



帰国研修員便り

【アクションプラン進捗状況】



Please find attached contribution and progress to date and I would like to retaliate that there is a lot of work to be done base my Action Plan. Like I earlier mentioned, I sit on the Grid Code Committee as well as the Distribution Grid Code Committee. At the same time I am part of the Technical Working Group reviewing the Chapter on Renewable.

2019/04/16

ジョーさん（ザンビア帰国研修員）からアクションプラン進捗状況の報告が届きました。
当写真は、研修員の皆さんと一緒に研修した時の実習風景です。

1) コースリーダー： 植山 高次

2) 現地活動報告 : Mr. SILAVWE Joe Suzyo
(ザンビア帰国研修員)

2019年11月12日

(公財) 北九州国際技術協力協会 研修部

JICA/KITA 技術研修に参加したジョーさん（ザンビア帰国研修員）からアクションプラン経過報告が届きました。

今回ご紹介する帰国研修員便りは、2018 年度：研修「再生可能エネルギー導入計画－太陽光発電を例として(B)」コースに参加されたジョーさんの帰国後のアクションプラン経過報告です。

1. 今回レポートが届いた帰国研修員の紹介

名前 (通称)	写真	氏名	国名	受入れ期間
ジョーさん		Mr. SILAVWE Joe Suzyo	ザンビア 共和国	2019/3/11 ~ 2019/4/27



ザンビアは、アフリカ大陸中央部よりやや南に位置する内陸国です。公用語は英語でほとんどのザンビア人は英語が話せます。

ザンビアは 1964 年にイギリスから独立。ちょうどその時は、第 1 回の東京オリンピックが開催され、開催期間中に独立を達成したので開会式と閉会式の時の国旗が違ったという珍しいことがあった。

他のアフリカ諸国と違ってザンビアは独立以来、内乱や革命もなく、戦争もしていません。

【地球の歩き方】ザンビア編より引用

2. 研修時の写真（現地実習）



世界各国から派遣された研修員（7名）の皆さんは、北九州市（JICA九州）に集まり「再生可能エネルギー導入計画」について勉強しました。

参加国と研修員の皆さん

1. ブルキナファソ（アイダさん）
2. レフト（パリッサさん）
3. ナミビア（アナさん）
4. ニジェール（イドリスさん）
5. パレスチナ（フェロスさん）
6. ザンビア（ジョーさん）
7. ジンバブエ（フランシスさん）

3. 植山コースリーダーよりメッセージ



ジョーさんが参加した 2018 年度の B コースは粒よりの研修員が揃った素晴らしいコースでした。当初の知識レベルに差はありましたが皆さん熱心に受講し、最終試験では本コースの目標である平均 80 点を獲得しました。コース開始時試験の成績は 47 点でしたから、研修コース期間中に知識レベルの飛躍的な向上があったことになります。特にジョーさんは JICA のザンビア地方電化プロジェクトに現地側のスタッフとして参加しています。そのプロジェクトには、本コースで 1.5 日の講義を受け持ち、分かり易いと評判の塩田昭夫氏が専門家として参加していました。その時、塩田氏の指導で彼も加わって SHS（ソーラホームシステム）の建設をしました。

また、プロジェクトの一環として、現地で系統非連携タイプの PV 発電に関して、2 週間の研修をみっちり受講して JICA からトレーナーとして認定されており、予備知識は十分でした。彼はコース中適切な質問をし、他の研修員が理解できない所は自ら解説もしてくれました。彼は太陽光発電の普及に努める行政官で、SHS の次の課題は系統連系システムのルールを確立し、PV 発電を飛躍的に普及させることでした。コース終了後の行動計画では、「再エネの技術的要件を強化し系統連系推進をはかる」というのが彼のテーマでした。具体的には「現行の再エネ系統接続規定を強化・策定する」とありました。今回提出して頂いたレポートでその計画を着々と進めていることがわかります。

本コースは「コンサルやメーカーなど専門家の提言をうのみにせず、指導力を発揮できる行政官を育成する」ことをスローガンとしています。彼は系統連系の規則であるグリッドコードを改訂するにあたり、外国の規制を丸写しするのではなく、随所に研修の成果を織り込んでいます。例えば、系統の事故を想定した単独運転防止制御、フォルトライドスルーの考え方などは研修成果を生かしています。

