

# SPACE JAPAN INTERVIEW

## 昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと

－衛星通信地球局自立電源用太陽光発電システムの潜在的市場規模の試算例－

磯 彰夫

Space Japan Review誌:3.11地震・津波の時、岩手県宮古市の泌尿器科・皮膚科医院に避難した近所の女性(65)は「電気があって不安は少なかった」と振り返っています。患者やスタッフを含め、医院で一夜を明かした約200人は「電気と情報が保たれ冷静になれた」との「安全・安心」の具体的報道例を紹介されました。都道府県別の年間使用電力量例と電力消費市場規模予測について説明して下さい。

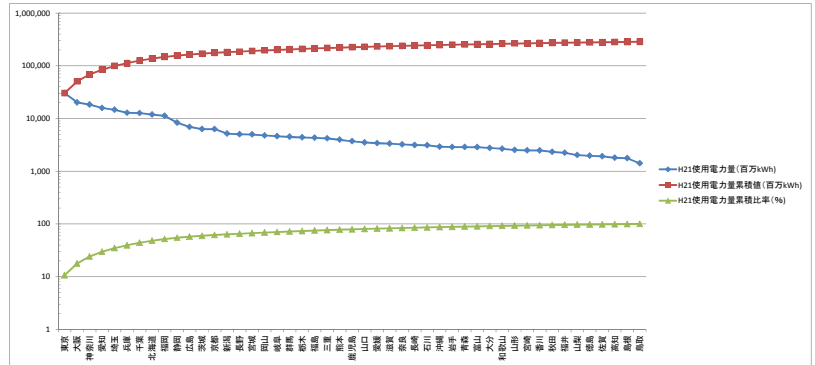


図1 都道府県別の年間使用電力量例(H21年)

- ・使用電力量(百万kWh)の上位順位は1位東京が30,355、2位大阪が20,157、3位神奈川が18,378、4位愛知15,854、5位埼玉14,621
  - ・47都道府県使用電力量284,964(百万kWh)の70.3%は1位東京から18位岐阜までの18都道府県(100%×18÷47=38%)が占める
  - ・使用電力量の全国平均は6,063百万kWh
  - ・全使用電力量284,964(百万kWh)
- (<http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/index.html>、平成22年電気事業便覧を参考に作成)

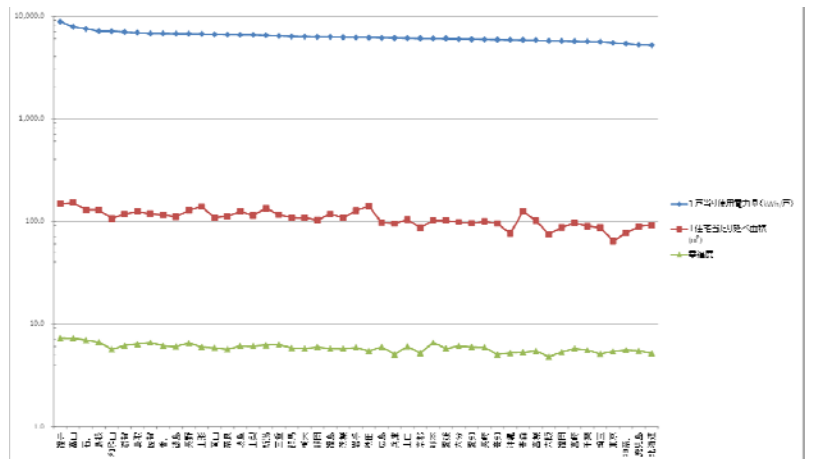
磯氏: 都道府県別の年間使用電力量例を図1に示します<http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/index.html>、平成22年電気事業便覧参照)。年間使用電力量(百万kWh)の上位順位は1位東京30,355、2位大阪20,157、3位神奈川18,378、4位愛知15,854及び5位埼玉14,621です。47都道府県の全使用電力量284,964(百万kWh)の70.3%(200,350=284,964×0.7)は1位東京から18位岐阜までの18都道府県(100%×18÷47=38%)が占めています。使用電力量の全国平均は6,063百万kWhです。

電気料金を20円/kWhとすれば(<http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/shiryo/ryokin.pdf>参照)47都道府県の全使用電力量は284,964(百万kWh)ですから、年間5.6兆円(284,964(百万kWh)×20円/kWh=5,699,280百万円)相当の家庭使用機器等の電力消費市場規模が形成されているものと予測されます。

都道府県別の1戸当りの年間使用電力量及び1住宅当たり延べ面積の例を説明してください。

都道府県別の1戸当りの年間使用電力量及び1住宅当たり延べ面積を図2に示します(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>、<http://www.hosei.ac.jp/documents/koho/photo/2011/11/20111110.pdf>参照)。

1戸当り使用電力量(kWh/戸/年)の上位順位は、1位福井8,765、2位富山7,827、3位石川7,459、4位島



- 図2 都道府県別の1戸当り使用電力量、1住宅当たり延べ面積及び幸福度
- ・1戸当り使用電力量(kWh/戸)は1位福井が8,765、2位富山が7,827、3位石川が7,459、4位島根が7,110、5位和歌山が7,701
  - ・1戸当り使用電力量全国平均は6,283kWh/戸/年
  - ・1住宅当たり延べ面積(m<sup>2</sup>)は1位富山が151、2位福井が147、3位秋田が139、4位山形が138、5位新潟が133
  - ・幸福度は1位が福井7.23、2位が富山7.2、3位が石川6.9、4位島根が6.3、5位佐賀が6.55

根7,110、及び5位和歌山7,701です。

1戸当りの年間使用電力量平均値6,283kWh/戸で、公表数値例4,209kWh/戸 ([http://www.eccj.or.jp/pressrelease/060425\\_1.html](http://www.eccj.or.jp/pressrelease/060425_1.html)、参照)に比して1.4倍を示しています。1住宅当り延べ面積(m<sup>2</sup>)の上位順位は、1位富山151、2位福井147、3位秋田139、4位山形138及び5位新潟133で、1位富山と2位福井は1戸当り年間使用電力量(kWh/戸/年)の2位と1位とをそれぞれ示しています。

太陽光発電とバッテリーとの組み合わせる自立電源を用いる、地産地消のエネルギー効果を説明してください。

電気料金を20円/kWhとすれば(<http://www.enecho.meti.go.jp/denkihp/shiryo/ryokin.pdf>参照)1戸当たりの年間平均電気料金試算値は20円/kWh×6,283kWh/世帯=12.5万円/世帯と考えられます。

