

I. 計量標準・標準物質

1. 「光周波数標準」
— 光のものさしでものづくりを高精度化 —
2. 「周波数遠隔校正技術」
— グローバルな企業展開を支える
周波数遠隔校正 —
3. 「長さ標準（ブロックゲージ）」
— あらゆる製造現場で利用される
寸法測定の基準 —
4. 「ナノスケール標準」
— 微細なものさしで
高品質なものづくりを支援 —
5. 「三次元測定標準」
— 三次元の「形」をすべてデジタル化、
ものづくり産業を支援 —
6. 「角度標準」
— 日本発の角度校正技術で、
ものづくり産業を支援 —
7. 「質量標準」
— 医薬品開発や環境分析に不可欠な
正確な質量計測 —
8. 「アボガドロ定数測定による質量標準高度化」
— 基礎物理定数による
質量標準実現に貢献 —
9. 「トルク標準」
— 正確なトルク計測で締結部の
信頼性向上と省エネに貢献 —
10. 「圧力標準」
— 広い圧力範囲で高精度の圧力標準を供給、
信頼性の高い圧力計測に貢献 —
11. 「リーク標準」
— 安全・安心の確保から
地球温暖化対策まで幅広く活用 —
12. 「高温標準」
— 素材産業等の製造プロセスにおける
品質・安全管理のための高温計測
の信頼性向上に貢献 —
13. 「中温・室温における放射温度標準」
— 品質・安全管理のための
温度計測の信頼性向上に貢献 —
14. 「低温標準」
— 食品・医療医薬品、航空機部品等の製造プロセ
スにおける品質・安全管理のための低温計測
の信頼性向上に貢献 —
15. 「湿度標準」
— 湿度測定の信頼性向上に貢献 —
16. 「直流電圧・抵抗、キャパシタンス標準」
— 生産現場での品質向上に貢献 —
17. 「インダクタンス標準」
— 生産現場での品質向上に貢献 —
18. 「直流高電圧標準」
— 直流電圧の測定範囲拡張により
安全性の確保と先端技術に貢献 —
19. 「交流電圧標準（交直差標準）」
— 産業界への交流電圧標準の供給に貢献 —
20. 「電流標準（シャント標準）」
— 電流を高精度に測る技術を活かして
省エネルギーに貢献 —
21. 「変成器標準」
— 大電流及び高電圧を高精度に測定し
公正な電力取引に貢献 —
22. 「電力・電力量標準」
— 電力取引や製品の高品質化等に貢献 —
23. 「電気複合量の一括校正技術」
— 電気製品や電子部品の輸出を支援 —
24. 「磁界の精密測定」
— 磁性材料の性能評価や
周囲環境磁場の測定に貢献 —
25. 「振動・衝撃加速度標準」
— 社会の安全・安心の確保と産業の
国際展開に貢献 —
26. 「超音波標準」
— 医用超音波機器の
「効果」と「安全性」の評価に貢献 —
27. 「硬さ標準」
— 材料強度の信頼性確保と産業への貢献 —
28. 「EMC測定（～6 GHz以下）用アンテナ標準」
— アンテナ標準で電磁波を精密測定して
EMI規制対応に貢献 —
29. 「高周波アンテナ標準」
— マイクロ波ミリ波帯のEMC規制等に対応した
アンテナ標準開発と供給による
公設試、企業支援 —
30. 「伝導性EMC試験」
— 効率的な伝導性EMC試験の普及に貢献 —

- 31. 「高周波標準」
 - －電波の高精度標準計測により電気通信機器の安全利用に貢献－
- 32. 「照度標準」
 - －生活、労働及び教育環境における安全管理のための照度の信頼性向上に貢献－
- 33. 「LED測光標準」
 - －信頼の高い明るさ計測を通じてLED普及に貢献－
- 34. 「分光拡散反射率標準」
 - －光の反射を精密計測して最先端の材料評価に貢献－
- 35. 「放射線標準」
 - －放射線計測の信頼性と安全に貢献－
- 36. 「医療用放射線標準」
 - －高精度線量評価で放射線治療の信頼性向上－
- 37. 「放射能標準」
 - －放射能精密測定技術で社会を守る－
- 38. 「中性子標準」
 - －社会の安全・安心と信頼性確保に貢献－
- 39. 「密度・屈折率・粘度標準」
 - －様々な液体利用分野を支える高精度・高信頼性基準－
- 40. 「石油流量標準」
 - －石油を正確に測定して省エネルギーと公正な取引に貢献－

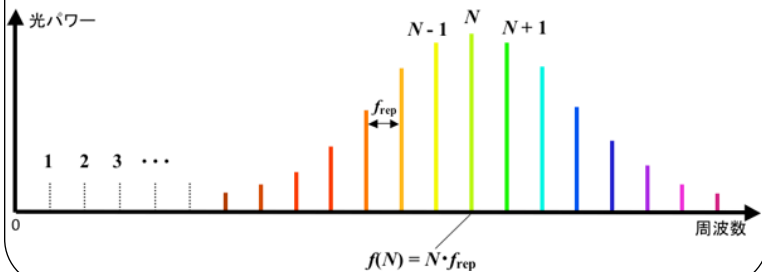
- 41. 「水素ガス流量標準」
 - －次世代燃料の水素の普及を目指して－
- 42. 「高レイノルズ数流量標準」
 - －発電プラント等における省エネルギー、安全性向上に貢献－
- 43. 「標準ガス」
 - －クリーンな大気を守る標準ガス－
- 44. 「粒子標準」
 - －確かな粒子計測技術・ナノ粒子管理に基づく安全・安心の確保－
- 45. 「高純度無機標準物質・無機標準液」
 - －質量、電流、時間等のSI単位を基準にした普遍的な純度－
- 46. 「有機標準液」
 - －安全・安心な水の提供に貢献－
- 47. 「固体熱物性標準」
 - －熱問題への確かなソリューションの構築を効果的にサポート－
- 48. 「高精度標準スペクトルデータ(SDBS)の提供」
 - －世界のユーザに支持されているスペクトルデータベース－
- 49. 「RoHS指令対応認証標準物質」
 - －RoHS指令関連の分析や環境配慮設計に貢献－
- 50. 「環境・食品認証標準物質」
 - －環境・食品に関わる安全・安心の確保に貢献－

- 51. 「有機ふっ素化合物分析用認証標準物質」
 - －工業製品の規制遵守・環境リスクの監視に貢献－
- 52. 「バイオ燃料分析用認証標準物質」
 - －バイオ燃料の普及に貢献－
- 53. 「臨床検査用標準物質」
 - －臨床検査の信頼性・互換性確保に貢献－
- 54. 「定量NMR技術」
 - －標準物質の校正技術の高度化により食品安全に貢献－
- 55. 「PCB分析用標準物質」
 - －精密な分析を実現し、PCBの迅速・適切な処理に貢献－
- 56. 「半導体デバイス開発用標準物質」
 - －極浅領域評価技術の高信頼性化で国際競争力強化に貢献－
- 57. 「電子マイクロプローブ分析用標準物質」
 - －確かな材料分析を支えて高性能製品開発に貢献－
- 58. 「深さ方向組成分析用薄膜標準物質」
 - －薄膜の厚さを高精度に測る技術で国際標準化に貢献－
- 59. 「ナノ空孔評価用標準物質」
 - －ナノ空間を利用した革新的材料の研究開発に貢献－

1. 光周波数標準の活用事例

■ 光周波数コムとは

モード同期レーザーと呼ばれる超短光パルスレーザーから出力される、広帯域かつ櫛状のスペクトルを持つ光のこと。このスペクトルの形状がくし(comb)に似ていることから「光周波数コム(comb)」と呼ばれる。繰り返し周波数 f_{rep} を、協定世界時に同期すれば、光周波数コムを使って光の振動を数えることができる。



■ 光周波数標準の開発・整備・供給

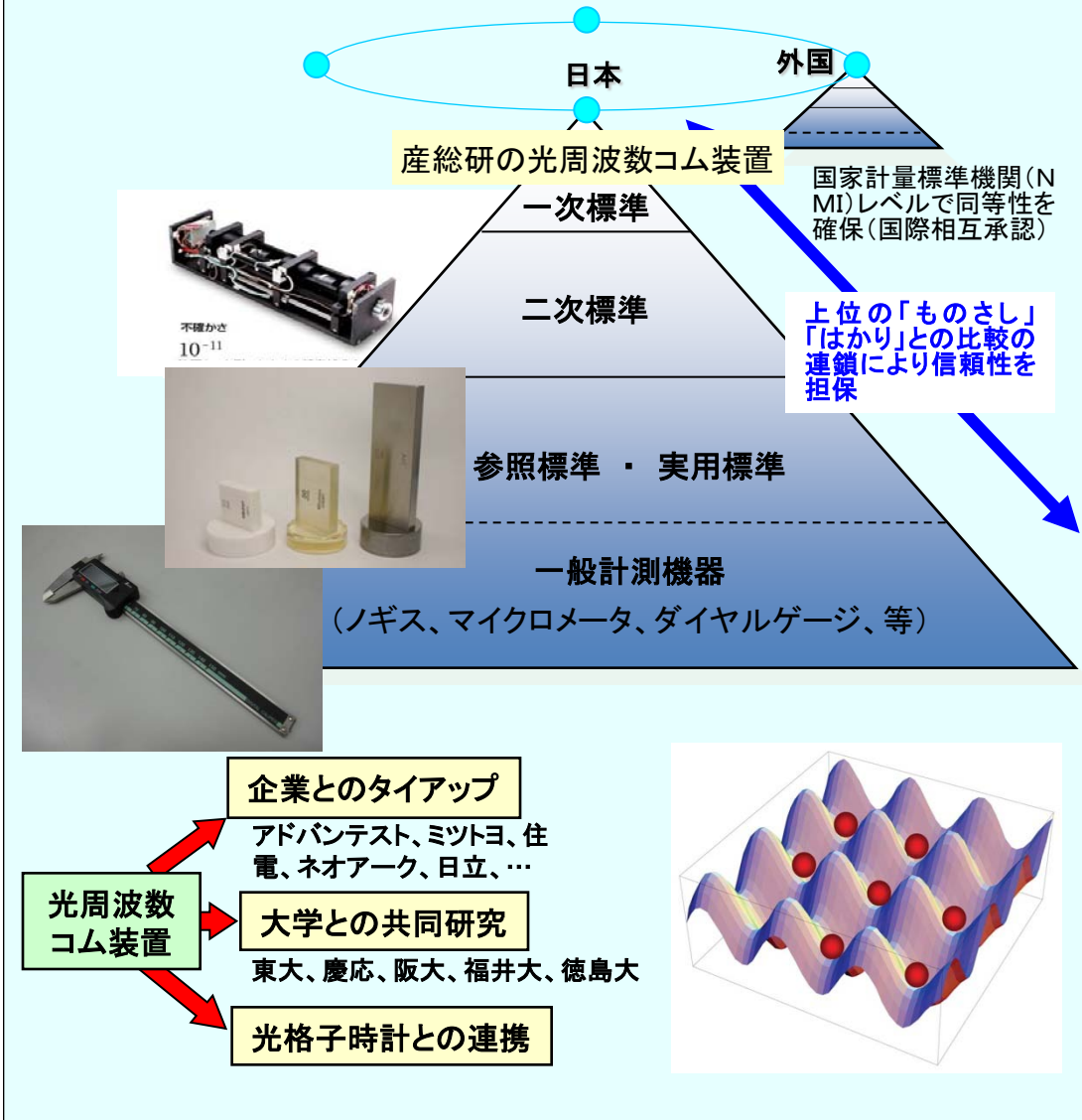


- 自ら開発し、低価格・小型化可能
- 1週間以上の連続運転が可能
- 狭線幅化など高性能化を実現
- 産総研所有の「光周波数コム装置」が長さの国家標準
- ファイバコム技術は常に世界でリード

産業界のニーズ

- 光周波数コムの更なる小型化・低価格化
- 波長領域を真空紫外からテラヘルツまでカバー

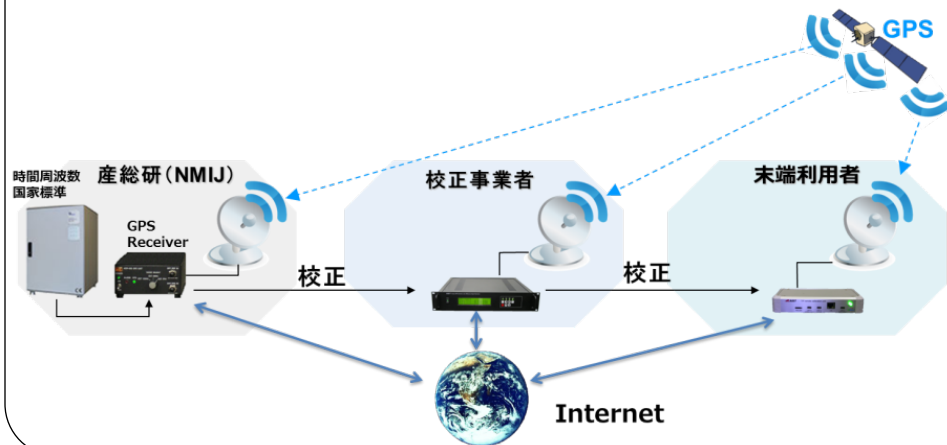
光のものをさしでものづくりを高精度化



2. 周波数遠隔校正技術の活用事例

■ 周波数遠隔校正技術とは

周波数遠隔校正技術は、GPS衛星、インターネットを利用し、遠方の発振器、測定器等の校正器物を移送なしに産総研の国家標準により校正できる技術である。



グローバルな企業展開を支える周波数遠隔校正

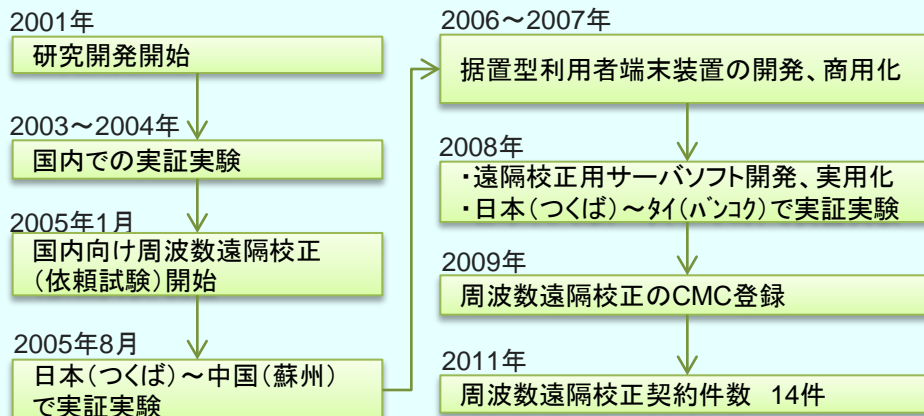
従来方法(持込み校正)では;

- ①使用不可期間(1ヶ月) 管理費用増加!
- ②輸送事故等危険性
- ③校正値の同一性 校正不確かさ(精度)悪化!



遠隔校正技術により;
最新情報通信技術を駆使して標準供給を速く、安く、正確に行えるようになった。

■ 周波数遠隔校正の開発・整備・供給



産業界のニーズ

- 測位、科学、通信等の幅広い分野で利用者数が増加しており、その対応が必要である。



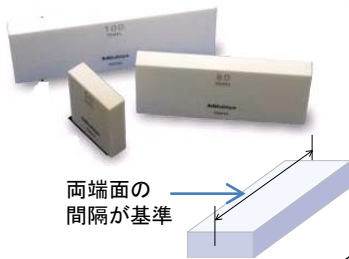
現在の利用状況

- 国内の校正事業者、測定器メーカー等12社が利用しており、年々増加傾向にある。
- 海外の2拠点(中国)に遠隔校正サービスを提供中である。

3. 長さ標準(ブロックゲージ)の活用事例

■ ブロックゲージとは

ブロックゲージは、3次元測定器と呼ばれる高精度形状測定器から、ノギスやマイクロメータといった汎用的な寸法計測器まで、あらゆる寸法計測器の基準となるもの。



■ ブロックゲージの開発・整備・供給

・ブロックゲージの高精度な校正技術は、ものづくりにおいて欠くことのできない重要な基盤技術。

・産総研は短尺ブロックゲージ(0.5 mm~250 mm)及び長尺ブロックゲージ(200 mm~1000 mm)用に、2台のブロックゲージ校正装置を開発し、校正サービスを実施。



長尺ブロックゲージ校正装置
(レーザー干渉計)

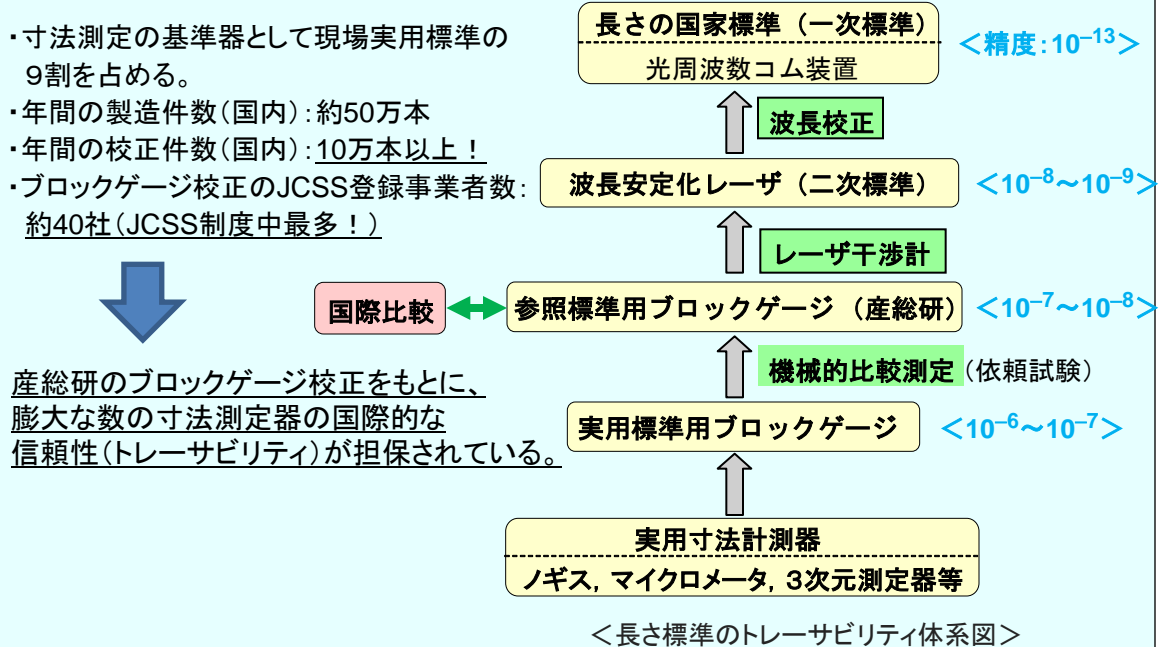
- ◇ 独自開発のレーザー光源と信号解析装置を使用。同様の装置を保有しているのは、ドイツの標準研のみ
- ◇ アジア諸国(タイ等)の国家標準ブロックゲージも校正
- ◇ 国際比較の幹事国も担当

産業界のニーズ

- 新規材料(低熱膨張材料)のブロックゲージが開発されてきているが、材料の特性評価(熱膨張率や安定性)が不十分

あらゆる製造現場で利用される寸法測定基準

- ・寸法測定の基準器として現場実用標準の9割を占める。
- ・年間の製造件数(国内): 約50万本
- ・年間の校正件数(国内): 10万本以上!
- ・ブロックゲージ校正のJCSS登録事業者数: 約40社(JCSS制度中最多!)



ブロックゲージを基準とする寸法測定器の例



ノギス、マイクロメータ



3次元測定器

4. ナノスケール標準の活用事例

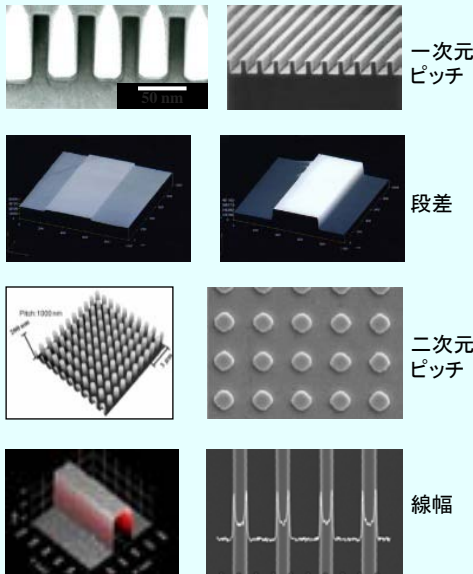
■ ナノスケール標準とは

- ・超高密度半導体回路の製造工程・検査時等に測定の基本となるもの。
- ・小さく高密度な電子部品の寸法測定が可能となり、安定して高品質な製品の製造ができるようになる。

■ ナノスケール標準の開発・整備・供給

- SI単位にトレーサブルなナノ標準が実現することにより、ナノレベルものづくり産業に革新。半導体を含め少なくとも国内数兆円、海外数十兆円規模の市場に貢献、国際競争力確保
- 検査・計測装置メーカー、校正サービス機関との緊密な対話を通じ、ニーズに合った校正システムを構築
- 次世代半導体回路の超微細構造の寸法を保証し管理することが可能
- 日本の計測技術が世界をリード、世界の半導体産業を下支え

ナノスケール標準



産業界のニーズ

- 最先端集積回路の最小加工寸法は2013年に18ナノメートル、2020年には10ナノメートルになると予想。急速に進化する産業界からの要請に対応するために、更なる微細化を目指した研究開発が必要。

微細なものさしで高品質なものづくりを支援

2011年

校正事業者による25 nm校正サービスを開始(X線回折式)

◆ナノテク産業の国際競争力を強化
半導体産業国内市場規模：2兆円

2008年

25 nm ナノスケール開発

◆世界に先駆け、原子層成長を用いた超格子構造により世界最小目盛り25 nmの面内方向スケールを開発。

※半導体工場向け電子顕微鏡
日本が世界シェア8割（年間200台）

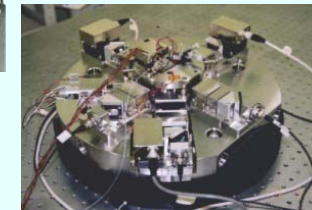
2006年

校正事業者による100 nm校正サービス開始(深紫外レーザー回折式)

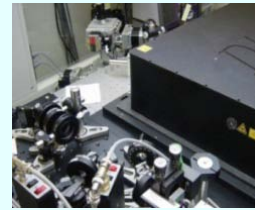
※最新CPU(22 nmプロセス)は、21mm角に22億7000万個のトランジスタを集積。

2005年

深紫外レーザーの回折現象を利用し、世界最小97 nmのピッチ校正装置を開発



レーザー干渉計搭載型原子間力顕微鏡(AFM)

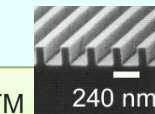


深紫外レーザー回折式ピッチ校正装置

2001年

レーザー干渉計搭載型AFMを開発、校正サービス開始
世界最高分解能:0.04 nm

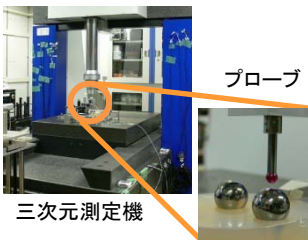
◆集積化が進むにつれ、半導体メーカーはさらに信頼性の高い検査・計測装置を求め、精度を確保するための基準となるナノスケールのニーズが高まった。



5. 三次元測定標準の活用事例

■ 三次元測定機とは

先端にルビー球がついたプローブを移動して測定対象物に接触させ、そのX、Y、Z座標値をデジタル記録することで対象物の三次元形状を測る装置。加工・組立品の検査・計測など、あらゆる生産・開発現場で利用され、点群データとしてCAD設計図面との連携も図られている。光を使った非接触式もある。



■ 三次元測定標準の開発・整備・供給

- 座標値のトレーサビリティ確保
 - 不確かさ解析技術
 - 依頼校正サービスの提供(7品目)
 - 国際比較への参加、企画、幹事国業務
- 各種基準器(ゲージ)の開発と供給
 - ユーザの三次元測定機を精密に校正・検査
 - ユーザ基準器の値付け
- 評価手法の標準化への取り組み
 - 測定機や基準器の校正手順の確立と規格化



