筑波大学技術報告
36 : 12 - 17 , 2015

奨励研究のすすめ

― 教育的・社会的貢献と自己研鑽 ―

伊藤　伸一
筑波大学数理物質科学等技術室
〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

独立行政法人日本学術振興会が、国立大学や高等専門学校、あるいは小、中、高等学校等に勤務する職員等が行う研究を奨励している制度がある。いわゆる科学研究費（科研費）・奨励研究である。本報告では、その概要、応募申請から採択、研究および成果の公表、そして今後の展望について述べる。

キーワード：科研費、奨励研究、日本学術振興会

１．はじめに

科研費・奨励研究は、小学校・中学校・高等学校・中等教育学校・特別支援学校・幼稚園・専修学校の教員、教育委員会の所管に属する教育・研究機関の職員、企業の職員又はこれら以外の者で科学研究を行っている者（大学等の研究機関の常勤の研究者等を除く。）が一人で行う研究で、大学等の研究機関で行われないような教育的・社会的意義を有する研究（商品・役務の開発・販売等を直接の目的とする研究（市場動向調査を含む。）及び業として行う受託研究を除く。）を助成し、奨励することを目的とするものである[1]。本学では、過去に何人もの教室系技術職員が応募し、採択されてきた。それらの詳しい内容については、公表されているので課題番号で検索することができる[2-20]。業務に関連するかまたは、それぞれの技術職員の専門分野における研究が行われている。本報告では、筆者の経験をもとに、応募申請から採択、研究の実施とその後の成果発表までを例を挙げて報告するとともに、今後若い人たちへ参考となる事柄について述べる。

２．応募申請から採択まで

前節で述べたように、奨励研究は技術職員等が一人で行う研究で、教育的・社会的意義を有する研究が奨励されている。ここが重要である。業務（本学の）に関連していることであれば、教育的・社会的に意義はあると考えるが、申請書類の書き方によってうまく審査員へ伝えることが重要である。研究のテーマは最も重要で、何を明らかにするかといったことが簡潔に書かれていなければならない。

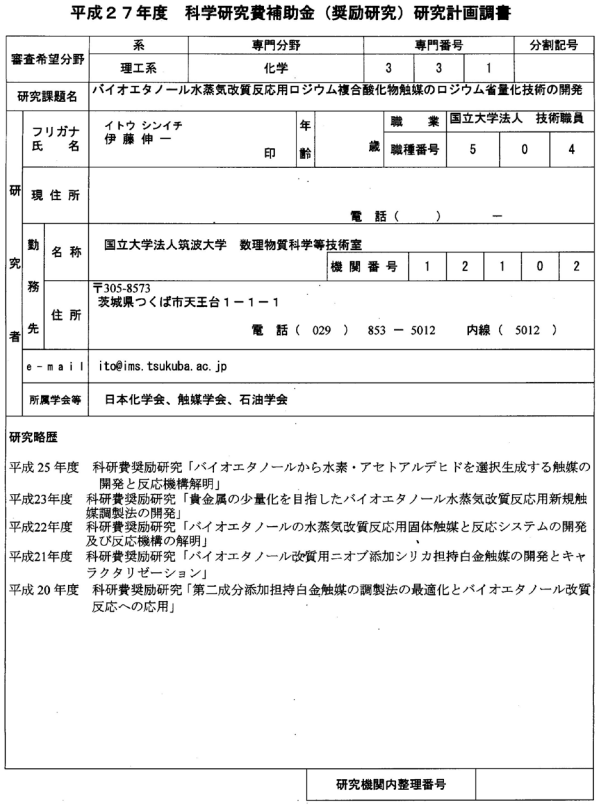
奨励研究は単年度で行われるもので、申請はその前年度の 11 月頃に行う。応募書類は次の 3 種類である。

１．科研費補助金（奨励研究）研究計画調書
２．科研費補助金（奨励研究）応募カード
３．科研費助成事業（科研費補助金）（奨励研究）に係る応募等の諸手続及び管理の委任状

なお、上記の書類は大学等の機関において研究を行う場合のものであり、個人で行う場合は異なる。

図 1 に科研費補助金（奨励研究）研究計画調書の例を示した。研究計画調書は 4 ページでそれぞれのページに必要事項を記入する。図1は1ページ目で、上から審査希望分野、研究課題名（40 字以内）、研究者氏名、職業、職種、現住所、勤務先、メールアドレス、所属学会等、研究略歴となっている。筆者の場合審査希望分野は、理工系、化学分野で専門番号は 331 である。勤務先については、機関番号が与えられており、別表から読み取り記入した。所属学会等は、なければ記入しない。研究略歴については、これまでの活動や科研費等の実績があれば記入する。

図 2 は研究計画調書の 2 ページ目で、研究目的・計画・方法を記入するもので、これから行おうとする研究の意義を理解してもらうための最も重要な箇所であり、じっくり考えて記入する必要がある。科研費の審査員はその分野の専門家であるが、全く同じテーマで研究している方であれば、多少出来の悪文章でもある程度理解してもらえるだろうが、それ



