

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：57301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340129

研究課題名(和文) 太陽光発電施設のフィールド調査および日本全土を網羅する観測システムの構築

研究課題名(英文) Field study of solar system and Development of observation system

研究代表者

重松 利信 (Shigematsu, Toshinobu)

佐世保工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：10390535

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：全国の高等専門学校に設置されている太陽光発電施設を調査対象として、発電データを調べることで劣化特性ばかりが、その地域性や環境への影響調査を含めた総合的調査を行った。

調査対象は2010年に40kW級の太陽光発電施設を設置した39校の高専(最も北は函館、最も南は沖縄)である。設置後約15年を経過してなお稼働している施設は7割近く有り、その中で発電量の低下が認められた施設は6割、その低下率は年間3%であった。低下のあった施設は全国に等しく散らばっているにも関わらず、低下のなかった施設は比較的九州を含む西日本に偏っていた。また、セルの剥離をはじめとするパネルへのダメージは9割の施設で確認された。

研究成果の概要(英文)：39 National Colleges of Technology, Japan, mainly along the Pacific coast, installed photovoltaic power systems with 40 kW solar panels about 15 years ago. Considering such situations, the purpose of this study is to find out deteriorating conditions of those panels and stresses towards surrounding environment.

Though data are collected from National Colleges of Technology, there are 70% National Colleges of Technology whose photovoltaic power systems still generate electricity and preserve the data. Among them, 60% of Colleges in the reduced power. With the annual reduction rate is 3%. As for 40% of Colleges, though the systems were installed 15 years ago, the efficiency of generating electricity has not decreased.

研究分野：低温物理学

キーワード：太陽光発電 経年劣化 再生可能エネルギー

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化などに代表される環境問題に世界中が大きな注目を寄せている。それらに対する取組の歴史は古く、日本では1973年の第一次オイルショックを契機に新エネルギー技術研究開発のてこ入れとしてサンシャイン計画が実施され(1974年)、1978年からはムーンライト計画が、1993年からはニューサンシャイン計画が実施された。これらは環境保全、経済成長、エネルギー需給安定対策のための新エネルギー・省エネルギー技術、環境対策技術の推進として実施されてきた。2009年には、余剰電力買取制度が制定され、再生可能エネルギーの普及促進に拍車がかかり、太陽光発電システムを設置した家庭が急激に増加した。

更に、2011年3月の東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の放射性物質の放出をともなった原子力事故によって、発電や電力に対して興味が集まり、安全かつ環境負荷の小さい自然エネルギー(再生可能エネルギー)の利用システムが大きく注目されるようになった。中でも、急激に普及が進んでいるのが太陽光発電システムであり、2012年の経済産業省の調査によると、出力がMW級の太陽光発電所は日本全国に80箇所も存在している。

2. 研究の目的

上記のように太陽光発電システムが大いに普及しているにも関わらず、太陽光発電システムの地域性による発電量や劣化の差は示された例はなく、早急な調査研究が望まれている。劣化特性に関しては、産業技術総合研究所によって出力劣化特性評価実験が行われ、パネルの種類毎の劣化特性が示されている。

さて、全国には57校の国公立高専があり、その中で太陽光発電の期待できる太平洋沿岸を中心に39校の高専に1999年~2001年を掛けて数十kW級の太陽光パネルが設置されている。これら太陽光発電施設は、設置以来ほとんどメンテナンスされてきておらず、自然による風化・腐食による性能劣化などのフィールドテストには最適な状態にあると思われる。そこで、それら発電施設の状況を調査することによって日本各地の発電量の逐次確認・経年劣化と地域性との関係を示すことが本研究の目的である。

3. 研究の方法

全国に広く分布している高等専門学校の屋外に設置してある太陽光発電施設を対象に、以下のステップに従った調査を行った。

1. 第1次調査・・・稼働状況調査
2. 第2次調査・・・発電量推移、劣化調査
3. 第3次調査・・・地域による発電量比較
4. 第4次調査・・・継続的発電量蓄積手法開発

