

太陽光発電の普及・促進の影で

事業用太陽光発電施設に関する問題編

住宅用太陽光発電システムの電圧上昇抑制問題編

太陽光発電システムに関わる基礎知識編

2014年5月6日

NPO 法人 太陽光発電所ネットワーク

調査研究室 主任研究員

中部地域交流会 世話人・相談員

吉田 幸二

目次

1. まえがき	7
2. 問題・課題	8
電圧上昇抑制について	8
①事業用太陽光発電施設	10
②住宅用太陽光発電システム	12
3. 事例	13
①事業用太陽光発電施設の事例	13
事例1：岐阜県中津川市	13
事例2：愛知県春日井市	14
事例3：愛知県春日井市	15
事例4：愛知県名古屋市	17
②近くにできた事業用太陽光発電施設(野立て)の設置事例	18
事例5：愛知県春日井市	18
③住宅用太陽光発電システムでの電圧上昇抑制の事例	23
事例6：静岡県	23
事例7：岐阜県	26
事例8：愛知県	27
経過	27
概要	31
電力会社による測定器の取付場所と測定内容等	31
測定器の取付状況	32
電力会社提供の測定データ検証	33
電力会社の測定日の天気概況と発電力量	48
まとめ	49
4. 問題・課題解決への提案	50
①事業用太陽光発電施設に関して	50
環境アセスメントの対象事業へ	50
事業用太陽光発電施設建設のガイドライン策定	50
光害対策ガイドライン改定	51

電力会社側の幹線接続検討	51
②家庭用太陽光発電システムに関して.....	52
電力会社からの供給電圧について	52
系統連系保護装置認証基準の改定	52
電圧上昇抑制の低減・削減	52
電圧上昇抑制の未然防止	53
設置前調査	53
屋内配線側対策	53
電気事業者側対策	53
標準化.....	53
トラブル対応について.....	55
費用負担について.....	56
住宅への引込について	56
再エネ発電促進賦課金及び太陽光発電促進付加金について.....	56
③系統情報について.....	57
④電力の需要と供給と普及促進政策について.....	58
⑤系統連系の判断基準や連系接続先	59
⑥買取制度における地元への利益の循環.....	59
⑦発電事業者の適正な負担.....	59
5. 資料.....	61
国土交通省住宅局建築指導課	61
国住指第4936号 平成23年3月25日	61
国住指第1949号 平成23年9月30日	62
建築基準法施工令 第9章 工作物 第138条（工作物の指定） 抜粋	63
環境アセスメント 抜粋	64
国土交通省	64
愛知県 環境アセスメント 抜粋	67
光害対策	68
環境省 光害対策ガイドライン 抜粋.....	68
JPEA 太陽光発電協会 太陽光発電システムの反射光トラブル防止について	69
経済産業省	70
北海道における大規模太陽光発電の接続についての対応.....	70
沖縄本島における太陽光発電の接続についての対応	70
メガソーラー接続時の工事負担	70
連係や電圧上昇抑制に関する電力会社のパンフレットの抜粋.....	72
東京電力	72
中部電力	72

関西電力	73
電圧上昇抑制に対する電力会社の対応等	73
太陽光発電大量連系に伴う電力会社の対応について.....	74
電力会社による低圧配電線の事例.....	75
愛知県春日井市①.....	75
愛知県春日井市②.....	78
愛知県小牧市①	85
愛知県小牧市②	87
愛知県小牧市③	90
自治体等による太陽光発電施設設置等に係る条例や規制等.....	93
秋田県由利本荘市.....	93
福島県.....	94
茨城県那須郡那須町	94
山梨県南都留郡忍野村.....	94
山梨県南都留郡富士河口湖町.....	95
長野県佐久市	96
石川県金沢市	96
静岡県宇都宮市	97
兵庫県神戸市	97
福岡県福岡市	97
大分県由布市	98
大分県市長会	99
内閣官房地域活性化統合局 内閣府地域活性化推進室(長野県提案).....	100
使用した測定器等	101
電力会社の使用測定器.....	101
日置 クランプオンテスタ 3168	103
web カメラによる電圧上昇抑制の記録.....	104
三和電気 DIGITAL MULTIMETER PC510.....	105
DIGITAL MULTIMETER とビデオカメラを利用した簡易的な測定観測方法	106
準備編.....	106
測定観測編.....	106
まとめ編.....	106
測定器の測定データの相関(器差)等について	107
日置 検定済測定器 : 電力会社測定器	107
日置 検定済測定器 : 未検定測定器.....	108
吉田家の住宅用太陽光発電システム	109
概要図.....	109
パソコン	110
整定値.....	110

太陽光パネル	111
6. 太陽光発電システムに関わる基礎知識.....	112
①電気の基礎知識	112
電気.....	112
電子と電荷.....	113
銅の原子構造	114
電子と電流の向き	115
導体と絶縁体	116
電流.....	117
直流	117
交流	118
交流の実効値	119
電圧.....	120
抵抗.....	121
直列接続の合成抵抗.....	121
並列接続の合成抵抗.....	121
直並列接続の合成抵抗	121
オームの法則	122
電力と電力量	123
ジュール熱.....	124
ジュールの法則	124
ジュール熱による損失	124
ジュール損	125
まとめ.....	125
変圧器	125
原理	125
変圧、巻数、変流の関係	126
②送電・配電の基礎知識	127
送電・配電の概要.....	127
高い電圧で送電する理由	128
開閉器	129
電圧自動調整器	130
電圧自動調整器(SVR)	130
電圧自動調整器(TVR)	132
柱上変圧器.....	133
自動電圧調整型柱上変圧器.....	134
需要変動に伴う幹線の電圧変動.....	135

配電・配線.....	136
単相 3 線式.....	136
低圧三相 3 線式.....	136
電気引き込み.....	137
配電盤.....	138
③配線材の基礎知識.....	139
柱上変圧器や低圧配電線から引込線取付点までの配線材.....	139
パワコン～配電盤～引込線取付点までの配線材.....	140
配線材資料.....	141
CV ケーブル.....	141
VVR ケーブル.....	143
DV ケーブル.....	144
電圧降下の計算式.....	145
④電圧上昇抑制問題に関する基本知識.....	146
⑤同一バンク(変圧器)問題に関する基本知識.....	154
⑥変圧器越えでの逆潮流について.....	156
変圧器と回路.....	156
変圧器の等価回路.....	156
変圧器越えでの逆潮流について.....	159
⑦パワコン.....	163
太陽光発電システムにおける役割.....	163
変換効率.....	163
パワコン比較.....	164
7. 著作権、免責事項とお願い.....	166
8. 引用・出典先等について.....	167
9. 著者.....	168
10. あとがき.....	168
11. NPO 法人太陽光発電所ネットワーク.....	169

1. まえがき

再生可能エネルギー買取制度などの普及・促進政策により飛躍的に事業用太陽光発電施設や住宅用太陽光発電システムの設置件数が伸びています。それに伴いさまざまな問題や課題が発生しています。

事業用太陽光発電施設に関しては経済産業省には行政責任があります。建築基準法の緩和条件(告示 1002号発布の経緯)によると、「電気事業法において安全性が担保されることを前提に建築基準法施行令を改正し、準用対象としないこととする」となっていますので、電気事業法がカバーしていない部分については、そのことを経済産業省と国土交通省で確かめて、必要な法改正を行い、公共の福祉に資するべきということになります。特に野立て^{注1}の事業用太陽光発電施設の建設には法改正等により開発許可が不要であったり、チェックや監視の目が届かなく、地域住民不在の状態に進んでいる場合もあります。今回、確認できた事例は冰山の一角と思われれます。既に一部の自治体では地元協議を義務付ける規制や住民に与える影響と景観等に関する規制も始まっています。早急に関係省庁と自治体が協力して現状調査を行い、法や条例等に不備・不足があれば早急に改正の検討が強く望まれます。ご紹介する事例の中には事業用太陽光発電施設の建設前から建設後のフォローまで地域住民との間で話し合いが持たれてスムーズに進んだ案件も含まれます。

住宅用太陽光発電システムに関しては、太陽光発電協会(JPEA)、電力会社、電圧自動調整器や変圧器などの幹線機器メーカーやパワーコンディショナー(以下パワコン)メーカーなどが協力し、太陽光発電により発電された電力が電圧上昇抑制で制限されることがなく、できる限り有効に活用されるように法や規則等の改正とともに早急な対応が必要です。

このレポートで現状確認されている諸問題とそれを解決するための制度及び技術的な提案を記します。



出典：GATAG(<http://free-images.gatag.net/>)

尚、一般の方向けに電気、送電・配電、配線材、電圧上昇抑制問題や同一バンク(変圧器)問題に関する基礎知識編を巻末に記載しましたので参照ください。

以上

*1 土地に自立して設置するタイプ

2. 問題・課題

電圧上昇抑制について

太陽光発電システムは連系接続先である電力会社の配電網の需要や供給の変動に伴った電圧変動により、電圧上昇抑制が発生する可能性がありますので、電圧上昇抑制について簡単に説明します。

「電圧上昇抑制」とは？ ⇒ 呼んで字のごとく、「電圧」の「上昇」を「抑制」することです。

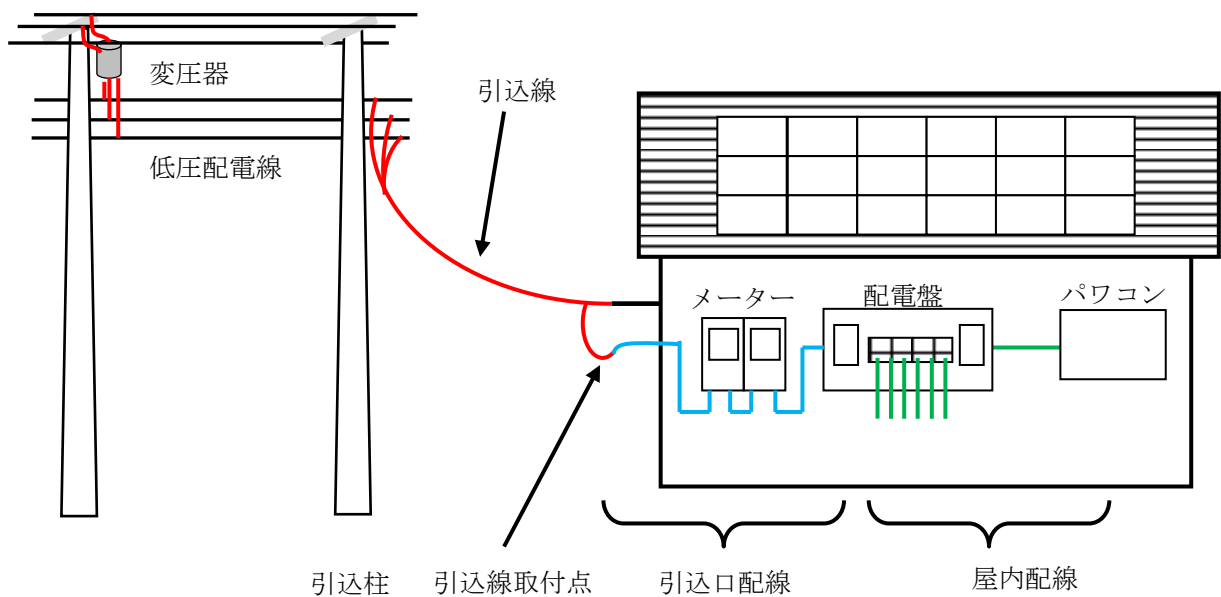
何処の「電圧」？ ⇒ パワコンの出力電圧です。

何故「上昇」するのか？ ⇒ 電気は水の流れと同じで水位(電圧)が高い方から低い方に流れます。余剰電力等を逆流によって電力会社の系統側へ流すには、電力会社からの供給電圧より電圧を高くする必要があります。電力会社が配線する変圧器から引込線取付点^{*1}、設置者側が配線する引込線取付点から配電盤、配電盤からパワコンまでの配線材にはそれぞれ抵抗成分があり、電流を多く流そうとするほど電圧上昇します。

パワコンの出力電圧(V)=配線材の電圧上昇分(V)+電力会社からの供給電圧(V)

パワコンの出力電圧(V)=配線材の抵抗分(Ω)×電流(A)+電力会社からの供給電圧(V)

何故「抑制」されるのか？ ⇒ 家庭用の低圧については電気事業法によって $101 \pm 6V$ と「規定の電圧」が定められており、この値を逸脱しないこととなっています。これにより電圧が高くなりすぎて家電が壊れる、電圧の低すぎによる誤動作のないようになっています。電力会社は屋内配線と通って末端にある電気機器までの電圧降下を考慮して高めの電圧で配電しています。パワコンの整定値も同様に家屋内の電圧が高くなりすぎないようにする設定(制限)であり、メーカー出荷時の設定は $107V$ が一般的です。



*1 受電点とも言い、電力会社と電気契約者(需要者)との責任分界点でもある。

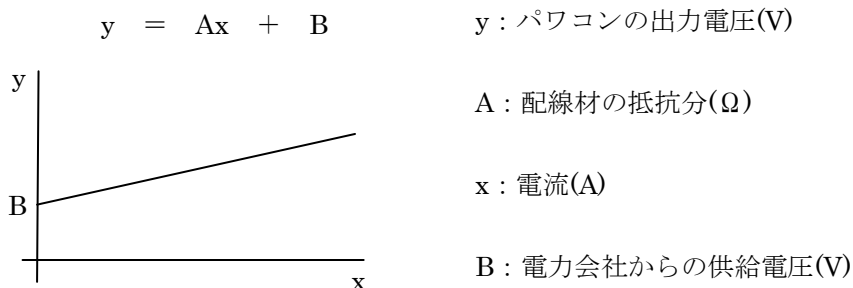
「規定の電圧」はどの「地点」での値か？ ⇒ 本来は引込線取付点ですが、条件が整えば引込柱としてもよいと「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に記述されています。

電力会社からの供給電圧が 101V でパワコンの出力電圧が 103V であれば問題ありませんが、供給電圧が 107V ぎりぎりの場合は、パワコンは規定値に収まるよう出力を制限して 107V よりも高い電圧を発生することを抑制します。すると、電力会社からの供給電圧よりもパワコンが同電圧ないしは低電圧となり電気の移動が起きないので「電気が売れない！」という事態に陥るのです。

$$\text{パワコンの出力電圧(V)} = \text{配線材の抵抗分(}\Omega\text{)} \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)}$$

この式、何処かで見た(習った)気がしませんか？実は中学校で習った一次関数($y = Ax + B$)の式そのものです。

$$\text{パワコンの出力電圧(y)} = \text{配線材の抵抗分(A)} \times \text{電流(x)} + \text{電力会社からの供給電圧(B)}$$



しかし系統連系した太陽光発電システムの場合はパワコンの整定値という上限の条件が付きます。

$$\text{パワコンの出力電圧(V)} = \text{配線材の抵抗分(}\Omega\text{)} \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)} \leq \text{整定値(V)}$$

天気の良い昼 12 時頃、発電による電流(A)を一定と仮定すると電圧上昇分の電圧(V)も一定となるので、その時に工場等が昼休憩になり設備が停止することで高圧幹線の需要(電流)が減り電圧が上昇(電流が減る分、電圧降下が減少)、それに伴って変圧器から供給される低圧の電圧も上昇する。その場合、パワコンの出力電圧はそれに伴って上昇することになり、場合によっては整定値まで到達して電圧上昇抑制となります。

同様に太陽光発電システムで発電することは需要を減らすことに繋がり、幹線の電圧上昇に少なからず影響します。

同じ 3.0kW の発電量(≒100V30A の電流)であっても抑制が掛かる時と掛らない時、1.7kw と少な目の発電量(≒100V17A の電流)であっても抑制が掛る時があるのは太陽光発電システム単体の問題ではなく、変圧器からパワコンまでの配線材の抵抗分で発生する電圧上昇と需要の変動に伴う電力会社からの供給電圧の上昇が大きく絡む問題です。

① 事業用太陽光発電施設

野立て

1. 公害、自然環境への影響

- ・擁壁固定用の生コンクリートの河川への流出
- ・余剰土砂の河川への不法投棄
- ・雑草防止のためのコンクリート施工による

雨水の用水路への流れ込みによる下流域への影響

輻射熱による周辺温度上昇

2. 擁壁や PV システムの構造安定

- ・隣接する河川や土地との境界に設置する擁壁や PV システムの加害物化の可能性

3. 住環境への影響

- ・建設及び工事に関する地域住民に対する非通知問題(不信感、騒音)
- ・パソコンや換気ファンによる騒音
- ・パソコン稼働によるラジオノイズ(電磁波)の発生
- ・太陽光パネルからの反射光による光害
- ・高圧幹線への直接送電に伴う電圧変動が同じ幹線に変圧器を通して接続されている住宅用太陽光発電システムへの電圧上昇抑制という形での影響

事業用全般

1. 幹線占有問題

- ・市街地などで需要に見合わない大規模な太陽光発電施設が高圧(6,600V)に系統連系されると、高圧幹線の電圧が上昇してしまい、後発で売電事業を計画しても系統連系ができない。

2.買取制度の問題

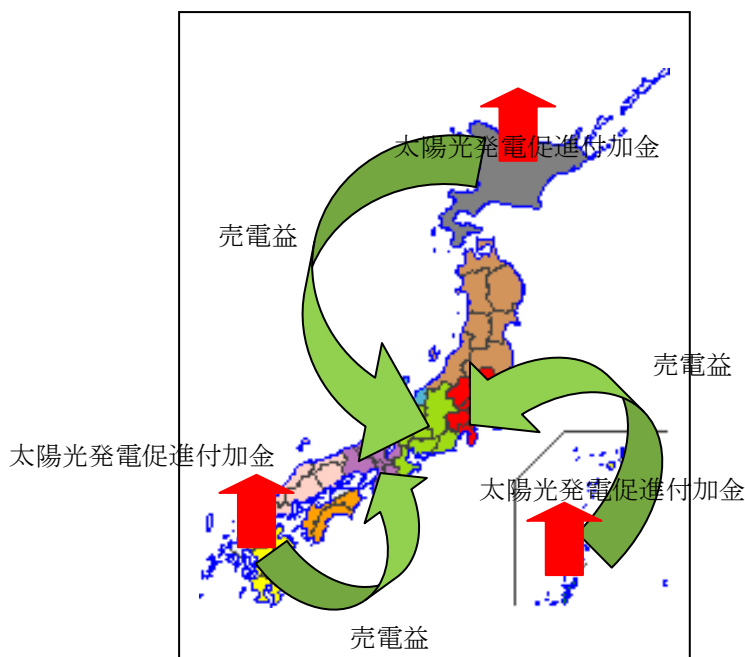
・現行の買取制度では太陽光発電促進付加金(太陽光サーチャージ)として、電力会社毎に買い取った量に応じて電力会社管内の需要者が一定の割合で負担することになっています。

太陽光発電促進付加金の特徴(抜粋)

「太陽光発電促進付加金の単価は、お住まいの管内の電力会社が買い取る費用の総額によって異なるため、電力会社ごと、年度ごとに変わります。」

http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html

資金力などがある大都市圏の企業が、電力会社管轄を超えて大規模太陽光発電施設を建設して運用する場合、建設や保守を請け負う地元企業に多少の利益の循環や雇用の機会はあるものの、売電益のほとんどが企業の本社など所在地へ流れてしまうために発電事業所のある電力会社管内への利益の循環がほとんどされず、メガソーラーなどで太陽光発電の普及とともに太陽光発電促進付加金による地元の負担だけが増えていきます。管内の一般の需要者(家庭や事業所)はインフラを使用するための需要者としての基本料金などを負担しているが、電力会社管轄を超えて事業を行う者は、インフラを使用するための需要者としての基本料金などを負担していない場合が多い。これは電力会社管轄を超えない場合であっても同様である。



出典：「電力会社」ウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)

②住宅用太陽光発電システム

同一バンク(変圧器)における電圧上昇抑制

- ・後発の住宅用太陽光発電システム設置者への電圧上昇抑制改善の為の幹線機器の改修費用負担
- ・既存(先行)の住宅用太陽光発電システム設置者の置き去り(整定値が低く設定されている可能性があり電圧上昇抑制が出易い)

電圧上昇抑制と整定値

- ・幹線全体の需要の変動、低圧配電線、引込線、引込口配線や屋内配線に起因する電圧上昇抑制
- ・住宅用太陽光発電システムの設計、販売、施工する方や住宅用太陽光発電システムの設置者の知識、スキル等

事例で後述する野立ての事業用太陽光発電施設の多くは、住民への事前の説明や工事案内などがなく地域住民不在で建設が進められており、光害・騒音・電磁波(ラジオノイズ)が建設後に問題になっています。

又、野立ての施設は建築基準法の準用外の場合が多く、「光害などを自治体の建築指導課等へ問い合わせでも対応していただけない」とある自治会役員。

太陽光発電の普及・促進の影で上記のような様々な課題・問題が存在します。

3. 事例

① 事業用太陽光発電施設の事例

事例 1 : 岐阜県中津川市

2013年9月5日 環境フェスタ中津川の太陽光発電所ネットワークのブースにおいて、次の相談を受けた。

「メガソーラーができて、車などで通るときに AM ラジオがノイズで聞こえなくなる、太陽が西に傾いているときに反射光が眩しい、ファンか何かの音が大きいけど問題はないのか？」



環境フェスタ中津川の閉会後に立ち寄った現場

2013 年春頃 太陽光発電所稼働

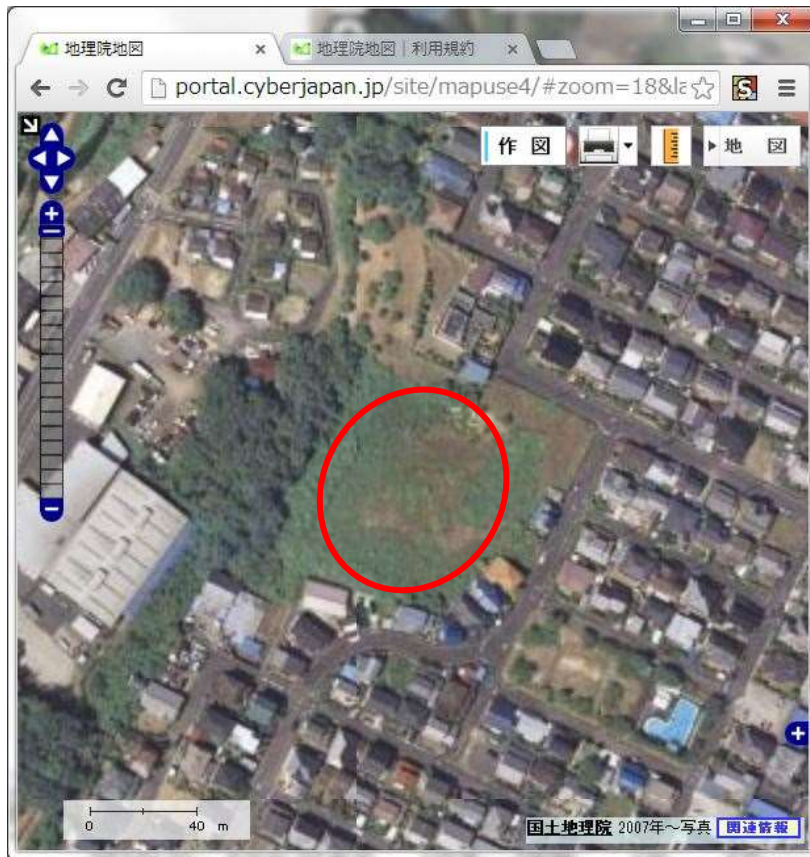
道路を奥から手前に AM ラジオを流してゆっくり走行したところ、パワコンに近づくにつれてノイズが大きくなり、パワコンの横では音声がほとんど聞き取れなくなりました。

変圧器かパワコンのどちらからの発生かは確認できませんが、ファンの作動音が隣接する道路でも大きく聞こえた。

道路を南東から北西に向かって下っていく方向に移動した場合、太陽光パネルが道路面より低い位置であるため、太陽が西に傾くと左斜め前方から歩行者や車両乗車中の人に反射光が入る可能性があります。

周辺で聞き取り調査を行ったところ、以前は牧草地であった。施設ができた後に雑草防止のために敷地全面にコンクリート施工された。それにより雨水が全て用水路へ排出され下流域への影響の可能性や輻射熱により周辺温度の上昇の可能性があります。

事例 2 : 愛知県春日井市



<http://goo.gl/maps/eTluN>

2012 年年末 工事開始

住民が工事業者(電気工事に来た中部電力系のトーエネックと思われる作業者)に聞いたところ、問題ないとのこと。(中部電力が言うのだから問題ないだろうと思った)



施設全体

2013 年 3 月頃 稼働

7～8 月は 15 時過ぎから 2～3 時間、反射光が住宅の西面に当たるようになり、暑く感じるようになった。聞き取りを行った 9 月末の時点では太陽の軌道が変わったため反射光は住居に当たらない。

事例 3 : 愛知県春日井市

建設前から住民との間で話し合いが持たれて進められて事例です。



<http://goo.gl/maps/291Tl>

2013年4月 第1回説明会開催

2013年5月 第2回説明会開催

2013年6月 造成開始

2013年7月 本体工事開始

2013年8月 完成



施設全体



直射する太陽光と太陽光パネルからの反射光

架台への太陽光パネルの取り付けが始まったことで、一部の住居に反射光が照射するととなり、住民から眩しいとの苦情がでました。

現在、工事業者による住民への反射光の状況の確認と対策に対する要望の聞き取りを実施・対応中です。

2013年12月中旬 苦情のあった一部の住宅への対策が行われました。



事例 4 : 愛知県名古屋市



<http://response.jp/article/2011/06/11/157805.html>

<https://goo.gl/maps/TRloy>

2011年、中日本高速道路（NEXCO 中日本）が名古屋第二環状自動車道の植田地区、有松地区、鳴海地区の3か所に太陽電池モジュールを合計 9500 枚、約 2MW の太陽光発電施設を運用開始。

2013年、近隣の事業者が自社工場の屋根で売電事業を計画したが、電力会社から中日本高速道路の発電施設と同じ幹線系統のため売電では接続できないと連絡あり。これは市街地において需要に見合わない大規模太陽光発電施設が設置され、高圧幹線(6,600V)に連系接続されたことで、配電用変電所からの同一幹線又同系統では他の売電からの受け入れができないほどに、高圧幹線の電圧が上昇してしまっている考えられる。

②近くにできた事業用太陽光発電施設(野立て)の設置事例

太陽光発電システムが設置してある住宅に接続している引込線、柱上変圧器の上流が同じ高圧幹線であり、電柱1本下流側の事業用太陽光発電施設から直接送電されるが、他に電力消費をする工場などがないため送電される高圧の電圧変動の影響を直接的に受ける可能性があります。

事例5：愛知県春日井市



<http://goo.gl/maps/3EH47>

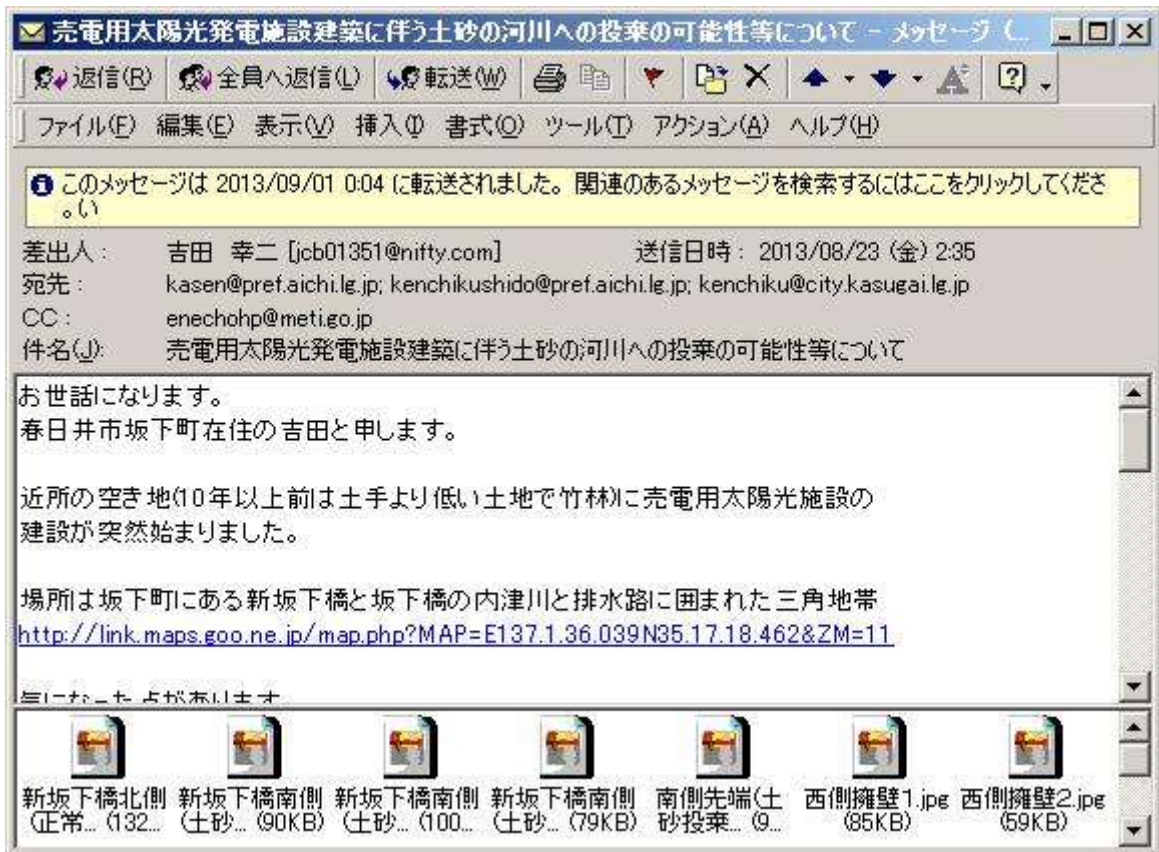
周辺は市街化調整区域。～1990年代は雑木林、2003年頃に飲食関係の施設建築の為に開発申請がされたが、擁壁等の問題で計画が頓挫したらしいと住民の方に聞いた。

2013年に入ってから擁壁工事が再開され、夏頃には擁壁工事のために一時山積みされていた土を崩して整地が始まった。

2013年8月18日以降、支柱(仮設足場用単管同等)を打ち込み始めた。かなりの騒音が数日続いたが、擁壁工事及び整地作業に関しては周辺住民への連絡などは無く日中の騒音に悩まされたとのこと。

2013年8月20日には支柱の打ち込みがほとんど終わり、敷地の南端で架台と太陽光パネルの取り付けが始まった。その時始めて周辺住民が事業用太陽光発電施設の建設であることを知った。

2013年8月20日以降におかしいと思われる状況について写真撮影し、愛知県及び春日井市の管轄部署に数回にわたり連絡した内容を下記に示します。



2013年8月23日 愛知県、春日井市と CC で経済産業省へ送信した最初のメール

堤防道路及び法面への土砂の投棄、擁壁用コンクリートブロック放置、擁壁用コンクリートブロックの隙間から土の流出、河川への生コンクリート流出、私有地の盛土の市道への流出、堤防道路の封鎖・占有



施設全体



施設北側道路面(敷地内盛土の市道への流出)



新坂下橋南側(土砂投棄)



新坂下橋南側(土砂投棄).



新坂下橋南側(土砂投棄)



南側先端(土砂投棄)



西側擁壁(神屋川への生コンクリート流出)



西側擁壁(神屋川への生コンクリート流出)



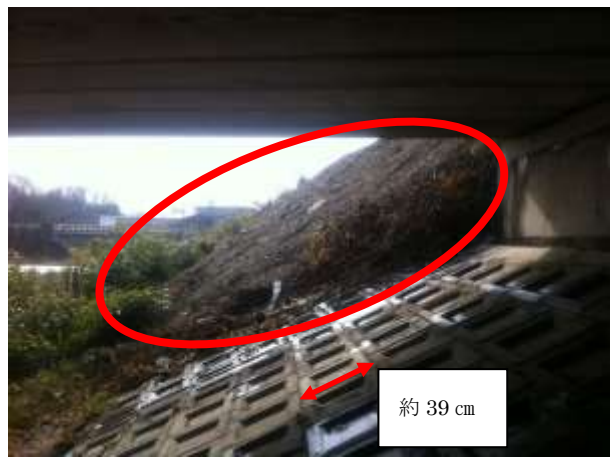
西側擁壁(隙間からの土の流出)



堤防道路(擁壁用コンクリート製ブロック放置)



堤防道路封鎖・占有



新坂下橋南側(土砂投棄)

神屋川への生コンクリート流出及び敷地内盛土の市道への流出については春日井市の指導により、是正されました。

2014年5月6日現在、

- ・市道への流出した盛土の撤去はされたが恒久的な対策は未実
- ・パネル下を車両(ガソリンなどの危険物、可燃物)の車庫として利用



- ・河川(堤防道路含む)に投棄された土砂、コンクリート製ブロックは未撤去
- ・2m を超える擁壁だが建築基準法に適応しているか市では確認できていないとのこと
- ・柵による堤防道路の封鎖・占有状態



国土地理院に地図に堤防道路が記載



A点の現況



B点の現況：雑草が生い茂るが
いたって正常な状態



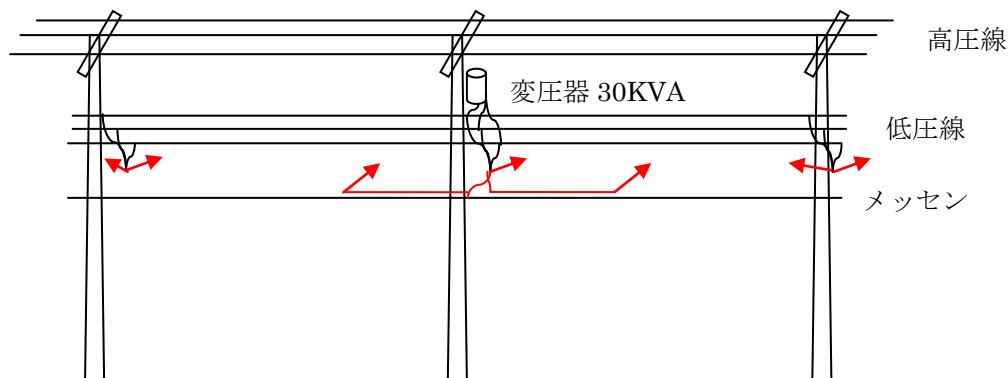
C点の現況

③住宅用太陽光発電システムでの電圧上昇抑制の事例

事例 6 : 静岡県

既存(先行)の住宅用太陽光発電システム設置者の置き去り

同一変圧器への 2 軒目の住宅用太陽光発電システムが接続されたことにより、以前から設置されていた住宅において電圧上昇抑制が発生するようになった。



具体的な内容

2008年1月 1軒目 既設住宅に太陽光発電システム(パネル容量 5KW パワコン 5.5KW)を設置

最寄りの柱上変圧器の容量は 30KVA で 7 軒の住宅に配電

2012年7月 同一変圧器から配電中の別の既設住宅に 2 軒目の太陽光発電システムが設置

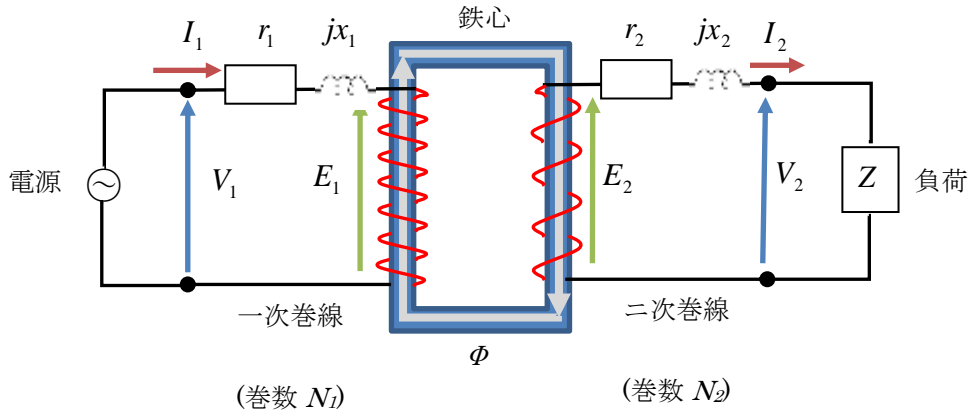
電力会社からは影響の有無などの連絡等なかった。

1 軒目の太陽光発電システムで電圧上昇抑制が発生するようになった。

1 軒目のパワコンの整定値は既に 108V

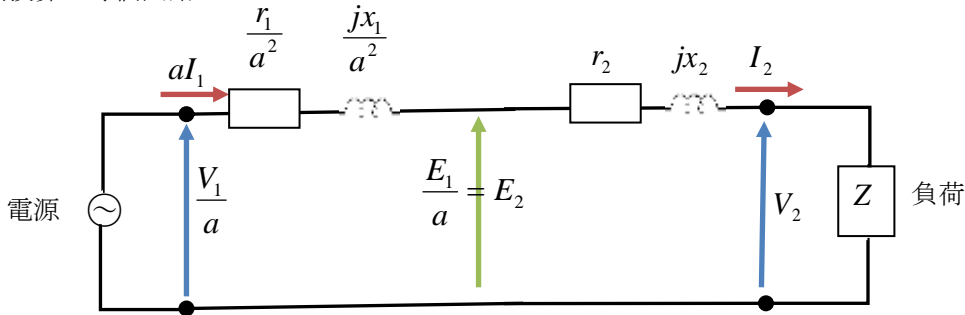
2 軒とも変圧器から引込線取付点までは引込線の長さは約 30m

変圧器の回路と実際の抵抗とリアクタンス



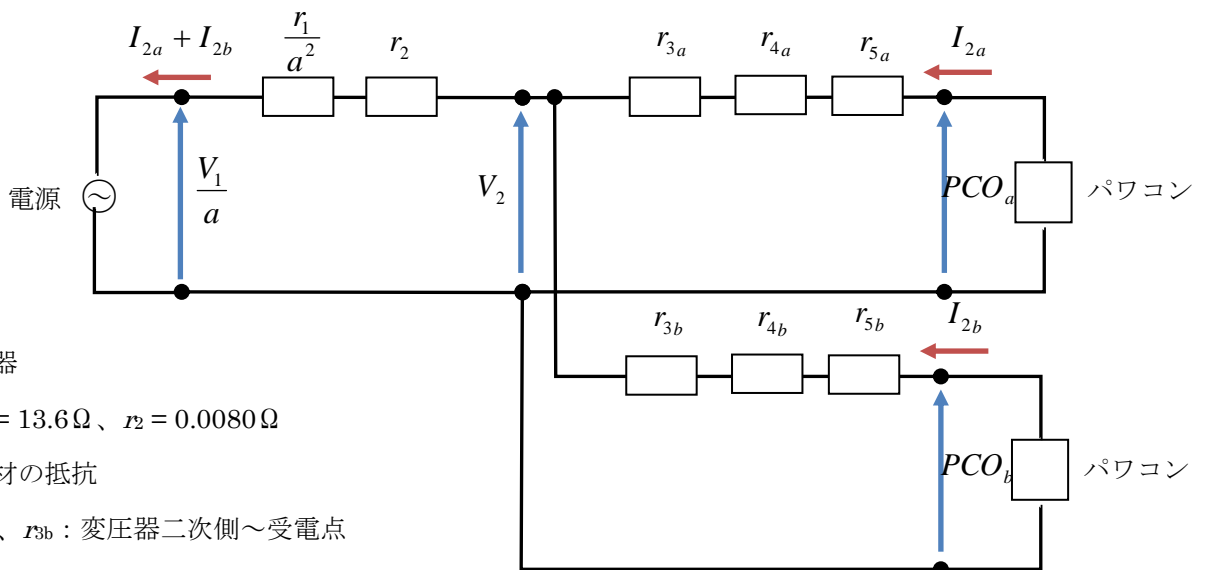
r_1 : 一次側巻線抵抗 r_2 : 二次側巻線抵抗
 jx_1 : 一次側漏れリアクタンス jx_2 : 二次側漏れリアクタンス

二次側換算の等価回路



同一変圧器に複数の太陽光発電システムが接続された場合

負荷の代わりにパソコンを接続し、逆潮流のモデルで確認する。尚、電力会社向け変圧器の仕様は社外秘なので、新 JIS トップランナー油入り変圧器 30kVA の公開されている巻線抵抗のみで試算する。



変圧器

$r_1 = 13.6 \Omega$ 、 $r_2 = 0.0080 \Omega$

配線材の抵抗

r_{3a} 、 r_{3b} : 変圧器二次側～受電点

r_{4a} 、 r_{4b} : 受電点～配電盤

r_{5a} 、 r_{5b} : 配電盤～パソコン

30kVA 変圧器の二次側換算のインピーダンス

$$Z = \frac{r_1}{a^2} + r_2 = \frac{13.6}{62.857^2} + 0.0082 = 0.011642$$

一軒の住宅からのみ 20A が逆潮流した場合の変圧器における電圧上昇分

$$V = I_{1a} \times Z = 20 \times 0.011642 \\ = 0.23284$$

二軒の住宅から各々 20A が逆潮流した場合の変圧器における電圧上昇分

$$V = (I_{1a} + I_{2a}) \times Z = (20 + 20) \times 0.011642 \\ = 0.46568$$

二軒の住宅から逆潮流があると変圧器における電圧上昇が大きくなることがわかる。

配線材インピーダンスと 20A 時の電圧上昇分

$$\text{DV14 mm}^2 \quad 1.36 \Omega/\text{km} \quad 30\text{m} \quad \text{CV14 mm}^2 \quad 1.34 \Omega/\text{km} \quad 15\text{m} \\ 1.36 \times 30 \div 1,000 + 1.34 \times 15 \div 1,000 = 0.0609 \\ V = 0.0609 \times 20 = 1.218\text{V}$$

この電圧上昇の試算は新しく開発・規格化された新 JIS トップランナー油入りの変圧器で巻線抵抗のみを考慮したものであるが、トップランナー以前の変圧器に比べ 32.8%以上のエネルギー消費効率が高まっており、電力消費時の電圧降下、逆潮流時の電圧上昇が抑えられていると考えられる。

新たなトップランナー対応の変圧器の JIS 改正 (JIS C 4304、4306)

<http://www.meti.go.jp/press/2013/05/20130520001/20130520001-3.pdf>

新 JIS トップランナー油入り変圧器

$$10\text{kVA} \quad r_1 = 37.4 \Omega, \quad r_2 = 0.042 \Omega$$

$$20\text{kVA} \quad r_1 = 16.9 \Omega, \quad r_2 = 0.019 \Omega$$

$$30\text{kVA} \quad r_1 = 13.6 \Omega, \quad r_2 = 0.0080 \Omega$$

容量が大きいほど巻線抵抗が小さくなり、電圧上昇が小さく抑えられる。

旧来から使用されている電力会社向けの変圧器は新 JIS トップランナー油入りの変圧器に比べエネルギー消費効率が低いと想像できるが、公共インフラの機器でありながら仕様が公開されておらず、需要者側で検証ができない状況である。

この試算結果により変圧器におけるインピーダンスが電圧上昇抑制に影響することが確認できた。

事例 7 : 岐阜県

同一変圧器で3軒目による変圧器交換問題

販売と施工をされている方の生の声です。

「私が見てきた中では、パワコンの整定値を 109V に上げて対応する事例や電力会社負担の変圧器のタップ変更(変圧器ごと交換)がほとんどです。PV 新設申請時に表面化したことがあります。PV 設置を断念という結末でした。時間をかけて動き、全部無駄になってしまいました。タダ働きでした。なので、業者やユーザーは初めからやらないように動くことが多いです。無理して設置し、設置後に電圧上昇抑制が発生して、業者はまた走りまわることになる。ただ、業者の中では売りっぱなしの方が多く、ユーザーからの電圧上昇抑制の声に「電力会社とユーザーの問題だから、直接電力会社に相談してください」と言っている方もいるようです。そういった業者は、電圧上昇抑制の原因がすべて電力会社にあると考えている方で、対応方法を知らないからなのです。もっと勉強をしないとイケないです」



上記の断念した事例ではないですが、同一変圧器に太陽光発電システム付 2 軒/6 軒中の状況

事例 8 : 愛知県

電圧上昇抑制と整定値の変更について実際の事例で、解決するまでの道のりを紹介します。また同じ高圧幹線で且つ近隣に事業用太陽光発電施設（野立て）が接続され、その送電時の電圧変動が電圧上昇抑制となって影響がでることが懸念される事例です。

