第 2 章 実証実験結果

2.1 農地法上の制約を回避

農地を本来の目的とは異なる利用をする場合、農地転用などの手続きが必要である。太陽光発電所を農地に建設することは、この目的外利用になる。

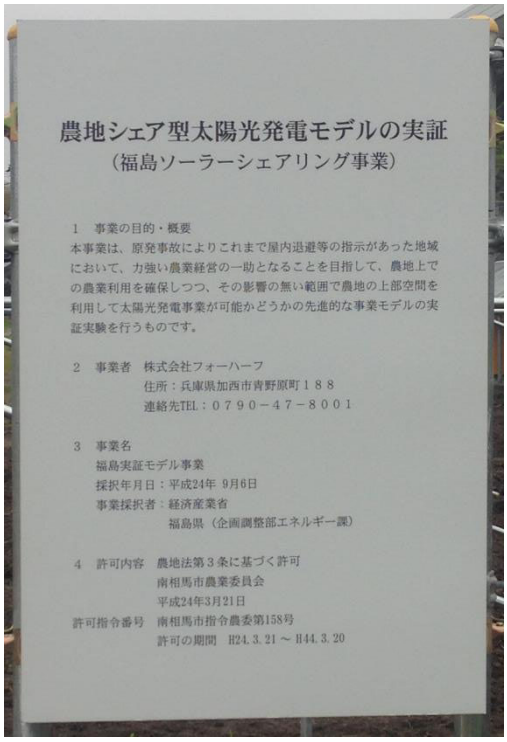
しかし、農地転用は、市街化の著しい区域にある農地など、特殊な農地に限られ、たとえ耕作放棄地であっても、転用は困難である。従って、結果的に農地に PV を設置するのは、不可能とされてきた。

ところが、農地転用を行わず、農地に支柱を建て、空中に PV を設置し、太陽光の一部を発電に供することで、農業と太陽光発電を両立させる「ソーラーシェアリング」が注目されるようになった。

この新しい発電所の形は、農地法的には、グレーゾーンのまま、再生可能エネルギー固定価格買取制度の制度導入後、全国で散見されるようになったのである。

本プロジェクトでは、この流れに沿ったもので、放射能汚染された福島の農地に、ソーラーシェアリング方式で、PV を設置し、農家を売電収入で支えるビジネスモデルの構築を狙ったのであった。

一方、このプロジェクトに公的補助金が入ることで、プロジェクトの法令順守が求められ、これまでグレーゾーンであったソーラーシェアリングの問題が顕在化し、合法性が担保される必要があった。経済産業省では、弊社の本プロジェクトの遂行にあたり、農地法を所轄する農水省との調整があった。



また、福島県庁内においても、本事業を推進する、エネルギー課と農業部局で、何度も話し合いがあった。粘り強い調整の結果、現行農地法で、第 3 条許可という特殊な許可を、本事業に限り、発行することとなった。

前述のごとく、実証実験の許可申請段階では、農地法第 3 条許可という特殊なものになったが、平成 25 年 3 月 31 日に、農水省から「支柱を立てて営農を継続する太陽光発電設備等についての農地転用許可制度上の取扱いについて」（以下、農水省ソーラーシェアリング指針）が発表された。

内容は下記の通りである。

・・・・・・・・・・・・（農水省ソーラーシェアリング指針概要）・・・・・・・・・・・・

支柱を立てて営農を継続する太陽光発電設備等については、下部の農地で農業生産が継続されるよう確保する必要があり、また、周辺の営農に影響を与えないことが重要です。

このことから、支柱の基礎部分が農地転用に該当するため、次のように対応することとし、平成 25 年 3 月 31 日付けで各地方農政局長等へ通知を発出しました。

1. 支柱の基礎部分について、一時転用許可の対象とする。一時転用許可期間は 3 年間（問題がない場合には再許可可能）。
2. 一時転用許可に当たり、周辺の営農上支障がないか等をチェック。
3. 一時転用の許可の条件として、年に 1 回の報告を義務付け、農産物生産等に支障が生じていないかをチェック。

・・

（巻末資料 3 農水省ソーラーシェアリング指針を参照のこと）

ソーラーシェアリングについて、今後は、この指針に沿った発電所が全国で建設されると予想される。

これをもって農水省は、ソーラーシェアリングが、無秩序に広がることを抑制しつつ、その存在を正式に認める結果となったのであった。

2.2 空中架台の検証

本プロジェクトでは、放射能汚染やその風評被害で苦しむ福島の農家を、クリーンエネルギーの売電収入で、経済的に支えるモデルの構築を狙っている。

農家や農業団体は、単に農地を発電業者に賃貸するのではなく、できれば彼等自身が発電事業者となり、再生可能エネルギー固定価格買取制度による利益を最大限享受することが望ましい。

そのためには、農家の負担が減るように、できるだけ初期投資を低減させ、日々のメンテナスも無く、専門知識不要でも管理できる発電所の建設が必要であった。

上記の観点から、PV やパワコンなどの専用装置以外は、できるだけホームセンターなどから入手できる汎用品を用い、農家自身がメンテナスできるように設計した。

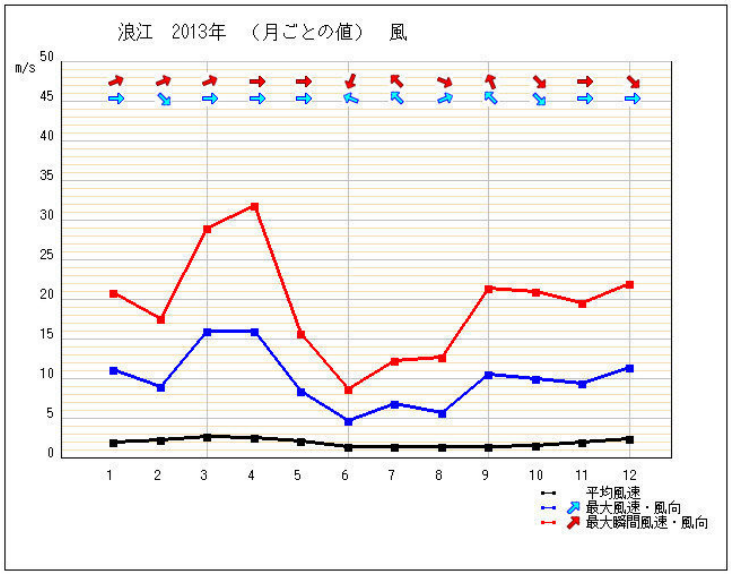
空中架台の材料には、単管パイプやクランプ、コンクリートブロックを用いることで低価格を実現した。建設単価（25 万円/KW）は、本事業グループ中、最安単価となった。

太陽光発電所は、主任技術者の選任や保安規定の届出を不要とするために、49.8KW として設計し、二つの発電所を併設した。

一方で、単管パイプを用いた簡易な構造の当該発電所が、日本工業規格の「太陽電池アレイ用支持物設計標準」（以下、JIS 架台基準）を満たすことを証明する必要があった。

右図は、実証実験農地近くである浪江の気象データである。グラフから瞬間最大風速が 30m/s に達することがわかる。

JIS の架台設計基準においても、南相馬市では、風速 30m/s の北風に耐えることが求められた。



弊社は、本プロジェクトのために、フォーハーフ式架台を設計すると共に、JIS 架台基準に示す強度を有するものであることを証明すべく、兵庫県立大学に架台強度計算を依頼した。

本報告書には、兵庫県立大学による簡易計算結果を以降に記載する。別報告書にて、詳細な架台強度計算結果を提出する。

なお、簡易計算では、横方向の 5m の梁を 1 本（実際の架台では 2 本）とし、ソーラーパネルの荷重も、その中心の一点にかかるという過酷計算で安全性を検証している。

計算結果からは、この構造で、JIS 架台基準を満たすことが導き出された。

また、北風（PV の裏側から風が吹きぬけること）による、支柱の引抜荷重についても具体的な数値が割り出され、コンクリートブロック基礎の信頼性を補完する結果となった。

更に、応力コンター図からは、架台のどの部分が、最も脆弱であるかを知ることができ、架台の補強と更なるコスト削減に役立てることができた。

以下簡易計算結果を記載するが、詳細は、別報告書である「ソーラーシェアリングのための太陽電池パネル架台の信頼性評価」を参照してほしい。

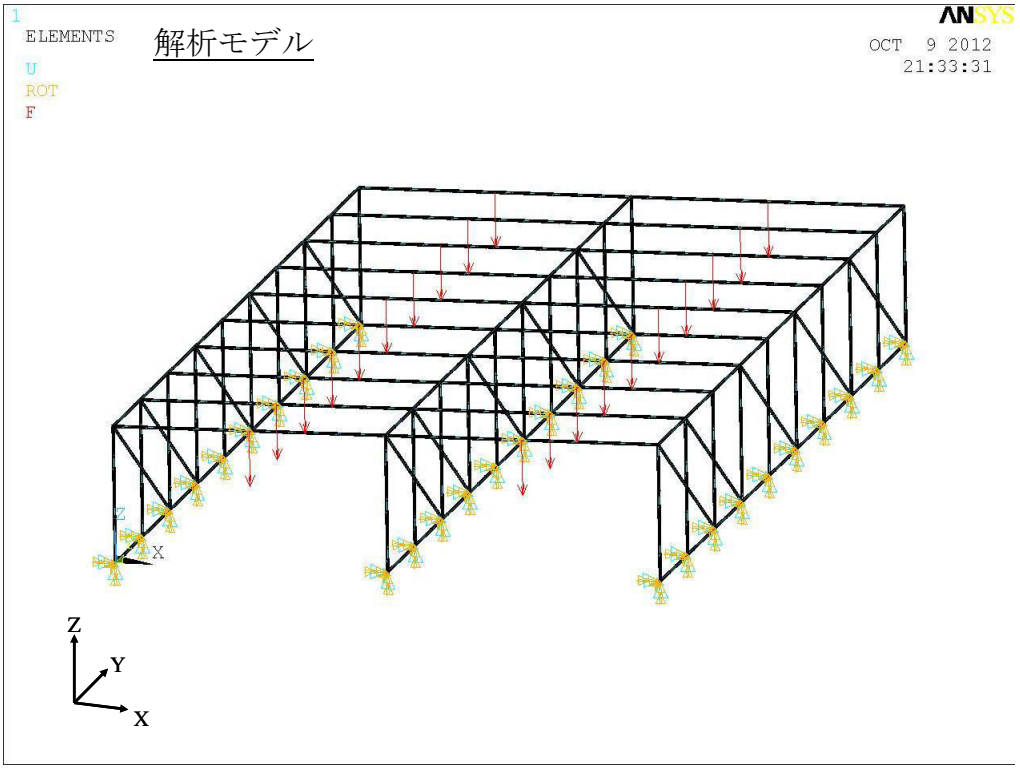
別報告書では、より詳細な計算と共に、温暖な南相馬市では、配慮する必要のなかった積雪荷重などの計算も行っている。

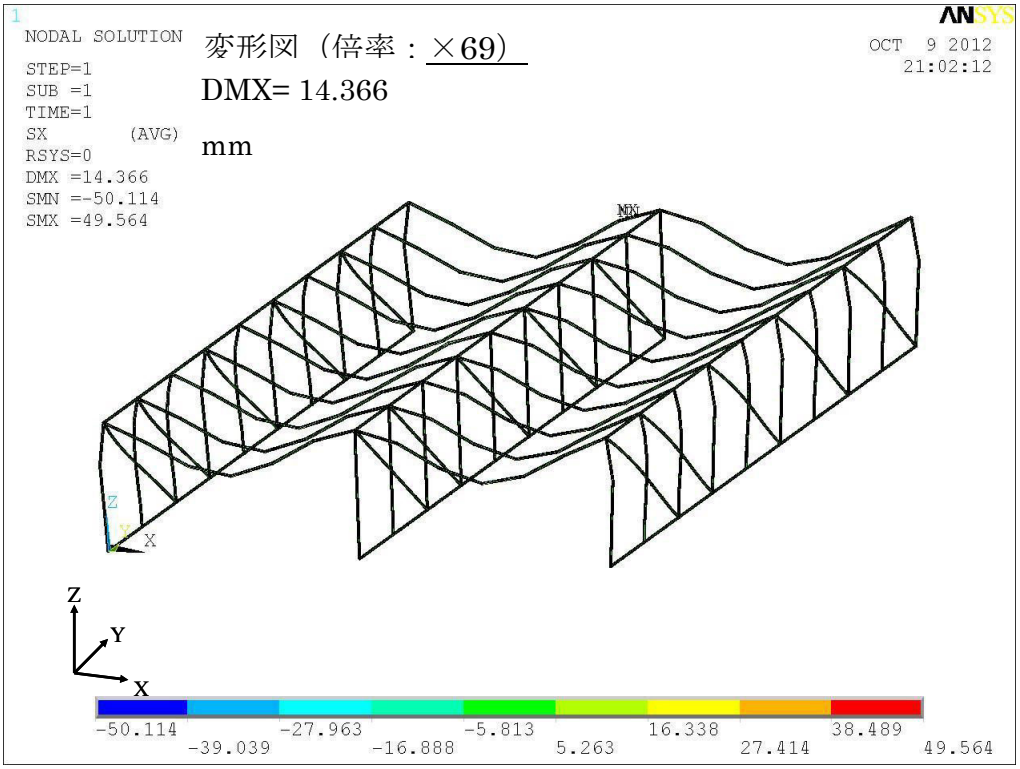
フォーハーフ式架台強度簡易計算

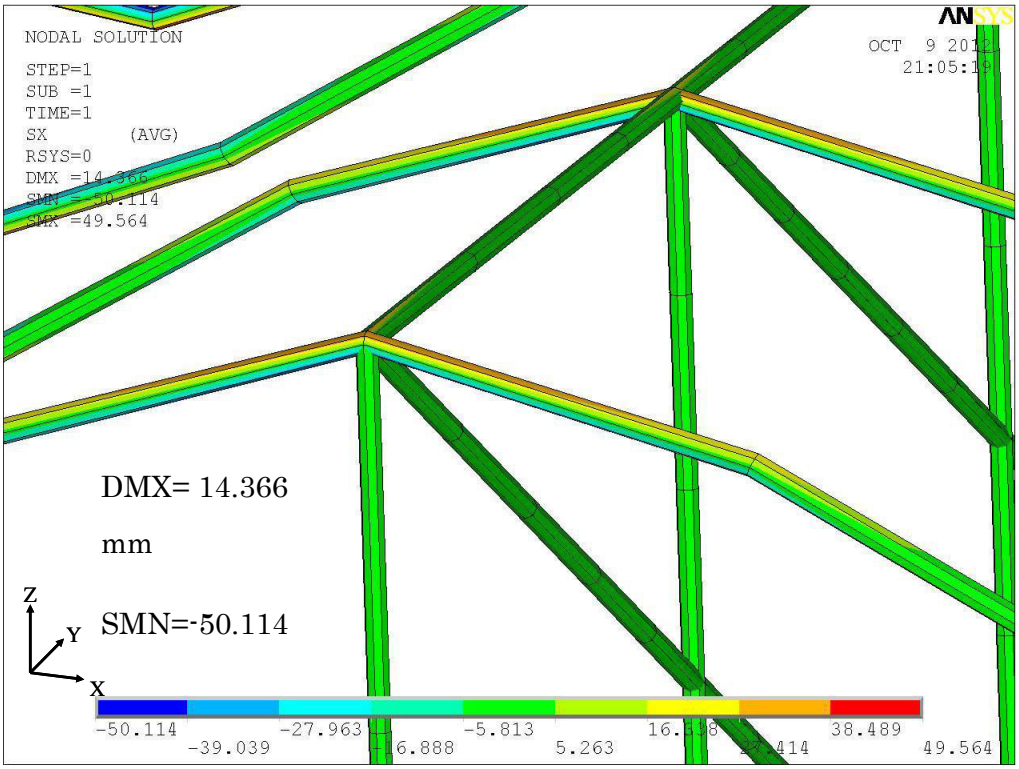
①荷重条件：ソーラーパネルの自重

Fz =14.5kg/枚×2.5 枚×9.81m/s^2 = 356N（下向きに作用）

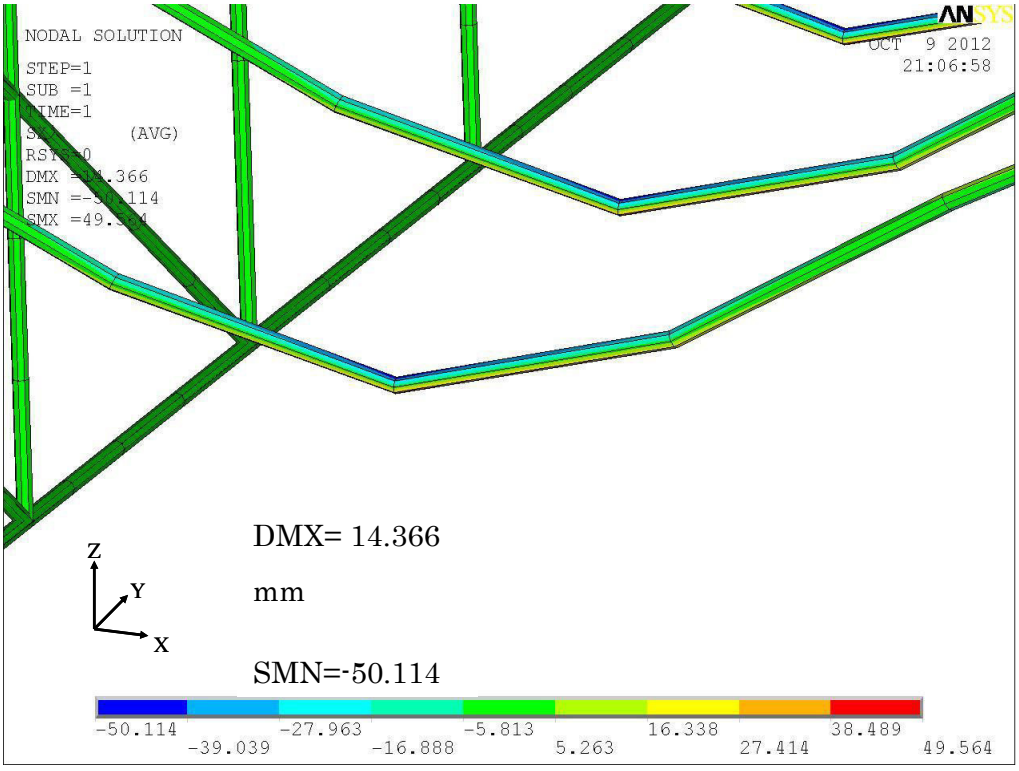
拘束条件：底面を完全固定






NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
SX (AVG)
RSYS=0
DMX =14.366
SMN =-50.114
SMX =49.564
ANSYS
OCT 9 2012
21:05:19
DMX= 14.366
mm
SMN=-50.114
Z
Y
X
-50.114
-39.039
-27.963
-16.888
-5.813
5.263
16.338
27.414
38.489
49.564

