

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
	小林 祐司 (こばやし ゆうじ)	大分大学減災・復興デザイン教育研究センター	センター長 (理工学部門・教授)
②技術研究開発テーマ	名称	河川整備が進んだ河川流域における復興デザインの探究と水防災意識の再構築	
③研究経費 (単位: 万円)	平成30年度	令和元年度	令和2年度
※端数切り捨て。	168 万円	107 万円	191 万円
			総 合 計 466 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2年3月31日現在)		
鶴成 悦久	大分大学減災・復興デザイン教育研究センター 次長・准教授		
⑤研究の目的・目標	(様式流域-1、流域-2に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)		
<p>河川整備が進んだ研究対象地域において、想定最大規模クラスの外水氾濫を想定した水防災意識社会の再構築に取り組むためには、①壊滅的な水害のイメージや「外水」氾濫のリスクを理解 (イメージ) しづらい、②堤防整備が進んだ河川における住民の避難に資する情報の知見が少ない、③水害は他の災害リスク (特に地震・津波) に比べて理解が得られにくい、といった課題があげられる。</p> <p>このような課題を克服するために、河川整備とまちづくりを繋げる「復興デザイン」を企画・実践し、河川整備が進んだ河川における水防災社会の再構築を図る必要がある。そこで、水害を想定した河川流域における防災・減災教育及び活動の推進を図り、地域における関連主体の減災ネットワークを構築すると同時に、地域課題の抽出・把握と共有、そして被災を想定した次のまちづくりビジョンの共有 (復興デザイン+水防災意識社会の再構築) を追求する。さらに、流域計画や流域管理に反映するためのフレームワークを検討し、さらに、復興デザインによる経済的効果やその波及についても検討する。このような目的のもと、以下について調査・研究を実施することとする。</p> <p>A: 河川流域におけるリスク共有のための情報整理と防災教育と活動の実施 B: 河川流域における空間データの構築と地域課題 (安全性や経済的損失など) の把握 C: 関係主体とのネットワーク構築と地域課題の共有 D: 復興デザイン(地域課題への対応と被災後のまちづくりビジョンの共有)+水防災意識社会の再構築</p> <p>流域計画におけるリスクマネジメントからクライシスマネジメントの各段階において、被災を想定した復興デザインの考え方を反映することが期待され、また、住民・行政・民間企業等との平時からの地域の課題解決および復興のビジョン共有に寄与できる。これはすなわち、被災した際の効率的かつ効果的な事業展開へと結びつけることができ、それぞれ主体間の信頼関係構築も大いに期待できる。このような一連の取組が、ひいては水防災意識の再構築へと繋がると考えられる。</p>			

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。)

本調査・研究では、先に示した目的4項目(A～D)の取り組みが相互に連携しながら、最終的な復興デザインと被災後のまちづくりのビジョン共有、水防災意識社会の再構築へとつなげることを目的としている。特に最終年度は、新型コロナウイルス感染症の影響から、地域での活動は自粛し(大学の方針に準拠)、社会的状況を考慮しながら次年度以降も継続的に取り組んでいくこととしている。以降に本年度の成果をまとめる。

(1) 災害リスクおよび都市空間構成の類型化による居住エリアの選定と検証

ここでは、大分市全域で居住者がいるエリア(以下、居住エリア)に着目し、特性把握・類型化を行った。地域毎の特徴と類型化の結果を用いて、ゾーニングの提案を行った。

大分市全域の居住エリアに着目し、2015年から2045年の将来人口推計(図1)、浸水想定深さ、氾濫特性マトリックス、拠点機能施設の評価(図2)などのデータを基にして、特性把握(主成分1:「拠点機能の脆弱性を示す指標」、主成分2:「水害脆弱性を示す指標」、主成分3:「人口の集積性を示す指標」、主成分4:「人口の増減を示す指標」と6つの地域に分類した(図3)。各クラスターの特徴は以下のとおりである。

