

# 栄養塩海水標準物質の開発と普及

杉野伸義（株式会社環境総合テクノス）

## 1. はじめに

弊社は1974年に株式会社関西総合環境センターとして設立され、関西エリアの火力・原子力発電所の環境アセスメントを中心に、発電所温排水が周辺海域に及ぼす影響調査や予測・評価を行ってきた。

一方、1990年に通商産業省（現経済産業省）事業である「海洋中の炭素循環メカニズムの調査研究（NOPACCS）」の受託をきっかけに、当時民間企業で実施事例が少なかった外洋域での高精度観測に産官学一体で取り組んだ。

さらに1993年には海洋科学技術センター（現海洋研究開発機構（JAMSTEC））からの受託事業として、世界海洋循環実験計画（WOCE）航海に参加し、これらの国際的な事業への参加が栄養塩（硝酸塩、亜硝酸塩、リン酸塩及びケイ酸塩）を初めとする海水標準物質を開発、製造するきっかけとなった。

本講演では、弊社が海水標準物質の開発を始めから現在に至るまでの経緯を中心に、海洋観測の高精度化や技能試験提供の現状についてもふれたい。

## 2. 栄養塩海水標準物質の開発

### 2.1 開発に至る経緯

地球温暖化を中心とする地球環境の変動を見いだすための海洋調査は世界規模で行われている。地球温暖化の原因物質の一つである二酸化炭素の循環を明らかにするためには、海洋中の生物生産と密接に関係する栄養塩濃度を地球規模で正確に測定することが必要である。当初は同一機関内においても、観測年が異なるデータの差をどう評価すれば良いかという課題に直面していた。

しかしながら、1990年代まで栄養塩測定において海水ベースの標準物質は未整備であり、コンパラビリティ（比較可能性）が確保出来ていなかった。このため、時間、場所、測定者などの異なるデータを比較して、地球規模の変動（分析精度の不足に起因するものであるか、自然変動あるいは人類活動に起因するものか）を見いだすことは困

難な状況にあった。

弊社は図1に示す計測分析所（大阪府交野市）において、図2に示す100%天然海水を原料としたRMNS（Reference Materials for Nutrients in Seawater；栄養塩測定用海水標準物質）の開発に着手し、1993年より製造を開始した（特許登録；第3477468号）。



図1 弊社計測分析所（分析棟）



図2 RMNS（栄養塩測定用海水標準物質）

RMNSを栄養塩測定の校正標準液として利用することにより、コンパラビリティの著しい向上が確認され、地球規模の海洋環境モニタリングデータの精度向上に大きく貢献した。また2011年4月には、標準物質生産者としてISO Guide34認定を取得し（表1）、RMNSを認証標準物質へ発展させた。また、2014年よりNMIJ-CRM（National Metrology Institute of Japan - Certified Reference Material；国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター認証標準物質）としても供給されている。

表1 ISO Guide34に基づく品質管理

時期	実施内容
製造時	原料海水記録 高温高压処理記録 UV照射記録 分注記録
製造後	均質性試験 製造後10日以内に実施；30本×2回測定 安定性試験 1,2,3,6,12,24,36,48,60,72,84ヵ月後に実施* ※1,2,3ヶ月後；30本×2回測定 6ヶ月後以降；10本×2回測定 全数目視検査(異物、生物繁殖有無) 保管場所温度確認
販売前	認証委員会実施(認証値決定)

## 2.2 開発までの苦労

上述のNOPACCS、WOCE航海に参画する中で、海洋での栄養塩の正確な空間分布を明らかにするためには、「栄養塩測定データの繰り返し精度0.2%、正確さ1%」の達成が必要とされた(WOCE基準)。そこで我々調査チームは、自らが実施する海洋調査での分析値の不確かさを小さくするため、栄養塩濃度の均質性と安定性に優れた天然海水を利用した栄養塩標準物質の製造・開発を開始した。

製造にあたり以下の要件を確保することとした。

- ①原料は100%天然海水(添加物なし)。
- ②1本のボトルで海水の栄養塩類全てを含む。
- ③希釈不要で開封後直ちに使用可能。
- ④濃度範囲は低濃度から高濃度までをカバー。
- ⑤栄養塩濃度の均質性と安定性が保たれていること。

