

## フォン川流域水防災情報システムの計画と整備

JICA無償プロジェクト「ベトナム社会主義共和国 水関連防災情報システムを用いた緊急時における効果的ダム運用及び洪水管理計画」

一般財団法人河川情報センター  
危機管理業務部 グエン ホアイ タイン



### 1. ベトナム中部地方の水害の状況

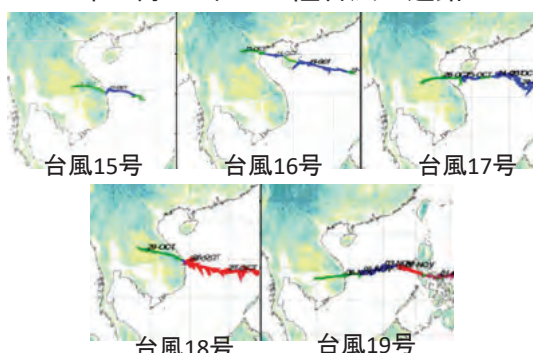
- ・ ベトナム国は、**海拔5m以下に人口の40数%の人が暮らし**、特に中部地域は**台風の常襲地**であることから、毎年のように水害・土砂災害に見舞われている
- ・ 地球規模の気候変動の影響を最も受けやすい国の一つ（S&Pの評価でワースト2）

- ➡ 人命及び社会経済資本の損失防止の観点からも、災害予防・応急対策が喫緊の課題
- ・ 農業の発展や工場立地の阻害要因ともなっている

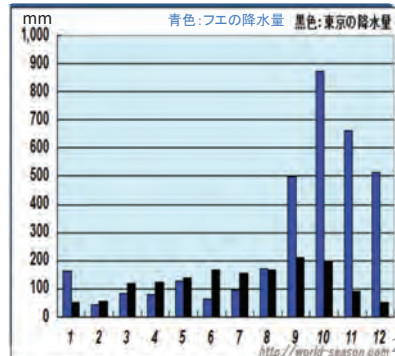
- ・ 主要河川の利水ダムでは、
  - ・ 豪雨発生時に**事前放流**が適正な時期に行われず**下流地域で災害発生**
  - ・ 小規模な農業用**アースフィルダムの決壊**による洪水被害の発生これらは降雨量、河川水位・流量、ダム等の**情報収集、洪水予測、情報発信体制が未整備**で、適切なタイミングと水量でのダムの貯留・放流が行われていないことなどが原因

- ➡ 2014年に、中部地方の洪水予測や情報体制の整備・改善について、首相指示

2020年10月ベトナム上陸台風の進路



2019年ベトナムのフエ省と東京都の降水量



## 2. フェ省フォン川流域の概要

### フェ省とフォン川流域



【フォン川 (Huong River) (Hương Giang)】

流域面積: 約 2,800km<sup>2</sup>

(ラグーン系も含め約5,500km<sup>2</sup>)

約6割をあまり高くない山地

約4割が海拔5m以下の低平地

沿岸部に広大なラグーン形成

流路延長: 約 120km

無堤部がほとんど

【フェ省 (Thừa Thiên - Huế)】

中心都市: フェ市 (かつての王朝の都であり、多くの世界遺産)

産業:

- ・ 平野部: 米栽培・エビ等の養殖
- ・ 山地部: ユーカリ栽培 (パルプ原料)・畜産
- ・ 工業: 象牙細工、ガラス細工、精米、製材、繊維、セメント工業

### フォン川の洪水発生メカニズム

- ・ 台風や熱帯低気圧による**多量の降雨量** (例年の雨季は9月から11月、近年12月にも)
- ・ 山間部からの流出が**ほぼフラットな平野部で氾濫**
- ・ 上流からの**流出土砂が平野部で堆積**し、特にボー川は**複雑に蛇行** 氾濫しやすい地形
- ・ 下流の**ラグーンの河口は狭く**、流れ込んだ水でラグーンの水位が上昇  
ラグーン周辺から浸水を始め、**ラグーンの高い水位の影響でフォン川・ボー川が水位上昇**<sup>3</sup>

## 3. フェ省フォン川流域の3大ダム

フンディエンダム



ビンディエンダム



ターチャックダム



### 3.1 フェ省フォン川流域の3大ダム

関東の荒川流域とほぼ同じ流域面積に、数億m<sup>3</sup>の3つのダム

ビンディエンダム



フンディエンダム



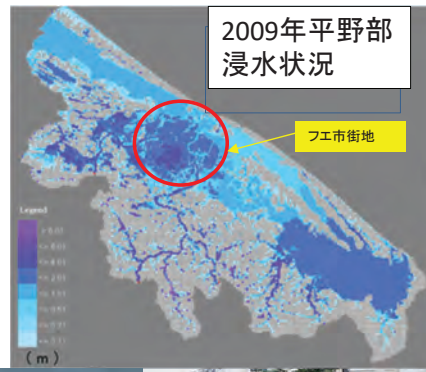
ターチャックダム



| ダム諸元     | 単位                             | ビンディエン    | フンディエン | ターチャック    |
|----------|--------------------------------|-----------|--------|-----------|
| 流域面積     | km <sup>2</sup>                | 515       | 707    | 717       |
| ピーク洪水流入量 | m <sup>3</sup> /s              | 6,989     | 9,430  | 14,200    |
| ダムの形式    |                                | 重力式       | 重力式    | 重力式+ア-スイル |
| 目的       |                                | 発電・農水(治水) | 発電・農水  | 発電・農水・治水  |
| 完成年      |                                | 2007年     | 2009年  | 2018年(概成) |
| 洪水時最高水位  | m                              | 86        | 59.9   | 53.1      |
| 通常時最高水位※ | m                              | 85        | 58     | 45        |
| 最低水位     | m                              | 53        | 46     | 23        |
| 総貯水容量    | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | 424       | 821    | 421       |
| 有効貯水容量※  | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | 344       | 351    | 348       |
| 死水容量     | 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | 79        | 470    | 73        |

