



Tokyo Tech

エネルギー資源としての 太陽光発電

東京工業大学 大学院電気電子系

山田 明

yamada.a.ac@m.titech.ac.jp

目次

- 世界のエネルギー需要と再生可能エネルギー
 - エネルギー需要の増加
 - 再生可能エネルギーに対する期待
- 日本の太陽光発電
 - 市場の見通し
 - 太陽電池生産量
 - 日本の技術
- まとめ

地域別1次エネルギー需要の伸び

- 世界の1次エネルギーの需要は今後も増加
- アジア，とりわけインド，中国，東南アジアにおける伸びが大きい
- インドでは日本の年間電力使用量の約**10**倍，東南アジアアジアでは約**5**倍のエネルギーが必要
 - 地球環境を考えた場合，**CO₂**排出量が少ない，低炭素な**1**次エネルギーの確保が必要
- 再生可能エネルギーの必要性が増加

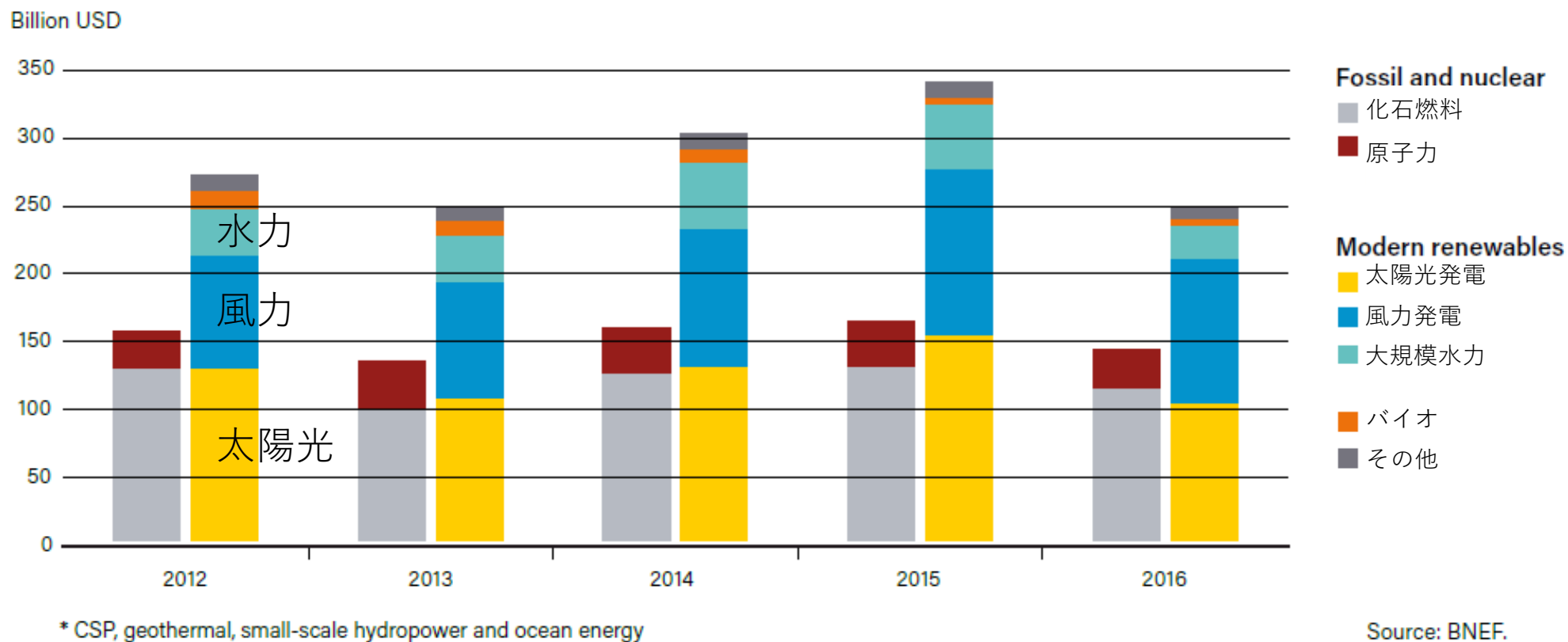
地域別電力需要の伸び（電化の加速）

- 2040年までの最終エネルギー消費の増加分の**40%**は電力と予想（IEA）：電化が加速
- インドでは日本の年間電力使用量の約**2.5倍**，東南アジアでは約**1.2倍**の新たな電力が必要