家計調査2010年消費支出における電気代は11.8万円/年(=9,850円/月×12か月)及び通信費は14.4万円/年(=1.2万円/月×12か月)と報告されています(<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/19.htm>参照)。家計調査2010年消費支出における電気代及び通信費合計は26.2万円/世帯/年(=11.8万円/世帯/年+14.4万円/世帯/年)で、電気代及び通信費合計の換算年間平均電力量は13,100kWh(=26.2万円/世帯/年÷20円/kWh)となります。即ち、各世帯は、太陽光発電・バッテリー自立電源を用いて、電気代及び通信費合計の換算年間平均電力量13,100(kWh/年)相当の地産地消のエネルギーを生み出すことが期待されます。この値は1戸当り使用電力量1位福井8,765(kWh/戸/年)の1.5倍となります。

地上移動通信不感地域における衛星携帯電話の平常時利用の場合、月額基本料4,900円/月(5.88万円/年)、衛星携帯電話から衛星経由の衛星携帯電話の通話料20円/秒の経費が必要となります([http://sol.sanshin.co.jp/solution\\_n3/sol\\_column\\_html/column-29.pdf#search=衛星携帯電話料金比較](http://sol.sanshin.co.jp/solution_n3/sol_column_html/column-29.pdf#search=衛星携帯電話料金比較))。地上携帯電話利用時間41.8分/日(76.285秒/月)(<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/pdf/n1030000.pdf>参照)及び通信費14.4万円/年等の前提条件を考慮し、衛星携帯電話通話時間や衛星移動機サービス開発技術等を示してください。

地上移動通信不感地域における衛星携帯電話平常時利用に割当てられる通話料=通信費-衛星携帯電話基本料=14.4-5.88=8.52(万円/世帯/年)となります。衛星携帯電話通話料20円/秒に相当する衛星携帯電話通話時間は4,260(秒/年)(=85,200円÷20/秒)=11.8(秒/日)で、地上携帯電話利用時間41.8分/日=915,420秒/日に比べて214分の1以下になります。

ガス・水道・電気等の生活インフラのスマートユーティリティ監視制御(<http://www.ieee802.org/15/pub/TG4g.html> <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4k.html>等参照)IEEE国際標準規格と適合し、農林水産業における栽培・放牧・養殖等環境モニタリング及び地震・津波や台風・高潮等の国土保全環境モニタリング及び医療・健康モニタリング等のMachine to Machine(M2M、モノ対モノ)やInternet of Thing (IOT)における通話時間355秒/月~10秒/日以下のデータファイルの間欠転送サービス開発が急がれます。また、サービス開発と並行して、衛星移動機普及のための施策等が望まれます。太陽光発電・バッテリー自立電源装備の地震監視検出衛星通信地球局例を図3に示します。



海岸地域設置例



内陸山間地域設置例

図3 太陽光発電・バッテリー自立電源装備の地震監視・検出用衛星通信地球局例

- ・消費電力: 平均4W, 最大32W
- ・太陽光発電システム出力容量: 55W~60W
- ・バッテリー寿命: 送信162メガバイト, 受信864メガバイト

([http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20Technology/9201-M2M-BGAN\\_whitepaper\\_H43986\\_HR.pdf](http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20Technology/9201-M2M-BGAN_whitepaper_H43986_HR.pdf))

<http://www.hughes.com/ProductsAndTechnology/MobileSatSystemsTerminals/Hughes9201M2M/Pages/default.aspx>を参考に作成)

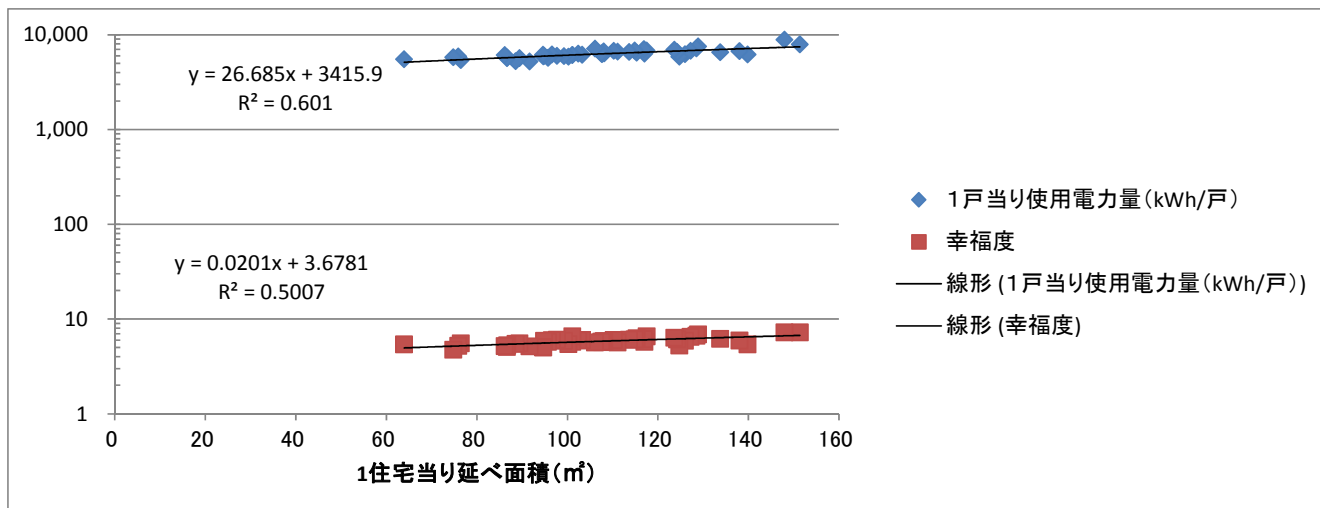


図4 1戸当りの年間使用電力量及び幸福度と1住宅当りの延べ面積との関係

- ・1戸当りの年間使用電力量の回帰直線： $26.6 \times 1$ 住宅当りの延べ面積 $+3,415$
- ・1戸当りの年間使用電力量(kWh/戸/年)と1住宅当りの延べ面積との相関係数は0.77で強い相関
- ・1戸当りの年間使用電力量が全国1位の福井は1住宅当りの延べ面積は147㎡であり、一戸当りの年間使用電力量は $26.6 \times 147 + 3,415 = 7,352$ (kWh/戸/年)
- ・幸福度の回帰直線： $0.0201 \times 1$ 住宅当り延べ面積 $+3.67$
- ・幸福度と1住宅当りの延べ面積との相関係数は0.7で中位の相関
- ・福井の幸福度は $0.0201(1/\text{m}^2) \times 147(\text{m}^2) + 3.67 = 6.62$

GAN\_whitepaper\_H43986\_HR.pdf参照)。

更に、現在の衛星移動機データレート比して、214倍を超える衛星移動機高速化技術、衛星移動機収容数増大のための大容量衛星移動通信技術及び衛星移動機の標準化・量産技術開発によるコスト低減化の加速が期待されます。

