

「学校施設の防災力強化プロジェクト」
「津波被害が想定される地域における学校施設の立地・安全対策の基礎的検討」

科学的根拠に基づく、学校施設における 効果的な防災・減災対策計画策定モデルの構築

～地震・津波災害の総合評価に基づく
新潟大学の安全・安心な学校施設づくり～

第4章 対応資源の評価

第4章 対応資源の評価

1. 立地条件に基づく保有施設の評価

(1) 保有施設の実態

新潟大学が保有する活動拠点は表3のとおり、計13にのぼる^(*)。それらの立地条件に基づき、津波ハザードに対する脆弱性を評価する。評価にあたり、13の活動拠点の所在地(住所)情報に基づいて位置座標を特定し、GISレイヤーとして整備した。新潟大学保有拠点レイヤーに対し、新潟県域で整備が進められている各種のハザード情報を用い、串刺しする形で、各拠点のハザードリスクの評価をおこなった。

(*)：参考：新潟大学ホームページ (<http://www.niigata-u.ac.jp/>)

表3 新潟大学が保有する13の活動拠点

ID	名称	住所	種別
1	五十嵐キャンパス	新潟市西区五十嵐2の町8050	キャンパス
2	附属特別支援学校	新潟県新潟市中央区西大畑町5214	附属学校
3	新潟大学理学部附属臨海実験所	新潟県佐渡市達者87	実験所
4	新通ステーション	新潟市西区新通2156-1	農場
5	村松ステーション	五泉市石曾根6934	農場
6	佐渡ステーション	佐渡市小田94-2	演習林
7	附属長岡中学校	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校
8	附属長岡小学校	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校
9	附属幼稚園	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校
10	附属長岡校園	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校
11	附属新潟中学校	新潟県新潟市中央区西大畑町5214	附属学校
12	旭町キャンパス	新潟市中央区旭町通1番町754番地	キャンパス
13	付属病院	新潟市中央区旭町通1番町754番地	病院

(2) 保有施設のリスク評価

昭和39年(1964年)の新潟地震では津波災害が発生した。その津波襲来の前には「地震の揺れによる建物倒壊」「地盤液状化による建物傾斜」などの被害が発生している。これらの経験に基づき、保有施設のリスク評価を実施した。また、東日本大震災の経験をふまえて、水災害への基本的な脆弱性を明らかにするために、保有施設がどのくらいの標高に位置しているかについても評価した。

① 保有施設における津波災害の浸水深

新潟県の津波シミュレーションの結果から同定した。

● 新通りステーションは最も浸水深が高かった

新通りステーションは「低平地浸水地域」に属していると考えられ、浸水時には余裕があるものの1メートルから2メートルの津波浸水を被ることがわかった。

- 佐渡ステーションは最も津波到達時間が早かった

佐渡ステーションについては想定される津波浸水深は 20–50cm であった（図 18）が、ここは「海岸集落地域」に属し、浸水時には余裕がないことがわかった

- 11 施設は津波浸水想定区域には含まれていなかった

そのほかの 11 施設については、津波浸水域が傍まで迫るものの、浸水するとは想定されてはいなかった。



図 18 佐渡における保有施設の津波リスクに対する脆弱性評価

② ゆれに対する建物の脆弱性評価

施設における建物の I_s 値を調べた。 I_s 値は、「地震の震動及び衝撃に対し倒壊し、又は崩壊する危険性」を表す指標である。それらに基づき、耐震率を導き出すことで、地震のゆれに対する建物の脆弱性を評価した。大学が保有する施設面積は 450,683 m^2 であり、うち、一定面積以上の建物を耐震化の必要性を判断する建物 (440,488 m^2) として選定した。その中で、すでに建築年が新しい（新耐震の基準を満たす）建物の面積は 233,845 m^2 である。さらに、改修済み及び一次診断・二次診断により基準を満たしたものは、157,715 m^2 であった。これらを合わせ、新潟大学の耐震性が確認された建物は全体 (440,488 m^2) に対して 391,560 m^2 (88.9%) であった（表 4）。文部科学省の平成 24 年 5 月 1 日データによれば、

全国の国立大学の耐震化率の平均は 89.3%であり、それと同等の水準に至っている。

さらに、地区別に建物棟数での耐震化状況を調査した(表5)。地蔵地区、関屋地区ではすべての建物において耐震補強を検討する必要があった。この地区の建物は、宿泊施設および学生宿舎であった。また、旭町地区・五十嵐地区においても教職員の宿舎を含め、日常時の研究・教育活動を実施する建物の一部で耐震補強を検討する必要があることが分かった。

表4 新潟大学における建物耐震化状況

	病院以外 延べ面積(m ²)	病院 延べ面積(m ²)	計(m ²)
① 保有面積	356,904	93,779	450,683
② 小規模建物	10,091	104	10,195
③ 対象施設保有面積 (③=①-②)	346,813	93,675	440,488
④ 新耐震建物	144,186	89,659	233,845
⑤ 改修済み	114,875	4,016	118,891
⑥ 旧耐震かつ未改修 $I_s \geq 0.7$ (二次診断)	31,478	0	31,478
⑦ 旧耐震かつ未改修 $I_s \geq 0.9$ (一次診断)	7,346	0	7,346
⑧ 耐震化施設面積 (⑧=④+⑤+⑥+⑦)	297,885	93,675	391,560
⑨ 耐震化率 (⑨=⑧/③×100%)	85.9%	100.0%	88.9%

表5 新潟大学における地区別の建物耐震化状況 (棟数)

	新耐震基準 建物棟数	旧耐震基準建物棟数	
		耐震性あり	耐震補強を検討
五十嵐	46	38	12
旭町	31	20	6
西大畑町	14	2	2
関屋	0	0	2
上所	1	0	0
村松町	3	0	0
長岡	8	1	0
地蔵	0	0	1
新通	2	0	0
佐渡(達者)	4	0	0
佐渡(小田)	4	0	0
合計	113	61	23

③ 液状化による被害

国土交通省北陸地方整備局から液状化に関わる情報（PDF）を入手した。液状化にかかわるハザード情報は、地図として公開されているものの、たとえば画像やPDFで公開されているというように、さまざまな分析に適用するためのツールであるGISに取り込める形となっていない。液状化の危険度を示した画像に対して、位置情報を有する基盤図と重ね合わせ、図形補正を行い、位置を調整した。

これにより、保有施設との空間的重ね合わせが可能となり、各施設の液状化危険度を把握できた（図19）。ただし、佐渡市においては液状化しやすさマップが公表されていないため評価できていない。次に、標高データを「各種の水害に対する脆弱性」と捉えることとする。新潟県の津波想定浸水深を算出するために用いた地形データおよび新潟市が保有する地形データを活用し、各施設の代表点における標高を算出した（図20）。これらの算出結果を表6に取りまとめた。

