

PORTFOLIO

沖島休憩所計画プロジェクト

滋賀県立大学

芦澤竜一研究室＋陶器浩一＋学生有志



現状写真

RYUBOKU HUT

流木による島の休憩所

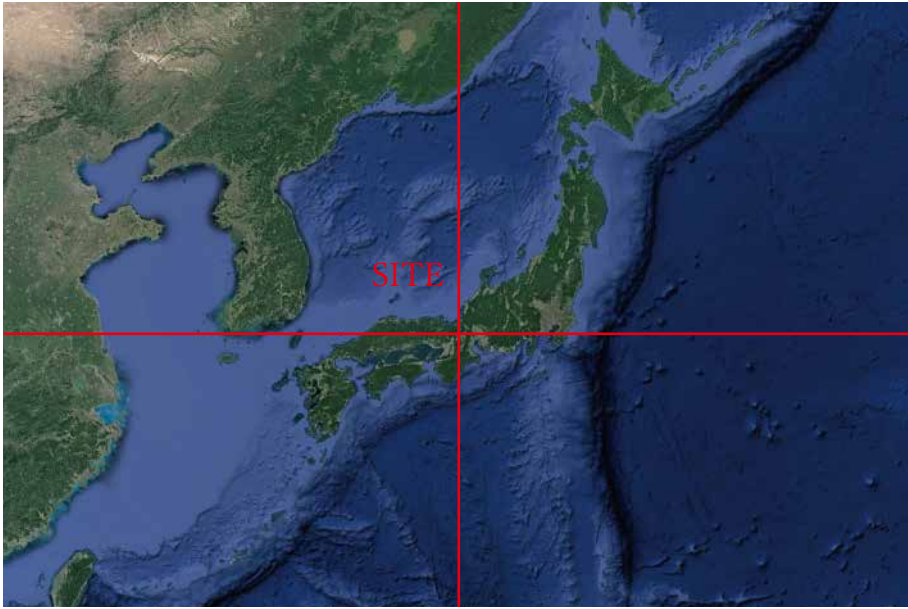
近年大雨や土砂災害等気候変動の影響によって、びわ湖湖岸では、流木が漂流する機会が増え、その対処に困惑している。
びわ湖に浮かぶ漁師町である近江八幡市沖島町も同様の問題を抱えており、自治体の負担によって流木の回収・処理を行っている。

同時に離島である沖島町では、建設の際に資材運搬を船で行っており、本土よりも余計な費用や時間を要する。
また島で生じる廃棄物の処理も基本的に島内では行っておらず、島外への運搬が必須であり、同様に時間と費用を要する。

