

意匠・構造・設備を統合した「新しい地域性」

敷地は桜島を一望できる高台の住宅地にある。施主からは世界遺産でもある乾燥地帯の集落「タオス・プエブロ」のような土を使ったサステナブルな住宅を建てたいと依頼された。多雨多湿の鹿児島ではアドビ煉瓦の使用は難しいが、鹿児島には姶良カルデラ一帯に広がるシラスという未利用な地下資源の土がある。そこで私たちはシラスを活用したブロックを初めて構造体にした組積造の住宅を計画した。

規模の制限のある組積造を部屋ごとの小さな棟に分け、様々な余白を生むように配置した。その余白はシラスブロックによる熱特性により、夏は風を通し冬は熱を蓄え、快適な温熱環境をもつバッファーゾーンとなり、明るい屋外のような空間をつくり出す。シラスブロックの構造により調和された温熱環境が生活と環境との連動を生み、内外を越えて開放的で大らかな暮らしが現れる。地域資源を意匠・構造・設備の機能に統合した「新しい地域性」の在り方を提示している。

Structure based on regional characteristics

The site is located in a residential neighborhood covering the hilltop overlooking Sakurajima. An owner asked us for a sustainable residence using adobe or earth like Taos Pueblo, an ancient pueblo in the arid region of the United States designated a UNESCO World Heritage Site. While using adobe bricks in Kagoshima was difficult due to its wet climate, there lies unused underground soil known as shirasu (volcanic soil) in Aira Caldera of Kagoshima. Using shirasu, we designed a brick house that uses blocks as its foundational structure for the first time.

SHIRASU. ／桜島

ASEI 建築設計事務所

第 19 回環境・設備デザイン賞　II. 建築・設備統合デザイン部門



【南側外観】
コートヤードから見た外観。小さなボリューム 4 棟を集合させ桜島の風景に佇む集落のような建ち方を目指した。

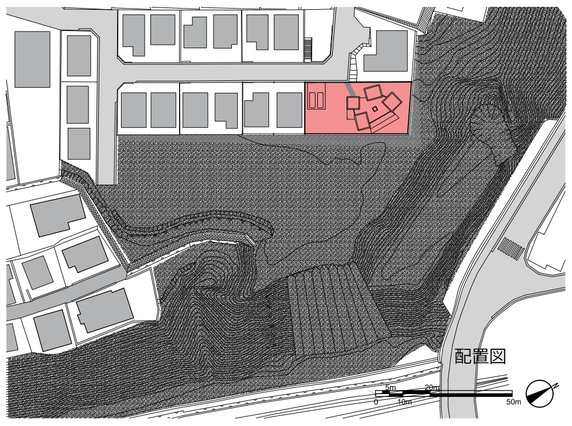
基本データ

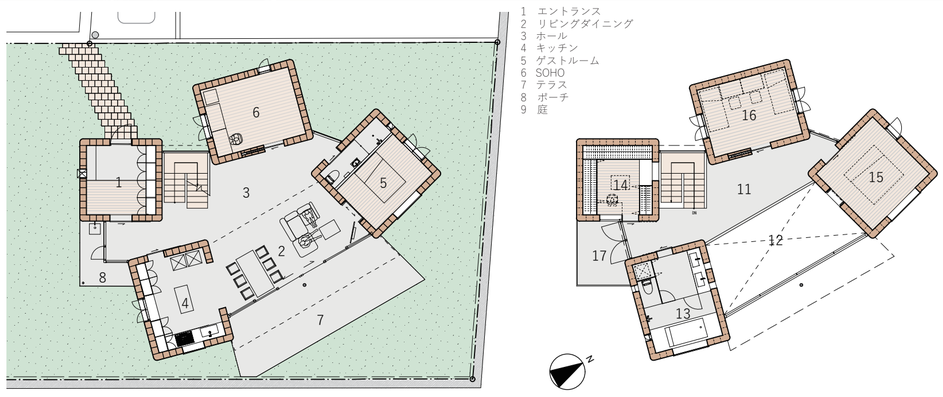
所在地／鹿児島県鹿児島市
用途地域／第一種低層住居専用地域
敷地面積／ 489.22 ㎡
建築面積／ 122.06 ㎡
延床面積／ 202.88 ㎡
1 階床面積／ 113.88 ㎡
2 階床面積／ 89.00 ㎡
建蔽率／ 24.99％（許容 50%）
容積率／ 41.47％（許容 80%）
構造・規模／組積造 地上 2 階
省エネ地域区分／Ⅴ地域
家族構成／夫婦（40 代後半）子供二人
設計期間／ 2015.10－2017.07
工事期間／ 2017.08－2019.01
竣工年月／ 2019.02
本体工事費／ 5300 万円

