## 平成 2 4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 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	新学術領域研究(研究領域提案型)	4. 補助事業期間 平成22年度~平成26年度

5. 課題番号 2 2 1 2 0 0 1 0

6. 研 究 課 題 フェムト秒レーザーを駆使した植物細胞の局所操作と刺激法の開発

# 7. 研究代表者

研 究 者 番 号	研究代表者名	所属 部局名	職名
	ホソカワ ヨウイチロウ	物質創成科学研究科	准教授
2 0 4 4 8 0 8 8 8	細川陽一郎		

#### 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

#### 9. 研究実績の概要

高強度のフェムト秒レーザーを顕微鏡で集光した時、集光点で多光子吸収が引き起こされ、さらには切断現象や爆発現象が引き起こされる。本研究では、この局所的な切断現象や爆発現象を駆使し、生きた植物組織のレーザーマイクロダイセクションを実現し、さらには単一レベルの植物細胞の機能制御を目指している。本年度、明状態と暗状態にある植物細胞内の葉緑体とベルオキシソームの接着力を、フェムト秒レーザー誘起衝撃力を用いて評価する新しい手法開発を進めた。シロイヌナズナの葉の切片を顕微鏡ステージに固定し、葉の表層から 3 層目の細胞にフェムト秒レーザーを集光し、そこに存在するペルオキシソームが接着した葉緑体近傍にフェムトやレーザーを集光明射し、そこで数10 μmに局在した衝撃力を発生させ、それにより葉緑体に接着したペルオキシソームを引き剥がすことに成功した。明状態と暗状態にあるペルオキシソームの引き剥がし確率を調べ、さらに確率のレーザー光強度依存性を求めた。細胞内で衝撃力が発生する条件を水中で再現し、その近傍に原子間力顕微鏡の探針を配置し、探針の振動挙動を解析することにより、細胞内で発生する衝撃力の大きさを定量化した。これらのデータを下に明状態と暗状態でのペルオキシソームの引き剥がし確率の衝撃力強度の依存性を求め、統計解析を行った結果、明状態におけるペルオキシソームの接着強度が暗状態の2倍程度になることが初めて明らかになった。さらに、植物細胞壁にフェムト秒レーザーにより遺伝子を導入するため、フェムト秒レーザーを導入できる顕微鏡下で外圧を制御できる容器(ホルダー)を作製した。空気を封入したガラスキャピラリーを容器内に配置し、10気圧程度の圧力を制御できることを確かめた。この圧力容器を用いて植物細胞への遺伝子導入を検討していこうとしている。

10. イーソート <sub>(1)</sub> フェムト秒レーザー	(2) 植物細胞	(3) レーザ・ーマイクロダ・イセクション	(4) レーザー細胞操作
 (5) レーザー衝撃波	(6)	(7)	(8)

#### 11. 現在までの達成度

10 + D F

(区分)(1) 当初の計画以上に	1年展している	٠.
------------------	---------	----

## (理由)

本年度の研究は、ベルオキシソーム研究の権威である本研究領域の計画班研究者である西村幹夫先生と共同研究を進めることにより達成されたものである。上記に示した実験結果は、他の方法で得ることはできない。この成果により、我々が有するフェムト秒レーザー誘起衝撃力を利用した先端計測技術が、従来法の置き換え技術ではなく、植物学研究における新規な知見を得るための独創的なツールと成り得ることが具体的に示された。

## 12. 今後の研究の推進方策

#### (今後の推進方策)

本実験において、ペルオキシソームが受ける力を見積もり、それを接着力の指標としたが、実際のペルオキシソームと葉緑体の間の接着エネルギーを評価できた訳ではない。今後、この問題について深めていきたいと考えている。ペルオキシソームと同等の大きさを持つ1μmのポリスチレン微小球の表面に生化学的な処理を施し、基板に接着させ、微小球と基板の接着力を評価する。このモデル系を用いることにより、植物細胞内よりも再現性良く、多数の微小物体に働く接着エネルギーを評価することができる。ここで得られた実験データを運動方程式に基づく数値計算と照合することにより、微小物体に作用するレーザー衝撃力を運動方程式から予測できるようにする。

