

平成 20 年度成果報告書

産業技術研究助成事業における
大学等の研究者の産業界との
連携強化に向けた広報支援調査事業

平成 21 年 3 月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

(委託先) 財団法人 名古屋産業科学研究所

目 次

1. 調査事業の目的	6
2. 調査事業の概要	6
2.1 アンケートによる産学連携探索調査	6
2.2 メディアへの情報発信	7
2.3 成果広報活動の支援	7
3. 調査期間	7
4. 調査内容の詳細	7
4.1 産学連携探索調査	7
4.1.1 企業向け提案書の作成指導	7
4.1.2 選定企業向けの提案書の情報発信	7
4.1.3 情報発信のフォローアップ調査	8
4.1.4 企業とのフォローアップ面談・会議の設定支援	8
4.2 メディア等への提案書の情報発信	8
4.3 成果広報支援	8
5. 結論	9
添付資料	
1. 研究者向けアンケート回答用紙	10
2. 企業向けアンケート回答用紙	12
3. NEDOプレスリリース資料 (5件)	14

要 約 (和 文)

件名

平成 20 年度成果報告書 「産業技術研究助成事業における大学等の研究者の産業界との連携強化に向けた広報支援調査事業」

産業技術助成事業は、大学・研究機関等の若手研究者が取り組む研究開発を助成することにより、産業界及び社会のニーズに応える産業技術シーズの発掘・育成を主目的としている。そのためには、研究開発段階から産業界と連携し、その評価、意見等を反映して、当該研究開発成果を早期実用化に結びつけることが重要である。一方、若手研究者は一般に広報力、産業界との繋がりが弱く、優れた成果が埋もれる危険性がある。本事業は、これら若手助成研究者の成果の早期実用化を目指して、産学連携の強化に向けた広報支援調査を行ったものである。具体的には、平成 19 年度、20 年度の中部地方、近畿地方の若手助成研究者 33 名に対して、(1) 産学連携探索調査としてアンケートを実施し、産学連携を希望する支援対象者 12 名の指導と支援を実施した。12 名に対して、企業向け提案書の作成支援及び各研究者の研究テーマ毎にマッチする企業群を、業界団体等のヒアリングにより調査し、企業延べ 164 社に提案書を送付した。企業からの回答 52 件に対するフォロー調査として、研究テーマに関心を持つ企業と研究者との面談を計 15 件設定した。さらに、(2) メディアへの提案書の情報発信として、NEDO からプレスリリースされる情報発信用資料の作成を下記テーマ 5 件について支援した。

- (ア) 「炭素繊維強化プラスチック (CFRP) のリサイクル技術を開発」(静岡大 岡島助教)
- (イ) 「太陽電池用シリコンの新たな製造法を開発」(京都大 野平准教授)
- (ウ) 「光析出プロセスにより高次制御された金属ナノ粒子触媒による過酸化水素合成技術の開発」(大阪大 森助教)
- (エ) 「フォトニックスマートメディアの開発」(神戸大 的場准教授)
- (オ) 「溶液成長によるキュービック SiC 結晶成長技術の確立」(名古屋大 宇治原准教授)

さらに、(3) 成果広報支援として、対象助成研究者の成果が著しいテーマについて、新聞社などマスメディアへ働きかけ、すでに 5 件新聞掲載された。

要 約 (英 文)

Title

Report of 2008 Results “Publishing support investigation business of New Energy Industrial Technology Development Organization with purpose of enhancing cooperation between university researchers and the industry”

The main purpose of Energy Industrial Technology Development Organization is, by the competition of research and development among young researchers from universities and research organizations, to excavate and nurture industrial technology seeds which meet the needs of the industry and society. For that purpose, from the stage of research and development, we cooperate with the industry, and reflect on the evaluation and opinion. It is important to connect that development results with the early stage of application. On the other hand, the young researchers usually have a weaker network with the industry and weaker public relations. There is a danger that the outstanding outcome may be buried. Our business aims at assisting young researchers in making their research outcomes applicable at early stage. Public relations support investigation tailored to strengthen the industry-university co-operation is also provided. To put it concretely, for the 33 young researchers in Chubu District, Kinki region in 2007 and 2008, (1) we carried out a questionnaire about industry-university cooperation, and provided guidance and support for the 12 researchers who hoped for industry-university cooperation assistance. For the 12 researchers, we investigate, according to the hearing of, for example, employer's organization, the corporation groups which hold matches for the researchers on their research themes and support the making of proposals tailored for the corporations. We send the proposals to a total of 164 companies. As a follow-up investigation in answering the 52 replies from corporations, 15 interviews were set up between the researchers and the corporations which are interested in their research themes. Furthermore, (2) as a form of proposals to be sent out to the media, completion of the data on release of information from NEDO was completed and the following five themes were supported:

- (a) Development on the recycling technology of Carbon Fiber Reinforced Plastic (Researcher, Okajima, Shizuoka University)
- (b) New method of the production of silicon for solar batteries (Associate Professor,

Nohira, Kyoto University)

- (c) Development of technology of hydrogen peroxide synthesis by high-order controlled metal nano particle catalysts through photo assisted deposition process (Researcher, Mori, Osaka University)
 - (d) Development of Photonic Smart Media (Associate Professor, Matoba, Kobe University)
 - (e) Establishment of Cubic SiC Crystal Growth by Solution Growth (Associate Professor, Ujihara, Nagoya University)
- (3) As a support for the publicity of the research outcome, about the remarkable themes of the targeted assisted researchers, one of them has already be published in mass media such as newspaper companies.

1. 調査事業の目的

産業技術助成事業は、産業技術力強化の観点から、大学・研究機関等の若手研究者（以下、助成研究者とする。）が取り組む産業応用を意図した研究開発を助成することにより、産業界及び社会のニーズに応える産業技術シーズの発掘・育成や産業技術研究人材の育成を主たる目的としており、その事業評価にあたっては、産業応用進捗や応用可能性を重視している。

本事業の目的を達成させるため、研究開発段階から産業界のビジネスパートナーやユーザーと可能な限り連携し、その評価、意見等を研究開発に反映して、当該研究開発成果の産業応用化、実用化に結びつける取組みを行うことが重要である。一方、大学の若手研究者を中心とした本調査対象事業者においては、若手故に広報力、産業界との繋がりが弱い傾向にあるのが実情であり、優れた成果が出た際に成果が埋もれる可能性がある。また研究成果の真価を研究開発段階の早期に問うことにより、産業界のニーズを踏まえた研究計画の方向転換を促進する効果を生む可能性がある。

このため、本事業においては、研究開発途中の段階から優れた産業技術シーズや実用化開発の成果を広く産業界に告知し、ビジネスパートナー、ユーザーとの連携強化を促進することにより、産業応用化、実用化の確度を高めるための広報支援の方法を確立することを目的とした。

2. 調査事業の概要

本事業では、産業技術研究助成事業における大学等における研究者のうち、中部地方・近畿地方の採択者による研究成果を、産業界において早期に実用化するために、助成研究者と産業界との連携強化を図る目的で、効率的かつ効果的な広報支援のあり方を調査した。

2.1 アンケートによる産学連携探索調査

対象とする平成 19 年度、20 年度の中部地方・近畿地方の助成研究者 33 名に対して、産業界との連携強化および広報活動に関する要望をアンケート調査(添付資料 1)した。回答 31 名のアンケート調査結果に基づき、広報支援を希望する対象助成研究者 12 名を選定して、以下の支援活動を行った。

- ア. 企業向けの提案書作成 12 件の指導と支援を実施した。
- イ. 研究テーマ毎にマッチする企業群を、業界団体などのヒアリングにより調査し、延べ 164 社へ提案書等の情報を送付した。
- ウ. 情報発信した企業からの回答 52 件に対するフォロー調査を実施した。
- エ. 研究テーマに関心を持つ企業と研究者の面談・会議を計 15 件設定するとともに、研究テーマに対する企業側の要望などを、研究者に伝えた。

2.2 メディアへの情報発信

NEDOプレス・リリース用の資料 5 件を助成研究者と協力して作成し、順次リリースした。

2.3 成果広報活動の支援

著しい研究成果を出している助成事業を選定して、新聞・テレビによる広報支援を働きかけた。

3. 調査期間

平成 20 年 12 月 10 日から平成 21 年 3 月 19 日まで。

4. 調査内容の詳細

4.1 産学連携探索調査

平成 19 年度、20 年度の中部地方・近畿地方の対象助成研究者 33 名に対して、産業界への展開に関する要望に関してアンケート調査を実施した。アンケート回答者 31 名の調査結果に基づき、産学連携、広報支援を希望する対象助成研究者 12 名を選定して、下記の支援活動を実施した。当初は 15 名が広報支援を希望されたが、途中、産学連携が具体化した、大学知財部が産学連携の管理を一本化した、等の理由で 3 名が企業への情報公開を辞退され、最終的には 12 名の産学連携を支援することとした。

