



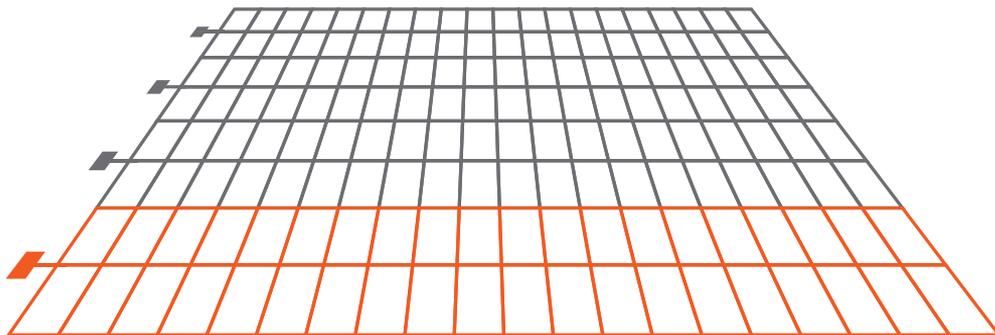
## Amptistring オプティマイザの活用方法

# 全てのストリングレベルでの最適動作点での運転

ampt 



Amptストリングオプティマイザ



1500 VDC

1000 VDC

750 VDC

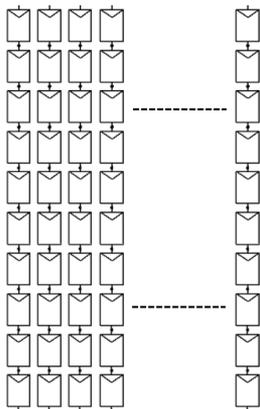
600 VDC

Amptストリングオプティマイザを使用して全てのストリングにMPPT  
(最大出力点追尾回路)を挿入し新設／既設システムを問わず最適化する

# string毎の最適動作点追尾でミスマッチ損失を低減(発電電力の増大)

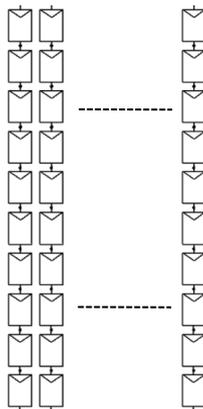
## セントラルパワコン

数千のモジュールに一つのMPPT  
例: 500kWpの場合約4000モジュール



## stringパワコン

数百のモジュールに一つのMPPT  
例: 50kWの場合約400モジュール



## Ampt string オプティマイザ

20モジュールに一つのMPPT



string間ミスマッチ損失低減  
= 発電量の増加

33.7 MW  
カナダ



705 kW  
長野



360 kW  
千葉



28MW+蓄電池  
ハワイ



## ミスマッチ要因





# ミスマッチ損失の要因とその損失の大きさ

タイプ	定義	ミスマッチ損失	備考
モジュール出荷時のバラつき	製造プロセス変動による電氣的パラメータの変動	0.2% to 1%	製造元によって決定される。
温度勾配	フィールドでのモジュール間の温度差	0% to 1.5%	アレイのサイズとレイアウト、傾き、架台、地面状態、気候等によって決定される。これは時間の経過とともに劣化したり、改善される可能性は低い。
不均一汚れ	モジュール表面の不均一な汚れ	0% to 2%	アレイのサイズとレイアウト、傾き、気候、地面状態によって決定される。 アレイまたは通路の、端に近いモジュールとストリングがより速く汚れる。
雲による影	アレイ上を雲が通過することによる電力過渡現象(増減)	0% to 0.1%	予測が非常に難しく、年間を通して全体的な影響は少ない、短期間の増減である。
導体の電圧降下	モジュールからパワコンまでの配線による電圧降下	0% to 0.5%	アレイのサイズとレイアウト、適切なサイズのケーブル配線及び、ケーブル長によって決定される。
その他	アレイ間の影、山、鉄塔等による影の影響	0% to ?	発電量自体が大幅に減少するが、ミスマッチによる損失も10%超える場合もある。
経年劣化	<u>セルやモジュールは異なる速度で経年劣化する。</u>	<u>0% to 2.5%</u>	<u>動作温度が10℃上昇することにおよそ2倍の速度で劣化する。この値は時間とともに増加する。</u>
	TOTAL:	0.2% to 8.1%	上記が複合化され、時間の経過とともに増加する。

既設発電所における  
Amptistring最適化を利用した  
2つの  
リパワーリング(発電量アップ)方法

1. ミスマッチ損失を低減して既設発電所の発電量を増加させる

接続箱の周辺に最適化を取り付け配線するだけで発電量をアップできる。

2. (上記に加えて)新型パワコンへの置換えにより発電量を更に増加させる。

太陽電池stringの直列数の変更する必要なく600V系のパワコンを1000V系のパワコンに置き換えることができ、パワコンの変換効率アップによって発電量をアップできる。

# 1. ミスマッチ損失を低減して既設発電所の発電量を増加させる

■ 影

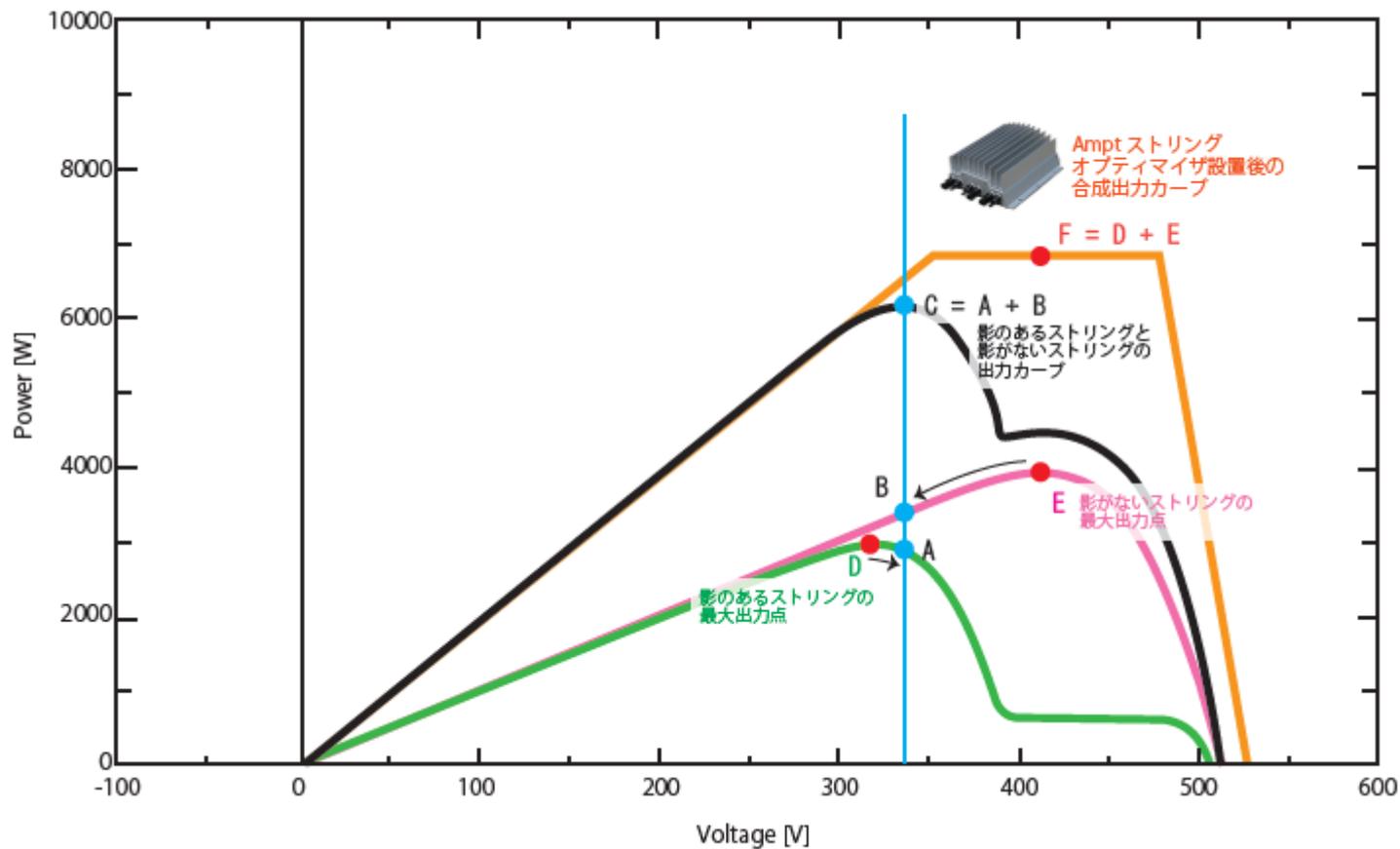
アレイを設置している東側に午前中  
森林の影が発生。影の影響により発  
電量が大幅に低下

