

# 液中秤量装置を用いた海水密度の精密測定

地球・宇宙

SATテクノロジー・ショーケース2019

## ■ 緒言

地球温暖化メカニズムを把握するうえで地球規模の海水の運動の解明は重要である。また、深層海流を含む海水の運動の把握には海水の密度は重要なパラメータである。

2010年に更新された海水の温度、圧力、塩分および密度を相互変換する熱力学状態方程式(TEOS-10)があるが、その開発に使われたデータは古く、海水密度の絶対測定データは少ない。また、海洋科学分野における密度の要求精度が $0.001 \text{ kg/m}^3$  (=1 ppm)とされているのに対して、TEOS-10の不確かさは $0.005 \text{ kg/m}^3$  (=5 ppm)であり、不十分である。また、近年ではPTBの測定結果では偏差が見られた<sup>[1]</sup>。そこで、本研究ではTEOS-10の値の信頼性を確認することを目的として、産総研で開発された液中秤量装置を用いた海水密度の精密測定を行った。超純水にて健全性の確認を行った後、海水密度の測定を行い、測定方法の改良を行った。

## ■ 測定装置

本研究では液中秤量装置を用いて密度の測定を行った。液中秤量装置はアルキメデスの原理を用いており、質量、体積の校正されたシンカーの、測定サンプル中での見かけの質量を、吊り線を介して電子天秤で測定することでサンプルの密度を求める。

シンカーの質量は産総研の固体密度標準に基づいて約0.1 ppmの相対不確かさで校正されており、シンカーのサンプル中での見かけの質量は0.01 mgの桁まで測定している。また、シンカーの見かけの質量と同じ質量差を持つ2つのカウンターウェイトの荷重交換を行い、質量変化を抑えることで、電子天秤の電気的な非直線性による誤差の低減を行っている<sup>[2]</sup>。測定時は石英ガラスセル内にサンプルを充填し、これを恒温槽に沈め温度制御を行っている。使用した恒温槽は、 $0.001 \text{ }^\circ\text{C}$ での温度制御が可能であり、サンプルが $20.000 \text{ }^\circ\text{C}$ になるよう制御をしている。サンプルの温度はガラスセル内にITS-90にて校正した標準白金抵抗温度計を入れ測定しており、温度の不確かさは $0.001 \text{ }^\circ\text{C}$ である<sup>[3]</sup>。

## ■ 結果

超純水を用いて測定を行った結果、IAPWS-95の式による密度の計算値 $998.2016 \text{ kg/m}^3$ に1 ppmのオーダーで一致した。

海水に関する測定では時間経過に伴い海水が蒸発し、

海水の密度が上昇する傾向もみられた。また、ランダムな密度の変動がみられた。

## ■ 結言

超純水を用いて装置の健全性を確認した。また、液中秤量装置を用いて海水を測定する場合、超純水を用いた場合と異なり、密度が上昇する傾向が見られた。これらの現象をなくすために行った測定方法の改良については、当日詳細を報告する。

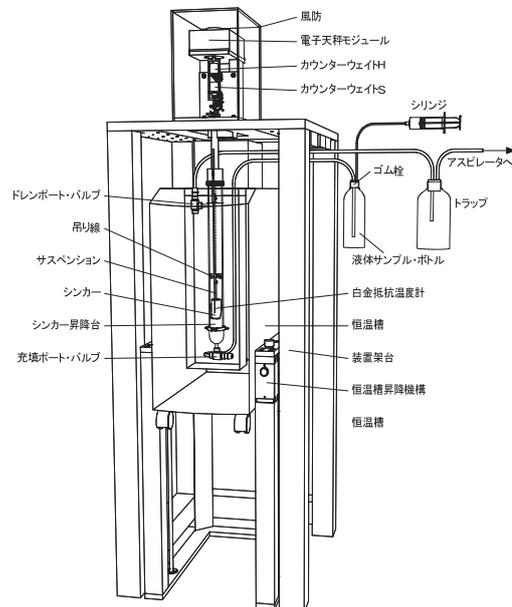


図1 液中秤量装置

## ■ 参考文献

- [1] Hannes Schmidt, Steffen Seitz, Egon Hassel, and Henning Wolf: "The density-salinity relation of standard seawater," *Ocean Sci.*, 14, 15-40, 2018
- [2] 粥川洋平、内田裕  
「絶対塩分に関するSIトレーサブルな測定方法の開発」  
日本海洋学会2018年度春季大会講演要旨集、18F-14-6
- [3] 粥川洋平、藤田佳考、内田裕  
「海洋モニタリングのための海水密度・屈折計測技術」  
SCEJ 47th Autumn Meeting (Sapporo 2015)、H213

代表発表者 田坂 圭 (たさか けい)  
所属 日本大学大学院理工学研究科  
問合せ先 〒274-0063  
千葉県船橋市習志野台7丁目24-1  
TEL: 047-469-8396

■ キーワード: (1) 海水  
(2) 密度  
(3) 精密測定

■ 共同研究者: 氏名 田中 勝之  
所属 日本大学理工学部  
氏名 粥川 洋平  
所属 産業技術総合研究所  
氏名 内田 裕  
所属 海洋研究開発機構