

# 子どもに向けたメタバースを活用した防災教育の開発

株式会社 T-Base-Life 天本浩未  
新潟県立大学国際地域学部准教授 関谷浩史

## 1. 研究の背景

### 1.1 対象地域の特性

信濃川と阿賀野川の河口付近での合流は、地形を変えるほどの大量の土砂を堆積させ、新潟の中心地は数回にわたっての移転を余儀なくされた。砂がたまって川幅が広がると町ごと川のそばへ移転し、川が流れを変えて氾濫すれば安全なところへ町を移す行為を重ね、信濃川の最下流に位置している現在の市街地は、自然排水に不適切な海拔ゼロメートル地帯を形成し、ポンプ排水に依存した雨水排水を行っている（図-1）。

調査対象地である「万代地区」は、北前船が往来する信濃川の中州「流作場」の埋め立てによって誕生した町で、昭和30年の「新潟駅前埋め立

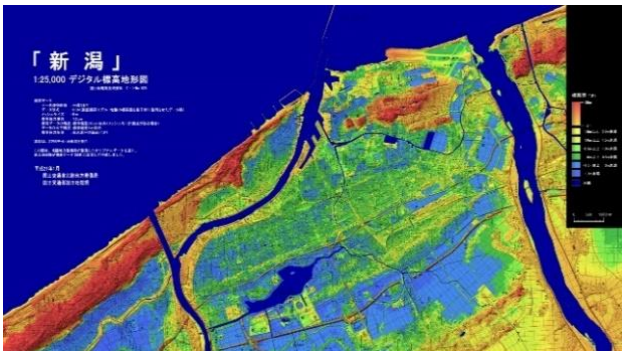


図-1 新潟の中心地における標高

て工事」を契機に、新潟を代表する中心市街地の一部に取り込まれた。当時の町の中心だった「天明町」は、流通経路である天明堀で囲まれた、商いの盛んな町だったが、新潟国体をきっかけに掘割が埋め立てられ、道路が整備され車中心の町に変わり、町の商業機能は衰退していく。

現在の天明町は、新潟駅から徒歩圏内にある近隣商業地域になり、商業の中心である「万代シティ」、海の玄関口「朱鷺メッセ」の中継拠点に位置している（図-2）。



図-2 新潟の市街地の変遷

### 1.2 対象地域の課題

天明町周辺は、信濃川の氾濫時に3mから5mほど浸水する危険性を有していて、新潟地震の際に住民は、実体験をしている。震災の際に、天明町付近に整備された「古信濃川ポンプ場」は、浸水の影響でポンプ機能が停止し、大規模な内水氾濫につながっている。「第二次新潟下水道中期ビジョン」

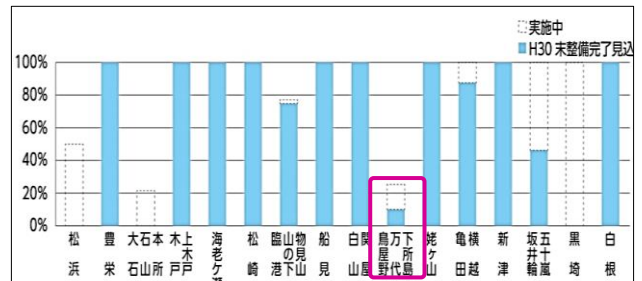


図-3 主な地区の下水道進捗状況 (整備面積割合)

では、新潟市の下水道における「浸水対策の達成率」は、政令市平均を下回っていて、『市全域への整備を進める必要がある』とされている（図-3）。

一方、新潟市の中心市街地（赤枠部分）は、令和3年8月27日の閣議決定を受け、令和3年9月1日に「都市再生緊急整備地域」に指定された。都市再生緊急整備地域（以下「緊急整備地域」とは、「都市再生特別措置法」に基づいて国に指定された地域を意味し、指定地域内において都市計画決定された事業への容積率の緩和や税制の優遇措置が受けられ、都市への資本を呼び込み

やすくなり、都市開発における促進効果が期待されている。その一方、新潟市の「浸水ハザードマップ」を見ると、新潟経済の中核である万代エリアの周辺には、大雨時に0.3mから0.6mの内水氾濫のリスクが確認され（図-4）、集中豪雨が多発化している今日の気象状況を鑑みれば、経済を支える都市基盤が有する脆弱性（内水氾濫）への対策が喫緊の課題になっている。

