

平成 28 年度電気事事故事例（感電等死傷事故）

関東東北産業保安監督部東北支部 電力安全課

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
1	H28.5 作業員 変電所 母線連絡 遮断器 (6.6kV)	<ul style="list-style-type: none"> ・変電所機器点検工事を実施しており、事故当日は、6kV 母線連絡用遮断器（以下「遮断器」という。）等の点検を予定していた。 ・当日の作業打合せ、TBM-KY を実施した後、作業を開始した。 ・遮断器はキュービクル内の 6kV 母線から断路位置に引き出した状態で、ローラー型シャッター（「高圧危険」と表示された防護シャッター）が下ろされていたが、リフターで遮断器を抜き出すため、設置者関係者の立会い及び確認がないまま請負会社作業責任者がシャッターを開け、被災者と作業責任者の 2 名で遮断器を抜き出し、そのままの状態での点検を開始した。 ・当初は、抜き出した遮断器を別の場所に移動させて点検する予定であったが、作業場所までの移動が狭隘で関連他作業もあり、リフターの設置に苦勞したことから、移動せずに扉が開いたままのキュービクルの前で遮断器の点検を進めた。 ・被災者と作業責任者は、遮断器の清掃と絶縁抵抗測定を行い、その後、被災者がキュービクル内手前の清掃を行おうと遮断器とキュービクルの間の隙間に入り、しゃがんだ姿勢になった。その際、設置者補助立会人と作業責任者が遮断器のコンタクトのグリース状態について話しているのを聞き、目の前にあったキュービクル側のコンタクトを見たところ、グリースが塗りすぎているように見えたため、確認しようと充電しているコンタクトに手を伸ばし感電した。 	<p>【感電（作業員）作業方法不良】</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)作業時の安全対策、区画防護、死活範囲説明方法、作業引き渡し等の共通ルールは規定されているが、キュービクル作業に適用する際の例示や詳細な取り決め等がなく、理解が不足していた。 (2)キュービクルから遮断器を抜き出す際の立会い、確認を怠った。 (3)現場代理人はキュービクル内の充電部を意識していたが、キュービクルの扉を開けたまま遮断器を点検することに対し必要な安全措置の指示や、注意喚起を行わなかった。 (4)作業関係者は最小接近距離(60cm)に対する意識が不足しており、設置者はキュービクルの扉を開放し、充電部が露出した状態のまま作業することを黙認した。 (5)複合絶縁キュービクルのローラー型シャッターの取扱いの注意点について、共有化が図られていなかった。 	<ol style="list-style-type: none"> (1)教育・訓練及び人材育成の充実 <ul style="list-style-type: none"> ・事業所において少人数対話を行う。 ・基本ルールを守るため、身にしみこませるための教育・訓練の充実を図る。 ・工事会社と一体となった危険体感訓練の実施により感受性向上を図る。 (2)作業に関するルールの明確化及び徹底 <ul style="list-style-type: none"> ・作業時の安全対策、区画防護、作業引き渡し等のルールを再確認し、キュービクル作業に係るマニュアルを策定の上、事業所、工事会社にて講習会を実施する。 (3)現場コミュニケーションの活発化・定着化 <ul style="list-style-type: none"> ・周囲に自分のこれからとる行動を把握してもらうための「行動前発声」と、周囲の「フォローの声かけ」の活発化・定着化に向け、強化期間を設定の上取り組む。 (4)設備的な対策 <ul style="list-style-type: none"> ・全てのキュービクル用遮断器の前面に「遮断器を抜いたら必ず扉を施錠すること」を明示する。 ・ローラー型シャッターの有無、取扱者の明確化のため、「運転側以外の開閉禁止」を明示し、運転側の管理が行われるようにする。

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
2	H28.6 公衆 送電線 (33kV)	<ul style="list-style-type: none"> 事故当日、朝から伐採会社が、送電線 (33kV、発電所～変電所) から少し離れたところで伐採作業を行っていた。 被災者は伐倒担当で、送電線から約 15m 離れた場所でスギの伐倒採作業を行っていたが、受け口を切った後、追い口を切っていた際にチェーンソーが木に噛まれて動かさなくなったため、共同作業員に応援を求め、バックホウに装備されているウィンチで当該木を引っ張ろうとした。 ウィンチで引っ張る前に当該木が送電線方向に向かって倒れ、上部が送電線に引っかかった。 被災者は歩いて送電線下に向かった。この際、共同作業員は被災者に危険である旨注意したが、その後作業責任者に倒木の連絡を行うため被災者を見ていなかった。 その後、共同作業員は倒木の先端付近で炎が上がっているのを見つけ、近くにいた作業員に消火を指示した。作業員は消火器をもって火災現場に行き消火をした。消火後、炎はチェーンソーから出ていることと、被災者が側に倒れているのを発見した。 	<p>【感電 (公衆) 被害者の過失】</p> <ul style="list-style-type: none"> 被災者は送電線に倒れかかる恐れのある木の伐採を行わないように会社から言われていたにもかかわらず、送電線に近い当該木の伐採を行い、送電線に倒木を接触させた。 被災者は共同作業員から危険である旨の注意を受けたにもかかわらず、倒木の処理を行った。 被災者が倒木の処理を行った際、送電線はまだ通電中であった。 <p>(発電所では倒木接触時に送電線の地絡を検出し遮断器を開放したが、変電所側では地絡電圧を計測する装置を設置しているものの警報のみとしており自動的に遮断器を開放する設備となっていなかったため、送電線は変電所側から通電されていた。)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 当該伐採業者以外にも送電線付近で伐採作業を行う可能性のある森林組合等に送電線付近での伐採作業を行わないよう通知する。また、送電線付近で伐採作業をする必要がある場合は送電を止めて協力するので事前に届け出るよう周知する。 送電線周辺で伐採作業がある場合については、着工前に全作業員に対し、電気主任技術者又は代務者による直接の安全教育を作業現場で実施する。 変電所側で地絡過電圧を検出した場合は、受電用遮断器が開放されるよう保護回路を改造する。
3	H28.6 作業員 高圧負荷開閉器 (LBS)	<ul style="list-style-type: none"> 当日は午前中に年次点検と気中開閉器 (PAS) 交換工事が予定されていた。 当事業場の保安管理を担当する電気管理技術者 (被災者) は、元請の電気工事会社の担当者とミーティングを実施した。下請けの外線工事会社はまだ到着しておらず、入場を待っていた。 その後、被災者は 2 階のキュービクル受電設備に向かい、電気工事会社担当者は 1 階で待機していた。 電力会社変電所のフィーダーが DG 動作でトリップ (再閉路成功) した。このとき、1 階にいた電気工事会社担当者はドスンという転倒音を聞き 2 階へ見に行くと、キュービクルの扉が開き、その前で被災者が倒れていた。 被災時点で、PAS は投入、キュービクル内 LBS は開放、 	<p>【感電 (作業員) 作業方法不良】</p> <ul style="list-style-type: none"> 年次点検や PAS 更新の実施にあたり、被災者が手順書「保安業務の内容と点検の留意点について」に従い、実施計画書の作成や作業員のミーティングが行われなかった。 被災者は、複数人での年次点検作業を一人で行ってしまった。 作業が危険であることの前知が十分にできなかった。 	<ol style="list-style-type: none"> 年次点検、電気設備工事においては、停電を大原則として実施する。 作業にあたっては、作業計画書を作成し、その手順を遵守する。 作業前に危険について作業員全員で確認する。

