PR0012

同位体顕微鏡による地球化学的発見のいくつか

○圦本尚義[1]
([1]北海道大学自然史科学)

２次イオン質量分析法 SIMS の地球化学への適用は 1970 年代末より始まった [1]. 現在では，EPMA や SEM と同様，地球化学研究では欠かせない一般的な分析装置となっている．しかし，EPMA では元素マッピングが普通になっていることに対し，SIMS の同位体分析は，マッピングはおろか線分析にも到達せず，点分析にとどまっている場合が多い．また SEM は SIMS 点分析の分析位置の確認に使用されているに過ぎないことが多く，EPMA が SIMS 分析に有効に役立っている例は稀である．この原因の一つは，EPMA 分析は岩石・鉱物学者達により，一方，SIMS 分析は分析化学者たちにより地球科学への応用が進められてきたという歴史的なことによるのかもしれない．しかし，[1]の頃から EPMA と SIMS が同じ方向性を持って発展することは自然なことであった．なぜならば，[1]の頃にすでに天然における元素の挙動の結晶構造支配則[2]が発見されていたからである．EPMA と SIMS に跨る複合的な分析があれば，それぞれの得意分野の地球化学課題だけのみならず，それらの間にある課題までシームレスに解決し，総合的に固体地球化学を発展できることがほとんど自明であったからである．それにも関わらず，発展の方向性がチグハグになってしまったことは不思議なことである．本発表では同位体マッピングにより発見された地球化学的事実のいくつかを紹介しよう．

太陽系最古の物質として知られる Ca と Al に富む包有物 CAI は，母天体に集積後，母天体上で起こった水質変成により鉱物中の酸素同位体比が変化していることが同位体顕微鏡により発見された[3]. しかしこの酸素同位体変化を起こすプロセスが有効に働く条件は限定的であることも分かっている[4, 5].

同位体顕微鏡による広領域同位体マッピングによりプレソーラー粒子や宇宙シンプレクタイト COS がコンドライトマトリックスから直接発見された．[6, 7]

コンドリュールを取り囲む火成鉱物粒子 igneous rim 中の酸素同位体が~1μm だけ拡散していることを，同位体顕微鏡による酸素同位体マッピングにより発見した．この拡散距離の解析よりコンドリュールと igneous rim の形成は，数日程度の一回の加熱現象により連続して起こった出来事であったことが分かった．[8]

EPMA と SIMS を用いた CAI の複合的な分析により太陽系形成の最初期に起こった CAI 形成過程の温度・圧力の絶対値とその時間変動のタイムスケールを解析した．CAI 形成場では，物質交換もダイナミックに起こっていたらしい．[9, 10, 11, 12, 13]

引用文献:

[1] Shimizu, N. et al., 1978, https://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90037-6.

[2] Matsui, Y. et al., 1977, https://doi.org/10.3406/bulmi.1977.7155.
[3] Wasson, J. T. et al., 2001, https://doi.org/10.1016/S0016-7037(01)00738-4.
[4] Fagan, T.J. et al., 2004, https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2004.tb00945.x.
[5] Nakamura, M. et al., 2005, https://doi.org/10.1130/G21659.1.
[6] Nagashima, K. et al., 2004, https://doi.org/10.1038/nature02510.
[7] Sakamoto, N. et al., 2007, https://doi.org/10.1126/science.1142021.
[8] Matsuda, N. et al., 2019, https://doi.org/10.1016/j.chemer.2019.07.006.
[9] Park, C. et al, 2012, https://doi.org/10.1111/maps.12032.
[10] Kawasaki, N. et al, 2018, https://doi.org/10.1016/j.gca.2017.05.035.
[11] Wada, S. et al., 2020, https://doi.org/10.1016/j.gca.2020.08.004.
[12] Yamamoto, D. et al., 2021, https://doi.org/10.1016/j.gca.2021.09.016.
[13] Yamamoto, D. et al., 2022, https://doi.org/10.1016/j.gca.2022.09.006.

On geochemical discoveries by isotope microscopy

*H. Yurimoto[1] ([1]Natural History Sciences, Hokkaido Univ.)