経過

2001年 太陽光発電システム付きの新居建築・入居



2006年 以前より電圧上昇抑制状態を表す「-26-」が日中に表示されることがあり、休日に観察したところ、昼間に長時間に亘り電圧上昇抑制状態。工務店を經由で電力会社に連絡し打ち合わせを実施。



打ち合わせの結果、電力会社が柱上変圧器、引込線、配電盤の3ヶ所を測定器で測定を実施する。



柱上変圧器



引込線



配電盤



測定器

測定の結果、変圧器を住宅裏にある電柱へ移動、引込線を太いものに入れ替えを電力会社が実施、しかし電圧上昇抑制がなくなるほどの大きな改善効果は確認できず。

電力会社の説明によれば、ここは幹線の末端。柱上変圧器に接続されているのは我家と信号機のみ。



電力会社より新たな対策案の提示もないまま現在に至る。

2013年8月下旬 事例5の事業用太陽光発電所の建設がされることが分かり、電力会社に問い合わせしたところ、発電された電気は住宅と同じ幹線の高圧に接続されるとのこと。住宅から余剰電力は信号機で少しばかり使用され、残りは変圧器を経由して高圧側へ流れるので、事業用太陽光発電施設から送電される電圧の変動の影響を受ける可能性があり、電力会社へ相談。



2013年9月4日の朝8時台に発電1.7kwで電圧上昇抑制が発生



9月4日8時43分 1.7kw 電圧上昇抑制発生

電力会社に対して以前から電圧上昇抑制が掛かっており、事業用太陽光発電施設が連系されるとさらに状況が悪くなる可能性があり、連系前後で影響の有無を調べたく連系開始日の問い合わせを実施したが個人情報のため回答できないとのこと。又、低圧と高圧で担当営業所が異なっており、かつ電力会社は平日日中しか電話対応不可なので、何度も勤務先での昼休憩に電話をした。

2013年9月10日 電話にて事業用太陽光発電施設の連系前から電圧上昇抑制の調査測定実施の依頼をし、当初16日の週早々に測定器を取り付けると回答あり。

2013年9月18日 夕刻に事業用太陽光発電施設からパワコンの作動音、電力会社の高圧担当営業所に直接に問い合わせしたところ9月18日から連系したとの回答。事業用太陽光発電施設の影響有無を判断するため

の連系前の貴重な電圧変動のデータを取得出来なかった。また測定器の取り付けも23日以降でしか対応できないとのこと。

2013年9月26日 改めて電力会社と打ち合わせを実施、過去の経緯も含めて相談し、電圧上昇抑制の原因を切り分けるために、柱上変圧器、WHM(メーター)と配電盤の3ヶ所に測定器を取り付けて測定することになりました。又、今回は9月4日朝の発電量の少ない時にも電圧上昇抑制が発生したため、日中の電圧変動を確認するために測定データと幹線経路等の情報の提供を依頼。

2013年9月下旬 1週間測定したが、この間は天候に恵まれず曇りの多い日が続き、電圧上昇抑制もあまり起こらず。

2013年10月中旬 電力会社より測定結果とそれに関する見解と対策処置案を提示された。測定結果としましては9/29 13:24の最大値での状況で各測定点の電圧は次の通り。

「柱上変圧器：105.8V WHM：106.3V 配電盤：106.5V で電圧的には問題は無いとのこと。」

パソコンから配電盤までも0.5V程度あるものと想定される。

対策案としてパソコンの整定値をもう1段上げてくださとのこと、パソコンの設定表と現在の設定を確認したところ、進相制御：215V、出力制御：217Vとなっていた。

1段階上の設定は進相制御：218V、出力制御：220Vとなるため、電力会社が持ち帰って確認するとのこと。電力会社から確認した結果の連絡があり、1段階上への変更は規定値を外れるとのこと、検討に時間を要するとの連絡があり。

後日、計算上は規定値をはずれるが、実測により対応すると連絡があり、手順として下記の通り。

- ① 整定値を110V(出力制御：220V)へ変更し、変更日を書類に記入する。
- ② パソコンの整定値を変更後、電力会社に連絡をし、引込柱にて電圧を測定する。
- ③ 測定の結果、問題なければそのまま使用する。電圧が規定値を超えるようであれば、一旦元に戻して対応を検討する。

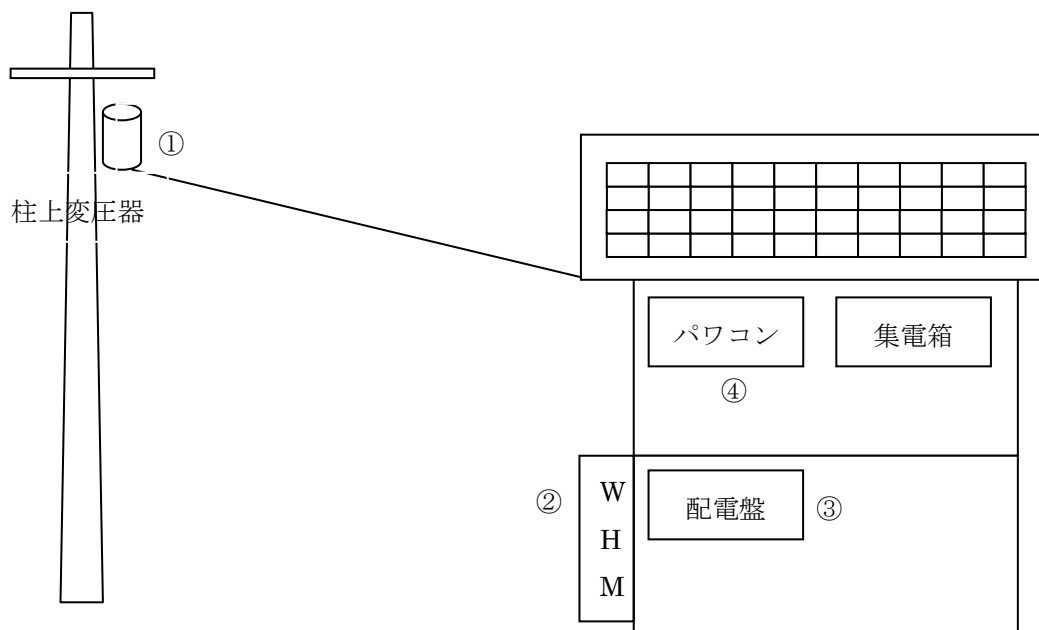
2013年11月上旬 電力会社の指示に従い、パソコンの整定値を変更して運用開始。同時に電力会社が引込柱での電圧の測定開始。今回はパソコンから配電盤までの電圧降下を確認するため、施工業者の方から測定器を借用して電力会社の測定期間に合わせて測定を実施する。

2013年11月中旬 電力会社での測定の結果、柱上変圧器：最大105.2V、平均103.1Vと問題無いとのこと。測定した期間はあまり天候に恵まれず、発電量も少なく幹線の電圧上昇に与える影響が少なかった、結果として電圧上昇抑制のエラーは確認されなかった。

整定値の変更で10年近く悩まされた電圧上昇抑制は解消されたかと思いますが、隣接の事業用太陽光発電施設からの送電を含む幹線側の影響で屋内の電圧が異常に高くなることがあったので、家電への影響について懸念が残されたままです。整定値の変更でも同様と考えます。また天候に恵まれない時の電力会社によるデータ測定の有効性に疑問が残ります。

概要

電力会社による測定器の取付場所と測定内容等



①供給電圧の測定

供給電圧の把握と逆潮流による電圧上昇の把握

②受電点電圧と電流の測定

受電点電圧に電流の把握(供給電圧は30分平均値 $101 \pm 6V$)

※受電点電圧から規制点電圧を計算により算出可能

③発電電圧と発電量の測定

パソコンからの電圧と電流を把握

下記は電力会社とは別に測定器を準備して測定を実施

④パソコンからの発電電圧と電流の確認

パソコンと配電盤間の電圧降下の確認

測定器の取付状況



柱上トランス



引込線



配电箱



測定器

			HIOKI 3168		
中部電力	配电箱	電線	電圧 クリップ°	電圧 接続口	電流 センサ
C 1	L 1	黒赤	赤	U 1	I 1
N	N	黒白	黒	N	
C 2	L 2	黒	黄	U 2	I 2

電力会社提供の測定データ検証

電力会社の測定に並行して Web カメラで発電状況も記録を実施。



屋内線(配電盤)を基点に考察

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	8265	27/6:00	4/6:00	屋内線

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:36	105.4	104.2	105.4	104.5	104.2	103.7	104.0	

C1 (内100.0[A])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:36	10.2	12.9	15.2	11.7	7.2	12.2	8.4	

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	8262	27/6:00	4/6:00	引込口

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:36	105.1	103.7	104.8	104.3	104.3	103.4	103.7	

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	UD730	27/6:00	4/6:00	引込柱

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:36	104.6	103.2	104.3	103.8	103.8	102.9	103.2	



9月27日 12:36 電圧上昇抑制表示無し

9月29日 12:36 電圧上昇抑制表示無し

9月29日 12:36 3.3KW 発電し、配電盤で電圧 105.4V 15.2A 流れ、引込柱で 104.3V

9月27日 12:36 2.3KW 発電し、配電盤で電圧 105.4V 10.2A 流れ、引込柱で 104.6V

これは多く発電した時が必ずしも系統の電圧値が高くないことを示しています。

引込柱上の変圧器を基点に考察

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	UD730	27/6:00	4/6:00	引込柱

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:58	103.2	104.9	105.8	102.9	103.2	103.2	101.5	
13:02	103.2	104.3	105.8	102.4	102.4	102.7	102.1	
13:24	104.1	104.1	105.8	103.5	104.1	103.5	103.2	

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	8262	27/6:00	4/6:00	引込口

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:58	103.4	105.1	106.3	103.4	103.7	103.7	102.0	
13:02	103.4	104.8	106.3	102.9	102.6	103.1	102.3	
13:24	104.6	104.6	106.3	104.0	104.3	104.0	103.7	

機器型名	データ種別	変電所番号	電柱番号	計器番号	機器製番	記録開始	記録終了	測定場所
PRM-102	2分平均値	0	227028	0	8265	27/6:00	4/6:00	屋内線

C1 - N (100.0[V])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:58	103.7	105.4	106.5	103.4	104.0	103.7	102.0	
13:02	103.7	105.1	106.5	102.8	102.8	103.4	102.5	
13:24	104.8	104.8	106.5	104.2	104.5	104.2	104.0	

C1 (内100.0[A])

測定日時	9月27日	9月28日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日
12:58	7.4	11.8	12.9	8.6	14.8	12.1	4.7	
13:02	6.3	12.1	13.1	7.3	9.6	12.0	5.6	
13:24	12.9	11.3	13.7	8.8	9.6	11.5	10.2	

9月29日引込柱での最大電圧105.8V時の各地点での電圧及び電流、それと同等以上で発電(売電)しているにも関わらず電圧は全て29日の同時刻の電圧より低くなっている。



9月29日 12:58 電圧上昇抑制発生



9月29日 13:02 電圧上昇抑制発生



9月29日 13:24 電圧上昇抑制発生



9月27日は電圧上昇抑制表示無し



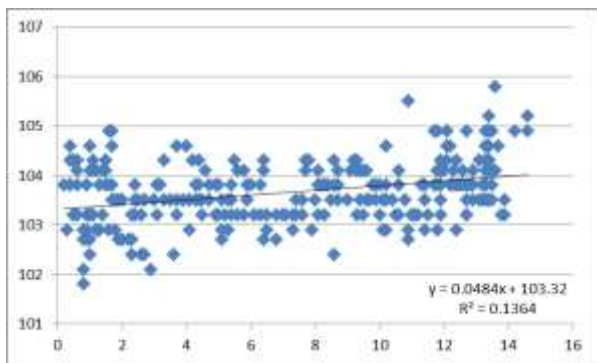
10月1日は電圧上昇抑制表示無し

9月29日屋内線(配電盤)の3時間帯は全て電圧上昇抑制発生、9月27日及び10月1日の時間帯は9月27日の同時刻より多く発電し電流が流れているが電圧上昇抑制が発生していない。

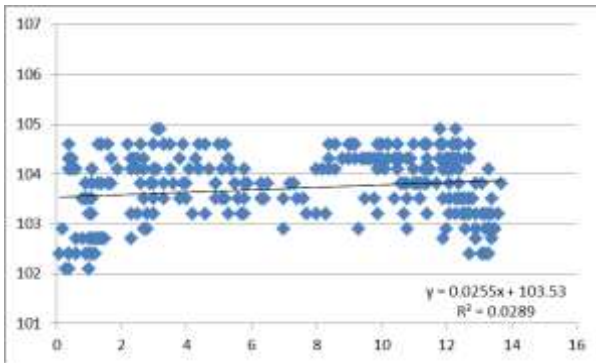
これも多く発電することが必ずしも電圧上昇抑制とならないことを示しています。

引込柱変圧器における電圧と発電電流との相関

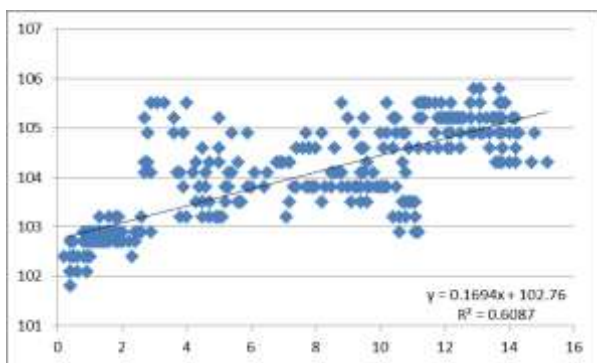
① 日中の発電時(0.1A 以上)



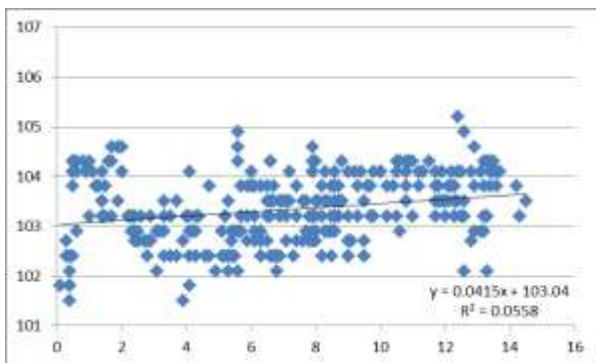
9月27日(金)



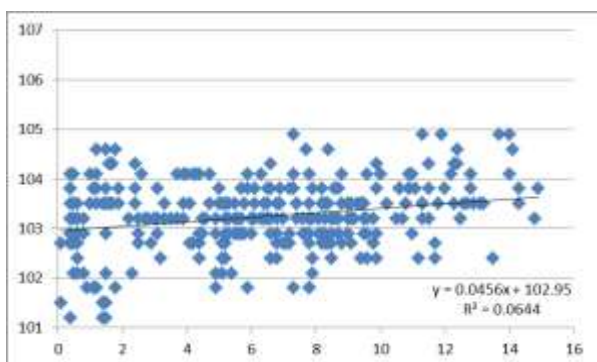
9月28日(土)



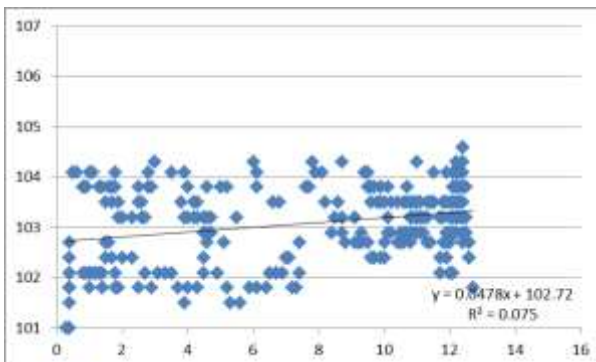
9月29日(日)



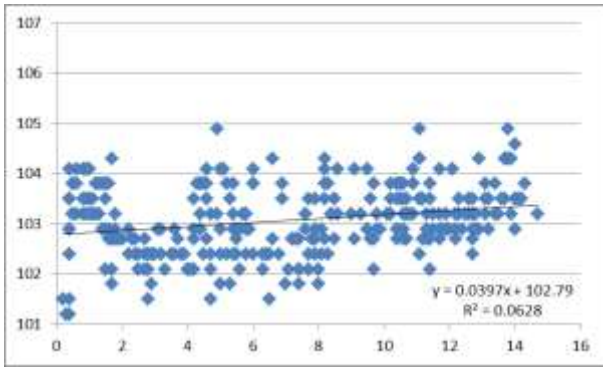
9月30日(月)



10月1日(火)

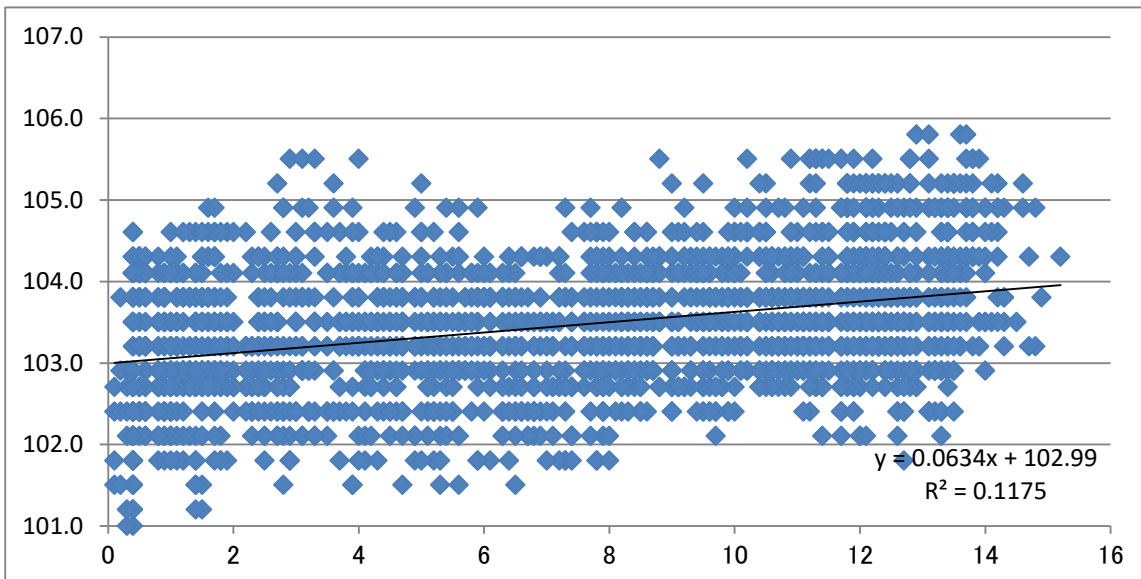


10月2日(水)



10月3日(木)

② 9月27日(金)6:00 ~ 10月4日(金)6:00 の日中の発電時(0.1A以上)

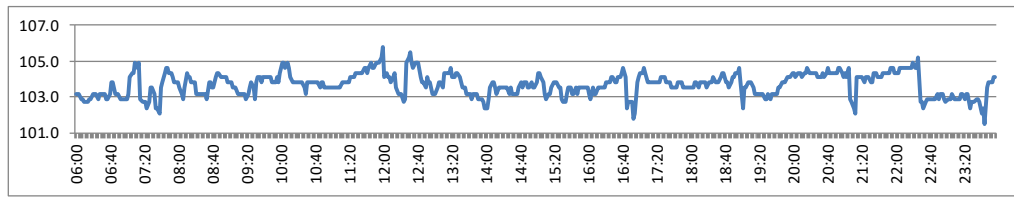


電気事業法で定められた規定の電圧(101±6V)の場所は本来は引込線取付点ですが、条件が整えば引込柱としてもよいと「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に記述されており、その引込柱(変圧器)での電圧の中心が103~104Vです。

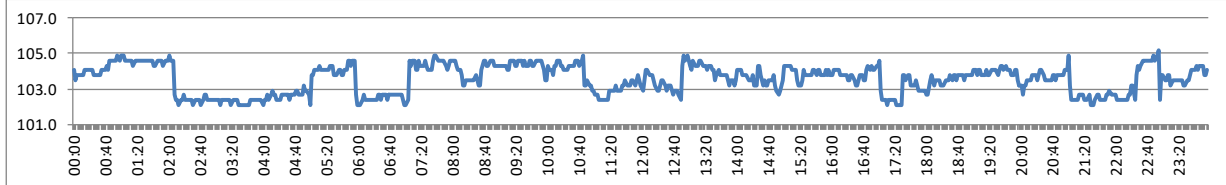
注意して見ていただきたいのは、発電量が少ない時(売電まで至らず自家消費の範疇)であっても、引込柱(変圧器)の電圧が104V以上の場合もあるという事実です。

③ 引込柱変圧器の電圧推移

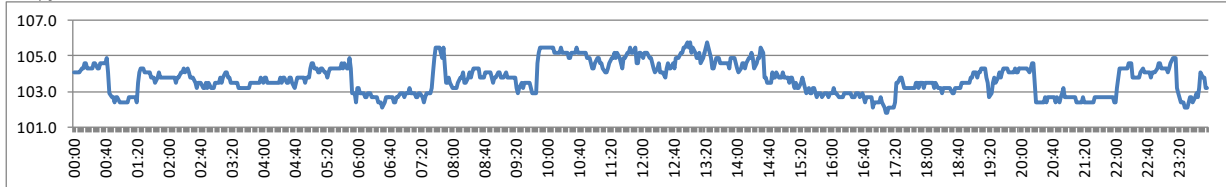
9月27日



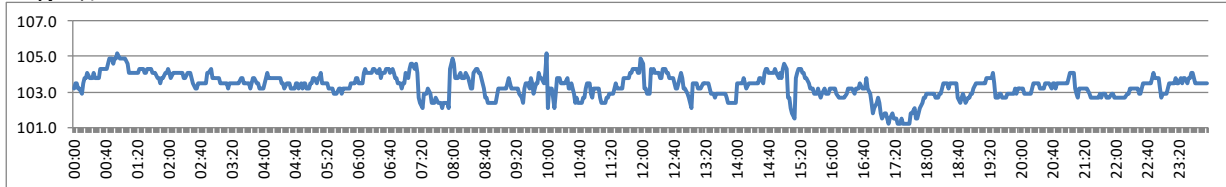
9月28日



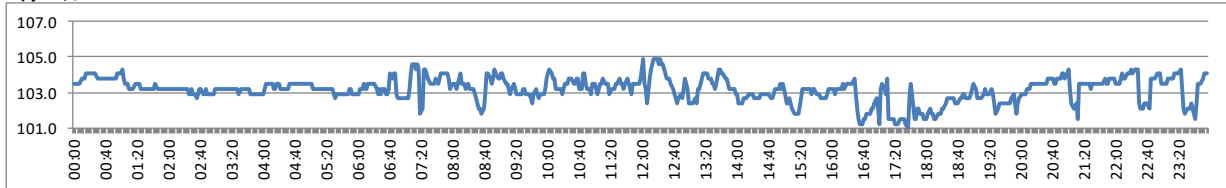
9月29日



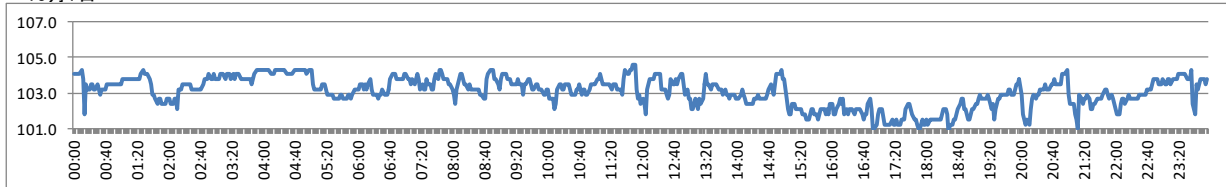
9月30日



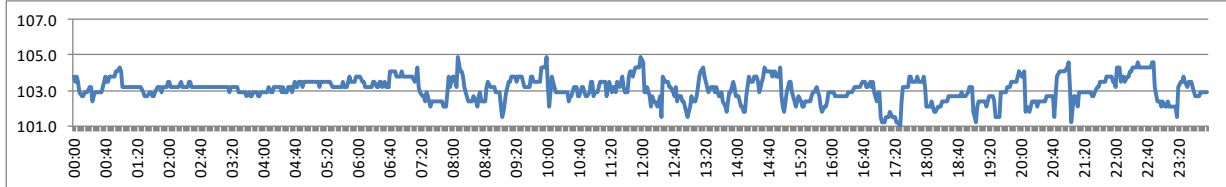
9月31日



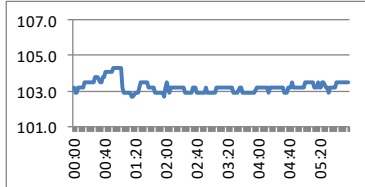
10月1日



10月2日



10月3日

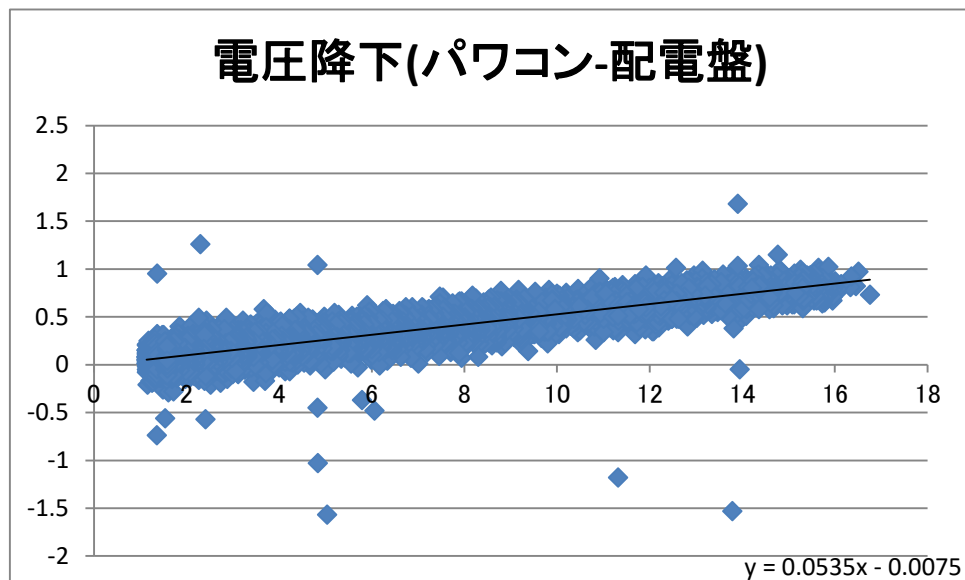


深夜も含め1日何度も急激に電圧が変動しており、電圧自動調整器が動作していると推定します。

電圧降下

① パワコンー配電盤間

2013年11月11日 8:00-16:00 検定済測定器及び未検定測定器にて測定



パワコンと配電盤間の配線は CV5.5mm²、Max3.33Ω/km

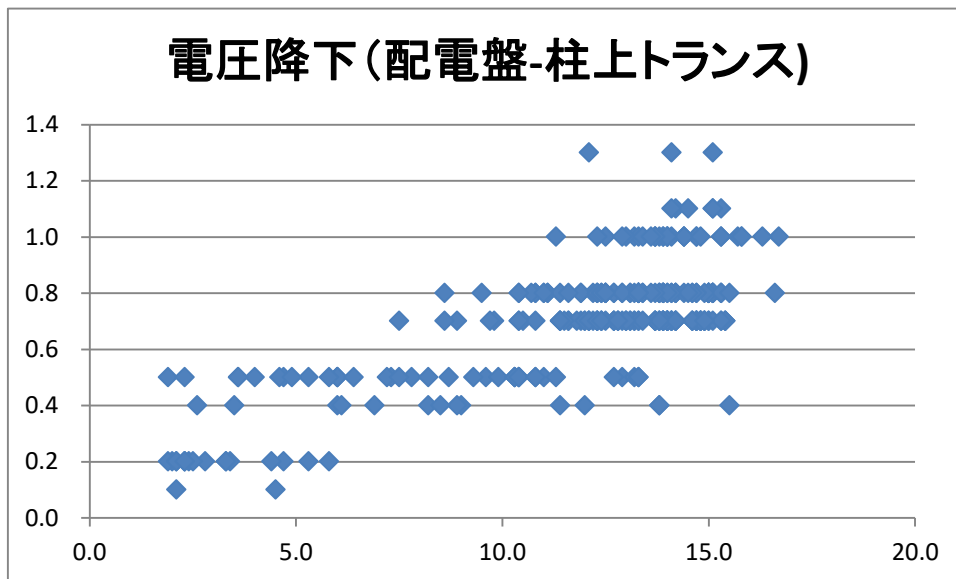
$$\text{電圧降下}(y) = 0.0535 \times \text{電流}(x) - 0.0075$$

発電して 15A 流れた場合の電圧上昇分 $0.0535 \times 15 - 0.0075 = 0.795\text{V}$

配線図から推測した長さでの計算した電圧上昇分 $15\text{m} \times 3.33\Omega/1000\text{m} \times 15\text{A} = 0.74925\text{V}$

② 配電盤－引込柱変圧器

2013年9月27日、28日の10:00-15:00 電力会社の測定器にて測定

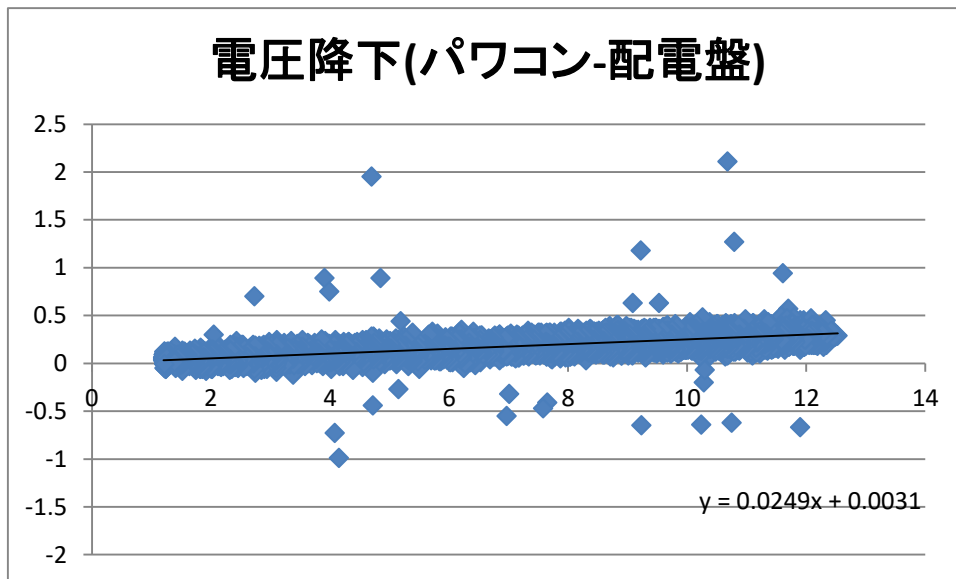


配電盤と柱上トランス間の配線は CV14mm²: Max1.34Ω/km、DV14mm²: Max1.36Ω/km

(電力会社の測定器の精度が定格 100V に対して±1.0%なので±1.0V の精度となる)

③ パワコンー配電盤間(改善後)

パワコンと配電盤間の配線を CV5.5mm²、Max3.33Ω/km から CV14mm²、Max1.34Ω/km に引き換え後、
2013年12月8日 8:00-16:00 検定済測定器及び未検定測定器にて測定



電圧降下はオームの法則 $V(\text{電圧})=I(\text{電流})\times R(\text{抵抗})$ によって計算でき、線材を太くすると線材の特性である最大導体抵抗が小さくなるので、同じ電流を流した場合には電圧上昇が小さくなります。すなわち線材における電圧上昇分が小さくなることになり、抑制が掛かるまでの余裕分が増えることになります。

柱上変圧器での電気事業法での規定である Max107V に対して平均して約 103V で電力会社から供給されており、4V 程度の電圧上昇の余裕しかないため、例えば 15A 流れる場合には線材を 5.5mm² から 14mm² にすることで 0.4V 程度の余裕が増えました。

$$5.5\text{mm}^2 \quad 0.0535\Omega \times 15\text{A} - 0.0075 = 0.765\text{V} \quad 14\text{mm}^2 \quad 0.0249\Omega \times 15\text{A} + 0.0031 = 0.3766\text{V}$$

$$\text{差 } 0.3884\text{V} = 0.765\text{V} - 0.3766\text{V}$$

$$22\text{mm}^2 \text{にした場合に実測の長さでの計算した電圧上昇分} \quad 15\text{m} \div 1,000 \times 0.849\Omega/\text{km} \times 15\text{A} = 0.1910\text{V}$$

$$\text{差 } 0.604\text{V} = 0.765\text{V} - 0.1910\text{V}$$

配電盤から柱上変圧器までの線材を 22mm²に変更した場合はさらに約 0.2V の余裕が増えます。

$$(\text{CV})14\text{m} \div 1,000 \times 1.34\Omega/\text{km} \times 15\text{A} = 0.2814\text{V} \quad (\text{DV})14\text{m} \div 1,000 \times 1.36\Omega/\text{km} \times 15\text{A} = 0.2856\text{V}$$

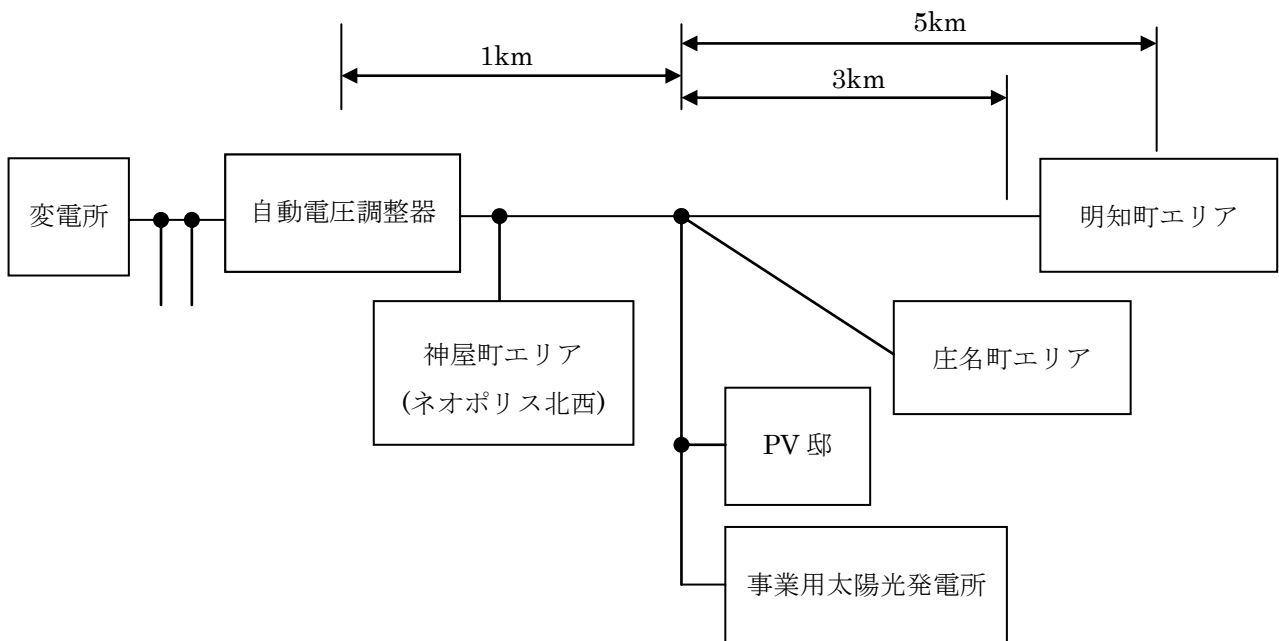
$$(\text{CV})14\text{m} \div 1,000 \times 0.849\Omega/\text{km} \times 15\text{A} = 0.17829\text{V} \quad (\text{DV})14\text{m} \div 1,000 \times 0.832\Omega/\text{km} \times 15\text{A} = 0.17472\text{V}$$

$$\text{差 } 0.21399\text{V} = 0.2814\text{V} + 0.2856\text{V} - (0.17829\text{V} + 0.17472\text{V})$$

幹線経路情報の確認



明知町エリア
神屋町 (ネオポリス北西)
藤山台変電所
電圧自動調整器
PV 邸
事例 5 事業用太陽光発電所
庄名町エリア



下記は電力会社から聞いた内容を地図上で概算計算した距離で推定した各設備での電圧。

藤山台変電所から引込柱：約 2.5km、電圧自動調整器*1 から引込柱：約 1km

高圧電線サイズ及び抵抗：125mm²、約 0.156Ω/km、幹線負荷：300A 程度

電圧自動調整器*1 の 2 次側：6,600V になるように設定

高圧電線の抵抗：高圧電線サイズは 125mm² なので、約 0.156Ω/km、幹線負荷：300A 程度

電圧自動調整器から自宅裏の引込柱までの距離：約 1km

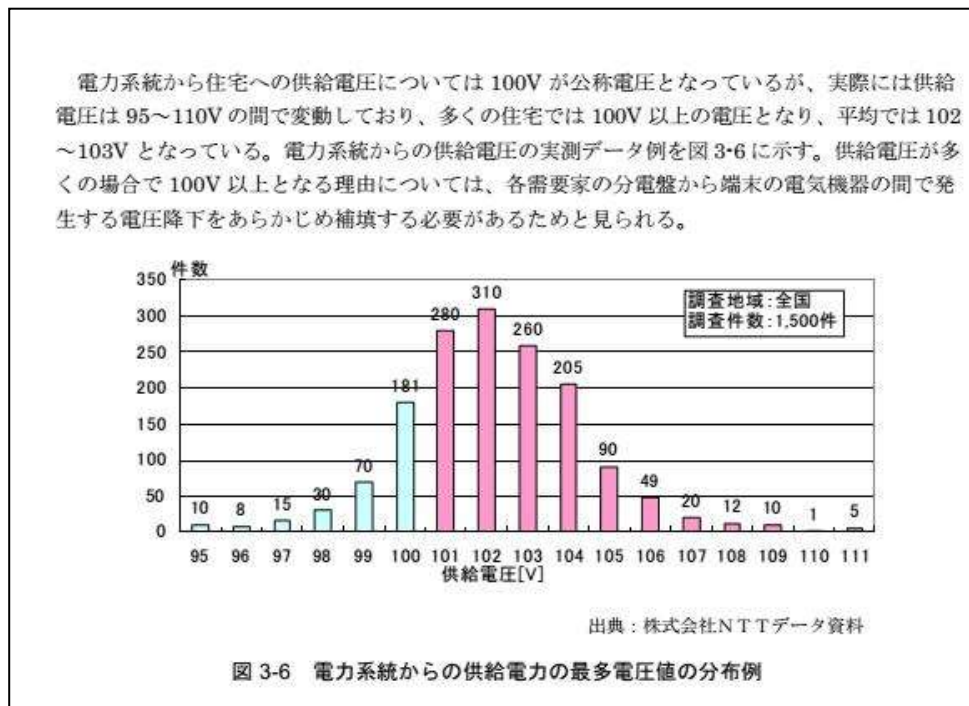
自宅裏 引込柱上の変圧器の高圧側電圧：6,600V-(電圧降下分 $0.156\Omega \times 300A$)=6,550V

自宅裏 引込柱上の変圧器の低圧側電圧： $6,550V \times 105/6,600=104.2V$

*1 高圧幹線の電圧について需要の変動により電圧が大きく変動しても一定の範囲内に電圧を調整する機器

低圧配電線における供給電圧

環境省の報告(下記の図 3-6)によると住宅の分電盤での電圧は平均で 102~103V と公称電圧より高くなっている。さらに柱上変圧器~低圧配電線~引込線接続点~メーター~分電盤での電圧降下があるために、柱上変圧器のところではさらに高い電圧になります。



出典：平成 14 年度 民生・運輸部門における中核的対策技術に関する中間報告

平成 15 年 3 月 中核的温暖化対策技術検討会 3.4 住宅用電圧調整システム

出典：<http://www.env.go.jp/earth/report/h15-02/h-09.pdf>

太陽光発電で余剰電力を売電する場合は、柱上変圧器より高い電圧で送り出す必要があるため、屋内の電気機器への供給電圧が高くなり、電気機器の寿命に影響を与える可能性があります。

下記は配電盤での測定値ですが、通常であれば 106V 前後でパソコンの電圧上昇抑制が働いていたので、それ以上電圧は上昇しないはずが 1.5~2V も高くなっており、おそらく幹線側の影響があると考えられます。

	2013/10/12	7:00:00	START				
	DATE	TIME	Etime	U1_AVE(V)	U2_AVE(V)	I1_AVE(A)	I2_AVE(A)
U1-MIN	2013/10/13	17:17:01	00034:17	99.17	101.42	0	0
U2-MIN	2013/10/13	19:54:10	00036:54	100.94	99.43	0	0
MAX	2013/10/12	12:49:57	00005:49	107.65	108.02	14	13.99
	2013/10/19	7:00:00	STOP				
AVR				103.24	103.30		

電力会社に確認したところ 10 月 12 日(土)を挟む一週間について高圧幹線の切替作業を実施とのこと。

それが原因か確証はないが事例 1 の事業用太陽光発電施設が稼働してから、電力会社との測定・協議で整定値を変更するまでの間にパソコン 1 台が電源回路故障で起動しなくなり、LED 型蛍光灯 1 灯の電源回路が焼損しました。LED 型蛍光灯が点灯していないことに気が付いたとき、電源回路付近がかなり熱くなっており、異臭もしました。



左：故障パソコン 右：中古パソコン

焼損した LED 型蛍光灯の電源回路部

パソコンは予備で購入してあった中古パソコンに HDD を載せ替えて無事に稼働。LED 型蛍光灯の器具は従来から使用していたグロー式器具であり、LED 型蛍光灯の購入時の説明書に従って、グローランプのみ取り外して、安定器は残したまま LED 型蛍光灯に入れ替えたものです。

追伸

壊れたパソコンの電源ユニットを取り外し、特定の配線を短絡することで単独で動作させることができるので、その状態でコネクタから所定の電圧が出力されているかテストで確認したところ、+5V と 0V を周期的に繰り返した後に出力が出なくなった。手持ちで余っていた別のパソコン用の少し大きい電源ユニットのケーブルを加工してパソコンに接続したところ電源が入るようになった。不格好ではあるが OS(オペレーションシステム)のインストールもでき、予備機として復活することができた。



LED 型蛍光灯は 2014 年 1 月中旬に 2 個目が同様の電源部焼損。2011 年に購入・設置してからノントラブルであったが、焼損という火災にもつながる可能性のある故障モードや異臭、電力会社からの供給電圧が瞬時であるが 108V を超えた、その後にパソコンの整定値を電力会社との協議で 110V(出力制御：220V)にしてあることから、残りの LED 型蛍光灯で再発する可能性があるために全て取り外して従来の蛍光灯に戻した。

電力会社の測定日の天気概況と発電力量

日	風向・風速(m/s)								日照時間(h)	全天日射量(MJ/m ²) 合計	曇量 平均	天気概況 昼 (06:00-18:00)	エコメガネでの発電 電力量測定 (kWh)
	平均風速	最大風速			最大瞬間風速			最多風向					
		風速	風向	時分	風速	風向	時分						
9月27日	3.2	5.2	南	13:45	9.4	南	14:57	北北西	10.4	19.87	2	晴	16.4
9月28日	2.4	5.7	南	17:44	9.3	南南東	14:38	東南東	10.9	20.33	5	晴一時薄曇	16.5
9月29日	2.2	4.9	南	16:40	7.7	南西	15:31	南南西	6.9	15.87	5.5	晴後一時曇	15.5
9月30日	1.7	4.5	北北西	11:04	7.1	南	16:17	南東	6.3	16.75	9.5	曇時々晴	15
10月1日	2.1	4.8	南南東	15:00	7.3	南東	14:42	北	3.6	13.87	10	曇一時晴	13.4
10月2日	4.3	8.4	西北西	14:56	13.1	西北西	17:30	北西	8.2	18.2	7	晴一時曇	16.2
10月3日	4.5	8.4	西北西	14:07	13.7	北北西	13:19	北西	9.8	17.85	5.8	晴一時薄曇	14.8
10月4日	2.3	4.2	北北西	0:08	6.6	北	0:29	北北西	4.6	13.25	9.5	薄曇後一時雨	11.6

