

農家住宅納屋の学童保育施設への再生プロセス

- 下関市社協児童クラブ「つばめの家」の改修設計 -

CONVERSION PROCESS OF FARMER'S BARN TO THE SCHOOLCHILD CARE FACILITY

- Improvement design of the schoolchild clubhouse "TUBAMENOIE" managed
by Shimonoseki city social welfare conference -

中園 真人*, 丸橋 奈々子**, 山本 幸子**, 稲井 栄一*

Mahito NAKAZONO, Nanako MARUBASHI, Sachiko YAMAMOTO
and Eiichi INAI

The authors had an opportunity to take part in the project of regenerating the traditional wooden barn to schoolchild clubhouse, and made the master plan and executive design. The earthquake-resistant capacity was lower than safety standard as the result of performance diagnosis. Reinforcement design of earthquake-resistant capacity was held based on the result and utilization plan by adopting the original wooden double panel for resistant wall, and the improvement construction expensed the cost about 8,900,000 yen.

Keywords: Vacant House, Farmer's Barn, Renovation, Schoolchild Clubhouse

空き家, 納屋, 改修, 学童保育施設

1. 序論

1997年に制定された「児童福祉法」において「放課後児童健全育成事業」が位置づけられ、放課後学童保育が制度化された。2009年5月時点で学童保育所数は1万8475カ所、入所児童数は80万1390人を有す。これらの学童保育施設の内訳は学校施設内が約半数を占め(49.9%)、余裕教室の活用や学校敷地内に独立専用施設を建設した事例が多い。次いで児童館(14.2%)が多く、学校外の学童保育専用施設(7.5%)と公民館・公立保育園・幼稚園等の公的施設(10.2%)を含めると全体の3/4が公的施設である。これに対し私立保育園・社会福祉法人等の法人施設(6.9%)、民家・アパート(6.9%)、自治会集会所・寺社等(4.4%)の民間施設の割合は高くない^{注1)}。

ただし待機児童数は未だに約1万人といわれており、学童保育施設が未整備の小学校区も約2割存在する^{注2)}。また2007年度より大規模化の弊害を解消するため、収容児童数71人以上の施設の分割が促進されているものの、地方自治体の財政難から一部では入所児童数の制限・抑制が行われている^{注3)}。さらに指導員の資質確保と財政措置の必要性も指摘されている。一方2007年度より「放課後子供プラン」が実施され、それまでの放課後児童健全育成事業(学童保育:厚生労働省所管)と放課後子供教室(全児童対象事業:文部科学省所管)の一体的運用や連携が進められ、施設確保と運用方法の更なる検討が求められており、学童保育施設整備を巡る課題は多い。

児童数の減少に伴う余裕教室の利用は、既存施設の有効活用と管理運営の観点から今後も増加するものと考えられるが、収容児童数

40人以下の適正規模の施設整備を促進するには、自治体の財政負担軽減のためにも、学校施設のみでなく民間を含めた既存施設の活用が重要な計画課題と考えられる。

関連既往研究には、マクロな観点から学校外活動の実態と整備条件を整理した研究¹⁾や学童保育施設を含む児童の居場所確保の重要性を指摘した研究²⁾がある。また建築計画の観点からは、小学校に設置された全児童対象のトワイライトスクールの利用・運用実態を明らかにしその応用可能性を論じた研究³⁾や、使われ方調査をもとに学童保育施設の空間構成のあり方を論じた研究⁴⁾等の多くの成果がある。最近では学童保育所の分割方法とその効果を検討した研究⁵⁾や、学童保育と放課後子供教室の一体的運用事例調査をもとにそのあり方を論じた研究⁶⁾等、今日的課題への研究展開と成果の蓄積が進められている。これに対し民間施設を活用した学童保育施設に関しては、民家型学童保育施設61例の空間構成を整理した先駆的調査報告⁷⁾、都心部マンションに設置された保育所・学童クラブの整備状況の報告⁸⁾、民設型学童保育所に通う子どもの放課後の生活実態の報告⁹⁾等があるものの研究蓄積は少ない。

既存建築の再生活用に関し、筆者らは空き家となった伝統民家を再生するシステムとして、改修を前提とした長期借家契約方式と改修手順を提案し^{注4)}、類似改修事例の収集と住み方・使われ方の分析を継続しているが¹¹⁻¹⁴⁾、診断に基づき耐震補強や断熱工事が実施された事例¹⁵⁾は少なく、伝統民家の耐震・断熱補強技術の開発普及や改修コスト削減が課題として指摘される。

* 山口大学大学院理工学研究科 教授・工博

** 山口大学大学院理工学研究科 助教・博士(工学)

Prof., Graduate School of Science and Eng., Yamaguchi Univ., Dr. Eng.

Assistants Prof., Graduate School of Science and Eng., Yamaguchi Univ., Dr. Eng.

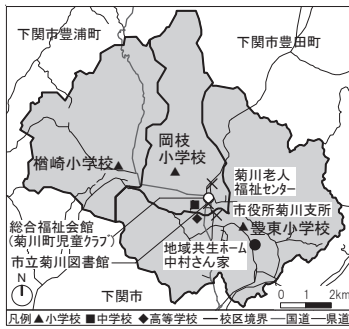


図1 施設位置図

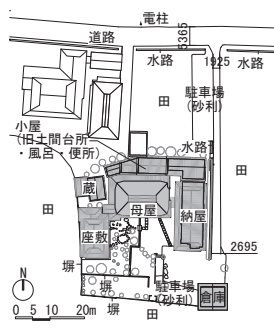


図2 施設配置図

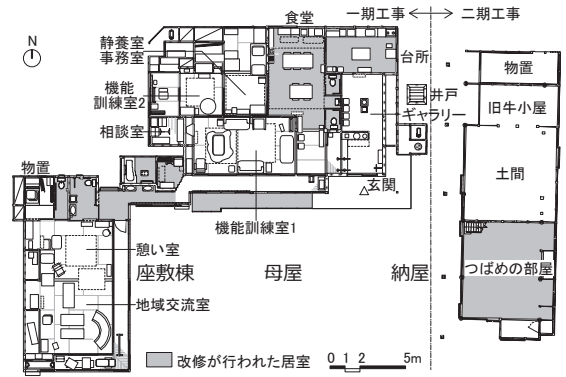


図3 二期工事後の平面図



写真1 施設全景



写真2 納屋外観(改修前)

表1 児童預かりサービス利用登録人数

| 年度 | 児童登録数(人) | | | | | | 合計 | うち夏休みのみ |
|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------|
| | 1年生 | 2年生 | 3年生 | 4年生 | 5年生 | 6年生 | | |
| 2004 | 3 | | | | | | 3 | 0 |
| 2005 | 2 | 6 | | | | | 8 | 0 |
| 2006 | 2 | 3 | 5 | | | | 10 | 0 |
| 2007 | 4 | 4 | 8 | | | | 16 | 7 |
| 2008 | 4 | 5 | 3 | 3 | | | 15 | 5 |
| 2009 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | | 12 | 0 |
| 2010 | 3 | 5 | 3 | 2 | | 1 | 14 | 0 |