4.1.1 企業向け提案書の作成指導

選定された 12 名の対象助成研究者に対し、企業向けの簡潔かつ簡易な提案書のフォーマットを作成し、提示した。

また、支援対象研究テーマに関して、開発状況、応用展開、市場等について検討し、その結果に基づき、新技術、新商品に関する調査、分析が得意で、データベースの豊富な調査企業に調査を委託した。

4.1.2 選定企業向けの提案書の情報発信

12 件のテーマ毎に、助成研究者の研究開発成果の実用化に最適と思われる企業を選定し、選定された企業の研究開発、技術企画、知財部門等の産官学連携関係者に対して、助成研究者の作成した提案書等の情報を送付した。企業の選定にあたっては、助成研究者の希望、意見を考慮し、当該分野の業界団体等にヒアリングを実施した。その結果を基にして、企業延べ 164 社の研究開発、技術企画、知財部門等へ提案書を送付した。提案書に対する回答が少なかった研究テーマについては、さらに異なる業

界から企業を選定して提案書等の情報を送付した。

4.1.3 情報発信のフォローアップ調査

4.1.2 で選定した提案書の送付、情報発信先企業に対して、フォローアップとしてアンケート調査(添付資料 2)を実施し、企業の研究テーマに対する関心、興味の有無とその程度等を打診した。回答のあった企業は延べ 52 社であり、そのうち研究者との面談を希望した企業は延べ 15 社であった。

なお、企業からのアンケート結果を助成研究者へ連絡するなどのフィードバックを実施した。

4.1.4 企業とのフォローアップ面談・会議の設定支援

対象助成研究者と企業との面談を希望されるケースにつき、両者の日程調整を行い、面談の設定支援を行った。なお、助成研究者及び企業の下に、2 回の面談に立ち会い、今後のフォローアップの参考とした。

4.2 メディア等への提案書の情報発信

インターネット・メディアや各種表彰制度等を活用した情報発信を行う目的で、注目すべき研究成果下記 5 件について、プレスリリース資料の作成支援を実施した。

ア.「炭素繊維強化プラスチック (CFRP) のリサイクル技術を開発」(静岡大 岡島助教)

イ.「太陽電池用シリコンの新たな製造法を開発」(京都大 野平准教授)

ウ.「光析出プロセスにより高次制御された金属ナノ粒子触媒による過酸化水素合成技術の開発」(大阪大 森助教)

エ.「フォトリソグラフィスマートメディアの開発」(神戸大 的場准教授)

オ.「溶液成長によるキュービック SiC 結晶成長技術の確立」(名古屋大 宇治原准教授)

なお、本活動全体の社会的認知を高めるため、本活動の実施について、(財)名古屋産業科学研究所(会員数約 200 法人)の中部 T L O が発行するメールマガジンの 1 月号に記載済みであり、本活動の成果については、次号のメールマガジンに掲載予定である。

4.3 成果広報支援

産業技術研究助成事業の目的や意義に関する広報活動を外部インフルエンサー向けに絶えず継続していくことは産業技術力強化の上で極めて重要なことである。今回は、この広報活動の支援として著しい研究成果が認められた研究助成事業を選んで、新聞社編集部 7 社へ新聞掲載の依頼と記事用資料の送付などを実施した。現在までに 5 件の記事が掲載され、さらに 1 件の掲載予定がある。

5. 結論

産業技術研究助成事業における若手研究者を対象とする広報支援調査事業を鋭意実施した。その結果、広報活動を希望した若手研究者 12 名のすべてが企業との面談に成功した。今後の連携研究と早期実用化が進むことに期待したい。また、プレスリリースについても研究成果 5 件の資料作成の支援を行い、そのうち 4 件をリリースし、1 件は特許出願又は学会発表後、直ちにリリースする予定である。

産業技術研究助成において研究成果をより早く、より効率的に実用化するためには研究者と企業の早期からの連携強化が必須である。今回の調査活動を通じて、産学連携における中間機関による広報支援調査活動が、若手研究者と企業との出会いと連携強化に極めて有効であることが実証できた。

産技助成事業者向けNEDOアンケート用紙 ; 1月13日迄のメールご返送をお願いします

該当する箇所の口を■にして下さい。コメント欄がある箇所はできる限りコメントをお願いします。

問1 NEDO助成中の貴殿の技術については、現在企業との間で、連携協議がある程度進捗していると理解しています。その企業（或いは企業部門）の分野をお答え下さい。

【原則単一。複数の分野で連携している場合は複数回答可ですが、最も連携が進んでいる分野から番号を付けて下さい】

- | | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 再生可能エネルギー
(太陽電池、燃料電池等) | <input type="checkbox"/> ガス・電力エネルギー | <input type="checkbox"/> 化学 | <input type="checkbox"/> ガラス |
| <input type="checkbox"/> 繊維 | <input type="checkbox"/> 建設・土木・住設 | <input type="checkbox"/> 農業 | <input type="checkbox"/> アパレル |
| <input type="checkbox"/> 紙・パルプ | <input type="checkbox"/> 工作機械・産業ロボット | <input type="checkbox"/> O A ・精密機器 | <input type="checkbox"/> A V ・家電 |
| <input type="checkbox"/> 化粧品・トイレットリー | <input type="checkbox"/> I T | <input type="checkbox"/> 半導体 | <input type="checkbox"/> 通信 |
| <input type="checkbox"/> 電子部品 | <input type="checkbox"/> 自動車 | <input type="checkbox"/> 航空機 | <input type="checkbox"/> 造船・重機 |
| <input type="checkbox"/> 鉄鋼・金属 | <input type="checkbox"/> 医薬品 | <input type="checkbox"/> 医療機器 | <input type="checkbox"/> 食品・飲料 |
| <input type="checkbox"/> その他 | | | |

コメント記入欄：（具体的な企業名ご担当者名）

問2 ご自身のNEDO助成研究技術は、現在連携進行中の分野以外にも応用できる可能性があると思いますか？

- 思う 分からない 思わない

問3 問2で「思う」と答えた方にお聞きします。応用の可能性があると思われる分野をお答え下さい。

【複数回答可ですが、最も希望する分野から番号を付けて下さい】

- | | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 再生可能エネルギー
(太陽電池、燃料電池等) | <input type="checkbox"/> ガス・電力エネルギー | <input type="checkbox"/> 化学 | <input type="checkbox"/> ガラス |
| <input type="checkbox"/> 繊維 | <input type="checkbox"/> 建設・土木・住設 | <input type="checkbox"/> 農業 | <input type="checkbox"/> アパレル |
| <input type="checkbox"/> 紙・パルプ | <input type="checkbox"/> 工作機械・産業ロボット | <input type="checkbox"/> O A ・精密機器 | <input type="checkbox"/> A V ・家電 |
| <input type="checkbox"/> 化粧品・トイレットリー | <input type="checkbox"/> I T | <input type="checkbox"/> 半導体 | <input type="checkbox"/> 通信 |
| <input type="checkbox"/> 電子部品 | <input type="checkbox"/> 自動車 | <input type="checkbox"/> 航空機 | <input type="checkbox"/> 造船・重機 |
| <input type="checkbox"/> 鉄鋼・金属 | <input type="checkbox"/> 医薬品 | <input type="checkbox"/> 医療機器 | <input type="checkbox"/> 食品・飲料 |
| <input type="checkbox"/> その他 | | | |

コメント記入欄：（具体的な企業名ご担当者名）

問4 問2で「思う」と答えた方にお聞きします。

ご自身のNEDO助成研究技術に関して、新しい用途を開拓したり応用・適用分野の探索・調査を、

- やりたい 時間や工数が掛からなければ、やりたい
 あまりやりたくない やりたくない

問5 新しい分野における、産業界との連携のための活動の課題について【複数回答可】

- 新しい分野に関する技術的な情報が乏しく、自分の技術に適用の可能性があるのかどうか分からない事
 新しい分野に関する業界構造などが不明であり、どういった企業・部署に行くべきか分からない事
 新しい分野に関する人脈や知己が乏しく、自分の技術を具体的に提案する機会が少ない事
 工数や時間があまり割けない事
 その他