日	風向・風速(m/s)								日照時間(h)	全天日射量(MJ/m ²) 合計	曇量 平均	天気概況 昼 (06:00-18:00)	エコメガネでの発電 電力量測定 (kWh)
	平均風速	最大風速			最大瞬間風速			最多風向					
		風速	風向	時分	風速	風向	時分						
11月5日	2.3	4.6	北	9:22	6.9	北	9:20	北	10	14.61	0.3	快晴	13.4
11月6日	1.9	4.5	南	16:06	7.4	南	15:57	北北西	5.9	11.67	6.8	晴後曇	9
11月7日	1.9	4.9	西北西	19:57	7.5	西北西	19:51	北	0.2	3.6	8.3	曇時々雨	0
11月8日	3	6.3	西北西	16:18	9.6	西北西	14:29	北	9.7	14.21	1	晴	13.4
11月9日	2	4.1	北	8:20	6.7	北	2:43	北	4.7	9.04	8.5	曇一時晴	8.7
11月10日	1.8	4.4	北	23:15	6.6	北北西	19:50	北西	0	1.36	10	雨時々曇	0.7
11月11日	4.2	10.3	北西	14:50	16.7	北西	14:42	北北西	5.5	10.07	3.8	曇後晴	8.5
11月12日	2.5	4.1	南西	13:46	6.6	南西	13:44	北北西	2.3	5.98	5.3	曇一時晴	5.9

気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

まとめ

電力会社測定の引込柱変圧器の1週間分の測定結果を見てみると、電気事業法及び「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」で記述されている引込柱(変圧器)での電圧 $101 \pm 6V$ に対して中心が $103 \sim 104V$ 台となっており $2V$ 以上の上げ代が存在します。

住宅用太陽光発電システム側から見ると法律で謳われている低圧の規格中心である $101V$ に対して、電力会社からの供給電圧が $+2V$ 以上高くなっており、必然的にパワコンの発電開始時の出力電圧が高くなります。

幹線途中に電圧自動調整器が設置されている場合において、幹線の需要の変化等によって電圧自動調整器が動作して低圧側が $1.5V$ 程度上昇する場合は引込柱の変圧器での電圧が $105V$ 以上となる場合があり、その上げ代分を上回るためにパワコンからの出力電圧がさらに高くなることにより整定値を超えることで電圧上昇抑制が発生すると考えられる。

2013年9月4日 AM8 時台に発電 $1.7kw$ 程度で電圧上昇抑制が発生していることが上記状況を示している。

また電圧自動調整器の2次側電圧が閾値を超えない限りタップ切り替え動作を行わないので、1次側：2次側の比率が変わらず高めの電圧のまま保持され、変圧器の低圧側電圧も高い状態が保持される。

屋内のパワコンから屋外の引込柱(変圧器)までの距離や配線材の太さによって導体の抵抗値が変わります。発電時にパワコンから $15A$ を送り出しているときに配電盤間で $0.8V$ 程度、配電盤から変圧器間で $1V$ 程度の電圧上昇があり、発電量が多く売電量も多いと電圧上昇抑制が発生しやすいことがわかります。

一般的には変電所や電圧自動調整器が幹線上で近ければ近いほど電力会社からの供給電圧が高いことが多く、距離が遠くなるほど高圧幹線の電圧降下の影響で供給電圧が低くなります。但し、幹線上に大規模な工場などがある場合は、力率改善のための機器(進相コンデンサ等)が設置されており、工場の休日にはその影響で幹線の電圧が高くなることもあるとのこと。その場合は電力会社が機器を導入している工場に対して、休日は機器の切り離しを依頼することもあるとのこと。

電圧上昇抑制は高圧幹線の需要変動による電圧変動、変電所や電圧自動調整器からの引込柱(変圧器)までの距離、変圧器の容量、変圧器からの引込線取付点までの低圧配電線・引込線、引込線取付点からのパワコンまでの引込口配線・屋内配線やパワコンの整定値が絡み合う複雑な問題です。

4. 問題・課題解決への提案

① 事業用太陽光発電施設に関して

再生可能エネルギーの普及・促進を加速するため、今回見つかった課題を事前にクリアするために下記の提案をします。法や条例で最低限のルールを作り、ガイドラインに基づき事業者自らがセルフチェックを行い、その状況を官庁、自治体や地域(自治会や住民)がチェックできる体制が望ましいと考えます。

環境アセスメントの対象事業へ

光害や騒音等の住環境への影響があることから、事業用太陽光発電施設については法又は都道府県や市区町村の条例の対象事業とし、住民等に意見を述べる機会を設けること。

環境省 環境アセスメント：http://www.env.go.jp/policy/assess/1-3outline/img/panph_j.pdf

愛知県 環境アセスメント：<http://www.pref.aichi.jp/cmsfiles/contents/0000011/11113/aramashi.pdf>

事業用太陽光発電施設建設のガイドライン策定

電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインは存在するが、設置等に係るガイドラインは調査した段階では存在しなかった。

- ・固定価格買取制度における設備認定の申請と共に設置予定地の自治体や自治会(周辺住民)への周知や説明会開催
- ・設計段階における光害の未然防止
- ・設計段階における騒音やノイズの住環境に配慮した設計
- ・設置後の周辺住民へのアフターフォローの義務付け
- ・野立ての場合は雑草対策が必要となるが、その対策が住環境へ配慮したものであること。
- ・震災時等における自立運転の電力を地域に提供するすることで地域との調和・協力を図る(推奨)

光害対策ガイドライン改定

住宅街にも事業用太陽光発電施設が設置されており、「眩しい」「住居が熱くなる」などの「光害」が発生しているため「照明」などの人工光だけでなく、事業用太陽光発電施設からの反射光も対象としガイドラインを改定する。

環境省 光害対策ガイドライン：http://www.env.go.jp/air/life/hikari_g/

JPEA 太陽光発電協会 太陽光発電システムの反射光トラブル防止について：

http://www.jpea.gr.jp/pdf/revention_reflection.pdf

電力会社側の幹線接続検討

単に接続予定の幹線の需要や容量などだけで接続可否の判断ではなく、事業用太陽光発電施設から送電される電力の電圧変動が同じ幹線に接続されている住宅用太陽光発電システムに対して電圧上昇抑制という形で影響が出る可能性があるため、判断基準に盛り込むこと。

事業用太陽光発電施設が接続される場合は、同じ幹線に接続されている周辺の住宅用太陽光発電システムの所有者に対して電圧上昇抑制の注意喚起などの周知を行うこと。系統情報の詳細や個人情報であり、現在のところ電力会社でしかわからないので、電力会社でしかできないことです。

実際に同じ幹線に接続されている住宅用太陽光発電システムに電圧上昇抑制という形で影響が出た場合は、改善するための改修費用を事業者に対して請求できるようにすること。

②家庭用太陽光発電システムに関して

電力会社からの供給電圧について

電力会社の供給する電力品質を定めた法律に「電気事業法二十六条」があり、施工規則第四十四条の中に標準電圧百ボルトの場合、百一ボルトの上下六ボルトを超えない値が維持すべき値とありますが、上限の百一ボルトの上六ボルトでは家庭用太陽光発電システムからの逆潮流による売電が実質できないので、その場合には上限を百一ボルトの上三ボルトなどに低く制限し、電圧上昇抑制により太陽光発電システムの発電能力が抑制されないよう法や規則等の改定をする。

系統連系保護装置認証基準の改定

パソコンの中には電圧上昇抑制の発生時にしかエラー表示されないモデルもあり、電圧上昇抑制に気付かなければ不利益な状態となります。「電圧上昇抑制」の発生がコンソール又は表示器に表示又はログとしてパソコン内に記録され、ユーザーが発生状況の確認ができる仕様とする。

JET 系統連系保護装置の認証 <http://www.jet.or.jp/products/protection/index.html>

電圧上昇抑制の低減・削減

電圧上昇抑制発生状況は下記を行うなどしないと確認できません。

- ・パソコンの表示器(コンソール)を観察、又はエラーの履歴を確認する
- ・その地域の毎月の日射量などを基に計算した推定発電量と実際の発電量を比較する

電力という公共インフラに接続しているにもかかわらず、高圧幹線の電圧に影響される電圧上昇抑制の発生は余剰電力の売電ができるできないの差を生み不平等となることから電力会社は速やかに改善すること。

既存の全ての住宅用太陽光発電システムの設置者に対して電圧上昇抑制と整定値に関する情報公開と注意喚起が必要と考えます。

電力会社はパソコンメーカーなどと協力して電圧上昇抑制の実態把握を行い、太陽光発電システムから発電された電力が最大限有効に活用されるように適正な整定値へ変更や幹線側の改善に努める。

但し、安易に整定値を上げることはパソコンから屋内の家電に対して高い電圧で供給することになることから、別の障害等を引き起こす可能性があるため留意が必要である。

電圧上昇抑制の未然防止

太陽光発電システムを設置する前に電圧や電流を測定することなどで事前に各種対策が実施できます。

設置前調査

太陽光発電システム付住宅の新築の場合であれば建築時の仮設引込線で、既存の住宅の場合は配電盤で事前に電圧・電流を測定することができます。変圧器の巻数比から高圧側の電圧推移、変圧器の2次側の電圧や引込線などでの電圧降下などが推定できるため、パワコンの出力電圧のシミュレーションが可能となります。

屋内配線側対策

引込線取付点から配電盤、配電盤からパワコンまでの配線について設置される太陽光パネルの容量だけでなく電圧降下(ロス)の低減の観点から、使用する配線の太さや長さをガイドラインや施工マニュアル等に明記する。

電気事業者側対策

変圧器から引込線取付点までの配線についても、電気を供給する事業者としてだけでなく電気を買い取る事業者として供給時の電圧降下(ロス)、買い取り時の電圧上昇(ロス)による電圧上昇抑制を低減するために太い線材の使用や置き換えを進める。

標準化

太陽光発電システムから逆潮流で接続される変圧器の容量を大きくする、すなわちコイルの巻線サイズを太くすることでジュール損(ロス)の低減をする。同様に変圧器からの低圧配電、引込線及び引込線取付点からパワコンまでの配線サイズを太くすることでジュール熱による損失を低減することが可能と考えます。

電圧上昇問題にも対応した配線材の選定の標準化を行ったうえで内線規程を改定する。これにより電力会社が需要者に対して電気を売る場合の低圧配線における損失も多少であるが改善される。

参考

施工店向けの資料に太く短くと記載あり：http://www.toshiba.co.jp/sis/h-solar/inc/pdf/voltage_01.pdf

屋内配線(受電点から PCS まで)による電圧上昇値の簡易計算書 - 関西電力

記入例：http://www.kepcoco.jp/home/ryoukin/kaitori/images/keisansho_rei.pdf

手書用紙：http://www.kepco.co.jp/home/ryoukin/kaitori/images/pcs_1.pdf

高圧側の変動が大きい場合は、電圧自動調整器 SVR(Step Voltage Regulator)やサイリスタ式電圧自動調整器 TVR(Thyristor Type Step Voltage Regulator)の導入や切り替えを進める。但し、電圧自動調整器の二次側電圧の安定と引き換えに標準タップの変圧器(6,600 : 105)の低圧側電圧が 105V と高めに保たれてしまうという副作用があることからタップ位置を変更した変圧器(6,750 : 105)を標準設置し低圧側電圧を低くするなどの対応をする。

住宅用の個別対応には現状の柱上変圧器について容量の大きいもの、タップ位置を変更した変圧器(6,750 : 105)や電圧調整型柱上変圧器への切り替えも検討する。

同一バンク(変圧器)での電圧上昇抑制について

変圧器に 2 軒目以降の住宅用太陽発電システムが系統連系された場合、各々の変圧器からパワコンまでの配線材の長さや太さ、余剰電力量やパワコンの整定値によって、どれかのシステムで電圧上昇抑制が発生することがあります。電圧上昇抑制が発生するということは電力という公共インフラに接続して余剰電力等の同様に売電をしているにもかかわらず、抑制が掛かって売電できないところがあるのは不公平となります。

2 軒目以降の設置者側から系統連系の申出が事前に電力会社であり、電力会社で把握ができるので、既設の設置者に対して「電圧上昇抑制」の注意喚起をする必要があります。

発生が確認された場合の対応としては、「バンク割」で変圧器を個別に設置する方法や、タップ位置を変更した変圧器(6,750 : 105)への切り替えも検討する。

柱上変圧器について

旧来から使用されている電力向けの柱上変圧器においても容量が大きいほど巻線抵抗が小さくなるので、変圧器越えで余剰電力等の売電をする場合には、容量が大きいほど変圧器における電圧上昇が小さく抑えられるため、パワコンでの電圧上昇抑制の発生が緩和されます。

柱上変圧器は公共インフラに使用される設備にも関わらず仕様が公開されていません。仕様を公開することで特徴や問題点が明らかになり改善が促されます。

下記は新 JIS トップランナー油入り変圧器の二次側から見たときの等価回路における変圧器のインピーダンス及び電圧上昇分です。(巻線抵抗のみで漏れリアクタンスは計算式等非公開なので考慮できず)

$$Z = \frac{r_1}{a^2} + r_2$$

$$Z(10kVA) = 0.05146\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 1V$$

$$Z(20kVA) = 0.02327\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 0.5V$$

$$Z(30kVA) = 0.01144\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 0.2V$$

新 JIS トップランナー油入り変圧器の仕様例

新 JIS トップランナー油入り変圧器 10kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 37.4\Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.042\Omega$

新 JIS トップランナー油入り変圧器 20kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 16.9\Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.019\Omega$

新 JIS トップランナー油入り変圧器 30kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 13.6\Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.0080\Omega$

トラブル対応について

太陽光発電システムを製造しているメーカー毎の認定 ID 制度、各種団体の認定制度など乱立していますが、電圧上昇抑制だけでなく発電や設計に関わるトラブルに対応できる測定技術、測定結果の検証と課題や問題を解決できる技術的知識に裏打ちされたスキルが販売や施工をされる方には少なからず必要と考えます。

もちろん太陽光発電システムを購入する方も逆流により公共インフラに電力を供給するという太陽光発電所所長として自覚やシステムの健全性を保つための基本的な知識やシステムの管理能力が必要と考えます。

費用負担について

住宅への引込について

電圧上昇抑制の発生には電力会社からの供給電圧の変動等、変圧器の容量、柱上変圧器からの低圧配電線と引込線取付点までの配線材やその長さ、引込線取付点から配電盤を通過してパワコンまでの配線材とその長さにおける電圧上昇分が大きく影響します。

電力会社は電気を供給するのが主な業務であるため、パンフレットにある通り電圧上昇抑制の改善費用等について発電者に求めるのもある程度理解できます。線材の持つ導体抵抗は電圧降下(ロス)として、電力供給時だけでなく逆潮流に伴う余剰電力の買い取り時にも電圧降下又は電圧上昇として影響します。

電圧上昇抑制という形になると発電システムの能力を生かせないこととなります。

柱上変圧器から引込線取付点までの配線について、電力の供給という立場からの選定された線材から逆潮流に伴う売電時の電圧上昇分を低減するため配線材変更の差額分については、受益者負担の観点から太陽光発電システム設置者の負担も検討の余地があると考えます。

太陽光発電システムへの接続に関して内線規程等を見直しを行い、電圧上昇抑制問題の未然防止が必要と考えます。

再エネ発電促進賦課金及び太陽光発電促進付加金について

家庭用太陽光発電システム(事業用は含まず余剰電力買取のみ)で電圧上昇抑制が発生する場合の幹線側での対策や改修費用(トランス交換など)を賦課金・付加金の算定の費用に含めることで、電力会社や設置したユーザーの負担を軽減し、設置等に伴う懸念も少なくできます。

理由：事業用太陽光発電施設は立地と幹線の状況を確認してから建設するが、住宅は住環境など優先するため、幹線を選んで住宅を建てたりすることはほとんどありません。その上で日射や方位などから発電量や売電量が見込める場合に家庭用太陽光発電システムを設置します。隣地に太陽光発電システムがついた住宅が建ち、同じ変圧器に接続された場合に整定値の高低差により低い方で電圧上昇抑制が発生したとしても接続先の幹線の選択権は住民にはないため、改修費用を住民などが個別負担するのは不道理と考えます。よって太陽光発電などの再生可能エネルギーの接続先としての電気という公共インフラの改善・改修費用は同じ電力会社管内の需要者全てで一定の割合を負担するのが妥当と考えます。

再エネ発電促進賦課金及び太陽光発電促進付加金

<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/surcharge.html>

③ 系統情報について

今回、住宅地の周辺に事業用太陽光発電施設が設置され、発電された電気は電力会社が送電してくる電圧より高い電圧で高圧幹線に直接接続されることになるため、同じ幹線上にある住宅用太陽光発電システムに少なからず影響があることがわかります。

事業用太陽光発電施設においても高圧幹線側の電圧が高い場合に電圧上昇抑制が起きるため、立地検討には電圧を含む系統情報の開示が必要です。経済産業省、一般社団法人電力系統利用協議会において系統情報の開示ルールの制定や改定が行われておりますが、開示の対象としては PPS*1 や IPP*2 などが主な対象となっています。住宅用太陽光発電システムの設置工事を行う設置工事者は系統情報の開示対象になっておりませんが、電圧上昇抑制の未然防止の観点から幹線の電圧やその変動について開示が必要と考えます。開示が困難であるなら柱上変圧器の低圧側の電圧測定を直接行えるようにする規制緩和などの検討をお願いします。

系統情報の公表の考え方（改定案）

http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/kihonseisaku/denryoku_system/seido_sekkei_wg/pdf/005_04_01.pdf

電力系統利用協議会ルールについて

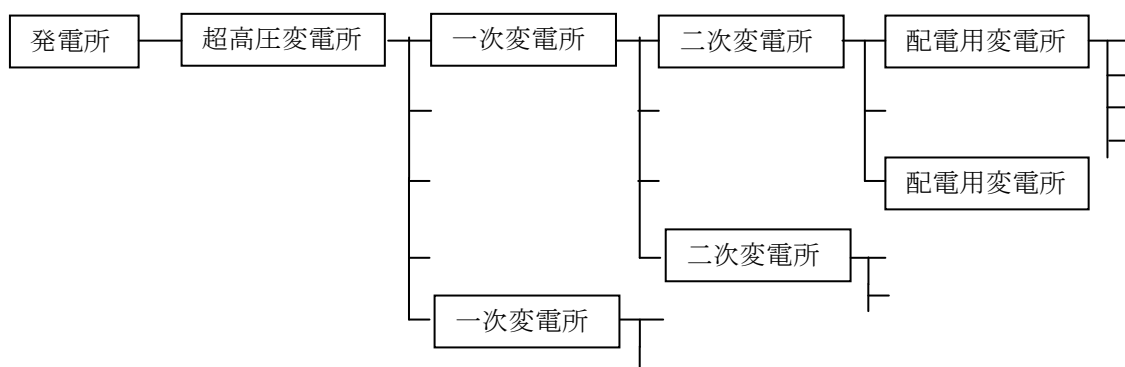
http://www.escj.or.jp/making_rule/guideline/

*1：自由化対象である「特定規模需要」の顧客に対し、一般電気事業者（10 電力会社）の送電ネットワークを介して電気を供給する新規参入の電気事業者のこと

*2：電気事業法改正に伴う電力自由化により、一般電気事業者（10 電力会社）に電力を供給する独立発電事業者のこと

④ 電力の需要と供給と普及促進政策について

既に北海道と沖縄本島において、太陽光発電の接続量が限界にきているのは経済産業省の発表で既にご存じだと思います。対応としては電力会社に大型蓄電池を設置したり、気候変動予測、大型蓄電池制御、出力抑制等を組み合わせた新たな送電網の制御を検討するとされています。北海道と沖縄本島は電力規模(需要)が小さい、系統線が他の地域とつながっていない独立系統などのであるにもかかわらず、固定価格買取制度の施行後、想定を超える太陽光発電の導入が急速に進んでしまった結果です。それは電力の供給過剰により幹線の電圧上昇を伴うことがあり、事業用のみならず家庭用太陽光発電システムにおいての電圧上昇抑制問題に繋がり、費用や補助金などを投じて導入した太陽光発電システムの発電能力を生かし切れないこととなります。これは他の地域でも系統や配電網の改修や新たな送電網の制御が行われなければ、個別の系統によっては早期に供給過剰になり、同様に電圧上昇抑制問題を引き起こします。これは電力会社の大規模集中発電のツリー構造における系統配電網の末端の幹線に天候に左右され日中しか発電できない太陽光などの事業用(売電用)が蓄電などによる安定化や送電タイムシフトされることなく大量に直接接続されることによる問題です。



太陽光発電で先行したドイツではFIT価格引下げを行っており、自家消費が増加するに方向になっています。ヨーロッパは全ての電力系統が繋がっており、中小火力を持つ中小都市が一定間隔で均一に分散して存在しており、太陽光や風力発電などを大量に導入しても地域や国を超えて電気の融通ができるため、日本とは事情が異なります。

現在の普及促進は売電に重きを置いており、電力系統は供給を目的にしたものであることから、売電が需要量を超えると、幹線の電圧が上昇し、住宅用太陽光発電システムのみならず事業用太陽光発電施設においても電圧上昇抑制問題となることから、売電益について不平等となることがある。よって住宅用や中小規模の発電施設は、需要(自家消費)と供給(発電)がセットとなる余剰電力買取方式を中心に、消費を抑えて自家消費率を向上することでメリット(受益)が得られる制度への転換を提案します。

需要家(工場等の事業者や一般家庭)が自ら使用する電力を太陽光等の発電で賄い・補う場合(自立・自家消費)は、究極の分散型電源であり系統や配電網に与える影響が比較的小さく、その改修費用を抑制できると考

えます。天候に左右されにくい水力発電やバイオマス発電等は分散型電源における安定した電源の一部として機能し、震災時などの電力ネットワーク停止時にも生活基盤を支える電源としてある程度期待できます。

「他山(たざん)の石(いし)以(もつ)て玉(たま)を攻(おさ)むべし」の諺にもあるように、北海道と沖縄本島での事例、電圧上昇抑制問題やドイツの進め方などを踏まえて、地震が多く、資源の少ない島国の日本に適した普及促進政策への見直しが必要と考えます。

⑤ 系統連系の判断基準や連系接続先

幹線の需要に見合わない大規模な太陽光発電施設が系統連系すると、後発で売電事業を計画しても系統連系ができないことが実際の起こっており、系統連系の許可をする場合の判断基準や規模縮小の要請などが必要。もし系統連系する場合は、配電用変電所の一次側の 33,000V などのより高圧へ系統連系するなどして、市街地の高圧幹線(6,600V)に直接的に影響が出ないようにすることが必要。高圧幹線(6,600V)の電圧が恒常的に高くなれば、住宅用太陽光発電システムでの電圧上昇問題を誘発することになり、さらに問題が大きくなる。

⑥ 買取制度における地元への利益の循環

- ・電力会社管内で事業者の所在地と発電施設の所在地が都道府県や市区町村を跨ぐ場合は、発電施設のある地元に維持管理業務を委託することで、地元に雇用確保と利益の循環を行う。
- ・事業者の所在地と発電施設の所在地が電力会社管轄を跨ぐ場合には、一定の割合で市民ファンドによる地元住民からの出資枠を組み込むことで、太陽光発電促進付加金(太陽光サーチャージ)の受益者負担と配当などによる地元への利益の循環を行う。これにより住居(借家や耐荷重のない住宅)に太陽光発電システムを設置できない方であっても太陽光発電などの再生可能エネルギーへの普及に関わることができ、受益者負担が適正に行われる。

⑦ 発電事業者の適正な負担

「受益者負担」と「義務と権利」について考える。電力会社のインフラを通じて電気というサービスを受けるために需要者(受益者)が代金を支払っている。それは「電気」を使う権利を得るために代金の支払いが「義務」であり、需要者(受益者)の負担である。電力会社の管内において「電気」というサービスの受けている需要者(受益者)が、そのインフラを通じての売電の権利を得る。つまり電力会社のインフラを使用するための電気料金(基本料金や使用した分に応じて支払う従量料金など)を負担する義務を果たすことで、売電して利益を得る権利を得られて受益者になっているのが、従来からある住宅用太陽光発電システムからの余剰電力買取制度とも考えられる。

そういう視点から昨今非常に多い発電事業者の所在地と発電施設の所在地が電力会社管轄を跨ぐ場合や同じ電力会社管内であっても自ら電気を消費する事業所ではないところに設置する発電施設について再考する必要がある。

発電事業者は電力会社のインフラを介して他の需要者がその電気を使うことで受益を得るための負担、他の需要者への安定供給を電力会社に委ねている分についてを負担を負っていない。買取制度は見かけ上、電力会社が買い取っているが、その電力は原則その地域の需要者によって消費され(代行販売)、買い取った電力量相当分は自社などの発電所からの電力販売量が減少することに伴い利益が減少する。電力会社は天候による発電量が不安定な電力を受け入れて、他の需要者への安定供給責任を負わなければならない。よって蓄電池などでの送電電圧の安定化や発電できない時間帯へ送電をずらすことのできない発電事業者については買取単価から太陽光発電促進付加金相当の差し引くなどの措置、電力会社が買い取った電力量に応じた従量制や発電容量に応じた基本料金の費用を発電事業者に対して請求できるようにする。

出典：国土交通省(<http://www.mlit.go.jp/common/000167939.pdf>)

国住指第1949号
平成23年9月30日

各都道府県

建築行政主務部長 殿

国土交通省住宅局建築指導課長

建築基準法及びこれに基づく命令の規定による規制と同等の規制を受けるものとして
国土交通大臣が指定する工作物を定める件の施行について
(技術的助言)

平成23年3月30日に公布した建築基準法施行令の一部を改正する政令(平成23年政令第46号)が同年10月1日から施行される(一部は同年5月1日に施行済)ことを受け、今般、建築基準法及びこれに基づく命令の規定による規制と同等の規制を受けるものとして国土交通大臣が指定する工作物を定める件(平成23年国土交通省告示第1002号)を定め、同年10月1日から施行することとした。

本告示の施行により、「太陽光発電設備等に係る建築基準法の取扱いについて」(平成23年3月25日付け国住指第4936号国土交通省住宅局建築指導課長通知)により通知したとおり、従来から建築基準法(昭和25年法律第201号。以下「法」という。)の適用が除外されている「架空電線路用並びに電気事業法(昭和39年法律第170号)第2条第1項第10号に規定する電気事業者及び同項第12号に規定する卸供給事業者の保安通信設備用」の柱に加えて、「太陽電池発電設備(電気事業法第2条第1項第16号に規定する電気工作物であるものに限る。)」についても、法の適用が除外されることとなるのでご留意願いたい。

貴職におかれては、貴都道府県内の特定行政庁及び貴都道府県知事指定の指定確認検査機関に対しても、この旨周知方お願いする。

なお、国土交通大臣又は地方整備局長指定の指定確認検査機関に対しても、この旨通知していることを申し添える。

(工作物の指定)

第百三十八条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法第八十八条第一項の規定により政令で指定するものは、次に掲げるもの（鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものその他の法令の規定により法及びこれに基づく命令の規定による規制と同等の規制を受けるものとして国土交通大臣が指定するものを除く。）とする。

- 一 高さが六メートルを超える煙突（支枠及び支線がある場合においては、これらを含み、ストーブの煙突を除く。）
- 二 高さが十五メートルを超える鉄筋コンクリート造の柱、鉄柱、木柱その他これらに類するもの（旗ざおを除く。）
- 三 高さが四メートルを超える広告塔、広告板、装飾塔、記念塔その他これらに類するもの
- 四 高さが八メートルを超える高架水槽、サイロ、物見塔その他これらに類するもの
- 五 高さが二メートルを超える擁壁

1. 環境アセスメントとは？

交通の便をよくするために道路や空港を作ることは、生活を営む上で必要不可欠なものである。これらには必ずしも人が働かなければならない必要はないが、いくらかの必要なお金や労力が必要である。環境に大きな影響を与えておいてはなりません。

開発事業による重大な環境影響を防止するためには、事業の内容を決定するに当たって、事業の必要性や採算性だけでなく、環境の保全についても検討しなくてはなりません。

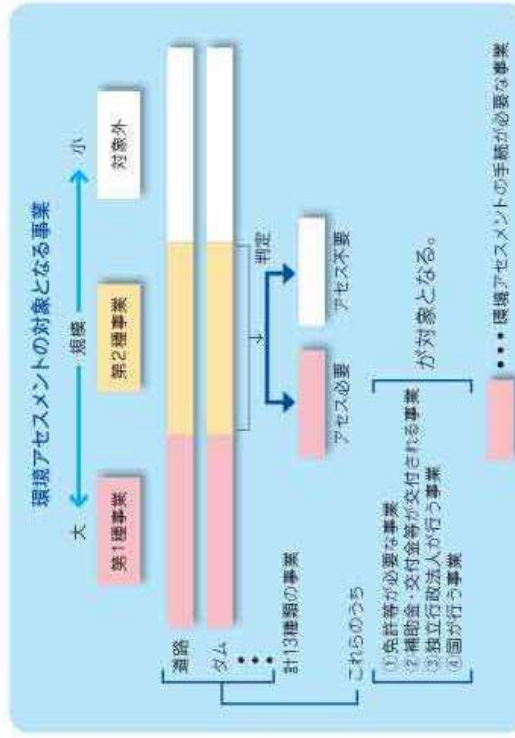
このように考え方を広げると、環境アセスメント(環境影響評価)制度です。環境アセスメントとは、開発事業の内容を決定するに当たって、それが環境にどのような影響を及ぼすかについて、あらかじめ事業者自身が調査・予測・評価を行い、その結果を公表して一般の方々、地方公共団体などから意見を聴き、それらを踏まえて環境の保全の観点からよりよい事業計画を策定していくという制度です。



(2) 環境アセスメントの対象となる事業

環境影響評価法に基づき環境アセスメントの対象となる事業は、道路、ダム、鉄道、空港、発電所などの13種類の事業です。

このうち、規模が大きく環境に大きな影響を及ぼすおそれがある事業を「第1種事業」として定め、環境アセスメントの手続きを行うこととしています。この「第1種事業」に準ずる規模の事業を「第2種事業」として定め、手続きを行うかどうかを個別に判断することとしています。つまり、「第1種事業」のすべてと、「第2種事業」のうち手続きを行うべきと判断されたものが、環境アセスメントの手続きを行うこととなります。また、規模が大きい建設計画も環境アセスメントの対象となっています。具体的な事業の種類と規模は、次のページの表のとおりです。



トピック2 風力発電所を法対象事業に追加

世帯や社会への風力発電の導入が期待されている一方、風力発電所は、騒音・使用済油による健康影響や鳥類への影響等の環境影響が、国内においても問題とされています。

円滑な事業の実施のためには、環境保全に十分配慮することが必要ですが、一部の地方公共団体で環境アセスメントの条例制による対応はなされてきたものの、多くの地域においては、事業者による自主的な環境アセスメントが行われており、これらに基づき十分な対応はとられていませんでした。

このように実態を踏まえ、風力発電所の設置事業が法対象事業として追加されました。

出典：http://www.env.go.jp/policy/assess/1-3outline/img/panph_i.pdf

3. 環境影響評価法（環境アセスメント法）について

環境アセスメントの対象事業一覧

	第1種事業 (環境アセスメント法第14条第1項)	第2種事業 (環境アセスメント法第14条第2項)
1. 道路	4車線以上のもの 4車線以上・10km以上 幅員6.5m以上・20km以上	4車線以上・7.5km以上・10km 幅員6.5m以上・15km以上・20km
2. 河川	排水面積100ha以上 土地改良面積75ha以上・100ha	排水面積75ha以上・100ha 土地改良面積75ha以上・100ha
3. 鉄道	新幹線鉄道 長さ10km以上	長さ7.5km以上・10km
4. 飛行場	滑走路長2500m以上	滑走路長1,875m以上・2,000m
5. 発電所	出力3万kW以上 出力15万kW以上 出力15万kW以上 出力7,500kW以上	出力2,25万kW以上・3万kW 出力11,25万kW以上・15万kW 出力7,500kW以上・1万kW
6. 廃棄物処理施設	出力1万kW以上	出力7,500kW以上・1万kW
7. 埋立て、干拓	面積30ha以上	面積25ha以上・30ha
8. 土地の掘削・埋め立て	面積50ha以上	面積40ha以上・50ha
9. 土地区画整理事業	面積100ha以上	面積75ha以上・100ha
10. 工業団地造成事業	面積100ha以上	面積75ha以上・100ha
11. 新都市開発準備事業	面積100ha以上	面積75ha以上・100ha
12. 港湾業務用地造成事業	面積100ha以上	面積75ha以上・100ha
13. 花地の造成事業（※1）	面積100ha以上	面積75ha以上・100ha
〔潜望計画（※2）〕	埋立・掘削の面積が合計300ha以上	

（※1）「宅地」には、住宅地以外にも工場用地なども含まれる。

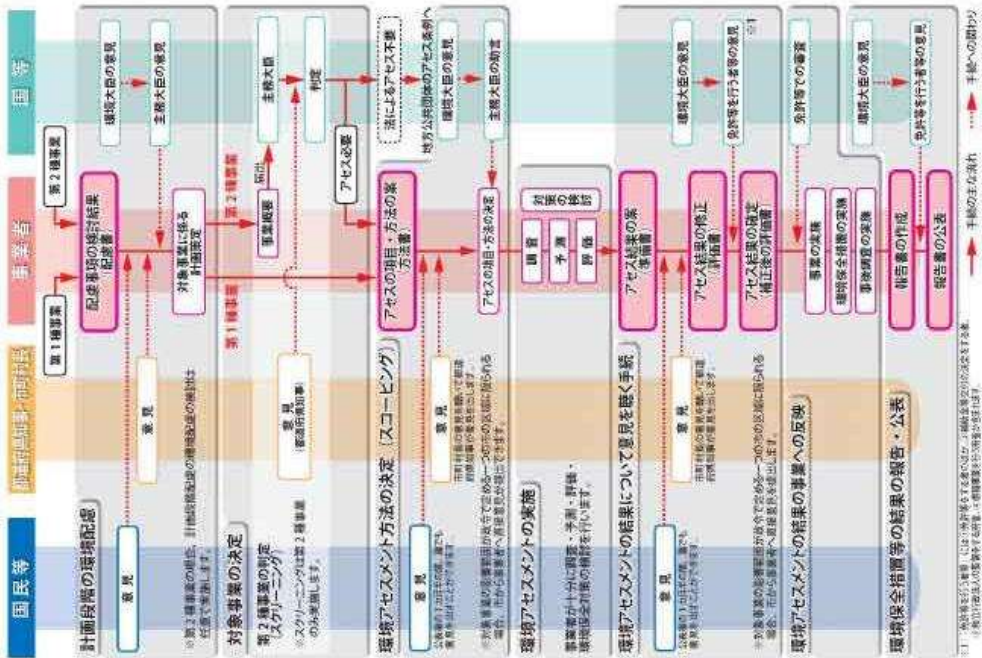
（※2）潜望計画については、別途環境アセスメント（14ページ参照）の対象となる。

(3) 環境アセスメントの実施者

環境アセスメントは、対象事業を実施しようとする事業者が行います。これは、そもそも環境に善し
い影響を及ぼすおそれのある事業を行うおととする者が、自己の責任で事業の実施に伴う環境への影響に
ついて配慮することが適当だからです。また、事業者が事業計画を作成する段階で、環境影響について
の調査・予測・評価を行うとともに環境保全対策の検討を一体として行うことにより、その結果を事業
計画や施工・供用時の環境配慮等に反映し、おとすことにより、おとす理由の一つです。

(4) 環境アセスメントの手法

環境アセスメントの手法の流れ



注1）「関係機関等」には、関係する行政機関、関係する自治体、関係する事業者等が含まれます。

注2）「関係機関等」には、関係する行政機関、関係する自治体、関係する事業者等が含まれます。

4. 地方公共団体の環境アセスメント制度

環境アセスメントの実施

スコアヒンジの手続きが終わると、事業者は選定された項目や方法に基づいて、調査・予測、評価を実施します。この検討と並行して、環境保全のための対策を検討し、この対策がとられた場合に与える環境影響を総合的に評価します。

調査
(調査の方法)

- ・予測・評価をするために必要な地域の環境情報を収集するための調査を行います。
- ・既存の資料などを集めて整理する方法
- ・実際に現場に行き、測定や観察をする方法

予測
(予測の方法)

- ・事業を実施した結果、環境がどのように変化するかを予測します。
- ・コンピュータなどで各種の予測に基づいて計算する方法
- ・情報などではモンテカルロ法等の作成等の方法

評価
(評価の内容)

- ・実行可能な最大限の対策がとられているか。
- ・環境保全に関する目標、目標等を達成しているか。

トピック4 バスト追求型の環境アセスメント

環境影響評価法では、事業者が目標を設定し、この目標を満たすかどうかの観点から「目標クリア型」環境アセスメントではなく、複数案の比較検討や、実行可能なより良い対策をとっているかどうかの検討などによる、環境影響を定める原付回数、他諸するといった観点からの「バスト追求型」環境アセスメントを行うこととしています。これにより、環境保全の観点からよりよい事業計画にしていこうという意識が、事業者を中心として、一般の方々や地方公共団体の間で行われることが期待されています。

地方公共団体の制度の状況

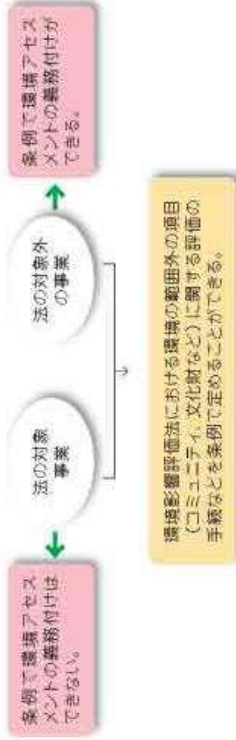
すべての道府県とはほとんどが法定制であり、環境アセスメントに相当する条項があります。地方公共団体の制度は、環境影響評価法と比較し、法対象以外の事業種や小規模の事業を対象にする、機会を限定して住民などの意見を聴く、第三者機関による審査の手続きを設けるなど、地域の実情に応じた特徴的な内容となっています。

環境影響評価法と条例の関係

地方公共団体の環境アセスメント制度は、地域の環境保全のためにも重要役割を果たしています。しかし、一つの事業について、環境影響評価法と地方公共団体の制度による手続きが重複して義務付けられることは、事業者にとって過度の負担となります。

そこで、環境影響評価法は、地方公共団体の環境アセスメント条例上の規定を優先し、手続きが重複しない、法の手続きの履行が妨げられることのないように配慮しています。

環境影響評価法と条例の関係



トピック7 配慮書手続と報告書手続における法と条例の関係

改正法により新たに追加された配慮書手続と報告書手続における環境影響評価法と地方公共団体の環境アセスメント条例との関係については、以下のように整理されています。

▶第2種事業における配慮書手続の取扱い

法は全量的な観点から必要条制度を定めたものであり、規制の根拠を定めるものでないため、法に基づく配慮書手続が行われない事業に関しては、地域の自然的、社会的条件が判断して必要に応じて条例に基づく配慮書手続を講ずることができます。

▶報告書手続の取扱い

法に基づく報告書手続は、それが終了するまで事業の実施を禁止するものではないため、地域の自然的、社会的条件が判断して必要に応じて条例に基づく報告書手続を講ずることができます。

出典：http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=9158&hou_id=8023

1. 「光害」の定義

光害対策ガイドライン

1. 「光害」の定義

ガイドライン
(対象) すべての人

1-1 「光害」の定義

光害（ひかりがい）とは、良好な「光環境」の形成が、人工光の不適切あるいは配慮に欠けた使用や運用、漏れ光によって阻害されている状況、又はそれによる悪影響と定義する。

1-2 照明による環境影響

屋外照明が周辺環境へ及ぼす影響を整理すると以下のようになる。

(1) 動植物への影響

- (a) 生態系
 - ①家畜 ②昆虫類 ③哺乳類・両生類・爬虫類 ④鳥類 ⑤魚類
- (b) 家畜及び野生動物
 - ①家畜 ②昆虫類
- (c) 農作物及び野生植物
 - ①農作物 ②植物

(2) 人間の諸活動への影響

- (a) 天体観測
- (b) 居住者（住居周辺）
- (c) 歩行者
- (d) 通勤者
- (e) 交通機関
 - ①自動車 ②船舶・航空機

はじめに

都市化や交通網の発達等による屋外照明の増加、照明の過剰な使用等により、「夜空の明るさ」が増大し、天体観測等への障害となること、光（ひかり）害」として指摘されて久しい。また、照明の不適切又は過剰な使用による、眩しさといった不快感、交通信号等の重要情報の認知力の低下、野生動植物や農作物等への悪影響が報告されており、適切な対策を求める声が多くなっている。

環境省においては、平成10年に屋外照明の適性化等により、良好な光環境の形成を図り地球温暖化防止に資することを目的に「光害対策ガイドライン」を策定した。以降、「地域照明環境計画策定マニュアル」、「光害防止制度に係るガイドブック」が編んで取りまとめられ、地方公共団体等の光害防止施策に活用されると共に、多方面の関係者に対し光害対策への意識高揚と防止効果をもたらしてきたところである。

策定後8年を経過し、光害防止に対する社会的要請の度合いは高まり、光害に対する認識も多様化しつつある。一方で、新たにCIE（国際照明委員会）による「屋外照明による警告光抑制ガイド(2003)」も公表されるなど国際的にその動きが加速している。また、高度成長期に形成された都市からの更新の時代を迎え、町の中に光害を避けよりの良い光環境を創出していくことの重要性も指摘されているところである。これらのことを踏まえ、今般「光害対策ガイドラインの改訂」を行った。

なお、本ガイドラインは、環境省の御作り検討会光害部会において御検討、取りまとめいただいたものである。

平成18年12月

環境省水・大気環境局

環境の御作り検討会光害部会 名簿

座長	成定 康平	元中京大学 教授	(50言語、敬称略)
	川上 幸二	岩崎電気株式会社 技術開発室技術部長	
	近田 玲子	株式会社近田玲子デザイン事務所 代表取締役	
	別府 秀紀	松下電工株式会社 施設・屋外照明事業部	
		屋外照明商品部 屋外商品企画チーム主任	
	渡部 潤一	大学共同利用機構法人自然科学研究機構	
		国立天文台天文情報センター広報室長	

出典：http://www.jpea.gr.jp/pdf/revention_reflection.pdf

2010.3.12 軒外施工品質

太陽光発電システムの反射光トラブル防止について

1. 目的

住宅の屋根に太陽光発電システムを設置した場合、特に太陽電池モジュールからの反射光が眩しい、あるいは熱いなどという事でクレームになる場合がある。太陽電池モジュールの光の入射角が深い場合は(垂直 $\sim 30^\circ$ 程度)ガラスの反射率は比較的小さく、反射光も弱い。それより深い角度になると反射率は急激に大きくなる。このため太陽からの強い光が当たると、その反射光によって相当な眩しさを感ずる。以下に、反射光トラブル防止に關する情報を記述するので設置の検討に役立てて頂きたい。

2. 太陽の位置

太陽は、季節や時刻によって位置が大きく変わる。図2に太陽高度の変化、図3に日の出、日の入りの方位を示す。反射光の方向を検討する場合の参考として頂きたい。

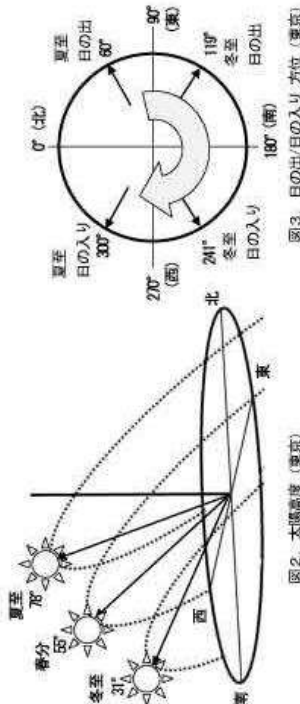


図2. 太陽高度 (東京)

図3. 日の出/日の入り 方位 (東京)

3. 反射光クレーム防止

通常、太陽電池モジュールは住宅の日当たりの良い南面に屋根に設置される。日本の住宅の屋根の角度は通常 $3\sim 6$ 寸の配度、これは角度に置き換えると $16\sim 31^\circ$ 程度になる。一方、太陽高度は図2に示す通り、東京付近の場合 $31^\circ \sim 78^\circ$ の範囲で大きく変化する。この様な条件で考えると、太陽光は一般に空の方向に反射され、クレームにつながる地上方向への反射光は発生しにくい。

例えば、比較的不利な条件である大きな傾斜角(6寸勾配: 31°)の屋根での、反射光の状況を図4に示す。

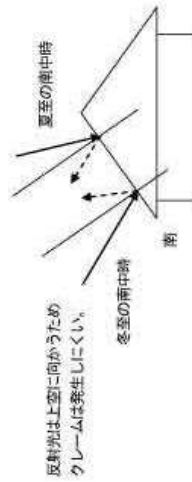


図4. 南面に設置されたモジュールでの反射光

これに対し、東西面や北面に設置されているモジュールに太陽光が当たると、太陽の位置や高度によって、反射光は地上方向に向かう場合がある。この様な光が、近隣の住宅の窓に差し込むとクレームにつながりやすい。図5、図6は、太陽光が地上方向に反射する例、あるいは、その光が隣家の南側の窓に達する場合の事例。

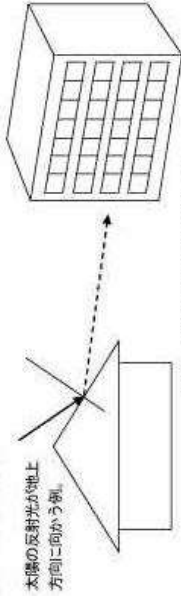


図5. 反射光が地上方向に向かう例

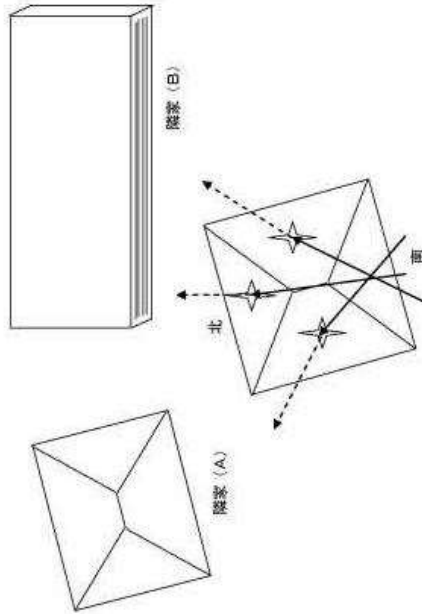


図6. モジュールからの反射光が隣家に向かう例

4. まとめ

- 1) 太陽電池モジュールを東西面や北面(北面は一般的に設置に適さない)の屋根に設置する場合、想定される反射光の方向にトラブルにつながりそうなのが住宅が無いことを確認する。
- 2) 隣接する住宅にトラブルにつながりそうなのが大きな窓等がある場合は、太陽高度と方位を考慮し、その窓に光が差し込む可能性を検討する。
- 3) モジュールの設置位置に平線などを置いて、太陽光の来る方向に自分の目を位置させ、隣に映る景色などを確認することで、より正確な判断ができる。
- 4) 上記検討の結果、モジュールからの反射光が、近隣住宅の窓に差し込む可能性が高いことが分かった場合は、漁主に状況を説明し対応方法を相談する。

以上

北海道における大規模太陽光発電の接続についての対応

2013年4月17日 ... 広い土地の確保のしやすさと土地代の安さが背景にあるものと考えられます。北海道は、もともとの電力の系統規模の小ささから、再生可能エネルギーの接続量に限界があります。特に、大規模の太陽光発電については、現状の設備・接続 ...

