

# 十勝川千代田実験水路の概要

北海道開発局 帯広開発建設部

# 千代田実験水路の概要について

## 目的

実物大河川実験施設を用いた実験・研究により、堤防破壊プロセス、河床変動などの土砂移動、河道内樹木の密度と洪水時の抵抗、多自然型工法や樹木・植生などによる堤防や河岸の保護機能等を解明し、安全で安心できる国土づくりや美しい国土づくりに資する成果を得ることを目的とする。



## これまでの経緯

平成7年～ 千代田新水路事業着工

平成11年～ 実験水路整備検討委員会(第1～3回)

(基本構想、研究テーマ、ゲート方式、実験水路の基本形状を検討)

平成16年～ 千代田実験水路運営準備会(第1～5回)

(研究テーマ、実験水路形状、観測機器の検討)

平成19年～ 千代田新水路の供用、実験水路における実験の開始

## 研究テーマ案

千代田実験水路運営準備会での議論を踏まえ、4つの主テーマ案が取りまとまっている。

テーマ 1 : 堤防等破壊プロセスに関する研究

越流や浸食による堤防破壊のプロセスを研究する。

テーマ 2 : 河床変動など土砂移動に関する研究

河床波の形成メカニズムや抵抗則等について研究する。

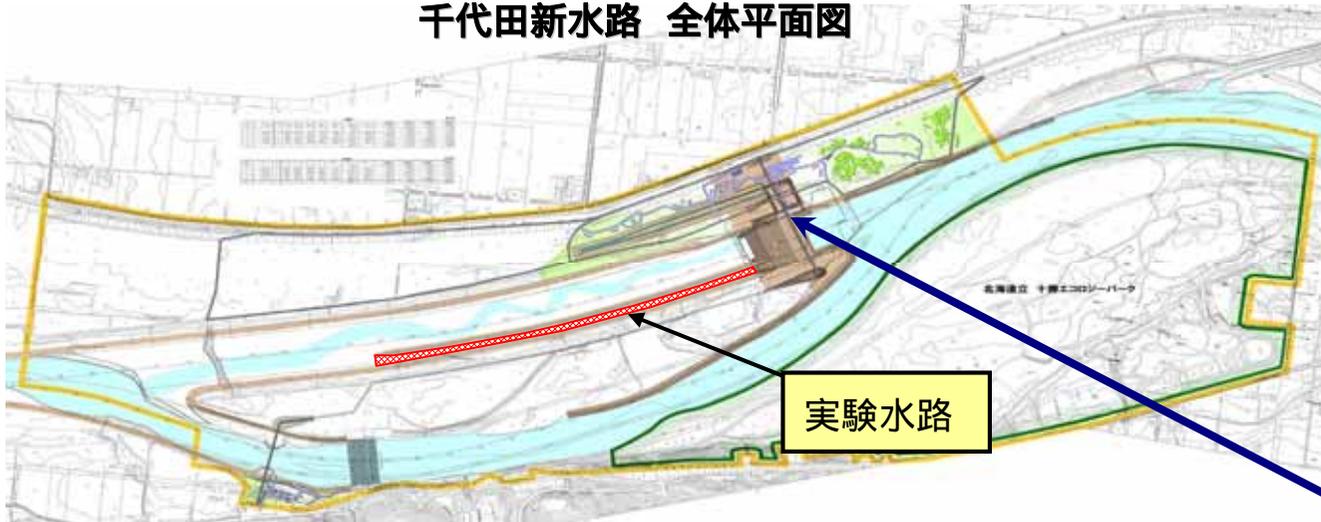
テーマ 3 : 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究

河道内樹木群における流体抵抗係数、境界混合係数を研究する。

テーマ 4 : 多自然工法や樹木・植生などによる  
堤防や河岸の保護機能に関する研究

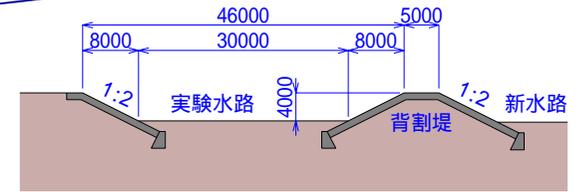
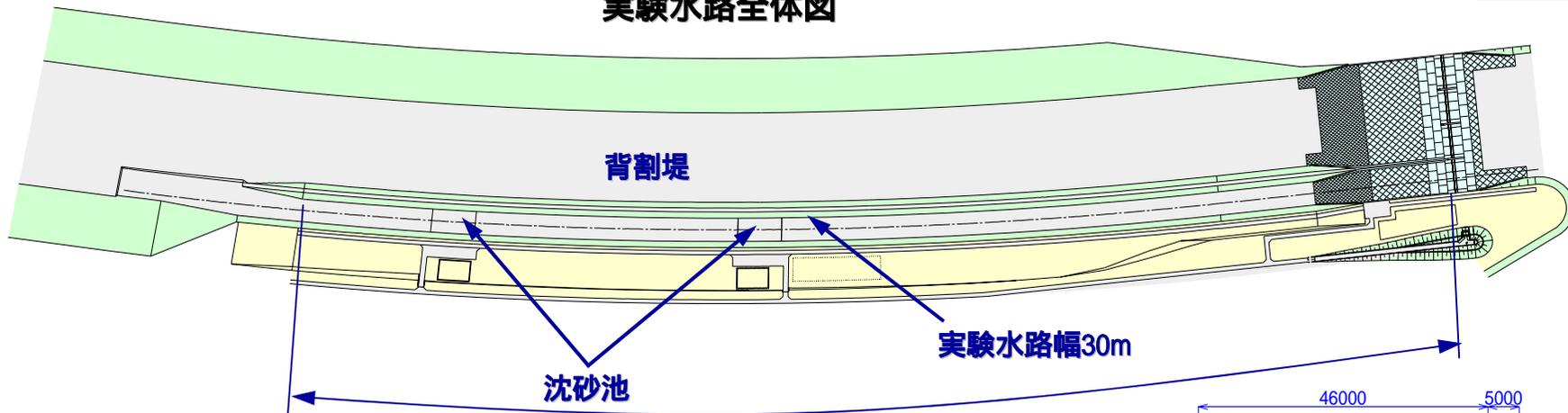
# 実験水路の諸元

千代田新水路 全体平面図



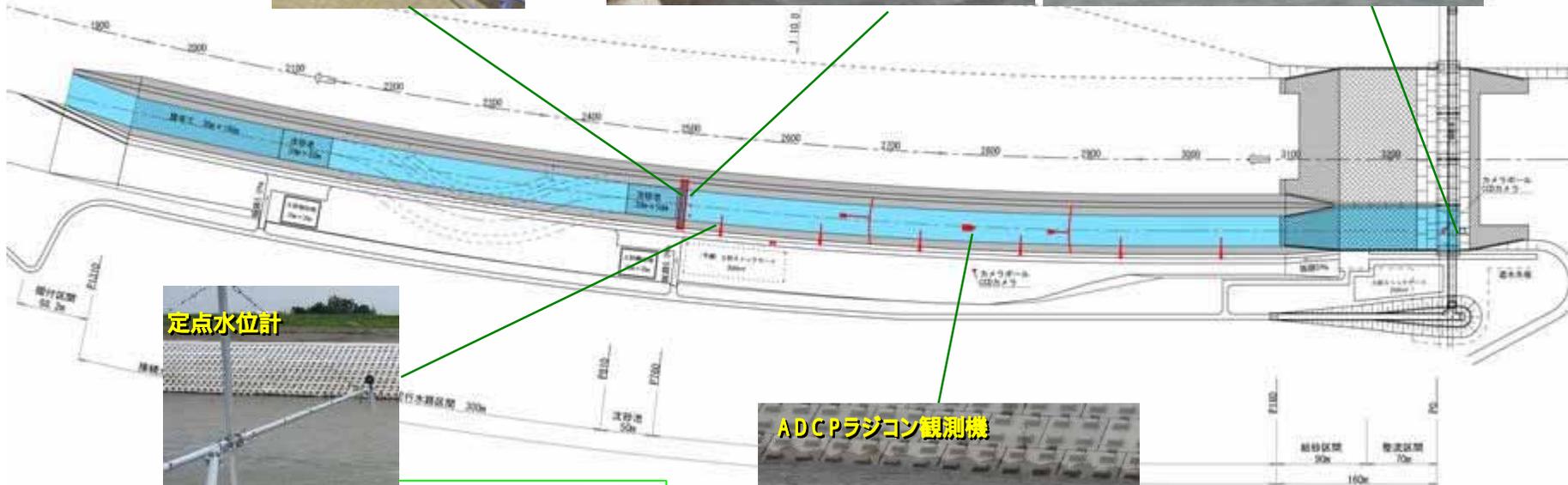
分流堰ゲートの構造図

実験水路全体図



実験水路断面形状

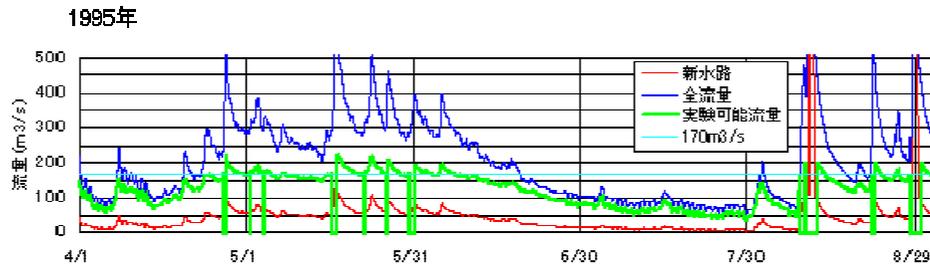
# 主な観測機器案



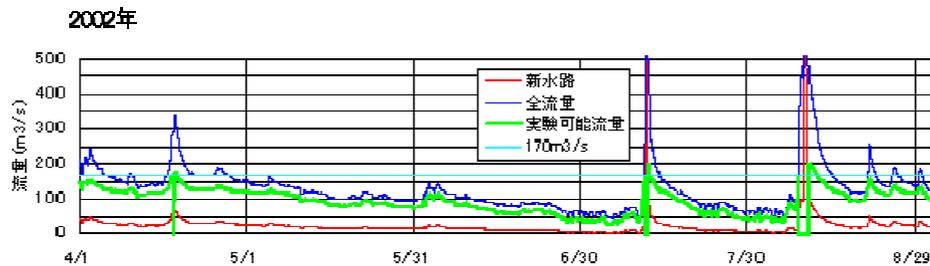
# 実験可能な流量

縮尺1/10模型実験における流況

## 雪解け流量が比較的多い年 例)1995年



## 雪解け流量が比較的少ない年 例)2002年



実験可能期間:4月～8月(153日)  
 通水可能流量:170m<sup>3</sup>/s(最大)

著しく流量が少ない年を除いて、概ね100m<sup>3</sup>/sの流量を確保  
 洪水警戒態勢移行時に、実験は中止

流量(m <sup>3</sup> /s)	50	100	150	170
実験可能日数	141	98	28	12
/ 153日	(92%)	(64%)	(18%)	(8%)

実験可能日数は10年間の平均値

**参考：千代田新水路事業**

# 十勝川 平成7年～平成18年 千代田新水路事業1

## 千代田地区の水害

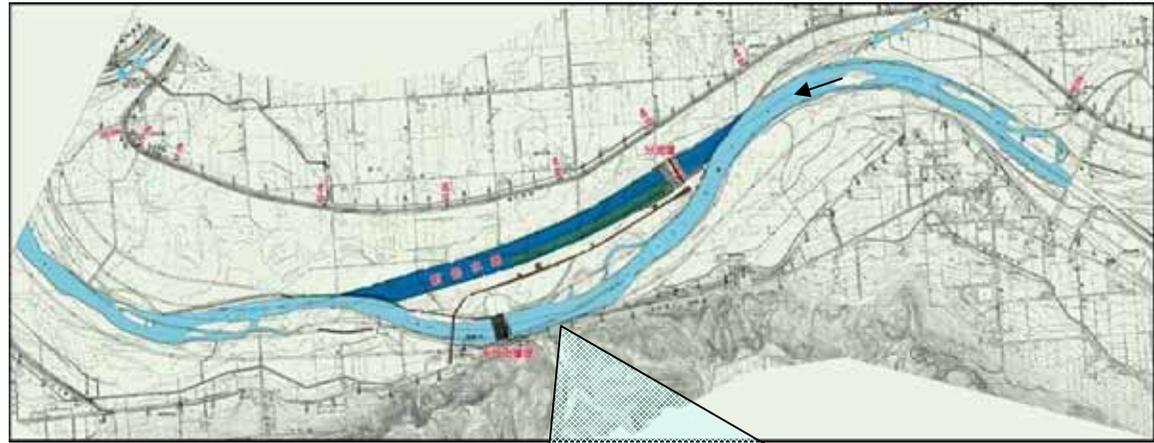
昭和56年8月の洪水は、約6,000m<sup>3</sup>/sの流量で計画高水位を超えた。このため、付近一帯の田畑に冠水し、千代田堰堤右岸側の護岸が崩壊(写真右)、サケ・マス採卵場等の家屋も床上浸水して、流出寸前という状態になった。この出水により床上・床下浸水355戸、総額548億円もの被害が発生した。



## 千代田付近の河道の特徴



昭和56年8月の洪水(十勝川千代田堰堤)



低水路が左岸側に大きく湾曲し、洪水時のスムーズな流れを阻害し、計画高水流量9,300m<sup>3</sup>/sに対して現況流下能力が約4,000m<sup>3</sup>/sと低い状況であった。

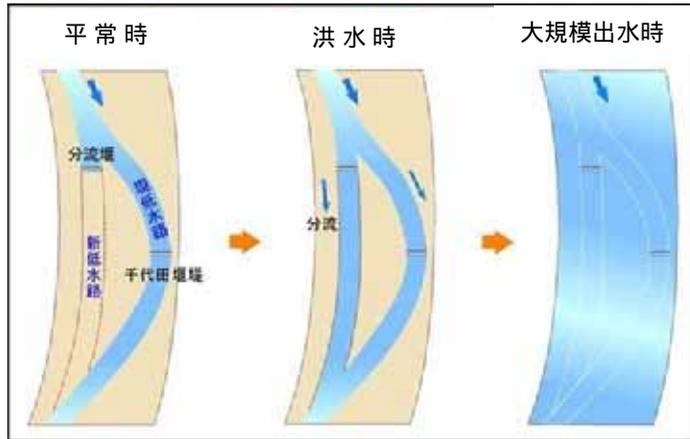
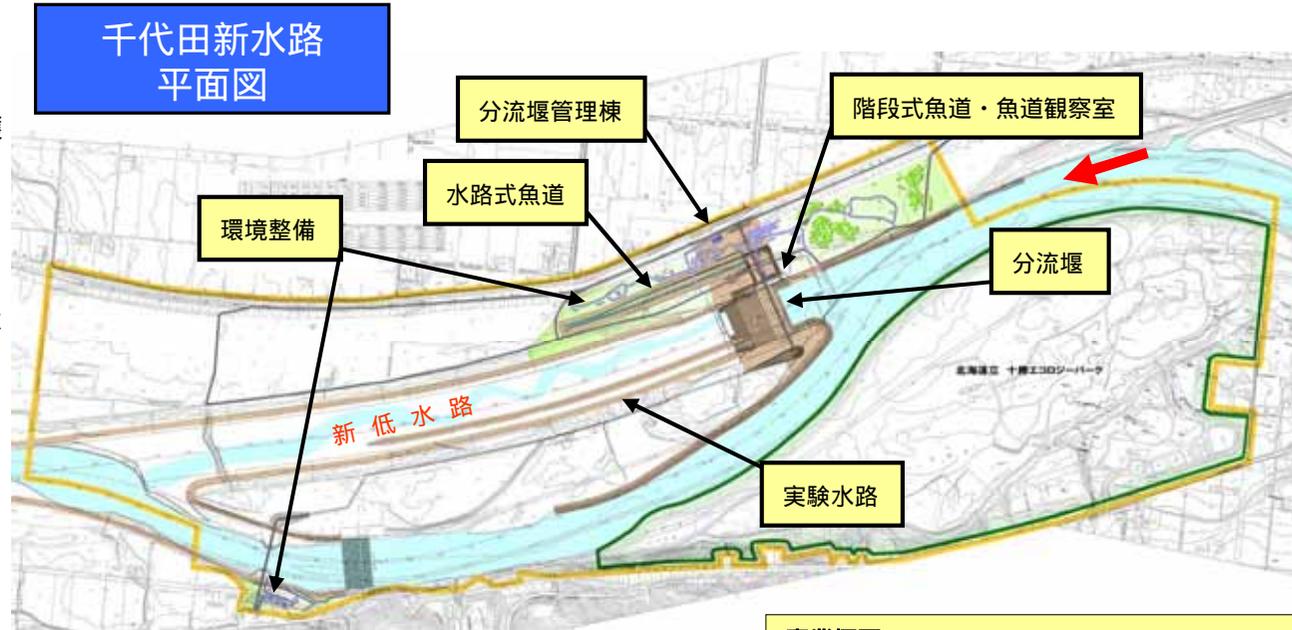
右岸の高水敷に新たな低水路を掘削し治水安全度を向上させる計画を立てた。

# 十勝川 平成7年～平成18年 千代田新水路事業2

## 目的・事業内容

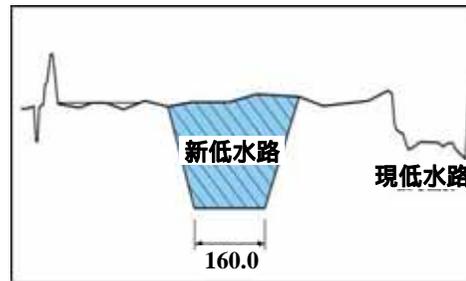
千代田新水路の目的は、サケの捕獲場、観光の名勝となっている千代田堰堤を残しつつ、現況の流下能力不足を解消すること。右岸高水敷に新たな低水路を掘削し、新低水路の上流側には分流堰を設け、通常時はゲートを閉めて現低水路に水を流し、洪水時にはゲートを開けて新低水路にも水を流す計画。

## 千代田新水路平面図



新水路のイメージ図

分流堰(H17年)



新低水路の断面。延長L=2,600m  
低水路幅 W=160m

## 事業概要

予定工期：平成7年度～平成18年度  
位置：十勝川(KP42.5～45.3)  
幕別町・池田町

## 工事概要

河道掘削：長さ=約2,600m 幅=約160m  
水路勾配：1/637～1/807  
堰堤工：分流堰(鋼製起伏式ゲート)  
扉高3.91m、堰幅45.3m×4門  
管理橋：橋長455m、幅員6.5m

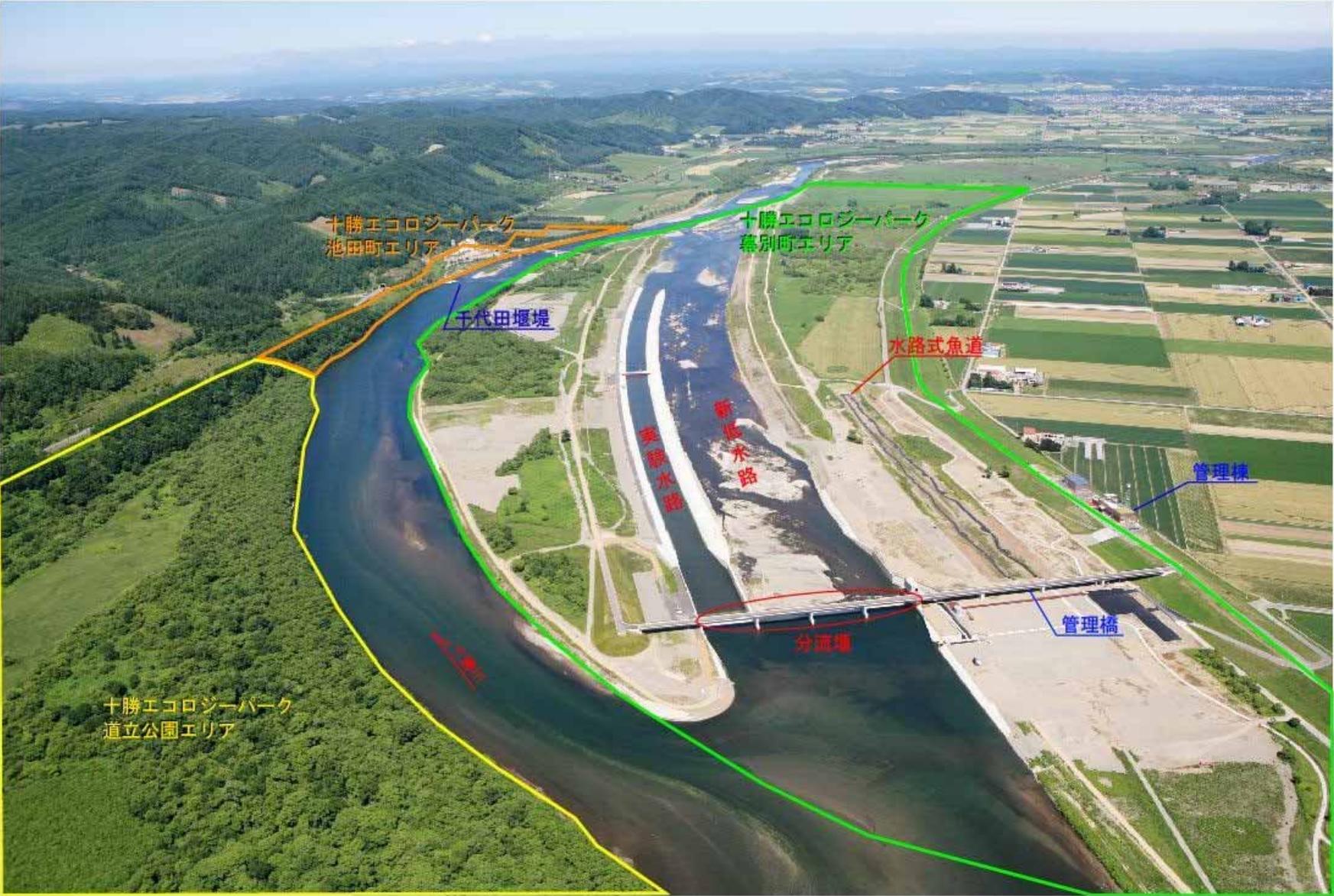
## 十勝川の流量

平均年最大流量：1,648m<sup>3</sup>/s  
年平均流量：153m<sup>3</sup>/s

分流堰には、流量調節の容易さと経済性に優れた、起伏式ゲート(転倒式)を採用。高さ3.91m、幅45.3mのゲートを4門設置し、起伏式ゲートとしては、国内最大級。

# 千代田新水路周辺の様子

平成19年7月 現在



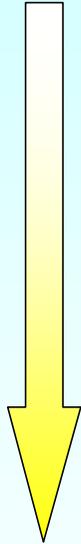
参考:これまでの委員会等の経緯について

# 千代田新水路と実験水路の経緯について

S50 千代田堰堤被災  
災害復旧工事实施

S56 千代田堰堤被災  
災害復旧工事实施

**H7 千代田新水路事業着手**



**H19 千代田新水路事業完成  
運用開始**

S50

S56

H 6

H11

H12

H16

H19

H21

H6

H11

H 12 ~ H15

H 16 ~ H17

H19 ~ 20

H21

・河川改修案検討、新水路方式を採用

・ゲート構造を起伏式に決定  
 ・千代田実験水路整備検討委員会開催  
 (実験水路の意義、研究テーマ、実験水路形状、計測観測施設について  
 委員会にて提言がまとめられる)

・千代田実験水路の設計及び観測設備の検討

・千代田実験水路運営準備委員会開催  
 (実験水路の整備、運営、実験計画立案に関する学術的な見知  
 からの検討・審議を行う)

・千代田実験水路アドバイザー委員会、実験検討会設立

・千代田実験水路にて実験開始

# これまでの委員会の開催日時と議事概要

## 整備検討委員会

現地検討会：平成11年 6月10日(帯広)

現地見学会が実施され、実験水路の概要、研究テーマ、施設の規模・構造等が説明された。

第1回：平成11年 7月14日(札幌)

新下水路の位置付け、研究テーマ、実験水路の規模・構造、ゲート構造、土砂流入について議論がなされた。

第2回：平成11年10月 1日(帯広)

実験水路の意義、研究テーマと実験水路形状、ゲート構造、計測・観測施設について議論がなされた。

第3回：平成12年 1月28日(札幌)

実験水路の意義、研究テーマ、実験水路形状・規模、計測・観測施設、実現に向けての方針が確認され、委員会の提言が取りまとめられた。

## 運営準備委員会

第1回：平成16年 1月 9日(札幌)

実験水路の運営形態・委員会の役割、公募方法・共同研究、研究テーマとスケジュール、水路形状、観測設備について議論がなされた。

第2回：平成16年 3月 4日(帯広)

現地見学会が実施され、委員会の役割、運営方法、研究テーマとスケジュール、観測施設について議論がなされた。

第3回：平成16年 9月 1日(札幌)

研究テーマ、実験スケジュール、観測方法と測定装置、運営方法(共同研究)について議論がなされた。

第4回：平成16年12月 9日(札幌)

研究テーマと年度別スケジュール、予備実験、観測施設、運営方法とアドバイザー委員会、共同研究、新水側の実験について議論がなされた。

第5回：平成17年 3月10日(札幌)

研究テーマと年度別スケジュール、実験内容と条件、予備実験、観測施設、運営方法と委員会、共同・活用研究について確認がなされ、提言が取りまとめられた。

# これまでの委員会のメンバー

## 整備検討委員会

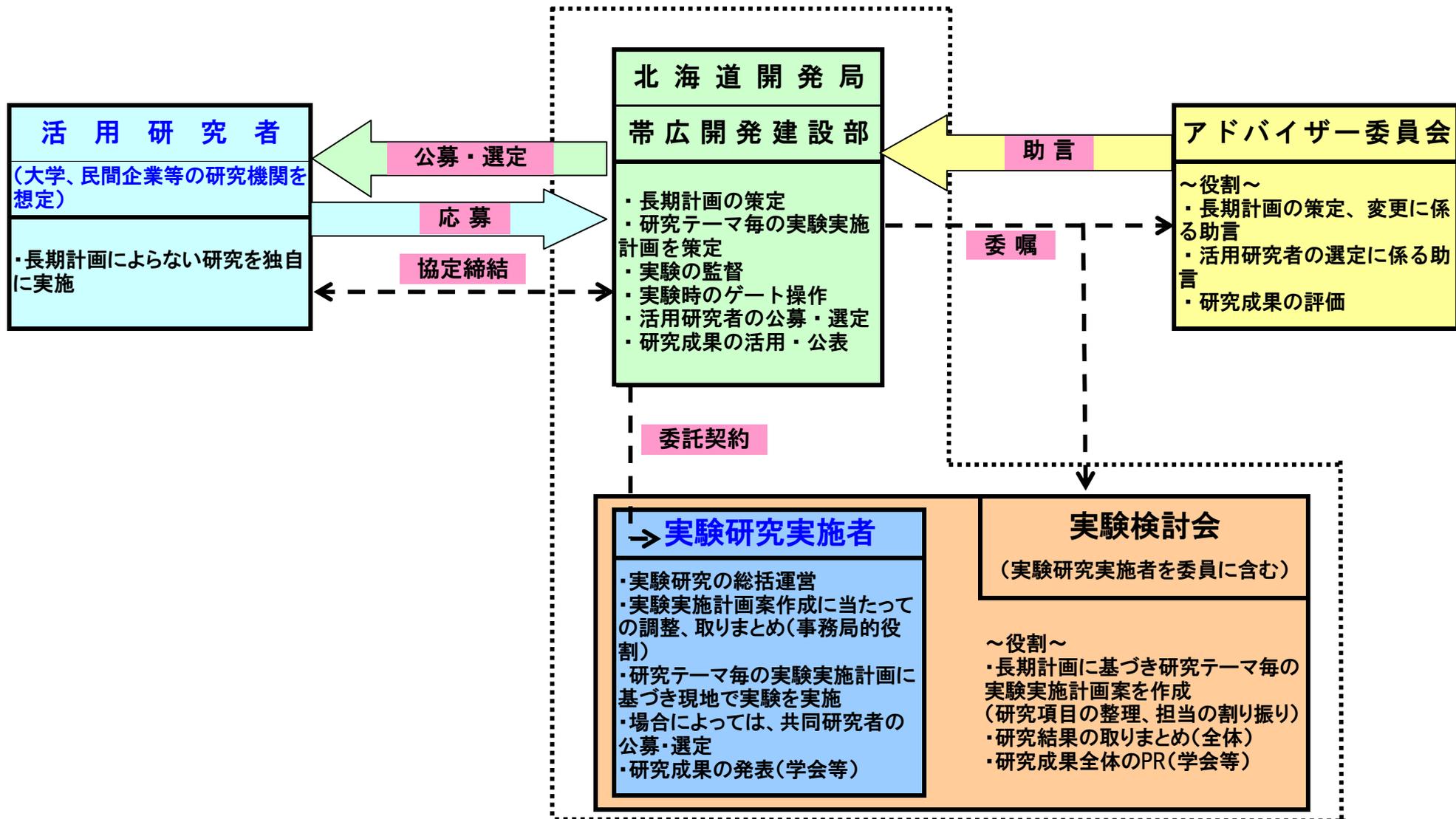
清水 康行	北海道大学大学院 工学研究科 助教授	足立 敏之	建設省河川局 河川環境課 建設専門官
中川 一	京都大学 防災研究所 助教授	島谷 幸宏	建設省土木研究所 環境部 河川環境研究室 室長
長谷川和義	北海道大学大学院 工学研究科 助手	藤田 光一	建設省土木研究所 河川部 河川研究室 室長
早川 博	北見工業大学 土木開発研究科 助手	吉田 義一	北海道開発局建設部 河川計画課 課長
泉 典洋	東北大学大学院 工学研究科 助教授	渡邊 康玄	北海道開発局 開発土木研究所 環境研究室 室長
宇塚 公一	建設省河川局 治水課 流域調整官		

