

J E S C

電気機械器具の熱的強度の確認方法

J E S C E 7 0 0 2 (2 0 2 1)

令和3年9月7日 改定

**日本電気技術規格委員会
一般社団法人日本電気協会 発変電専門部会**

制定・改定の経緯

平成11年5月26日 制定

平成22年11月18日 第1回改定

平成27年7月23日 第2回改定

平成30年10月1日 第3回改定

令和3年9月7日 第4回改定

(最新版の情報は一般社団法人日本電気協会ホームページで確認できます。)

日本電気技術規格委員会規格

「電気機械器具の熱的強度の確認方法」

J E S C E 7 0 0 2 (2 0 2 1)

目 次

1. 適用範囲	1
2. 引用規格	1
3. 電気機械器具の熱的強度の確認方法	2
J E S C E 7 0 0 2 「電気機械器具の熱的強度の確認方法」解説	
1. 改定理由	4
2. 規格の説明	8
別紙 工場試験および現地試験における変圧器温度上昇試験実施方法比較表	9

日本電気技術規格委員会規格

「電気機械器具の熱的強度の確認方法」

J E S C E 7 0 0 2 (2 0 2 1)

1. 適用範囲

この規格は、電路に施設する電気機械器具の熱的強度の確認方法について規定する。

2. 引用規格

次に掲げる規格は、この規格（J E S C）に引用されることによって、この規格（J E S C）の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その記号、番号、制定（改正・改訂）年及び引用内容を明示して行うものとする。

J I S C 4 3 0 4 (2 0 1 3)	配電用 6 k V 油入変圧器
J I S C 4 3 0 6 (2 0 1 3)	配電用 6 k V モールド変圧器
J I S C 4 6 0 3 (2 0 1 9)	高圧交流遮断器
J I S C 4 6 0 4 (2 0 1 7)	高圧限流ヒューズ
J I S C 4 6 0 5 (2 0 2 0)	1 k V を超え 5 2 k V 以下用交流負荷開閉器
J I S C 4 6 0 6 (2 0 1 1)	屋内用高圧断路器
J I S C 4 6 2 0 (2 0 1 8)	キュービクル式高圧受電設備
J I S C 4 9 0 2 - 1 (2 0 1 0)	高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器—第 1 部：コンデンサ
J I S C 4 9 0 2 - 2 (2 0 1 0)	高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器—第 2 部：直列リアクトル
J I S C 4 9 0 2 - 3 (2 0 1 0)	高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器—第 3 部：放電コイル
J E C - 1 2 0 1 (2 0 0 7)	計器用変成器（保護継電器用）
J E C - 2 2 0 0 (2 0 1 4)	変圧器
J E C - 2 2 1 0 (2 0 0 3)	リアクトル
J E C - 2 3 0 0 (2 0 2 0)	交流遮断器
J E C - 2 3 1 0 (2 0 1 4)	交流断路器および接地開閉器
J E C - 2 3 3 0 (2 0 1 7)	電力ヒューズ
J E C - 2 3 5 0 (2 0 1 6)	ガス絶縁開閉装置
J E C - 5 2 0 2 (2 0 1 9)	ブッシング
J E C - 5 2 0 3 (2 0 1 3)	エポキシ樹脂ブッシング（屋内用）

JEM 1225 (2007)	高圧コンビネーションスタータ
JEM 1425 (2011)	金属閉鎖形スイッチギヤ及びコントロールギヤ
JEM 1499 (2012)	定格電圧72kV及び84kV用金属閉鎖形 スイッチギヤ

[略号] JIS：日本産業規格

JEC：電気学会 電気規格調査会標準規格

JEM：日本電機工業会規格

3. 電気機械器具の熱的強度の確認方法

電路に施設する変圧器、遮断器、開閉器、電力用コンデンサ、計器用変成器、その他の電気機械器具の熱的強度の確認として、第1表に定める規格の温度上昇試験を実施したとき、同規格に規定する温度上昇の限度を超えない場合においては、通常の使用状態で発生する熱に耐えるものと判断する。

