

# 再生可能エネルギー事業における 保険市場の動向

主席研究員 安田 昶勲

## 目 次

1. はじめに
2. 再生可能エネルギー事業の概要
  - (1) 再生可能エネルギー事業の状況
  - (2) 再生可能エネルギー事業の今後の成長の見通し
3. 再生可能エネルギー保険の市場規模と提供される補償
  - (1) 市場規模
  - (2) 提供されている補償の概要
  - (3) 財物損害リスクの特徴
4. 損害発生状況
  - (1) 北米
  - (2) オーストラリア
  - (3) ドイツ
5. 再生可能エネルギー事業者向け保険市場の動向
  - (1) 財産保険
  - (2) 賠償責任保険
6. 海外の保険会社の取組
  - (1) アクサ
  - (2) スイス再保険
7. おわりに

## 要旨

再生可能エネルギーは世界の多くの国・地域において導入が進められており、太陽光発電・風力発電を中心に成長を続けている。損害保険業界も事業者のリスク移転の役割を担うことで、再生可能エネルギー事業の持続的な発展に貢献してきた。一方で、再生可能エネルギー保険市場では近年の自然災害の激甚化等の影響を受けて収支が悪化し、保険料率の引上げ、引受の制限等の動きが見られている。

本稿では、再生可能エネルギー事業におけるリスクや損害の状況、および海外の保険市場の直近の動向と主要な保険会社の取組の事例を紹介する。リスク・損害の状況のパートでは、米国・オーストラリア・ドイツにおける主な損害発生の原因や保険市場に影響を与えた災害を取り上げ、海外の保険市場のパートでは、財産保険および賠償責任保険における保険料率の動向や損害防止軽減のための取組を取り上げる。これらの保険市場の動向や取組に関する情報は、わが国の損害保険会社が再生可能エネルギー事業者に対する補償の提供のあり方を検討するうえでも参考になるものとする。

また、最後に海外の主要保険会社の取組としてアクサおよびスイス再保険の再生可能エネルギーに関連する取組を紹介する。自然災害リスクの増大および最新技術の導入に伴う新たなリスクの追加という、再生可能エネルギー保険における重要な課題に関連する取組であり、今後わが国の損害保険会社が再生可能エネルギーの促進において、より能動的な役割を果たすにあたり有益な情報と考える。

## 1. はじめに

再生可能エネルギーは、地球温暖化・CO<sub>2</sub>排出量削減の観点から世界中の多くの国・地域において導入が促進されている。2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発目標（SDGs）」においても、2030年までに世界のエネルギーミックス<sup>1</sup>における再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させること等がターゲットとして定められており、従来の化石燃料を使用したエネルギーに代わる存在として注目を集めている。化石燃料資源に乏しいわが国においては、再生可能エネルギーは気候変動・環境問題対策というグローバルな観点だけではなく、エネルギー自給率の向上という意味においても大きなメリットをもたらし、次世代に引き継ぐべき良質な社会資本と考えられている<sup>2</sup>。また、2019年4月に「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律」が施行され、山間地が多く陸上風力発電には適していなかったわが国においても、洋上風力発電の体制が整備されることから<sup>3</sup>、今後より多くのプロジェクトが立ち上がることが想定される<sup>4</sup>。こうした世界全体の方針や政策を背景に再生可能エネルギー事業は順調に成長を続けており、2025年には太陽光・風力発電へのインフラの投資はガス・石炭を上回り、2030年には再生可能エネルギー事業の市場は16兆ドルに達すると予想されている。損害保険業界においても、損害保険会社が提供する保険により再生可能エネルギー事業者が保有する様々なリスクを移転する役割を担うこと、あるいは、投資家として再生可能エネルギー事業者に資金を提供すること等により、事業の安定的な成長を支援している。

一方で、再生可能エネルギー事業が今後さらなる発展をするにあたりいくつかの課題が残されているが、中でも自然災害による損害はますます激化しており、再生可能エネルギー事業者および補償を提供する損害保険会社に深刻な影響を与えている<sup>5</sup>。その結果、損害保険会社が再生可能エネルギー事業者に提供する保険契約においても、従来と同じ条件で契約することが困難となり、保険料率の引上げや引受制限等が行われている。

こういった状況を背景として、本稿では、再生可能エネルギー事業におけるリスクや損害の状況、および海外の保険市場の直近の動向と主要な保険会社の取組の事例を紹介

---

<sup>1</sup> 加工されない状態で供給される石油、石炭、原子力、天然ガス、水力、地熱、太陽熱などの一次エネルギーを転換・加工して得られる電力について、経済性、環境性、供給安定性と安全性を重視した電源構成の最適化のことを指す。

<sup>2</sup> 2020年12月に経済産業省は「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定した。同戦略では、温暖化への対応を成長の機会と捉え、積極的に対策を行うことが産業構造や社会経済の変革をもたらす次なる大きな成長に繋がる「経済と環境の好循環」を作り上げる産業政策を定めている。

<sup>3</sup> 洋上風力発電の建設は、海域の占用に関するルールの問題や、漁業関係者や船舶運航事業者など、海域を先行的に利用している人々との利害調整が事業実施の課題となっていたが、本法律の施行により、それらの課題が整理された。

<sup>4</sup> 経済産業省資源エネルギー庁ウェブサイト

<sup>5</sup> わが国においても2018年を中心に自然災害による被害が多発している。2018年7月に兵庫県において集中豪雨に伴う土砂崩れにより太陽パネルの1,300枚以上の太陽光パネルが崩落、2018年8月に兵庫県において台風20号により高さ60mの風車が倒壊、2018年9月には和歌山県において台風21号により高さ78mの風車が座屈し、大阪府において1万3,000枚以上の太陽光パネルが破損する等の被害が発生している。

する。これらの情報は、わが国損害保険会社が国内外の再生可能エネルギー事業者に対して提供できるソリューションやサービスの内容を検討し、損害保険会社が再生可能エネルギー事業の継続的な成長を支援するうえで、有益な材料と考える。

なお、本稿における意見・考察は筆者の個人的見解であり、所属組織を代表するものではないことをお断りしておく。

## 2. 再生可能エネルギー事業の概要

再生可能エネルギー事業のリスクや保険市場の現況についてふれる前に、現在の再生可能エネルギー事業の状況と今後の事業の発展の見通しについて説明する。

### (1) 再生可能エネルギー事業の状況

温室効果ガスである CO<sub>2</sub> を排出しない再生可能エネルギーは、化石燃料に代わるエネルギー供給手段として重要であり、その市場は成長を続けている。国際再生可能エネルギー機関（International Renewable Energy Agency：以下「IRENA」）の統計によると、2011 年は 1,330GW（ギガワット）であった再生可能エネルギー発電量は年々増加し、2020 年には 2,799GW に達している。同年の再生可能エネルギー発電のエネルギー源別の内訳は、水力発電が 43%、風力発電と太陽光発電がともに 26%となっており、この 3つのエネルギー源が再生可能エネルギー発電の大半を占める。

一方で、近年の再生可能エネルギー発電の成長の傾向を見ると、水力発電はほぼ横ばいであり、太陽光発電および風力発電の発電量の増加が再生可能エネルギー発電の成長を牽引している（図表 1 参照）。2020 年の再生可能エネルギー発電量は 2019 年から比較して 261GW 増加（前年比 10.3%増）しているが、その内訳は太陽光発電が 127GW（前年比 22%増）、風力発電が 111GW（前年比 18%増）、水力発電は 20GW（前年比 2%増）となっている。また、2020 年の風力発電の内訳は陸上風力発電が 699GW、洋上風力発電が 34GW となっており、現時点では陸上風力発電が大半を占めている。

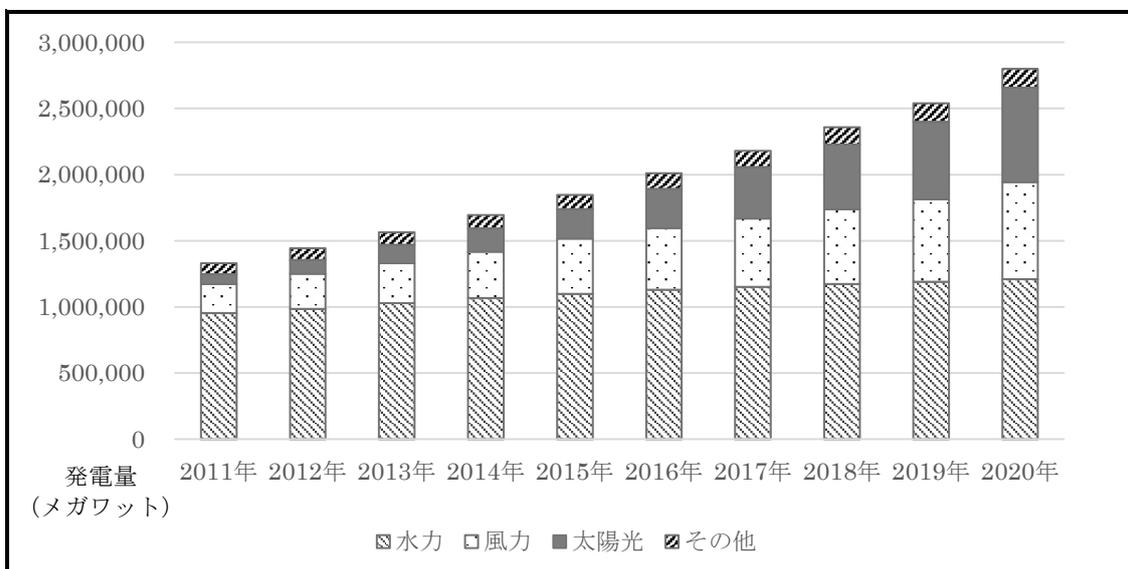
2020 年の地域別の発電量は図表 2 のとおりである。アジアが世界の発電量の半分近くを占めており、成長の面でも他の主要地域である欧州、北米を大きく上回っている。主要国の動向としては、中国が世界全体の発電量の 32%を占める<sup>6</sup>重要な市場となっており、成長の面でも他の主要国を大きく上回っている（図表 3 参照）。また、オーストラリアは世界のシェアとしてはまだ小さいものの、政府が 2020 年までに大規模再生可能エネルギーによる発電量目標<sup>7</sup>を設定し、達成に向けて急速にプロジェクトが進めら

<sup>6</sup> IRENA の統計によると、太陽光発電については世界の 35.6%、風力発電については 38.5%が中国で発電されている。中国国家エネルギー局（National Energy Administration）が電力会社に対して 2030 年までに非化石燃料以外からの電力供給の割合を 40%まで引上げることを命じる政策を发出しており、また、太陽光発電と風力発電の発電量を 2030 年までに 1,200GW 増強することを発表している。

