

[学術論文]

北いわての地域経済の再生と再生可能エネルギー

Revitalization of Regional Economy by Renewable Energy in Northern Iwate

植田 眞弘

UEDA Masahiro

Abstract

The northern region of Iwate prefecture is the region where the declining birthrate and progressing aging population are going on at the same time. The main factor of this tendency is the decline of the primary industry that had supported the region. In order to revitalize this region into a sustainable and vibrant community, it is necessary to establish industries that match the characteristics of the region and have the ability to absorb employment as a driving force for the regional economy. This paper presents various issues and a roadmap for developing renewable energy such as solar panels and wind power, which have already begun to move, into an industry that can revitalize the local economy.

【キーワード】 北いわて地域 再生可能エネルギー 太陽光パネル 浮体式洋上風力発電
バーチャル・パワー・プラント

《目 次》

はじめに

I 再生可能エネルギーの普及・拡大

II 北東北における再生可能エネルギーの普及

III バーチャル・パワー・プラント（VPP）の構築

むすび

はじめに

2021年10月31日から11月13日にかけて、グラスゴーで開催されたCOP26（第26回気候変動枠組条約締約国会議）において、18世紀から19世紀前半にかけての産業革命期から、気温上昇を1.5度以内に抑えるという目標が確認された。地球温暖化の原因となっている二酸化炭素（CO2）の排出を抑えることを目標に掲げ、国際社会が再生可能エネルギーの普及・導入に取り組むことが合意された。その中でも風力発電、とりわけ洋上風力発電の普及・拡大に言及している。

ロシアのウクライナ侵攻による需給バランスの混乱によって、石油、石炭、天然ガスといった化石燃料の価格は上昇傾向を示している。アジア、アフリカの途上国の急速な経済発展は化石燃料に対する需要増をもたらし、中長期的にみれば化石燃料の価格を上昇させる要因となってくることが予測される。化石燃料の大部分を輸入に頼っている日本でも、円安と相まって価格上昇が進行しており、電力料金の値上げは今後も継続することが予測される。

こうした状況を踏まえると、エネルギー安保の面からも電力の自給率の向上はこれからの日本の課題である。岸田政権は原子力発電所の新增設、再稼働に踏み切ることを決めているが、福島第一原発の事故によって原発の安全神話が崩れた現在、エネルギー不足を原発で解消するという方向性は見直すべきと考える。

以上のような状況を踏まえたとき、再生可能エネルギーの拡大は日本にとって不可欠な課題といえよう。

本稿では、再生可能エネルギーの普及が国際的に注目を集めている昨今の状況を踏まえ、北いわて地域の地域経済の再生にとっての再生可能エネルギーの可能性を論じた。北いわて地域は、1970年代以降長期的に、主要産業である第一次産業は途上国からの安価な農産物の輸入増によって縮小を余儀なくされており、東日本大震災津波により壊滅的な打撃を受けた沿岸地域と並んで、地域経済の縮小とそれに起因した少子・高齢化が急速に進行している地域である。

こうした傾向に歯止めをかけ、持続可能で活力のある地域社会を再生させるためには、雇用吸収力が高く地域経済を牽引できる産業の育成が不可欠である。県や北いわての自治体は、太陽光パネル、風力、バイオマスといった再生可能エネルギーに注目し、地域経済・社会の再生に取り組んでいる。

本稿では、再生可能エネルギーを核に北いわての地域経済を再生させるために、再生可能エネルギーと北いわての「親和性」を明らかにして、課題実現に向けたロードマップを示すことを課題にした。

I 再生可能エネルギーの普及・拡大

IEA (International Energy Agency:国際エネルギー機関) は 2022 年 12 月 6 日に報告書を公表した。同報告書は、太陽光や風力といった再生可能エネルギーによる発電量は 2021～2027 年の 6 年間で約 6 割増えて、1 万 2400 テラワット以上になり、2025 年には石炭を抜いて最大の発電源になると推計している（「日本経済新聞」2022 年 12 月 7 日）。

図表 1：電源別発電量のシェア

(単位：%)

電 源	2021 年	2027 年	増 減
再生可能エネルギー	28	38	+10
石 炭	44	37	-7
天然ガス	23	21	-2

出所：「IEA 報告書」，2022 年 12 月 6 日。「日本経済新聞」2022 年 12 月 7 日より。

1 再生可能エネルギー導入の国際比較

日本経済新聞（2022 年 11 月 23 日）は、経済産業省が公表した 2021 年度の電源構成の速報値を紹介している。この記事によると、日本の 2021 年度の年間の発電電力量のうち、再生可能エネルギーの割合は **20.3%** で初めて 2 割を超えた。しかし、欧米主要国は 40% を超えており、また中国も 3 割近くに達しており、日本の再生可能エネルギーへの転換は国際的に遅れていることを指摘している（図表：2）。

また同時に、日本は火力発電に依存する構造が続いており、CO₂ 排出量は、2020 年度から 1.2% 増えていることも指摘している。

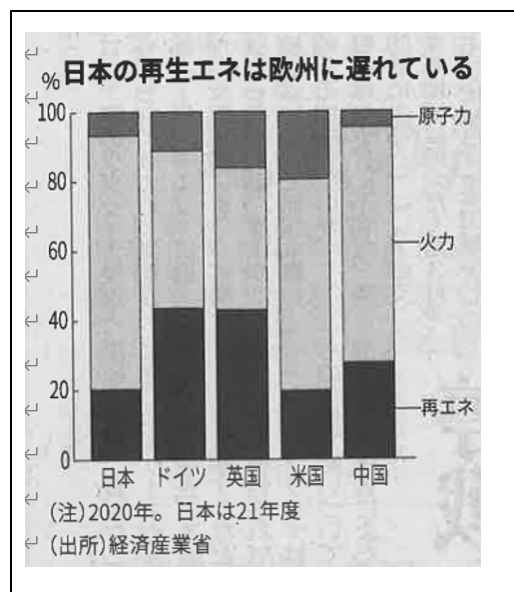
2021 年度の発電電力量のうち、化石燃料を使う火力発電の割合は 72.9% でその内訳は、天然ガス：34.4%、石炭：31.0%、石油：7.4% で依然として石炭の比重が高い。原発の比重は 6.9% で前年度から 3% ポイント増えている。要因は、東日本大震災以降活動を停止していた原発の稼働が再開したことによる。

再生可能エネルギーは、20.3% で前年度より 3% ポイント増えた。その内訳は、太陽光：8.3% (0.4% ポイント増)、風力：0.9% (前年から増減なし)、水力：7.5% (微減) であった。

図表 2 : 発電量に占める再生可能エネルギーの割合

2021年度の発電電力総量は、1兆327億kw/hで、コロナ禍が「回復」し電力需要が戻ったことを受けて前年度から3.2%増えている。

火力発電の比重は低下したが、石炭、石油の発電量が増えたため、二酸化炭素の排出量は増えた。二酸化炭素の排出は2013年に12億3500万トンまで増え、その後は減少傾向を示していた。しかし、ここに来て再び増加しており、政府の目標「2030年度に、2013年度比46%減」の達成は厳しいといわなければならない。このように、国際公約を果す意味でも再生可能エネルギー導入は避けて通れない。



以上概観した通り、主要国では再生可能エネルギーの普及・拡大が本格的に進んでいること、日本においても普及・拡大の動きはみられるが相対的にその動きは鈍いことが確認できる。日本でも再生可能エネルギーの本格的な普及・拡大に努めることが求められる。

II 北東北における洋上風力発電の普及

本稿が分析の対象にしている北いわて地域では、再生可能エネルギー、特に、太陽光パネル、風力発電、バイオマスの普及・拡大を通じて地域経済の再生を図る試みが進んでいる。ここでは、北いわてにおける風力発電のポテンシャルとこれまでの実績について見ていく。

国土交通省の報告書「洋上風力発電の市場について」(国土交通省、2020年 [https://mlit.go.jp])は、「狭隘かつ山岳地域が多い日本において風力発電を拡大するには 広大な空間と安定した風環境を有する洋上沖合への展開が不可避である。」「遠浅の海域が少ない日本では、水深の深い場所でも設置可能な浮体式洋上風力発電のポテンシャルは大きい。」「浮体式洋上風車のポテンシャルは、陸上風車と着床式洋上風車の合計の約2倍強。」(前述「国土交通省報告書、3ページ。)」と、日本の自然条件を考慮すると、風力発電、なかでも、洋上風力発電のポテンシャルが高いことを指摘している。

洋上風力発電の二つの方式「浮体式」と「着床式」について簡単に触れておきたい。浮体式洋上風力発電は文字通り、発電装置を底に固定せず水面に浮かばせるものである。着床式の場合、水深が50メートルを超えると採算性が悪くなるという問題がある。上述したよう

に日本は遠浅の海が少ないので、深い海域に設置できる浮体式風力発電の方が適しているといえる。

図表 3：洋上風力発電施設 着床式と浮体式の比較

	着床式	浮体式
適用水深	0～50m	50m～900m
構造上の違い	下部構造及び基礎により固定	浮体を係留により位置保持
動揺	ほとんど動揺無し	動揺有り（波 風 風車の回転むら等による）

出所：“Dynamics Modeling and Loads Analysis of an Offshore Floating Wind Turbine”，2007, NREL.

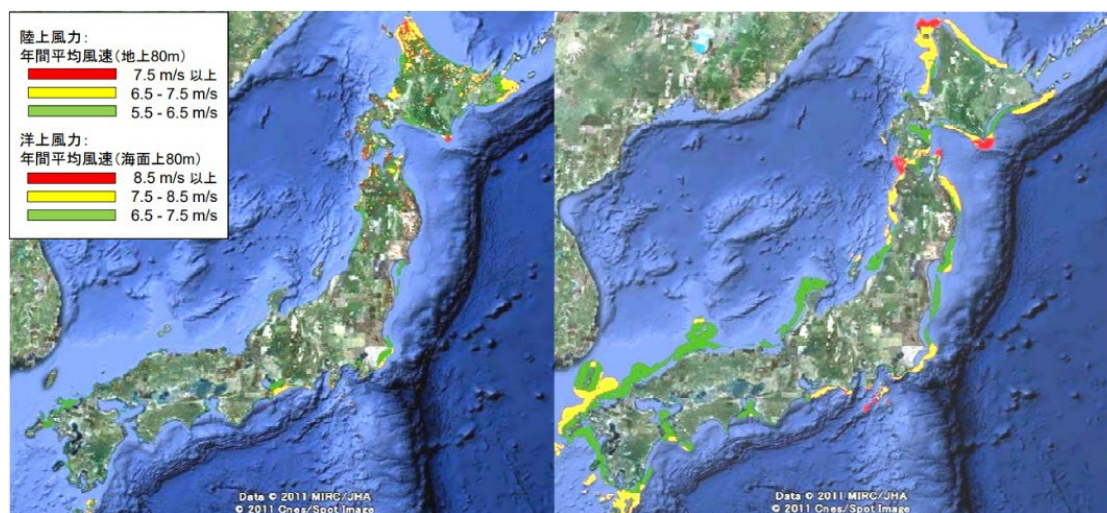
環境省が作成した 2021 年度版「再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ」(下図)によると、洋上風力発電に適した地域は、北海道と、北東北日本海側（秋田県沖）、北東北太平洋側（青森県, 岩手県沖）であることが解る。

このなかで秋田県沖では、陸上・洋上を合わせ着床式風力発電の設備を進めており、既に 300 基以上の風力発電施設が稼働している。さらに、浮体式洋上風力発電に関しても設置の計画が進んでいる。

図表 4：風力発電ポテンシャル・マップ

陸上+洋上（着床式）

洋上（浮体式）



出所：環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ」，平成 21 年度版。

1 秋田県における洋上風力発電設置の動向

「図表：4」が示しているように、北東北の日本海沿岸と太平洋沿岸（三陸海岸）はともに、自然条件が洋上風力発電に適した地域であることを環境省は指摘している。

岩手県においても各地に陸上風力発電施設が建設されているが、洋上風力発電施設の建設は秋田県と較べるとまだ本格的に展開しているとはいえない。岩手県の場合、三陸沿岸が世界有数の漁場であり、漁業との共生には入念な配慮が不可欠である。また、津波の襲来を予測して沖合に風車を浮かべる浮体式洋上風力発電が中心になるべきであろう。

秋田県はほぼ10年前の2012年に「ウエンティ・ジャパン」を創設し、再生可能エネルギーの普及・拡大によって発電量を増やし、エネルギーの自給率の向上と、エネルギー輸出地域を目指し、風力発電を中心に本格的な取組を開始した。

秋田県には2022年の時点で、陸上に313基、発電量64万KWを超える風車が設置されている。さらに陸上と比較して設置場所が限定されない洋上風力についても180万KWを超える規模での設置が計画され、既に一部着工している。秋田県はこうした取組の結果、県内の電力需要量の33%をカバーしている。

さらに注目すべきは、これまでそのほとんどを中国からの輸入に依存していた、風車の部品を地元で製造する計画を立てている。風車の部品は数万点に及ぶといわれている。そこで秋田県は、三菱商事グループや国内メーカーを巻き込んで、部品の供給網を作る計画を検討している。地元企業で部品を製造出来れば、地元雇用を増やすことにつながり注目に値する。風力発電は、構成部品が数万点に及ぶなど、非常に裾野の広い産業であり、部品や部材を地元で製造する体制を構築することで、中国等の海外からの輸送コストの削減にもつながるし、CO₂の排出削減にも貢献できる。

さらに秋田県では、再生可能エネルギーでエネルギーの自給率を高めるだけでなく、蓄電池をセットで導入することで「回復力」を高めることを視野に入れている。風力発電だけでなく再生可能エネルギーは概してその発電量が自然条件に左右され、安定供給が課題となっているが、蓄電池を導入することでこの課題を解決することが可能である。蓄電池の導入は将来的に、大型の原子力発電所や火力発電所にとって代わってVPP(Virtual Power Plant)の形成を可能にし、エネルギーの自給自足体制を構築することにつながる。

洋上風力の計画には地元の漁業関係者から反対の声があがることが多い。したがって、漁業との共生を図ることは不可欠である。漁業にどんな影響を及ぼすのかの調査や漁業振興策に取り組むのは当然として、例えば洋上風力発電の設備のメンテナンスの会社を地元漁協と共同で設立するなど、収益を地元還元する姿勢が求められる。

日本経済新聞（2022年5月18日）は、秋田における洋上風力発電施設の建設に向けた調査がはじまったことを報じた。

秋田県沖 2 海域の洋上風力発電で、三菱商事を中心とする企業連合は 5 月 17 日、由利本荘市沖で海底の地盤調査を始めた。風車や基礎となるタワーを建設したり海底ケーブルを敷設したりするため、地盤の構造を調べ詳細な設計に役立てる。具体的には、風車の建設候補地の内 10 地点でボーリング調査を実施する。海底から 70～120 メートルの深さまで掘削し、併せて音波や磁気などを使って水深、海底の地形を測量する。

図表 5：秋田県由利本荘市沖の浮体式洋上風力発電施設建設計画構成企業

秋田由利本荘 オフショアウ インド合同会 社	構成企業	
	1	三菱商事
	2	三菱商事エナジーソリューションズ（三菱商事全額出資子会社）
	3	ウエンティジャパン（風力発電会社）
	4	シーテック（中部電力の子会社）

出所：「河北新報」2021 年 3 月 9 日。

次に秋田県における洋上風力発電の普及・拡大による雇用創出と経済波及効果について県が公表している「第 2 期県新エネルギー産業戦略 2016-2025」の試算を「河北新報 ONELINE NEWS」（2022 年 3 月 9 日）を手がかりに紹介したい。

- ① 秋田県沖の風力発電事業（建設・運転・メンテナンス・施設撤去）で新たに、37,597 人の効用が生まれ、県内経済効果は約 3820 億円。
- ② 雇用創出の内訳は、建設工事：16,127 人、運転・メンテナンス：17,541 人、施設撤去：3,929 人。
- ③ なお風車の部品製造を県内企業が担う場合の新たな雇用は含まない。

岩手県においても、久慈市沖で東北電力とフランスの BW Ideol が浮体式洋上風力発電の共同事業化に向けた実現可能性調査を開始した（「東北電力プレスリリース」2022 年 5 月 12 日）。設置する施設は BW Ideol 社が特許を取得した“**ダンピングプール®技術**”を用いたもので、小型でコスト優位性を持っているとプレスリリースは説明している。

青森県でも東京電力ホールディングスと中部電力の共同出資会社 JERA（ジェラ）は 2021 年 8 月に青森県つがる市と同県鱒ヶ沢町沖の日本海で洋上風力発電事業を計画していると発表した。事業区域は 2 市町沖の約 120 平方キロメートル。海底に固定する「着床式」の風車を最大 63 基建設する。着工や稼働時期は未定とし、工期 3 年を見込む。ジェラの担当者は「平均風速 7.0 メートルで遠浅の海域は洋上風力に適している」と話している（「河北新報」2021 年 3 月 9 日）。

2 浮体式洋上風力発電と地域産業への波及効果

再生可能エネルギー，なかでも風力発電は北いわてにおいてポテンシャルがあることを見てきたが，次に風力発電事業の拡大が地域経済を牽引する力について検討していきたい。「地域経済を牽引」するとは，地元に関連する産業を誘致し，地元雇用をどの程度拡大することができるかという問題である。

図表6：浮体式洋上風力発電のサプライチェーンと参入可能な分野・業種

主要なサプライチェーン分野		参入可能性のある主要分野・業種	
プロジェクト開発	環境調査	環境アセスメント・環境調査	
	設計	エンジニアリング・設計コンサルティング	
製造	浮体構造物	本体製造	造船業，プラントエンジニアリング会社，建設工事業
		素材製造	鉄鋼業，コンクリート製造業
		付帯技術	溶接，塗装，防食 関連業
	係留索	本体製造	鉄鋼製品製造業，係留索製造業
		素材製造	鉄鋼業，化学製品製造業
	アンカー	本体製造	造船業，鉄鋼製品製造業，機械加工業
素材製造		鉄鋼業	
海底ケーブル	製造	電力ケーブル製造業	
建設・設置 ・撤去	洋上施工・管理	土木・海運	海洋土木工事業，建設工事業
		海運・港湾	船舶運航業，浚渫業，港湾土木工事業，港湾運送業
	陸上施工・管理	土木	陸上土木工事業，建設工事業，運送業，クレーン等機器レンタル業
運用メンテナンス		風力専門メンテナンス業，船舶運航業	

出所：浮体式洋上風力発電推進懇談会「日本の浮体式洋上風力発電に対する希望と展望」2021年，8ページより作成。

浮体式洋上風力発電は，プロジェクト開発から，製造，建設，設置，運用方，メンテナンス，撤去まで多様な産業によって成り立っている。日本は建設業，鉄鋼業，造船業，海洋土木など様々な分野で高い知見と技術を蓄積しており，幅広い周辺産業を包含した総合事業として発展することが期待される。

また浮体構造物は国内調達，製造が可能で，地元企業が港湾で建設・組立を行うことができる。この分野に地元企業が参入することは充分可能であろう。また，前述したように，風

車本体の部品は中国製がほとんどで、現状では大手商社が同国から輸入している。これらの部品を地元の工場で製造できる体制が構築できれば、雇用吸収力のある地場産業として発展することが可能である。実際、秋田ではすでにこうした試みが徐々に進んでいる。

「図表6」から、風力発電は設置場所の調査から、部品製造、設備建設・設置、メンテナンスに至るまで多くの分野、業界が関わるすそ野の広い産業である事が判る。特に現状では本体の部品のほとんどすべては中国で製造され、大手商社が購入している。今後、これらの部品を地元の企業で製造することが可能になれば、そのことの地域経済の発展につながっていくだろう。そして、そのことは当然、地域における雇用を創出・拡大していくことになるだろう。

現状では、大手商社が海外企業から大量の部品を輸入して地元企業と連携して洋上風力発電の設備を建設するという構図であるが、部品を地域で製造する体制が整備されることが重要な課題である。秋田県ではすでに、この構想が具体化する方向で進展している。

Ⅲ バーチャル・パワー・プラント（VPP）の構築

本章では「楽エネ」ホームページ、<https://rakuene-shop.jp/columns/3509-2/>）の叙述に基づいて、バーチャル・パワー・プラント（VPP）の仕組みと、再生可能エネルギーの普及・拡大を促進する上で果たす役割を見ていきたい。

再生可能エネルギーによる発電は、地域経済の拡大に貢献するだけでなく、その地域におけるエネルギーの地産地消につながる。しかし、発電量を増やすだけでなく、もう一つ安定供給の体制を構築することが不可欠な課題である。

これまで家庭や会社等で使用する電気は、水力・火力・原子力といった大規模な発電所で作られ、送電線や変電所などで消費者へ送られている。そして電気の需給バランスは発電所が行う。

再生可能エネルギーの場合、発電量は太陽光の場合は日照時間に、風力発電の場合は風の強さといったように自然の影響を大きく受ける。そのため、需要と供給のバランスを図る必要がある。

今日急速に蓄電池、電気自動車などが急速に普及しており、しかもそれらをネットワークにつなぐ技術も発達している。これらの技術を使って、需給バランスをとるため、電気を使う側の機器を制御し、あたかも1つの発電所のように活用することをバーチャル・パワー・プラント（VPP）という。バーチャル・パワー・プラントは、大規模な発電所の代わりに家庭や工場など点在する複数の小規模な発電設備や蓄電設備を、モノのインターネット（Internet of Things）であるIoTなどの新たな情報技術でまとめて集約し、遠隔制御することで、1つの発電所のように機能させることができる。

こうした蓄電池や EV で電力の安定供給を図る仕組みを「デマンドレスポンス (Demand Response)」という。このデマンドレスポンスが有効に機能する体制を整備することではじめて太陽光パネルや風力発電設備の普及・拡大は大規模発電に取って代わることができるのである。

また、消費者はこれまでの電力会社から電気を一方的に購入する立場であったものが、自ら電気を作り蓄積する立場に換わる。さらに余剰分を販売する供給者になることもできる。

加えて特筆すべきことは、電力需給のコントロールがバーチャル・パワー・プラント (VPP) によって可能になれば、再生可能エネルギーの普及・拡大を促進することにつながることを期待できることである。

以上のように、バーチャル・パワー・プラント (VPP) は、大規模発電所が果たしてきた供給コントロールを、小規模の風力発電や太陽光パネルで発電された電気を IoT によって制御し、自然条件等によって供給量が安定しないという再生可能エネルギーの「限界」を克服する仕組みである。

したがって、北いわてにおける再生可能エネルギーの普及・拡大はバーチャル・パワー・プラント (VPP) の整備を伴いながら進めていかなければならない。

むすび

地球温暖化防止、脱炭素社会の実現は、国際社会が協力して地球規模で追求すべき課題である。本稿では、北いわて地域を対象に、地域経済を再生させ活力のある地域社会を構築するために不可欠な、地域経済を牽引できる可能性があり、地域特性にも見合った産業として、再生可能エネルギー、とくに風力発電に注目した。

国土面積が狭く海岸線も短い日本にとって、内陸や海岸線に風力発電の施設を建設するには限界がある。しかし、遠浅の海が少なく、海上に風車を動かすのに適当な風が吹いている日本近海は、浮体式洋上風力発電に適していること、特に、北海道と北東北は好条件が揃っている地域であることを国（経済産業省）は指摘している。

日本海側の秋田県では風力発電施設の建設が本格的に進んでおり、すでに 300 基以上の風車が稼働している。県の要請を受けた総合商社が全面的にかかわり、地域経済の拡大に貢献することに配慮しながら着床式の風力発電施設を中心に今後も発展することが期待されている。

太平洋に面する岩手県の沿岸では、現時点で秋田ほど本格的に展開しているわけではないが、洋上風力発電を核にした地域経済の再生・拡大の動きがはじまっている。ただし岩手県沿岸は、世界有数の漁場でもあり、沿岸漁業との共生が課題である。また、津

波によって定期的に甚大な被害が発生する地域でもあり、着床式ではなく浮体式にすることが求められる。

また、岩手県の場合は、バイオマスや太陽光パネルによる発電も久慈地域エネルギー株式会社のような地域電力会社を中心になって拡大傾向を示している。再生可能エネルギーを中核に持続可能な地域経済が構築されることによって、人口流出にも一定の歯止めがかかることになるし、地域で脱炭素社会が構築され、自然と共生した地域社会が構築されることになるだろう。

浮体式洋上風力発電の建設は大プロジェクトであり、国や大規模企業の参入が不可欠であるが、その際、雇用の創出を含め地域社会・地域経済の再生が目的であることを認識し、地元の自治体が発言力を維持・強化する体制が求められる。

太陽光も風力もその発電量が天候によって左右されるため、安定供給が難しい。しかし、蓄電池やEVを有機的につなげたVPPを構築することで安定供給が可能になりこの課題を解決することができる。蓄電池やEVは現在急速に普及しており、価格も低下している。再生可能エネルギーによる発電量を増やすことに加えVPPを構築することでエネルギーの安定供給と地産地消が同時に実現できる。

北いわてにおいて太陽光と風力による発電能力を高め、VPPを構築すれば、エネルギーの安定供給、地産地消、価格低下が同時に達成することができる。この問題に取り組んでいるプロジェクトのメンバーは、北いわての持続可能で活力のある社会を描き、そこに至る課題を一つ一つクリアするまさにバックキャストिंगの手法で、この問題に取り組んでいきたい。

引用文献

- (1) 国際エネルギー機関 (IEA : International Energy agency) 報告書, 2022年12月6日。
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁「日本のエネルギー」, 2021年度版。
- (3) 国土交通省「洋上風力発電の市場について」2020年。
- (4) Dynamic Modeling and Loads Analysis of an Offshore Floating Wind Turbine, 2007.
- (5) 環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ」平成21年度版。
- (6) 「日本経済新聞」2022年5月18日, 5月22日, 11月23日, 12月6日, 12月7日。
- (7) 「河北新報」2021年3月9日。
- (8) 浮体式洋上風力発電推進懇談会「日本の浮体式洋上風力発電に対する希望と展望」2021年。
- (9) 秋田県「第2期県新エネルギー産業戦略2016-2025」。

謝辞

本稿は、国立研究開発法人科学技術振興機構の共創の場形成支援プログラムで採択された東京大学の「ビヨンド・“ゼロカーボンを目指す” Co-JYUNKAN “プラットフォーム” 研究費で執筆したものである。感謝の意を表します。

