

3-6 周波数・時刻差校正

3-6 *Frequency and Time Scale Difference Calibration*

小竹 昇 碓氷ひろみ 成田秀樹 土屋 茂 川原昌利 町澤朗彦 宮澤義幸
 伊東宏之 松原健祐 今村國康 齊藤春夫 岩間 司 花土ゆう子 井戸哲也
 Noboru KOTAKE, Hiromi USUI, Hideki NARITA, Shigeru TSUCHIYA, Masatoshi KAWAHARA,
 Akihiko MACHIZAWA, Yoshiyuki MIYAZAWA, Hiroyuki ITO, Kensuke MATSUBARA,
 Kuniyasu IMAMURA, Haruo SAITO, Tsukasa IWAMA, Yuko HANADO, and Tetsuya IDO

国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) は、日本標準時 (JST) 及び周波数国家標準を決定・維持・供給している。これらの基準となる標準周波数は国家標準であり、また、校正業務に関するマネジメントシステムは、ISO/IEC 17025 の規格に適合しており、発行する証明書は国際相互承認されるものである。本稿では、標準周波数の供給として周波数校正及び協定世界時 UTC との差を測定する時刻差校正の業務について報告を行う。

The National Institute of Information and Communications Technology (NICT) determines, maintains, and distributes Japan Standard Time (JST) and the national frequency standard. The standard frequency used as these standards is a national standard and also conforms to the ISO / IEC 17025 standard as an international Mutual Recognition Arrangement (MRA). In this paper, we report the frequency calibration work as a standard frequency supply. In addition, we will report on the work of time difference calibration that measures the difference from Coordinated Universal Time (UTC).

1 まえがき

1.1 校正業務

情報通信研究機構 (NICT) は、日本標準時 (JST) と周波数国家標準を基準に校正サービスを、国立研究開発法人情報通信研究機構法第 14 条 (業務の範囲) において、「五 無線設備 (高周波利用設備を含む。) の機器の試験及び校正を行うこと。」に基づき行っている。校正サービスは標準周波数の供給として、周波数標準器の校正 (較正) 業務を昭和 59 年の郵政省設置法に基づく委託較正から始め、現在では 4 種類の校正を実施している [1]-[7]。これらは、校正する周波数標準器及び原子時計と周波数国家標準及び協定世界時との周波数偏差及び時刻差を測定することにより、その結果を校正証明書等として発行するものである。

NICT の校正等業務の範囲と対象機器、手数料については、NICT Web サイト較正サービス [7] を参照いただきたい。また、NICT の校正業務は、以下の 4 つの校正に分類できる。

①電波法 (第 102 条の 18 第 1 項に規定する測定器等) に基づく較正

②計量法 (第 135 条) に基づく校正 (以下「jcss 校正」という)

③ ASNITE に基づく較正 [8] (製品評価技術基盤機構認定制度 ASNITE : Accreditation System of National Institute of Technology and Evaluation)

④委託較正 (任意較正)

上記の校正と較正の語句の使い分けについて、この章内では、固有名詞 (主に電波法、ASNITE、委託) として較正を、計量法に関係するもの及び一般的な語句として校正を使用する。

②から④については、持込み校正と遠隔校正があり、持込み校正は顧客が被測定物 (DUT : Device Under Test) を NICT へ直接搬入して行い、遠隔校正は DUT の運搬が困難な場合に顧客自身の住所等の遠隔地で行う。②においては、経済産業省大臣から指定校正機関の指定を受けて、校正事業者が計量法で規定される登録事業者及び電波法で規定される登録検査等事業者として活動するうえで必要な校正証明書等を発行している。③においては、マネジメントシステムに関して国際規格である ISO/IEC 17025 に適合すること

3 日本標準時システム

の認定 (ASNITE 認定) を受けている。また、③では、周波数校正とは別に、時刻差校正においても、ASNITE 認定を平成 23 年 9 月 30 日に取得している。これにより、NICT で発行する校正証明書等の左上付近には、国際試験所認定協力機構 (ILAC : International Laboratory Accreditation Cooperation) と相互承認 (MRA : Mutual Recognition Arrangement) の認定ロゴ ilac・MRA 及び独立行政法人製品評価技術基盤機構 (NITE : National Institute of Technology and Evaluation) [8] の適合性認定分野を担当している認定センター (IAJapan : International Accreditation Japan) の認定ロゴ IAJapan の組み合わされたシンボルマークが付され、国際相互承認されたものとなっている。さらに、④では、短期安定度と再現性の測定も行っている。現在測定可能な校正業務を、4 種類の校正と測定項目のマトリックスを表 1 に示す。

