

STXM 炭素学：太陽系の誕生から地球環境の将来まで

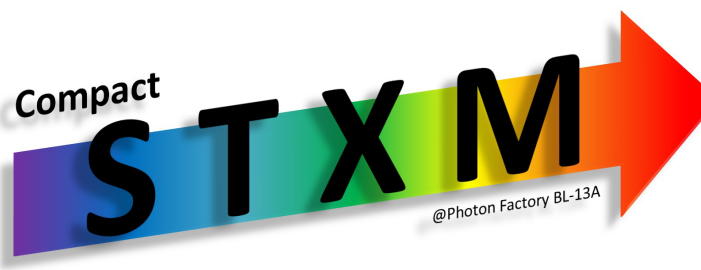
STXM carbon science: From the birth of solar system to the future earth environment



●実験組織：○高橋嘉夫^{1,2}、武市泰男²、菅大暉^{2,3}、坂田昂平^{1,3}、宮本千尋¹、栗栖美菜子¹、光延聖⁴、櫻井岳暁⁵、守友浩⁵、和穎朗太⁶、山口紀子⁶、浅野真希⁵、藪田ひかる³、癸生川陽子⁸、中藤亜衣子⁹、諸野祐樹¹⁰、浦本豪一郎¹¹、白石史人³、石川雅也¹²、鍵裕之¹、高橋修也¹、間瀬一彦²、小野寛太²
(¹東京大、²KEK-PF、³広島大、⁴愛媛大、⁵筑波大、⁶農環研、⁷大阪大、⁸横浜国大、⁹JAXA、¹⁰JAMSTEC、¹¹高知大、¹²東理大)

2016S2-002

●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



本課題の目的

PF で独自に開発した走査型透過 X 線顕微鏡 (Scanning Transmission X-ray Microscopy: STXM) を用いて、環境科学・有機材料・磁性材料・微生物学・地球惑星科学などの試料を測定する。また本課題では、これまで別々と認識されていた上記の分野を STXM 分析を通して、「STXM 炭素学」と題して一つに統合して理解する。本年の目標は「STXM のハードウェア・ソフトウェアの整備」と「それを用いた応用研究の推進」である。本発表では現状の STXM と得られた成果の一部を示す。

STXM とは 透過配置で試料を走査あるいはエ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 線吸収スペクトルを取得・分析する手法。放射光 X 線をフレネルゾーンプレート (FZP) で集光。集光サイズ=空間分解能~数十 nm をもつ。電子顕微鏡に比べて試料ダメージが少ない。

STXM 炭素学

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。

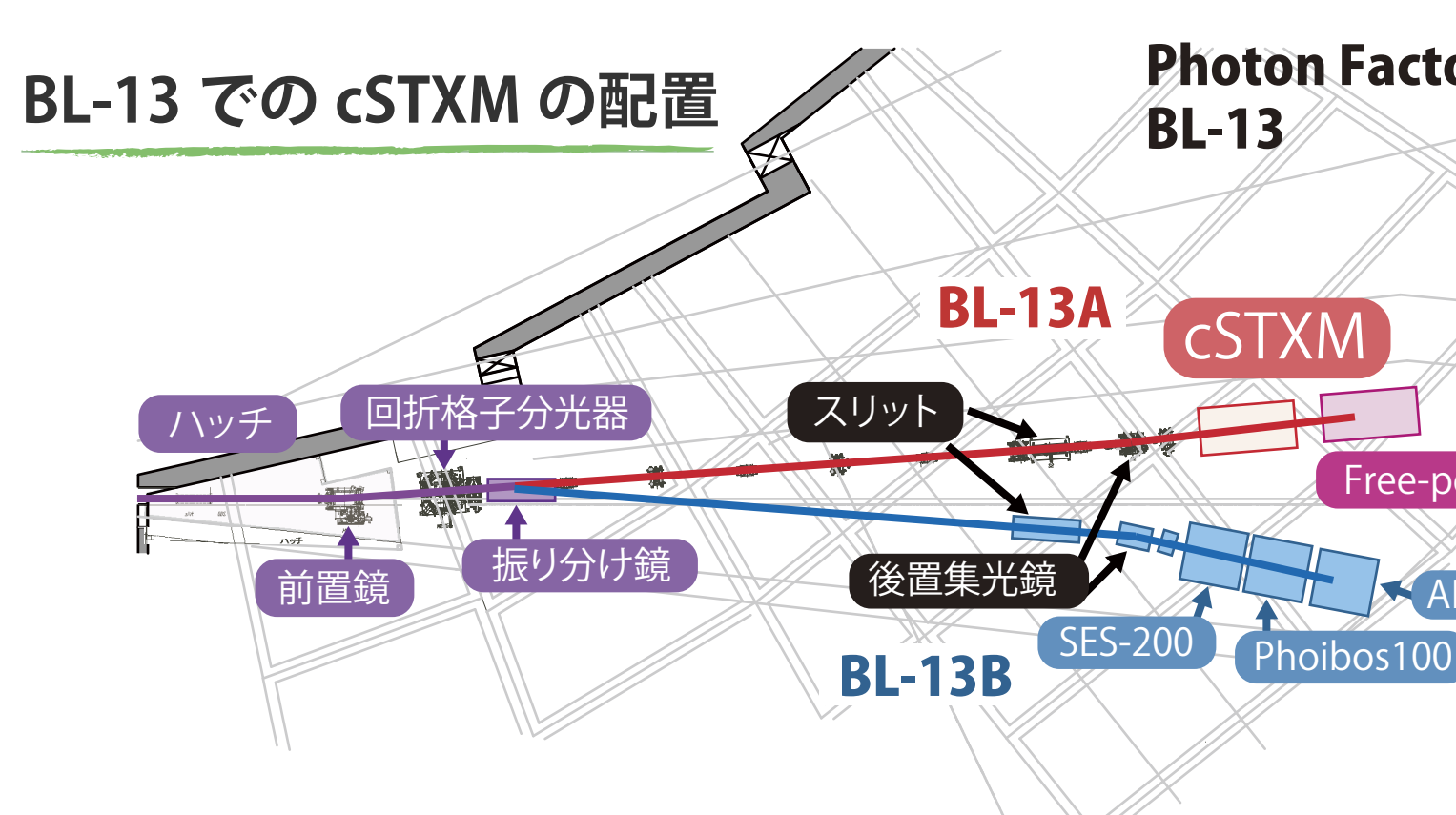
達成度
様々な物質を測定しており有意義な結果を得ている。また多くの学会発表を行い、学会記事なども出ている。さらに国際誌への投稿も途切れることなく、今後も継続される見込みである。そのため、達成度は非常に高いと言える。



