

# 圧力標準の国際整合性の確保

## 10 MPaから100 MPaまでの液体圧力標準の国際比較

### 圧力標準の設定と国際比較

産総研計量標準総合センター(NMIJ)では、現在、大気圧の10万分の1(1 Pa)から、10000倍(1 GPa)までの我が国の圧力標準を最先端の技術を用いて設定し、それら標準の維持・管理、産業界をはじめとする社会への供給を行っている。さらに、それら圧力標準の国際的な整合性を確保するため、国際度量衡委員会(CIPM)やアジア太平洋計量計画(APMP)により計画・実施される国際比較に積極的に参加している。ここでは、圧力範囲10 MPa(約100気圧)から100 MPa(約1000気圧)の液体ゲージ圧力標準の国際同等性を確認するために、近年実施された2つの国際比較(CCM.P-K7、APMP.M.P-K7)の内容を紹介する。

### CIPM基幹比較への参加

CCM.P-K7は、CIPM傘下の質量関連量諮問委員会(CCM)が計画した当該圧力範囲における国際比較の略称で、2002年11月から2004年6月にかけて測定が実施された<sup>1)</sup>。この国際比較には、世界中の国家計量標準機関のうち、ヨーロッパ地域からドイツ、イタリア、フランス、英国の4機関、北中米地域からメキシコ、米国、カナダの3機関、アジア地域から産総研とインドの2機関の計9機関が参加した。全ての参加機関は当該圧力範囲の標準器として、液体圧力用の重錘形圧力天びん(Pressure Balance、以下、圧力天びん)を使用している。圧力天びんは、簡単に言えば、重錘の質量によって発生した重力 $W$ を有効断面積 $A$ が評価されたピストン・シリンダに作用させることにより正確な圧力 $P=W/A$ を発生す

表1 液体圧力標準の国際比較 CCM.P-K7とAPMP.M.P-K7の概要

識別記号	CCM.P-K7	APMP.M.P-K7
圧力範囲	10 MPa ~ 100 MPa	
幹事機関	PTB (ドイツ)	NMIJ/AIST (日本)
仲介器	重錘形圧力天びん 	高精度圧力計 
比較量	有効断面積	印可圧力
測定期間	2002年11月 ~ 2004年6月	2002年10月 ~ 2003年12月
参加機関	全 9 機関	全 17 機関
	PTB (ドイツ)、IMGC-CNR (イタリア)、BNM-LNE (フランス)、NPL (英国)、CENAM (メキシコ)、NIST (米国)、INMS/NRC (カナダ)、NMIJ/AIST (日本)、NPLI (インド)	NMIJ/AIST (日本)、NPLI (インド)、CSIR-NML (南アフリカ)、NIS (エジプト)、KRIS (韓国)、SCL (香港)、SPRING (シンガポール)、NMA (オーストラリア)、VMI (ベトナム)、NML-SIRIM (マレーシア)、KIM-LIPI (インドネシア)、NSCL (シリア)、PTB (ドイツ)、NIMT (タイ)、CMS/ITRI (台湾)、NIM (中国)、MSL (ニュージーランド)

る装置である。通常、重力の大きさは、有効断面積の測定と比較すると十分に小さい不確かさで測定可能であるので、発生圧力の不確かさを減少させるためには、有効断面積の値を圧力、温度等の関数として、如何に正確に評価するかが重要となる。上記参加機関は、それぞれ独自に開発・改良した方法で有効断面積を評価することにより、圧力標準値を設定し、その不確かさの推定を行っている。

通常の圧力国際比較においては、仲介器と呼ばれる運搬可能な装置を各機関に順次移送し、その装置に各参加機関が校正値をつけることで値の比較を行う。伝統的に標準器と同等な性能を持つ圧力天びんが仲介器として用いられることが多く、CCM.P-K7においても総重量が200 kgを越える、圧力天びんを用いたシステムが仲介器として移送された。

### APMP基幹比較の実施

APMP.M.P-K7は、上記したAPMPにより計画され、主にアジア太平洋地域の国家計量標準機関を対象に実施された当該圧力範囲における国際比較の略称である<sup>2)</sup>。産総研が、運営実施の幹事所となり、実施スケジュールの作成、測定手順書の準備、仲介器の準備・特性評価、結果のとりまとめ、最終報告書の作成を行った。全測定期間は、2002年10月から2003年12月である。参加機関数は産総研を含めて17機関(途中辞退含む)であり、それらの機関の名称、所在国・地域の名称(略名)は表1に示した通りである。本国際比較の仲介器として、水晶振動素子を感圧部に持つ高精度圧力計を用いたシステムを産総研で開発した。一つの仲介器につき2つの圧力計を装備したが、移送する仲介器の総重量は50 kg以下に抑えることができ、重量のある圧力天びんを使用した場合よりもかなり軽量化

することができた。国際比較に要する全測定期間を短縮するために、同じ仕様の仲介器を合計で3台作製し、それぞれ別々のルートで各参加機関に移送した。APMP.M.P-K7における参加機関の所在地と仲介器の移送ルートの概略を図1に示す。測定期間中、定期的に、幹事所である産総研において3台の仲介器の詳細な特性評価を実施し、それらのデータから仲介器としての信頼性を確認した<sup>3)</sup>。

