

タイトル	地域財としての建築ストック：地域再生に資する空き家の診断・リノベーション技術に関する研究
著者	岡本，浩一；OKAMOTO, Koichi；足立，裕介；ADACHI, Yusuke；植松，武是；UEMATSU, Takeyoshi；高氏，秀則；TAKAUJI, Hidenori
引用	北海学園大学学園論集(181)：105-122
発行日	2020-03-25

地域財としての建築ストック

地域再生に資する空き家の診断・リノベーション技術に関する研究

岡 本 浩 一*・足 立 裕 介*
植 松 武 是*・高 氏 秀 則**

1 はじめに

近年、人口の減少や既存住宅の老朽化等に伴う空き家の増加と、適切な管理が行われなくなることによる安全性の低下、公衆衛生の悪化、景観の阻害等が大きな社会問題のひとつになっている。野村総合研究所によると、2033年に全国の空き家は2,000万戸におよび、実に10戸中3戸が空き家になると予測されている。この傾向は北海道も例外ではなく、むしろ札幌圏への一極集中や道外への人口流出等による道内各市町村の人口構成の歪みに起因する諸問題は他都府県よりも早くに顕在化・深刻化する傾向にあり、空き家問題に対しても喫緊の対応が迫られている。これに対し、北海道庁建設部は「空き家等対策に関する取り組み方針」を平成27年12月に策定し、空き家等の有効活用のための市町村への支援と道民への周知・啓発に取り組んでいるが、技術的課題も山積している。その中でも、北海道防寒住宅建設等促進法（1953年制定）によって推奨され、地域材として無尽蔵に蓄積されている火山灰を原材料とする補強コンクリートブロック（以下「CB」）造公営住宅への対応は道内特有の課題のひとつとなっている。北海道の高度経済成長期を支え、北海道特有の地域景観の構成要素でもあった、市町村が所有する補強CB造公営住宅の過半は築40年を超えようとしているが、長期活用に向けての効率的な耐久性・耐震性の評価技術は確立しておらず、用途変更を含むリノベーションの事例も乏しいため、逼迫した財政状況の中で有効な対応方法を見出せていないのが現状である。

本研究では、平成29年度に研究代表者らが補強CB造三角屋根住宅のリノベーションに取り組んだ実績がある沼田町を対象とし、空き家となっている補強CB造公営住宅のリノベーション推進プロジェクトを地域再生活動のひとつに位置付けてプロデュースし、具体的なリノベーション案を提示すると共にローコスト改修を実践し、地域再生への効果と技術的課題を分析する。更には、財政や専門職員が不足している地域行政でも実施可能な、経済的負担の少ない効率的な劣化・

*北海学園大学工学部建築学科

*Department of Architecture and Building Engineering, Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University

**北海学園大学工学部電子情報工学科

**Department of Electronics and Information Engineering, Faculty of Engineering, Hokkai-Gakuen University

耐震診断技術を構築し、道内建築ストックの良質化と長期活用を技術的に支援することを目指す。これらの具体的かつ実践的な研究成果をもって、地域再生の推進のための地域住民主体のリノベーション活動へと展開を図ることを研究の目的とする。

2 研究概要

沼田町内の補強CB造三角屋根住宅および空き家活用事例に関する資料を収集し、活用状況を把握するための現地調査を実施した。この調査結果と沼田町の意向も踏まえ、研究対象とする物件を絞り込んだ。絞り込んだ物件のリノベーション案を検討し、提案を関係者にプレゼンテーションした後、関係者の意見も参考に案をブラッシュアップして完成イメージを作成した。案の検討から完成イメージの作成および解体施工の各プロセスには、建築学科の学生が参画した。

リノベーション物件に関する調査は、2017年度と2018年度との両年度に、構造種別の違いに応じてそれぞれ実施した(表1)。対象物件の外観に基づく劣化診断を実施すると共に、画像処理による自動診断のための色情報の補正(環境光の影響抑制)を試みた(2018年度物件)。同時に、構造仕様を確認して耐震診断を実施した。以上の後に、解体・改修作業を進め、その中で構造仕様および材料劣化に係る詳細調査とCBのサンプリングを行い、材料強度試験を実施した(2017年度物件)。また、各種診断結果に基づき、材料学的及び構造学的見地からリノベーション内容の妥当性を検証し、必要に応じてリノベーション内容の改善を検討した。なお、協力が得られる可能な範囲で対象物件以外の診断調査も実施して診断精度向上のためのデータを蓄積した。本研究は、建築計画系・材料系・構造系・情報処理系の研究スタッフが連携して遂行した。

3 沼田町の概要

沼田町は、北海道の主な産炭地が連なる空知地方北端、内陸の旭川市と日本海沿岸の留萌市とのほぼ中間に位置する。炭鉱最盛期に2万人に迫った人口は、約3千人に減少し高齢化も進んでいる。町長のリーダーシップで、職員の意識改革とスキルアップ、ワークショップによる町民意

表1 リノベーション物件の概要と調査実施項目

リノベーション 実施物件		2017年度物件	2018年度物件
建物 概要	建築年	1960年	1963年
	構造	補強コンクリートブロック造	在来木造
	階数	平屋建・屋根裏利用	2階建
リ ノ ベ イ シ ョ ン 内 容	方針	沼田の魅力を実感する移住体験住宅	子育て世代が住みたくなる家
	設えの 特徴	外と内とを繋げる「土間」 人を繋げる「縁側」「掘りごたつ」	声や雰囲気伝わる「吹き抜け」 上下階の回遊「ジャングルジム」
調査実施項目		・充填コンクリート中性化測定 ・鉄筋腐食状況確認 ・外観調査	・目視による外壁劣化診断 ・画像による外壁劣化診断