コメント記入欄：

（産業界との連携のための活動課題について、できる限りコメントを記載いただければ幸いです）

問6 ご自身のNEDO助成研究技術で現在注力している分野での、産業界との連携を目的とした広報活動経験について過去3年間の経験・実績についてお答え下さい【複数回答可】

- 広報活動を行なったが、産学連携に向けて有望と思われる媒体に掲載・紹介はされなかった
- 広報活動を行なったところ、産学連携に向けて有望と思われる媒体に掲載・紹介された
 - 大手新聞紙に記事掲載・紹介されたことがある
 - 地方新聞紙に記事掲載・紹介されたことがある
 - 有力専門誌に記事掲載・紹介されたことがある
 - その他一般雑誌に記事掲載・紹介されたことがある
 - 自身の所属している大学・組織の広報誌に記事掲載・紹介されたことがある
 - 全国ネットのTV番組で取り上げられたことがある
 - 地方ネットのTV番組で取り上げられたことがある
 - 産学連携に有望なインターネットメディアに掲載・紹介されたことがある
 - その他（ ）

コメント記入欄：（TV・新聞等広報支援等の希望も含めて）

問7 問6の広報活動を行なったことで【複数回答可】

- 大手の有力提携先企業を得られた（ ）件程度
- 中堅クラス・地場の提携先企業を得られた（ ）件程度
- 技術的な面談の要望を受ける等、提携先候補を何件か獲得したものの、提携締結まで至らなかった
- 技術的な問い合わせを何件か受けたが、技術的な面談の要望を受けるまで至らなかった
- 目ぼしい提携先企業候補は得られなかった

問8 ご自身の広報活動（情報発信）に関する課題について【複数回答可】

- まったく課題は無い。効果的な広報活動ができる状況にある
- どのように広報を行えば効果的なのか、広報の経験が乏しい/無いので分からない
- どのように広報を行えば効果的なのか、教えてもらう機会が乏しい/無いので分からない
- 広報活動を積極的に行なう時間がない
- その他（ ）

コメント記入欄：

（広報活動に関する課題について、できる限りコメント記載いただければ幸いです）

問9 NEDOでは、一般の技術系各種表彰制度への応募資料作成支援を行う予定です。

この支援への貴殿のご希望についてお教え下さい。

- 希望する
- 分からない
- 希望しない

貴殿に付いて、お教え下さい。

大学・学部学科・研究室名	
氏名	
NEDO助成年度	
NEDO助成テーマ名	
電話	
Email	

【アンケートの設問・返信などに関するご質問先】

（財）名古屋産業科学研究所 中部TLO

担当：堀 伸一

電話：052-788-6010 email：hori@nisri.jp

殿

平成21年2月10日
(財)名古屋産業科学研究所

「産業技術研究助成事業における大学等の研究者の産業界との連携強化に向けた広報支援調査事業」におけるご協力依頼の件

拝啓 厳寒の候、貴社ますますご隆盛のこととお慶び申し上げます。

さて、当財団はNEDOからの受託事業として、表記のごとく若手研究者の研究成果を産業界に活用するための広報支援調査事業を行っております。具体的には、若手研究者がNEDOから受託し、実施する産業技術研究助成事業（若手研究グラント）の研究成果を、企業において早期に実用化するため、産学連携の探索調査、メディア等への情報発信などを支援することです。当財団は中部地域、関西地域の研究者の研究成果の早期実用化に向けた広報支援調査事業を担当させて頂くことになりました。これら研究者の研究成果のうち、提案書に記載された研究テーマは、研究者自身および／又は関連業界団体からのご推薦により、御社において事業化を検討頂くことを希望されており、ご紹介させて頂く次第です。

つきましては、本研究テーマに関する御社のご関心、及び研究テーマへのご要望などについて、添付のアンケートにご回答頂き、2月20日までに、FAX又はメールにて、送付頂ければ幸甚です。

ご多忙中恐縮ですが、ご協力賜りたく、宜しくお願いいたします。

なお、今後の進展により、担当研究者とのご面談を予定しており、その場合は日程、場所などを当方で調整し、後日連絡させていただきます。

連絡先：

財団法人 名古屋産業科学研究所
中部TLO 堀 伸一、木村 馨、金野 正幸
電話：052-783-1255, FAX：052-788-6012
E-mail：kaneno@nisri.jp,

FAX： 052-788-6012

Mail：kaneno@nisri.jp

アンケート用紙

平成21年2月10日
(財)名古屋産業科学研究所

テーマ：「」

研究担当者：

1. 御社はこのテーマに関心ありますか？
① 大いに関心ある、 ② 少し関心ある、 ③ あまり関心ない、 ④ 全く関心ない。
2. 御社はこのテーマについて、産学連携にご関心がありますか？
① 大いに関心ある、 ② 少し関心ある、 ③ あまり関心ない、 ④ 全く関心ない。
3. 御社でこのテーマの事業化を検討したいと思いますか？
① 当社で是非事業化を検討したい、② 出来れば当社で事業化を検討したい、③ 事業化検討にはあまり乗り気でない、④ 事業化検討に全く関心がない。
4. 以下は、3で事業化検討したいと回答された方にお聞きします？
このテーマの事業化を希望される時期はいつ頃ですか。
① 3年以内、 ② 5年以内、 ③ 10年以内。
5. 研究者と直接会って、詳しくその内容を聞きたいですか？
① 是非会って聞きたい、 ② 都合つけば会って聞きたい、③ この情報である程度理解できるから、現時点では会う必要はない。
6. 研究テーマの開発方向に関して、ご要望があれば、ご自由に記入下さい。

記入者氏名：

所属：

連絡先： 住所 〒

電話番号：

FAX：

E-mail：



2009年3月 日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

静岡大学工学部物質工学科

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)のリサイクル技術を開発

新規発表事項

NEDO技術開発機構の産業技術研究助成事業(予算規模:約50億円)の一環として、静岡大学工学部物質工学科の岡島 いづみ助教は、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)をリサイクルするための基盤技術を開発しました。超臨界アルコールを用いて CFRP 中の熱硬化性樹脂を分解して炭素繊維とプラスチック部分をそれぞれ分離・回収し、更に回収後のプラスチック部分は樹脂として再利用する試みです。

炭素繊維とプラスチックの複合材料である CFRP は、強くて軽いといった利点から、これまでの金属に代わり、自動車の車体の軽量化による燃費向上のための新規材料として大いに注目されています。しかし現時点では、CFRP にはリサイクルが困難な熱硬化性樹脂が使用されていることから、今後、CFRP を広く使用するためには新規のリサイクル技術の開発が不可欠です。今回開発した超臨界アルコールによる CFRP のリサイクル技術は炭素繊維を無傷で回収できると共に、もう一方の構成物の熱硬化性プラスチック部分もプラスチックとして再利用可能というリサイクル技術であり、今後の実用化が大いに期待されます。