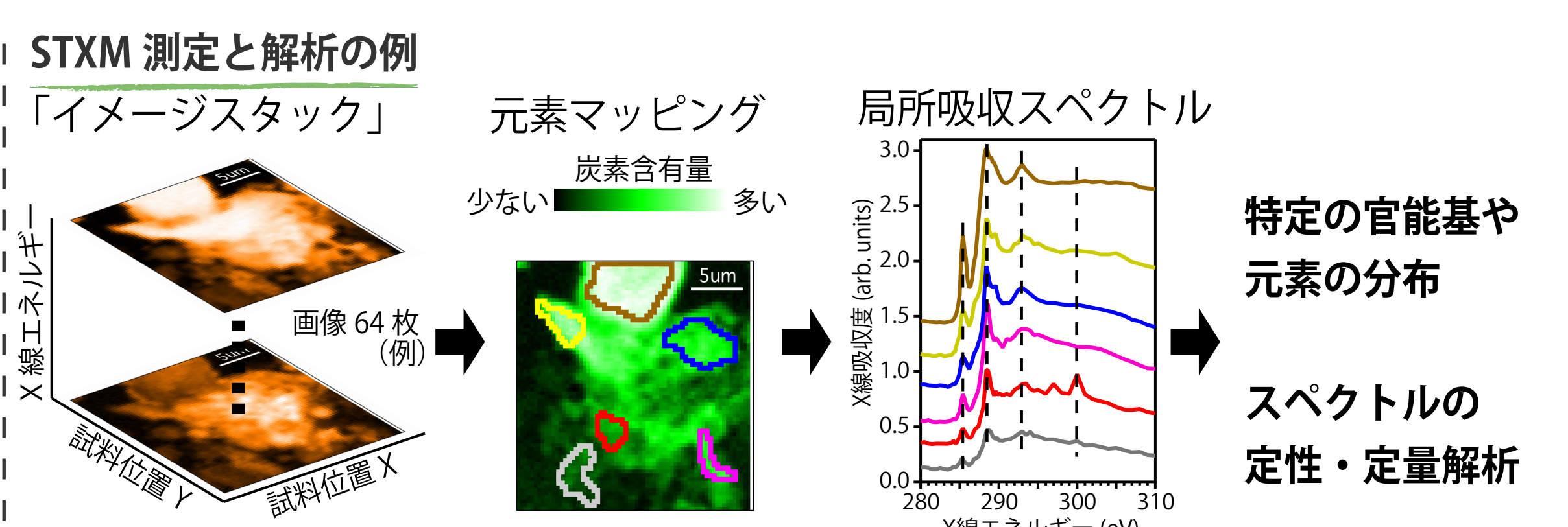
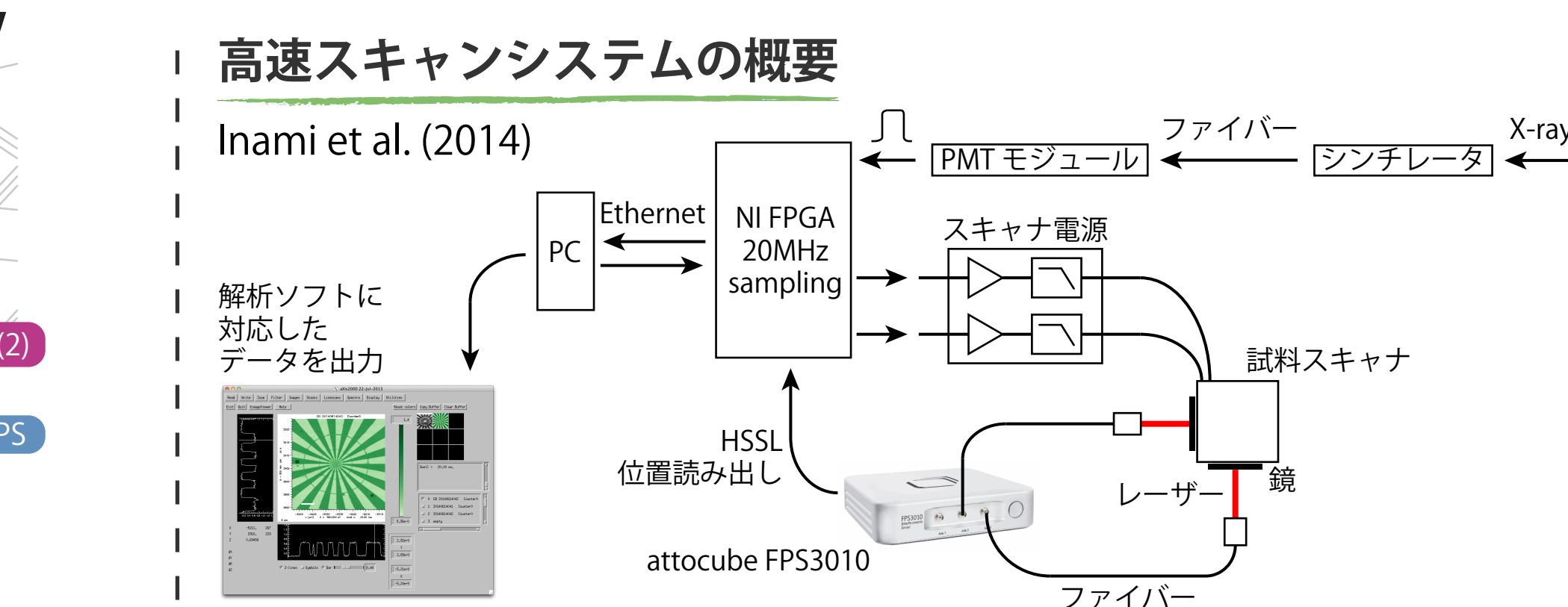