第1表

種類	熱的強度関係の規格
変圧器	「変圧器」 JEC-2200
	「配電用6kV油入変圧器」 JISC 4304
	「配電用6kVモールド変圧器」 JISC 4306
開閉器類	「交流遮断器」 JEC-2300
	「交流断路器および接地開閉器」 JEC-2310
	「電力ヒューズ」 JEC-2330
	「ガス絶縁開閉装置」 JEC-2350
	「高圧交流遮断器」 JISC 4603
	「1kVを超え52kV以下用交流負荷開閉器」 JISC 4605
	「屋内用高圧断路器」 JISC 4606
「高圧限流ヒューズ」 JISC 4604	
コンデンサ類	「ブッシング」 JEC-5202
	「エポキシ樹脂ブッシング（屋内用）」 JEC-5203
	「高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器 －第1部：コンデンサ」 JISC 4902-1
	「高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器 －第2部：直列リアクトル」 JISC 4902-2
	「高圧及び特別高圧進相コンデンサ並びに附属機器 －第3部：放電コイル」 JISC 4902-3
	「リアクトル」 JEC-2210
静止誘導機器	「計器用変成器」（保護継電器用） JEC-1201

その他	「キュービクル式高圧受電設備」 J I S C 4 6 2 0 「高圧コンビネーションスタータ」 J E M 1 2 2 5 「金属閉鎖形スイッチギヤ及びコントロールギヤ」 J E M 1 4 2 5 「定格電圧72kV及び84kV用金属閉鎖形スイッチギヤ」 J E M 1 4 9 9
-----	---

J E S C E 7 0 0 2 「電気機械器具の熱的強度の確認方法」解説

1. 改定理由

令和2年度改定要望調査結を踏まえて、引用規格に「J E M 1 2 2 5 (2 0 0 7) 高圧コンプレッションスタータ」および「J E M 1 4 9 9 (2 0 1 2) 定格電圧72kV及び84kV用金属閉鎖形スイッチギヤ」を追加した。

また、改定に併せて、J E C, J I S等の改正状況を確認するとともに、引用を継続することの妥当性について確認した。

< (参考) J E S C E 7 0 0 2 (1 9 9 9) 制定経緯 >

変電設備等の電気機械器具の熱的強度については、電気設備に関する技術基準を定める省令(以下「電技」という。)第8条(電気機械器具の熱的強度)に「電路に施設する電気機械器具は、通常の使用状態においてその電気機械器具に発生する熱に耐えるものでなければならない。」と規定されている。

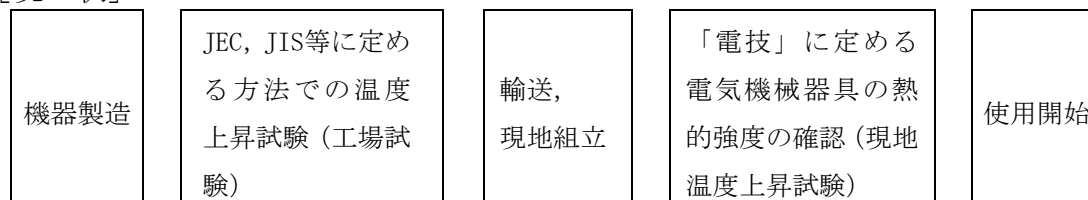
電路に施設する電気機械器具の有すべき熱的強度については、電気設備の技術基準の解釈(以下「電技・解釈」という。)に具体的に規定されていないが、電気規格調査会標準規格(J E C), 日本工業規格(J I S)等において製品の温度上昇値が定められており、定格使用状態での温度上昇値がJ E C, J I S等で定められている規定値以下であるならば、「電技」第8条に規定する「通常の使用状態においてその電気機械器具に発生する熱に耐えるもの」に適合するものと判断できることとしている。

現状では、新增設工事の竣工検査時等に現地で温度上昇試験を実施し、J E C, J I S等に定められている規定値以下であることを確認しているが、①民間の自主検査としてJ E C, J I S等に基づき、形式試験時等に工場において温度上昇試験を実施していること、②設計手法の確立(製品のパッケージ化の進展による機器一体輸送と現地作業 箇所の極限化、現場作業の容易さに配慮した設計)及び施工・品質管理技術の向上により、変電設備等の電気機械器具の事故率は減少傾向にあり、中でも現地施工不完全に起因する事故率は確実に減少していることから、現地でも工場における品質と同程度の品質が確立されるようになってきている。