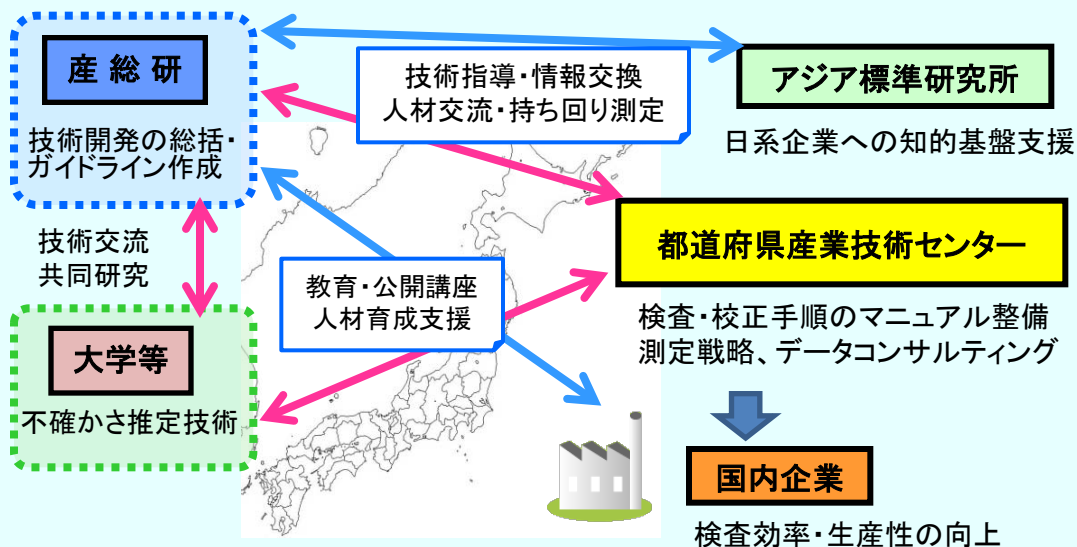
ボールプレート ボールステップゲージ 簡易検査ゲージ

産業界のニーズ

- 測定された多数の点群データと実際の表面形状との対応において、信頼性を評価するための手法を確立する。

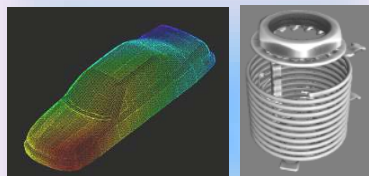
三次元の「形」をすべてデジタル化、ものづくり産業を支援

◆ 計量標準技術の供給と普及体制の構築



- 産総研を中核とし、公設試経由で三次元測定技術の産業界への普及・定着を推進。
- 国内持ち回り測定、国際比較を通し、検査・評価手順の標準化を推進

点測定から面測定、内部測定へ展開



- 非接触測定コンソーシアム活動
- X線CTによる持ち回り測定、専門委員会活動

信頼性評価技術の教育・普及・人材育成



地域セミナー2011 茨城

APMP2011 神戸

6. 角度標準の活用事例

■ 角度測定機器とは

ロータリエンコーダ: ロボット腕間接や工作機器の回転テーブルに内蔵され360°の広範囲の角度測定する機器



ネミコン(株)

オートコリメータ: 望遠鏡の様な形をしており平面鏡などの微小な角度の差や振れ、傾きなどを測定する光学機器



ポリゴン鏡: 円柱状の多面体鏡。12面の場合には面間角度が30°の角度標準として使用



MOLLER-WEDEL OPTICAL GmbH

水準器: 地面にたいする傾斜角度を計測する機器



(株)大菱計器製作所

トータルステーション: ロータリエンコーダを内蔵し角度等を計測する測量機器



プロトラクタ: 分度器



丸井計器(株)

■ 角度標準の供給

日本発の2つの角度校正原理を用いて世界最高精度の角度校正装置を開発。

1. 等分割平均法(EDA-method)
2. 自己校正機能付角度検出器(SelfA)



角度の特定標準器

JCSS: ロータリエンコーダ

依頼試験: オートコリメータ、ポリゴン鏡

産業界のニーズ

- 角度測定機器ごとに校正装置が異なるため、中小企業や発展途上国には設備投資が負担となり、角度標準の普及が遅れている。オートコリメータ、ポリゴン鏡、水準器等のトレーサビリティ体系の確立が必須。
- 相互承認に欠かせない国際比較がポリゴン鏡のみであり、国際比較の種類拡大が必須である。

日本発の角度校正技術で、ものづくり産業を支援



角度の特定標準器
等分割平均法
(EDA-method)

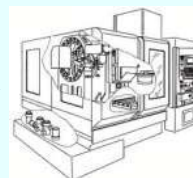
小型化
汎用性



汎用型角度標準器
自己校正機能付
角度検出器(SelfA)
日本・タイ・インドネシア
韓国・中国が導入

① 角度標準の確立

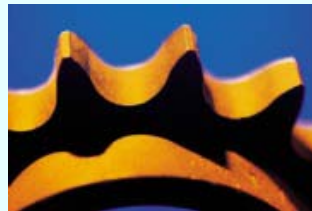
- ・ロータリエンコーダ
- ・オートコリメータ
- ・ポリゴン鏡



工作機械・ロボットの角度検出、
制御精度の向上

② 新規計量標準への貢献

- ・歯車形状の標準(極座標の角度)



自動車
燃費の向上
静粛化

- ・密度・屈折率の標準
(屈折角度)



風力発電
回転効率の向上

③ 研究開発支援やイノベーション

- ・ジャイロ姿勢センサ校正技術
(角速度、角加速度)
- ・X線回折装置の高精度化(角度)
- ・回転軸ぶれ検出技術(回転角度の変位)



(株)アタゴ
屈折率を応用した
濃度計
糖度計

④ 国際対応(アジア展開)

- ・タイ、インドネシア: 汎用型角度標準器の共同開発
- ・韓国、中国、ベトナム、ドイツ: 技術移転
- ・日本企業: 技術移転

例: ロータリエンコーダ角度校正技術保有数(2012年)
アジア: 5カ国、6研究機関、9企業(全て日本)
ヨーロッパ: 1カ国、1研究機関、2企業

7. 質量標準の活用事例

■ 質量とは

質量は、物体の動きにくさ・止まりにくさ(慣性質量)と地球など他の物体に万有引力により引き付けられる強さ(重力質量)という物体の二つの性質を表す。

質量の単位 "キログラム (kg)" は、国際単位系(SI)では基本単位の一つになっている。

■ 質量標準の開発・整備・供給



日本国キログラム原器



1 mg~5000 kg
の標準分銅

1 kg(キログラム原器)を起点として、1 mgから5000 kgまでの標準分銅を産総研内で校正し、質量の標準器として設定・維持している。そして、これらの標準分銅を参照して、法規制のための基準分銅や校正事業者が使う参照分銅を校正することにより、標準を供給している。

産業界のニーズ

- 現在標準を供給している1ミリグラムより更に小さい微小な質量の範囲で、質量計測の信頼性向上が求められている。
- 既存の1 mgから5000 kgの範囲においても、質量計測の一般ユーザから、より高精度な標準供給のニーズがある。

医薬品開発や環境分析に不可欠な正確な質量計測

- ◆ 医薬品の開発や製造においては、試料の調製などのために、ミリグラムあるいはそれ以下の小さい質量を高精度に計測することが不可欠である。
- ◆ 環境分析においても、分析装置の校正・点検用の標準ガスなどの標準試料を調製するために、質量標準にトレーサブルでかつ高精度な質量計測が不可欠である。
- ◆ このほか、法規制に用いられる基準分銅を検査するため、並びに圧力・密度・力・トルク・液体流量など産業上重要な量の標準を設定・維持するためにも必要とされている。



(イメージ)

薬品の開発・製造過程における試料の質量測定



力標準機(力の国家計量標準)の重錘の質量調整と校正



環境分析装置のための標準ガスの調製
(写真: 産総研NMIJ 有機分析科 ガス標準研究室)

8. アボガドロ定数測定による質量標準の高度化

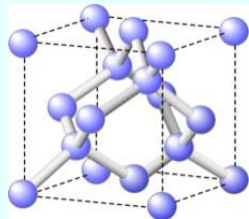
■ アボガドロ定数とは

巨視的世界の「物質」と微視的世界の「粒子」の物理量の橋渡しを行う基礎物理定数であり、物質1モル中の要素粒子(分子、原子など)の数を示す。光速、プランク定数などとならぶ最も重要な基礎物理定数の一つ。この定数を高精度測定し、将来、質量の単位であるキログラムを基礎物理定数を用いて定義する国際的合意が得られている。

■ 高精度密度標準設定技術を用いたアボガドロ定数決定



シリコン単結晶球体



シリコン結晶構造

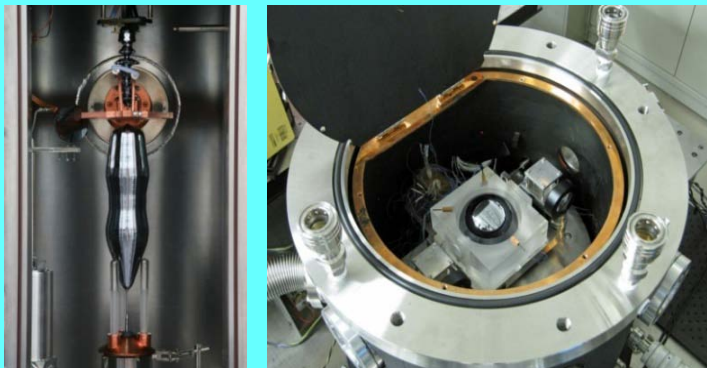
密度の国家標準はシリコン単結晶球体であり、その質量と体積を測定することにより実現。体積測定には高精度レーザー干渉計を用いる。シリコン球体の格子定数、モル質量を密度と組み合わせ、シリコン球体中の原子の数からアボガドロ定数を決定する。産総研は7つの計量標準研究機関との国際研究協力により、アボガドロ定数を 3×10^{-8} の世界最高精度で決定している。

産業界のニーズ

- 国際キログラム原器の質量の長期安定性が問題になる中、アボガドロ定数高精度化による対応

基礎物理定数による質量標準の実現に貢献

^{28}Si 同位体濃縮結晶によるアボガドロ定数高精度化



^{28}Si 同位体濃縮結晶 シリコン球体直径測定用レーザー干渉計

産総研 日本



PTB ドイツ



INRIM イタリア



国際度量衡局



NMIA オーストラリア



アボガドロ定数高精度化のための国際研究協力(2012-)
(アボガドロ国際プロジェクト)



国際キログラム原器
(現在の質量標準)

歴史上初めての基礎物理定数による質量標準

- ◆ 高精度密度標準設定技術を利用し、より高い精度(2×10^{-8})でのアボガドロ定数決定に貢献
- ◆ 国際キログラム原器により定義されているキログラムの基礎物理定数による再定義に貢献

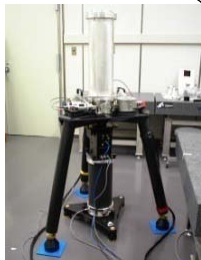
9. トルク標準の活用事例

■トルクとは

トルクは、いわば「ねじる力の強さ」であり、トルク標準は質量・長さ・重力加速度の標準から組み立てられる。



キログラム原器



絶対重力計

■トルク標準の開発・整備・供給

トルク標準機は、質量を精密に調整したおもり・精密に長さを測定した梁（モーメントアーム）・設置場所の重力加速度の測定値から組み立てて、基準となるトルクを発生させる装置である。



開発した1 kN・mトルク標準機

産業界からのニーズが高かった中容量(5 N・m~1 kN・m)と大容量(1 kN・m~20 kN・m)のトルク範囲において、世界トップクラスの性能を有するトルク標準機を開発し、既に標準供給を行っている。更に小容量(0.01 N・m~5 N・m)の範囲でも、トルク標準機の開発を進めている。

産業界のニーズ

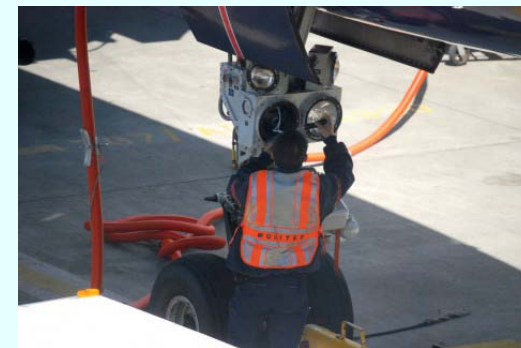
- トルク標準の更なる範囲の拡大が求められている。
- 時間とともに変動する動的トルクの計測の信頼性向上

正確なトルク計測で締結部の信頼性向上と省エネに貢献

◆航空機の整備に使われるトルクレンチが、当MIJのトルク標準にトレーサブルであることにより、米国NISTの標準にトレーサブルであることと同等であると米国の航空当局 (FAA)により認められ、国内の航空機整備事業者の負担が軽減された。

◆航空機に限らず自動車など機械全般の製造や保守、またプラントの保守などにおいてはネジ・ボルトの締め付けトルクの管理が不可欠で、使用するトルクレンチやトルクドライバの校正に標準が活用されている

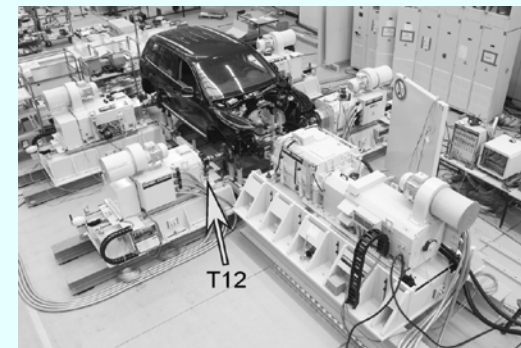
◆自動車のエンジン及びOA機器から電車まで各種のモータの出力を評価し性能を証明し、省エネルギーな国産製品の普及を図るためにも、正確なトルクの計測が必要で、当該分野でも標準が必要とされている。



航空機の整備



航空機の整備に使用されるトルクレンチ



自動車の駆動系計測システム (HORIBA Europe GmbH製)

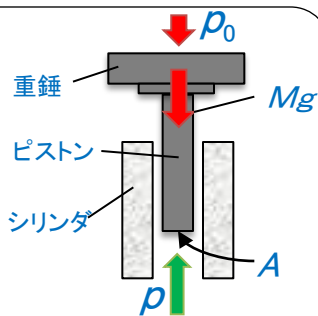
出典: S.Kuhn, Proc. XIX IMEKO World Congress, pp.351-355, Lisbon, Portugal, 2009.

10. 圧力標準の活用事例

■ 圧力標準とは

圧力は、単位面積あたりに働く法線方向の力の大きさを定義される測定量である。

産総研では、定義をそのままに実現する「重錘形圧力天びん」及び「液柱形圧力計」とよばれる装置を高精度に維持・管理し、それをを用いて標準供給を行っている。



$$p = Mg / A + \rho_0$$

重錘形圧力天びんの原理図

■ 圧力標準の開発・整備・供給

種類：ゲージ圧力
絶対圧力
差圧

媒体：気体、液体
圧力標準の範囲：

1 Pa ~ 1 GPa (10⁹ Pa)



高圧標準を実現するための大型の重錘形圧力天びん

産業界のニーズ

- ユーザー負担の少ない校正および標準供給の手法
- 産業現場での圧力計測の効率的な信頼性確保

広い圧力範囲で高精度の圧力標準を供給、信頼性の高い圧力計測に貢献

◆ 圧力の国内標準供給体系

産業技術総合研究所

圧力の国家標準

光波干渉式標準圧力計 (液柱形圧力計)
ピストン式一次圧力標準器群 (重錘形圧力天びん)

JCSS校正事業者 ↓ jcss JCSS, AIST校正

国家標準により校正された圧力標準器
重錘形圧力天びん

JCSS校正事業者 ↓ JCSS JCSS

JCSS校正された圧力標準器
重錘形圧力天びん、液柱形圧力計、
デジタル圧力計、機械式圧力計

ユーザー ↓ JCSS

現場における一般圧力計測機器
重錘形圧力天びん、液柱形圧力計、
デジタル圧力計、機械式圧力計

各種圧力計の信頼性確保



重錘形圧力天びん
(長野計器HPより)



機械式圧力計



デジタル圧力計
(横河電機HPより)



液柱形圧力計
(双葉測器製作所)

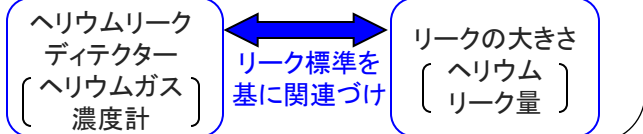


11. リーク標準の活用事例

■リーク標準とは

ヘリウムリーク試験は、ヘリウムガスを用いてリーク（漏れ）を検出する非破壊試験である。リークを通過したヘリウムガスをヘリウム分圧として検出するため、リークを高感度に検出できる。リーク量定量化のためには、ヘリウムリーク量（流量）とヘリウム分圧計とを関連づける必要がある。

一定ヘリウム流量を発生するヘリウム標準リークは産業、研究に関わらず、リークの基準として広く現場で用いられる。ヘリウム標準リークの校正の基準が、リーク標準（リークの国家標準）である。



■リーク標準の開発・整備・供給

校正対象:

ヘリウム標準リーク

校正方法:

基準ヘリウム流量との比較校正

校正範囲:

$10^{-8} \text{ Pa m}^3/\text{s} \sim 10^{-6} \text{ Pa m}^3/\text{s}$

国際比較:

CCM.P-K12で優れた国際同等性

ISO/IEC 17025対応済み

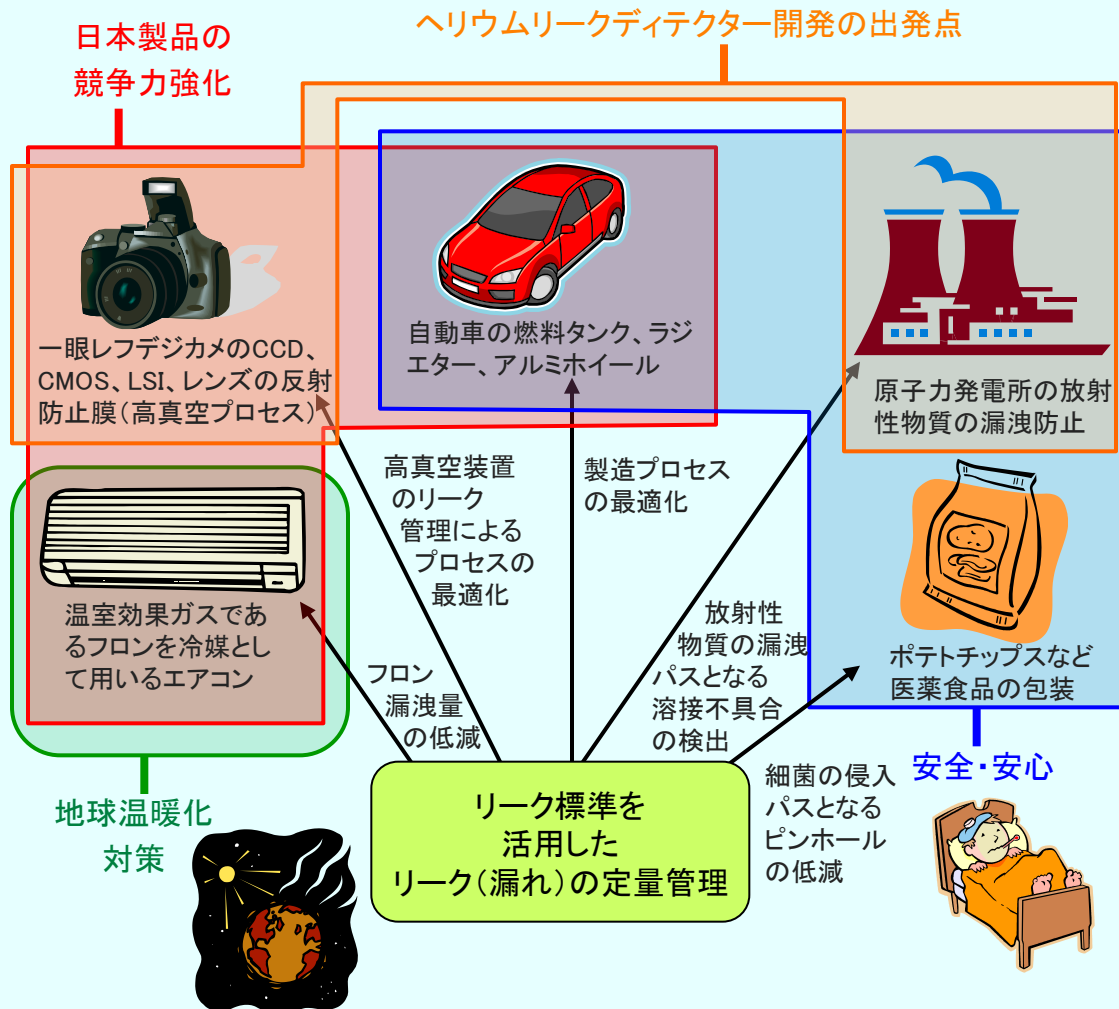


標準リーク校正装置

産業界のニーズ

- 実際の動作環境である大気への漏れの標準の開発
- 実際に充填されているフロン、炭酸ガスなどへの対応

安全・安心の確保から地球温暖化対策まで幅広く活用

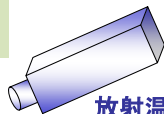
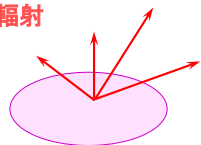


12. 高温標準の活用事例

■ 高温標準とは

放射温度計による
非接触高温計測

熱輻射



放射温度計



工業用熱電対

エネルギー原単位の削減・高品質化を通じた競争力向上・CO₂削減などの目的で素材産業等における1000°C以上の高温での製造プロセス温度管理が求められている。温度管理に使用される温度計の精度は高温標準トレーサビリティで確保される。

■ 高温標準の開発・整備・供給

高温標準は鉄鋼業に代表される我が国産業界のニーズに応えるために80年代から整備されてきた。

その後、産業界で多用されている接触型温度計である高温熱電対の校正サービスが開始されたほか、非接触型の放射温度計に関しても産業界のニーズをほぼカバーする2800°Cまでの標準が開発・整備された。



産業界のニーズ

高温定点からの黒体輻射

- 高温域の熱力学温度測定技術の確立
- 中温・室温域の放射温度計のトレーサビリティ整備

素材産業等の製造プロセスにおける品質・安全管理のための高温度計測の信頼性向上に貢献

- ◆ 鉄鋼業における溶銑・溶鋼温度管理の精度向上を通じて高品質な製品の製造および安定操業を可能にしている。
- ◆ 素材産業の中でも最も高温プロセスである炭素素材の製造工程においては2800°Cに近い温度での温度管理により国際競争力のある製品品質管理に貢献している。
- ◆ また、高温黒体からの熱放射は光放射輝度の標準にもなる。これを利用し地球観測用衛星センサの校正が実施され、資源探査や自然災害のモニタリングに貢献している。



日本鉄鋼連盟ホームページより

炭素素材製造プロセス管理



地球観測衛星センサ校正

ASTER VNIR RGB Image (Tokyo Bay) May 16, 2000



著作権：経済産業省・NASA、画像作成：J-spacesystems

13. 中温・室温における放射温度標準の活用事例

■ 中温・室温における放射温度標準とは

温度標準は、接触式温度計と放射温度計に大別され、いずれも1990年国際温度目盛(ITS-90)に従って構築・運用されている。その中で、中温・室温域とは、一般的に水の三重点である0.01℃から1000℃程度の温度域を指す。

この温度域において使用される温度計は接触式温度計が主流であったが、現在では、赤外線領域の放射温度計の開発が進み、産業界でも広く使用されるようになった。



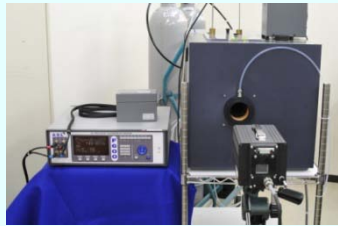
中温・室温用放射温度計の例

■ 中温・室温における放射温度標準の開発・整備・供給

400℃以上2000℃までの温度域における放射温度計の標準供給はすでに確立されており、計量法登録事業者制度(JCSS制度)が開始されている。

400℃以下においては、産業界における放射温度計の普及が目覚ましいことから標準供給の整備、JCSS制度の開始が急務となっている。

また、市販されている放射温度計がマイナス温度から測定可能なものが多いため、現在では0.01℃より低い温度域(-30℃)での標準供給にも対応している。



室温放射温度計用校正システム

産業界のニーズ

- 放射率を1に設定できない放射温度計が多く、現行の黒体炉を使用した校正では標準供給が困難であるため、校正システム・校正方法の確立が求められている。

品質・安全管理のための温度計の信頼性向上に貢献

- ◆ 耳式温度計に代表されるような放射温度計は、医療現場や医薬品研究、バイオテクノロジーの開発などに活用されている。



- ◆ 放射温度計は、非接触で衛生的に温度が計れるため、生鮮食料品や冷凍食品の保管温度の管理、加工食品の製造過程における温度管理やファーストフード店の加熱温度など製品の品質管理に活用されている。



- ◆ 離隔距離が十分にとれ、安全に温度が計れるため、高圧配電盤や変圧器などの電気設備や高温の液体・低温ガスを流すような危険な場所にも用いられ、事故を未然に防ぐとともに、日常的な保守・点検等にも活用されている。

