

**ベトナム国**

**防災分野における**

**情報コミュニケーションシステムへの**

**ICT技術の利用実証に関する**

**基礎情報収集・確認調査**

**ファイナル・レポート**

平成31年3月  
(2019年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル  
パシフィックコンサルタンツ株式会社

東大
JR
19-018

**ベトナム国**

**防災分野における**

**情報コミュニケーションシステムへの**

**ICT技術の利用実証に関する**

**基礎情報収集・確認調査**

**ファイナル・レポート**

平成31年3月  
(2019年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル  
パシフィックコンサルタンツ株式会社

# 目 次

略語表

図表リスト

ページ

1. 業務の概要.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 対象地域.....	1
1.3 関係省庁・機関.....	2
1.4 協力期間.....	2
2. 災害についての情報収集.....	3
2.1 基礎情報.....	3
2.2 情報伝達.....	4
2.3 避難・防災.....	9
3. 課題の整理と改善策の提案.....	16
3.1 課題の整理.....	16
3.2 改善策の検討.....	18
3.3 実証実験の対象とする ICT ツールの選定.....	21
4. ICT ツールを活用した警報通知、防災情報伝達の効果検証.....	23
4.1 実証実験の概要.....	23
4.2 実証実験の結果.....	37
5. 結論.....	44
5.1 改善できた点と改善すべき課題の分析と取りまとめ.....	44
5.2 今後のシステムの展開に向けて.....	50
5.3 本調査を通じて得られた官民連携、民間資金活用の在り方についての教訓.....	51

## 略 語 表

略語	英名	和名
AR	Augumented Reality	拡張現実感
CCCO	Climate Change Coordination Office	気候変動コーディネーション オフィス
CCNDPC/SR	Commanding Committee for Natural Disaster Prevention and Control and Search and Rescue	災害対策・捜索救助委員会
CSCNDPC	Central Steering Committee for Natural Disaster Prevention and Control	中央災害対策委員会
DARD	Department of Agriculture and Rural Development	農業農村開発局
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism	国土交通省
NCHMF	National Center for Hydro-Meteorological Forecasting	国家水文気象予測センター
RIMS	River Information Management System	河川情報管理システム
VNMHA	Vietnam Meteorological and Hydrological Administration	国家水文気象局

## 図リスト

ページ

図 1.2.1	本件業務の概要 .....	1
図 2.1.1	ベトナム全体の自然災害による死者数および被害総額の推移 .....	3
図 2.1.2	自然災害による死者数および被害総額の推移 (左図：フエ省、右図：ビンディン省) .....	4
図 2.1.3	フエ省およびビンディン省における洪水発生頻度の推移 .....	4
図 2.2.1	フエ省における雨量観測所、水位観測所の位置図 .....	5
図 2.2.2	ビンディン省における雨量観測所、水位観測所の位置図 .....	5
図 2.2.3	2017年11月洪水時におけるフエ省内の時系列対応 .....	7
図 2.2.4	災害時の情報伝達経路 .....	7
図 2.2.5	洪水警戒レベルの設定例（フォン川の Kim Long 観測所） .....	9
図 2.3.1	洪水時の避難先 .....	11
図 3.1.1	課題の整理 .....	17
図 4.1.1	実証実験が対象とした業務内容 .....	24
図 4.1.2	実証実験の対象とするシステムの構成概要 .....	25
図 4.1.3	スマートフォンアプリケーション画面（水位観測方法の選択） .....	25
図 4.1.4	スマートフォンアプリケーション画面（AR マーカー観測：フエ省） .....	26
図 4.1.5	スマートフォンアプリケーション画面（数字入力観測：ビンディン省） .....	26
図 4.1.6	Web アプリケーション画面（上：フエ省、下：ビンディン省） .....	27
図 4.1.7	スマートフォンアプリケーション画面（システム通知） .....	28
図 4.1.8	スマートフォンアプリケーション画面（警報通知） .....	28
図 4.1.9	実証実験のスケジュール .....	29
図 4.1.10	フエ省の観測場所の地図 .....	32
図 4.1.11	ビンディン省の観測場所の地図 .....	32
図 4.1.12	洪水警戒レベルの設定例（フォン川の Kim Long 観測所）（再掲） .....	33
図 5.1.1	洪水警戒レベルの設定例（フォン川の Kim Long 観測所）（再掲） .....	45
図 5.1.2	日本国における洪水警戒レベルの設定概念図 .....	45
図 5.1.3	日本国における洪水警戒レベル（水位）と危険度レベル .....	47
図 5.1.4	現状の課題整理 .....	49
図 5.1.5	ステージごとの課題の改善点とさらなる課題 .....	49

# 表リスト

ページ

表 2.1.1	基礎社会情報 .....	3
表 2.2.1	フエ省、ビンディン省の各観測所数.....	4
表 2.2.2	フエ市の災害対策・捜索救助委員会によって発令された緊急通知例.....	6
表 2.2.3	災害リスクレベルと対応責任機関.....	8
表 2.2.4	洪水による災害リスクレベル.....	9
表 2.3.1	インタビューの対象のコミュニケーション/ワード.....	9
表 2.3.2	インタビュー項目 .....	10
表 3.2.1	課題と改善策、活用できる ICT ツール案 .....	18
表 3.2.2	活用できる ICT ツール案 .....	19
表 3.3.1	実証実験の対象とする ICT ツールの選定評価表.....	22
表 4.1.1	解決すべき課題および ICT ツールによる改善方法.....	23
表 4.1.2	実証実験が対象とした業務内容.....	23
表 4.1.3	使用方法勉強会（フエ省） .....	29
表 4.1.4	使用方法勉強会（ビンディン省） .....	30
表 4.1.5	使用方法勉強会の参加者（フエ省） .....	30
表 4.1.6	使用方法勉強会の参加者（ビンディン省） .....	30
表 4.1.7	観測担当者および観測時刻.....	33
表 4.1.8	観測場所における実証用の水位基準値（フエ省） .....	34
表 4.1.9	観測場所における実証用の水位基準値（ビンディン省） .....	34
表 4.1.10	観測場所における実証用の水位基準値（フエ省：再設定） .....	35
表 4.1.11	観測場所における実証用の水位基準値（ビンディン省:再設定） .....	35
表 4.1.12	実証実験の参加者と役割（ビンディン省） .....	36
表 4.1.13	実証実験の参加者と役割（フエ省） .....	36
表 4.1.14	実証評価会（ビンディン省） .....	37
表 4.1.15	実証評価会（フエ省） .....	37
表 4.2.1	実証実験の効果検証方法.....	37
表 4.2.2	観測データの取得実績.....	38
表 4.2.3	水位および氾濫状況の観測データならびにシステム通知の発出実績 .....	38
表 4.2.4	警報通知用アプリケーションでの通知実績.....	41
表 4.2.5	フエ省でのインタビュー結果.....	41
表 4.2.6	ビンディン省でのインタビュー結果.....	42
表 4.2.7	今後に向けた要望および検討事項.....	43
表 5.1.1	日本での基準水位を設定する際に必要な観測データとその検討一覧 .....	46
表 5.1.2	課題できた点と改善すべき課題の整理.....	48
表 5.2.1	2つのシステムの長所と短所.....	50

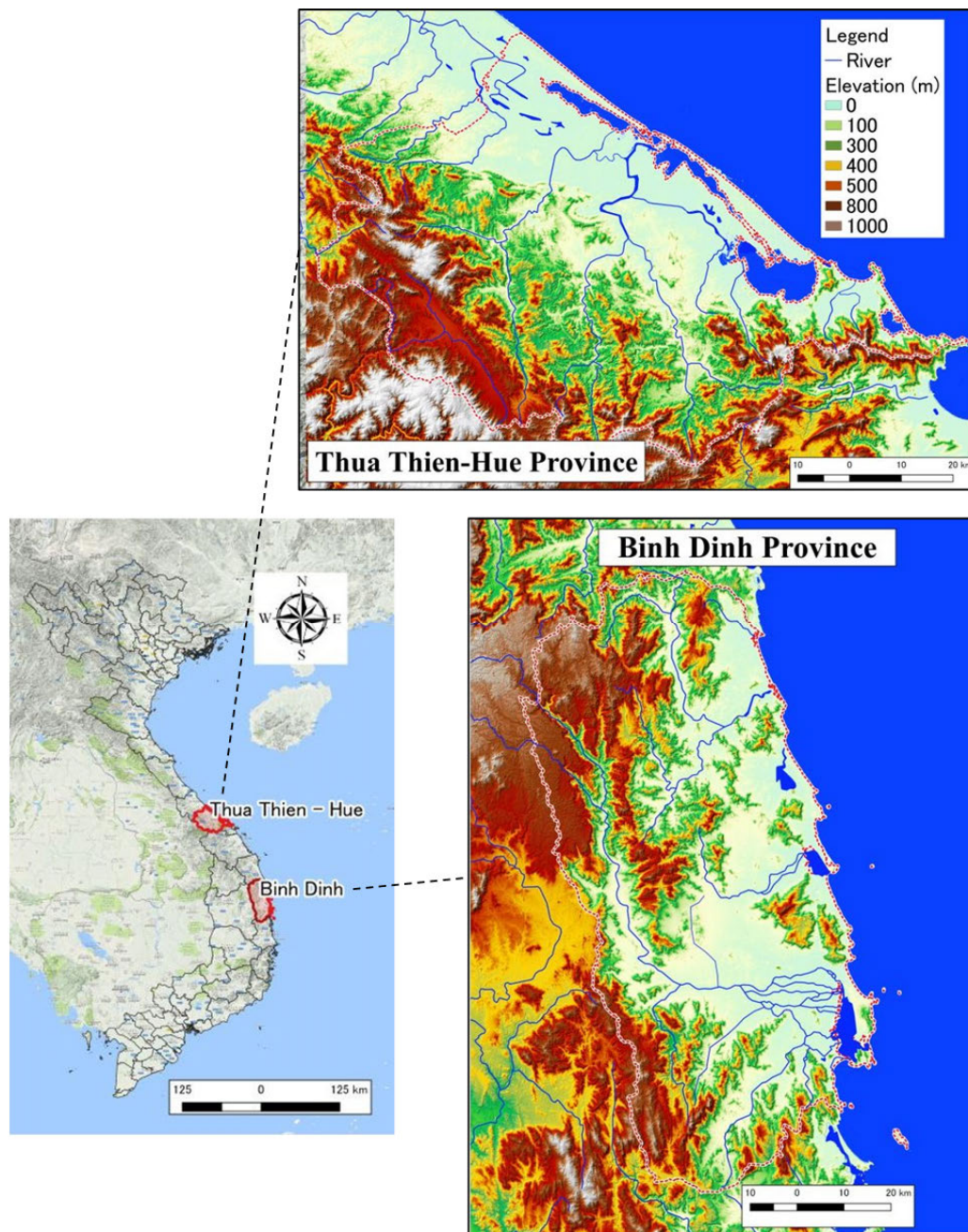
# 1. 業務の概要

## 1.1 目的

本業務は、ベトナムにおいて、洪水対策を行う上での現状の課題整理を行い、それらの改善策の一端として適切な ICT ツールを用いての効果検証を実施することを目的とする。

## 1.2 対象地域

ベトナム国 フエ省、ビンディン省



出典：JICA 調査団が作成

図 1.2.1 調査対象位置図

### 1.3 関係省庁・機関

フエ省人民委員会農業農村開発局

(Department of Agriculture and Rural Development of Hue: DARD)

ビンディン省人民委員会農業農村開発局

(Department of Agriculture and Rural Development of Binh Dinh: DARD)

### 1.4 協力期間

2018年8月～2019年3月



## 2. 災害についての情報収集

DARD を含む防災関係機関や住民へのインタビュー、現地踏査、収集資料等を通じて、基礎情報、情報伝達、避難・防災に関する現状を以下の通り整理した。

### 2.1 基礎情報

フエ省およびビンディン省の基礎社会情報を下表に示す。人口、面積、男女比、貧困率に関して、両省に大きな差はなく、ベトナム国内においても一般的な数値であると言える。

表 2.1.1 基礎社会情報

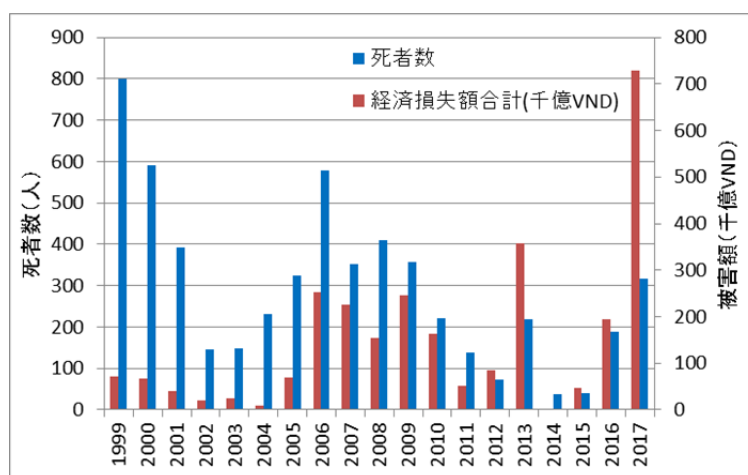
項目 (単位)	調査年	国全体 (全 63 省)	フエ省		ビンディン省	
		数値	数値	全国順位	数値	全国順位
人口 (百万人)	2016	92.7	1.15	36	1.52	17
人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	2016	280	235.0	36	251.0	33
面積 (km <sup>2</sup> )	2016	331,230	5,033	30	6,051	22
男女比 (女/男)	2016	0.97	0.99	26	0.96	58
貧困率 (%)	2015	7	4	47	9	31

\*順位はすべて数値の大きい順に並べたときのもの

\*貧困率は数値が大きければ貧困率が高いことを示す

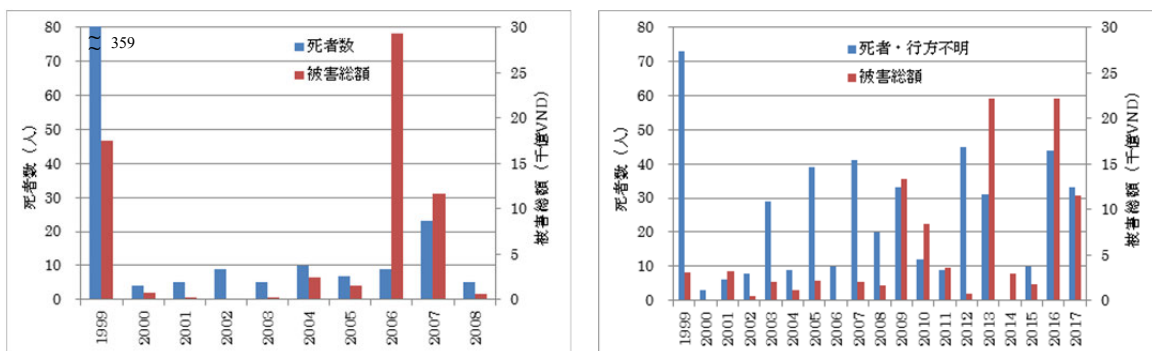
出典：GENERAL STATISTICS OFFICE of VIETNAM、ベトナム統計総局

フエ省およびビンディン省における自然災害による死者数および被害総額の推移を下図に示す。1999年には両省で既往最大洪水が発生したことにより死者数が大きくなっている。その後、ビンディン省では死者数が40人を超える年が複数回発生する等、比較的死者数が多くなっている。被害総額に関しては、近年その値が大きくなっている傾向にあり、都市の発展に伴い自然災害に対する脆弱性が高まっていると推測される。



出典：EM-DAT データをもとに JICA 調査団が作成

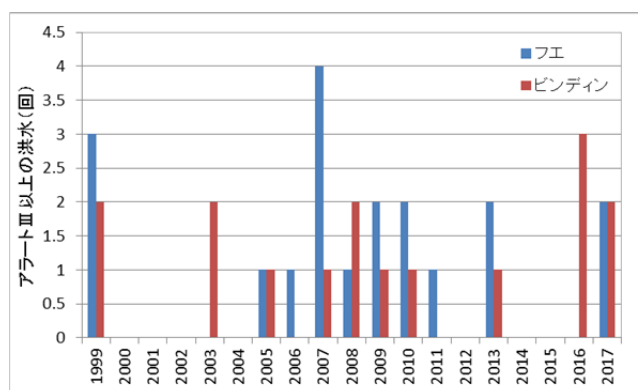
図 2.1.1 ベトナム全体の自然災害による死者数および被害総額の推移



出典：フエ省およびビンディン省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

図 2.1.2 自然災害による死者数および被害総額の推移（左図：フエ省、右図：ビンディン省）

また、フエ省の主要河川フォン川、ビンディン省の主要河川コン川における洪水発生頻度の推移を下図に示す。今回は、洪水警戒レベル Alert 3（洪水警戒レベルについては後述）以上の水位を記録した場合を洪水発生として整理した。フエ省、ビンディン省ともに、ほぼ 1 年に 1 回の割合で洪水が発生していることがわかる。また、洪水発生年には上記の死者・行方不明者数または被害総額が大きくなっている傾向にあり、自然災害の中でも洪水による被害が深刻であることが推測される。



