

# 物理標準の高度化に関する研究

## I 試験研究の全体計画

### 1. 研究の趣旨

「科学技術基本計画」の第1章、Ⅲ.(望ましい研究開発基盤の実現)において、計測試験方法の改良・標準化、計量標準の安定な供給及び安全性・信頼性の確保などの必要性がうたわれている。また、同第2章、Ⅱ.(3)(知的基盤の整備)においては計量標準の整備拡充が急務であることが指摘されている。特に計量標準の整備は、米国に比較して十数倍の遅れがある、とまで指摘されている。

一方、諮問第21号「先端的基盤科学技術に関する研究開発本部基本計画について」の第2章1-3(2)の「⑦計測標準高度化技術」において、『周波数・時間・長さ標準、電圧・抵抗・電流の標準を高精度化する技術の開発を行う』こと、さらに(3)の「①極限環境創出・計測評価技術」において、『超高圧環境、超高真空環境の発生・計測・評価技術の開発を行う』こと、がうたわれている。

これらの状況に鑑み、広く基礎科学分野への寄与と共に、科学・産業・社会に波及する技術基盤としての計量標準の整備及び国際化への対応のため、長さ、幾何学量、力学量、電気量などの基本的な物理標準に関する技術の高度化を図り、知的基盤の整備を行うことが必要となっている。

そのため、

1. メートルの定義を実現する長さ標準器(光源)を開発し、これを基準光源とするレーザー干渉測長標準、これに密接に関連している三次元形状標準、角度標準、真直度/平面度/段差などの幾何学量標準の高性能化・高度化に関する研究
2. 質量の一次標準を基礎として導入される重力加速度、トルク、圧力(超高圧~真空)、音圧・騒音・振動などの力学標準の技術基盤整備・高度化に関する研究
3. 紫外光、放射能・放射線、環境放射能などに係る標準の計測技術の高度化・標準化に関する研究を行う。

### 2. 研究概要

#### 1. 高度長さ関連標準の確立に関する研究

我が国における長さ(周波数)標準と、これと密接な関係にある幾何学量標準の標準体系の整備に資するため、高精度波長(周波数)標準の確立、三次元形状標準、角度、真直度/平面度/微小段差などの幾何学量標準の確立の研究を行う。

##### (1) 高精度波長・長さ標準の確立に関する研究

(計量研究所、㈱ミットヨ、国土地理院)

波長(周波数)の国家標準の高精度化と国家標準に密接に結びついた長さ実用器を開発し、長さ標準の整備に資するため、高精度波長(周波数)標準、実用長さ標準器及び光波干渉計の開発研究を行う。

##### (2) 高精度幾何学量標準の確立に関する研究

(計量研究所、東京大学、東京工業大学、理化学研究所)

X線ミラーなどの高精度な各種加工技術の開発研究現場において重要であり、長さ標準と密接に関連している幾何学量標準の確立に資するため、三次元形状標準、角度標準、真直度/平面度標準及び微小段差標準の高精度化の研究を行う。

#### 2. 力学系計量標準の基盤技術に関する研究

産業・社会の基盤としての力学系の計量標準で力、圧力、加速度に関するa)一次標準機器やトランスファー機器などのハード的な技術開発、b)標準供給のための校正技術及び標準と校正に関連する技術基準としてのソフト的な技術開発、c)校正事業者の認定に関する技術的課題の解決、d)社会的に有効なトレーサビリティ体制の構築、に資するため、①力試験機及びトルク標準に関する研究、②高度圧力標準に関する研究、③加速度標準に関する研究、を行う。

##### (1) 力試験機及びトルク標準に関する研究(計量研究所)

各種力学材料試験及び回転機械の性能向上と安全管理に資するため、試験機の評価技術やトルク標準の設定技術の開発が急務であり、力試験機及びトルク標準に関する研究を行う。

##### (2) 高度圧力標準に関する研究(計量研究所、無機材質研究所)

圧力計測の高度化、信頼性確保に資するため、微小圧力・低圧力及び高圧力領域の標準の設定技術・評価技術の開発及び関連技術の規格標準化が急務であり、高圧力と微圧・低圧力標準の確立に関する研究を行う。