※ ビンディエン、フンディエンについては非洪水期の利水容量分 5

### 4. フォン川流域の水害の状況



2010年洪水



1999年 近年最大洪水  
: フェ市内全域浸水



2009年洪水



2017年洪水

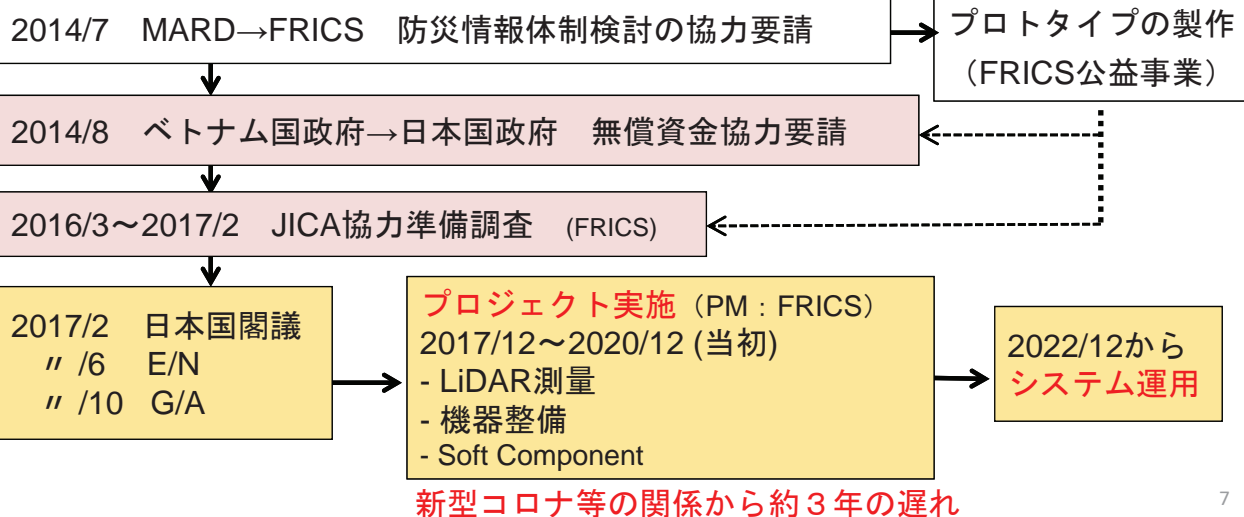


2022年洪水

2007年洪水

## 5. 水防災情報システム整備プロジェクトの経緯

- ダムの安全確保、適切なダム運用による下流域の安全確保の必要性
  - 台風・豪雨に伴う洪水被害（1999年、2007年、2013年など）
  - 2013年策定「自然災害防止法」：適切なダム管理・運用を重要視
  - 農業農村開発省MARD等に対する首相指示：適切なダム管理・安全対策強化
- 2014年：首相決定「フォン川流域ダム統合運用規則」（その後一部改正）