クラスター1 (CL1) : 高齢者人口割合が高く、行政施設までのアクセス性が比較的良好

クラスター2 (CL2) : 拠点機能施設までのアクセス性が良く、人口集積性・人口増加率も比較的高い

クラスター3 (CL3) : 拠点機能施設までのアクセス性が良く、水害リスクが極めて高い

クラスター4 (CL4) : 拠点機能施設までのアクセス性が極めて悪く、水害リスクは低い

クラスター5 (CL5) : 人口の集積性・人口増加率が非常に高く、水害リスクは低い

クラスター6 (CL6) : いずれの評価も中程度、建築面積割合は高い

さらに、将来的な大分市のあるべき姿として、拠点機能施設が特に集中しており、居住を重点的に誘導するエリア(居住誘導重点エリア)、居住を誘導するエリア(居住誘導エリア)、将来的に縮小・撤退すべきであるエリア(撤退エリア)を設定した(図4)。そして、水害リスクが比較的高いとされる5地区を抽出し、望ましい地域・地区像を提示した。

「居住誘導重点エリア」は大分駅、牧駅、鶴崎駅、大在駅、坂ノ市駅の周辺、判田地区、戸次地区、植田地区、明野地区、野津原地区周辺に分布しており、これらのエリアでは地域拠点としての機能を充実させ居住を誘導していく必要がある。また、クラスター

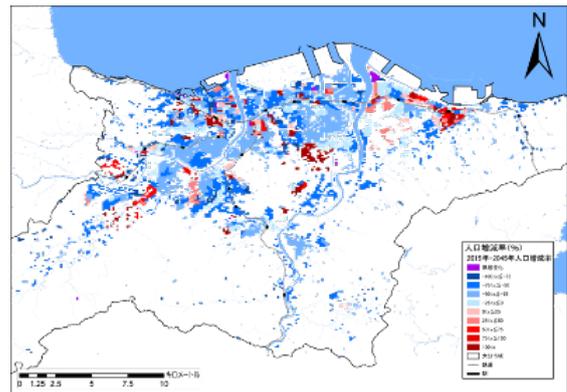


図1 2015年から2045年までの人口増減率(推計)

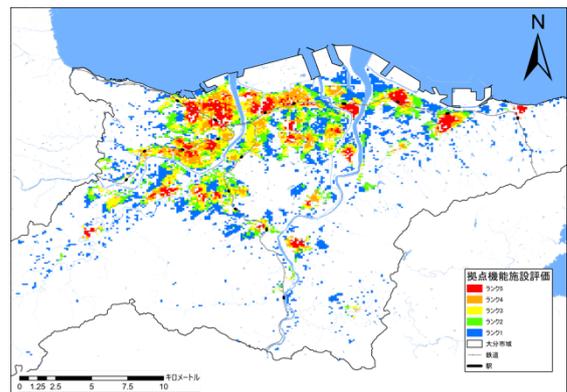


図2 拠点機能評価によるランク付け

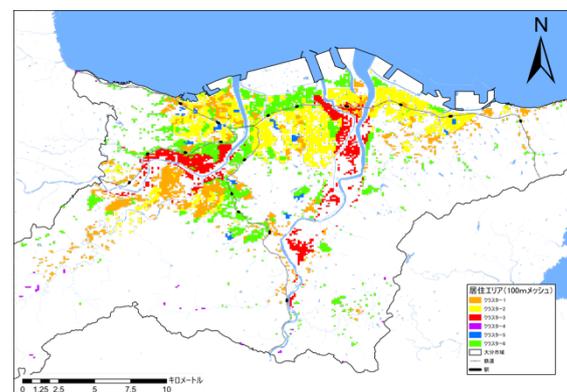


図3 クラスター分析結果

一分析により抽出されたCL3が多く分布しており、水害リスクが比較的高いとされる①南大分駅・古国府駅周辺 ②賀来駅周辺 ③鶴崎駅周辺・高田地区 ④松岡地区 ⑤戸次地区については、詳細なゾーニングとまちのあり方の提案を行った（一例を図5に示す）。①南大分駅・古国府駅周辺 ③鶴崎駅周辺・高田地区 ⑤戸次地区については、「居住誘導重点エリア」や「居住誘導エリア」が浸水想定区域に含まれる。これらのエリアでは浸水想定がなされており、本来であれば浸水想定区域外への居住移動が望ましいが、既に市街地が形成されていることから、浸水想定区域外への居住

