

キュービクル式高圧受電設備

BCP対策

令和7年2月制定



盤標準化協議会

キュービクル技術部会

BCP対策

1. BCPとは

2. 浸水被害対策

浸水被害対策の背景

対策事例① 周囲を囲って水の浸入を防ぐ

対策事例② コンクリート基礎かさ上げ対策

対策事例③ 鉄骨組みによるかさ上げ

対策事例④ 構造物によるかさ上げ

対策事例⑤ 配線、配管貫通部の浸水対策

3. 雷被害対策

落雷の種類

落雷被害状況

落雷発生状況

避雷器の設置

4. 電源供給停止への対策

対策事例構成事例

対策事例① 2回線受電

対策事例② 蓄電池

対策事例③ 蓄電池＋太陽光発電

対策事例④ 非常用発電機

対策事例⑤ 外部電源供給

まとめ

BCPとは

浸水・地震等自然災害に遭遇した時、損害を最小限に抑え、事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、日常から行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画のことです。

自然災害の多い日本では特に重要な活動と言えます。

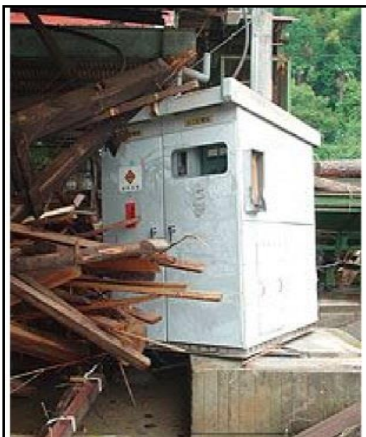
これらは各企業によって通信・生産・設備・物流など、各分野で検討が進んでいますが、これら全ての根幹となるのが電気の供給であり、必要不可欠なものとなります。

スマホひとつにしても、充電できなければ情報入手や発信もできません。

この資料では高圧受電設備(以下キュービクル)のBCP対策として発生要因とその対策事例をご紹介します。

キュービクルではどのような自然災害が想定されるでしょうか？

キュービクルでは、浸水・落雷・地震の3つの自然災害が考えられます。これらの自然災害による電源供給停止が考えられます



キュービクル(外観)



キュービクル(内部)



引用元: 音羽電機工業株式会社

引用元: 一般財団法人 四国電気保安協会

浸水被害対策

浸水被害対策の背景

昨今、温暖化による異常気象が懸念されています。

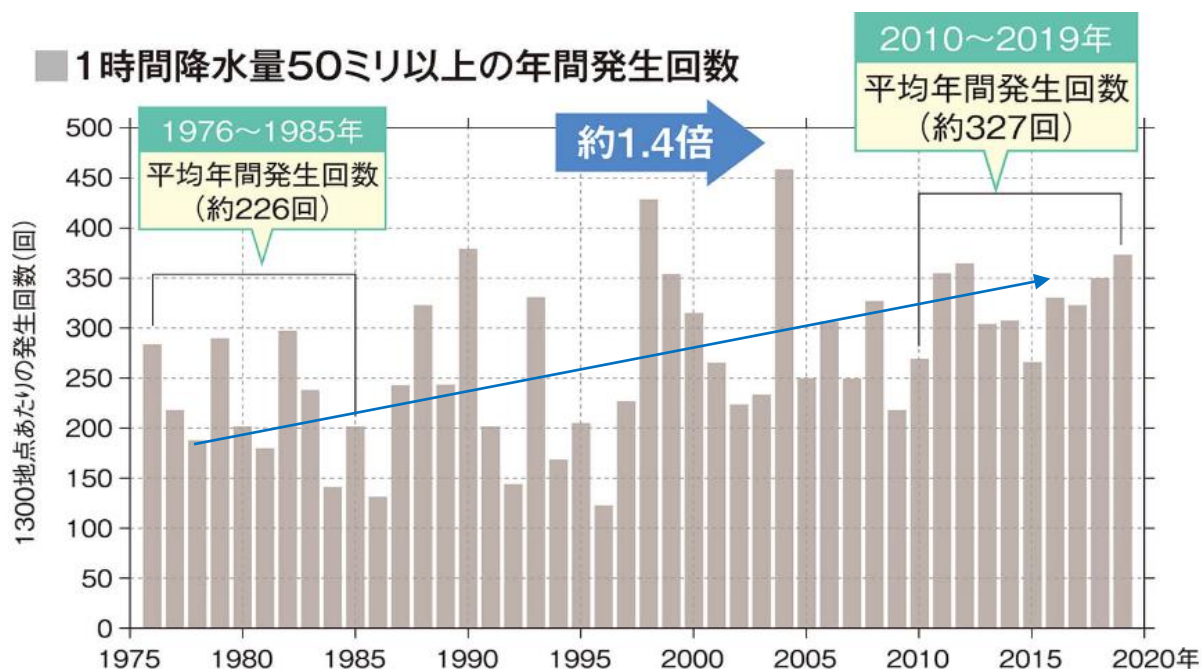
それを裏付ける背景として、地球全体の平均温度が上昇し、それに伴う海水面温度の上昇が引き起こす台風の大型化や、過去にはあまり見られなかった線状降水帯が見られるようになってきました。

また都市部ではヒートアイランド現象が要因の一つとされる局地的短時間豪雨(ゲリラ豪雨)発生し、集中的な豪雨と落雷による被害も報告されています。

これらは、重要なインフラである電気の供給に影響を与え、経済活動のリスクとされています。

全国(アメダス)の1時間降水量50mm以上の年間発生回数

- ・全国の1時間降水量(毎正時における前1時間降水量)50mm以上の年間発生回数は増加しています。(統計期間1976~2021年で10年あたり27.5回の増加、信頼水準99%で統計的に有意)
- ・最近10年間(2012~2021年)の平均年間発生回数(約327回)は、統計期間の最初の10年間(1976~1985年)の平均年間発生回数(約226回)と比べて約1.4倍に増加しています。
- ・2022年1月から9月までの1,300地点あたりの発生回数は366回です。



引用元: 気象庁

浸水被害対策

浸水被害対策の背景

浸水被害状況

令和元年東日本台風(第19号)による大雨に伴う内水氾濫により、マンションの地下部分に設置されていたキュービクルが冠水し、停電したことによりエレベーター、給水設備等のライフラインが一定期間使用不能となる被害が発生しました。
この他にも、毎年のように各地で浸水被害が報告されています。

2020年7月 令和2年7月豪雨

熊本県を中心に九州や中部地方など日本各地で発生した集中豪雨

2019年9月 台風19号

発生した台風で、関東地方や甲信地方、東北地方などで記録的な大雨

2019年8月 九州北部豪雨

長崎県から佐賀県、福岡県までの広い範囲にかけて、長時間にわたる線状降水帯による集中豪雨

2018年7月 豪雨

西日本豪雨ともいわれる豪雨災害。

広島県、岡山県、愛媛県などに甚大な被害をもたらした水害

こうした建築物や周辺環境の浸水被害の発生を踏まえ、国土交通省と経済産業省の連携のもと、「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」が2020年6月に策定されました。

ではどうしたらキュービクルを守れるでしょうか？
方法はただ一つ、「**浸水させないこと**」になります。

浸水させない方法にはいくつかありますが、その方法について5つご紹介します。



引用元: 経済産業省「自家用電気工作物の水害事例と対策について」

浸水被害対策

対策事例① 周囲を囲って水の浸入対策

屋外に設置されているキュービクル、非常用発電機及び燃料タンクの周囲に水防ラインを設定し、高さ2.0mの鉄筋コンクリート造の塀を設置した事例です。

塀の内部には豪雨等で溜る水を排水するためのポンプを設置。また、塀には扉を設けず、点検時等の出入りは昇降ステップで乗り越える形としています。

キュービクル等を高い位置へ移設する場合、移動に時間がかかると市庁舎としての機能が停止するうえ、庁舎の構造設計は設備を上部に設置する荷重を見込んでおらず構造の改修が必要になることから、総合的に検討した結果、塀で囲んで浸水を防ぐ方法を採用するに至っています。

