



# 風力発電に関する環境影響分析

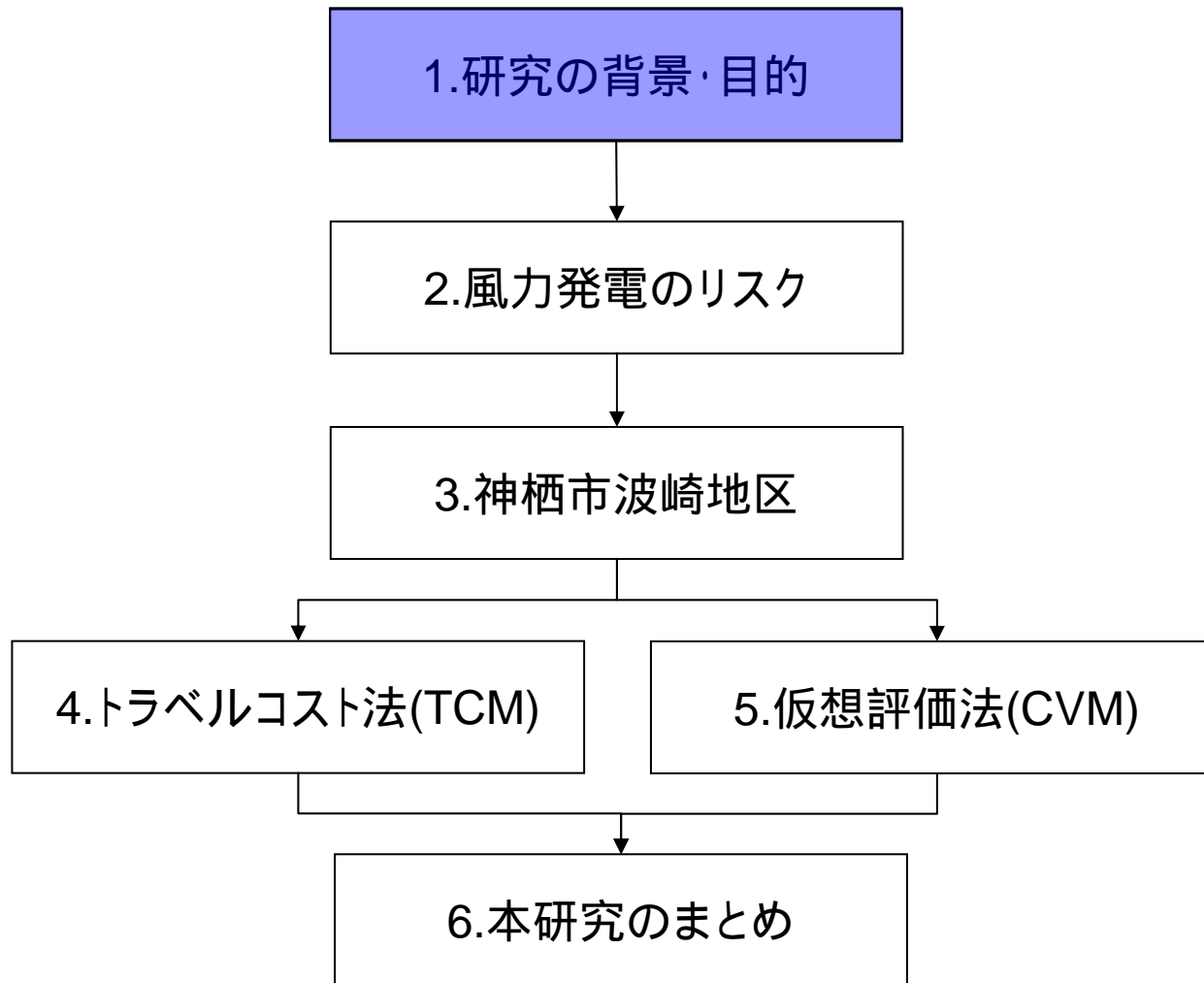
～トラベルコスト法とCVMによる価値付評価～

1班

アドバイザー 内山洋司 岡島敬一

天沼佑一 五十嵐政泰 岡望実 渡辺泰弘

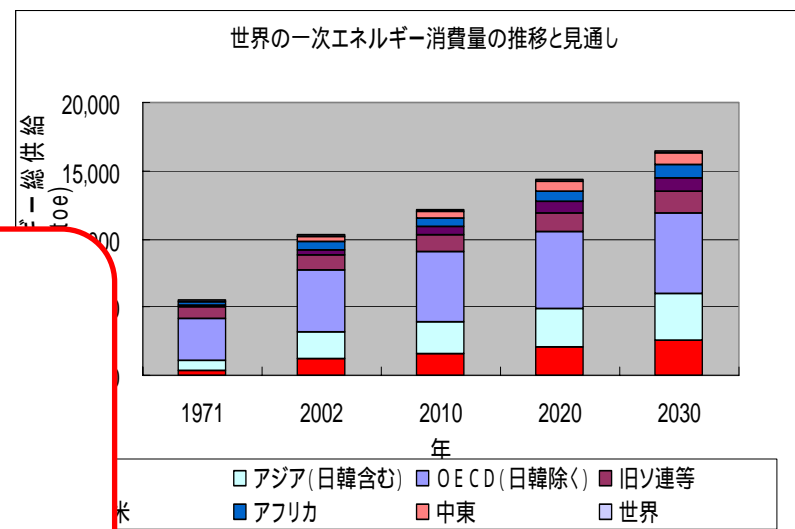
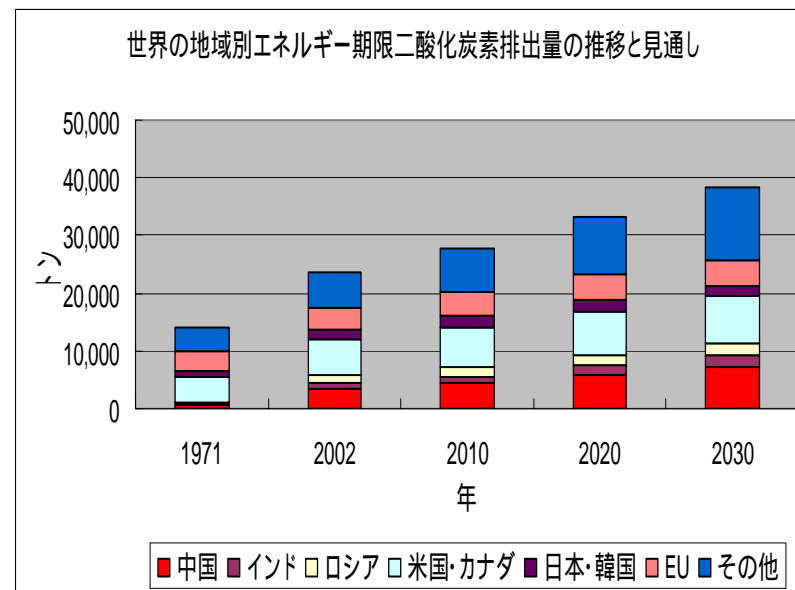
# 発表の流れ



# 1.1 研究背景

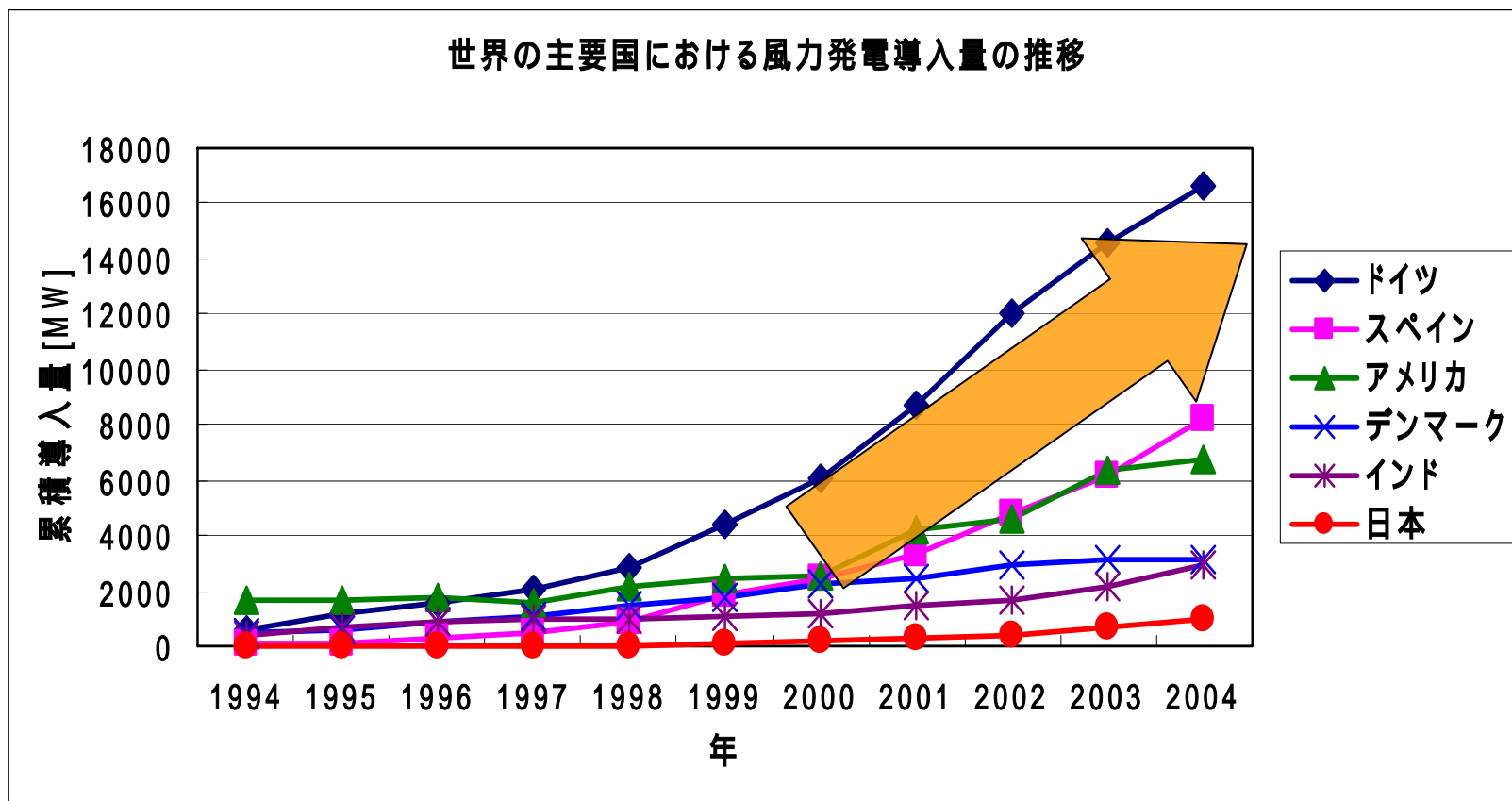
- エネルギー需要の増大
- 地球環境問題(地球温暖化等)
  - 環境負荷の少ないエネルギー
  - 新エネルギー
    - 太陽光
    - **風力**
    - バイオマス
    - 地熱

- 大気汚染物質を排出しない
- 再生可能エネルギー
- 経済的に有望
- 国内外で導入が進んでいる



## 1.2 国内外の風力発電

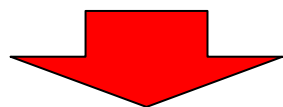
- 各国とも風力発電導入量は増大
- 日本も2000年頃から増加傾向



出典：NEDO 風力発電ガイドブック

## 1.3 風力発電導入後の問題点

- 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
- 風力発電施設の大型化に伴う周辺への環境問題
- 風車設置による生態系への影響



風力発電導入促進のため、これらの問題についての調査・対応策の研究が盛んに行われている

## 1.4 研究の目的

### ■ 風力発電がもたらす地域への問題

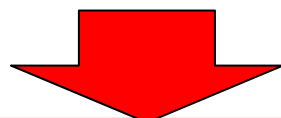
#### □ ケーススタディ(茨城県神栖市波崎地区)

- 風車建設による海水浴客の動向

➡ **トラベルコスト法(TCM)**

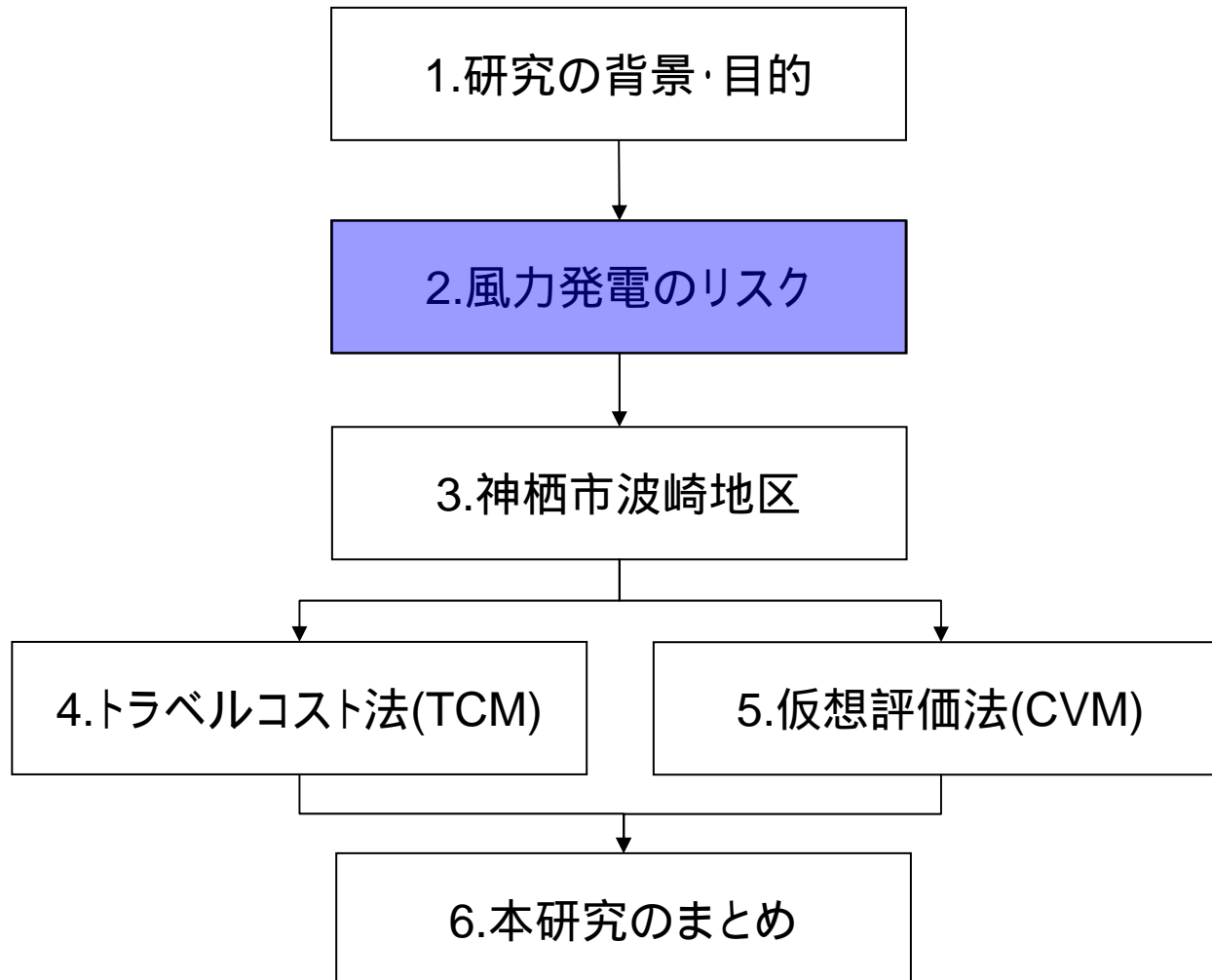
- 風力発電施設の影響への影響

➡ **仮想評価法(CVM)**

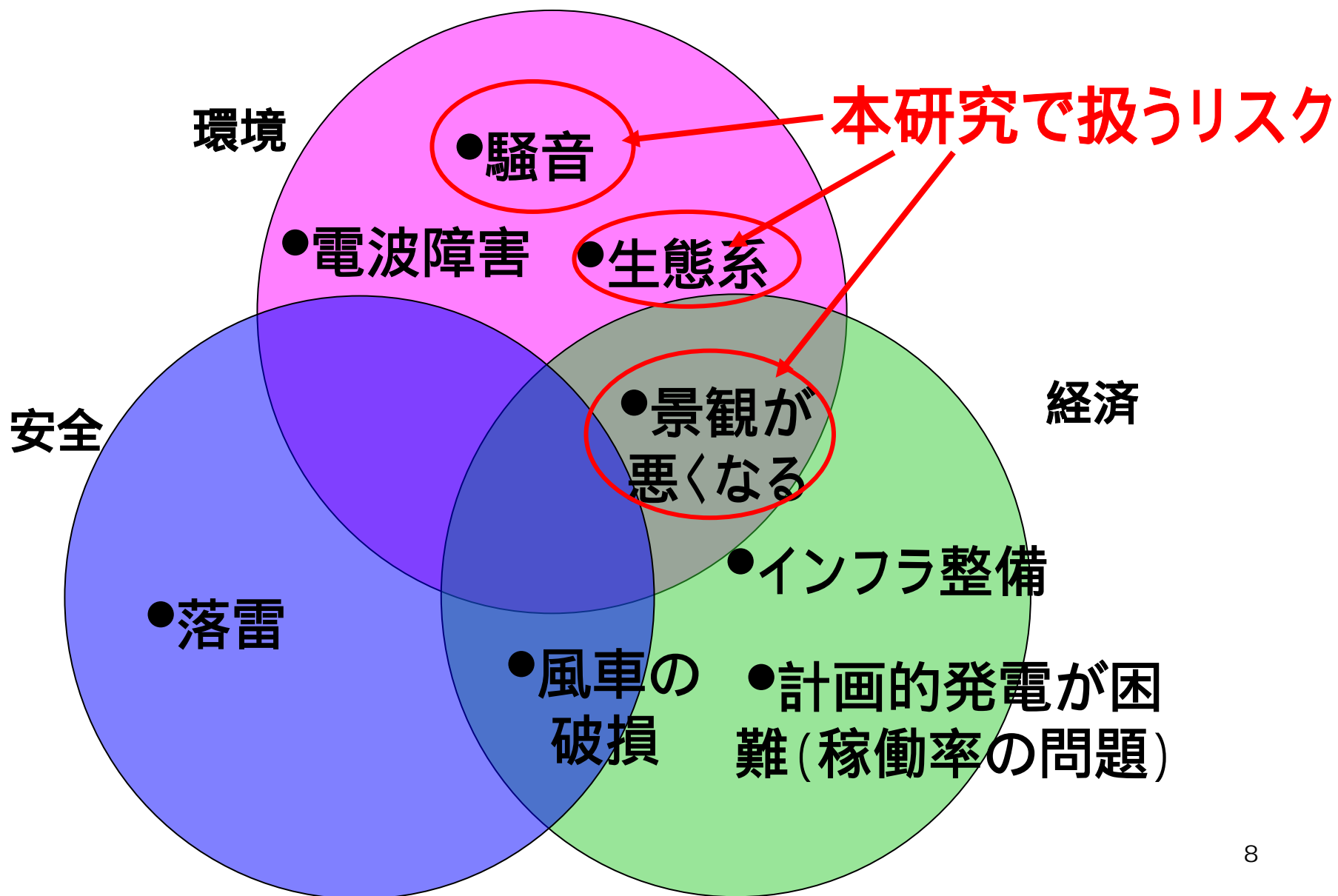


- **波崎地区の風力発電に関する環境分析**
- **風力発電の有無による環境への価値付けの差異**

# 発表の流れ

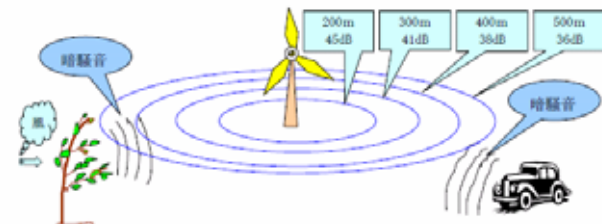


