

別府市鉄輪の空き家活用による防災・減災の可能性に関する 基礎的研究

Basic Research on the Possibility of Disaster Prevention and Mitigation by Utilizing of
Vacant Houses at Kannawa in Beppu City

木村智¹・大坪真子²・平尾和洋³

Satoru Kimura, Mako Otsubo and Kazuhiro Hirao

¹日本文理大学 工学部建築学科 准教授 (〒870-0397 大分県大分市一木1727)

Associate Professor, Faculty of Engineering, Dept. of Architecture, Nippon Bunri University

²日本女子大学院 家政学研究科住居学専攻 修士課程 (〒112-8681 東京都文京区目白台2-8-1)

Graduate Student, Faculty of Human Science and Design, Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's University

³立命館大学 理工学部建築都市デザイン学科 教授 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, College of Science and Engineering, Dept. of Architecture and Urban Design, Ritsumeikan University

The subject area taken up as a case study in this research is Kannawa district, Beppu city. Its area has a lot of vacant houses that were damaged by the 2016 Kumamoto Earthquake. In recent years, the utilization of vacant houses is gradually progressing in Beppu. Seismic repairs are rarely included in the utilization of vacant houses, but if they are done at the same time, they may lead to disaster prevention and mitigation in the area. In this study, we clarify the current situation of vacant houses and evacuation shelters in the target area, and consider the possibility of disaster prevention and mitigation of the vacant houses utilized.

Keywords: Vacant house, The 2016 Kumamoto Earthquake, Disaster prevention, Disaster risk reduction, Beppu

1. 研究の背景・目的

2016年に発生した熊本地震の際には、隣県の大分でも最大震度6弱を観測して、全壊9棟、半壊214棟や一部破損が7,890棟といった建物の被害が生じている。その中でも特に別府市は、全壊4棟、半壊69棟や一部破損が4,937棟といったように大分県の中で、被害が大きかった地域である¹⁾。その原因としては、別府市の空き家の総数が関連すると考えられる。現在では全国的な問題となった空き家であるが、大分県の空き家率は平成30年度調査で16.79%であり、全国平均の13.6%と比較しても大きな数値となっている。そうした状況の中で、空き家の利活用等の対策を講じて、この地域の防災や減災につなげることが大切である²⁾。それを怠れば、そのまま放置すると倒壊等の著しく危険となる恐れのある特定空き家となるものが増加し、災害時に倒壊して避難経路を塞いでしまうなど、二次災害を及ぼす危険性が高まってしまいうだろう。

本研究の目的は、別府市鉄輪で今後発生することが想定される大規模な地震、土砂災害等の自然災害を想定した事前復興計画の手がかりになるような基礎的な知見を得ることである。そのためには、空き家数の状況、避難所の有無や避難できる周辺住民の範囲を確認する必要がある。さらに、実際に利活用された空き家の事例の実測調査を行い、図面化した上で壁量計算を行う。また、防災・減災に対して、空き家や空き地がどのような効果を持つのかについて考察をする。近年では、防災意識の高まる中で公有建物や私有敷地などの地域資源等を有効活用して防災拠点化する動きもあり、金氏や大窪氏らが研究を進めている³⁾。本論文では私有建物を公的に扱い、地域の防災拠点として扱う際の問題点や課題等を明らかにする。

2. 別府市の空き家の現状

本研究で対象にする大分県別府市鉄輪地区は、別府八湯(浜脇、別府、観海寺、堀田、明礬、鉄輪、柴石、亀川)の1つとされ、豊富な源泉と多様な泉質を持つ温泉地である(図1)。また、高温の沸騰泉のために温泉水と分離した温泉蒸気が発生する。それが空中へ放出により生じる「湯けむり」も、別府市鉄輪の景観を構成する要素である。現在も旅館や貸間が多く残る鉄輪と明礬地区は、2012年9月19日に国の重要文化的景観に選定されている⁴⁾。また、別府市は鉄輪温泉地区について、国道500号線より北側を対象に、「沿道景観形成地区」と「まちなみ景観形成地区」を定めて、景観の保全に努めている(図2)。