塀の高さは、設置当時のハザードマップ(鬼怒川・小貝同時氾濫時)の浸水高さに、30cmの余裕を持たせています。



■ 平成 27 年関東・東北豪雨浸水時の状況



■ 塀の設置後の状況



浸水被害対策

対策事例② コンクリート基礎かさ上げ対策

老朽化したキュービクル等の更新を行うにあたり、洪水等による浸水時においても、業務に支障をきたさないようキュービクル・非常用発電設備のかさ上げした事例です。

キュービクル



非常用発電設備



浸水被害対策

対策事例③ 鉄骨組みによるかさ上げ

河川の氾濫・津波等の自然環境と設置環境の側面から行われる施工の一つです。筐体内部の浸水を防ぐためには、設置する高さを予測し、高い場所に設置することで防ぐことができます。



引用元:株式会社さつき電気商会

注意点:強風の巻き上げ風による雨水の浸入

鉄骨組に設置されたキュービクルは、強風の風で巻き上げられた雨水が床面から浸入することが想定されます。

その対策として、鉄骨組の床に巻き上げ防止板を設ける方法、その他、キュービクルの底板吸気孔を塞ぎ、その代替として扉にギャラリを設ける等の対策が考えられます。

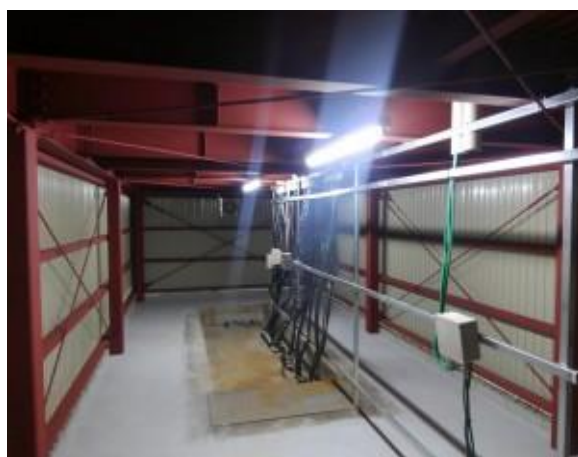
浸水被害対策

対策事例④ 構造物によるかさ上げ



左写真は、工場電源用キュービクルと太陽光発電用キュービクルです。
既存のキュービクルは地面に少しの基礎があり、その上に載っているような状態でした。
浸水災害などが起きた場合、キュービクルが水に浸かってしまい工場の操業が出来なくなる為、建物を作りその上にキュービクルを置く工事を行った事例です。

かさ上げ工事後の写真



引用元: 株式会社さつき電気商会

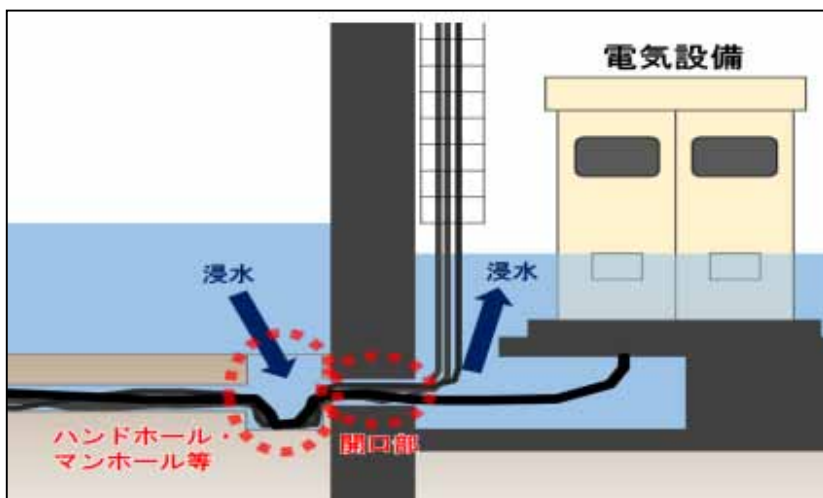
浸水被害対策

対策事例⑤ 配線、配管貫通部の浸水対策

電気設備等を設置する室には、扉などの大きな開口部のほかに、外部から建築物内への電源引込口（配線を通すため壁又はスラブ等に設けられた穴）、配管の貫通部など、浸水経路になりうる開口部が存在します。

こうした小さな開口部についても、止水板やガスケットの設置、止水処理剤の充墳などにより浸水対策を講じることで、信頼性を更に高めることができます。止水処理の施工方法として、下記の事例は区画貫通部への防水鉄管の施設、出入り口への管路口防水装置の設置、及び管内への発泡剤の充墳を行っており防水効果は高い一方で、既設建築物の場合、新たに貫通孔を設ける必要がある等、施工が困難な場合もあるため、区画貫通部への通線と発泡剤の充墳という簡易な方法についても検討しておく必要があります。

浸水経路となりうる配線、配管貫通部のイメージ



電気室のケーブルの壁貫通部に止水処理を施工している例



雷対策

雷サージとは

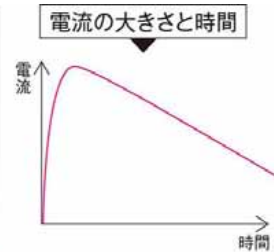
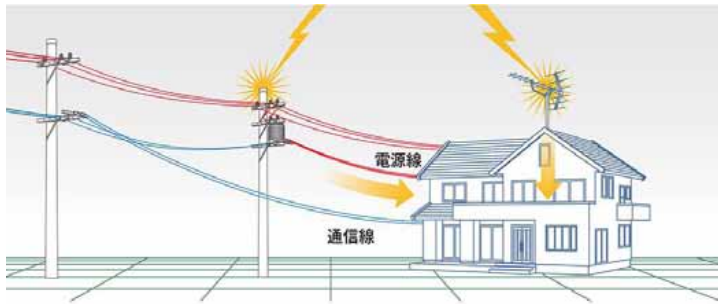
雷サージとは雷によって発生し、電源線、通信線、電気・電子機器に直接又は間接的に加わる一時的に発生する短時間の異常な過電圧や過電流のことをいいます。

雷サージの種類

落雷により発生する雷サージの種類としては、直撃雷・誘導雷・逆流雷があります。その中でも多いのが誘導雷です。雷サージの侵入経路は、キュービクル幹線以外にも、接地ターミナル及び通信線からの侵入もあります。

代表的な保護装置として、避雷器とSPDがありますが、ここでは、雷サージの種類と取付例についてご紹介します。

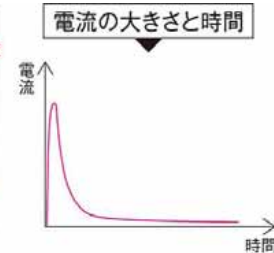
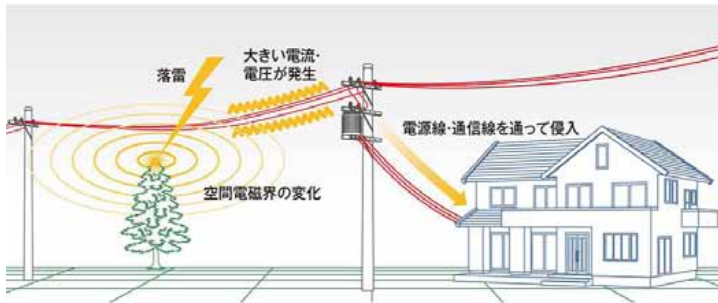
直撃雷



衝撃が大きいが、影響は局所的

建築物の避雷針やアンテナ、送配電線、通信線などに直接落雷する現象。

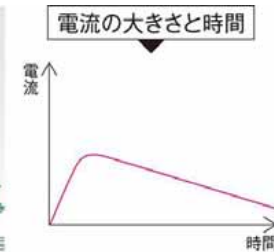
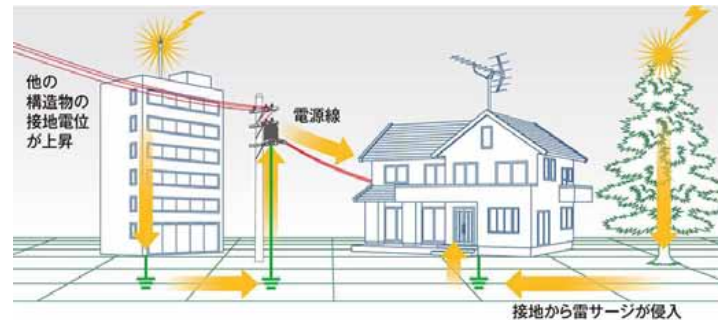
誘導雷



衝撃は比較的小さいが、影響は広範囲

直接の落雷ではなく、近傍の樹木や建築物への落雷によって、雷放電路に流れる電流による電磁界の急変により、導体(送配電線、通信線など)に誘導された雷サージが発生する現象。