見の発掘などを行い，コンパクトで持続可能なまちづくりを進める。また，町長の広い人脈を活かし，本州立地を含む複数の大学との交流といったソフト的取組みや，暮らしの安心センター（2017年度開設）検討段階への住民参加と山崎亮氏の召還，設計段階ではプロポーザルを経て古谷誠章氏が携わるといったハード整備の質的向上などに特色が見られる。2019年版住みたい田舎ランキング^{注1)}では，北海道内総合1位，全国総合11位（人口10万人未満）を獲得し，積極的なまちづくりの展開が実を結び始めている。

4 空き家リノベーションを通じた地域再生

1) 空き家リノベーション実施の経緯

沼田町は石狩沼田駅の半径500m圏内に生活利便施設や医療福祉・教育施設等を段階的に集約し，歩いて暮らせるまちづくりを進めている。リノベーション対象の空き家も当該圏内にある。

少子高齢・人口減少社会は，住み続けられる持続可能な地域の形成に様々な課題を生み，そのひとつに空き家の問題がある。沼田町も市街地を中心に約50棟が点在し，その取扱いは重要な課題である。2016年度当初，町長の発案で住民生活課に移住定住応援室が設置された。突如の設置で予算0円のなか，担当者らが室の存在と姿勢を庁内/町内に示すため行った取組みのひとつが空き家改修である。2016年度は，地域おこし協力隊員を含む男女4名が，空き家に共同生活しながら，DIYにより「移住定住相談ルーム」へと改修した。翌2017年度，担当者らは「建築を学ぶ学生」の存在に着眼し，庁内の他部局にあった北海学園大学との縁を見つけ，工学部建築学科の都市・住環境計画学研究室（岡本ゼミ）と接触した。同建築学科では，学生が得た知識について実感を伴って理解したり，発想を実現したりできる場がなく，岡本ゼミは貴重な機会と捉え参加した。この企画が様々な課題解決や出会いを経験できる場であると，参加学生の声を通じて実感し，2018年度も企画に継続参加した。この活動は沼田町と本学との連携協定の契機になった。

2) 空き家リノベーションのテーマ設定

少子高齢・人口減少の抑制に貢献すべく，まちなか暮らしを魅力と捉え「子育て世代が住みたい家」をテーマにした。移住希望者の疑問や移住者の実感，町の実情などを踏まえ，移住定住応援室から「子育て世代が住みたくなる家」という改修の方向性が示された。これをもとに，改修内容の立案に参加した学生らは，家のどこにいても家族同士が存在を感じられ，子どもが友だちに自慢したくなる楽しい空間をテーマに設定した。その実現に向