出典：フエ省およびビンディン省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

図 2.1.3 フエ省およびビンディン省における洪水発生頻度の推移

## 2.2 情報伝達

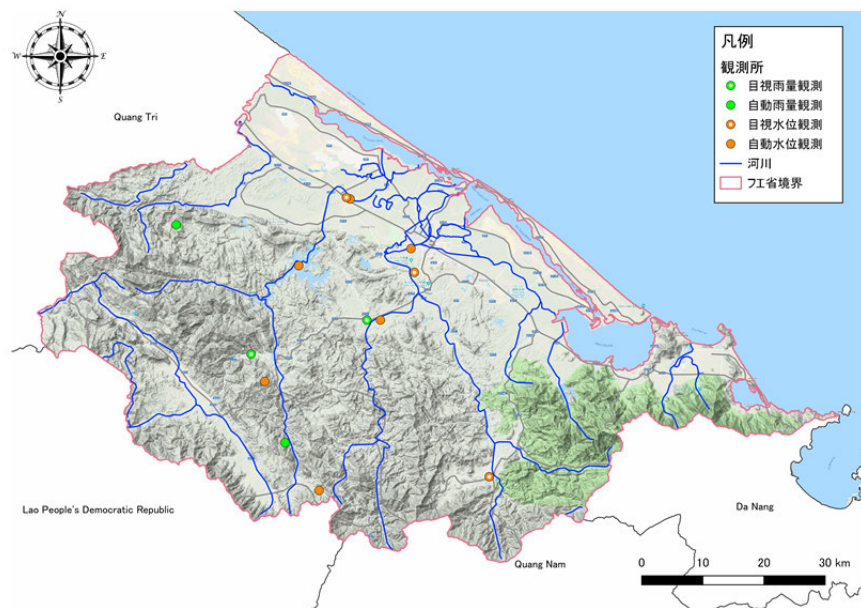
防災関係政府機関（省政府から県、村）からコミュニティ・住民に至るまでどういった災害情報を共有、活用しているのかを以下の項目に沿って調査を行った。

### (1) 観測場所、情報の内容

フエ省およびビンディン省における雨量観測所、水位観測所の設置箇所を以下に示す。

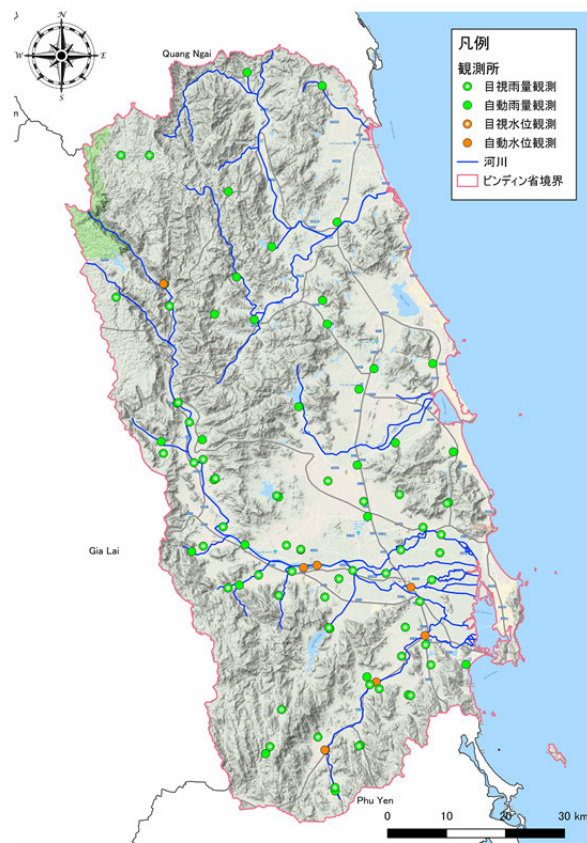
表 2.2.1 フエ省、ビンディン省の各観測所数

項目	フエ省	ビンディン省
目視雨量観測所	2	46
自動雨量観測所	4	34
目視水位観測所	3	0
自動水位観測所	4	6



出典：フエ省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

図 2.2.1 フエ省における雨量観測所、水位観測所の位置図



出典：ビンディン省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

図 2.2.2 ビンディン省における雨量観測所、水位観測所の位置図

フエ省では、日本の無償資金協力によって 10 か所の水文観測所の新設が計画されているほか、省のマスタープラン 2030 に基づき気象水文観測所を 50 か所まで増やすことが計画されている。

ビンディン省では、アメリカやドイツの支援によって 8 か所の水位観測所が新設されたほか（うち、ドイツ支援による 4 か所は機器の故障により 2018 年時点で稼働していない）、フィンランドによる気象レーダー観測設備、イタリアによる気象水文観測所の導入が予定されている。また、雨量観測所に関しては、民間会社 WATEC 社の雨量計が約 40 か所で活用されている。

気象水文観測所の設置数は年々増加しているが、中小河川や省内に点在する貯水池の監視に関しては、更なる設置が必要と DARD は考えている。

洪水時においては、これらの観測データを用いて、国家水文気象局や地域水文気象センターが大雨や洪水に係る警報を発出するとともに、各レベルの災害対策・捜索救助委員会が災害対応に係る指示を発令する。2017 年 11 月の洪水時にフエ市の災害対策・捜索救助委員会によって発令された緊急通知の内容は下表に示す通りであった。

表 2.2.2 フエ市の災害対策・捜索救助委員会によって発令された緊急通知例

発令者	フエ市の災害対策・捜索救助委員会
発令先	ワード人民委員会委員長、フエ市関連支局長、フエ市風水害対策委員会メンバー (CC: 省人民委員会、省災害対策・捜索救助委員会、フエ市党委員会および人民評議会、フエ市人民委員会、フエ市長および副市長、フエ市事務所長)
日 時	2017 年 11 月 5 日午前 8 時
内 容	1. 住民の避難誘導 2. 洪水対応状況の報告 3. 建設工事の安全確保 4. 市の警察や軍によるレスキュー準備 5. 食料の準備 6. 医療チームの準備 7. ラジオ局による情報伝達 8. 脆弱地域の監視および報告 9. 24 時間体制の確保

出典：フエ省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

種々の警報や指示は発表されているものの、観測や予測されたデータをもとにした災害対応はあらかじめ規定されておらず、DARD としてもデータ分析・意思決定に係るフェーズに課題があると認識している。特に、情報伝達の内容は上位機関から下位機関に流されているだけで、受け手側にとって行動に資する内容にはなっていないことが懸念として DARD から挙げられた。

## (2) タイミング

2017 年 11 月にフエ省で発生した洪水時におけるダム及び河川の状況、各機関および住民の時系列対応を下図に整理する。11 月 5 日早朝に上流の 2 つのダムで最大放流量となり、下流のフォン川 Kim Long 観測所の水位上昇を記録した。フエ省およびフエ市が緊急通知を発令したことに伴い、住民の一部は避難を開始し、同日午後には家屋内にも浸水が発生したと記録されている。

日時	ダム運用	フォン川の水位 Kim Long観測所	フエ省	フエ市	コミュニン /ワード	住民
11月4日	5:30		台風警報の更新			
	6:00		Ta Trachダム放流開始			
	7:00		水位・雨量レポート			
	9:00	0.85m	Bin Dienダムへ対応指示			
	10:55		大雨警報			
	14:00		Bin Dienダム放流開始			
	14:55		台風上陸情報			
	16:00		Ta Trachダムへ対応指示			
	16:24		大雨警報			
23:15		洪水警報				
11月5日	3:00	Ta Trachダム最大放流	Alert II (2.0m)上昇中			
	3:10					
	4:45	Binh Dienダム最大放流				
	8:00		Alert III (3.5m)上昇中			
	9:30			緊急通知		一部住民避難開始
	11:00			特別洪水警報		
	13:00			大雨警報		
	16:00			水位・雨量レポート		0.8m浸水(家屋内0.3m)
	18:36			緊急洪水警報		1.2m浸水(家屋内0.7m)
	19:00		最大水位 (4.03m)			
	21:00					一部停電 停電回復
11月6日	5:00					
	5:30					
	6:00		Alert III (3.5m)下降中			
	11:30					

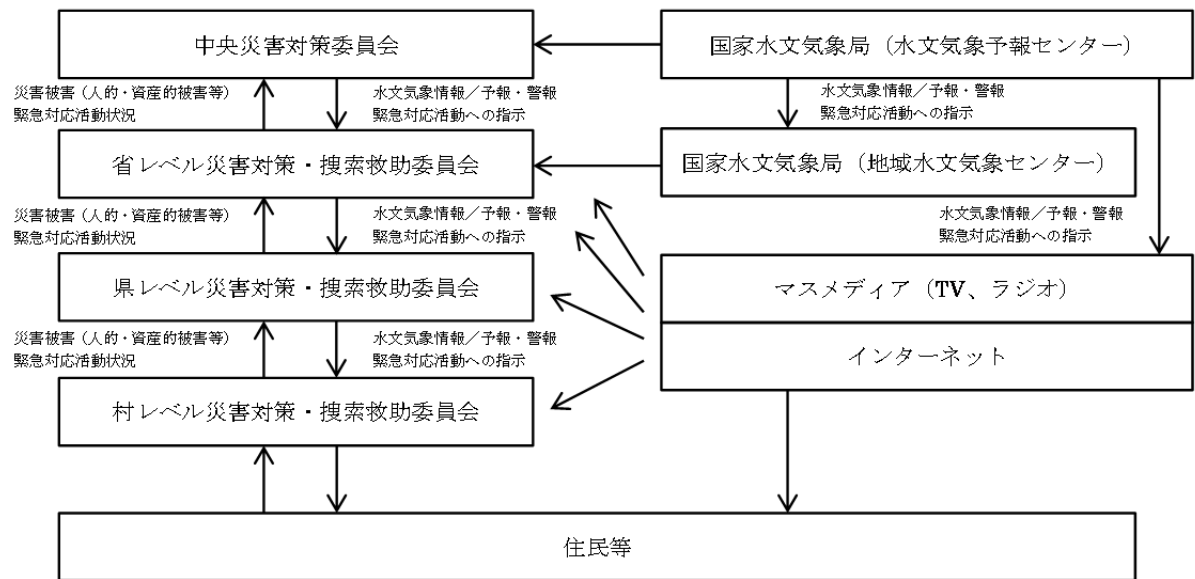
出典：フエ省 DARD の提供データをもとに JICA 調査団が作成

図 2.2.3 2017 年 11 月洪水時におけるフエ省内の時系列対応

フエ省やビンディン省における洪水は、台風に伴う大雨によって発生することが多く、上記 2017 年 11 月洪水も台風に伴い発生したため、洪水発生 の 3、4 日前から政府機関は前広な対応を開始することができていたとのことである。

(3) 伝達ルート、伝達元、伝達先

情報伝達に関しては、政府議定 No.46/2014 「災害予警報伝達」において、予警報発表と伝達経路について下図の通り示されている。



出典：河川「ベトナムにおける防災体制の現状と最近の動向」－ 舘健一郎, 2017年11月号

図 2.2.4 災害時の情報伝達経路

ここで、上図における「県」は英語表記での「District」の訳語であり、本レポートでの「フェ市」は県レベル相当の組織である。同様に、本レポートでの「コミューン」「ワード」は、どちらも「村」レベルの組織である。

#### (4) 伝達手段

中央、省、県レベルにおける情報伝達手段は、主に FAX、SMS、携帯電話（スマートフォン）、携帯電話によるメールが活用されている。しかし、ビンディン省の県レベルや村レベルでは FAX がなくともあり、電話やメールが主に活用されている。また、洪水に伴い停電が起きることで、伝達手段が途絶えることも課題であると DARD は認識している。

住民への情報伝達手段には、主にラウドスピーカーが活用されている。しかし DARD 職員によれば、フェ省、ビンディン省ともにラウドスピーカーの設置数は十分ではなく、更なる設置や代替伝達手段の確保が必要と考えられている。



住宅街に設置されているラウドスピーカー



コミューン庁舎のラウドスピーカー

写真 1 設置されているラウドスピーカー

#### (5) その他関連事項

ベトナム政府として、下図に示す災害リスクレベルを洪水に対しても設定しているが、本レベルは災害の危険性を示したものではなく、対応すべき災害対策委員会のレベルを規定したものにすぎないことが課題であると、貴機構の防災セクター情報収集・確認調査（2018）にて指摘されている。

表 2.2.3 災害リスクレベルと対応責任機関

災害リスクレベル	対応責任機関
Level 1	コミューン災害対策・捜索救助委員会が、On-the-Spot モットーに準じて指揮する。県（District）委員会は、被災コミューンからの要請に応じてこれを指揮する。
Level 2	地方省の災害対策・捜索救助委員会が、省内各機関との連携のもと指揮する。省の対応能力を超える場合には、中央防災対策委員会及び国家捜索救助の支援を要請する。
Level 3	中央災害対策委員会が、地方省や関係省庁との連携のもと指揮する。各地方省の災害対策・捜索救助委員会は、中央防災対策委員会の指示を仰ぐ。
Level 4	首相が、関係省庁や地方省を直接指揮し、中央災害対策委員会は首相に助言を行う。各地方省の災害対策・捜索救助委員会は、中央防災対策委員会の指示を仰ぐ。
Level 4 以上 緊急事態	首相は、国家主席に対して、国家緊急事態の宣言を提案する。国家緊急事態法に従った対応を行う。

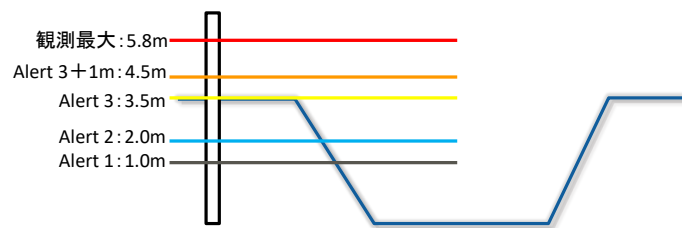
出典：JICA、ベトナム国 防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, 2018

表 2.2.4 洪水による災害リスクレベル

河川域		Alert 2~3	Alert 3~+1m	Alert 3+1m ~観測最大	観測最大以上~
複数小河川			Level 1	Level 2	Level 3
複数の中河川	上流		Level 1	Level 2	Level 3
	下流	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Ma, Ca, Dong Nai, VuGia - ThuBon, Ba	上流	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
	下流	Level 2	Level 3	Level 4	Level 4
Red-ThaiBinh	支川	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
	下流	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
メコンデルタ		Level 1	Level 3	Level 4	>Level5

出典：JICA, ベトナム国 防災セクター戦略策定のための情報収集・確認調査, 2018

洪水警戒レベルの設定例として、フエ省フォン川の Kim Long 観測所における基準を下図に示す。当観測所の Alert 3 は、無堤河川における河道いっぱいの水位として設定されている。



出典：JICA 調査団が作成

図 2.2.5 洪水警戒レベルの設定例（フォン川の Kim Long 観測所）

## 2.3 避難・防災

住民がどのように洪水に備え、対応しているのかをインタビューを通じて調査を行った。インタビューは、過去の洪水実績の観点から DARD 職員の推薦に基づいて、以下に示す村（コミュニティ/ワード）の職員や住民、合計 14 人に対して行った。

表 2.3.1 インタビューの対象のコミュニティ/ワード

フエ省	ビンディン省
Huong Vinh コミュニティ Quang Thanh コミュニティ Quang An コミュニティ Phu Mau コミュニティ Huong Van コミュニティ	Nhon Phu ワード Nhon Binh ワード

インタビューの内容に関しては、以下に示す項目に沿って実施した。

表 2.3.2 インタビュー項目

基本情報	性別、年代、住所
過去の洪水被害	過去に洪水被害にあったことがあるか。 (ある場合) その際の最大浸水深、浸水時期、浸水期間、頻度、被害状況(死亡、負傷、家屋損壊、家具損壊)
避難行動	洪水時に避難をしたことがあるか。 (ある場合) どこに避難したか、避難所までの距離・時間、避難ルート、避難手段、何をきっかけに避難を開始したか、避難の際に困ったことはあったか、洪水発生を事前に知らされた場合に何を準備するか (ない場合) 避難をしなかった理由
情報伝達	政府機関またはコミュニケーションリーダー等から警報情報を受け取ったことがあるか。 (ある場合) その内容や回数、情報の受け取り手段、どのタイミングで受け取ったか、誰から情報を受け取ったか、どのような情報があると助かるか



Quang An コミュニティへのインタビュー実施状況



住民(高齢者)へのインタビュー実施状況

出典: JICA 調査団撮影

写真 2 インタビュー実施の様子

インタビュー結果の概要を以下に示す。

(1) 避難や備えに参考にする情報の内容と入手手段、入手のタイミング

先述の通り、避難や備えに参考にする情報として、気象水文情報を含む大雨警報や洪水警報、避難指示等が DARD から県、村(コミュニティ/ワード)を通じて、随時ラウドスピーカを用いて共有される。ラウドスピーカの音声が住民に届かないこともあるため、DARD、県、村(コミュニティ/ワード)職員は、住宅を1軒ずつ訪問し情報を伝達することもある。

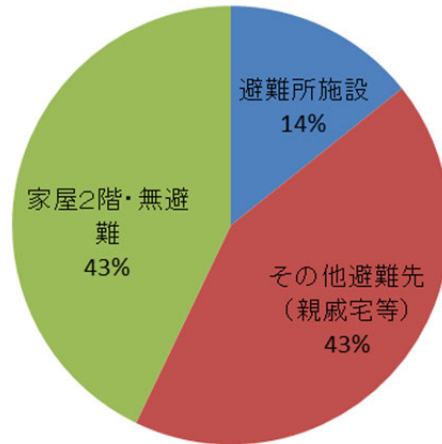
DARD 職員によれば、省レベルから住民レベルまでの情報伝達にはおおよそ1時間を要すると認識されている。

