

## 水力及びバイオマス発電から見たインドネシアの再生可能エネルギー目標の達成可能性評価

芝浦工業大学	学生会員	○川崎 公輝
芝浦工業大学	正会員	平林由希子
芝浦工業大学	非会員	Andi Rimba
国立環境研究所	正会員	花崎直太
国立環境研究所	非会員	Zhipin Ai

## 1. 研究の背景と目的

SDGs(Sustainable Development Goals)目標の1つであるSDG7.2は、2030年までに再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させることを目標としているが、途上国では今後の経済発展とエネルギー需要の増大から達成が難しいと考えられている。たとえば、インドネシアでは急速な経済成長による電力需要の増加に対して、再生可能エネルギーの増加分が追いついていないため、総発電量に占める再生可能エネルギーの割合が近年減少傾向にある。

そこで本研究では、インドネシアを対象に、水に関する再生可能エネルギー（水力発電およびバイオマス発電）がどの程度、今後の電力需要を満たすことができるかについて明らかにすることを目的とする。

## 2. 手法

### 2.1. 電力需要の予測

将来の電力需要は、各国の発電量<sup>1)</sup>と実質GDP<sup>2)</sup>に相関が高いことに着目し、実質GDPの増加に伴い発電量も増加すると仮定して推計した。インドネシアの1990～2010年までの実質GDPと発電量の相関は高く、タイ・韓国・オーストラリアにおいても、それぞれインドネシア以上に相関が高い。そこで、この4カ国でのGDPから電力需要を求める線形予測式を作成し、社会経済シナリオSSP2から得られるインドネシアの実質GDPの予測値を代入して得られた値の中央値を発電量の予測値とした。

現在インドネシアは発展途上であるため発電量も増加傾向にあるが、現在の先進国の人口1人あたりの電力需要はほぼ横ばいであることから、先進国並みの1人あたり電力需要を満たした後は、横ばいに推移す

ると仮定した。具体的には、電力需要が横ばいに推移している先進国のうち省エネルギー技術が進んでいる日本(省エネシナリオ)とそこまで省エネルギー化が進んでいないオーストラリア(BUシナリオ)の値から、それぞれ800、1047(TWh/億人)を上限值とした。

表1 実質GDPと発電量の関係

	相関係数	線形予測式
タイ	0.997	$y=0.3395x-21.288$
韓国	0.997	$y=0.4635x-119.62$
オーストラリア	0.9998	$y=0.1912x+101.24$
インドネシア	0.996	$y=0.2024x-18.505$

### 2.2. 将来シナリオ

水に関する再生可能エネルギー（水力発電およびバイオマス発電）の将来シナリオは、二つ想定した。一つ目は、インドネシア政府が2028年までに計画している年あたりの増加量を2028年以降も継続するシナリオであり、水力発電で3.1(TWh/年)バイオマス発電で0.08(TWh/年)増加することになる<sup>3),4)</sup>。

二つ目は、バイオマスおよび水力発電の総発電量に対する比率を0.1(%/年)増加させるものである。

### 2.3. 水に関する再生可能エネルギーの発電可能量の推計手法

#### 2.3.1. バイオマス発電

バイオマス発電による発電可能量はAi et al. (2021)<sup>5)</sup>で算定されたミスカンサス(ススキ)の作付け可能面積から、収穫されたミスカンサスの発熱量を求め、その発熱量から発電可能量を求めるものである。バイオマス発電の発電効率は大規模な発電施設の値を参考にし、30%とする<sup>6)</sup>。

キーワード SDGs, インドネシア, BECCS, 水力発電, 発電量将来予測

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学研究棟9階 09D32 TEL: 03-5859-8353  
mail: hyukiko@shibaura-it.ac.jp

### 2.3.2. 水力発電

水力発電施設は常時稼働しているわけではないため、水力発電量の推計には設備利用率を考慮する必要がある。設備利用率は気候や地域によって変化するため、2015年のインドネシアの水力発電による発電量と設備容量のデータから設備利用率を算出し、この設備利用率が今後も変化しないものとして使用した。