電源別の追加発電量

- 2040年までに
 - 石炭から天然ガスへの移行
 - 再生可能エネルギー，特に太陽光発電と風力が伸びる

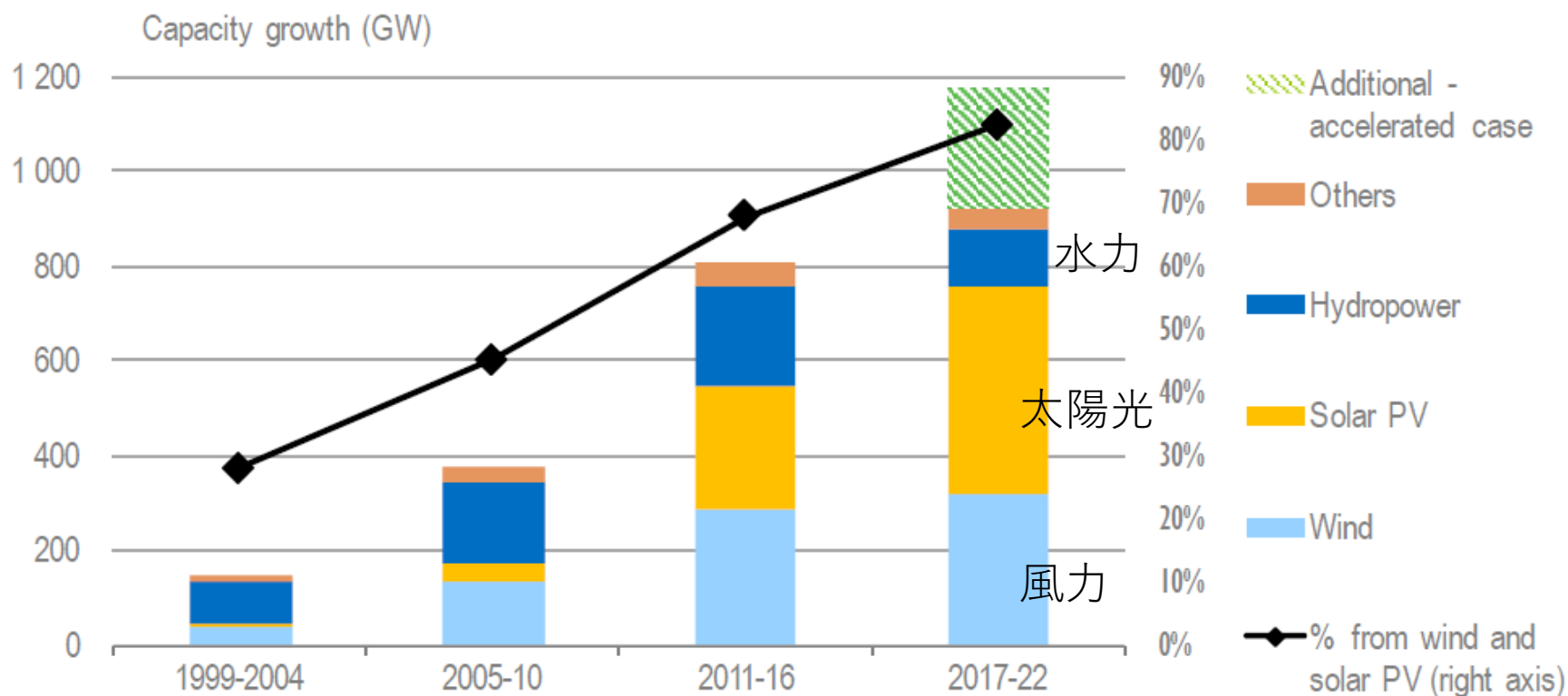
新設電源への投資状況



出典REN21 Renewable energy Status Report 2017から(株)資源総合システムが作成

- 再生可能エネルギーとしては、太陽光発電と風力発電への投資が主体

