



TOHOKU
UNIVERSITY

第23回 研究開発助成成果報告会 2023/6/2

気候変動への適応に向けた砂浜 価値の定量化に関する研究

有働 恵子・東北大学大学院工学研究科



TOHOKU
UNIVERSITY

研究の背景と目的

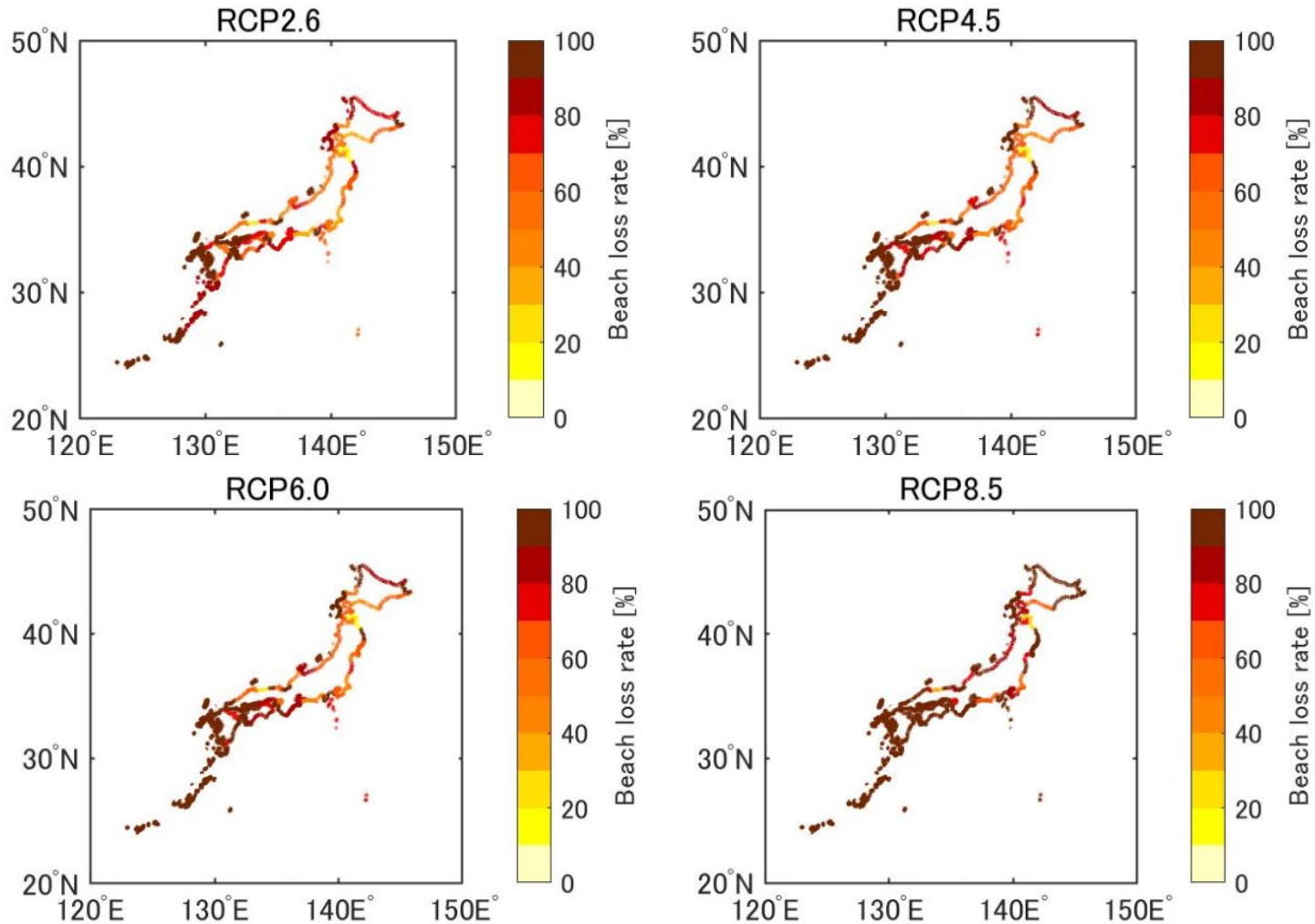
- 将来の気候変動に伴う、海面上昇を主たる要因とする世界的な海岸侵食の可能性 (Vousdoukas et al, 2020)
- 我が国においてもBruun則による砂浜消失の将来予測が行われており、今世紀末最大で9割侵食の可能性 (Udo・Takeda, 2017)
- 海岸侵食に対する適応に向けて経済評価を行う場合、様々な観点（防災・環境・利用等）で砂浜価値を見積もる必要があるが、十分な知見が得られていない（全国で適用可能な評価法は確立していない）
- 将来の人口は2015～2045年までの30年間で16%以上の減少。沿岸部での人口減少率も大きい（国立社会保障・人口問題研究所, 2018）
- 築後50年以上経過する海岸堤防等の施設が2040年には77%に達する見込み（国土交通省, 2021）

→ 持続可能な海岸管理を見据えた、砂浜の防災・環境・利用価値の評価手法の提案は可能か？ **ヘドニック法を用いた評価の試み**



TOHOKU
UNIVERSITY

全国の砂浜消失の将来予測結果

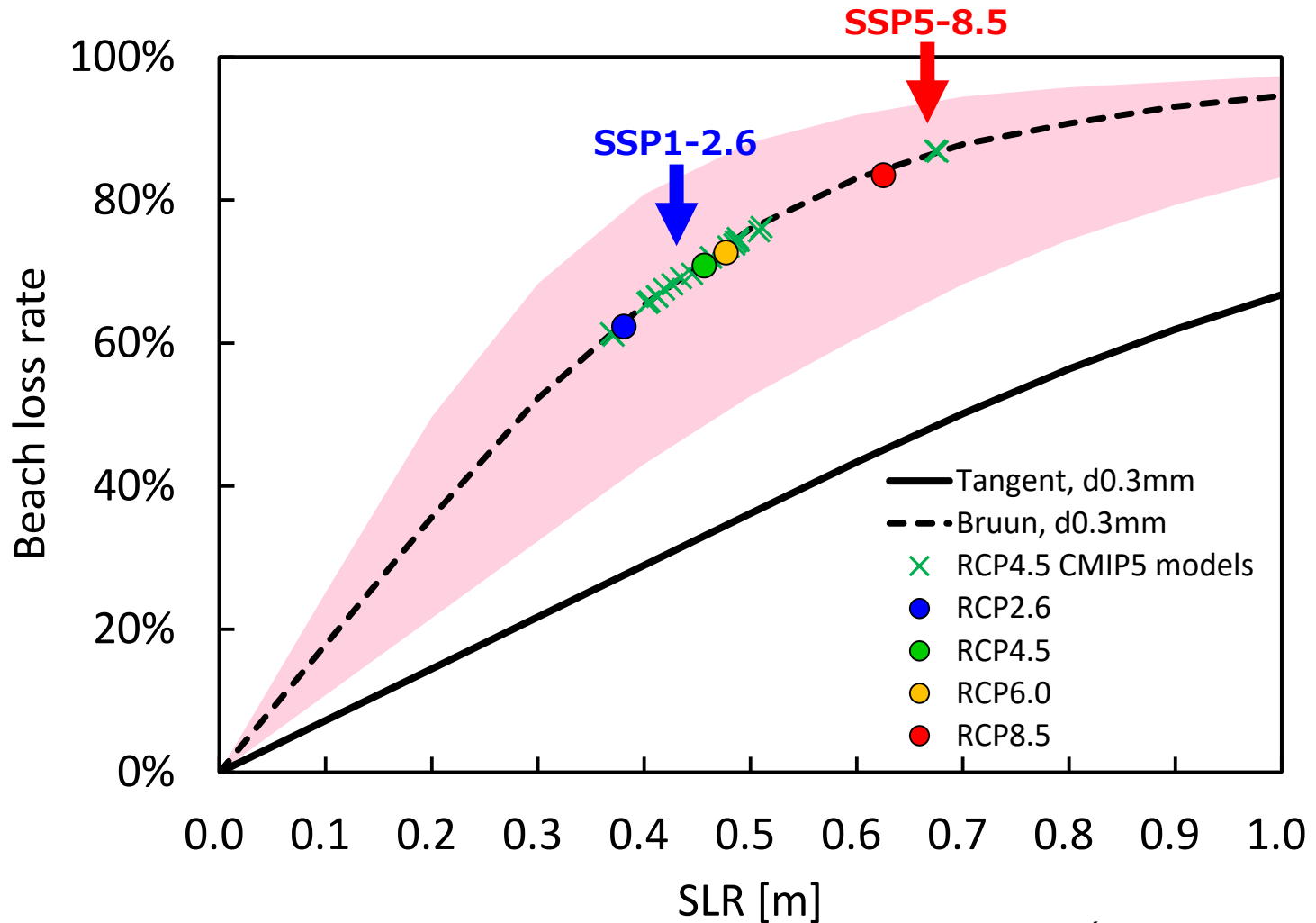


(Udo and Takeda, 2017)



TOHOKU
UNIVERSITY

海面上昇量に対する砂浜消失率



(Udo and Takeda, 2017)



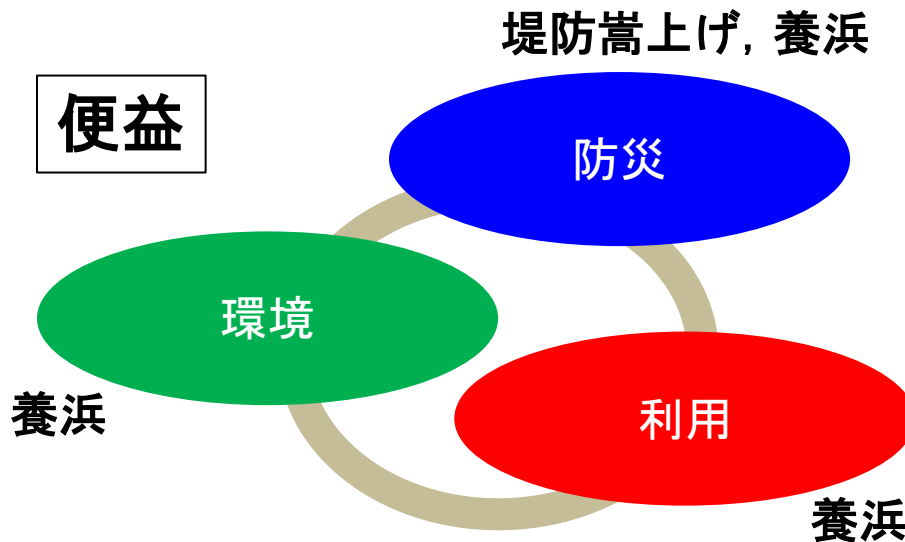
TOHOKU
UNIVERSITY

砂浜の経済評価の枠組

砂浜消失の将来予測 (Udo and Takeda, 2017)

Step 1. 環境・利用便益を考慮した養浜量の算定 (Yoshida et al., 2014)

Step 2. 防災便益を考慮した最適堤防嵩上げ・養浜量の算定 (紀国, 2017)





TOHOKU
UNIVERSITY

砂浜の経済評価の流れ

便益推計式の作成

$$B(V) = B_D(V) + B_E(V) + B_R(V)$$

$B_D(V)$: 防災価値

$B_E(V)$: 環境価値

$B_R(V)$: 利用価値

堤防嵩上げ・養浜量
コストデータの取得

堤防嵩上げ・養浜量コスト
推計式の作成 $C(V)$

最適養浜量・コストの推定

$$\text{Max} [B(V) - C(V)]$$

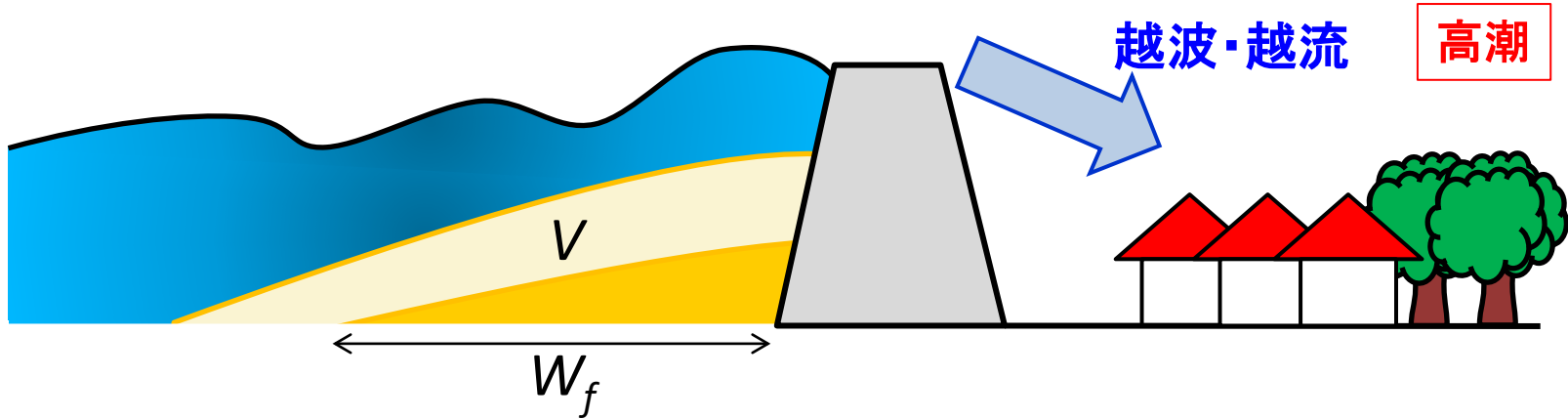


TOHOKU
UNIVERSITY

防災価値を考慮した 最適養浜量の推定方法

浸水防護便益:

事業を実施した場合に想定浸水地域で防護される資産額の総和



想定高潮の設定及びその確率評価

越波・越流量と浸水域の算定

D_{wo} , D_w , ならびに B_d の算定

浸水防護便益

$$B_d(V) = D_{wo} - D_w$$

D_w : 事業を実施した場合の被害額

D_{wo} : 事業を実施しない場合の被害額

(現在は事業として、**養浜**のみを考慮)

(国土交通省 海岸事業の費用便益分析指針)



ヘドニック法の概要

高い利用価値の見積が見込めそうなホテルルームチャージ P_i に注目！
これを目的変数としてヘドニック法を適用

(当初この説明変数に生態系の変数をいれようとしたが、モデル構築
ができず断念)

$$P_i = f(H_i, L_i, B_i, W_i)$$

$$\ln P_i = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

α : 切片項, X_{ij} : ホテル i における各説明変数, β_j : X_{ij} に対する回帰係数, ε_i : 残差項

- ① 残差項の二乗和を最小化することで、各回帰係数を導出 (OLS)
- ② OLSの各回帰係数を空間的に分布させる (GWR)



ヘドニック法の概要

- ① 残差項の二乗和を最小化することで, 各回帰係数を導出 (OLS)

$$P_i = f(H_i, L_i, B_i, W_i)$$

$$\ln P_i = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i$$

α : 切片項, X_{ij} : ホテル*i*における各説明変数, β_j : X_{ij} に対する回帰係数, ε_i : 残差項

- ② OLSの各回帰係数を空間的に分布させる (GWR)

$$\ln P_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i$$

β_{ij} の推定値 $\hat{\beta}_{ij}$ は以下の重み付き最小二乗法の解として得られる

$$\min_{\beta_{ij}} \sum_l w_{il} \left(\ln P_l - \alpha_l - \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_{lj} \right)^2$$

