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）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。

ヘリウムリークディテクター（ヘリウムガス濃度計） ⟷ リーク標準を基に関連づけ ⟷ リークの大きさ（ヘリウムリーク量）

■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} Pa m^3/s～10^{-6} Pa m^3/s

国際比較：

CCM.P-K12で優れた国際同等性

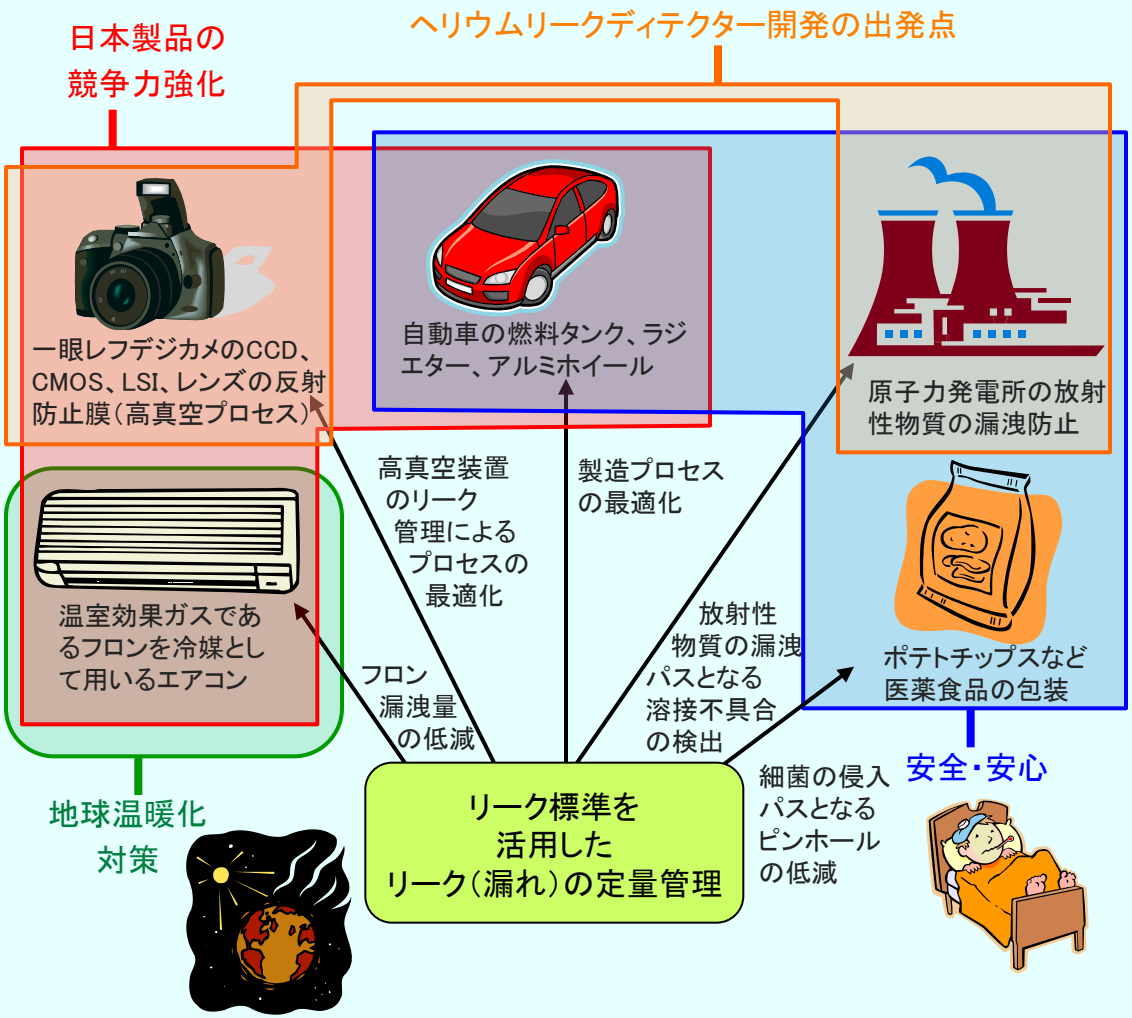
ISO/IEC 17025対応済み

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

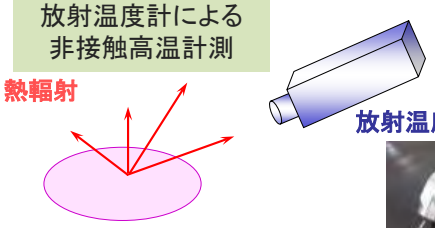
安全・安心の確保から地球温暖化対策まで幅広く活用



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



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・CO_2削減などの目的で素材産業等における1000℃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℃までの標準が開発・整備された。

高温定点からの黒体輻射

産業界のニーズ

- 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

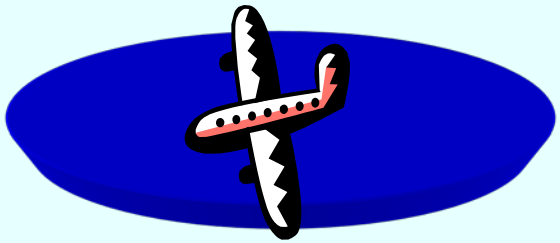
◆鉄鋼業における溶銑・溶鋼温度管理の精度向上を通じて高品質な製品の製造および安定操業を可能にしている。

◆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℃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。

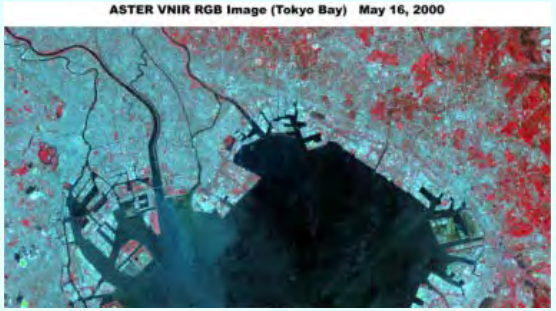
日本鉄鋼連盟ホームページより