そして、別府市の空き家の状況は、平成25年空き家対策実態調査の結果報告書によると、空き家の総数は12,270戸で住宅総数が72,140戸のため、空き家率は17.0%となる。その状況に対して、別府市は空き家バンクの登録制度を用いて、特定空き家とならないような予防や利活用に向けての対策を講じている。令和3年5月までに空き家バンクへ128戸の登録があり、同時点で成約数が78件、掲載中の空き家が26件存在している。

また、鉄輪地区の2つの景観形成地区の空き家数については、平成25年の別府市空家等対策計画によると自治委員の調査により外観目視の判断により、通常空き家が6戸で老朽空き家が4戸の合計10戸あることが明らかになっている(図2)。通常空家は、調査員による調査結果として、建物に目立った腐朽破損はないが、空き家の状態となっており今後の利活用が見込まれるA判定と、外壁や屋根、窓等に腐朽破損が認められるが、一部補修すれば利活用が見込まれるB判定に該当する。また、老朽空き家も同様で、建物の傾き、外壁・屋根等の腐朽破損が著しく、倒壊の恐れが認められるC判定と、先述の「C」に該当し、さらに倒壊した場合隣接建物に影響がある、又は前面道路の通行等に影響があるD判定に分類される。

一方、近年鉄輪では外国人観光客の集客に成功するなど、観光地として賑わいを見せている。それに伴い、空き家の地上階の一部の利活用が進んでおり、貸し間がコワーキングスペースに、駄菓子屋がブックカフェに転用される事例などがある。しかし、確認申請の不要な範囲での改修であり、予算的な問題もあって耐震改修を伴わない用途転用の事例が多く、熊本地震のような大地震の発生を想定した予防的計画が必要となる。

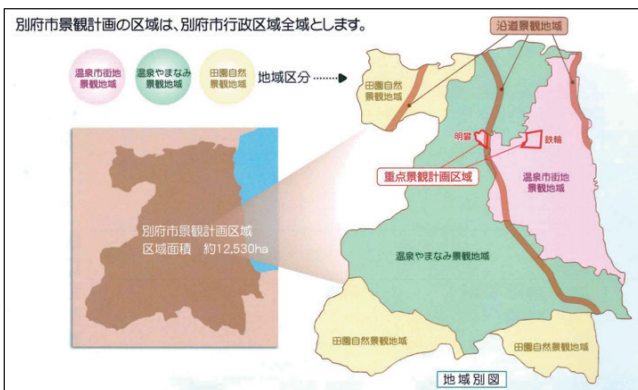


図1 別府市鉄輪の位置 (出典：平成21年度鉄輪温泉地区温泉湯けむり重点景観計画)

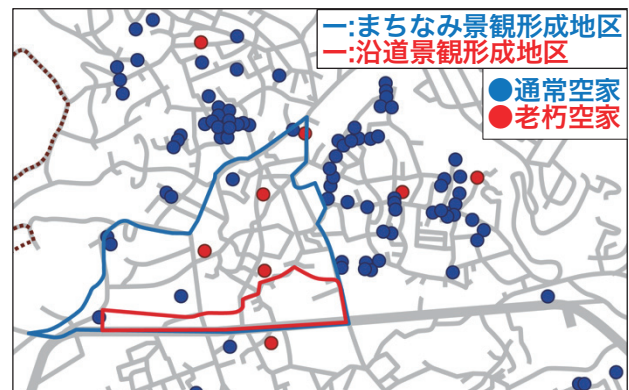


図2 景観計画の範囲と空き家の位置 (出典：左図と同じ出典内に掲載の図に著者が加筆)

3. 別府市の避難所の現状

2016年の熊本地震の際に別府市内でも公共施設等で避難場としての利用が必要になった。まちなみ景観形成地区が含まれる朝日地区と亀川地区の避難者数についてを表1にまとめている。鉄輪地区内の同地区には、図3のように収容避難所がなく、朝日地区や近接する亀川地区の収容避難所を利用しなければならない状況であった。移動の手段を持たない人、高齢者や障害を持つ人は、避難を断念するという状況があったと思われる。また、亀川地区の北部中学校と朝日地区の朝日小学校では、収容人数の2倍を超えて避難者が訪れており、収容避難所のさらなる確保が重要な課題となる。