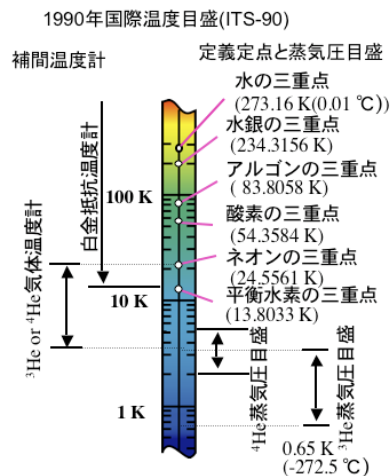


- ◆ プラスチック、樹脂、ゴムなどの成型加工時や、塗装の焼付時の温度を安定かつ均一にすることにより、生産性や製品の品質向上に活用されている。

14. 低温度標準の活用事例

■ 低温度標準とは

現在の温度標準は1990年国際温度目盛 (ITS-90)であり、低温度標準はITS-90のうち主に水の三重点温度(0.01 °C)以下の温度領域に対応する。ITS-90は定義定点やヘリウムの蒸気圧目盛を実現するとともに、補間温度計である白金抵抗温度計やヘリウムの気体温度計により、定義定点の間を補間することで実現される。このITS-90により実現された温度目盛にトレーサビリティが確保されることで、産業界での温度計測による製品の品質・安全管理が保証される。



食品・医療医薬品、航空機部品等の製造プロセスにおける品質・安全管理のための低温度計測の信頼性向上に貢献

① 温度標準の供給と産業での品質・安全管理

温度計測による品質保証・安全管理



航空機部品製造

航空機燃料



液化天然ガスプラント

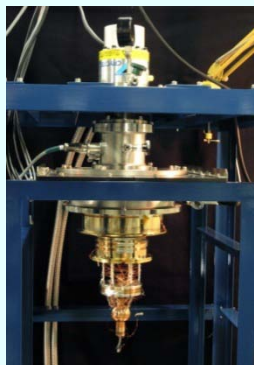
各種液化ガスプラント

医療医薬品

食品

- ◆ 液体窒素温度(-196 °C)までJCSSの適用範囲を拡張
- ◆ ヨーロッパの温度校正テクニカルガイドEuramet tg-1(産総研の校正技術を参照)
- ◆ 航空機部品の製品試験・品質維持(AMS2750準拠)
- ◆ 航空機燃料(JIS K2206およびK2209準拠)や液化天然ガス等(KHK/KLK S 0850-7準拠)の品質・安全管理のための温度計測・温度管理
- ◆ 食品、医療・医薬品の製造工程・品質保証・品質管理のための温度計測とその信頼性向上(ISO13485やISO 22000準拠)

■ 低温度標準の開発・整備・供給



定義定点実現システム

世界トップレベル(不確かさ 0.1 mK以下)の定義定点実現システムを開発し、それを基に、白金抵抗温度計に対し下限温度14 Kまでの標準供給体制を完備した。更に0.65 Kの極低温までの標準を実現し供給体制を完備した。

また、産業ニーズに対応して、JCSS制度による標準供給をアルゴンの三重点温度(約-190 °C)まで拡張した。

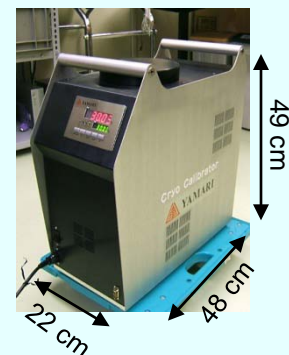
産業現場で低温度を簡易的に校正する技術・装置の開発・評価、そして、その情報発信を行った。

産業界のニーズ

- -100 °C以下の簡易的な任意温度校正方法・技術の確立
- ネオンの三重点温度(24 K、約 -250 °C)以下で産業界で広く流通している温度計に対する標準供給を整備

② 低温任意温度校正装置

- ◆ 産業現場では製品の品質・安全管理のために特に-100°Cまでの低温度の温度計校正ニーズが高い。
- ◆ そのニーズに対応すべく製品開発された可搬型低温度温度計校正装置の性能評価・改善対応を産総研の低温度標準技術を用いて企業との共同研究で行い、その製品化に成功。



15. 湿度標準の活用事例

■湿度とは

湿度とは、空気中あるいは他の気体中に水蒸気が存在していること、またはその水蒸気量・割合を表す用語である。通常の雰囲気では、水は窒素、酸素について3番目に多く含まれる成分であり、大気中に存在する最大量の極性分子でもある。室内、製品製造ライン、超高純度ガスのボンベ内、超高真空装置の内部、高層大気等のいかなる環境においても、水は必ず存在するため、その影響も(大小の差はあっても)必ず存在する。この影響を正しく理解するには、信頼性の高い湿度測定が不可欠であり、湿度測定の信頼性確保において、湿度標準は根幹となるものである。



■湿度標準の開発・整備・供給

信頼試験

微量水分発生装置



霜点発生装置



jcoss

高湿度発生装置

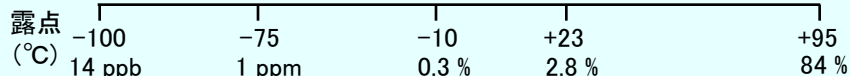


微量水分

低湿度

常湿度

高湿度



他国の標準との比較によって、信頼性の高さを確認済み

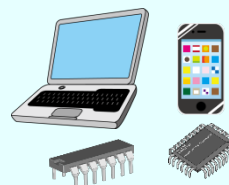
産業界のニーズ

- 短時間に大きく変化する湿度を精度よく測定する技術の確立
- 窒素、空気以外のガス種に対する、湿度標準と湿度計測法の開発

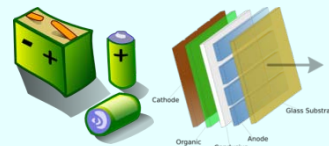
湿度測定の信頼性向上に貢献



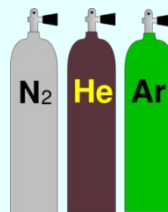
建造物内の湿度環境の管理(ビル管法施行令)



電気・電子製品の環境試験(JIS C 60068-2-30等)



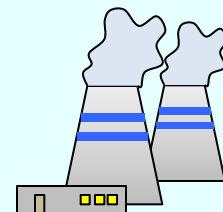
二次電池・有機EL等の製造工程で使用されるドライルームの露点管理



超高純度半導体材料ガス中の残留微量水分制御(ITRS2011)



高層気象観測・気候監視



原子炉格納容器の漏えい率試験(JEAC-4203-2008)

世界トップレベルの質の高い湿度標準を国内に供給することで、社会の色々なところで日々行われている湿度測定の信頼性の向上に貢献

16. 直流電圧・抵抗、キャパシタンス標準の活用事例

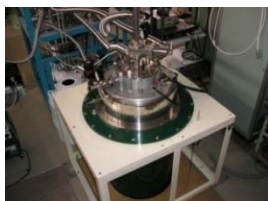
■ 直流電圧・抵抗、キャパシタンス標準とは

電気標準は、ジョセフソン効果による電圧標準、量子ホール効果による抵抗標準に基づいている。(計量法に基づくJCSS校正の起点)



ジョセフソン効果電圧装置

●超伝導体/絶縁体/超伝導体のトンネル素子(ジョセフソン素子)で発現する交流ジョセフソン効果により、電圧を量子力学的に決定できる。



量子ホール効果抵抗装置

●非常に薄い電子の層の2次元電子系が強磁場下で示す量子ホール効果により、抵抗を量子力学的に決定できる。



キャパシタンス標準

●量子ホール効果抵抗装置に紐付けされた交流抵抗標準とキャパシタンスを組み合わせた、直角相ブリッジによりキャパシタンス標準を実現する。

■ 直流電圧・抵抗、キャパシタンス標準の開発・整備・供給

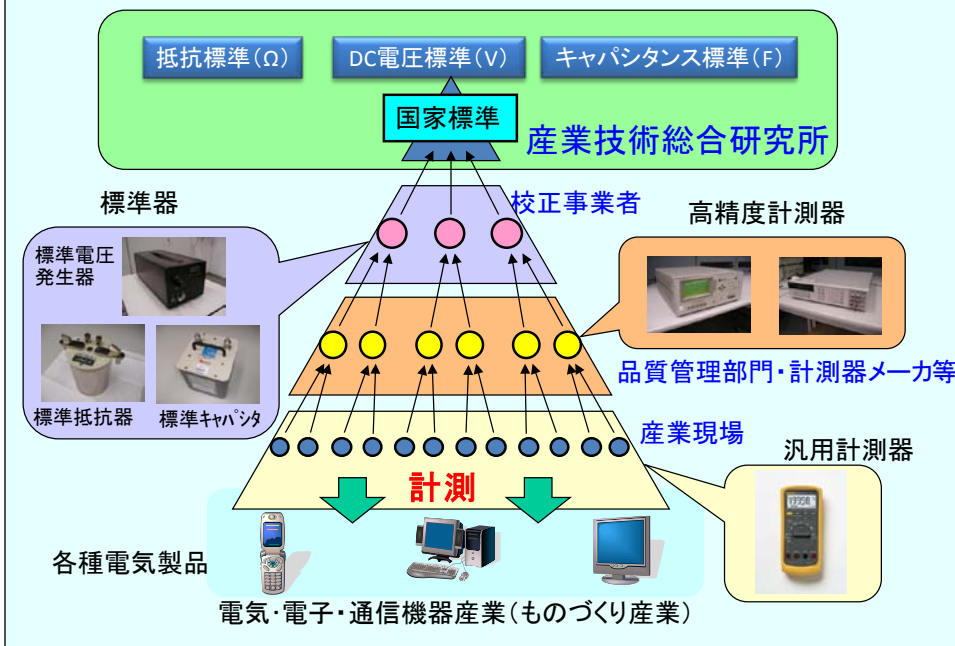
- 電圧**: 1 V, 1.018 V, 10 Vを9桁の不確かさで供給。交流量子電圧標準への拡張。
- 抵抗**: 1 mΩから1 TΩまでを8桁から5桁程度の不確かさで供給、交流抵抗は10 kΩ(1 kHz)を8桁の不確かさで供給。集積量子ホール素子によるトレーサビリティの簡便化。ロバストで使いやすい量子標準の研究
- キャパシタンス**: 10 pFから1000 pFまでを8桁の不確かさで供給。交流量子ホール効果を基準とする体系の研究

産業界のニーズ

- 新規材料(低熱膨張材料)のブロックゲージが開発されてきているが、材料の特性評価(熱膨張率や安定性)が不十分

生産現場での品質向上に貢献

- ◆産業界、研究、製造現場で用いられている、電圧計、電流計、抵抗計、マルチメータ、キャリブレータ、LCRメータなど各種の電気測定器はすべて直流電圧、抵抗、キャパシタンス・交流抵抗標準を起点として計測のトレーサビリティが作られている。
- ◆直流低周波電気量のJCSS校正証明書発行は年間8000枚に及び、ワンストップテストングによる国際展開、国際部品調達の重要な基盤となっている。
- ◆国家標準にトレーサブルな高精度の標準を利用し、安定な機器開発が進められている。
例: 高安定小型標準抵抗器、高安定小型標準電圧発生器など



17. インダクタンス標準の活用事例

■ インダクタとは

インダクタは、交流電流を妨げる働きをする機器であり電子機器電源のエネルギー蓄積装置などに広く使用されている。

生産現場においては、電子機器の小型化などにより鉄芯入りのインダクタが使用されるが、標準器となるインダクタは諸特性の優れた空芯タイプのインダクタが用いられる。



インダクタ(標準器)の例

■ インダクタンス標準の開発・

整備・供給



インダクタンス
測定装置

●インダクタンス標準は、キャパシタンス標準と交流抵抗標準を基にインダクタンス測定装置等を用いて構築されている。供給範囲は、100 μ Hから10Hであり0.01%から0.1%程度の不確かさで供給している。また、JCSS校正での標準供給にも対応している。

※1H(ヘンリー): 1秒間に1アンペアの割合で電流が流れたときに1ボルトの電圧が生じるインダクタンス

産業界のニーズ

- 現在標準を供給している10Hより更に大きいインダクタンス標準が求められている。
- 電子機器の高周波化に伴い、高い周波数におけるインダクタンス標準が求められている。

生産現場での品質向上に貢献

- ◆インダクタは、電子機器等において重要な部品の一つであり、電子機器などの電源の安定動作にインダクタンスを高精度に計測することが不可欠である。
- ◆周波数の低い電流は通しやすく、周波数の高い電流は通しにくいという性質があることからフィルタを設計する際のパーツとしてコンデンサと共に特に重要な働きをする。
- ◆鉄芯と組み合わせられることでトランス(変圧器, 変流器)として利用され、大規模な発電所から様々な電化製品に至るまで幅広く利用される。
- ◆インダクタは、電磁誘導の原理で動作するため、電流を流せば磁場を発生する。永久磁石と組み合わせることで相互に力を及ぼしあう関係から、スピーカーやイヤホン、マイク等の音響機器として利用される。
- ◆このほか、インダクタは非破壊検査や自動車などのエンジン部分にも使用され、インダクタンス標準が必要とされている。

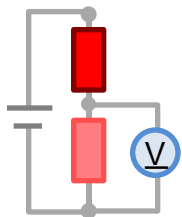
各種電気製品 (ものづくり産業)



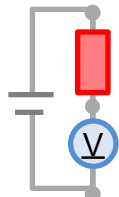
18. 直流高電圧標準の活用事例

■ 直流高電圧標準とは

直流高電圧とは、750 V以上の直流電圧を特に直流高電圧と呼ぶ。通常の直流電圧との違いは、使用する機器が異なる点及び安全性への配慮が必要となる点である。使用する機器は、高電圧専用の分圧器や電圧測定装置が必要となる。また使用する回路が高電圧により充電されるため、感電等の事故に対する安全性の確保が求められる。



抵抗分圧器の接続



倍率器の接続

主な直流高電圧標準として、抵抗分圧器や倍率器を用いた間接測定がある。

■ 直流高電圧標準の開発・整備・供給



- 直流高電圧標準は、200 kVまでの直流電圧測定を行える抵抗分圧器を標準器とした直流高電圧測定システムで構築されている。
- このシステムを使用し、抵抗分圧器や高電圧用の電圧計などを通じて、産業界への直流高電圧標準の供給を行っている。

直流高電圧標準の供給範囲

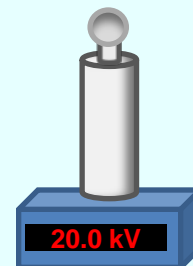
～ ±200 kV

直流電圧の測定範囲拡張により 安全性の確保と先端技術に貢献

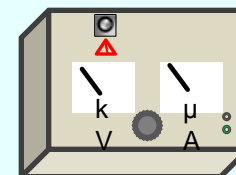
- ◆ 送電をおこなうにあたっては、交流でおこなうよりも直流でおこなう方が損失が少ない場合が多いため、本州一四国間や本州一北海道間の送電に直流高電圧を利用した送電が行われている。



- ◆ 直流高電圧標準は、電気機器、部品、ケーブルなどの安全性を確認するために必要な絶縁耐圧性能試験器や、同試験器を校正する高電圧計の校正に活用されている。



- ◆ その他にも量子加速器等にも利用され、最先端の研究開発を支えている。



19. 交流電圧標準(交直差標準)の活用事例

■ 交直差とは

交直差は直流電圧標準から交流電圧標準を導くためのものであり、標準器として交直変換器が用いられる。

交直変換器は、直流電圧と交流電圧の実効値の比較を行う装置であり、直流から交流への変換誤差を交直差という。

交直差は、 10^{-6} レベルで校正されている。



交直変換器

■ 交直差標準の開発・整備・供給

●交直変換器の交直差を測定するための装置として、交直差測定システムが開発され、産業界への交直差の供給に用いられている。



交直差測定システム

●交直差標準の供給範囲
0.3 V~1000 V
10 Hz~1 MHz

産業界のニーズ

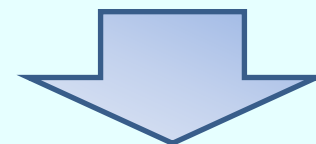
●交直差標準における校正の不確かさの向上が求められている

産業界への交流電圧標準の供給に貢献

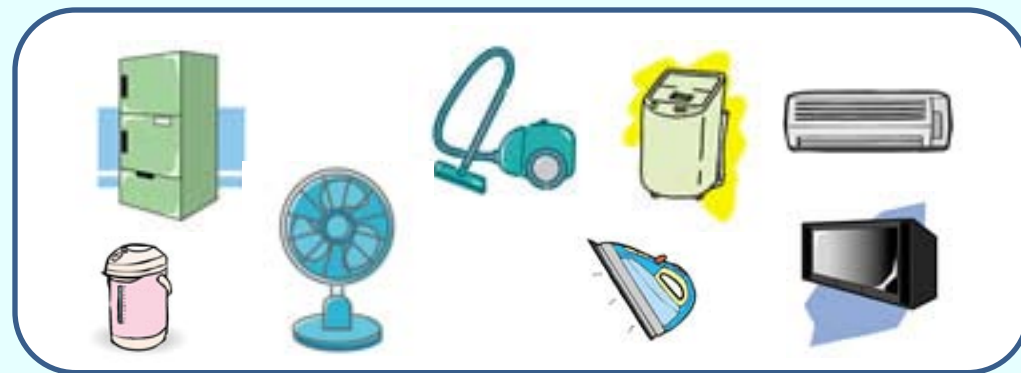
- ◆交直差標準は、交直差標準としての標準供給のほか、直流電圧標準と組み合わせて交流電圧標準の供給に用いられている。
- ◆交流電圧標準は、産業界で用いられている交流電圧の計測器等の校正に至るまで広く供給されており、電気設備の保守・点検等にも利活用されている。



発電所から



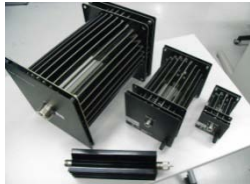
各家庭の様々な
電化製品まで



20. 電流標準(シャント標準)の活用事例

■ シャントとは

シャントとは、電流を流せるよう特殊な構造を持った抵抗器である。精度の高い電流測定を可能とするシャントは、電気・電子機器の省エネルギー化や、電力計測においても重要な役割を担っている。



シャント抵抗器の例

■ シャント標準の開発・整備・供給

量子化ホール抵抗標準にトレーサブルな交流シャント標準を開発し、産業界へ供給を開始した。標準器の校正のみならず、新型電流センサの基準(比較対象)や電力計測など幅広い利用が期待されている。現在の供給範囲: 0.1 Ω, 5 A @45 Hz-65 Hz, 400 Hz 順次、周波数と電流範囲の拡張を予定



電流センサ評価システム

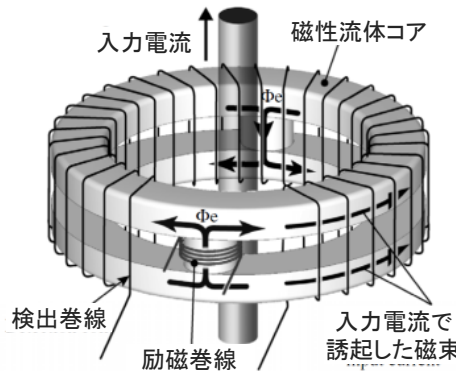
産業界のニーズ

- 電流標準の周波数拡張、高調波電流・電力測定技術に対応
- 安全・安心かつスマートな電気・電子機器の開発支援と普及、省エネの推進

電流を高精度に測る技術を活かして省エネルギーに貢献

① 電流センサの精密評価

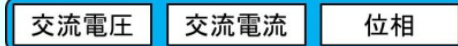
自動車や電気・電子機器の省エネを目的とした電流の精密計測・制御のニーズに対応。電流センサの精密評価と開発支援



例) 磁性流体磁気ブリッジ式電流センサ

② 電力・電力量、高調波電力

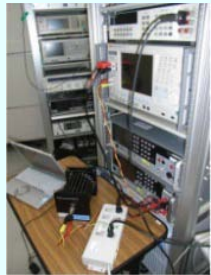
電力計測ユニット校正システム
消費電力見える化システムの国家標準にトレーサブルな評価が可能。これら機器の測定値を精密評価することで、HEMSやスマートグリッド技術の開発・普及に貢献。



電力・電力量、(高調波電力)

電力計測ユニット校正システム

トレーサビリティ体系



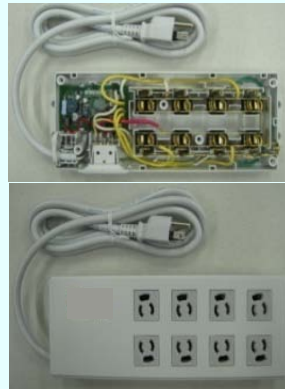
電力計測ユニット校正システム

電力見える化システムの校正

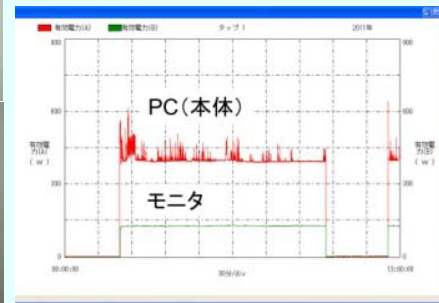
(電力計測ユニット校正システム)

→ 国家標準にトレーサブルな消費電力の見える化

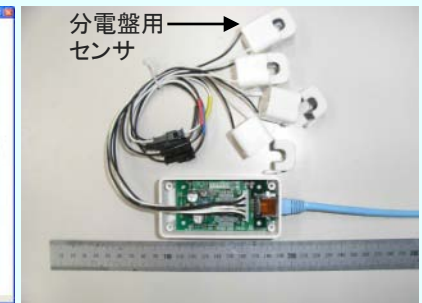
スマートタップで
個別機器ごとの消費電力見える化



消費電力見える化(表示例)
(個別機器ごと)



分電盤用センサで
分電盤レベルの消費電力を見える化



21. 変成器標準の活用事例

■ 変成器とは

変成器とは、変流器、計器用変圧器等の総称である。変成器は、電力系統の線路に直結される電力機器であるとともに、電圧、電流及び電力の測定範囲を拡張するための機器である。変成器の分類は、標準用、保護継電器用及び大口需要家用の電力量計と組合せて使用される電力需給用に大別される。

最近では従来の“巻線型”変成器に加え、スマートグリッドの重要なパーツとなる“電子式”変成器も追加され、多種に渡っている。



■ 変成器標準の開発・整備・供給

● 計器用変圧器

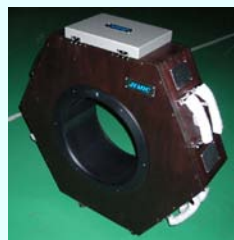
誘導分圧器の10Vから、最大電圧値である定格電圧 $550/\sqrt{3}kV$: $110/\sqrt{3}V$ の110%まで拡張する校正方法を確立し、定格電圧の異なる7台の標準計器用変圧器を整備し、産業界に供給している。

● 変流器

特定標準器の50Aから、最大電流値である定格電流 40kA:5Aの120%まで拡張する校正方法を確立し、電流比較器及び標準変流器を整備し産業界に供給している。



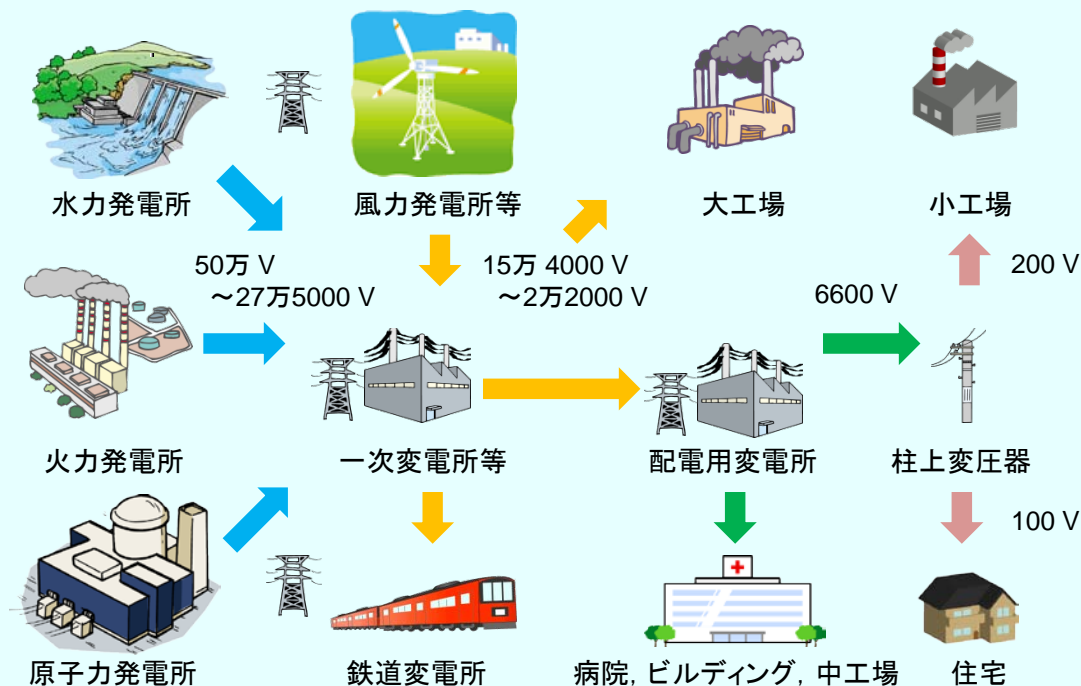
標準計器用変圧器($550/\sqrt{3}kV$)