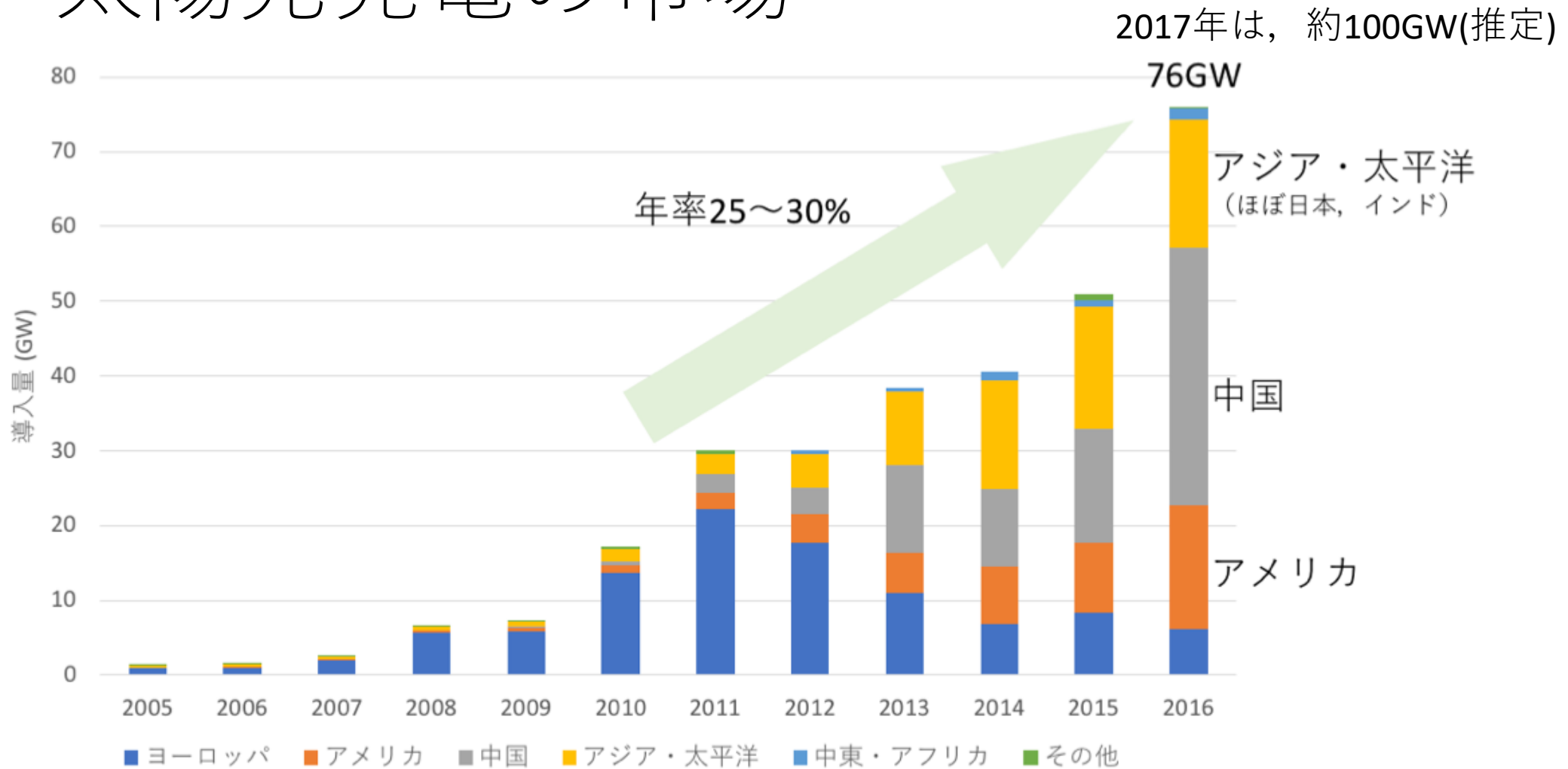
再生可能エネルギー（電力）の成長予測



出典：IEA, Renewables 2017（2017年10月）

- 再生可能エネルギーの増加は、太陽光発電が牽引

太陽光発電の市場



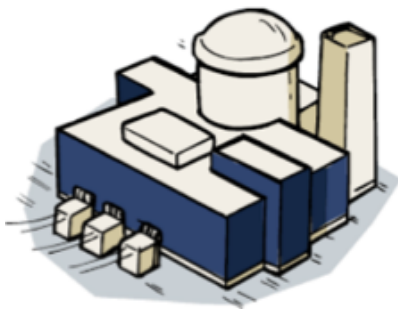
出典：Solar Power Europe ”Global Market Outlook for Solar Power 2017-2021” を元に作成