図1 沼田町の位置

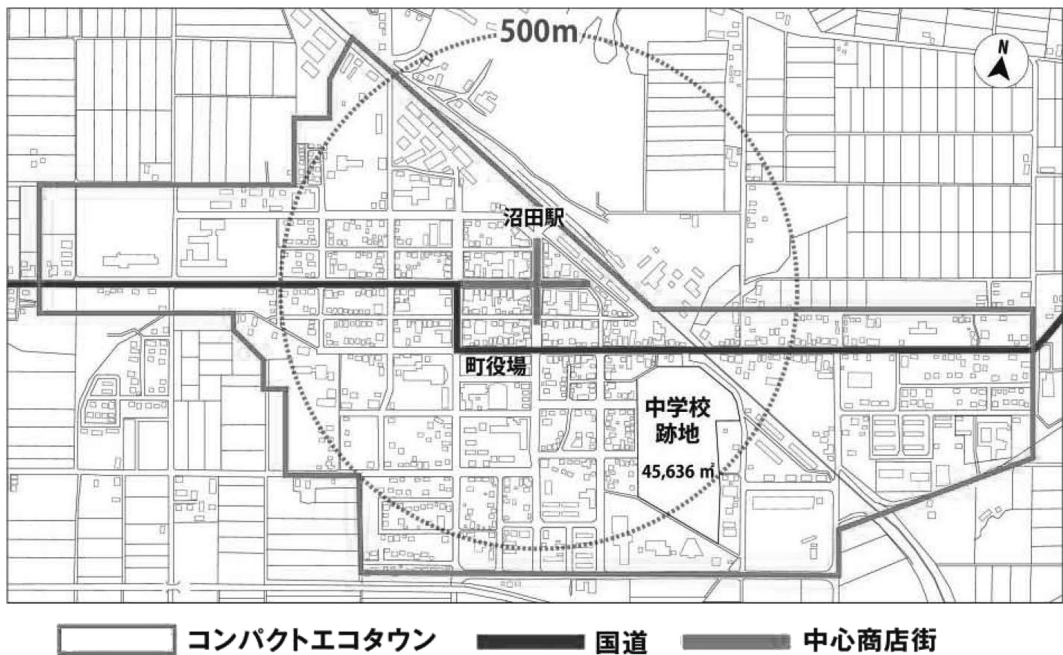


図2 沼田町の市街地^{注2)}

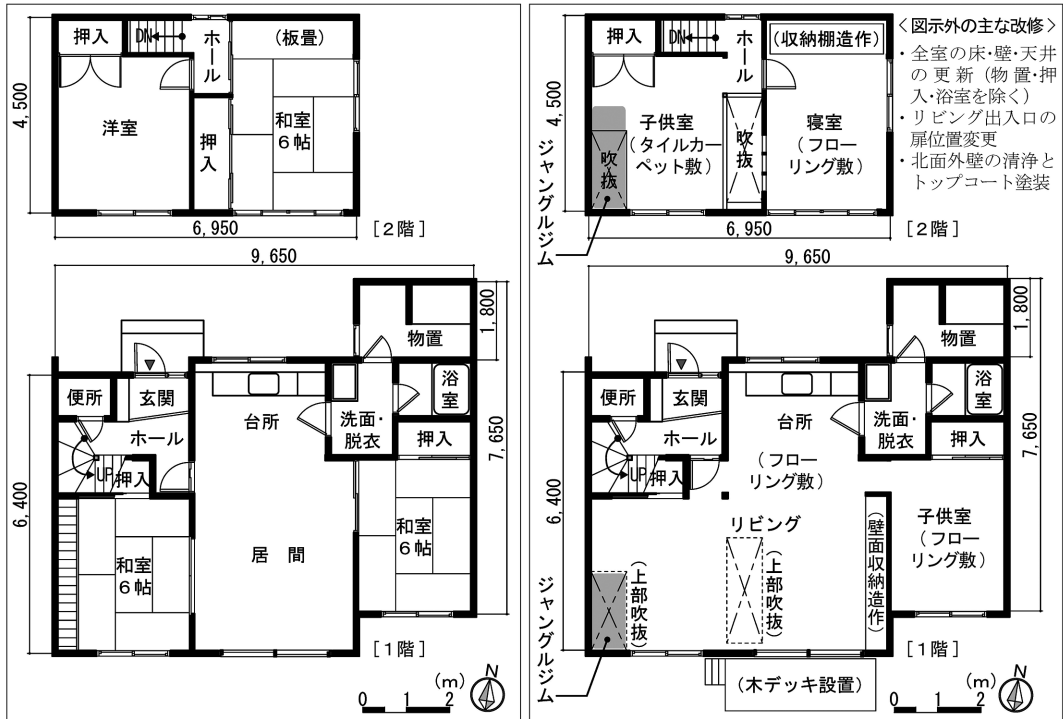


図3 リノベーション物件の各階平面図 (左: 従前。右: 従後)

けて「階段以外の上下動線」を発想した。2箇所の吹抜けを設け、壁沿いの1箇所には上下階を貫通するジャングルジムを設置した。子どもが成長した後は、板を渡して壁面収納に転用できる。計3室あった和室は全てフローリングを敷き、居間隣接の和室は袖壁を撤去して広いリビングとした。

当初案では、台形の吹抜けで上り下りに梯子を用いる案であったが、梁の位置、2階居室の使いにくさ、梯子から落下するリスクなどの課題について、筆者らが指摘したり学生らが気づいたりして修正した。改修は天井・壁・床の更新を主とし、施工が容易な材料を用いた。

3) 空き家リノベーションがもたらす効果

既存物件のリノベーションでは、構想・計画の実現にあたり、主に構造に起因する各種制約の解決や、設計演習では検討できない細部の収まり等を、地元技術者との意見交換を経て決める必要がある。これらの経験は、「知識」を「理解」へと深めた。また、地域伝統の祭りへの参加、移住者が手がけた物件や地域の暮らしを支える施設の見学、まちづくりに対する町長や担当者らの思いに触れるなど、キャンパスでの日々では気づかない多様な事柄について、自ら感じ考える機会も得られた。リノベーション活動に関係する場面毎の参加状況は、表2の通りである。

リノベーション活動に参加した学生を対象に、アンケート調査を実施した。リノベーション最終日翌日から約2週間かけて、参加した学生に回答の協力をお願いした。アンケートは、グーグルフォームを利用して作成し、パソコンやスマートフォンから都合のよいとき・場所で簡単に答えられるよう配慮した。参加実人数49名に対して44名から回答が得られ、回答率は89%となる。多様な設問を用意したなかから、本稿では「リノベーション活動に参加したことの意味」に関する集計結果に着目する（表3、有効回答数42）。学生の身近な事柄から地域目線まで、段階的に7つの項目を設定し、それぞれについて「意味があった」と思うかどうかを、「そう思う」「まあそう思う」「どちらともいえない」「あまりそう思わない」「そう思わない」の5段階で回答しても

表2 2018年度リノベーション活動参加者数

		事前調査		提案 説明会	リノベーション作業				参加者 累計	参加 実人数	割合 (対在籍)
		1 回目	2 回目		1 巡目	2 巡目	3 巡目	4 巡目			
学生計 (全体計)		8 (11)	15 (18)	16 (18)	19 (22)	23 (26)	21 (24)	24 (29)	125 (147)	49 (57)	15%
内 訳	4 年生	3	8	11	11	8	12	13	66	23	24%
	3 年生	4	0	0	5	6	6	7	28	13	15%
	2 年生	1	2	1	1	4	3	4	16	6	8%
	1 年生	0	4	4	2	5	0	0	15	7	9%
	教員	3	3	2	2	2	2	3	17	6	－
	一般 OB	0	0	0	1	1	1	2	5	2	－

表3 リノベーション活動に参加したことの意味

n=42	項目	そう思う	まあそう 思う	どちらとも いえない	あまりそう 思わない	そう 思わない
経験	学生自らが考えた空間を自分たちの手で実現することに意味があった	33%	43%	17%	7%	0%
	大学キャンパスでは出来ない現場での作業経験に意味があった	69%	24%	7%	0%	0%
	就職前に実物の建築と向きあう経験ができることに意味があった	57%	33%	10%	0%	0%
協働・ 交流	ゼミや学年を超えて学生同士が協働することに意味があった	58%	26%	14%	2%	0%
	現役の大工や建築士等の技術者と交流することに意味があった	43%	38%	17%	2%	0%
社会問題 との接点	地方小都市のまちづくり活動の一端を実体験することに意味があった	43%	36%	19%	2%	0%
	空き家という社会問題解決を目指す活動のひとつに参加できることに意味があった	36%	50%	14%	0%	0%

らった。ここでは、「そう思う」と「まあそう思う」とを合わせて肯定的な認識と捉えて考察を進める。

学生のうちにできた経験として、「学生自らが考えた空間を自分たちの手で実現することに意味があった（以下 空間実現）」と肯定的に捉えた学生の割合は76%、「大学キャンパスでは出来ない現場での作業経験に意味があった（以下 現場作業）」は93%、「就職前に実物の建築と向きあう経験ができることに意味があった（以下 実物対峙）」は90%となった。なかでも現場作業では約7割、実物対峙では約6割の学生が「そう思う」を選び、半数を優に超える結果となった。建築学科所属ではあるものの、実物を手がけることがないカリキュラムのなかで、その経験の貴重さが認識されている。