## 6. プロジェクト要請内容

### 1. 雨量・河川水位・ダム諸量・浸水状況等の観測データ収集体制整備

Xバンドレーダー1基、水文観測所10箇所、CCTV(下流部)8式

### 2. 3つのダム管理事務所におけるダム管理機材

リアルタイムダム管理システム3式、水位計設備3式、ゲート開度測定装置2式、CCTV3式、通信回線3式

### 3. 洪水管理情報センター機材 (フエ省防災及び捜索救助指揮委員会)

情報管理設備 (収集・解析・出力) 1式、マルチ情報表示システム1式、通信装置1式、公開ウェブシステム1式、アラームメールシステム1式、通信装置1式

### 4. 中央災害情報センター機材 (ハノイ中央災害対策指導委員会)

マルチ情報表示システム1式、通信装置1式

### 5. 総合防災情報システム構築のためのLiDAR測量による地形・河川データ収集

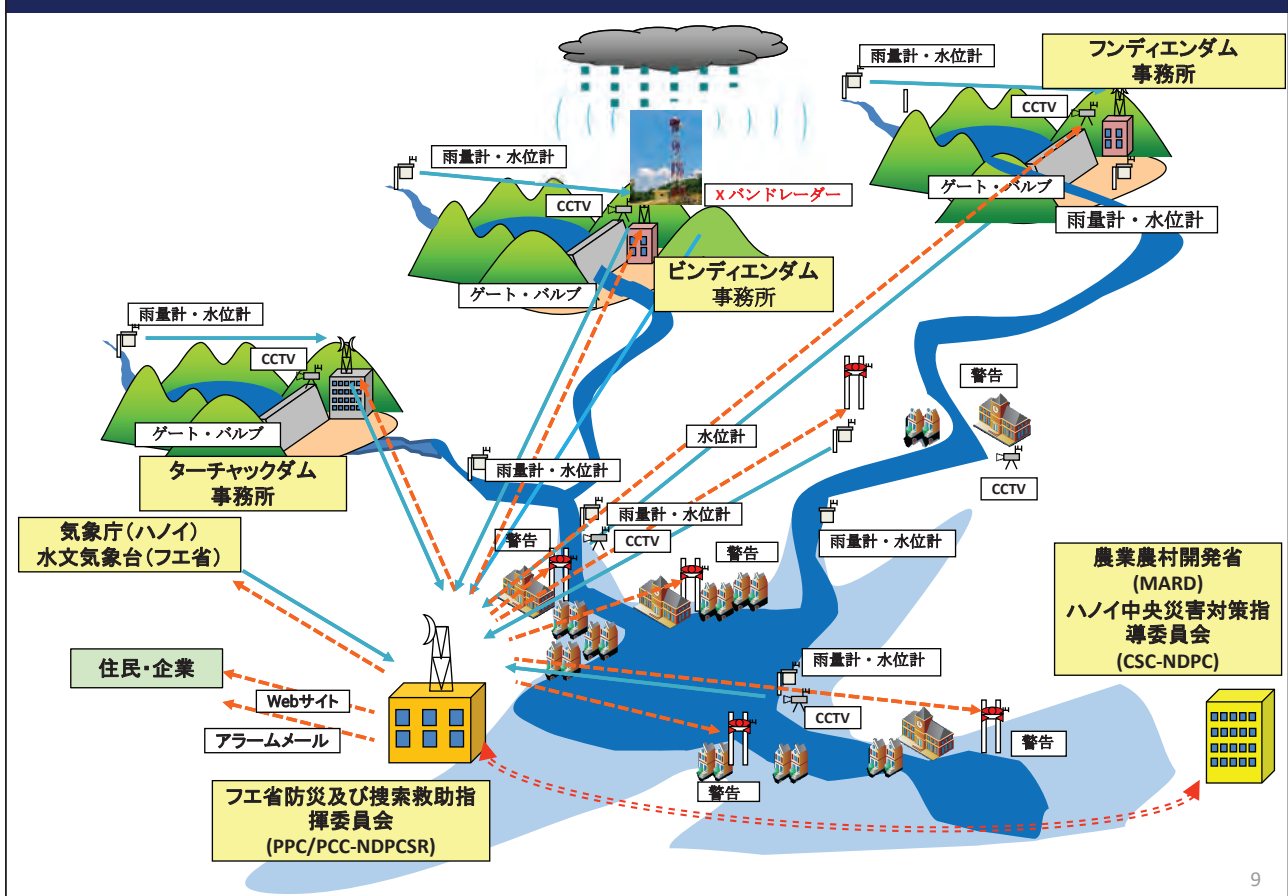
LiDARデータ等による地形測量1式、河川横断測量1式

### 6. 運用マニュアル整備などの的確な運用の習熟

操作マニュアル整備及び研修

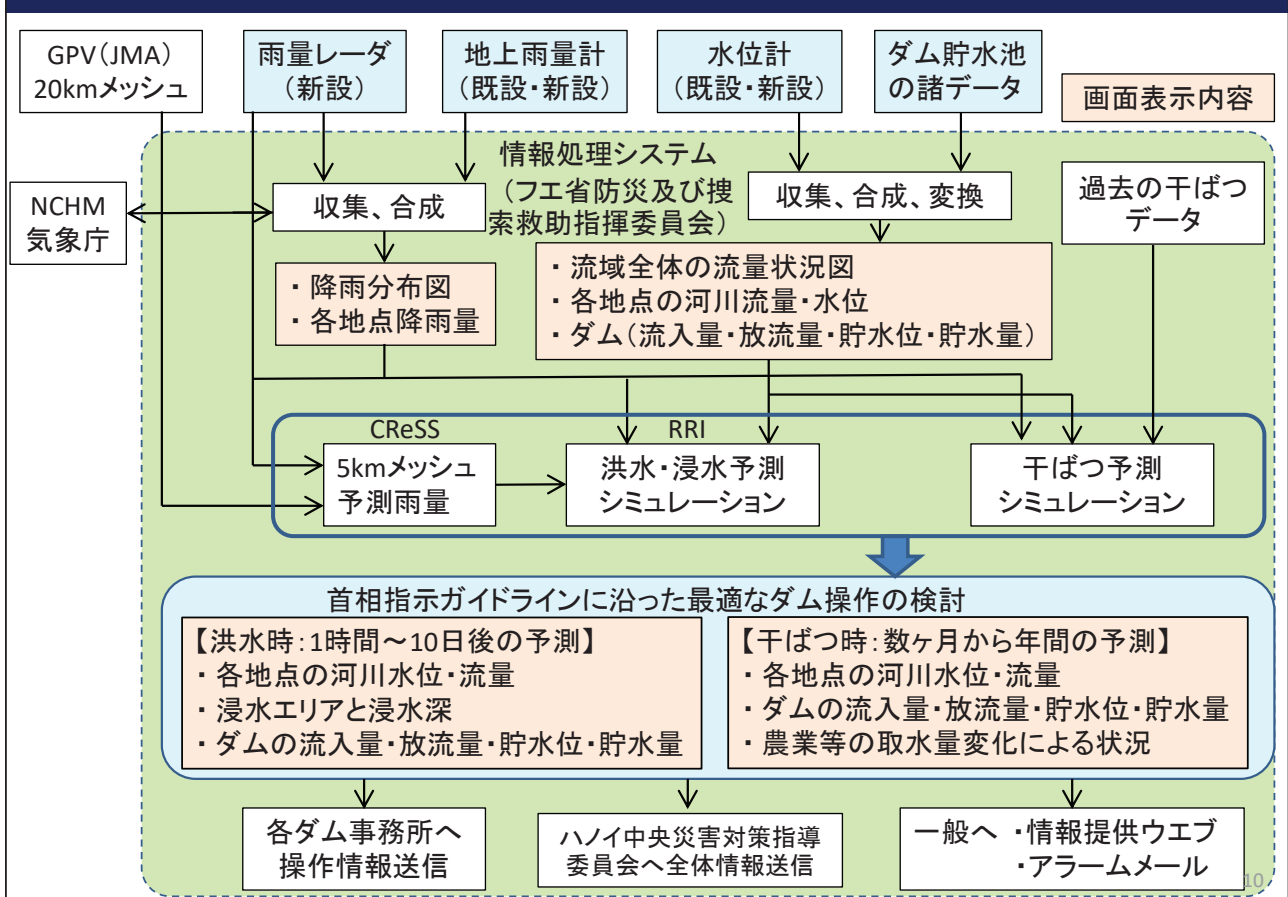
※ 要請後の調査による変更を含む

## 7. フォン川流域水防災情報システムのネットワーク



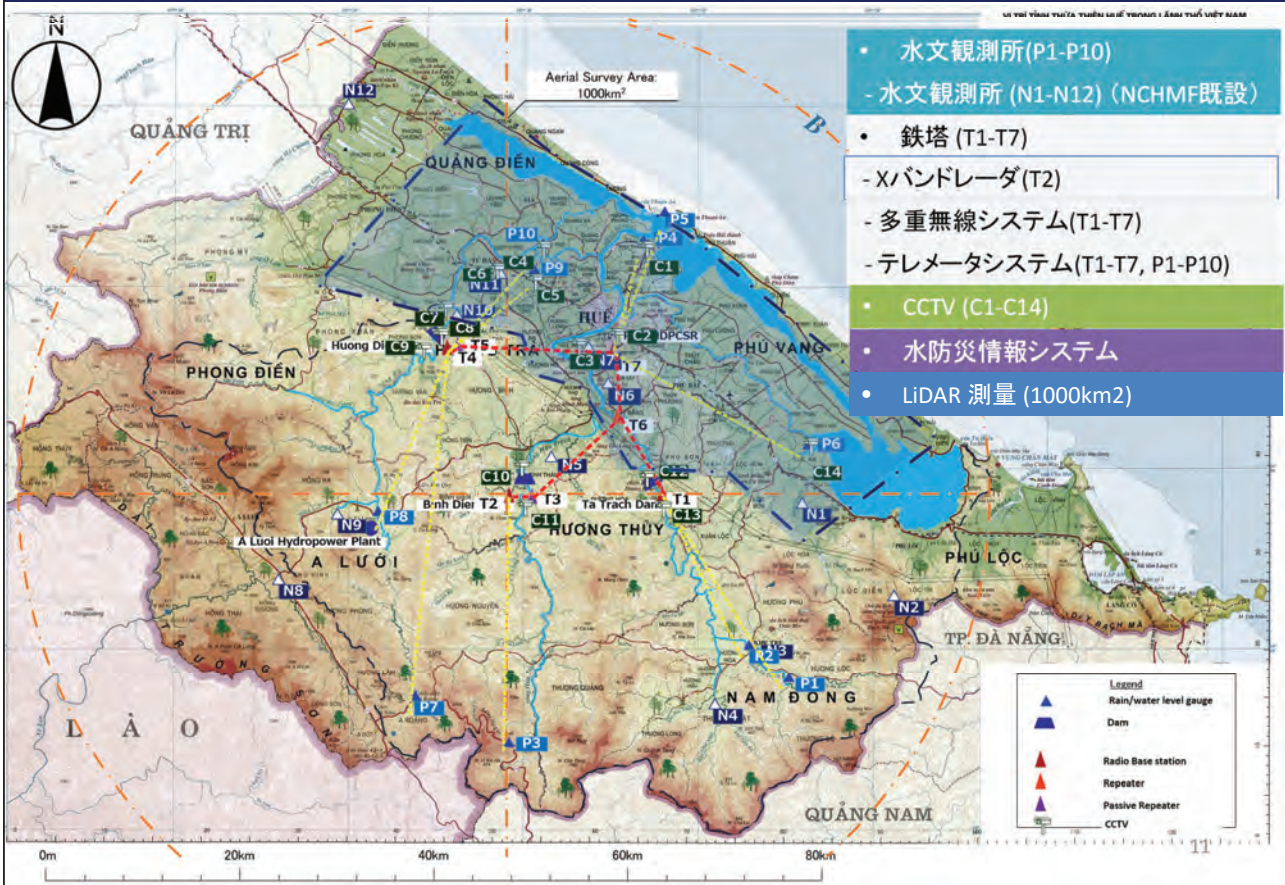
9

## 8. 水防災情報システムのデータと情報の流れ



10

## 9-1. 水防災情報システムの機材整備状況（位置図）



## 9-2. 水防災情報システムの機材整備状況



水文観測所

Xバンド雨量レーダ  
無線通信局

CCTV

無線中継局

無線受信局



オペレーションルーム



災害対策本部室



サーバールーム

(フエ省防災及び捜索救助指揮委員会)

## 10. 水防災情報システムの機能

### 1. フォン川流域内の降雨・河川・ダム状況をリアルタイムで把握できるようにする

- ・ 地点降雨量(地上雨量計)、降雨量分布(レーダ雨量計)
- ・ 河川の主要地点の水位・流量(水位計)
- ・ 市街地部の河川水位状況、浸水状況(CCTVによる画像)
- ・ 各ダム貯水池の水位・貯水量・流入量・放流量・ゲート開度(ダム情報)
- ・ 各ダム放流による直下流の安全確認(CCTVによる画像)