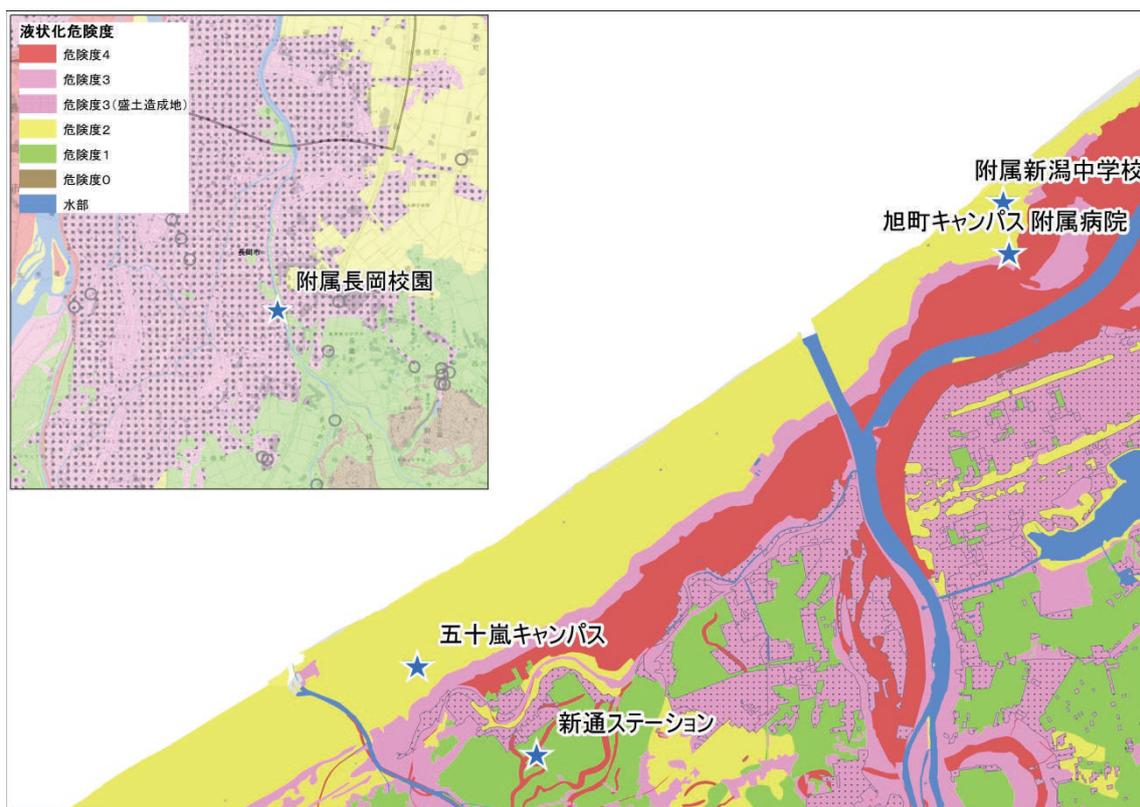


図19 新潟大学保有施設に対する液状化の危険性評価結果

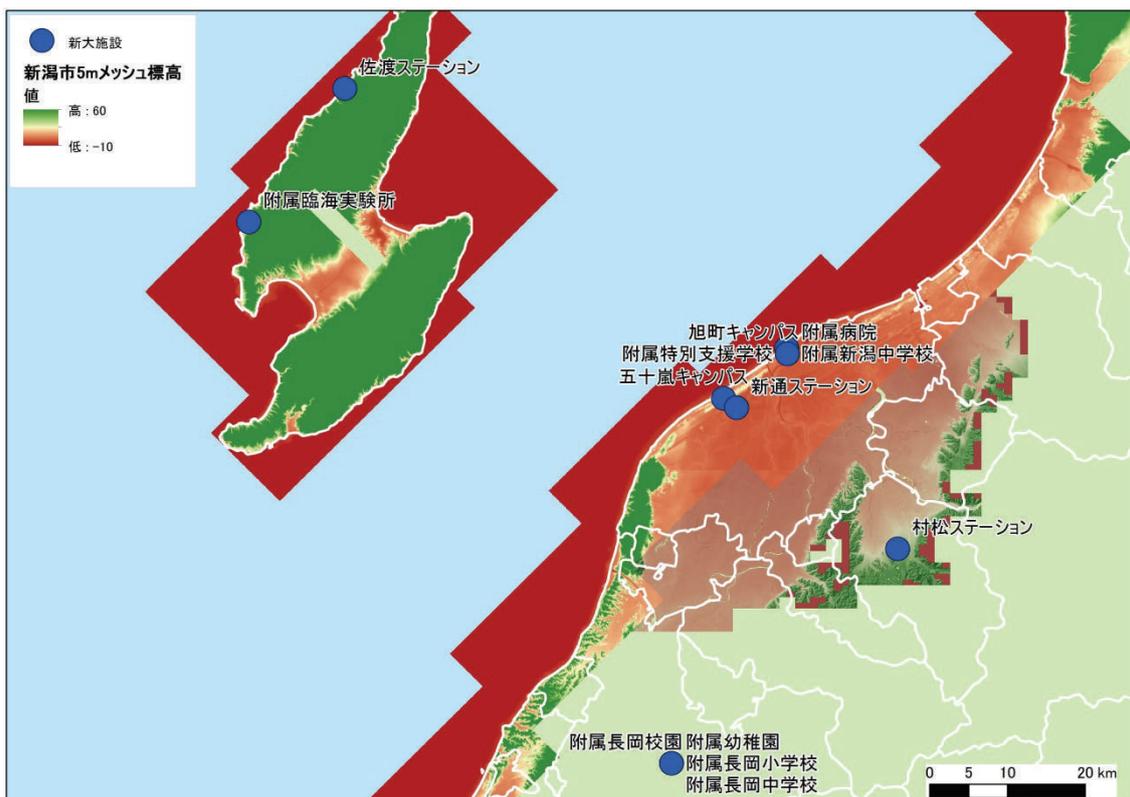


図 20 新潟大学が保有する施設と標高の関係性

- 附属長岡小中学校・幼稚園・長岡校園は「液状化危険度 3（盛土造成地）」であり、津波浸水の危険性のある地域からは遠いものの液状化被害の危険性が高かった
 近隣に津波浸水が想定されない「附属長岡小中学校・幼稚園・長岡校園」においては、液状化危険度 3（盛土造成地）に該当し、地震発生にともなう液状化によって、施設の一部が使用不可となり得ることが明らかとなった。
- 新通りステーションは液状化危険度 3 であり、液状化被害の危険性が高い
 五十嵐キャンパス、旭町キャンパス、付属病院、附属特別支援学校、附属新潟中学校は危険度 2、そのほかの 3 施設では液状化の危険は見られなかった。

④ 標高に基づく水害の脆弱性

津波災害のみならず水災害においては、標高が高いほど脆弱性が低くなる。標高については、地形データから算出した。

- 標高がもっとも低かったのは新通ステーションで、 -0.22m である

新通りステーションは、沿岸部から遠い反面、河川に近い。近年に頻発する豪雨水害時においても脆弱性は高い。津波浸水想定では、河川遡上によって、浸水する可能性が高いと言わざるを得ない。さらには標高が低いために湛水期間の長い「低平地浸水地域」に分類される。そのため長期的に施設機能を失う可能性が想定される。

- 本学保有施設の中でも沿岸に位置する臨海実験所および佐渡ステーションでは標高が10m以下という立地条件にあり、津波のみならず高潮に対する脆弱性は高い。

沿岸集落地域に位置する施設では、津波においては、到達時間が短く、避難困難性が高い。また、破壊力をもった津波が想定され、危険性が高い。

表6 新潟大学が保有する各施設のハザードリスク評価

管理番号	名称	住所	種別	X座標(代表点)	Y座標(代表点)	津波想定浸水深	液状化(代表点)	標高(m)(代表点)
1	五十嵐キャンパス	新潟市西区五十嵐2の町8050	キャンパス	138.9416	37.8676	なし	危険度2	24.01
2	附属特別支援学校	新潟県新潟市中央区西大畑町5214	附属学校	139.0344	37.9257	なし	危険度2	14.40
3	附属臨海実験所	新潟県佐渡市達者87	実験所	138.2462	38.07455	なし	---	4.49
4	新通ステーション	新潟市西区新通2156-1	農場	138.9603	37.85641	1-2m	危険度3	-0.22
5	村松ステーション	五泉市石曾根6934	農場	139.1945	37.69012	---	---	42.90
6	佐渡ステーション	佐渡市小田94-2	演習林	138.3865	38.23087	20-50cm(一部)	---	6.70
7	附属長岡中学校	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校	138.863	37.44038	---	危険度3(盛土造成地)	24.00
8	附属長岡小学校	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校	138.863	37.44038	---	危険度3(盛土造成地)	24.00
9	附属幼稚園	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校	138.863	37.44038	---	危険度3(盛土造成地)	24.00
10	附属長岡校園	新潟県長岡市学校町1-1-1	附属学校	138.863	37.44038	---	危険度3(盛土造成地)	24.00
11	附属新潟中学校	新潟県新潟市中央区西大畑町5214	附属学校	139.0344	37.9257	なし	危険度2	14.40
12	旭町キャンパス	新潟市中央区旭町通1番町754番地	キャンパス	139.0353	37.91925	なし	危険度2	10.00
13	付属病院	新潟市中央区旭町通1番町754番地	病院	139.0353	37.91925	なし	危険度2	10.00

