

チーム名： サイトマン

所属： 沼津工業高等専門学校

応募者氏名： 和田莉央、麦島好美、岸本真理子

ふじのくに土砂災害対策プロジェクト



豪雨との関係について

- 沼津高専の周りでは豪雨がよく起こる橋が折れたこともある。
- 通学の際にも大きな橋を渡るため増水による危険な状態を何度も見てきた。
- 気候変動が豪雨を引き起こしていると考えられる。



図1 2021年豪雨によって折れた黄瀬大橋(沼津市内)

豪雨との関係について

- 気候変動の影響で1時間降水量が100mm以上の年間発生回数は増えている。
- **豪雨による災害**の可能性について考える必要がある。

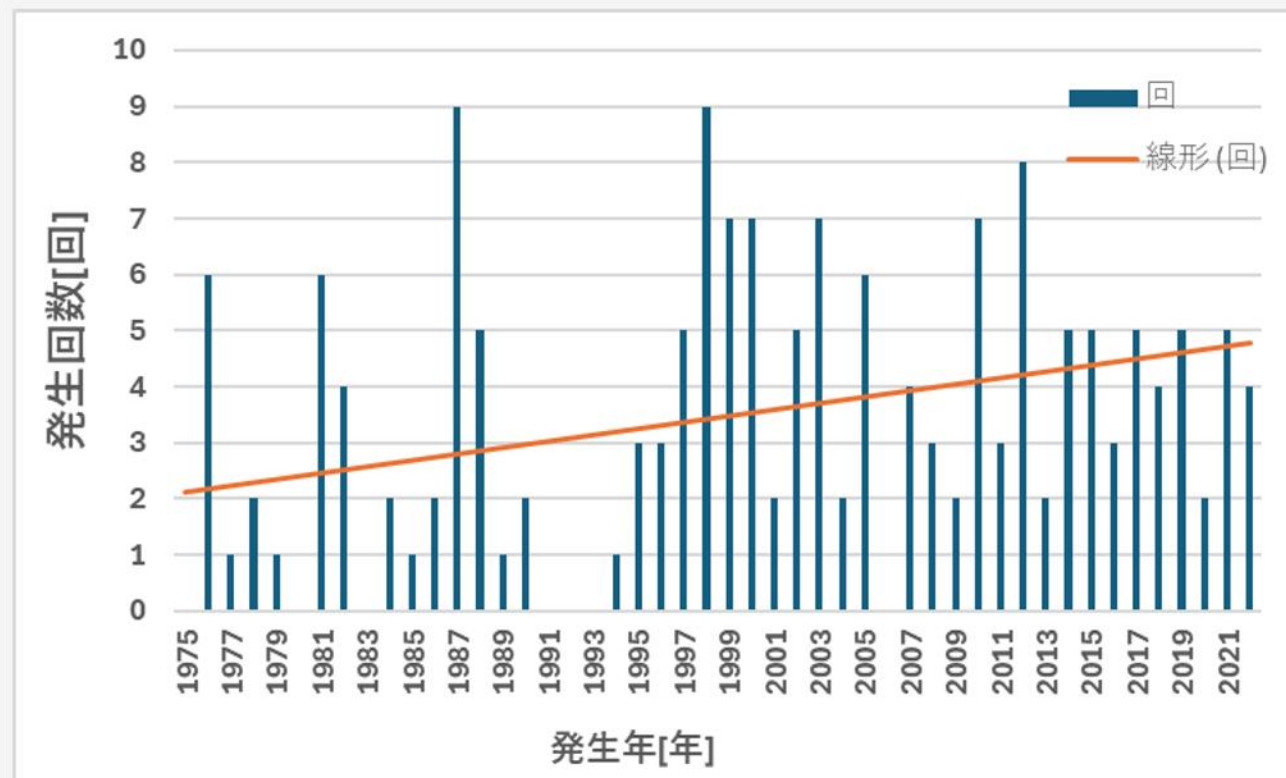


図2 1時間降水量が100mm以上の年間発生回数

警戒区域外の土砂災害リスク

- 土砂災害警戒区域に指定されていない
警戒区域外でも、土砂災害のリスクが存在する
- 土砂災害約1700件のうち、4割弱が土砂災害警戒区域外まで土砂が流れ込んでいた