### 2. 1時間後から10日後までの洪水予測・浸水予測を行えるようにする

- ・ 降雨量予測(GPV(20kmメッシュ)、CReSSモデルによる加工(5kmメッシュ))
- ・ 河川流量予測(降雨量予測を基にRRIモデルで洪水予測)
- ・ 浸水予測(降雨量予測を基にRRIモデルで浸水エリアと浸水深を予測)

### 3. 洪水被害軽減とダムの安全確保のための最適ダム操作を検討・判断できるようにする

- ・ ダム放流量を変化させた場合の下流の河川水位・流量と浸水の予測
- ・ 首相指示のダム操作ガイドラインに基づく最適ダム放流案の提示

### 4. 発電・農業などの水利用と干ばつ対策のためのダム運用を検討・判断できるようにする

### 5. 的確な判断に役立つわかりやすい情報表示システムとする

- ・ 流域全体の管理を行う情報ステーションに総合情報表示機器(フエ省防災及び捜索救助指揮委員会)
- ・ 各ダムに情報表示機器
- ・ ハノイ中央災害対策指導委員会に総合情報表示機器・住民向けの公開ウェブとアラームメール

13

## 10.1 RRI モデル

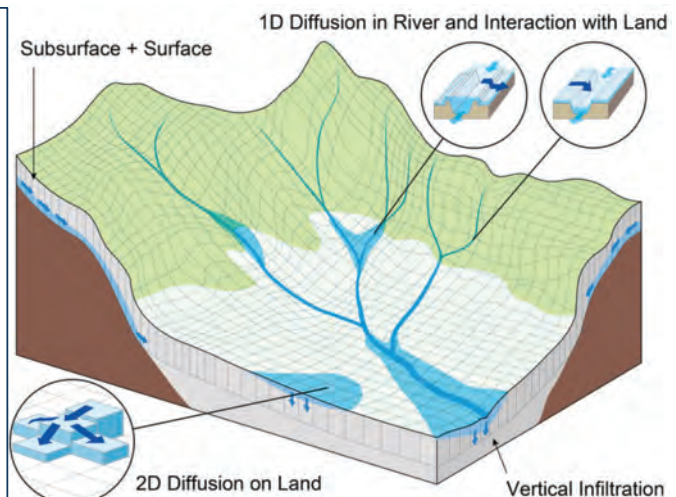
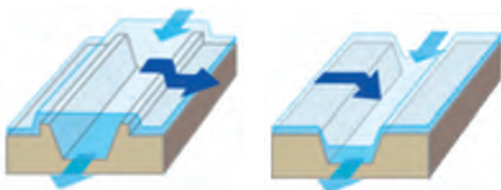
流出予測モデルとして、日本の土木研究所ICHARMが開発した、降雨流出氾濫モデル(Rainfall-Runoff-Inundation Model: RRI Model)を適用

#### 【RRIモデルの特徴】

1. 拡散波近似した運動量方程式を二次元に展開し、**流出と氾濫とを一体的に解析**する。
2. 降雨流出過程をより妥当に表現するため、地中部の降雨流出過程(鉛直浸透流および側方地中流)を考慮する。
3. 斜面部と河道部とを分け取り扱い、河道部にも1次元の拡散波近似モデルを適用する。また、**斜面部と河道部との水のやり取りを越流公式で計算**する。

Hue省のHuong川のように堤防の少ない河川では、氾濫は、川幅が広がる形で発生し、河川の水位が下がると氾濫水が川に堤防に阻害されることなく自然に川に戻る。

RRIは、河道と流域を一体で計算することができるために、河川に対する氾濫水の流出と流入の現象を一体で再現することができる。



Schematic diagram of the rainfall-runoff-inundation (RRI) model (Sayama et al., 2012).

