

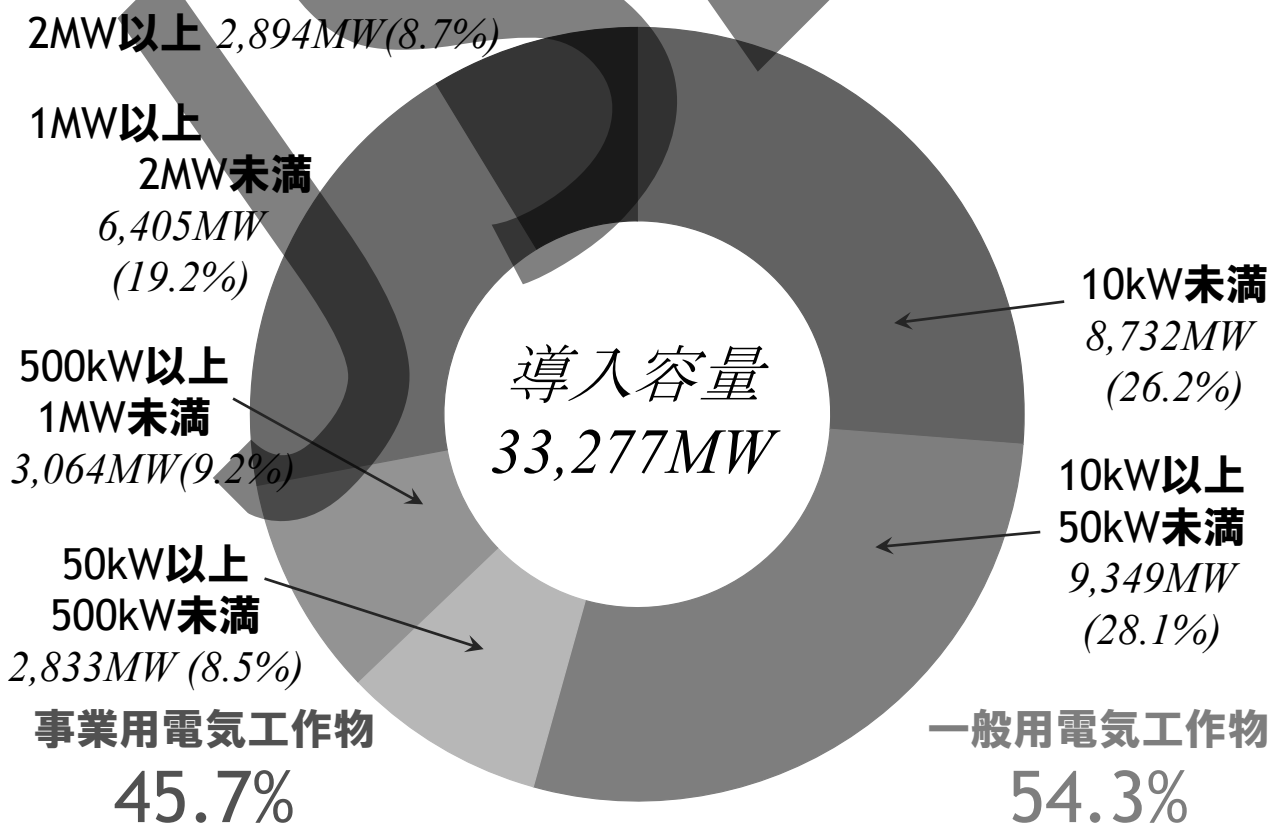
太陽光発電設備の構造強度に関する国内法令 変化と「太陽電池アレイ用支持物設計標準 (JIS C8955:2011)」の改正の動向

