

ジャワ島中部地震における 「緊急シェルターから 住宅復興・耐震住宅普及の過程における諸問題」 Problems on the Process from Emergency Shelters to Housing Reconstruction

重村 力¹⁾
Tutomu Shigemura
塩崎 賢明¹⁾
Yoshimitsu Shiozaki

ジャワ島中部地震の被災状況の調査をふまえ、緊急シェルター設置から住宅復興へと向かうプロセスにおける諸問題を論じる。住宅被害を中心に煉瓦造、木造、竹造などそれぞれの構造の住宅のもつ耐震上の問題や瓦など付属構造の問題を紹介議論し、これらに対する妥当な解決について論じる。また緊急シェルターが居住地域内部および近傍に建てられた事情を考察し、今後の地域復興の問題、仮設住宅の設計、成長する家、耐震住宅普及の方法について、また環境・防災教育について論じる。

キーワード：地震、仮設住宅、住宅復興、煉瓦造、コミュニティ、自力建設

7月20日から27日までの第一次調査（バントゥール・イモギリ・コタクデ・グヌンキドゥル）、8月27日から9月1日までの第二次調査（バントゥール・クラテン）にもとづく。

表1 7月の調査地区

No	地区名	特徴	被害	仮設居住・住宅再建	従前世帯・人口	死者	負傷者	全壊	半壊
1	カソングン	陶器の村	大	自宅敷地のTSで生活。住宅建設中	2900戸			数割	数割
2	ンレベン	山村	大	自宅から離れてテント生活。集団移転計画中	70戸	0	0	30棟以上	
3	クレロハルジョ	平地村	大	自宅敷地のTSで生活。住宅建設これから。	120戸	0	0	7割	2割
4	ケダトン	昔の古都	大	自宅敷地のTSで生活。NGO援助で住宅建設推進。	148戸700人	10	100	9割	1割
5	コタクデ	古都	大	自宅敷地でなんとか生活。				1割	2割
6	スコラメ	山村	小	自宅敷地でなんとか生活。小学校再建計画	700人	0			
7	スリハルジョ	平地村	大	自宅敷地のTSで生活。住宅建設中	2407戸8887人	86		1239戸	568戸
8	チャンデン	平地村	大	自宅敷地のTSで生活。住宅建設中	150戸	4			
9	ボゴラン	平地村	小	自宅敷地でなんとか生活。	297戸1238人	4		37戸	206戸
10	バ克蘭	平地村	中	自宅敷地でなんとか生活。自力で住宅再建？	242戸854人	6	20		

1 耐震住宅普及の問題

1) 被災の傾向 煉瓦造と木造・竹造をめぐる耐震住宅普及の問題点

現代建築の被災や石造歴史的文化財をのぞいて圧倒的に多くの被災建物は一般の農家住宅と一部の都市住宅である。

被災建築物の概況

煉瓦造建物（主として住宅他に学校工場）に被災多し、
農村部の木造は相対的に安泰、竹造も安泰、
都市部の木造の高級住宅＝ジャワ型民家（ジョグロ）は
筋交いや壁のないブンドポ＝ホール棟が倒壊
木造などに付帯した煉瓦壁も倒壊

どこでも瓦が落ちている（瓦は軽くひっかかって載ってるだけ）
歴史的建造物、組石造および木造に被害が出ている。

2) 煉瓦造建物の問題（主として住宅他に学校工場）

Kasongan, Kedaton での観察

* 死者は内部入口附近または直近の外部で煉瓦・瓦・その他軸組部材などに押しつぶされる。

2)・1 素朴な煉瓦造の問題

素朴な煉瓦造は煉瓦の一枚積み、無筋が多く、セメントモルタルさえ使われていないものも少なくない。土やプasterが使われているものも多い。基礎が不十分であるものも多い。これらが高い確率で倒壊している。

屋根形状は一般には切り妻、小屋組は木造などであり、瓦で葺かれている。壁が室内側やまた外部に向かって倒壊しこれらに押しつぶされる被害、また屋根瓦も大幅に室内側および外部斜面方向に落下したと思える。



