

電力配分回路を用いた太陽光発電の自動最適化システムに関する研究

大関崇 山田隆夫 加藤和彦
太陽光発電研究センター システムチーム

背景

将来の導入目標である50GW, 100GW以上の達成には、相当数の導入量が必要。

日照条件の悪い箇所などへの導入が予想される。

その場合、発電コスト低減のために、日影等によるミスマッチへの対策が必要。

PV2030+ における導入想定 (case2 100GW)

分野	PV2030+ case 2	想定	導入率
戸建住宅	45GW	既設住宅の1/3に4kW 2021~2030年の新築の80%に5kW	30%
集合住宅	16GW	非木造住宅の1/3に20kW棟 2021~2030年の新築非木造住宅の40~60%に3kW/戸	
公共施設	10GW	学校施設に100kW, 文化施設に100kW, 自治体庁舎に50kW等	75%
大型産業	10GW	建築面積の1/10相当の建物の屋根: 18% 敷地面積1/4相当の工場における敷地面積の9%: 18%	4%
道路鉄道	14GW	駅舎屋根の1/2に100kW, 法面等の1/3: 18% 高層駅の1/3: 18%, 鉄道高架橋の1/3: 18%	27%
民生業務	5GW	事業所ビル屋上の1/5: 18% ガソリンスタンドの1/3に20kW	14%

研究の目的

日影や不具合による出低下のミスマッチリカバリ回路の開発

従来の手法: ACモジュール, DCモジュール, 配線最適化
(ナショセミ, Solar Edge, Tigo, Enphase等)

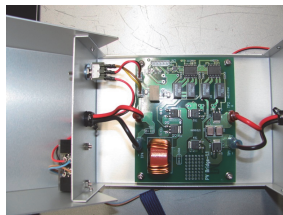
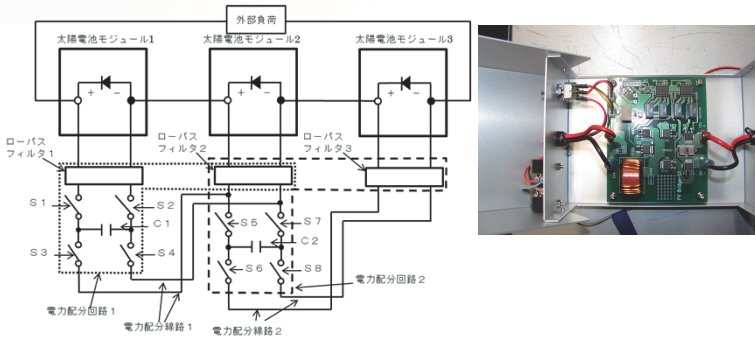
提案の手法: 自動最適化回路
マイクロコンバータとの違いは?
・回路をシンプルに
・通信は使わない
⇒信頼性向上, コストダウン

Table 1. Select commercially available distributed DC-DC devices

Company	Model	Input V	Power	Topology	Output V
Akuru	AP250	14-80 V	250 W	Buck	0-80 V
e4i2 energy	vBoost E50	20-50 V	250 W	Boost	200-350 V
Solar Edge	PE250-A08B	5-65 V	250 W	Buck/Boost	5-60 V
Solar Edge	PE350-T1H	10-95 V	350 W	Buck/Boost	5-60 V
Solar Magc	SM2120-381	30-80 V	210 W	Buck/Boost	0-86 V
Solar Magc	SM3320	15-40 V	350 W	Buck/Boost	0-43 V
ST Micro-electronics	SPV1020	0-36 V	100 W†	Boost†	0-36 V
Tigo energy	MM-E550	16-48 V	300 W	Buck†	0-48 V
Tigo energy	MM-EP35	28-42 V	280 W	Boost	375 V
Xantrex Solar	SunMaster	15-48 V	250 W	Buck	0-48 V

† Preliminary spec, based on 1 device per PV module.
‡ Uses impedance matching circuit, which is a buck converter with synchronous rectification [8]