出典：<http://www.meti.go.jp/press/2013/04/20130417003/20130417003.pdf>

沖縄本島における太陽光発電の接続についての対応

2013年12月3日 ... 経済産業省は、本日、沖縄本島における太陽光発電の接続についての対応をとりまとめましたので、お知らせします。1. 背景・経緯. 固定価格買取制度の施行後、太陽光発電の導入が急速に進んでおります。その中で、沖縄本島はもともと ...

出典：<http://www.meti.go.jp/press/2013/12/20131203002/20131203002.pdf>

メガソーラー接続時の工事負担

系統アクセスに関するQ&A」を改正し、配電用変圧器のバンク逆 ...

Q1-4：太陽光設備を低圧の系統に連系する際に特に注意する点は・・・7.... 経済産業省資源エネルギー庁「次世代送配電システム制度検討会第1ワーキンググループ 一般電気事業者は上記工事費負担金（接続に必要な費用）を系統に連系する事業者へ。

出典：http://www.esci.or.jp/faq/pdf/qa_access131112.pdf

メガソーラーの接続問題は全国で解消へ、事業者は工事費を負担

7月23日から全国の電力会社で太陽光発電設備の接続問題が大幅に解消することになった。これまで制限されていた変電所における「バンク逆潮流」の対策を講じることにより、電力会社は接続条件を緩和する。ただし発電事業者は変電所の対策に必要な工事費の負担金を求められる。

出典：<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1307/25/news073.html>

電力会社	工事費負担金 (出力1kWあたり)
北海道電力	3,255円
東北電力	3,675円
東京電力	1,995円
中部電力	3,675円
北陸電力	2,600円
関西電力	2,835円
中国電力	3,675円
四国電力	3,465円
九州電力	1,260円
沖縄電力	3,465円

出典：http://image.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1307/25/bankcost_sj.jpg

連係や電圧上昇抑制に関する電力会社のパンフレットの抜粋

住宅用太陽光発電システムでの電圧上昇抑制問題は設置後に発覚し、後追いで対策やその対策費用が問題になることが多いが、関西電力で公開されている「屋内配線(受電点から PCS まで)による電圧上昇値の簡易計算書」と受電点での電圧変動が分かれば、設計上である程度の未然防止が可能であるので、是非参考にしてほしい。

東京電力

引用：http://www.tepco.co.jp/e-rates/individual/shin-ene/saiene/pdf/20120717_1.pdf

- 検討の結果、当社設備の改修等が必要となる場合には、必要な工事費をお客さまより申し受けます。
- 太陽光発電設備には、お客さまおよび他のお客さまに影響を与えないようにするため電圧上昇抑制機能が設置されており、電力系統の状態によっては発電出力が抑制されることがあります。この抑制による売電量の減少等については、当社は補償いたしません。

中部電力

引用：http://www.chuden.co.jp/resource/ryokin/saiene_01.pdf

長期にわたり発電出力の抑制が発生する場合などで、電圧上昇抑制機能(自動電圧調整装置)の動作の原因を調査した結果、発電出力抑制の事象の緩和など、お客様が当社の供給設備の変更を希望される場合は、それにかかる工事費の全額をお客様に負担いただくことがあります。

2014年に入って中部電力から販売店・施工業者向けに「太陽光発電システムの電圧上昇抑制について」のお願いが発表されてきました。受電点からパワコンまでの屋内配線による電圧上昇値を簡易計算書で求め、2Vを超えるような場合は、屋内配線を見直す必要があります。内線規程 1310-1「電圧降下」に準用とのこと。

http://www.chuden.co.jp/resource/ryokin/saiene_05.pdf

中部電力の屋内配線の電圧上昇値の簡易計算書

http://www.chuden.co.jp/resource/ryokin/sai_low_07.xls

引用：<http://www1.kepco.co.jp/energy/kaitori/images/syuturyokuyokusei.pdf>

なお、電圧上昇抑制機能が頻繁に動作する場合は、太陽光発電設備の設置された際の施工店、販売店やメーカー、またはお近くの関西電力までご相談ください。

尚、関西電力には「屋内配線(受電点から PCS まで)による電圧上昇値の簡易計算書」があり、事前にどの程度の電圧上昇するのか確認できます。

屋内配線(受電点から PCS まで)による電圧上昇値の簡易計算書 - 関西電力

記入例：http://www.kepco.co.jp/home/ryoukin/kaitori/images/keisansho_rei.pdf

手書用紙：http://www.kepco.co.jp/home/ryoukin/kaitori/images/pcs_1.pdf

電圧上昇抑制に対する電力会社の対応等

パワコンメーカーや施工業者の方から伺った内容です。後日、中部電力にも確認しました。東京電力や関西電力などでは、住宅用太陽光発電システムの普及に伴い以前より電圧上昇抑制に係わる個別協議期間短縮やコストダウンの観点から、電圧規制点を引込柱とし、引込柱からパワコンまでの電圧上昇等を考慮して整定値を高めとしているようです。中部電力では数年前から整定値を高めにするようにしたとのこと。

電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン抜粋

引用：http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/genjo/rule/keito_guideline.pdf

「しかし、系統側の電圧が電圧上限値に近い場合、発電設備等からの逆潮流の制限により発電電力量の低下も予想されるため、他の需要家への供給電圧が適正値を逸脱するおそれがないことを条件として、電圧規制点を引込柱としてもよい。電圧上昇対策は、個々の連系ごとに系統側条件と発電設備等側条件の両面から検討することが基本となるが、個別協議期間短縮やコストダウンの観点から、あらかじめ対策について標準化しておくことが有効である。」

太陽光発電大量連系に伴う電力会社の対応について

私見ではありますが中部電力が電気料金審査専門小委員会への提出資料された資料から読み解いてみます。

電気料金の値上げのお願いについて>値上げ申請資料等

https://www.chuden.co.jp/ryokin/onegai/one_shiryu/index.html

第9回電気料金審査専門小委員会（平成25年12月10日開催）によると、スマートメーターの導入について愛知県の豊田市及び春日井市において実証試験が行われております。小生もこの実証試験に応募しましたが太陽光発電設備が付いた住宅は実証試験の対象外とのことでした。スマートメーター導入時にはおそらく太陽光発電設備付の住宅も対象となり、逆流の電力もデータとして把握できることになることから需要と供給のバランスの調整に役立つと思われます。

スマートメーターの原価算入について[PDF：3,717KB]

https://www.chuden.co.jp/resource/ryokin/one_shiryu_05_13.pdf

但し、スマートメーターの普及には電力会社間の仕様違いなど解決しなければならない問題があるようです。

スマートメーターの導入を急ぐ政府、仕様を統一しない電力会社

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1309/13/news019.html>

第10回電気料金審査専門小委員会（平成25年12月24日開催）によると、高圧自動開閉器に使用されている電子部品の劣化、太陽光発電設備が大量連係すると配電線電流の想定が困難となるため、その対応策として高圧自動開閉器の更新と主要箇所には電流計測機能付自動開閉器の取付が行われています。

前回委員会でいただいたご質問への回答について[PDF：4,342KB]

https://www.chuden.co.jp/resource/ryokin/one_shiryu_05_19.pdf

又、住宅などに電力供給に使用される電灯引込線(DV線)の被覆(絶縁体)の紫外線劣化により導体が露出することで、電線間でトラッキングが生じて火花や断線などが発生することから、3.2mm以下の単線について施設後30年を経過するものについて耐侯性を強化した引込線(2層DV線)が導入され張替えが行われています。

公開されている資料には直接明示はされていませんが、電圧上昇抑制は高圧幹線の電圧変動、変圧器の容量、変圧器から引込線取付点までの引込線の長さや太さに起因する電圧降下が影響することから、3.2mm(8mm²相当)を14mm²へ張替されることも考えられます。3.2mmの2層DV線対14mm²のDV線との線材コストと電圧上昇抑制の予防及び未然防止の観点から判断も可能かと思えます。

電力会社による低圧配電線の事例

電力会社は電力供給の観点から、変圧器から住宅の引込線取付点を通して屋内の配線での電圧降下を考慮して、高めの電圧で供給しており、現状の配線材のサイズや長さで問題はありません。しかしながら逆潮流による余剰電力の売電の観点からは、引込線取付点から屋内への配線材サイズや長さに対して変圧器から引込線取付点までの配線材サイズや長さが細く長いところも存在しており、その場合は電圧上昇分としてパワコンの電圧上昇抑制に少なからず影響します。

電線サイズ表記 引込線：引込口配線

愛知県春日井市①



<http://goo.gl/maps/zIfZU>

全ての電柱に変圧器が設置されています。このエリアは1990年代後半に造成・分譲されており、電力会社との事前協議においてオール電化向けの分譲地として幹線及び低圧線が整備されたものと推測します。

ほとんどがオール電化+太陽光で占められ、残りはオール電化と一般住宅がです。

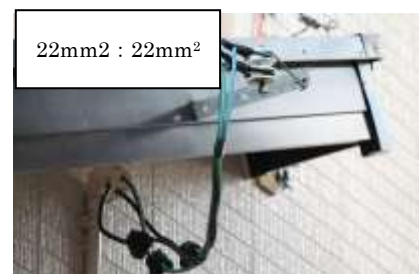
太陽光発電システム(PV)付オール電化住宅及びオール電化住宅向けの引込線は全てDVケーブル22mm²が使用されており、それ以外の住宅向けの直径2.6mm(5.5mm²相当)、3.2mm(8mm²相当)や14mm²に比べ電圧上昇分が最大1/4程度になり、引込取付点からの引込口配線もCVケーブル22mm²が使用され、変圧器の容量も大きく電圧上昇抑制が起こりにくい状況と思われます。

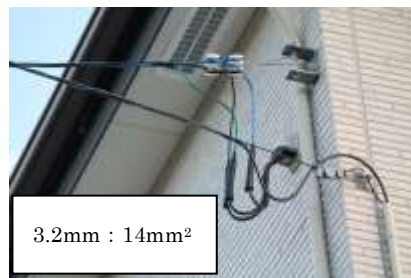
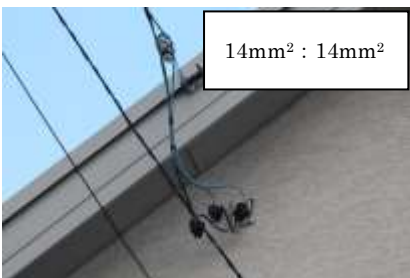
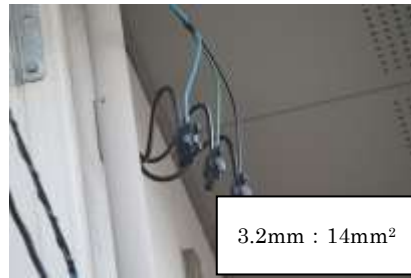
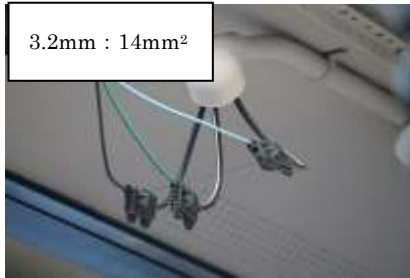
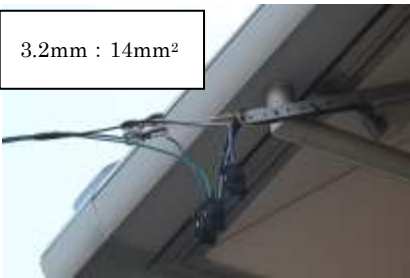
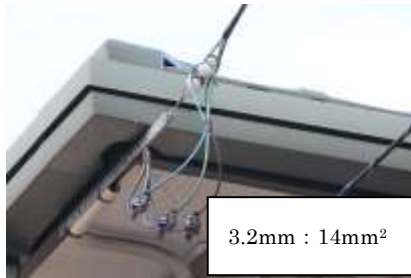
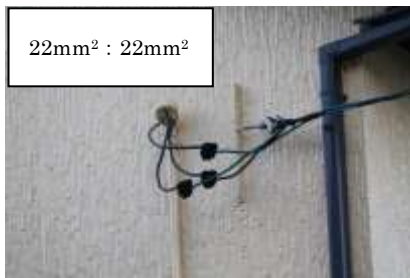
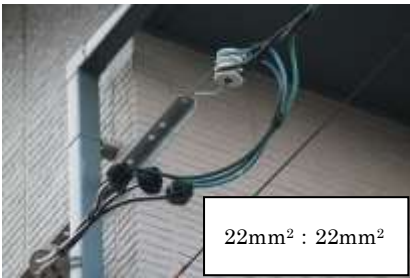
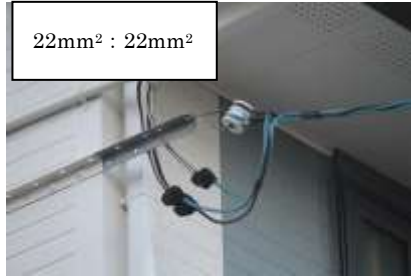
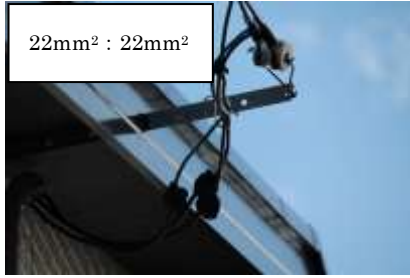
変圧器 50KVA に接続された住宅区分

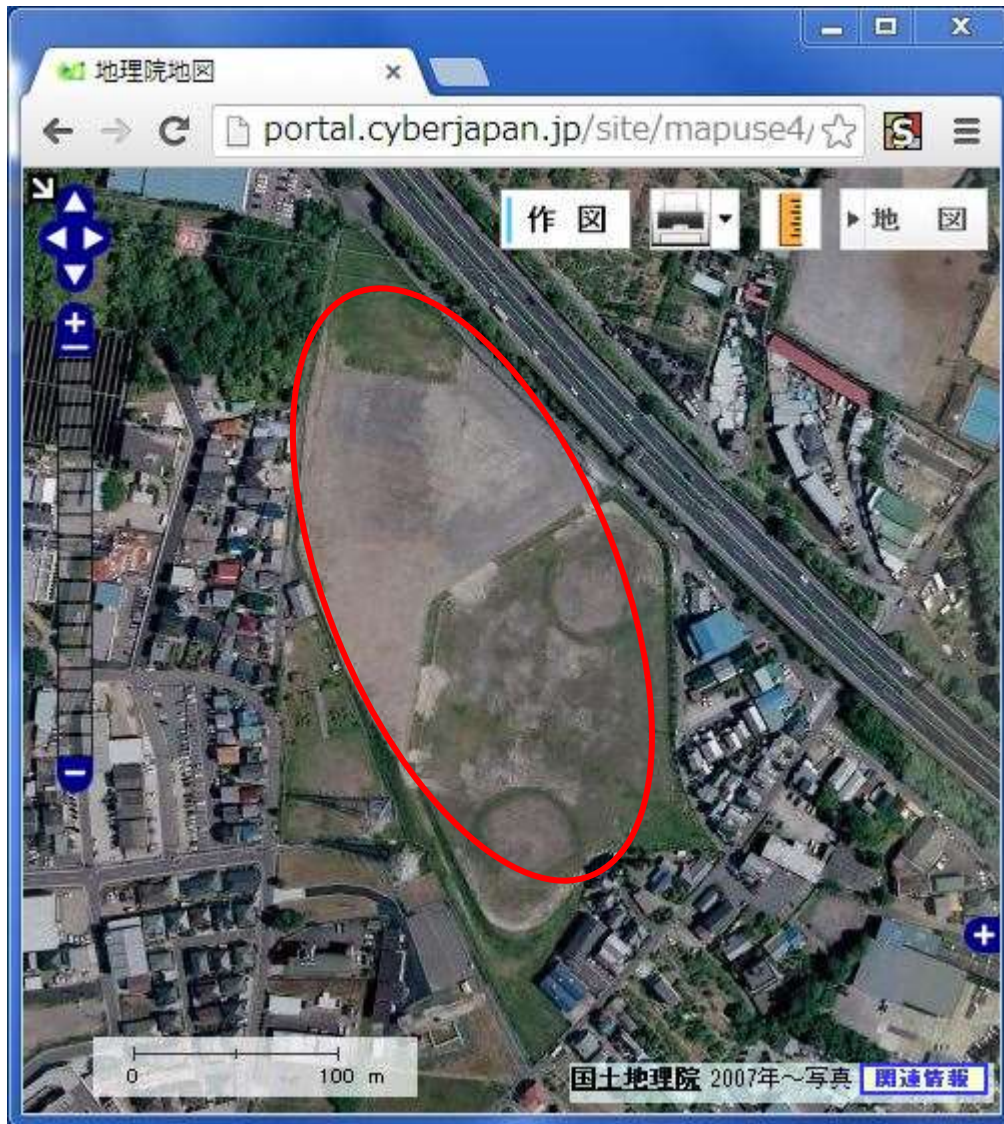
PV 付	2	3	4	4	4	4
PV 無	6	1	0	0	0	0

変圧器 30KVA に接続された住宅区分

PV 付	3	3	3	2	2	2	2
PV 無	3	2	0	2	4	2	2



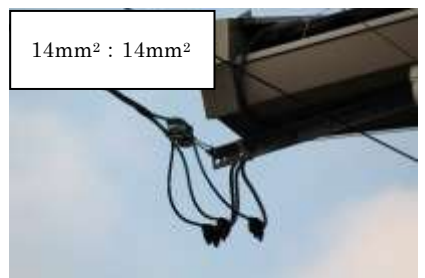
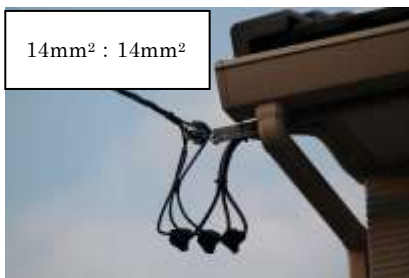
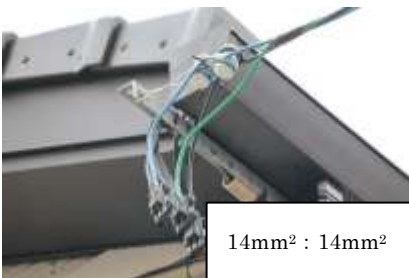
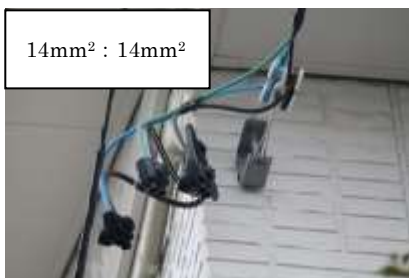
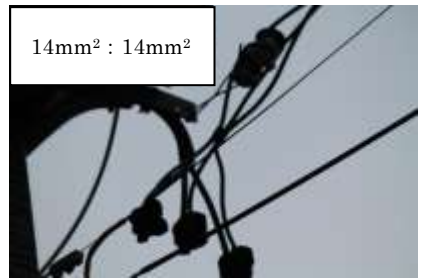
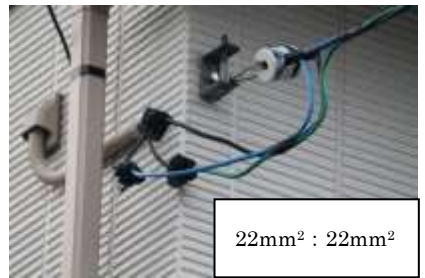
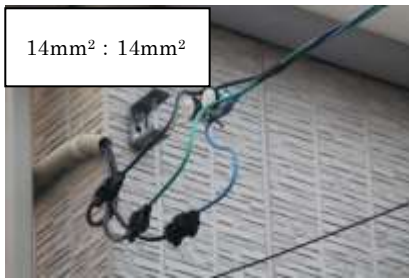
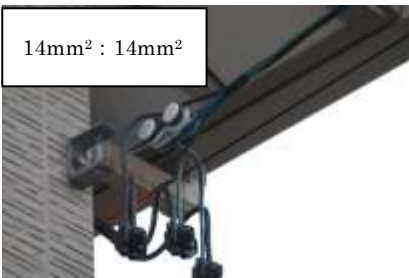


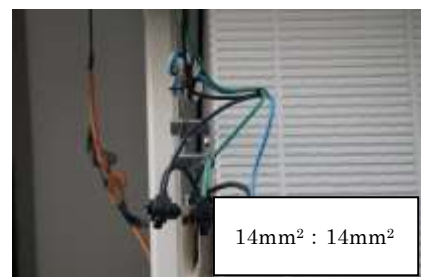
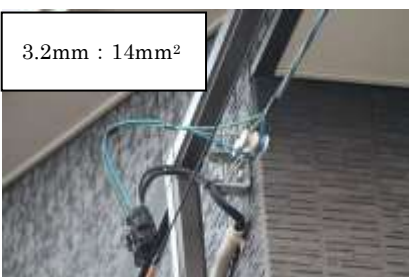
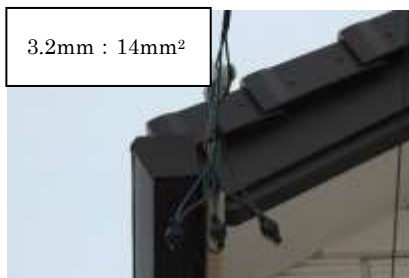
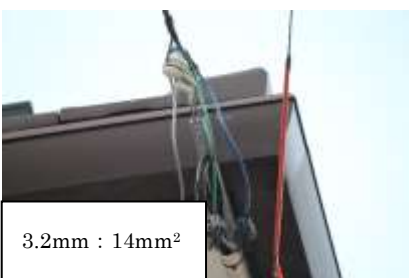
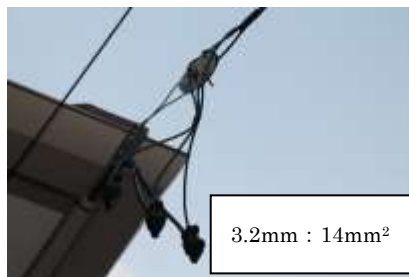
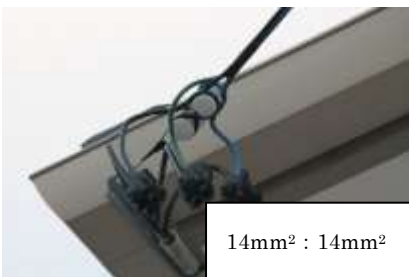
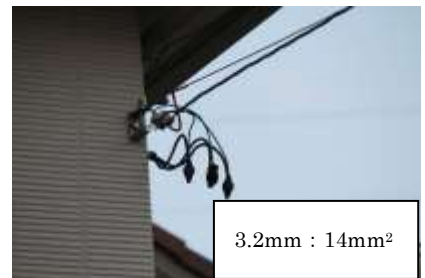
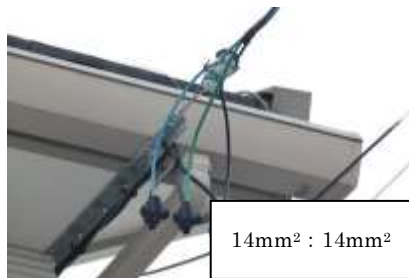
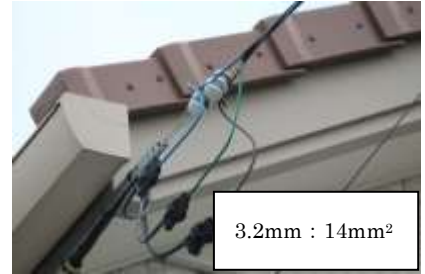
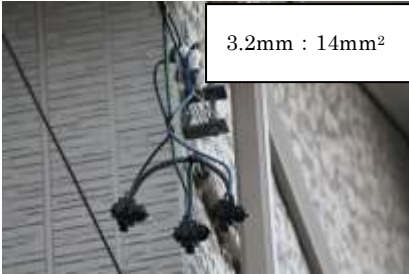
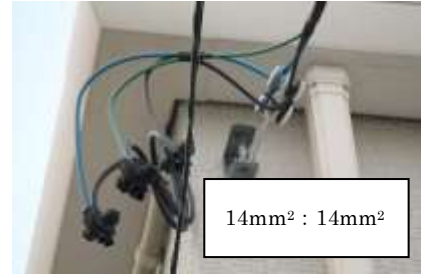
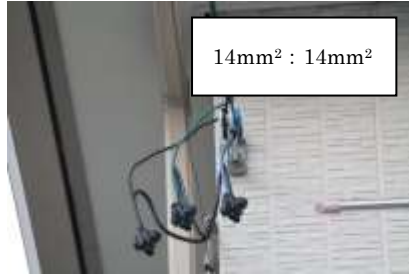
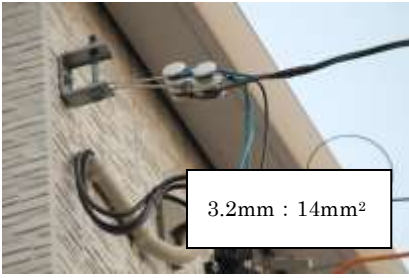


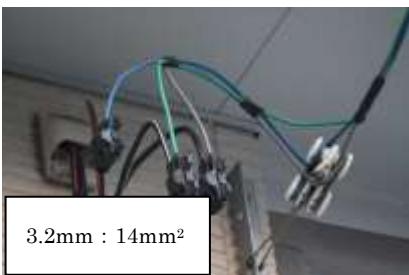
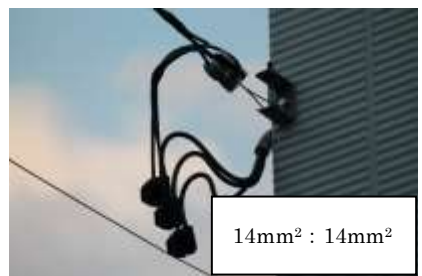
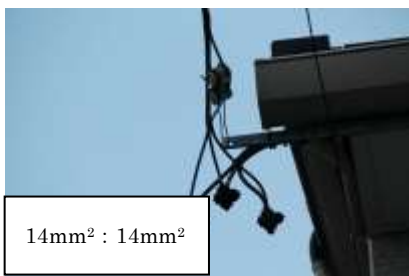
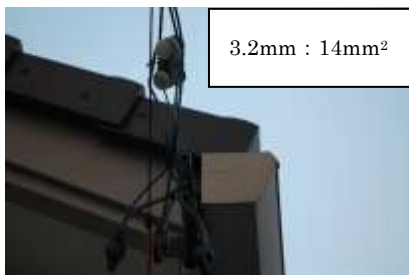
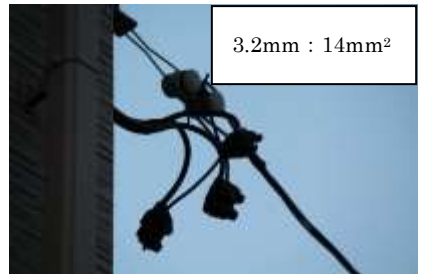
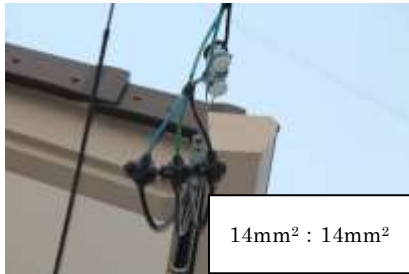
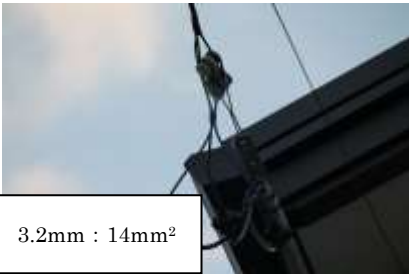
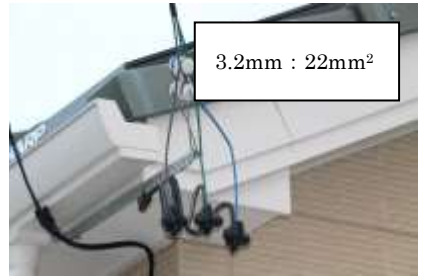
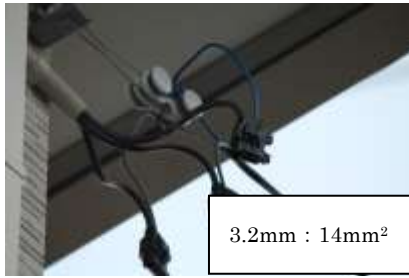
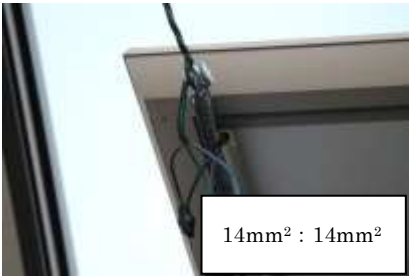
<http://goo.gl/maps/Z9hW1>

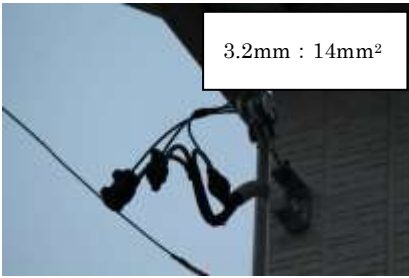
2009年以降に開発許可された分譲地域で150区画程度あります。そのほとんどが建築済みであり、その内の約半数の70軒に太陽光発電システムが設置されております。

低圧配電線の特徴としては電柱の7~8割程に20KVA又は30KVA、一部に50KVAと10KVAの変圧器が設置されており、容量の異なる変圧器2台併設の電柱もありました。住宅6軒に対して変圧器1台程度の割合です。

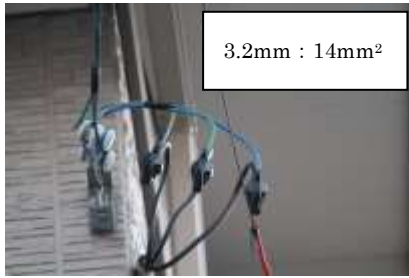








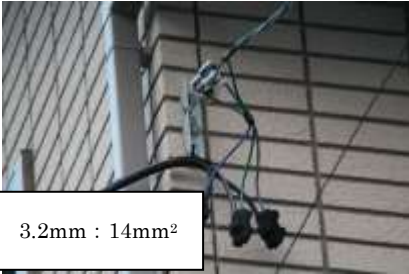
3.2mm : 14mm²



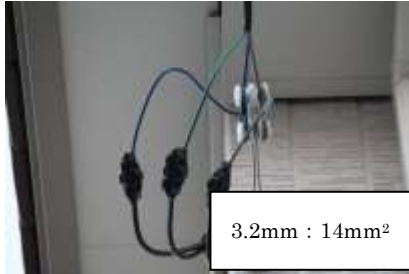
3.2mm : 14mm²



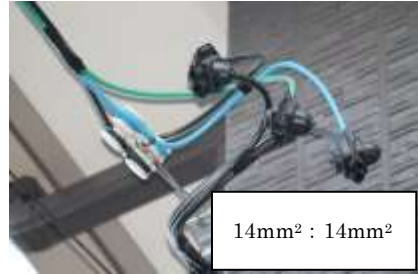
3.2mm : 14mm²



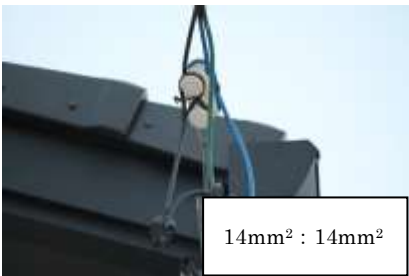
3.2mm : 14mm²



3.2mm : 14mm²



14mm² : 14mm²



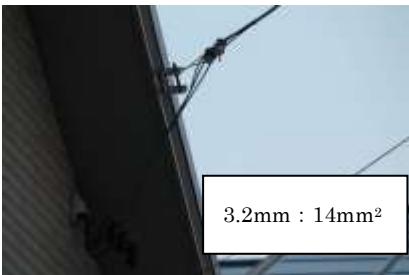
14mm² : 14mm²



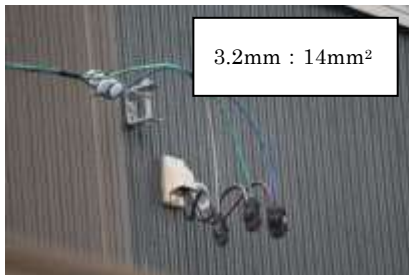
14mm² : 14mm²



3.2mm : 14mm²



3.2mm : 14mm²



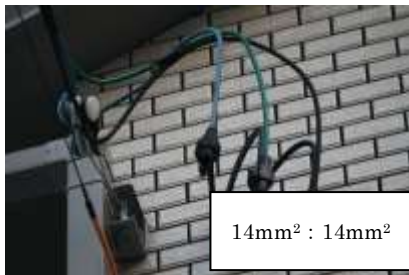
3.2mm : 14mm²



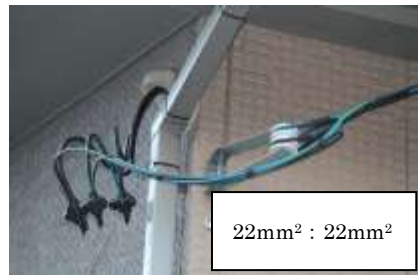
3.2mm : 14mm²



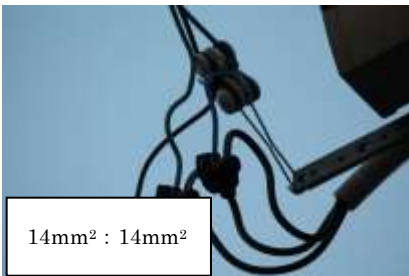
14mm² : 14mm²



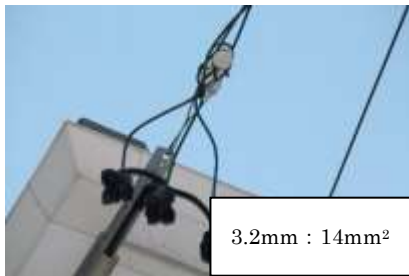
14mm² : 14mm²



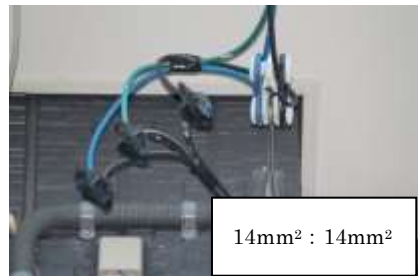
22mm² : 22mm²



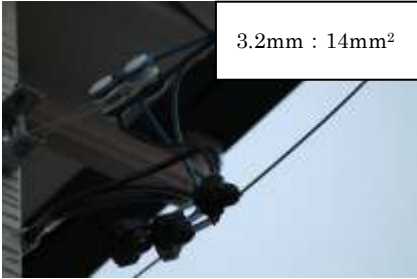
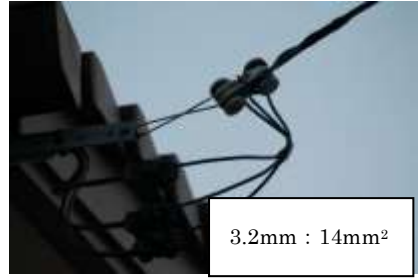
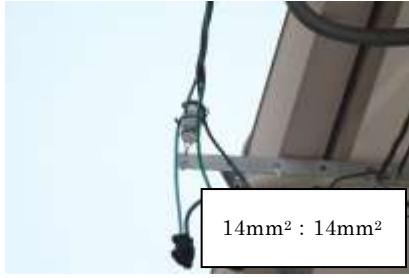
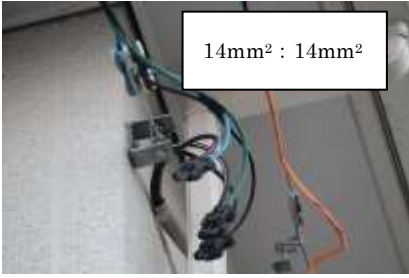
14mm² : 14mm²

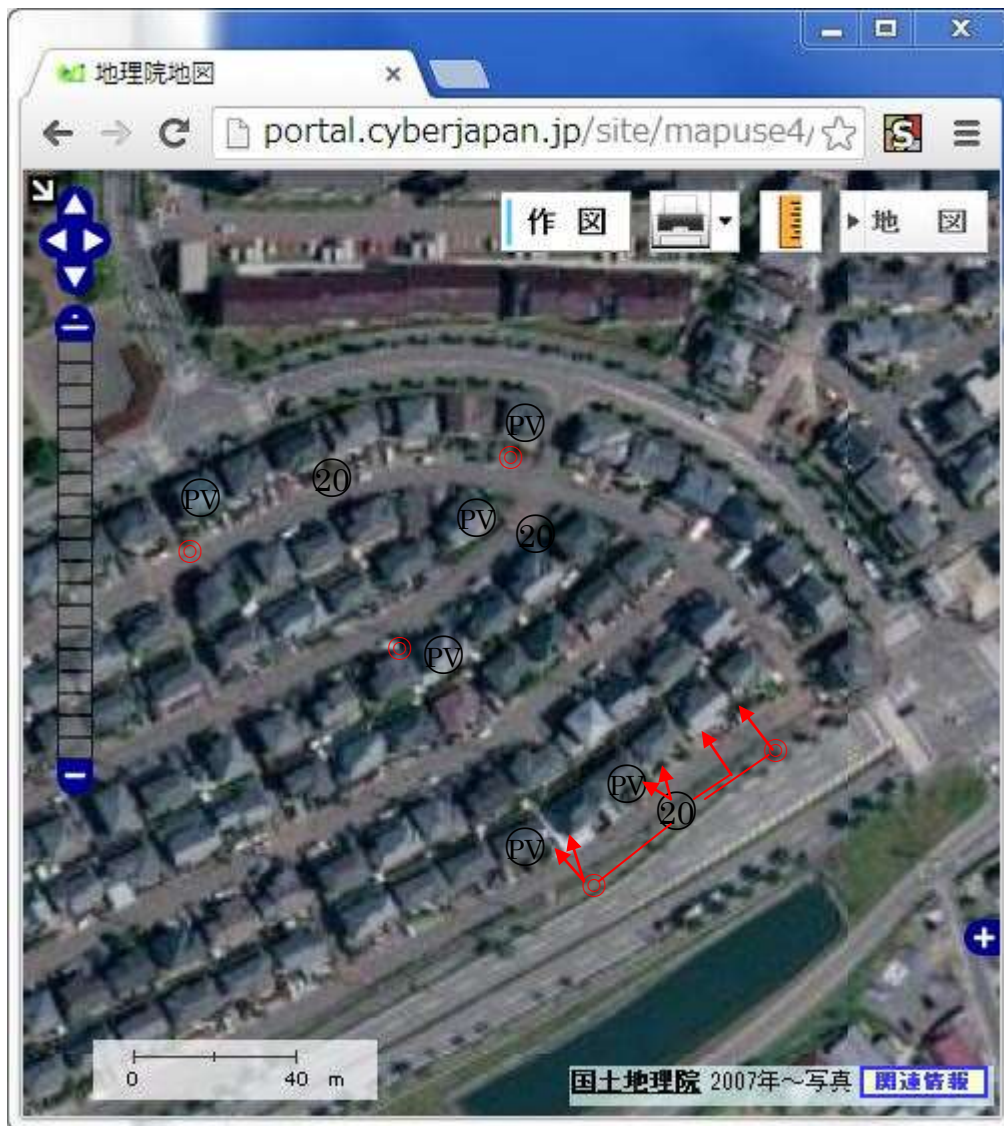


3.2mm : 14mm²



14mm² : 14mm²



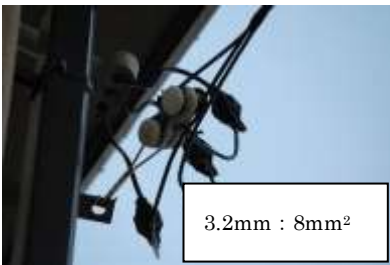
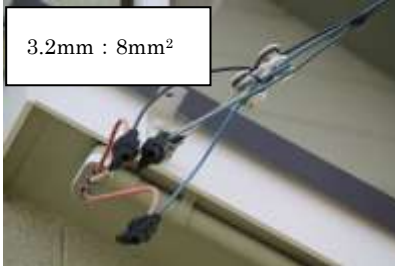
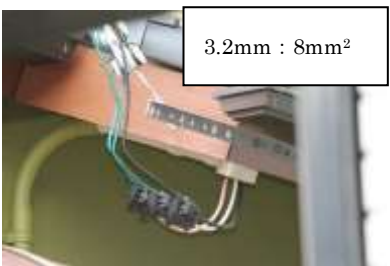
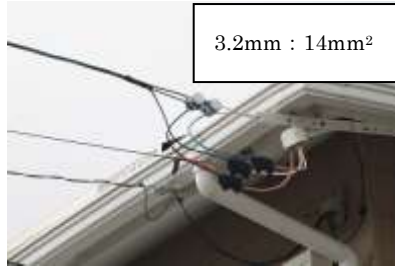
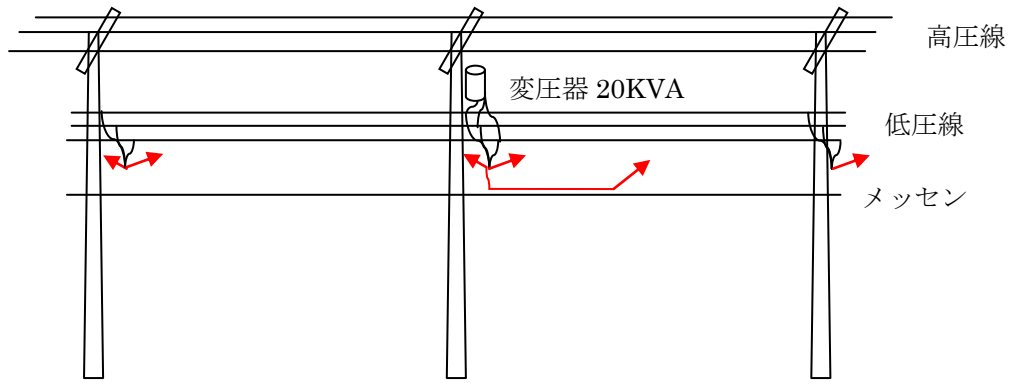


