

# 再生可能エネルギー電源が導入された離島電力システムの信頼度評価

## Reliability Assessment of Power System in Isolated Island with Renewable Energy Sources

キーワード：信頼度、アデカシー、太陽光発電、 /key words: reliability, adequacy, photovoltaic system

宮内 肇 准教授 Ph.D. / Hajime MIYAUCHI Assoc. Prof., Ph.D.

情報・エネルギー部門 電力・制御分野 / Research Field of Electric Power and Control

E-mail : miyauchi@cs.※ Tel : 096-342-3612 URL :http://www.cs.kumamoto-u.ac.jp/

### ●離島システムの電力供給

現在、離島の電力はディーゼル発電機で供給されているため、本土に比べコストが高く、燃料輸送も必要である。そこで、太陽光発電 (PV) や風力発電など再生可能エネルギー電源がコスト、燃料の両面から、離島システムに導入され易い環境にある。しかし、これら再生可能エネルギー電源は日射や風速により出力が変動するため、周波数の変動などを引き起こすだけでなく、信頼度にも影響を与える。

### ●太陽光発電による供給信頼度と投資に対する日射パターンの影響

夏季の最大需要の平均が80MWの離島で、年間日射量パターンだけが異なる3つの離島をモデルとする。10MWのディーゼル発電機を1台取り除いた時にPVで供給信頼度 (LOLP) を回復するには、70~80MWのPVが必要であるが、ピーク時である夏に日射量が多い離島の方がPVの容量は少なくてよい。逆に、PVの全出力が固定価格で買い取られる場合、年間平均日射量の多い離島の方が早くPVへの投資を回収できることが分かる。



Figure 1 Photovoltaic system in a island

Table 1 Effect of solar radiation on reliability and investment

|  | Island 1 | Island 2 | Island 3 |
|--|----------|----------|----------|
| annual avr. radiation [kW/m <sup>2</sup> ] | 0.171    | 0.171    | 0.157    |
| avr . radiation in summer                  | 0.220    | 0.172    | 0.201    |
| capacity of PV[MW]                         | 69.4     | 86.2     | 78.2     |
| LOLP[day/year]                             | 5.24     | 5.24     | 5.22     |
| daily ave. output [MW/day]                 | 8.32     | 10.3     | 8.58     |
| investment recovery [year]                 | 10.4     | 10.4     | 11.6     |

**Power supply in isolated islands** : An electric power in remote islands are supplied by diesel generators, which cost is higher than the main grid. Then, PV systems and wind turbine generators (WTG) are easily introduced to remote island systems. However, as the outputs of PV and WTG fluctuate, it causes the fluctuation of frequency, and also affect on the reliability.

**Effect of radiation on reliability and investment by PV** : Three remote islands which have different patterns of solar radiation are employed as sample systems. When one 10MW diesel generator is removed from the system, it requires to install 70-80MW PV to recover the reliability. However, the capacity is small if the radiation in summer is large. On the contrary, when all output of PV is sold by fixed price, the investment of PV is recovered earlier if PV is installed in the island of which annual average radiation is larger.

# 期待効用理論に基づく火力発電事業の事業価値評価

## Value Assessment of Thermal Power Plant Project by Expected Utility Theory

キーワード : UNPV、リスク、効用関数、 /key words: utility net present value, risk, utility function

宮内 肇 准教授 Ph. D. / Hajime MIYAUCHI Assoc. Prof., Ph.D.

エネルギー科学部門 電力エネルギー制御システム分野 / Research Field of Electrical Power, Energy Management and Control System

E-mail : miyauchi@cs.※ Tel : 096-342-3612 URL :http://www.cs.kumamoto-u.ac.jp/

### ●電力自由化後の電気事業

電気事業は膨大な投資を数十年かけて回収する。将来の収入が保証されていたときは、一般的に純現在価値法（NPV法）で事業価値を評価してもよい。しかし、電力自由化後は、電気事業も価格変動などのリスクに直面する。そのため、投資家のリスクを評価する事業価値手法が求められ、そのような手法として期待効用理論に基づくUNPV法が提案されている。

### ●UNPV法による火力発電事業の評価

火力発電事業にUNPV法を適用し、価格変動などリスクが増えると価値が下がり、正しく事業価値を評価していることを既に確認している。

現在、電力と燃料価格の変動のみをリスクとした火力発電事業に対し、規模に基づくリスクを考慮した場合について検討している。図に示すように、ある条件下ではUNPVが上に凸の曲線となり、最適投資点を得ることができる。

**Electric power industry after the deregulation :** Electric utilities recover their investments for several decades. When the future income has been guaranteed, the project could be evaluated by “Net Present Value” generally. However, electric utilities face risks such as price movement after the deregulation. Then, it is required to develop a value assessment method of projects evaluating the attitude of investors for the risk. One of such method is UNPV method based on the expected utility theory.

**Evaluation of thermal power plant project by UNPV :** We have already confirmed that UNPV method evaluate value of the project properly.

Now, we study a risk of the scale for thermal power plant projects only considering the risks for prices of electric power and fuel. As shown in figure 2, UNPV value shows a convex curve under some conditions. Then, we can find the optimal point for the investment.

$$\text{Cash flow from project (CF)} : \{X_n, n = 1, 2, \dots, N\}$$

$$\text{NPV calculated by one trial} : RNPV = \left\{ \sum_{n=1}^N \left( X_n / (1+r)^n \right) \right\} - I$$

$$\text{UNPV is calculated by } E[u(-v + RNPV(X))] = 0$$

as v using Monte-Carlo simulation

Figure 1 Calculation method of UNPV

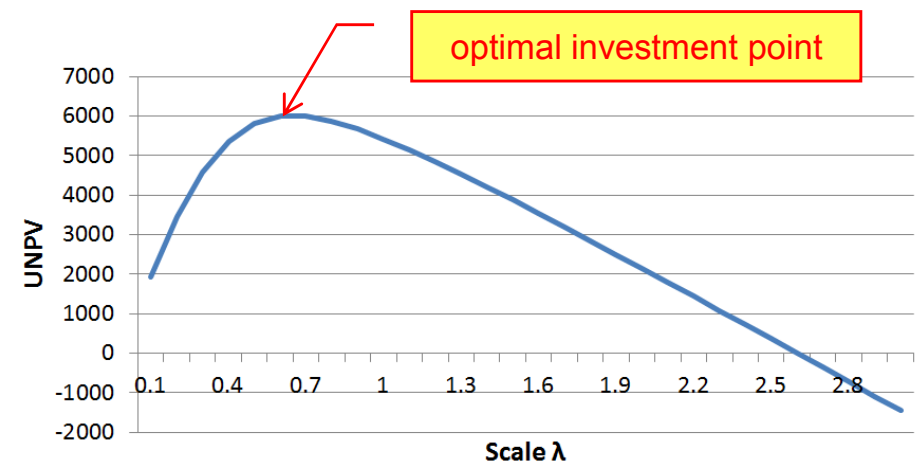


Figure 2 UNPV value for scale factor