平成２７年度　科学研究費補助金（奨励研究）研究計画調書

審査希望分野	系	専門分野	専門番号			分割記号		
	理工系	化学	3	3	1			
研究課題名	バイオエタノール水蒸気改質反応用ロジウム複合酸化物触媒のロジウム省量化技術の開発							
研究者	フリガナ 氏　名	イトウ シンイチ 伊 藤 伸 一　印	年齢　歳	職　業	国立大学法人　技術職員			
				職種番号	5	0	4	
	現 住 所	電　話（　　）　－						
	勤務先　名 称	国立大学法人筑波大学　数理物質科学等技術室						
			機 関 番 号	1	2	1	0	2
	勤務先　住 所	〒305-8573 茨城県つくば市天王台１－１－１ 電　話（ 029 ）　853 － 5012　内線（ 5012 ）						
	e－mail	ito@ims.tsukuba.ac.jp						
	所属学会等	日本化学会、触媒学会、石油学会						

研究略歴

平成 25 年度　科研費奨励研究「バイオエタノールから水素・アセトアルデヒドを選択生成する触媒の開発と反応機構解明」
平成23年度　科研費奨励研究「貴金属の少量化を目指したバイオエタノール水蒸気改質反応用新規触媒調製法の開発」
平成22年度　科研費奨励研究「バイオエタノールの水蒸気改質反応用固体触媒と反応システムの開発及び反応機構の解明」
平成21年度　科研費奨励研究「バイオエタノール改質用ニオブ添加シリカ担持白金触媒の開発とキャラクタリゼーション」
平成 20 年度　科研費奨励研究「第二成分添加担持白金触媒の調製法の最適化とバイオエタノール改質反応への応用」

研究機関内整理番号	

（注）１．作成に当たっては、「奨励研究　研究計画調書作成・記入要領」を参照してください。
２．「研究機関内整理番号」は、委任を受け入れた研究機関の担当者が記入してください。

- 1 -

図 1　研究計画調書の 1 ページ目

研究目的・計画・方法

本欄には、本研究種目の目的（大学等の研究機関で行われないような教育的・社会的意義を有する研究）に留意し、どのような背景（本研究を応募するに当たり、着想に至った経緯等）、問題意識で、研究期間（1年）で何をどこまで明らかにしようとしているのか、本研究の特色及び予想される結果と意義が分かるように研究目的を具体的に記述するとともに、下記の点に留意し、その目的を達成するための研究計画・方法を簡明に記述してください。記述に当たっては、公募要領8頁を参考にしてください。

① 研究計画を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する配慮を必要とする研究など法令等に基づく手続きが必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるかの記述してください。
　例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、組換えＤＮＡ実験、動物実験など、勤務先等内外の倫理委員会等における承認手続きが必要となる調査・研究・実験などが対象となります。
　なお、該当しない場合には、その旨記述してください。
② これまでに本研究計画に関連する研究を行っている場合には、その過程（成果を含む）や準備状況等についても記述してください。
③ 研究を実施する場所や設備等は確保されているのか（あるいはその必要はないのか）など、本研究計画を遂行するための研究環境についても記述してください。
④ 研究計画・方法に照らし、研究経費の妥当性・必要性・積算根拠について記述し、各費目（設備備品費、旅費、人件費・謝金）が全体の研究経費の５０％を超える場合及びその他の費目で、特に大きな割合を占める経費がある場合には、当該経費の必要性（内訳等）を記述してください。
⑤ 企業の職員については、業として行う研究との相違点についても記述してください。

【社会的背景】

地球温暖化の原因物質の一つであり世界的に見てもっとも排出量の多い二酸化炭素の環境への排出を抑制するため、あるいは石油資源の枯渇による代替資源の必要性から、再生可能資源であるバイオマスやバイオエタノールの有効利用が注目されている。バイオエタノールは、植物由来の糖質を発酵させて作られ、その利用がより一層推進されると考えられる。これまでに申請者が行ってきた担持貴金属触媒によるバイオエタノールの水蒸気改質反応の研究で、担持白金触媒にニオブ酸化物などを添加することで、その両者の相互作用により、触媒活性の増大と、水素およびアセトアルデヒドが選択的に生成することがわかった。水素は燃料電池の燃料として、アセトアルデヒドは化学工業品の原料になることから、この研究の社会的意義は大きい。

【これまでの経緯と本研究の目的】

これまでに申請者は、シリカ担体（二酸化ケイ素粉末）やアルミナ担体（酸化アルミニウム粉末）に白金を2 wt%担持し、ニオブやバナジウムなどの酸化物を第二成分として添加した触媒を用いて、エタノールの水蒸気改質反応を行ってきた。その結果、白金だけを担持した触媒に比べて、ニオブやバナジウムの酸化物を添加した触媒は、エタノール転化率が200℃という比較的低い温度にもかかわらず30%から80%へ約3倍も顕著に増加し、水素とアセトアルデヒドが選択的に生成することがわかった。これらの成果については、特許登録、日本化学会年会や国際会議、触媒学会討論会、専門誌に発表してきた（3頁、1、3-8を参照）。予備的な実験で、担持白金触媒に変えて担持ロジウム触媒（どちらも第二成分は添加していない）を用いた場合、同様な結果が得られたため、本研究では白金に比べて酸化ニオブや酸化バナジウムとより強い相互作用を示すロジウムを担持した触媒に焦点をあてて研究を進める。シリカに担持したロジウムは、第二成分としてニオブやバナジウムを添加し空気中で高温焼成すると複合酸化物（$RhNbO_4$, $RhVO_4$）を生成する。この複合酸化物は200℃以上の水素還元処理で分解し、ロジウムともう一方の酸化物に分解するが、このとき双方が強く相互作用することがわかっている（3頁、2を参照）。これを利用してエタノールの（水蒸気）改質反応を行い、水素・アセトアルデヒドの選択的生成を目指す。ロジウムは白金族元素の中では比較的高価であることからロジウムの省量化として、ロジウムに化学的性質が近いとされる周期律表のロジウムと同じ縦の列にあるコバルトや、コバルトに近い鉄、ニッケル等をロジウムの代替として一定割合含有し、なおかつニオブ酸化物あるいはバナジウム酸化物を添加したロジウム－遷移金属複合酸化物触媒を開発し、低コストで高活性、高選択性触媒の開発研究を進める。

