

Expectation of SPS from the Point of View of Power Supply in Antarctic*

Shogo Nishikawa (Nihon University), Kenji Ishizawa (National Institute of Polar Research)

Abstract

National Institute of Polar Research (NIPR) conducts a lot of observations relating to the earth, the environment, life, space and other fields. Syowa base in Antarctica is important base to study them. In Syowa base, the diesel engine generator (DG) supplies electrical energy and thermal energy at the same time, and the boiler supplies supplementary thermal energy. Most fuel for DG and boiler is light oil. To reduce the volume of fuel consumed in Syowa base, we study the proper renewable energy system (RE) to supply both electrical and thermal energy. However, the past introductions of photovoltaic power generation systems (PV) and wind power generation systems (WG) were not successful because of extreme climate condition in Antarctica. For example, most PV modules were destroyed. We installed the test facility that PV modules were set in various condition to identify the proper installation condition from the point of views of generation performance and reliability.

NIPR has a plan to construction of a new station near the existing Dome Fuji station. Dome Fuji station is approx. 1,000km far from Syowa base and 3,800m above sea level. Though annual average temperature in Syowa base is approx. -10°C , annual average temperature in Dome Fuji station is approx. -40°C . This means that they need huge volume of oil heating in Dome Fuji. Moreover, a big snow car from Syowa base to Dome Fuji station can run only 0.5 km with one liter of oil. Therefore snow car has to carry huge volume oil from Syowa base to Dome Fuji station. The introduction of renewable energy such as PV is more important than that in Syowa base.

Since almost every day is very fine, irradiance in summer at Dome Fuji is very high. However, PV system is not useful for four months in winter, and we have to prepare the other renewable energy system such as wind energy or energy storage system that can energy with high efficiency under extreme cold condition for a long time.

SPS may be very useful to provide stable energy to Dome Fuji station. However, we have to consider proper method not to affect the observation activities conducted by other a lot of countries in Antarctica.

* Presented at the Thirteenth SPS Symposium, 28-29 October, 2010

南極における電源確保からみた宇宙太陽光発電への期待*

西川 省吾（日本大学 理工学部） 石沢 賢二（国立極地研究所）

1. はじめに

昭和基地は南極で我が国（国立極地研究所）が管理する4つの基地のうち唯一の有人基地で、この基地を拠点にして天体・気象・地質調査・観測などが行われている。隊員の日常生活に加え、これらの調査活動を推進する上で必要な全ての電気・熱エネルギーは、現在、ほぼ100%が化石燃料（軽油、他）で賄われている。そして全燃料を南極観測船「しらせ」により、食料、調査機材などともに国内から運搬されている。しかしながら、南極での調査・観測活動は今後、増加することが確実で、それに伴い必要なエネルギーも増加する。もし増加分を現在と同じ化石燃料に依存するとしたら、必要な燃料の全てを観測船で輸送することが困難である。

使用燃料を削減するには、「省エネルギー」と「再生可能エネルギー（RE）の導入」の2つが重要である。特に後者については、既にこれまでも様々な対策がとられてきているが、南極という極めて厳しい自然環境により、必ずしも順調にいけないのが現状である。また、極寒の地であることから、熱負荷が電気負荷よりもかなり大きく、大量の熱を供給可能なシステムであることが重要である。

本稿では、使用する化石燃料の削減を目的として筆者らが実施中のRE導入のための検討概要、新ドームふじ基地への太陽光発電導入のための課題などについて説明する。

2. 昭和基地におけるエネルギー消費と気象

昭和基地のエネルギー供給源としては、定格容量が240kWの2台のディーゼル発電機（DG）を切り替えて使用している。DGはコジェネレーション運転しており、電気と熱を同時供給している。また、DGは電気負荷に合わせた出力で運転しており、不足する熱負荷についてはボイラやヒーターなどにより補完している。基地内の電気負荷は多少の変動はあるものの、比較的一年を通して安定しており、平均電力は170kWである。DGの電気出力が安定していることから熱出力も安定しているが、ほぼ一年を通じてDGからの熱出力では不足する。特に暖房負荷が大きくなる冬季（5～9月頃）には、全エネルギーの約20%をボイラ等で賄う。昭和基地で一年間に消費する燃料は約550k1で、その内430k1をDGで消費し、残りをボイラ・ヒーター、さらには車両で使用している。（車両の消費量は全体の約6%）

*第13回SPSシンポジウム、2010年10月28-29日に発表

昭和基地は海岸にあり、南極大陸の中では比較的気温が高い地点であるが、それでも年平均気温は -10°C を下回る。ただし夏季（1, 12月）には平均気温が約 0°C にまで上昇し基地周辺の雪は一部解けて地表（岩盤）が露出する。冬季は最も寒い時でも -40°C を下回ることとはほとんどない。平均風速は夏季には 5m/s 程度まで弱まるが、年平均では 6.8m/s と強く、また風向も年間を通じて北東を中心とした限定した範囲に収まっており、風力発電の適地といえる。

図1に昭和基地と東京の、各月の水平面における平均日積算日射量を示す。何れも気象庁のホームページに示される1998年から2007年までの10年間の平均値である。昭和基地は5～7月の冬季の約3ヶ月間は極夜期のため日射量がほぼ0であるが、11～1月の夏季の3ヶ月は反対に白夜期のため東京の約4倍もある。年積算量は昭和基地が約 $1,100\text{kWh}/\text{m}^2$ 、東京が $1,220\text{kWh}/\text{m}^2$ であり1割程度の差にすぎない。