移動は現実的ではない。そのため浸水想定区域内での垂直避難や浸水想定区域外への避難が必要になる。垂直避難ができるような高層建築物を建てるなどのハード面での対策と、避難施設までの距離が長くなることによる住民の防災意識の向上などのソフト面の対策が重要となる。これらのエリアでは住居系の用途地域が設定されていることが多く、容積率の制限などにより高層の建築物を建てることのできないといった制度上の課題も抱えている。そのため、地域の防災力の向上に与する建築物においては容積率の緩和を行うなどの対策が必要になる。②賀来駅周辺では、広い範囲での浸水が想定されており、想定浸水深さが10mを超える箇所も存在している。各駅周辺では「居住誘導重点エリア」が存在しないため、賀来駅西側や大分川右岸の「居住誘導エリア」への将来的な居住移動を提案する。またこのエリアでは、大きな人口減少が見込まれており、コミュニティの衰退や近所の繋がりの希薄化がより一層進むことが懸念される。したがって、防災対策として地域内の避難訓練や個人の事前の対策がより重要となる。④松岡地区では、「居住誘導重点エリア」が浸水想定区域外に位置するため、今回設定した「居住誘導重点エリア」周辺への集約を促すことで、水害リスクを回避することができる。また、拠点機能施設である、大

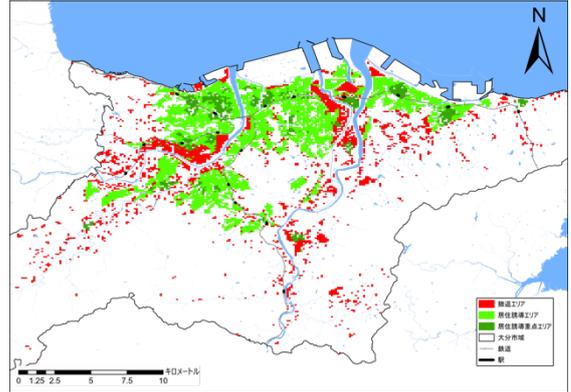


図4 居住誘導重点エリア・居住誘導エリア・撤退エリア

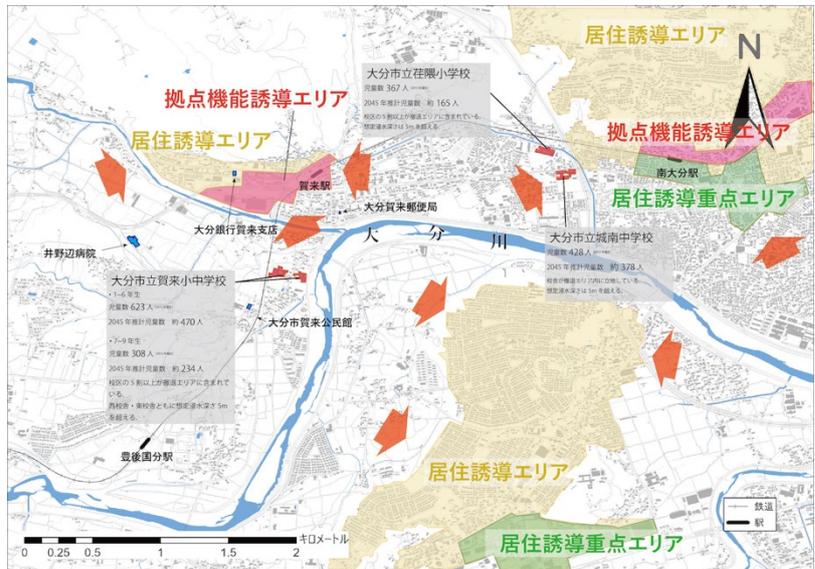


図5 ①南大分駅・古国府駅周辺のゾーニングと提案

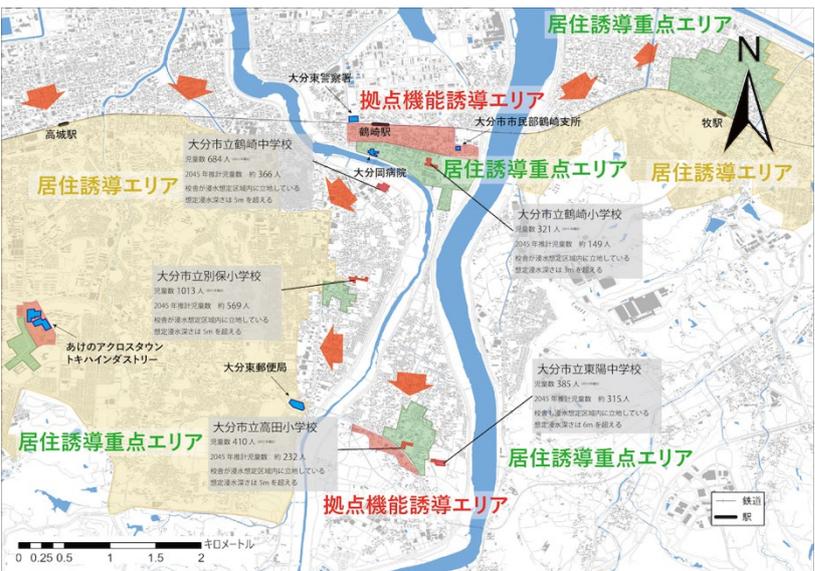


図6 ③鶴崎駅周辺・高田地区のゾーニングと提案

分川右岸の「居住誘導重点エリア」への将来的な居住移動を提案する。またこのエリアでは、大きな人口減少が見込まれており、コミュニティの衰退や近所の繋がりの希薄化がより一層進むことが懸念される。したがって、防災対策として地域内の避難訓練や個人の事前の対策がより重要となる。④松岡地区では、「居住誘導重点エリア」が浸水想定区域外に位置するため、今回設定した「居住誘導重点エリア」周辺への集約を促すことで、水害リスクを回避することができる。また、拠点機能施設である、大