一方で、別府市で定められている避難所の中には表2のように一時避難所もあり、鉄輪地区にはその種の避難所だけが指定されている。また、それらの避難所を見ると、耐震基準を満たしていなかったり、公園であるため雨天時には利用しにくい状況があり、今後の更なる指定が必要であることが明らかになった。

将来的に新設の公共施設等が建設されれば問題はないが、市の予算も限界がある状況で新築の施設に期待することもできない。しかし、空き家であれば耐震性には不安があるが、位置的には住宅地の中にあるので、

用途変更の際に耐震改修がされれば、収容避難所として活用することができる。また、避難者のスペースではなく、備蓄倉庫として活用すれば、避難所の倉庫としてのスペースを軽減することが可能となる。本研究においては、そうした空き家の活用を念頭におき、実際に利活用された事例の調査を行う。

表1 亀川・朝日地区の収容避難所

No.	地区	名称	住所	収容人数①	収容人数②	避難者数	収容場所	面積㎡	耐震
①	亀川	すきっぷパーク	国立第二	47	23	15	ホール	95.93	○
②	亀川	亀川小学校	内竈1179	308	154	136	体育館	616.25	○
③	亀川	北部中学校	亀川231	305	152	763	体育館	610.0	○
④	亀川	旧別府羽室台高校	野田565	453	226	310	体育館	906.50	○
⑤	亀川	立命館アジア太平洋大学	十文字原1-1	—	—	—	—	—	○
⑥	朝日	朝日小学校	鶴見347	305	153	710	体育館	611.96	○
⑦	朝日	朝日中学校	鶴見950-5	315	157	254	体育館	630.0	○
⑧	朝日	朝日太平山地区公民館	火売8組1	384	192	135	体育館	768.0	○

表2 朝日地区の一時避難所

No.	地区	名称	住所	収容人数①	収容人数②	避難者数	収容場所	面積㎡	耐震
1	朝日	新別府公民館	新別府5組4-1	43	21	—	集会場	86.95	○
2	朝日	馬場公民館	馬場3組1	15 6(4) 39	7 3(2) 19	—	1階会議室 和室1&2 2階集会場	79.50	×
3	朝日	北中公民館	北中4組	41 6	20 3	—	ホール 洋室	83.23 12.96	×
4	朝日	鉄輪温東(大石)公民館	野田565	37(4)	18(2)	—	会議室(和室)	74.93	×
5	朝日	北鉄輪公民館	鶴見347	49	24	—	大広間	99.36	×
6	朝日	湯山コミュニティセンター	鶴見950-5	4 22	2 11	—	休憩室 研修室	9.73 45.63	○
7	朝日	天間公民館	火売8組1	21	10	—	広間	43.32	×
8	朝日	鉄輪東(大石)公民館	鉄輪東1組	2605	1302	—	公園	5,310	—
9	朝日	大谷公園	御幸	1328	664	—	公園	2,656	—
10	朝日	明礬グラウンド	明礬	1500	750	—	公園	3,000	—
11	朝日	鉄輪地獄地帯公園	鉄輪字70Mシ	14836	7418	—	公園	29,672	—
12	朝日	馬場公園	鶴見字馬場2706-1	790	395	—	公園	1,580	—

z※収容人数②はコロナ対応のため収容者1人に対して、4㎡を確保した場合の収容人数を表す。
 ※避難者数は2016年の熊本地震の際の数値である。一時避難状の避難者数は不詳である。
 ※表1・2の耐震は昭和57年以降の建物を○、同年以前を×とする。(別府市 災害の種類別避難所一覧表参照)