加藤 和彦

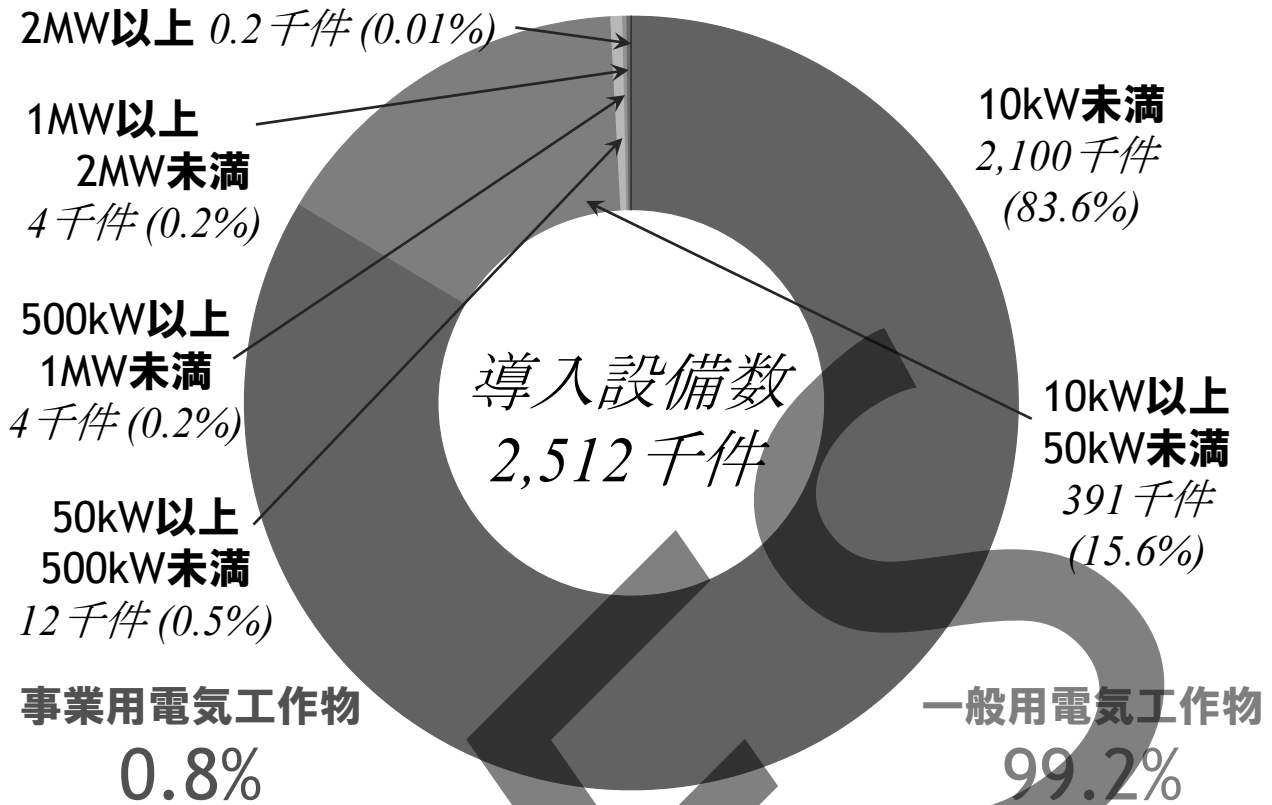
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
太陽光発電研究センター/システムチーム

独立行政法人 産業技術総合研究所

全国の太陽光発電設備の導入設備容量 (2016年4月末現在)



全国の太陽光発電設備の導入設備数 (2016年4月末現在)



(現行)電気事業法および関連法令における義務

	一般用 電気工作物	事業用電気工作物
	50kW未満	50kW以上 500kW未満
		500kW以上 2MW未満
		2MW以上
電気設備技術基準適合・維持義務 (罰金)	必要 (30万円以下)	必要 (30万円以下)
保安規程	不要	必要
電気主任技術者	不要	必要(選任・外部委託)
事故報告	不要	必要 (感電死傷事故)
		必要 (感電死傷事故+設備破損事故)
工事計画届出		不要
		要

電気事業法 第39条

- 1 事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を主務省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。
- 2 前項の主務省令は、次に掲げるところによらなければならない。
 - 一 事業用電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること。
 - 二 事業用電気工作物は、他の電気設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにすること。
 - 三 事業用電気工作物の損壊により一般電気事業者の電気の供給に著しい支障を及ぼさないようにすること。
 - 四 事業用電気工作物が一般電気事業の用に供される場合にあっては、その事業用電気工作物の損壊によりその一般電気事業に係る電気の供給に著しい支障を生じないようにすること。

第40条 主務大臣は、事業用電気工作物が前条第1項の主務省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、事業用電気工作物を設置する者に対し、その技術基準に適合するように事業用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。

