

卒論発表

瀬戸内海における潮流発電ポテンシャル及び 環境影響評価に関する研究

2014年2月12日

システム創成学科E&E 4年

多部田研究室

03110859 菊川 航希

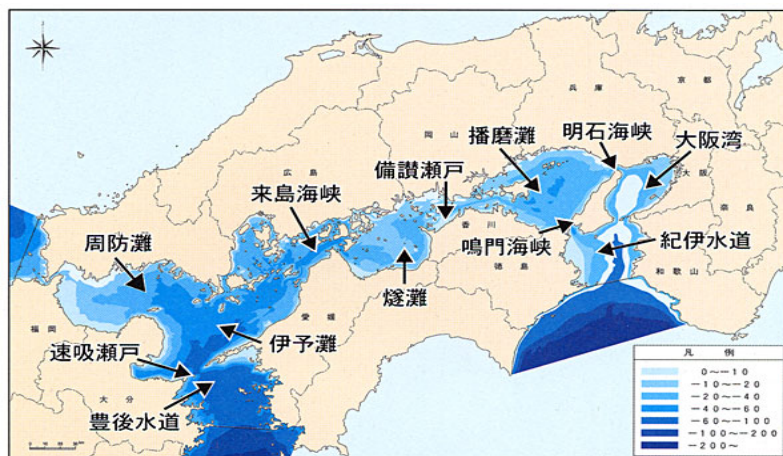
本日の流れ

- 研究背景・目的
- 研究手法
- 潮流発電ポテンシャル
- 漁業評価メッシュ図
- 環境影響評価
- 結論と課題

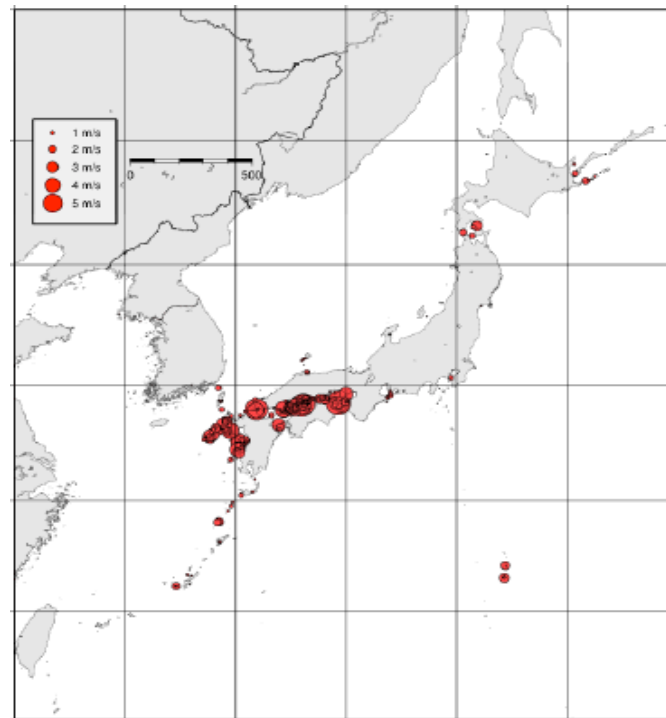
<研究背景>

瀬戸内海

強い潮流,
潮流発電の可能性



瀬戸内海の海峡、狭水道、灘と水深(瀬戸内海 里海学入門, 2005)

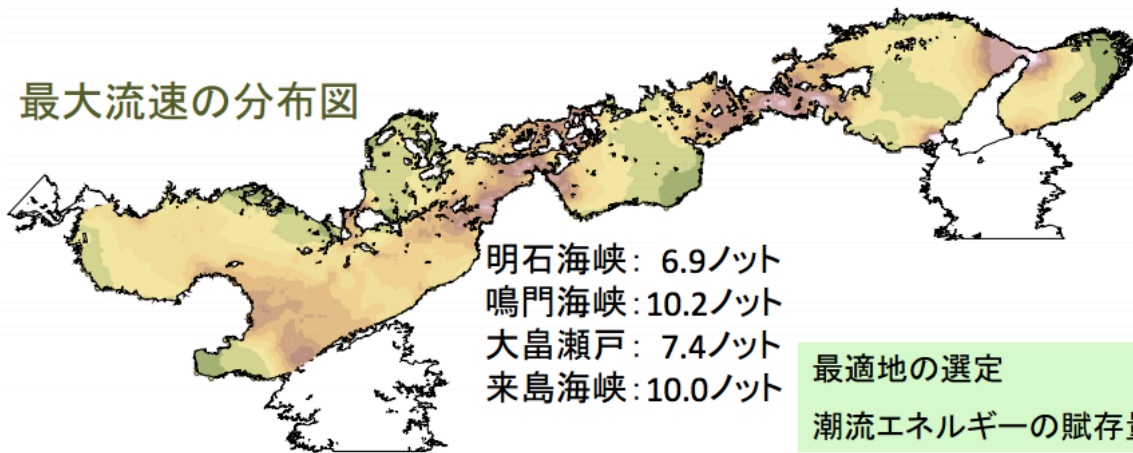


日本における大潮最大流速[m/s] (浮体と海洋エネルギー利用に関するセミナー, NEDO, 2012)



川崎重工業株式会社の潮流発電タービンイメージ図

最大流速の分布図



最適地の選定

潮流エネルギーの賦存量

研究背景

瀬戸内海

強い潮流,
潮流発電の可能性

海面漁業、養殖、船舶、地域住民
など様々なステークホルダーが存在

海面漁業生産量:440万トン(全国比 4.4%)

海面養殖業生産量:28万トン(全国比 22.5%)

(H19 農林水産省)

課題

海洋には様々なステークホルダーが存在しているため、総合的な評価が必要。
とくに漁業が盛んであるため、漁業との兼ね合い、漁業者との調整は必須。

「浮体式洋上風力発電の包括的環境影響評価に関する研究」(青野, 2009)

環境負荷と経済面を考慮した環境影響評価

$$III = (EF + \alpha ER) + \frac{\sum EF_{region}}{\sum GDP_{region}} (\beta HR + C - B) \quad (4.3)$$

EF : *Ecological Footprint*

ER : *Ecological Risk*

HR : *Human Risk*

C : *Cost*

B : *Benefit*

α : *Ecological Risk* を土地面積に換算する係数

β : *Human Risk* を金銭に換算する係数

今回は潮流発電。海中にタービンを設置することを想定。
→海中の生態系への影響を考慮

目的

潮流発電プラントの適地選定のために、潮流発電ポテンシャルマップと漁業評価メッシュ図を用いた相対的な環境影響評価。

研究手法

<データ>

- ・水理模型実験による瀬戸内海のM2分潮の流速についての12時間データ(石垣、私信)
- ・数値シミュレーションによる大阪湾、播磨灘のM2、S2分潮の振幅に関するデータ(中谷ら、2013)

◆発電ポテンシャルPの計算

$$P = \frac{1}{2} \rho v^3$$

← 通年の変動する流速データ

$$P = \frac{1}{2} k \rho (a_{M2} + a_{S2})^3$$

← 主要2分潮(M2, S2)の振幅

$$a_t \cdot r = a_{M2} + a_{S2}$$

k=0.27は仙石ら(2011)による

$$P = \frac{1}{2} k \rho (a_t \cdot r)^3$$

← M2分潮の平均流速

本研究のためにrを求める

ただし、 v =流速
 ρ =海水の密度(1025kg/m³)
 r =M2分潮を主要2分潮に変換する係数(1.893)

研究手法

- 発電ポテンシャルから発電量を求める

$$P = eAP_D = \frac{1}{2}e\rho Av^3$$

e=発電効率、A=断面積

今回は発電効率40%、直径20mの潮流発電プラントを想定。

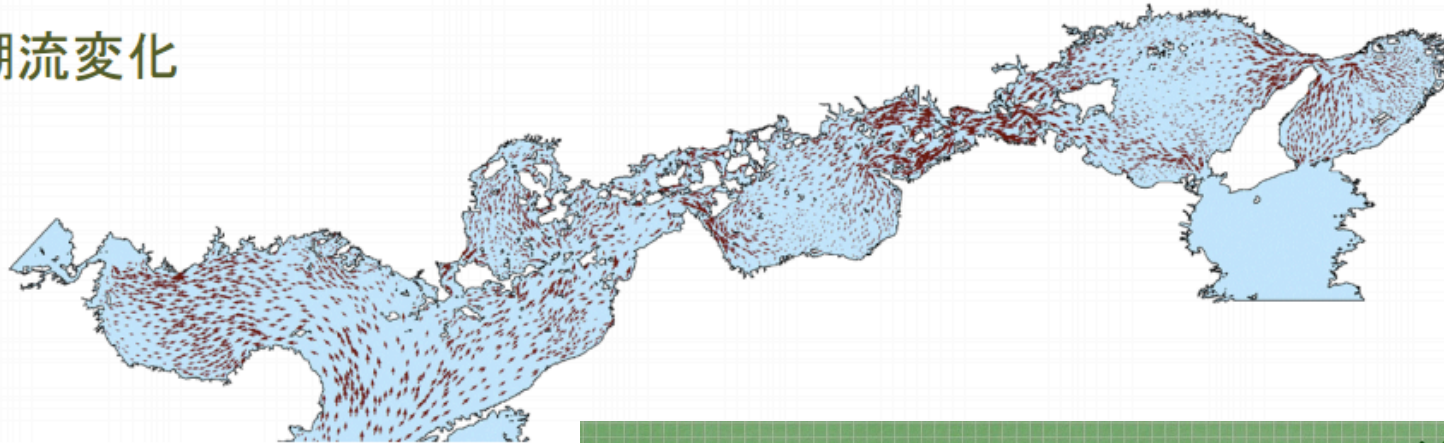
- 「生態系への影響」を「漁業生産への影響」とする。
- 「漁業生産への影響」は漁業評価メッシュ図をもとに漁獲が減少することによる経済的損失とする。漁獲の減少の割合を変動させ、その影響を検討する。

$$P_E = Power \cdot Price - Fish \cdot DamageRate$$

瀬戸内海の潮流発電ポテンシャル

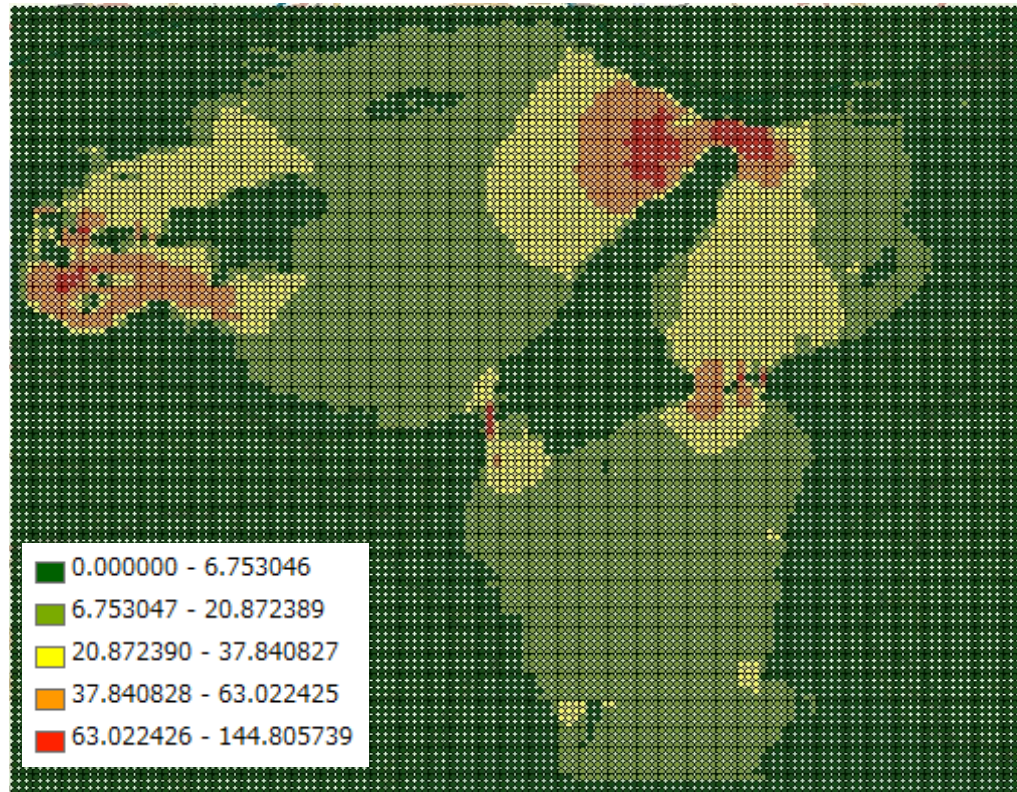
水理模型実験によるM2分潮の1周期間の流速データをGISで統合し、2分格子メッシュに分割。

潮流変化

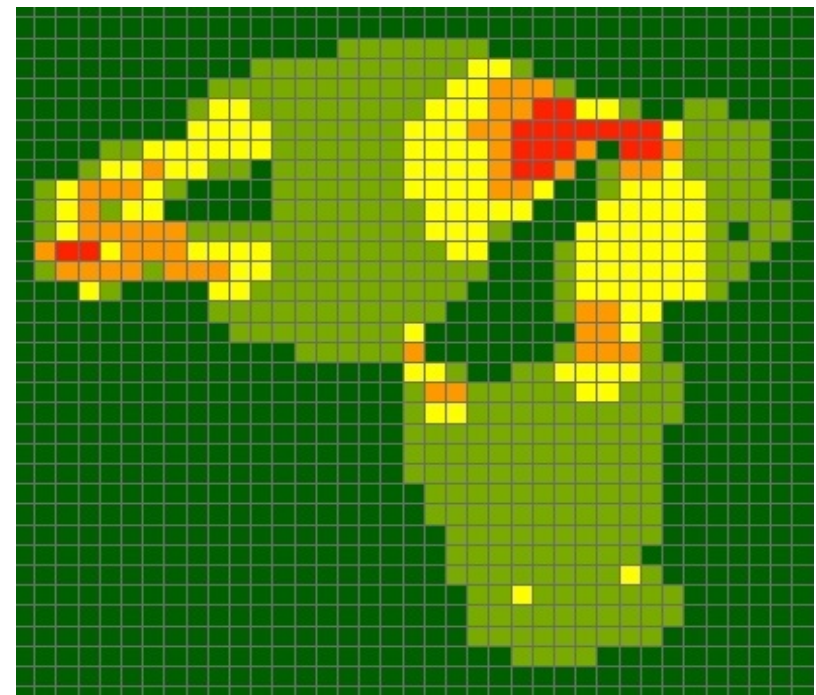


瀬戸内海の潮流発電ポテンシャル

大阪湾・播磨灘のM2分潮とS2分潮の振幅を1km×1kmメッシュから2分格子メッシュへ変換



大阪湾の主要2分潮の振幅に関する1kmメッシュ図(中谷ら, 2013)
単位: cm/s



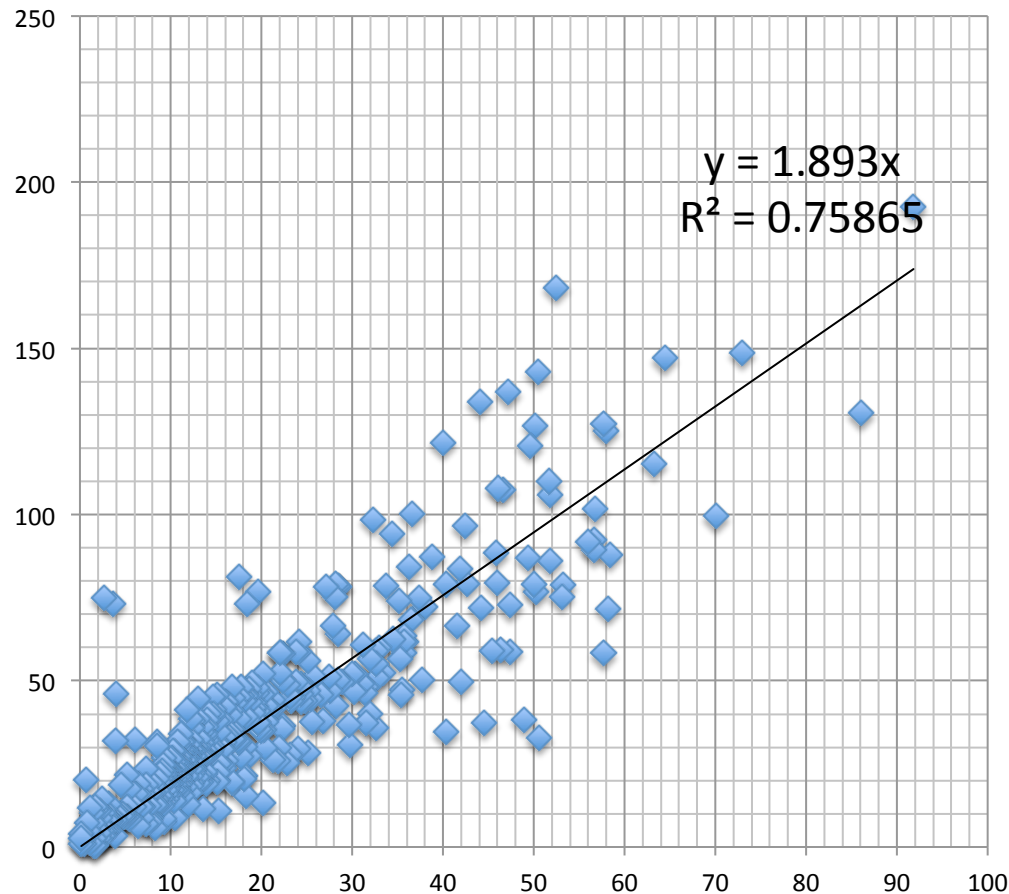
大阪湾の主要2分潮の振幅に関する2分格子メッシュ図(単位: cm/s)

瀬戸内海の潮流発電ポテンシャル

M2分潮のグリッドごとの平均流速と主要2分潮の振幅に関する相関図。

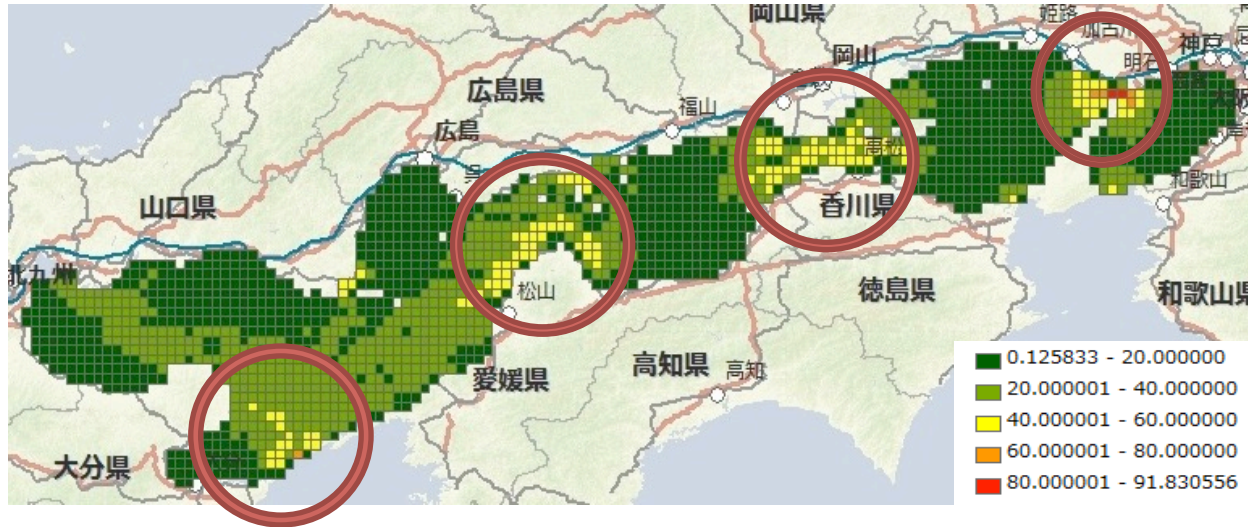
横軸：M2分潮の1周期間の平均流速(cm/s)

縦軸：主要2分潮の振幅(cm/s)



M2分潮からM2S2分潮を求めるための相関係数 $r=1.893$

ポテンシャルマップ



M2分潮の流速平均メッシュ図(2分格子。単位はcm/s)

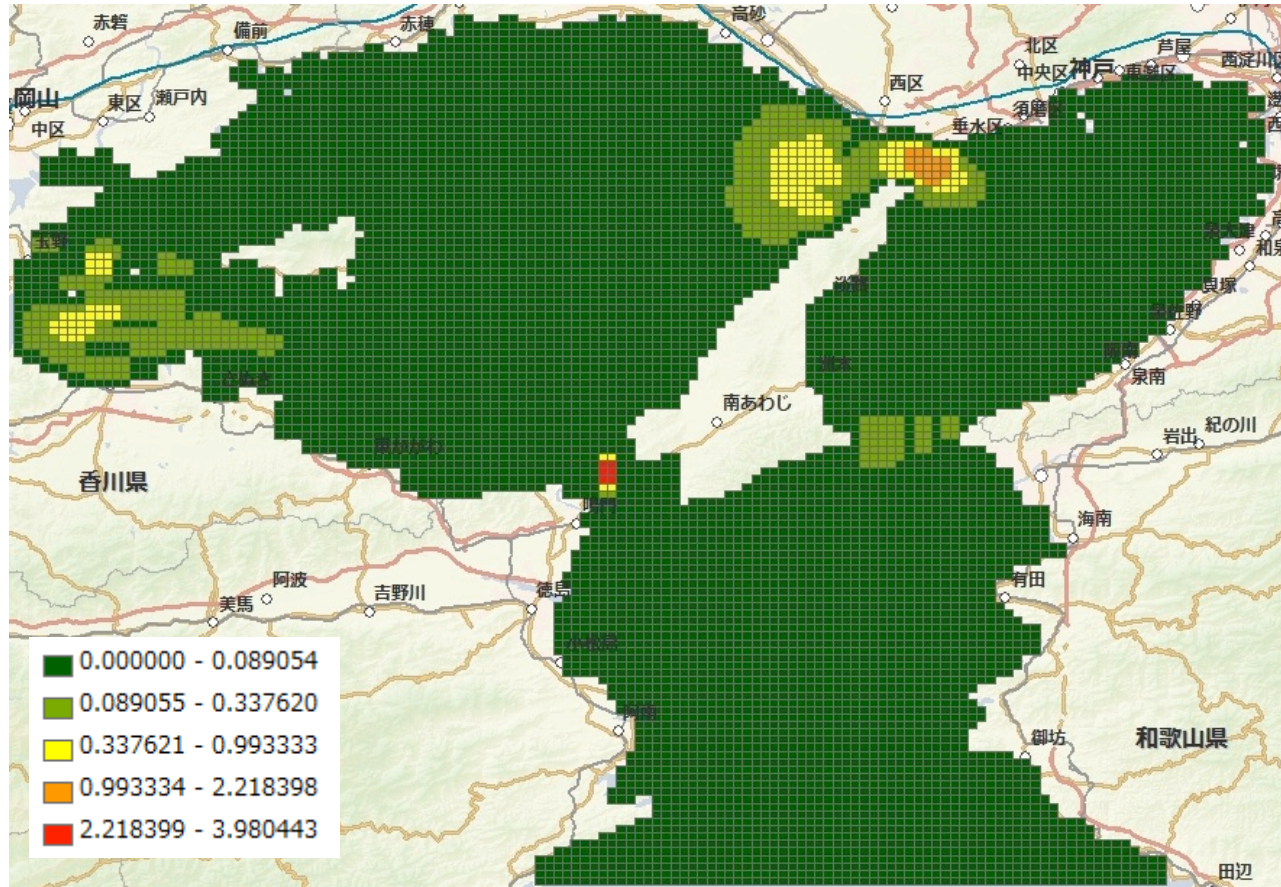


単位面積あたりの潮流発電ポテンシャルマップ(単位はW/m²)

<結果>

- ・潮流発電ポテンシャルは流速に大きく依存する。
- ・瀬戸内海では流速が速いところと遅いところの差が大きい
- ・一番ポテンシャルが高いところは明石海峡で、次いで備讃瀬戸、来島海峡、速吸瀬戸が高いポテンシャルをもつ。
- ・鳴門海峡はそこまで大きな値にならなかった。(メッシュが荒いから)

1km×1kmメッシュ

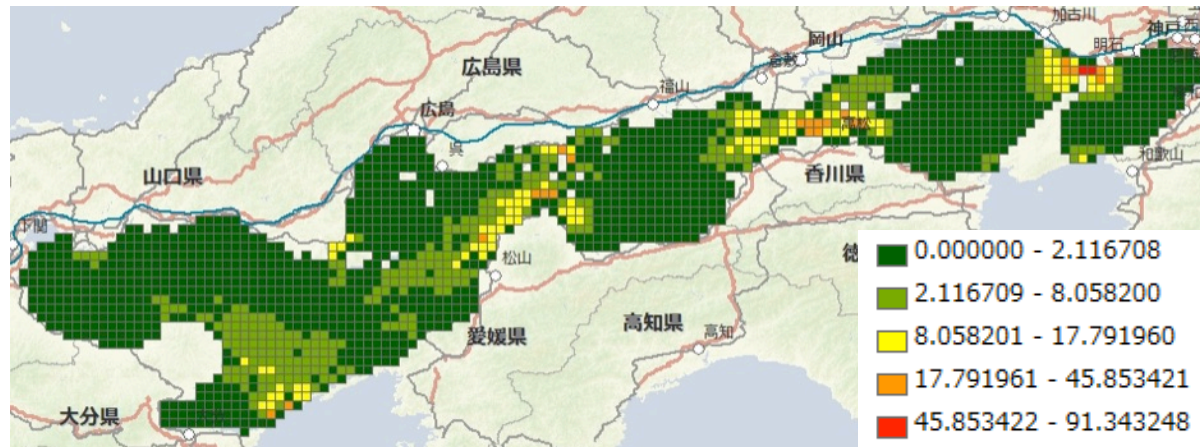


大阪湾・播磨灘の潮流発電ポテンシャル(単位 kw/m^2)

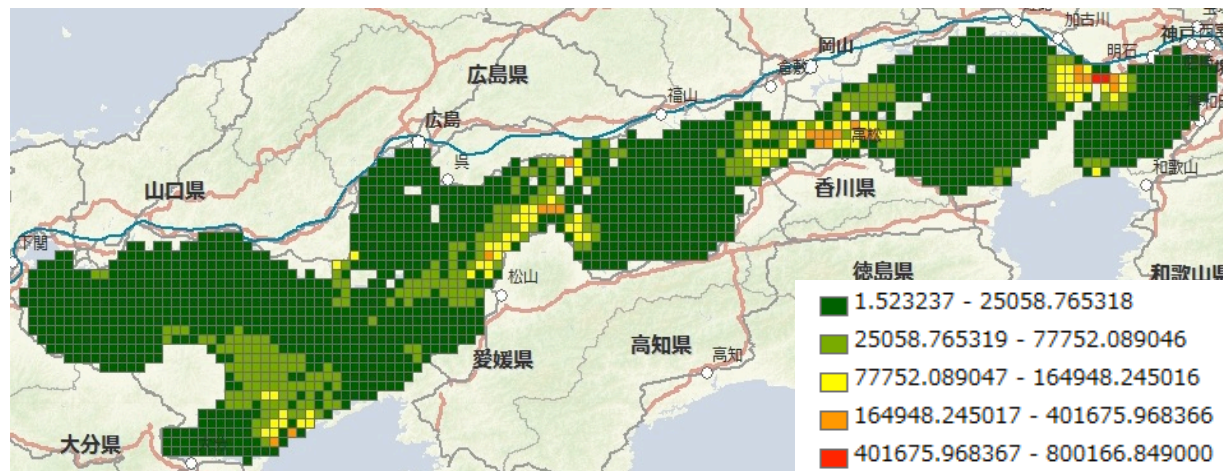
<結果>

・明石海峡よりも鳴門海峡の方が高いポテンシャルをもつ

潮流発電量



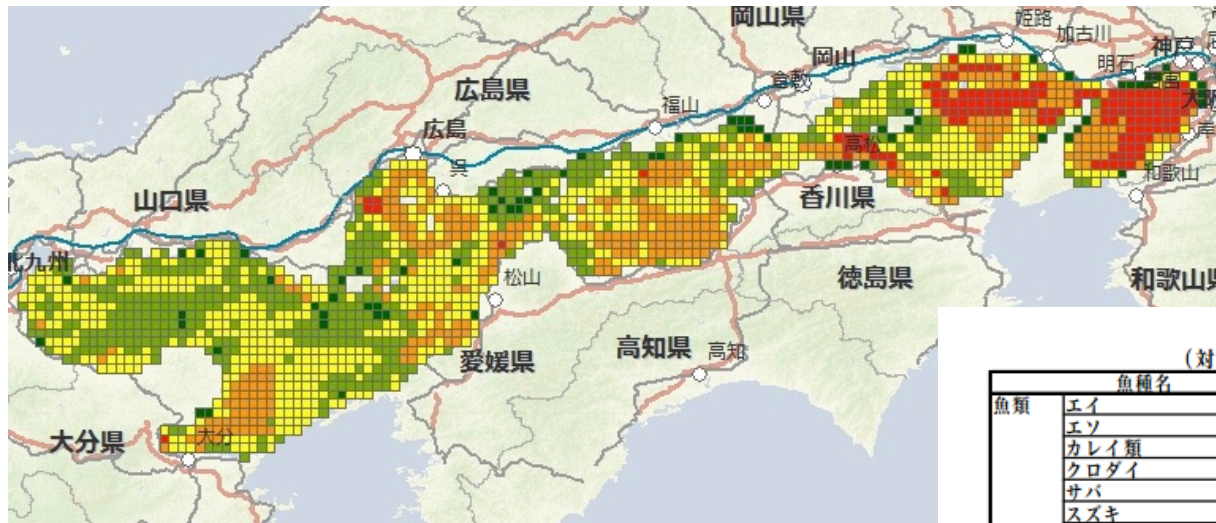
発電効率40%, 直径20mの円形の断面積をもつ発電プランとの単位時間あたりの発電量(単位はkW)



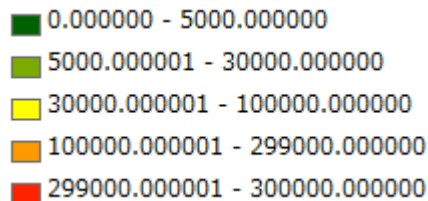
瀬戸内海における年間発電量(単位はkWh/年)

漁業評価メッシュ図

水産庁による瀬戸内海の漁業評価メッシュ図をGISで統合。



魚類についての漁業評価メッシュ図(水産庁, 1999)



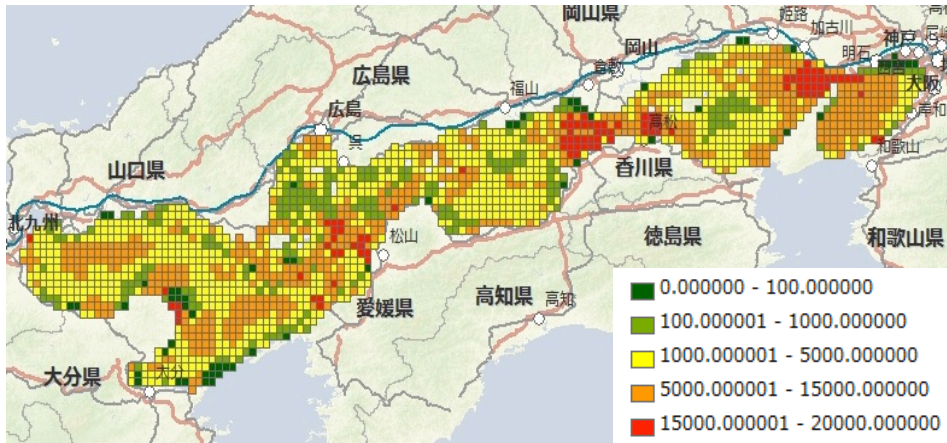
単位: kg/年

「全府県共通種」
(対象府県の個票で取り扱われているもの)

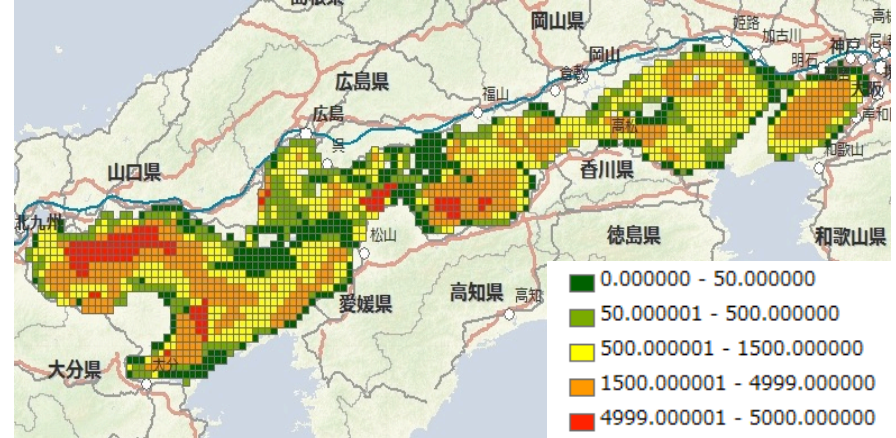
魚種名		和歌山	大阪	兵庫	岡山	広島	山口	徳島	香川	愛媛	福岡	大分
魚類	エイ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	エソ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	カレイ類	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	クロダイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	サバ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	スズキ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	タチウオ	○	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○
	ニベ・グチ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ハモ類	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ヒラメ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ブリ類	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ボラ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	マアジ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	マダイ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
エイ〜マダイ以外の魚類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
エビ類	クルマエビ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	クルマエビ以外のエビ類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
カニ類	ガザミ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ガザミ以外のカニ類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
イカ類	コウイカ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	コウイカ以外のイカ類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
タコ類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
貝類	アサリ	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○
	アサリ以外の貝類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水産動物類	ナマコ	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
	ナマコ以外の水産動物類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
海藻類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○: 府県内を通じて個票で分類されている、△: 一部の地域では個票で分類されていない、
×: 府県内を通じて個票で分類されていない

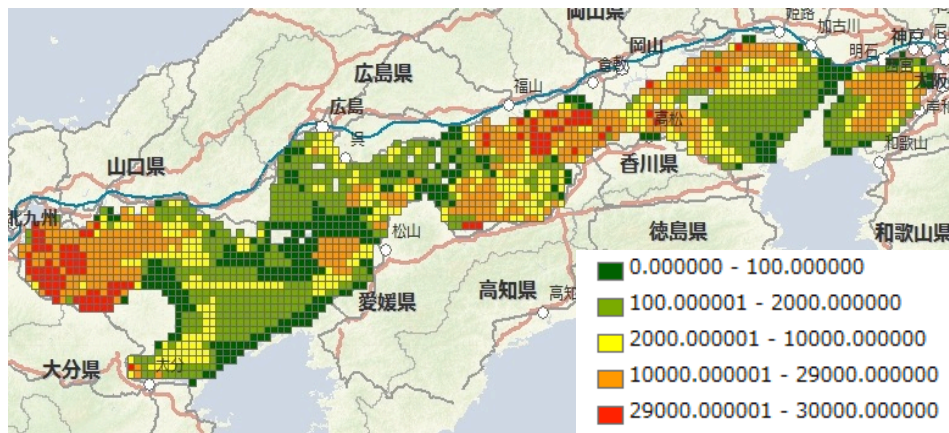
漁業評価メッシュ図



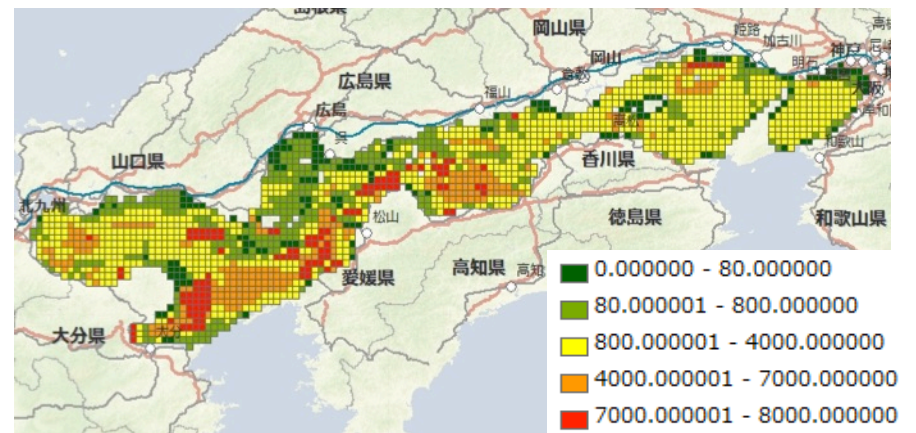
タコ類についての漁場評価メッシュ図(水産庁, 1999)



エビ類についての漁業評価メッシュ図(水産庁, 1999)



カニ類についての漁業評価メッシュ図(水産庁, 1999)

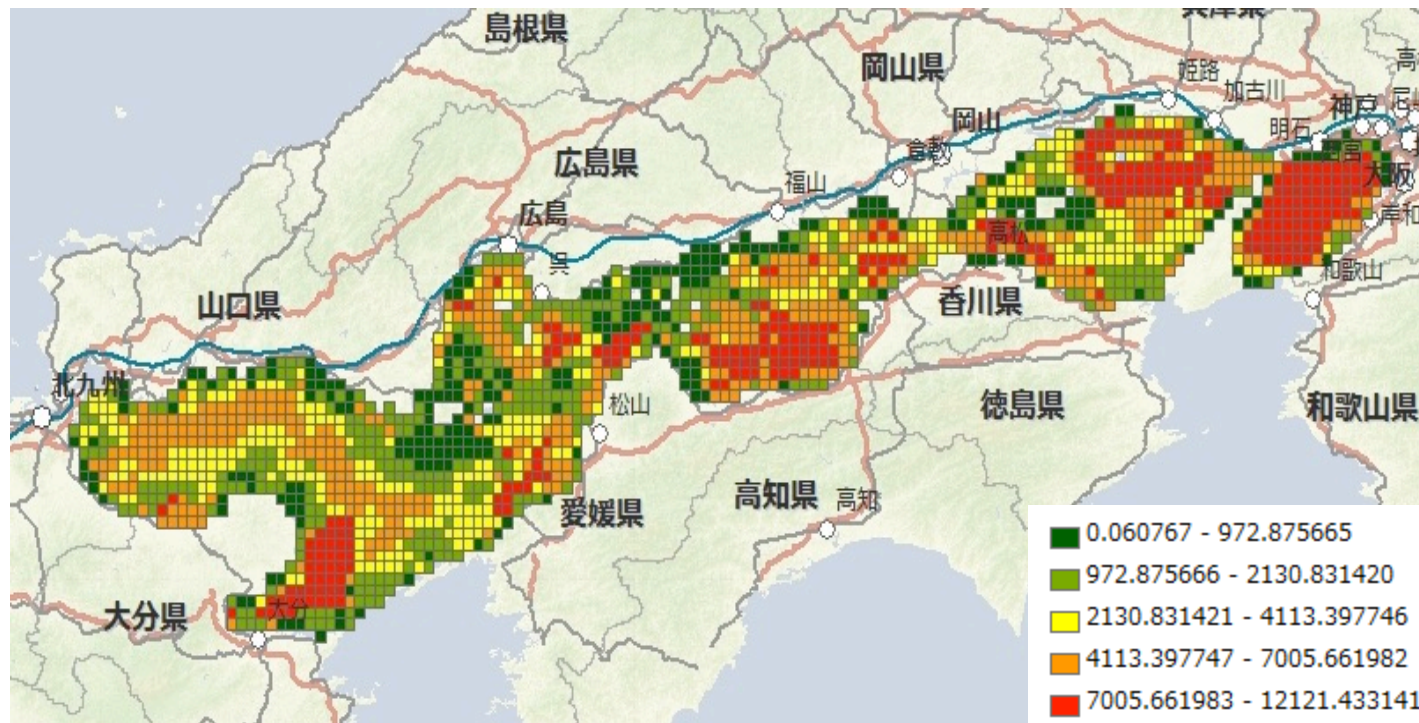


イカ類についての漁業評価メッシュ図(水産庁, 1999)

漁業評価メッシュ図

	漁獲高(百万円)	漁獲量 (t)	1kgあたりの漁獲高
魚類	648,583	2,913,785	222.5912344
タコ類	20,442	33,640	607.6694411
カニ類	18,938	29,769	636.1651382
エビ類	26,314	16,009	1643.700419
イカ類	82,377	216,404	380.6630192