さらに、具体的な形でフェムト秒レーザーを利用した先端技術の有用性を示していくために、領域内外の植物学研究者との交流を深め、共同研究を促進し、植物学における新規性のある成果をあげていきたい。

# 13.研究発表(平成24年度の研究成果)

〔雑誌論文〕計(4)件 うち査読付論文 計(3)件

	著 者 名				論	文	標題	【掲載研	定】		
Takumi Higaki				Statistical organelle disse	ection of Arab	oidop	osis guard	cells using	imag	e database	
	雑	誌	名		査読の有無		巻			発行年	最初と最後の頁
LIPS, Sci. Rep.					有		Vol.	2	2	0 1 2	pp.405_1-405-9
				掲載論文のDOI(デジタ	タルオブジェク	7ト識	別子)				
10.1038/srep0040	5										

	1					
著 者 名		論	文	票 題 【掲載 <sup>注</sup>	確定】	
Hiroshi Yoshikawa	Spatially Precise, Soft Mi	croseeding of	Single F	Protein Crystals	by Femtosecond L	aser Ablation
雑誌名	-	査読の有無		巻	発行年	最初と最後の頁
Cryst. Growth Des.		有	Vo	I. 12, No. 9	2 0 1 1 2	pp. 4334-4339
	掲載論文のDOI(デジタ	ヲルオブジェク	ト識別子	-)	-	=
10.1021/cg300018t						

著 者 名		論	文 標	題 【掲載码	在定】	
Yoichiroh Hosokawa	Photomechanical ablation application for acupunctu		tissue ind	duced by focuse	d femtosecond las	ser and its
雑誌名	•	査読の有無		巻	発行年	最初と最後の頁
Appl. Phys. A		有	Vol.	110, No. 3,	2 0 1 1 3	pp.613-616
	掲載論文のDOI(デジタ	タルオブジェク	7ト識別子	)		
10.1007/s00339-012-7138-5						

著 者 名					
		論	文 標 題 【掲載研	館定】	
澤田晃佑	高速カメラによる氷核発	生の観察とその	Dメカニズムの検討		
雑誌名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
				: : :	
電気学会 光・量子デバイス研究会資料		無	Vol. OQD-13-021	2 0 1 1 3	*
5343 ± 75 ± 17 + 11 + 11 + 12 + 11 + 11 + 11 + 11 +		<b>,</b> ,,,		- i	
				i i i	
	掲載論文のDOI(デ	<b>ジタルオブジェ</b> ク	小識別子)		
<b>+</b> >1	19年が開入り201().	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	, I DEM ) )		
なし					
〔学会発表〕計(23)件 うち招待講演 計(7)	4生				
	/IT 	712			
発表者名			表 標 題 【発表研	[[]]	
細川陽一郎	超短パルスレーザーに	よる高等動物胚	へのDDS		
学 会 等 名	発表	長年月日		発表場所	
第51回日本生体医工学会大会(招待講演)	2012年05		福岡国際会議場(福岡)	.5 21 22 771	
	2012403	лпп	11年11年11年11年11年11年11年11年11年11年11年11年11年		
	<u>.</u>				
発表者名	<u> </u>	発	表標題【発表研	全定】	
発表者名 細川陽一郎	_ フェムト秒レーザーを馴		表 標 題 【発表码 包の局所操作と刺激法の関		
	フェムト秒レーザーを駅				
	フェムト秒レーザーを馴				
	フェムト秒レーザーを駆				
	フェムト秒レーザーを駅				
	フェムト秒レーザーを駆				
細川陽一郎		使した植物細胞	包の局所操作と刺激法の限	閉発	
細川陽一郎 学 会 等 名	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関		
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の限	閉発	
細川陽一郎 学 会 等 名	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺涛	発	使した植物細胞 サイフ でんしん しゅうしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん しんしん	包の局所操作と刺激法の関	閉発	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会	発	使した植物細胞 長年月日 月15日	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の関	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会	発	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
細川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚: 刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名	発表 対受容から細 2012年06	使した植物細胞 長年月日 月15日 発	包の局所操作と刺激法の限 対象を 記事大学(岩手)	発表場所	
無川陽一郎 学会等名 2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会 発表者名 無川陽一郎	発表 数受容から細 2012年06 超短パルスレーザー細	使した植物細胞 長年月日 月15日 発 胞プロセス	他の局所操作と刺激法の限 岩手大学(岩手) 表標題【発表研	発表場所	
無川陽一郎  学会等名  2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会  発表者名  無川陽一郎  学会等名	発表 数受容から細 2012年06 超短パルスレーザー細	後年月日 用15日 発 胞プロセス	他の局所操作と刺激法の限 岩手大学(岩手) 表標題【発表研	発表場所	
### 学会等名    2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚・刺激   胞応答まで」研究成果報告会    発表名名   ####   ###   ####   ####   ####   ####   ####   ####   ###   ####   ####   ######	発表 数受容から細 2012年06 超短パルスレーザー細	後年月日 用15日 発 胞プロセス	他の局所操作と刺激法の限 岩手大学(岩手) 表標題【発表研	発表場所	
無川陽一郎  学会等名  2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚:刺瀉 胞応答まで」研究成果報告会  発表者名  無川陽一郎  学会等名	発表 数受容から細 2012年06 超短パルスレーザー細	後年月日 用15日 発 胞プロセス	包の局所操作と刺激法の限 岩手大学(岩手) 表標題【発表研	発表場所	
### 学会等名    2012年度新学術領域研究「植物の環境感覚・刺激   胞応答まで」研究成果報告会    発表名名   ####   ###   ####   ####   ####   ####   ####   ####   ###   ####   ####   ######	発表 数受容から細 2012年06 超短パルスレーザー細	後年月日 用15日 発 胞プロセス	包の局所操作と刺激法の限 岩手大学(岩手) 表標題【発表研	発表場所	