◆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。

炭素素材製造プロセス管理



地球観測衛星センサ校正



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

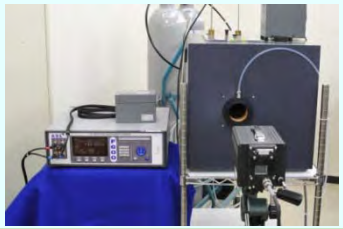
■中温・室温における放射温度標準とは

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。

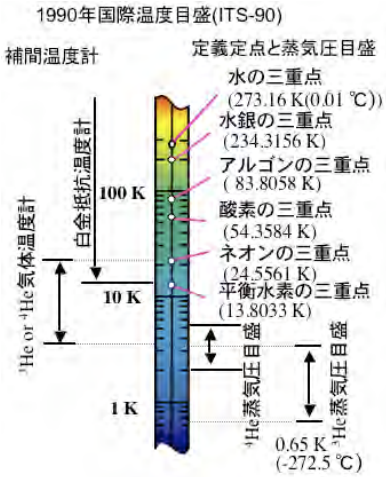
14. 低温度標準の活用事例

■低温度標準とは

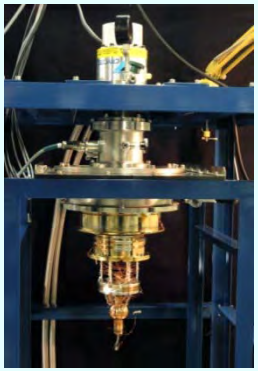
現在の温度標準は1990年国際温度目盛（ITS-90)であり、低温度標準はITS-90のうち主に水の三重点温度（0.01 ℃）以下の温度領域に対応する。

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。



■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 ℃）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 ℃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 ℃）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

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

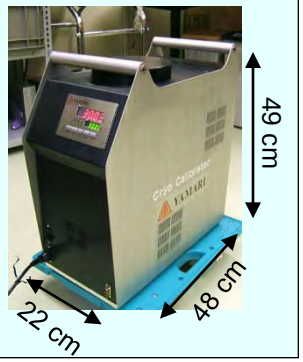
①温度標準の供給と産業での品質・安全管理

温度計測による品質保証・安全管理

- ◆液体窒素温度(-196 ℃)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）

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℃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。