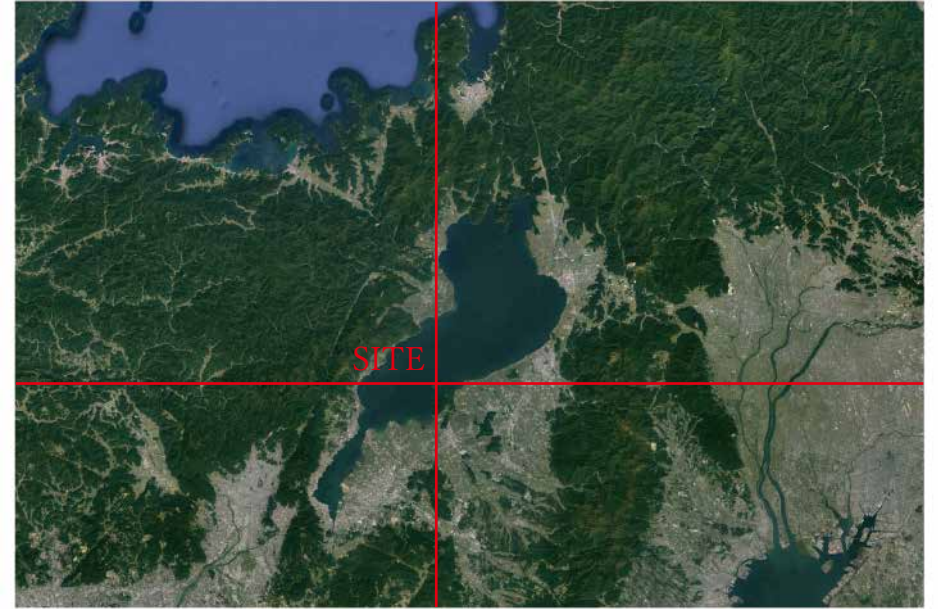
そこで島に漂着する流木と島民の漁具の不用品を用いて島の休憩所をつくった。

流木を回収する度に建設を進め、島の拠り所をつくった。島内の資源の小循環を建築が促すことを目指した。

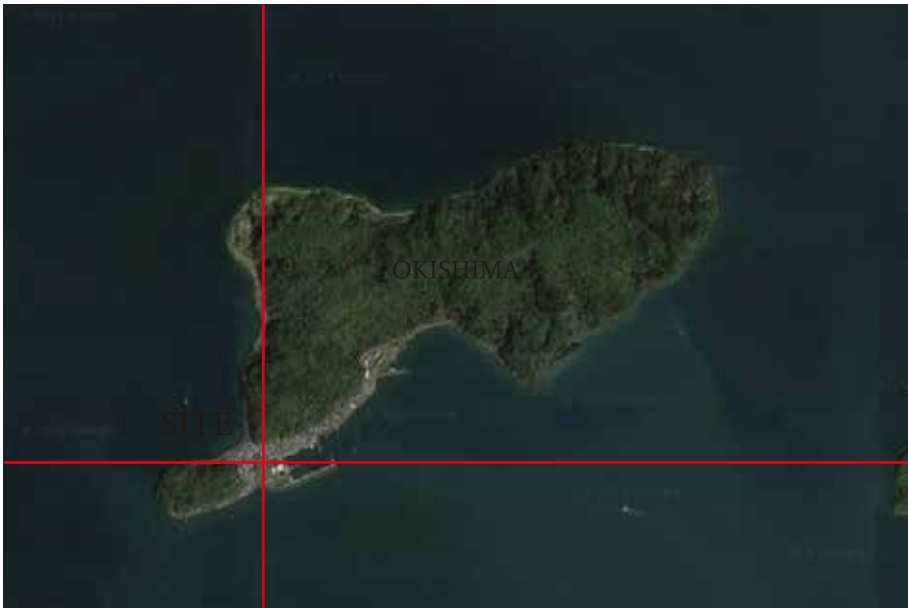
□敷地



超広域地図



広域地図



島地図



拡大地図

□流木と廃棄物の循環的利用

気候変動によって頻度が上がる大雨、台風、土砂災害等によって森林の樹木が倒れ、流木の発生が近年各地で増加傾向にある。

流木はこれまで、建築資材等として活用されることはなく、その多くが廃棄物として処分されている。

この流木を建築の構造材として活用した建築の生成方法を解明することで、流木の循環的利用環境を構築することを目的とする。

同時に島内のその他廃棄物を有効利用することで素材の循環的利用環境を構築する。



□沖島の素材調査 (2018/4/19~)

島民に話を伺いながら沖島を歩いて周り、沖島にある漁具や農具、生活道具、建材、それらに関わる廃材、そして石、竹などの自然素材、湖岸に漂着した流木などの様々な素材調査を行い、休憩所に使用する素材を検討した。

その結果流木を構造体として利用することを考え、漁業用のロープを流木の接合材に、太いロープを床材に、漁網を屋根材に、貝殻を焼いて炭化させ貝殻石灰にして雑草対策に、沖島の地形を形成している石英斑岩を床の舗装に使用することを考えた。また、素材だけでなく漁師のロープワークなどの島民の力で建設可能な休憩所をつくる。