【研究計画】

本研究について、上記注意事項の①の、第三者あるいは倫理委員会等に承諾を得るものには該当しない。研究は触媒調製を始めの一月で行う。シリカ担体にロジウムを担持し、コバルトまたは鉄またはニッケルを添加し、さらにニオブまたはバナジウムを一定割合添加した6種類の触媒を調製し反応実験を行う。その中で活性および選択性の高い触媒について、ロジウム担持量を減らし各元素の割合を変えた触媒を8種類調製し反応実験を行う。触媒のキャラクタリゼーションとして、X線回折測定（ロジウム微粒子の分散度測定）及びガス吸着量測定（ロジウムと添加金属の酸化物との相互作用の確認）を行う。特にガス吸着量測定については、吸着ガスの種類を変えるなどで反応の活性点がロジウムにあるのか、もう一方の酸化物にあるのか、あるいはその境界表面にあるのかを検討する。また、透過型電子顕微鏡による微細構造の観察も検討する。成果の公表は、触媒学会・触媒討論会あるいは日本化学会年会等で発表する。また、国際的な専門誌である Catalysis Communications または Catalysis Letters への投稿を検討する。

【研究環境と研究経費について】

実験のための場所と反応装置は、これまでにも申請者が使用してきており、いつでも実験・研究を開始できる。また、触媒のキャラクタリゼーションとしてX線回折測定、ガス吸着量測定を行うがこれらの装置の使用も許可されており問題ない。次の消耗品は購入する必要がある。反応液を反応器に供給するマイクロシリンジ、触媒調製のためのロジウム塩、ニオブやバナジウムなどの一般試薬類と反応物であるエタノール、触媒反応を行うための石英製反応器、ガス配管用継手（実験ごとに交換するテフロンフェルール等）、ガスクロマトグラフ分析のためのキャリヤガスとしてアルゴンガス、ヘリウムガス、分析用カラム充填剤（Porapak Q、モレキュラーシーブ）と記録用紙、微細構造観察のための電子顕微鏡観察用消耗品としてマイクログリッド等、研究用ノート（一月に一冊で12冊）が必要である。金額については、市販の理化学機器カタログを参照し算出した。

- 2 -

図 2　研究計画調書の 2 ページ目

最近発表した主要な研究成果

本欄には、これまでに発表した論文、著書、産業財産権、招待講演等主要なものを選定し、現在から順に発表年次を過去にさかのぼり記入してください。なお、学術誌へ投稿中の論文を記入する場合は、掲載が決定しているものに限ります。

発表論文名・著者名　等

例えば発表論文の場合、論文名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）

1. 伊藤伸一、“ニオブ添加担持白金触媒によるエタノールの水蒸気改質反応”、日本化学会第94春季年会、講演番号：2PA-010（平成26年3月28日）。
2. 伊藤伸一、“【解説】担持貴金属触媒における強い金属・酸化物相互作用　－SMSIからSMOIへの展開と今後の研究動向－”、触媒、査読あり、54巻1号、（2012）52-57。
3. 伊藤伸一、“金属酸化物添加担持白金触媒によるエタノールの水蒸気改質反応　－反応装置の製作と触媒活性試験結果－”、筑波大学技術報告、査読なし、No.31、（2011）1-7。
4. **Shin-ichi Ito**, Hisanori Tanaka, Shuichi Koso, Kimio Kunimori, Yoshinao Nakagawa, Keiichi Tomishige, “Steam reforming of ethanol over metal-oxide-promoted Pt/SiO_2 catalysts: Effects of strong metal-oxide interaction (SMOI), Pacifichem 2010（環太平洋国際化学会議2010）, Poster session, ALTE 478, Dec 19, 2010, Hawaii convention center.
5. **Shin-ichi Ito**, Keiichi Tomishige, “Steam reforming of ethanol over metal-oxide-promoted Pt/SiO_2 catalysts: Effects of strong metal-oxide interaction (SMOI)”, *Catalysis Communications*, Vol. **12**, (2010) 157-160.（査読あり）
6. 伊藤伸一、高祖修一、田中久教、中川善直、冨重圭一、“酸化ニオブ添加Pt/SiO_2触媒によるエタノールの水蒸気改質反応　－SMOIの効果とニオブ添加量依存性－”、第105回触媒討論会（2010春、京都）ポスター発表、平成22年3月24日、講演番号1P03。
7. 伊藤伸一、田中久教、冨重圭一、“Nb添加Pt/SiO_2触媒によるエタノールの水蒸気改質反応　－強い金属・酸化物相互作用の効果－”、第104回触媒討論会（2009秋、宮崎）口頭発表、平成21年9月29日、講演番号3E20。
8. 伊藤伸一、冨重圭一、国森公夫、“酸化物添加SiO_2担持Pt触媒によるエタノールの水蒸気改質反応”、日本化学会第89春季年会、平成21年3月28日、講演番号2PB-028。