発 表 者 名		発	表 標 題 【発表確定】
熊野 悟,細川陽一郎	フェムト秒レ	ーザー誘起衝撃力による	3過冷却水からの氷化誘導1 -氷化誘導実験系の構築-
	<u> </u>	発表年月日	発表場所
チ 云 寺 石 第73回応用物理学会学術講演会		2012年09月12日	型
第13回心用物连子去子们确决去		2012年09月12日	发放八子·松山八子(发放)
			-
発 表 者 名			表標題(発表確定)
Takanori lino, Man Hagiyama, Tadahide Furuno,	Relationshir		dhesion Strength and Communication Detected by Femtosecond
Akihiko Ito, Yoichiroh Hosokawa	Laser-induc	ced Impulsive Force	
	<u> </u>	1	
学会等名		発表年月日	発表場所
第50回日本生物物理学会年会		2012年09月23日	名古屋大学(名古屋)
発表者名	- / LT/b L	発	
細川陽一郎	ノェムト杉) レ	ーサー誘起衝撃刀による	6タンパク質の接着乖離と結晶化誘導
学 会 等 名		発表年月日	発表場所
酵素クラブ第5回セミナー(招待講演)		2012年09月28日	奈良女子大学(奈良)
発 表 者 名		発	表 標 題 【発表確定】
熊野 悟,澤田 晃佑,細川陽一郎	フェムト秒レ	ーザーによる氷化誘導	
当 A <sup>生 4</sup>	<u> </u>	※ 字左 口 口	改 丰 相 に
学会等名		発表年月日	発表場所
新学術領域研究「植物環境感覚」第3回若手の会		2012年10月17日	浜名湖カリアック(静岡)

