



雷のふしぎ





第1章 かみなり 雷おってなあに

どんなときに起こりやすいの？	3
どうやってできるの？	4
コラム <small>かみなり ふゆ</small> 雷 <small>お</small> は冬 <small>お</small> にも起こる	5
エネルギーはどのくらいなの？	6
どうして音 <small>おと</small> がするの？	7

第2章 かみなり 雷みから身まもを守るには

人 <small>ひと</small> に落 <small>お</small> ちたらどうなるの？	9
落 <small>お</small> ちやすい場所 <small>ばしょ</small> や物 <small>もの</small> ってあるの？	10
コラム <small>かみなり お ばしょ じかん よそく</small> 雷 <small>お</small> が落 <small>お</small> ちる場所 <small>ばしょ</small> や時間 <small>じかん</small> は予測 <small>よそく</small> できるのか	11
安全 <small>あんぜん</small> な場所 <small>ばしょ</small> ってどこなの？	12
コラム <small>かみなり しょうたい つ と</small> 雷 <small>お</small> の正体 <small>しょうたい</small> を突 <small>つ</small> き止 <small>と</small> めた人 <small>ひと</small>	13

第3章 かみなり 雷ひの被害ひを防ふせぐには

どんなふう <small>いえ</small> に家 <small>はい</small> に入 <small>はい</small> ってくるの？	15
家 <small>いえ</small> のどこから入 <small>はい</small> ってくるの？	16
家電製品 <small>かでんせいひん</small> を守る <small>まも</small> るには？	17
電力設備 <small>でんりょくせつび</small> などにはどんな <small>たいさく</small> 対策 <small>たいさく</small> をしているの？	18
コラム <small>かみなり はなし</small> 雷 <small>お</small> にまつわる話 <small>はなし</small>	19

第4章 かみなり 雷けんきゅうの研究けんきゅうあれこれ

どんなところで研究 <small>けんきゅう</small> しているの？	21
データ <small>あつ</small> を集めて特性 <small>とくせい</small> を調 <small>しら</small> べる	22
安全 <small>あんぜん</small> に電 <small>でん</small> 気 <small>き</small> を送 <small>おく</small> る	23
電力設備 <small>でんりょくせつび</small> や建物 <small>たてももの</small> を守る <small>まも</small> る	24
効果 <small>こうか</small> 的 <small>てき</small> な対策 <small>たいさく</small> の決定 <small>けつてい</small>	25

第1章

かみなり

雷ってなあに

だれもが知っている「雷」
でもどうして起こるのでしょうか？
ここでは、雷のでき方やそのパワー
なぜ雷はゴロゴロと鳴るのかなど
知っているようで知らない
雷の^{ひみつ}^{さぐ}秘密を探ります



どんなときにお起こりやすいの？

雷は、大気が不安定な状態のときに起こります。大気が不安定な状態とは、湿気を多く含んだ高温の空気が低い層にあり、乾いた低温の空気が上の層にある状態のことです。

例えば、地面が太陽で暖められたり(図1)、地表に冷たい空気が流れ込んだりするときに(図2)、強い上昇気流が発生して雷雲ができます。この雷雲が気温およそマイナス10度以下になる上空に広がっていったときに、雷が起こります。

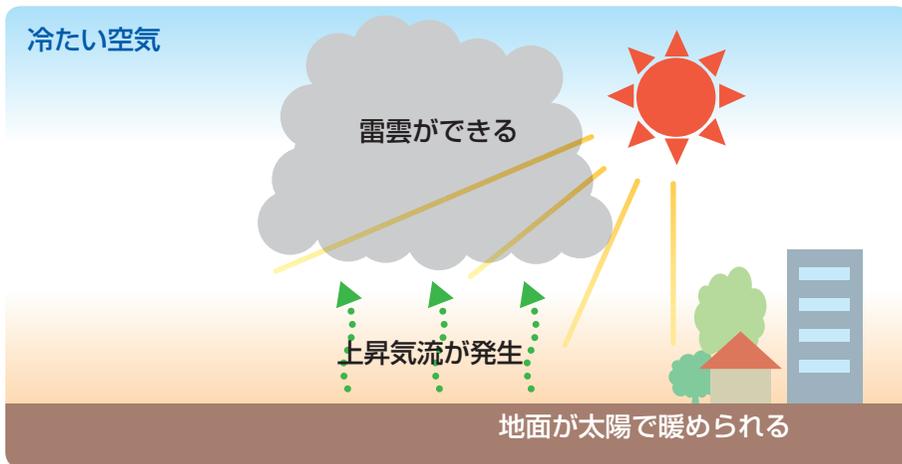


図1. 地面が暖められる場合

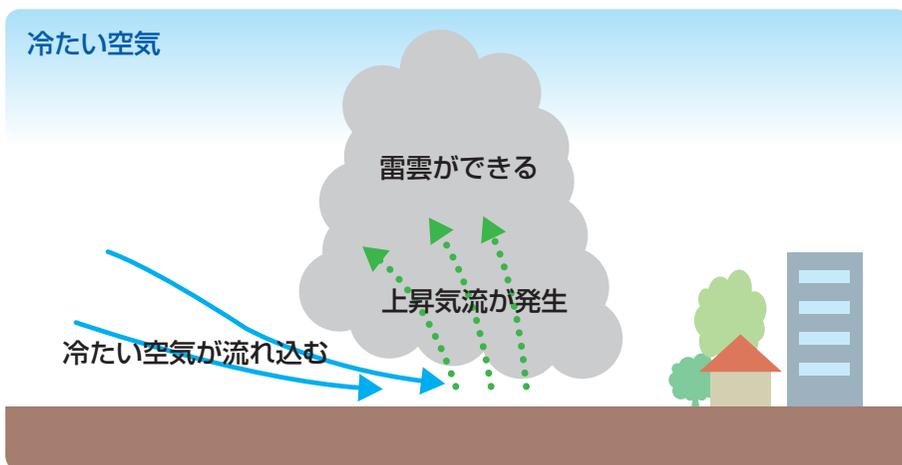


図2. 冷たい空気が流れ込む場合

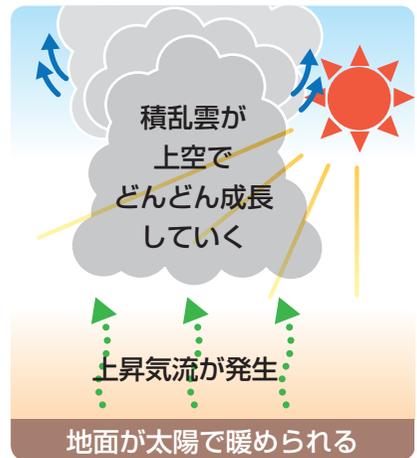


ゴロモ 名前の由来

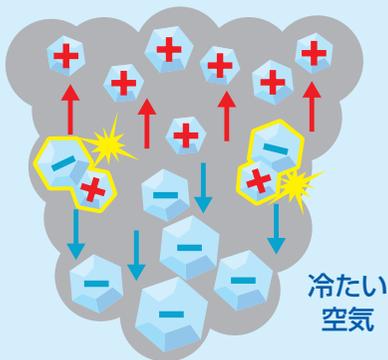
昔は、雷は神様が鳴らすものだと信じられていたため、神鳴り=かみなり=雷 と呼ばれるようになりました。

