

河川砂防技術研究開発 【成果概要】

①研究代表者	氏 名 （ふりがな）	所 属	役 職
	上杉昌也（うえすぎまさや）	福岡工業大学	准教授
②技術研究 開発テーマ	名称	避難促進のための防災Go!プロトタイプの開発	
③研究経費 （単位：万円）	令和元年度	令和２年度	令和３年度
※端数切り捨て。	150万円	221万円	128万円
			総 合 計
			499万円
④研究者氏名 （研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）			
氏 名	所属機関・役職（※令和 年3月31日現在）		
森山聡之	福岡工業大学・教授		
石本俊亮	株式会社C T I グランドプランニング・代表取締役社長		
⑤研究の目的・目標 （様式地河-1、地河-2に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）			
本研究では、防災ゲームである「防災Go!」を開発し、住民が流域を平常時に巡回するように誘導することにより、住民の水意識の向上を目指すものである。最終的な目的は、避難モチベーションの向上である。 本研究では、住民の避難のモチベーションを上げるために、災害時のみならず平常時から地域の河川に親しんでいただくことを考えた。そのために、地域の空間情報を提供し、現地に行くとポイント等をゲットするゲーム形式のスマホアプリケーション（以下アプリ）のプロトタイプを開発する。アプリは、ArcGIS Onlineと接続して動作するタイプを開発する。 データは、研究分担者の森山が、緑川のリバーカウンセラーであり緑川有識者会議のメンバーであることから、同会議で開発された緑川水辺空間マップを用いる。また、継続している熊本市西区成道寺川と天草河内川などでの環境モニタリングについても実施していく。 日頃から使う防災Go!アプリで、河川に親しむことで住民の水意識への回帰、防災意識の向上などが期待される。避難のモチベーション向上のためにも、地域を知ることによる人との繋がりが増大することが、地域活性化にも繋がると考えられる。同アプリは、ゲームのみならず河川管理にも活用可能であり、ユーザの属性が河川管理者と住民で閲覧可能なデータを制限する、あるいは書き込み権限を制御する。また住民と河川管理者の有機的な連携、例えば、住民が堤防の状況がおかしいなどの（写真や動画も含む）状況をスムーズに共有可能な機能も同時に実装する。			

⑥研究成果

(具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

1. アプリのプロトタイプ開発

河川周辺の災害リスクを含むさまざまな地域情報マップをベースとしたスマホ向け防災ゲームアプリのプロトタイプを開発した。地図表示機能をベースに表示する情報としては、利用者の現在地、災害リスク、周辺の避難場所を基本とし、情報の拡張が容易に行える開発を行った。アプリ要件を決める条件として、データの蓄積による個人の行動履歴を把握するため、継続して使用され、年齢を問わず利用者が楽しく飽きず利用され、利用者の情報（個人情報是不含）を利活用可能なアプリを目指した。

画面レイアウト設計は分かりやすく統一されたデザインとし、図-1に示す処理フローに沿って開発を行った。基本的なゲームのルールとして、アプリ上には地図と地域情報データ、ユーザの位置が表示され、空間データ内に訪れることでスマホの位置情報からインアウト判定を行い、災害や防災知識に関係する択一問題が出題される。正解するとポイントが付与され、ポイントは全利用ユーザで競うことができ、リアルタイムで全ユーザの累積ポイントがランキングで表示される。ゲームの基本的な流れは図-2のようになっており、初回にユーザ登録を行った後は、以下の3つのステップとなっている。

- 1) スポットに端末が入ると、回数とポイントがユーザに付与され蓄積される。
 - 2) スポットに入ると、そのスポットの情報の閲覧やクイズへの回答ができる。
 - 3) ユーザ情報（プロフィール）や、スポットで獲得した回数・ポイントでランキングが表示される。
- また、コメント機能では、アプリ利用者がコメントを入力して投稿することができる。