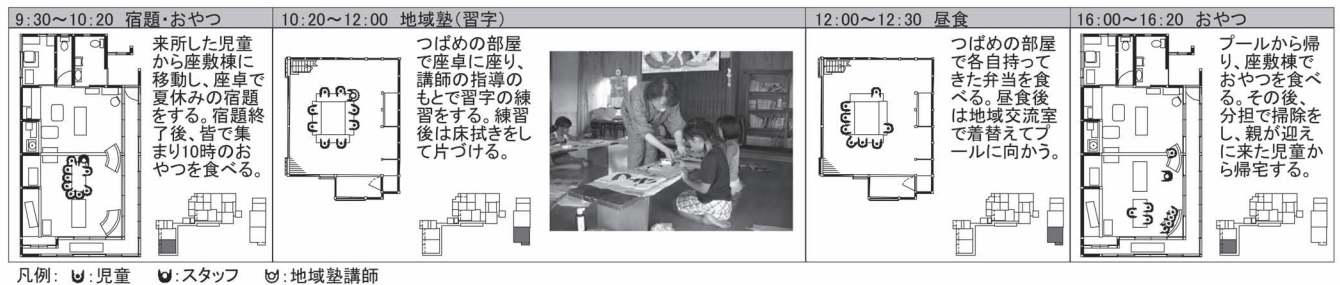


図4 夏休み期間中の使われ方(2006年8月4日)

筆者らは農家住宅納屋の学童保育施設への再生プロジェクトに参画し、これらの課題のうち精密耐震診断に基づく耐震補強・改修コスト削減方法の提案を行い、改修計画策定及び実施設計を担当した。本論はこの事例を対象に、施設の設立経緯、改修設計・施工プロセス及びコストについて報告し、建築社会システム論の観点から民間の既存建築が学童保育施設として再生された条件を整理するとともに、普遍化に向けた課題について考察を加えるものである。尚、学童保育施設としての空間機能評価に関しては、使われ方調査をもとに稿を改めて報告する予定である。

2. 児童クラブハウスの開設経緯

2.1 地域共生ホーム「中村さん家」の開設

下関市社会福祉協議会菊川支部では、サービス内容を限定せず地域住民からの相談や様々な依頼に常時対応可能なサービス拠点形成を目指し、乳幼児から高齢者まで、また障害の有無にかかわらず全ての人々が利用可能な「地域共生ホーム」の開設を計画し、施設に相応しい建築を探していた。純農村地域に位置する空き家の大規模農家住宅を候補として選定し(図1.2:写真1)、所有者と交渉を行った結果了解が得られたため、10年間の使用貸借契約を結び、山口県のモデル事業^{注5)}の助成を受け改修工事(一期工事)を行い、2004年9月に開設された。同年11月に宿泊・児童の放課後預かりサービス、

12月に幼児預かりサービスが開始された。

一期工事後の母屋・座敷棟の平面図を図3に示すが、母屋の水廻り設備の改修が主で食堂以外のプランの変更は少ない^{注6)}。機能訓練室1は利用者の居間で、レクリエーションや体操の場ともなる。座敷棟の10畳和室が障害者や児童・幼児の預かりサービスのための憩いの場で、12.5畳和室は地域交流室として多人数接客や催物の空間として利用され、宿泊サービス時には寝室に使用される。この時点では納屋は物置の状態であった。

2.2 児童の預かりサービス

児童預かりサービスの利用登録人数を表1に示すが、開設年度の2004年は1年生3名と少ないが、その後徐々に増加しており、2006年以降は学童保育の対象である1-3年生の児童数は毎年10名を上回る。また2008年以降は4-6年生も受け入れている。

開設当初は座敷棟の和室が児童保育の拠点として使用され、2005年の夏休み期間中は、来訪した児童は座敷棟の座卓で夏休みの宿題を始め10時におやつを食べる。その後地域のボランティアが講師を務める「地域塾」が開催され、講師が設定したテーマの学習が行われる。昼食は座敷の座卓で持参した弁当を食べ、昼休みが終わると午後のプール遊びのための着替えを行い、ワゴン車で豊東小学校のプールへ向かう。プールから戻ると再び座敷で着替えおやつを食べ、その後分担して部屋の掃除を行い、親が迎えに来た児童から帰宅し

表2 児童クラブハウスの建設プロセス

| 年 | 月 | 日 | 建設プロセス | 年 | 月 | 日 | 建設プロセス |
|------|----|----|----------------|------|----|----|----------------|
| 2004 | 11 | 11 | 児童の放課後預かり開始 | 2009 | 11 | 17 | 建設委員会(実施設計検討会) |
| 2005 | 11 | 11 | 納屋実測調査 | 2009 | 12 | 6 | 積算・仕様書作成 |
| 2006 | 4 | 4 | 納屋1室床張り工事 | 2009 | 12 | 14 | 入札現地説明会 |
| 2008 | | | 基本構想打ち合わせ | 2009 | 12 | 15 | 納屋掃除 |
| | | | 基本計画図・概算見積作成 | 2009 | 12 | 24 | 入札・工事業者決定 |
| 2009 | 1 | 1 | 改修補助金申請(下関市) | 2010 | 1 | 6 | 建設委員会(工事打ち合わせ) |
| | 7 | 7 | 補助交付決定 | 2010 | 1 | 6 | 工事請負契約締結 |
| | 9 | 9 | 納屋詳細実測調査 | 2010 | 1 | 7 | 改修工事開始 |
| | 9 | 9 | 建設委員会設置 | 2010 | 3 | 10 | 竣工 |
| | 10 | 10 | 耐震診断・基本設計開始 | 2010 | 3 | 23 | 施設清掃・屋外広場整備 |
| | 10 | 23 | 建設委員会(基本設計検討会) | 2010 | 3 | 30 | 開所式 |
| | | | 24 実施設計開始 | | | | |

ていた。

夏休み期間中の児童預かりサービスの場として利用するため、2006年春に二期工事として母屋東側に位置する納屋(図3,写真2)1階の一部を土間からフローリングに変更する改修が行われた。2006年夏季調査時⁸⁾の使われ方の1例を図4に示すが、調査期間中の平均預かり児童数は6.4名で、来訪した児童は順次座敷の座卓で夏休みの宿題を始め、10時におやつを食べる。その後納屋の「つばめの部屋」に移動し「地域塾」に参加する。当日は習字塾の日で、座卓を囲み講師の指導を受けながら習字の練習が行われた。12:00前に床の拭き掃除と片づけを行い持参した弁当を食べ、食後は座敷に戻り2005年夏と同様の行動パターンとなる。このように、「つばめの部屋」が整備され夏休みの「地域塾」と昼食の場が移動し、児童の活動の場が広がるとともに床面が板張りのため工作や習字等の汚れを伴う活動も可能となり、活動内容も広がりを見せた。

2.3 児童クラブハウスの設置計画と建設プロセス

下関市菊川町は3小学校区から構成されるが^{注8)}、学童保育施設は町中心部の総合福祉会館内に設けられた町が運営する「菊川児童クラブ」のみで(図1)、豊東小学校区ではPTAを中心に小学校内に学童保育施設の設置を求める声が高まり、2007年度から保護者へのアンケート調査や行政に要望書を提出する等の運動が行われ、2007年11月には小学校で関係者による協議も行われたが、校内に施設を設置することが困難な状況から断念された。その後小学校周辺の空き家の利用可能性が検討されたものの、児童クラブに適した物件が見つからなかったため、児童の放課後預かりの実績がある地域共生ホーム「中村さん家」に設置が依頼されることとなった。