リノベーション活動を介した交流・協働の側面として、「ゼミや学年を超えて学生同士が協働することに意味があった（以下 学生協働）」と肯定的に捉えた学生の割合は84%、「現役の大工や建築士等の技術者と交流することに意味があった（以下 技術者交流）」は81%となり、どちらも8割を超えた。なかでも学生協働は、「そう思う」が約6割に達した。地元で活躍する現役の大工や建築士は、仕事の都合からリノベーション物件に常駐はできなかった。そのため、指導を受けたり意見交換ができた学生は全てではない。従って、「そう思う」の割合が約4割、「どちらでもない」が17%、「あまりそう思わない」が2%見られる結果になったと考えられる。いずれにせよ、学生同士の協働や現役技術者との交流には、8割にのぼる多くの学生が意味を感じたことは重要な効果と考えられる。

社会問題との接点として、「地方小都市のまちづくり活動の一端を実体験することに意味があっ

た（以下 まちづくり体験）」と肯定的に捉えた学生の割合は79%、「空き家という社会問題の解決を目指す活動のひとつに参加できることに意味があった」は86%となった。どちらも、学生にとって身近な視点とは言えない項目である。それでも8割前後が肯定的に捉える結果となった。講義や報道などを通じて、社会問題に対する認識は持っているものの、自らの行動が解決の一端を担いかつ一助となったと認識している。単に、リノベーションを実体験できる機会として個人の尺度だけで捉えるのではなく、広い視野を得るきっかけになったと考えられる。また、7つの項目すべてで「そう思わない」は0%となり、「あまりそう思わない」も7%が空間実現の1項目、2%が学生協働・技術者交流・まちづくり体験の3項目に留まっている。さらに、「どちらともいえない」も7つの項目すべてで2割に届かない結果となった。このことから、学生は、身近な事柄から地域目線まで多様な尺度で、リノベーションの経験に意味を見出した様子がわかる。

一方、リノベーションをサポートした役場職員や地元技術者へのヒアリングを実施し、リノベーション活動の意味について尋ねた。ヒアリングに協力いただいたのは、役場職員2名、地域おこし協力隊1名、地元技術者2名の計5名である。様々な視点から惜しみなくお話をくださった。要点は、「現時点の学生の経験」、「学生の就職後の成長」、「沼田暮らしと地域文化の実体験」、「コミュニケーションの重要性」、「広義の沼田町PRと展望」の5点に整理することができる（表4）。

4）空き家リノベーションを通じた地域再生に関するまとめ

学生参加による空き家リノベーションの関係は図4のように表すことができる。

a) 地域と大学が連携するまちづくりの特徴

学生が単に試行錯誤で現場作業を実践するのではなく、地元技術者による指導・支援や地域の方々からの応援あるいは伝統行事への参加など現場内外で多様な交流の機会を手にした。学生は現場作業の留意事項や技術に加えて、地域の魅力と実情を認識した。また、地元関係者からは、学生に対して現場経験に基づくリアルタイムの成長のみならず、長期的な視点に立った沼田町のPRへの期待までも含んでこの機会を活かそうとする姿勢が明らかになった。

b) 現場経験と知識との関係

講義や演習で得た知識は、現場経験を通じて手応えとともに参加学生に定着した。建物全般に関する知識だけでなく、各種の工具使用方法や具体的な施工・組付方法あるいは安全意識など、現場ならではの知識と経験を得ることができた。

c) 現場を介したまちづくり活動の影響

計19日間の滞在は、リノベーション活動ならではの環境である。地元技術者との現場での課題解決は、学生が身を以て知識を確かめ、経験を吸収できる場となった。加えて、作業の応援に訪れる町長や地元営農者や移住体験中の方との交流、歴史ある祭の準備や当日の参加を通じた地域交流は、学生と同時に地域の方も地域のことを改めて考える機会になったと考えられる。

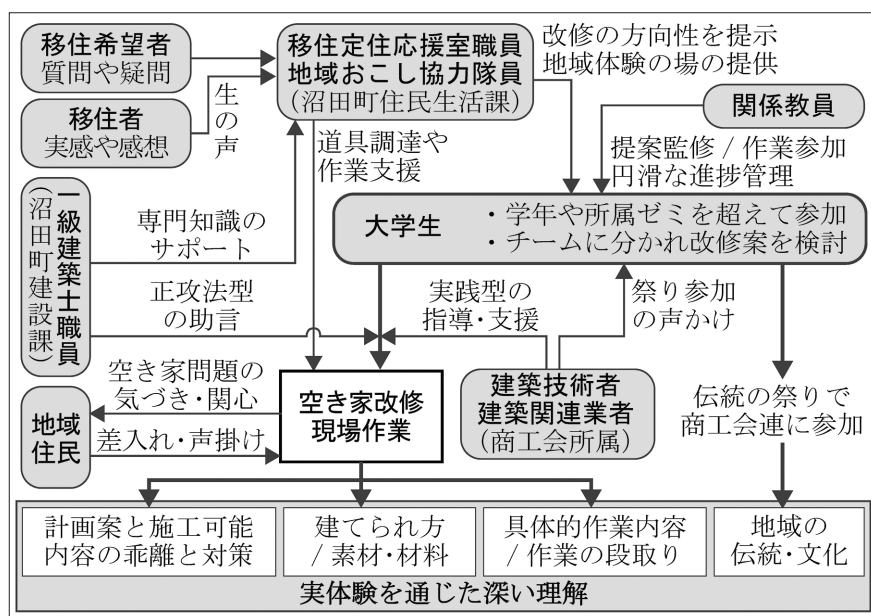


図4 学生参加による空き家リノベーションの関係図

5 既存補強コンクリートブロック造建築物の耐久性および耐震性に関する検討

1) 研究の背景及び目的

北海道では、昭和28年に制定された「北海道防寒住宅建設等促進法」により、防寒および防火性に優れた住宅の研究が進められた結果、道内に広く大量に存在する火山礫を利用したコンクリートブロックを主要構造に使ったブロック住宅が開発された。これらは以前の住宅に比べて気密性が高く暖かい、また防火性にすぐれた住宅として、昭和30年代から50年代にかけて公営住宅等として大量に建設されてきた¹⁾。