<http://goo.gl/maps/nSF2g>

1990年代に事業が完了した地域で、どこにでもありそうな団地であり、住宅用太陽光発電システムがそれほど普及していない時代で、電力供給のみを想定した幹線の配線と推測します。

20KVAの変圧器から6軒の住宅に電気が供給されています。最近になってその内の2軒に住宅用太陽光発電システムが設置されました。

その他の太陽光発電システムも既設住宅に追加設置されたものです。



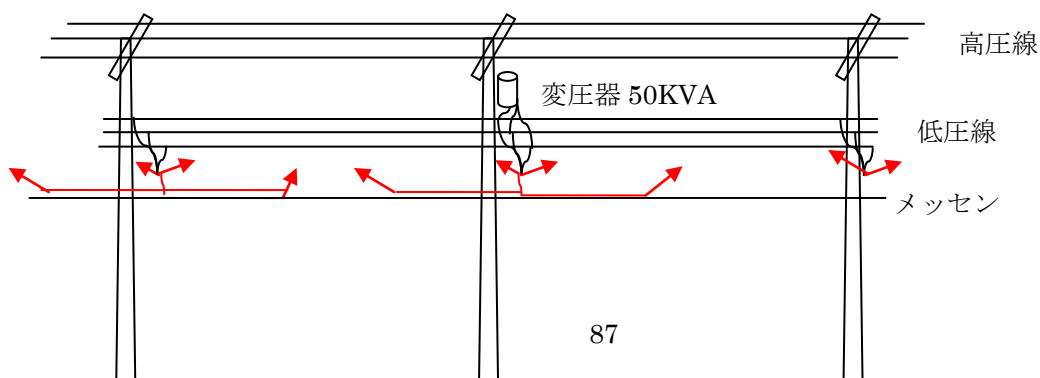


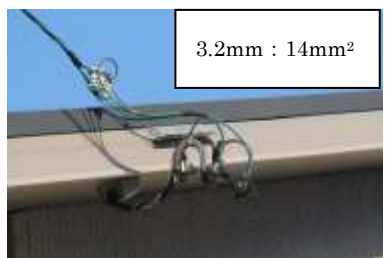
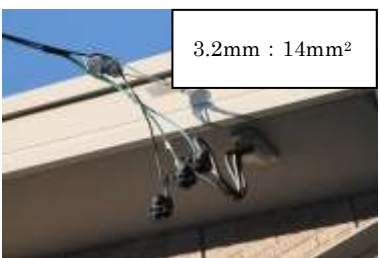
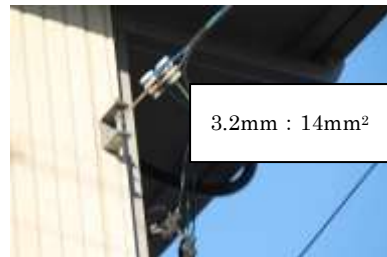
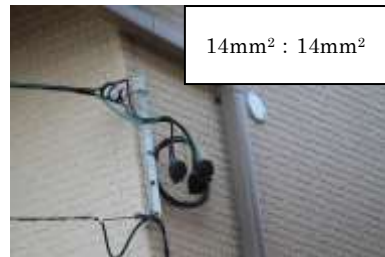
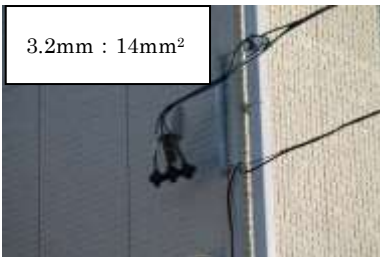
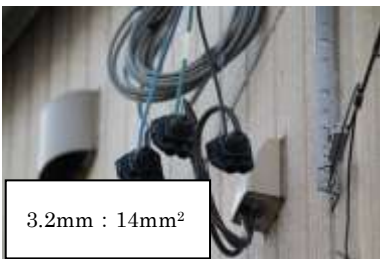
<http://goo.gl/maps/Rf5xO>

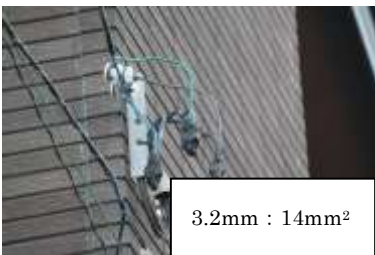
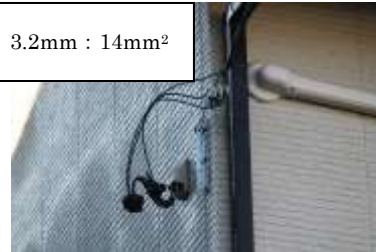
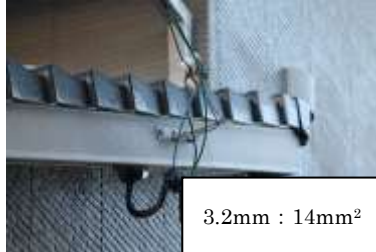
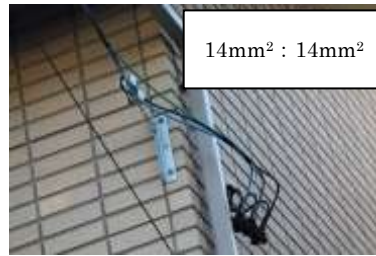
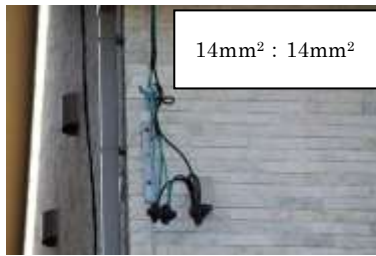
このエリアは数年前に分譲され、住宅用太陽光発電システム付住宅:19軒と一般住宅:7軒に対して50KVAの変圧器2台が設置されています。

変圧器から引込線取付点までが50mを超える住宅もあり、引込線はほとんどがDVケーブルの直径3.2mm(8mm²相当)、一部が14mm²です。引込線取付点からの引込口配線はCVケーブル14mm²と思われます。

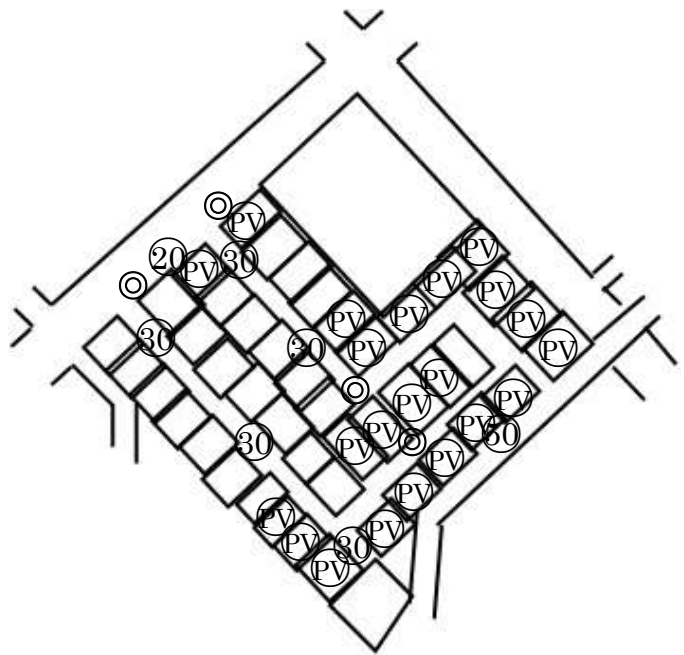
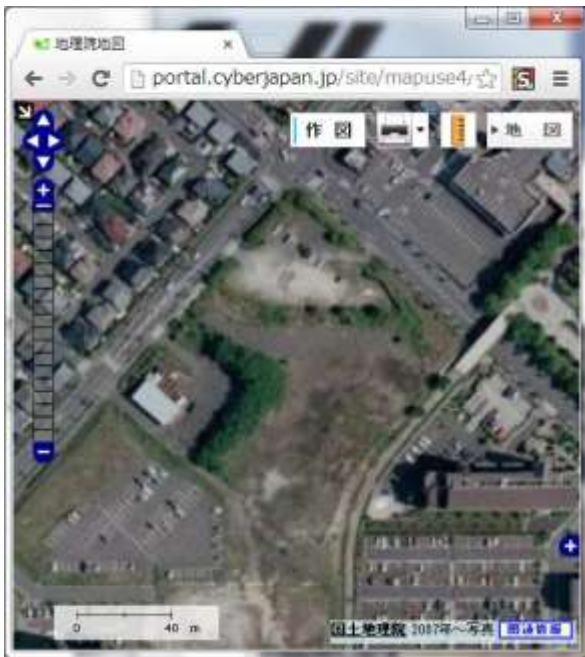
変圧器を容量の比較的大きいの50KVAとすることで、逆潮流で幹線側へ電気が流れるときの抵抗とインダクタンスを下げ、電圧上昇抑制の発生を抑えることを狙ったものと推測します。







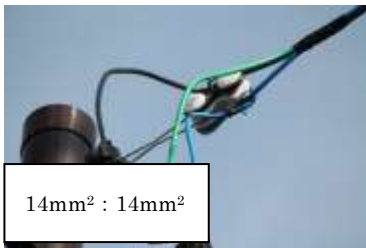
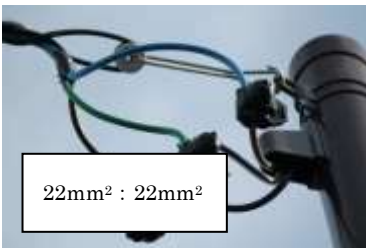
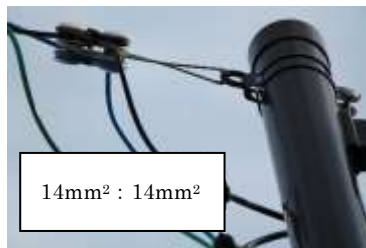
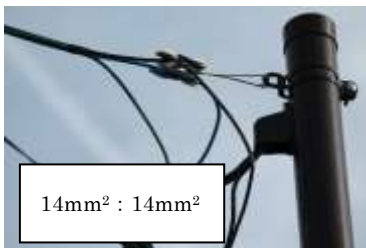
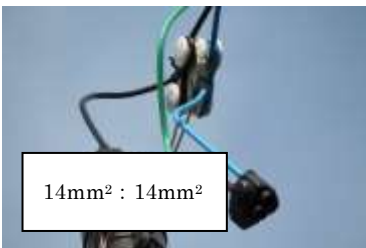
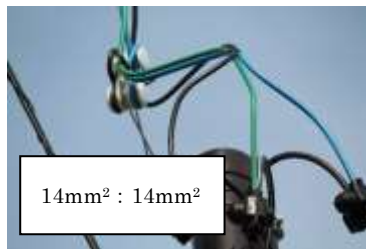
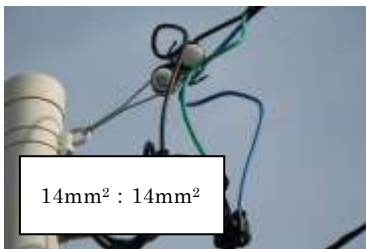
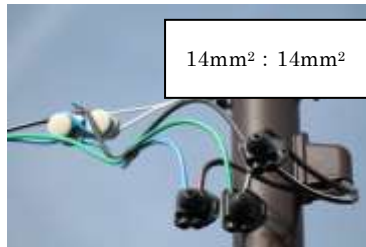
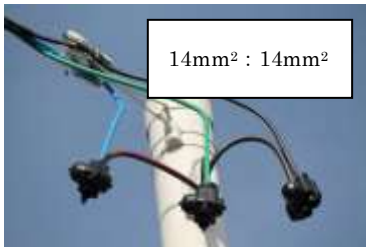
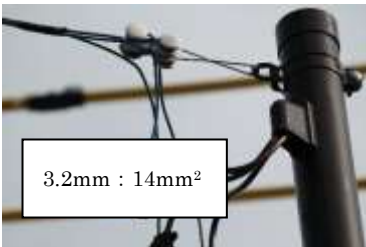
愛知県小牧市③

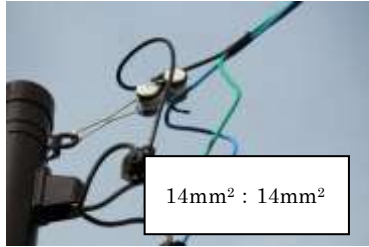
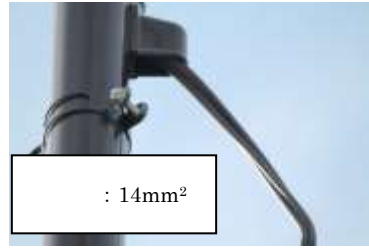
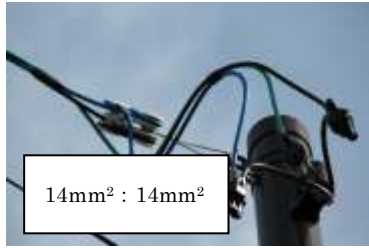
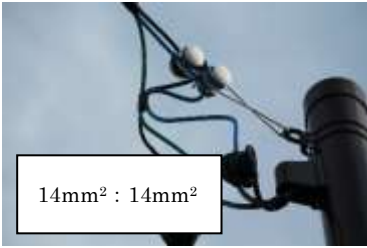


<http://goo.gl/maps/scC1X>

このエリアは 2013 年に造成完了、分譲開始されています。造成・分譲時に電力会社に対して全宅が太陽光発電システム付で建築される旨の事前協議がされています。既に 21 区画／46 区画中に太陽光発電システム付住宅が建築済み又は建築中です。変圧器から引込線取付点までの距離はそれほど長くはありませんが、ポール利用のため引込線取付点からパワコンまでのケーブル長が若干長くなります。引込線はオール電化が DV ケーブル 22mm²、他は 14mm² で一部 3.2mm² です。引込線取付点からの引込口配線はオール電化向けが CV ケーブル 22mm² で他は全て 14mm² です。







秋田県由利本荘市

再生可能エネルギーの利用を目的とした施設の建設に関する手続ガイドライン

<http://www.city.yurihonjo.akita.jp/www/contents/1364347095363/files/1.pdf>

(抜粋)

<対象となる地域>

本手続ガイドラインは市内全域を対象とする。ただし、本市域に属さない場合であっても、本市に影響を及ぼす恐れがある場合は、本手続ガイドラインを適用する。

<調整事項>

本市域内で建設等の計画を有する事業者は、次の手続を実施するものとする。

(1)市に対する説明

ア 事前協議（届出）

- ・ 建設等の計画概要が明らかとなった時点で、再生可能エネルギーの利用を目的とした施設の建設に係る届出書（様式1）を市民福祉部生活環境課へ提出すること。
- ・ 建設等の許認可手続や事業計画地域において想定される法規制（別表1）について、事前に関係課と十分協議すること。

イ 環境影響評価の報告

- ・ 環境影響評価を実施した場合は、市に対して資料を添えて報告すること。

福島県

環境影響評価(環境アセスメント)の概要

http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=152BEF7E3C7DF2D0283C465D82B59361?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=31804

(抜粋)

太陽光発電所の設置については、残地森林等含めた発電所全体の区域面積が50ヘクタール以上であって、用地の造成を伴う場合には、条例に基づく環境影響評価手続が必要です。(詳細については個別にご相談ください。)

茨城県那須郡那須町

太陽光発電施設:景観条例対象に 那須町が改正へ / 栃木 - 毎日新聞

壮大な丘陵地などに大規模な太陽光発電施設が作られると景観を破壊する恐れがあるとして、那須町景観審議会(川崎庚生会長)は7日、太陽光発電施設を4月から町景観条例の景観基準の対象とすることを決めた。町は事業主に設置計画 ...

<http://mainichi.jp/area/tochigi/news/m20140208ddlk09040164000c.html>

山梨県南都留郡忍野村

太陽光発電設備または風力発電設備の建設等に関する指導要綱 忍野村

<http://www.vill.oshino.lg.jp/docs/2014011500013/>

指導要領: http://www.vill.oshino.lg.jp/docs/2014011500013/files/taiyoko_furyoku_shidoyoko.pdf

(抜粋)

(4) 前3号の規定にかかわらず、景観計画に定める重点地区において行う太陽光発電設備又は風力発電設備の建築等又は建設等

(行為の届出)

第4条 前条に規定する行為をし、若しくは当該行為の内容を 変更しようとする者又は当該行為が完了した者は、村長に届出を行うものとする。

(景観形成基準)

第5条 前条の届出を行う者は、あらかじめ村長と協議し、次の表の左欄に掲げる行為の区分ごとに、当該行為が同表の右欄に掲げる景観形成基準に適合するよう努めるものとする。ただし、他の法令の規定により義務付けられたものがある場合は、当該義務の履行に支障のないよう行うものとする。

行為の区分：建築物以外の建設等 太陽光発電設備

- 1 太陽電池モジュールの色彩は、黒色又は濃紺色若しくは低明度かつ低彩度の目立たないものを使用する。
- 2 太陽光電池モジュールは、低反射で、できるだけ模様が目立たないものを使用する。
- 3 太陽光発電設備の最上部は、できるだけ低くし、周囲の景観から突出しないようにする。
- 4 太陽電池モジュールのフレームの色彩は、モジュール部分と同等のものとし、素材は、低反射のものを使用する。
- 5 パワーコンディショナー、分電盤等の附属設備の色彩は、周囲の景観と調和するものを使用する。
- 6 尾根線上、丘陵地又は高台での設置は避ける。
- 7 歩行者及び周辺の景観へ影響のあるものは、敷地境界からできるだけ後退し、必要に応じ植栽等により修景を施す。

山梨県南都留郡富士河口湖町

太陽光発電設備の設置に係る相談窓口

http://www.town.fujikawaguchiko.lg.jp/upload/file/seisaku/seisaku_taiyou_madoguchi.pdf

(抜粋)

大規模な太陽光発電設備

土地に自立して設置する太陽電池モジュールの面積の合計が 1,000 m²を超える太陽光発電設備(ただし、建築物の屋根・屋上に設置するものは除く。)

長野県佐久市

太陽光発電施設設置に関する規制について（抜粋）

ホームページ：<http://www.city.saku.nagano.jp/cms/html/entry/15256/40.html>

太陽光発電施設を設置する場合は許可申請・協議が必要です

佐久市自然環境保全条例施行規則、佐久市開発指導要綱の改正

佐久市では、年間の日照時間が全国トップレベルという地域特性を活かし太陽光発電施設の普及・促進を図っています。一方で、太陽光発電施設の設置に伴い自然災害の発生等による市民生活への影響が懸念されるため、佐久市自然環境保全条例施行規則及び佐久市開発指導要綱を一部改正し、土地の地目全般にわたる行為についての規制指導を行うことで、良好な自然環境の保護と災害の防止を図り、快適で安全な市民生活の確保に努めるものです。

※なお、土地に自立して設置する太陽光発電施設が規制の対象となります（屋根に設置するものは対象にはなりません。）

改正概要：<http://www.city.saku.nagano.jp/cms/html/entry/15256/file653.pdf>

自然環境保全条例施行規則：<http://www.city.saku.nagano.jp/cms/html/entry/15256/file654.pdf>

許可・指導基準：<http://www.city.saku.nagano.jp/cms/html/entry/15256/file655.pdf>

資料：<http://www.city.saku.nagano.jp/cms/html/entry/15107/file3891.pdf>

石川県金沢市

第3章 再生可能エネルギーの導入状況と課題の整理

http://www4.city.kanazawa.lg.jp/data/open/cnt/3/19033/1/04_3syoun.PDF

（抜粋）

6) 留意事項

① 景観への配慮（市街地など）

本市では、景観や美しいまちなみの保全に関して、景観法や文化財保護法に基づく条例のほか、数々の市独自の条例を制定しており、これらの条例に基づく指定区域内において太陽光発電を設置する場合には、景観への配慮が求められます。この対策としては、景観配慮型の太陽光パネルを設置することが挙げられます。

④ 光害への配慮

太陽光パネルの反射光による苦情が発生する場合もあるため、光害に配慮した設置方位や設置角度の検討が望まれます。

静岡県宇都宮市

太陽光発電設備の設置に係る相談窓口一覧

<http://www.city.fujinomiya.shizuoka.jp/kikaku/seisaku/taiyoukou/soudan.pdf>

対象となる設備

土地に自立して設置する太陽電池モジュールの合計面積が 1,000 m²を超える太陽光発電設備（ただし、建築物の屋根・屋上に設置するものを除く。）

兵庫県神戸市

神戸市環境影響評価等に関する条例施行規則の一部改正の概要

(抜粋)

太陽光発電所（従来の出力要件（2万 kW 以上）を面積要件（自然改変面積 20ha（緑地の保全区域等では 5 ha）以上）に変更）

福岡県福岡市

福岡市の環境影響評価

<http://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-chosei/hp/assess/>

環境影響評価図書のインターネットによる公表を義務化 ・ 公聴会の開催の規定を追加 ・ 風力発電所及び太陽光発電所の設置等の事業を対象事業に追加 など 【平成 25 年 10 月 1 日施行分の主な改正内容】 ・ 従来の手続よりも早期段階から環境配慮の検討を行う

(抜粋)

太陽光発電所（土地造成を伴うもの）	市街化区域：面積 20ha 以上
	市街化調整区域：面積 10ha 以上
	特定区域(*)：面積 5 ha 以上

大分県杵築市

「杵築市再生可能エネルギー発電設備設置事業指導要綱」を制定しました

5,000 平方メートル以上の土地を使用した、再生可能エネルギー発電設備設置事業に関し、市との協議や地元（周辺）住民への説明会の開催などを定めた要綱を制定しました。

「杵築市再生可能エネルギー発電設備設置事業指導要綱」 [PDF ファイル／101KB]

<http://www.city.kitsuki.lg.jp/uploaded/attachment/2142.pdf>

届出書（様式ダウンロード） [Excel ファイル／45KB]

<http://www.city.kitsuki.lg.jp/uploaded/attachment/2141.xlsx>

大分県由布市

由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例等

ホームページ：http://www.city.yufu.oita.jp/kurashi/toshikeikaku/sizen_saisei_jorei.html

美しい自然環境、魅力ある景観及び良好な生活環境の保全及び形成と急速に普及が進む再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和を図るため、「由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例」（平成 26 年 1 月 29 日施行）を制定しました。

◆由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例〈PDF〉

http://www.city.yufu.oita.jp/kurashi/toshikeikaku/sizen_saisei_jorei/sizen_saisei_jorei.pdf

◆由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例施行規則〈PDF〉

http://www.city.yufu.oita.jp/kurashi/toshikeikaku/sizen_saisei_jorei/sizen_saisei_sekoukisoku.pdf

◆由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する審議会規則〈PDF〉

http://www.city.yufu.oita.jp/kurashi/toshikeikaku/sizen_saisei_jorei/sizen_saisei_singikaikisoku.pdf

県市長会:太陽光発電巡り、国の関与求める提案 /大分

県市長会（会長・釘宮磐大分市長）は11日、宇佐市の市勤労者総合福祉センターで春季定例会を開き、太陽光発電などの誘致に関し、環境保全のため国の法的関与を求めることなど5項目の議案を九州市長会に提案することを決めた。太陽光発電についての提案は由布市から出された。

<http://mainichi.jp/area/oita/news/m20140412ddl44010594000c.html>

大分県市長会の議事録(大分市及び由布市のご協力で掲載)

九州市長会提出議案について

議 案： 再生可能エネルギー設備の設置に関し一定の法的関与について（由布市）

内 容： 国においては、東日本大震災以降、環境への負荷の少ない低炭素及び循環型社会への転換を推進し、平成24年7月には再生エネルギー特別措置法を施行させ、太陽光発電や風力発電など大規模な発電事業への取り組みを加速させている。

当市においても、太陽光発電などの再生可能エネルギー事業の実施や計画が活発化しているなか、国の基本的な方針に沿って、太陽光発電などの普及を図ってきたが、事業の計画、実施にあたって、実施予定地周辺の住民から、自然環境や景観等に影響するなど懸念の声も上がっている。

こうした声に対し市の責務として、これまで守られてきた自然環境、地域を象徴する景観、歴史的な特色の残る地域の保全などが求められているが、現行の法令では、それらを守るための規制を行うことはできない状況がある。

よって、大規模な再生可能エネルギー施設の設置について、自然環境など守るべき地域に国による一定の法的関与を要望する。

【議 事 録】

事務局：上記文案を事務局より簡潔に読み上げて提案説明。

議 長：提案市であります由布市首藤市長さんから補足説明をお願いいたします。

由布市長：国のエネルギー政策であります再生エネルギー特別措置法が施行されまして、由布市内でも大規模な太陽光発電所の計画が活発化しています。この事業に対しまして周辺住民からは、自然環境とか守られてきた自然景観、あるいは地域を象徴するような景観、歴史的な特色が残る地域などを守るための公的規制は全くない事への懸念がございます。由布市としては、今年の1月に臨時議会におきまして、「由布市自然環境等と再生可能エネルギー発電設備設置事業との調和に関する条例」を制定いたしました。一定規模以上の事業に対して、市への届け出でや、該当自治会、あるいは住民等への説明会の開催などを求めているところでありまして、これに従わない場合はその事実を公表するということがあります。この条例で規制できるのはこのような内容だけであり他に力はありません。

このようなことから、設置に関して、自然環境を守る等、特殊な所においては、国などによる一定の法的関与が欲しいと私どもは求めている訳で、是非ともよろしく願いいたします。

議長：ありがとうございました。本件に対し、ご意見ご質問等ございませんか。……
質問意見もないようですので原案どおり九州市長会へ提案することといたします。

内閣官房地域活性化統合局 内閣府地域活性化推進室(長野県提案)

1 1 経済産業省 構造改革特区第2 5次 検討要請

【提案理由】

農山村の多い長野県では、変電所の容量に余裕が少なく、再生可能エネルギーの普及や電力需要の減少に伴い、出力抑制を余儀なくされるケースが発生するなど今後の再生可能エネルギーの普及に向けた事業者との計画の立案が円滑に進まない可能性がある。また、太陽光発電設備の立地や開発に伴い、発電事業者と地域との合意形成に係るトラブルも発生している。

そこで、現在は都道府県や市町村であっても把握することのできない、地域の系統や設備認定等の状況が、開示・公表されることで、地域の合意形成を軽視した事業者独自の開発や電力事業者とのトラブルなど再生可能エネルギー発電に係るリスクを抑制し、発電コストの低減を図り、再生可能エネルギーの健全な発展を促進することが可能となる。

なお、地域の系統容量等を増強するためには、国の積極的な関与も重要となる。

http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kouzou2/boshu25/kentou0502/keizai_k.pdf

使用した測定器等

電力会社の使用測定器

竹本電機計器 PRM-102B



取扱説明書

【1】概要

本機は低圧電線路での電圧及び電流を測定し記録するためのものです。

測定データは本機内のメモリーに記録されRS-232Cシリアル通信によりパソコン等にデータを伝送します。

尚、本機は防滴構造となっており屋外での使用も可能です。

【2】構成

本機は次のもので構成されています。

- ①記録計本体 1台
- ②電圧測定リード線 (みの虫クリップ付き) 1本
- ③LOC-4形 クランプCT (防滴形) 2個
- ④ZCT-30S形 クランプCT (防滴形) } (*いずれか2個
- ZCT-23S形 クランプCT (非防滴形) }

※同じ記録計本体にZCT-30S形とZCT-23S形を両方使用する事はできません。

【3】外形寸法

各外形寸法図を御覧ください。

- 記録計本体 D-69982A
- 電圧測定リード線 (みの虫クリップ付き) E-76256
- LOC-4形 クランプCT G-7486B
- ZCT-30S形 クランプCT D-70141
- ZCT-23S形 クランプCT E-76811

【4】仕様

(1) 入力

①電圧

- ・ch数 3線式入力 V12, V23, V31の3ch
- ・定格値 AC100V, AC200V 50/60Hz
- ・測定範囲 AC80~240V
- ・測定精度 定格値の±1.0%

②電流

- ・ch数 クランプCT使用による入力 2ch
- ・定格値 ●LOC-4形クランプCT使用の場合
AC500A, AC100A 50/60Hz
●ZCT-30S形又はZCT-23S形クランプCT使用の場合
AC100A, AC20A, AC100mA 50/60Hz
- ・測定範囲 0~定格値
- ・測定精度 定格値の±1.5% (定格値AC100mAの時は±3.0%)

T-29754A

-4-

出典：タケモトデンキ株式会社(<http://www.takemotodenki.co.jp/>)

http://www.hioki.co.jp/products/file.php?t=catalog&iid=1_37

精度: 電圧; $\pm 0.3\%rdg. \pm 0.2\%f.s.$ 電流; $\pm 0.3\%rdg. \pm 0.2\%f.s.$ + クランプオンセンサ仕様

9298 クランプオンセンサ精度: $\pm 0.5\%rdg. \pm 0.2\%f.s.$



未検定の測定器に関しては検定済み測定器と同時点を測定・比較することで器差の確認を実施



検定品と未検定の測定器は、配電盤で丸1日同じ条件で測定し、100Vレンジで0.03V程度の器差でした。

	U1	U2
検定品		
AVR	103.420	103.517
MAX	106.37	106.34
MIN	100.92	100.19
未検定		
AVR	103.430	103.549
MAX	106.36	106.34
MIN	100.93	100.22

WEB カメラによる電圧上昇抑制の記録

我家のパワコンはエラー履歴などが残らないタイプ、日中家族も不在のために電圧上昇抑制の発生状況を確認できないので、Web カメラと LAN 接続ハードディスクを用いて録画することにしました。

測定データの時刻と発電や電圧上昇抑制の発生状況の照合するために電波時計も一緒に並べて撮影しました。

録画は Web カメラがコンピュータを介さず直接 LAN 接続ハードディスクに記録する NAS モードで行いました。

使用機器

Wi-Fi 対応ネットワークカメラ Qwatch TS-WLCAM I・O DATA 製

<http://www.iodata.jp/product/mobile/lancam/ts-wlcam/>

LAN 接続ハードディスク LAN DISK C HDL-CE2.0S I・O DATA 製

<http://www.iodata.jp/product/hdd/lanhdd/hdl-ces/>





8-2 測定範囲および確度

確度：±(%rdg + dgt)

rdg(reading)：読み取り値、dgt(digit)：最終桁

温度：23℃±5℃

湿度：75% R.H.以下

PC510のACV、ACA確度は各レンジの5%～100%での規格

クレストファクタ：<3:1(フルスケール時)、<6:1(ハーフスケール時)

交流電圧ACV～

レンジ	確度
50Hz - 60Hz	
50.00mV, 500.0mV, 5.000V, 50.00V, 500.0V, 1000V	0.5%rdg + 3 dgt

現在発売中のモデルでは PC700(定価 17,115 円(税込))、PC710(定価 22,260 円(税込))が同クラスの確度

DIGITAL MULTIMETER とビデオカメラを利用した簡易的な測定観測方法

感電にはくれぐれもご注意ください。

準備編

先ほど紹介したような確度が一定範囲内で校正証明書付の DIGITAL MULTIMETER、時計とビデオカメラを準備してください。パソコンの発電量表示器、時計、DIGITAL MULTIMETER が一緒に写るようにビデオカメラをセットしてください。DIGITAL MULTIMETER は AC(交流)の電圧測定モードで最寄りのコンセントにテスタープローブを差し込んでください。



測定観測編

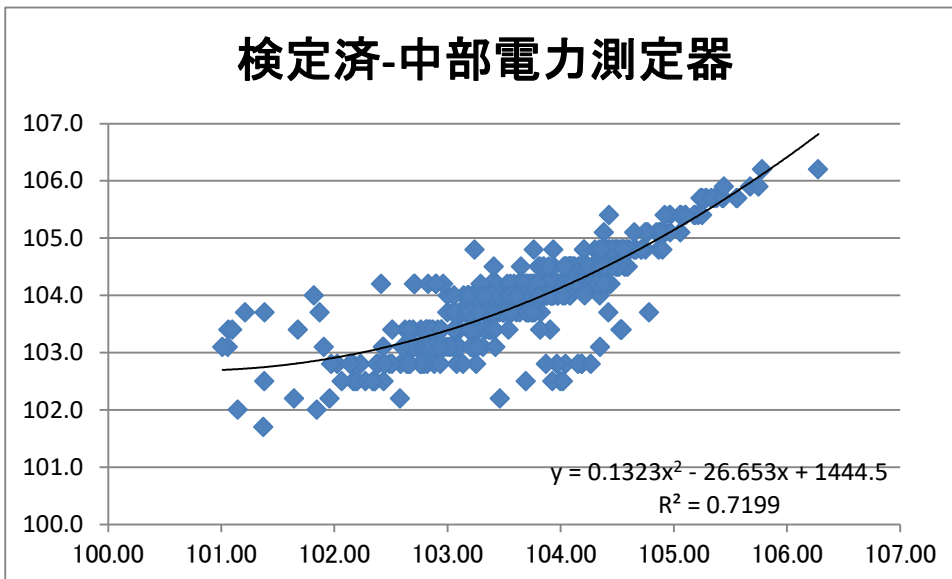
日中の朝 8 時から夕刻 16 時頃まで測定しながらビデオカメラで撮影します。これを 1 週間ほど行います。



まとめ編

1 分、2 分、5 分などの間隔を決めて、撮影したビデオを再生しながら時刻・発電量・電圧を Excel などに入力し、折れ線グラフなどを作成し、視覚化する。

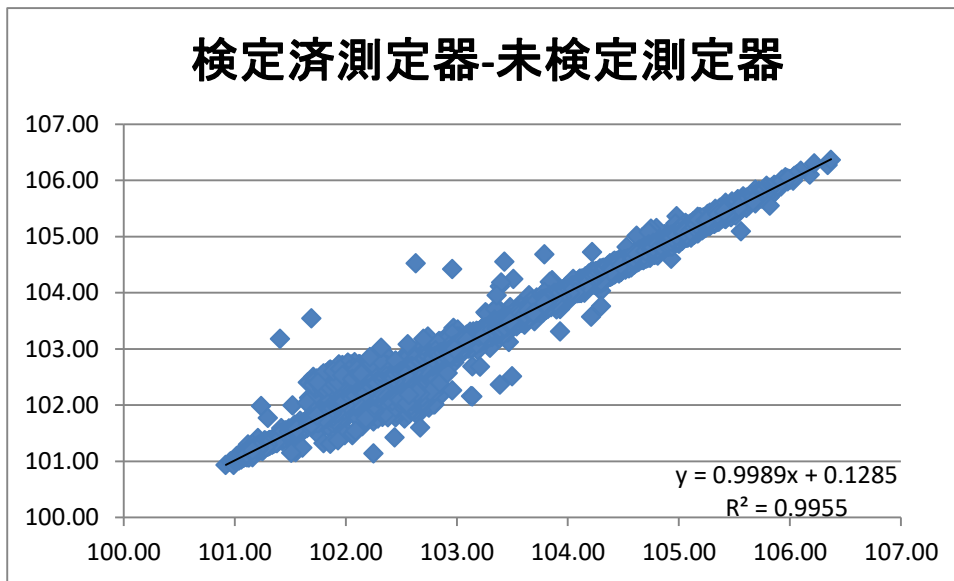
日置 検定済測定器 : 電力会社測定器



配電盤にて電力会社と検定済測定器を同時点で測定

電力会社の測定器は精度が定格の±1%と検定済測定器(日置 3168)に比べ精度(確度)が劣ります。

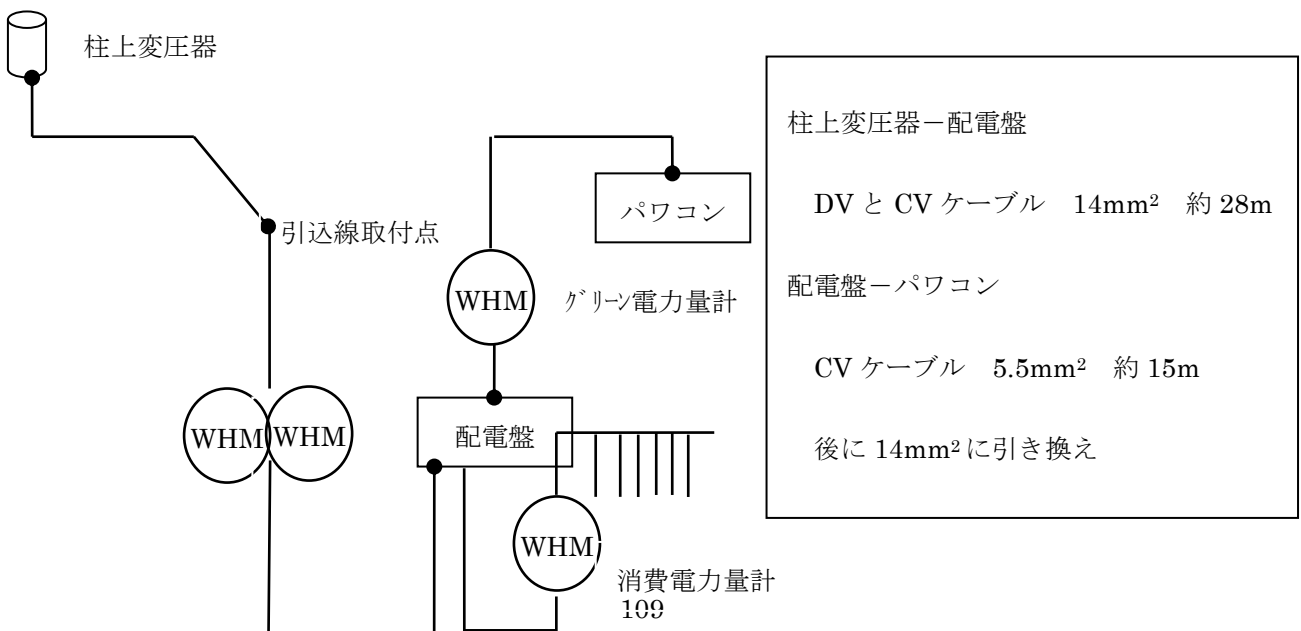
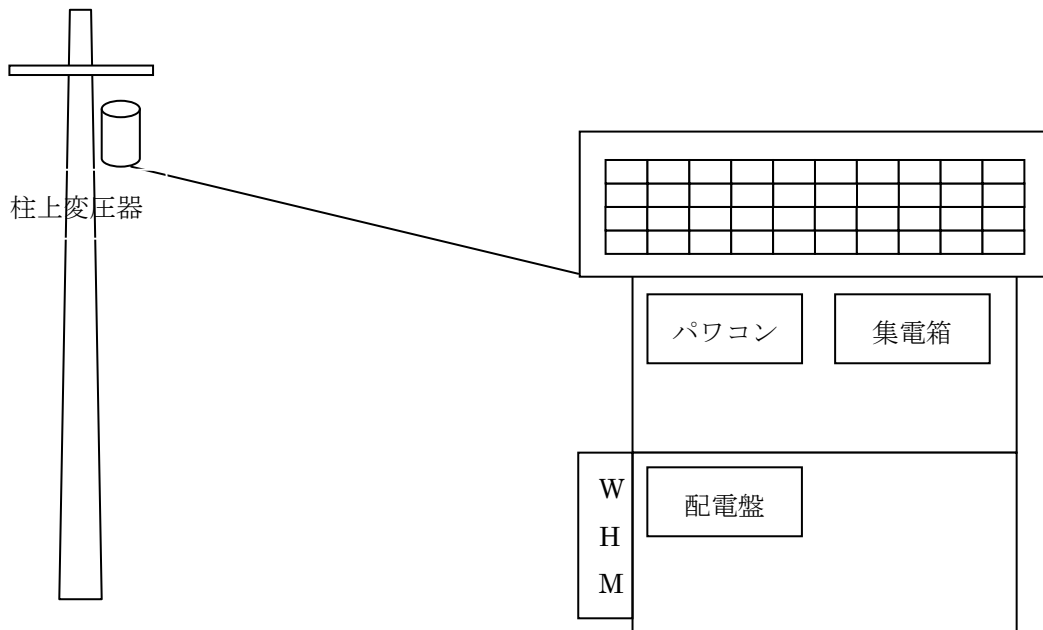
日置 検定済測定器 : 未検定測定器



配電盤で検定済測定器と未検定測定器を同時点で測定

吉田家の住宅用太陽光発電システム

概要図



整定値

自動電圧調整機能

K4-5006-07-1

自家用発電設備を系統に接続し余剰電力の逆潮流をおこなった場合、系統インピーダンスが高いと受電点の電圧が上昇し、電力会社の運用値をこえることがあります。これを避けるために、ラインバックFXでは次の自動電圧調整機能を有しています。

1) 進相無効電力制御

系統電圧が進相無効電力制御の設定値になると、力率1制御から進相無効電力制御に移行し、系統に進み電流を供給して電圧上昇を抑制します。進み電流の最大値は力率で約0.85までで、電圧上昇の抑制効果は定格出力にて1～3%程度です。

この制御に移行すると、インバータの皮相電力が増加しますので、変換効率が若干低下します。

2) 出力制御

進相無効電力制御による電圧上昇の抑制が限界に達し、系統電圧が出力制御の設定値になると、インバータの出力を制限して電圧上昇を防止します。例えば太陽電池の発電電力が4.5kWであっても、インバータの出力をそれ以下に制限します。この場合、当然のことながら太陽電池の発電電力の利用率は低下します。また、系統の電圧上昇が逆潮流によるものではなく、供給側の要因によるものである場合は、出力を極端(0近くまで)絞ることも考えられます。

なお各制御はそれぞれ解除することもできます。

設定タップ	①	②	③	④
進相制御電圧	212V	215V	218V	223V
出力制御	214V	217V	220V	225V

	SW3-5	スイッチ位置	ON	ON	OFF	OFF	出力電圧調整(自動電圧調整)を行う系統電圧を設定します。
制御系統電圧	SW3-6	スイッチ位置	ON	OFF	ON	OFF	
		進相制御	218V	223V	215V	212V	
		出力制御	220V	225V	217V	214V	

太陽光パネル

- ・キャノン製アモルファスシリコン L10-02 73W×10 枚×2 アレイ(南面 1)

1 アレイの特性：最大出力動作電圧(V_{pm})：150.0V 最大出力電流(I_{pm})：4.9A

- ・キャノン製アモルファスシリコン L10-02 73W×10 枚×2 アレイ(北面)

1 アレイの特性：最大出力動作電圧(V_{pm})：150.0V 最大出力電流(I_{pm})：4.9A

- ・三菱電機製多結晶シリコン PV-MF126B 126W×8 枚(南面 2)

1 アレイの特性：最大出力動作電圧(V_{pm})：153.6V 最大出力電流(I_{pm})：6.56A

- ・シーメンス製単結晶シリコン SM55 55W×9 枚×2 アレイ(南面 4)

1 アレイの特性：最大出力動作電圧(V_{pm})：156.6V 最大出力電流(I_{pm})：3.15A

6. 太陽光発電システムに関わる基礎知識

① 電気の基礎知識

家庭用太陽光発電システムでの電圧上昇抑制及び整定値を理解するうえで必要な電気について述べます。

電気

静電気などの放電(パチ)で感じることができます。雷などで見ることができますが一瞬のみです。テレビが映ったり、照明がついていることで電気の存在するを感じることができます。



出典(左) : (有)宮崎技術研究所(<http://www.miyazaki-gijutsu.com/>)

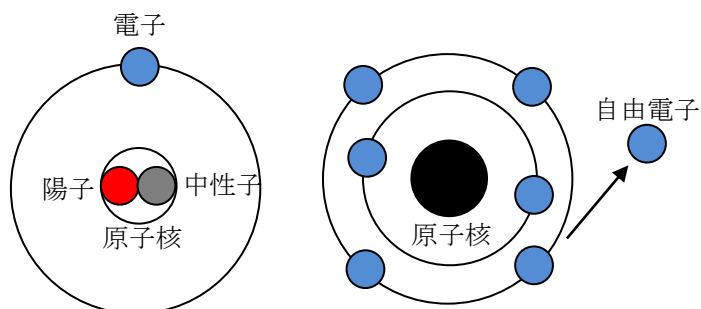
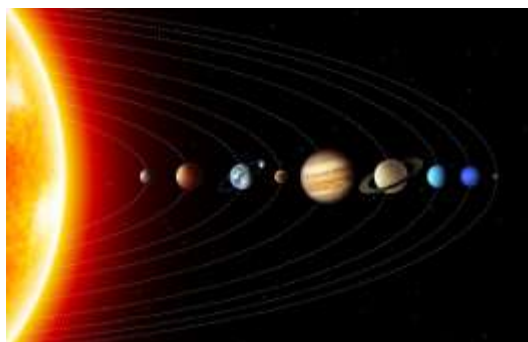
出典(中) : 株式会社メディアネット(<http://www.mdnt.co.jp/>)

出典(右) : GATAG(<http://free-images.gatag.net/>) 著者: BGPPhoto
ライセンス: 