## 2.1 風力発電のリスクの種類





## 2.2 研究で扱うリスク



### ■ 騒音問題

- **風切り音** ブレードの回転による
- **機械音** 増速機などから発生

### ■ 生態系(特に鳥)への影響

- **衝突死**
- 攪乱(風車による鳥の行動が妨げ)
- **生息地の消失**

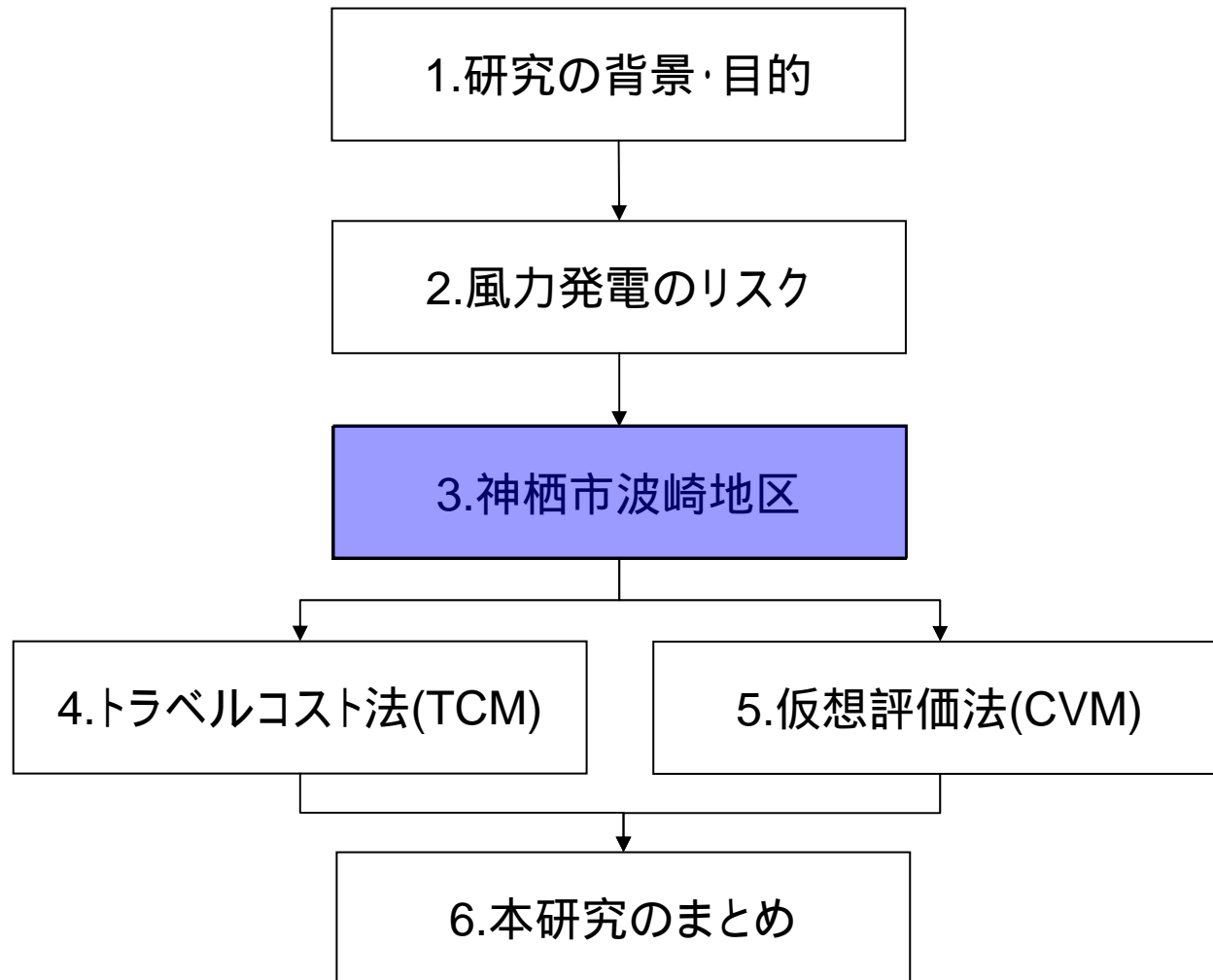


### ■ 景観の悪化

- 地域**住民**に影響
- 地域**観光産業**に影響
- 予想図を作成するなどの対



# 発表の流れ



# 3.1 神栖市波崎地区

- 茨城県南東部に位置
- 北部に工業地帯、南部に海水浴場
- 平成10年に風力発電用風車建設
- 近年、風力発電用風車が増加中



波崎ウインドファーム  
1250KW × 12基(H16年4月)

SUBARU(富士重工業)  
2000KW × 1基(平成18年建設)

波崎シーサイドパーク  
600KW × 2基(H10年12月)

波崎漁港風力発電  
1000KW × 1基(平成17年建設)

**波崎の風車：16基**  
**累積導入量：19.2MW**

## 3.2 神栖市波崎地区におけるリスク

### ■ 騒音

- 風車付近の住民への騒音被害

### ■ 生態系

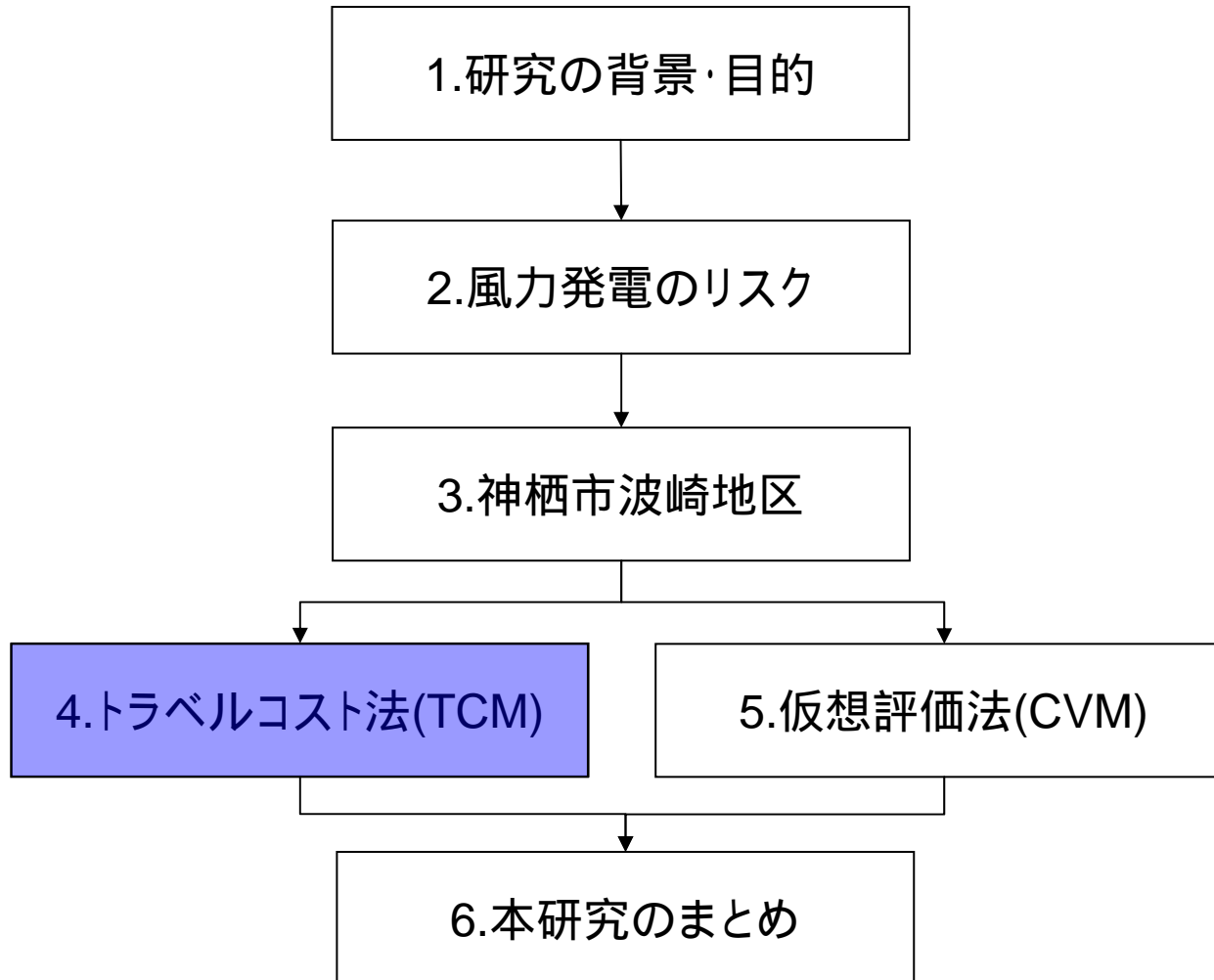
- カモメ類などの渡り鳥の衝突死
- 海岸付近に生息している鳥類の住処の消失
- 飛行の妨げ

### ■ 景観

- 景観の悪化に伴う海水浴客・観光客の減少

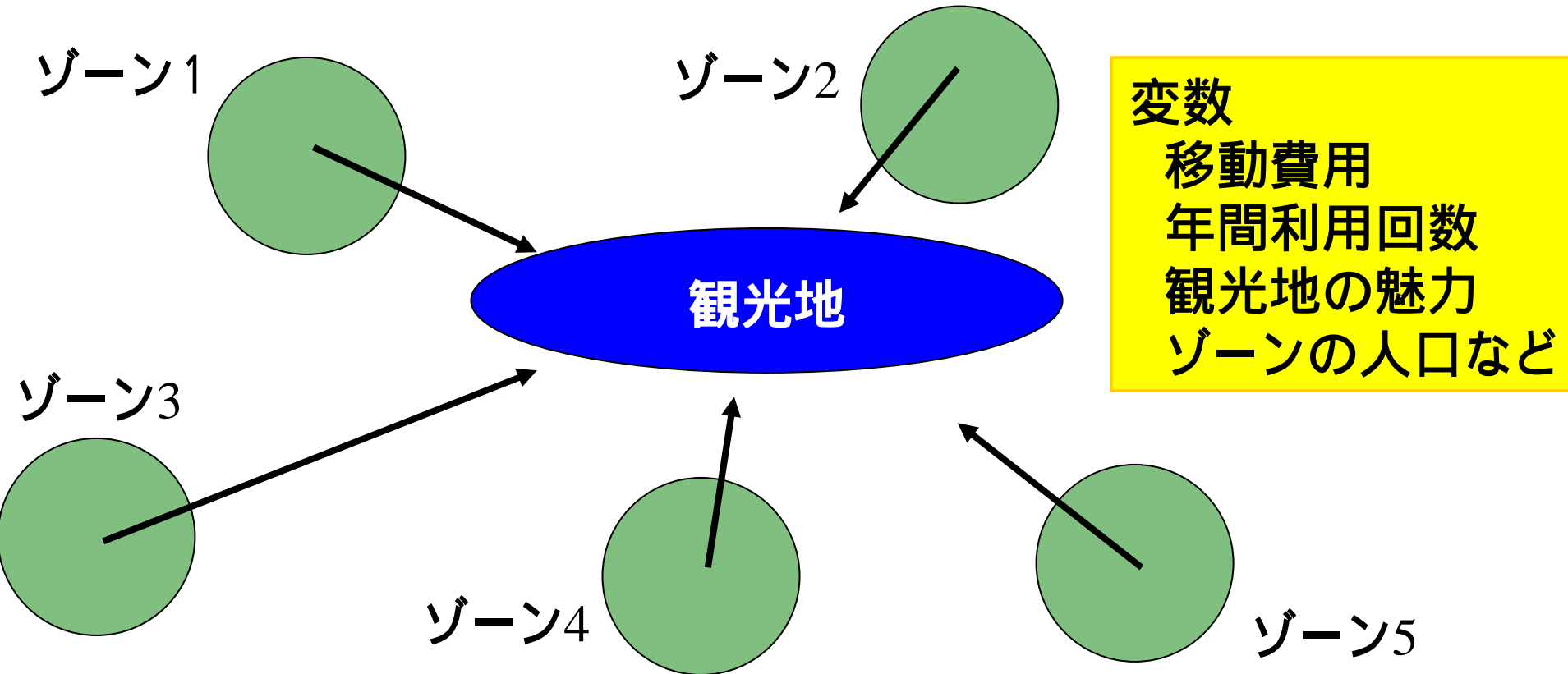


# 発表の流れ



# 4.1 トラベルコスト法(Travel Cost Method)

観光地・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



風車の建設が海水浴客の動向に与える影響

## 4.1 TCMの手順

### 1 . 対象の選定

風車のある地域：波崎海水浴場

風車のない地域：つくば市中心

### 2 . データの収集・整理

年間利用回数，出身県などをアンケート調査

### 3 . 需要予測モデルの推定

アクセシビリティ，移動費用

### 4 . 経済指標への変換

## 4.2 データ収集 TCMアンケート

### ■ 風車がある地域：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) 10時から15時 晴れ
- 有効回答数：163

### ■ 風車がない地域：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
  - 年間利用回数
  - 風車の影響





## 4.3 予測モデル

海水浴場までの  
行きやすさ

地域の特性  
(DID面積比率)

$$d_i = \alpha \cdot A_i + \beta \cdot DID_i$$

$$A_i = m_i^2 / V_i^2$$

都県 $i$

波崎海水浴場

$d_i$ : 1人当たり波崎海水浴場利用回数

$A_i$ : 利用者数波崎海水浴場へのアクセシビリティ

$DID_i$ : 人口集中地区面積比率(地域の特性)

$m_i$ : 波崎海水浴場の魅力度

$V_i$ : 各都県庁所在地から波崎海水浴場までの移動費用

対象ゾーン: 茨城県, 千葉県, 東京都, その他4県

## 4.3 予測モデル パラメータ推計

- 説明変数:  $A_i$  (アクセシビリティ),  
 $DID_i$  (人口集中地区面積比率)
- 被説明変数:  $d_i$  (一人当たり波崎利用回数)
- 回帰分析 決定係数0.99

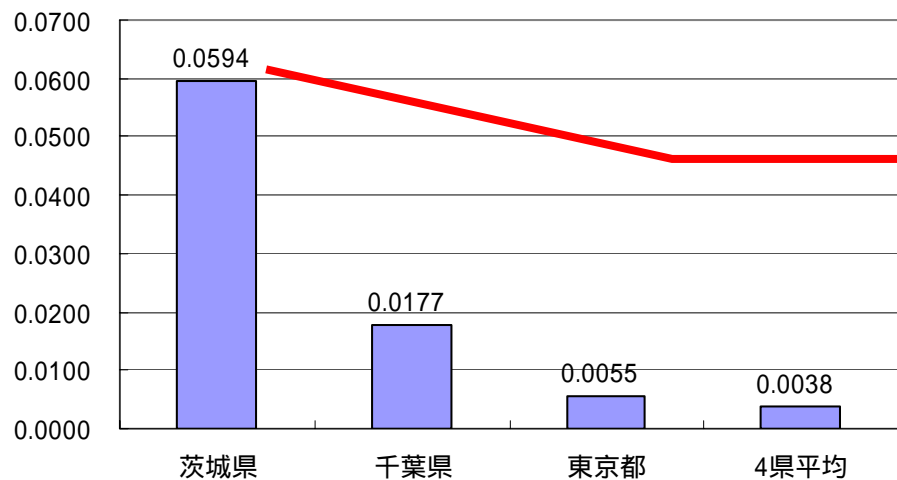
$$d_i = 5.55 A_i + 0.0299 DID_i$$

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

$DID_i$ : DID面積比率

# 4.4 予測波崎海水浴場利用回数

一人あたり年間波崎海水浴場利用回数



$d_i$  : 一人当たり波崎利用回数

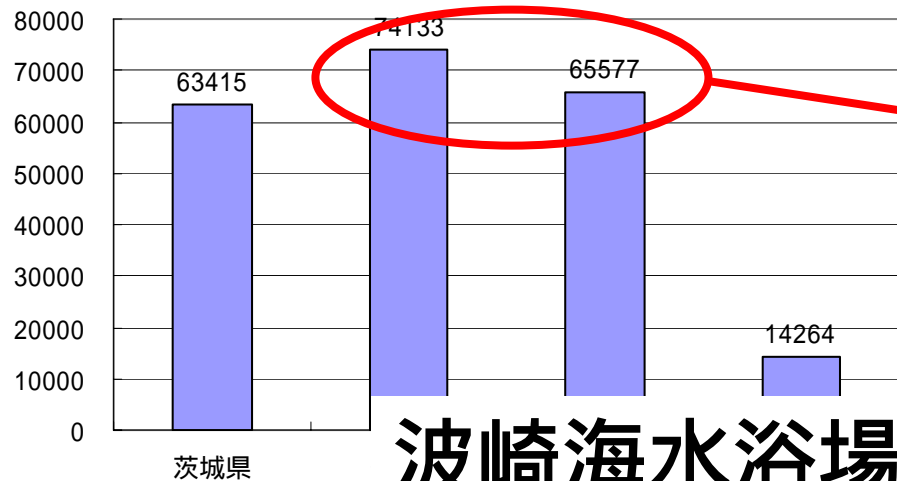
茨城県が最も多い。  
100人中約6人が波崎海水浴場を利用する。

$$D_i = d_i \times TP_i$$

$D_i$  : 年間波崎利用回数

$TP_i$  : 県*i*の総人口

年間波崎海水浴場利用客数



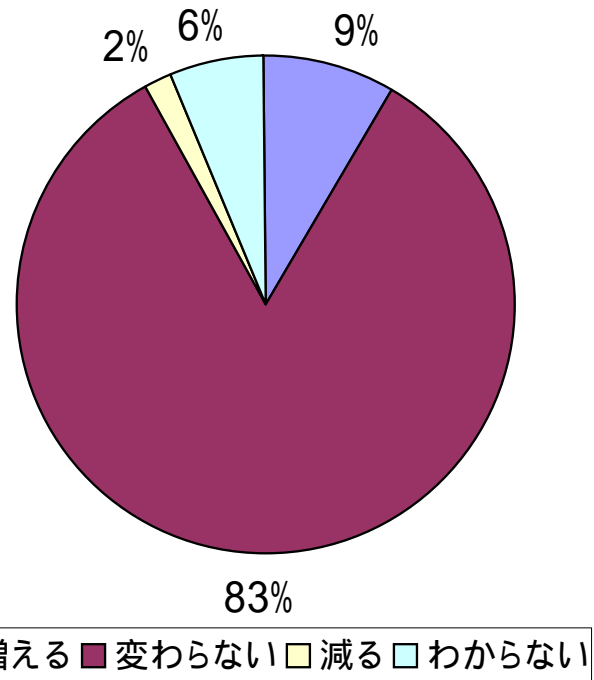
県別の人口数によって、千葉県や東京都からの利用者が多く予測される。

波崎海水浴場

予測利用客数 : 217,389人

# 4.4 風車建設の影響

Q: 風車が建設された場合, 波崎海水浴場を利用するか?



アクセシビリティ  $A_i$  の中の魅力  $m_i$  値を増減させて, 風車建設の影響による波崎海水浴場利用客数の動向を評価する.

	$UAS_i$	$UHS_i$	$A_{ik}$
茨城県	132	107	0.01050
千葉県	153	110	0.00056
東京都	97	74	0.00036
4県平均	27	19	0.00012

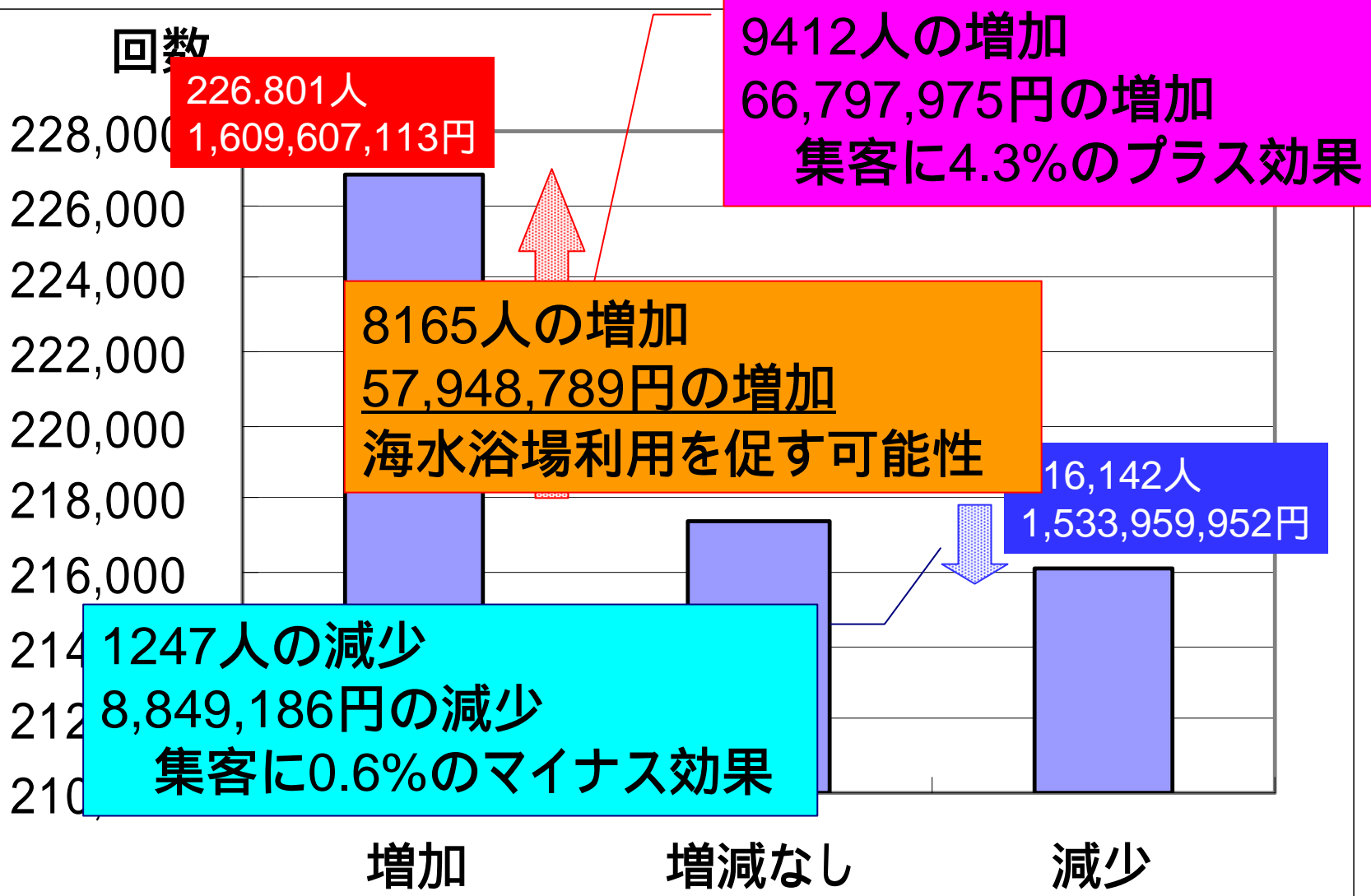
風車によって回数が増えるケース

	$UAS_i$	$UHS_i$	$A_{ik}$
	132	113	0.01171
	153	114	0.00060
	97	76	0.00038
	27	21	0.00012

風車によって回数が減るケース

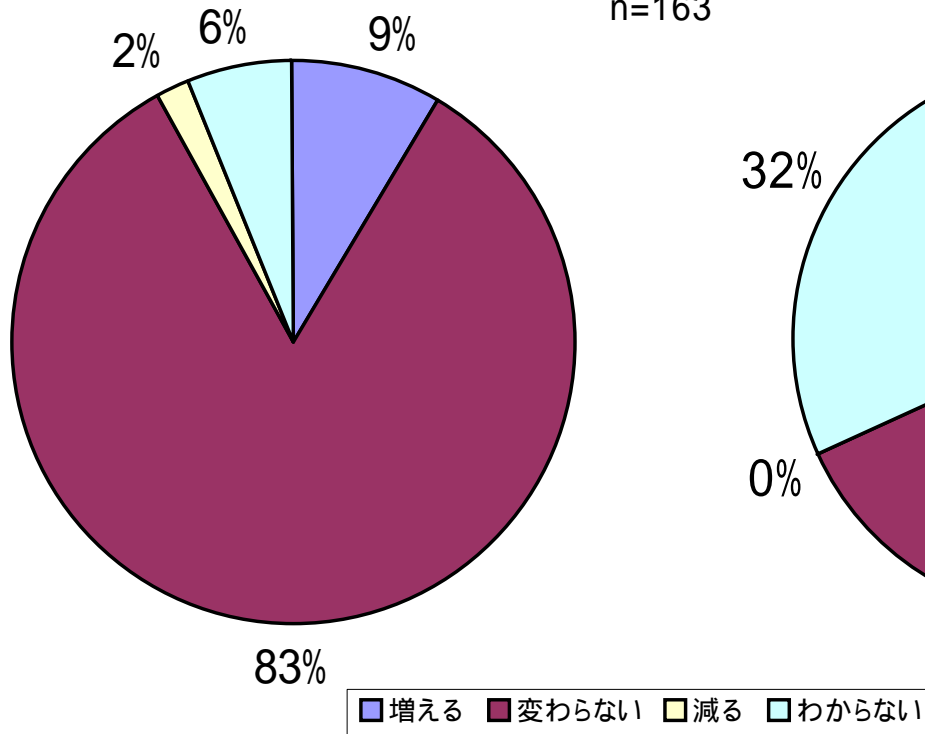
	$UAS_i$	$UHS_i$	$A_{ik}$
	132	107	0.01050
	153	110	0.00056
	97	72	0.00034
	27	18	0.00012

# 4.5 風車による海水浴客数の動向

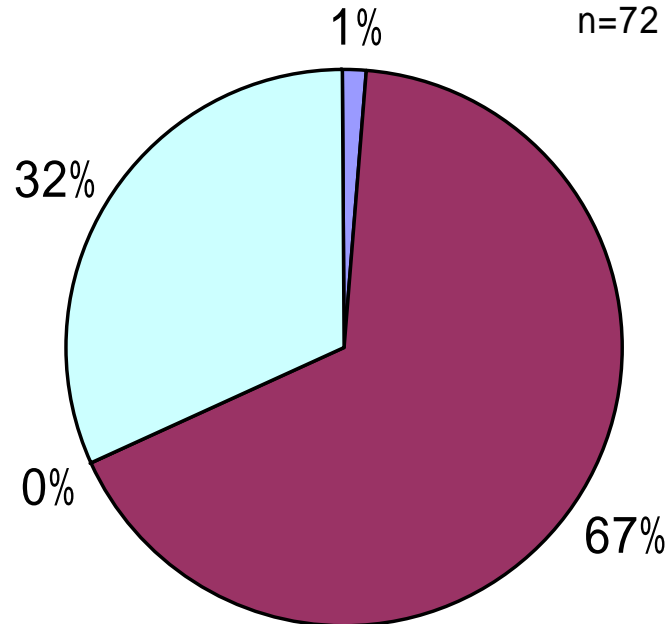


## 4.5 つくば市の意識

風車による利用回数の変化 波崎海水浴場 n=163

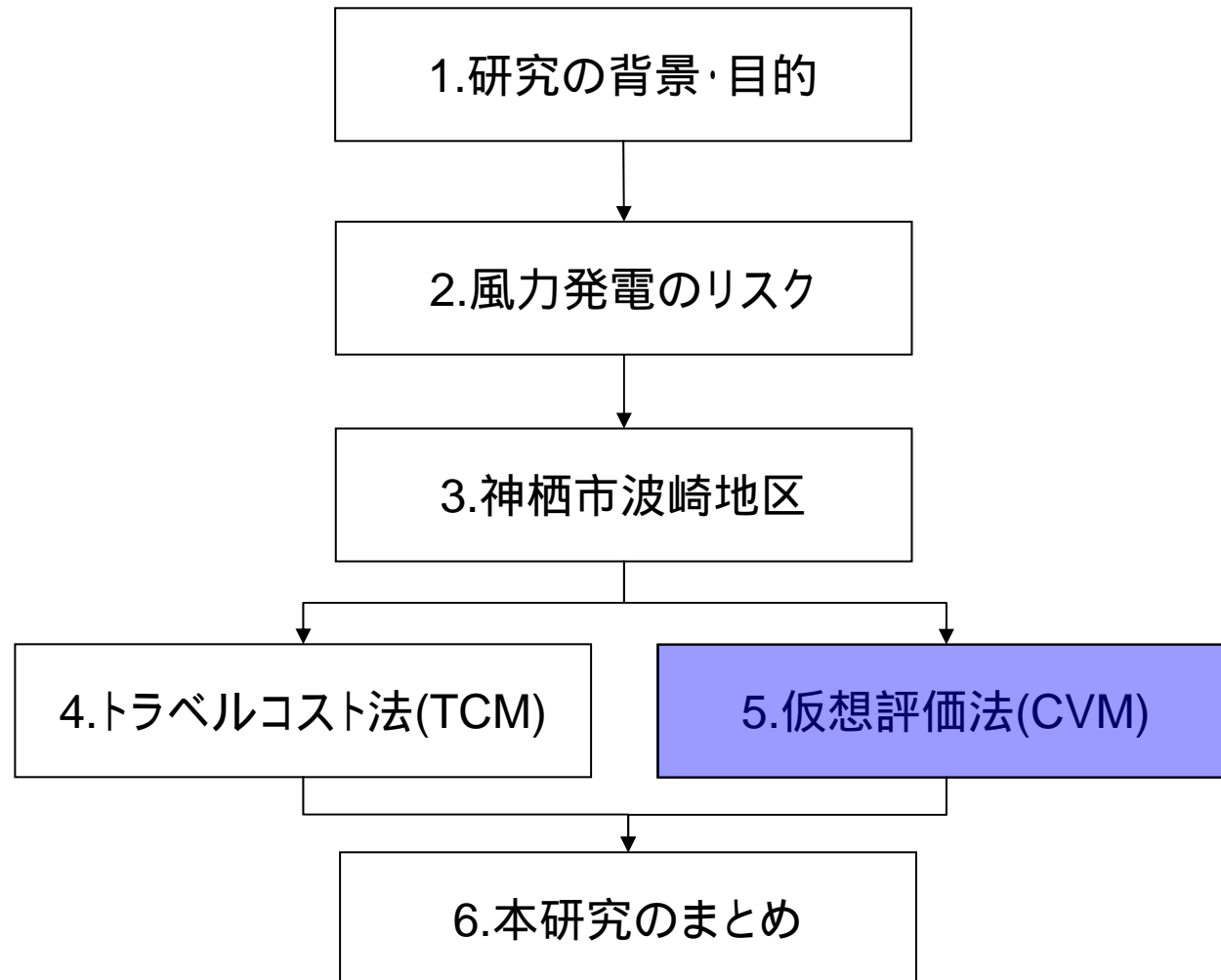


風車による利用回数の変化 つくば市 n=72



- 風車がない地域では風車に対して関心が低く、海水浴場への影響はない。

# 発表の流れ

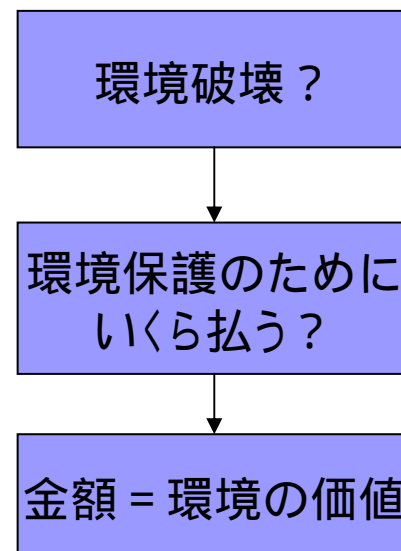
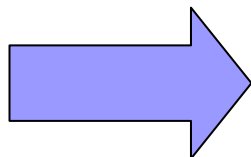


# 5.1 仮想評価法 (CVM) とは

- 環境を守るために支払っても構わない金額を尋ね、平均値を求め、関係者全体で乗ずることで、環境の価値とし、評価する方法
- 一般的な環境問題で用いられてきた



ダム建設  
予定





# 5.1 CVMの評価手順

## 1. 対象の選定

- 風車のある地域と一般の地域(神栖市内と筑波大学内を中心として)

## 2. 着目した3つのリスクについて調査

**[騒音]** **[景観]** **[生態系]**

## 3. 3つのリスクについて仮想シナリオを提示 仮想シナリオ

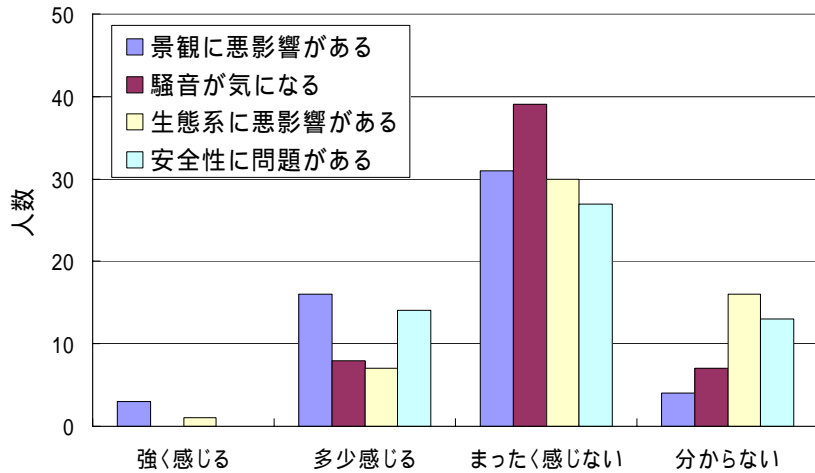
1. リスクを改善するために風車を撤去する
2. 投資が回収できないため負債が生じる
3. いくらなら負債の一部を負担できるか

風力発電の有無による環境への価値付けの差異を評価

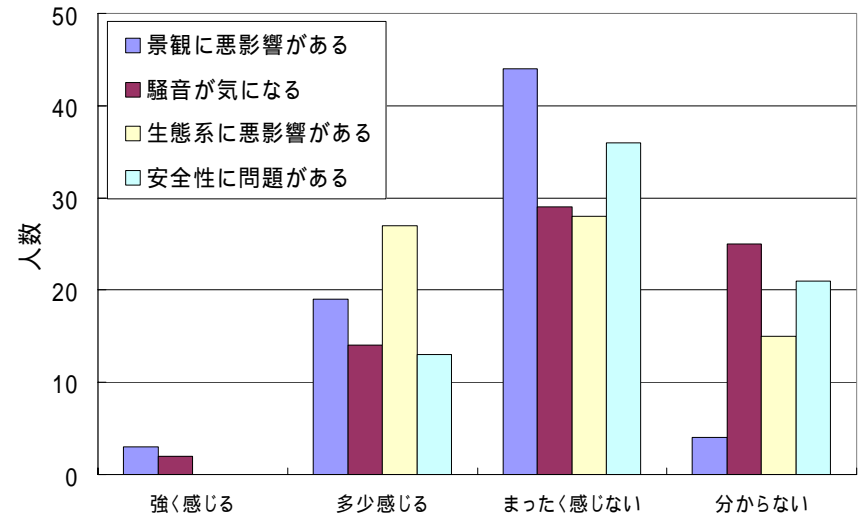
## 5.2 CVMアンケート実施概要

- 風車のある地域：神栖市波崎地区中心
  - 場所：神栖市内
  - 日時：2006年8月25日（金） 曇り
  - 内容：風力発電における景観・騒音・生態系のリスク認知について
  - 有効回答数：56
- 風車がない地域：つくば市民中心
  - 場所：つくば市内
  - 日時：2006年9月12日（火）～9月19日（火）
  - 内容：風力発電における景観・騒音・生態系のリスク認知について
  - 有効回答数：70

# 5.3 アンケート結果 風車のリスクイメージ



神栖市の風車に対するリスクイメージ

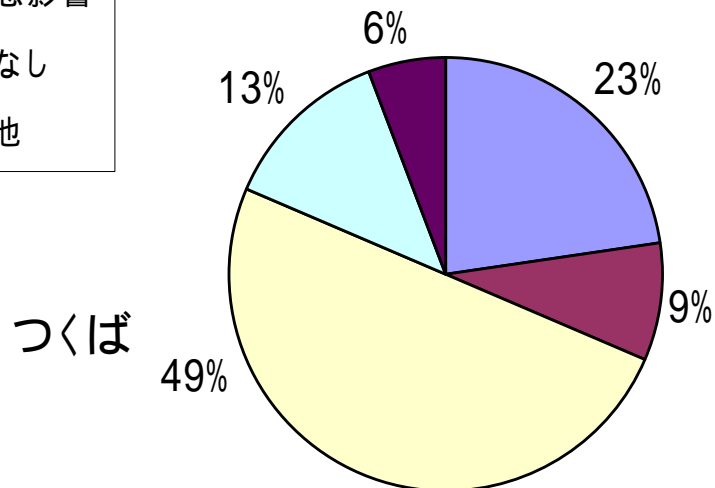
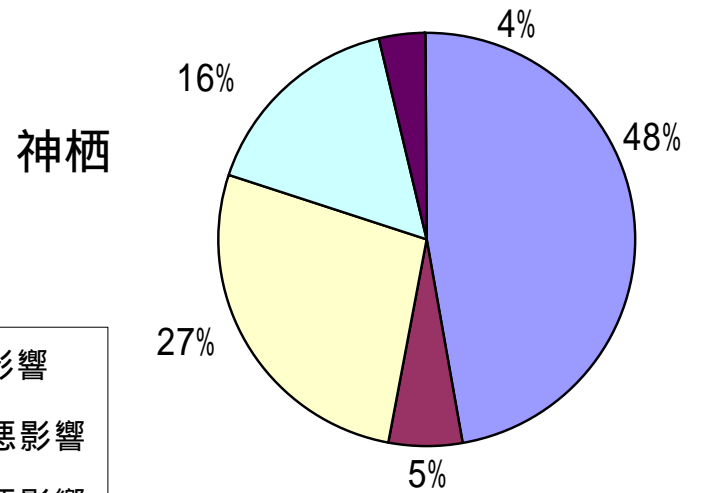


つくば市の風車に対するリスクイメージ

- 「安全性に関して多少感じる」が多い **事故等の報道による  
漠然とした不安感**
- つくば市では「騒音・生態系に関してリスクを感じる」という意見が多い  
**開発に関する悪影響のイメージが先行**

# 5.3 アンケート結果 景観への影響

風車は景観にどのような影響を与えているか？



## ■ 神栖

- 「よい影響」が半数
- 「すべて悪い」は少ない

**整然と並んだ風車やライトアップ等の配慮の効果**



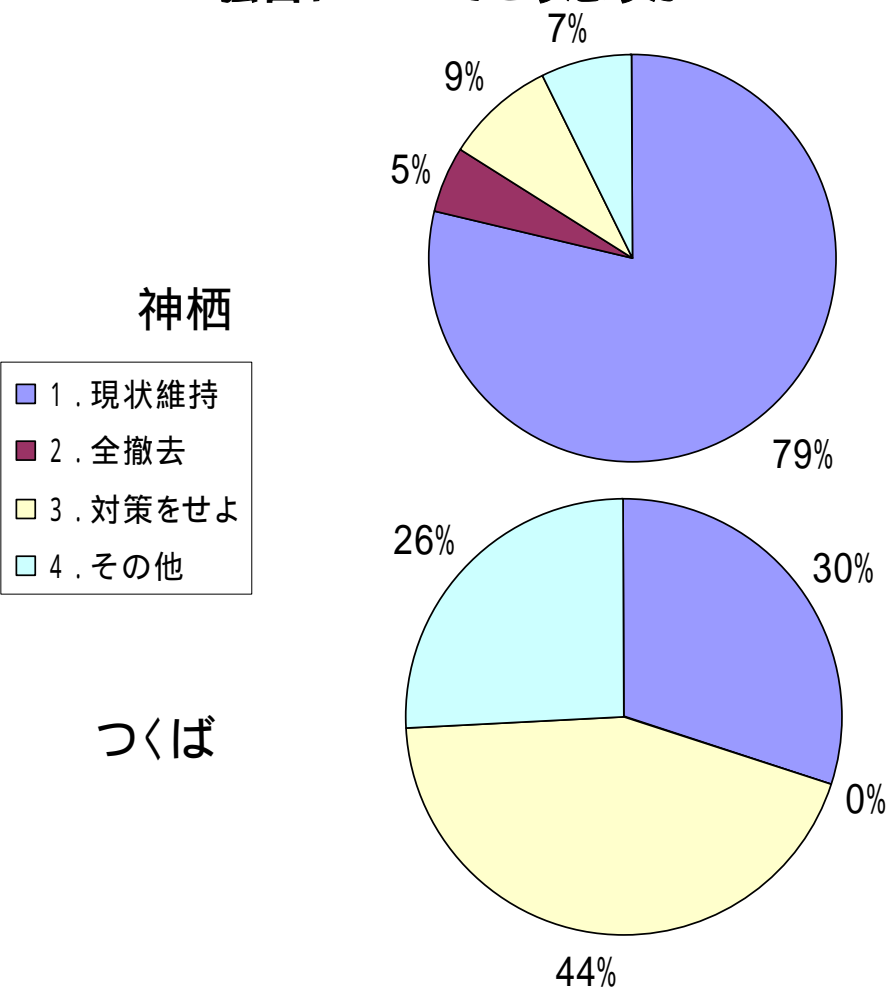
## ■ つくば

- 「悪影響がある」が多い

**漠然とした悪印象**

# 5.3 アンケート結果 騒音への影響

風車が稼働しているときの騒音についてどう思うか？



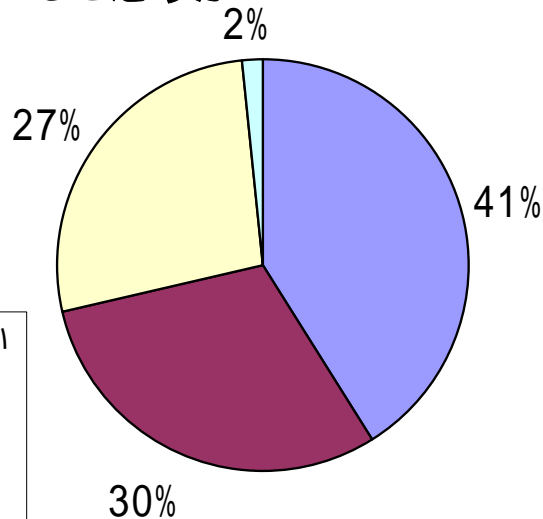
- 神栖
  - 「現状維持」が大半
  - 「全撤去」がわずかながらある
- つくば
  - 多少騒音を気にする傾向

**漠然とした悪印象**

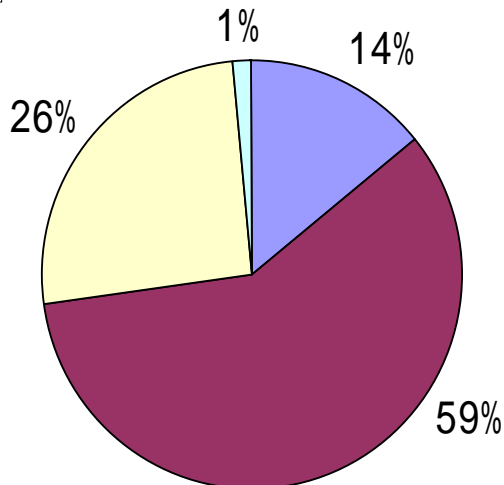
# 5.3 アンケート結果 生態系への影響

風車への鳥の衝突死が自分の町でも起こると思うか？

神栖

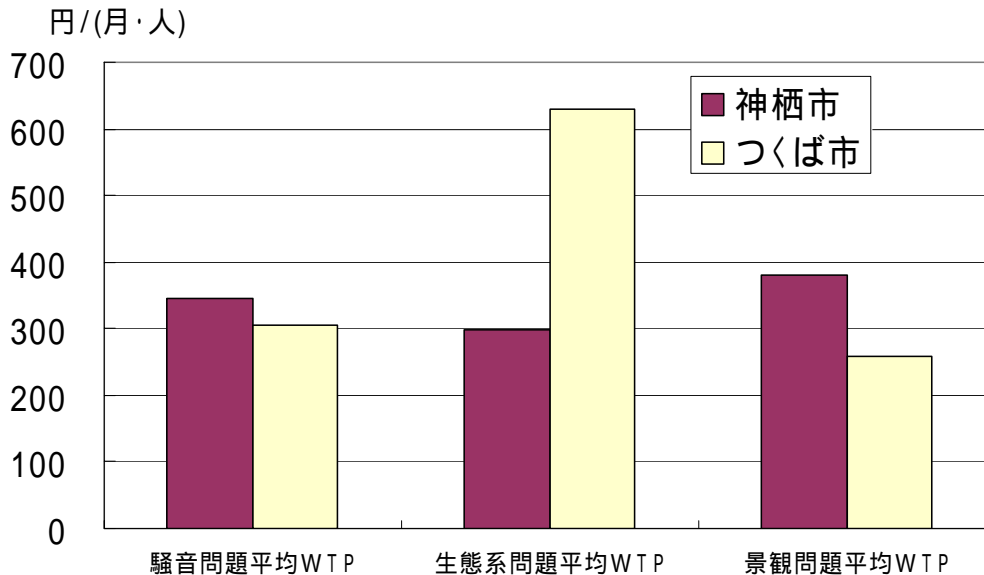


つくば



- 神栖
  - 「心配ある」と「心配ない」は半々
- つくば
  - 「心配である」が大半
- 実際に被害が発生したときの対策
  - 神栖
    - 「現状維持」
  - つくば
    - 「対策を講じるべき」
- つくばにおいては、生態系への漠然とした問題意識