また、時を同じくして、セラミックブロックは昭和38年に野幌で本格的な生産が始まり、昭和42年頃から公営住宅等に使われるようになった²⁾。

これらは現役で公共施設として利用されている建物も多く³⁾、またリノベーション等によって今後さらに長期利用されていく可能性もあることから、建物の耐震性や耐久性、劣化状況等を把握していくことが必要である。そこで、(一社)北海道建築技術協会では、CB造耐震診断規準及び補強法検討委員会(h24.6~h27.3)を立ち上げ、その診断規準を作成している³⁾。しかし、それらの既存建築物を対象とした調査研究はそれほど多く実施されておらず⁴⁾⁵⁾、できる限り蓄積していく必要があると考えている。

本研究では、2017年度にリノベーションを実施した補強コンクリートブロック造建築物および空き家となっていた補強セラミックブロック造建築物の調査を実施している。

表4 ヒアリングを通じたリノベーション活動に対する地元関係者の視点整理

視点	発言者	コメント要旨
現時点の学生の経験	役場職員1	地域の方からお話を聞いて、設計内容を考えるような仕立ても必要かも知れない。
	役場職員2	学生のうちでは簡単に経験できない現場作業を実体験してほしい。
		綺麗な仕上がりを期待しているわけではない。建築学科の学生として教室で勉強してきたことを、実際の建物で確かめてほしい。
	技術者1	学生のうちに現場経験ができることは大切だと思っている。 新築現場の見学を提案して見てもらったのは、職人さんの技を直接目にすることや、建て方を見てリノベーションの現場にフィードバックしてもらえたらよかったと思っていた。
学生の就職後の成長	協力隊員	自分の仕事や役割だけでなく取組みの全体像を把握して、全体のなかでの自分の位置づけや周りとの役割分担を理解した上で活躍できる人材に成長してほしい。
	役場職員2	先を見た仕事の組み立てや計画の大切さを実感してほしい。
	技術者1	お客さんの為にリノベーションという作業をした経験は本来社会に出てから得られるものだが、それをこのタイミングで得られたのだから今後活かして欲しい。
	技術者2	失敗を怖がらずに失敗を通じて成長してほしい。そのくらいの方が実社会では本当に成長すると思う。
沼田暮らしと地域文化の実体験	役場職員1	地元技術者の人たちから知恵や方法を学ぶだけではなく、まちの日常場面が話題に出るような雑談もできたらよかった。沼田での生活を想像できる機会にもできたはず。 リノベーション物件単体から広がって、地域まちづくりのフィールドでも沼田や町民と関わりをもってほしい。
	役場職員2	伝統あるお祭りに参加することに加えて、散歩している高齢者がふらりと訪れる場面なども含めて、地域の人たちと交流してほしい。
	技術者2	お祭りを通じて地元商工会の面々は、学生をお客さんではなく仲間として認めていたのは明らか。
コミュニケーションの重要性	協力隊員	様々な人の繋がりや役割分担があって営まれている社会の仕組みを、リノベーションの作業を通じて少しでも実感してほしい。
		個人的に身構える性格だけど作業を通じて相談などしていく毎にコミュニケーションが深まった。そこから自らの大学時代の経験を元に就活の話などが出来るようになってきた
	技術者2	工期厳守は当然大切だが、現場の雰囲気や和ませつつ順調に進めていくことの大切さを感じてほしい。現場監督を担当する学生は、作業に参加してはいけない。 お祭りも現場もどちらもコミュニケーションが大切なのは変わらない。切り分けて考えるの方が不適切だと思う。
広義の沼田町PRと展望	役場職員1	就職して社会に出ていった学生たちの口から「沼田」という言葉が出ることで、沼田を知らない人たちにも広がってほしい。
		将来的には、北海学園大学生がまちで繰り広げる様々な取組みのなかのひとつにリノベーションが含まれる構造を目指していきたい。
	役場職員2	沼田町に來なかったら知ることがなかったかも知れないので、そもそも沼田町を知ってほしい。
	技術者2	面白い人間がいるという沼田の魅力を知ってほしい。



写真1 東面全景



写真2 南面全景



写真3 西面全景



写真4 北面全景

ここでは、リノベーションを実施した補強コンクリートブロック造建築物の耐震性および耐久性について報告を行う。

2) 調査対象および調査概要

調査対象建築物は沼田町役場に隣接する地上2階建の補強コンクリートブロック造建築物である。竣工は昭和52年であり、外壁は塗装仕上げとなっている。調査概要を表5に示す。これらは文献3) 6) 7) を参考にしながら決定した。

3) 調査結果

a) 耐久性に係る調査／充填コンクリートの中性化測定および鉄筋腐食状況確認

調査結果を表6に示す。コンクリートブロックの充填材はモルタルであることが多いが、この建築物ではコンクリートが使用されていた。

中性化は床下換気口上部のS2は換気等の影響を受け、他の調査箇所よりも早く進行したもの

表 5 調査概要

調査項目		概要
耐久性に係る調査	充填モルタルの中性化測定および鉄筋腐食状況確認	コンクリートブロック目地の一部を研って鉄筋を露出させ、その腐食状況を確認するとともに、充填モルタルの中性化状況を確認する。手順等は文献 6) を参考にした。また、鉄筋腐食状況の評価は文献 8) に準拠した。調査は 4 か所（図 2 参照）にて実施した。
耐震性に係る調査	外観調査	構造性能に大きく影響を及ぼす劣化や地盤沈下による損傷等を文献 3) に準じて確認する。

表 6 調査結果

記号	位置	鉄筋種別	鉄筋の腐食グレード	鉄筋のかぶり厚さ (mm)	充填コンクリートの中性化深さ (mm)
E1	一般壁	$\phi 9$	Ⅱ	13	0
E2	一般壁	$\phi 9$	Ⅱ	20	15
S1	開口下端部	$\phi 13$	Ⅲ	0	0
S2	開口下部	$\phi 13$	Ⅳ	0	全断面

