

大規模言語モデルによる防災訓練シナリオ生成システムの開発

Development of Disaster Training Scenario Generation System with Large Language Models

○浅見幸悠紀
○Koki ASAMI

Municipal governments depend on scenario-based disaster training to build response capacity, yet realistic timeline authoring is labor intensive and relies on scarce experts. We present a disaster training scenario generation system that combines geospatial conditioning with human in the loop large language models (LLMs). The system assembles structured prompts from locality inputs, including terrain, hydrography, hazard assumptions, and meteorological context, and generates time stepped event sequences aligned with training objectives and planning constraints. The output is intended for tabletop and exercises. Practitioners review, edit, and iteratively regenerate events, ensuring oversight and tailoring to local doctrine. In an evaluation with municipal and prefectural officials, generated scenarios were judged usable for preparation, improved perceived realism and locality specificity, and reduced manual effort. To address risks in factuality and geospatial reasoning, the pipeline grounds generation on retrieved inputs and applies lightweight consistency checks. These results support responsible use of LLMs in practice.

1. 背景

近年の激甚化する災害に対し、自治体には迅速かつ不足の事態にも柔軟に対応可能な適応的な災害対応力の強化が求められる。その主要な手段である防災訓練、特にシナリオに基づき訓練者に対応を訓練させる状況付与型訓練は有効である一方で、訓練の中核となる時系列のシナリオの作成は、専門知識と多大な工数を要し、作成者の不足が訓練の頻度と実効性を制約している。とりわけ、大雨や洪水のように警報の推移、河川や低地の地形条件、浸水や土砂災害のリスクが時間とともに変化する事象では、地域固有の条件を矛盾なく織り込んだイベント列を設計する負担が大きい。先行研究としては、人手によるシナリオ作成支援、シミュレーションを用いた被害推定、過去の災害事例の組み合わせなどが提案してきた。また近年は生成AIを用いた文案作成の可能性も議論されているが、幻覚や根拠不明な記述、地理的な不整合といったリスクがあり、地理条件と訓練計画の制約を同時に根拠付きで扱い、実務者が統制できる形で時系列イベントを作る枠組みは十分ではない。

そこで本研究は、大規模言語モデルを用いて自治体向け防災訓練シナリオの草案を半自動生成するシステムを開発し、地理空間情報と予報情報に基づく根拠付けと、人間参加型の編集プロセスにより、実務で利用可能な品質と作成負担低減を両立できるかを明らかにする。具体的には、状況付与の現実性、時間推移としての一貫性、訓練準備での利用可能性、編集前提での省力化効果を、実務者による評価で検証する。さらに、地理条件を入力に含めることが、地域らしさや物理的妥当性の確保にどの程度寄与するかを、定性的な所見として整理する。

2. 提案手法

提案システムは、訓練の進行表と想定条件を入力として、自治体と時刻の組を単位に段階的にイベントを生成する。各ステップでは、当該自治体の地形・水系・ハザード区域などの地理空間情報と、気象警報や降雨の推移などの予報情報を検索して取り込み、訓練目的や制約とともに構造化プロンプトへ組み込む。これにより、例えば低地の内水氾濫リスクや河川沿いの浸水、