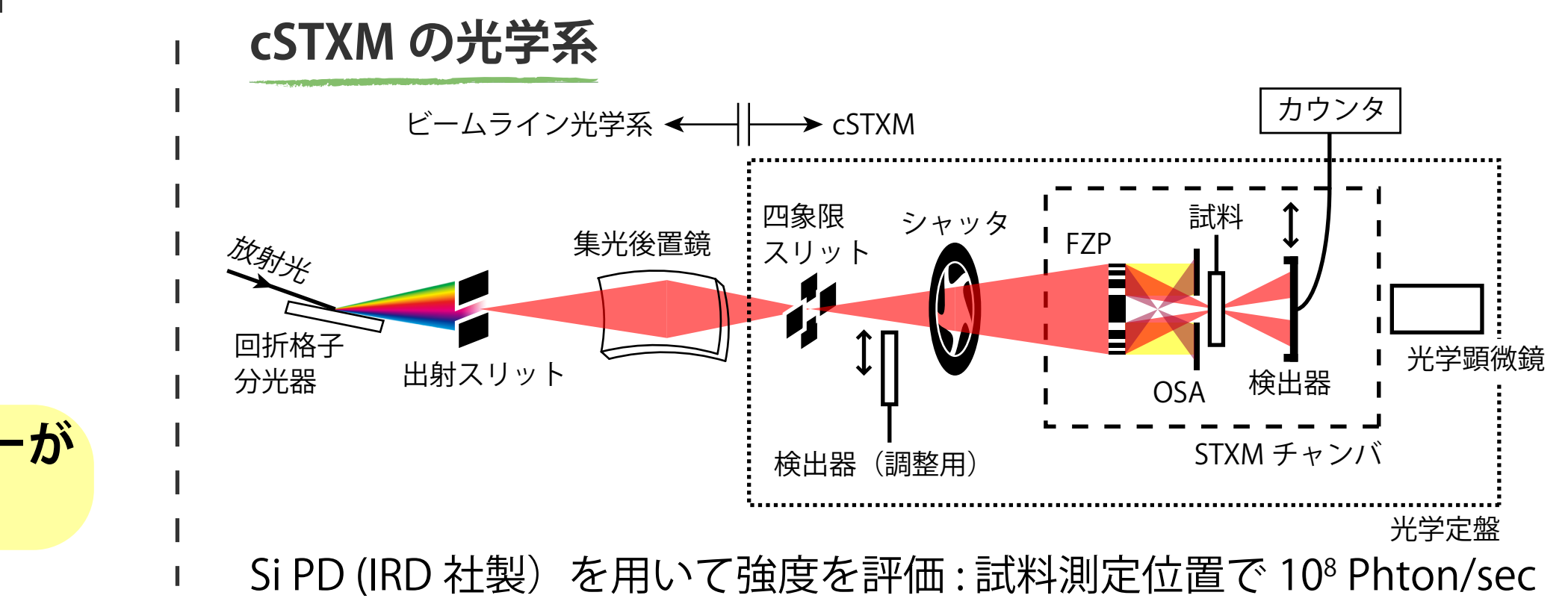
Compact STXM @BL-13A

「ハードウェア」
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

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

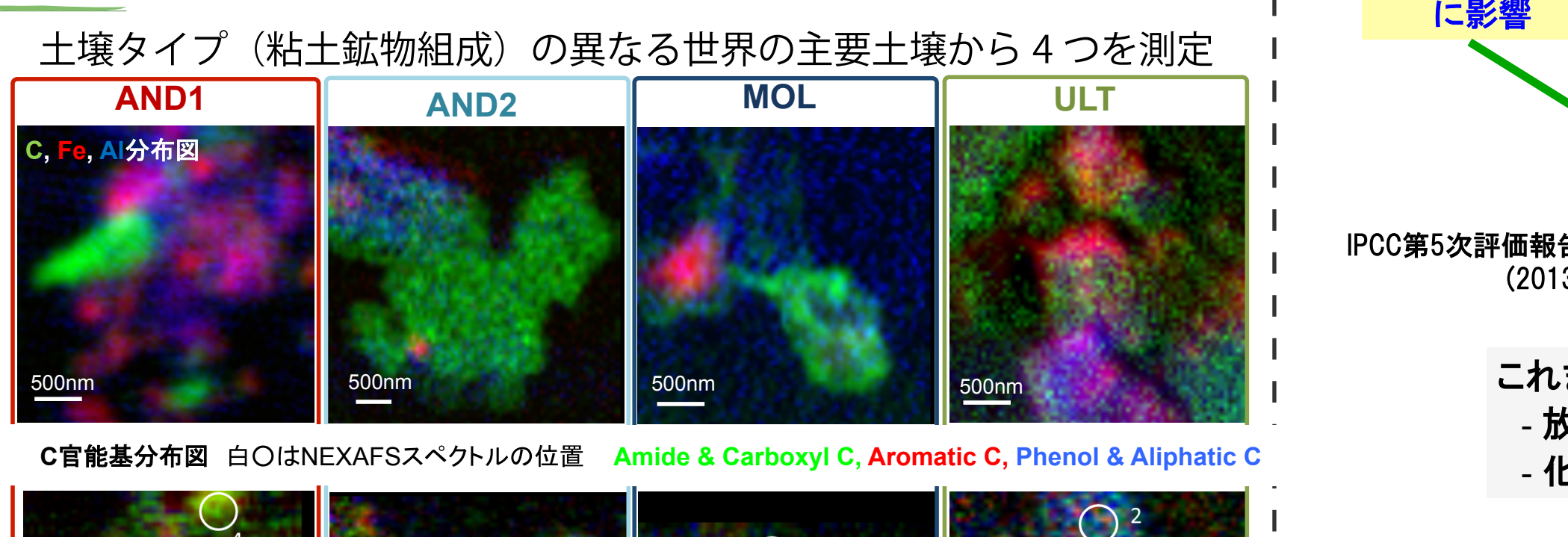
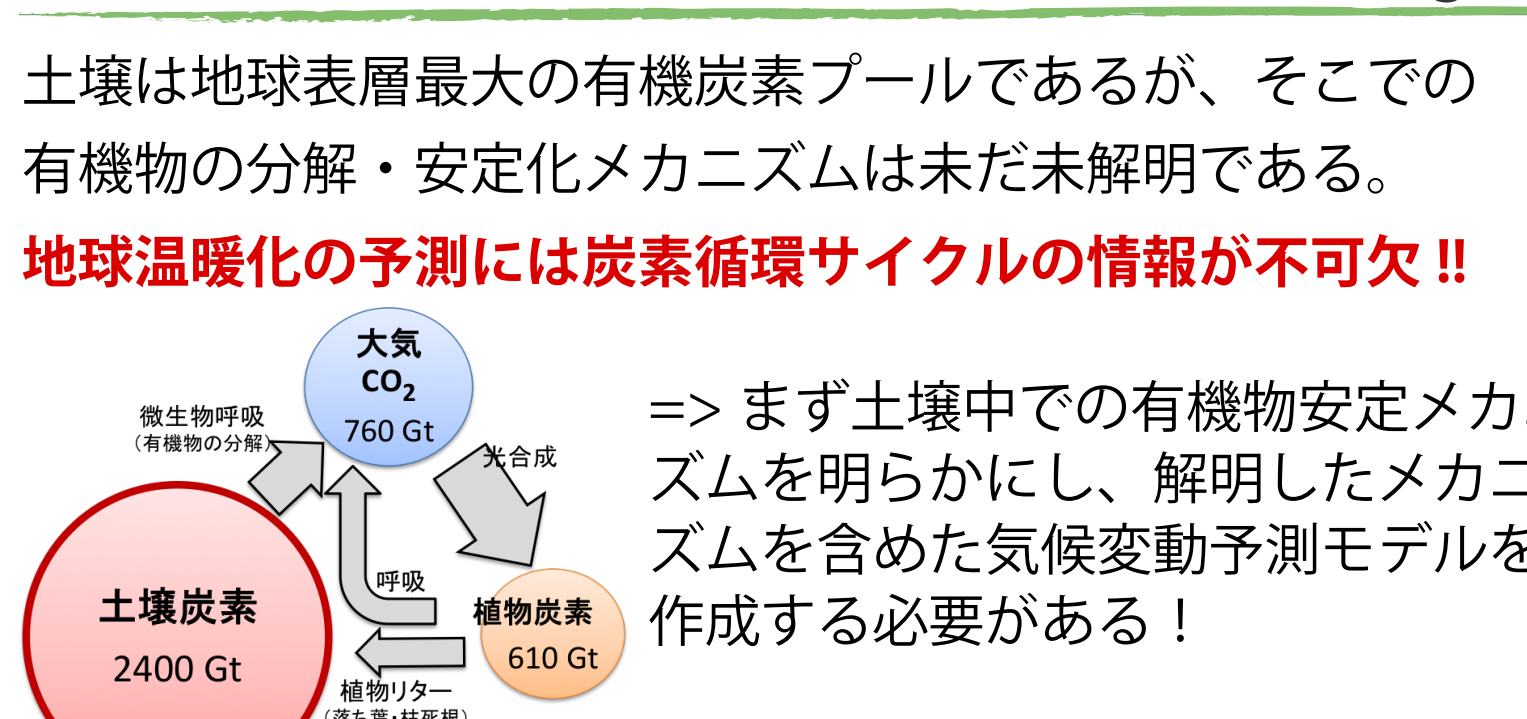


=> ピエゾ駆動ステージ (Attocube ECS シリーズ) を全面採用し、粗動で 50 nm の位置再現性と振動特性の改善。さらに、既存のビームラインに合わせた光学系の開発と、チャンパ内の発熱を小さく抑え、コンパクトに設計 / Takeichi et al. (2014, 2016)