1.2 校正件数の推移

4 種類の校正における実施件数について、平成 7 年度から平成 30 年度までの周波数標準器等の校正件数の推移を、図 1 に示す。件数合計による最高件数は、平成 17 年度の 58 件であった。同年度では、電波法校正件数も最大であり、この年度において一時的な増加となった。その後、減少し最近は 20 件程度となっている。

ASNITE 校正は平成 14 年度から、jcss 校正は平成 15 年度から、顧客からの依頼を受け付けている。この時期以降において、委託校正が極端に校正件数を減らしている理由は、電波法の改正により、これまで委託校正を利用していた顧客が jcss 校正等へ移行が進んだと推測する。非 SI 単位系の時刻差の校正について

表 1 4 種類の校正と測定項目による分類 (- は、取扱いなし)

測定項目	①電波法	②計量法	③ASNITE	④委託
周波数偏差	持込み	持込み、遠隔	持込み、遠隔	持込み、遠隔
時刻差	-	-	持込み、遠隔	持込み、遠隔
短期安定度	-	-	-	持込み
再現性	-	-	-	持込み

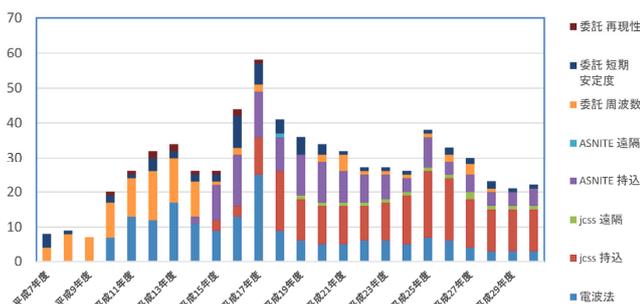


図 1 校正項目別の校正件数の推移

では、現在は需要がないことから測定メニューとして提供していない。また、周波数カウンタ測定による周波数校正は、受注には至っていない。周波数遠隔校正では、平成 18 年から現在 (令和元年) まで 1 社から継続して依頼を受けている (当初 ASNITE 校正での依頼であったが、その翌年から jcss 校正へ変更)。なお、平成 27 年度のみ校正件数は 2 件だった。

2 校正の施設と設備

校正業務の基準となる信号 (標準周波数と 1 秒パルス) は、UTC (NICT) である。UTC (NICT) は、NICT が生成する協定世界時 UTC である。図 2 に、標準周波数 UTC (NICT) の生成過程から信号を使用する校正室までの各信号の流れを表す。信号の流れは主に 3 つの部分に分かれ、1 つ目は標準周波数の基となる原子周波数標準器 (セシウム 18 台と水素メーザ 4 台) が、電磁波シールドが施され温度湿度管理された 4 つの原器室で管理されている。2 つ目は原子周波数標準器の各信号の位相差を測定する装置 (DMTD : Dual Mixer Time Difference) とデータ取得計算機等、3 つ目は、周波数調整を行う AOG (周波数調整器、5 MHz 出力) から構成されている。これらを 3 冗長系として構成し、