(2) 避難場所や避難ルート

コミュニティへのインタビューでは、学校等の施設が避難所に指定されており、洪水発生時には周辺の住民が避難する。またフエ省では JICA の支援により、ビンディン省では CCCO(Climate Change Coordination Office) の支援により避難所が建設されており、これらは災害時以外にもコミュニティ活動の場として活用されている。住民へのインタビューでは、避難所として近隣の



学校施設やパゴダ（仏塔施設）を挙げているが、親戚宅や家屋の2階への避難も多く（図 2.3.1）、その際の食糧・生活必需品の確保が課題との声もあった。



出典：インタビュー結果をもとに JICA 調査団が作成

図 2.3.1 洪水時の避難先

一方で、地域ごとの避難所指定や、避難ルート等を規定した体系的な避難計画は、十分に策定されておらず、避難の方法は住民個々人の判断に任されているのが実情と考えられる。



JICA 支援の避難施設



CCCO 支援の避難施設



CCCO 支援の避難施設の2階の様子（電源は洪水に備え壁上部に設置され、電気の使用が可能）



CCCO 支援の避難施設の2階の様子（2階にトイレもあり、洪水時でも使用可能）

出典：JICA 調査団撮影

写真3 避難施設

### (3) 避難手段

洪水発生前の避難手段は基本的に徒歩であり、近隣の避難施設へ避難する。浸水後にはボートを使って避難するため、いくつかの家やコミュニオンオフィスにはボートが設置されている。ボートは避難のほかに、救援物資の配給にも活用されるため、より多くのボートを支援して欲しいとの回答がコミュニオン職員や住民からあった。一方で、男性一人が家財を守るために家に残るといった例もあった。



出典：JICA 調査団撮影

写真4 コミュニオンオフィスに設置された緊急時用ボート

### (4) 避難訓練など日ごろの備え

住民レベルでの避難訓練や防災教育に関しては、ドナーや赤十字によるプロジェクト、省による一部支援を除き、ほとんど行われていない。一方で、慣例として毎年雨季の初めには家財を全て上階に上げ、浸水時の家財損失を最小限に抑える等の対策を行っている。

### (5) 女性や高齢者、障害者の扱い

ビンディン省クイニョン市は市内の女性、子ども、高齢者、障害者のリストを有しており、避難時には最優先事項として対応している。このリストは、2016年にドイツの支援でハザードマップが作成された際に収集されたものであり、ワード（コミュニオンに相当）レベルで管理している。クイニョン市の Nonh Phu ワードで行った住民インタビューでは、洪水時には女性、子どもを近所の避難施設に優先的に避難させるとの証言もあり、社会的弱者への配慮がなされているといえる。



女性、子ども、高齢者、障害者の住居位置が記載されている

出典：JICA 調査団撮影

写真5 ドイツ支援で作成されたハザードマップ（ビンディン省）

## (6) 避難率、避難期間

現地住民への聞き取りでは、洪水の前に避難所に避難するというケースはなかった。また、住民によって公共の避難施設や親戚宅、自宅の上階、屋上と、避難先が異なることが分かった。なお、DARD は住民の避難先や避難者数を正確に把握できていないため、避難率を算出するのは難しい。

避難期間は、その地域の浸水期間に依存し、住民聞き取りでは洪水によって3日間から2週間程度との回答が得られた。

## (7) ハザードマップ等

聞き取り調査によると、浸水想定区域図や洪水ハザードマップの作成は統一的な基準に従って作成されておらず、JICA を始めとしたドナー支援により部分的に作成されている状況である。住民避難に活用されるレベルの避難マップや、コミュニティレベルのマップに関しても、ドナーによるコミュニティ支援により部分的に作成されている状況である。

(8) その他関連事項

フエ省、ビンディン省ともに河川にはほとんど堤防がなく、水位上昇や氾濫特性は日本とは異なることに留意が必要である。今回インタビューを行った住民は、水位が足元まで上がってきてから避難を開始しており、高齢者等を除いて事前避難を行った例はなかった。避難の呼びかけを発令する基準を検討する場合は、河川特性や住民の意識を勘案する必要がある。



自然河道（上流部）



自然河道（上流部）



無堤区間（中流部、市街地）



無堤区間（中流部、市街地）

写真6 河道特性（フエ省）



自然河道（上流部）



自然河道（上流部）



無堤区間（中流部）



堤防区間（下流部）

出典：JICA 調査団撮影

写真7 河道特性（ビンディン省）

### 3. 課題の整理と改善策の提案

3章では、災害情報が避難や備えに有効に活用されているか、課題を整理し、改善策を提案する。まず、2章での現状整理を踏まえ、以下の通り、4つのステージごとに課題を整理した。

#### 3.1 課題の整理

##### (1) 情報収集

- 水文観測機器の数が不足しており（数は増えてきているものの十分とは言えない）、数多く存在するダム、ため池の水位も含め、流域の水文状況を適切に把握できていない。
- 観測機器が壊れると修理することができない。結果、観測値が欠測となる。
- 機材やシステムの新規導入、維持管理に関して、十分な予算が確保されていない。適切な維持管理がなされない場合、観測機器の故障や観測値誤差の要因となる。
- 観測所数のうち、雨量・水位観測ともに、自動化されていない目視観測所の数が多い（多くの観測員が必要）。少なくとも、目視観測所は観測値のテレメータ化がなされていない（観測データは観測員を介してのみ得られる）ため、予警報等の活動を迅速に行うことができない。
- ドナーによる支援によって気象水文観測所が導入されているが、ベトナム政府独自の取り組みとドナーによる取り組みがそれぞれ独立しており統合（一元化）されていない。

##### (2) 情報分析・意思決定

- データを入手できても何をしたら良いかわからない。これは、予警報、避難の呼びかけを適切にできない、あるいは、それらがわかりにくい状況の根本的な要因である。
- 雨量や水位といった水文観測値と氾濫の関係が整理・分析されていない。このため、洪水時の雨量や水位観測値から、いつ・どこでは氾濫が起きているのかあるいは起きるのか予測ができない。また、予警報に必要な水位が設定されていないため、適切な防災活動を行うことができない。

##### (3) 情報伝達

- 情報伝達手段や通信網の制限により、住民への情報伝達が迅速に実施されないことがある。
- また、上記「(1) 情報収集」に述べたように、情報を一元化できていないため、情報伝達に時間がかかり、タイムリーに行動できない。

##### (4) 避難・防災教育

- 住民の避難場所、避難のタイミング等がバラバラなので、行政による緊急・災害対応が困難である。
- 家財を守るため避難をしない住民もいる。

- 浸水継続時間が長い場合、洪水発生後の物資配布や避難誘導に苦労している。

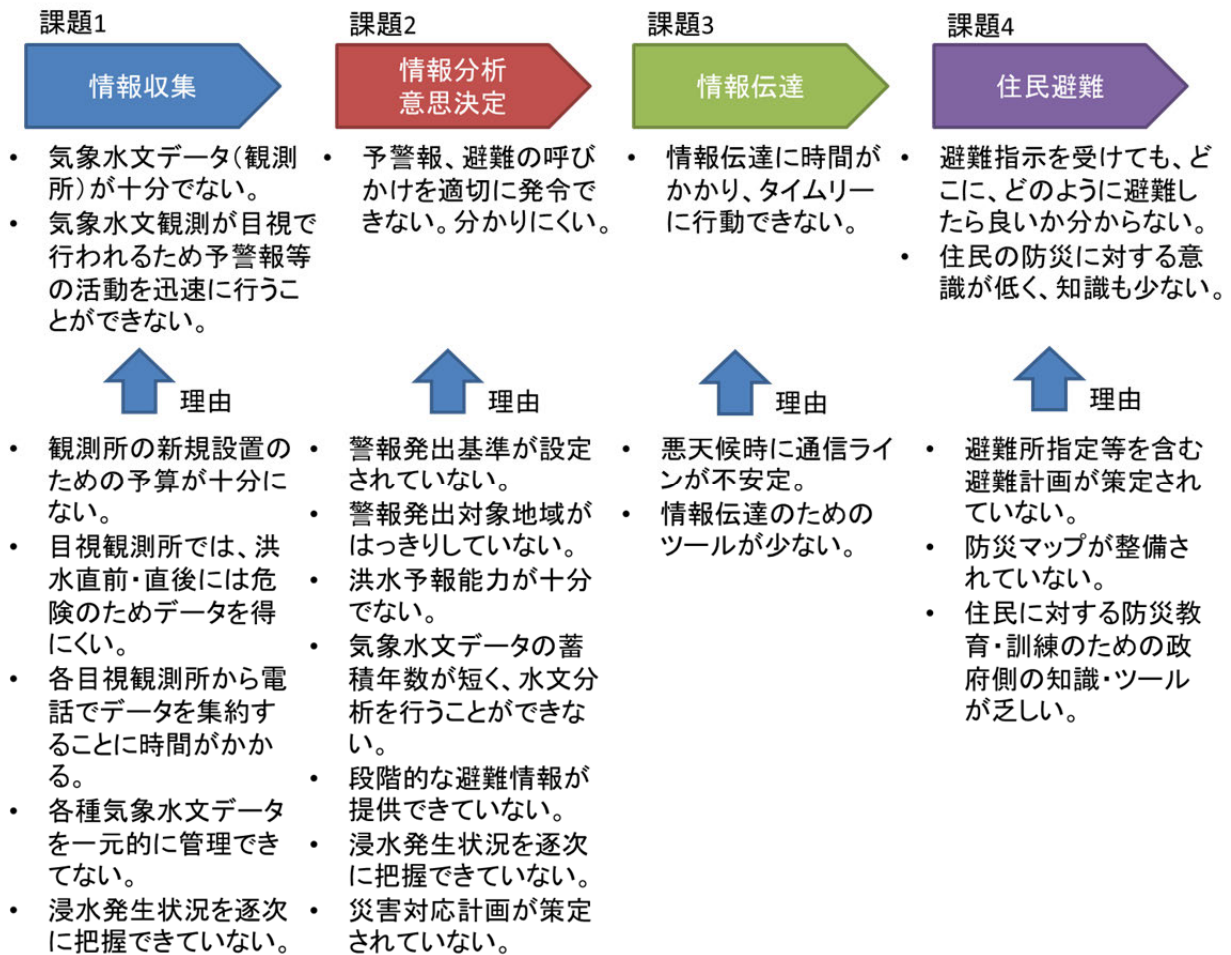
改善策の提案にあたって、上記課題を以下の4項目に整理した。

**課題1：「情報収集」** 気象水文データ（観測所）が十分でない。気象水文観測が目視で行われるため予警報等の活動を迅速に行うことができない。

**課題2：「情報分析・意思決定」** 予警報、避難の呼びかけを適切に発令できない。発令される内容が分かりにくい。

**課題3：「情報伝達」** 情報伝達に時間がかかり、タイムリーに行動できない。

**課題4：「住民避難」** 避難指示を受けても、どこに、どのように避難したら良いか分からない。住民の防災に対する意識が低く、知識も少ない。



出典：JICA 調査団が作成

図 3.1.1 課題の整理

### 3.2 改善策の検討

改善策については、必ずしも ICT ツールが活用できるものではないことに留意し、ICT ツールを活用する上での課題とともに、ICT ツールで解決できない課題についても下表の通り整理し、DARD と認識を共有した。

表 3.2.1 課題と改善策、活用できる ICT ツール案



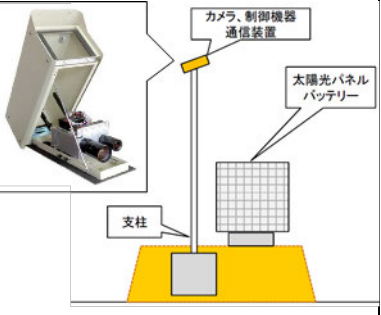
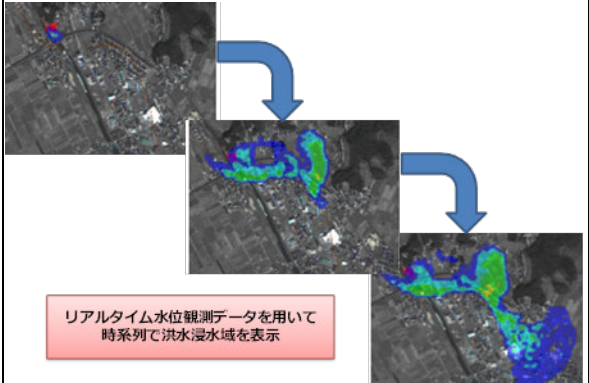
課題	改善策	活用できる ICT ツール
[情報収集] 気象水文データ(観測所)が十分でない。気象水文観測が目視で行われるため予警報等の活動を迅速に行うことができない。	(自動) 水文観測所を設置する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT ツールによる水位観測および氾濫状況報告アプリ①</li> <li>危機管理型水位計②</li> <li>カメラ画像による水位・流量観測 (eye-BOX) ③</li> </ul> <p style="text-align: right;"><i>従来のものより安価かつ維持管理が容易</i></p>
	リアルタイムの氾濫発生状況を監視する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT ツールによる水位観測および氾濫状況報告アプリ①</li> <li>リアルタイム洪水シミュレーション④</li> </ul>
[情報分析・意思決定] 予警報、避難の呼びかけを適切に発令できない。分かりにくい。	洪水予測能力を向上させる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム洪水シミュレーション④</li> </ul>
	予警報、避難の呼びかけを発令する基準・対象範囲を設定する。	<i>(DARD、気象水文局等を対象とした水理・水文分析等に係る技術協力プロジェクトが別途必要)</i>
	予警報、避難の呼びかけの分かりやすい段階的な内容を検討する。	<i>(DARD、省、県、コミュン等を対象とした避難判断基準等に係る技術協力プロジェクトが別途必要)</i>
	予警報、避難の呼びかけ発令の必要性を判断するシステムを導入する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>タイムライン支援システム⑤</li> </ul>
[情報伝達] 情報伝達に時間がかかり、タイムリーに行動できない。	同時配信サービス等を活用する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>FAX、メール、SMS による配信システム⑥</li> <li>防災情報通知アプリ⑦</li> <li>防災無線網</li> </ul>
	被災情報、避難情報の報告ルール、システムを構築する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>被災、避難状況報告・集計アプリ⑧</li> </ul>
	日頃から訓練を実施する。	<i>(防災関係機関を対象とした情報伝達訓練等に係る技術協力プロジェクトが別途必要)</i>
	悪天候に耐えうる通信網、電力網を整備する。	<i>(別途、通信・電力インフラ整備が必要)</i>
[住民避難] 避難指示を受けても、どこに、どのように避難したら良いかわからず。住民の防災に対する意識が低く、知識も少ない。	避難計画を策定する。	<i>(コミュニティレベルを対象とした避難訓練等に係る技術協力プロジェクトが別途必要)</i>
	避難所を建設する。	<i>(ICT ツールでは解決できない)</i>
	ハザードマップ(避難マップ)を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム洪水シミュレーション④</li> <li>浸水想定区域図等表示システム⑨</li> <li>土砂災害危険情報サービス (どしゃブル) ⑩</li> </ul>
	避難手段、避難ルートを整備する。	<i>(ICT ツールでは解決できない)</i>
	コミュニティ防災活動等を通じて、住民を教育、啓発する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>AR によるハザードの可視化⑪</li> <li>避難誘導アプリ⑫</li> </ul>
[共通]	情報収集、データ分析・意思決定、情報伝達の各フェーズを一元的に管理する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害情報共有システム⑬</li> </ul>