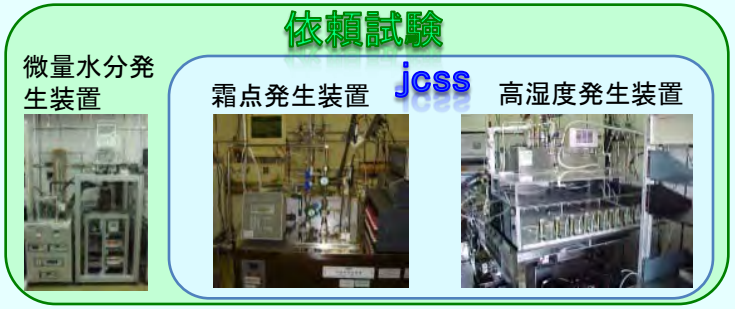


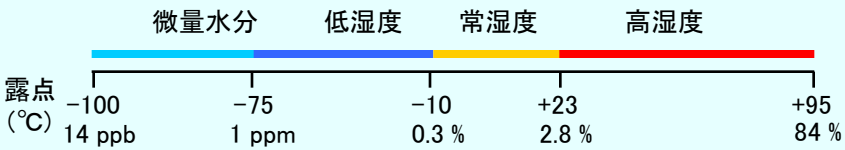
15. 湿度標準の活用事例

■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、酸素についで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





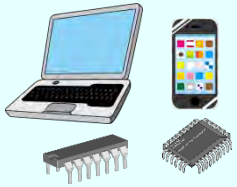
他国の標準との比較によって、信頼性の高さを確認済み

産業界のニーズ

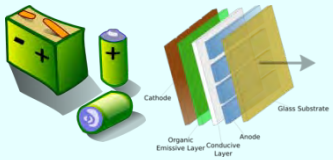
- 短時間に大きく変化する湿度を精度よく測定する技術の確立
- 窒素、空気以外のガス種に対する、湿度標準と湿度計測法の開発

湿度測定の信頼性向上に貢献

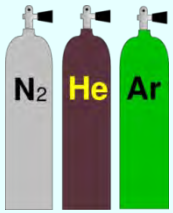
建造物内の湿度環境の管理(ビル管法施行令)



電気・電子製品の環境試験(JIS C 60068-2-30等)