近年、社会経済統計「生活・家族」、「労働・企業」、「安全・安心」及び「医療・健康」の4つの部門が関連する幸福度と呼ばれる指標が注目されています([http://www.sri.or.jp/sri\\_database/backnumber\\_kiji/documents/99/99report2\\_2.pdf](http://www.sri.or.jp/sri_database/backnumber_kiji/documents/99/99report2_2.pdf)<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/9480.html>参照)。都道府県別の1戸当りの年間使用電力量及び幸福度の例を説明してください。

都道府県別の1戸当りの年間使用電力量及び幸福度を図4に示します。

幸福度は、様々な社会経済統計の中から「生活・家族」、「労働・企業」、「安全・安心」及び「医療・健康」の4つの部門から、地域住民の幸福度を端的に示していると思われる40の指標を抽出・加工し、総合的に評価・分析し、得られた数値で定義されています。(<http://www.hosei.ac.jp/documents/koho/photo/2011/11/20111110.pdf>参照)

3. 11地震・津波の時、宮古市の泌尿器科・皮膚科医院に避難した近所の女性(65)は「電気があって不安は少なかった」及び「電気と情報が保たれ冷静になれた」の報道例(<http://www.iwate-np.co.jp/311shinsai/sh201109/sh1109183.html>参照)は「安全・安心」指標の重要性を示す具体例と考えられます。

幸福度は1位福井7.23、2位富山7.2、3位石川6.9、4位島根6.3、及び5位佐賀6.55です。幸福度1位、2位、3位、4位順位が、それぞれ1戸当り使用電力量順位と一致する興味ある結果が示されています。

1戸当りの年間使用電力量と1住宅当りの延べ面積との相関関係を説明してください。

1戸当りの年間使用電力量と1住宅当りの延べ面積との関係を図4の上に青色のグラフで示します。1戸当りの年間使用電力量 $E_c$ (kWh/戸/年)と1住宅当りの延べ面積 $Sh$ (㎡)との関係は次の回帰一次直線で近似できます。

1戸当りの年間使用電力量(kWh/戸/年)  $E_c$ (kWh/戸/年) $=26.6 \times Sh(\text{m}^2) + 3.415$

一戸当りの年間使用電力量 $E_c$ (kWh/戸/年)と1住宅当りの延べ面積 $Sh$ (㎡)との相関係数 $C(E_c, Sh)$  $=0.77$ であり、お互いに強い相関があります。

1戸当りの年間使用電力量が47都道府県中1位の福井は1住宅当りの延べ面積は147㎡であり、一戸当



りの年間使用電力量(kWh/戸/年)の回帰直線で示された値 $E_c$ [福井]は

$E_c$ [福井]= $26.6 \times 147 + 3,415 = 7,352$ (kWh/戸/年)です。

第一項の傾き $26.6\text{kWh/m}^2 \times 147 = 3,910$ (kWh/戸/年)は、1戸当りの年間使用電力量回帰直線で示された値 $7,352$ (kWh/戸/年)の53.3%に相当し、照明、冷暖房空調設備及び電気掃除機等の使用時間と頻度に依存するものと考えられます。(http://www.pref.fukui.jp/doc/kankyoku/keikaku-sakutei\_d/fil/005.pdf#search='福井一戸当たりの年間使用、http://www.hidenka.net/energy/gp3.htm、http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/zu/h20/html/hj0801010202.html参照)

また、第二項の切片 $3,415\text{kWh/戸/年}$ は1戸当りの年間使用電力量回帰直線値 $7,352$ (kWh/戸/年)の46.4%に相当し、冷蔵庫、電気洗濯機、電気ポット、TV、通信機器及びパソコン等の使用時間と頻度に依存するものと考えられます。

他方、1戸当りの年間使用電力量が47都道府県中47位の北海道は1住宅当りの延べ面積が $91\text{m}^2$ (福井 $147\text{m}^2$ の1.6分の1)であり、一戸当りの年間使用電力量(kWh/戸/年)の回帰一次直線値 $E_c$ [北海道]は

$E_c$ [北海道]= $26.6 \times 91 + 3,415 = 5,835$ (kWh/戸/年)

です。第一項の傾き $26.6\text{kWh/m}^2 \times 91 = 2,420$ (kWh/戸/年)は、一戸当りの年間使用電力量回帰直線値の $5,835$ (kWh/戸/年)の41.4%に相当します。また、第二項の切片 $3,415\text{kWh/戸/年}$ は1戸当りの年間使用電力量回帰直線値 $5,835$ (kWh/戸/年)の58.5%に相当します。

### 幸福度と1住宅当りの延べ面積との相関関係を説明してください。

幸福度と1住宅当りの延べ面積との関係を図4の下に茶色のグラフで示します。幸福度 $H_i$ は1住宅当りの延べ面積 $S_h$ ( $\text{m}^2$ )に対して回帰一次直線で近似でき、次式で与えられます。

幸福度 $H_i = 0.0201 \times S(\text{m}^2) + 3.67$

幸福度と1住宅当りの延べ面積との相関係数 $C(H_i, S_h)$ は $C(H_i, S_h) = 0.70$ の中程度の相関を示し、1戸当りの年間使用電力量(kWh/戸/年)と1住宅当りの延べ面積との相関係数 $C(E_c, S_h) = 0.77$ より小さな値です。

1戸当りの年間使用電力量が1位の福井は1住宅当りの延べ面積は $147\text{m}^2$ であり、福井の幸福度 $H_i$ [福井]は

幸福度 $H_i$ [福井]= $0.0201 \times 147 + 3.67 = 6.62$

となります。

第一項の傾き $0.0201 \times 147 = 2.95$ 対第二項の切片 $3.67$ 比は1対1.2で、第一項傾きに相当する照明、冷暖房空調設備及び電気掃除機等の使用時間と頻度寄与は第二項切片に相当する冷蔵庫、電気洗濯機、電気ポット、TV、通信機器及びパソコン等の使用時間と頻度寄与とほぼ同じと考えられます。

他方、1戸当たりの年間使用電力量が47位の北海道は1住宅当りの延べ面積が $91\text{m}^2$ であり、北海道の幸福度 $H_i$ [北海道]は

$H_i$ [北海道]= $0.0201 \times 91 + 3.67 = 5.49$

となります。

第一項の傾き $0.0201 \times 91 = 1.82$ 対第二項の切片 $3.67$ 比は1対2で、第一項の傾きに相当する照明、冷暖房空調設備及び電気掃除機等の使用時間と頻度寄与は第二項の切片に相当する冷蔵庫、電気洗濯機、電気ポット、TV、通信機器及びパソコン等の使用時間と頻度寄与の2分の1となっています。