写真 1、2 倒壊した煉瓦造の住宅

2)・2 補強煉瓦造の問題

煉瓦造に補強の枠組みをした「枠組み壁組石造」" Confined Masonry " とよぶべき補強造のものが存在する。一定の奨励があったものと思えるが、1) 必ずしも正しくつくられていない= 柱部分のみ補強など、2) 鉄筋が細い、鉄筋接合が不適切、柱梁接合部の弱さ、フープ筋の不在、弱いコンクリートなどの問題、3) 基本的にあまり熟練していない専門家と住み手の近隣の協力者による作業である等の理由から不適切なものが多く、倒壊したものも少なくない。

以下そのほかの問題を列挙する。

- * 基礎梁、臥梁の不在、柱の配筋不良（細い/フープ筋不十分）
- * 小屋梁不在
- * 煉瓦壁への配筋の問題点 水平連結筋や補強筋の不在
- * 高い煉瓦壁 3m ぐらいの壁が必要かとの疑問
- * 小屋裏および妻壁の空中の煉瓦壁の問題（落ちてくる）



写真 3、4 鉄筋があるが壊れた住宅

2)・3 瓦構造への疑問

瓦は現代生産されているものは 25cmX30cm 厚み 1cm 程度のもので重く、一カ所に 1cm 立方程度の凸部があり、これで水平の垂木に引っかけるだけの仕組みである。これが理由で瓦が落下し被害を与えることがあると考えられる。（この部分要精密測定）伝統的なものはこれより薄く、軽く、凸部も深い。材料が工業生産されるようになってディテールが悪く変わったものと思われる。一般に野地板の考え方はなく、室内から垂木母屋瓦の裏側が見えるのがふつつである。他方、伝統的な木造民家等で立ち残ったものを観察すると、竹で天井を仕上っているものがあり、当然こちらの方が安全である。

瓦ディテールの改良および取り付け方法の改良が必要である。



写真 5 瓦の崩壊



写真 6 瓦ディテール



写真 7 竹の天井の例

そのほかの問題点は以下の通り。

- * 母屋、垂木など補助部材が十分か。民家もさることながらジョグジャカルタ市内のホテルや大学等で軽量鉄骨やアルミで軒先の小屋組を作り、瓦をのせているものの被害も目立つ。
- * 瓦のとめ方の問題（釘を使わない。針金でとめてもいない。ひっかかりは小さい）
- * 部材がはずれ / たわみ / 瓦がはずれる 崩落？

2) 4 煉瓦建てをめぐる素朴な疑問と煉瓦建て事情（煉瓦造のメリット）

本来ジャワ島は多雨・酷暑であり、一方台風などはなく、伝統的には木造または竹造の床座で暮らしていたわけで、「なぜいつから煉瓦造なのか」という疑問を持つ。

一般にある解答は「本来木造および竹造で暮らしてきた。これらは通風がよく住みやすいのだが、木造は非常に高い（＝材木の国際価格、高度な大工技術）また竹は未開であり、貧乏であると見なされる」という解答が帰ってくる。むしろ近年 Status Symbol として煉瓦造を建てるようになったと強調する。

税制上も不動産評価の問題としても竹はことに零細な印象であるという。

ところが、煉瓦造のメリットもある。

煉瓦造の建物は熱容量が大きく、室内はひんやりする。プライバシーも保て、必ずしも環境性能が悪いといえない。



写真 8、煉瓦造住宅



写真 9 同室内

また煉瓦素材の粘土層はこの地域の浅い地下にふんだんにあり、日干し煉瓦をつくり、粉殻（コメ四期作であるので豊富）を用いて野焼きにすると上質な煉瓦に仕上がる。地場で生産しており、安価に入手可能である。またがれきと化した煉瓦も再利用して積み直すなど、再利用 Recycle 可能な素材であることも重要である。その上なによりも素人でもつくれるし、ジャワ島の美風である近隣住民集落住民の任意の相互扶助であるゴトンロヨンによって作れることも大きな理由であり、構造的問題を抱えながら、環境的かつ社会経済的妥当性をもつマテリアルであるといえる。耐震的煉瓦造普及の課題がある。



写真 10、11 クダトンにおける煉瓦生産場面

日干し（左） 野焼き（右）



2) 5 耐震的煉瓦造普及の課題

現在ガジャマダ大学などの建築・土木専門家たちは行政当局と協力して、正しい「枠組み壁組石造」" Confined Masonry" の普及に努めている。鉄筋コンクリートの枠で 9 m²以内に煉瓦壁を囲む、連結筋を入れ、煉瓦壁とコンクリート枠を一体化する。正しい配筋とコンクリートの指導、接合部配筋の指導、基礎部および基礎梁、臥梁、小屋組フレームの指導などである。