2. 学校施設の耐震性評価

施設管理部と連携し、各施設の耐震性、補強工事による構造被害評価、各施設における落下物・危険物による内部被害評価、等の安全性評価を実施する。

(1) 新潟大学が保有する施設の耐震性評価方法

新潟大学には五十嵐キャンパス・旭町キャンパスの主要な研究活動拠点に加えて、関連学校施設、宿舎、宿泊施設など、一定規模以上*の建物が197棟、うち、新耐震基準以前に建てられた建物が84棟存在する。それらに対して、構造、面積、建築年、一次調査のIs値、耐震改修の有無を調査した。耐震改修促進法によれば、Is値は「地震の震動及び衝撃に対し倒壊し、又は崩壊する危険性」を表す指標である。

新潟大学では、①1次診断の実施、②Is<0.9の場合は2次診断へ移行、③Is<0.7(5階以

* 「建築物の耐震改修の促進に関する法律」(以下、「耐震改修促進法」という。)において、学校(幼稚園および小学校等を除く。)は階数が3以上で、かつ、床面積の合計が、1,000㎡以上の建物は耐震診断を行い、必要に応じ、耐震改修を行うよう努めなければならないとされている。

上は $I_s < 0.65$) の場合は補強を検討、の手順にのっとり、84 棟について耐震性を評価した。また、「耐震改修促進法」で耐震診断が求められている一定規模以上の建物については、すべて耐震診断が完了していることを確認した。

- 1 次診断

各階の柱と壁の断面積とその階が支えている建物重量から計算する最も簡便な方法です。比較的壁の多い建物には適していますが、壁の少ない建物では耐力が過小評価されます。設計図面が残っていれば建物の詳細な調査を行わなくても短時間で計算できる方法です。

- 2 次診断

設計図面が残っていることが前提の診断方法です。各階の柱と壁のコンクリートと鉄筋の寸法から終局耐力を計算して、その階が支えている建物重量と比較する計算方法です。コンクリートの圧縮強度・中性化等の試験、建物の劣化状態(ひび割れ・漏水・鉄筋錆・コンクリート爆裂)などの調査が必要です。1 次診断より結果の信頼性が高く、公共建築物(学校・庁舎等)で最も多用されている方法です。この方法で補強を行った建物は、近年の新潟県中部地震などでも被害がほとんどありません。

- 3 次診断

設計図面が残っていることが前提の診断方法です。2 次診断の柱と壁に加えて梁も考慮して計算する、現行建築基準法の保有水平耐力計算とほぼ同程度のレベルで建物の終局耐力を計算する方法ですが、保有水平耐力計算という計算方法の、計算上の仮定に最も左右されやすい方法です。計算結果通りに建物が終局耐力に達するか否かについて、十分注意して判断する必要があります。

【参考文献】 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説 (2001 年改訂版)
発行：日本建築防災協会 平成 13 年

(2) 新潟大学が保有する施設の耐震性評価結果 (平成 25 年 3 月末見込み)

- 新耐震基準以前に建てられた一定規模以上の建物のうち、61 棟については耐震性があり、23 棟については耐震補強の検討が必要

図 21、図 22 の主要なキャンパスを見ると、新耐震の基準で建てられた建物等、および、耐震補強を実施した建物は青色で着色した。旧耐震の基準で建てられた建物であり、かつ、耐震補強の検討が必要な建物はオレンジで着色されている。

- 新潟大学における耐震化率 (床面積) は 88.9%

さらに一定規模以上の建物の床面積を積み上げると、440,488 m²、耐震性を有する建物は 391,560 m² (88.9%)、耐震補強の検討を必要とする建物は 48,928 m² (11.1%) をしめる。



図 21 新潟大学における建物の耐震診断状況（五十嵐キャンパス）



図 22 新潟大学における建物の耐震診断状況（旭町キャンパス）

3. 建造物崩壊にともなう道路閉塞の危険度評価

地震が発生すると、建物全壊が生じる地域では、沿道建物の倒れ込みによるキャンパス内の道路の閉塞が想定される。閉塞することで、1) 人的被害が発生する危険性がある、2) 道路が閉塞することによって救助・救命・消火が遅れる、3) 使用不可能になる、などの弊害が発生する。十分に耐震性をもった建物でも、ゆれの挙動によっては、倒壊する危険が全くないとは言えないので、ここでは耐震性の高低は関係なく、建物高さとの関係性において、キャンパス内の道路閉塞について、評価した。

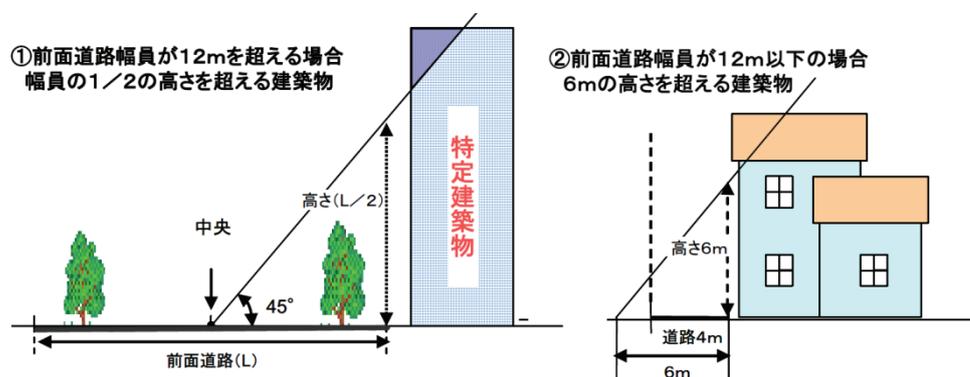


図 23 建物高さに基づく道路閉塞の考え方 (国土交通省)

(1) 道路閉塞の計算方法

各建造物の詳細な高さについては把握できていないため、階数データから1階を5mとして計算し、各建造物に高さ情報を付与した。「前面道路幅員をL(m)とした場合、高さが2L(m)以上であると、当該道路を閉塞する危険性がある」という条件から、各建造物の高さ(H(m))を2分し、各建造物からバッファ(H/2(m))を算出することで、各建造物を取りまく道路の閉塞可能性を検証した。