幸福度 $H_i$ [福井]対幸福度 $H_i$ [北海道]= $6.62$ 対 $5.49 = 1.2$ 対1であり、1住宅当りの延べ面積[福井] $147\text{m}^2$ 対1住宅当りの延べ面積[北海道] $91\text{m}^2 = 1.6$ 対1に比して小さな値を示しています。

人工衛星の自立電源の地上波及効果技術代表例は太陽光発電システムです。しかし、地上用太陽光発電システムは①夜間は発電できない。②雨や曇りのとき、発電出力が低下するので、天候変動に伴う等の短所があります。都道府県別の太陽光発電システムの発電出力容量について説明してください。

太陽光発電システム発電出力容量 $E_p$ (W)は1年間太陽光使用可能な電力量 $E_c$ (kWh)及び太陽光発電設備利用率 $U_{pv}$ (%)を用いて

$E_p$ (W)= $100(\%) \times E_c$ (kWh)÷ [ $U_{pv}$ (%)×365(日)×24(h)]で与えられます。

都道府県別の1年間太陽光使用可能な電力量 $E_c$ (kWh)と太陽光発電設備利用率平均値 $U_{pv}$ [平均値]=12%(Space Japan Review 2 & 3 No.78, February / March 2012 http://satcom.jp/78/index.html参照)とを用いて計算した、都道府県別の1戸当りに必要な太陽光発電出力容量 $E_p$ (W)、即ち、所要太陽光発電出力容量 $E_p$ (W)を図5に示します(http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/index.html、平成22年電気事業便

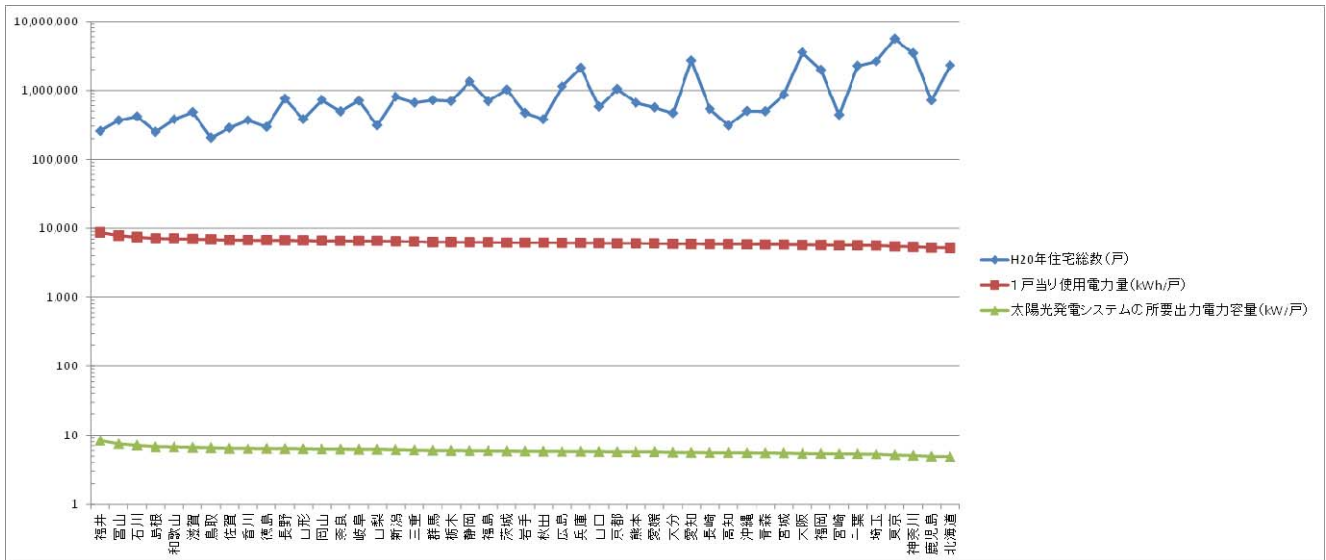


図5都道府県別の1戸当りの所要太陽光発電出力容量

- ・1戸当りの太陽光発電システムの所要出力電力容量(kW/戸):
  - 上位順位は1位福井が8.3、2位富山が7.4、3位石川が7.1、4位島根が6.8、5位和歌山が6.7
  - 下位順位は43位埼玉が5.3、44位東京が5.2、45位神奈川が5.1、46位鹿児島が5.0、47位北海道が4.9
- ・全国平均は5.6(kW/戸)

(<http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/index.html>、平成22年電気事業便覧、<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0><http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>を参考に作成)

覧、<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0><http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>を参照)。

1戸当りの太陽光発電システムの所要出力電力容量 $E_p$ (kW/戸)の上位順位は1位福井8.3、2位富山7.4、3位石川7.1、4位島根6.8、5位和歌山6.7です。他方、下位順位は43位埼玉5.3、44位東京5.2、45位神奈川5.1、46位鹿児島5.0、47位北海道4.9です。

また、1戸当りの太陽光発電システムの所要出力電力容量 $E_p$ (kW/戸)の全国平均は $E_p$ [平均値]=5.6(kW/戸)で出力電力容量の公表値例4(kW/戸)([http://www.pref.kochi.lg.jp/uploaded/life/61193\\_180016\\_misc.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/uploaded/life/61193_180016_misc.pdf)参照)の1.4倍(4×1.4=5.6)となります。

1戸当りの太陽光発電システムの出力電力容量 $E_p$ (kW/戸)と太陽パネル面積 $S_{pv}$ との関係を説明してください。

1戸当りの太陽光発電システムの出力電力容量 $E_p$ (kW/戸)と所要太陽パネル面積 $S_{pv}$ との関係を図6に示します(<http://www.sharp.co.jp/catalogdownload/btoc/sun/sunvista/catalog.pdf>

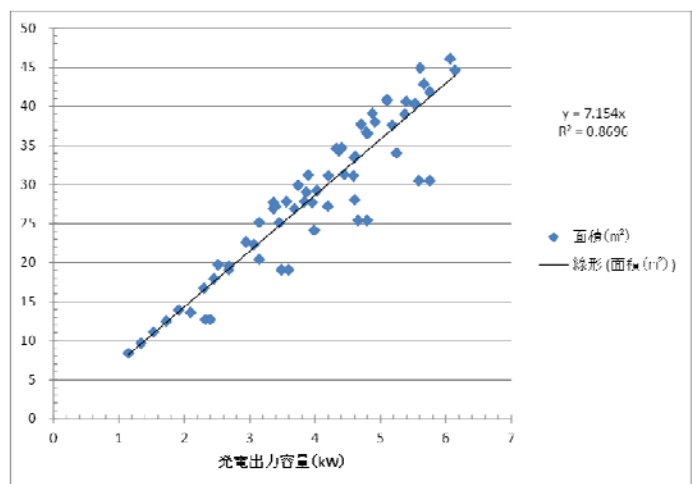


図6 発電出力容量と太陽光パネル面積との関係

- ・太陽光パネル面積(m<sup>2</sup>)=7.15×太陽光発電システムの発電出力容量(kW)
- ・太陽光パネル面積(m<sup>2</sup>)と太陽光発電システムの発電出力容量(kW)と相関係数は0.93で強い相関を持つ