## 運営準備委員会

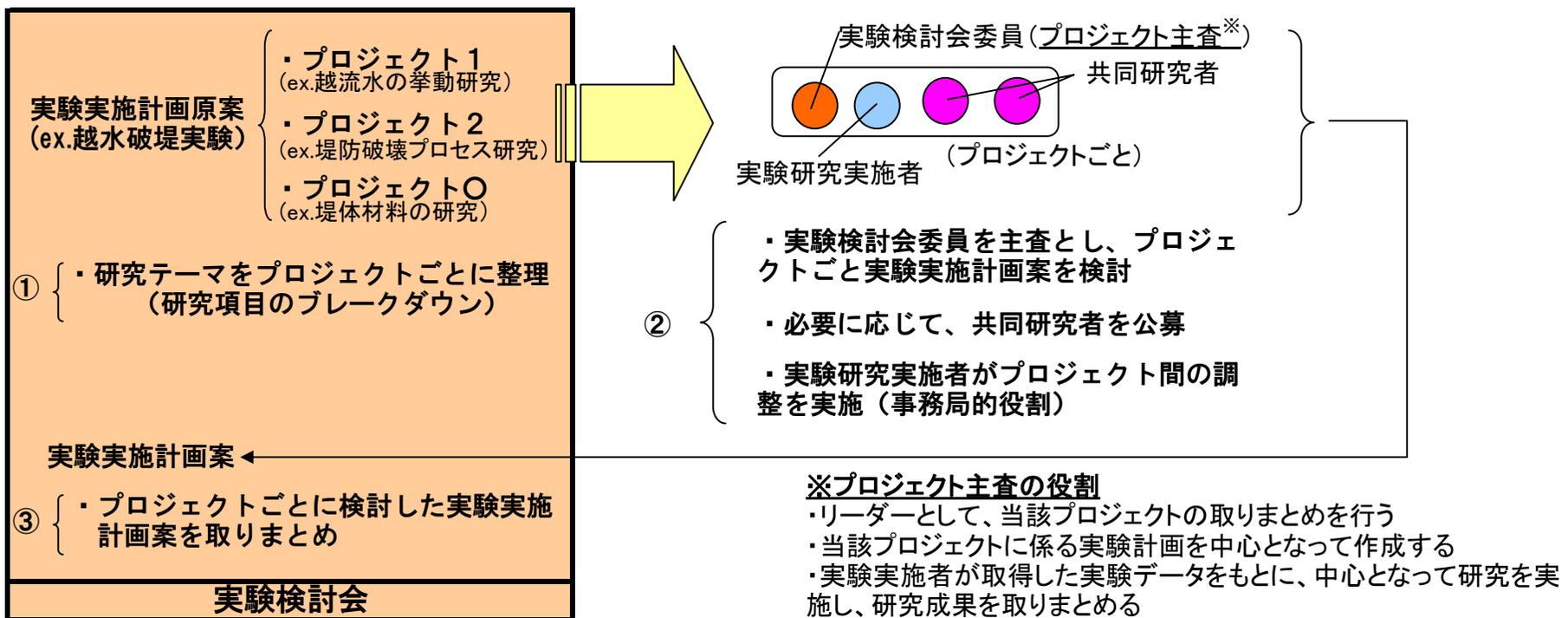
清水 康行	北海道大学大学院 工学研究科 助教授	末次 忠司	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 室長
長谷川和義	北海道大学大学院 工学研究科 教授	渡邊 康玄	(独)北海道開発土木研究所 環境水工部 河川研究室 室長
泉 典洋	東北大学大学院 工学研究科 助教授	中津川 誠	(独)北海道開発土木研究所 環境水工部 環境研究室 室長
戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 工学研究科 講師	原 俊哉	北海道開発局 建設部 河川計画課 河川企画官 (平成15年度:今日出人河川企画官)
藤田 光一	国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 室長		

# 千代田実験水路の運営について

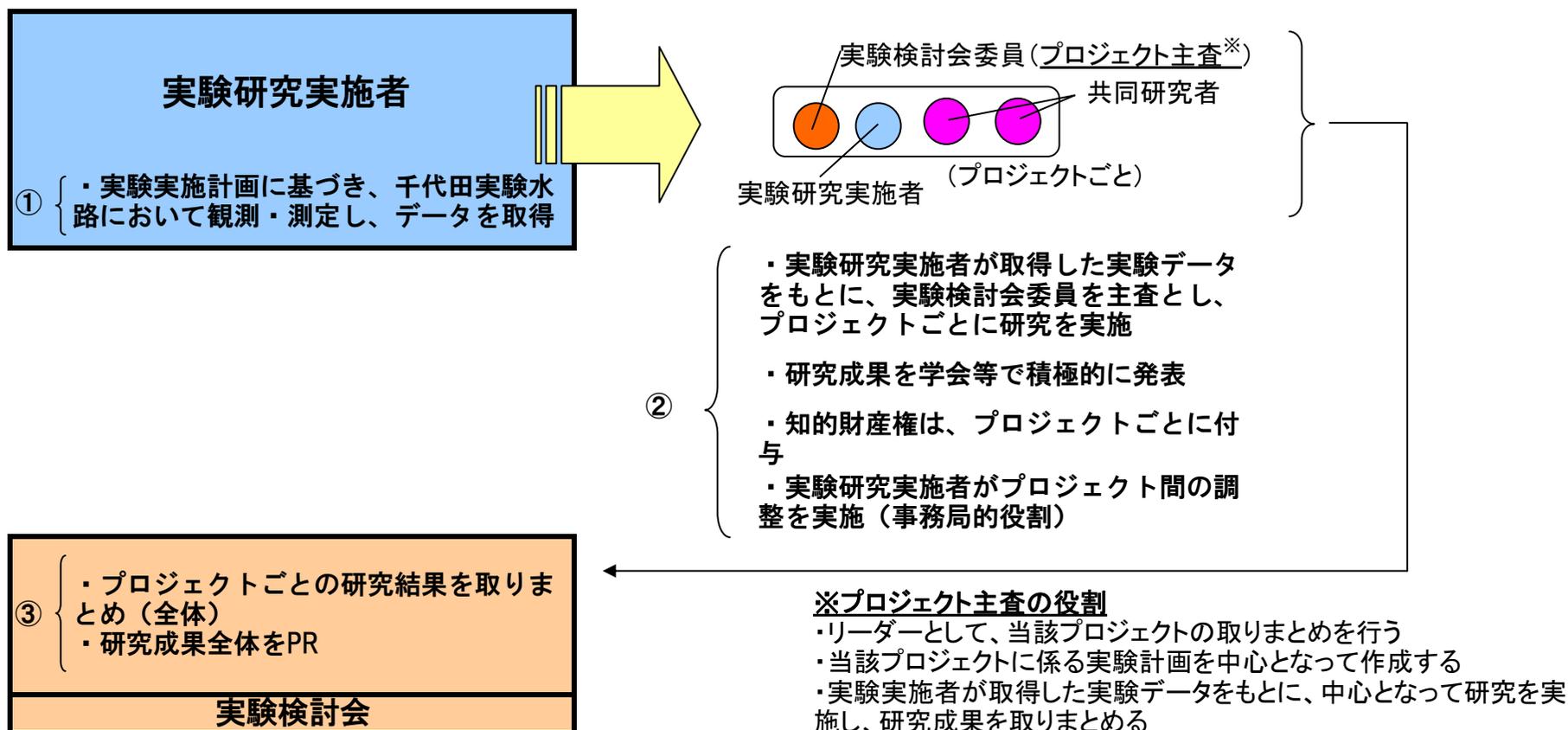
## 資料 2



# ○実験実施計画案作成の流れ



# ○研究結果の取りまとめの流れ



# ○実験検討会委員名簿

H19年7月30日現在

氏名	所属
いづみ のりひろ 泉 典洋	北海道大学大学院 工学研究科 教授
しみず やすゆき 清水 康行	北海道大学大学院 工学研究科 教授【委員長】
とだ ゆうじ 戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 工学研究科 准教授
ふじた こういち 藤田 光一	国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室室長
みやじま しげゆか 宮島 滋近	北海道開発局建設部 河川計画課河川企画官
やました しょうじ 山下 彰司	(独)土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム 上席研究員
やました たけのり 山下 武宣	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室室長
わたなべ やすはる 渡邊 康玄	(独)土木研究所寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム 上席研究員

資料 3

十勝川千代田実験水路 実験研究長期計画(案)

平成 19 年 7 月

北海道開発局

## はじめに

十勝川千代田新水路は、昭和 56 年 8 月洪水を契機に、治水安全度を向上させることを目的としたものであり、新水路に併設されている分流堰には、高さ 3.9m・幅 45mと日本最大級の規模を誇る起伏式ゲートが 4 門あり、平成 19 年 4 月より運用を開始したところである。十勝川千代田実験水路（以下、「千代田実験水路」という。）は、当該ゲートの 1 門を洪水時以外に活用し、疑似洪水を起こすことができる日本最大規模の水理実験施設である。

### 1．十勝川千代田実験水路実験研究長期計画（以下、「長期計画」という。）で定める内容について

これまで、千代田実験水路における研究テーマや観測機器等に関しては、十勝川千代田実験水路整備検討委員会（平成 11 年から 3 回にわたり開催）及び十勝川千代田実験水路運営準備委員会（平成 16 年から 5 回にわたり開催）で議論されてきたところである。本長期計画では、安全で安心できる国土づくりや美しい国づくりに資する成果を得ることを目的とし、これまでの議論を踏まえ、千代田実験水路で実施すべき実験研究テーマやスケジュール、期待される役割等を取りまとめるものである。

なお、長期計画に基づいて策定される実験研究の内容については、社会情勢を勘案し、かつ、その実施状況のフォローアップを適宜行い、必要に応じてその内容、スケジュール等を見直し、柔軟に対応を図っていくものとする。

### 2．今後の河川に係る技術開発について

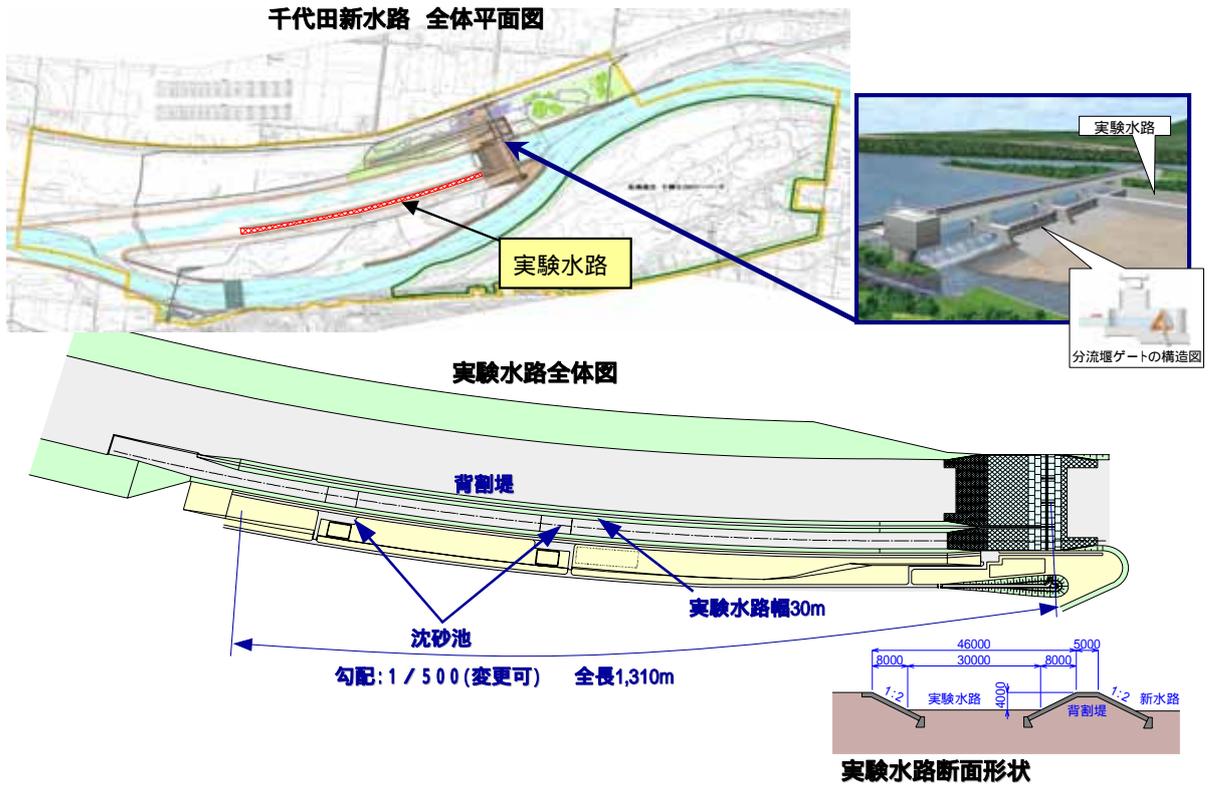
今後の河川整備のあり方については、社会整備審議会河川分科会答申「新しい時代における安全で美しい国土づくりのための治水政策のあり方について（平成 15 年）」の中で、「安全で安心できる国土づくり」、「美しい国土づくり」が基本的な考え方として示されている。千代田実験水路における実験についても、この考え方にに基づき、計画的・効率的に河川整備を推進していくにあたって、現場における個々の技術的課題を解決するための技術開発、河川工学に係る体系的・重点的な技術開発を併せて実施していく必要がある。