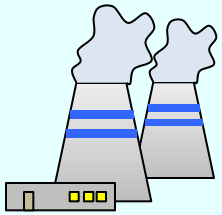


二次電池・有機EL等の製造工程で使用されるドライルームの露点管理



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

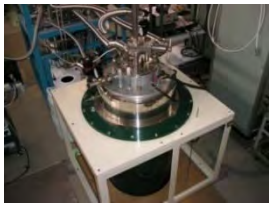
16. 直流電圧・抵抗、キャパシタンス標準の活用事例

■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標準

●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標準

●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

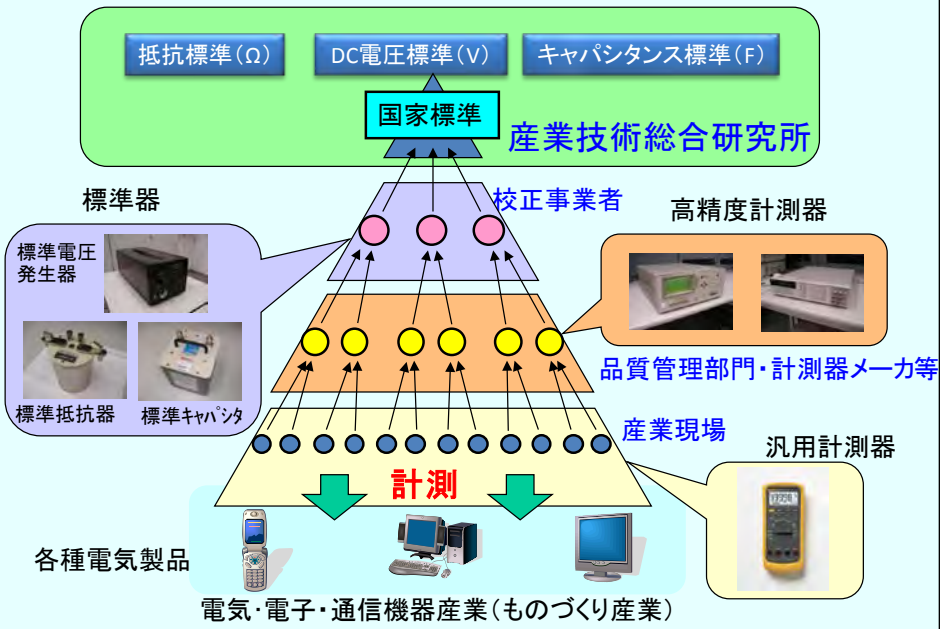
●電気計測器に内蔵される基準の性能向上と、より正確で安定的に維持でき、かつ現場で利用しやすいコンパクトな2次標準器が求められている。

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、ワンストップテスティ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、100μH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。

◆鉄芯と組み合わさ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に、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。

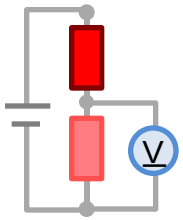
◆ このほか、インダクタは非破壊検査や自動車などのエンジン部分にも使用され、インダクタンス標準が必要とされている。

各種電気製品
（ものづくり産業）

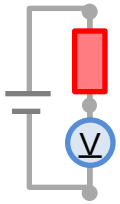
18. 直流高電圧標準の活用事例

■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

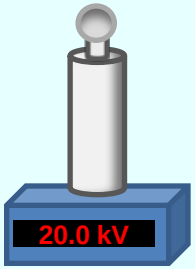
●直流高電圧標準は、200 kVまでの直流電圧測定を行える抵抗分圧器を標準器とした直流高電圧測定システムで構築されている。
●このシステムを使用し、抵抗分圧器や高電圧用の電圧計などを通じて、産業界への直流高電圧標準の供給を行っている。

直流高電圧標準の供給範囲
～±200 kV

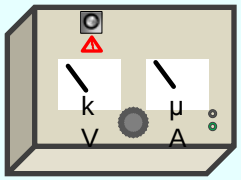
直流電圧の測定範囲拡張により安全性の確保と先端技術に貢献

◆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に、本州－四国間や本州－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。

●交直差標準の供給範囲
0.3 V～1000 V
10 Hz～1 MHz

交直差測定システム

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

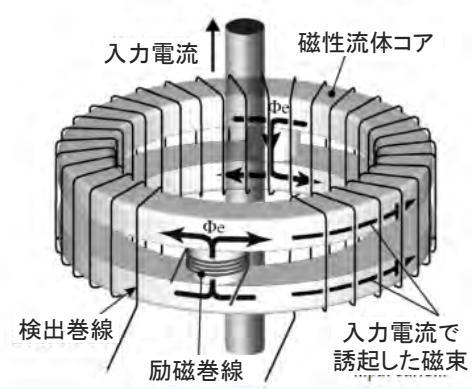
産業界のニーズ

- 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

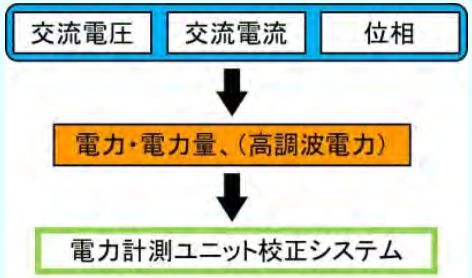
自動車や電気・電子機器の省エネを目的とした電流の精密計測・制御のニーズに対応。
電流センサの精密評価と開発支援