どうやってできるの？

地面が太陽によって暖められると、強い上昇気流が発生して「積乱雲（入道雲）」という雷雲ができます。



軽い小さな氷の粒は上のほうへ



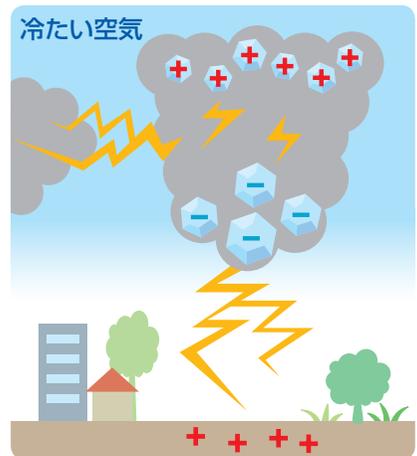
重い大きな氷の粒は下のほうへ

この積乱雲が上空の冷たい空気で冷やされると、雲の中に大きな氷の粒と小さな氷の粒ができます。この氷の粒が強い上昇気流の中でぶつかりあったりこすれたりして、マイナスやプラスの電気を発生させます。

そして、重い大きな氷の粒にはマイナスの電気がくっついて雲の下のほうにたまり、軽い小さな氷の粒にはプラスの電気がくっついて雲の上のほうにたまっていきます。

こうして雲の上と下にそれぞれたまったプラスとマイナスの電気によって、雲の中や雲と雲の間、また雲と地面との間で放電します。これが「雷」です。

雷が起こるときは、一瞬にしてエネルギーが放出されるため、激しい光（稲妻）や音（雷鳴）を伴います。



ゴロメ 雷は英語で何と言うのか

日本語の「雷」と同じ意味の言葉は英語にありません。英語では稲妻・雷光は「Lightning」、雷鳴は「Thunder」と呼び方が分かれています。

雷は冬にも起こる

次の3つの条件が揃えば、雷は季節や場所にかかわらず起こります。

1. 強い上昇気流がある
2. 大気中に湿気が多く含まれている
3. 上空の気温がマイナス10度～マイナス20度程度である

一般的に知られている夏の雷は、地表の大気の温度と湿度が高いときに、強い上昇気流が発生して起こります。地面から雷雲までの距離は3000～5000mです。



下向きに放電

冬の雷は、シベリア大陸からの冷たい寒気団と暖かい対馬海流によって日本海の上で雷雲が発生し、雪を降らすとともに起こります。冬の雷は世界的にめずらしく、日本海沿岸のほかには、ノルウェー西岸で発生することが知られています。また、地面から雷雲までの距離が300～500mと近いため、比較的低い建物からでも上向きに放電するのが見られることもあります。夏の雷と比較すると非常にエネルギーが大きいので、冬の雷には特に注意する必要があります。



上向きに放電

日本海沿岸に多い

夏の雷と比べてエネルギーが大きい



⚡ エネルギーはどのくらいなの？

雷のエネルギーは $10\text{kWh} \sim 500\text{kWh}$ で、大きなものでは、一般の家庭で使う電気の量に換算すると、約 50 日分あります。

このエネルギーの大部分は、雷が落ちるときに一瞬にして、電波や光や音のエネルギーとなって大気中にまき散らされます。

雷は、自然由来で大きなエネルギーを持っていますが、現在の技術では雷をつかまえて、そのエネルギーを電気として利用することはできません。

数字で見る雷の大きさ

- 光る時間：1/1000 秒～1 秒
- 長さ：数km
- 電流：1000 A～20 万 A
- 電圧：約 1 億 V



乾電池



コンセント



電気うなぎ



配電線



送電線



かみなり

1.5V

100V

800V

6600V

50万V

1 億 V



ゴロゴロメモ 電気の単位いろいろ

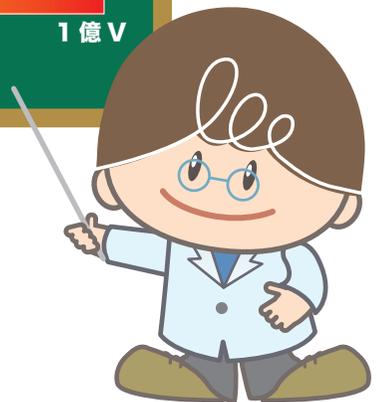
A (アンペア)：電流（電気の流れ）

V (ボルト)：電圧（電気を流すための力）

W (ワット)：電力（1 秒間にどれだけ仕事ができるか、電流×電圧）

Wh(ワットアワー)：電力量（ある時間にどれだけ仕事ができるか、電力×時間）

* 1000W のドライヤーを 1 時間 (h) 使った場合 $1000\text{W} \times 1\text{h} = 1000\text{Wh} = 1\text{kWh}$



⚡ どうして音^{おと}がするの？

雷の音は、地面に落ちたときの衝撃音^{しょうげきおん}ではなく、放電するときの熱エネルギーによって雷の周りの空気の体積^{きゅうげき}が急激に増え、爆発^{ばくはつてき}的に広がることによって起こります。

その音の聞こえ方は、雷までの距離^{きょり}によって変わってきます。近いところでは、「バリバリッ!」「ドーン!」「バシッ!」といったするどい音がします。

遠いところでは、雷の放電する距離^{きょり}が長かったり曲がりくねったりする場合に、音が聞こえるまでにズレが生じてしまい、「ゴロゴロ」と聞こえます。また、雷が起こる時に上空にできる空気密度^{みつど}の複雑^{ふくざつ}な分布^{ぶんぷ}で音が反射^{はんしゃ}したり屈折^{くっせつ}したりするために、ゴロゴロと聞こえるともいわれています。