- 大阪湾、播磨灘、燧灘、伊予灘付近が高い漁獲高
- 海岸線付近よりも海域の中心の方が漁獲高が高い傾向

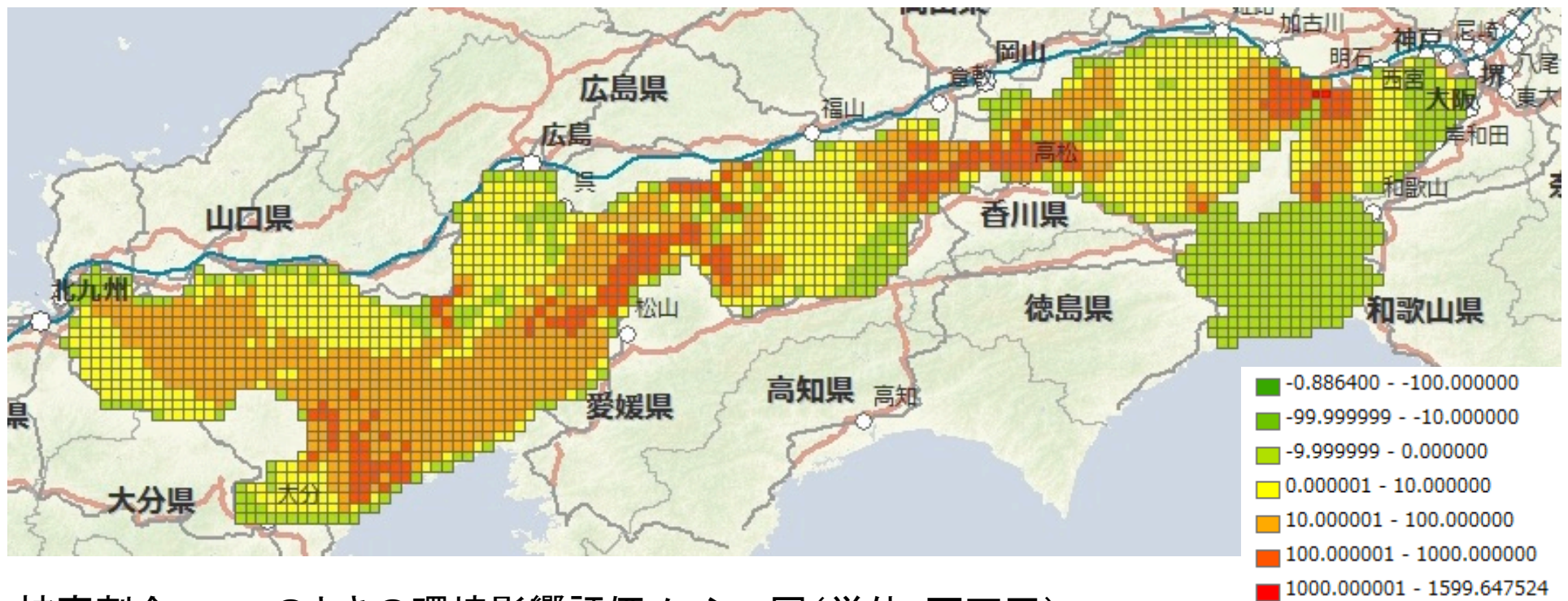


総漁獲高のメッシュ図(単位:百万円/年)

環境影響評価

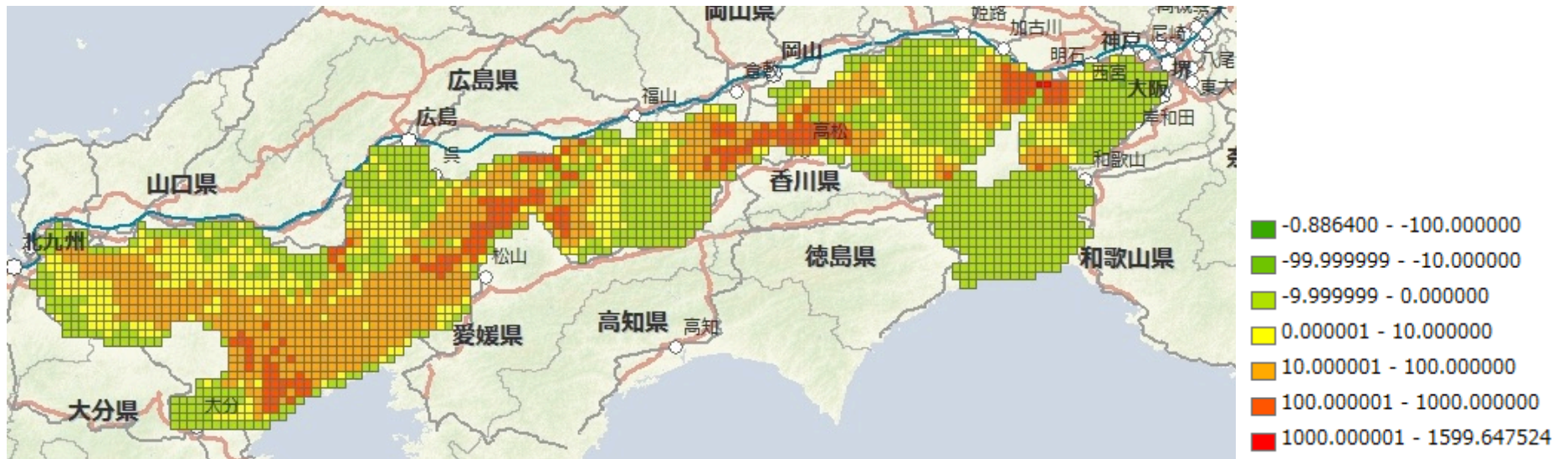
$$P_E = Power \cdot Price - Fish \cdot DamageRate$$