応力コンター図 2


NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
(AVG)
RSYS=0
DMX =14.366
SMN =-50.114
SMX =49.564
ANSYS
OCT 9 2012
21:06:58
DMX= 14.366
mm
SMN=-50.114
Z
Y
X
-50.114
-39.039
-27.963
-16.888
-5.813
5.263
16.338
27.414
38.489
49.564

②荷重条件：ソーラーパネルの自重＋風圧

Fz = 2882N（=356N+2526N ）（下向き方向に作用）

Fy =1458N（奥行き方向に作用）

拘束条件：底面を完全固定

※風圧荷重計算の内訳

・設計用基準風速：V_0=30m/s

・パネルの平均地上高：H=2.5m（柱パイプの長さ）

・地表面粗度区分：Ⅲ

・地表面粗度区分によって決まる係数：Z_b= 5，Z_G = 450，α = 0.20

・平均風速の高さ方向の分布を表す係数：$E_r = 1.7(Z_b / Z_G)^{\alpha} = 0.70$

・ガスト係数：G_f = 2.5（H と地表面粗度区分より決まる）

・環境係数：$E = E_r^2 \times G_f = 1.225$

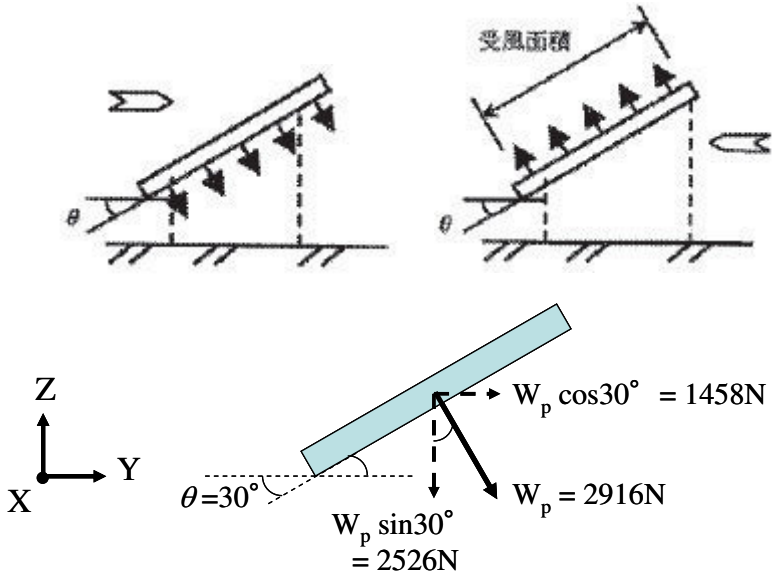
・用途係数：I = 1.5（極めて重要な太陽光発電システム）

・設計用速度圧：$q_P = 0.6 \times V_0^2 \times E \times I = 993 N/m^2$

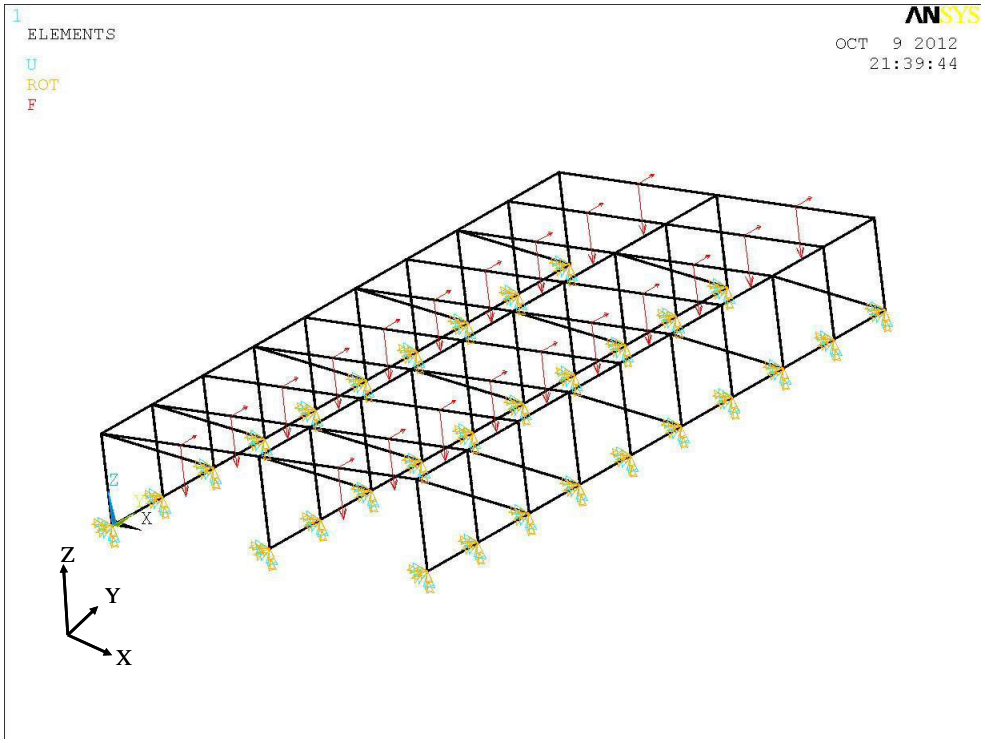
・風力係数：$C_W = 0.65+0.009 \times \theta = 0.92$（設置角度$\theta$= 30°）

・受風面積：Aw = 1.580m×0.808m×2.5 枚 = $3.1916m^2$

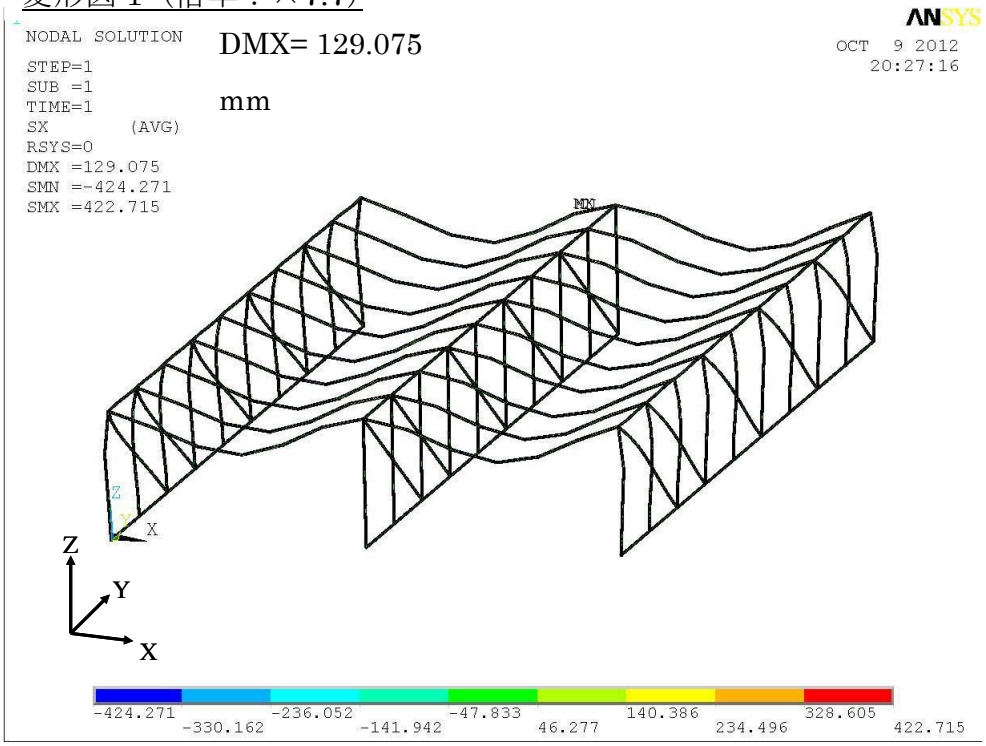
・設計風圧荷重：$Wp = C_W \times q_p \times A_W$ = 2916N