特許：伊藤伸一、冨重圭一、“酸化物添加担持白金触媒の製造方法および酸化物添加担持白金触媒”、出願番号：特願2009-193736、特許出願日：平成21年8月25日、特許登録日：平成26年9月26日、特許番号：第5618315号。他1件。

研究推薦者・指導者氏名	職業・学位	推薦理由又は研究指導方法

（注）研究推薦者又は指導者が複数いる場合は、点線で区切って記入してください。

- 3 -

図 3　研究計画調書の 3 ページ目

研究経費				
研究経費合計	802千円			
使用内訳				
設備備品費	消耗品費	旅費	人件費・謝金	その他
0千円	701千円	65千円	0千円	36千円

（金額単位：千円）

設備備品費の明細		消耗品費の明細	
品名・仕様（数量×単価）	金額	品名	金額
なし	0	マイクロシリンジ（4本）	48
		塩化ロジウム三水和物 6g	204
		硝酸ロジウム 10%溶液 5g	106
		エタノールその他の一般試薬	20
		高圧ガス（アルゴン、ヘリウム）	35
		ガス配管用継ぎ手（テフロンフェルール等消耗品）	116
		ガスクロマトグラフ消耗品（カラム充填剤、記録紙）	85
		反応用石英反応管	20
		電子顕微鏡観察用消耗品（マイクログリッド等）	50
		研究用ノート（12冊）	17
計	0	計	701

旅費の明細		人件費・謝金の明細		その他の明細	
事項	金額	事項	金額	事項	金額
第116回触媒討論会参加旅費（三重大学、平成27年9月16日～9月18日）、3泊4日	57	なし	0	触媒討論会参加費（2回分）	16
第117回触媒討論会参加旅費（東京都内または近県2日、日帰り）	8			ポスター印刷費	20
計	65	計	0	計	36

（注）「研究経費合計」欄、「使用内訳」の各欄は千円単位で記入してください。

- 4 -

図 4　研究計画調書の 4 ページ目

なりに努力を強要するものになるから、途中で匙をなげられるかもしれない。常に読み手のことを考えてわかりやすく、簡潔に述べる必要がある。また、上部に注意書きがあり、よく読み込んで齟齬のないように記入する。平成 27 年度の奨励研究に応募した際には、ここでは「社会的背景」、「これまでの研究の経緯と本研究の目的」、「研究計画」、「研究環境と研究経費について」の 4 つの項目を記入した。社会的背景では、奨励研究の意義の一つである社会的な利点を説明する必要がある。どのようなことが問題としてあり、それをどう解決していくかということである。同様のテーマを継続して研究してきている場合には、「これまでの研究の経緯と本研究の目的」の中で述べればよいが、全く初めてのテーマであれば、「社会的背景」と一つにまとめて説明しても良い。筆者の場合、「社会的背景」では、地球温暖化物質である二酸化炭素の排出抑制と、石油資源の枯渇対策として、再生可能な資源としてバイオエタノールが注目されている中で、これを原料に水蒸気改質反応を行い工業的に重要な水素とアセトアルデヒドを高効率、選択的に生成する触媒の開発が社会的意義としてあることを説明した。筆者が奨励研究に応募し、採択されたのは、2008 年度が初めであったので、「これまでの経緯と本研究の目的」では、関連のある触媒研究について述べた。3 つ目の項目の「研究計画」は、具体的にどのような実験なり、調査なりをいつまでに行うか記入した。これに関連して、「研究環境と研究経費について」では、どこで実験を行うか、そのための設備・消耗品等、

研究を進める上で必要なものについて記入した。ここで重要なことは、研究を行う場所が確保されているかどうかということと、研究を行う上で調査を行う場合、第三者の個人情報の保護などの対策がとられていることが必要となる。この点については、あらかじめ、周囲の了解を得ておくほうが良い。

図 3 には研究計画調書の 3 ページ目を示した。このページの前半では、申請時の最近の成果発表について記入する。技術報告などでの発表も成果の一つとして示すとよい。後半では、この申請する奨励研究について、指導してくださる教員等がいれば、その方の氏名、職名、推薦理由または指導方法を記入する。先程、奨励研究は一人で行うものということを述べたが、指導してくださる方がいる場合は、記入したほうが良い。特に初めて奨励研究を行う場合は、その方が良い。また、いない場合でも助言を得られる方を探しておき、その旨記入しておくと良い。

図 4 は研究経費一覧で、奨励研究を実施するために必要な経費を算出し、記入する。筆者の場合、今回は 30 万円を超えるような備品の申請はしなかった。消耗品類、情報収集と成果発表のための学会への出張旅費、その他として学会の参加費と発表用ポスター制作費である。学会での発表は、研究を初めてすぐには難しいが、あらかじめ経験があり、成果が期待できるものであれば、申請しておくと良い。それぞれの金額についてはカタログ等で調べておき、計算ミスのないよう注意する。

図 5 は応募カードで、研究分野の専門番号、研究課題名、氏名、住所、勤務先、職業、応募経費を記入する。

研究課題名は 40 字以内と決められているので、研究内容とよく一致してわかりやすく記入する必要がある。また、濁点などのついた文字は、一文字としてカウントされる。一番下の欄は、応募経費（金額）で研究計画調書の 4 ページ目に示した合計金額を記入する。