ゴロゴロメモ ジグザグに落ちる理由

わたし 私たちの目には見えませんが、空気中には窒素^{ちっそ}や酸素^{さんそ}などの分子が少なく、空気^{うず}の薄^{うす}いところや、湿度^{しつど}の高いところが存在^{そんざい}しています。雷は、この邪魔^{じゃま}な分子がないところや、電気を通しやすい水分^{しゅんぶん}があるところを進むためジグザグに落ちます。実は雷にとってジグザグに進むことが、一番進みやすく楽^{らく}なのです。



写真提供：音羽電機工業株式会社

第2章

かみなり

み

まも

雷から身を守るには

とてつもなく大きな
エネルギーを持った「雷」
しかし、いつどこに落ちるのかを
予測よそくすることは、まだできません
では、もし雷が近づいてきたときには
どうしたらよいのでしょうか？
ここでは、雷せいじつの性質を知って
身を守るための方法を
解説かいせつします



ひと お 人に落ちたらどうなるの？

直接雷ちよくせつにうたれると、雷らいの電流でんりゅうが心臓しんぞうに流れて、多くの場合すぐに死んでしまいます。運よく助かった人でも、腕うでや背中せなかなどにやけどやけどをしたり、耳こまの鼓膜まくが破れたり、ひどい後遺症こういしょうが残る場合もあります。

また、雷らいに直接ちよくせつうたれなくても、離れた場所はなに落ちた雷らいが地面や水面を伝わってくる場合もあります。このような場合も、雷らいにうたれたときと同じように死んでしまう恐れおそがあります。広い運動場や公園、また海や川などは大変危険きげんです。雷らいが鳴ったらすぐに建物ひなんの中に避難ひなんしましょう。

日本では、*2000年から2009年の10年間に30人が雷らいによって亡なくなり、118人が怪我けがをしています。今でも雷らいによって命を落とす人がいるので、十分注意する必要があります。*データ：警察白書統計資料より



ゴゴロメモ 雷による日本最悪の人身事故じこ

1967年8月1日に北アルプス西穂高岳にしほたかだけで、松本深志高校まつもとふかしこうこうの生徒46名の一行らいうが雷雨らいりゅうにあつて11名が死亡しぼう、13名が重軽傷じゅうけいしょうという未曾有みぞうの雷事故らいじこが起こりました。

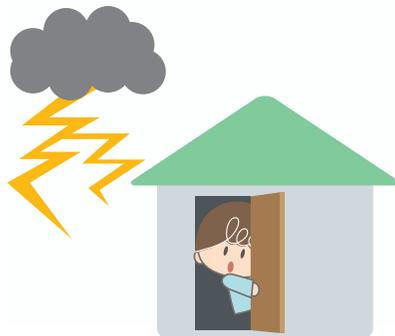
これは、現場が岩場で身を隠す場所が無く、また雷らいの電流でんりゅうが岩場の表面おおぜいを流れたため、たまたまそこにいた人達の体を次々に電流でんりゅうが流れ、大勢おおぜいの人が同時に被害ひがいを受けたものと考えられます。

お ばしよ もの 落ちやすい場所や物ってあるの？

雷は、高いところに落ちやすい性質があります。雷が鳴ったらすぐに建物の中や車の中に避難^{ひなん}しましょう。もし、周りに建物や車などが何もないような場所にいるときには、できるだけ低い場所を探してしゃがみこむなど、姿勢^{しせい}を低くして様子を見ましょう。

特に山は天気が変わりやすいので、天気予報^{よほう}をよく調べてから出かけるようにしてください。

雷が近づいたら
すぐ建物の中へ避難する



金属を身につけていても
つけていなくても
変わらない



また、「金属^{きんぞく}を身につけていると雷が落ちやすい」と聞いたことがあるかもしれませんが、時計やメガネなどの小さな金属類^{きんぞく}を身につけていても、つけていなくても、雷が落ちる危険性^{きけんせい}は変わりません。雷は高いところに落ちやすいと覚えてください。

周りに高い建物などが無い広い場所で傘^{かさ}をさしていたり、バットやゴルフクラブ、釣竿^{つりざお}などを高く持っていたりすると、雷が落ちる可能性^{かのうせい}が高くなるので気をつけましょう。

また、レインブーツなどのゴム製^{せい}のものを身につけていても、雷から身を守る効果^{こうか}は全くありません。

傘、バット、ゴルフクラブ、
釣竿などを高くあげると危険



ゴゴゴXME 雷とゴルフ

ゴルフをしている人が雷^{ひがい}の被害^{ひがい}を受けることもあります。リー・トレビノや岡本綾子^{おかもとあやこ}といった有名なプロゴルフ選手も、プレー中に雷でショックを受けたことがあるそうです。1940年代に活躍^{かつやく}したプロゴルファーのサム・スニード選手はこんなことを言っていました。「ゴルフをプレーしていて、本当に恐怖^{きょうふ}を感じるものが3つある。雷、ベン・ホーガン*、そして、下りのパットだ。」

*サム・スニード選手と同じ時代に活躍^{かつやく}したライバル選手



雷が落ちる場所や時間は予測できるのか

天気予報の「雷注意報」などを聞いて、どの地域に何時ぐらいに雷雲が発生するのかという情報を知ることはできますが、いつ、どこに、どれぐらいの大きさの雷が落ちるのかを正確に予測することはできません。

めやすとしては、ゴロゴロと雷鳴が聞こえたら10kmぐらい離れたところに雷がきていると考えてください。10kmも離れていれば安全だと思ってもいいかもしれませんが、雷雲の移動速度はとても速く、時速10kmから40kmにもなりますし、長い距離を放電することもありますので、雷鳴が聞こえたらすぐに安全な場所に避難しましょう。

そのほかには、雷鳴や稲妻がなくても、AMのラジオ放送に「ガリガリ」というノイズ音が聞こえたら、50kmぐらいのところに雷がきていることがわかります。

また、稲妻が見えてから雷鳴が聞こえるまでに、何秒か時間がかかる場合があります。それは、雷によって発生する光と音が、それぞれ違う速さで私たちのもとに届くからです。このときの雷が落ちた場所までの距離は、3秒間でおおよそ1kmとして計算できます。



ゴロゴロメモ 光と音のスピード

光のスピードは1秒間に約30万km(地球を7周半回る速さ)、音のスピードは1秒間に約340mとスピードがかなり違うので、光と音が同時に発生しても到達するまでに時間差がでてしまいます。花火も雷と同様に、距離が離れているほど光と音に時間差がでます。例えば花火をあげている場所から2km離れているときは、花火が見えてから音が聞こえるまでに約6秒かかります。