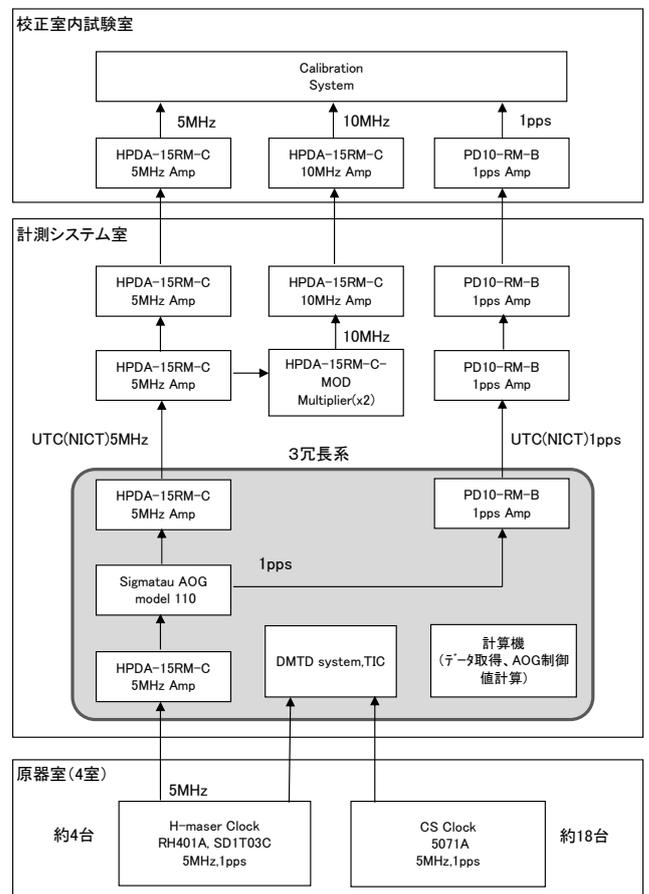


図 2 校正システム図 (信号の流れ) NICT 本部 (小金井) 2 号館

そのうち1つが選択的に UTC(NICT) として出力される。

UTC(NICT) の 1 秒信号、5 MHz、10 MHz 信号が、分配アンプを通して、校正室をはじめ必要な各供給先に標準周波数と 1 秒パルス信号として送られる。計測システム室から校正室試験室までは、床ケーブルラックにそって約 60 m 長の同軸ケーブル (FSJ1-50 A) を使用して信号を伝送している。これらのケーブルの前後には分配アンプが設置 (周波数アンプと秒信号アンプ) され、タイムインターバルカウンタ (TIC : Time Interval Counter) や周波数カウンタ (FC : Frequency Counter) あるいは、GPS 受信機の入力に供給している。これらの各機器には、小型無停電電源 UPS が、常時接続されている。校正室のある 2 号館建物については、免震構造で非常電源装置 (発電機) も備えられている。

2.1 持込み校正システム

主な持込み校正の機器は TIC と持込み用計算機から構成される。図 3 に、校正室 (試験室) の持込み校正システム (周波数・時刻差) の機器の配置図を示す。校正室試験室は、電磁シールドされており、温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\% \pm 10\%$ 、電源電圧 AC100 V $\pm 5\text{ V}$ に保たれている。

主要機器の TIC (SRS 社製 SR620) を 4 台使用し、それぞれが 4 台の計算機により自動制御され測定を実施する。また、温度湿度及び商用交流電圧データも自動取得され、常時モニタ監視可能である。[4]

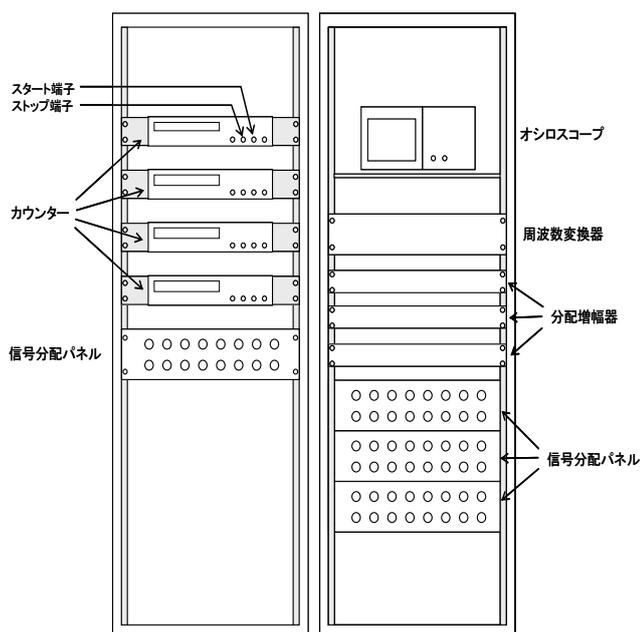


図 3 持込み校正システム 機器の配置図

2.1.1 持込み周波数校正

持込み周波数校正の測定方法には、時間間隔測定 (TIC) 法と周波数カウンタ (FC) 法がある。

周波数偏差が 1×10^{-8} より小さい周波数 5、10 MHz の測定では、TIC 法により行い、TIC のスタート入力に DUT (被測定 of 周波数標準器) の信号、ストップ入力に UTC(NICT) の 10 MHz 信号を接続し時刻差を測定する。測定時間は 24 時間 (1440 秒間隔測定を 60 回) であり、その間の平均周波数偏差を求める。TIC 法の校正測定能力 (CMC : Calibration and Measurement Capabilities) は、 5×10^{-14} である。CMC は、校正結果に対して証明書等に付することができる最小の不確かさを表す。