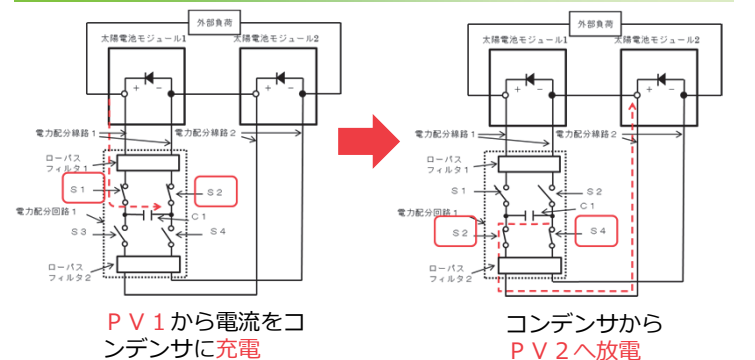
実験回路



- 回路構成が簡単でローパスフィルタを平滑コンデンサのみにすればコンデンサだけで構成できる。
- ただし、スイッチキャパシタ方式であるためノイズが出やすい。
- また太陽電池間の電力移動はコンデンサであるため、大きな容量を移動するには不適。(コンデンサは容量が大きくなると耐圧が低くなるため)

特開2014-103766

動作原理

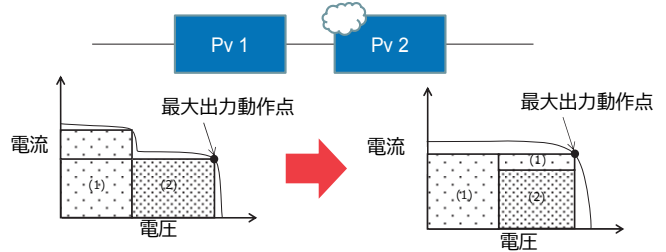


まとめ

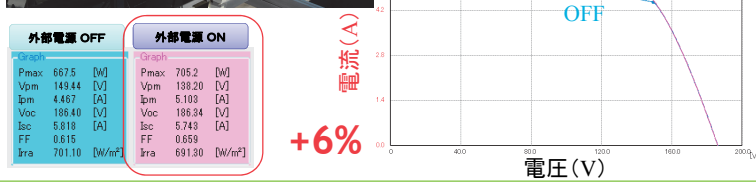
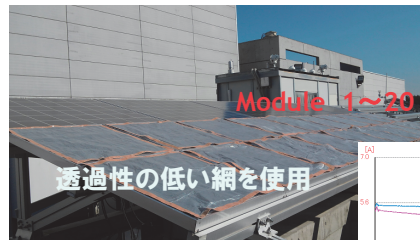
- 電力配分による自動最適化回路を提案。
- I-Vカーブを整形可能。
- ミスマッチによる損失をリカバー(最大1~10%)
- 電流差が小さい範囲で特に有効。
⇒フレキシブルや集光への適用
⇒電流差が大きい場合は、損失が拡大する条件もある。
- 今回はコンデンサタイプを紹介。小型化、配分による線路損失低減が課題。
リアクトル, LC, フライバック式を検討(各4台で実験済み)
- 特許: 特開2014-103766, 特開2014-116991等

コンセプト

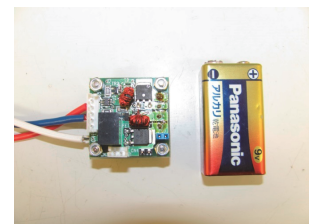
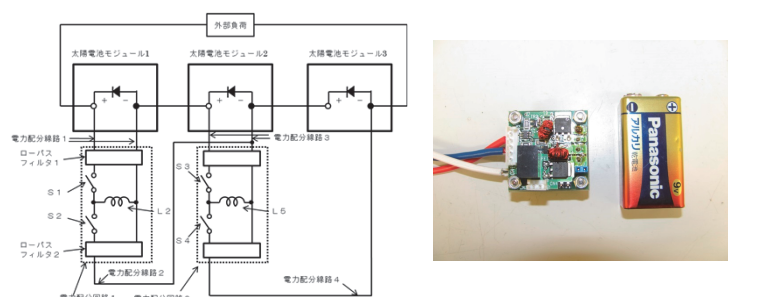
- マイクロコンバータと異なるトポロジ
⇒回路をシンプルに & 通信は使わない
⇒信頼性向上, コストダウン
- 直列接続されたモジュール(クラスタ)のうち、電流のばらつきによりミスマッチが起きるため、I-Vカーブに段差が生じ、動作点により利用されない電力がロスとなる。
- 電流の大きい方から小さい方へ電流を配分することでミスマッチを解消し、I-Vカーブを整形してロスを低減する。



実験結果



その他のトポロジ(リアクトル)



- 回路構成が簡単。インダクタを介して太陽電池間の電力移動を行うため、大きな容量にもある程度は(耐圧に関係なく)対応可能。ただし大きさが増す。
- 右上の写真は大きさ3x3cmまで小型化(余分なコネクタやポートを除けばさらなる小型化も可能)。