- 太陽光発電市場は、年率25～30%で増加している。
- 中国の導入量は、2016年度34.5GWであった。全世界の導入量の約半分が中国にて導入されており、世界第1位のマーケットである。
- 世界第2位のマーケットは米国となり、その導入量は14.8GWに達した。前年度の導入量7.5GWと比較して約2倍の伸びを示した。
- インドの導入量は増加傾向にあり、2GWから2016年度は4.5GWへと伸びた。
- 日本の導入量は8.6GWと前年と比べて減少したものの、世界第3位のマーケットを維持している。

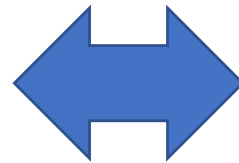
太陽光発電システムの発電容量GWとは？

- 発電量 = 発電容量 x 発電時間
- 原子力発電（1基当たり，平均発電容量1GW）
 - $1\text{GW} \times 24\text{時間/日} \times 365\text{日/年} \times 70\%(\text{稼働率}) \doteq 6,000\text{GWh/年}$
- 太陽光発電（年間 1kW/m^2 の日射量は，約1,200時間）
 - $1\text{GW} \times 1,200\text{時間/年} \doteq 1,200\text{GWh/年}$

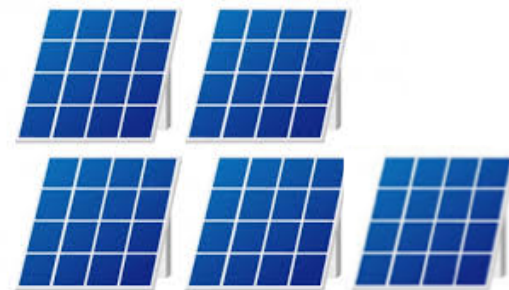
原子力発電所1基(1GW)は，5GWの太陽光発電システムと等しい



1基(1GW)