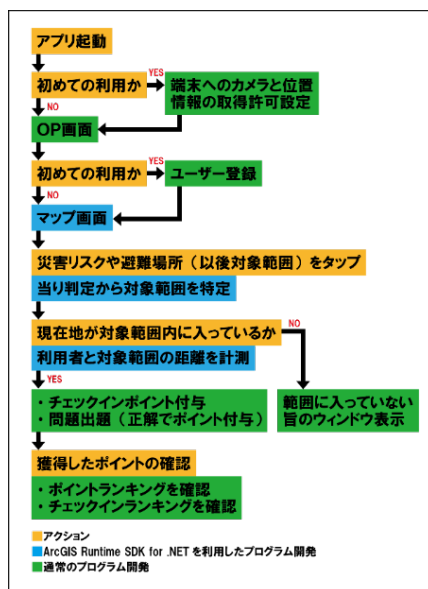


図-1 処理フロー



図-2 アプリの画面

2. アプリのコンテンツ

アプリのベースマップとして、熊本河川国道事務所が提供する「緑川水辺空間マップ」に基づいて、Web上で地域情報にアクセスできるようにした（図-3）。本アプリでは、空中写真上にハザードマップのレイヤーを重ねたものをベースマップとした。

アプリで出題されるクイズについては、ハザードマップの避難所や危険箇所などのスポットとなるポイントもしくはポリゴン1つずつについて1個以上の四択のクイズを配置する。図-3のハザードマップをもとに、福岡工業大学学生がクイズを考案し、その適切性や表現などを検討した。熊本市の緑川流域川尻地区を対象にしたクイズ作成演習では、表-1に示すような四択クイズが作成され、当該地域に含まれるすべてのスポット（計39件）のクイズが作成された。

防災クイズに加えて、地域の関心を高めるため、防災関連のスポット以外のクイズも新たに用意した。これらのクイズに関しては、緑川流域会議および熊本河川国道事務所の協力を得て、計46件の地域関連のクイズが作成された。

表-1 作成された防災クイズの例

クイズの対象 種類	ID	問 題	選択肢				正 解
			①	②	③	④	
避難場所	325	城南中学校の避難所の種類は？	指定避難所	指定緊急避難所	広域避難所	福祉避難所	②
危険箇所	483	ここは何の災害において危険箇所と指定されている？	土砂災害	地割れ	洪水	台風	③
浸水想定区域	2	この地域で想定される浸水のの高さは？	0. 5m未満	0. 5～1. 0m未満	1. 0～2. 0m未満	2. 0～5. 0m未満	②

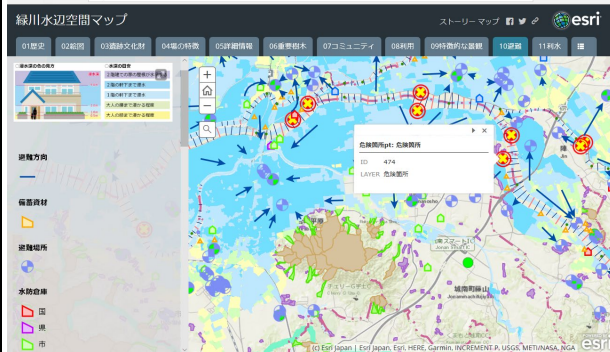


図-3 緑川水辺空間マップ（治水・防災）

3. 熊本県緑川流域での検証実験

開発したアプリの検証実験の対象地域として、熊本県熊本市川尻校区を選んだ（図-4）。川尻地区は、緑川流域の中でも河口から約8kmの熊本市南部に位置する歴史のある市街地で、洪水浸水想定区域が広がり危険箇所が点在するエリアである。

ハザードマップと防災クイズを搭載したアプリを実際に現地の住民に使ってもらい、その効果と課題を検証した。現地実験の概要は表-2の通りであり、参加者には実験後に本アプリの効果や課題に関してアンケート調査を行った。本実験では、最初に簡単な趣旨説明やアプリの操作説明をした後、3名程度ずつのグループに分かれてアプリを使用しながら散策を行ってもらった。