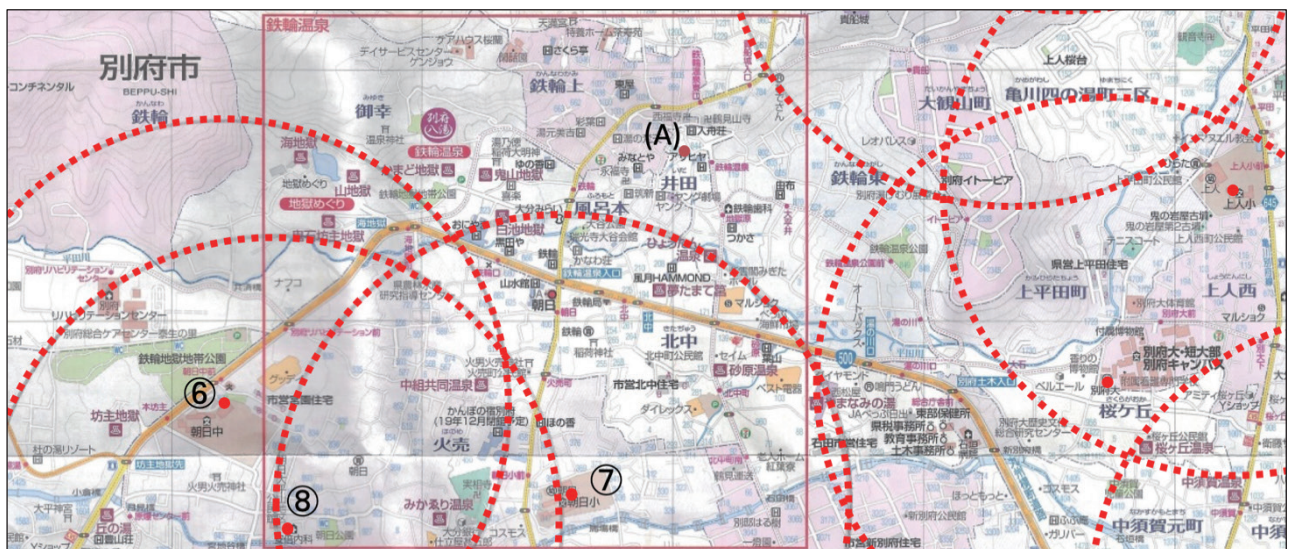


図3 鉄輪地区の収容避難所の位置と避難範囲(3km内) ※(A)は研究対象の敷地
 ※旺文社地図編集部:都市地図 大分県別府市 由布市(都市地図大分県2)、旺文社、2019に著者が加筆

4. 鉄輪での空き家の利活用事例

鉄輪温泉地区のまちなみ景観形成地区に位置する空き家だった建物について実測調査を行なった（図3(A)）。研究対象の建物は、元々は貸間として利用していた時期もあったが、2019年4月までは空き家であった(図4)。その一部が改修されたシェアオフィス「a side 一満寿屋」として利活用されている。この建物の建設年は1940年（昭和15年）頃で旧耐震基準でもあり、屋根は瓦屋根、壁は土壁であった。



図4 対象建築外観（著者撮影）

本建物が利活用されるまでの過程で、別府市の出資により設立した一般社団法人別府市産業連携・協働プラットフォームB-biz LINKの協力があり、本対象建築は行政と連携して利活用された別府市内での最初期の事例である。そして、敷地の北側には駐車場、南側には空き地があり、熊本地震のような規模の地震が発生した際に、この建物を中心に一体的な一時避難所等に活用出来る可能性が高いため、耐震性能を検証する。

