

太陽光発電システムのキャパシティビルディング* ～ アジア地域における市場拡大に向けて～

産業研究ユニット リーダー 表山伸二
プロジェクト部 主任研究員 太細博利

はじめに

アジア地域におけるエネルギー需要の急増や地球的規模の環境問題解決のために、太陽エネルギーをはじめとする再生可能エネルギーの有効活用が注目されている。

日本の太陽光発電技術は高い水準にあり、太陽光発電産業のさらなる発展のためには、太陽エネルギーが豊富に賦存するアジア地域における市場の育成が求められている。

本報告では、多様なアジア諸国の経済・社会、エネルギー資源状況などを鑑み、多様化に対応できる太陽光発電技術管理者能力向上プログラムを構築するため、技術者育成、認証制度構築などのキャパシティビルディングを中心とするプログラムの構成を提案するとともに、今後の取り組むべき課題について述べる。

1．運営組織の構築

太陽光発電技術管理者能力向上プログラムを実行するためには、多くの部門の人材が必要である。例えば、太陽光発電設備構成機器の技術者、認証制度の専門家、技術資格制度の専門家、経営管理の専門家、制度・政策の専門家などである。実行にあたり、各分野からの混成チームを形成する。また、太陽光発電設備、試験装置、インバータ、蓄電池など太陽光発電構成機器などを取り揃えた研修施設を用意する。なお、教育研修事業は専門的に行うことが重要であり、1年を通して数種類のプログラムを催行する。

2．アジア諸国の現状把握

2.1 既存の教育機関、教材の収集

アジア諸国の太陽光発電に係る教育機関には、タイの AIT(Asian Institute of Technology)、SERT (School of Renewable Energy Technology, Naresuan University)、ベトナムの SolarLab、バングラディシユの Grameen Shakti、Bangladesh Rural Advancement Committee、ネパールの Center for Renewable Energy、ラオスの Science, Technology and Environment Agency などがある。これらで実施されている教育内容を調査し、教科書、対象者、期間などの情報を収集し、教材として活用する。

*本調査研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が実施し当研究所が受託した平成 16 年度調査事業「アジア地域における太陽光発電システム等に係る技術管理者能力向上支援等に関する調査」についてまとめたものである。

2.2 現地製品の品質および技術水準

アジア諸国においても、太陽電池モジュール、蓄電池、充放電制御装置、インバータ、蛍光灯などの太陽光発電を構成する機器を製造している。現地の製造会社の作業環境や労働者の技術力に差があるなどの理由から品質にバラツキがある。構成機器はひとつひとつ重要な役割を果たしており、品質の安定が設備全体の信頼性につながる。故障が多発すると利用者の太陽光発電に対する評価は下がり、太陽光発電の普及速度は鈍化してしまう。

現地製品の品質試験、製造工程、作業環境などの情報を収集し、その内容に基づき日本が改善策を提案するとともに、アジア共通の技術認証基準を策定し、制度を提案する。

2.3 技術者資格制度

太陽光発電の教育により知識を修得しても、それが資格として認められなければ受講者の意欲は高まらない。多くの分野で国家資格が存在し、資格取得者が在籍しないと業務が行えないものも存在する。そこで、必要な技能の試験方法、受験資格、試験科目、実技試験などの内容を検討し、アジア共通の太陽光発電産業分野における技術者資格制度を提案する。

2.4 太陽光発電設備

太陽光発電設備の普及には、構成する機器の技術力を背景に、その地域に根付く社会体制との融合も重要である。今後、アジア地域において導入普及の可能性のある太陽光発電設備には、ソーラーホームシステム（SHS）、バッテリーチャージステーション（BCS）、ミニグリッド、系統連系の4分類が考えられる。