逆流雷



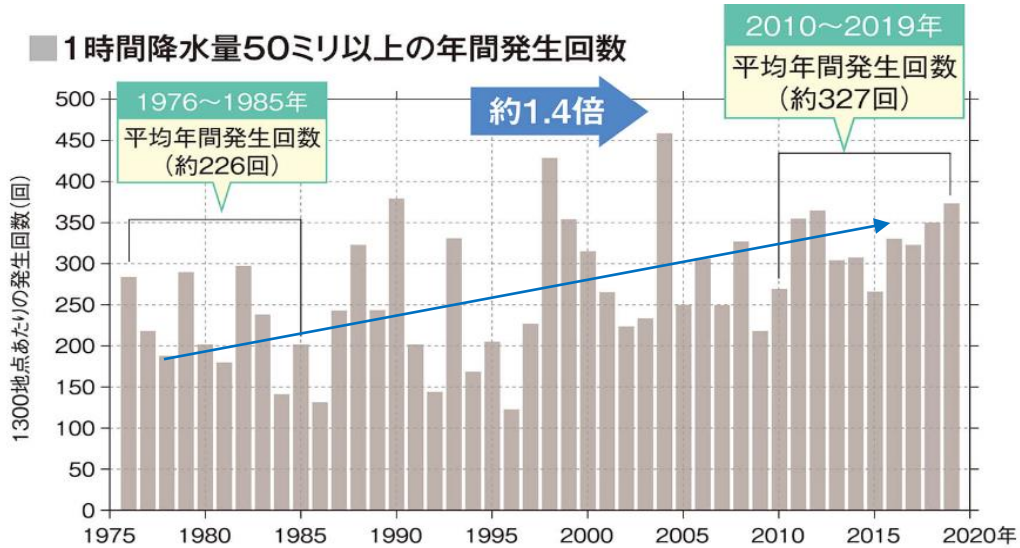
衝撃は比較的大きく、影響はやや限定的

構造物などへの落雷による接地電位上昇によって、引き込まれている導体(送配電線、通信線など)に落雷電流の一部が流入する現象。

雷対策

日本における雷発生回数は年100万回

日本で発生する雷は平均して年に100万回にのぼるといわれています。地球温暖化の影響によるゲリラ雷雨の増加に伴い、雷被害も増加しています。



引用元: 気象庁

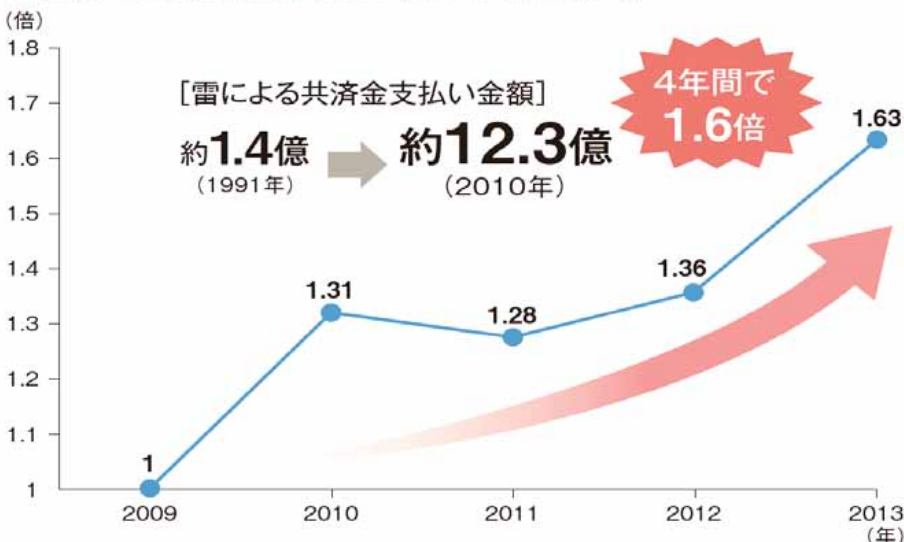
年間被害総額は年々増加

日本国内の年間雷被害総額は、1000億円から2000億円と推定されています(電気学会技術報告第902号:2002年、JLPA調べ)。

2000億円という値は、落雷による工場の機械故障だけでなく、操業が停止したなどの2次災害を含んだものです。過去の被害では、一回の落雷で数千万円もの被害が生じるケースもあります。

下のグラフは全国自治協会の雷被害による共済金支払い金額の推移ですが、2009年を1とした場合、2013年には1.63倍の支払い金額になりました。これは共済金全体の50%を占める金額です。

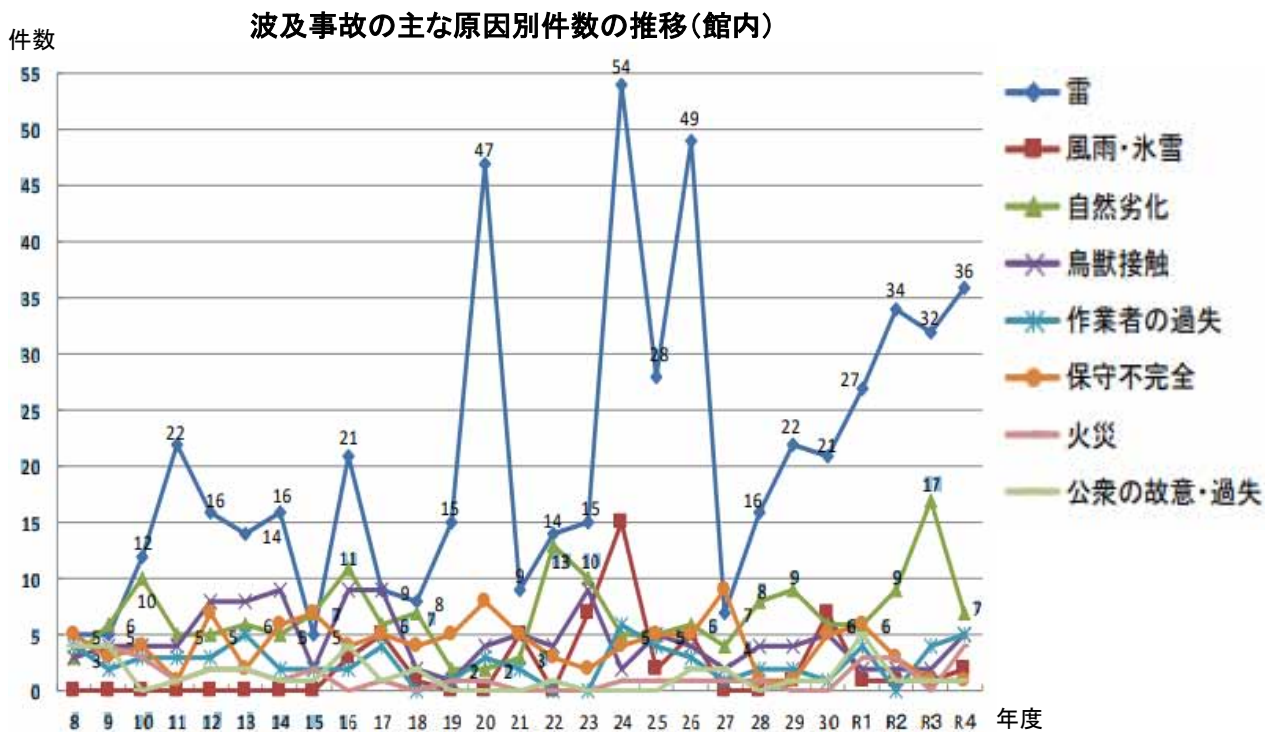
■ 雷被害金額の推移 (2009年を1とした場合の比率)