これらは様々な方法によって行われている。オンサイトにおける建設の直接指導、モデルハウス

による普及、CGを用いたわかりやすいポスターによる普及、学生たちによる地域への伝達などである。

統一的な組織をもった行動ではないが、どこの地域に行っても何らかの広報媒体や影響を受けた工事を見るほどよく足並みのそろった行動が展開されている。だが心配な点は熟練した専門家が少なく大半は住民による協同自力建設によっている事情から、中途半端な理解に基づく省略的工事がまた弱いストックを再生産しないかとの懸念は残る。

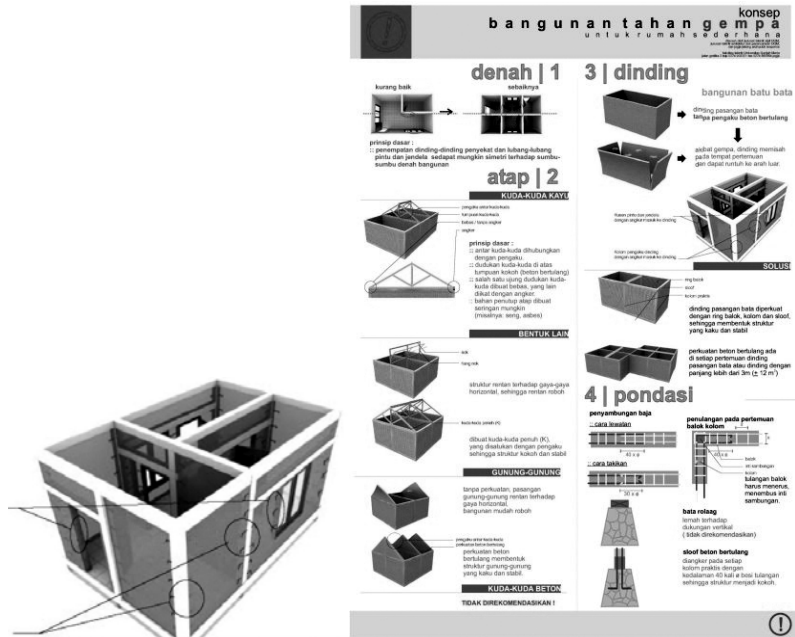


図1 ガジャマダ大学による耐震住宅啓蒙用ポスター



写真 12、13 現地指導場面

試験体	2D-L1-HEV5-48 及び 2D-L1-HEV5-84	3D-L1-HEV5-48 及び 3D-L1-HEV5-84	2D-L1-HEV5-48 及び 2D-L1-HEV5-84	3D-L1-HEV5-48 及び 3D-L1-HEV5-84	2D-L1-HEV5-48-CE 及び 2D-L1-HEV5-84-CE	3D-L1-HEV5-48-CE-A 3D-L1-HEV5-84-CE-B 3D-L1-HEV5-84-CE-A	2D-L1-HEV5-48 及び 2D-L1-HEV5-84	3D-L1-HEV5-48 3D-L1-HEV5-48-A 3D-L1-HEV5-84 3D-L1-HEV5-84-A
商業建築	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)	なし (L1)
水平補強筋	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
屋根形状 (アランジ数)	2次元 (2D) (なし)	3次元 (3D) (あり)	2次元 (2D) (なし)	3次元 (3D) (あり)	2次元 (2D) (なし)	3次元 (3D) (あり)	2次元 (2D) (なし)	3次元 (3D) (あり)
配筋図								

図2 枠組煉瓦組積造壁体の載荷実験
枠組煉瓦組積造壁体の実験吉村浩二，金京泰：枠組煉瓦組積造壁体の耐震性能向上に関する実験的研究 - 断面形状・鉛直軸力・水平補強筋が壁体の耐震挙動に及ぼす影響 - ，日本建築学会構造系論文集，第 571 号，pp.169 - 176，2003.9

3) 高級木造・伝統民家の問題

Kota-Gede コタクデでの観察

村の簡易な木造はスパンも規模も小さく、架構も単純であり、おおむね安泰なのだが、歴史的市街地に立つ伝統的な高級民家(町家)は被災している。時として集落部のモスク等も倒壊しているものも少なくない。

3)・1 ジャワ型民家ジョグロ(木造建物の特徴)

