

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		セルロソーム生産菌を用いた次世代型バイオリファイナリー研究開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Research and development of next generation biorefinery using the cellulosome-producing bacterium			
研究氏代表名者	カナ CC	姓)タマル	名)ユタカ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	田丸	浩	報告年度 YR	2013年
	ローマ字 CZ	Tamaru	Yutaka	研究機関名	国立大学法人三重大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	田丸 浩 国立大学法人三重大学大学院生物資源学研究科・教授				
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>我が国の将来のエネルギー政策を支える新エネルギーとして、“再生可能エネルギー”に注目が集まるとともにバイオマス利用が益々期待されている。そこで、食料と競合することがない農作物の残渣やシュレッター古紙などを利用したセルロース系バイオマスからの“第二世代のバイオ燃料”の生産などのバイオリファイナリーにおける技術基盤の確立が急務となっている。本研究では、セルロソーム生産中温菌 <i>Clostridium cellulovorans</i> を利用することで、バイオマスから「前処理→糖化→発酵」の一連のプロセスを一貫して行える CBP (Consolidated Bioprocessing) の技術開発を行うとともに、バイオリファイナリーによる脱石油や低炭素化社会の実現に貢献することを目的とした。</p> <p><i>C. cellulovorans</i> ゲノム情報から、本菌がエタノール代謝経路を有することを明らかにした。そこで、再利用できないシュレッターされた古紙を用いて、<i>C. cellulovorans</i> による糖化・エタノール発酵による CBP が可能かどうかの検討を行った。その結果、<i>C. cellulovorans</i> は培養 9 日でシュレッター古紙を完全分解するとともに、エタノールを生産することが判明した。さらに、<i>C. cellulovorans</i> に変異を誘導することで、野生株よりエタノール生産量が約 1.7 倍高い変異株を取得することに成功した。また、<i>C. cellulovorans</i> と同じ中温菌であり、ブタノール発酵能を有する <i>C. acetobutylicum</i> と共培養することで、シュレッター古紙からのブタノール生産を試みた。2L 容バイオリクターにシュレッター古紙を含む培地で <i>C. cellulovorans</i> を 1 週間培養し、その後 <i>C. acetobutylicum</i> を投入して連続培養した結果、<i>C. acetobutylicum</i> と共培養した試験区だけに n-butanol が検出された。</p> <p>以上の結果から、<i>C. cellulovorans</i> を活用することでセルロース系バイオマスからの CBP 型バイオ燃料生産が可能であることが明らかになった。</p>					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="background-color: yellow; padding: 5px;"> <p><b>Question:</b> 構築したCBP型システムとは？</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b><i>C. cellulovorans</i> が分解可能なバイオマス資源:</b> 古紙、稲わら、トウモロコシ胚芽粕、サトウキビ搾り粕、柑橘果皮、みかん搾り粕、製紙工場スラッジ、etc...</p> </div> <div style="background-color: green; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">原料</div> </div> <div style="border: 2px solid red; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center; background-color: blue; color: white; padding: 5px;">1つのタンク内で一挙にバイオ変換！</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>糖化</b></p> <p><i>C. cellulovorans</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>バイオマス分解用酵素</b> (セルロソーム、フリー分泌酵素)</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>発酵</b></p> <p><i>C. acetobutylicum</i></p> </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>生産物</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">有機酸</div>  </div> </div> <div style="margin-right: 10px;"> <p>蟻酸</p> <p>酪酸</p> <p>乳酸</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Answer:</b> ソフトバイオマスを低コストで有用物質へバイオ変換する画期的な新技術！</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>バイオエタノール</b></p> <p><b>バイオブタノール</b></p> </div> </div>					
キーワード FA	<i>Clostridium</i> 属	セルロソーム	バイオエタノール	バイオブタノール	
(以下は記入しないでください。)					
助成財団コード TA				研究課題番号 AA	
研究機関番号 AC				シート番号	

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	A noncellulosomal mannanase26E contains a CBM59 in <i>Clostridium cellulovorans</i>							
	著者名 <sup>GA</sup>	Kosuke Yamamoto, Yutaka Tamaru	雑誌名 <sup>GC</sup>	BioMed Research International					
	ページ <sup>GF</sup>	1 ~ 7	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	Vol. 2014
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Profile of native cellulosomal proteins of <i>Clostridium cellulovorans</i> adapted to various carbon sources							
	著者名 <sup>GA</sup>	H. Morisaka et al.	雑誌名 <sup>GC</sup>	AMB Express					
	ページ <sup>GF</sup>	37	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	2	巻号 <sup>GD</sup>	Vol. 2
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	シュガープラットフォームを構築する環境バイオ技術：シュガープラットフォームを構築する環境バイオ技術：バイオマス完全糖化							
	著者名 <sup>GA</sup>	山本康介, 田丸浩	雑誌名 <sup>GC</sup>	Journal of Environmental Biotechnology					
	ページ <sup>GF</sup>	83 ~ 86	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	2	巻号 <sup>GD</sup>	Vol. 12, No. 2
図書	著者名 <sup>HA</sup>	Yutaka Tamaru and Ana M. López-Contreras							
	書名 <sup>HC</sup>	Cellulose – Biomass Conversion: Chapter 6 Lignocellulosic Biomass Utilization Toward Biorefinery Using Meshophilic Clostridial Species							
	出版者 <sup>HB</sup>	InTech	発行年 <sup>HD</sup>	2	0	1	3	総ページ <sup>HE</sup>	14
図書	著者名 <sup>HA</sup>	川出雄二郎, 田丸 浩							
	書名 <sup>HC</sup>	「バイオマス分解酵素研究の最前線-セルラーゼ・ヘミセルラーゼを中心として-」セルロソームの回収・再利用法の開発							
	出版者 <sup>HB</sup>	シーエムシー出版	発行年 <sup>HD</sup>	2	0	1	2	総ページ <sup>HE</sup>	5

#### 欧文概要 EZ

Lignocellulosic biomass such as agricultural, industrial, and forestry residues as well as dedicated crops constitute renewable and abundant resources with great potential for a low cost and uniquely sustainable bioconversion to value-added bioproducts. Thus, many organic fuels and chemicals that can be obtained from lignocellulosic biomass can reduce greenhouse gas emissions, enhance energy security, improve the economy, dispose of problematic solid wastes, and improve air quality. In particular, liquid biofuels are attractive candidates, since little or no change is needed to the current petroleum-based fuel technologies. However, the biorefining process remains economically unfeasible due to a lack of biocatalysts that can overcome costly hurdles such as cooling from high temperature, pumping of oxygen/stirring, and neutralization from acidic or basic pH. Therefore, bioconversion of the lignocellulosic components into fermentable sugars is an essential step in the biorefinery.

A significant amount of research has been dedicated to engineering organisms that are capable of consolidated bioprocessing (CBP). These CBP organisms are anticipated to have the ability to efficiently degrade lignocellulose, and to convert the resulting sugars to biofuels and chemical compounds at high productivities. Towards this goal, the production of biorefinery products from lignocellulose has been shown to be feasible using mesophilic clostridia. Both the successes and problems encountered in establishing new pathways in clostridial species will aid in the adaptation of the consolidated bioprocessing strategy in related mesophilic clostridial species such as *Clostridium cellulovorans* and *C. acetobutylicum*.

In this study, we succeeded to construct CBP system in combination between *C. cellulovorans* and *C. acetobutylicum* to produce n-butanol in addition to ethanol production from shredded paper wastes as unused biomass. Finally, I would like to thank Sumitomo Foundation for Environmental Research to accept and support our research project.