発 表 者 名		発	表標題(発	表確定】	
重政彰徳, 細川陽一郎	フェムト秒レーザー	による葉緑体とペノ	ルオキシソームの接着だ	力評価	
			1		
学会等名		発表年月日		発表場所	
新学術領域研究「植物環境感覚」第3回若手の会	2012£	<b>F10月17日</b>	浜名湖カリアック(静	尚)	
77 4 4 6	1		- IT IT IT		
発表者名	- / LT/b L LF	発		表確定	
竹中将信, 細川陽一郎	フェムト秒レーサー 	衝撃刀によるシロク	イナズナの芽生えの変	形解析	
学 会 等 名		発表年月日		発表場所	
新学術領域研究「植物環境感覚」第3回若手の会		₹10月17日	浜名湖カリアック(静		
	2012-	гіо/ ј і / Ц	)	( <b>-</b> 5)	
	ı				
発表者名		発	表標題【新		
新屋龍太郎, 細川陽一郎	フェムト秒レーザー			D-PCHEVE1	
			1		
学 会 等 名		発表年月日		発表場所	
新学術領域研究「植物環境感覚」第3回若手の会	2012年	<b>F10月17日</b>	浜名湖カリアック(静	၂	
78 + 4. 4	1				
発表者名	- (   5			表確定】	
小林淳子, 細川陽一郎, 望月伸悦, 長谷あきら	フェムト秒レーザー	を用いた避陰心含	がの解析		
		発表年月日	I	発表場所	
平成24年度 近畿植物学会講演会		ディステム F11月10日	近畿大学(奈良)	70 K -90 171	
1	2012-				
		, , ј . о д	(2)21,		
		1173100			
		111/31/0			

発表者名		発	表標題(発表確定)	
細川陽一郎	超短パルス	レーザーによる細胞プロセ	<u> </u>	
学 会 等 名	<u> </u>	発表年月日	発表場所	
チ 云 寺 石 東工大応用セラミック研究所セミナー「局所高密度、	デャキョックション		東京工業大学(神奈川)	
東エス応用セフミック研究所セミナー・局所高密度   と応用」(招待講演)	別延り1七子	2012年12月00日	宋尔工美人子( 仲宗川) 	
(10/10) (10/10) (10/10)				
発 表 者 名		発	表標題(発表確定)	
細川陽一郎	フェムト秒レ	ーザー誘起衝撃力が拓く	バイオテクノロジー	
24 A M 47		****	3% ± 18 cc	
学会等名	+ \	発表年月日	発表場所	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会(招待講	<b>諢</b> )	2013年01月29日	姫路商工会議所(兵庫)	
			l	
光 表 者 名		 発	表 標 題 [発表確定]	
熊野 悟,澤田晃佑,飯野敬矩,細川陽一郎	¬ - /. L €/\ L		過冷却水の氷化誘導2-高速カメラによる氷化過程の観察-	
熊到"后,泽田光伯,既到例见,柳川杨一切	ノエム   ベンレ	一リー説処理業力による		
		)	一位ではいいのかに同じ会に「同位のアントにのもからした。主な説が	
		)	ENGINEER LIBERTY FOR BUILDING TO SERVICE TO	
		)	TEN CHANGE TOTAL A TOT	
		) <u>()</u>	TEN CHILD THE PROPERTY OF THE	
		<u> </u>	ZEM	
		<u> </u>		
学 会 等 名		発表年月日	発表場所	
学 会 等 名  レーザー学会学術講演会第33回年次大会				
		発表年月日	発表場所	
		発表年月日 2013年01月29日	発表場所	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会		発表年月日 2013年01月29日	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表 者名		発表年月日 2013年01月29日 発	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表 者名		発表年月日 2013年01月29日 発	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表 者名		発表年月日 2013年01月29日 発	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表 者名		発表年月日 2013年01月29日 発	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表 者名		発表年月日 2013年01月29日 発	発表場所 一般路商工会議所(兵庫) 一般路商工会議所(兵庫) 表標題「発表確定」	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎		発表年月日 2013年01月29日 発こよる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 [発表確定] のメカニズムの検討	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎 学会等名		発表年月日 2013年01月29日 発 よる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 「発表確定」 のメカニズムの検討 発表場所	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎		発表年月日 2013年01月29日 発こよる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 [発表確定] のメカニズムの検討	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎 学会等名		発表年月日 2013年01月29日 発 よる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 「発表確定」 のメカニズムの検討 発表場所	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎 学会等名		発表年月日 2013年01月29日 発 よる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 「発表確定」 のメカニズムの検討 発表場所	
レーザー学会学術講演会第33回年次大会 発表者名 澤田晃佑,熊野悟,飯野敬矩,細川陽一郎 学会等名		発表年月日 2013年01月29日 発 よる氷核発生の観察とそ	発表場所 姫路商工会議所(兵庫) 表標題 「発表確定」 のメカニズムの検討 発表場所	