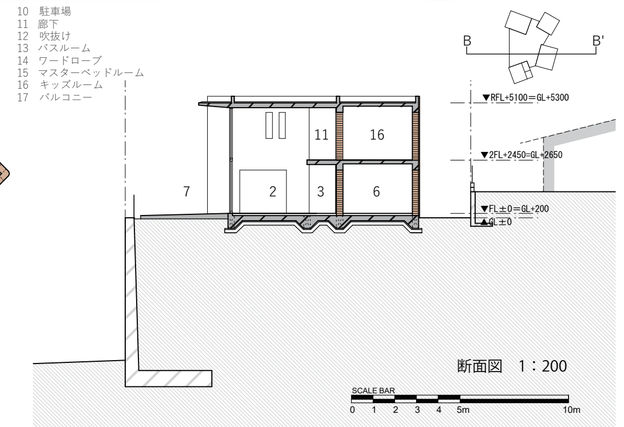


【リビングダイニング】
バッファーゾーンとしてのリビングダイニング。桜島からの卓越風が通り抜け、日射を取り込む。









1. 未利用資源の再活用　代替資源の一般化に向けた技術者との協働

● 骨材資源の枯渇による環境課題への取組み

日本のコンクリート用骨材は、バブルが崩壊した平成２年をピークに減少を続け、現在では天然骨材の供給量は約１/３まで減少している。これはこれまで大量搾取されてきた川砂利・山砂利・海砂利などの天然骨材資源が全国的に枯渇化した状況が要因となっている。環境保護のため採取を禁止する県も増え、１０年以内には今後の骨材の安定供給が危ぶまれる可能性が出てきている。再生骨材の利用も進むが、砕く際の CO2 の増大は否めず、サステナブルな骨材とはなり得ていない。この社会的課題に対して、鹿児島に現存する骨材資源の状況を解明して、未利用資源としてのシラスを代替活用した建築の可能性を追求している。

表1）【骨材受給表（経済産業省】

表2）【鹿児島県の骨材資源の分布】

● シラスの特性

1. 火山ガラスによる高い断熱性
2. 多孔質構造による吸放湿性能
3. 溶結凝灰岩のエイジング
4. 優れた加工性による製造展開性
5. 軽石による軽量

【シラス原石】

● シラスのワーカビリティ

シラスブロックは、全く新しいゼロスランプ加圧成型法により可能となる。従来のセメントと水で混ぜる製法とは全く異なり、シラスとセメントを混ぜ、高圧縮することでシラス自体に含まれる水分がにじみ出すことで、シラスとセメントを密着硬化される。

