

業界報告

高電圧・大電流測定の 国際MRA対応JCSS校正サービス

株式会社 日立製作所 電力ビジネスユニット

日立事業所 高電圧大電力試験所長

木田 順三

1. これまでの取組み

一般社団法人 日本電機工業会（JEMA）傘下の日本高電圧・インパルス試験所委員会（JHILL）と日本短絡試験委員会（JSTC）では、変圧器、開閉器等をはじめとするさまざまな高電圧送変電機器の高電圧・大電力試験に関する技術検討、試験適合性評価を行っているが、試験で取り扱う高電圧、大電流の測定において、国内では実用的な電圧、電流値での校正が十分にできないという課題があった。この課題を解決するために、2016年4月にJHILL、JSTCの下部組織として作業会（WG）を構成し、高電圧・大電流測定の校正が国内で完結できるような仕組みを構築することを目標に、活動してきた^{*1 *2}。

この活動において特に重要なのは、グローバル化が深化していく昨今の社会情勢を鑑みた上で、国内各所で実施された試験結果、発行された報告書が国内だけではなく海外でも通用するようにしておくことである。そのためには、高電圧・大電流測定の校正が、世界の大半の国が参画している国際試験所認定協会機構（ILAC）^{*3}における相互承認協定（MRA）で署名された認定機関の認定を受けた校正事業者の校正結果であることが必須となる。この要件を満足するためには、計量法校正事業者登録制度JCSS（Japan Calibration Service System）の国際MRA対応認定を受けた校正事業者による、校正サービス（以下、国際MRA対応JCSS校正サービス）を利用可能にする必要がある^{*4}。

当WGでは、日本電気計器検定所（JEMIC）に参画いただくとともに、関係各機関にもご支援をいただきながら、実用的な国際MRA対応JCSS校正サービスの実現に取り組んできたが、このたび、当初目標とした条件の校

正サービスが実施可能となったので、報告する。これまでの取組み実績工程を表1にまとめた。校正では、校正したい測定器での測定値を、比較の基準となる参照標準での測定値と比較するため、参照標準となる測定器の準備や国家計量標準へのトレーサビリティ体系の検討などの課題に取り組んだ。また、輸送が困難な大型固定設備を保有する校正依頼者への利便性を考えて、依頼者の試験場へ参照標準を持ち込んで校正する現地巡回校正の実現も目指した。

2. 一般校正と国際MRA対応 JCSS校正の違い

測定器の校正を依頼したいユーザは、大別して一般校正と国際MRA対応JCSS校正の2種類のサービスが利用可能であるが、校正サービスを受ける上での相違点のポイントを以下に述べる。いずれの校正でも、測定器の測定能力を判定する用途としては十分な結果が得られるが、一般校正では校正事業者がその校正について品質や能力を管理してサービスとして提供しているものである。すなわち、一般校正は国際規格ISO/IEC17025（試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項）に基づいた認定を受けていない校正の種類、範囲であり、国際相互承認の範囲外のサービスとなっている。よって、一般校正サービスで校正した測定器を用いて実施した試験や測定結果は、国際市場においては製品ユーザ等の試験結果提出先から、妥当な結果として認めてもらえない場合を考えられる。

一方、国際MRA対応JCSS校正は国際相互承認を受けた校正サービスであるので、その校正結果は国際的

に妥当な結果として受け入れられる。その識別として、ILAC/MRA のロゴマークとともに、JCSS のロゴマークが校正証明書に明示されている。従って、国際 MRA 対応 JCSS 校正を行った測定器を用いた試験結果や測定結果は、国家計量標準へのトレーサビリティが保証されている測定が行われていることを示しており、試験依頼者には、より信頼性のある結果を提供できるとともに、試験実施者に対しても高い信用が得られる利点がある。

このような違いがあるので、高電圧・大電流測定においても国際 MRA 対応 JCSS 校正サービスを利用可能にしておくことが重要であり、国際 MRA 対応 JCSS 校正を活用することで、海外各国の製品ユーザが日本の製品や技術を認定しやすくなる利点がある。

