

様 式 Z - 7

## 平成 2 6 年度科学研究費助成事業 実績報告書 ( 研究実績報告書 )

1. 機関番号 

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B) 4. 研究期間 平成 2 4 年度 ~ 平成 2 7 年度
5. 課題番号 

2	4	3	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 インテリジェントセンサを集積化したオンタイム有機光反応システムの開発

## 7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
6 0 1 5 2 5 9 2	カキウチ キヨミ	物質創成科学研究科	教授
	垣内 喜代三		

## 8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 3 0 4 1 6 1	オオタ ジュン	物質創成科学研究科	教授
	太田 淳		

## 9. 研究実績の概要

本研究では、CMOSイメージセンサを集積化したマイクロフローリアクターを作製するとともに、それを利用したオンタイム有機光反応システムを開発することを目的とし、高速、高収率、高選択的な有機光反応の実現を目指している。これまでに、液相一相系で進行する不斉Paterno-Buchi反応において、キャピラリーリアクター中でバッチリアクターに比べて高効率な反応が進行することに加え、意図的に反応不活性な試薬(窒素あるいは水)を加えて二相系スラグ流を形成させることで、一相系の結果よりもさらに反応が加速することを見出している。しかしながら、その検討はトルエン中の一例のみであり、反応加速の機構も未解明であった。そこで、本年度は溶媒や温度の詳細な検討を行った。その結果、有機溶媒の屈折率が重要なパラメータであり、水に比べて高い屈折率を有する有機溶媒を用いることで、光を有機溶媒中に閉じ込めることに起因して、反応が劇的に加速することを明らかにした。さらに、この高効率反応はグラムスケールの大量合成にも展開可能であることも明らかにした。オンライン計測においては、偏光計測CMOSイメージセンサ搭載オンライン旋光度計測デバイスに、新たに高性能脱気装置を組み合わせ、スラグ流での旋光度測定機能について評価した。また、計測感度、画素ばらつきを抑制した新たな偏光計測CMOSイメージセンサを設計・試作し、高性能化を実現した。さらに、光学系の改善を行った。

## 10. キーワード

- (1) マイクロ・ナノデバイス (2) 有機光反応 (3) マイクロリアクター (4) キャピラリーリアクター  
 (5) オンタイム計測 (6) CMOS半導体集積回路技術 (7) Paterno-Buchi 反応 (8) スラグ流

(注) ・印刷に当たっては、A 4 判 ( 縦長 ) ・両面印刷すること。

( 1 / 6 )

## 11. 現在までの達成度

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

マイクロリアクターを用いた光反応においては、マイクロリアクター内でのみ形成可能なスラグ流の特性を利用することで「光の閉じ込め」作用が働き、高効率な光反応が達成可能であると共に、その作用には溶媒の屈折率が大きな役割を果たしていることも明らかにした。また、オンライン計測デバイスについても、実反応のオンライン解析において高性能化を実現した。一方で、システム内の反応液混合部に不具合が生じ、これまでに得られたデータの一部に不連続性が生じた。この点は想定内ではあるものの、速やかに解決する必要があり、次年度の課題として残った。全体を通しては、本課題は予定通りの進捗であると判断した。

## 12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

これまでの検討において有機光反応の進行にはマイクロフローリアクターが極めて有効であり、とくにスラグ流条件を積極的に利用すると更なる高効率な反応が達成であることを明らかにした。一方で、生産性に視点を向けると、スラグ流条件下では単位時間当たりの基質溶液流量は減少してしまうため、一相系と比較しても同等程度の値しか達成できていない。そこで、条件をさらに精査し、生産性においても優位性を示すことを目指す。オンライン計測については、本年度で生じた問題点を速やかに解決し、高精度での反応のオンライン計測の達成を目指す。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

マイクロフローシステム中の反応液混合部の不具合が生じ、これまで得られたデータの一部に不連続性が生じた。混合部の再構築後、再度データ収集を行い、解析する時間が必要となったため。

(使用計画)

混合部の再構築を最優先に検討を行い、その後データの収集、解析を行う。そのため部品や消耗品の購入、得られる成果を各種学会に発表するための費用として次年度の使用額を用いる。また、今回の問題点を解決すべく、さらに情報収集のための費用にも使用額を充てる。