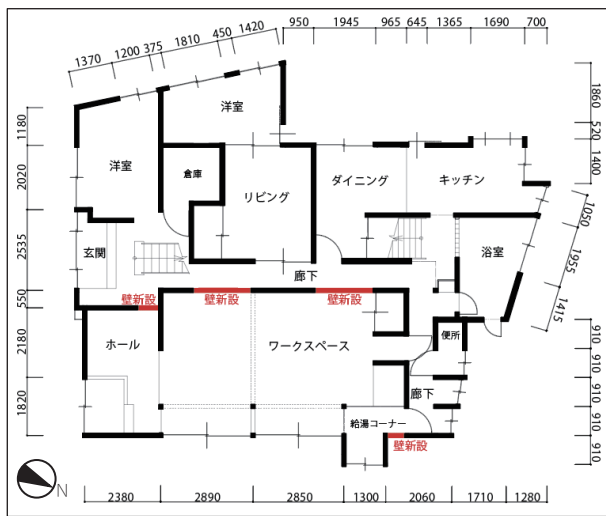


図5 1階平面図（著者作成）

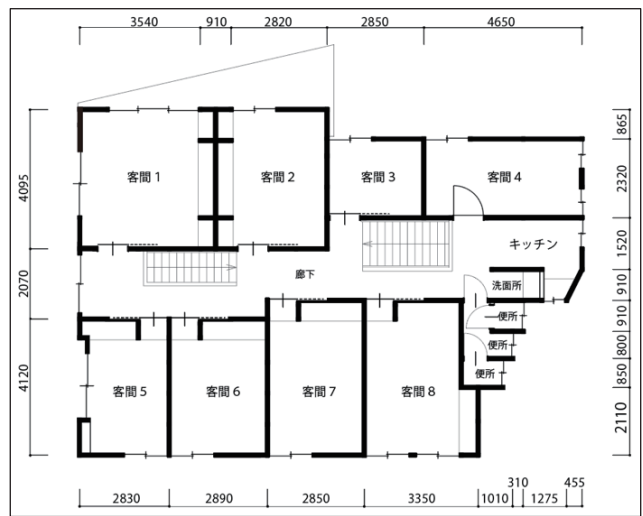


図6 2階平面図（著者作成）

この建物を現行法規に照らし合わせると、建築基準法第6条の4号建築物に該当する。そのため、必要壁量を求めるために、建築基準法施行第46条の「構造耐力上必要な軸組等」第4項による軸組長さを確認する方法を用いる。まず、実測平面図を参考に各階の面積を求めたところ、1階の床面積(図5)は132.50㎡、2階の床面積(図6)は126.18㎡であり、延床面積は258.68㎡であった。それに、「地震力に対する床面積あたりの必要壁量」である係数(2階建ての2階：0.21m/㎡、2階建ての1階：0.33m/㎡)を乗じて計算したものが表3である。それによると、2階必要壁量長さは、X・Y方向共に26.50mであり、1階は43.73mであった。

一方で、風圧力に対する必要壁量を求め、地震力の際の必要壁量と比較する必要がある。この値は見附面積(各階の床高より1.35m上側の部分の面積)と風圧力に対する床面積当りの必要壁量0.5を掛け合わせたもので、結果は表4の通りである。2階X・Y方向の見附面積は35.82㎡と46.26㎡であり、その必要壁量は17.91mと23.13mであった。さらに、1階X・Y方向の見附面積は66.67㎡と84.71㎡で、その必要壁量は33.33mと42.35mである。いずれも算定した必要壁量が地震力のより下回っており、この建物は地震力に配慮すべきである。

次に本建物の存在壁量を求める。対象建物は築80年の伝統的木造家屋であり壁が塗厚60mmの土壁のため、無開口や非耐力壁の壁倍率については配慮が必要となる。年代毎の土壁の外壁・内壁については参考文献により、伝統的木造家屋の無開口耐力壁は、外壁・内壁共に壁倍率を1として存在壁量の評価を行なった⁹⁾。また、非耐力については、壁倍率0として考慮せずに評価している。その条件下で存在壁量を求めたところ、表5のような結果となった。

各階における存在壁量は、2階X方向が31.50m、2階Y方向が44.88m、1階X方向が30.45m、1階Y方向が26.80mとなっている。研究対象の1階の一部をシェアオフィスとして利用するために、未利用部分との境界に厚さ7.5mmの構造用合板1枚を、所定の釘と間隔で打ち付けて補強を行っている。補強長さとしては、X

方向において壁倍率2.5の壁が0.55mmと0.91mmが1箇所、1.82mmが2箇所となっている。それも含めて計算すると、1階のX方向の存在壁量が増加して44.70mmとなる。

判定としては、2階のX・Y方向と1階のX方向では壁量充足率が1以上で満たしていたが、1階のY方向では1未満であるという結果であった。そのため、4分割法を用いて壁配置のバランスを確認する必要があり、その結果を表6にまとめている。