### 3．千代田実験水路における実験研究テーマについて

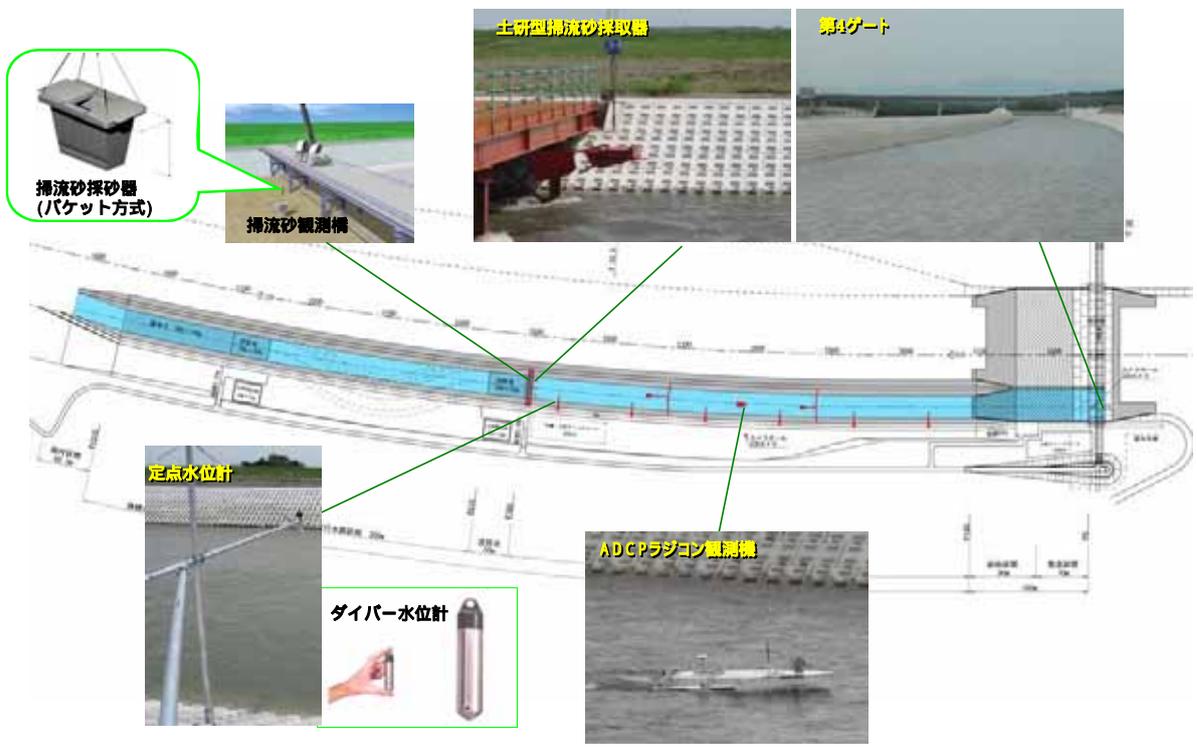
#### （1）千代田実験水路の特徴

千代田実験水路は、水路上流の起伏式ゲートにより、150m<sup>3</sup>/s 超を上限として流量をコントロールすることができる国内初となる実物大の水理実験施設であり、実物大の規模であり、粒径等のスケールの影響を受けない精度の高い流量制御が可能 充実した観測機器により、現象の把握が可能 実験水路の改変により実験条件を変更することが可能、等の特徴を有している。

# 実験水路の諸元



# 主な観測機器案



## (2) 実験研究テーマ

十勝川千代田実験水路運営準備委員会の議論においては、安全で安心できる国土づくりや美しい国づくりに資する成果を得ることを目的とし、解決すべき技術課題として、総合的な土砂管理に関する技術 洪水を安全に流下させるための技術 健全な生態系を保全するための技術 技術基準の性能規定化及びコスト縮減のための技術を挙げている。

これまでの議論を踏まえ、かつ、千代田実験水路の特徴を活かし、こうした技術課題を効果的に解決するべく、平成21年度から概ね10年間を目処とし、以下の研究を実施するものとする。なお、千代田実験水路の形状は、直線河道・単断面を初期条件とし、研究内容や成果の吟味、実験の進捗に伴い、所要の改変を加えることとしている。

### 堤防等破壊プロセスに関する研究

#### 1. 越流による堤防破壊のメカニズムに関する研究

近年の局所的集中豪雨による、越水破堤事例が発生しており、これまで、実堤防(旧堤)や大型模型実験を用いた2次元の浸透・越水状況の把握実験が行われてきた。

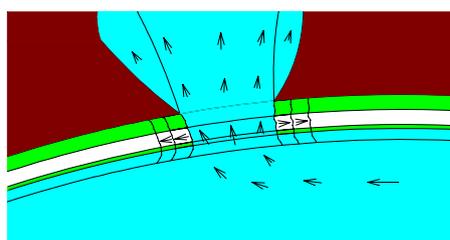
千代田実験水路において、実現象に近い状況における実験を行い、破堤メカニズムを解明することにより、安全で効果的な堤防強化方法の確立や洪水時における効果的なソフト対策への貢献が期待される。

#### (実施する研究事例)

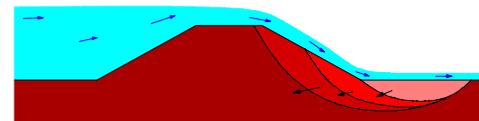
- ・ 堤防越水による3次元洗掘・破壊の広がり状況の再現と可視化による堤防破壊のメカニズムの解明
- ・ 堤体物理量、飽和度、締固度、越流水深等、破壊を引き起こす条件の推定



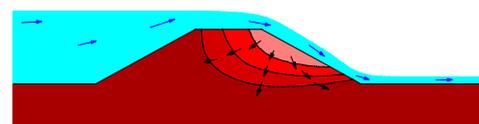
越水破堤実験イメージ図(水路狭案)



堤防上下流方向に破堤が進行していく時のイメージ



越水堤防破壊イメージ  
法尻から破壊進行



越水堤防破壊イメージ  
天端法肩から破壊進行

#### 2. 自然堤防・自然河岸侵食破壊メカニズムの研究

近年の局所的集中豪雨による、河岸・堤防の被害が発生しており、これまで、砂礫材による河岸侵食計算モデル化が中心に研究がされてきた。

千代田実験水路において、より精度の高いデータを得ることにより、自然堤防・自然河岸の侵食メカニズムの解明と合理的な護岸設計への貢献が期待される。

#### (実施する研究事例)

- ・ 堤体材料、堤防沿いの流速、水位、せん断力等、再現可能な水理諸量と侵食の相関把握や堤防・河岸侵食状況の可視化による侵食メカニズムの解明
- ・ 自然河岸の植生や樹木による河岸保護機能の検証



自然河岸侵食の様子



▲午前8時35分頃



▲午前8時37分頃

堤防破壊経過 阿武隈川支川荒川パンフレット(福島工事事務所)より  
平成10年9月 台風5号

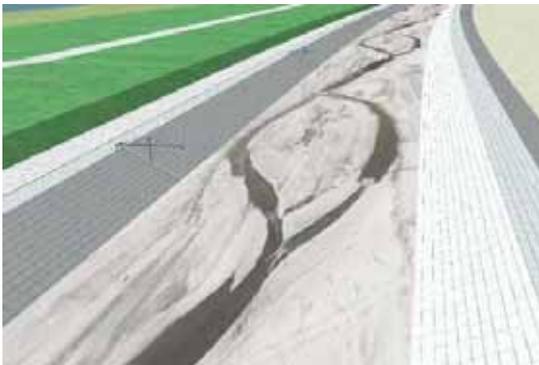
#### 河床変動など土砂移動に関する研究

### 3. 実河川の中小規模河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則の解明

洪水初期、ピーク時、減水期で変化すると推定される河床波形態を観測した例が少なく、出水中の河床波の変化状況が不明で、河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則は不明な点が多く、これまで、縮尺模型実験や実洪水の痕跡水位から河床波抵抗則の推定がなされてきた。

千代田実験水路において、洪水時の河床波の抵抗則を解明することにより、合理的な河道計画の立案への貢献が期待される。

(実施する研究事例) 洪水時の水理諸量を時間・空間的に連続観測することにより、河床波の形成・発達・消滅過程や流れの構造、抵抗則・土砂動態を解明



実験水路での河床変動実験通水後のイメージ図



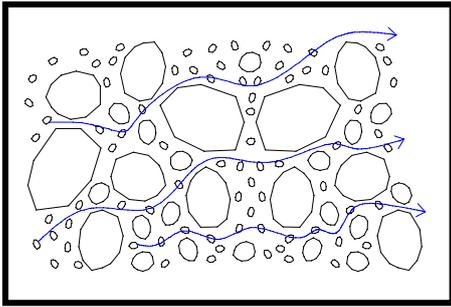
多列砂州: 論文「細田; 河川流と河床・河道変動の数値シミュレーション」より(国土交通省出雲工事事務所提供)

### 4. 混合粒径の河床状況変化に関する研究

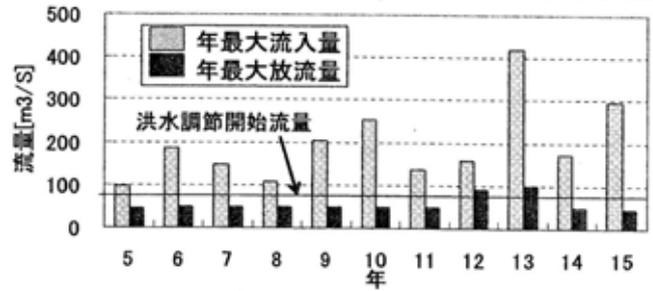
ダム下流で見られる土砂供給量の減少、流量の平滑化による河床の変化に対し、これまで、現地調査による河床攪乱の調査・研究・試験や模型実験による混合粒径掃流計算モデルの構築が行われてきた。

千代田実験水路において、模型実験では再現できない広い範囲の混合粒径河床における土砂流出機構・堆積機構を解明することにより、流砂系を踏まえたダム管理手法の高度化等への貢献が期待される。

(実施する研究事例) 縮尺模型では再現できない広い範囲の混合粒径河床における、細砂の流出機構・堆積機構を解明



大粒径礫間の細砂流下イメージ図



事例) 金山ダムの年最大流入量と放流量

### 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究

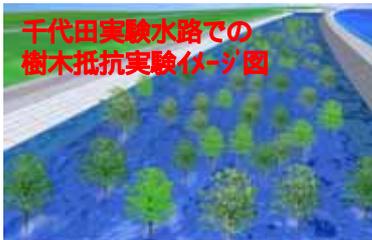
#### 5. 河道内樹木群による流体抵抗係数、境界混合係数に関する研究

環境に配慮した適切な河道内樹林の管理手法の確立が求められているなか、これまで、洪水痕跡水位からのモデルの検証、現地における樹木間流速の観測等が行われてきた。

千代田実験水路における、精度の高いデータにより、適切な樹木管理技術の向上への貢献が期待される。

#### (実施する研究事例)

- ・ 洪水時の樹木の状況(揺動等)、樹木周りの流れの状況を把握
- ・ 実物の樹木を配置することによる流体抵抗係数や境界混合係数の把握による精度の高い数値計算モデルの確立



樹林化の例



流失した河道内樹木群の例  
(庄内川)

### 多自然型工法や保護工による堤防や河岸の保護機能に関する研究

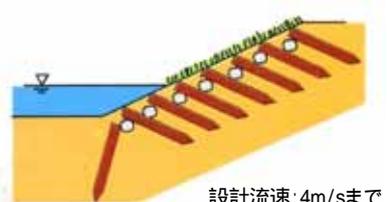
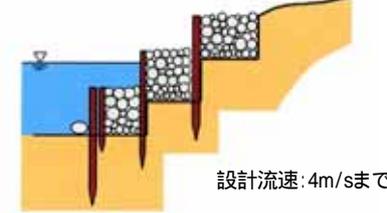
#### 6. 多自然型工法や保護工による河岸の保護機能の研究

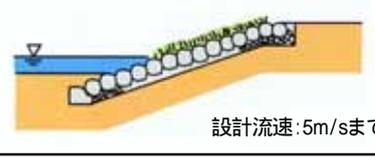
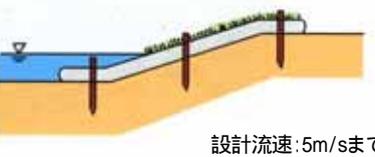
環境に配慮した多自然型工法・保護工の普及が望まれているが、具体的にどの工法がどの程度の河岸保護性能を持っているのか、過去の被災事例を参考にしつつ、経験的に耐流速を設定している。

千代田実験水路において、実現象に近い状況で代表的な多自然型工法や保護工の耐流速機能を評価することにより、適切な工法の選定・設計への貢献が期待される。

**(実施する研究の事例)**

- ・ 精度の高い水理諸条件下での検証による、効果的かつ経済的な多自然工法の選定・設計に係る諸条件を整理
- ・ 「護岸の力学的設計法」や「美しい山河を守る災害復旧基本方針」等の護岸工法選定基準等の精度向上

工法	概要図
ジオテキスタイル	
丸太格子	
粗朶法枠	
杭柵	

工法	概要図
自然石張(空)	
植生蛇籠	

美しい山河を守る災害復旧基本方針より



自然共生センター-新境川へ設置した保護工の事例

その他(テーマ ~ 以外の研究)

7. 流量・流砂量観測と既存・新規測定装置の検証

適切な河道計画を立案するためには、流量・流砂量等といった河川行政・河川工学において基本的な水理諸量を精度よくかつ簡易に観測する必要がある。現状の観測方法は、浮子による流量観測、河床高の変化による流砂量の推定が主で、特に流砂量については精度の高い観測方法が求められている。

千代田実験水路において、実現象に近い状況での精度の高いデータ収集により、精度が高く簡易な流量・流砂量観測方法の高度化への貢献が期待される。

**(実施する研究事例)** 精度の高い水理条件下での検証により、実河川で活用可能な流量・流砂量・河床高等の測定方法を検証



杭ワイヤ-式 ADCP 観測船



バケット式掃流砂採砂器



土研型掃流砂採取器

8. 流木の発生機構と流木を伴う流下形態の研究

9. 橋脚による流木閉塞メカニズムに関する研究

河川の樹林化、集中豪雨による斜面崩壊により、近年流木生産量は増加している。これに伴う流木の橋脚閉塞、河道横断構造物・高水敷への大量の流木堆積による被害、流木処理費が増大しており、これまで、縮尺模型実験による研究や洪水時の観測等が行われてきた。

千代田実験水路において、実現象に近い状況で流木の挙動を観察し、データを取得することで、適切な河道内樹木管理技術向上への貢献が期待される。

(実施する研究の事例)

- ・ 流下する流木の可視により、洪水時の流木流下メカニズムを解明すると共に、流木が河川構造物に与える影響を把握
- ・ 洪水時の流木の橋脚閉塞過程可視による、流木閉塞メカニズムの解明



千代田実験水路での流木捕捉実験イメージ図



平成 16 年水害レポート 2004 河川局 HP より  
橋脚への流木閉塞被害例

ウエンテシカン川(日高町)砂防堰堤で  
捕捉された流木

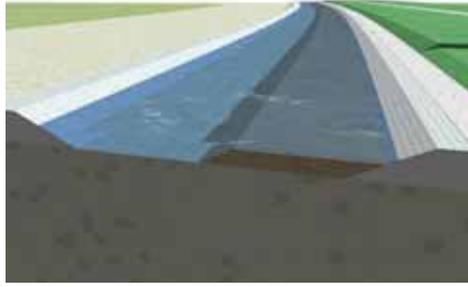


10. 実河川における複断面流れの機構研究

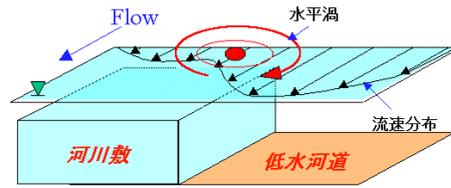
日本の河川は低水路と高水敷で構成される複断面形態となっている河川が多いが、複断面における複雑な流れに対し、これまで、「単断面流から複断面流へ変化する時の流れ」、「堤防法線と低水路法線の位相が異なる流れ」、「高水敷に植生が繁茂した時の流れ」などのテーマについて主に実験や数値計算が中心で研究がされてきた。

千代田実験水路において、実現象に近い状況で複断面を有する河川の流れを解明することにより、複断面河道の河道整備計画の立案への貢献が期待される。

(実施する研究の事例) 複断面河道における流れと土砂移動を時間・空間的に連続測定することによる、精度の高い数値計算モデルの確立



実験水路イメージ図



京都大学大学院社会基盤工学HPより

## 11. アイスジャムに関する研究

アイスジャムについては、「流量観測手法」、「狭窄部・橋梁部の閉塞」、「河川内構造物への衝撃力」、「河岸・護岸の破壊力」、「取水施設の機能低下」等の課題があるものの、日本では研究者が少なく、不明な点が多い。

千代田実験水路においては、冬期に結氷する十勝川の特徴を生かして、結氷・アイスジャム河川の課題を解明することにより、結氷・アイスジャム河川の河川計画の立案、河川内構造物の安全性向上への貢献が期待される。

(実施する研究の事例) アイスジャムの橋脚・護岸への衝撃力、橋脚・狭窄部における水位上昇等、河川中の挙動やその影響を把握



アイスジャム河川の様子

アイスジャム実験イメージ図

## フォローアップ調査研究（新水路で実施）

12. ハビタット形成メカニズムの解明
13. 新水路の洪水攪乱が生態系に与える影響調査
14. 礫床への植生侵入メカニズムの研究

河川は貴重で多様なハビタット(生息場)の提供場所であり、治水・環境両面を十分考慮した河道計画が必要であり、また、近年河原の維持管理が求められている。

これまで、洪水攪乱、植生侵入、樹林化について、現地研究・調査が盛んに行われてきた。

千代田新水路においては、初期状態から観測が可能で、精度の高い水理データを把握できることから、自然環境に配慮した河道計画の立案及び施工への貢献が期待される。

### (実施する研究の事例)

- ・ 新水路において、初期状態からの瀬・淵や水辺環境の形成を通して、ハビタットの形成や礫床への植生侵入のメカニズムを解明
- ・ 洪水前後の新水路内生態系の調査・比較により洪水攪乱が生態系に与える影響を把握



礫河原の再生、荒川

豊かなハビタット

### 防災支援のための取り組み

- 15. 水防訓練
- 16. 水難救助訓練
- 17. 水防資材の機能検討

治水対策として河川改修等のハード対策と同様、地域によるソフト対策も大変重要である一方、より簡易な水防資材の開発・普及等が併せて求められている。

千代田実験水路においては、実河川で実施が困難な訓練の実施や簡易な水防資材の開発等による水防技術向上への貢献が期待される。

#### (実施する研究の事例)

- ・ 実験水路への通水により、越水の防御や破堤箇所への復旧等、実河川では演習困難な水防訓練、水難救助訓練を実施
- ・ 簡易かつ効果的な水防資材の機能検証



背割堤を活用した水防訓練、水難救助訓練イメージ図

水防訓練の例:河川局HPより

### (3) 実験スケジュール

実験を実施に当たっては、研究テーマの緊急性、初期条件の水路特性を慎重に把握する必要性等を総合的に勘案し、別紙の通りテーマ から順次実施していくものとする。

### (4) 研究成果の扱いについて

実験レベルの実験では得難い千代田実験水路における研究成果は、現場における個々の技術的課題の解決に寄与するのみならず、今後、河川工学に係る実験研究を進めていく上での基礎的な知見として、広く河川工学の質的な向上に貢献でき得るものである。そのため、得られた成果は、河川行政に還元すると共に、学会・専門誌をはじめ、対外的に広範かつ積極的に発信し、河川工学の技術的な発展に貢献するものとする。また、実験研究の実施期間においては、計画策定(plan)、実施(do)、評価(see)のマネジメントサイクルを有効に活かし、かつ、運営体制の透明性を保持しつつ、研究成果の質を効果的に高めていくものとする。

参考配布

# 十勝川千代田実験水路 実験研究長期計画(案)

【概要版】

## 長期計画の骨子(案)

### ○今後の河川に係る技術開発について

「安全で安心できる国土づくり」、「美しい国土づくり」における基本的な考え方に対し、

- ・現場における個々の技術的な課題の解決するための技術開発
- ・河川工学に係る体系的・重点的な技術開発を行う。

### ○実験研究テーマについて

#### (1) 千代田実験水路の特徴

- ①実物大規模であるため粒径等のスケールの影響を受けない
- ②最大可能給水量 $150\text{m}^3/\text{s}$ 以上で、精度の高い流量制御が可能
- ③充実した観測機器により、現象の把握が可能
- ④実験水路の改変等、実験条件の変更が可能

#### (2) 実験研究テーマ

平成21年度から概ね10年を目処に、以下の実験を行う。

- I 堤防等破壊プロセスに関する研究
  - II 河床変動など土砂移動に関する研究
  - III 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究
  - IV 多自然型工法や保護工による堤防や河岸の保護機能に関する研究
- その他  
フォローアップ調査研究(新水路で実施)

### ○研究成果の扱いについて

得られた成果は、学会・専門誌をはじめ、対外的に広範かつ積極的に発信することで、

- ・河川行政に還元
- ・河川工学の技術的な発展に貢献に貢献する。

主テーマ	詳細テーマ
研究テーマⅠ： 堤防等破壊プロセスに関する研究	1. 越流による堤防破壊のメカニズムに関する研究
	2. 自然堤防・自然河岸侵食破壊メカニズムの研究
研究テーマⅡ： 河床変動など土砂移動に関する研究	3. 実河川の中小規模河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則の解明
	4. 混合粒径の河床状況変化に関する研究
研究テーマⅢ： 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究	5. 河道内樹木群による流体抵抗係数、境界混合係数に関する研究
研究テーマⅣ： 多自然型工法や保護工による堤防や河岸の保護機能に関する研究	6. 多自然型工法や保護工による河岸の保護機能の研究
その他	7. 流量・流砂量観測と既存・新規測定装置の検証
	8. 流木の発生機構と流木を伴う流下形態の研究
	9. 橋脚による流木閉塞メカニズムに関する研究
	10. 実河川における複断面流れの機構研究
	11. アイスジャムに関する研究
フォローアップ調査研究 (新水路で実施)	12. ハビタット形成メカニズムの解明
	13. 新水路の洪水攪乱が生態系に与える影響調査
	14. 礫床への植生侵入メカニズムの研究
防災支援のための取り組み (実験以外)	15. 水防訓練
	16. 水難救助訓練
	17. 水防資材の機能検討

※平成19年度、平成20年度は、実験水路の機能確認、観測機器の精度検証を目的とした予備実験を実施する。

# ① 研究テーマ I 堤防等破壊プロセスに関する研究

## 1.越流による堤防破壊のメカニズムに関する研究



越水破堤実験イメージ図(水路狭案)

背景

・近年の局所的集中豪雨による、越水破堤事例が発生している。

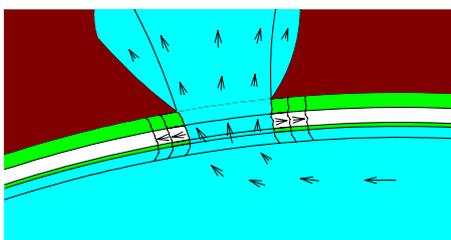
研究の現状

・実堤防(旧堤)や大型模型実験を用いた、2次元の浸透・越水状況の把握が多い。

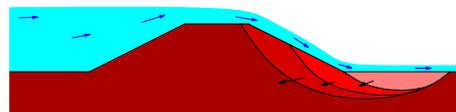
千代田  
実験水路  
における  
研究

・堤防越水による3次元洗掘・破壊の広がり状況の再現と可視化による堤防破壊のメカニズムの解明

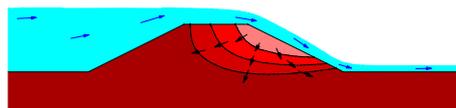
・堤体物理量、飽和度、締固度、越流水深等、破壊を引き起こす条件の推定



堤防上下流方向に破堤が進行していく時のイメージ



越水堤防破壊イメージ  
法尻から破壊進行



越水堤防破壊イメージ  
天端法肩から破壊進行

## 2.自然堤防・自然河岸侵食破壊メカニズムの研究



自然河岸侵食の様子

背景

・近年の局所的集中豪雨による、河岸・堤防の被害が発生している。

研究の現状

・砂礫材による河岸侵食の計算モデル化が進んでいる。

千代田  
実験水路  
における  
研究

・堤体材料、堤防沿いの流速、水位、せん断力等、再現可能な水理諸量と侵食の相関把握や堤防・河岸侵食状況の可視化による侵食メカニズムの解明

・自然河岸の植生や樹木による河岸保護機能の検証



▲午前8時35分頃



▲午前8時37分頃



▲午前9時頃

自然堤防侵食破壊の様子、阿武隈川支川荒川

## ② 研究テーマⅡ 河床変動など土砂移動に関する研究

### 3. 実河川の中小規模河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則の解明



多列砂州：論文「細田；河川流と河床・河道変動の数値シミュレーション」より(国土交通省出雲工事事務所提供)

背景

・河道計画を適切に設計できる河床波の抵抗則の解明が必要である。

研究の現状

・模型実験結果および実洪水の痕跡水位から得られた河床波抵抗則の推定が主で、実大実験による検証が望まれている。

・特に洪水初期、ピーク時、減水期で変化すると推定される河床波形態を観測した例が少なく、出水中の河床波の変化状況が不明。

千代田  
実験水路  
における  
研究

・洪水中の水理諸量を時間・空間的に連続観測することにより、河床波の形成・発達・消滅過程や流れの構造、抵抗則・土砂動態を解明



実験水路での河床変動実験通水後のイメージ図

### 4. 混合粒径の河床状況変化に関する研究

背景

・ダム下流で見られる土砂供給量の減少、流量の平滑化により河床の変化\*が課題となっている。

研究の現状

・多くの機関が現地調査を中心に、河床攪乱の調査・研究・試験を実施。

・スケール模型実験結果より混合粒径掃流計算モデルが構築されつつあり、実物大河川水路における検証が求められている。

千代田  
実験水路  
における  
研究

・縮尺模型では再現できない広い範囲の混合粒径河床における、細砂の流出機構・堆積機構を解明

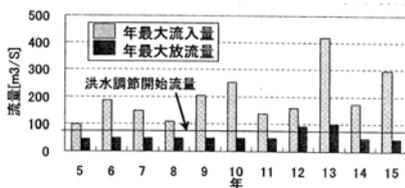


図-4 金山ダムにおける年最大流入量と放流量

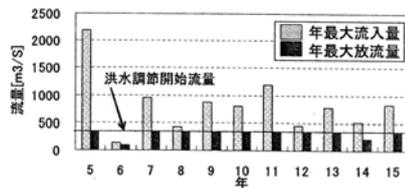


図-5 下釜ダムにおける年最大流入量と放流量

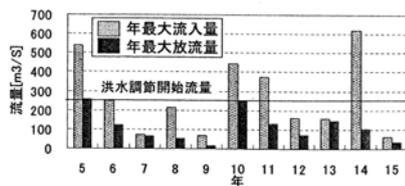
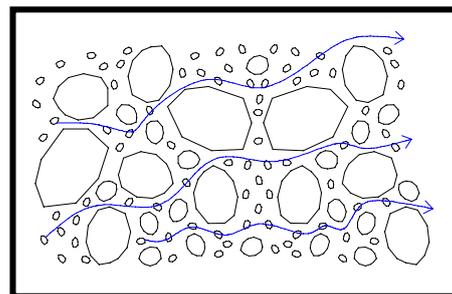


図-6 セツ宿ダムにおける年最大流入量と放流量

ダムの年最大流入量と放流量  
流量の平滑化が顕著である  
大沼克弘：ダムによる流量変化の特性分析

**※ダム下流の流量減少や河床攪乱頻度の減少による河床の変化**

- ・シルト等の微細な土砂の堆積
- ・大型糸状藻類の繁茂
- ・魚類(アユ等)や底性動物の産卵場・生息域への影響
- ・景観の悪化
- ・河原への植生侵入・固化・樹林化



大粒径礫間の細砂流下イメージ図

### ③ 研究テーマⅢ 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究

#### 5. 河道内樹木群による流体抵抗係数、境界混合係数に関する研究

背景

・治水と環境に配慮した適切な河道内樹林の管理手法の確立が必要である。

研究の現状

・スケールモデル実験・現地洪水痕跡水位でのモデル検証が主である。  
・各現場において樹木内流速の観測が開始された。

千代田実験水路における研究

・洪水時の樹木の状況(揺動等)、樹木周りの流れの状況を把握  
・実物の樹木を配置することによる流体抵抗係数や境界混合係数の把握による精度の高い数値計算モデルの確立