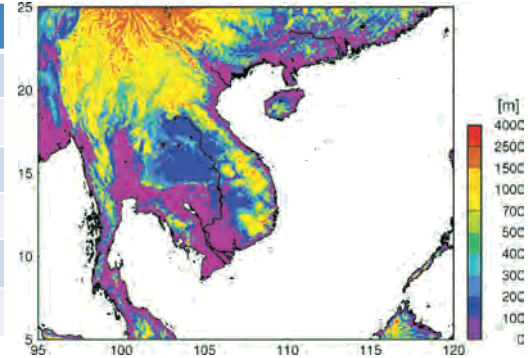
14

## 10.2 CReSSによる降雨予測

- 日本の気象庁が提供・配信する全球数値予報モデルGPM(GSM)を初期値・境界値とし、雲解像モデルCloud Resolving Storm Simulator(CReSS)を利用して、ベトナム周辺の領域を対象に、5kmメッシュに詳細化された降雨量を予測する。
- 72時間先までを予測し、洪水流出・氾濫計算処理の入力情報とする。

CReSSによるベトナム領域降雨予測の計算条件

|         |      |                       |
|---------|------|-----------------------|
| 計算領域    | 水平方向 | 約 1055 km × 約 1275 km |
|         | 鉛直方向 | 14.4 km               |
| 解像度     | 水平方向 | 約5 km × 約 5 km        |
|         | 鉛直方向 | 480 m (最下層120 m)      |
| 格子数     |      | 211 × 255 × 33        |
| 座標系     |      | 緯度・経度座標系              |
| 初期値・境界値 |      | 気象庁全球数値予報モデルGPM       |