## 国際比較の結果と同等性

両国際比較から得られた各参加機関の100 MPaにおける比較結果を、図2に示す。横軸に参加機関、縦軸にCCMP-K7から得られた国際比較参照値からの各機関の相対偏差が示されている。誤差範囲は各機関の報告から計算された拡張不確かさである。

図2から、この圧力における各参加機関の圧力標準の国際同等性を知ることができる。産総研の圧力標準の参照値からの偏差は殆ど無く、不確かさも各機関の値と比較して遜色ないことか

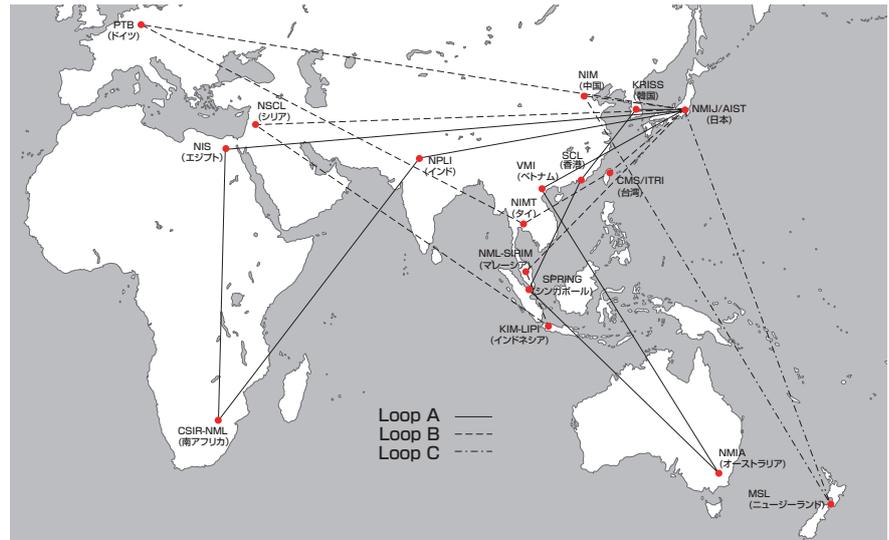
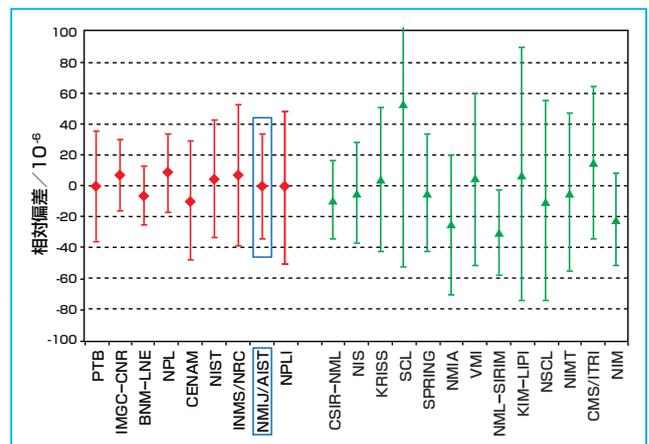


図1 国際比較 APMP.M.P-K7 における仲介器の移送ルート  
赤丸は参加機関の所在地、各直線は仲介器の移動を表している。

## 図2 国際比較 CCM.P-K7 と APMP.M.P-K7 の圧力 100 MPa での結果

CCM.P-K7 に参加した機関の結果は赤色、APMP.M.P-K7 にのみ参加した機関の結果は緑色で示してある。図の縦軸は参照値からの相対偏差、誤差範囲は拡張不確かさ(包含係数  $k=2$ )を表している。



ら、現在、当該圧力範囲で維持・管理・供給している日本の圧力標準が、優れた国際同等性を有していることを確認できる。今回紹介した2つの国際比較

の最終結果は、2005年9月に国際度量衡局 (BIPM) のデータベース (KCDB: <http://kcdb.bipm.org/>) に登録されており、参加機関の圧力標準の国際同等性を示す技術資料として広く利用されることが期待されている。

### 関連情報

- 1) W. Sabuga et al: Metrologia, Vol. 42, Technical Supplement, 07005 (2005)
- 2) T. Kobata et al: Metrologia, Vol. 42, Technical Supplement, 07006 (2005)
- 3) T. Kobata: Metrologia, Vol. 42, No. 6, S235-S238 (2005)

計測標準研究部門 (つくばセンター)

小島 時彦

E-mail: tokihiko.kobata@aist.go.jp

旧計量研究所入所以来、圧力標準、圧力計測の研究開発に従事してきた。現在は、主に重錘形圧力天びんを用いた圧力標準の研究開発を進めている。また、開発した圧力標準の維持・管理・供給、国内標準供給体制の整備等の活動にも取り組んでいる。近年の様々な技術分野の進歩により、伝統ある圧力標準の世界においても、多くの新たな技術発展の可能性が生じてきている。それらの実現に少しずつでも寄与していきたいと考えている。