この様に順調にアクションプランを実行にうつしたジョーさんですが、グリッドコードを実施する為に要となるのが輸入に頼らざるを得ない PCS（インバータ）の機能に対する規制です。今回のレポートでは報告されていませんが、アクションプランに書かれている重要事項です。これを軌道に乗せて太陽光発電の普及に貢献して頂きたいものです。今後のご健闘をお祈りすると共に、進捗度合いの報告をお待ちしています。

4. ジョーさんから帰国後の活動報告



2019年8月07日

件名： 再生可能エネルギーに関するグリッドコードの強化と開発について

お元気で過ごされていることと思います。

帰国後のアクションプランの進捗状況についてご報告します。以前ご連絡していましたように、私は配電グリッドコード委員会に所属しています。同時に、再生可能エネルギーに関する技術作業部会の一員です。

参考：「グリッドコード」／電力システムの信頼性や経済性を保持するために、接続する分散電源などが順守すべき包括的な条件を定めたもの

日本での研修は、技術基準の強化に大変価値あるものでした。日本で習得したトレーニングに基づいて、ザンビアの再生可能発電にもっと貢献できると信じています。

また、誰もが JICA 研修に参加できる訳ではないので、地方電化局で金曜日に研修会を計画し、JICA の情報を共有しています。

日本が系統連系規則と再エネ発電所をどのように管理しているかを学ぶことは素晴らしいことです。このレポートはこの問題に関する私の提案を記述しています。

再生可能エネルギーのグリッド統合

1. 目的

再生可能エネルギーシステムは、広く採用されている代替電力源の一つとなった。この章では、配電システムにおける再エネ発電所の効率的かつ協調的な開発、運用、保守を保証するために、再エネ発電所を配電システムに接続するための最小限必要な技術要件を示す。

ザンビアの再エネ発電所の運用、保守、および開発を管理する基本的なルール、手順、要件、および標準を確立して、ザンビアの配電システムの安全、信頼性、および効率的な運用を確保する。

この章の主な目的は、配電システムに接続された、または接続を求めている再エネ発電所の信頼性、安全性、経済性、協調運転を提供するための適切な計画、運用、接続基準を立案することです。これは下記によって達成される。

- a) 技術仕様
- b) 安全基準
- c) 操業基準
- d) 情報と生産性管理

この章は、配電システムに接続された再エネ発電所の順守基準として、このコードの他の適用可能な要件（適用可能なザンビアの標準、グリッドコードなど）と一緒に使用されるものとする。

2. 範囲

- 1) この章のグリッド接続条件は、系統管理者、それぞれの配電事業者、および配電システムに接続されるもので、全ての再エネ発電所は配電システムへ接続される。
- 2) 必要条件は、少なくとも次の再エネ発電所に適用される。
 - a) 太陽光発電（PV）
 - b) 小水力
 - c) バイオガス
 - d) 風力
 - e) 地熱などの熱利用再エネ発電所、集光型太陽光発電とバイオマス
- 3) 特に明記しない限り、このコードの案件はすべての再エネ発電所の技術と分野に等しく適用される。
- 4) 再エネ発電所は、エネルギー規制委員会によって発行された発電免許の期間中、このコードおよびエネルギー規制委員会によって承認された他のすべての適用可能なコード、規定に準拠するものとする。
- 5) 既存の再エネ発電所の建て替えまたは主要な変更があった再エネ発電所は商業的に運用する前にこれらの案件への準拠を実証せねばならない。
- 6) この案件およびその他のコードへの準拠は、再エネ発電所とそれが接続されているグリッドとの間の相互作用に依存する。配電事業者は、再エネ発電所と送配電事業者、その他の発電施設との間の相互作用の正確な分析を可能にするのに十分な配電システムの合理的な詳細を再エネ発電事業者に提供するものとします。

3. グリッド接続の必要条件

下記の要件は、グリッド連携を必要とするすべての再エネ発電所に適用される。配電網システムとの同期を求めてられている再エネ発電所が満たすべき最小限の技術、設計、および運用上の基準を概説している。

- 1) 配電事業者はグリッドへの影響調査を行い、ザンビアのグリッドコードで要求されるグリッドシステム
の接続に関する影響を調査する。
- 2) 接続ポイントのすべての接続は、再エネ発電所にて実施する。
- 3) 再エネ発電所で実行するシステム接続作業は、配電事業者が実行する。