応募申請は、11 月頃であるが、採択が可となれば、実施年度の 4 月初めに連絡がある。この時、認められる補助金の額が示される。それに合わせて交付申請書を定められた期日までに提出する。図 6 と図 7 に交付申請書を示した。図 6 は 1 ページ目で、研究代表者の勤務先・住所・連絡先、自宅住所・連絡先、氏名を記載する。研究課題名と補助金の使途予定内訳を記入する。内訳は物品費、旅費、人件費・謝金、その他で合計額は認められた補助金額となるようにする。応募申請の際よりも、認められる補助金額が少なくなる場合があるが、そこは工夫して対応する。図 7 は交付申請書の 2 ページ目で、研究の目的と研究実施計画を応募申請と同様に記入する。

なお、採択されなかった場合は 4 月下旬頃にその旨連絡があるが、その理由と、同じ審査希望分野の採択されなかった他の申請と比較してどの程度のレベルにあるかという情報についても示されるので、次回の参考になる。筆者の経験では、申請した課題が奨励研究の目的（教育的・社会的意義）と合致しているかどうかということと、申請する経費の内訳（備品・消耗品等のバランス）などが可否を決めるポイントとなるのだろうと考えている。

平成27年度科学研究費補助金（奨励研究）応募カード

（記入に当たっては、「応募カード作成・記入要領」を参照してください。）

1 審査希望分野の専門番号
3 3 1　（分割記号）

2 研究課題名
バイオエタノール水蒸気改質反応用ロジウム
複合酸化物触媒のロジウム省量化技術の開発

3 氏名等
(1) カタカナ　イトウ シンイチ
(2) 漢 字　伊藤 伸一
(3) 生年月日　年（西暦）　月　日

4 現住所
(1) 郵便番号　－
(2) 住所

5 勤務先名称　国立大学法人筑波大学
機関番号(※)　1 2 1 0 2

6 職 業　技術専門官
職種番号　5 0 4

7 応募経費（金額）　8 0 2 千円

※「機関番号」欄は、科学研究費補助金取扱規程第2条に規定される研究機関に所属する応募者のみ記入してください。（番号は所属研究機関の科研費担当者に確認してください。）

図 5　応募カード

様式 A−32−1

平成27年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）交付申請書

独立行政法人
日本学術振興会理事長　殿
平成 27 年 4 月 6 日

研究代表者の勤務先住所・連絡先及び名称	〒 305 − 8577 茨城県つくば市天王台1−1−1 電話番号 ( ) − 勤務先名称 筑波大学
研究代表者の自宅住所・連絡先	〒 − 電話番号 ( ) − メールアドレス
フリガナ	イトウ シンイチ
研究代表者の氏名	伊藤 伸一　印

次のとおり研究を実施したいので、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（奨励研究）の交付を申請します。
なお、交付された補助金は、補助条件に従い適正に使用します。

研究課題名	バイオエタノール水蒸気改質反応用ロジウム複合酸化物触媒のロジウム省量化技術の開発			
補助金額（交付予定額） 合計	費目別内訳 物品費	旅費	人件費・謝金	その他
400,000 円	316,000 円	58,000 円	0 円	26,000 円

補助金の使途予定内訳

支出費目	品名・仕様等	数量	単価(円)	金額(円)
物品費	マイクロシリンジ	2	11,000	22,000
	塩化ロジウム三水和物 1 g	2	34,000	68,000
	硝酸ロジウム9%溶液 5 mL	2	57,000	114,000
	エタノール等一般試薬類	1	20,000	20,000
	高圧ガスおよびガス配管継手	1.	53,000	53,000
	ビーカー等ガラス器具、るつぼ	1	10,000	10,000
	ガスクロマトグラフ消耗品	1	29,000	29,000
旅費	第116回触媒討論会参加旅費（三重大学）			50,000
	第117回触媒討論会参加旅費（東京近郊）			8,000
人件費・謝金				
その他	触媒討論会参加費			16,000
	ポスター印刷費			10,000

	研究種目	奨励研究	課題番号	15H00294	
経費管理担当者・部局・職・氏名	部局・職	氏名			(1)

図 6　補助金交付申請書の 1 ページ目

研究の目的

エタノールの水蒸気改質反応により水素とアセトアルデヒドを選択的に生成するロジウム系触媒のロジウム使用量を省量化するための触媒調製技術を開発する。これまでに申請者が行ってきた担持貴金属触媒によるバイオエタノールの水蒸気改質反応の研究で、担持白金触媒にニオブ酸化物などを添加することで、その両者の相互作用により、触媒活性の増大と、水素およびアセトアルデヒドが選択的に生成することがわかった。水素は燃料電池の燃料として、アセトアルデヒドは化学工業品の原料になることから、この研究の社会的意義は大きい。これまでに申請者は、シリカ担体（二酸化ケイ素粉末）やアルミナ担体（酸化アルミニウム粉末）に白金を2wt%担持し、ニオブやバナジウムなどの酸化物を第二成分として添加した触媒を用いて、エタノールの水蒸気改質反応を行ってきた。その結果、白金だけを担持した触媒に比べて、ニオブやバナジウムの酸化物を添加した触媒は、エタノールの転化率が200℃という比較的低い温度にもかかわらず30%から80%へ約3倍も顕著に増加し、水素とアセトアルデヒドが選択的に生成することがわかった。予備的な実験で、担持白金触媒に変えて担持ロジウム触媒（どちらも第二成分は添加していない）を用いた場合、同様な結果が得られたため、本研究では白金に比べて酸化ニオブや酸化バナジウムとより強い相互作用を示すロジウムを担持した触媒に焦点をあてて研究を進める。シリカに担持したロジウムは、第二成分としてニオブやバナジウムを添加し空気中で高温焼成すると複合酸化物（$RhNbO_4$, $RhVO_4$）を生成する。この複合酸化物は200℃以上の水素還元処理で分解し、ロジウムともう一方の酸化物に分解するが、このとき双方が強く相互作用することがわかっている。これを利用してエタノールの（水蒸気）改質反応を行い、水素・アセトアルデヒドの選択的生成を目指す。ロジウムは白金族元素の中では比較的高価であることからロジウムの省量化として、ロジウムに化学的性質が近いとされる周期表のロジウムと同じ縦の列にあるコバルトや、コバルトに近い鉄、ニッケル等をロジウムの代替として一定割合含有し、なおかつニオブ酸化物あるいはバナジウム酸化物を添加したロジウム－遷移金属複合酸化物触媒を開発し、低コストで高活性、高選択性触媒の開発研究を進める。