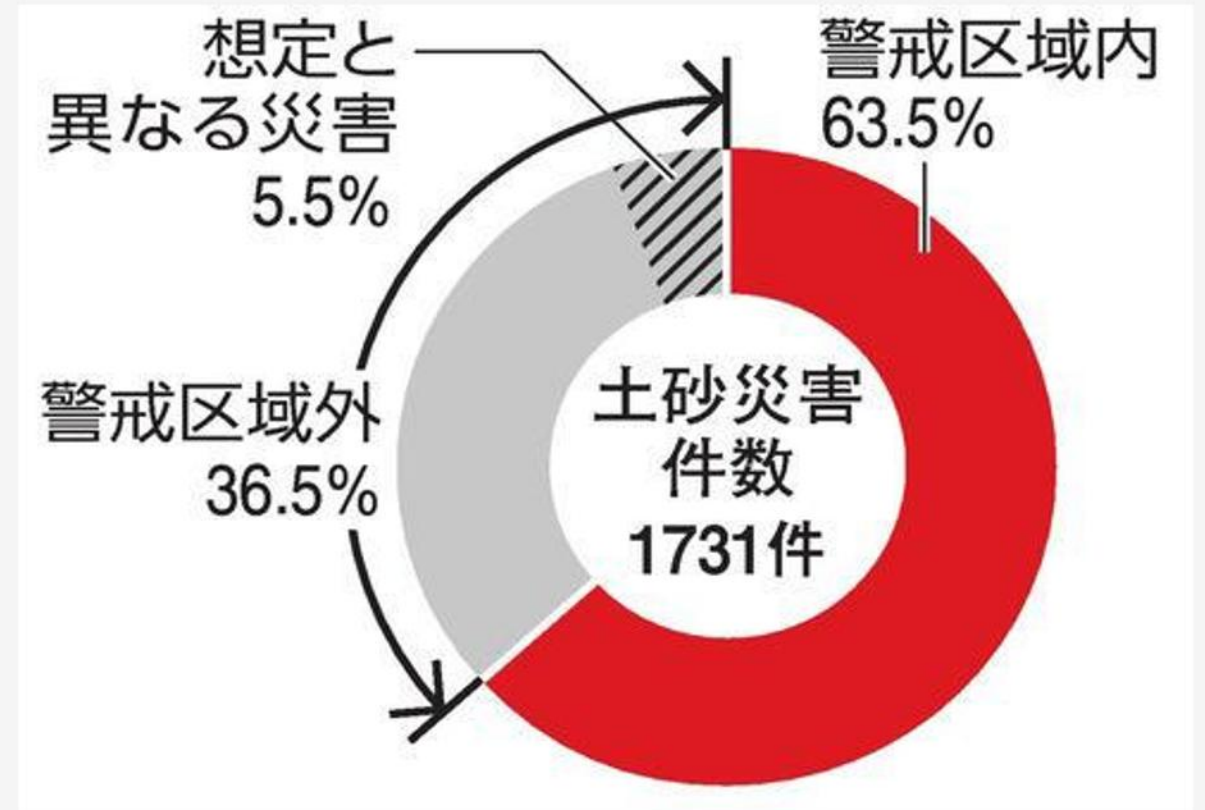


図3 2021年と2022年に警戒区域外まで土砂が流れ込んだ件数

土砂災害と孤立集落の発生

- 2024年1月に発生した能登半島地震では集落の孤立が多発し、長期化した。最も多いときで、33か所(1月5日時点)、人数は3345人(1月8日時点)に上った。

- **土砂災害による孤立集落発生**の可能性について考える必要がある。



図4 集落孤立について

静岡県での土砂災害

- 静岡県では南海トラフ地震発生によって大きな影響を受けると予想されている。
- 静岡県全域が南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されている。(図5)また、ほとんどの地域で南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域にも指定されている。(図6)
- 静岡県でも能登半島地震の際と同様の被害の可能性について考える必要がある。

