STXMは <p< th=""><th><b> と素学:太陽系の</b> <b> ないのののでは、 たいのでは、 たのでは、 たのでは、 たいのでは、 たのでは、 たいのででは、 たいのででは、 たいのででは、 た</b></th><th>誕生から地球環 f solar system to the future ea 本千尋<sup>1</sup>、栗栖美菜子<sup>1</sup>、光延聖<sup>4</sup>、櫻井岳 本豪一郎<sup>11</sup>、白石史人<sup>3</sup>、石川雅也<sup>12</sup>、鍵</th><th><b>境の将来まで</b> arth environment <sup>5</sup>、守友浩<sup>5</sup>、和穎朗太<sup>6</sup>、山口紀子<sup>6</sup>、 裕之<sup>1</sup>、高橋修也<sup>1</sup>、間瀬一彦<sup>2</sup>、小野寛太<sup>2</sup></th></p<>	<b> と素学:太陽系の</b> <b> ないのののでは、 たいのでは、 たのでは、 たのでは、 たいのでは、 たのでは、 たいのででは、 たいのででは、 たいのででは、 た</b>	誕生から地球環 f solar system to the future ea 本千尋 <sup>1</sup> 、栗栖美菜子 <sup>1</sup> 、光延聖 <sup>4</sup> 、櫻井岳 本豪一郎 <sup>11</sup> 、白石史人 <sup>3</sup> 、石川雅也 <sup>12</sup> 、鍵	<b>境の将来まで</b> arth environment <sup>5</sup> 、守友浩 <sup>5</sup> 、和穎朗太 <sup>6</sup> 、山口紀子 <sup>6</sup> 、 裕之 <sup>1</sup> 、高橋修也 <sup>1</sup> 、間瀬一彦 <sup>2</sup> 、小野寛太 <sup>2</sup>
201652-002 ●実験ステーション BL-13A(ビームタイム:各期 16h×11d 程度)●課題有効期間:2016 年 4 月~2019 年 3 月			
<b> たまましたの目的  PF で独自に開発した走査型透過 X 線顕微鏡</b> 用いて、環境科学・有機材料・磁性材料・   本課題では、 <b> C れまで別々と認識されてい  と題して一つに統合して理解する</b> 、本年の <b> F れを用いた応用研究の推進</b> 、である。 <b> STXM とは</b> 透過配置で試料を走査あるいはエ <b>     吸収スペクトルを取得・分析する</b> 放射光 X 線をフレネルゾーンプレ       電子顕微鏡に比べて試料ダメージ	<b>竟(Scanning Transmission X-ray Microscopy: STXM)</b> を 微生物学・地球惑星科学などの試料を測定する。また た上記の分野を STXM 分析を通して、「STXM 炭素学」 目標は「STXM のハードウェア・ソフトウェアの整備」と 本発表では現状の STXM と得られた成果の一部を示す。 ネルギーをスキャンして、元素あるいは化学種の分布や X 線 手法。 (ート (FZP) で集光。集光サイズ=空間分解能~数十 nm をもつ。 が少ない。	STXM を用いて、過去->現在->未来の炭素物質 を対象とした研究を行う。最終的には各分野の 結果を統合して新たな見地を与えることを目指す。 達成度 様々な物質を測定しており有意義な結果を得ている。 また多くの学会発表を行い、学会記事なども出ている。 さらに国際誌への投稿も途切れることはなく、今後も 継続される見込みである。 そのため、達成度は非常に高いと言える。	ParticipationParticipationData Control方物の起源中、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市、市
Compact STXM @BL 「ハードウェア」	-13A => ピエゾ駆動ステージ (Attocube ECS シリ さらに、既存のビーム 」 cSTXM の光学系	ーズ ) を全面採用し、 <b>粗動で 50 nm の位置再現性</b> と打 ラインに合わせた光学系の開発と、チャンバ内の発熱 」テストターゲットに	振動特性の改善。 <mark>を小さく抑え、コンパクトに設計</mark> / Takeichi et al. (2014, 2016) <b>よる空間分解能の評価</b>

自動真空引き・He ガスパージシステムの導入 2連装 FZP の導入(応用できる吸収端範囲の拡大) => 来期には硫黄の L 端の測定を試みる

「ソフトフェア」 上記のシステムをワンクリックで迷うこと無くユーザーが 行えるように GUI を更新











# cSTXM を用いたサステナブル科学(研究成果)

以降の成果以外に、火星隕石や微生物・植物試料など多分野を横断して多くの試料を測定している。 地球表層での有機物安定化メカニズムの解明 /Wagai et al.