(1) ソーラーホームシステム（Solar Home System、SHS）

SHSは、太陽電池、蓄電池などからなる簡単な発電キットで、蛍光灯や、テレビを興ざることができる。

SHS利用者の知識には差があるので、教育が有効である。SHSは地方に設置されることから、講師を当該地域の小学校へ派遣し、学校の先生を教育するのが現実的である。SHSの教育を受けた先生は、それぞれの地域で蓄電池の補水や適切な使用方法を教えることにより、SHSの有効利用が期待できる。

(2) バッテリーチャージステーション（Battery Charge Station、BCS）

BCSは、定期的にバッテリーを太陽光発電所（ステーション）に運び充電するため、家屋が比較的集まっている村落で利用することが効果的である。また、社会組織として村落が形成されている場合が多いアジア諸国には好都合である。

タイではBCSを非常に上手に運営しており、タイの運営方法を見本として普及を図ることが有効である。

(3) ミニグリッド (mini-grid)

ミニグリッドは、山間僻地、島嶼地域の集落を対象に、太陽光発電所を建設し、また、配電線網を敷設し、電力を供給する。SHS や BCS と比較して、利用者には電力が安定供給される利点があるものの、設備管理者には運営費を賄うだけの電力料金が徴収できず、経済的な負担が大きい。

設備の運営には、蓄電池の管理、気象条件により発電電力量が変化することなど、太陽光発電に精通した特異な管理者が必要である。このため、設備を維持管理する上で、専門の管理者を養成する教育訓練の実施が重要となる。

(4) 系統連系 (grid connect, on grid)

都市部において、太陽光発電設備の発電電力を送・配電線に連系する。アジア地域での系統連系システムは、試験段階であり、本格的な導入に至っていないのが現状である。普及のためには、政府が経済性に難のある太陽光発電に、導入量の目標設定、初期投資に対する補助金の支給、投資優遇、税制優遇などの政策を講じることが望まれる。このためには、政策担当者へ認知度の向上が必要である。

3. 太陽光発電技術管理者能力向上プログラム

図2にプログラム全体フローを示す。まず、事前の調査に基づき、アジア諸国を3つのグループに分類する。また、収集した情報に基づき、教材を作成する。続いて、各国の要人を日本に招聘し、トレーニングを実施する。帰国後、彼らをフォローすることで、その

