

## ＜研究発表＞

### 浄水場における太陽光発電システムの導入

三輪 幸太郎<sup>1)</sup>, 村上 英樹<sup>2)</sup>, 飛川 昌也<sup>3)</sup>

1)滋賀県企業庁 南部水道事務所(〒524-0201 滋賀県野洲市吉川 3382 E-mail: miwa-koutaro@pref.shiga.lg.jp)

2)株式会社 明電舎 関西支社技術部(〒541-0048 大阪市中央区瓦町 4-2-14 E-mail: murakami-h@mb.meidensha.co.jp)

3)株式会社 明電舎 関西支社技術部(〒541-0048 大阪市中央区瓦町 4-2-14 E-mail: tobikawa-m@mb.meidensha.co.jp)

#### 概要

自然破壊等の環境問題は、全世界共通の課題であり21世紀は環境の世紀と言われている。1997年に採択された京都議定書では、地球の温暖化防止対策として先進国に対し温室効果ガス削減を義務付けている。このような背景の中、新エネルギーの有効活用は必要不可欠であり、近年、太陽光発電システムの普及は著しいものがある。

滋賀県企業庁では、2005年に県内の浄水場で初めて57kW太陽光発電システムを吉川浄水場に導入した。太陽電池モジュールは浄水池の上部可動収納式覆蓋に設置した。覆蓋は、テロ等による薬物混入防止を目的とし、かつ、太陽電池モジュールを設置することで敷地の有効活用も図っている。また、発電した電力は、場内の照明や浄水施設の機器に利用することで浄水場における電力会社からの買電電力量の低減に貢献している。

本論文では、吉川浄水場の太陽光発電システムの概要と採用した高効率型太陽電池モジュールの効果を紹介する。

キーワード: 地球温暖化防止対策、太陽光発電システム、敷地の有効活用、買電電力量低減

#### 1.はじめに

地球温暖化をはじめとする環境問題は、全世界共通の課題であり、21世紀は「環境の世紀」と言われている。平成9年に採択された京都議定書では、先進国に対して温室効果ガス削減を義務付けており、我が国においては、1990年(平成2年)レベルと比較して2008年(平成20年)から2012年(平成24年)の間に6%の削減が求められている。

このような背景の中、地球環境の保護とともにエネルギー自給への道を模索していく上で、新エネルギーの有効活用は必要不可欠であり、近年、クリーンで無尽蔵なエネルギーを利用した太陽光発電システムの普及は著しいものがある。

滋賀県では、環境への取り組みを進めるために、国際基準であるISO14001の認証を平成10年3月に「滋賀県工業技術センター」が都道府県の機関として全国で初めて取得した。また、平成16年3月には「全ての県の機関」において認証取得が完了した。

滋賀県企業庁ではISOの基本方針の施策に取り組むとともに、各水道事務所における業務を遂行するうえで必要な事項について、「水道事務所環境マネジメントシステム運用要項」を定め、環境影響を生じる作業、環境影響の原因となり得る作業についての手順を定めて、環境に配慮した水道事務所を目指している。

また、常に安全で安心な水を届けるために、浄水場でのテロ等による薬物投入の防止を目的として、水道施設への覆蓋の設置を実施している。

さらに敷地の有効活用として、設置する覆蓋の一部に太陽電池モジュールを配置し、発電した電力を場内の照明や浄水施設の機器に利用して、浄水場全体の消費電力低減による省エネルギー化を推進している。

#### 2.吉川浄水場(南部水道事務所)に導入した太陽光発電システムの概要

吉川浄水場は、滋賀県野洲市吉川の琵琶湖湖畔に位置し、沖合323mから取水する水道用水と工業用水の2つの施設を有する浄水場である。水道用水は、計画給水量が「148,400m<sup>3</sup>/日」で5市(草津市・守山市・栗東市・野洲市・湖南市)が給水対象区域であり、工業用水は計画給水量が「83,860m<sup>3</sup>/日」で6市1町(草津市・守山市・栗東市・野洲市・湖南市・甲賀市・竜王町)が給水対象区域である。

平成16年度に滋賀県内の浄水場としては初めて太陽光発電システムを導入した。工事は導水ポンプ井、脱臭処理池、上水凝集沈殿池の覆蓋化工事(覆蓋面積:1,465m<sup>2</sup>)と並行して実施し、上水凝集沈殿池の覆蓋に57kWの太陽電池モジュール(288枚)を設置した。