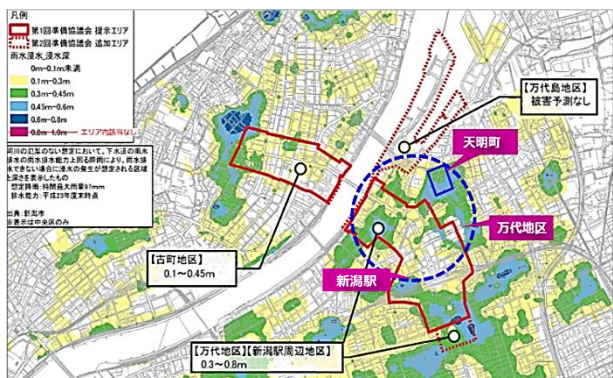


図-4 新潟市の緊急整備地域における内水氾濫のリスク

### 1.3 地域課題の検証

海拔ゼロメートル地帯の天明町において、電動車椅子の操縦者1名、記録者1名、写真撮影者1名の計3名にて歩行環境調査（図-5）を行った。

車椅子に設置された加速度センサーは、路面の段差や傾き具合を感知すべく、道路の段差を振動の大きさに置換し、それが発生した場所を示すメッシュデータに変換することで、路面状態が一目



図-5 電動車椅子の装備と歩行環境調査のシステム

でわかるヒートマップとして可視化させた（図-6）。ヒートマップでは、赤いポイントが集まっている部分が、路面に大きな段差が生じていることを表していて、避難する際に転倒する危険性が高いことを示している。

また、「避難経路ヒートマップ」の分析からは、避難時にリスクとなる路面凹凸の多い道路（赤点の部分）には、①道路幅員が小さい細街路への集

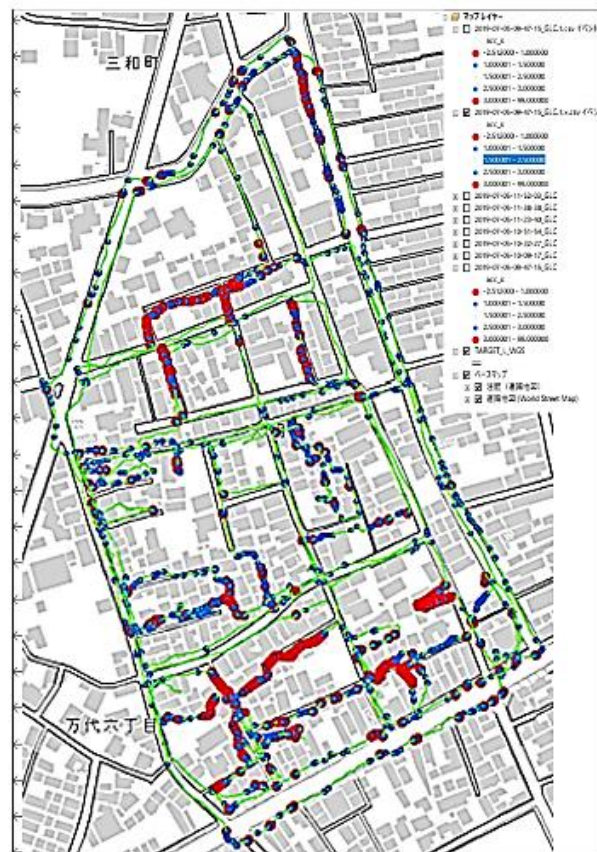


図-6 避難経路のヒートマップ

中、②大通りへの接道がない不整形な道路形状、③小規模住宅が集積した密集性等、多様なリスク要因が抽出された。

## 2. 研究の目的

### 2.1 防災活動として「地域コミュニティ」

財政難による下水道整備の遅滞に対する改善策を探すべく、行政や政治家へのヒアリングを行った結果、リスク削減の方策を「ハード領域（インフラ関連）」に期待することへのハードルの高さ（非現実性）に直面したため、リスク削減の方策を「ソフト領域（人為的活動）」に切り替え、ソフトパワ



ーに基づいた減災活動の在り方を検討した結果、地域住民間での地域課題の共有を通じ、課題解決のために行動する「地域コミュニティ」の可能性に注目するに至った。

## 2.2 防災の担い手となる「コミュニティ防災人材」

災害対応能力としての「地域コミュニティ」の重要性を認識した我々は、この分野に対して多くの知見を有する大阪公立大学 UReC（都市科学・防災研究センター）の協力のもと、コミュニティ力を用いた地域課題解決の可能性を探るべく、共同研究を試みた。それが、コミュニティ防災人材育成プログラム『MUSUBOU（図-7）』である。