表-2 検証実験の概要

対象地域	川尻公会堂周辺（川尻校区）
実施日	2021年11月27日（60分程度）
対象者	緑川流域住民（約50人）
実施方法	- 参加者には1グループ1台ずつ本アプリが搭載されたスマホ端末（iPhone SE）を貸与 - 川尻公会堂を起点に、本アプリを使用しながら自由に散策してポイントを競ってもらう（1時間） - ポイントはスポットに入ると1点、そこで出題されるクイズに正解するとさらに1点追加

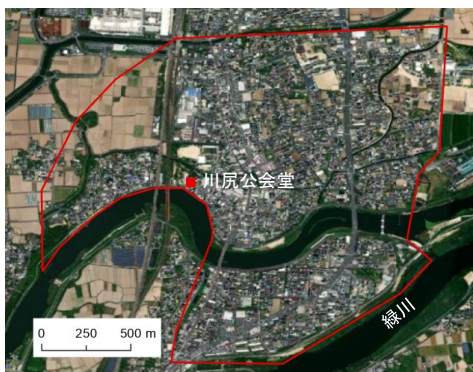


図-4 熊本市川尻地区（赤枠は川尻校区）

4. アンケート調査結果

実験後のアンケート調査では、参加者約50人のうち30人から回答が得られた。性別は男女半々であり、年齢は20代以下から70代まで幅広い年齢層となっている。

図-5はアプリの効果に関する回答結果を示したものであり、本実験では参加者の人数が少ないことに注意する必要があるが、概ね肯定的な評価が得られた。まず、防災や地域への関心の高まりについては、いずれも7割以上の参加者が「当てはまる」「やや当てはまる」と回答している。さらに、地域の災害危険性や避難所の把握についても半数以上の参加者が「当てはまる」「やや当てはまる」と回答しており、想定した効果は期待できる。防災の学習意欲の向上や他の参加者とのコミュニケーションの面での効果は一段と高い。一方、ゲーム性や利用の継続性についての肯定的な評価は半数程度にとどまった。これは後で示すようにアプリの動作が遅かったり、反応が悪かったりするなどの問題に起因している可能性がある。

ルール分かりやすさについては、できるだけシンプルなものにしたこともあり、高い評価が得られた（図-6）。しかし、画面の見やすさや操作のスムーズさに関しては課題が残る結果となった。今回は高齢の参加者やスマホに不慣れな参加者も含まれていたため、多様な利用者に使いやすいインターフェイス等を検討していく必要がある。

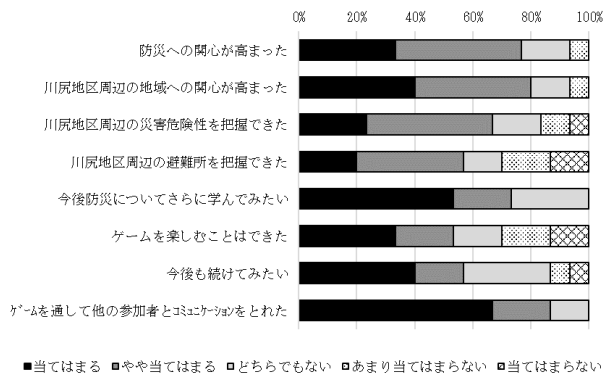


図-5 アプリの効果（アンケート調査: n=30）

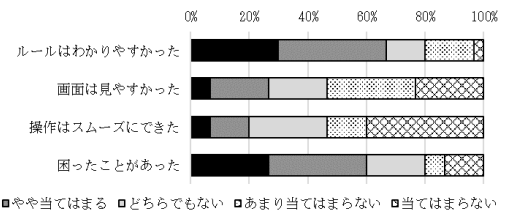


図-6 アプリの使用感（アンケート調査: n=30）

アンケートでは、アプリ使用中の発見についても自由記述で尋ねている（表-3）。浸水範囲や緊急車両等の侵入が難しい狭い道などのほか、道路のでこぼこや柵が無い農業用水などが指摘された。実際に足を運んでみないと分からない点や避難時における災害以外の危険性に対する気付きを得ることができるのは、本研究で開発したような現地散策型アプリ特有の長所であると考えられる。