第118条 次の各号のいずれかに該当する者は、300万円以下の罰金に処する。

- 七 第40条(原子力発電工作物に係る場合を除く)の規定による命令又は処分に違反した者

電気事業法 第56条

- 1 経済産業大臣は、一般用電気工作物が経済産業省令で定める技術基準に適合していないと認めるときは、その所有者又は占有者に対し、その技術基準に適合するように一般用電気工作物を修理し、改造し、若しくは移転し、若しくはその使用を一時停止すべきことを命じ、又はその使用を制限することができる。
- 2 第39条第2項(第三号及び第四号を除く。)の規定は、前項の経済産業省令に準用する。

第39条第2項の再掲

前項の主務省令は、次に掲げるところによらなければならない。

- 一 事業用電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること。
- 二 事業用電気工作物は、他の電気設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにすること。

第120条 次の各号のいずれかに該当する者は、30万円以下の罰金に処する。

- 九 第56条第1項の規定による命令又は処分に違反した者

電気設備技術基準(正しくは「電気設備に関する技術基準を定める省令」)

第4条(電気設備における感電、火災等の防止)

電気設備は、感電、火災その他人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えるおそれがないように施設しなければならない。



電気設備の技術基準の解釈

※経済産業省商務流通保安グループ電力安全課が、電気設備に関する技術基準を定める省令に定める技術的要件を満たすものと認められる技術的内容を具体的に示したものの

第46条(太陽電池発電所等の電線等の施設)

2 太陽電池モジュールの支持物は、支持物の高さにかかわらず日本工業規格JIS C8955 (2004)「太陽電池アレイ用支持物設計標準」に規定される強度を有するものであること。

また、支持物の高さが4mを超える場合には、更に建築基準法の工作物に適用される同法に基づく構造強度に係る各規定に適合するものであること。

建築基準法における太陽光発電設備の規制緩和の流れ

「規制・制度改革に係る対処方針」(2010年6月閣議決定)

建築基準法における太陽光発電設備に係る屋内的用途の取扱いについて、4m以下で屋内的用途が発生していないものにあつては、建築確認を不要としているところであるが、具体的な取扱いについて検討を行い、その結果を踏まえて、建築主事及び指定確認検査機関等に周知徹底する。



国住指第4936号(2011年3月)

第2 土地に自立して設置する太陽光発電設備の取扱い

土地に自立して設置する太陽光発電設備については、太陽光発電設備自体のメンテナンスを除いて架台下の空間に人が立ち入らないものであつて、かつ、架台下の空間を居住、執務、作業、集会、娯楽、物品の保管又は格納その他の屋内的用途に供しないものについては、法第2条第1号に規定する建築物に該当しないものとする。

「メンテナンスを除いて架台下の空間に人が立ち入らない」ことが外形的に判断できる場合

1)PVS の最高の内法高さが1.4m 以下である場合

2)PVS の周囲に囲いが設置される等の立ち入り禁止措置が講じられている場合

建築基準法における太陽光発電設備の規制緩和の流れ AIIST

「新成長戦略実現に向けた3段階の経済対策」(2010年9月閣議決定)

再生可能エネルギーの導入促進に向けた規制の見直し(大規模太陽光発電設備に係る建築基準確認申請の不要化)

4mを超える太陽光発電設備の建築基準法の取扱いについては、電気事業法令で必要な安全措置が講じられていることを条件に、建築基準法の工作物の対象外とすることを検討し、結論を得た上で、平成22年度中に措置を講じる。



「建築確認手続き等の運用改善(第二弾)及び規制改革等の要請への対応について」での政令改正(2011年3月、国土交通省)

<関連条文> 建築基準法施行令第138条第1項(工作物の指定)

<改正内容> 建築基準法の規制の対象となる工作物から、他の法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ものとする。

※上記指定は、本改正が施行される2011年10月1日までに予定であり、現行の規定により適用が除外されている「架空電線路用並びに電気事業法第2条第1項第10条に規定する電気事業者及び同項第12条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、電気事業法第2条第1項第16条の電気工作物である太陽光発電設備を指定する方針である。