影のないアレイ  
パワコン1

影のないアレイ  
パワコン2

影のあるアレイ  
パワコン3

導入例  
太陽電池モジュール：  
694kWp  
パワコン：500kW  
設置場所：大分県



◀

## 比較検証結果

- ・PCS2 DC容量 578.76kW 影のないパワコン
- ・PCS3 DC容量 694.72kW 影のあるパワコン(アンプト導入)

AMPT工事期間 2018/5/9-2018/5/11

PCS設定 2018/6/7を省く

### 年間発電量比較(導入1年目)

導入前 2017/6/8-2018/5/31	PCS2	PCS3	PCS3/PCS2
	655020.2kWh	644794.6kWh	98.44%
導入後1年目 2018/6/8-2019/5/31	PCS2	PCS3	PCS3/PCS2
	657351.5kWh	683595.8kWh	103.99%
導入前、導入後発電量Δ%			5.55%

### 年間発電量比較(導入2年目)

導入前 2017/6/8-2018/5/31	PCS2	PCS3	PCS3/PCS2
	655020.2kWh	644794.6kWh	98.44%
導入後2年目 2019/6/8-2020/5/31	PCS2	PCS3	PCS3/PCS2
	608552.4kWh	644291kWh	105.87%
導入前、導入後発電量Δ%			7.43%

1. ミスマッチ損失を低減して既設発電所の発電量を増加させる

・経年劣化

条件:

PV: 1399.8kWp

PCS: 1000kW

設置場所: 千葉県

FIT: 40円/kWh

稼働6年目にAmptistring最適化を設置

高品質パネル																				
経年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
標準	1565.8	1558.5	1551.2	1543.9	1536.6	1529.2	1519.0	1508.8	1498.5	1488.3	1478.0	1468.5	1458.9	1449.3	1439.8	1430.2	1422.1	1413.9	1405.8	1397.7
劣化率	100%	99.5%	99.1%	98.6%	98.1%	97.7%	97.0%	96.4%	95.7%	95.1%	94.4%	93.8%	93.2%	92.6%	92.0%	91.3%	90.8%	90.3%	89.8%	89.3%
最適化付き	1571.1	1564.6	1558.2	1551.7	1545.3	1538.8	1532.1	1525.3	1518.6	1511.8	1505.1	1497.6	1490.2	1482.8	1475.4	1468.0	1458.3	1448.6	1438.9	1429.2
劣化率	100%	99.6%	99.2%	98.8%	98.4%	97.9%	97.5%	97.1%	96.7%	96.2%	95.8%	95.3%	94.9%	94.4%	93.9%	93.4%	92.8%	92.2%	91.6%	91.0%
向上率	0.3%	0.4%	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.1%	1.3%	1.6%	1.8%	2.0%	2.1%	2.3%	2.5%	2.6%	2.5%	2.4%	2.4%	2.3%
ΔMWh	5.3	6.1	7.0	7.8	8.7	9.6	13.1	16.5	20.1	23.5	27.1	29.1	31.3	33.5	35.6	37.8	36.2	34.7	33.1	31.5
収益	-	-	-	-	-	¥384,000	¥524,000	¥660,000	¥804,000	¥940,000	¥1,084,000	¥1,164,000	¥1,252,000	¥1,340,000	¥1,424,000	¥1,512,000	¥1,448,000	¥1,388,000	¥1,324,000	¥1,260,000
積算収益	-	-	-	-	-	¥384,000	¥908,000	¥1,568,000	¥2,372,000	¥3,312,000	¥4,396,000	¥5,560,000	¥6,812,000	¥8,152,000	¥9,576,000	¥11,088,000	¥12,536,000	¥13,924,000	¥15,248,000	¥16,508,000
FIT	¥40					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 yrs
標準品質パネル																				
経年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
標準	1565.0	1554.9	1544.7	1534.6	1524.5	1514.3	1499.8	1485.3	1470.9	1456.4	1441.9	1429.9	1417.9	1406.0	1394.0	1382.0	1361.0	1340.0	1319.0	1298.0
劣化率	100%	99.4%	98.7%	98.1%	97.4%	96.8%	95.8%	94.9%	94.0%	93.1%	92.1%	91.4%	90.6%	89.8%	89.1%	88.3%	87.0%	85.6%	84.3%	82.9%
最適化付き	1570.3	1562.0	1553.7	1545.4	1537.2	1528.9	1519.4	1509.9	1500.4	1491.0	1481.5	1469.3	1457.2	1445.1	1432.9	1420.8	1412.6	1404.4	1396.3	1388.1
劣化率	100%	99.5%	98.9%	98.4%	97.9%	97.4%	96.8%	96.2%	95.5%	94.8%	94.3%	93.6%	92.8%	92.0%	91.3%	90.5%	90.0%	89.4%	88.9%	88.4%
向上率	0.3%	0.5%	0.6%	0.7%	0.8%	1.0%	1.3%	1.7%	2.0%	2.4%	2.7%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	3.8%	4.8%	5.9%	6.9%
ΔMWh	5.3	7.1	9.0	10.8	12.7	14.6	19.6	24.6	29.5	34.6	39.6	39.4	39.3	39.1	38.9	38.8	51.6	64.4	77.3	90.1
収益	-	-	-	-	-	¥584,000	¥784,000	¥984,000	¥1,180,000	¥1,384,000	¥1,584,000	¥1,576,000	¥1,572,000	¥1,564,000	¥1,556,000	¥1,552,000	¥2,064,000	¥2,576,000	¥3,092,000	¥3,604,000
積算収益	-	-	-	-	-	¥584,000	¥1,368,000	¥2,352,000	¥3,532,000	¥4,916,000	¥6,500,000	¥8,076,000	¥9,648,000	¥11,212,000	¥12,768,000	¥14,320,000	¥16,384,000	¥18,960,000	¥22,052,000	¥25,656,000
FIT	¥40					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 yrs
低品質パネル																				
経年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
標準	1563.1	1549.1	1535.2	1521.3	1507.3	1493.4	1474.4	1455.4	1436.4	1417.5	1398.5	1377.7	1357.0	1336.3	1315.5	1294.8	1271.2	1247.6	1224.0	1200.4
劣化率	100%	99.1%	98.2%	97.3%	96.4%	95.5%	94.3%	93.1%	91.9%	90.7%	89.5%	88.1%	86.8%	85.5%	84.2%	82.8%	81.3%	79.8%	78.3%	76.8%
最適化付き	1568.7	1557.1	1545.5	1533.9	1522.3	1510.7	1497.6	1484.5	1471.5	1458.4	1445.3	1430.5	1415.6	1400.8	1385.9	1371.1	1360.0	1349.0	1337.9	1326.8
劣化率	100%	99.3%	98.5%	97.8%	97.0%	96.3%	95.5%	94.6%	93.8%	93.0%	92.1%	91.2%	90.2%	89.3%	88.3%	87.4%	86.7%	86.0%	85.3%	84.6%
向上率	0.4%	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.6%	2.0%	2.4%	2.9%	3.3%	3.6%	4.3%	4.8%	5.4%	5.9%	7.0%	8.1%	9.3%	10.5%
ΔMWh	5.6	8.0	10.3	12.6	15.0	17.3	23.2	29.1	35.1	40.9	46.8	52.8	58.6	64.5	70.4	76.3	88.8	101.4	113.9	126.4
収益	-	-	-	-	-	¥692,000	¥928,000	¥1,164,000	¥1,404,000	¥1,636,000	¥1,872,000	¥2,112,000	¥2,344,000	¥2,580,000	¥2,816,000	¥3,052,000	¥3,552,000	¥4,056,000	¥4,556,000	¥5,056,000
積算収益	-	-	-	-	-	¥692,000	¥1,620,000	¥2,784,000	¥4,188,000	¥5,824,000	¥7,696,000	¥9,808,000	¥12,152,000	¥14,732,000	¥17,548,000	¥20,600,000	¥24,152,000	¥28,208,000	¥32,764,000	¥37,820,000
FIT	¥40					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 yrs

