

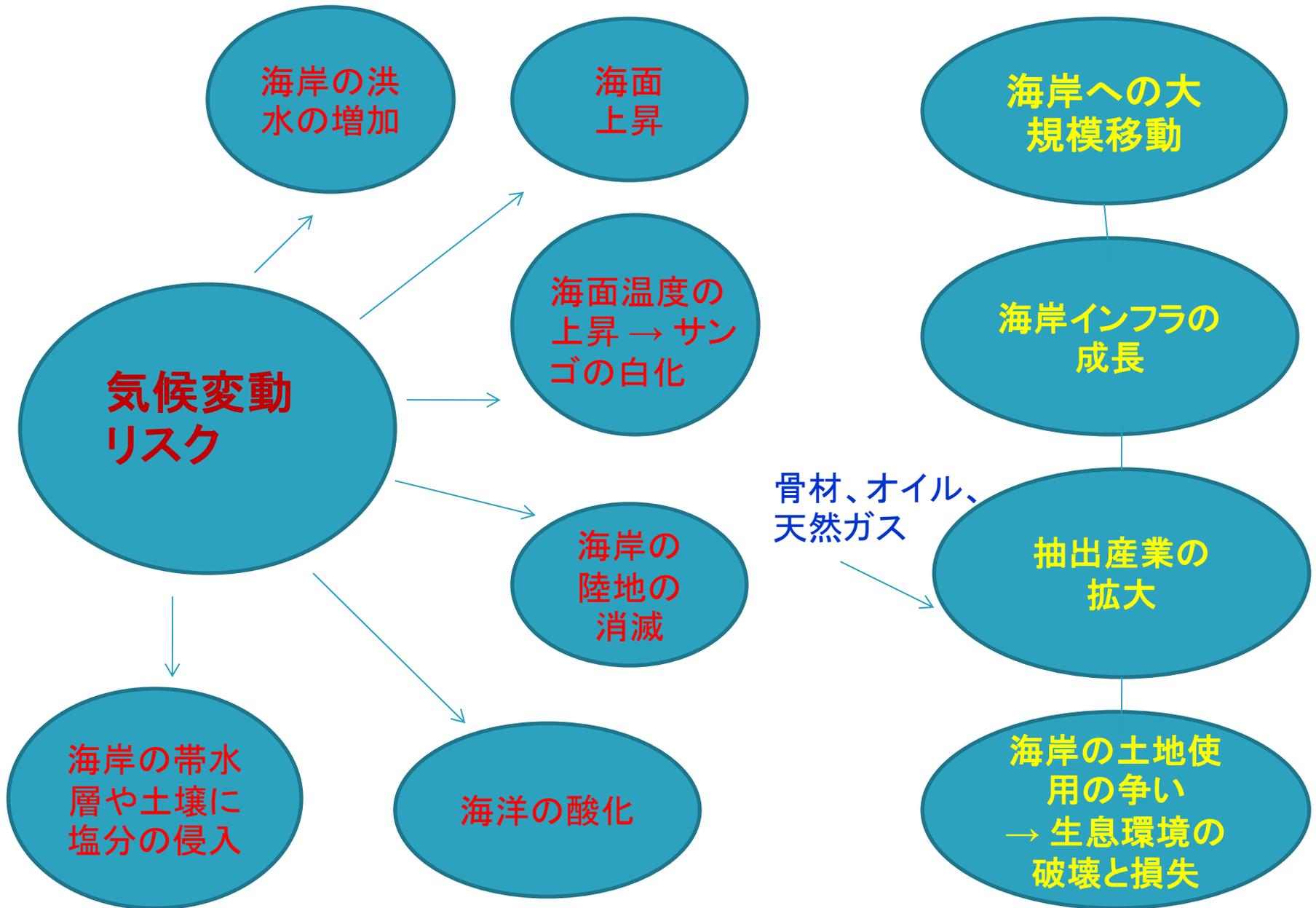
# 小島における海岸管理における 気候変動適応のメインストーリーミング

レオナルド・ナース

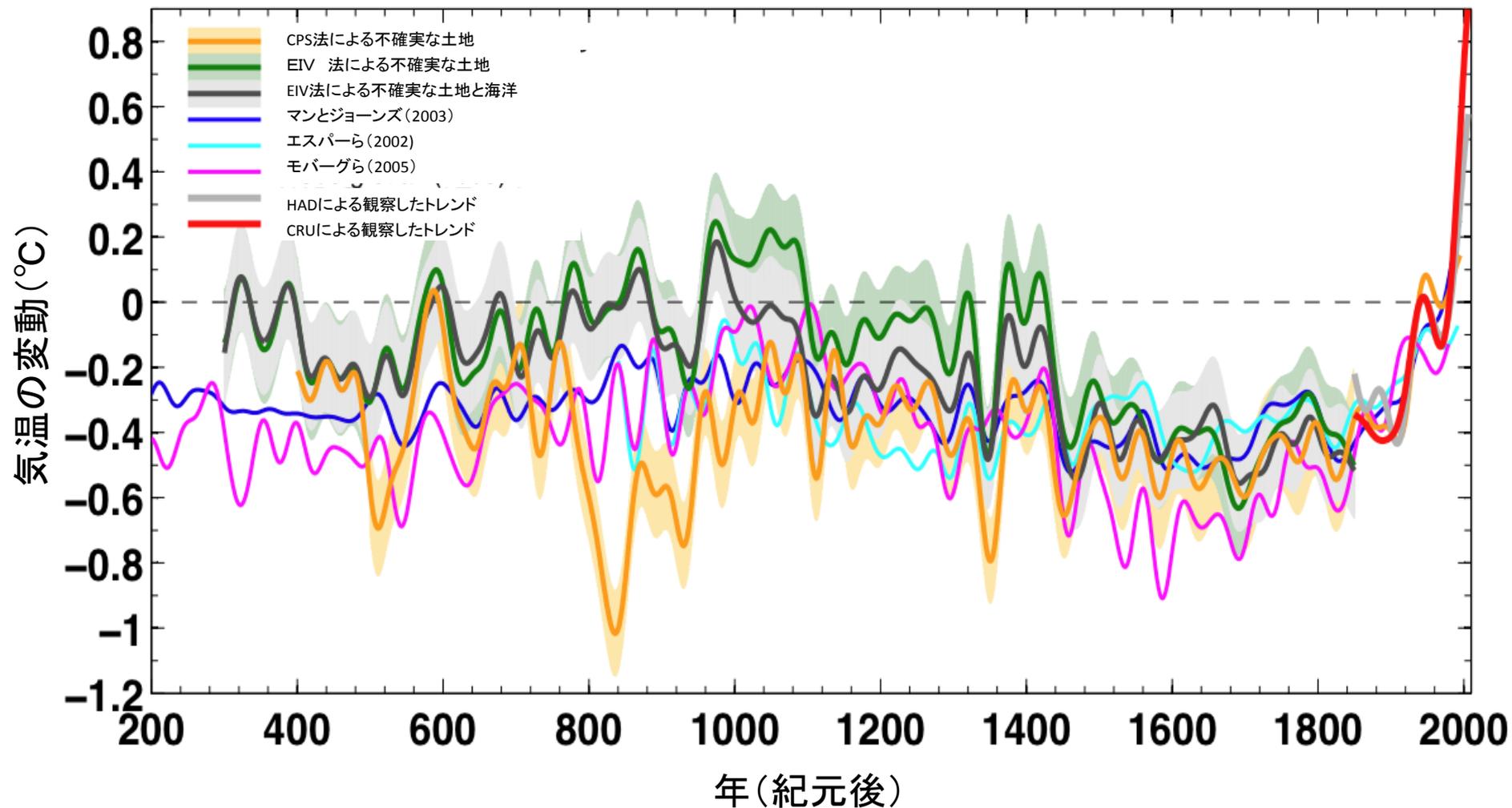
CERMES, UWI-ケープヒル/バルバドス

[leonard.nurse@cavehill.uwi.edu](mailto:leonard.nurse@cavehill.uwi.edu)

# 開発問題が、リスクをさらに複雑にする

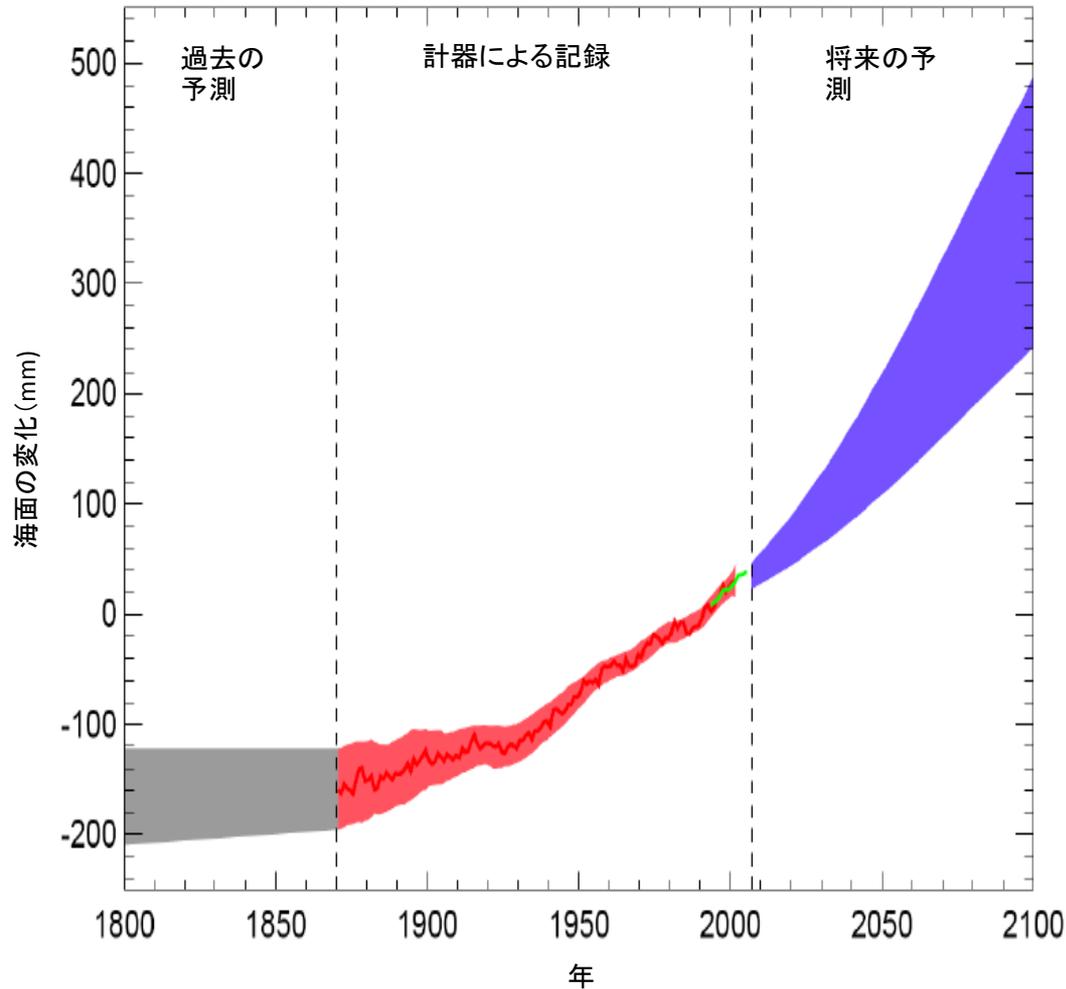


# 紀元2000年以降の北半球における気温変動(再構築後)



資料: コペンハーゲン診断、2009

# 海面上昇予測



•IPCC AR4では、海面上昇は、産業革命前の平均値より最大で59 cmだけ高くなると予測。

•現在の予測では、今世紀末までに、世界の海面は、産業革命前の平均より1.5 mだけ高くなる。

# 気候変動が波のエネルギーに与える影響

- 波のエネルギー ( $E$ ) は、波の大きさ ( $\alpha$ ) に比例。
- $\alpha$  も部分的には風速 ( $V$ ) によってコントロールされる。

## 気候変動のシグナルは?

↑  $\Delta T$  (大気 & 海洋) →

- (a) 熱膨張
- (b) 陸地の氷の溶解

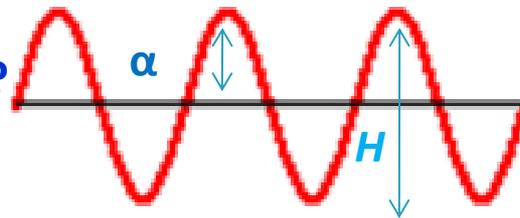
↓  
水深

- (c) 風速は増加するか?
- (d) 気圧は徐々に変化するか?

↓  
波のエネルギーは  
大きくなる?

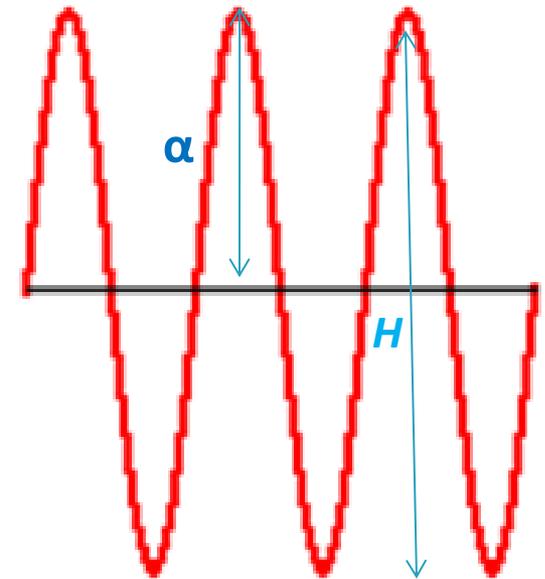
例 → 風下の露出していない海岸

波のエネルギーは低い



例 → 風上の露出した海岸

波のエネルギーは高い



- 一般論として、 $E$  は、 $V$  の増加とともに指数的に増加。
- $E$  は、水深 ( $d$ ) にも比例する。

# 波のエネルギー

- エネルギー ( $E$ )は、波の運動エネルギーとポテンシャルエネルギーの総体 → 波が海岸で「仕事」をする能力を測定する。

$$E = \sum E_k + E_p \quad \text{浸食/移動/堆積}$$

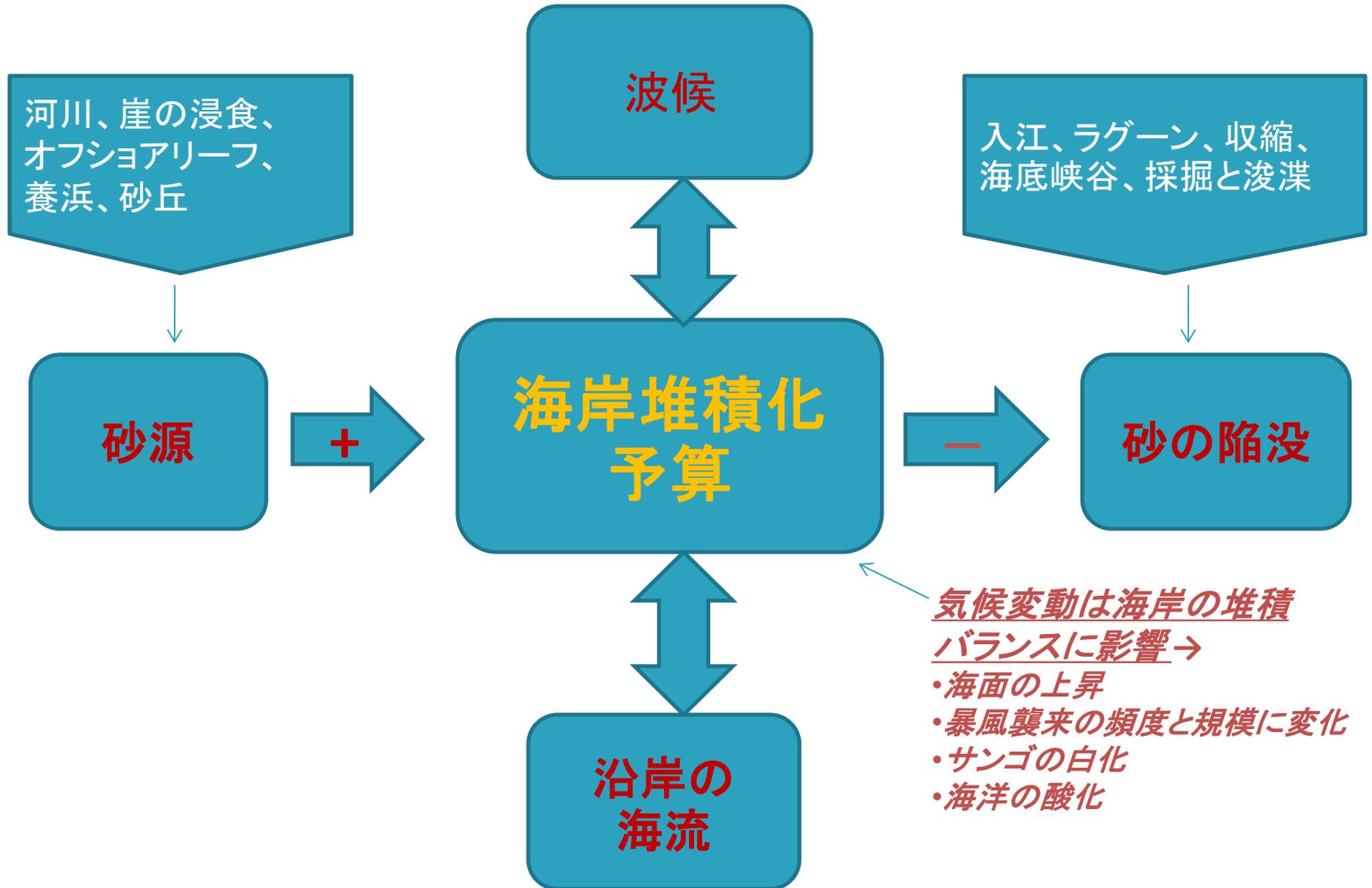
- 水深 ( $d$ )と波高 ( $H$ ) も波のエネルギーをコントロールするために重要。
- 波が持つエネルギーの総体は波高の二乗に比例。∴ 高さが2倍になると、エネルギーは4倍になる。

例:

- 海洋の表面の波のエネルギーが  $H = 4\text{m} = 1200 \text{ cal/m}^2$  ならば、
- 海洋の表面の波のエネルギーは  $H = 8\text{m} = 4800 \text{ cal/m}^2$

- $E$ は風速に指数的に増加することを思い出せ。
- IPCC AR4では、ハリケーンの最大風速は、2050年になるころには、5~10%増加すると予測。

$$\text{海岸の堆積バランス} = \sum [Q_{\text{source } 1} + Q_{\text{source } 2} + \dots + Q_{\text{source } n}] - \sum [Q_{\text{sink } 1} + Q_{\text{sink } 2} + Q_{\text{sink } n}]$$



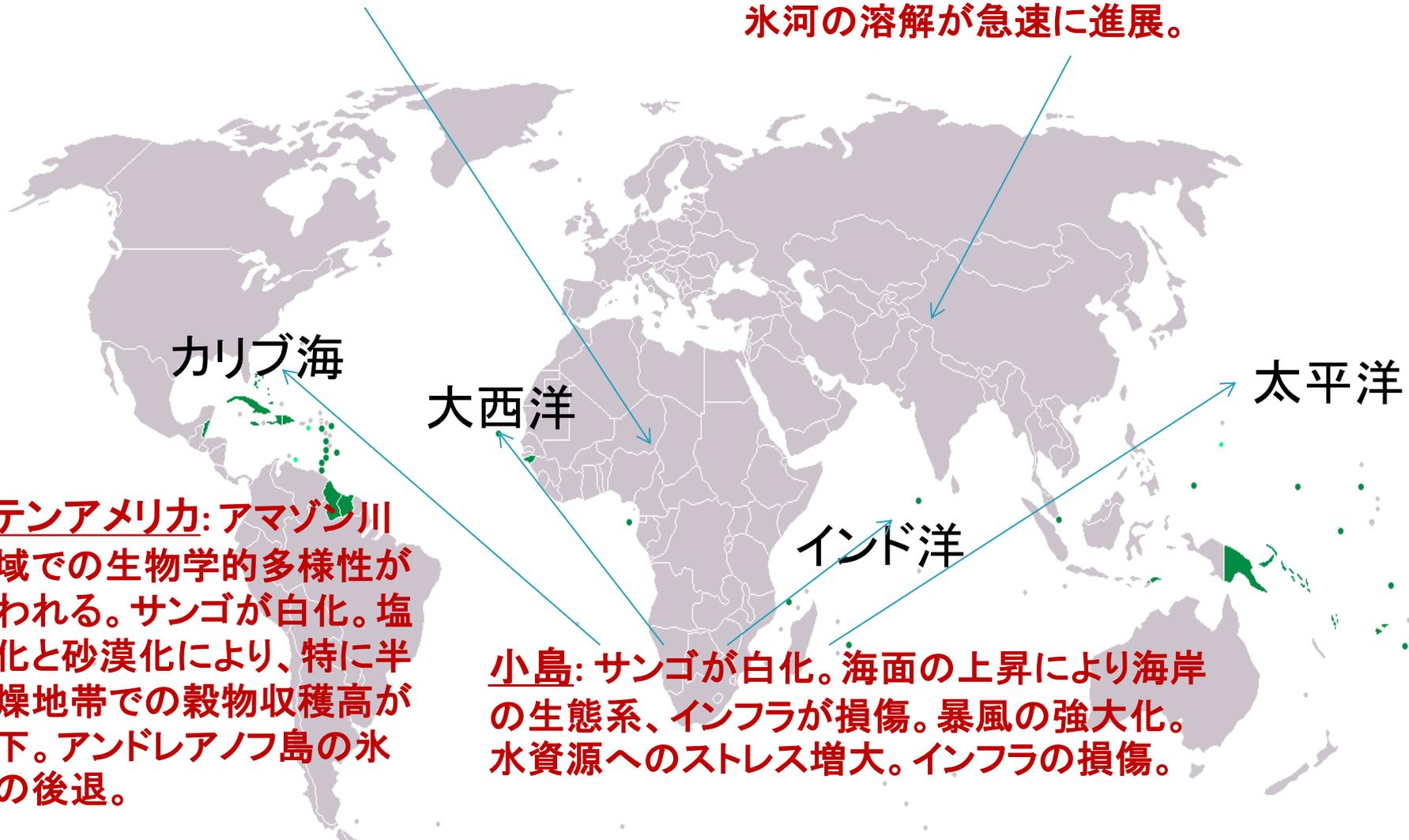
# 最大リスク地域 (IPCC AR4, 2007)

アフリカ: 渇水が増え、食の安全保障が確保できなくなる。東部・南部では生物学的多様性が失われる。東部高地ではマalaria罹患率が高まる。

アジア: 2050年代ごろには、中央部と南部で穀物収穫高が低下。東部と南部での渇水が増加。メガデルタ(ガンジス、メコン等)での洪水発生率増、ヒマラヤの氷河の溶解が急速に進展。

ラテンアメリカ: アマゾン川流域での生物学的多様性が失われる。サンゴが白化。塩性化と砂漠化により、特に半乾燥地帯での穀物収穫高が低下。アンドレアノフ島の氷河の後退。

小島: サンゴが白化。海面の上昇により海岸の生態系、インフラが損傷。暴風の強大化。水資源へのストレス増大。インフラの損傷。



## 海拔レベルの変動と海岸浸食

・海岸浸食の加速化は、海拔が低い小島嶼開発途上国にとって問題。現在発生している浸食の中には人的に誘発(砂の採掘、礁の劣化)されたものがある一方、研究によると、海面上昇は大きな原因となる可能性。

▶ 海面が高くなるほど、波が高くなり、波のエネルギーが増加する = 海岸浸食が進む。

▶ カリブ海の島々について脆弱性を評価(バルバドス、ギアナ、グレナダ等)したところ、海面が高くなると海岸浸食が増大することが分かった。

1995年10月に襲来したハリケーン「ルイス」と「マリリン」は、それぞれ襲来後2週間で、キッツ山に地崩れを発生させた。



襲来前は、海岸線は、15 m 海側に出ていた。

# サンゴは重大なリスクにさらされるか？



- 海面水温上昇によるサンゴの白化-温室効果ガスの排出量が現在のまま続けば、2025年～2050年には、白化は年中発生するようになる可能性がある。
- 二酸化炭素濃度が560ppmになると、サンゴの成長が止まる恐れ→炭酸カルシウムはほとんど蓄積しなくなる。
- 2050年には、カルシウム化率が14-30%低下。