一般に Pendopo (ブンドポ) とよばれる接客棟と Dalem (タルム) とよばれる居住棟が美しい中庭を介して連なるのがジョグロの特徴である。

コタクデは旧王宮地域であり、ここでは高密度に歴史的市街地が発達して、町家街区を形成している。高密に民家が連なる仕組みとして、数軒が一敷地に立ち、門から門に抜ける一直線の道が介在して数軒の民家を束ねる仕組みとなっている。すなわち Jalan Rukunan (ジャラン・ルクナン = 通過する小道) の片側に Pendopo (ブンドポ)(昼は接客棟・夜は未婚男の寝室) が並び、反対側に Dalem (タルム)(居住棟) が並び、

これら(数単位)のユニット群の入口と出口に門があり、Jalan Rukunan、この道は近隣住民が通行可能である。コタクデ地区(Kota-gede)にはこれらのジョグロ(ジャヴァ式民家)が150戸あったが85戸が壊れた。大半は Pendopo (ブンドポ) の倒壊であり、一部は改造された Dalem (タルム) の煉瓦壁の崩壊である。これらは共通にとがった寄せ棟の屋根に裳階(もこし)のついた構造となっている。Pendopo (ブンドポ) は中央部の四本柱やもこし周囲の柱にも筋交いや壁建具がなく、Dalem (タルム) では木製の壁や建具があり、これが補強していると考えられる。



写真 14~17 様々なジョグロ
ジョグロの入り口(左)、ジャラン・ルクナン(中2枚)、タルム(右)

3)・2 木造被害の特徴

2・1 ブンドポが完全に壊れる。

中央の四本柱上部の貫及び上部のピラミッド状小屋組のみが残り、周囲は崩壊。

2・2 全く筋かい、耐力壁のない構造

柱は床面に突出した独立基礎石にほぞで載っているだけ

2・3 タルムの奥に煉瓦造が併設されている場合があり、これらの無筋(無セメント)の煉瓦壁が崩壊している。



写真 18 建て残ったブンドポ



写真 19 倒壊したブンドポとその柱脚



写真 20 倒壊したタルム

3)・3 木造耐震対策の可能性

木造耐震の可能性として以下の選択肢が考えられる。

* 金物の検討 = 主要接合部の強化

3・2 基礎ジョイントの金物補強

3・3 筋かい

* 筋かいを最小限入れる可能性

木製筋交い、スチールワイヤー プラス 竹のグリルなど

* 筋かいに代わる耐力壁

竹による格子・木による格子

* 筋かいに代わる免震ダンパーの可能性

粘性ダンパーによるジョイント

3・4 煉瓦壁附加の廃止

代替軽量パーティションの検討

3・5 瓦の改良（煉瓦造に同じ）

4) 竹材・木材の可能性の再検討（軽い家）



写真21 美しい竹の家=パンガンダラン

4)・1 木材は材料費としても高いし、さらに貴重で高い加工技術・技能を要求する。

ジョグロ（Java 式民家）の水準での細部の達成は一般大衆には困難。

4)・2 竹材は豊富だが、仮設的性格がある、プリミティブな印象を与える。

（虫がつく。腐る。）

4)・3 竹材は燻蒸したものなどが高級レストランなどで使用されている。

また意欲的に竹を用いた建築も多いし、耐用年限も案外長い。

チオデ川沿いのスラムの自力建設による竹の住宅群（ロモマゴン教授指導）は80年頃の建設だがいまでも健在。竹利用の建築のコンペなどで竹のイメージアップの必要。



写真22 竹の仮設の美しいインテリア

4)・4 竹材に防腐処理（燻蒸・半乾留・煮沸・水漬け）などを施し、補助的壁材として開発する必要。

4)・5 竹材・木材による軽量パーティションを開発する必要。

4)・6 安全な瓦とディテール、屋根葺き補助部材システムの開発の必要。

2 地域復興の諸問題

1) 住宅復興のシナリオ

緊急シェルターから仮設・本設の過程に至る過程は概略以下のような事情である。

まず当地では小学校・モスク・地区事務所などの建物は多く住宅と同様の煉瓦造・木造小屋組・瓦葺きの構造であったため、被害の大きかった地域ではすべて崩壊または損壊したため、これらは避難所とはなり得なかった。