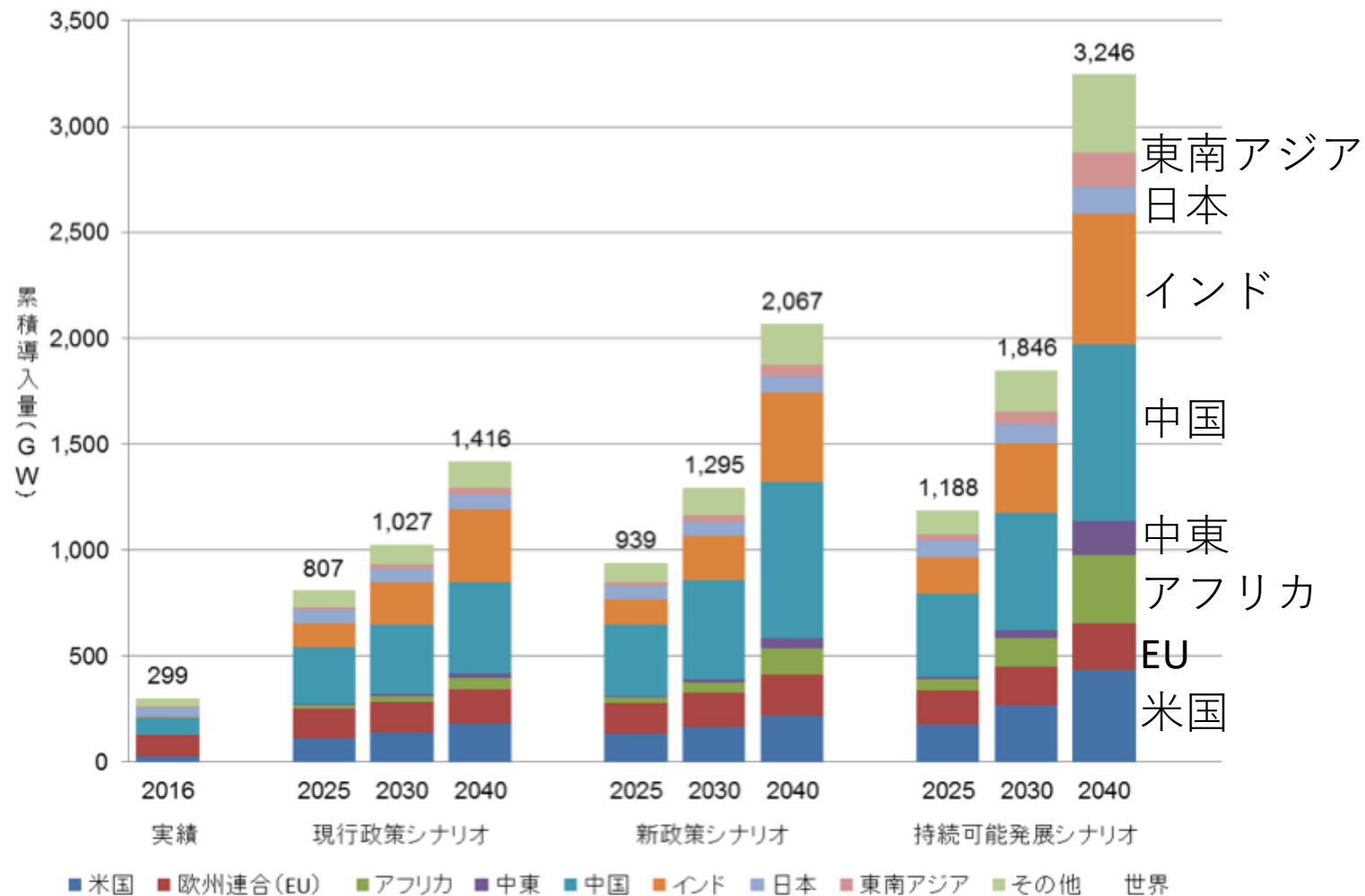


年間発電量として
ほぼ等しい



5GWの太陽光発電

地域別太陽光発電の導入見通し



出典：国際エネルギー機関（IEA）「World Energy Outlook（WEO）2017」（2017年11月）より、㈱資源総合システムが作成

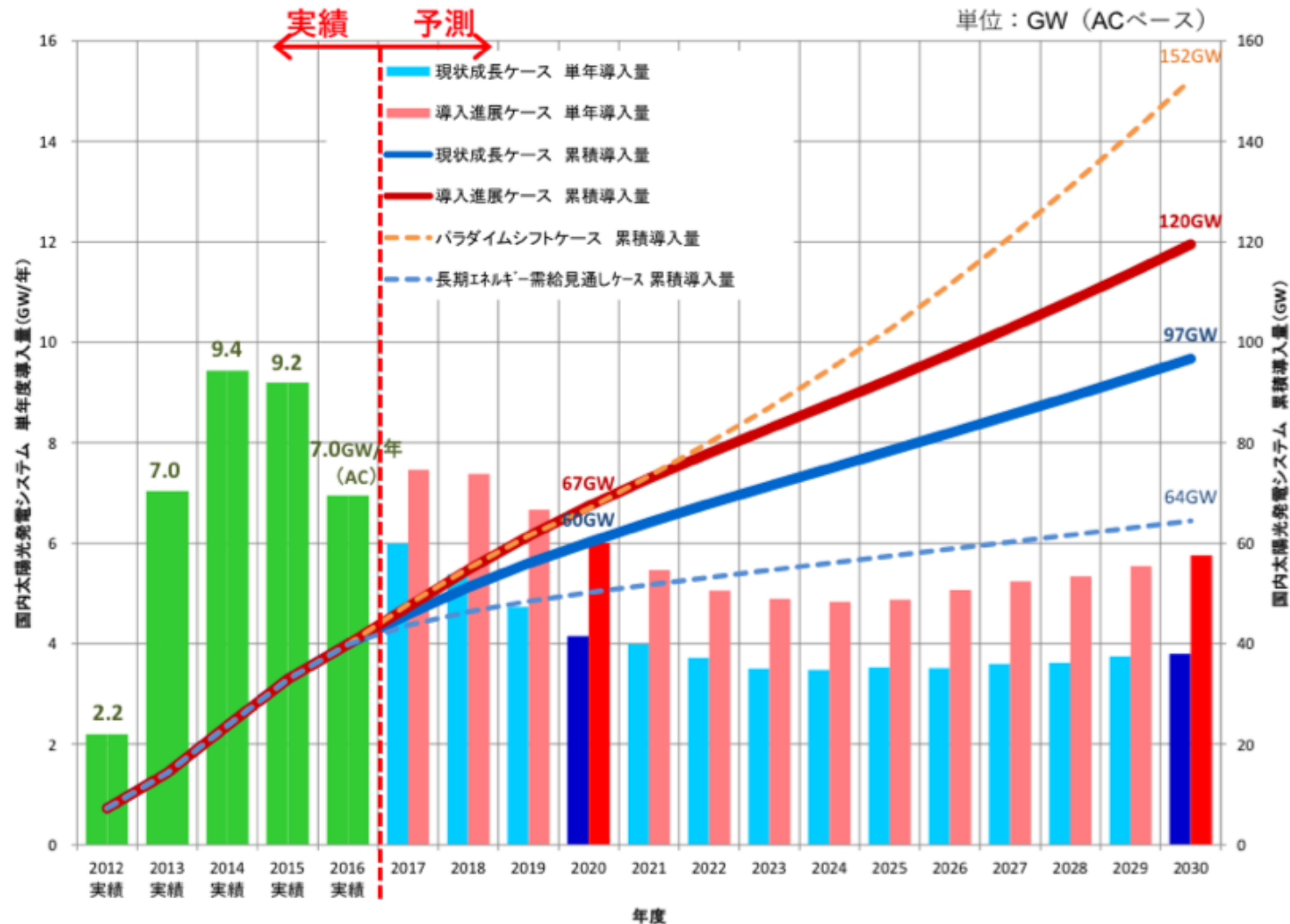
- 全ての地域で太陽光発電の導入は、伸びると予測されている。TWレベル。
- 導入見通しでは、中国、インドが高い
- 伸び率では、アフリカ、中東、東南アジアが高い

