

## 1. ワークショップの概要

■名 称 気候変動に適応する治水方策に関するワークショップ

■主 催 国土技術政策総合研究所

■日 時 2013年3月12日（火）13:30～18:00

■会 場 TKP東京駅八重洲カンファレンスセンター ホール5B

■ワークショップの趣旨

地球温暖化に伴う気候変動の影響予測研究は、近年、着実に進展し続け、将来の豪雨の増大は以前よりはるかに詳細に予測できるようになってきている。この状況を踏まえ、国土交通省社会整備審議会は、平成20年6月の「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」において、適応策の考え方を示した。国土技術政策総合研究所（国総研）は、この考えに沿って、実務面での適応策の計画を可能とする諸施策の研究を継続してきた。本ワークショップでは、気候変動に伴う豪雨増大への適応に焦点を絞り、気候変動適応策を気候変動予測の範疇にとどめず、河川技術のレベル（河川・流域の現場での技術）につなげることの重要性の認識を共有し、河川技術の研究者・技術者がどのように活躍しなければならないか、蓄積されてきた治水とその技術に立脚して展開されるべきものであることの認識を共有し、現場で展開されてきた施策の実績と課題を踏まえた技術政策議論をどう展開するか、多方面で進んでいる研究を踏まえ、政策に資する適応策を生み出す研究が進む全体状況にどう貢献できるかについて議論する。

■プログラム

13:30-13:35 開会あいさつ 上総周平（国総研・所長）

13:35-13:45 進め方の説明 藤田光一（国総研・河川研究部長）

【基調講演】

13:45-14:15 気候変動災害に対する適応策の考え方 福岡捷二（中央大学研究開発機構・教授）

14:15-14:45 気候変動影響評価研究の進展 中北英一（京都大学防災研究所・教授）

【国総研気候変動適応研究からの題材提供】

14:45-14:55 取り組みの全体状況 吉谷純一（流域管理研究官）

14:55-15:05 治水対策検討のための気候変動予測結果の翻訳 服部敦（河川研究室長）

15:05-15:15 治水対策手法の拡充の展望1：河道設計からのアプローチ 服部敦（河川研究室長）

15:15-15:25 治水対策手法の拡充の展望2：ダムの洪水調節の高度化からのアプローチ

川崎将生（水資源研究室長）

15:25-15:40 超過外力を受けた堤防システムの機能発揮・喪失シナリオ設定の技術化

服部敦（河川研究室長）

15:40-15:55 災害の起こり方のコントロールについての現状と課題 飯野光則（水害研究室主任研究官）

15:55-16:00 不確実性への対応についての視点 吉谷純一（流域管理研究官）

【休憩】16:15-16:25

【全体討論】16:25-17:55 登壇者：福岡捷二（中央大学研究開発機構・教授）

中北英一（京都大学防災研究所・教授）

渡邊康玄（北見工業大学・教授）

角哲也（京都大学防災研究所・教授）

二瓶泰雄（東京理科大学・准教授）

藤田光一（国総研・河川研究部長、司会・進行役）

17:55-18:00 閉会あいさつ 藤田光一（国総研・河川研究部長）

■参加人数：約120名

## 2. 議事概要

### 2.1 基調講演

#### 2.1.1 基調講演 1

題目：気候変動災害に対する適応技術の考え方 ―特に治水施設による適応技術について―

講演者：福岡捷二（中央大学研究開発機構・教授）

講演内容：

#### ○適応策の基本的方向

平成 20 年 6 月 社会資本整備審議会河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（答申）に基づき、「適応策の基本的方向」について説明。

適応策の基本的方針というのは、適応策と緩和策の適切な組み合わせにより、「水災害に適応した強靱な社会」（水災害適応型社会）を構築していこうというものである。具体的な適応策として、「施設による適応策」、「地域づくりと一体となった適応策」、「危機管理対応を中心とした適応策」や、渇水リスクや河川環境の変化への適応策が挙げられる。また、不確実性のある気候変化への適応策を講ずるに当たっての主要な課題ということで4つほど（外力は増大すること、災害リスクの評価、流域等での安全確保の考え方、河川生態系や水・物質循環系への影響予測と評価）挙げている。これらのことが今後の主要な課題になるということとを5年前の答申の中で述べており、そのとおりになっている。

#### ○適応策調査研究の現状

「答申」は、平成 24 年に始まった社会資本整備重点計画へ反映され、気候変化への適応策と緩和策が国土交通省の重要な政策となっている。社会資本整備審議会河川分科会においては、今後の河川管理の在り方について制度や技術等の面から幅広く議論されている。しかし、これらは実効性というよりも政策としてどう考えるかということに留まり、具体的な適応技術をどうするかというレベルには至っていない。これは、本省主導の委員会では従来のものとのつながりが気になって十分成し得ないことであり、国総研が中心となって自由な立場で検討すべきことである。超過洪水への適応技術と現在行われている治水計画とのつながりどうするのか、まず河道のなか、施設での対応についてどう考えるのかについて議論する。

#### ○国総研の「気候変動適応策に関する研究」に期待すること

国総研の役割は、社会資本整備の中の大きな政策課題を、特に技術面で牽引することである。したがって、国総研には以下のようなことが期待される。

- (1) 個々の技術開発に止まらず、それらの開発技術が統合化されると重要な技術政策となるような大きな枠組みで進めること。
- (2) 技術開発の成果が、技術政策となるように、制度や指針の形をとることを常に考えるべきである。
- (3) 新しい課題に対応できない既存の河川技術は英断を盛って捨て、新しい考えに基づく技術を開発するように努めるべきである。優れた総合化技術は、構成するパーツ技術もまた優れたものでなければならない。

#### ○優先度を持って進めなければならない技術開発

「答申」にあるように、現在の整備レベルが不十分なため、超過外力が頻繁に発生し、計画レベルの安全性を確保できていない河川については、優先的に治水施設による適応技術の検討がなされなければならない。ここでは、「施設による適応策」について述べる。

- (1) 異なるスケールから構成される河道の水理現象を総合化する河川技術の必要性がある。河川の水理現象のスケールは広範囲で重層構造から成っている。現在の河川技術の中心は、河道をシステムで見るよりもパーツを説明しようとする技術である。今後は、解析精度を高めるためにも、多様なスケールの現象を取り込み河道全体の水理現象を総合的に解明できる解析法（準三次元一般底面解析法）を用いることが望ましい。この解析法は、超過洪水を考慮する場合には、特に必要と考えられる。
- (2) 利根川では、これまで幾多の大洪水を受けて治水計画を改定し、拡幅、浚渫、築堤等の河川改修が行われてきた。気候変動により外力が大きくなった場合について、河道を掘って大丈夫か、広げて大丈夫かを検討もせずに、ただ河道の流下能力を増やせばよいというのでは問題がある。今までやってきた河川改修がどんな意味を持っているのかを考えて、今後の河道改修を行わなければならない。
- (3) 利根川の例では、河川改修の結果、平成 19 年 9 月の洪水では、摩擦速度の縦断分布が一様勾配の分布になり、土砂がかなり一様に移動するようになった。しかし、整備計画、基本方針の流量になるとそうはいかない。流量が増えれば、流下能力だけを確保すればよいということにはならない。
- (4) 谷底平野を流れる河川の大洪水時の流水幅から極値流量、比流量の推算。気候変動モデルに基づく降雨量等の極値の算定だけでなく、地形や地質等の痕跡から極値を推算することも考えられてよい。

## ○発表資料

気候変動に適応する治水方策に関する  
ワークショップ 基調講演  
主催 国土技術政策総合研究所  
2013年 3月12日

**気候変動災害に対する適応技術の考え方  
ー特に治水施設による適応技術についてー**

中央大学研究開発機構 福岡 捷二

**講演内容**

1. 平成20年6月 社会資本整備審議会河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」(答申)「適応策の基本的方向」
2. 適応策調査研究の現状
3. 国立技術政策総合研究所の「気候変動適応策に関する研究」に期待すること
4. 優先度を持って進めなければならない技術開発、特に「施設による適応策の考え方」の幾つかの適用例

1. はじめに

平成20年6月 社会資本整備審議会河川分科会 気候変動に適応した治水対策検討小委員会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」(答申)の概要

I. 適応策の基本的方向

1. 適応策の基本的考え方  
適応策と緩和策の適切な組み合わせにより、持続可能な「**水災害に適応した強靱な社会**」(水災害適応型社会)を構築すべきである。
2. 目標の明確化ー犠牲者ゼロに向けてー。
3. 増大する外力への対応。
4. 災害リスクの評価。

5. 適応策の具体的な提言

1. 施設による適応策
  - 1) 新規施設の整備
  - 2) 既存施設の安全性の維持・向上
  - 3) 既存施設の徹底した活用
  - 4) 流域における施設の整備
  - 5) 総合的な土砂管理の推進
2. 地域づくりと一体となった適応策
  - 1) 土地利用の規制・誘導と一体となった治水対策の推進
  - 2) まちづくりの新たな展開
  - 3) 住まいの工夫
3. 危機管理対応を中心とした適応策
  - 1) 大規模災害への備えの充実
  - 2) 新たなシナリオによるソフト施策の推進
  - 3) 洪水予報・土砂災害警戒情報や水防警法の予警報等の推進

#### (5). 渇水リスクの回避に向けた適応策

需要マネジメントによる節水型社会の構築  
緊急的な水資源の確保  
水資源供給施設の徹底活用・長寿命化等

#### (6). 河川環境の変化への適応策

気候変化による影響のモニタリングの強化

#### 6. 不確実性のある気候変化の適応策を講ずるにあたっての主要な課題

- ・気候変化による外力の変化の把握(予測、調査、観測、分析等)
- ・災害リスクの評価方法及び評価結果の公表
- ・流域等での安全確保の考え方と進め方
- ・河川生態系や水・物質循環系への影響予測と評価の方法

## II. 適応策調査研究の現状

「答申」は、平成24年に始まった社会資本整備重点計画へ反映され、気候変化への適応策と緩和策が国土交通省の重要な政策となっている。

社会資本整備審議会河川分科会においては、現在「安全を持続的に確保するための今後の河川管理の在り方」の中で制度、技術のあり方、超過洪水対策のあり方等を含め幅広く議論されているところである。

しかし、実効性のある技術政策とするための適応技術への展開が大幅に遅れている。特に、現在の計画内での治水技術と超過洪水への適応技術のつながりをどうすべきかについては十分な考え方が示されていず、早急な検討がなされなければならないところである。

## III. 国総研の気候変動適応策研究に期待すること。

国総研による適応策研究をベースにワークショップが開かれ、適応技術の方向性について議論されることは大きな意味を持つ。国総研の役割は、社会資本整備の中の大きな政策課題を、特に技術面で牽引することにより、今回の検討成果が期待される。

1. 個々の技術開発を行うことは重要であるが、それらの開発技術が統合化されると重要な技術政策となるような大きな枠組みで進めること。
2. 技術開発の成果が、技術政策となるように、法律、制度、技術指針の形をとることを常に考えるべきである。
3. 新しい課題に対応できない既存の河川技術は英断を持って捨て、新しい考えに基づく技術を開発するように努めるべきである。優れた総合化技術は、構成するパーツ技術もまた優れたものでなければならない。

## IV. 優先度を持って進めなければならない技術開発について

ここでは、平成20年の社会資本整備審議会答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」の中で、1.5「治水適応策の具体的な提言」で示された「施設による適応策」を中心に議論する。

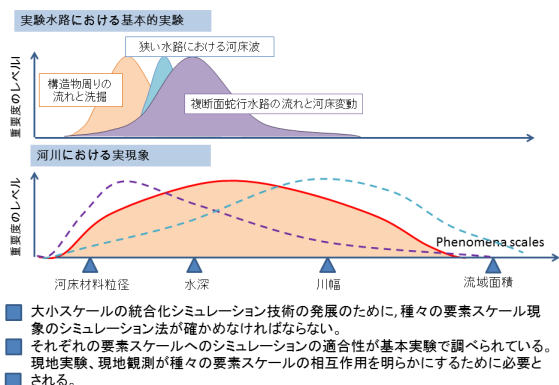
現在の整備レベルが十分でないために超過する洪水外力が頻繁に発生したり、計画レベルの安全性を確保できていない河川については、優先的に治水施設による適応技術の検討がなされなければならない。

### 1. 異なるスケールから構成される河道の水理現象を総合化する河川技術の必要性

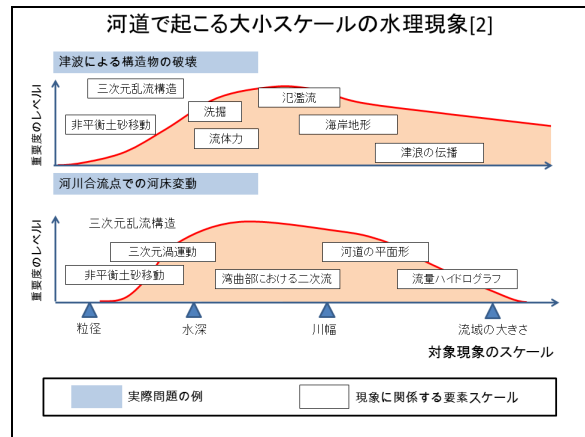
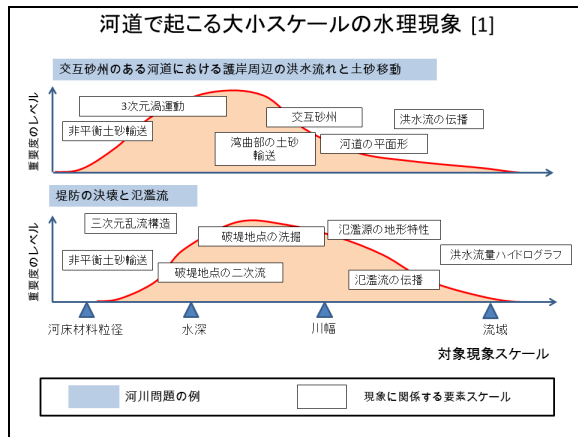
河川は、山地域から海岸域まで長大で地形変化が大きく、そのため洪水流と土砂移動現象を支配するスケールが異なっている。現在の河川技術は、パーツを説明しようとする技術であり、河道全体を総合化する河川技術となり得ていない。大小異なるスケールから構成されている河道という施設の中で、スケールが異なることによって起こる種々の水理現象を説明し、さらに総合的に解明できる解析技術、計画技術、設計技術でなければならない。

大洪水のような大きな外力が作用するときの河道全体の概括的な水理現象の解析には一次元、二次元解析法が用いられるが、河道の湾曲部や、堤防・護岸、堰等、構造物の周辺等特に危険性が高いと考えられる区間の流れや河床変動の解析等にはこれでは不十分であり、結果として河道全体としての解析精度が低くなる。

### 大小スケールで構成される流れ場の統合シミュレーション技術







今後採用すべき解析法は、危険が予想される区間について精度の高い解析を可能にし、かつ、河川の広い領域から狭い領域まで、大きな外力から小さな外力までを含む解析が可能な解析法(準三次元一般底面解析法)が望ましい。

この解析方法には、河道の空間スケールの違いによるすべての必要な解析要素がほぼ含まれ、検討できるようになっている。そのため、一次元、二次元的な流れの河道区間は、そのような解析が行われ、三次元的な解析が必要な流れと土砂移動の区間では、そのような解析が実行されるように、洪水流と河床変動が河道全体で広がりを持って、連続的に計算されることになる。

この解析法は、超過洪水を計画に取り入れる場合には、特に必要であると考えられる。

**底面流連解析法の概要**

**・渦度の定義式**

$$\int_{z_b}^{z_s} \omega_x dz = \int_{z_b}^{z_s} \left( \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) dz$$

$$\int_{z_b}^{z_s} \omega_y dz = \int_{z_b}^{z_s} \left( \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) dz$$

↓ 渦度の水深積分

$$u_{bx} = u_{sx} - \Omega_y h - \frac{\partial W h}{\partial x} + w_s \frac{\partial z_s}{\partial x} - w_b \frac{\partial z_b}{\partial x}$$

$$u_{by} = u_{sy} + \Omega_x h - \frac{\partial W h}{\partial y} + w_s \frac{\partial z_s}{\partial y} - w_b \frac{\partial z_b}{\partial y}$$

Ωh: 水深積分渦度, u<sub>ix</sub>: 水表面流速, u<sub>ix</sub>: 底面流速, w<sub>s</sub>, w<sub>b</sub>: 水面、底面の鉛直方向流速, Wh: 水深積分鉛直方向流速

広域の流れ+局所流れ+土砂移動

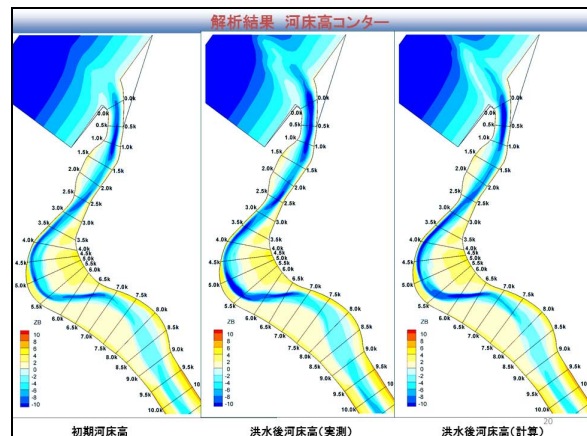
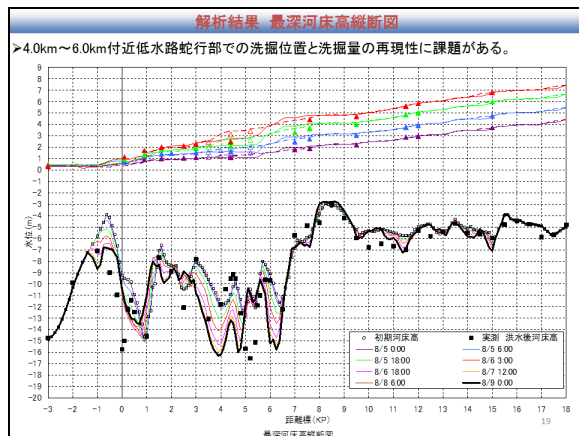
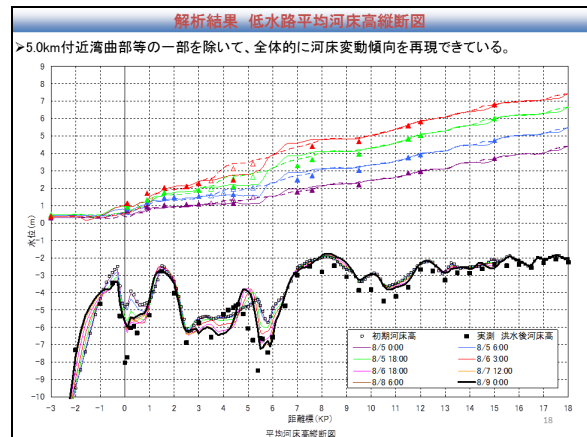
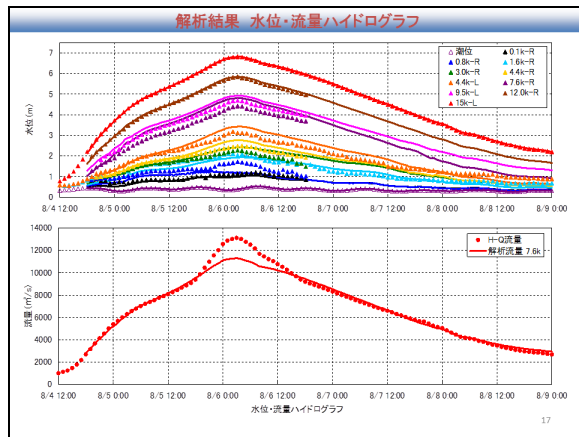
■水深積分モデルの枠組みで三次元性を考慮