地域にもよるが、概ね以下のような経過をたどっている。

- 1) 地震直後は道路脇などに簡易なテントを張って避難、
- 2) 数日~2週間で、自宅敷地内にテントをはる。またはインドネシアの多くの集落、特に拠点集落ではアルンアルンと呼ばれる広場がありそこに支給された大規模避難所テントが張られた。それがない集落でも住宅間の立木などを利用してテントが張られた。



写真 23~29 様々なテント 数日後(上中2段4枚)、2ヵ月後(下段左)
村人によるテント(下段中) NGOによるアルンアルンのテント(下段右)

- 3) 自宅敷地内に仮設住宅(Tシェルター)を建設。これについては付属小屋などがある場合それらは簡易な木造や竹造である場合が多く、それらを整備して仮設化するケースや、また倒壊した資材を用いていわゆるその場しのぎの仮小屋を設けるケースなどがある。もっとも現時点で望まれているのは竹による仮設住宅の建設である。しっかりつくられた竹の仮設住宅は従前の家屋敷地(土間コン)に建てられ少なくとも数年以上はしのげるしっかりしたものが建てられている。だがこれでも資材費は日本円で3万円近く(200万ルーピー)かかるため、多くは自宅敷地のテントで(寄付やNGO等による提供の)機会を探している。10月に降り始め、年末に向かって本格化する雨季までに見通しをつけることが重要である。



写真 30、31 竹の仮設住宅の例

- 4) そこに住みながら恒久住宅の建設を模索する。幸運にも何らかのNGOによる支援を受けた集落などではこの本格的な仮設住宅の段階を経ず、本設の住宅を建て始めているところもある。現在政府が一戸あたり1500万ルピー(20万円)の直接補助をアナウンス(06/07/20)したためこれに期待する動きもあるが、いつどのような形で支給されるのか不鮮な部分がある。



写真 32 恒久住宅(クレロ)

2) 竹の仮設住宅

本研究室で提案した竹の仮設住宅は、この半ば恒久的にも使える仮設住宅の提案である。1) 住民による簡単な施工で着実な強度が出る構造・建て方・接合部を工夫している点、2) 少ない竹180万ルピーで大きなものが建てられる点、3) ロフトなどにより成長可能な点に留意した。現在パントゥールのムルヨダディ地区で十数棟が建てられ、現地紙ジョグジャカルタポスト 2006年9月10日号に図面とCGが掲載され、各地から建設許可を求める注文が来ている。