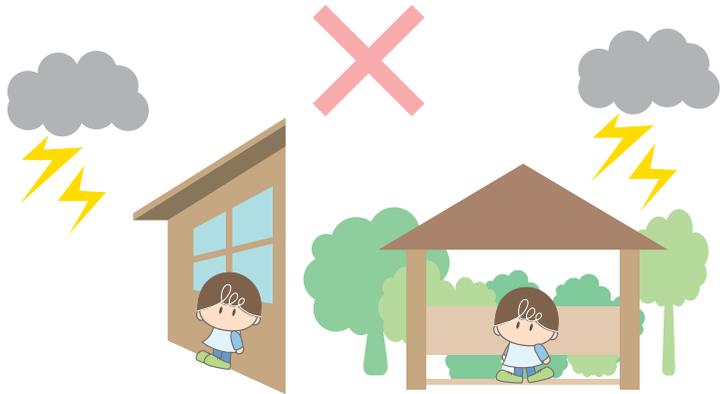
安全な場所ってどこなの？

高い木には雷が落ちやすいので、木のそばで雨宿りをせずに安全な建物の中に避難しましょう。

木に雷が落ちると、木よりも人間のほうが電気を通しやすいので、木から人間に雷が飛び移る「側撃」が起こることがあり、大変危険です。木造家屋の軒下や、公園の東屋なども危険な場合があります。



側撃の再現実験



軒下

公園の東屋

建物の中は屋外よりもかなり安全ですが、雷が電線や柱を伝わって屋内に入ってくる場合もないとはいえません。屋内では、家電製品、柱や壁から1m以上離れたほうがより安全といえます。

そのほかにも、水道管や配水管などの金属管を伝わってくる場合もありますので注意が必要です。

また、山で雷に遭遇してしまった場合には、山頂や尾根などの高いところから離れ、山小屋など大きな建物の中に避難してください。近くに建物がない場合は、高い木から離れて姿勢を低くし、雷がおさまってから安全な場所に移動しましょう。



ゴロゴロ音 車の中は安全か

車に雷が落ちた場合、雷は電気が流れやすい外側の金属部分を伝わって地面に流れていくので、車内は安全です。しかし、運転中に雷が落ちると、電子回路が誤作動を起こしたり、雷の光や音にビックリして運転を誤ったりする恐れもあるので、車を安全な場所に止めてエンジンを切って雷が通りすぎるのを待ちましょう。



雷の正体が“電気”だということを明らかにしたのは、アメリカの科学者ベンジャミン・フランクリン（1706～1790）です。

1752年、フランクリンは嵐の日に凧をあげ、糸の先につけた金属の鍵に指を近づけたところ、パチパチと感電し、雷の正体が“電気”だと確認しました。しかしこの方法は大変危険であり、後日ロシアで同じ実験をした科学者は感電死してしまいました。命をかけてまで雷の正体を突き止めたフランクリンは、実験の翌年、現代では雷を防ぐために一般的に使われている避雷針を発明しました。

フランクリンは10歳にして社会に出て働きはじめ、12歳になると印刷屋で見習いとして働き、その後印刷屋を開業し、印刷所を経営するまでになりました。

また、自然科学に強く興味をもち、独学で自然のしくみを理解し、それを人類のために役立てようと、いろいろな研究に取り組みました。薪ストーブ（フランクリンストーブ）や遠近両用メガネなども彼の発明であり、凧の実験を行うより前に大学（現在のペンシルヴェニア大学）も創設していました。

こうして科学者として偉大な功績を残したフランクリンは、実は政治家としてもアメリカの独立革命で活躍し、今のアメリカ合衆国を建国した一人でもありペンシルヴェニア州の州知事までつとめました。

さまざまな分野で後世に残る活躍をしたフランクリンは、非常に真面目で、あらゆることを深く追究し、常に未来を見据え、努力を惜しみませんでした。その生き方は、今でも世界中の人々から尊敬され、現在その姿はアメリカの100ドル札に描かれています。

2つの顔を持つフランクリン



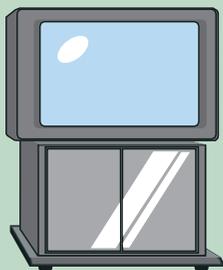
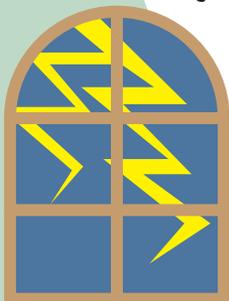
科学者

政治家

第3章

雷の被害を防ぐには

雷は大きなエネルギーを持ち
落ちれば一瞬にして色々なものを
壊す恐れがあります
ここでは、雷の被害を減らすための対策や
家電製品を守るためにできることを
紹介します



⚡ どんなふう^{いえ はい}に家に入ってくるの？

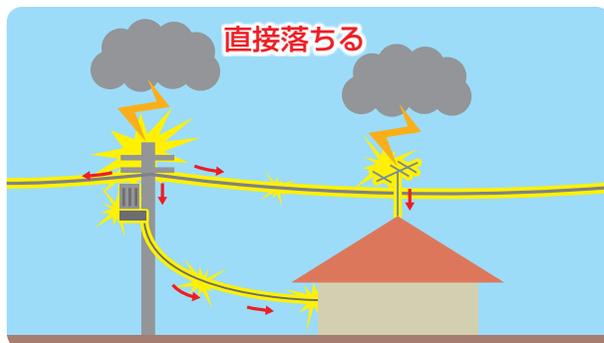


雷による被害を防ぐため、建物や電気を送るための設備などにはさまざまな対策がされていますが、完全に防ぐことはできません。

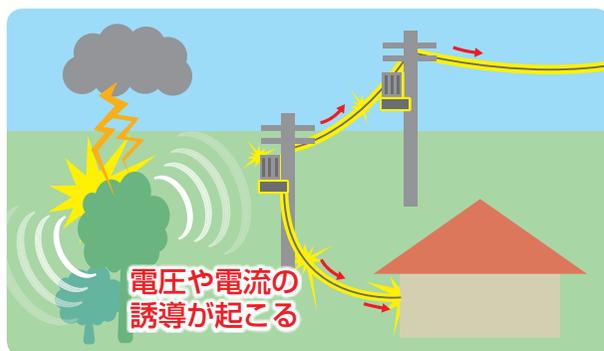
雷が家に入ってくる場合、どんなふうに入ってくるのかというと、大きく分けて3つのパターンがあります。