##### (3) 加速度標準に関する研究(計量研究所、国立天文台、㈱ミットヨ)

力学量の標準の基礎として重力加速度及び各種力学試験の基礎としての振動加速度の信頼性確保に資するため、重力加速度標準の確立及び振動加速度標準の供給技術の開発に関する研究を行う。

#### 3. 電子技術関連標準計測技術の高度化の研究

電子技術関連分野の計量標準に関する知的基盤の整備に資するため、計測・評価技術の高度化、標準の確立を目指し、真空、音圧レベル、紫外線、放射線(能)のそれぞれについて、計測・評価技術の高度化・標準化に関する研究を行う。

(1) 真空標準計測技術に関する研究

半導体素子製造プロセス、加速器、核融合、宇宙機器などに代表される先端科学・技術に基盤技術として不可欠の真空に関する知的基盤の整備に資するために国家標準となる真空圧力標準装置を開発し、 $10^{-7}$ ～1Paの真空標準を確立することを目指し、真空標準計測技術の研究を行う。

(2) 音圧レベル標準のトレーサビリティ確立に関する研究

音に関する研究開発や計測技術の知的基盤の整備に資するため、音圧レベル標準のトレーサビリティ体系確立に関する研究を行う。

(3) 紫外・真空紫外域の標準計測技術に関する研究

紫外線・真空紫外線に関する知的基盤の整備に資するため、電総研で開発した高輝度のアンジュレタ光を用い、

極低温電力置換型放射計（ヘリウム冷却器内蔵型）を基準とした紫外・真空紫外域（90～250nm）の光検出器分光応答度校正を真空中及び空气中で高精度に行い、安定に供給するための研究を行う。

(4) 放射線（能）標準のトレーサビリティ体系化に関する研究

放射能や、大線量領域においては、いまだトレーサビリティ体系が確立しておらず、これらを利用した製品の輸出入に支障をきたしており、この分野の知的基盤の整備を必要としている。そこで、ベクレル原器となりうる放射能高精度測定システムを開発し、電総研の一次標準による校正を実施する一方、大線量領域における定量的測定手法を開発し、これらの値のトランスファ技術開発に関する研究を行う。

3. 年次計画

研究項目	9年度	10年度	11年度	12年度	13年度
1. 高度長さ関連標準の確立に関する研究					
(1) 高精度波長・長さ標準の確立に関する研究					
① 高精度波長（周波数）標準の開発に関する研究	高精度波長（周波数）標準器の開発			性能の評価・確立	
② 高精度実用長さ標準器の開発に関する研究	固体レーザー利用実用長さ標準器の開発			短・長期安定度の評価・持ち回り測定	
③ 光干渉計の開発に関する研究	高分解能・高直線性光干渉計と屈折率補正法の開発			性能の評価・確立	
(2) 高精度幾何学量標準の確立に関する研究					
① 三次元形状標準の高精度化に関する研究	高精度三次元測定機の絶対校正測定システム開発			絶対校正法の確立	
② 角度の高精度に関する研究	高精度X線測角技術の開発			オートコリメータの校正と角度標準の確立	
③ 真直度・平面度・段差標準の開発に関する研究	標準器及び校正標準片の開発			校正法の確立	
2. 力学系計量標準の基盤技術に関する研究					
(1) 力試験機及びトルク標準に関する研究					
① トルク標準の構築及び供給技術の開発に関する研究	調査、標準機的设计・開発		特性評価	改良	20kN・m～ (確定準備)
② 引張・圧縮試験機の機能評価に関する研究	評価用試験機の整備 (油圧式)	(ロードセル式)	寄生分力測定用 ロードセル整備	データ蓄積・解析（認定開始）	
(2) 高度圧力標準に関する研究					
① 低圧力及び高圧力の標準に関する研究	低圧力・高圧力一次標準機の開発			性能評価	国際比較 (認定開始)
② 超高压の計測技術に関する研究	超高压発生と信頼性確保のための技術開発			超高压力下の圧力定点の開発	