表2に建設プロセスの概要を示すが、社会福祉協議会では2008年度に入り内部検討が開始され、基本構想・基本計画の策定と改修工事費の概算見積り等の準備を進め、2008年12月に臨時理事会を開催し、社会福祉協議会が運営主体となり地域共生ホーム「中村さん家」で学童保育を行う方針が決定され、2009年1月には下関市に施設整備のための改修補助申請が行われた。2009年7月に学童保育施設整備補助金交付が正式決定したことから、同年9月に社協支部長・「中村さん家」スタッフ・設計事務所・協力アドバイザーから構成される建設委員会が組織され、詳細実測調査・耐震診断と改修実施設計が短期間に進められた。2010年1月7日より改修工事に入り、2ヶ月後の3月10日に竣工し、3月30日に開所式が開催された。

3. 調査診断と耐震補強設計

3.1 実測調査

2005年11月に耐震診断と改修設計に必要な配置図、平面・立面・断面図、基礎・床・小屋伏せ図、軸組み図の作成を目的として実施

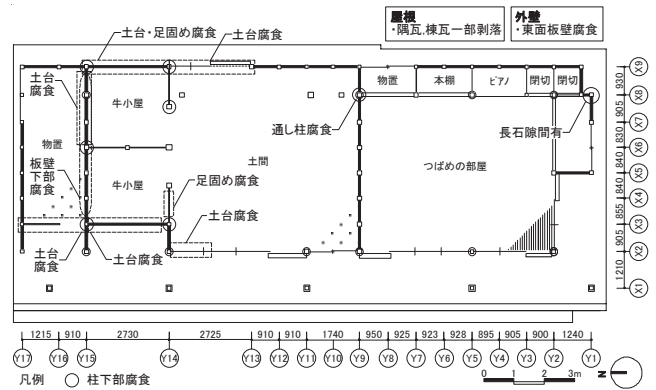


図5 納屋既存平面図

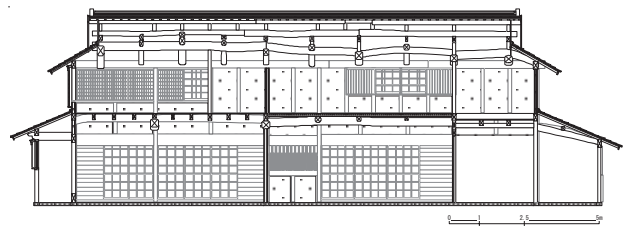


図6 納屋既存断面図

した。また2009年7月には実施設計のための改修計画箇所の詳細実測調査を実施した。既存平面図・断面図の例を図5,6に示す。

3.2 老朽度・設備診断

図5に構造部材の老朽箇所を示すが、湿気の多い牛小屋部分の土台と足固めの腐食が著しく、一部柱脚部分も腐食しており、部材交換と柱の根継ぎが必要な状態であった。この他に通し柱(X8Y9)部分が地盤沈下により基礎石自体が沈下しており、庇屋根からの雨漏りによる2階床梁の四方差し接合部の腐食が著しく、柱の交換または根継ぎが必要な状態であった。その他の土台・柱脚部は一部腐食が認められたものの、部材交換が必要な箇所は認められなかった。また小屋組みについても明らかな腐食は認められなかった。

給排水衛生設備は皆無で、給排水用配管、屋内のトイレ・手洗い・流し台の新設、屋外の足洗い場・温水器等の設置が必要である。電気設備は部分的に照明用配線がなされているが、容量増に伴う分電盤新設と配線の全面交換、コンセント・照明器具等の新設が必要である。

3.3 耐震診断

本事例は農家住宅納屋で、大空間を確保するため大断面の木材が横架材として使用されているものの、壁量が少なく保有耐力の不足が容易に推測されたため、改修計画策定段階において構造解析のための詳細実測調査と事前の耐震診断を実施した。耐震性能診断は壁量計算・保有耐力計算^{注9)}・限界耐力計算^{注10)}により行った。また常時微動計測を改修前後に行い、耐震補強効果を確認することとした。

先ず壁量計算結果を表3左欄に示すが、1階桁行方向の地震力に対する必要壁量は35.9mであるが、出入口の開口部が西面に大きく取られているため、存在壁量は10.1m(安全率0.28)で壁量が最も不足している。1階梁間方向は風圧力に対する必要壁量は40.5mであるが、存在壁量は22.7m(安全率0.56)で壁量が不足している。2階の地震力に対する必要壁量は8.8mと1階の1/4程度で、桁行方向の存在壁量は24.1mで基準を満たすが、梁間方向の風圧力に対する

表3 壁量計算結果(補強前後)

| 階 | 方向 | 必要壁量 | | 補強前 | | | | 補強後 | | | |
|---|----|------|------|---------|-------|------|----|---------|--------|------|----|
| | | 地震力 | 風圧力 | 存在壁量(m) | 壁量安全率 | | 判定 | 存在壁量(m) | 壁量安全率 | | 判定 |
| | | | | | H= | J= | | | H= | J= | |
| | | C | F | G | H= | J= | H= | J= | H, J ≥ | 1.00 | |
| | | | | | G/C | G/F | G | G/C | G/F | | |
| 2 | 梁間 | 8.8 | 15.2 | 12.6 | 1.43 | 0.83 | × | 23.7 | 2.70 | 1.56 | ○ |
| | 桁行 | 8.8 | 3.3 | 24.1 | 2.74 | 7.39 | ○ | 24.1 | 2.74 | 7.39 | ○ |
| 1 | 梁間 | 35.9 | 40.5 | 22.7 | 0.63 | 0.56 | × | 48.0 | 1.34 | 1.19 | ○ |
| | 桁行 | 35.9 | 12.6 | 10.1 | 0.28 | 0.80 | × | 45.6 | 1.27 | 3.63 | ○ |

表4 保有耐力計算結果(補強前後)

| 階 | 方向 | 必要耐力(kN) | 補強前 | | | | 補強後 | | | | | |
|---|----|----------|-------------|------|------|----------|------|-------------|------|------|----------|------|
| | | | 壁・柱耐力合計(kN) | 低減率 | | 保有耐力(kN) | 評点 | 壁・柱耐力合計(kN) | 低減率 | | 保有耐力(kN) | 評点 |
| | | | | 剛性 | 偏心 | | | | 剛性 | 偏心 | | |
| 2 | 梁間 | 44.8 | 18.87 | 1.00 | 1.00 | 18.9 | 0.42 | 46.15 | 1.00 | 0.97 | 44.8 | 1.00 |
| | 桁行 | | 56.59 | 1.00 | 1.00 | 56.6 | 1.26 | 52.44 | 1.00 | 1.00 | 52.4 | 1.17 |
| 1 | 梁間 | 95.3 | 62.57 | 1.00 | 0.86 | 53.8 | 0.56 | 95.19 | 1.00 | 1.00 | 95.2 | 1.09 |
| | 桁行 | | 30.40 | 0.70 | 0.91 | 19.4 | 0.20 | 95.82 | 1.00 | 1.00 | 95.8 | 1.01 |