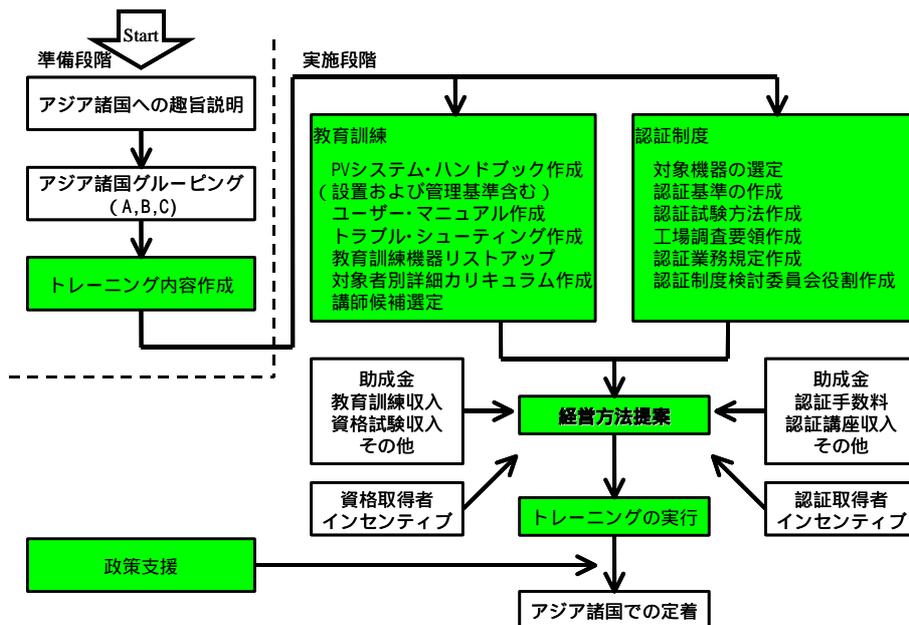


図2 教育・訓練実施プログラム

国に根差した太陽光発電産業を発展させる。この作業を繰り返すことにより、アジア諸国における太陽光発電産業を日本主導で発展させる。

3.1 アジア諸国のクラス分け

アジア諸国の太陽光発電技術は国によってさまざまである。中国やタイのように積極的に導入に取り組んでいる国もあれば、太陽光発電教育機関や現地製太陽光発電関連機器製造工場が全くない国も存在する。これら諸国すべてを対象とした技術管理者能力向上プログラムを画一的に検討することは困難である。国の事情にあったプログラムを作成することが重要である。そこで、表 1 に示すように、各国の太陽光発電に対する取り組み状況から対象国を分類し、クラス別の教育・訓練および認証制度のカリキュラムを構築することを提案する。

表 1 対象国の分類方法

グループ	教育・訓練	認証制度
A	PV教育機関が存在し、 PV技術者資格制度もある。	現地製PV構成機器があり、 その基準認証制度もある。
B	PV技術者資格制度はないが、 他産業には技術者資格制度がある。	PV関連製品の技術認証制度 はないが、他産業には基準認証制度がある。
C	教育機関及び技術者資格制度 (他産業を含む)の両方が存在しない。	現地PV構成機器及び基準認証 制度(他産業を含む)の両方が存在しない。

クラスタリングは、教育・訓練と認証制度に分ける。それぞれに関してクラスタリング調査フローを描き、その流れに従ってクラス分けを行う。今後、アジア地域において導入普及の可能性があるSHS、BCS、ミニグリッド、系統連系は技術的な背景が異なること。また、それぞれ3段階に分類した教育・訓練、および、認証制度から、テキストは24種類程度作成することが望まれる。

(1) 教育・訓練クラスタリング

図 3 にアジア諸国の教育・訓練のためのクラスタリング調査のフローを示す。アジア諸国をフローにより、A、B、C、3つに分類する。

グループ A

太陽光発電の教育機関が存在する国は、その規模や財源、教育対象グループ、対象システム、対象機器、教育内容、教材、教育環境などを調査する。さらに教育資格制度の有無をチェックし、資格制度が存在する国はグループ A とする。

