

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」(平成8年7月2日閣議決定)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た。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た。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, とまで指摘された。

一方, 諮問第21号「先端的基盤科学技術に関する研究開発基本計画について」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。

そして, 「科学技術基本計画」(平成13年3月30日閣議決定)の第2章, II. 7. (3) (知的基盤の整備)において, 計量標準の戦略的・体系的な整備の促進が急務であることが指摘されている。

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。

そのため後期の研究においては,

1. メートルの定義を実現する長さ標準器(光源)の実用化, これを基準光源とするレーザー干渉測長標準, 実用的な三次元幾何計測標準, 角度標準の校正技術の確立などの重点的な技術開発,
2. 力学量標準として整備の遅れているまたは高度化が望まれている分野として, 重力加速度計測, トルク標準の確立, 超高圧力及び低真空圧力標準の設定などの重点的な技術開発,
3. 音響・振動, 紫外光, 放射能, 環境放射能に係わる標準設定技術及び標準の高度化に関する技術開発, を行う。

2. 研究概要

1. 長さ関連標準の高度化に関する研究

我が国における長さ標準(光の波長)と, これと密接な

関係にある幾何学量の標準体系の整備に資するため, 高精度実用長さ標準の開発, 三次元幾何計測標準の確立技術, 角度の高精度校正技術などの研究を行う。

- (1) 高精度実用長さ標準の開発の研究(独立行政法人産業技術総合研究所, 国土交通省国土地理院)

実用長さ標準の確立の高度化に資するため, 高精度波長標準用レーザー光源の小型・可搬型に向けた技術開発を行う。特に, 波及効果が大きいと期待できる操作性に優れた高出力・高安定なよう素安定化レーザー光源の実用器の実現に重点を置き, その性能評価と信頼性向上を中心に研究を進める。また, 1mの長尺端度器の精度向上, 光波距離計の野外実験を実施し, その実用技術を開発する。

- (2) 三次元幾何計測標準の確立技術の研究(独立行政法人産業技術総合研究所, 東京大学, 東京工業大学)

長さ標準と密接な関係にある三次元幾何計測標準の確立に向け, 三次元測定機の校正技術の向上を図ると共に, 加工現場で座標校正のニーズの高いステップゲージの校正技術の開発を重点的に行う。また, 三次元パラレル機構装置の特性と直交座標系三次元測定機の特性を比較検討し, 相互に得失を評価する。直径300mmのフィゾー型絶対平面度校正装置の性能評価と測定データの解析を中心に研究を進める。段差については標準片となり得る試料の評価技術を高める。

- (3) 角度の高精度校正技術の研究(独立行政法人産業技術総合研究所, 理化学研究所, 静岡理科大学)

生産や研究の分野で広く使われている角度の高精度校正技術の確立に向け, 需要の多いロータリーエンコーダの高精度校正技術の開発を静岡理科大学と連携して重点的に行う。ポリゴン鏡の校正については国際比較に対応する体制を整える。また, オートコリメータの校正技術を確立するために, ナノラジアン(10^{-9})以下の微小角をレーザー干渉計で測る技術を実現する。

2. 力学関連標準の高度化に関する研究

産業・社会の基盤としての力学系の計量標準として早急に整備と高度化が求められているトルク標準, 圧力標準, 加速度計測の充実を図るため, 重点的に以下の技術開発を行う。

- (1) トルク標準の確立の研究(独立行政法人産業技術総合研究所)

各種機械の安全性, 信頼性を確保するための基礎技術として需要の高いトルク標準の確立に資するため, トルク標準の一次設定技術の開発と測定範囲の拡大が急務であり, 容量20kN/m, 精度200ppmのトルク標準機を開発し,