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
		<p>低圧ブレーカーは投入されていた。また、タオルがキュービクル前及びLBS二次側の高圧電線にあった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・LBS二次側とキュービクル下部にタオルがあったことから、被災者はLBS一次側まで充電された状態でキュービクル内部の清掃を行っていたものと推測される。 ・被災時点の設備状況から、被災者はキュービクルのLBS一次側充電部に接触して感電したと推定される。 		
4	H28.7 作業員 火力発電所 蒸気 ドラム	<ul style="list-style-type: none"> ・当該発電所は建設中の火力発電所で、来月の運転開始を前に、メーカーによる最終確認の一つとして蒸気ドラム内部点検を実施しようとしていた。 ・発電機を解列、タービンを停止し、ボイラーへの燃料供給を停止した。 ・ボイラー関連ベント弁及びドレン弁開操作を発電所運転員2名及びメーカー作業担当者1名で実施し、ボイラーブロー弁にてドラム液レベルを90mmから387mm以下までブロー実施した。 ・事故当日朝、作業前打ち合わせを行い、マンホールドア開放作業を開始した。 ・被災者がドラムマンホールドア（内開き）を開けようとしたが、ガスケットが固着していたためマンホールドアをハンマーで軽く叩いたところ突然マンホールドアが開き、被災者がドラム内に吸い込まれた。 ・蒸気ドラム内は真空状態になっており、マンホールドアが突然開き、被災者はマンホールから蒸気ドラム内に吸い込まれて被災したものと推定される。 	<p>【電気工作物の操作】</p> <p>何らかの理由によりドラムベント弁Bがほぼ全閉状態になっていたことにより蒸気ドラム内部圧力が負圧になっていた。</p> <p>①弁全開状態の確認行為（ダブルチェック）が不十分であった。ドラムベント弁B開操作を行った際に、弁操作者以外の者による全開状態の確認がなされていなかった。</p> <p>②蒸気ドラム圧力表示が負圧まで確認できるものとなっていなかった。メーカー作業担当者は運転監視装置でドラム圧力が0.0MPaGであることは確認していたが、表示上小数点以下1桁までしか確認できないものとなっており、負圧になっていたとしても表示上は0.0MPaGとしか読み取ることができないものであった。また、現場の蒸気ドラム圧力計も0～10MPaGの表示のものであったため、負圧は確認することが不可能であった。</p> <p>③作業開始前の危険予知が不十分であった。メーカー作業担当者は、蒸気ドラムマンホールドア開放作業前に、ドラムベント弁が開表示であること及び弁が閉方向に動くこと（閉ではないこと）を確認したが、「全開」であることまでは確認していなかった。（メーカー作業担当者はドラム内圧力が正圧であるこ</p>	<p>①弁閉確認及び操作禁止札の徹底</p> <p>弁操作時、操作者の他に確認者が弁の全開あるいは全閉の状態を確認（ダブルチェック）することを徹底し、開（又は閉）表示札と共に操作禁止札の取付けを行う。</p> <p>②蒸気ドラム負圧計設置</p> <p>蒸気ドラムに現在の圧力計（正圧のみ計測）に加え、負圧を計測可能な圧力計を追設する。</p> <p>③作業開始前の作業環境状態確認の徹底</p> <p>「ボイラー水全ブロー、水張手順書」及び「ボイラードラムマンホール開放手順書」に下記の項目を反映し、作業開始前の状態確認を徹底する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸気ドラム内部点検を行う際は、ボイラー全ブローを基本とする。 ・ドラム連続ブロー弁及びドラム連続ブロー調整弁、一次過熱器入口管寄せドレン弁を全開にすることを手順書に反映し、圧抜き弁を複数箇所確保する。 ・運転監視装置及び現場計器でドラム内圧が大気圧であることを確認する。

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
			<p>とに対する危険予知はあったが、負圧になることは想定していなかった。)</p> <p>④作業手順に不備があった。マンホールドアは内開き構造となっており、マンホールドアを開放時はマンホールドアを押さえている固定治具(ロックナット及びロックブロック)を取り外す必要がある。今回マンホールドアを開放する際、ロックナット及びロックブロックをあらかじめ取り外した状態でマンホールドアを叩いてしまった。(ロックナットを取外さずに緩めた状態でロックブロックを仮止め状態にしていれば、仮にドラム内が負圧になっていたとしてもマンホールから内部に引き込まれることはなかった。)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 作業前にベント弁が「全開」である事を再度確認する。 ④マンホール開放作業手順の徹底 <ul style="list-style-type: none"> 「ボイラードラムマンホール開放手順書」に下記の項目を反映し徹底する。 ロックナット及びロックブロックを外さない状態で、マンホールドアとドラムマンホールとの間に隙間を開け、ドラム内部が大気と均圧されたことを確認すること。 ドラム内部が確実に大気圧になるまではロックナット及びロックブロックを外さないこと。 ⑤再発防止に向けた教育の実施 <ul style="list-style-type: none"> 今回の事故について、事故発生のメカニズムと原因及び再発防止対策について操作員他社員に報告会を実施し、再発防止に向けた教育を行った。
5	<p>H28.7</p> <p>公衆</p> <p>高圧架空引込線</p>	<ul style="list-style-type: none"> 当該工場の電気設備は、構内第1柱から架空電線にて工場4階の電気室に引き込まれている。 工場の屋上防水工事と外壁ひび割れ修繕・塗装工事を8月末までの予定で実施しており、外壁塗装工事のため足場組立作業を行っていた。 足場組立会社は足場の組立を開始し、1段目の地回りまで完了した。翌日、防護施工業者は元請工事会社及び防護請負会社立会のもと高圧引込線の防護を行った。 引込線の防護を行った翌日、足場組立会社は4名で、高圧引込線下の7段目まで足場組立を完了した。 事故当日、足場組立会社は4名で朝から高圧引込線周辺箇所の足場組立を開始した。 	<p>【感電(公衆)電気工作物不良】</p> <p>(1)充電部の防護が適切に実施されていなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 高圧引込線の引込口は引き留め位置より下方にあるため、クランプカバーは開口部が下向きに取付けられ、上部は絶縁被覆になっているが、中心ラインの絶縁部が劣化により一部破損し隙間ができて充電部が露出していた。 防護工事担当者は高圧引込線から2m以内は立入禁止措置を行い、足場組み立て作業を行うとの認識で防護工事を行った。また、引込線本線とジャンパー線は防護したが、電線引き留め箇所はクランプカバーが取付けしであったので、これを過信しこの部分の防護 	<p>(1)クランプカバー等の絶縁材料は防護具でないことを強く認識し、裸線同様に防護することを工事計画書の中で確認する。工事前の設置者と工事担当者及び電気管理技術者とのミーティング時に再確認を徹底する。</p> <p>(2)防護は万一高圧充電部に接触して感電するのを防ぐ為のものであることを認識し、電路へは物理的に接近できないよう、立入禁止措置を行うことを工事計画書の中で確認するとともに、工事前の設置者と工事担当者及び電気管理技術者とのミーティング時に再確認を徹底する。</p>

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
		<ul style="list-style-type: none"> 足場組立会社の作業員（被災者）は、足場通路上の引込線をまたいで通行しようとした。中線のクランプカバー上部をまたいだ際、劣化し隙間があったクランプカバー内部の充電部に触れ、更に右手で近くの足場パイプを掴んだ瞬間電撃を受けた。 	<p>を省略した。</p> <p>(2)防護請負会社担当者と足場組立会社担当者との間で作業打合せが不十分であったため、高圧引込み箇所近傍で防護が未施工である場所に足場が組まれた。</p> <p>(3)電気管理技術者への連絡は元請工事業者が行うものと思い行わなかった。</p> <p>(4)被災者は防護が完璧に施工されたものと安心し、電路を無雑作にまたいでしまった。</p>	<p>(3)電気工作物の保安の確保は設置者の義務であることを再確認し、電気に関わる作業や工事はいかなる内容であっても設置者又は連絡責任者が電気管理技術者に必ず連絡し、工事計画書を電気管理技術者に確認させることを徹底する。</p> <p>(4)防護はしてあっても過信することなく、むやみに防護箇所へ近寄ったり触ったりしないよう、高圧線を含めた電気に関する危険性、安全知識について作業員へ再度指導教育を行う。</p>
6	H28.8 作業員 需要設備 高圧ケーブル接続部	<ul style="list-style-type: none"> 当該事業場の増設に係る電気工事を、電気工事会社に発注し、工事は9月に実施する予定であった。 電気工事会社の下請工事業者の従業員3名は、9月に予定している増設工事の準備のため、工場内の増設盤設置並びにキュービクル周辺で変圧器及び高圧コンデンサの土台となるアングルを作製した。 被災者は当該事業場のキュービクル内で、低圧母線固定用アングルの取付け作業中、高圧ケーブルの充電部に触れ感電した。 下請工事業者からは、キュービクル内での作業について、当該事業場に説明はなかったことから、キュービクル内での作業はないものと判断し、保安業務委託先である保安法人には連絡をしなかった。また、元請の電気工事会社は下請工事業者に対してキュービクル内に入る作業はしないように指示していた。 	<p>【感電（作業員）作業方法不良】</p> <ul style="list-style-type: none"> 下請工事業者はキュービクルに取付けている「高圧危険表示（保安法人への連絡）」を無視し、高圧受電中のキュービクル内で作業を行った。 下請工事業者は、元請の電気工事会社からキュービクル内に入る作業はしないように指示されていたにも関わらず、これを無視して自ら所有している鍵を使いキュービクル内の作業を行った。 	<p>(1)連絡責任者には、工事業者から事前に作業内容を確認させ、キュービクル内での作業である場合は、保安法人に事前連絡することを徹底する。</p> <p>(2)特に、下請会社を伴う電気工事の実施にあたっては、指揮命令系統と作業指示を明確にするとともに、安全への配慮に徹するよう発注会社（元請）に要請する。</p>
7	H28.10 作業員	<ul style="list-style-type: none"> 12月完成予定の発電機増設工事に伴う特高変電所の改造工事を元請電気工事会社に発注し、竣工前の絶縁耐力試験の準備作業を実施していた。 絶縁耐力試験及びその準備作業は、元請電気工事会社、一次下請会社、二次下請会社の体制で実施され、二次下 	<p>【感電（作業員）作業準備不良】</p> <p>(1)充電範囲の周知徹底不足</p> <p>充電範囲は、設置者、元請電気工事会社、一次下請会社、二次下請会社の職長まで理解していたが、二次下請会社の副責任者以下、被</p>	<p>(1)充電範囲の周知徹底</p> <p>(a)盤内作業は、計画時に充電部の有無を明確にし、盤内充電部は必ず図面に記載し、盤面等に表示するとともに作業打合せ等で周知する。</p>

