

2. 石巻地域と共存共栄する風力発電事業のあり方に関する一考察

※宮城県石巻市における環境省事業の調査結果より

齊藤 三希子^{1*}・山崎 智雄¹・水谷 義昭²・長山 沙織²・

¹株式会社エックス都市研究所（〒171-0033 東京都豊島区高田2-17-22）

²アジア航測株式会社（〒215-0004 川崎市麻生区万福寺1-2-2）

* E-mail: saito@exri.co.jp

再生可能エネルギーの導入は、電力供給量の確保とともに、温室効果ガス排出量の削減及び東日本大震災の被災地における地域活性化を同時に実現可能な施策として期待されている。中でも風力発電は、再生可能エネルギーの中では発電コストが比較的低く、最も大きな導入ポテンシャルが見込まれているため大幅な導入が期待されている。

しかしながら、地域の自然環境への影響に対する懸念等より、思うように普及が進んでいないのが現状である。また、風力開発事業を単に温暖化対策やエネルギー問題への対策とするのでは、地域活性化及び震災復興に寄与する事業とは成りにくい。

地域活性化に寄与し、地域の自然環境に配慮した持続可能な地域の再生可能エネルギー事業とするためには、地域の自然環境との共存、地域社会との共栄する仕組みを構築することが望まれる。

本調査は、宮城県の中でも東日本大震災による最大の人的被害を受けた石巻市において、風力発電事業の実現可能性を評価するにあたり、単に事業採算性だけではなく、地域の自然環境との共存、地域社会との共栄する風力発電事業のあり方を検討し、事業スキーム等を示した。

Key Words : *sustainability, Regional Development, recyclable energy, wind power generation*

1. はじめに

再生可能エネルギーの導入は、電力供給量の確保とともに、温室効果ガス排出量の削減及び東日本大震災の被災地における地域経済の活性化を同時に実現可能な施策として期待されている。被災地の復興の一環として、スピード感を持って再生可能エネルギーの導入を進めることが重要である。一方で事業の実施に当たっては、民間事業者のみでは解決に時間と費用を要する課題が多く存在する。

このため環境省では、被災地において再生可能エネルギーの導入を加速し、地球温暖化対策に配慮した復興の実現に資することを目的として、「平成 23 年度再生可能エネルギー事業のための緊急検討委託業務（宮城県石巻市）」を実施し、再生可能エネルギー事業計画の策定のための各種調査・検討等の実施を支援した。宮城県石巻市における本調査は、平成 24 年 1 月から平成 25 年 2

月の 14 カ月間行った。

宮城県内でも東日本大震災により最大の人的被害を受けた石巻市では、原子力発電所立地自治体でもあることもあり、「震災復興本計画（素案）」において、“原子力発電対策の再確認”と“自然エネルギーの活用”を復興に向けた課題としている。

風力開発事業を単に環境やエネルギー問題への対策とするのでは、地域活性化及び震災復興に寄与する事業とは成りにくい。民間事業者と地域社会の協働体制のもとに、地域がメリットを享受でき、地域の自然環境を保全できる仕組みを構築することが望まれる。これにより、地域の人々が地域のエネルギーとして愛着を持ち、地域の持続可能な再生可能エネルギー事業となっていく。

そのため本調査では、風力発電事業の実現可能性を評価するにあたり、単に事業採算性だけではなく、地域の自然環境との共存、地域社会との共栄する風力発電事業のあり方を検討した。

本稿は、本調査で得られた知見を報告するとともに考察を述べる。

2. 地域の自然環境等との共存に関する検討

地域の自然環境等との共存に関しては、事業計画候補地における風況調査、環境影響事前評価、各種法制度に関する調査、それらに基づく事業計画の立案、事業性評価を実施した。

(1) 事業計画候補地

事業計画候補地を図-1に示す。

- 候補地A（宮城県石巻市雄勝町）
石巻市中央部の上品山から硯上山、高梨山に至る標高460～520m程度の山地部尾根沿い
- 候補地B（宮城県石巻市潮見町）
津波による浸水被害が発生した沿岸部の工業地域の中の石巻港周辺

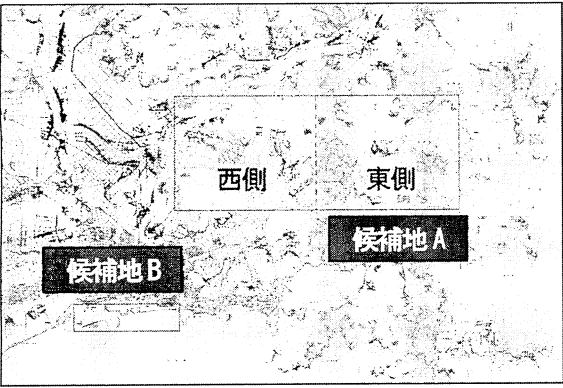


図-1 事業計画候補地

(2) 風況調査

高さ約60mの風況ポールを候補地2か所に設置し、平成24年3月から12月までの10ヶ月間の風況調査を行った。風況調査結果の概要を表-1に示す。

候補地Aは一般に事業化可能とされる風速6.0～6.5m/sを上回っているが、候補地Bは候補地Aよりも平均約1.8m/s低く、満たないことが分かった。

表-1 風況調査結果の概要

項目	候補地A	候補地B
風況調査地点での平均風速	7.2m/s(58m高) ※夏に低く冬に高いという国内における典型的な傾向がある	5.4m/s(58m高)
最大瞬間風速	・10分平均最大 29.8m/s ・瞬間最大 41.5m/s	・10分平均最大 24.4m/s ・瞬間最大 30.8m/s
主風向	西北西	西北西から北北西の間
乱流の傾向	極端に乱流強度が高い風向はない	乱流強度の高い風向は見られない
備考	一般に事業化可能とされる風速を上回った	候補地Aのような地形割増し効果はない

(3) 環境影響事前評価

本調査は、平成25年4月の改正環境影響評価法の完全施行に伴う計画段階環境配慮手続きの導入前に実施した業務である。改正環境影響評価法及び環境影響評価法に基づく基本的事項に準じて事業の早期段階から重大な環境影響を把握するため、計画段階の環境配慮に相当する調査検討として「環境影響事前評価」を実施した。

環境影響評価の項目、調査、予測、評価手法等について整理し、次に候補地及び周辺エリアにおいて、騒音・低周波音、鳥類、希少猛禽類、植生、景観等における環境影響調査及び予測を行った。

調査及び予測の結果、候補地A（東側）については影響の程度は不明であるものの、少なくとも現状では重大な環境影響が生じる可能性が否定できないことが明らかとなった。それに対して、候補地A（西側）及び候補地Bについては、重大な環境影響は回避・低減できる可能性が高いという評価結果となった。

評価結果より、候補地2箇所において事業を進める上での環境配慮事項や環境保全対策案を検討し、環境配慮

表-2 環境影響事前評価結果概要

調査項目	候補地A（東側）	候補地A（西側）	候補地B
騒音・低周波音	配置・構造等の検討、保全措置の検討を行うことで、十分に回避・低減できる可能性が高いと評価。	配置・構造等の検討、保全措置の検討を行うことで、十分に回避・低減できる可能性が高いと評価。	配置・構造等の検討、保全措置の検討を行うことで、十分に回避・低減できる可能性が高いと評価。
動物（鳥類、希少猛禽類等）、植物、生態系	エリアA東側の丘陵地が鳥獣保護区に指定されており、イヌワシを上位種とする生態系が存在するため、重大な影響が生じる可能性が高いと考えられる。	特に重要な希少猛禽類の行動圏に近接するエリアを回避することで重大な環境影響の恐れはないと評価。その他動物、植物、生態系等は保全措置を講じることで影響は回避、低減可能と評価。	重大な環境影響のおそれはないと評価。
景観	圧迫感を受けず、景観的には気になり出す程度である。景観的に気になる場合でも「配置・構造」の検討段階での着色等への配慮により重大な影響を回避・低減できると評価。	圧迫感を受けず、景観的には気になり出す程度である。景観的に気になる場合でも「配置・構造」の検討段階での着色等への配慮により重大な影響を回避・低減できると評価。	圧迫感はほぼ受けないが、景観的に多少気になる可能性がある。周囲の景観との調和性は高いと考えられるため「配置・構造」の検討段階での着色等への配慮により重大な影響を回避・低減できると評価。

書案（案）を作成した。また、関係自治体（市町村、県）、学識経験者等への意見聴取を行い見直しを行った。
環境影響事前評価結果概要、環境保全対策（案）を表-2、表-3に示す。

表-3 環境配慮事項（案）

調査項目	候補地A（西側）	候補地B
騒音・低周波音	周辺民家から十分に離隔距離をとった風車配置の立案。	周辺民家から十分に離隔距離をとった風車配置の立案。
動物（鳥類、希少猛禽類等）、植物、生態系	重要な動植物の生育・生息地等が確認された場合の保全措置の検討、風車設置箇所、取付道路等の付帯施設設置箇所における植生改変の最小化。	重要な水鳥等の渡り、営巣地が確認された場合の保全措置の検討、風車設置箇所、取付道路等の付帯施設設置箇所における植生改変の回避。
景観	景観に配慮した風車配置、構造の検討。	景観に配慮した風車配置、構造の検討。

(4) 各種法制度に関する調査

各種法制度の届出・認可等に関する事前協議リストを作成し、本調査で実施すべきと考えられる事前協議先を抽出して協議を行った。その結果、特に大きな支障はないと考えられた。

ただし、候補地A（西側）においては、国土交通省東京航空局石巻航空路監視レーダー事務所との協議より、最大限設置可能な16基とした場合は、航空路監視レーダーへの影響が懸念されることから、現状において影響を回避するためには、風力発電機を8基程度に抑える必要があることが判明した。

(5) 事業計画の立案

上記の調査結果より、風力発電立地の可能性があると考えられる候補地A（西側）と候補地Bにおける事業計画（案）を作成した。事業計画（案）の概要を表-4に示す。

表-4 事業計画（案）の概要

項目	候補地A（西側）	候補地B
事業実施エリア	宮城県石巻市大森字大平	宮城県石巻市西浜町地先
発電所全体の設備容量	2,000kW/基 × 8基 = 16,000kW 又は 2,000kW/基 × 16基 = 32,000kW	3,000kW/基 × 20基 = 60,000kW
系統連系地点	東北電力 66kV 釜谷線（電柱2号/No. 25 鉄塔）	東北電力 西石巻変電所近傍
年間発電量（予測）	8基（7.0m/s時）：38,228,000kWh 16基（7.3m/s時）：82,009,000kWh	20基（5.5m/s時）：88,530,000kWh
概算事業規模	8基：約55億円 16基：約101億円	20基：約200億円
備考	航空路レーダーの課題が解消された場合は16基、解消されない場合は8基となる。	70mの杭基礎が必要であるため、基礎杭費用115,000千円/基を加算している。

(6) 事業性評価

事業計画（案）を基に、候補地A（西側）と候補地Bにおける風力発電事業の事業性を評価した。

評価指標としては、PIRR（プロジェクトIRR）、EIRR（配当IRR）を用いた。指標の定義と事業化の一般的な目安を表-5に示す。なお、本検討における事業化の目安は、PIRRが7.5%以上もしくはEIRRが10%以上⁹⁾とした。

事業性評価の結果、候補地A（西側）において16基案では、風速6.5m/sかつ買取価格20円/kWh以上、8基案では風速6.5m/sかつ買取価格22円/kWh以上であれば事業化が見込める結果となった。

“再生可能エネルギーの固定価格買取制度（以下、FIT）”による平成25年度時点での買取価格は22円/kWh（20kW以上の場合）であることから、この買取価格が適用されれば、8基案でも事業化が可能であることとなる。

一方、候補地Bにおいては、試算の結果、補助金等がないと本条件では事業化が見込めないことが分かった。

表-5 評価指標の定義と本検討における事業化の目安

指標名称	指標の定義	本検討における事業化の目安
PIRR(Project Internal Rate of Return：プロジェクトIRR)	投資額を資本金+借入金（全投資額）、キャッシュフローとして融資に対する返済額を含まないフリーキャッシュフローを用いて算出する内部収益率。	PIRRが7.5%以上もしくはEIRRが10%以上 ⁹⁾
EIRR(Equity Internal Rate of Return：配当IRR)	投資事業を純粋な株式投資と見立てた場合の指標。投資額を自己資本（資本金+株主融資）、キャッシュフローを当期余剰金として算定する内部収益率。	

3. 地域社会との共栄に関する検討1
（地域還元型事業スキームの検討）

これまで、太陽・風・水・地熱等は地域住民の様々な工夫により地域エネルギーとして有効活用されてきた。これらは、「地域の財産」と言える。しかしながら、現状のFITでは、再生可能エネルギーを導入しても、地域社会が得るのは、固定資産税と少数の雇用だけであり、経済的便益（利潤）は発電事業者等に流れていく仕組みとなっている。

「地域の財産」である再生可能エネルギーを外部主体の便益獲得の機会とするのではなく、地域社会と共栄する仕組みとするためには、地域が主体となり、地域の再生可能エネルギー資源を地域の経済的便益に転換していくことが重要である。

そのため、本調査では、売電収益を地域に還元する事業スキームと、自立分散型エネルギー需給システムを検討した。

(1) 地域還元型事業スキームの検討

以下2つの事業スキームを案出し、事業性評価と地域ヒアリング調査を実施した。

a) 売電収益の地域還元スキーム

風力発電事業の事業継続性に必要な利益以上の利益が生じる場合に、当該利益を基金としてプールし、石巻市民や石巻市内事業者に補助金等として付与する。基金は、地域の野鳥保護や街づくりのために活用する。

これにより、市民は地域の活動に参加する機会を得られ、市内のNPO等は、野鳥保護や街づくりのために活動する資金を得られる。

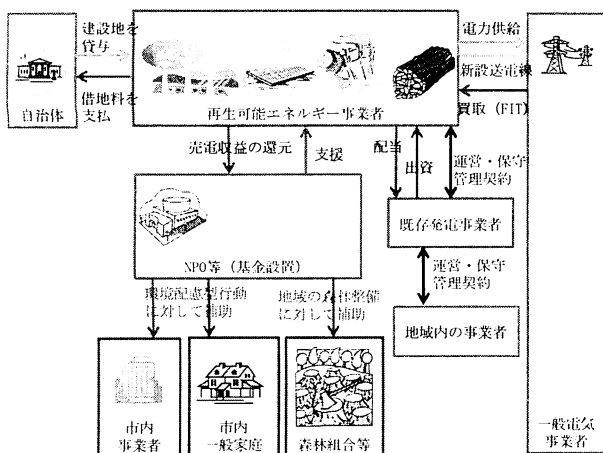


図2 売電収益の地域還元スキーム（波及型）

b) 市民ファンドスキーム

市内の一般住民、事業者、地方銀行から出資（実質的には融資）を受け入れも、再生可能エネルギー開発による株主資本利益を地域に分配する。地方銀行等が市民ファンドのとりまとめ会社となり、市内の一般家庭や事業者のみならず全国から出資や融資を取りまとめつつ、市内出資者に対しては何らかの優遇措置を導入する。

発電により得た利益を銀行預金利子よりも多く返すことにより、資金が地域内で循環し、市としても税収が増えることとなる。

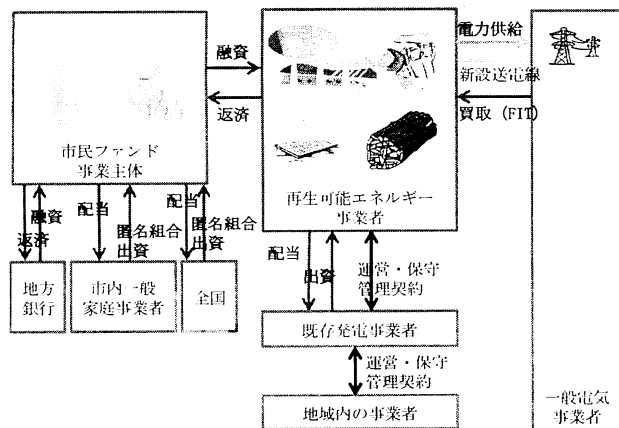


図3 市民ファンドスキーム

(2) 事業性評価結果

候補地A（西側：8基案）を対象として、各事業スキームの事業性を評価した。なお、事業性評価における事業化の目安は、2.と同様とした。

試算の結果、「売電収益の地域還元スキーム」の場合は風速7.0m/s以上であれば、基金として地域に年間970万円（NPO運営費270万円を含む）を拠出する場合でも事業化が見込める結果となった。

「市民ファンドスキーム」の場合は、風速7.0m/s以上であれば、地域内の配当率を4.5%とし、市民ファンド運営費として2,160万円/年を拠出した場合でも、事業化が見込める結果となった。

「売電収益の地域還元スキーム+市民ファンドスキーム」の両事業を実施する場合も、風速7.0m/s以上であれば、基金として年間970万円、市民ファンド運営費として2,160万円/年を拠出し、地域内の配当率を4.5%としても、事業化が見込める結果となった。

(3) 地域ヒアリング調査の結果

検討した事業スキーム案に関して地域住民の視点から、その有効性・妥当性を確認するとともに、地域の企業やNPO等からの協力が得られる可能性を調査するため、関連する事業者やNPO等にヒアリング調査を実施した。

ヒアリングの結果、両事業スキーム案ともに、地域関係者（NPO、地方銀行、地域住民）から強い関心・興味が示された。しかしながら、市民ファンドスキームに対しては、震災以降、地域の所得格差が拡大しているため、投資可能な住民が限定されるとのご意見をNPOや地域住民、自治体等より頂いている。

風力発電事業としての事業継続性を含め、様々な条件が満たされることが前提となるが、地域社会との共栄を実現するためには両事業スキームの併用が望ましいと考えられる。

4. 地域社会との共栄に関する検討2

（自立分散型エネルギー需給システムの検討）

(1) エネルギー需給システムの検討

以下の3案を案出し、事業性評価と地域ヒアリング調査を実施した。

a) 災害時を対象とした地産地消型エネルギーシステム

平常時は一般電気事業者に売電されている地域内に存在する再生可能エネルギーを災害時などに限り、自営送電線（新設）によって、防災拠点となるような重要施設（道の駅、大型ショッピングセンター等）に対して、優先的に電力供給を行う。電力供給を行う事業者と地域内

防災拠点等との間では、緊急時電力提供契約を締結する。

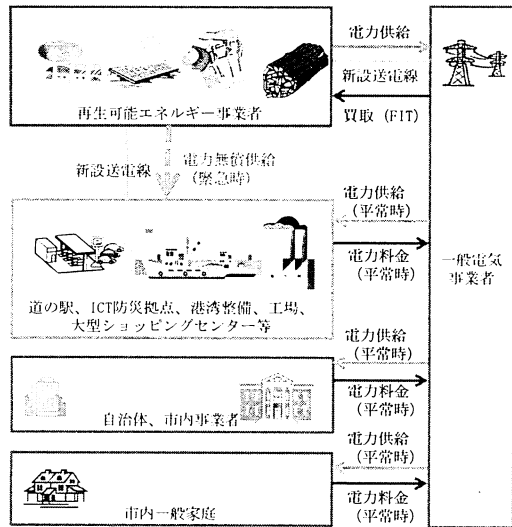


図4 災害時を対象とした地産地消型エネルギーシステム

b) 平常時も対象とした自立分散型エネルギーシステム

地域内の再生可能エネルギーを電力仲介事業者（PPS等）へ売電する。電力仲介事業者（PPS等）は高压需要家（道の駅やICT防災拠点等）や自治体、市内事業者、市内一般家庭に対して電力供給を行う。余剰電力は一般電気事業者に売電すると共に、不足電力は一般電気事業者から供給を受ける。なお、現行の電気事業法では実現において課題が残る。

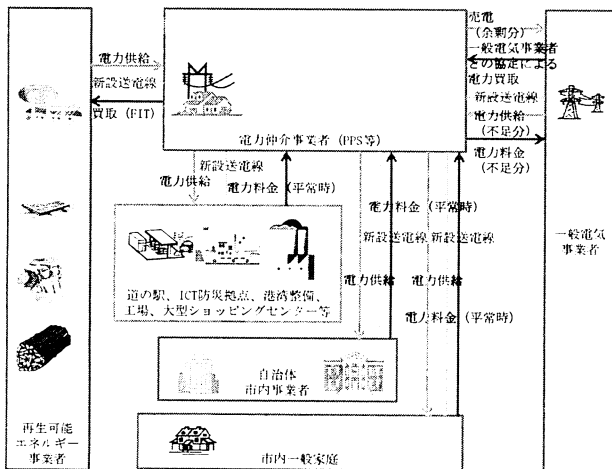


図5 平常時も対象とした自立分散型エネルギーシステム

c) エネルギー需給の最適化を実現する地域エネルギーマネジメントシステム

エネルギー需給の最適化を実現する地域エネルギーマネジメントシステムを確立するため、地域内の需要制御や電力供給を行う「地域エネルギーマネジメント事業者（以下、地域EMS事業者）」を設立し、その事業者に対して再生可能エネルギーより発電した電力を供給する。

地域EMS事業者は、地域内の高压需要家（道の駅やICT防災拠点等）や自治体、市内事業者、市内一般家庭への地域内の効率的な供給と需要制御を行う。本システムについても、現行の電気事業法では課題が残る。

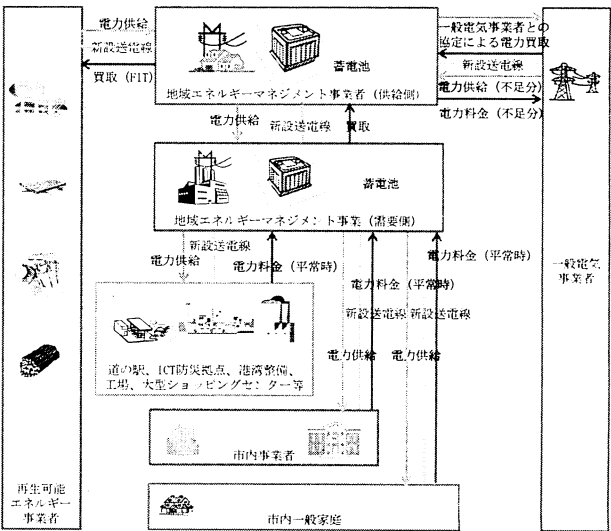


図6 エネルギー需給の最適化を実現する
地域エネルギーマネジメントシステム

(2) 事業性評価結果

地域エネルギーマネジメントシステムは、事業性評価に必要なデータが蓄積されていないことから、今回は評価対象外とした。なお、事業性評価における事業化の目安は、2.と同様とする。

試算の結果、「災害時を対象とした地産地消型エネルギーシステム」、「平常時も対象とした自立分散型エネルギーシステム」とともに、風速7.0m/s以上であれば、新設送電線を9km程度敷設した場合でも事業化の可能性を見込める結果となった。

(3) 地域ヒアリング調査の結果

検討したエネルギー需給システム案に関して、その実現性を確認するため、有識者にヒアリング調査を実施した。

その結果、地域で発電した電力を地域に供給することに関して、地域関係者としても一定のニーズや期待を有していることが分かった。

また、「災害時を対象とした地産地消型エネルギーシステム」については、電力供給先へ自営送電線（新設）を敷設し、使用する送電線の切り替えが可能なシステムとすることにより、現行の電気事業法でも実現可能であることが分かった。一方、風力発電の場合、系統電力の供給が途絶えると再稼働が容易ではないため、再稼働用に蓄電池等を設置する必要がある、との指摘も受けた。

5. 結果のまとめと考察

石巻市において、地域の自然環境と共存、地域社会と共栄する風力開発の実現可能性を検討した結果、候補地A（西側：8基案）においては、年間平均風速7.0m/s以上であれば、いずれの「地域還元型の事業スキーム」においても事業採算性は確保でき、「自立分散型エネルギー需給システム」に関しては、新設送電線を9km程度敷設した場合でも事業化の可能性を見込める結果となった。

ただし、本調査で検討した地域エネルギーマネジメントシステムを実現化するためには、電気事業法等の“法規制上の課題”、再生可能エネルギー電源の再稼働や電力需要の平準化等の“技術的課題”が残っている。今後の更なる法制度改革の検討や技術開発・研究等が求められる。

また、これらの課題がクリアされたとしても、地域と共存共栄する持続的な再生可能エネルギーとしていくことは容易ではない。

環境エネルギー政策は、環境、まちづくり（土地利用、インフラ整備、交通計画等）等、幅広い分野に関係している。そのため、自治体においては、関係部局が相互に連携・協働し、まちづくりと一体となった取組を行えるよう、担当部局に権限と責任を付与し、横断的な取組を行うことができる仕組み・体制を構築することが望まれる。

民間事業者においても、事業の利益のみを追求するのではなく、事業の資源である地域エネルギーを持続的なものとしていくため、地域の自然環境保全、生態系維持に寄与し、地域活性化に貢献する事業となるよう配慮を行うことが望まれる。

自治体、民間事業者が「地域と共存共栄する再生可能エネルギー事業」という同じ方向に向かって連携・協調しながら仕組みや体制作りを行うことにより、本当の意味で持続可能な「地域と共存共栄する再生可能エネルギー事業」になると考えられる。

謝辞：本調査は、東北大学長谷川史彦教授を座長とする地域協議会委員の皆様、宮城県環境生活部環境政策課、石巻市生活環境部、震災復興部協働プロジェクト推進課、石巻信用金庫、一般社団法人被災事業所復興支援室、NPO法人いしのまき環境ネットのご支援・協力のもとに実施した。ここに記して感謝の意を表す。なお、この事業に関しては、平成25年7月現在、候補地A（西側）に関して株式会社ユーラスエナジーホールディングスにより、環境影響評価法に基づく環境影響評価方法書の公告・縦覧が終了し、審査中である。

参考文献

- 1) 株式会社エックス都市研究所, アジア航測株式会社, 株式会社ユーラスエナジーホールディングス：平成 23 年度再生可能エネルギー事業のための緊急検討委託業務（宮城県石巻市）報告書, 2013.
- 2) 株式会社エックス都市研究所, アジア航測株式会社, パシフィックコンサルタンツ株式会社, 伊藤忠テクノソリューションズ株式会社：平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書, 2010.
- 3) 宮城県石巻市：石巻市自然環境確認調査結果報告書, 2009.
- 4) 南三陸ワシタカ研究会：南三陸ワシタカ研究会調査報告書, 2008.
- 5) 宮城県石巻市：石巻市震災復興基本計画, 2011.
- 6) 新エネルギー財団(NEF)：『「新エネルギー人材育成研修会」テキスト 風力コース』, 2009.
- 7) 防衛省経理装備局施設整備課：航空法「防衛庁告示第百七十三号」条文（航空法における物件の制限）, 2009.
- 8) 経済産業省再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム：第6回ヒアリング「資料 7-2 社団法人日本風力発電協会説明資料」, 2010.