バケツや風呂桶を農業用の貯水に用いる



採石場跡の千円畑



小学校裏山のΦ50-70の真竹



トタンの破片



島民から廃棄物をいただく



湖岸沿いの貝殻の山



沖島漁港



湖岸に漂着する流木



漁網の保管場所



ヨシ葺きの検討



□沖島の素材を休憩所の構成要素へ応用



1. 漁師の技術：ハコ結びの伝授 → 接合材



2. 漁師のロープワーク「はこ結び」× 廃棄予定の縄 → 接合材



3. 廃棄予定の漁網 → 屋根材



4. 湖岸に漂流する流木 → 構造体



5. 沖島から採石した石、廃棄予定の縄 → 床材



6. 廃棄予定の漁網 → 屋根材

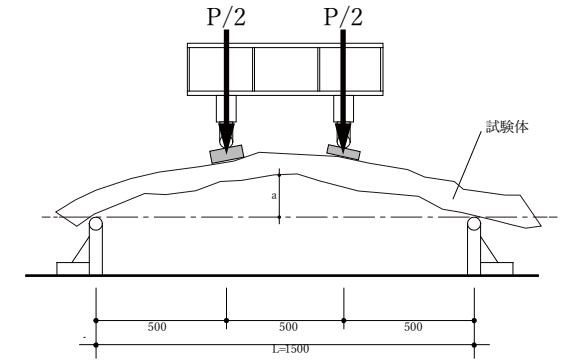
□流木の材料特性

流木の曲げ試験について

曲げ試験を行い、曲げ強度を明らかにしていった。また形状・性能にばらつきのある流木材について、データ化した流木の材料特性を用いて、曲げ強度について定義を行い、流木を構造材として用いる方法を明らかにした。

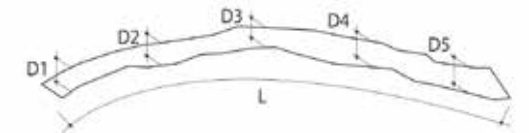
試験方法

図の寸法で試験体を設置し、二点支持・二点載荷による曲げ試験を行った。試験は、試験体は破損し、載荷能力が著しく低下するまで行った。試験体は湾曲しているため、左図中「a」寸法が最大になる向きに設置し、試験体が載荷時に回転しないよう治具で支える。変位は計測器で計測した。



曲げ試験概要図

図-2
表-5
表附-2
表附-4



試験体No	長さ(mm)	質量(g)	体積(mm ³)	密度(g/mm ³)	最大荷重P(N)	変位(mm)	曲げモーメント(N・mm)	断面積(mm ²)	直径(mm)	断面係数(mm ³)	応力度(N/mm ²)	断面2次モーメント(mm ⁴)	ヤング係数(N/mm) 計算
1	1845	5680	12730500	0.000446173	10840	-	5420000	6900	92.8	78419	35.0	3638660.9	-
2	1523	2438	6823040	0.000357319	3744	-	1872000	4480	74.8	41066	23.0	1535875.7	-
3	1729	3372	5152420	0.00065445	6128	-	3064000	2980	60	21195	72.0	635850.0	-
4	2009	5227	6991320	0.000747641	7024	-	3512000	3480	64.8	26700	66.0	865066.9	-
5	2130	6881	15262281	0.00045085	12870	42.4	6435000	7165	95.54	85573	75.20	4087809.2	5.97
6	1690	1415.1	2273827	0.000622343	1430	95.7	715000	1345	41.4	6963	102.69	144128.9	5.25
7	2083	4991.6	8771117	0.000569095	8440	40.1	4220000	4211	73.24	38550	109.47	1411702.0	11.40
8	2136	5470.5	11495589	0.000475878	7570	38.4	3785000	5382	82.8	55702	67.95	2306062.2	11.31
NO.1	2415	12604	15939000	0.000790765	4400	28.4	2200000	6600	91.6	75398	29.2	3452920.7	4.52
NO.2	1757	7490	18448500	0.000405995	16540	37	8270000	10500	115.5	151103	54.7	8724534.8	1.90
NO.3	1840	5865	13616000	0.000430743	5440	31.1	2720000	7400	97.3	90281	30.1	4390431.6	2.47
NO.4	2080	4815	16224000	0.000296783	8860	50.9	4430000	7800	99.5	96633	45.8	4807011.7	3.09
NO.5	1580	4130	8216000	0.000502678	8540	46.9	4270000	5200	81.6	53300	80.1	2174440.8	2.17
NO.6	2115	6542	18512000	0.000351494	14260	48.8	7130000	8800	105.7	115776	61.6	6116973.6	3.00
NO.7	2070	6110	15525000	0.000393559	5060	51.5	2530000	7500	97.1	89927	28.1	4367475.1	1.72
NO.8	2693	10521	35547600	0.000295969	13400	60.4	6700000	13200	112.9	141082	47.5	7961702.3	4.56
NO.9	1780	3214	6764000	0.000475163	14660	106.4	7330000	3800	69.3	32656	224.5	1131531.5	3.24