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。

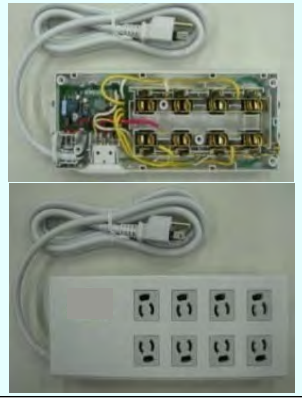


トレーサビリティ体系

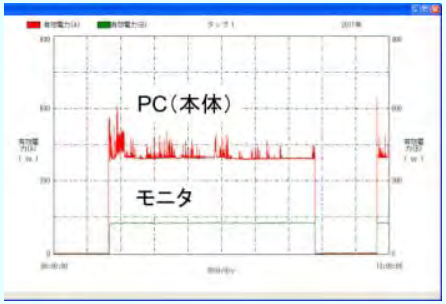
電力計測ユニット校正システム

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

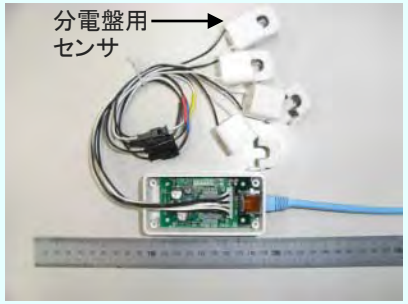
スマートタップで
個別機器ごとの消費電力見える化



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

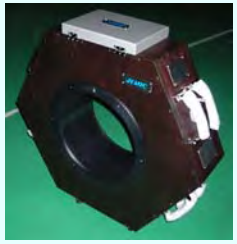
●計器用変圧器

誘導分圧器の10Vから、最大電圧値である定格電圧550/√3kV：110/√3V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/√3kV)

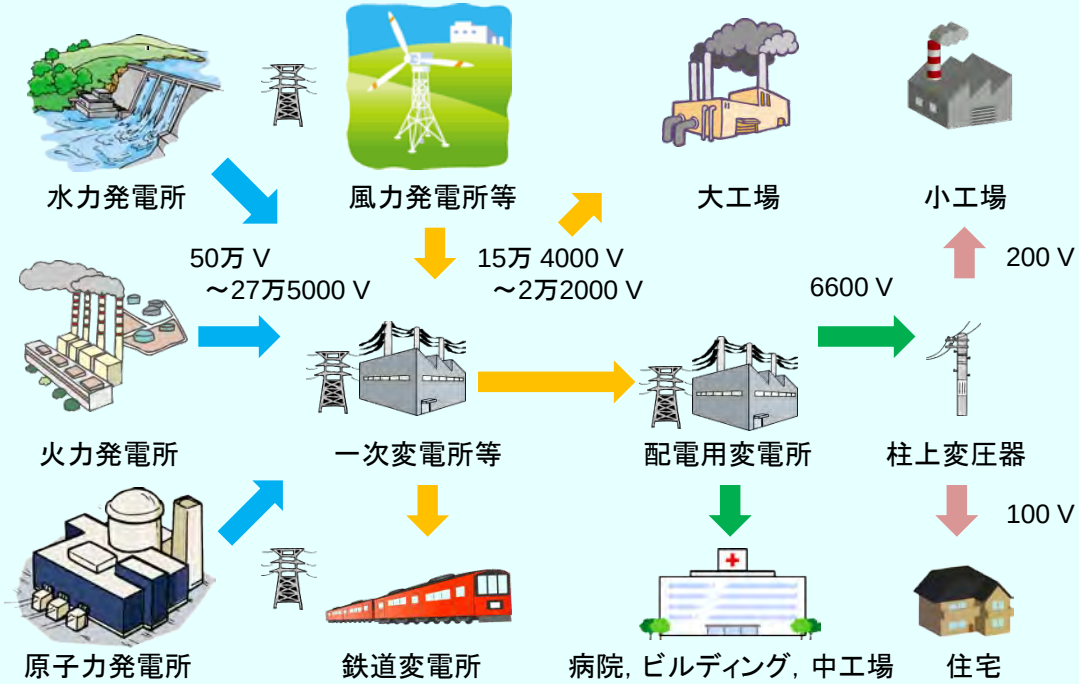


標準変流器(40kA)