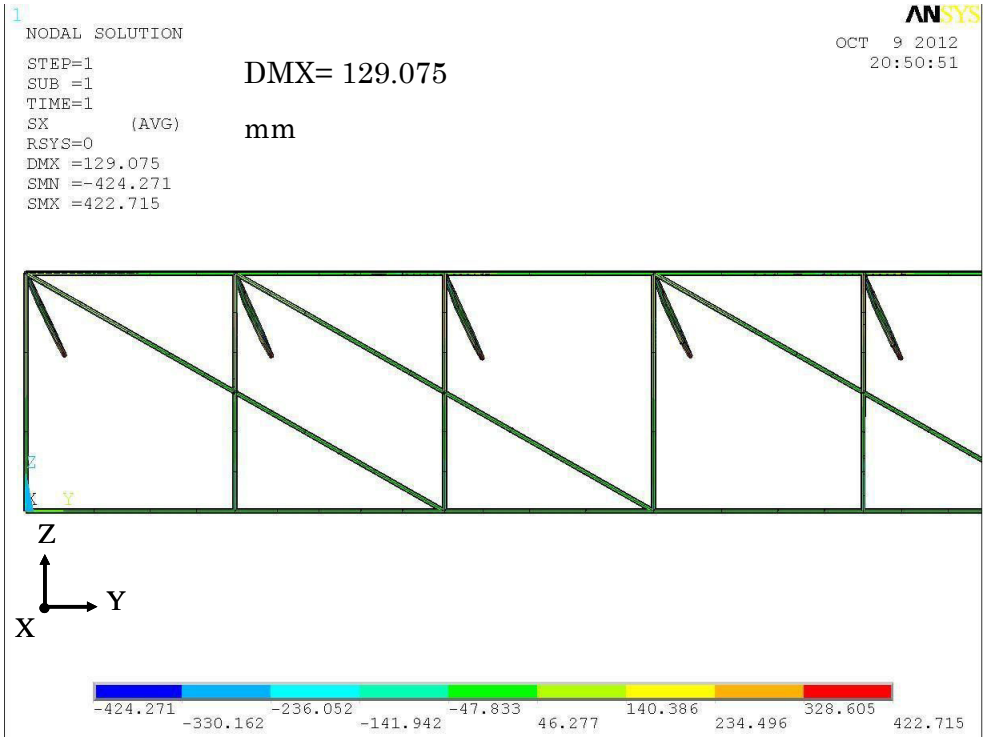
解析モデル



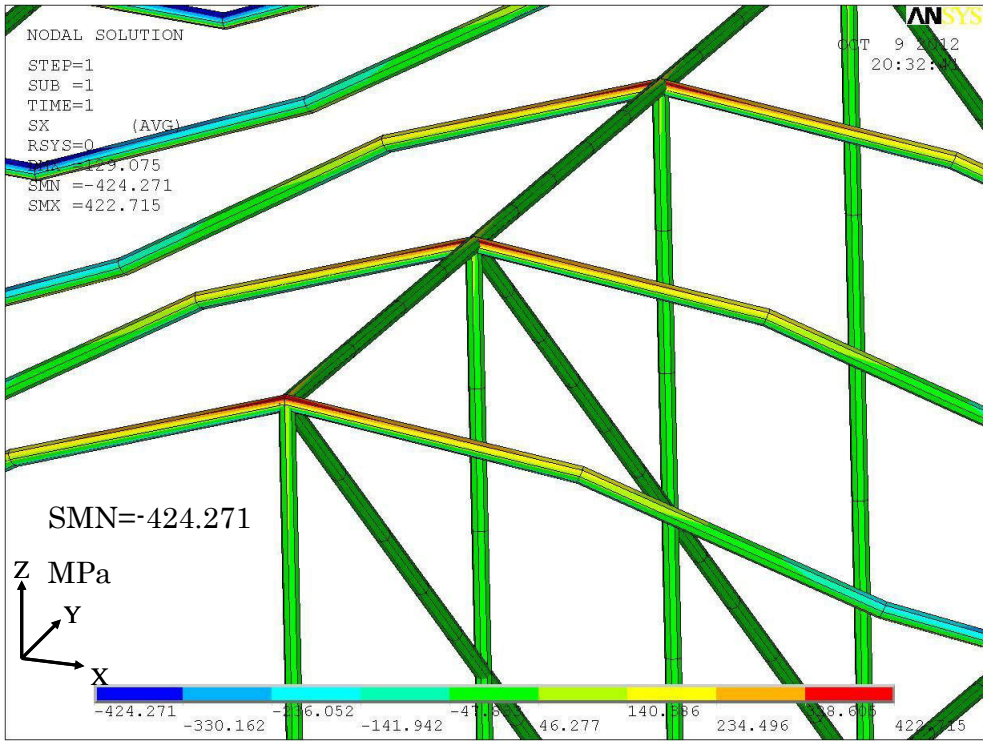
変形図１（倍率：×7.7）



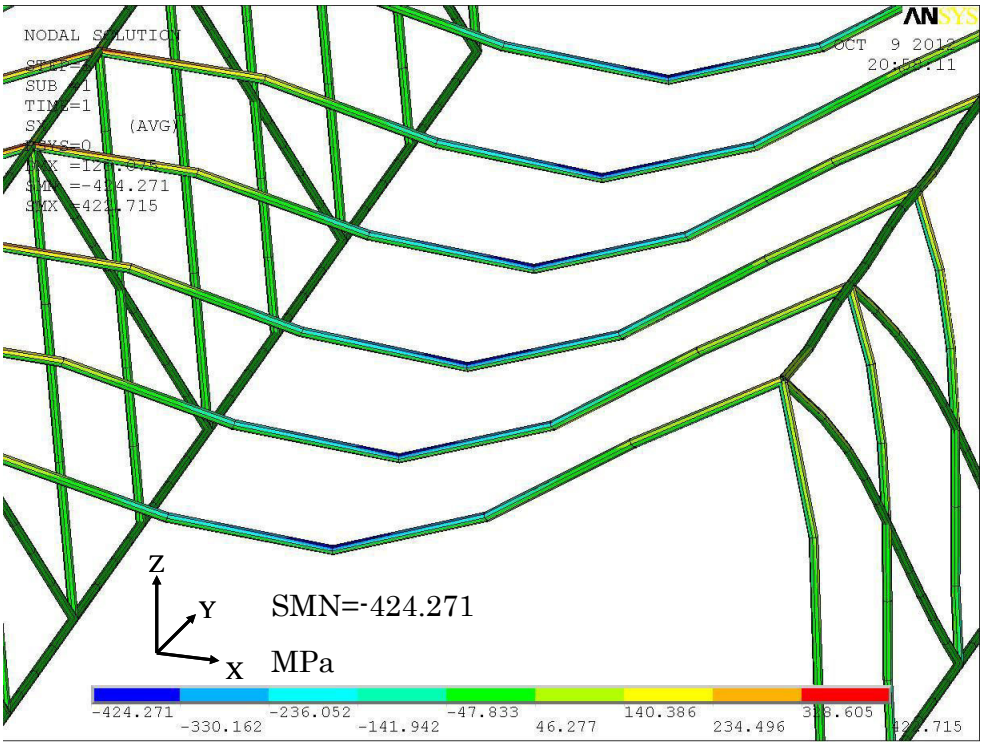
変形図 2（倍率：×7.7）



応力コンター図 1



応力コンター図 2

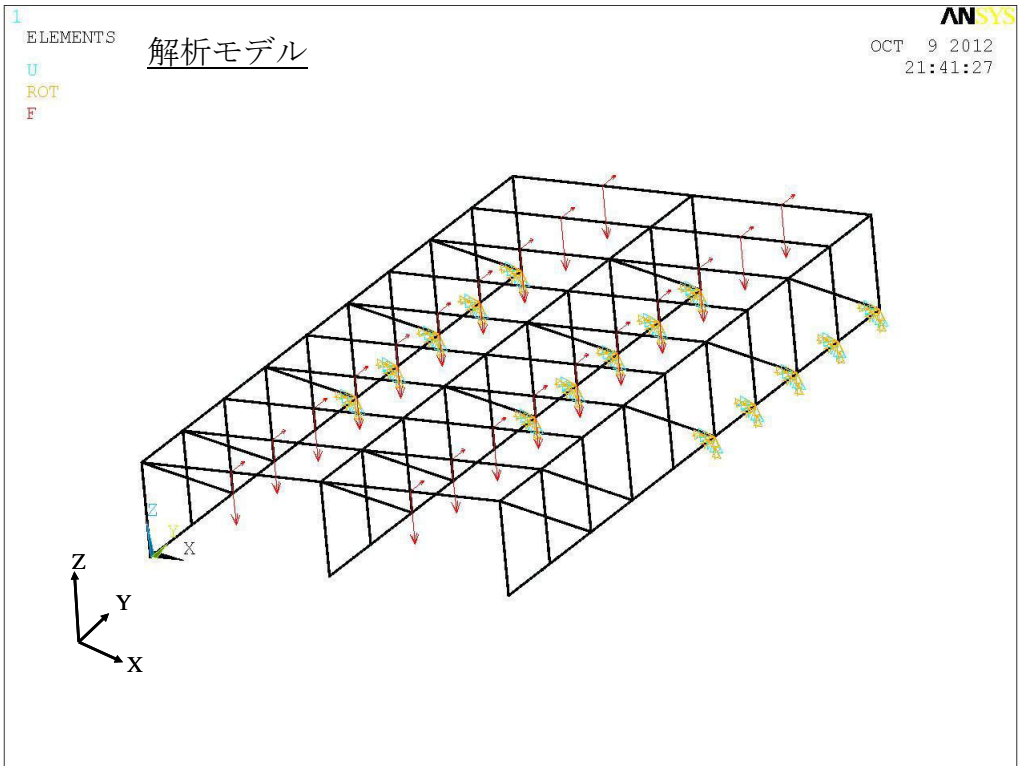

ANSYS
OCT 9 2012
SUB =1
TIME=1
(AVG)
SMN =-424.271
Z
Y
X
SMN=-424.271
MPa
-424.271
-330.162
-236.052
-141.942
-47.833
46.277
140.386
234.496