# 「文化遺産」も重大なリスクにさらされている

ミクロネシア連邦コスラエ



水没した墓地(フィジー)

写真: ジャスティン・ヒッカーズ、ヴァレリエ・シュート  
<http://www.manystrangvoices.org/news/4843.aspx>



モンキー川の河川敷(ベリーゼ)

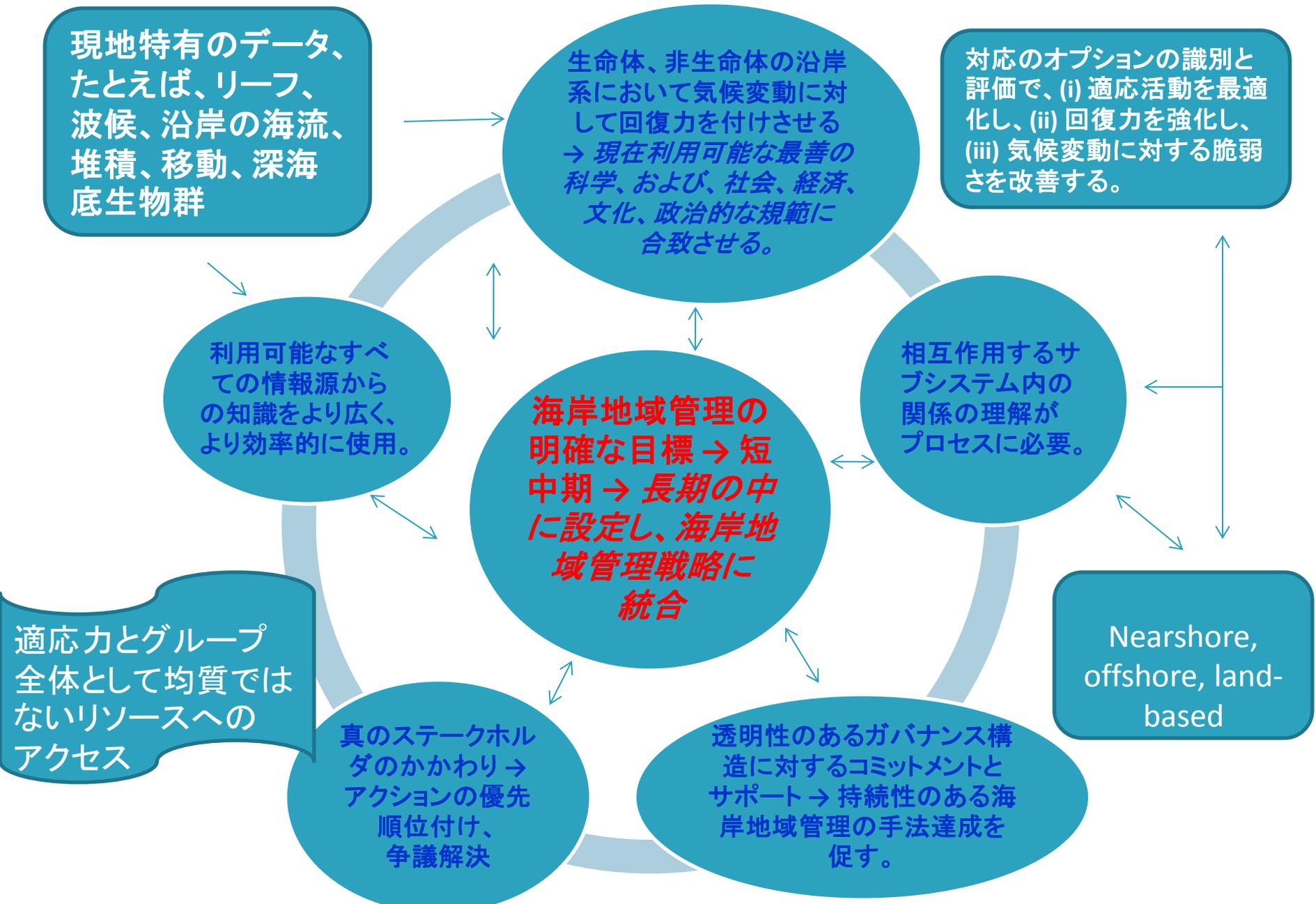
墓地は平均高水位から  
2.0 m低い。



埋葬地 - セントヴィンセントおよびグレナードイン諸島



# ICMに気候変動のメインストリーム化のための基盤を置く



# 不確実性の中でのマネジメント

- リソース不足のため、知識や情報のギャップをすべて一気に埋めてしまうことは不可能 → 優先付け
  - たとえばリスクや感受性など、沿岸系の脆弱性に関する真のキーコンセプトをよりよく定義することに資する研究に対する集中を高めることができる。
  - カリブ海等の地域では、適応力は低いと考えられる → リスクと感受性は、将来的な脆弱性、考えられる影響、対応戦略についての意思決定を行うための重要な検討項目。
  - 適応のメインストリーム化を効果的に達成するということにおいては、ある面、海岸地域管理の意思決定においてリスクと感受性を(i)いかにうまく定量化し、(ii) いかにうまく説明するかにかかっている。

# 「後悔しない」対策 とメインストリーム化にとって重要

## 例：海岸線後退対策の十分な実施：

- 海と後浜の間に効果的なバッファを設置する。
- 最小制水区域の確保 → 海岸線の前進とセットバックのサイクルを阻害しない対策。なぜ重要なのか？
- ✓ 幅のひろい海岸は、偶発的に発生する波のエネルギーを十分に吸収、反射、拡散する最も優れたメカニズムであるから。
- ✓ 十分な幅の制水域を確保することは、極端な事象の発生による海岸の洗い流しに対する脆弱さを低減させることができるから。
- セットバックを厳密に実施することは、熱帯低気圧や隆起等から天然の海岸を回復させるに資する要素として知られているから。
- セットバックはリスク低減の1つの形態 → *偶発的な波を防御・保護する。*

