

課題名	ZE-1201 震災復興におけるコミュニティベースの太陽光普及モデル事業の提案
課題代表者名	古谷 知之（慶應義塾大学総合政策学部准教授）
研究実施期間	平成24年度
累計予算額	12,797 千円 予算額は、間接経費を含む。
本研究のキーワード	再生可能エネルギー、太陽光発電、コミュニティベース、インセンティブ、アウトカム、まちづくり、協エネ支援ツール、震災復興

## 研究体制

- (1)放射線物質汚染地域におけるメガソーラーモデル事業の検討  
(古谷知之:慶應義塾大学 総合政策学部)
- (2)コミュニティベースの太陽光利用事業モデルの事例調査  
(小林 光:慶應義塾大学 政策・メディア研究科)
- (3)自然エネルギーの活用による津波被災地域の復興計画の提案  
(巖 網林:慶應義塾大学 環境情報学部)
- (4)原発被害地域における観光地・農業再生モデルの検討  
(丹治 三則:慶應義塾大学 環境情報学部)
- (5)エコビレッジモデル事業のデザイン  
(ガロウエイ・ウィリアム:慶應義塾大学 政策・メディア研究科)

## 研究概要

### 1. はじめに

東日本大地震と大津波は三陸海岸だけでなく、東京にも深刻な被害を与え、現代都市の脆弱性をあらわにした。いまこそ大規模集中電源システムから分散電源システムへシフトし、災害にレジリエンスの高いエネルギー社会を構築する好機である。太陽光は最も分布が広く、最もアクセスしやすい自然エネルギーとして期待されている。しかし家庭単位の導入ではコストが高く、ポテンシャルは生かされにくい。各地に太陽光利用を含め、スマートシティやスマートグリッドの実験が行われているが、ITなど新技術の導入が先行し、ステークホルダーをどのように参加させ、どのように持続的に運営するかに関しては、確立された事業モデルはない。

環境省は平成21年より「再生可能エネルギー導入ポテンシャル委託調査」を実施し、平成23年度報告では、東北地域には巨大な太陽光、風力、地熱資源が存在すると評価されているが、太陽光発電に関する共通課題として、「事業継続可能な適正利益が得られる発電事業」としての検討・実績事例が少ないことが挙げられる。

2012年7月に固定価格買取制度（以下、FIT制度）が導入され、再エネを導入する機運は高まってきている。しかし、このFIT制度には買取価格と期間が設定されているものの、地域に利益が還元される仕組みはなく、地域資源の外部流出の危険性が問題視されている。震災復興地域にも太陽光を活用する提案が持ちかけられるが、事業調査に留まることが多く、復興計画に取り入れたものが少ない。

こうした中、再生可能エネルギー事業を新たな地域事業として十分に活用していくためには、地域住民の広範な理解や合意形成が重要であり、そのための事業モデルの開発と普及が求められている。

## 2. 研究開発目的

本研究は、意識調査と事例調査によってコミュニティベースの太陽光普及の要件を明らかにし、震災復興都市におけるプロジェクト実践を通して、実用可能な事業モデルを提案することを目的とする。ここで、コミュニティベースのアプローチとは、住民個人とコミュニティが一体となって地域主導の太陽光資源を事業化し、節電や売電で収益を得ると共に、エネルギーの地産地消と二酸化炭素の削減に貢献し、コミュニティの発展やまちづくりの活性化に波及効果を創出する事業モデルのことである。

研究の流れとして、サブテーマ2において震災後の国民意識調査と先行事例調査を行い、コミュニティベースによる導入のメリットと課題を検討し、持続的に運営できる事業モデルの要件を明らかにする。そして、原発事故の被害を受けた福島県南相馬市、原発事故の風評被害を受けた福島県福島市、津波被害を受けた宮城県気仙沼市において、震災後の環境実態をそれぞれ調査し、住民のインセンティブに応じた事業モデルを検討した。サブテーマ1では、南相馬市において、放射性物質による汚染の実態を高精度ガイガーカウンターで空間的に調査し、太陽光、バイオマスなど再生可能エネルギーによる土地再生の方法を提案した。サブテーマ3では、気仙沼市において、地形、日射量と建物などのデータを用いて太陽光発電導入ポテンシャルを高精度で評価し、復興計画に導入する協エネ支援ツールを開発した。このツールは地域土地資源の特性分析とゾーニング、再生可能なエネルギーのポテンシャル評価と視覚化、新エネルギー目標の策定とポートフォリオ分析、税金・補助金を利用した事業積算と利益回収シミュレーションなどの機能を含める。サブテーマ4では、福島市において、無人ヘリによる放射性物質の汚染状況を測定し、その実態に応じた土地利用のゾーニングを行い、農業と太陽光発電事業の組み合わせによる農業経営の可能性を提示した。サブテーマ5では、気仙沼市本吉町小泉地区において、行政、大学、NPO、住民によるコミュニティのもとで震災復興における課題を検討し、津波跡地や復興住宅に再生可能エネルギーを導入する事業モデルを提案した。

## 3. 研究開発の方法

### (1) 放射性物質汚染地域におけるメガソーラーモデルの検討

福島県南相馬市太田地区（農地面積400ha、人口2300人程度）を対象として、日射量および空間放射線量等の環境条件から再生可能エネルギーの適地を選定するために、高精度ガイガーカウンターを用いて、個々の水田や水路レベル、周辺の山林まで落とし込み、営農の支援に使用可能な空間放射線マップを作成した。空間線量マップに基づいて放射性物質の農業に対する影響を軽減するために、農業集落における空間放射線量の高低、再生可能エネルギーのポテンシャル調査等の生産条件を地図上で重ね合わせ農業集落の土地利用ゾーニングを行った。特に南相馬市の農村地帯では空間線量を低減する除染が求められており、菜種等の植物浄化技術を用いて除染およびBDFの製造事業を実施した場合の物質フロー分析及びフィージビリティスタディを実施した。

### (2) コミュニティベースの太陽光利用事業モデルの事例調査

太陽光発電などに対する震災後の太陽光に対する国民意識を、震災による影響があった関東（東京、神奈川、千葉、埼玉、栃木、群馬、茨城）と、東北（宮城、福島）を対象に1030件の家庭を調査し、従来の家庭単独による太陽光導入の効果と問題点を明らかにした。アンケートの設計に関しては、意識の変化に対する質問項目と、太陽光発電の導入に対する経済性（金銭的なメリットがあるか）、環境性（太陽光の導入に適している環境であるか）、社会性（自分だけではなく地域全体で取り組まれているか）、安全性（災害時における非常用電源としての利用が可能かどうか）というインセンティブを基にして、質問項目を作成した。そして、震災後における各消費者の導入意向の変化の分析と、補助金の利用、低金利ローン、リースモデル、屋根貸しモデルなどのビジネスモデルに関する知識と導入におけるビジネスモデルの選好の関係性を分析した。

また、コミュニティベースの事例調査では、一般的なコミュニティの捉え方として、環境や社会問題に関係付けられる場所を指し、市、町もしくはより狭い近隣住民団体の区域であったり、または水域、盆地や沿岸域であったりするが、本研究では発展的にコミュニティの捉え方として、共通の関心と目標を持ち、共に活動する人間の集合体と捉えて事例の収集を行った。そして、収集した国内50件、海外50件の事例を、過程（プロセス）と効果（アウトカム）の軸で整理し、インセンティブ、ビジネスモデル、運営ルール、協働プラットフォームからそれぞれの事業を考察した。さらに、事業の過程（プロセス）におけるコミュニティ参加型の取り組みとして特徴となる事例に関しては、事業の時系列な展開を詳しく調べるため、詳細調査とインタビューを行い、コミュニティベースの太陽光普及の政策課題と事業モデルの要件を特定した。

### (3) 自然エネルギーの活用による津波被災地域の復興計画の提案

気仙沼市においてコミュニティベースの太陽光普及の可能性を評価し、実施可能性を検討するため、公開されている数値地図、集落農業センサス、事業所統計、センサスなどを利用し、エネルギー需要マップの作成と、地

域エネルギー特性を踏まえた再生可能エネルギーのポテンシャルマップの作成を行った。さらに、それらを基礎情報とし、WebGISの技術を用いて地域エネルギー特性を見える化し、まちづくりにおける課題と共に再エネ事業計画を繋いで、復興までのロードマップを具体化する「協エネまちづくり支援ツール」の開発をする。このシステムは、震災復興に限らず他地域のまちづくりの課題にも応用可能である。また、システムはプラットフォームを選ばずクラウドに置くことが可能となり、メンテの手間が少ないといった利点が挙げられる。

#### (4) 原発被害地域における観光地・農業再生モデルの検討

福島県福島市の農業集落(農地面積180ha, 人口850人程度)を対象として、日射量および空間放射線量等の環境条件から再生可能エネルギーの適地を選定するために、高精度ガイガーカウンターと土壤の放射性物質検出測定器を用いて、個々の水田や水路レベル、周辺の山林まで落とし込み営農の支援に使用可能な空間放射線マップを作成した。また、無人ヘリ(UAV)による放射線空間線量率の航空機測定手法を確立し、福島市平石地区においてUAV測定を実施した。空間線量は対象地を自動車や徒歩で観測することで1m程度の詳細な線量マップを作成し、放射性物質の検査では、山林、水路の土壤・土砂だけでなく、個々の水田土壤の放射性物質を調査し地図化した。空間線量マップに基づいて放射性物質の農業に対する影響を軽減するために、農業集落における空間放射線量の高低、再生可能エネルギーのポテンシャル調査等の生産条件を地図上で重ね合わせ農業集落の土地利用ゾーニングを行い、土地再生の方策を提示した。

#### (5) エコビレッジモデル事業のデザイン

まず再生可能エネルギーとまちづくりを融合させる国際的先進事例を調査し、参考となるポイントを抽出した。そして、震災復興の街を対象に、太陽光など新エネルギー利用を前提とした街のイメージをデザインし、防災、福祉、雇用を含めた側面から復興の街としてあるべき姿を提案するため、サブテーマ(2)の調査で得た事業モデルの要件を、サブテーマ(3)で作成したエネルギーコミュニティに適用し、モデル事業の提案と実施可能性を住民とのワークショップを通じて検討した。代表的コミュニティとして、気仙沼市本吉町小泉浜地区を選定し、移転先の新しいコミュニティと修復となる既存コミュニティに対して、建築・都市の空間構成、市民ファンド・企業誘致の方法、復興財源の運用などの側面から可能なシナリオを描き、地域住民の意向に沿ったまちづくり計画とエネルギー計画を具体化した。この活動により、閉じた伝統的なコミュニティを開かれた新しいコミュニティへ再生するきっかけを提供した。

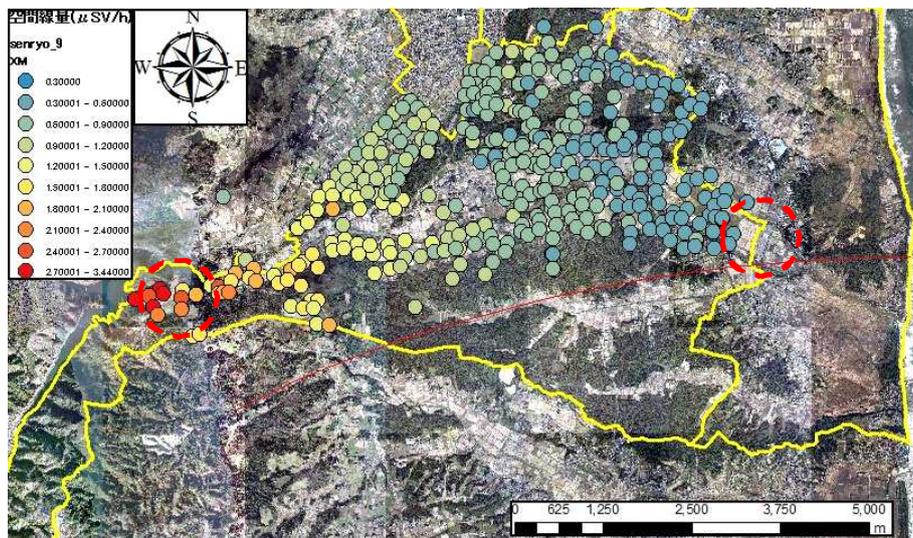
## 4. 結果及び考察

### (1) 放射性物質汚染地域におけるメガソーラーモデルの検討

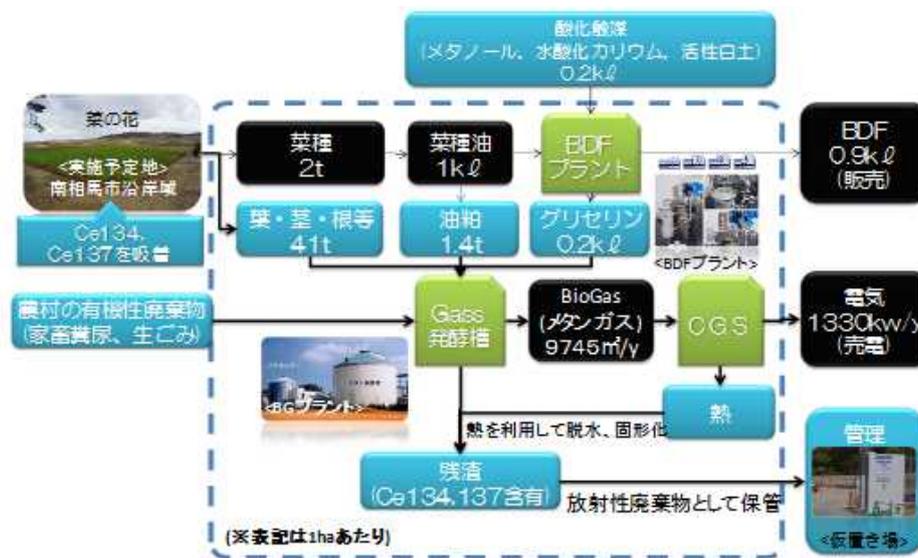
南相馬市太田地区において空間放射線量を測定した結果を図(1)-1に示す。当該地区は福島第一原子力発電所からの距離が20km圏の外縁部に位置しており、東側の沿岸部から西側の山岳部まで約10km程度、最大標高100m程度のなだらかな傾斜地である。

空間線量の測定の結果、同地域内で最低で $0.3 \mu\text{SV/h}$ 、最高で $3.4 \mu\text{SV/h}$ 程度であることが明らかになり、沿岸部の空間線量が比較的強く西側の山岳部に移るに間に徐々に高くなる傾向があることが明らかになった。放射線観測と地図の結果に基づき再生可能エネルギー事業を推進するための適地選定を太田地区復興協議会と検討し、沿岸部の転作水田(15ha)を警戒区域内の除染と稲作・菜種の二期作を用いた実証実験モデル(適地A、空間線量 $0.4 \mu\text{SV/h}$ )、山岳地帯に位置する畑地(20ha)を菜種栽培実験とバイオ燃料の事業確立のための実証実験地(適地B、空間線量 $3.0 \mu\text{SV/h}$ )として決定した。

次にバイオディーゼル事業について文献およびヒアリング調査からフィージビリティスタディを行った(図(1)-2)。その結果、BDFの販売利益を90(円/ℓ)、製造作業を地域の農家が実施しプラント初期コストに補助金を投入したと仮定した場合、BDF製造により年間8(万円/ha)程度の収益が得られることが明らかになった。また菜種の除染効果はNPO法人チェルノブイリ中部の実証実験結果に基づき菜種による農地の植物除染効果は10%程度と推計される。



図(1)-1 南相馬市太田地区の空間放射線量



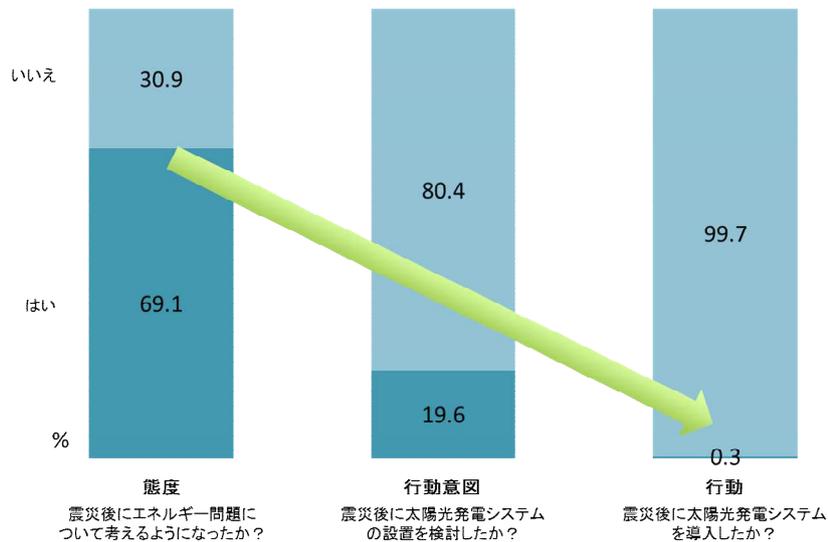
図(1)-2 南相馬市太田地区の空間放射線量

(2)コミュニティベースの太陽光利用事業モデルの事例調査

国民意識とインセンティブ

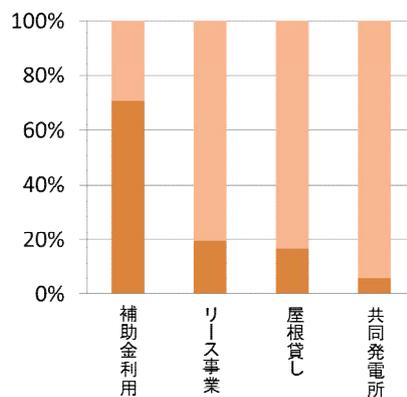
太陽光の導入に対して、経済性に関する調査だけではなく、環境保全への参画意識(環境性)、個人の安全意識(安全性)、隣近所の災害時の助け合いなどの社会意識(社会性、いわゆるソーシャルキャピタル)を含めて調査することに焦点を置き、意識と行動のギャップを埋めるブレークスルーとなる要因の特定を行った。アンケート調査結果より、震災を機にエネルギー問題に対する関心が国民全体で高まったものの、実際に行動に結びついたのは節電行動など身近な取り組みに留まり、太陽光発電を導入した家庭は非常に少なかった(図(2)-1)。その理由として「行動の容易さ」が関係していることが考えられる。

震災後の原発の停止により電力不足となり、節電を行わなければならないという認識が国民全体に広まった。つまり、節電という比較的容易な行動が社会の中で期待され、各個人の節電行動の実施しに結びついたと考えられる。一方で、太陽光発電の導入に関しては、震災後のFIT制度により経済的インセンティブは高まったものの、依然として太陽光発電を導入するにはハードルが高いという認識が強い。こうした初期投資のハードルが国民の共通認識となっており、社会的なメリット(公益)のために個人が行動を起こさなければならないという社会的規範との結びつきが薄いという結果が得られた。また、図(2)-2から分かるように、消費者は情報知識量に基づいて行動を起こす傾向があり、補助金や買取制度以外の太陽光事業に関する情報も広めていく必要性も示唆された。

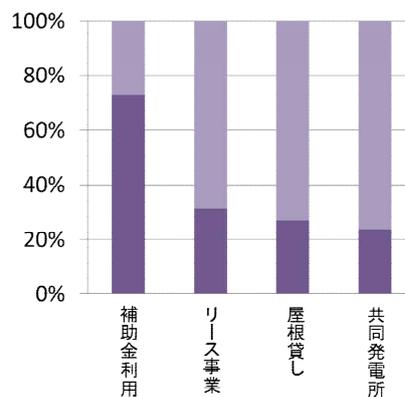


図(2)-1 震災後における意識と行動の乖離

## 事業モデルの知識



## 事業モデルの選好



図(2)-2 太陽光事業モデルの知識と選好の関係性

## プロセスとアウトカム

先行事例調査によると、コミュニティベース事業に関しては、一般に①発起、②場所、③資金、④設備、⑤運営、⑥波及の各プロセスを経て発展されていく。①発起から～⑤運営までは一つの事業としてのコミュニティ形成プロセスであり、①発起人が主体となり、②③④を通してサポーターを形成する事で運営のプラットフォームが構築される。

コミュニティの形成方法に関しては、トップダウン型の実証実験や新興住宅地型事業によるものと、ボトムアップ型の市民ファンドや共同発電所の取組による2つのアプローチが存在している。トップダウン型アプローチによるコミュニティの特徴としては、行政や企業が主体(コア)となり、活動の目標に対して共通の関心を持つもの同士がサポーターとして集まり、コミュニティが形成されている。一方、ボトムアップ型アプローチによるコミュニティの特徴としては、市民団体・NPO法人が主体(コア)となり、地域の活動を行政や企業がサポーターとなり支援する事で、コミュニティが形成されている。従って、コミュニティの形成という観点から事業の成功要因を考察すると、コアコミュニティとサポーターの両方が形成されている事が重要となる。

⑥の波及性に関しては、インセンティブとしての経済性、安全性、環境性、社会性という4つの視点からアウトカムをみる必要があると考えられる。再エネ事業における経済性や安全性に関しては個人や企業に対する個益として捉えられ、ビジネスモデルを構築する上で満たすべき条件である。一方で、環境性や社会性の公益に関しては、ビジネスモデルを構築する上では必ずしも満たされるべき条件ではないが、行政のサポートによる地域への波及性という観点からみれば満たすべき条件と捉えるべきである。

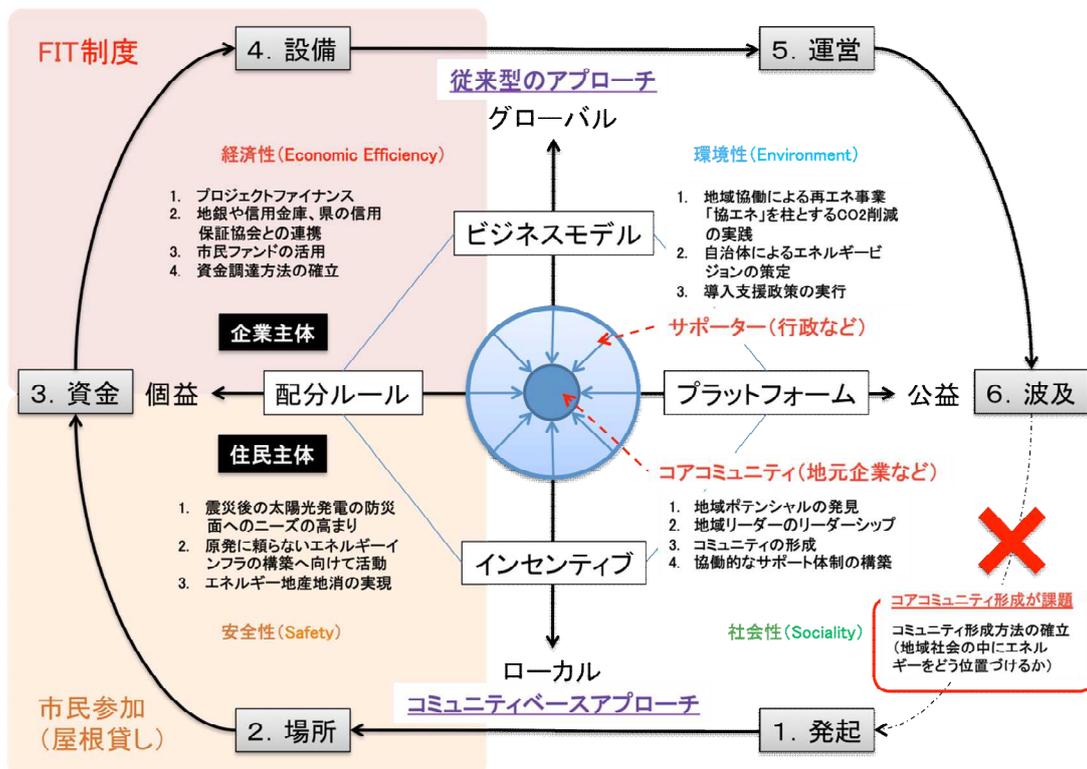
先行事例の中でも地域社会への貢献を主軸として活動を行っている、おひさま進歩エネルギー株式会社やNPO法人北海道グリーンファンドの事業では、地元企業・団体がコアとなり事業を展開している。これまでは経済性が波及における課題となっていたが、FIT制度の導入により経済性が満たされ波及効果が高まってきている。従って、

FIT制度を基盤とし市民ファンドや地銀・信金による地域ファイナンスを確立させることで、屋根貸し事業などのコミュニティベースの太陽光発電事業はあらゆる地域において可能性を示せるモデルとなり得る。

そこで、震災復興地域などのあらゆる地域でこの事業モデルを展開していく際に課題となるのが、どのように①発起の部分へ繋げるかという部分である。再エネ事業が既に地域で展開されている先事例では、逸早く地域資源のポテンシャルに目を向け、そこに新しい環境価値を創出している。例えば、日照条件の良い飯田市や太田市などの事例では太陽光発電に適した街としてリーダーシップを取る事で事業を推進している。ミクロなスケールにおいても同様の事が言え、如何にして地域資源のポテンシャルに目を向けてリーダーシップを生み出していくのかという社会的な取り組みが重要であると指摘できる。

### コミュニティベース事業の成功要因

これまで、エネルギー政策の基本理念である「3E」（安定供給、経済性、環境性）をベースに進められ、その重要性は不変ではあるが、これに加えて「+S」（安全性確保）が大前提であることを再認識する必要が指摘されていた（経産省、2011）。さらに今回の震災による原発事故の影響により、原発の安全性に関する社会的受容性は低下し、代替となる再生可能エネルギーの必要性を国民は広く認知する結果となった。



図(2)-3 コミュニティベース太陽光発電事業の成功要件

これまで再生可能エネルギーの導入は、個人や企業の経済的な利益の結びつきが強く、環境問題やエネルギー問題などに対する環境的・社会的貢献としてのインセンティブは、関心の高い一部のみに限られていた。震災を機にエネルギー問題について身近な問題として捉えられ、国民の関心は高まったものの、結果的に行動に結びついたのは省エネ行動など身近な取り組みに留まり、太陽光発電を導入した家庭は少ない。震災後の2012年7月からは、FIT制度により太陽光発電の経済性は高まったものの、依然として個人やコミュニティで太陽光発電を導入する事は「ハードルが高い」という認識が強い。従って、まずは個人やコミュニティの経済的なハードルが低い事業モデルの活用による市民の参加と情報発信により、太陽光発電を「行動が容易な」身近な取組として社会的に認知させるべきである。そして、エネルギー政策の基本理念として安定供給「E」、経済性「E」、環境性「E」、安全性「S」に加えて社会性「S」という「3E+2S」をベースとして個益と公益のバランスが取れる事業に対して行政側が支援を行い、再生可能エネルギーに対する国民の広範な理解を維持しながら普及させていく事が、地域への波及性という観点において重要となる。

また地域への波及の際には、コミュニティで実行できる事業として社会基盤の中にどう位置づけるのかが課題となる。インタビュー調査を行った先進的な取組事例では、市民ファンドによる出資者としての住民参加や、市民発電所の売電利益を地域通貨として活用する動きなど、エネルギーの中に社会性を盛り込んだ取組がなされて

いる。しかしながら、これらの取組を地域社会のまちづくりの中でデフォルト化するには、コミュニティをどのように形成するのかといったモデルの確立が必要である。

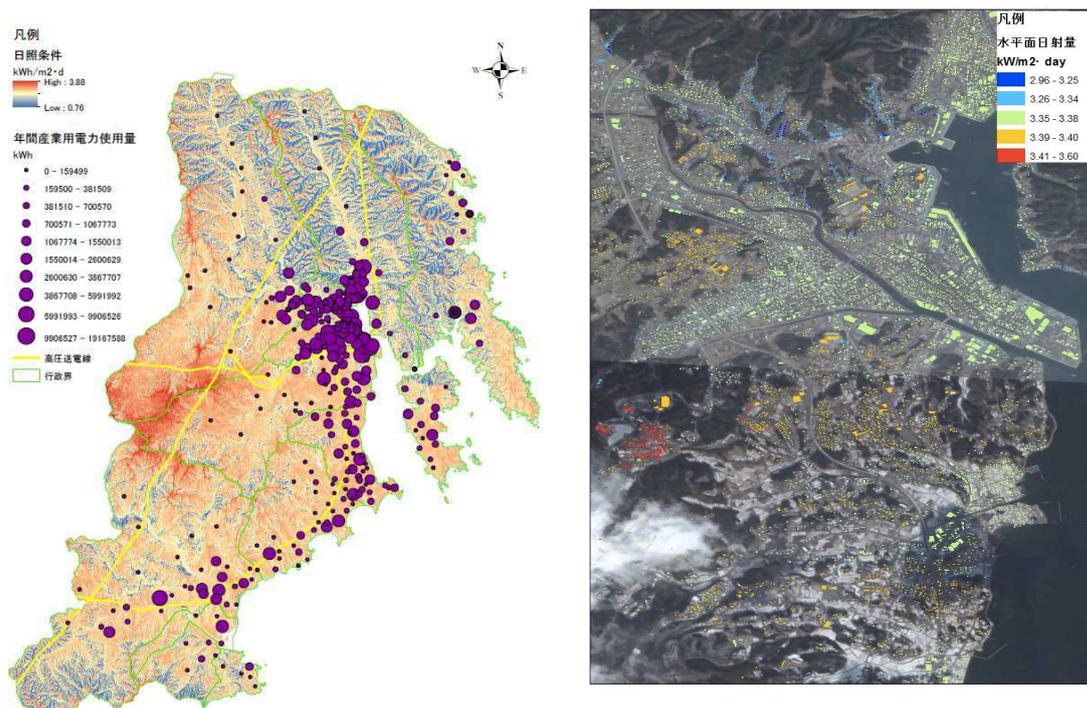
本研究はこの特性に着目し、①発起、②場所、③資金、④設備、⑤運営、⑥波及のプロセスの中で、コアとなる活動コミュニティの存在と、その運営をサポートする体制が必要である事を指摘したい。震災復興においても、復興という社会的な課題の中にエネルギーを取り込んでいく事で再エネ事業に対する住民参加を促し、プロジェクトを通じて事業を推進するコミュニティを形成する事が求められる。この課題に対し、サブテーマ(1), (3), (4)の中で4つのインセンティブから事業化の可能性を検討し、サブテーマ(5)に関しては実際のプロジェクトをベースしてコミュニティの形成を実践した。

### (3) 自然エネルギーの活用による津波被災地域の復興計画の提案

自然エネルギーの活用による復興計画の提案にむけて、気仙沼市エネルギー協議会に参加し、再エネ事業を行う企業や地元企業の方々と交えた議論を行った。その中で、復興関連の課題を整理すると以下の事が挙げられる。

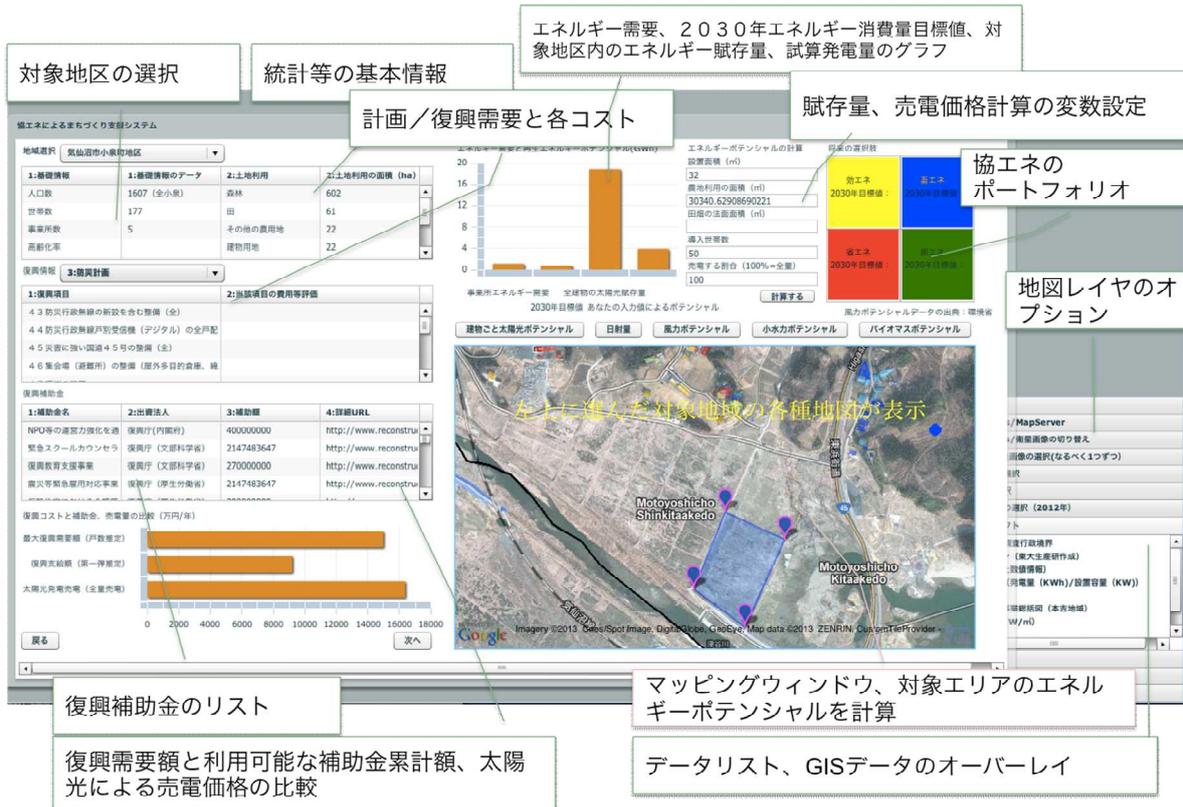
- ・ 様々なスマートシティ、再エネ事業が復興都市に提案されている。業者も事業もばらばらである。復興マスタープランはない、あるいはエネルギーは位置づけられていない。
- ・ 復興現場を実験にすることはよいこと。自治体は積極的に受け入れ、有効な協力体制をつくり、チャンスを活かすが重要。
- ・ 膨大な被災跡地がある。現場に利用するアイデアがない。再エネは有力。それぞれの土地は条件が異なる。インフラ、情報、技術、人材からの支援が必要。

そこで、気仙沼市においてコミュニティベースの太陽光普及の可能性を評価し、実施可能性を検討するため、公開されている数値地図、集落農業センサス、事業所統計、センサスなどを利用し、エネルギー需要マップの作成と、地域エネルギー特性を踏まえた再生可能エネルギーのポテンシャルマップの作成を行った(図(3)-1)。



図(3)-1 エネルギー需要マップ(左)と、太陽光発電ポテンシャルマップ(右)

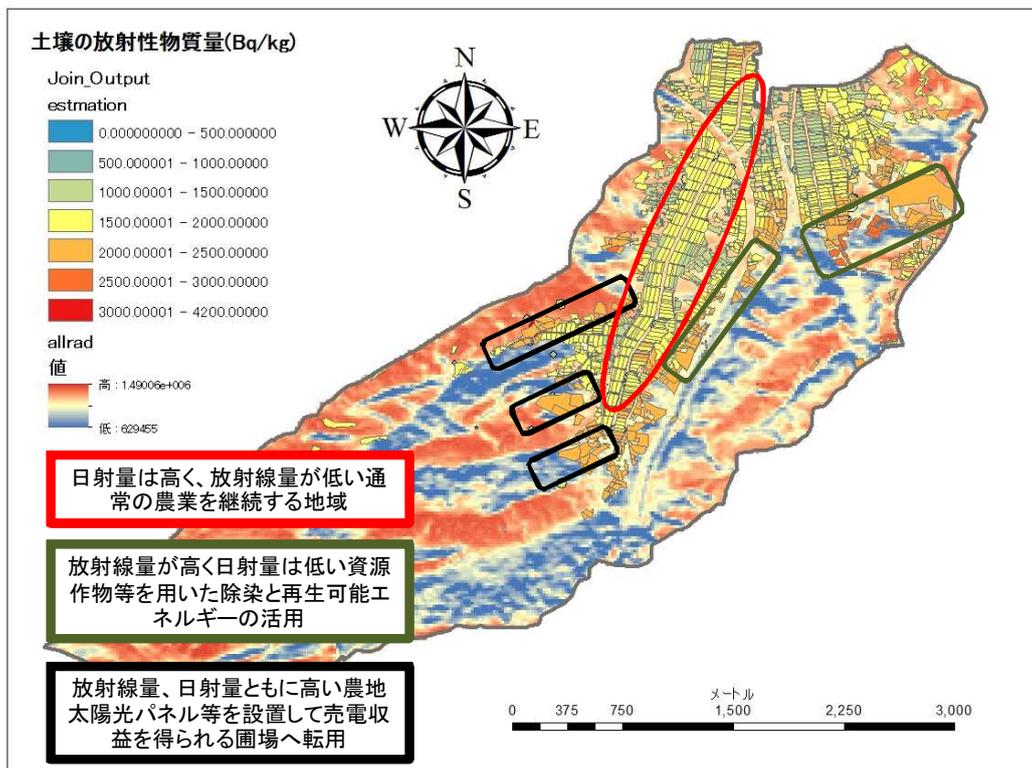
さらに、それらを協働型のまちづくり支援ツールの基礎情報とし、WebGISの技術を用いて地域エネルギー特性を見える化し、まちづくりにおける課題と共に再エネ事業計画を繋いで、復興までのロードマップを具体化する「協エネまちづくり支援ツール」の開発を行った(図(3)-2)。このシステムは、震災復興に限らず他地域のまちづくりの課題にも応用可能であり、システムはプラットフォームを選ばず、クラウドに置くことが可能となり、メンテの手間が少ないといった利点が挙げられる。



図(3)-2 協エネまちづくり支援ツールの構成図

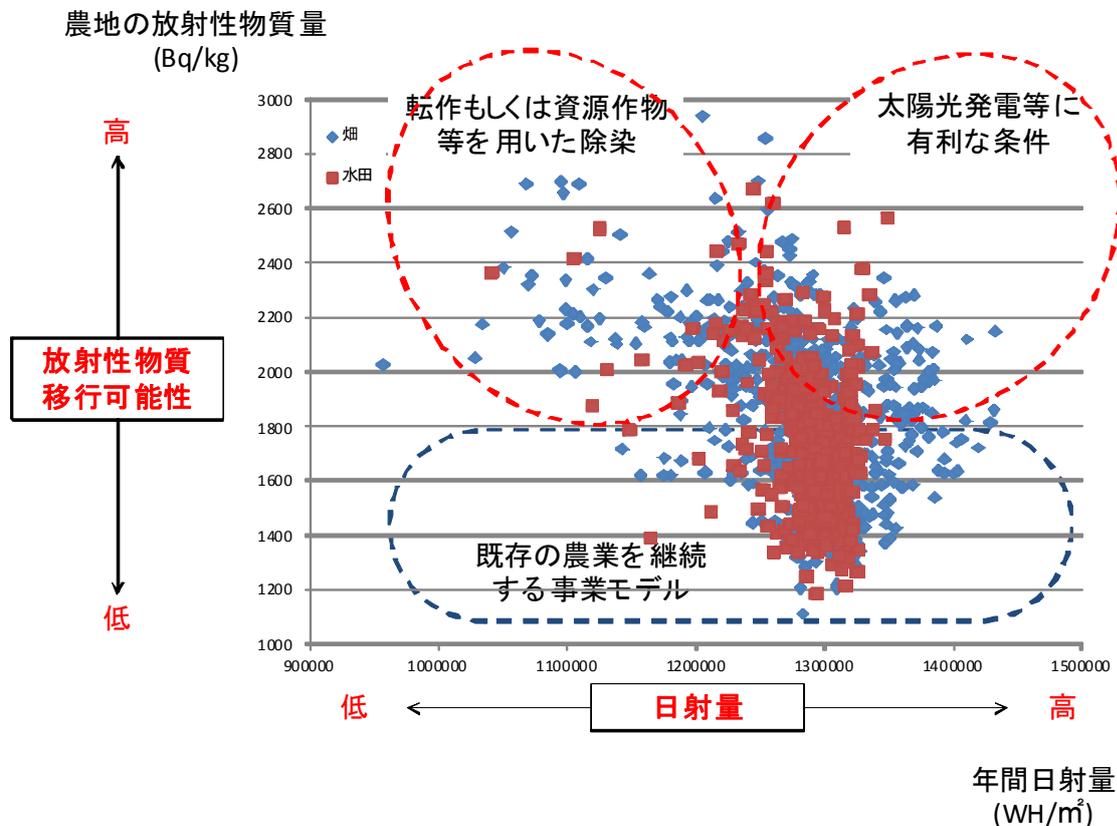
(4) 原発被害地域における観光地・農業再生モデルの検討

福島市平石地区において圃場別に水田土壌の放射性物質量の測定を実施したところ、最高で4000(Bq/kg)程度、最低で1000(Bq/kg)程度で当該地域内に分布していることが明らかになった(図(4)-1)。傾向として山地・傾斜地に位置する畑・水田の放射性物質量が比較的高く、平地に位置する畑・水田の放射性物質量が比較的低いことが明らかになった。



図(4)-1 日射量および放射性物質量の重ね合わせによる農業再生可能エネルギー事業の適地選定一方で地域の日射量解析から得られた地図を圃場ごとに集計し、再生可能エネルギーと農業を両立させるた

めに大きく以下の3つのグループに分けられた。それは、①日射量が高く放射線量が低い地域、②放射線量が高く日射量が高い地域、③放射線量および日射量がともに高い地域であり、これまでの営農状況および立地を考慮すること、①は水田が多くありこれまで通り稲作を中心に営農を進める農地、②は傾斜地の畑地に多く分布しており作物への移行を抑制するとともに資源作物を用いた土壌浄化に適していると考えられる農地、③は農業再生の取り組みと合わせて則面や耕作放棄田では太陽光発電等に転用することを選択肢として検討する農地であることが今後の検討方針として得られた(図(4)-2)。



図(4)-2 各圃場の日射量および放射性物質質量分布図

### (5) エコビレッジモデル事業のデザイン

2012年7月に気仙沼市本吉町浜地区との協力関係を構築し、2012年9月には地域の復興ニーズ調査を行い、2012年12月以降からは、月に1回住民ワークショップ開催した。4回のワークショップにより出た意見に関しては、ニュースレターとしてまとめて地域住民に配布し(図(5)-1)、回を重ねるごとに復興計画とエネルギー計画に関して具体的な議論を展開した。サブテーマ3で構築した協エネまちづくり支援システムを活用し、建築・都市の空間構成、市民ファンド・企業誘致の方法、復興財源の運用などの側面から可能なシナリオに対する情報を提示しながら、地域住民の意向に沿ったまちのビジョンと事業モデルを作成した(図(5)-2)。住宅はエネルギー生産のための大きな屋根を持つCNC工法を用いる事で、エネルギー生産の利益と引き換えに住宅生産が可能となり、人口減少に伴い、容易に建物解体ができるエネルギー効率のよいデザインを考案した。

### 小泉浜区 復興まちづくり座談会ニュース

第1号  
2013年2月

【注】小泉浜区は東区復興（協力）シムシティ国際イノベーション、慶応義塾大学経済学研究所  
復興まちづくりの取り組みとして、シムシティ国際イノベーション、慶応義塾大学経済学研究所と協同し、小泉浜区まちづくり推進委員会を推進しています。昨年12月より毎回のペースで、すでに2回開催しており、小泉浜区まちづくり推進委員会が中心となって進められています。また、今年3月には、みなさんからの寄せられた意見を、ワークショップ（まちづくりの話し合いの場）に引き継ぎたいと考えています。みなさんの小泉浜区に対する思いが、まちづくりの推進に繋がります。ぜひご参加ください。

#### 第1回復興まちづくり座談会を実施

昨年12月8日に第一回小泉浜区復興まちづくり座談会を開催しました。18名の方に参加いただきました。いくつかのグループに分かれ、小泉浜での思いや、要望等の様々な意見を話し合いました。やはり、小泉浜地区に面した地域ということもあり、海にまつわるエピソードや今後の発展が期待されています。



昔の思い出や、これからの小泉浜について、たくさん話しました。

#### 第2回復興まちづくり座談会の様子

第二回は、今後のまちづくりのイメージを伝えるため、小泉浜や小泉全体についての自慢や他地区との違い、不満や課題を話し合いました。地域特色を明らかにすることは、地域の個性や魅力を伝えるのに有効です。この機会に、小泉浜や小泉全体のまちづくりのイメージを共有し、まちづくりの推進に繋がります。ぜひご参加ください。



昔で参加が少なかったものの、意見交換が活発になりました。

### 2030年の小泉浜を想像してみよう

#### ②行政主導でインフラ整備のみを行ったら・・・?

この中で行政主導のインフラ整備のみを行ったら、どのような未来が想像できるでしょうか？



行政主導でインフラ整備のみを行ったら、どのような未来が想像できるでしょうか？

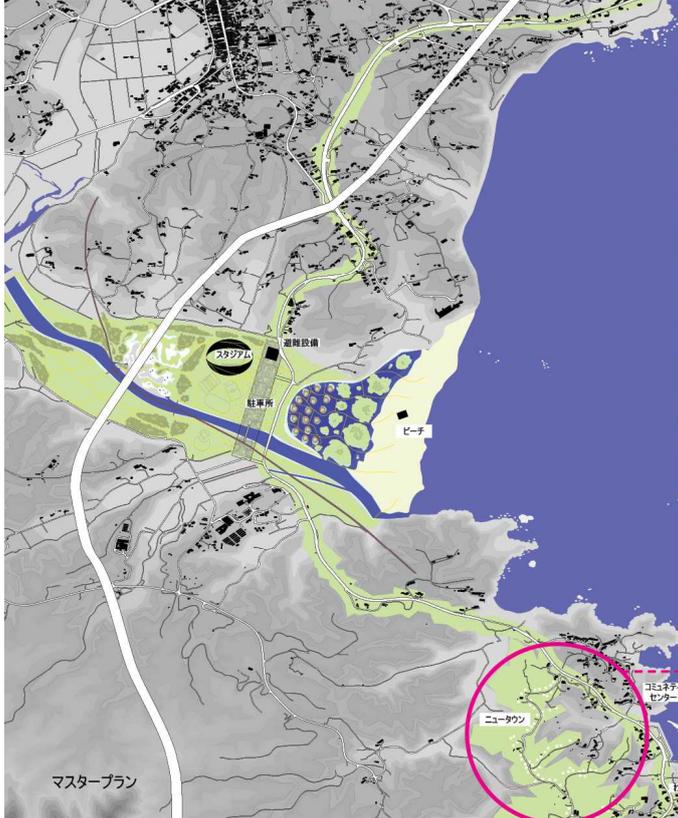
#### ③地域特色を活かした事業に取り組んだら・・・?

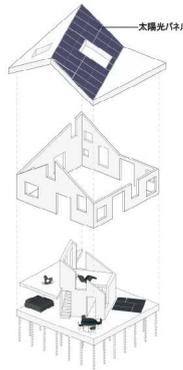
ここでは、自分たちのまちづくりのイメージを、地域特色を活かした事業に取り組んだら、どのような未来が想像できるでしょうか？



地域特色を活かした事業に取り組んだら、どのような未来が想像できるでしょうか？

図(5)-1 復興まちづくりワークショップのニュースレター





マスタープラン

ニュータウン

太陽光パネル

図(5)-2 エネルギーを考慮したまちづくりと住宅設計

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

コミュニティベースによるエネルギーシステムは、従来の大規模集中型電力供給に依存する社会システムを打ち破る未来指向のものである。例えば、再生可能エネルギーに関する技術やインフラなどのハードな部分では、地域特性を踏まえた計画が必要であるため地域主権型社会の確立が求められ、また事業計画やファイナンスなどのソフトな部分では、持続的運営のため地域住民の参加が求められる。従って、それを推進するためには未来を見通した地域エネルギービジョンの作成、エネルギー問題に対する国民の広範な理解、そして地域コミュニティで

実行できる事業モデルが必要である。

しかしながら、これまで再生可能エネルギーの導入は、個人や企業の経済的な利益の結びつきが強く、環境問題やエネルギー問題などに対する社会問題に対する貢献としての社会的インセンティブは、こうした社会問題に対して関心の高い一部のみに限られている。今回の震災により、これらの関心が国民全体で高まったものの、実際に行動に結びついたのは省エネ行動など身近な取り組みに留まり、太陽光発電の導入した家庭は少ない。つまり、個人やコミュニティとして太陽光発電を導入するハードルは高く、社会的なメリット(公益)のための個人の行動としての結びつきが薄いという結果が得られた。

本研究はこの事実を認め、逆に発想を取った。従来のような、個人や企業による投資/回収というインプット/アウトプットを重視する経済性の視点だけではなく、インセンティブ/アウトカムを重視し、コミュニティベースの事業モデルを提案した。このモデルにおいて、人々は経済収益だけでなく、環境貢献、社会参加、エネルギー安全もインセンティブであり、アウトカムとして求める意識がある。インセンティブ/アウトカムの視点においては、経済性、環境性、社会性、安全性という4つの指標がある。それぞれの視点は独立のものではなく、コミュニティベースのアプローチにとって相乗効果のあるものである。インセンティブをアウトカムに変えるためには、プロジェクト導入のプロセスが重要で、柔軟なビジネスモデルとそれを持続的に支える協働的プラットフォームが不可欠である。

本研究は復興という社会的な問題とエネルギーを繋げることで、再エネ事業に対する住民参加を促し、コミュニティベースの事業モデルを実践した。地域コミュニティが主体となり具体的なアクションへと繋げるため、情報が不可欠であり、そのために協エネまちづくり支援システムを開発した。この支援ツールを用いると、津波や原発事故によって空き地や耕作不適地を抱える市町村にとって、都市計画、復興計画と一体的に土地資源の有効利用策を検討でき、コミュニティベースのエネルギーアクションプランの作成とプロジェクトの検討ができる。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

特に記述すべき事項はない

### <行政が活用することが見込まれる成果>

環境省は平成21年から委託事業を実施され、再生可能なエネルギーのポテンシャルに関しては研究調査が報告されている。報告書では、東北地域には巨大な太陽光、風力、地熱資源が存在すると評価している。しかし、その調査報告には不十分な点が残る。

- 1) 自然エネルギーに関して発電利用しか見えていない。
- 2) 発電、熱などエネルギーの複合利用は考えていない。
- 3) 供給サイドの視点しかなく、地元産業、居住などの需要面との連携はみられていない。
- 4) 平成22年度報告は震災復興支援を意識されたが、具体的な連携方法は示されていない。

“太陽光発電に関する共通点として、「事業継続可能な適正利益が得られる発電事業」としての検討・実績事例が少ないことが挙げられる”とも指摘されている。

被災地においても広大な膨大な被災跡地があり、再エネの利用が有力であるものの、現場ではそれを利用するアイデアがなく、エネルギーに関する情報源も限られている。そのため、こうした広大な被災跡地にコミュニティが主体となり地域発電所として利用・運用していくためには、政策、制度、資金、技術、人材からの支援が必要となる。従って、本研究ではこれらの課題に対する政策提言として、政策、制度、資金、技術、人材を一体的にサポートする提言を以下に示す。

**政策:** 再エネの賦存量はどこも大きい。導入ポテンシャルは目標次第。再エネ〇〇%だけを掲げては実現されないので、スマートシティ/コンパクトシティ戦略に位置づける。

**制度:** 政策目標を自治体における地球温暖化対策に反映させ、復興計画、都市計画に主流化、事業化させ、コミュニティ共同事業に用地転換規制を緩和する。

**資金:** FITは再エネ事業化のインセンティブだが持続可能なビジネスモデルではない。そのため、コミュニティの参加を促し、まちづくり一体型の事業に対してボーナスや税金優遇を行う。

**技術:** 事業推進のノウハウの普及。導入ポテンシャル、まちづくりと総合的推進による事業効果の見える化し、そのための高精度情報基盤とツールを整備して提供する。

**人材:** コミュニティリーダー、行政リーダー、ビジネスリーダーの育成が急務であり、リーダーを支えるサポーターとして、コミュニティにおける再エネ技術、情報技術、計測技術に詳しい人材の育成も重要である。

本研究が提示したインセンティブ/アウトカムの視点、それを具体化した経済性、環境性、社会性、安全性という4つの指標、プロセスを重視するコミュニティベースの実践方法は、再生可能エネルギーだけでなく、低炭素社会、グリーン社会の構築に関するあらゆる課題に適用できる。そのための支援ツール、「協エネまちづくり支援ツ

ール」に対して、環境担当官が関心を示してくれており、その実用化を具体的に検討している。

## 6. 研究成果の主な発表状況

### (1) 主な誌上発表

<査読付き論文>

### (2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) T. Kobayashi and W. Yan: Geoinformatics 2012, Hong Kong, China, 2012  
“Agent-Based Analysis of the Diffusion of Photovoltaic Energy Systems between Households”
- 2) T. Furutani, K. Uehara and J. Murai: Geoinformatics 2012, Hong Kong, China, 2012  
“Monitoring and Visualizing Radiation Air-dose by Car-born Survey”
- 3) T. Kobayashi and W. Yan: ISAP 2012 Exhibition Students’ Poster Session, Yokohama, Japan, 2012  
“Agent-Based Modeling of the Diffusion of Photovoltaic Systems among Household”
- 4) T. Kobayashi and W. Yan: Inter-University Seminar on Asian Megacities, Khabarovsk, Russia, 2012  
“Assessment model of the PV potential for diffusion of photovoltaic system”
- 5) T. Kobayashi: The 3rd Environmental Innovators Symposium, Yokohama, Japan, 2012  
“GIS Based Potential Assessment and Action Support”
- 6) T. Furutani: The 3rd Environmental Innovators Symposium, Yokohama, Japan, 2012  
“Technical Support for the Recovery of Radiated Areas in Fukushima”
- 7) K. Tanji: The 3rd Environmental Innovators Symposium, Yokohama, Japan, 2012  
“Supporting the Restoration of Agriculture in the Rumor Damaged Area of Fukushima City”

### (3) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

- 1) The 3rd Environmental Innovators Symposium, Session4 Best Practices in Community-Based Energy Innovation(2012年12月21-22日、慶應義塾大学日吉キャンパス、参加者120人)
- 2) The 3rd Environmental Innovators Symposium, Session5 The Reality of Environmental Risk and Redevelopment in Damaged Areas(2012年12月21-22日、慶應義塾大学日吉キャンパス、参加者120人)

## 7. 研究者略歴

課題代表者: 古谷 知之

慶應義塾大学総合政策学部卒業、工学博士(東京大学2001年)、  
東京大学大学院工学系研究科助手、現在慶應義塾大学総合政策学部准教授

(1): 古谷 知之 (同上)

(2): 小林 光

慶應義塾大学経済学部卒業、環境省大臣官房長、総合環境政策局長、環境省事務次官など歴任、  
工学博士(東京大学2013年)、現在慶應義塾大学政策・メディア研究科教授

(3): 巖 網林

中国武漢大学土木工学科卒、工学博士(東京大学1993年)、武蔵工業大学環境情報学部助教授、  
現在慶應義塾大学環境情報学部教授

(4): 丹治三則

大阪大学工学系研究科、工学博士(大阪大学2006年)、慶應義塾大学政策・メディア研究科助教  
現在慶應義塾大学環境情報学部専任講師

(5): ウィリアム・ガロウエイ

マニトバ大学(カナダ)建築学部卒、工学博士(東京大学2008年)、  
現在慶應義塾大学政策・メディア研究科特任講師

**ZE-1201 震災復興におけるコミュニティベースの太陽光普及モデル事業の提案****(1) 放射性物質汚染地域におけるメガソーラーモデル事業の検討**

慶應義塾大学SFC研究所

古谷 知之

平成24年度累計予算額:893 千円 (うち、平成24年度予算額:893 千円)

予算額は、間接経費を含む。

**[要旨]**

放射線量調査に基づく(農地などの)放射性物質汚染地区の活用可能性を調査し、太陽光発電ポテンシャルマップを作成した。また、地域農家、事業団体が共同で再生可能エネルギー事業を導入する可能性を提案した。

**[キーワード]**放射線量、放射性物質汚染地区、メガソーラー、農家**1. はじめに**

2011年3月11日に発生した東日本大震災とそれに続く福島第一原発事故に伴い、放射性物質により汚染された地域での経済活動の維持が重要な課題の一つとなっている。環境省は除染ガイドラインを改定する一方で、除染事業者による除染事業を適切に監督できていないなどの指摘もあり、汚染地域では経済活動の復興が思うように進められていない。その要因の一つに、空間や土壌の放射性物質の空間分布の測定・可視化技術が十分に確立していないことが挙げられる。とりわけ空間線量率の測定においては、全国レベルでの測定には航空機による移動測定やセンサーによる固定点測定といった手法が確立しているが<sup>1), 2), 3)</sup>、除染事業や汚染地域への帰還事業は市町村レベルで進められていることから、よりきめ細かい測定手法の開発が求められている。国土の大部分を山林地が占める我が国では、標高だけでなく土地被覆条件や微地形を考慮した手法の開発が必要である<sup>4)</sup>。

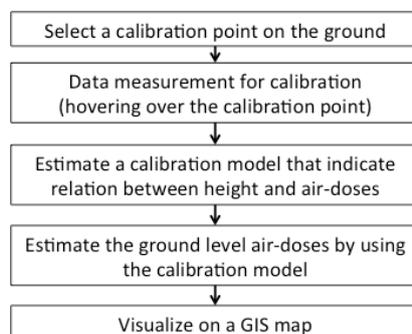
**2. 研究開発目的**

そこで本研究では、(1) 無人ヘリ(UAV)による放射線空間線量率の航空機測定手法を確立し、(2) 福島市平石地区におけるUAV測定を実施すること、(3)南相馬市太田地区において高精度ガイガーカウンターによる線量分布の調査と土地利用のゾーニングを行うこと、を目的としている。本研究の新規性は、UAVならびに高精度ガイガーカウンターを用いて得られた微地形の影響を考慮して放射線空間線量率を推計し、その科学データによる土地の適正利用手法を提案していることにある。

**3. 研究開発方法****(1) 無人ヘリ (UAV) による航空機測定調査**

本研究の概要は図(1)-1に示したとおりである。まず、UAVとNaIシンチレーション型サーベイメータを用いて

UAVによる航空機測定システムを開発する。次に、DEM、DSM及び放射線測定結果データを用いて、UAVのホバリング測定結果を用いた飛行高度によるキャリブレーションモデルを構築する。次に福島市平石地区を対象に、開発した測定システム及び手法を用いて、放射線空間線量率のモニタリング調査を実施する。最後にキャリブレーションされたデータをGIS上で可視化した。



図(1)-1 分析の流れ

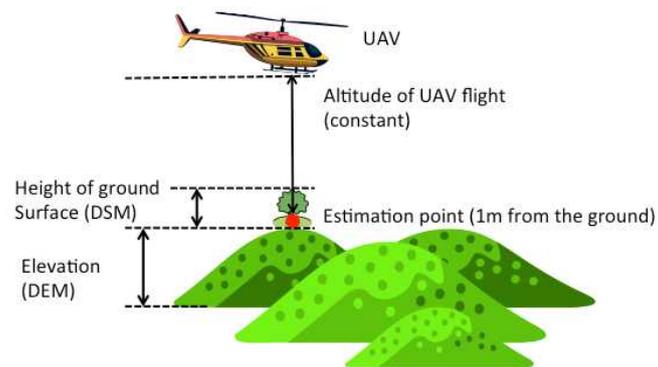
本研究では、図(1)-2に示す小型UAV (Robin PARS) を用いて測定する。放射線測定器と DSM計測用のデジタルカメラ及びGPSは、小型UAVの腹部に設置されているラックにマウントした。放射線測定器は、Techno AP社製の NaIシンチレーション型サーベイメータTS100A (図(1)-3) を用いた。TS100Aは、放射線空間線量率を1秒間隔で計測し、3秒、10秒、30秒での移動平均も同時に出力することができる。本研究では、3秒間隔での移動平均を放射線空間線量率の結果として用いた。計測時には、放射線測定器、GPS、及びUAVの時刻を同期させている。



図(1)-2 本研究で計測に用いたUAV (左:前影, 右:後影)



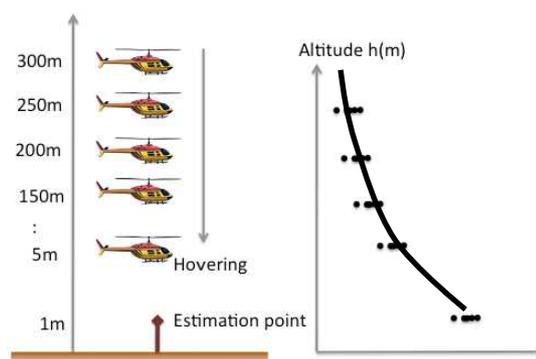
図(1)-3 UAVに搭載したNaI  
シンチレーション型サーベイメータ



図(1)-4 UAV測定イメージ

これらのデバイスを組み合わせることにより、(1) 放射線空間線量率の測定、(2) 地物の高度及びUAVの対地高度の計測、及び(3) デジタルサーフェスモデル(DSM)の構築が可能となる。UAVの飛行高度を一定に保つことで、DEM及びDSMデータを用いてUAVの対地高度を計算することができる(図4)。放射線測定により必要とされる情報は、人々の生活空間に即した高さでの情報であり、かつ相対的なリスクの高低である。本研究では、対象地域内の1地点をキャリブレーションポイントに選び、地上1mの空間線量率を推定する方法を提案することとした。

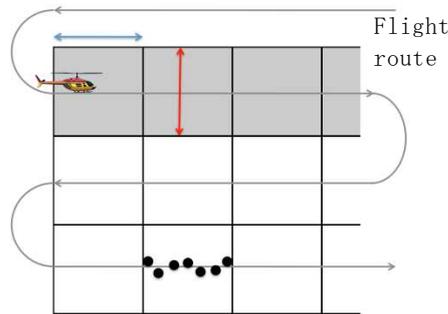
キャリブレーションモデルを推定するために、キャリブレーション地点でのホバリング測定も実施した。ホバリング測定では、UAVを地上50mから200mまで10m刻みでホバリングさせ、空間線量率を計測した(図(1)-5)。地上高が300mを越えるとUAVの飛行制限(飛行許可)が必要となることと、宇宙船の放射線を拾ってしまうこと、周辺地形要因から、最高飛行高度を200mに設定した。キャリブレーションモデルは、地上高が高くなると放射線量率が低下する減衰曲線を描くと仮定した。減衰曲線には、対数線形モデルを当てはめることとした。



図(1)-5 ホバリング調査イメージ(左)・キャリブレーションモデルの減衰曲線(右)

放射線航空機測定においては、航空機に搭載した線量計を頂点とする円錐を描きその底となる円内のエリアから放射線を拾うものと想定して線量率を推定する。当該円錐の半径は航空機の飛行高度と等しくなると考えられることから、飛行高度及び飛行間隔もそれを前提として決定するのが望ましい。本研究では、この仮

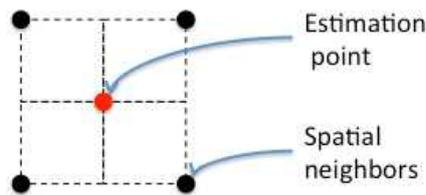
定が正しいかどうかを後に示すことを前提に、10m間隔でUAVを飛行させることとした(図(1)-6)。



図(1)-6 UAVの飛行イメージ

## (2) キャリブレーションモデル

キャリブレーションモデルは、(1)固定点測定と(2)ホバリング測定の2種類の調査結果を用いて推定した。本研究では、キャリブレーション地点での放射線量測定結果が空間的に偏在することを避けるため、キャリブレーション地点及び周辺4地点の地上1mでの固定点測定結果の平均値を補正值としてキャリブレーションを行った(図(1)-7)。



図(1)-7 キャリブレーション地点での測定方法

環境における空間放射線量率はガウス分布に従うと考えられるため、キャリブレーション地点における固定点測定の平均値は、算術平均ではなくマルコフ連鎖モンテカルロ法によるベイズ推定により得られた正規分布の事後平均をもちいることとした。ここで、観測された固定点空間線量率のデータを  $\mathbf{y}_1$ 、UAV測定により得られた空間線量率のデータを  $\mathbf{y}_2$  とする。

$$\mathbf{y}_1 \sim N(\theta_1, \sigma_1^2), \mathbf{y}_1 = \{y_{1,1}, \dots, y_{n_1,1}\} \quad (1)$$

$$\mathbf{y}_2 \sim N(\theta_2, \sigma_2^2), \mathbf{y}_2 = \{y_{1,2}, \dots, y_{n_2,2}\} \quad (2)$$

ここで、分散と精度及び平均に関する階層事前分布をそれぞれ次式(3a)、(3b)及び(3c)のように置く。

$$1/\sigma^2 \sim \Gamma(v_0/2, v_0\sigma_0^2/2), \quad (3a)$$

$$1/\tau^2 \sim \Gamma(v_0/2, v_0\tau_0^2/2), \quad (3b)$$

$$\mu \sim N(\mu_0, \gamma_0) \quad (3c)$$

すると、平均、分散、精度及びハイパーパラメータの階層事後分布は (4a) ~ (4f) のようになる。

$$\mu | \theta_1, \theta_2, \tau^2 \sim N\left(\frac{m\bar{\theta}/\tau^2 + \mu/\gamma_0^2}{m/\tau^2 + 1/\gamma_0^2}, \frac{1}{m/\tau^2 + 1/\gamma_0^2}\right), \quad (4a)$$

$$1/\sigma^2 | \theta_1, \theta_2, \mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2 \sim \Gamma\left(\left\{v_1 + \sum_{j=1}^2 n_j\right\}/2, \left\{v_1\sigma^2 + \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{n_j} (y_{i,j} - \theta_j)^2\right\}/2\right) \quad (4b)$$

$$1/\tau^2 | \mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \mu \sim \Gamma\left(\left\{v_0 + m\right\}/2, \left\{v_0\tau_0^2 + \sum_{j=1}^2 (\theta_j - \mu)^2\right\}/2\right) \quad (4c)$$

$$\begin{aligned} p(\theta_1, \theta_2, \mu, \tau^2, \sigma^2 | \mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2) &\propto p(\mu, \tau^2, \sigma^2) p(\theta_1, \theta_2 | \mu, \tau^2, \sigma^2) p(\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2 | \theta_1, \theta_2, \mu, \tau^2, \sigma^2) \\ &= p(\mu) p(\tau^2) p(\sigma^2) \left\{ \prod_{j=1}^2 p(\theta_j | \mu, \tau^2) \right\} \left\{ \prod_{j=1}^2 \prod_{i=1}^{n_j} p(y_{i,j} | \theta_j, \sigma^2) \right\} \end{aligned} \quad (4d)$$

$$\theta_1 | \mathbf{y}_1, \sigma^2 \sim N\left(\frac{n_1\bar{y}_1/\sigma^2 + 1/\tau^2}{n_1/\sigma^2 + 1/\tau^2}, \frac{1}{n_1/\sigma^2 + 1/\tau^2}\right) \quad (4e)$$

$$\theta_2 | \mathbf{y}_2, \sigma^2 \sim N\left(\frac{n_2\bar{y}_2/\sigma^2 + 1/\tau^2}{n_2/\sigma^2 + 1/\tau^2}, \frac{1}{n_2/\sigma^2 + 1/\tau^2}\right) \quad (4f)$$

正規分布の階層事後分布を推定するために、MCMC法の一つであるギブズ・サンプラーを用いることとした。ここでは、MCMCの繰り返し回数を11,000回、バーンインを1,000回とした。

さらに、キャリブレーションモデルの減衰曲線は、高度を説明変数、空間線量率を被説明変数とする指数関数を用いた(式(5))。

$$y = \exp(ax + b) \quad (5)$$

ここで、 $y$  と  $x$  は各高度での平均空間線量率と飛行高度を意味する。 $a$  と  $b$  は路パラメータであり、 $a < 0$  である。 $y$  と  $x$  の事後平均は、式(1) ~ (4)に基づいてベイズ推定した。

### (3) 放射線汚染濃度のゾーニング

福島県南相馬市太田地区(農地面積400ha, 人口2300人程度)を対象として、日射量および空間放射線量等の環境条件から再生可能エネルギーの適地を選定するために、高精度ガイガーカウンターを用いて、個々の水田や水路レベル、周辺の山林まで落とし込み営農の支援に使用可能な空間放射線マップを作成する。空間線量マップに基づいて放射性物質の農業に対する影響を軽減するために、農業集落における空間放射線量の高低、再生可能エネルギーのポテンシャル調査等の生産条件を地図上で重ね合わせ農業集落の土地利用ゾーニングを行う。特に南相馬市の農村地帯では空間線量を低減する除染が求められており、菜種等の植物浄化技術を用いて除染およびBDFの製造事業を実施した場合の物質フロー分析及びフィジビリティスタディを検討した。

## 4. 結果及び考察

### (1) UAV測定の結果

#### 1) 研究対象地域

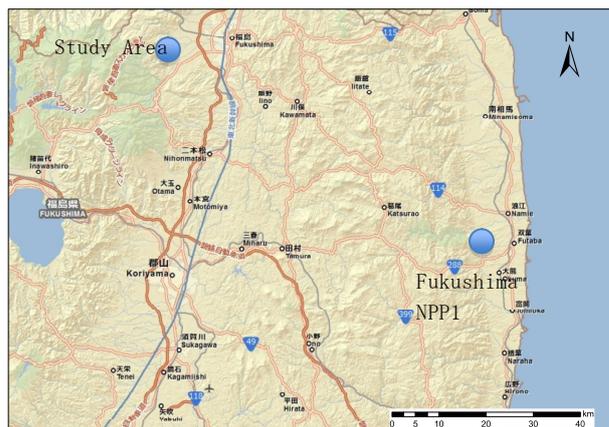
本研究では、福島県福島市平石地区を対象地域に選定した(図(1)-8)。対象地域は福島市の南西に位置し、住民の多くを占める農業従事者は、現在地域内で生産した米の作付けや果樹の出荷などを規制されている(図(1)-9)。2012年の9月1日に予備調査を実施し、2013年2月11日に本調査を実施した。

#### 2) UAV測定結果

図(1)-10はUAVに搭載したデジタルカメラで撮影し、幾何補正した航空写真である。

図(1)-11はキャリブレーション前のUAV測定による空間線量率の分布である。

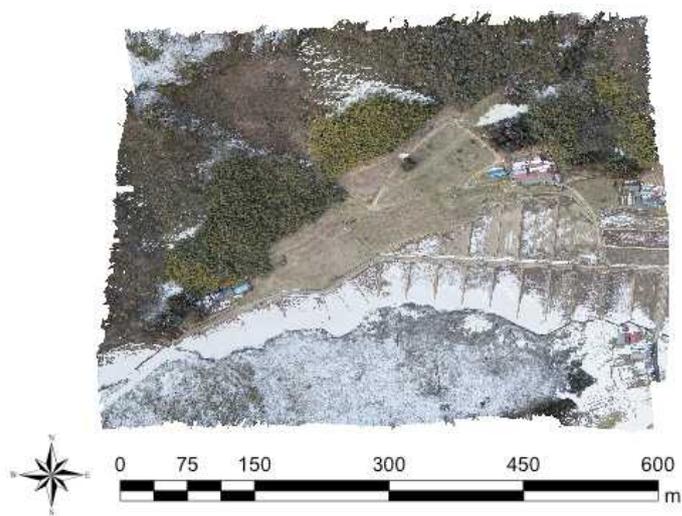
図(1)-12はUAVの対地高度を示している。



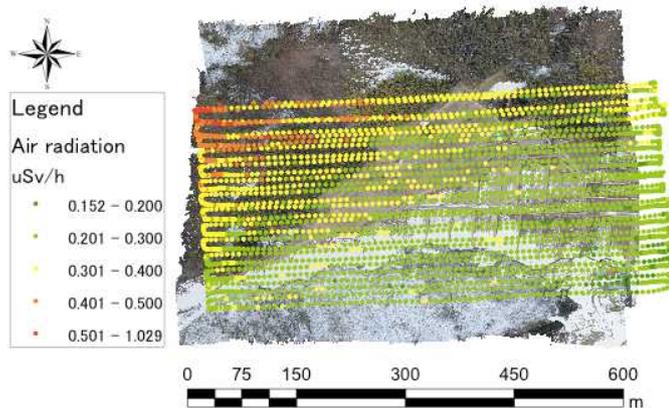
図(1)-8 調査対象地域



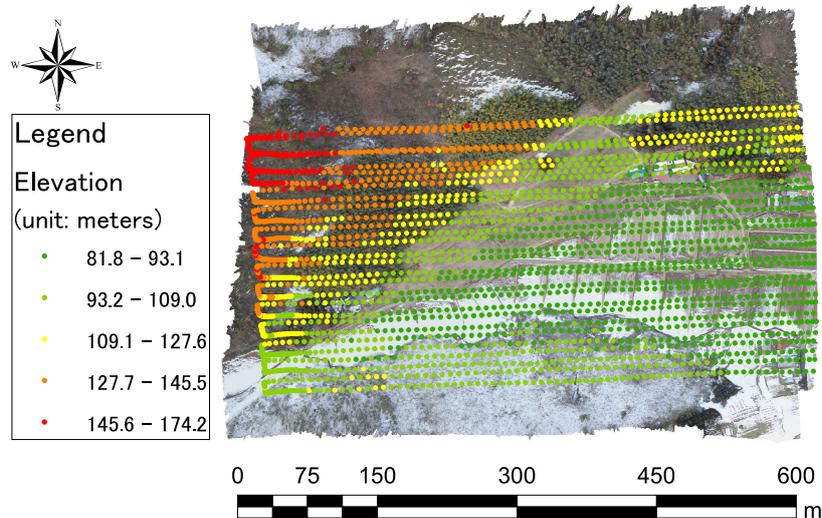
図(1)-9 対象地域の風景



図(1)-10 UAVから撮影した幾何補正済みオルソフォト画像



図(1)-11 UAV測定による空間線量率分布(キャリブレーション前)



図(1)-12 UAV測定点の標高

## (2) 分析結果

### 1) キャリブレーションモデル

MCMCのギブズサンプラーにより得られたキャリブレーション地点での空間線量率固定点測定結果の正規分布事後分布は図(1)-13に示したとおりである。キャリブレーション地点でのUAV飛行高度に応じた限推移曲線は図14のようになる。ここで、得られたキャリブレーションモデルは式(5a)のようになった。

$$y = \exp(-0.008556x - 0.285962) \quad (5a)$$

ここで、 $x$  と  $y$  はそれぞれ、UAVの飛行高度（単位: meter）と空間線量率（単位: uSv/h）を意味する。

式(5)を用いて、地上レベルでの空間線量率  $y_g$  は次式から計算することができる。

$$y_g = \alpha \{y_{x=1} + y_{obs} - y_k\} \quad (6a)$$

$$y_k = \exp\{a(x_{UAV} - x_{DEM}) + b\} \quad (6b)$$

ここで、 $y_{obs}$  は観測された空間線量率を意味する。 $y_{x=1}$  は地上1mレベルでの空間線量率は、式(7)により計算することができる。

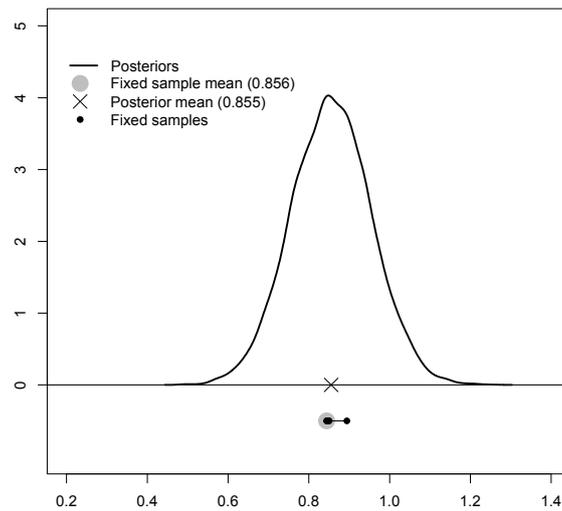
$$y_{x=1} = \exp(-0.008556 \cdot 1 - 0.285962) = 0.7444 \quad (7)$$

$x_{UAV}$  と  $x_{DEM}$  はUAVの飛行高度と  $x_{UAV}$  に対応するDEM標高を意味する。

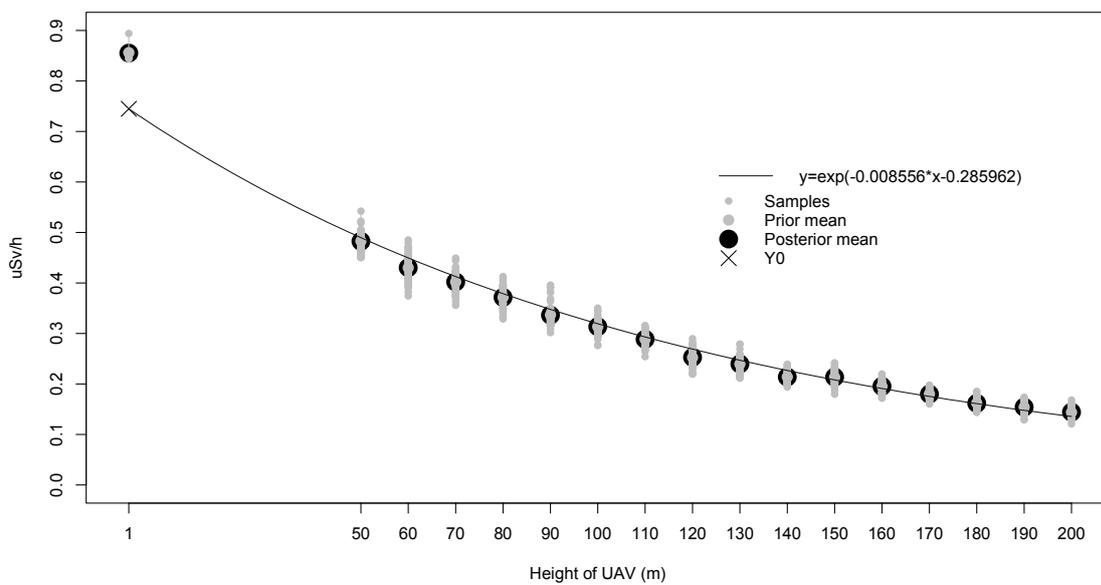
### 2) 地上レベルでの空間線量率の推定

図(1)-15 に式(5)～(7)を用いて推定した地上1mレベルでの空間線量率の計算結果を示した。この図に示

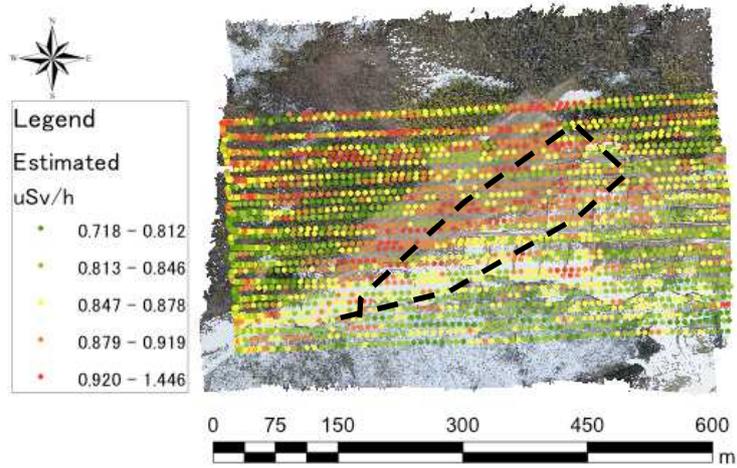
されたように、マイクロ・ホットスポットと呼ばれる局所的に放射線量が高い地点が存在することがわかる。加えて、黒点線で囲まれた空間線量率(南斜面の果樹林)も相対的に線量率が高いことがわかる。図(1)-11と図(1)-15を比較すると、山間部における地上レベルでの放射線量率の推定には、標高と土地被覆の両方を考慮することが必要であることが確認された。



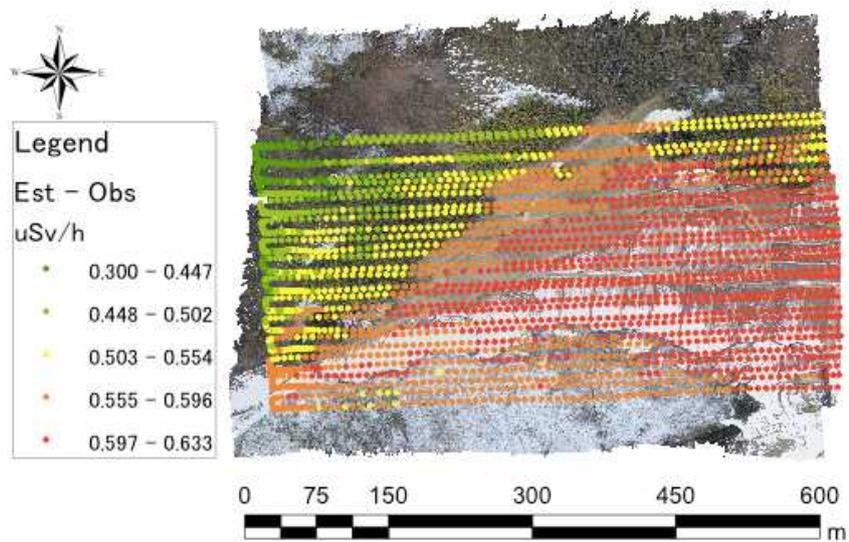
図(1)-13 空間線量率の事前分布(観測値)と正規分布の事後分布



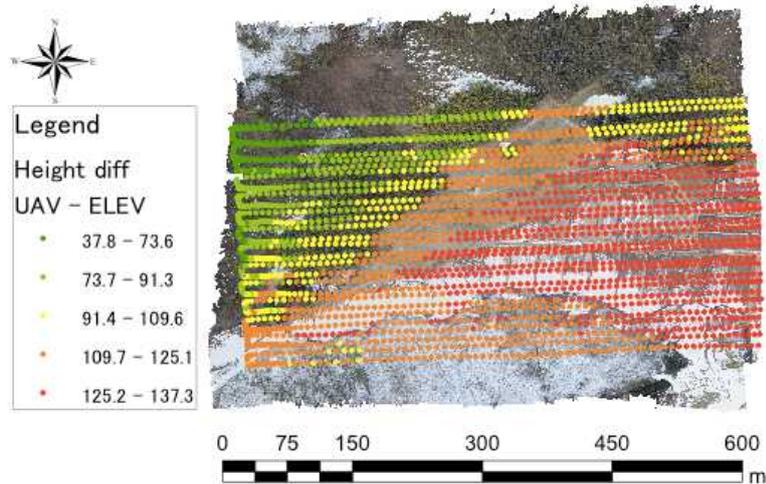
図(1)-14 キャリブレーションモデルの推定結果



図(1)-15 研究対象地域でのキャリブレーション結果



図(1)-16 空間線量率の観測値と推計値との差



図(1)-17 UAV飛行高度とDEM標高との差 (単位: meters)

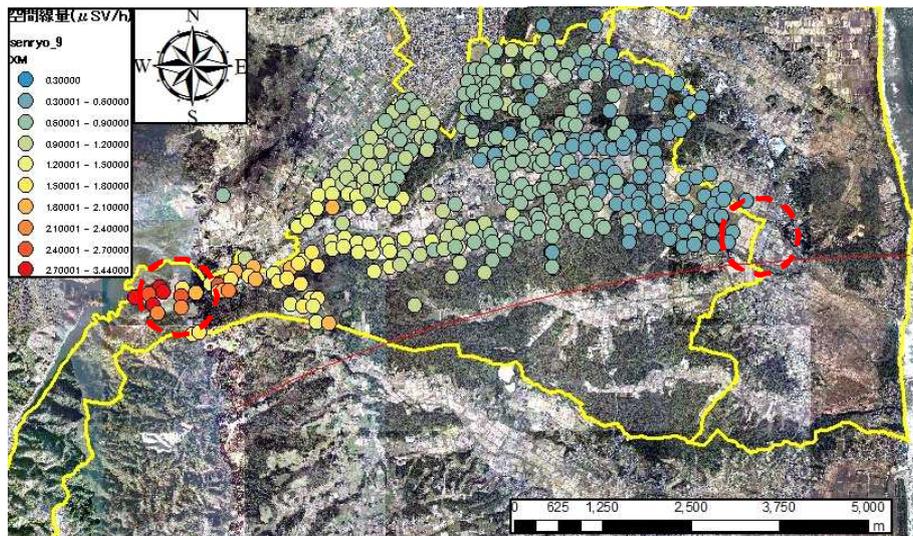
図(1)-16には、UAV測定による空間線量率観測結果の観測値と補正済み推定結果の差を示した。また図(1)-17にはUAV飛行高度とDEM標高との差を示した。

### (3) 放射性物質汚染地域におけるメガソーラーモデル事業の検討

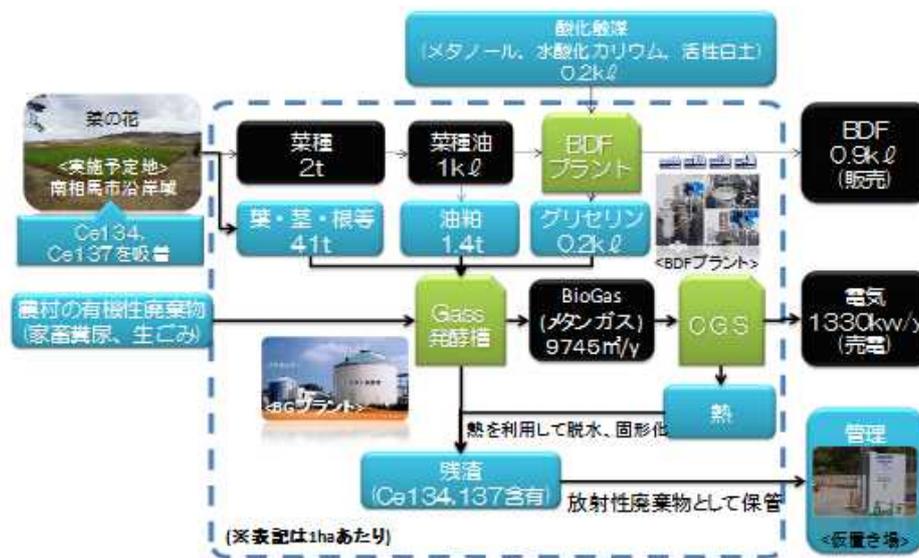
南相馬市太田地区において空間放射線量を測定した結果を図(1)-18に示す。当該地区は福島第一原子力発電所からの距離が20km圏の外縁部に位置しており、東側の沿岸部から西側の山岳部まで約10km程度、最大標高100m程度のなだらかな傾斜地である。

空間線量の測定の結果、同地域内で最低で $0.3 \mu\text{SV/h}$ 、最高で $3.4 \mu\text{SV/h}$ 程度であることが明らかになり、沿岸部の空間線量が比較的lowく西側の山岳部に移るに間に徐々に高くなる傾向があることが明らかになった。放射線観測と地図の結果に基づき再生可能エネルギー事業を推進するための適地選定を太田地区復興協議会と検討し、沿岸部の転作水田(15ha)を警戒区域内の除染と稲作・菜種の二期作を用いた実証実験モデル(適地A、空間線量 $0.4 \mu\text{SV/h}$ )、山岳地帯に位置する畑地(20ha)を菜種栽培実験とバイオ燃料の事業確立のための実証実験地(適地B、空間線量 $3.0 \mu\text{SV/h}$ )として決定した。

次にバイオディーゼル事業について文献およびヒアリング調査からフィジビリティスタディを行った(図(1)-19)。その結果、BDFの販売利益を90(円/ℓ)、製造作業を地域の農家が実施しプラント初期コストに補助金を投入したと仮定した場合、BDF製造により年間8(万円/ha)程度の収益が得られることが明らかになった。また菜種の除染効果はNPO法人チェルノブイリ中部の実証実験結果に基づき菜種による農地の植物除染効果は10%程度と推計される。



図(1)-18 南相馬市太田地区の空間放射線量



図(1)-19 南相馬市太田地区の空間放射線量

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

本研究では、UAVを用いた空間線量率の航空機サーベイ方法及びDEMとDSMを用いた観測結果のキャリブレーション方法を提案した。提案した手法を用いて、福島市平石地区でUAV測定を実施し、キャリブレーション結果を示した。放射線の空間分布が局所的にはガウス分布すると仮定されることから、キャリブレーション地点での固定点測定結果に関する平均値の算出及びキャリブレーションモデルの推定にはベイズ法を用いた。キャリブレーションモデルを用いて地上1mレベルでの空間線量率を推定した結果を用いて、山間部でのマイクロ・ホットスポットなどを検出することができた。

今後、提案した手法を他の地域などに適用し、放射線汚染の被害地の復興の適地選定や除染効果測

定に応用することが課題である。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

特記すべきことはない

### <行政が活用することが見込まれる成果>

環境省は除染ガイドラインを策定しているが、除染事業者による除染事業を適切に監督できていないことが指摘されている。除染事業や汚染地域への帰還事業は市町村レベルで進められていることから、きめ細かい測定手法の開発が求められている。本研究で示したUAVによる空中測定の方法と、高精度ガイガーカウンターによる地上測定はそのための技術手段として、有効な支援になると考えられる。またその結果による土地利用ゾーニングは、帰還事業を計画する手法として、参考になると期待できる。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない

#### <査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

#### <その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない

### (2) 口頭発表(学会等)

- 1) T. Furutani, K. Uehara and J. Murai: Geoinformatics 2012, Hong Kong, China, 2012  
“Monitoring and Visualizing Radiation Air-dose by Car-born Survey”.
- 2) T. Furutani: The 3rd Environmental Innovators Symposium, Yokohama, Japan, 2012  
“Technical Support for the Recovery of Radiated Areas in Fukushima”.

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

### (4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

特に記載すべき事項はない

**(5) マスコミ等への公表・報道等**

特に記載すべき事項はない

**(6) その他**

特に記載すべき事項はない

**8. 引用文献**

- 1) IAEA: “Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data”  
IAEA-TECDOC-1363, p. 173, July 2003.
- 2) A.E. Proctor: “Aerial Radiological Surveys” DOE/NV/11718-127, UC-702, June 9, 1997.
- 3) MEXT: Monitoring information of environmental radioactivity level, Available at:  
<http://radioactivity.mext.go.jp/en/>, Accessed on March 21, 2013.
- 4) Tatsuo TORII, Yukihiisa SANADA, Takeshi SUGITA and Kei TANAKA: “Distribution of Dose-Rates and Deposition of Radioactive Cesium by the Airborne Monitoring Surveys” Journal of Atomic Energy Society of Japan, pp. 160-165, Vol. 54, No. 3, 2012.

## (2) コミュニティベースの太陽光利用事業モデルの事例調査

慶應義塾大学SFC研究所

小林 光

平成24年度累計予算額:3,610 千円 (うち、平成24年度予算額:3,610 千円)

予算額は、間接経費を含む。

### [要旨]

アンケート、文献調査、現地視察、ヒアリングなどを通して、震災後の太陽光に対する国民意識を調査した。また、国内外のスマートシティの実例情報を収集し、コミュニティベースの太陽光普及の政策課題と事業モデルの要件を特定した。

[キーワード]コミュニティベース、スマートシティ、国民意識調査、事業モデル

### 1. はじめに

従来の自治体の経済活性化モデルは、産業誘致や住居転入など外部要因によってもたらされる経済成長が志向されてきたが、今後の人口減少社会においては、地域内資源を活用した新たな経済成長モデルへの転換が必要である(PHP研究所, 2012)。近年では、地域経済活性化や雇用創出を目的とした、地域の再生可能エネルギーの導入による資源の活用が注目されている。中でも太陽光は最も分布が広く、アクセシビリティの高い再生可能エネルギーとして高く期待されている。被災地域においても太陽光発電を活用した地域づくりが計画されている。また、2012年7月に固定価格買取制度(以下、FIT制度)が導入され、再エネを導入する機運は高まってきている。

しかし、このFIT制度には買取価格と期間が設定されているものの、地域に利益が還元される仕組みはなく、地域資源の外部流出の危険性が問題視されている。そこで、再エネ事業を新たな地域事業として十分に活用していくためには、再エネに対する地域住民の広範な理解や合意形成が重要であり、かつ自治体が地域主導型の発電事業を支援し、地元企業や地域住民による発電事業への参入を促進していかなければならない。

震災復興のまちづくりにおいても、太陽光発電を利用し災害に対してレジリエンス(抵抗力)の高いまちづくりを行っていく事が期待されている。しかし、復興住宅などの家庭単独の導入はコストが高く、ポテンシャルが生かしきれない状況にある。

### 2. 研究開発目的

ボトルネックを解消するためのカギは、「同じ目的や利益を共有する人々」がどのように協力体制としてコミュニティを形成し、コミュニティを基盤とした地域主導型の発電事業を推進していくかにある。この考えのもとで、本研究は、太陽光発電など再生エネルギーに関わる国民意識及び先行事業者の意見を調査し、家庭単独や企業単独の閉じた事業に対して、コミュニティベースによる太陽光導入の効果と事業モデルの要件を検証することを目的とした。

### 3. 研究開発方法

#### (1) コミュニティの定義

コミュニティベース事業の事例調査を行うにあたり、まず「何がコミュニティなのか」を定義する。一般にコミュニティとは、市、町もしくはより狭い近隣区域であったり、または水域、盆地や沿岸域であったり、環境や社会的課題の地域性を強調する概念として使われることが多い。しかし、現代社会において、このような地域コミュニティが希薄化している。一方、共通の関心事を持つもの同士がインターネットを介してコミュニティを形成する事が容易になっている。そのため、コミュニティをどのように定義するかは非常に難しい問題である。本研究では、こうした情報化社会の背景を踏まえて、共通の関心と目標を持ち、共に活動する人間の集合体をコミュニティとする。特定の場所をベースとするコミュニティをリアルコミュニティあるいは閉じたコミュニティ、場所を限定しないコミュニティをバーチャルコミュニティあるいは開かれたコミュニティという。

次にコミュニティベースの意味を考える。一般にコミュニティベースとは、リアルコミュニティを拠り所にして活動することを指す。つまりコミュニティがあつての活動や事業を意味する。しかし、情報化社会において、コミュニティがダイナミックに形成、解散される。またコミュニティの重要性が認められる中、事業やプロジェクトを通じて、政策的にコミュニティの形成と発展を狙うことも多い。そこで、本研究では、コミュニティベースの概念を発展的に捉える。特定の地域に限定された内部から活動や事業を始めることをローカル、場所に限定しない外部から活動や事業を展開することをグローバルとする。

これによって、コミュニティとコミュニティベースの構成を図(2)-1のように概念化できる。図中、経済性、環境性、社会性、安全性はコミュニティベースによる再生可能エネルギーの取り組みをみる視点を表す。この4つの視点をを用いて、人々の再生可能エネルギーに対するインセンティブ、あるいは事業の効果を考察することができる。一般には、経済性は投資や活動に対する金銭的収益、環境性は投資や活動による環境改善効果、社会性は投資や活動の社会的影響として、それぞれ理解される。また安全性は原発事故の影響によるエネルギーの安全性、安定供給に対する関心を意味する。それぞれの項目に関して、これまでさまざまな研究、実践において議論されているが、一本化された考察はない。太陽光発電や再生可能エネルギーの普及推進という本研究の目的に着目すると、4つの視点に対して、さらに理解を深める必要がある。

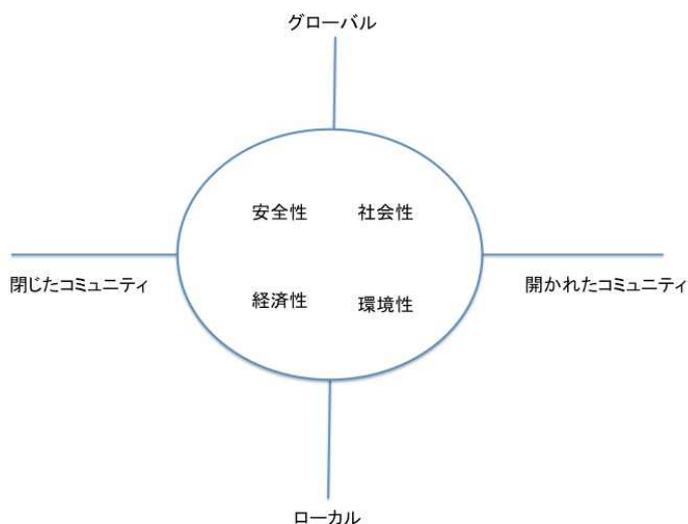
経済性は確かに個人や家庭あるいはプロジェクトによる太陽光発電システムの導入の投資対効果であるが、コミュニティベースのアプローチを取ると、家庭／個別による取り組みを上回る利益(相乗効果)を生み出すことが可能である。個人単独では有効に活用できない土地や屋根を共同で取り組んだ場合、規模の効果を創出できる。共同購入によるコスト削減、規模の拡大による事業化と補助金適用カテゴリのシフトがある。例えばFIT制度の場合、家庭導入なら余剰電力しか売電できない。複数家庭をあわせて、10kW以上の事業にすると、全量売電になる。この他、取り付け部品、労働力の現地調達による地域経済への貢献も考えられる。さらに自治体やNPOが地域通貨を発行し、間接的経済効果をさらに拡大する取り組みもある。

環境性は再生可能エネルギーの導入による二酸化炭素の削減で評価されることが多い。しかし、再生可能エネルギーがつくられても、消費分を減らさなければ、真の貢献とは言えない。コミュニティベースのアプローチにおいて、環境性は地域の自然資源のポテンシャルを利用し、創エネとの同時に省エネも行い、純効果の拡大を狙うべきである。

社会性は再生可能エネルギーの取り組みにおける消費者行動、コミュニティの活動、マーケットの動向、ソーシ

ャルメディアの影響をみるための視点である。人は影響されるだけでなく、影響を与えることもできる。コミュニティベースはこの協調的、社会的側面を重視した事業化のアプローチである。

安全性は社会、コミュニティ、家庭の各側面から考えられる。社会全体でいえば再生可能エネルギーの導入によって分散型エネルギーシステムへの移行、個人レベルでは太陽光発電や電気自動車導入によるエネルギーの自立運転、コミュニティレベルではコジェネの実施などを想定できる。



図(2)-1 コミュニティベースの定義と考察の視点

これらの4つの視点は完全に独立するものではない。個人や企業にとっては、安全性と経済性をやや重視し、コミュニティや行政は環境性と社会性を多く考慮する傾向がある。ここでは、個人や企業あるいは少人数の閉じた団体の利益を個益、社会全体や開かれた団体の利益を公益とする。個益と公益は互いに矛盾するものではない。個人や企業や閉じた団体が個益を追求しながら、社会的影響を高めて、それによって個人に満足感を与えることができる。ハーバード大学マイケル・ポーター教授がビジネスレビュー誌の2011年1・2月合併号で「社会課題解決と企業の利益向上を両立させ、社会と企業の両方に価値を生み出す取組(CSV)を提唱した。

- ① 経済性を無視した無理な貢献ではなく、自らの中心的な役割の中へ公益を組み込み、持続的に運営する。
- ② 個益と公益の同時達成のためのコラボレーションモデルを作るために、立地地域での活動を重視する。
- ③ 地域内だけに限定せずに地域外の関係者を巻き込み、関係者と力を合わせて課題を解決する。

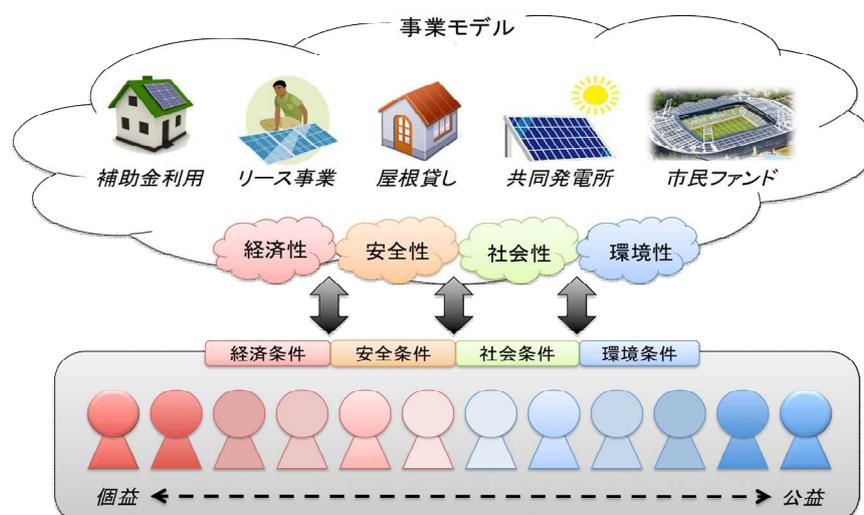
つまり、人々は経済的利益を考えながら、コミュニティにおける存在感や社会問題の解決に貢献することも意識する。個益と公益を両立できる。経済性、環境性、社会性、安全性は個益と公益を確かめるインセンティブと共に、成果としてのアウトカムを検証する視点である。このインセンティブを具体化し、アウトカムを創出するためには、協働的に働けるプラットフォームとビジネスモデルは欠かせない。3.2では、国民のインセンティブ意識、3.3では事例調査を行い、実践においてアウトカムが創出されるプロジェクトのプロセスを検証する。

## (2) 太陽光発電の導入に対するインセンティブ要因

これまでの太陽光発電に対する意識調査の研究により、資本力が少ない地元企業や地域住民では初期費用の壁が大きく、普及を妨げている事が明らかになっており、例えば明城・大橋(2009)の研究では、太陽光発電の普及には補助金等による初期費用の壁を軽減する事が導入を促進に効果的であると示されている。また、黒澤・大岡(2010)はアンケート調査により住民の太陽光発電に対する価格感度を調査し、100～150万円が適正価格、50～100万円で普及が拡大する可能性を指摘している。一方で、非経済的な要因による意識変化を対象とした研究事例も展開されており、伊藤ら(2012)は日射気候区分を用いて日射量という環境条件の違いが太陽光発電の導入意識に与える影響を調査している。

また、馬場・田頭(2007)の研究によると、地域コミュニティとの高い関係性(社会関係資本)を持つ事が、身近な他者とのコミュニケーションにより環境・エネルギー問題に対する意識を活性化させ、太陽光発電の導入など環境配慮行動に繋がる可能性が示されている。さらに東日本大震災後には、8割以上の家庭が電力の不足により生活に大きな支障が出る事を実感し、非常用時の利用という付加価値に対するニーズが高まった事が、後藤・蟻生(2012)のアンケート調査結果により示されている。つまり、太陽光発電導入の意思決定に関わるインセンティブとして、太陽光発電事業モデルや製品自体に関する経済性や安全性、そして地域や意思決定者自体に関連する社会性や環境性の4つの要因が考えられるといえる。

こうした先行研究を踏まえ、本研究では、太陽光発電に対して経済性、安全性、社会性、環境性の側面から震災後の意識の変化が大きいと思われる関東地方と宮城県、福島県の住民を対象とした大規模アンケート調査を実施し、多くの世帯で震災後の意識変化と実際の行動との間にギャップがある事を示す。また、近年では初期費用0円で導入出来るリース事業モデルや、小規模な投資で設置場所がなくても発電事業に参加出来る市民ファンドモデルなどが存在し、こうした事業モデルを活用する家庭も増えてきている。そのため、従来の研究のような単に太陽光発電システムの市場価格を用いた意識調査や、屋根に対してオーナーシップを持っている戸建住宅世帯のみを対象とした意識調査だけでは実際の普及可能性を評価出来ない状況にある。従って、事業モデルの視点からアンケート調査を実施し、地域住民の設置意向と設置行動との結びつきに関わる要因を明らかにすることができる。



図(2)-2 太陽光発電システム導入のインセンティブと個人条件

## 1) アンケート調査概要

本研究では、事業モデルの視点を含めたアンケート調査により震災後の意識変化と導入行動に関わる要因を特定し、地域特性を踏まえた効果的な事業モデルの提案を行う。アンケート調査では、地域主導型太陽光発電事業の主体となる地域住民を対象とし、震災後の太陽光発電に対する意識変化に着目する。本研究により、太陽光発電の導入に対する意識と行動の関係性を明らかにし、震災後の意識と行動の乖離要因を特定する事により、経済的インセンティブだけでなく、非経済的インセンティブにも着目した政策の提言へと繋げる。

## 2) アンケート調査項目の設計

太陽光発電などに対する震災後の太陽光に対する国民意識を、震災による影響があった関東(東京、神奈川、千葉、埼玉、栃木、群馬、茨城)と、東北(宮城、福島)を対象に調査し、事業モデルの視点から意識と行動の関係性を明らかにする。

- 調査対象 : 公募型インターネットリサーチモニタ(20歳～69歳の男女)  
調査地域 : 東京、神奈川、千葉、埼玉、栃木、群馬、茨城、宮城、福島  
調査方法 : インターネットリサーチ  
調査日時 : 2012年11月7日(水)～11月8日(木)  
有効回答 : 1,030サンプル  
(男女×20代、30代、40代、50代、60代の10グループ、各103サンプルの均等回収を実施)

アンケート調査の設計に関しては、太陽光発電の導入インセンティブとしての経済性(金銭的なメリットがあるか)、安全性(災害時における非常用電源としての利用が可能かどうか)、そして、社会性(自分だけではなく地域全体で取り組まれているか)、環境性(太陽光の導入に適している環境であるか)というインセンティブを基にして質問項目の作成を行った。(※文末の付録:アンケートの質問項目を参照)

## (3) 事例調査

コミュニティベースの事例調査により、個人や企業ベースでの導入モデルと比較し、コミュニティベースで導入するメリットと課題を明らかにする。震災復興のためのモデル事業の提案のため、持続的に運営できるビジネスモデルなどの事業要件の設定と政策提案に繋げる。

### 1) 事例収集方法

コミュニティベースの事例調査の収集方法として、本研究でのコミュニティの定義にあるように、地域コミュニティなど地理的な制限のあるコミュニティだけでなく、共通の関心と目標を持ち、共に活動する人間の集合体と発展的にコミュニティを捉えて事例の収集を行う。そして、収集した国内50件(表(2)-1)、海外50件の事例(表(2)-2)を、過程(プロセス)と結果(アウトカム)の軸で各事例を整理し、インセンティブ、ビジネスモデル、運営ルール、協働プラットフォームからそれぞれの事業を評価する。さらに、コミュニティ参加型の取組みとして

特徴となる事例に関しては、事業過程(プロセス)の展開を詳しく調べるため、更なる調査とインタビューを行い、コミュニティベースの太陽光普及の政策課題と事業モデルの要件を特定する。

表(2)-1 国内事例50件のリスト

1	ニューガイア 上石田	26	雪蔵工房
2	株式会社市民風力発電	27	ウインドパワー かすみ
3	南信州おひさまプロジェクト	28	住棟セントラル・ヒーティングシステム
4	ちがさき自然エネルギーネットワーク	29	スマートコモンシティ明石台
5	ひがしおうみコミュニティビジネス推進協議会	30	北九州スマートコミュニティ創造事業
6	紫波町市民参加型おひさま発電事業	31	ゆすはらピペット
7	おおたまると太陽光発電事業	32	おひさま0円システム事業
8	山王自治会太陽光発電所	33	岡山市民共同事業
9	ふくい市民共同発電所	34	鹿児島市メガソーラー発電所
10	伊達太陽光発電所企業組合	35	コンパクトシティ戦略によるCO2削減
11	市民立江戸川第一発電所	36	水俣市
12	かんくまおひさまプロジェクト「北部病院」	37	Fグリッド構想
13	円山動物園	38	庄内スマートコミュニティ構想策定事業
14	福島復興ファンド	39	山形県寒河江市
15	風力発電 ハマウイング	40	ニセコ町リゾート地区グリーンイノベーション推進事業
16	市民風力発電所 石狩	41	池袋副都心地区巣アートコミュニティ構想検討調査
17	宮古島市	42	坂城町スマートコミュニティ構想事業
18	立山アルプス小水力事業	43	Fujisawa サステイナブル・スマートタウン
19	家中川小水力発電所「げんき君1号」	44	横浜市
20	株式会社 アレフ	45	次世代エネルギー・社会システム実証(けいはんな)
21	マンション・ウエストパレス	46	福岡スマートハウス コンソーシアム
22	川崎市バイオマス発電所	47	富山市
23	森下建設株式会社	48	チャレンジ25地域づくり事業
24	山梨県地中熱利用推進協議会	49	株式会社自然エネルギー市民ファンド
25	三峰川電力株式会社	50	NPO法人北海道グリーンファンド

表(2)-2 国外事例50件のリスト

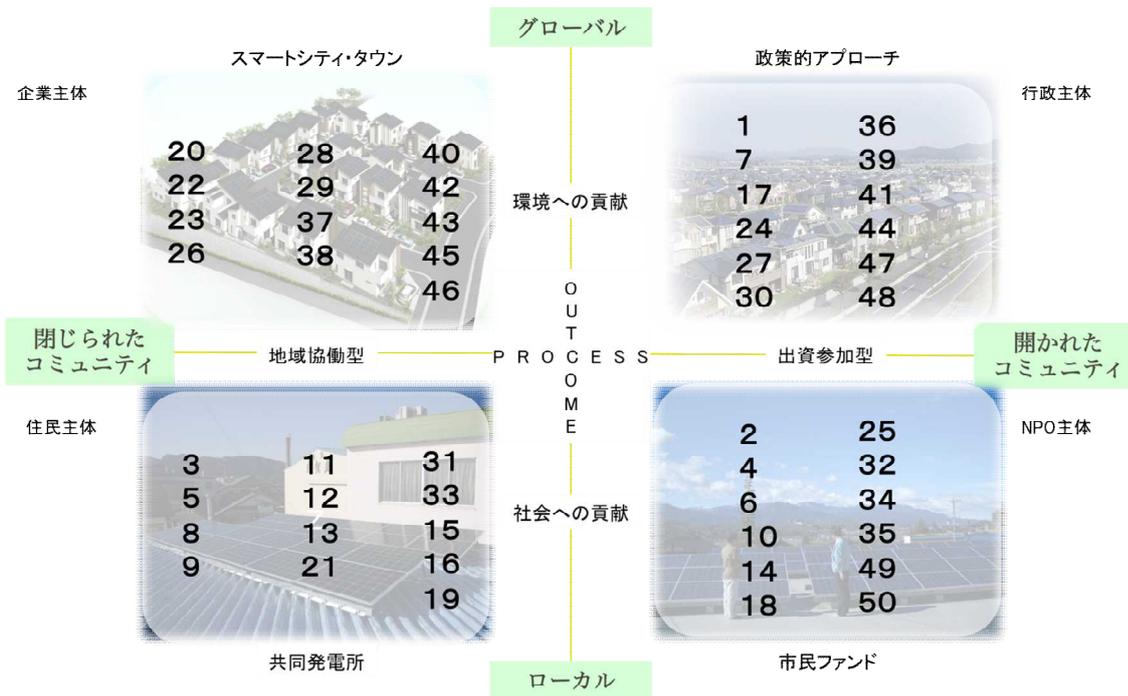
1	Solar Mosaic	26	Makind Lives Brighter in Mindanos Rural Communities
2	Sun Run	27	Island Samsø
3	Clean Energy Collective	28	Island of Lolland
4	Solar City	29	Region of Burgenland

5	Adndance Generation	30	Region of Upper Austria
6	Sun Funder	31	Eco Chalet
7	Energy Share	32	Energy Camp 06
8	WestMill wind Farm	33	Region of Mene
9	University Hospita South Mancester	34	Plus Energy Village
10	Talybont Energy	35	Plus Energy Town
11	Woolsery Hall	36	Self- Sufficient Community
12	Elektrizitalswerke Schonau	37	Iceland Climate Plan
13	Freiamt	38	Plus Energy City
14	Green City Freiburg	39	Smart Grid City
15	Solar City Malmo	40	San Francisco Solar Map
16	Green Capital Copenhagen	41	Boston Solar
17	Bedzed Community Lodon	42	Cambridge Solar Tool
18	Greenwich Millennium Village	43	Make it Right
19	Solar Hotel Network	44	Green Lighthouse
20	Gussing	45	8 House
21	100% Renewable Arubu	46	Living Building Challenge
22	Maldives Carbon Neutral Energy Plan	47	Flagstaff Community Power Project
23	100% Renewable Energy for Bural Villagers	48	Philadelphia Smart City
24	Barefoot College	49	Amsterdam Smart City
25	Sumba Iconic Island	50	NYC Solar Map

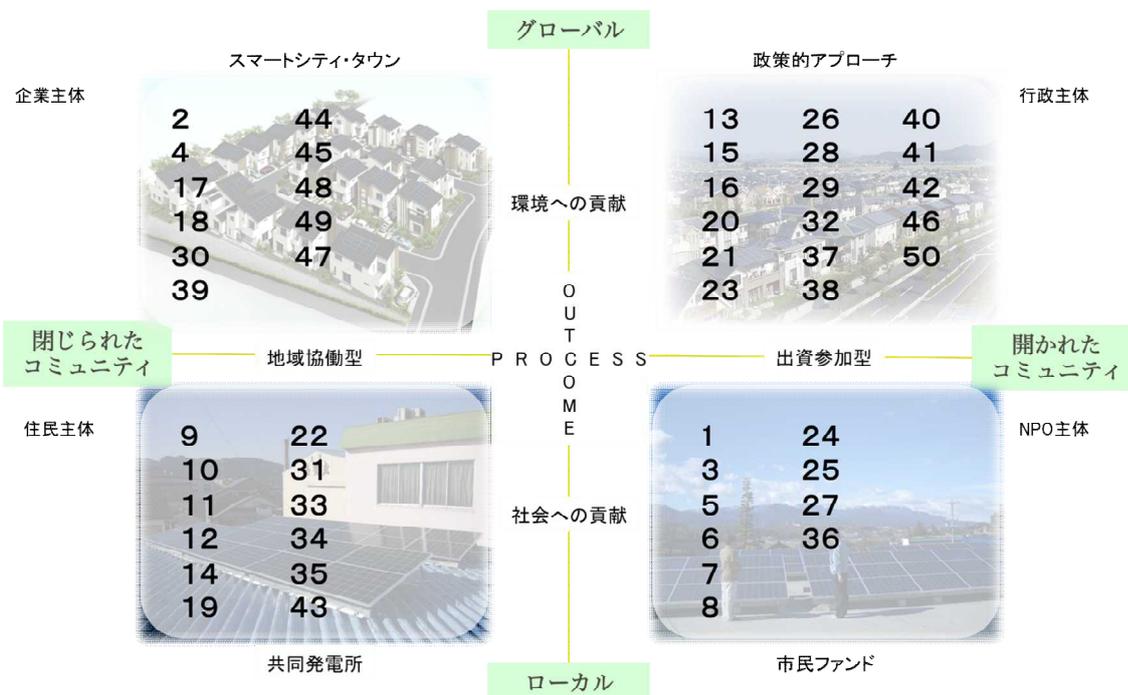
## 2) 事例分析方法

近年、コミュニティというキーワードは再生可能エネルギープロジェクトにおいて多く使われるようになっており、地域コミュニティでの活動や、国のエネルギー政策にも用いられるようになった。しかし、コミュニティと再生可能エネルギーの言葉の繋がりに関する定義が曖昧になっているため、W.Gordon, and P.Devine(2008)はコミュニティの定義の違いを調査し、プロセス(誰によって)と利益(誰のための)の軸を基にして解釈の多様性を示した。本研究においても、コミュニティベースにおける取組について、共通する成功要因を考察しやすくするため、上記の枠組みを用いて、過程(プロセス)と結果(アウトカム)の軸で事例の整理を行い、プロジェクトの発展プロセスにおけるコミュニティ形成方法について考察する。本研究では、この軸を基に国内50件、国外50件の事例を以下のように4象限にカテゴライズした。

- ・ 第1象限:企業主体によるスマートシティ・タウン
- ・ 第2象限:行政主体による政策的アプローチ
- ・ 第3象限:住民主体による共同発電所
- ・ 第4象限:NPO・地元企業主体による市民ファンド



図(2)-3 4象限における国内事例分類(国内事例リストの番号に対応)



図(2)-4 4象限における海外事例分類(海外事例リストの番号に対応)

### 3) インタビュー調査

事業の過程(プロセス)におけるコミュニティ参加型の取組みとして先進的な事例に関しては、事業の時系列な展開(図(2)-2)を詳しく調べるため、更なる調査とインタビューを行い、コミュニティベースの太陽光普及の政策課題と事業モデルの要件を特定する。

- ・ **第1象限:企業主体によるスマートシティ・タウン**  
インタビュー調査先:北九州市「北九州スマートコミュニティ創造事業」  
:相羽建設株式会社「ソーラータウン」
- ・ **第2象限:行政主体による政策的アプローチ**  
インタビュー調査先:太田市「おおたまるごと太陽光発電所構想」
- ・ **第3象限:住民主体による共同発電所**  
インタビュー調査先:東近江市「ひがしおうみコミュニティービジネス推進協議会」
- ・ **第4象限:NPO・地元企業主体による市民ファンド**  
インタビュー調査先:おひさまエネルギー進歩株式会社「おひさま0円システム事業」  
:NPO法人北海道グリーンファンド「グリーン電力料金制度」

#### a おおたまるごと太陽光発電所構想(太田市)

群馬県太田市の年間日照時間は1100時間であり全国第4位と長く、太陽光発電に適している。いまでは全国的に自然エネルギーへの関心が高いが、太田市においての始まりはそれよりも早い。1998年に市役所の屋根、壁面に合計30kWの発電装置を取り付けた。2001年に全国で初めて家庭における太陽光導入に補助金を導入した。2004年にNEDOスマートグリッド実験事業の一環として「パルタウン城西の杜」777戸中544戸に一斉に取り付けることに成功し、いちやく全国的・世界的に有名になった。その後、小中学校、福祉施設、公園など公共施設に積極的に導入し、家庭導入も着実に伸びた。補助金制度が終了した2009年には計2500軒の家庭に導入された。しかし全世帯数の1%しか占めていなかった為、市はそのポテンシャルに着目し、2011年におおたまるごと太陽光支援事業を打ち出した。全市25000世帯を調査し、導入可能性を精査した上、大量購入による低価格を可能にし、100万円以下で導入可能にした。初年度は希望者1000軒の家を精査し、結果的に150軒に導入した。同時に市が所有する遊休工業団地を市独自事業としておおた太陽光発電所に開発し、FIT制度の発動日に合わせて発電開始に至った。この勢いは民間にも及び、市民が市街化区域における残存農地を集めて太陽光発電所にするプロジェクトが動きだし、2013年3月に1.8mWのソーラーファームが稼働された。現在では太田市における太陽光発電は合計で6422.40kWに達し、そのうち、家庭導入3193.04kW、公共施設導入277.90kW、市営メガソーラー1151.46kW、民営メガソーラー1800kWに達した。このように着々と進み、広がりを見せる背景には太陽光に恵まれている街としての自覚、清水聖義市長の強いリーダーシップと、市役所担当職員だった猪越和彦氏の新エネルギーに対する情熱と信念、市民の理解と支援があつてのことであろう。太田市におけるコミュニティとは、スマートとは何かを考えた。

・コミュニティの形成方法に関して

市長、市役所職員、市民、地主、産業界が1つとなって街そのものをまるごと太陽光へ。個別の事業においては関連性、利害性のある人たちによってサブコミュニティが存在する。同じパルタウンに住む住民たちのコミュニティ、ソーラーファームに協力した町内会のコミュニティ、ソーラーが取り付けられた小中学校・福祉施設を運営するコミュニティなどさまざまであろう。しかし、「おおたまるごと太陽光」という目標に集まることは1つの大きなコミュニティが形成されつつあるのではないか。

**b おひさま0円システム事業(おひさまエネルギー進歩株式会社)**

2004年2月飯田市を中心とした南信州で地産地消のエネルギーを目指してNPO設立を決議。2004年5月には、飯田市内の保育園の屋根を借りて寄付により、太陽光発電を設置。発電量の可視化を手動で行った事で、子供に関心を持たせる事が出来た。その後、保育園・公民館などの公的施設37箇所に太陽光発電を設置し、管理運営を行っていて、飯田市との売買電契約で20年間22円/kWの買取契約を交わした。こうした取り組みにより、子供たちを中心として、自宅でも省エネに取り組むようになり、太陽光発電の普及も口コミで広がっていった。

・コミュニティの形成方法に関して

町内会、商工会などの小さいコミュニティが基盤となる。元々飯田市にはつながりが強いコミュニティが存在し、まちづくり委員会など行政とのつながりもある。都市化により失われかけているコミュニティを、エネルギーをきっかけに作り直し、地域の結束を高める事。

**c 北九州スマートコミュニティ創造事業(北九州市)**

北九州市八幡東区東田地区は、北九州スマートコミュニティ事業を展開する約120haのコンパクトなまちで、昼間人口は約6000人、居住者は900人。電力供給は、九州電力ではなく東田コジェネという会社が電力の発送電を担っている。送電網も九州電力から買い取っており、基本的に独立している。2012年5月26日、東田地区でエネルギー需要の最適化を図り、電力の安定供給を実現するための実証実験として、まち全体をマネジメントする地域節電所を中心とした「日本型スマートグリッド」の整備を行い、市民が参加できるエネルギーシステムを構築した。

・コミュニティの形成方法に関して

元々はまちづくりの視点は持っており、NPO法人(里山を考える会)が祭事等を開き、コミュニティ形成を図っていた。しかし、都市では全員参加のコミュニティは、現実感がない。そのためエネルギーに関心の高い家庭だけが集まりスマートコミュニティを形成すれば良いという考え。ピークカットをどうするかというマクロ的な視点で、社会コストを下げる事が大事。

**d グリーン電力料金制度(NPO法人北海道グリーンファンド)**

現代社会の異常なほどのエネルギー消費は、すでに限界に達しつつあることは誰もが気づき始め、このまま大量に生産し、消費し、廃棄する社会のあり方を続けていけば、まちがいなく21世紀には限界を越え、地球

環境とあらゆる生命の破滅的な危機に向かってしまう。NOP法人北海道グリーンファンドは、環境負荷の少ない、持続可能なエネルギー未来を目指して、市民や地域が主体となった省エネルギー活動の推進と、再生可能な自然エネルギーの普及、促進、及びそのために必要な社会的制度、政策の提言と実現をもって社会全体の利益の増進に寄与することを目的とし活動を行っている。

・コミュニティの形成方法に関して

地域内投資から、全国市民へと投資者を広げ、市民の意思ある出資による再エネ事業の拡大を狙う事。市民出資というファイナンス方法は、2001年に北海道グリーンファンドが「市民自らの力でエネルギーを創り出したい！」という想いのもと、一般市民から出資を募り、1基の風車建設を計画した際に考案された。

**e ソーラータウン(相羽建設株式会社)**

相羽正氏が1971年に創業した住宅建設会社。1992年にいち早くOMソーラーハウスに着目し、それ以来、環境共生住宅に社運を掛けて、ソーラータウン久米川、ソーラータウン西所沢、むさしのiタウン、ソーラータウン府中を次々とオープン。「集まって住むまちづくり」。これで新しいコミュニティが生まれる。OMソーラーは、建築家・奥村昭雄が考案したしくみ。彼は「自然の一部としての人間のあり方＝パッシブ」は次世代の暮らしへの提案で、OMソーラーはその答えの一部であると考えた。OMソーラーは太陽熱を床下に運んだり、お湯を作ったり、四季を通じて快適に暮らせるパッシブハウスのことである。地域の気象や建物データ、生活スタイルをもとに家の温熱環境の性能を予測して設計する。

・コミュニティの形成方法に関して

このまちに住む人たちは、どこか住まいや暮らしへの価値観が似ているところがある。つながりを持って暮らすことで、良いご縁が生まれること。建築よりもまちづくりを大切にしたい相羽建設の信念となっている。

**f ひがしおうみコミュニティービジネス推進協議会(東近江市)**

滋賀県東近江市で市民出資型による太陽光を用いた市民発電所である。固定買取制度実施前の2003年度に市民出資及び補助金により1号機(6.0kW)が設立された市民発電所として、エネルギーの自立を推進している。2010年には地元のラジオ局の屋根を利用し、補助金なしで2号機(4.4kW)を設立した。どちらも出資金額は1口10万円となっており、1号機では54件の、2号機では27件の出資を得て設立された。本事業では、配当金を現金にするのではなく、期限付きの地域通貨として還元することで、他県への資本の流出をなくすことで地域経済活性化の役割も担っている。

・コミュニティの形成方法に関して

町内会、商工会などの小さいコミュニティと連携することでエネルギーの選択だけでなく地域活性まで視野に入れ、市行政も活動をサポートしている。都市化により失われかけているコミュニティを、エネルギーをきっかけに作り直し、地域の結束を高めるため、配当に工夫がなされている。

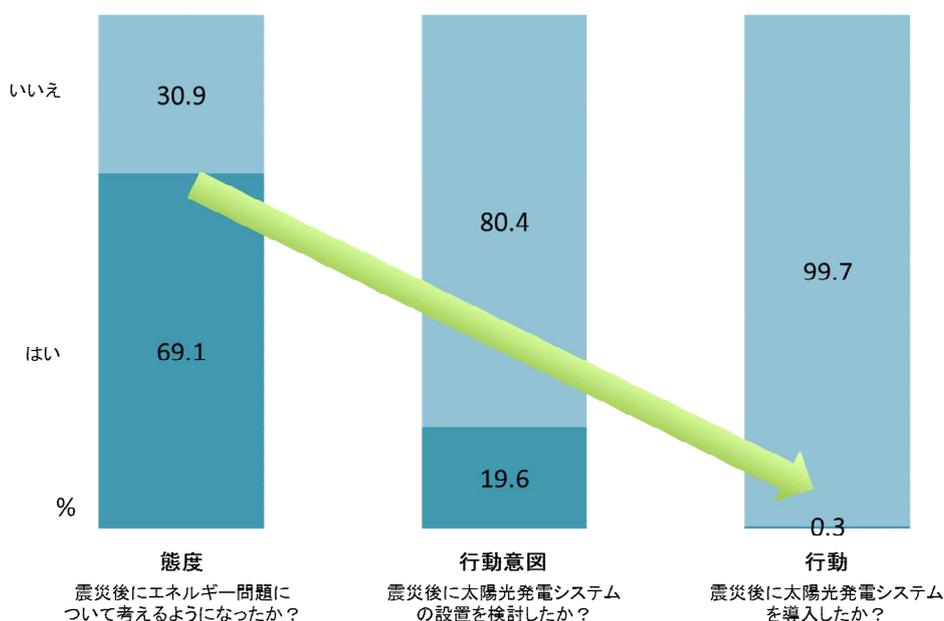
## 4. 結果及び考察

### (1) アンケート調査結果の考察

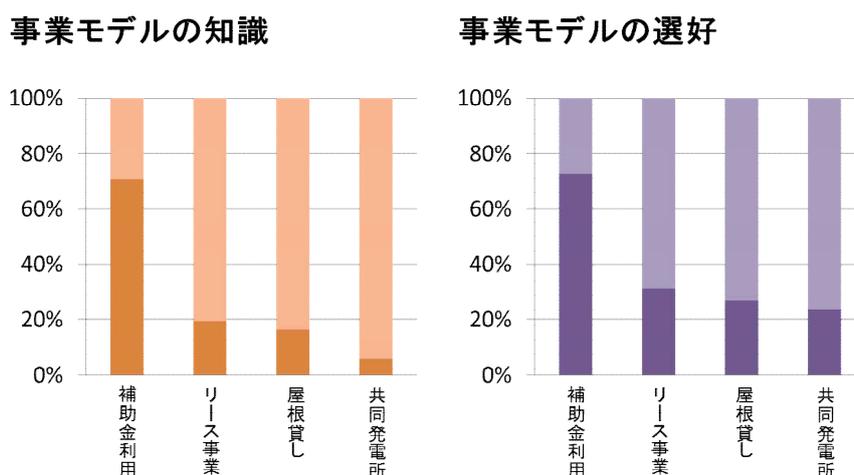
太陽光の導入に対して、経済性に関する調査だけではなく、環境保全への参画意識、個人の安全意識、隣近所の災害時の助け合いなどの社会意識（いわゆる、ソーシャルキャピタル）を含めて調査することに焦点を置き、意識と行動のギャップを埋めるブレークスルーとなる要因の特定を行った。アンケート調査結果より、震災を機にエネルギー問題に対する関心が国民全体で高まったものの、実際に行動に結びついたのは節電行動など身近な取り組みに留まり、太陽光発電を導入した家庭は非常に少なかった（図(2)-5）。その理由として「行動の容易さ」が関係していることが考えられる。

震災後の原発の停止により電力不足となり、節電を行わなければいけないという認識が国民全体に広まった。つまり、節電という比較的容易な行動が社会の中で期待され、各個人の節電行動の実施しに結びついたと考えられる。

一方で、太陽光発電の導入に関しては、震災後のFIT制度により経済的インセンティブは高まったものの、依然として太陽光発電を導入するにはハードルが高いという認識が強い。こうした初期投資のハードルが国民の共通認識となっており、社会的なメリット（公益）のために個人が行動を起こさなければならないという社会的規範との結びつきが薄いという結果が得られた。また、図(2)-6から分かるように、消費者は情報知識量に基づいて行動を起こす傾向があり、補助金や買取制度以外の太陽光事業に関する情報も広めていく必要性も示唆された。



図(2)-5 震災後における意識と行動の乖離



図(2)-6 太陽光事業モデルの知識と選好の関係性

## (2) 事例調査の考察

事例調査によると、コミュニティベース事業に関しては、一般に①発起、②場所、③資金、④設備、⑤運営、⑥波及の各プロセスを経て発展されていく。①発起から～⑤運営までは一つの事業としてのコミュニティ形成プロセスであり、①発起人が主体となり、②③④を通してサポーターを形成する事で運営のプラットフォームが構築される。

コミュニティの形成方法に関しては、トップダウン型の実証実験や新興住宅地型事業によるものと、ボトムアップ型の市民ファンドや共同発電所の取組による2つのアプローチが存在している。トップダウン型アプローチによるコミュニティの特徴としては、行政や企業が主体(コア)となり、活動の目標に対して共通の関心を持つもの同士がサポーターとして集まり、コミュニティが形成されている。一方、ボトムアップ型アプローチによるコミュニティの特徴としては、市民団体・NPO法人が主体(コア)となり、地域の活動を行政や企業がサポーターとなり支援する事で、コミュニティが形成されている。従って、コミュニティの形成という観点から事業の成功要因を考察すると、コアコミュニティとサポーターの両方が形成されている事が重要となる。

⑥の波及性の評価に関しては、アウトカムとしての経済性、安全性、環境性、社会性という4つのインセンティブが考えられる。再エネ事業における経済性や安全性に関しては個人や企業に対する個益として捉えられ、ビジネスモデルを構築する上で満たすべき条件である。一方で、環境性や社会性の公益に関しては、ビジネスモデルを構築する上では必ずしも満たされるべき条件ではないが、行政のサポートによる地域への波及性という観点からみれば満たすべき条件と捉えるべきである。

先行事例の中でも地域社会への貢献を主軸として活動を行っている、おひさま進歩エネルギー株式会社やNPO法人北海道グリーンファンドの事業では、地元企業・団体がコアとなり事業を展開している。これまでは経済性が波及における課題となっていたが、FIT制度の導入により経済性が満たされ波及効果が高まってきている。従って、FIT制度を基盤とし市民ファンドや地銀・信金による地域ファイナンスを確立させることで、屋根貸し事業などのコミュニティベースの太陽光発電事業はあらゆる地域において可能性を示せるモデルとなり得る。

そこで、震災復興地域などのあらゆる地域でこの事業モデルを展開していく際に課題となるのが、どのように①発起の部分へ繋げるかという部分である。再エネ事業が既に地域で展開されている先行事例では、逸早く地域資源の

ポテンシャルに目を向け、そこに新しい環境価値を創出している。例えば、日照条件の良い飯田市や太田市などの事例では太陽光発電に適した街としてリーダーシップを取る事で事業を推進している。ミクロなスケールにおいても同様の事が言え、如何にして地域資源のポテンシャルに目を向けてリーダーシップを生み出していくのかという社会的な取り組みが重要であると指摘できる。

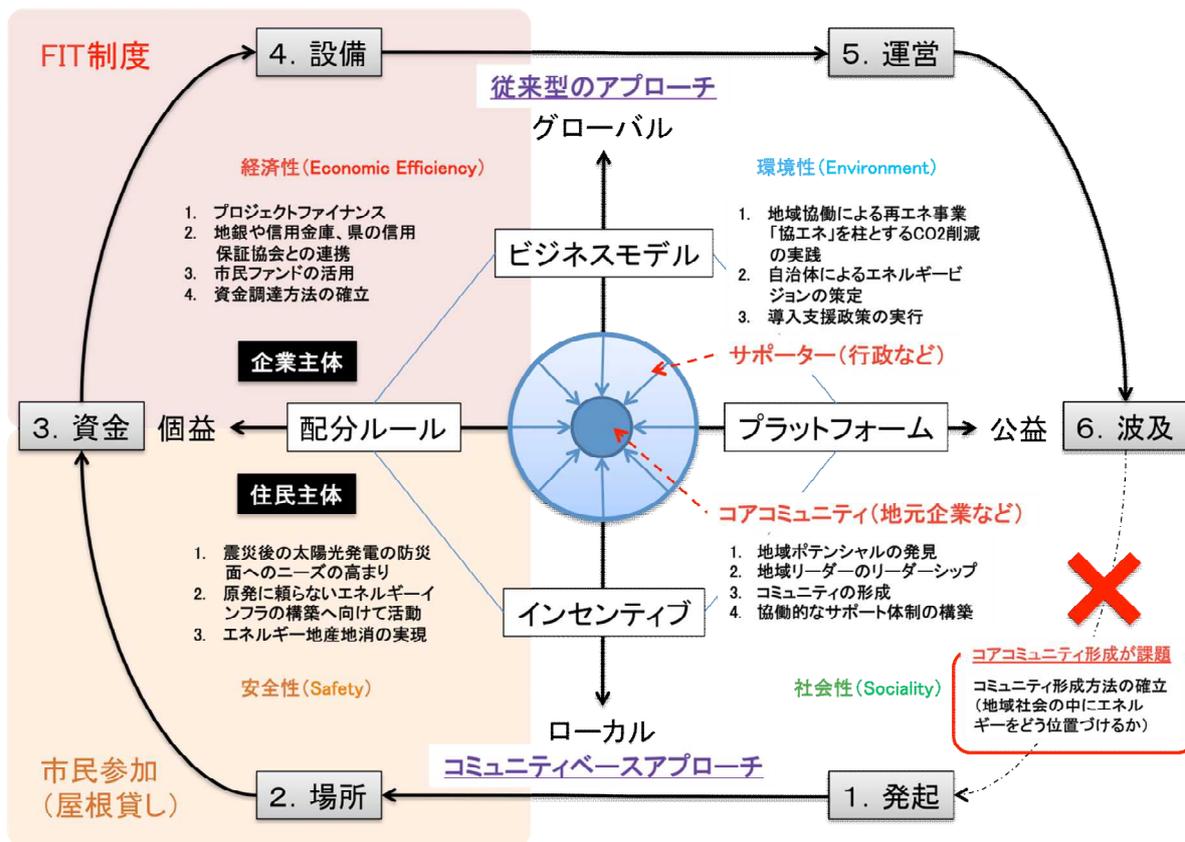
### (3) コミュニティベース事業の成功要因

これまで、エネルギー政策の基本理念である「3E」(安定供給、経済性、環境性)をベースに進められ、その重要性は不変ではあるが、これに加えて「+S」(安全性確保)が大前提であることを再認識する必要が指摘されていた(経産省, 2011)。さらに今回の震災による原発事故の影響により、原発の安全性に関する社会的受容性は低下し、代替となる再生可能エネルギーの必要性を国民は広く認知する結果となった。

これまで再生可能エネルギーの導入は、個人や企業の経済的な利益の結びつきが強く、環境問題やエネルギー問題などに対する環境的・社会的貢献としてのインセンティブは、関心の高い一部の人に限られていた。震災を機にエネルギー問題について身近な問題として捉えられ、国民の関心は高まったものの、結果的に行動に結びついたのは省エネ行動など身近な取り組みに留まり、太陽光発電を導入した家庭は少ない。震災後の2012年7月からは、FIT制度により太陽光発電の経済性は高まったものの、依然として個人やコミュニティで太陽光発電を導入する事は「ハードルが高い」という認識が強い。従って、まずは個人やコミュニティの経済的なハードルが低い事業モデルの活用による市民の参加と情報発信により、太陽光発電を「行動が容易な」身近な取組として社会的に認知させるべきである。そして、エネルギー政策の基本理念として安定供給「E」経済性「E」、環境性「E」、安全性「S」に加えて社会性「S」という「3E+2S」をベースとして個益と公益のバランスが取れる事業に対して行政側が支援を行い、再生可能エネルギーに対する国民の広範な理解を維持しながら普及させていく事が、地域への波及性という観点において重要となる。

また地域への波及の際には、コミュニティで実行できる事業として社会基盤の中にどう位置づけるのかが課題となる。インタビュー調査を行った先進的な取組事例では、市民ファンドによる出資者としての住民参加や、市民発電所の売電利益を地域通貨として活用する動きなど、エネルギーの中に社会性を盛り込んだ取組がなされている。しかしながら、これらの取組を地域社会のまちづくりの中でデフォルト化するには、コミュニティをどのように形成するのかといったモデルの確立が必要である。

本研究はこの特性に着目し、①発起、②場所、③資金、④設備、⑤運営、⑥波及のプロセスの中で、コアとなる活動コミュニティの存在と、その運営をサポートする体制が必要である事を指摘したい。震災復興においても、復興という社会的な課題の中にエネルギーを取り込んでいく事で再エネ事業に対する住民参加を促し、プロジェクトを通じて事業を推進するコミュニティを形成する事が求められる。この課題に対し、サブテーマ(1), (3), (4)の中で4つのインセンティブから事業化の可能性を検討し、サブテーマ(5)に関しては実際のプロジェクトをベースしてコミュニティの形成を実践する。



図(2)-7 コミュニティベース太陽光発電事業の成功要件

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

これまで、太陽光など再生可能エネルギー導入に対して、投資/回収という経済性中心に議論し、政策を設計してきた。アンケートと事例調査によって、経済性、環境性、社会性、安全性という(2E+2S)が共存していることがわかった。個人・企業・閉じたコミュニティは経済性と安全性をより重視するのに対して、自治体やNPOなどの開かれたコミュニティは環境性と社会性をより優先する傾向がある。コミュニティベースのアプローチによって、2E+2Sを共に追求し、相乗効果を生み出す事業モデルであることを示唆した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記述する事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

太陽光など再生可能エネルギーに関する政策の推進、とくに普及啓蒙において、経済効果だけでなく、安全性、環境性、社会性をより重視する必要がある。コミュニティベースのアプローチはそのための有効な手段になることを提供できた。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない

### (2) 口頭発表(学会等)

- 1) T. Kobayashi: The 3rd Environmental Innovators Symposium, 21-22 Dec. 2012  
“GIS Based Potential Assessment and Action Support”

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

### (4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

特に記載すべき事項はない

### (5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

### (6) その他

特に記載すべき事項はない

## 8. 引用文献

- 1) 株式会社PHP研究所政策シンクタンクPHP総研・NPO法人再エネ事業を支援する法律実務の会：“政策提言 地域主導型再生可能エネルギー事業を確立するために” 2012年10月
- 2) 明城聡・大橋弘：“住宅用太陽光発電の普及に向けた公的補助金の定量分析” 文部科学省科学技術政策研究所第1研究グループ2009.11, Discussion paper No.56
- 3) 黒澤徹也・大岡龍三：“省エネルギー住宅設備の導入促進に向けた最終消費者の意識に関する研究” 日本建築学会環境系論文集 Vol.75, No.651, p.474
- 4) 伊藤雅一・小田拓也・宮崎隆彦・川崎憲広・田口晋也・杉原弘恭・秋澤淳・黒川浩助：“全国アンケート調

査による太陽光発電システムに関する導入意識とコンジョイント分析” エネルギー・資源学会33-6.

5) 馬場健司・田頭直人: “新エネルギー設備導入による市民への普及啓発効果” 電力中央研究所研究報告(Y07004).

後藤久典・蟻生俊夫: “東日本大震災後の住宅用太陽光発電に対する消費者選好の分析” 電力中央研究所研究報告(Y11029).

Walker, Gordon P. and Devine Wright, Patrick: “Community renewable energy: what does it mean?” Energy Policy, 36 (2). pp. 497-500. ISSN 0301-4215.



## 太陽光発電に関するアンケート

.....

当アンケートでは「都道府県以下のご住所の一部(郵便番号)」をお伺いする箇所が含まれております。  
本件趣旨にご同意くださる方は、ご回答をお願いいたします。

回答をしたくないと判断された場合はお手数ですが、「回答をやめる」ボタン、あるいはブラウザを閉じて、アンケートを終了してください。

なお、当アンケートにより取得した回答結果につきましては、特定の個人が識別できないよう統計的に処理させていただきます。

.....

### 当アンケートの回答者の皆様へお願い

マクロミルモニタの皆様にはモニタ規約にて「調査についての守秘義務」の徹底をお願いしています。

当アンケートの内容および当アンケートで知り得た情報については、決して第三者に口外しないよう(掲示板やホームページへの書き込みを含む)、ご協力をお願いします。

- Q1** あまたのお住まいの郵便番号をお知らせください。  
半角数字7桁で入力してください。  
※半角数字の整数でお答えください。  
【必須入力】

郵便番号:

-(ハイフン)は入れずに入力してください。



ここで改ページ

- Q2** あなたの家は次のうちどれに当てはまりますか？  
【必須入力】

1. 戸建住宅  
 2. 集合住宅  
 3. その他



ここで改ページ

- Q3** あなたの家の所有は次のうちどれに当てはまりますか？  
【必須入力】

1. 持ち家  
 2. 借家  
 3. その他

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート



ここで改ページ

**Q4** あなたの世帯構成は次のうちどれに当てはまりますか？

※ご自身を含めた人数をお答えください。

【必須入力】

- 1. 単独世帯
- 2. 2人
- 3. 3人
- 4. 4人
- 5. 5人以上



ここで改ページ

**Q5** あなたの世帯収入（税込）は次のうちどれに当てはまりますか？

【必須入力】

- 1. 500万円未満
- 2. 500万～700万円未満
- 3. 700万～1000万円未満
- 4. 1000万～1500万円未満
- 5. 1500万以上
- 6. わからない／答えたくない



ここで改ページ

このアンケートでは、太陽光発電装置の設置についてお伺いします。  
アンケート内の「太陽光発電装置」は、すべて1kW以上の太陽光発電装置を想定してお答えください。  
※ポータブルの装置などは除いてお考えください。

**Q6** あなたの家は、太陽光発電装置を設置していますか？

【必須入力】

1  
している



2  
していない



ここで改ページ

**Q7** あなたは、自宅以外に太陽光発電に対する出資をしていますか？

【例】市民ファンド

【必須入力】

- 1. している ⇒どこに:
- 2. していない



ここで改ページ

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

**Q8** あなたの家は、何kWの太陽光発電装置を設置していますか？

※複数ある場合、合計値をお答えください。

※わからない方は、「0」とご記入ください。

【必須入力】

kw (半角数字)

ここで改ページ

**Q9** あなたの家の太陽光発電装置は、どのような方法で設置しましたか？

あてはまるものを全てお選びください。

※複数ある場合、それぞれの装置にあてはまる選択肢をすべてお選びください。

※設置済だが、設置にご自身が関与しておらず不明な場合、

その他をお選びいただき、「わからない」とご記入ください。

【必須入力】

1. 自己資金(補助金なし)
2. 自己資金+補助金
3. 市民エネルギーファンド
4. リース・レンタル
5. 屋根貸し
6. 市民共同発電
7. その他

ここで改ページ

**Q10** 太陽光発電装置を家に導入する時、何を重視しましたか？

既に設置している方は導入したときのことを思い出し、

まだ設置していない方はこれから設置することを想定して、

1位から3位までお答えください。

※設置済だが、設置にご自身が関与していない場合、「その他」をお選びください。

【1位まで必須】

1. 経済性(金銭的メリットがあるか)
2. 社会性(自分だけでなく地域全体で取り組んでいるか)
3. 環境性(太陽光の導入に適している環境であるか)
4. その他

(半角数字のみ、上記より番号を記入)

1位:

2位:

3位:

ここで改ページ

**Q11** どのタイミングで、家に太陽光発電装置を設置しますか？

既に設置している方は設置したときのタイミングを、

まだ設置していない方は、設置することを想定してお答えください。(いくつでも)

※設置済だが、設置にご自身が関与していない場合、

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

その他をお選びいただき、「わからない」とご記入ください。

【必須入力】

- 1. 自治体の補助金で安く買える時
- 2. 金銭的な余裕がある時
- 3. 電気代の値上げで節約したいと感じた時
- 4. 新築・建て替え時期
- 5. 近隣住民がみんな導入しようとしている時
- 6. その他



ここで改ページ

Q12

太陽光発電装置の導入後に何かトラブルはありましたか？

【必須入力】

※500文字以内でご記入ください。



ここで改ページ

Q13

太陽光発電装置を設置して良かったと思う事は何ですか？

【必須入力】

※500文字以内でご記入ください。



ここで改ページ

Q14

家に太陽光発電装置を導入するとして、その経済性を判断するには何を基準にしますか？(いくつでも)

※既に導入している方は、導入時に基準にしたものをお選びください。

※導入済みだが、導入にご自身が関与していない方は、今のお考えをお答えください。

【必須入力】

- 1. 初期費用
- 2. 初期費用を回収する年数
- 3. 貯蓄状況
- 4. 世帯収入
- 5. ロコミ情報
- 6. 販売店からの情報
- 7. パネル寿命(約10～15年くらい)までの総収入額
- 8. その他
- 9. わからない／経済性は気にしない



ここで改ページ

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

**Q15** 前問でお答えの情報はどこから手にしますか？(していましたか？)  
(いくつでも)

【必須入力】

1. 新聞で読む(読んでいた)
2. テレビで見る(見ていた)
3. 友人から聞く(聞いていた)
4. ウェブで見る(見ていた)
5. その他

ここを切り抜いて  
ここに貼ってください

**Q16** 買取制度について知っていますか？

※「買取制度」とは、家庭や企業で生産した再生可能エネルギーを電力会社が買い取る制度です。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 詳しく知っている              | 知っている                 | どちらとも言えない             | あまりよく知らない             | 全く知らない                |
| <input type="radio"/> |

ここを切り抜いて  
ここに貼ってください

**Q17** 太陽光発電の電力を高く買い取るための資金源を電力会社が得るため、  
太陽光発電をしているご家庭もしていないご家庭も、  
1kWh当たりの電気料金が高くなっていることは知っていますか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 詳しく知っている              | 知っている                 | どちらとも言えない             | あまりよく知らない             | 全く知らない                |
| <input type="radio"/> |

ここを切り抜いて  
ここに貼ってください

**Q18** 現在、太陽光発電装置を家庭に設置した場合、その設置費用は約何年で回収出来るとお考えですか？

※4人家族の一般家庭を想定してお答えください。

※わからない方は、「0」とご記入ください。

【必須入力】

約  年 (半角数字)

ここを切り抜いて  
ここに貼ってください

**Q19** 太陽光発電装置の導入に関する以下の言葉を知っていますか？  
知っているものをすべてお選びください。

【必須入力】

1. 補助金

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

2. 市民エネルギーファンド  
 3. リース・レンタル  
 4. 屋根貸し  
 5. 市民共同発電  
 6. いずれも知らない



ここで改ページ

Q20

あなたが住んでいる地域住民は、地域の活動に積極的だと思いますか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q21

あなたは、地域のイベントに参加していますか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 積極的に参加している            | たまに参加している             | どちらとも言えない             | あまり参加していない            | 全く参加していない             |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q22

あなたのご近所で太陽光発電装置を設置している住宅は多いですか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常に多い                 | 多い                    | どちらとも言えない             | 少ない                   | 非常に少ない                |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q23

ご自宅に太陽光発電装置を導入する時、ご近所で太陽光発電を導入している住宅が少ないと不安に感じますか？

※既に導入している方は、導入時に不安に感じたかどうか（導入時に入居されていなければ今のお気持ち）、  
 現在導入していない方は、導入することを想定して、不安を感じるかどうかをお答えください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常に不安である              | 不安である                 | どちらとも言えない             | 不安ではない                | 全く不安ではない              |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

Q24

近隣住民と、太陽光発電に関する話をしますか？

※既に導入済みの方は、導入前のごことについてお答えください。

また導入時に入居されていなかった場合、「全くしていない」をお選びください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| よくしている                | たまにしている               | どちらとも言えない             | あまりしていない              | 全くしていない               |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q25

近隣住民との話で、太陽光発電装置を導入してみたいと思いませんか？

※既に導入済みの方は、導入前のごことを思い出してお答えください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q26

あなたは環境問題に関心がありますか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常に関心がある              | 関心がある                 | どちらとも言えない             | 関心がない                 | 全く関心がない               |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q27

あなたは原発停止に賛成ですか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 賛成である<br>(原発反対)       | どちらかと言え<br>ば賛成である     | どちらとも<br>言えない         | どちらかと言え<br>ば反対である     | 反対である<br>(原発推進)       |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q28

災害時の非常用電源として、一般家庭に太陽光発電装置を普及させるべきだと考えますか？

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート


 ここで改ページ

**Q29** 今後、太陽光発電装置を一般家庭に普及させるべきだと思いますか？  
【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1<br>非常にそう思う          | 2<br>まあそう思う           | 3<br>どちらとも言えない        | 4<br>あまりそうは思わない       | 5<br>全くそうは思わない        |
| <input type="radio"/> |


 ここで改ページ

**Q30** 日頃から電気をこまめに消すように心がけていますか？  
【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1<br>とても心がけている        | 2<br>まあ心がけている         | 3<br>どちらとも言えない        | 4<br>あまり心がけていない       | 5<br>全く心がけていない        |
| <input type="radio"/> |


 ここで改ページ

**Q31** 東日本大震災後に、環境に関して意識の変化はありましたか？  
変化があったことをすべてお答えください。  
【必須入力】

1. 原発問題等のエネルギー問題について考えるようになった
2. 太陽光発電装置の設置について考えるようになった
3. その他
4. なかった(震災以前と変わらない)


 ここで改ページ

**Q32** 東日本大震災後に、環境に関してどのような行動の変化がありましたか？  
変化があったことをすべてお答えください。  
【必須入力】

1. 電気の節約や省エネに取り組むようになった
2. 太陽光発電に関する情報を集めるようになった
3. 太陽光発電装置を導入した
4. その他
5. 特になし(震災以前と変わらない)


 ここで改ページ

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

**Q33** ご自宅に、太陽光発電装置を設置するスペースはありますか？  
【必須入力】

1. ある  
 2. ない  
 3. 分からない

✂️ ここで改ページ

**Q34** あなたのお住まいは、日照条件が良いと思いますか？  
【必須入力】

- | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 非常に良い                 | 良い                    | どちらとも言えない<br>(平均的である) | あまり良くない               | 全く良くない                |
| <input type="radio"/> |

✂️ ここで改ページ

**Q35** 太陽光発電装置を導入する際、近所の建物によって日射が邪魔されないか気にしますか？

※既に導入している方は、現在気にしているかどうか、  
まだ導入していない方は、導入した後を想定してお答えください。

【必須入力】

- | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 非常に気にする               | まあ気にする                | どちらとも言えない             | あまり気にしない              | 全く気にしない               |
| <input type="radio"/> |

✂️ ここで改ページ

**Q36** 一般的な住宅に取り付けられている3kW程度の太陽光発電装置を自宅に導入するとして、初期費用がいくらまで下がった時点で導入したいと考えますか？

【必須入力】

1. 200万程度  
 2. 150万程度  
 3. 100万程度  
 4. 50万円程度  
 5. その他  万円 (半角数字)  
 6. いくらでも導入しない

✂️ ここで改ページ

**Q37** 毎月どの程度の収益性があれば、太陽光発電装置を自宅に導入したいと考えますか？

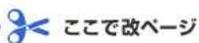
【必須入力】

1. 収益性はなくてもよい

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート

2. 毎月 1000円程度  
 3. 毎月 2000円程度  
 4. 毎月 3000円程度  
 5. 毎月 4000円程度  
 6. 毎月 5000円以上



ここで改ページ

#### ■太陽光発電の導入方法

##### 【 補助金利用 】

国や自治体から補助金を受けて導入する従来の方法。

##### 【 低金利ローン 】

太陽光発電のための低金利ローンでお金を借りて太陽光発電を導入する方法。

##### 【 リースモデル 】

月々のレンタル料を払って太陽光発電を導入する方法で、月々の売電によってリース料を払い終わった後に、太陽光発電は無償で譲渡される。

##### 【 屋根貸しモデル 】

太陽光発電を導入したい企業や団体に屋根を貸す方法で、太陽光発電は自分の所有にならないが、その代わりに屋根の賃料代として月々お金をもらう事が出来る。

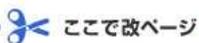
Q38

太陽光発電装置を導入するには、上記のような方法が利用できます。どの方法を利用したいと考えますか？(いくつでも)

※既に利用した方法がある方は、それも含めてお答えください。

【 必須入力 】

1. 補助金利用  
 2. 低金利ローン  
 3. リースモデル  
 4. 屋根貸しモデル  
 5. その他



ここで改ページ

Q39

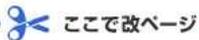
住んでいる地域で市民共同発電所を設置する場合、参加(出資)したいと思いますか？

※市民共同発電所とは、文字通り市民が共同で作る発電所の事です。

※既に参加(出資)している方は、「非常にそう思う」をお選びください。

【 必須入力 】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ

Q40

住んでいる地域で共同発電所を設置する場合、いくらくらい出資したいと思いますか？

13/05/15

太陽光発電に関するアンケート



※既に出資した方は、出資した額をお答えください。

【必須入力】

万円 (半角数字)

前問でお答えの金額を出資する場合に、いくらくらいの見返りを期待しますか？(期待していますか？)

【必須入力】

万円 (半角数字)

ここで改ページ

住んでいる地域で共同発電所を設置する場合、発電以外に期待する事として何がありますか？  
(いくつでも)

【必須入力】

1. 停電時に出資者が優先的に共同発電所の電気を使える事
2. ご近所との付き合いが増える事
3. 子供達の世代への環境教育としての役割
4. 地域経済の活性化
5. その他



上記でお選びの条件が満たされた場合、住んでいる地域の共同発電所の設置に、いくら出資したいと考えますか？

※既に出資している方は、出資する前の状況を思い出してお答えください。

【必須入力】

万円 (半角数字)

ここで改ページ



自分の家が、持ち家で戸建て住宅ならば、太陽光発電装置を導入したいと思いますか？

※現在、持ち家の戸建て住宅に住んでいる方は、今のお気持ちをお答えください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |



ここで改ページ



自宅の屋根に太陽光発電装置を設置するスペースがあれば、導入したいと思いますか？

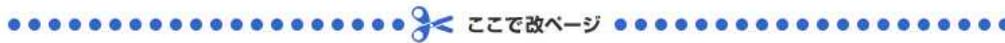
※今のお住まいにそのスペースがある方は、今のお気持ちをお答えください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |

13/05/15

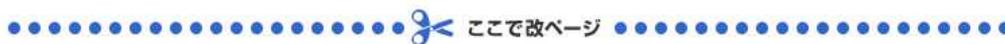
太陽光発電に関するアンケート



**Q46** 前問で、自宅の屋根に太陽光発電装置を設置するスペースがあれば設置したいとお答えの方に伺います。

設置する場合、可能な限り屋根面積を最大限活かしてパネルを設置したいと考えますか？  
【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |



**Q47** 自宅の日照条件が良ければ、太陽光発電装置を導入したいと思いますか？  
※今のお住まいの日照条件が良い方は、今のお気持ちをお答えください。

【必須入力】

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| 非常にそう思う               | まあそう思う                | どちらとも言えない             | あまりそうは思わない            | 全くそうは思わない             |
| <input type="radio"/> |

アンケートは以上で終わりです。ご協力ありがとうございました。  
回答もれがないか確認し、よろしければ「送信」ボタンをクリックしてください。

送信

© 2000-2013 MACROMILL, INC. All Rights Reserved.

### (3) 自然エネルギーの活用による津波被災地域の復興計画の提案

慶應義塾大学SFC研究所

巖 網林

平成24年度累計予算額:2,727 千円 (うち、平成24年度予算額:2,727 千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

津波被害の代表事例として気仙沼市を取り上げ、自治体レベルの自然エネルギーポテンシャルを評価し、それを生かした震災復興エネルギー計画を策定し、コミュニティベースの太陽光普及モデル事業を提案し、実現の可能性を検討した。

[キーワード]コミュニティベース、事業モデル、太陽光発電ポテンシャル、エネルギー計画

#### 1. はじめに

このたびの東日本大地震と大津波は三陸海岸だけでなく、東京にも深刻な被害を与え、現代都市の脆弱性をあらわにした。いまこそ大規模集中電源システムから分散電源システムへシフトし、災害にレジリエンスの高いエネルギー社会を構築する好機である。太陽光は最も分布が広く、最もアクセスしやすい自然エネルギーとして期待されている。しかし、太陽光発電は家庭単位の導入ではコストが高く、ポテンシャルは生かしきれない。各地に太陽光利用を含め、スマートシティやスマートグリッドの実験が行われているが、ITなどの新技術の導入が先行し、ステークホルダーをどのように参加させ、どのように持続的に運営するかに関しては、確立された事業モデルはない。

このボトルネックを解消するために、「同じ目的や利益を共有する人々がコミュニティ」となって発電・蓄電の設備を共有し、エネルギーコモンズ(共同体)をどう形成するか、課題である。利益の共有は、まず情報の共有、意識の共有から始まらなければならない。

環境省は平成21年より「再生可能エネルギー導入ポテンシャル委託調査」を実施し、平成23年度報告では、東北地域には巨大な太陽光、風力、地熱資源が存在すると評価されている。しかし、それは全国レベルの評価にとどまっており、都市計画、復興計画の実務とつながっていない。また、そのレベルの応用のためには、情報の精度は十分ではない。

気仙沼市においては、震災復興マスタープランが策定されており、再生可能なエネルギーの利用も取り上げている。また震災後、全国から復興支援が入り、企業、大学からさまざまなプロジェクトが提案されている。それらの計画や事業は土地の情報を十分に調べたものでなく、概念的なものが多い。また、個別の事業は最先端であるが、復興予算を当てにしたもので、持続可能に運営できるビジネスに至っていない。

この問題を検討するために、本研究では、図(3)-1に示すエネルギー計画のフレームを取り入れる。災害を歴史的転換点とし、市町村レベルの高精度太陽光ポテンシャル評価を行い、政策ビジョンのもとでエネルギー計画のコンセプトとその実現支援方法の開発をした。



図(3)-1 本研究が目指す震災復興地域のエネルギー計画

(S. Lenferink J.P. and van Loon 2007に基づき作成 (Energy Cascading as a Spatial Concept))

## 2. 研究開発目的

津波被災地である三陸沿岸地域の気仙沼市を対象に、太陽光発電ポテンシャルを生かした震災復興支援を行う。まず太陽光発電のポテンシャルとエネルギー消費需要をマッチングさせ、震災復興における再生可能エネルギーの活用方策を提案する。ここでは、需要ポテンシャルは量だけでなく、必要なエネルギーの質と消費される場所も分析する。

本研究では、各コミュニティのエネルギー特性とステークホルダーをカルテ化するツールの開発(協エネまちづくり支援ツール)を行い、経済性と環境性を基に事業化の可能性を提示し、期待できる効果を提示する。そして、高所移転や津波跡地の再建による地域復興においてコミュニティベースの太陽光発電事業のインセンティブを評価して実施可能性を検討する。

## 3. 研究開発方法

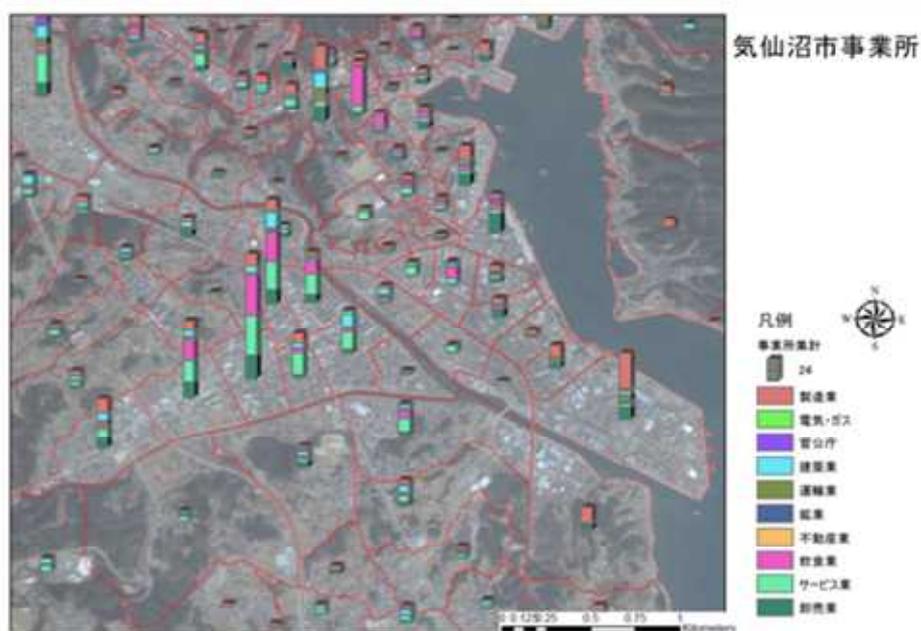
気仙沼市においてコミュニティベースの太陽光普及の可能性を評価し、実施可能性を検討するため、公開されている数値地図、集落農業センサス、事業所統計、センサスなどを利用し、エネルギー需要マップの作成と、地域エネルギー特性を踏まえた再生可能エネルギーのポテンシャルマップの作成を行った。さらに、それらを基礎情報とし、WebGISの技術を用いて地域エネルギー特性を見える化し、まちづくりにおける課題と共に再エネ事業計画を繋いで、復興までのロードマップを具体化する「協エネまちづくり支援ツール」の開発をする。このシステムは、震災復興に限らず他地域のまちづくりの課題にも応用可能である。また、システムはプラットフォームを選ばずクラウドに置くことが可能となり、メンテの手間が少ないといった利点が挙げられる。

## (1) エネルギー需要マップの作成

エネルギー計画を行う上で、エネルギー消費に関する情報が欠かせない。そのため本研究では、地域内における省エネの可能性や、発電事業化プロセスにおける近隣の大口電力需要の把握を目的とし、町丁・大字毎の企業・事業所データを用いた電力需要のマップ化を行う。

### 1) エネルギー需要の推計に使用するデータ

エネルギー需要の推計に関して、公益財団法人統計情報研究開発センター(Sinfornica)の平成18年事業所・企業統計調査町丁・大字別集計データを使用する。また、業種別一人当たりの使用量に関しては、資源エネルギー庁調査のデータを使用する。



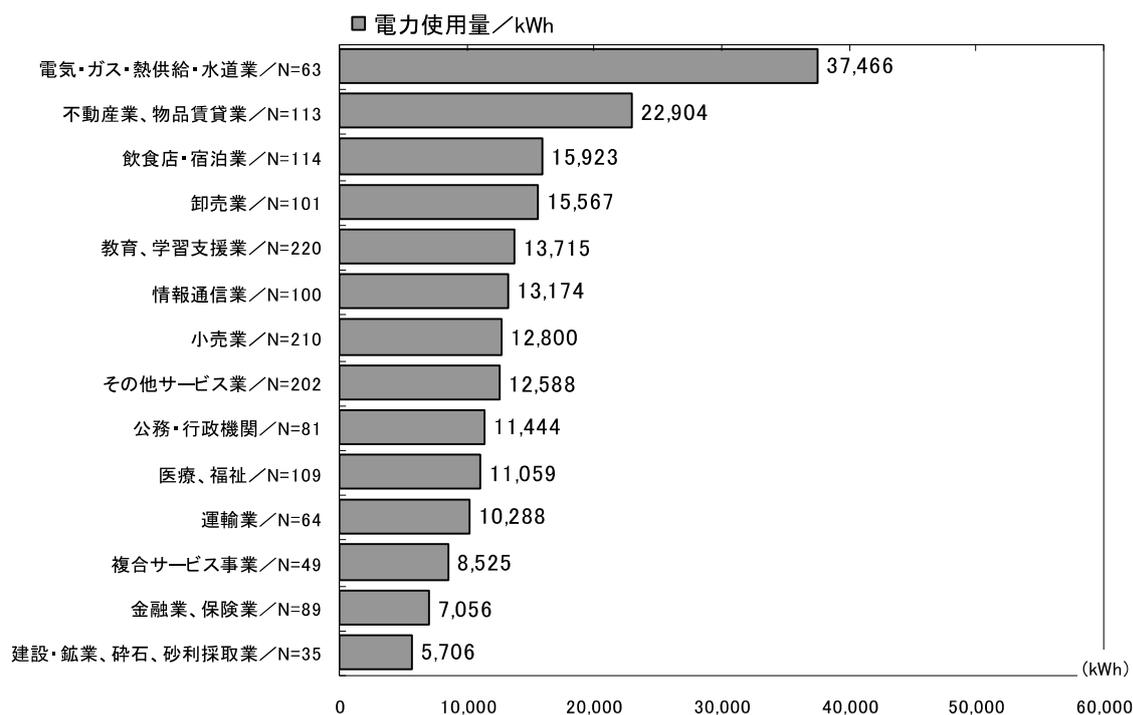
図(3)-2 気仙沼市業種別事業所集計マップ

### 2) エネルギー需要の計算方法

エネルギー需要の計算に際して、町丁・大字別のエネルギー需要量の計算を、GIS(地理情報システム)を用いて行う。企業・事業所統計データ(宮城県)にある業種別従業員数と、業種別一人当たりの電力使用量を用いて、町丁・大字別に電力需要量の合計を取り地図上に反映させる。この計算に関しては以下の方法を用いる。

$$\text{気仙沼市の町丁・大字別エネルギー需要量} = \sum (\text{業種別事業者数} \times \text{業種別一人当たりの電力使用量}) \cdots [a]$$

[a] 式の通り業種別事業者数と、業種別一人当たりの電力使用量を掛け合わせたものを事業所エネルギー需要量と評価する。

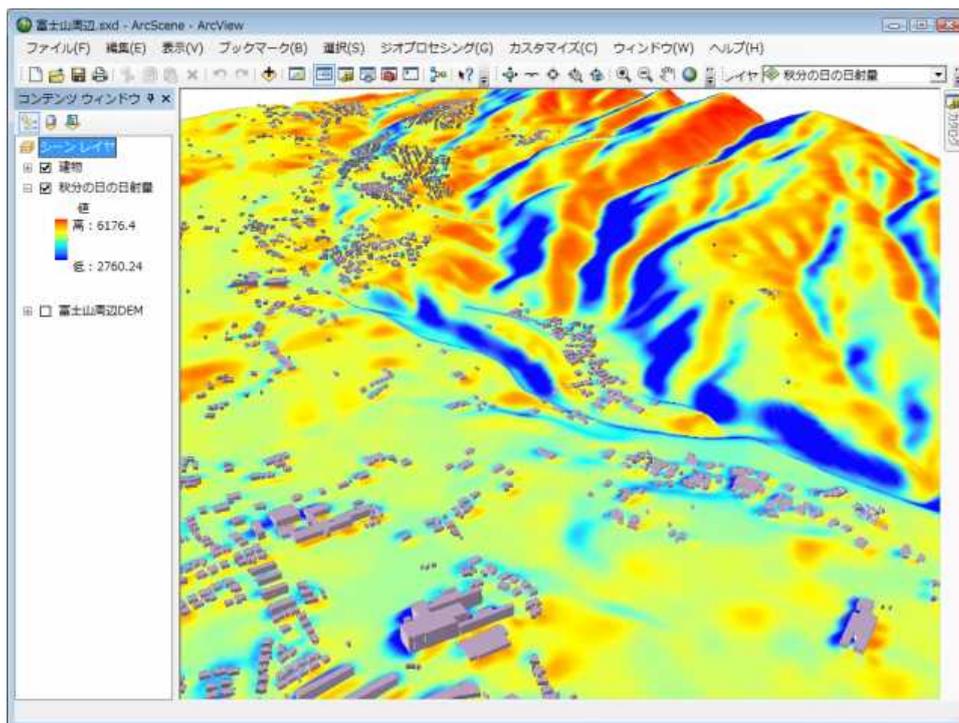


図(3)-3 業種別の従業員一人当たりの電力使用量(出所: 資源エネルギー庁調査)

## (2) 太陽光発電ポテンシャルマップの作成

日本における太陽光ポテンシャル評価方法として、基本的にNEDOの日射量データベースの日射量の値や、日射量マップが広く用いられている。NEDOの日射量データベースは、日本全国約840か所に降水量、気温、日照時間、風向・風速の4要素を観測している地域気象観測システムのAMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System)の29年間(1981~2009年)の気象データに基づいて作成されている。例えば、神奈川県内では、横浜、三浦、海老名、辻堂、小田原の5地点の観測所で日射量を観測している。しかしながら、日本は地形が複雑であり、地形条件の異なる場所では太陽光ポテンシャルに影響を与える日射量の値が異なってくる。(図(3)-4)そのため、街区や住宅スケールでは日射量データベースを用いた推計値と、実際の発電量とは異なる値になる事も少なくない。また、太陽光ポテンシャルは利用可能な屋根面積、家屋の向きや市街地の形態によっても異なる。さらには土地利用に関わる規制によって導入を検討してみたものの事業化に至らないケースも存在している。

従って、これらの多くの要因がポテンシャルの評価基準を作る上で障壁となり、各自治体での地域エネルギービジョンやエネルギー計画の策定を行う上で十分に活かされていない事が指摘されている(分山, 2009)。



図(3)-4 街区スケールでの地形による日射量の不均一性(出所: ESRI JAPAN)

### 1) 太陽光発電ポテンシャルの定義

本来ポテンシャルとは潜在的な力、可能性としての力を意味している。エネルギー計画におけるポテンシャルに関する定義として、環境省では「現状の技術水準で利用することが困難なもの」を賦存量と定義し、賦存量の中で「エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量」を導入ポテンシャルと定義している。またエネルギー計画を行う際には、ポテンシャルは導入可能量として、想定するシナリオの状況下で図られる必要があり、環境省ではそれをシナリオ別導入可能量と定義している。本稿の中では、[b] 式の通り不変的な自然条件の日射量(H)と、建物の設置可能面積(A)と、太陽光発電システムの損失係数(E)を掛け合わせたものをポテンシャル( $E_{PS}$ )と定義する。

$$E_{PS}(kWh) = H(kWh/m^2) \times A(m^2) \times E \cdots [b]$$

変換効率 15% \*多結晶シリコン太陽電池の平均的な値を用いた \*産総研より

損失係数 73% (27%のロス) \*NEDOより

$$A(m^2) = \text{屋根面積}(m^2) \times \text{設置係数}^{*1}(0.53)$$

\*1建物データに建物属性がないため、環境省の戸建て住宅の係数を用いた。

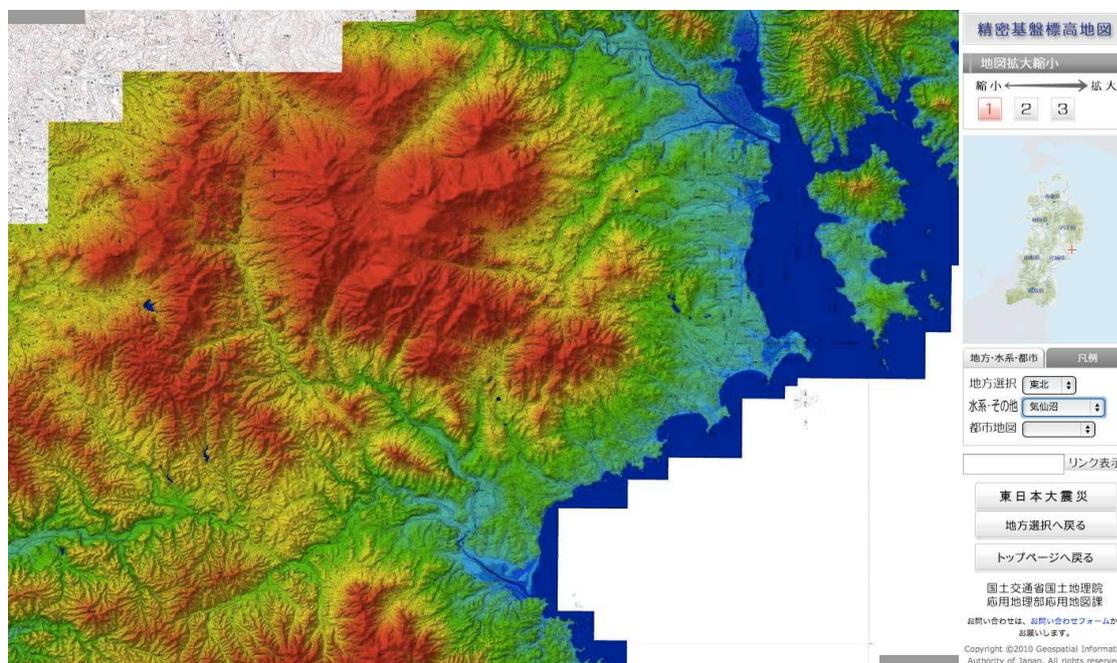
$$C_{ps}(kW) = A(m^2) \div 6.67^{*2}(m^2/kW)$$

\*2 環境省「個別建築物等に着眼した太陽光発電の導入ポテンシャル調査」より

### 2) 太陽光発電ポテンシャル評価に使用するデータ

太陽光発電ポテンシャル評価で使用するデータとして、地形データと、震災復興計画基図(DMデータ)の建物領域データを使用する。地形データ(DEM)は、国土地理院の国土基盤地図情報ダウンロードサービス

を利用し、5mメッシュの基盤地図情報数値標高モデルを使用する。基盤地図情報は、平成19年に成立した地理空間情報活用推進基本法で規定され、整備が始められた。現在は国土地理院が中心となって整備を進めており、整備された基盤地図情報はインターネットにより無償で提供されている。



図(3)-5 国土基盤地図情報数値標高モデル(出所: 国土地理院)

「災害復興計画基図(DMデータ)」は、東日本大震災被災地域における復興作業の効率的な実施や、復興計画の策定を促進することを目的とした大縮尺数値地形図データで、地図情報は、公共測量標準図式に基づき、数値地形図データ(旧拡張DM形式)として整備されている。本データには、公共測量標準図式取得分類基準表に従い取得された行政界・交通施設・建物・土地利用・地形等の項目が含まれている。  
([http://net.jmc.or.jp/digital\\_data\\_gsiol\\_saigai2500.html](http://net.jmc.or.jp/digital_data_gsiol_saigai2500.html))

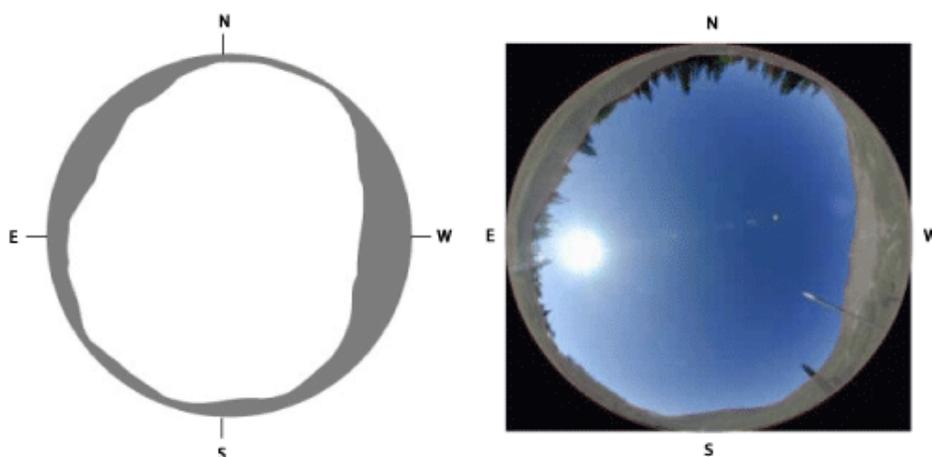


図(3)-6 震災復興計画基図閲覧サイト(出所: 国土地理院)

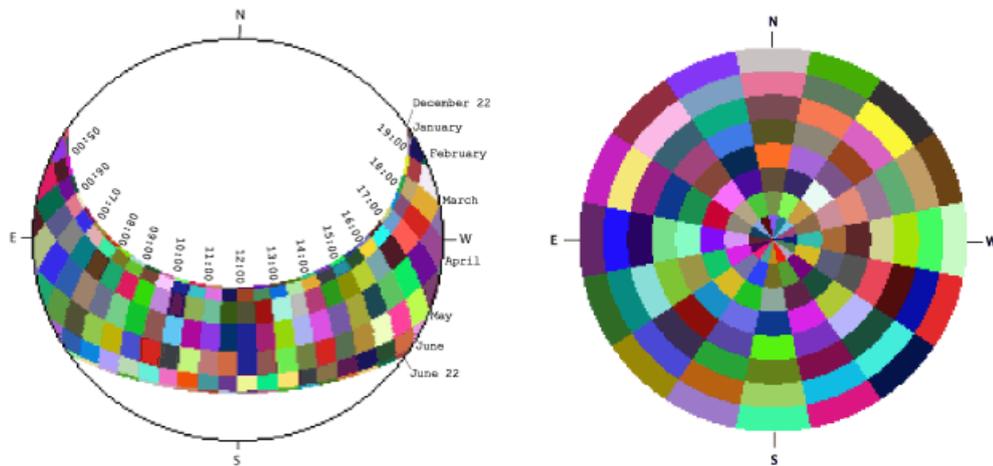
### 3) 太陽光発電ポテンシャルの計算方法

GISを用いたポテンシャル評価では、標高データから地形の起伏による日陰効果を含んだ日射量を推定する方法が用いられている。オープンソースGISであるGRASS GISのr.sunによる方法(Neteler M, 2008)と、ESRI社のArcGISの日射量解析ツールによる方法が存在する。本研究ではArcGISによる日射量解析を行った。ArcGISのSpatial Analystの日射量解析ツールによる計算方法を以下に示す。

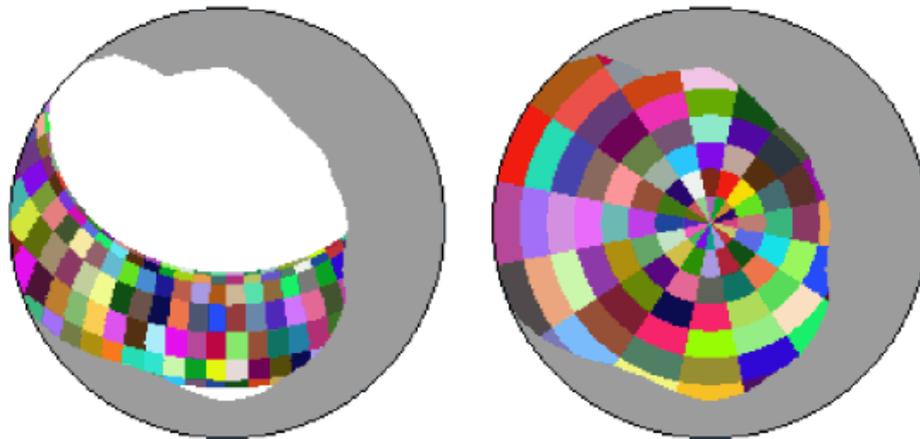
日射量解析ツールでは、標高データから各地点の全天可視領域(図)を作成し、太陽軌道図と全天分割図(図(3)-7,8)の情報と組み合わせて(図(3)-9)、各位置の直達( $Dir_{tot}$ )、散乱( $Dif_{tot}$ )、および合計(直達+散乱)の全天日射量( $Global_{tot}$ )を計算し、正確な日射量図が生成される。



図(3)-7 地形に基づいた全天可視領域



図(3)-8 太陽軌道図および全天分割図



図(3)-9 全天可視領域とのオーバーレイ

全天日射量( $Global_{tot}$ )は、すべての太陽軌道図セクタと天空図セクタのそれぞれの直達日射量( $Dir_{tot}$ )と散乱日射量( $Dif_{tot}$ )の合計値として計算される。

$$Global_{tot} = Dir_{tot} + Dif_{tot}$$

指定の場所の総直達日射量( $Dir_{tot}$ )は、すべての太陽軌道図セクタの直達日射量( $Dir_{\theta, \alpha}$ )の合計値として計算される。

$$Dir_{tot} = \sum Dir_{\theta, \alpha}$$

天頂角( $\theta$ )と方位角( $\alpha$ )で指定された重心を持つ太陽軌道図セクタの直達日射量( $Dir_{\theta, \alpha}$ )は、次の式を使って計算される。

$$Dir_{\theta, \alpha} = S_{Const} * \beta^{m(\theta)} * SunDur_{\theta, \alpha} * SunGap_{\theta, \alpha} * \cos(AngIn_{\theta, \alpha})$$

- $S_{Const}$  - 太陽定数
- $\beta$  - 大気圏の透過率
- $m(\theta)$  - 相対光路長

- SunDur $_{\theta, \alpha}$  - 天空セクタが表す時間
- SunGap $_{\theta, \alpha}$  - 太陽軌道図セクタのギャップ比率
- AngIn $_{\theta, \alpha}$  - 天空セクタの重心とサーフェスに垂直な軸との間の入射角

特定の場所の総散乱日射量(Dif $_{tot}$ )は、全天空図セクタからの散乱日射量(Dif)の合計値として計算される。

$$Dif_{tot} = \Sigma Dif_{\theta, \alpha}$$

重心における散乱日射量(Dif)は、天空セクタごとに次の式で計算される。時間で積分され、さらにギャップ比率と入射角で補正される。

$$Dif_{\theta, \alpha} = R_{glb} * P_{dif} * Dur * SkyGap_{\theta, \alpha} * Weight_{\theta, \alpha} * \cos(AngIn_{\theta, \alpha})$$

- R $_{glb}$  - 全天標準日射量
- P $_{dif}$  - 全天標準日射量のうち散乱する比率
- Dur - 解析の時間間隔
- SkyGap $_{\theta, \alpha}$  - 天空セクタのギャップ比率
- Weight $_{\theta, \alpha}$  - 指定した天空セクタを起点とする散乱日射のすべてのセクタに対する比率
- AngIn $_{\theta, \alpha}$  - 天空セクタの重心と入射面との間の入射角

### (3) 協エネまちづくり支援システムの開発

#### 1) 地域エネルギー計画におけるコンセプト

地域エネルギー計画におけるコンセプトとして①省エネ化を実現し、無駄をなくす事でエネルギー消費量自体を削減し、②風力、太陽光、水力、地熱などの再生可能エネルギーを利用し、③再生可能エネルギーが利用できない場合のみ可能な限り効率的に化石燃料を使用するという、3つの要素(Triax Energetica)から成っている。つまりは、再生可能エネルギーの導入のみを考えるのではなく、省エネ・効エネと共に計画し、需要と供給を空間的に捉えた建物の配置を考える。エネルギーは需要の場所、量と質を考慮して効率よく提供する事が望まれる。

本研究で提案する“協エネ”とは、地域自然エネルギー資源をコミュニティの共同資産として活用し、共同責任の元で運営・管理を行い、コミュニティメンバーが利益を享受することである。これは、①自然の仕組みを活かした生活・生産におけるエネルギーの節約、②太陽光、風力、地熱などを利用したエネルギーの創出、③蓄電池によるエネルギーの蓄積と時間差利用、④建物間・地域間のエネルギーカスケードによる効率化を柱とした街の再生と活性化を目的とする活動である。その実現のために、既存制度の利用と改革を求める。ICTを活用したホームエネルギー管理システム(HEMS)、ビルディングエネルギー管理システム(BEMS)、スマートグリッドは重要だが、その上位に位置するツールとしてGISによる協エネ支援ツールを開発する。このツールは地域土地資源の特性分析とゾーニング、再生可能なエネルギーのポテンシャル評価と視覚化、新エネルギー目標の策定とポートフォリオ分析、税金・補助金を利用した事業積算と利益回収シミュレーションなどの機能を含める。

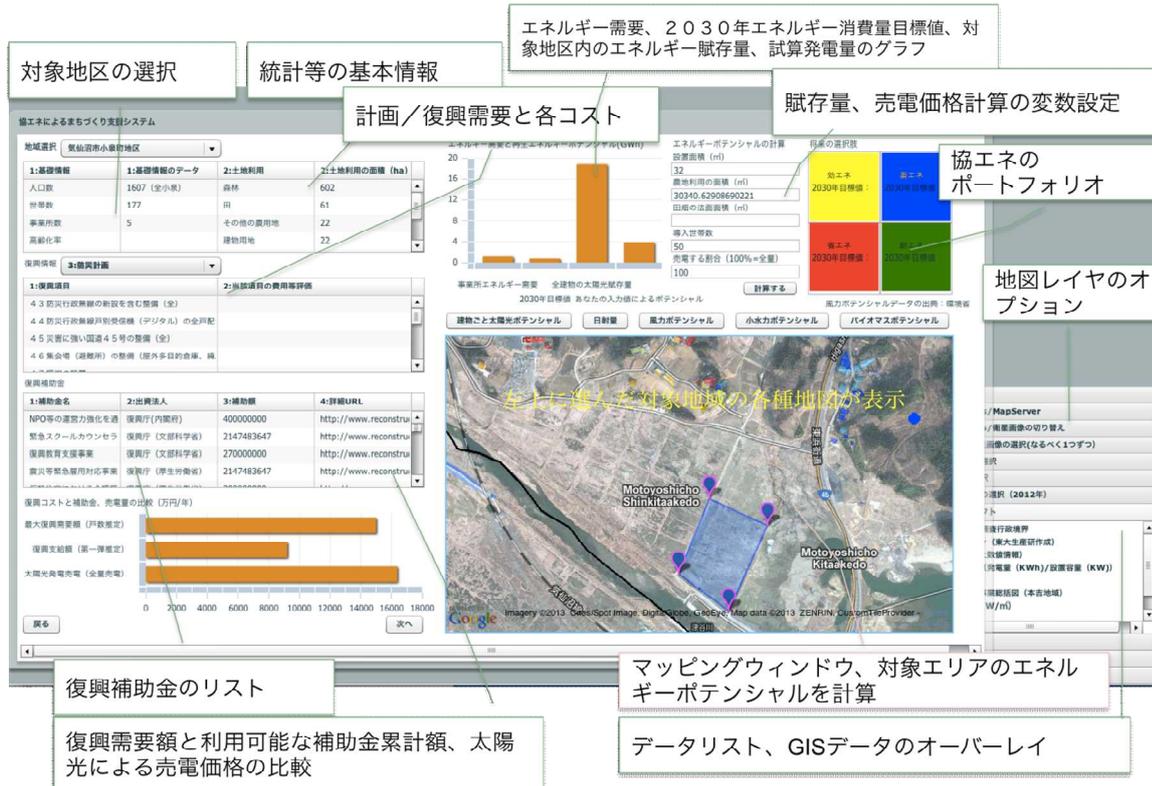
#### 2) 気仙沼市本吉地区での協エネまちづくり支援システムの活用事例

各コミュニティのエネルギー特性とステークホルダー、震災復興の現況をカルテ化し、事業化の可能性と期待できる効果を提示するためのウェブツールである協エネ支援ツールを開発した。システムはGoogle Maps、

およびMapServerと呼ばれるWeb地図システムを用いたWebGISベースで構築した。本システムを利用することで、コミュニティレベルでの震災復興に伴うエネルギー計画の議論や、FIT制度を活用した売電収益によってコミュニティの復興資金を取得するかどうかの議論をすることが可能となる。本システムのユーザとしては住民が直接使用するのではなく、コミュニティで事業化を行う際の企業・大学・NPO/NGOに所属するコーディネーターやファシリテーターによる操作を想定している。住民と協働して議論する際の資料作成、あるいはその場で現場の要望を比較する際に利用する。また、当システムはインターネットブラウザでネットワークアクセスすればPCだけでなくスマートフォンでも利用でき、ソフトウェアのインストールされたPCや機器等を準備する必要がない。そのため、震災地域で情報インフラが一時的に少ない地域でも携帯電話の接続環境にあれば利用可能である。

システムの開発環境はインターフェイス言語がActionScript3.0、WebGISはGoogle Maps for FlashおよびMapServerをベースとして開発した。データベースはPostGISを使用し、データベースからデータを取得する際にはPerl+CGIを用いた。以上のシステム開発環境は大場・敞(2011)に従って構築した。

開発したシステムインターフェイスとその構成を図(3)-10に示す。システムインターフェイスは主に11項目から構成され、事業を検討するコミュニティの存在する対象地区の選択、対象地区における人口・世帯数などの統計データや設置する場所を検討する際に必要な各土地利用の面積などの基本情報、コミュニティで必要な復興の需要や計画とそれらにかかるコスト、復興事業として利用可能な補助金リスト一覧、対象地区の復興計画にかかるコストと補助金の各総額および当システム内で入力されたパラメータから試算した売電価格の比較、コミュニティ内のエネルギー需要/2030年エネルギー消費量目標値/対象地区内のエネルギー貯存量/入力されたパラメータから試算した発電量の各グラフ、売電価格および発電量の試算に必要なパラメータの入力設定、対象地区における効エネ、創エネ、省エネ、蓄エネの4つのポートフォリオをエネルギーに関する項目として表示した。それ以外に表示する地図データの選択をする地図レイヤのオプションとデータリスト、エネルギー導入する場所を手入力によって指定するマッピングウインドウをWebGISコントローラとして用意した。データリストは主に国土地理院の数値地図、国土数値情報、震災前後の航空写真や国土交通省の人口予測、当インターフェイスによって、日射量や既存の建物、土地利用など様々地理的要因を考慮しつつ最適な太陽光発電導入箇所を選択して期待される発電量や売電価格を試算し、その場で即座に可視的にコミュニティの住民へ伝える事ができる。

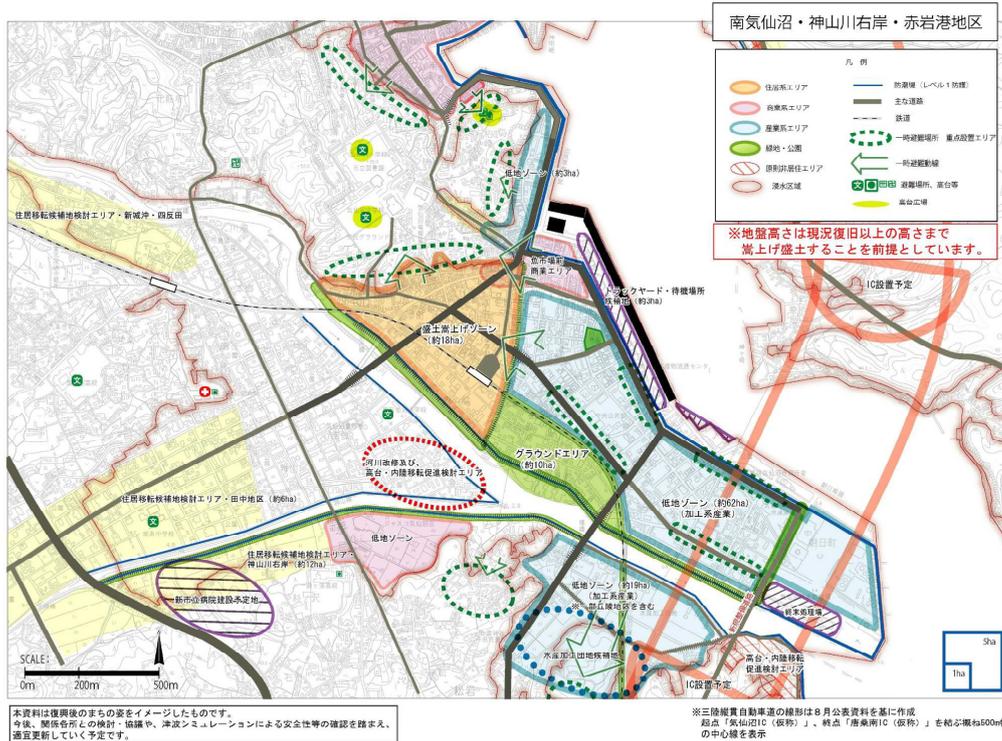


図(3)-10 協エネまちづくり支援ツールの構成図

#### 4. 結果及び考察

##### (1) 復興計画におけるエネルギー事業の実現可能性

気仙沼市では、再生可能エネルギーの活用は復興計画の重点事業の中に位置づけられ、2030年まで地域内再生可能エネルギー自給率50%を達成するという目標が掲げられている。平成14年度には、気仙沼市地域新エネルギービジョンが策定されているが、その後ビジョンの改訂などは特になく、震災復興を機に気仙沼市としても新たなエネルギービジョンが必要である事が伺える。震災後には、8つの再生可能エネルギー関連プロジェクトが発足し、復興交付金や各省庁からの助成金を基に活動を行っている。しかしながら、各プロジェクトの横の連携や、気仙沼市としてのエネルギービジョンや、エネルギー利用のあり方等の検討はなく、エネルギーのマネジメントに関する市の全体構想の不備を問題視する意見が多数寄せられている状況にある。従って、これらの事業が如何にして、再生可能エネルギーの利用を実際の地域に落とし込んでいくのかが大きな課題となっている。



図(3)-11 気仙沼市街地における復興計画とゾーニング案(出所: 気仙沼市)

(震災復興計画: <http://www.city.kesenuma.lg.jp/www/contents/1318004527115/index.html>)

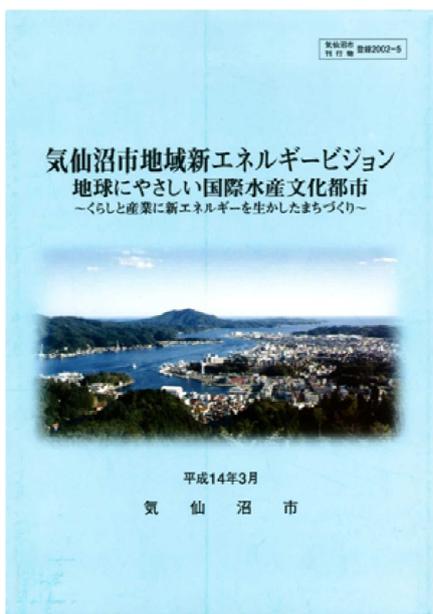


表 3.15 本市の新エネルギー量

新エネルギー項目	賦存量	利用可能量
太陽エネルギー	842,980 GJ (234,161 GWh)	太陽光発電: 79,441 GJ (22,067 MWh) 太陽熱利用: 249,951 GJ
風力エネルギー	—	1,800 GJ (500 MWh)
中小水力エネルギー (大川)	185,432 GJ (51,509 GWh)	68.4GJ (19 MWh) (大川)
海洋エネルギー (波力)	17 MJ/m (4.76 kW/m)	810 GJ (225 MWh)
未利用エネルギー	雷氷冷熱エネルギー: 2,210,517 GJ LNG 冷熱エネルギー: 945 GJ	—
廃棄物エネルギー	ごみ	147,481 GJ
	下水汚泥	汚泥エネルギー: 21,481 GJ メタンガスエネルギー: 2,272 GJ
バイオマスエネルギー (木材、農産物)	112,250 GJ	11,399 GJ
コージェネレーション	—	ホテル (2,000㎡): 862 GJ 病院 (2,000㎡): 674 GJ
クリーンエネルギー自動車	—	ハイブリッド車: 673,521 GJ 天然ガス車: 332,510 GJ

\*: 海洋エネルギーの賦存量は、単位長さ (1m) 当たりの賦存量とする

図(3)-12 平成14年度 気仙沼市地域新エネルギービジョン (出所: 気仙沼市)

## (2) 気仙沼市再生可能エネルギー協議会

気仙沼市では、再生可能エネルギー関連プロジェクトの横の連携を密にするため、協議会の開催を行い、本研究プロジェクトもこの協議会へ参加し、今後の気仙沼市のエネルギービジョンに関する議論を行った。

### ・気仙沼市再生可能エネルギー協議会概要

#### 1) 現状と課題

- 震災後、気仙沼市においても、木質バイオマスやメガソーラーなど、多くの再生可能エネルギー源について何らかのプロジェクトが進行している。しかしながら、それぞれのプロジェクト間の連携が不十分であるのみならず、エネルギー利用のあり方に関する検討もほとんど進んでいない。
- 3月27日に、気仙沼の再生可能エネルギー関連プロジェクトの関係者と市役所内の関係者として意見交換を行ったところ、現在のプロジェクトベースの動きを評価する一方で、エネルギーのマネジメントに関する市の全体構想の不備を問題視する意見が多数寄せられた。
- こうした状況下、これまで再生可能エネルギー全体を一元的に担当していた津田復興支援官が3月で退任するので、①その後継体制を検討すると同時に、②再生可能エネルギー利用のあり方についても検討する必要がある。

#### 2) 市役所の体制

- 市役所の窓口は産業再生戦略課に一元化し、プロジェクト全体を横断的に管理すると同時に、再生可能エネルギーの産業化に向けた企画立案を行う。
- 環境課の吉田技術主査は、再生可能エネルギープロジェクト担当(津田復興支援官の後任)として、産業再生戦略課にてプロジェクト全般を担当する。
- 気仙沼地域エネルギー開発、Civic Force等と密に連携し、チームとして再生可能エネルギー全般のプロジェクトを推進する。

(注)気仙沼地域エネルギー開発の内、サステナジーは4月から気仙沼に常駐体制、気仙沼商会は再生可能エネルギープロジェクト専門のスタッフを4月と5月にそれぞれ1名ずつ増員する予定である。

#### 3) エネルギー利用のあり方に関する検討

- 気仙沼市を事務局として、気仙沼市に様々なエネルギー関連の提案をしている企業や大学が参加するフォーラムを結成し、市のエネルギー、マネジメントなどに関する提言を取りまとめる。
- 事務局運営は気仙沼地域エネルギー開発に一任するが、市役所の企画部、市民生活部、産業部、建設部はフォーラムに参加し、フォーラムにおける議論と市の復興計画との整合を図る。
- 将来的には市民や地元企業を交えた体制を構築し、フォーラムで出た提言を元に議論を行い、市のエネルギー構想として打ち出すことも視野に入れる。

### ・第1回 気仙沼市再生可能エネルギー協議会の概要

1 日 時 平成24年3月27日(火)午後1時～午後3時

- 2 場 所 気仙沼市役所ワンテンビル大ホール
- 3 目 的 再生可能エネルギーは、環境面のみならず経済面、エネルギー安全保障面でも重要であり、気仙沼市でも復興の柱の一つとして推進していること、そして、その実現には多くの関係者が主体的に関与する必要があることを、関係者全員が理解し、当日の議論に積極的に貢献するのみならず、それ以後の業務でもうまく連携する土壌を形成する。
- 4 内 容
- (1) 再生可能エネルギー関連プロジェクト協議会について
  - (2) 再生可能エネルギー関連プロジェクトの進捗について
    - ・木質バイオマス事業(緑の分権改革を含めて) 10分
    - ・次世代型下水道システム導入可能性調査事業(下水・生ごみ系バイオマスの活用) 5～10分
    - ・メガソーラー事業(P) 5分
    - ・風力発電事業(P) 5分
  - (3) エネルギー利用について
    - ・スマートコミュニティ(他地域の事例紹介、今後やるべきこと 他) 10～15分
    - ・水産加工団地のエネルギーマネジメント 5～10分
    - ・大沢地区防災集団移転計画(横浜市立大学、東北芸工大学) 10分
  - (4) 今後の進め方
    - ・慶應大学の平成24年度調査事業(ポテンシャル調査とコミュニティ・エネルギー・アクションプランの作成) 10～15分
  - (5) 気仙沼市復興計画の進捗について
    - ・まちづくり計画(市土基盤等) 10分
  - (6) その他
    - ・今後の進め方等

・第2回 気仙沼市再生可能エネルギー協議会の概要

- 1 日 時 平成25年2月7日(木)午後1時30分～
- 2 場 所 気仙沼市魚市場3階 会議室
- 3 目 的 現在、当市で進行している再生可能エネルギー関連プロジェクトの関係者と市役所関係者が一同に会し、市の再生可能エネルギー創出から活用までの最適化を図る。
- 4 内 容
- (1) 再生可能エネルギー関連プロジェクトの進捗について
 

各プロジェクトについて、関係企業等から説明をいただく予定(説明時間は各プロジェクト10分程度でお願いします)
  - (2) 気仙沼市復興計画の進捗について
 

各所管事業について、関係課より報告
  - (3) その他
 

今後の進め方等について協議



図(3)-13 気仙沼市再生可能エネルギー協議会開催風景(慶應義塾大学、企業)



図(3)-14 気仙沼市再生可能エネルギー協議会開催風景

(財務省 津田広和復興支援官、気仙沼市役所職員)



図(3)-15 気仙沼市再生可能エネルギー協議会開催風景(気仙沼市役所職員)

### (3) 震災復興エネルギー計画の推進における課題

自然エネルギーの活用による復興計画の提案にむけて、気仙沼市エネルギー協議会に参加し、再エネ事業を行う企業や地元企業の方々と交えた議論を行った中で、復興関連の課題を整理すると以下の4つの事が挙げられる。

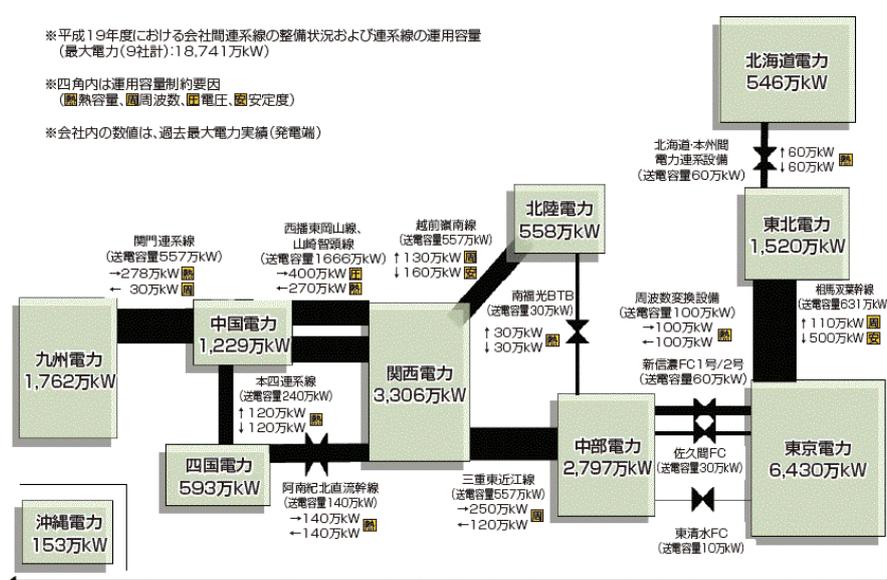
1. 気仙沼において様々なスマートシティ、再エネ事業が提案されているが、業者も事業もばらばらであり、推進組織として統合化を図る必要がある。
2. 企業側が復興現場を実験・事業の対象とすることは良い事であり、自治体側は積極的にそれらを受け入れ、有効な協力体制をつくりチャンスを活かす必要がある。
3. 津波被災地域には膨大な被災跡地があるが、現場には利用するアイデアがなく、その土地を利用した再エネ事業は有力である。
4. それぞれの土地は条件が異なるため、事業化を行う上ではインフラ、情報、技術、人材からの支援が必要である。

### (4) 震災復興エネルギー計画の推進に向けて取り組むべき事

現在の再生可能エネルギーの問題の一つとして、系統連系問題がある。本来、送電線は沿岸部や山間地などの発電所から供給地へ電気を送る事を想定して作られており、大規模発電所から送られる高圧な電気が、

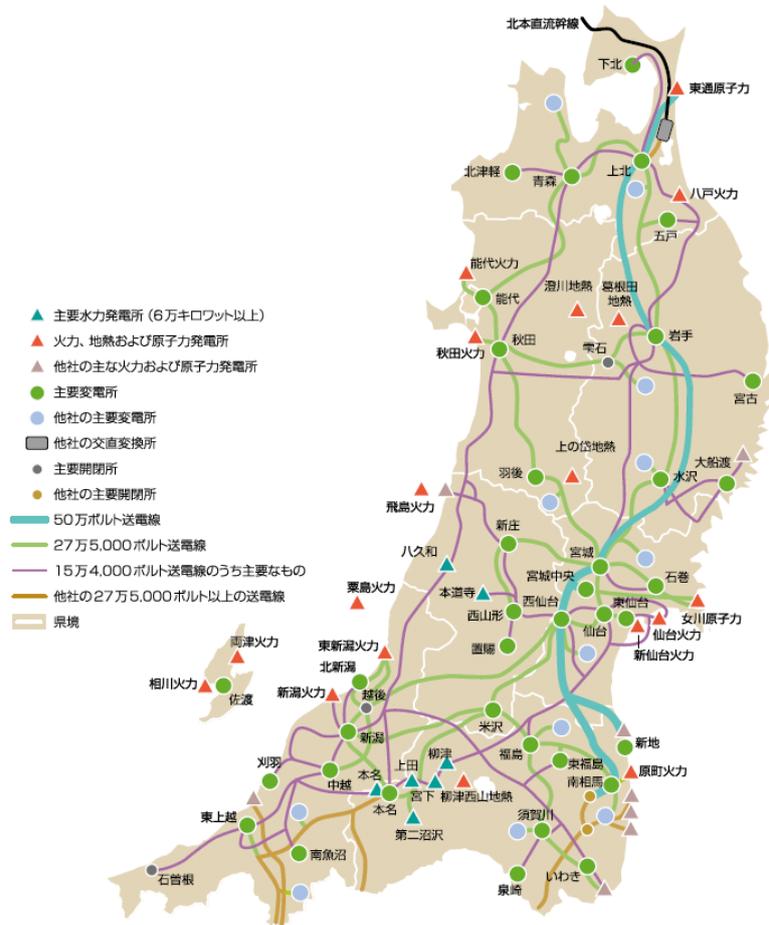
いくつかの変電所を通して100～200Vの低圧電力へと変換され電力需要家へと送られている。そのため、再生可能エネルギーの普及により電力需要家側が発電設備を導入し系統連系した場合には、逆に送電線へと電気が送られる。従って、需要家側の発電設備が大量普及した場合には、余剰電力量が送電線の容量を超えてしまう事があり、最悪の場合大規模な停電が起こる可能性がある。このような事態を回避するため、系統を運用している電力会社は電力の安定運用のために発電設備を系統に繋ぐ事を拒否する事が出来る。実際に系統連系を拒否されたケースが公益財団法人自然エネルギー財団より報告されている。特に土地が安く資源も豊富な北海道では、風力発電やメガソーラーなどの発電設備が過剰に増えてしまった事で系統連系問題が深刻化してきており、系統の増強や大規模な蓄電設備を作るなどの対応が計画されている。こうした事を踏まえ、地域エネルギー計画において発電設備となる場所における高圧電線からの距離や、電力会社間連携線の容量など広域運用による調整力が重要となる。

気仙沼市におけるエネルギー計画について考えると、気仙沼市の人口分布や事業所の立地は三陸海岸の沿岸部に集中しており、三陸道建設に伴うエネルギーインフラの整備を行う事が有効である。そのため、気仙沼市街地や仙台、さらには東京へと繋ぐ送電設備を、再生可能エネルギーの普及に合わせてインフラ整備し、地元企業や地域コミュニティの発電事業への参入を促進させる事で地域の復興に寄与する事が出来ると考えられる。協エネまちづくり支援システムに関しては、サブテーマ(5)においてプロジェクトベースの活動において活用し、システムの実装・検証を行う。

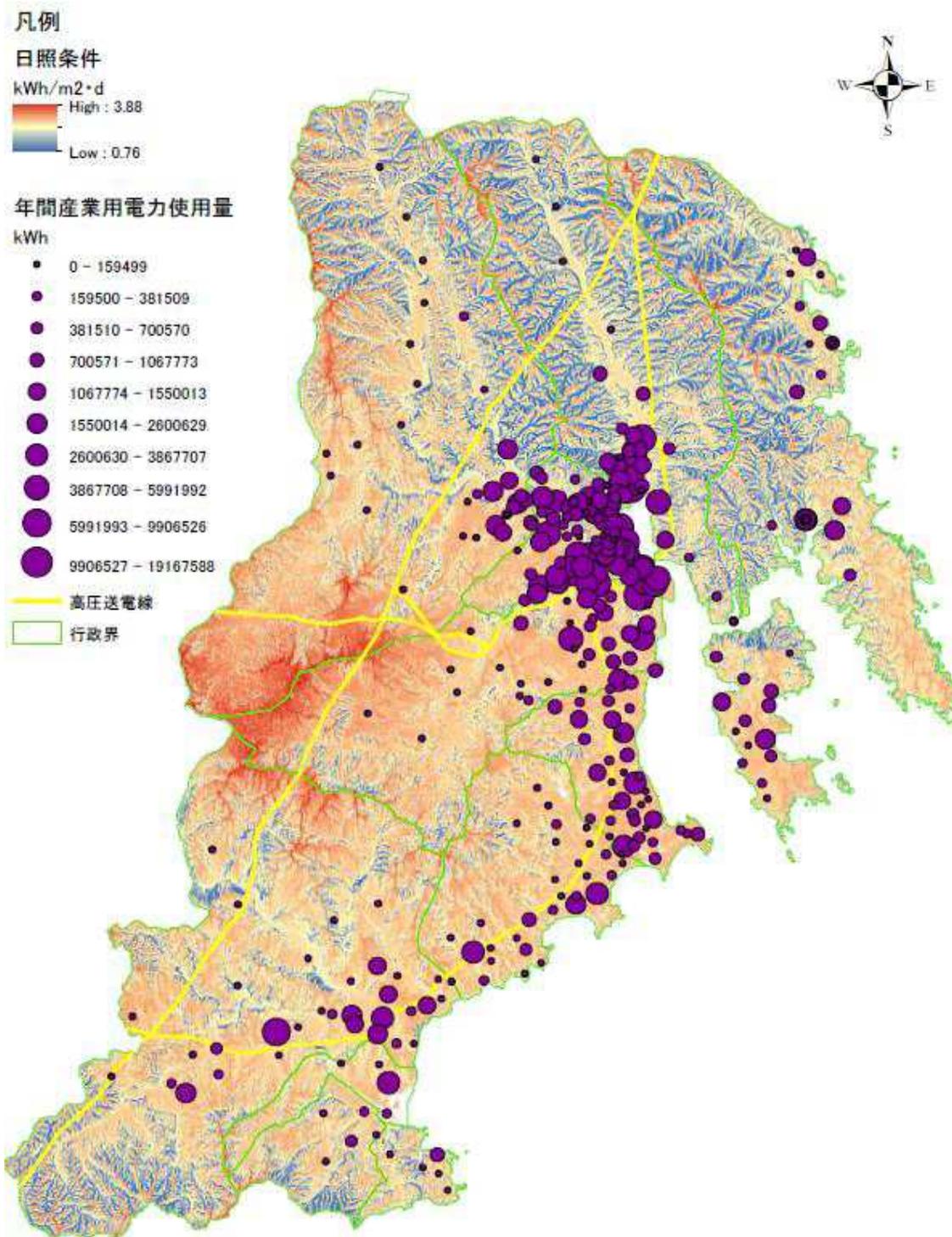


図(3)-16 広域運用における各電力会社間連携線の容量

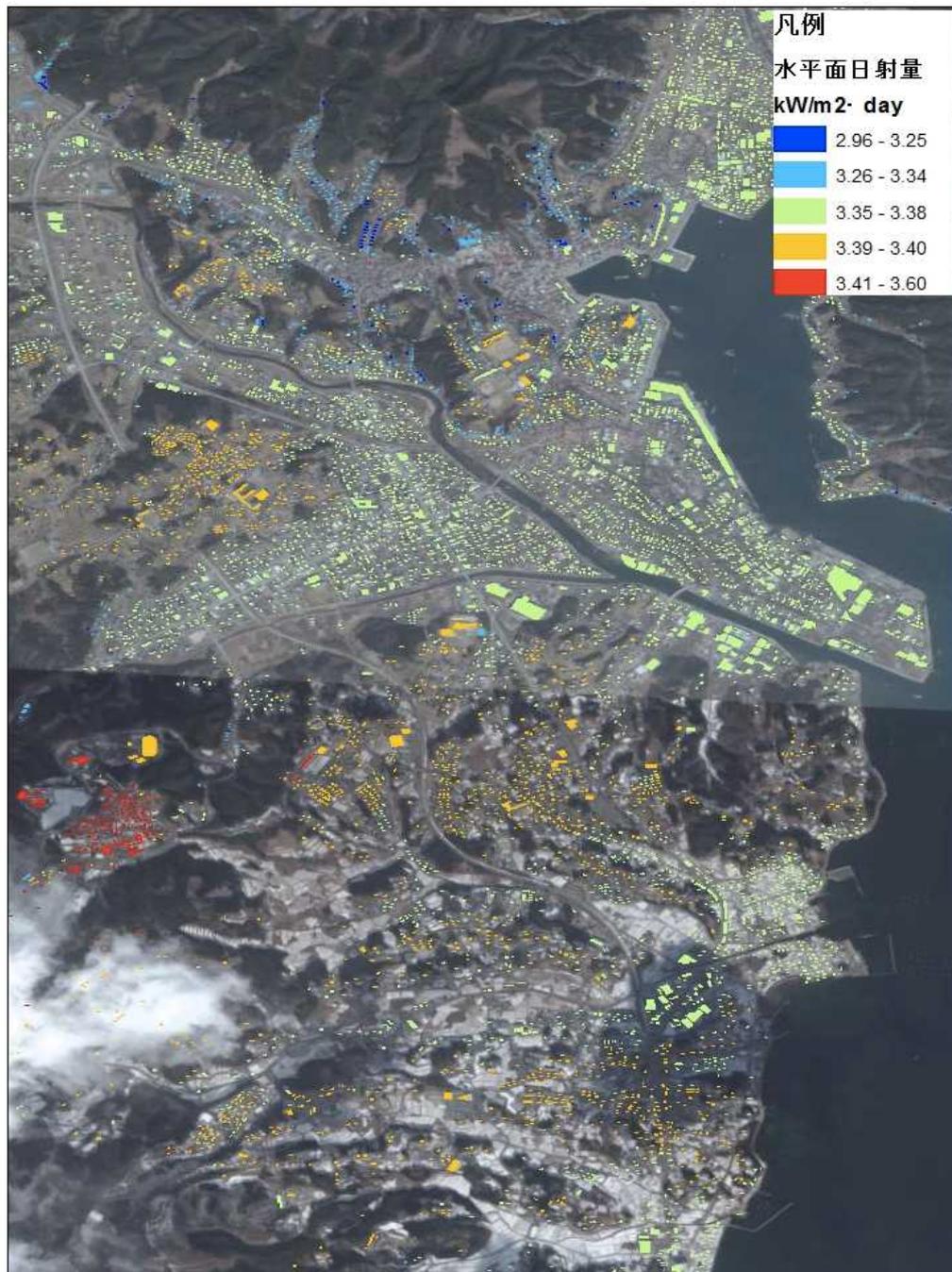
(出典)「電力の安定供給と環境適合について」(2007 年第28 回電気事業分科会資料)



図(3)-17 東北全体の主要電力設備 (出所: 東北電力)



図(3)-18 気仙沼市におけるエネルギー需要マップと地形を基にした日照条件



図(3)-19 震災後の各建物の日照ポテンシャルマップ

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

これまで環境省において行われた太陽光発電ポテンシャルの評価は全国レベルのものであって、都市計画、復興計画などの事業計画における実用は考慮されていない。本研究は高精度地形情報と建物情

報を考慮した導入可能ポテンシャルを算出しており、都市計画、復興計画に関する情報も取り入れている。これより、市町村における実用性を格段に向上させた。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない

### <行政が活用することが見込まれる成果>

本研究では開発した協エネまちづくり支援ツールは、市町村における地球温暖化対策計画の策定支援ツールとして活用できる。環境省担当官と打ち合わせをして、システムの完成度を高めて行く計画がある。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない

#### <査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

#### <その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない

### (2) 口頭発表(学会等)

1) T. Kobayashi and W. Yan: Geoinformatics 2012, Hong Kong, China, 2012

“Agent-Based Analysis of the Diffusion of Photovoltaic Energy Systems between Households”

2) T. Kobayashi and W. Yan: ISAP 2012 Exhibition Students’ Poster Session, Yokohama, Japan, 2012

“Agent-Based Modeling of the Diffusion of Photovoltaic Systems among Household”

3) T. Kobayashi and W. Yan: Inter-University Seminar on Asian Megacities, Khabarovsk, Russia, 2012

“Assessment model of the PV potential for diffusion of photovoltaic system”

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

**(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)**

特に記載すべき事項はない

**(5) マスコミ等への公表・報道等**

特に記載すべき事項はない

**(6) その他**

特に記載すべき事項はない

**8. 引用文献**

- 1) 分山達也・江原幸雄: “GISを用いた再生可能エネルギー評価—長崎県雲仙市の例—” 日本エネルギー学会誌Vol.88 No.1 pp.58-69, 2009年1月.
- 2) 大場章弘・巖網林: “砂漠植林管理のためのWebGISツールの開発” SFC Journal, Vol.11(1), 83-98.
- 3) M.Neteler and H. Mitasova: “Open source GIS: A GRASS GIS approach (3rd ed.)” New York: Springer 175-176.
- 4) S. Lenferink and J.P. van Loon: “Energy Cascading as a Spatial Concept -An Analysis of Essential Conditions for Energy Projects and Spatial Concepts-” Groningen, May 2007.

#### (4) 原発被害地域における観光地・農業再生モデルの検討

慶應義塾大学SFC研究所

丹治 三則

平成24年度累計予算額:1,847 千円 (うち、平成24年度予算額:1,847 千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

原発風評被害地である福島県内陸に位置する福島市において、観光業および農家を対象とした新規事業に対する経営意向調査を行い、新規事業への理解度、サポート体制への要望、資金運営への懸念など、再生可能エネルギー事業を計画・実施するうえで直面する課題を明らかにした。

[キーワード] 原発風評被害地、経営意向調査、土地利用ゾーニング、空間放射線マップ

#### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災とそれに続く福島第一原発事故に伴い、放射性物質により汚染された地域での経済活動の維持が重要な課題の一つとなっている。環境省は除染ガイドラインを改定する一方で、除染事業者による除染事業を適切に監督できていないなどの指摘もあり、汚染地域では経済活動の復興が思うように進められていない。その要因の一つに、空間や土壌の放射性物質の空間分布の測定・可視化技術が十分に確立していないことが挙げられる。とりわけ空間線量率の測定においては、全国レベルでの測定には航空機による移動測定やセンサーによる固定点測定といった手法が確立しているが<sup>1), 2), 3)</sup>、除染事業や汚染地域への帰還事業は市町村レベルで進められていることから、よりきめ細かい測定手法の開発が求められている。国土の大部分を山林地が占める我が国では、標高だけでなく土地被覆条件や微地形を考慮した手法の開発が必要である<sup>4)</sup>。

#### 2. 研究開発目的

本研究では、福島市において無人ヘリによる放射線物質の汚染状況を測定し、その実態に応じた土地利用のゾーニングを行い、農業と太陽光発電事業の組み合わせによる農業経営の可能性を提示する事を目的とする。

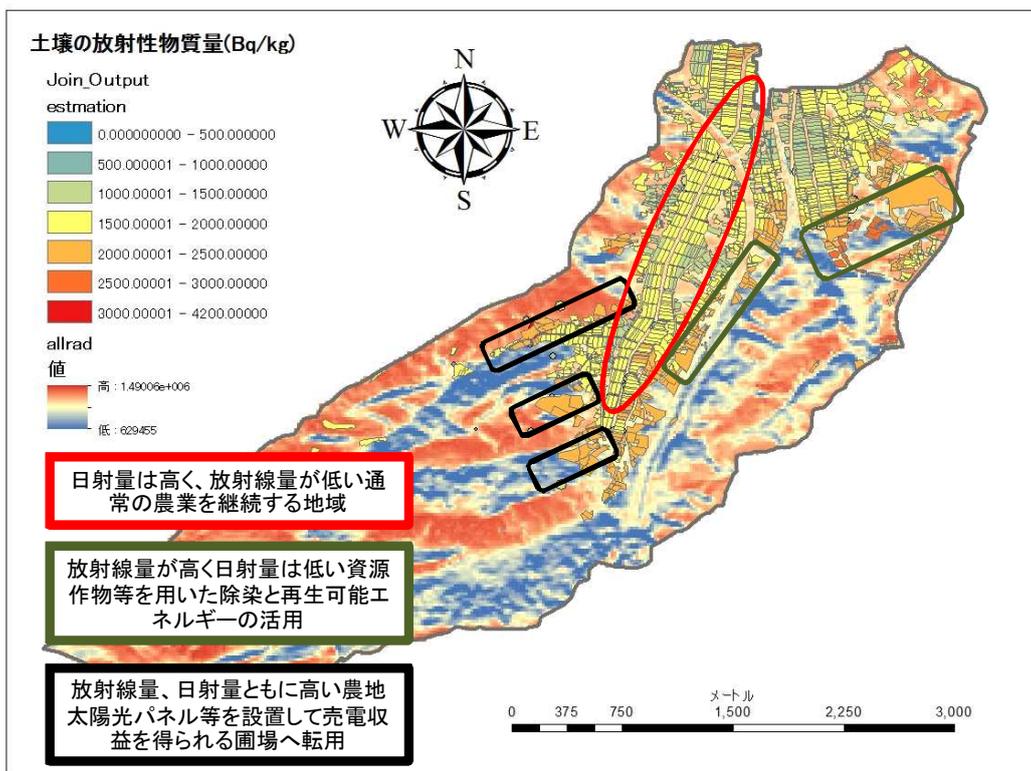
#### 3. 研究開発方法

福島県福島市の農業集落(農地面積180ha, 人口850人程度)を対象として、日射量および空間放射線量等の環境条件から再生可能エネルギーの適地を選定するために、高精度ガイガーカウンターと土壌の放射性物質検出測定器を用いて、個々の水田や水路レベル、周辺の山林まで落とし込み営農の支援に使用可能な空間放射線マップを作成した。また、無人ヘリ(UAV)による放射線空間線量率の航空機測定手法を確立し、福島市平石地区においてUAV測定を実施した。空間線量は対象地を自動車や徒歩で観測することで1m程度の詳細な線量マップを作成し、放射性物質の検査では、山林、水路の土壌・土砂だけでなく、個々の

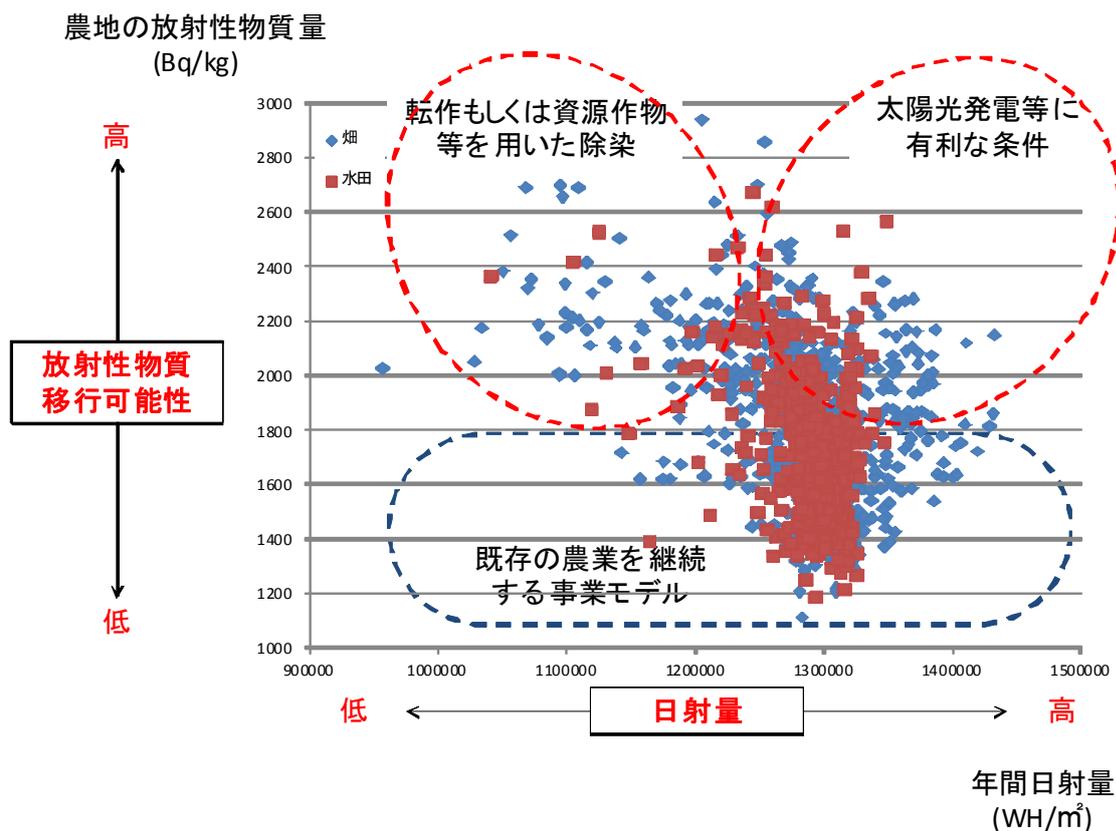
水田土壌の放射性物質量を調査し地図化した。空間線量マップに基づいて放射性物質の農業に対する影響を軽減するために、農業集落における空間放射線量の高低、再生可能エネルギーのポテンシャル調査等の生産条件を地図上で重ね合わせ農業集落の土地利用ゾーニングを行い、土地再生の方策を提示した。

#### 4. 結果及び考察

福島市平石地区において圃場別に水田土壌の放射性物質量の測定を実施したところ、最高で4000(Bq/kg)程度、最低で1000(Bq/kg)程度で当該地域内に分布していることが明らかになった(図(4)-1)。傾向として山地・傾斜地に位置する畑・水田の放射性物質量が比較的高く、平地に位置する畑・水田の放射性物質量が比較的低いことが明らかにされた。



図(4)-1 日射量および放射性物質量の重ね合わせによる農業再生可能エネルギー事業の適地選定  
一方で地域の日射量解析から得られた地図を圃場ごとに集計し、再生可能エネルギーと農業を両立させるために大きく以下の3つのグループに分けられた。それは、①日射量が高く放射線量が低い地域、②放射線量が高く日射量が低い地域、③放射線量および日射量が高くなる地域であり、これまでの営農状況および立地を考慮すること、①は水田が多くありこれまで通り稲作を中心に営農を進める農地、②は傾斜地の畑地に多く分布しており作物への移行を抑制するとともに資源作物を用いた土壌浄化に適していると考えられる農地、③は農業再生の取り組みと合わせて則面や耕作放棄田では太陽光発電等に転用することを選択肢として検討する農地であることが今後の検討方針として得られた(図(4)-2)。



図(4)-2 各圃場の日射量および放射性物質質量分布図

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

特に記載すべき事項はない

### (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない

<行政が活用することが見込まれる成果>

特に記載すべき事項はない

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない

**<査読付論文に準ずる成果発表>**

特に記載すべき事項はない

**<その他誌上発表(査読なし)>**

特に記載すべき事項はない

**(2) 口頭発表(学会等)**

1) K. Tanji: The 3rd Environmental Innovators Symposium, Yokohama, Japan, 2012

“Supporting the Restoration of Agriculture in the Rumor Damaged Area of Fukushima City”

**(3) 出願特許**

特に記載すべき事項はない

**(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)**

特に記載すべき事項はない

**(5) マスコミ等への公表・報道等**

特に記載すべき事項はない

**(6) その他**

特に記載すべき事項はない

**8. 引用文献**

1) IAEA, “Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data,”

IAEA-TECDOC-1363, p. 173, July 2003.

2) A.E. Proctor, “Aerial Radiological Surveys”, DOE/NV/11718-127, UC-702, June 9, 1997.

3) MEXT, Monitoring information of environmental radioactivity level, Available at:

<http://radioactivity.mext.go.jp/en/>, Accessed on March 21, 2013.

4) Tatsuo TORII, Yukihiisa SANADA, Takeshi SUGITA, Kei TANAKA, “Distribution of Dose—Rates and Deposition of Radioactive Cesium by the Airborne Monitoring Surveys”, Journal of Atomic Energy Society of Japan, pp. 160-165, Vol. 54, No. 3, 2012.

## (5) エコビレッジモデル事業のデザイン

慶應義塾大学SFC研究所

ガロウエイ・ウイリアム

平成24年度累計予算額:3,720千円（うち、平成24年度予算額:3,720千円）

予算額は、間接経費を含む。

### 【要旨】

津波被害の移転先の新しいコミュニティと、修復となる既存コミュニティに対して、建築・都市の空間構成、市民ファンド・企業誘致の方法、復興財源の運用などの側面から可能なシナリオを描き、モデル事業を設計した。

【キーワード】コミュニティベース、エコビレッジ、建築デザイン、都市計画

### 1. はじめに

地域における持続的な再生可能エネルギーの利用については、単なる利益追求のためだけではなく地域社会の背景から切掛け作りを行い、社会基盤の一つとして捉えていく事が必要となる。今回の大震災も一つの社会的な切掛けとなり、復興まちづくり計画の中にも被災地域における再生可能エネルギーの利用が提案されている。その中でも、太陽光エネルギーは地域偏在性が少なく、住宅屋根を利用した太陽光発電など他の土地利用との競合しないため、高く期待されている。こうした太陽光発電の活用において、土地の日照条件やメガソーラーなどでは送電線への距離が重要な要因となる。そのため、設置場所の選定に関しては被災跡地利用や、他の土地利用との競合しない場所、土地利用規制などを考慮した適地選定を行う必要がある。さらに景観に配慮したデザインも必要であり、悪いデザインは普及の阻害要因となる。さらに、太陽光発電事業の具体化に関しては、行政のサポートや、市民ファンドなどローカルとクラウドを上手く組み合わせたスケラビリティのある資金調達計画を考える必要がある。出資者と管理者分け、持続的な運営システムを構築し、行政や企業と関わり、まちづくりとエネルギーを同時に捉えたポートフォリオの作成が必要となる。

### 2. 研究開発目的

本研究では、震災復興の街を対象に、太陽光など新エネルギー利用を前提とした街のイメージをデザインし、防災、福祉、雇用を含めた側面から復興の街としてあるべき姿を提案する。サブテーマ(2)の調査で得た事業モデルの要件を、サブテーマ(3)で作成したエネルギーコミュニティに適用し、モデル事業の提案と実施可能性を住民とのワークショップを通じて検討する。対象コミュニティとして、気仙沼市本吉町小泉浜区を選定し、移転先の新しいコミュニティと修復となる既存コミュニティに対して、建築・都市の空間構成、市民ファンド・企業誘致の方法、復興財源の運用などの側面から可能なシナリオを描き、地域住民の意向に沿ったまちづくり計画とエネルギー計画を具体化していく。その前に再生可能エネルギーとまちづくりを融合させる国際的先進事例を調査し、参考となるポイントを抽出した。

### 3. 研究開発方法

#### (1) エネルギーの観点で見る都市計画と建築デザインの先進事例

##### 1) コミュニティスケールの取組事例

###### ・ロンドン(ベッド・ゼッド・コミュニティ)

ロンドンの南部にあるベッド・ゼッド・コミュニティという住宅団地は、再生可能エネルギーの利用と、雨水の再利用や効率的な換気システムによって省エネ化を実践しているエコ・コミュニティである。カナダのブリティッシュコロンビア大学のウィリアム・リースが提唱しているエコロジカル・フットプリントという指標を基に環境負荷の少ないライフスタイルの実現を行っている。しかしながら、基本的にはスケールが小さく、閉じられたコミュニティでの実践である。

##### [ポイント]

日本のスマートシティのようなトップダウン型の開発によるモデルは、初期段階の計画やデザインによってすべてが左右され、中長期にそれ以上の発展性があまり見込まれない。従って、コミュニティに視点を落とした計画アプローチへの転換が必要であると考える。



図(5)-1 ロンドン(ベッド・ゼッド・コミュニティ)

###### ・フライブルク(ポーバン地区)

エコロジー、社会、経済、文化的な要求を満たす都市開発のための住民と行政による協働プロセスのモデル方式の確立としてプロジェクトが始まった。すべての住宅に低エネルギー基準が設けられ、さらにエネルギー基準の厳しいパッシブハウス、屋根全面に太陽光発電を設置したプラスエネルギーハウスの2種類の住宅が建てられている。これらはすべてコミュニティベースでまちづくりが計画されている。サステナブルに向けたコミュニティベースでのまちづくりとしての先行事例であり、住民同士で意見やアイデアを出し合い、まちづくりに関与する事が大きな推進力となっている。バイオマス燃料を使った地域熱供給施設があり、低エネルギーかつ低コストを実践している。

##### [ポイント]

行政側のトップダウンでエネルギー計画を進めるのではなく、目標達成のためにコミュニティが自由に

計画をし、能動的に実践する仕組みを導入する事で地域エネルギー計画の発展性が見込まれる。震災復興地域においてもこうしたボトムアップアプローチで、地区全体で環境負荷に向けた取り組みを実践し、持続可能社会へ向けた目標の共有化を行う事が必要となる。



図(5)-2 フライブルクボーバン地区

#### ・ニューオーリンズ(ロウワー・ナインス・ワード)

ニューオーリンズのハリケーンカトリーナで家を失った被害者たちの為に、ブラットピットが“Make it Right”という団体を設立。復興住宅は洪水災害に対応するために、床下の高さに基準を設けて住宅を建てている。住宅には太陽光パネルが取り付けられており、この団体が支援して立ち上げた地域のエネルギー会社が一括管理している。そのため、住民に対する太陽光パネルの負担がない。また、ブラットピットの支援により有名な建築家が建物を設計していて、以前よりも良い家に住む事ができるため住民の満足感が高い。災害から7年が経ち次第に住民が戻りつつあるものの、依然として空き地が多くコミュニティも再建に課題が残っている。

#### [ポイント]

日本の復興において、復興住宅をただ建てるだけの視点でなく、こうした復興後の暮らしやコミュニティに着目した計画が必要である。エネルギー計画においても、コミュニティスケールの視点だけではなく行政側の方針に沿って協働的に計画を行わない限り、太陽光発電の導入のメリットは少ない。



図(5)-3 ニューオーリンズ(ロウワー・ナインス・ワード)

## 2) 建築基準・政策からの取組事例

### ・サンフランシスコ(ソーラーマップ)

サンフランシスコの環境庁は、太陽光発電の導入を検討している地域住民を支援するサイトを開設。自分の住所を入力すると設置費用のほか、長期的な電気料金の節減額を試算してくれ、太陽光発電が実際に稼働している住宅や施設も、Google Map上に表示される仕組み。太陽光発電システムの設置にかかる費用と、導入後どのくらい節約出来るのかを計算してくれる。カリフォルニア州エネルギー諮問委員会が作成したリストをもとに工事業者を検索でき、設置のプランニングまでを一括して情報提供している。このサイトでは、どこにどれだけの太陽光発電が設置されているのかということが正確に把握でき、その建物が住宅、商業施設、非営利団体、学校、図書館なのかも把握出来る。

#### [ポイント]

電力会社側の既得権益と対立し、太陽光発電の導入量に制限が設けられ地域のポテンシャルを活かす上で難しい問題となっている。日本における太陽光発電の普及に関しても、ウェブサイトを通じて政策や規制などの情報を統合化し、政策による普及の推進と地域住民へとインセンティブの両輪で導入行動が促進させる事が望まれる。



図(5)-4 サンフランシスコ(ソーラーマップ)

#### ・リビング・ビルディング・チャレンジ

The Living Building Challengeは、21 世紀型のサステナブル建築の基準策定とその普及に取り組んでいる。2012 年に BUCKMINSTER FULLER CHALLENGEという国際デザインコンテストで優秀賞に選出された。サステナブルな建築の基準として、ただ環境に良い技術を取り入れるだけではなく、一年間の実際のパフォーマンスで評価している。一つの建物だけに留まらずにスケールの拡張を考え、お互いがお互いを補い合うという考えに基づいている。

#### [ポイント]

震災復興地域においても、イニシャルコストとランニングコストを同時に捉え、建物自体のパフォーマンスだけを評価するのではなく、地域全体のエネルギーシステムとしてパフォーマンスを捉える必要がある。



図(5)-5 リビング・ビルディング・チャレンジ

・サンフランシスコ(カリフォルニア・アカデミー・サイエンス)

カリフォルニア・アカデミー・サイエンスは、サンフランシスコのゴールデンゲートパーク内にある150年の歴史がある科学博物館である。2008年にリニューアルされ、世界的に有名なイタリア人建築家レンゾ・ピアノの設計により、現在世界で最もクリーンな建物と称されている。広大な屋根の利用は、一つの用途として使用するのではなく多目的にデザインしている。自然光(施設空間の約9割に日光が差し込むデザインを施し、照明の需要を減らしている)、屋上緑化(屋根にはLiving Roofと言われる、緑の屋根があり生態系を守るだけでなく、建物の中を夏は涼しく冬は暖かくする効果があり空気も清浄される)、太陽光発電(屋根の淵に計172 kWのライトスルーの太陽光パネルを設置し、消費エネルギーの約1割を賄っている)。

[ポイント]

復興住宅の設計においても、太陽光パネルの設置による再生可能エネルギーの利用、自然光を活用した省エネルギーの達成、また景観を考慮したバランスのとれたデザインが必要であると考え。



図(5)-6 サンフランシスコ(カリフォルニア・アカデミー・サイエンス)

・コペンハーゲン(グリーンライトハウス)

コペンハーゲン大学にある施設で、太陽光発電やシェードと照明の自動調整などにより、75%のエネルギー消費を抑えることに成功している。いわゆるスマートハウスのような住宅デザイン的设计で、省エネ目標を達成するために自動管理されている。しかし、このグリーンライトハウスのエネルギーマネジメントシステムでは、システム上では目標が達成できるように調整されるが、人が関わると省エネ目標の達成に支障を来す。例えば、建物への人の出入りが多くなると、室内に外気が流れ込み室内温度調整に問題が生じる。また、温度調整の効率を高めるために建物の窓を自動的に閉め切るが、中には窓を開けたがる人もいであろう。

[ポイント]

スマートハウスのデザインは、技術ベースでのエネルギーの効率化ではなく、住居者ライフスタイルのデザインを組み込まなければ、省エネ技術は上手く機能しない。



図(5)-7 コペンハーゲン(グリーンライトハウス)

## (2) 気仙沼市本吉町小泉浜区での実践

被災地域におけるエコビレッジのモデル事業の提案のため、シャンティ国際ボランティア会協力の基、小泉浜1区2区振興会が主催となり「小泉浜区復興まちづくり座談会」を、2012年12月より12月9日、2013年1月26日、2月23日と、月一回のペースで開催している。座談会では、議論のファシリテーターとして参加し、あくまで住民主体として取り組み、小泉浜に暮らす住民がまちのいまを語り、未来を創っていけるよう議論を重ねた。

### 1) コミュニティの構成

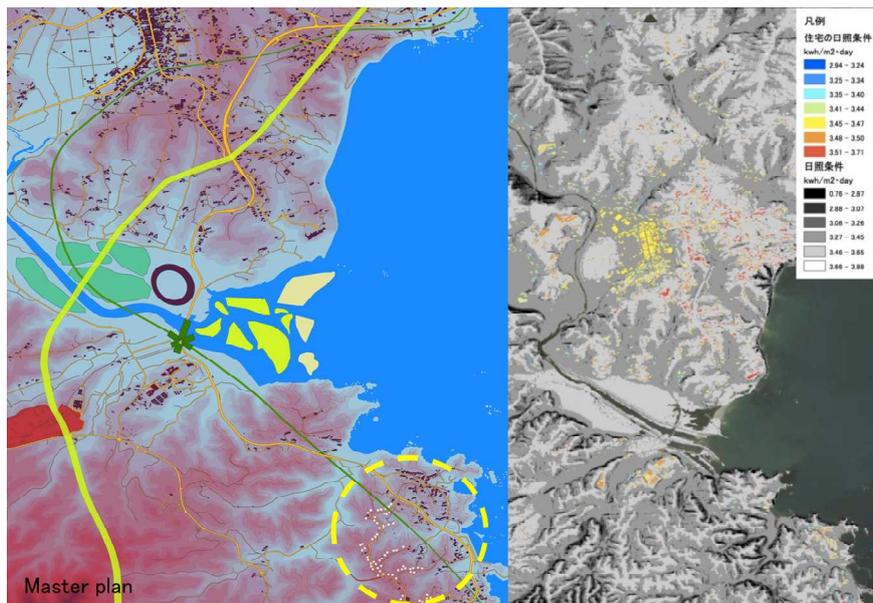
気仙沼市本吉地域では、市町村合併以前から各地域には振興会というまちづくり組織が存在し、地域自ら地域振興会を単位とした地域振興計画が策定されていた。震災後においても、本吉地域内の15地域振興会が主体となり、復旧・復興と将来に向けてのまちづくりの方向性を議論している。しかしながら、地域振興会における組織構成員は高齢者が多く、若者がまちづくりに対する意見を出せる機会が少ない。そのため、復興まちづくりにおけるアイデアは企業誘致やインフラ整備など受動的なものであり、地域復興計画案を行政に提出した後は基本的に任せるという考え方である。一方で、若者はアイデアが豊富であり観光戦略を含め、まちづくりの中で将来どのような未来が待っていて、自分たちが何をしなければいけないのかという事にとっても意欲的である。エネルギーに関しても、このようなボトムアップのまちづくりと共に考え、将来のまちを担う若者のエネルギーに対する関心を高める事が非常に重要である。そこで、NPOシャンティ国際ボランティア会の協力のもとにまちづくり座談会を開催し、若者が意見を出し合える環境づくりを行った。この座談会を基盤として、復興の課題や今までのまちづくりの課題を整理し、個別のプロジェクトとして住民が主体的に取り組んでいけるよう支援を行う。



図(5)-8 まちづくり座談会の風景

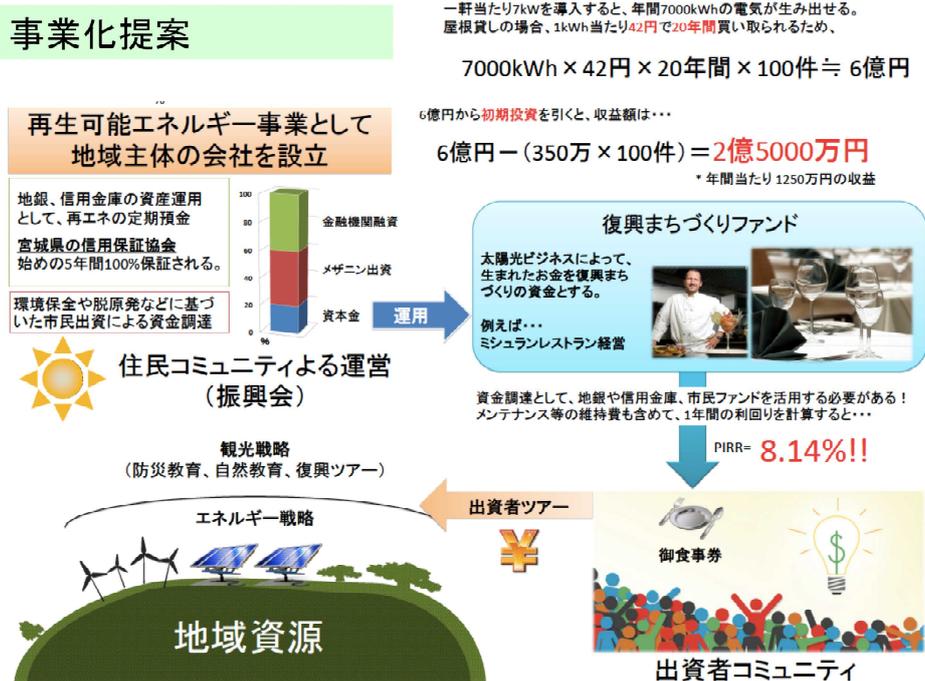
## 2) 事業化提案

復興まちづくり計画の中に、地域主導で再生可能エネルギーの利用を促進していくためには、太陽光や風など自然エネルギーも、住宅の屋根も地域の資源であるという発想の転換が必要となる。そこで本研究では、サブテーマ(3)において開発した協エネまちづくり支援システムを活用し、地域のエネルギーポテンシャルの見える化を行う事で、エネルギーの関心を高め住民の意識転換を試みた。太陽光発電ポテンシャルに関しては、東北の中で三陸海岸は比較的ポテンシャルが高く、また小泉浜区の住宅地を見てみると、図(5)-9のように高台に位置しており、また海に面しているため日照条件が良い。さらに、小泉浜区の住宅屋根面積は大きく太陽光発電ポテンシャルが高い事が分かった。復興フェーズにおいて、ニューオーリンズのメイク・イット・ライトの事例のように事業主体として地域主体の法人を立ち上げ、この法人が設備を一括管理・運営し家庭に負担をかけない事が大きな成功要因となる。



図(5)-9 気仙沼市本吉町小泉地区のマスタープラン作成

そこで、小泉浜区の住宅100件を対象とし、1件当たり7kWの太陽光発電システムを設置した場合の事業可能性を試算した。資金調達の方法としては、プロジェクトファイナンスが妥当である。しかし発電事業への新規参入は壁が大きく、プロジェクトファイナンスを行う上で県の信用保証協会によるサポートが必要となる。また市民ファンドを活用し、意識の高い住民の参加を促す仕組みも必要となる。従って、コミュニティベースでの太陽光発電事業を行う上では、コアとなる事業主体と、行政や、地方銀行・信用金庫、市民のサポートがなければ成立が難しい。地域としても復興まちづくりの中にエネルギーを位置づけ、気仙沼市としても市のエネルギービジョンを掲げ、この両輪を回していく事が必要となる。このようなサポート体制が整えば、例えば上記のような100件の家庭の屋根貸しで太陽光発電を設置した場合、8%前後での利回りで事業を行える。また利益の配分に関しても、発電事業によって生まれたお金を復興まちづくりの資金へと活用し、座談会のワークショップで出たような復興計画や観光戦略の資金へ充当させ、地域の復興や地域経済の活性化に繋げる事で再生可能エネルギーへの社会的受容性を高め、持続的な発展へ寄与する事が考えられる。



図(5)-10 座談会における事業化提案内容

### 3) ニュースレターによる情報共有

まちづくり座談会での取組を広げていくためには、住民に対する情報の共有が欠かせない。そこで、座談会で出た意見やアイデアと活動内容をまとめ、ニュースレターとして配信する事で住民参加を促した。

## 4. 結果及び考察

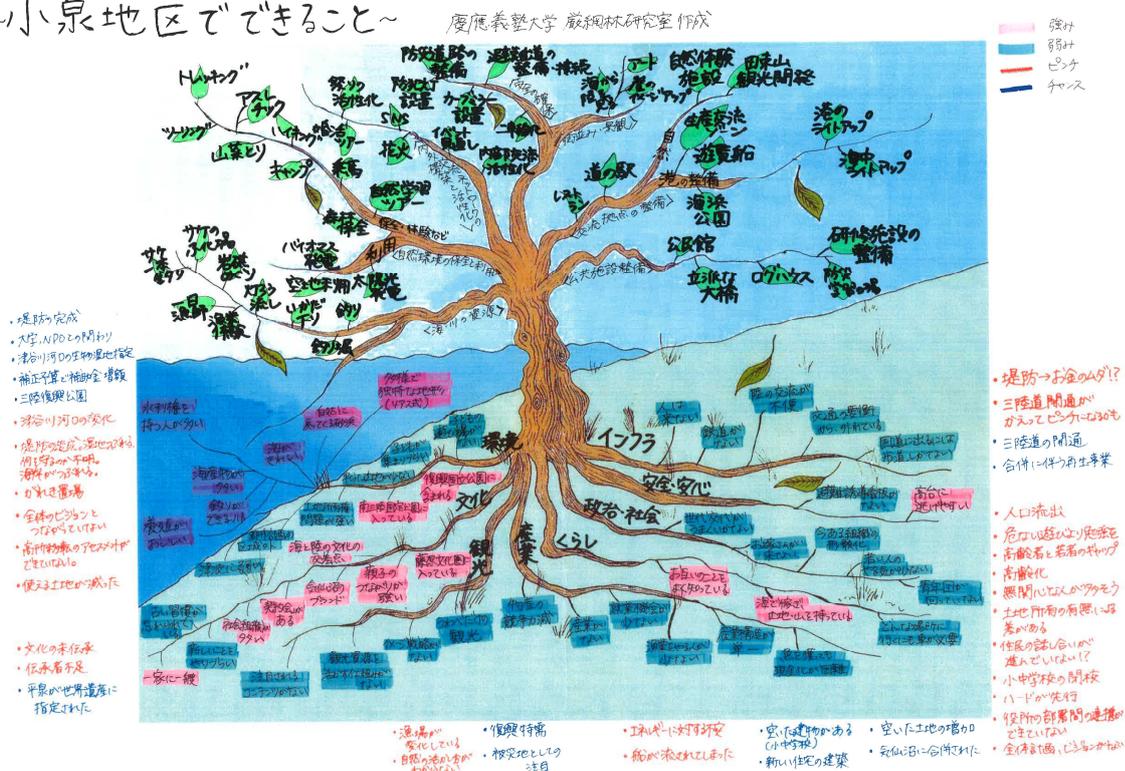
2012年7月に気仙沼市本吉町浜地区との協力関係を構築し、2012年9月には地域の復興ニーズ調査を行い、2012年12月以降からは、月に1回住民ワークショップ開催した。4回のワークショップにより出た意見に関しては、ニュースレターとしてまとめて地域住民に配布し、回数を重ねるごとに復興計画とエネルギー計画に関して具体的な議論を展開した。サブテーマ3で構築した協エネまちづくり支援システムを活用し、建築・都市の空間構成、市民ファンド・企業誘致の方法、復興財源の運用などの側面から可能なシナリオに対する情報を提示しながら、地域住民の意向に沿ったまちのビジョンと事業モデルを作成した。住宅はエネルギー生産のための大きな屋根を持つCNC工法を用いる事で、エネルギー生産の利益と引き換えに住宅生産が可能となる。また、人口減少に伴う空き家の問題を建築時から対処し、容易に建物解体ができるエネルギー効率のよいデザインを考案した。

### (1) 協働型プラットフォームの構築(ソフト面)

震災復興における問題は、トップダウンアプローチでのインフラ整備ばかりが先行し、復興まちづくりにおける行政側の意見と、現場での意見に多少なりともミスマッチが生じている事である。また、インフラ整備に関しても短期的な視点だけでなく長期的なビジョンの基に計画するべきであり、例えば、防災集団移転に関しても

家の再建だけでなく将来の暮らしまでを考えるべきである。本研究ではこの視点に立って、コミュニティを対象としたボトムアップアプローチによるまちづくり計画を行った。地域のまちづくり計画では、現在の人口減少社会の中で、それぞれの町が震災復興という転換期において、まず内部にはどんな強み(S)、弱み(W)があるか、そして外部変化としてどんな機会(O)が生まれ、なにが脅威(T)かを整理し、地域の戦略を立てる必要がある。つまり、図にあるようにSWOT分析により内部環境(土壌)と外部環境(大気)を評価し、その地域の復興戦略やビジョン(木)の上で、具体的な個別のプロジェクト(葉)として細分化し、各プロジェクトを活性化させ(光合成)、地域全体の活性化(エコシステムサービス)に繋げる仕組みが必要となる。実際に、まちづくり座談会の活動を基盤として小泉地区の若手がコアとなり、小泉未来会議という新しい組織体が生まれており、組織の転換が促進されている。こうした地域活動のコアとなるコミュニティを創り出し、それらを繋ぎ合わせる事で協働型プラットフォームを構築し、サポート体制を築き上げる事が重要となる。再生可能エネルギーに対する政策も、こうした地域のプラットフォームがある上で上手く機能すると考えられる。

～小泉地区でできること～



図(5)-11 住民によるSWOT分析(赤:強み、青:弱み、青字:チャンス、赤字:ピンチ)

(2) エコビレッジのデザイン(ハード面)

被災地域の復興において、特に郊外地域での人口減少や少子高齢化といった社会的な問題によって複雑化している。こうした地域での今後の暮らし方に焦点を当て、復興住宅の建設とともにコミュニティに対してエネルギー事業を促進させるが必要となる。

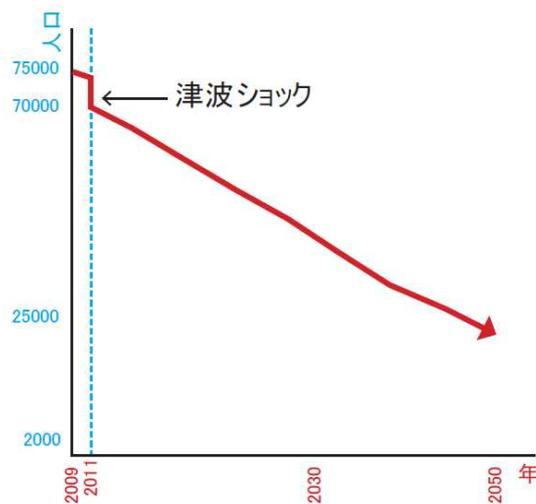
## 人口・社会

震災前（2009年）・震災後（2013年）・将来（2050年）の人口分布



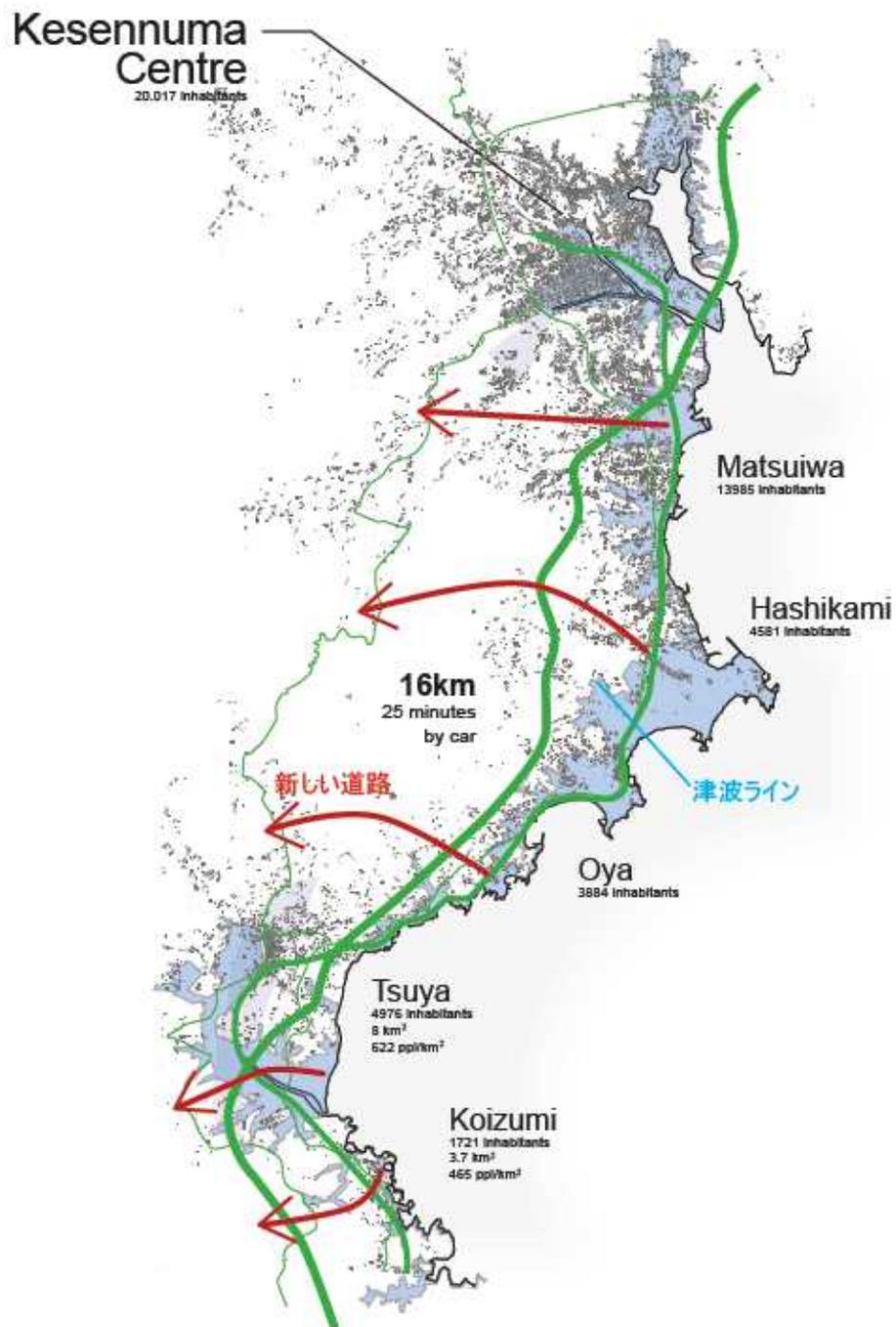
図(5)-12 気仙沼市の人口推移と分布

大津波によって三陸海岸沿岸部では多大な被害が出た事は記憶に新しいが、一方で被災地域においても人口減少問題は決して無視できない大きな問題である。図を見て分かるように、将来の人口予測によると深刻な社会問題が待っている。そのため、震災復興において人口減少社会を見据えた地域計画が必要である事は言うまでもない。



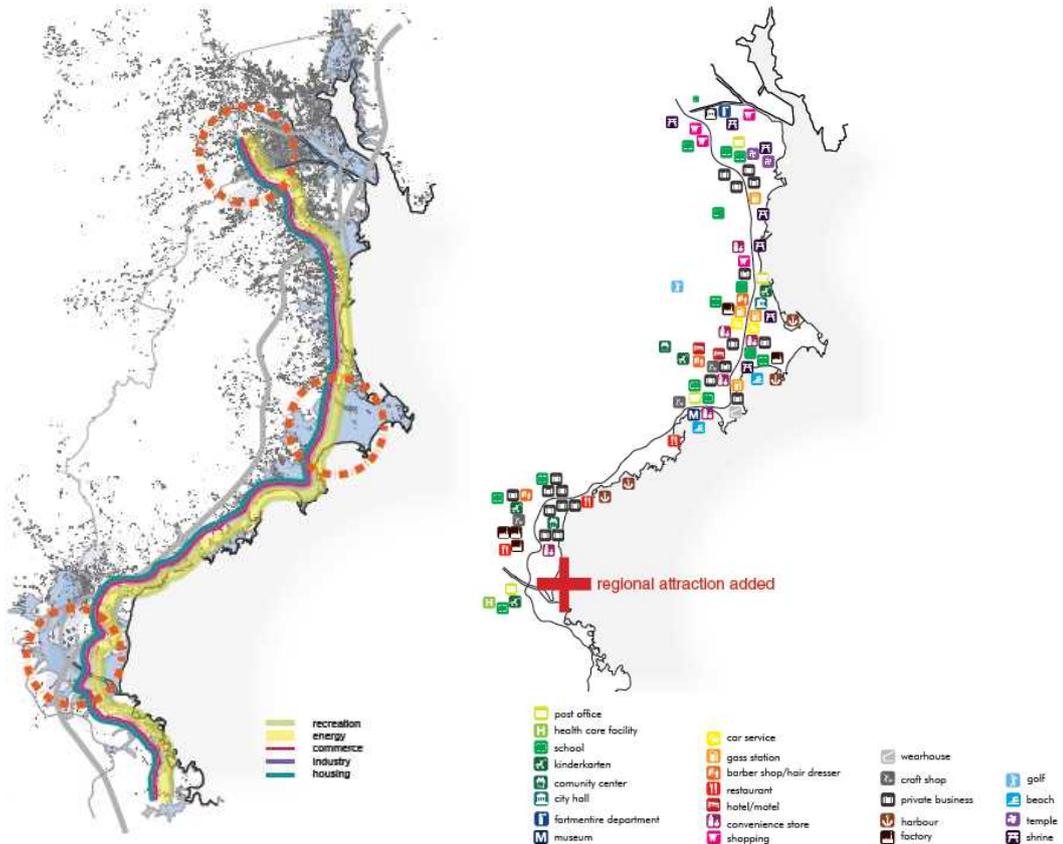
図(5)-13 人口減少による地域の存続性

復興計画において、高台移転や避難路など将来の津波の危険に備えて計画が行われているが、地域スケールでの地域の繋がり、そして人口減少が起きる将来の地域存続性も同時に捉える事が重要である。そのため、本研究では、地域スケールの問題を起点として地域の持続性に焦点に当てたマスタープランを作成する事を中心に位置づける。



図(5)-14 高台移転と人口減少社会を踏まえた地域のコンパクト化

気仙沼市の地域の人口は沿岸部に集中しており、既存のインフラはこのような沿岸部の小さなコミュニティを繋いでいる。この南北に伸びる道路を中心にリニアシティを形成する事で、お互いのコミュニティの施設や設備機能を補完し合う事が出来る。また将来の人口減少社会においても、地域が繋がる事で生活の質を持続させる事が可能となる。



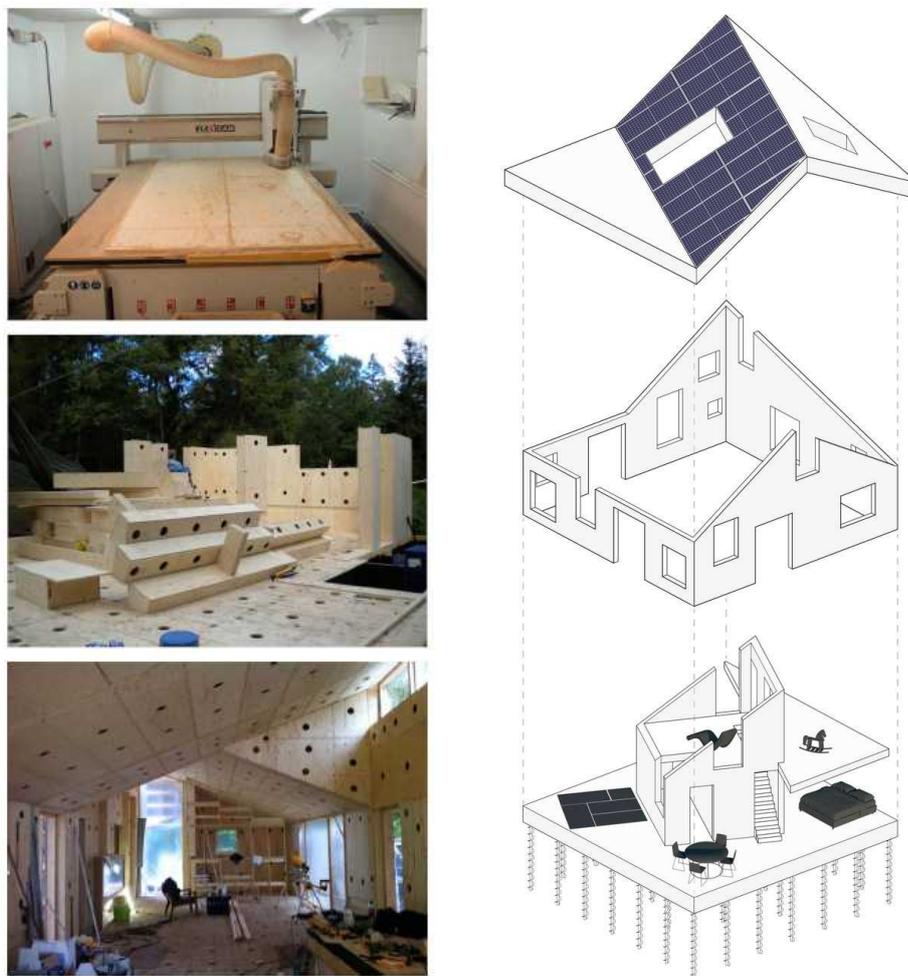
図(5)-15 気仙沼市におけるリニアシティ構想

人口減少により商業施設などの経営が難しくなったり、住宅の空き家が増えたり、景観的な問題が生じる可能性がある。そこで、こうした施設の整備には人口減少社会を踏まえた多面的な機能を備える計画が必要である。例えば、小泉地区の被災跡地を例にとると観光施設やスポーツ施設などの建設案が出されているが、施設には太陽光発電が設置され施設として利用されていない場合でも社会的なインフラとして機能する。また施設の駐車場に関しても、景観を損なわないために自然を活用したデザインを行い、かつ防潮林としての機能も備えるといった多面的利用が有効である。復興住宅への太陽光発電の導入も売電収入により建設費用の削減に繋がる。



図(5)-16 観光施設や生活基盤の多面的利用

CNC工法による住宅設計は、地元の木材を使用して地元で加工出来るため、地産地消により新しい雇用を生み出せる可能性がある。図にあるような住宅とコミュニティセンターの建築設計は、このCNC工法技術の構想の試作として今後の住民ワークショップなどの場で活用していく予定である。



図(5)-17 CNC工法による住宅設計方法



図(5)-18 高台移転地でのエコハウスイメージ①



図(5)-19 高台移転地でのエコハウスイメージ②



図(5)-20 高台移転地でのエコハウスイメージ③

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

これまでの太陽光発電事業はエネルギー単独として取り上げることが多かった。それでは持続性がなく、まちづくりへの波及効果も限定的と指摘されている。本研究は諸外国の先進事例を参考に、復興・再生を契機とし、人口減少、高齢化対策、津波跡地の利用といった複雑な社会条件を総合的に考慮し、建築とまちづくりの中に太陽光発電システムを導入する事業モデルを提案し、住民ワークショップを開いて、事業可能性を検討した。この実践によって、サブテーマ(2)で提案した発展的コミュニティ形成の考え、サブテーマ(3)で開発した協エネ支援ツールの有意性は確認できた。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

本研究のアプローチは地元気仙沼市において評価された。平成24年度末に次年度の活動方針として、行政、市民、企業、大学が参加する「機能的住みやすい創造的復興会議」を立ち上げることになった。そこで、開かれた外部コミュニティからのさまざまな復興提案をレビューし、地域におけるボトムアップのニーズとのマッチングを図ると計画している。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

本研究では、大学、NPO、企業という外部コミュニティが地域に入り、再生可能エネルギーの情報を現場に持ち込んで、事業モデルを一緒に検討することは最も必要とされるアプローチである。今後の環境政策、低炭素都市政策において、コミュニティベースの視点を取り入れる必要性を確認できた。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

特に記載すべき事項はない

#### <査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない

#### <その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない

### (2) 口頭発表(学会等)

特に記載すべき事項はない

### (3) 出願特許

特に記載すべき事項はない

### (4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

特に記載すべき事項はない

### (5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない

**(6)その他**

特に記載すべき事項はない

**8. 引用文献**

特に記載すべき事項はない

## **Development of Community Based Business Model for Spread of Solar Photovoltaic Systems through Post-Earthquake Reconstruction**

Principal Investigator: Tomoyuki FURUTANI

Institution: Keio Research Institute at SFC  
5322 Endo, Fujisawa-City, Kanagawa 252-8520, JAPAN  
Tel: +81-0466-49-3436 / Fax: +81-0466-49-3594  
E-mail: info-kri@sfc.keio.ac.jp

[Abstract]

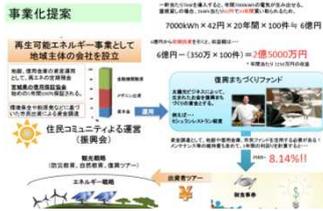
Key Words: Solar energy, Community-based approach, Incentives, Outcome, Post-disaster reconstruction and Collaboration support system

Community-based energy systems offer a significant alternative to centralized energy grids for energy sustainability. These kinds of energy systems combine “hardware” built on investigation of local resources and “software” provided by communities themselves. This distributed system can only be culminated by policy support of governments, development of sustainable business models as well as understanding of citizens. Until recently renewable energy businesses have been challenged by high initial costs and a long return period. Pilot projects were largely dependent on subsidies such as a feed-in-tariff (FIT). Benefits of these projects were mostly assessed according to the return on investment (ROI). However, this narrow definition of benefits did not reflect the importance of renewable energies for public nor the contribution by exemplary projects. The assessment also limits deep development of local renewable resources. This project proposes a new incentive/outcome model for the assessment of energy systems by looking at criteria of economics (cost/benefit), environment (Energy saving and CO<sub>2</sub> reduction), society (Community involvement and leadership), and security (self-sufficiency and distributed energy systems). A community-based business model, which places process at the center, is essential to the implementation of the incentive/outcome concept, and is in fact required in order to ensure transformation from incentive to outcome. The process is built on the selection of flexible business models such as PV panel leasing, rooftop rental, and citizen-owned power plants. It also needs a collaborative platform managed by stakeholders including members of traditional communities, local government, NPOs, companies and universities. The concept model is verified by a web-based questionnaire and examined by best-practice projects found in Japan and around the world. It is applied to the post-earthquake reconstruction projects in Tohoku region, Japan. In this case new

environmental monitoring technologies were applied to map radioactive contamination in Minamisoma City. New land use zoning was proposed for restoration of farmland by planting oil plants or PV panels in Fukushima City. High accuracy digital terrain models, solar radiation, and rooftop data were capsulated into a collaboration support system for assessing solar energy potential and feasibility of new projects in Kesenuma City. Ground-based data provides firsthand information gathered from residents in order to identify their incentives and potential outcomes. A practical test of the method in Kesenuma City brought residents of traditional community together to rethink the future of their villages and to look for opportunities that use renewable energy in the reconstruction of houses, facilities and infrastructure.

# 【ZE-1201】慶應義塾大学SFC研究所

## 震災復興におけるコミュニティベースの太陽光普及モデル事業の提案



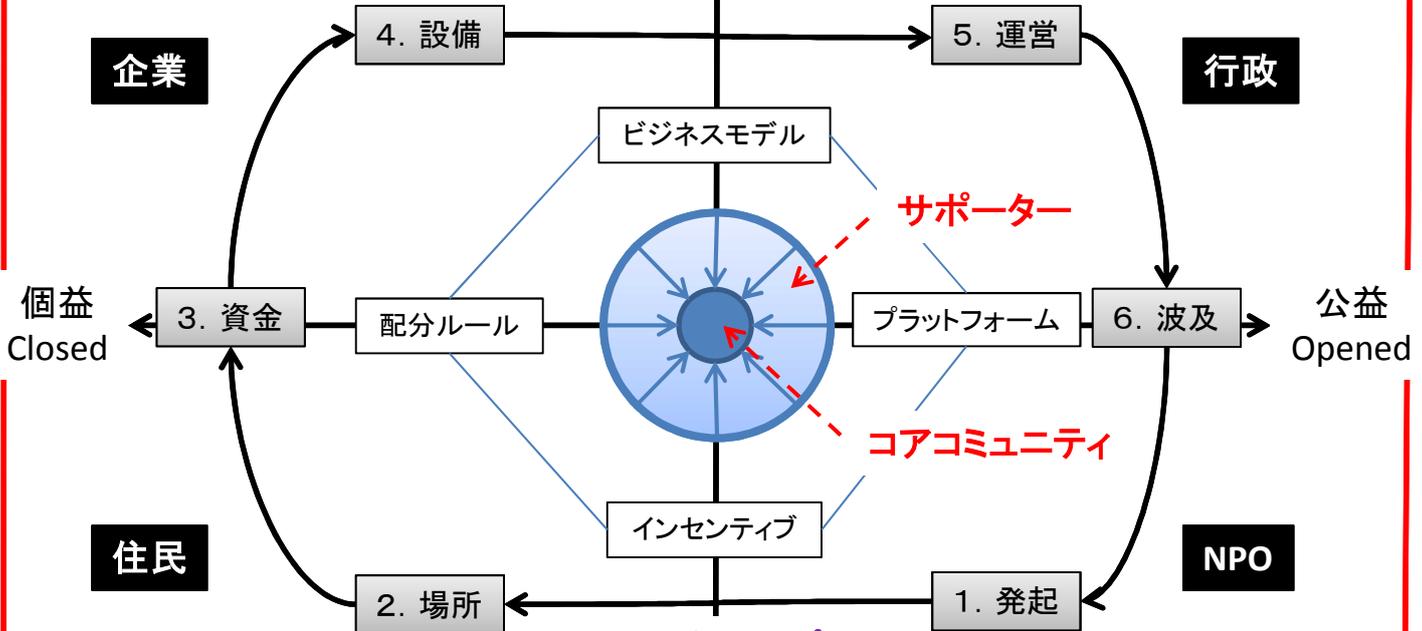
↑ **事業化提案** → **協エネまちづくり支援ツールの活用** → **事業化・運営体制の確立**

1. プロジェクトファイナンス
2. 地銀や信用金庫、県の信用保証協会との連携
3. 市民ファンドの活用
4. 資金調達方法の確立

1. 地域協働による再エネ事業「協エネ」を柱とするCO2削減の実践
2. 自治体によるエネルギービジョンの策定
3. 導入支援政策の実行

### 経済性(相乗効果の創出)

### 環境性(環境改善と資源の利用)



### 安全性(自立分散への移行)

### 社会性(参加とリーダーシップ)

1. 震災後の太陽光発電の防災面へのニーズの高まり
2. 原発に頼らないエネルギーインフラの構築へ向けて活動
3. エネルギー地産地消の実現

1. 地域ポテンシャルの発見
2. 地域リーダーのリーダーシップ
3. コミュニティの形成
4. 協働的なサポート体制の構築

ゾーニングによる土地利用計画 ← 異なる土地条件の可視化 ← コアコミュニティ形成