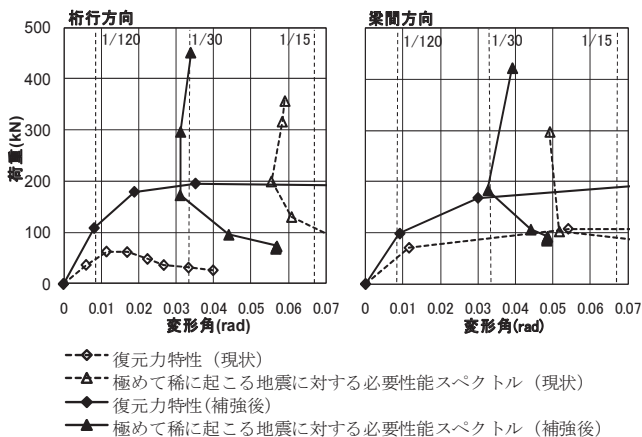


図7 限界耐力計算結果(補強前後)

必要壁量 15.2m に対し、存在壁量は 12.6m で基準に満たない。従って 2 階桁行き方向は基準を満たしているが、その他は全て壁量が不足する判定結果となる。

次に保有耐力計算による診断結果を表 4 左欄に示すが、1 階桁行き方向は壁・柱合計耐力が 30.4 kN と小さく、かつ剛性の低減率(0.70)と偏心・床仕様の低減率(0.91)が大きいため、保有耐力は 19.4kN と必要耐力(95.3 kN)の 20%に過ぎない。1 階梁間方向も壁・柱合計耐力は 62.6 kN であるが、偏心・床仕様の低減率(0.86)が大きく 56%の耐力しか保有していない。2 階の必要耐力は 44.8 kN と 1 階の約 1/2 で、開口部の少ない桁行方向は必要耐力を満足(1.26)するものの、通し柱が少ない梁間方向は必要耐力の 42%に過ぎない。以上の結果から保有耐力の総合評点は 0.20 で、「倒壊する危険性が大きい」と判定される評点(0.7)を大幅に下回ることが判明した。

限界耐力計算結果(図 7)をみると、壁量が少ない桁行方向では最大耐力は 62.4 kN(変形角 0.011rad)と小さく、変位が増加するに伴い耐力は低下し、変形角 1/30 rad では 31.3kN に過ぎず、極めて稀に起こる地震に対しては大幅に耐力が不足している。梁間方向の最大耐力は 107.5 kN(変形角 0.054rad)で、1/20 rad 近傍で極めて稀に起こる地震に対する応答変形角を上回ることから、旧基準の限界変形角(1/15 rad)は満足しているものの、現行の安全限界変形角(1/30 rad)を超えている。

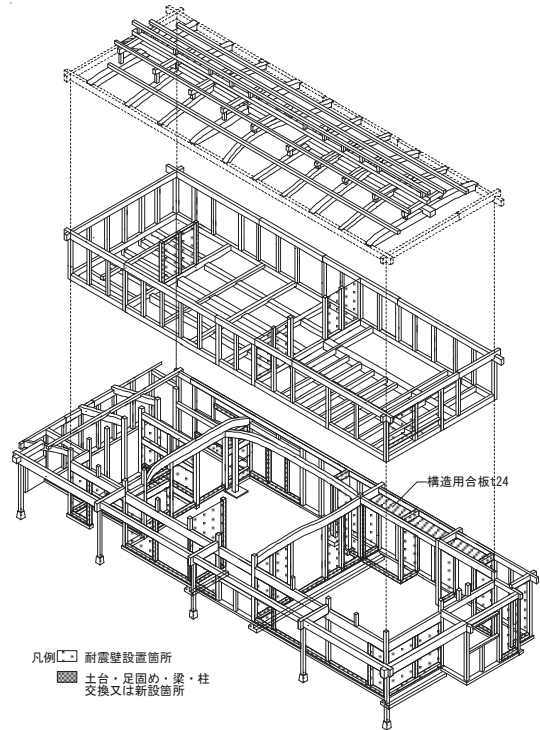


図8 耐震補強設計箇所

表5 牛小屋耐震補強設計内容

| 軸番号 | 改修内容 | | | | | | | | | | 軸番号 | 改修内容 | | | | | | | | | |
|-----|--------|----|----|-----|---|----------|-------|-----|----|------|-----|------|----|-----|---|---|----|-----|----|--|--|
| | 梁間 | 桁行 | 土台 | 足固め | 梁 | 柱 | 間柱 | 耐震壁 | 土壁 | 梁間 | | 桁行 | 土台 | 足固め | 梁 | 柱 | 間柱 | 耐震壁 | 土壁 | | |
| X2 | | | ● | | ● | X2Y14-15 | | ● | | X2-3 | Y14 | ● | | | | | ● | | | | |
| X3 | | | ○ | | | | | | | | Y15 | ○ | | | | | ● | | | | |
| X6 | Y14-15 | | △ | | | | ● | ● | ● | X3-6 | Y14 | ○ | ● | | | | ● | | | | |
| X9 | | | ○ | | ○ | ◎ | X9Y14 | | ● | X6-9 | Y14 | ○ | ● | | | | ● | | | | |

凡例: ●新設 ○交換 △補強材新設 ◎根継ぎ 記号の数は本数又は枚数を示す

以上から、桁行方向の柱間が大きく、かつ 1 階西側と南側壁面の開口部が広く壁量が少ない本事例の場合、壁量計算では 1 階及び 2 階梁間方向の壁量が基準に満たず、保有耐力も大幅に不足しており 2 階桁行方向を除き倒壊の危険性が高い判定結果となる。また全耐力要素を考慮した限界耐力計算でも、桁行・梁間方向ともに応答変形角が安全限界を超え、極めて稀に発生する地震時における倒壊を防ぐには耐震補強が必須となる診断結果である。

3.4 耐震補強設計

耐震補強は壁・柱の耐力を高めるとともに、剛性率、偏心率・床仕様の改善を図ることを目的に、腐食構造部材の交換と既存土壁を出来るだけ残し耐力壁として活用することを基本とし、改修により壁を新たに設ける場合あるいは既存土壁の耐力が不足する場合には、柱と横架材を金物で固定した上で、耐力壁として落し込み二重パネル^{注1)}を採用する。さらに、落し込みパネルのみでは耐力が不足する場合には、布基礎・土台を新設し HD 金物で柱を固定し柱脚部の引き抜き耐力を確保することとした。

以上の方針のもとに現状の耐震診断結果から補強必要箇所と補強方法の検討を行い、壁量計算、保有耐力計算及び限界耐力計算により、それぞれの基準を満たすよう耐震補強設計と計算を繰り返した。最終設計案の補強設計箇所を図 8・表 5 に示すが、まず腐食

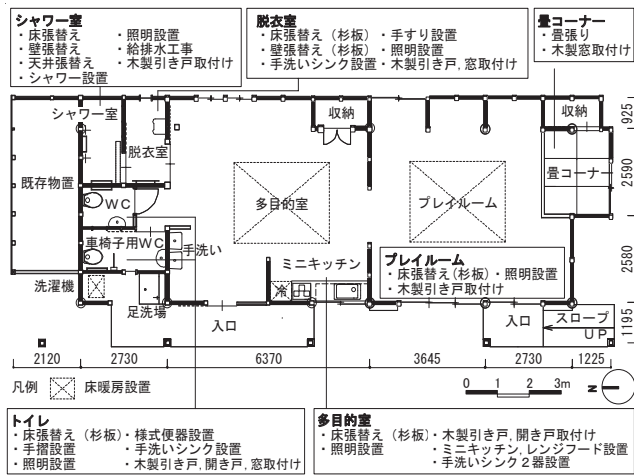


図9 改修平面図

箇所が多く見られた牛小屋部分は、土台・足固めの部材交換と新設、柱の交換・根継ぎ及び換気用開口部の土壁補強を行うとともに、土台・足固め・差鴨居間に耐力パネルを新設する。次に中央部隔壁部分は布基礎・土台を新設し、通し柱(X8Y9)の根継ぎを行うとともに、1・2階の既存土壁を全て撤去し耐力パネルに交換する。同様に南面開口部(X2-5Y2)と土間中央部(X2-3Y13)にも梁間方向の耐力を確保するため布基礎・土台・耐力パネルを新設する。その他既存開口部・土壁部の一部に耐力パネルを新設し必要耐力を確保する設計とした。