これらの詳細については、電気協同研究第53巻第4号「送変電設備の現地耐電圧試験合理化」(平成10年3月)『第6章現地温度上昇試験の合理化』他を参照されたい。

こうしたことから、「J E C, J I S等に基づき工場において温度上昇試験を実施したものは、「電技」第8条における電気機械器具の熱的強度に適合するものとする」と解釈できることとし、「電技」第8条に定める技術的要件を具体的に示すとともに、これまで実施してきた現地における温度上昇試験の合理化を可能とする旨の、「電気機械器具の熱的強度の確認方法」の規格を制定した。

[現 状]



<（参考）制定根拠>

電気機械器具の熱的強度については、技術的要件を満たすべき具体的内容が、「電技・解釈」に規定されていないが、JEC, JIS等に基づく工場における温度上昇試験が、現行実施されている現地での温度上昇試験と同等であることを検証するため、JEC, JIS等に基づく温度上昇試験および輸送や現地組立の熱的強度への影響等について以下のとおり評価・検討した。

（１）工場及び現地試験における温度上昇試験の比較

工場での温度上昇試験は、定格電流、定格周波数を印加して各部の温度上昇値を確認している。特に変圧器、リアクトル（以下変圧器等という）の場合は冷却器を付属装備しているため、本体ならびに冷却器を組み合わせ、主に一方の巻線を短絡接続して行う等価負荷法により、変圧器等に全損失を供給し、絶縁油および巻線平均温度の上昇が飽和したと判断されるまで測定するとともに、冷却器の冷却性能及び異音・振動の発生状況を確認している。

現地試験では工場試験のような試験設備を有していないため、実系統を試験用に構成して、実負荷により温度上昇試験を実施している。このとき変圧器等は油および巻線の温度を測定し、温度上昇値を確認している。その他の機器は、変圧器等と異なり冷却器の装備はなく、本体からの自然放熱が主体であることから、試験中に温度測定は行わず目視にて異常の有無を確認している。

工場及び現地どちらの試験においても、その温度上昇値がJEC, JIS等で定められている規定値以下であることを確認しているため、通常の使用状態ではそれ以上温度上昇することはないと判断できる。したがって「電技」第8条に定める「通常の使用状態においてその電気機械器具に発生する熱に耐えるもの」に適合するといえる。

別紙に両試験の比較を示す。

（２）変電設備等の電気機械器具の事故率の推移

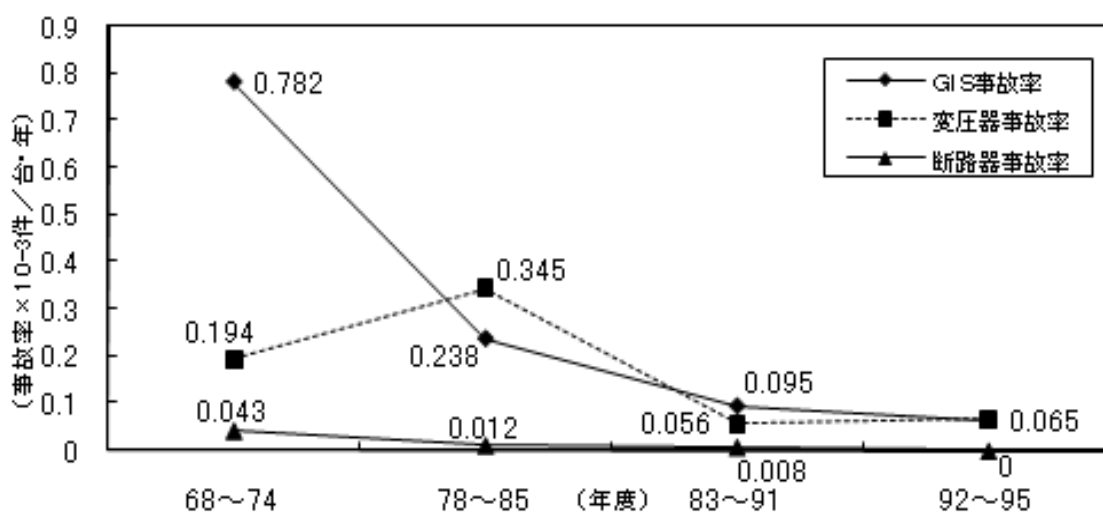
変電設備等の電気機械器具は、工場試験により各種性能を確認した後、工場にて一旦輸送可能な単位に分解され、トレーラーあるいは鉄道車両などにより現地まで輸送した後、現地据付および各種現地試験を行い使用している。