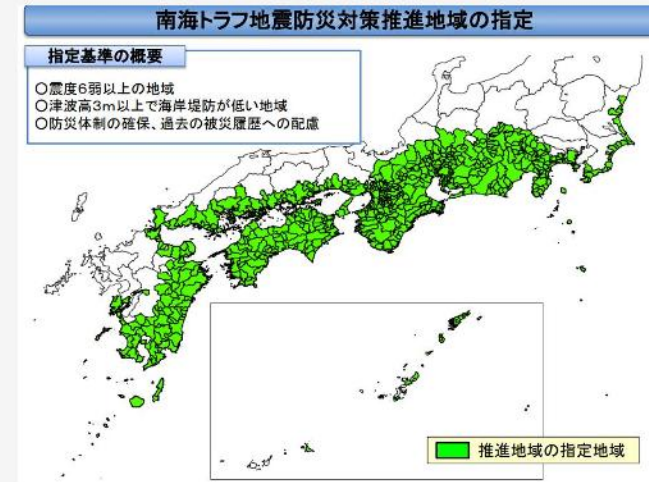


図5 南海トラフ地震防災対策推進地域



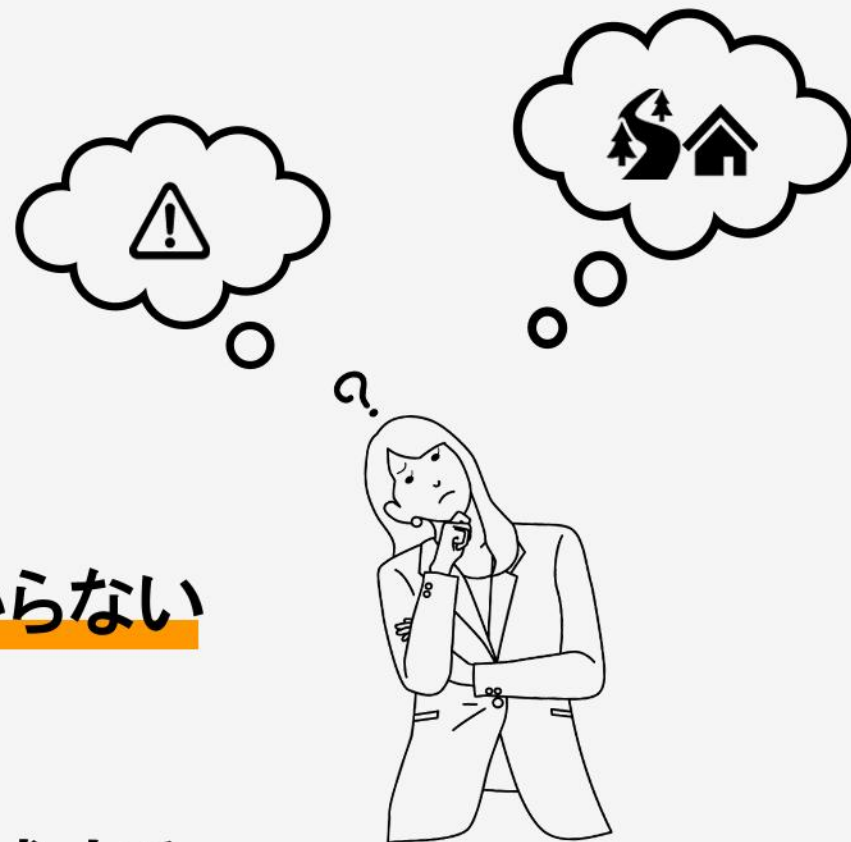
図6 南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域

目的

- ハザードマップでは対象とされない、警戒区域外の
隠れた土砂災害リスクを予測する



- **既存のハザードマップ**を見るだけでは分からない
土砂災害リスクを知ることができる
- **隠れた土砂災害リスクも分かるマップ**を作成する



方法

全体イメージ

過去のデータから因子(雨量や斜度など)を調べ、土砂災害を予測



推定した土砂災害を危険度ごとにレベル分け



危険度レベルごとに色分けをしたマップを作製



マップについて講義(おむすび大学の中)をすることで防災意識を高める



- 土砂災害を引き起こす因子をマップにし、統合した**土砂災害発生推定マップ**を作成する。
- 取り組みについて講義(おむすび大学の中で)をすることで**地域住民の防災意識**を高めることができる
- 作製したマップはネット上で公開する予定
- モデル式は過去の土砂災害事例に当てはめることで信頼性を確かめる予定