「コミュニティ防災人材」とは、防災に関する知識を持ち、地域をはじめとする多様なコミュニティで防災活動とコミュニティ全体の防災力向上を担いながら、それぞれのコミュニティをむすぶ人材をいう。このプロジェクトでは、「コミュニティ防災人材プラットフォーム」上に整備されたeラーニングを基盤とすることで、防災に関する知識を自ら学び、掲示板での質問や他の受講者との交流機能を通じて協力関係を構築する（図-8）。



図-7 MUSUBOU  
コミュニティ防災プラットフォーム

## 2.3 「MUSUBOU」によるワークショップの開催

空き家が多発化している万代地区に「T-Base-Life」は、「万代地区コミュニティ協議会」の協力のもと、国交省の助成金をもとに空き家の現況調査、住宅市場を活用した空き家対策モデル事業となる「地域リスクのデータベース構築」など、地域の減災にむけた多様な防災活動を行ってきた。

そして今年度、大阪公立大学の UReC と連携した「コミュニティ防災人材育成プログラム」を参照することで、子どもを対象とした世代を超えた防災教育の普及・啓発を意図した「MUSUBOU」を通じたワークショップを実施した（図-9）。

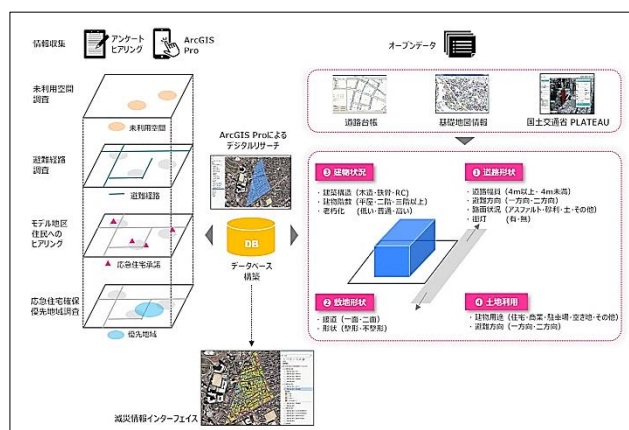


図-9 地域リスクデータベースの構築とワークショップの開催

## 3. 研究の方法

### 3.1 コミュニティ防災人材を育成する事業

本事業では、楽しみながら防災意識を高められるメソッド開発を目的に、ゲーム性を備えた仮想空間「メタバース」を活用し、「コミュニティ防災人材」となる子どもたちへの疑似体験を提供すべく、以下に示すような5つの事業を実施した。

#### (1) 防災人材育成にむけた学習

地域に潜在化された魅力とリスクに関する情報を収集・整理し、大阪公立大学の専門家による防災教育を学ぶことで、防災人材に不可欠な予備知識を習得する。

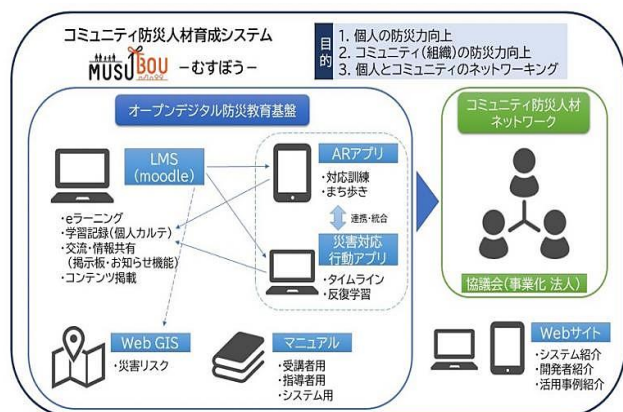


図-8 コミュニティ防災人材育成システム

## (2) 防災まち歩きとワークショップ

(1)の事業成果をもとに、地域に住む人々の参加を募り、まち歩きを通じた地域リスクの確認作業を行う。具体的には、自分たちの住む地域の避難場所、危険性の高い場所、通過困難な街路、救助が必要な単身世帯など、まちを移動しながら災害リスクを確認し、ワークショップを通じて意見交換を行うことで、地域の課題を自分事に変換させる体験を提供する。