<sup>7</sup> オーストラリア連邦政府は 2020 年までに 1 時間あたり 3 万 3,000GW を供給することを目標とした政策を実施し、2019 年 9 月に同目標を達成した。ただし、エネルギー使用量が多い企業等は 2030 年まで本政策に基づく義務を履行する必要がある。

れていることから、近年急速に成長している地域として注目されている。

**図表 1 再生可能エネルギー発電量の推移**



(出典：IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2021” (2021) をもとに作成)

**図表 2 2020年の地域別再生可能エネルギー発電量**

(単位：GW)

地域	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2020年構成割合
アジア	552	629	717	809	915	1,024	1,119	1,286	45.9%
欧州	420	441	465	489	513	538	575	609	21.8%
北米	272	286	308	331	349	369	390	422	15.1%
南米	161	170	179	193	203	213	224	233	8.3%
ユーラシア	81	84	88	91	96	100	104	110	3.9%
アフリカ	31	33	35	38	43	49	51	54	1.9%
オセアニア	24	25	26	27	29	31	37	44	1.6%
中東	14	16	17	18	19	20	23	24	0.9%
中米・カリブ海	10	10	12	13	14	15	16	16	0.6%
合計	1,564	1,694	1,847	2,010	2,180	2,359	2,538	2,799	100.0%

(出典：IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2021” (2021) をもとに作成)

図表 3 再生可能エネルギー発電量上位 10 国

(単位：GW)

国	2019 年	2020 年	前年比増率	2020 年発電量シェア
中国	759	895	17.9%	32.0%
米国	263	292	11.1%	10.4%
ブラジル	145	150	3.8%	5.4%
インド	128	134	4.6%	4.8%
ドイツ	125	132	5.2%	4.7%
日本	97	101	4.3%	3.6%
カナダ	101	101	0.2%	3.6%
スペイン	55	59	7.9%	2.1%
フランス	53	55	3.6%	2.0%
イタリア	54	55	1.7%	2.0%
世界計	2,538	2,799	10.3%	100.0%

(出典：IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2021” (2021) をもとに作成)

## (2) 再生可能エネルギー事業の今後の成長の見通し

政府等の政策による後押しを受けて<sup>8</sup>、エネルギーの転換はますます加速しており、非再生可能エネルギーも含めた年間の発電増加量のうち、再生可能エネルギーが占める割合は、2001 年が 10%に満たなかったのに対し、2012 年から逆転し、2020 年には 80%以上を占めるように変化している（図表 4 参照）。

また、従来から再生可能エネルギー推進の大きな課題の 1 つとして、太陽光発電および風力発電の発電コストが他のエネルギーと比較して高いことが指摘されていたが、2010 年から 2019 年にかけて、太陽光発電の発電コストが 82%、陸上風力発電の発電コストが 40%、洋上風力発電の発電コストが 29%以上減少するなどこの 10 年間で大きく減少しており、再生可能エネルギーに対する投資が容易となる環境が整備されている<sup>9</sup>。

再生可能エネルギー事業に対する投資は太陽光発電・風力発電を中心に今後も増加し続けると見られている<sup>10</sup>。気候エネルギーソリューションセンター（Center for Climate and Energy Solutions）<sup>11</sup>によると、2018 年では 26.2%<sup>12</sup>に留まっていた世界の総発電量に占める再生可能エネルギー発電量の割合は、2040 年には 45%まで増加すると予測されており、再生可能エネルギー事業は今後も継続的に発展を続けると考えられる。

<sup>8</sup> たとえば、米国では再生可能エネルギー促進のため、設備を稼働した場合の連邦税の控除や消費する燃料の一定割合を再生可能燃料とする燃料基準の設定等の政策がとられている（Center for Climate and Energy Solutions ウェブサイト）。

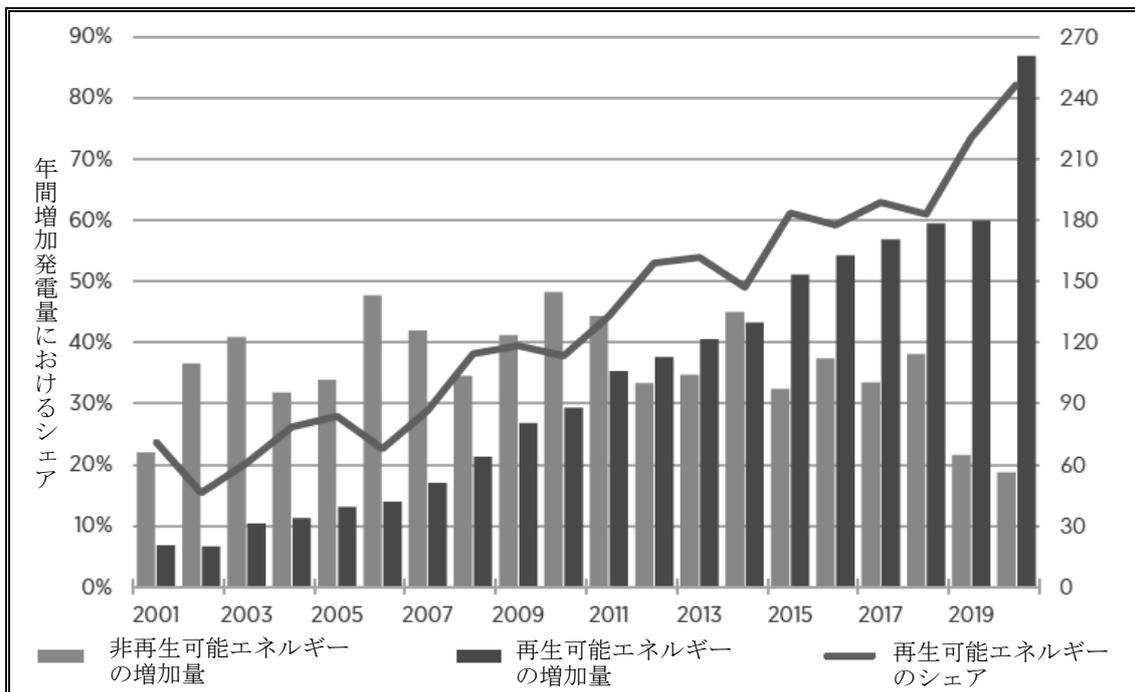
<sup>9</sup> IRENA, “Renewable Power Generation Costs in 2019” (2020)

<sup>10</sup> ゴールドマンサックスの調査によると、2030 年にはクリーンエネルギー事業に対する投資は 16 兆ドルに達すると予測されている。

<sup>11</sup> 米国バージニア州に本拠を置く非営利団体で、環境問題や気候問題に関して政策立案者やステークホルダーと連携し、州、連邦、および国際的な政策を推進している。

<sup>12</sup> 国際エネルギー機関（International Energy Agency）の統計では、2020 年第一四半期の段階で約 28%に上昇している。

図表 4 年間発電増加量における再生可能エネルギーのシェア



(出典：IRENA, “Renewable capacity highlights” (2021.3) をもとに作成)

### 3. 再生可能エネルギー保険の市場規模と提供される補償

再生可能エネルギー事業は近年急速に成長を続けており、今後も有望な領域である。損害保険業界も主に事業者が抱えるリスクの移転先として、再生可能エネルギー事業の成長を支援し続けてきた。本項では再生可能エネルギー保険の市場規模と提供されている補償の概要について説明する。

#### (1) 市場規模

再生可能エネルギー保険は世界中様々な国・地域で取引されており、その市場規模に関する直近の正確な統計は確認できないものの、スイス再保険は 2013 年時点で米国、イギリス、フランス、ドイツ、中国、およびオーストラリアの 6 カ国の再生可能エネルギー保険市場の保険料を約 8 億 5,000 万ドルと推計し、2020 年までに 15 億ドルから 28 億ドルまで成長すると予測している<sup>13</sup>。さらに、2020 年には、電力需給ギャップの大きいアフリカに再生可能エネルギー事業への投資が進むことが想定されることから、アフリカの保険市場は 2040 年までに最も悲観的なシナリオでも 40 億ドル程度の規模に拡大すると予測している<sup>14</sup>。

世界全体の市場規模については、エーオン傘下の市場調査企業である Finaccord が実

<sup>13</sup> Swiss Re, “Profiling the risks in solar and wind” (2013)

<sup>14</sup> Swiss Re Institute, “Renewable energy: new power for Africa’s economy and insurance markets” (2020)

施した調査によると、2014年時点で世界の電力業界全体の保険料が94億ドルで、そのうち従来の化石燃料による電力事業の保険料が約73億ドル、再生可能エネルギーおよびその他の電力事業の保険料が約21億ドルと推計している。同社の2010年時点の調査では、再生可能エネルギーおよびその他の電力事業の保険料は約15億5,000万ドルと推計されており、太陽光発電および風力発電を中心に急激に保険料が増加していると指摘している<sup>15</sup>。

## (2) 提供されている補償の概要

一般的に再生可能エネルギー事業者に向けて提案される保険は以下の4つの補償で構成されている。

- 建設中および輸送中のリスクに対する補償
- 機械的事故や自然災害等に起因する財物損害のリスクに対する補償
- 機械的事故や自然災害等に起因する事業中断のリスクに対する補償
- 操業に関連して発生する第三者に対する損害賠償責任のリスクに対する補償

ただし、近年ではこれらの補償に加えて、太陽光不足や風不足など天候リスクに関連する収益損害に対応する補償や政治的リスクに対応する補償等を提供する保険会社も見られる。

再生可能エネルギー事業では、その計画の段階から操業に至るまでの様々なリスクが存在し、リスクに対する対応の手法も様々である。図表5は、再生可能エネルギー事業者が施設の構築と操業の局面において直面するリスクとリスク移転の手法を示したものである。

---

<sup>15</sup> Finaccord, “Global Energy and Power Insurance: A Worldwide Review” (2015.9)

