テーマは、自然エネルギー利用に不可欠な蓄電技術としての革新的蓄電デバイス材料の創出です。具体的には、既往デバイスを凌駕する新しいリチウムイオン二次電池やナトリウムイオン電池等の材料開発を行っています。もう一つは、二酸化炭素の有効利用に直接的に貢献する革新的な二酸化炭素の変換技術の開発を行っています。二酸化炭素の直接転換を可能にする触媒及び錯体の開発、二酸化炭素を反応基質とする新しいポリマーやディーゼルオイル等の有用資源物質合成を志向した研究開発を行っています。最終的には、グリーン科学における国際的研究拠点形成を目標にしており、ドイツ、アメリカ、イギリスの欧米主要大学や企業との共同研究を積極的に推進することで、世界最先端のグリーンエネルギーの新技術創出を目指しています。



5. 社会実装への展望・企業へのメッセージ

本研究により、太陽光・風力・波力等の再生可能エネルギーから電気を生み出し、高容量・高出力の蓄電が可能になります。また、二酸化炭素を炭素資源として活用するグリーンイノベーションを目指しています。石油から脱却し、低炭素社会の実現に向けた世界最先端の研究に取り組んでまいります。