CReSSによる計算領域及び標高データ

## 11. システム画面の例 1 (流域全体の状況を知る)

**流域概況**

air Overview

**CCTVカメラ**

Lower of Huong Dien Dam

2019/7/1 16:00

**雨量**

**予測水位**

Water Level Graph at Water Level Observation Station

Phu Oc - Bo River

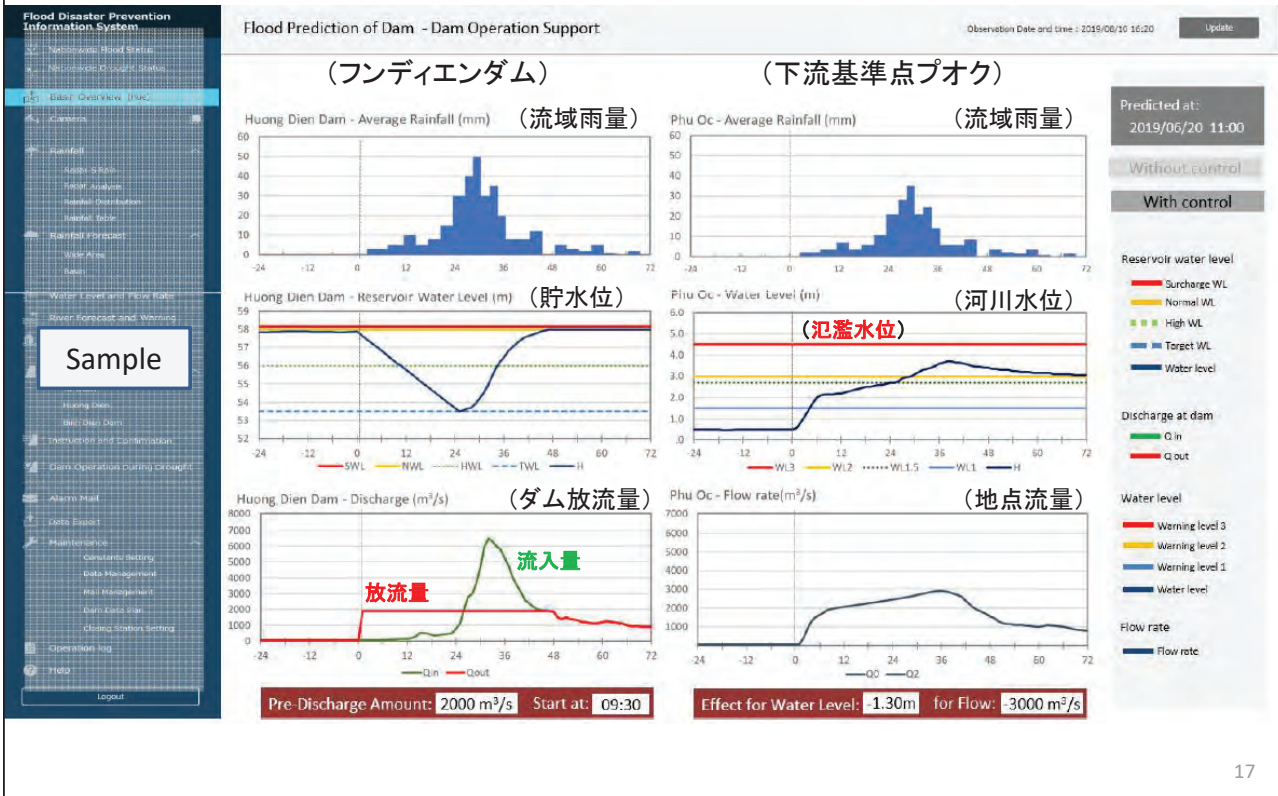
**GPV (20kmメッシュ)**

2022/11/19 19:20

**CReSS (5kmメッシュ)**



## 12. システム画面の例 2 (最適ダム操作の支援)



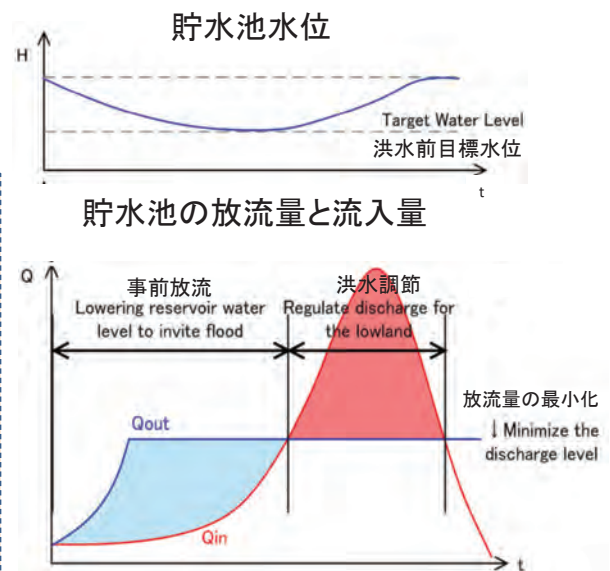
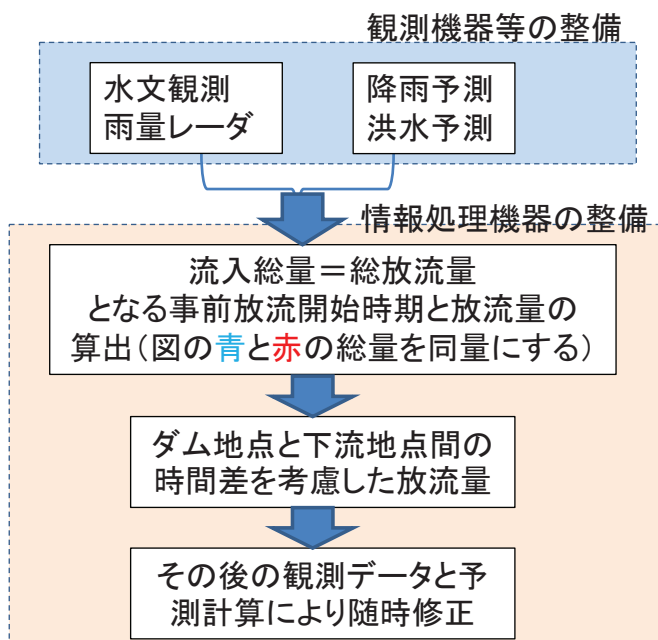
17

## 13. 最適放流開始時間と最適放流量の考え方

首相決定の貯水池運用ルールに基づき、以下についての的確に対応できるようにする。

- ① 大雨が予想された場合の、各ダムでの効果的な事前放流の開始時期と放流量の判断
- ② 下流の水位を見てダム放流を行った場合の、両者間の時間差の考慮
- ③ その後の状況変化(ダムへの予想外の流入量など)への速やかな対応