発 表 者 名	ž 表 者 名					
新屋龍太郎, 坂口さや香, 細川陽一郎	物試料への	)フェムト秒レーザー分子薬	<b>尊入のための圧力</b>	制御装置の開発		
			•			
学 会 等 名		発表年月日		発 表 場 所		
2013年 第60回応用物理学会春季学術講演会		2013年03月30日	神奈川工科大学	(神奈川)		
発 表 者 名		発	表標題	【発表確定】		
Yoichiroh Hosokawa	Single Cell	Patterning and Modificati	ion by Femtosecor	nd Laser Impulsive Force		
			•			
学 会 等 名		発表年月日		発 表 場 所		
Energy Material Nanotechnology 2012 EMN Mee	eting(招待講	2012年04月16日	Orland, USA			
演)						
発表者名		発	表標題	【発表確定】		
Yoichiroh Hosokawa	Femtoseco	nd Laser Manipulation and	d Analysis of Plan	t Cells on Frontier of Green Photonics		
		•	_			
学 会 等 名		発表年月日		発 表 場 所		
International Symposium on Green Photonics for	Photon-	2012年11月16日	Nara, Japan			
Harvesting Materials and Reactions						
発表者名		発	表標題	【発表確定】		
Masanobu Takenaka, Takanori Iino, and	Bending Me	ovement of Biological Mic	ro-Object Induced	by Femtosecond Laser Impulse and Its		
Yoichiroh Hosokawa	Detection I	by AFM Toward Estimation	on of Internal Stre	ss of Biological Micro-Object		
学 会 等 名		発表年月日		発表場所		
International Companium on Cross Photonics for		7071173				
International Symposium on Green Photonics for	Photon-	2012年11月16日	Nara, Japan			
Harvesting Materials and Reactions	Photon-		Nara, Japan			
	Photon-		Nara, Japan			
	Photon-		Nara, Japan			

発表者名	発 表 標 題 [発表確定]					
Shinya Ryutaro, Sayaka Sakaguchi, and Yoichiroh Hosokawa	Development of Pressure Control System to Realize Femtosecond Laser Photopration of Plant Cell					
		▼≠年日日	ZV = +B 5C			
学会等名 International Symposium on Green Photonics for P	hatan	発表年月日 2012年11月16日	発表場所 Nara, Japan			
Harvesting Materials and Reactions	noton-	2012+11/3101	Ivara, Japan			
™ ± + 47		75	→ 1# 0# 17%±7%⇔1			
発表者名 Kousuke Sawada, Satoshi Kumano, Takanori lino,	T. C. and and	発				
and Yoichiroh Hosokawa						
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所			
International Symposium on Green Photonics for P Harvesting Materials and Reactions	hoton-	2012年11月16日	Nara, Japan			
発表者名			表標題「発表確定」			
Yoichiroh Hosokawa	Femtosecond Laser Manipulation and Analysis Techniques for Plant on Frontier of Green Technology					
学 会 等 名		発表年月日	発表場所			
GIST-NAIST-NCTU Joint Symposium(招待講演)		2012年11月18日	Hsinchu, Taiwan			
※ 主 耂 夕			<b>幸 毎 時 「※主疎宁」</b>			
	Estimation of Analysis	発 of Intercellular Adhesion S	表標題 [発表確定] Strength Using Femtosecond Laser Impulse and Its Kinetic			
学 会 等 名		発表年月日	発 表 場 所			
Annual Meeting of the Physical Society, Republic of Taiwan, 2013	f China,	2013年01月29日	Hualien, Taiwan			

図書)		

〔図書〕計( 0 )件						
著者名	出版社					
	書名			発行年	総ページ数	
	百 石			光17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	
性未別性性の合作	光明白	惟小白	性未別性性の性料、笛与	山限十月口	国内·外国切別	
					<u> </u>	
〔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	1	
					1	
	-	<u> </u>			<u> </u>	
15.備考						
13.備写						