補強設計後の壁量計算結果を表3右欄に示すが、壁量が最も不足していた1階桁行方向は、開口部に耐力壁の新設を行っており、必要壁量(35.9m)に対し存在壁量は45.6mに増加し基準を満足している。1階梁間方向は既存土壁の耐力パネルへの取替えを行っており、必要壁量(35.9m)に対し存在壁量は48.0mに増加し満足している。2階梁間方向も必要壁量(15.2m)を満足しており、壁量は全て満足する判定結果である。

次に保有耐力計算結果を表4右欄に示すが、1階桁行方向は壁・柱合計耐力が改修前の30.4kNから95.8kNへ増加し、剛性率と偏心率・床仕様による低減もなく、保有耐力は95.8kNで必要耐力(95.3kN)を満足(評点1.00)している。1階梁間方向は壁・柱耐力が62.6kNから95.2kNに増加し、偏心率・床仕様による低減もなく保有耐力は95.2kNで、必要耐力(95.3kN)には達しないもののほぼ基準に近い値(評点0.99)を確保出来ている。2階桁行方向は改修前に必要耐力(44.8kN)が確保されていたため、採光・排煙用窓を新設する設計とした。このため保有耐力は52.4kNに低減するが、必要耐力は確保されている(評点1.17)。2階梁間方向は壁・柱耐力が改修前の18.9kNから46.2kNへ増加し、偏心率・床仕様による低減(0.97)により保有耐力は44.8kNに低減されるが、必要耐力は満足(評点1.00)している。以上の結果から1階梁間方向(0.99)を除き保有耐力は必要耐力を満足する結果となり、「一応倒壊しない」レベルまで補強可能なことが示された。

限界耐力計算結果(図7)を見ると、桁行方向では最大耐力は195.4kN(変形角0.035rad)まで増加しており、極めて稀に起こる地震に対する応答変形角1/30rad以下となり基準を満足している。梁間方向の耐力は変形角0.03radで168.2kNで、極めて稀に起こる地震に対する応答変形角はほぼ1/30radである。



写真3 土台・足固め・柱の交換部



写真4 耐力壁の取付け

4. 改修設計と耐震補強工事

4.1 平面計画と設備計画

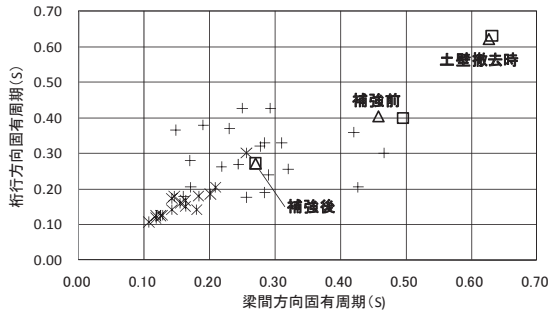
改修計画は施設運営計画(児童定員25名・指導員2名、平日:放課後18:00、土曜日:9:00-18:00)を基本とし、耐震補強設計及び改修予算を考慮し総合的に策定した。改修平面図を図9に示すが、既存の平面構成を活かすことを前提に、母屋南庭に面する位置に入り口と車椅子用スロープを設け、土間2室をミニキッチンが附属する多目的室と畳コーナーのあるプレイルーム、牛小屋部分をサンタリーとする平面構成とした。また多目的室は吹き抜けとし空間のボリュームを確保するとともに、大断面の2階床組みをあらわしとし既存の木組みをデザイン要素に取り込んでいる。床面は耐力壁と同一の杉無垢材仕上げとし、建具も全て木枠を用い素材・インテリアを統一した。

設備に関しては、給排水配管の短縮を考慮し児童の出入口周りに足洗い場と手洗いを、既存の架構を活かして牛小屋部分にトイレ2箇所とシャワー・脱衣室を設け、ミニキッチンは多目的室の耐力壁で囲まれた一角に設け空間の収まりに配慮した。また2室の床面中央部に各々温水式床暖房を敷設する計画とした。

4.2 耐震補強工事

耐震補強工事では材料・施工方法を工夫しコスト低減を図る施工計画を策定した。まず中央部隔壁部分は1・2階の既存土壁を全て解体撤去した上で、1階間柱と通し柱1階部分(図5:X8Y9)を撤去し、2階床梁をジャッキで支持し布基礎と土台を新設した。その後間柱を戻し通し柱1階部分の根継ぎを行い、HD金物で柱脚部を固定した。同様に南面開口部(X2-5Y2)と土間中央部(X2-3Y13)にも布基礎・土台・間柱を新設し、HD金物で柱脚部を固定した。

次に構造部材に腐食が確認された箇所は、部材交換と柱の交換・根継ぎを行った(写真3)。特に牛小屋部分の構造部材の腐食が顕著であったため、図8に示す通り土台・足固めの交換と柱の交換・根継ぎを行い、換気用開口部の土壁補強を行った。また耐力パネル設置箇所には、間柱を新設するとともに、既存開口部や土壁部分で土台・梁が敷設されていない箇所に架構部材を新設し、パネルを固定支持する枠組みを補強した。この他桁行方向東面の1階壁通り(X9)と2階壁通り(X8)が半間ずれている部分に、水平方向の応力伝達を補強



凡例: * 新築民家 + 伝統民家 □ X2Y11 △ X2Y14
 図 10 固有周期(補強前・土壁撤去時・補強後)

表 6 工程表

| 工種 | 2010年 | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----------|---|---|----|--|
| | 1月 | | | | | 2月 | | | | | 3月 | | | | |
| 月日 | 7 | 12 | 17 | 22 | 29 | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 1 | 5 | 10 | |
| 仮設工事 | 準備作業 | | | | | | | | | | 竣工クリーニング | | | | |
| 土工事 | 掘取り・床掘 埋戻し | | | | | | | | | | | | | | |
| コンクリート工事 | 基礎フーチング 土間 | | | | | | | | | | | | | | |
| 型枠工事 | 基礎フーチング 基礎立上り | | | | | | | | | | | | | | |
| 鉄筋工事 | 布基礎鉄筋(ワイヤーメッシュ) | | | | | | | | | | | | | | |
| 防水工事 | 内外部シーリング | | | | | | | | | | | | | | |
| 木工事 | 土台・足固め・柱の補強・取り替え 耐力壁 外部造作、床組、壁天井下地組 内部造作 | | | | | | | | | | | | | | |
| 左官工事 | 土壁 漆喰塗装 外構工事 | | | | | | | | | | | | | | |
| 建具工事 | 外部・内部建具採寸 外部・内部建具・手摺取付 | | | | | | | | | | | | | | |
| ガラス工事 | 外部建具ガラス 内部建具ガラス | | | | | | | | | | | | | | |
| 塗装工事 | 防腐剤塗布 EP塗り | | | | | | | | | | | | | | |
| 内装工事 | 床断熱材 ボード張り 畳納入 | | | | | | | | | | | | | | |
| 解体工事 | 解体作業 | | | | | | | | | | | | | | |
| 電気設備工事 | 内部配線 外部配線 器具取付 | | | | | | | | | | | | | | |
| 機械設備工事 | 内部配管 外部配管 器具取付 | | | | | | | | | | | | | | |