今後、ベンチプラントを用いた実証試験、実用プロセスの設計、回収した樹脂や炭素繊維の有効利用法の確立を目指し、民間企業との意見交換や共同開発を行っていく予定です。

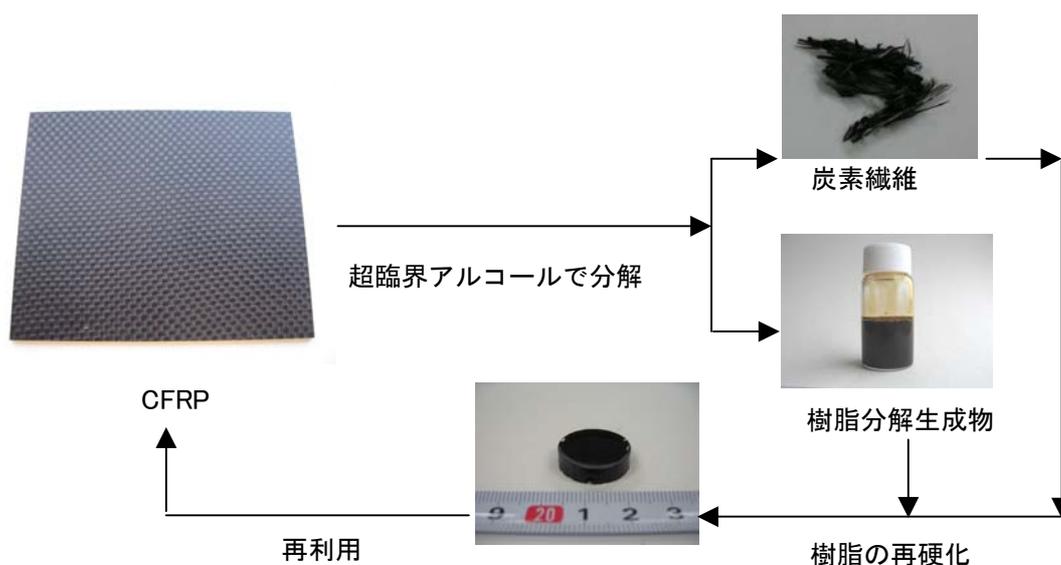


図1 超臨界アルコールを用いた CFRP リサイクルのフロー図。

1. 研究背景

炭素繊維とプラスチックの複合材料である CFRP は、強く軽いといった利点から、飛行機、宇宙機器、ゴルフシャフト、釣竿等の広い分野で使用されています。最近、自動車の車体の軽量化による燃費向上のために、これまでの金属に代わる新規材料として注目されています。しかし CFRP には加熱すると硬化してしまうという、再利用が困難な熱硬化性樹脂(エポキシ樹脂)が使用されています。CFRP の需要は年々増加の傾向にある一方で、微生物により自然分解されず、適当なりサイクル技術がないプラスチック製品の使用量の増大は廃棄物量の増大に直結します。今後、CFRP を広く使用するためにはリサイクル技術の開発が不可欠です。更に CFRP 中の炭素繊維は比較的高価な材料です。炭素繊維を回収して再利用することは資源の節約のみならず、CFRP のコストの低減に寄与します。

そこで静岡大学工学部物質工学科では、超臨界アルコールを用いて CFRP 中の熱硬化性樹脂の架橋点を選択的に分解し、アルコールに可溶な状態に変換することで、炭素繊維とプラスチック部分をそれぞれ分離・回収する技術、更に回収後のプラスチック部分はアルコールを除去して再成形した後、硬化剤を加えて再度熱硬化性樹脂に戻す技術を開発しました。この技術は、高価な炭素繊維を付着物がなく無傷で回収できると共に、もう一方の構成物のプラスチック部分もプラスチックとして再利用が可能なりサイクル技術です。本技術では分解溶媒として沸点の低いアルコールを使用するため、分解後、樹脂を回収からアルコールを容易に除去できます。また分解する際に触媒を使用しないため、回収した樹脂に触媒が残留する恐れが無く、樹脂の再成形や再硬化への悪影響がありません。

2. 競合技術への強み

本技術には次のような特徴があります。

(1) 無触媒反応

触媒を一切使わない反応のため、回収したプラスチック成分に触媒が残留し、後の再硬化時に悪影響を与えといった心配がありません。また触媒が不要なので全体の処理コストが下がります。

(2) プラスチック部分を回収して再利用可能

プラスチック部分の架橋点を分解してアルコールに溶解して回収し、その後再成形して熱硬化性樹脂として再利用が可能です。従来の熱硬化性樹脂の処理法のように、プラスチックを焼却したり熱分解せずにプラスチックとして再利用することから、CO₂の生成量を大幅に抑えることができます。

(3) 付着物の無い炭素繊維を回収可能

プラスチック部分はアルコールに可溶なため、付着物の全くない炭素繊維を回収することができます。また処理温度も低いため、強度低下がありません。

表1 CFRP リサイクルの従来技術と本技術との比較表

種類	温度・圧力	溶媒	触媒	炭素繊維以外の回収物
超臨界流体法 (本技術)	△ 250~350°C 5~10MPa	◎ 低沸点アルコール (低コストで回収が容易)	◎ 不要	◎ 硬化前熱効果樹脂 (再利用可)
常圧溶解法	◎ 100~200°C 0.1MPa	○ 高沸点アルコール (比較的高価)	△ 必要	△ プレポリマー (回収・再利用の実証なし)

熱分解法	○ 400°C 0.1MPa	◎ 無し	◎ 不要	△ ガス、油 (有効利用できる性状か不明)
------	----------------------	---------	---------	-----------------------------

3. 今後の展望

今後、処理条件の緩和を含む反応の最適化を行い、スケールアップに必要なデータの取得、実用装置の設計、回収した樹脂や炭素繊維の有効な利用法の確立、当該技術の経済性、環境適応性の評価を行い、民間企業と実用化を目指して共同開発を行っていく予定です。将来的にはベンチプラントを製作し、実プロセスに近い状態での実証研究を行う予定です。

4. その他

(1) 研究者の略歴

1997 年室蘭工業大学工学部応用化学科卒業、1997～1998 年北海道リサイクル環境開発(株) 研究員、1998～2000 年通商産業省工業技術院物質工学工業技術研究所 特別技術補助職員、2000～2006 年長崎菱電テクニカ(株) 研究員、2005 年静岡大学大学院理工学研究科博士後期課程修了、博士(工学)取得、2006～2007 年静岡大学イノベーション共同研究センター 研究員、2007 年～静岡大学工学部物質工学科 助教

(2) 受賞

- ・平成 18 年度日本エネルギー学会発表奨励賞(平成 18 年)
- ・プラスチック化学リサイクル研究会第 9 回討論会 発表賞(ポスター)(平成 18 年)
- ・静岡大学 学長表彰 (平成 17 年)
- ・静岡県しずおか新エネルギー大賞 アイデア部門 審査員特別賞(平成 16 年)
- ・プラスチック化学リサイクル研究会第 7 回討論会 ポスター発表賞(平成 16 年)
- ・化学工学会四日市大会 最優秀ポスター賞(平成 14 年)

5. 問い合わせ先

(1) 技術内容について

静岡大学工学部物質工学科 助教 岡島いづみ

TEL&FAX: 053-478-1165 E-mail: tiokaji@ipc.shizuoka.ac.jp

研究内容 HP: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/~sakolab/index.html>

(2) 制度内容について

NEDO技術開発機構 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ

村上、松崎、千田、長崎

TEL: 044-520-5174 FAX: 044-520-5178

個別事業 HP: 産業技術研究助成事業(若手研究 Grant)



2009年3月 日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
京都大学大学院エネルギー科学研究科

太陽電池用シリコンの新たな製造法を開発 ～熔融塩中でシリカ(SiO₂)を電解還元～

新規発表事項

NEDO技術開発機構の産業技術研究助成事業(予算規模:約50億円)の一環として、京都大学大学院エネルギー科学研究科の野平 俊之 准教授は、太陽電池用シリコンの新たな製造法を開発しました。比較的安価に製造できる高純度シリカ(SiO₂)を原料として、熔融塩中で電解還元し、純度の高いシリコンを得ることができます。現時点では、まだ若干の金属不純物を含んでいますが、除去が難しいとされるリンとホウ素が少ないため、一方向性凝固(注1)と呼ばれるすでに確立した精製法を行うことで太陽電池級純度(注2)を達成することが可能です。

ここ数年、太陽電池の世界的な生産量急増により、原料となる太陽電池級シリコンの不足が深刻になっています。現在、太陽電池用シリコン原料としては、半導体用シリコンの製造過程で発生する規格外品のほか、半導体用シリコンと同様の方法でも製造されています。しかし、この方法では大幅な低コスト化は難しく、新たな低コスト、高純度の太陽電池級シリコン製造法の開発が求められています。シリコンからリンやホウ素などの不純物を除去することは大変困難ですが、シリコンの原料であるシリカ(SiO₂)の段階であれば比較的簡単に除去できることに注目し、高純度化したシリカをそのまま高純度シリコンへ還元する熔融塩電解法を検討しました。電解には電気を供給するための導電体が必要ですが、金属を用いるとその金属が不純物となってシリコン中に混入します。そこで、高温でシリコンが高い導電性を持つことに着目し、シリコンを導電体として用いることで不純物の混入を抑えた熔融塩電解法の開発に成功しました(注3)。今後、この熔融塩電解法について、シリコン中不純物のさらなる低減、処理速度の向上、装置のスケールアップを目指し、民間企業との意見交換や共同開発を行っていく予定です。