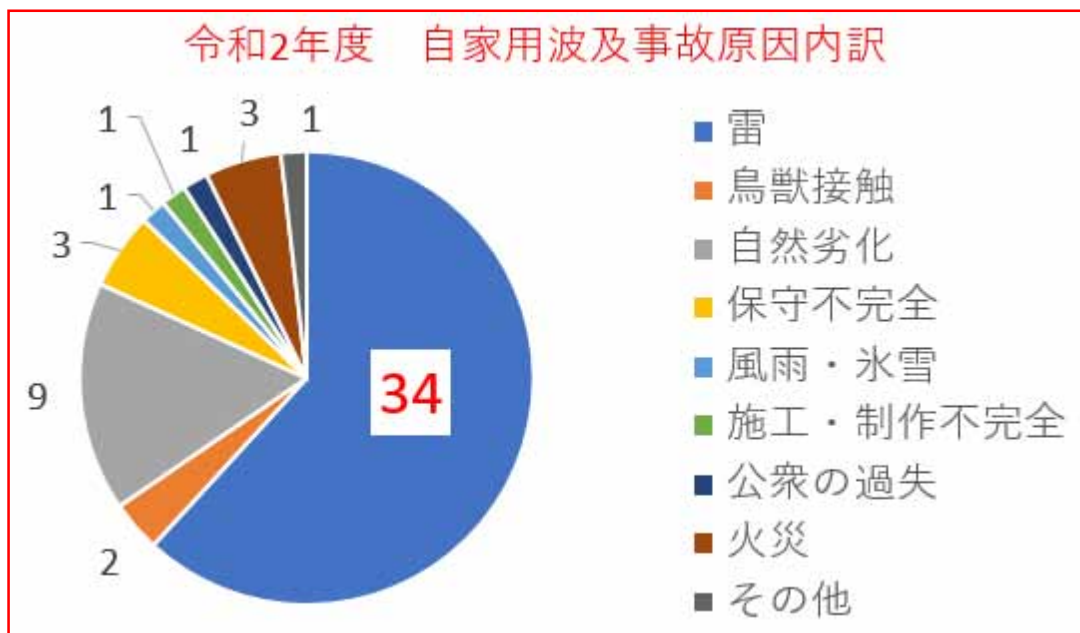
引用元: 音羽電機工業株式会社
全国自治協会

雷対策

電気工作物(自家用)の被害状況



引用元: 経済産業省 中部近畿産業保安監督部 電力安全課 「令和4年度 電気事故の概要について」



引用元: 経済産業省 中部近畿産業保安監督部 電力安全課 「令和2年度 電気事故の概要について」

雷対策

落雷により設備被害

電気設備技術基準の解釈(第37条)では、受電電力の容量500kW未満の場合には避雷器設置の義務付けをしておりません。しかし雷サージの侵入はその容量に関係無く発生します。避雷器内蔵のPASであってもキュービクルに設置することが落雷対策としてはより効果的です。



損傷したPC



損傷したVT



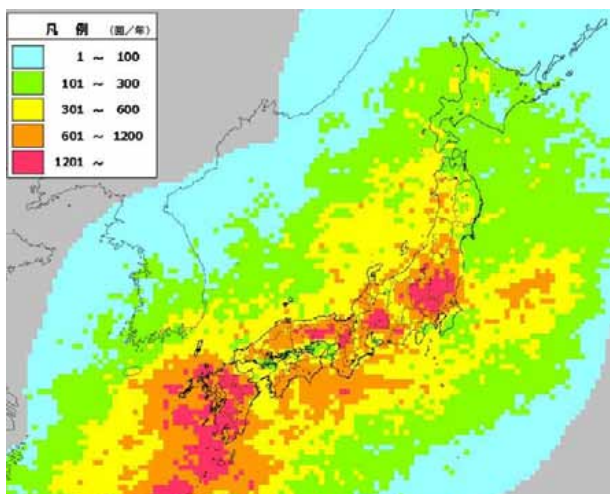
損傷したVCB

雷対策

雷発生状況

全国落雷頻度マップ

図は、日本列島を一辺20kmのメッシュで区切り、メッシュ内の落雷数を最近10年間の積算で集計して年平均値を算出し、色分けしたものです。南東北から関東地方にかけての内陸部、中部・近畿・中国の内陸部、九州からトカラ列島にかけてのエリアが雷の多い地域となっています。



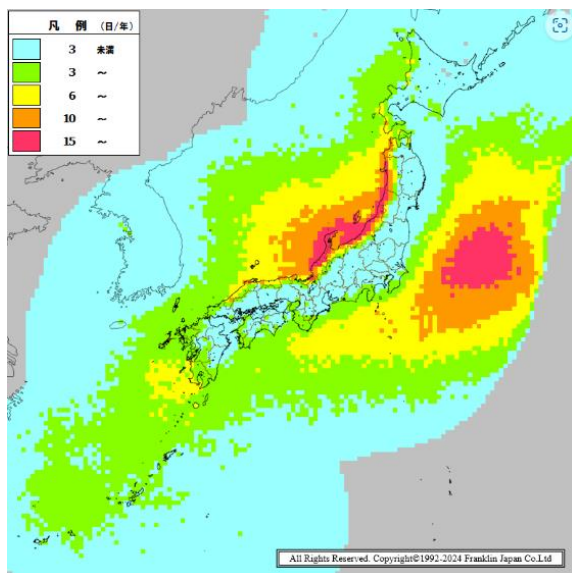
調査期間：2014年～2023年（4月～9月の10年間年平均）
単位：日/年 メッシュサイズ：20km四方