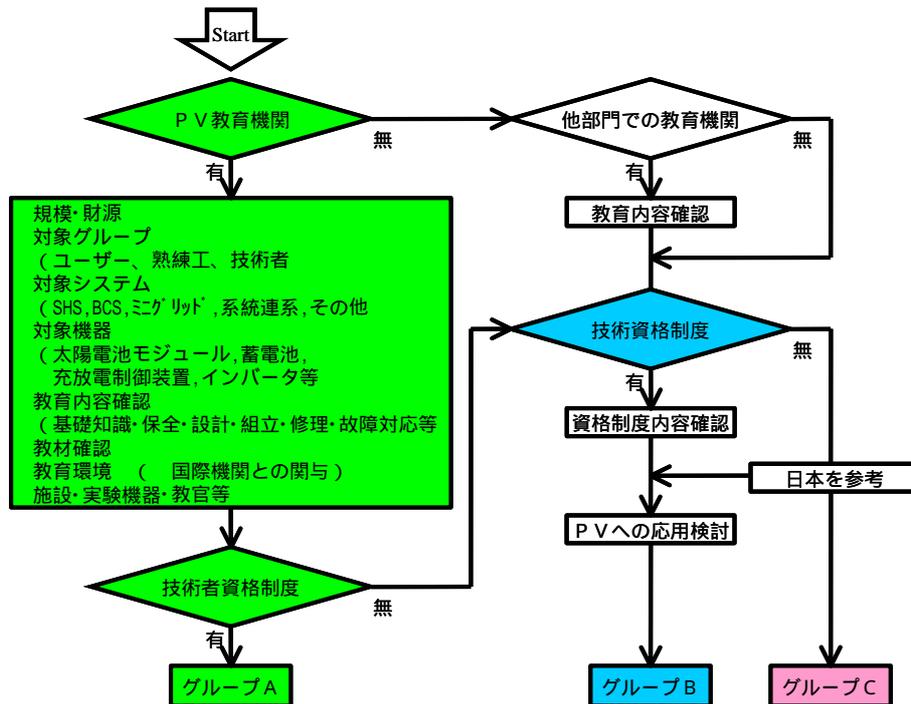


図3 教育・訓練のためのクラスタリング調査

グループB

太陽光発電の教育機関は存在するが、その技術者資格制度が確立されていない国や太陽光発電の教育機関は存在しないが、太陽光発電分野以外の教育機関が存在し、かつ、技術者資格制度、例えばエネルギー管理士や電気工事士などが存在する場合は、太陽光発電への応用などが検討できるためグループBとする。

グループC

太陽光発電や太陽光発電分野以外の教育機関が存在しておらず、かつ、適当な技術者資格制度も存在しない国をグループCとする。

(2) 認証制度クラスタリング

図4にアジア諸国の認証制度のためのクラスタリング調査のフローを示す。アジア諸国をフローにより、A、B、C、3つに分類する。

グループA

太陽電池モジュール、周辺機器を製造している国は、その基準認証制度の有無を調査する。認証制度が存在する国は、グループAとする。

また、認証制度の内容、製品品質、製造工程、工場環境などの具体的な内容を調査し、事例紹介として活用する。

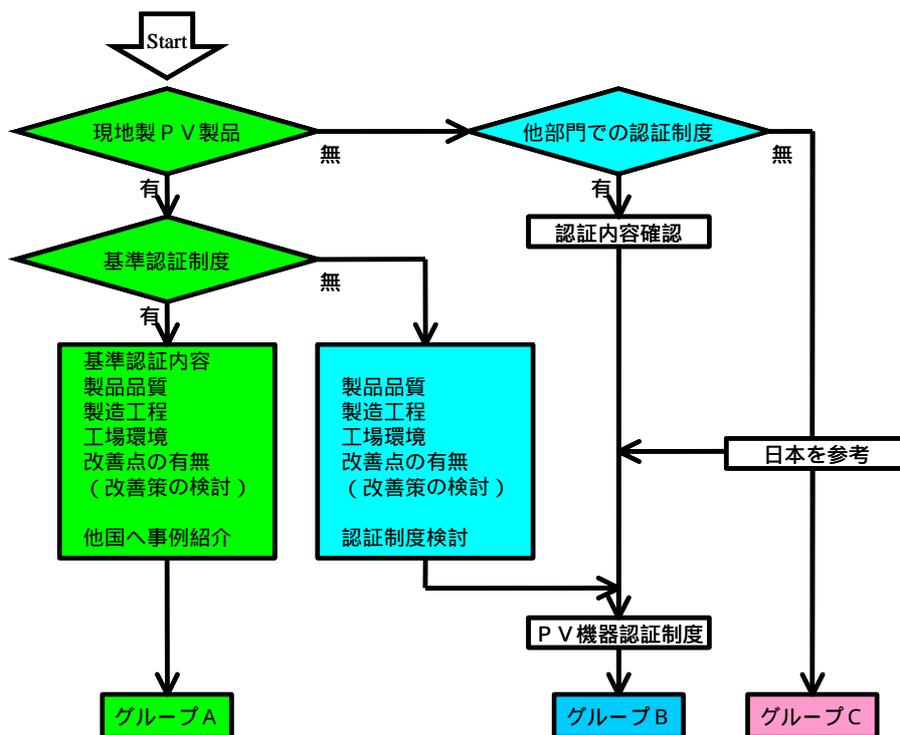


図4 認証制度のためのクラスタリング調査

グループB

太陽電池モジュール、周辺機器を製造しているが、その基準認証制度が確立されていない国や、太陽電池モジュール、周辺機器を製造していないが、他部門での認証制度が存在する国は、グループBとする。前者の場合でも各社の技術基準があるはずなので、その製品品質、製造工程、工場環境を調査する。