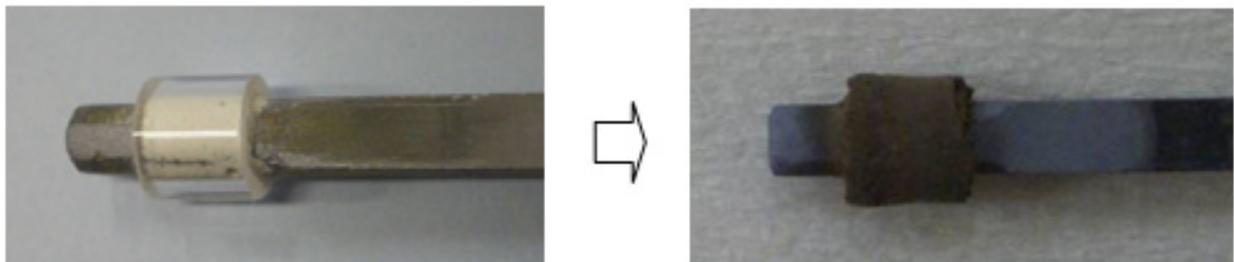


図1 電解前のシリカ(写真左)と電解還元により得られたシリコン(写真右)

(注1) 液体シリコンと固体シリコンへの元素の溶解度の違いを利用して、不純物を除去する方法。偏析係数が小さいものほど除去しやすい。代表的な不純物の偏析係数は、B: 0.8, P: 0.4, Ti: 9×10^{-6} , Mn: 1×10^{-5} , Fe: 8×10^{-6} , Ni: 3×10^{-5} , Cu: 4×10^{-4} であり、ホウ素とリンが極めて除去しにくいことが分かる。

(注2) 現在の太陽電池生産量の 8 割以上は単結晶または多結晶シリコンを使用する結晶系シリコン太陽電池であり、その原料となる高純度シリコンを太陽電池級シリコンと呼ぶ。要求される純度は 99.9999% (6N) であり、LSI 等に要求される純度 (11N) よりは低い。

(注3) T. Nohira, K. Yasuda and Y. Ito, Nature materials, 2, 397-401 (2003).

1. 背景及び研究概要

地球温暖化防止のため、期待が高まっている太陽電池の中で、結晶系(単結晶・多結晶)シリコン太陽電池は太陽電池生産量の 8 割以上を占めており、変換効率、信頼性、環境適合性が高いため、今後の飛躍的な増産が期待されています。原料となる太陽電池級シリコン(6N-7N)は、半導体用の超高純度シリコン(11N-12N)の規格外品が使われたり、半導体用シリコンと同様の方法で製造されているため、安価かつ大量に供給することが難しいという問題があります。従来の炭素熱還元法は、多段プロセスの上、多エネルギー消費のため、製造コストを大幅に下げることが難しいとされています。また、シリコンからリンやホウ素といった不純物を除去することは大変困難ですが、シリコンの原料であるシリカ(SiO_2)から不純物を除去することは比較的容易なため、本研究ではシリカの段階で高純度化し、これをなるべく純度を保ったままシリコンに還元する方法に注目しました。高純度シリカから高純度シリコンを得る工程で炭素熱還元法を用いると不純物が多く含まれるため、熔融塩電解による還元に着目しました。

熔融塩電解は、アルミニウム製造に代表される実績のある技術ですが、シリカを熔融塩中で電解還元する技術はこれまでほとんど研究されていません。本研究では、シリカに導電体を接触させた「シリカ接触型電極」を開発することで、熔融塩中において絶縁体である固体シリカをシリコンへ電解還元させることに世界で初めて成功しました。導電体として金属を使用するとその金属が不純物となって混入しますが、高温で高い導電性を有するシリコンを用いることにより、不純物の混入を大きく減らすことに成功、現時点ではまだ若干の金属不純物を含んでいますが、除去が難しいとされるリンとホウ素が少ないため、すでに確立した技術である一方性凝固による更なる精製を行うことで太陽電池級高純度を達成することが可能です。

2. 競合技術への強み

開発した「熔融塩中におけるシリカ電解還元法」には、従来の「炭素熱還元、シランガス蒸留および分解」を用いる方法や、現在検討されている「炭素熱還元、電子ビーム溶解およびプラズマ溶解」を用いる方法と比較して、次のような特徴があります。(表 1 参照。なお、本方法については、現段階と目標を記してあります。)

(1) 低コスト・低エネルギー消費で製造できる

本方法の熔融塩電解では、2-3 V という低い電圧で反応を進行させることができるため、低エネルギー消費となります。従って、低コストで製造できると予想されます。

(2) リンおよびホウ素の除去の必要がない

シリコンからの除去が極めて困難な不純物であるリンとホウ素をシリカの段階で除去してあるので、後からこれらを除去する必要がありません。従って、低コスト化が可能です。

表1 種々の太陽電池級シリコン製造法において主要な工程で用いる技術とそれらの(予想される)コスト比較表

	SiO ₂ 還元	リン・ホウ素の除去	金属不純物の除去	総合コスト
本方法 (現段階)	△ 電解還元(現段階)	○ SiO ₂ 精製	△ 一方向性凝固	○
本方法 (目標)	○ 電解還元(目標)	○ SiO ₂ 精製	○ SiO ₂ 精製	◎
冶金法	△ 炭素熱還元	△ 電子ビーム溶解 +プラズマ溶解	△ 一方向性凝固	△
従来法	△ 炭素熱還元	X シランガス蒸留	X シランガス蒸留	X

コスト: ◎非常に低い、○低い、△普通、X高い

3. 今後の展望

現時点では、まだ若干の金属不純物を含んでいますが、除去が難しいとされるリンとホウ素が少ないため、一方向性凝固精製法を行うことで太陽電池級純度を達成することが可能です。今後、シリコン中不純物のさらなる低減を行い、一方向性凝固を行わなくても太陽電池級純度を達成することを目標にしています。また、処理速度の向上、装置のスケールアップを目指し、民間企業との意見交換や共同開発を行っていく予定です。

4. その他

(1) 研究者の略歴

1993年京都大学工学部原子核工学科卒業、1995年京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻修士課程修了、1998年京都大学大学院工学研究科エネルギー応用工学専攻博士後期課程研究指導認定退学、1998年京都大学博士(工学)取得、1998年京都大学大学院エネルギー科学研究科助手、2007年同准教授

(2) 受賞

- ・日本電気化学会進歩賞・佐野(平成18年)
- ・日本電気化学会論文賞(平成18年)
- ・日本電気化学会論文賞(平成12年)
- ・電解科学技術委員会工業電解奨励賞(平成11年)

5. 問い合わせ先

(1) 技術内容について

京都大学大学院エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻 エネルギー化学研究室
准教授 野平 俊之

TEL: 075-753-5827, FAX: 075-753-5906 E-mail: nohira@energy.kyoto-u.ac.jp

(2) 制度内容について

NEDO技術開発機構 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ

坂橋、松崎、千田、長崎

TEL: 044-520-5174 FAX: 044-520-5178

個別事業 HP: 産業技術研究助成事業(若手研究 Grant)

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/inden.html>

2009年3月 日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

大阪大学大学院工学研究科

光析出プロセスにより高次制御された金属ナノ粒子触媒による 過酸化水素合成技術の開発

新規発表事項

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO 技術開発機構) の産業技術研究助成事業 (予算規模: 約50億円) の一環として、大阪大学の助教、森浩亮氏は孤立4配位酸化 Ti 種を含むシングルサイト光触媒を利用した、均一なサイズの金属ナノ粒子触媒の合成法を開発しました。具体的には、紫外光を照射することにより骨格内の孤立 Ti サイトを活性化させ、相互作用した金属前駆体を Ti サイトに固定化担持する光析出法が、従来の一般的な金属担持技術である含浸法では調製が困難である“ナノサイズ金属粒子”を安価で簡易な手法となることを世界で初めて発見しました。

シングルサイト光触媒は、ナノ細孔空間をもつゼオライトやメソポーラスシリカの骨格内にチタンを含有した光触媒で、一般的な半導体光触媒である二酸化チタンに比べ電子と正孔の捕捉サイトが隣接しており光触媒反応性が大きく異なります。これまで開発したPdナノサイズ触媒は、2nm(ナノメートル)の均一な粒子径を持っており、さらに水素・酸素からの過酸化水素合成反応に対して、従来の含浸法で調製したPd触媒を遥かに上回る活性を示すことを見出しています。また、反応は水中で効率よく進行するため、現行プロセスでアントラキノン法のような有機溶媒を必要とせず、極めてクリーンであります。

本金属担持技術は、高活性金属ナノ粒子触媒の開発を通じた自然共生型物質変換プロセスの構築であります。この研究成果は、廃棄物の処理や希少金属である Pd、Pt、Au 金属触媒に要する莫大な経費を大幅低減でき、産業界へ幅広い波及効果をもたらすだけでなく、持続可能な社会を構築するための、循環資源のリユース・リサイクル等の静脈機能を社会に付与するキーテクノロジーとなります。

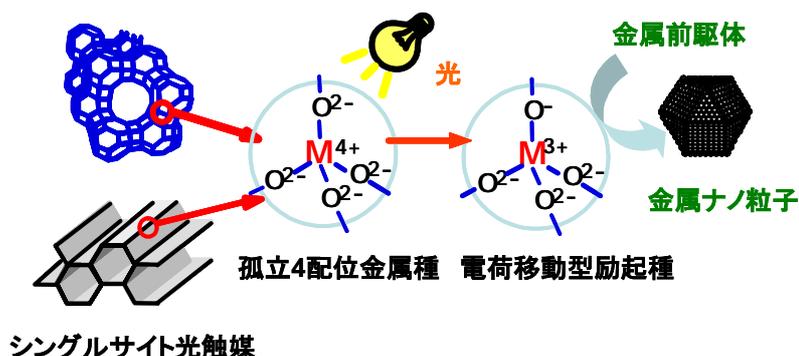


図1 シングルサイト光触媒と光析出法を組み合わせた金属ナノ粒子合成

1. 研究背景

ナノサイズの金属粒子は、バルクやコロイド状態の金属と単分子の金属錯体との中間のサイズを有し、量子サイズ効果や特異な表面構造に由来する独特な触媒活性を示します。特に、Pd や Pt などの金属は医薬品や農業などの合成に用いられている実用性の高い触媒であり、そのサイズ・形状の均一な単分散金属ナノ粒子合成のため、世界中の幅広い分野の研究者が熾烈な競争を繰り広げています。しかしながら、これらの殆どが有機配位子により安定化されたコロイド状金属粒子であり、実用触媒として利用するには化学的安定性、操作性に劣ります。金属ナノ粒子固定化における従来技術で一般的なものは含浸法であり、金属塩の水溶液に酸化担体を浸し、乾燥、焼成、還元処理することにより金属微粒子が担持します。この方法では、金属微粒子は広い幅の粒径分布を持ち、またナノサイズより大きな粒子(数十 nm 程度)として担持されることが多く、金属粒子のサイズを制御することは難しいです。このようにサイズ・形状・組成が高次制御された金属ナノ粒子・合金ナノ粒子の固体表面上での創成は、活性な金属触媒を設計する上で不可欠な技術であるが、いまだ達成されていません。

一方で、過酸化水素(H₂O₂)は、分解生成物が水と酸素のみで、環境に負荷を与えない酸化剤として、今後製紙・化学業界で更なる需要の増加が予想されます(国内における過酸化水素総需要:2004年;206千トン、2006年225千トン)。過酸化水素の製造法としては現在、国内外を問わずアントラキノンを用いた自動酸化法で行われていますが、有機分子のアントラキノン溶解させるため有機溶媒が必要です。しかし今後、石油化学業界で膨大な量の過酸化水素を使用し始めた場合、多量の有機溶媒を必要とする自動酸化法では、対応が困難であります。現在のところ自動酸化法に代わる安価な製法として水素ガスと酸素ガスからの直接法が最も有望な手法として研究されていますが、含浸・乾燥・焼成と典型プロセスでの触媒調製が主流であり、その進歩に限界があります。また、担体としては一般的な SiO₂、Al₂O₃、TiO₂ などが用いられており、触媒劣化が著しく激しいことも課題の一つであります。

2. 競合技術への強み

2つの大きな技術、a)金属ナノ粒子固定化技術、b)過酸化水素合成技術に関して、Pd 触媒を例にとり従来・類似法との比較をまとめました。(表1参照)

表1. 金属ナノ粒子固定化技術、および過酸化水素合成技術における比較表

	金属ナノ粒子固定化技術			過酸化水素合成技術	
	粒子径制御	コスト・簡便性	高次制御の可能性	触媒活性	触媒耐久性
シングルサイト 光触媒を利用した 光析出プロセス (新規開発技術)	◎ 1~3 nm	○ 光エネルギー	◎ 光量・波長の 最適化	◎ 従来技術の 2倍以上	○ マイクロ細孔による 凝集の抑制
従来技術	△ 2~20 nm	○ 熱エネルギー	△ 金属前駆体の 選択のみ	△	△

1) シングルサイト光触媒を利用した光析出プロセスにより、2nm 程度の粒子径分布の狭い金属ナノ粒子が固定化できます。

2) 光析出プロセスにおける光量・波長・雰囲気・溶媒の最適化により、サイズ・形態・組成の高次制御、多種金属の同時固定化による合金の調製も期待できます。

3) これまで開発した Pd ナノサイズ触媒は、従来の含浸法で調製した Pd 触媒の2倍程度上回る活性を示します。また、シングルサイト触媒は、マイクロ細孔内(0.5-5nm)に存在するため、反応中での不可逆的な粒子成長が抑制され、触媒寿命の向上も期待できます。

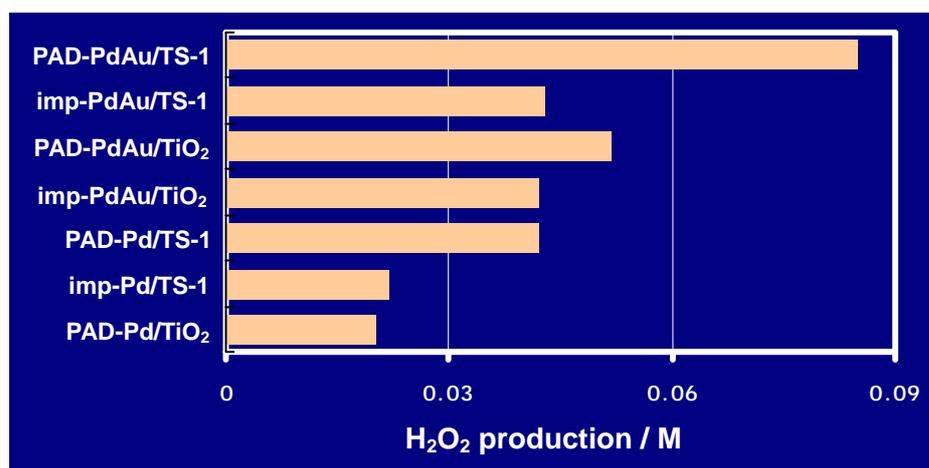


図2. 種々の触媒を用いた過酸化水素合成反応の活性比較

光析出法により Pd を高分散担持した触媒(PAD-Pd/TS-1)注1)2)は、含浸法で調製したもの(imp-Pd/TS-1)に比べ、過酸化水素の直接合成能が二倍程度高いことが分かりました。さらに、光析出法において Au を添加することで活性が飛躍的に向上することを見出しました(PAD-PdAu/TS-1)。つまり効率よく合金化が起こっていることが推察されます。

(注1) PAD : Photo-Assisted Deposition (光析出法)

(注2) TS-1 : シングルサイト光触媒の一つであり、孤立4配位参加Ti種を含むゼオライト

3. 今後の展望

金属ナノ粒子触媒とシングルサイト触媒を融合することで、金属ナノ触媒上における水素・酸素からの過酸化水素合成、シングルサイト触媒上における過酸化水素を酸化剤とした逐次的な有機物の選択酸化反応を行い、一つの反応容器内(ワンポット)での協奏触媒反応により高効率高選択性の発現を可能にする融合触媒系を新規に開発します。ターゲットとする反応は、シクロヘキサンからシクロヘキサノン、シクロヘキサノール合成、ベンゼンからフェノール合成など、高難度ではあるが、医薬品・合成中間体の製造工程に欠かせない最も重要かつ根本的な反応であります。

4. その他

(1) 研究者の略歴

2003年 大阪大学大学院基礎工学研究科物質創製専攻博士課程修了 博士(工学)、2003年～2005年

日本学術振興会特別研究員(大阪大学、カリフォルニア大学バークレー校)、2005年12月より大阪大学大学院

(2) 受賞

- ・International Association of Catalysis Society (国際触媒学会)「Young Scientist Award」(2008年7月)
- ・日本金属学会、「奨励賞(材料化学部門)」(2007年9月)