**基礎方程式**

- 水深積分連続式:  $\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial U_i h}{\partial x_i} = 0$
- 水深積分運動方程式:  $\rho \left( \frac{\partial U_i h}{\partial t} + \frac{\partial U_i U_j h}{\partial x_j} \right) = -\rho g h \frac{\partial z_s}{\partial x_i} - \frac{\partial h \rho g z_s}{\partial x_i} - \rho g h \frac{\partial z_b}{\partial x_i} - \tau_{ix} + \frac{\partial h \tau_{ix}}{\partial x_i}$
- 水深積分渦度方程式:  $\frac{\partial \Omega_i h}{\partial t} = R_{in} + \frac{\partial D_{in}}{\partial x_i} + P_{in}$   
 $R_{in} = u_i \omega_{iz} - u_{iz} \omega_{ix}$   
 $D_{in} = -U_j \Omega_i + U_j \Omega_j + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} u'_i - \frac{\partial U_i}{\partial x_j} u'_j + \frac{v_j}{\sigma_{\phi}} \frac{\partial \Omega_j}{\partial x_i}$   
 $P_{in} = C_{\rho \sigma} v_{in} (\omega_{in} - \omega_{bi}) / h$
- 水表面流速の運動方程式:  $\frac{\partial u_{is}}{\partial t} + u_{is} \frac{\partial u_{is}}{\partial x_i} = - \left\{ g - \left( \frac{\partial \phi}{\partial z} \right)_{x_{is}} \right\} \frac{\partial z_s}{\partial x_i} + P_{is}$   
 $P_{is} = \frac{2v_i}{\sigma_{\phi}^2} \{ 2(u_{is} - u_{bi}) - (3\partial u_i - 6\Delta u_i) \}$
- 水深積分鉛直方向流速の時間変化量のポアソン方程式:  $k_i \frac{\partial}{\partial x_i} \left( h^2 \frac{\partial \phi}{\partial x_i} \right) + \phi^* - \phi = 0$   
 $k_i = 1/20, \phi = (Wh)^{m+1} - (Wh)^n, \phi^* = (Wh)^n - (Wh)^m$
- 底面圧力の方程式:  $\frac{\partial h W U_i}{\partial x_i} = \frac{\partial p_b}{\partial x_i} - \tau_{ix} \frac{\partial z_s}{\partial x_i}$
- 乱れエネルギー-kの輸送方程式:  $\frac{\partial k}{\partial t} + U_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{v_i h}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + P_k - \varepsilon$   
 $v_i = 0.09 k^{1/2} / \varepsilon, \varepsilon = 1.7 k^{3/2} / h$

**底面流速の定義式**

$$u_{bi} = u_{si} \pm \Omega_j h - \left( \frac{\partial W h}{\partial x_i} - w_s \frac{\partial z_s}{\partial x_i} + w_b \frac{\partial z_b}{\partial x_i} \right)$$

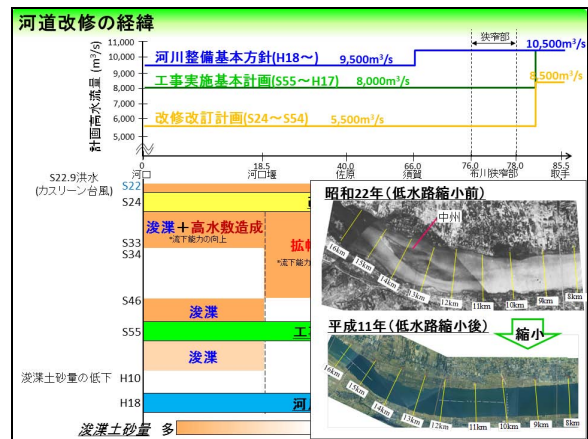
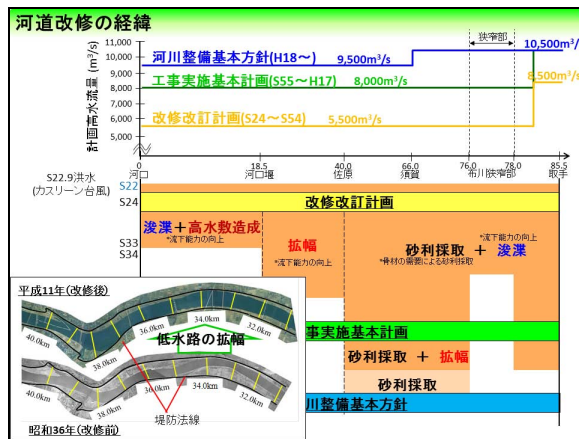
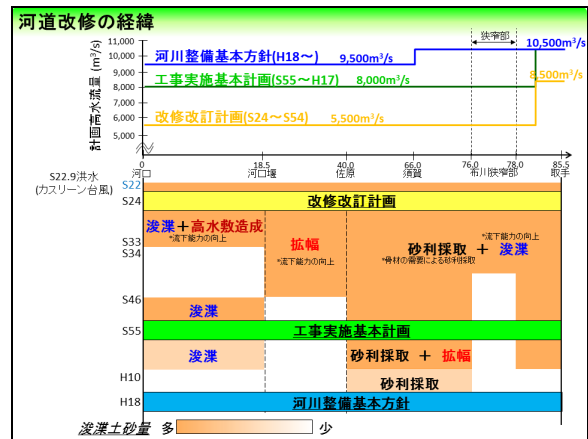
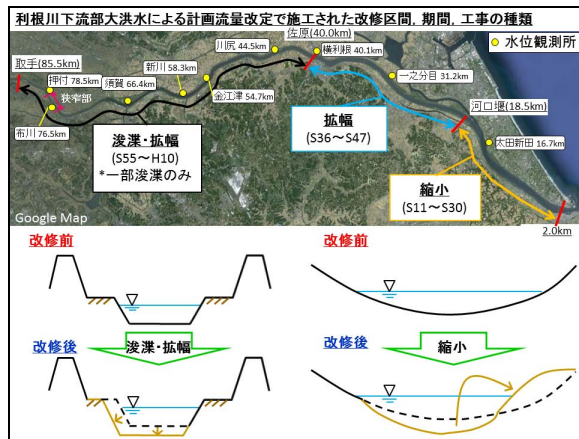
2. 現在までの河道改修の経緯と改修の効果について、各年代の改修の契機となった洪水流に対する河道改修をデータに基づいて調べ、今後起こるべき洪水に対する改修の在り方の検討に活かす。

利根川下流河道(河口～取手85.5km)の治水計画、改修工事の変遷を例に示す。

・利根川は、これまで幾多の大洪水を受けて治水計画を改定し、膨大な改修費を投入し拡幅、浚渫、築堤等の河道改修工事が行われてきた。

過去の改修工事(1947年～2006年)がどのような経緯で、どのような手段で行われてきたかを、経年的に集められた洪水流と改修データに基づき検討した。





3. 現況河道、計画河道について、対象流量規模に対する横断面形、川幅について検討し、超過洪水に対する河道施設としての望ましい断面形等の検討に資する。

ここでは、利根川下流における昭和36年から平成19年までの対象洪水流量に対する望ましい河道の横断面形、川幅について検討し、これまでの改修の効果を示す。

## 自然性の高い河道の河幅・断面形

流域の特性

- ・河道形成流量
- ・河道勾配
- ・河床材料(粒径分布)

河道の安定な平面形、縦・横断面形

河幅・水深

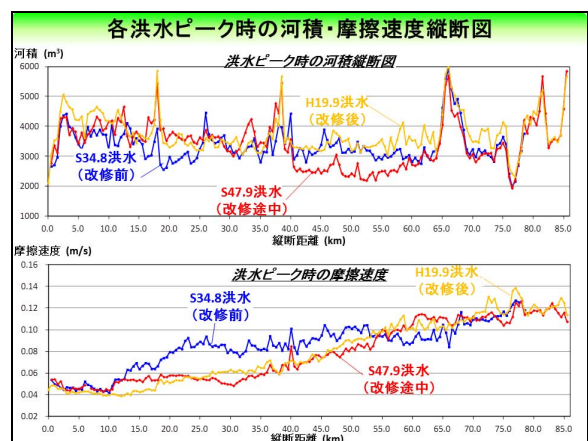
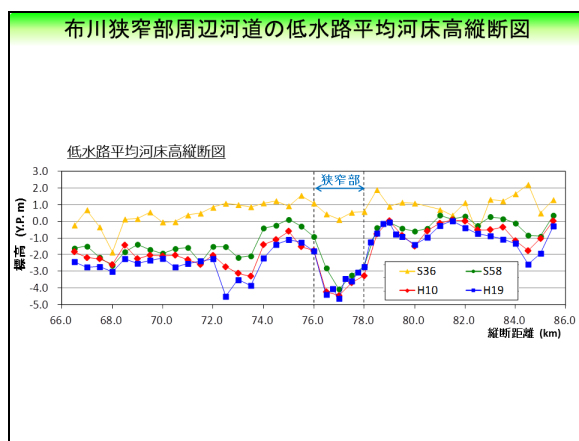
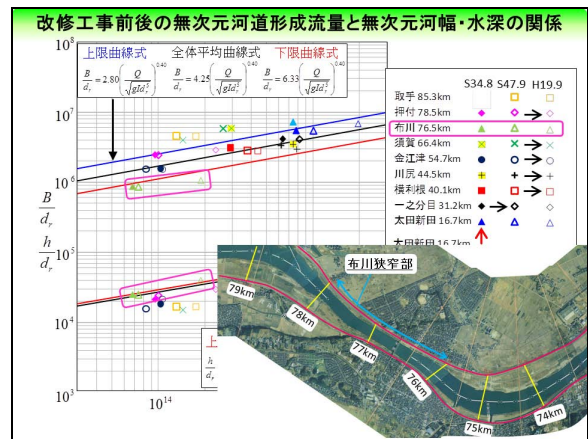
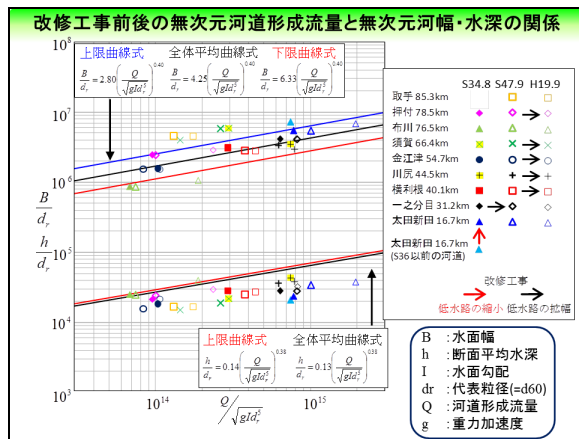
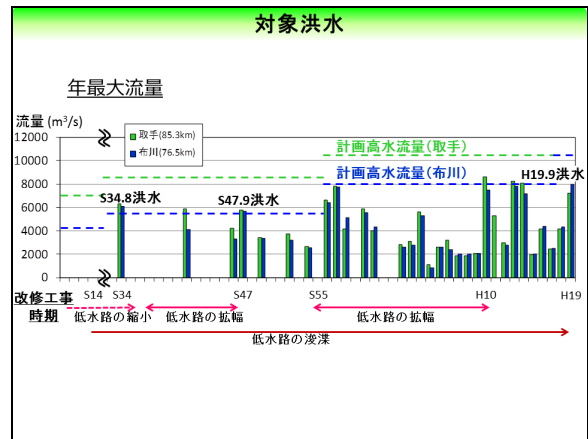
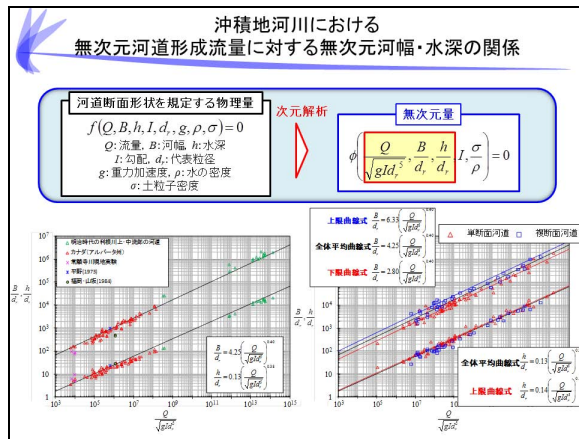
流砂

- ・河床変動
- ・河岸侵食と堆積

流れ

- ・水面形
- ・抵抗則(河床波)

図-2 自然性の高い河道の形成力学





#### 4. 谷底平野を流れる河川の大洪水時の流水幅から極値流量, 比流量の推算

降雨や流量の極値を推算することは、地球温暖化に伴う気候変化への適応策を検討するうえで極めて重要である。RCM,GCM等に基づく将来の降雨量算定は、適応策の検討のために期待の大きいところである。

歴史上発生した大津波の規模の推定手法と同様に、歴史的年代的に地上に刻まれた地形、地質等の痕跡を調査し、極値流量等を推算することも考えられてよい。

ここでは、近年、谷底平野で起こった洪水被害を検証し、それらの考察から現在の谷底平野の谷幅を創った流量を推算し、谷底平野流域を流れた極値流量, 比流量を求める。

余笹川(栃木県那須地方)  
1998年8月

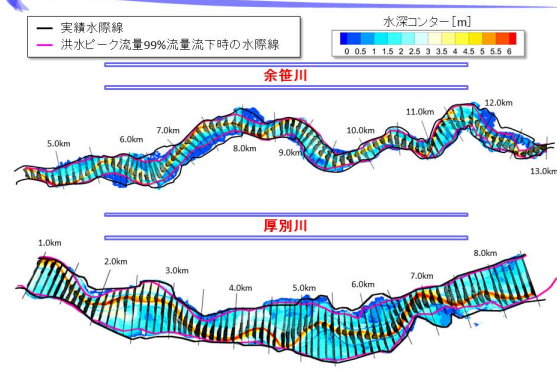


厚別川(北海道日高地方)  
2003年8月

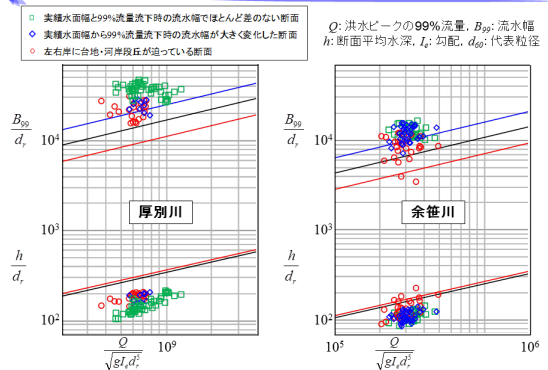


> 近年、沖積低地の一種で山間部の狭長な谷間に形成される谷底平野において、大規模豪雨に起因する氾濫流が甚大な被害もたらしている。

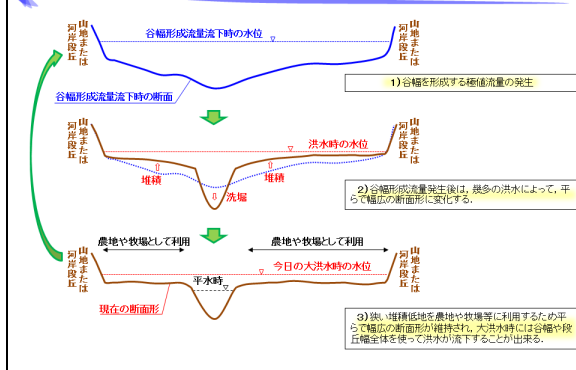
#### 余笹川, 厚別川における洪水時の流水幅



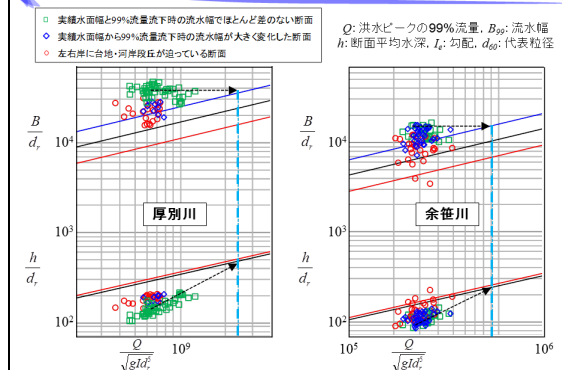
#### 谷底平野河川の無次元流量と無次元流水幅・水深の関係



#### 現在の谷底平野形成過程の模式図



#### 谷幅を形成する極値流量の推算



あとがき

私の講演は、気候変動適応策のうち「施設による適応策」に焦点を絞って適応策の考え方について幾つかの事例を示しました。

気候変動に対する適応策は、「適応策の基本的方向」で示されたように、多面的に総合的に検討されなければなりません。

国土技術政策総合研究所のプロジェクト研究「気候変動適応策に関する研究」の成果に期待します。

ご清聴ありがとうございました。

## 2.1.2 基調講演 2

題目：気候変動影響評価研究の進展

講演者：中北英一（京都大学防災研究所・教授）

講演内容：

### ○適応への考え方

不確定だからといって適応を遅らせていると将来の適応が不可能あるいは困難になる危険性がある。将来の気候変動に対して適応するためには、「はっきりとはわからないけど進める」というスタンスが必要。

### ○気候モデルによる出力とは

（社会経済の違いにより）CO<sub>2</sub> 排出シナリオが複数存在し、それをもとに将来予測がなされる。将来予測を行う全球気候モデルは 20～30 個程あり、モデルにより将来の気候変化予測にも幅がある。これまで、共生プログラム、革新プログラム、創生プログラムという文部省主導のプログラムで、地球全体の将来の気候の予測精度を高めるための取り組みを行なってきた。革新プログラムで初めて自然災害の影響評価が含まれるようになった。現在気候 25 年間、近未来 25 年間、21 世紀末 25 年間の全球 20 キロメッシュの 1 時間ごとの出力値が得られるようになり、河川流量も含めて影響評価ができるようになった。

気候予測と天気予報は異なり、将来の気候値（例えば、100 年確率の降雨強度や台風の到来回数）がどれくらいになるかを予測すること、天気予報は、そのときの気温とか降水量を当てようとするもの。

革新プログラムで、台風を表現できるモデルで時間雨量が出力できるようになって、極端現象の災害評価が可能となった。また、気候モデルから出力されるようになって初めて、現実的な河川流量や水位の算定が可能となった。

モデルの解像度に関して、60 キロのモデルでは台風の経路は表現できても、20 キロのモデルでないと中心気圧や最大風速の極端な値は表現できない。そのかわり、60 キロのような粗いモデルだと、標本数を増やして、確率情報の精度を向上させることができる。

### ○水災害に関する気候モデル出力の特徴

気候予測モデルと観測値では、トレンドは一致している。水災害に関連する大雨の回数はどちらも増加している。台風に関しては、発生頻度は減少するが、強い台風が発生する可能性が増加する傾向が見られる。



## ○水災害に関連する諸量の将来変化

集中豪雨、深層・表層崩壊、実効降水量、洪水流量、渇水流量や高潮など様々な観点から水災害リスクについて、気候予測モデルを用いて検討した。例えば、梅雨期の集中豪雨の回数は増加するという分析結果が出ている。

## ○不確定性について

気候変動モデルによる将来予測では、おおよそ将来危険になることは大体言えるが、外力の設計値として設定するためにはどれくらいのレベルになるかということに関しては、不確実性がある。気候予測モデルの不確実性の他にも、CO<sub>2</sub>シナリオの不確実性、偶然の不確実性（たまたま予測範囲で極端な災害が生じなかった）がある。たかだか25年間の出力では、再現期間10年間程度の農業の水利用という観点では確度の高いことが言えるが、100年確率ぐらいの再現期間に対応する洪水流量等の極端現象は高い不確実性を有しているため、設計値としては使えない。

## ○最悪シナリオについて

気候変動に影響評価に関して、同じ頻度に対してデザイン値は上昇することは確からしいが、どこまで上昇するかについてはかなりの幅をもっている。その広い幅の上にさらに最悪なものがあるという最悪シナリオを考える必要がある。最悪シナリオについてはある程度コンピュータによって、シミュレーションできるようになってきている。例えば、台風の進路を最悪コースを通らせるようにする等。台風のコースをずらして大雨や河川流量を算定すると、現在の治水目標の2倍の流量が算定される場合もあり、確率評価（安全度評価）だけでなく、最悪シナリオベースの評価を行い、最悪の場合の適応というものを考えていく必要があると考えられる。

## ○創生プログラムへ向けて

創生プログラムにおいて、より精度の高いモデルの構築、適応策創出の哲学・考え方（確率ベースで基本計画をやっていくのか、最悪シナリオといものを外からかぶせていくのか等）の構築を行なっていくことを目指す。

## ○発表資料

気候変動に適応する治水方策に関するワークショップ  
主催：国土交通省国土技術政策総合研究所  
於：TKP東京八重洲カンファレンスセンター'13/3/12

**気候変動影響評価研究の進展**

**中北英一**  
京都大学 防災研究所  
気象・水象災害研究部門

SOUSEI KAKUSHIN

**我が国の災害影響評価へのポイント**

- 様々なハザード、人と関わった災害がある。
- 現実味のある（たとえば）河川流量を算定するためには、時間・空間的にきめ細かな情報が求められる。
- 気候モデルによる高解像出力が可能となつて初めて、我が国の洪水、高潮・高波・波浪、風災害などの災害環境への気候変動による影響評価が可能となった。

KAKUSHIN

## 適応への考え方

- 不確定だからといって適応を遅らせていると将来の適応が不可能あるいは困難になる危険性がある。
- 実践を通しての適応:「はっきりとはわからないけど進める」
  - 専門家はまずこの認識を持つことが大事。
  - 「現在の進行も適応になる」以上の認識が必要。
  - この認識を、他省庁とも共同して、国民に理解してもらうように努める。
  - 温暖化の影響らしきものを国民に発信してゆく
  - 「具体的実行があって助かった」を蓄積してゆく。
- 基本計画としての適応
  - 設計値(年確率値)にのみこだわるならまだまだ不確定性は高い。
  - だからこそ、最悪シナリオ(極端シナリオ)をどう計画に組み込んでいくか、という適応が重要。(設計値にという意味ではない)



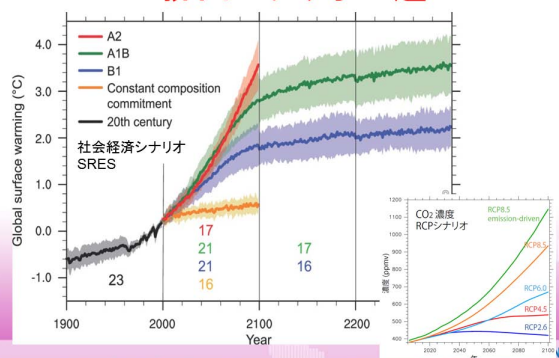
## 内 容

- 気候モデルによる出力とは
- 水災害に関する気候モデル出力の特徴
- 水災害に関連する諸量の将来変化
- 不確定性について
- 最悪シナリオについて
- 創生プログラムの向けて

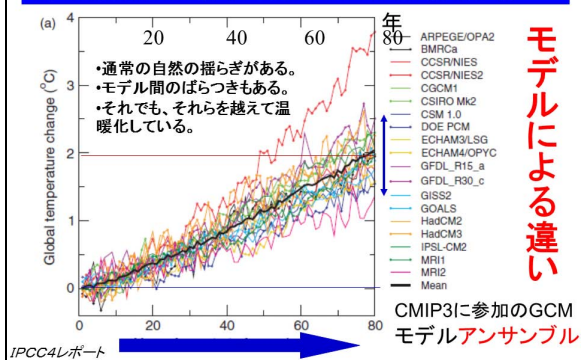
SOUSEI



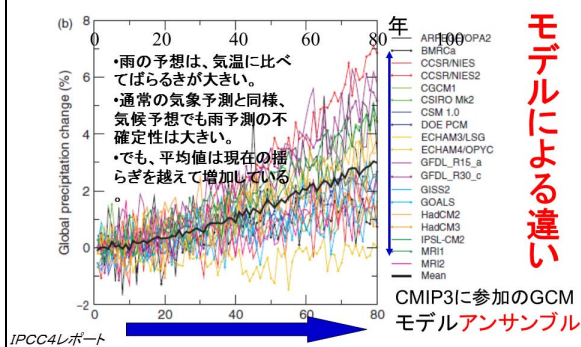
## CO2排出シナリオの違い



CO2増加(1%/年)により、どの最新(最良の)気候モデルも、**全球気温の上昇(平均1.5~2.5°C/100年)**を予測



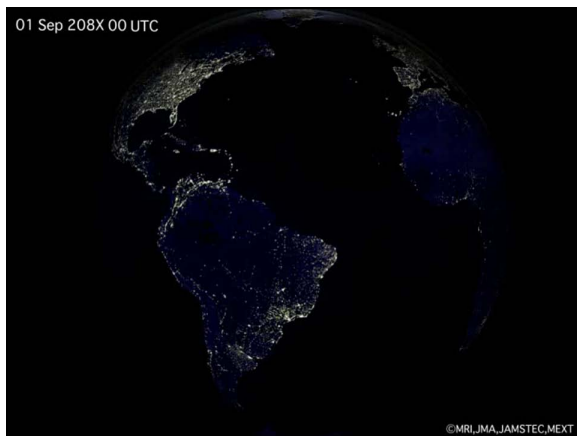
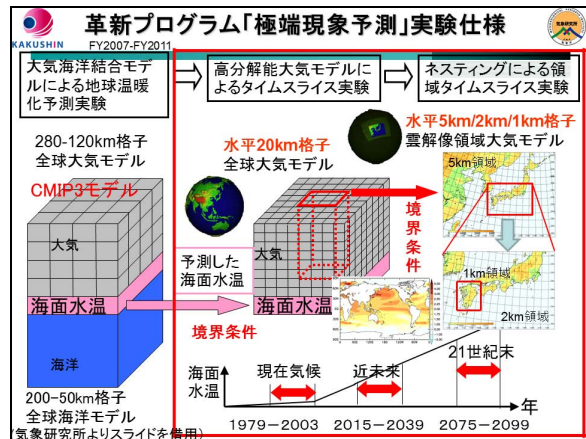
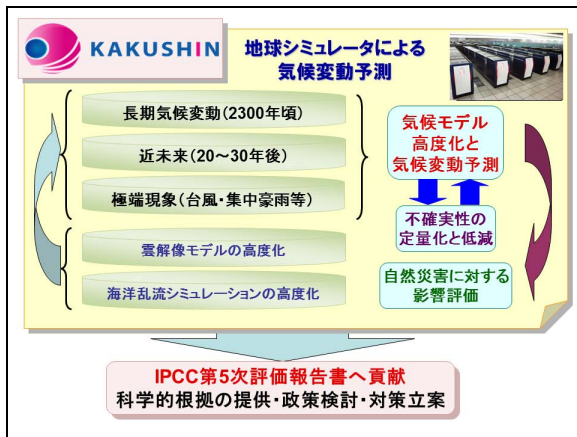
CO2増加(1%/年)により、どの最新(最良の)気候モデルも、**全球降水量の増加(平均2~3%/100年)**を予測



## 共生、革新から創生プログラムへ

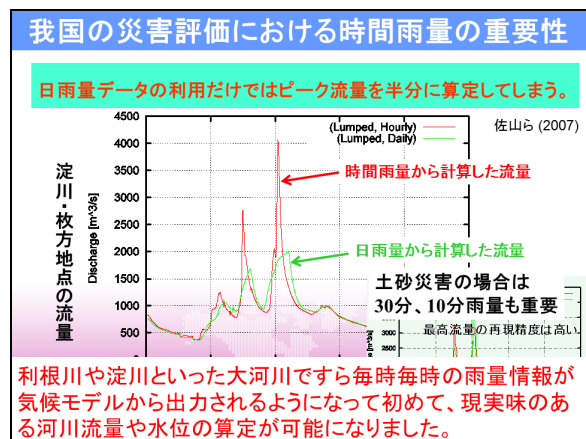
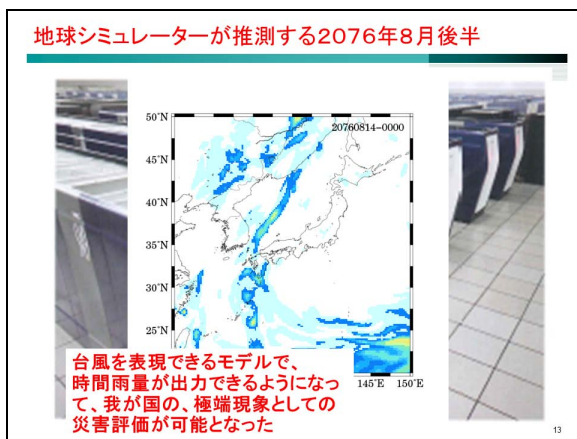
- **Kyousei(共生)Program:2002-2006**
  - 20kmRCM(領域気候モデル)(日雨量)
- **Kakushin(革新)Program:2007-2011**
  - 20kmGCM(全球気候モデル、時間雨量)
  - 5,2,1kmRCM(時間雨量、30分雨量、10分雨量)
  - 自然災害への影響評価
- **Sousei(創生)Program:2012-2016**
  - アンサンブル情報を用いた影響評価(ハザード+社会的・経済的)
  - 適応策への哲学、考え方の構築
  - 自然災害、水資源、生物生態系・生態サービス



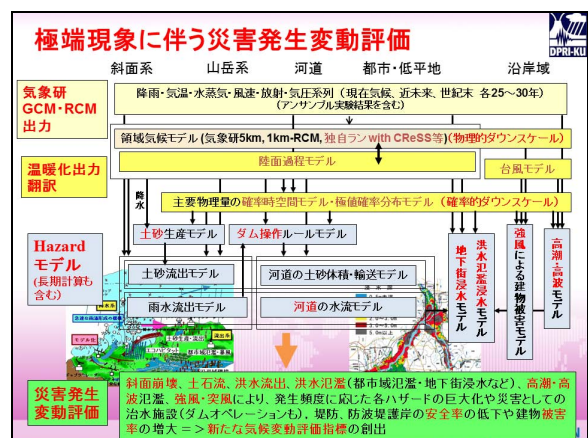
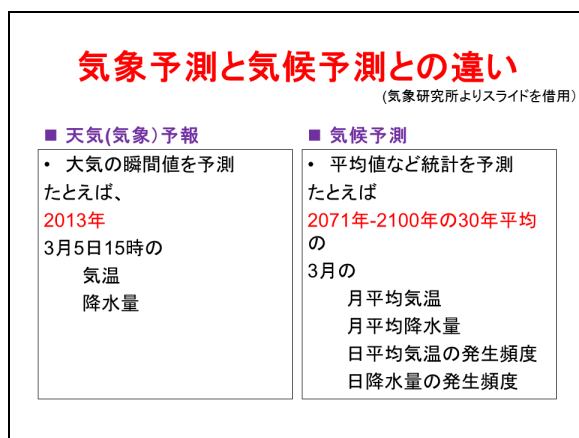
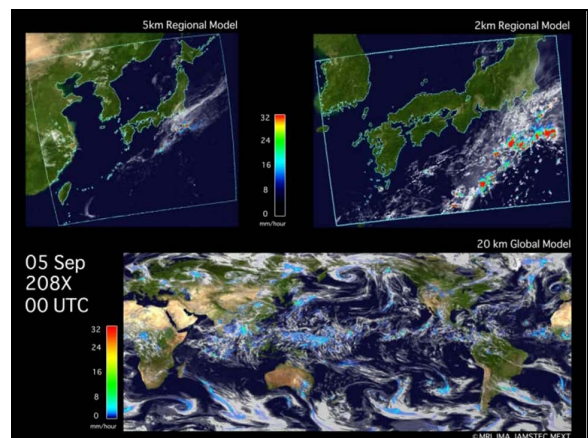
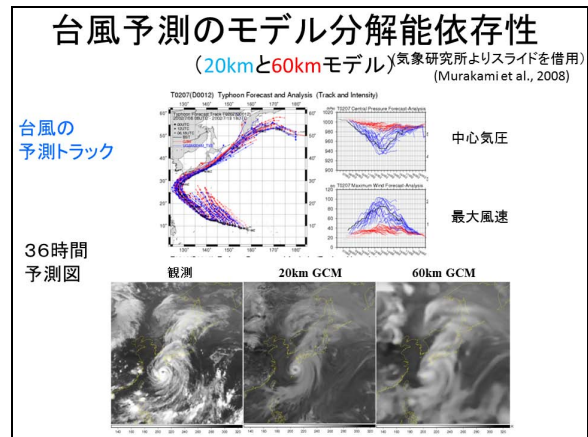
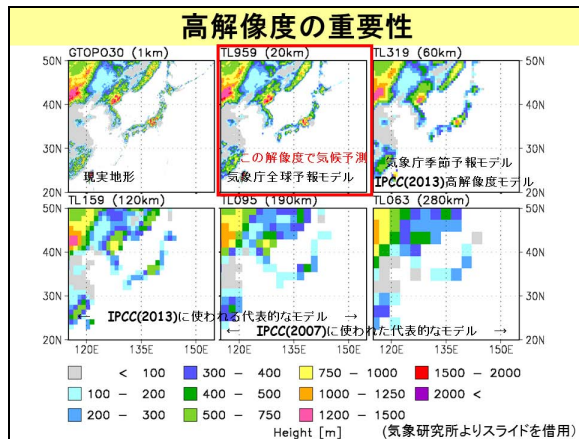


**気象予測と気候予測との違い**  
(気象研究所よりスライドを借用)

■ 天気(気象)予報	■ 気候予測
<ul style="list-style-type: none"> <li>大気の瞬間値を予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平均値など統計を予測</li> </ul>
たとえば、 <b>2013年</b> 3月5日15時の 気温 降水量	たとえば <b>2071年-2100年の30年平均</b> の 3月の 月平均気温 月平均降水量 日平均気温の発生頻度 日降水量の発生頻度







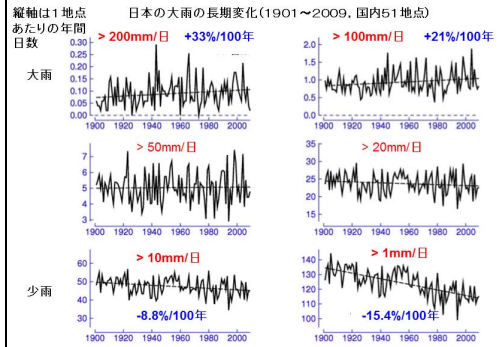
# 内 容

- 気候モデルによる出力とは
- **水災害に關係する気候モデル出力の特徴**
- 水災害に關連する諸量の将来変化
- 不確定性について
- 最悪シナリオについて
- 創生プログラムの向けて

SOUSEI



## 観測のトレンドと傾向は一致

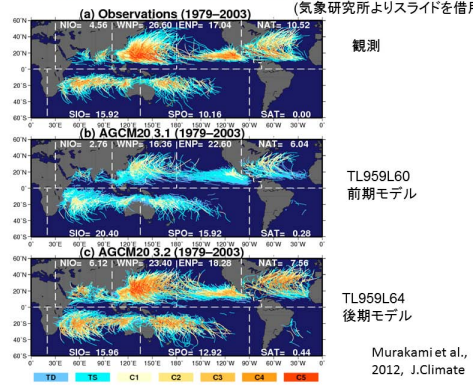


(気象研究所よりスライドを借用)

藤部2011

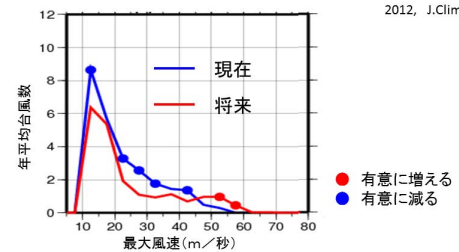
## 熱帯低気圧の強度別分布図

(気象研究所よりスライドを借用)



## 強い台風が増加 (前期モデル)

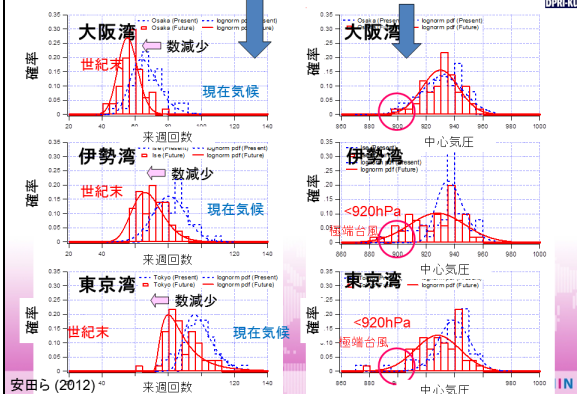
(気象研究所よりスライドを借用)



台風の発生数は減るが、いったん発生すると、発達に必要な水蒸気が(気温が高いと)多いため、最大発達可能強度は強くなる

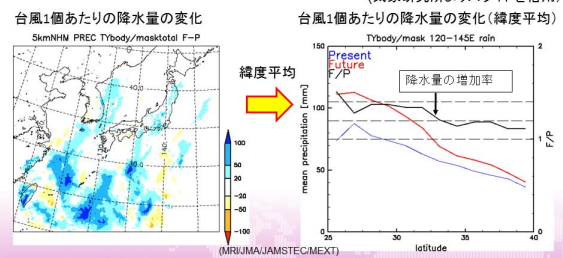
Murakami et al., 2012, J.Climate

## 三大湾への台風来襲回数と中心気圧の頻度変化



## 台風によってもたらされる日本付近の降水の特性と将来予測

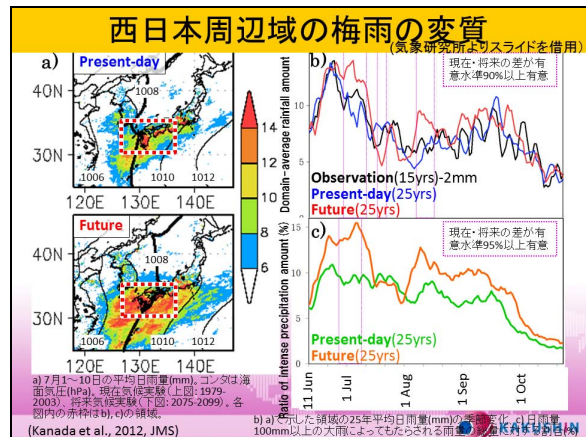
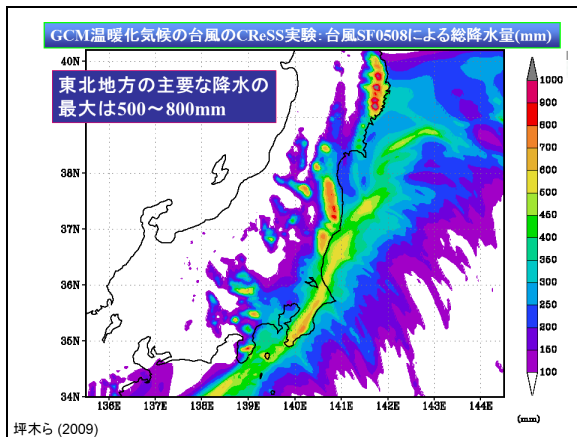
(気象研究所よりスライドを借用)



21世紀末には台風一個あたりの降水量が増加  
日本付近での降水量増加は約20~40%  
ただしサンプル数が少ない→擬似温暖化実験

KAKUSHIN



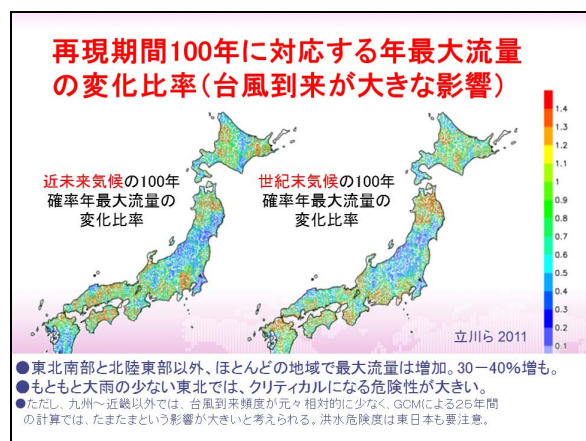
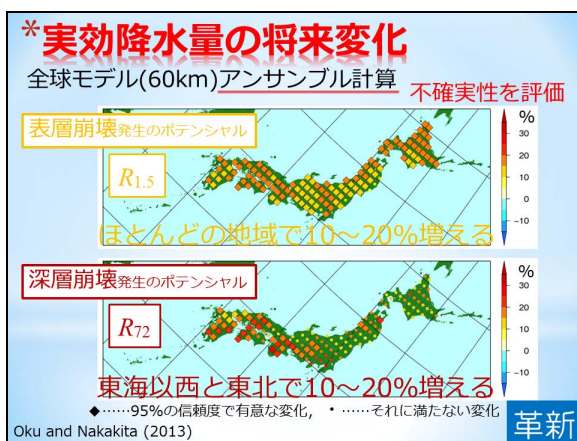
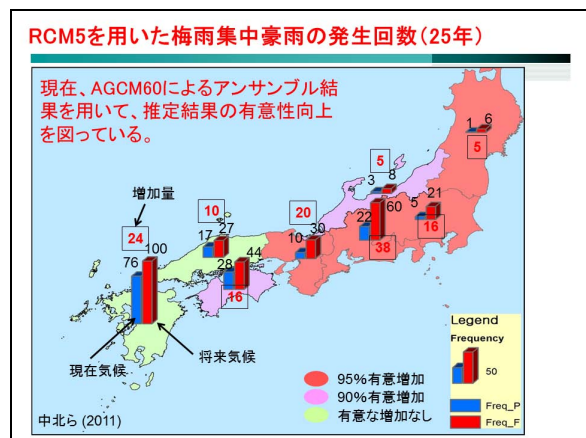


## 内 容

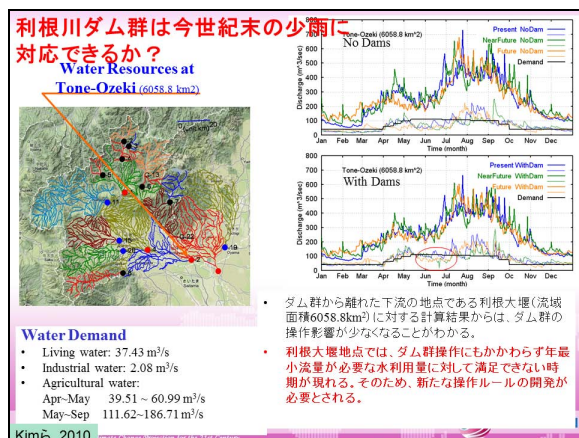
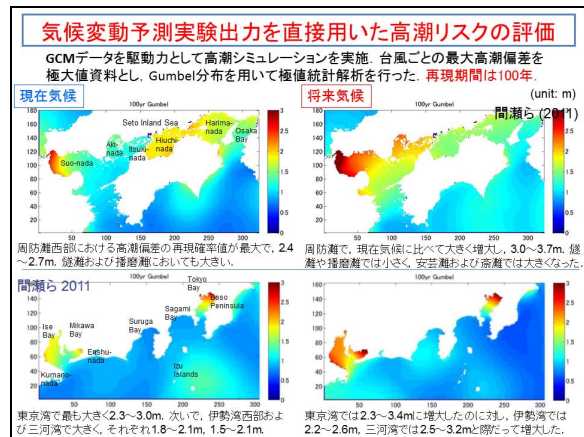
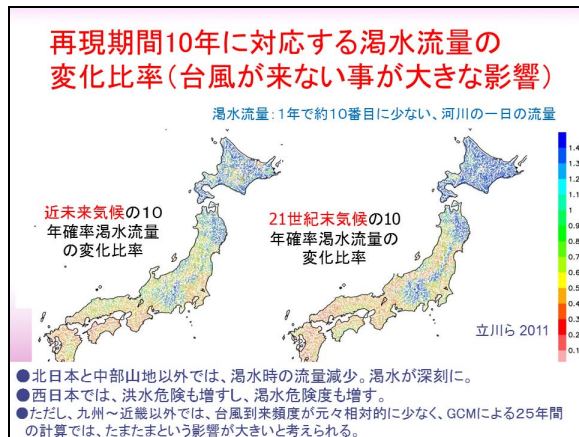
- 気候モデルによる出力とは
- 水災害に関する気候モデル出力の特徴
- **水災害に関連する諸量の将来変化**
- 不確実性について
- 最悪シナリオについて
- 創生プログラムの向けて

SOUSEI

KAKUSHIN







## 内 容

- 気候モデルによる出力とは
- 水災害に関する気候モデル出力の特徴
- 水災害に関連する諸量の将来変化
- 不確定性について
- 最悪シナリオについて
- 創生プログラムの向けて

SOUSEI

KAKUSHIN

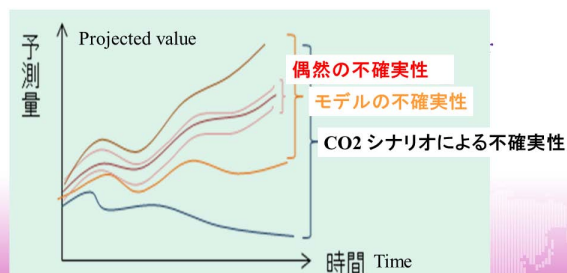
## 不確定性がまだまだある(1)

- 以上の気候変動影響評価としての計算結果は概算値である。特に、まれな(極端な)ハザードほど不確定性は高い。(もちろん、概算値とその精度が出るだけでも、飛躍的な進歩である)
- なぜなら、気候モデルによる世紀末までの出力の中には特定の河川や湾に対する最悪の台風がたまたま含まれない場合も想定されるから。

KAKUSHIN



## GCM予測に潜む不確実性



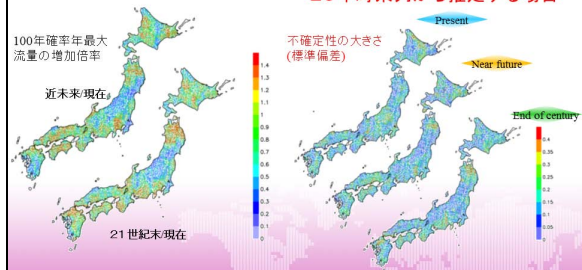
International Program of Climate Change Detection for the 21st Century



## 年最大河川流量の増大推測の不確実性

100年確率値の不確実性(Jackknife 法による)

25年時系列から推定する場合

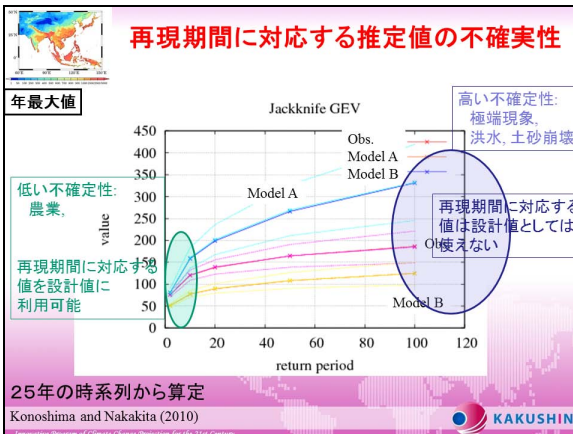


増大倍率が高いほど不確実性が大きい

International Program of Climate Change Detection for the 21st Century



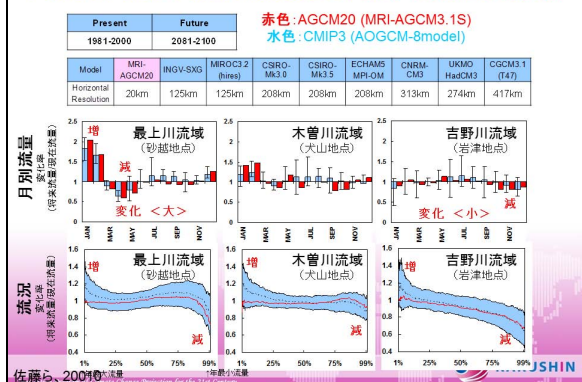
## 再現期間に対応する推定値の不確実性



25年の時系列から算定  
Konoshima and Nakakita (2010)



## 河川流域の将来流況変化 (マルチモデルによる評価)



佐藤ら, 2009



## 内 容

- 気候モデルによる出力とは
- 水災害に関係する気候モデル出力の特徴
- 水災害に関連する諸量の将来変化
- 不確実性について
- **最悪シナリオについて**
- 創生プログラムの向けて

SOUSEI

International Program of Climate Change Detection for the 21st Century

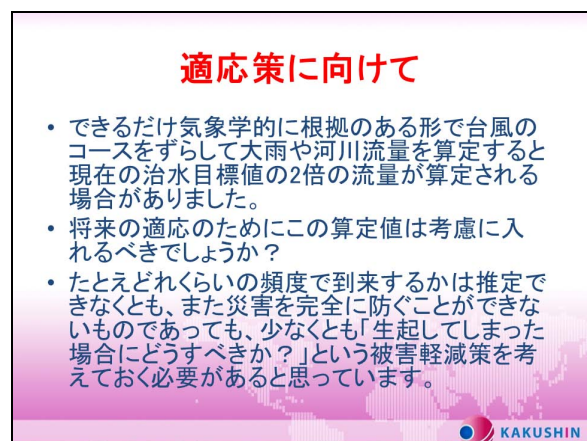
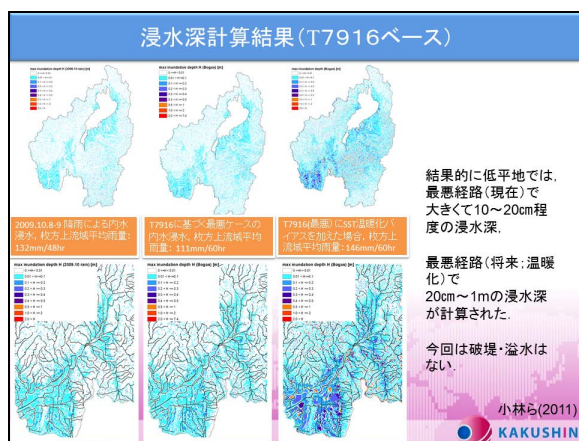
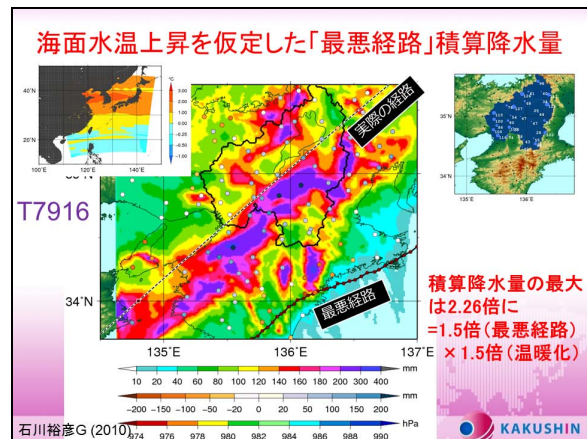
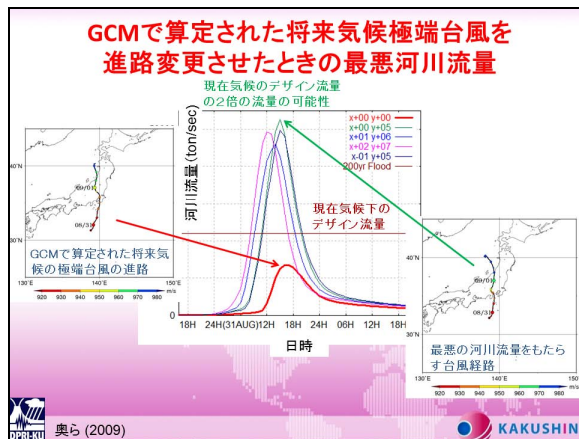
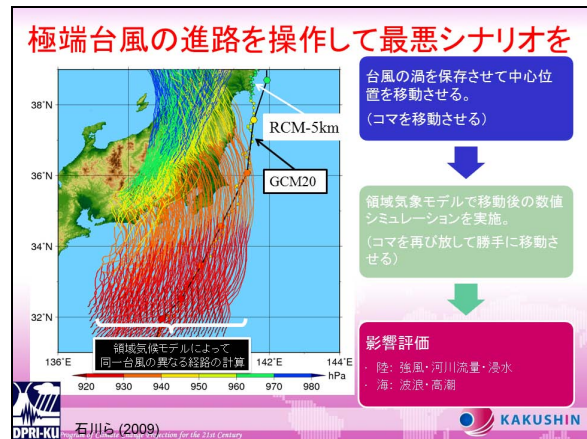
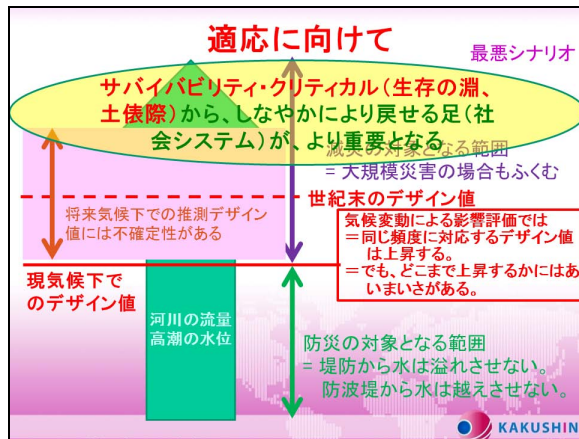