(2) 道路閉塞性の評価結果

新潟大学が保有する各キャンパスにおいて道路閉塞性を評価した結果、図 24 および図 25 が得られた。

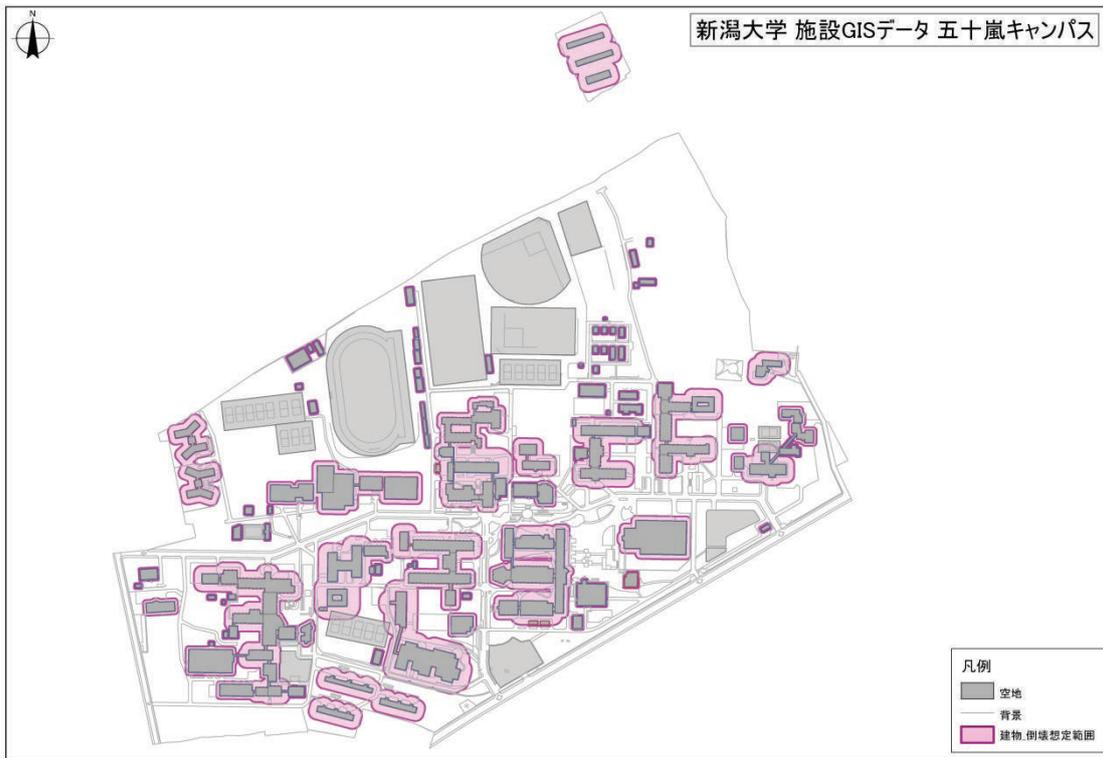


図 24 新潟大学キャンパス内における道路閉塞の評価（五十嵐キャンパス）

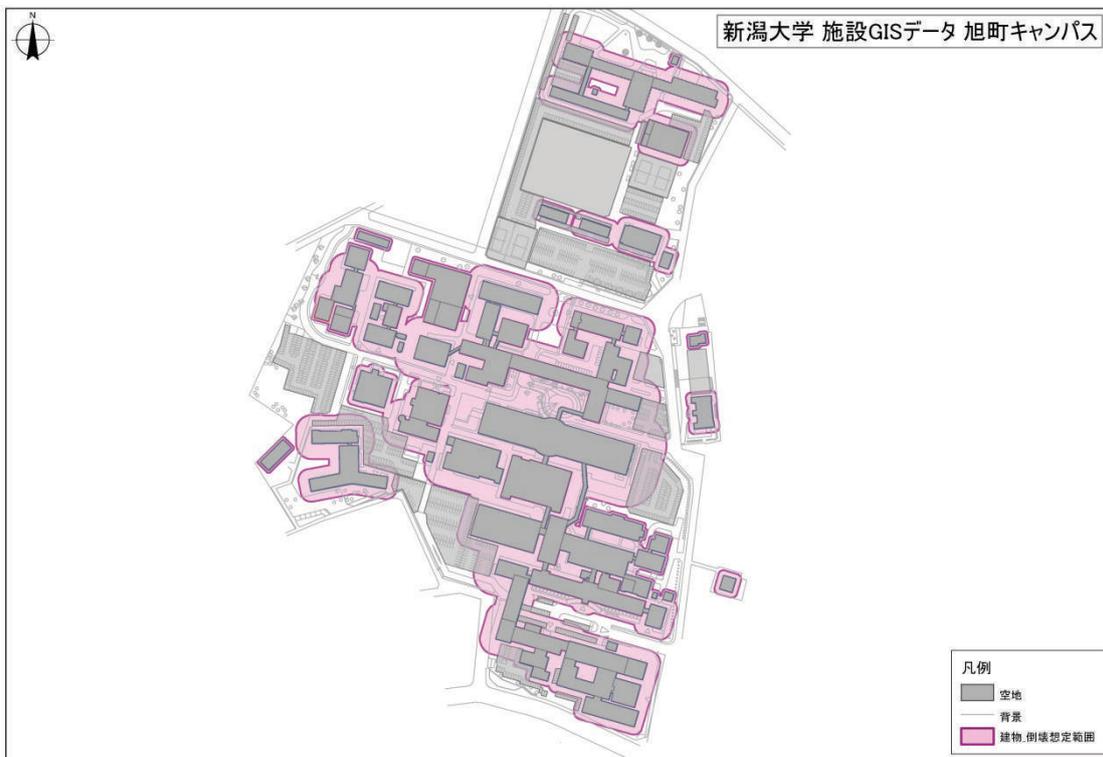


図 25 新潟大学キャンパス内における道路閉塞の評価（旭町キャンパス）

- 五十嵐キャンパスは通行可能な道路幅員が狭くなる現象はみられるが、通行不可となる状況にはいたらない
- 旭町キャンパスでは狭いエリアに中高層建物が密集するため、倒壊時には接する多くの道路において閉塞可能性がある

図 24、図 25 において、建物の枠線に沿って、ピンク色で縁取りしてあるところが建物倒壊による閉塞率である。五十嵐キャンパスは、キャンパス内の主要道路がキャンパスの中央にあり、建物倒壊の影響をうけにくい。旭町キャンパスは、道路をはさんで建物が建っており、万が一の建物倒壊の影響を受けやすい。また、この解析では「建造物の崩壊」を対象としているが、建造物に設置される窓ガラス・扉ガラス等の破損によるガラス片の飛散も検討にいれ、ガラスの飛散の状況の中での移動手段を想定する必要がある。

4. 人的対応資源の安全性評価

新潟大学が有する危機対応資源は、構造物に代表されるハード資源のみではない。対応そのものを実施する教職員はソフト資源の代表といえる。ひとたび危機が発生した際、いかに迅速な初動対応を実現するかは、いかにして初動体制を整えるかが最重要ポイントである。平日の昼間であれば、その多くは学内にて活動しているため、初動体制の確立は比較的速やかに実施可能である。しかし、それ以外の時間帯では「参集行動」をとる必要がある。そこで「①教職員の居住地の安全性を評価し、参集対象者として扱うことが出来るか」「②教職員の居住地と参集先との位置関係から、参集が可能かどうか」を評価する。

(1) 居住地の安全性評価の手順

教職員の居住地の安全性を評価するにあたり、以下の手順に従って、居住地の GIS レイヤー作成および新潟県津波浸水想定との位置関係に基づいた浸水深の評価を行った。

① 教職員の現住所を収集

新潟大学では 4,017 名の教職員データが管理されている。常勤は 2,917 名、非常勤は 1,100 名であった。うち、大学キャンパス近辺で、津波想定浸水深が集中すると考えられる「新潟市中央区」「新潟市西区」に着目すると、中央区には常勤 1,154 名、非常勤 1,074 名、西区には常勤 546 名、非常勤 303 名が居住している（表 7）。この 3,077 名に対し、具体的な居住地を抽出した。

表 7 教職員における居住地と出勤地の関係一覧

常勤職員

住所区分番号	住所区分	10 五十嵐	11 東京	20 旭町	30 西大畑	40 病院	50 村松	60 長岡	70 新通	80 佐渡市 達者	86 佐渡市 新種	90 佐渡市 小田	総計
1	大学橋内 (五十嵐キャンパス)	124				1	1						126
2	新潟市西区	577		95	18	258							948
3	新潟市中央区	178		263	22	691							1,154
4	その他新潟市内	114		47	26	256	2	2					447
5	新潟市外	57	2	31	10	82	5	44	2	4	1	4	242
総計		1,050	2	436	76	1,288	8	46	2	4	1	4	2,917

非常勤職員

住所区分番号	住所区分	10 五十嵐	20 旭町	30 西大畑	40 病院	50 村松	80 佐渡市 達者	総計
1	大学橋内 (五十嵐キャンパス)	1	1		1	1		4
2	新潟市西区	121	49	1	108	6	14	299
3	新潟市中央区	39	95		409	2	1	546
4	その他新潟市内	40	40	4	80	2	6	172
5	新潟市外	22	20	1	28	4	4	79
総計		223	205	6	626	15	25	1,100

② 現住所をもとに居住地の位置情報を特定

①で対象とした 3,077 名分の現住所に対してジオコーディング作業をおこなった。ジオコーディングとは、住所の構造（都道府県／市区町村／大字／小字／町丁目／番地／号など）を解明し、住所テーブル（住所と位置情報を管理したデータ群）から該当する住所を検索し、位置情報（XY 座標値）を取得する技法である。