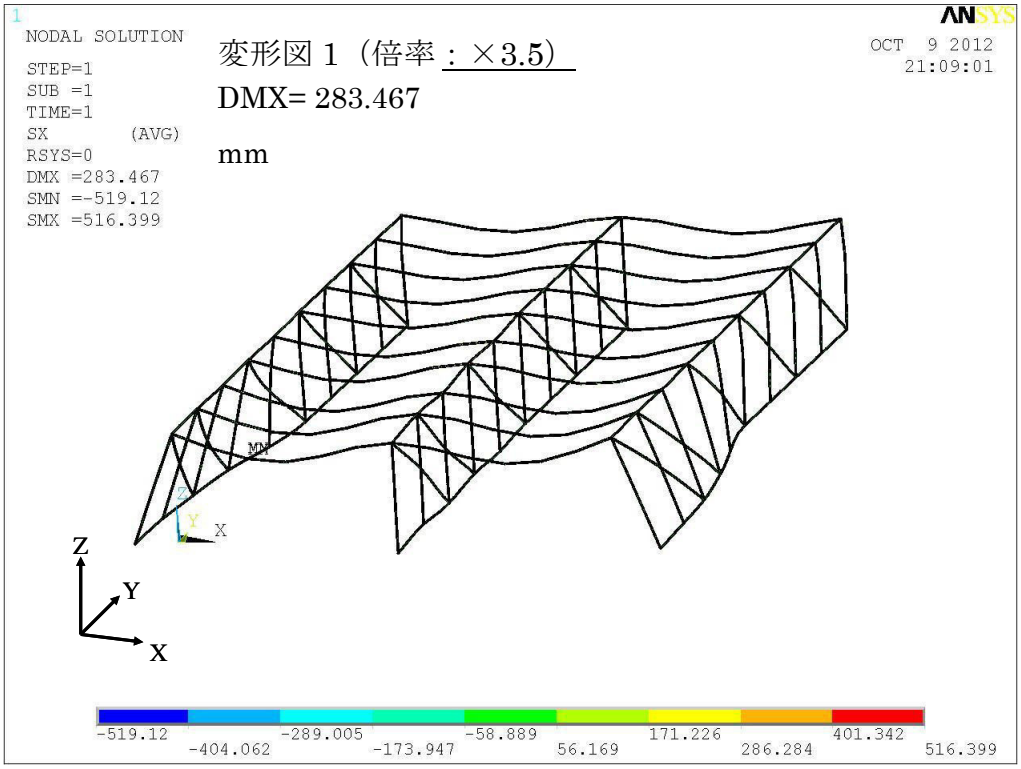
③荷重条件：ソーラーパネルの自重＋風圧

Fz = 2880N（=356N+2524N ）（下向き方向に作用）

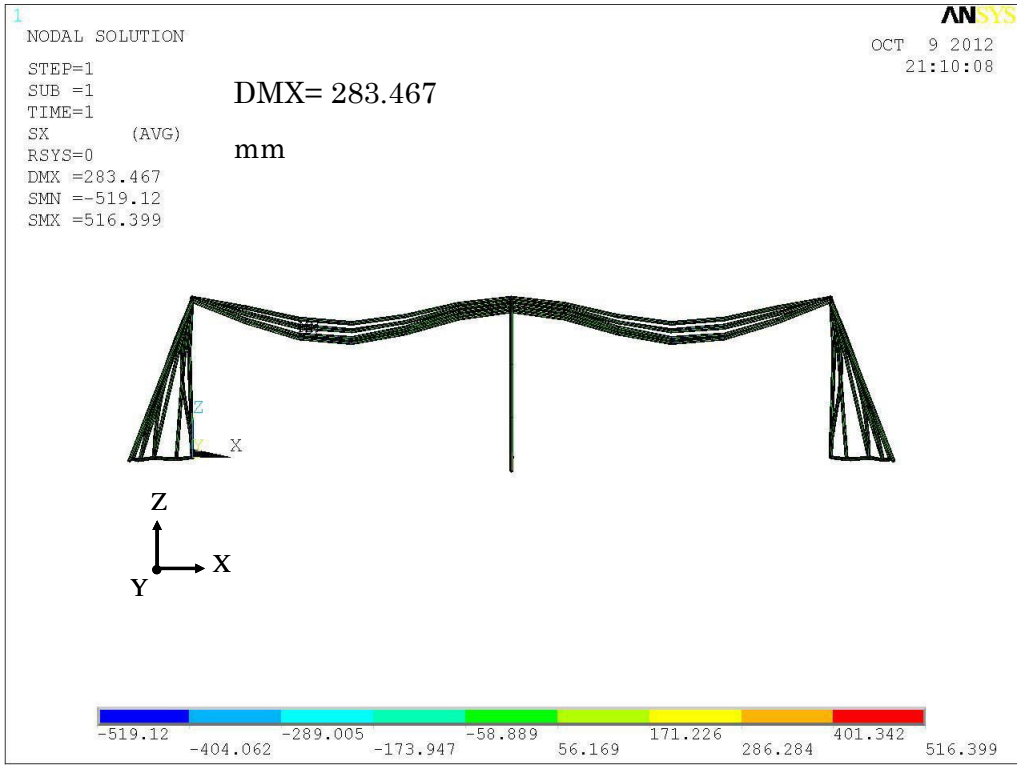
Fy =1457N（奥行き方向に作用）

拘束条件：底面の半分を完全固定

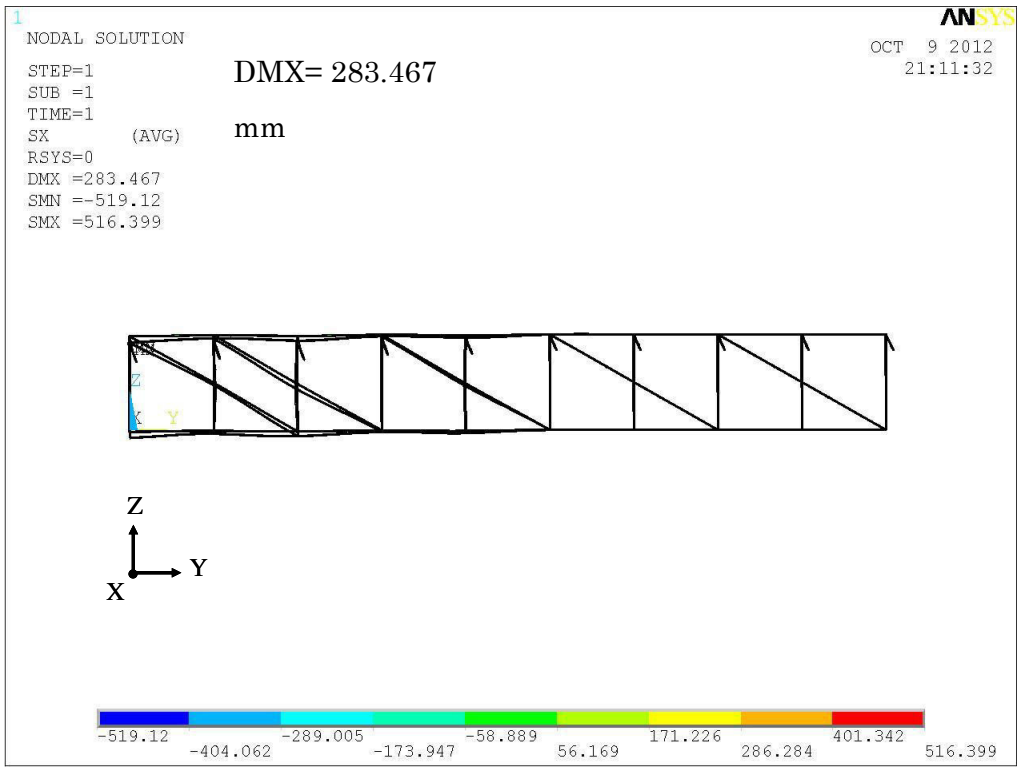




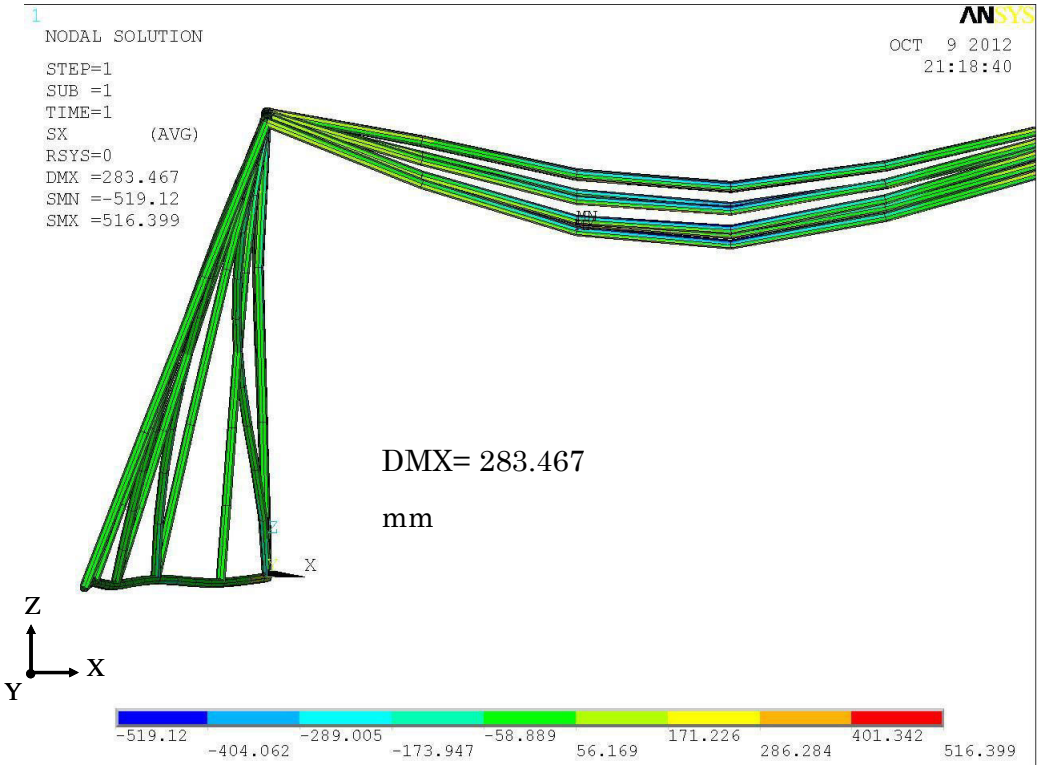
変形図 2（倍率：×3.5）



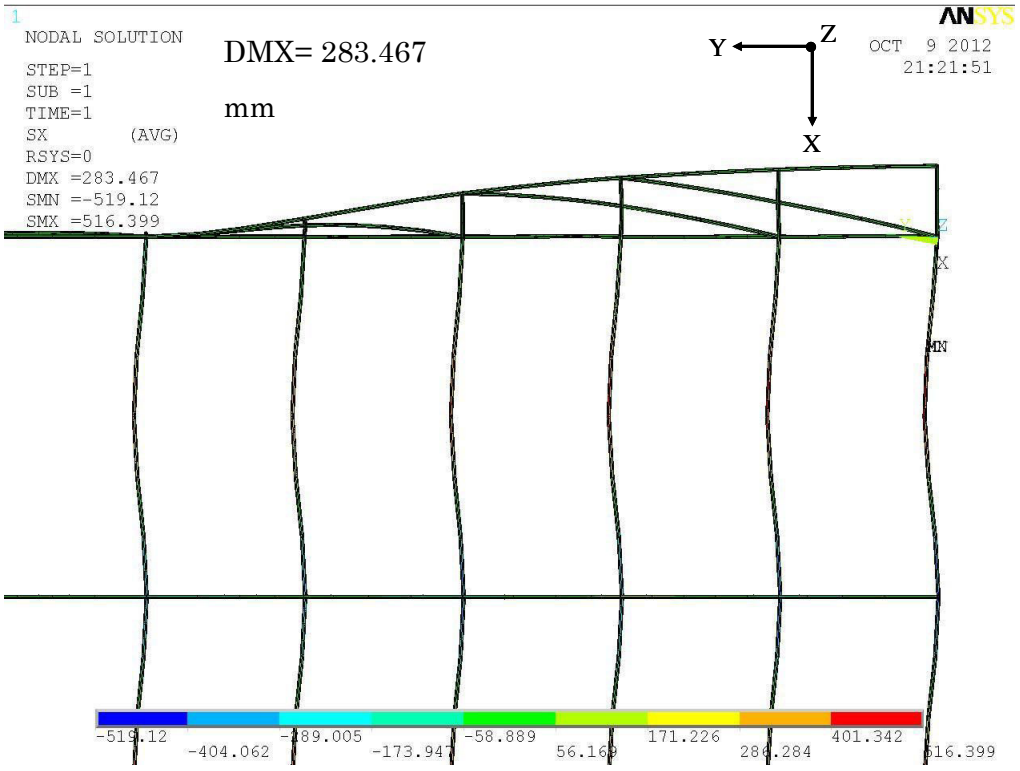
変形図 3（倍率：×3.5）



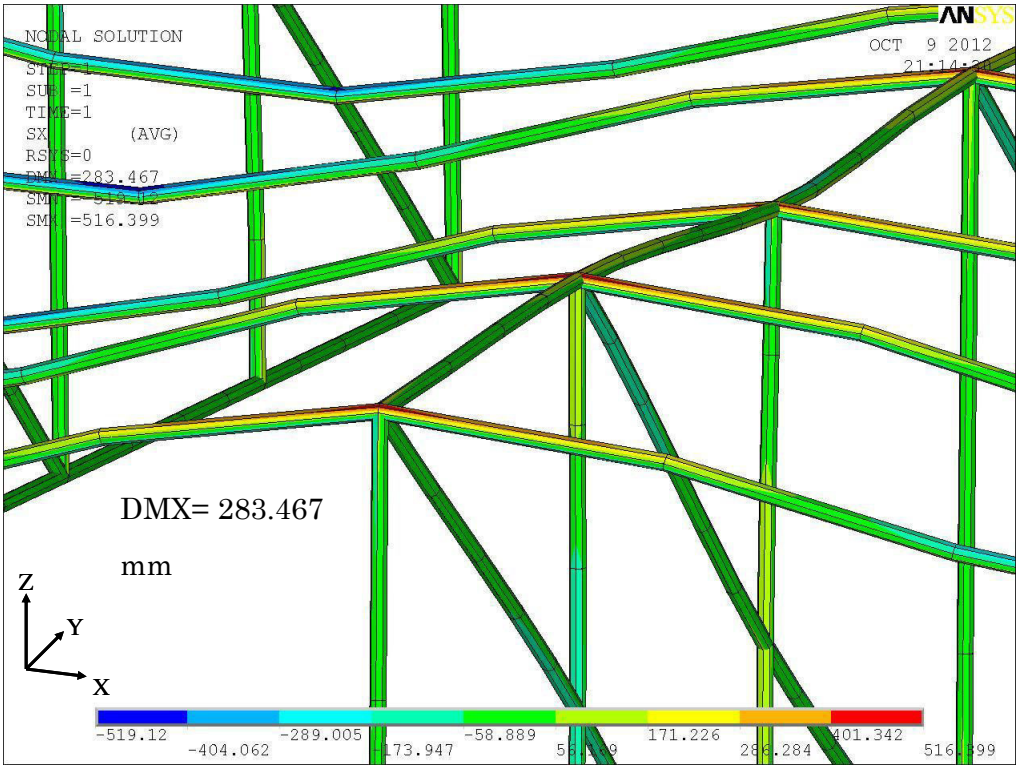
変形図 4（倍率：×3.5）



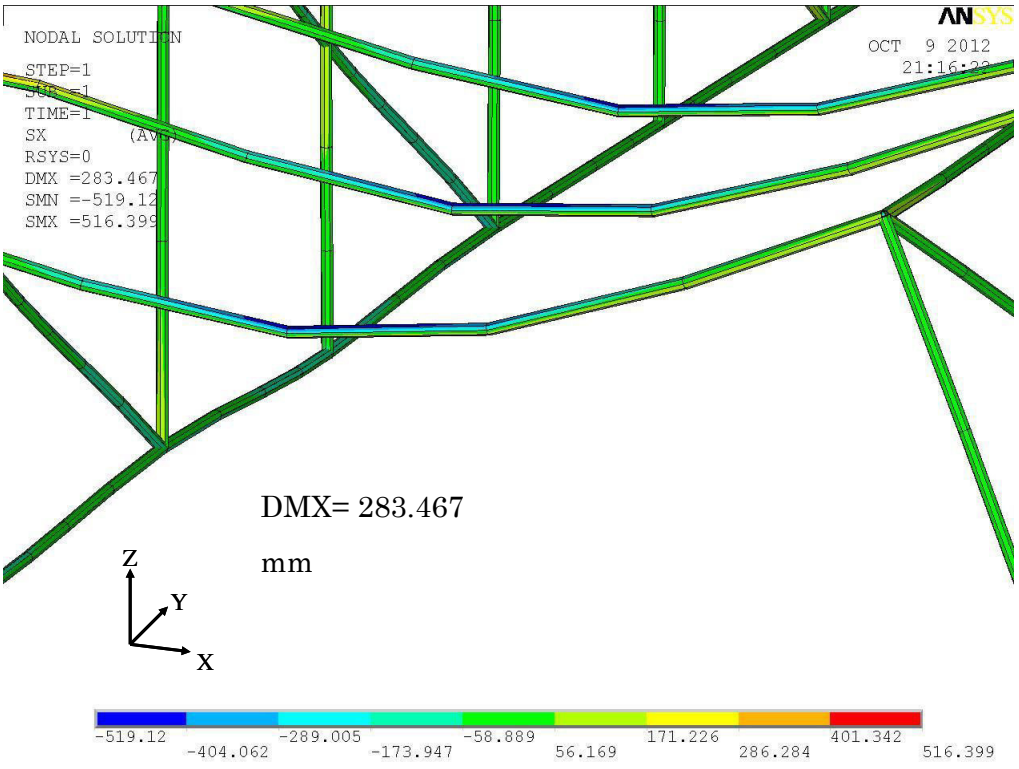
変形図 5（倍率：×3.5）



応力コンター図 1



応力コンター図 2



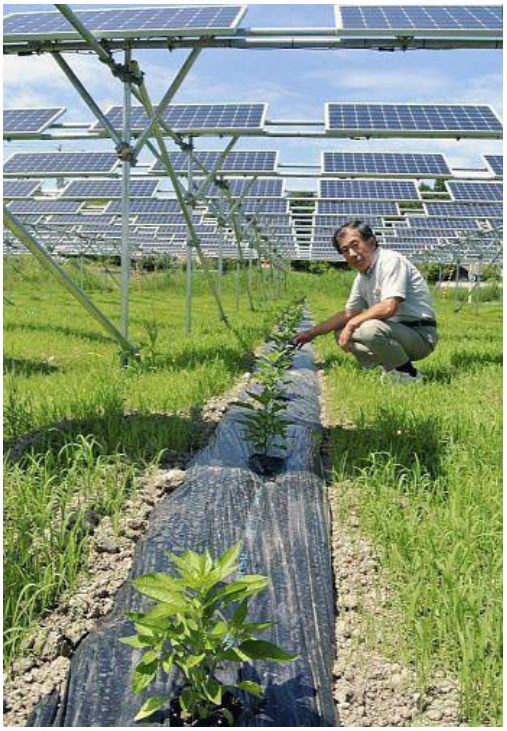
2.3 空中架台の農産物への影響調査