と推察された（写真 5）。E1, E2 は一般的な壁部分, S1 は開口端部であるが、中性化深さはそれぞれ 0, 15, 0 mm であった。

鉄筋の腐食グレードは、中性化深さが鉄筋のかぶり厚さまで到達していない E1, E2 ではⅡと軽微な腐食となっているが、鉄筋のかぶり厚さが全くない、即ち、施工時に鉄筋が孔の中心に配筋されず、孔の側面に寄った状態で施工されている場合は、構造性能に影響を及ぼすグレードⅢ, Ⅳの腐食状況であった（写真 6）。また、これらは開口下部であるため、開口廻りからシーリング等の劣化によって浸入した雨水等が影響している可能性もある。



写真 5 換気口上部に露出する鉄筋 (S2)



写真 6 ブロック孔側面に寄って配筋された鉄筋。コンクリートは中性化していない（濃灰色）が、ブロックと鉄筋の隙間に充填されていないため、腐食している。

以上より、例え中性化が進行しにくい充填材を使用していても、施工において鉄筋がかぶり厚さを十分にとれる孔の中心に配筋されていなければ、鉄筋の腐食が進行してしまう可能性があること、開口廻りでは、シーリング等の防水材の劣化によって腐食が進行してしまう可能性があることが示唆された。

b) 耐震性に係る調査／外観調査

外観を確認した結果、塗装の剥がれといった外装材の劣化が確認された程度であり、不同沈下によるひび割れ等は確認されなかった。

c) 耐震性に係る調査／耐震性の判定

表 7 に文献 3) の簡易診断による耐震性の判定結果を示す。本建築物は床面積 46.37 m^2 (X 方向 7.28 m , Y 方向 6.37 m) の矩形平面を有しており、南面と北面に開口部が多いため、Y 方向と比較して X 方向の壁量が小さくなっている。耐力壁の厚さは最小値 (150 mm)、ブロック種別は最も弱い北海道旧 A 種に仮定し、安全側の計算を行っている。なお、本建築物は北海道に多く見られる中 2 階形式の三角屋根補強コンクリートブロック造住宅であり、中 2 階の妻壁は写真 7 に示す通りコンクリートブロック造であった。壁上部はコンクリートで抑えられていた。これらの面外方向への転倒については通常の補強筋量が確保され、補強筋の上下端部の定着に問題がなければ十分な耐力が確保できることが文献 3) に示されていることから計算を省略した。

表 7 耐震性の判定結果

評価項目	評価方法・分類					
壁厚・壁量 G_1	Z	地震地域係数 Z 0.9				
	t	耐力壁の厚さ t_1 $150 \text{ mm}/190 \text{ mm} = 0.79$				
	l(mm)	1 階	耐力壁の総長さ 床面積	梁間方向 床面積	l_{x1} 6540 mm , S_1 46.37 m^2	桁行方向 l_{y1} 9850 mm
	$\Sigma S_1(\text{m}^2)$	延床面積 $\Sigma S_1 = 46.37 \text{ m}^2$				
	L_n (mm/m ²)		C 種	B 種又は 旧 JIS の C 種	A 種又は 旧 JIS の B 種	北海道旧 A 種
		平屋	45	55	60	70
	$G_1 = \frac{t}{S_1} \cdot \frac{0.79 \times \min(l_{x1}, l_{y1})}{46.37 \text{ m}^2 \times L_{n(1 \text{ 階})}} \cdot \frac{6540 \text{ mm}}{70 \times Z} \cdot \frac{1}{0.9} = 1.77$					
積雪 G_2	$G_2 = 1 / \{1 + 0.0875 \times \text{鉛直積雪深さ} \cdot 2.1 \text{ m} \times \frac{S_1}{\Sigma S_1} \cdot \frac{46.37 \text{ m}^2}{46.37 \text{ m}^2}\} = 0.84$					
総合評点	総合評点 = 壁厚・壁量 G_1 $1.77 \times$ 積雪 G_2 $0.84 \times 0.9 = 1.344$					
上部構造 の判定	1.0 ≤ 総合評点			総合評点 < 1.0		
	現行規準が要求している構造性能とほぼ同程度の構造性能を有している。			現行規準が要求している構造性能を満たしていない可能性が高い。早急に詳細診断を実施することが望ましい。		

結果として、総合評点は1.0を超えたことから、現行規準が要求している構造性能とほぼ同程度の構造性能を有していると判定された。

なお、本診断法は、構造性能に影響を及ぼす劣化が著しく進んでいると判断された建物は適用対象とはしないこととしており、各種耐震診断基準における係数を考慮して、各種劣化による構造性能の低下を1割見込んだうえで（総合評点において0.9をかけて）総合評点を算出している。



写真7 中2階妻壁の状況

ここでは、鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準⁹⁾における経年指標集計表（2次診断）を用いて、経年指標を算出する。その算出結果を表8に示す。

耐久性調査の結果から、開口下部における著しい鉄筋腐食や中性化の進行、かぶり厚さ不足などが指摘されたことから、これらに関する指標を最も厳しく評価した結果、経年指標は0.693となった。この係数を用いて総合評点を計算しなおすと、1.035となる。

これより、例え劣化がかなり進行していたとしても、十分な耐震性を有している状況であることがわかる。

4) 耐久性および耐震性の検討に関するまとめ

- ・コンクリートブロック壁中の鉄筋はブロック孔側面に寄って配置される場合、腐食が進行しやすくなるため、施工時に十分に注意する必要がある。また、開口付近では、劣化部からの水の浸入により腐食が促進される可能性が示唆された。