5. 問い合わせ先

(1) 技術内容について

大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 助教 森 浩亮

TEL&FAX 06-6879-7460

E-mail: mori@mat.eng.osaka-u.ac.jp

(2) 制度内容について

NEDO技術開発機構 研究開発推進部 若手研究 Grant

鈴木、松崎、千田、長崎

TEL:044-520-5174 FAX:044-520-5178

個別事業HP:産業技術研究助成事業(若手研究 Grant)

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html>



2009年3月 日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

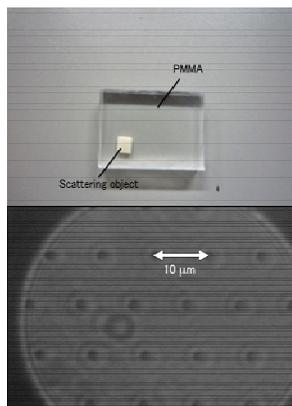
神戸大学大学院工学研究科

フォトニクススマートメディアの開発 ～紙にも使える超薄型大容量安全光メモリメディアの開発～

新規発表事項

NEDO技術開発機構の産業技術研究助成事業(予算規模:約50億円)の一環として、神戸大学大学院工学研究科の的場 修准教授は、リサイクル可能で、厚さが1mm以下の非常に薄い光情報メディアを開発しました。開発した光情報記録メディアは、磨りガラスのように非常に強い散乱体として働きます。そのため磨りガラスの向こうに何があるか分からないように、3次元散乱体内部に置かれた数ミクロン程度の大きさの微小吸収体の位置、数を安全な3次元バーコード情報として用いることができます。薄型化がさらに進み、1/10になると紙などの媒体にも貼り付けることができ、携帯可能かつ安全、2cm角で100MB程度の大容量情報量を実現する新しい光メモリを開発する試みです。

ICチップは強固なセキュリティ認証技術として広く用いられています。また、生体認証技術は指紋や静脈パターンなど個人特有の情報を用いており、強固な認証技術として普及しつつある状況です。しかしながら、書き換えができない個人特有の生体情報を汎用的に用いることはできません。そのため、リサイクル可能で環境に優しく、安全な認証技術、大容量情報記録メディアとしてこれらの技術は適していません。本研究で開発するフォトニクススマートメディアは、ポリマー材料を用いた散乱体メディア中に隠された吸収体を情報として利用するもので、上記の要素を満たします。また、厚さ100 μ m以下の薄型化を達成することで曲げなどにも強く、紙媒体などへの適用も可能であります。将来的には生体が強散乱体であることから毛細血管構造やしみなどの個人情報を利用して認証する技術に発展させることを目指しています。



今後、散乱係数が制御された光散乱体作製技術と光散乱体内部の吸収体の再構成技術を確立し、実用化への目処を立てるとともに、大規模生産技術の確立に向けて、民間企業との意見交換や共同開発を行っていく予定です。

図1 PMMAにおける光散乱体の写真(上)と空孔の顕微鏡写真(下)

世界で初めて微小孔を用いて散乱係数を制御する方法を考案しました。散乱係数高分子材料であるPMMA(ポリメタクリル酸メチル)中にフェムト秒パ

ルスを集光させることで空孔を形成し、それをランダムに配置することで光散乱体の作製を行っています(図の上)(注1)。2mmx2mmx0.5mm に約 1700 万個の空孔をあけています。空孔の様子を光学顕微鏡で観察したものが下の図です。理想的には空孔の位置、大きさをランダムに作製することで、散乱体を作製することが可能です。散乱係数が複雑に分布された構造により、安全な情報記録メディアとなることを明らかにしています(注2)。

(注1)北村、仁田、的場、渡辺、フェムト秒レーザー加工による多孔媒質の作製とその散乱媒体への応用、レーザー学会学術講演会
第 29 回年次大会講演予稿集、p.202(2009)。

(注2)O.Matoba, K. Fujimoto, and K. Nitta, Iterative data reconstruction in thin photonic data storage medium using three-dimensional absorbers in scattering volume medium, *Optics Letters*, in print.

1. 背景及び研究概要

ユビキタス情報社会の発展とともに、いつでもどこでも個人認証を行うためや、お気に入りの映像や音楽を自在に貯め込んでおくために、新しい情報記録メディアの開発が行われています。その代表例として、携帯型個人情報記録として用いられているものに、IC チップがあります。個人認証用途に限定すれば生体認証も普及しつつあります。これからのユビキタス情報社会では、携帯型で大容量かつ安全、リサイクル可能などの特徴を備えた情報記録メディアの開発が期待されています。本研究で開発する光スマートメディアは、ナノ分子や空孔等のランダム配列構造により、非常に薄い材料でも磨りガラスのように向こうの情報を知ることのできない、強い散乱体となることを利用します。内部に複雑な構造を持つため外からは内部構造を測定することはできません。また、情報として用いる色素分子等の微小吸収体は 3 次元散乱体によりその 3 次元位置、サイズ、量を容易に特定することは困難であります。情報は 3 次元的に埋め込まれるため、記録容量を増やすことが可能です。将来的には、20mmx20mmx0.5mm の大きさで 100MB 程度の記録容量が実現可能です。

2. 競合技術への強み

本開発品の優位性はポリマーやガラスなどのリサイクル可能な材料の利用が可能なことです。また、薄型化への拡張も期待できるため紙などの変形する材料への応用が期待でき、高価な有価証券、クレジットカード等への付加的な利用が可能です。安価で作製容易なメディアの利用価値は高く、ID タグを凌駕することが期待できます。また、光を用いることで、情報密度をマイクロ波やラジオ波に比べて格段に増やすことが可能なため、データ記録容量の点でも魅力的です。現在の IC カードの記録容量は高々 1MB であり、市場で広まっている Felica でも 8KB です。3 次元吸収分布を用いると数十 μm 角単位で情報を記録し読み取ることが可能なため、数 cm 角の大きさと 0.5mm 程度の厚さで 100MB 程度の容量が実現可能です。これにより、携帯型の安全安心な記録メディアとしての利用も可能であり、将来のテーラーメイド医療のための電子カルテ、X 線写真等の画像データ、日常時系列の健康データ記録等の健康福祉利用や、個人が訪れた場所の写真などを取り込むライフログ等の情報メディアとしての用途にも利用が期待できます。

表1 本提案手法とICタグとの違い

	情報保護	環境対策	情報量	交換可能
フォトニックメディア (本手法)	○ 複雑な散乱構造が 情報読み出しの鍵	◎ ポリマーやガラスなど リサイクル可能な材料	○ (100MB) マイクロオーダーの データ	◎ 散乱媒体、吸収体の構成 は作製者が既知で 複製可能
IC カード	◎ 1チップ化による 外部モニタが困難	× 半導体材料	△ 現状では 1MB 程度	◎ 再利用可能
生体認証	◎ 個人特有の生体情報を 利用	◎ 生体	× 情報記録媒体としては 用いられない	× 長期間利用可能な生態情 報を用いることが基本であ るため、交換は不可能

3. 今後の展望

今後、散乱係数制御技術と強散乱体作製技術の開発により、100 μ m 以下の薄型化への展開を目指します。また、大量生産への作製方法の開発を目指し、民間企業との意見交換や共同開発を行っていく予定です。開発した技術を用い、将来的には生体が強散乱体であることから、毛細血管構造やしみなどの個人特有の情報を利用して認証する技術に繋がることを目指しています。

4. その他

(1) 研究者の略歴

1991 年大阪大学工学部応用物理学専攻卒業、1993 年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士前期課程修了、1996 年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士後期課程修了、1996 年博士(工学)取得(大阪大学)、1996 年～2002 年東京大学生産技術研究所助手、2002 年～2007 年神戸大学工学部情報知能工学科助教授、2007 年～神戸大学大学院工学研究科情報知能学専攻准教授

(2) 受賞

1996 年 日本光学会奨励賞受賞

2003 年 コニカ画像科学奨励賞

2005 年 ホログラフィック・ディスプレイ研究会(日本光学会) 鈴木・岡田賞

2008 年 IEEE Donald G. Fink Prize Paper Award 2008

5. 問い合わせ先

(1) 技術内容について

神戸大学大学院工学研究科 情報知能学専攻 准教授 的場 修

TEL: 078-803-6235 E-mail: matob@kobe-u.ac.jp

研究内容 HP: <http://brian.cs.kobe-u.ac.jp>

(2) 制度内容について

NEDO技術開発機構 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ

田中、松崎、千田、長崎

TEL: 044-520-5174 FAX: 044-520-5178

個別事業 HP: 産業技術研究助成事業 (若手研究 Grant)