## 2.3 製造・販売

1993年に製造を開始し、現在まで87ロットを製造した。弊社の標準物質製造施設(外観)を図2に、現在の標準物質(RMNS)の製造方法を図3に、標準物質製造風景を図4、5に示す。



図2 弊社の標準物質製造施設(外観)

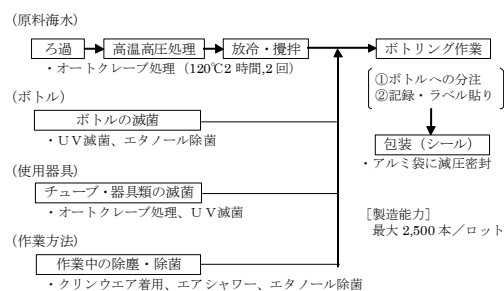


図3 RMNSの製造方法



図4 オートクレーブによる高温高压処理



図5 クリーンルーム・クリーンベンチでの作業

## 2.4 普及と国際貢献

RMNSはその均質性、安定性が評価され、国際共同実験に使用されるようになり、2010年にはGO-SHIP (The Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program;世界海洋航海用水質調査プログラム)分析マニュアルに掲載された。さらに2017年にはIOCCP (International Ocean Carbon Coordination Project;国際海洋炭素データ統合プロジェクト)において、海洋観測での使用が勧告された。



図6 技能試験参加者を対象とした技能講習会

## 3. 今後の取り組み

### 3.1 様々な標準物質への展開

RMNSの開発経験を活かして、下記の標準物質の開発を行っている。

#### ①提供を開始している標準物質

排水標準物質を開発した。

#### ②現在開発中の標準物質

無水銀の全炭酸、溶存酸素、密度測定用の海水標準物質、溶存有機物測定用の海水標準物質を開発中である。

また、RMNSにおいては、アンモニア濃度の安定性向上による認証値の付与およびナノモルレベルの測定技術開発による極低濃度ロットの認証値の付与を検討中である。

### 3.2 技能試験への活用と展開

弊社は、2006年にNMIJの依頼を受け、微量元素分析用の白米粉末候補標準物質を調製したことに始まり、NMIJが提供する各種食品の認証標準物質、技能試験試料の調製に携わってきた。この調製実績を活かし、2015年に技能試験提供者認定 (ISO/IEC 17043 JAB PTP00020) を取得し、白米中汚染物質 (金属) の技能試験を提供している (図6、7)。また、技能試験の余剰試料を内部精度管理用としてご活用いただけるよう提供している。

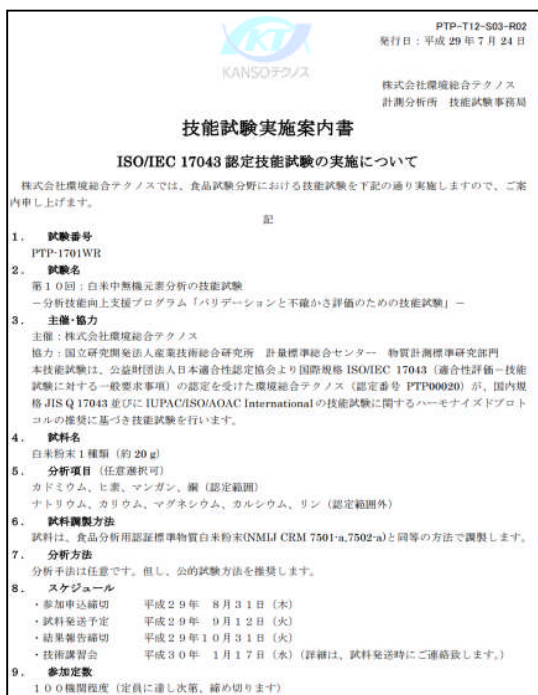


図7 技能試験実施案内書

## 4. おわりに

以上のように、弊社は栄養塩測定用海水標準物質を開発・普及させ、海洋観測データの比較可能性の向上に貢献した。さらに経済産業省、文部科学省、環境省、気象庁などが実施する海洋観測の国際レベルへの高精度化の確立に対しても寄与できたと考える。

弊社は今後も継続的に技術レベルの向上を図り、経営理念である「かけがえのない地球環境の保全に貢献しつづけたい」と考えます。