- 今後も1次エネルギーの需要は増加する。
- IoT, 電気自動車等の普及により, エネルギー需要増加の40%は, 電力需要として必要。



- 地球環境を踏まえ, 低炭素な電力エネルギーの確保が必要
 - 導入量では, 中国, インド
 - 伸び率では, アフリカ, 中東, 東南アジア
 - 現在の投資は, 太陽光と風力に集中

日本市場の見通し



出典：(株)資源総合システム「日本市場における2020/2030年に向けた太陽光発電導入量予測」（2017年6月）

- 固定価格買取制度(FIT)後も年間4～5GWの太陽光発電が導入される。
- 2030年度までに97GW（現状成長）～120GW（導入進展）の累積導入量が見込める

中国, インドの政策

- 中国

- 第3次5カ年計画（2020年までの電源別送電量目標）

- 太陽光： 100GW
 - 風力： 200GW
 - バイオマス： 20GW
 - 水力： 340GW

- インド

- 再生可能エネルギーの導入促進計画

- 2022年までに175GWの導入目標
 - 太陽光・熱発電： 100GW
 - 風力： 60GW
 - バイオマス： 10GW
 - 小水力： 5GW

太陽電池セルの生産量

- 中国，台湾が生産量の**1位**，**2位**
- 日本は，伸びている市場にもかかわらず生産量が漸減

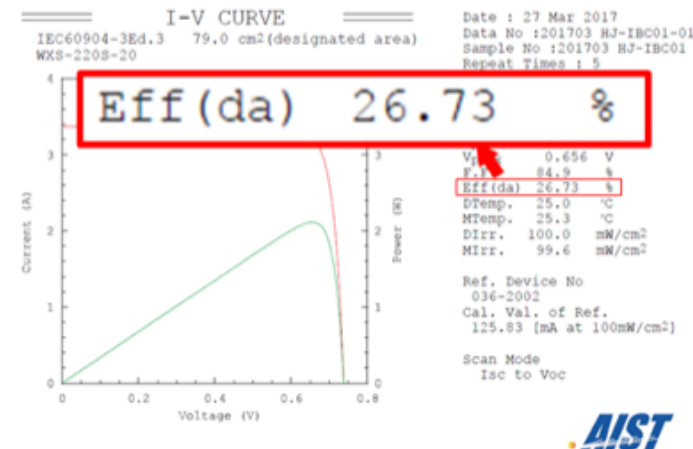
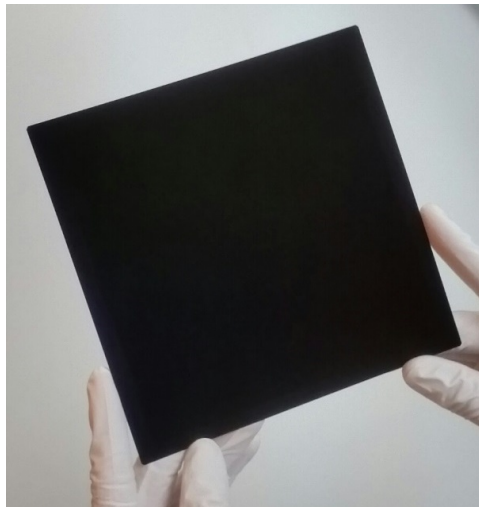
太陽電池価格の学習曲線