1つめは、電線や家のアンテナなどに雷が落ちて、それが直接家に入ってくる「直撃雷」によるもの、2つめは、家の近くの木や地面などに雷が落ちた時に、雷によって誘導された電圧や電流が電線に発生し、それが家に入ってくる「誘導雷」によるもの、3つめは、近くの建物に落ちた雷が、電線を通して逆方向に流れ込んで家に入ってくる「逆流雷」によるものです。

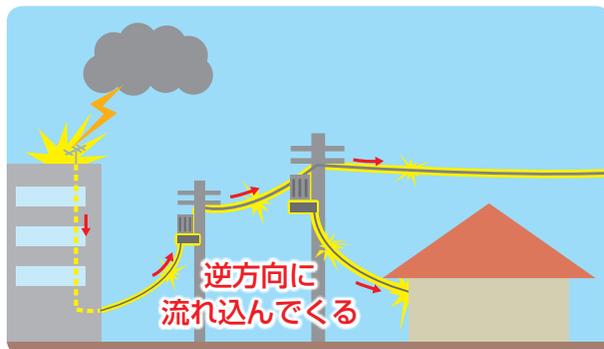
① 直撃雷



② 誘導雷



③ 逆流雷

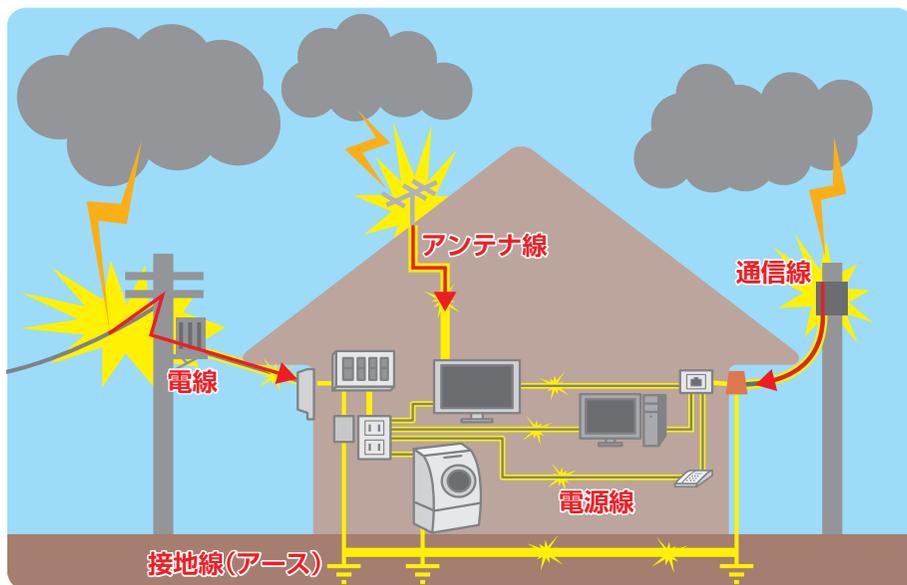


家のどこから入ってくるの？

雷は、電気を送るための電線、電話線、ADSLなどのパソコン用の通信線、アンテナ線などから一瞬にして侵入します。この雷は地面とつながっている接地線に抜けていく場合が多いのですが、その通り道に家電製品やパソコンがあると、それらに悪影響をもたらし、故障や誤動作を引き起こしてしまいます。

特に、電話、パソコン、テレビなどは、電源線と通信線の両方につながっている場合もあるので、雷の侵入経路が2倍になり、危険が増えます。

なお、近年導入が進んでいる光ファイバーケーブルは、シリコンガラスの繊維でできているため、雷の電気がその中を伝わってくることはありません。しかし、光ファイバーケーブルにつながっている機器の電源線や、光ファイバーケーブルを支えるために使われている金属製のワイヤーからは雷が侵入する可能性があるため、やはり注意する必要があります。



雷の侵入経路



ゴゴロモ

雷による建物の被害

避雷針のない時代には、高い建物に雷が落ちて焼失するという被害が起こっています。イタリアのベニスにある高さ約100mのサンマルコ寺院は、記録によれば1388年から1762年までに約10回も雷が落ちています。日本でも大阪城や二条城など多くの建物が雷で火事になっています。与謝蕪村も「雷に小屋は焼かれて瓜の花」という句を作っています。反対に、雷が高いところに落ちやすい性質を利用して、東京スカイツリーでは雷の電流観測(P.24)を行っています。

か でん せい ひん まも 家電製品を守るには？

パソコンや集積回路(IC)が組み込まれている電子制御の家電製品は、電圧の変化に非常に敏感です。これらを雷から守るために一番よい方法は、家電製品につながっているコードを、コンセントなどからすべて抜いてしまうことです。

しかし、いつ落ちるか分からない雷に備えて、すべての家電製品のコードを抜き差しするのは大変ですし、生活に支障がでできます。

家電量販店やホームセンターなどでは、雷によって発生する高い電圧を抑えることのできるアダプタやテーブルタップが販売されていますので、これをコンセントに取り付けて使用すると被害を減らすことができます。



ゴゴロメモ 日本における避雷針

建物などへの雷被害を防ぐための避雷針は、雷の正体が「電気」だということを確かめたことで有名なフランクリン(P.13)によって、1749年に発明されました。

日本では、江戸時代に雷や避雷針に関する知識が海外から伝えられていたことが、さまざまな文献に記載されていることから、江戸時代から避雷針が使われていた可能性があります。現存する日本最古の避雷針は、品川燈台(明治3年東京都港区に建設、現在は愛知県犬山市の「博物館 明治村」に移設)に取り付けられたものではないかといわれています。