電子と電荷

すべての物質は原子からできています。この原子は、中心に原子核があり、その外周にある軌道上を電子が回っています。例えば太陽の周りを地球や土星などの惑星が回っていることを想像してください。



著作者: GianFerdinand
ライセンス:  creative commons
ID: 201311270900

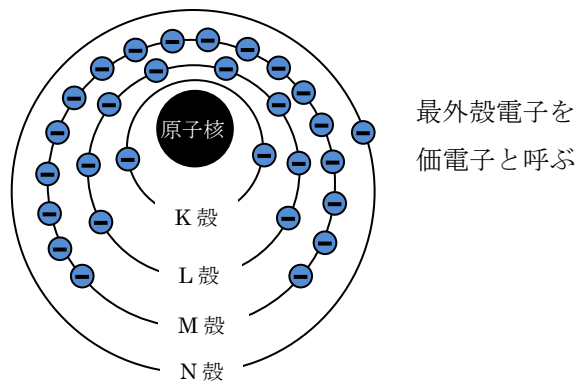
原子核は電氣的にプラスの性質を持つた陽子と電氣的に中性の中性子からできています。電子はマイナスの性質を持っています。陽子がプラス、電子がマイナスのある状態の物質は電荷(でんか)を持っているといい、その大きさの単位は Q (クーロン)と呼ばれています。通常は陽子の数と電子の数は同じで、原子自体の電氣的な性質は中性になっています。電子は原子核の周囲を回転するだけですが、何かの拍子に軌道を離れる場合があります。この軌道を離れた電子を自由電子といいます。

銅の原子構造

電気を流すものとして身近にあるのが家電の電源ケーブル、テーブルタップ、LAN ケーブル、モジュラーケーブル、屋内配線(VVF ケーブル、CV ケーブル)や電柱からの引込線 (DV ケーブルや VVR ケーブル) などの電線があります。その電線で電気を流す金属としてよく使われる銅について理解しましょう。

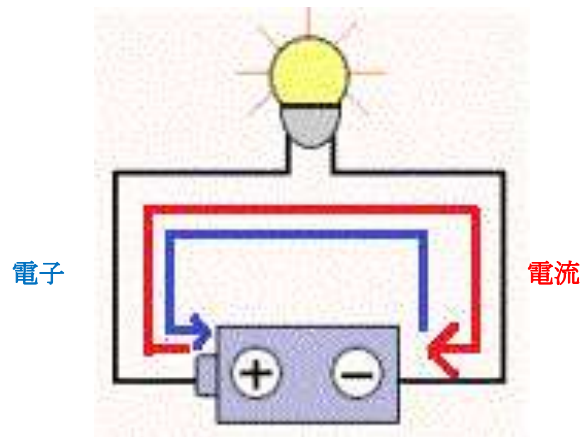
銅は原子番号 29 番の金属であり、電気をよく流すことで知られています。原子核の周りには電子殻という 4 つの軌道があり、内側から順に 2 個、8 個、18 個、1 個、合計で 29 個の電子をもっています。

銅は、一番外側の軌道に価電子*が 1 個しかなく、銅原子に電気(電圧)などのエネルギーが加えられると、その価電子 1 個にエネルギーが集中します。価電子が一番外側のために原子核の拘束力が一番弱いため自由電子になりやすくなっています。このように銅は自由電子になりやすい電子があるので、電気が流れやすいのです。電線の中を自由電子が移動すれば、それが電気の流れ(電流)となります。



電子と電流の向き

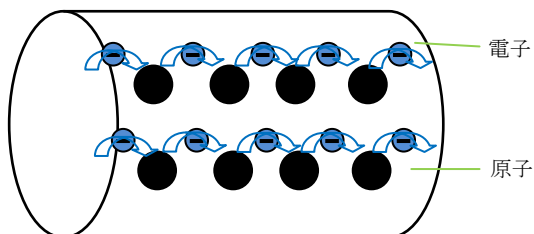
学校での図工、理科や科学の授業で電流はプラスからマイナスに流れると習っていませんか？ 先ほどまで習ったことを復習すると、電子はマイナスの性質がありますのでプラス側に引き寄せられて移動します。



実際には図のように電流と電子の流れは向きが逆なのですが、電流がプラスからマイナスへ向かって流れるという考え方も電気現象の説明や回路計算に問題がないので、現在でも電流は「プラスからマイナスに向かって流れる」と説明がされています。

導体と絶縁体

電気を通しやすい物質を導体、通しにくい物質を絶縁体といいます。導体に電池などを繋ぐことで導体の中に自由電子が入ってくると、その物質の電子を押しつめます。その押しつめられた電子は別の電子を押しつめます。物質のなかでこの現象が連鎖的に次々と起こることで電子の流れになります。



つまり導体は自由電子になりやすい電子が多い物質、絶縁体は原子と電子の結びつきが強いため自由電子になりにくい物質ということになります。

導体	鉄、アルミニウム、金、銀、銅、ステンレス・・・
絶縁体	ビニール、プラスチック、ゴム、ガラス・・・

導体と呼ばれるものは一般に電気的な抵抗が極めて小さいものですが、0ではありません。中部電力管内で引込線に使用される DV ケーブルを見ておきましょう。

直径 2.6mm が 30m(0.03km)あると $3.48 \Omega/\text{km} \times 0.03\text{km} = 0.1044 \Omega$ となります。

直径又は公称断面積	許容電流(3個より)	最大導体抵抗(20℃)
直径 2.6mm	34A	3.48 Ω/km
直径 3.2mm	44A	2.30 Ω/km
14mm ²	62A	1.36 Ω/km
22mm ²	80A	0.832 Ω/km

電流

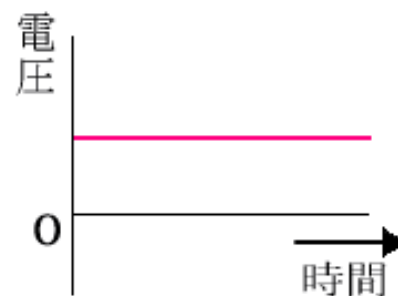
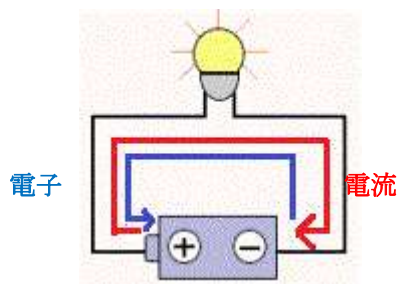
電子は電荷を持っていて、その単位はQ(クーロン)と話しました。「電荷」は読んで字のごとく「電気」の「荷物」ととらえて「電氣的なエネルギーを持っている」と考えていただくと良いかもしれません。

電子1個の電荷は $1.6 \times 10^{-16} \text{Q}$ と非常に小さな値です。電流は電子の流れであると書きましたが、電流の大きさは、1秒当たりの電荷(電子)の移動量のことです。1秒間に1Qの電荷が移動する時、1A(アンペア)が流れるといいます。1Aの電流は電子1個の電荷の逆数になりますので、 $1 \div 1.6 \times 10^{-16} = 6.25 \times 10^{18}$ 個と非常に大きな値です。

電子が自由電子となって電流を生じさせるには電圧というエネルギーが必要です。その単位はV(ボルト)といいます。

直流

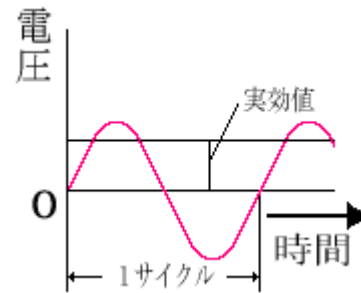
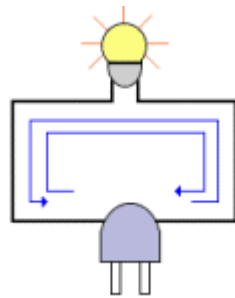
直流は Direct Current すなわち DC (デーシー) と呼ばれます。直流は時間によって大きさが変化しても流れる方向が変化しない電流である。乾電池、充電機やバッテリーのように電圧がほぼ一定で、電流の流れる方向が変わらないものです。ノートパソコンや携帯電話の充電に使用される AC アダプタの出力も直流です。



交流

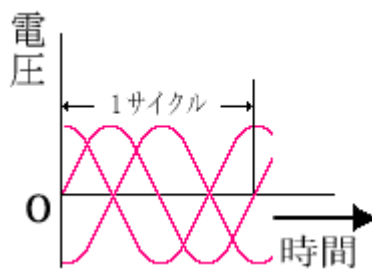
交流は **Alternating Current** すなわち **AC** (エーシー) と呼ばれます。時間とともに周期的に向きが変化する電流 (交流電流) を示す言葉であり、「交番電流」の略です。交流は、変圧器によって比較的容易に電圧を変えることができます。

1つの山と谷のカーブの波形を1サイクルといい、1秒間のサイクル数を周波数といいます。周波数の単位には、ヘルツ(Hz)が用いられ、この波が1秒間に50回あれば50Hz、60回あれば60Hzとといいます。



単相交流

一般家庭には、以前は2本の線を用いて100Vの電気を配電していましたが、近年は3本の線を用いて100Vと200Vの電気を配電しています。この2つの交流は、単相交流とといいます。単相交流3つを一定間隔にして3本の線で配電するものは、三相交流とといいます。電動機を使用する工場等では、200Vや400Vの三相交流が使用されている。



三相交流



周波数の分布

日本の電源の周波数は、静岡の富士川を境にして、おおむね東日本が50Hz、西日本が60Hzとなっています。東西で周波数が異なるのは、明治初期に周波数が違うドイツ製とアメリカ製の発電装置を別々に輸入したことで始まったといわれています。

交流電圧の瞬間の値を瞬時値といい、瞬時値の最も大きなものを最大値といいます。直流は、電圧が一定のため、平均値によって電氣的効果を求めることができます。しかし、交流に平均値を用いると正の半サイクルと負の半サイクルによって値がゼロになってしまいます。このため、交流の電氣的効果を表わすためには別の方法を用いる必要があります。そこで考え出されたのが実効値です。たとえば、直流電流によって電球を点灯し、ある明るさを得られたとします。次に同じ電球に交流電流を加えて直流電流と同じ明るさになるまで電圧を上げると、直流電流の電氣的効果と等しくなります。この時の値を交流の実効値といい、次の式で求めることができます。

$$\text{交流の実効値(V)} = \frac{\text{最大値}}{\sqrt{2}} = \text{最大値} \times 0.707$$

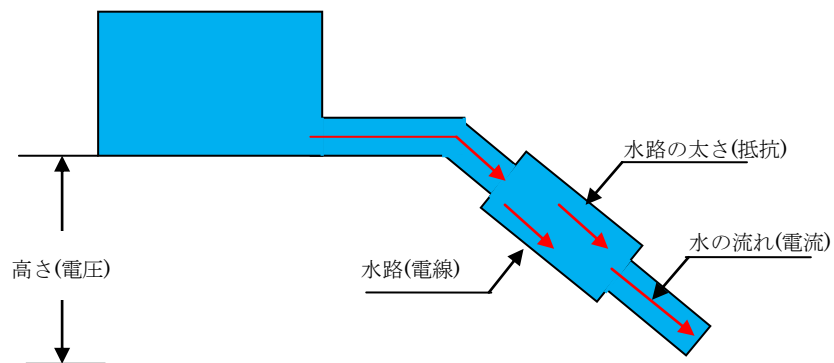
一般家庭で使用されている100Vの交流や交流用電圧計、電流計等は、実効値で示されています。最大値は、次の式で求めることができます。交流電圧100Vは、この式により電圧0Vから141.4Vの振幅で変化していることが分かります。

$$\text{交流の最大値}(E_m) = \text{実効値} \times \sqrt{2} = \text{実効値} \times 1.414$$

$$\text{交流電圧100Vの最大値} = 100 \times 1.414 = 141.4\text{V}$$

電圧

水の流りに例えて図で説明します。



電流：毎秒流れる水量のことです。 単位は A(アンペア)

電圧：水圧のことです。 単位は V(ボルト)

電力：流れる水にできる仕事のことであり、例えば水車を回す力と考えてください。 単位は W(ワット)

水力発電所はダムなどに水をためて、高低差のある水路を使用して羽の付いた発電機を回して発電します。

抵抗

水道の蛇口を全開にするとすごい勢いで水が出ますが、蛇口を徐々に閉めていくと水の勢いが段々となくなり、ポタポタの滴下の状態になって最後は完全に出なくなります。電気の場合は電流の流れを妨げる作用するものがあり、それを電気抵抗又は単に抵抗といいます。記号は **Resistance**(レジスタンス)の頭文字を取って **R**、単位にはオーム(Ω)が用いられます。

電気回路の抵抗の接続方法には、直列、並列、直並列があり、これらを1つの抵抗として換算することを抵抗の合成といい、この値を合成抵抗と呼びます。

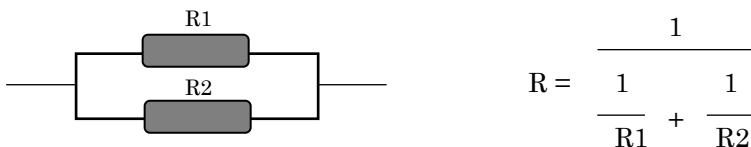
直列接続の合成抵抗

直列接続の場合は、それぞれの抵抗を合計して求めます。



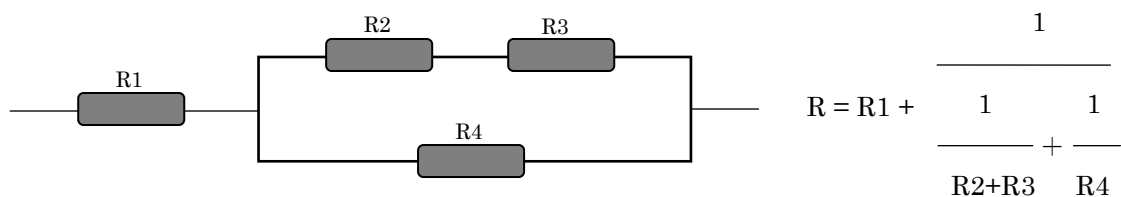
並列接続の合成抵抗

並列接続の場合は、それぞれの抵抗値の逆数を足して、それを更に逆数にして求めます。



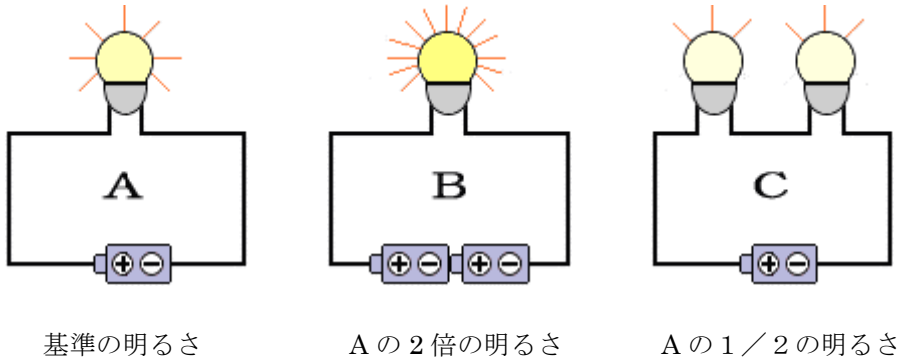
直並列接続の合成抵抗

直並列の合成抵抗は、直列接続と並列接続の計算式を組み合わせで求めます。



オームの法則

回路に流れる電流の大きさは、電圧に比例し、抵抗に反比例します。これを乾電池と豆電球を使った簡単な図を見てみましょう。比較の基準となるが A 回路です。B 回路は A 回路の 2 倍の乾電池(電圧)によって明るさが 2 倍になります。C 回路は A 回路の 2 倍の豆電球(抵抗)によって明るさは 1 / 2 になります。



ドイツの科学者オームがこの法則を発見したので、「オームの法則」と呼ばれています。これだけは電気回路を理解するうえで最低限必要なので是非覚えてください。

$$\text{電圧(E)} = \text{電流(I)} \times \text{抵抗(R)}$$

$$1.5\text{V} = 0.1\text{A} \times 15\Omega$$

$$\text{電流(I)} = \frac{\text{電圧(E)}}{\text{抵抗(R)}}$$

$$0.1\text{A} = \frac{1.5\text{V}}{15\Omega}$$

$$\text{抵抗(R)} = \frac{\text{電圧(E)}}{\text{電流(I)}}$$

$$15\Omega = \frac{1.5\text{V}}{0.1\text{A}}$$

電力と電力量

電気エネルギーの単位時間当たりの仕事量を電力といいます。電気エネルギーを消費する場合は消費電力といいます。電力の記号は P で単位には W (ワット)を使用し、 $1,000W$ は $1kW$ (キロワット)と表します。加湿空気清浄機のラベルに $100V54W$ と表示されていますので、 $54W$ は消費電力を表しています。



電力は電圧と電流の積で求めることができます。電圧は電流と抵抗の積であるため、電流の 2 乗と抵抗の積によっても電力を求めることができます。交流回路の場合は負荷の構成によって電圧と流れる電流に時間的な差(位相差)が生じることがあり、複雑な計算式になるのでここでは時間差の生じない負荷と仮定します。

$$\text{電力}(P) = \text{電圧}(V) \times \text{電流}(I) = \text{電流}(I)^2 \times \text{抵抗}(R)$$

$$54W = 100V \times 0.54A = 0.735A^2 \times 185.2\Omega$$

電力量はある時間内に消費した電力の総量を表したものです。電力と使用した時間(hour)の積によって電力量を求めることができます。電力量の記号は W で単位には Wh (ワットアワー)又は kWh (キロワットアワー)が使用されます。加湿空気清浄機を 8 時間使用したとして計算してみましょう。

$$\text{電力量}(W) = \text{電力}(P) \times \text{使用した時間}$$

$$\text{電力量} = 54W \times 8h = 432Wh$$

ジュール熱

電熱器はご存知ですか？電熱器はニクロム線に電流を流すことで発熱することを利用した機器です。



出典：「電熱器」ウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)

次の3項目はウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)からの引用です。

ジュールの法則

電気抵抗 R [Ω] の物体に、 I [A] の電流を t 秒間流したときに発生する熱量、すなわちジュール熱の量 Q [J] は

$$Q = RI^2t$$

となる。ジュール熱の量は、抵抗 R と電流 I の二乗の積に比例する。これはイギリスの物理学者、ジェームズ・プレスコット・ジュールが実験によって発見した法則で、ジュールの法則と呼ばれる。

上の式はオームの法則を用いることによって次式のように変形することができる。

$$Q = VI t = RI^2 t = \frac{V^2}{R} t$$

(V :電圧)

ジュール熱による損失

電動機や発電機、変圧器といった、おおむね大きな電力を扱う装置やこれらを繋ぐ配線類も超伝導技術でも使わない限り導体中の抵抗によって無用のジュール熱が生じる。また、照明器具を含む家庭電気製品や事務用の電気を扱う機器類のすべでもまた、無用のジュール熱によってエネルギーを無駄に消費してしまう。配線はできるだけ短くしながら流れる電流に応じて導体の太さを適切なものを選ぶことでジュール熱の発生は最小限に抑えることができる。また、生じた熱も適切に放熱することが求められる。

ジュール損

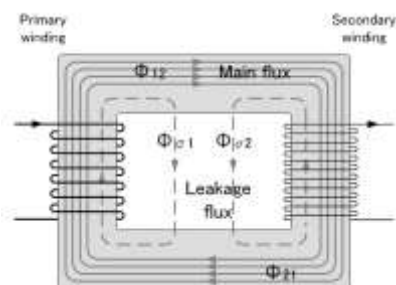
変圧器のような電気コイルを用いた電気部品では、コイルを構成する銅線にジュール熱が生じるだけでなく、コアと呼ばれる鉄芯などにもジュール熱が生じてしまい、エネルギーの損失となる。変圧器やコア付きコイルなどでは、鉄などをコアに用いて磁束の集中と部品サイズの縮小を図っているが、交流電流が流れることでコア内の磁束が生成と消滅を繰り返し、この過程でコア内に渦電流が生じてしまう。この渦電流が流れることでジュール熱によるエネルギーの損失が生じ、この損失が「ジュール損」や「渦電流損」と呼ばれる。低周波数での交流電流ではジュール損はそれほど大きくないため、絶縁された薄いケイ素鋼板を磁束に沿って多数積層したコアを用いることで、コア内に生じる渦電流を分断し最小化することでジュール損を少なくする手法が一般的に採用されている。高周波数の交流電流ではジュール損が顕著となるため、比抵抗が高いソフト・フェライトをコアに用いることで、コア内に渦電流が生じないようにされる事が一般的である。

まとめ

発電所で発電された電気は、私たちに町までの送電の間の変電所、変圧器やそれぞれを繋ぐ配電線などの至る所でジュール熱による損失やジュール損が生じているのです。

変圧器

変圧器は交流の電圧を昇圧や降圧する用途に主に使われます。



出典：「変圧器」ウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)

次の2項目はウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)からの引用です。

原理

変圧器は、磁氣的に結合した（相互誘導）複数のコイルからなる。コイル内外に磁気回路をともなうものもある。コイルに使用する導線を巻線という。特に2個のコイルから成るものにおいて、入力側のコイルを一次コイル、出力側のコイルを二次コイルという。一次コイルに交流電流を流し、変動磁場を発生させ、それを相互インダクタンスで結合された二次コイルに伝え、再び電流に変換し、出力する。変圧器によって電圧を変更することを変圧（へんあつ）といい、電圧を上昇させることを昇圧（しょうあつ）、逆に下降させ

ることを降圧（こうあつ）という。（損失を無視すれば）エネルギー保存則により一次側と二次側でエネルギーが変化する事はない。つまり昇圧させれば電流は減る。

変圧、巻数、変流の関係

一次コイルの電圧 V_1 、巻数 N_1 、電流 I_1 をそれぞれ一次電圧、一次巻数、一次電流という。同様に二次コイルの電圧 V_2 、巻数 N_2 、電流 I_2 をそれぞれ二次電圧、二次巻数、二次電流という。またそれらの比 V_1/V_2 、 N_1/N_2 、 I_1/I_2 をそれぞれ変圧比（へんあつひ）、巻数比（まきすうひ）、変流比（へんりゅうひ）という。巻数比は変成比（へんせいひ）とも呼ばれる。

理想的な変圧器では巻数比と変圧比は等しく、さらに変圧比は変流比の逆数と等しい。すなわち、以下が成り立つ：

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad \dots(a)$$

前者の等号が成り立つ条件は、1次コイルから出た磁束が全て2次コイルに入る事である。より一般に1次コイルから出た磁束のうち割合 k が2次コイルに入る場合は、

$$\frac{N_1}{N_2} = k \frac{V_1}{V_2}$$

が成立する。この値 k の事を1次コイルと2次コイルの結合係数という。従って (a) の第一の等号が成り立つ条件は結合係数が1になる事であると言い換えられる。

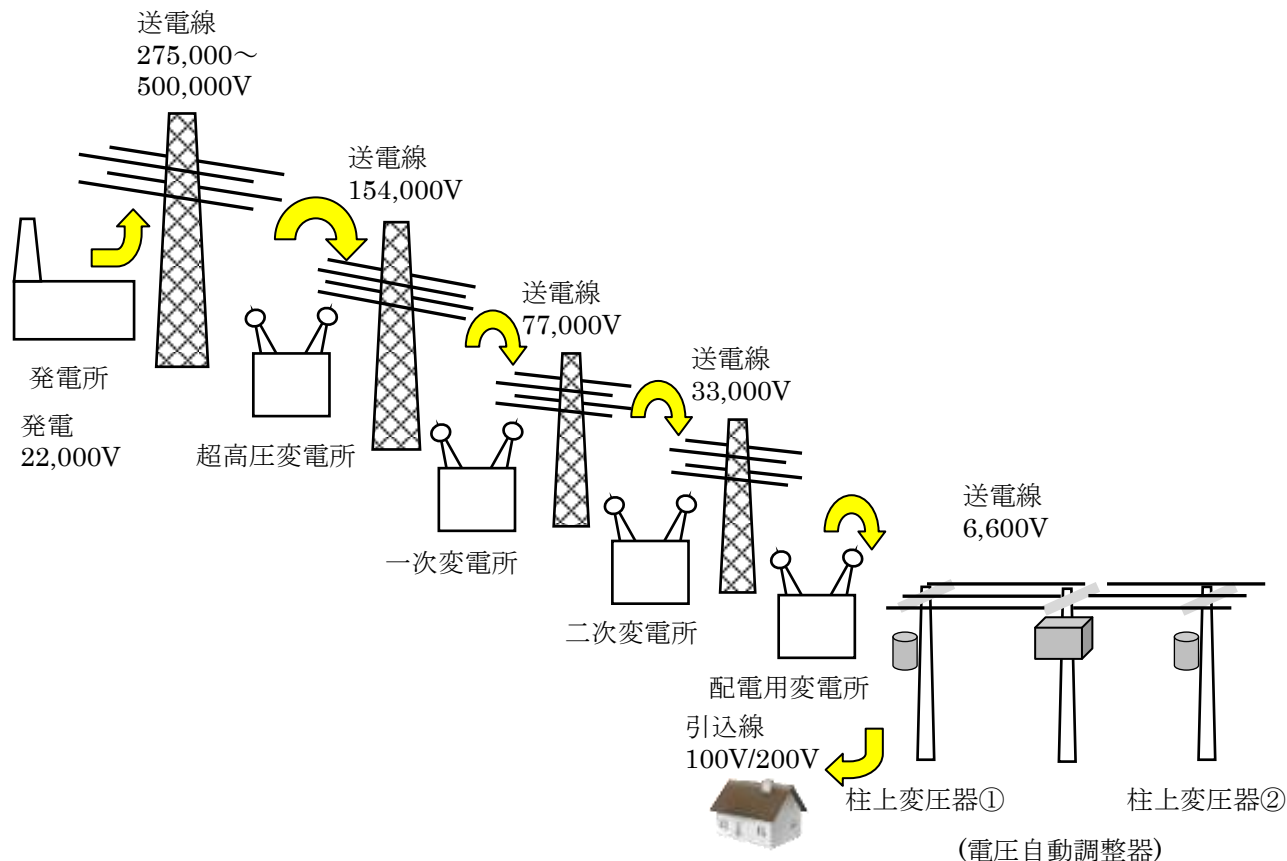
一方 (a) の第二の等号が成り立つ条件は、変圧器で電氣的なエネルギーが保存される事である。実際エネルギー保存が成り立てば $I_1 V_1 = I_2 V_2$ であるので、第二の等号が成り立つ。なお回路中に1つでも抵抗があればそこからエネルギーが熱として逃げてしまうので、電氣的なエネルギーは保存せず、第二の等号が言えない。しかしこうした熱が十分小さければ第二の等号は近似的に成立する。

このレポートでは理解を容易にするため理想的な変圧器を前提に説明します。

②送電・配電の基礎知識

送電・配電の概要

発電所で発電された電気は様々な施設や設備を経由して私たちの街に送電されてきます。



電力会社所有の発電所の発電機の多くは 22,000V で発電し、発電所内の変圧器で 275,000~500,000V に昇圧されて、鉄塔で張り巡らされた電線で超高压変電所に送電されます。超高压変電所で 154,000V、一次変電所で 77,000V、二次変電所で 33,000V、配電用変電所で 6,600V に徐々に電圧を下げて、主に道路沿いに建てられている電柱によって町中に張り巡らされています。

工場などは直接 6,600V を受電し、工場内の変圧器などで動力用の三相 200V、電灯用の単相三線式 100-200V などに電圧を落として使用します。

小規模な事業所や住宅などは柱上変圧器で 6,600V を動力用の三相 200V や電灯用の単相三線式 100-200V に電圧を落としたものが引込線によって配電されます。

高い電圧で送電する理由

電流が送電線を流れると電気抵抗のためにジュール熱が発生します。この熱が出ただけで電気がロスすることになります。ジュール熱は $Q(\text{ジュール熱})=R \times I^2 \times t$ により、電流が大きいほど出ます。又、オームの法則 $E(\text{電圧})=I \times R$ により送電線で電圧降下が発生するのです。

発電所の送電電圧 > 超高圧変電所の受電電圧

超高圧変電所の送電電圧 > 一次変電所の受電電圧

一次変電所の送電電圧 > 二次変電所の受電電圧

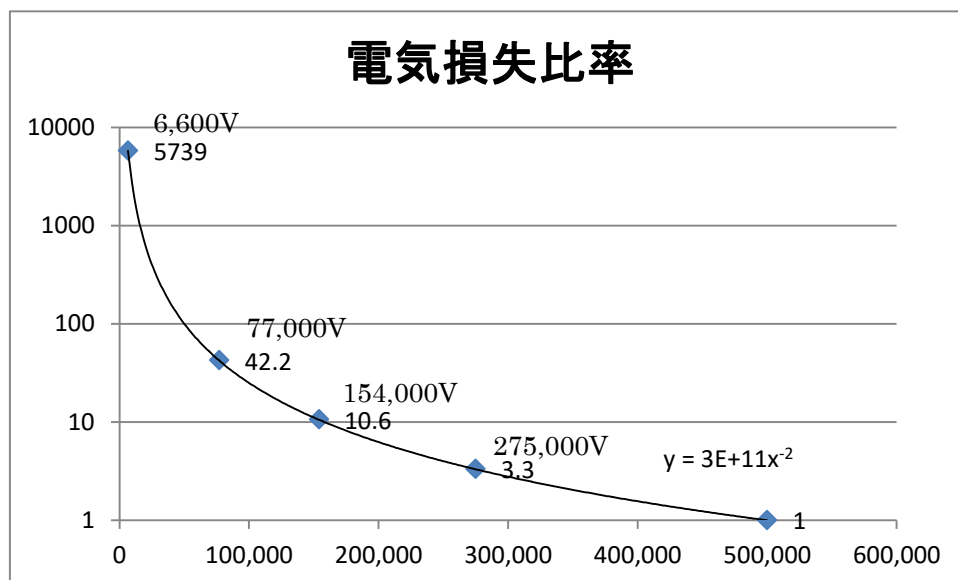
二次変電所の送電電圧 > 配電変電所の受電電圧

配電変電所の送電電圧 > 柱上変圧器の受電電圧

柱上変圧器の配電電圧 > 屋内配電盤の受電電圧

同じ電力の電圧と電流は $P(\text{電力})=V \times I$ により電圧と電流は反比例するので、電流を少なくして電圧を高くすることで送電中のロスを減らすことができます。

中部電力のホームページで公開されている資料から 500,000V の送電線を基準：1 とした場合の損失の比率をグラフ化したところ、送電・配電電圧が低くなるほどの損失比率が高くなることがわかります。



引用データ：中部電力 http://www.chuden.co.jp/kids/kids_denki/okuru/soden/

開閉器

配電変電所から送電される高圧 6,600V の幹線を需要(工場や商業施設への電力供給等)と供給(事業用太陽光発電施設の連係等)のバランスの見直し、幹線の電圧が極端に高い又は低くならないように幹線系統を切り替えて調整するために使用されます。(不定期実施)



電圧自動調整器

高圧幹線の需要の変動が大きい場合に電圧を一定範囲に保つために設置されます。切替タップ(接点)を機械的に切り替えるタイプとサイリスタで電子的に切り替えるタイプなどがあります。

電圧自動調整器(SVR)

出典：愛知電機株式会社(<http://www.aichidenki.jp>)

自動電圧調整器 SVR (Step Voltage Regulator)

"海外で工場等の不安定な電圧にお困りのお客様へ" - 20%の電圧変動を補償可能です -
 A solution for unstable voltage in the developing countries - 20% voltage fluctuation can be compensated -

1 不安定な電圧 Unstable Voltage

海外では、様々な理由により電圧が不安定な状態に陥ることが多くあります。電圧変動が大きいと、機器の寿命が短縮され、生産性が低下してしまいます。Aichi Electricは、電圧変動を補償するSVRを提供しています。

In some countries, unstable voltage fluctuates due to various reasons, causing voltage fluctuations that shorten equipment life and reduce productivity.

この不安定な電圧を補償するためには、

- 電圧変動を感知するセンサー
- 電圧変動を感知したときに電圧調整器が動作し、電圧変動を補償する
- 電圧変動を感知したときに電圧調整器が動作し、電圧変動を補償する
- 電圧変動を感知したときに電圧調整器が動作し、電圧変動を補償する

電圧調整器は、電圧変動を感知し、電圧調整器が動作し、電圧変動を補償する。

It can be compensated by the following steps:

- 1. Voltage fluctuation is detected by the sensor.
- 2. The voltage regulator starts to operate and compensates for the voltage fluctuation.
- 3. The voltage regulator starts to operate and compensates for the voltage fluctuation.
- 4. The voltage regulator starts to operate and compensates for the voltage fluctuation.

→ Increasing the accuracy of voltage regulation.

3 接続(例) Single-Line Diagram

22kV 配電線
22kV Distribution Line

電圧調整器
SVR
22kV/10kV/22kV

切替タップ
22kV/22kV

負荷の負荷
Load

4 設置(例) Installation

室内設置 (ケーブル付き)
Indoor installation (Cable included)

室内設置 (切替タップ付)
Indoor installation (with tap changer)

屋外設置
Outdoor installation

愛知電機株式会社
電力事業部 サービスセンター
TEL: 0568-30-1141
E-mail: sales-main@aichestk.co.jp

2 SVR

(1) 概要 Outline

- SVRは、電圧変動により発生する電圧変動を補償する。
- SVRは、海外での使用を前提としており、22kV～66kVの電圧変動を補償することができます。
- 電圧変動は、20%程度まで、容量は1000kVA程度まで対応可能です。

→ SVR is equipped to detect the fluctuation in voltage.

→ The voltage range is between 22kV and 66kV, and the voltage can be regulated by them.

→ Capacity is up to 1000kVA, and 20% voltage fluctuation can be compensated by the SVR.

(2) 仕様 Specification

- ・相数 (Three-phase)
- ・電圧 (Voltage)
- ・容量 (Capacity/kVA)
- ・サイズ (Size of type)
- ・電圧変動率 (Voltage regulation)

→ 3相 (Three-phase)

→ 56.6, 10, 15, 22

→ 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 8000

→ S・F・Z 相 (Size of type)

→ ± 10% (標準仕様)

(3) 特徴 Feature

- 電圧変動を感知して電圧調整器が動作し、電圧変動を補償します。
- 電圧変動を感知して電圧調整器が動作し、電圧変動を補償します。
- SVRは、電圧変動を感知して電圧調整器が動作し、電圧変動を補償します。
- 電圧変動を感知して電圧調整器が動作し、電圧変動を補償します。

→ Auto-detects fluctuation and adjust voltage.

→ Detects power and necessary needed power is supplied even by suddenly voltage.

→ Make appropriate use of supply power by Japan Power companies, more than 400 cities & area.

AICHI ELECTRIC CO., LTD.

動作概要

電圧調整幅：1.5%、タップ数：6、基準電圧に対して電圧 97.2V/段の上昇又は下降で動作

閾値を越えた状態が一定時間以上継続しないと動作しないとのこと。

電圧自動調整器と柱上変圧器の標準的なタップ位置での電圧と閾値の関係

	6,697.2V(2次側)	1次側タップ切替後 6,598.2V
変電所 6,600V(1次側)	電圧自動調整器 6,600V(2次側)	

	6,502.8V(2次側)	1次側タップ切替後 6,601.8V
--	---------------	--------------------

2次側電圧を監視し、閾値を超えると1次側電圧をタップ調整し、2次側の送り出しを一定する。

柱上変圧器を経由した低圧側に換算すると

106.55V[6,697.2V(2次側)]→104.97V[6,598.2V(2次側)] 変化量 1.58V

103.45V[6,502.8V(2次側)]→105.03V[6,601.8V(2次側)] 変化量 1.58V

柱上変圧器の電圧が1.6V程度急激に変化した場合は、電圧自動調整器が動作した可能性がある。

閾値を超えるまでは電圧が高いまま、低いままの状態が続くことになる。


電圧自動調整器(TVR)

幹線機器メーカーから直接頂いた資料のハードコピー

Web での関連資料 http://www.aichidenki.jp/report/34/34_21.pdf

TVRの特長

サイラス式自動電圧調整器



現在、高圧送電系統では、負荷タップ切替装置(分岐)や自動電圧調整器(SVR)などで、系統電圧が電圧変動に収まるように制御されています。しかし、太陽光発電などの発生可能エネルギーの大規模導入に伴う急激な電圧変動への対応は難しくなります。


TVRは、従来の比べ得ない超長距離にタップ切替を通過、多相電圧に付えるため、このような急激な電圧変動への対応を可能とした装置です。

TVRには、このような特長があります。

- 太陽光発電などの大まかくかつ急激な出力変動による電圧変動を抑制します。
- 豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。
- 高圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。

電圧変動に付いて、高圧タップ切替装置

TVRの特長



高電圧タップ切替装置

高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。

高電圧タップ切替装置

高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。

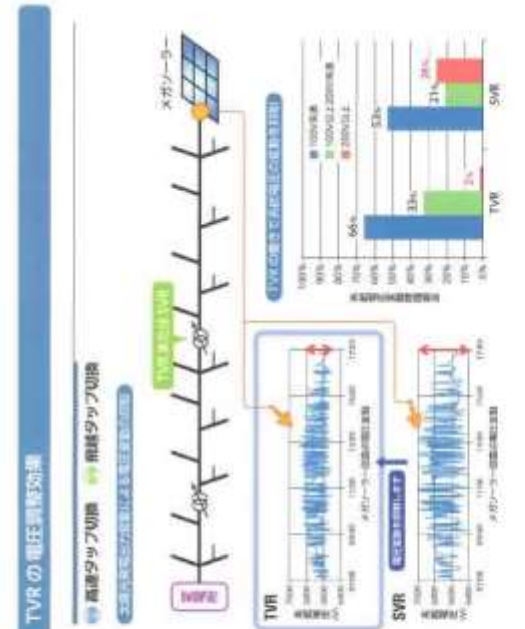
TVRの電圧調整効果

高電圧タップ切替装置 高電圧タップ切替装置

高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。



高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

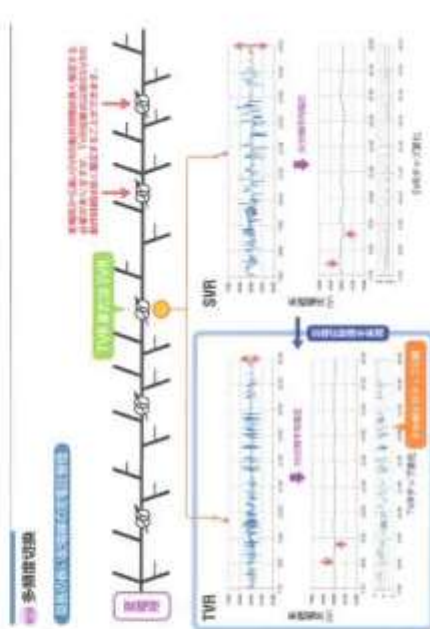
高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。

多相電圧調整

高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。



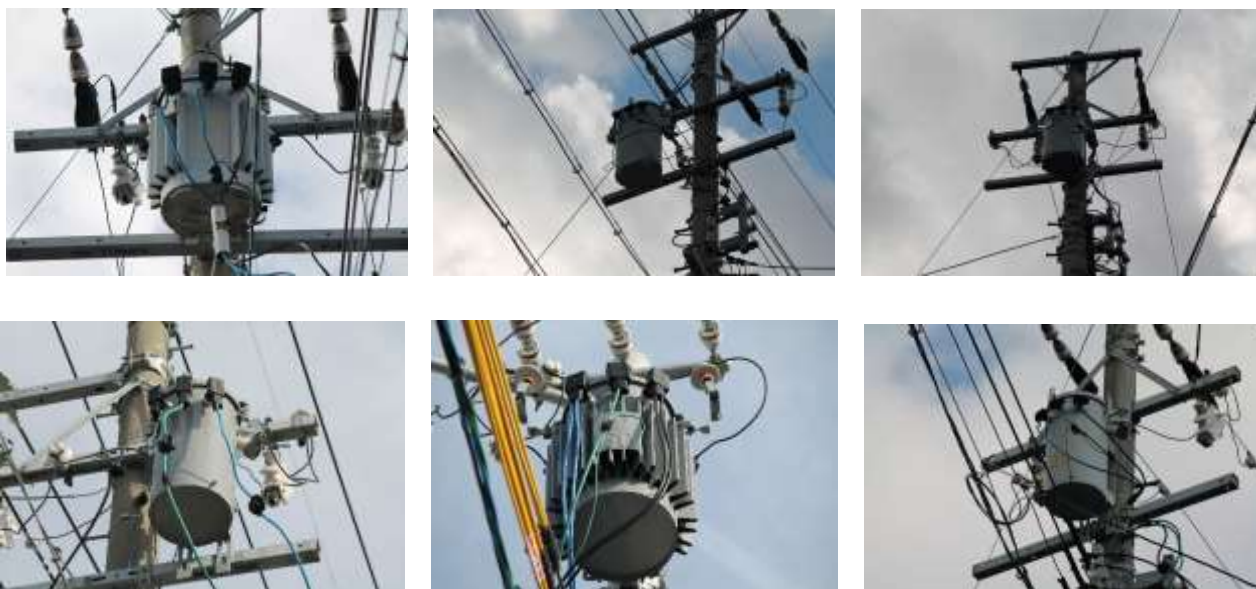
高電圧タップ切替装置は、高電圧タップ切替装置に付いて、高電圧タップ切替装置を抑制します。

豆電の低い電圧記号線路の中間に定電圧地点を作ります。

高電圧配電線の短時間電圧低下に素早く対応し、電圧の変動化を認ります。

柱上変圧器

高圧 6,600V を一般家庭などで使用できる電圧に下げる機器で容量は 5～100kVA 程度まであります。



下記の表は中部電力に伺った情報ですが、電力会社によって変圧器の仕様は異なります。

タップNo.	一次側電圧	二次側電圧	巻数比	備考
1	6,750V	105V	64.3 : 1	
2	6,600V	105V	62.8 : 1	標準
3	6,450V	105V	61.4 : 1	
4	6,300V	105V	60 : 1	

太陽光発電システム設置住宅が変電所に近く、電圧上昇抑制の原因について、明らかに幹線の高圧側電圧(一次側)が高い影響で低圧側電圧(二次側)も高くなる場合は、タップNo.を標準の2から1に変更した変圧器と入れ替えることで、低圧側電圧(二次側)を下げるができる。

例) 標準タップ位置2で高圧側電圧が6,750Vの場合に二次側電圧は $6,750 \div 6,600 \times 105 = 107.4V$ をタップ位置1のものに変更すると二次側電圧を $6,750 \div 6,750 \times 105 = 105V$ に下げることができる。但し、高圧側電圧が6,450Vまで下がった場合に二次側電圧は $6,450 \div 6,750 \times 105 = 100.3V$ に下がります。

自動電圧調整型柱上変圧器

低圧側の電圧を監視し、低圧側電圧の変動に応じて高圧側タップ電圧を選択し、タップを自動で切り替える機能を有し、低圧側の安定した出力電圧を可能にしたものです。

出典：愛知電機(http://www.aichidenki.jp/report/33/33_14.pdf)

新製品紹介 / 5

自動電圧調整型柱上変圧器 MAI Pole (MAI : Most-Advanced & Intelligent)

近年、配電系統の進み力率によるフェウンチ現象や、太陽光発電などの分散型電源からの逆潮流による低圧配電線の電圧上昇が問題となってきている。また、平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震による電力供給不安から、国内では再生可能エネルギーへの転換の機運が高まっており、家庭用太陽光発電の導入が進み、これに伴う低圧配電線の電圧変動への影響が拡大することが想定される。

このたび、家庭用太陽光発電等の分散電源の増加に伴う低圧配電線の電圧変動に対応するため、電圧変動を検知しながら二次電圧を一定とするよう、一次タップ電圧を自動調整する機能を付加した柱上変圧器「MAI Pole」を開発した。

■概要

現在、配電線の電圧調整は、高圧配電線高側(6,600V)に配置した電圧調整機で行っている。家庭用太陽光発電設備が増加し、日射の影響により負荷側の電圧が変動するため、低圧配電線の電圧変動が拡大することが考えられる。この対策として、柱上変圧器のタップ電圧の変更が有効である。しかし、タップ電圧は手動で変更する必要があるため、停電を伴うので、柱上変圧器のタップ電圧を自動で調整する機能が必要となる。

そこで、従来の6kV柱上変圧器(以下、従来品)にタップ選択開閉器と制御装置を組み合わせ、自動電圧調整機能を付加した柱上変圧器を開発した。

本開発品は、柱上変圧器の二次電圧を監視し、二次電圧の変動に応じて最適な一次タップ電圧を選択し、タップ選択開閉器を自動で切り替える機能を有している。これにより、安定した二次電圧を出力することが可能となる。