- ・本建築物を文献3)に記載される簡易診断にて耐震性を評価した結果、「現行基準が要求している構造性能とほぼ同程度の構造性能を有している」と判定された。

6 画像処理技術による空き家の劣化診断の検討

従来、外壁等の劣化診断では、技術者が劣化の目視確認と写真撮影を行い、それらを図面に手書で整理する方法が採られている。この方法では技術者の経験や技量等により調査結果が変わる可能性があるため、定量的かつ視覚的に理解しやすい整理法が求められる。そこで本研究では画像処理による自動化技術に着目し、劣化診断に対する適用性の検討を行った。まず、撮影時の環境光の影響を抑制するためカラーチャートを利用した色補正処理を導入した。次に、人間の視覚特性を基に考案された顕著性マップ(Saliency Map)¹⁰⁾を利用し、外観に基づく劣化診断を試みた。

本研究では空き家外壁のひび割れを検出対象とし、検出したひび割れ部分を元画像に合成表示

表 8 経年指標集計表 (2 次診断) ⁹⁾

項目		構造ひび割れ・変形			変質・老朽化		
		a	b	c	a	b	c
		程度	1. 不同沈下に関するひび割れ	1. 2次部材に支障をきたしているスラブ、梁の変形	1. a, b には該当しない軽微な構造ひび割れ	1. 鉄筋さびによるコンクリートの膨張ひび割れ	1. 雨水、漏水による鉄筋さびの溶け出し
範囲	2. 誰でも肉眼で認められる梁、壁、柱のせん断ひび割れ、または斜めひび割れ		2. 離れると肉眼で認められない梁、壁、柱のせん断ひび割れ、または斜めひび割れ	2. a, b には該当しないスラブ、梁のたわみ	2. 鉄筋の腐食 3. 火災によるコンクリートのはだわれ	2. コンクリートの鉄筋位置までの中性化または同等の材齢	2. 仕上げ材の軽微な剥落または老朽化
	部位		3. 離れても肉眼で認められる梁、柱の曲げひび割れ、または垂直ひび割れ		4. 化学薬品等によるコンクリートの変質	3. 仕上げ材の著しい剥落	
Ⅰ 床小梁を含む	①総床数の1/3以上	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	②同上1/3～1/9	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	③同上1/9未満	0.002	0.001	0	0.002	0.001	0
	④同上0 ^{注)}	0	0	0	0	0	0
Ⅱ 大梁	①建物1方向につき総部材数の1/3以上	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	②同上1/3～1/9	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	③同上1/9未満	0.006	0.002	0	0.006	0.002	0
	④同上0 ^{注)}	0	0	0	0	0	0
Ⅲ 壁・柱	①総部材数の1/3以上	0.15	0.045	0.011	0.15	0.045	0.011
	②同上1/3～1/9	0.05	0.015	0.004	0.05	0.015	0.004
	③同上1/9未満	0.017	0.005	0.001	0.017	0.005	0.001
	④同上0 ^{注)}	0	0	0	0	0	0
減点数	小計	0.025	0.008	0.001	0.217	0.065	0.001
集計欄	合計	0.034			0.283		
この階の経年指標							0.693

注) ④は面積・総部材が 0 のもので、建物の保全状態がきわめて良好と認められるもの



写真8 空き家壁面のひび割れ部分とカラーチャート



写真9 カラーチャートを利用した色補正画像

することで視覚的に理解しやすい表示方法を実現する。屋外での撮影においては天候による環境光の違いが誤検出要因のひとつとなる。そこで、照明条件が異なる環境においても安定した検出・表示を実現するための前処理として、カラーチャートを利用した画像の色補正を行う。写真8に実験対象のひび割れ部分と色補正処理に利用したカラーチャート（マクベスチャート）を示す。写真9に白色点推定¹¹⁾を利用した色補正画像を示す。

顕著性マップの導出には環境光の影響を抑制した色補正画像を利用する。図5に検出対象領域のみを切り出した元画像、図6に色補正画像、図7に顕著性マップを示す。顕著性マップは画像中で人間が注目しやすい領域をより明るく表示した画像であり、本実験においては、明るい領域がひび割れとして検出された部分に対応する。図8は顕著性マップと元画像を合成した結果である。

実験の結果から幅が狭いひび割れの未検出や細かな誤検出部位が残るものの、およそそのひび割れ部分の自動検出とその視覚化が実現できていることが分かる。今後の課題は、独自の画像特徴量を設計し、顕著性マップと併用することで更なる検出精度向上を実現すると共に、目視による外壁劣化診断結果と画像処理による診断結果を照合し、自動劣化診断技術の精度を検証することである。

7 む す び

1) 空き家リノベーションを通じた地域再生

沼田町は石狩沼田駅の半径 500 m 圏内に生活利便施設や医療福祉・教育施設等を段階的に集約し、歩いて暮らせるまちづくりを進めている。リノベーション対象の空き家も当該圏内にある。

少子高齢・人口減少の抑制に貢献すべく、まちなか暮らしを魅力と捉え「子育て世代が住みたい家」をテーマにした。改修は天井・壁・床の更新を主とし、施工が容易な材料を用いた。協力学生約 50 名が施工し、専門技術者の品質には及ばないが、子育て世帯から町役場に購入希望が寄