太陽光発電システムは、太陽電池モジュール、接続箱、集合箱、パワーコンディショナ、気象観測装置、表示装置、データ収集装置で構成され、太陽電池モジュールは高効率型を採用した。

そのシステム構成図を図-1に明示する。

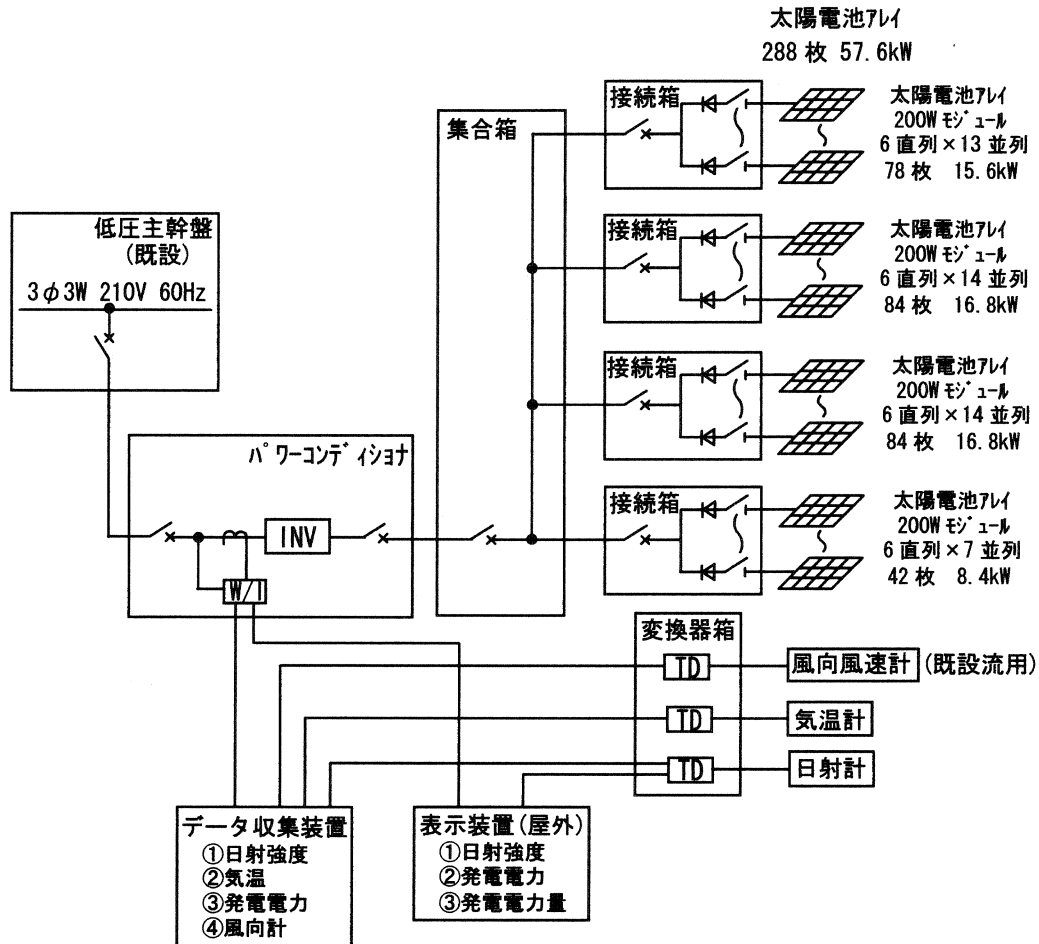


図-1: 太陽光発電設備システム構成図

### 3. 太陽電池モジュール覆蓋上設置方式での覆蓋の構造

敷地の有効活用として上水凝集沈殿池南側の覆蓋上に、太陽電池モジュールを設置した。

#### 3.1 上水凝集沈殿池覆蓋の構造

沈殿池の覆蓋は、太陽電池モジュールの取付架台となるため、その構造は以下のとおりとした。

- (1) 沈殿池上部を密閉できる構造であるとともに、維持管理上、手動による可動収納(開閉操作)が可能となるように、大(上側)小(下側)2種類による構成とした。(合計28枚[上側:16枚、下側:12枚])※写真-1参照
- (2) 材質は軽量化を考慮してアルミ製としたが、強風等で覆蓋自体が浮き上がらないように可動部は3つの車輪でレールに固定する構造とした。
- (3) 太陽電池モジュールのケーブルは、トローバスダクト(ケーブルスライド装置)を適用することで、発電状態であっても覆蓋の開閉を可能とした。