● 本計画のために製造した２層のシラスブロック

シラスと鹿児島の赤土（郡山石）を２層にして、構造と仕上げを一体に兼ねるブロックを製造した。

【奄美大島の赤土】

【鹿児島の郡山石】

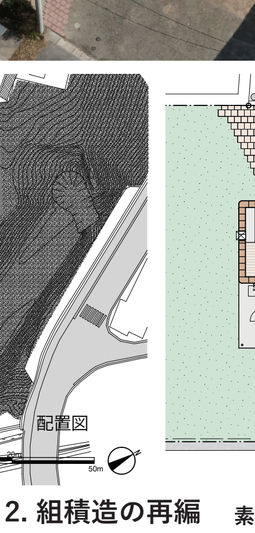
【シラスの資源循環】

土のライフサイクルの再編から環境デザインは始まっている

2. 組積造の再編　素材・構造の技術開発

こうした建材を構造材料として利用する場合、その材料が法の定める指定構造材料か否かが一つの判断基準となるが、このシラスブロックはこうした指定材料としての認可はとっていない。そこで今回、比較的構造材に対する規定のゆるい組積造において、シラスブロックを構造材として活用する方針とした。つまりシラスブロックを積み、上部を鉄筋コンクリート造の臥梁で閉じた必要諸筋を、鉛直力や水平力を処理するコアとして適宜配置し、それらをコンクリートスラブにて連結することで建物全体の構造を成立させる計画とした。

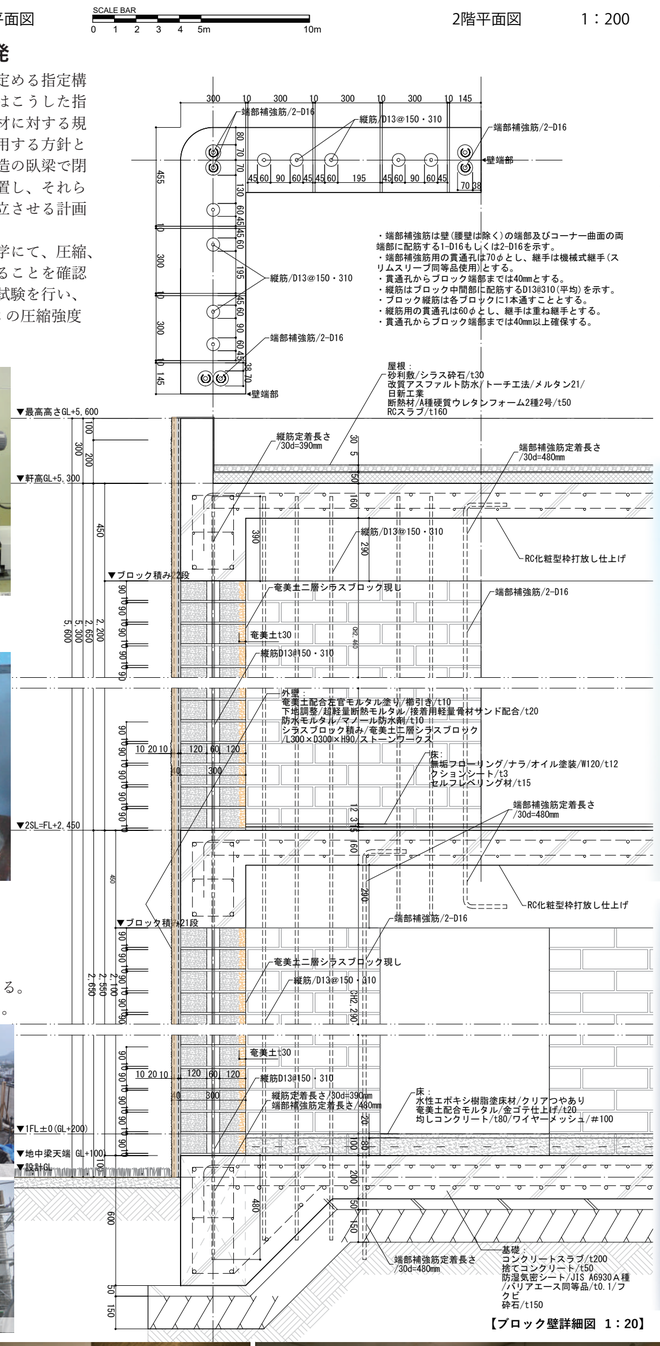
構造材への採用に際しては、構造設計者が籍を置く昭和女子大学にて、圧縮、せん断の予備試験を実施し、構造材としての十分な耐力を有することを確認するとともに、実施設計終了時にも建材試験センターにて圧縮試験を行い、ブロック単体で 33.4N/mm2、縦３段のユニットで 20.0N/mm2 の圧縮強度を有することを確認した。