図表 5 施設の構築と操業の局面において直面するリスクと移転の手法

カテゴリ	リスク区分	概要	リスク移転の手法等
建設関連 リスク	財物損害・ 操業遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>○工事中または輸送中の設備の破損・盗難による損害が発生する。それに伴い発電施設の操業開始が遅延する。</li> <li>○建設の段階が最もリスクの高い期間と考えられている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○工事保険等によりリスク移転が可能。</li> </ul>
操業関連 リスク	財物損害	<ul style="list-style-type: none"> <li>○火災、盗難、自然災害等の事故、業務中の過失、設備の摩耗や瑕疵等による損害が発生する。</li> <li>○一般的に、財産保険の加入、および運用・保守契約の締結が金融機関から融資を受ける際の条件となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○財産保険等によりリスク移転が可能。</li> <li>○他のリスク移転方法として、長期の運用・保守の契約をメーカーと締結すること等がある。</li> </ul>
	事業中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>○上記の財物損害や他の原因に伴って事業中断による収益損害が発生する。</li> <li>○通常損害保険で補償されるのは財物損害に起因するものに限定される。</li> <li>○財物損害と比較すると事業中断保険の加入が融資条件となっているケースは多くない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○事業中断保険等によりリスク移転が可能</li> <li>○運用・保守契約やメーカーの損害賠償等で補償される可能性もある。</li> </ul>
市場関連 リスク	天候	<ul style="list-style-type: none"> <li>○太陽光発電・風力発電の事業者の収益は天候に左右され、長期的には地域に応じて風力発電で約 15%から 20%、太陽光発電で 5%程度の変動が生じるとされている。</li> <li>○天候の不順により発電量が低下すると金融機関との融資条件に抵触するおそれがある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○一部の保険会社は、リスク移転の手段として、発電量が閾値を下回った場合の収入を補償するパラメトリック保険を提供している。</li> </ul>
	出力制限	<ul style="list-style-type: none"> <li>○発電施設の所在する地域の電力需要が供給を上回っている場合、発電量が制限される可能性がある。</li> <li>○こうした事象の多くは当該地域の送電網（グリッド）の整備が発電量に追い付いていないことに起因している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○米国やイギリスにおいては出力制限が行われた証明書をもって補償を提供している。</li> <li>○送電網の整備が進むことでこうしたリスクの移転の必要性は低くなっていくと考えられる。</li> </ul>
	価格変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>○化石燃料を使用する発電施設と異なり、発電条件の制御が困難な再生可能エネルギー発電は電力市場での価格競争上は不利である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○生産条件や天候条件による電力価格ヘッジは利用可能であるが、価格の変動要因は今後より複雑化していくと考えられる。</li> </ul>
	カウンター パーティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○買電契約に基づく電力供給先のデフォルトにより損失が発生する可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○リスクが具現化する可能性は低く、具体的なリスク移転は行われていない。</li> </ul>
政治的 リスク		<ul style="list-style-type: none"> <li>○多くの再生可能エネルギー事業が各地域の政府による資金援助や補助金に依存しており、政策の変更により、将来の事業収入が大きく減少する可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ポリティカルリスク保険等でリスク移転は可能であるが、損害の予測が困難であるため、保険料は高額である。</li> </ul>

(出典：Swiss Re, “Profiling the risks in solar and wind” (2013) などをもとに作成)

### (3) 財物損害リスクの特徴

前項のリスクのうち、すでに操業を開始している再生可能エネルギー事業者にとって、保険会社は操業関連リスク（財物損害およびそれに伴う事業中断損害）の移転先として重要な役割を果たしている。図表 6 は、太陽光発電および風力発電について、その

損害の特徴を示している。

図表 6 太陽光発電および風力発電における損害の特徴

発電	事故	概要
太陽光発電	風災	<ul style="list-style-type: none"> <li>○台風などの強風により太陽電池が飛散する。太陽電池は平板な形状をしており、強風であおられると太陽電池自体が飛びやすい。</li> <li>○通常、同場所に設置してある太陽電池は、同一設計・施工であるため、1つの太陽電池が飛んでしまうと、隣接して設置してある他の太陽電池も同様に飛散することが多く、大きな損害になりやすい。</li> <li>○太陽光発電設備の設置している場所の周辺状況によるが、風などにより周辺から物が飛んできて太陽電池に衝突することにより、太陽電池が破損する可能性がある。</li> </ul>
	雪災	<ul style="list-style-type: none"> <li>○積雪荷重により太陽電池が破損または変形することがある。</li> </ul>
	落雷	<ul style="list-style-type: none"> <li>○太陽電池自体への直接の落雷により破損、焦損する可能性がある。</li> <li>○直接破損、焦損する範囲は限定的であるが、外部の電気系統への落雷によって高電圧の電流が入った場合などは、多くの太陽電池に損害が発生する可能性がある。また、送電、変圧にかかわる他の電気設備も損害を受ける可能性がある。</li> </ul>
	その他周辺環境の影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>○太陽光発電設備は、屋外にあるため環境による影響を受けやすい。季節や昼夜の温度差、湿気などにより太陽電池自体、固定フレーム、その他の設備の劣化、さび、腐食などが発生する可能性がある。</li> </ul>
風力発電	落雷	<ul style="list-style-type: none"> <li>○風力発電は、一般的に山上や沿岸地域に設置されることが多く、周囲に風の障害物がないところに、高いタワーを建てそのうえでブレードが回転しているので、落雷の被害を受けやすい。</li> <li>○被災箇所は避雷針よりもブレードや風況センサー等の機器の方が多い。</li> <li>○売電や地域への配電を目的とした送電線が敷設されているため、落雷サージや誘電サージによる発電機や変電設備などへの被災も多い。</li> </ul>
	風災	<ul style="list-style-type: none"> <li>○台風などの強風によりブレードの破損、タワーの倒壊などが発生する。通常、設計の際には設置地点における過去のデータに基づき設計しているが、設計時に想定していた風力を超える強風が吹き、ブレードやタワーがその強風に耐えられず破損する可能性がある。また、設計段階における設計のミスや施工の欠陥が遠因となることもある。</li> <li>○ブレードは、一定の風速以上の強風時にはブレーキが作動し負荷を軽減させているが、急な風向きの変化には対応できず、ブレードに風圧がかかることがある。</li> <li>○ブレードの正面からではなく、別の角度からの負荷がかかることにより、軸、ギア等に通常とは異なる負荷がかかり破損・欠損、異常磨耗につながることもある。</li> </ul>
	機械的事故(異常磨耗)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○増速機は潤滑油により磨耗を防ぎ、冷却を行うことが多く、この潤滑油に異物が混入することにより、破損・異常磨耗に至ることもある。</li> <li>○また、ブレードの過回転によって増速機の軸受、ギアの破損、異常磨耗が発生することもある。</li> <li>○増速機の機械的事故による損害は、外観上は何の変化もないため確認が困難であるという特徴がある。</li> </ul>

(出典：船木 明彦「再生可能エネルギー利用の発電設備－損害保険におけるリスク－」損保総研レポート 第 82 号 (2007.12) をもとに作成)

#### 4. 損害発生状況

米国の保険会社で再生可能エネルギー事業者に対する保険を専門とする Gcube によると、2015 年から 2020 年までに再生可能エネルギー事業における自然災害に起因する

保険金請求額は約 3 億ドルにのぼり、今後も自然災害による被害は増加すると予測している。一方で、全体の傾向として自然災害がもたらす影響が増加していることは共通しているものの、損害発生の傾向は施設の種類や所在する地域によって異なる。本項では、主要な市場の一つである北米と急速な成長が見られるオーストラリア、欧州における再生可能エネルギーの主要国であるドイツについて、開示されている統計や情報をもとに損害発生の傾向や保険市場に影響を与えたと想定される事故について説明する<sup>16</sup>。

## (1) 北米

### a. 太陽光発電

北米の太陽光発電に関する 2011 年から 2015 年の保険金請求に関する統計では、天候による損害が半数近くを占めている（図表 7 参照）。2010 年からの 2020 年までの過去 10 年間においても、保険金請求件数の 80% が森林火災および風災によるものであり、一方で雹災は発生件数が少ないものの、損害額の 60% を占めるほど、大きな影響を与えている<sup>17</sup>。特に 2019 年にテキサス州で発生した大規模な雹による被害は約 40 万枚のソーラーパネルが破損するほど甚大なものであり、その損害額は 7,000 万ドルに及ぶとされている<sup>18</sup>。再生可能エネルギー事業者向け保険を専門に取り扱う米国の保険ブローカーである **Renewable Guard** は、この事故をきっかけとして、多くの保険会社が雹に対する補償を 1,500 万ドル未満に制限するようになったとしている<sup>19</sup>。

また、森林火災による損害も悪化傾向にあり、2020 年はカリフォルニア州を中心に広範囲で被害が発生している。なかでもカリフォルニア州ベーカーズフィールドで発生した森林火災の被害は甚大であり、被害額は最大で 2,800 万ドルに及ぶとされている。こうした森林火災の発生の原因の 1 つとして、施設周辺の植生管理の不備が要因となっている事例が見られる。施設関係者や近隣のドライバーが投げ捨てた煙草の火が、剪定されていなかった施設周辺の植物に引火し、大規模な森林火災が発生する事故が複数発生している。

森林火災は賠償責任保険においても脅威となっており、2018 年のキャンプ火災では、カリフォルニア州の公益法人である **Northern California's Pacific Gas & Electric** の機器から出火したことが判明し、86 人が死亡し、1 万 3,600 戸の家屋が損害を受け、推定賠償責任額は 120 億ドルに上るとされている。森林火災以外にも、テスラ傘下で太陽

<sup>16</sup> 北米、オーストラリアでは風力発電の発電量のほとんどを陸上風力発電が占めており、本項における祖保険金請求に関するデータも陸上風力発電に関するものが中心となっていると推測される。

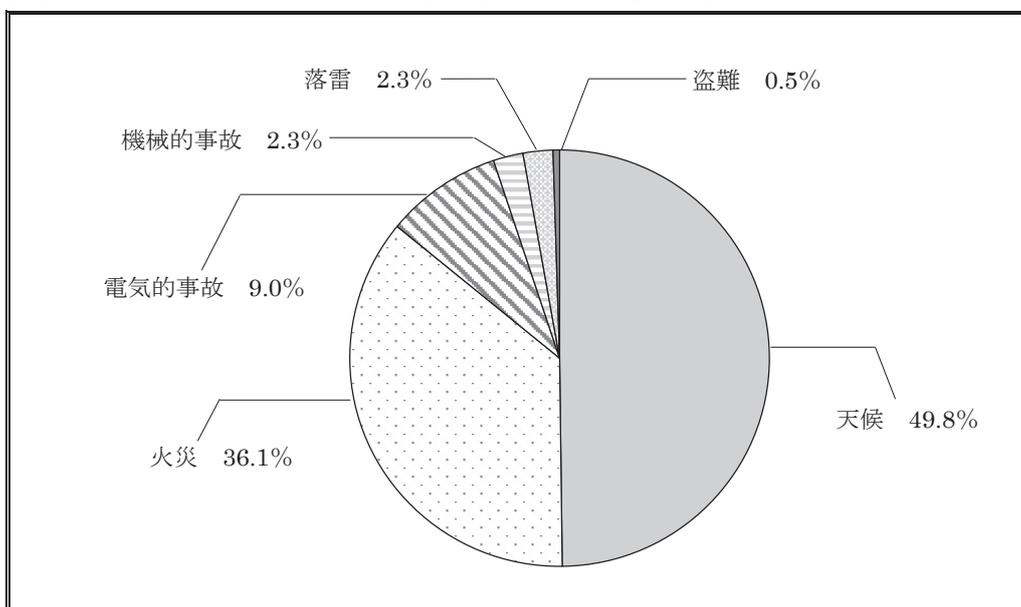
<sup>17</sup> Verisk が実施した住宅用設備も含む太陽光発電設備に関する保険金請求に関する調査によると、2014 年から 2019 年最も影響の大きい事故は雹災（52.7%）であり、風災（31.6%）、火災（8.5%）がその後続く結果となっている（National Renewable Energy Laboratory, “Insurance in the Operation of Photovoltaic Plants”（2020.12））。