また、災害危険性以外の発見もいくつか指摘された。知らない道や空き家などのほか、綺麗な街並みや紅葉がきれいなポイントなど地域の魅力を再発見するコメントもみられた。性別や年代に関わらず、このような地域の多様な側面を改めて理解することができる点も本アプリの効果の一つであると考えられる。

表-3 アプリ体験中の発見（アンケート調査）

意外な災害危険性	・川尻全域が浸水することにはびっくりしました。（男性20代以下） ・道が狭く、緊急車両等の侵入が厳しい。水害で家屋倒壊があった場合、道に瓦礫が流れ道をふさぎそう。（女性40代） ・表の道路と裏の道路の高低差。道路のでこぼこ。（女性40代） ・小さな川や水路が思ったよりもたくさんありました。（女性40代） ・こちら一帯が浸水することがわかりました。（男性20代以下） ・農業用水で柵が無い箇所がある。（男性60代） ・クイズで浸水の深さを知ることが出来て、防災について更に意識が高まりました。（女性20代以下） ・浸水の高さが分かり良かったです。（女性40代） ・浸水の水位が分かった。（男性70代以上） ・被災水位の確認をしたこと（男性70代以上）
災害危険性以外の発見	・街並みが綺麗でした（女性30代） ・お寺が多くて、紅葉がきれいなポイントも多かったです。（女性40代） ・空き家が増えた（女性40代） ・街の様子はわかりました。（男性50代） ・地域の情報など（男性40代） ・地元の方と知り合った（男性60代） ・知らない道を知った。（男性40代） ・家がつぶれている状況、街並み（男性60代）

本検証実験では多くの課題も指摘されたが、以下では端末や通信状況に関する問題点以外のアプリ自体の課題について検討する。まずは画面に表示される地図が分かりにくいというものである。高齢の参加者からは、字が小さいことや地図が見にくいことが挙げられた。比較的若い参加者でも、スポットが多い場所では画面が煩雑になることや、表示される色の問題が挙げられ、場所によって表示方法を変えるなどの改善が求められる。また侵入できないポイントがクイズのスポットになっていることもあり、安全にプレイできるような仕組みも必要である。

また、アプリに対する提案として、まず用語の説明や問題のヒントの希望があった。防災教育の面からは、単にクイズの正誤のみよりも、解説の表示なども検討する余地がある。安全性の観点からは、視覚だけでなく音声を利用することも効果的であると考えられる。さらに、より継続的な利用を促す点からは、日常的に利用される他のアプリとの連携やポイントの交換などの提案がなされた。これらのアイデアに関しては、アプリへの新機能の追加だけでなく、地元地域の商店街と連携するなどの展開も考えられる。

5. 環境モニタリング

環境モニタリングに関しては、主に2つの地域で行なった。1つは、熊本市西区の準用河川成道寺川におけるホタルの出現個体数観測であり、もう1つは天草市河内川におけるモニタリングである。その概要を以下に示す。

成道寺川は、熊本県レッドデータブックに掲載されている希少種が20種類以上生息する河川であるが、熊本西環状線道路工事による環境の変化による影響が懸念されていた。そこで、2004年からホタルの出現個体数調査が開始された。今回はその継続調査にあたり、ホタルと道路工事の関係の解析を試みた。また観測精度を上げるために高感度CMOSセンサーによる撮影も試みた。方法としては、ホタルの出現個体数の観測は歩きながらホタルの個体数をカウントするラインセンサスカウント法を用いた。図-7に示すようにラインをL1-L6に分割している。今回はL1,L2,L5の3つのラインで比較検討を行なった。一例としてL2の年々変動を図-8に示す。L1,L2,L5の出現個体数を合計した全体の出現個体数データを工事着工前の2004年から2012年までと、工事着工後の2017年から2021年に分け、それぞれ等分散を仮定したF検定と異なる分散を仮定したt検定とマンホイットニーのU検定をMicrosoft Excelで行なった。F検定とt検定は正規分布を仮定した検定だが、ゲンジボタルの個体数調査データが正規分布に従っているとは限らないので、データが非正規分布である場合に用いられるマンホイットニーのU検定も用いて分析している。なお有意水準は5%、片側検定、帰無仮説は工事前と工事後ではゲンジボタルの出現個体数には差が無いとし、対立仮説は工事前と工事後ではゲンジボタルの出現個体数には差が有るとしている。その結果、F検定では、P値が0.0754となり、0.05を越えるため有意差は無い。t検定ではP値が0.0144となり0.05を超えないため有意差はある。U検定では統計検定量Uが9で棄却限界値の7を上回ったため、有意差は無いとなった。GISによる表示の一例としてL2の年々変動を図-9に示す。また高感度CMOSセンサーによるホタル撮影は成功した(図-10)。

次に河内川的环境モニタリングであるが、河内川は、昭和38年と48年の洪水を契機に大幅な河川改修がなされ、住民からは改修の影響で自然が失われたとの意見もあった。そこで、まずは現状の自然環境を理解するために2018年から環境調査を開始しており、今回の継続調査では、新たな試みとして360VR(図-11)とドローンによる空撮画像の3D化(図-12)を試み、これらのデータを表示するためのStream Viewアプリ(図-13)を試作することに成功した。

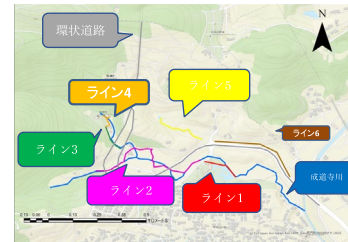


図-7 ゲンジボタル個体数観測の調査ライン

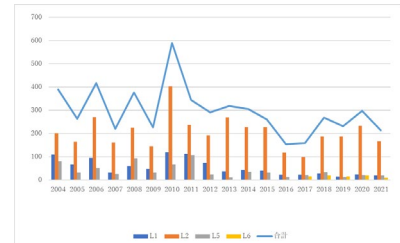


図-8 ゲンジボタルの個体数の推移

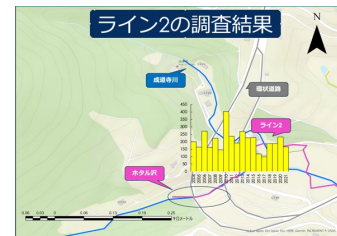


図-9 L2のホタル出現個体数の年々変動(GIS画面)



図-10 L5のホタル画像の例



図-11 河内川の360VR画像の例

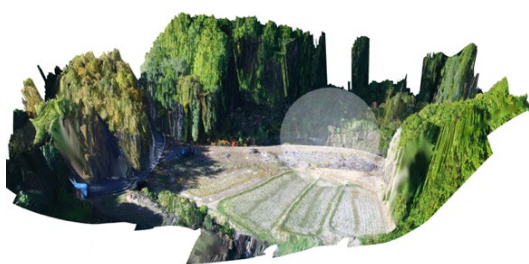


図-12 河内川の3D(SfM)画像の例



図-13 Stream Viewの画面例

⑦研究成果の発表状況・予定

(本研究の成果について、論文や学会への投稿等又はその予定があれば記入して下さい。)

- ・ Masaya Uesugi, Toshiyuki Moriyama "Regional disaster prevention with cloud-based GIS mapping and location-based gaming: Disaster Prevention Go!" Proceedings of the 22nd Congress of International Association for Hydro Environment Engineering and Research and Asia Pacific Division, 2020年9月.
 - ・ 上杉昌也・森山聡之・和田亨・新山悠紀・石本俊亮「避難促進のためのスマホアプリ「防災Go!」の開発: 平常時からの地域防災に向けて」地理情報システム学会講演論文集29, CD-ROM, 2020年10月.
 - ・ 小山和孝・渡辺尋斗・森山聡之・石本俊亮・和田亨・新山悠紀・上杉昌也「河川の現状と歴史を体験できるStream Viewの開発」電子情報通信学会技術研究報告: 信学技報120(202), 17-20, 2020年10月.
 - ・ 上杉昌也・森山聡之・小山和孝・和田亨・新山悠紀・石本俊亮「防災アプリ「古賀市版防災Go!」の効果と課題」福岡工業大学総合研究機構環境科学研究所環境研究発表会資料, 1-6, 2022年2月.
 - ・ 金子裕大・森山聡之「熊本県成道寺川におけるホタルの出現個体数の変動と道路工事の関係について」土木学会西部支部研究発表会予稿集, 2022.
 - ・ 商標登録「防災Go」(商願2019-49365、公開日2019年4月23日)
 - ・ 防災テックチャレンジ・アイデア賞受賞「防災GO!アプリ」(2020年12月)
- (主催: TMMF実行委員会、協力: 国立研究開発法人防災科学技術研究所・つくば市、協賛 Mistletoe Japan合同会社)

