

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		パルスレーザーを利用した、極地氷床コアに含まれる微生物の分光解析			
研究テーマ (欧文) AZ		Investigation of microbes in deep ice sheet using pulsed DeepUV LIFS			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓) サクライ	名) トシミツ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	櫻井	俊光	報告年度 YR	2014 年
	ローマ字 CZ	Sakurai	Toshimitsu	研究機関名	レーザー技術総合研究所
研究代表者 CD 所属機関・職名		レーザー技術総合研究所 レーザープロセス研究チーム・研究員			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>氷床深部は太陽光が届かず栄養も乏しいため、生命にとっては極限的環境である。極限的環境に生息する生命を明らかにすることは、現世のみならず過去の地球史イベントや地球外生命の存在を理解する上で重要な知見になる。温度が極度に低い世界の氷床中においても、生命活動の可能性を示唆する結果が得られ (Price and Sowers, 2004)、その生息環境についても議論されている。具体的には、微生物は氷の結晶粒界 (三叉粒界) に生息し、氷の中に分布するイオンなどがその栄養源と言われている (Price, 2000)。しかし、氷床内に存在する微生物を直接計測した事例はない。そこで本研究では計算により微生物が生息できる状態について検証し、氷を融かさずに直接微生物を計測することを目的として、水溶液ではあるが培養された微生物と微生物の構成物質の深紫外レーザー誘起蛍光分光法 (DeepUV-LIFS) を行った。</p> <p>計算</p> <p>微生物が氷の結晶粒界に生息する可能性について検証する方法として、微生物の栄養源となる氷床コア中の不純物 (液体) の存在状態について明らかにすることが肝要である。結晶粒界エネルギーと固液界面エネルギーのつり合いから、隣り合う結晶軸方位角の関数として、液体の分布について計算した。</p> <p>その結果、氷結晶粒界の界面エネルギーを考慮して計算を進めた結果、イオンを含む液体が結晶粒界に存在し、隣り合う結晶方位に依存して液体が紡錘状になる条件が解った。氷と水溶液の固液界面エネルギーは <math>31\sim 33\text{mJ/m}^2</math> (Hilig, 1998、Ketcham &amp; Hobbs, 1969) 固液界面は <math>32^\circ</math>程度 (Mader, 1992) と言われているため、隣り合う結晶方位角差が <math>10^\circ</math>以下であれば、液体は紡錘状として存在する。氷床深部では隣り合う結晶方位角差が小さくなり <math>10^\circ</math>以下であることがしばしば確認されている。イオン等を栄養源として生息しているのであれば、微生物も液胞内に存在する確率が高い。これまで微生物の氷内分布が議論されてきたが、液胞に微生物が生息できる一つの可能性として示した計算結果である。</p> <p>実験</p> <p>Bahrtia et al. (2010) は、DeepUV-LIFS を利用して、ラベルフリーで細胞を識別する方法を構築した。氷コアに DeepUV-LIFS を適用する事前研究として、本研究は波長 248nm の KrF レーザー (0.3mJ, 10Hz, <math>\phi 5\text{mm}</math>) を利用して微生物培養株や有機物 (チロシンなどのアミノ酸)、鉱物などの計測を行った。</p> <p>結果、アミノ酸および微生物サンプルからは蛍光スペクトルが得られ、鉱物からの自家蛍光は得られないことが解った。共同研究者である玉川大学吉村教授から送られてきた微生物サンプルの分光計測から、300nm~500nm までの広帯域で蛍光スペクトルが確認された。200nm 以上の波長帯は氷を良く透過するため、DeepUV-LIFS で氷コアを計測すれば、非破壊で氷内の微生物分布が明らかになると予想される。</p> <p>DeepUV-LIFS は氷床内に存在している微生物の検出方法として最適であり、今後本研究では微生物の栄養源の分布と併せて微生物の生息環境に迫る予定である。また、2014年7月からは国立極地研究所に所属し、本研究を進めるうえで十分な環境がある。</p>					
キーワード FA	氷コア	レーザー分光	極限環境	微生物	

(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>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

Studies on deep polar ice and subglacial lakes and rivers located beneath ice sheets may provide valuable information about life in extreme environmental conditions. The environmental conditions for living cells have been discussed from aspects of physics and chemistry of ice. Price (2000) suggested that the psychrophiles may live in deep ice on grain boundaries of ice with organic/inorganic ions as a nutrient source and they may live at several degrees below zero temperature (Price and Sowers, 2004). In fact, even in the low temperature ice condition of Antarctica, microbial life at - 13 ° C brine was found 20 m deep in the borehole from Lake Vida located in the McMurdo Dry Valleys of East Antarctica with melted ice cores. If an ice sample is not contaminated, then studies of the organisms in the sample can add significantly to understanding of the diversity of microorganisms under conditions of low nutrient, low temperature and lack of solar insolation. Measurements of melt water from ice cores have raised the concern that it may be difficult to find living cells without contamination. A measurement using laser light focusing on ice samples (without melting) is a completely contamination-free method due to the transparency of the ice to the laser beam and the interaction of the laser light with the target, which obviates the need for mechanical contact with the ice and inclusions. This study shows that a characteristics of ice of an environmental condition for microbes living in ice considering ice orientation with surface energies of interaction between ice and liquid, and a pre-experimental study of using deep UV laser induced fluorescence spectroscopy (Deep UV LIFS) to measure microbes in ice cores.

The result shows that the surface energy of ice and liquid depending on the orientation between a neighboring ice. The surface energy of ice and liquid is 31-33 mJ/m<sup>2</sup>, and its contact angle is 32 degrees, and if the neighboring ice orientation is less than 10 degrees, the liquid should be form as fusiform shapes. This is the case in deep ice of ice sheets. We measured several microbes provided by Prof. Yoshimura, and organic matters. We could have fluorescence spectra from microbes and organic matters in the wavelength of 300 - 500nm. The method of DeepUV LIFS can be a useful method to identify the microbes in ice. I moved National Institute of Polar Research in July 1<sup>st</sup>, 2014. The research condition is now placed.