分市松岡校区公民館や松岡郵便局などは浸水想定区域外に位置するが、周辺の住居は浸水想定区域に含まれるため、避難施設としての機能を持たせることが必要であると考えられる。

(2) 居住エリアの集約による都市施設維持管理費用の縮減効果

2045年における居住エリアの集約化を行った場合の都市施設の維持管理費用を推計し、縮減効果を比較・検討を行った。まず、小・中学校管理費と土木費から維持管理費用の原単位設定を行った。大分県内の各市町村の小・中学校を対象に1校あたりの平均の児童・生徒数と平成26年から平成30年までの新築年を除く維持管理費用の平均額、土木費に関しても大分県内の各市町村を対象に、人口密度(人/km²)と平成26年から平成30年までの1km²あたりの土木費の5年間の平均額の関係をグラフへプロットし、得られた近似式を原単位として設定した(表1)。

次に、居住エリアの集約化による維持管理費用への影響を検討するため、シナリオを4パターン設定した。各シナリオにおいて、撤退エリア、縮小エリアをそれぞれ設定し、撤退エリアから縮小エリアへ人口を0%、10%、20%、30%、50%、100%と徐々に住み替えさせることで人口集約の度合いを変化させていった。具体的には、撤退エリアの各メッシュから住み替え率10%であれば人口の10%を均等に抽出し、縮小エリアの各メッシュへ均等に割り振ることで住み替え率を変化させる。ただし、縮小エリアに含まれる居住誘導重点エリア(以下、縮小重点エリア)においては拠点機能施設が特に集中しており、人口減少の中にあっても人口密度を維持する必要があると考えられる。したがって、撤退エリアから抽出した人口の50%を縮小重点エリアに割り振り、残りの50%を、縮小重点エリアを除いた縮小エリアに割り振ることで分析を行った。シナリオは以下のとおりである。