建築基準法における太陽光発電設備の規制緩和の流れ AIIST

「エネルギー分野における規制・制度改革に係る方針」(2012年4月閣議決定)

新エネ設備(太陽光パネル、太陽熱温水器や小型風力発電設備)、省エネ設備(ヒートポンプ、コジェネ施設、燃料電池等)を住宅・ビル等の建築物に設置する場合の建築基準法上の取扱い(容積、高さの不算入対象)について明確化し、2010年度中に周知する。



国住指第1152号(2012年7月)

- 1 建築物の屋上に当該建築物に電気を供給するために設置する太陽電池発電設備については、法第2条第3号に規定する建築設備に該当し、設置後の建築物(当該太陽電池発電設備を含む。)は建築基準関係規定に適合する必要がある。
- 2 建築物の屋上に架台を取り付け、その上に設置する太陽電池発電設備のうち、太陽電池発電設備自体のメンテナンスを除いて架台下の空間に人が立ち入らないものであって、かつ、架台下の空間を居住、執務、作業、集会、娯楽、物品の保管又は格納その他の屋内的用途に供しないものについては、法第2条第5号に規定する主要構造部に該当せず、また、既存建築物の屋上に架台を取り付け、その上に太陽電池発電設備を設置する行為は、法第2条第13号に規定する増築には該当しないため、法第87条の2に規定する場合を除き、当該行為に当たって建築確認は不要である。

建築基準法における太陽光発電設備の規制緩和の流れ

注意を要する事項

「建築確認手続き等の運用改善(第二弾)及び規制改革等の要請への対応についての解説」(2011年5月, 国土交通省)

本改正の施行後においては、(太陽光発電設備は)建築基準法の規制の対象外となるが、電気事業法により建築基準法の規制と同等の構造耐力規定に適合させることが必要であるので留意すること。

「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」(監修:国交省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所, 2015年6月)

なお、工作物の一部で、建築基準法令以外の法令のもとで適切な安全性の評価が行われるもの(加藤注:電事法における電気工作物に該当する太陽光発電設備はこれに含まれる)があり、これらはあらかじめ本条(加藤注:建基令第138条)の対象から除かれている。(中略)ただし、注意すべき点として、電気事業法の適用は事業期間内に限られることから、事業終了後に除却せず引き続き施設が存置されていれば、当該施設は改めて建築基準法の適用を受けることとなる。したがって、これらの工作物については、建築基準法の規定への適合についても確かめておくといよい。

JIS C8955改正原案の概要(“2011年版” vs “改正原案”)

出典

「太陽光発電システムの安全性・信頼性に関する国際標準化成果報告書」平成27年度成果報告書(JEMA, JET)

「陸屋根設置形および寄棟設置形太陽電池アレイの風力係数に関する風洞実験」(JEMA)

1. 「適用範囲」の拡大

(1) 設置形態への言及

[2011年版]なし⇒[改正原案]地上または建築物等に設置する太陽電池アレイ

← 水平な地上面(傾斜地や水上面への設置は適用除外と考えるべき)

(2) アレイ最高高さ

[2011年版]下端から上端までの高さが4m以下の太陽電池アレイ

⇒[改正原案]設置面からのアレイの最高高さが9m以下のアレイ

← これに該当しない場合は、何らかの別の方法で電技第4条に適合していることを証明する必要がある。

2. 「地表面粗度区分」の定義の変更

地表面粗度区分	2011年版	改正原案
I	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がない区域
II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Iの区域以外の区域(アレイの地上高が13m以下の場合を除く)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1500m以上のものに限る。以下同じ)までの距離が500m以内の区域(ただし、アレイの地上高が13m以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、アレイの地上高が34m以下である場合を除く。)	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Iの区域以外の区域又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500m以内の区域
III	地表面粗度区分I、II又はIV以外の区域	地表面粗度区分I、II又はIV以外の区域
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域

<解説> 地表面粗度区分の例



海面や湖面のような、ほとんど障害物のない地域。

高さ数mから10m程度の障害物が散在している地域であり、その代表的なものは田園地帯である。低層建築物が中心で、建築面積率(対象となる地域の面積に対する建築物の建築面積の総和の割合)が10%を超えない地域であることが目安である。

