

サビレックス DST酸蒸留 システムによる 地球化学データの 品質向上

ケーススタディ



背景



インドで最も古く、最も権威のある研究機関の一つであるインド科学大学院(IISc)は、同国の基礎科学および応用科学におけるフラッグシップセンターとして広く認められています。IIScの地球科学センター(Centre for Earth Sciences)では、サムブダ・ミスラ(Sambuddha Misra)准教授が、化学海洋学および低温同位体地球化学に焦点を当てた研究グループを率いています。

8名の博士課程学生と3名の博士研究員(ポスドク)を擁するこの研究室には、アジレント 5800 ICP-OES、アジレント 8900 QQQ-ICP-MS、サーモ Neptune MC-ICP-MSなどの高度な分析機器が備えられています。高処理量の地球化学研究室の例に漏れず、同グループもサンプルの前処理、洗浄、分析に高純度酸を多用しています。

本ケーススタディでは、IISc地球科学グループが、サビレックスのDST酸蒸留システムを用いて高純度酸を自主製造することにより、大量の需要をどのように満たしているかを紹介します。

高純度酸の需要への対応

地球化学研究室は大量の高純度酸を消費しますが、IIScの地球科学グループも例外ではありません。典型的な月間使用量は概ね以下の通りです：

- 10L of HCl
- 15L of HNO₃
- 0.1L of HF

塩酸(HCl)とフッ化水素酸(HF)は陽イオン交換カラムクロマトグラフィーに広く使用され、硝酸(HNO₃)とフッ化水素酸(HF)はICP-MS分析のマトリックス溶液として使用されます。これら3つの酸はすべて、サンプルの酸分解ワークフローにおいて極めて重要です。

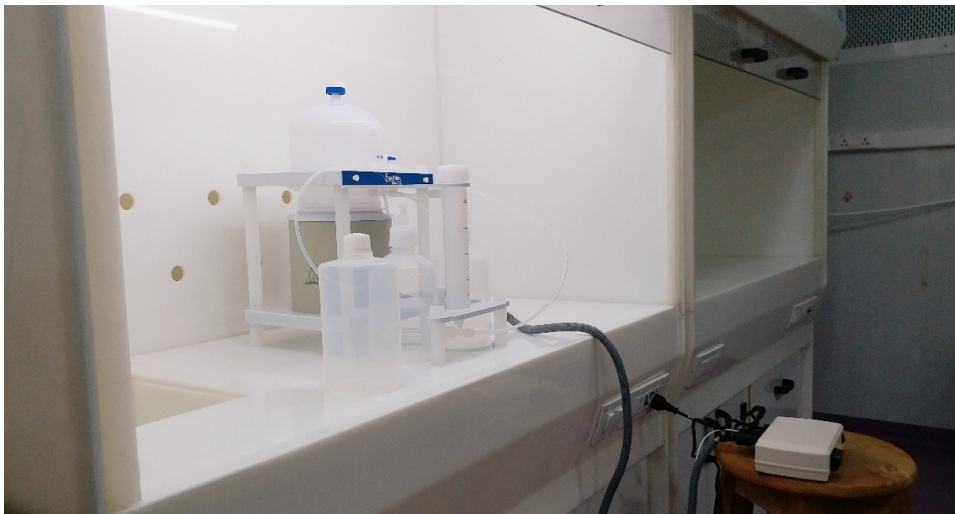
この需要を満たすため、同研究室では3台のサビレックスDSTシステムを稼働させています。

- 2台 DST-4000 systems (HCl and HNO₃)
- 1台 DST-1000 system for HF

処理量だけでなく、酸の純度も最優先事項です。超微量同位体分析において、信頼性の高いデータを得るために不可欠な「超低操作ブランク(ultra-low procedural blank)」を達成するため、同グループは10pptグレードかそれ以上の超高純度酸を必要としています。

「DSTシステムは信じられないほど優れており、私は全幅の信頼を置いています」とミスラ博士は語ります。「私は2012年にケンブリッジ大学で最初のユニットを購入して以来、DSTシステムを使用しています。それ以前は、石英蒸留したHClとHNO₃、そして市販のOptimaグレードのボトル入りHFに頼っていました。DSTで製造した酸の品質は、コストに対して格別です」

ミスラ博士の研究には、マグネシウム(Mg)の高ナノグラムレベル、ホウ素(B)の1桁ナノグラムレベル、そしてリチウム(Li)や鉛(Pb)のサブナノグラム(1ナノグラム未満)レベルでの同位体比測定が含まれており、試薬の純度が分析の成否を大きく左右します。



