

## 【基盤研究(S)】

### 総合系(環境学)



## 研究課題名 アイソトポログによる地球表層環境診断

東京工業大学・物質理工学院・教授

よしだ なおひろ  
吉田 尚弘

研究課題番号: 17H06105 研究者番号: 60174942

研究分野: 環境動態解析、環境化学

キーワード: 物質循環、安定同位体、生物地球化学、アイソトポマー、アイソトポログ

### 【研究の背景・目的】

環境化学において、軽元素の安定同位体組成は、物質循環の有効な指標として利用されてきたが、ほとんどが分子中の単一元素の単一同位体比を扱うものであった。これまで環境分子に着目し、1分子種に多数存在するアイソトポログの計測法を開発してきた。アイソトポログには、図1の3つの置換要素；分位別同位体分布分析(PSIA)<sup>1-6</sup>、多重同位体置換分子(Clumped)分析<sup>7-9</sup>、非質量依存同位体分別(MIF)分析<sup>10-13</sup>があり、MIFは大気光化学、PSIAは代謝、Clumpedは温度の良い指標となることを見出した。これら3要素の計測法開発を進め、融合を行い、未開拓の同位体分子種計測法開発と国際標準化に取り組む。そして地質プロセス、生物プロセス、及び人為プロセスの解析に適用し、地球表層環境の新たな診断法の創出を目的とする。

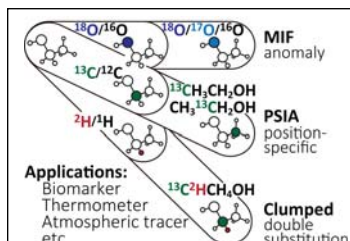


図1. アイソトポログの3要素

### 【研究の方法】

本研究では、A) 図1に示した3つの先端要素およびその融合により同位体トレーサーの計測法開発および国際標準化を行い、B) これらをさまざまな環境試料に適用することで研究目的に述べた各プロセスを解明し、地質-生物-人為の相互作用を統一的に解析する究極の診断法として提示する。したがって研究期間前半はA)に重点を置き、B)のうち、前半から可能な項目は並行して、また後半にはB)を中心に進める。

新たな解析法であるので、公表に必要な標準物質の作成と公開をし、国際標準とする。これにより、天然ガスの起源、VOCsの起源と大気化学への影響、光合成など一次生産の環境変化による影響、新エネルギー導入の影響などの診断を深化させる。

### 【期待される成果と意義】

未開拓であったPSIA、Clumped、MIFの3要素とその融合からなるアイソトポログの計測が可能となり、図2に示すように、より高次の起源・プロセス情報を与える究極の環境トレーサーを得る。地球表層環境において様々な時空間レベルで、地質・生

物・人為の各プロセスが複雑に相互作用して生じる分子の解析法が確立される。

各先端要素と、それらの融合したアイソトポログ計測法が開発され、環境適用が促進される。地圏から大気海洋系への還元性ガス供給、環境変化に伴うVOCs代謝変化、炭化水素の非生物・生物過程の生成寄与率、光化学オキシダントと大気エアロゾルの相互作用、など喫緊の環境問題に関して地球表層環境診断を発展させる。

これまで培ってきた国際標準化に必要な国内外研究機関との連携をさらに推進する。日本発信のアイソトポログ計測法および解析法を確立し、世界標準として、広く環境診断に応用される。これにより、最終的に、IAEAに代表される標準物質の国際機関と連携して、環境診断のためのアイソトポログの計測とデータアーカイブのハブとして機能する国際拠点となることが期待されている。

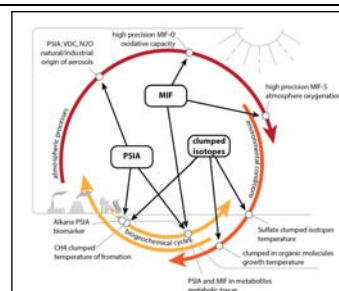


図2. 究極の環境診断へ

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- 1) Yoshida & Toyoda, 2000 *Nature*;
- 2) Yamazaki, Toyoda, Yoshida, et al., 2014 *Biogeosciences*;
- 3) Yamada, Yoshida, et al., 2002 *RCM*;
- 4) Gilbert, Yamada, Yoshida, 2013 *Anal. Chem.*, and
- 5) 2014 *Anal. Chim. Acta*;
- 6) Gilbert, Yamada, Ueno, Yoshida 2016 *Geochim. Cosmochim. Acta*;
- 7) Danielache, Ueno, Yoshida et al., 2008 *J. Geophys. Res.*;
- 8) Hattori, Danielache, Ueno, Yoshida et al., 2013 *PNAS*;
- 9) Ueno, 2015 *Science*;
- 10) Yoshida, Abe, Yamada et al., *RCM*, 2013;
- 11) Tsuji, Yamada, Yoshida et al., 2012 *Sensor*;
- 12) Ono et al., 2014 *Anal. Chem.*;
- 13) Stolper et al., 2014 *Science*.

### 【研究期間と研究経費】

平成29年度-33年度 162,400千円

### 【ホームページ等】

<http://nylab.chemenv.titech.ac.jp/>  
[yoshida.n.aa@m.titech.ac.jp](mailto:yoshida.n.aa@m.titech.ac.jp)