<sup>18</sup> Tim Sylvia, “Storm season has the US solar industry looking to protect assets from costly hail damage”（pv magazine, 2021.3）

<sup>19</sup> Robin Sayles, “Soaring US solar insurance costs turn spotlight on site protection”（Reuters Events, 2020.12）

光エネルギー事業を行う Solar City が Walmart の店舗屋上に設置した太陽光発電設備から出火し、訴訟となった事件も注目されている。

図表 7 2011 年から 2015 年の太陽光発電の保険金請求原因（北米）



（出典：Kelly Pickerel, “How the solar industry is responding to the increasing intensity of natural disasters” (Solar Power World, 2018.1) をもとに作成）

## b. 風力発電

風力発電では太陽光発電と比較すると、自然災害等外的要因よりも内的要因に起因する事故のウェイトが高い。2012 年に Gcube が実施した統計によると、最大の事故発生原因は「メンテナンス不足」(24.5%) であり、「設計上の欠陥」(11.5%) や「摩耗」(9.3%)、機械的事故 (6.2%) など内的要因が上位を占めている<sup>20</sup>。また、最も多くの被害を受けた機器は風車の羽の部分にあたるブレード (41.4%) であるが、ギアボックス (35.1%)、発電機 (10.2%)、および変圧器 (5.1%) 等内部機器の損傷が半数以上を占めている点も風力発電の被害の特徴と言える。

一方で、近年の傾向としては自然災害による損害の影響がより顕著に見られている。2010 年以降、陸上風力発電施設において自然災害を原因とする保険金の請求が頻繁に行われるようになり、2015 年から 2019 年まで、年間 5 件以上に着実に増加している。風力発電は強風による被害には一定の耐性があるものの、設計上想定されている強さを超える竜巻や暴風雨が発生し、巨額の損害につながるケースも生じている<sup>21</sup>。Gcube によると、ハリケーン・ハービー、ハリケーン・イルマ、ハリケーン・マリアをはじめ

<sup>20</sup> 外的要因としては落雷が 23.4% と最も大きい。

<sup>21</sup> 典型的な事例としてウイリスは、建設中の 20 基以上のタービンが対流性の暴風雨による強風で同時に損傷し、約 1,500 万ドルの損害が発生した事故を挙げている。

とする壊滅的な損害をもたらす自然災害が相次いだ 2016 年は、損害額は約 8,000 万ドルに達したとのことである。

## (2) オーストラリア

イギリスの保険ブローカーである BMS Group が GCube と協力して実施した、2016 年から 2020 年の間にオーストラリアにおける太陽光発電および風力発電の保険金請求原因別の内訳は図表 8 および図表 9 のとおりである。太陽光発電が外的要因のウェイトが非常に高く、風力発電が機械的事故等内的要因のウェイトは北米の場合と同様の傾向が見られる。

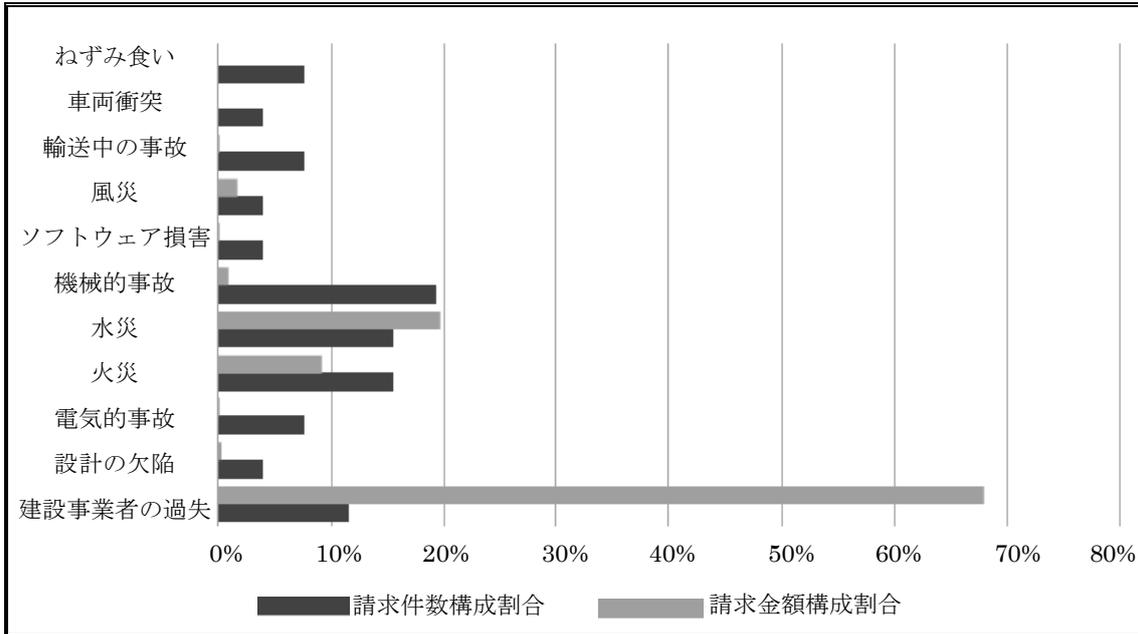
保険金請求原因のうち、「建設事業者の過失」が太陽光発電で 68%、風力発電で 36% と重要な割合を占めており、保険引受時に建設事業者が同種のプロジェクトを行った実績があるかを確認するなど当地域の保険会社が関心を寄せる主要な争点となっている。また、事故件数の 72%が建設中や輸送中に発生していることを受けて、本調査はこうした傾向が保険会社の保険料率設定に反映していると指摘している。

さらに、風力発電に関連して近年の特筆すべき傾向として、事業者が使用するタービンの出力が大型化しており<sup>22</sup>、使用実績の乏しい新しい機器を使用されることに伴って機械的事故が増加している。図表 9 のとおり、風力発電の保険金請求原因としては、機械的事故が最も件数が多く、こうした状況を反映している。

---

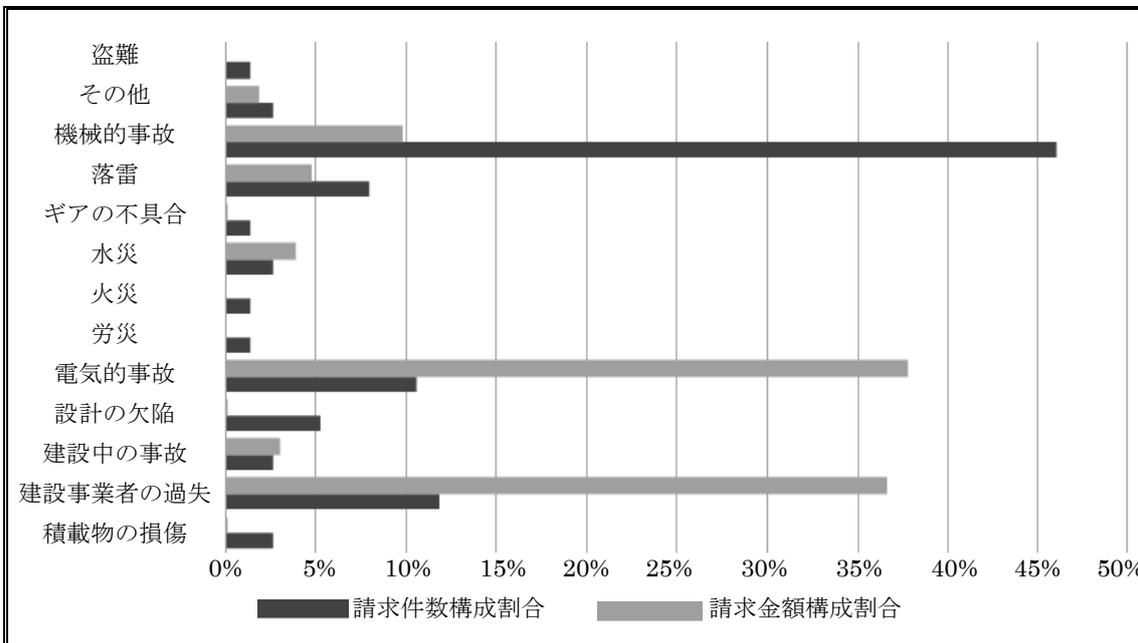
<sup>22</sup> エーオンによると、従来は 0.5MW から 2MW の風力タービンが主力であったが、オーストラリアでは 4MW から 5MW 以上の機器を使用する新規プロジェクトが一般的であるとしている。なお、2020 年 4 月に運転を開始したわが国最大の風力発電所「ウインドファームつがる」では、3.2MW の風力タービンを使用している。

図表 8 2016年から2020年の太陽光発電の保険金請求原因（オーストラリア）



(出典：BMS & GCube, “Renewable Energy : The impact of claims activity on insurance market dynamics” (2021.3) をもとに作成)

図表 9 2016年から2020年の風力発電の保険金請求原因（オーストラリア）



(出典：BMS & GCube, “Renewable Energy : The impact of claims activity on insurance market dynamics” (2021.3) をもとに作成)

### (3) ドイツ

ドイツ保険協会（GDV）は会員保険会社からの情報をもとに、太陽光発電および風力発電におけるリスクおよび損害発生の特徴を以下のとおりとしている。

#### ○ 太陽光発電

太陽光発電の主なリスクとして技術的リスク、自然災害リスクおよび盗難リスクを挙げている。建設時点の不備等によるケーブルの損傷が技術的リスクによる損害の最も典型的な事故で、影響の大きい自然災害としては、他の地域と同様に風災、落雷、雹災、および雪災による損害が挙げられる。風災はドイツにおいて最も被害をもたらした自然災害で保険金支払額全体の 23%を占めている（図表 10 参照）。また、同じく大きな被害をもたらす自然災害として雪災を挙げており、寒冷期の長い年では積雪荷重によりモジュールが破損するような事故も発生しており、特に 2009 年から 2010 年に発生した豪雪はドイツ国内に深刻な損害をもたらした。さらに、太陽光発電による主要なリスクとして盗難を挙げており、モジュールやインバーターが盗取され売却される被害が継続的に発生しているとのことである。特に地上設置型の太陽光発電は郊外にあるため、盗難リスクが高まることを指摘している。

#### ○ 風力発電

風力発電では陸上風力と洋上風力でリスクおよび損害の特徴が異なっており、陸上風力の典型的な損害として急激な風向きの変化等の要因によるブレードやギアボックスの損傷を挙げている。自然災害は落雷の影響はあるものの、風災や豪雨による影響はほとんど見られない。一方、洋上風力は海底ケーブルの損傷が注目されている。GDVによると、海底ケーブルの損傷は船舶の投錨や漁具によるもの等様々であるが、陸上の送電施設と洋上サブステーション<sup>23</sup>をつなぐ外部ケーブルが損傷すると、1日あたり 80 万ユーロ（約 1 億 410 万円<sup>24</sup>）の損害が発生するとしている。

<sup>23</sup> 洋上風力発電において、洋上の浮体風力発電（風車）と陸上の送電施設をつなぐ浮体変電設備のことを指す。浮体浮力発電と洋上サブステーション、洋上サブステーションと送電施設は海底ケーブルによって接続されている。

<sup>24</sup> 2021 年 7 月末時点の為替レートである 1 ユーロ=130.11 円で換算した。以下同様とする。

**図表 10 GDV 会員保険会社による太陽光発電の保険金請求構成割合**

原因	構成割合
風災	23%
火災	18%
落雷	17%
盗難	9%
雪災	6%
サージ <sup>25</sup>	5%
雹	4%
貂（てん）などによる食害	3%
その他	15%
合計	100%

（出典：GDV, “Renewable Energies”（2017）をもとに作成）

## 5. 再生可能エネルギー事業者向け保険市場の動向

再生可能エネルギー保険市場は全般的にハード化しているが、対象となる補償や事業者のリスクによってその程度は異なる。本項では、ウイリスが 2021 年に作成した市場レポート等をもとに、代表的な補償として財産保険と賠償責任保険の市場動向について説明する。

### (1) 財産保険

本項では財産保険の全体的な保険料率の動向、注目される新たなリスクと課題、および収支改善の取組について説明する。

#### a. 保険料率の動向

米国イリノイ州シカゴに本社を置き、世界 56 カ国で事業を展開する大手保険ブローカーである Arthur J. Gallagher によると、2021 年時点でエネルギー事業全体の財産保険料率が上昇しており、特に再生可能エネルギー事業は近年損害率が悪化していることから、事故状況に特段の問題が無い保険契約者に対しても 20%から 25%の保険料率引上げが求められており、引受キャパシティも徐々に減少傾向にあるとのことである。ウイリスは北米での保険料率の傾向として、自然災害の影響の小さい事業者で 10%から 15%、平均的な事業者で 20%程度の引上げが見られるとし、新規の事業者や自然災害の影響が大きい事業者に適用される保険料率は大幅に引上げられているとしている。特に市場環境がソフトな段階で契約された長期契約の満期に伴う継続契約に関する保険料率は、大きな事故が発生していない場合でも、80%から 100%の引上げが見ら

<sup>25</sup> 異常な大きさの電流または電圧が瞬間的に発生することを指す。本調査では落雷とは別に集計されているが、落雷によって生じることが多い。

れる。

## **b. 注目される新たなリスクと課題**

ウイリスは、前項の全体的な保険料率引上げの傾向に加えて、今後の個別の契約の保険料率決定や引受の可否を判断するにあたり、注目される新たなリスクや課題を以下のとおり指摘している。

### **(a) 設備の老朽化によるリスクの増大**

前述のとおり、再生可能エネルギー事業は順調に成長を続けており、現在では、5年以上の操業実績を持ち、安定した運用実績と収益源を持つ事業者が増えていることから、投資家等にとっては魅力的な投資対象となっている。

一方で、操業の長期安定化により設備は老朽化し、その多くは製造元の保証<sup>26</sup>を受けられなくなっているため潜在的にリスクが増大している懸念がある。ウイリスによると、こうしたリスクの増大による保険料の増加と保証延長のコストを比較する必要があるが、多くの事業者がこうした要素を検討していないことを指摘している。また、製造元の保証が受けられない事業者に対しては、最大で 20%の保険料追徴が適用されると予測している。

### **(b) メンテナンス・オペレーションの部品供給に関するリスクの増大**

再生可能エネルギー技術は急速に進歩しており、材料や製造プロセスを改善した、より新しく効率的なモデルが日々導入されている。こうした技術の進歩は事業者にとってはコストの削減につながる一方で、最新ではない設備については、修理やメンテナンスのための部品供給に時間を要する、または困難となる事態が懸念される。

また、操業開始時点ではメーカー等による運転保守サービスを活用して操業を行っていた事業者も、事業が長期間にわたって安定し、事業における十分な実績を積んだ場合、コスト削減の観点から設備のオペレーション等を自社で運用する可能性があり、これらのサービス提供者から保証を受けるメリットが失われる懸念がある。

### **(c) 自然災害のエクスポージャー・PML 算出方法の見直し**

2010 年から 2019 年の期間において、頻度の高い自然災害は、暴風雨と洪水であり、暴風雨は、過去 10 年間を通じて一貫した損失をもたらしており、自然災害リスクは再生可能エネルギー保険にとって最大の課題である。ウイリスによると、近年の自然災害の増加や保険金請求単価の上昇の傾向を考慮して<sup>27</sup>、保険会社が再生可能エ

<sup>26</sup> スイス再保険によると、標準的な保証期間は、太陽光発電モジュール：最大 20 年、インバーター：5 年から 10 年、陸上風力タービン：2 年から 5 年、洋上風力タービン：交換費用の保証なし、とのことである（Swiss Re, “Profiling the risks in solar and wind” (2013)）。

<sup>27</sup> ウイリスによると、ハリケーンや台風がより頻繁かつ深刻になり、その進路が予測しにくくなった

エネルギー設備のリスクのレベル、PML および保険料を再検討する動きが見られるとのことである。PML の算出にあたって、再生可能エネルギー設備の設置面積は広大であるため、従来は総保険価額と比較して PML は低く抑えられると考えられていたが、現在は自然災害リスクモデルによりエクスポージャーが算出され、その結果に応じて補償範囲の制限や高額な免責金額の設定等が行われている。

#### (d) 建設事業者の技術に関するリスクの精査

ウイルスによると、近年、再生可能エネルギー事業者が過失により高額な事故を引き起こしたことがある建設事業者と契約することを、保険会社は問題視する傾向にあるとのことである。保険会社のリスクモデルは自然災害等外的要因に対するエクスポージャーを算出することが可能であるが、リスクモデルになじまない建設事業者の過失に起因する事故<sup>28</sup>が増加していることから、建設事業者の技術水準やレピュテーションに対して注視し<sup>29</sup>、建設期間中の免責金額を増額する等の対応をとる保険会社が増えている。

また、再生可能エネルギー事業者向けの保険では建設事業者等に対する代位求償権を大幅に制限する保険契約が主流であったが、今後は建設事業者が損害発生防止に十分な注意を払わなかった場合には、保険会社が建設事業者に対して代位求償権を行使できるように契約内容を見直す動きが見られる。

#### (e) 融資条件と提供可能な補償との乖離

再生可能エネルギー事業者が融資を受ける際の借入期間は、操業によって得られる予想収益にあわせて、20 年から 25 年の長期融資であることが一般的である。こうした長期融資では融資条件として、保険契約においても最低限必要な補償や免責金額設定の条件、許容される免責条件等いくつかの規定が設けられている。

過去 5 年間、世界的に再生可能エネルギーの導入が進み、多くの融資契約はソフトな保険市場の中で締結されていたが、保険市場のハード化に伴って従来と同様の補償を入手することが困難となっている。新しく開始するプロジェクトであれば、ハード化した保険市場の状況を鑑みて融資先との調整を行うことが考えられるが、プロジェクトが開始して年数が経過している再生可能エネルギー事業者は、融資先が適切と思う補償の調達が困難となり、代替手段の検討が必要となると予想される。

---

め、2018 年以降には影響を受ける事業者の数が劇的に増加しているとのことである。また、保険金単価も増加傾向にあり、その一例として、2015 年の洪水による保険金請求額は平均で約 200 万ドルであったが、2019 年の洪水による保険金請求額は平均で 1,400 万ドルまで増加していることなどが挙げられる。

<sup>28</sup> 具体的な事例として、風力発電設備において、建設事業者が通電開始前にロックピンをはずすことを失念したため、タービンに損傷が発生した事故が多数発生していることを挙げている。

<sup>29</sup> オーストラリアでは、建設事業者が経験の浅い安価なバックパッカーを一時的に雇用して太陽光発電の設置工事を行っていることが広く知られており、保険会社が懸念を表明している。

## (f) 技術の進化に伴う新たなリスクの算出

保険会社が将来のパフォーマンスを予測するうえで、過去の技術基盤や運用実績を求める一方で、再生可能エネルギー事業においては、事業の規模、輸送、または設置場所などの様々な点において、技術の革新が模索されている。一方、新しいオペレーティング・プラットフォームや技術開発、あるいは研究開発等のプロジェクトに対して、保険会社の多くは消極的である。保険会社による支援がなければ再生可能エネルギー事業が成長を続けることは困難であり、進化した技術をより理解するためにも保険会社と技術開発者、メーカーとの緊密な提携関係を構築することが重要となる。

## c. 収支改善の取組

保険料率の引上げ以外に、損害の発生防止や補償範囲の制限など、収支改善を目的とした様々な取組が実施されている。以下、その主な事例を説明する。

### (a) 森林火災の発生防止・軽減

森林火災による被害を受ける可能性の高い地域では、保険会社がこれらの事故による損害を軽減するために、以下のような取組を実施している。

- 事業者には森林火災防止のための植生管理計画の開発と実施を要求する。
- 森林火災の影響を受ける事業の規模の縮小を要請する。
- 森林火災に対する免責金額を設定する。
- 森林火災に適用される支払限度額を設定する。
- 森林火災の補償に関して追加保険料を徴収する。

上記のうち、植生管理計画は、事業者が所有する個々の施設の状況に応じて設定され、施設周辺の植物の種類、年間の植物の成長率、植物や設備の可燃性、防火空間（defensible space）<sup>30</sup>の設定、および想定される着火源等を考慮したうえで作成される<sup>31</sup>。一般的な植生管理計画におけるリスク評価のプロセスは資産の特定、リスクの定量化、軽減策の実施、および再評価の4つの工程で構成され、文書化のうえで、それぞれのタスクが自動的に実施されるようにシステム化される必要があるとされている。また、植生管理計画においては計画の実施・スケジュール管理・モニタリング・検証等それぞれの工程において複数の実施責任者を定めることが望ましいとされている。保険会社は事業者が作成した植生管理計画の損害軽減効果を確認のうえ、これ

<sup>30</sup> 火災の危険性を減らすために維持および設計された建造物の周囲の領域を指す。火災が発生した場所から建造物または他の領域に延焼することを防止することを目的としている。

<sup>31</sup> 一般的な事例として、周辺植物の高さを最大で15cm以内に制限する、太陽電池の周辺10m防火空間として設定する、等が挙げられている。

らの植生管理計画に反する事実があった場合には、保険金支払対象外とする条項を締結するなどの動きが見られている。

#### **(b) 新型コロナウイルス感染症による損害の除外**

再生可能エネルギー事業者はエッセンシャルワーカーに分類されるため、新型コロナウイルス感染症に伴うロックダウン等の措置による影響は軽微であった。また、太陽光発電や風力発電の多くが遠隔操作・自動運転の機能を兼ね備えているため、すでに操業を開始している事業者は他の業種と比較してコロナ禍の環境に柔軟に適応し操業を継続している。

しかし、一方でサプライチェーンの事業中断やメーカーからのサービス・部品供給等の停止により、事業の中断や遅延が発生しているケースも存在しており、その損害額も非常に高額となっている。こうした状況を踏まえて保険市場のほとんどで新型コロナウイルス感染症をはじめとする感染症に起因する損害を除外する約款上の対応が進められている（図表 11 はロイズ市場で利用されている感染症除外条項の 1 つである LMA 5397 の参考訳）。また、感染症だけではなく、その他の財物損壊を伴わない事業中断補償に関しても補償の提供が困難となっている。

さらに、新型コロナウイルス感染症の直接的な影響だけではなく、新型コロナウイルス感染症により警備会社が手配できなくなった際の盗難事故、事故原因自体は補償対象であるが新型コロナウイルス感染症によりメーカーやサプライチェーンからの供給が遅れることで拡大した事業中断損害といった、間接的な影響についても補償対象から除外するという見解もあり、保険会社によって考えがわかれているとのことである。

図表 11 感染症免責条項の事例

英文	参考訳
<p>COMMUNICABLE DISEASE EXCLUSION (For use on power generation, construction and engineering policies)</p> <p>1. Notwithstanding any provision to the contrary within this insurance, this insurance does not insure any loss, damage, claim, cost or expense of whatsoever nature directly or indirectly caused by, contributed to by, resulting from, arising out of, or in connection with a Communicable Disease or the fear or threat (whether actual or perceived) of a Communicable Disease regardless of any other cause or event contributing concurrently or in any other sequence thereto.</p> <p>2. As used herein, a Communicable Disease means any disease which can be transmitted by means of any substance or agent from any organism to another organism where:</p> <p>2.1 the substance or agent includes, but is not limited to, a virus, bacterium, parasite or other organism or any variation thereof, whether deemed living or not, and</p> <p>2.2 the method of transmission, whether direct or indirect, includes but is not limited to, airborne transmission, bodily fluid transmission, transmission from or to any surface or object, solid, liquid or gas or between organisms,</p> <p>and</p> <p>2.3 the disease, substance or agent can cause or threaten bodily injury, illness, damage to human health, human welfare or property.</p>	<p>感染症免責条項 (発電・建設・エンジニアリング事業用)</p> <p>1. 本条項が付帯された保険契約のいかなる規定にもかかわらず、感染症または感染症のおそれ（現実に発生したものであれ、認識されたものであれ）によって直接的または間接的に引き起こされた、感染症が原因となった、感染症から生じた、または感染症に関連して生じた、いかなる性質の損失、損害、請求、費用または経費も、感染症と同時にまたは前後して発生し影響した他の原因または事象にかかわらず、補償しない。</p> <p>2. ここで使用される「感染症」とは、何らかの物質または媒体によって生物から他の生物に伝染する可能性のあるあらゆる疾患を意味する。</p> <p>2.1 物質または媒体には、生きていますか否かにかかわらず、ウイルス、細菌、寄生虫、その他の有機体またはその変異体が含まれるが、これらに限定されない。</p> <p>2.2 感染の方法が、直接的であるか間接的であるかに関わらず、空気感染、体液感染、固体、液体、気体のいずれかの表面または物体からのまたはそれらへの感染、あるいは生物間の感染を含むが、これらに限定されない。 および</p> <p>2.3 当該疾病、物質または媒体が、身体的傷害、疾病、健康および財産への損害を引き起こす、またはそのおそれがある場合を含む。</p>

(出典：Willis Towers Watson, “The energy transition: risks and challenges Renewable Energy Market Review” (2021.1) をもとに作成)

**(c) 太陽光発電におけるマイクロクラックによる損害の補償範囲の制限**

太陽光発電では太陽光パネルのセル<sup>32</sup>に発生する目に見えない程度の微小な亀裂（以下「マイクロクラック」）の取り扱いについても注目すべき動きが見られる。パネルにマイクロクラックが発生すると発電出力に影響し、事業者の収益の減少につながるが、マイクロクラックには風災、雹災および雪災などの保険による補償対象となる事故に起因して発生するものだけでなく、製造プロセスや輸送において問題があった場合や、昼夜の寒暖差等の環境影響に伴うものなど、保険による補償の対象と

<sup>32</sup> 太陽電池の構成単位の1つで太陽電池素子そのものを指す。セルが配線により複数つなげられたものをモジュールと言い、複数のモジュールが架台に設置され、太陽光発電システムを構築する。

ならない要因で発生するものも存在する。こうした補償対象事故との因果関係が不明瞭なマイクロクラックによる損害を回避するため、マイクロクラックによる損害の補償を限定する条項を付帯する動きが見られる。図表 12 はウイリス、図表 13 は Arthur J. Gallagher が作成したマイクロクラックに関する補償制限条項の参考訳を示している。前者はセル内に一定以上の割合のマイクロクラックが発生している場合に補償を限定し、後者は特定の危険（事故）に伴って発生したマイクロクラックのみに補償を限定している。いずれも発電出力の低下が確認できることが条件となる。

図表 12 マイクロクラックに関する補償制限条項の事例 1

英文	参考訳
<p style="text-align: center;">Sample of Microcracking clause</p> <p>1. It is hereby understood and agreed that for all purposes of the Policy to which this Endorsement is attached, Microfractures shall not be considered direct physical loss of or damage to Insured Property, regardless of the nature, scope or cause thereof, unless more than 25% of the cells of any individual solar module contain Microfractures.</p> <p>2. To the extent more than 25% of the cells of any individual solar module contain Microfractures, that individual solar module, and only that individual solar module, shall be considered to have sustained direct physical loss or damage. The availability of coverage for that direct physical loss or damage shall be subject to all terms, conditions, provisions, limitations and exclusions of the Policy to which this Endorsement is attached, including but not limited to the requirement that the direct physical loss or damage be caused by or result from a peril, cause or event not otherwise excluded.</p> <p>In addition to the above, the following would need to be evidenced:</p> <p>3. The power output on a per string basis must be demonstrably lower than prior to the loss; and</p> <p>4. The reduction in power output must be greater than the manufacturer anticipated degradation rates for panels of an equivalent age.</p> <p>Microfracture(s): means the manifestation of any microscopic crack or fracture in the panel of a solar photovoltaic module.</p> <p>For the purposes of this exclusion the term Microfracture and Microcracking shall be considered the same and interchangeable.</p>	<p style="text-align: center;">マイクロクラック条項（例）</p> <p>1. 本条項が付帯された保険契約のすべての保険の対象において、個々の太陽電池モジュールのセルの 25%以上にマイクロクラックが発生していない限り、その性質、範囲、原因にかかわらず、被保険者は当該損害が保険の対象の直接的な物理的損害とはみなされないことに同意する。</p> <p>2. 個々の太陽電池モジュールのセルの中に 25%以上にマイクロクラックが発生した場合、その当該太陽電池モジュールのみが直接的な物理的損害を被ったとみなされる。直接的な物理的損害に対する補償の可否は、本条項が付帯されている保険契約のすべての用語の定義、補償条件、補償範囲、補償制限および免責条項に従うものとする。これには、直接的な物理的損害が、他に免責とされていない危険、原因または事象によって引き起こされた、またはその結果であるという要件が含まれるが、これに限定されない。</p> <p>上記に加えて、被保険者は以下の事項を明らかにする必要がある。</p> <p>3. 損害が発生した物件のストリング<sup>(注)</sup>ごとの発電出力が損失前よりも明らかに低下していること。</p> <p>4. 損害が発生した物件の発電出力の低下率が、同等の年数の太陽光パネルに対して製造者が想定する出力の低下率よりも大きくなっていること。</p> <p>マイクロクラック：太陽電池モジュールのパネルに発生する微細な亀裂または破壊を意味する。</p>

(注) 太陽光パネル同士を接続して構成した直流の回路を指す。

(出典：Willis Towers Watson, “The energy transition: risks and challenges Renewable Energy

図表 13 マイクロクラックに関する補償制限条項の事例 2

英文	参考訳
<p style="text-align: center;">Sample Micro-cracking Endorsement</p> <p>This endorsement is applicable to all sections of coverage under this policy and overriding any extensions of cover applicable to any one section.</p> <p>For the purpose of all sections of coverage under this policy, it is understood and agreed that any portion of the insured property shall not be regarded as damaged solely by virtue of the existence of micro-cracking. In order for micro-cracking to be considered damage under this policy, the following provisions must be met.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Micro-cracking must occur during the policy period as a direct result of listed peril: fire, lightning, explosion, falling aircraft, hail, windstorm, tornado, flood and earthquake.</li> <li>2. The power output on a per-string basis must be demonstrably lower than that prior to the loss.</li> <li>3. The reduction in power output must be greater than the manufacturer’s anticipated degradation rates for panels of an equivalent age.</li> <li>4. The micro-cracking must be identified on a per-module basis.</li> </ol> <p>The cost of testing modules for micro-cracking that constitutes damage will only be indemnified where modules are deemed to have suffered covered damage as per the terms of this endorsement. This provision overrides any other sublimit or extension of coverage under this policy as it relates to micro-cracking, and all costs of testing modules for micro-cracking are subject to a maximum sublimit of liability of USD \$_____.</p>	<p style="text-align: center;">マイクロクラック条項 (例)</p> <p>本条項は、本条項が付帯された保険契約に基づく補償範囲のすべてに適用され、他の補償の拡張条項に優先して適用されるものとする。</p> <p>被保険者は、本条項が付帯された保険契約に基づくすべての保険の対象が、マイクロクラックの存在のみをもって損傷を受けたとみなされないことについて同意する。本条項が付帯された保険契約においてマイクロクラックが損傷とみなされるためには、以下の条件を満たす必要がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. マイクロクラックが、火災、雷、爆発、航空機の落下、雹、暴風、竜巻、洪水、または地震などの事故の直接の結果として、保険期間中に発生したこと。</li> <li>2. スtringごとの発電出力は、損害発生前よりも明確に低下していること。</li> <li>3. 発電出力の低下が、同等の年数の太陽光パネルに対して製造者が想定する出力の低下率よりも大きくなっていること。</li> <li>4. マイクロクラックは、モジュールごとに特定可能であること。</li> </ol> <p>損傷の原因となったマイクロクラックを特定するためのモジュールを調査する費用は、本条項にしたがって当該損傷が補償対象となる場合にのみ補償される。本条項が付帯された保険契約に基づく他の支払限度額や補償条件に関する規定にかかわらず、マイクロクラックが発生したモジュールを特定するすべての費用は、_____ドルを限度とする。</p>

(出典：Arthur J. Gallagher ウェブサイトをもとに作成)

## (2) 賠償責任保険

賠償責任保険市場では、再生可能エネルギー事業を含む天然資源事業全体の損失の悪化などの影響もあり、財産保険市場以上に市場がハード化している。以下、その状況を引受キャパシティの減少、保険料率の動向および収支改善の取組にわけてその動向を記載する。

## a. 引受キャパシティの減少

ウイルスによると、近年保険会社が公表している理論上の引受キャパシティが減少していることに加えて、実際に市場で調達可能な引受キャパシティも大きく制限されているとのことである。2018年では32億ドルであった理論上の引受キャパシティは、2021年には30億ドルまで減少し、実際に利用可能な引受キャパシティも、2019年は12億ドルであったのに対して、2020年は理論上の引受キャパシティの26%程度である8億ドルまで減少している。財産保険では理論上の引受キャパシティの約50%が利用可能とされているのに対して、賠償責任保険市場ではよりキャパシティが制限されている。また、この金額は再生可能エネルギー設備の種類や設置場所によってさらに減少することとなる。

この8億ドルの引受キャパシティのうち、保険市場に従来から参加している保険会社から比較的「公正」な保険料率で調達可能と見込まれるのは3億ドル程度であり、ウイルスは多くの再生可能エネルギー事業者にとって、プロジェクト開始の最低要件の水準であるとしている<sup>33</sup>。また、市場に新規参入した保険会社から調達可能な引受キャパシティは1億ドル程度と見込まれているが、これらの保険会社は最低保険料率が比較的高く設定されている。これを超える場合はより困難な市場にアクセスし、不安定な保険料率が適用される可能性がある。図表14は2020年の賠償責任保険市場の引受キャパシティの状況を示している。

このように引受キャパシティが不足する事態が生じた原因として、ウイルスは天然資源事業全体の賠償責任保険の保険金増加を挙げている。特に、以下のような事故による保険金請求が多発しているとのことである。

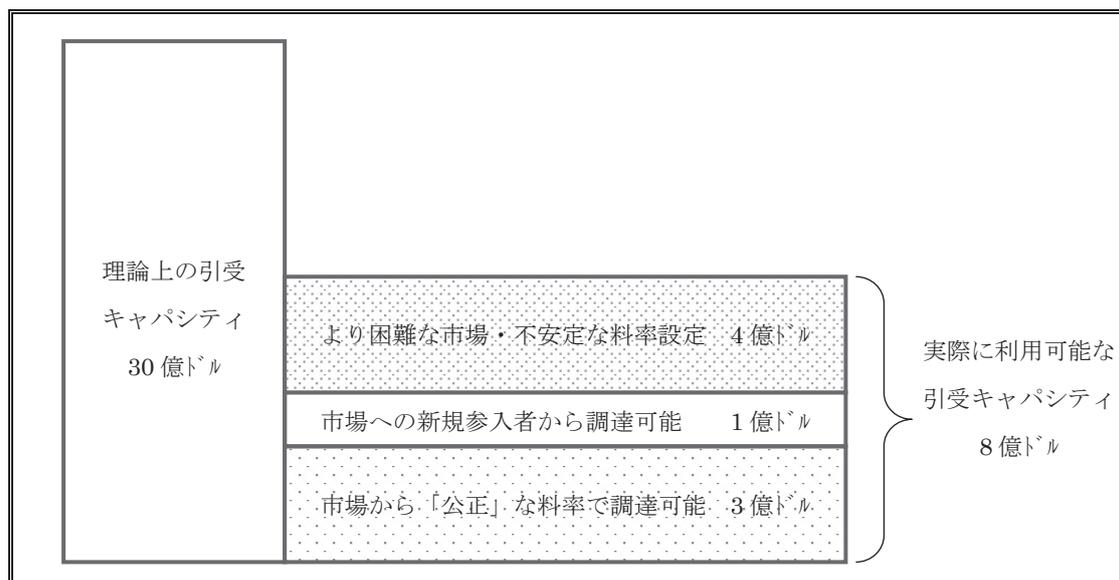
- 川中・パイプラインの汚染事故
- 森林火災
- ガス・パイプラインの爆発
- 精製所および化学工場の爆発
- 岩塩ドーム貯蔵所の事故
- 製造物賠償責任事故

高額な損害につながった事例としては、カリフォルニア州およびオーストラリアで発生した森林火災、中南米で発生したダムの決壊およびバハマ諸島で発生した大規模な油の流出等がある。

---

<sup>33</sup> 米国の国立再生可能エネルギー研究所 (National Renewable Energy Laboratory) によると、120MWacのメガソーラー発電所で必要とされる最低限の賠償責任保険の補償を、一般賠償責任保険：200万ドル、事業者向け自動車保険（対人・対物）：200万ドル、超過賠償責任保険：2,500万ドル、汚染賠償責任保険：500万ドル、サイバー保険：500万ドルとしている (National Renewable Energy Laboratory, “Insurance in the Operation of Photovoltaic Plants” (2020.12))。

図表 14 賠償責任保険市場の引受キャパシティの状況



(出典：Willis Towers Watson, “The energy transition: risks and challenges Renewable Energy Market Review” (2021.1) をもとに作成)

### b. 保険料率の動向

前記の保険金請求の増加により、引受キャパシティの制限とともに、保険料率も引上げられている。北米以外の市場では20%から50%の保険料率の引上げが行われており、特に損害率が悪化している低中位のレイヤーでは25%から100%の引上げが見られる。北米では、アンブレラ保険の保険料率が、危険度の低い地域の事業でも25%、危険度の高い地域の事業では40%引上げられている。超過賠償責任保険では地域の危険度に応じて50%から150%引上げられている。

### c. 収支改善の取組

前記のほか、多くの市場で補償条件の見直しが行われており、特にサイバーインシデントとドローンの補償は免責となるか、追加保険料を徴収している。新型コロナウイルス感染症に関する賠償責任もすべての保険に共通して免責となっている。

## 6. 海外の保険会社の取組

前記5.のとおり、再生可能エネルギー保険市場はハード化が続いている一方で、再生可能エネルギーの導入・促進を支援する保険会社の取組も見られる。本項では海外の主要な保険会社が近年実施した、再生可能エネルギー事業者に対するソリューションの提供を中心としたこれらの取組の事例を紹介する。

## (1) アクサ

アクサは再生可能エネルギー事業者、電気自動車の開発等グリーンテクノロジーを取り扱う企業に対して支援することを表明しており、グループ全体でこれらの事業者に対して1億ユーロ（約130億円）の保険を提供するとしている。中でも、風力発電については注力しており、2013年から2016年にかけて洋上風力発電事業に対する元受保険料を55%増大させ、欧州以外の地域にも様々なソリューションを提供している。アクサが実施している再生可能エネルギーの導入・促進に関する取組は以下のとおりである。

### a. 再生可能エネルギー事業者に対する資金調達の支援

アクサが再生可能エネルギー事業者の保険を用いて再生可能エネルギー事業者の資金調達を支援した事例として、アクサグループの主要な事業体の1つであるAXA XL<sup>34</sup>の傘下で、再生可能エネルギー事業者向け事業に特化した関連保険会社であるNew Energy Riskが固体酸化物形燃料電池<sup>35</sup>の製造・販売を行う事業者であるBloom Energyと提携して実施した取組が挙げられる。

Bloom Energyが取り扱う固体酸化物形燃料電池は新しい技術であり、市場関係者に十分周知された技術ではないため、大手の金融機関等から資金調達を行うことが困難であり、ベンチャーキャピタル等からの出資に依存せざるを得ない状況であった。2013年にNew Energy RiskはAXA XLの経済モデルや専門的知識を用いてBloom Energyのリスクプロファイルを定量化し、15年間のパフォーマンス保険<sup>36</sup>を提供した。Bloom Energyによると、これにより資金調達コストは大きく改善されることになり、Bloom Energyの技術力の向上にしたがって調達できる資金の規模・条件が良化としている。本事例は米国における事例だが2019年にBloom Energyが韓国での事業を行う資金を調達するにあたり同様のソリューションを提供している。また、2019年にプラスチック廃棄物から燃料を抽出する技術を持つRES Polyflowに対しても同様の取組を行っている。

### b. 非再生可能エネルギー事業者に対する引受制限の実施

アクサは2017年から石炭関連の業種に対して引受制限<sup>37</sup>を行い、2020年末時点で

---

<sup>34</sup> アクサのXLグループの買収に伴って2018年に創設された事業体であり、200を超える国と地域で主に中堅企業以上を中心としてソリューションを提供している。スペシャリティリスクや複雑なリスクの引受を強みとしている。

<sup>35</sup> 燃料電池とは、水の電気分解の原理を利用し、水素と酸素を化学反応させて直接電気を発生させる装置のことを指す。固体酸化物形燃料電池は、セラミックスから構成される燃料電池であり、発電効率が高く、メタンや酸化炭素も燃料として使用でき、コンパクトかつ低コストであるという特徴を持っている。

<sup>36</sup> システムの設計、材料、または構造の欠陥のために被保険者のプロジェクトが期待される能力で実行できない場合に、所有者の債務返済を保証する保険を指す。被保険者の融資条件の緩和に用いられる。

<sup>37</sup> アクサでは年間2,000万トン以上の石炭を生産する企業の引受を禁止している。

炭鉱や関連プラントに対して引受を停止したことを公表し、2021年3月にはドイツの大手エネルギー企業 RWE に対して、石炭関連事業が大きすぎることを理由に引受を謝絶している。

## (2) スイス再保険

スイス再保険は、関連会社である Swiss Re Corporate Solutions を通じて様々な太陽光発電および風力発電プロジェクトにソリューションを提供している。その数は2020年末までに5,600に及び、その結果、2,200万トンのCO2排出の削減に貢献したとしている。グループの目標として、スイス再保険の専門技術を活かして洋上風力発電プロジェクトに効果的な補償を提供することを目標としており、世界でも主要なプレイヤーとみなされている。自然災害の影響が大きく保険引受が困難と考えられる地域においても、計画段階からプロジェクトに参加し、リスクを評価して保険を提供する実績を有している。図表15はスイス再保険が参加した大型洋上風力発電プロジェクトの概要を示している。また、スイス再保険は、前述のアクサと同様に非再生可能エネルギー事業者に対する引受を制限することを公表しており、2023年7月までに石油およびガスを生産する企業のほとんどを引受対象外とする予定である。

さらに、スイス再保険は、2011年に設置された欧州風力タービン委員会（European Wind Turbine Committee）の発起人として名を連ねており、GDVやアクサ・アリアンツ等の保険会社とともに洋上風力発電のリスク管理の指針となる洋上風力発電行動規範（Offshore Code of Practice）の作成に尽力するなど、ソリューションの提供以外の面においても業界を支援している。

図表 15 スイス再保険が参加する大型洋上風力発電プロジェクトの概要

取組名	概要
雲林洋上風力発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>○雲林洋上風力発電施設は、台湾の西海岸から8km離れた海域に8MWの大型風力タービンが80機配置されており、完成後は約60万世帯に電力の供給が可能である（2020年計画開始、2021年に完成予定）。</li> <li>○立地上、台風や地震をはじめとする自然災害リスクが非常に大きいとされ、引受にあたってはリスクの慎重な算定が必要であった。</li> <li>○Swiss Re Corporate Solutionsはこのプロジェクトに対して複合的なリスクキャパシティと再保険を提供し、プロジェクトの推進に貢献した。</li> <li>○この実績が評価され、工事完了後の保険とともに、別途建設予定の新たな洋上風力発電プロジェクトの引受も担うこととなった。</li> </ul>
サンナゼール洋上風力発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>○サンナゼール洋上風力発電施設は、フランスのロワール＝アトランティック県から12km以上離れた海域に6MWの大型風力タービンが80機配置されており、完成後は同県の電力消費量の20%に相当する電力の供給が可能である（2019年計画開始、2020年に完成予定）。</li> <li>○Swiss Re Corporate Solutionsは建設中、および操業開始後の保険を提供している。</li> </ul>

（出典：Swiss Re ウェブサイトをもとに作成）

## 7. おわりに

エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの促進は世界共通の重要な課題であり、再生可能エネルギー事業は今後も成長を続けることが予想される。保険業界にとっても従来のエネルギー事業に代わる重要な市場であり、事業者にとってもリスク移転先として保険会社は必要不可欠な存在である。わが国損害保険会社においても保険商品・サービスの提供を通じた再生可能エネルギーの促進をかかげており、その役割を果たすべく様々な商品・サービスが開発されている。

一方で、自然災害の脅威の増加等によって、世界の再生可能エネルギー保険の損害は年々高額化しており、自然災害の影響を強く受けるわが国においても同様に収支が悪化することが懸念される<sup>38</sup>。持続的に補償の提供を行うため、保険会社はこうした状況を事業者、および資金提供者をはじめとする利害関係者と共有し、補償範囲や契約条件をリスクに応じた内容にする必要がある。本稿では海外の保険市場の動向、新たなリスクと課題、および収支改善のための取組などを紹介した。わが国損害保険会社が再生可能エネルギー事業者に対する補償の提供のあり方を検討するにあたって参考になれば幸いである。

また、再生可能エネルギー事業における新たな技術の導入も保険会社にとっては潜在的なリスクの増加につながっている。現状、再生可能エネルギー業界が成熟し、業界における課題を解決する新たな技術の次々と開発されているのに対して、保険市場がこうした技術がもたらす新たなリスクを正確に評価することができず、これらのリスクを忌避する傾向がある。反面、本稿で紹介したアクサの事例のように、自社の専門知識や経験を活用し、事業者と十分なコミュニケーションをとることで、先進技術のリスクを評価することができれば、保険会社は再生可能エネルギーの促進において、これまで以上に重要な役割を果たすことが可能となると考える。

わが国の保険会社においても、再生可能エネルギーの促進により多くの役割を果たすため、先行する海外の事例を評価し、業界における技術の革新の影響や新たな課題を注視する必要があると考える。

---

<sup>38</sup> わが国の自然災害による被害については脚注 3 参照を願う。

## <参考資料>

- ・足立 慎一「風力発電におけるリスクマネジメントと保険について」(SONPO リスクケアマネジメント、2017.1)
- ・経済産業省「今夏の太陽電池発電設備の事故の特徴について」第14回新エネルギー発電設備事故対応・構造強度WG資料1(2020.11)
- ・経済産業省「今後の再生可能エネルギー政策について」(2021.3)
- ・経済産業省「新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ中間報告」(2019.11)
- ・新エネルギー・産業技術総合開発機構「NEDO 再生可能エネルギー技術白書第2版」(2014.2)
- ・船木 明彦「再生可能エネルギー利用の発電設備－損害保険におけるリスク－」損保総研レポート第82号(2007.12)
- ・Adrijana Buljan, “GCube Insurance: Offshore Wind Needs to Mitigate Supply Chain Risks to Ensure Longevity of Sector” (Offshore WIND, 2021.4)
- ・Alesco, “Energy Insurance Market Overview” (2021.3)
- ・Aon, “Renewable Energy Market Outlook” (2020)
- ・AXA, “Contributing to the Sustainable Energy Transition”
- ・BMS & GCube, “Renewable Energy : The impact of claims activity on insurance market dynamics” (2021.3)
- ・Capgemini Invent, “Sustainable Insurance How P&C insurers can protect and power our journey to a more sustainable world” (2021.4)
- ・Finaccord, “Global Energy and Power Insurance: A Worldwide Review” (2015.9)
- ・Gabriel Olano, “Climate change to drive up renewable energy insurance costs” (Insurance Business, 2021.2)
- ・GCube Insurance, “Renewables Insurance Market Update” (2020.6)
- ・GDV, “Renewable Energies” (2017)
- ・IRENA, “Renewable capacity highlights” (2021.3)
- ・IRENA, “Renewable Capacity Statistics 2021” (2021)
- ・IRENA, “Renewable Power Generation Costs in 2019” (2020)
- ・IEA, “Renewables 2020 Analysis and forecast to 2025” (2020.11)
- ・IEA, “Renewables 2020 Launch Presentation” (2020.11)
- ・IEA, “Renewable Energy Market Update Outlook for 2020 and 2021” (2020.5)
- ・Lloyd’s, “Renewable energy risk and reward Key trends and territories” (2020)
- ・Marsh Commercial, “The renewable energy challenge” (2020.10)
- ・Marsh JLT Specialty, “Asia Offshore Wind Insurance Opportunities Prepared by Insurer Consulting Group Asia” (2020.6)
- ・Marsh JLT Specialty, “Energy and Power Newsletter Focus On: Offshore Construction” (2020.6)
- ・Munich Re, “Powering growth Innovative insurance solutions for on- and offshore wind power” (2020)

- ・ Kelly Pickerel, “How the solar industry is responding to the increasing intensity of natural disasters” (Solar Power World, 2018.1)
- ・ Munich Re, “Powering growth Innovative insurance solutions for on- and offshore wind power” (2020)
- ・ Nadine Gatzert & Thomas Kosub, “Risks and Risk Management of Renewable Energy Projects: The Case of Onshore and Offshore Wind Parks” (FAU, 2015.9)
- ・ National Renewable Energy Laboratory, “Insurance in the Operation of Photovoltaic Plants” (2020.12)
- ・ Robin Sayles, “Soaring US solar insurance costs turn spotlight on site protection” (Reuters Events, 2020.12)
- ・ Swiss Re, “Managing the risk in renewable energy” (2011.10)
- ・ Swiss Re, “Profiling the risks in solar and wind” (2013)
- ・ Swiss Re, “Swiss Re Global Engineering Enabling progress” (2019)
- ・ Swiss Re Corporate Solutions, “Energy, Power & Mining” (2020)
- ・ Swiss Re Corporate Solutions, “Your partner for renewable energy projects” (2020)
- ・ Swiss Re Institute, “Renewable energy: new power for Africa’s economy and insurance markets” (2020)
- ・ Swiss Re Institute, “Infrastructure investment to be a key driver of growth in emerging markets post COVID-19 crisis, sigma says” (2020.6)
- ・ Swiss Re Institute, “sigma No 3 /2020 Power up: investing in infrastructure to drive sustainable growth in emerging markets” (2020.4)
- ・ Tim Sylvia, “Storm season has the US solar industry looking to protect assets from costly hail damage” (pv magazine, 2021.3)
- ・ Willis Towers Watson, “Energy Market Review 2019 – Adjusting to change” (2019.4)
- ・ Willis Towers Watson, “Facing up to new realities Renewable Energy Market Review 2020” (2020.2)
- ・ Willis Towers Watson, “Power and Renewable Energy Market Review 2018” (2018.1)
- ・ Willis Towers Watson, “The energy transition: risks and challenges Renewable Energy Market Review” (2021.1)

#### <参考ウェブサイト>

- ・ 経済産業省 <http://www.meti.go.jp/>
- ・ Allianz <https://www.allianz.com/>
- ・ Arthur J. Gallagher <https://www.ajg.com/>
- ・ AXA <https://www.axa.com/>
- ・ AXA XL <https://axaxl.com/>
- ・ GCube Insurance <http://www.gcube-insurance.com/>
- ・ GDV <https://www.gdv.de/>
- ・ IRENA <https://www.irena.org/>
- ・ Munich Re <https://www.munichre.com/>

- Swiss Re <https://www.swissre.com/>
- Swiss Re Corporate Solutions <https://corporatesolutions.swissre.com/>
- Willis Towers Watson <https://www.willistowerswatson.com/>
- Zurich Insurance <https://www.zurich.com/>