(<http://www.sharp.co.jp/catalogdownload/btoc/sun/sunvista/catalog.pdf>  
<http://sumai.panasonic.jp/solar/154plan.html>  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/service/taiyo/jutaku/product/system/>  
[http://www.kyocera.co.jp/solar/pvh/pageview/pageview.html?page\\_num=#page\\_num=29](http://www.kyocera.co.jp/solar/pvh/pageview/pageview.html?page_num=#page_num=29)等を参考に作成)

<http://sumai.panasonic.jp/solar/154plan.html>

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/service/taiyo/jutaku/product/system/>

[http://www.kyocera.co.jp/solar/pvh/pageview/pageview.html?page\\_num=#page\\_num=29](http://www.kyocera.co.jp/solar/pvh/pageview/pageview.html?page_num=#page_num=29)等を参

照)

1戸当りの太陽光発電システムの出力電力容量 $E_p$ (kW/戸)と太陽パネル面積 $Sp_v$ ( $m^2$ /戸)との関係は次の回帰一次直線で近似できます。

$$Sp_v(m^2/戸) = 7.15(m^2/kW) \times E_p(kW/戸)$$

$$E_p(kW/戸) = 0.14(kW/m^2) \times Sp_v(m^2/戸)$$

太陽光パネル面積( $m^2$ )と太陽光発電システムの発電出力容量(kW)との相関係数 $C(Sp_v, E_p) = 0.93$ で強い相関を持ちます。

1戸当り太陽光発電システム出力電力容量の全国平均5.6kWに対し、太陽パネルの面積の平均値 $Sp_v$ [平均値]は

$$Sp_v[平均値] = 7.15(m^2/kW) \times 5.6kW = 39.3m^2$$

となります。

太陽光発電システム普及率 $SL_{pv}$ の47都道府県平均値が0.14%であるとの報告があります(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>参照)。自立的なエネルギー安全保障環境維持のため、化石燃料等の輸入依存率の低減を図るための有力候補として、太陽光発電・バッテリー自立電源の普及加速が重要な課題となっています。太陽光発電パネル面積、住宅の建築面積及び敷地面積等を用いて、都道府県別の1戸当りの住宅用太陽光発電出力容量算出に関する指標を説明してください。

太陽光パネルを住宅屋根に設置し、発電場所と電力消費機器設置場所との距離を最短にすることにより、送電・配電損失の最小化が期待でき、また、限られた住宅敷地面積の有効利用が図れます。住宅建ぺい率 $C_b$ (%)及び太陽光パネル換算建ぺい率 $C_{pv}$ (%)の定義を図7に示します(<http://myhome.nifty.com/kiso/kouza/60.jsp>参照)。住宅屋根設置太陽光パネル面積 $Sp_v$ ( $m^2$ )は住宅建築面積 $S_b$ ( $m^2$ )以下と考えられます。

東京近郊(北緯35度)では、太陽光パネルを角度30度で南向きの切り妻屋根に設置すると最大発電量が得られます。

(<http://www.tepco.co.jp/csr/renewable/megasolar/index-j.html>, <http://www.solar.nef.or.jp/hosoku.pdf>参照)、

代表例として、東京近郊(北緯35度)の南向きの角度30度の切り妻屋根に出力電力容量全国平均 $E_p$ [平均値]=5.6(kW/戸)の太陽光パネル設置する場合を検討します。

図7に示された住宅建ぺい率 $C_b$ (%)及び太陽光パネル換算建ぺい率 $C_{pv}$ (%)の定義から、建築面積 $S_b$ 及び太陽パネル面積 $Sp_v$ に関する次式が得られます。

$$\text{建築面積 } S_b = 2 \times Sp_v \times \cos(30^\circ) = 2 \times Sp_v \times 0.86 = 1.72 \times Sp_v$$

$$\text{太陽パネル面積 } Sp_v = 0.58 \times \text{建築面積 } S_b$$

建築面積から太陽光パネル面積に換算するための係数は0.58となります。この関係は太陽光パネルを角度30度の切り妻屋根に設置する場合、建築面積を変えても成立します。

住宅建ぺい率 $C_b$ (%)は建築面積 $S_b$ 及び住宅敷地面積 $Sp_r$ を用いて、次式で定義されます。

$$\text{住宅建ぺい率 } C_b(\%) = (\text{建築面積 } S_b \div \text{住宅敷地面積 } Sp_r) \times 100\%$$

また、太陽光パネル換算建ぺい率 $C_{pv}$ (%)は太陽パネル面積 $Sp_v$ 及び住宅敷地面積 $Sp_r$ を用いて次式で定義されます。

$$\text{太陽光パネル換算建ぺい率 } C_{pv}(\%) = (\text{太陽パネル面積 } Sp_v \div \text{住宅敷地面積 } Sp_r) \times 100\%$$

太陽光パネル換算建ぺい率 $C_{pv}$ (%)と住宅建ぺい率 $C_b$ (%)との関係は次式で表されます。

$$\text{太陽光パネル換算建ぺい率 } C_{pv}(\%) = (0.58 \times S_b) \div Sp_r \times 100\%$$

太陽光パネル面積



・住宅建ぺい率  $C_b = \text{建築面積 } S_b / \text{敷地面積 } Sp_r$   
・第一種低層住居専用地域の建ぺい率は30、40、50、60%のうち、都市計画で定める割合

・太陽光パネル面積 < 建築面積 < 敷地面積  
・太陽光パネル換算建ぺい率  $C_{pv} = \text{太陽光パネル面積 } Sp_v / \text{敷地面積 } Sp_r$   
・太陽光パネル換算建ぺい率 < 住宅建ぺい率  
・切り妻屋根設置太陽パネルの設置角度が30度の場合  
- 太陽パネル面積 = (建築面積 ÷ 2) ÷  $\cos(30^\circ)$   
= (0.5 / 0.86) × 建築面積 = 0.58 × 建築面積  
- 太陽光パネル換算建ぺい率  $C_{pv} = 0.58 \times \text{住宅建ぺい率}$

(<http://myhome.nifty.com/kiso/kouza/60.jsp>を参考に作成)

図7 住宅建ぺい率及び太陽光パネル換算建ぺい率



$$=0.58 \times \text{住宅建ぺい率} C_b(\%)$$

過疎関係市町村(過疎地域)は安全・安心な食料や水、太陽光や水力等の再生可能エネルギーの供給、国土の保全など、国民全体の安全・安心な生活を支える重要な公益的機能を有しております([http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_gyousei/c-gyousei/2001/kaso/kasomain0.htm](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/2001/kaso/kasomain0.htm)参照)。