グループC

太陽電池モジュール、周辺機器を製造しておらず、かつ、他部門においても基準認証制度が存在しない国は、グループCとする。

グループB、Cは、日本の認証制度を参考に、認証制度を検討する。

3.2 教材作成

太陽光発電設備を普及させるための技術者向けの教材は、日本や多くの国で既に作成されているが、国によってその内容はさまざまである。教育対象者は、利用者、設置担当者、設備管理者、政策担当者などである。そこで、教材をアジア諸国に適応したグループ(A、B、C)ごと、教育対象者ごとに整理し直す必要がある。内容は、既存の教材を参考にし、それぞれの教育対象者のために必要な箇所を表2に基づき作成する。利用者、設置担当者向けの教科書はイラストを活用し、ビジュアルなものにするなど工夫が必要である。

表2 教育対象者に合わせた教育内容案

	機器の名称	機器の役割	保守管理	機器の接続	トラブルシューティング	設置及び配線基準	機器組み立て基準	品質管理	管理台帳	予備品管理	連絡体制	機器の特徴	電気回路理論	システム設計	エネルギー問題	地球的規模の環境問題
PV利用者																
設置担当者 (テクニシャン)																
熟練工 (ハイテクニシャン)																
設備管理者																
エンジニア																
政策担当者																

3.3 日本国での研修

まず、アジア諸国の大学関係者、再生可能エネルギー関連の教育・研究機関、政府の教育・研究機関などの政策担当者に近い要員を日本に招聘し、太陽光発電の教官を養成する。つぎに、帰国後、太陽光発電の現場や彼らの機関で教育が行われることで、効果的な教育体制が実現できる。

日本での研修は外国の専門家と交流が図れることができ、帰国後のフォローを行うことにより継続した情報交換も可能になる。このような利点を考慮し、教育・訓練を日本で実施することを提案する。

3.4 アジア諸国での普及支援

技術的な教育の他に受講生が帰国後、自国でプログラムが展開できるよう経営方法も教育する。また、このようなプログラムを各国で展開する初期の段階では、教科書の現地語への翻訳、人件費、研修費用などの支援が必要である。市場が形成されはじめ、技術資格制度や認証制度などが確立できれば、有料でトレーニングが実施でき、資格試験収入や認証手数料を得ることができる。このプログラムは、太陽光発電の導入と共に展開されるビジネスモデルとなる。

3.5 教育・訓練内容のローリング

「教育・訓練プログラム」はアジア諸国で普及するまで継続する必要がある。したがって、当面3年程度の「フェーズⅠ」、次いで成果の見直しを行う「フェーズⅡ」、「フェーズⅢ」と実施していくことが望ましい。また、アジア諸国の経済・社会状況は急速に変化しており、

これと同じように太陽光発電を取り巻く状況も急速に変化すると考えられる。教育・訓練準備段階で作成したテキストやシナリオは毎年レビューし、その都度修正することが必要である。

図5に太陽光発電技術管理者能力向上プログラム(フェーズ)のスケジュールを示す。実施にあたり、アジア諸国における市場性、太陽光発電の普及に関する政策・制度の整備状況及び関心の高さ等を十分に踏まえ、柔軟かつ的確なグループ分け及びレビューを行うことが重要である。フェーズでは、フェーズで実施したプログラムの仕組み自体を含め、全体の見直しを行う。