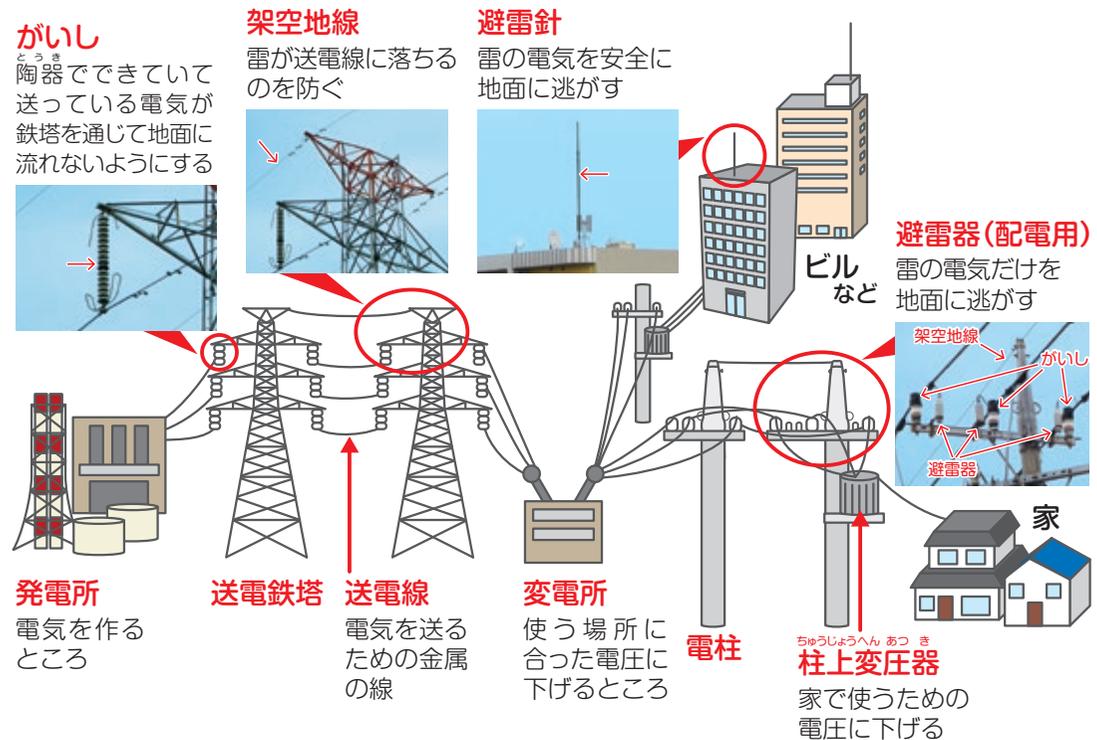
品川燈台に付けられた避雷針

写真提供：荘田崇人氏

でんりょく せつび たいさく 電力設備などにはどんな対策をしているの？

雷は高いものに落ちやすく、高い建物や送電線などは格好の標的になります。そのため、建物の上に「避雷針」と呼ばれる金属の棒を立て、それで雷を受け、雷の電気を安全に地面に逃がして、建物そのものや建物の中にある機器を守っています。送電線の場合は、送電線の上に「架空地線」と呼ばれる金属の線を張り、その線で雷を受け、鉄塔を通じて雷の電気を安全に地面に逃がして、送電線を守っています。

その他、変電所や電柱などには「避雷器」と呼ばれる、雷から電力設備を守るための機器をつけるなど、雷による被害を減らすために、さまざまな対策がされています。



ゴゴロメ 雷を交通整理

雷によって発生する高い電圧で、電気を送るために使われている変圧器などの機器が壊れるのを防ぐため「避雷器」が用いられています。避雷器には酸化亜鉛(ZnO)が使われていて、電圧が低い間は電気を全く通さないのですが、雷のような高い電圧が入ってくると、急に電気を通すようになるという変わった性質を持っています。この性質を利用して雷の電気だけを地面に逃がして、それ以外の電気は通常通り機器に送っています。

神話・伝説編

古代から「雷」は、人の知恵がおよばぬ巨大で神秘的なものとして、神様のしわざだと信じられ、世界各地に雷に関する神話や伝説が生まれました。

ギリシャ神話に出てくるゼウスは、武器として雷霆*を持ち、雲・雨・雪・雷などの気象を支配する神様として有名です。（*瞬時にして雷雲を呼び寄せ雷電を敵に落とすことができる武器）

日本においての雷は、縄文時代や弥生時代では水をもたらしてくれる自然の神様として崇められていました。しかし、奈良時代や平安時代にかけて都市化が進んでくると、農耕に直接かわりがない都市に住む人が増えま

した。その結果、雷は水をもたらす神様から、自然災害を引き起こす恐ろしい神様とみなされるようになりました。

東京都内最古のお寺である浅草寺の正面入口は、通称「雷門」と呼ばれていますが、正面に向かって右側に風神像、左側に雷神像が安置されていることから、正式には「風雷神門」といいます。雷門は、鎌倉時代以降に現在の場所に移築され（現在の雷門は昭和35年に再建されたもの）、そのとき初めて風神像と雷神像が、風水害や火災にあわないよう、また自然災害から作物を守る神様として、奉安されたといわれています。

ことば編

「雷」は夏の季語ですが、雷と同じような意味で使われている「稲妻」は秋の季語です。それは、稲が実る秋に雷が多く鳴るということや、雷が多く鳴る年は稲が豊作になるといわれているからです。このことから、雷と稲は密接な関係があるとされ、稲のつま（夫・妻：古くは夫婦や恋人が互いに相手を呼ぶ言葉で男女関係なく“つま”と使った）で、「稲妻」と呼ばれるようになりました。

また、「エクレア」というお菓子はフランス語で「稲妻・光・閃光」を意味する言葉です。この由来には諸説あり、中のクリームがはみ出さないよう稲妻のように素早く食べないといけないからという説と、焼きあがると生地の上に稲妻のような裂け目ができることからという説があります。



第4章

かみなり

けんきゅう

雷の研究あれこれ



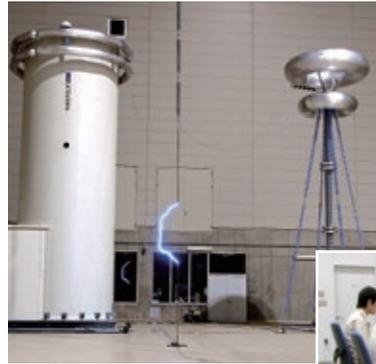
いつどこに落ちるのか分からない「雷」
その被害を最小限に食い止めるためにも
雷の研究は大変重要です
ここでは、みなさんの家庭に安定して
安全に電気を届けるために
電力中央研究所が取り組んでいる
雷の研究について紹介します