土砂災害発生推定マップ

1. 過去に土砂災害が発生した地点の集水域ごとの因子データ(平均植生高、平均斜度、累積流量)を収集する。VIRTUAL SHIZUOKAでオープンデータとして公開されている静岡県点群データを使用する。
2. ロジスティック回帰モデルを用いて単位斜面(集水域)ごとの土砂災害発生を予測する。
3. 予測した土砂災害リスクをレベル分けし、マップ上に色分けをして示す。(図7)



図7 マップ作製イメージ

単位斜面とは

- 集水域面積を単位斜面として設定する。
(図8)
- 黄色の丸は過去に土砂災害があった場所を示している。この丸を含む単位斜面についてデータを収集し、土砂災害リスクの予測に用いる。

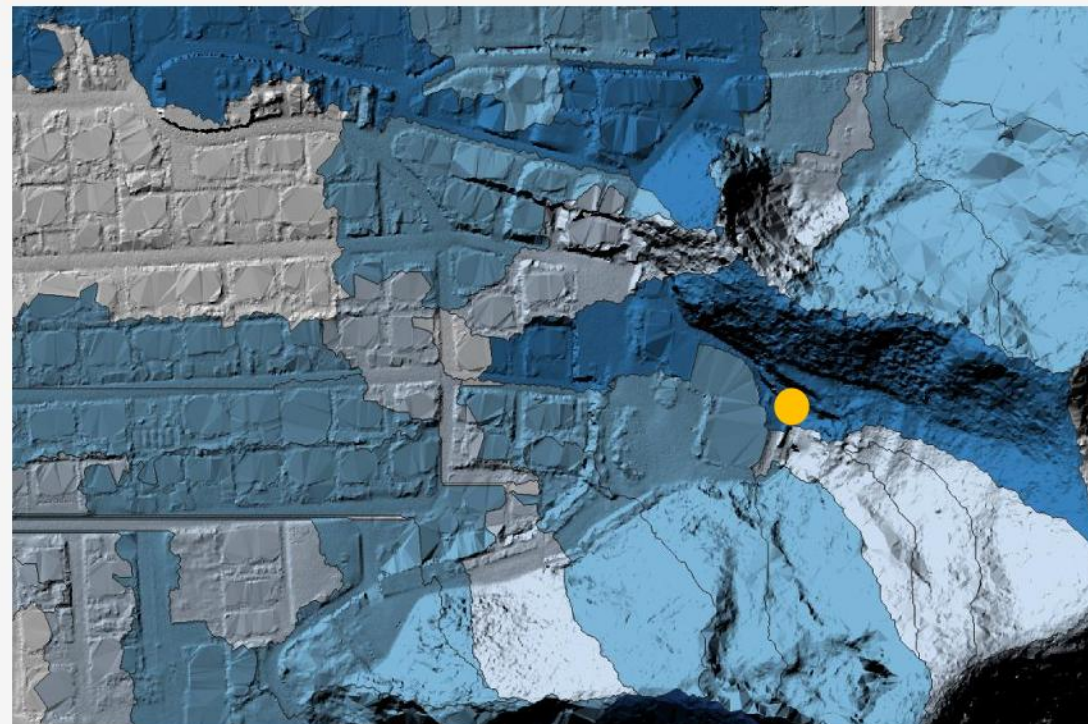


図8 QGISで表示した集水域

使用データ・ソフト

- 静岡県交通基盤部河川砂防局から頂いた過去の土砂災害発生地点データ
 - VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県点群データ
 - Global Mapper 25.1 : DEM、DSM、集水域、
累積流量データの作成
 - QGIS3.24.1 : CHM(図9)、因子データの作成
-
- VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県点群データを使って各データを作成した。
 - 各因子データ作成後、図10のように単位斜面ごとの因子データを集めた。