従来校正項目にあった 1 MHz の周波数校正は、平成 29 年 10 月末に校正項目から削除した。削除理由は、同年 2 月実施の顧客アンケートの集計の結果、1 MHz 周波数校正の利用希望がいなかったためである。

周波数 5、10 MHz の測定で周波数偏差が 1×10^{-8} より大きい場合と、周波数範囲が 1 Hz から 100 MHz の場合は、FC 法 (jcss 校正は非適用) を適用する。DUT の出力を周波数測定する方法である。測定時間 24 時間における平均周波数偏差を求める。FC 法の CMC は、 $1 \times 10^{-7}/f + 1 \times 10^{-12}$ (f : 測定周波数) である。校正項目の短期安定度測定は周波数標準器の短期 (1、10、100、1000 秒) の周波数安定度を測定し、再現性の測定は、1 回目は通常 of 周波数偏差 of 測定結果と DUT を 24 時間電源オフ後の 2 回目の周波数偏差 of 測定結果を比較し、その再現度を見る。[4]TIC 法と FC 法のその他の顧客との契約条件は、NICT の Web サイト較正 of サービス [7] の確認チェックシート (周波数校正) を参照いただきたい。

2.1.2 持込み時刻差校正

時刻差校正においては、TIC のスタート入力に DUT (被測定 of 原子時計) の 1 秒信号、ストップ入力に UTC(NICT) の 1 秒基準信号を接続し 1 秒パルス信号間の時刻差を測定する。この測定を 100 回行い、平均値を求める。UTC(NICT) と of 時刻差測定 of CMC は 4 (ナノ秒 : 以下 ns) である。また、UTC と of 時刻差測定 (予測) と UTC と of 時刻差測定 (後処理) of それぞれ of CMC は、60 ns と 20 ns である。なお、時刻差測定 (予測) には、UTC-UTC(NICT) のリンク不確かさ及び国際度量衡局 (BIPM : International Committee for Weights and Measures) の月例報告 Circular T[9] 公表前から最大 1 か月前に予測計算するために発生する UTC(NICT) の推定不確かさが含まれる。また、時刻差測定 (後処理) には、UTC-UTC(NICT) のリンク不確かさが含まれる。

2.2 遠隔校正システム

主な遠隔校正の機器は時刻比較用 GPS 受信機(受信アンテナ含む)と遠隔校正用計算機から構成される。図4に、校正室の遠隔校正システム(周波数・時刻差)の機器の配置図を示す。遠隔校正の設備は、周波数校正と時刻差校正とも共通である。校正室前室内は、温度 23℃ ± 5℃、湿度 50% ± 10%、電源電圧 AC100V ± 5V に保たれている。

使用している GPS 受信機は、これまでは JRC 製であったが、既に製造中止及びサポート不可であり、令和元年 8 月 4 日に発生するロールオーバー不具合があることから、平成 30 年 6 月 1 日に E3 デザイン社製の受信機への切替えを行った。なお、遠隔校正可能範囲は、NICT から遠隔の顧客側 DUT の設置場所までの距離が半径 1000 km 以内を条件としており、この顧客側にも時刻比較用 GPS 受信機(受信アンテナ含む)とデータ取得及び転送のための計算機が設置管理されている。

2.2.1 遠隔時刻差校正

遠隔時刻差校正の方法は、GPS 衛星を用いたコモンビュー法 [10] を使用する。基準局側の GPS 受信機の 1 秒信号入力には、UTC(NICT) の 1 秒信号を入力する。顧客側においては、DUT(被測定の原子時計)

の 1 秒信号を GPS 受信機の 1 秒信号入力端に接続し、基準局側と顧客側とで同じ GPS 衛星の GGTTS データの REF-GPS の差を計算(GPS コモンビュー)し、測定期間で平均することにより時刻差校正の結果が得られる。

GPS コモンビュー法に基づいた 1 日の測定データ(712:8 GPS 衛星 × 89 セッション JRC 製 GPS 受信機仕様である 20 日間以上の測定データ蓄積量の条件で規定)を用いて、測定時刻(測定期間の中点)における時刻差を 1 日の平均として求める。UTC(NICT)との時刻差測定の CMC は 40 ns である。また、UTCとの時刻差測定(予測)と UTC との時刻差測定(後処理)のそれぞれの CMC は、70 ns と 50 ns である。2.1.2 持込み時刻差校正と同様に、時刻差測定(予測)には、UTC-UTC(NICT)のリンク不確かさ及び BIPM の月例報告 Circular T[9] 公表前から最大 1 か月前に予測計算するために発生する UTC(NICT)の推定不確かさが含まれる。また、時刻差測定(後処理)には、UTC-UTC(NICT)のリンク不確かさが含まれる。