4. 機器の試運転

- 1) 接続ポイントでの全ての作業が完了した後、接続点および再エネ発電所の機器は、配電事業者が設定したテスト及び試運転を手順に従って実施する。
- 2) グリッドシステムへの物理的な接続は、配電事業者が実施するテストおよび試運転手順で問題がないことを確認した後に行われる。
- 3) 接続の承認は、配電事業者から再エネ発電所へ証明書が発行される。

5. 施設の同期

- 1) 発電設備には、グリッドシステムに接続されている各ユニットに同期設備が必要となる。
- 2) その設備は、同期リレーと同期チェックリレーで構成する必要がある。これらのリレー設定は、グリッドシステムの動作に悪影響を及ぼさないことを保証するために、系統管理者へ提出する。

6. 電圧の変動

- 1) 再エネ発電所プロジェクトは、接続ポイントでの電圧変動に悪影響を与えないように設計されなければならない。
- 2) 交流電圧および周波数規格は、ZS 387 と互換性があるものとする。
- 3) 電圧変動は ZS 387 に記載されている動作状態で、接続電圧の制限を超えてはならない。

- 4) 再エネ発電所は接続点で最大 20°の突然の位相ジャンプでも遮断しないよう設計しなければならない。接続点の動作条件が回復してから 5 秒以内で通常の操業に回復すること。
- 5) プラントは、配電システムの過渡的な過電圧に耐え軽減可能な装置を備える設備を設計され運用されねばならない。
- 6) 太陽光発電インバーターは、IEC 62109-2 規格に限定されないが、関連する規格に従って設計され、IEC 62116 または国際的に認められた同等物に従って認証されるものとする。
AC 端子でのインバーターの出力電流の DC 成分は、定格出力公称電流の 0.5%を超えてはいけない。
10 分間の平均電圧が最大公称動作電圧を超える場合は、インバーターは 3 秒以内に切断する必要がある。
- 7) すべての再エネ発電所には、無負荷から全負荷まで定格発電機電圧の 0.90 pu から 1.10 pu の電圧を維持しながら、継続的に動作できる電圧レギュレーターが装備されるものとする。
- 8) 発電ユニットの出力は、接続ポイントで設定された制限内の電圧変化とする。

7. 周波数の変動

- 1) 基本周波数は 50 Hz とする。システム周波数がグリッドコードで設定された制限を瞬間的に上 回った場合、すべての発電ユニットはグリッドとの同期を保持する。システム管理者が処置を講じるため、少なくとも 5 秒間は正常に動作するものとする。
- 2) 太陽光発電インバーターの場合：
 - (a) グリッド周波数が 52.5 Hz を超える場合は、インバーター電流は 51.5Hz に達するまで減少し、その時点でインバーター電流減少を停止させる。グリッド周波数が 50.05 以下に低下した時には電流を増やすことができる。
 - (b) 1 分間の平均周波数が 52.5Hz を超える場合は、インバーターは 3 秒以内に切断する。

8. 無効電力および電圧制御

- 1) 配電事業者の配電網における変電所の大部分は、負荷時タップ変更機能を備えており、数分以内に系統電圧を自動的に回復するように機能する。さらに、系統電圧降下補償制御を使用して、変電所の下流場所まで系統電圧を調整する。
これらの制御は、一般的に顧客への送電容量を最大化する。
- 2) 再エネ発電機の配電網への接続は、系統電圧を調整する配電事業者の機能に影響を与える可能性がある。このため、配電事業者は再エネ発電所に対し無効電力出力を制御し、合意された接続電圧を維持するか、電圧変動が規定内に維持されるように力率を調整することを要求する。配電事業者は、接続点における有効電力と無効電力の両方を監視する。
- 3) RPP は電圧、力率、または無効電力 (Q または MVar) 制御モードで動作を備えたもので設計する。
実際の制御動作モード (電圧、力率、または無効電力制御) および動作ポイントは、分散電源事業者およびシステム管理者と合意するものとする。
- 4) 販売代理店およびエンドユーザーは、電気 (グリッドコード) 規則、2013 節 2.2.1 に規定されているように、接続ポイントで力率を維持する。
- 5) 再エネ事業者には接続点で指定されたパラメータの設定値とその勾配値を用いた電圧制御とともに無効電力制御機能を装備しなければならない。
- 6) 無効電力の供給、力率制御、電圧制御機能は、互いに相容れないため、3 つの機能のうち 1 つのみを動作させる。
- 7) 無効電力および電圧の制御機能に対するパラメータ設定は、システム管理者と協力して配電事業者によって決定され、再エネ発電事業者によって実装されなければならない。合意された管理機能は、運用契約に文書化されるものとする。

9. 電力の品質

* 高調波

- 1) 発電機は、グリッドシステムで指定された制限を超える高調波を発生させないこと。
- 2) 電圧の総高周波歪みと電流の総歪みは、接続ポイントで ZS 387 で規定された制限を超えないこと。

* 電圧不平衡

- 1) 再エネ発電所はプラントがグリッドシステムで電圧不平衡を引き起こさないことを保証する。
- 2) 接続ポイントでの最大電圧不平衡は、通常の動作状態で ZS 387 で指定された制限を超えないこと。
- 3) 三相電源の相電圧は、大きさが等しく位相角が 120° 離れている必要がある。電圧不平衡は次のように定義される：

$$\text{電圧不平衡} = \frac{\text{最も高い相電圧と最も低い相電圧間の偏差}}{\text{三相の平均電圧}}$$

- 4) 再エネ発電所は不平衡電力線障害などのシステム障害から生じる電圧不平衡の影響に耐えること。
- 5) また、再エネ発電所は、相間異常に焦点を当てたバックアップ保護により、復旧中の不平衡に耐えてトリップをしてはいけない。

10. 有効電力の制御

再エネ発電所は動作点の設定により、POC で発電所から供給される有効電力を制御できる有効電力制御機能が装備されること。

* 有効電力制御機能

- 1) 再エネ発電所は、システム管理者、送電事業者、または分散電源事業者によって設定される 1 分あたりの最大 MW の変化率で、有効電力出力の変化率を制御できること。
- 2) エネルギー資源にばらつきがある場合、再エネ発電所は、発電ユニットの変化率が調整電源ユニットの変化率能力を超えないように設計し、保証するものとする。
- 3) これらの変化率設定は、起動時の正の変化率、通常動作時のみの正の変化率、制御シャットダウン時の負の変化率など、すべての動作範囲に適用が可能。周波数規制には適用されない。太陽光発電の RPP の場合、電力レート制限の観点からインバーターは、電力輸出の増加を 1 分あたりの公称定格容量の 10% に制限する機能を備えていること。インバーターに蓄電機能がある場合は、電力出力の減少を 1 分あたり 10% 制限することもできる。
- 4) 再エネ発電所は分散電源事業者とこの効果について特定の契約を締結することなく、周波数応答または電圧制御機能を実行しないこと。
- 5) システム連携システムに周波数偏差がある場合、グリッド周波数を安定させるために、再エネ発電所は電力調整による周波数調整を提供できるように設計する。
- 6) 高周波動作条件では、再エネ発電システムは ZS 387 で規定されている制限に従って周波数を安定させるために、強制的に有効な電力削減要件を提供する。

11. 有効電力の抑制

システムのセキュリティ上、システム管理者、分散電源事業者、またはそれらのエージェントが再エネ発電所有効電力出力を削減する場合がある。

- 1) 再エネ発電所は下記内容を実行する。
 - a) ネットワークまたはシステムのセキュリティ上の理由でシステム管理者、分散電源事業者、またはそれらの エージェントによって有効電力が削減されている場合は、再エネ発電所を低いレベルで運用する。
 - b) システム管理者、分散電源事業者、またはそれらのエージェントから無線で送信された MW 抑制設定値を受け取る。他の事業者が出力抑制を実施している場合、すべての当事者と合意が必要である。
- 2) 再エネ発電所は有効電力制御機能が装備されているものとする。制約関数はシステム連携システムの不平衡または過負荷を回避するために使用される。有効電力制限機能の有効化は、システム管理者、または分散電源事業者と合意するものとする。必要な制約関数は次のとおり。
 - a) 絶対電力抑制
 - b) デルタ電力抑制
 - c) 電力勾配抑制