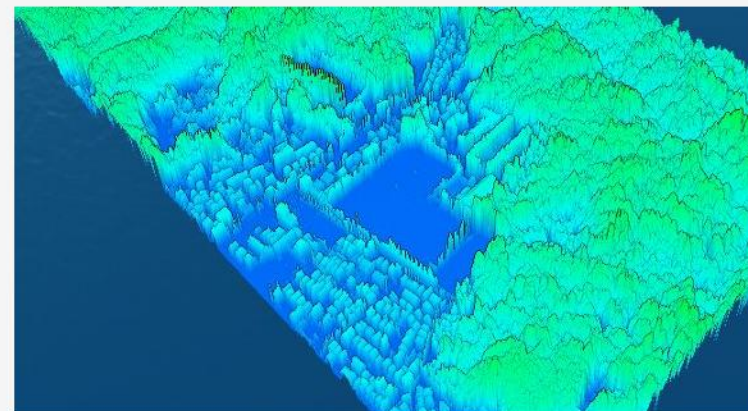


図9 作製したCHMデータ

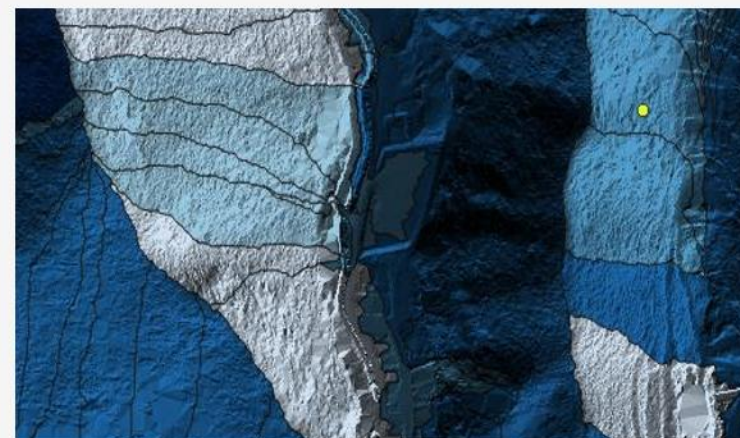


図10 集水域ごとの平均植生高マップ

モデルの作成

ロジスティック回帰モデル

$$y = \frac{1}{1 + e^{-\lambda}} \quad \lambda = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + b$$

独立変数 x_1 : 集水域の平均斜度、 x_2 : 集水域の集水量、 x_3 : 集水域の平均植生高 x_4 : 土壌雨量指数

目的変数 y : 土砂災害の発生有無

- 真陽性率(TPR)を横軸に、偽陽性率(FPR)としたROC曲線から性能が最も良好な閾値を見つけた。(図5)
- 単位斜面ごとの累積流量(acc_sum)、平均植生高(CHM_mean)平均斜度(slope_mean)の3つの変数を特徴量とし、目的変数として土砂災害の発生(1)・未発生(0)を設定した。
- モデルの精度評価: 予測精度は正解率、混同行列、再現率により評価した。また、分散拡大係数、オッズ比、95%信頼区間、P値を算出した。(表1)

結果(過去の土砂災害発生地点)

- 2020年から2024年9月までに土砂災害が発生した地点を地図上にプロットした。(図11)
- 偏りなく静岡県全域で土砂災害が起きていることが分かる。
- 偏りなく静岡県全域で土砂災害が起きていることが分かる。