標準供給体制を整える。

(2) 圧力標準の高度設定技術の研究（独立行政法人産業技術総合研究所，独立行政法人物質・材料研究機構）

圧力・真空標準の高度設定技術の向上に資するため，整備の遅れている数百メガパスカル以上の高圧力及び千パスカル以下の低圧力の標準確立に焦点を絞って技術開発を行う。超高圧力領域において定点物質による技術開発を進め，実用的な圧力定点を提案し，圧力スケールとの整合を図る。真空標準ではオリフィス法と膨張法と合わせて（ 10^{-7} ～ 1 ）Paの真空標準技術を開発する。低圧力標準は，（ 1 ～ 1000 ）Paの低圧力標準技術を開発する。また，真空容器壁面の表面改質を行い，より安定な真空標準を試みる。

(3) 重力加速度計測技術の研究（独立行政法人産業技術総合研究所，国立天文台）

力学量標準の基礎としての重力加速度の信頼性確保に資するため，重力加速度計測の一次標準技術を開発する。国内外における標準重力点での比較測定を実施し，信頼性の確保と整合を図る。また， μgal オーダーの不確かさを目指すオリジナルの絶対重力計の開発を継続し，相互比較実験を通して測定値の信頼性向上を図る。

3. 音響及び振動加速度標準の高度化に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所，(財)日本品質保証機構，静岡理科大学）

音響及び振動加速度標準に関係する計測技術の高度化に向けて，標準マイクロホンの音場感度と振動加速度の絶対校正技術を実用化する。標準マイクロホンの校正周波数範囲を拡大し，上限 20 kHz までの可聴周波数全域で 1% 以下の不確かさを目標に研究を進める。また，音圧レベル標準の高精度トランスファー技術を開発する。振動加速度標準の研究では，0.1 Hz～10 Hz までの低周波領域の標準と 40 Hz～5 kHz の測定技術の高度化を図る。

4. 測光・放射標準の高度化に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所）

波長 90～250 nm での測光・放射標準の高度化に資するため，前期で導入した超高真空対応の紫外分光器や極低温型放射計などの機器システムの性能評価を加速させ，計画されている国際比較に対処する。

5. 放射能標準の高度化に関する研究（独立行政法人産業技術総合研究所，(株)日本アイソトープ協会）

産業・社会への影響が大きい放射能標準の高度化に資するため，放射能測定システムの超感度化を図り，環境レベル以下の極微量放射能領域及び放射能面密度標準の確立とその供給体制の整備を試みる。さらに，標準供給可能な範囲を純 α ， β 核種を含む放射性核種全般に拡張するために必要な研究を行う。

3. 年次計画

| 研 究 項 目 | 12 年 度 | 13 年 度 |
|--------------------------|--|----------|
| 1. 長さ関連標準の高度化に関する研究 | | |
| (1) 高精度実用長さ標準の開発の研究 | 小型・可搬型実用レーザ光源の開発 | 評価・まとめ |
| (2) 三次元幾何計測標準の確立技術の研究 | ステップゲージの校正技術の開発 | 評価・まとめ |
| (3) 角度の高精度校正技術の研究 | ロータリーエンコーダの校正技術の開発 | 評価・まとめ |
| 2. 力学関連標準の高度化に関する研究 | | |
| (1) トルク標準の確立の研究 | 20kN/mのトルク標準機の開発 | 評価・まとめ |
| (2) 圧力標準の高度設定技術の研究 | 数百メガパスカル 千パスカル以下の圧力標準の開発 1Pa以下の真空標準の開発 | 評価・まとめ |
| (3) 重力加速度計測技術の研究 | 重力加速度計測の一次標準技術の開発 | 評価・まとめ |
| 3. 音響及び振動加速度標準の高度化に関する研究 | | |
| (1) 音響標準の高度化 | 音場校正の実用化音場標準 トランスファー高度化 | 総合評価・まとめ |
| (2) 振動加速度標準の高度化 | 装置の高度化と測定範囲の拡大 | 総合評価・まとめ |
| 4. 測光・放射標準の高度化に関する研究 | 極低温放射計の高度化 | 総合評価・まとめ |
| 5. 放射能標準の高度化に関する研究 | 放射能測定システムの超感度化 と供給体制の整備 | 総合評価・まとめ |
| 所 要 経 費 (合 計) | 471 百万円 | 398 百万円 |