1968年～1995年の変電設備等の電気機械器具の事故分析の結果、事故率は減少の傾向にあり、中でも現地施工不完全に起因する事故率は、過去のトラブルを反映した輸送、現地据付

時の品質管理および現地接続作業箇所の減少や現地作業の容易さを配慮した構造設計による設備性能低下要因の排除により確実に減少している。

第1図に変電設備等の電気機械器具の施工不完全に起因する事故率の推移を示す。

施工不完全に起因する事故・障害を分析すると、現地温度上昇試験中に発生したものはなく、部品取付け不良や調整不良によるもののみで、熱的強度そのものに起因したものはなく、製造・施工とも安定したものとなっている。



第1図 変電設備等の電気機械器具の現地施工不完全に起因する事故率の推移

出典：事故率，絶縁破壊率は電協研第53巻第4号のデータを引用した。

また、施工不完全に起因する事故率は、GISでは1998年～2001年は平均で 0.009×10^{-3} (件/台・年) (出典：電気協同研究第61巻第3号)，2002年～2010年は平均で 0.006×10^{-3} (件/台・年) (出典：電気協同研究第70巻第2号)，変圧器では1998年～2001年は平均で 0.07×10^{-3} (件/台・年) (出典：電気協同研究第61巻第3号)，2002年～2009年は0 (件/台・年) (出典：電気協同研究第69巻第2号) となっており製造から現地施工までのプロセスが、引き続き安定したものとなっている。

(3) 海外の規格基準に関する調査

現地温度上昇試験について、主たる欧米諸国では法的に規制されてはいない。また、主要海外規格においても第1表に示すとおり、現地試験を規定しているものはない。

第1表 IEC,ANSI規格における温度上昇試験の規定状況

規格No.	タイトル	TYPE TEST	ROUTINE TEST	SITE TEST
IEC 62271-1 Ed. 1.0:2007 (b)	High-voltage switchgear and controlgear - Part 1 : Common specifications	○	×	×
IEC 62271-201 Ed. 1.0:2006 (b)	High-voltage switchgear and controlgear - Part 201 : AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV	○	×	×
IEC 62271-203 Ed. 1.0:2003 (b)	High-voltage switchgear and controlgear - Part 203 : Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV	○	×	×
IEC 62271-100 Ed. 2.0:2008 (b)	High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating current circuit-breakers	○	×	×
IEC 60076-1 Ed. 2.1:2000 (b)	Power transformers - Part 1: General	○	×	×
IEC 60044-1 Ed. 1.2:2003 (b)	Instrument transformers - Part 1: Current transformers	○	×	×
IEC 62271-102 Ed. 1.0:2001 (b)	High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: High-voltage alternating current disconnectors and earthing switches	○	×	×
ANSI/IEEE Std.C37.09-1999	Test Procedure for AC High Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis	×	×	×
ANSI/IEEE Std.C57.12.00-2006	General Requirements for Liquid-immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers	○	△	×

○ : 試験実施の要求有り △ : 使用者要求により実施 × : 試験実施の要求なし

2. 規格の説明

本規格は、電気機械器具の保持すべき熱的強度の緩和を認めたものではなく、所定の熱的強度を確認する一つの方法として、工場で J E C, J I S 等に基づき温度上昇試験を実施し、確認した熱的強度が、現地においても維持できていると考えられる場合は、「通常の使用状態においてその電気機械器具に発生する熱に耐えるもの」に適合すると判断できることを規定したものである。