※表中の ICT ツールに振られた番号は、以降で使用される ICT ツールの番号と共通である。

上表で提案した「活用できる ICT ツール」それぞれの特徴を下図の通り整理し、DARD に紹介を行った。



表 3.2.2 活用できる ICT ツール案

活用できる ICT ツール案の概要																																														
<p>改善策 1：（自動）水文観測所を設置する。以下のICT ツールは、従来のものより安価かつ維持管理が容易</p> <p>改善策 2：リアルタイムの浸水発生状況を監視する。</p>																																														
<p>① ICT ツールによる水位観測および氾濫状況報告アプリ</p>  <p>バーチャル水位計 QRコードの撮影 視覚的に水位を計測</p> <p>出典：AR 技術を活用した水位計測の仕組み、富士通</p>	<p>② 危機管理型水位計</p> <p>水圧式      超音波式</p> <p>直接検出式      電波式</p>  <p>出典：危機管理型水位計に係る検討会資料、国土交通省</p>	<p>③ カメラ画像による水位・流量観測 (eye-BOX)</p>  <p>カメラ、制御機器 通信装置 太陽光パネル バッテリー 支柱</p> <p>出典：危機管理型水位計に係る検討会資料、PCKK</p>																																												
<p>河川護岸や橋脚に QR コードを設置しそれをスマートフォンで読み込むことで、画面上で水位を計測する。</p>	<p>洪水時の水位観測のみに特化した低コスト（30 万円から 100 万円程度）な水位計。</p>	<p>カメラ映像を用いて水位を読むことが可能であり、視覚的に洪水の危険判断も可能である。価格は 88 万円から。</p>																																												
<p>改善策 3：洪水予測能力を向上させる。</p> <p>改善策 4：予警報、避難の呼びかけ発令の必要性を判断するシステムを導入する。</p>																																														
<p>④ リアルタイム洪水シミュレーション</p>  <p>リアルタイム水位観測データを用いて時系列で洪水浸水域を表示</p> <p>出典：リアルタイム洪水シミュレータ、日立パワーソリューションズ</p>	<p>⑤ タイムライン支援システム</p> <table border="1" data-bbox="805 1064 1396 1478"> <thead> <tr> <th colspan="2">タイムライン</th> <th colspan="3">水位観測</th> </tr> <tr> <th>時刻</th> <th>水位</th> <th>行動項目</th> <th>担当</th> <th>実施確認</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過去の防災行動</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>-4hrs</td> <td>6.0m</td> <td>避難情報</td> <td>**課</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>-1hrs</td> <td>7.6m</td> <td>避難勧告</td> <td>**課</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>+2hrs</td> <td>8.4m</td> <td>避難指示</td> <td>**課</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>+3hrs</td> <td>**m</td> <td>***</td> <td>**課</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>+5hrs</td> <td>**m</td> <td>***</td> <td>**課</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">水位予測とその時の防災行動</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：円山川災害対策支援システム構築業務、国交省・PCKK</p>	タイムライン		水位観測			時刻	水位	行動項目	担当	実施確認	過去の防災行動					-4hrs	6.0m	避難情報	**課	<input type="checkbox"/>	-1hrs	7.6m	避難勧告	**課	<input type="checkbox"/>	+2hrs	8.4m	避難指示	**課	<input type="checkbox"/>	+3hrs	**m	***	**課	<input type="checkbox"/>	+5hrs	**m	***	**課	<input type="checkbox"/>	水位予測とその時の防災行動				<input type="checkbox"/>
タイムライン		水位観測																																												
時刻	水位	行動項目	担当	実施確認																																										
過去の防災行動																																														
-4hrs	6.0m	避難情報	**課	<input type="checkbox"/>																																										
-1hrs	7.6m	避難勧告	**課	<input type="checkbox"/>																																										
+2hrs	8.4m	避難指示	**課	<input type="checkbox"/>																																										
+3hrs	**m	***	**課	<input type="checkbox"/>																																										
+5hrs	**m	***	**課	<input type="checkbox"/>																																										
水位予測とその時の防災行動				<input type="checkbox"/>																																										
<p>洪水シミュレーションを行い、時系列での浸水域の変化を確認することができる。洪水発生時の行動計画を立案する防災業務に寄与するものである。</p>	<p>水位に連動して、事前に定めた次に行動すべき内容が画面上にプッシュ表示され、行政職員は一連の防災行動手順を全て把握しなくても良い。</p>																																													

活用できる ICT ツール案の概要

改善策 5：同時配信サービス等を活用する。

改善策 6：被災状況、避難状況の報告ルール、システムを構築する。

<p>⑥ FAX、メール、SMS による配信システム</p> <p>出典：災害情報一元配信システム、日立パワーソリューションズ</p>	<p>⑦ 防災情報通知アプリ</p> <p>出典：Safety tips、観光庁</p>	<p>⑧ 被災、避難状況報告・集計システム</p> <p>出典：#減災リポート、ウェザーニューズ・Twitter</p>
<p>入力画面に登録された災害・気象情報（テキスト、画像、音声、映像）を、各種通信メディアに一斉配信する。</p>	<p>気象官庁からの各災害予報・警報・情報や自治体からの緊急情報などをプッシュ通知で知らせる。</p>	<p>災害時における住民からの被害発生状況報告や、各避難所における避難者数の集計・管理を行う。</p>

改善策 7：ハザードマップ（避難マップ）を作成する。

改善策 8：コミュニティ防災活動等を通じて、住民を教育、啓発する。

<p>⑨ 浸水想定区域図等表示システム (⑪AR によるハザードの可視化含む)</p> <p>出典：AR 津波ハザードスコープ、関西大学、PCKK、キャドセンター</p>	<p>⑩ 土砂災害危険情報サービス (どしゃブル)</p> <p>出典：どしゃブル、PCKK</p>	<p>⑫ 避難誘導アプリ</p> <p>出典：AR ハザードスコープ Lite、キャドセンター</p>
<p>スマートフォンの GPS 機能を活用することで、現在位置の浸水状況（浸水深）を視覚的に確認できる。</p>	<p>雨量レーダーで得られるデータを利用して、土砂災害危険度判定システムの構築・運用支援を行う。</p>	<p>本アプリは AR を活用して、スマートフォン上で視覚的に避難施設の情報を確認し、避難行動ができる。</p>

### 3.3 実証実験の対象とする ICT ツールの選定

上記で整理した ICT ツールのうち、本プロジェクトの実証実験の対象とする ICT ツールの評価・選定を、以下に示す観点で行った。

#### (1) 現地環境への適用性

現地調査の結果、ICT ツールが現地の自然・社会環境に有効か、また、実証実験を行うために必要な検討や資料が十分か、といった観点で評価した。適用性が高いと評価できる場合を A、適用性は期待できるが、関係する検討や活動、資料・データが必要な場合を B、時期尚早、あるいは、適用性が低いと評価される場合を C と評価した。

#### (2) 実証実験の準備に必要な時間

ICT ツールの実証実験を行うために、機材やシステムの構築、アプリの開発等の準備に時間がかかるかどうかを評価した。1～2 ヶ月以内に準備できる場合を A、2～3 ヶ月で準備できる場合を B、3 ヶ月以上かかる場合を C と評価した。

#### (3) C/P の意向

C/P に対して、全ての ICT ツールを説明した結果、C/P が強く希望した場合を A、興味を示した場合を B、特に興味を示さなかった場合を C と評価した。なお、C/P の意向には、将来的なシステムの導入が安価であることも含まれている。

#### (4) 総合評価

上記評価項目 3 点ともに A の場合、総合評価を A とした。1 つでも C がある場合を C、それ以外を B とした。

表 3.3.1 実証実験の対象とする ICT ツールの選定評価表

	1) 現地環境への適用性	2) 準備にかかる時間	3) C/P の意向	4) 総合評価
① ICT ツールによる水位観測および氾濫状況報告アプリ	A：観測の必要性は高く、環境も整っており、適用性が高い。	A	A	A
② 危機管理型水位計	A：観測の必要性は高く、環境も整っており、適用性が高い。	B	B	B
③ カメラ画像による水位・流量観測 (eye-BOX)	A：観測の必要性は高く、環境も整っており、適用性が高い。	B	A	B
④ リアルタイム洪水シミュレーション	C：詳細な地形図や水文データが十分でないため、現時点で効果的なシミュレーションができない。	C	C	C
⑤ タイムライン支援システム	C：災害時の役割分担、取るべき行動の詳細が明確でないため、タイムラインが作成できない。	C	C	C
⑥ FAX、メール、SMS による配信システム	A：配信すべきメッセージの検討は必要だが、「情報伝達」という機能上の適用性は高い。	B	B	B
⑦ 防災情報通知アプリ	A：配信すべき防災情報の検討は必要だが、「情報伝達」という機能上の適用性は高い。	A	A	A
⑧ 被災、避難状況報告・集計アプリ	B：被災、避難状況の整理に関する統一したルールがなく、その意識、必要性の認識も低い。	B	C	C
⑨⑪ 浸水想定区域図等表示システム (AR によるハザードの可視化)	C：詳細な地形図、水文データ、ハザードマップが十分でないため、効果的な表示ができない。	C	C	C
⑩ 土砂災害危険情報サービス (どしゃブル)	C：対象地域の主要な災害は洪水であり、適用性が低い。	C	C	C
⑫ 避難誘導アプリ	C：避難所の指定が十分でなく、また、避難状況の把握も十分に行われていないため、効果的に活用できない。	C	C	C
⑬ 災害情報共有システム	C：関連情報を一元化する必要性は高いものの、一元化した情報を活用して何をするかという検討が十分に行われておらず、適用性は低い。	C	A	C

出典：JICA 調査団が作成

上表に関し、JICA およびフエ省とビンディン省の関係者と協議の上、実証実験で用いる ICT ツールを、スマートフォンおよびクラウドシステムを活用した「①ICT ツールによる水位観測アプリ」および「⑦防災情報通知アプリ」に決定した。

## 4. ICT ツールを活用した警報通知、防災情報伝達の効果検証

### 4.1 実証実験の概要

#### (1) 実証実験の対象とする ICT ツール

3章で整理した課題のうち、フェ省およびビンディン省の関係者が特に大きな課題として挙げた課題と ICT ツールによる改善方法を以下の表に示した。

表 4.1.1 解決すべき課題および ICT ツールによる改善方法

	課題	ICT による改善方法
課題 1	気象水文データ（観測所）が十分でない。気象水文観測が目視で行われるため予警報等の活動を迅速に行うことができない。	河川水位の観測結果を収集、表示する「①ICT ツールによる水位観測アプリ」の活用。
課題 3	情報伝達に時間がかかり、タイムリーに行動できない。	多人数への同時プッシュ通知によって即時の情報伝達を行い、気づきを与える「⑦防災情報通知アプリ」の活用。
共通課題	上記課題の解決は安価とする必要がある。	広く普及しているスマートフォンやクラウドシステムを用いて、運用維持コストを低減させる。

出典：JICA 調査団が作成

3.3 で示した通り、JICA およびフェ省とビンディン省の関係者と協議の上、実証実験で用いる ICT ツールを、スマートフォンおよびクラウドシステムを活用した上記「①ICT ツールによる水位観測アプリ」および「⑦防災情報通知アプリ」に決定した。

#### (2) 実証実験の目的

本実証実験は、フェ省およびビンディン省の水害対策業務において、ICT を活用した河川情報管理を行い、①迅速かつ安価で持続可能な測定の実施、②通知による気づきを通じた関係職員およびコミュニティの災害対応能力の向上、に貢献することを目的とする。

#### (3) 実証実験の内容

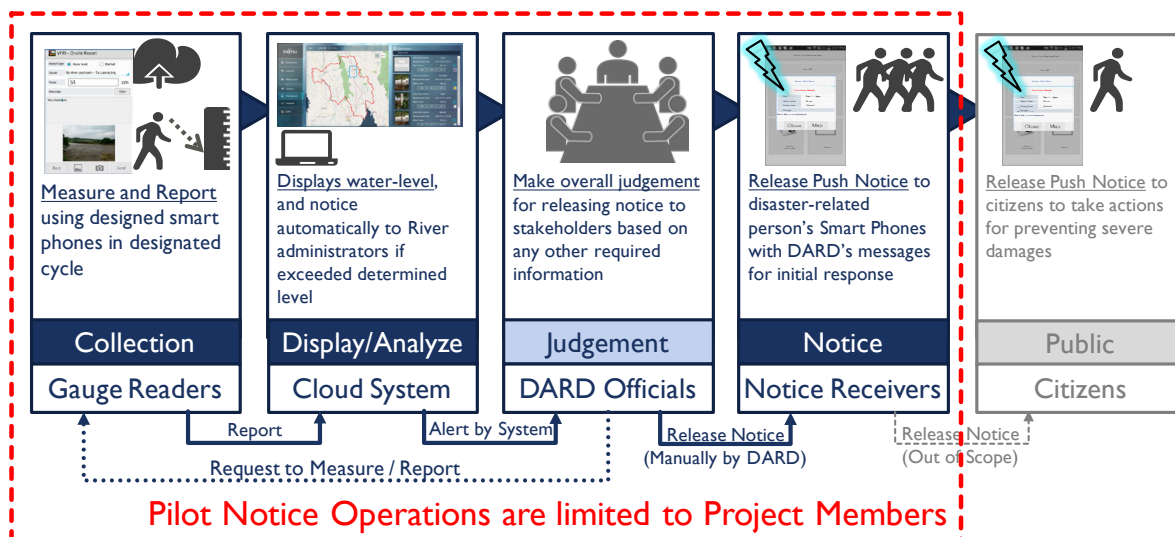
本実証実験は下表および下図のとおり、河川水位や氾濫状況の観測、表示、判定、通知の業務を対象として行った。

表 4.1.2 実証実験が対象とした業務内容

	業務	内容
1	観測	測定員が、スマートフォンを用いて河川水位や氾濫状況を観測する。
2	表示	DARD の防災課がクラウドシステム上のダッシュボードに表示された水位情報で状況を把握する。
3	判定	DARD の防災課が、水位情報および予め実証実験用に設定した基準値を超過した場合にシステム通知 (*) を受け取り、実証実験参加者に必要な情報を警報通知 (**) として発出するかどうか判定する。
4	通知	DARD の防災課が、実証実験関係者にスマートフォンを用いて警報通知 (**) を送信し、受信者は必要に応じて対応活動を実施する。

出典：JICA 調査団が作成

判定業務における「システム通知(\*)」とは、基準値の超過について情報システムから実証実験参加者のスマートフォンアプリケーションに自動的に発出される通知であり、それに対して「警報通知(\*\*)」とは、必要な判定を経たのちに DARD の防災課が実証実験参加者に対してスマートフォンアプリケーションの入力操作等により発出する通知である。



出典：JICA 調査団が作成

図 4.1.1 実証実験が対象とした業務内容

なお、実証実験では、上表、上図に従い、参加者は以下の役割を担うこととした。

- Gauge Readers：スマートフォンで水位を観測する者
- Judgement：水位情報に基づいて、情報を伝達するか判断する者
- Notice Receivers：情報を受信する者

#### (4) 実証実験の対象となるシステム

本実証実験の対象となるシステムは、上記(3)の業務の流れに即したものであり、観測および警報通知用のスマートフォンアプリケーション、観測情報が表示され利用者が PC からアクセスするクラウド上の Web アプリケーションから構成されている。また、Web アプリケーションは利用者や観測場所などのデータの登録を行う管理機能も有する。同システムを河川情報管理システム (River Information Management System (以下、RIMS) と呼ぶ。



出典：JICA 調査団が作成

図 4.1.2 実証実験の対象とするシステムの構成概要

### 1) 観測方法

今回の実証実験におけるスマートフォンアプリケーションを用いた観測方法については、以下の二つの方法で行った。

- フェ省：AR（拡張現実）マーカーを用いた水位の自動検出および河川状況等の写真撮影
- ビンディン省：画面での水位の数字入力および写真撮影

観測にあたって、利用者はスマートフォンアプリケーションのトップ画面から AR マーカーを用いた水位の自動検出か数字入力かを選択し、それぞれ選択後の画面で操作を行う。

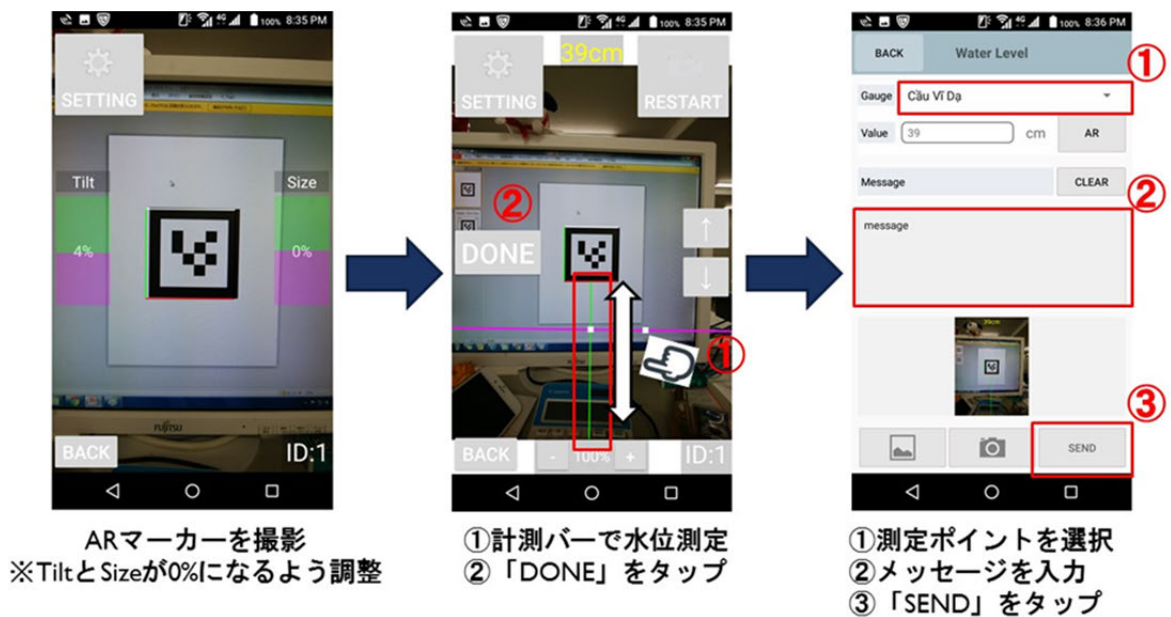


出典：富士通の RIMS を加工して JICA 調査団が作成

図 4.1.3 スマートフォンアプリケーション画面（水位観測方法の選択）

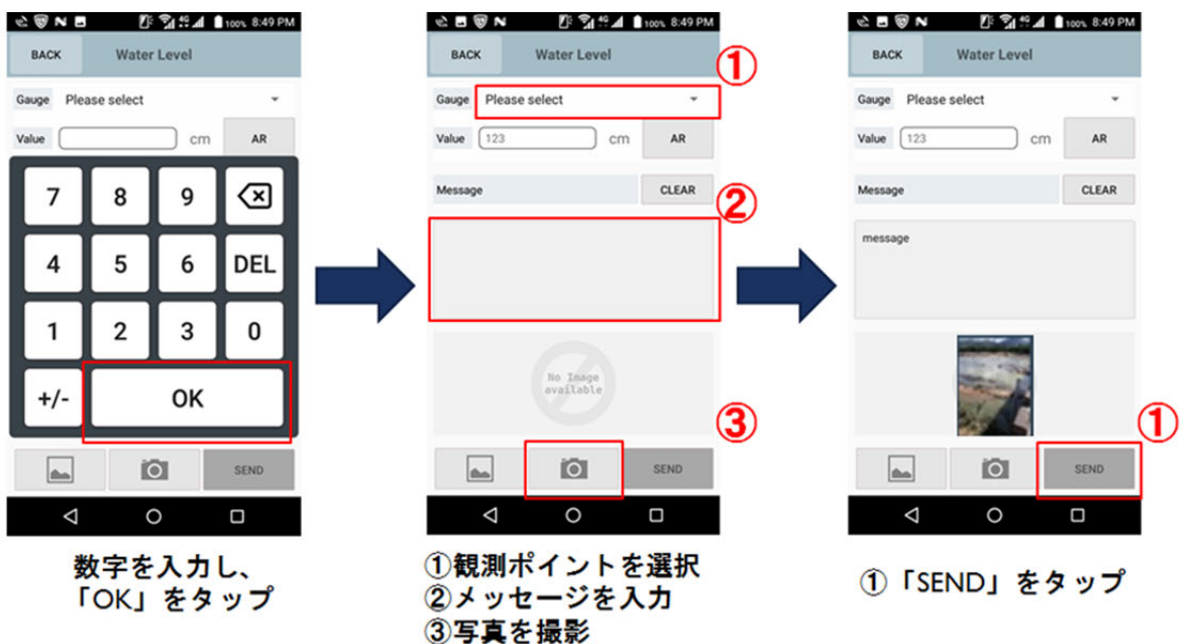
フエ省での AR マーカーを用いた水位の自動検出は、スマートフォンのカメラで AR マーカーに照準を合わせ、撮影角度を調整する。その後、自動的に水位ゲージが表示されるため、撮影画面で指を使用して水面部分を選択する操作により、画面上の水位ゲージに即した水位の観測値の入力および写真撮影が完了する。