③ 現住所の位置情報に基づいて津波想定浸水深を同定

②で取得した位置情報を基に、GIS 上で各教職員の居住地をプロットし、新潟県で算出された想定浸水深と重ね合わせることで、各教職員の居住地における津波想定浸水深を抽出し、評価した。

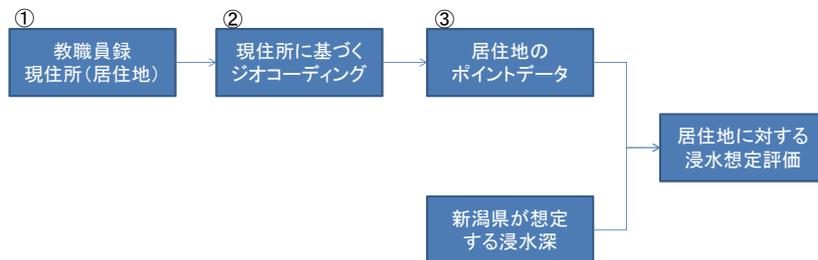


図 26 教職員の居住地に対する浸水想定評価の流れ

(2) 教職員の居住地の安全性評価結果

教職員の居住地がもっとも影響を受けると考える「長岡平野西縁断層」において、どの

程度の浸水深が想定される地域に住んでいるかを集計した（表 8、図 27）。

- 73.16%の教職員は、津波の浸水想定区域外に住んでいる
- 26.84%の教職員は、何らかの浸水が想定される地域に住んでいる

比較的多くの教職員が想定区域外に住んでいる理由は、交通の便のよい砂丘列を中心とした地域に居住していたためである。しかし、3割弱の教職員は脆弱性の高い場所に居住しており、特に夜間に津波が発生すると、本人のみならず家族の安否に心配があること、周りに甚大な被害が発生し参集できないことが想定される。該当教職員に対する啓発が必要である。

この結果が暗示することは、本学において災害対応の人的資源として想定すべきは、「全教職員の70%に過ぎない」ということである。すなわち、事前より対応すべき事項を70%程度で見積もる必要がある。事前より大学が実施すべき事項に対して優先順位をつけ、いざ発災した際には、利活用可能な対応資源を勘案し、状況に応じて実施できうる事項の範囲を明確化する必要がある。本節での評価は、事前における対応資源想定の基本資料であるとともに、発災直後の情報空白期においては、対応計画策定のために必要となる「対応資源の状況把握」の代替情報として活用可能性は高い。

表 8 教職員居住地の津波浸水に対する危険性評価

		浸水深						総計
		なし	0.2-0.5m	0.5-1.0m	1.0-2.0m	2.0-3.0m	3.0-5.0m	
職員 種別	常勤	1,658	141	187	184	56	2	2,228
	非常勤	593	80	80	81	14	1	849
	総計	2,251	221	267	265	70	3	3,077
		73.16%	7.18%	8.68%	8.61%	2.27%	0.10%	100%

※新潟市内にもっとも影響が大きいと想定される「長岡平野西縁断層帯」の場合。

※職員の住所が含まれる「街区単位」での代表点を職員の位置座標とした。

※座標が特定できない職員は「浸水深＝なし」として分類されている。

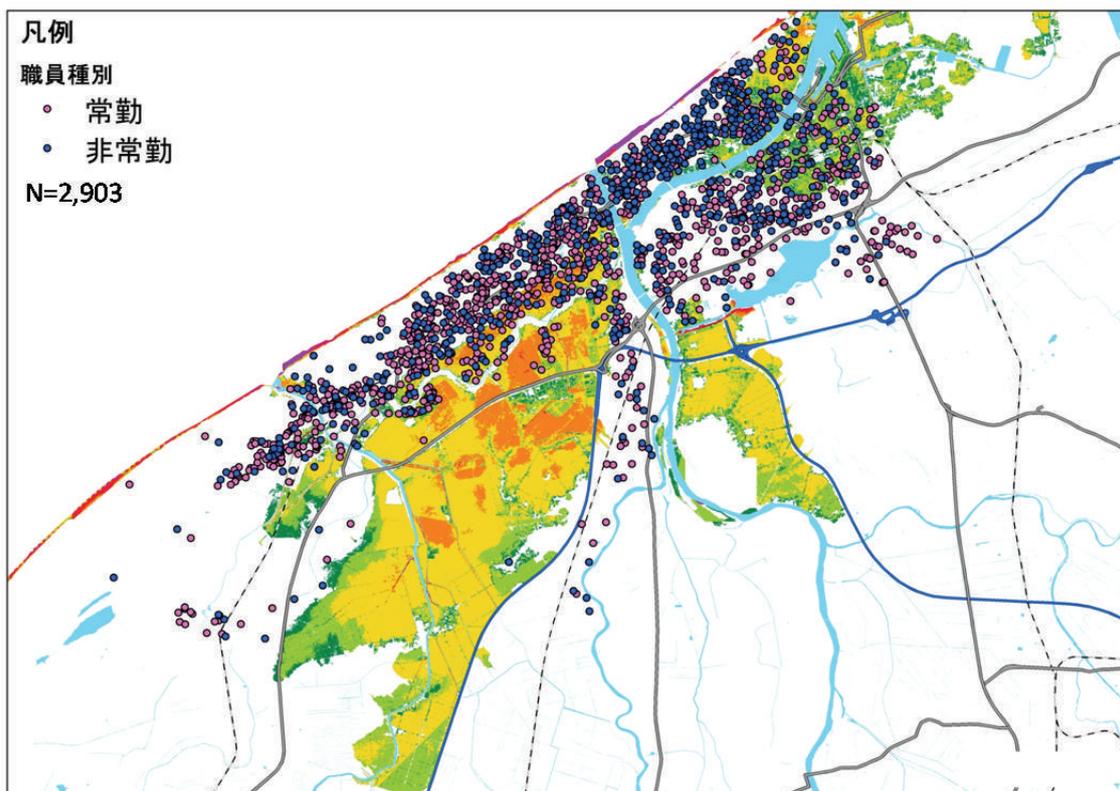


図 27 教職員居住地の津波浸水に対する危険性評価

さらに、図 28 では、各教職員の居住地のポイントに対して、直接的に浸水深の色分け（図 11「色分類を活用したデータ意味の可視化」で設定した 8 色に基づく）を付与している。浸水域外に位置する居住地に対しては、灰色を付与している。特に赤色に着色された教職員の居住地については脆弱性が高い。2メートル以上の浸水が想定され、夜間の避難についてはあらかじめ避難場所を想定して、避難訓練なども実施しなければ命の危険性が高いと評価せざるを得ない。

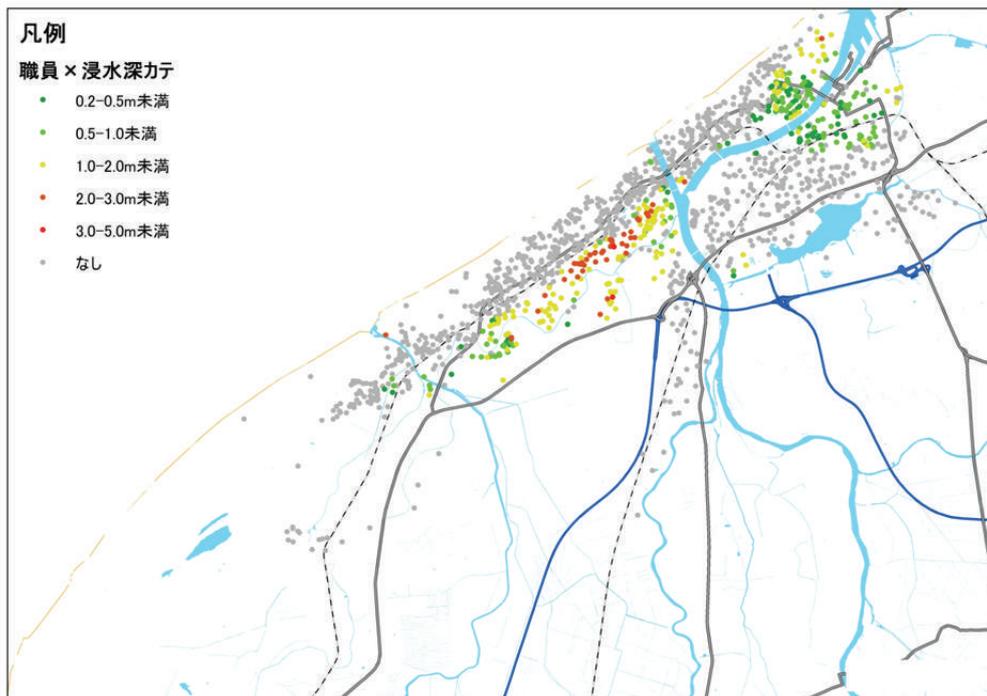


図 28 教職員の居住地ポイントの浸水想定評価

5. 居住地から参集先（キャンパス）までの距離に基づく参集可能性評価

(1) 教職員の参集可能性評価の背景

前述の分析で作成した教職員の居住地の位置情報をもとに、新潟大学の主要キャンパスである五十嵐・旭町キャンパスまでの距離を算出した。この算出結果は、各職員の参集可能性および参集に要する時間として解釈することが出来る。