従って、過疎地域には、住宅建ぺい率 $C_{bu}=30\%$ を、他方、人口集中地区の区市町村(人口集中地域)(<http://www.stat.go.jp/data/chiri/1-1.htm>参照)には住宅建ぺい率 $C_{bd}=60\%$ をそれぞれ適用することが望ましいと考えます。

過疎地域の太陽光パネル換算建ぺい率 $C_{pvu}(\%)$ は次式で表されます。

$$\begin{aligned} \text{過疎地域太陽光パネル換算建ぺい率} C_{pvu}(\%) &= 0.58 \times C_{bu} \\ &= 0.58 \times 30(\%) = 17(\%) \end{aligned}$$

過疎地域の太陽光発電システムの発電出力容量 $E_{pu}(\text{kW})$ は

過疎地域の太陽光発電システム出力電力容量 $E_{pu}(\text{kW})$ は、過疎地域太陽パネル面積 $S_{pvu}$ を用いて次式で表される。

$$E_{pu}(\text{kW}/\text{戸}) = 0.14(\text{kW}/\text{m}^2) \times \text{過疎地域太陽パネル面積} S_{pvu}(\text{m}^2/\text{戸})$$

過疎地域太陽パネル面積 $S_{pvu} = 0.58 \times \text{過疎地域建築面積} S_{bu}$ を用いて

$$E_{pu}(\text{kW}/\text{戸}) = 0.14(\text{kW}/\text{m}^2) \times 0.58 \times \text{過疎地域建築面積} S_{bu}$$

過疎地域の住宅建ぺい率 $C_{bu} = 0.3 = \text{過疎地域建築面積} S_{bu} \div \text{過疎地域住宅敷地面積} S_{pru}$ を用いて過疎地域の太陽光発電システム出力電力容量 $E_{pu}(\text{kW}/\text{戸})$ は次式で示されます。

$$\begin{aligned} E_{pu}(\text{kW}/\text{戸}) &= 0.14(\text{kW}/\text{m}^2) \times 0.58 \times 0.3 \times \text{過疎地域住宅敷地面積} S_{pru}(\text{m}^2) \\ &= 0.14(\text{kW}/\text{m}^2) \times 0.17 \times \text{過疎地域住宅敷地面積} S_{pru}(\text{m}^2) \\ &= 0.024 \times \text{過疎地域住宅敷地面積} S_{pru}(\text{m}^2) \end{aligned}$$

離島において、3.11地震・津波により、地上の携帯電話サービスが停止された際、自立電源機能を持つ衛星電話「島を救った衛星電話(宮城・女川町の出島)」の報道例を紹介されました(図8 過疎地域と地



衛星電話は学校に運ばれ、当時女川四小校長だった今野孝一さん(51)が通信を試みた。**訓練以外に触れることのない衛星電話は、バッテリーが切れていた。**近くの道路工事現場の発電機から電源を取った。慎重にアンテナの向きを調整すると、受話器から発信音が聞こえる。今野さんは女川町や県の防災関係機関に次々と電話をかけた。だが、一向につながらない。少し考えて、ここは海の上だと気付いた。かけたのは海上保安庁の海上における事件・事故の電話番号「118」。「救助要請ですか」。頼もしい声が耳に響いた。電話から約2時間後の午後1時ごろ、陸上自衛隊のヘリが島に降り立った。30人乗りの大型ヘリ2機が、島と石巻市総合運動公園との間を何度も往復した。全員を搬送し終えた時は午後5時を回っていた。

([http://www.town.onagawa.miyagi.jp/hukkou/pdf/iinkai/01\\_meeting/01\\_meeting\\_appendix3-2.pdf](http://www.town.onagawa.miyagi.jp/hukkou/pdf/iinkai/01_meeting/01_meeting_appendix3-2.pdf)[http://www.kahoku.co.jp/spe/spe\\_sys1072/20110608\\_01.htm](http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1072/20110608_01.htm)<http://www.kaso-net.or.jp/map/miyagi.htm><http://servicearea.nttdocomo.co.jp/inet/GoRegcorpServlet?rgcd=02&cmcd=FOMA&scale=500000&lat=38.265868&lot=140.875533>を参考に作成)

図8 過疎地域と地上携帯電話不感地域例

上携帯電話不感地域例([http://www.kahoku.co.jp/spe/spe\\_sys1072/20110608\\_01.htm](http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1072/20110608_01.htm)参照)。都道府県別の過疎地域における潜在的太陽光発電出力電力容量について説明してください。

過疎市町村における過疎市町村宅地面積、過疎市町村住宅敷地面積、過疎市町村戸数及び過疎市町村一戸当たり太陽電池発電出力容量を次式で定義及び近似します。<http://www.kaso-net.or.jp/http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>参照)

過疎市町村宅地面積 = 過疎市町村比率 × 全市町村宅地面積

過疎市町村住宅敷地面積 = 過疎市町村宅地面積 × 建蔽率

過疎市町村戸数 = 過疎市町村世帯数 = 過疎市町村人口 ÷ 都道府県世帯当り人数

過疎地域の太陽光発電システム出力電力容量 Epu (kW/戸)

$Epu(kW/戸) = 0.024 \times \text{過疎地域住宅敷地面積} Spru(m^2/戸)$

従って、都道府県別過疎市町村太陽光発電システム出力容量は次式で示されます。

都道府県別過疎市町村太陽光発電システム出力容量

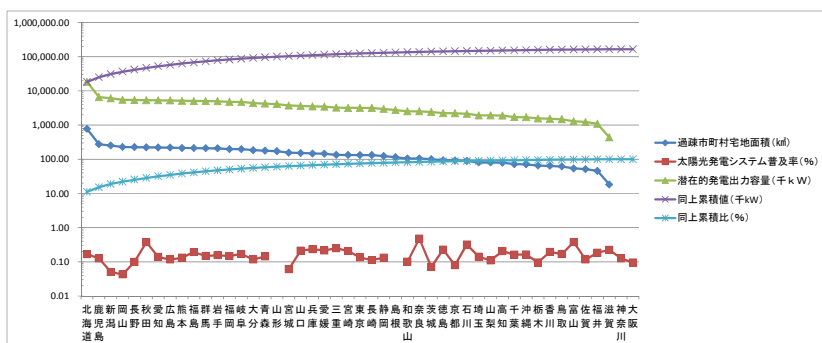
= 過疎市町村一戸当たり太陽電池発電出力容量 × 過疎市町村戸数

都道府県別の過疎地域の潜在的太陽光発電システムの発電出力容量を図9に示します。過疎市町村における潜在的太陽光発電システムの電力容量(万kW)の上位順位は1位北海道1,851、2位鹿児島658、3位新潟609、4位岡山548、5位長野543です。1位北海道1,851万kWから21位愛媛847万kWまで21道県(100% × 21 ÷ 47 = 44%)の潜在的太陽光発電システム電力容量11,484万kW累積値は電力容量合計16,521万kWの70%を占めます。