2.2.2 遠隔周波数校正

遠隔周波数校正方法は、前記と同様、GPS 衛星を用いたコモンビュー法 [10] を使用する。DUT(被測定)の周波数標準器側の入力信号は 10 MHz とし、GPS 時刻差データ(DUT 側と基準側の GGTTS データの REF-GPS の差)において、UTC0 時の最初の時刻差と翌 UTC0 時直前の時刻差の傾きを周波数偏差(平均時間 1 日の代表値)とし、この代表値を 1 か月間平均した傾きが周波数偏差となる。遠隔周波数校正の CMC は 5×10^{-13} である。顧客との契約は 1 年間とし、毎月証明書を発行している。

遠隔周波数校正の顧客との契約条件等は、NICT Web サイトの較正サービス [7] の確認チェックシート(遠隔周波数校正)を参照いただきたい。

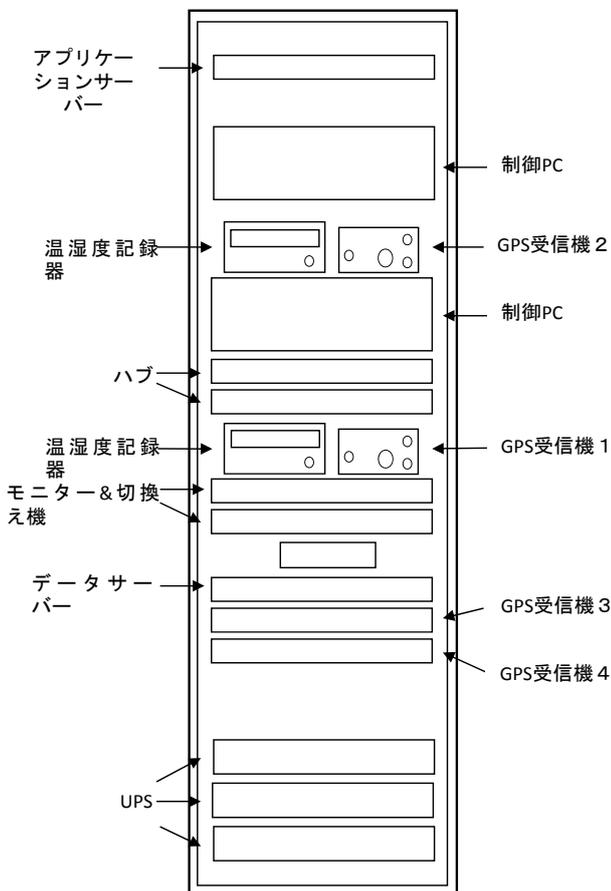


図4 遠隔校正システム 機器の配置図(屋上に GPS アンテナ設置)

3 拡張不確かさ値と校正測定能力(CMC)

時刻差と周波数の拡張不確かさ値は、毎年 BIPM の Circular T[9] のデータで再計算し、CMC に適合しているか否かを確認している。表 2 に、Circular T の平成 30 年のデータを利用して計算した拡張不確かさ値を示す。※の校正は、校正証明書発行の実績がある項目である。また、() 内の数値は、ASNITE 認定証の CMC を記述している。表 2 の拡張不確かさ値と CMC 値を比較した結果、全ての CMC 値を超える拡張不確かさ値はなかった。よって、NICT の校正の不確かさ算出では適合性が確認された。

平成 23 年 3 月の海外審査員によるレビュー後の BIPM の基幹比較データベース(KCDB: Key com-

表2 拡張不確かさ結果と校正測定能力 ()内は、CMC 値

時刻差 (ns)	持込み		遠隔 GPS CV (1000 km 以内)	
	対UTC予測	28 (60)	対UTC予測	32 (70)
時刻差 (ns)	対UTC後処理	6 (20)	対UTC後処理	18 (50)
時刻差 (ns)	対UTC(NICT)	2 (4)	対UTC(NICT)	16 (40)
周波数 ※ 5.10MHz	TIC測定	1.4E-14 (5E-14)	2.2E-13 (5E-13)	
周波数 : f [Hz] 1Hz-100MHz	FC測定	f:周波数 [Hz] 0.58E-7/ f +0.59E-12 (1E-7/ f +1E-12)	設定なし	

parison database)[11]へのCMC登録は、平成28年10月3日に行われ、時刻差測定とFC法の追加内容が掲載された。その後、令和元年5月29日に、周波数測定1MHzの削除及びFC法のCMC値の緩和の手続きを行った。同時に、KCDB2.0対応の準備として、FC法のCMC値の表記をBIPMの指示に従った表記で反映した。