## 不確実性がまだまだある(2)

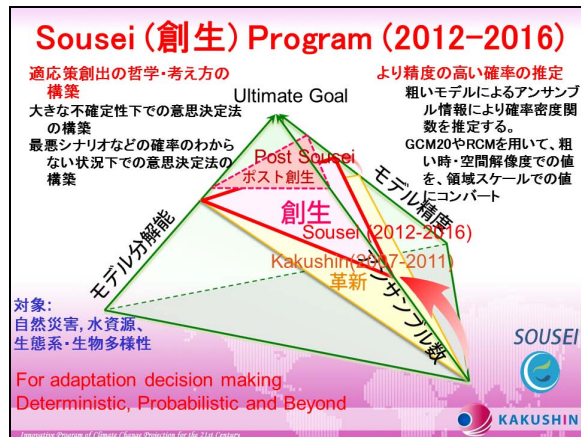
- ・ そこで、最悪シナリオも影響評価の対象としておきたい。
- ・ たとえば、できるだけ気象学的に根拠のある形で台風のコースをずらして大雨や河川流量を算定するとどうなるだろうか？











## 適応への考え方

- 不確定だからといって適応を遅らせていると将来の適応が不可能あるいは困難になる危険性がある。
- 実践を通しての適応:「はっきりとはわからないけど進める」
  - 専門家はまずこの認識を持つことが大事。
  - 「現在の進行も適応になる」以上の認識が必要。
  - この認識を、他省庁とも共同して、国民に理解してもらうように努める。
  - 温暖化の影響らしきものを国民に発信してゆく。
  - 「具体的な実行があって助かった」を蓄積してゆく。
- 基本計画としての適応
  - 設計値(年確率値)にのみこだわるならまだまだ不確定性は高い。
  - だからこそ、最悪シナリオ(極端シナリオ)をどう計画に組み込んでいくか、という適応が重要。(設計値にという意味ではない)



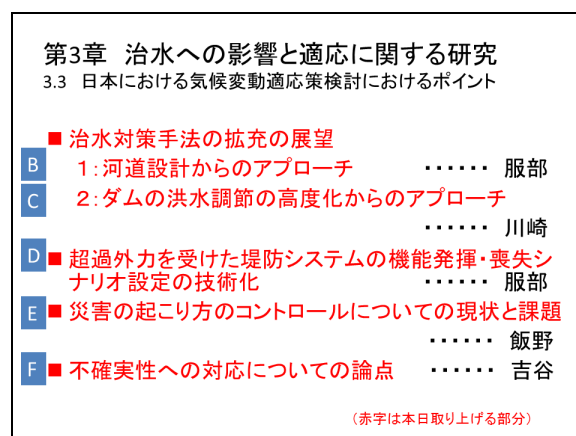
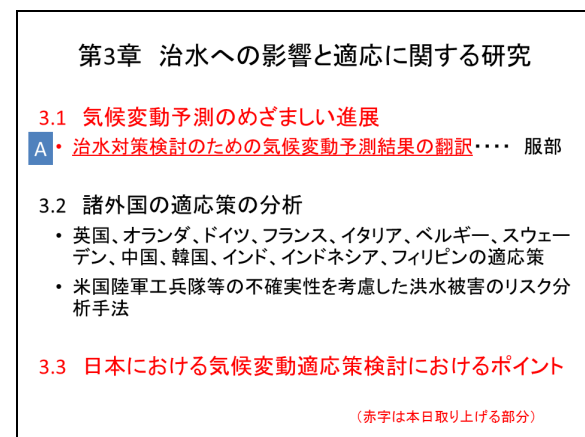
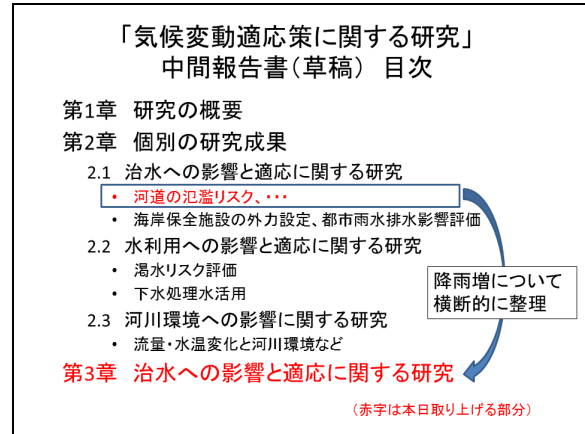
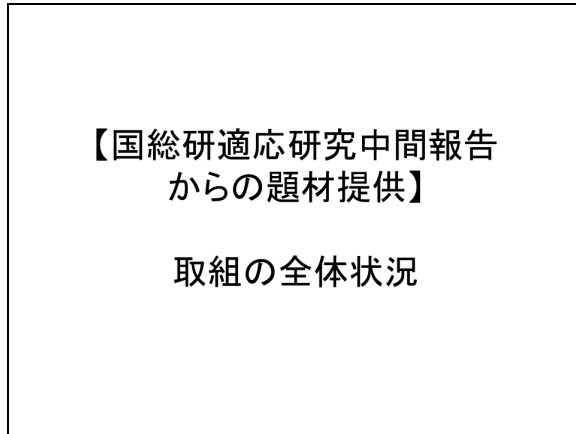
## 2.2 国総研気候変動適応研究中間報告からの題材提供

### 2.2.1 題材 1

題目：取組の全体状況

講演者：吉谷純一（流域管理研究官）

発表資料：





## 2.2.2 題材 2

題目：治水対策検討のための気候変動予測結果の翻訳

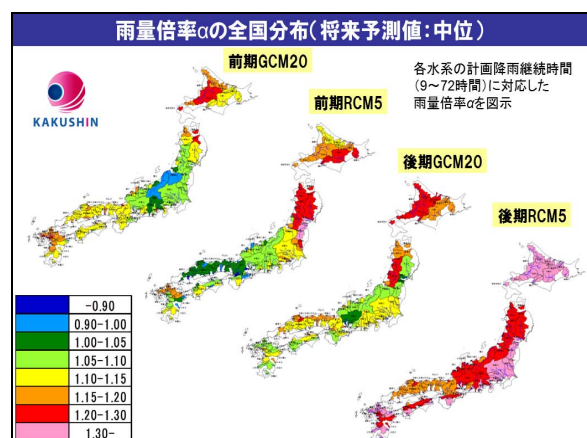
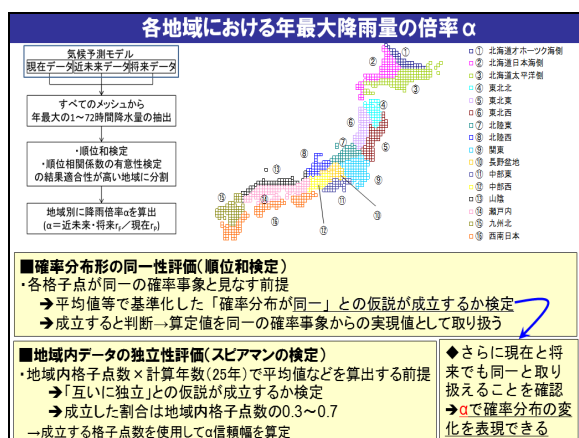
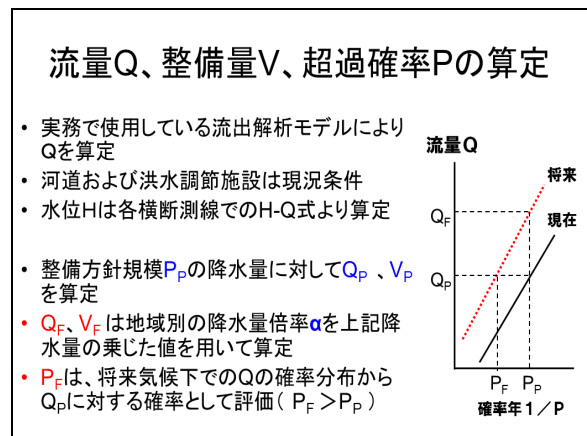
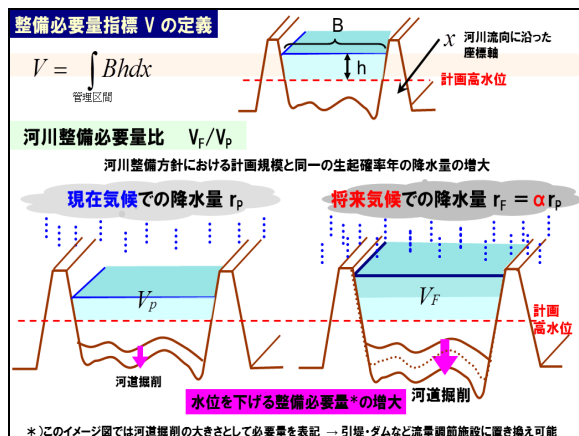
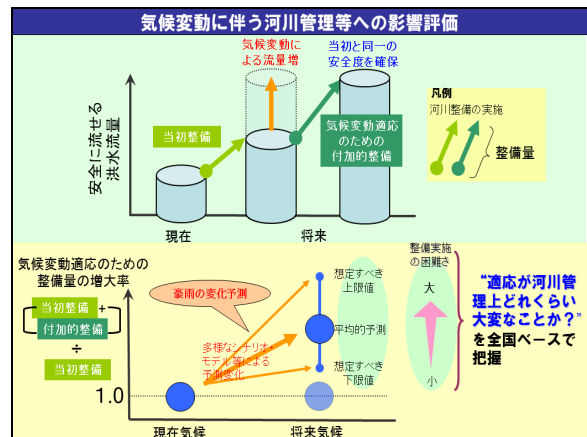
講演者：服部敦（河川研究室長）

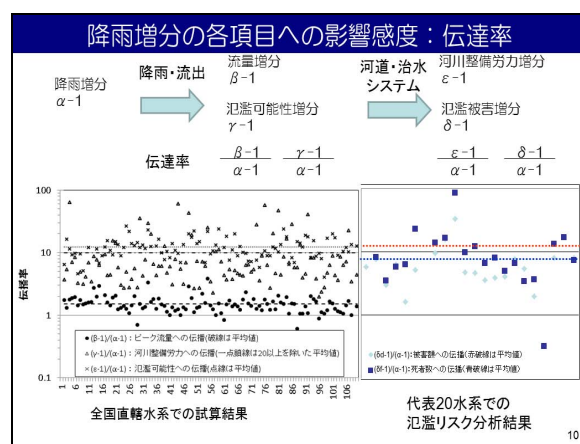
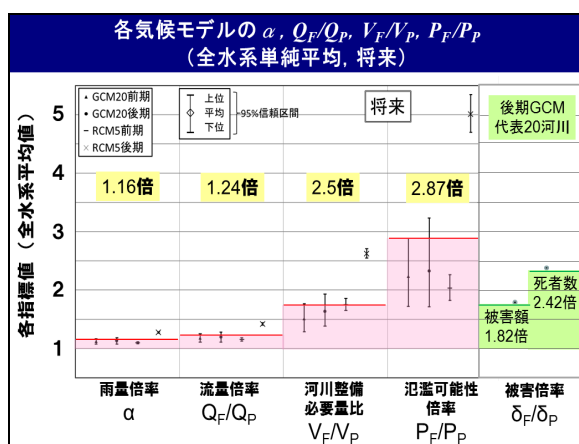
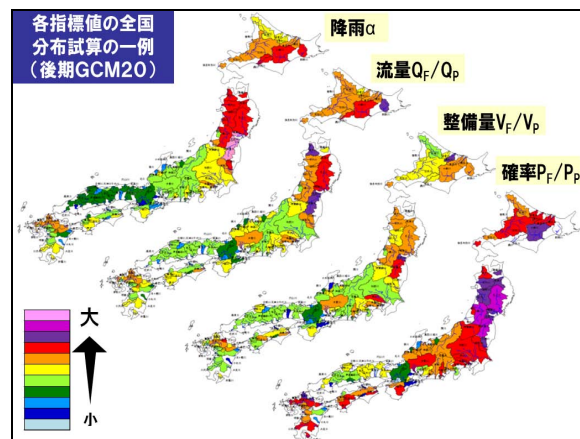
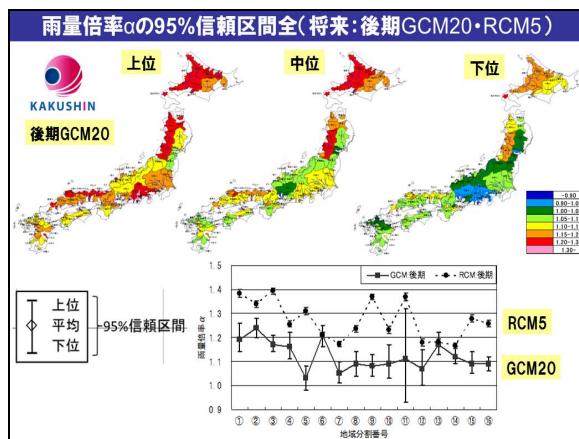
発表資料：

National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

# 治水対策検討のための 気候変動予測結果の翻訳

気候変動適応研究本部  
河川研究室長 服部敦





## 2.2.3 題材3

題目：治水対策手法の拡充の展望1：河道設計からのアプローチ

講演者：服部敦（河川研究室長）

発表資料：

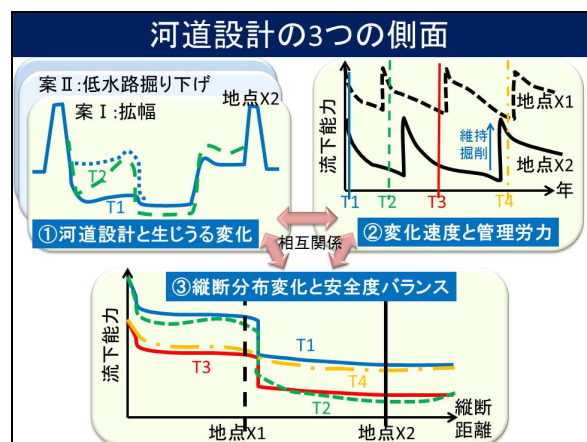
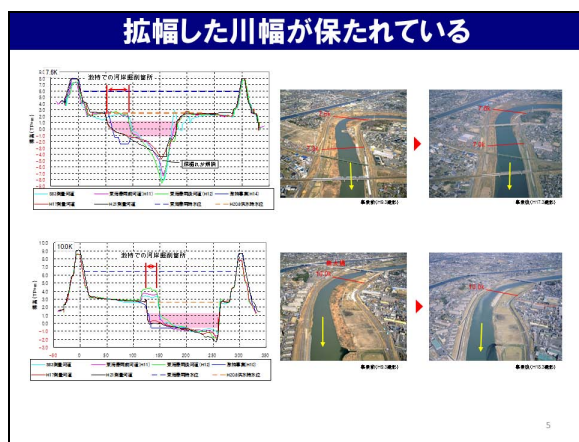
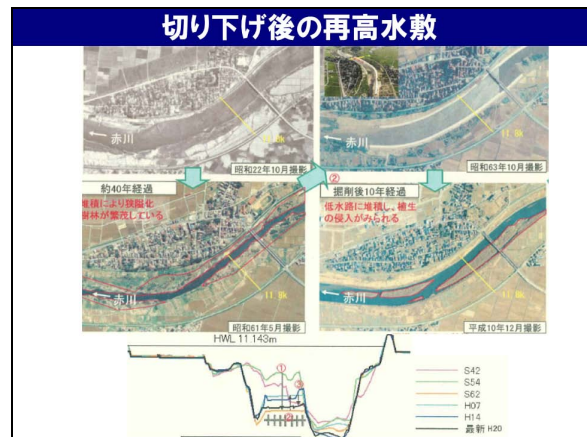
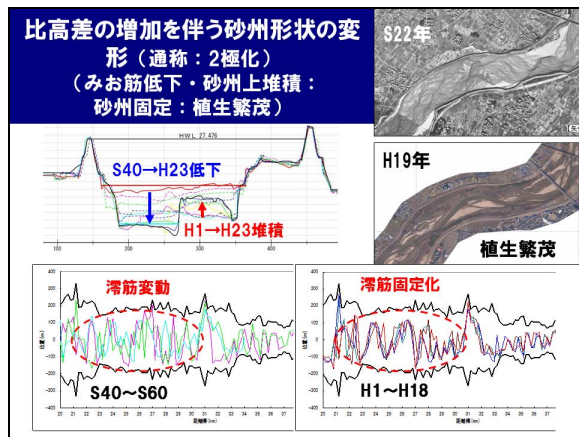
National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN

# 治水対策手法の拡充の展望1: 河道設計からのアプローチ

気候変動適応研究本部  
河川研究室長 服部敦

## 治水対策手法の拡充の展望1: 河道設計からのアプローチ

- 背景 (なぜ河道設計か)
  - さらに安全度を高めるため、河道掘削をさらにもう一段進めつつある
  - 掘削後の河道の種々の応答が捉えられている(治水・環境)
    - 二極化
    - 川幅拡幅→戻る場合、戻らない場合
    - 河床材料の粗粒化・細粒化 など
  - 同じような掘削でも、礫床と砂床、山間部・平野部・感潮域などで応答が異なる→河道技術を磨く貴重な情報
- 基本的アプローチ
  - 河道の形状・変化の仕方を定める「仕組み」を踏まえた河道設計
  - 目先の河道応答、それを包含してより巨視的に現象を捉えることの重要性
    - 二極化→再度、河道を平坦化する設計は有効か?
    - 河積増は拡幅? 掘り下げ? どちらがこの河川に有効?
  - 河道設計として「河道形状」を示せるか?



- ### 論点①：河道設計と生じうる変化
- 「安定河道」の工学的な意味：河道改修にどのように役立つか？
    - そもそも定義は？自然河川が自己形成する河道？、変化が小さい河道？、形状が変化した元に戻る河道？
    - 治水で重視される計画規模の大出水時における「安全」と同義なのか？
    - そうでないとしたら、他に意味があるのか？例えば、それを基準形状（テンプレート）として、現況や設計した河道との差異（ズレの大きさや場所）を調べることで、生じうる地形変化パターンとその進行速度が定式化できる、など
  - 「河道形成流量」：平均年最大流量など代表水理量で河道は設計できるのか？
    - 川幅、砂州形態、局所洗掘深、河道の安定性（改修前後の摩擦速度の変化）
  - 「土砂供給量」を明示的に河道設計に組み込む必要はないのか？
    - 河道縦断勾配と河床粒径がその代替指標として役立っていた？
    - しかし、縦断形状と河床材料が有意に変化する状況が生じている。
  - 「河道横断形状」を保ったまま掘り下げれば、その河道も安定か？
    - 河道構成材料（地表と地下）が、鉛直方向に一樣かどうかキポイント
    - 河道横断面図に、横断形状を表す「線」だけでなく、その地質構成を表す「色分け」も示すことが重要
    - ただし、それを河道設計に生かす技術が未熟。特に、未固結、軟岩が露出する場合
    - 掘り下げることで、大出水時にこれまで経験のない大きい水深（流速）が作用するが、その場合にも「安定」か？

- ### 論点②：変化速度と管理労力
- どこまで河積を大きくできるか、それを決める条件の一つとして「河積維持」できるかが重要
    - マクロには、「再堆積の速度vs維持管理に費やせる労力」のバランス
    - 論点①と関連：堆積速度を小さくできる（「安定」した）河道設計が重要な所以
    - 大洪水時（洪水）に生じうる堆積で河積が不足しないことも大事な要件
  - 現実的な点検・判断・対策のスキームで管理できる河道を設計する
    - 再堆積量（河積減少）がごく軽微と見なせるほど頻繁に維持掘削するのは、実務的には必ずしも容易ではない
    - 次の維持掘削実施までの期間内に堆積しうる分だけ、あらかじめ河積を大きめに確保しておく必要あり
    - この「量」を河床変動計算で推計し、維持管理の実行可能性と、河道形状の設定に反映することが河道設計項目として取り込むべきではないか？
  - 樹木繁茂など粗度管理も上記の河積の議論と同様に設計に取り込む
    - 伐採後の樹木繁茂の進行速度（樹高、群落面積などの増加速度）が直接的に設計に関わるパラメータ
    - これらが河道形状、洪水による攪乱、伐採時の工夫（例えば、根留）によってどの程度変わってくるか、知見を蓄えて設計に反映することが重要
  - 掘削・伐採の頻度・範囲→環境への影響（正負の両面）を評価
    - 保全箇所を直接改変せざるを得ない影響と、反面、洪水の代替として攪乱を生じさせる好影響。両面から評価することが大事
  - 管理のための河積増が結果的に流下能力+αとなることへの配慮→論点③



### 論点③：縦断分布変化と安全度バランス

- 流下能力の縦断分布(上下流バランス)をどのように設定すれば、現況の能力や計画規模を超える洪水時の氾濫リスクを低減できるか？
  - － 氾濫リスク分析を主軸に据えた河道計画の主テーマ
- その上で、論点②の河道変化速度・管理によって計画したバランスからズレることをあらかじめ見込んで、リスクを大きくしない賢い管理手法を設定しておくことが重要(このような「複雑な」管理が実務として実施可能か？)
  - － 変化速度大かつ維持管理実施頻度小だと、管理のための河積を大きく設定する必要あり。この場合、結果として、バランスに大きなズレをもたらす。
  - － ズレが大きいと、上下流のバランスが大きく崩れる局面が生じる可能性が高くなる。
  - － 変化速度を小さくし、適度な管理頻度にすることが、バランスの取りやすさを確保する上で重要。
  - － この観点で、バランスをとれる管理が論点①の河道設計とも結びついてくる
- 河床変動計算・樹木繁茂推計を上記のようなリスク分析型河道設計への組み込み方
  - － この目的での各計算の精度・確度を見極めた上で、どのような検討手順とするか(バランスのズレ方をどのように推計するか？)
- 計画・設計→維持管理への受け渡し
  - － どこに詰め切れなかったことがあるか、その改善のためにすべきことを管理に受け渡す。その結果を改めて計画・設計に返す。
  - － このサイクル(PDCA型管理)で改善していく仕組みを本格化させる

## 2.2.4 題材 4

題目：治水対策手法の拡充の展望2：ダム洪水調節操作の高度化からのアプローチ

講演者：川崎将生（水資源研究室長）

発表資料：

治水対策手法の拡充の展望2：  
ダムの洪水調節操作の高度化  
からのアプローチ

気候変動適応研究本部  
水資源研究室長 川崎 将生

### 気候変動がダム洪水調節操作に与える影響

- 日本において将来、豪雨の規模が増大する可能性はいくつかの研究で示唆されている(和田ら2006、柏井ら2008)。
- 豪雨規模の増大に伴い、洪水時の河川流量が増大する可能性についても示唆されている(立川ら2010)。
- ダム洪水調節への影響として、洪水調節の回数やただし書き操作の回数が将来において増加する可能性を示唆する研究もある(佐山ら2008)。

水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申) III-2. 適応策の基本的方向 5. 適応策の具体的な提案 (1) 施設による適応策 3) 既存施設の徹底した活用

- ・ 降雨・流出予測技術と施設の運用の高度化

気候変化により降雨パターンの変化等が考えられる中で、観測体制の強化や降雨・流出予測技術の向上によってダム等の施設操作の確実性を高めたり、ダムの治水・利水容量を効率的・効果的に活用するため、施設の改良、再生、運用の高度化を図る。

→ 既存ダム容量の高度利用により、ダム洪水調節効果を高める必要

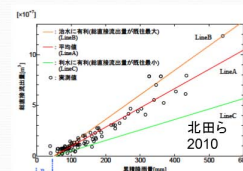
### 既存ダム容量の有効活用によるダム洪水調節操作 ～事前放流～

- 事前放流ガイドライン(案)  
計画規模を超える洪水等においても洪水調節機能を発揮させることを目的として事前放流(利水容量を一時的に洪水調節のために使用するもの)を採用するに当たっての基本的事項をとりまとめたもの
- 1. 事前放流実施要領の作成
- 2. 事前放流により確保する空容量の範囲  
(1) 降雨解析などにより確実に容量回復が見込める容量の活用
- ...
- 事前放流実施要領の例  
(事前放流の範囲)  
第3条 事前放流は、標高80.0メートルから標高81.0メートルの間に貯留された流水を対象とする。  
(事前放流の実施)  
第5条 二 ダム上流域において、総雨量が100ミリメートルを上回ると予想されるとき。

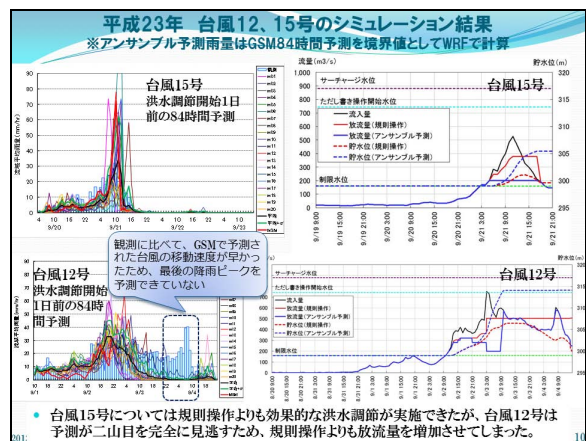
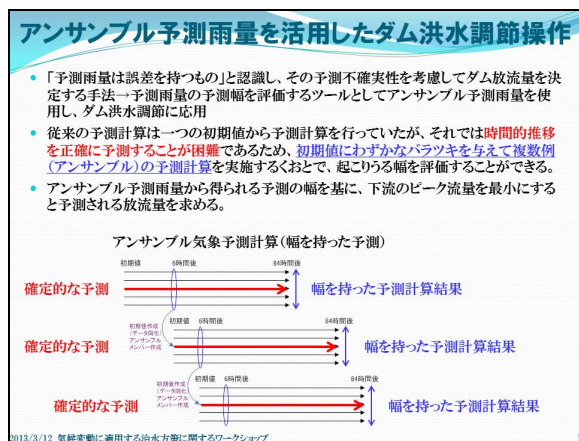
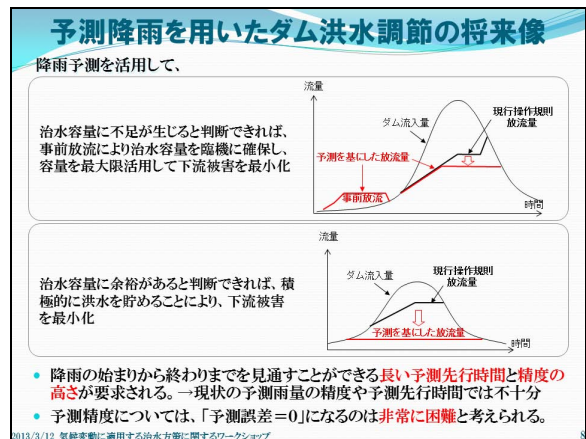
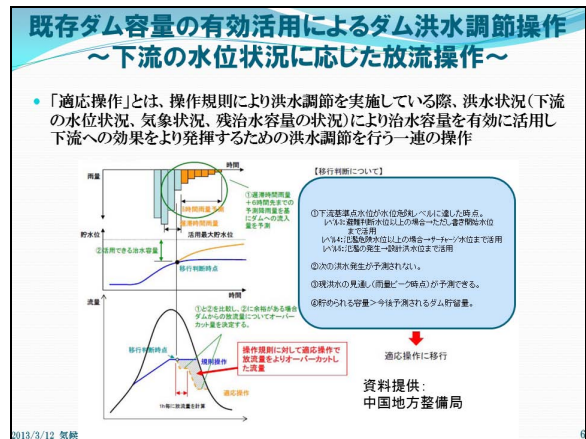
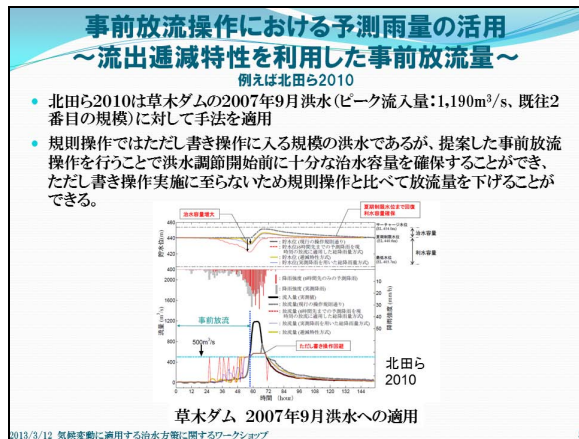
### 事前放流操作における予測雨量の活用 ～流出遅延特性を利用した事前放流量～

例えば北田ら2010

1. ダム流域における過去の観測データから、ダムへの総流入量と累積雨量の関係把握
2. 降水短時間予報(6時間先まで時間雨量を予測)の予測雨量を用いて予測累積雨量を計算し、1.で得られた総流入量－累積雨量関係から今後流入すると予測される体積を推定する。
3. 2.で推定された予測流入量分の利水容量を事前放流する。

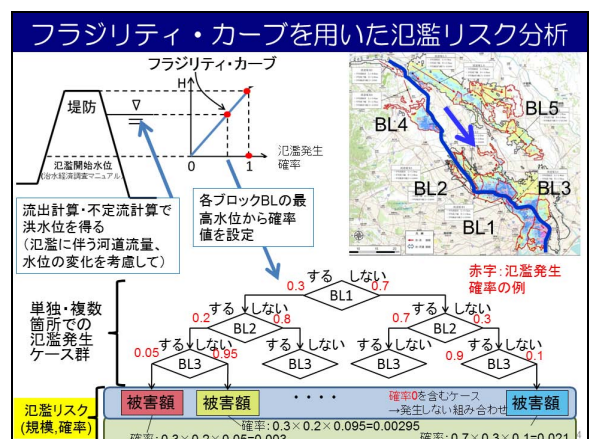
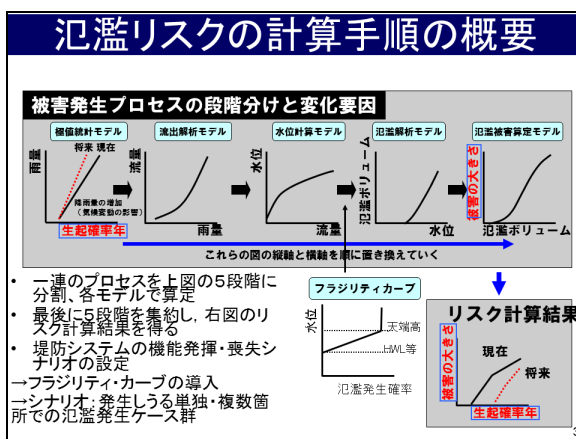
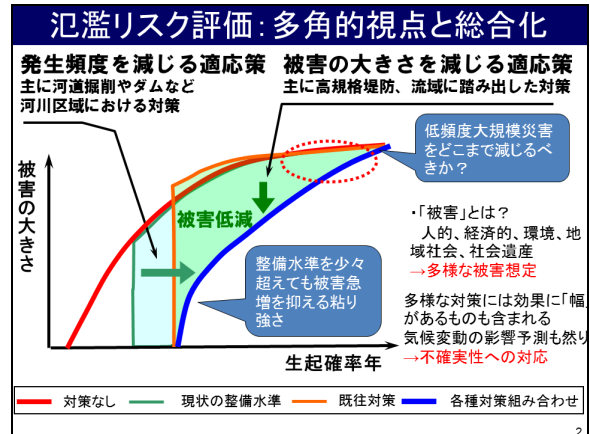
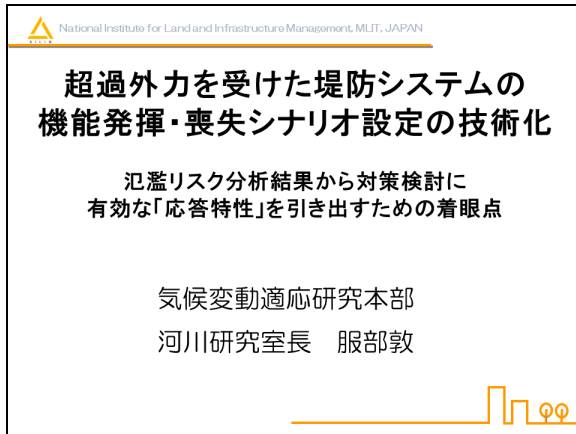


累積雨量と総直接流出高の関係

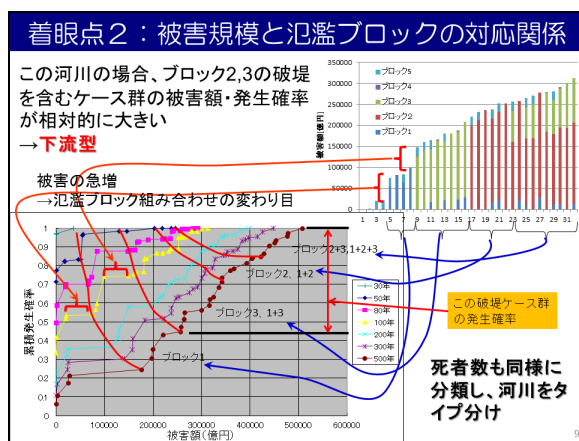
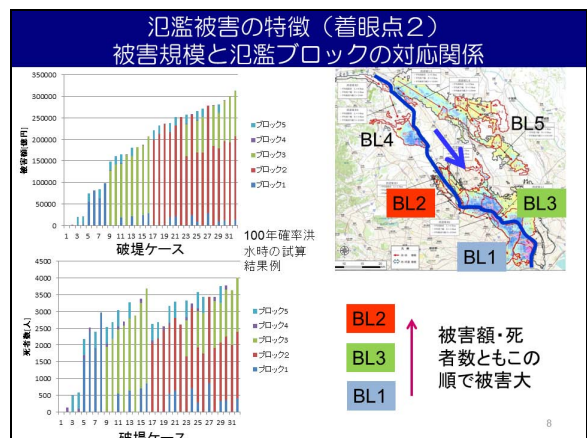
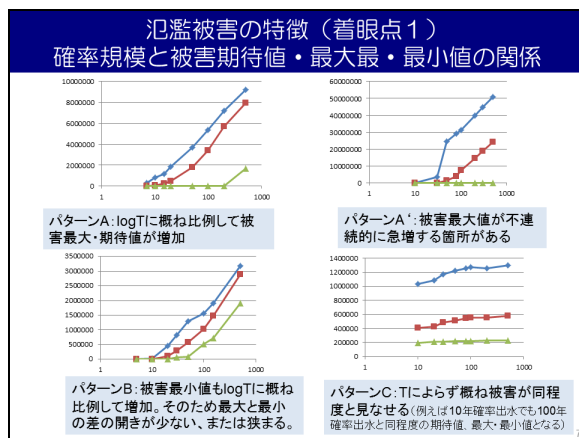
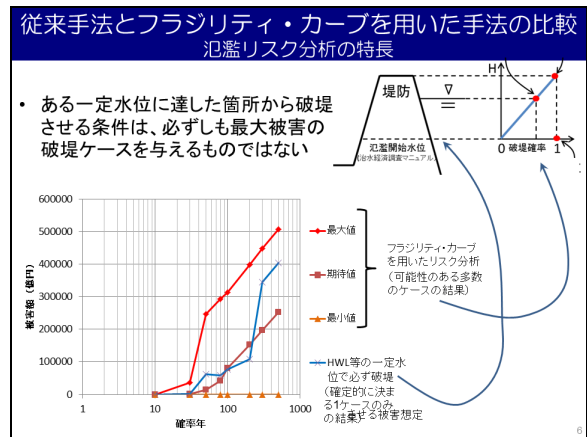
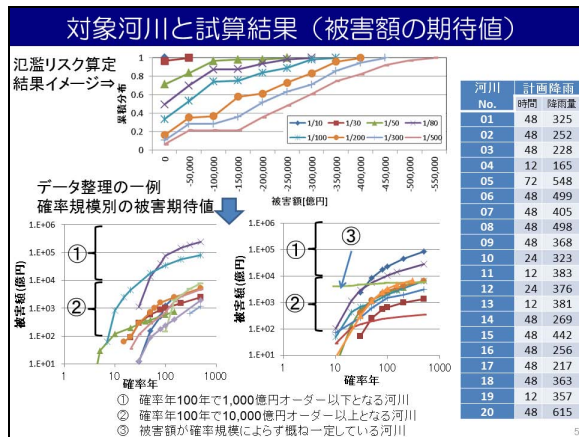