47都道府県の潜在的太陽光発電システム電力容量平均値は351万kWです。18位宮城県過疎関係市町村全体の潜在的太陽光発電システム出力電力容量373万kWは仙台空港南側の岩沼市(海拔2m, [http://www.mapion.co.jp/m/38.2652488888889\\_140.872855\\_3/](http://www.mapion.co.jp/m/38.2652488888889_140.872855_3/)参照))メガソーラー建設計画の出力電力容量1.5万kW((<http://www.yomiuri.co.jp/atmoney/news/20120304-OYT1T00780.htm>参照))の259倍(373 ÷ 1.5 = 259)となります。過疎地域の47都道府県潜在的太陽光発電出力電力容量の平均値351万kWは、太陽光発電システム出力電力容量60W級の自立電源装備衛星通信地球局(図3地震監視・検出の衛星通信地球局例

([http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20%20Technology/9201-M2M-BGAN\\_whitepaper\\_H43986\\_HR.pdf](http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20%20Technology/9201-M2M-BGAN_whitepaper_H43986_HR.pdf)参照)の5.8万台(=各都道府県平均351万kW ÷ 60W/台)整備配置規模に相当します。過疎地域における自立電源装備衛星通信地球局インタフェースが、短距離無線通信IEEE802.15 WPAN規格(<http://www.ieee802.org/15/> <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4k.html>, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG4m.html>, Smart Grid SC- March 2012 - IEEE802.11-12-0396r0 <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20120427/394201/?k3>参照)やIEEE802.11-WLAN規格(<http://www.ieee802.org/11/>参照)のノート等PCや携帯電話等の携帯サービス端末に適合し、ヒト対ヒト、ヒト対モノ、モノ対ヒトや地震・津波や台風・高潮早期検知・予報の一斉同報システム等のモノ対モノ用途の普及拡大に寄与するための施策加速が望まれます。

3.11地震・津波1次災害及び原発不具合・故障・事故2次災害の影響を受け、2011年7月1日から9月9日まで、電気事業法に基づく、東北電力と東京電力管内における電力使用制限令が発動されました(<http://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/japan-insight/NK1110802.pdf>参照)。都道府県別の人口集中地域における潜在的太陽光発電出力電力容量について説明してください。



- ・太陽光発電システム普及率の全国平均は0.14%
- ・潜在的太陽光発電システム電力容量(万kW)の上位順位は1位北海道1,851、2位鹿児島658、3位新潟609、4位岡山548、5位長野543
- ・1位北海道から21位愛媛まで21道県((21 ÷ 47) × 100% = 44%)の潜在的太陽光発電システム電力容量累積値11,484万kWが全電力容量16,521万kWの70%を占める
- ・47都道府県の潜在的太陽光発電システム電力容量の平均値は351万kW

(<http://www.kaso-net.or.jp/http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycode=0>を参考に作成)

図9 過疎地域の潜在的太陽光発電システム電力容量



人口集中地域の太陽光発電システムの発電出力容量Epd(kW)は 人口集中地域太陽パネル面積Spvdを用いて次式で表される。

$$Epd(kW/戸) = 0.14(kW/m^2) \times \text{人口集中地域太陽パネル面積}Spvd(m^2/戸)$$

人口集中地域太陽パネル面積Spvu=0.58×人口集中地域建築面積Sbuを用いて

$$Epu(kW/戸) = 0.14(kW/m^2) \times 0.58 \times \text{人口集中地域建築面積}Sbu$$

人口集中地域の住宅建ぺい率Cbd=0.6=人口集中地域建築面積Sbu÷人口集中地域住宅敷地面積Sprd)を用いて人口集中地域の太陽光発電システム出力電力容量Epd(kW/戸)は次式で示されます。

$$\begin{aligned} Epu(kW/戸) &= 0.14(kW/m^2) \times 0.58 \times 0.6 \times \text{人口集中地域住宅敷地面積}Sprd(m^2) \\ &= 0.14(kW/m^2) \times 0.348 \times \text{人口集中地域住宅敷地面積}Sprd(m^2) \\ &= 0.048 \times \text{人口集中地域住宅敷地面積}Sprd(m^2) \end{aligned}$$

都道府県別の人口集中地域における潜在的太陽光発電出力電力容量を図10に示します(<http://www.kaso-net.or.jp/http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycocode=0>参照)

人口集中地域における潜在的太陽光発電システムの電力容量(万kW)の上位順位は

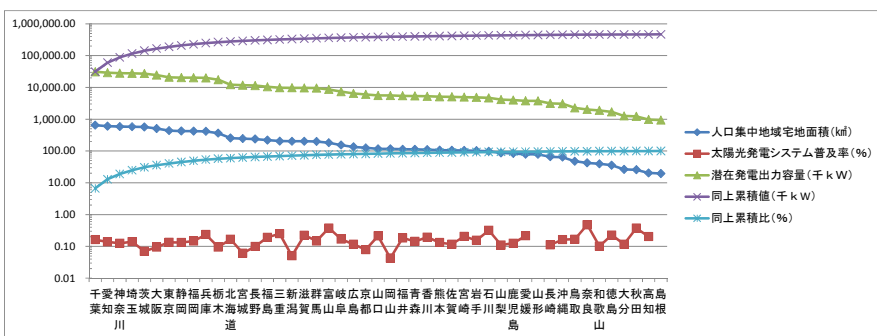
1位 千葉3,106、2位 愛知2,899、3位 神奈川2,809、4位 埼玉2,773、5位 茨城2,730です。

1位 千葉3,106万kWから17位 新潟970万kWまでの都道府県(100×17÷47=36%)潜在的太陽光発電システムの電力容量3.3億kWは潜在的太陽光発電システムの電力容量合計4.6億kWの71%を占めます。

人口集中地域における潜在的太陽光発電システムの電力容量の平均は990万kWです。

3位 神奈川県潜在的太陽光発電システムの電力容量28,093千kWは、羽田空港南側の多摩川河口と東京湾に面し、川崎市臨海部(海拔1m, [http://www.mapion.co.jp/m/35.346287222222\\_139.476143611111\\_4/](http://www.mapion.co.jp/m/35.346287222222_139.476143611111_4/)参照)の浮島太陽光発電所出力容量7千kW(<http://www.tepco.co.jp/csr/renewable/megasolar/>参照)の4千倍(28,093÷7=4,013)です。