4 内部及び外部監査等

校正業務の事業区分のうち時間・周波数分野におけるマネジメントシステムの重要なレビュー(内部監査及び外部審査等)について記述する。なお、登録検査等事業者(電波法)向けの校正業務については、総務省所掌下のため審査の必要はない。

4.1 内部監査

内部監査は1年に1回以上、時空標準研究室により行われる。監査員は監査員の資格を持ち、当室の内部監査員として登録された者から構成される。主任監査員は、管理責任者(時空標準研究室室長)から指名を受け、監査チームを編成する。監査チームの構成は、校正業務を熟知した者が選任されることが内部監査を成功させるための要諦である。主任監査員は、監査計画書を監査の2週間前までに作成し品質管理者の承認を受け、品質管理者は校正要員に周知する。監査範囲は、前回の指摘事項とマネジメントシステム全体を対象とする。

監査後、監査チームは監査報告書を作成し品質管理者に報告し、品質管理者は指摘事項の是正処置等の経過を管理責任者に報告し承認を受けなければならない。また、校正要員は内部監査で指摘された事項について、不適合業務及び是正処置記録書に従って、関連する要員と是正等のプロセスを開始しなければならない。

4.2 マネジメントレビュー

マネジメントレビューはマネジメントシステムの年次報告で、年1回以上校正業務標準化委員会の中で行

われる。校正件数、内部外部の審査報告、システムチェック、顧客からのフィードバック、教育訓練、方針及び年度目標達成度、次年度目標等の報告や計画が議題である。議事に基づいてマネジメントレビュー報告書が作成され、管理責任者の承認を得なければならない。

4.3 ピアレビュー

NICTは国際相互承認協定CIPM-MRA[12](国際度量衡委員会CIPM:International Committee for Weights and Measures、MRA:Mutual Recognition Arrangement)に平成11年10月14日から参加し、地域計量組織のアジア太平洋計量計画(APMP:Asia Pacific Metrology Programme)[13]で活動している。CIPM-MRAに必要な国際規格ISO/IEC 17025への適合に関して、平成15年1月31日にASNITE認定プログラム[8]による認定を取得しており、この認定を維持するためには、必要な審査を受けなければならない[1]-[8][12]。

CIPM-MRAを維持し、各国の国家計量標準機関(NMI:National Metrology Institute)又は指名計量標準機関(DI:Designated Institute)の標準の同等性と発行される校正証明書の信頼性を担保するためには、3つの要求事項がある。1つ目は国際比較、2つ目はISO/IEC 17025相当のマネジメントシステム、3つ目はピアレビューである。3つ目のピアレビューはNMI又はDIの専門家による技術及びマネジメントシステムの監査であり、5年ごとにASNITE認定検査と合同検査で行われる。審査範囲は、マネジメントシステム全体とCMCに対してである。ただし、校正手数料については、審査対象外である。なお、次のピアレビューとASNITE合同検査は、令和3年3月に予定されている。

ピアレビューとは別に、IAJapanによる審査は2年ごとにIAJapan職員等の審査チームで行われる。平成31年1月以降の審査においては、同職員のほかにIAJapanから委託を受けた技術アドバイザーも審査チームに参加することになっている。

4.4 jcass 審査

NICTは、平成15年4月1日に計量法第135条に基づく校正(jcass)を開始した。この日に経済産業大臣発行の「指定校正機関の指定について」、「特定標準器による校正等の手数料の認可について」、「業務規程の認可について」の文書を受け取り、指定校正機関に指定され、手数料と業務規程が認可された。この校正制度の証明書標章は、小文字だけのjcassの表記なので通称スモールjcass(スモール・ジェイ・シー・エス・