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。

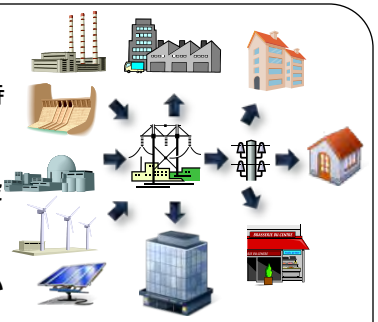
◆保護継電器用変成器は、電力系統を構成する発電所や変電所、送・配電線路、及び負荷設備に発生した短絡故障や地絡故障を検出するためのものであり、送配電に関わる電力系統制御に必要不可欠なものであり、変成器標準を整備・供給することで、大電流及び高電圧を正確にモニタリングすることが可能となり、システムの安定制御に貢献している。



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、単位時間当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
- ●jcss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（JCSS制度）による標準供給
- ●基準器への標準供給

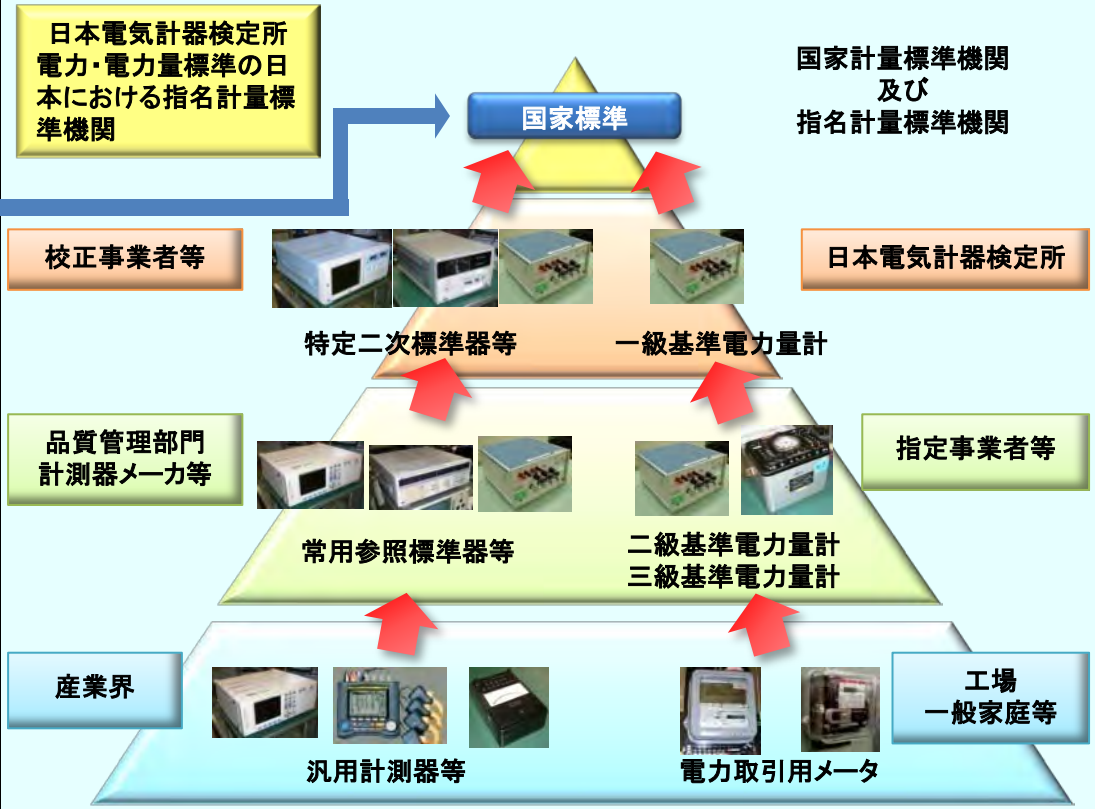
計量法に基づいたJCSS校正の起点及び基準器（特定計量器）の起点

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（JCSS制度）によるトレーサビリティ体系が構築されている。
◆JCSS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。



＜電力・電力量標準のトレーサビリティ体系＞