2. 新型パワコンへの置換えにより発電量を更に増加させる。

- ・太陽電池パネルの直列数配線替え不要

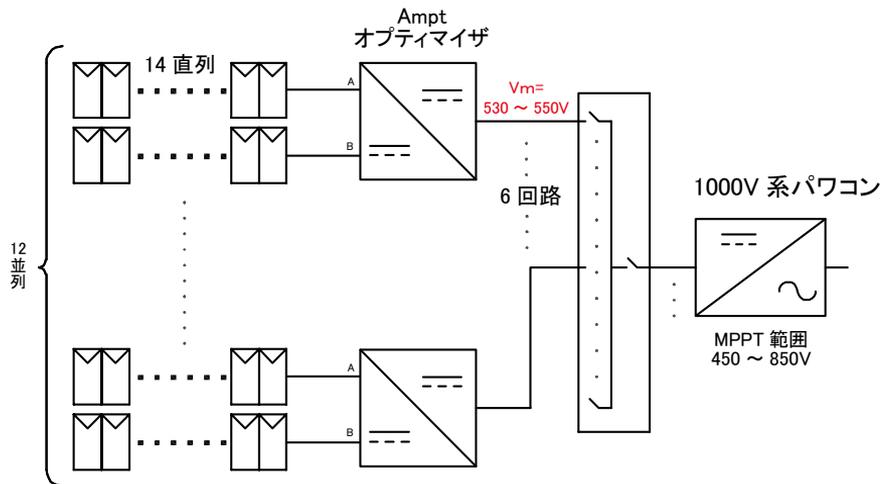
# 最新のパウコンへのアップグレード



配線を変えずにシステムをアップグレード

- ・600Vシステムのまま1000V式のパウコンへ交換
- ・1000Vシステムのまま最新の1500V式のパウコンへ交換

## Amptオプティマイザ使用(1000V系パワコン)

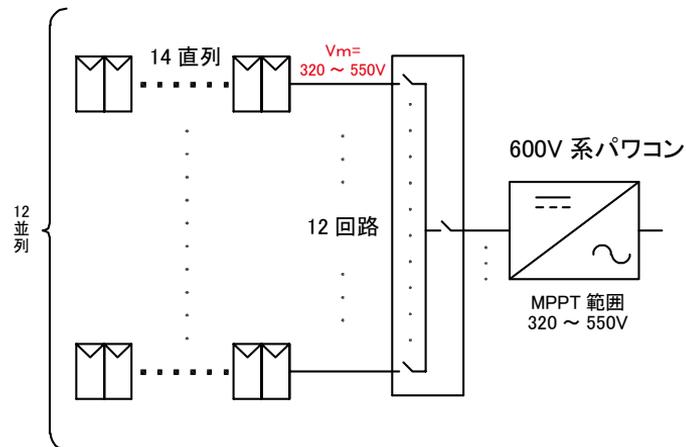


Amptオプティマイザが出力電圧 $V_m$ を  
1000V系パワコンの  
MPPT範囲(530~550V)に制御

パネルの14直列はそのまま  
1000V系パワコンを使用可能

5~10年経過しているシステムにおいては  
6.5~8.5%の発電量UPが期待できる

## 既存単線結線図(600V系パワコン)



600V系  
旧式パワコン  
オプティマイザ無し

1000V系  
最新型パワコン  
オプティマイザ有り

パワコン  
変換効率

95.5%

98.5%

Ampt導入による  
発電量向上

—

3~5%

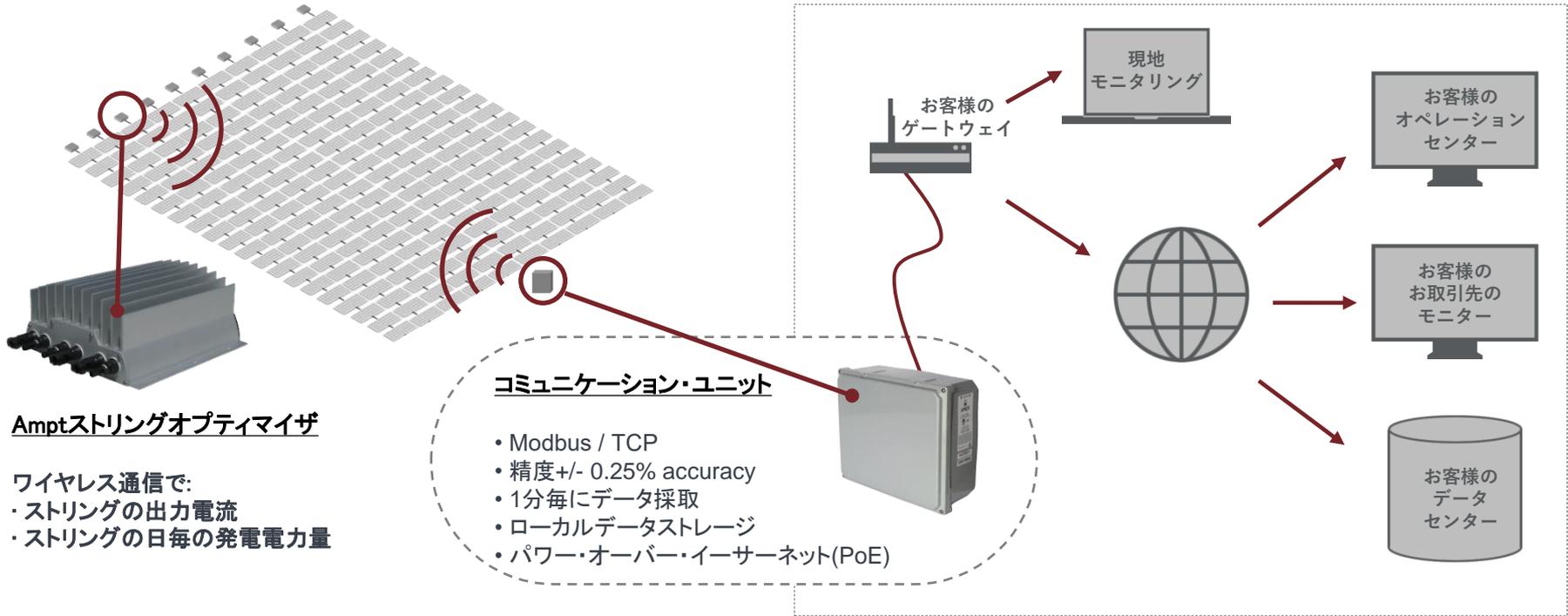
トータル  
発電量向上

—

6.5~8.5%

## ○&Mのためのストリングモニタリング機能

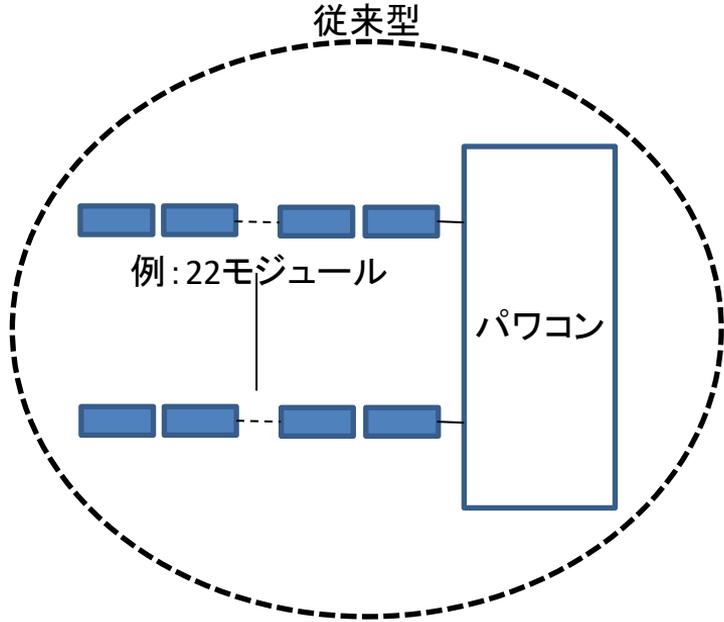
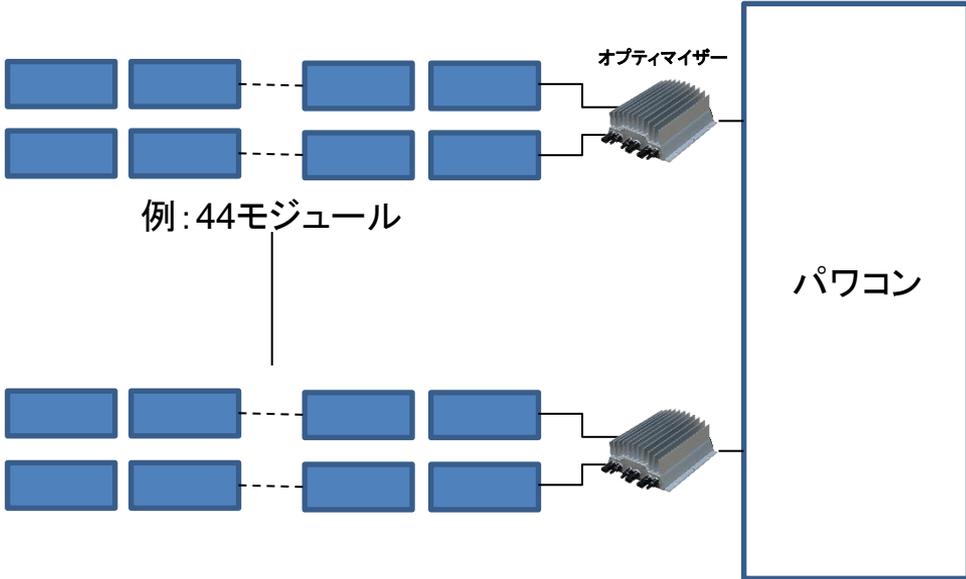
# O & Mのために最適化出力データ モニタリング(オプション)



# Amptistring オプティマイザーのistring-ストレッチ テクノロジー によるDC:AC過積載システム

# ストリング-ストレッチのメカニズム:

Amptオプティマイザーを使用することにより従来型と比較してモジュール数が2倍となる。