どなたとこで研究しているの？

電力中央研究所では、神奈川県横須賀市にある電力技術研究所や、栃木県那須塩原市にある塩原実験場で、雷に関する研究を進めています。

また、実際の雷を観測するため、風力発電所や東京スカイツリーなどに観測装置やカメラを設置して、いろいろなデータをとっています。



電力技術研究所（神奈川県横須賀市）

主な研究内容

- ▶ 雷被害を防ぐ機器の性能評価
- ▶ 雷放電のメカニズムの解明

研究に使う主な装置

大電流発生装置
高電圧発生装置

人工雷発生装置

- ▶ 最大260万ボルトの電気をためて雷を発生させることができる



塩原実験場（栃木県那須塩原市）

主な研究内容

- ▶ 家や送配電線などの雷被害を防ぐための技術開発
- ▶ 風車の羽の雷被害防止対策

研究に使う主な装置

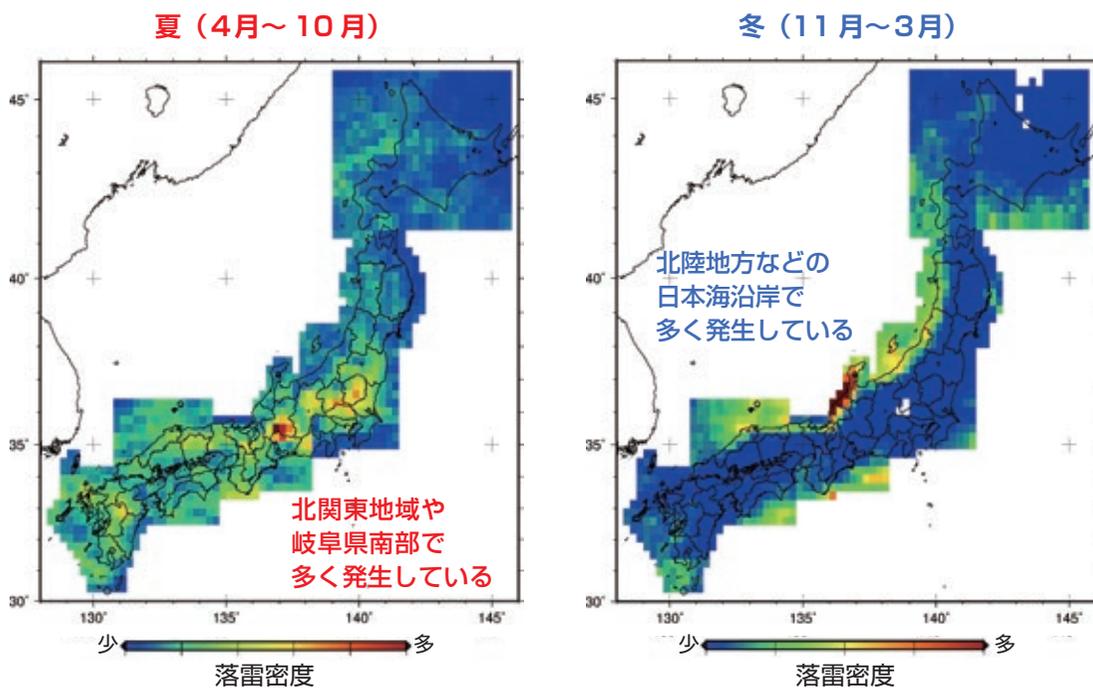
人工雷発生装置

- ▶ 最大1200万ボルトの電気をためて雷を発生させることができる
- ▶ 高さ 50メートル
- ▶ 電気をためるコンデンサ 80 個

データを集めて特性を調べる

雷は、季節によってさまざまな特徴があります。電力中央研究所では、全国の電力会社と協力して、1992年から2013年までの雷のデータを蓄積した「雷データベース」を作り、日本の雷の特性を明らかにしてきました。

下の図は、わが国でどれぐらいの数の雷が落ちるのかをまとめた地図です。夏は北関東地域や岐阜県南部などに多く、冬は北陸地方などの日本海沿岸で多く落雷が発生していることがわかります。



日本の落雷密度マップ(2009年～2013年の平均値)



ゴロゴロめ めずらしい雷

雷は、雷雲によって起こるものだけではありません。火山が爆発した時にも噴煙の中で雷が起こることがあり、「火山雷」と呼ばれています。また、巨大な竜巻が発生した時にも、雷が起こることがあります。

その他にも、雷雲の上部から宇宙(電離層)に向かう数十kmにわたる巨大な発光現象が近年発見され、そのメカニズムを解明するための研究も各研究機関で進められています。

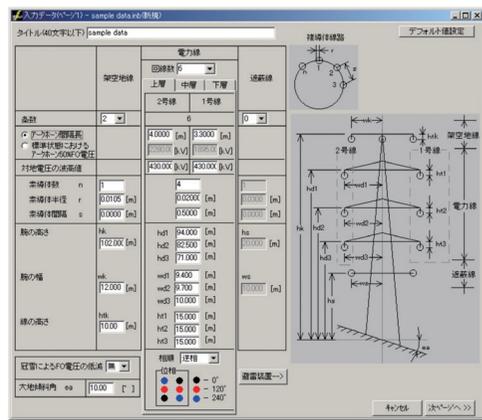
安全に電気を送る

停電の原因の第一位は「雷」によるものです。電力中央研究所では、落雷したときに行う送変電設備の巡視や点検の省力化のため、落雷した位置を高精度で特定でき、雷のエネルギー推定もできる新しい落雷位置標定システムの開発を行っています。また、雷による送電線の事故率を予測するプログラム(LORP)の開発や、送電線・発電所・配電線などの電力設備の耐雷設計手法をとりまとめたガイドの作成など、雷から電力設備を守り、安全に電気を送るための研究に取り組んでいます。

その他、雷が落ちた場所のまわりに発生して建物の中にある電子機器に影響を与える恐れのある「電磁界」を予測できるプログラム(VSTL REV)を開発し、効果的な雷被害対策に役立てられています。



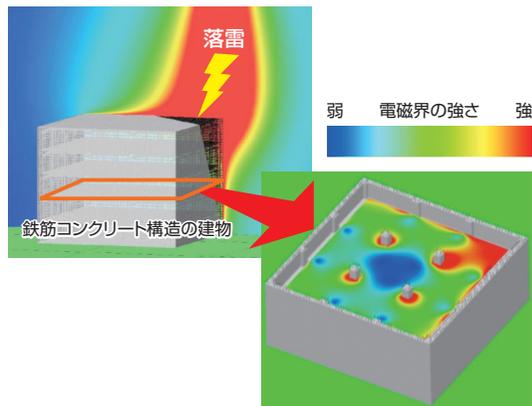
開発中の新型落雷位置標定システム



送電線雷事故率予測計算プログラム (LORP)



耐雷設計ガイド



電磁界解析プログラム(VSTL REV)