# メインストリーム化のプロセスを推進する

## 転換点:

わずかな変化でも、ある系のダイナミクス、平衡、進展を定性的に変化させることがある重大な閾値

転換点は政策に大きく関係する。気候変動は系を、重大な閾値に迅速に追い込む。

モニタリングと早期警報システムは、重大な閾値が切迫していることを知る助けとなる。

定量的に小さい変化でも、既存の重大な閾値を圧倒する可能性がある。

生態系の中には、既に重大な閾値の上限に達しているものもある—たとえば、サンゴ、マングローブなど。

気候の過渡的な変化は、既にカリブ海に負の影響を及ぼしている → 社会的・経済的な急速な変化とともに発生。

→ 複数のストレスが同時に、非線形な方法で進化し、変化はゆっくりではなく急速、すなわち、「奇襲的」に進展する可能性がある。

メインストリーム化は、「高い可能性があるが予測不能な非線形性」影響を「ヘッジする」ことができる。

系の不具合

崩壊

# 計画のプロセスにおける戦略的進入地点の発見

様々なスケールで目標設定 → 短中長期、国、セクタ、地方

資源配分 → ファイナンス、情報、人、装置と技術、規制当局や司法当局の支援など

国・地方の能力の評価 → ニーズ、障壁、対策戦略、知識ベースなど

包含のプロセス: 合意した目標 → 公明正大、性別、最も弱者のグループに対する配慮に基づく

地方レベルで、気候変動の影響を如実に感じる; 生活に影響 → メインSTREAM化は、地方の状況に直結しなければならない。

証拠に基づく対策 → すべての情報源から得た情報を適用。地方特有の知識も含む

進捗追跡  
→ モニタリング

メインSTREAM化にとって不可欠の要素 → 戦略は機能しているか。目標は達成されたか。今までは存在していなかった障壁の発生はあるか。どのような調整が必要か。

ありがとうございました

[leonard.nurse@cavehill.uwi.edu](mailto:leonard.nurse@cavehill.uwi.edu)

<http://cavehill.uwi.edu/cermes>