研究項目	9年度	10年度	11年度	12年度	13年度
(3) 加速度標準に関する研究					
① 重力加速度計測に関する研究	測定原理に関わる技術開発		総合性能の評価		まとめ
② 絶対重力加速度測定装置の開発に関する研究	調査, 要素技術の開発		絶対測定装置の開発		評価・改良
③ 振動加速度標準に関する技術開発研究	振動加速度 (認定開始)		範囲の拡大		まとめ
			低周波加振技術	高周波加振技術	
3. 電子技術関連標準計測技術の高度化の研究					
(1) 真空標準計測技術に関する研究					
・標準圧力場発生と精密校正技術に関する研究	準備 (既存中・高真空標準装置の整備)	中・高真空標準装置の実験・解析・確立, 及び, 超高真空標準装置の開発		超高真空標準装置の実験・解析・確立	取りまとめ
・気体と金属壁との相互作用に関する研究	金属壁表面改質技術の開発		気体と金属壁の相互作用の小さい環境の作成		気体と金属壁の相互作用の評価と解明
(2) 音圧レベル標準トレーサビリティ及び騒音評価に関する研究					取りまとめ
・標準コンデンサマイクロホン校正技術の高度化に関する研究	音圧校正法の精度向上		音場校正法の精度向上, 騒音データ解析		校正精度, 計測精度の評価
・音圧レベル標準のトランスファー技術に関する研究	現有装置を用いたクロスチェック	測定環境と校正精度の検討	測定環境対応技術の開発		校正精度の評価
・標準コンデンサマイクロホンの開発に関する研究	標準マイクロホンの設計・試作		標準マイクロホンの改良		標準マイクロホンの実用化
(3) 紫外・真空紫外域の標準計測技術に関する研究					
・紫外・真空紫外域の分光応答度に関する研究	アンジュレータ用ビームラインの整備		極低温放射計の開発と評価		分光応答度標準の確立・評価
(4) 放射線標準トレーサビリティ及び大線量領域放射線の吸収線量標準に関する研究					
・放射能標準トランスファ技術に関する研究	$\gamma$ 線標準用の加圧型基準電離箱の試作		放射能標準トランスファと研究のまとめ		標準電離箱校正用線源の作成・供給と研究のまとめ
・Ho-166mの製造と標準化に関する研究	Ho-166mの製造技術と高純度化に関する研究			二次標準線源の供給開始と研究のまとめ	
・放射能二次標準の確立に関する研究	測定機器の整備と電総研の $\gamma$ 線核種標準のトランスファ				
・大線量域の吸収線量計測標準化に関する研究	吸収線量計測システムの開発		放射線照射効果の定量分析システムの開発		吸収線量標準の確立と研究のまとめ
所要経費(合計)	550百万円	548百万円	561百万円		