電気機械器具の熱的強度については、前述のように、

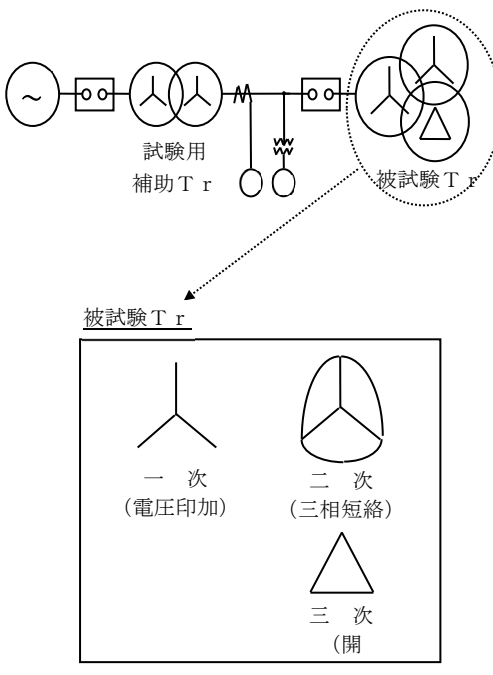
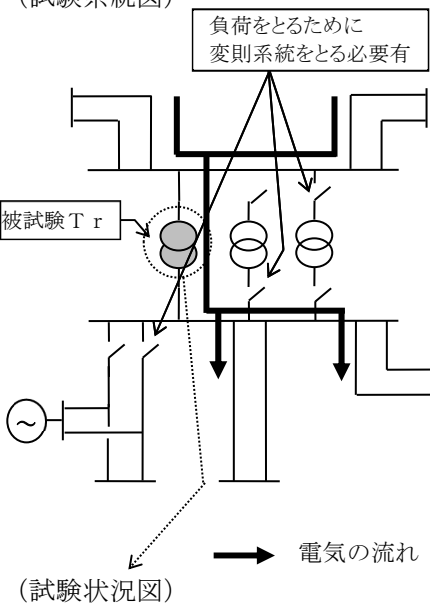
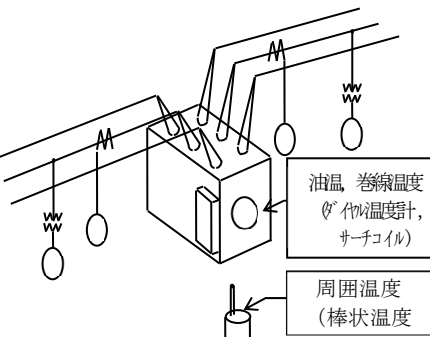
- ・ J E C, J I S 等に基づき工場において温度上昇試験を実施していること。
- ・ 製品の一体輸送と現場作業箇所数の低減化、現地施工管理技術の向上による設備性能低下要因の排除に伴い、変電設備の事故率は減少の傾向にあり、中でも現地施工不完全に起因する事故率は確実に減少していること。

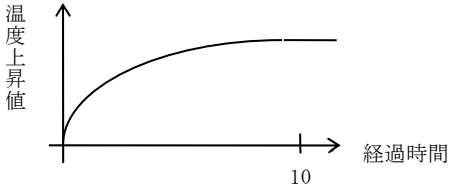
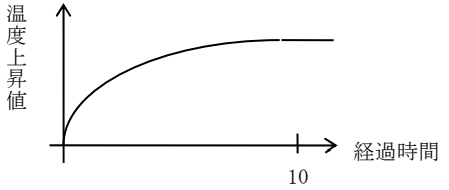
等から確実に確保されるようになってきている。

また、工場での温度上昇試験、現地での温度上昇試験が実施されているが、いずれも「J E C, J I S 等に規定された温度上昇値以下であることを確認する。」ことにより熱的強度を確認している。

こうしたことから、J E C, J I S 等に基づき工場において温度上昇試験を実施したものは、「電技」第 8 条における電気機械器具の熱的強度に適合しているものとし、現地においてもその熱的強度が維持できている場合には、現行実施している現地温度上昇試験による確認と同等であると解釈することにしたものである。

工場試験及び現地試験における変圧器温度上昇試験実施方法比較表

	工場試験	現地試験
<p>一般的な試験方法</p>	<p>【等価負荷法】</p> <p>① 油温度上昇測定</p> <p>変圧器の二次側を短絡 ↓ 一次側から全損失に相当する電流を供給して試験を実施 ↓</p> <p>② 巻線温度上昇測定</p> <p>定格電流を1時間通電 ↓ 通電停止後、巻線抵抗を測定</p> <p>(試験回路図)</p>  <p>被試験Tr</p> <p>一次 (電圧印加)</p> <p>二次 (三相短絡)</p> <p>三次 (開)</p>	<p>【実負荷法】</p> <p>① 油温度上昇測定</p> <p>試験用系統を構成 ↓ 実負荷により試験を実施 (通常的目標負荷は定格の60%以上)</p> <p>(試験系統図)</p> <p>負荷をとるために変則系統をとる必要有</p>  <p>被試験Tr</p> <p>電気の流れ</p> <p>(試験状況図)</p>  <p>油温、巻線温度 (thermometer, サーチコイル)</p> <p>周囲温度 (棒状温度)</p>