調査方法は、現地へ赴き、目視検査および各種データ取得を行うフィールド調査である。

4. 研究成果

(1) 第1次調査...稼働状況調査

稼働状況の調査は2009年と2013年にアンケートおよび実地調査によって行った。調査結果を表1にまとめる。太陽光発電施設を抱えている全39高専の内、設置後約15年経過した現在も稼働している施設は、90%の35施設あるが、データ収集用のPCが古く、データがオーバーフローを起こし、保存できていない施設が9施設あった。さて、稼働している施設の内、15年間で一度も修理していない(PCの整備を除く)施設は12施設あり、全体の31%である。一方、パワーコンディショナあるいはパネルの修理を行った23施設の内、パワーコンディショナの修理・交換をおこなった施設が21施設あり、現在稼働していない施設(5施設)もパワーコンディショナが不良であることから、全体の67%がパワーコンディショナの故障を経験している。パネルの交換を行った施設は2施設であり、パネル不良は全体の5%程度であった。

15年間一度も故障したことがない	31%
故障箇所 パワーコンディショナ	67%
故障箇所 パネル	5%
故障箇所 その他	0%

表1 稼働状況調査結果

(2) 第2次調査...発電量推移、劣化調査

図1に代表的な発電データとして、2005年~2012年の都城高専の発電データを棒グラフで示した。横軸は年度であり、縦軸は1日当たりの発電電力量[kWh](左縦軸)である。賞味の発電量は、日照時間で正規化する必要がある。そこで気象庁のデータから、都城高専の位置する宮崎県都城市の日照時間を引き出し(図1の折れ線グラフ(右縦軸)⁽⁸⁾)、規格化した発電量の年次推移を算出したところ、2005年からの8年間の発電電には、ほとんど変化がなく、発電効率の経年劣化はみられなかった(図2参照)。



図1 都城高専の1日あたりの発電電力量(棒グラフ)と日照時間(折れ線グラフ)の関係

上記のような方法で、発電データの蓄積のあった 27 施設に対して、その地方での日照時間で規格化した発電量を算出して発電効率の経年劣化を比較した。発電効率の低下が確認されたのは全体の 46%に相当する 12 高専であり、残りの 54%の施設では明らかな効率低下は確認されなかった。

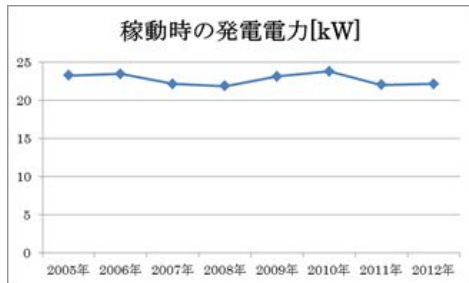


図 2 日照時間で規格化した発電量の年次推移

更に、発電効率の低下を確認した 12 施設の内、信頼性の高い発電データを有する 9 施設について、発電量の減少率を一次関数と仮定して算出した(図 3 参照)。最大減少率 6%、平均減少率 3%であった。この値は、産業技術総合研究所の示した経年劣化特性と比較して非常に小さい。

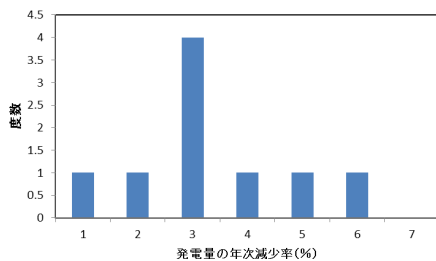


図 3 発電量の減少率に対する度数分布

(3) 第 3 次調査・地域による発電量比較

明らかな発電量の減少が確認された 12 施設と発電量が劣化していない 14 施設について、地域性があるか検討した。図 4(a)に発電量の減少が確認されなかった施設を示し、図 4(b)に減少が確認された施設を示す。

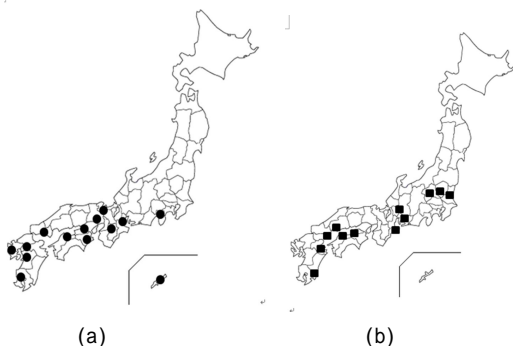


図 4(a) 発電量の劣化がなかった 14 施設と(b)発電量の減少が確認された 12 施設

おおまかに見ると性能が劣化している地域は東方に多く分布している様に見える。更に詳しく見ると、九州地方では、パネルの性能劣化が見られない地域は、佐世保や熊本など西側の地域にあり、劣化が見られる地域は、大分や都城など東側の地域にある。近畿地方ではパネルの性能劣化なしの地域が多い。