<解説> 地表面粗度区分の例



高さ数mから10m程度の障害物が多数存在しているか、あるいは中層建築物(4~9階)が散在している地域であり、その代表的なものが都市周辺の住宅地、工業地帯、森林地帯である。建築面積率が10%以上の地域で、かつ、建築面積率が20%未満の地域または中高層化率(対象となる地域の建築面積の総和に対する4階建て以上の建築物の建築面積の総和の割合)が30%を超えない地域であることが目安である。



中層建築物(4~9階)が主となる市街地で、地方中心都市の市街地などが該当する。建築面積率が20%以上、かつ中高層化率が30%以上の地域であることが目安である。

<解説> 地表面粗度区分

2011年版では、地表面粗度区分は、平成12年建設省告示第1454号第1の3を準用している。

[建設省告示第1454号]Eの数値を算出する方法並びにV0及び風力係数の数値を定める件

I	都市計画区域外にあって、極めて平坦で障害物がないものとして特定行政庁が規則で定める区域
II	都市計画区域外にあって地表面粗度区分Iの区域以外の区域(建築物の高さが13m以下の場合を除く。)又は都市計画区域内にあって地表面粗度区分IVの区域以外の区域のうち、海岸線又は湖岸線(対岸までの距離が1,500m以上のものに限る。以下同じ。)までの距離が500m以内の地域(ただし、建築物の高さが13m以下である場合又は当該海岸線若しくは湖岸線からの距離が200mを超え、かつ、建築物の高さが31m以下である場合を除く。)
III	地表面粗度区分I、II又はIV以外の区域
IV	都市計画区域内にあって、都市化が極めて著しいものとして特定行政庁が規則で定める区域

このまま適用すると、高さ9m以下の地上設置型太陽光発電設備は、その設置場所が粗度区分IやIIであっても粗度区分IIIに分類されることから、環境係数が過小に算定される。

⇒改正原案では、この告示の地表面粗度区分における建築物の高さに関する除外規定を削除。

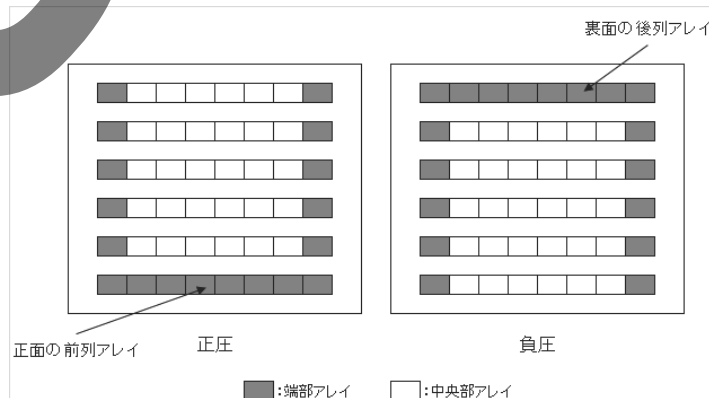
3.アレイ面の風力係数Ca

アレイ面の風力係数は風洞実験によって定める。ただし…

		2011年版(Cw)	改正原案(Ca)
地上設置	順風	$Cw=0.65+0.009\theta$ ($15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)	$Ca=0.35+0.055\theta-0.0005\theta^2$ ($5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$)
	逆風	$Cw=0.71+0.016\theta$ ($15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)	$Ca=0.85+0.048\theta-0.0005\theta^2$ ($5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$)
こう配屋根設置	順風	$Cw=0.95-0.017\theta$ ($12^\circ \leq \theta \leq 27^\circ$)	$Ca=1.14$ ($10^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$)
	逆風	$Cw=-0.1+0.077\theta-0.0026\theta^2$ ($12^\circ \leq \theta \leq 27^\circ$)	$Ca=1.5-0.015\theta$ ($10^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$) ただし、屋根とモジュール下面との隙間 $d>50mm$ の場合の端部モジュールについては、 $Ca=2.3-0.033\theta$
陸屋根設置	順風	$Cw=0.785$ ($0^\circ \leq \theta < 15^\circ$) $Cw=0.65+0.009\theta$ ($15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)	端部アレイ $Ca=0.75$ ($\theta \leq 10^\circ$) $Ca=0.49+0.026\theta$ ($10^\circ < \theta < 50^\circ$) $Ca=1.8$ ($\theta \geq 50^\circ$) 中央部アレイ $Ca=0.6$ ($\theta \leq 10^\circ$) $Ca=0.40+0.02\theta$ ($10^\circ < \theta < 30^\circ$) $Ca=1.0$ ($\theta \geq 30^\circ$)