シナリオ0(居住誘導エリアを考慮したシナリオ)：前掲図4より居住誘導エリア・居住誘導重点エリアを縮小エリアとしたものをシナリオ0として設定した。例として、シナリオ0における縮小・撤退エリアを図8に示す。

シナリオ1(クラスター分析を考慮したシナリオ)：水害リスクの高いエリアからそれ以外のエリアに居住を集約するシナリオとして、クラスター分析において水害リスクの極めて高いクラスター3を撤退エリア、それ以外を縮小エリアとしたものをシナリオ1として設定した。

シナリオ2(人口増減率を考慮したシナリオ)：2015年から2045年にかけて、特に人口減少が進むエリアからそれ以外のエリアに居住を誘導するシナリオとして、前掲図4より人口増減率が-50%以下のエリアを撤退エリア、それ以外を縮小エリアとしたものをシナリオ2として設定した。

シナリオ3(氾濫特性マトリックスを考慮したシナリオ)：水害発生時において、家屋倒壊の恐れのあるエリアからそれ以外のエリアに居住を誘導するシナリオとして、氾濫特性マトリックスにおいて家屋倒壊ゾーンに該当するエリアを撤退エリア、それ以外を縮小エリアとしたものをシナリオ3として設定する。シナリオ3における縮小・撤退エリアを例として図9に示す。

推計の結果、すべてのシナリオにおいて住み替え率を上げていくにつれて維持管理費用は一定程度



図7 ③鶴崎駅周辺・高田地区の立体的土地利用のイメージ図

表1 原単位の設定

	原単位 (千円/校)	変数x
小学校	$y=1881x^{0.5587}$	利用者数 (人)
中学校	$y=2758.5x^{0.5229}$	利用者数 (人)
	原単位 (千円/km ²)	変数x
土木費	$y=90.536x^{0.8766}$	人口密度 (人/km ²)

徐々に縮減された。住み替え率100%においてシナリオ0（居住誘導エリア・居住誘導エリアに縮小）で約10億円、シナリオ1（クラスター3から撤退）で約5億円、シナリオ2（人口増減率が-50%以下のエリアから撤退）で約11億円、シナリオ3（家屋倒壊ゾーンから撤退）で約3.5億円の縮減効果となった。今回の推計では、長期的にみても大きな数値の変化はみられなかったものの、移動に伴う費用なども考慮し縮減効果を再検討することが必要である。