ビンディン省での水位の数字入力は、既に設置されている量水盤を観測員が読み取り、その数字を画面上に入力する。写真撮影は画面下のボタンにより別途操作を行う。



出典：富士通の RIMS を加工して JICA 調査団が作成

図 4.1.4 スマートフォンアプリケーション画面（AR マーカー観測：フエ省）



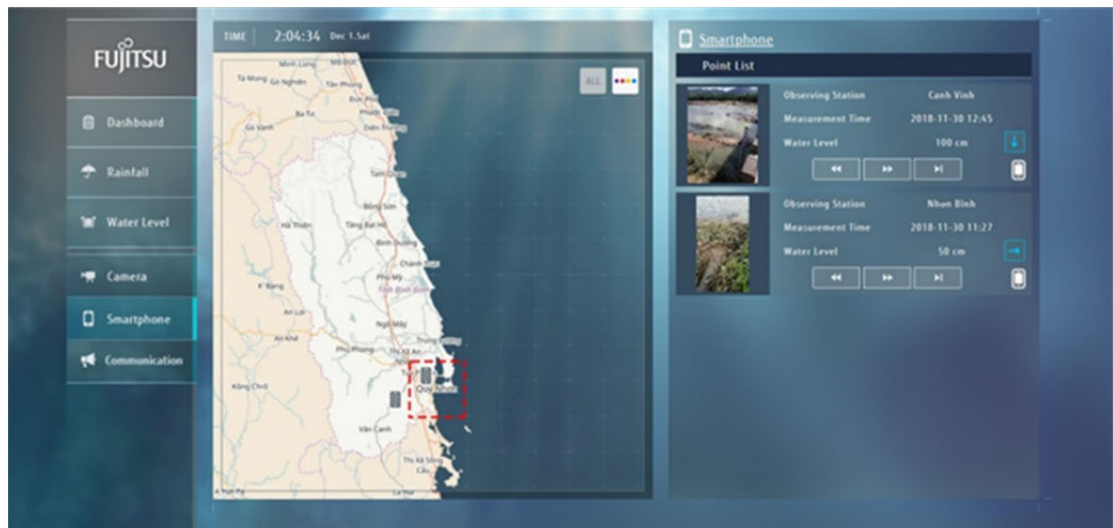
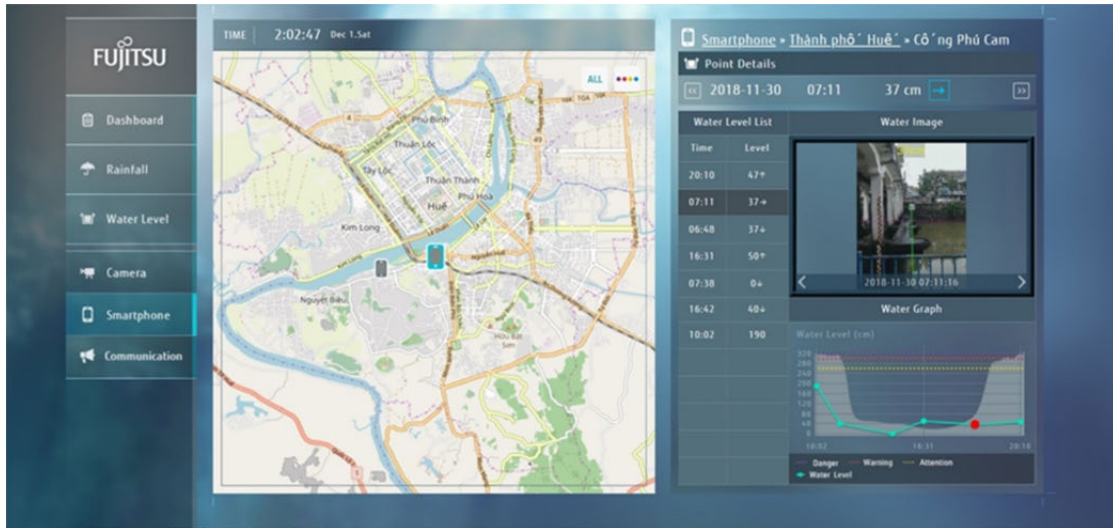
出典：富士通の RIMS を加工して JICA 調査団が作成

図 4.1.5 スマートフォンアプリケーション画面（数字入力観測：ビンディン省）



## 2) 表示

Web アプリケーションには、スマートフォンアプリケーションから送信された観測地点における観測日時毎のデータや写真が表示される。スマートフォンでの観測ポイントを地図上に表示する、観測された写真を選択して拡大表示をする、矢印（「<」や「>」）で観測データを切り替える、観測ポイント毎の詳細画面（時系列のグラフや表等）に遷移する、といった操作ができる。



出典：富士通のRIMSを加工してJICA調査団が作成

図 4.1.6 Web アプリケーション画面（上：フエ省、下：ビンディン省）

## 3) システム通知

観測された水位データが予め設定した基準値を超過した場合には、下図のとおり、スマートフォンアプリケーションに自動的にシステム通知が発出される。

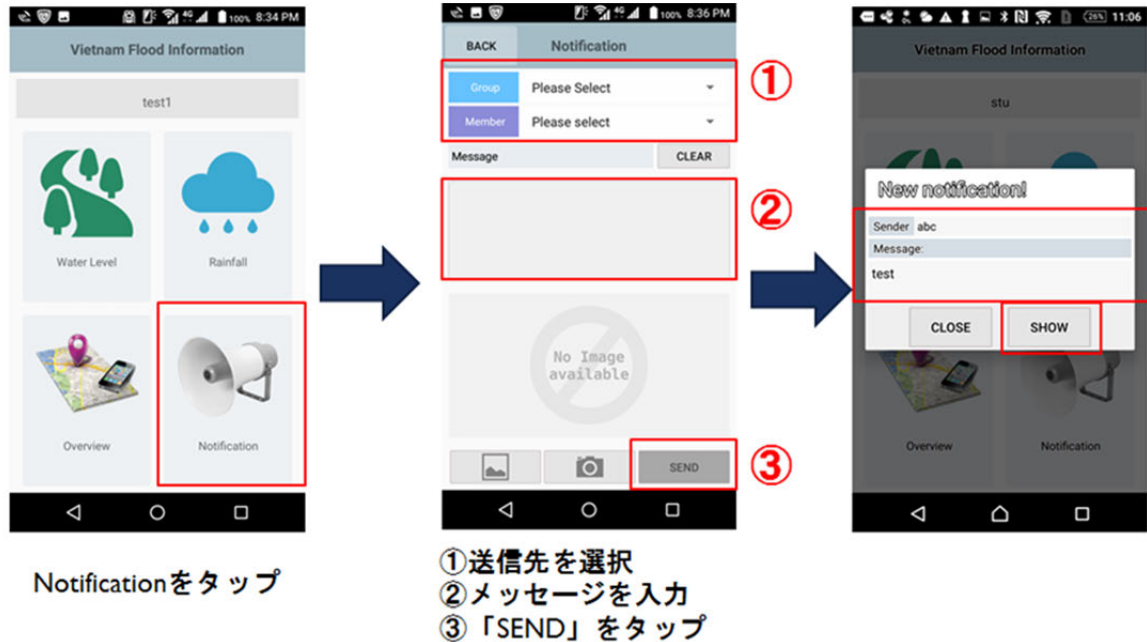


出典：富士通の RIMS を加工して JICA 調査団が作成

図 4.1.7 スマートフォンアプリケーション画面 (システム通知)

#### 4) 警報通知

さらにシステム通知により、管理者である DARD が実証関係者関係者にさらなる警報通知を行う判定をした場合には、下図のとおり、送信先を選択してメッセージを入力の上で警報通知を発信する。



出典：富士通の RIMS を加工して JICA 調査団が作成

図 4.1.8 スマートフォンアプリケーション画面 (警報通知)

## (5) 実証実験の具体的な実施内容

### 1) 実証スケジュール

本実証実験のスケジュールは、下図のとおり、2018年12月の1か月間をデータ収集の期間として設定し、実証期間前にアプリケーション開発、現地での準備会合、使用方法勉強会等の準備を行うとともに、実証期間後にアプリケーション回収、現地でのインタビューおよび有効性評価等の活動を行った。

No.	項目	10月				11月				12月				1月			
		2w	3w	4w	5w	1w	2w	3w	4w	1w	2w	3w	4w	1w	2w	3w	4w
1	アプリケーション開発		■	■	■	■	■										
2	準備 - 実施内容詳細説明 - 測定ポイント調査				■												
3	準備 - クラウド準備 - ARマーカ準備						■										
4	準備 - アプリインストール - ARマーカ設置 - 使用方法勉強会							■									
5	実証実施 - データ収集									■	■	■	■	■			
6	後処理 - アプリ回収 - ARマーカ回収																工期後も 継続利用
7	評価 - インタビュー															■	
8	評価 - 有効性評価															■	
9	評価 - フィードバック															■	■

出典：JICA 調査団が作成

図 4.1.9 実証実験のスケジュール

### 2) 使用方法勉強会

実証開始前の2018年11月28日と30日それぞれフエ省およびビンディン省において、実証実験のプロジェクト概要の確認および実証に用いるシステムの操作説明を行う使用方法勉強会を開催した。参加者および議事は下表のとおりである。

表 4.1.3 使用方法勉強会（フエ省）

日時	2018年11月28日 9:00-12:30
参加者	フエ省：DRAD 職員 15人
議事	1. プロジェクト概要およびシステム操作説明 2. 観測ポイント訪問および実操作テスト 3. 発報基準閾値の協議

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.4 使用方法勉強会（ビンディン省）

日時	2018年11月30日 8:30-13:00
参加者	ビンディン省：DARD職員、コミュニティ関係者含む8人
議事	1. プロジェクト概要およびシステム操作説明 2. 観測ポイント訪問および実操作テスト 3. 発報基準閾値の協議

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.5 使用方法勉強会の参加者（フエ省）

番号	氏名	所属・役職
1	DANG VAN HOA	Deputy Director of Bureau of Irrigation
2	LE DIEN MINH	Bureau of Irrigation- Head of Disaster prevention unit
3	LE MAI MINH TAN	Bureau of Irrigation - General affair manager
4	NGUYEN LUONG MINH	Staff
5	LE VAN LAM	Staff
6	LE VAN BINH	Staff
7	NGUYEN XUAN DUYEN	Staff
8	NGUYEN THANH QUANG	Staff
9	TRAN TRUNG DUNG	Staff
10	LE VAN KIM SANG	Staff
11	NGUYEN THI THANH THAO	Staff
12	LE VAN SONG	Staff
13	TRAN DUY MINH HUY	Staff
14	HO DANG PHUOC QUANG	Staff
15	DUONG NGOC DIEM THU	Staff

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.6 使用方法勉強会の参加者（ビンディン省）

番号	氏名	所属・役職
1	NGUYEN XUAN PHU	Deputy Director of Bureau of Irrigation
2	TRAN HUU KINH	Bureau of Irrigation- Head of Disaster prevention unit
3	BUI PHI HUNG	Staff
4	LE VAN TRUC	Staff
5	VO TRUNG DUNG	Staff
6	NGUYEN TUONG VI	Staff
7	PHAM NGOC BAN	Staff- NHON BINH Measurer
8	NGO VAN THU	CANH VINH Measurer

出典：JICA 調査団が作成



出典：JICA 調査団撮影

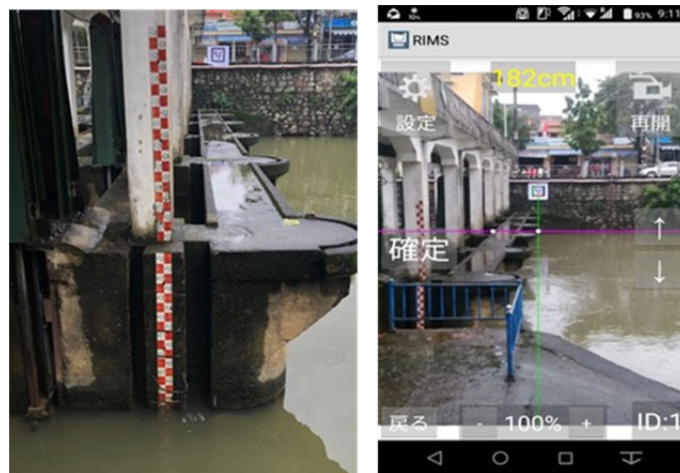
写真8 使用方法勉強会の様子（左：フエ省、右：ビンディン省）

フエ省では、スマートフォンアプリケーションを12名のDARD職員の携帯に設定完了した。ビンディン省では、スマートフォンアプリケーションを6名の参加者の携帯に設定完了した。

### 3) 対象とする水位観測所

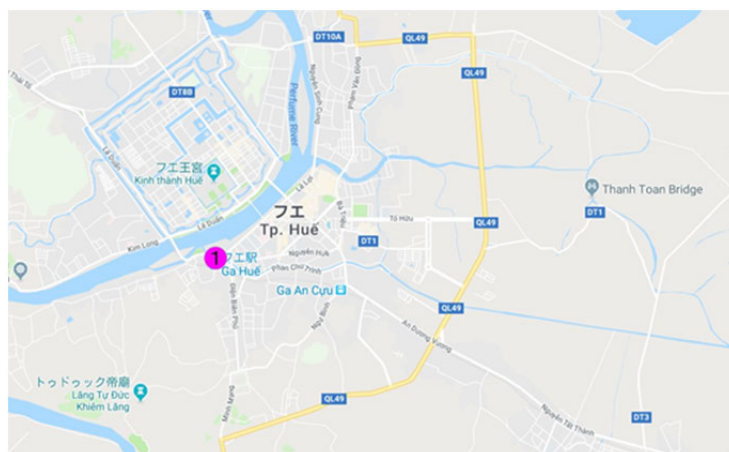
実証実験において水位および氾濫状況を観測する場所として、各省と協議のうえで、フエ省は1か所、ビンディン省は2か所設定した。

フエ省では、水位の観測ポイントである水門付近にARマーカーを設置（水門沿いの欄干下部の壁に固定）した。本実証においてスマートフォンで観測する測定値は、既存に設置されている水位計測量水板の目盛（海拔）と同一のものを設定することとなった。



出典：JICA 調査団撮影

写真9 フエ省の観測場所（左：既設量水盤、右：スマートフォンアプリ観測画面）



出典：Google Map を加工して JICA 調査団作成

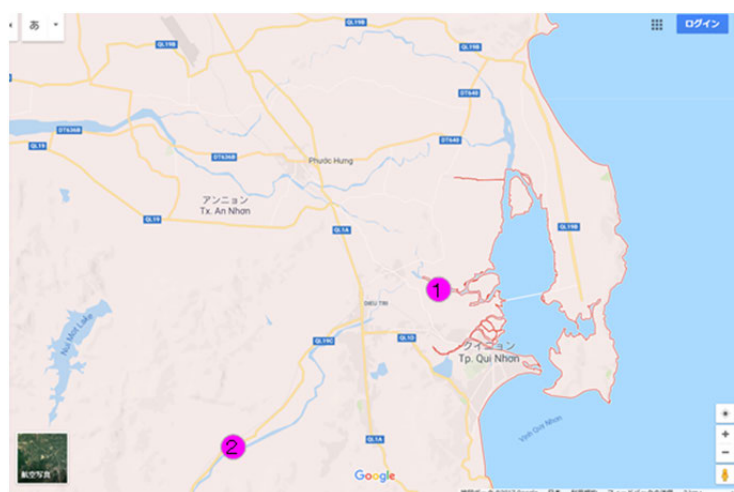
図 4.1.10 フェ省の観測場所の地図

ビンディン省では、本実証においてスマートフォンで観測する測定値は、既存に設置されている水位計測ゲージの目盛（海拔）を用いて入力することとなった。



出典：JICA 調査団撮影

写真 10 ビンディン省の観測場所（左：Nhon Binh 既設量水盤、右：Canh Vinh 既設量水盤）



出典：Google Map を加工して JICA 調査団作成

図 4.1.11 ビンディン省の観測場所の地図

#### 4) 観測者および観測時刻

使用方法勉強会の際に上記の観測場所を訪問して、スマートフォンアプリケーションの操作および Web アプリケーション上でのデータ表示を確認するとともに、観測者および観測時刻は表 4.1.8 および表 4.1.9 のとおり決定した。