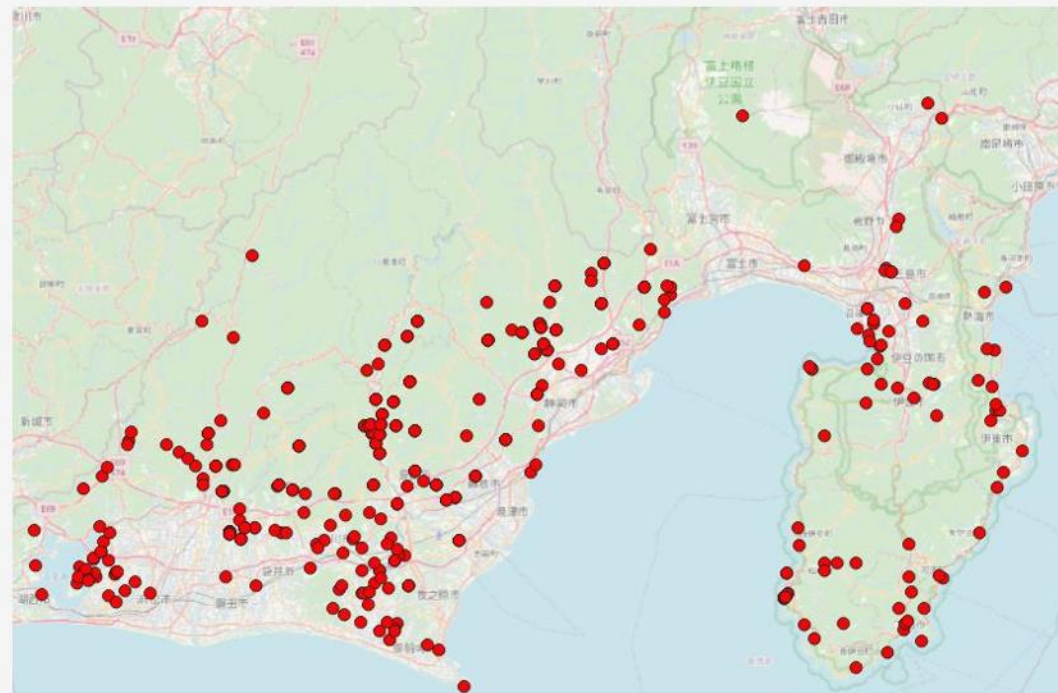


図11 過去の土砂災害発生地点

結果(モデルの精度評価)

- 正解率は0.75であった。しかし、再現率が0.71であるためモデルの精度としては不十分であるといえる。(表1)
- 独立変数の中ではCHM_mean(平均植生高)が結果に大きく影響を与えていることが分かる
- データ数がまだ少ないため、モデル精度向上のためにも更にデータ数を増やす必要がある。

表1 モデルの精度評価

正解率	混同行列	再現率			
0.75	[[10, 3], [2, 5]]	0.71			
真陽性 (TP)	真陰性 (TN)	偽陽性 (FP)	偽陰性 (FN)		
5	10	3	2		
独立変数	分散拡大係数	オッズ比	P値	95%信頼区間	
切片	—	1.00	0.29	-1.95~0.58	
acc_sum	1.01	1.00	0.68	$-1.95 \times 10^{-9} \sim 5.57 \times 10^{-9}$	
CHM_mean	1.03	1.32	0.00	0.14~0.43	
slope_mean	1.03	0.95	0.15	-0.08~0.01	

結果(ROC曲線)

- モデルの閾値を決めるためROC曲線を用いた。(図12)
- 現在のモデルでは、適切な閾値は0.43であるということが分かった。
- ROC曲線から現時点での土砂災害発生の有無にかかわる最適な閾値を見つけた。今後、予測した土砂災害をリスクごとにレベル分けする際にも適切な閾値を指定しリスク評価をしたい。