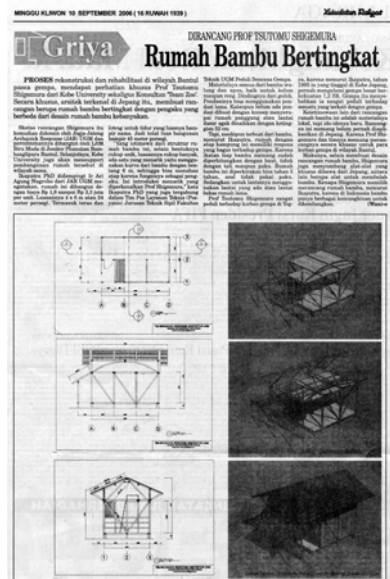


写真 33 神戸大学案の新聞記事
ジョグジャカルタポスト 2006年9月10日号

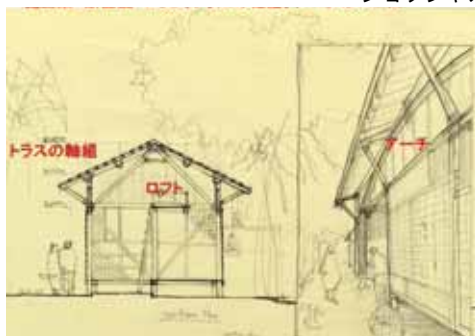


図 3 神戸大学案 断面、パース

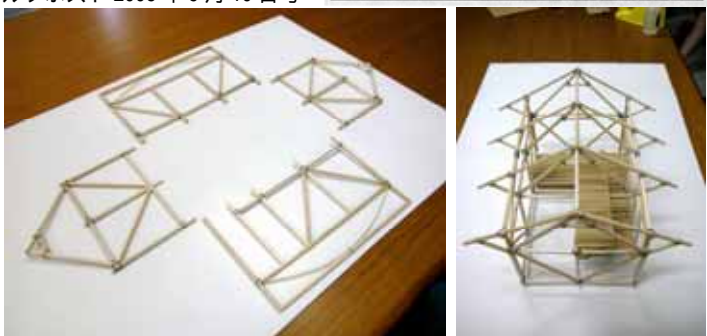


写真 34, 35 模型写真、簡単な施工法を示す

3) 地域コミュニティ主体の復興のための諸問題

3)・1 地域での復興

地域コミュニティ中心の復興という点に関してはジャワ島中部被災地ではTシェルターコーディネーション会議（NGO・NPO・大学・政府などの協議機関・ガジャマダ大学で週一回開催）早くから集中キャンプ形式の仮設収容所をつくらないという合意がなされたことなどもあり、基本的に居住地集落の内部または周辺で仮設がつけられている。ごくまれな地滑り地区などをのぞき、自宅周辺で住民が居住している。ゴトンロヨンなどの協同慣行が持続し、アニミズム的な自然畏敬の上にイスラムによる奉仕的な社会が発達しているジャワの農村社会の内部的な活力を発揮するためにはきわめて必要なことは人々が近くにいることである。被害甚大で死者多数の村でも見かけは明るく人々が集まっている。現在心配されているのは不透明な政府の生活再建資金が個人に与えられるものとしてアナウンスされて、被災以来協力して事に当たってきた村の結束と協力を分解してはしまわないかという点である。現地では阪神と中越、玄海島における補助の実態と協同組織と個人の対象の区分を問い合わせてきている。（ガジャマダ大学ニザム教授9月21日重村宛メール）またジョグジャカルタ知事府（スルタンオフィス）での8月29日の会議ではNGOが援助した個人を政府補助金が除外するという問題が憂慮されていた。

3)・2 コアハウス＝発展する家

カゾンガンという陶芸の町のガジャマダ大学の支援地域では、Tシェルター コア・ハウス 恒久住宅という3段階システムが考案され実践に移されている。一般にはTシェルター（避難所～仮設住宅） 恒久住宅などのパターンが追求されているが、このシステムでは、建築資材が確保できれば、相互扶助（ゴトン・ロヨン）による自力建設可能で安価な建設が期待されている。すなわちまず小さな家を造り丈夫で必要最低限のものとし、これを成長させようとするプログラムである。

全壊した住宅の近くに、鉄筋コンクリートの小規模な住宅を建設し、将来的に拡張していくという計画。当初は、3m×3m×2部屋（18㎡）の住宅、これをコア・ハウジングという。復興の進展にしたがって、これを段階的に36㎡～45㎡へと拡大していく仕組み。

一種の「増殖型自力仮設住宅」

政府ははじめからレベルの高い住宅を考えているが、それはごく一部の住民にしか当たらない（イカプトラ教授談）

倒壊した住宅のレンガや建具も使えるもの再利用する。

この村の場合、強力なリーダーがいることが大きい。エディ・スシラ氏（Edy Susila）政治家であって大学との関係も深い。



写真 36 コアハウス

パイロット住宅の建設による村人・建築職人の訓練プログラム

住民と共に地域の再建活動に取り組み、住民の能力を高める



図4 コアハウジング展開例（ガジャマダ大学イカプトラ助教授による）

3 災害教育の必要性と（ハザード／緊急）情報提供体制の整備

1) 火山・地震・津波の同時存在

* メラピ山噴火・火砕流の恐怖 1月から7月（07/14 2名死亡）

* 地震（05/27）

* 津波の恐怖（アチェ 2004 / 西部 2006.7.17）

山の民は海へ 海の民は山に向う混乱



写真 37 噴煙を上げるメラピ山

2) 事前の教育的情報の不在

すぐ外に出て煉瓦壁 / 瓦の被害

もっと建物から離れる必要

7月24～25日パンガンダラン津波被災地調査（津波への対応の混乱と被害）

3) 緊急情報の不在

行政緊急情報不在 Radio (AM, FM) への情報提供不十分

4) コミュニティ教育の可能性

モスク及び地区隣組・隣保・集落組織の発達

奉仕的専門ボランティア（学生院生など）の存在・組織化

5) ワヤンクリット（影絵芝居）や絵本、ポスターなど様々なメディアを用いた災害環境社会教育の必要性

著者：1) 重村力、塩崎賢明

工学部建設学科、大学院 自然科学研究科地域空間創生科学専攻教授、大学院 COE プログラム「安全と共生のための都市空間デザイン戦略」