## (3) メタバースを活用した防災コンテンツの開発

国交省の空き家対策モデル事業で収集された地域データをもとに、国交省が開発した3D都市モデル「PLATEAU」を活用することで、万代地区を3Dモデル化させた「メタバース」を構築し、ArcGISのアプリと現実空間と仮想空間を融合した「AR」技術を援用することで、災害情報のリアリティを高める防災コンテンツの開発に取り組む。

## (4) メタバースを活用した防災ゲームの実施

3)の防災コンテンツをもとに製作されたアプリを活用した防災ゲームを実施する。具体的には、防災教育を受けた子どもたちが「まち歩きゲーム」を行い、災害リスクの高い地域情報をキャッチアップし、写メールするとアルゴリズムで得点化される仕組みを構築する。そのスコアをもとに防災人材としての到達度が確認されると同時に、ゲームを実行するたびに地域リスクがデータベースに追加され、減災にむけた判断材料の蓄積につながる。

## (5) シンポジウムの開催

(2)や(4)の成果をもとに、地域の防災的不安を抱える自治会や、防災教育を学びたい企業や団体を対象としたシンポジウムを開催することで、成果報告を通じた情報の共有や啓発、防災や減災を通じた県外都市とのコミュニティ形成を図る

### 3.2 リスク探索をゲーム化する考え方

これまでの地域リスク評価には、地質の要素が含まれていなかったため正確なリスク評価ができていなかったため、T-Base-Lifeは地形的要因を考慮したリスク評価方法を構築した。

その際に「R-Map」を用いて作成されたリスク評価方法は、災害評価(危害の程度)×(事象の発生確率)＝(リスク評価)を公式とし、ポイント化する

ことでリスクレートを分けた提示が可能になった(図-10)。

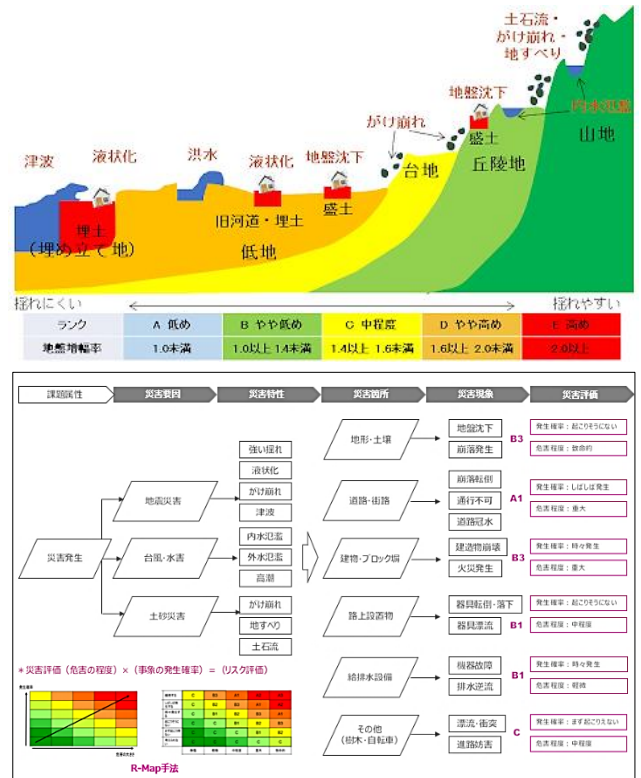


図-10 地形的要因を考慮したリスク評価方法

さらに、算出したリスク評価と件数の平均値から、災害危険度に応じて11段階に色分けを行った。災害危険度が高いエリアは赤く表示され、災害危険度が低いエリアは紫や青で表示されている。

リスクが表示された2Dモデルに、キャプチャーされた「リスク件数を高さで表示」する機能を追加させた3Dモデルを開発した。このモデルは、リスク探索が出来てくる場所と出来ない場所を高さの差で示し、地域の安全意識の差を可視化させることで、地域の競争原理を誘発させるゲーム形式を考案した(図-11)。



図-11 探索されたリスクを高さで表示した3Dモデル



### 3.3 防災ゲーム「リスクキャプチャーチャレンジ」

防災的知識を習得した人材が、散策しながら地域のリスク要因をキャッチしていくアプリを活用し、災害リスクに応じて得点化されることで、防災人材としての精度を競いあうゲーム形式「リスクキャプチャーチャレンジ」を考案した(図-12)。