■特長

① 変圧器

本機は、従来品と同等の性能を有している。また、付属部品は従来品と共通化を図り、取扱い性を損なわないように配慮している。

電圧上昇を考慮し、一次タップ電圧は、従来品の6,750Vよりも150V高い6,900Vを上限とした。

② タップ選択開閉器

タップ選択開閉器は、高圧自動電圧調整器(SVR)で実績のある油中切換方式を採用した、10kVAクラスの小容量の柱上変圧器にも内蔵できるようコンパクト化を図った。

③ 制御装置

制御装置は、機能を最小限に絞り込みコンパクト化を図り、変圧器タンク裏面に設けた専用箱に収納した。

本機の保護として、タップ選択開閉器の動作回数が耐用回数(20万回)に達したとき、自動的に動作を停止する機能を有している。

■変圧器仕様

項目	仕様
定格容量	10 kVA, 20 kVA, 30 kVA, 50 kVA
相数	単相
定格周波数	60 Hz
定格一次電圧	6,600 V
一次タップ電圧	6,900 V, 6,750 V, 6,600 V, 6,450 V, 6,300 V
定格二次電圧	210-105 V (単相専用)

■タップ選択開閉器仕様

項目	仕様
切換方式	油中切換方式
耐用回数	20万回(電気的、機械的)
スナップ電圧	200 V
タップ本数	5本

■制御装置仕様

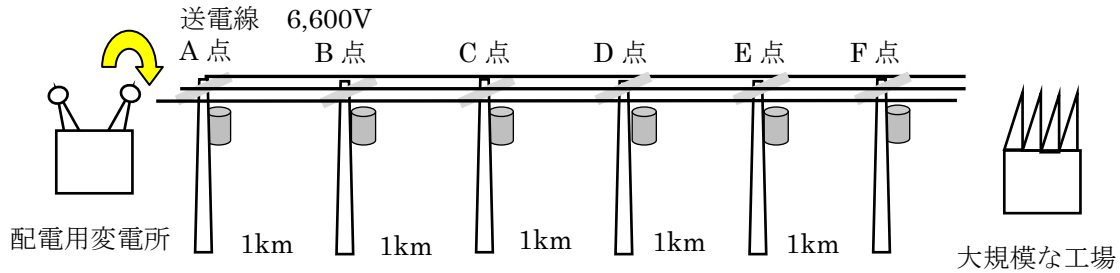
項目	仕様
監視電圧	102 V
不感帯	±2 V
動作時間	40秒以内(積分型)



■「MAI Pole」の外観

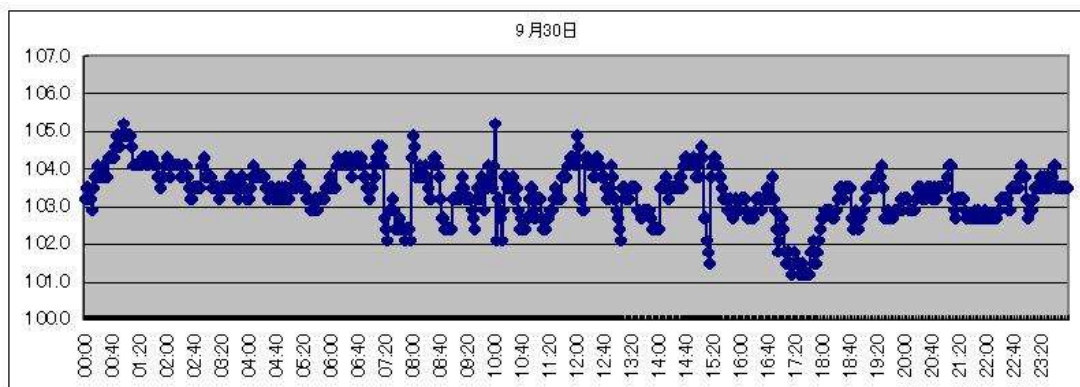
需要変動に伴う幹線の電圧変動

需要変動に伴う幹線の電圧変動を簡単なモデルで確認してみましょう。A～Fの電柱には標準設定(6,600 : 105)の変圧器、F点以降に大規模な工場(需要家)があるとします。高圧電線サイズ: 125mm²、抵抗: 約 0.156 Ω/km、幹線電流: 100A 流れる場合には 1km 当たり 15.6V、300A 時は 46.8V の電圧降下が発生することから、配電用変電所との接続点である A 点の 6,600V から電圧が徐々に低下し、一番遠い F 点では高圧側 6,522V、6,366V 低圧側 103.8V、101.3V となります。需要の変動に伴い低圧側の電圧も規定値内で大きく変動することがわかります。



地点	A 点	B 点	C 点	D 点	E 点	F 点
100A 時	6,600V	6,584.4V	6,568.8V	6,553.2V	6,537.6V	6,522V
	105V	104.8V	104.5V	104.3V	104.0V	103.8V
300A 時	6,600V	6,553.2V	6,506.4V	6,459.6V	6,412.8V	6,366V
	105V	104.3V	103.5V	102.8V	102.0V	101.3V

下記は電圧自動調整器から約 1km 下流の柱上変圧器の低圧側の変動グラフですが、需要の変動により電圧自動調整器が動作(急激に 1.5V 程度上下)して電圧が変動しているのもわかります。

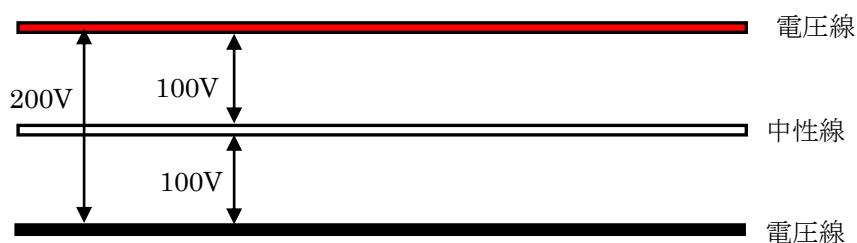


配電・配線

一般家庭や小規模の事業所などに配電される電気について説明します。

単相 3 線式

「単相 3 線式 (たんそうさんせんしき) とは、「単三」とも略称され、単相交流電力を 3 本の電線・ケーブルを用いて供給する低圧配電方式である。50kVA 以下の配電線・引込線、短距離の構内幹線などに用いられる。低容量の配電に向く方式のため日本においては一般住宅用として普及しており、単相 3 線式で受電する家屋では屋内に設置する分電盤も単相 3 線式で構成される。単相 3 線式で受電した場合、旧来の商用電源電圧である 100V に加え 200V を容易に取り出すことができ、後述する 200V 用家庭用電気機械器具普及の前提となる配電方式である。」 引用：「単相 3 線式」<http://ja.wikipedia.org/>

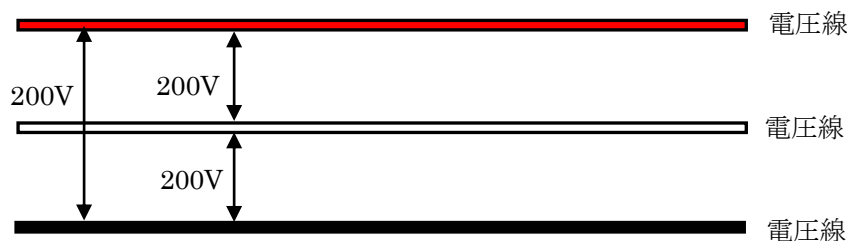


大容量のエアコンや全自動洗濯機などで 200V が必要な場合は屋内の配電盤から上記図の上下両端を使って 200V 用のコンセントに配線されます。

深夜電力の電気温水器などを単独で契約している場合などは上記図の変圧器の低圧側両端の 2 本の 200V のみを変圧器から引込されて利用されます。

低圧三相 3 線式

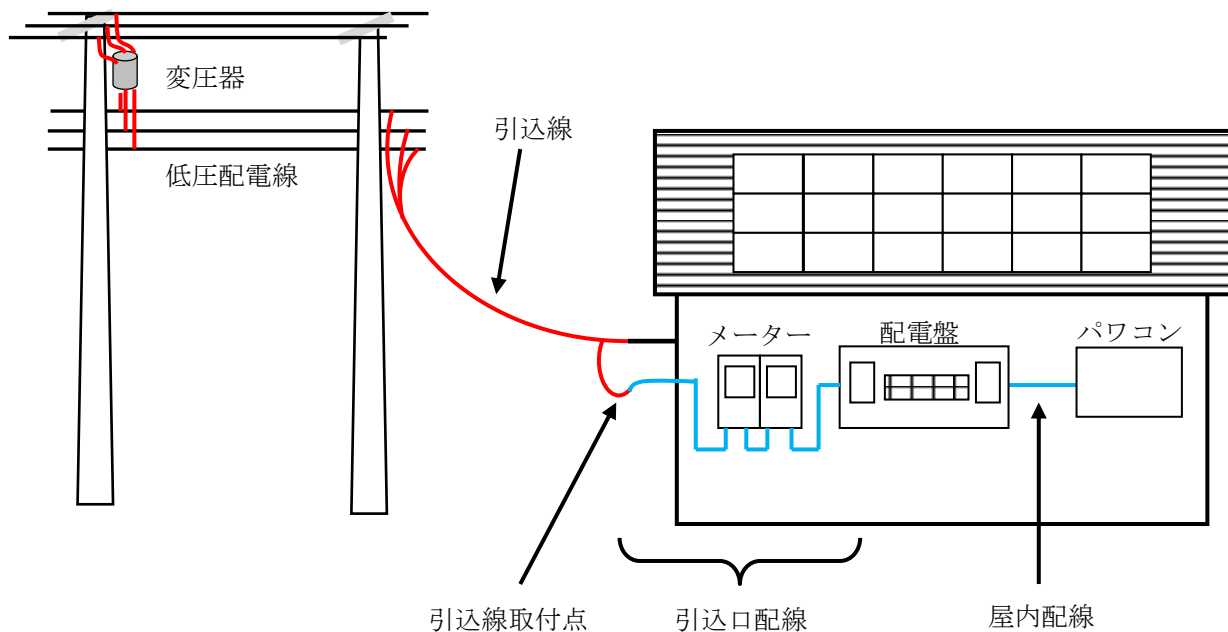
「50kVA 未満の動力専用引込線・構内幹線などに用いられる。三相変圧器二次側から 3 本接続して三相 200V 負荷に供給する。」 引用：「単相 3 線式」<http://ja.wikipedia.org/>



何処の線間の電圧を測定しても 200V となります。店舗などの業務用エアコンや冷蔵庫やショーケースなどで使用されます。

電気引き込み

「引込線」とは電柱から軒先などに取り付けられている「引込線取付点」までをいい、その先は「引込口配線」を経由して「屋内配線」となります。引込線取付点が電気契約者側の設備との電力会社の設備の境目（保安責任・財産の分界点）になります。引込線取付点で分界点ができますが、電気契約者側にあるメーターと電流制限器（アンペアブレーカーまたはリミッターとも呼ばれる）は電力会社の所有物です。



配電盤

中部電力管内で太陽光発電システム付の住宅などで使われる配電盤を示します。

「単相 3 線式 単 3 中性線欠相保護付漏電ブレーカ付

リミッタスペース+太陽光発電用漏電ブレーカ・OC 付+太陽電池側連系用ブレーカ」



リミッター

太陽光発電用漏電ブレーカ

太陽電池側連系用ブレーカ

リミッター：電力会社との契約電流や電力によって 30A とか 60A のものが設置されます。電力会社によってはリミッターを設置しないところもある。

線に不均一に接続されていて、なんらかの理由で中性線が欠相してしまうと、軽負荷側の電圧線と中性線間の電圧が上昇し、100V 機器に 200V 近い電圧がかかって焼損する恐れがあり、中性線欠相の時に自動的に回路を遮断する機能を備えた「単 3 中性線欠相保護付」のブレーカが用いられます。

③ 配線材の基礎知識

柱上変圧器や低圧配電線から引込線取付点までの配線材

ほとんどの電力会社では契約電流等によって柱上変圧器や低圧配電線から引込線取付点までの線材の太さが決まっています。これは電力会社から需要者へ安定・安全に供給するために決められたものと思います。

契約電流	線材太さ	主開閉器 (電流制限器)	線材太さ	契約容量 (不平衡率 40%)	線材太さ
40A	最低 8mm ²	40A	8mm ²	6KVA(36A)	8mm ²
50A	最低 8mm ²	50A	14mm ²	8KVA(48A)	14mm ²
60A	最低 8mm ²	60A	14mm ²	10KVA(60A)	14mm ²

引用：<http://okwave.jp/qa/q3383598.html>

その他、電力会社の社内ルール等(地域区分、電柱からの長さ、契約内容等)によって使用される線材や線材の太さは変わります。

中部電力の場合、電流制限器(リミッター)は 60A までとなっており、引込用ビニル絶縁電線の DV ケーブルが使用されます。60A 以下であれば亘長 30m 以下までは直径 3.2mm、31m~40m であれば 14mm² を使用すること。

直径又は公称断面積	許容電流(3 個より)	最大導体抵抗(20℃)
直径 2.6mm(5.5mm ² 相当)	34A	3.48 Ω/km
直径 3.2mm(8mm ² 相当)	44A	2.30 Ω/km
14mm ²	62A	1.36 Ω/km
22 mm ²	80A	0.832 Ω/km

東京電力の場合はビニル絶縁ビニルシース電力ケーブルの VVR ケーブルが使用されています。

パワコン～配電盤～引込線取付点までの配線材

一般に架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース電力ケーブルの CV ケーブルが使用されます。

公称断面積	許容電流 (基底温度 40℃)	最大導体抵抗 (20℃)
5.5mm ²	44A	3.40 Ω/km
8mm ²	54A	2.36 Ω/km
14mm ²	76A	1.34 Ω/km
22mm ²	100A	0.849 Ω/km

CV ケーブル

架橋ポリエチレン絶縁電力ケーブル

600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル
600V CV

JIS 認定品

RoHS対応

■概要

- 低圧の一般電力用配線に広く使用されています。
- 関連規格：JIS C 3605
- 常時許容温度：90℃
- 芯心識別：2心(黒、白)、3心(黒、白、赤)
4心(黒、白、赤、緑)
白は自然色を含む。

■構成

絶縁体：架橋ポリエチレン
シース：ビニル(黒色)

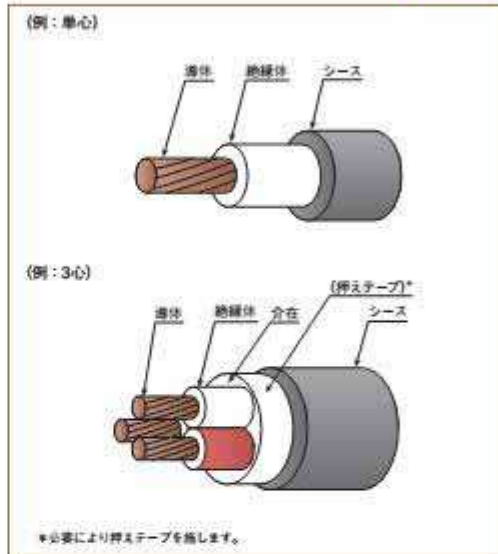
■特長

- 電技解釈第120条(旧134条)で規定される「自消性のある難燃性」の要求を満たします【JIS規格60度種斜燃焼試験に合格】。

■その他

- JIS C 3521の耐延焼性試験(IEEE Std. 383垂直トレイ燃焼試験と同等)を満たす難燃ケーブル(FD-CV)も製造しています。
- ケーブルグラウンドやパッキンなどの使用により詳細なケーブル外径が必要な場合は、弊社にご連絡ください。

*他当社はRoHS規制対象外ですが、含有物質規制対応が必要な場合はご相談いたします。



■構造表

600V CV

芯心数	導体			架橋ポリエチレン 絶縁体厚さ	ビニル シース厚さ (mm)	仕上り 外径 (約mm)	重量 (巻100mへ巻入重量) (kg/km)	電気特性		
	公称 断面積	構造または 形状	外径 (mm)					巻入 抵抗 (Ω/km) 20℃	耐電圧 試験 (V・1分)	最小巻 抵抗 (MΩ・km)
* 3	2	7/0.6	1.8	0.8	1.5	10.5	150	9.42	1500	2500
* 3	3.5	7/0.8	2.4	0.8	1.5	12.0	210	5.30	1500	2500
* 3	5.5	7/1.0	3.0	1.0	1.5	14.5	300	3.40	1500	2500
* 3	8	7/1.2	3.6	1.0	1.5	16.0	390	2.36	1500	2000
* 3	14	円形圧縮	4.4	1.0	1.5	17.5	505	1.34	2000	1500
* 3	22	円形圧縮	5.5	1.2	1.5	21	885	0.849	2000	1500
* 3	38	円形圧縮	7.3	1.2	1.7	25	1430	0.491	2500	1500
* 3	60	円形圧縮	9.3	1.5	1.9	31	2210	0.311	2500	1500

出典：古河電気工業株式会社(<http://www.furukawa.co.jp>)

7. 600V架橋ポリエチレンケーブル

CV、CVD、CVT、CVMAZV、CE/F、CED/F、CET/F、CEQ/F、CEMAZE/F

(4心およびCVQ、CEQ/Fの許容電流：3相負荷用として使用する場合は3心およびCVT、CET/Fと同じ値とする。)

(JCS 0168抜粋)

7-1 気中暗渠布設 (日射の影響なし)

基底温度 40℃
常時許容温度 90℃
(単位A)

布設条件 公称断面積 (mm ²)	CV、CE/F				CVD、CED/F	CVT、CET/F	CVMAZV、CEMAZE/F	
	単心		2心	3心			2心	3心
	3条、平積 (S=2d)	3条、依積	1条	1条			1条	1条
2	31	27	28	23	—	—	23	19
3.5	44	38	39	33	—	—	32	27
5.5	58	50	52	44	—	—	43	36
8	72	63	65	54	66	62	53	44
14	100	87	91	76	91	86	73	61
22	130	115	120	100	120	110	97	81
38	190	160	170	140	165	155	135	110
60	255	210	225	190	225	210	180	150

出典：古河電気工業株式会社(<http://www.furukawa.co.jp>)

Hitachi Cable

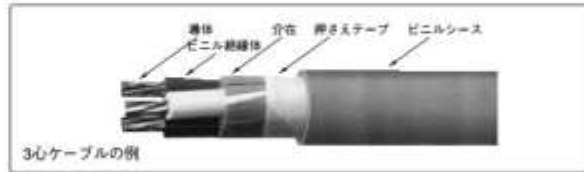
電線ケーブル	固定ケーブル
ビニル絶縁ビニルシース 電力ケーブル	600V VVR
定格：60℃, 600V	規格：JIS C 3342

電機・産業用製品

特長
低圧配線用として一般的です。

用途
電力用

識別
線心識別：2心：黒、白
3心：黒、白、赤
4心：黒、白、赤、緑
シース色：灰を標準とする。



線心数	導体径			絶縁体厚さ (mm)	シース厚さ (mm)	仕上り外径 (約mm)	最大導体抵抗 (20℃) (Ω/km)	試験電圧 (V/1分間)	最小絶縁抵抗 (20℃) (MΩ·km)	概算質量 (kg/km)
	公称断面積 (mm²)	構成又は形状 (本mm)	外径 (mm)							
3心	5.5	7/1.0	3.0	1.0	1.5	14.5	3.40	1,500	50	320
	8	7/1.2	3.6	1.2	1.5	16.5	2.36	1,500	50	440
	8	円形圧縮	3.4	1.2	1.5	16.0	2.34	1,500	50	425
	14	円形圧縮	4.4	1.4	1.5	19.0	1.34	2,000	40	665
	22	円形圧縮	5.5	1.6	1.6	23	0.849	2,000	40	975
	38	円形圧縮	7.3	1.8	1.8	28	0.491	2,500	40	1,590
	60	円形圧縮	9.3	1.8	1.9	33	0.311	2,500	30	2,320
	100	円形圧縮	12.0	2.0	2.2	40	0.187	2,500	30	3,720
	150	円形圧縮	14.7	2.2	2.5	47	0.124	3,000	30	5,430
	200	円形圧縮	17.0	2.4	2.7	53	0.0933	3,000	20	7,130
250	円形圧縮	19.0	2.4	2.9	58	0.0754	3,000	20	8,800	

出典：日立金属株式会社(<http://www.hitachi-metals.co.jp>)

表11-1-5 VVF及びVVRの許容電流 (単位：A)

線心径または公称断面積	空气中暗布設			空气中暗電線管布設			直埋布設			管詰め布設		
	単心 3条, S=2d	2心	3心	2心	3心	単心 3条, S=2d	2心	3心	単心 4孔3条	2心 4孔4条	3心 4孔4条	
1.6mm	20	18	15	14 (19)	12 (25)	—	28	24	—	19	16	
2.0	26	23	20	19 (25)	16 (25)	—	37	31	—	24	20	
2.6	36	32	27	26 (25)	22 (25)	—	50	42	—	33	28	
2mm ²	20	18	15	15 (25)	12 (25)	28	28	24	—	19	16	
3.5	28	25	21	20 (25)	17 (25)	39	40	33	—	26	22	
5.5	37	33	28	27 (25)	23 (31)	50	51	43	—	34	28	
8	47	42	36	34 (31)	28 (31)	61	63	53	—	42	35	
14	66	59	50	46 (31)	39 (39)	83	85	72	—	57	48	
22	88	78	66	61 (39)	53 (51)	105	110	92	—	74	62	
38	120	110	93	88 (51)	73 (51)	140	150	125	—	100	84	
60	165	145	120	115 (63)	99 (63)	185	195	160	—	130	105	
100	230	200	165	160 (63)	135 (75)	245	260	215	235	170	140	
150	295	255	220	205 (75)	175 (82)	305	325	270	300	215	175	
200	350	310	260	250 (82)	215 (92)	355	375	315	350	250	210	
250	400	355	300	295 (92)	245 (92)	400	425	350	395	280	230	
基底温度	40℃			40℃			25℃			25℃		
導体最高許容温度	60℃			60℃			60℃			60℃		

(備考1) () 内の数値は、管詰めです。
(備考2) 許容電流の線心数には中性線は含まない。即ち、単相3線式は2心、三相4線式は3心の値をとる。 (JCS 0168による)

出典：日立金属株式会社(<http://www.hitachi-metals.co.jp>)

技術資料

DV ケーブル

DV線

表8 引込用ビニル絶縁電線 (2個より、3個より)

線心数	区分	導体			絶縁体厚さ	外側の絶縁体厚さ	仕上外径	導体抵抗	絶縁抵抗			試験電圧		導体の引張荷重	参考			
		直径 mm	構成						外径	(20℃)	20℃	60℃	導体相互間		導体大地間	概算質量	標準条長	標準包装
			素線数/ 素線径	素線径														
		mm ²	mm	mm					mm	mm	約mm	Ω/km	MΩ・km		MΩ・km	V	V	N
3 個 よ り	DS-DV	2.0mm	1/2.0	-	2.0	0.8	0.2	7.8	5.89	50	0.15	3000	1500	1250	115	300	たば	
		2.6mm	1/2.6	-	2.6	1.0	0.2	9.9	3.48	50	0.15	3000	1500	2070	190	200		
		3.2mm	1/3.2	-	3.2	1.2	0.2	12.5	2.30	50	0.15	3000	1500	3100	285	200		
	DV	14mm ²	7/L.6	-	4.8	1.4	-	16.5	1.35	40	0.1	3000	2000	5630	510	300	ドラム	
		22mm ²	-	7/2.0	6.0	1.6	-	20	0.832	40	0.1	4000	2000	4100	785	300		
		38mm ²	-	7/2.6	7.8	1.8	-	25	0.492	40	0.1	4000	2500	7080	1290	300		
		60mm ²	-	19/2.0	10.0	1.8	-	30	0.306	30	0.07	4000	2500	10600	1960	300		

注) 事故防止のため、電気設備技術基準、内線規程に従ってご使用下さい。

出典：愛知電線株式会社(<http://www.aichidensen.co.jp>)

6 電圧降下の計算式

ケーブルの電圧降下は下記の近似式で求める。

1) 力率が解っている場合

$$\Delta V = K \cdot (R \cos \theta + X \sin \theta) \cdot L \cdot I \text{ (V)}$$

cos θ と sin θ の関係は下記のとおり

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

cos θ	1	0.950	0.900	0.850	0.800
sin θ	0	0.312	0.435	0.527	0.600

2) 力率が不明な場合

$$\Delta V = K \cdot Z \cdot L \cdot I \text{ (V)}$$

[使用例、計算例]

3相3線式、電圧200V、過電電流125A、力率 (cos θ) 0.85、周波数50Hzの回路に600V CV3x60mm² 50mを配線した時の電圧降下は、

表から R=0.397 (Ω/km)、X=0.0768 (Ω/km)

$$\Delta V = \sqrt{3} \times (0.397 \times 0.85 + 0.0768 \times 0.527) \times 0.05 \times 125$$

$$\approx 4.1 \text{ (V)}$$

$$(4.1 \div 200) \times 100 \approx 2 \text{ 電圧降下率2\%}$$

<参考>

耐火ケーブルの火災時の電圧降下は、火災時にケーブルが炎に曝される長さの割合で交流導体抵抗を補正して計算する。補正された交流導体抵抗 (R_r) は下記の式で求める。

$$R_r = R \cdot \left(1 + \frac{L_i}{L} (1 - K_t) \right)$$

L_i: 炎に曝されたケーブルの長さ (km)

K_t: 炎 r に曝された部分の導体抵抗の温度補正係数。

耐火ケーブルの試験温度である840℃では、線路定数表の値の約4倍となる。

導体温度 (℃)	400	500	600	700	800	900
電阻補正係数	2.49	2.89	3.28	3.67	4.07	4.46

K: 配電方式による係数 単相2線式 K=2 (線間)
 単相3線式 K=1 (電圧線中性線間)
 3相3線式 K=√3 (線間)
 3相4線 K=1 (電圧線中性線間)

R: 交流導体抵抗 (Ω/km)

X: リアクタンス (Ω/km)

Z: インピーダンス (Ω/km)

cos θ: 負荷力率

L: 線路長 (km)

I: 電流値 (A)

出典: 古河電気工業株式会社 (<http://www.furukawa.co.jp>)

正確に計算するには上記のような複雑な計算式で求める必要がありますが、このレポート内は一般の方々でも理解できるように基本的なオームの法則を用いて計算しています。

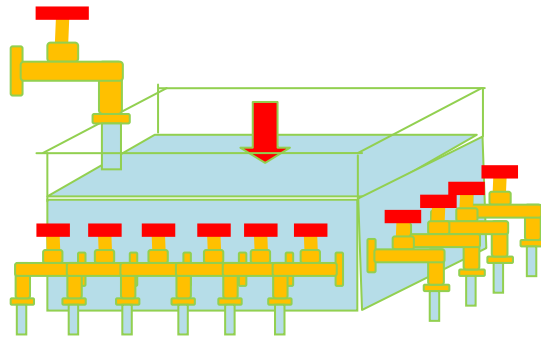
④ 電圧上昇抑制問題に関する基本知識

水は水位の高いところから低いところに流れます。川が上流から下流に流れるのと同じです。電気も同様に電圧の高いところから低いところに流れます。



出典：ウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)

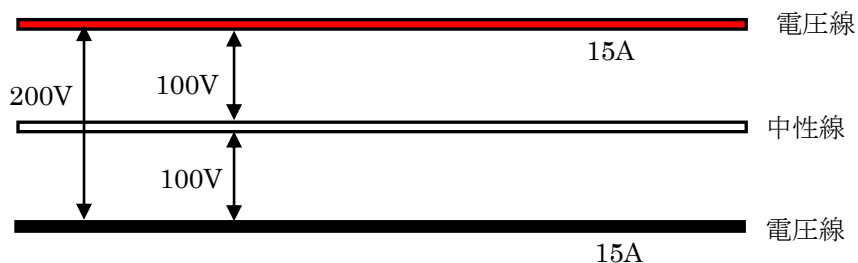
次に水道の水は朝夕食時には水の流れが細くなります。これは多くの家庭が一斉に水を使って水圧が低くなるからです。電気も同様、多くの人が一斉に電気を使うと電圧が低くなります。



供給 < 需要 の場合に水位が下がる

ところで、系統連系は発電した電気が余れば電力会社に売り、足りなくなれば電力会社から買う仕組みです。そのため、余った電力を売るには、パワコンの出力電圧が電力会社の供給電力よりも高い必要があります。まさしく水の流れと同様です。

まずはパワコンの発電量と電流について確認しておきます。一般家庭では単相 3 線式が一般的であり、下記のような電圧の関係になります。



3kW の発電時は片方の 100V に 30A 流れる訳ではなく、パワコンから両方の 100V に 15A ずつ出力されます。

15A の電流)が電力側に流れるモデルで見てください。(3kw 発電し自家消費分は 0(ゼロ)と仮定する)

配線材での抵抗分

パソコンー配電盤 : $15\text{m} \div 1,000 \times 3.33 \Omega/\text{km} = 0.04995 \Omega$

配電盤ー引込線取付点 : $14\text{m} \div 1,000 \times 1.34 \Omega/\text{km} = 0.01876 \Omega$

引込線取付点ー変圧器 : $14\text{m} \div 1,000 \times 1.36 \Omega/\text{km} = 0.01904 \Omega$

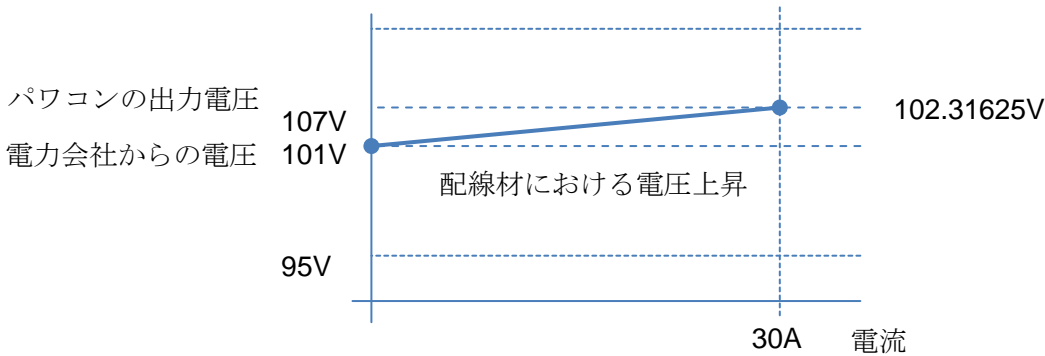
合計 $0.04995 \Omega + 0.01876 \Omega + 0.01904 \Omega = 0.08775 \Omega$

配線材の電圧上昇分

配線材の電圧上昇分 = 配線材の抵抗分 \times 電流(A)
= $0.08775 \Omega \times 15\text{A}$
= 1.31625V

パソコンの出力電圧

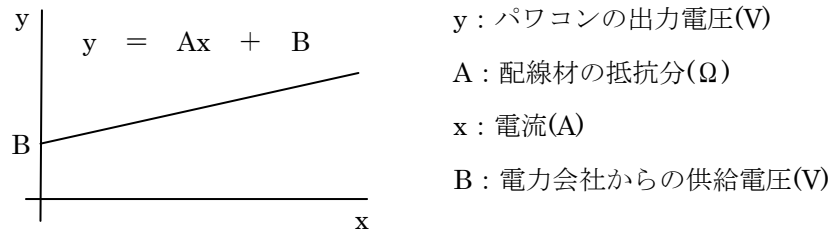
パソコンの出力電圧 = 配線材の電圧上昇分(V) + 電力会社からの供給電圧
= $1.31625\text{V} + 101\text{V}$
= 102.31625V



式を分かりやすくすると

パソコンの出力電圧(V) = 配線材の抵抗分(Ω) \times 電流(A) + 電力会社からの供給電圧(V)

この式、何処かで見た(習った)気がしませんか？実は中学校で習った一次関数の式そのものです。



実は、地域により電力会社の供給電圧が高すぎて自宅で余った電気を効率的に売ることができない事例が多々起こっています。なぜこういうことが起こるのでしょうか。

私たちに住む地域には電力会社の配電用変電所があり、そこからは通常 6,600V の高圧で道路沿いに建てられた電柱を使って町の隅々まで電気が送電されます。住宅で使う電気は通常 100V とわれ、住宅近くにある電柱に設置されている変圧器で 100V に降圧して住宅に配電されます。



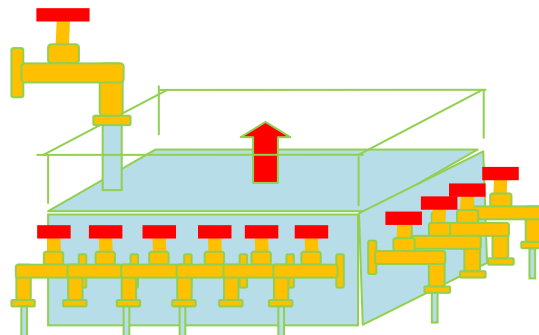
変圧器は高圧側(6,600V)と低圧側(100V)をコイルの巻数比で変換しています。

中部電力の場合、巻数比 6,600 対 105 が標準で使用されます。

通常 100V と言っていますが、実際には 98V だったり 104V だったりします。これは電力会社の供給する電力品質を定めた法律に「電気事業法二十六条」があり、施工規則第四十四条の中に標準電圧百ボルトの場合、百一ボルトの上下六ボルトを超えない値が維持すべき値とありますので、95～107V が 100V という供給電圧となるわけです。この規定値があるために、電化製品が電圧不足で動作しなかったり、電圧オーバーで壊れたりすることはありません。またパソコンの整定値も 107V を初期値としている場合が多いです。

配電用変電所から末端の電柱までの距離が 5km など長距離になることがあり、途中での電気の使用による電圧低下と送電線の抵抗分とそれに流れる電流により電圧降下が発生するため、変電所から遠くなるほど高圧側の電圧が下がりますが、巻数比 6,600 対 105 の変圧器を標準で使用することで 95～107V を維持しているようです。仮に一斉に電気を使ったときに配電用変電所から一番遠い末端の変圧器の高圧側が 6,600V が 6,300V に下がった場合でも変圧器の巻数比により低圧側は $100V(=6,300 \div 6,600 \times 105)$ となり規定値を維持できることとなります。反対に配電用変電所が近い場合は変圧器に 6,600V が供給されるので低圧は 105V と高めになります。

ところが高圧側の電圧が下がる時だけではありません。時間帯で使用量が大きく異なる地域（工業地帯や公共施設がある近隣住宅地）では昼休みの時間帯に供給電圧が高くなる傾向があります。



供給 > 需要 の場合に水位が上がる

電力会社は安定供給と規定値維持のために努力をしています。配電用変電所は需要量を見込んで送電電圧を変えています。中部電力によると高需要期と低需要期で送電電圧を数%程度変えるが、各々の配電用変電所によって需要やその変動が異なるので、配電用変電所での個別運用とのこと。

たとえば、電力会社からの供給電圧が 106V だったらパソコンは整定値(規定値)に収まるように出力を制限して 107V よりも高い電圧が発生することを抑制します。結果として配線材での電圧上昇分が 1V 以内

(107V-106V)に収まるように電流が減らしてしまいます。するとパソコンの出力電圧は整定値までとなり、電気の移動量が減り余った電気の全てが売れない！ という事態に陥るのです。

整定値という条件を式に入れると

$$\text{パソコンの出力電圧(V)} = \text{配線材の抵抗分}(\Omega) \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)} \leq \text{整定値}$$

整定値を 107V とし、日射量が変わらず発電量も変わらず 15A の電流を流している時、電力会社からの供給電圧が 101V から 106V に変動した時のどれだけ逆潮流でき、どれだけ抑制が掛かったかを確認します。(自家消費は 0(ゼロ)と仮定する)

配線材の抵抗分は先ほど計算した 0.08775Ω です。

パソコンの出力電圧 = 整定値という条件で電流値を求める式に変形します。

$$\text{パソコンの出力電圧(V)} = \text{配線材の抵抗分}(\Omega) \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)} = \text{整定値}$$

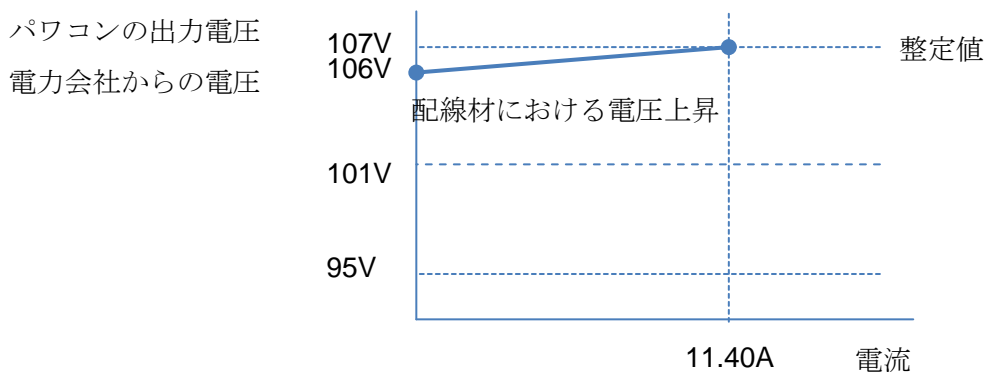
$$\text{整定値(V)} = \text{配線材の抵抗分}(\Omega) \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)}$$

$$\text{配線材の抵抗分}(\Omega) \times \text{電流(A)} = \text{整定値(V)} - \text{電力会社からの供給電圧(V)}$$

$$\text{電流(A)} = (\text{整定値(V)} - \text{電力会社からの供給電圧(V)}) \div \text{配線材の抵抗分}(\Omega)$$

$$= (107\text{V} - 106\text{V}) \div 0.08775 \Omega = 11.40\text{A}$$

結果として 11.40A が逆潮流できて、3.60A(15-11.40)分は抑制が掛かったこととなります。



電力会社からの供給電圧が 107V の場合はパソコンの整定値と同じなので、配線材での電圧上昇を 0(ゼロ)にする、すなわち電流を 0(ゼロ)とする必要があります、まったく電気が売れないこととなります。

さらに電力会社の供給電圧の計測方法には次の規定があります。測定は記録計器を使用して常時測定するものとし、記録方法は(中略)測定電圧の三十分平均最大値および三十分平均最小値並びにそれぞれの発生時(後略) --- (三十分移動平均といいます)

系統連系に限った話をすれば、この規定がネックになって来るのです。例えば、電力会社からの供給電圧が 100V ちょうどで、パワコンの出力電圧が 102V なら問題ありません。余剰電力はすべて逆潮流（売電）することができます。

台所で洗い物をしながらお風呂の水を張ると台所の水流は細くなり、お風呂への給水を止めると、とたんに台所の給水の勢いが増します。電気も同様で、それまで稼動していた工場の機械が休むと同じ送電線を伝って来ている電気の電圧は上昇するのです。すると上記のような場合に稀に 110V（三十分移動平均に収まれば法的に問題ない）などという電圧が供給され、太陽光の電力が逆潮流できなくなる場合があります。一方、このような高電圧の時間帯は往々にして長続きしません。例のような工場の近隣であれば昼休みの時間や休日の日中に限られます。短時間あるいは瞬時ですので家庭の機器には悪影響をおよぼすこともありません。ですので、太陽光発電をやっていない家では日中の電圧変動を意識することは少ないといえます。

しかし、住宅用太陽光発電システムを設置して系統連系を行っている家ではどうでしょう。雲ひとつない快晴の元、パワコンの刻々と移ろう発電量表示を見ると意外に思わしくない。「先日の曇天時の方がたくさん発電していた」というような不可思議が起こります。

これは供給電圧が高いためにパワコンが出力制御をかけているのです。これを「電圧上昇問題」といいます。

又、太陽光発電システムで系統連系することは自家消費分相当の発電量であっても幹線側から見れば需要が減ることとなり、少なからず幹線の電圧上昇に影響します。

この問題に直面して手を焼いている電力会社の営業所員、電気工事店、施主様。。いらっしやるでしょう。

$$\text{パワコンの出力電圧(V)} = \text{配線材の抵抗分}(\Omega) \times \text{電流(A)} + \text{電力会社からの供給電圧(V)} \leq \text{整定値}$$

この式から言えることや課題としては

配線材の抵抗分(Ω): 電力会社側及び設置者側で変圧器からパワコンまでの電線を太いものに引き換えすることで改善が期待できる。

電流(A): お天気しだいであり人間がコントロールできないが、売電せず蓄電池などで蓄える方法で減らすことはできるが、初期投資やランニングコストなどが課題。

電力会社からの供給電圧(V): 季節や時間帯などによる需要の変動を幹線全体での安定化と平準をどう両立するか、他の需要家に影響の出る幹線全体ではなく変圧器単位での太陽光発電システム向けの対応は何かできるのか?