→ 最大限の洪水調節効果を得るとともに、発電などの水利用面のロスを最小限にする

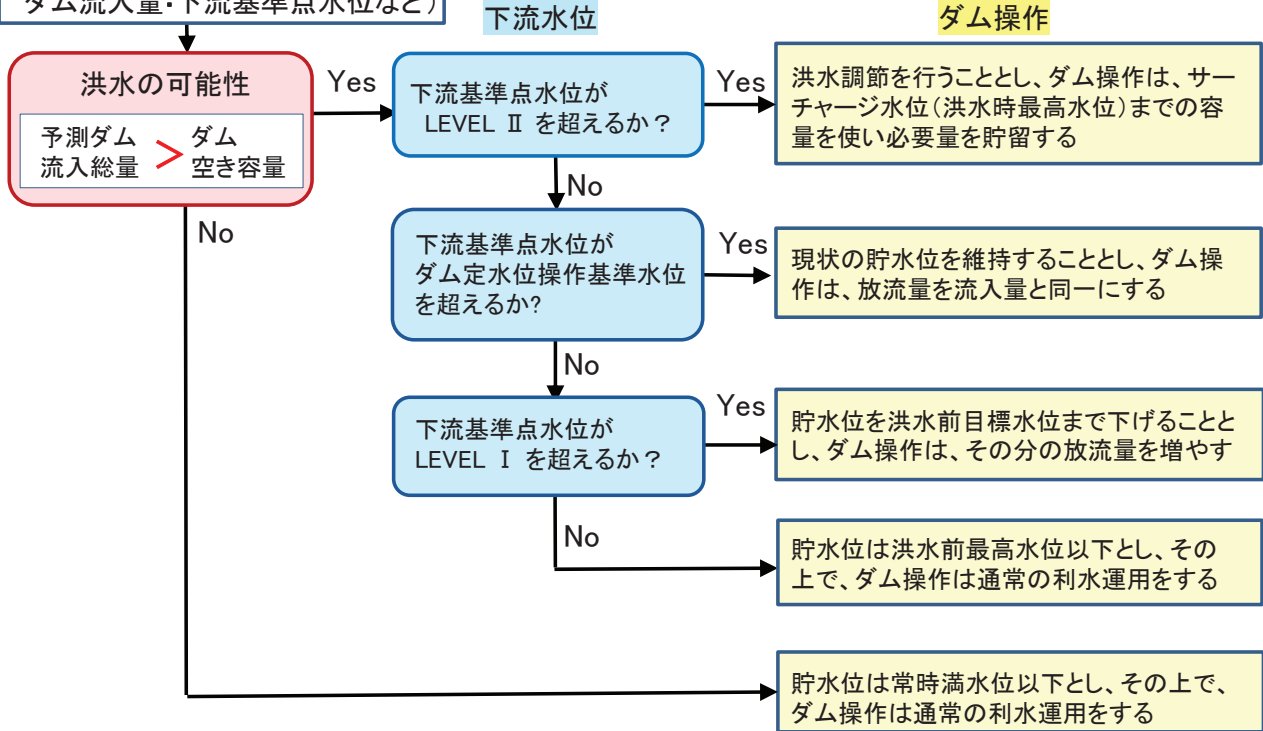


18

## 14. 首相決定の流域ダム統合運用ルールの的確な実施

観測データと解析により、以下の首相決定貯水池運用ルールの的確・効果的な実施

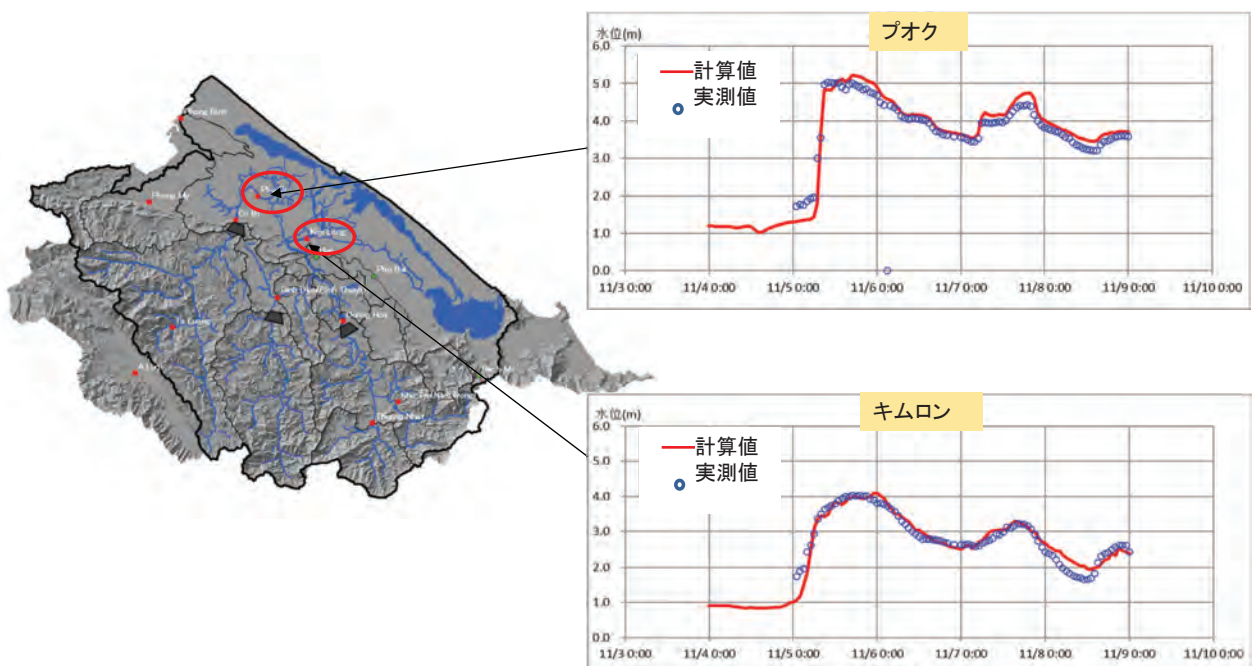
諸データの取得(ダム貯水位・ダム流入量・下流基準点水位など)



19

## 15. 流出計算モデルの精度検証

### 2017年11月洪水の検証結果(水位波形)

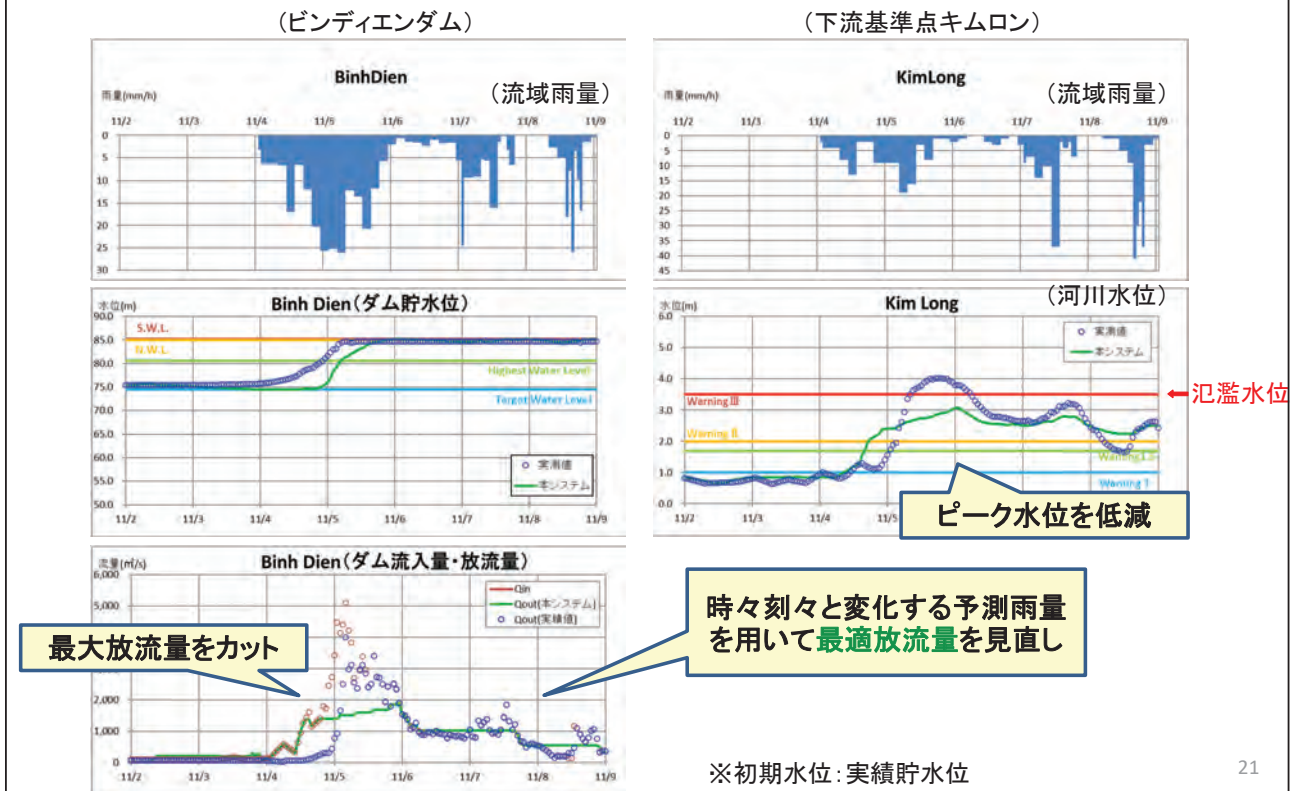


プオク、キムロン地点はいずれも実績水位を十分な精度で再現

20

## 16. 実績洪水による最適ダム運用の効果確認例

■ 2017年11月洪水における河川水位低減効果 (Huong川ビンディエンダムの操作例)