## istring-stretchの例:

例えば49.5kW定格パワコンの場合、従来型であれば太陽電池は73920Wp入力  
Amptistring最適化を使用することによって147840Wp積載可能となる。

	太陽電池istring入力容量		istring仕様	並列数	接続可能太陽電池容量
従来型	280Wpモジュール 22直列	6160Wp	$I_m=8.7A$ $V_m=708V$	12並列	73920Wp
<u>Amptistring最適化</u>	280Wpモジュール 22直列X2並列	12320Wp	$I_{max}=12A$ $V_m=820V$	12並列	147840Wp

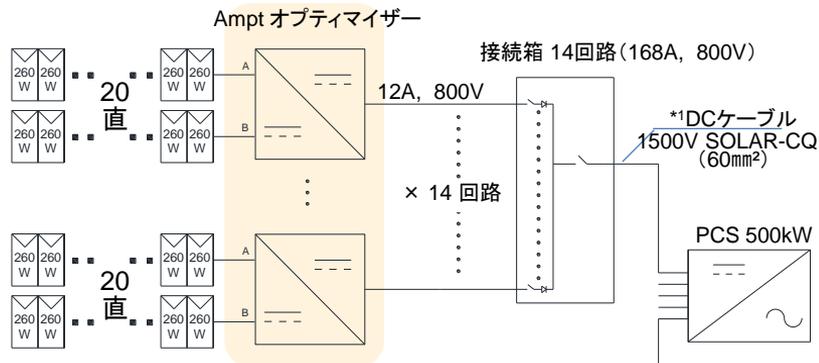
## 新設の場合のBOSコスト(接続箱、DCケーブル)削減

# システム構成例 (Ampt適用型と従来型)

PCS : 500kW

PV : 728kWp (260Wp × 20直列 × 140並列)

## Ampt スtring オプティマイザー 使用



### \*1 ケーブル損失計算

接続箱からパワコンまでの距離:

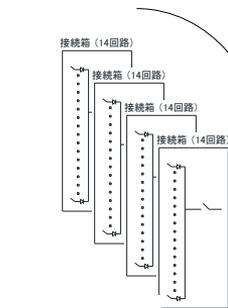
次ページ例 **合計577m**

60sqケーブル抵抗値: 0.303オーム/km

総抵抗: 577m × 2 × 0.303/1000 = 0.35オーム

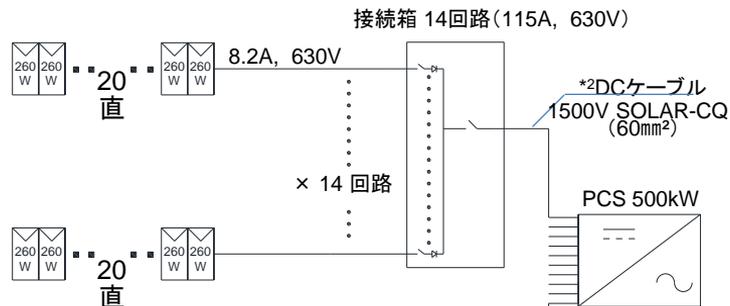
従って総ケーブル損失は、

$I^2R = (168A)^2 \times 0.352 = \mathbf{9.9kW}$



接続箱  
合計 5台

## 従来型



### \*2 ケーブル損失計算

接続箱からパワコンまでの距離:

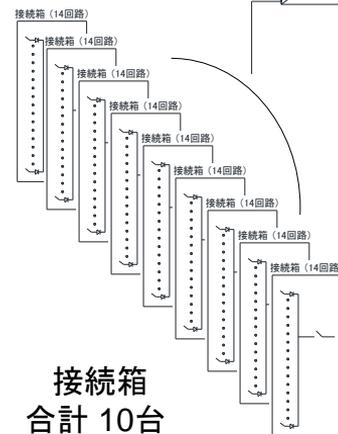
次ページ例 **合計1213m**

60sqケーブル抵抗値: 0.303オーム/km

総抵抗: 1213m × 2 × 0.303/1000 = 0.735オーム

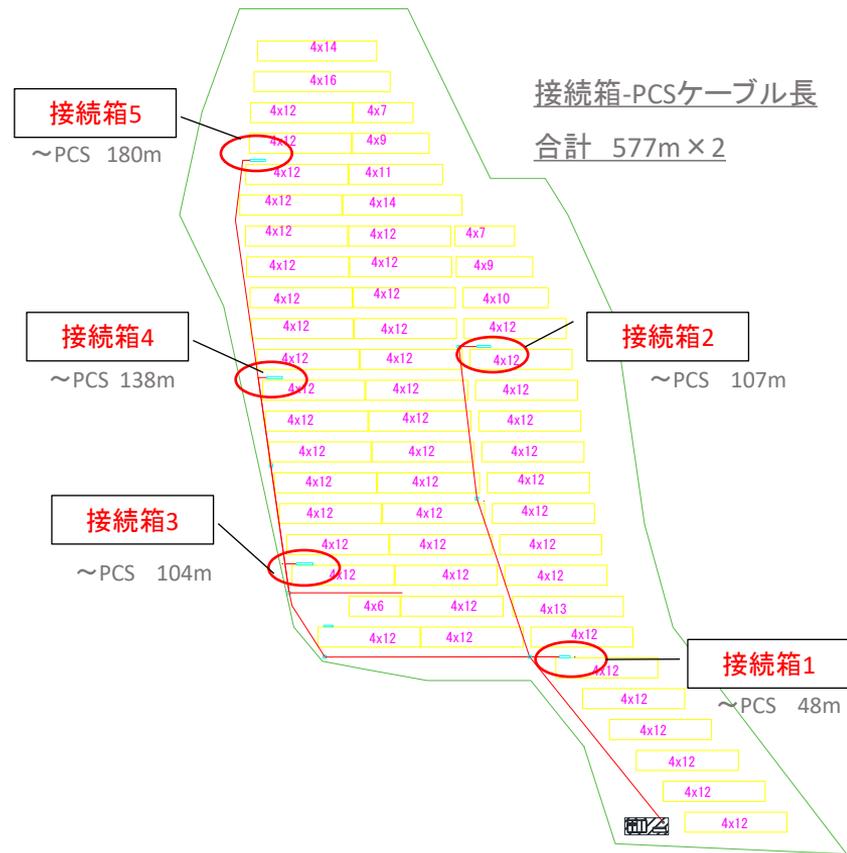
従って総ケーブル損失は、

$I^2R = (115A)^2 \times 0.735 = \mathbf{9.7kW}$

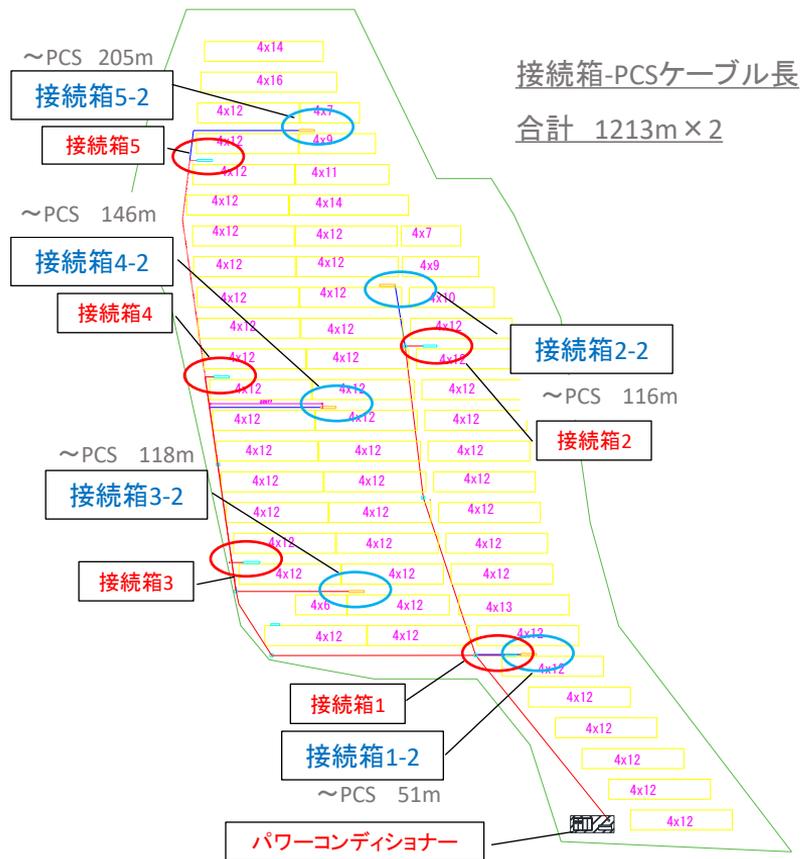


接続箱  
合計 10台

# Amptistring最適化使用



# 従来型

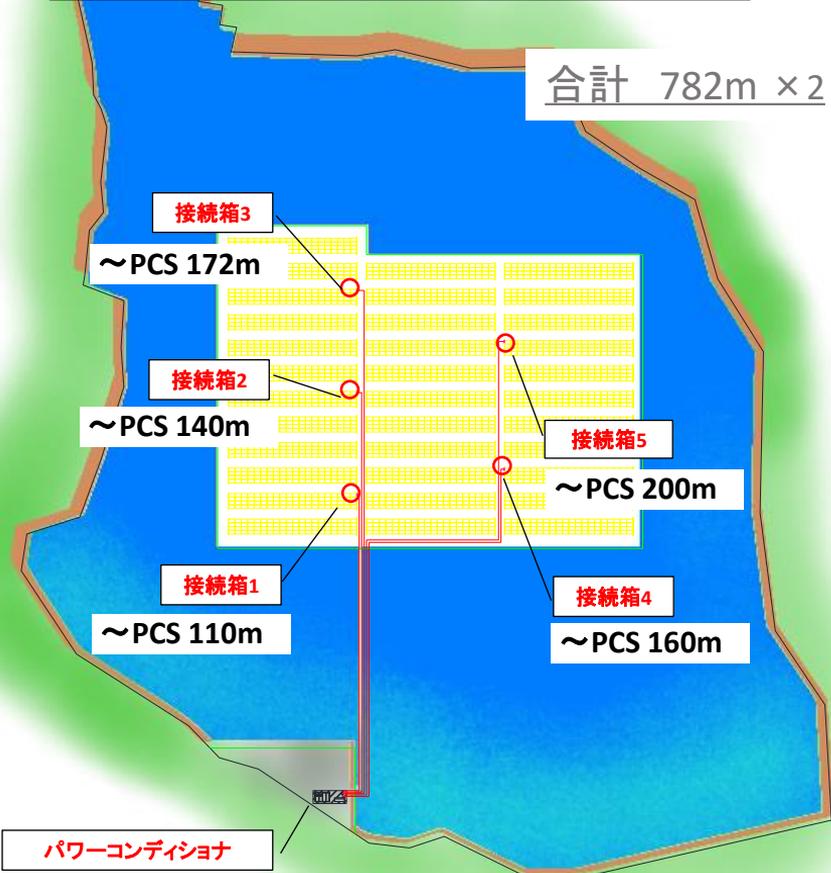


# BOS機器コスト削減効果

	Ampt使用		従来型	
接続箱 1台@120,000円	5個	600,000円	10個	1,200,000円
ケーブル(1500V,60mm <sup>2</sup> ) 1m@900円	577m × 2	1,038,600円	1,213m × 2	2,183,400円
合 計		1,638,600円		3,383,400円
削減額	Δ 1,744,800円			