NO	発生年月 被災者の別 (作業員/公衆) 発生場所	事故の概要	事故原因	防止対策
	特高変電所 高压 盤水平母線	<p>請会社からA社及びB社に作業発注していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 事故当日、全協力会社の全体朝礼、電気・計装関係の個別朝礼を実施したが、B社は事務所出発時に検査機材の積み込みに手間取り、どちらの朝礼にも参加せず、B社の作業員4名のみで作業前ミーティングを実施した。いずれの朝礼、ミーティングでも、電路の死活状況に関する説明・確認はなかった。 B社の作業員(被災者)は、絶縁耐力試験の準備作業としてCTに接地を取り付けようとしたが、高压盤内部の仕切り板が邪魔なので、B社職長を通じ発注元の二次下請会社の副責任者に外すように依頼した。 一次下請会社の副責任者は、二次下請会社の作業員にその旨指示を行い、仕切り板の取り外し作業を実施した。 被災者は、CTへ接地を取り付ける作業を再開したが、盤奥にある3.3kV水平母線に触れて感電した。 	<p>災者を含むB社作業員及びA社作業員は今回の作業範囲に充電部があることを知らなかった。また、作業計画の立案も甘く、直接CTの端子に接地をとらなくともCTTの端子に接地をとるなど無理な作業をさせる必要がなかった。</p> <p>(2)充電部を保護する仕切り板が職長の許可なく取り外された。仕切り板の取り外しは当初の計画になく、二次下請会社の職長以上の許可なく取り外され充電部が露出した。</p> <p>(3)作業開始前に高压検電器による検電を実施しなかった。被災者は仕切り板が取り外された後の充電部露出部を高压検電器による確認を実施せず、作業を開始した。</p>	<p>(b)盤内充電部の仕切り板には充電部危険表示を行い、取り外してはいけないことをルール化し、作業打合せ等で周知する。仕切り板は電源開放時のみ取付け・取り外し可能とする。</p> <p>(2)職長の管理業務強化</p> <p>特高変電所での作業の際は必ず元請電気工事会社又は一次下請会社の管理責任者を専属で配置することで、計画外の作業や充電部の接近がないことを確認する。</p> <p>(3)高压検電器の使用徹底</p> <p>充電する可能性のある箇所及び付近に、直接若しくは近接して作業する場合には高压検電器による検電作業を必ず実施することを作業前ミーティング等で徹底する。</p>
8	H29.3 作業員 火力発電所 アン モニアタンク	<ul style="list-style-type: none"> 2基保有する液化アンモニアタンクのうち、Aタンクは内部点検のため停止中で、Bタンクよりアンモニアガスの供給を行っていた。 運用中のBタンクの残量が低下してきたため、運用担当箇所は9時35分頃より受入を開始した。Aタンク内部では作業責任者を含め5名が点検作業を行っていた。 運用担当箇所は、Bタンクへの液化アンモニア受入後の配管内部に滞留したアンモニアを排水ピットへ排出する操作を行った。 直後に、Aタンク内部で点検作業を行っていた作業責任者が、アンモニア臭を感じたことから、作業員全員にタンク外部への避難を指示したが、タンク出口に対して奥側で作業していた被災者2名がアンモニアガスの吸い込み・接触により被災した。(1名はガス中毒、他の1名は角膜アルカリ化学熱傷) 	<p>【電気工作物の操作】</p> <ul style="list-style-type: none"> Bタンクの受入配管内部に滞留したアンモニアを排水ピットに排出する操作を行った際、排水ピットと内部点検中のAタンク間の弁が「開」となっていたため、アンモニアガスがAタンクに流入した。 	<ul style="list-style-type: none"> 液化アンモニアの受入操作手順書に、排水ピットと内部点検中タンク間の弁が「閉」であることの確認手順を追加する。 運用中タンクに液化アンモニアを受け入れる場合は、タンクの内部点検作業を中断する。

平成28年度電気事故事例（主要電気工作物の破損事故）

関東東北産業保安監督部東北支部 電力安全課

水力発電所

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
1	H28.8	水力発電所（自家用） 水圧鉄管	<ul style="list-style-type: none"> 定期点検のため発電設備停止し、作業安全処置を完了した。水圧鉄管内は放水処置済みであった。 台風通過の影響により、夕方から当日の早朝にかけて、当地域は集中豪雨に見舞われた。 地元住民から水圧鉄管が変形しているもようとの連絡があり、当社社員が現地へ急行し、水圧鉄管の破損状況を確認した。 水圧鉄管 No.4～No.5 大支台間において、鉄管損壊（鋼製リベット管一条、内径 1.542m、管厚 19.1～20.6mm、損壊部長さ 38.344m）を確認した。 中間フランジ面（リベット構造）の接合ボルトのナットが破損し水圧鉄管が「くの字」に折損した。 No.5 大支台上流鉄管接合面の接合ボルトのナットが破損し水圧鉄管がフランジ面から外れた。 	<p>【自然現象（山崩れ・雪崩）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 集中豪雨により、発電所から見上げて水圧鉄管路左側の山林斜面から崩落した土砂が水圧鉄管を押し流し、損壊した。 	
2	H28.8	水力発電所（電気事業用） 取水設備、堰堤排砂設備	<ul style="list-style-type: none"> 台風の影響により河川水が上昇したため発電機を保安停止した。 ダム水位表示断となり、この頃までに設備被害が発生したものと推定される。 発電所土木設備の被害状況を確認したところ、取水設備において制水ゲート巻上機損壊（1台）及び下流護岸の一部損壊（L=7m）、ダム（堰堤）において排砂ゲート巻上機の損壊（1台）を確認した。また、取水口詰所が流出した。 後日、河川水位が低下したことから堰堤本体、下流水叩き部、排砂ゲート扉体、取水設備、導水路について点検を実施したところ、取水堰堤前面天端付近のコンクリート一部洗掘を確認した。 	<p>【自然現象（水害）】</p>	
3	H28.9	水力発電所（電気事業用）	<ul style="list-style-type: none"> 台風接近を考慮し、河川増水前に水車発電機を停止した。 	<p>【自然現象（水害）】</p>	

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
		用) 放水路備等	<ul style="list-style-type: none"> ・台風が上陸し、発電所前の町道が流出したとの情報を得た。 ・水槽余水路の出口部損壊 (L=6.8m)、放水路の損壊 (L=20m)を確認した。 ・取水堰堤水叩きコンクリート表面剥離、魚道の一部流失を確認したが、取水堰堤の機能低下や機能損失はなかった。 		
4	H28.9	水力発電所（電気事業用） 堰堤等	<ul style="list-style-type: none"> ・台風の影響により河川が増水し水車発電機を停止した。 ・発電所土木設備の被害状況の確認を行ったところ、堰堤クレスト部の一部欠損、角落しピア一部欠損、魚道付近張りコンクリート剥落を確認した。 	【自然現象（水害）】	