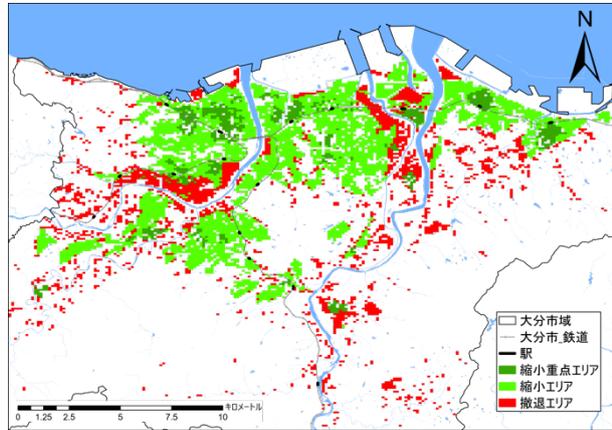


図8 シナリオ0における縮小・撤退エリア

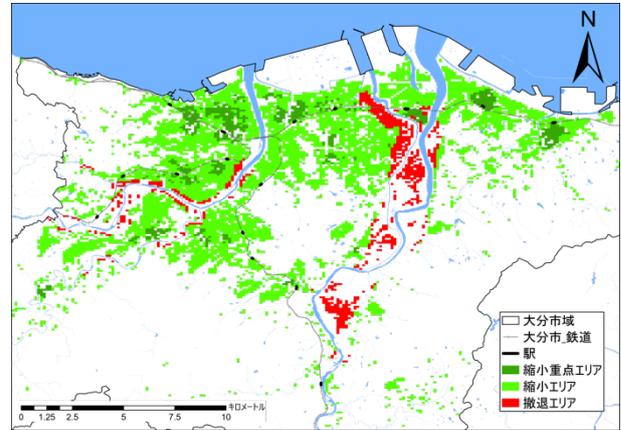


図9 シナリオ3における縮小・撤退エリア

（3）運用指針等からみる災害リスクとまちづくりとの連動および制度的提案

提案した居住エリアへの居住誘導を進めるため、現状の都市計画制度への提案を行った。拠点機能施設に関する提案では、公的不動産（PRE）の活用による垂直避難が可能な避難施設の設置、特定用途誘導区域の設定、水害等の災害リスクに対応した土地区画整理事業、防災集団移転事業などの各種事業の柔軟な組み合わせを検討すべきことを示した。そして、居住のあり方に関する提案では、新規の住宅建設を制限する「準居住誘導区域」（制限を強化）や「水害対応区域」等の設定を行い、水害リスクの高い場所での居住制限が必要であることを示した。最後に、「安全サイドなまちづくりのための事業の活用」「都市計画制度の災害リスクを考慮した再設計」の2点についてまとめた。加えて、県土全体の将来像や人口減をも考慮し、超長期的なスパンに立った拠点地域の設定を進め、都市計画を越える「空間計画」策定の必要性を述べた。いずれも長期的、時間軸を考慮した取り組みが欠かせない。

○安全サイドなまちづくりのための事業の活用

- ・ 災害リスクを考慮した土地区画整理事業や防災集団移転事業の組み合わせ
- ・ 「より良い復興」の考え方に基づく、都市計画関連事業における防災の主流化・実質化

○都市計画制度の災害リスクを考慮した再設計

- ・ 災害対応型の用途地域指定・特別用途地区などの設定、拠点機能の容積率の割増、機能誘導
- ・ 立地適正化計画における居住誘導区域の指定のあり方の再検討・・・人口減、時間軸を考慮した「準居住誘導区域」の設定など
- ・ 実効性を持つ防災指針の設定と諸計画との連動（老朽インフラの対応なども含む）
- ・ 公的不動産の活用

さらには、昨今の災害の状況を鑑みれば、被災は都市計画区域だけに限らないため、県土全体の総合計画の「空間計画」の必要性についても言及した（最終成果報告書において提示）。

（4）その他

2021年1月15日に河川防災・減災セミナーをオンラインで実施した。また、「事前復興」や「復興デザイン」の具体化を進めるため、研究代表者を中心に「大分県域事前復興研究体 SPiRiT」を国土交通省、大分県、県内自治体、民間コンサルタントなどの関係機関と協働で設置した。

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。)(以下記入例)

(発表済み)

- 1) 大磯伊織, 鶴成悦久, 小林祐司: 氾濫特性マトリックスを基にした防災対策の検証と避難行動を促すための情報整理 -大分市高田輪中地区を対象として-, 地理情報システム学会学術研究発表大会, No.29, 2020.10 ※オンライン発表
- 2) 山口慎二, 洪志弦, 小林祐司, 鶴成悦久: 浸水想定区域内における公的機関の分布状況とネットワーク解析を用いた避難施設までのアクセス性評価, 地理情報システム学会学術研究発表大会, No.29, 2020.10 ※オンライン発表
- 3) 中湖耕平, 鶴成悦久, 小林祐司: 居住エリアにおける河川氾濫を想定したリスク評価と類型化および復興デザインへの展開 -大分県大分市を対象として-, 地理情報システム学会学術研究発表大会, No.29, 2020.10 ※オンライン発表
- 4) 吉本沙穂, 鶴成悦久, 小林祐司: 水害常襲地におけるまちの変遷および人口減少時代の地区構造のあり方 -大分市高田輪中地区を対象として-, 地理情報システム学会学術研究発表大会, No.29, 2020.10 ※オンライン発表
- 5) 相川倉健, 小林祐司, 鶴成悦久: 水害常襲地におけるまちの水害対策の特徴と課題把握 -大分市高田輪中地区を対象として-, 地理情報システム学会学術研究発表大会, No.29, 2020.10 ※オンライン発表