ソーラーシェアリングとは、空中の PV と地上の農産物で、太陽光をシェアすることで、太陽光発電と農業を両立させることをいう。

フォーハーフ式架台では、縦方向の支柱間隔が 2.2m で、横方向の支柱間隔が 5m となっており、そこに約 1.6m×0.8m のパネルが 2.5 枚載っている。

計算上、およそ 1/3 の太陽光を発電に用い、残りの 2/3 の太陽光は、農産物の育成のために地上に到達させている。

本プロジェクトの実証実験場所である、南相馬市小高区の農地に、ナス、カボチャ、大豆、シシトウ、ヒマワリを植付け、その生育状況を観察した。



それぞれ、周辺の日当たりの良い場所での通常栽培と、PV 下の栽培を行い、経過を見守った。

下記に栽培の経過を写真にて、比較掲載するが、生育に顕著な差は現れなかった。

ナスの光飽和点は、40klx、シシトウの光飽和点は、30klx とされており、フォーハーフ式架台における 2/3 光透過では、同レベルの光飽和点農産物は、十分生育できるものと推測される。

参考までに、光飽和点がナスと同一レベル以下の農産物は、エンドウ、キャベツ、ハクサイ、キュウリ、ピーマン、サツマイモ、レタス、イチゴ、インゲン、ネギ等とされている。