標準変流器(40kA)

大電流及び高電圧を高精度に測定し 公正な電力取引に貢献

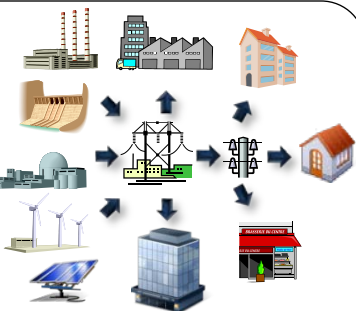
- ◆ 電力需給用変成器は、変成器標準により正確な検査が行われ、その結果、公正な電力取引が行われている。
- ◆ 保護継電器用変成器は、電力系統を構成する発電所や変電所、送・配電線路、及び負荷設備に発生した短絡故障や地絡故障を検出するためのものであり、送配電に関わる電力系統制御に必要な不可欠なものであり、変成器標準を整備・供給することで、大電流及び高電圧を正確にモニタリングすることが可能となり、システムの安定制御に貢献している。



22. 電力・電力量標準の活用事例

■ 電力・電力量とは

電力とは、電気機器が消費する仕事量である。また、単位時間あたりに消費された電力の積算総和を電力量という。電力及び電力量測定は、一般家庭の電力取引用メータから工業製品やプラント等の電力測定等産業界において幅広い範囲で活用されている。



電力取引の流れ

■ 電力・電力量標準の開発・整備・供給

- アジア太平洋計量計画 (APMP) の基幹比較への参加
- jcass校正サービスによる標準供給
- 計量法校正事業者登録制度 (JCASS制度) による標準供給
- 基準器への標準供給

計量法に基づいたJCASS校正の起点及び基準器(特定計量器)の起点

電力・電力量校正装置は、安定した交流電力を校正品である電力計及び電力量計又は基準器に印加し、その時の電力又は電力量を正確に求めることで、校正及び基準器検査を行う装置である。



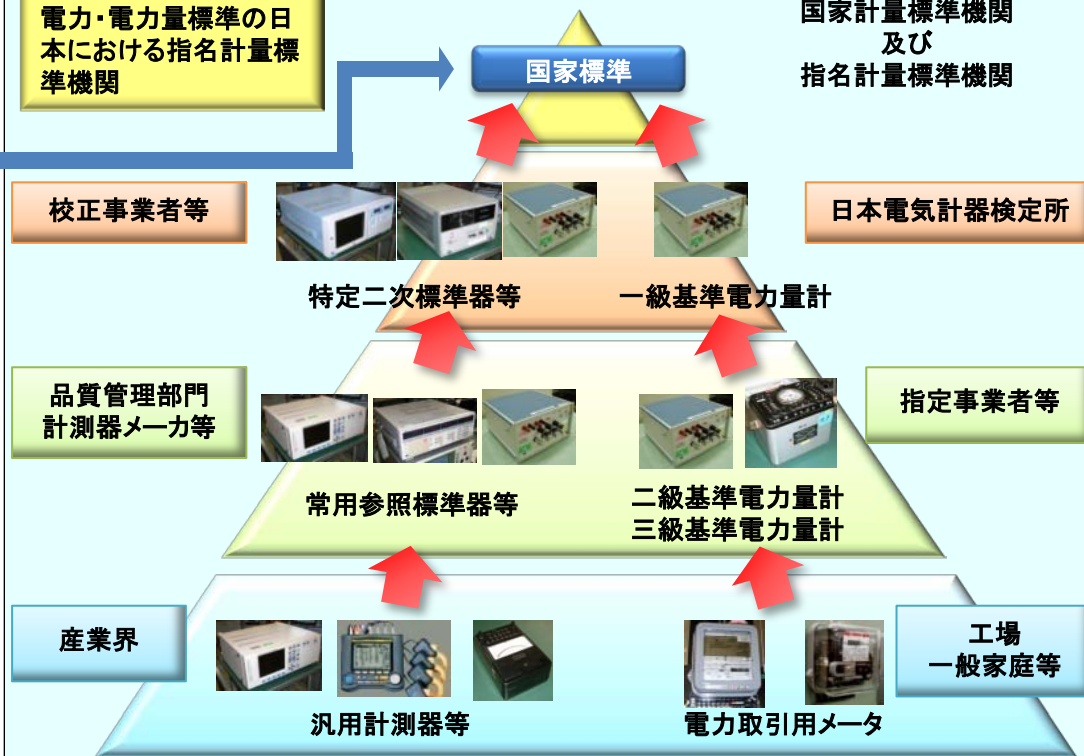
電力・電力量校正装置

電力取引や製品の高品質化等に貢献

- ◆ 産業界、研究、製造現場等で用いられている電力及び電力量測定機器は、すべて電力・電力量校正装置(特定標準器: 国家標準器)を起点として、計量法校正事業者登録制度(JCASS制度)によるトレーサビリティ体系が構築されている。
- ◆ JCASS制度に基づく標準供給により、産業界等で必要とされる幅広い範囲の電力・電力量標準のMRA(国際相互承認)対応な校正サービスを実施している。
- ◆ 日本国内の電力取引用メータ(特定計量器)は、電力・電力量校正装置から値付けされた基準電力量計を基に計量法に基づく検定検査が行われている。

日本電気計器検定所
電力・電力量標準の日本における指名計量標準機関

国家計量標準機関
及び
指名計量標準機関



＜電力・電力量標準のトレーサビリティ体系＞

23. 電気複合量の一括校正技術の活用事例

リアルタイム校正とは

米国のすべての電気製品は、製品の安全性の確保のため、UL規格を満たす必要がある。

UL規格では、検査する電子計測器の国家標準へのトレーサビリティが必要となっている。

事業者にとって、電気複合量の一括校正等を実現できる技術(リアルタイム校正)が必要不可欠。



リアルタイム・キャリブレーション装置

リアルタイム校正の供給

特徴:

- ・計測器の電気複合量校正を一度に実現
- ・生産現場で、計測器の校正がいつでも可能
- ・国家標準へトレース可能
- ・装置自体の校正は長期間(5-10年)不要

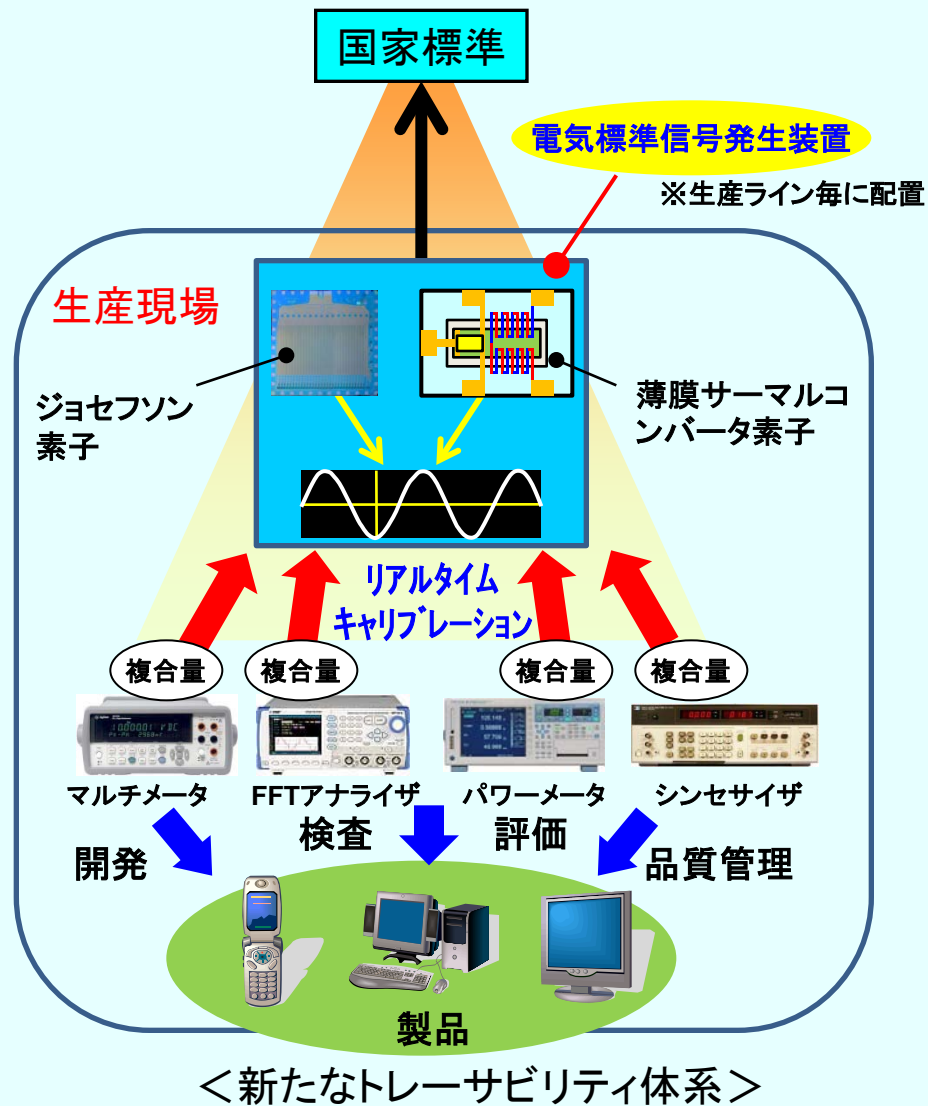
●リアルタイム校正を実現する装置(リアルタイム・キャリブレーション装置)は、産業現場で電子計測器の校正が可能で、国家標準へのトレーサビリティの確保も容易な装置。

●電気標準の中でも特に環境に依存しないジョセフソン電圧標準装置と薄膜型サーマルコンバータ交直変換標準装置を利用しており、ユーザーは常に校正された値を利用できる。

産業界のニーズ

- リアルタイム・キャリブレーション装置を用いた自動校正により、校正負担のさらなる軽減。

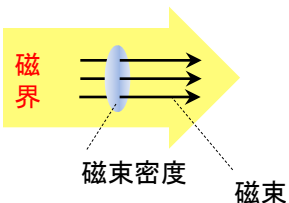
電気製品や電子部品の輸出を支援



24. 磁界の精密測定活用事例

■ 磁界とは

磁界は、電流が流れている電線
路等の周囲に発生する場を表
すもので、一般に磁束密度(T:
テスラ)という物理量で表されて
いる。



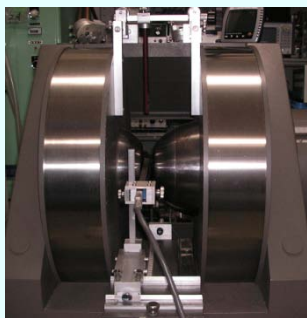
基本的磁気量については、ある空間中の平面を貫く磁力線
の本数を表す磁束(単位:Wb~ウェーバ)及び単位面積あ
たりの磁束の本数を表す磁束密度(単位:T~テスラ)の校
正体系が確立されている。

■ 磁気標準の開発・整備・供給



核磁気共鳴形磁力計

電磁石で発生させた
磁界を、核磁気共鳴
型磁力計を用いて測
定することで磁束密
度標準を確立。



標準ヘルムホルツコイル

- 直流磁束密度(校正範囲:2.5 T~1 μ T)
- 交流磁束密度(校正範囲:3 mT~0.1 mT, 50 Hz, 60 Hz)
- 磁束(校正範囲:10 Wb~1m Wb)

磁性材料の性能評価や周囲環境磁場の測定に貢献

- ◆ 心磁図や脳磁図による健康診断、
磁気治療器として普及している交
流磁気治療器やパルス磁気治療
器などの性能試験、磁気ネックレ
スや磁気マットレスなど



- ◆ ロケットや人工衛星などの姿勢制
御、宇宙開発、地磁気観測による
地震予知や火山噴火予知等の計
測器など



- ◆ 航空貨物の帯磁物の測定や金属
探知機など



低周波領域の電磁界に関する防護指針のうち、たとえば、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)ガイドラインでは、制限値(参考レベル)は「ばく露された人の前身についての空間的平均値」として定められている。この空間的平均値の実際的な測定方法については、ICNIRPは国際電気標準会議(IEC/TC106)等の任務との認識を示しているが、現在のところ国際的な規格が存在せず、IECにおいて作業すべき優先課題である。

25. 振動・衝撃加速度標準の活用事例

■ 振動・衝撃加速度計測とは

物体の運動状態（振動または衝撃）を計測することを指す。地震予知、振動公害、自動車の衝突試験等の「安全・安心」に係る分野で特に必要とされ、計測には、主に加速度計や振動レベル計が用いられる。



■ 標準の開発・整備・供給

振動計測機器で測定する対象に加速度（振動または衝撃波形）を与え、そのときの加速度と共に、振動計測機器から出力される電気信号を、長さ・時間・電気の各量にトレーサビリティが確保された測定装置（一次校正装置）を用いて測定し、感度を算出することで、標準供給が行われる。



jcass校正サービス(2011年3月末時点)

- 超低周波振動加速度 (0.1 Hz - 2 Hz)
- 低周波振動加速度 (1 Hz - 200 Hz)
- 中周波振動加速度 (20 Hz - 5 kHz)
- 高周波振動加速度 (5 kHz - 10 kHz)

依頼試験サービス(2011年3月末時点)

- 衝撃加速度 (200 m/s² - 5000 m/s²)

産業界のニーズ

- 衝撃加速度校正と遠心加速度校正との整合性検証
- 角速度計に関する信頼性確保

社会の安全・安心の確保と産業の国際展開に貢献



引用：北陸発電工事株式会社HP
http://www.hokuhatsu.co.jp/skill/pr ev_mainte.html

①プラント設備点検・診断：

原子力発電所・火力発電所をはじめとする大型プラント内に設置された振動計や可搬型振動校正装置の信頼性確保に活用（低・中周波振動加速度に対応）



③振動公害（建築現場、幹線道路、鉄道）：

計量法で定められる振動レベル計・振動基準器の信頼性確保に活用（低周波振動加速度に対応）



②自動車等の安全・品質保証：

衝突安全性能試験やエンジン開発等で使用される加速度計の信頼性確保に活用（中・高周波振動加速度に対応）



④地震予知・地質調査研究：

気象測器である震度計検定をはじめとして、地震計の信頼性確保に活用（超低周波・低周波振動加速度に対応）

26. 超音波標準の活用事例

■ 超音波標準とは

主に水中超音波の音響パワー、音圧等の計測に必要な計量標準を指す。現在は、主に、医用超音波機器出力校正に利用されている。一方、超音波洗浄機など、産業用機器に対するニーズも高まりつつある。

■ 超音波標準の開発・整備・供給

● 超音波音圧標準 (ハイドロホン感度校正)

ハイドロホンは水中超音波音圧測定用デバイスであり、その感度を校正する。周波数範囲は0.5 MHz~20 MHz。IEC 62127-2に準拠したレーザ干渉計による校正。



● 超音波パワー標準 (超音波振動子出力校正)

超音波振動子から放射される超音波パワーを校正する。周波数、パワー範囲は0.5 MHz~20 MHz, 1mW~15 W。IEC 61161に準拠した「天秤用」による校正。



● 超音波音場パラメタ

医用超音波機器の生体安全性指標となる音響強度、ピーク負音圧などを校正する。IEC 62127-1等に準拠。周波数範囲は0.5 MHz~20 MHz。

産業界のニーズ

- 高出力、高音圧の医用超音波機器における計測標準の確立
- 医用超音波機器の高周波化に伴う対応

医用超音波機器の「効果」と「安全性」の評価に貢献

超音波医療の安全確保のため、医用超音波機器メーカーは、IEC等の規格に基づいて信頼できる測定を実現し、超音波パワーや音圧の上限を決定するが、それには、国家標準に基づく測定機器校正が不可欠である。産総研では、メーカー等からの依頼により、水中超音波の主要な物理量計測に必要な標準供給を行っている。

◆ 超音波音圧標準 (ハイドロホン感度校正)

高音圧超音波に付随するキャビテーションは、生体組織を破壊するが、一方で治療応用もあるため、音圧の正確な計測が不可欠である。産総研では、ハイドロホン感度校正を依頼試験で行っている。

◆ 超音波パワー(振動子出力校正)

超音波パワーは生体温度を上昇させる。意図しない温度上昇は生体を破壊して危険であるが、発熱を利用した治療法も実用化されており、正確な超音波パワー計測が求められる。年間数件の依頼試験を想定しており、産総研で超音波パワー校正の依頼試験を行う。

◆ 超音波音場パラメタ

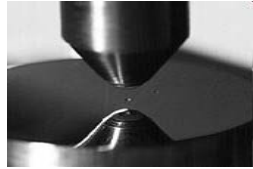
超音波音場パラメタは、超音波照射による生体組織へ損傷の程度を与える目安となる。産総研で校正を行っている。



27. 硬さ標準の活用事例

■ 硬さとは

定まった形状の圧子を試料に押し込み、その永久変形の大きさ(例えばくぼみサイズ)を測定することで、材料の変形抵抗を測る方法。引張強さとより相関があるため、材料の強さの指標としてあらゆる産業で利用されている量である。一方測定対象となる材料の形状や大きさなどにより様々な硬さ測定法があり、試験方法が異なると値には互換性がない。



■ 硬さ標準の開発・整備・供給

硬さは試験方法が定められて初めて定義できる工業量でありロックウェル硬さだけでも15種類(ISO規格)ある。それぞれの値に対して互換性がないため、ユーザーズを考慮し順次標準開発と供給を行っている。



ロックウェル硬さ標準片

標準供給を行っている硬さ

- ◇ ロックウェルCスケール硬さ (試験機・標準片)
数値での直接読み取りが可能で自動車など工業会で広く使われる。
- ◇ ビッカース硬さ (試験機・標準片)
試験力依存性が少なく材料や厚み等の対応範囲が広い
- ◇ プリネル硬さ (標準片)
比較的大きな面積の平均的な硬さ値が求まる
- ◇ 微小硬さ (標準片)
薄膜や材料強度分布測定など μm 以下の領域が主。弾性特性も求められるため半導体産業やハードコーティング等の計測に用いられる。

産業界のニーズ

- 広い範囲で標準供給を行うための技術開発と供給体制整備
- 試験方法規格が硬さ値を定めるためISOにおける標準化活動

材料強度の信頼性確保と産業への貢献

◆トレーサビリティ体系整備と硬さ値の信頼性向上

- ロックウェル・ビッカース・プリネル硬さ標準 -

- ・ 国際基幹比較・補間比較への参加とホスト研究所
- ・ 新規標準のための国内持ち回り試験
- ・ 校正事業者も10事業者以上と年々増加
- ・ ISO規格改定への技術専門家派遣

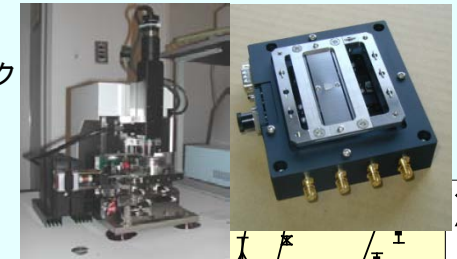


硬さ測定値の信頼性向上

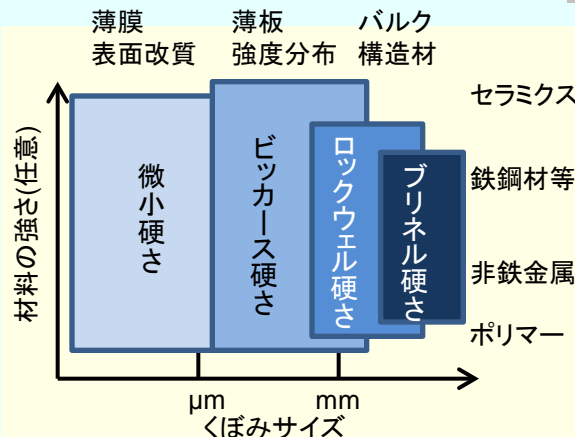
◆微小材料の機械特性評価技術開発と信頼性向上

- 半導体薄膜・微小領域で用いられる微小硬さ標準 -

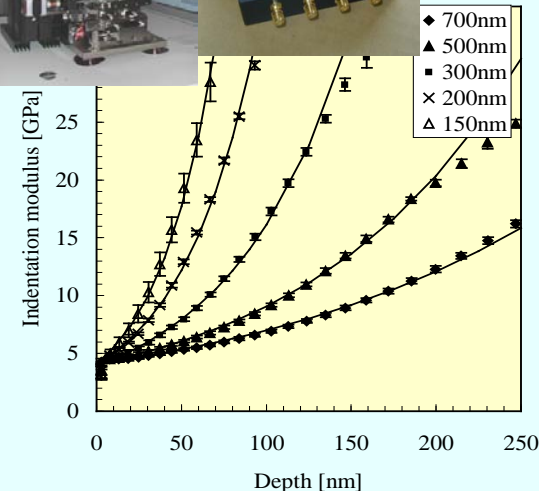
- ・ 試験機の校正用干渉計の開発
- ・ 表面接触点の検出手法の開発
- ・ ISO 14577による国際標準化活動
- ・ 共同研究を通じた産業界へのフィードバック



信頼性確保のための技術開発と供給体制整備



さまざまな試験方法の適用範囲



数100nm領域での機械特性評価
校正技術や解析手法の開発と共同研究

28. EMC測定(～6 GHz以下)用アンテナ標準の活用事例

■ EMC測定技術とは

アンテナ標準を利用して測定する、各種電気電子機器から放射される不要電磁波の国際的規制に対応する測定技術。各企業は、自社製品のEMC規制対応が必須となっている。

■ EMC規制測定に必要なアンテナ標準整備

EMC規制測定に必要な以下のアンテナ標準を整備し、供給を開始している。

- ・ダイポールアンテナ
- ・バイコニカルアンテナ
- ・ログペリオディックアンテナ
- ・リッジガイドホーンアンテナ



ダイポールアンテナ標準測定の様子

ログペリオディックアンテナ標準測定の様子

産業界のニーズ

- 地方公設研へのアンテナ標準の普及による中小企業の開発機器の規制対応への貢献が必要

アンテナ標準で電磁波を精密測定して EMI規制対応に貢献



栃木県産業技術センターでの比較測定の様子

- ・アンテナ標準とその測定技術を活用して、公設研が所有するアンテナに国家標準レベルの基準データを賦与し、公設研設備の評価と育成を実施して、トレーサビリティ確立を支援

- ・EMC測定の認定取得に必要な、比較測定(技能試験)技術を開発し、各公設研の測定用電波暗室にて比較測定を実施、認定試験所と同等性の確立を支援



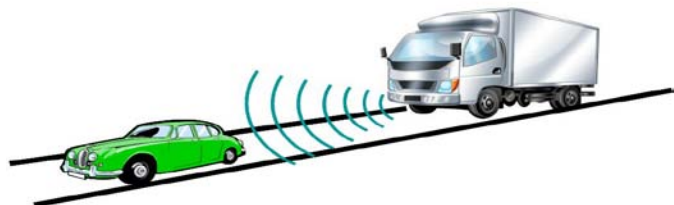
山口県産業技術センター電波暗室評価測定の様子

29. 高周波アンテナ標準の活用事例

■ 各種通信・レーダへのアンテナ標準の活用とは

トラックなど商用車両衝突回避レーダ:

衝突防止機構等の搭載が必須となる規制施行が決定しており、国際整合性の確立したアンテナ標準、散乱体標準が必要である。



安全・安心を向上する自動車用ミリ波レーダのイメージ

米国NISTの取り組み:

人体検知等を主目的として、マイクロ波ミリ波帯のさまざまな周波数の散乱体標準の開発が現在実施されている。

JAXA等が実施する天空観測等:

天空観測には、マイクロ波ミリ波帯の様々な周波数の電波が用いられており、国際整合性の確立したアンテナ標準が必要である。



レーダ用アンテナの写真

■ マイクロ波、ミリ波アンテナ標準の開発・整備・供給

各種通信・レーダ等への利用を目的としたマイクロ波ミリ波アンテナ標準開発

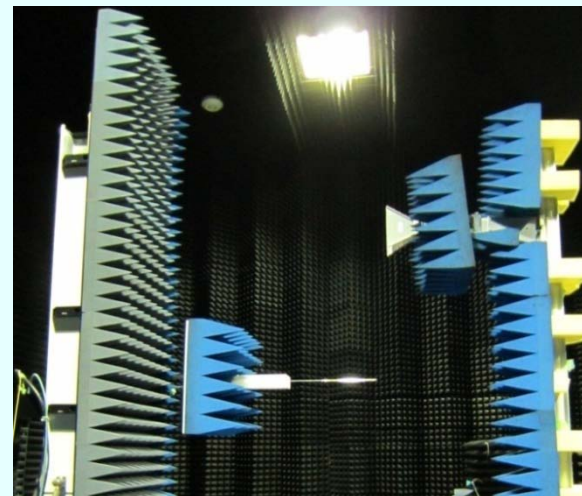
- ・ 1 GHz～110 GHzにわたる超広帯域周波数範囲のアンテナ標準開発
- ・ 携帯通信用途等に応じた周波数での測定を可能とする新測定法開発とサービス実施
- ・ 企業で安価に導入可能な、光デバイスを用いた安価でコンパクトな測定装置開発

