

太陽光発電システムのリスク解析

岡島敬一¹・ムハマド アクバル シホタン¹・大関 崇²・加藤和彦²・池田一昭²

¹筑波大学 大学院システム情報工学研究科

²産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター システムチーム

研究の目的

PV火災に対する状況

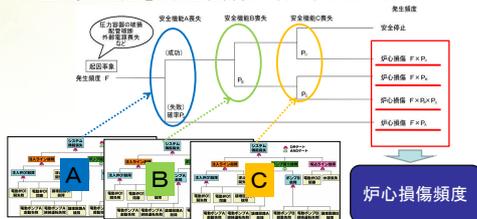
- 実際の事故に基づくインシデント報告がみられ始めてきている
- 火災発生メカニズムの解明・対策検討が始まってきている
- PV設置ガイドラインは各国で強化されつつある

しかしながらPVシステムにおける信頼性評価は十分ではない

目的：火災を念頭に置いたPVシステムの安全性評価

解析手法：ETAおよびFTAによる評価

- 確率論的安全評価 (Probabilistic Safety Assessment, PSA)
- ⇒主に原子力発電の安全性評価に利用されてきている



PVシステム分野においてほとんど利用されていないETAおよびFTAによる評価を検討

機能面における分類・整理

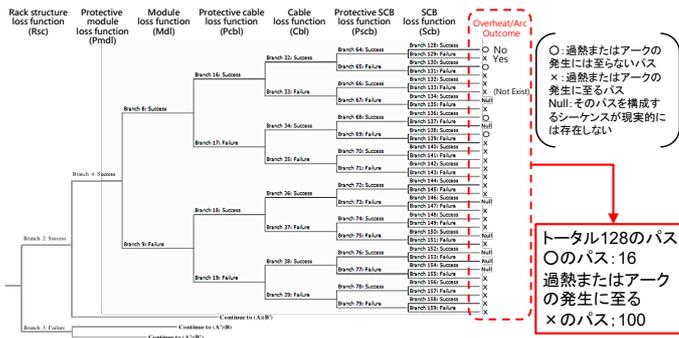
- 過熱/アークの発生を対象に7種のサブコンポーネントに機能集約

- Rack structure component (架台構成系)
- Protective module component (モジュール保護系)
- Module component (モジュール構成系)
- Protective cable component (ケーブル保護系)
- Cable component (ケーブル構成系)
- Protective string combiner component (ストリング接続箱保護系)
- String combiner box component (ストリング接続箱構成系)

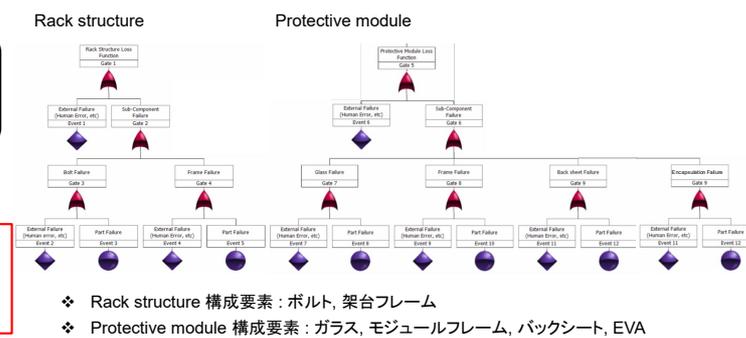
(注：パワコンは評価範囲対象外)

ETAおよびFTAの構築

過熱/アークの発生に至るイベントツリー(一部)



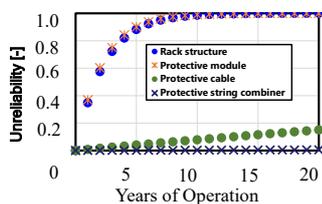
イベント発生に対するフォルトツリー構築(一例)



信頼度評価

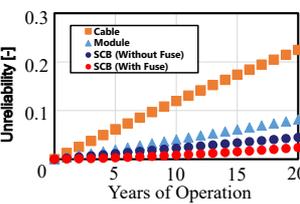
NPRED, EPRD故障率データに基づく信頼度評価結果(一例)

Rack structure & Protective component (架台構成系および各保護系)



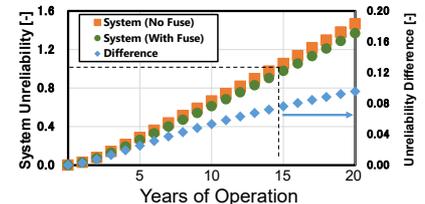
- 架台構成系およびモジュール保護系は信頼性が低い
- ストリング接続箱保護系は高い信頼性を示す

Module, Cable & SCB component (モジュールおよびケーブル、SCB)



- ケーブル構成系はモジュール、SCBと比較して低い信頼性を示す
- SCBIにヒューズも備えた場合は信頼性がやや向上する

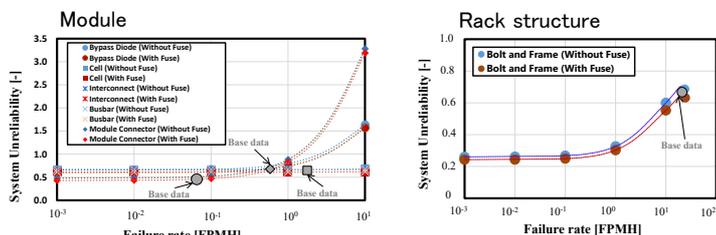
稼働年数と過熱/アークの発生確率 (PVシステム不信頼度)



⇒ PVシステムにおける過熱/アークは寿命(20年間)以内の発生確率が高い

感度分析

10年稼働時における故障率に対する感度分析評価結果(一例)



⇒ 故障率改善によるシステム信頼性向上への寄与はあまり見られない

⇒ 故障率改善はPVシステム信頼性の向上に大きな寄与が見込まれる

結論

- ETA分析における128個のパスのうち、○のパスは16、過熱またはアークの発生に至る×のパスは100個という結果が得られた。
- 架台構成要素とモジュール保護系構成要素がおよそ10年の稼働でその機能を喪失する結果となった。一方で、モジュール構成要素の機能損失は、20年間の稼働後でさえ機能喪失確率は0.1未満と低い結果が示された。
- 故障率に対する感度について分析した結果、セル、インターコネクター、バスバー電極は、PVシステム全体への感度はそれほど高くない。架台構成系サブコンポーネントにおける故障率改善はPVシステム信頼性の向上に大きな寄与が見込まれる

謝辞：この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです