



令和4年度海岸シンポジウム 2022/12/1

気候変動と砂浜

有働 恵子・東北大学大学院工学研究科



話題提供の内容

砂浜消失の将来予測

砂浜消失に対する適応策

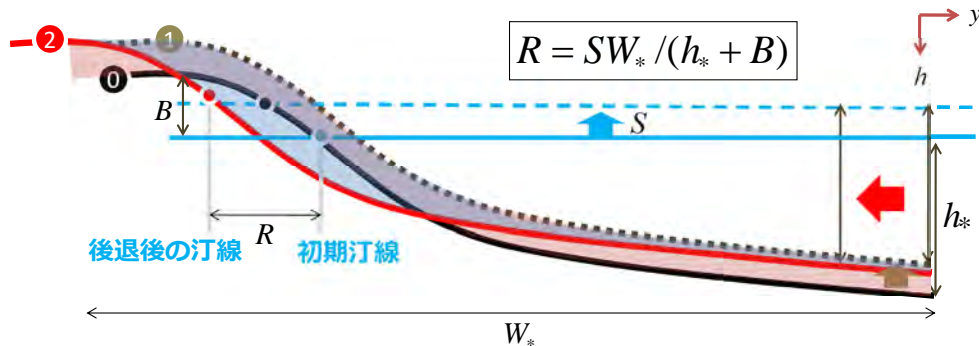
日本とタイの事例



砂浜消失予測手法 (Bruun則)

“水面下の海岸断面は、陸側から土砂の移動限界水深 h_* の間で、水深と海浜断面係数から定まるある平衡地形に向かって変化する”

- ① 海面が上昇すると、その水位に対する平衡地形を保とうとする
- ② 侵食量と堆積量を等しくするため、地形が陸方向へ移動する



Bruun則における入力データ

- 海面上昇量 (JMA-GPV) → 波浪条件 (Wiegel(1965)の図) → 砂浜の底質粒径 (海岸情報データ) → 海底勾配 (砂浜延長) → 砂浜消失面積を求める

- 海面上昇量 → 19ケース
0.1 m, 0.2 m, ..., 1.0 m
3モデル RCP2.6, 4.5, 8.5
- 砂粒径 → 3ケース
(全国一律の場合のみ)
0.2 mm, 0.3 mm, 0.6 mm

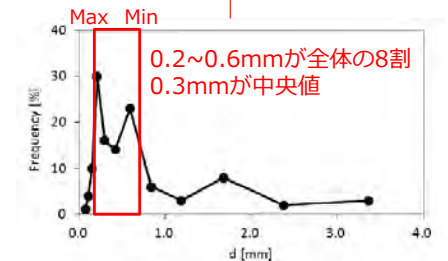


図-3 全国の砂浜の底質粒径のヒストグラム。

(有働・武田, 2014)

全国の海面上昇量の将来予測結果

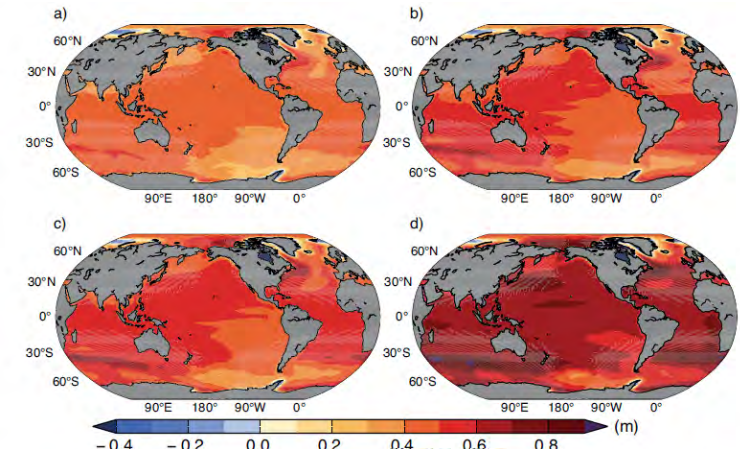
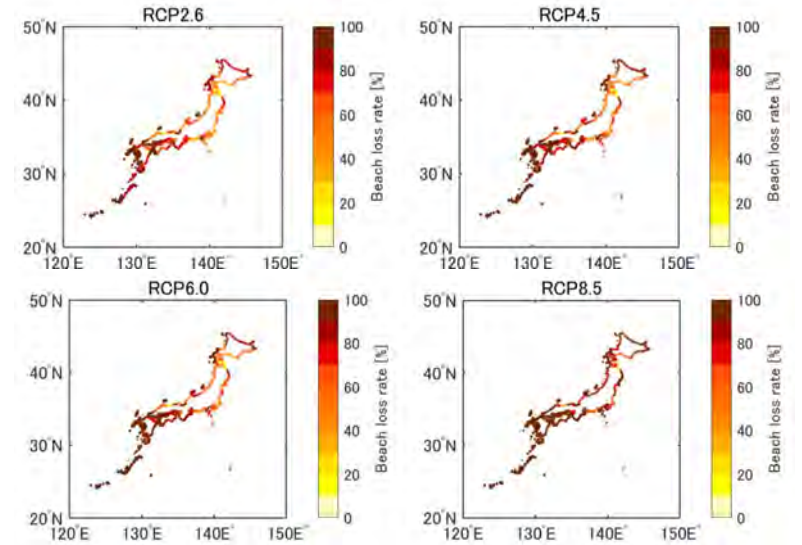


Figure 13.20 | Ensemble mean regional relative sea level change (metres) evaluated from 1986–2005 and 2081–2100. Each map includes effects of atmospheric loading, plus land ice melt (GLA) and terrestrial water sources.

RCP2.6
RCP4.5
RCP6.0
RCP8.5

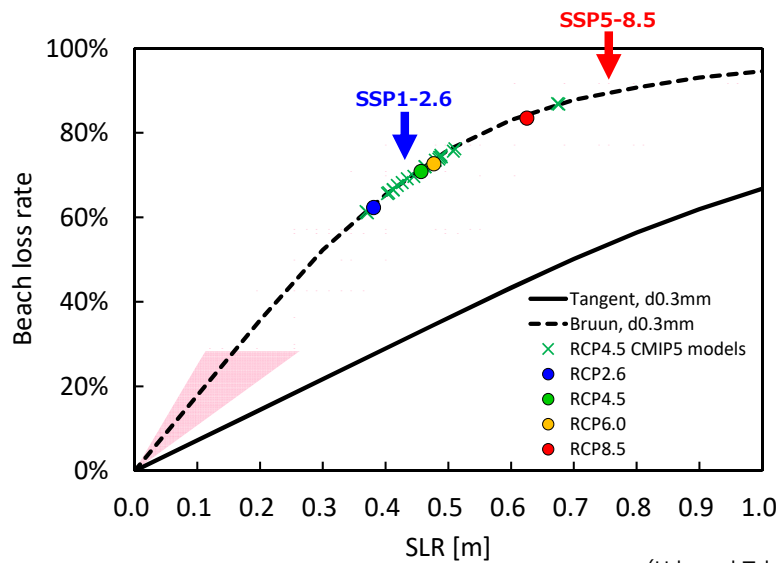
(IPCC AR5 WGI, 2013; Fig. 13.20)

全国の砂浜消失の将来予測結果



(Udo and Takeda, 2017)

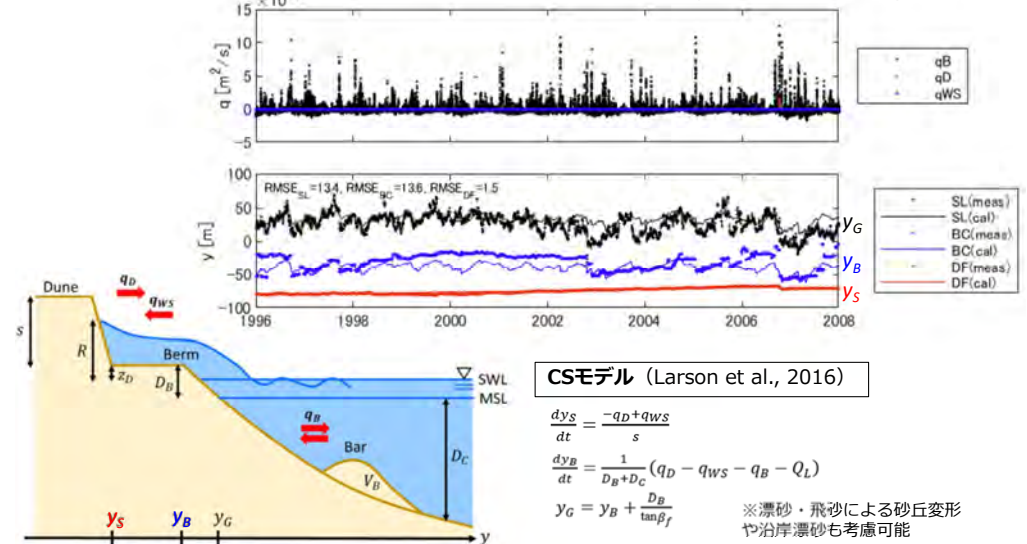
海面上昇量に対する砂浜消失率



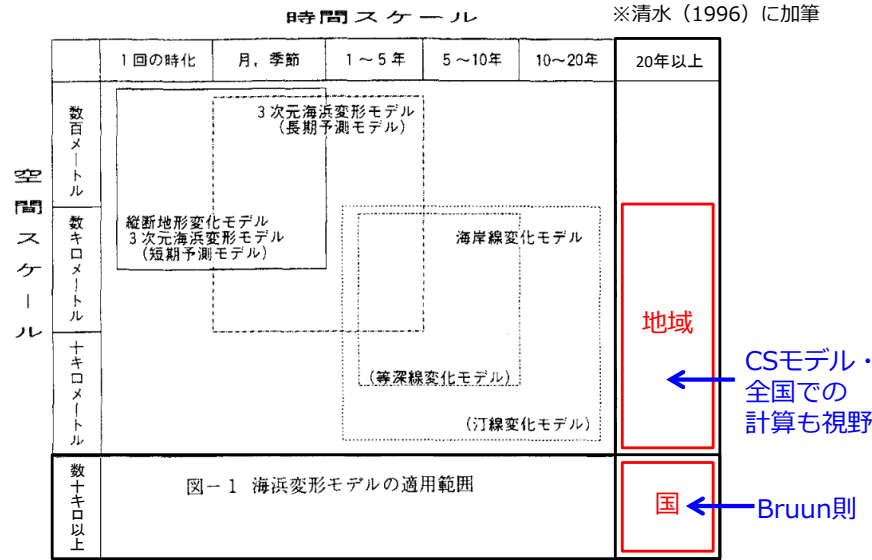
(Udo and Takeda, 2017)

今後の課題①：最大侵食量を予測可能な砂浜の将来予測モデルの構築

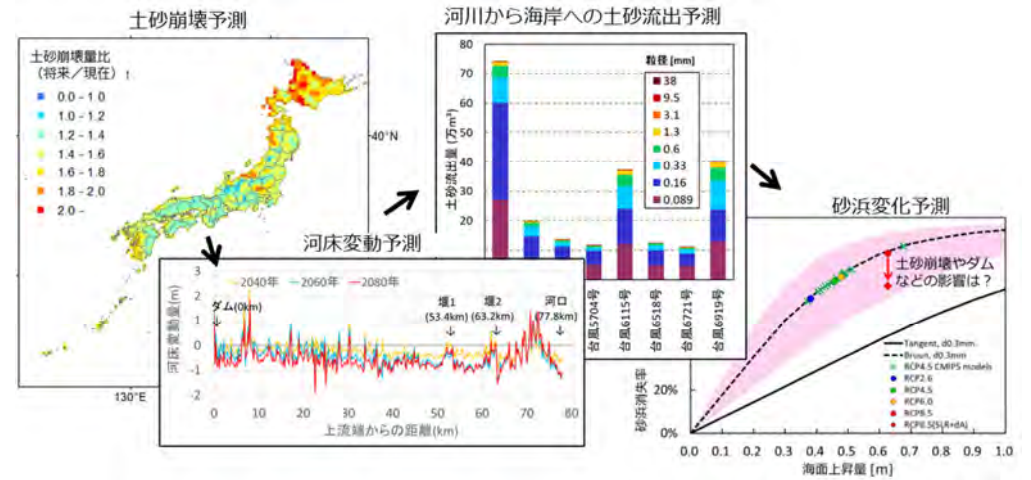
波崎海岸 (HORS) の汀線変化再現結果 (Kato and Udo, 2021)



砂浜変形予測の時空間スケール

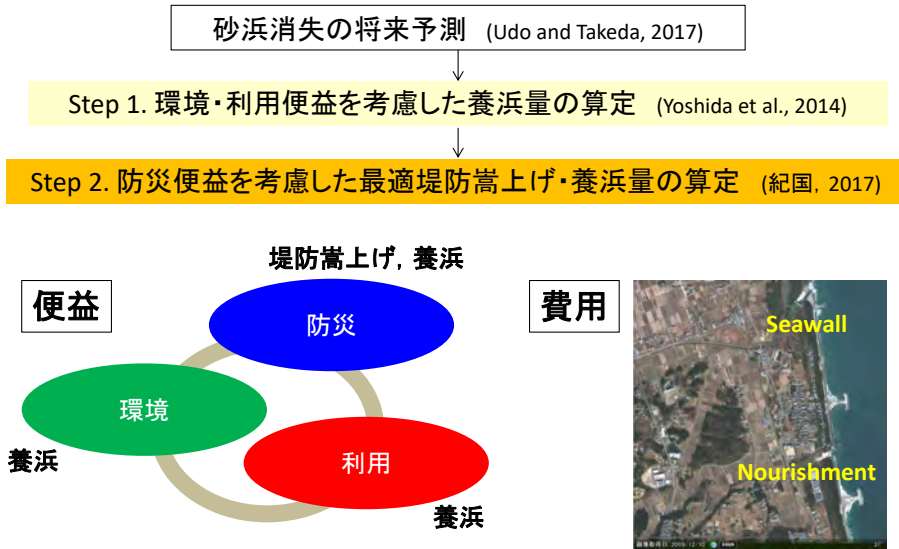


今後の課題②：流砂系の総合土砂管理を視野に入れた砂浜の将来予測

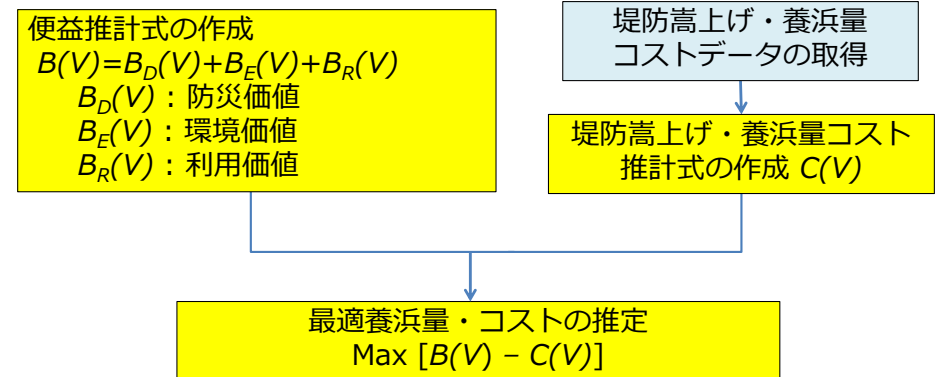


(有働, 2019 ; 中原ら, 2021 ; Udo and Takeda, 2017)