## 3. 結果と考察

### 3.1. 発電量の将来予測

SSP2によるインドネシアの実質GDP予測値から求めた総発電量は、2100年で1820~2383TWhとなった

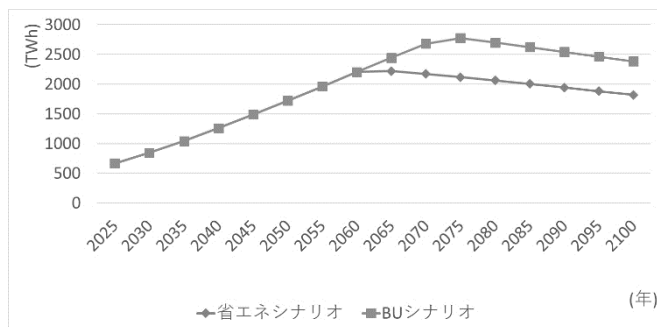


図1 インドネシアの総発電量の予測

### 3.2. 水に関する再生可能エネルギーの発電可能量

#### 3.2.1. バイオマス発電

インドネシアのバイオマスの発電ポテンシャルは174TWhであった。現在の年あたりの増加量を維持するシナリオでは、2100年に7.86TWhであり、ポテンシャルよりだいぶ小さかった。

バイオマス発電が総発電量に占める割合を年0.1%ずつ増加させるシナリオでは、省エネシナリオでは2100年時点でもバイオマス発電のポテンシャルより低い163TWhであった。BUシナリオでは2075年でポテンシャルの最大値に達した。

#### 3.2.2. 水力発電

インドネシアの水力発電のポテンシャルは206TWhであり、現在の年あたりの増加量を維持するシナリオでは2080年にその値に達した。

年0.1%増加のシナリオでは、増加量維持シナリオよりも早い2060年で、省エネシナリオ、BUシナリオともに水力発電の最大ポテンシャルに達した。

#### 3.2.3. 再生可能エネルギーの展望

水力発電とバイオマス発電の合計値の総発電量に占める割合は2015年時点で6.35%となっているが、2050年では7.36~13.35%になる。今後の増加シナリオや省エネが進むかどうかの違いによって値は異なる

が、いずれも2100年には現在よりもこの二つの再生可能エネルギーの全体に対する割合は増加することになるため、SDG7.2目標に貢献する。

表2 2100年までの見通し

		上限	2015(%)	2050(%)	2075(%)	2100(%)			
		(TWh/億人)							
バイオマス	0.1%/年	1047	0.48	3.98	6.28	7.31			
	増加	800							
	増加維持	1047					0.23	0.21	0.33
		800					0.23	0.28	0.43
水力	0.1%/年	1047	5.87	9.37	7.41	8.63			
	増加	800					9.37	9.71	11.30
	増加維持	1047					7.14	7.23	8.63
		800					7.14	9.47	11.30
水力+バイオマス	0.1%/年	1047	6.35	13.35	13.69	15.95			
	増加	800					13.35	16.19	20.28
	増加維持	1047					7.36	7.45	8.96
		800					7.36	9.75	11.73

## 4. 考察

バイオマス発電はインドネシア政府の計画を基にした増加量維持のシナリオでは、発電量が非常に小さい。一方年0.1%増加させるシナリオは2100年までに現在のバイオマス発電のおよそ380倍を目標としているため、どのようなシナリオを設定すべきか不確実性が非常に大きい。バイオマス発電のポテンシャルは全球モデルの値を用いたが、この値を正確に見積もることでシナリオが達成可能であるかを検討する必要がある。

また、水力とバイオマス発電以外の再生可能エネルギーの今後の増加や省エネルギー化についても考える必要がある。特に地熱発電については2015年でインドネシアの総発電量に占める割合が4.5%であり、安定的な電力供給も可能であることから、今後の増加が期待できる。また、技術の発展による省エネルギー化が進むことで今回設定した総発電量の上限値が減少する可能性も大きいため、考慮する必要がある。

## 5. 参考文献

- 1) グローバルエネルギー統計イヤーブック(2021)
- 2) SSP Public Database Version 2.0 (IIASA)
- 3) IESR\_Infographic\_Status-Energi-Terbarukan-Indonesia
- 4) IEA (2017) World Energy Balances (2017 edition)
- 5) Ai et al (2021) Global bioenergy with carbon capture and storage potential is largely constrained by sustainable irrigation, Nature Sustainability 4, 884-891.
- 6) 柳田ら(2015) 日本エネルギー学会誌, 94, 311-320.
- 7) Ketenagalistrakan (2018) Statistik Ketenagalistrakan 2018 (Jakarta: BPS-Statistics Indonesia).