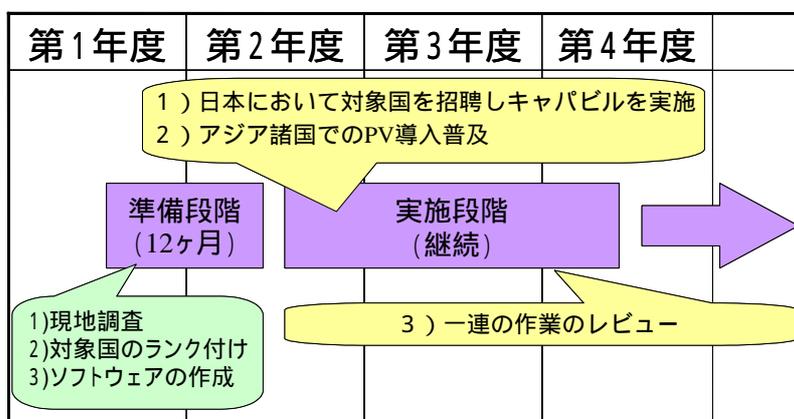


図5 太陽光発電技術管理者能力向上プログラム・スケジュール

4. 今後の課題

太陽光発電設備が対象国で普及するためには、当該国での太陽光発電設備を始めとする再生可能エネルギーの政策や導入施策など制度が整備され、技術・知識的側面から、技術管理者が養成され、太陽光発電技術管理士などの資格によりその活用が図られることが有効である。また、認証制度により設備構成機器、設備全体の品質が保証されることが重要である。このため、対象国と技術管理者能力向上プログラムを立案し、その支援のために、対象国の指導者になるトレーナーズ・トレーナーの教育・訓練プログラムを日本国内で継続的に実施することを提案した。これらを実行する上で、今後の課題についてまとめる。

4.1 運営組織の構築

太陽光発電技術管理者能力向上プログラムを作成、実行するためには、多くの部門からの人材が必要である。実行当初は、日本にある既存の技術研究機関に協力を求める。人材については、各分野から要員を確保し、専業できる体制が望ましい。このため、該当する機関・組織・人材のリストアップが必要である。また、教育や実習で使用する設備や機器は日本製を使用し、太陽光発電関連メーカーの認知度を更に向上する機会とする。

なお、継続的に実行するためには、国や民間企業からの経済的支援が不可欠で、財源確

保が重要である。

4.2 教育機関の実態調査

アジア諸国の太陽光発電に係る教育機関で実施されている教育内容を把握するため、教材、施設の調査だけではなく、実際に研修している現場を視察し、どのようなトレーニングが実施されているのかを確認する。

4.3 日本の教材

日本で既に発行されている教材を参考にし、利用する。例えば、太陽光発電システムの設計と施工(太陽光発電協会編) 開発途上国における太陽光発電導入のための推奨実用ガイドブック 第1部太陽光発電導入維持管理に関する技術的なガイドライン(平成15年3月 太陽光発電協会(IEA/PVPS 国際作業部会)) 開発途上国における太陽光発電普及のためのキャパシティビルディング 報告書(2002年3月、太陽光発電協会) 太陽電池(2004年10月、谷辰夫編)などがある。

4.4 国際援助機関等のキャパシティビルディング

インドでは、世銀が太陽光発電のキャパビル事業を行い約900人の技術者を育成した。中国では、NRELの支援によりISP(Institute for Sustainability Power)のキャパビルシステムと認証手続きを経て、GTZの支援により指導教員とシステム運転維持管理要員を養成した。キャパビル教材はNRELの支援により、NREL、GTZ、ドイツ太陽エネルギー研究所、UNDP等の専門家の審査と評価が行われ、「村落における太陽光発電、風力及びマルチ・ハイブリッド発電システム」の教員用教材が作成された。タイでは、AITがアジアの6ヶ国の研究機関と協力して行う再生可能エネルギー導入研究とキャパシティビルディングに、SIDAが10年間に亘って資金提供を行っていた。

すでに、国際援助機関等はキャパシティビルディングを実施しており、その取組状況を調査し、参考にする。また、日本がこの分野に参画するにあたり、これらの機関と協力関係が得られるか探る必要がある。