研究実施計画

研究は触媒調製を始めの一月で行う。シリカ担体にロジウムを担持し、コバルトまたは鉄またはニッケルを添加し、さらにニオブまたはバナジウムを一定割合添加した6種類の触媒を調製し反応実験を行う。その中で活性および選択性の高い触媒について、ロジウム担持量を減らし各元素の割合を変えた触媒を8種類調製し反応実験を行う。反応実験は、エタノールと水で反応液を調製するが、組成はバイオエタノール（発酵によって生成する）と同等の濃度に調製する。マイクロシリンジとポンプを使用して一定速度で触媒層へ供給し、反応生成物をガスクロマトグラフで検出、定量し、触媒の活性ならびに生成物選択性を評価する。触媒のキャラクタリゼーションとして、X線回折測定（ロジウムと微粒子の分散度測定）及びガス吸着量測定（ロジウムと添加金属の酸化物との相互作用の確認）を行う。特にガス吸着量測定については、吸着ガスの種類を変えるなどで反応の活性点がロジウムにあるのか、もう一方の酸化物にあるのか、あるいはその境界表面にあるのかを検討する。また、透過型電子顕微鏡による微細構造の観察も検討する。成果の公表は、触媒学会・触媒討論会あるいは日本化学会年会等で発表する。また、国際的な専門誌である Catalysis Communications または Catalysis Letters への投稿を検討する。また、筑波大学技術職員技術発表会での発表および筑波大学発行の「技術報告」への発表を行う。

（2）

図 7　補助金交付申請書の 2 ページ目

様式 C－33

平成２５年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 2 1 0 2
（該当者のみ）

2. (a)研究機関名　国立大学法人　筑波大学
(b)勤務先の名称

3. 研究種目名　奨励研究

4. 研究期間　平成２５年度

5. 課題番号 2 5 9 1 5 0 0 5

6. 研究課題名　バイオエタノールから水素・アセトアルデヒドを選択生成する触媒の開発と反応機構解明

7. 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名／職業
イトウ　シンイチ 伊藤　伸一	数理物質科学等技術室	技術専門官

8. 研究実績の概要

下欄には、本年度に行った研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600 字～800 字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ化するため、図、ｸﾞﾗﾌ等は記載しないこと。

石油資源の枯渇による代替資源の必要性や、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出抑制が求められている背景から、バイオエタノールから水素・アセトアルデヒドを選択的に生成する触媒の開発と反応機構解明を目的として研究を行った。
これまで、シリカ（二酸化ケイ素）を担体として白金を担持した触媒に遷移金属の酸化物を添加することで、エタノールの水蒸気改質反応の活性に顕著な効果を見出している。今回アルミナ（三酸化二アルミニウム）を担体として白金を担持し、ニオブ酸化物を添加した触媒を用いてエタノールの水蒸気改質反応を行った。アルミナを担体に用いた理由は、白金の高分散化を目的としてより効率の良い触媒反応を目指した。その結果、アルミナに白金だけを担持した触媒に比べて、ニオブ酸化物を添加することで、エタノールの転化率が向上することがわかった。生成物の選択性については大きな違いは見られなかった。一方、比較のためにニオブ酸化物に白金を担持した触媒を用いた結果、エタノールの転化率が向上するとともに、生成物の選択性に顕著な違いが見られた。それは、生成物として水素とアセトアルデヒドが主に生成し、当初の研究目的を達成するものであった。実験の結果、白金とニオブ酸化物が強く相互作用しており、エタノールの脱水素反応が促進され、なおかつその生成物であるアセトアルデヒドのメタンや一酸化炭素への分解が抑制されていることがわかった。
今回得られた結果については期待以上のものがあり、日本化学会の春季年会において発表した（平成26年3月28日、名古屋大学）。

※　成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

9. キーワード

(1)強い金属と担体との相互作用（SMSI）(2)強い金属と酸化物の相互作用（SMOI）(3)水素製造

（裏面に続く）

図 8　研究実績報告書の 1 ページ目

３．研究の実施とその成果の公表

3.1 研究の実施

採択の可否がわかるのは 4 月初旬である。採択の内定が出たならば、研究経費の交付申請書類を提出し研究を始めることができる。あらかじめ、提出した計画に沿って進める。筆者の場合、はじめの一月で触媒調製を行い、その後、反応試験および触媒のキャラクタリゼーション（化学的・物理的特性を明らかにすること）を行う計画であった。実際には諸般の事情でやや遅れたが、6 月中にはほぼ計画通り実験が軌道に乗った。特に大学が夏季休業中は稼ぎ時である。なるべく時間を上手く使い、業務に支障がないよう進めた。9 月には、触媒学会・触媒討論会が開催された。参加することを検討したが、関連する発表がほとんどなかったため、次回以降の討論会への参加と成果を公表することにした。