□かたちのスタディ

形状や性能にばらつきのある流木の形状をカットするなど整えることなく、流木をそのままのかたちで用いて、最適となる建築形態を探った。

まず回収した流木を形状より、I型、U型、L型と大きく3種に分類した後材種、径によって分類を図った。そこでまずは図面、模型による検討を試みた。その後流木1本1本の3Dスキャンを行い、流木の端点から100mmずつの断面の中心点を繋ぎ、流木を一本の線に近似する。この単線データを元に流木の形状のタイプ化を行い、形態の分析と類型化を行った。その後形状の異なる各流木の組み方、形態の生成方法を更にコンピューテーショナルなアプローチで検討していった。中心部に円形の自然空間を残そうと考え、そこから外側に放射状に弧を描く形態とし、材長は外側にいく程長いものとした。3つの大きさの異なるドームが連続する最適な形態を探っていた。



スキャンした流木

[形状]		[材長]		[直径]※2		[タイプ番号]	
I型			A		1	—————	I-A-1
					2	—————	I-A-2
					3	—————	I-A-3
			B		1	—————	I-B-1
					2	—————	I-B-2
					3	—————	I-B-3
			C		1	—————	I-C-1
					2	—————	I-C-2
					3	—————	I-C-3
U型			A		1	—————	U-A-1
					2	—————	U-A-2
					3	—————	U-A-3
			B		1	—————	U-B-1
					2	—————	U-B-2
					3	—————	U-B-3
			C		1	—————	U-C-1
					2	—————	U-C-2
					3	—————	U-C-3
L型			A		1	—————	L-A-1
					2	—————	L-A-2
					3	—————	L-A-3
			B		1	—————	L-B-1
					2	—————	L-B-2
					3	—————	L-B-3
			C		1	—————	L-C-1
					2	—————	L-C-2
					3	—————	L-C-3

※1

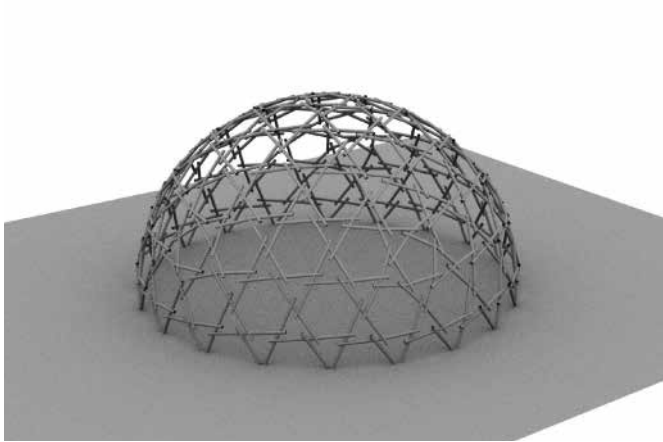
1000mm ≦ A < 1250mm
1370mm ≦ B < 1630mm
1750mm ≦ C ≦ 2000mm

※2

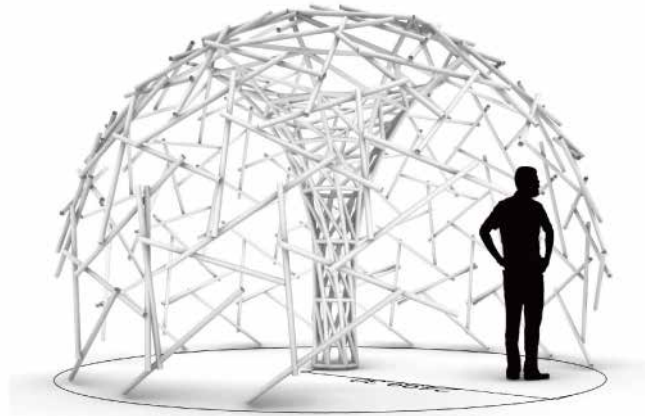
φ 60 ≦ 1 < φ 80
φ 80 ≦ 2 < φ 100
φ 100 ≦ 3