調査期間
2012年～2021年（10年間年平均）
単位：回/年

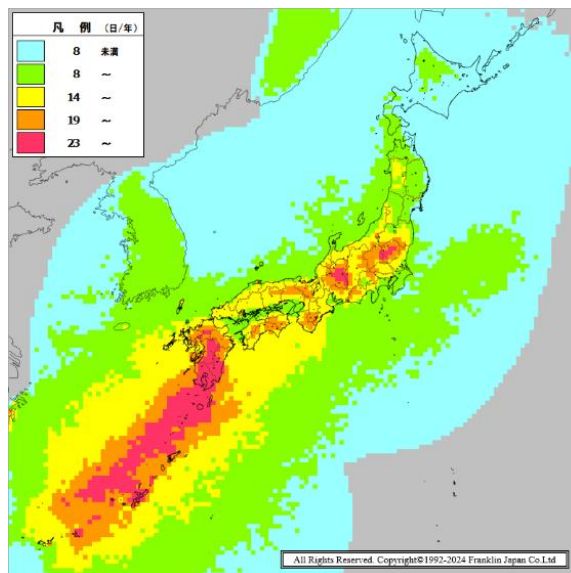
冬夏発生状況

10月～3月：東北～北陸の日本海側ア

4月～9月：南東北～北関東、中部、近畿～中国・四国、九州



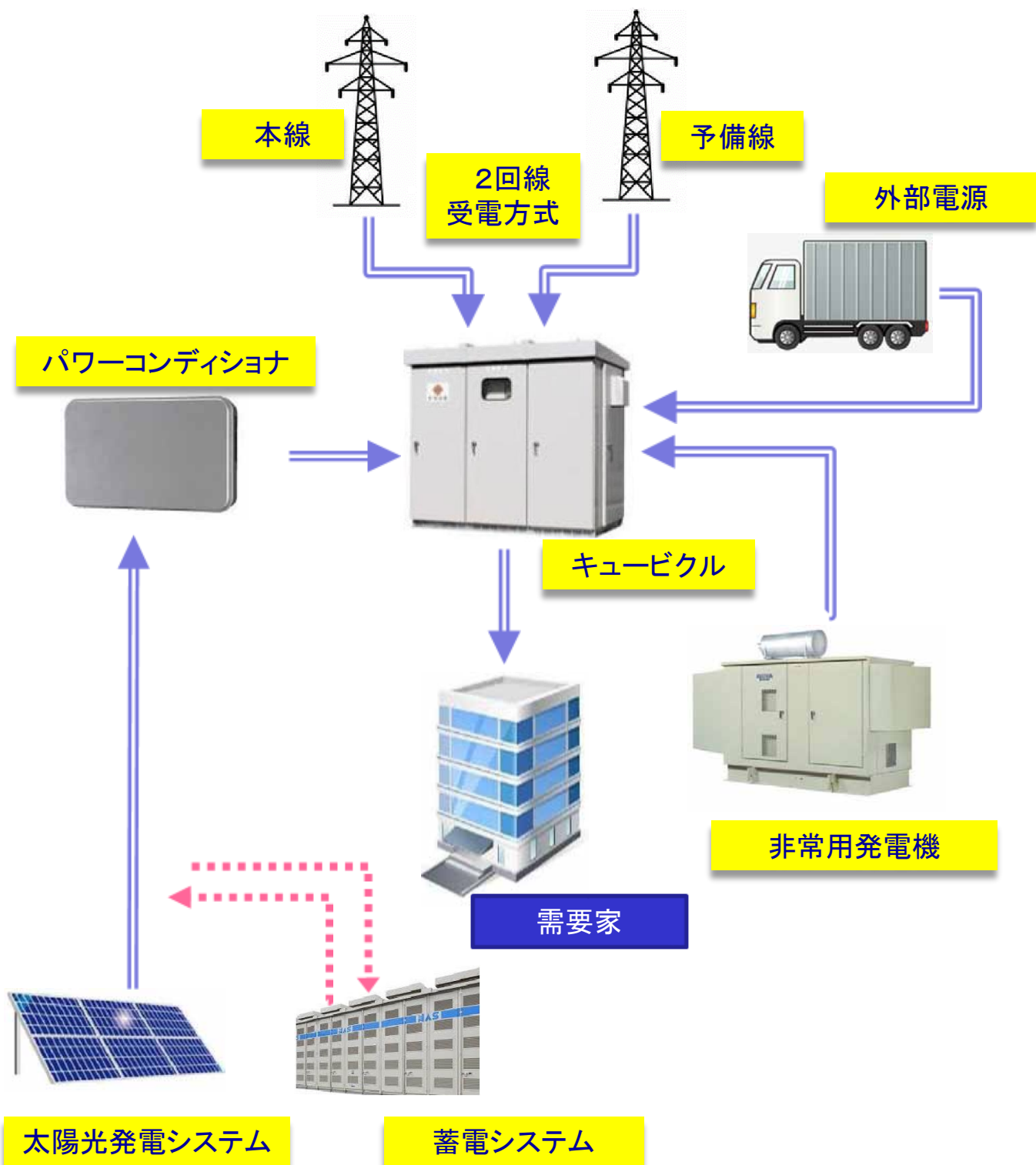
調査期間：2013年～2022年（10月～3月、10年間年平均）



調査期間：2014年～2023年（4月～9月の10年間年平均）

電源供給停止への対策

対策事例

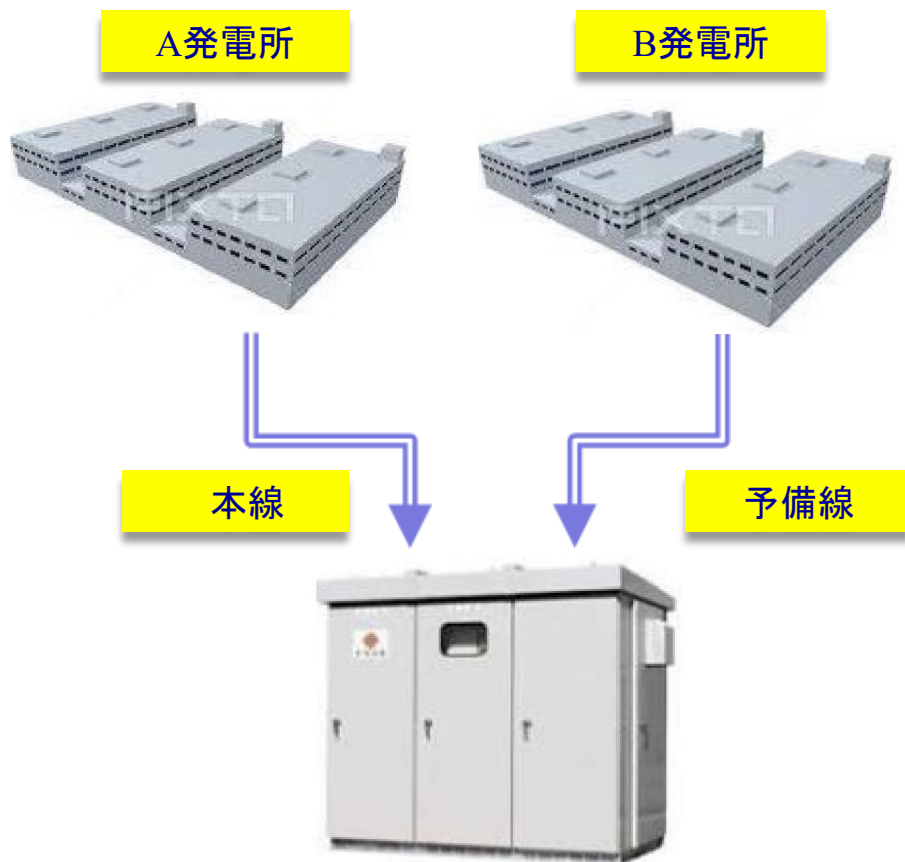


※ 複数組み合わせることで、より信頼性が増します

※ 電源システム構成においては、事前に電力会社、所轄消防等と協議が必要です

電源供給停止への対策

対策事例① 2回線受電



本線・予備線を異なる回線から供給する構成です。
引込に要するコスト高や配電系統の環境に左右される等、課題はありますが、より信頼性の高い電力供給となります。
重要拠点の設備、インテリジェントビル等、より信頼性の高い受電方式の検討が求められる場合に用いられる方法です。