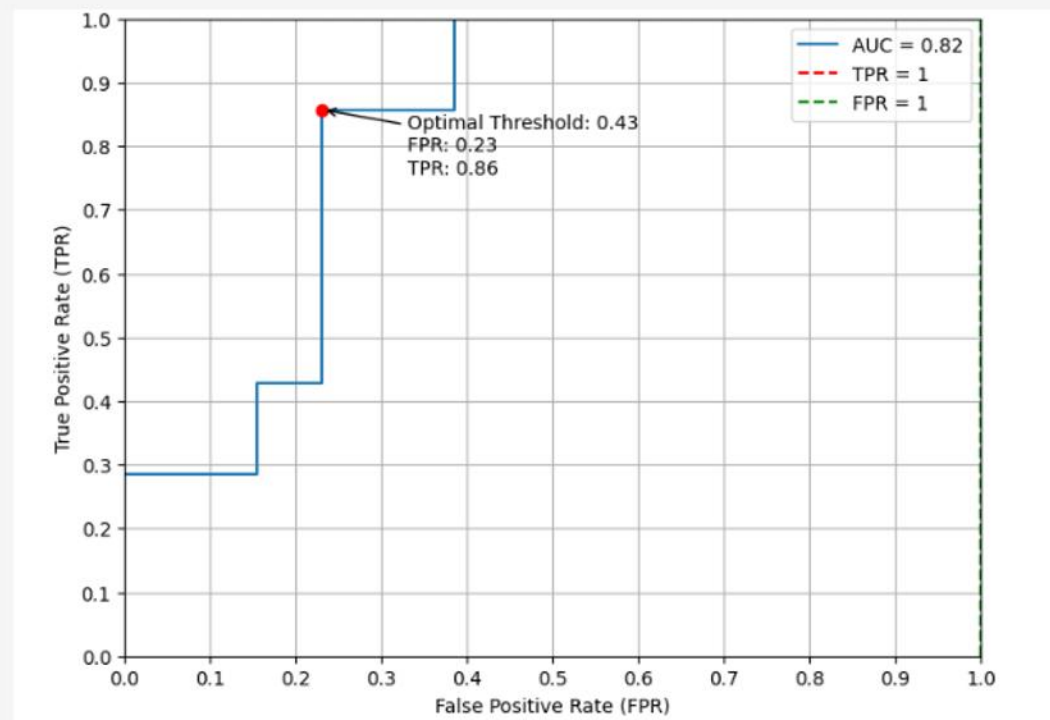


図12 ROC曲線

まとめと今後の活動

- 予測精度が不十分であるため、データを増やすことで精度向上を目指す。
- 表1からも分かる通り、独立変数の中でも予測に影響を与えているものと与えていないものがある。そのため、独立変数の種類を検討する必要がある。
- 現時点ではモデルの作成までしか行っていないため予測した土砂災害をリスクごとにレベル分けする。
- モデルを使った予測後には視覚的にも分かりやすい危険度マップの作成に取り組む。



マップについての講義

- 作成したマップについて講義をすることで
事前に危険な経路について知ってもらう。
- 講義をする際に地域住民同士が顔を合わせることで
つながりを作ることができる
- マップ作製の手順を講義し、実際に地域住民に作成
してもらうことで**防災意識を高めてもらう**

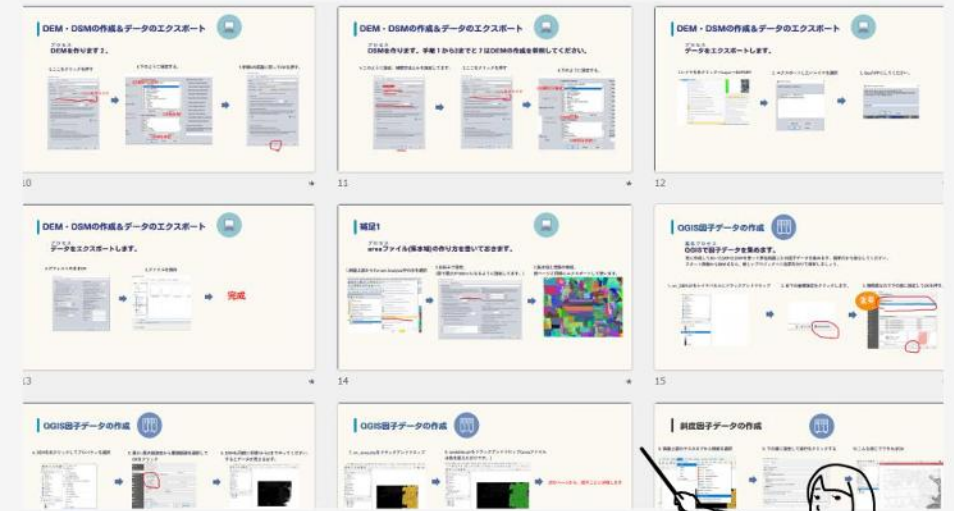


図13 マップ作成手順



まとめ

- 気候変動の影響から豪雨の回数が増えているため
豪雨によって引き起こされる土砂災害についての対策が必要である。
 - ロジスティック回帰モデルを使用した土砂災害リスク予測マップを
作製することで、事前に**多くの土砂災害リスクを知る。**
 - マップ作製の手順を講義し、**防災意識を高めてもらう**
- ≡
- 事前に防災について考えることで**孤立状態問題**の解決につなげる