なお、カボチャと大豆は、津波による塩害のためか、PV の影に関係なく生育しなかった。

5 月 6 日

耕起後、ナス、シシトウ、ヒマワリ、カボチャ、大豆を植え付ける。

通常耕作

PV 下耕作

6 月 6 日

ナス、シシトウ、ヒマワリ、カボチャは通常耕作、PV 下耕作共に発育順調。

大豆は両者共に発芽せず。塩害の可能性あり。

通常耕作

（通常：ナス）

PV 下耕作

（PV：ナス）

（通常：シシトウ）

（PV：シシトウ）

（通常：ヒマワリ）

（PV：ヒマワリ）

（通常：カボチャ）

（PV：カボチャ）

（通常：大豆---発芽せず）

（PV：大豆---発芽せず）

7 月 25 日

ナス、シシトウ、ヒマワリは通常耕作、PV 下耕作共に発育順調。

カボチャは両者共に生育せず。塩害の可能性あり。

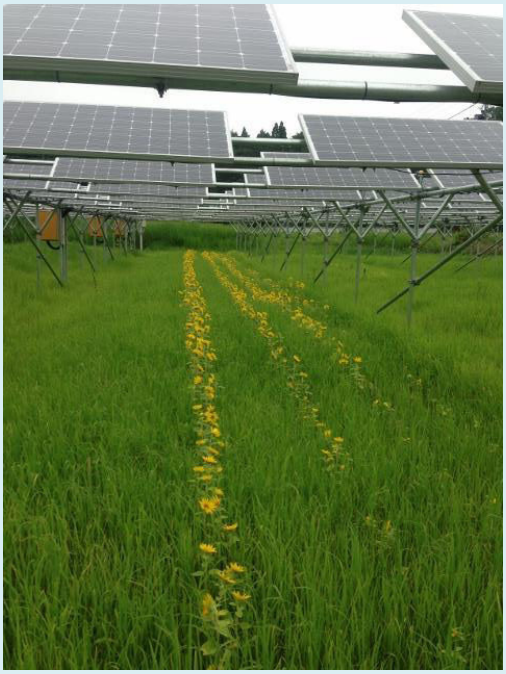
（通常：ナス）

（PV：ナス）

（通常：シシトウ）

（PV：シシトウ）

（通常：ヒマワリ）



（PV：ヒマワリ）

（通常：カボチャ---生育せず）

（PV：カボチャ---生育せず）

9 月 11 日

ナス、シシトウの収穫。

通常耕作、PV 下耕作共に収量に大きな差は生じなかった。

（通常：ナス）

（PV 常：ナス）

（通常：シシトウ）

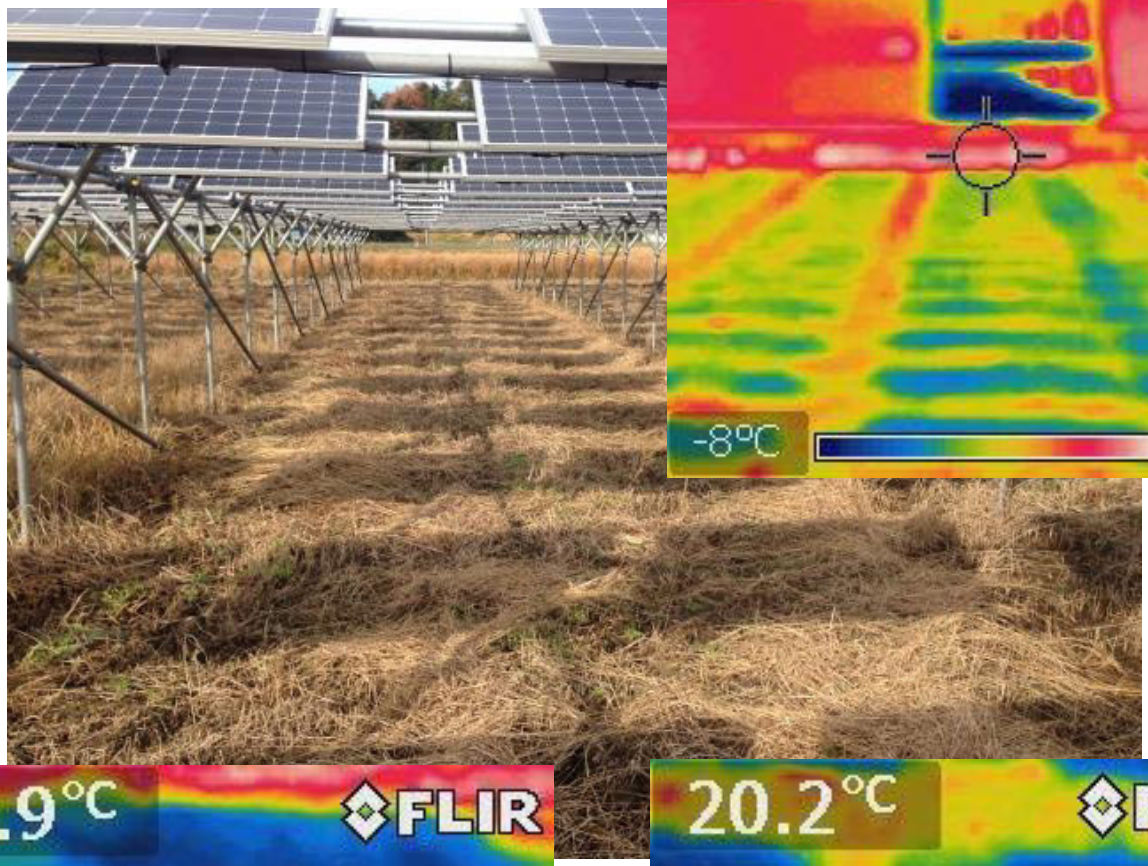
（PV：シシトウ）

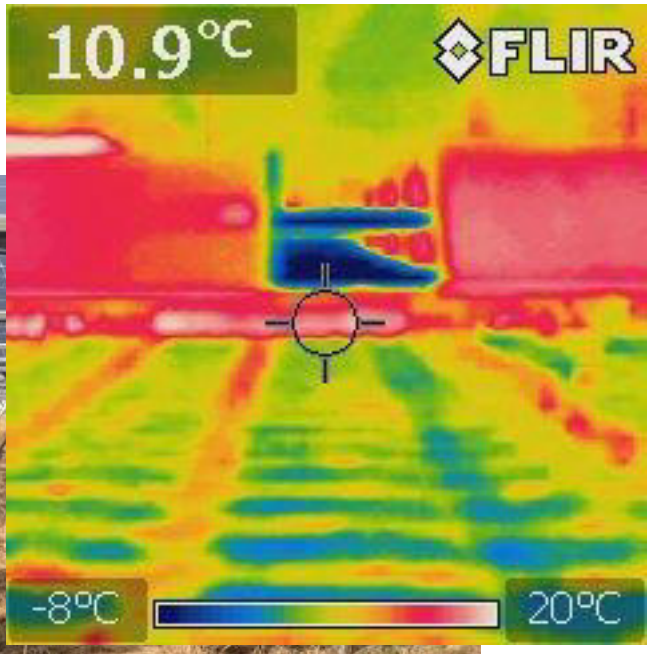
通常耕作

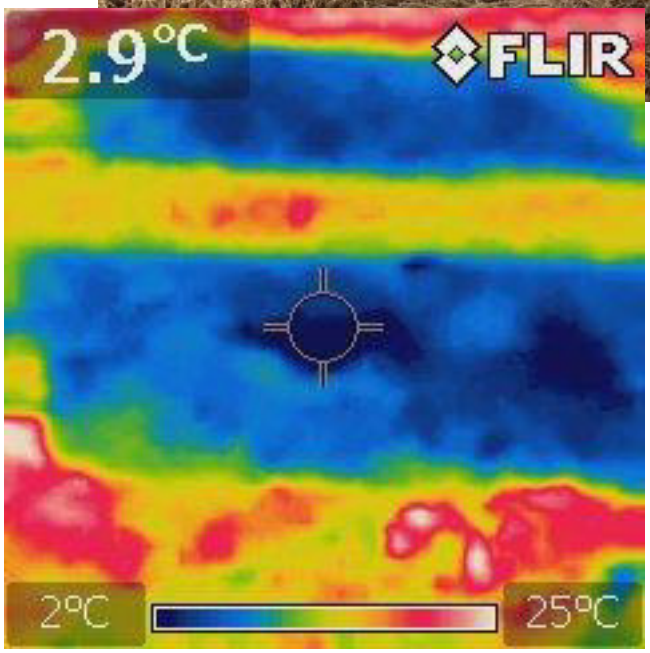
PV 下耕作

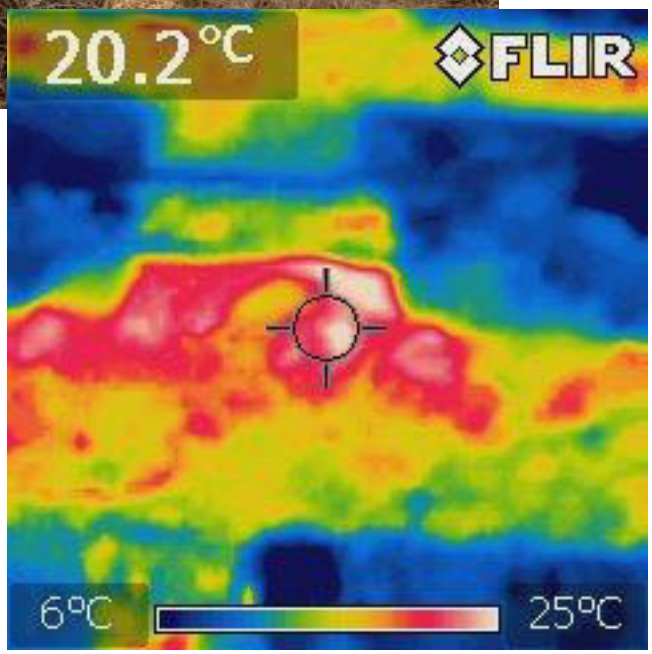
下記は、11 月の晴天に発電所を赤外線温度センサーで撮影した画像である。

PV の影と、日なたでは、20℃近い温度差が生じているのがわかる。ソーラーシェアリングの農産物の適用性は、光飽和点や地域の気候と共に、同一農地内におけるこのような温度差も配慮しなければならない。









2.4 遠隔地の発電所の管理

本プロジェクトの実証実験場所である南相馬市小高区は、現在も立ち入りが制限されている避難指示解除準備地域であり、ここに建設された発電所を、遠隔地からモニタリングする必要があった。

しかし、未だに震災後のインフラ復旧の目処がたたないこの地域において、有線インターネット回線による遠隔監視は難しい状況であった。そこで、NTT ドコモの 3G 回線を利用した、発電所遠隔監視システムを利用した。

99.98KW の発電所において、20KW×4 カ所、10KW×2 カ所の合計 6 系統の監視を行い、遠隔から発電状況を見守った。