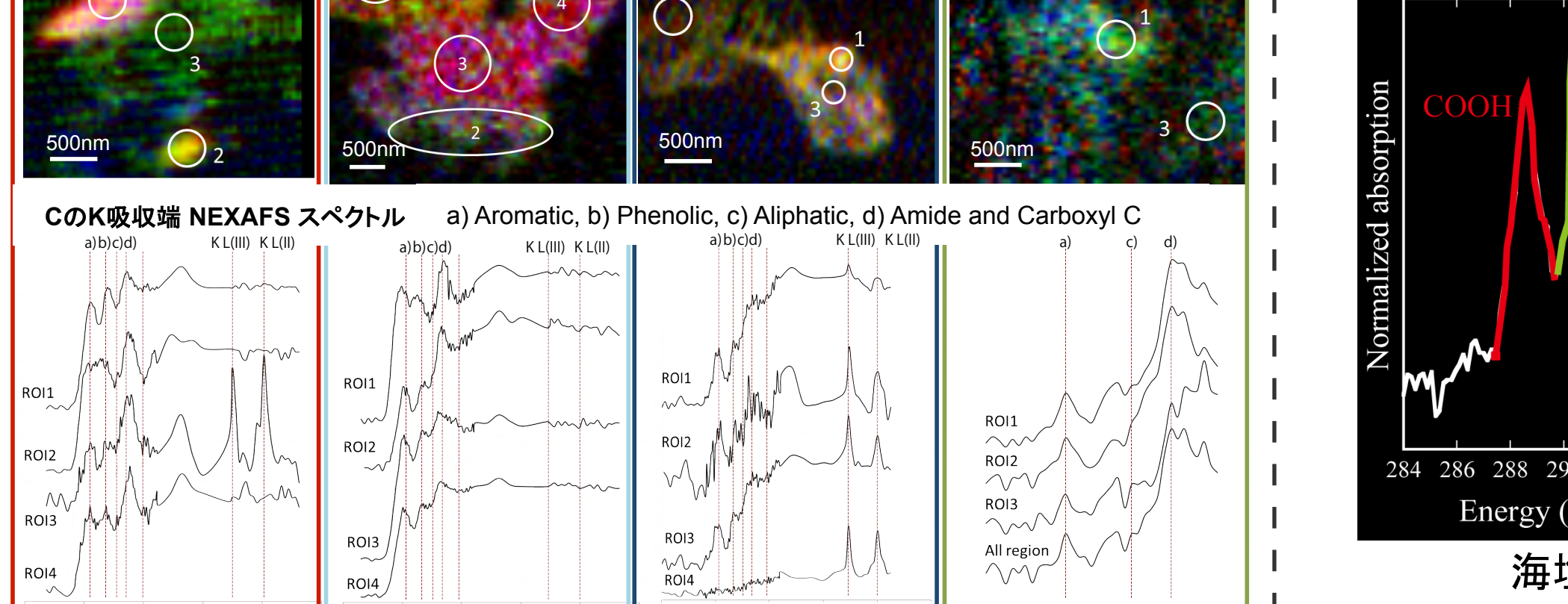


cSTXM を用いたサステナブル科学 (研究成果)

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.



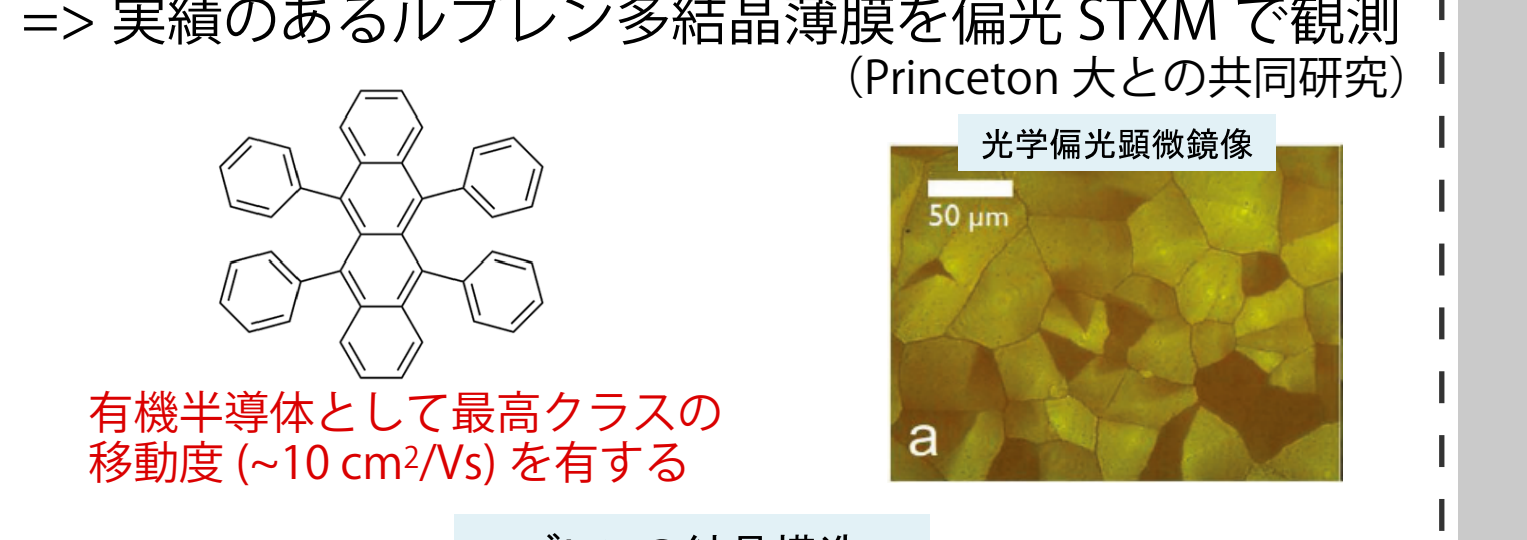
炭化物の影響が強いと考えられている真っ黒な黒ボク (AND 2) を除いた、その他 3 つの土壌に共通した傾向として、主要な炭素官能基が比較的易分解性の炭素構造であるアミド基・カルボキシル基であった。