3.11地震・津波では、太平洋沿岸の岩手、宮城、福島及び茨城等の被災に比して日本海沿岸の青森、秋田、山形や新潟等の被災は小さく、日本海沿岸地域が太平洋沿岸地域の災害救助緊急支援のバックアップ機能を果たしました([http://yamagata-np.jp/news/201201/15/kj\\_2012011500357.php](http://yamagata-np.jp/news/201201/15/kj_2012011500357.php) Yamagata Airport to a establish forward area refueling point(FARP) <http://www.353sog.af.mil/photos/>)



- 人口集中地域における潜在的太陽光発電システムの電力容量(万kW)の上位順位は1位千葉3,106、2位愛知2,899、3位神奈川2,809、4位埼玉2,773、5位茨城2,730
- 1位千葉3,106万kWから17位新潟970万kWまでの都道府県(100×17÷47=36%)潜在的太陽光発電システムの電力容量3.3億kWは潜在的太陽光発電システムの電力容量合計4.6億kWの71%を占める
- 人口集中地域における潜在的太陽光発電システムの電力容量の平均は990万kW

(<http://www.kaso-net.or.jp/http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001029530&cycocode=0>を参考に作成)

図10 人口集中地域の潜在的太陽光発電システム電力容量



- Output power (maximum) : 1800 W (2900 VA)
- Internal battery capacity: 51 amp-hours
- Internal battery voltage : 12 VDC (nominal)
- These mobile trailer systems feature 240VAC pure sinewave power output and more than 4 days of battery backup capacity

(<http://www.alpinesurvival.com/portable-solar-power.html> [http://www.solaronline.com.au/solar\\_trailer\\_systems.htm](http://www.solaronline.com.au/solar_trailer_systems.htm)を参考に作成)

図11 可搬型の蓄電池装備太陽光発電システム例

図12 米ロサンゼルス郡消防局救助隊

【3月18日 AFP】東北地方太平洋沖地震と巨大津波によってがれきと化した岩手県大船渡市の光景には、世界各地の災害現場で活動してきた経験豊富な米ロサンゼルス郡消防局(Los Angeles County Fire Department)救助隊の筋骨たくましい面々も、愕然となった。災害救助の専門家、救急救命医、危険物処理や構造工学の専門家ら約70名で構成される救助隊は、ハリケーン・カトリーナ(Hurricane Katrina)やハイチ地震、そして前月のニュージーランド地震でも救助活動に携わったエキスパートたち。今回の大地震を受け、真っ先に現地入りした海外救助隊の1つだ。だが、経験豊かな彼らでさえも、今回の地震被害の大きさには息をのむばかりだ。デービッド・ストーン(Dave Stone)隊長によると、2日間で5平方キロのがれきを掘り返し、捜索活動にあたってきた。これまでのところ、生存者は1人も発見できていない。地震からほぼ1週間が経過し、凍てつく寒さも続いている。「海岸から1マイル(約1.6キロ)沖で、船やたくさん車、倒壊した家が浮いています。車の中に誰かがいるとしても、生存の見込みは極めて厳しいでしょう」とストーン隊長。

生存者が見つかる可能性は日に日に遠のいているが、彼らは希望を捨てていない。大船渡市の行方不明者数は知らされていないというストーン隊長は、これまでに見つかった遺体がそれほど多くないことに希望を見いだしている。「惨状を初めて見た時は、がれきの中に閉じ込められている人が大勢いるはずだと思ったのですが、予想よりずっと少なかった。住民たちは警報を聞いて、どこか安全な場所に避難しているのではないのでしょうか」国連(UN)によると、大船渡市ではストーン隊長のロス郡消防局隊のほか米バージニア(Virginia)州フェアファックス郡(Fairfax County)、英国、中国の各救助隊も活動中。ロス郡救助隊は福島第1原発の事故を受け、活動エリアの放射能レベルの監視も行っている。



▲岩手県大船渡市で、生存者の捜索開始前に地図を確認する米救助隊員

slideshow.asp?id=%7B99F517C7-A279-4940-B39F-FE787F3BA733%7D参照)。

3. 11地震・津波の教訓及びミュンヘン再保険の自然災害インデックス東京・横浜が710及び大阪・神戸・京都が92で、世界順位4位以内([http://www.munichre.co.jp/public/PDF/Topics\\_Risk\\_Index.pdf](http://www.munichre.co.jp/public/PDF/Topics_Risk_Index.pdf)参照)を認識し、航空緊急・海上大量輸送手段による救援拠点地域から広域に分散した被災各地域まで効果的な救援活動支援([http://www.mod.go.jp/js/Activity/Gallery/touhoku\\_earthquake\\_g02.htm](http://www.mod.go.jp/js/Activity/Gallery/touhoku_earthquake_g02.htm), <http://www.mod.go.jp/msdf/formal/operation/img/earthquake/butai.pdf>参照)のため、東京に対しては日本海地域の新潟等、神奈川に対しては富山等、大阪に対しては鳥取等、兵庫に対しては島根等、京都に対しては太平洋に面する三重等に、可搬型の蓄電池設置太陽光発電システムをそれぞれ必要に応じて整備する施策加速が必要です(図11可搬型の蓄電池装備太陽光発電システム、<http://www.alpinesurvival.com/portable-solar-power.html> [http://www.solaronline.com.au/solar\\_trailer\\_systems.html](http://www.solaronline.com.au/solar_trailer_systems.html), [http://sunwize.com/index.cfm?page=business\\_highlights&crd=96](http://sunwize.com/index.cfm?page=business_highlights&crd=96)参照)。更に、ミュンヘン再保険の自然災害インデックスに関して、サンフランシスコ湾が167、ロサンゼルスが100(図12 米ロサンゼルス郡消防局救助隊、<http://www.afpbb.com/article/disaster-accidents-crime/disaster/2791065/6960855>参照)等であることを考慮し、環太平洋地域の日米自治体が災害救援相互補完・補強に関する連携協定の加速が望まれます(自治体災害協定／遠くにも「隣人」をつくろう、<http://www.kahoku.co.jp/shasetsu/2012/04/20120430s01.htm> <http://www.sisterc.net/> <http://nsca.gr.jp/sistercities/losangeles/>参照)

過疎地域における宮城県潜在的太陽光発電システム出力容量試算例と岩沼太陽光発電所出力容量との比較対照及び過疎地域が存在せず、人口集中地域のみ神奈川潜在的太陽光発電システム出力容量試算例と浮島太陽光発電所との比較対照などから、住宅屋根設置型太陽光発電システムは、広域分散型の電力地産地消に適し、他方、地震・津波や台風・高潮等災害対策が必要な臨海地域における広大な地上設置型浮島や岩沼等の太陽光発電所は、大規模集中型の電力地産地消に有効であることがわかります。

次回は「過疎地域における衛星通信地球局用太陽光発電システムの経済性」についてお聞きます。