- 太陽電池価格が急激に下がり過ぎて、利益が出ない

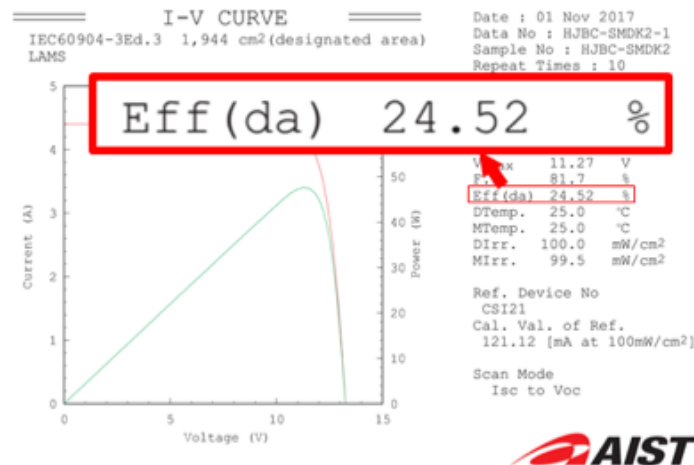
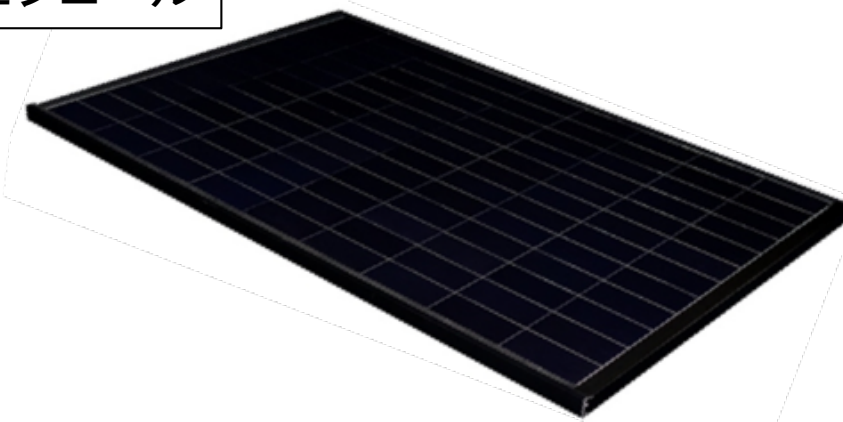
日本の技術（結晶Si太陽電池）

世界最高効率シリコン太陽電池（株式会社カネカ）

セル



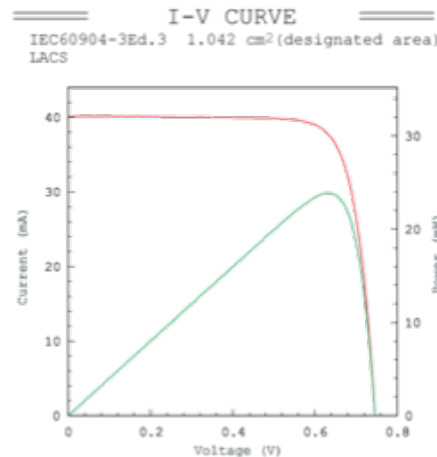
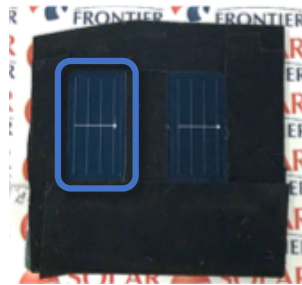
モジュール