まず、各平面図を4分割した面積を求め、壁量計算で不足していた1階に着目する。1階X方向の上側・下側は19.51㎡と26.88㎡であり、1階Y方向の左側・右側は38.18㎡と20.19㎡であった。それに、先述の係数を各方向毎に掛け合わせた結果は、1階X方向の上側から6.43m、8.87m、12.60m、6.66mとなった。存在壁量が5.45m、8.05m、12.30m、4.40mであるため、充足率はX方向上端部が0.85で下端部が0.91、Y方向左端部が0.98で、右端部が0.66となった。いずれも1未満であったので、壁率比をみると1階X方向が0.93で、1階Y方向が0.68であった。2階も同様に計算してみると、どの壁率比も0.5以上となっており、本建物が適合していることが明らかとなった。

今回の耐震診断では、本建物の主要構造部が土壁であるため、柱と柱頭・柱脚の接合方法を確認するN値計算は行っていない。土壁ではなく筋交い等を用いた木造の際にはN値計算と金物の検討も必要になる。また、壁量算定の際に無開口の土壁を壁倍率0.5にして、より不利な条件で検討をしたり、非耐力壁を考慮するといった限界耐力計算での安全性の検討も必要な場合もある。何れにせよ専門的な構造解析が求められるが、高度な構造計算を依頼して、設計費が高額になると、空き家の改修工事の自体の費用を圧迫する場合がある。それにより最終的に改修工事が行えないケースが生じるため、より簡易な安全性の検証が求められる。

表3 床面積（地震力）に対する必要壁量

階	方向	床面積 ㎡	乗じる 数値	必要壁量 長さm
2階	X	126.18	0.21	26.50
	Y			
1階	X	132.50	0.33	43.73
	Y			

表4 見附面積（風圧力）に対する必要壁量

階	方向	見附面積 ㎡	乗じる 数値	必要壁量 長さm
2階	X	35.82	0.5	17.91
	Y	46.26		23.13
1階	X	66.67	0.5	33.33
	Y	84.71		42.35

表5 壁量充足率の計算

階	方向	必要壁量		存在壁量	壁量充足率		判定
		地震力	風圧力		地震力	風圧力	
		C	F		G	H=G/C	
2階	X	26.50	17.91	31.50	1.19	1.76	○
	Y		23.13				
1階	X	43.73	33.33	44.70(30.45)	1.02	1.34	○(×)
	Y		42.35				

※括弧の数値は補強がない場合の値である。

表6 4分割法の計算結果

階	方向	床面積 ㎡	乗じる 数値	必要壁量 長さm	存在壁量 m	充足率	壁率比	判定
2階	X上	30.83	0.21	6.47	9.10	1.41	0.70	○
	X下	30.15		6.33	6.30	0.99		
2階	Y左	37.95	0.21	7.97	8.45	1.06	0.78	○
	Y右	23.13		4.86	6.60	1.36		
1階	X上	19.51	0.33	6.43	5.45	0.85	0.93	○
	X下	26.88		8.87	8.05	0.91		
1階	Y左	38.18	0.33	12.60	12.30	0.98	0.68	○
	Y右	20.19		6.66	4.40	0.66		

今回実施した壁量計算や壁率比の簡易な構造計算だけではなく、木造住宅倒壊解析ソフトウェアwallstat等の無料で公開されているツールで⁶⁾、耐震診断や構造耐震改修の方針の検討を行う必要がある(図7)。

研究対象の空き家のように壁量や壁率比が適合範囲であれば、更なる簡易な補強後に収容避難所や防災倉庫として活用できる可能性があると考えられる。現在シェアオフィスとして利用していない未利用部分が190㎡程あり、1人あたりの避難スペースをコロナ対応で4㎡としても40人程の収容が可能となる。また、今回は南側の玄関ホール側に空き地があり、その反対の北側は西福寺の駐車場があるため、災害時は支援物資の提供場所といった防災拠点としても利用が出来る。80年にも渡って倒壊せずに建ち続けており、築年数による劣化やその他の懸念事項もあるが、簡易な耐震改修を行って利用し続ける価値はあると考えられる。

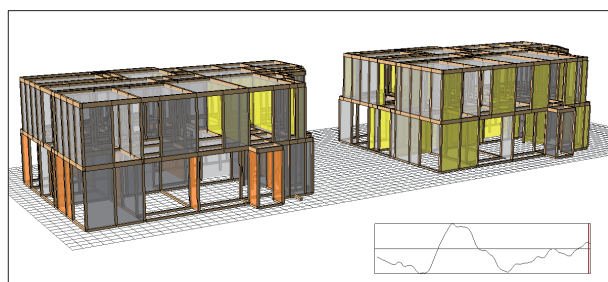


図7 wallstatによる補強前と補強後の比較検討
(著者作成) ※参考資料

5. 結論

本研究では、別府市の中でも特に鉄輪地区の空き家と避難所の現状を把握した。空き家については通常空き家もあるが、老朽空き家といった特定空き家になる危険性が高い事例も多く存在している。熊本地震のような大規模な災害が起きると避難経路を塞ぐような二次災害が生じる危険性が高く、対策を講じることが必要である。また、避難所については、一時避難所は鉄輪地区にあるものの徒歩圏内に収容避難所は無く、有事に避難が困難となる住民が出る危険性のあることが明らかになった。また、今回実測調査したa sideの敷地の周辺は、北側に西福寺の駐車場があり南面には空き地を有する。さらにその周辺建物を見ると、空き家の利活用が散見され、地上階道路側のスペースなどの限定的であるが、空き家の利活用の兆しが見られる。

そうした状況から今回実測調査した建物全体を避難所や備蓄倉庫として活用し、前面の空き地や裏面の駐車場を含めて、鉄輪の防災拠点の1つに出来る可能性があるだろう。しかし、その際に私有建物の公的利用について考慮する必要があり、課題として所有者の同意、耐震改修と防災設備の整備の3つが想定される。

まず所有者の同意についてであるが、今回の対象建築は別府市の出資する団体が関与しており、私有建物を公的に利用することの同意を得やすい状況にある。しかし、全て私的な資金で空き家の改修を行う場合には権利者の同意を得ることが困難になることが想定され、権利者、地域住民と行政の意識共有が必要となる。

また、耐震改修はコワーキングスペースの利用と共に2019年4月に実施済みだが、構造用合板で一部を補強するに留まり、大規模な耐震改修は未実施である。そのため、一部壁量の不足している部分があるが、壁率比の結果(表6)から全体のバランスが取れた比較的安全な建物であることが明らかになった。今後更なる耐震補強、接合部や経年劣化に対する安全性の確認を行うことで、一時的な避難所としての利用が可能になる。

最後に防災設備の整備については、今回その点の調査が未実施であり、引き続き同地区について、空き家の利活用の調査と共にを行う必要があり、今後の課題と考えている。今後の展望として、私有建物から公有建物への移行、耐震改修や防災設備の整備を伴う空き家の利活用が可能となる仕組みを提案していきたい。

謝辞：調査にご協力をいただいた家主様、コワーキングスペースa sideの運営会社のHOODの長谷川雄大様、設計を担当したYamaDesignの山崎真司様やNPO法人空き家サポートおおいた、そして一般社団法人 別府市産業連携・協働プラットフォーム B-biz LINKの皆様など、記して感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 大分県防災対策企画課：平成28年熊本地震検証報告書，大分県，pp.12-13, 2016.
- 2) 別府市都市計画課建築指導課：別府市空家等対策計画(本編)，別府市，pp.6-18, 2017.3.
- 3) 金度源,中林秀光,大窪健之：重要伝統的建造物群保存地区における公有建物と私有敷地の防災拠点化に関する調査研究—地域防災資源のデータベース構築と事例調査を通じて—, 歴史都市防災論文集,vol.14, pp.195-202, 2020.7.
- 4) 文化庁文化財第二課 文化的景観部門：各重要文化的景観の説明，文化庁，No.66，2012.9.
- 5) 西生健,野中悠貴,宮澤健二：木造住宅の耐震診断法に関する研究, その2 壁仕様の実態調査と建設年代モデル, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.171-172, 2003.9.
- 6) 中川貴文：大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発, 建築研究資料, 第128号, 2010.11.