II 平成 11 年度における実施体制

研究項目	担当機関	研究担当者
<p>1. 高度長さ関連標準の確立に関する研究</p> <p>(1) 高精度波長・長さ標準の確立に関する研究</p> <p>① 高精度波長（周波数）標準の開発に関する研究</p> <p>② 高精度実用長さ標準器の開発に関する研究</p> <p>③ 光干渉計の開発に関する研究</p> <p>(2) 高精度幾何学量の標準の確立に関する研究</p> <p>① 三次元形状標準の高精度化に関する研究</p> <p>② 角度の高精度化に関する研究</p> <p>③ 真直度／平面度／段差標準の高精度化に関する研究</p> <p>2. 力学系計量標準の基盤技術に関する研究</p> <p>(1) 力試験機及びトルク標準に関する研究</p> <p>① トルク標準の構築及び供給技術の開発に関する研究</p> <p>② 引張・圧縮試験機の機能評価に関する研究</p> <p>(2) 高度圧力標準に関する研究</p> <p>① 低圧力及び高圧力の標準に関する研究</p> <p>② 超高圧力の計測技術に関する研究</p> <p>(3) 加速度標準に関する研究</p> <p>① 重力加速度計測に関する研究</p> <p>② 絶対重力加速度測定装置の開発に関する研究</p> <p>③ 振動加速度標準に関する研究</p> <p>3. 電子技術関連標準計測技術の高度化の研究</p> <p>(1) 真空標準計測技術に関する研究</p> <p>① 標準圧力場発生と精密校正技術に関する研究</p> <p>② 気体と金属壁との相互作用に関する研究</p> <p>(2) 音圧レベル標準のトレーサビリティ確立に関する研究</p> <p>① 標準コンデンサマイクロホン校正技術の高度化に関する研究</p> <p>② 音圧レベル標準のトランスファー技術に関する研究</p> <p>③ 標準コンデンサマイクロホンの開発に関する研究</p>	<p>通商産業省工業技術院計量研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 (株)ミットヨ</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 建設省国土地理院</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 東京大学大学院工学系研究科</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 理化学研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 東京工業大学精密工学研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 科学技術庁無機材質研究所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 文部省国立天文台 (株)ミットヨ川崎事業所</p> <p>通商産業省工業技術院計量研究所 通商産業省工業技術院計量研究所</p> <p>通商産業省電子技術総合研究所極限技術部</p> <p>科学技術庁金属材料技術研究所</p> <p>通商産業省電子技術総合研究所基礎計測部</p> <p>(財)日本品質保証機構</p> <p>静岡理科大学</p>	<p>大 苗 敦</p> <p>石 川 純 上 田 守 正 瀬 田 勝 男 畑 中 雄 樹</p> <p>高 辻 利 之 高 増 潔 中 山 貫 石 川 哲 也 黒 澤 富 蔵 初 沢 毅</p> <p>東 城 琢 郎</p> <p>東 城 琢 郎</p> <p>大 岩 彰 山 岡 信 夫</p> <p>大 岩 彰 坪 川 恒 也 松 宮 貞 行 臼 田 孝 石 神 民 雄</p> <p>平 田 正 紘</p> <p>土 佐 正 弘</p> <p>藤 森 威</p> <p>高 橋 多 助</p> <p>三 浦 甫</p>

研究項目	担当機関	研究担当者
(3) 紫外・真空紫外域の標準計測技術に関する研究 ① 分光応答度標準の確立に関する研究	通商産業省電子技術総合研究所量子放射部	小貫英雄
(4) 放射線(能)標準のトレーサビリティ体系化に関する研究 ① 放射能標準トレーサビリティに関する研究	通商産業省電子技術総合研究所量子放射部 科学技術庁日本原子力研究所東海研究所アイソトープ開発室	桧野良穂 高橋秀武
② 大線量域の放射能の吸収線量標準に関する研究	(株)日本アイソトープ協会アイソトープ部 通商産業省電子技術総合研究所量子放射部	北田哲夫 高田信久
4. 研究運営	通商産業省工業技術院計量研究所	谷村吉久

### III 運営委員会

委員	所 属
○谷村吉久	通商産業省 工業技術院計量研究所力学部長
石川哲也	理化学研究所 X線干渉工学研究室主任研究員
上田守正	(株)ミットヨ つくば研究所主任研究員
大岩彰	通商産業省 工業技術院計量研究所力学部力学標準研究室長
桐生昭吾	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所企画室企画班長
黒澤富蔵	通商産業省 工業技術院計量研究所力学部機械計測研究室長
小貫英雄	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所量子放射部総括主任研究官
小林直人	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所量子放射部長
瀬田勝男	通商産業省 工業技術院計量研究所量子部光学計測研究室長
高橋秀武	日本電子力研究所 東海研究所アイソトープ開発室長
高増潔	東京大学 大学院工学系研究科助教授
竹村謙一	科学技術庁 無機材質研究所超高圧ステーション
坪川恒也	文部省 国立天文台水沢観測センター助教授
東城琢郎	通商産業省 工業技術院計量研究所力学部力学標準研究室主任研究官
中山貫	通商産業省 工業技術院計量研究所首席研究官
畑中雄樹	建設省 国土地理院宇宙測地研究室主任研究員
初沢毅	東京工業大学 精密工学研究所助教授
桧野良穂	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所量子放射部主任研究官
平田正紘	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所極限技術部主任研究官
藤森威	通商産業省 工業技術院電子技術総合研究所基礎計測部主任研究官
依田潤	通商産業省 工業技術院計量研究所量子部主任研究官

(注：○は運営委員長)