するため梁に構造用合板を取り付けた(X8-9Y3-9)。

新設・交換する耐力壁は全て落とし込み二重板壁を採用することとし、先ずパネルを固定する枠組みの4隅をL型金物で緊結した(写真4a)。その後パネルの杉板を固定するための枠材(米松45mm角材)を枠組み中心部四方に取り付け、パネル内部に先行的にコンセント類の配線を行い施工手間を削減した(写真4b)。パネル杉板は工場製材加工(幅180mm、厚30mm、本実、ダボ穴上下2-3箇所)した材を、下部から順にダボを打込みながら張る手順で施工した(写真4c)。

4.3 補強前後の固有周期比較

常時微動計測(計測点:X2Y11, X2Y14の2階X方向床梁上)から算定した補強前・土壁撤去時・補強後の固有周期と、他の伝統民家・新築住宅の固有周期¹²⁾を図10に示す。計測点X2Y14の改修前の固有周期は桁行方向0.41(s)・梁間方向0.46(s)で、納屋で壁量が少ないため伝統民家の他事例と比較しても周期が相対的に長いのが特徴である。また中央部全隔壁(X2-9Y9)と南面土壁(X7-8Y1)撤去時の周期は、桁行方向0.63(s)・梁間方向0.62(s)とさらに長くなり、既存土壁が耐力壁として一定の効果を有していたことが確認された。改修後の周期は桁行・梁間方向共に0.27(s)で、補強前や他の伝統民家と比較しても大幅に周期が短くなり、建物の剛性が增加していることから、落とし込み二重板パネルによる耐震補強効果が計測からも確認された。

5. 工程と改修コスト

5.1 工程

工事請負契約が締結されたのが2010年1月6日で、竣工予定は補



(a) 西側外観



(b) プレイルーム



(c) 多目的室



(d) 2階吹き抜け

写真 5 竣工写真

表 7 改修工事費内訳

| 工事名称 | 金額 | 工事名称 | 金額 |
|--------|-----------|--------|-----------|
| 建築主体工事 | 3,967,000 | 共通仮設費 | 146,000 |
| 電気設備工事 | 1,030,000 | 諸経費 | 719,000 |
| 機械設備工事 | 2,625,000 | 消費税相当額 | 424,000 |
| 直接工事費計 | 7,622,000 | 間接経費計 | 1,289,000 |
| 合計 | | | 8,911,000 |

助金の関係から同年3月10日であったため、工事期間は延2ヶ月と短期間であった。工程表を表6に示すが、1月7日より既存土壁・1階間柱の解体撤去と仮設作業が開始され、直ちに基礎工事に入り13日にはコンクリート打設が完了している。埋め戻しの後床面の土間コンクリート打設が行われ、23日から床組・壁天井の下地組及び外部造作が開始された。また15日から土台・足固め・柱の交換・補強工事と土壁工事が並行して進められた。

2月に入り内部造作工事が開始され、床暖房敷設のための下地板張・床暖房設備配管・床板張の順に工事が進められ、2月25日に完了している。この間2月8日より耐力パネルの杉板張工事が並行して開始された。施工には柱・横架材の接合部補強を施工が容易な金物に変更し施工手間の削減を図ったが、ボランティアによる施工を可能な範囲で導入する方式を採用したため、ビス穴の埋木を含め約1ヶ月の工期を要している。2月20日から建具取り付け工事に入り同25日に完了し本体工事がほぼ終了した。また2月末にスロープ・玄関土間の外構工事、3月に入り照明器具と給排水衛生器具の取り付けが行われ、3月10日に当初予定通り竣工した(写真5)。

5.2 改修コスト

改修工事費の内訳を表7に示す。2006年の基本計画・概算見積作業段階では耐震補強工事が盛り込まれておらず、予定工事費860万円の範囲内で耐震補強を行う必要があった。このため耐力壁に関しては、繰返し計算により必要耐力を確保するための最低限度の枚数に抑制するとともに、杉板・ダボの資材単価の低減、コストと施工手間を考慮した接合部補強金物の選択を行い、さらにボランティアによる施工参加方式を導入しコスト削減を図った。

平面計画は既存の架構を最大限活かすこと、耐震補強設計と一体的に計画することを前提とし、多目的室・プレイルーム・サニタリーから構成される単純な平面構成とし、トイレ・シャワー室以外は新た

な間仕切り壁は設けていない。壁仕上げも耐力壁の杉板のままとし、トイレ・シャワー室と土壁以外は特に仕上げを行わずコスト低減を行った。工期が短期間であったこともあり、施工段階では綿密な工程計画を策定し、構造部材の取替えと土間コンクリート工事、内部造作と耐力壁取り付け工事等を並行して進め工期の短縮を図ると共に、木工事の進行に合わせて電気配線(床下・耐力壁内配線)工事を適宜組み込み施工手間の削減を図った。

この結果、耐震補強工事費を含む建築本体工事費は 397 万円、総工事費の 1/2 以下に抑制出来ている。衛生設備や照明器具も設計・見積りの見直しによりコスト削減を行った。これらのコスト削減によりほぼ当初予算に近い 891 万円の費用で耐震補強を含めた改修が実現した。改修工事に対し 700 万円の公的補助を受けており、運営主体の社会福祉協議会は 191 万円を自己負担している。

6. 結論

本論では、農家住宅納屋の学童保育施設への改修事例を対象に、施設の設定経緯、耐震補強を伴う改修設計・施工プロセス及びコスト分析を通して、学童保育施設への再生が実現した条件を整理した。

6.1 得られた知見

- 1) 下関市菊川町の学童保育施設は町運営の「菊川児童クラブ」のみで、学童保育施設の小学校設置運動が行われたが、校内での開設が困難な状況から、児童の放課後預かり実績を有す「中村さん家」に設置が依頼された。社会福祉協議会では内部検討と準備を進め、補助金交付決定後運営主体と専門家から構成される「建設委員会」を組織し、短期間の内に実測調査・耐震診断・改修実施設計が進められた。父兄の学童保育施設設置要望と運動、「中村さん家」での児童の放課後預かりの実績と評価、施設整備補助金の交付、専門家を含む「建設委員会」の迅速な取り組みが施設開設を実現した主要な要因として指摘される。
- 2) 精密耐震診断の結果、桁行方向の柱間が大きく 1 階西側と南側壁面壁量が少ないため、極めて稀に発生する地震時の倒壊を防ぐには耐震補強が必須であることが判明した。建設委員会で討議した結果、耐震補強方法を検討することとなり、腐食部材交換と耐力壁設置を基本とする耐震補強設計と、コスト低減を図る実施設計・施工計画策定が行われた。改修設計前に精密耐震診断を実施し、補強の必要性を運営主体側に伝え理解が得られた点が、限られた予算の中で耐震補強が実施設計に組み込まれた要因である。
- 3) 耐震補強工事が含まれない工事費の範囲内で耐震補強を行う必要があった。このため耐力壁は最低限度に抑制し、資材単価の低減、接合部補強金物の選択とボランティアによる施工参加方式を導入した。平面計画は既存の架構を活かし単純な平面構成とし内外装のコスト低減を行った。施工段階では構造部材交換と土間コンクリート工事、内部造作・耐力壁取り付け・電気配線工事等を並行して進め工期を短縮した。この結果、改修工事は大幅な設計変更なく予定工事期間内に竣工するとともに、耐震補強工事費を含む建築本体工事費は全体の 1/2 以下に低減され、衛生設備や照明器具等のコスト削減を含め当初予算に近い費用で改修が実現した。
- 4) 児童を預かる公共施設の安全性確保の観点から耐震補強に重点を置き、耐震性能が高くデザイン面からも木造軸組構法に適した二重落し込み板を耐力壁に採用した。保有耐力計算・限界耐力計算及