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。)

1. 「河川防災・減災セミナー2021」の実施

2021年1月15日(金)に、大分川・大野川圏域大規模氾濫に関する減災対策協議会(下流部)、大分大学減災・復興デザイン教育研究センターの主催・共催によりオンラインで開催し、本年度は自治体向けに「近年の各地で頻発する水害と対策」「令和2年7月洪水とその対応」「令和2年7月豪雨について」「河川整備が進んだ河川流域における復興デザインの探究と水防災意識の再構築 調査研究報告」などについて、国(国土交通省九州地方整備局大分河川国道事務所)、大分地方気象台、大分市・由布市などにより解説を頂いた。

2. その他の活動や報道機関を通じた情報発信

減災・復興デザイン教育研究センターの活動や情報発信、意識啓発が報道機関で多く取り扱われている。

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。)

なし

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流域計画・流域管理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。)

本年度は研究期間最終年度であり、継続的に以下に取り組むこととしている。前述の通り、新型コロナウイルス感染症の影響が大きかったため、社会的状況を考慮し、今後も地域との協働を進めていきたいと考えている。

①地域での活動の展開

自治会や関係機関、また学校現場との連携を進める必要がある。

②地域的課題の共有から、復興デザインへの展開

継続事項もあるが、都市計画・まちづくりの観点から、安全サイドのまちづくりを展開していくことが課題である。特に、長期・超長期的なスパンにおける事前復興・復興デザインの取り組み・提案を進める。そのなかで、本年度「大分県域事前復興研究体（SPiRiT）」を関係機関と協働で設置し、セミナーの開催や意識啓発を進めることとしている。

ホームページ <https://www.spirit-oita.com>

⑩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、流域計画・流域管理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。)

基本的にはこれまでの報告とは大きく変わらない。本研究成果を活用した地域での取り組み、復興デザインの取り組みが重要ではあるが、水防災意識社会の再構築はまさに「終わりのない取り組み」である。世代は移り変わっていくので、地域での活動・取組を持続的に進めることが求められている。これは、意識啓発と情報提供にもつながり、住民の立場に立てば「考える機会」の持続性確保にもつながる。水防災意識の再構築のためには、これまで提示した内容と同様に、以下のような取り組みや提案がさらに求められる。

- ・ 正確なリスクを自ら知る姿勢の涵養（学校教育などとの連携も含めて活動を展開）
- ・ 水防災を地域課題の一つとして捉える
- ・ 個と集団での安全サイドの行動をいかに実現するか
- ・ 日常とリスクのバランスを取りながらまちの構造を改善していく（制度的提案も含む）
- ・ 事前復興と復興デザインの推進

これらの取り組みや提案を行うことは、水防災意識社会再構築ビジョンにおける「住民目線のソフト対策」を強化・拡充することにつながる。そして、「復興」の概念を平時の都市計画やまちづくりに組み込むことにもつながり、様々な防災・減災分野の連携強化が期待され、長期的なスパンのなかで、社会実装を進めていく。

加えて、これまでの災害の状況を鑑みれば、災害は大多数が居住する都市計画だけに留まらない。広くは県土全体の安全な空間構造を検討し、ビジョンを提示するための総合計画の「空間計画」化が求められていると言える。この点についての提案も継続的に進めていく必要がある。