3.アレイ面の風力係数Ca (つづき)

		2011年版(Cw)	改正原案(Ca)
陸屋根設置	逆風	$Cw=0.95$ ($0^\circ \leq \theta < 15^\circ$) $Cw=0.71+0.016\theta$ ($15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)	端部アレイ(下図参照) $Ca=0.6$ ($\theta \leq 10^\circ$) $Ca=0.04+0.056\theta$ ($10^\circ < \theta < 35^\circ$) $Ca=2.0$ ($\theta \geq 35^\circ$) 中央部アレイ(下図参照) $Ca=0.6$ ($\theta \leq 10^\circ$) $Ca=0.40+0.02\theta$ ($10^\circ < \theta < 30^\circ$) $Ca=1.0$ ($\theta \geq 30^\circ$)



4.陸屋根設置の「屋根周辺部」の定義

[2011年版]屋根端部からそれぞれ辺長の10%の範囲とする。ただし、辺長の10%が3mを超える場合は、3mとする。

[改正原案]屋根端部からそれぞれ辺長の10%の範囲とする。ただし、辺長の10%が2mを超える場合は、2mとする。

5.こう配係数 C_S の算出方法

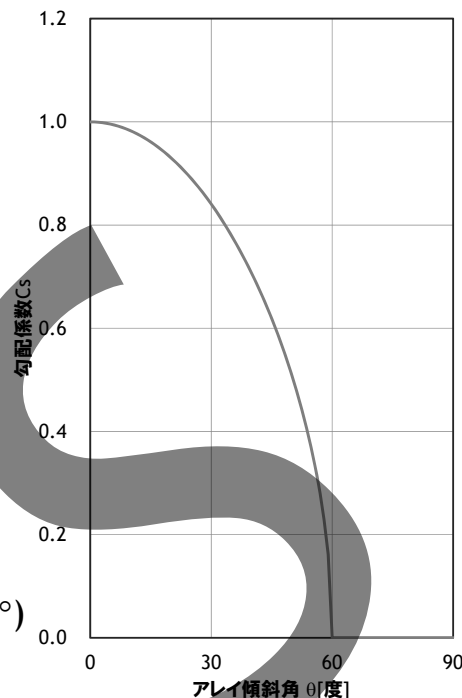
[2011年版]勾配係数 C_S は以下の式で算出する。ただし、 θ が60度を超える場合は、 C_S を0とすることができる。

$$C_S = \sqrt{(\cos 1.5\theta)}$$

[改正原案]こう配係数 C_S は、1.0とする。ただし、アレイ面の積雪の滑落を確実に保証できる場合には、以下の式によって算出することができる。

$$C_S = \sqrt{(\cos 1.5\theta)} \quad (0^\circ < \theta \leq 60^\circ)$$

$$C_S = 0 \quad (\theta > 60^\circ)$$



<解説>「こう配係数」は、建築基準法施行令第86条第4項を準用したもの。

第86条 積雪荷重は、積雪の単位荷重に屋根の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量を乗じて計算しなければならない。

...

4 屋根の積雪荷重は、屋根に雪止めがある場合を除き、その勾配が60度以下の場合においては、その勾配に応じて第1項の積雪荷重に次の式によって計算した屋根形状係数(特定行政庁が屋根ふき材、雪の性状等を考慮して規則でこれと異なる数値を定めた場合においては、その定めた数値)を乗じた数値とし、その勾配が60度を超える場合においては、零とすることができる。

$$\mu_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

[この式において、 μ_b 及び β は、それぞれ次の数値を表すものとする。

μ_b 屋根形状係数 β 屋根勾配(単位度)]

これに関する「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」の解説はこう

屋根勾配による低減係数(屋根形状係数)を採用するに当たっては、積極的に小屋裏を暖房する方法により積雪の滑落を確実に保証することについて配慮することが必要である。



太陽電池アレイの場合は、積極的な裏面の暖房などは措置されておらず、積雪の滑落は保証されていない。したがって、改正原案では $C_S=1$ を原則とした。(こう配係数を適用するにはアイデア・工夫が必要となる)