# 5.4 CVM解析結果 平均支払意思額推計



**WTP**: 支払意志額  
(Willingness to Pay: **WTP**)

リスク回避のための  
金額に関する質問の選択肢

- 5000円/月
- 2000円/月
- 1000円/月
- 500円/月
- 0円/月
- その他

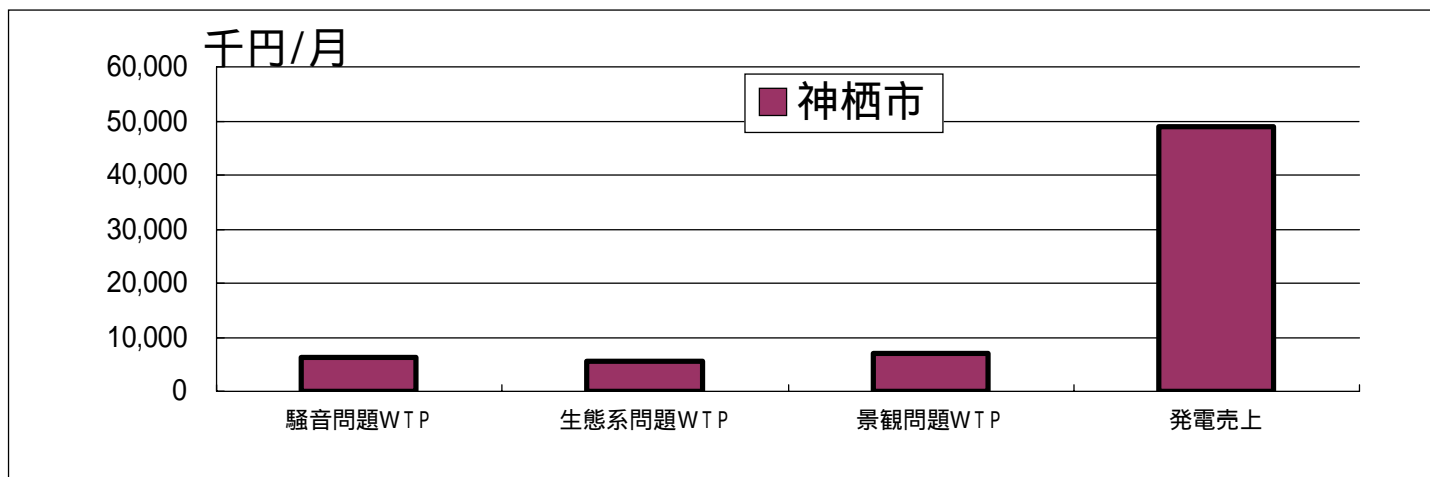
## ■ 神栖

- 景観が高い: **景観への影響を気にしている**
- 騒音と生態系の差: **風車付近に住んでいる住民**

## ■ つくば

- 生態系が高い: **報道等の影響 新規導入地域における住民説明の必要性**

## 5.4 CVM解析結果 支払意思額



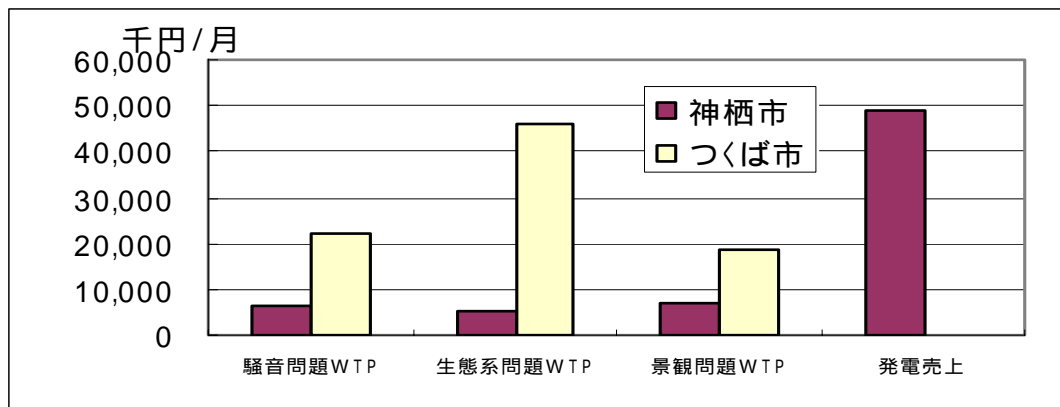
集計値(円/月) = 各リスクに対する平均支払意思額 × 関係地域の世帯数

発電売上(円/月) = 総発電量 × 稼働率 × 売電設定価格(11円/kwh) × 月額

- どのリスクも発電売り上げより小さい **リスクを補って余りある発電売上**
- **リスク損失**=各リスクの集計値の平均(円/月)= 6,265,453円/月
- **年間のリスク損失**= 75,185,437円

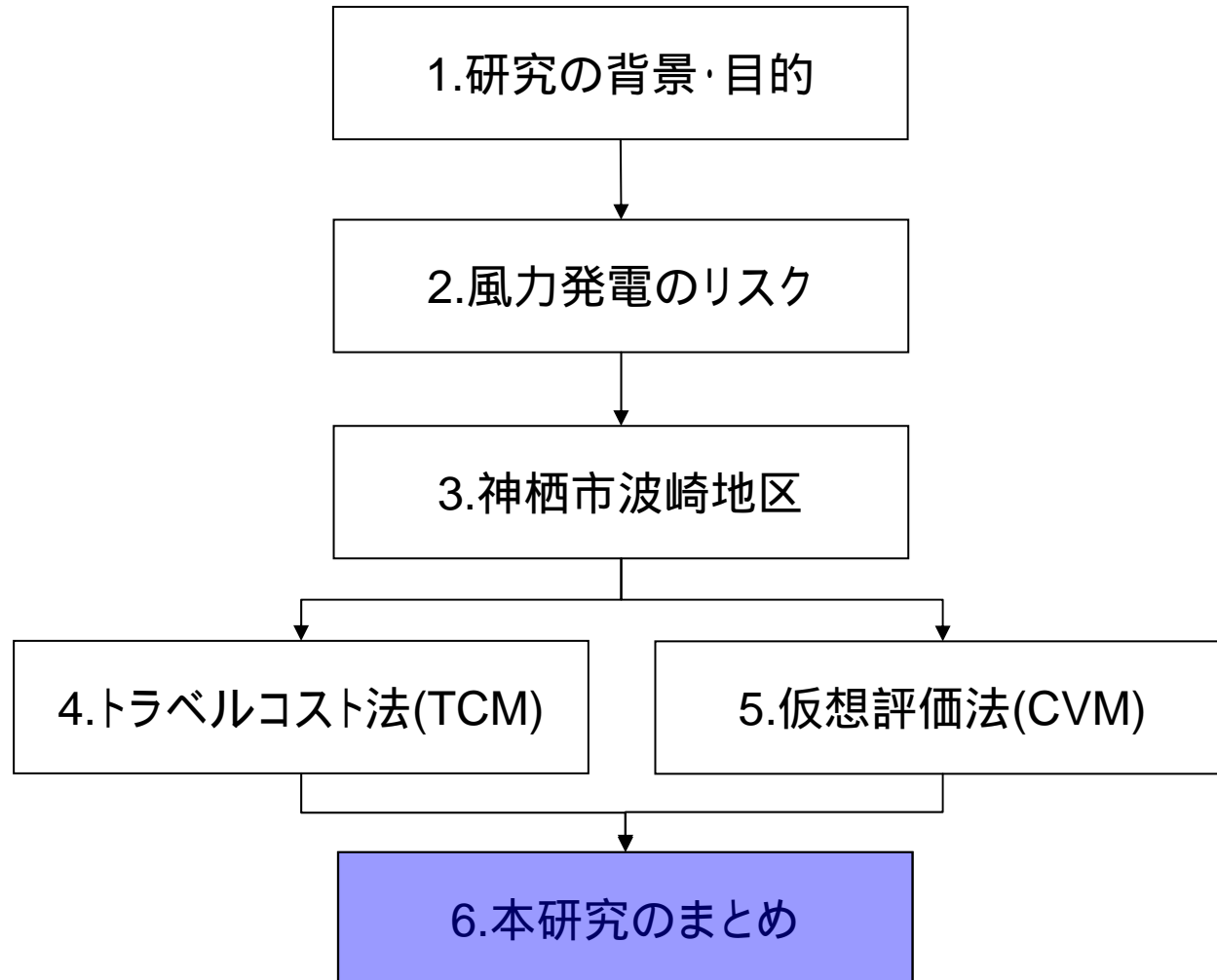


## 5.4 CVM解析結果 神栖市とつくば市における支払意思額の比較

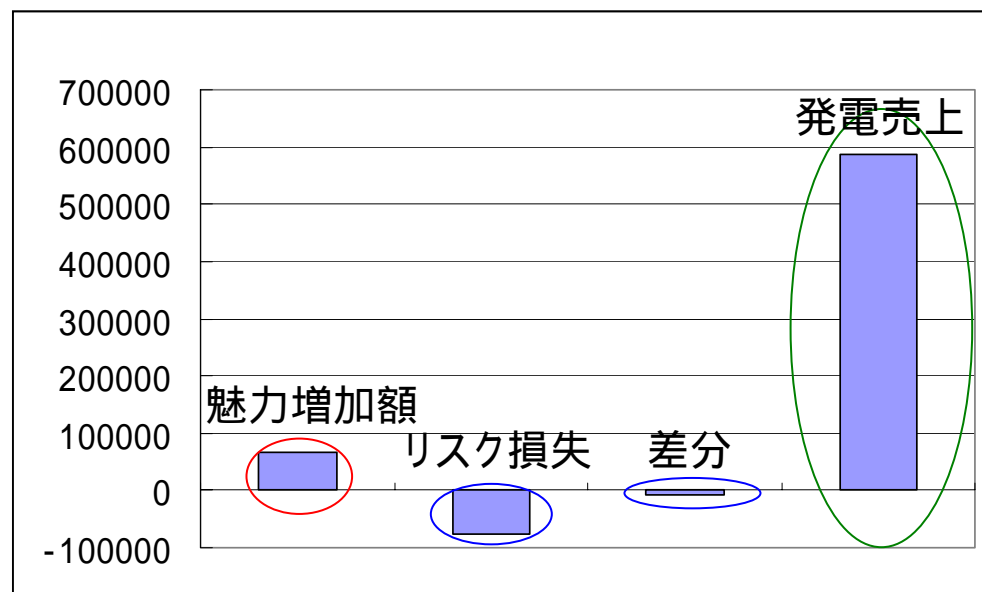


- 神栖市はつくば市と比べて支払意思額が小さい
- つくば市でのリスクは発電売り上げと同程度
- 神栖市の風力発電事業が本研究で取り上げたりリスクを考慮した計画・広報活動を行っており、**一般地域に対して住民の理解度が高い**
- 神栖市では、**既に風車が建設されているため、リスクが低く見積もられた**

# 発表の流れ



## 6.1 波崎地区の風力発電に関する環境影響分析




- 魅力増加額 (TCM評価より) ... 57,948,789円
- リスク損失額 (CVM評価より) ... 75,185,437円
- 神栖市の風車の経済的損失  
差分はマイナス 17,236,648円
- 発電売上は 586,911,744円

→ **2.94%**

風力発電によるリスク損失は発電売上に対してごくわずか

## 6.2 風力発電の有無による環境への価値付けの差異

- 神栖市波崎地区は、景観への影響を最も懸念
  - つくば市は、生態系への影響を最も懸念
  - 風車のある神栖市波崎地区より風車のないつくば市の方が、風力発電による悪影響、リスク損失を過大に評価
- 神栖市の風力発電事業は3つのリスクに配慮した計画・広報を行っている
- 風車のない一般の地域は、報道などによるイメージが影響
- 新たに風力発電事業を行う際には、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重要

A photograph of four people standing in front of a wind turbine on a beach. The wind turbine is white with red blades. The people are dressed in casual summer attire. The background shows a clear sky and the ocean.

アンケートご協力ありがとうございました

神栖市役所本庁ならびに波崎総合支所  
カスミ波崎店  
スーパータイヨー波崎店  
の皆様、ありがとうございました