土壌は地球表層最大の有機炭素プールであるが、そこでの 有機物の分解・安定化メカニズムは未だ未解明である。 地球温暖化の予測には炭素循環サイクルの情報が不可欠!!





## 海洋エアロゾル中の気候変動・地球温暖化への影響評価/Takahashi et al.





炭化物の影響が強いと考えられている真っ黒な黒ボク (AND2)を除いた、その他3つの土壌に共通した 傾向として、主要な炭素官能基が比較的に易分解性 の炭素構造であるアミド基・カルボキシル基であった。

世界の大きく異なる土壌タイプにおいて、 潜在的に易分解性な有機化合物が長期的に 安定化されていることを、微生物分解酵素と同等の サブミクロンスケールにおいて明らかにした。

## 有機半導体多結晶薄膜の偏光観測 /Sakurai et al 有機半導体をベースにした太陽電池の高性能化に向け、 粒界物性制御を目指す。

=> 実績のあるルブレン多結晶薄膜を偏光 STXM で観測 (Princeton 大との共同研究)



C官能基分布図 白〇はNEXAFSスペクトルの位置 mide & Carboxyl C, Aromatic C, Phenol & Aliphatic (



CのK吸収端 NEXAFS スペクトル a) Aromatic, b) Phenolic, c) Aliphatic, d) Amide and Carboxyl C



遠洋性粘土中から見つかった微小鉱物粒の観測 /Morono et al.

これまでの地球温暖化予測の研究 - 放射モデルによるエネルギー収支 - 化学(特にエアロゾル)が考慮されていない

#### STXM により有機物の分布と官能基を明らかにした。



海塩粒子: NaClの周囲に有機物の皮膜 \*高級脂肪酸と炭酸塩として存在

表面は有機物被膜 => 疎水性(雲を作らない) =>地球を寒冷化する効果は思ったより小さい。



- Ptychography (より高空間分解能で)

•OH, BrO Organic carbon DMS NaCl

Region 2

290 295

Energy (eV)

アラニンの圧力誘起重合反応生成物の直接観察 /Kagi et al.



コンドライト隕石中の風変わりな炭素物質の官能基的解明 /Kebukawa et al.



アモルファス(右上)/多結晶界面(桃矢印)に 粒内と異なる配向成分(幅1mm)が存在。 多結晶同士の粒界には乱れた配向成分は, 粒界配向に依らずなさそうである。

### 未発表結果のため非公開。

## |HコンドライトにはCコンドライト中の不溶性有機物とは異る、微細炭素成分が存在するが 「詳細な研究はあまり行なわれていない。=> 炭素成分の起源や母天体での反応過程を探る。



1. F. Shiraishi et al., "Cyanobacterial exopolymer properties differentiate microbial carbonate fabrics" Nature. submitted. <発表論文> 2. H. Suga et al., "Spatially Resolved Distribution of Iron Species around Microbe at Submicron Scale in the Natural Bacteriogenic Iron Oxides" Microbes Environ. under review. 3. S. Mitsunobu et al., "Direct Detection of Fe(II) in Extracellular Polymeric Substances (EPS) at the Mineral-Microbe Interface in Bacterial Pyrite Leaching" Microbes Environ. (2016). doi: 10.1264/jsme2.ME15137 (新しい順) 4. Y. Takeichi et al., "Design and Performance of a Compact Scanning Transmission X-Ray Microscope at the Photon Factory" Rev. Sci. Instrum. 87, 013704 (2016). 5. Y. Moritomo et al., "Fullerene Mixing Effect on Carrier Formation in Bulk-Hetero Organic Solar Cell" Sci. Rep. 5, 9483 (2015). その他9件(関連課題201352-003も含む)、学会賞1件、学会発表20件以上

報告例の少ないHコンドライト隕石中には、 水質変成は受けているが,同位体的に見て エキゾチックな炭素成分が存在する。