Price=20円, DamageRateを0.01%, 0.1%, 1.0%で区分した。

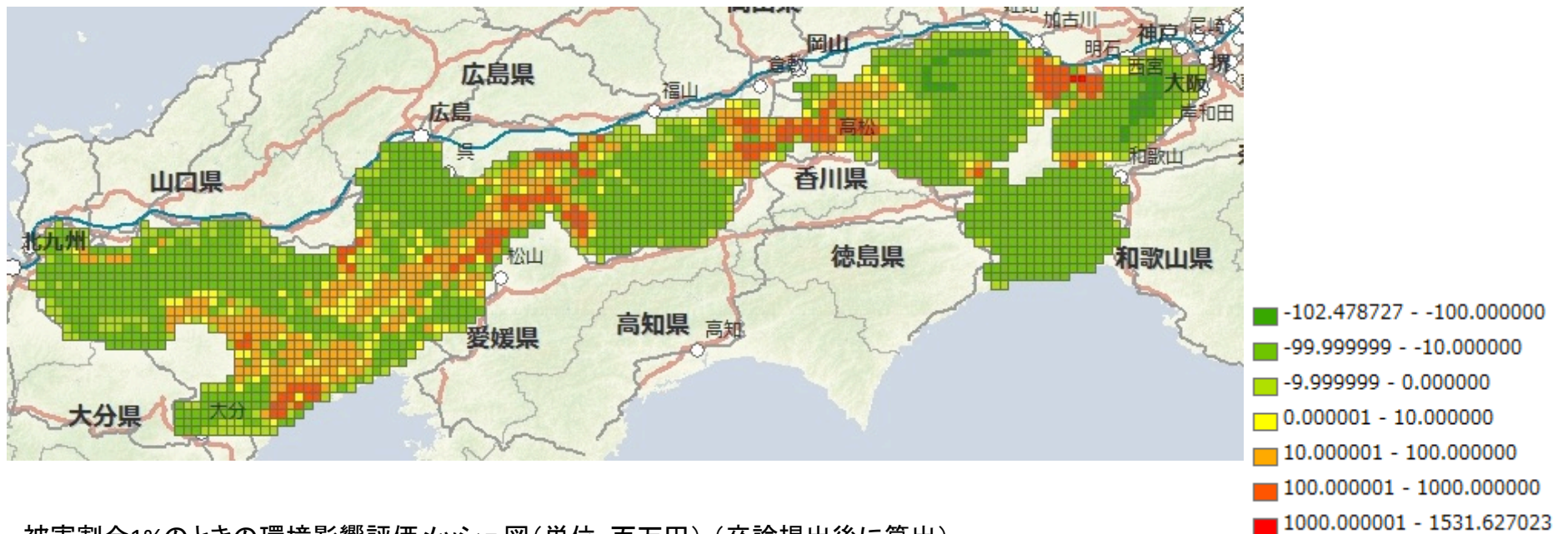


被害割合0.01%のときの環境影響評価メッシュ図(単位:百万円)

(卒論提出後に算出)

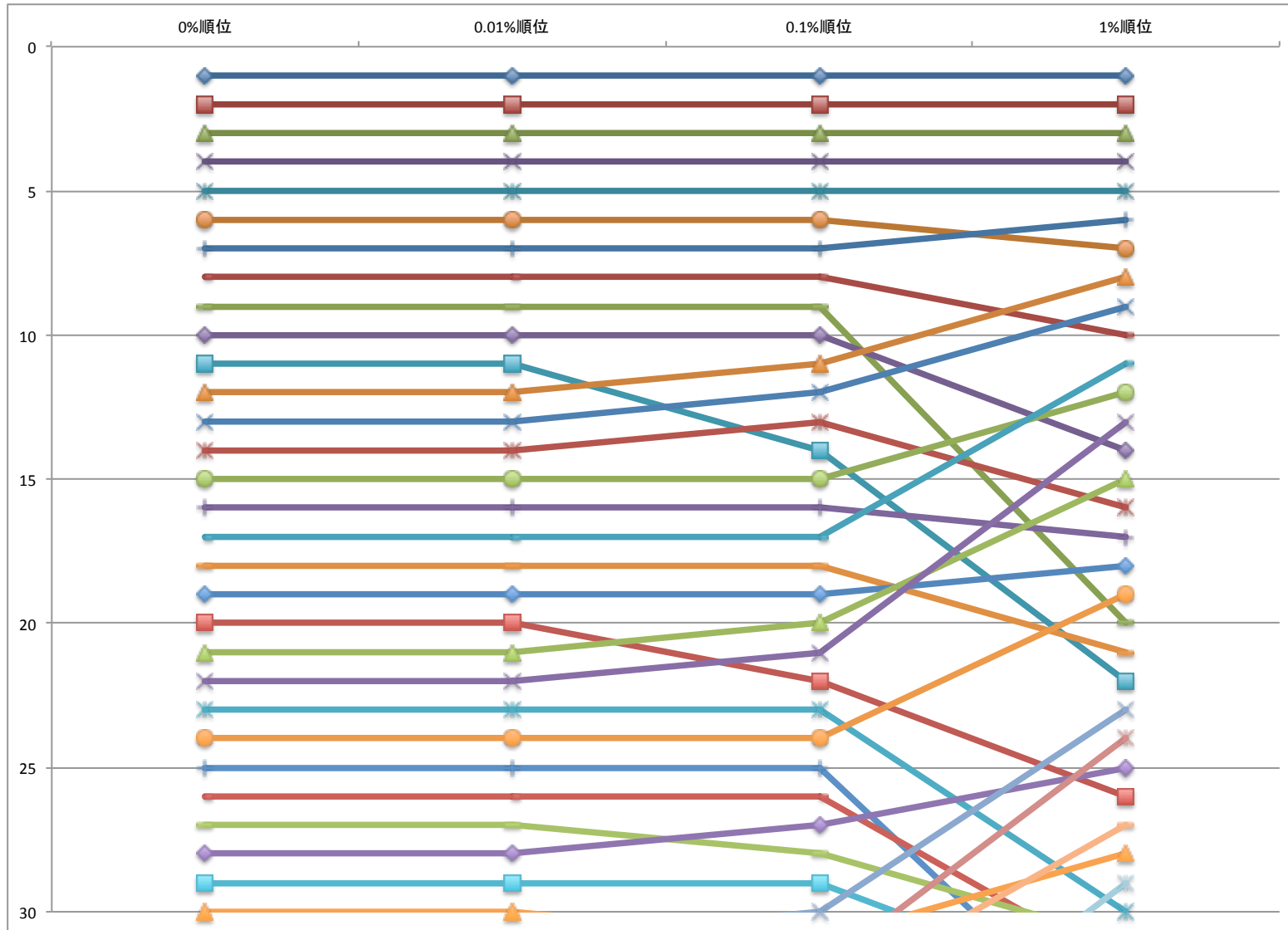


被害割合0.1%のときの環境影響評価メッシュ図(単位:百万円) (卒論提出後に算出)



被害割合1%のときの環境影響評価メッシュ図(単位:百万円) (卒論提出後に算出)

上位30位の順位変動



(卒論提出後に算出)

結論

- 瀬戸内海における潮流発電ポテンシャルを簡易的な方法で求めた。
- 漁業評価メッシュ図をデジタル化し、GIS上で発電ポテンシャルと統合した。
- 海峡、狭水道、瀬戸において発電ポテンシャルが高いが、解像度が結果に影響するため、注意が必要である。
- 潮流発電ポテンシャルと漁業への影響の双方を考慮した場合の潮流発電の適地を示した。
- 漁業への影響度合がある閾値を越えると、適地選定への影響が顕著になる。

課題

- ポテンシャルの評価の精度

相関が0.75と相関は高いとはいえない。例えば、全域で計測または年間シミュレーションの結果を用いるなどより精度の高い方法をとる必要がある。

- 格子の解像度

格子の解像度が結果に影響が出た。より細かいほうが精度が高い。しかし、漁業評価メッシュ図が細かくないため、そのデータが必要となる。

- 環境影響

実際にどのような影響が起こるのかなど、潮流発電を設置したときの環境影響に関する知見を高める必要がある。

- 生態系

漁業だけでなく、藻場や養殖など他の生態系のデータも考慮しなければいけない。また船舶など生態系以外についても考慮していかなければいけない。

- コスト

今回はコストについては考慮していない。そのため相対的な評価しかできておらず、絶対的な評価のためにはコスト等も含めていかなければいけない。