更に、地域による関連性を見出すために湿度、降水量、寒暖差などの気象条件による比較を行ったが、それらに対する優位性は見られず、発電量減少の有無に関する地域性は解明できていない。

(3) その他

施設の目視検査を通して、39 高専の 9 割の施設でソーラーセルの剥離が確認された。図 5 は代表的なシリコン単結晶の剥離の様子である。セルの周囲がガラスから剥離し、その部分に水分の凝集が起きている様子が確認できる。しかしながら、このような剥離は、直接、発電量の減少には結びついていない。都城高専では約 7 割のセルで剥離が起っていたにも関わらず、15 年来発電量の減少は起っていない。

どの程度までの剥離が、発電量に影響しないかは、明らかにできていない。

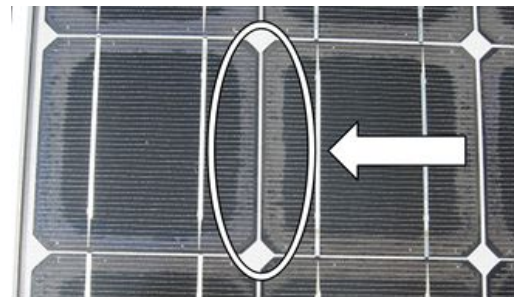


図 5 ソーラーセルの剥離の様子

<引用文献>

調達価格等算定委員会(第 1 回):「我が国における再生可能エネルギーの現状」. 経済産業省 (2012 年 3 月 6 日).

石井徹之, 大谷謙仁, 増田淳, 菱川善博: 「産総研九州センターの各種太陽電池アレイの年間発電量」, SAT テクノロジー・ショーケース 2013, pp.33, (2013)

石井徹之, 大谷謙仁, 増田淳, 菱川善博: 「産総研九州センターにおける各種太陽電池アレイの発電量データ解析」, 太陽/風力エネルギー講演論文集 2013, 一般社団法人日本太陽エネルギー学会出版, pp. 33 ~ pp.36, (2013)

M.Miyashita, N.kawai and J.Masuda: "Measuring Method of Moisture Ingress into Photovoltaic Modules", J. J. A. P., Vol.51, No.10 pp.10NF12-1 ~ pp.10NF12-4, (2012)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

重松利信, 小川昇洋, 高崎建, 川崎仁晴, 嶋田英樹, 森下浩二, 城野祐生, 小野文慈, 太陽光発電施設のフィールド調査, 電気学会・教育フロンティア研究会, 査読無, FIE-14-3, 2014, pp. 11-15,

〔学会発表〕(計 4 件)

重松利信、太陽光発電施設のフィールド調査、電気学会・教育フロンティア研究会、2014年3月7日、ソフトプラザ鹿児島(鹿児島県)

重松利信、太陽光発電施設のフィールド調査、応用物理学会、2014年3月19日、青山学院大学(神奈川県)

重松利信、太陽光発電システムの調査、日本物理学会、2014年9月8日、中部大学(愛知県)

重松利信、シリコン系太陽光システムの劣化調査、応用物理学会、2014年9月17日、北海道大学(北海道)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

重松 利信 (SHIGEMATSU Toshinobu)
佐世保工業高等専門学校・その他部局等・教授
研究者番号：10390535

(3) 連携研究者

川崎 仁晴 (KAWASAKI Hiroharu)
佐世保工業高等専門学校・その他部局等・教授
研究者番号：10253494

小野 文慈 (ONO Bunji)
佐賀大学・文化教育学部・教授
研究者番号：60224276

中島 賢治 (NAKASHIMA Kenji)
佐世保工業高等専門学校・その他部局等・教授
研究者番号：40311112

嶋田 英樹 (SHIMADA Hideki)
佐世保工業高等専門学校・その他部局等・准教授
研究者番号：50311113

城野 祐生 (JOHNO Yuuki)
佐世保工業高等専門学校・その他部局等・准教授
研究者番号：80353233