良否判定	油および巻線の温度上昇値が J E C で定められた値を越えない事	油および巻線温度上昇値が J E C で定められた値を越えない事
試験時の 供給損失	定格の 1 0 0 % 相当	試験系統の負荷 (定格の 6 0 % 以上を目標)
試験時間	1 0 時間前後 (油温上昇が定常状態になるまで) 	1 0 時間前後 (油温上昇が定常状態になるまで) 
制約条件	・全負荷に見合う試験用負荷の 準備が困難なため、等価試験を行う。	・通常の系統と異なる営業系統において 試験を行うため負荷変動が生じる。 また、変則的な系統構成のため、長時 間にわたり試験を行うことは、給電運 用上、支障が生じることもある。

日本電気技術規格委員会（J E S C）について

1. 日本電気技術規格委員会の活動

日本電気技術規格委員会は、学識経験者、消費者団体、関連団体等で構成され、公正性、客観性、透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関です。

日本電気技術規格委員会は、電気事業法の技術基準等に民間の技術的知識や経験等を迅速に反映すること、自主的な保安確保に資する民間規格の活用を推進することなどの活動により、電気工作物の保安及び公衆の安全並びに電気関連事業の一層の効率化に資することを目的とし、平成9年6月に設立されました。

主な活動として、

- ・ 民間規格等（J E S C規格）の制定、改定に関する審議、承認
- ・ 国の基準に関連付ける民間規格等の技術評価及び民間規格等の制改定プロセスに係る適合性評価
- ・ 国の基準の改正要請

を実施しています。

2. 本規格の使用について

日本電気技術規格委員会が承認した民間規格等は、公正性、客観性、透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関として、委員会規約に基づき学識経験者、消費者団体、関連団体等で幅広く選出された委員で構成し、外部の意見を聞く手続きを経た上で、審議・承認されています。

日本電気技術規格委員会は、この規格内容について説明する責任を有しますが、この規格に従い作られた個々の機器、設備に起因した損害、施工などの活動に起因する損害に対してまで責任を負うものではありません。また、本規格に関連して主張される特許権、著作権等の知的財産権（以下、「知的財産権」という。）の有効性を判断する責任、それらの利用によって生じた知的財産権の有効性を判断する責任、それらの利用によって生じた知的財産権の侵害に係る損害賠償請求に応ずる責任もありません。これらの責任は、この規格の利用者にあるということにご留意下さい。

本規格は、関連する技術基準の解釈に引用され同解釈の規定における選択肢を増やす目的で制定されたもので、同解釈と一体となって必要な技術的要件を明示した規格となっております。

本規格を使用される方は、この規格の趣旨を十分にご理解いただき、電気工作物の保安確保等に活用されることを希望いたします。

改定に参加した委員の氏名

(順不同・敬称略)

発電専門部会

令和3年5月現在

部会長	藤岡直人	関西電力送配電(株)			
委員	白井康之	京都大学	委員	中澤孝彦	電源開発(株)
〃	熊田亜紀子	東京大学	〃	橋本健	昭和電工(株)
〃	渡邊真琴	北海道電力ネットワーク(株)	〃	夏井正嗣	日本製鉄(株)
〃	細井暁	東北電力ネットワーク(株)	〃	野枝勉	神奈川県企業庁
〃	梅田成実	東京電力リニューアブルパワー(株)	〃	森川善一	(株)日立製作所
〃	馬場重伸	中部電力パワーグリッド(株)	〃	新井秀忠	東芝エネルギーシステムズ(株)
〃	梅田哲宏	北陸電力送配電(株)	〃	古田宏	東芝エネルギーシステムズ(株)
〃	梯靖弘	関西電力送配電(株)	〃	原田俊治	三菱電機(株)
〃	渡邊守康	中国電力ネットワーク(株)	〃	八木裕治郎	富士電機(株)
〃	森昌之	四国電力送配電(株)	〃	伊藤孝充	(株)明電舎
〃	小畑雅照	九州電力送配電(株)	〃	五島久司	(一財)電力中央研究所
〃	川小根敦	沖縄電力(株)			

発電分科会

令和3年4月現在

分科会長	梅田成実	東京電力リニューアブルパワー(株)			
委員	押味秀明	東京電力リニューアブルパワー(株)	委員	野枝勉	神奈川県企業庁
〃	林義一郎	電源開発(株)	〃	森田和宏	日立三菱水力(株)