3.2 成果の公表

公的資金である以上、当然のことながら成果を公表し社会へ還元しなければならない。その方法については、学会発表、論文発表、国際会議、新聞、雑誌などもあるが本学の技術職員にとってありがたいのが毎年 3 月に開催される技術発表会である。また、全国的に国立大学の技術職員により行われている技術研究会もその手段の一つである。本学の技術発表会について言えば、発表当日に口頭またはポスター

10. 研究発表（平成２５年度の研究成果）

〔雑誌論文〕　計（　）件　うち査読付論文 計（　）件

著者名	論文標題

雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁

著者名	論文標題

雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁

著者名	論文標題

雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁

〔学会発表〕　計（ 1 ）件　うち招待講演 計（ 0 ）件

発表者名	発表標題
伊藤伸一	ニオブ添加担持白金触媒によるエタノールの水蒸気改質反応

学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会第94春季年会	平成26年3月28日	名古屋大学東山キャンパス

〔図書〕　計（　）件

著者名	出版社

書名	発行年	総ページ数

11. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（　）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（　）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

12. 備考

※　研究代表者、所属研究機関または勤務先が作成した研究内容又は研究成果に関するｗｅｂページがある場合は、ＵＲＬを記載すること。

日本化学会第 94 春季年会ホームページ：http://www.csj.jp/nenkai/94haru/index.html
（講演番号 2PA-010）

図 9　研究実績報告書の 2 ページ目

で行われるとともに、報告書が発行され、全国の国立大学図書館、国会図書館等に寄贈されている。また、近年ではインターネットによる公表も行われている。研究内容によって、どの場で発表するのが適切か検討して発表するとよい。さらに、これまでにない顕著な成果が得られたならば、特許申請も可能である。この場合、職務発明となるかどうかの審査を学内の審査委員会に提出し判断を仰ぐことになる。筆者の場合には、2008 年に行った奨励研究の成果を特許申請し、取得することができた[21]。なお、特許申請については、公表から 6 ヶ月を経過すると新規なものとはみなされず、特許申請ができなくなる。また、公表後直ちに特許申請する場合でも、学会などで発表する場合には、その発表証明書を学会から取得しておく必要がある。

平成 27 年度の奨励研究については、学会発表での発表を計画中である。その内容については、機会を見て紹介したい。

なお、発表に関しては必ず、奨励研究によって得られた成果であることを明記しなければならない。その文言についてはあらかじめ定められた書式による。

通常、奨励研究は単年度で行われ、その後、奨励研究実施の翌年度の初めに研究実績報告書（図 8, 9）および研究成果発表報告書（図 10）を提出する。研究実績報告書では、1 ページ目に研究実績の概要を、2 ページ目には実際に発表した雑誌論文、学会発表、図書、特許出願等について記述する。技術研究会や技術発表会における発表も記述する。

様式Ｃ－３７

平成 26 年 4 月 3 日

平成２５年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（奨励研究）
による研究成果発表報告書

フリガナ
1．研究代表者氏名（(a)所属研究機関・部局・職／(b)勤務先名称・職業）：

伊藤伸一（いとうしんいち）（国立大学法人筑波大学・数理物質科学等技術室・技術専門官）

2．研究課題名（課題番号）：バイオエタノールから水素・アセトアルデヒドを選択生成する触媒の開発と反応機構解明（ 25915005 ）

3．研究発表

〔雑誌論文〕 計（ ）件 うち査読付論文 計（ ）件

著者名	論文標題			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁

〔学会発表〕 計（ 1 ）件 うち招待講演 計（ 0 ）件

発表者名	発表標題	
伊藤伸一	ニオブ添加担持白金触媒によるエタノールの水蒸気改質反応	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会第94春季年会	平成26年3月28日	名古屋大学東山キャンパス

〔図書〕 計（ ）件

著者名	出版社	
書名	発行年	総ページ数

4．研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（ ）件

産業財産権の名称	発明者名	権利者名	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ ）件

産業財産権の名称	発明者名	権利者名	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

機関番号（該当者のみ）
1 2 1 0 2

図 10　研究成果発表報告書

研究成果発表報告書では、実績報告書に記載した発表について、同様に記載する。

４．今後の展望

奨励研究は、教育的・社会的意義のあるもので広く世間に役立つことが求められている。その成果はまた同時に、同じ分野で業務を担当している他の技術職員にとっても、役に立てられるものであろう。奨励研究の実施はその技術職員にとって励みとなり、成長に資するものでもある。かつて北関東国立大学等教室系技術職員研修（化学・茨城大学で実施）において、当時の理工学部長か人事部長かは定かでなくなってしまったが、その方の訓示は今も記憶に残っている。それは、「日々研鑽」である。研修は毎年一回、化学、情報、電気、機械などの専門分野を順番に行われていたが、訓示では毎日が技術職員にとって研修であるということであった。このことにとても感銘を受けた。今でも時々思い起こしている。教室系技術職員の場合、一つの専門分野でも、実際の業務は様々な技術を用いる必要があり、日頃から自己研鑽をしておくことが望まれると筆者は考えている。そういった意味でも、奨励研究に取り組むことは、重要である。本報告により、これまで奨励研究に興味を持たれなかった方にとって、敷居が低くなり、少しでも多くの技術職員が参加することができれば、社会にとってもまた、本学にとっても得られるものは多く、それはまた、筆者の喜びでもある。最後に、奨励研究などの研究成果を検索するためのインターネットのサイトを紹介しておく。それは、「日本の研究．com」である[22]。研究者名や課題名などのキーワードを入力することで検索することができるので、役立ててほしい。