エス)と呼ばれている。

jcss 審査は、指定校正機関が計量法第 140 条(指定の基準)の適合性を確認するため、経済産業省が審査員となり 3 年ごとに行われ、審査員には国内の技術アドバイザーが陪席する。これまでの技術アドバイザーは、国立研究開発法人産業技術総合研究所計量標準総合センター(NMIJ: National Metrology Institute of Japan)の時間・周波数分野の研究者であった。審査対象は、ASNITE 審査と同様であり、それに加えて、指定更新申請書送付時に提出した書類も対象となる。また、校正手数料は、手数料認可申請書の提出時に審査される。

4.5 APMP (アジア太平洋計量計画) の TCQS (品質システム) 会議 [12]-[14]

APMP は、加盟機関間での専門知識の共有及び技術サービスの交換を通じて地域計量能力の向上に取り組んでいるアジア太平洋地域の NMI 又は DI の組織であり、CIPM によって測定基準と校正及び校正証明書国際相互承認(MRA)を目的として承認された地域計量組織(RMO: Regional Metrology Organization)である。NICT は、国際計量標準(時間・周波数)を持つ計量機関として APMP フルメンバーであり、APMP に設置された 11 の専門委員会(TC: Technical Committee)のうち、品質システム委員会(TCQS: Technical Committee of Quality System)と時間・周波数技術委員会(TCTF: Technical Committee of Time and Frequency)に参加している。毎年 TCQS 会議では、当機構のマネジメントシステムの年次報告を行っている。

今後は、ISO/IEC 17025:2017 及び JIS Q 17025:2018 に対応した当室のマネジメントシステムの管理文書である品質マニュアル及び品質・技術管理規程を作成後、IAJapan へ変更届と認定申請書(検査申込み)をそれぞれ提出し、令和 2 年 3 月頃に認定検査を受けた後、新認定証受領の予定である。

6 校正サービスのホームページの更新 [7]

電磁環境研究室及び時空標準研究室の監修の下で編集作業が行われ、計測サービスのホームページが平成 24 年 7 月 2 日にリリースされた。図 5 に NICT Web サイトの校正サービスのホームページを示す。当初はタイトル「計測サービス」であったが、その後「校正サービス」に変更された。また、図 6 に、電磁波研究



図 5 NICT Web サイトの校正サービスのホームページ

5 新規格 ISO/IEC 17025:2017 (JIS Q 17025:2018) 対応状況

平成 29 年 11 月末、新しい国際規格である ISO/IEC 17025:2017 が発行され、平成 30 年 7 月 20 日に JIS Q 17025:2018 が発行された。これらの改定の理由は、用語、引用規格が古い、ISO 規格共通構造に整合していない、規範的で古い、ICT の高度利用に対応、注記が多いなどである。新規格の構成は要求事項を 5 つの項に分けて記載されており、公平性、機密保持、苦情、マネジメントシステムの選択肢について等の ISO 共通事項を採用している。改正までの経緯や詳細改正点については、JIS Q 17025:2018 の解説を参照いただきたい。新規格発行後、規格改正の説明会が IAJapan 主催で数回行われ、NICT も参加し移行準備を開始した。この規格への移行期限は、令和 2 年 11 月末であり、準備期間は 3 年間である。



図 6 校正サービス 5 種類の案内ページ

所が扱う 5 種類の案内ページを示す。

校正を顧客から受注する場合、「校正サービス」内の事前確認用チェックシート、DUT の返却搬出方法、及び校正手数料の支払い手続き等の顧客にとって有益な情報を提供している。顧客から送付されたチェックシートの確認により DUT 搬入が可能な場合は、受付担当が NICT 内の稟議後に見積書を顧客へ発行する。そして、DUT の初期動作確認後、請求書が顧客へ発行され、校正が開始される。校正終了後は、校正手数料の納入確認後に校正証明書等が顧客に発行される。

7 まとめ

以上、NICT の校正業務の内容を報告した。NICT の校正業務は ISO/IEC 17025 (JIS Q 17025) の要求事項にのっとり各種必要文書が整備され、その規程に従って運用されている。今後、校正業務を継続し新規格対応の仕上げを展開し、移行予定である。

また、新しい周波数校正として、光周波数校正及び THz 校正に向けた取組を行っている。光周波数校正では、平成 22 年から光周波数コムによる試験用の測定システムの整備を開始している。今後、実際の校正メニューに取り入れるためには、測定システムの確立、不確かさの算出及び法律上の問題（光周波数校正が、NICT の所掌に含まれるかどうか）を解決する必要がある。THz 校正では、対象とする周波数（100 GHz～3 THz）は、NICT の所掌の範囲であり、法律上の問題はないものと考えられるが、測定法が確定しておらず、基準周波数をどうするかを含め今後検討を進めていく予定である。