3. 校正サービスの概要

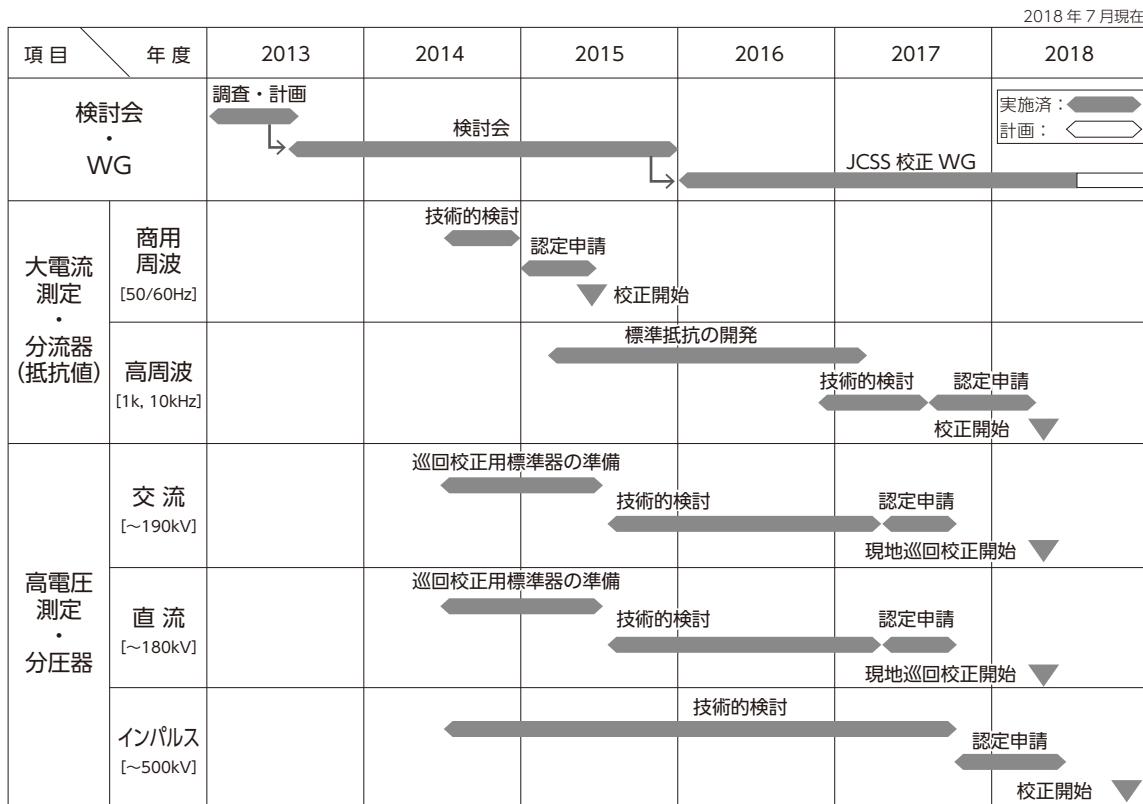
このたび利用可能となった、高電圧・大電流測定の国際 MRA 対応 JCSS 校正サービスの概要を表 2 にまとめた。今回の取組みでは、高電圧送変電機器の試験用途における測定および試験範囲を想定して校正条件を決定し

ているが、それ以外の用途であっても校正条件が適合していれば校正サービスを利用可能である。なお、具体的な校正依頼や校正対応可否等については、各依頼者から校正事業者に問い合わせいただきたい⁵。

3. 1 商用周波大電流測定

商用周波大電流測定は、試験品である送変電機器に短絡電流等を通電する試験における大電流測定用同軸分流器を想定した校正であり、分流器に試験電流を流したときの出力電圧が報告される。商用周波 50Hz あるいは 60Hz における実効的な抵抗を求める能够があるので、直流における校正では評価できない残留インダクタンスの影響の有無も確認できる。この用途の分流器は、定格電流の通電時間は数秒程度の短時間定格となっている場合があるが、校正試験では校正対象や参照標準、試験用電源を安定させるために数十分程度、電流を通電する必要がある。このような事情により、分流器の定格電流より十分低い電流で校正することになる。従来は一般校正のみであったが、国際 MRA 対応 JCSS 校正が利用可能となった。

表 1 高電圧大電流測定の国際 MRA 対応 JCSS 校正サービス確立の取組み工程



3. 2 高周波大電流測定

高周波大電流測定は、高電圧遮断器の規格 IEC 62271-100、Ed.2.2 : 2017 で規定されている遮断試験のうち、高周波試験電流測定が必要なコンデンサバンクの進み小電流開閉試験において、試験電流を同軸分流器で測定することを想定している。試験電流の周波数の標準値は 4250Hz と規定されており、十分な精度の測定が可能となるよう、周波数標準値の 2 倍以上の周波数である 10kHz で校正することとした。また、商用周波との概ね中間の周波数として、1kHz での校正も実施できるようになったので、分流器の交流抵抗値としての周波数特性も確認できる。

3. 3 交流高電圧測定

交流高電圧測定は、世界の電力送電網の主流である交流送電での電圧測定用途を想定している。一般校正是従来実施可能であったが、今回国際 MRA 対応 JCSS 校正を 190kV までであるが、校正依頼者の現場に参考標準を持込んで校正する巡回校正を可能とした。高電圧試験技術の規格 IEC 60060-2、Ed.3.0 : 2010 では、校正範囲の 5 倍までの試験電圧に対しては測定値の直線性を評価することで測定範囲が拡張可能とされている。よって、この電圧であれば国内最高系統電圧 550kV 用機器の試験用途には十分足りている。

3. 4 直流高電圧測定

直流高電圧測定は、最近世界的に適用例が増加している直流送電用の電圧測定を想定している。従来実施可能であった一般校正は正極性のみであったので、国際 MRA 対応 JCSS 校正として正負両極性の校正を、巡回校正で実施可能とした。