火力発電所

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
1	H28.5	火力発電所（自家用） ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> 発電当直員が通常パトロール中にボイラー後部 10 階付近での異音に気づき、チューブ漏洩の懸念があるため出力を下げて確認したところ、発見時より異音が大きくなっていることからボイラーチューブ漏洩と判断し解列した。 ボイラー内部点検を行ったところ、一次再熱器管（下段）の缶左より#81 パネル目の上から 14 段目管に一次破口（16mm×6mm）及び破口周辺にアッシュエロージョンによるものと思われる減肉を確認した。また、#80 パネル目の上から 13～15 段目管及び#81 パネル目の上から 15 段目管に一次破口からの漏洩水による二次破口を 9 箇所確認した。漏洩位置は缶後側の防振バッフル継目部（k 点近傍）に集中していた。 破口管、減肉管の短管取替え及び防振バッフルの修理を実施した。減肉管については、次々回（平成 31 年度）の定期検査までの運転時間から算出した減肉量を考慮し管の必要最小肉厚（tsr）を下回るとと思われる部位を対象とした。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 一次再熱器管が破口に至った原因は、燃焼ガスによるアッシュエロージョン減肉と推定される。平成 23 年の震災時に防振バッフルが左右方向に変形し、再熱器管（下段）との隙間が大きくなったことで燃焼ガスの偏流が起き、燃焼ガスが管と防振バッフルに衝突を繰り返すことで摩擦、漏洩に至ったものと推定される。 ボイラー後側の防振バッフル k 点近傍に損傷が集中しているのは、ボイラー後壁に取付けられた偏流防止板を通解した燃焼ガスが変形の著しい防振バッフルに衝突付近で偏流を生じたためと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 次回の定期検査時に下記対策を実施する。 ①変形・損傷が確認された No.1～4 の防振バッフルは、今回一部取替え又は修正等の応急処置を行ったが、次回全数取替えを行う。 ②ボイラー前後壁に取り付けられている偏流防止板については、燃焼ガス流れの集中を軽減させるために多孔式偏流防止板に取り替える。 今後強い地震があった場合は、防振バッフルの変形・損傷等の点検及び配管の肉厚測定を実施するとともに必要な措置を行う。
2	H28.7	火力発電所（自家用） ボイラー 主蒸気管	<ul style="list-style-type: none"> 運転員が巡回中、主蒸気管保温材内側からドレンの滴下を発見した。 保温材を解体したところ、主蒸気管から分岐する起動弁前弁の一次側溶接線付近から蒸気の噴出があることを確認しボイラーを停止した。 破孔した管の仕様は、材質：STPA22-S、外形寸法：219.1mm、肉厚 20.6mm で、浸透探傷検査により周方向に 210mm の亀裂が生じ、このうち 40mm の範囲が内部まで亀裂が達していたことが確認された。 亀裂箇所を開先加工し溶接保修を実施した。 	調査中（中間報告）	検討中
3	H28.7	火力発電所（自家用）	<ul style="list-style-type: none"> 炉内圧力計指示値が振り切り、1 回目のスメルト水爆発音が確認され、主蒸気流量指示値が 0t/h となったため、ボイラーを停止した。その後、2 回目のスメルト水爆発音が確認された。 	調査中（中間報告）	検討中

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
		ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> ボイラー内部を点検したところ、後壁水管ノーズ上部缶左より4本目が破断し、本体水管（缶左から3列目の缶前から4本目）下ドラム付け根部が破断し、本体水管（缶左から3列目の缶前から5本目）下ドラム付け根部に亀裂が確認された。 また、スメルト水爆発による影響と思われる損傷として、燃焼室バックステー曲がり、燃焼室バックステーコーナー部破断、火炉下部後壁一部変形、燃焼室側壁ケーシング変形、本体ホッパーケーシング破損、臭気ガスダクト破損、後壁ノーズ部下部耐火材脱落によるシール切れが確認された。 本体水管破断により漏洩した缶水が本体下部ホッパーより炉内に入り1回目のスメルト水爆発を発生させ、破断した本体水管が後壁水管を破断させ、後壁水管からの漏洩缶水が2回目のスメルト水爆発を発生させたものと推定される。 		
4	H28.7	火力発電所（自家用） ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーの給水量と蒸発量の差が徐々に増加傾向にあり、その原因を調査していた。 ボイラー下部焼却灰点検口で、排出される焼却灰に濡れが確認されたためボイラーを停止した。 内部点検を行ったところ、第3パスの右側壁水管から4列目上から3段目の下部蒸発管で、第3パス後面水管との溶接部直近に2mm×2mmの小破孔を確認した。破孔付近の管上面は長さ60mmにわたり減肉していた。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 破孔箇所の位置はNo.2長抜き差し型スートフロアの蒸気吹き出し直後のドレンを含んだ蒸気のある位置にありドレンアタックにより摩耗し破孔に至ったものと推定される。この付近の管は、管が密集したコイル状の構造となっているため、全ての管の状態把握が困難であるため、毎年1回代表管の定点3箇所における肉厚測定を実施することで、全体の状況を把握しているが、当該破孔箇所は定点測定位置ではなく、また超音波測定器での肉厚管理ができない場所であった。なお、近傍の管において減肉は管理値を下回っていなかった。 	<p>(1)最大1日に6回実施しているスートフロアの噴射回数を排ガス温度の上昇を招かない程度（2回/日）に徐々に減らす方向で試験を実施する。また、蒸気噴射圧力を現行の0.6～0.65MPaから減圧できないか検討する。</p> <p>(2)排ガス及びスートフロア蒸気からの保護を目的として、ボイラーの伝熱効率に影響のない最小限の範囲内で破孔した下部蒸発管の管周り焼却炉特殊保修材（ギーセストクイックセッター）を施工した。また、同じ条件に晒される他の上部蒸発管及び下部蒸発管の第3パス後面水管との溶接部周り上から3段目までの全てに焼却炉特殊保修材（ギーセストクイックセッター）を施工した。</p>

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
5	H28.7	火力発電所（自家用） ボイラー 三次過熱器管	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸発量が 115t/h から 103t/h へ、炉内圧力が -5mmAq から 1.7mmAq へ急変したため、運転員が点検を行ったところ、炉内から蒸気が漏れるような音が聞こえ、炉内が暗くなったので、漏洩と判断しボイラーを停止した。 ・炉内点検の結果、三次過熱器管缶前から 1 ループ目、缶右から 3 列目（全 22 列）の小ベンド管に 30mm×15mm の破孔を確認した。 ・破孔箇所のベンド部及び類似箇所にて減肉が認められた箇所（大ベンド 4 箇所、中ベンド 9 箇所、小ベンド 6 箇所）の抜管交換を行った。 <p>※当該ベンド部は 3 重ベンド管で、外側から大ベンド、中ベンド、小ベンドと称する。</p>	調査中（中間報告）	検討中
6	H28.7	火力発電所（自家用） ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラーの水質の PH（低）警報が発報したため、清缶剤注入ポンプのストロークを変更し注入量を増量した。 ・PH（低）警報が復帰しないため薬注装置の点検を行ったが異常がないため、ボイラー水の漏洩が考えられることから点検を行ったところ、4 階のフリーボード（火炉）前壁管寄せ付近の床にボイラー水の漏洩が確認されたため、ボイラーを停止した。 ・フリーボード右側壁水管の前壁から 3 本目の水管とメンブレン止端部の溶接部に破孔 1 箇所（長さ約 11mm の亀裂）を確認した。 ・漏洩した水管を抜管し新管と取替えた。 ・水圧試験を実施し立ち上げ準備をしていたところ、ボイラー燃焼室後壁管下部左側のアウターケーシングから漏水を発見した。 ・燃焼室炉外側の後壁管左側壁管から 3 本目の水管とバックステー部タイバーを固定する溶接ビード部に破孔 1 箇所（長さ約 5mm の亀裂）を確認した。 	<p>【保守不備（自然劣化）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竣工後約 19 年間、炉内圧変動などにより水管への繰り返し応力を受け続け、特に前壁管の動きが前壁管寄せに取り付けられている側壁水管のメンブレン止端部に応力が集中し、管内面側より生じた腐蝕疲労割れが進行し破孔にいたったものと推定される。 ・当該水管は、常時アウターケーシング及び保温材により覆われているため定期検査等では点検できない場所にある水管であった。 	<p>(1)当該部の応力を緩和させるため、側壁水管で前壁管寄せに取り付けてある水管のメンブレン部に長さ 80mm のスリット加工を施した。（4 箇所）また、今回漏洩したメンブレン止端部にはパットを取付け補強を行った。</p> <p>(2)左右壁の類似箇所について、PT 検査を実施し、メンブレン止端部の仕上げ不足箇所には必要に応じ回し溶接などの保守を行った。</p>

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<ul style="list-style-type: none"> ・漏洩した水管を抜管し新管に取替え、タイバーとは直接溶接はせず、新規パッド（半割パイプ）を水管に被せる形でメンブレンに溶接しタイバーと新規パッドを溶接して固定するようにした。 ・竣工後約 19 年間の長期運転による疲労蓄積と炉内圧変動等による繰り返し応力により亀裂が進行し、前日の水圧試験により破孔に至ったものと推定される。 ・類似箇所のタイバーと水管の溶接ビードを PT 検査し、異常が見られた箇所は溶接ビードを取り除き、新規パッドを取付け、タイバーと溶接し固定した。 ・長期運転による水管の老朽化が予想されるため、今後の水圧試験圧力は 3.53MPa（最高使用圧力 31.4MPa×1.125）から最高使用圧力 3.14MPa に変更して実施する。 		
7	H28.9	火力発電所（自家用） ボイラー クーリングスパーサー管	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラーの負荷上昇中、ボイラー出口煙道ダクトより蒸気の噴出を確認し、同時にドラフトの変動があったため、蒸気又は給水の漏洩が発生したものと判断し、ボイラー停止作業に入った。 ・内部を点検した結果、二次過熱器の振れ止めを担うクーリングスパーサー管が膨出噴破していることを確認した。また、クーリングスパーサー管入口連絡管の吊下管押さえ金物が破損していた。 	【保守不備（保守不完全）】 <ul style="list-style-type: none"> ・蒸冷壁からの入口連絡管側に逆勾配が認められたことから、連絡管内のドレンによる水封により蒸気不足となり、管の異常過熱によって噴破したものと推定される。 ・入口連絡管の逆勾配については、吊り金具が破損していたことにより生じたものと推定される。吊り金具は保温の中に隠れている部分であったことから、破損を見落としていた。 	(1) クーリングスパーサー管の破損については、入口連絡管の逆勾配を修正し、連絡管内のドレン滞留を防止した。（立ち上がり部分の連絡管を切り詰め確度を修正した。） (2) 吊り金具の破損については、定期検査毎にクーリングスパーサー管入口連絡管の吊り金具点検を実施する。（目視・触診・吊りボルトの長さ）
8	H28.9	火力発電所（電気事業用） 蒸気タービン	<ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気電気伝導率高警報が発報し、復水器海水リークの疑いがあるため、手動にて緊急停止した。 ・蒸気タービン冷却後、ターニングを停止し、低圧外部車室マンホール部より目視検査にて低圧タービン最終段動翼シュラウドの一部欠損を確認した。 ・点検の結果、低圧タービン最終段動翼シュラウド一部 	【設備不備（施工不完全）】 <ul style="list-style-type: none"> ・低圧タービン最終段動翼シュラウドは、過去にエロージョンの発生を確認しており、その対策としてエロージョンが著しい部位にステライト肉盛補修を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低圧タービン最終段動翼を全数（高圧タービン側 64 枚、発電機側 64 枚）、既設補修翼より、ステライト肉盛範囲が広く耐エロージョン性を向上させた新翼に取替える。