バックコンタクトヘテロ接合技術により
結晶シリコン太陽電池分野のセル、モジュール変換効率世界一を達成

日本の技術（薄膜Cu(In,Ga)Se₂太陽電池）

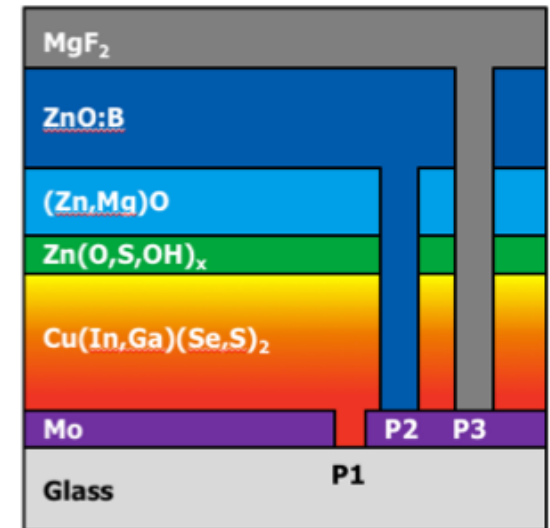
- ソーラーフロンティア（株）
 - Cu(In,Ga)Se₂化合物薄膜太陽電池で世界最高効率
22.9%(1.042cm²)



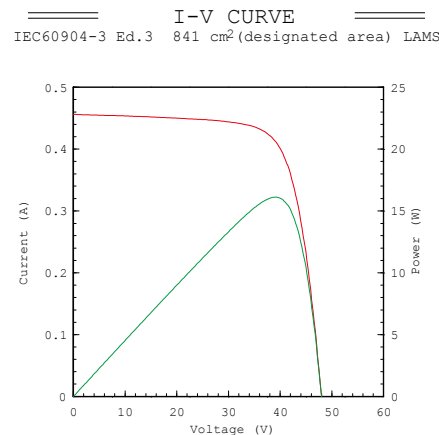
Date : 20 Nov 2017
Data No : 7402D2-303
Sample No : 7402D2-303-1
Repeat Times : 5

Isc 40.1 mA
Voc 0.746 V
Pmax 23.88 mW
Ipmx 37.70 mA
Vpmax 0.633 V
F.F. 79.7 %
Eff(da) 22.92 %
DTemp. 25.0 °C
MTemp. 25.1 °C
Dirr. 100.0 mW/cm²
Mirr. 100.1 mW/cm²

Ref. Device No
J-SY28
Cal. Val. of Ref.
123.35 [mA at 100mW/cm²]
Scan Mode
Voc to Isc



- 30cm²サブモジュールにて19.2%(841cm²)

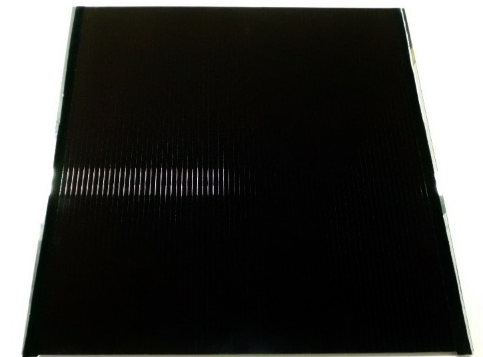


Date : 19 Jan 2017
Data No :
1G-2254-01

Sample No :
1G-2254
Repeat Times : 1

Isc 0.456 A
Voc 48.0 V
Pmax 16.11 W
Ipmx 0.412 A
Vpmax 39.13 V
F.F. 73.7 %
Eff(da) 19.16 %
DTemp. 25.0 °C
MTemp. 25.0 °C
Dirr. 100.0 mW/cm²
Mirr. 100.1 mW/cm²

Ref. Device No
CSI21
Cal. Val. of Ref.
121.12 [mA at 100mW/cm²]
Scan Mode
Voc to Isc



日射量

- 太陽光は、地球に注ぐ資源
- 日本の年間平均日射量は、 $1,200\text{kWh/m}^2$

年間日射量 $1,200\text{kWh/m}^2$ とは

- 変換効率**15%**（市販レベル）の太陽電池を使用するとして、どの程度のエネルギーに相当するか。
 - 変換効率：太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する割合
- 日本の年間電力使用量
 - 電力量換算：**1兆kWh**（日本の全エネルギー消費量の約**23%**）
 - 必要な太陽電池面積：約 **5800km^2** （1辺約**76km**の正方形）
- 世界の年間電力使用量
 - 電力量換算：**19兆kWh**
 - 必要な太陽電池面積：約**11万 km^2** （1辺約**330km**の正方形）



まとめ

太陽エネルギーは資源

太陽光発電は1次エネルギー



太陽光発電は、日本が有する唯一の1次エネルギー資源

- 太陽電池に関する世界一の技術
- 二次電池などのオリジナルな蓄電技術
- 系統連携・制御に関する優れた技術

エネルギー立国日本

ご静聴ありがとうございました