び改修前後の常時微動計測結果から、耐震補強手法としての構造的有効性が確認されるとともに、施工手間とコストの面からも経済的合理性が示された。

6.2 考察

本論は農家住宅納屋の学童保育施設への再生プロセスの報告であるが、最後に本事例より得られた知見をもとに、公共施設への転用の普遍化に向けた課題を整理する。農家住宅の納屋は道具類・収穫物・稲藁・茅・堆肥等の収納保管、家畜の飼育場所等の用途に利用するため、柱・壁の少ない広い空間を確保し、構造材として大断面の横架材が使用されるのが一般的で、現在の構造基準から見ると壁量が不足し、転用に際しては老朽箇所の部材交換のみでなく耐震補強が必須となる。また居住空間とするには土間の床上げ、給排水・電気設備の新設、開口部の確保が必要である。さらに快適な温熱環境を確保するには断熱改修や空調設備の新設も必要となる。

従って既存の空間を活かした計画を前提にすれば、施設の用途に応じた平面計画・設備計画のみでなく、耐震診断・補強設計を計画・設計段階で位置づけることが必要である。ただし非居住施設のため平面計画・設備計画のみでも一定のコストを要し、改修コストの制約から精密耐震診断とその結果に基づく補強設計が行われる場合は少ないのが現状で、総合的なマネージメントを行う専門家を含めた計画策定組織を設立し、耐震補強の重要性の理解を共有することが企画・計画段階での重要課題である。

設計段階では、平面計画と基礎や耐力壁の新設を伴う耐震補強設計を一体的に行い、平面計画と構造計画の整合性を担保すると同時に、設備設計を含めたコストシミュレーションが重要である。本事例のように構想・補助申請段階で耐震診断・補強費用が組み込まれていない場合、あるいは公的補助がなく改修予算の制約がさらに大きい場合には、特にコスト低減を可能とする設計が求められる。施工段階では綿密な工程計画を策定し工期の短縮と施工手間の削減を行うことが重要である。また可能であれば児童の父兄を始めとする地域ボランティアによる施工参加方式を導入することにより、コスト低減のみでなく施設建設への参加を契機とした学童保育施設の管理・運営への関与を促す効果も期待される。

謝辞

本施設の計画・設計は、下関市社会福祉協議会菊川支所(高崎耕太郎支所長)及び地域共生ホーム「中村さん家」(岡村敦美施設長)の伝統民家の耐震補強改修に対する御理解により実現したものである。実測調査と改修設計には研究室学生諸氏の協力を得た。設計監理・施工には早川設計・小橋事務所及び阪本興業株式会社の御尽力をいただいた。末尾ながら記して謝意を表す。

注

注1) 開設場所別の学童保育所数を付表1に示す。

注2) 放課後児童クラブ実施小学校区の割合は 79.2% (全国平均) であるが、放課後児童クラブ登録児童の割合は 20% (全国平均) で、2008 年度に保育園を卒園し小学校に入学した児童数に対し、学童保育に入所した新1年生は 6 割程度と推計されている。(2009.05 現在: 全国学童保育連絡協議会調査)

注3) 「71 人以上の学童保育分割促進のため、2007 年度から 3 年間の猶予期間を設け、2010 年度からは 71 人以上の学童保育への補助金を打ち切る方策をとり、分割促進のため施設整備補助金を大幅に増やした(2007 年度: 18.1 億円、2008 年度: 23.6 億円、2009 年度: 56.6 億円)。しかし、施設

付表1 開設場所

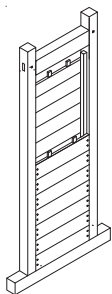
| 開設場所 | 保育所数 | 開設場所割合 | 備考 |
|----------|--------|--------|---|
| 学校施設内 | 9,220 | 49.9% | 余裕教室活用(4,988)学校敷地内の独立専用施設(3,510)等 |
| 児童館内 | 2,631 | 14.2% | 児童館・児童センター内の専用室 |
| 学童保育専用施設 | 1,378 | 7.5% | 学校外にある独立専用施設 |
| その他の公的施設 | 1,886 | 10.2% | 公民館内(423)公立保育園・幼稚園内(357)その他の公的な施設内(1,053) |
| 法人等の施設 | 1,267 | 6.9% | 私立保育園や社会福祉法人の施設内 |
| 民家・アパート | 1,284 | 6.9% | 保護者が借りたアパート・借家等 |
| その他 | 809 | 4.4% | 自治会集会所・寺社等 |
| 合計 | 18,475 | 100.0% | |

出典：第25回社会保障審議会少子化対策特別部会(2009.07)資料

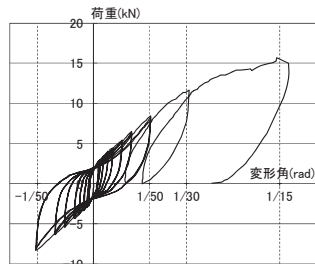
付表2 菊川町の小学校区別人口・児童数

| 小学校名 | 人口 | | 児童数 | | | | | | | | | | | | 2005-2010年増減率(%) | | | |
|------|--------|--------|---------------|----|----|----|----|----|---------------|-----|----|----|----|----|------------------|----|-----|-------|
| | 2000年 | 2005年 | 2005年(5月1日現在) | | | | | | 2010年(4月8日現在) | | | | | | | | | |
| | | | 1年 | 2年 | 3年 | 4年 | 5年 | 6年 | 合計 | 1年 | 2年 | 3年 | 4年 | 5年 | | 6年 | 合計 | |
| 豊東 | 12,050 | 12,352 | 2.51 | 46 | 30 | 43 | 39 | 42 | 43 | 243 | 27 | 28 | 41 | 50 | 33 | 46 | 225 | -7.41 |
| 岡枝 | 2,933 | 2,907 | -0.89 | 14 | 23 | 24 | 27 | 27 | 23 | 138 | 17 | 18 | 26 | 25 | 27 | 17 | 130 | -5.80 |
| 榑崎 | 1,423 | 1,395 | -1.97 | 9 | 9 | 11 | 16 | 12 | 13 | 70 | 12 | 15 | 15 | 14 | 12 | 9 | 77 | 10.00 |
| 合計 | 16,406 | 16,654 | 1.51 | 69 | 62 | 78 | 82 | 81 | 79 | 451 | 56 | 61 | 82 | 89 | 72 | 72 | 432 | -4.21 |