【構造ダイアグラム】

【せん断力試験】

【圧縮試験】



【ブロック壁詳細図　1：20】

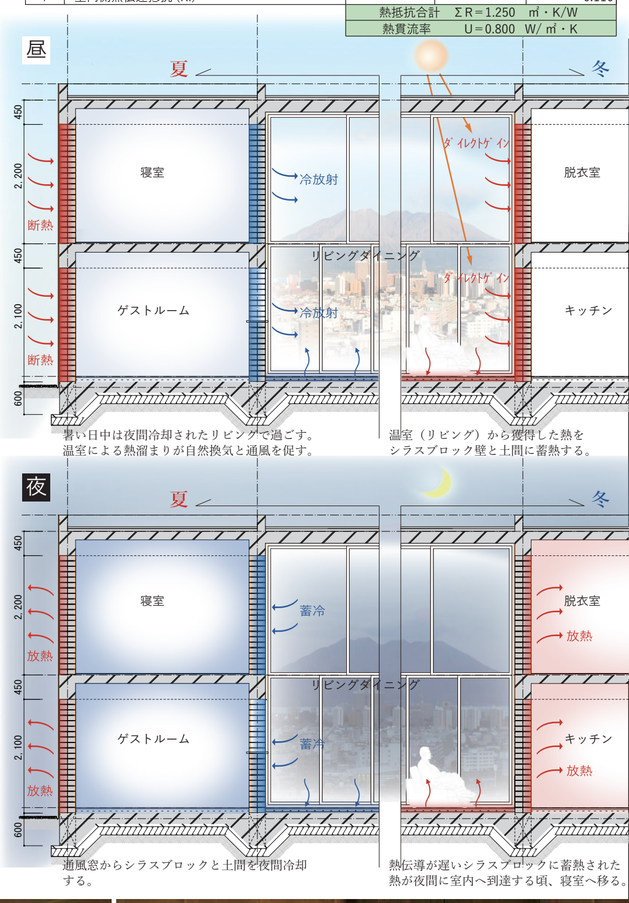
3. 組積造の環境性能　熱移送のタイムラグを活かす

シラスブロック造の閉鎖的で熱容量の大きい居室４棟により、開放的な熱容量の小さいリビングダイニングを中心とした共用部分を取り囲む配置構成として、共用部分は桜島に向いて開いた大きな開口部から光と風を取り込む温室のようなバッファーゾーンとしている。

そして、シラスブロック造の躯体熱貫流率は、RC 打ち放しの約 1/4、アクリルの約 1/3、日干し煉瓦の約 1/2 の熱貫流率で、シラスブロック壁 300mm の厚い壁の中で躯体の断熱性能は、平成 25 年省エネ基準の鹿児島市地域区分７地域の壁基準値 0.86 以上を保持している。さらに、シラスブロックは熱容量が約 1600KJ/ ㎥・° C と断熱材の約 80 倍もあり、土の蓄熱性が高い。

この構成とシラスブロックの環境性能により、シラスブロック造の 300mm の壁の中では季節と時間に合わせた熱の移送が起きている。各部の外壁・内壁で熱伝導の時間経過の相違を、人の生活時間の経過に合わせて、効率的な温熱環境を作り出している。土・ブロック・石は、材料の厚さもあり、熱貫流率という熱の移送が一方向の一般的な工業材料を基準にした熱貫流率値だけでは比較判断ができない効果が期待できるのである。

	材料	熱伝導率 λ (W/m・K)	材厚 (m)	熱抵抗 R (㎡・K/W)
1	外気側熱伝達抵抗 (Ro)	–	–	0.040
2	シラスブロック	0.3	0.3	1.000
3	シラス配合左官	0.3	0.03	0.100
4	室内側熱伝達抵抗 (Ri)	–	–	0.110
			熱抵抗合計　ΣR＝1.250	㎡・K/W
			熱貫流率　U＝0.800	W/ ㎡・K



暑い日中は夜間冷却されたリビングで過ごす。温室による熱溜まりが自然換気と通風を促す。

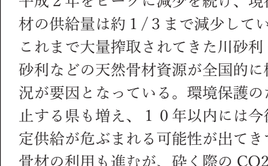
温室（リビング）から獲得した熱をシラスブロック壁と土間に蓄熱する。

通風窓からシラスブロックと土間を夜間冷却する。

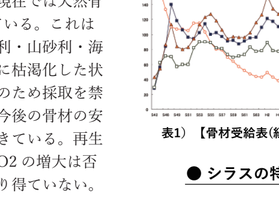
熱伝導が遅いシラスブロックに蓄熱された熱が夜間に室内へ到達する頃、寝室へ移る。

4. ブロック製造から組積工事の過程

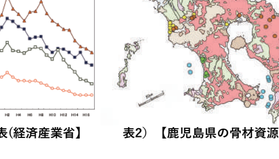
今回は施主の強い要望から奄美土左官仕上げの外壁としたが、このシラスブロックの外観のままとすることも可能である。シラスブロック素地の外壁のために、シラスブロック内に断熱材・防水材を一体成型する試作にも成功したからである。