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<ul style="list-style-type: none"> 欠損（高中圧タービン側1箇所、発電機側2箇所）、動翼先端中央部に変形・欠肉（発電機側1箇所）、復水器細管穴あき（4箇所）が認められた。 また、復水器内部点検を実施し、欠損した低圧タービン最終段動翼シュラウドの破片と思われる異物が確認された。 復水器細管に穴あき（4箇所）が確認された。 その他、復水器内部に異常のないことを確認した。 	<ul style="list-style-type: none"> 今回の欠損は、当該補修部位の中心部より少し離れたステライト層の薄い部位がエロージョンにより減肉し、疲労強度が低下した。このことにより、き裂が発生・進展し、欠損に至ったものと推定する。 なお、動翼先端中央部の変形・欠肉ならびに復水器細管の穴あきについては、欠損した動翼が飛散したことによる二次被害と推定する。 	
9	H28.10	火力発電所（自家用） 発電機 自動電圧調整装置（AVR）	<ul style="list-style-type: none"> 界磁電圧・界磁電流ハンチングが発生しトレンドを注視していたところ、界磁電圧・界磁電流が上昇により、無効電力上昇、力率低下、電流値上昇が起こったため手動停止を判断した。 出力降下作業中に発電機過電流継電器動作によりトリップした。 AVR各基板の静特性試験を実施したところ、前回（平成27年10月）の結果と比較し異常は認められなかった。念のため共通予備品としていた1枚を除き5枚を予備基板と交換した。 動特性試験を実施したところ、界磁電流・電圧のハンチングが再発した。自動追従制御が不安定なことから、昨日交換していない「電圧設定基板」が原因であると判断し、メーカー所有の予備品と交換した。 	【保守不備（自然劣化）】 <ul style="list-style-type: none"> AVRは平成12年に導入したが、メーカー設計期待寿命（15年）を超えることから経年劣化と推定される。 	<ol style="list-style-type: none"> AVR静特性試験又は動特性試験に異常が発見された場合は直ちに保有予備機盤と交換する。 メーカー設計期待寿命（15年）を超過しないよう更新計画を立案する。 更新実施に長期間要する場合は、保有予備機盤を整備しAVR点検時に基板交換をすることで延命化を図る。
10	H28.11	火力発電所（自家用） 発電機	<ul style="list-style-type: none"> 発電所の所内及び特定供給先が停電した。 電気主任技術者が発電機監視制御盤で発電機の地絡方向継電器が動作したことを確認した。 点検したところ発電機固定子のU相の絶縁抵抗が0MΩであった。 発電機メーカーにて点検を実施したところ、固定子巻線1相(U相)の絶縁抵抗が、判定基準8MΩ以上に対し0MΩと絶縁不良であった。固定子を分解すると巻線外装のワニスが消失しており、外装が主絶縁より剥 	【保守不備（自然劣化）】 <ul style="list-style-type: none"> 設置後18年の使用に伴う熱及び微振動によるストレスが巻線に蓄積され、ワニスの白化の進行により巻線とコアとの固着力が低下し、発電機の熱膨張及び微振動によって主絶縁が損傷を受け、巻線とコア間にて地絡が発生したものと推定される。 	これまで定期点検において実施していた絶縁抵抗試験では、固定子及び回転子の絶縁劣化傾向がわからないため、下記防止対策をおこなう。 <ol style="list-style-type: none"> 設置後10年目及び10年目以降は2年毎に絶縁劣化診断を実施し、絶縁劣化の兆候管理をおこない保全計画に反映する。絶縁劣化診断として下記4項目を実

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<p>がれていた。タービン側より 410mm の位置において、固定子巻線とコア間とで短絡痕が認められた。固定子全体的に過熱変色が見受けられ一部外装割れが認められた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 回転子については、絶縁抵抗は判定基準 2MΩ 以上に対し 6MΩ と良好であるものの、全体的に過熱変色が見受けられ中央部にワニスの剥がれが認められた。 		<p>施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 直流吸収試験 交流電流試験 誘電体損失角試験 部分放電試験 <p>(2)絶縁劣化診断の実施及び絶縁劣化の兆候管理を保安規程に追記し運用する。</p>
11	H28.11	<p>火力発電所（自家用）</p> <p>ボイラー燃焼室天井水管</p>	<ul style="list-style-type: none"> 炉内ドラフト変動を伴う各種異常値を確認したことから、炉内漏洩と判断しボイラーを手動で緊急停止した。 炉内を点検したところ、燃焼室天井水管 缶左より 42 本目の管に缶前から約 1,200mm の位置に約 250mm の破孔を確認した。 天井水管全数の健全性確認を行ったところ、2 箇所の減肉を確認した。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 直前のボイラー操業データから、ドラムレベル計指示不良により給水量が下がり、空釜によるオーバーヒートによって破損したものと推定される。 	<p>検討中</p>
12	H28.12	<p>火力発電所（電気事業用）</p> <p>ボイラー 最終過熱器</p>	<ul style="list-style-type: none"> 給水流量及び補給水流量が徐々に上昇していることが確認された。 現場を確認したところ、ボイラー13階缶右付近で蒸気の漏洩音を確認したことから、負荷降下を開始した。 内部を点検したところ、最終過熱器管缶右より 28 パネルの缶前から 12 本目管に破口及び変形、11 本目管に同様な変形を確認した。 また、28 パネルの缶前から 13～20 本目管(8 本)の変形を確認した。 漏洩管 1 本及び二次損傷管 9 本を取り替えるとともに、組織観察結果より損傷傾向のある 58 本の取替えを行った。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ガス上流側の二次過熱器・三次過熱器への灰付着当により、最終過熱器の一部が局部的に高熱負荷となったことによる長時間クリープ損傷が原因であると推定される。 	<ul style="list-style-type: none"> 漏洩管及び変形が認められた二次損傷管 9 本計 10 本の取替えを行った。 安定運転に万全を期すため、組織観察の結果より損傷傾向が認められた 58 本の取り替えを行った。 今回取替えた管を用いて行うクリープ破断試験の結果を基に、適切な時期にレプリカ調査を実施し、計画的に配管の取替えを行う。