産業界のニーズ

- 通信用途によってアンテナ形状が違うため、すべてのアンテナに対応が必要
- 将来普及が予想される110GHz～THz帯域のアンテナ標準開発が必要

マイクロ波ミリ波帯のEMC規制等に対応したアンテナ標準開発と供給による公設試、企業支援

- ◆ 規制開始に先駆けて、規制対応アンテナ標準を供給。公設研を通じた産業界への普及を促進



光デバイスを用いたEMC規制測定用アンテナの校正の様子



光デバイスを用いたミリ波アンテナ特性測定の様子

30. 伝導性EMC試験の活用事例

伝導性EMC試験とは

伝導性EMC試験とは、電子機器等から発生する電磁波雑音が電源線を通じて影響を与える程度を測定し、国際規格への適合性を評価する試験である。電磁波雑音信号を高周波受信機等で測定する際に、雑音信号源と電磁波測定器の同軸インピーダンス変換器として、擬似電源回路網(LISN)が用いられる。近年では、LED照明や電子化が進む自動車内蔵部品のEMC試験等での利用が不可欠となっている。

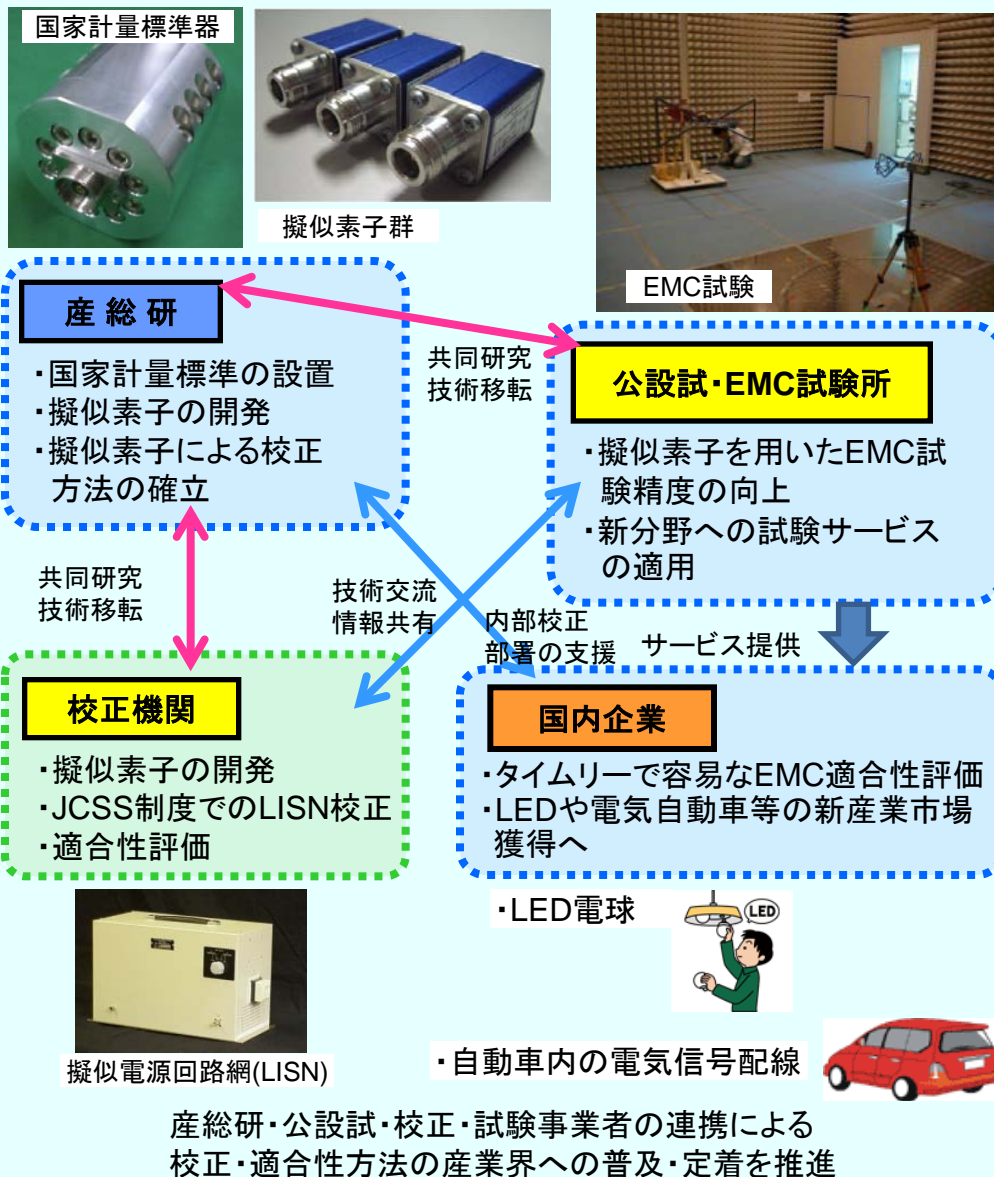
擬似電源回路網等EMC試験機器の校正に向けた取り組み

- 高周波特性のトレーサビリティ確保
 - RF帯域における標準整備(9 kHz~は海外事例なし)
 - 新方式による独自標準の確立
 - 校正技術の確立(Sパラメータ評価技術)
 - JCSSによる標準供給
- CISPR 16-1-2適合した擬似素子の開発
 - 規格に明記された特性を模擬する擬似素子を実現
 - 擬似素子に対して校正値と不確かさを付与
- 擬似電源回路網の簡便な校正および適合性判定方法の開発
 - ベクトルネットワークアナライザ(VNA)の評価を必要としない校正方法・適合性評価方法の確立
- 擬似電源回路網(LISN)を用いたEMC試験の検証方法の開発
 - 擬似素子を用いて複数試験サイトにおけるLISNの設置条件の差異を検証
 - 適合性評価方法、検証方法の技術文書および試験・校正の技術的適用指針の整備

産業界のニーズ

- 擬似電源回路網の校正には、VNAの評価といった技術的に極度に難度の高い評価が必要

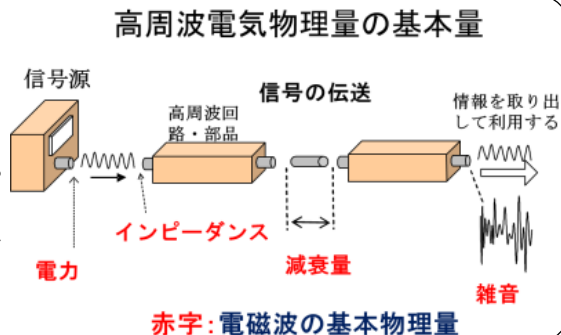
効率的な伝導性EMC試験の普及に貢献



31. 高周波標準の活用事例

■ 高周波標準とは

高周波標準は、電波の特性を測定するために必要な物理量の基本的な計量標準。電波を安心して利用するために、正しい計測が必要。



■ 高周波標準の開発・整備・供給

- ◆ 電波の利用周波数はギガヘルツ(GHz)帯まで拡大し、さらなる大容量通信、高速通信のために、100 GHz以上の利用に向けた研究開発が進められている。
- ◆ 基本的な高周波標準量に関して、100 GHz帯までの校正サービスを社会に提供している。

高周波標準の校正サービス

Items	RF 電力/電圧	減衰量	雑音	インピーダンス
Device/Instrument	RF 電力計	同軸・導波管 アッテネータ	雑音源 (Diode)	同軸終端器 エアライン、短絡、開放
Frequency Range	10 kHz - 110 GHz	100 kHz - 40 GHz 50 GHz - 75 GHz	10 MHz - 26.5 GHz	9 kHz - 33 GHz
Device parameters	Coaxial & Waveguide	Coax. and WG	Coax. and WG	Coax. PC7,N,PC3.5
User	校正機関 → 高周波計測機器ユーザ			

産業界のニーズ

- 電波利用の高周波化が進められており、拡大する周波数利用に対応した高周波標準の整備が必要
- 誘電体材料や機能材料の高周波物性評価に対するニーズが増大

電波の高精度標準計測により 電気通信機器の安全利用に貢献

高周波標準の例



導波管型電力比較校正装置 (75-110 GHz)

高周波計測機器の測定結果の信頼性向上のため、計量トレーサビリティにより測定精度を保証



高周波計測機器

社会での利用シーン



放送局等

放送局などから送信される電波の出力電力を計量標準に基づき規制



EMC規制に関わる電子機器の性能が、基準を満たしていることを証明

32. 照度標準の活用事例

■ 照度とは

測光量は、国際単位系(SI)の中では長さ、重さ、電圧などの物理量と異なり、人間の目を基準にした感覚量である。測光量の中でも照度は、平面状の物体に照射された光の明るさを表す心理的な物理量である。単位は、国際単位系ではルクス(lx)またはルーメン毎平方メートル(lm/m²)である。



■ 照度標準の開発・整備・供給



特定標準器により校正された特定副標準器を用いて当所の特定二次標準器及び常用参照標準器を校正し、照度計の標準器として維持管理している。これとは別に、特定副標準器を用いて、日本電気計器検定所の照度基準器を検査し、法規制のための特定計量器(照度計)の検定を行っている。

産業界のニーズ

●現在、市販されている各製造メーカーのデジタル照度計については、測定範囲が高照度に渡っているため校正範囲の拡大についてのニーズがある。

生活、労働及び教育環境における安全管理のための照度の信頼性向上に貢献

☆オフィスをはじめ、様々な労働環境や学校、図書館、病院などにおいて、作業効率の向上、安全の確保や健康を守るために、照度の基準に適合しているかを正確に測定しなければならない。

☆取引や証明に用いる照度計は、計量法や関係法令による検定に合格したものでなければならない。

- ◆学校(屋内)
教室, 実験実習室, 図書閲覧室, 保健室⇒200~700 lx
- ◆学校(屋外)
バスケット・バレーコート, 水泳プール⇒50~150 lx
陸上競技場, サッカー場⇒30~75 lx



- ◆病院
手術室・・・750~1500 lx
診察室, 処置室・・・300~750 lx



- ◆工場
制御室(計器盤, 制御盤)・・・1500~3000 lx
制御室(一般製造工程)・・・300~750 lx



33. LED測光標準の活用事例

LED測光標準とは

LED(発光ダイオード)とは電圧を加えると発光する半導体素子であり、白色LEDは次世代省エネルギーとして脚光を浴びている。LED光は従来光源と異なる分光分布・配光分布を持つため、従来の測光方法・標準が使用できない。



LED測光標準の開発・整備・供給

●LED測光標準の確立

LEDの測光量校正に適した校正装置を独自に開発。厳密な不確かさ評価を実施することにより、LED測光量校正技術を確認、校正サービスを開始。また、LED校正の国際的同等性を確保するため、LEDでは世界最初の国際比較(APMP PR S3-a, S3-b, S3-c)に参加。

●LEDのための標準器の開発

LEDメーカーと共同で標準器(標準LED)を開発。標準LEDは標準器専用設計開発したLEDの採用と、独自の温度制御機能を付けることにより高い信頼性を実現。

産業界のニーズ

- LEDの全光束値の高強度化、照明用LEDの急速な普及により、校正ニーズが増加。
- UV(紫外)-LEDの開発が進み、水銀ランプ代替ランプとして普及(紫外線硬化樹脂用光源、ブラックライト代替など)。このためUV-LEDの放射束校正用の標準に対するニーズが増加。

信頼の高い明るさ計測を通じてLED普及に貢献

◆標準LEDを用いた校正サービス

供給範囲: 光度 0.1cd - 10 cd, 光束 0.1lm - 10 lm
JCSS(計量法校正事業者登録制度)またはJNLA(試験事業者登録制度)の技能試験・現地審査における巡回器物への校正サービス(参照値の校正)を実施。適切な校正サービスを提供することにより、JCSS登録事業者やJNLA事業者の拡充、能力確認に貢献。

◆開発された標準LED仕様はJIS規格で引用

この標準LEDのスペック・利便性は非常に高かったため、JIS C 8152:2007 “照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法”では、LED校正に最適な標準器として当該標準LEDの性能仕様が引用された。そのような背景もあり、当該標準LEDは国内LEDメーカーにおいて品質維持のための標準器として採用され、メーカーの校正能力向上に貢献している。

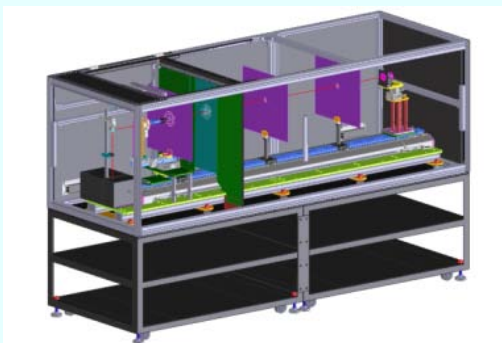
◆公設試験機関およびメーカーが産総研開発のLED校正装置を導入

公設試験機関・LEDメーカー等の要望に応じ、産総研が独自開発したLED校正装置を試験機関の測定用途に最適化して再設計。同装置を導入した機関は、当該測定装置を用いたJCSS校正を計画中。



光度用標準LED(手前)と
光束用標準LED(奥)

産総研開発装置を元に製作され、公設試験機関に導入された校正装置



産総研開発のLED測光量校正装置

34. 分光拡散反射率標準の活用事例

■ 分光拡散反射率とは

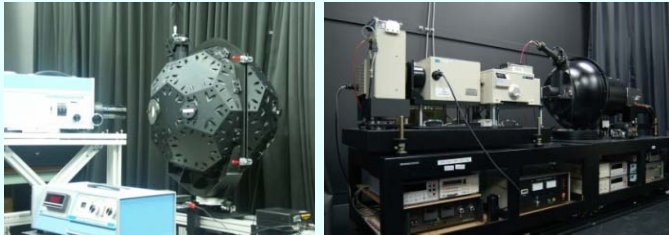
ある試料に入射した光(放射束)に対する、試料から半空間に反射される光(放射束)の比
 → 光学特性の基礎指標であり、材料の分析・同定・評価手段として、幅広い分野で利用
 「分光拡散反射率標準」は分光拡散反射率測定での校正基準となる。

■ 分光拡散反射率標準の開発・整備・供給

- 積分球を用いた独自の絶対反射率測定
 - ・ 反射率不均一性(最大の不確かさ要因)を従来の約1/10に低減した積分球の開発
 - ・ 積分球の不完全性に対する補正方法の考案
 - 世界最高レベルの分光拡散反射率標準の実現
- 国際整合性の確保**
- 基幹国際比較(CCPR-K5)での同等性確認
 - 校正・測定能力(CMC)の登録

校正サービス

- 依頼試験による校正サービスの提供



世界最高レベルの高精度測定を可能とした新型積分球

校正サービスに用いる高精度比較校正装置

産業界のニーズ

- 幾何条件および波長範囲の拡張
- 測定方法の標準化、技術文書の整備、技術移転等

光の反射を精密計測して最先端の材料評価に貢献

- ◆ 依頼試験による校正サービス: 累計42件(2003.4 - 2012.3までの実績)

波長範囲: 360 nmから1600 nm (可視域、近赤外域)
 幾何条件: 2種類 (0°:de、de:0°)

- ◆ 物体色測定のための標準拡散板のトレーサビリティの確立

白色基準(およびグレースケール基準)のトレーサビリティ確保および国内への普及
 → 色彩関連産業での長年の懸案(国内トレーサ確保困難)解消へ大きく前進

物体色測定におけるトレーサビリティの普及促進
 → JIS Z8722(色の測定-反射および透過物体色)でのトレーサビリティ要件

- 測定結果の信頼性向上への貢献

- ◆ 産業応用を支える分光分析技術の信頼性向上

分光光度計等の各種分光分析機器の校正基準
 → 分光分析技術とその応用技術の信頼性を支える基盤要素を提供

例: 遮熱塗料の日射反射率の測定基準(JIS K5602)



国家標準トレーサブルな標準拡散板の例

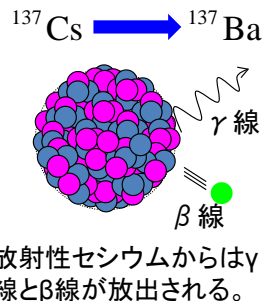
要素	紫外(200 nm - 360 nm)	可視(360 nm - 830 nm)	近赤外(830 nm - 2500 nm)
分光分析 (反射スペクトル)	汎用分光分析機器(化学分析・同定、装置評価)		
	食品の非破壊検査		
	レーザー分光、表面解析	医療応用(皮膚診断、無侵襲生体分析ほか)	
	紫外線防御(被服・化粧品)	日射反射率(建材・塗料評価ほか)	
色・見えの評価	測色器(カラーマネージメント)		
	光沢・曇度・濁度・ディスプレイ評価、画像解析など		
	蛍光物体色、蛍光増白、白色度		
リモートセンシング	地球衛星観測		
測光・放射測定	輝度・照度変換(放射輝度・放射照度変換)		
	積分球効率の評価		

分光拡散反射率標準によって測定の信頼性が確保される主たる応用領域(紫外、可視、近赤外域)

35. 放射線標準の活用事例

■放射線とは

放射線とは、X線、γ線、β線など物質をイオン化することのできる電磁波や粒子線のことをいう。標準としては吸収線量・空気カーマ(Gy:グレイ)を供給しているが、実際に放射線の線量を測定するときには、人体への放射線の効果を考慮した線量当量(Sv:シーベルト)が用いられている。



■放射線の線量標準の開発・整備・供給

γ線標準

グラファイトで製作された電離箱(グラファイト壁空洞電離箱)を用いて、空気カーマ標準を供給している。γ線の線源は、Co-60とCs-137を数種類用いて、環境レベルから工業レベルの放射線標準を供給している。



X線標準

平行平板型自由空気電離箱を用いて、X線空気カーマ標準およびマンモグラフィX線標準を供給している。W、Mo、Rhのアノード材料で作られたX線管を用いて得られるX線を利用する。管電圧は10~300 kVの範囲。



産業界のニーズ

- 国内のサーベイメータ・個人線量計の斉一性をより確実にするためにγ線・X線の線量当量標準(Sv)の供給
- 除染基準である $0.23\mu\text{Sv/h}$ など環境レベルに対応するため放射能標準の濃度下限値の拡大

放射線計測の信頼性と安全に貢献

◆サーベイメータ・個人線量計の校正

産総研の放射線標準(空気カーマ)を校正事業者に供給している。校正事業者では、サーベイメータや個人線量計の校正を行っている。



サーベイメータ

個人線量計

◆照射装置・標準線源の校正

放射線照射装置の線量校正や密封線源に線量の値をつけて標準線源をして頒布などが行われている。これらの校正された照射装置や標準線源を用いて、サーベイメータ等の校正を行っている。



Cs-137 γ線源

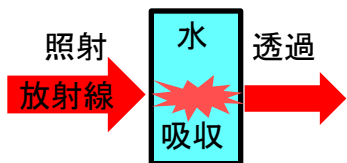


照射装置校正の様子

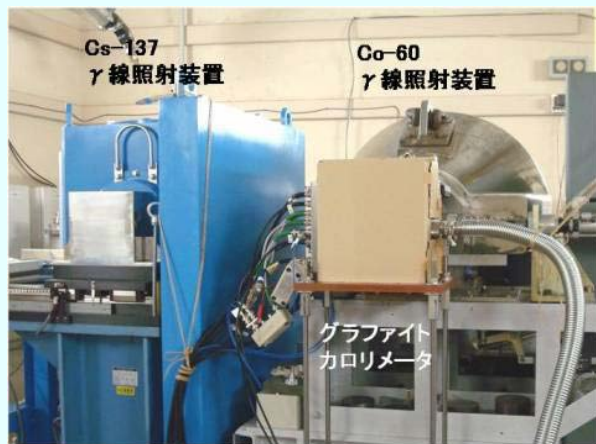
36. 医療用放射線標準の活用事例

■ 水吸収線量とは

水吸収線量は、人体の主要成分である水1kgに放射線が吸収されるエネルギーのことを言う。放射線治療の際に照射する放射線量は、水吸収線量によって決めている。



■ Co-60γ線水吸収線量標準の開発・整備・供給



Co-60γ線の水吸収線量をグラファイトカロリメータを用いて評価し、Co-60γ線に対する水吸収線量標準を開発した。

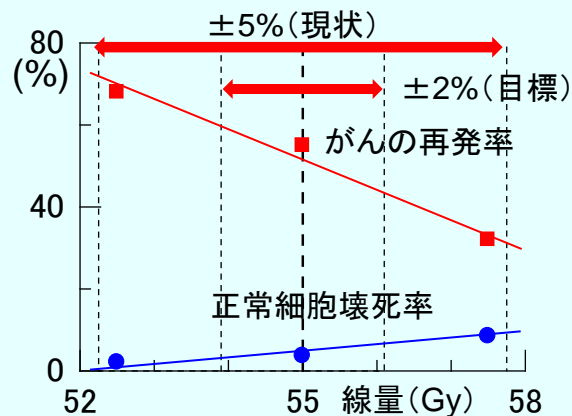
産業界のニーズ

- 医療用リニアックの線量評価における不確かさの向上
- 医療技術の発展に対応した標準の開発 (Ir-192、Ru-106標準など)。

高精度線量評価で放射線治療の信頼性向上

◆ 高精度の線量評価が必要
線量が5%少ないと、放射線治療の効果は10%以上損なわれ、逆に線量が多いと深刻な副作用が現れる。そのため、正確な線量の評価が要求されている。

◆ 水吸収線量標準により線量評価の不確かさが向上
グラファイトカロリメータの開発により、医療現場における放射線の水吸収線量評価の不確かさが、2012年度中に、現状の5%程度から3%程度への向上が期待される。



腫瘍と正常細胞に対する放射線の効果

引用: Stewart & Jackson, Laryngoscope, 85, 1107 (1975)



グラファイトカロリメータによる高精度水吸収線量計測

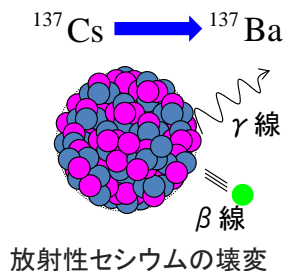


医療用リニアックの高精度線量評価

37. 放射能標準の活用事例

■ 放射能とは

放射能とは、原子核が壊変して放射線を出す能力のことをいう。放射能の単位はBq（ベクレル）であり、1秒間に原子核が壊変する数を表す。



■ 放射能濃度標準の開発・整備供給



4πβ-γ同時測定装置



4πβ-γ同時測定装置を用いて、放射能標準を開発した。この装置を用いて、放射能濃度の値を付けた標準放射能溶液を製作し、校正事業者の機器を校正する。また、国際度量衡局が主催する放射能測定国際比較に継続的に参加し、放射能標準の国際整合性に努めている。

産業界のニーズ

- 核種分析試験所の能力検査のために用いる標準試料の頒布体制の構築
- 環境レベルに対応するため放射能標準の濃度下限値を20Bq/kgに拡大

放射能精密測定技術で社会を守る

◆ 核種分析装置・表面汚染サーベイメータの校正

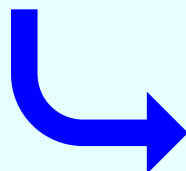
産総研の放射能標準を校正事業者に供給している。校正事業者では、放射能濃度の標準体積線源やβ線の放出率を校正している放射能標準面線源を頒布している。これらを用いて、核種分析で用いられているGe半導体検出器やNaIシンチレーションスペクトロメータ、さらに表面汚染サーベイメータを校正して、トレーサビリティのとれた検査が行われる。



放射能標準体積線源。これを用いて核種分析装置を校正する。



Ge半導体検出器による核種分析



放射能標準面線源



面線源を用いて表面汚染サーベイメータを校正する。

38. 中性子標準の活用事例

■ 中性子標準とは

放射線の一つである中性子は、原子力産業、製鉄所等の生産現場、研究開発など多くの分野で利用されており、中性子精密測定技術が必要とされている。同時に、中性子による被ばくから作業員を守るために、様々なエネルギーに対する中性子フルエンス、中性子線量当量標準が必要とされている。