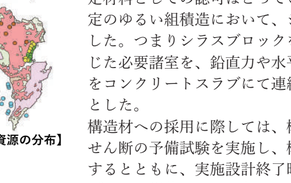
シラス二層ブロック



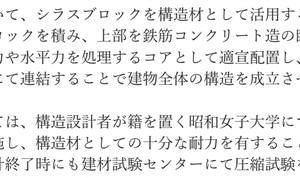
①加圧成型プレス機



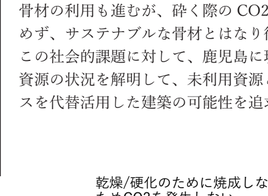
②配合や粒度の異なるサンプルの製造



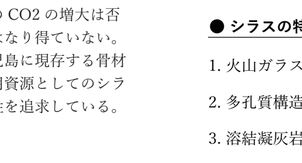
③各ブロックに通筋を通して補強



④1 階のブロック積み



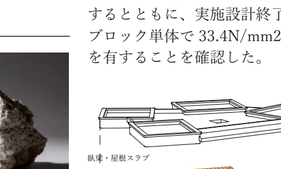
⑤1 階の組積工事



⑥臥梁と 2 階スラブの型枠



⑦各棟の内部側の奄美赤土の層



⑨2 階の組積工事が完了



⑧組積造の棟がリビングを囲む配置



【拡張下から見上げた外観】
各棟の角度を振り、広い敷地の中で雄大な風景と対話する大らかな建ち方



【エントランスホール】
ステンドグラスの製作引戸から差し込む海からの光が客を迎え入れる



【2 階廊下】
2 階の廊下は集落の街路のような様相をなした子供たちの遊び場

【2 階バスルーム】
バスルームからも桜島を見え、夜は鹿児島市街地の夜景が美しい

【2 階マスターベッドルーム】
奄美土のブロックの表情。扉は足場板を再利用している

A.感性軸（造形）Form	01審美感	☆	シラスと奄美土、郡山石を二層にしたシラスブロックの表情は、天然石のような美しさがあり、高く積むことで空間に現代日本では稀な量塊感ある奥深さを持っている。			○	2	B.機能軸（技術）Technology	06機能性	☆	シラスブロックは構造体であり、多孔質なシラスによる高い吸放湿性と断熱性を持ち、温熱環境を調整する環境設備でもある。			○	2	C.社会軸（環境）Environment	11環境負荷	☆	耐火性・断熱性・調湿性・軽量などシラスの特性を活かし、シラスブロックを外周全体に組積造として積み上げることで、内部への熱負荷が大きく軽減されている。			○	2	D.経済軸（LCC）Life Cycle Cost	16イニシャルコスト	☆	外周壁全体をシラスの組積造とすることで、内外装の仕上げ工事から空調設備まで不要にしてコストを抑え、温熱環境を調和する機能を最大限に活かしている。			○	2
	02調和性	☆	姶良カルデラの地形をなすシラスは、鹿児島の気候風土をつくりだす要因となってい る。建築もその土地の土を積む構造を採用することで気候風土に順応している。			○	2		07効率性	☆	高温多湿な鹿児島で自然通風だけで快適に過ごせるよう、卓越風を取り込む大きな開口と自然換気を促すトップライトも計画し、室内は安定した温熱環境となっている。			○	2		12資源消費	☆	地下資源のエネルギー性能をブロック内再生することで、環境循環型の新しい空間を提案した。またシラスブロックはクラッシュして再生品化が可能なゼロエミッションである。			○	2		17ランニングコスト	☆	自然通風・換気を促進させる開口の配置、シラスブロックの高い断熱性や蓄熱性により、省エネルギー性能を高めランニングコストを抑えている。			○	2
	03独創性	☆	特許技術によるゼロスランプ加圧成型法によってシラスブロックを製造し、国内では明治以降稀な組積造による構造を構造解析と実験を重ね、実現した。			○	2		08利便性		内部の共用部には組積造の棟に囲まれた大きなバッファーゾーンが発生しており、自然通風や自然換気の効率を高めている。		○		1		13地域環境性	☆	未利用資源のシラスを、鹿児島の自然や気候風土をつくりだす要因となっている地域環境 を見直し、意匠・構造・設備を統合した新しい地域性を生み出すことができた。			○	2		18維持管理		今回は施主要望により左官仕上げとしたが、ブロック内に断熱材と防水材を一体成型する試作にも成功したため、シラスブロック現しとすることも可能である。		○		1
	04象徴性	☆	敷地は桜島を一望できる高台にあり、低地の市街地からもよく見え、桜島の雄大な風景と対峙した力強い建ち姿は、地域でシンボル性の高い住宅となっている。			○	2		09安全性	☆	構造ブロックは圧縮試験にて圧縮強度を確認し、許容応力度設計を行っており、各階のブロック天端にRC造の臥梁をまわし、水平剛性も確保している。			○	2		14ユニバーサル性	☆	地域環境を地質レベルから再考し、その特性を再現したこの設計手法は、あらゆる地域でも新しい環境建築をつくる可能性をもつ。			○	2		19耐久性	☆	フェールセーフとして構造体内部にいくらかの配筋を行い、組積造の離散防止として機能するよう工夫し、曲げ性能も付加させている。			○	2
	05完成度	☆	組積造という、コスト的にも工期的にも申請的にも敬遠される構造形式であるが、地元職人の高い技術により、完成度の高い「鹿児島だけの環境住宅」を創り上げた。			○	2		10先導性	☆	地域の有する未利用用資源を構造材として積むという行為は、環境の時代になくてはならない構造形式であり、新しい地域性創出の可能性を示している。			○	2		15先進性	☆	環境建築を単体のパッシブにだけ留まるのではなく、この地域環境を支える資源そのもので温熱調和機能を引き出した環境建築は、先進的であり原始的な建築でもある。			○	2		20ＬＣＣ		シラスブロックによる構造体や、自然通風や自然換気を積極的に行う計画によって、ライフサイクルコストを低く抑えるよう努めた。		○		1