* 絶対電力の抑制

- a) 絶対電力抑制は、再エネ発電所からの有効電力を接続点で規定の電力制限値に抑制する場合に用

いる。これは通常、重大な状況での過負荷から系統連携システムを保護するために適用される。

b) 絶対電力制約の設定値を変更する場合、その変更は 2 秒以内に開始され、指示を受け取ってから、30 秒以内に完了すること。

c) 実行される制御および設定値の精度は、設定値の $\pm 2\%$ 、または定格電力の $\pm 0.5\%$ を超えて逸脱しないこと。

* デルタパワー抑制

a) デルタ電力抑制は、再エネ発電所からの有効電力を、可能な有効電力に比例した必要な一定値に抑制するために使用される。

b) 通常、周波数制御に関連して制御目的で調整予備を確立するために使用される。

c) 設定値を変更する場合、その変更は 2 秒以内に開始され、設定値を変更する命令を受け取ってから 30 秒以内に完了すること。

d) 実行される制御および設定値の精度は、設定値の $\pm 2\%$ 、または定格電力の $\pm 0.5\%$ を超えて逸脱しないこと。

* 電力勾配抑制

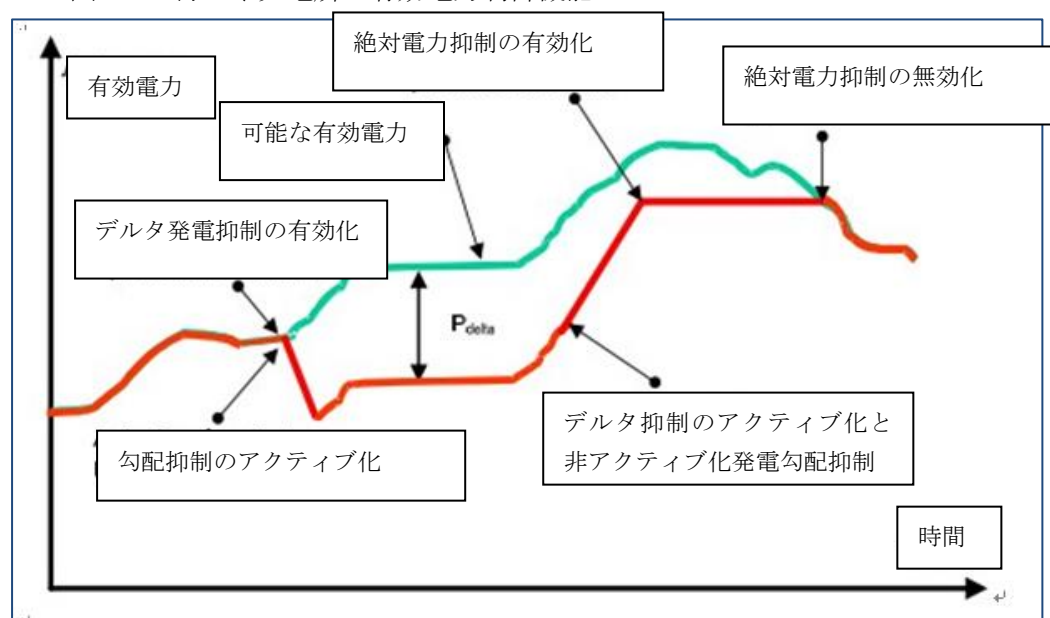
a) これらの勾配をサポートするための一次エネルギーの可用性を考慮して、一次再生可能エネルギー供給または再エネ発電所の設定ポイントが変更された場合に有効電力を変更できる最大出力変化速度を制限するために電力勾配制約が適用される。

b) 通常、電力勾配の制約は、有効電力の変化が系統連携システムの安定性に影響を与えないようにするために使用される。

c) 電力勾配抑制の設定値を変更する場合、その変更は 2 秒以内に開始され、設定値を変更する指示を受け取ってから 30 秒以内に完了すること。

d) 実行される制御および設定値の精度は、設定値の $\pm 2\%$ 、または定格電力の $\pm 0.5\%$ を超えて逸脱しないこと。有効電力の制約関数を次の図 7-1 に示す。

図 7-1：再エネ発電所の有効電力制御機能



長文につき、以下和訳は割愛します。
英語版（全文）は、右添付資料を参照下さい。

クリックしてジョーさんの
レポートを参照下さい。
(英語版)



6. JICA-KITA 受入研修期間中の写真集

研修期間中の写真（ジョーさん）ピックアップ

（2019年3月～4月）



講義終了後の記念撮影

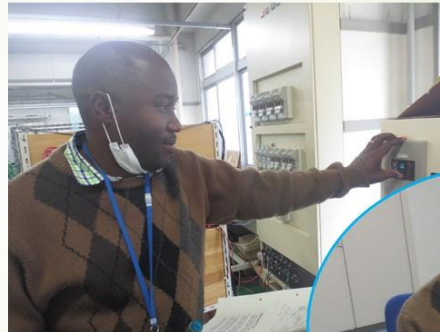


訪問先企業で実習中の
ジョーさんと研修員



Joe - san

6



It was wonderful working with you.



以上