



土研講演会  
2007.10.10



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

# 温暖化適応のための水防災

竹内邦良  
土木研究所 ICHARM

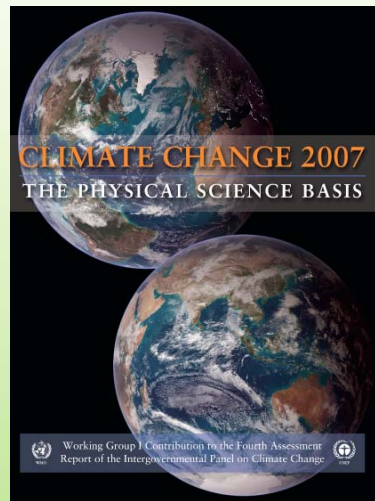
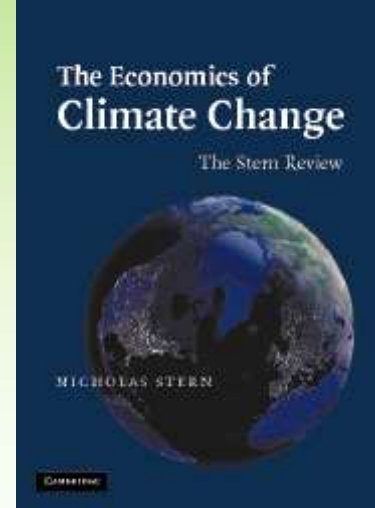
# 目次

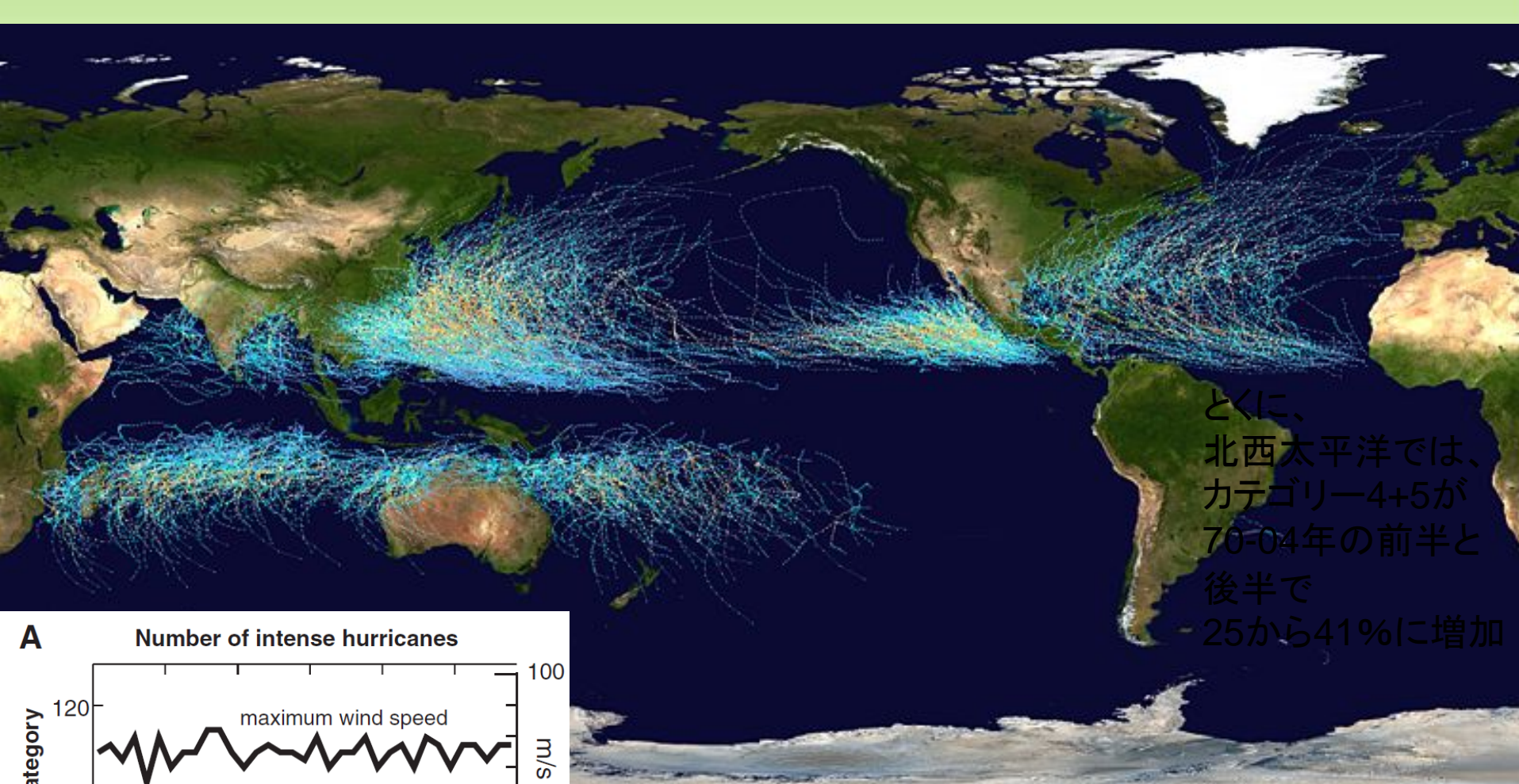
- はじめに 温暖化認識の急展開
- 適応策の現状
  - 米、英、蘭、豪、加
- 温暖化適応のあり方
  - 基本的認識 (M&A,  $R=H \times V$ )
  - 持続的社会=自然共生型社会の適応策
    - 土地利用規制、予警報、リスク意識社会
- 国際貢献
  - 横浜・神戸からICHARMへ
- むすび 防災科学技術外交



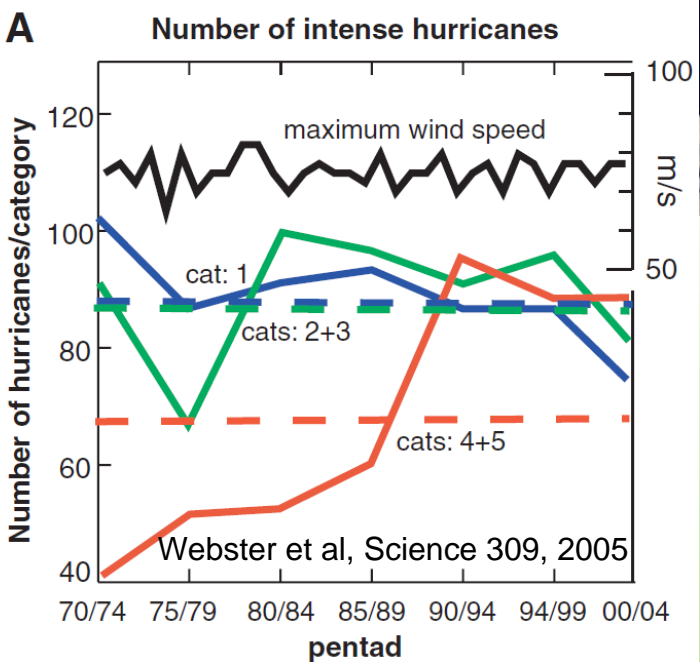
# 温暖化認識の急展開

- Al Gore: An Inconvenient Truth May 2006
- Stern Review Oct 2006
- IPCC4 Report Feb 2007
- 2050 日本低炭素社会シナリオ：温室効果ガス70%削減可能性検討(国環研・京大・立命館大・東工大・みずほ情報総研) Feb 2007
- Heiligendamm G8 6-8 June 2007
- UN Climate Change Conference in Bali (COP13) 3-14 Dec 2007
- Tohyako G8 2008





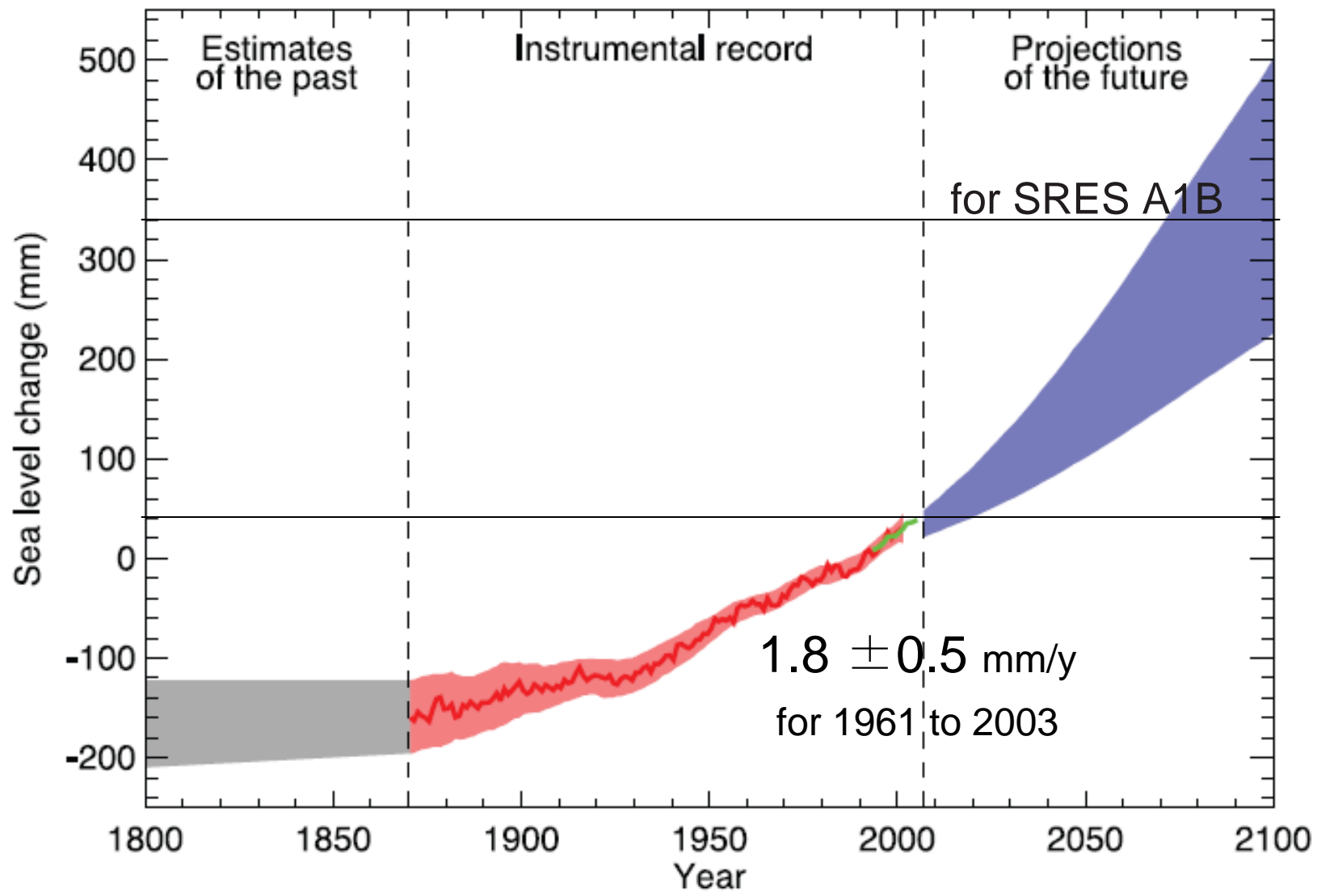
とくに、  
北西太平洋では、  
カテゴリー4+5が  
70-04年の前半と  
後半で  
25から41%に増加

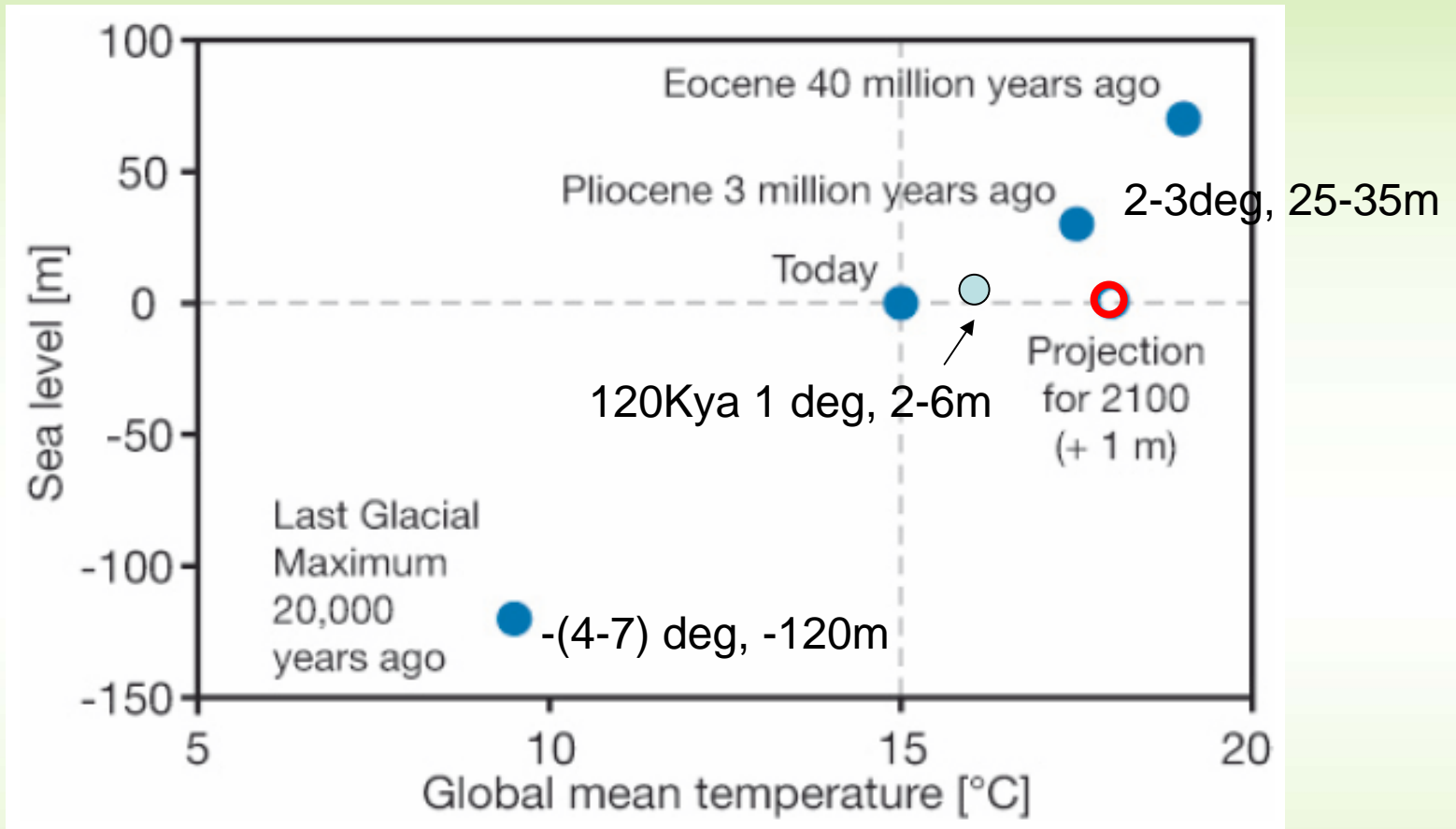


とくに、北西太平洋では、  
カテゴリー4+5が70-04  
年の前半と後半で  
25から41%に増加

Map of the cumulative tracks  
of all tropical cyclones during  
the 1985–2005 time period.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical\\_cyclone](http://en.wikipedia.org/wiki/Tropical_cyclone) This image was  
selected as picture of the day  
for October 3, 2006.







Prof David Archer (Department of Geophysical Sciences, University of Chicago), 2006 (COP12 Nairobi 6-11.11.06でのドイツによるサイドイベントでの発表資料)グリーンランドでは、1992年から2005年にかけて、25パーセントの広さの氷が融けている。

# 温暖化適応の現状

- OECD報告 2006.6 「適応－先進国における気候変化適応の進捗」
  - ・ UNFCCC加盟国のNational Communications等に基づく、OECD加盟30カ国および旧ソ連邦等計43カ国に関する調査（2005-2006年）
  - ・ GHG削減策に比べ、温暖化適応策は未着手
  - ・ 日本の例は報告なし
  - ・ 海外の具体例の多くは海面上昇対策
- IPCC AR4 WGII 2007.6
  - ・ 第3章 淡水資源とそのマネジメント
- 河川局
  - ・ 「総合的な豪雨災害対策の推進について（提言）」（2005年4月）
  - ・ 「洪水氾濫時・土砂災害発生時における被害最小化のあり方」（2005年12月）
  - ・ 「ゼロメートル地帯の今後の高潮対策のあり方について」（2006年1月）
  - ・ 気候変動に適応した治水対策小委員会「気候変動に適応する治水施策のあり方について」現在検討中

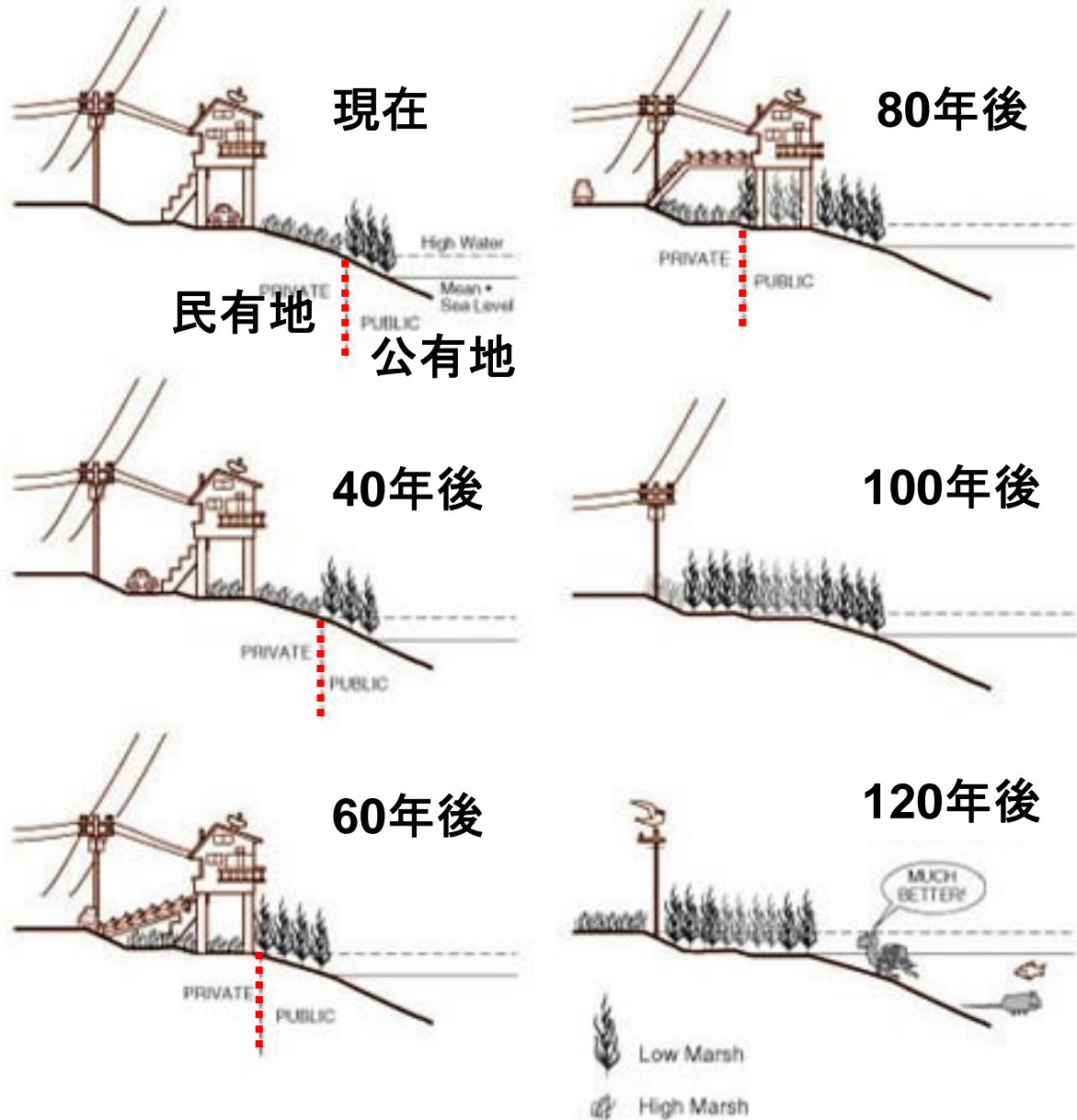


# 適応策の具体例 (米)

- NJ州 2.5cm/6年の海面上昇 海岸対策に年1500万ドルを支出 **将来海岸壁が必要となるような建設はしないよう指導**
- ◎ ME, RI, SC, MA州 海進に伴う湿地や海岸の内陸侵入に対応した地役権の買収を可能にする、**延転地役権 (rolling easement)政策**を開始
- NY州環境保護部 深刻な渇水時の規制強化、下水施設の周囲への洪水防御壁の建設、洪水時や水使用急増時の、**周辺地域のシステムとの連結**などの適応策の検討を開始
- MA州水資源局 Boston港内Deer島の下水処理場を**1m高い位置に設置**
- ◎ 南CA首都圏水道局 Palo Verde灌漑区との35年のオプション契約を打ち切り、さらに最大29%までの灌漑用水のカットを求め、137百万m<sup>3</sup>の用水が生み出された。その代わり地主には、**一時金プラス毎年休耕面積に応じて代償を支払う。**
- CA Folsom湖での発電では、**進んだ季節予報**により気候変化の影響の埋め合わせができるとの**研究結果**が示された。



# Rolling Easement (延轉地役權)



# 適応策の具体例 (英・蘭)

- (英)テムズ堰 1000年確率の高潮を対象に1985年完成。気候変化までは考えに入れてなかったため、**今後100年の洪水対策に、6つの堰を含む337kmの海岸防御、特定の選択肢を選んだ場合の政治的その他団体からの影響**などを検討している
- ◎ (英)気候変化を理由に計画洪水流量を20%増加することが認められる
- (蘭)1996年施行のFlooding Defense Act 全水防施設の安全基準は河川1250年、海岸10 000年確率 **担当大臣はこれに相当する堤防の高さを、5年ごとに改定し最新の気候変化を織り込むことができる**
- (蘭)水防に関する技術諮問委員会 1995年、最悪85cmの海水面上昇、一世紀ごとに10%の豪雨強度の増加に備えて、**将来200年の安全を確保できるスペースの確保を提言**
- ◎ (蘭)防潮堤、ダムなど、供用期間が長く、必要不可欠の構造物を新規に設計する場合には、**50cmの海面上昇を織り込む** このルールによる第一号は、Rotterdam近くの防潮堤(1997年供用開始)
- (蘭)ライン川の設計流出量を15 000m<sup>3</sup>/sから16 000m<sup>3</sup>/sに増加させるのに伴う対策を、2015年までに実施する **長期的には、気候変化適応のため18 000m<sup>3</sup>/sに増加する計画**



1990年以前は年1-2回、以後も年平均4回閉鎖されるだけであったが、  
2003年には14回の連続高潮に対し閉鎖された。

**Thames Barrier, 523m built 1974-84.**

Before 1990, the number of barrier closures was one to two per year on average. Since 1990, the number of barrier closures has increased to an average of about four per year. In 2003 the Barrier was closed on 14 consecutive tides.





オランダRotterdam付近のMaeslantkering防潮堤 1997年6月完成

オランダRotterdam付近のMaeslantkering防潮堤 1997年6月完成  
50cm海面上昇付加ルール第一号

# 適応策の具体例 (豪・加)

- サウスオーストラリア州の海岸開発の計画基準では、**30cmの海面上昇**、特別な場合には**1mの上昇を見込んだ安全確保**を課している。また30cmの海面上昇での**100年間の海岸侵食に耐える安全性**を要求している。
- ニューサウスウェールズ州の国立公園野生生物局では、気候変化に伴う種の移動を可能にする、**環境管理帯の効果**を認めた**種の多様性戦略**を立てた。
- カナダのConfederation橋(New Brunswick—Prince Edward Island間)は1997年に完成したが、舟運のための桁高の決定に、**100年の供用期間中の海面上昇1m分を上乗せ**した。





# 温暖化適応のあり方

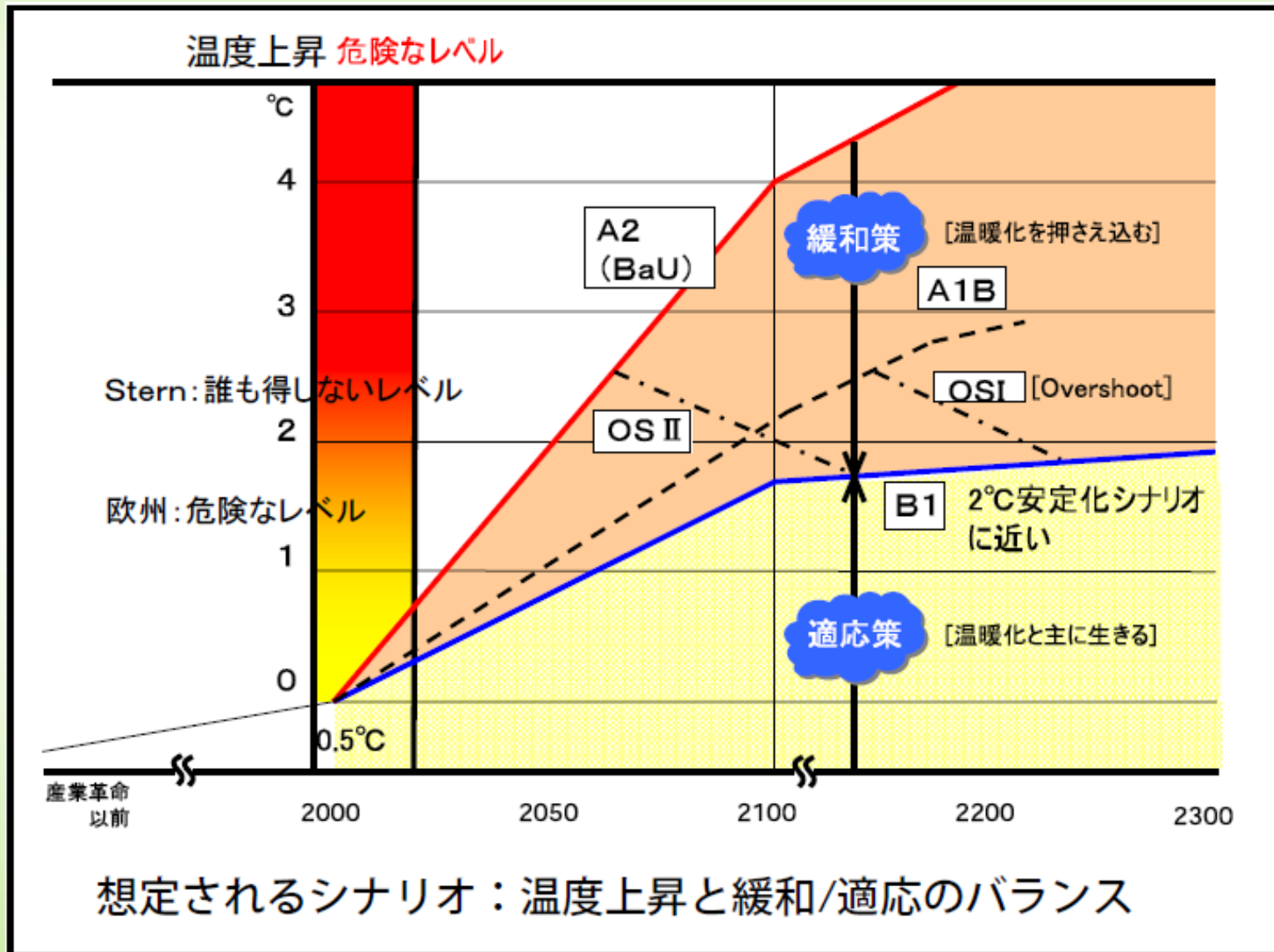
- 基本的認識

- 緩和策 (Mitigation) と適応策 (Adaptation) の Best Mix
- $R(\text{災害リスク}) = H(\text{加害外力}) \times V(\text{社会の脆弱性})$

- 持続的社会型 = 自然共生型適応

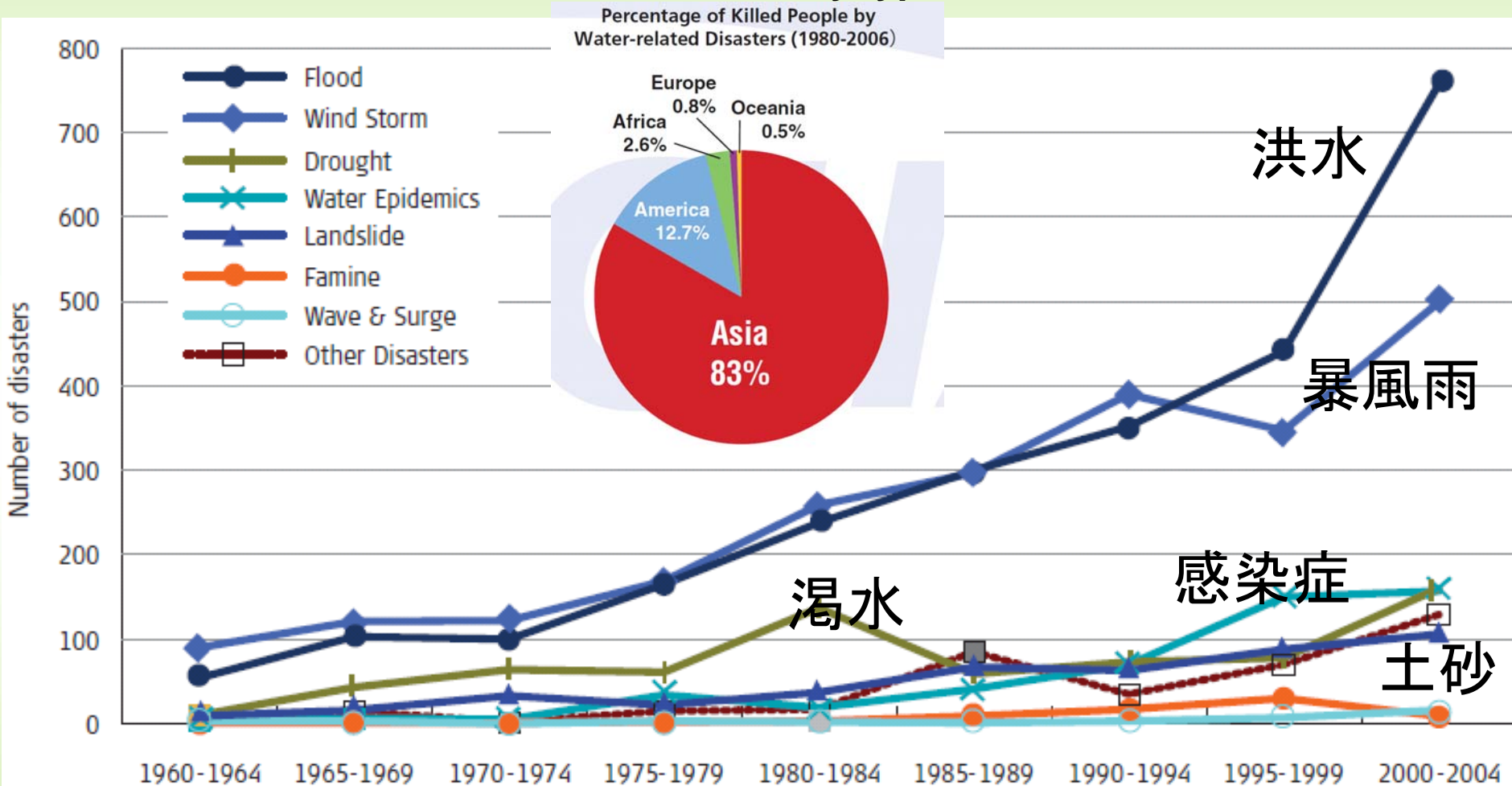
- 土地利用規制: ハザードマップ
- 予警報: 衛星から Google Earth までの先端技術
- リスク意識社会: 防災を政治の主流にするための情報

# 緩和策と適応策のベストミックス



# 気候変化にかかわらず増え続けている水災害

## Global trend of water-related disasters by type of hazard, 1960–2004



Source: Data from the Center for Epidemiology of Disasters (OFDA-CRED) in Louvain (Belgium). Analysis by PWRI (ICHARM) in Tsukuba (Japan), 2005.4

# 自然災害の構造

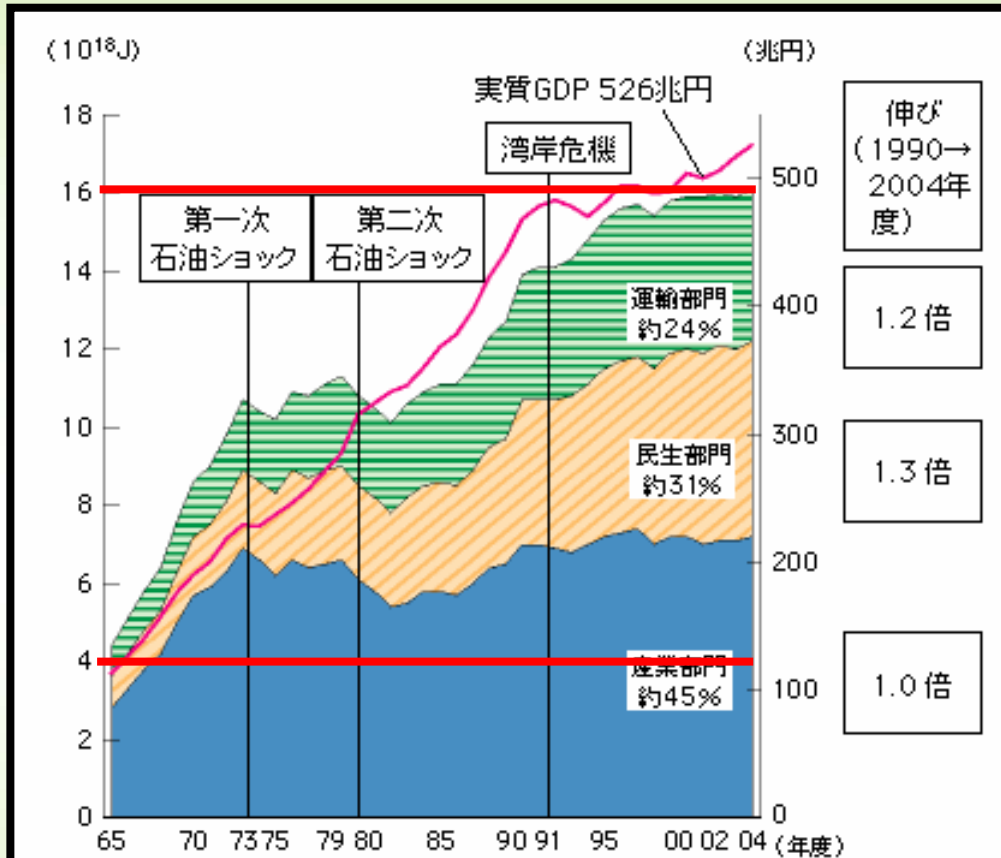
- **Risk(災害危険度) = Hazard(加害外力) x Vulnerability(社会の災害脆弱性)**
- 現在の災害の増加は、社会の脆弱性増大が主因で、気候変化に伴う極端現象の増加は増幅要因
  - Choi & Fisherによると、米大西洋中部地区では82%と7%
- 気象災害は地震や火山と異なり、加害外力そのものも増加しているため、二重に厳しい条件にある
- Hazardの増加: 気候変化に伴う極端現象(台風・豪雨・渇水等)の規模・地域の拡大、頻度増加。森林伐採、斜面開発等による人為的外因増加も。
- Vulnerabilityの増加(災害は人が作る): 人口増、都市化、工業化・電子化、高度化・複雑化、災害経験の断絶、高齢化、ライフスタイルの自然離れ、動物的安全感覚の減退等。**途上国での災害の基本原因は貧困とガバナンス。**

# 緩和策・適応策の基本認識

- **倫理的視点**：緩和策は**公平・公正**の原則が必要
  - 先進国が多くのGHG削減を負担し、途上国の成長を可能にしなければならぬ。
  - 日本では2050年に70-75%のGHGの削減が必要であるとされている。(70%で1965年当時のエネルギー消費水準)(Stern Review, 2050日本低炭素社会シナリオ)
- **持続的社会**への転換
  - 省エネ・環境技術、クリーンエネルギー開発、CDMの推進はもとより、自然共生型の生活様式への転換が必要である。
  - 日本では人口減が転換の好機
- 適応策も、緩和策と同じ基本方針であるべき。
- 実行には、防災の政治的主流化が必要である。



# 最終エネルギー消費と実質GDPの推移 エネルギー消費75%カットの意味



資料：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」

- (注) 1. J(ジュール)=エネルギーの大きさを示す指標の一つで、  
1MJ=0.0258×10<sup>-3</sup>原油換算kl
2. 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている。
3. 実質GDPは1965～1979年度は1990年基準、1980～1993年度は1995年基準、1994～2004年度は2000年基準。

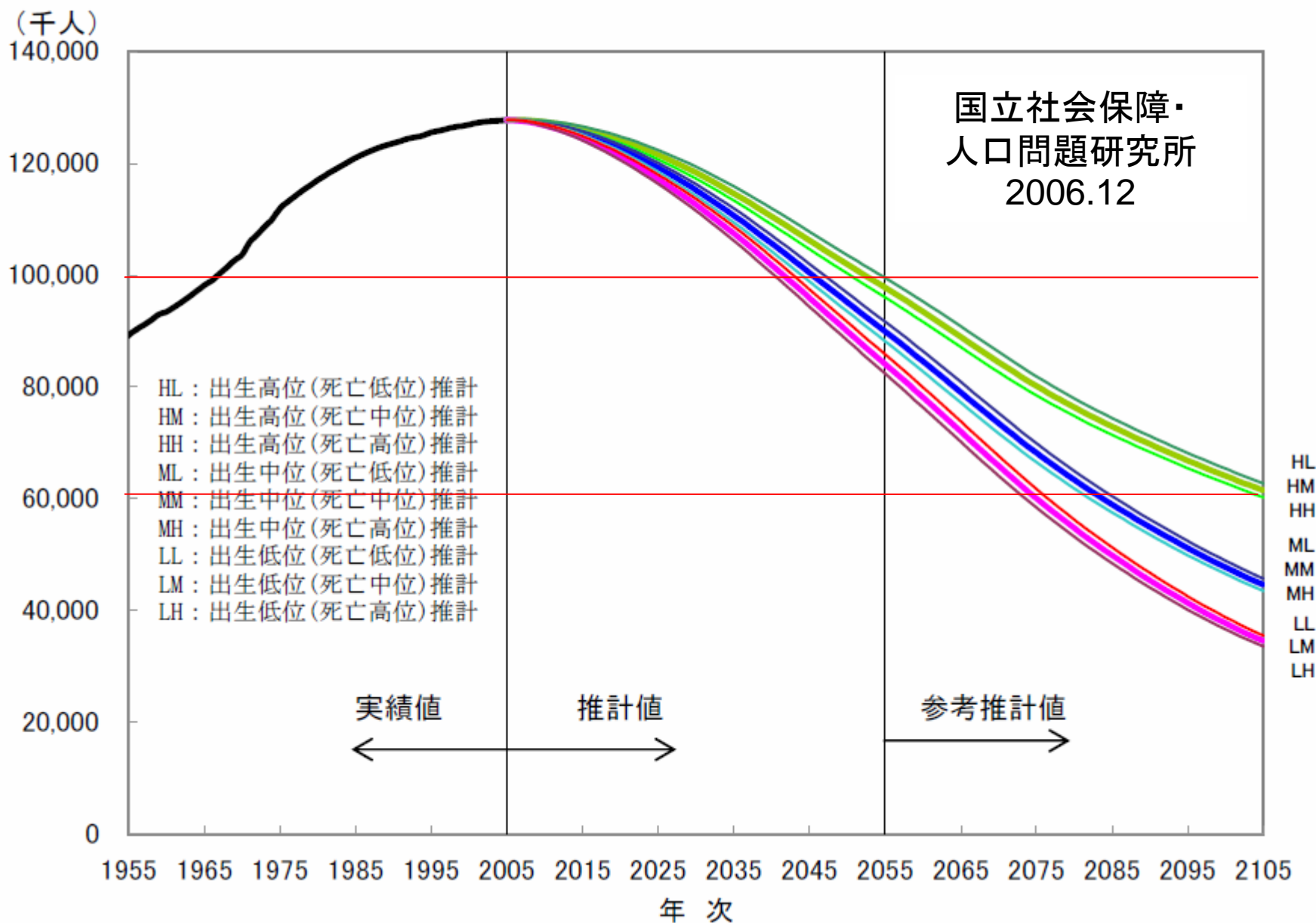
- 2050年CO<sub>2</sub>排出量70%削減は、エネルギー需要の40-45%削減とエネルギー供給の低炭素化により可能

- 技術の直接費用は、年間約6兆7千億円～9兆8千億円(2050年のGDPの約1%程度)

「2050日本低炭素社会」プロジェクトチーム 2007.2

- シナリオA(ドラえもん型):活発な、回転の速い、技術志向の社会
- シナリオB(サツキとメイ型)ゆったりでややスローな、自然志向の社会

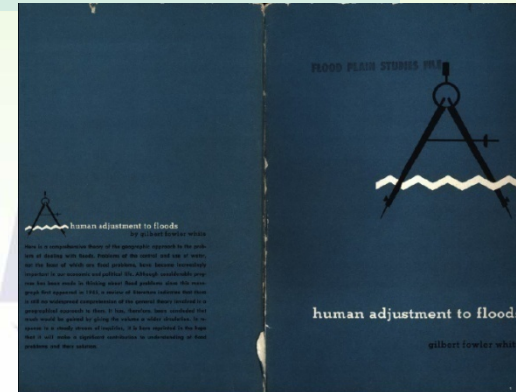
参考図1 総人口の推移:出生3仮定・死亡3仮定の比較



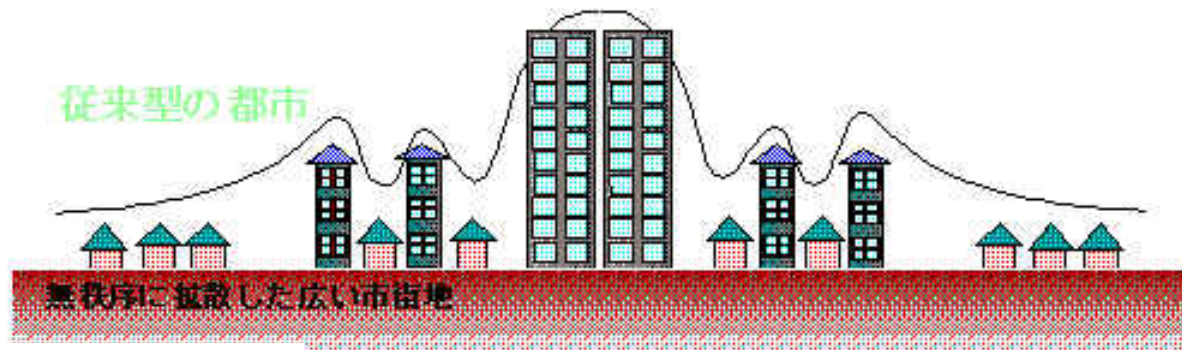
# 持続的社會=自然共生型社會の適応策

## Human adjustment to hazards

- Gilbert F. White 1945, 総合治水 1977
- 土地利用と居住形態の再構築
  - **インフラ整備は流域の最適利用の原則で**
    - 防災の内部化を促す制度
    - 選択肢間の経済評価の徹底
    - 新規開発は受益者負担(BPP)の原則: 治水と国防は違う
  - ハザードマップとその利用(避難より居住地の選択・建築設計に利用)
- 予警報、準備、避難、復旧:
  - 衛星からGoogle Earth、携帯までの先端技術
  - 自助・共助・公助の連帯
- リスク意識社会:
  - 防災を政治・生活行動の主流に据え、自然の猛威と共生するための情報、研究、教育に重点を



## 従来型の都市



## 従来型の都市

## コンパクトシティ



## コンパクトシティ

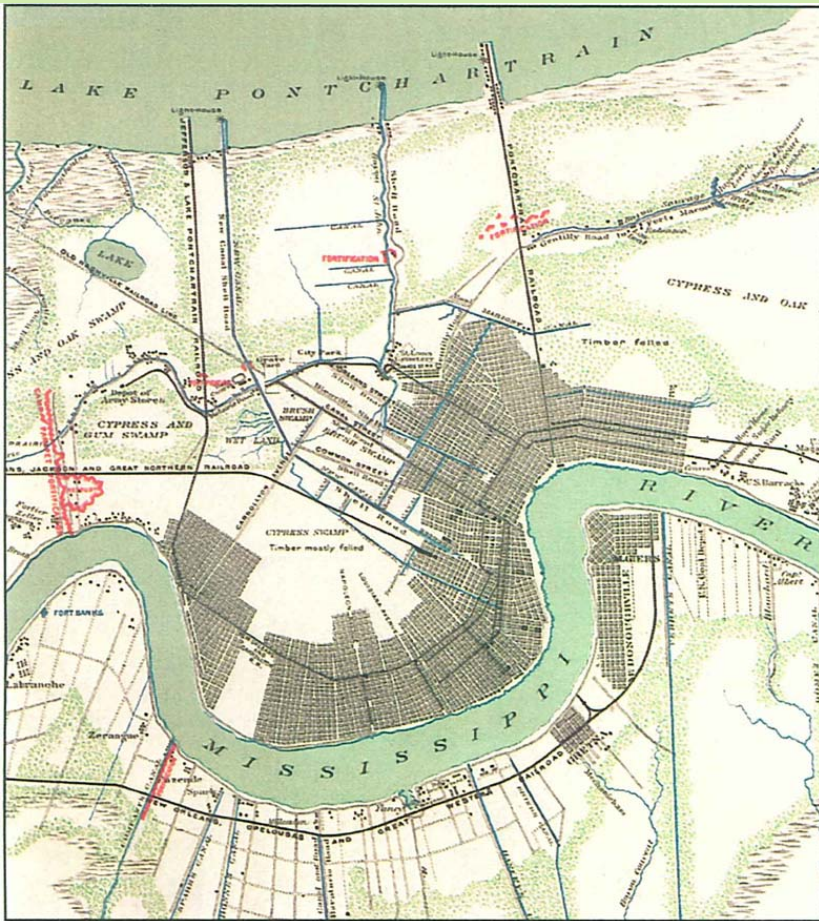
コンパクトシティ概念図

国土交通省東北地方整備局「東北地方コンパクトシティ検討委員会」

- ・原子力、炭素隔離貯留 (CCS)、水素、太陽光や風力、バイオマス
- ・土地の高度利用、都市機能の集約
- ・旅客交通の公共交通機関 (鉄道・バス・LRTなど) へのモーダルシフトの促進
- ・歩いて暮らせるコンパクトなまちづくりの促進
- ・歩行者や自転車利用促進のためのインフラ整備
- ・高断熱住宅・建築物の普及促進
- ・高効率ヒートポンプエアコン・給湯器・照明の普及
- ・戸建住宅を中心とした太陽光発電による電力自立
- ・燃烧系暖房・厨房機器でのバイオマス利用拡大
- ・太陽熱温水器の普及

集中居住のほうが、エネルギー効率がいい





DAVID RUMSEY MAP COLLECTION



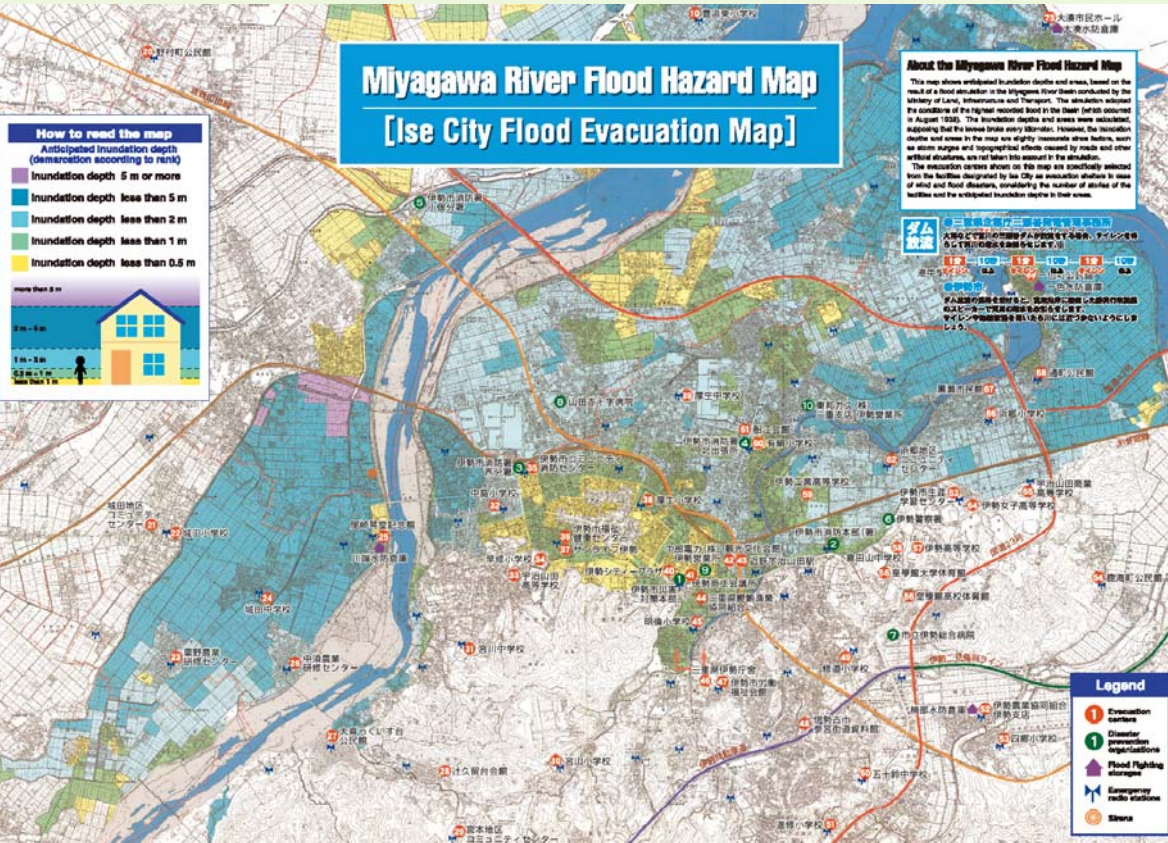
SOURCE: JONATHAN OVERPECK AND JEREMY WEISS, UNIVERSITY OF ARIZONA

海水面が1メートル上がると、ルイジアナ州南部の海岸線は緑の部分に移動し、ポンチャートレーン湖は消え、ニューオーリンズは沖に取り残される。

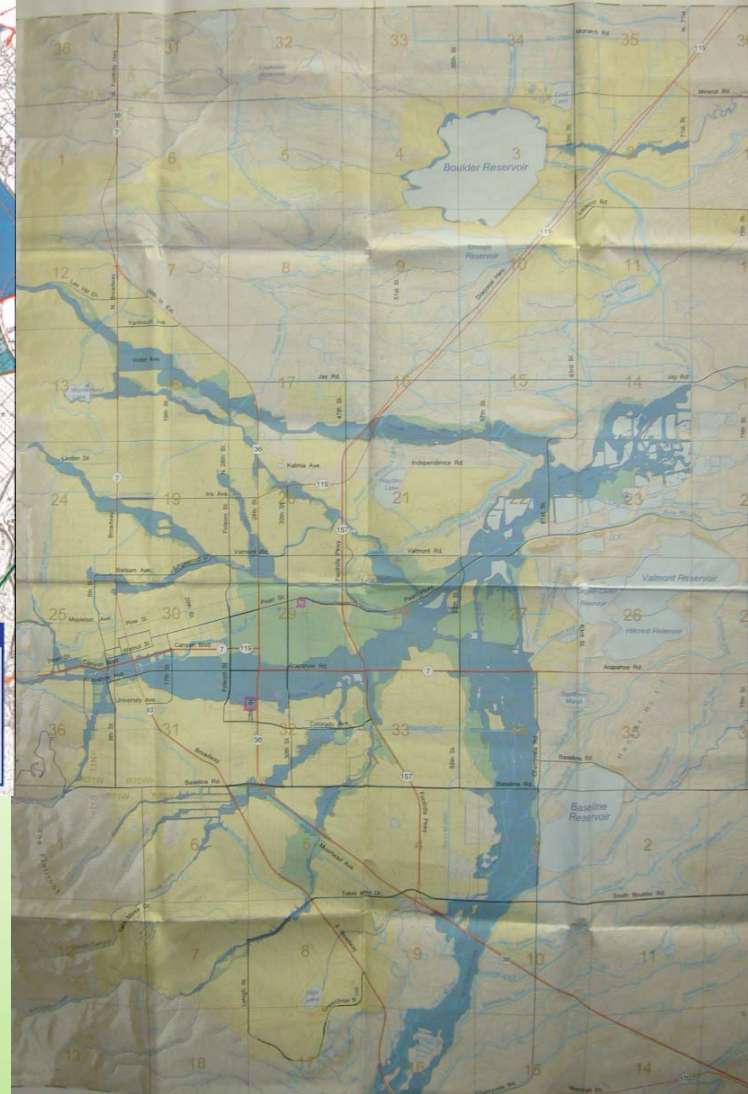
1863年のニューオーリンズの地図。当時、街は川沿いの高台にだけあったが、20世紀に湿地近くまで拡大した。カトリーナではこうした低地が浸水した。



# 洪水ハザードマップ



100 & 500 Year Floodplains - City of Boulder, Colorado





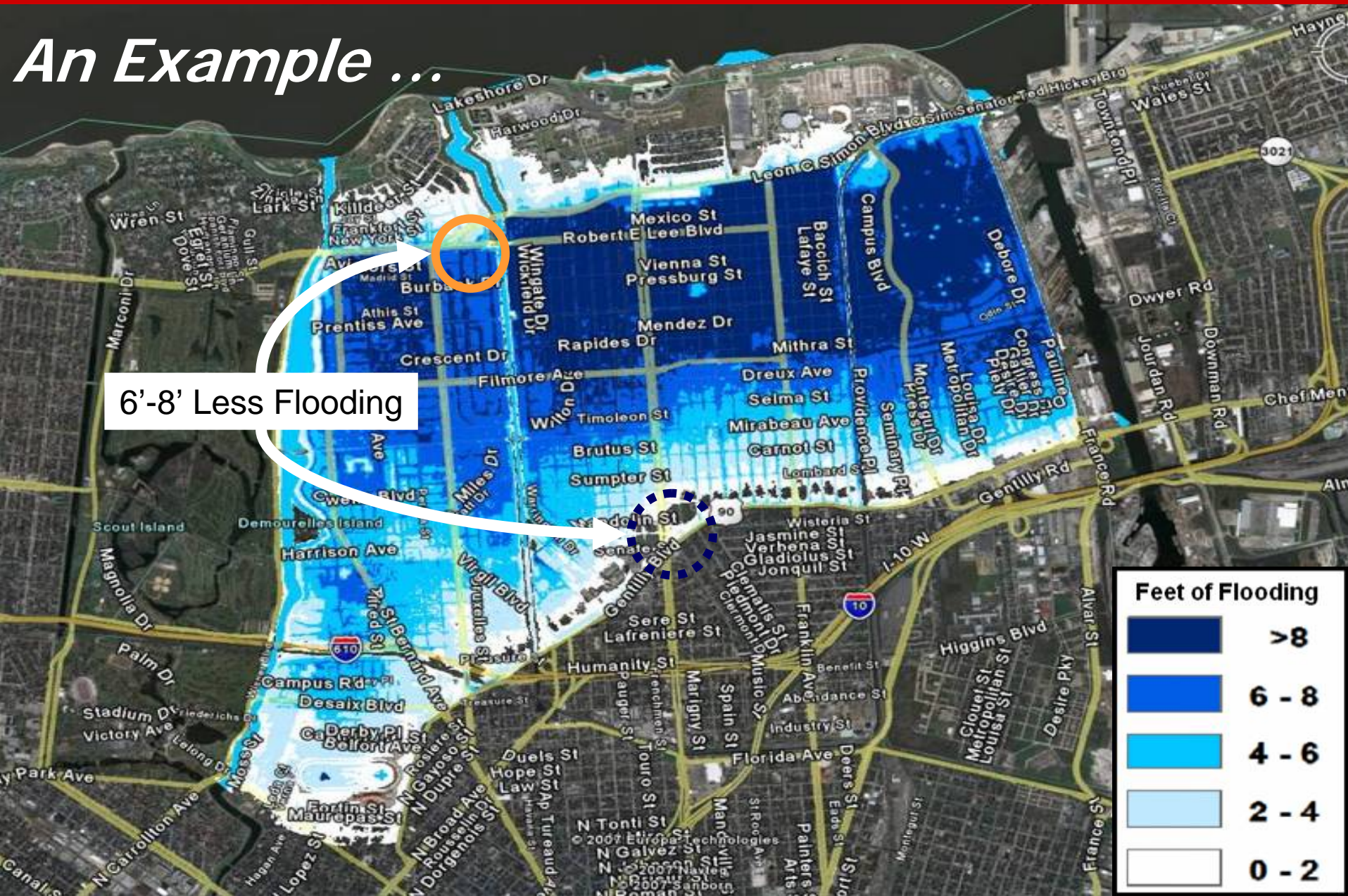









Today, you have a 1% chance (1 in 100) every year in Gentilly of flooding this deep from Hurricanes

*An Example ...*

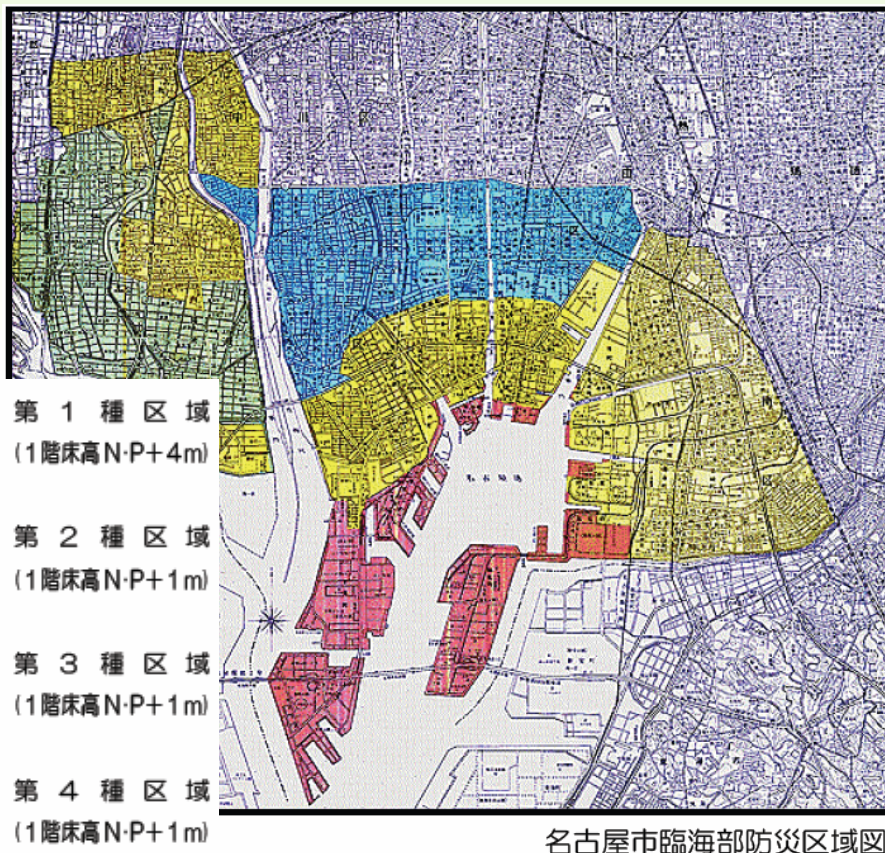
6'-8' Less Flooding



Feet of Flooding	
	>8
	6 - 8
	4 - 6
	2 - 4
	0 - 2



# 名古屋市の災害危険区域指定



- 1種: 床高 $\geq$ NP4m
  - 居室あれば木造禁止
- 2-4種: 床高 $\geq$ NP1m
  - 2種: 2階以上に居室か、寝所3.5m以上、敷地内の2階屋/避難室あり、
  - 3種: 追加制限なし
  - 4種: 2階以上に居室か、寝所3.5m以上、近くに2階屋
- 防潮壁はNP6m(伊勢湾台風最高潮位5.31m)
- 建築確認の際に検査し強制
- 高潮のみが対象で、洪水は対象外 流れへの対策は不問
- 建築基準法39条

名古屋市の災害危険区域指定(1961年)

1959年の伊勢湾台風後設定された



# 都市計画法・建築基準法

## ● 十三条(都市計画基準)

- 十四 地区計画は、公共施設の整備、建築物の建築その他の土地利用の**現状及び将来の見通しを勘案し、当該区域の各街区における防災、安全、衛生等に関する機能が確保され、かつ、その良好な環境の形成又は保持のためその区域の特性に応じて合理的な土地利用が行われることを目途として、当該計画に従つて秩序ある開発行為、建築又は施設の整備が行われることとなるように定めること。**
- 十五 防災街区整備地区計画は、当該区域の各街区が**火事又は地震が発生した場合の延焼防止上及び避難上確保されるべき機能を備える**とともに、土地の合理的かつ健全な利用が図られることを目途として、一体的かつ総合的な市街地の整備が行われることとなるように定めること。

## ● 三十三条(開発許可の基準)

- 七 **地盤の沈下、崖崩れ、出水その他による災害を防止するため**、開発区域内の土地について、地盤の改良、擁壁又は排水施設の設置その他安全上必要な措置が講ぜられるように**設計が定められていること。**

## ● 建築基準法第三十九条

- 地方公共団体は、条例で、津波、高潮、出水等による危険の著しい区域を災害危険区域として指定することができる。
- 2 災害危険区域内における住居の用に供する建築物の**建築の禁止その他建築物の建築に関する制限で災害防止上必要なもの**は、前項の条例で定める。

# 国際貢献

- 横浜・神戸からICHARMへ
  - 横浜戦略 1994
  - 兵庫行動枠組み(HFA) 2005
  - ICHARM 2006
- COP3 京都議定書 1997

# 横浜・神戸からICHARMへ

- UN-IDNDR (国連国際防災十年:1990-99) 23-27 May 1994  
**Yokohama** Strategy and Plan of Action for a Safe World
- UN-ISDR (国連国際防災戦略:2000-) 18-22 Jan 2005  
**Hyogo** Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters (HFA)
- ADRC (アジア防災センター) July 1998
- ICHARM (水災害・リスクマネジメント国際センター)  
6 Mar 2006
- The ISDR Hyogo Office 14 Oct 2007

# 横浜メッセージ

- 災害影響は**貧困、弱者層**により厳しい
- 防災、減災、準備、復旧は、持続的開発、環境保全の一環 **防災を開発の一環に**
- 防災、減災、準備は事後対策より重要 **総合対策**が必要
- 災害に国境はない 技術、情報、防減災活動、資金の**国際協力**が重要
- 情報、知識、一部の減災技術はすでにあり、費用もかからないのだから実用すべき **適正技術とデータ**を、訓練と共に途上国に
- **住民参加**が、開発、リスク、環境の社会的理解、判断を高めるのに重要
- **横浜戦略と行動計画**は
  - 市民を自然災害から護る**一義的責任は各国**にあることを確認する
  - 特に**後発開発途上国、内陸開発途上国、小島嶼開発途上国**に注目する
  - **非政府機関、地域住民の活動を含む**国の防災、減災、準備能力を強化する
  - 特に以下の目的のため小地域、地域、国際の協力を強める
    - 人的、組織的**能力開発**
    - **技術共有、情報**の収集・配布・利用
    - **資源**の動員
- 国際社会、国連は、IDNDRの実行計画実現を支援する
- 横浜会議は自然災害に苦しむ人を救えるかどうかの**人類の岐路** 速やかな実行を
- 国はこの戦略を実行への呼びかけとすべき



# 兵庫行動枠組み：優先課題

- 防災を国、地域の優先課題に位置づけ、実行のための強力な制度基盤を確保する。  
法制度、資源(人材、資金)、コミュニティ、ボランティア
- 災害リスクを特定、評価、監視し、早期警報を向上する。  
リスク評価(リスクマップ)、早期警報(住民本位の早期警報体制の整備等)、防災能力(災害の研究・観測・予測のための科学技術の振興、組織の整備等)、地域レベルの情報交換
- 全てのレベルで防災(安全・弾力性)文化を構築するため、知識、技術、教育を活用する。  
情報交換、研究(全てのレベルでの防災行動の社会経済的コスト便益評価手法の確立、気候関連災害リスクに関する脆弱性や影響の評価手法の開発能力の強化等)、意識啓発(防災文化の普及促進)
- 潜在的なリスク要因を軽減する。  
環境資源の管理(ハード・ソフト両面からの総合的な水資源の管理等)、社会的・経済的開発実践(災害に脆弱な地域の食糧の安全確保、保健分野への防災計画の統合、重要な公共施設・インフラの耐震性の向上等)、都市計画、開発プロジェクトの計画過程への防災の取り入れ
- 全てのレベルで効果的な対応のための事前準備を強化する。  
防災トレーニングによる人材育成、緊急事態対応計画の準備、訓練、ボランティアの関与



# ICHARM

International Center for  
Water Hazard and Risk  
Management  
under the auspices of UNESCO  
hosted by PWRI, Tsukuba



October 2005  
**33<sup>rd</sup> UNESCO General  
Conference**

JPN proposal accredited by 191 countries



3 March, 2006  
in Paris



6 March, 2006  
at Tsukuba



**水災害・リスクマネジメント国際センター開所式**  
International Centre for Water Hazard and Risk Management  
under the auspices of UNESCO



# ◆科学技術外交へのICHARMの取り組み

## 背景

\* International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO

UNESCO -日本政府の合意に基づく

**UNESCOカテゴリー2のセンター**

土木研究所がホスト 2006年3月6日発足

## 目的

**世界の水関連災害**（洪水、渇水、土砂災害、津波・高潮災害、水質汚染等）の**防止・軽減のため**、各地域の実態をふまえた、**最善の実効戦略を提供し、その実践を支援する世界拠点**

## 活動概要

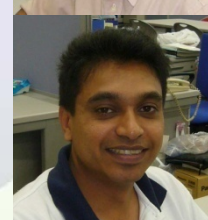
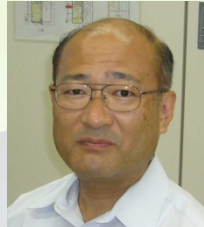
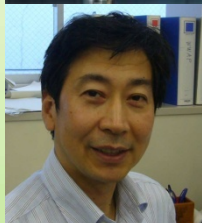
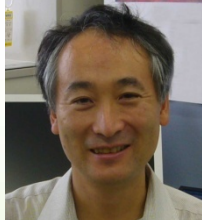
当面、洪水関連災害に重点をおいて、

**研究・研修・情報ネットワーキング活動を一体的に推進**

- ・地上水文観測が不足する開発途上国向けに、人工衛星等のハイテクを用いた**洪水予警報システム**の開発・普及
- ・地球温暖化、気候変化に伴う**洪水災害リスクの評価と適応策**に関する研究
- ・「洪水ハザードマップ研修」、「河川・ダム研修」、「総合津波防災研修」など、JICAやISDRの枠組を活用した開発途上国の**人材育成** 10月より「**防災政策修士コース**」を開始する
- ・水災害リスクマネジメントに関する**世界の知識ハブ**として、情報の収集・解析・発信

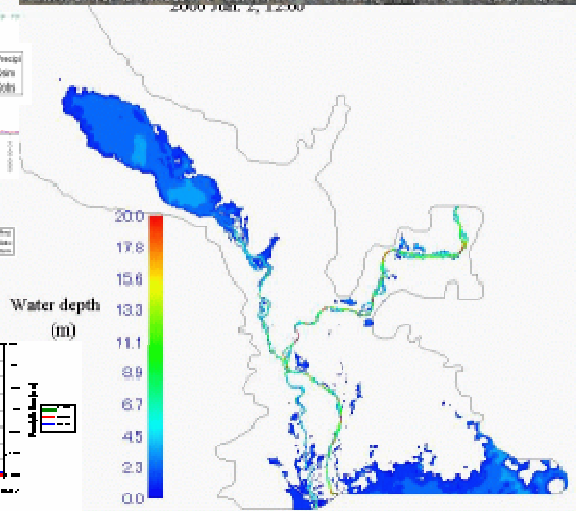
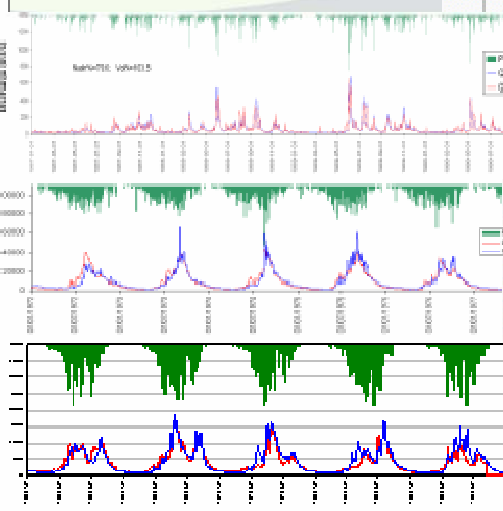
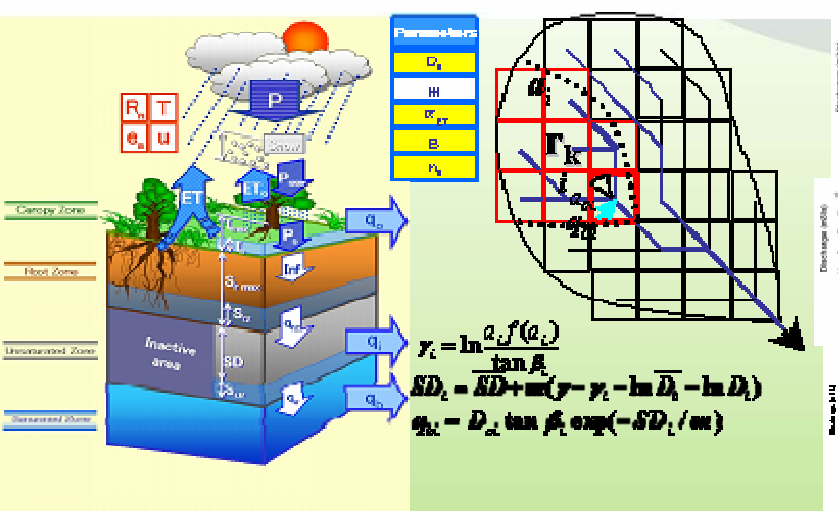
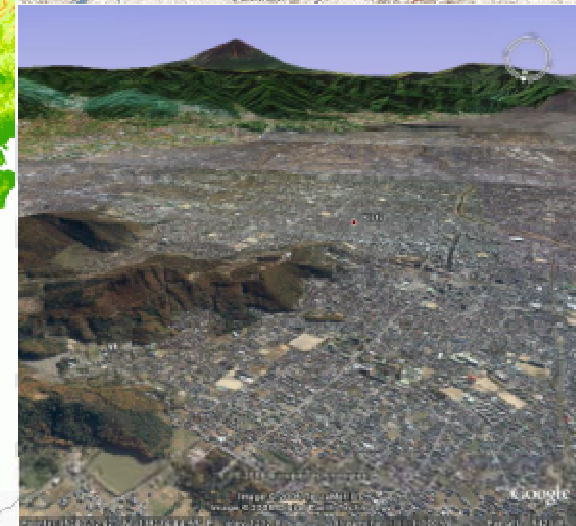
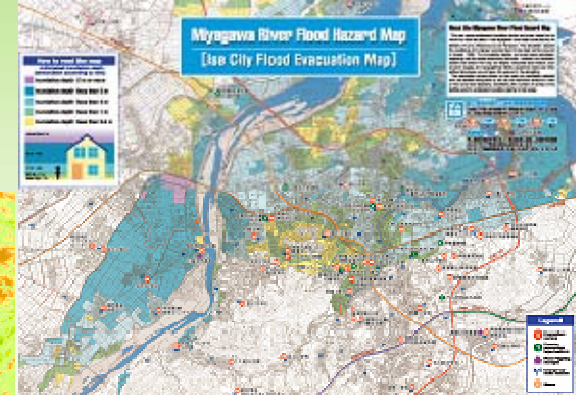
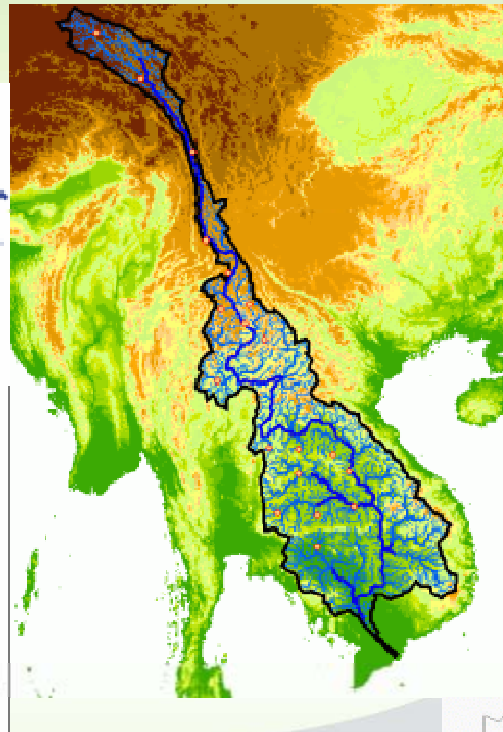
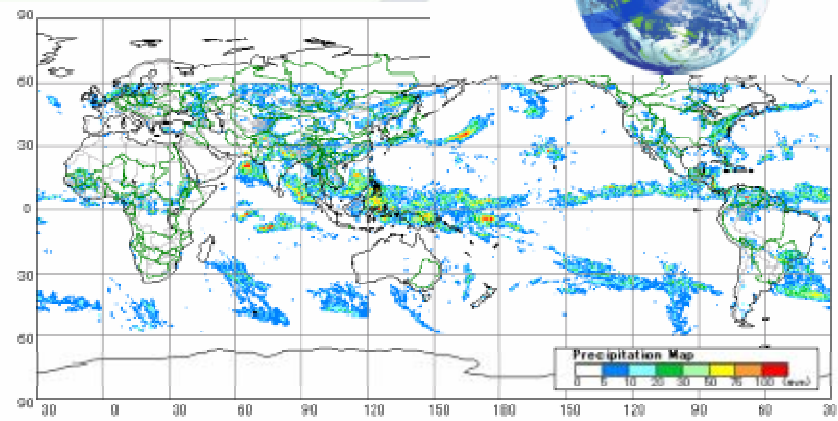


# 世界から集うICHARM





# 洪水予警報システムの開発・普及 洪水との共生のため 世界配信



# 災害政策修士コース(水災害)

- JICAの支援による政策研究大学院大学と土木研究所の共同開設 1年の修士コース
- アジアを中心とした途上国の、**公的機関の技術系職員、民間技術者**を対象
- 2007年10月開設 入学一期生 11人 JICA (7) 他 (4)
  - 中国、インド、バングラデシュ、ネパール、フィリピン、日本
- 経済発展、社会開発の一環で広域防災計画を立案し、地域での実践活動をリードできる、**実践的で問題解決型の技術者**を育成する
- 講義＋演習＋野外研修（基礎＋応用＋実習）
- 修士論文は地域改善計画のFeasibility Study
- 教授陣 大学教員、国交省系の実務家

# 防災科学技術外交

## 海外支援は国の安全保障・国際競争

- 気候変化への緩和策と適応策は21世紀人類最大の課題 水防災は適応策の中心
- これに対する科学技術面からの貢献により、国際的リーダーシップを確保したい
- わが国は災害と戦って経済発展を成し遂げた代表国であるから、世界からの技術・経験・経済力への期待は大きい
- なかんずく、アジア太平洋地域の湿潤国からの期待には、優先的に応える必要がある

# 防災科学技術外交(2)

- 温暖化への緩和、適応策には、自然共生型社会の実現が必要である
- 温暖化適応の中心は水防災であり、水防災も自然共生型社会にふさわしい、人間の住み方の再構築で対応する必要がある
- これには防災を政策決定の主流に位置づけ、国づくり戦略のパラダイムシフトを実現する必要がある
- 防災は日本にもっともふさわしい科学技術外交テーマである
  - 「横浜戦略」、「兵庫行動枠組み(HFA)」は世界の指針となっている
- **情報:**
  - 洪水予警報:産学官一体となって衛星-モデル-予報-配信システムを開発、提供
  - 防災体制モニタリング、アジアから防災ISOを
- **教育:**インフラ技術、ガバナンス、防災文化 UN DESDの一環として防災プログラムへの留学生の大量受け入れ
- **ODA:** 10%防災条項(OECD DACへの働きかけ) 開発と人道支援は一体



# **ICHARM calls for an alliance for *localism***

to identify the real problems of diverse localities and to help meeting the real needs of the people by local studies, high technology, capacity building, policy effective information, human resources networking, ...

ご清聴ありがとうございました

## **Let us work together!**

[www.icharm.pwri.go.jp](http://www.icharm.pwri.go.jp)