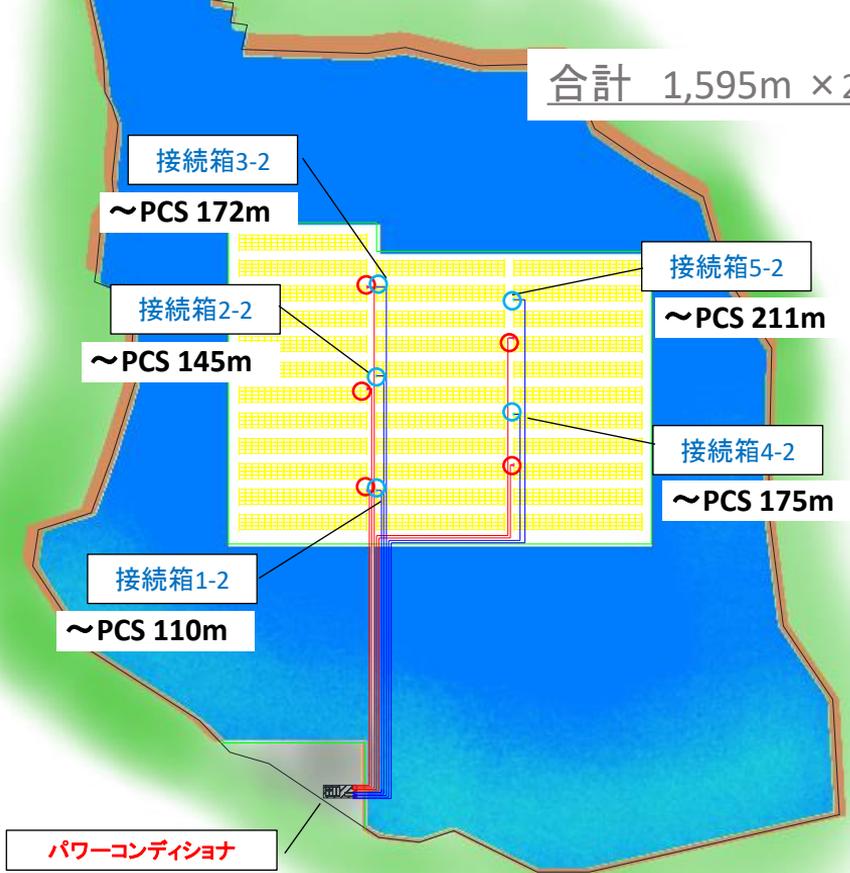
# Amptstring最適化使用

合計 782m × 2



# 従来型

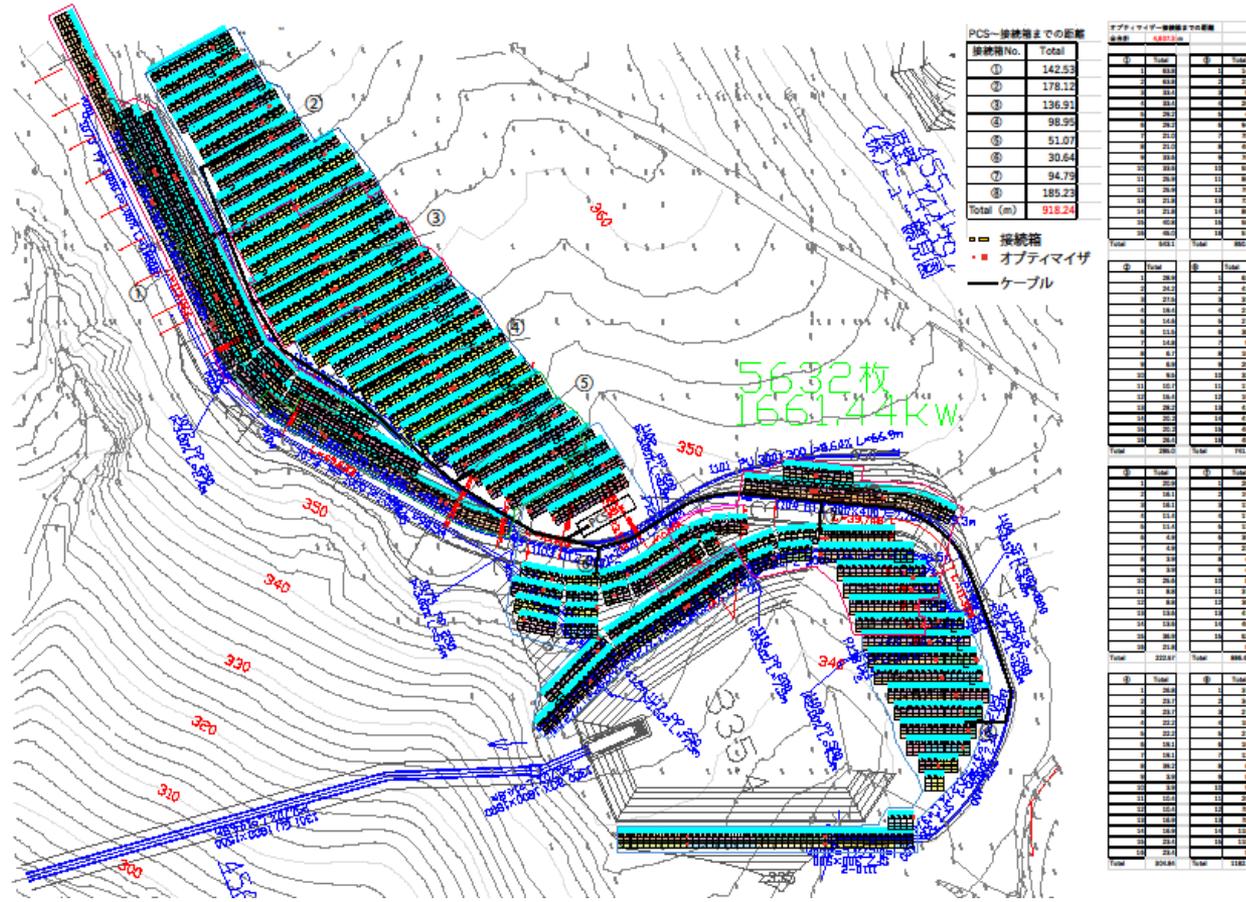
合計 1,595m × 2



# 水上太陽光発電所 BOS機器コスト削減効果

	Ampt使用		従来型	
接続箱 1個@120,000円	5個	600,000円	10個	1,200,000円
ケーブル(1500V,60mm2)  1m@900円	782m × 2	1,407,600円	1,595m × 2	2,871,000円
合 計		2,007,600円		4,071,000円
削減額	Δ 2,063,400円			