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
13	H28.12	火力発電所（電気事業用） ボイラー 最終過熱器	<ul style="list-style-type: none"> 現場巡視にてボイラー12階右高温再熱蒸気管、再熱スプレー水管保温内部より水滴の落下を確認するとともに、運転監視にて、給水流量、補給水流量の増加を確認した。 ボイラー内部を点検したところ、最終過熱器の缶左より38パネル目の出口管寄せ付近（管No.10）に破口を確認した。 	<p>【不明（不明）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 当該破口部にクリープの特徴である管外径の膨出と金属組織に多数のクリープボイドが確認され、前回定検（H28年10月～11月）の点検において当該部に顕著な膨出は認められなかったことから、短時間クリープにより破口に至ったものと推定される。 破口に至ったメカニズムとしては、当該管がスケール又は何らかの異物により部分閉塞したことで、内部蒸気量が減少し、異常過熱したため管の強度が低下し、破口漏洩したものと推定される。 管を閉塞させたスケール又は異物については、当該漏洩配管、最終過熱器出入口管寄せ、漏洩は如何付近の最終過熱器管下部バンド部等の内部点検を実施したが確認されていないことから、破口部から外部へ飛散したか系外ブロー系統から系統外へ流出したものと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 当該漏洩配管、最終過熱器出入口管寄せ、漏洩配管付近の最終過熱器管下部バンド部、復水器等をファイバースコープやRT検査、目視にて点検を実施し、異物混入等の異常がないことを確認した。 過熱低減器の内部点検を実施し、内部構造物に異常のないことを確認した。 管切断等の大規模工事を実施した際は、最終的な内部確認を確実にを行い、異物混入防止対策の更なる徹底を図るとともに、起動時にはスケールパージ運転を実施する。
14	H29.1	火力発電所（自家用） ボイラー コンパクトセパレーター水管	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーにて給水主蒸気偏差大警報が発報（30t/h）し、各種トレンドを確認したところ、給水量と蒸気量の差が拡大傾向にあり、併せてIDF出力も増加傾向であることから、何らかの漏洩が発生していると判断した。 内部点検を及び水張りテストを実施したところ、缶左コンパクトセパレーター（ボルテックスファインダー直下）より水洩れを確認した。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <p>①水管の漏洩原因</p> <p>缶左コンパクトセパレーター内壁耐火材の一部が損傷したことにより水管が露出し、その後、水管露出箇所が循環材によって集中的に摩耗減肉し、漏洩に至った。</p> <p>また、漏洩部から噴出した水流によりさらに周囲の耐火材を損傷し、水管が減肉したため、3本の水管に計5箇所の漏洩が発生した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 耐火材の損傷、脱落について ①コンパクトセパレーター内壁耐火材の定期補修を実施する（定検時）。 また、耐火材点検・補修マップを作成し管理強化を行う。 ②補修時、耐火材のグレードアップを実施する。 既設は吹付耐火材であるが、これを流し込み耐火材とする。 ③定検時、耐火材に付着・積層し

NO.	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
				<p>②耐火材の破損原因（推定）</p> <p>耐火材には一部付着物が見られることから、付着物が脱落する際に耐火物を傷め、その結果耐火物のクラックや損傷が発生したものと推定される。</p>	<p>て浮き上がったダストを除去し、ダスト脱落による耐火材の損傷を防止する。また、耐火材を抑えているスタッドピンが損耗していないか点検する。</p>
15	H29.1	<p>火力発電所（自家用）</p> <p>ボイラー—一次節炭器</p>	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気流量と給水流量の差が 2.1t/h と大きくなり、ボイラーチューブブリークの可能性があることから停止する判断をした。（警報値：10t/h） 炉内を点検した結果、一次節炭器（上段）の缶前から #35 パネルの上から 11 段目の管に 2mm 程度の破孔を確認した。 	<p>【保守不備（保守不完全）】</p> <p>一次節炭器に入る排ガスに局所的なガス流れがあり、灰混じりの高速ガス流が直接水管にあたる部分に異常摩耗が起こった。</p> <p>①運転管理面</p> <p>平成 20 年の稼働から減肉の進行はあったが、平成 26 年 10 月に負荷設備の増設を行い、ボイラー蒸発量を 150t/h から 156t/h へ上げたことが摩耗の進行を促進させた。</p> <p>②保全管理面</p> <ul style="list-style-type: none"> 一次節炭器の 1～10 段目は裸管であり、6 月周期の定期修理時に全長を超音波により肉厚検査を行っている。11～19 段目はフィン付き水管で外面からの肉厚測定は困難であるため、部位を限定して測定していた。 平成 28 年 5 月の定期修理において、#34 パネルの上から 10 段目で肉厚 4.1mm（設計最小肉厚 3.91mm）を確認したため、同じパネルの 11 段目を測定し、設計最小肉厚以下の 3.7mm を確認した。この時に近傍管の測定をしていれば、今回漏洩した #35 パネルの減肉を確認できた可能性がある。 平成 28 年 5 月の肉厚測定で、減肉範囲がフィン付き水管となっていたに 	<p>①運転管理面</p> <p>ボイラー蒸発量の設定を 156t/h から 153t/h へ下げ、排ガス流速を低減させる。</p> <p>②保全管理面</p> <p>フィン付き管の減肉範囲を確認するため、平成 29 年 5 月の定期修理において、上から 11～15 段目までを新たに管内面からの肉厚測定（水浸法による超音波連続厚さ測定）を行う。</p> <p>③平成 30 年の定期修理におけ、一次節炭器入口ガス流速を下げる煙道の改造を行う計画である。</p>

NO.	発生 年月	事故発生 電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
				<p>も関わらず検査方法を変更しなかった。</p> <p>③設備面</p> <p>一次節炭器入口煙道の断面積が小さく絞られた形状であるため、排ガス流速が 16m/s と極端に上昇する。さらに、一次節炭器の直情にあるガイドペーンにより局所的なガス流れがあり、局部減肉しやすい。</p>	

太陽電池発電所

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
1	H28.6	太陽電池発電所（家用） 逆変換装置（PCS）	<ul style="list-style-type: none"> 当発電所は、1月にキュービクル及びPCSを設置し、2月にキュービクルからPCSまでの配線接続、太陽光パネルの設置が完了していた。 前日に連系を開始した。連系日は発電量が小さく運転に支障はなかった。 連絡責任者が売電状況を確認するため現地に出向いたところ、変電設備で煙が発生していたため消防署に出動を要請した。また、保安法人にも出動を要請した。 鎮火後、消防署並びに保安法人が確認した結果、PCS直流側接続端子及び昇圧用変圧器の低圧側配線用遮断器に接続されている電線の焼損が著しいことを確認した。 工事元請業者が、PCSメーカー及びキュービクルメーカー立会のうえ現場を確認し、PCS制御線が焼損し運転ができないことを確認した。 	<p>【設備不備（施工不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> PCSの交流最大出力電流1,411アンペアに対し、1相あたり許容電流が455アンペアのケーブル（CV200mm×1本）で布設されており、電線が細かったため過熱した。 	<ul style="list-style-type: none"> 自家用電気工作物の設置を計画した時点で電気主任技術者を選任し、工事、維持及び運用に関しての指導・助言を求めることとする。
2	H29.1	太陽電池発電所（電気事業用） 逆変換装置（PCS）	<ul style="list-style-type: none"> No.7逆変換装置（PCS7）が異常を検出して停止した。 メーカー技術員により目視点検、インバータ内部点検、主回路絶縁抵抗測定を実施したが異常は認められなかった。 翌日、系統連系試験を実施すべく、PCS7を起動したところ、1台のインバータユニットから煙が出たため、直ちに当該インバータユニット両端の開閉器を開放した。当該インバータユニットに焼損痕を確認した。 	<p>【設備不備（製作不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> メーカー工場にて調査した結果、当該インバータのドライバーボード基板に組み込まれているコンデンサ素子が損傷していた。 コンデンサ素子の損傷により同基板内の絶縁が低下し、制御電圧が適正な値に保持されなくなり、さらにドライバーボード基板から制御されるパワーモジュールも制御不能となったため、本来交互に出力される正負の直流電圧が同時に出力されたことで短絡状態となり、パワーモジュールが焼損に至ったものと推定される。 コンデンサ素子の損傷原因は、ドライバーボード基板の防塵コーティング塗布前に、基板組立工程時に損傷した 	<ul style="list-style-type: none"> PCS7に搭載されている他8枚のドライバーボード基板を確認したところ、同様の素子不良は発見されていないことから、今回の事象は製造過程で偶発的に発生したものと考えられる。 メーカーに対し検査工程等の改善による品質管理強化を求めていく。

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
				ものと推定される。	
3	H29.2	太陽電池発電所（自家用） 太陽電池パネル及び 架台	<ul style="list-style-type: none"> ・ PCS の遠隔装置で直流側での異常警報が発生した。 ・ 警報が継続したため、現場を確認したところ、雪に押しつぶされる形で太陽電池パネルと架台の損壊を確認した。ただし、発電所全体が多量の雪で覆われていたため、被害状況の把握はできなかった。 ・ 太陽電池パネル 270kW1533 枚破損、架台の破損及び湾曲、スクリー杭の曲がりによるアレイの傾きがあった。 	調査中	検討中
4	H29.2	太陽電池発電所（電気事業用） 逆変換装置（PCS）	<ul style="list-style-type: none"> ・ No.2 逆変換装置（PCS2）が異常を検出して停止した。 ・ メーカー技術員により目視点検、主回路絶縁抵抗測定を実施したが異常は認められなかった。インバータユニット（全3台）は分解による点検のため工場に搬出した。 ・ メーカー工場にて分解点検を行ったところ、No.2 インバータのパワーモジュールに組み込まれている直流電源入力端子部の損傷および半導体チップの損傷が判明した。 	<p>【設備不備（製作不完全）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ メーカー工場にて調査した結果、当該インバータのパワーモジュール内において、直流電源入力端子のハンダ接合部が破断していた。このハンダ接合部の破断により生じたギャップ間で高電圧が発生し、半導体制御回路に影響を及ぼし、本来交互に出力されるべき正負の直流電圧が不規則に出力されたことで短絡状態（過電流が発生）に陥り、パワーモジュールが破損したものと推定される ・ ハンダ接合部の破断は、パワーモジュールの製造、組立の過程において、直流電源端子に不用意に加わった応力により、目視では確認できない程度のマイクロクラックが内在し、経年の振動や温度変化による膨張や収縮により破断に至ったものと推定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ PCS2 に搭載されている他 8 個のパワーモジュールを確認したところ、同様のハンダ接合部の破断は発見されていないことから、今回の事象は当該品に限り製造過程で偶発的に発生したものと考えられる。 ・ メーカーに対し製作過程における適正な作業手順、工法の徹底による品質管理強化を求めるとともに、全パワーモジュールを構造改善した対策品へ取り替える。