多くの場合その解決策は下記のようなものが考えられます。

1. 変圧器柱のタップを下げる

高圧を低圧にする変圧器が電柱にあります。そんなもん知らんぞ、という方の家にも必ず、この変圧器柱からいくつかの柱（引込柱）を経て自宅へ電力が供給されています。自宅の軒下から直径1cm程の電線が束になって電柱や電柱間に貼ってあるメッセンの方に向かって配線され、その先の電柱に変圧器があればそれがあなたの家の変圧器です。都市部や近郊住宅地の場合、複数軒でこの変圧器を共用しています。そして、この変圧器の高圧側の電圧切替タップをひとつ上げてものに交換をしてもらいます。しかしこれにも問題があります。曇りの日などで太陽光発電が稼動しない時でかつ近隣の大容量負荷設備（工場など）がフル稼働している時には、巻数比の関係で低圧側が以前より低くなってしまいます。電力会社はこのタップ位置の力加減？に手を焼いています。

2. パワコンの出力制御電圧整定タップ(整定値)を上げる。

つまり、供給電圧よりも必ず高い電圧で出力するようにパワコンを設定してやるということです。しかし、107Vよりも高い値を設定すると屋内にある家電や近隣の需要家に高電圧の電気を供給（太陽電池を設置している家から）することになり、家電の故障などによる迷惑をかけるおそれがあります。よって変更には電力会社の事前の確認等が必要となります。

3. 自宅専用の変圧器を設ける

これがもっとも確実な方法です。しかし10万円ほどにもなるその費用を誰が負担するのか、が問題です。系統連系がここまで爆発的に増えてくるまではしぶしぶ電力会社が負担してくれる場合もありました。が、数が増えてくると電力会社も良い顔ばかりもしてられません。施主様が負担する場合があります。

4. 配線材を太く短くする

配線材での電圧上昇を少なくすることで電力会社からの供給電圧とパワコンの出力電圧の差を縮め、整定値までの余裕分を増やします。柱上変圧器又は引込柱からの引込線取付点までの配線、引込線取付点から配電盤、配電盤とパワコン間の配線を太くする。同時に長さも短くする。実際の変圧器からの低圧配線、引込線、引込口配線、屋内配線の太さや長さなど確認の上で検証する必要があります。これも費用負担を誰がするか明確でない。

施工店向けの資料に太く短くと記載あり：http://www.toshiba.co.jp/sis/h-solar/inc/pdf/voltage_01.pdf

屋内配線(受電点からPCSまで)による電圧上昇値の簡易計算書 - 関西電力

記入例：http://www.kepc.co.jp/home/ryoukin/kaitori/images/keisansho_rei.pdf

手書用紙：http://www.kepc.co.jp/home/ryoukin/kaitori/images/pcs_1.pdf

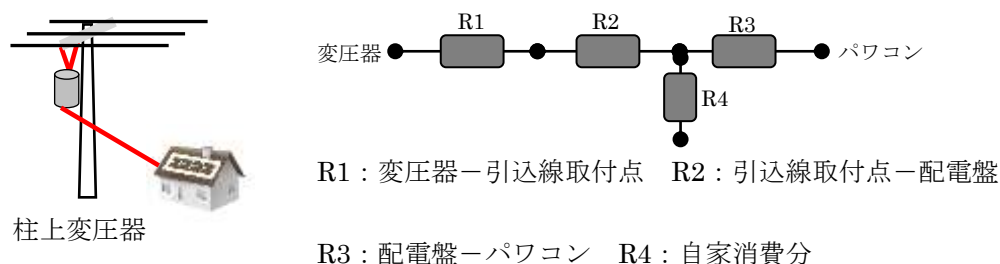
5. 柱上にある変圧器を自動電圧調整型に変える

通常の変圧器には高圧側と低圧側との巻数比を変更するためのタップがついていますが、変更は自動では変更できないので、別途変更済みの変圧器との交換になります。そこで、太陽光発電などの分散型電源からの逆潮流による低圧配電線の電圧上昇が問題となってきたことから開発されたものが自動電圧調整型変圧器です。低圧側の電圧を監視し、低圧側電圧の変動に応じて高圧側タップ電圧を選択し、タップを自動で切り替える機能を有し、低圧側の安定した出力電圧を可能にしたものです。中部電力の名古屋地域では導入実績がないとのこと。これについても誰が費用を負担するのか明確ではない。

6. 電圧自動調整器を高圧幹線に導入する

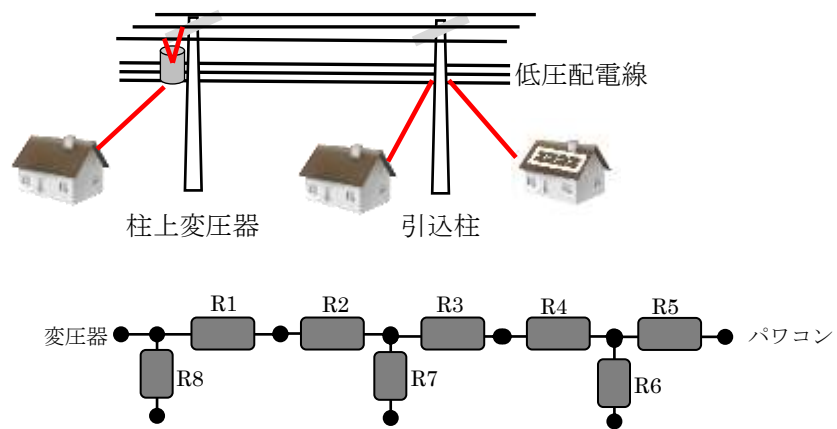
配電用変電所から送電される高圧幹線の1系統において需要の変動やメガソーラーなどからの供給の変動により電圧変動が激しい場合は、電力会社が高圧幹線の途中に高圧用の電圧自動調整器を追加することがあります。二次側の電圧を監視し、二次側電圧の変動に応じて一次側タップ電圧を選択し、タップを自動で切り替える機能を有し、二次側の安定した出力電圧を可能にしたものです。切り替えには機械式に行うものとサイリスタなどの電子式に行うものがあります。電子式は応答速度が速いとのこと。電圧自動調整器の導入には系統連系に対して副作用が発生します。それは需要が減った場合などに電圧自動調整器の二次側では電圧自動調整器の閾値を超えるまでは6,600V以上が保持されるため、その電圧自動調整器の近くに接続される標準タップ設定の変圧器では高圧側：低圧側=6,600V：105Vなので低圧側の供給電圧が高めになり電圧上昇抑制が発生しやすい可能性がある。その対策として幹線に繋がる需要家に対して需要の変動があっても影響がなければ、電圧自動調整器の2次側の設定値を6,600Vより低く設定することで、変圧器の低圧側も低くなり改善される。他の需要家に影響がある場合は、電圧自動調整器近くに接続される変圧器をタップ設定変更(6,750:105)した変圧器に入れ替えることで改善される。

下記の場合は、需要変動による電力会社からの供給電圧の変動、発電量の変動、自家消費電力と変動要因が限定されるため原因追求と対策実施が比較的容易と考えられます。



しかしながら先の例は稀であり、ほとんどが下記のように他の需要家や太陽光発電システム設置宅が同じ変圧器に接続されている場合も多く、その場合は先の事例の変動要因に加えて、住宅(需要家)の消費電力や太陽光発電システム設置宅からの売電の変動も加わり、電圧上昇抑制発生の再現性が乏しくなる。

何処の電圧上昇分が大きいかを確認するため柱上変圧器、引込柱、メーター、配電盤、パワコンの5ヶ所で同時測定や実際に使用されている配線材の種類・サイズ・長さをもとにシミュレーションを実施して原因の切り分けを行う必要がある。



R1：変圧器－低圧配電線 R2：低圧配電線

R3：低圧配電線－引込線取付点 R4：引込線取付点－配電盤

R5：配電盤－パワコン R6：自家消費分

R7、R8：需要家

いずれにしても事態が微妙であり影響範囲もあり責任の分界が曖昧になってしまうことが問題を深めています。

「太陽光発電システムの総合サイト」より引用・加筆

<http://homepage2.nifty.com/domi/>

⑤ 同一バンク(変圧器)問題に関する基本知識

一般の住宅で電力会社から電気の供給を受けるには高圧（電柱のもっとも上の方にのびている電線）を低圧に落とす変圧器が必要です。これは需要家が普段意識することはないものですが、自宅あるいはやや遠くの電柱に大きな筒状のものが載っているはずで、これが変圧器の姿です。

さて、太陽光発電の系統連系は住宅の屋根等で発電した電気のうち、足りない分を電力会社から購入し余った分を電力会社に販売（逆潮流）するものです。

ところで、住宅用に用いるインバータは特にパワコンと言って、交流に変換した電気の品質を監視し、適正に保つ機能をもっています（保護協調）。この保護協調により、設置宅の電圧がひどく高くなったり、周波数が乱れたり、電力品質の変動で近隣に迷惑をかけることがないようになっています。

そしてこの保護協調機能のうち、大切なものとして、電力会社の供給が停止したときにパワコンを速やかに停止する機能があります。例えば、倒木で電線が切れた時に、電力会社は事故箇所の電線への電力供給を停止するでしょう。しかし一方で、事故箇所に太陽光発電が系統連系されていればどうなるでしょう。放置していたり気づかなかつたりすれば、事故箇所の修繕に向かう工事人が感電の危機にさらされてしまうことになります。

そうした重大な事態を防止するためにパワコンは系統の停電を検知して速やかに運転をストップさせる機能を搭載しているのです。しかし、この機能も完全ではありません。たとえば、すぐ近所や自宅で複数台のパワコンが繋がっていたらどうなるでしょう？（同じ変圧器から電力供給を受けている場合の問題です）この際に、パワコン同士が互いを系統と勘違いして、「系統は停電していない」と判定しつづけるかもしれないのです。その場合、パワコンは停止しません。

この事態を恐れて、電力会社は各メーカーや工事店にパワコンの試験成績書を求めます。例えば、A社のパワコンを新設する際に、近隣の家（同じ変圧器…これを同一バンクという）に設置されているB社のパワコンと勘違いが起きないか、を確認するのです。ここまで太陽光発電の系統連系が普及してくると、こうした難儀な事態もたびたび起こるようになってきました。

多くの場合、メーカーの技術資料（実験、試験資料）で足りませんが、問題ありと認められた場合は変圧器の増設を行っています。つまり住宅用太陽光発電システム一軒に一台の変圧器を設けるわけですが（バンク分割）。この場合の費用負担については本来施主が持つべきですが、実際は電力会社が負担する場合も多く、その見解は、営業所ごとにまちまちです。



バンク割の事例か確認できないが2台の変圧器が併設されている事例

また、同一バンクに系統連系があると次のような問題も起こってきます。系統の供給電圧が高い場合であって、二軒の系統連系があるとします。すると二軒目の系統連系システム設置後から同一バンク内では電圧上昇問題がおきやすくなります。なぜなら、同一地区内では太陽は同様に照りますので、よく発電するよく晴れた日の同時間には二軒ともが多くの売電をする状況になってきます。すると、送電線に送り出す電圧が双方のパワコンに必要ですので、必然的に電圧は上昇します。

二軒ともが同じ整定値であっても変圧器からの低圧配電線や引込線の太さや長さ、引込線取付点からのパワコンまでの引込口配線、屋内配線の太さや長さやその時の自家消費する電力量などによってどちらが電圧上昇抑制となるかはわかりません。自家消費の電力量を無視した状態であれば、実際の長さや太さなどからある程度の検証ができます。

現在ではまだ滅多にない事例ですが、電力会社の設備改修抜きで大規模な系統連系をすすめると起こる問題です。また既に設置されている方も、近隣に新規に設置された方があれば以後自宅システムの発電量推移を注意深く観察する必要があります。

最近では団地内の1区画や団地全体をスマートタウンやエコタウンなどで分譲する場合もあり、太陽光発電やオール電化などが前提になる場合(建築条件付き等)の多くは予め電力会社と事前協議がされている場合もあり、高圧幹線の送電方法、変圧器の接続される軒数と1軒あたりに対する容量、変圧器からの低圧配線や引込線などの配線方法に考慮がされているように見受けられますが、対応は電力会社や営業所ごとにまちまちな可能性があります。

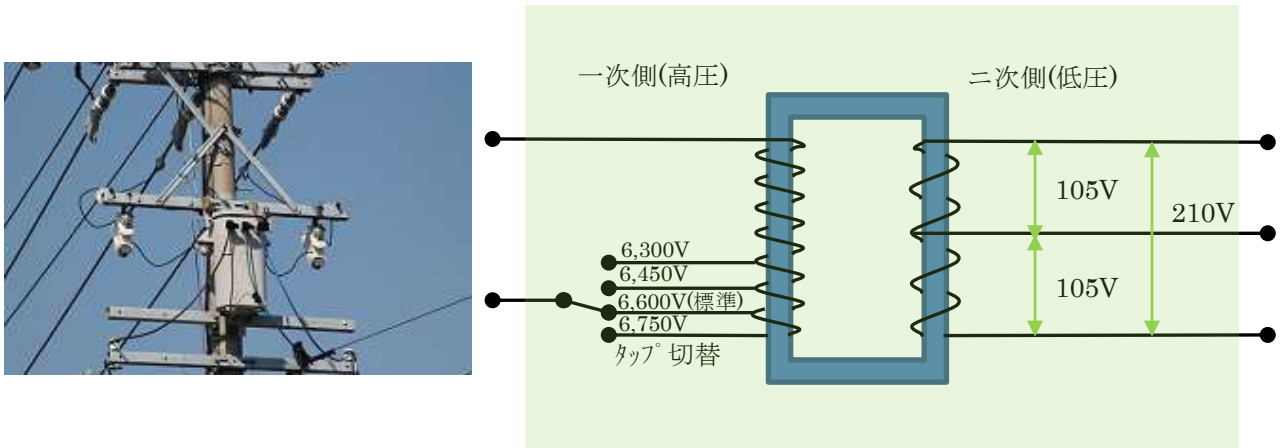
「太陽光発電システムの総合サイト」より引用・加筆

<http://homepage2.nifty.com/domi/>

⑥ 変圧器越えでの逆潮流について

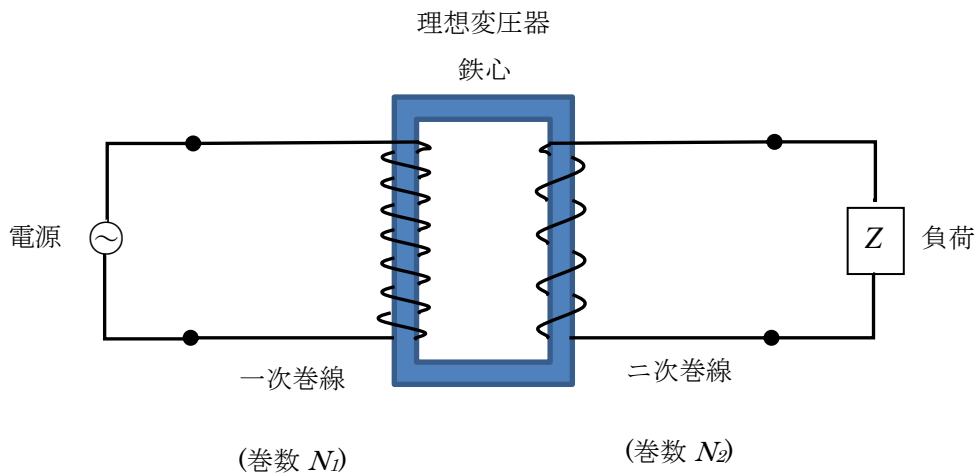
変圧器と回路

一般家庭や小規模事業所などへの配電に使用される変圧器の写真と回路図を示します。二次側は単相三線式なので105Vが2つありますが、ここでは片方の相で説明していきます。

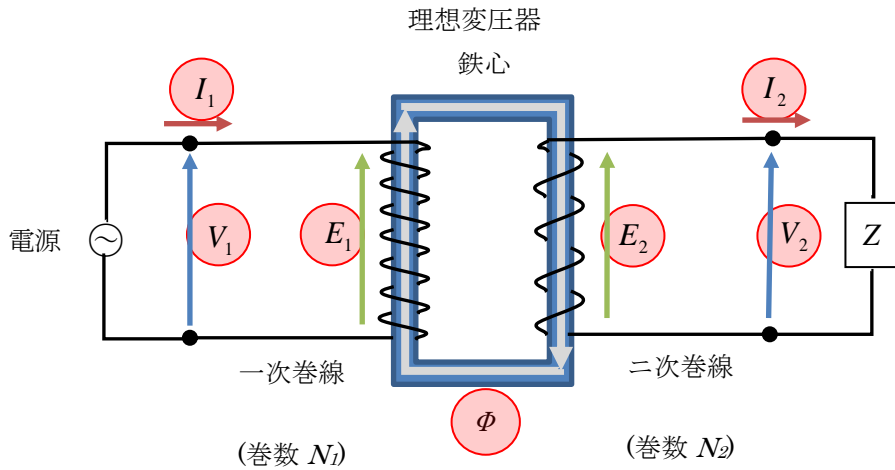


変圧器の等価回路

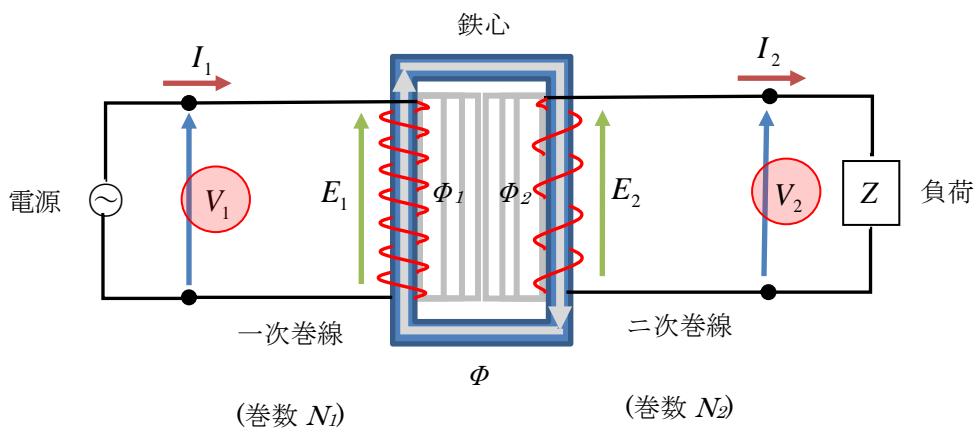
電力や磁束に損失のない理想変圧器に電源と負荷を繋げます。



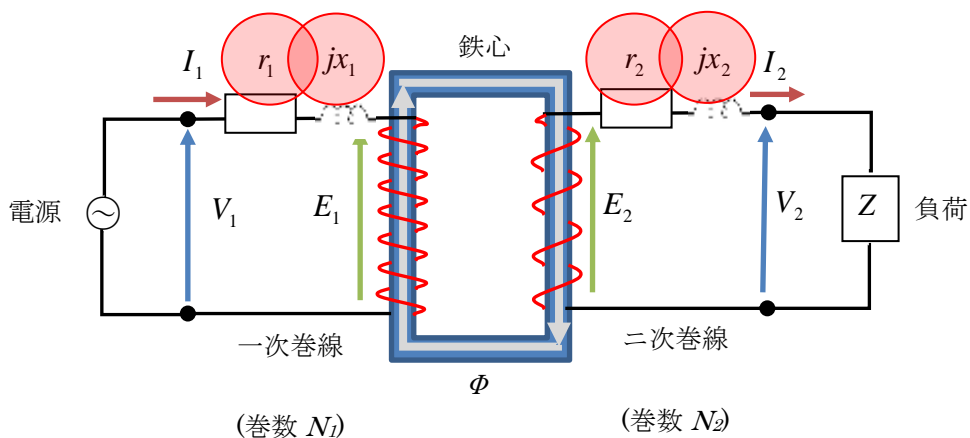
すると一次側の電力は磁気回路を介して二次側に伝達されます。



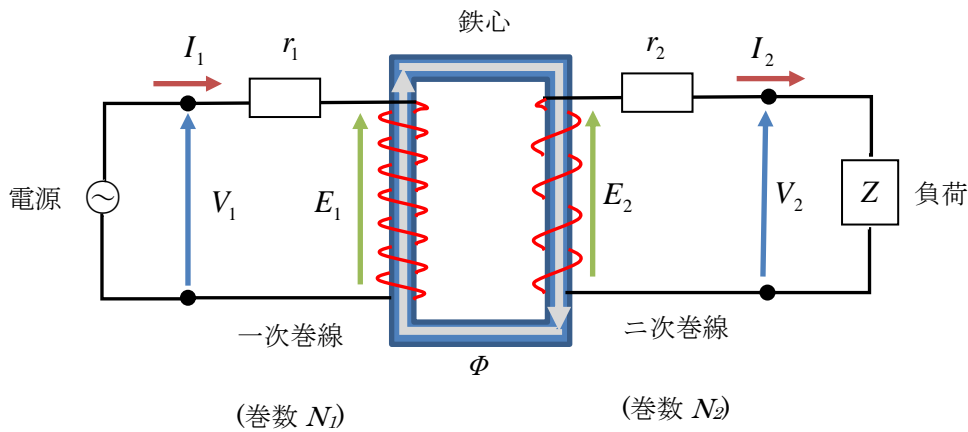
実際の変圧器では巻線の抵抗が加わり、銅損が生じます。また漏れ磁束と呼ばれる反対側の巻線と交わらない磁束もあり、この磁束が作る誘導起電力により電圧降下が生じます。



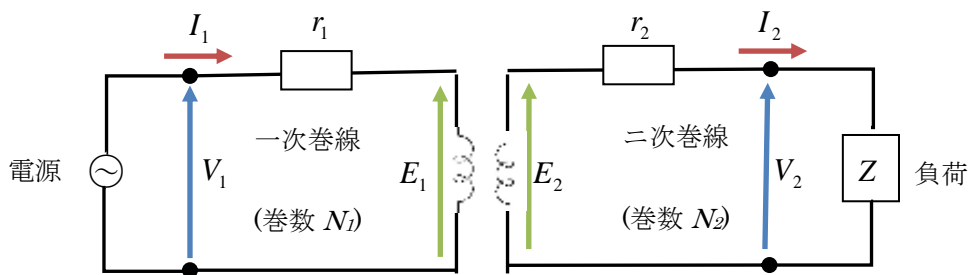
銅損を抵抗(r_1 、 r_2)として取り出して変圧器の外側に表します。また電圧降下を漏れリアクタンス(jx_1 、 jx_2)として変圧器の外側に表します。



しかしながら実際に電力会社で使用されている柱上変圧器の仕様は社外秘であり、巻線抵抗や漏れリアクタンスなどの値や計算式は公開されていません。また新 JIS トップランナー油入り仕様で制作された変圧器は巻線抵抗のみ公開、漏れリアクタンスは非公開なので今回は省略します。



こうして出来た回路の一次側、二次側を整理します。



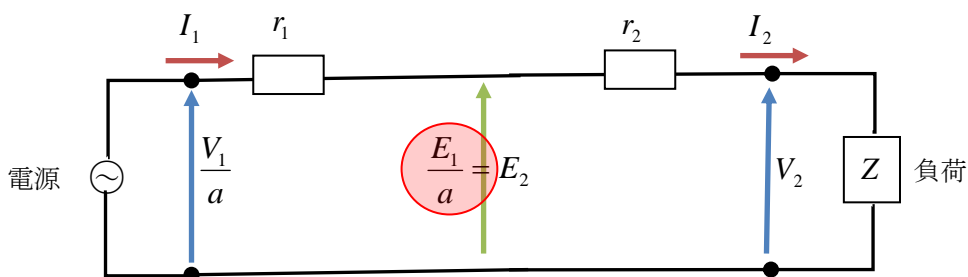
一次側と二次側の変圧比は巻線に発生する誘導起電力に比で決まり、一次巻線と二次巻線の比とこのような関係を持ちます。

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad \triangleright \quad \begin{aligned} E_1 &= aE_2 \\ V_1 &= aV_2 \end{aligned} \quad \triangleright \quad \begin{aligned} \frac{E_1}{a} &= E_2 \\ \frac{V_1}{a} &= V_2 \end{aligned}$$

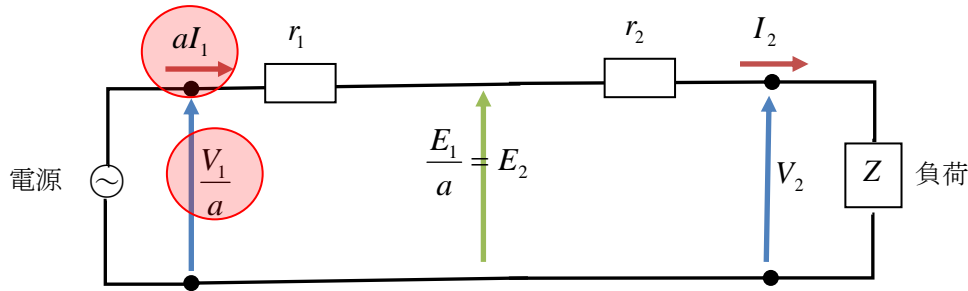
一次側と二次側の電力は一定なので、変流比は巻数比と反比例します。

$$E_1 I_1 = E_2 I_2 \quad \triangleright \quad I_1 = \frac{E_2}{E_1} I_2 = \frac{1}{a} I_2 \quad \triangleright \quad I_2 = a I_1$$

一次回路を二次回路に換算して等価回路を作ります。一次側と二次側の電力を等しくして接続するために一次起電力を巻数比で除します。

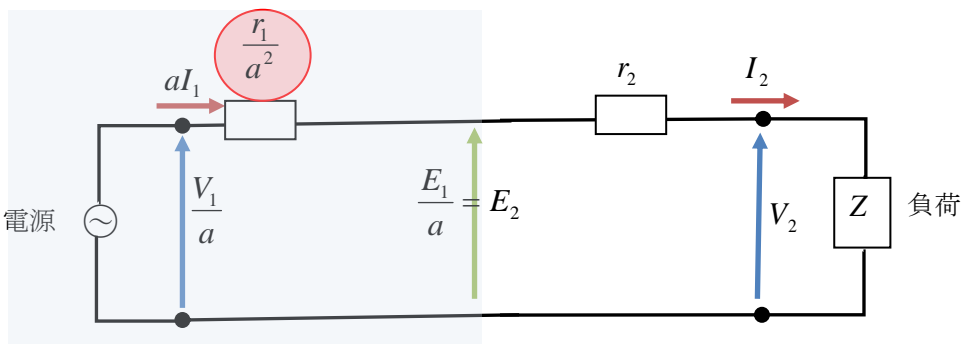


二次側の入力と負荷電力を変えないために電流と端子電圧を換算します。



二次側換算の一次側のインピーダンス Z_1 を換算します。

$$Z_1 = \frac{E_2}{I_2} = E_2 \div I_2 = \frac{E_1}{a} \div aI_1 = \frac{r_1}{a^2}$$



変圧器越えでの逆潮流について

負荷 Z の代わりにパワコンを接続し下記の条件で回路を作成して変圧器の二次側電圧及びパワコンの出力電圧の計算式を求めます。

新 JIS トップランナー油入り変圧器 10kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 37.4\Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.042\Omega$

$V_1 = 6,505V$ ・・・電力会社での変圧器二次側測定結果より逆算($103.5V \times 62.857 = 6,505V$)

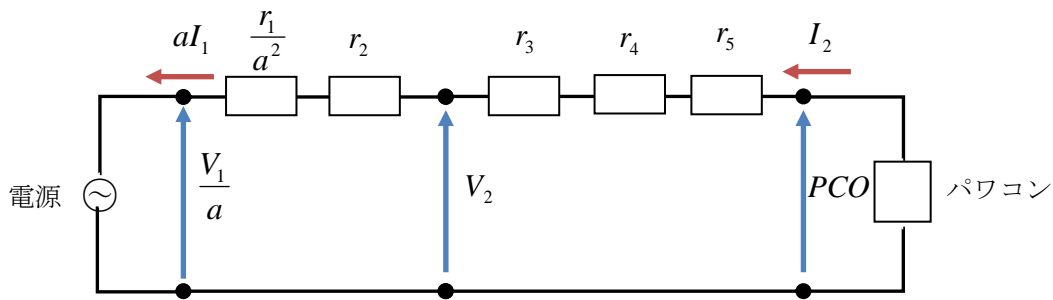
引込線 DV14 mm² 14m 1.36Ω/km $r_3 = 0.01904\Omega$

引込口配線 CV14 mm² 14m 1.34Ω/km $r_4 = 0.01876\Omega$

配電盤・パワコン間配線 CV14 mm² 15m 1.34Ω/km $r_5 = 0.0201\Omega$

パワコン 定格 4.5kW(100V22.5A×2 回路)

自家消費分はゼロとする



$$PCO = \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2 + r_3 + r_4 + r_5\right) \times I_2 + \frac{V_1}{a}$$

$$= \underbrace{\left(\frac{r_1}{a^2} + r_2\right)}_{\text{変圧器越え分}} \times I_2 + \underbrace{(r_3 + r_4 + r_5)}_{\text{変圧器二次側～パソコン分}} \times I_2 + \frac{V_1}{a}$$

変圧器越え分 変圧器二次側～パソコン分

$$= (0.009466 + 0.042) \times I_2 + (0.01904 + 0.01876 + 0.0201) \times I_2 + \frac{6,505}{62.857}$$

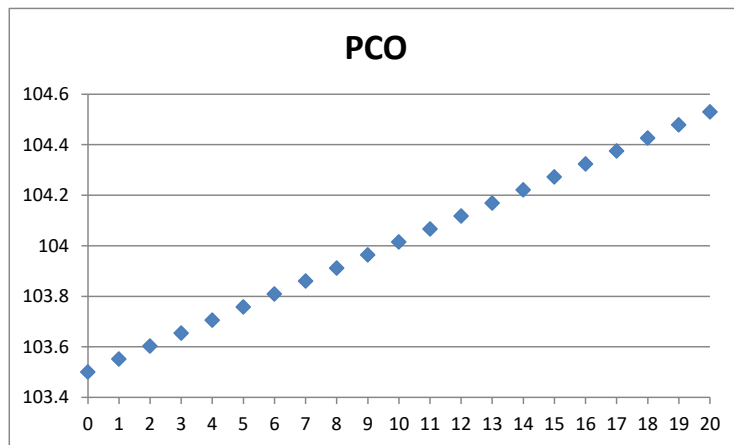
$$= 0.051466 \times I_2 + 0.0579 \times I_2 + 103.5$$

$$= 0.109366 \times I_2 + 103.5$$

$$V_2 = \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2\right) \times I_2 + \frac{V_1}{a}$$

$$= (0.009466 + 0.042) \times I_2 + \frac{6,505}{62.857}$$

$$= 0.051466 \times I_2 + 103.5$$



変圧器における電圧上昇分 $\left(\frac{r_1}{a^2} + r_2\right) \times I_2$ をパソコンから整定値に達せずに出力できれば、変圧器越えをして逆潮流することができます。

パソコンの最大出力時(22.5A)時の $PCO=$ 整定値 107V に収まるための変圧器の一次側(高圧)の限界の V_1 と二次側(低圧)の V_2 を計算します。

$$PCO = \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2 + r_3 + r_4 + r_5\right) \times I_2 + \frac{V_1}{a}$$

$$\frac{V_1}{a} = PCO - \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2 + r_3 + r_4 + r_5\right) \times I_2$$

$$V_1 = \left(PCO - \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2 + r_3 + r_4 + r_5\right) \times I_2\right) \times a$$

$$= (107 - (0.009466 + 0.042 + 0.01904 + 0.01876 + 0.0201) \times 22.5) \times 62.857$$

$$= (107 - 0.109366 \times 22.5) \times 62.857$$

$$= 6,571$$

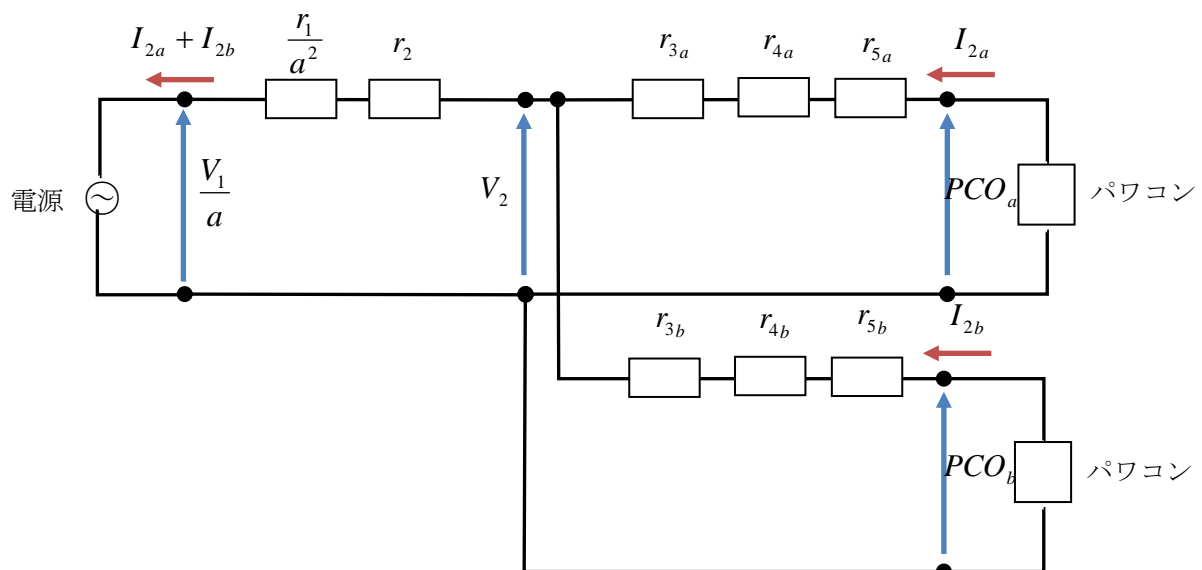
$$V_2 = \frac{V_1}{a} + \left(\frac{r_1}{a^2} + r_2\right) \times I_2$$

$$= \frac{6,571}{62.857} + (0.009466 + 0.042) \times 22.5$$

$$= 105.69686$$

今回は新 JIS トップランナー油入りタイプの変圧器であり、漏れリアクタンス(jx_1 、 jx_2)による電圧降下分が含まれていない、実際に電力会社で旧来から使用されている変圧器ではないので試算結果は多少異なります。

複数の太陽光発電システムが同じ変圧器に接続された場合(同一バンク)は、余剰電力のほとんどが変圧器越えとなります。変圧器二次側からパワコンまでの配線抵抗分と変圧器の巻線抵抗分が同程度あるので、複数システムからの逆潮流する電流が合算されて大きくなるので変圧器における電圧上昇が大きくなり電圧上昇抑制が発生しやすくなる。



新 JIS トップランナー油入り変圧器の仕様

新 JIS トップランナー油入り変圧器 10kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 37.4 \Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.042 \Omega$

新 JIS トップランナー油入り変圧器 20kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 16.9 \Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.019 \Omega$

新 JIS トップランナー油入り変圧器 30kVA

巻数比 $a = 6,600/105 = 62.857$ 、一次巻数抵抗 $r_1 = 13.6 \Omega$ 、二次巻数抵抗 $r_2 = 0.0080 \Omega$

旧来から使用されている電力向けの柱上変圧器においても容量が大きいほど巻線抵抗が小さくなるので、変圧器越えで余剰電力等の売電をする場合には、容量が大きいほど電圧上昇が小さく抑えられるため、パワコンでの電圧上昇抑制の発生が緩和される。

下記は新 JIS トップランナー油入り変圧器の二次側から見たときの等価回路における変圧器のインピーダンスです。(巻線抵抗のみで漏れリアクタンスは計算式等非公開なので考慮できず)

$$Z = \frac{r_1}{a^2} + r_2$$

$$Z(10kVA) = 0.05146\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 1V$$

$$Z(20kVA) = 0.02327\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 0.5V$$

$$Z(30kVA) = 0.01144\Omega \leftarrow 20A \text{ 流れると約 } 0.2V$$

⑦ パワコン

パワコンは、太陽光発電システムを利用する上で、発電された電気を家庭などの環境で使用できるように変換する機器であり、インバータの一種です。ソーラーパネルから得られる電気は「直流」であり、これを一般家庭で使用されている「交流」に変換することで、通常利用可能な電気にすることができます。

以下、2項目 引用：ウィキペディア(<http://ja.wikipedia.org/wiki/>)

太陽光発電システムにおける役割

太陽光発電システムでは、まずソーラーパネルで発生した電気が接続箱に集められ、逆流防止ダイオード・直流側開閉器を介して、直流電流となった電気がパワコンへと供給される。このとき、入力されるこの回路の電圧を一定にするために昇圧器（ストリングスコンバータ）を間に入れる場合や、昇圧器自体がパワコンに内蔵されている場合もある。これにより、屋根等に設置するソーラーパネルの枚数や出力にある程度の幅をもたせて、システムを組むことが可能となっている。

日本の場合、家庭用に供給されている電力は通常 100V の交流電圧となっているため、当然、家電製品もそれを前提に設計されており、ここに電圧や電流の不安定な電気が流れてきたら家電製品にも悪影響を与えてしまう。そこで、ランダムな電圧と量で入力されてくる電気を、安定した出力にできるように調整するのがパワコンである。言わば発電機の管理者的役割を果たしていると言える。パワコンで調整された電気は「屋内分電盤」とよばれるところに送られ、家庭内へ送られていく。

売電システムを取り入れている場合、家庭内で電力が不足している場合、パワコンから出力された電気は家庭内に供給され、余っている場合は電力量計を通じて外に送られて「売電」される。また、停電時でも日射があれば、パワコンの自立運転機能で通常の電気系統とは別に電気を供給し、完全な停電状態を回避することができる。

変換効率

変換効率とは、ソーラーパネルで発電された電気を、パワコンが家庭用の電力に変換する際の効率のことである。パワコンの変換効率が高いほど、電力計等で計られる発電量も多くなり、家庭内で使える電力が増える。逆に言えばいくらソーラーパネルから出力される電力が多くても、変換効率が悪ければそれがボトルネックとなってしまう。例えば、210W(0.21kW)の電池モジュール 20 枚、計 4.2kW を変換効率が 94.5% のパワコンにつないだ場合、 $4.2\text{kW} \times 94.5\% = 3.969\text{kW}$ となる。

ただし、ソーラーパネルからの入力は、パワコンの容量で制限されてしまう。例えば、パワコンの容量が 4.0kW の場合、ソーラーパネルが 4.2kW のものを設置しても、4.0kW 以上は発電できない。太陽光発電システムでより多くの電力を得るためには、光エネルギーを直流の電気エネルギーに変換（発電）する太陽電

池セルの効率向上と、発電した直流電力を交流電力に変換するパワコンの効率・容量すべての向上が必要なのである。

パワコン比較

最近の機種では電圧上昇抑制が起こる前に、進相無効電力を注入して電力系統側の電圧上昇を抑えることで、従来の電圧上昇抑制を起りにくくして、売電損失(機会)の低減が期待できるパワコンが製品化されています。

下記は電圧上昇抑制(整定値)とモニタ表示や記録等にスポットを当てた表です。

メーカー別パワコン比較 (5.5kwクラス)

メーカー	パナソニック		シャープ	オムロン	東芝	京セラ	三菱
型式	VBPC255A3	VBPC355	JH-G1C4	KP55K	TPV-PCS0550B	PVN-552	PV-PN55G
定格入力電圧	DC250V	DC250V	DC250V	DC250V	DC240V	DC250V	DC245V
入力電圧範囲	70~380V	70~380V	80~380V	0~370V	60~370V	60~400V	50~380V
定格出力電圧	AC202±20V	AC202±20V	AC202	AC202±12V	AC202	AC202	AC202
変換効率	95.0%	95.0%	94.0%	95.0%	95.0%	95.0%	96.5%
AVR整定値	107~113V(1.0)	107~113V(0.5)	-	107~110V(0.5)	-	-	107~112V
外形寸法幅	580	620	666	550	550	550	635
重量 KG	18.5	19.0	27.0	18.0	18.0	18.0	22.7
抑制記録	累積時間(分)	発生日時(2回/日) サービスマンモードのみ	モニター	モニター	モニター	モニター	L-Err表示
	エネステーション	VBPM350C	JH-RWL3	KP-CM2-SET	TPV-CM002A	PV-DR004	PMD47C
モニター	- 抑制中表示		- 抑制履歴→最近1回 - 年月日 時刻 - WEBモニタリング で履歴表示	- 年月日 時刻 - 発生時の発電量 - 発生時の運転時間 - 抑制時間 - AVR整定値 - 系統電圧	OMRON OEM	OMRON OEM	- 抑制中表示

出典：甲賀太陽発電所(<http://imamuralondon.blog.fc2.com/>)

最近の機種はエラーの記録が保存されるものがありますが、10年以上前のパワコンについては電圧上昇抑制が発生している時にしかエラー表示しないものがあります。

太陽光発電システムの導入を検討する場合のパワコンの選定基準として、カタログ上に記載のある定格容量や変換効率だけでなく、下記の項目等についても販売店やメーカーに詳細を確認して比較対象としましょう。

- ・エラー時の表示方法やその種類
- ・エラーの記録として保存の有無
- ・電圧上昇抑制発生時、エラーとして表示や記録されるまでの連続時間(0分以上継続が条件)
- ・電圧上昇抑制を低減する機能の有無

参考にパナソニックのパワコンの電圧上昇抑制発生時の表示と記録に関する情報です。

●電圧上昇抑制の表示時間ですが、1分以上の場合に抑制として記録します。

例えば、90秒の抑制があった場合は、本体表示部の累積抑制時間は1分となり、30秒は切捨てとなります。1分以上の抑制があった場合より累積されます。

●電圧上昇抑制の累積時間を表示する機種（連携運転開始日より累積抑制時間）

・集中型パワーコンディショナ

機器本体正面の積算表示ボタンを長押し(5秒程度)すると、累積抑制時間(分単位)が点滅して表示されます。抑制時間の積算表示は99999分まで表示し、それを超えても99999分表示が続きます。

品番 [VBPC227A5] 2.7kW タイプ

品番 [VBPC240A8] 4.0kW タイプ

品番 [VBPC255A4] 5.5kW タイプ

・屋外用マルチストリング型

専用リモコンに表示します。専用リモコンの総積算ボタンを長押し(5秒程度)すると、累積抑制時間(分単位)が表示されます。抑制時間の積算表示は199999分まで表示し、それを超えても99999分表示が続きます。

品番 [VBPC259B] 5.9kW タイプ

●電圧上昇抑制の累積時間の表示機能がない機種

(ただし、機器本体正面の抑制ランプが点滅、点灯してお知らせします)

・マルチストリング型(屋内用)

品番 [VBPC340] 4.0kW タイプ

品番 [VBPC355] 5.5kW タイプ

7. 著作権、免責事項とお願い

このレポートは著作権法で保護されている著作物です。下記の点にご注意戴きご利用下さい。

このレポートの著作権は作成者に属します。著作権者の許可なく、このレポートの全部又は一部をいかなる手段においても複製、転載、流用、転売等 することを禁じます。

著作権等違反の行為を行った時、その他不法行為に該当する行為を行った時は、関係法規に基づき損害賠償請求を行う等、民事・刑事を問わず法的手段による解決を行う場合があります。

このレポートに書かれた情報は、作成時点での著者の見解等です。著者は事前許可を得ずに誤りの訂正、情報の最新化、見解の変更等を行う権利を有します。

このレポートの作成には万全を期しておりますが、万一誤り、不正確な情報等がありましても、著者及び PV-Net は、一切の責任を負わないことをご了承願います。

このレポートのご利用は自己責任でお願いします。このレポートの利用することにより生じたいかなる結果につきましても、著者及び PV-Net は、一切の責任を負わないことをご了承願います。

尚、情報収集及び取材において各事例の個人を特定する情報は、このレポートを公開することによる 2 次被害を受ける可能性があるため、一般的な表現に置き換えている場合もありますのでご了承ください。

本著作物の事例の場所等が特定できたとしても団体等で訪問するなどは控えてください。住民の方々は専門家ではないと思われまますので、質問等されても迷惑となります。但し、関係省庁や自治体の職員による実態調査等の場合は、事前に地域と調整の上で行っていただくようお願い申し上げます。

8. 引用・出典先等について

本著作物ではインターネットを利用して情報収集した記事を掲載しており、引用・出典先として主に URL を記載しております。

このレポートに掲載している地図は下記の国土地理院「地理院タイル利用規約」に基づいて使用しています。



国土地理院： <http://portal.cyberjapan.jp/help/termsfuse.html>

参考とした Web サイト

ウィキペディア： <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

中部電力： <http://www.chuden.co.jp/>

CRANE-CLUB： <http://www.crane-club.com/>

青森県立三沢航空科学館： <http://www.kokukagaku.jp/>

風神ネットワーク： <http://www9.wind.ne.jp/fujin/>

甲賀太陽光発電所： <http://imamuralondon.blog.fc2.com/>

太陽光発電システムの総合サイト： <http://homepage2.nifty.com/domi/>

9. 著者

連絡先 吉田 幸二

〒480-0305 愛知県春日井市坂下町 5-313-4

E-Mail : jcb01351@nifty.com Facebook : <https://www.facebook.com/koji.yoshida.545>

経歴等 1962年11月 愛知県春日井市生まれ

1981年3月 愛知県立小牧工業高等学校 情報技術科 卒業

1981年4月 株式会社東海理化電機製作所入社、現在に至る

2004年7月 太陽光発電所ネットワーク(PV-Net)入会

現在は世話人、相談員及び調査研究室主任研究員として活動

2013年8月～ PVRessQ 友の会に入会

10. あとがき

この調査結果をレポートにすることができたのは、我家の電圧上昇問題に対応いただいた中部電力の春日井営業所の方々、取材や情報提供に快くご協力いただいた住民の方、自治会役員の方、自治体の方、PV-Net 会員の方、ご助言をいただきました PVRessQ 友の会の方々、電圧上昇抑制に関する情報提供いただいたパソコンメーカーの方、幹線機器の資料や動作について情報提供いただいた幹線機器メーカーの方、レポートを纏めるに当たりご指導をいただいた PV-Net 共同代表の都筑さんのおかげです。協力していただいた皆様へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

今回、基礎知識編にて Web ページ記載の画像、イラストや文書など使用や出典などを快諾いただきました下記のサイトの管理者の方々にもお礼申し上げます。

CRANE-CLUB : <http://www.crane-club.com/>

甲賀太陽光発電所 : <http://imamuralondon.blog.fc2.com/>

太陽光発電システムの総合サイト : <http://homepage2.nifty.com/domi/>

1 1 . NPO 法人太陽光発電所ネットワーク

①太陽光発電所ネットワークのご紹介

「太陽光発電所長」が世界一多い日本！

現在太陽光発電を設置している家庭は全国で 120 万件を超えました。普及の総量は世界一位の座を逃しましたが、実は日本が「住宅用設置数でも住宅設置規模でも世界一」を誇っています。

これを支えてきたのはパイオニアである「太陽光発電所長」の皆さんなのですが、これまで横のつながりがほとんどありませんでした。また、機器の設置や維持管理についての情報を探しても、メーカーや設置業者とは違う中立の立場からアドバイスできる機関もほとんどありませんでした。

こんな背景を反映して、太陽光発電所ネットワーク（略称 PV-Net）は、全国最大の太陽光発電所長 NGO として 2003 年に発足しました。現在は NPO 法人となり全国各地の約 2,700 名の会員が参加しています。ほとんどの会員が自宅等に太陽光発電を設置している個人の方々ですが、太陽光発電に興味があるけれど設置していない方や、設置を検討中の方、太陽光発電を応援している自治体なども参加しています。

②PV-Net 市民ファンドサポートセンター（PFSC）

3.11 をきっかけに地域で広がりつつある「市民共同発電所」の建設サポートを目的に、「PV-Net 市民ファンドサポートセンター（PFSC）」を立ちあげました。太陽光発電をメインとした市民共同発電所の建設を目指す地域の人たちのさまざまな悩み解決を支援する組織です。

③事務局

〒113-0034 東京都文京区湯島 1-9-10 湯島ビル 602

電話：03-5805-3577 FAX：03-5805-3588

Mail：info@greenenergy.jp

Twitter：http://twitter.com/PV_Net/

Facebook：<http://www.facebook.com/PVOwnerNetwork>

ホームページ：<http://www.greenenergy.jp/>

市民ファンドサポートセンター：<http://www.peoplefund-support.com/>