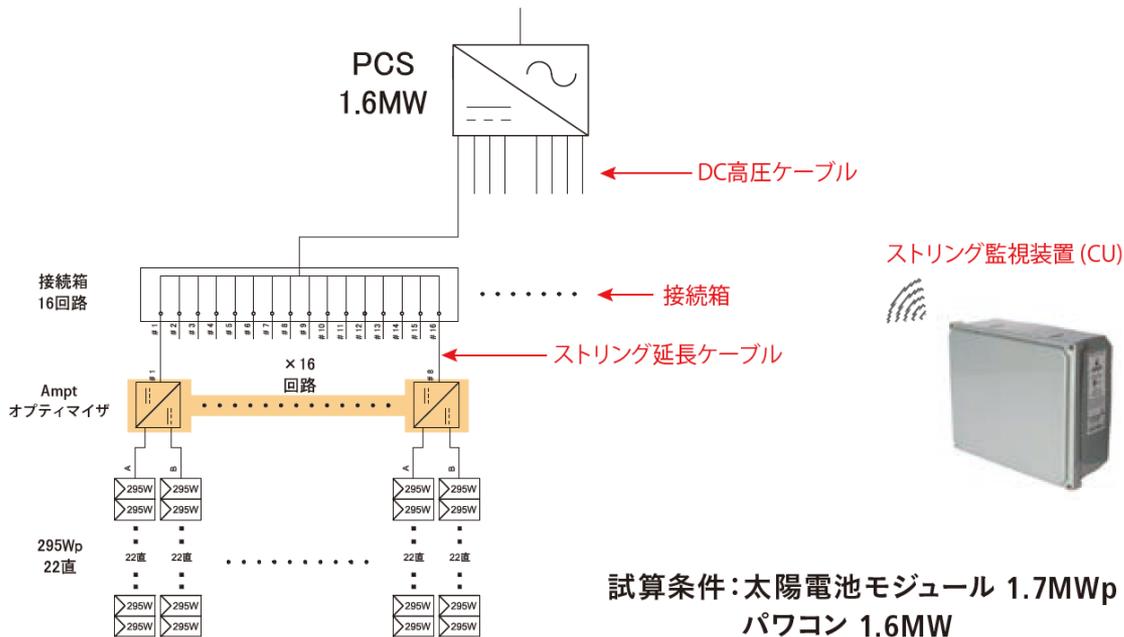
# 1MWシステムBOS削減効果



# 1MWシステムBOS削減効果

		通常設計		Ampt導入設計	
接続ケーブル3.5sq(ストリンガー接続箱の間)	m	18429.2	¥1,197,898	9215	¥598,949
接続箱(ストリングモニター付き)	台	16	¥4,000,000	8	¥2,000,000
DC高圧幹線ケーブル(CVD100sq)m	m	3672	¥11,016,000	1836	¥5,508,000
合計			¥16,213,898		¥8,106,949
削減金額(通常設計-Ampt導入設計)			¥8,106,949		
Ampt最適化(128個)導入コスト			¥7,462,400		
<b>BOS材料費削減効果</b>			<b>¥644,549</b>		

# 1.7MWシステムのBOS削減効果



●従来型設計 (Amptなし) との部材比較 (パワコン1台あたり)

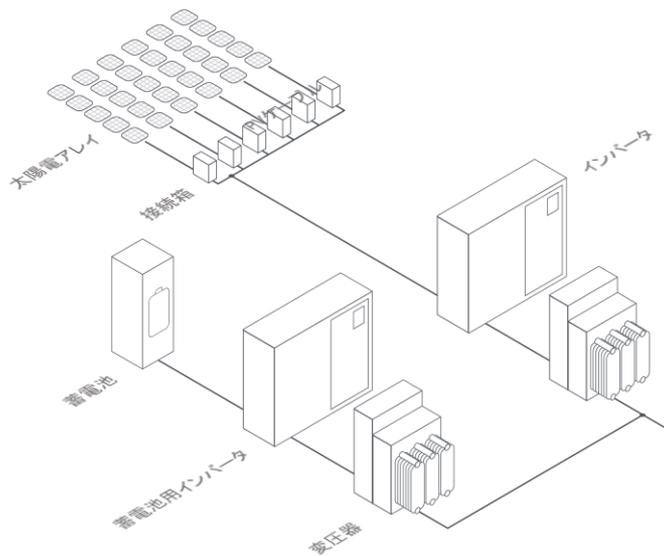
	従来型	Ampt採用
DC高圧ケーブル	16ペア	8ペア
接続箱	16基	8基
ストリング監視	256回線	CUで256回線
ストリング延長ケーブル	256セット	128セット

オプティマイザを採用することで、「8ペアの長距離高圧ケーブル+8個の接続箱+128ストリングの延長ケーブル+接続箱内の256回路のストリング監視回路」を削減できる。オプティマイザのコストアップがあっても、総計760,000円のBOSコスト削減が可能。しかも、ミスマッチ損失低減により発電量は向上する。

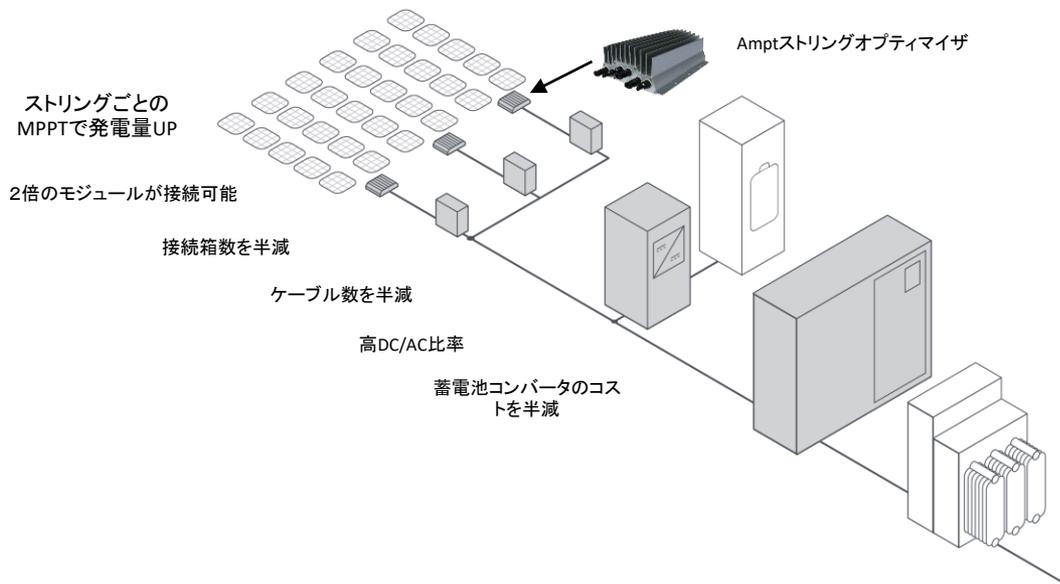
## 蓄電池システムとの親和性のよさ

# Amptストリングオプティマイザを使用したDC側接続PV蓄電池システム

従来のAC側接続のPV蓄電池システム



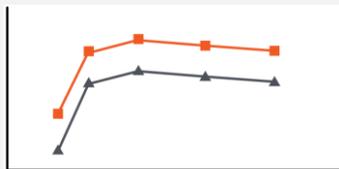
Amptストリングオプティマイザを使用したDC側接続のPV蓄電池システム



低価格化 & 発電効率UP

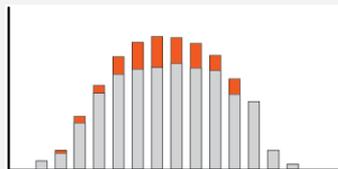
# Amptistring最適化を使用したDC側接続PV蓄電池システムのメリット

## 高い充放電効率



インバータと蓄電池コンバータの動作効率が上がることで、高い充放電効率が可能に。

## 出力抑制時に発電エネルギーを充電



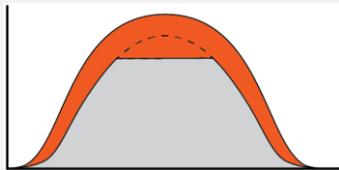
出力抑制時、蓄電池に充電することで、通常であれば失う発電エネルギーを充電可能。

## ミスマッチを低減



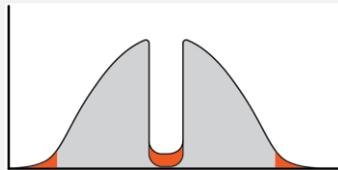
影などの様々な要因によるミスマッチ損失をストリングレベルでMPPTすることによる、出力電力を最大化。