■ 中性子標準の開発・整備・供給

- 中性子フルエンス標準(中性子検出器感度校正): 熱(0.025 eV) ~ 14.8 MeVまでの広いエネルギー領域の単色中性子を発生し、中性子フルエンスの絶対測定から中性子検出器の応答を校正する。
- 中性子線量当量標準(中性子線量計校正): Am-BeやCf-252中性子線源から放出される中性子を利用して、中性子個人線量計や中性子サーベイメータの感度を校正する。
- 中性子放出率標準: Am-BeやCf-252中性子線源といった放射性同位元素による中性子源からの時間当たりの中性子放出数(s^{-1})を校正する。

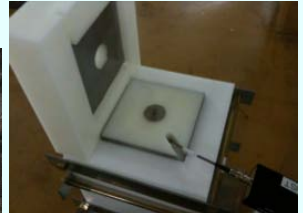


中性子フルエンス
絶対測定装置群

産業界のニーズ

- 宇宙線の高エネルギー中性子によって起こす問題や航空機飛行中の搭乗員の被ばく線量評価への対応
- 中性子利用施設で実際に人が出入りする環境の中性子スペクトルを模擬した作業環境場への対応

社会の安全・安心と信頼性確保に貢献



水力発電所

中性子放出率簡易測定器

① 中性子発生施設の安全安心

原子力発電所・核燃料施設をはじめとする中性子発生施設において、中性子標準にトレーサビリティのある中性子線量計やサーベイメータで従事者及び周辺環境を管理することにより放射線に対する安全安心および信頼性確保に活用されている。
(中性子フルエンス、中性子線量当量標準)



② 中性子線源の産業利用

製鉄所や道路工事、水力発電所等で利用される中性子線源の中性子放出率の信頼性確保に活用されている。
(中性子放出率標準)



平坦応答中性子検出器



高分解能
中性子スペクトロメータ

③ トレーサビリティの普及

多くのニーズに対応するためJCSS(校正事業者登録)を通じて標準が供給され、校正事業者の校正範囲も順次拡張されている。
(中性子フルエンス標準、中性子線量当量標準、中性子放出率標準)

④ 高精度中性子測定技術の研究開発

新たな中性子測定技術の開発を行い、社会の変化と新しいニーズに応えるための研究開発や、大学・企業との連携や研究開発支援にも活用されている。

39. 密度・屈折率・粘度標準の活用事例

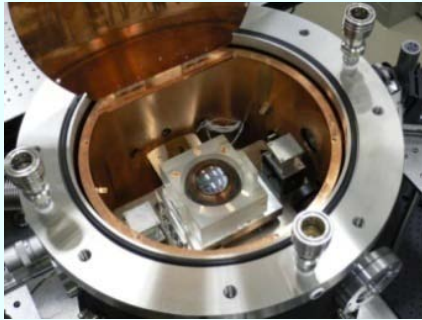
■ 密度・屈折率・粘度標準とは

石油、化学、食品、アルコール、醸造、印刷など様々な産業分野における製造工程・品質管理や材料開発評価に利用されているのが密度・屈折率・粘度であり、それら各物性の計測器のスケールを校正するための基準である。

■ 標準の開発・整備・供給

● 密度標準:

密度絶対測定技術、精密密度比較技術の開発により、単結晶シリコン球体密度を頂点とするトレーサビリティ体系を実現するとともに、アボガドロ定数精密測定、固体密度差検出やPVT性質精密測定技術を開発



シリコン球による密度標準の設定



液中ひょう量による固体密度のJCSS標準供給

● 粘度標準:

水の粘度 (ISO勧告値) を基準とする精密粘度比較技術による広範囲粘度域をカバーする粘度標準液の校正・供給体系を整備

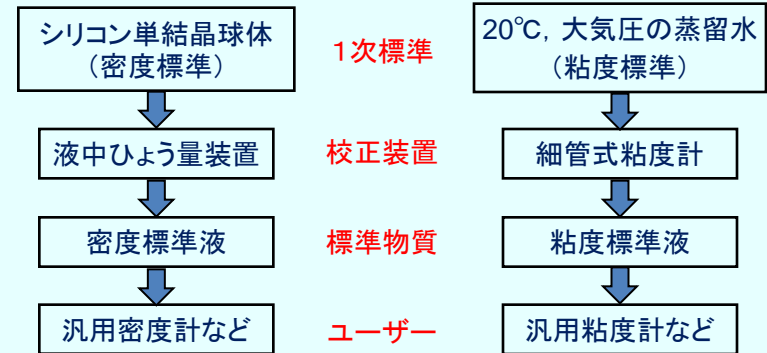
● 屈折率標準:

液体屈折率精密測定技術を開発しトレーサビリティ体系を確立

産業界のニーズ

● 省エネルギー技術開発における新開発材料に対する評価ニーズに対応するため、地球温暖化係数の小さい作動流体やバイオ燃料等の新燃料の物性評価に資する標準や標準データ提供

様々な液体利用分野を支える 高精度・高信頼性基準 密度・粘度のトレーサビリティ体系



各種密度標準液
(京都電子工業株式会社)



13種類のJIS粘度標準液
(日本グリース株式会社)

- ◆ 固体密度標準の供給: 約10件/年, 粘度標準液の校正: 約20件/年
- ◆ 標準液のユーザーへの供給
 - 密度標準液: 約3500/年 (JCSS校正証明書発行件数)
 - 粘度標準液: 約7000本/年
 - 屈折率標準液: 約700/年 (JCSS校正証明書発行件数)
- ◆ 振動式密度計, 屈折率計のJCSS校正

製造工程管理, 品質管理や材料評価に貢献

燃料・潤滑油等の石油製品試験・評価, インク材料品質管理, アルコール濃度管理, 糖度・塩分等の食品管理, 化粧品開発, 食品開発, 重油燃料管理, 作動流体物性評価等

40. 石油流量標準の活用事例

石油用流量計とは

石油製品の取引や課税の数量の根拠として、また石油化学プラントの生産管理など様々な分野で使用されている。石油用流量計を高精度で使用するためには、実流校正が求められる。



石油流量標準の開発・整備・供給

石油流量の国家標準(特定標準器)である石油流量校正設備は、世界最高レベルの高精度(不確かさ:0.030%)が達成された超精密大型設備である。



石油大流量標準設備



石油中流量標準設備

灯油・軽油(一部スピンドル油を含む)に対して流量範囲0.01 ~ 300 m³/hで校正が可能である。将来は、0.0005 m³/hまで流量下限を拡大する予定

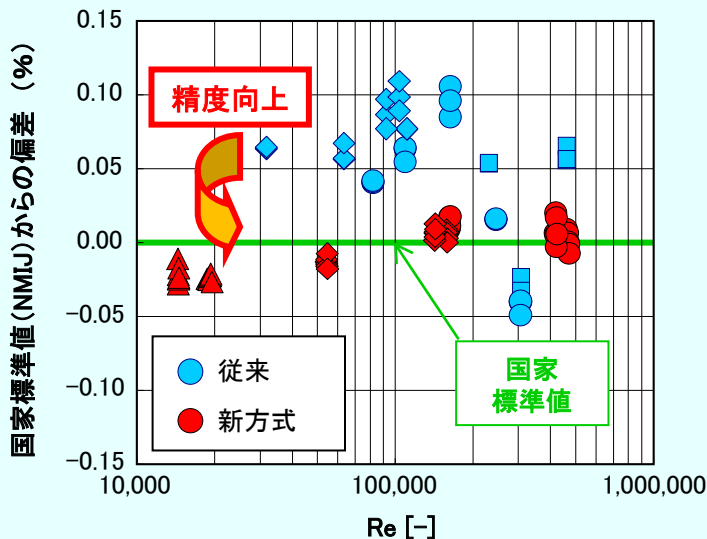
産業界のニーズ

- 現在の流量範囲・校正液種は限定され、低温流体であるLNG、LPGや、高粘度流体であるC重油、重油などの流量標準が不十分
- 液種によっては現在の校正事業者での校正精度では不十分であるケースも見られる。

石油を正確に測定して省エネルギーと公正な取引に貢献

民間流量計校正能力の向上

国家標準を活用することにより国内校正機関の校正能力が著しく向上



計量トレーサビリティの普及

多種多様な石油類、広い流量範囲で流量計を使用する産業界のニーズに対応するために、国家標準からJCSS制度を通じて、校正事業者での校正可能な流量範囲(〜810 m³/hへ)および液種(ガソリン・重油へ)が拡張されている



校正事業者の校正設備

流量計開発プラットフォームとしての役割

計量器産業の流量計開発プラットフォームとして、重要な役割を担っている。流量計のもつ粘度特性を要因とする不確かさの低減や作業効率の向上を図るべく流量計メーカーと共同で高精度流量計の開発を継続的に実施し、国内産業力の強化に貢献している。



流量計の新型回転子



新型流量計

41. 水素ガス流量標準の活用事例

■ 水素ガス流量標準とは

地球温暖化対策やエネルギー問題などの解決へ向け、急速な発展が期待される燃料電池において、燃料である水素ガスの適切な計量取引の実施のため、水素ガス流量標準の整備が必要である。

■ 水素ガス流量標準の開発・整備・供給

実用標準ノズルはISO 9300で規格化された臨界ノズルで、計量法を用いた特定標準器によって校正されている。



校正の効率化と流量拡大のため、臨界ノズルを複数組み込んだ実用標準マルチノズルによって、水素ガス関連実証研究を進めている。



流量範囲5mg/min-100g/minについて2014年度中に標準供給を開始する予定である。



産業界のニーズ

- 100MPa級化に伴い、標準流量範囲の拡大が必要である。
- 高圧水素大流量供給設備を民間企業が単独で整備するのは難しい。

次世代燃料の水素の普及を目指して

◆水素ステーション用高圧流量計の校正技術の構築

岩谷瓦斯株式会社との共同研究において、水素・燃料電池自動車インフラ整備に関連して、国家標準トレーサブルな高圧水素大流量供給設備の整備と流量計校正技術の確立を目標としている。これまでに、高圧水素用臨界ノズル式流量計の臨界背圧比や流出係数についての実在気体特性評価や、国内で進められている実証水素ステーションディスペンサーで使用されているコリオリ式流量計の性能評価を実施してきた。

研究成果を踏まえて、高圧水素用流量計の校正技術の確立し、校正事業化を計画している。また、世界に先駆けた業界・工業規格の整備や国際標準化を目指している。



◆家庭用燃料電池の水素計量システムの技術検証

岩谷産業株式会社との共同研究において、家庭用燃料電池普及に向けて、流量計を用いた安定かつ安全な水素供給の実現、将来の水素商取引を想定した計量システム構築を目的として、計量トレーサビリティを考慮した計量方法の確立や計量システムの性能評価及び長期安定性評価を実施中である。実証試験はHySUT(水素供給・利用技術研究組合)事業の一つである北九州水素タウン(北九州市東田地区)内実証住宅で実施中である。



水素ガスに加え、都市ガス流量標準の整備・供給も2014年度中に予定している。

42. 高レイノルズ数流量標準の活用事例

■ 高レイノルズ数流量標準とは

発電プラントにおいては、非常に高いレイノルズ数(流体力学的相似則が成立する無次元数)における流量計測が行われている。省エネおよび安全性向上の観点からは、ここで使用する流量計を実際と同じ高いレイノルズ数において校正する必要がある。



■ 水流量標準の開発・整備・供給

●高レイノルズ数流量校正設備は水流量に関する国家標準(特定標準器)の一部として構築された。本設備は世界最大規模の水流量校正設備である。



●最大レイノルズ数 2.0×10^7 、最大流量 $12000 \text{ m}^3/\text{h}$ を達成。このレイノルズ数は世界最大で、実プラントでの値に相当する。校正の不確かさは $0.08\% \sim 0.10\%$ 。また最高水温 $80 \text{ }^\circ\text{C}$ まで試験が可能。



産業界のニーズ

●実温度における試験が必要であり、高温高圧における試験設備に関して不十分な面がある。

発電プラント等における省エネルギー、安全性向上に貢献

◆原子力発電所用給水流量計

原子力発電所の熱出力管理に使用される給水流量計(従来はASME-PTC6に準拠したFlow Nozzle)に、超音波流量計を適用し、その基礎試験を実施。

本試験では、レイノルズ数のパラメータ(水温や流量など)のほか、上流側配管条件をより実機に近づけるために立体配管による試験も実施。

米国では低レイノルズ数の校正結果から、外挿等を用いて、実プラントの校正値を得ているが、本研究では正確な流量測定ためには高レイノルズ数における校正が必要であることを実証。



◆発電プラント等蒸気タービン評価

Flow Nozzleは、発電プラントにおける蒸気タービンの性能評価に広く使用されている。高レイノルズ数流量標準により実プラントと同じ高いレイノルズ数での試験を実施し、ASME規格における外挿方法についての問題点を明らかにしつつある。また、本ノズルにおいても、実流(実レイノルズ数)校正の必要性が高いことが明らかにされつつある。

また、実プラントに納品されるFlow Nozzleについての校正も実施してきている。



※発電プラントの海外における積極的な建築にともない、高レイノルズ数校正設備の唯一性から、今後、より海外に向けた高レイノルズ数水流量に関する標準供給が期待される。
※上記の他、大型ポンプ評価に用いる流量計の校正等への標準供給が期待される。

43. 標準ガスの活用事例

■標準ガスとは

標準ガスは、気体の量や濃度を測るときの物差しになる。

分析計の目盛りあわせや検量線の作成に用いられる、成分濃度が正確に規定されているガス。



■標準ガスの開発・整備・供給

●JCSS標準ガス(計量法に基づく標準ガス)

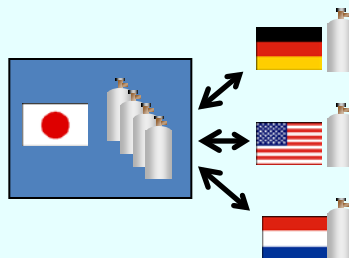
- ・窒素酸化物、硫黄酸化物、一酸化炭素などの公害の元凶となるガス
- ・酸素、高純度酸素など、人間の安全(酸欠、血中酸素)や医療用酸素
- ・計測標準研究部門では、JCSS標準ガスのトレーサビリティソースとなる高純度ガスの標準ガスを開発供給している。

●温暖化ガス認証標準ガス

- ・CF4, SF6等、半導体産業などで用いられる温室効果ガス

●国際比較への参加

- ・計測標準研究部門で開発して標準ガスが国際的に認められる(MRA)技術的な根拠となる。
- ・JCSS標準ガスについてはCERIが参加
- ・それ以外の標準ガス(JCSSの原料の高純度ガスも含む)はNMIJが参加



産業界のニーズ

- 地球環境分析では、現状を遙かに上回る高精度ガスへの要望
- 不安定なガスの調製法(発生法)の開発

クリーンな大気を守る標準ガス

- ◆自動車排ガスの測定は、環境保護の面から車検での必須項目になっている。その排ガス測定装置の校正にはJCSS標準が用いられている。
- ◆医療用酸素の純度測定は、医療事故防止に欠かせないが、純度分析用の酸素計の校正には高純度酸素JCSS標準ガスが必要である。(今後薬局方に取り入れられる予定)
- ◆工場などの排ガス分析装置(固定発生源)用の濃度計の型式試験、定期校正にはJCSS標準ガス用いられている。



- ◆大気中の温暖化ガスが長期にわたり分析された結果、二酸化濃度や一酸化炭素などの増加や、その分布や拡散の様子がわかってきた。
- ◆環境測定用のガスは、不確かさが0.01%といった極めて高い精度が必要であり、BIPMとWMOは協力して標準ガスの開発を行う予定。日本でも、産総研と国立環境研、気象庁などが高精度ガスの供給に協力すべき体制を作ろうとしている。

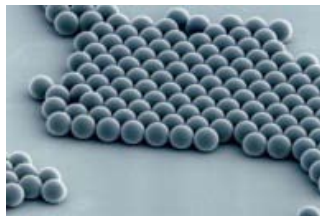
温室効果ガス	地球温暖化係数 GWP	排出量(日本) 百万トンCO2換算	前年度比
二酸化炭素 (CO2)	1	1191.9	4.5%
メタン (CH4)	21	20.4	-2.1%
一酸化二窒素 (N2O)	310	22.1	-2.1%
HFC-134a等のHFC	1,300	18.3	10.3%
PFC-14等のPFC	6,500	3.4	4.2%
六フッ化硫黄 (SF6)	23,900	1.9	0.6%

(独)国立環境研究所地球環境研究センタ監修、温室効果ガスインベントリー(H24.4)のデータより作成

44. 粒子標準の活用事例

■ 粒子計測とは

- 気中粒子 (クリーンルーム中粒子, ディーゼルナノ粒子, 大気エアロゾル等)
- 液中粒子 (純水・薬液中不純物粒子, 血球など)
- 固体表面上粒子 (半導体ウエハ上不純物粒子など)



粒径標準用ポリスチレンラテックス粒子

等の粒径分布や個数濃度の計測。

最近ではナノ粒子 (工業ナノ粒子やディーゼルナノ粒子) の計測に国際的関心が集まっている。

■ 粒子標準の開発・整備・供給

粒子計測器を校正・試験するための標準として

- 粒径/粒子質量標準
- 粒径分布幅標準 (分解能試験用)
- 気中粒子数濃度標準 (一次標準、測定器型)
- 気中粒子数濃度標準 (二次標準、発生器型)
- 液中粒子数濃度標準
- ナノ材料標準物質 (工業ナノ粒子安全試験用)

などの開発・供給を行っている。

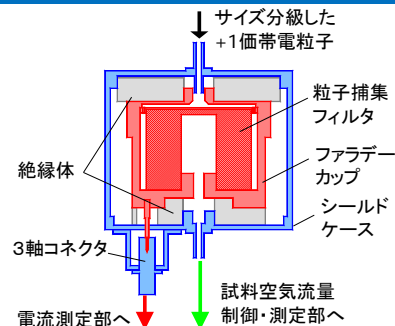
産業界のニーズ

- 粒径範囲や個数濃度範囲の拡大

確かな粒子計測技術・ナノ粒子管理に基づく安全・安心の確保

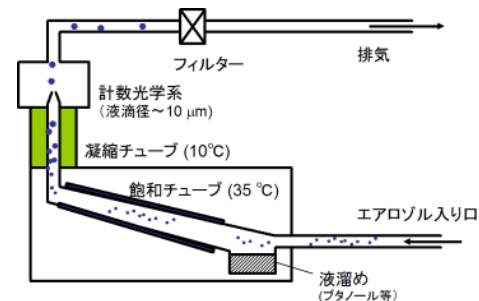
国家標準 気中粒子数濃度一次標準

(2007年に確立、世界初)



校正

一般的な ナノ粒子計測器 (凝縮粒子計数器)



生活環境・生産現場でのトレーサビリティの実現

自動車ナノ粒子規制

- 自動車からの排ナノ粒子国際規制 (EUにおけるEURO5規制)

クリーンルーム管理

- 自動車からの排ナノ粒子国際規制 (EUにおけるEURO5規制)

居住・生産環境のナノ粒子規制

- オフィス機器からのナノ粒子発塵規制 (独Blue Angel Mark認定)
- 工業ナノ粒子を含む製品の認証制度 (国際的に検討中)

45. 高純度無機標準物質・無機標準液の活用事例

質量、電流、時間等のSI単位を基準にした普遍的な純度

■ 高純度無機標準物質・無機標準液とは

分析機器の校正や測定試料中に含まれる成分を分析するためには、目的とする分子やイオンの純度・濃度、物理化学的特性が計量学的に精確に決まった標準物質・標準液が不可欠である。

■ 標準物質の開発・整備・供給

● 金属標準液 / 非金属イオン標準液

試料中の金属/イオン成分の定量を目的に、主に分析機器の校正に用いる。例えば、亜鉛の定量分析は、精確に濃度の決まった亜鉛の標準液が必要である。
Al, Bi, Cd, Pb, Mn, As, Sb, Hg, Zn, 他
NO₃⁻, Cl⁻, Br⁻, NH₄⁺, 他

● 高純度無機標準物質

中和滴定、酸化還元滴定、沈殿滴定などの反応を利用して滴定剤等の濃度を決定するための基準である。例えば、塩酸の濃度を決定するためには、塩基の標準である炭酸ナトリウムの純度を基準にする。
フタル酸水素カリウム, ニクロム酸カリウム, 三酸化ニヒ素, アミド硫酸, 炭酸ナトリウム, よう素酸カリウム, しゅう酸ナトリウム[NMIJ CRM 3000シリーズ]

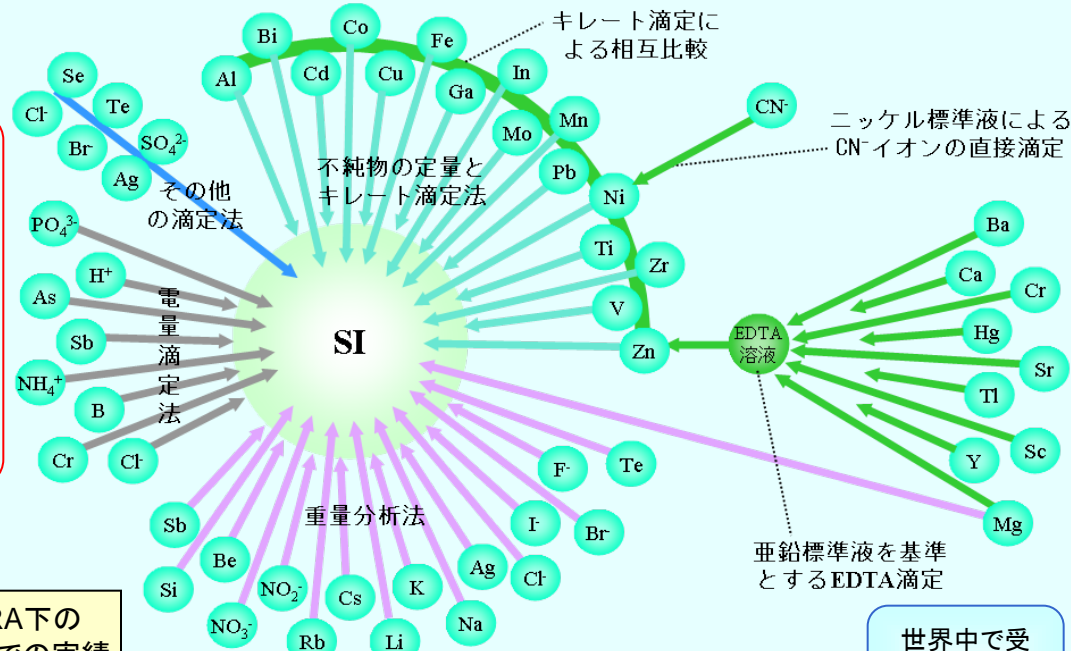
● pH標準液

pHの一次測定法であるハンドセル法を確立し、6種類のpH基準標準液を供給している。試料のpHを測定するためのpH計の校正に不可欠である。
しゅう酸塩, フタル酸塩, 中性りん酸塩, りん酸塩, ほう酸塩, 炭酸塩

産業界のニーズ

● 高純度無機標準物質は、滴定によって精密な濃度決定をするために必須。

SI単位に直結した一次標準測定法を中心とするNMIJの様々な測定手法の体系



CIPM MRA下の国際比較での実績

産総研/NMIJ

JCSS校正機関・標準物質供給者

ユーザー (材料・環境etc.)