表 4.1.7 観測担当者および観測時刻

	観測場所	観測者	観測時刻
1	フエ省	DARD 職員 3 名が交代で実施	7:30-8:00、16:00-17:00。
2	ビンディン省 Nhon Binh	DARD 職員	8:00/16:00
3	ビンディン省 Canh Vinh	コミュニティの方	7:00/17:00

出典：JICA 調査団が作成

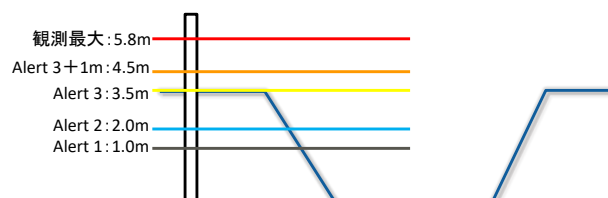
#### 5) 基準水位の設定

また、本実証で警報通知等の発出の判定基準となる水位基準値はフエ省とビンディン省それぞれの DARD と協議のうえで下表のとおり設定し、システムに設定を行った。

フエ省の対象観測所については、フォン川の Kim Long 観測所を参考に水位を設定した。具体的には、Kim Long 観測所は図 4.1.12 に示すとおり、河道満杯状態を Alert3、それより 1.0m~1.5m 下にそれぞれ Alert2、Alert1 をそれぞれ設定している。対象観測所は Kim Long 観測所の近傍観測所であるため、Kim Long 観測所の水位基準 (Alert3、Alert2、Alert1) に倣って危険・警戒・注意水位を表 4.1.8 のように設定した。

一方、この設定水位と関係者が取るべき水防活動をリンクさせることができれば、より実践的な実証実験が可能となるが、ベトナムでは現時点で、水位基準値と水防活動は直接リンクしていない。

本観測所の既往最高水位は DARD へのインタビューから 5m 程度 (水門の頂部) (昨年 2017 年最高水位は 3.6m) である。このため AR マーカー設置位置は、昨年並みの最高水位では AR マーカーが水没し、測定が不可能になる恐れがあるが、今年は少雨であることから妥当と判断した。



出典：JICA 調査団が作成

図 4.1.12 洪水警戒レベルの設定例 (フォン川の Kim Long 観測所) (再掲)

表 4.1.8 観測場所における実証用の水位基準値（フエ省）

基準水位	RIMS 表示
3.5m：危険 (Danger)	RIMS で左記基準値以上は紫色表示
2.0m：警戒 (Caution)	RIMS で左記基準値以上は赤色表示
1.0m：注意 (Attention)	RIMS で左記基準値以上は黄色表示
	RIMS で左記基準値以下は水色表示

出典：JICA 調査団が作成



出典：JICA 調査団が撮影

写真 11 実証実験における対象観測所での水位設定の状況（フエ省）

ビンディン省の対象観測所についても、フエ省フォン川の Kim Long 観測所の Alert3～Alert1 の考え方と DARD との協議に基づき、危険・警戒・注意水位を表 4.1.9 のように設定した。具体的には、ビンディン省の本実証に参加する観測担当者から昨年は 2017 年 11 月に最高水位に達し、Canh Vinh、Nhon Binh でそれぞれ 6m、2.5m であった。この最高水位と今年が昨年よりも少雨であることを考慮し、Alert3 に相当する危険水位を河道満杯より若干低くした。Alert2 と Alert1 については、Canh Vinh 観測所は Kim Long 観測所を参考に危険水位から 1.0m～1.5m 程度の間隔で設定し、Nhon Binh 観測所は水深を考慮し 0.4m～0.5m 程度の間隔で設定した (Kim Long 観測所と同様の水位設定間隔の場合、注意水位が 0.4m となりほぼ常時水面より低くなるため)。

表 4.1.9 観測場所における実証用の水位基準値（ビンディン省）

水位基準値 (Nhon Binh)	水位基準値 (Canh Vinh)	RIMS 表示
2.9m：危険 (Danger)	6.5m：危険 (Danger)	RIMS で左記基準値以上は紫色表示
2.5m：警戒 (Warning)	5.5m：警戒 (Warning)	RIMS で左記基準値以上は赤色表示
2.0m：注意 (Attention)	4.0m：注意 (Attention)	RIMS で左記基準値以上は黄色表示
		RIMS で左記基準値以下は水色表示

出典：JICA 調査団が作成



以下に、各観測所での水位設定の状況を写真で示す。



Canh Vinh 観測所（上流部）

Nhon Binh 観測所（下流部）

出典：JICA 調査団撮影

写真 12 実証実験における対象観測所での水位設定の状況（ビンディン省）

また、実証実験開始後、観測水位が、少雨により予め設定した基準値を超過しない状況で推移したため、両省と協議の上、12月24日に基準値の再設定を行った。

表 4.1.10 観測場所における実証用の水位基準値（フエ省：再設定）

基準水位	RIMS 表示
3.5m：危険（Danger）	RIMS で左記基準値以上は紫色表示
<u>2.0m⇒1.0m：警戒（Caution）</u>	RIMS で左記基準値以上は赤色表示
<u>1.0m⇒0.5m：注意（Attention）</u>	RIMS で左記基準値以上は黄色表示
	RIMS で左記基準値以下は水色表示

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.11 観測場所における実証用の水位基準値（ビンディン省：再設定）

水位基準値（Nhon Binh）	（Canh Vinh）	RIMS 表示
2.9m：危険（Danger）	6.5m：危険	RIMS で左記基準値以上は紫色表示
<u>2.5m⇒2.0m：警戒（Warning）</u>	<u>5.5m⇒3.0m：警戒</u>	RIMS で左記基準値以上は赤色表示
<u>2.0m⇒0.8m：注意（Attention）</u>	<u>4.0m⇒2.0m：注意</u>	RIMS で左記基準値以上は黄色表示
		RIMS で左記基準値以下は水色表示

出典：JICA 調査団が作成

## 6) 実証実験参加者と役割

使用方法勉強会において、実証実験への参加者とそれぞれの役割を設定した。参加者リストとそれぞれの役割を以下の表に示す。4.1に示した通り、ここでの「Gauge Reader」はスマートフォンで水位を観測する者、「Judgement」は水位情報に基づいて関係者に情報を流す判断をする者、「Receiver」は情報の受信する者である。

表 4.1.12 実証実験の参加者と役割（ビンディン省）

番号	氏名	所属・役職	実証実験での役割
1	NGUYEN XUAN PHU	Deputy Director of Bureau of Irrigation	Receiver
2	TRAN HUU KINH	Bureau of Irrigation- Head of Disaster prevention unit	Receiver
3	TRUONG VAN CHAU	Specialist manager of agricultural project and clean water source	Guest of WS
4	LE VAN TRUC	Official	Judgement
5	VO TRUNG DUNG	Official	Receiver
6	NGUYEN TUONG VI	Official	Judgement
7	PHAM NGOC BAN	Official- NHON BINH Measurer	Gauge reader
8	NGO VAN THU	CANH VINH Measurer	Gauge reader

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.13 実証実験の参加者と役割（フエ省）

番号	氏名	所属・役職	実証実験での役割
1	DANG VAN HOA	Deputy Director of Bureau of Irrigation	Receiver
2	LE DIEN MINH	Bureau of Irrigation- Head of Disaster prevention unit	Judgement
3	LE MAI MINH TAN	Bureau of Irrigation - General affair manager	Receiver
4	NGUYEN LUONG MINH	Official	Receiver
5	LE VAN LAM	Official	Receiver
6	NGUYEN XUAN DUYEN	Official	Receiver
7	NGUYEN THANH QUANG	Official	Gauge reader
8	TRAN TRUNG DUNG	Official	Gauge reader
9	LE VAN KIM SANG	Official	Gauge reader
10	LE VAN SONG	Official	Receiver
11	TRAN DUY MINH HUY	Official	Receiver
12	HO DANG PHUOC QUANG	Official	Receiver
13	DUONG NGOC DIEM THU	Official	Receiver

出典：JICA 調査団が作成

本実証実験は、DARD 職員だけでなく住民への迅速な情報伝達という課題も念頭においたものであったが、JICA 及び DARD との協議により、住民への通知には、どの情報をどのタイミングで通知するか慎重な判断が必要となること、また、その明確なルールが定められていないこと、さらには、今回は実証実験用に暫定的に基準水位を設定することから、洪水時に住民の無用な混乱を避けるためにも、本実証実験での通知は、実証実験に参加する DARD 職員や観測員のみへの警報通知にとどめることとした。

## 7) 実証評価会

実証実験期間終了後の 2019 年 1 月 11 日と 14 日に、ビンディン省およびフエ省それぞれにおいて、実証実験の参加者からフィードバックを得て結果を評価するため、実証評価会を開催した。参加者および議事は下表のとおりである。

表 4.1.14 実証評価会（ビンディン省）

日時	2019年1月11日 13:30-15:30
参加者	ビンディン省：DARD職員、コミュニティ関係者含む8人（実証実験参加者全員）
議事	1. 実証実験の振り返りおよびRIMSに蓄積された実証実験データの説明 2. 実証実験の結果に関する質疑応答および討議

出典：JICA 調査団が作成

表 4.1.15 実証評価会（フエ省）

日時	2019年1月14日 10:00-12:00
参加者	フエ省：DARD職員13人（実証実験参加者全員）
議事	1. 実証実験の振り返りおよびRIMSに蓄積された実証実験データの説明 2. 実証実験の結果に関する質疑応答および討議

出典：JICA 調査団が作成



出典：JICA 調査団撮影

写真 13 実証評価会の様子（左：ビンディン省、右：フエ省）

## 4.2 実証実験の結果

### (1) 効果検証の方法

本実証実験の効果検証は、本実証実験の主要な2つの目的の達成度について、①RIMSに蓄積されたデータに基づく評価、②フエ省およびビンディン省の実証実験参加者のインタビューを通じた評価を実施した。

表 4.2.1 実証実験の効果検証方法

	方法	目的① 迅速かつ安価で持続可能な測定の実施	目的② 通知による気づきを通じた関係職員およびコミュニティの災害対応能力の向上
1	RIMSに蓄積されたデータの評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>水位及び氾濫状況の観測データ数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通知発出数</li> <li>通知内容</li> </ul>
2	実証実験参加者へのインタビュー	<ul style="list-style-type: none"> <li>観測は容易だったか</li> <li>観測データの取得は従来の方法に比較して迅速だったか</li> <li>観測は防災業務に有効だと感じたか</li> <li>観測を継続するための改善点は何か</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通知発出は容易だったか</li> <li>通知はどのような気づきや行動変化を促したか</li> <li>通知発出は防災業務に有効だと感じたか</li> <li>通知発出を継続するための改善点は何か</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

## (2) 結果の整理

### 1) 実証実験のデータ

水位および氾濫状況の観測は、フエ省、ビンディン省ともに概ね計画どおりに収集された。フエ省では12月1日～31日の31日間、1日2回、計62回の観測計画に対して、54回で計画に対して87%の達成度であった。ビンディン省では12月1日～31日の31日間、1日2回、計62回の観測計画に対して、Nhon Binhで57回、Canh Vinhで57回、計画に対してともに91%の達成度であったため、非常に良好な結果であったと言える。

表 4.2.2 観測データの取得実績

	観測場所	計画値	実績値
1	フエ省	62	54 (87%)
2	ビンディン省 Nhon Binh	62	57 (91%)
3	ビンディン省 Canh Vinh	62	57 (91%)

出典：JICA 調査団が作成

表 4.2.3 水位および氾濫状況の観測データならびにシステム通知の発出実績

			Hue		BinhDinh			
			Cống Phú Cam		Nhon Binh		Canh Vinh	
Danger			350cm		290cm		650cm	
Caution			200cm		250cm		550cm	
Attention			100cm		200cm		300cm	
			Water Level	Picture	Water Level	Picture	Water Level	Picture
29-Nov-2018	Thu	AM	0	○				
		PM	50	○				
30-Nov-2018	Fri	AM	37	○	50	○	100	○
		PM	47	×				
1-Dec-2018	Sat	AM	29	○	50	○	150	○
		PM					150	○
2-Dec-2018	Sun	AM	18	○	35	○	150	○
		PM	26	○	55	○	150	×
3-Dec-2018	Mon	AM	28	○	30	○		
		PM	25	○			140	×
4-Dec-2018	Tue	AM	25	○	45	○	140	○
		PM	20	○	50	○	130	○
5-Dec-2018	Wed	AM	13	○	35	○	150	○
		PM	17	○	50	○	130	○
6-Dec-2018	Thu	AM	15	○	35	○	130	○
		PM	14	○	55	○	130	○
7-Dec-2018	Fri	AM	17	○	30	○	135	○
		PM	25	○	55	○		
8-Dec-2018	Sat	AM	24	○	35	○	140	○
		PM	37	○	50	○	140	○
9-Dec-2018	Sun	AM	39	○	35	○	200	○
		PM	65	○	70	×	250	○
10-Dec-2018	Mon	AM	90	○	230	×	370	○
		PM	100	○	180	○	200	○
11-Dec-2018	Tue	AM	82	○	90	○	190	○
		PM	79	○	80	○	190	○
12-Dec-2018	Wed	AM	74	○	50	○	180	○
		PM	88	○	70	○	170	○
13-Dec-2018	Thu	AM	77	○	40	○	160	○
		PM	71	○	70	○	190	○
14-Dec-2018	Fri	AM	66	○	45	○	170	×
		PM	70	×	80	○		
15-Dec-2018	Sat	AM	65	○			170	×
		PM	71	○			200	○
16-Dec-2018	Sun	AM	51	○	50	○	190	○
		PM	55	○	80	○	180	○
17-Dec-2018	Mon	AM	50	○	50	○	170	○
		PM	49	○	60	○	170	○
18-Dec-2018	Tue	AM	30	○	40	○	165	○
		PM	29	○	60	○	160	○

			Hue		BinhDinh			
			Cống Phú Cam		Nhon Binh		Canh Vinh	
Danger			350cm		290cm		650cm	
Caution			200cm		250cm		550cm	
Attention			100cm		200cm		300cm	
			Water Level	Picture	Water Level	Picture	Water Level	Picture
19-Dec-2018	Wed	AM	16	○	40	○	160	○
		PM	25	○	60	○	150	○
20-Dec-2018	Thu	AM	14	○	35	○	150	○
		PM	14	○	50	○	150	○
21-Dec-2018	Fri	AM	4	○	35	○	155	○
		PM	33	○	50	○	150	○
22-Dec-2018	Sat	AM	17	○	35	○	150	○
		PM	31	○	50	○		
23-Dec-2018	Sun	AM	19	○	40	○	150	○
		PM	29	○	55	○	145	○
Danger			350cm		290cm		650cm	
Caution			200cm→100cm		250cm→200cm		550cm→300cm	
Attention			100cm→50cm		200cm→80cm		300cm→200cm	
24-Dec-2018	Mon	AM	34	○	40	○	150	○
		PM	53	○	50	○	150	○
25-Dec-2018	Tue	AM	51	○	35	○	150	○
		PM	37	○				
26-Dec-2018	Wed	AM	40	○	30	○	150	○
		PM	33	○	55	○	150	○
27-Dec-2018	Thu	AM	40	○	35	○	140	○
		PM	40	○	55	○	140	○
28-Dec-2018	Fri	AM	48		30	○	140	○
		PM			50	○	150	○
29-Dec-2018	Sat	AM			35	○	200	○
		PM			110	○	280	○
30-Dec-2018	Sun	AM			40	○	260	○
		PM			120	○	250	○
31-Dec-2018	Mon	AM			90	○	240	○
		PM			100	○	200	○

出典：JICA 調査団が作成

また、基準値の超過について RIMS から実証実験参加者のスマートフォンアプリケーションに自動的に発出されるシステム通知は、フエ省で 3 回、ビンディン省では Nhon Binh で 5 回、Canh Vinh で 6 回、注意（Attention）レベルの通知があった。（図中の黄色ハッチ）

また、上記のシステム通知の後に DARD 防災課の判定を経て発出される警報通知は、本実証期間においてフエ省、ビンディン省ともに少雨で注意レベルには達したものの、警報通知を行うまでには至らないと判定されたため、当初の期待どおりには使用されなかった。

もっとも、フエ省では警報通知を行う権限を持つ DARD 防災課の職員から、警報通知を受け取る権限を持つ実証実験参加者に対して、水力発電所の放流の連絡、他の観測ポイントの水位状況の照会など、本実証実験の警報通知向けのアプリケーションが防災業務に使用された。（使用された内容については下表参照）