最小限のメンテナンスと信頼性の高い運用

頻繁に使用されているにもかかわらず、DSTシステムは定期的なメンテナンスをほとんど必要としません。唯一の定期交換部品はヒーターエレメントです。

- HCl(塩酸)システム：** 約3年ごとに交換
- HNO₃(硝酸)およびHF(フッ化水素酸)システム：** 約5年ごとに交換

交換作業はシンプルで、研究室のスタッフが自ら行うことができます。ヒーターの交換を除けば、DSTシステムはルーチンのメンテナンスを必要としないため、使用できない期間と長期的な運用コストを最小限に抑えることができます。

大幅なコスト削減

ほとんどのDSTユーザーは、トレースメタルグレード(微量金属分析グレード、約1ppb)の酸からスタートし、1回の蒸留で10pptグレードの純度に到達させます。1ppbグレードの酸の価格は、市販のボトル入り10pptグレードの酸の約10分の1であるため、通常、DSTシステムへの投下資本はすぐに回収できます。

IIScでは、その削減効果がさらに顕著です。同研究室では、より安価な試薬グレード(Reagent-grade)の酸からスタートし、それを2回蒸留(二回蒸留)することで10pptグレードの純度へと仕上げています。

「DSTは私たちに莫大な資金の節約をもたらしてくれました」とミスラ博士は説明します。「約50ドルで4Lの試薬グレードの酸を購入し、それを2回蒸留することで、市販価格で1リットルあたり1,000ドル以上する超高純度酸を約3L製造できます。その結果、当施設では毎月約10,000~15,000ドルの費用を削減できており、これは素晴らしい成果です」

卓越した酸の品質とパフォーマンス

コスト削減の効果は計り知れませんが、IIScの研究室においてDSTを採用する最大の原動力は、あくまで「酸の品質」です。

「DSTで製造した酸のおかげで、フェムトグラムからピコグラムレベルの濃度でプロシーディアルブランクを達成できています」とミスラ博士は言います。「HFについては、1%のHFマトリックス中でホウ素同位体を測定し、MC-ICP-MSにおいてサブミリボルト(1ミリボルト未満)のマトリックスブランクをターゲットにしています」

また、ミスラ博士はホウ素同位体分析用の水を蒸留するためにもDSTシステムを使用しています。「私がこれまでに達成したホウ素と鉛の最も低いブランクのいくつかは、脱イオン(DI)水をDSTでさらに精製したものを使用した時でした」

サムブッダ・ミスラ博士について



ミスラ博士(中央)と、博士課程の学生だったサティヤ・チャナキヤ(Satya Chanakya、左、現在はケンブリッジ大学ポスドク)およびプラテュシャ・チャンダ(Pratyusha Chanda、右、現在はオックスフォード大学ポスドク)

サムブッダ・ミスラ博士は、インド科学大学院(IISc)地球科学センターの准教授です(2017年～現在)。フロリダ州立大学の国立高磁場研究所(National High Magnetic Field Laboratory)で博士号を取得(2005年～2010年)した後、ケンブリッジ大学で博士研究員および研究職を務めました(2011年～2017年)。ミスラ博士の研究は、ケイ酸塩の風化、海洋化学、炭素循環、そして古気候の復元を研究するために、リチウム、ホウ素、マグネシウム、および重金属の同位体に焦点を当てています。現在は、学術誌『*Geochimica et Cosmochimica Acta*』の副編集長(Associate Editor)を務める傍ら、8名の博士課程学生と3名の博士研究員の指導にあたっています。

サビレックス DSTシステム 概要

サビレックスのDST酸蒸留システムは、微量および超微量分析向けの超高純度酸を製造するものとして、世界中で信頼されています。地球化学、同位体研究室、および高度な分析ワークフローのために特別に設計されたDSTシステムは、沸点未満での蒸留(非沸騰蒸留 / sub-boiling distillation)を用いることで、金属やイオンの汚染を劇的に減少させます。

主なメリット:

- * より安価な原料液から、10pptグレードまたはそれ以上の酸を製造
- * HCl、HNO₃、HF、および水に対応
- * 最高の純度を維持するための、化学的に不活性な構造
- * ICP-MS、MC-ICP-MS、および超微量同位体分析における実証されたパフォーマンス
- * 最小限のメンテナンスと長い耐用年数

サビレックスDSTシステムは、研究室での再現性の高い超クリーンな試薬の自主製造を可能にすることで、科学者がより低いブランク、より信頼性の高いデータ、そして長期的な大幅のコスト削減を達成できるよう支援します。