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

- ・ 2021.02.23 「遊んで学べるアプリ「防災GO」とは」(KBC九州朝日放送「シリタカ」)
- ・ 2021.05.05 「危険箇所近づくとクイズ出題 福工大がゲームアプリ開発「防災Go」」(西日本新聞朝刊)
- ・ 2021.06.08 「ゲーム感覚で学ぶ「防災アプリ」 地域の危険を把握」(FBS福岡放送「めんたいワイド」)
- ・ 2021.09.11 「地域の災害リスクがわかるスマホアプリとは!？」(RKB毎日放送「発掘ゼミ!!」)
- ・ 2021.10.18 「「スマホで災害シミュレーション」災害多発時代に誕生したアプリ「防災GO」」(西日本新聞メディアラボDX.WITH)
- ・ 2021.11.07 「防災アプリ使い災害時の避難経路などゲーム感覚で体験 島原」(NHK長崎「長崎 NEWS WEB」)
- ・ 2021.11.07 「4000人が参加 島原市で大掛かりな防災避難訓練」(KTNテレビ長崎)
- ・ 2021.11.08 「長崎県／地震想定し避難訓練 4200人参加 自主防災組織育成へ」(西日本新聞朝刊)
- ・ 2021.11.09 「大地震に備え防災避難訓練 地域住民ら約4200人が参加」(島原新聞朝刊)
- ・ 2021.11.28 「ゲーム感覚、スマホ片手に防災学ぶ 熊本市の川尻地区」(熊本日日新聞)
- ・ 2021.11.28 「ゲーム感覚で防災学ぼう 緑川流域住民、福岡工大などのアプリで訓練」(朝日新聞)

⑨表彰、受賞歴

(単なる成果発表は⑦⑧に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

防災テックチャレンジ・アイデア賞受賞「防災GO!アプリ」(2020年12月)

(主催：TMMF実行委員会、協力：国立研究開発法人防災科学技術研究所・つくば市、協賛 Mistletoe Japan合同会社) [再掲]

⑩研究の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、研究の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、研究の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

本研究で明らかになった防災アプリの効果はまだ短期的にしか検証されておらず、より長期的な検証も必要である。特にアプリ利用の継続性の点では、ゲームとしての面白さも必要であり、技術的な課題と合わせて検討していきたい。クイズの内容も防災関連に限定されており、広く都市・地域づくりに活用できるアプリとして発展させていく必要もある。また、アプリのゲーム機能と一連の環境モニタリングデータは十分には統合されておらず、一元的にアクセスできるような仕組みも実現することで、更なる河川政策に貢献できるものになると考えられる。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本研究で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

防災Go!アプリにおいては、利用者による投稿機能も実装しており、堤防の様子など平常時および災害時における河川状況をスムーズに河川管理者と共有できることが期待できる。

また一級河川では各事務所が直轄部分を厳正に管理記録しているが、最近の災害では、中小河川の被災が多く記録が残っていない場合も多々見受けられる。環境に配慮した復旧を行うためにも被災前の状況を記録しておく必要がある。住民による防災Go!への写真や動画を含むデータ入力や、Stream View VRあるいはドローンによる3Dモデルの生成は、有意義な記録になるものと思われる。