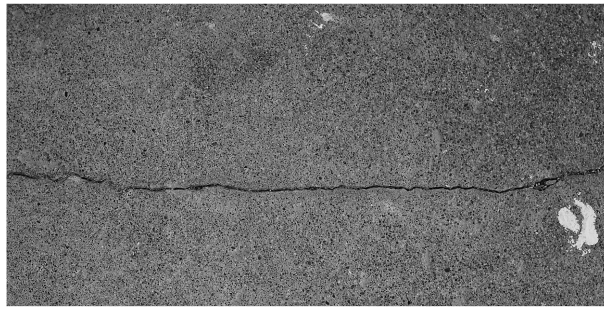


図5 元画像（ひび割れ部分：反時計回りに90度回転）

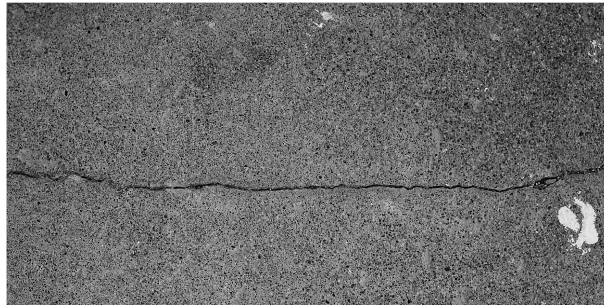


図6 色補正画像

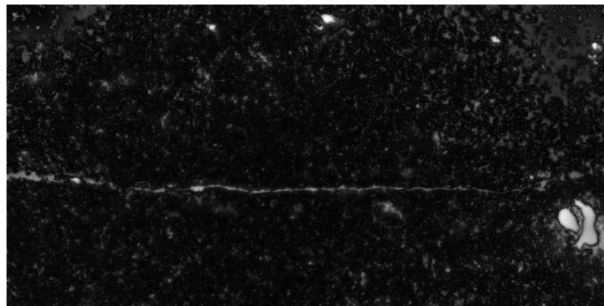


図7 顕著性マップ

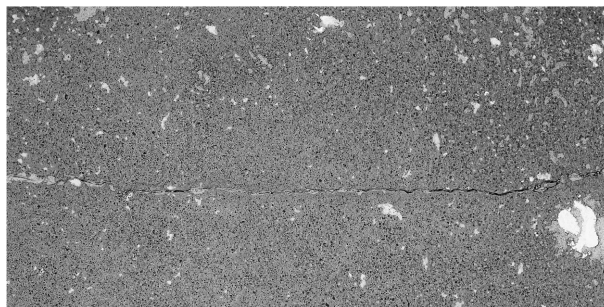


図8 元画像と検出部位の合成結果

せられている。まちの現状と将来を見据えた適切なテーマに基づく空き家リノベーションは、多様な人々の繋がりを生む場にもなることが明らかになった。

参加した学生は、自らがリノベーションの現場に参加する経験の貴重さを感じるだけでなく、地域の伝統文化や地方小都市の課題に自らが関わった意味を肯定的に捉えていた。実物の建物を相手に実体験を通じて得られることの幅の広さや多面性が明らかになった。一方、地元関係者にとって、空き家リノベーションの完成は大切な成果のひとつである。しかし、大切なこととしては更に広い視野を見渡している。リノベーション活動を通じた学生の成長はもとより、参加した学生が地元関係者と築く人と人との関係、地域の魅力や暮らしを垣間見る経験、お祭りなどへの参加を通じた町民との出会い・触れあいも大切な成果と捉えている。さらに長期的な視点でも、参加した学生が将来の何かの場面で「沼田町」を話題にのせることを通じ、町の認知が広がる可能性をも期待している。地域の再生は、一朝一夕に実現するものではない。沼田町では、空き家リノベーション活動自体の意味からそれをきっかけとする将来的な広がりや展開まで、「まちを知ってもらう」という明確なビジョンのもと、広い視野を持ち長い時間を意識しながら取組む姿勢を大切にしている。

2) 空き家物件等を利用した劣化・耐震診断技術の構築

従来、外壁等の劣化診断では、技術者が劣化の目視確認と写真撮影を行い、それらを図面に手書で整理する方法が採られている。この方法では技術者の経験や技量等により調査結果が変わる可能性があるため、定量的かつ視覚的に理解しやすい整理法が求められる。そこで本研究では画像処理による自動化技術に着目し、劣化診断に対する適用性の検討を行った。

まず、撮影時の環境光の影響を抑制するためカラーマーカを利用し色補正処理を導入した。次に、人間の視覚特性を基に考案された顕著性マップ (Saliency Map) を画像処理技術に導入し、外観に基づく劣化診断を試みた。その結果、誤検出・未検出部位は残るが、劣化部の自動検出とその視覚化を実現できた。

注

- 1) 出典：宝島社，田舎暮らしの本，2019.02.03 発行
- 2) 出典：沼田町 2018 年つながる展覧会パネル（沼田町提供）

参考文献

- 1) 長谷川雅浩：ランチタイムセミナー第 26 回住宅の歴史，地方独立行政法人北海道立総合研究機構 ホームページ，https://www.hro.or.jp/info_headquarters/event/lunch/26.html
- 2) 浮田富雄：北海道とメーソンリー建築，メーソンリー NEWS，NO-01，pp.4-6，1987.1.1
- 3) 北海道建築技術協会：CB 造耐震診断規準及び補強法検討委員会報告書，2015.3

- 4) 中村拓郎, 植松武是, 吉野利幸: 築後 30 年以上経過した補強セラミックブロック造建築物の材料劣化調査, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.1417-1418, 2013.8
- 5) ADACHI Yusuke, UEMATSU Takeyoshi: INVESTIGATIONS INTO DETERIORATION STATES OF THE EXISTING REINFORCED HOLLOW UNIT CONCRETE MASONRY STRUCTURES WHICH 48 YEARS PASSED AFTER CONSTRUCTION, The 11th International on Performance Improvement of Concrete for Long life span Structure, Aug. pp. 28-29, 2017
- 6) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構北方建築総合研究所: 補強セラミックブロック造建築物の材料劣化調査補法に関する調査研究, 調査研究報告 RESEARCH REPORT, 2013.3
- 7) 既存鉄筋コンクリート造・鉄骨造・木造・補強コンクリートブロック造学校建物の耐力度測定方法編集委員会編: 既存補強コンクリートブロック造学校建物の耐力度測定方法, 第一法規, 1983.9
- 8) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説, p.44, 1997.1
- 9) 国土交通省住宅局建築指導課監修: 2001 年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準同解説, (一社) 日本建築防災協会, p.160, 2001
- 10) L. Itti, C. Koch, and E. Niebur: a model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis, IEEE Trans. on PAMI, Vol.20, No.11, pp. 1254-1259, 1998.
- 11) 田島譲二: Color Constancy と画像からの光源色推定, 画像電子学会誌, Vol.38, No.4, pp.503-511, 2009.