4.5 準備段階から実施段階への移行作業

太陽光発電技術管理者の能力が向上し、太陽光発電認証制度・資格制度等を対象国が確立するために、日本が日本で行う教育・訓練の運営体制を明確にする必要がある。初年度に行われる準備段階において、現地調査、対象国のクラス分け、ソフトウェアの作成作業がスムーズに実施段階に移行できるような運営体制を早期につくりあげたい。

図6に太陽光発電技術管理者能力向上プログラム運営体制を示す。準備段階を経て、対象国からのニーズに基づき教育対象者の受入れを行う。教育は、太陽光発電等の専門家により行われる。帰国後のフォローや新たな受入れを促すため、インターネットを活用する。

教材は実施段階で作成され適宜見直しが行われる。帰国後の指導教官をフォローアップするため、日本から専門家が派遣され、実際に導入されたシステムの維持管理状況も把握し、日本での教育プログラムにフィードバックされる。

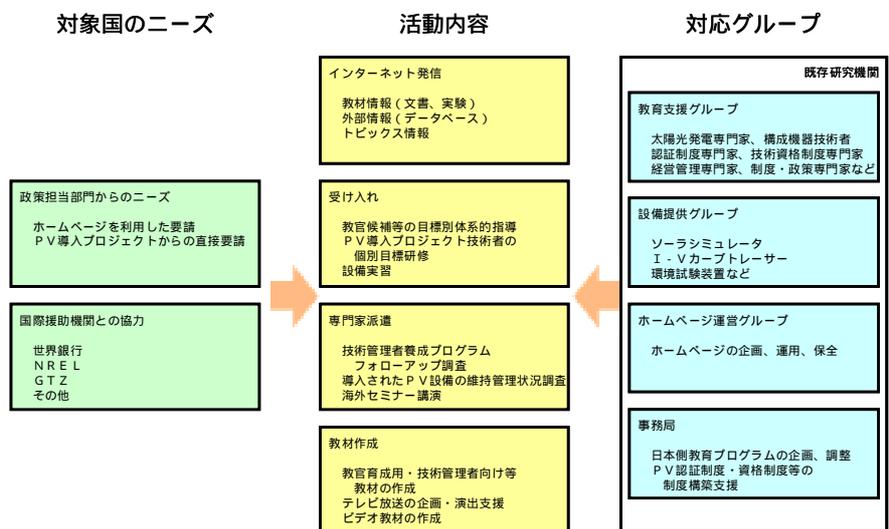


図 6 技術管理者能力向上支援 / 太陽光発電認証制度・資格制度等の制度構築支援
太陽光発電技術管理者能力向上プログラム運営イメージ (日本側)

4.6 優先順位の検討

今後アジア地域に導入が見込める 4 種類の太陽光発電設備に対して、画一的に教育を実施するのではなく、多様なアジア諸国の現状を踏まえ、それぞれの地域に応じた教育を実施することが有効であると考え、24 事例のプログラムの構築を検討するよう、立案した。

実際には 24 事例全てを同時に開始させることは不可能である。系統連系のための政策講習会、認証制度支援のための教育・訓練、ソーラーホームシステムのための管理者教育、ミニグリッド導入のための技術管理者の養成など、個々の事例について優先順位をつける必要がある。

5. まとめ

アジア地域における太陽光発電設備の市場拡大に向けて、また、太陽光発電の認知度を向上させるため、さらには、導入された太陽光発電を持続的に活用させるために設備の利用者、管理者、政策担当者への教育が重要である。そこで、多様なアジア諸国の経済・社会、エネルギー資源状況などを鑑み、多様化に対応できる太陽光発電技術管理者能力向上プログラムの構想を立案した。技術者育成、認証制度構築などのキャパシティビルディングを実施するこのプログラムを具体化し、実現することは、今後、アジア地域における太陽光発電の普及と市場拡大が期待できると考える。

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp