

風力発電に関する環境影響分析 ～トラベルコスト法とCVMによる価値付け評価～

天沼佑一 五十嵐政泰 岡望実 渡辺泰弘
アドバイザー：内山洋司 岡島敬一

1. 研究の背景・目的

1.1 はじめに

21世紀に入り、グローバル化する経済活動と発展途上国の経済発展により世界エネルギー需要の増大が指摘されている。さらに、地球温暖化をはじめとする地球環境問題も顕著化しつつあり、環境負荷の少ない新エネルギーの開発が必要になっている中でも、自然エネルギーである風力エネルギーは、二酸化炭素などの大気汚染物質を排出しないクリーンなエネルギーであり、また有力な再生可能エネルギーである。新エネルギーの中では、経済的にも有望であると考えられており、欧米を中心にその導入促進が進んでいる。わが国においても、風力発電の導入が盛んに行われている。日本の風力発電総設備容量は2005年には約93万kWとなっており、経済産業省の総合資源エネルギー調査会「新エネルギー部会報告書」では国の導入目標を2010年までに約300万kWと定めている。

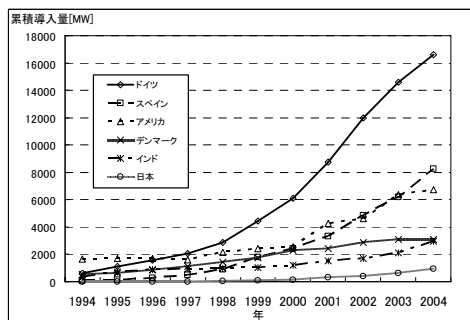


図 1.1: 国別の風力発電導入量の推移

世界における風力発電の導入量は、年々増加している。特に97年の京都会議以降、地球温暖化防止の世界的な気運の高まりによって風力発電の導入量は急激に増加している。2004年時点で世界の風力発電設備容量は47,600MWとなっている。

また、国別の累積導入量をみると、ドイツをはじめ、スペイン・アメリカなどで風力発電が多く利用されている(図2.1)。特にドイツは1997年以降急激に導入量が増加し、世界の風力利用国となっている。

わが国では、92年の余剰電力購入メニューの導入と1993年の系統連係ガイドラインの見直しが行われた。それにより、事業者が発電電力を電力会社に売ることが可能になり、またNEDOを中心とする支援制度の充実することで、風力発電の導入が促進された。導入量は、1990年代後半からの加速的な増加をみせている。2004年時点で940MWと、世界で8位の導入量となっている。

しかしながら、風力発電の導入後の運転実績については、次のような問題が指摘されている。

- ・故障・事故等による運転時間の減少
- ・予想と異なった風況による稼働率の低下がもたらす事業性への影響
- ・風力発電施設の大規模に伴う周囲への環境問題
- ・風車設置による生態系への影響

風力発電のさらなる導入を促進するために、このような風力発電の問題についての調査や対応策の研究が盛んに行われている。

1.2 研究の目的

前節の通り、風力発電は将来性が有望な新エネルギーであるが、導入をさらに促進するためには、いくつかの問題点もある。本研究では、風力発電や風力発電がもたらす地域への問題のうちいくつかを取り上げ、整理し、地域に与える影響について、2つの手法を用いて評価を行った。茨城県内で大規模に風力発電が導入されている神栖市波崎地区を対象にし、ケーススタディを進めた。

評価手法として、トラベルコスト法(Travel Cost Method:TCM)と仮想評価法(Contingent Valuation Method:CVM)の2つを用いた。TCMを用いて、発電用の風車が建設されることによって、海水浴客の動向にどのような影響を与えるかを分析し、それにより、地域振興としての風車の価値を評価した。また、CVMを用いて、一般の地域(風力発電施設の導入がまだ進んでいない地域)と、風力発電設備がすでに導入されている地域を同じ経済指標で評価し、それにより、風力発電の有無による環境への価値付けの差異を明らかにした。

2つの評価手法から風力発電に関する環境影響分析を行い、風力発電のリスク評価をすることを本研究の目的とした。

1.3 研究の流れ

本論文の構成を以下に示す。第2章にて、風力発電におけるリスクを整理し、本研究で取り上げるリスクについて説明する。第3章にて、本研究の対象地域である神栖市波崎地区の風力発電の現状とリスクについて概説する。第4章にて、TCMについての説明、解析結果を述べ、考察し、第5章にて、CVMについての説明、解析結果を述べ考察する。第6章にてまとめとする。

2. 風力発電のリスク

2.1 リスクの種類

本研究においては、風力発電におけるリスクを“環境”・“経済”・“安全”の3つに分類することにした(図2.1)。

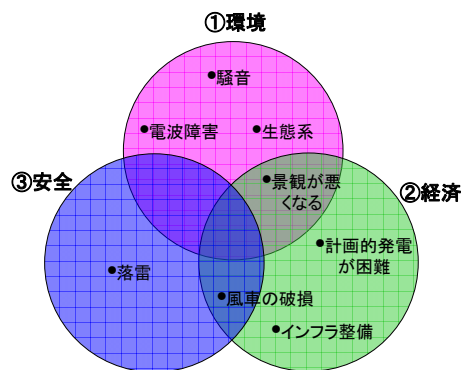


図 2.1:風力発電のリスク

①環境リスク

- ・騒音：風車から発生する騒音被害
- ・生態系：鳥類への影響
- ・電波障害：遮蔽や反射による電波障害

②経済リスク

- ・インフラ整備：道路や送配電線にかかるコスト
- ・計画的発電が困難：風力は季節や時間帯により、大きく変動し、予測不可能

③安全

- ・落雷：風車への直撃雷による破損

①と②の混合

- ・景観の悪化：風車建設による景観の悪化と観光収入の減少

②と③の混合

- ・風車の破損：風車が破損とその修繕費。

本研究においては、これらのリスクの中で特に影響が大きいと考えられる、景観・生態系・騒音の3つのリスクに関して取り上げる。

2.2 本研究で取り上げるリスク

風車による騒音には、ブレードが回転する際に発生する風切り音と増速機などから発生する機械音とがある。近年においては各技術の向上により、騒音の問題は軽減されていると考えられているが、風車の周辺に住む住民にとっては生活問題になることもある。

生態系への影響として、鳥類への被害が考えられる。被害内容としては、衝突死、攪乱、生息地の消失がある衝突死は、欧米において数多く報告されており、日本においても、北海道などで確認されている。攪乱は、発電設備の存在により、鳥の行動が妨げられるものである。生息地に関しては、直接的な生息地の消失のほか、餌場の消失などが考えられる。

景観は、EU 自然保護法に「動植物と共に景観も守られるべき資源である」とあるように、公共の資源であると考えられる。風力発電の設置場所に関しては、周辺の景観を損ねてしまう危険が指摘されており、景観が資源であるという考えから問題視されている。ただ、景観の問題は、主観的なものであることから、客観的に評価することが極めて困難である。

3. 神栖市波崎地区について

3.1 風力発電の現状

波崎地区は、平成10年波崎シーサイドパークに600kwの風車2基が初めて誕生した。その後、平成16年に波崎ウインドファーム事業によって1250kwの風車12基が建設され、平成17年には1000kwの風車が1基建設された。さらに、平成18年にも2000kwの風車が1台追加され、現在合計16基の風車が立地している(図3.1)。した

がって現在の累積導入量は、19.2MWとなっている。

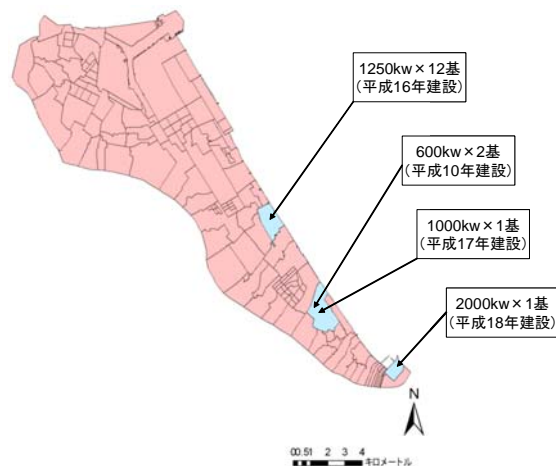


図 3.1:神栖市波崎地区の風車分布

3.2 風力発電におけるリスク

茨城県神栖市波崎地区における騒音・生態系・景観のリスクを考える。波崎地区の風車は海岸線に沿って林立している。海岸は波崎の中心地から離れており、中心地から風車を見ることはできない。しかし、海岸周辺には民家・民宿もあり、風車周辺の住民への騒音被害が心配されている。生態系について、波崎地区は温暖な気候のため、渡り鳥の越冬地ともなっており、それらの渡り鳥が風車へ衝突死してしまう心配がある。また、海岸に生息しているカモメなどの鳥類の住処を奪ったり、飛行の妨げとなっていないかなどの心配もある。波崎の海岸においては、夏場に海岸に来る観光客を相手に商店の経営を行っているところもあり、このような場所においては、海岸付近に風車が景観を悪くすることで、観光客の減少へつながるのではないかと、心配をする声もある。

4. トラベルコスト法(TCM)による評価

4.1 トラベルコスト法(TCM)とは

TCMとは、訪問地までの旅行費用と訪問回数との関係をもとに、間接的に訪問地の利用価値を評価する手法である。景観を含む環境質や娯楽施設、その他訪問する動機付けがある価値を持った場所を訪問する訪問者と、その訪問者が支払う旅行費用(または支払う意思がある旅行費用)の関係から、その訪問地の利用価値を評価する手法である。本来値段をつけることが困難な物事の価値について、間接的に利用価値を評価することができる。

4.2 TCM アンケート実施概要

TCMを用いて、発電用風車(以下、風車)が海水浴の利用者数の変動に影響を与えるかを評価する。TCMに必要なデータ収集のため、次のような概要でアンケート調査を行った。また、風車がない一般地域としてつくば市を中心とした追加アンケートも行った。

○風車がある地域(波崎海水浴場)

対象：波崎海水浴場利用者

場所：波崎海水浴場

日時：2006年8月19日(土) 晴れ

内容：出身地、年間利用回数、風車の影響について

有効回答数：163

○風車がない地域

対象：つくば市民中心

場所：つくば市中心
 日時：2006年9月12日(土)～9月19日(火)
 内容：年間利用回数、風車の影響について
 有効回答数：72

4.3 TCMによる波崎海水浴場利用客予測モデル

TCMアンケートによって得られたデータと各調査のデータを用いて、風車が海水浴場利用客に与える影響を分析する。計算方法とデータの一覧は以下の通りである。

$$d_i = \alpha \cdot A_i + \beta \cdot DID_i \dots (1)$$

d_i : 県*i*の一人あたり年間海水浴場利用回数
 A_i : 県*i*のアクセシビリティ
 α, β : パラメータ

$$A_i = \frac{m_i^2}{V_i^2} \dots (2)$$

$$m_i = \frac{UHS_i}{UAS_i} \dots (3)$$

UAS_i : 県*i*の年間海水浴場利用回数.....④
 UHS_i : 県*i*の年間波崎海水浴場利用回数.....④
 V_i : 県*i*の県庁所在地から波崎海水浴場までの移動費用.....③

$$\gamma_i = \frac{SP_i}{TP_i} \dots (4)$$

$$SP_i = Ave.SP \times \frac{SP_i}{\sum_{i=1}^7 SP_i} \dots (5)$$

γ_i : 県*i*の潜在波崎海水浴場利用者数
 SP_i : 県*i*の潜在波崎海水浴場利用者数
 TP_i : 県*i*の総人口数(平成12年).....①
 $Ave.SP$: 平均波崎海水浴場利用者数(平成9～16年).....②
 spi : 県*i*の波崎海水浴場利用者数.....④

※○の中の数字は、データの種類を示す。

- ①平成12年度国勢調査(調査主体：総務省統計局)
- ②平成12年茨城県観光客動態調査(調査主体：茨城県)
- ③Super Mapple Digital Ver. 6 ルート検索(調査主体：昭文社)
- ④TCMアンケート調査結果(調査主体：風力発電班)

γ_i を被説明変数、 A_i 、 DID_i を説明変数として回帰分析を行い、パラメータ α 、 β を推計した。決定係数0.99で以下の予測モデル式が得られた。

$$d_i = 5.55A_i + 0.0299DID_i \dots (6)$$

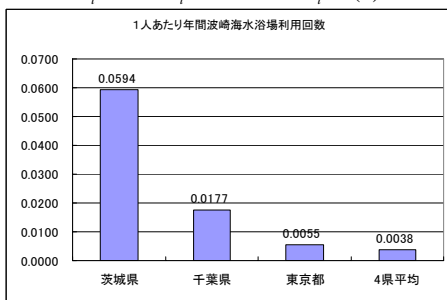


図4.1: 県別1人あたり年間先海水浴場利用回数

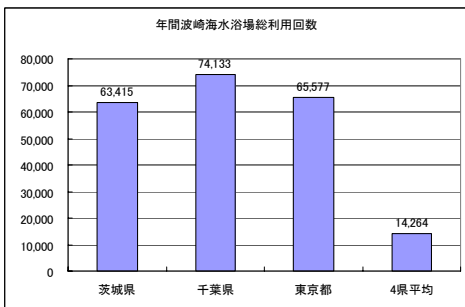


図4.2: 県別年間波崎海水浴場総利用回数

一人あたり年間波崎海水浴場利用回数は、茨城県が0.0594と最も高く、近接性が高い方が利用されやすいことを示している(図5.1)。

総利用回数をみると、千葉や東京からが多く予測された(図5.2)。これは、両都県の人口が多いため大きく推計されたためである。平成12年度茨城県観光客動態調査でも約4分の3は県外からの利用客であり、この結果はほぼ妥当であると考えられる。

4.4 風車の影響

アンケート結果より、風車が建設された場合の海水浴場利用回数の変化は表4.1に示す結果となった。増減の回数はそれぞれ1回と設定し、アクセシビリティが変化した時の波崎海水浴場利用者の数を予測した。

表 4.1: 海水浴場利用者の数の予測

	風車によって回数が増えるケース			風車によって回数が増えるケース		
	UAS _i	UHS _i	A _{ik}	UAS _i	UHS _i	A _{ik}
茨城県	132	107	0.01050	132	113	0.01171
千葉県	153	110	0.00056	153	114	0.00060
東京都	97	74	0.00036	97	76	0.00038
4県平均	27	19	0.00012	27	21	0.00012

また、海水浴場利用客数を②のデータを用いて、以下の計算方法で金額に換算した。

表4.2: 波崎の観光形態(出典:平成12年茨城県観光客動態調査)

	割合(波崎)	一人当たり消費額(茨城県)
日帰り	74%	¥4,033
宿泊	26%	¥15,817

予測消費額(円) =

$$\text{予測利用客数} \times \{(0.74 \times 4033) + (0.26 \times 15817)\} \dots (7)$$

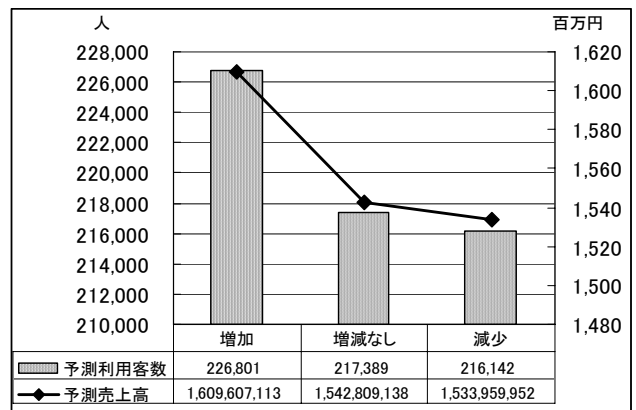


図4.3: 予測利用客数と予測売上高

風車によって増加する予測利用客数と売上高は、4.3%増の9412人、約6,600万円となった。一方、減少する予測利用客数と売上高は、0.57%減の1,247人、約900万円となった。これらを足し合わせると、風車による海水浴場利用への影響は、8165人、57,948,789円の増加となり、風車が海水浴場利用を促す要因となっている可能性を示すことができた(図4.3)。

4.5 つくば市でのアンケート

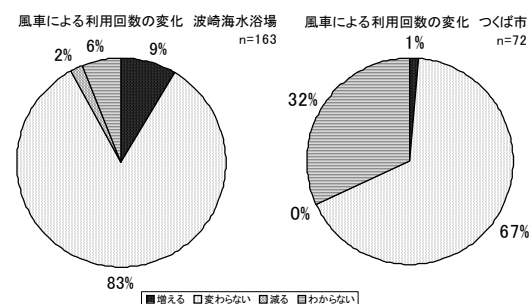


図 4.4: 風車による利用回数の変化(波崎海水浴場・つくば市)

つくば市でアンケートを行うことで、風車がない地域における、風車が海水浴場の動向に与える影響を比較した(図4.4)。

風車ができることによって海水浴場を利用するとの回答は全体の1%弱であり、風車がない地域では風車が海水浴場の利用を促す要因とはなっていないと考えられる。一方、波崎海水浴場では風車による影響について意見が分かれる結果となった。これは、より風車への関心が高いことを示していると考えられる。

5. 仮想評価法(CVM)による評価

5.1 仮想評価法(CVM)について

CVMは、ある環境の仮想的な変化から環境を守るために支払える金額や、それを受け入れるために必要な金額をその環境の変化から影響を受ける人々に直接尋ねる。そしてその額を集計することで、1人当たりの平均値を計算し、関係者全体で乗ずることによって環境の価値とするものである。

CVMの大きな特徴は、評価対象を選ばないことである。従来の手法では評価することが難しい環境問題などの経済的な価値を評価することが可能である。

5.2 CVMアンケート実施概要

本研究では、CVMを風力発電のリスクを求めるために用いた。具体的には、景観・騒音・生態系の3つについてCVMを用いて価値付けした。仮想シナリオとして、リスクを軽減するために風車を撤去する際の負債の補填金をまかなうというシナリオを用い、実際にアンケートという形で尋ねた。風車がある地域とならない地域の意識の比較を行うため、茨城県神栖市と、茨城県つくば市の2箇所ですアンケート調査を実施した。アンケート調査の概要は次の通りである。

○風車のある地域(神栖市)

対象：神栖市民

場所：神栖市内

日時：2006年8月25日(金) 曇り

有効回答数：56

○風車のない地域(つくば市)

対象：つくば市民

場所：つくば市内

日時：2006年9月12日(火)～9月19日(火)

有効回答数：70

5.3 アンケート結果

詳細なアンケート結果は最終報告書に譲るとして、ここでは特徴的な結果をいくつか示すことにする。

○風車のイメージ

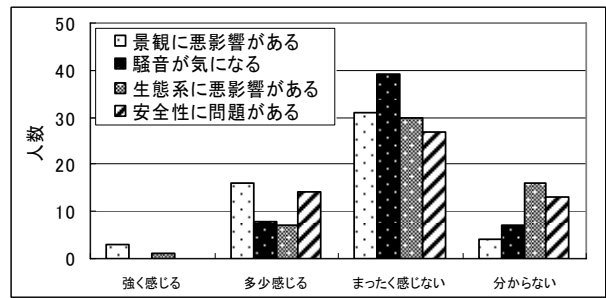


図5.1: 風車のリスクイメージ(神栖市)

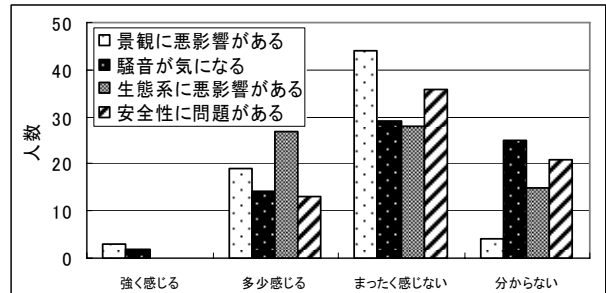


図5.2: 風車のリスクイメージ(つくば市)

神栖市に関しては、まったく感じないという意見が多数を占めたものの、景観・生態系に関しては強く感じるという意見も見られた。また、安全性に関しては強く感じるという意見は無かったものの多少感じるという意見が多かった。これは報道などで風力発電の事故などを見聞きし、漠然とした不安感があるのではないかと推測される(図5.1)。

つくば市に関しては、神栖市と同様の傾向であるが、騒音・生態系に対するリスクを感じているという意見がやや目立った。これは実情よりも風力発電などの開発が与える悪影響へのイメージが先行しているのではないかと考えられる(図5.2)。

○景観への影響

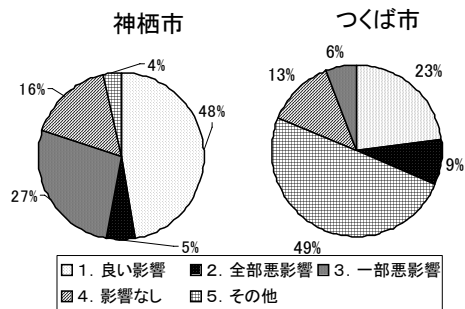


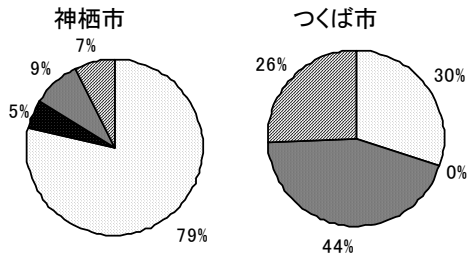
図 5.3: 景観に与える影響(神栖市・つくば市)

風車を建設したときに景観に問題を及ぼす影響があるかどうか尋ねた(図5.3)。

神栖市では、風車は景観に良い影響を与えているという意見が半数を占めることが分かった。また、悪影響に関しても、全てが悪いという意見はそれほど多くなかった。つくば市の結果は神栖市とは大きく異なり、悪影響を与えているという意見が大半を占めた。漠然とした悪印象を受けていると推測される。

また神栖市の風車は、ほぼ全て海岸線に沿って整然と建設されており、夜間はライトアップなども行うなど景観に配慮されている。これらの配慮がアンケート結果に反映されたと考えることもできる。

○騒音への影響

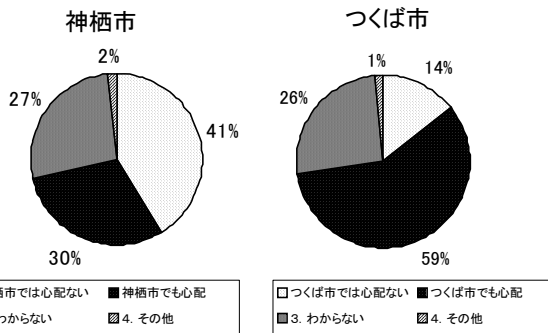


□ 1. 現状維持 ■ 2. 全撤去 ▨ 3. 対策をせよ ▩ 4. その他

図 5.4: 騒音に与える影響(神栖市・つくば市)

神栖市の結果から、現状では構わないという意見が大半であることが分かる(図5.4)。つくば市の結果からは、神栖市とは異なり、多少騒音を気にした意見が多かった。これは景観と同様に、漠然とした悪印象を受けているのではないかと推測される。

○生態系への影響



□ 神栖市では心配ない ■ 神栖市でも心配 ▨ 3. わからない ▩ 4. その他

図 5.5: 生態系に与える影響(神栖市・つくば市)

風車を建設したとすると、生態系に問題を及ぼす心配があるか尋ねた(図5.5)。

神栖市の結果では、心配であるという意見と心配ないという意見が半々となった。つくば市の結果では、心配であるという意見が多数を占めた。この問いとは別に、実際に被害が発生した際の対応法を尋ねたところ、神栖市では現状維持で構わないという意見が多かったが、つくば市では対策をせよという意見が多数を占めた。やはり、生態系への漠然とした問題意識が根付いていることが示唆された。

5.4 CVM解析による平均支払意思額の推計

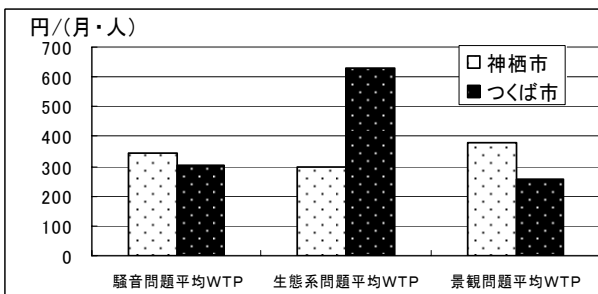


図 5.6: 属性ごとの平均支払意思額(神栖市・つくば市)

今回の調査での支払意思額(Willingness to Pay:WTP)の算出は、

それぞれの問いに対する有効回答の平均値を求めることで行う。これは、今回の調査における標本の得られ方が、母集団からの無作為抽出によるものと考えられるためである。まず最初に、各属性ごとの平均支払意思額(1人あたりいくら支払う意思があるか)を推計した(図5.6)。

まず神栖市については、3つのリスクでは景観・騒音・生態系の順に平均支払意思額が高いことが分かる。神栖市の住民が一番気にしているのはやはり景観への影響なようである。単純集計結果(図5.1)では騒音と生態系については差が見られなかったが、CVM解析では騒音の方が上位となっている。これは、風車のすぐそばに住んでいる人々が騒音に対する支払意思額を大きく答えたためである。風車の騒音は近年大きく改善され、風車から数百メートルも離れば、その騒音はまったく聞こえないといわれているが、やはり風車のすぐそばに住んでいる住人にとっては、多少費用を負担しても対応してほしい問題と思われる。

つくば市については、特に生態系への平均支払意思額が飛びぬけて高い。報道などによる生態系破壊への関心の高さが伺える。この傾向は実際に商用風車が建設されている神栖市では見られないことから、新たに風力発電事業を行う際には、特に生態系への影響を詳しく関係地域の住民に説明し、理解を深めることが大切であると言える。

5.5 支払意思額の推計と考察

平均支払意思額から、3つのリスクについての支払意思額の集計値を推計した。集計額の算出は、式(8)によって求める。

集計値(円) =

$$\text{各リスクに対する平均支払意思額} \times \text{関係地域の世帯数} \dots (8)$$

これは、アンケートが世帯を対象としたものであったためである。集計値は、関係住民1人当たりの平均支払意思額を関係者全体で乗じているため、リスクを回避するために支払える額の合計を表している。すなわち、それぞれのリスクにより生じると考えられている損失額自身を表している。この損失額と実際の風力発電の売り上げを比較することで神栖市の風力発電の有用性について考察する。関係地域の世帯数については、神栖市とつくば市の世帯数を用いた。この世帯数は、2005統計かみす・統計つくば2005による。

発電売り上げは式(9)により求めた。

発電売上(円) =

$$\text{総発電量} \times \text{稼働率} \times \text{売電価格} \times \text{月額} \dots (9)$$

式(8)より、発電による売上高が求まる(利益ではないことに注意されたい)。稼働率や売電価格については風力発電の事業化調査報告書を参考にした。

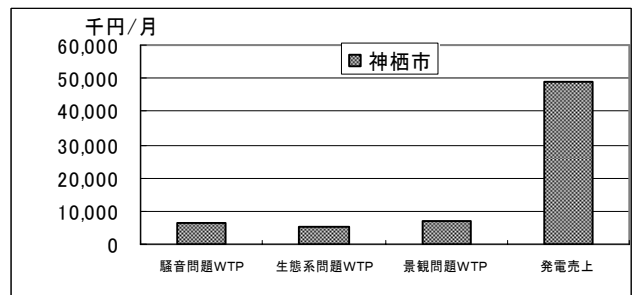


図 5.7: リスクごとの支払意思額

どのリスクについても、そのリスクによって生じると考えられる損失額は、発電による売上に比べてごく小さいことが明らかとなった(図5.7)。この差は10倍程度あり、リスクを補って余りある発電売上があると言える。この程度の差があるならば、今回着目したリスクについて、リスクマネジメントを行う価値が十分にあると言える。しかしながら、風力発電には設備メンテナンスや初期投資による出費も当然必要であり、また風力発電に対するリスクも今回着目した3つのリスクが全てという訳ではないため、単純に足し引きをし、風力発電全体の有用性を評価することはできない。今回のアンケートでは、注目したリスクを軽減する方法として、風車を撤去するというシナリオを用いている。このため、どのリスクに対する対策であれ、その対策を行うことで3つのリスク全てを軽減することができる。この理由により、それぞれのリスクの支払意思額を合計するのではなく、平均を取ることと比較することとした。

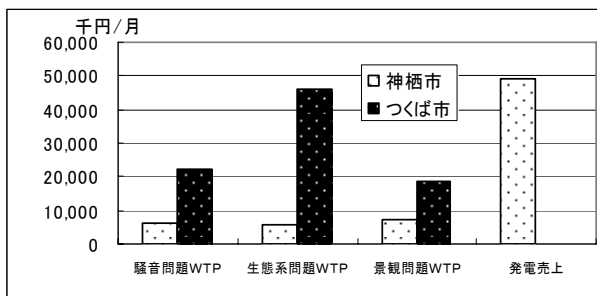


図5.8: 支払意思額の比較

商用風車がない地域と商用風車がある地域の支払意思額の比較として、神栖市とつくば市の比較を行った(図5.8)。神栖市に比べてつくば市の支払意思額が大きいことが明らかになった。すなわち、商用風車がない地域の、これら3つのリスクの損失額は、商用風車が稼働している地域の損失額より大きい。また、その支払意思額は、発電売上に匹敵するほどであることが明らかになった。これは、神栖市の風力発電事業が、本研究で着目した3つのリスクを考慮した計画・広報を行っており、一般地域に比べて住民のこれらのリスクに対する理解度が高かったと捉えることができる。また、既に風車が建設されているため、これらのリスクが低く見積もられたと捉えることもできる。

6. 本研究のまとめ

本研究では、風力発電のリスクを分類し、中でも特にリスクが高いと思われる景観・騒音・生態系の3つのリスクについて経済指標で評価した。同時に風力発電による地域の魅力の増加度についても経済指標で評価した。具体的には、TCMとCVMという2つの解析手法を用いて、風力発電の有用性とそのリスクについて解析を行った。これにより風力発電の有無による環境の価値付けの差異を明らかにした。

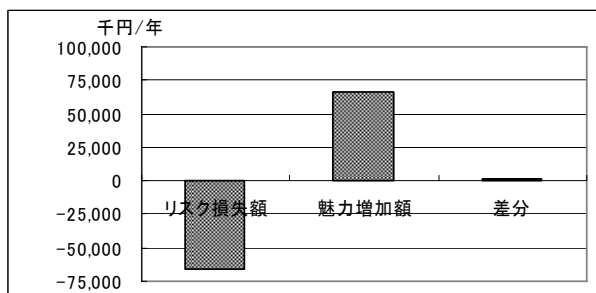


図6.1: TCM結果とCVM結果による風力発電の価値

これらのTCMの結果とCVMの結果より、得られた経済的な価値の比較を行った(図6.1)。リスク損失額は、CVMの結果から推測した風力発電のリスクによる損失額であり、約65,000,000円である。魅力増加額はTCMの結果より推測した風力発電の魅力による需要の増加額で、約66,000,000円である。これらの差は約1,000,000円でわずかながらプラスとなった。

本研究で着目した3つのリスクを調査したCVMの結果、TCMによる海水浴動向調査の結果、さらに研究対象地域の神栖市においては、風力発電事業による経済的な損得はほぼ0であると結論付けることができる。風車を建設することで発生する景観・騒音・生態系へのリスクは、同じく風車を建設することで発生する風車による地域の魅力度の増加でまかなうことができる。すなわち、神栖市の風力発電事業においては、これらのリスクは同時に発生する魅力でカバーできるため、風力発電事業本来の価値である電気エネルギーの売上などには影響を及ぼさないとすることができる。

昨今、風力発電事業がますます活性化しているが、一般的にその風力発電事業の有用性は発電できる電気エネルギーの価値と、風力発電施設の建設コストによって評価されており、副次的な要素(風車による魅力の増加やリスクの増加)は有用性の評価としては取り入れられていない。本研究は風力発電の有用性の評価を、副次的な影響の観点から評価した。その結果、神栖市のケーススタディに置いては、副次的な影響はプラス効果を及ぼすものとマイナス効果を及ぼすものがあり、それらの効果は互いに打ち消しあい、全体としてはほぼ副次的な影響は無視できるということを明らかにした。

今後の展望としては、今回ケーススタディを行った神栖市以外の地域に対しても、同様のCVM、TCMによる経済的な価値付け調査を行い副次的な影響を評価し、日本全体で一般的に副次的な影響はどの程度あるのかを明らかにすることが挙げられる。

参考文献

- 1) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構：風力発電導入ガイドブック、2005年5月、改定第8版
- 2) 内山洋司：エネルギー工学と社会、放送大学教育振興会、2003年3月
- 3) 石田博：風力発電、日本の現状と問題点、第84回原子力安全問題ゼミ、2001年10月
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：公共事業評価手法の高度化に関する研究、国総研プロジェクト研究報告 第1号、2005
- 5) 肥田野登、井上寿人：環境と行政の経済評価～CVMマニュアル～、勁草書房、1999年12月、第1版
- 6) 栗山浩一：公共事業と環境の価値～CVMガイドブック～、築地書館、1997年
- 7) 猛禽の森：
http://www.di.dion.ne.jp/~akaki_ch/index.htm
- 8) 風力発電についての問答集：
<http://www.tronc.co.jp/QA.html>
- 9) 茨城県神栖市 2005統計かみず(神栖市統計情報) 2006年3月
- 10) 茨城県つくば市 統計つくば2005 2006年3月
- 11) 茨城県波崎町(旧) 波崎漁港風力発電導入プロジェクト事業化調査報告書 2005年3月