□形態生成のプロセス

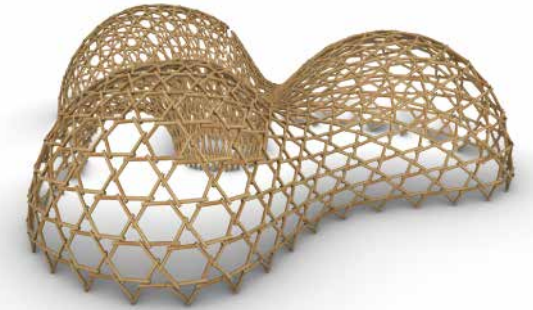
形状や性能にばらつきのある流木の形状を整えることなく、そのままのかたちで用いて、最適となる建築の形状を探った。流木1本1本の3Dスキャンを行い、各流木をどのように組み合わせるといいかを探った。集めた流木を満遍なく使い、中心部から外側に放射状に開くにつれて材長が変化するドーム形状とした。



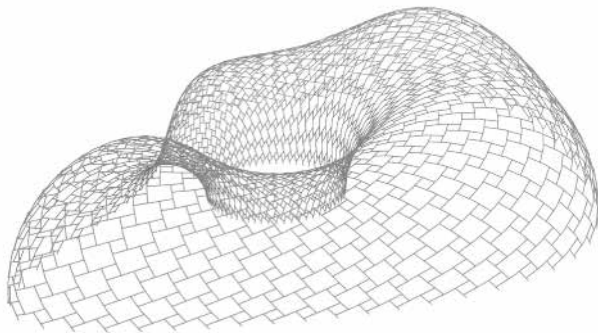
①同一長さのI型の流木（直線材）を用いた単純なドームを検討する。



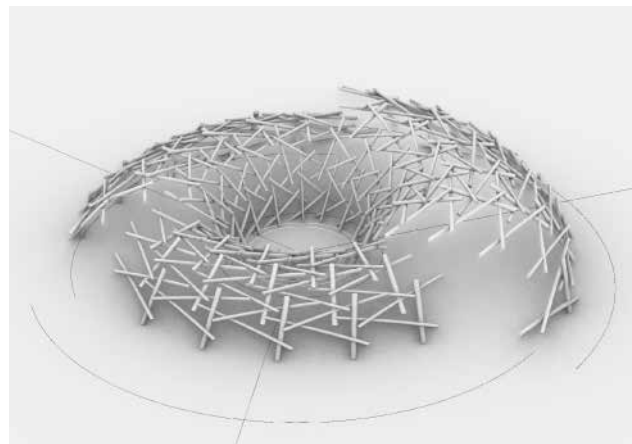
②同罪を用いて中心から放射状に展開したドームを検討する。



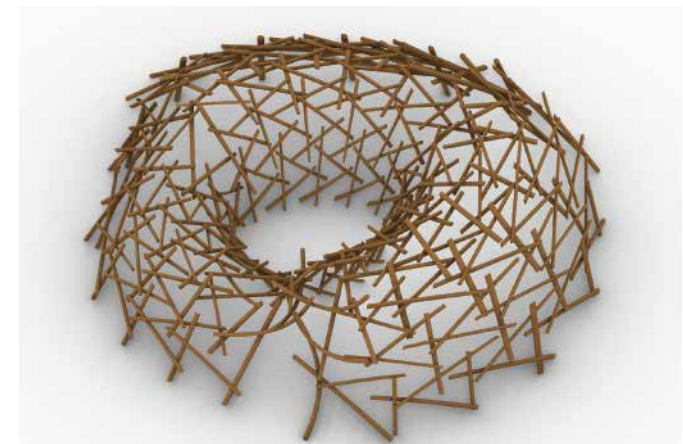
③各ドームの接合部分の曲率が強く実現可能性が低い。



④3つのドームの接合部分の曲率を緩める。



⑤3つの規模の異なるドームによる連続した空間の生成。



⑥U型、L型形状の流木（湾曲材）を用いて、接合部開口部の検討を行う。

□現地でのモックアップ制作による検討（2018/4/19~9/15）

一般的に建材として使われることのない流木などの素材から実際に建築を作り上げるために現地でモックアップ制作を行い、実現可能性の有無について検討を行った。自治会の方々の流木回収作業に同行させていただいて流木を確保したり湖岸で石を拾ったり、漁師の方から使わなくなったロープをいただいたりして、材料を調達した。