6. 設計用水平震度 k_p

		2011年版	改正原案
建物に緊結する方式	架構部分	$k_p \geq 1.0 \times Z \times I$	$k_p = k_H \times Z$ ただし、 k_H は下表に掲げる数値
	基礎部分		
重量基礎を利用して建物へ据え置く方法	架構部分	$k_p \geq 1.0 \times Z \times I$	
	基礎部分	$k_p \geq 0.5 \times Z \times I$	
地上設置			$k_p = k_H \times Z \times I_k$ ただし、 k_H は下表に掲げる数値

架構部分および基礎部分の設計用水平震度 k_H

	地上設置	建築物等設置		
		耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
架構部分	0.3以上	2.0以上	1.5以上	1.0以上
基礎部分	0.3以上	2.0以上	1.5以上	1.0以上
水平力に対して有効に土が抵抗できる土中にある基礎部分	0.1以上	—	—	—

<解説> 設計用水平震度

2011年版の値

「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」における設備機器の設計用標準震度

	耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
上層階、屋上および塔屋	2.0	1.5	1.0
中間階	1.5	1.0	0.6
地階および1階	1.0	0.6	0.4

「建築設備耐震設計・施工指針2014年版」における局部震度法による建築設備機器(水槽類を除く)の設計用標準水平震度

	耐震安全性の分類			
	特定の施設		一般の施設	
	重要機器	一般機器	重要機器	一般機器
上層階、屋上及び塔屋	2.0	1.5	1.5	1.0
中間階	1.5	1.0	1.0	0.6
地階および1階	1.0	0.6	0.6	0.4

<解説>設計用水平震度(つづき)

特定の施設

- ・災害応急対策活動に必要な施設
- ・避難所として位置づけられた施設
- ・人命及び物品の安全性確保が必要な施設

重要機器

- ・災害応急対策活動に必要な施設等において、施設目的に応じた活動を行うために必要な設備機器
- ・危険物を貯蔵又は使用する施設において、危険物による被害を防止するための設備機器
- ・避難、消火等の防災機能を果たす設備機器
- ・火災、水害、避難の障害等の二次災害を引き起こすおそれのある設備機器
- ・その他これらに類する機器

太陽光発電設備の用途に災害時の非常用電源が含まれる場合はいうまでもなく、また、近年では国内外で太陽光発電設備の感電・火災リスクの問題が顕在化。

↓

建築物設置の場合の太陽光発電設備の耐震クラスはA以上とする必要あり。(2011年版の設計用水平震度では、PVSを非常用電源と標榜できない)

7.材料及びその許容応力度

[2011年版] 規定あり

[改正原案] 省略

<解説>

2011年版では、「8.材料及びその許容応力度」において支持物構成材の材料及びその許容応力度を規定していた。しかし、近年は新しい材料が使われる事例が増え続けている。本規格がそれに対応して頻繁に改訂することは現実的に困難であり、また、具体的な設計方法については他の構造物の設計基準が参考にできることから、本規格から材料及びその許容応力度の項目を省略。

↓

8.規格の名称

[2011年版] 太陽電池アレイ用支持物設計標準

[改正原案] 太陽電池アレイ用支持物設計用荷重標準

<解説>

新しいJISC8955は、荷重(外力)の計算方法のみを規定するものとなり、耐力は他の構造関連基準によって計算しなければならなくなる。

- JIS C8955 の改正原案は、現在は日本工業標準調査会で審議されているだろう・・・早ければ2016 年度内に発効するか?(個人的推測)
- 電技解釈への反映はどうなるか?



規格化や法令への組み込みによらず、この改正原案に準拠した設計をすることで、太陽光発電設備の構造強度の向上が期待できる(安全になるわけではない)

しかし、なお課題は残る・・・

- 2011年版に準拠した太陽光発電設備の構造安全のレトロフィット
- 太陽電池モジュールと架台の緊結の問題(規定がない)
- 基礎なし工法(単管パイプ、スクリー杭)の問題
- 金属管の土中腐食の問題
- ソーラーシェアリングの問題
-