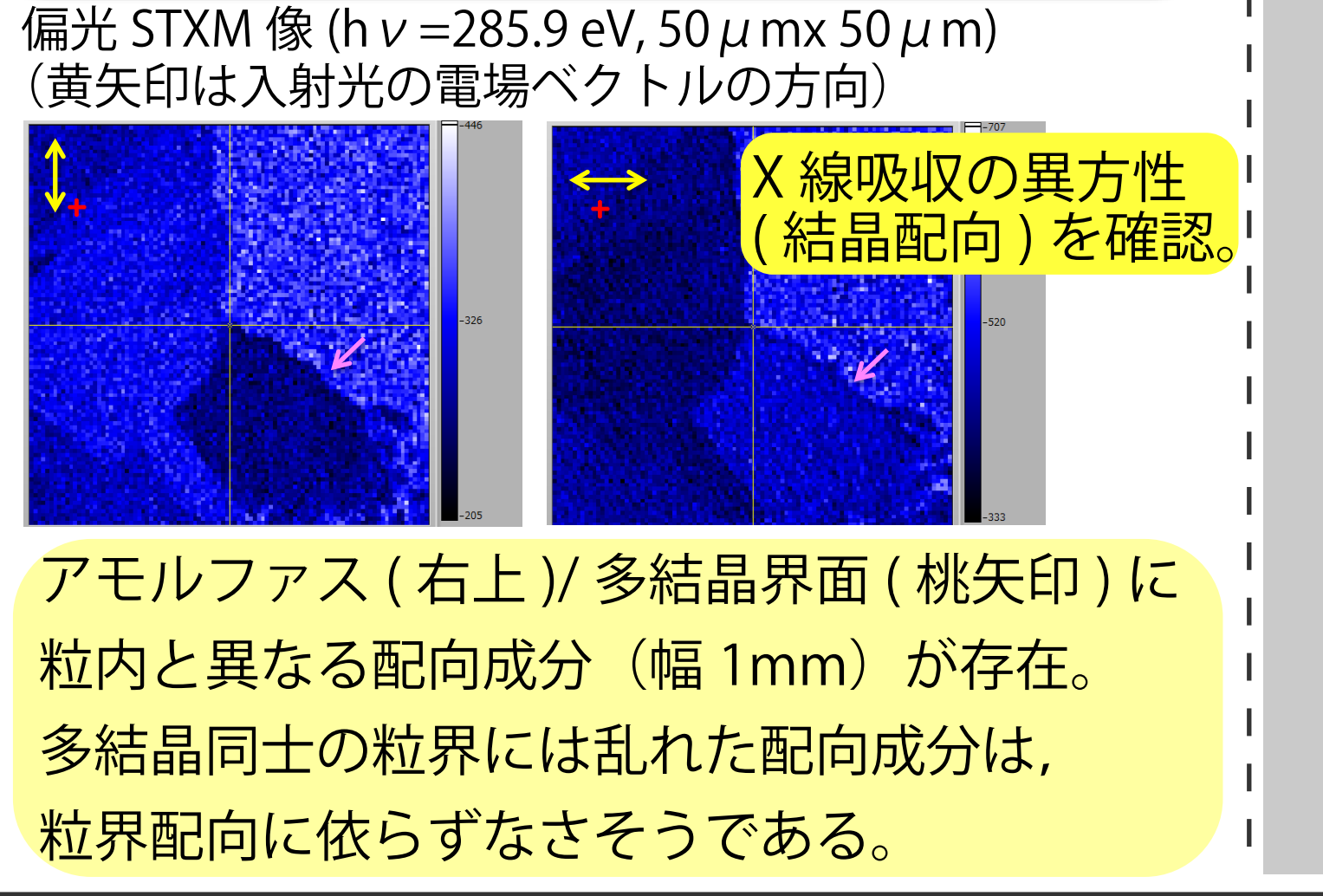
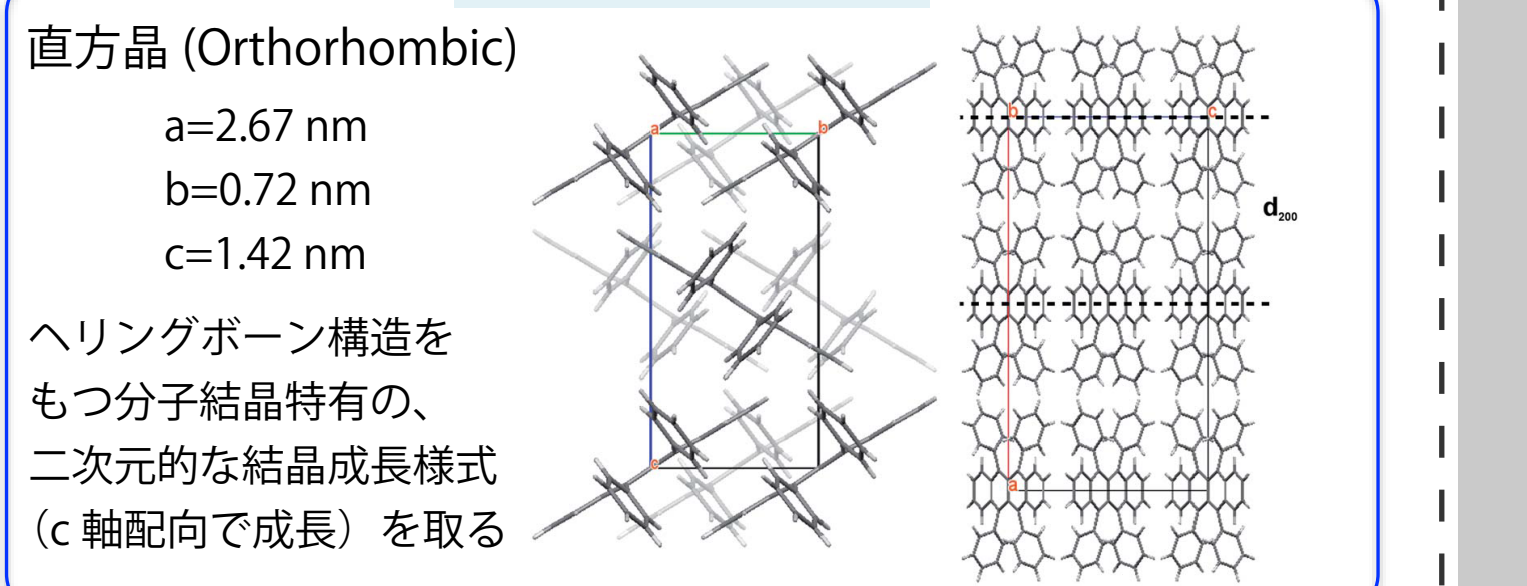
世界の大きく異なる土壌タイプにおいて、潜在的に易分解性な有機化合物が長期的に安定化されていることを、微生物分解酵素と同等のサブミクロンスケールにおいて明らかにした。