風力発電所

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
1	H28.8	風力発電所 逆変換装置	<ul style="list-style-type: none"> ・「BTB 重故障, 発電機変圧器過電流」エラーが発生し, 発電機がトリップした。現地を確認したところ, リアクトル盤の MCCB がトリップしていた。 ・メーカーの詳細点検の結果, リアクトル下段の V 相の絶縁不良が確認された。BTB 装置 (逆変換装置) には異常がなかった。 ・リアクトル交換作業完了後, BTB を「有効」とし, 発電機巻線及び BTB へ通電操作と同時に継電器が動作して遮断器, リアクトル盤の MCCB がトリップして, BTB 盤から爆音が鳴り, 発煙した。 ・メーカーにて BTB の内部破損について調査した結果, BTB のインバータ部の IGBT が, 6 台中 5 台が破損していた。 	<p>【保守不備 (自然劣化)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・経年劣化したリアクトルが損傷した影響による波及で, 高調波が低減されず, IGBT の電圧破壊に至ったものと推定される。 <p>(平成 12 年製造)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷したインバータ 5 台を含め, 6 台すべてのインバータを交換した。 ・主要設備の耐用年数を鑑みて, 年度展開で取替えを行う。
2	H28.10	風量発電所 増速機	<ul style="list-style-type: none"> ・「#80 Low oil pressure (増速機潤滑油ポンプ圧力低下) エラーが発生し, 風車が停止した。1 分後「#170 Thermoerr oil pump F410 (増速機潤滑油ポンプサーマルリレー動作)」のエラーが発生した。 ・所員が昇塔し状況を確認したところ, 増速機ハウジングにクラック及びディップスタックに鉄粉が確認され, 風車遊転時に異音も確認された。 ・増速機遊星ギア側からファイバースコープにて詳細調査をした結果, 遊星ギアに噛み込みキズが発見された。又, 増速機内部から遊星側軸受と思われる残骸が発見された。 ・同型増速機 (予備機) に交換し運転を再開した。 	調査中 (中間報告)	検討中
3	H28.11	風力発電所 発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・「回転子励磁回路異常 (回転子励磁回路遮断器開放)」が発生した。 ・メーカー技術員が回転子の抵抗値測定を行ったところ, M 相回転ケーブルの抵抗値が大きく導通不良と判断した。 	調査中 (中間報告)	検討中

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<ul style="list-style-type: none"> ・発電機内部を確認したところ、回転子ケーブル絶縁被覆が破損しており、周辺にスパーク痕が確認された。 		
4	H28.11	風力発電所 発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・「低電圧低下」「周波数低下」「制御電源断」「電圧低下」エラーが発生した。 ・絶縁抵抗測定の結果、250kW 側固定子巻線 W 相-大地間が $0M\Omega$ で、絶縁不良であった。 ・事故機を同型の予備機と交換し運転を再開した。 	調査中（中間報告）	検討中
5	H28.12	風力発電所 発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・コンバーター関連のエラーが複数発生し、風車制御盤にて故障復帰操作後、運転再開しようとしたができなかった。 ・再度コンバーター関連のエラーが発生したため手動停止した。 ・HU ラックバーアダプタ（発電制御ユニット電流交換機）の交換を実施したが復帰しなかった。 ・当社とメンテナンス協力会社にてタワー間信号線の断線を調査したが異常なかった。 ・風車制御信号データを収集し、制御機器メーカーに送付した。 ・CMW（発電制御盤ディスプレイ）キースイッチ部が故障していたため在庫品に交換し試運転を行ったところ、コンバーター関連のエラーが発生した。コンバーターのスイッチングテストを実施し、コンバーターは問題ないことを確認した。 ・発電機固定子・回転子の絶縁抵抗測定を実施したところ、固定子全相の絶縁抵抗値が $0M\Omega$ であり地絡していることを確認した。 	調査中（中間報告）	検討中
6	H29.1	風力発電所 増速機	<ul style="list-style-type: none"> ・増速機潤滑油ポンプモーターのサーマルリレー動作警報発生により風車が停止した。その後自動再起動と停止を繰り返したが、自動再起動しないモードで風車が停止した。 	調査中（中間報告）	検討中

NO	発生年月	事故発生電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<ul style="list-style-type: none"> ・状況調査を行ったところ、潤滑油ポンプに鉄粉の噛み込みが確認された。また、増速機内部の鉄粉をマグネティックディップスティックで確認したところ多数の鉄粉が付着していた。増速機点検口を開放して目視点検を行ったが、鉄粉の発生源は特定できなかった。 ・増速機を無負荷状態で定格の3分の1程度の回転数で回転させたところ、増速機本体から強い振動と大きな異音を確認し増速機内部破損と判断した。 		
7	H29.2	風力発電所 ブレード	<ul style="list-style-type: none"> ・タワーベースに設置されている雷電流センサーが落雷を検出し、風車がエラー「Lightning strike」により停止した。 ・同時に落雷の影響で風車の遠隔監視ができない状態となった。 ・所員が発電所に到着し、変電設備機器の確認したところ、変電設備に異常はなかった。 ・遠隔監視装置を復旧したところ、所員の携帯電話あてにエラーメールが発報され、受雷を確認した。 ・天候回復後に所員がブレード点検を実施したところ、Aブレード先端片面が欠損していることを確認した。 ・翌日、風車より南東へ約86m離れた山林でブレードの先端破片（最大の物：ブレード積層部 約70×40cm）を発見し、ほぼ全て回収した。 ・Aブレードは、サクシオン側ウイングレット部先端から約70cm程度が欠損していた。また、プレッシャー側ウイングレットには受雷痕が確認され、ブレード本体のレセプターは欠落していた。 <p>※ウイングレット：発電効率向上のためブレード先端に取り付ける小さな翼</p>	<p>【自然現象（雷）】</p> <p>ブレード損傷の原因は、以下の状況から雷がブレードに直撃したものと推定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タワーベースに設置されている雷電流検出センサー（ロゴスキーコイル）が動作しエラーが発生し風車が自動停止した。（落雷電流100kA以上と推定） 	検討中
8	H29.2	風力発電所 増速機	<ul style="list-style-type: none"> ・「Missing gear oil(high rpm)」警報が発生し風車が自動停止した。 ・増速機の損傷（フランジ付近の亀裂）とナセル内への 	調査中（中間報告）	検討中

NO	発生年月	事故発生 電気工作物	事故の概要	事故原因	防止対策
			<p>漏油を確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・翌日改めて現地調査を行ったところ、風車から北側へ約 77m, 東側へ約 110m の範囲で樹木, 下草, 雪上への油の飛散を確認した。 ・増速機フランジ付近の亀裂からギア油が漏れ, ナセル底部にたまったものの, 一部がナセルとタワーの隙間から外部に流出し風により周辺に飛散した。増速機からの漏洩量は約 290 リットルで, その内 50~100 リットルが外部へ飛散したものと推定される。 ・タワー下部へ吸着マットを敷設し, ブレード, タワーの油を回収した。 ・飛散した油は, 雪上に確認されたものは雪を含めて回収し, 下草に着いた者は刈取って回収する。樹木については可能な限り拭き取ることとする。 ・増速の破損については損傷した増速機を下ろして調査を行う予定である。 		