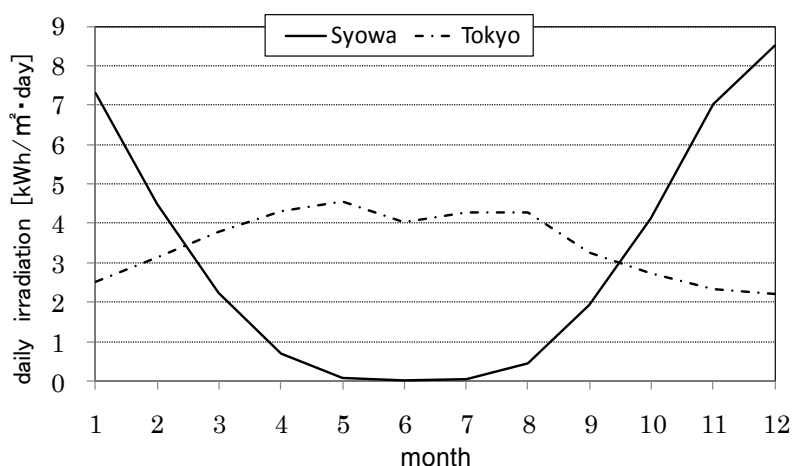


Fig.1 Average daily horizontal irradiation

3. 昭和基地への再生可能エネルギー導入の検討概要

既に導入済みのもものとしては、太陽光発電と風力発電がある。しかしながら、何れも長期間にわたり正常運転を継続するには多くの課題がある。設置済みの約 55kW の太陽電池を例にとった場合、かなりの高い確率で破損している。フロントガラスが破損したら即座に発電不能になるわけではないが、日数が経過すると破損部分が拡大し、そこから水分が浸入、電極が発錆・腐食していき、やがては発電不能になってしまう。この原因としてはブリザード、強風による振動、温度ひずみ等が考えられるが、現在のところはっきりとはしていない。この原因を明らかにするため、平成22年3月に昭和基地において太陽電池の設置条件（傾斜角度、方位）を様々に設定した試験設備を設置した（図2参照）。この評価試験を通し、発電性能と信頼性の観点から最適な太陽電池の設置条件を明らかにする。

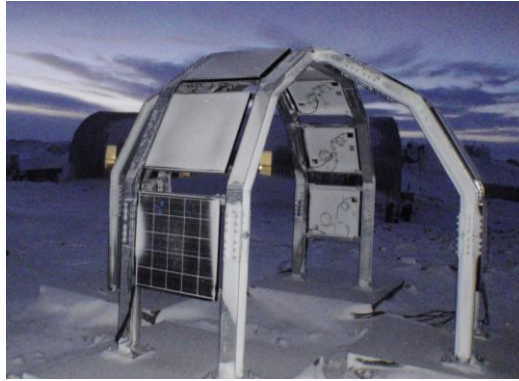


Fig.2 Appearance of PV test facility

4. ドームふじ基地への太陽光発電の導入上の課題

将来、第2の有人基地として、現在のドームふじ基地の近くに新しい基地の建設計画がある。ドームふじ基地は昭和基地から約1,000kmも離れた標高が約3,800mの場所である。大型雪上車の燃費は500m以下/Lであり、基地で使用する燃料も考えると昭和基地とドームふじ基地の往復には、相当量の燃料輸送が見込まれる。そのため、昭和基地以上に太陽光発電などの導入が期待される。太陽光発電の可能性として、ドームふじ基地と日本大学工学部船橋校舎で実測した日積算日射量（ドームふじは水平面、船橋校舎は南向き傾斜20度）を図3に示す。これより船橋校舎は天候の影響により変動が激しいのに対し、ドームふじ基地は晴天率が極めて高く太陽高度の変化に追従していることが分かる。しかしながら約4ヵ月間の極夜があるため、この期間のエネルギー確保が課題である。

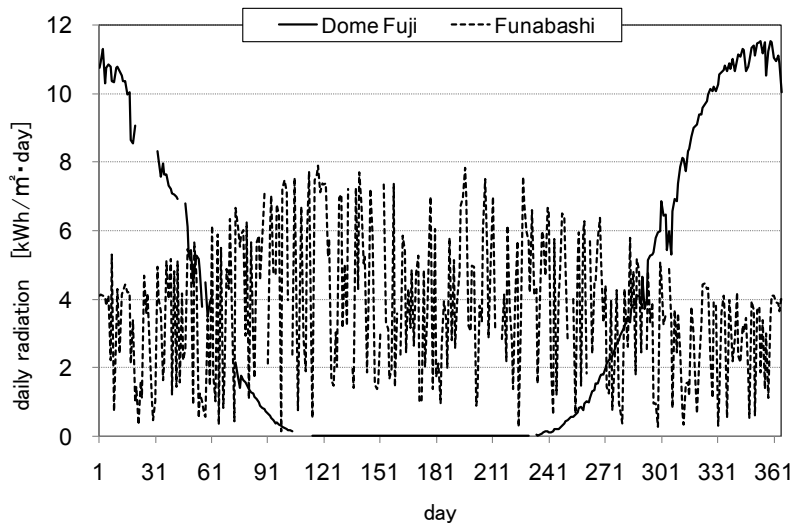


Fig.3 Daily irradiation

将来の対策技術としてSPSからの電力供給が考えられるが、SPSで開発される無線電力輸送技術による昭和基地からのエネルギー供給も期待される。ただし、南極大陸では日本以外の多くの国も調査活動を行っており、それらへの影響を考慮する必要がある。