図-12 リスクキャプチャーチャレンジのプログラム

### 3.4 リスクキャプチャーチャレンジのコース設定

「リスクキャプチャーチャレンジ」における大人と子どものスコアを比較すべく、実証実験のコース設定を行った。コースの考え方としては、キャプチャーすべきリスクを内在化したエリアを抽出し、子どもの集中力が持続する30分間での周遊が可能なコースを選定した(図-13)。

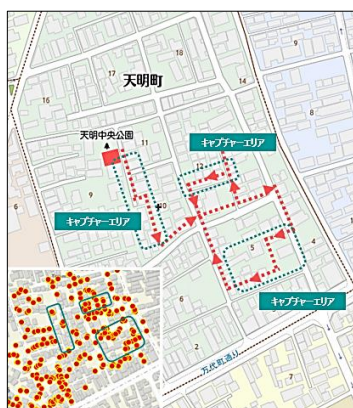


図-13 設定されたゲームコース

## 4. 研究の結果

### 4.1 大人が実施したリスク探索ゲーム

防災知識のある大人の被験者1名によって、計5日間かけて万代地区を対象にリスクキャプチャーチャレンジを実施したところ、合計で507件のリスク要因が確認された。リスクが確認された箇所を赤いポイントで地図上に表示したものが図-14で、収集されたリスクに国土地理院の土地条件図を重ね合わせたものが図-15になる。

土地条件図では、「自然堤防」と「埋立地」の二つの区分があり、「自然堤防」は洪水時に川から溢れ出た水に含まれる土砂が川の岸に堆積してでき

た周囲より少しだけ高い丘のような地形で、「埋立地」とは低地に土を盛って造成した平坦地や水を埋めた平坦地に該当している。今回実施したゲームを通じ、高いリスク要因が抽出された場所は、「埋立地」に集中していることがわかった。

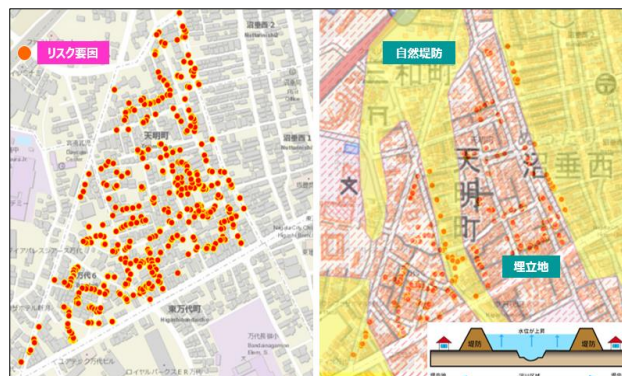


図-14 大人がキャプチャーしたリスク要因(左)

図-15 土地条件図を重ねたリスクの分布(右)

### 4.2 子どもが実施したリスク探索ゲーム

昨年の11月、14時から15時にかけて小学校2年生と4年生の2名を被験者に「リスクキャプチャーチャレンジ」を実施したところ、以下の図(図-16)のような結果になった。

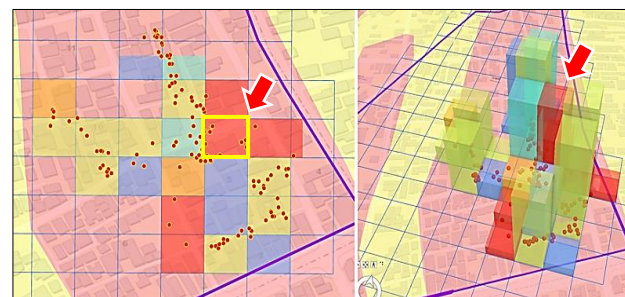


図-16 子どもがキャプチャーしたリスク要因と3Dモデル

このゲームを通じ、高いリスクを有する地域に対する子どものリスクキャプチャー率は、低い傾向がみられた一方で、高いキャプチャー率が見られたエリア(図-16の黄色枠の箇所)が確認されたため、そのエリアにおける大人と子どものリスクキャプチャー度合いの比較を試みた。

### 4.3 防災人材としての子どもの可能性

子どもの高いリスクキャプチャー率がみられたエリアを対象に、大人のキャプチャー状態と子どものキャプチャー状態を比較することで、防災人材としての子どもの可能性を探った。2Dモデル情

報をカーネル密度分析で変換し、大人と子どものリスク探索状況を敷衍してみたところ、大人が見逃している危険箇所に対し、「子どもが多くキャプチャーしている領域」が検出された（図 - 17）。