Ⅱ 平成13年度における実施体制

| 研 究 項 目 | 担 当 機 関 | 研究担当者 |
|--|---|---|
| 1. 長さ関連標準の高度化に関する研究 (1) 高精度実用長さ標準の開発の研究 (2) 三次元幾何計測標準の確立技術の研究 (3) 角度の高精度校正技術の研究 | 独立行政法人産業技術総合研究所 独立行政法人産業技術総合研究所 国土交通省国土地理院 独立行政法人産業技術総合研究所 東京大学大学院工学系研究科 東京工業大学精密工学研究所 独立行政法人産業技術総合研究所 理化学研究所 静岡理工科大学 | 石 川 純 藤 間 一郎 今給黎 哲朗 黒 澤 富蔵 高 増 潔 初 澤 毅 中 山 貫 石 川 哲也 益 田 正 |
| 2. 力学関連標準の高度化に関する研究 (1) トルク標準の確立の研究 (2) 圧力標準の高度設定技術の研究 (3) 重力加速度計測技術の研究 | 独立行政法人産業技術総合研究所 独立行政法人産業技術総合研究所 独立行政法人物質・材料研究機構 独立行政法人物質・材料研究機構 独立行政法人産業技術総合研究所 国立天文台 | 上 田 和 永 平 田 正 紘 竹 村 謙 一 土 佐 正 弘 大 岩 彰 坪 川 恒 也 |
| 3. 音響及び振動加速度標準の高度化に関する研究 | 独立行政法人産業技術総合研究所 (財)日本品質保証機構 静岡理工科大学 | 佐 藤 宗 純 高 橋 多 助 三 浦 甫 |
| 4. 測光・放射標準の高度化に関する研究 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 白 田 孝 |
| 5. 放射能標準の高度化に関する研究 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 齊 藤 輝 文 |
| 6. 研究運営 | (社)日本アイソトープ協会 | 桧 野 良 穂 |
| 6. 研究運営 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 木 村 俊 夫 田 中 充 |

Ⅲ 運営委員会

| 委 員 | 所 | 属 |
|---------|--------------------------------|-------|
| ○田 中 充 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 副部門長 |
| 赤 荻 登 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 主査 |
| 井 口 哲 夫 | 名古屋大学 大学院工学研究科教授 | |
| 石 川 純 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 主任研究員 |
| 石 川 哲 也 | 理化学研究所 X線干渉光学研究室主任研究員 | |
| 上 田 和 永 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 室長 |
| 植 田 憲 一 | 電気通信大学 レーザー新世代研究センター長 | |
| 大 岩 彰 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 科長 |
| 大 園 成 夫 | 東京電機大学 工学部精密機械工学科教授 | |
| 黒 澤 富 蔵 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 室長 |
| 斉 藤 輝 文 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 主任研究員 |
| 佐 藤 宗 純 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 科長 |
| 鈴 木 功 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 科長 |
| 高 辻 利 之 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 企画主幹 |
| 高 増 潔 | 東京大学 大学院工学系研究科助教授 | |
| 竹 村 謙 一 | 独立行政法人物質・材料研究機構 超高压ステーション主任研究員 | |
| 坪 川 恒 也 | 国立天文台 水沢観測センター助教授 | |
| 中 山 貫 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 総括研究員 |
| 初 澤 毅 | 東京工業大学 精密工学研究所助教授 | |
| 桧 野 良 穂 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 主任研究員 |
| 平 田 正 紘 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 室長 |
| 藤 間 一 郎 | 独立行政法人産業技術総合研究所 | 室長 |
| 松 坂 茂 | 国土交通省 国土地理院宇宙測地研究室長 | |
| 丸 山 一 男 | 工学院大学 機械工学科教授 | |

(注：○は運営委員長)