有機半導体多結晶薄膜の偏光観測 /Sakurai et al

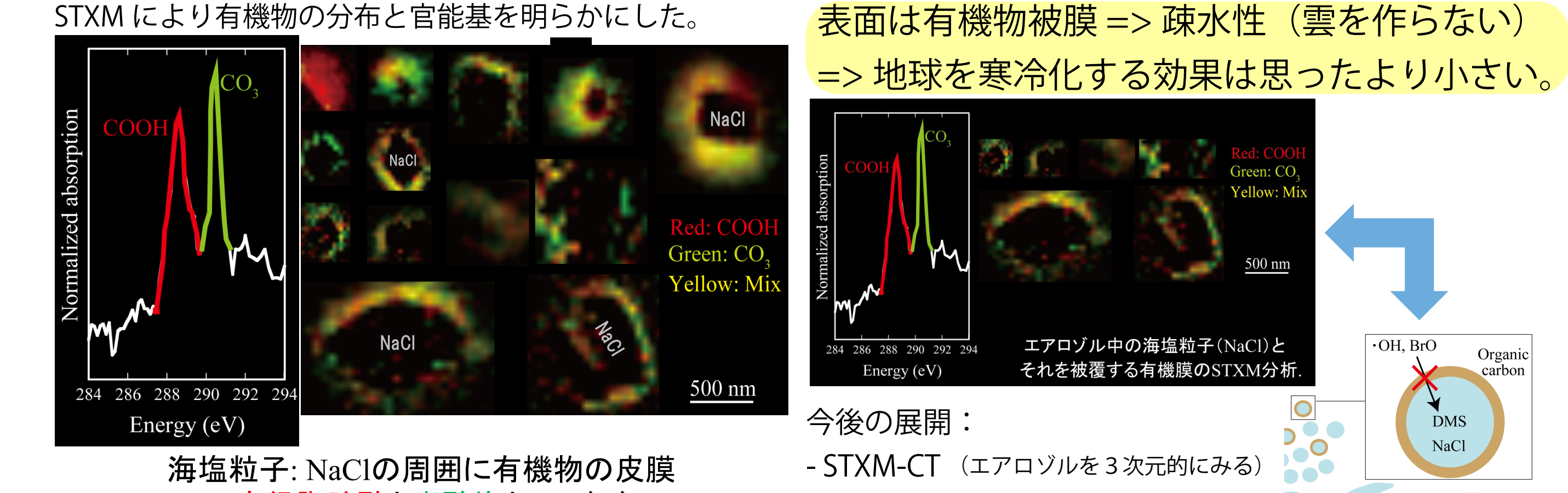
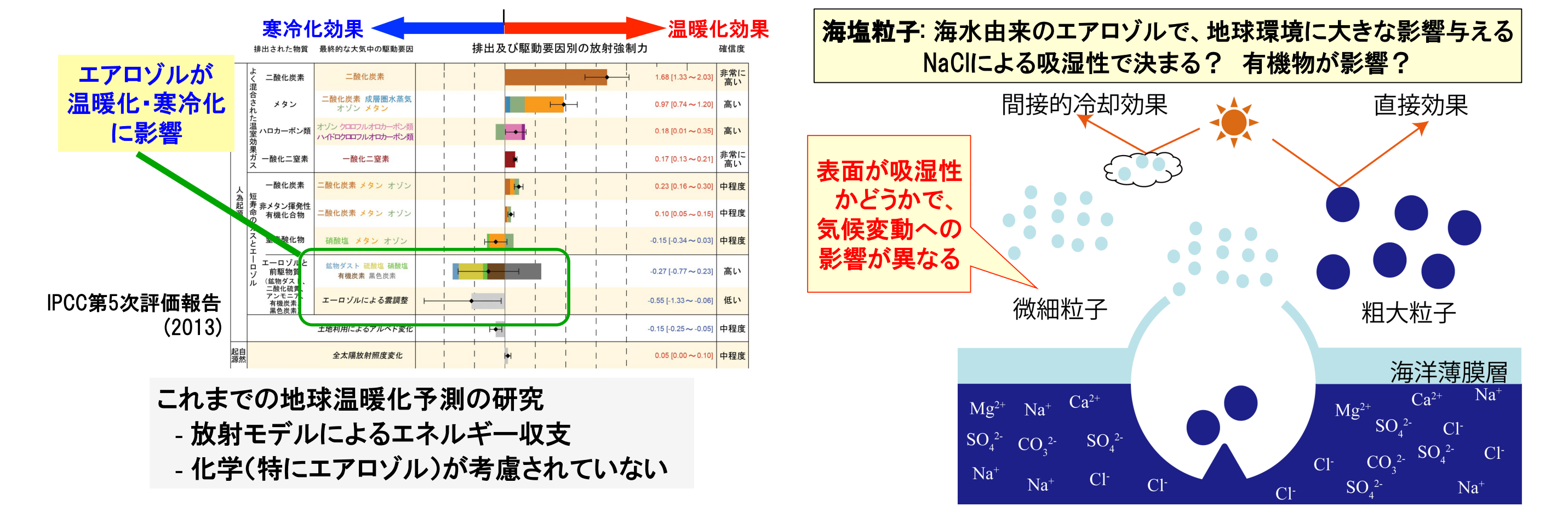
有機半導体をベースにした太陽電池の高性能化に向け、粒界物性制御を目指す。