登録事業者によるJCSS校正証明書(濃度分野)の発行枚数は平成23年度で約34万枚である。標準物質を利用することにより、世界中で受け入れられる普遍的な分析結果を得ることができる。

46. 有機標準液の活用事例

■ 有機標準液とは

大気中、水中の揮発性有機物濃度分析の際の物差しになる。

分析計の目盛りあわせや検量線の作成に用いられる、成分濃度が正確に規定されている溶液です。



■ 有機標準液の開発・整備・供給

● JCSS有機標準液(計量法に基づく有機標準液)

- ベンゼン、トルエンなど大気中の揮発性有機化合物(VOC)など、人体に直接害を及ぼす物質
- 浄水の分析において水道法で規制されているトリハロメタンなど
- 環境ホルモンとして問題となっている、あるいはプラスチック添加剤などに含まれその溶出が問題となっているベンゾ[A]ピレン、フタル酸エステル類など
- シックハウス症候群などの原因とされるホルムアルデヒドなど
- 産総研では、上記の標準液のトレーサビリティを確保するためベンゼン、トルエンなど約40種の有機高純度物質を標準液として供給している。

● その他の有機標準液(NMIJ-CRM)

- 燃料中の硫黄標準液
- 熱量計の校正などに用いる温度標準用の標準液

産業界のニーズ

- 水道法25種に対応するべく2成分の追加開発
- 地球環境分析では、現状を遙かに上回る高精度ガスへの要望

安全・安心な水の提供に貢献

- ◆ 水道法では、様々な有害成分を分析し、上水道中に有害な成分が混入しないよう、常に監視を行っている。その対象として様々な中で、現在25種の有機化合物が規制対象となっている。現時点では、そのうちの23種に対応して標準液がJCSS制度の下供給されている。
- ◆ 今後25種に対応するべく残り2種の開発を進めている。
- ◆ そのほかにも土壌汚染対策法では、工場跡地などで、たびたび検出されるトリクロロエチレンなど規制濃度が決められており、その分析用の有機標準液がJCSS制度の下に供給が行われている。

水道法対応の25種のVOC (赤枠は現在JCSS制度で対応)

<組成>			
ベンゼン Benzene	1,2-ジクロロエタン 1,2-Dichloroethane	cis-1,3-ジクロロプロペン cis-1,3-Dichloropropene	1,1,1-トリクロロエタン 1,1,1-Trichloroethane
ブromジクロロメタン Bromodichloromethane	1,1-ジクロロエチレン 1,1-Dichloroethylene	trans-1,3-ジクロロプロペン trans-1,3-Dichloropropene	1,1,2-トリクロロエタン 1,1,2-Trichloroethane
tert-ブチルメチルエーテル tert-Butyl methyl ether	cis-1,2-ジクロロエチレン cis-1,2-Dichloroethylene	1,4-ジオキサン 1,4-Dioxane	トリクロロエチレン Trichloroethylene
四塩化炭素 Carbon tetrachloride	trans-1,2-ジクロロエチレン trans-1,2-Dichloroethylene	テトラクロロエチレン Tetrachloroethylene	o-キシレン o-Xylene
クロロホルム Chloroform	ジクロロメタン Dichloromethane	トルエン Toluene	m-キシレン m-Xylene
ジブロモクロロメタン Dibromochloromethane	1,2-ジクロロプロパン 1,2-Dichloropropane	トリブロモメタン(ブロモホルム) Tribromomethane(Bromoform)	p-キシレン p-Xylene
1,4-ジクロロベンゼン 1,4-Dichlorobenzene			

47. 固体熱物性標準の活用事例

■ 固体熱物性とは

固体熱物性とは、固体の熱的な諸特性(熱伝導率、熱拡散率、比熱容量、熱膨張率など)であり、各種産業において固体材料を利用する際に考慮必須の基本的な物性値である。

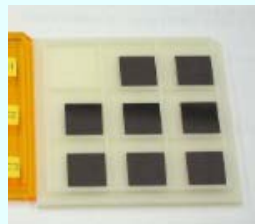
■ 標準の開発・整備・供給

● 熱物性標準物質

固体熱物性の標準物質は熱分析や熱物性測定機器の校正や測定時の参照物質として用いられる。現在、熱膨張率3種、熱拡散率1種、熱伝導率1種、比熱容量1種、薄膜熱拡散率1種が開発・供給されている。



熱拡散率標準物質



薄膜標準物質

● 熱物性データベースによる標準データの提供
分散型熱物性データベースによる10,000件以上の薄膜および高温融体の熱物性データ、国家計量標準にトレーサブルな不確かの評価されたデータをインターネット上で提供。

● 依頼試験による標準供給

国家標準にトレーサブルで信頼性の担保された熱物性計測技術による標準的試験片に対する熱物性値校正サービス8項目を提供。

産業界のニーズ

- 多様化する機能材料に対応した実効性のある標準供給形態の選択と迅速な対応体制の整備
- 信頼性の担保された熱物性データの充実が急務。

熱問題への確かなソリューションの構築を効果的にサポート

SITレーサブルな熱物性計測技術の開発と校正システムの整備



熱物性標準物質の開発



实用測定器の校正

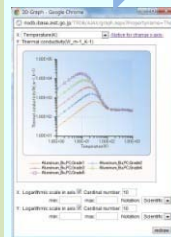


レーザフラッシュ法熱物性測定装置

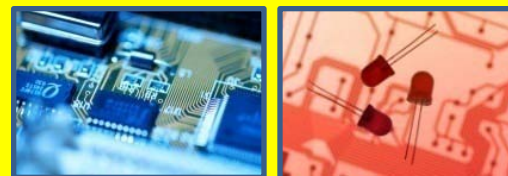


薄膜熱物性測定装置

標準的高信頼データの蓄積

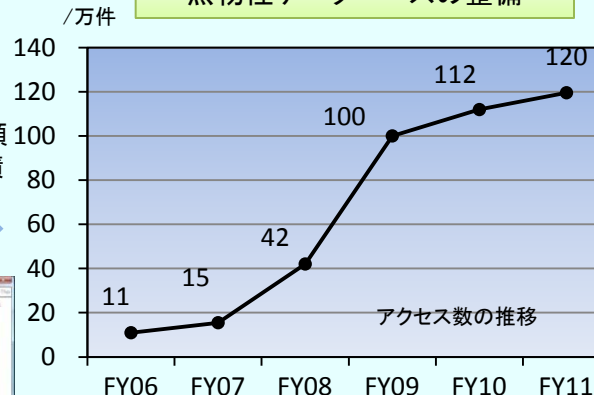


精密な熱物性評価の実現



新機能材料開発、新デバイスの設計開発、熱対策、性能評価、熱シミュレーションへ大きな寄与

熱物性データベースの整備



- ・年間アクセス数は120万件、そのうち国内製造業からのアクセスは23万件である。業種はエレクトロニクス・電子部品・素材・化学、自動車と多岐にわたる。
- ・材料ユーザは優れた熱的機能をもつ材料情報を入手、材料開発サイドはユーザーニーズを把握するための場として機能。

48. 高精度標準スペクトルデータ(SDBS)の活用事例

■ スペクトルデータとは

30,000件を超える有機化合物の水素核 (^1H) 核磁気共鳴 (NMR)、炭素核 (^{13}C) NMR、赤外分光 (IR)、質量 (MS)、ラマン分光 (Raman) と電子スピン共鳴 (ESR) スペクトルを産総研にて独自に測定し、品質を評価した上でデータベース化してウェブを通して、有機化合物のスペクトルデータベース (SDBS) として無料で公開している。

■ スペクトルデータベース SDBS

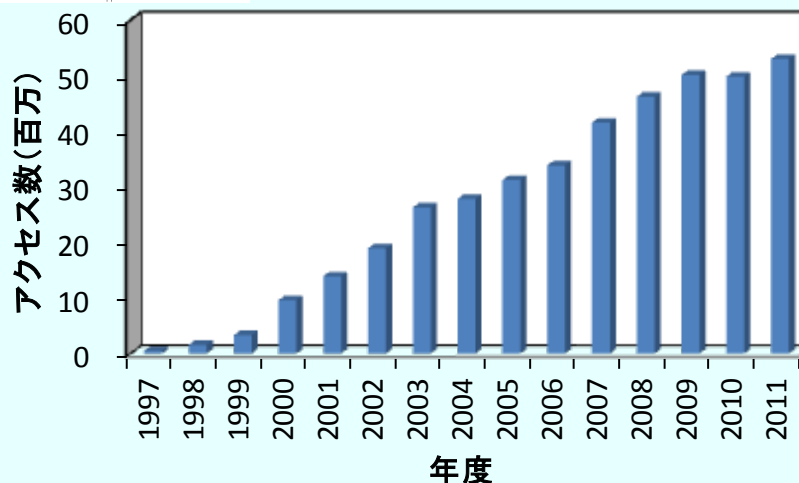
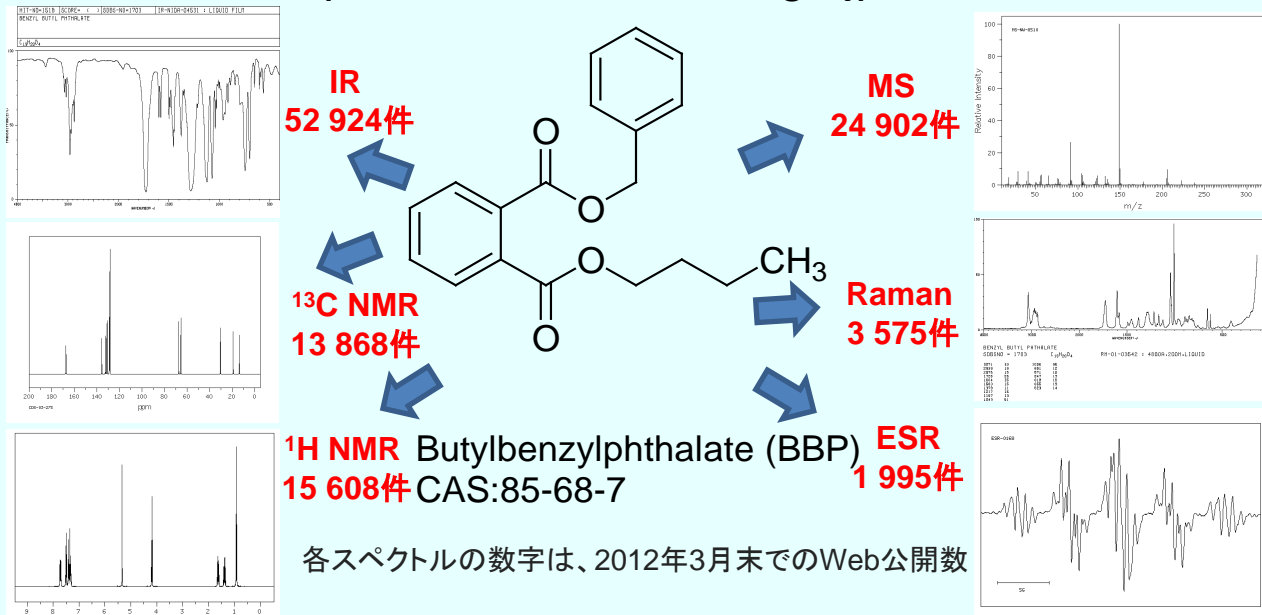
- 1980年代よりスペクトル収集を開始し、現在まで活動を継続
- 産総研で研究者が評価を行なった高品質のスペクトル
- 一つの化合物に対して、最大6種類の多様なスペクトルを閲覧することが可能
- NMRスペクトルは構造の帰属を付与
- 1997年より、ウェブで無料公開
- 近年は、農薬等、危険物を優先的に収集
- 香料化合物の規格参照スペクトルとして活用
- ユーザからの質問に回答
- 東日本大震災の影響で1ヶ月程度のサービス停止で復旧時に、ユーザから再開を祝福するコメントが多数寄せられた

産業界のニーズ

- 高品質なスペクトルを収集し評価するための継続性
- データ収集のスピードと品質管理の選択

世界のユーザに支持されているスペクトルデータベース

<http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/>



- ウェブのアクセスページビューは毎年増加
- 1997年ウェブへ公開以来、累積アクセスページビューは4億回超
- 2011年度の1日平均10万回を超すアクセスページビュー

49. RoHS指令対応認証標準物質の活用事例

RoHS指令とは

欧州指令 (EU Directive) の1つである**RoHS指令** (Restrictions of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronics equipment) は、電気電子機器中の特定有害物質 (Cd、Cr(VI)、Hg、Pbおよび複数の臭素系難燃剤) の使用禁止令であり、2006年7月から発効した。RoHS指令をクリアしないと電気電子機器の欧州への輸出ができないため、日本国内で大きな問題となった。

標準物質の開発・整備・供給

電気・電子機器の廃棄及び製品のリサイクル並びにこれらに係る規制・指令 (REACH規制、WEEE指令等) に対応する製造 (グリーン調達用の環境配慮設計) や分析・試験の現場での精度管理のために用いられる。

- 重金属分析用ABS樹脂 (Pb, Cd, Cr) ペレット、ディスク NMIJ CRM 8102-a, 8103-a, 8105-a, 8106-a
- 重金属分析用ABS樹脂 (Pb, Cd, Cr, Hg) ペレット、ディスク NMIJ CRM 8112-a, 8113-a, 8115-a, 8116-a
- 重金属分析用PP樹脂 (Pb, Cd, Cr, Hg) ペレット、ディスク NMIJ CRM 8133-a, 8136-a
- 重金属分析用PVC樹脂 (Pb, Cd, Cr, Hg) ペレット NMIJ CRM 8123-a
- 鉛フリーはんだチップ NMIJ CRM 8202-a, 8203-a

産業界のニーズ

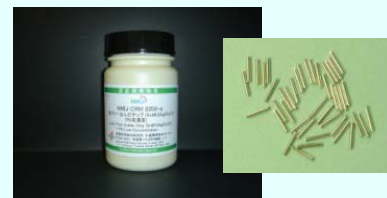
- 分析が必要な材料と類似組成で分析対象成分の濃度も類似している標準物質が校正・妥当性確認のために必要である。

RoHS指令関連の分析や環境配慮設計に貢献

電気電子製品の規制対象物質の含有量の把握が可能となり、我が国からのEU向け輸出が支障なく実施



たとえば重金属分析用
ABS樹脂標準物質



鉛フリーはんだ標準物質

[平成22年度までの累計: 826ユニットの頒布]

日本(産総研)が主導的に貢献した規格
IEC62321「電気電子機器製品内の規制物質
の含有量測定手順標準」 2008年

- ・ プラスチック素材の試験方法の妥当性と試験結果の容易な評価
- ・ 我が国の受託分析事業者(500程度)の経済的負担低減
- ・ 規制が守られることによる環境への負荷低減、リサイクル促進
- ・ EU域への輸出における貿易障壁の回避

50. 環境・食品認証標準物質の活用事例

■ 環境・食品認証標準物質とは

基本的に天然由来で、実際の環境試料や食品と組成が類似しており、そこに含まれる有害成分等の形態も分析対象の試料と類似しているものである。

主に内部精度管理において分析法や分析結果の妥当性確認のために用いられる。

■ 標準物質の開発・整備・供給

- NMIJ CRM 7202-b 河川水 →技能試験
- NMIJ CRM 7302-a 海底質
- NMIJ CRM 7303-a 湖底質
- NMIJ CRM 7402-a タラ魚肉粉末
- NMIJ CRM 7403-a メカジキ魚肉粉末
- NMIJ CRM 7405-a ひじき粉末
- NMIJ CRM 7501-a, 7502-a, 7503-a 白米粉末
- NMIJ CRM 7505-a 茶葉粉末 →技能試験
- NMIJ CRM 7511-a 大豆粉末
- NMIJ CRM 7531-a 玄米粉末 →技能試験
- NMIJ CRM 7901-a アルセノベタイン水溶液
- NMIJ CRM 7912-a ひ酸[As(V)]水溶液
- NMIJ CRM 7913-a ジメチルアルシン酸水溶液

内部精度管理のほか、認証標準物質(CRM)の開発過程の候補試料を外部精度管理(技能試験)の試料として活用している。河川水、茶葉粉末、玄米粉末で実施済み。[平成22年度:287ユニットの頒布]

産業界のニーズ

- 分析が必要な環境試料・食品と類似組成で分析対象成分の濃度も類似している標準物質が校正・妥当性確認のために必要

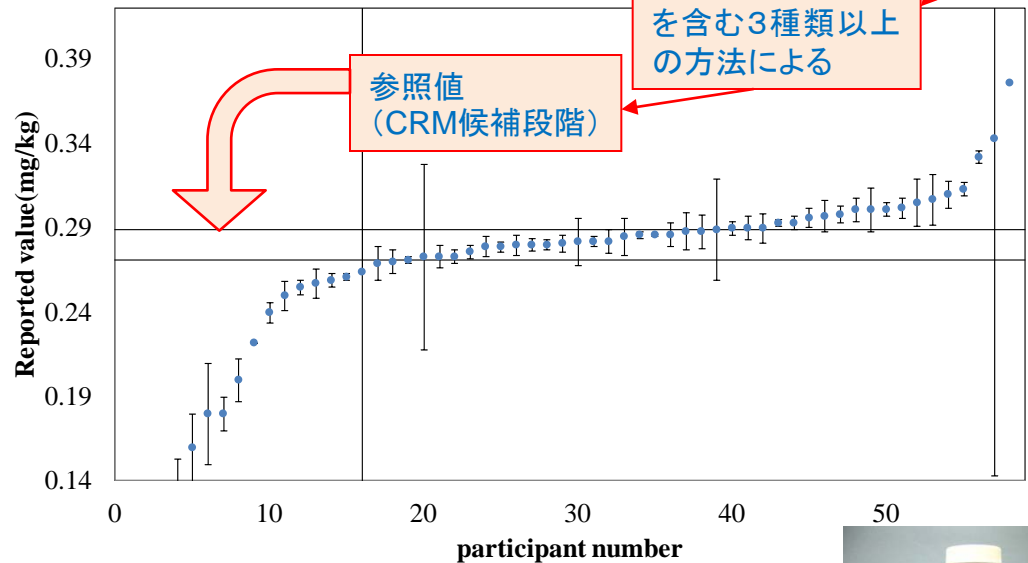
環境・食品に関わる安全・安心の確保に貢献

外部精度管理(技能試験)の例:

CIPM-MRA
国際比較での
実績の裏打ち

玄米中のひ素

As (dry wt.)



低値・高値であって、参照値とかい離している参加機関も多い。

報告書・講習会を通じて、問題点が把握され、技能向上を図る。
継続的な技能試験の実施。
(外部精度管理の後は内部精度管理としても活用)



玄米 大豆



茶葉

51. 有機ふっ素化合物分析用認証標準物質の活用事例

■ 有機ふっ素化合物とは

有機ふっ素化合物であるペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)やペルフルオロオクタン酸(PFOA)は、耐熱性・耐薬品性・光学特性など優れた性質をもつため、様々な産業分野で使用されてきた。しかし、環境残留性や生体への影響が懸念されるため、これらの化合物には適正な管理が求められる。そのためにも精確な分析は不可欠であり、計量学的に正しく値付けされた認証標準物質の重要性が高まっている。

■ 認証標準物質の開発・整備・供給

化審法第一種特化物に指定されたPFOSや、水道水質基準の要検討項目に追加されたPFOAの精確な分析に必要な以下の認証標準物質を開発した。これらは分析装置の校正のほか、分析の精度管理、分析方法や分析装置の妥当性確認に用いることができる。

- ペルフルオロオクタンスルホン酸カリウム標準液
NMIJ CRM 4220-a
- ペルフルオロオクタン酸標準物質
NMIJ CRM 4056-a

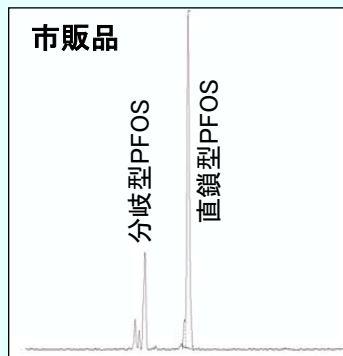
これら認証標準物質は、近年制定された関連の日本工業規格に規定された分析法の精度管理のためにも適用可能であり、分析値の国際単位系へのトレーサビリティ確保に役立つ。

- 工業用水・工場排水中のペルフルオロオクタンスルホン酸及びペルフルオロオクタン酸試験方法
JIS K 0450-70-10:2011

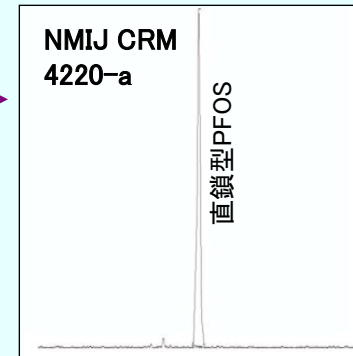
産業界のニーズ

- 欧州で工業製品中PFOS・PFOAの規制値が設定されたため、実際の工業材料に組成・濃度の類似した標準物質による分析精度管理が必要

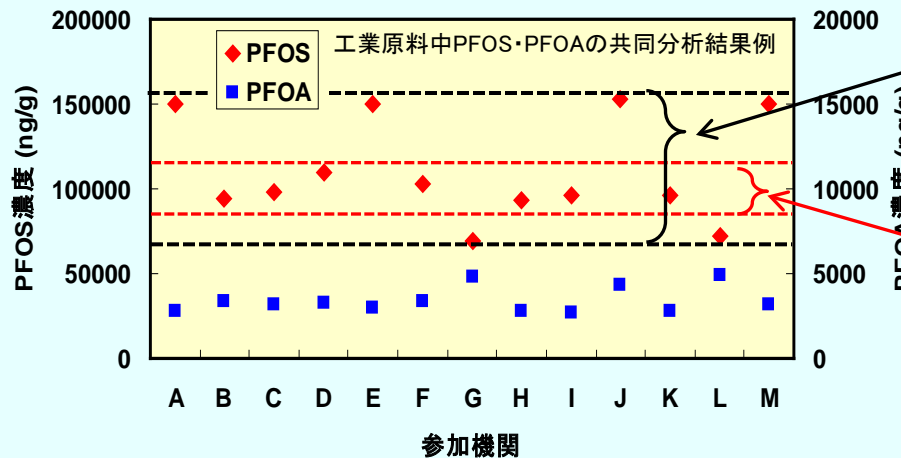
工業製品の規制順守・環境リスクの監視に貢献



市販PFOS・PFOA標準品：
直鎖型・分岐型の混合物
→正しい基準とならない



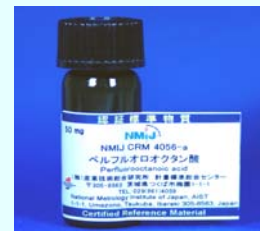
NMIJ認証標準物質
→ 高純度・直鎖型の主成分を認証



機関毎に異なる市販品を用いた時の分析値のばらつき

NMIJ CRMを用いた時に想定される分析値のばらつき

(大井ほか, 第19回環境化学討論会要旨集(2010)より作成・加筆)



認証標準物質の活用

- ・ 定量精度の向上
- ・ 分析値のトレーサビリティの確保
- ・ 分析事業者の技能向上の支援
→ 輸出産業の国際競争力確保
環境リスクの正確な評価・低減

52. バイオ燃料分析用認証標準物質の活用事例

■ バイオ燃料とは

サトウキビ・木材などから生産されるバイオエタノール、菜種油・パーム油・廃食油などの油脂から合成されるバイオディーゼル燃料などのバイオ燃料は、地球温暖化対策のひとつとしてその普及が進んでいる。しかし、原料由来の夾雑物や吸湿・酸化などにより、エンジントラブルを引き起こす可能性などが懸念されている。また、バイオ燃料は税制面の優遇措置などがなされているが、バイオマスに由来しない原料から生産されたものによる偽装も考えられるなど、その普及には適切な品質管理が求められる。

■ 認証標準物質の開発・整備・供給

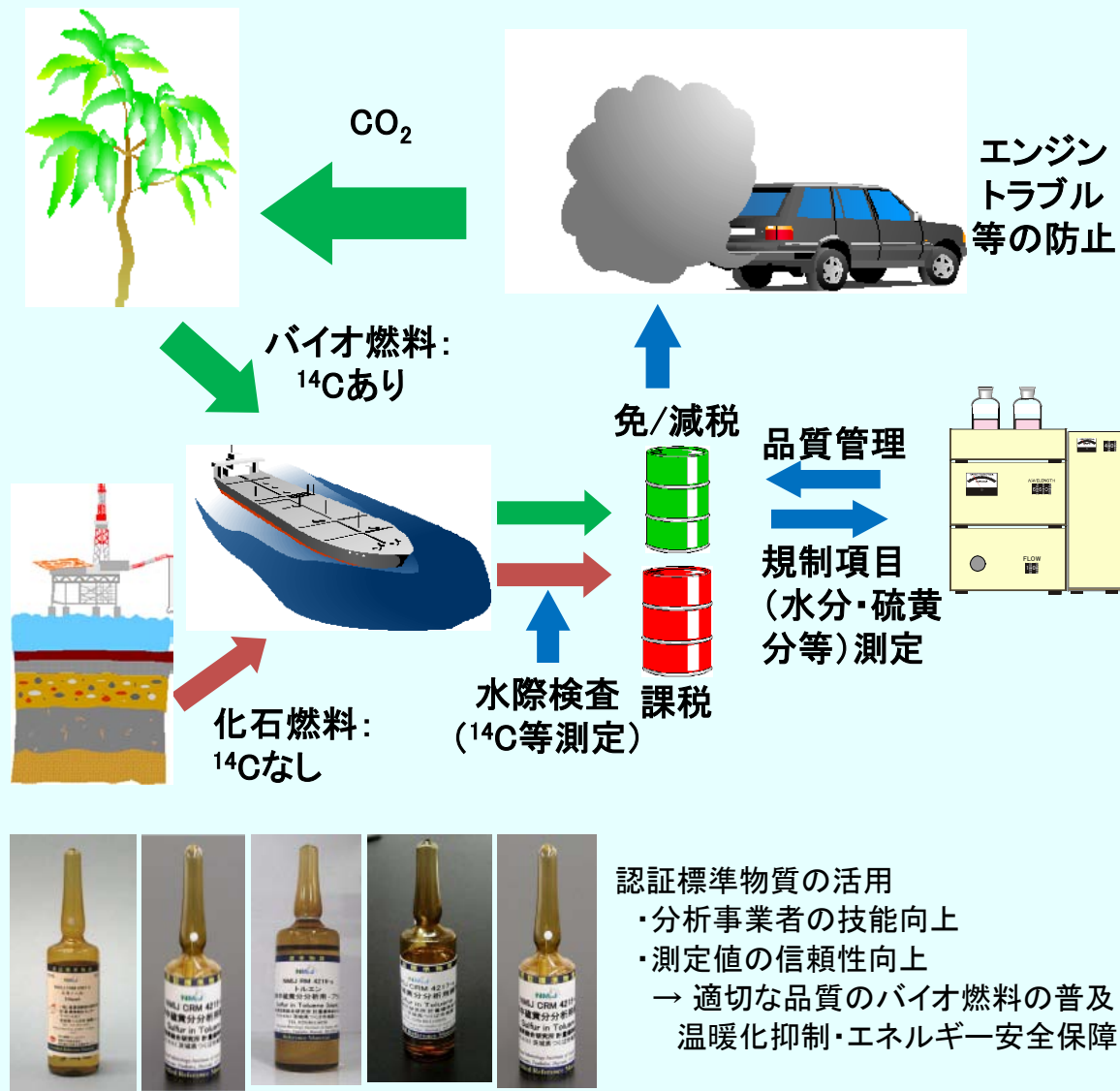
バイオ燃料の品質管理のための日本工業規格 (JIS K 2190, JIS K 2390) やバイオマス度判定のための公定法 (ASTM D 6866) などに準拠した測定に関して、測定装置の校正のほか、測定方法や装置の妥当性確認、測定者の技能評価などに用いることができる。