そこで、大人だけの状態と大人と子どもを合わせた状態との比較を 3D モデルで行った結果、地域リスクの高いエリアでのキャプチャー率の上昇が見受けられ、安全性の向上（矢印の箇所が赤から青・黄色に変化）によるリスク軽減が起きている実態が可視化された（図 - 18）。

こうした結果から、大人と子どもの協力関係は、見逃していた地域リスクの探索につながるため、「子どもは防災人材になり得る」と結論づけた。

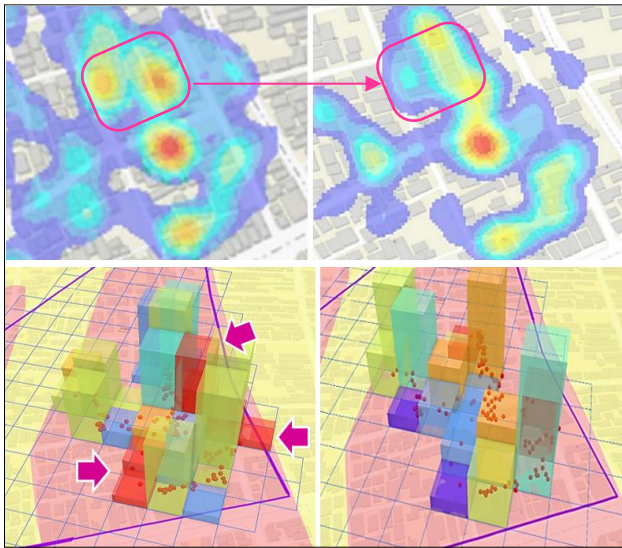


図 - 17 カーネル密度分析（左：大人 右：大人+子ども）

図 - 18 3D モデル分析（矢印の部分が赤から青・黄色に変化）

## 5. 研究の分析

### 5.1 クラスタ分析による大人と子どもの比較

子どもが大人より多くの危険箇所（リスク要因）を抽出している領域を分析することで、キャプチャーをする際の子どもの空間認知を探るべく、「クラスタ分析」を用いて大人と子供のキャプチャー状況を比較した。

「クラスタ分析」では、リスクの数に比例して図上の円が大きくなり表示されていて、緑色の表示が子どものキャ

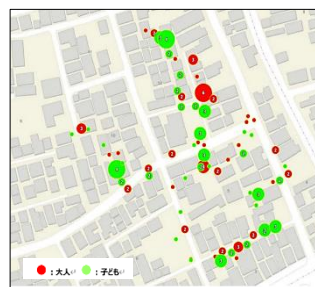


図 - 19 リスクのクラスタ分析

プチャー結果で、赤く表示されているのが大人の結果になっている（図 - 19）。

### 5.2 子どもが多くキャプチャーした場所の特性

クラスタ分析した大人と子どものキャプチャー結果の比較を通じ、子どもが多くキャプチャー出来た 4 つの領域を抽出した（図 - 20）。その領域には、「細い街路」に「小規模な住宅」が密集している特性があり、前庭がないことから、道路に生活用品（植栽・自転車など）が所狭しに置かれている特性が確認された。さらに、子どもがキャプチャーしたリスクの属性をみると、「建物」が大人より少なく、「道路・土地」は大人より上回る全体の 75% に及んでいた。この結果から、子どもが注視



図 - 20 子どもが多くリスクをキャプチャーしたエリア

するリスク属性には、「低い場所」という特性の存在が確認された。

## 6. まとめ

分析を通じ、子どもには「高さ」「視点」「領域」という 3 種の認知特性が確認された（図 - 21）。

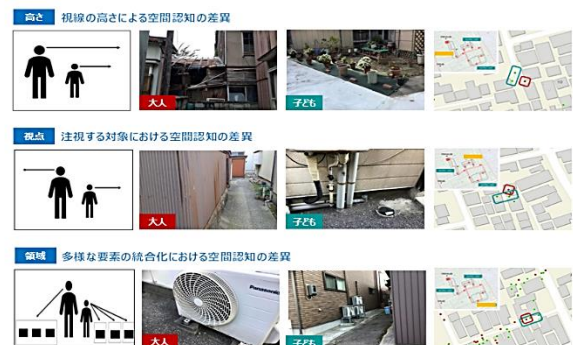


図 - 21 リスクに対する子どもの空間認知特性