3. 5 インパルス電圧測定

インパルス電圧測定は、送電線等に落雷があった場合に発生する過電圧を想定した雷インパルス電圧と、遮断器や断路器などの開閉器が開閉動作した際に発生する過電圧を想定した開閉インパルス電圧の、立ち上がり時間が急峻な電圧の測定である。これらの電圧測定の校正は、従来は実施実績がなかった。校正用標準器として使用可能な性能のあるインパルス電圧測定システムは JHILL にて維持管理されてきたが^{*6}、国際 MRA 対応 JCSS 校正の認定を受けるために、校正值の国家計量標準とのトレーサビリティ体系の構築や、校正の妥当性検証などの課題を解決した。今回の取組み結果として、雷インパルス全波電圧と開閉インパルス電圧の正負両極性での校正が可能となった。しかしながら、インパルス電圧測定の巡回校正用参考標準を準備できなかったことやさまざまな校正現場に対応するには技術的な課題があることから、持ち込み校正サービスのみの提供となる。図に校正試験の実施状況を示す。

表 2 高電圧大電流測定で利用可能な校正サービス

測定対象		最高試験条件 (送変電機器 用途の場合)	利用可能な校正サービス			
			2013 年時点		2018 年時点	
			校正範囲	条件	校正範囲	国際 MRA 対応 JCSS 校正条件
大電流 (分流器)	商用周波短時間	140kA	—	持込み、一般校正のみ	50A ~ 3kA	持込み校正、 結果は交流出力電圧値
	高周波短時間	4250Hz	—	実施実績なし	1A ~ 10A (1kHz, 10kHz)	持込み校正、 結果は交流抵抗値
高電圧	交 流	1200kV	~ 550 / $\sqrt{3}$ kV	持込み、一般校正のみ	1kV ~ 190kV	巡回／持込み校正
	直 流	±1700kV	~ +200kV	持込み、一般校正のみ	±1kV ~ ±180kV	巡回／持込み校正
	雷インパルス	±2700kV	—	実施実績なし	±100kV ~ 500kV	持込み校正
	開閉インパルス	±1950kV	—	実施実績なし	±180kV ~ 500kV	持込み校正



図 校正試験状況（インパルス電圧測定）

4. 今後の課題

高電圧・大電流測定のための校正として、国際 MRA 対応 JCSS 校正サービスが利用可能となったので、報告した。しかしながら、今回の取組みによる成果は、JHILL、JSTC およびその関係組織からのニーズと、関連 IEC 規格の要求仕様を調査した上で決定した、必要最低限の校正範囲にとどまっている。現時点での主な課題は以下のとおりである。

- ・校正の電圧、電流範囲の拡張
- ・大電流測定の校正などでの、校正の不確かさの改善
- ・インパルス電圧測定の校正などでの、巡回校正対応
- ・雷インパルス截断波電圧やインパルス電流測定の校正など、未対応の測定種類のニーズ調査と対応検討

このように、海外の校正機関で利用できる校正サービ

スの種類、範囲と比べても、限定的になっている。

各種検査、試験、研究にて実施するさまざまな測定において、校正を実施することの重要性は言うまでもないが、校正の普及には、必要性の理解向上のための啓発やサービス利用の利便性改善も大切である。本 WG としても今後も活動を継続する予定であり、高電圧送変電機器関連はもとより、高電圧・大電流測定を実施しているさまざまな分野のニーズに対して、グローバルに認定される測定が可能となる校正が国内でも利用できるよう、取り組んでいく。

最後に、本取組みを実施するに当たり、ご指導ご支援いただきました国立研究開発法人 産業技術総合研究所（AIST）、JEMIC、JHILL、JSTC の関係者各位に対し、御礼申し上げます。

【参考文献】

- * 1 木田順三：高電圧・大電流測定の JCSS 校正サービス確立に向けての取り組み（『電機』Vol.785、p.31-33 〈2016 年 8 月発行号〉）
- * 2 石井勝、木田順三：特集 グローバル化に対応する高電圧・大電力試験の取り組み -1、高電圧・大電力試験に関するグローバル化の動向（『電気学会誌』Vol.137、No.9、p.604-605 〈2017〉）
- * 3 国際試験所認定協力機構ホームページ (<https://ilac.org/> (2018 年 7 月現在))
- * 4 独立行政法人 製品評価技術基盤機構（NITE）ホームページ：計量法校正事業者登録制度（JCSS）(<https://www.nite.go.jp/iajapan/jcss/index.html> (2018 年 7 月現在))
- * 5 日本電気計器検定所ホームページ：校正業務 (http://www.jemic.go.jp/kousei/j_kousei.html (2018 年 7 月現在))
- * 6 S. Miyazaki, H. Goshima, T. Shindo, E. Hino, T. Banno, J. Kida, H. Wada, T. Wakimoto, M. Ishii : "Comparison Test of High-Voltage Measurement Systems for Lightning Impulse in Japan" ("IEEJ Trans. PE" Vol. 135, No.11, 2015)