キュービクルの対応

キュービクルでは、受電点に切替え回路を設ける2つの方式があります。

① VCBを2台使用し、インターロック回路を設け、切替える構成

② 高圧切替器を用いて、機械的に切替える方式

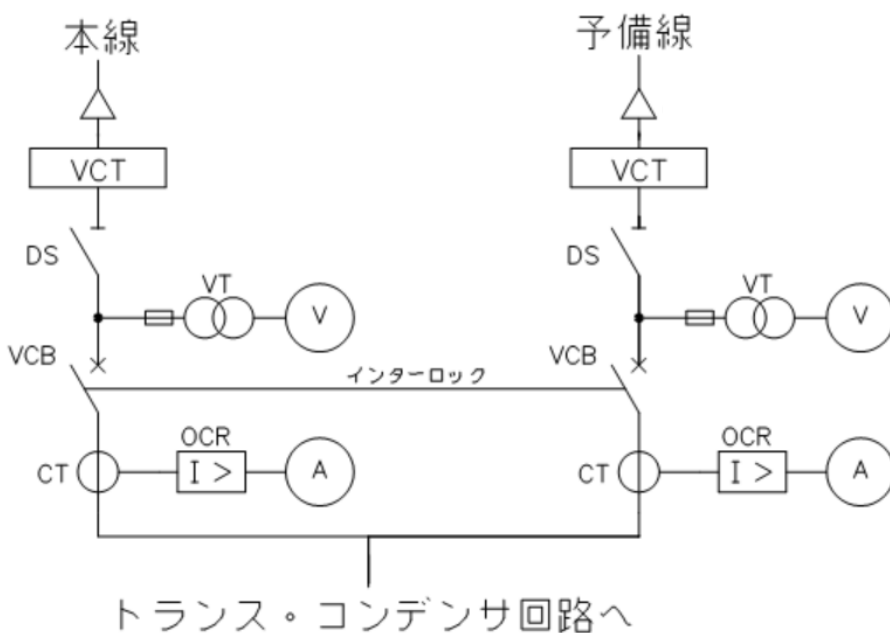
それぞれの特徴を活かして選定することをお勧めします。

高圧受電設備規程回路例を次に紹介します。

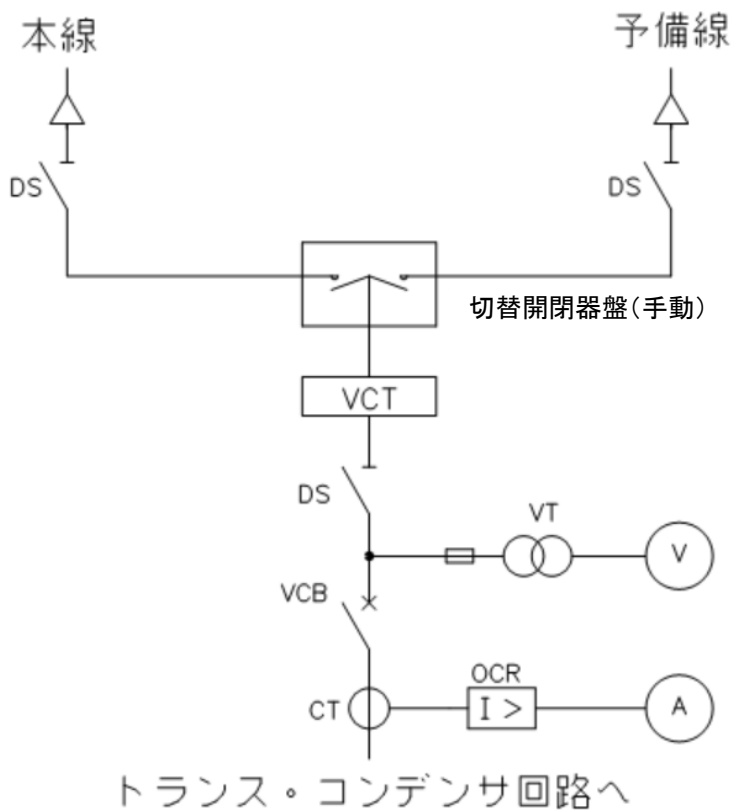
電源供給停止への対策

対策事例① 2回線受電の構成

VCB2台をインターロックを設ける回路

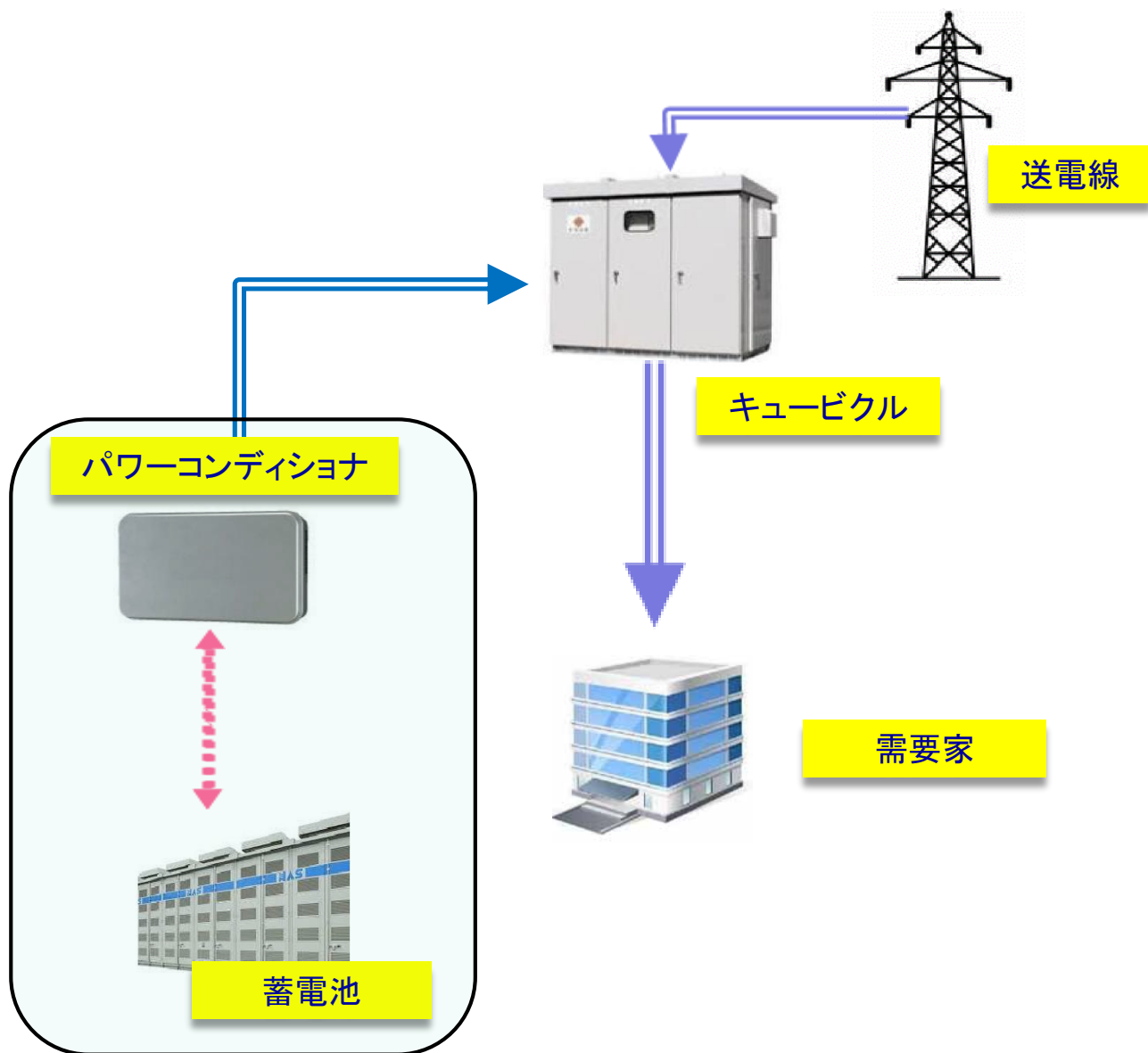


切替開閉器を用いる回路



電源供給停止への対策

対策事例② 蓄電池



回路構成の注意点

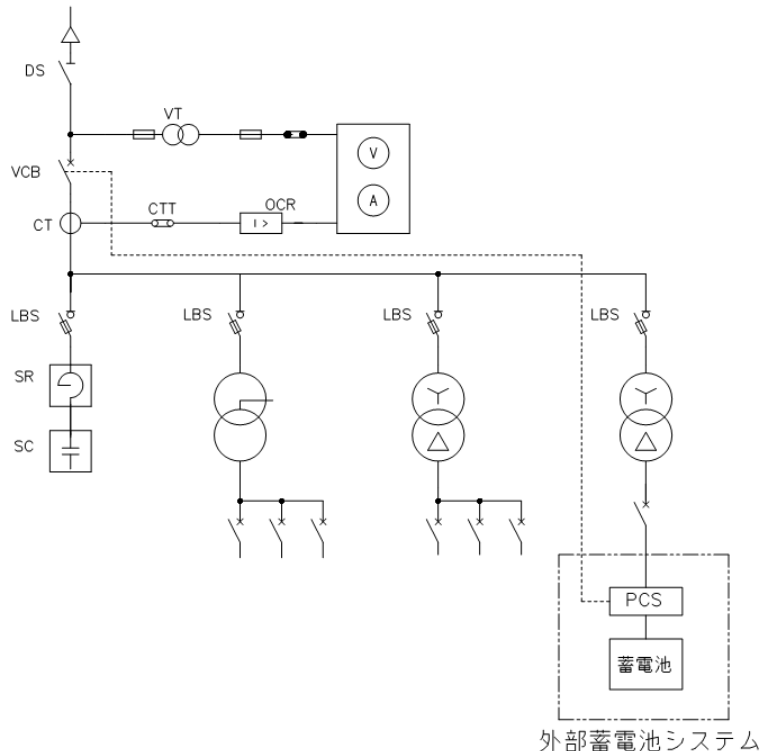
- ・自立運転対応の蓄電池用パワーコンディショナ(PCS)を使用します。
- ・停電時は、系統側へ逆潮流しないために解列箇所を設けます。
- ・停電時に電源供給する特定負荷に合わせた蓄電池容量と供給時間の選定をします。
- ・電力会社と協議をおこなってください。