## 13.研究発表(平成26年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(2)件 うち査読付論文 計(2)件

著者名		論文標題			
Takashi Tokuda, Norimitsu Wakama, Kimitada Terao, Keita Masuda, Ryota Mori, Toshihiko Noda, Kiyotaka Sasagawa, Yasuhiro Nishiyama, Kiyomi Kakiuchi, Jun Ohta		CMOS sensor-based palm-sized in-line optical analysis device for microchemistry systems			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
Electronics Letters	有	50	2	014	1222 - 1224
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
10.1049/el.2014.1572					

著者名		論文標題【掲載確定】			
西山靖浩, 水野一彦		フローマイクロリアクターを利用した高効率・高選択的なジアステレオ区別有機光反応			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年		最初と最後の頁
有機合成化学協会誌	有	73	2	015	印刷中
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)					
なし					

(学会発表) 計(9)件 うち招待講演 計(1)件

発表者名		発表標題	
西山靖浩		反応場による不斉光反応の効率や選択性の制御	
学会等名	発表年月日	発表場所	
第35回光化学若手の会	2014年06月13日～2014年06月15日	休暇村志賀島(福岡県福岡市)	

発表者名	発表標題	
Yasuhiro Nishiyama, Kimitada Terao, Ryota Mori, Kiyomi Kakiuchi	Study on Microphotochemistry Achievement on Highly Efficient and Diastereoselective Photoreactions	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 10th Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience 2014 (招待講演)	2014年06月21日 ~ 2014年06月23日	Ewha Campus Complex, Ewha Womans University Seoul, Korea

発表者名	発表標題	
Yasuhiro Nishiyama, Kimitada Terao, Ryota Mori, Kiyomi Kakiuchi	Highly Efficient and Diastereoselective Photoreactions Using Flow Microreactors	
学会等名	発表年月日	発表場所
IIVth IUPAC Symposium on Photochemistry	2014年07月13日 ~ 2014年07月18日	the Palais des Congres (Bordeaux, France)

発表者名	発表標題	
森亮太, 中谷和哉, 西山靖浩, 垣内喜代三	メントールをキラル補助基とする高効率・高選択的な不斉[2+2]光付加環化反応	
学会等名	発表年月日	発表場所
第58回 香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会 (TEAC2014)	2014年09月20日 ~ 2014年09月21日	和歌山大学(和歌山県和歌山市)

発表者名	発表標題	
西山靖浩, 寺尾公維, 森 亮太, 垣内喜代三	反応場制御による不斉光反応の高効率化	
学会等名	発表年月日	発表場所
2014年 光化学討論会	2014年10月11日 ~ 2014年10月13日	北海道大学 札幌キャンパス(北海道札幌市)

発表者名	発表標題	
Ryota Mori, Kazuya Nakatani, Yasuhiro Nishiyama, Kiyomi Kakiuchi	Highly effective and diastereoselective [2+2] photocycloaddition of cyclohexenone with olefin	
学会等名	発表年月日	発表場所
The Ninth International Symposium on Integrated Synthesis (ISIS-9)	2014年11月14日～2014年11月15日	Awaji Yumebutai International Conference Center(兵庫県淡路市)

発表者名	発表標題	
Yasuhiro Nishiyama, Ryota Mori, Kimitada Terao, Kiyomi Kakiuchi	Highly Efficient Organic Photoreaction in Specific Reaction Field using Flow Microreactor	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本化学会 第95春季年会	2015年03月26日～2015年03月29日	日本大学 理工学部船橋キャンパス(千葉県船橋市)

発表者名	発表標題	
笹川 清隆, 野田 俊彦, 徳田 崇, 垣内 喜代三, 太田 淳	集積回路プロセスによる偏光計測CMOSイメージセンサ	
学会等名	発表年月日	発表場所
電子情報通信学会 光応用電磁界計測研究会	2014年07月04日	神奈川県産業技術センター(神奈川県海老名市)

発表者名	発表標題	
本田眞彬, 森 亮太, 増田啓太, 竹原宏明, 野田俊彦, 笹川清隆, 徳田 崇, 西山靖浩, 垣内喜代三, 太田 淳	マイクロリアクタ搭載に向けた偏光計測CMOSイメージセンサの機能向上	
学会等名	発表年月日	発表場所
電気学会全国大会	2015年03月24日～2015年03月26日	東京都市大学 世田谷キャンパス(東京都世田谷区)

〔図書〕計(0)件

著者名		出版社		
書名		発行年	総ページ数	

## 14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕計(0)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(0)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
				出願年月日	

## 15. 備考

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 反応制御科学研究室  
<http://mswebs.naist.jp/LABs/kakiuchi/index-j.html>