表注)人口は国勢調査、児童数は下関市教育委員会提供資料をもとに作成



付図1 落とし込み板壁姿図



付図2 試験体の荷重-変形履歴曲線

整備費の補助単価、運営費の補助単価が低いこと、補助率が1/3(国・都道府県・市町村)が各1/3負担)で市町村の負担が大きくなり、分割よりも70人以下に抑える方針に向かい、入所児童の制限や抑制を図った市町村が少なくなかったと推測される。」と指摘されている。(第25回社会保障審議会少子化対策特別部会(2009.07)資料より引用)

注4) 定期借家方式による民家再生システムとは、借主による改修を可能とする条項、改修費用の回収を見込んだ長期居住期間を保障する条項及び契約期間終了時におけるトラブル回避条項を組込んだ契約方式を「定期借家方式」と定義し、この方式による契約を前提に実測・診断をもとに耐震・断熱補強等の改修設計と積算を行い、市場における成立可能性に関しコスト分析を行うシステムである。詳細は文献10) 参照。

注5) 事業主体は山口県で、実施主体は市町村・社会福祉協議会・NPO法人等である。既存資源を活用した地域密着型総合福祉拠点づくりに対し改修・設備経費の助成を行う。事業費に対する助成上限は600万円で、社会福祉法人が事業主体の場合は、県・市町村・事業主体で各々1/3を負担する。事業主体がその他の場合は県と市町村が各々1/2負担する。

注6) 入り口土間は玄関ホール上がり框部に手摺りを設け、その奥は地域ギャラリーとして利用される。また縁側に車椅子用屋外スロープが新設されている。既存台所の内装を改修し台所として使用し、台所隣の6畳和室2室を食堂に改修し、調理台・流しを新設すると共に、6畳和室の押入をトイレと洗面所に改修している。この他座敷北側の既存トイレ部分を増築し、児童用・車椅子用トイレを新設している。既存3畳和室と隣の納戸が浴室・脱衣室に改修され、廊下に洗面器・鏡と手摺が設置された。

注7) 2006年7月16日-8月6日の内16日間使われ方調査を実施した。放課後預かりは7月18-19日である。児童の生活プログラムは、施設到着後は宿題あるいは自由時間で、15:30頃おやつを食べ帰宅まで自由時間を過ごす。夏休み期間中(21日以降)は午前中のプログラムとして「地域塾」が催され、午後は小学校プールでの水泳をプログラムとして設けている日が大半(7/10)であった。児童の見守りのためのボランティアスタッフが1-2名参加し、夏休みには地元高校生のボランティアの参加も見られた。

注8) 菊川町は総面積83.78km²のうち7割が山に囲まれた盆地で、2005年2月に下関市と合併した。人口と小学校児童数を付表2に示すが、町中心部を含む豊東小学校区には主要公共施設・生活関連施設・社会福祉施設等が立地し、下関市に隣接するため2005年の人口は12,352人と全体の74%を占め増加傾向にあるが、小学校児童数は2005年から2010年にかけて減少傾向(-7.4%)にある。純農村地域を含む榑崎・岡枝小学校区では人口は微減傾向にあり、2005年から2010年にかけて榑崎小学校区では児童数は若干増加しているものの、岡枝小学校区では減少傾向(-5.8%)にある。

注9) 保有耐力計算は文献16)の診断方法2(伝統工法の場合)に準拠した。

注10) 限界耐力計算は文献16,17)の診断方法に準拠した。

注11) 二重落とし込み板壁パネル姿図を付図1に示す。この構法は従来の1枚の落とし込み板よりも薄い板幅ではあるが、二重にすることで変形性能に優れた落とし込み板壁の特徴を失わず、筋かい等の剛性の高い耐力部材に比べ、柱頭・柱脚接合部への応力集中を抑制する。また板壁の剛性・耐力はダボによる効果が大きいため、板を二重にしてダボの本数を増やすことにより耐力・剛性を確保する特徴を有す。実験により求めた試験体(柱-横架材HD金物固定タイプ)の荷重-変形履歴曲線を付図2に示すが、安全限界変形角1/30rad時のパネルの耐力は10kNを上回り耐力壁としての十分な性能を有す。詳細は文献18) 参照。

注12) 筆者らの既往民家調査における常時微動計測から求めたものである。

参考文献

- 1) 櫻木耕史・松本直司・谷口汎邦：子どもの学校外活動組織の実態と施設利用，日本建築学会計画系論文集，No. 548, pp. 129-135, 2001. 10
- 2) 斎尾直子・長谷夏哉：都市における児童の居場所づくりの多様化と安全安心-豊かな空間確保両立についての考察，日本建築学会計画系論文集，No. 614, pp. 33-39, 2007. 4
- 3) 櫻木耕史・松本直司：トワイライトスクールの活動実態とその応用性，日本建築学会計画系論文集，No. 590, pp. 57-63, 2005. 4
- 4) 宮本文人・岩淵千恵子：学童保育施設における活動機能と平面構成，日本建築学会計画系論文集，No. 618, pp. 25-31, 2007. 8
- 5) 塚田由佳里・小伊藤亜希子：施設空間と保育方法からみた学童保育所の分割方法とその効果，日本建築学会技術報告集，第27号，pp. 223-228, 2008. 6
- 6) 松本歩子・山根さおり・関川千尋：近年の学童保育所のあり方に関する研究，日本建築学会計画系論文集，No. 630, pp. 1683-1690, 2008. 8
- 7) 三矢勝司・高橋博久：民家型学童保育施設の空間構成に関する調査研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1 分冊，pp. 59-60, 1997. 9
- 8) 江川紀美子・定行まり子：東京都都心部の子育て関連施設の整備と計画に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1 分冊，pp. 17-18, 2009. 8
- 9) 塚田由佳里・小伊藤亜希子：共働き・ひとり親家庭における子どもの放課後の生活に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-2 分冊，pp. 189-190, 2005. 9
- 10) 中園真人他2名：改修を前提とした長期借家契約方式と改修計画策定手順の提案，日本建築学会計画系論文集，No. 594, pp. 147-154, 2005. 8
- 11) 中園真人・山本幸子・村上和司：入居者の費用負担による賃貸住宅への民家改修事例，日本建築学会計画系論文集，No.594, pp. 147-154, 2006. 11
- 12) 中園真人・山本幸子：「ふるさと島根定住財団」の空き家活用助成制度を活用した民家改修事例，日本建築学会計画系論文集，No.620, pp. 111-118, 2007. 10
- 13) 中園真人・山本幸子：農家住宅を再利用した地域共生ホーム「中村さん家」の使われ方，日本建築学会計画系論文集，No. 651, pp. 1199-1207, 2010. 05
- 14) 中園真人他2名：街なかの伝統民家を再利用した地域福祉施設「さんコープ河村邸」の使われ方，日本建築学会計画系論文集，No. 652, pp. 1581-1589, 2010. 06
- 15) 中園真人他5名：定期借家方式により福祉施設に改修された伝統民家の再生プロセス，日本建築学会計画系論文集，No. 631, pp. 1953-1960, 2008. 09
- 16) 財団法人日本建築防災協会：木造住宅の耐震診断と補強方法-木造住宅の耐震精密診断と補強方法(改訂版)-, 2004
- 17) 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会：伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計，学芸出版社，2004
- 18) 中園真人他5名，二重落とし込み板壁構法の提案と水平加力試験，日本建築学会技術報告集，第23号，pp. 315-320, 2006. 06

(2010年5月10日原稿受理，2010年9月16日採用決定)