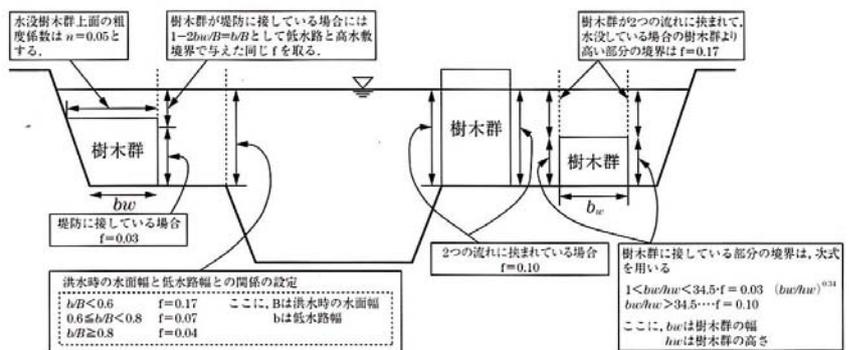
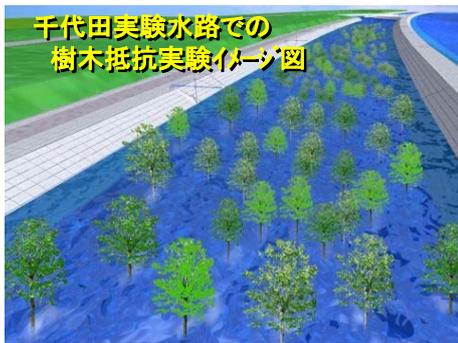


図 5-6 標準的な境界混合係数  $f$  の値

河道内樹木群の抵抗係数・境界混合係数設定方法 (河道計画検討の手引き)

## ④ 研究テーマⅣ

### 多自然型工法や保護工による堤防や

### 河岸の保護機能に関する研究

#### 6. 多自然型工法や保護工による河岸の保護機能の研究

背景

・環境に配慮した多自然型工法・保護工の普及が望まれているが、河岸保護性能が経験によっているため不明な点が多い。

研究の現状

・過去の被災事例より、経験的に耐流速を設定している。

千代田  
実験水路  
における  
研究

・精度の高い水理諸条件下での検証による、効果的かつ経済的な多自然工法の選定・設計に係る諸条件を整理  
・「護岸の力学的設計法」や「美しい山河を守る災害復旧基本方針」等の護岸工法選定基準等の精度向上

工法	概要図
ジオテキスタイル	<p>設計流速: 3m/sまで</p>
丸太格子	<p>設計流速: 4m/sまで</p>
粗朶法枠	<p>設計流速: 4m/sまで</p>
杭柵	<p>設計流速: 4m/sまで</p>

工法	概要図
自然石張(空)	<p>設計流速: 5m/sまで</p>
植生蛇籠	<p>設計流速: 5m/sまで</p>

美しい山河を守る災害復旧基本方針より



自然共生センター新境川へ設置した保護工の事例

## ⑤ その他

### 7. 流量・流砂量観測と既存・新規測定装置の検証

背景

・流量・流砂量等といった河川行政・河川工学において基本的な水理諸元を精度よくかつ簡易に観測する必要がある。

研究の現状

・様々な観測方法が提案されているが、実規模の検証例が少ない。

千代田実験水路における研究

・精度の高い水理諸元条件下での検証により、実河川で活用可能な流量・流砂量・河床高等の測定方法を検証



土研型掃流砂採取器  
・任意地点の観測が可能  
・高流速に不向き



バケット式掃流砂観測装置  
縮尺1/5模型  
実験水路での検証に活用



杭ワイヤー式ADCP観測船新規開発  
小貝川試験風景

### 8. 流木の発生機構と流木を伴う流下形態の研究

背景

・河川の樹林化、集中豪雨による斜面崩壊により、近年流木生産量は増加している。これに伴う流木の橋脚閉塞、河道横断構造物・高水敷への大量の流木堆積による被害、流木処理費が増大している。

研究の現状

・縮尺模型実験による研究が中心である。  
・出水中の流木の挙動は洪水時の観測に頼っており不明な点が多い。

千代田実験水路における研究

・流下する流木の可視により、洪水時の流木流下メカニズムを解明すると共に、流木が河川構造物に与える影響を把握  
・洪水時の流木の橋脚閉塞過程可視による、流木閉塞メカニズムの解明

平成16年 水害レポート2004  
河川局HPより  
橋脚への流木閉塞被害例



ウエンテシカン川(日高町)  
砂防堰堤で捕捉された流木



千代田実験水路での  
流木捕捉実験イメージ図

## ⑤ その他

### 10. 実河川における 複断面流れの機 構研究

背景

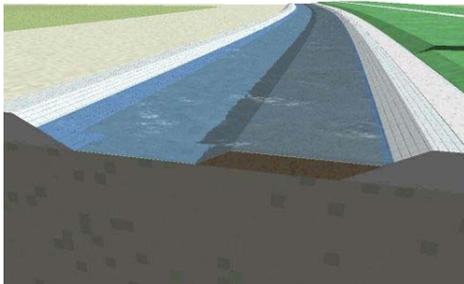
- ・日本の河川は低水路と高水敷で構成される複断面形態となっている河川が多いが、複断面の流れ、河床変動の知見は不明な点が多い。

研究  
の  
現状

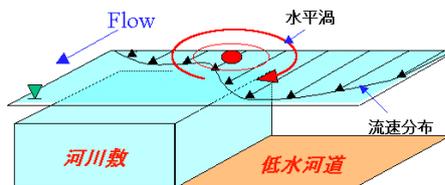
- ・縮尺模型を用いた研究より、数値計算モデルの作成が中心である。
- ・近年、「単断面流から複断面流へ変化する時の流れ」、「堤防法線と低水路法線の位相が異なる流れ」、「高水敷に植生が繁茂した時の流れ」などのテーマについて主に研究されている。

千代田  
実験水路  
における  
研究

- ・複断面河道における流れと土砂移動を時間・空間的に連続測定することによる、精度の高い数値計算モデルの確立



実験水路イメージ図



京都大学大学院社会基盤工  
学HPより



広島大学 水工学研究室HPより

### 11. アイスジャムに関 する研究

背景

- ・結氷・アイスジャム河川における課題の研究が求められている。主な課題「流量観測手法」、「狭窄部・橋梁部の閉塞」、「河川内構造物への衝撃力」、「河岸・護岸の破壊力」、「取水施設の機能低下」

研究  
の  
現状

- ・日本では研究者が少なく、ほとんど解明されていない。
- ・結氷河川に比べてアイスジャムの流れの研究は少ない。

千代田  
実験水路  
における  
研究

- ・アイスジャムの橋脚・護岸への衝撃力、橋脚・狭窄部における水位上昇等、河川中の挙動やその影響を把握



アイスジャム実験イメージ図



アイスジャム河川の様子

## ⑥ フォローアップ調査研究

### 12. ハビタット形成メカニズムの解明

### 13. 新水路の洪水攪乱が生態系に与える影響調査

### 14. 礫床への植生侵入メカニズムの研究

背景

- ・河川は貴重で多様なハビタット(生息場)の提供場所であり、治水・環境両面を十分考慮した河道計画が必要。
- ・近年、河原の維持管理が求められている。

研究の現状

- ・洪水攪乱、植生侵入、樹林化について、1級河川を対象にした研究・調査が盛んである。

千代田  
実験水路  
における  
研究

- ・新水路において、初期状態からの瀬・淵や水辺環境の形成を通して、ハビタットの形成や礫床への植生侵入のメカニズムを解明
- ・洪水前後の新水路内生態系の調査・比較により洪水攪乱が生態系に与える影響を把握



平常時の新水路の状況イメージ図



千曲川の洪水攪乱の状況、リバーフロント整備センターHPより



相模川水系



相模川水系(ヤナギタデ群落)



千種川水系



武蔵川水系



市川水系市川



武蔵川水系



北川(福井県)



相模川水系

ハビタット図鑑

## ⑦ 防災支援のための取り組み

### 15. 水防訓練 16. 水難救助訓練

背景

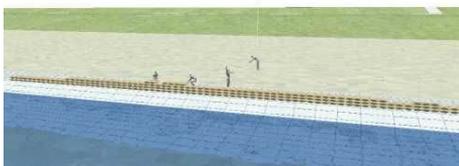
- ・治水対策として地域によるソフト対策もハード対策と同様重要

研究の現状

- ・国、自治体が中心になって、平常時の河川を利用した、「危機管理演習」、「水防訓練」、「水難救助訓練」が実施されている。

千代田  
実験水路  
における  
研究

- ・実験水路への通水により、越水の防御や破堤箇所の復旧等、実河川では演習困難な水防訓練、水難救助訓練を実施



背割堤を活用した水防訓練、  
水難救助訓練イメージ図



五徳縫工



月の輪工



築き直し工

水防訓練の例:河川局HPより

### 17. 水防資材の機能検討

背景

- ・水防団員不足、サラリーマン化に伴い、土嚢に代わる簡易な越水対策施設の開発と普及が必要。

研究の現状

- ・ヨーロッパで研究事例がある。
- ・北大で試作器作成例がある。

千代田  
実験水路  
における  
研究

- ・簡易かつ効果的な水防資材の機能検証



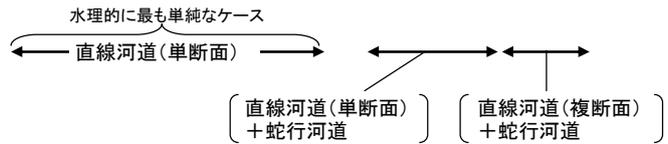
モバイルレビーの事例(ドナウ川)



北大、山中氏試作器

千代田実験水路実験スケジュール(案)

		H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
予備実験(実験水路の機能確認、観測機器の精度検証が目的)															
実験水路実験															
I 堤防等破壊プロセスに関する研究	1.越流による堤防破壊のメカニズムに関する研究														
	2.自然堤防・自然河岸侵食破壊メカニズムの研究														
II 河床変動など土砂移動に関する研究	3.実河川の中小規模河床波の形成・発達・消滅過程と抵抗則の解明														
	4.混合粒径の河床状況変化に関する研究														
III 河道内樹木の密度と抵抗に関する研究	5.河道内樹木群による流体抵抗係数、境界混合係数に関する研究														
IV 多自然型工法や保護工による堤防や河岸の保護機能に関する研究	6.多自然型工法や保護工による河岸の保護機能の研究(蛇行水路)														
その他	7.流量・流砂量観測と既存・新規測定装置の検証														
	8.流木の発生機構と流木を伴う流下形態の研究														
	9.橋脚による流木閉塞メカニズムに関する研究														
	10.実河川における複断面流れの機構研究														
	11.アイスジャムに関する研究														
新水路で実施															
フォローアップ調査研究	12.ハビタット形成メカニズムの解明														
	13.新水路内の洪水攪乱が生態系に与える影響調査														
	14.礫床への植生侵入メカニズムの研究														
実験以外の取り組み															
防災支援のための取り組み	15.水防訓練														
	16.水難救助訓練														
	17.水防資材の機能検討														



※実験の内容・スケジュールは随時見直しを図るものとする