砂浜の経済評価の枠組



砂浜の経済評価の流れ





環境・利用価値を考慮した 最適養浜量の推定方法

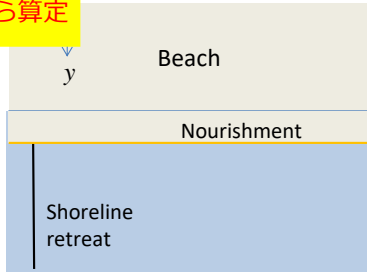
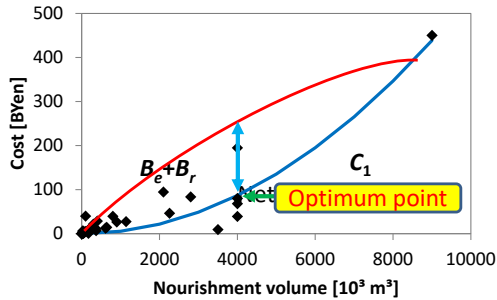
Benefit B_e & B_t (revised from $B_e + B_t$) **環境への支払意思額から算定**

$$B_e(V) = 3.29v_e \left(\frac{V}{h_* + h_B} P \right)^{0.157}$$

$$B_t(V) = v_t \frac{V}{h_* + h_B}$$

Cost of beach C_1 (revised from C_1) **旅行費用法などで算定**

$$C_1(V) = 0.0001V^2$$

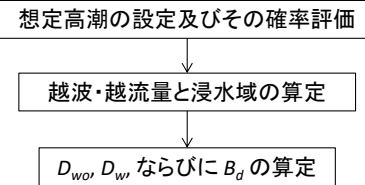
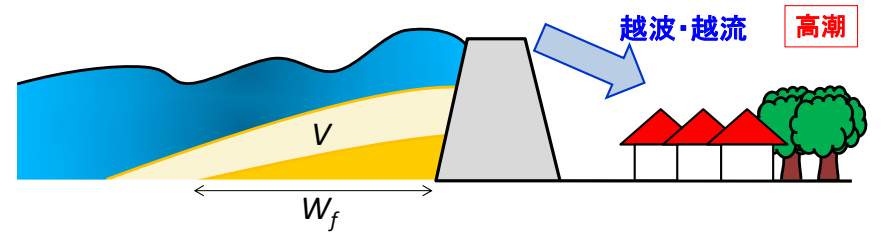


W_p : present beach width [m]
 W_f : future beach width [m]
 W_a : width of active beach profile [m]
 h_* : closure depth [m]
 h_B : berm height [m]
 L : beach length [m]
 v_e : value for environment [JPY/m²]
 v_t : value for tourism [JPY/m²]
 P : vegetation cover ratio
 V : Beach nourishment volume [m³]



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



浸水防護便益

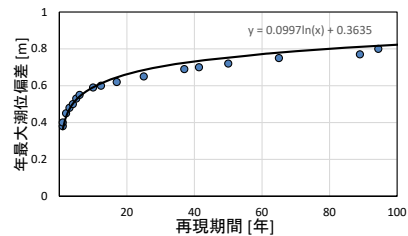
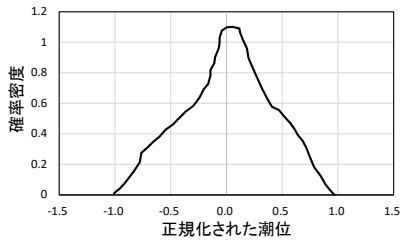
$$B_d(V) = D_{wo} - D_w$$

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)

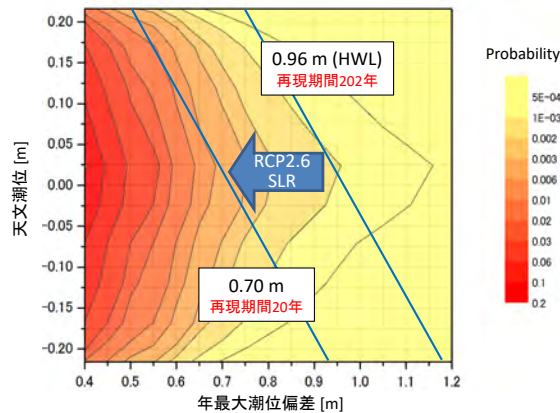
(国土交通省 海岸事業の費用便益分析指針)