津波災害が発生すると、新潟市の南北に走っている大規模河川ならびに中小河川において津波の河川遡上が発生し、川をわたって、東西に移動することが困難になることが想定される。その想定に基づいて、教職員の参集を考えると、新潟市の東部に住んでいる教職員は五十嵐キャンパスに参集することは事実上不可能である。同様に、新潟市の西部に住んでいる教職員は旭町キャンパスに参集することは不可能である。そのため、それぞれのキャンパスより距離に基づく同心円を作成し、それぞれへの参集可能性を評価した。

(2) 教職員の参集可能性評価の方法

国土交通省における業務継続計画の中では、参集可能人数を「1時間で4km圏内職員の約6割」「3時間で12km圏内職員の約6割」「1～3日で20km圏内職員の約6割」「30日で全職員の9割」と想定している(*)。ところが、新潟大学を取り巻く環境を考慮すると「各職員は津波災害に関する経験を十分に有しない」「家を出るまでの参集準備に時間を要する」「参集経路に障害が多く移動に時間を要する」「地盤が悪く液状化に対して脆弱である」「キャンパス付近が浸水域となる」「多くの河川に囲まれ経路上に橋梁が位置

する」ことから、ことが想定される。そのため、特に初動立ち上げ期においては、国土交通省業務継続計画での想定にまで満たないと考え、「1時間で1km圏内教職員」「3時間で3km圏内教職員」「8時間で5km圏内職員」が参集可能とし、その可能性を評価する。

(*) 国土交通省業務継続計画（平成19年6月）

<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/05/050621/02.pdf>

分析手法としては、五十嵐キャンパスおよび旭町キャンパスの代表点から0-1km/1-3km/3-5kmのバッファ（同心円）を作成し、それぞれの領域に含まれる教職員数を算出する。ただし「各教職員が参集すべき場所」は「五十嵐キャンパス・旭町キャンパスのいずれか近いキャンパス」とした。この分析により、図29および表9に示す結果を得た。

図29 主要キャンパスと教職員居住地の空間的位置関係

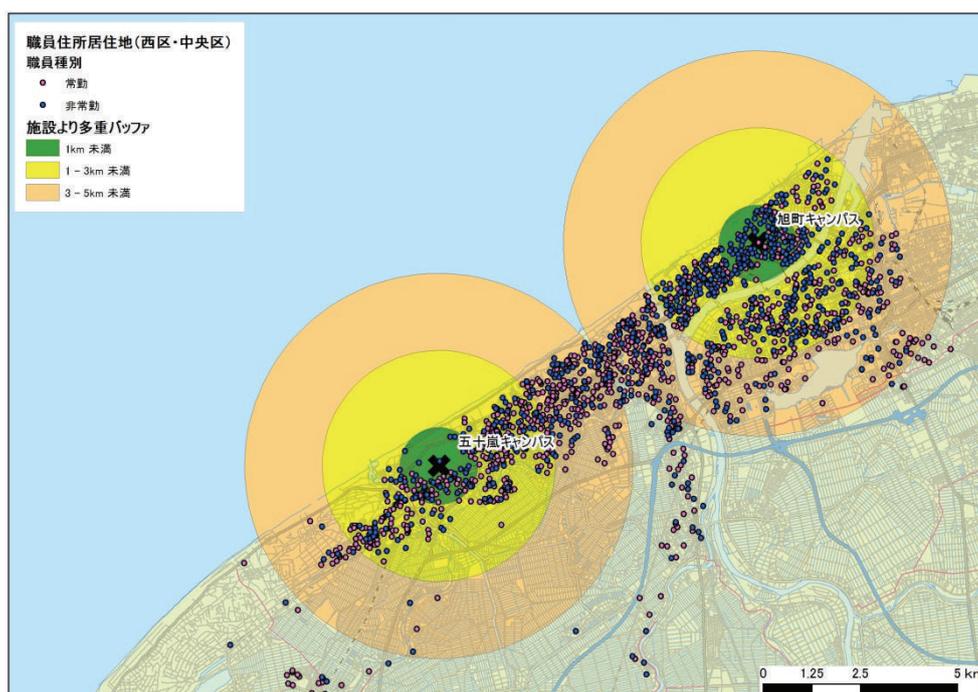


表9 主要キャンパスからの一定距離内に居住する教職員数

キャンパス		距離		
		1km未満	1-3km	3-5km
五十嵐	常勤	239	340	213
	非常勤	50	93	60
旭町	常勤	448	538	363
	非常勤	205	281	120
五十嵐	参集率(累積)	9.39%	23.46%	32.34%
旭町	参集率(累積)	21.22%	47.84%	63.54%

(3) 教職員の参集可能性評価結果

- 旭町キャンパスには、発災後の1時間で2割、次の3時間で5割弱、6時間で6割強が参集可能である
- 五十嵐キャンパスには、発災後の1時間で1割弱、次の3時間で2割強、6時間で3割強が参集可能である
- しかしながら、各キャンパス担当教職員が自分の職場に参集できることを必ずしも保証しない

旭町キャンパスは新潟市の中でも中央区という人口集中度の高い市街地に立地しているため、近隣に居住する教職員数も多い。そのため、分析用に設定したバッファ内にも多くの教職員が含まれる結果となった。概して、全体で旭町キャンパスは五十嵐キャンパスの1.8～2.6倍（常勤職員で1.6～1.9倍、非常勤職員で2.0～4.0倍）の参集者が見込める。しかし新潟大学では、災害対策本部をそれぞれのキャンパスで立ち上げることになっている。しかし、2つのキャンパスは発災後当分は物理的に分断され、情報連絡には困難が予想される。発災直後は、指揮命令系統が分断されることから五十嵐・旭町のそれぞれのキャンパスにある程度の権限委譲が必要であることがわかった。

6. 学生の安全性評価

(1) 学生の安全性評価の背景

新潟大学では、大学施設という特性上、平時より多くの学生を有している。学生の特徴として、平日の日中は校舎内において受講・研究活動をおこない、夕刻以降および休日はクラブ活動や学外活動をおこなうことがあげられる。すなわち、大学としての対応を考え

る上で、災害発生時が「平日の日中か」「平日の夕刻以降あるいは休日か」は重要な要素である。そこで、学生の安全性評価をおこなうために、「①平日の日中はどのような状況であるかを知るために、学務システムが有する履修登録状況（受講者リスト）から学内の滞在人数を把握する」「②学外ではどこに所在するかを知るために、学生登録台帳が有する現住所情報から学生の居住実態を把握する」の 2 つの分析をおこない、その実態を明らかにする。

（２） 曜日・時間別の学生の安全性評価の方法

新潟大学では、学生は講義を履修する際に「学務情報システム」を利用し、受講する講義を選択し、履修登録をおこなう。そのため、学務情報システムには「誰がどの講義を履修しているか」の情報が一元的に管理されている。また、各講義情報に付与されている開講番号を参照することで、「どの講義」が「どの曜日」の「どの時間帯」に「どの教室」で開講されているかを把握できる。この情報を活用し、履修登録実績のある学生を対象に、曜日・時間帯別の学生数把握をおこなった。