変電分科会

令和3年4月現在

分科会長	梯靖弘	関西電力送配電(株)			
委員	熊野広之	東京電力パワーグリッド(株)	委員	栗山聡	九州電力送配電(株)
〃	菊地学	中部電力パワーグリッド(株)	〃	矢野徹	三菱電機(株)

発電作業会

令和3年3月現在

幹事	林 義一郎	電源開発(株)	旧委員	鈴木 秀俊	電源開発(株)
委員	内藤 雄介	電源開発(株)	〃	川崎 智	東芝エネルギーシステムズ(株)
〃	中屋 剛	東北電力(株)			
〃	柳沼 雄一郎	東京電力リニューアブルパワー(株)			
〃	稲田 敬三	北陸電力(株)			
〃	新井 史典	神奈川県企業庁			
〃	小森 健介	日立三菱水力(株)			
〃	齋藤 武	東芝エネルギーシステムズ(株)			

変電第1作業会

令和3年3月現在

幹事	梯 靖弘	関西電力送配電(株)	旧幹事補	貞 廣光紀	関西電力送配電(株)
幹事補	古賀 雄貴	関西電力送配電(株)	旧委員	灘 和久	中国電力ネットワーク(株)
委員	飯野 匡宏	東京電力パワーグリッド(株)	〃	松尾 聡	九州電力送配電(株)
〃	渡邊 忠	中部電力パワーグリッド(株)	〃	鈴木 浩二	東芝エネルギーシステムズ(株)
〃	村田 浩介	中国電力ネットワーク(株)			
〃	徳永 晋	九州電力送配電(株)			
〃	西出 篤史	(株)日立製作所			
〃	矢野 徹	三菱電機(株)			
〃	黒川 則人	東芝エネルギーシステムズ(株)			
〃	堀 康彦	(一財)電力中央研究所			
参加者	有 菌 拓 真	中部電力パワーグリッド(株)			

事務局（一般社団法人日本電気協会 技術部）

令和3年9月現在

総括	都 筑 秀 明
専門部会総括	丸 山 敬 司
発変電専門部会担当	岡 本 竹 弘
旧発変電専門部会担当	山 口 外美夫

改定を評価した委員の氏名

(順不同・敬称略)

日本電気技術規格委員会

令和3年9月現在

委員長	横山明彦	東京大学			
委員長代理	大崎博之	東京大学	委員	西村松次	(一社)日本電設工業協会
委員	金子祥三	東京大学	〃	松橋幸雄	全日本電気工事業工業組合連合会
〃	井上俊雄	(一財)電力中央研究所	〃	松村徹	(一社)日本電力ケーブル接続技術協会
〃	國生剛治	中央大学	〃	藤原昇	(一社)電気学会
〃	野本敏治	東京大学	〃	花井誠	(一社)日本機械学会
〃	望月正人	大阪大学	〃	都筑秀明	(一社)日本電気協会
〃	横倉尚	武蔵大学	〃	森本正岳	(一社)電気設備学会
〃	吉川榮和	京都大学	〃	鶴崎将弘	(一社)日本ガス協会
〃	今井澄江	神奈川県消費者の会連絡会	〃	中澤治久	(一社)火力原子力発電技術協会
〃	大河内美保	主婦連合会	〃	爾見豊	(一財)発電設備技術検査協会
〃	菅弘史郎	電気事業連合会	〃	大岡紀一	(一社)日本非破壊検査協会
〃	山本竜太郎	東京電力ホールディングス(株)	〃	渡邊道夫	(一社)日本溶接協会
〃	川北浩司	中部電力パワーグリッド(株)	〃	川原修司	(一社)電力土木技術協会
〃	高市和明	関西電力送配電(株)	〃	吉村光弘	(一社)日本風力発電協会
〃	足立健治	電源開発(株)	〃	山谷宗義	(一社)太陽光発電協会
〃	磯敦夫	(一社)日本電機工業会	〃	北林雅之	(一社)日本内燃力発電設備協会
〃	横山繁嘉寿	(一社)日本電線工業会	〃	加曾利久夫	日本電気計器検定所
〃	阿部達也	(一社)日本配線システム工業会	〃	鷺津雅也	(一財)電気工事技術講習センター
〃	本多隆	電気保安協会全国連絡会	顧問	関根泰次	東京大学
〃	石井勝則	全国電気管理技術者協会連合会	〃	日高邦彦	東京電機大学