写真-1: 太陽電池モジュールを設置した覆蓋

4. 高効率モジュール採用の経緯と効果

太陽電池モジュールは、適用する半導体の種類によってシリコン系と化合物系に分類される。シリコン系には、発電効率の優れた結晶系(単結晶及び多結晶)、薄膜形で低コスト化が期待される非結晶系(アモルファス)があり、化合物系には、ガリウム砒素系の単結晶化合物と硫化カドミウム等の多結晶化合物がある。太陽電池の材料と種類の系統図を図-2に明示する。

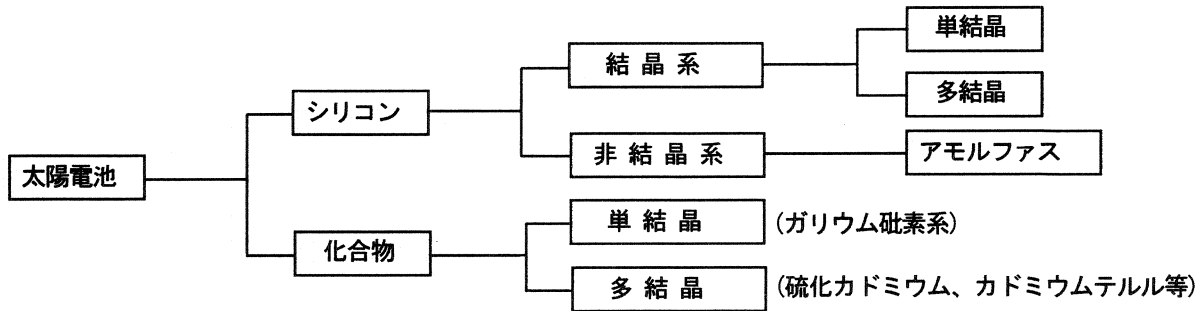


図-2: 太陽電池の材料と種類

なお、現在最も普及している太陽電池モジュールは、住宅用等で使用されるシリコン多結晶系である。

4.1 吉川浄水場における太陽電池モジュールの選定

吉川浄水場に導入する太陽電池モジュールの選定条件は以下とした。

- (1)使用される材料が環境に配慮したものであること。
- (2)設置場所を凝集沈殿池の覆蓋上とするため、変換効率の高いモジュールを適用して設備の規模を極力抑えること。
- (3)信頼性が高いこと。
- (4)低コストであること。

化合物系は、有害物質であるカドミウムや砒素が材料として使用されており、環境に問題があるため選定の対象外とし、太陽電池モジュールの主流であるシリコン系と比較した。

また、シリコン系には、単結晶基板に薄膜アモルファスシリコン層を形成したハイブリッド太陽電池があり、比較対象として検討することとした。

シリコン系太陽電池モジュールの比較を表-1に明示する。

表-1: シリコン系太陽電池モジュールの比較

材 料	モジュール 変換効率	価 格	信 頼 性	特 徴
単結晶シリコン	◎ (12~15%)	△	◎	実用太陽電池として実績が高く、発電性能や信頼性も高いが、製造工程が複雑でコストが高い。
多結晶シリコン	○ (10~14%)	○	◎	単結晶の製造工程を簡略化しコストを低減させ、市場で主流であるが、性能は単結晶に劣る。
アモルファス	△ (6~8%)	◎	△	非結晶系であり、製造工程で電力や材料をあまり必要としないためコストは低いが、変換効率は低い。
ハイブリッド	◎ (16~17%)	△	○	単結晶の高い変換効率とアモルファスの温度対応性能を合わせ発電性能は最高だが、コストが最も高い。

モジュール選定条件と上記の比較結果に基づき、吉川浄水場に導入するモジュールを選定した。

設置場所が上水凝集沈殿池の覆蓋上であり、極力枚数を削減して必要とする発電量を確保するためには、変換効率の高い単結晶やハイブリッドを適用する必要がある。

ハイブリッドは価格が一番高いが、モジュール変換効率が17%と高く、単結晶よりも枚数を削減(設置面積の縮小)出来るため、その他施設の施工を考慮すると、総合的に大差はほとんど無いと判断出来る。