潮位の確率分布 (例)

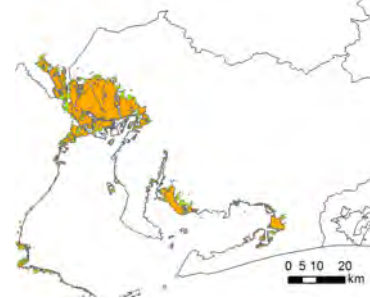


(比屋定ら, 2011)

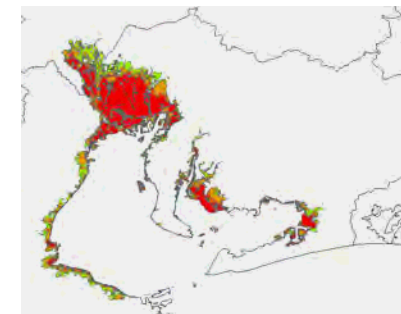


浸水地域と被害額の推定

レベル湛水法 <潮位: 朔望平均満潮位 + 潮位偏差 (100年再現期間の場合)>



砂浜幅十分 (堤防空洞化していない場合)



砂浜幅不十分 (堤防空洞化した場合)

浸水深
 0 - 0.45m
 0.45 - 0.95m
 0.95 - 1.45m
 1.45 - 2.45m
 2.45 - 3.45m

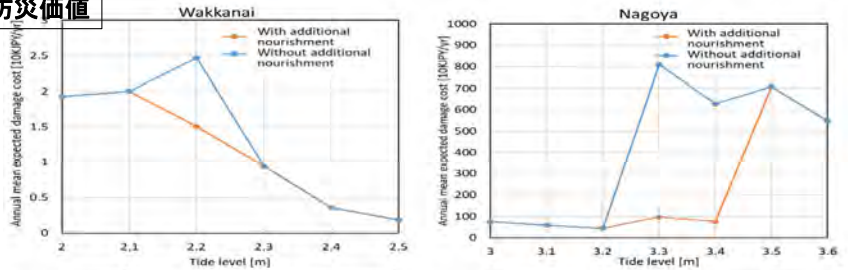
1. 土地利用データを収集 (建物, 農作物, 世帯など).
2. 浸水エリアを浸水深毎にクラス分け (浸水深によって被害率が異なるため).
3. 浸水エリア内での土地利用面積に定められた評価額を掛けて被害額を算出.

(国土交通省 治水経済調査マニュアル(案), 2005)

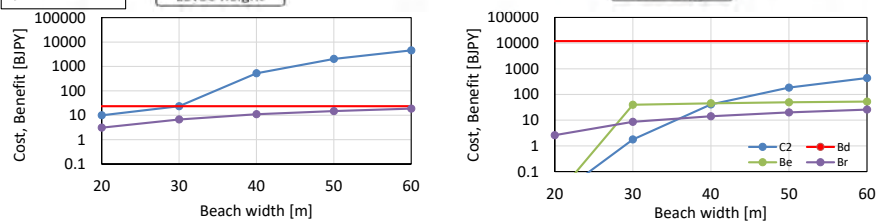


砂浜消失への適応策の費用便益分析

防災価値



費用便益



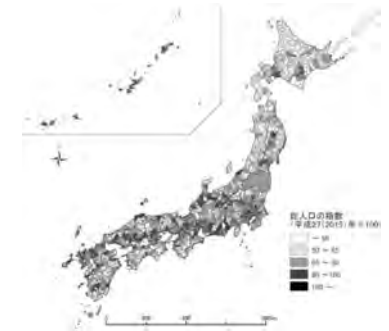
稚内の防災価値(試算)は235億円, 名古屋の防災価値は12兆円.
 → (この結果からは) 少なくとも名古屋では養浜必要