さらに、平成 29 年度に新しい持込み校正用の計測システムを整備しており、現行の計測システムからの移行を次のピアレビューまでに行う予定である。

【参考文献】

- 1 岩間 他, “搬入校正と遠隔校正,” 通信総合研究所季報, vol.49, nos.1/2, pp.181-188, 2003.
- 2 森川, “日本の時間・周波数標準制度の変遷,” 通信総合研究所季報, vol.49, nos.1/2, pp.25-32, 2003.
- 3 岩間 他, “国際相互承認とトレーサビリティ,” 通信総合研究所季報, vol.49, nos.1/2, pp.175-180, 2003.
- 4 齊藤 他, “周波数校正,” 情報通信研究機構季報, vol. 56,nos.3/4, pp.57-63, 2010.
- 5 伊東 他, “国際トレーサビリティ体系と MRA,” 情報通信研究機構季報, vol.56, nos.3/4, pp.79-85, 2010.
- 6 時空標準研究室, “2.4 校正業務,” 時空標準の歩み 標準電波 75 周年記念誌, 2016 年 8 月
- 7 NICT 校正サービス: <http://cal.nict.go.jp/>
- 8 独立行政法人製品評価技術基盤機構 <https://www.nite.go.jp/iajapan/aboutus/index.html>
- 9 BIPM Circular T <https://www.bipm.org/en/bipm-services/timescales/time-ftp/Circular-T.html>
- 10 後藤 他, “GPS コモンビュー法,” 通信総合研究所季報, vol.49, nos.1/2, pp.111-119, 2003.

- 11 BIPM KCDB https://kcdb.bipm.org/appendixC/TF/JP/TF_JP.pdf
- 12 計量学 - 早わかり (Euramet 文書の翻訳), EURAMET [著], 産業技術総合研究所計量標準総合センター, 製品評価技術基盤機構認定センター 訳編, NMIJ, 2009 <https://www.nite.go.jp/data/000001516.pdf>
- 13 APMP サイト <http://www.apmpweb.org/>
- 14 APMP TCQS 委員会 http://www.apmpweb.org/fms/general.php?tc_id=QS



小竹 昇 (こたけ のぼる)

電磁波研究所
時空標準研究室
主任研究員
時間・周波数標準

碓氷ひろみ (うすい ひろみ)

電磁波研究所
時空標準研究室
有期研究技術員
時間・周波数標準



成田秀樹 (なりた ひでき)

電磁波研究所
時空標準研究室
有期研究技術員
時間・周波数標準



土屋 茂 (つちや しげる)

電磁波研究所
時空標準研究室
主任研究員
時間・周波数標準



川原昌利 (かわはら まさとし)

電磁波研究所
電磁環境研究室/時空標準研究室
主査
無線機器試験法



町澤朗彦 (まちざわ あきひこ)

電磁波研究所
電磁環境研究室
研究マネージャー
画像の高エネルギー符号化、ネットワーク時刻同期、レーダースプリアス測定法

宮澤義幸 (みやざわ よしゆき)
ソーシャルイノベーションユニット
総合テストベッド研究開発推進センター
テストベッド研究開発運用室
マネージャー
レーダースプリアス測定法、実環境評価を併
用する有無線エミュレーション/シミュレ
ーション技術

花土ゆう子 (はなど ゆうこ)
電磁波研究所
上席研究員
博士(工学)
時刻・周波数標準、高精度計測

伊東宏之 (いとう ひろゆき)
総務省
国際戦略局
技術政策課
技術企画調整官
博士(理学)
周波数標準、レーザー分光



井戸哲也 (いど てつや)
電磁波研究所
時空標準研究室
室長
博士(工学)
光周波数標準、光周波数計測



松原健祐 (まつばら けんすけ)
電磁波研究所
時空標準研究室
研究マネージャー
博士(理学)
周波数標準、標準時、レーザー分光



今村國康 (いまむら くにやす)
電磁波研究所
時空標準研究室
標準時、周波数標準



齊藤春夫 (さいとう はるお)
電磁波研究所
時空標準研究室
マネージャー
時間・周波数計測



岩間 司 (いわま つかさ)
電磁波研究所
時空標準研究室
研究マネージャー
博士(工学)
時刻・周波数供給・同期、時刻応用技術