## 過積載の発電エネルギーを無駄なく充電



過積載によるインバータ出力を超えた発電エネルギーを蓄電池に充電。高DC/AC比率(3:1)が可能に。

## 低電圧時の充電



PVアレイの電圧がパワーコンディショナーの起動電圧以下の時、蓄電池に充電。

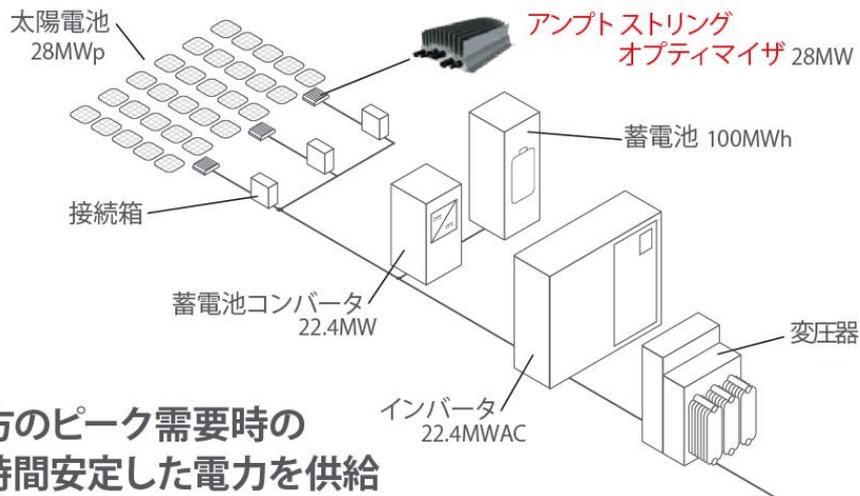
## 経年劣化によるロスを緩和



太陽光セル、モジュールの経年劣化によるミスマッチから発電能力低下を緩和し、システム全体の効率UP

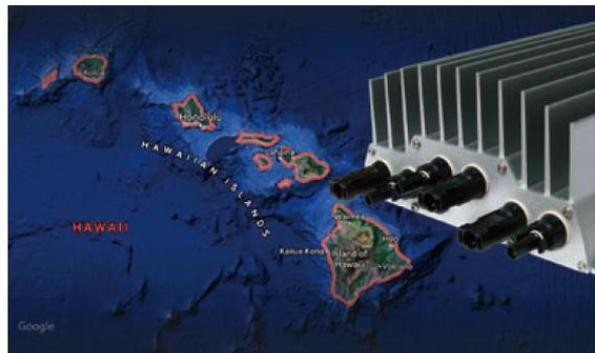
# Amptストリングオプティマイザを使用した蓄電システム例

## ●発電所のシステム構成イメージ



夕方のピーク需要時の  
5時間安定した電力を供給  
(20MWAC × 5時間)

**ストリングオプティマイザを活用し、  
DC側に蓄電池を配置**



### DATA

ラワイ「PV+蓄電池」受給調整用電源  
設置場所：ハワイ州カウアイ島  
パネル容量：28MW／蓄電池容量：100MWh  
DC側接続のPV蓄電池システム

カウアイ島のピーク需要時に、全需要の40%もの電力を供給できる世界最大規模の蓄電システムを太陽光発電所に併設。Amptストリングオプティマイザを活用することで、DC側に蓄電システムを配置し、総合充放電の変換ロスを低減。蓄電システムの構築に必要なコンバータなどの部材コストを抑えることにも成功した。

# 国内納入実績

No.	都道府県	状況	発電所名	PV	設置年	新規/ 既設/増設
				容量(kW)		
1	北海道	稼働中	白川	180.00	2018	既設
2	北海道	稼働中	上士幌	3980.00	2017	増設
3	秋田県	稼働中	合川	1920.00	2017	新規
4	秋田県	稼働中	げんき	553.28	2018	既設
5	宮城県	稼働中	仙台大倉	1820.00	2018	既設
6	福島県	稼働中	新地第一	1317.60	2019	既設
7	福島県	稼働中	相馬第一	2327.40	2019	既設
8	福島県	稼働中	相馬第三	1924.56	2019	既設
9	栃木県	稼働中	鹿沼	1370.88	2019	既設
10	茨城県	稼働中	東茨城TOYO	620.00	2017	既設
11	群馬県	稼働中	権田B	630.00	2018	既設
12	群馬県	稼働中	権田C	1240.00	2018	既設
13	群馬県	稼働中	宮沢A	350.00	2018	既設
14	群馬県	稼働中	宮沢B	650.00	2018	既設
15	群馬県	稼働中	上芝	2210.00	2018	既設
16	群馬県	稼働中	上泉	1530.00	2018	既設
17	群馬県	稼働中	滝窪	280.00	2017	既設
18	群馬県	稼働中	藤森	380.00	2018	既設
19	群馬県	稼働中	富士見	550.00	2017	既設
20	群馬県	稼働中	ナカコ	1830.00	2018	既設
21	群馬県	稼働中	大野	350.00	2018	既設
22	群馬県	開発中	桐生(旧ゴルフ場)	24958.08	2019	新規
23	群馬県	稼働中	安中野殿	110.40	2019	新規
24	埼玉県	稼働中	白岡	1099.59	2019	既設
25	千葉県	稼働中	大草	520.00	2018	新規
26	千葉県	開発中	香取大倉	3887.75	2017	増設

27	千葉県	稼働中	成田奈土	550.00	2017	新規
28	千葉県	稼働中	十余三(とよみ)	4120.00	2018	新規
29	千葉県	稼働中	八街	420.00	2016	増設
30	千葉県	稼働中	市原	60.00	2017	新規
31	千葉県	稼働中	西御門	315.70	2019	新規
32	千葉県	稼働中	九十九里	127.44	2019	新規
33	千葉県	稼働中	千葉	2550.40	2018	既設
34	石川県	稼働中	加賀	1820.00	2018	既設
35	長野県	稼働中	布施	730.00	2016	新規
36	静岡県	稼働中	藤枝	560.00	2018	既設
37	岐阜県	稼働中	アクアワールド	3560.00	2018	既設
38	滋賀県	稼働中	高島	100.00	2018	新規
39	奈良県	稼働中	生駒	520.00	2018	増設
40	兵庫県	稼働中	一宮	1691.76	2019	増設
41	兵庫県	開発中	たつの市揖保川	68.64	2019	増設
42	兵庫県	開発中	山崎木谷	77.76	2019	増設
43	兵庫県	開発中	八重畑	8570.00	2020	新設
44	福岡県	稼働中	川崎	1810.00	2018	既設
45	福岡県	稼働中	東港	2210.00	2016	新規
46	福岡県	稼働中	明星寺	1830.00	2018	既設
47	福岡県	稼働中	北九州鳥越	1220.00	2018	既設
48	熊本県	稼働中	龍田熊本	745.71	2018	既設
49	大分県	稼働中	カソネオ	120.00	2018	既設
50	大分県	稼働中	百合野	650.00	2018	既設
51	鹿児島県	稼働中	出水	680.00	2016	既設
52	大分県	開発中	日田	10019.00	2020	新規
53	鹿児島県	稼働中	湧水	3000.00	2020	新規
54	栃木県	稼働中	鹿沼	110.00	2019	既設
合計				54 sites	104825.95	kw

54サイト、約105MW

※2020年7月時点

海外約350MW