５．おわりに

奨励研究はそれ自体、一人で行うことが前提となっているが、実際にはまわりの多くの方々の協力があってこそ、成し遂げられるものである。今回の奨励研究の実施にあたり、ご理解とご指導を賜りました筑波大学数理物質系、中村潤児教授、喜多英治教授（数理物質科学等技術室室長）、近藤剛弘准教授ほか教員各位に感謝申し上げます。諸手続きについて、特に申請書類の執筆について多大なご支援をいただきました本学数理物質エリア支援室の事務担当者各位にこの場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

[1] 独立行政法人日本学術振興会ホームページおよび奨励研究ホームページ ; https://www.jsps.go.jp/index.html; https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/11_shourei/index.htht
[2] 科研費助成事業データベース：https://kaken.nii.ac.jp/
[3] 松山英治、科研費・奨励研究：光コム・ビート変調光照射ＳＴＭによるヘテロダインＳＴＳと量子電磁波分光、物理学分野、研究課題番号：26914006.
[4] 杉山昌典、科研費・奨励研究：ヤマネ・ヒメネズミ・小型鳥類の巣箱利用における巣穴の径と向きの関係、生物学Ⅱ（動物）分野、研究課題番号：26924006.
[5] 松岡瑞樹、科研費・奨励研究：低段密植栽培技術を用いたトマトの低コスト多収栽培のマニュアル化、農学・水産学分野、研究課題番号：26925018.

[6] 伊藤伸一、科研費・奨励研究：バイオエタノールから水素･アセトアルデヒドを選択生成する触媒の開発と反応機構解明、化学分野、研究課題番号：25915005.
[7] 井波明宏、科研費・奨励研究：乾燥化する中間湿原の植生動態の把握、生物学Ⅰ（植物）分野、研究課題番号：25923005.
[8] 田所千明、科研費・奨励研究：柔軟性を持つ漆の開発、農学・水産学分野、研究課題番号：24925013.
[9] 林剛人丸、科研費・奨励研究：工学と芸術の学際的研究による飛行する映像芸術の開発、工学Ⅴ（その他工学）分野、研究課題番号：23922011.
[10] 菅原慶子、科研費・奨励研究：有機質肥料の継続施用が水稲の生育と品質ならびに食味に及ぼす影響の生理学的解析、農学・水産学分野、研究課題番号：23925018.
[11] 中村貴子、科研費・奨励研究：DRD2 および ANKK1 周辺遺伝子のアルコール依存症との関連と人種間の遺伝子頻度、基礎医学分野、研究課題番号：22930025.
[12] 秋山佳代、科研費・奨励研究：単一アミノ酸反復配列欠失マウスの脳内神経伝達物質系の解析、生物学Ⅱ（動物）分野、研究課題番号：20918008.
[13] 伊藤百世、科研費・奨励研究：持続可能な開発のための農学教育(Ag-ESD)に関する調査研究、農学・水産学分野、研究課題番号：20925009.
[14] 本間毅、科研費・奨励研究：農業用トラクタヒッチ点位置制御による牽引車両の追従性向上の検討、農学・水産学分野、研究課題番号：20925027.
[15] 木澤祥恵、科研費・奨励研究：多様な環境で生育する食品微生物を培養･観察する実験方法についての検討、生活科学分野、研究課題番号：20934009.
[16] 柏木保人、科研費・奨励研究：金属粉によるセレン酸の常温化学還元反応速度の解析とセレン酸含有廃液処理装置の開発、化学分野、研究課題番号：19913004.
[17] 大谷理、科研費・奨励研究：自然エネルギーを利用した無線 LAN アンテナを用いた災害時情報伝達の研究、工学Ⅴ（その他工学）分野、研究課題番号：19921003.
[18] 横山和人、科研費・奨励研究：ソバの耕種的雑草防除機作に関する研究、農学・水産学分野、研究課題番号：18922028.
[19] 安達よしえ、科研費・奨励研究：乳牛の餌槽に侵入する野鳥の実態調査とその防除に関する試み、農学・水産学分野、研究課題番号：17922002.
[20] 山内勝晴、科研費・奨励研究：USB で制御する学生実験用音響伝達特性測定のためのバーチャル測定器の開発、工学Ⅱ（電気・電子・情報系）分野、研究課題番号：17918041.
[21] 特許番号：第 5618315 号、「エタノールの水蒸気改質用の酸化物添加担持白金触媒の製造方法およびエタノールの水蒸気改質用酸化物添加担持白金触媒」
[22] 日本の研究.com：https://research-er.jp/

The recommendation to do educational and/or technical research by means of Grants in Aid (Kakenhi) for Japanese educators or engineers

Shin-ichi Ito

Graduate School of Pure and Applied Sciences, Technical Service Office for Pure and Applied Sciences,
University of Tsukuba,
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

This is an opinion for the recommendation to do an encouragement research for Japanese educators or engineers. Japanese educators or engineers can propose the Grants in Aid (Kakenhi) for educational research and/or technical research. In this report, how to apply it were described for Japanese educators or engineers.

Keywords: Grants in aid, Kakenhi, encouragement research, JSPS (Japan society for the promotion of science).