今後の課題③：環境・利用価値を考慮した現実的・持続可能な評価手法の開発

- 現在の評価手法は現実的でない？
- 人口減少をどう考えるか？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)
- 養浜以外で、環境・利用価値を損なわない、あるいは、価値向上に貢献する、持続可能な適応策は？
- 環境・利用にも注目したポジティブな海岸管理？(ネガティブ要素にばかり注目?)
- 一定の防災基準はクリアする必要あり

2045年の総人口の指数

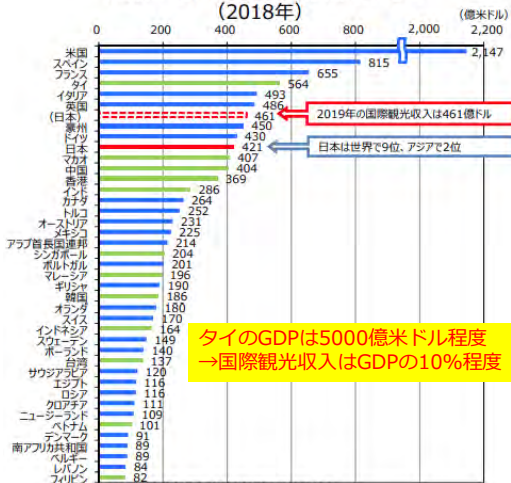


(国立社会保障・人口問題研究所, 2018)



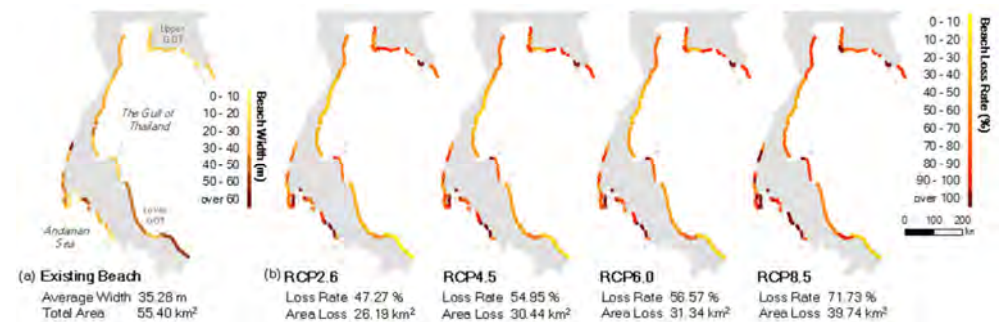
タイのビーチリゾートにおける砂浜の価値

(図表 I -8) 国際観光収入ランキング (2018年)



タイにおける砂浜消失の将来予測

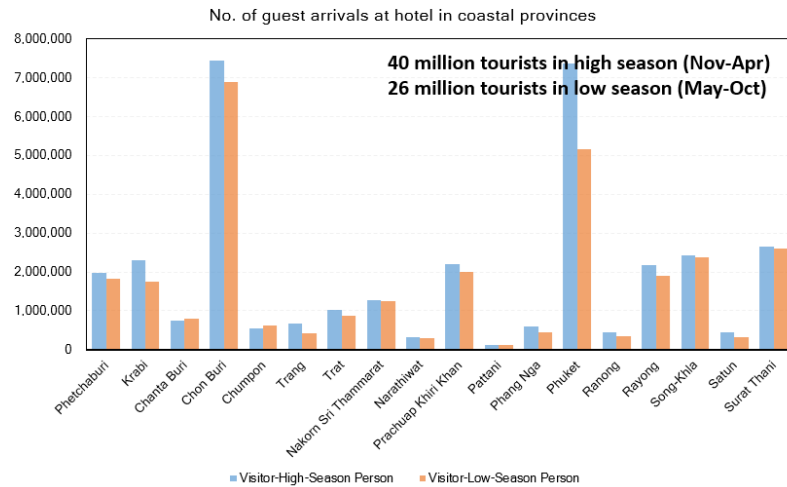
SATREPS



(Ritphring et al., 2018)