全ての地点についてこれを計算し回帰係数の地理的分布を得る



結果：構築モデル

	通常最小二乗法 (OLS)		地理的加重回帰(GWR)					
	係数	標準誤差	係数					
			最小値	25%	平均値	中央値	75%	最大値
(切片)	5.655 ***	0.198	4.505	4.529	5.182	5.431	5.626	5.687
ホテル変数								
1つ星	-0.401 ***	0.082	-0.439	-0.420	-0.366	-0.375	-0.314	-0.289
2つ星	-0.178 ***	0.059	-0.248	-0.216	-0.169	-0.199	-0.141	0.142
4つ星	0.145	0.079	0.000	0.005	0.081	0.073	0.143	0.341
5つ星	0.508 ***	0.125	0.192	0.336	0.400	0.359	0.523	0.832
ヴィラ	0.659 ***	0.089	0.061	0.494	0.741	0.872	0.989	1.050
スイートルーム	0.843 ***	0.165	0.721	0.775	0.989	0.983	1.115	1.462
スーパーリアルーム	0.157	0.126	-0.003	0.043	0.143	0.129	0.195	0.363
デラックスルーム	0.295 **	0.141	0.151	0.182	0.259	0.246	0.274	0.729
朝食込み	0.315 ***	0.055	-0.001	0.238	0.297	0.366	0.388	0.417
夕食込み	0.602 ***	0.147	-0.102	0.135	0.580	0.800	1.014	1.100
返金不可	0.198 ***	0.054	0.102	0.166	0.191	0.192	0.215	0.265
スイミングプール	0.413 ***	0.068	0.126	0.190	0.344	0.263	0.514	0.631
スパ	0.292 ***	0.040	0.123	0.274	0.300	0.301	0.339	0.380
露天風呂	-0.117	0.112	-0.331	-0.289	-0.174	-0.135	-0.090	0.020
温泉	0.242 **	0.102	0.152	0.181	0.235	0.237	0.288	0.350
屋外スポーツ	-0.077	0.045	-0.174	-0.170	-0.101	-0.074	-0.048	-0.027
駐車場	0.089	0.049	-0.064	0.048	0.089	0.112	0.137	0.186
子供向け施設	-0.086	0.066	-0.339	-0.127	-0.076	-0.057	-0.014	0.019
ルームサービス	0.046	0.083	-0.077	-0.010	0.096	0.118	0.196	0.257
立地変数								
人口密度	-0.016 **	0.007	-0.062	-0.026	-0.017	-0.013	-0.005	-0.004
空港までの距離	0.001	0.001	-0.004	-0.002	0.000	-0.001	0.002	0.005
森林	0.102 **	0.049	-0.132	0.114	0.131	0.123	0.180	0.230
市街地	0.000	0.057	-0.099	-0.045	-0.014	-0.003	0.025	0.034
農地	0.022	0.068	-0.349	-0.032	0.009	0.022	0.059	0.102
ゴルフ場	0.959 **	0.427	0.570	1.027	1.042	1.076	1.130	1.235
砂浜変数								
ビーチフロント	0.139 **	0.057	-0.042	-0.006	0.121	0.101	0.246	0.249
離岸堤	0.303 ***	0.048	0.044	0.179	0.318	0.302	0.483	0.544
突堤	-0.064	0.048	-0.165	-0.141	-0.073	-0.051	-0.014	0.031
護岸	-0.078	0.042	-0.154	-0.093	-0.072	-0.077	-0.048	-0.002
堤防	-0.036	0.054	-0.305	-0.167	-0.106	-0.084	-0.060	-0.006
気象変数								
日照時間	0.003 ***	0.001	0.003	0.004	0.006	0.005	0.008	0.008
N	1103		1103					
R ²	0.462		0.418 0.492 0.529 0.507 0.593 0.595					
Adj. R ²	0.446		0.482					
AICc	1975.871		1954.648					

(茅沼・有働, 投稿中)

*, **, ***: それぞれ10%, 5%, 1%の水準で統計的に有意を表す。



結果：砂浜による宿泊価格引き上げ効果

回帰分析によって求められたビーチフロントに立地しないホテルの推定宿泊価格 \hat{P} を $\ln \hat{P} = a$ とする。

ビーチフロントに立地しかつビーチフロント以外の条件が全く同一のホテルの推定宿泊価格 \hat{P}' は ビーチフロント変数の回帰係数 β を用いて $\ln \hat{P}' = a + \beta$ と表せる。

$$\Delta P = \hat{P}' - \hat{P} = e^{a+\beta} - e^a = \hat{P}(e^\beta - 1)$$

例えば...

沖縄のビーチフロントに立地しない3つ星ホテル49件の平均宿泊価格
1040 USD/週 (2名1室) → 1名あたり520 USD/週

ビーチフロント係数0.12~0.25のとき

$$\begin{aligned} \Delta P &= \hat{P}(e^\beta - 1) = 520(e^{0.12} - 1) = 520 * 0.13 = 66 \\ \Delta P &= \hat{P}(e^\beta - 1) = 520(e^{0.25} - 1) = 520 * 0.28 = 147 \end{aligned} \quad (\text{USD/週/人})$$



TOHOKU
UNIVERSITY

まとめ

宿泊価格にヘドニック法を適用して砂浜価値を評価（OLS, GWR）

- 砂浜への近接性を表す説明変数の回帰係数が統計的に有意な範囲は、沖縄県とその周辺に限られ、これらの地域では砂浜への近接性が平均宿泊価格を13～28%引き上げる可能性
- タイ国内の砂浜を解析対象としたSomphongら(2022)の例では、ビーチフロントの立地が有意に正の影響を与える地域はタイの沿岸に広く分布したのに対し、日本国内の砂浜を解析対象とした本研究では、沖縄県とその周辺地域に限られた
- 突堤、護岸、堤防については負の影響を与える地域が存在したものの、離岸堤については日本の広い地域で正の影響（離岸堤が内生変数となっており、交絡要因を考慮する必要がある可能性）