表 4.2.4 警報通知用アプリケーションでの通知実績

日程	時間	送信者	受信者	メッセージ内容	日本語訳
2018/11/29	10:18:48	D.Minh	All administrators	đình lại được rồi Quanh?	記入データの直してきた？
	19:24:06	Tran Trung Dung	All administrators D.Minh	đạ chỉnh thông số lên 350 là đc anh	はい、既設置水板の350cmに達したからアプリで350cmに直した
	19:26:10	D.Minh	All administrators	cải phần mềm này dùng cho nhận tin cũng hay hi	このアプリを使うと情報交換が早い
2018/12/12	14:11:07	D.Minh	All administrators	anh em xem hệ thống ghi chép các y kien ve Hệ thống đ ể tham gia voi chuyen gia Nhật Bản	皆さん、アプリを使って何かコメントがあったら次回のWSで日本人の皆さんと相談してください。
	14:13:02	tan	All administrators	ok	
	14:15:01	song	All administrators	co chỏ chỉ mỏ	データが表示されていない
	14:16:10	D.Minh	song	Song qua Quang hoi them de su dung hi	Songさん、アプリなどの使い方についてQuangさんに聞いてください。
	14:19:10	song	All administrators	k thấy số liệu bao về nơi	質問はどういう意味？
	14:19:58	D.Minh	song	Song qua hoi them Quang nhe	使い方についてもっと知りたい？
	18:33:22	tan	All administrators	thấy rất thuận tiện, nên mở rộng ra vài trạm đo nũa và so sánh với số liệu đo của đài KTTV xem sao	このアプリは便利。観測ポイントを増やした方がいい。そして、水分気象のデータと比較する。
	22:48:48	D.Minh	All administrators	ho Huong Dien mo cua	Huong Dien 水力発電所が放流された
2018/12/17	8:51:23	song	All administrators	hai e ni mực nước mây?	Phu Oc と Kim Long の水位はどのくらいですか？
	9:12:32	song	All administrators	cho hoi mui tên mau xanh chỉ xuong 5.0 thể hiện cai chỉ rủa nhóm?	緑線は5.0指しているけど、そういう意味？

出典：JICA 調査団が作成

## 2) 実証実験参加者のインタビュー結果

実証実験参加者にインタビューをした結果、フエ省およびビンディン省ともに全体的に肯定的な評価であった。また今後に向けて検討や改善が必要な点についての指摘も受けた。

表 4.2.5 フエ省でのインタビュー結果

	目的	肯定的な評価	要改善点
1	迅速かつ安価で持続可能な測定の実施の観点	<ul style="list-style-type: none"> <li>アプリケーションは操作性、機能も含め非常に良い。</li> <li>現場ですぐにデータが見られる点は非常に良い。</li> <li>写真付きの観測結果は、観測値が正しいと確認できる点において有効である。</li> <li>観測後に送信されたデータが即時システムに反映され、共有されるのは迅速かつ簡単で良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>雨天時のカメラ機能を用いた測定について、スマートフォンのカメラの性能に依存してしまう。</li> <li>逆光時に撮影しにくい、雨天時や夜間の撮影は困難。</li> </ul>
2	通知による気づきを通じた関係職員およびコミュニティの災害対応能力の向上の観点	<ul style="list-style-type: none"> <li>通知が届くことで状況把握が迅速にできる点は有効である。</li> <li>現行の SMS や電話による通知と比較し、多くの関係者を登録して一斉通知ができる点は非常に有効である。</li> <li>観測結果（写真付き）に基づいて現場状況を把握したうえで、警報通知を通じて確認・指示を出せるのは日常業務だけでなく災害対応力の向上に貢献する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準値レベル（Attention、Caution、Danger）に応じて通知先をレベル分けできると良い。</li> <li>今回の実験では観測された水位データが Attention レベルのみであり、警報通知のメッセージのプッシュ送信機能を通じて行動を促す機会が無かった。</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

表 4.2.6 ビンディン省でのインタビュー結果

	目的	肯定的な評価	要改善点
1	迅速かつ安価で持続可能な測定の実施の観点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• アプリは操作性もよく使いやすい。</li> <li>• 観測結果をデータだけでなく写真によって確認できる点は迅速な状況把握に繋がる。</li> <li>• 写真が撮影できない場合でも数値でデータ送信が可能な点は良い。</li> <li>• システムに反映されたことを現場で確認できる点が使いやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 雨天時の撮影が困難。</li> <li>• 洪水時に観測場所に行けない事を考慮する必要がある。</li> <li>• データ通信の電波状況によってアプリが使用できないことがある。</li> </ul>
2	通知による気づきを通じた関係職員およびコミュニティの災害対応能力の向上の観点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• システム通知機能は非常に有効で、他所・他業務でも適用できる。</li> <li>• システム通知の受信時は WEB 画面により確認した後に対面で会話するきっかけとなった。</li> <li>• 今回の実証では、対面で会話が済みでしまい、警報通知のメッセージのプッシュ送信機能を活用する場面はなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通知レベルや通知内容で通知先を分けられると良い。</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

### (3) 検証結果（改善された点と改善すべき課題）

本実証実験の結果の総括として、「①迅速かつ安価で持続可能な観測」については、観測データの蓄積が計画どおりであったほか、実証実験参加者からは観測データの迅速な収集や共有について肯定的な意見を多数得ており、当初の目的を期待どおりに達成し、情報収集にかかる課題が改善されると評価できる。「②通知による気づきを通じた関係職員およびコミュニティの災害対応能力の向上」については、基準値の超過をシステムが自動的に通知することで DARD 職員の気づきや状況確認等の行動を促す点については当初の目的を達成し、情報伝達にかかる課題は改善されると評価できる。他方で、少雨により観測された水位データが注意レベルに留まったことが影響し、DARD 職員による能動的な警報通知の利用が不十分であった点では、当初の期待どおりの結果に至らなかったと評価できる。

また、両省のインタビューで指摘されたとおり、本実証実験の結果を受けて将来的な実業務使用を想定した場合の改善すべき課題としては、技術面では夜間や荒天時の観測方法、通信事情や通信端末の配慮、データ出入力機能の追加、セキュリティ、業務面では夜間や荒天時の観測方法、観測員の安全確保、判定および警報通知の運用ルール策定、が挙げられる。



表 4.2.7 今後に向けた要望および検討事項

	事項	内容
1	夜間や荒天時の観測方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機材として、夜間や荒天時でも観測できるシステムとしないと必要な時に必要なデータ得られない状況となり得る。</li> <li>● シフトを組む等、夜間や休日でも観測できる観測体制とする必要がある。</li> </ul>
2	観測員の安全確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 夜間や荒天時でも観測データが必要な場合に、いかに観測員の安全を確保するかが課題である。特に洪水時には河川に近づくこと自体が危険である。</li> </ul>
3	通信事情や通信端末への配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器やデータ通信環境に依存しないように、アプリケーションだけでなくショートメッセージ (SMS) による通知を検討すべき。</li> <li>● Android のスマートフォン等、一部の機器のみに利用が限定される点は改善が必要。</li> <li>● 将来的に導入を検討するには、スマートフォンの普及率や OS (Android/iOS/他) のシェアなどの市場調査をすべき。</li> </ul>
4	データの編集や出力機能の追加	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 観測データの修正、他のデータの追加のため編集や Excel 等にデータを出力できる機能が必要。</li> <li>● 現状の業務では気象情報やその他の情報を含めて災害対応をしているため、それらの情報を取り込めると良い。</li> </ul>
5	セキュリティへの配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ハッキングによる誤報等、セキュリティについて考慮する必要がある。</li> </ul>
6	判定および警報通知の運用ルールの策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 住民への警報通知は、DARD のみでは判定できないため、いつ誰を対象にどのような警報通知を発出するかあらかじめ調査検討してルールを策定しておく必要がある。</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

## 5. 結論

### 5.1 改善できた点と改善すべき課題の分析と取りまとめ

4章では、スマートフォンを用いた水位観測、および、観測記録に基づいたスマートフォンを通じた情報伝達システムを構築し有効性を検証するとともに、改善された点、改善すべき課題等を取りまとめた。

5章では、3章で整理した4つのステージ（「情報収集」、「情報分析・意思決定」、「情報伝達」、「住民避難」）全体の課題について、本実証実験を通じて改善できた点と、改善すべき課題を分析し、取りまとめた。

#### (1) 情報収集

気象水文データ（観測所）が十分ではなく、気象水文観測が目視で行われるため予警報等の活動を迅速に行うことができない、という現状の課題に対し、AR マーカーとスマートフォンを用いた水位観測システムの実証実験を実施した。この結果、本システムを用いることで、適切に、迅速に水位観測が行われ、現状の課題が改善できることが示された。

一方で、災害時（豪雨時、強風時、通信障害時）を想定した場合、本システムによる水位観測は困難であり、観測員の安全確保の課題も挙げられたことから、水位が高い状況においては、遠くから双眼鏡等を使って量水標の数値を読み取ってスマートフォンに水位を入力して送信する方法や、遠地からスマートフォンで撮影した写真のみをサーバに送信する方法といった運用ルールを検討する必要がある。また、夜間や逆光の場合、写真を撮影するのが難しいため、その場合は、量水標より水位を目視で確認し、スマートフォンに入力してサーバに送信する等の方法についても併せて検討する必要がある。

なお、本システムでは常に観測員が介在することから、本実証実験中においても、数回の欠測が確認された他、上述の物理的な課題が挙げられた。本システムを人命に関わる防災目的で本格活用するにあたっては、物理的なシステム上の課題の解決と、24時間の運用体制の構築が不可欠である。それが困難な場合は、機材による自動観測システムを補完するシステムという位置付けとすべきである。

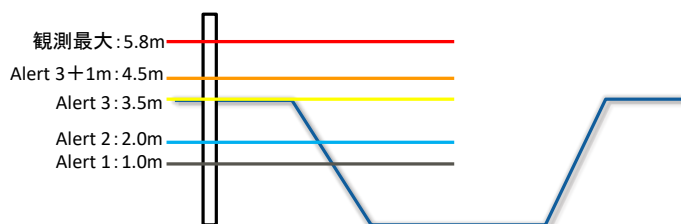
#### (2) 情報分析・意思決定

予警報や避難の呼びかけを適切に発令できない、分かりにくい、という現状の課題に対し、AR マーカーとスマートフォンを用いた水位観測システムは、本実証実験では、その改善策とはならなかった。その主な理由は以下の通りである。

- ▶ 警報を発出する水位基準が設定されていない。
- ▶ 警報を発出する対象地域がはっきりしていない。
- ▶ 災害対応計画（警報を発出する水位と災害対応行動のリンク）が策定されていない。

この課題を改善するには、①警報を発出する水位基準を設定し、②警報を発出する対象地域を明確にするとともに、③災害対応計画を策定する必要がある。

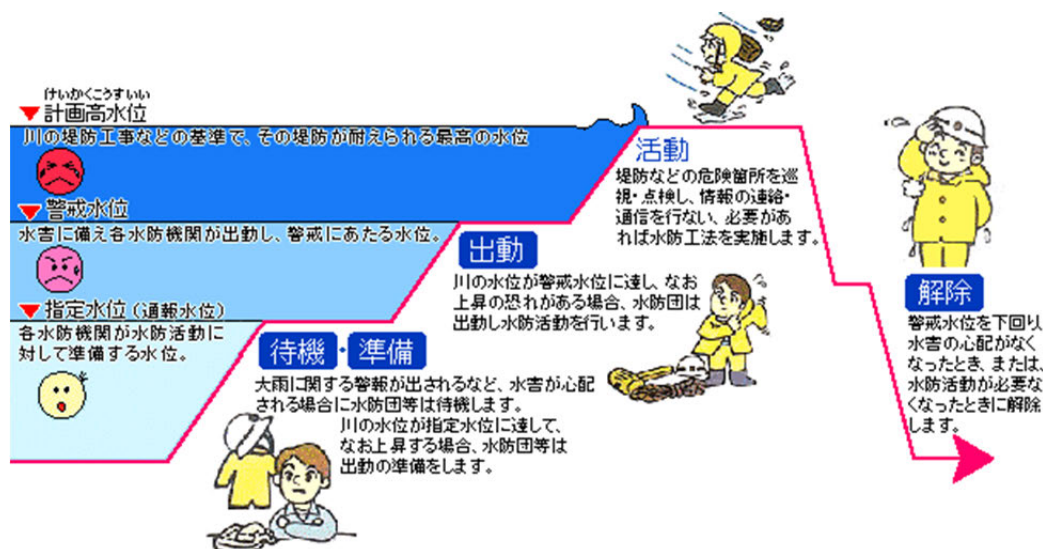
例えばベトナムにおいては、図 5.1.1 に示すように、洪水警戒レベル（水位基準）は設定されているものの、その根拠が明確でないことと、災害対応行動との関係が示されていない。



出典：JICA 調査団が作成

図 5.1.1 洪水警戒レベルの設定例（フォン川の Kim Long 観測所）（再掲）

例えば、日本国では、水防団待機水位やはん濫注意水位は水防団の活動と絡めた水位基準と定められており（図 5.1.2）、水防活動に係る洪水警戒レベル（水位）と災害対応行動がきちんと関係づけられている。



出典：国土交通省 HP

図 5.1.2 日本国における洪水警戒レベルの設定概念図

水防団待機水位、はん濫注意水位は以下のように設定される。

■水防団待機水位の設定について

水防団待機水位は、水防団が出動のために待機する水位として設定される。水防団待機水位は水防活動との関係で定めるものであるが、新たに定める場合には、以下のような設定の考え方を参考にして、水防活動の実情等を考慮して定めるものである。

- ① 計画高水流量の 2 割程度の流量時に達する水位
- ② 大河川においては年に 1 回程度生じる水位
- ③ 中小河川においては年に 5～10 回程度生じる水位
- ④ ①②③の水位で、はん濫注意水位に到達する時間を考慮して設定した水位

## ■はん濫注意水位の設定について

はん濫注意水位は、水防団の出動の目安として設定されるものである。水防団の出動の水位は、はん濫注意水位を基本とし、河川や地域の特性を考慮して設定することを基本とされている。

はん濫注意水位は水防活動と河川管理施設等の保全との関係で定めるものであり、以下のような設定の考え方を参考にして、水防活動の実情等を考慮して定めるものである。

- ① 計画高水流量の5割程度の流量時に達する水位
- ② 平均低水位から計画高水位までの低い方から6割の水位
- ③ 3年に1回程度生じる水位
- ④ 未改修部では平均低水位から計画堤防高までの5割程度の水位
- ⑤ 融雪出水の多い河川、急流河川では①～④より低く定めることが多い。

日本では、上記の水防団待機水位やはん濫注意水位等を設定する場合、具体的に以下の現地観測データや検討等が必要となる。

表 5.1.1 日本での基準水位を設定する際に必要な観測データとその検討一覧

項目	観測・検討項目	観測や検討の目的・留意事項
計画高水位 はん濫注意水位 水防団待機水位	現地観測： 水位観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水位観測所での観測水位。</li> <li>● 洪水時は少なくとも1時間間隔の水位データが必要（1日2回の観測値では基準水位の検討に使用できない）。</li> <li>● 10年以上の観測データの蓄積が望ましい。</li> </ul>
	現地観測： 流量観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画高水流量を算出する際に流出解析をするが、その計算値の妥当性を評価するため流量観測値があると望ましい。</li> <li>● 特に洪水時の観測流量（非洪水時は必要ない）。</li> <li>● 流量観測は水位観測と同一地点で実施。</li> </ul>
	現地観測： 河川測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 観測所だけでなく、対象河川全体の縦横断測量。</li> <li>● 河川測量は縦断的（流下方向）に200m間隔で実施。</li> </ul>
	現地観測： 痕跡水位観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画高水流量を算出する際に流出解析をするが、その計算値の妥当性を評価するため水位と流量観測値とともに、痕跡水位があると望ましい。</li> </ul>
	水文水理解析： 流出解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画高水位を求めするために必要な計画高水流量を算出するため。</li> <li>● 計画高水位は流出解析値だけでなく、水位観測値・痕跡水位等との比較も併せて決定することが望ましい。</li> </ul>
はん濫注意水位 水防団待機水位	水文水理解析： 水理解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 計画高水流量の2割（あるいは5割）程度の流量時に達する水位を算出するため。</li> <li>● 併せて、河川の縦断水位分布を把握するため。</li> </ul>
はん濫注意水位	観測値整理： 水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水位観測値から以下を整理。</li> <li>● 3年に1回程度生じる水位</li> <li>● 平均低水位（低水位とは1年を通じて275日はこれより低下しない水位を意味する）</li> </ul>
水防団待機水位		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水位観測値から以下を整理。</li> <li>● 大河川であれば年に1回程度生じる水位</li> <li>● 中小河川であれば年に5～10回程度生じる水位</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

この他にも、避難判断水位（市区町村長による避難勧告等の発令判断の目安であり、住民の避難判断の参考になる水位）やはん濫危険水位（溢水・はん濫等により重大な災害が起こるおそれがある水位）といった避難活動に係る洪水警戒レベル（水位）が設定されており、これら設定水位と災害対応（避難）行動がきちんと関係づけられている。



出典：国土交通省 HP

図 5.1.3 日本国における洪水警戒レベル（水位）と危険度レベル

上記のように水防活動や避難活動に係る洪水警戒レベル（水位）を設定し、かつ、これらと災害対応である水防や避難行動をきちんと関係づけるには多くの検討が必要となる。また、そのための防災訓練や防災教育も必要となる。