電源供給停止への対策

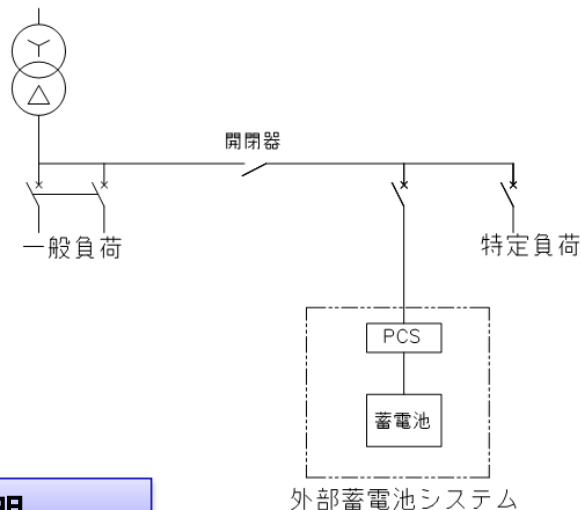
対策事例② 蓄電池

通常時：充電⇄放電（ピークカット対策を兼ねる場合もあります）
停電時：開閉箇所を解列⇒蓄電放電

高圧回路例



低圧回路例



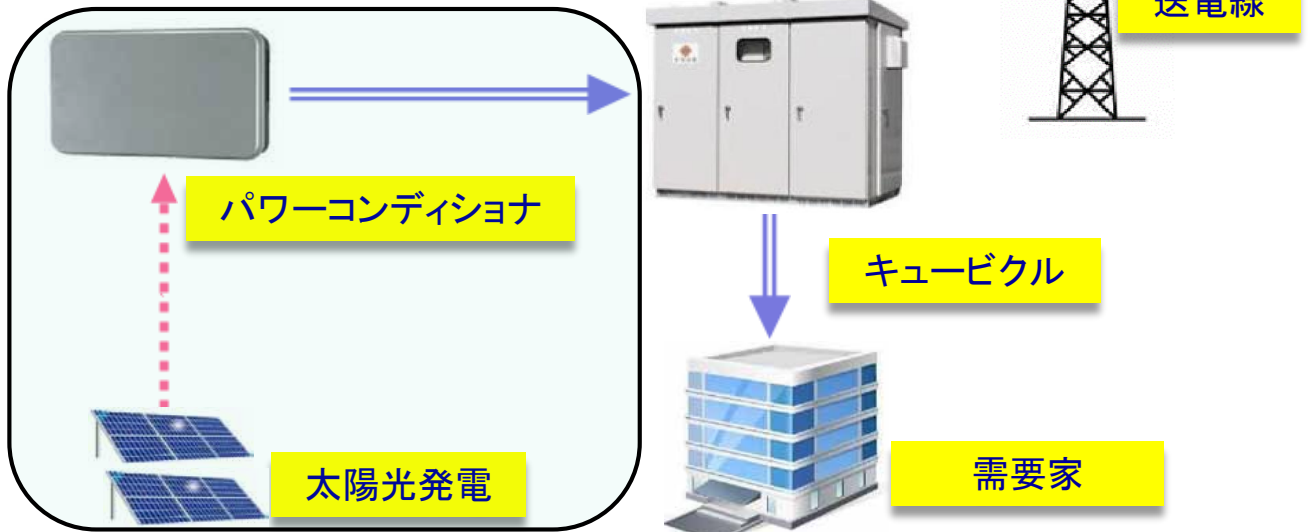
回路説明

- ・停電時、系統側へ逆潮流とならないように開閉箇所を解列します。
- ・開閉箇所は高圧、または低圧側のいずれかに設けます。
保護用遮断器・電磁接触器が使用可能です。
- ・開閉箇所とパワーコンディショナをインターロックを設けることで、信頼性が向上します。
- ・復電時は蓄電池放電を一旦停止し、開閉箇所を投入後、再連系となります。
- ・高圧回路例の場合、停電時の低圧側の変圧器励磁突入電流抑制のため、ソフトスタート機能を有するパワーコンディショナを推奨します。

電源供給停止への対策

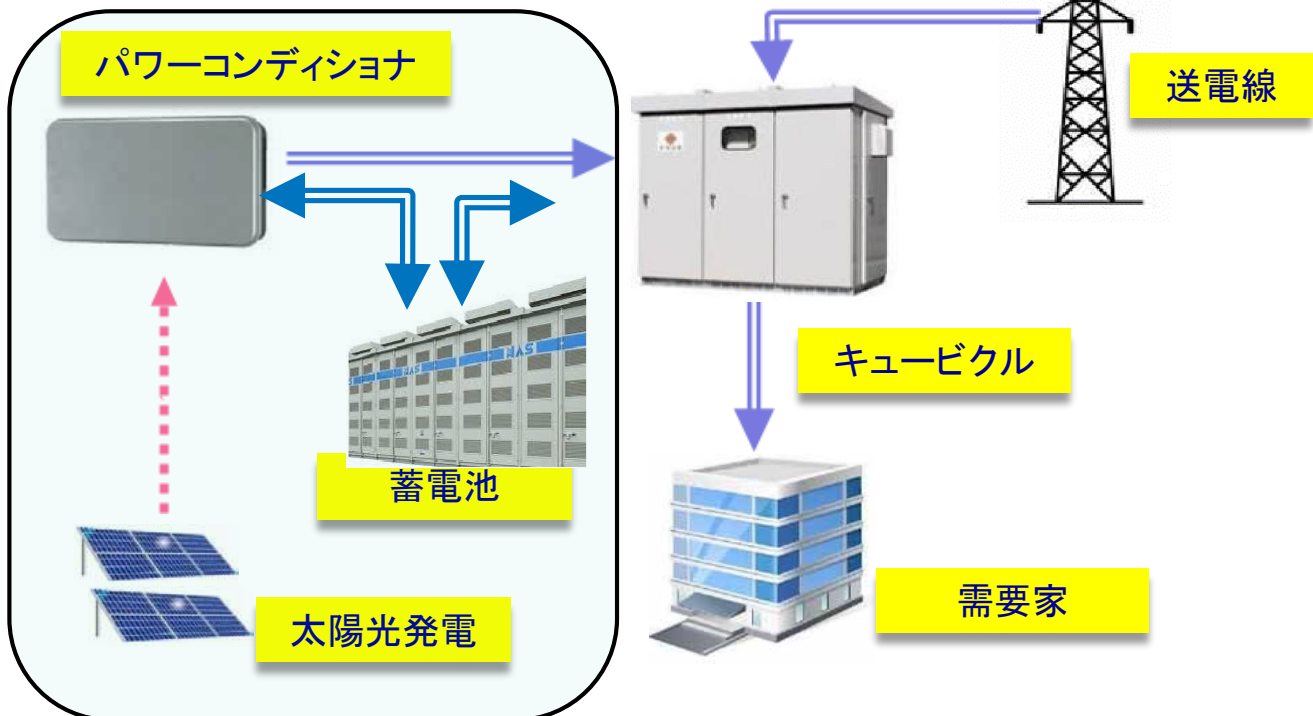
対策事例③ 蓄電池＋太陽光発電

太陽光発電のみ(蓄電池無し)



・余剰や自家消費のみを目的とした構成。停電時の電源確保は出来ません。

蓄電池＋太陽光発電

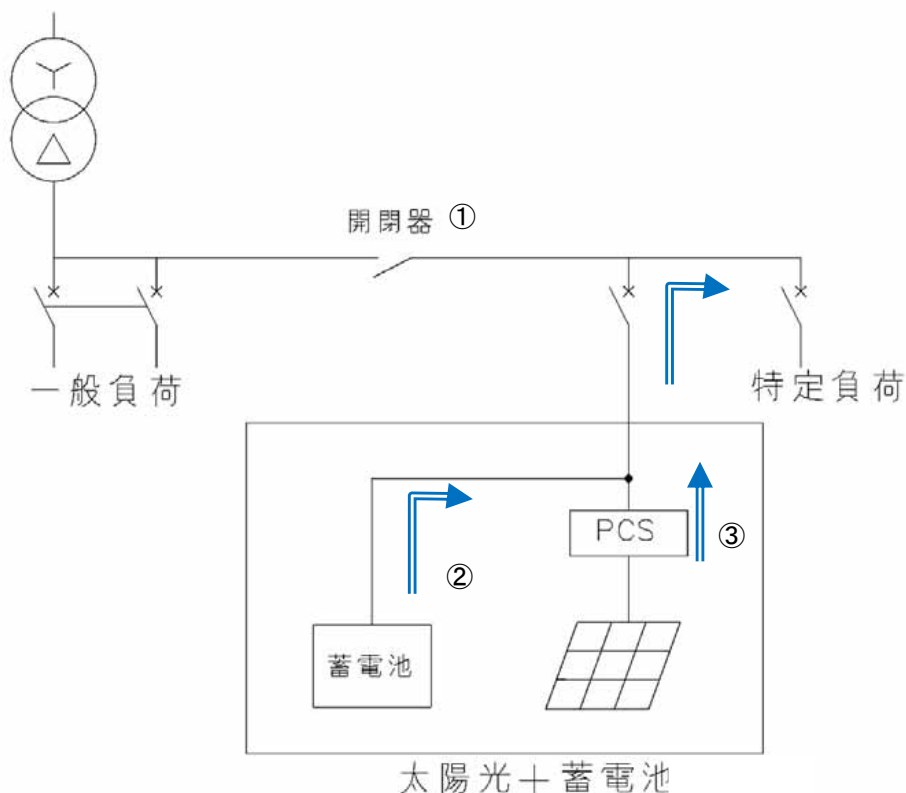


・売電や自家消費を兼ねつつ、停電時の電源を確保する構成です。

電源供給停止への対策

対策事例③ 太陽光発電＋蓄電池

通常時：充電⇄放電（ピークカット対策を兼ねる場合もあります）
停電時：①開閉箇所を解列→②蓄電池放電→③太陽光発電



回路構成の注意点

- ・停電時は、系統側へ逆潮流しないために、解列箇所を設けます。
- ・停電時に電源供給する特定負荷に合わせた蓄電池容量と供給時間の選定をします。
- ・電力会社と協議をおこなってください。