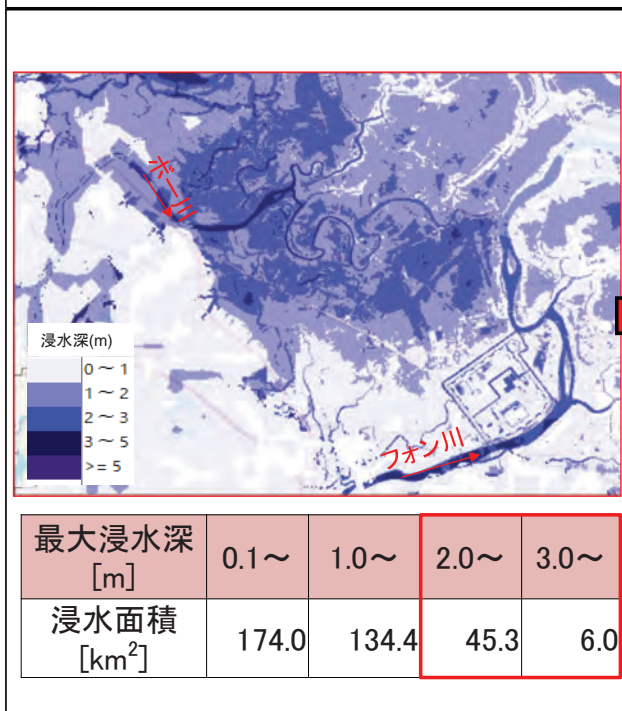


## 17. 実績洪水による最適ダム運用の効果確認例

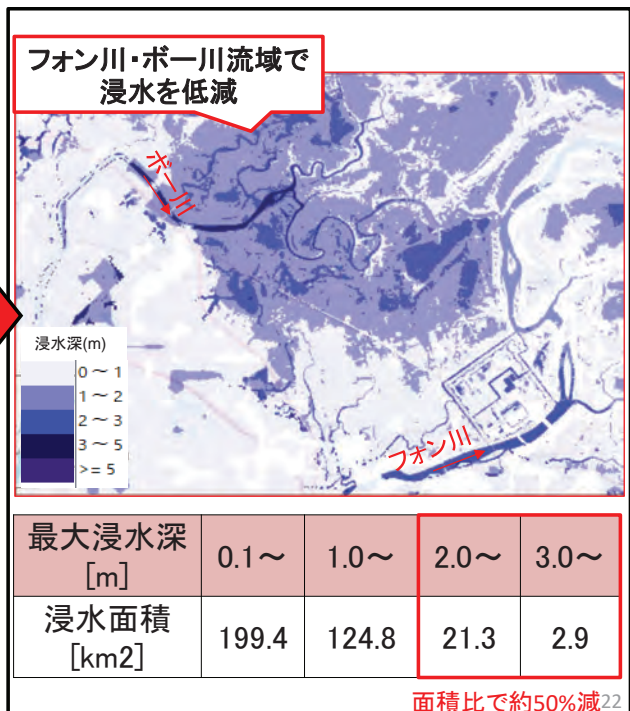
2017年11月洪水の実測データを基に防災情報システムを活用

→ 浸水面積や浸水深の低減効果が確認された

① 実績ダム放流量を与えた場合



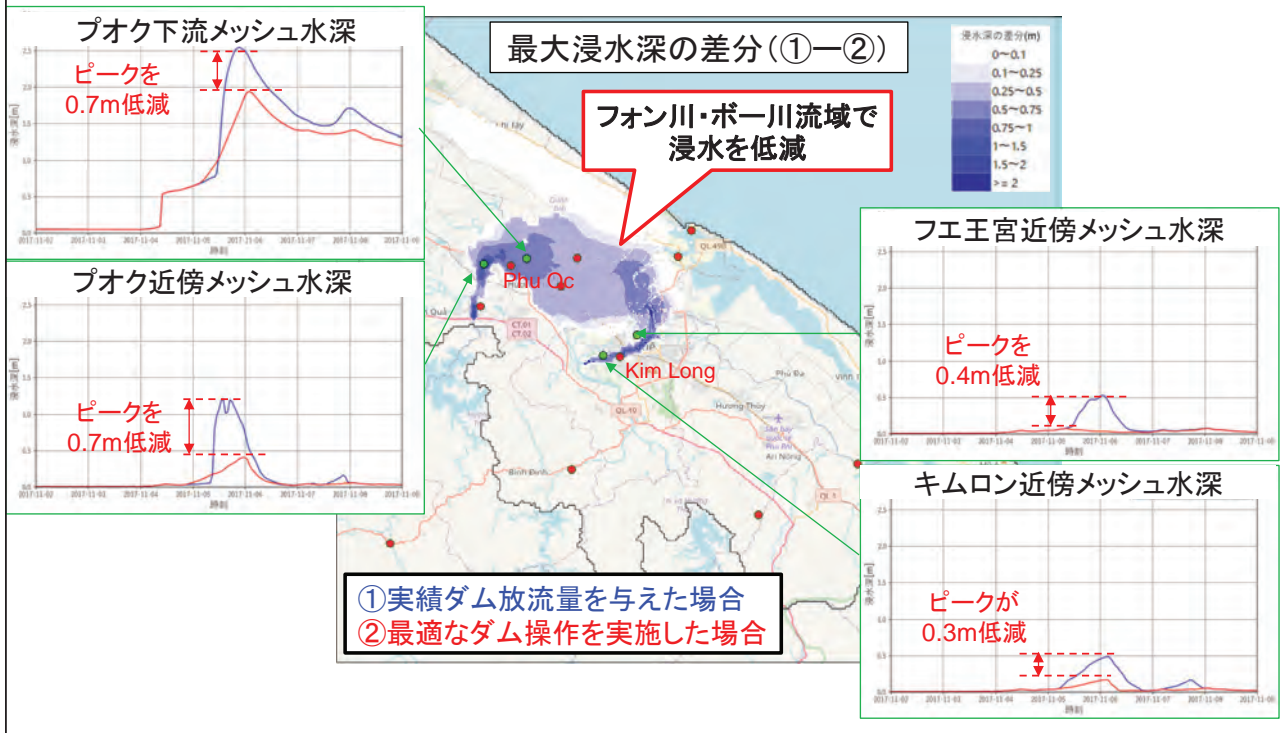
② システム活用し最適ダム操作を行った場合



## 17.1 ダム最適操作による洪水低減効果

### 洪水予測システムのダム最適操作による浸水深の低減

■ 2017年11月洪水における浸水深低減効果(ダム貯水位は実績貯水位で計算開始)



どのような施設も、それが的確に活用されることが重要です。

河川情報センターでは、施設整備後の効果的な活用のための支援と必要な技術移転等について、引き続きJICA等と相談中です。

なお、ベトナム政府としては、首相の指示にもあるように、他流域への展開に繋げていくことも予定しています。

ご静聴 ありがとうございます

Cám ơn vì đã lắng nghe