ベトナム国において、このような解決策を今後実施することで、本課題を改善できるばかりでなく、本実証実験で対象としたシステムが、より効果的にその機能を発揮できるようになる。

### (3) 情報伝達

情報伝達に時間がかかりタイムリーに行動できない、という課題に対し、本実証実験で対象としたシステム（河川情報管理システム（RIMS）、及び、スマートフォンによる情報伝達システム）により、即時的に情報共有が図られた（本実証実験では DARD 職員間に限定される）ことから、情報伝達に時間がかかるという課題を改善できることが示された。

具体的には、AR マーカとスマートフォンを用いた水位観測結果を RIMS 上にアップロードすることで、瞬時に Web アプリケーション上に表示されるとともに、閾値を超えた場合には、即時に関係者全員に情報が伝達される。この際、災害対応計画が策定（水位に応じた防災行動が規定）されていれば、計画に則りタイムリーな防災活動を行うことができる。また、スマートフォンによる情報伝達システムを用いることで関係者に一斉通知を行うことができるため、SMS 等と比較して、情報伝達に費やす時間の短縮につながる。

今後は、様々な種類の観測値（水位だけでなく雨量、流量や水質等）や、様々なドナーによって設置された観測所のデータも RIMS のようなシステムで一元化し、よりタイムリーで正確な防災活動を行うことが求められる。これらを実現するためにも、観測所から発信するデータの

伝送ルールの標準化（日本国での統一河川情報システムのテレメータ伝送仕様に相当するもの）を検討することが重要である。

なお、本システムを住民レベルまで落とし込んだ際に、必ずしも全住民がスマートフォン等の情報受信端末を所有しているとは限らないため、引き続きラウドスピーカ等、既存の住民に対する情報拡散ツールを拡充していく必要がある。さらに、本システムの運用は通信状況に依存するため、停電時、通信障害時等も想定した情報伝達システムの冗長性も求められる<sup>1</sup>。

#### (4) 住民避難

避難指示を受けても住民が適切に避難できない、住民の防災に対する意識が低く知識も少ない、という課題は、本実証実験で対象としたシステムでは、改善することはできなかった。その主な理由は以下の通りである。

- 避難所指定等を含む避難計画が十分に策定されていない。
- ハザードマップ、防災マップが十分に整備されていない。
- 住民に対する防災教育・訓練が十分に行われていない。

今後、「(2) 情報分析・意思決定」の課題解決の検討を実施するとともに、上記3つの課題に取り組む必要がある。

#### (5) まとめ

以下の図表に、上記の結果を整理した。

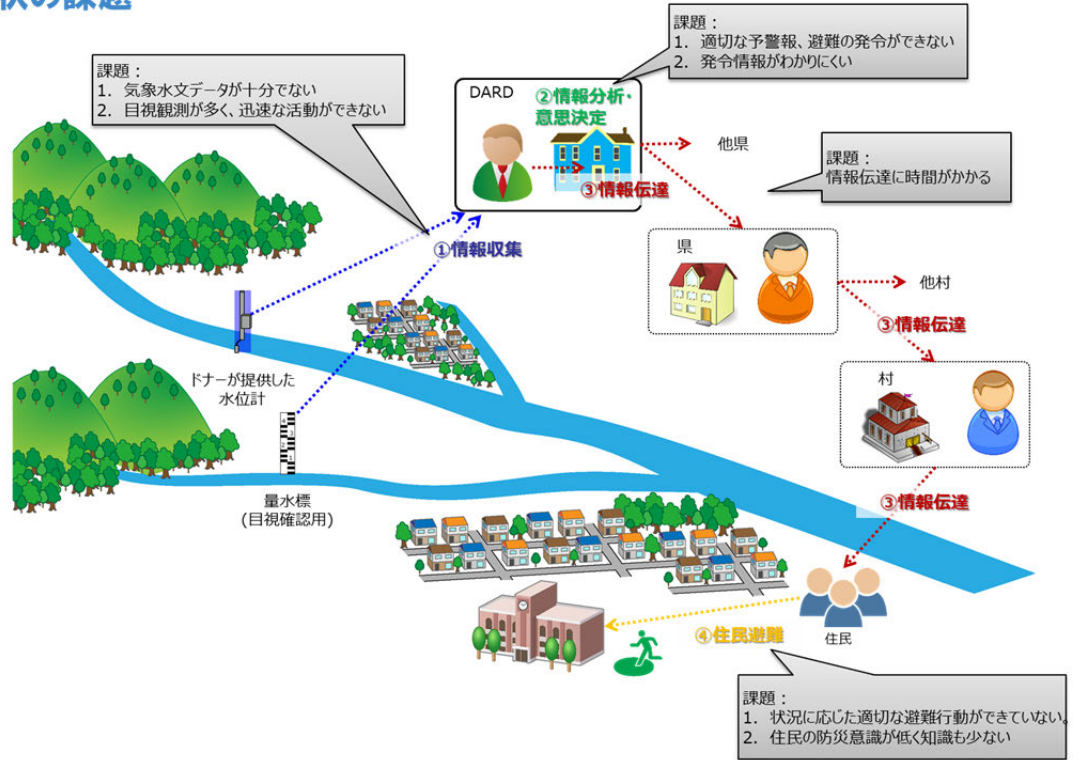
表 5.1.2 課題できた点と改善すべき課題の整理

課題	改善できた点	改善すべき課題
[情報収集] 気象水文データが十分でない。気象水文観測が目視で行われるため予警報等の活動を迅速に行うことができない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 迅速な水位観測とデータ収集</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 災害時の水位観測と観測員の安全確保</li> <li>● 夜間・逆光時の写真撮影</li> <li>● 観測員が介入することによる欠測の発生</li> <li>● さまざまな種類の観測値、さまざまなドナーが設置した観測所のデータの集約</li> </ul>
[情報分析・意思決定] 予警報、避難の呼びかけを適切に発令できない。分かりにくい。	(実証実験の対象外)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 警報発出の水位基準と対象範囲の設定</li> <li>● 災害対応計画の策定（警報発出の水位と災害対応行動のリンク）</li> </ul>
[情報伝達] 情報伝達に時間がかかり、タイムリーに行動できない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● DARD 職員への迅速な情報共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● DARD 以外の関係機関、住民までの確実な情報伝達</li> <li>● データの伝送ルールの標準化</li> <li>● 停電時、通信障害時を想定した対策（情報伝達システムの冗長性の確保）</li> </ul>
[住民避難] 避難指示を受けても、どこにどのように避難したら良いかわからない。住民の防災に対する意識が低く、知識も少ない。	(実証実験の対象外)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 避難計画の策定（避難所の指定）</li> <li>● ハザードマップ・防災マップの整備</li> <li>● 住民を対象とした防災教育・訓練</li> </ul>

出典：JICA 調査団が作成

<sup>1</sup> ベトナム国の 2014 年制定の技術基準では、SMS の送信に関して、『送信したメッセージが、20 秒以内に 92% 以上受信できること』と規定されている。ただ、この基準は、平常時に適用されるもので、災害発生時は適用対象外となっている。

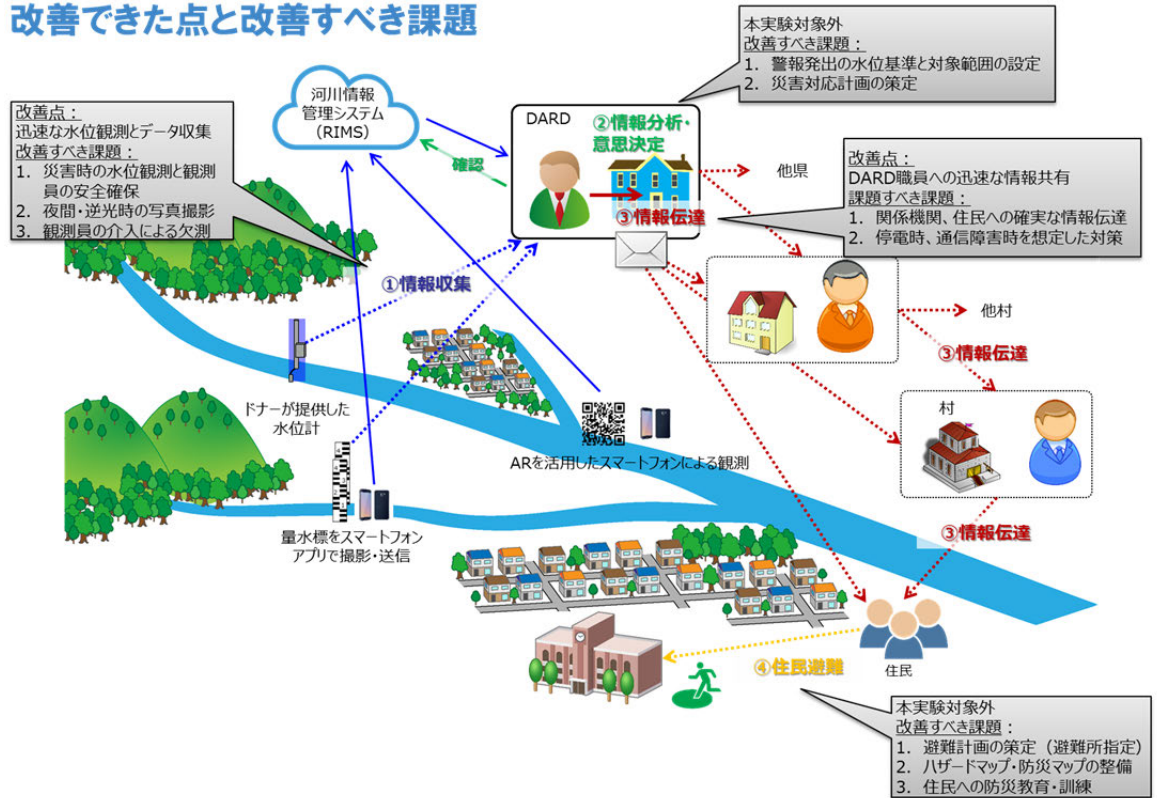
## 現状の課題



出典：JICA 調査団が作成

図 5.1.4 現状の課題整理

## 改善できた点と改善すべき課題



出典：JICA 調査団が作成

図 5.1.5 ステージごとの課題の改善点とさらなる課題

## 5.2 今後のシステムの展開に向けて

### (1) 既存の技術との関係と連携

以下の表に、本実証実験で対象とした水位観測システムと、従来型の水位観測システムの長所、短所を整理する。

表 5.2.1 2つのシステムの長所と短所

システム	長所	短所
スマートフォンによる水位観測	<ul style="list-style-type: none"><li>安価に、容易に観測所数を増やすことができる。</li><li>維持管理が安価で容易である。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>洪水時の観測員の安全確保が必要である。</li><li>夜間、逆光時、洪水時の観測が困難である。</li><li>観測員が介入することにより、欠測が発生する恐れがある。</li></ul>
従来型の自動水位観測システム	<ul style="list-style-type: none"><li>夜間、洪水時間問わず、確実にデータを収集できる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>設置、維持管理に高額な費用が発生する。</li><li>故障した際に修理するのが困難である。</li></ul>

出典：JICA 調査団が作成

スマートフォンによる水位観測システムは、物理的な課題や観測員を介す運用上の課題から、人命に関わる防災目的での使用は、現時点では推薦できない。一方で、従来型の自動水位観測システムは、その確実性や信頼性から防災目的への使用に望ましいシステムであるが、その費用面の課題から、設置に時間を要すほか、維持管理が困難な状況である。そこで、両者それぞれの長所を活かした以下のような連携を提案する。

- 流域の洪水氾濫を適切に予測するための基幹となる観測は、従来型の自動水位観測システムによるものとし、それをバックアップ、あるいは、補完する観測にスマートフォンによる水位観測システムを活用する。
- 従来型の自動水位観測システムの導入に時間がかかる場合に、当面の観測網の構築にスマートフォンによる水位観測システムを活用する。

なお、3章で紹介した ICT ツールのうち、②危機管理型水位計や③カメラの画像による水位・流量観測（eye-BOX）は、従来型の水位計の精度、信頼性を確保しつつも、従来より安価に、また、維持管理を容易にすることを目的に開発された機材であり、今後、水位観測システムを導入、展開する際には積極的な活用を提案する。

### (2) スマートフォンを用いた水位観測アプリの活用方法

本システムは、本実証実験で使用した方法に加えて、以下の場合に非常に有用であると考えられる。

- 高価な機材を設置できないが、その管理のために、水位観測が必要な灌漑用水やため池での水位観測
- はん濫している市街地など、河川以外での水位観測（浸水実績データの蓄積として非常に有用。観測者の安全性には十分に留意する必要あり。）



### 5.3 本調査を通じて得られた官民連携、民間資金活用の在り方についての教訓

官民連携という観点での本システムの長所を以下に示す。

- 従来型のシステムでは、システムを構成する観測機器、テレメータ関連機材、サーバ、データ管理ソフト等は、全て政府の資産であり、維持管理、更新は政府の役割となる。仮にシステム自体はドナー等により無償で提供されたとしても、維持管理費の確保や、維持管理のためのエンジニアの雇用等が必要である。一方、本システムは、高価な観測機器は必要なく、人手による観測であること、また、クラウドサーバーを使用することで、政府がシステム自体を所有することはなく、また、物理的な維持管理を行う必要もなくなる。民間企業が政府にサービスとして提供し、民間企業は対価としてサービス料を受け取るという形式となり、費用逡減と、システムの迅速導入を図ることが可能となる。
- 5.1節で示した通り、予警報・避難にかかる課題は、機材やシステムの導入で解決することと、技術的な検討や住民啓発等、時間のかかる課題とに分けることができる。本システムのような官民連携を促進することで、民間企業が前者を積極的に担い、政府は、政府にしかできない後者的ような役割に集中することで、課題全体の解決のスピードアップにつながることを期待できる。

一方、上述の長所の実現に当たっては、従来型のシステムの維持管理費に比べて安価であるとしても、初期導入費用、クラウド環境の維持、職員や住民の協力の確保等に維持管理費の確保が必要である。以下に、本システムの展開、官民連携を促進するための方策案を記載する。

#### (1) 政府職員の意識向上

今回の実証実験は期間が限られていたこと、大きな洪水が無かったこと等から、上記に示したシステムの利点、官民の役割、政府職員の持つべき意識等が、十分に理解されていない可能性がある。民間企業の自助努力により、本システムの運用を継続させることを通じて、政府職員の意識醸成を図ることは1案である。一方で、現地業者のWATEC社は、自動雨量計を全国に展開し、DARDはこの活用に年間契約料を支払っている。この事実からは、価格帯、あるいは、有効性の認識によっては、維持管理費の投入を期待できる可能性もある。本システムの導入、維持管理にかかる費用と、従来型のシステム導入・維持管理にかかる費用、及び、このWATEC社との契約料等を比較し、本システムの優位性を分かりやすく示すべきである。また、水位観測の目的と必要性、その活用についての技術指導も効果的と考えられる。

#### (2) 持続的なシステム運用に向けた事業スキームの提案

持続的にシステムを運用できるような事業スキームや事業可能性の検討も重要である。例えば、以下のような方法が考えられる。

- スマートフォンのアプリケーションについて、行政の企画イベントの発信や、防災関係のグッズを販売する企業の広告の発信といった広告収入を得ることで、コストを回収する。

- RIMS の運用・維持管理コストを民間企業側が負担する代わりに、データの使用权を民間企業側に与えることで、雨量・水位・画像の蓄積データ、及び、リアルタイムデータを企業等に配信するサービス等を実施することができるようにし、運用・維持管理コストを回収する。<sup>2</sup>
- 住民の協力体制を構築するために、目に見えるインセンティブ（お店のクーポンや LINE スタンプなど）を与える仕組みを検討する。<sup>3</sup>

### (3) 住民の防災意識強化

本システムでは、特に水位観測、あるいは、情報伝達先という観点において、住民の協力が不可欠である。システムを持続的に運用・活用するためには、住民が、自らの身は自らが守る（自助）、地域で協力し合う（共助）という防災意識強化を図る必要がある。政府主導によるコミュニティ防災活動を通じて、こうした意識を高めることができると、例えば、本システムの水位観測は住民や地域が無償で実施することも考えられる。

なお、防災の知識が十分でない住民が水位観測を行うにあたっては、欠測や誤りが生じないよう、事前の教育をしっかりと行うとともに、担当政府職員が観測値を確認する。また、5.2の1)で記載した通り、本システムによる観測値は、あくまで補完的な観測値であるという認識を持って、予警報・避難に活用する。

---

<sup>2</sup> 保険会社は、農業保険や天候デリバティブ等のために気象データを必要としているほか、鉄道、航空会社等は、気象に関するリアルタイムデータや最新の予報を運行管理に役立てている。このような会社が必要とする気象データを、専門性のある民間企業が解析、準備して販売、配信することでビジネスが成立する。例えば「気象データの利活用事例集」（気象ビジネス推進コンソーシアム、2018年2月）参照。  
[https://www.wxbc.jp/wp-content/uploads/2018/02/201802\\_jireishu.pdf](https://www.wxbc.jp/wp-content/uploads/2018/02/201802_jireishu.pdf)

<sup>3</sup> 例えば、通常時の水位や、洪水時の氾濫の状況を何回か観測、送信することで、LINE スタンプを入手できるような制度を検討する。