平成28年度電気事件事例（自家用電気工作物からの波及事故）

関東東北産業保安監督部東北支部 電力安全課

NO	発生年月	所在地(県名)	主任技術者			事故発生電気工作物	原因分類	保護装置※				事故の概要
			選任	外部委託	その他			不	他	外	無	
1	H28.4	山形県		○		高圧気中負荷開閉器	故意・過失 (作業者の過失)			○		<ul style="list-style-type: none"> 当日は年次点検を実施する予定で、電気管理技術者はPASのリレー試験の準備を行い、地絡継電器制御装置の端子と試験器を接続した。試験器の電源を「入」にし、最少動作電流値を測定しようとしたが測定できなかった。制御装置を確認したところ、制御装置の電源ランプが点灯していなかった。数分後PASから煙が出始め、PAS内蔵のVTが燃え上がった。 電力会社配電線がOC動作により全線停電となった。 試験器の電源を別電源からとるべきところ、地絡継電器制御装置からとったため、試験器の電源を「入」にしたとき、試験器に過大な励磁電流が流れたことによりPAS内蔵のVTが損傷し燃え上がりPAS内部が短絡状態となった。2014年にPASを更新したが、更新後のPAS内蔵のVTは定格負担10VAのため、試験器など他機器の電源には使用できなかった。従来品は定格負担30VAであった。従来品では励磁電流による損傷はなかったため、今回も地絡継電器制御装置から電源をとってしまった。
2	H28.4	新潟県		○		高圧気中負荷開閉器	自然現象 (雷)			○		<ul style="list-style-type: none"> 当地域は、事故前に落雷が多発しており、このときの雷サージによりPAS内部の絶縁が低下し、PAS内部が地絡・短絡に至ったものと推定される。PAS付属の地絡継電器は動作したが、PAS内部が焼損したことによりPASが開放しなかったものと推定される。
3	H28.4	青森県		○		高圧交流負荷開閉器(PGS)	他物接触(その他の他物接触)			○		<ul style="list-style-type: none"> 暴風雨により、構内架空電線に飛ばされてきた屋根が接触し、PGSに風による振動が長時間加えられたことや、PGSのひもが切断されるほどの衝撃が加わり、PGS一次側及び二次側接触端子が振動による断続的なON・OFFでアークが何度も発生することで溶断したものと推定される。 後日、PGS取替え作業のために作業者が昇柱した際にPGSに振動が加わり、ダメージを受けていたPGS一次側から相間短絡し波及事故に至ったものと推定される。

※備考 保護装置の欄 不：(整定不良、保守不備、誤結線) 他：(制御電源喪失、再投入、事故時リレー損傷) 外：(保護範囲外で発生) 無：(保護装置なし)

NO	発生年月	所在地(県名)	主任技術者			事故発生電気工作物	原因分類	保護装置※				事故の概要
			選任	外部委託	その他			不	他	外	無	
4	H28.5	福島県		○		高圧ケーブル(被害なし)	保守不備(保守不完全)	○				<ul style="list-style-type: none"> 保安法人社員が事故原因の調査を行ったところ、高圧ケーブルの引下げ線接続端子部で相間短絡(青-白相間)した痕跡を確認した。PAS 負荷側以降の絶縁抵抗を測定した結果、対地間 300MΩ と異常がなく、外観点検においても他の高圧機器に異常がないことを確認した。 高圧ケーブル(青-白相)の引下げ線接続端子ボルト部が、強い風雨で接触したことにより短絡したものと推測される。PAS は過電流ロック機能を備えていたが、単相短絡のため短絡電流(推定値: 449A)が小さかったことから、PAS が開放されず波及事故に至ったものと推定される。(PAS の過電流検出値: 600±50A, 変電所 OC 整定値: 360A)
5	H28.8	宮城県		○		高圧気中負荷開閉器	自然現象(雷)			○		<ul style="list-style-type: none"> 保安法人社員が調査を行ったところ、責任分界点の PAS の電源側リード線の焼損及び PAS の内部地絡痕を確認した。事故発生直後の PAS は投入状態であり、付属の過電流ロック付地絡継電器(SOG)に地絡及び過電流動作の表示は無かった。 当地域は雷を伴う雨が降っており、この時の雷サージにより PAS 電源側のリード線接続部分の絶縁が低下し、PAS 電源側の短絡及び PAS 内部の地絡に至ったものと推定される。 PAS 付属の SOG は、事故点が保護範囲外であることから動作せず、PAS も開放はしなかった。
6	H28.9	秋田県			未選任	高圧気中負荷開閉器, 高圧避雷器(被害なし)	保守不備(保守不完全)				○	<ul style="list-style-type: none"> 電力会社配電線が DG 動作により全線停電となった。 事故探査中の電力会社社員が、当事業場の構内第 1 柱に隣接する樹木よりつる草が伸び、高圧充電部に絡んでいることを確認した。 電力会社社員が高圧避雷器付近を調査したところ、PAS 負荷側高圧ケーブルリード線と高圧避雷器の接地端子部にリーク痕があったため、事故点と判断し、つる草を除去した。 開放型の PAS で保護装置は付いていなかった。

※備考 保護装置の欄 不:(整定不良、保守不備、誤結線) 他:(制御電源喪失、再投入、事故時リレー損傷) 外:(保護範囲外で発生) 無:(保護装置なし)

NO	発生年月	所在地(県名)	主任技術者			事故発生電気工作物	原因分類	保護装置※				事故の概要
			選任	外部委託	その他			不	他	外	無	
7	H28.10	青森県		○		高圧ケーブル	故意・過失(火災)		○			<ul style="list-style-type: none"> 工場内での加工作業中に加工機械と材料との摩擦により出火した。強風と放水車の水源確保できなかったことから消火活動が難航し、敷地内の他の棟にも短時間で延焼した。 電力会社配電線が DG 動作により区間停電となった。 構内第 1 柱に設置している SOG 制御器の電源ケーブルと制御ケーブル及び高圧ケーブルはいずれも激しく焼損しており、SOG 制御電源の喪失により PAS が開放動作できず波及事故となったものと推定される。
8	H28.12	秋田県		○		高圧気中負荷開閉器	自然現象(雷)			○		<ul style="list-style-type: none"> 当事業場近辺への落雷により生じた誘導雷サージの侵入によって、PAS 内部で内蔵避雷器を含む絶縁部が破壊したことにより相间短絡が発生し、波及事故に至ったものと推定される。(PAS の電源側及び負荷側ともに全ての相が対地間・線間で 0 MΩ) PAS 付属の地絡方向継電器の動作表示は出ていたものの、継電器内部のコイルが焼損断線しており、併せて PAS 本体内部の開閉機構が破損したことにより、PAS は開放されなかった。
9	H28.12	岩手県		○		短絡接地器具	故意・過失(作業者の過失)		○			<ul style="list-style-type: none"> 電気管理技術者、その助手及び電気工事作業者の 3 名で、進相コンデンサ取付けのため停電作業を実施していた。 PAS 開放、検電確認後、電気管理技術者と電気工事作業で電源側に短絡接地を取り付け作業を開始した。 電気工事業者が助手に作業終了を報告し、助手は電気管理技術者に作業終了と電源投入可能を連絡した。 電気管理技術者が PAS を投入したところ電力会社配電線が OC 動作により停電となった。 電気工事業者が助手に作業終了を報告した後、電気管理技術者は短絡接地線が取り外されていることの確認を行わず、短絡接地線が接続された状態で送電したため波及事故となった。

※備考 保護装置の欄 不：(整定不良、保守不備、誤結線) 他：(制御電源喪失、再投入、事故時リレー損傷) 外：(保護範囲外で発生) 無：(保護装置なし)

NO	発生年月	所在地(県名)	主任技術者			事故発生電気工作物	原因分類	保護装置※				事故の概要
			選任	外部委託	その他			不	他	外	無	
10	H29.1	山形県		○		高圧ケーブル	保守不備(保守不完全)	○				<ul style="list-style-type: none"> 電力会社配電線がOC及びDG動作により4区間停電となった。 電力会社社員による事故探査の結果、当事業場構内が事故の原因と判断し、PASを開放した。 保安法人社員が調査したところ、高圧引込みケーブルの屋外端末処理部付近に焼損と短絡痕を確認した。 事故発生当時は雨天であり、高圧ケーブルの端末処理部に生じたトラッキングが進展し、風で接触したS相-T相間で短絡後、当該ケーブル遮蔽層への地絡に移行したものと推定される。PASの地絡継電器(SOG)は、直近(H28年11月)の停電年次点検において動作不良が確認されており、今回の事故でPASが開放せず波及事故となった。
11	H29.1	新潟県		○		高圧気中負荷開閉器	自然現象(雷)			○		<ul style="list-style-type: none"> PASが黒く焼損し、GRボックスも焼損及び破損しており、雷が直撃したものと推定される。
12	H29.1	岩手県		○		高圧気中負荷開閉器	保守不備(自然劣化)			○		<ul style="list-style-type: none"> PAS内部に湿気が侵入し、内部電源側の絶縁破壊により地絡に至ったものと推定される。当事業場は現在休止中で、PASは開放中であつた。PAS電源側の地絡事故であり地絡保護範囲外であつたことから波及事故に至つた。
13	H29.1	秋田県		○		高圧気中負荷開閉器	保守不備(自然劣化)		○			<ul style="list-style-type: none"> PAS内蔵のVTが焼損し、その際発生したアークでPAS内部が地絡になったもののPASが開放せず波及事故となった。 DGRは地絡を検出したが、VT焼損による電源喪失とPAS内部のアーク発生によりトリップ出力に不具合が生じPASを開放できなかった。 PAS内蔵のVTは、過去に周辺において何度か発生している雷の影響で絶縁部がダメージを受け、徐々に絶縁劣化が進行し焼損に至ったものと推定される。

※備考 保護装置の欄 不：(整定不良、保守不備、誤結線) 他：(制御電源喪失、再投入、事故時リレー損傷) 外：(保護範囲外で発生) 無：(保護装置なし)