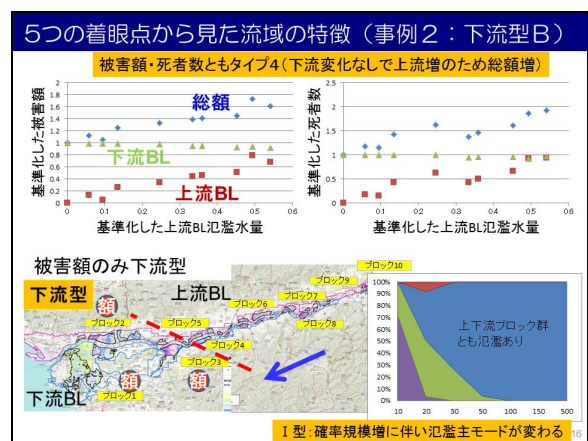
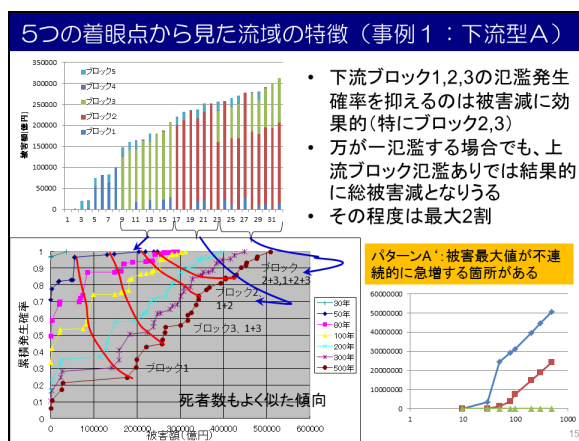
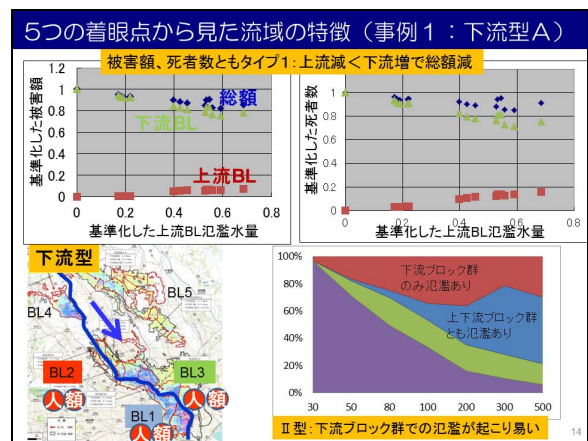
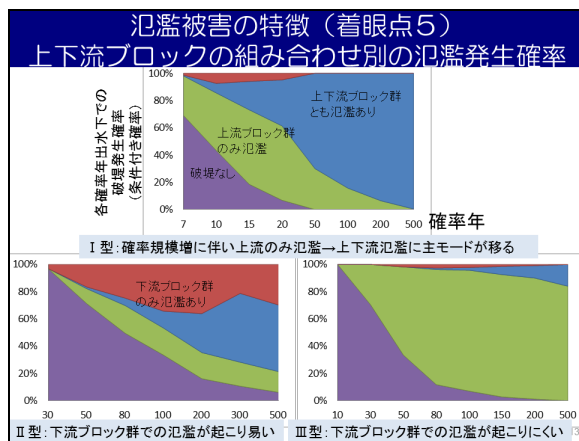
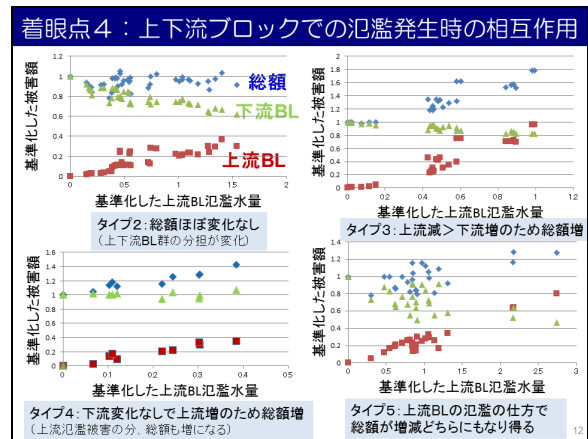
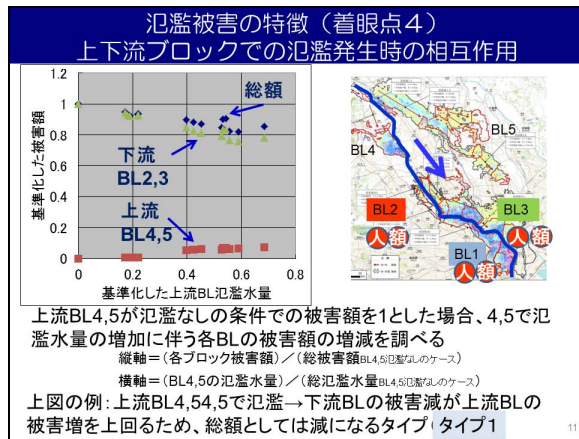
2013/3/12 気候変動に適用する治水方策に関するワークショップ

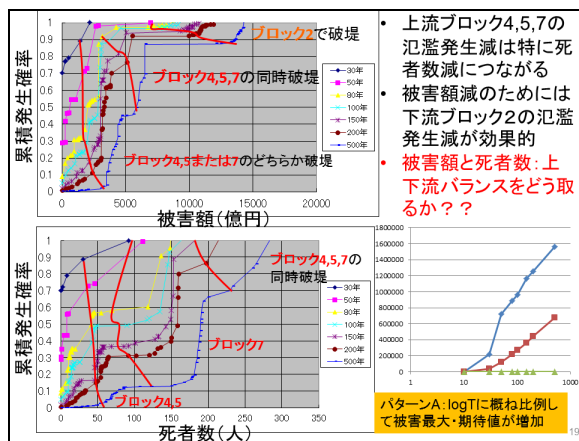
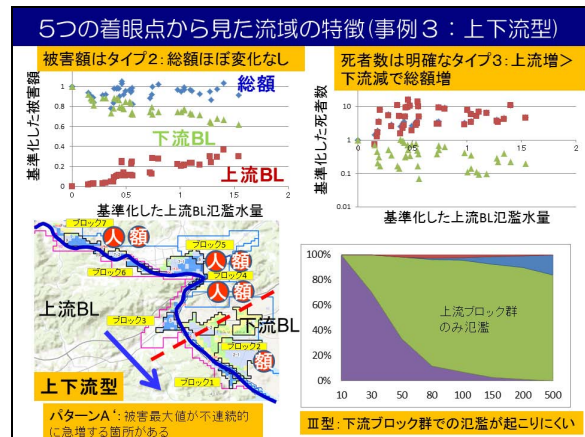
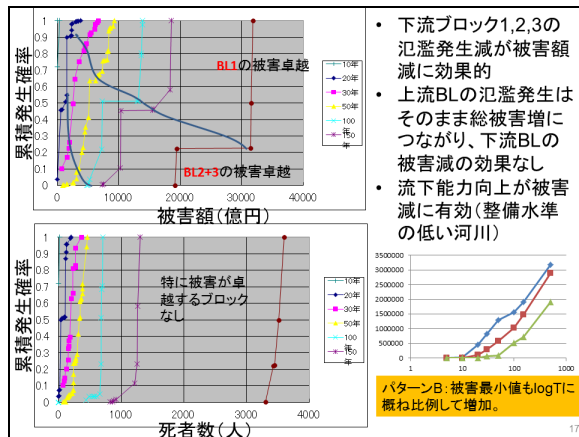
発表資料：











## 2.2.6 題材6

題目：災害の起こり方のコントロールについての現状と課題

講演者：飯野光則（水害研究室・主任研究官）

発表資料：

災害の起こり方のコントロール  
についての現状と課題

- 氾濫を考慮した治水施策に関する研究 -

気候変動適応研究本部  
水害研究室 飯野光則

氾濫を考慮した治水施策に関する研究

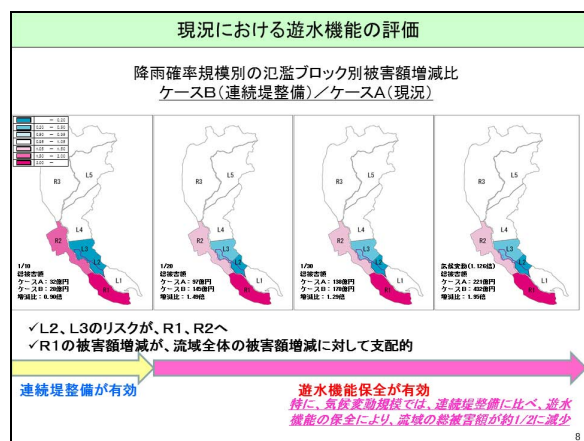
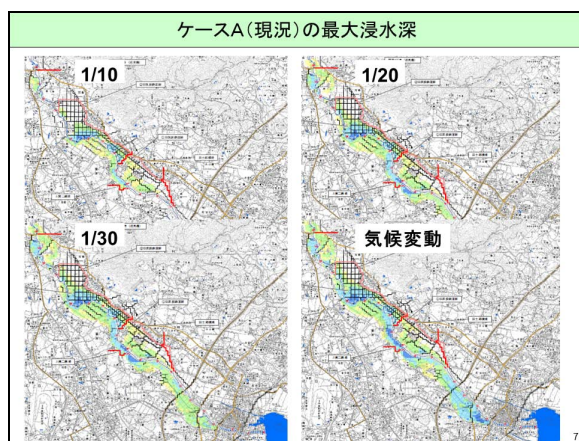
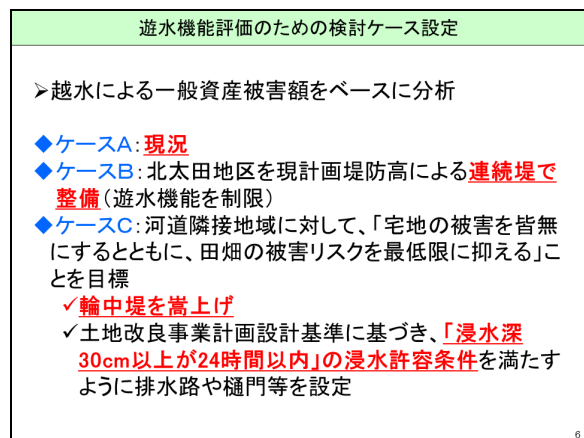
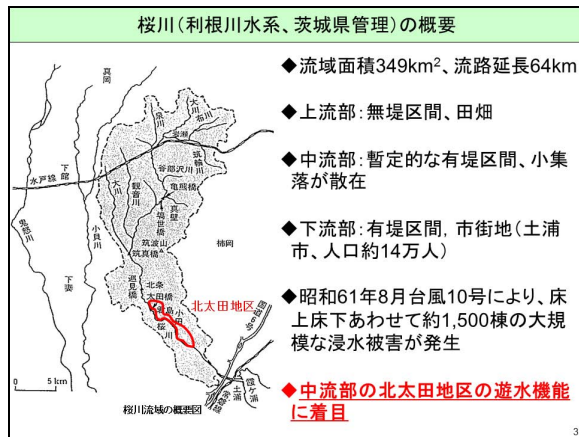
◆研究の着眼点

- 遊水機能の維持・確保等によって損失を受ける地域と、それによって被害軽減便益を受ける地域との衡平のあり方をどのように評価するか。
- 評価結果等を活用し、どのように調整、合意形成を図っていくか。

◆本日の発表内容

- 遊水機能を有する区域を維持・活用した施策事例の分析
- 気候変動による外力増加も含めた遊水機能の評価
- 施策実施に必要と思われる条件及び論点の整理







## 不確実性への対応 についての論点

気候変動研究適応本部  
流域管理研究官 吉谷純一

## 不確実性の種類

### 偶然性の不確実性

- 統計的変動と不均質性による
- 不確実性に含めない場合もある
- 観測により確率分布を知ることができる

### モデルとパラメータの不確実性(認識的な不確実性)

- モデル構造が不十分な場合
- データ不足でパラメータを正確に設定できない場合

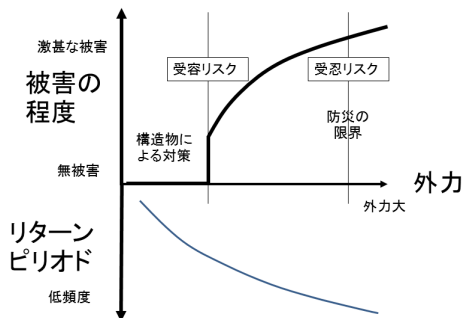
### 深い不確実性(deep uncertaintyの仮説)

- システムが理解できない場合
- 観測が事実上不可能な場合
- 確率分布は不明

出典: National Research Council (NRC) 2013: *Environmental Decisions in the Face of Uncertainty*. Washington D.C., National Academy press.

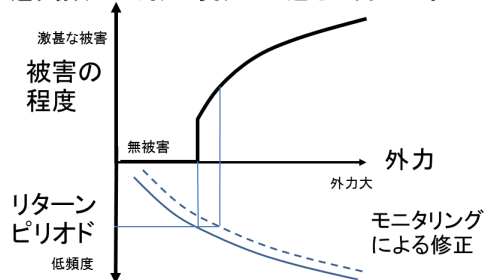
## 偶然性の不確実性

- 評価技術あり



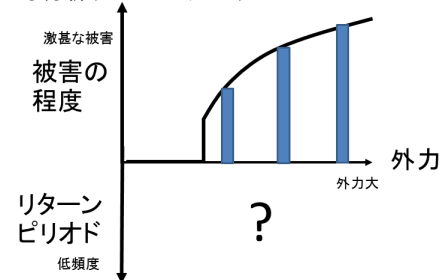
## モデルとパラメータの不確実性

- 外力・リターンピリオドの関係は予測できるが、違うかもしれない。
- 違う場合への対処と変化への適応は同じこと。



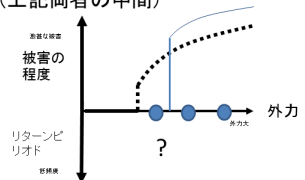
## 深い不確実性

- 生起確率が不明な場合
- 外力発生シナリオ設定し、被害を予測するシナリオ分析(ストレス・テスト)



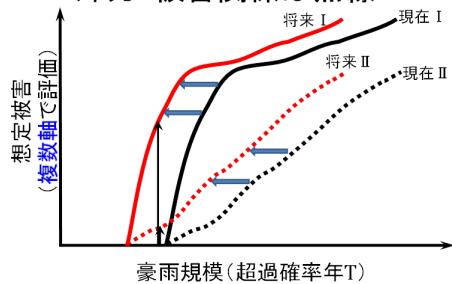
## 生起確率がわからないときの行動基準

- 経営戦略の意思決定論、気象予報の経済価値分析での知見
- 複数の対策案から選択する行動基準
  - ミニマックス損失(リスク回避型)
  - ミニミン損失(リスク選好型)
  - ミニマックス・リグレット(上記両者の中間)
- 総合的に判断





## 気候変動(不確実性)の影響が小さい 外力・被害関係は点線



被害～豪雨規模関係における気候変動影響  
※関係を表す曲線の立ち上がり方の違いが何をもちこたすかの説明、上向き矢印は被害の代表比較  
出典：藤田光一、水災害分野における現場からの気候変動適応～現象の可視化と不確実性に立ち向かうための河川降雨の方向～、平成24年度 国土技術政策総合研究所講演会講演集、国総研資料 第699号

## 論点まとめ

- 適応はリスクマネジメントと同じ
  - ✓ 降雨増の適応策はすべてno-regrets\*
- 適応策は基本的に流域・場所限定
  - ✓ 適応策は被害・外力・リターンピリオドの関係次第
  - ✓ 万能の適応策はない
- 生起確率が不確かな外力への対処として
  - ✓ 感度分析→違ってても被害が急増しない(被害曲線をねかせる方が有利)
  - ✓ モニタリング→フィードバック
- 生起確率がわからないときの感度の考慮などの総合的な意思決定を参考
  - ✓ 期待値だけでない

\* Adapting to the Impacts of Climate Change, America's Climate Choices: Panel on Adapting to the Impacts of Climate Change; National Research Council

## 2.3 全体討論

まず、第Ⅱ部気候変動中間報告書第2章「気候変動に適応する治水方策に関する研究」について以下にとおりAからEのような題材に対して論点（朱文字）を設定して、議論を進めることとした。

### 全体 整理

気候変動適応研究に関するAからEという題材の整理・捉え方について  
国総研の気候変動適応研究全般について

### A

#### 2.1 気候変動予測のめざましい進展

- 気候変動予測結果の受け止め方：特に、実務への反映という観点からの基本スタンスと持つべき認識
- 適応策検討にとって望ましい気候変動予測精度・信頼性とは？ 現状とのギャップの度合い
- 気候変動予測の翻訳から見えてくる、治水に関わる適応策を考える上でのポイント

- 現在は河道の整備水準が低い段階であり、整備水準を超える出水による災害が結構起きている。そのような出水の経験を踏まえた現場レベルの教訓を極値現象に応用できないか（渡邊）
- 過去の降雨の引き延ばしによる気候変動の予測技術の確実度を上げていくことも必要だが、隣接地域等の局地的な事象（前線や台風性の降雨等）をどう取り込んでいくかが重要（角）。
- 津波対策ではすでに議論されているような破堤状況に対して、河川ではどのようなことができるのか検討を進める必要がある（二瓶）。
- 今まで河川整備をやってきた経緯の本格的なレビュー、現在までやってきたことの評価・反省をまず行うべき（福岡）。
- 適応策については、不確実だからと遅らせず、実践できるところから進めるべき。国総研の研究については、現場が見える形の適応策についても焦点を当てていることについては評価できる（中北）
- 頭の中のみで考えたり、コンピュータで機械的に検討したりすることではなくて、気候変動下において何が起こるかについてのシナリオを現地で起きていることを介して想像力を働かせて検討すべき（福岡）

### B

#### 2.3.1 治水対策手法の拡充の展望：河道設計からのアプローチ

→河道設計：河道容積を大きくするという技法展開の再位置付け、治水・環境・管理を統合的にとらえた“新たな”川づくり技術への転換

- 極端現象のみによって河道形状が形成されるわけではなく、平常時の流量によっても河道が形成される。そのため、極端現象が起こったときに安全に流せる河道形状とともに、普段の維持管理が容易な河道にするという2通りの考え方で河道設計を考えていくべきである。そういう意味では、極値流量だけでなく、流量の時系列がどうなるかを考えていく必要がある（渡邊）。
- 気候変動下においても、川幅（堤間幅）と断面形状が今のままでいいのかについては、よく考えないといけない。自然の流量に応じて水深が決まって、それなりに川が維持でき、大流量も

流せるような川の設計を、国総研は考えていかなければならない（福岡）。

- 温暖化による流況変化（大流量増、低流量減少）について河川工学河にとって大事な外力として考慮すべき（中北）。

C

### 2.3.2 治水対策手法の拡充の展望：ダムからのアプローチ

降雨予測を利用したダム洪水調節の検討から→技術と社会的受容、制度設計のバランス  
→どこまで積み上がるか？ 限界は？ 見込みは？ その上での論点は？

- ダムの有効利用の他に、設計洪水流量の将来変化が海外（国際大ダム会議等）では重要なテーマとなっている（角）。
- 事前放流については、単独ダムの運用による対応では、限界があり、リスクも大きくなるので、ダム群として対策を検討すべき（角）。
- アンサンブル予測の活用は、一つの方向性として有効である。ダムの運用を検討する場合は、降雨波形よりも総雨量の方が重要であり、台風が効いてくる（角）。
- アンサンブル予測では、次の予測が出るまでの間隔がもう少し短くなると、アダプティブにダム操作ができると考えられる（中北）。
- 治水の核はダムであるという意識でやってほしい。ダムのある川は、治水、利水、環境の面で弾力性がある。ダムに入ってくる流量ハイドログラフ等が高精度でわかるようになれば、これを用いて降雨-流出系のシステムがわかるようになり、河道計画の精度がかなり上がる（福岡）。
- 気候変動下における超過外力への対応や、治水ダムと一体となった管理のなかで生かしていくためには、利水ダムの情報の把握が必要である。（角）。

D

### 2.3.3 設計以上の外力を受けた治水施設（群）機能発揮・喪失に関する検討

→超過外力を受けた防災システムの機能発揮・喪失シナリオ設定の技術化  
→設定技術はどうあるべきか？  
→結果の利用方法

E

### 2.3.4 氾濫のさせ方をコントロールするというアプローチの検討

→超過洪水に伴う氾濫を取り込んだ包括策を具体化するための道筋と課題  
→氾濫コントロールが効果を持ち、また実施可能となるための条件とは？

- 氾濫の人的被害について考えるためには、破堤や氾濫の拡大の仕方を具体化するために、実際の氾濫等の解析を進めていく必要がある（渡邊）
- 国総研の河川グループとしては、街づくり等都市や道路サイドの部局とも連携して、研究成果を今後の街づくりにつなげる視点が必要である（福岡）。
- 住民避難には人々の温暖化に関する認識を醸成させることが重要（オランダでは住民と一体の取り組みを進めている）（中北）。



- 津波を踏まえ、大河川氾濫時の危機管理対策について検討する必要がある（二瓶）。
- 二線堤（旧堤防）に加え、自然堤防（地形）や道路（盛土）の活用方策について調査・研究すべき（福岡）。



### 2.3.6 不確実性への対応

→どのような基本スタンスで行くか？

→総合減災システムへの反映

→“順応的管理”の有効性と限界

→水文モニタリングのあり方

- 不確実性があることから、最悪シナリオ群を考慮すべき（中北）。
- 今対策（投資）しないと、将来大きな費用が必要となることを世の中に訴えていくという、アセットマネジメントの視点があり得る。不確実性が伴う中でどのように必要性を説明するかが課題となる（角）。
- 過去の事例は住民にとって理解しやすい（渡邊）。
- 超過洪水に対応するための川の技術を議論するときに、不確実と言い過ぎないようにすべき。国総研としては、不確実性の意味を整理し、不確実なものについての対応の考え方を打ち出していくべき（福岡）。
- IPCC や海外のレポートのように、河川事業にとって気候変動により良い影響がある部分も整理しておくべき（中北）。

### 3. 参考資料

ワークショップの参加登録及び会場で配布したアンケートから得られたデータを掲載する。

#### 3.1 聴講者数・所属組織

事前申し込み： 131 名（キャンセル 3 名を含む）

事前申し込み参加者： 100 名

当日申し込み参加者： 16 名

参加者（合計）： 116 名

表-Ⅲ. 3. 1 参加者の所属組織の内訳

	民間企業 (建設業)	民間企業 (コンサルタント)	民間企業 (その他)	特殊法人・特殊会社	財団・社団法人	独立行政法人	地方公共団体	大学等教育関係	学生	国の機関 (国土交通省)	国の機関 (国土交通省以外)	その他	計
事前申し込み	7	50	11	1	5	7	1	15	0	30	2	2	131
事前申し込み参加者数	7	35	10	1	4	6	1	12	0	20	2	2	100
当日申し込み参加者数	1	7	1	0	1	0	0	0	0	6	0	0	16
参加者数(計)	8	42	11	1	5	6	1	12	0	26	2	2	116

#### 3.2 聴講者の属性（職業、性別、年齢）

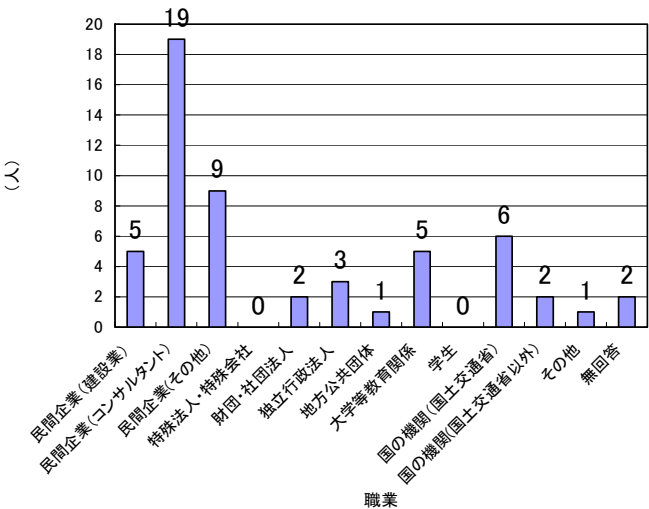


図-Ⅲ. 3. 2 職業

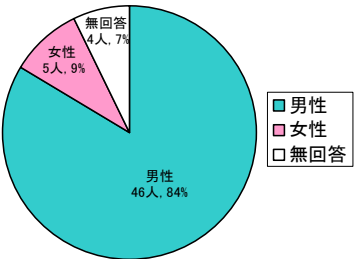


図-Ⅲ. 3. 3 性別

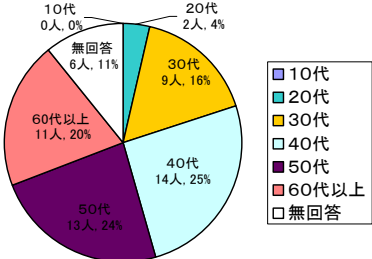


図-Ⅲ. 3. 3 年齢

### 3.3 アンケート

問1：今後の我が国の水災害分野での適応策を推進する上で、どのような研究が必要とお考えでしょうか。ご自由にご記入下さい。

- ・ 東日本大震災をふまえ想定外の外力への対応の考え方、計画論（建設業、男性、50代）
- ・ 技術制約のもと施設老朽化の中で維持管理・基本哲学（建設業、男性、50代）
- ・ ダム再活性化技術（建設業、男性、50代）
- ・ 本日の報告等をお聞きして、気象予測データを基に河川施設の操作か予測を行っている事を知り技術の進捗を実感する事ができました。早く完全な3次元での河川シミュレーション実現が簡単に出来るようになると良いと思いました。（国土交通省、50代）
- ・ 気象予測精度の向上、不確実性のある予測の適切な利用手法の開発（財団・社団法人、男性、60代以上）
- ・ 「不確実だからと言って遅らせるな」国が動かないと地方は動けない。不十分かもしれない事業が続いている現実。「気候変動予測結果の翻訳」を早急に利用可能な形にまとめて欲しい。（大学等教育関係、男性、50代）
- ・ 河道やダムでの適応幅は限られるため氾濫原対策を含めた研究が必要ではないでしょうか？（コンサルタント、男性、40代）
- ・ 全面的に河道から溢れるような洪水が来た場合、私達は事前にどこに住めばいいのでしょうか？（コンサルタント、男性、40代）
- ・ 積雪の変化と融雪出水や極地豪雨による土砂災害への影響（国土交通省、男性、50代）
- ・ 研究対象ではないかもしれないが、一般に不確実性を持つ適応（策）を理解してもらうことのむずかしさを如何に対応するか。（建設業、男性、50代）
- ・ 既存積み上げに対する「こだわり」を感じる。（国の機関、男性、50代）
- ・ 気候変化による外力の変化（予測、調査、観測、分析）の把握（民間企業、男性、40代）
- ・ 流域等での安全確保の考え方（民間企業、男性、40代）
- ・ 都市に特化した治水方策のあり方について研究を推進して欲しい。例えば河川と下水道の関係、極値的な集中豪雨への対策といった事項に関心があります。（地方公共団体、男性、40代）
- ・ 具体策として、まず1つ2つで良いので実施すべき事、実施できる事を（国土交通省、男性、50代）
- ・ 他分野との総合政策としての調整、在野技術者の教育に役立つ施策を（国土交通省、男性、50代）
- ・ 人口減少・高齢化が進んだときの洪水管理（樋門等の操作、避難速度など）（国土交通省、男性、40代）
- ・ 敢えて氾濫させるときの制度設計（片岸を犠牲にする際の意思決定者、補償など）（国土交通省、男性、40代）
- ・ 人口が減り厳しい財政の中で治水にどれだけ投資できるのか（国土交通省、男性、40代）
- ・ 我々の目指す流域の姿はどのような流域か、継続可能か（国土交通省、男性、40代）
- ・ 極値的な豪雨が起こった際の適応策（主に小河川や内水氾濫か）が必要では（国土交通省、男性、40代）
- ・ 海外への戦略的な技術協力が必要か、大事な国（タイなど）あるのか（国土交通省、男性、40代）
- ・ 温暖化で植生が変わり、河道内の自然環境の変化もあり人々の暮らしに影響を与えるのか（農作物の変化や河川の魚種の変化など）（国土交通省、男性、40代）
- ・ 確実性をあげるための研究もしくは証明するための観測（国土交通省、男性、40代）
- ・ 気候変動と地震（震災）がWで起こった場合の水災害対策をどのように考えているか（建設業、男



性、60 代以上)

- ・ 想定外の外力をも考えての対策も必要であろう (建設業、男性、60 代以上)
- ・ 河川の堤防が整備されていても地震が起きて破壊されてしまって堤防の機能を果たさなくなった時にいかに対処していくかを考えておいてはいかがか (建設業、男性、60 代以上)
- ・ ダムの異常出水適応、諸外国 (特に欧米、韓国) では洪水吐増強やフィルダムの越流保護等、整備的なものを含め日本より積極的かつ柔軟な対応が始まっている。これらの新技術を日本にも導入できるよう国が先鞭をつけていただけるとよいと思います。(民間企業、男性、50 代)
- ・ 河川にとってのレベルの考え方とその対応策 (コンサルタント、男性、40 代)
- ・ 河川管理者が流域をマネジメントするための法的検討も含む統合流域管理の概念の取り入れ (コンサルタント、男性、40 代)
- ・ パネルディスカッションでもありましたが、河川だけの議論では不十分であり周辺住民、街造りと一体となった議論とそれを元にした技術的検討が必要だと思います (建設業、男性、50 代)
- ・ 二瓶先生の指摘にあった津波防策で提案されている L1、L2 の考え方に氾濫を前提にした対応等を河川でも検討すべきであると思います。(建設業、男性、50 代)
- ・ 河川管理者が保有するデータ手法の一般への公開 (データベースの共有、モデル、手法、パラメータ、施設操作規則、諸元、水権利、雨量、流量、水質、取水実績等) (大学教育関係、男性、30 代)
- ・ 将来予測だけでなく過去の雨量、気温、流量データを統計解析し、その中に温暖化 (気候変化) の影響と思われる現象を抽出する研究 (大学教育関係、男性、30 代)
- ・ 研究成果報告、ワークショップ、共同研究を積極的に実施する (情報、問題、課題の共有) (大学教育関係、男性、30 代)
- ・ 治水だけでなく人口分布の変化も重要なファクタであるとのコメントがあり、まさにその通りだと思います。そうは言っても実務におとしこむ際には、今の技術と予算では可能なことからひとつずつ片付けていくことになろうかと思ひます。今後は関連データの整備、解析ツールの作成と公開、解析結果の GIS データとしての公開方法など具体的な情報処理の研究にも取り組んで頂ければと思います。(民間企業、男性、30 代)
- ・ 確率論やリスク分析による投資のあり方と具体のハザードを防ぐ話が同時に評価されていて先が見えない。両者を分けて全体的にどう進めていくか研究の統合的管理が望まれる。(コンサルタント、男性、50 代)
- ・ リスク分担については過去の合意形成を更に詳細に分析し、心理学をも含めて方向性を見出して欲しい。(コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 流域毎、地域毎の適切な影響評価手法、バイアス補正、ダウンスケールの対応、目的 (頻度、極端現象) に応じた適切な手法 (コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 外力増 (変化) を適切に評価する流出・氾濫解析手法の開発 (コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 外力増を適切に評価する施設安全度の評価手法 (コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 複合的対策による最適な適応等組み合わせの考え方 (コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 河川サイドの研究のみでなく (実施されているかもしれませんが) 都市サイドと協働して適応策をする必要があるのではとも思いました。例えば上・中・下流でのブロック別の氾濫被害を研究されていますが、これは現状の話で都市サイドでは高齢化、人口減少、価値観変化などによるコンパクトシティなど住む場所を変えていく事も考えられており協働して都市流域としての対策を研究する。(困難でしょうが) 福岡先生が発言された事と全く同感で感じていました。(コンサルタント、男性、50 代)
- ・ 昔の低地住民が水塚 (局部的に土盛りし蔵を建てた避難場所) を作って自衛したように、小さい面

積毎への避難場所または建物の整備方策（NPO、男性、60代以上）

- ・ 流域内の人口減少、産業構造、配置の大変動を受けて住民的に河川改修計画のあり方、合理性を追求する研究を（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ 流域全体の地表水、地下水を総合的にとらえながら、例えば河道の詳細検討については準三次元一般底面解析法を適用するというような使い方ができないものか
- ・ 地域連携を考えた場合、ステークホルダーの方が知りたいと思う情報を、可視化できるような仕組みができないかと思いました。例えば、森を守りたい人には、森の質の変化が洪水や渇水にどのような影響となって現れるのか、河川整備により瀬や淵がどのように変化し生態系にどのような影響となって現れるのかなどをシミュレーションにより可視化し、様々な疑問を皆で考えることができるツールがあれば、合意形成に役立つのではと思っています。

問2：気候変動適応策に関する研究 中間報告書（草稿）への意見がございましたら、ご自由にご記入ください。

- ・ 河川分野と民間分野の役割分担（民間分野への計画提案）－住民の立場に立って水災を失くすための研究を（河川の立場からの研究でなく河川計画の研究は含むとして）（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ 利根川水系の全体の非定常流量による解析をして安全、非安全区間の抽出を（特に江戸川分派点、鬼怒川合流点、思川合流点、河道内貯水池効果などに留意（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ 超過洪水の対策としての江戸川からの左右岸の堤防構造が異なることをどう評価、合理化するのか。他の河川への適応性はいかがか（重点投資の極限治水形態の一つとして）（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ ダムの操作については、「ダムのただし書き操作の指針」づくり、およびそのための各種センサー、レーダ雨量、水位計の配置のあり方の研究を（このことが新たな操作の方法に繋がることになるように考えます）（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ できるだけ早く公表して頂きたい。（コンサルタント、男性、60代以上）
- ・ 河川計画論、河道計画論の根本的な見直しの可能性にふれるトライを。（建設業、男性、50代）
- ・ 積み残しは何か、それに対する方針はどう考えるかという章を付け加えるべき（見出しが全て読めない為、相当する節があれば無視して下さい）（国の機関、男性、50代）
- ・ 「不確実性を内蔵したリスクマネジメント」であると考えれば、観点を変えればこれまでやってきた河川計画と何ら変わらない。これまでの計画が不十分であったとは思いますが、より広く、より多くの事象を考えねばならないことになると思う。（国土交通省、男性、50代）
- ・ 総合政策の問題なのかも（国土交通省、男性、50代）
- ・ 広報としては、もっと活用すべきと思う。（国土交通省、男性、50代）
- ・ 「何が起こるか想像力を働かせよ」に同感。（国土交通省、男性、50代）
- ・ 新ダムできないから既設ダムの活用を考えることになるが制度の検討やダムが対応すべき外力の持ち分の検討、合意が必要。（国土交通省、男性、50代）
- ・ 事前に読んでからワークショップに参加できたら、より議論ができたと思います。（建設業、男性、50代）
- ・ 最新の知見、解析手法、データ等のレビューが必要（大学教育関係、男性、30代）
- ・ 適応策のメリット、デメリットの整理が必要（ケーススタディでは不十分）（大学教育関係、男性、

30代)

- ・ 報告の内容が適応策の検討になっていない。(大学教育関係、男性、30代)
- ・ 海外ですでに実施されている適応策のレビューと日本独自に必要な適応策の分析が不十分(遅れている印象を受ける)(大学教育関係、男性、30代)
- ・ 適応策の提案内容が期待外れ(もっとさまざまな対策、大胆な対策・検討)(大学教育関係、男性、30代)
- ・ 将来のシナリオがばらばら(標準、最良、最悪くらいは統一すべき)(大学教育関係、男性、30代)
- ・ 渇水の議論が少ない(大学教育関係、男性、30代)
- ・ 2.1.3(流域と一体となった浸水被害軽減方策に関する研究)が大変实际的で解りやすいと思いました。この研究はおそらく人類が正解を知りえないことに本質があると思いますので、いかに社会的合意を得るかが重要だと思います。そのためには研究成果の公表に加え、データや手法を公開し第三者の再利用を促進するとともに水災リスク情報の公報に関する社会実験があれば尚よいと感じました。(民間企業、男性、30代)