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html>



2009年3月 日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
名古屋大学大学院工学研究科

溶液成長によるキュービック SiC 結晶成長技術の確立 — パワーデバイス用 SiC 材料の新メンバー —

新規発表事項

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO技術開発機構)の産業技術研究助成事業(予算規模:約50億円)の一環として、名古屋大学の准教授、宇治原 徹氏は溶液成長(注1)によるキュービック SiC(シリコンカーバイド)(注2)のバルク結晶(注3)成長技術を開発しました。

この技術は、パワーデバイス(注4)用半導体として期待されている SiC の一種であるキュービック(立方晶)SiC の基板結晶を成長させる技術です。これまで、キュービック SiC 基板結晶は CVD 法により(注5)作製されてきましたが、結晶品質が十分ではないという問題がありました。それに対して本手法は平衡状態に近いプロセスである溶液法で結晶成長を行うことで、高品質結晶の成長を可能とし、欠陥密度を従来の約 1/500 に低減しました。

この技術を用いて作製したキュービック SiC 基板結晶をパワーデバイスに用いることで、デバイスのさらなる高性能化が期待されます。また、これらを窒化物半導体用の基板として用いることで、さらに明るい LED(注6)の実現も期待できます。

(注1) 食塩水からの塩の析出のように、溶媒から溶質を析出させる方法。SiC では Si を主成分とする溶媒に炭素を溶解させ、SiC を析出させる。

(注2) SiC は様々な結晶構造をもち、その中で立方晶の構造を持つものを示す。

(注3) 薄膜結晶などに対して、大型の結晶をバルク結晶と呼ぶ。

(注4) 電力変換を行うためのデバイスの総称。家電製品の電力高効率利用を実現するインバータや、電気自動車や鉄道、発電所の電力制御部まで幅広く用いられている。現在は主に Si が用いられているが、性能限界に近づきつつある。

(注5) 化学気相成長。原料をガス状態で供給し、結晶表面で化学反応をさせることで結晶成長する。

(注6) 発光ダイオード。現在、照明としての利用を目指し、白色ダイオードの明るさの向上が大きな課題となっている。これにより、大きな省電力効果が期待されている。

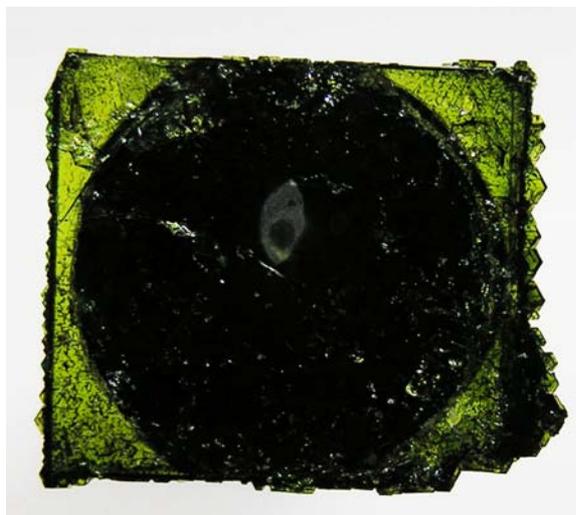


図 1. 異種基板上に成長したキュービック SiC

SiC は透明の結晶であるため、裏側に装着してある結晶成長保持治具が透けて見えている。

1. 背景及び研究概要

次世代パワーデバイス用材料として期待されている SiC は、様々な結晶構造を持つことが知られ、現在のデバイス開発は、六方晶構造である 4H-SiC を中心に進められています。しかし、SiC パワーデバイスの本命である MOSFET を作製すると、六方晶構造よりも立方晶構造であるキュービック SiC を用いた方が、チャネル移動度が高いことが実験的に明らかになっていますが、キュービック SiC のデバイス研究は、あまり多くなされていません。その理由の一つは、キュービック SiC の良質結晶の成長技術が確立されていないことにあります。

本研究開発では、まずキュービック SiC の成長に適している低温溶液成長を用いることで、高品質結晶を実現しましたが、当初は結晶サイズを大きくすることが困難でした。そこで、既に存在している六方晶 SiC 基板結晶上にキュービック SiC を安定に成長させる技術を確認し、基板サイズのキュービック SiC 結晶の成長を可能にしました。

2. 競合技術への強み

開発した結晶成長法には、次の特徴があり、特に、成長した結晶の品質が、従来法によるものと比較して優れています。

(1) 高品質結晶の実現： 溶液成長は平衡状態に近いプロセスであり、一般に高品質の結晶が得られます。本手法による結晶も、従来法による結晶と比較して高品質で、欠陥密度は約 500 分の 1 になっています。

(2) インチサイズ結晶へも対応可能： 従来のキュービック SiC はサイズの小さいものは容易に得られましたが、大きな結晶を安定して得るのは困難でした。本手法は、土台となる六方晶基板結晶と同じサイズの結晶が得られます。現在、六方晶 SiC では 3 インチ基板が市販されており、それと同等サイズは実現可能です。

(3) 他の多形の SiC 結晶成長にも応用可能： 本手法は成長条件を変えることで、キュービック SiC 以外の六方晶 SiC も成長できます。これら他の構造の SiC 結晶でも、従来法よりも高品質なものを得ることができます。

表1 SiC 結晶成長技術に係る従来技術と本技術との比較

	本手法(溶液法)	CVD 法	昇華法
成長できる構造	キュービック SiC 六方晶 SiC (4H-SiC、6H-SiC)	キュービック SiC 六方晶 SiC (4H-SiC、6H-SiC)	六方晶 SiC (4H-SiC、6H-SiC)
結晶品質	◎ (積層欠陥密度 約 10 cm^{-1})	△ (積層欠陥密度 $5 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$)	- (3C-SiC の成長不可)

現在唯一キュービック SiC 基板結晶を成長する方法として CVD 法がありますが、結晶品質が十分とは言えません。それに対して、溶液成長は高品質結晶が実現できます。しかし、大型化結晶化が困難であるという問題がありました。そこで本研究開発では、溶液成長に用いる溶媒組成の最適化と、既に昇華法で作製されている六方晶基板結晶上へ、キュービック SiC を安定成長させる手法を確立し、溶液成長でも基板サイズの結晶成長を可能にしました。



図2: 結晶の断面写真。六方晶構造を持つ SiC 上にキュービック SiC が安定に成長している。

SiC は多くの結晶構造を示しますが、これらは結晶面の積層順序の違いによります。本研究開発では、成長条件によってこの積層順序を制御し、異なる結晶上にもキュービック SiC を成長することができるようにしました。

3. 今後の展望

今後、現在の SiC の標準サイズである 3 インチ基板を実際に成長させ、SiC デバイスメーカーへのサンプル出荷を目指します。サンプル供試およびユーザー評価により、本技術で成長したキュービック SiC のパワーデバイスにおける有効性を示します。また、キュービック SiC は窒化物発光デバイス用の基板としても注目されています。現在、大型結晶の成長技術開発に協力していただける企業、さらに、基板へのデバイス作製に協力していただけるパートナーを募集しております。

4. その他

(1) 研究者の略歴

平成 5 年 3 月 京都大学工学部冶金学科卒業
平成 11 年 3 月 京都大学大学院博士後期課単位認定退学
平成 11 年 4 月 東北大学金属材料研究所 助手
平成 16 年 3 月 名古屋大学大学院工学研究科 助教授
平成 19 年 4 月 名古屋大学大学院工学研究科 准教授に名称変更
平成 20 年 10 月 名古屋大学材料バックキャストテクノロジー研究センター 兼任准教授

(2) 受賞

第 11 回応用物理学会講演奨励賞(平成13年度)
第 13 回日本金属学会奨励賞「材料プロセッシング分野」(平成15年度)
第 43 回原田研究奨励賞(平成15年度)
第 3 回日本結晶成長学会奨励賞(平成17年度)

5. 問い合わせ先

(1) 技術内容について

名古屋大学大学院 工学研究科 准教授: 宇治原 徹
TEL: 052-789-3368 FAX: 052-789-3239
E-mail: ujihara@numse.nagoya-u.ac.jp
研究室 HP: <http://mercury.numse.nagoya-u.ac.jp/f6/Ujihara/>

(2) 制度内容について

NEDO技術開発機構 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ
坂橋、松崎、千田、長崎
TEL: 044-520-5174 FAX: 044-520-5178
個別事業HP: 産業技術研究助成事業(若手研究 Grant)
<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html>