被災地域における 3G 回線網による監視は有益である反面、通信トラブルによるデータ欠落が発生し、正常に稼働している発電所であるにもかかわらず、不具合通知がなされ、現場復旧にむかうことがあった。

発電状況のリアルタイム監視は、電力会社からの通知を補完する目安で運用すべきとの結論に至った。

下記は NTT スマイルエナジー社が提供するエコめがねの福島ソーラーシェアリング発電所の 2 月 24 日の稼働状況画面である。

（6 系統のセンサーによる監視）

名前	発電所	住所	設置日	PV 情報	発電見守（月）	発電停止	通信停止	CT（電流）	電池残量
福島ＳＳ１号６	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○
福島ＳＳ１号５	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○
福島ＳＳ１号４	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○
福島ＳＳ１号３	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○
福島ＳＳ１号２	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○
福島ＳＳ１号１	福島ＳＳ１号発電所	福島県南相馬市小高…	2013/06/06	○	○	○	○	○	○

表示行数： 20 変更

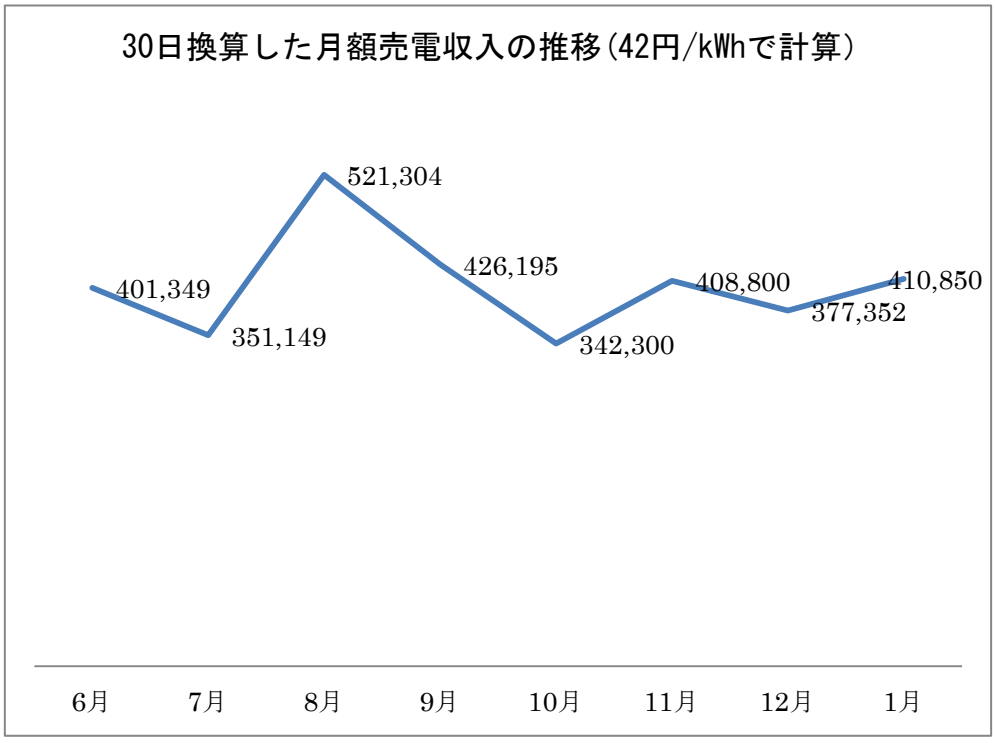
（2014 年 2 月の発電状況）

（2014 年 2 月 24 日の発電状況）

2.5 発電所稼働実績

下記表は、本発電所の稼働実績を、東北電力の通知から算出したものである。

発電を開始した 6 月から直近のデータまでを整理しグラフ化した。総発電量を時間で割ると、稼働率 13.4%となり、太陽光発電所としては合格点といえる。

福島ソーラーシェアリング発電所発電実績(99.9KW:東北電力)

受給期間	日数	1号発電量	2号発電量	発電量合計(kWh)	1日あたりの発電量(kWh／日)
6/7-7/8	32	5,091	5,102	10,193	318.53
7/9-8-6	29	4,039	4,043	8,082	278.69
8/7-9/5	30	6,120	6,292	12,412	413.73
9/6-10-7	32	5,316	5,508	10,824	338.25
10/8-11/6	30	4,074	4,076	8,150	271.67
11/7-12/3	27	4,340	4,420	8,760	324.44
12/4-1/7	35	5,173	5,309	10,482	299.49
1/8-2/4	28	4,607	4,523	9,130	326.07
合計(平均)	243	38760	39273	78033	(321)