まず、学務部の協力のもと、学務情報システムより履修登録実績のある学生リスト(11,255名分)と、各学生がどの講義に履修登録をしているかを表した一覧表を抽出した。さらに、全学のシラバスシステムから各講義の時間割一覧表を抽出した。それらの一覧表に対して、「開講番号」を共通の参照キーとして設定し、お互いの情報を結合した。次に、各講義が開講されている曜日・時限（時間帯）ごとに、履修登録者数を集計した。この解析作業から得られた結果が表 10 および図 30 である。

（３） 曜日・時間別の学生の安全性評価の結果

- 水曜日にもっとも学生が受講しており、またどの曜日であっても 12 時付近（10:15－16:10）に受講者数のピークを迎えることが明らかとなった。
- 最大のピークは「水曜日の 2 時限目」の 5,700 人であり、備蓄や受け入れ施設、対応職員の確保といった受け入れ体制・対応体制の 1 つの目安とすべきである。

特に最大のピークは「水曜日の 2 時限目（10:15－11:45）」であり、5,700 人を超える学生が本学の敷地内で学業に勤しんでいる。同一の曜日・時限に複数の講義を受講することは出来ない制約を考えれば、5,700 人が本学の対応を必要とする対象学生数といえる。

本学では危機管理計画において学生の安全を第一優先としている。また、大学を取り巻く環境から、大学近辺では液状化や津波浸水の危険度が高く、社会状況が安定するまでの期間は、本学内で学生の安全確保が求められる。そのため、5,700 人規模で、備蓄や受け入れ施設、対応職員の確保といった受け入れ体制・対応体制を整備する必要がある。

表 10 曜日・時限別の受講者数

曜日	1時限目	2時限目	3時限目	4時限目	5時限目	6時限目	7時限目
	08:30-10:00	10:15-11:45	12:55-14:25	14:40-16:10	16:25-17:55	18:05-19:35	19:45-21:15
月	2,934	4,735	5,103	4,314	2,178	297	164
火	3,787	5,220	5,399	4,221	2,644	199	122
水	3,482	5,709	5,601	4,359	1,239	331	163
木	3,528	4,920	4,756	2,784	1,707	286	125
金	3,237	4,652	3,625	3,078	1,685	184	108
土	1	20	0	4	16	0	97

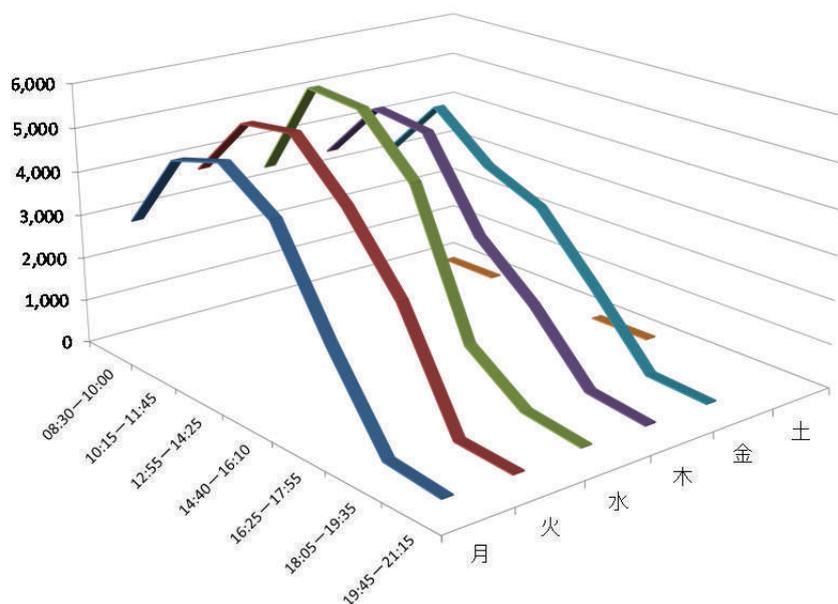


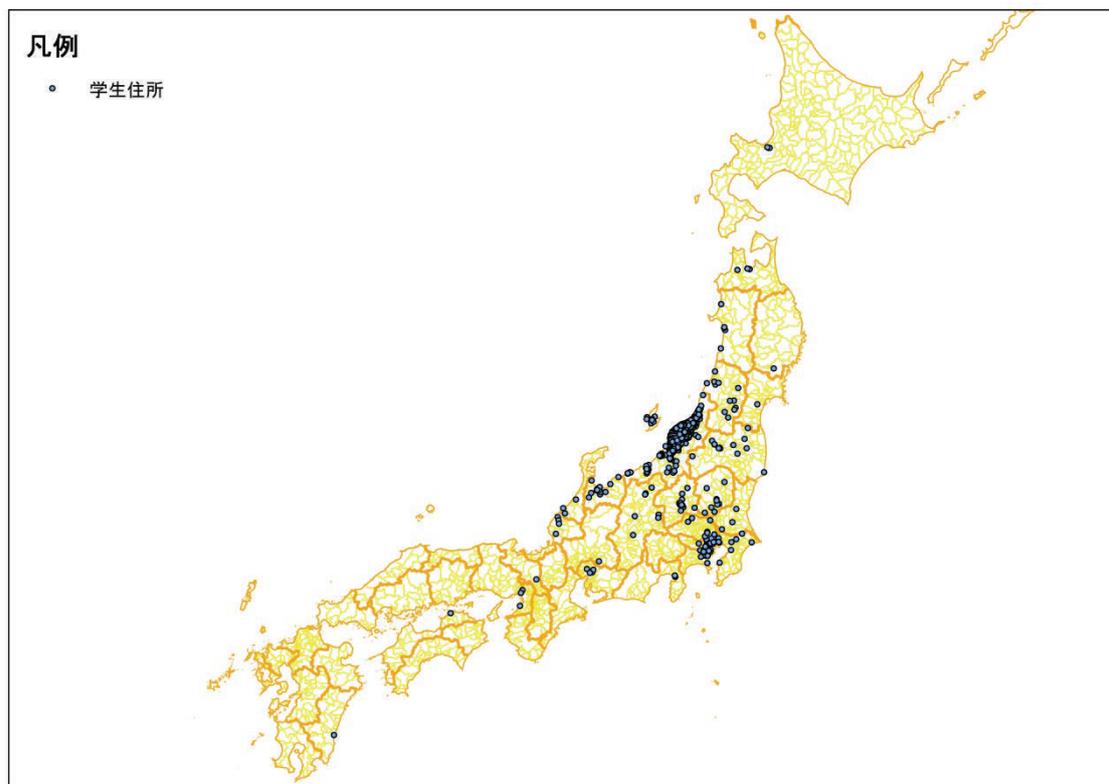
図 30 曜日・時限別の受講生数の変遷状況

(4) 居住地に基づく学生の安全性評価の方法

大学が危機管理計画に守るべき対象の優先順位の最も上位に挙げているのが学生である。それらの対象者のキャンパス内の滞在場所、居住地、通勤・通学経路、等における実態把握調査を実施する。これらの対象者は「守るべき対象」でもあり、「対応資源」としても活用可能な人々である。新潟大学では入学手続きの際に居住地情報を登録している。

ところが実態は、学生の居住地情報は入学時点のままで更新されていないことが明らかとなった。その実態は図 31 である。新潟大学に通学しているはずの学生の住所ポイントが全国規模で拡散していることが明らかとなり、いざ災害となったときの安否確認にも障壁となることが予想される。

図 31 登録情報にもとづく学生の居住地の可視化



次に、新潟市内の住所を登録している学生（全体の 8 割程度）について、その居住地が津波災害の浸水域にあるものについて、分析・整理した。（表 11）

● 少なくとも 909 人（学生数 12,831 人中）が浸水域に居住している（図 32）

学生は必ずしも夜間のみ居住地にいるとは限らず、昼間についても危険性が心配される。また津波災害が発生したのち、帰宅しようとする中で、特に、ゆれのあと浸水までに一定の時間のかかる低平浸水地域に居住しているものについては、危険性が増す。学生の行動については、今後とも調査・分析することによって明らかにし、効果的な防災対策を講じる必要がある。