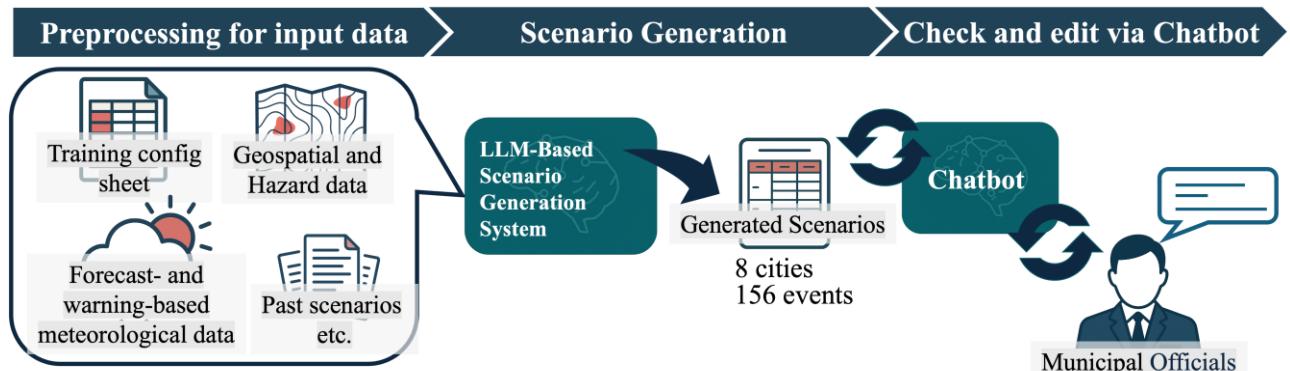


図 1 提案手法

Municipality	Training level	ID	Time	Source	Participant-facing message (summary)	Training aim (summary)	Expected response actions (summary)
Mifune Town	System-structuring	2-1	13:38	Resident	Resident in the OO area reports that water in the irrigation channel behind their house has risen close to the yard level and asks whether evacuation is necessary.	Use early resident reports of emerging inundation triggers to request on-site checks by fire or local staff, share information within the disaster context.	Record and locate the report, request on-site confirmation from fire or local staff, share the information within the disaster context. Consider issuing local advisories for similarly low-lying areas.
Mifune Town	System-structuring	2-2	13:48	Police (110)	Police report several vehicles stuck in floodwater on the road near the OO underpass in the OO district, with water already up to mid-tire level in some sections.	Reassess risk using more reliable information from police, fire, and road managers to coordinate with police, fire, and road managers to broaden the view from single-flooded roads, and prepare for possible rescue requests and disruption and cascading impacts.	Coordinate with police, fire, and road managers to broaden the view from single-flooded roads, and prepare for possible rescue requests and disruption and cascading impacts.
Kumamoto City	Command decision-making	4-1	14:05	Resident	Emotionally charged resident call from the OO riverside area reporting that river water is near the top of the bank and asking whether the family should evacuate.	In command decision-making training, expose participants with river level and forecast information together with orders or alerts, and prepare key messages that calm residents while still prompting timely evacuation.	Quickly cross-check the call with other vague resident calls and information, decide whether to issue targeted evacuation orders or alerts, and prepare key messages that calm residents while still prompting timely evacuation.

図 2 生成シナリオ例

斜面地の土砂災害リスクといった地域特性を踏まえた状況付与を、時間推移に沿って生成しやすくする。出力は、参加者向けの状況付与文に加えて、統制者向けの狙い、期待行動、課題、二次災害リスクなどを固定項目として持つ構造化形式で生成し、表形式で編集可能に整形する。イベントを文面だけでなく意図と期待行動まで含めて整理することで、訓練中の統制と事後の振り返りを見据えた設計にする。運用面では、生成結果を実務者が確認して修正し、必要箇所のみ再生成できるようにし、最終的な妥当性判断と責任を人が担える設計とした。加えて、参照した入力情報に基づく根拠付けと整合確認を行い、事実性や地理的な不整合のリスク低減を図る。

3. 評価結果

熊本県における大雨対応の訓練を対象として、県内 8 市町村、合計 156 件のシナリオを生成し、熊本県危機管理防災課職員 3 名に協力いただき評価を実施した。評価では、公式シナリオの文面を参照せずに、訓練設定と想定条件に基づいて生成物のみを提示し、現実性、一貫性、利用可能性、ならびに編集前提での負荷の見積りを確認した。生成されたイベントは、訓練設定に沿った時系列の状況付与として整理された。評価の所見として、状況付与の具体性や地域らしさが一定程度担保され、訓練準備の叩き台として利用できることが肯定的に受け止められた。また、軽微な編集を前提とすれば、シナリオ作成の手作業負荷を自治体あたり 20% から 60% 程度削減できる見込みが示された。加えて、構造化項目により狙いと期待行動が明確なため、修正箇所の特定や担当者間のすり合わせが行いや

すいという示唆も得られた。

4. 考察

地理空間情報を条件として与えることで、地形や水系と矛盾する記述を抑制し、地域特性に即したイベントを得やすくなる。特に、大雨時の被害は地形条件と密接であり、同じ降雨でも自治体ごとに重点となる論点が変わるために、地理条件の明示は訓練の説得力に直結する。また、構造化形式で狙いや期待行動を明示することは、訓練中の統制だけでなく、事後の振り返りにおける評価軸の明確化にも資する。白紙からの作成ではなく、根拠付きの草案を起点に実務者が調整する制作フローへ転換できる点は、訓練を継続的に実施する上で現実的である。一方で、生成 AI の適用には幻覚や過度に断定的な表現、複合災害の連鎖の取り扱いなどの課題が残るため、入力に基づく根拠付けと人のレビューを組み合わせた運用が前提となる。

5. 今後の課題

本研究は事前作成のシナリオ生成を主対象としており、訓練中の参加者行動に応じた動的な分岐や更新には未対応である。また、複合災害や二次災害の連鎖に関する整合性、情報の確かさ、不確実性の扱いについては、人手レビューに依存する部分が残る。今後は、シナリオ密度や不確実性の制御、より強い整合検査、情報源の提示方法の改善、他地域・他災害への適用検証を進め、実運用での信頼性と汎用性を高める。さらに、訓練の目的や参加者の熟達度に応じて、状況付与の粒度や難易度を調整する仕組みを整備し、意思決定型訓練と手順確認型訓練の双方で使い分けられるようにする。