- 高純度エタノール
(認証値: 純度、参考値: 炭素14濃度)
NMIJ CRM 4001-b
- 燃料中硫黄分分析用標準液 (認証値: 硫黄分)
NMIJ CRM 4215-a, CRM 4217-a, RM 4216-a
- バイオエタノール標準物質
(認証値: 水、メタノール、硫黄、銅の濃度)
NMIJ CRM 8301-a
- 高純度トリオレイン (認証値: 純度)
NMIJ CRM 6009-a

産業界のニーズ

- ジメチルエーテル(DME)、バイオディーゼル燃料などの標準物質開発により対応の幅を広げる。

バイオ燃料の普及に貢献



53. 臨床検査用標準物質の活用事例

NMIJの認証標準物質とは

産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ)では、例えばある化合物についての濃度や純度などが“計量学的に”正しく値付けされた、認証標準物質の開発を行っている。これらは、分析機器の校正や分析法の評価など、化学分析の信頼性確保に不可欠なものである。

臨床検査用標準物質の開発・整備・供給

いつ、どこで、どのような測定機器や測定方法によって得られた臨床検査のデータであっても、相互に比較検討できるようにするためには、“普遍的な値”に基づいた標準物質を開発し、共通のものさしにすることが有効である。これを達成するため、NMIJでは、以下に示す臨床検査用の認証標準物質の開発を行っている。

- ① 代謝物やホルモンなどとして生体に存在する物質の純度を認証値とする純物質標準物質
- ② ステロイドホルモン濃度を認証値とする血清標準物質
- ③ ホルモンやマーカー等として測定されるペプチドやタンパク質の標準液

これらの標準物質が、最終的に、各臨床検査試薬メーカー等が提供する製品キャリブレーションの値付けや評価に用いられること(計量トレーサビリティの構築)で、日常検査の標準化を実現する。



産業界のニーズ

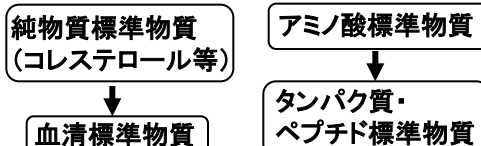
- 検査項目は多種多様であり、さまざまな標準物質が必要とされている。

臨床検査の信頼性・互換性確保に貢献

NMIJ臨床検査用認証標準物質の開発・供給

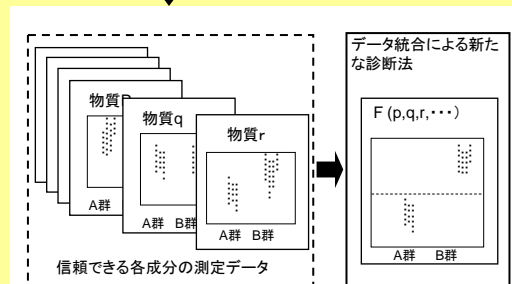


① 各種標準物質の新規開発および信頼性確保(NMIJおよび他機関)



⑤ 他機関での標準物質開発のサポート(例:薬品標準品)

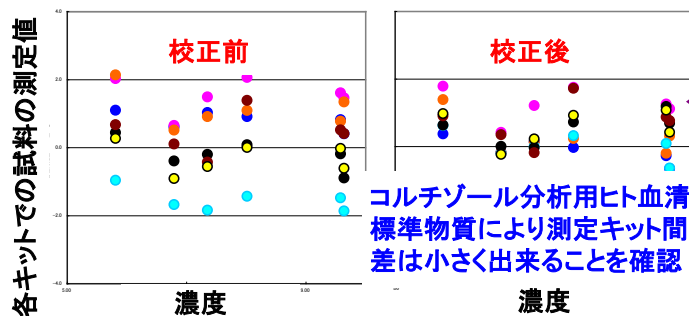
④ 新たな診断法確立の支援 アミノ酸標準物質



信頼できる診断法の確立

② 日常検査の標準化(異なる測定法でも同じ値に)

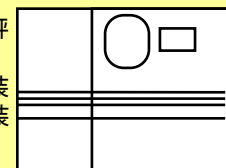
例: 診断基準作成のための低濃度コルチゾール測定標準物質利用によるキット間の測定値のばらつきの変化



③ 分析装置・試薬の評価方法の提供

・標準化のための試薬性能の検討(例:コルチゾール分析用ヒト血清標準物質による血清コルチゾール測定試薬の検証(臨床検査試薬メーカー))

・装置性能の評価・確認(例:窒素分析装置の性能確認(装置メーカー))



54. 定量NMR技術の活用事例

■ 定量NMR技術とは

核磁気共鳴(NMR)装置を用いた校正技術であり、化学物質中の水素原子核の量を測定することにより、国家標準が整備されていない化学物質であっても物質量(モル数)を正確計量することができるため、計量標準の迅速整備が期待できる。



■ 標準物質の開発・整備・供給 (定量NMR技術の開発)

- 標準物質の校正が可能な水準へと測定精度を向上。
- 水素信号量の基準となる標準物質を開発

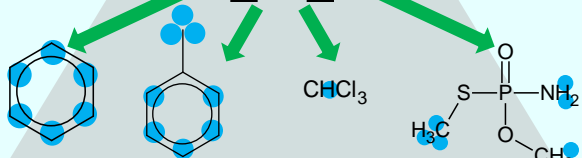
国家標準物質 精度 0.1%

水素原子を“物差し”
とした分子構造に依存
しない校正技術

●水素信号の基準物質
↓
目盛付け



●水素
定量分析(校正)



試験に用いる実用標準物質 精度 1%~5%

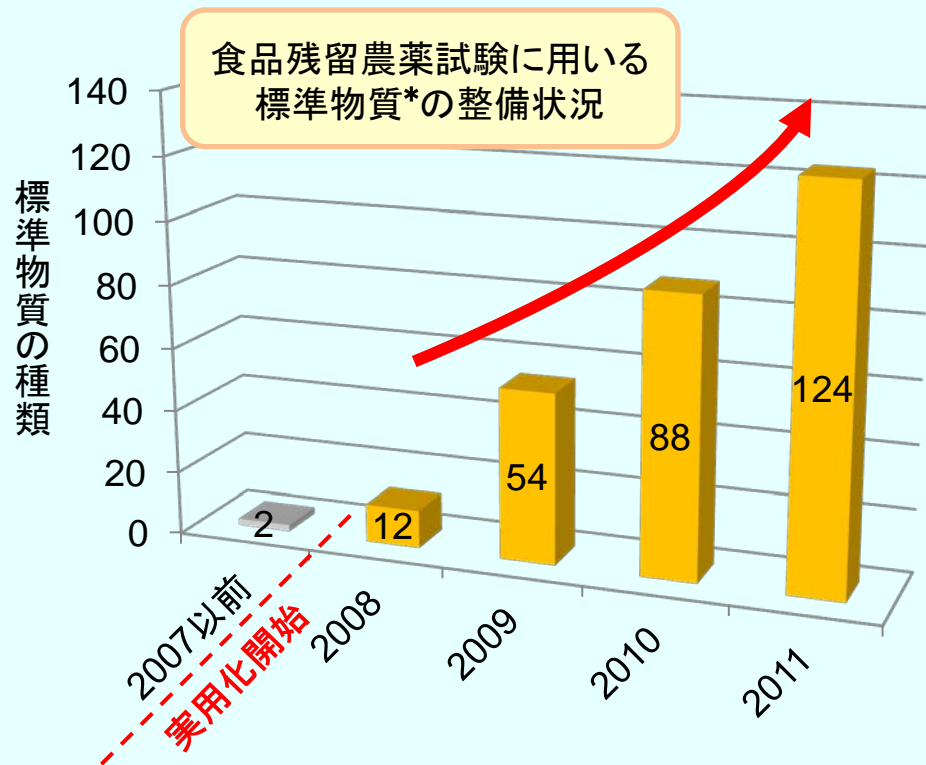
産業界のニーズ

- 食品残留農薬試験の信頼性確保

標準物質の校正技術の高度化により食品安全に貢献

- ◆ 検疫等における食品残留農薬試験の信頼性確保による食品の安全性向上

検疫所で常時モニタリングしている農薬: 200種類



*計量トレーサビリティの確保された標準物質

55. PCB分析用標準物質の活用事例

■ PCB(ポリクロロビフェニル)とは

PCBは優れた特性を持ち、絶縁油などとして広く使われた。しかし、有害性・残留性が明らかになり、現在は特措法により全量処分が進められている。



■ 分析用標準物質の開発・整備・供給



NMIJ CRM 7902-a~
7905-a: PCB分析用
鉛物油標準物質



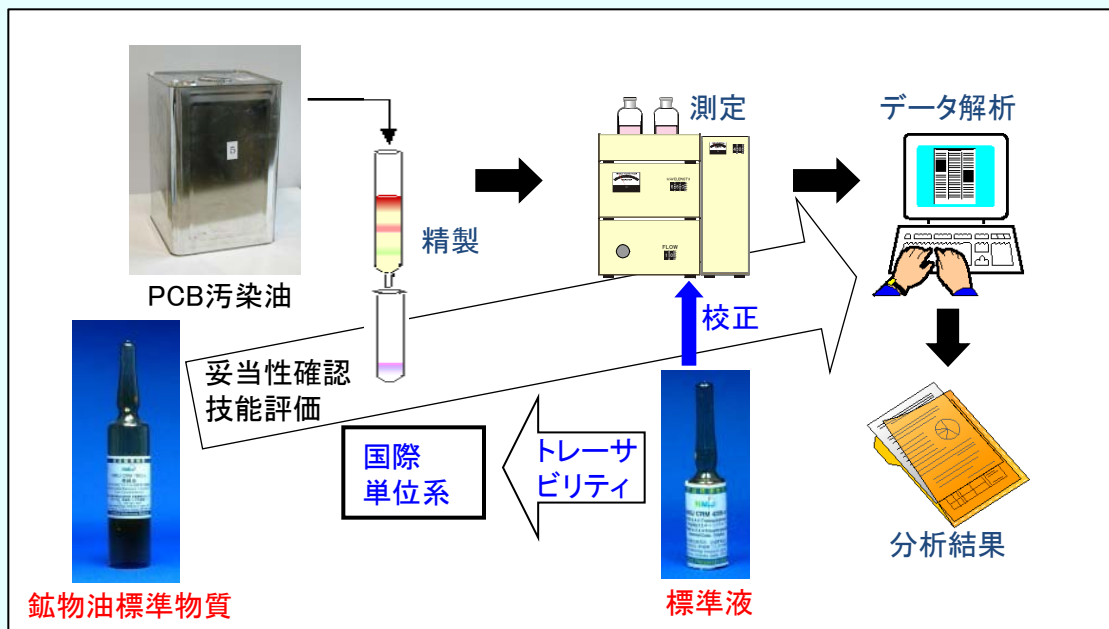
NMIJ CRM 7906-a:
PCB混合標準液
(KC混合物ノナン溶液)

2005年度: PCB標準液(6種類) 認証
2007年度: PCB分析用鉛物油標準物質(4種類: PCB
高濃度・低濃度×絶縁油・重油) 認証
2011年度: PCB混合標準液 認証

産業界のニーズ

- 多様な試料(絶縁油の種類)への対応
- 化学種に依存しない測定法の開発、あるいは認証項目の拡大

精確な分析を実現し、PCBの迅速・適切な処理に貢献



➔ 健康・環境リスクの正確な評価、処理前後のPCB濃度判定、
新規分析法の妥当性確認、PCB処理の円滑化



精確な値付けのために開発したPCB分離剤: 産総研の特許を元にSUPELCO社により商品化(2009年)

JIS K 0464 (PCBの免疫測定法): 精度管理用標準物質として産総研のPCB分析用鉛物油標準物質が引用(2009年)

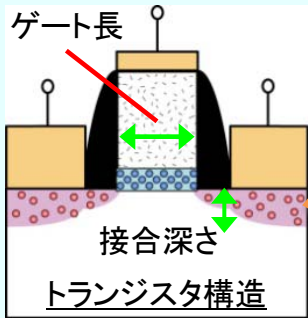
環境省「絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル(第2版)」: 産総研のPCB標準液・鉛物油標準物質が引用・PCB分離剤による分析法二種類が公定法として採択(2010年)

56. 半導体デバイス開発用標準物質の活用事例

半導体デバイス開発用標準物質とは

半導体デバイスの微細化に伴い高信頼性の特性評価および濃度分析が必要であり、それら結果を校正するために用いられる標準物質

イオン注入認証標準物質(CRM)



デバイスサイズに適した深さに注入されたイオンの濃度分析用標準が必要

電気導電性を付与するためのドーパント(ひ素など)



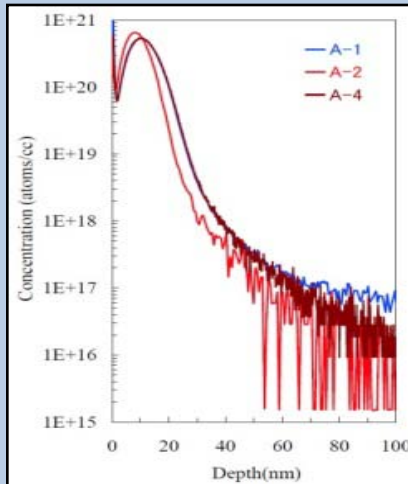
これまでになかった極浅平均注入深さ(～15nm)の濃度校正用の認証標準物質を開発

CRM	認証値 (ng/cm ²)	拡張不確かさ (ng/cm ²)
5603	381.7	9.0
5604	78.6	2.1

産業界のニーズ

- 半導体デバイス評価においては、イオン注入量だけでなく、絶縁薄膜評価に適用可能な標準物質が必要とされている。

極浅領域評価技術の高信頼性化で国際競争力強化に貢献



ナノレベル分析技術の国際標準補助事業において、極浅ひ素ドーピングシリコンウェハのひ素濃度評価を二次イオン質量分析(SIMS)にて行う際の濃度校正用標準物質として利用

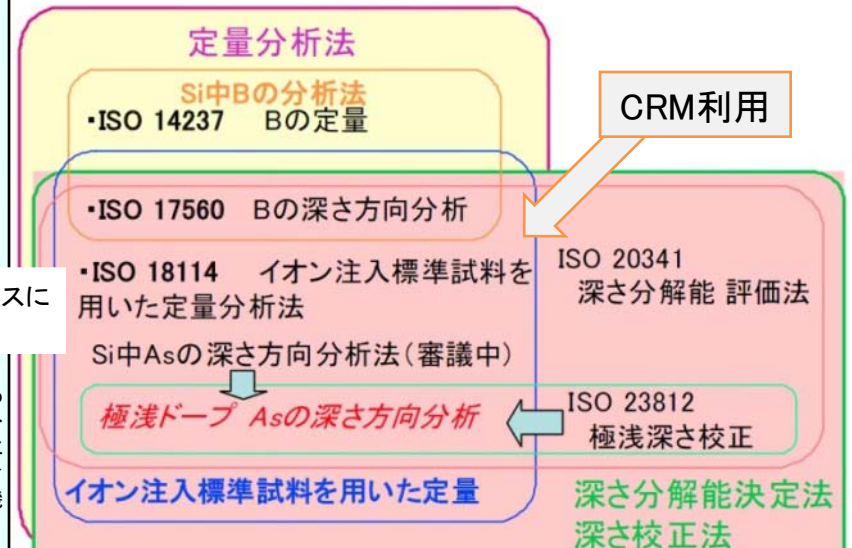
引用: H23年度機械工業に関わるナノレベル分析技術の国際標準補助事業報告書 (社)研究産業・産業技術振興協会

CRM 5604a のSIMS測定例

本CRMに基づいた校正により、各ユーザの測定結果をもちより、測定試料の濃度比較が可能となった。

同じマトリックスによる校正

引用: 機械工業に関わる先端技術研究開発分野の分析技術高度化に関するフィジビリティスタディ報告書 (財)機械システム振興協会



半導体デバイス用部材中のイオン注入量の分析・評価方法の標準体系確立に寄与

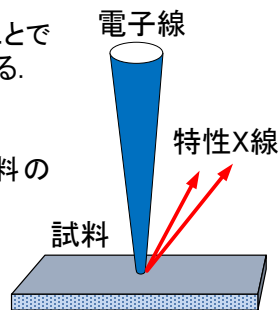
57. 電子マイクロプローブ分析用標準物質の活用事例

電子マイクロプローブ分析 (EPMA) とは

材料に電子線を照射しX線を検出することで構成元素を測定する表面分析手法である。

特徴:

- 鉄鋼・鉱物・半導体・医学等で材料の組成分析・面分析に多用される。
- 定量分析精度が比較的高い。
- 数 μm の微小領域分析可能。



EPMA用標準物質の開発・整備・供給

鉄鋼材料についてのEPMA定量分析精度を向上させるため、実用上有用な組成の鉄基合金標準物質を供給中。

- 鉄-炭素系 (5種類 C濃度) CRM1001~1005
- 鉄-ニッケル系 (5種類 Ni濃度) CRM1006~1010
- 鉄-クロム系 (5種類 Cr濃度) CRM1011~1015
- ステンレス鋼 (2種類組成) CRM1017, 1020
- 不変鋼 (インバー) CRM1018
- 低膨張合金 (42Alloy) CRM1019

濃度は滴定法による化学分析等で規定



CRM1019

CRM1020

産業界のニーズ

- 面内の組成分布解析に適したEPMA用標準物質がない

確かな材料分析を支えて高性能製品開発に貢献

EPMA用標準物質

分析精度を支える

EPMA分析の普及

材料製造/試料分析等での利用例

- (鉄鋼) 浸炭層・脱炭層の評価、ステンレス鋼の粒界評価、析出物評価等
- (電気) ハンダ接合部の合金評価、電極断面の元素分布、ディスプレイの元素分等
- (磁性) 粒界分析等

★材料の組成管理は製品の品質に直結するため高い分析精度が必要。校正による精度向上を行うのに必要な標準物質の供給要請に応える

国際規格化に準拠

EPMA法の国際規格化

ISO/TC202/SC2 でEPMAの標準化活動

関連規格

- ISO 14595: 標準物質の仕様
- ISO 14594: 実験パラメータ*
- ISO 17470: 定性分析法*
- ISO 22489: 点定量分析法*
- ISO 16592: 鋼中の炭素濃度*

(*印は日本提案の規格)

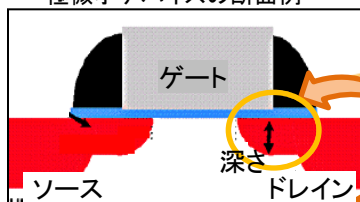
★EPMA法は国際規格化が進展。対応した標準物質の供給の要請に応える。

58. 深さ方向組成分析用薄膜標準物質の活用事例

■ 深さ方向組成分析とは

厚さが数ナノメートルの薄膜を積層した先端構造材料について、元素濃度を深さ方向に分析すること。代表的な手法は、表面をイオンで削りながら測定する二次イオン質量分光法(SIMS)。

極微小デバイスの断面例



深さ数10nmの元素分布解析

深さ情報は深さスケールを用いて校正する

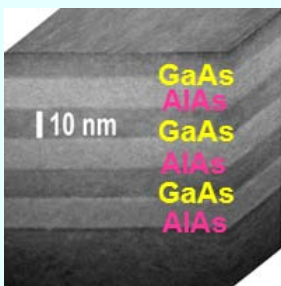
■ 薄膜標準物質の開発・整備・供給

深さスケール校正用として各層の厚みが正確に定義された層構造物質である。

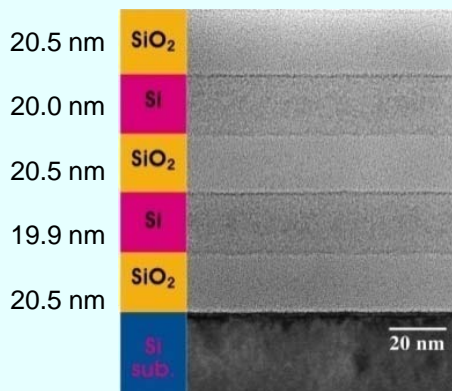
- 材料がシリコン半導体(SiO₂/Si)
- 材料が化合物半導体(GaAs/AlAs)
- 構造は単層もしくは多層

深さ方向の高精度評価の要求から半導体デバイス評価用の認証標準物質整備を優先的に実施。

NMIJ CRM 5201a



NMIJ CRM 5202a



各層の厚みが校正スケールとなる

産業界のニーズ

- 分析技術の向上に対応して品質を向上させた薄膜標準物質の供給を行う必要がある。

薄膜の厚さを高精度に測る技術で国際標準化に貢献

二次イオン質量分光法(SIMS)への適用

深さ方向分析の現場でSIMS分析が広く浸透



ISO/TC201による国際標準化が進展

・深さ方向の元素分布がわかる

標準物質の利用を前提にした国際規格

- ISO14606 (標準物質を用いて深さ分解能を最適に評価する手順)
- ISO20341 (多数の薄層をもつ標準物質で深さ分解能を評価する手順)
- ISO23812 (多数の薄層をもつ標準物質で深さを校正する手順)

59. ナノ空孔評価用標準物質の活用事例

■ ナノ空孔とは

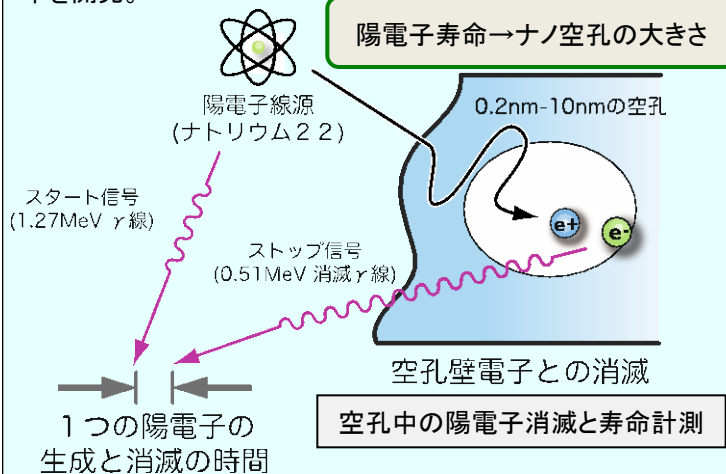
材料中の分子レベルの空間(ナノ空孔)は、屈折率、熱電導など諸物性に影響するため、ナノテク分野や環境科学分野での材料開発において、ナノ空孔構造を「いかに創り、評価し、応用するか」が重要な要素となっている。

そのため

ナノ空孔計測の高信頼性化が必要！

■ ナノ空孔評価用標準物質の開発・整備・供給

ナノ空孔を高感度に検出できる陽電子寿命測定法に注目し、同測定法による結果の同等性や信頼性を確保するための標準を開発。



- 高精度陽電子寿命計測技術の開発
- 陽電子寿命測定用高分子系標準物質と品質システムの確立
- 寿命測定プロトコルの整理と国内比較試験による検証

産業界のニーズ

- 金属や半導体中の欠陥評価にも対応可能な標準物質の開発
- 高感度吸着法など他手法利用により対応範囲を拡張、高度化

ナノ空間を利用した革新的材料の研究開発に貢献

世界初のナノ空孔標準物質の開発



NMIJ CRM 5601a:
超微細空孔測定用
石英ガラス

(認証値:1.63ns, 換算半径:0.26nm)

NMIJ CRM 5602a:
超微細空孔測定用
ポリカーボネート

(認証値:2.10ns, 換算半径:0.29nm)

空孔評価のための陽電子寿命測定規格の制定

TS

高分子材料中の陽電子消滅寿命測定方法

TS X XXXX ...

TS
Z0031:2012

認証標準物質とともに活用することにより、高分子材料の空孔評価の信頼性を向上

分析サービス企業、国内外の大学・研究所が利用