表 11 学生現住所に基づく津波浸水深に対する危険性評価

	浸水深								総計
	なし	0.2-0.5m	0.5-1.0m	1.0-2.0m	2.0-3.0m	3.0-5.0m	5.0-10.0m	10.0m-	
学生数	11,922	232	258	262	156	1	0	0	12,831

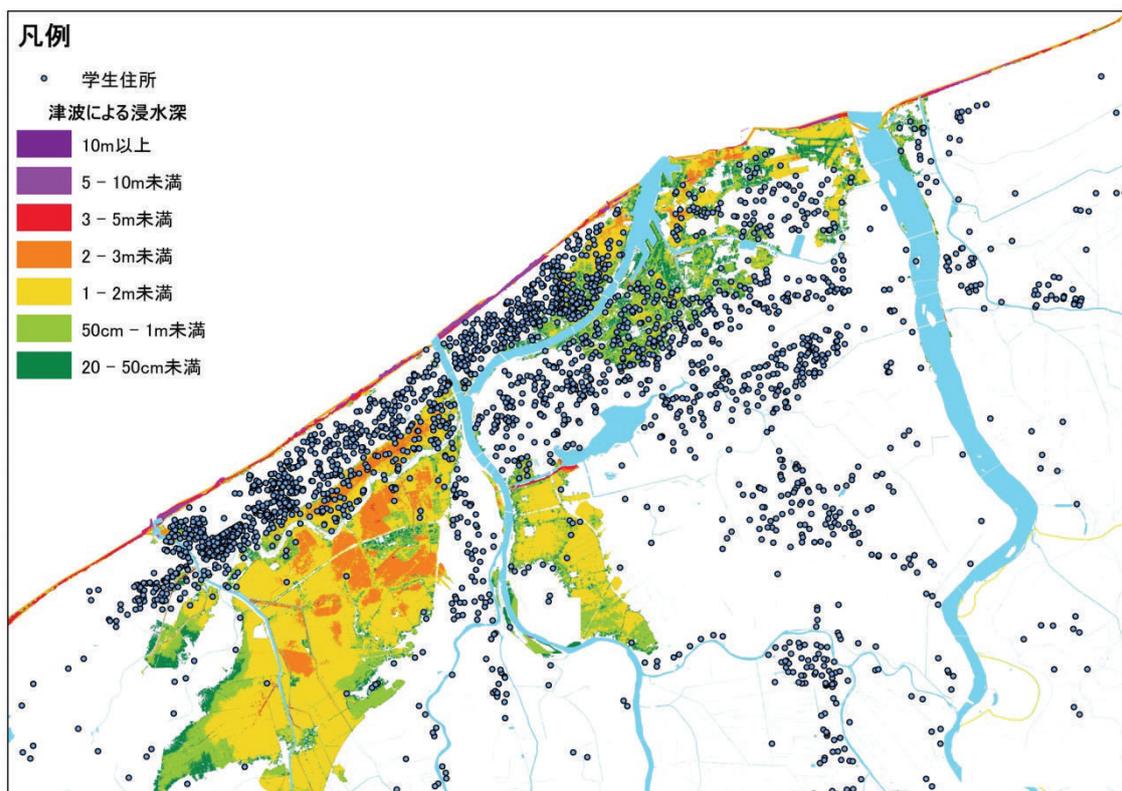


図 32 学生現住所に基づく津波浸水深に対する危険性評価

7. 避難可能者数の想定

過去の被災地においては、大学においても事前指定はなかったが、避難者の増加に対応し、体育館を避難場所や避難所として開放した事例がある。新潟大学についてもそのような事態を想定し、その後の授業再開を視野に入れつつ、地域住民や学生・教職員など大学に関係する人への避難施設の提供をいかに効率よく実施するかについて、基礎データとなるスペースの同定と面積から割り出す避難可能者数をシミュレーションするものである。

(1) 想定 배경

キャンパスには、競争スペース、共用スペース、空地が存在する。空地については、基本的に屋根がなく天候によっては厳しい状況が想定されるため、発災直後の一時避難場所として提供することが可能であると想定される。屋根のあるスペースである「競争スペース」は、研究室などがそれにあたり、避難スペースとしての開放は困難である。一方、共用スペースは、講義室、廊下、など避難所としては活用可能であるが、授業の再開を早期に実施する必要のある大学としては、すべてのスペースを供出することは困難である。

(2) 一時避難場所に対する評価の方法

新潟大学の空地すべてについて、検討した。空地とは運動場、テニスコート、駐車場等であり、道路などは含んでいない。一時避難の際には1人あたり60cm四方のスペースを必要とするとして、空地の面積を集計し、そのスペースで割ることで、一時避難所としての受け入れ可能人数を算出した。

一時避難所は「地震発生直後の緊急時における一時的な避難場所」である。収容人数の想定には、「収容避難所レベル(1人/1畳 横になることができる広さ)」「収容避難所限界レベル(2人/1畳 座ることができる広さ)」「火災などを避けて緊急的に避難するレベル(60cm四方 立ったまま)」で想定した。

(3) 一時避難場所に対する評価の結果

表11のとおり、全キャンパスにおいて「収容避難所レベル(1人/1畳 横になることができる広さ)」は8万人弱、「収容避難所限界レベル(2人/1畳 座ることができる広さ)」16万人弱、「火災などを避けて緊急的に避難するレベル(60cm四方 立ったまま)」最大で44万人弱、となった(表12)。キャンパスごとの詳細については、「火災などを避けて緊急的に避難するレベル(60cm四方 立ったまま)」で可視化している(図33、図34)。

表12 全キャンパスの空地を対象とした最大一時避難者数

	面積(m ²)	最大一時避難者数		
		1人/1畳	2人/1畳	4.5人/1畳
		寝られる	座れる	立ったまま
五十嵐	83,920	41,960	83,920	235,643
旭町	36,101	18,050	36,101	95,641
西大畑町	21,600	10,800	21,600	58,757
長岡市学校町	17,388	8,694	17,388	47,501
総計	159,009	79,505	159,009	437,542



図 33 五十嵐キャンパスの空地を対象とした最大一時避難者数 (緊急的避難レベルの場合)



図 34 旭町キャンパスの空地を対象とした最大一時避難者数 (緊急的避難レベルの場合)

(4) 収容避難場所に対する評価の方法

地震などによる住居の倒壊、焼失などで住居を失った者を受入れ、保護し、一定期間の避難生活を行う場所を提供するものである。全キャンパスにおける指定避難所（五十嵐地区体育館）を含む、講義室、廊下、など屋根のある共用スペースすべてについて、試算した。ここでは「収容避難場所レベル（1人/1畳 横になることができる広さ）」を計算基礎としている。

(5) 収容避難場所に対する評価の結果

表13のとおり、全キャンパスの共用スペースを開放したとすると、1万9千人弱の避難者の受け入れが可能となることがわかった。各キャンパスの詳細な地図として、図35、図36を得た。

表13 共用スペース開放時の最大収容避難者数

	面積(m ²)	収容避難者数
五十嵐	20,306	10,153
旭町	7,846	3,923
西大畑町	6,360	3,180
長岡市学校町	3,312	1,656
総計	37,824	18,912

(6) 「5. 避難可能者数の想定」のまとめ

ここで試算しているのはあくまでも、全キャンパスの競争スペースを除く全スペースを提供したとしての試算である。スペースとして受け入れることができたとしても、避難スペースの運営・管理を実施する職員数が圧倒的に不足することは自明であり、また、それらの人々の安全を保障することについても困難が想定され、現実的ではない。

いざ発災した場合は、関係機関と協議する際に、建物ごとのシミュレーション結果を基礎資料としながら、現実的な対応を実施すべきである。



図 35 共用スペース開放時における施設ごとの最大収容避難者数（五十嵐キャンパス）



図 36 共用スペース開放時における施設ごとの最大収容避難者数（旭町キャンパス）