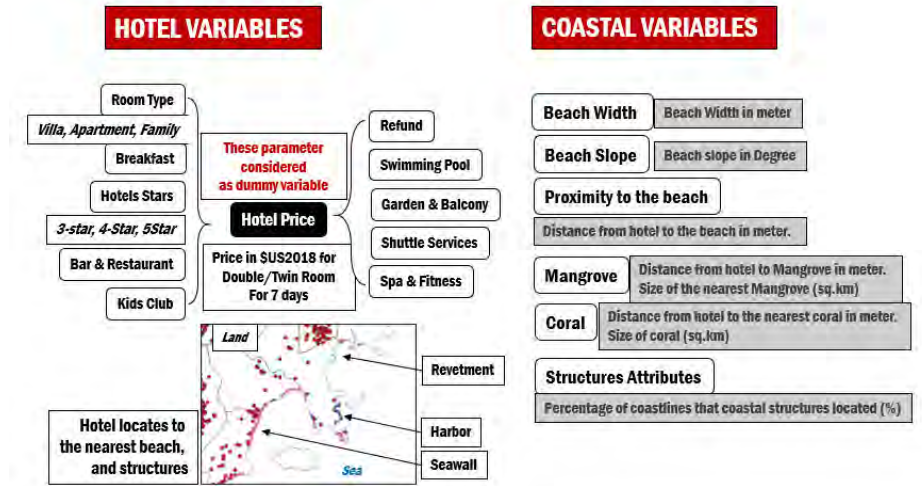
タイにおける地域別ホテル宿泊者数

Official Tourism Stats, Ministry of Tourism, 2018



(Somphong, PhD thesis, 2019)

タイにおけるヘドニック法による ルームチャージ推定：説明変数



(Chatuporn et al., 2022)

タイにおける砂浜の観光価値

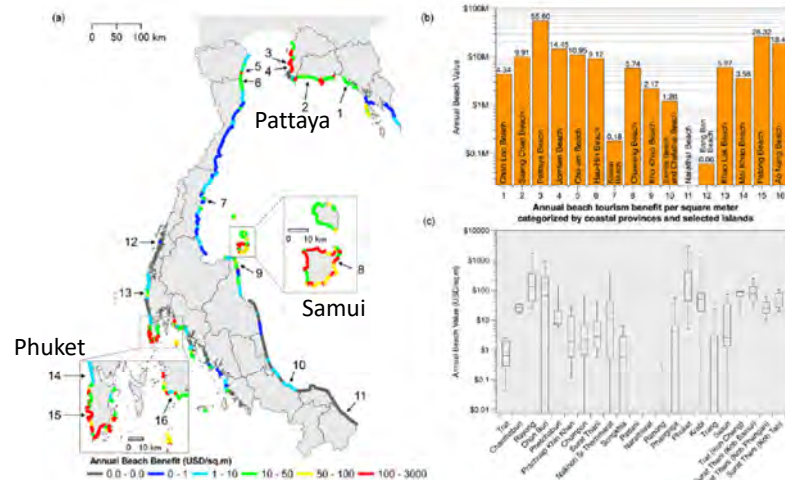


Figure 6 (a) The map of annual sandy beach tourism benefits per area in USD/m² obtained from geographically weighted regression analysis. (b) The annual tourism benefits 16 selected well-known beaches. (c) The annual beach tourism benefit per area is categorized by coastal provinces and selected islands.

(Chatuporn et al., 2022)

まとめ

- 日本の砂浜の未来は？

流域土砂動態・時系列変化・砂浜陸域の考慮

Brunn則による砂浜消失の将来予測

→ 砂浜の防災・環境・利用価値の評価（現手法では防災が大きい傾向）

適応策：堤防，養浜

- 一支払意思額などによる環境便益の算定
- 旅行費用法などによる利用便益の算定
- 高潮による年浸水被害額（期待値）

現実的な評価手法の構築・人口減少の考慮

- （比較対象として）タイの砂浜の未来は？

Brunn則による砂浜消失の将来予測

→ 砂浜の観光（利用）価値の評価（防災・環境への関心は相対的に低い？）

適応策：養浜（，堤防）

ヘドニック法を用いたルームチャージにおける砂浜価値の評価