また、ハイブリッドは、メーカー(S社)のカタログによると、温度上昇に伴う出力低下が極めて少なく、特に夏場の発電量が向上するメリットがある。

よって、モジュール変換効率と温度特性の良さ及び設備全体で検討した場合の価格(モジュール単体レベルでは最高価格)から判断し、ハイブリッド太陽電池を導入することとした。

#### 4.2 ハイブリッド太陽電池(高効率モジュール)導入の効果

太陽電池モジュールを設置した上水系凝集沈殿池南側の覆蓋面積は、維持管理用の歩廊、電線ケーブルの配置分等を除き、約 475m<sup>2</sup>であった。

この覆蓋面積に標準の単結晶系太陽電池モジュールを適用した場合、単位面積当たりの出力を 120W/m<sup>2</sup>で計算すると、計画出力は以下となる。

$$P(\text{標準})=475\text{m}^2 \times 120\text{W}/\text{m}^2 = 57\text{kW}$$

次にハイブリッド太陽電池モジュールは単位面積当たりの出力が 170W/m<sup>2</sup>であるので、上記の標準形の計画出力に適用した場合、設置面積は以下となる。

$$S(\text{高効率})=57\text{kW} \div 170\text{W}/\text{m}^2 \approx 336\text{m}^2$$

上記より、ハイブリッドを適用した場合、標準形よりも約 70%(336m<sup>2</sup>/475m<sup>2</sup>=0.7)の設置面積で、必要とする電力を発電することができ、当初計画していた設置面積よりも小さくすることが可能となった。実際の設置面積は、モジュールを 288 枚設置し、ほぼ上記S(高効率)の数値であった。写真-2

また、本太陽光発電システムで予想される年間発電電力量は以下となる。

$$E=P \times H_y \times k \times d$$

ここで、E:年間発電電力量(kWh/年)

P:出力(kW)

H<sub>y</sub>:年平均日射量(kWh/m<sup>2</sup>-day)〔=3.55〕

※全国日射関連データマップ(NEDO)より当該地点近傍のデータ地点「彦根」を適用

k:総合設計係数〔=0.7〕

d:日数

$$E=57\text{kW} \times 3.55\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day} \times 0.7 \times 365 \text{日} \approx 51700\text{kWh}/\text{年}$$

上記年間発電電力量は、年間、約 14 世帯が消費する電力量に相当し、約 9.7トンの CO<sub>2</sub>(森林が年間に CO<sub>2</sub>を吸収する相当の面積:約 10ha)が削減可能な電力量である。

## 5. その他、将来への取り組み等

滋賀県企業庁では、平成 15 年度より『「安全」で「安心」できる水を「安定」して、しかも「安価」に供給すること。』を標榜し、かつ、環境に配慮した企業運営に努めている。

その一環として、危機管理体制強化としての浄水施設覆蓋化工事の着手や、自然エネルギーの有効活用としての太陽光発電設備の導入及び浄水汚泥の天日乾燥床設備の整備等を実施してきた。

平成 16 年度は、平成 16 年 4 月より天日乾燥床設備、平成 17 年 2 月より太陽光発電設備が稼動したことにより、企業庁の年度目標を 25%上回る 213,000kWh(太陽光発電設備: 8,300kWh)、平成 17 年度は、太陽光発電設備の本格的稼動により年度目標を 2.5%上回る 287,000kWh(太陽光発電設備: 53,700kWh)の使用電力量が削減できた。

滋賀県企業庁では、安全で安心できる水を安定して安価で供給していくために、今後も年度毎に目標を設定しその達成のために取り組んでいく中で、環境保全についても配慮し自然エネルギーの活用等を図り消費電力の節減に努めていく方針である。

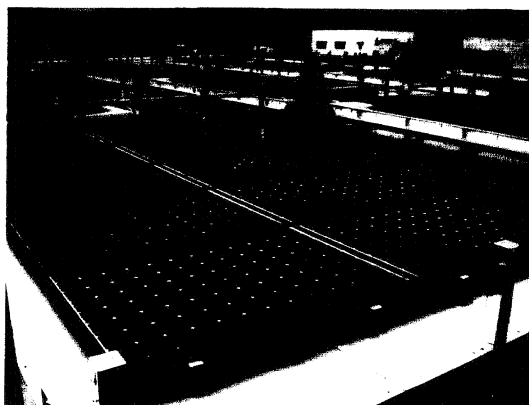


写真-2:ハイブリッド太陽電池