回路説明

- ・停電時、系統側へ逆潮流とならないように開閉器を解列します。
- ・開閉器は高圧側又は低圧側のいずれかに設けます。保護用遮断器・電磁接触器等を用います。
- ・蓄電池から放電された交流電源にパワーコンディショナが同期し、太陽光が発電をします。
- ・復電時は蓄電池放電及び太陽光発電を一旦停止し、開閉器を投入後、再連系となります。

電源供給停止への対策

対策事例④ 非常用発電機

昨今では多様な燃料に対応するデュアルフューエル型発電機を設置することで、非常時の燃料調達を柔軟に対応することも選択の一つです。

設置上の注意点

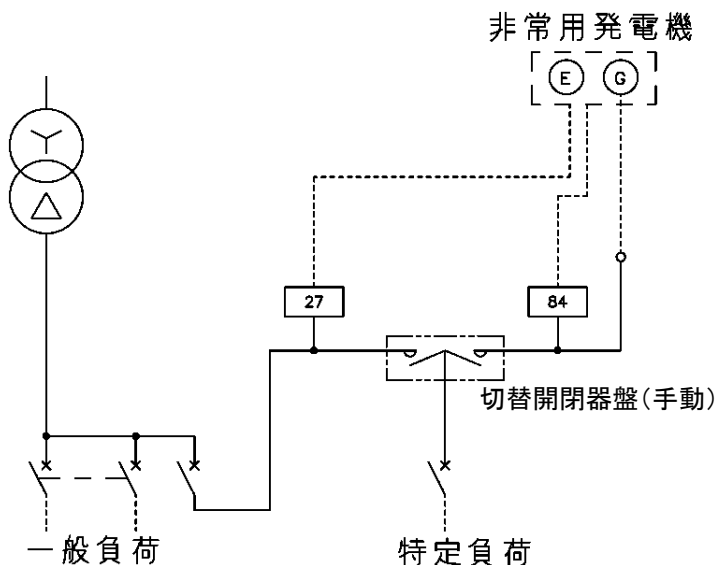
- ・災害時のインフラ・救援の復旧に要すると言われる72時間を目安に、稼働できる燃料等を備蓄することが望ましいとされています。
- ・水害対策として、想定浸水より上部に設置する。
- ・地震対策として、発電機には転倒防止対策を施す。
- ・停電時に起動する際には、逆流しないように回路を構成をする。
- ・負荷容量をカバーできる発電機容量を選定する。

非常用発電機の注意点

非常用発電機は、常用発電機と違い、稼働時間稀であるため、いざという時に確実に動かすことが重要です。

その為には以下のことを検討ください。

- ・定期的に試運転の実施
- ・部品の推奨交換時期に交換する
- ・燃料・交換部品の確保
- ・操作人員・有識者確保と育成
- ・始動用蓄電池は寿命前に交換する
- ・操作マニュアルの作成
- ・発電機及び燃料貯蔵タンクの耐震性向上
- ・燃料調達先の優先的補充の契約



電源供給停止への対策

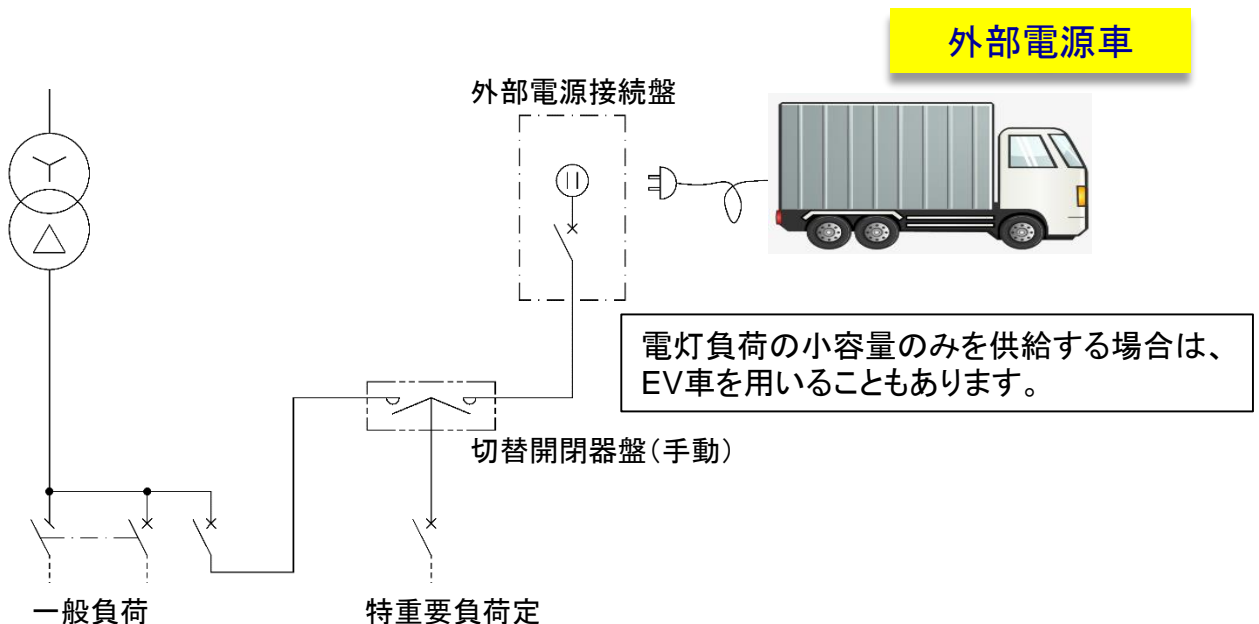
対策事例⑤ 外部電源供給

設置上の注意点

災害等による停電対策として、電源車や代替電源等の外部電源の利用に必要な外部電源接続盤の設置に当たっては、以下のa～gについて留意する必要があります。

- a 外部電源接続盤は、浸水の恐れがない場所に設置すること。
- b 外部電源接続盤は、防雨及び施錠可能なものを選定すること。
- c 切替開閉器は操作電源の喪失を想定し手動式とすることが望ましい。
- d 外部電源接続盤は、「外部電源接続盤」又は「非常電源接続盤」等の表示を行うこと。
- e 外部電源接続盤に内蔵する端子台又は開閉器には、「電灯」、「動力」等の使用区分表示と動力回路の場合は相表示を行うこと。
- f 切替開閉器盤には、誤操作防止のため切替え方向が把握できるよう「通常電源」、「非常電源」、「負荷設備」の表示を行うこと。
- g 切替開閉器、接続端子台及び配線は、使用する電源容量に十分対応可能なものを選択すること。また、切替開閉器の設置場所は、配線、保守点検および災害時の電源切替操作を考慮した適切な場所を選択する。

引用元: 経済産業省「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」



最後に

自然災害が多い日本では、いつリスクが発生してもおかしくありません。

発生した時の事業停止に伴う損失は計り知れないものがあります。

また一方でBCP対策は決して安いものではありません。

事業停止に伴う損失と導入及び維持に要するコストとを検討し、コストにあったBCP対策をご検討ください。

対策後も維持管理及び特に非常用発電機において定期的な運転と操作手順の維持をお勧めします。

参考文献

- ・一般財団法人 四国電気保安協会
- ・音羽電機工業株式会社
- ・気象庁
- ・電気保安協会全国連絡会
- ・宮城県 土木部 設備課
- ・株式会社さつき電気商会
- ・経済産業省
- ・株式会社フランクリン・ジャパン

この技術資料の作成に関与された委員・事務局の氏名は次の通りです(敬称略)

キュービクル技術部会

主査 小久保 健司 [日東工業(株)] 委員 古山 基文 [日東工業(株)]
委員 河原 大地 [日東工業(株)] 委員 山田 真義 [河村電器産業(株)]
委員 宮崎 潤 [河村電器産業(株)] 委員 林 卓也 [内外電機(株)]
事務局 大竹 幸光 [盤標準化協議会]



盤標準化協議会

発行所 キュービクル技術部会
名古屋市中区新栄二丁目2番1号 イノフィスビル 9階
一般社団法人 日本配電制御システム工業会 中部支部内
U R L : <http://www.sp.jewa-hp.jp/>