でんりょくせつび たてもの まも 電力設備や建物をを守る

近年、自然エネルギーによる発電が注目され、風力発電設備が各地で多く建設されるようになり、それらの雷被害も増加しています。

電力中央研究所では、風車に雷が落ちる様子の観測や、雷が落ちたときに風車に流れる電流の測定、また風車の羽根に人工的に雷を落とすモデル実験などを行い、雷被害を効果的に防止するための研究を進めています。



風車への雷撃観測例

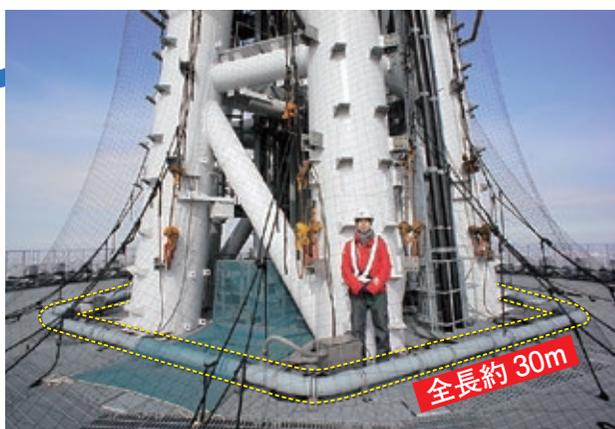


風車の羽根への雷撃実験

その他にも、東京スカイツリーの天望回廊(450m)よりさらに高い497mの場所に、雷を観測する装置(ログスキーコイル)を設置しています。この高さの建物に設置されている雷観測装置は世界でも例がなく、全長約30mもある大きなコイルで東京スカイツリーに落ちる雷の電流を測定し、電力設備や高いビルやタワーなどにおける雷被害対策や、いまだ解明されていない雷の特性を明らかにするための研究にも取り組んでいます。



東京スカイツリー®



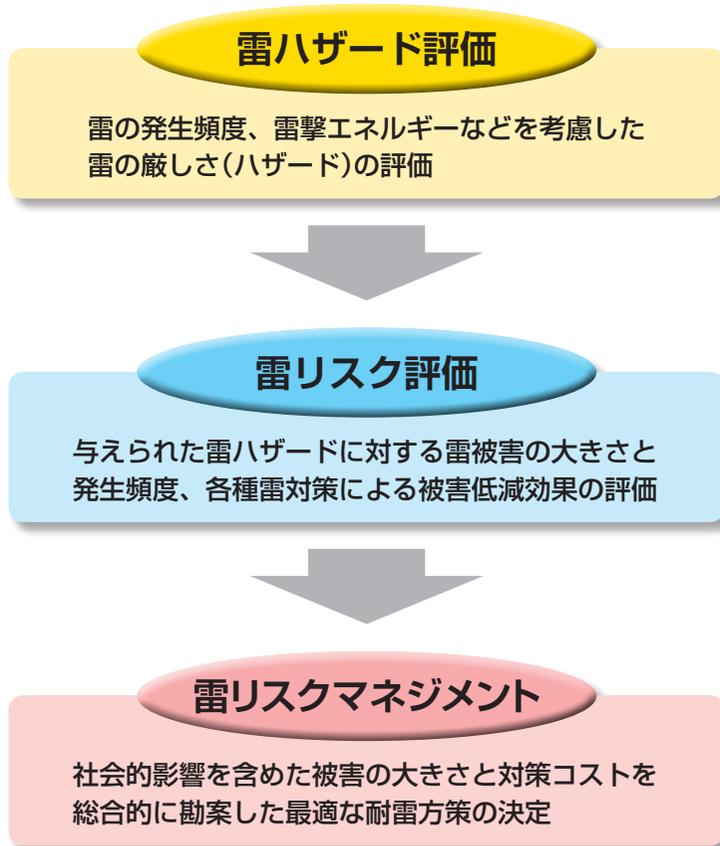
ログスキーコイル(497m 地点)

約30mの塩ビ製のパイプの中に雷の電流を測定するための2種類のコイルが入っています

効果的な対策の決定

雷被害の対策を効果的に行うためには、被害の大きさ(リスク)と対策にかかる費用(コスト)の両方を考える必要があります。

電力中央研究所では、こうした考え方(雷リスクマネジメント)を提案しており、それを具体化するための研究を進めています。



雷リスクマネジメントのプロセス



ゴゴメモ 鰯

魚へんに雷と書いて「鰯」、この漢字が読めますか？これは「ハタハタ」と読み、秋田県で冬にとれる魚です。日本海沿岸では冬に雷が鳴り、ハタハタは雷の鳴る冬によくとれるので、このような字になったようです。また、北陸地方では、冬に鳴る雷を「ブリ起こし」とか「雪起こし」と呼ぶことがありますが、これも雷の鳴る冬にブリがよくとれることや、雪雲に伴って雷が鳴ることから名付けられたものです。

あとがき

ベンジャミン・フランクリンが、雷が電気であることを発見してからすでに250年以上たっていますが、いまだに雷には分からないことが多く残されています。

電力中央研究所では、雷の観測・模擬実験・解析など、広い観点から研究を進め、電力設備の雷被害の防止に努めてきました。

しかし近年、社会の高度情報化が進む中、電子回路やコンピュータなどの低電圧機器の雷被害が、年々深刻化してきています。

また、地球環境問題への対応として、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーによる発電設備が増加しており、これらの雷被害対策技術の確立が求められています。

電力中央研究所では、これらの問題を解決するため、今後もさらに研究活動を進めていきます。

YouTube

『雷のふしぎ』



電力中央研究所では、雷ができるしくみや雷から身を守る方法、家電製品や電力設備を雷から守る研究などの解説映像を作成しています。

この映像はYouTubeの「電中研チャンネル」からご覧いただけます

YouTube 電中研



ぜひ
チャンネル
登録してね!

一般財団法人 **電力中央研究所**

<https://criepi.denken.or.jp/>

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1 (大手町ビル7階)

お問い合わせはホームページから



一般財団法人電力中央研究所は1951年に創設され、電気事業を通じて広く社会に役立つ研究開発に取り組んでいます。

これからも物事の理の究明に誠実に取り組むとともに、電気事業のその先にある社会へ常に思いを致し、研究成果を創出・発信していきます。

当所の研究成果や、その他の刊行物はホームページでご覧いただけます。

<https://criepi.denken.or.jp/>

発行：一般財団法人 電力中央研究所 広報グループ