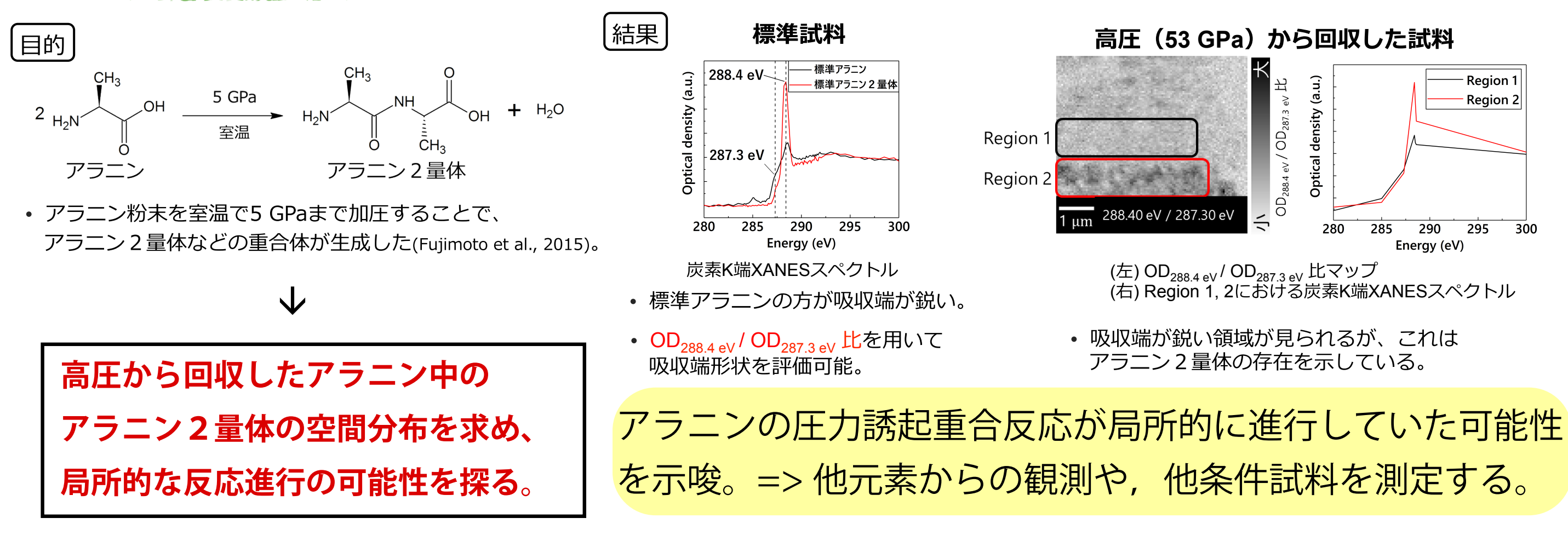
遠洋性粘土中から見つかった微小鉱物粒の観測 /Morono et al.



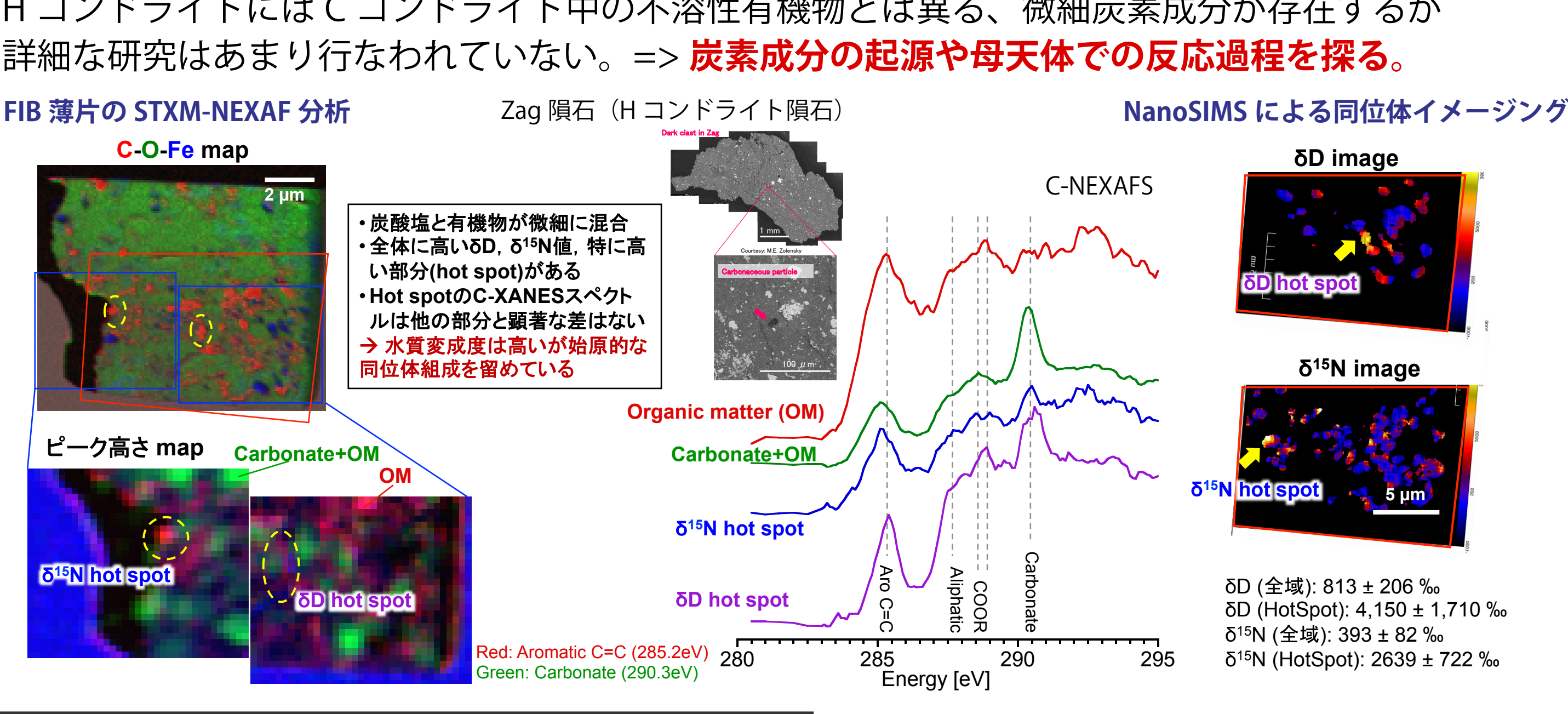
海洋エアロゾル中の気候変動・地球温暖化への影響評価/Takahashi et al.



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.



<発表論文> (新しい順)
1. F. Shiraishi et al., "Cyanobacterial exopolymer properties differentiate microbial carbonate fabrics" Nature, submitted.
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/jmse2.ME15137
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. Morimoto 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 2013S2-003 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。