ユニット作成



はこ結び

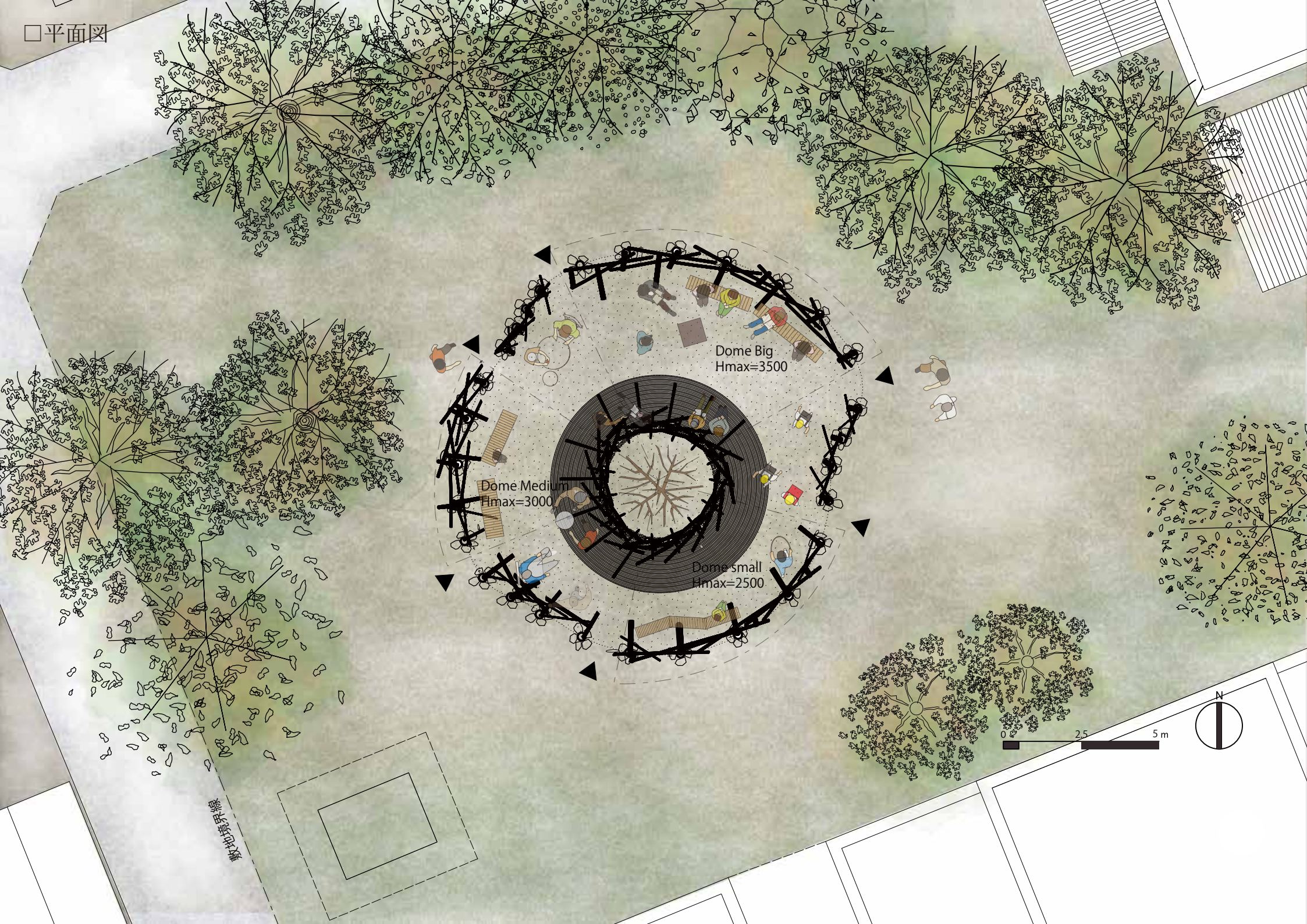


構造体1段目



構造体2段目





Dome Medium
Hmax=3000

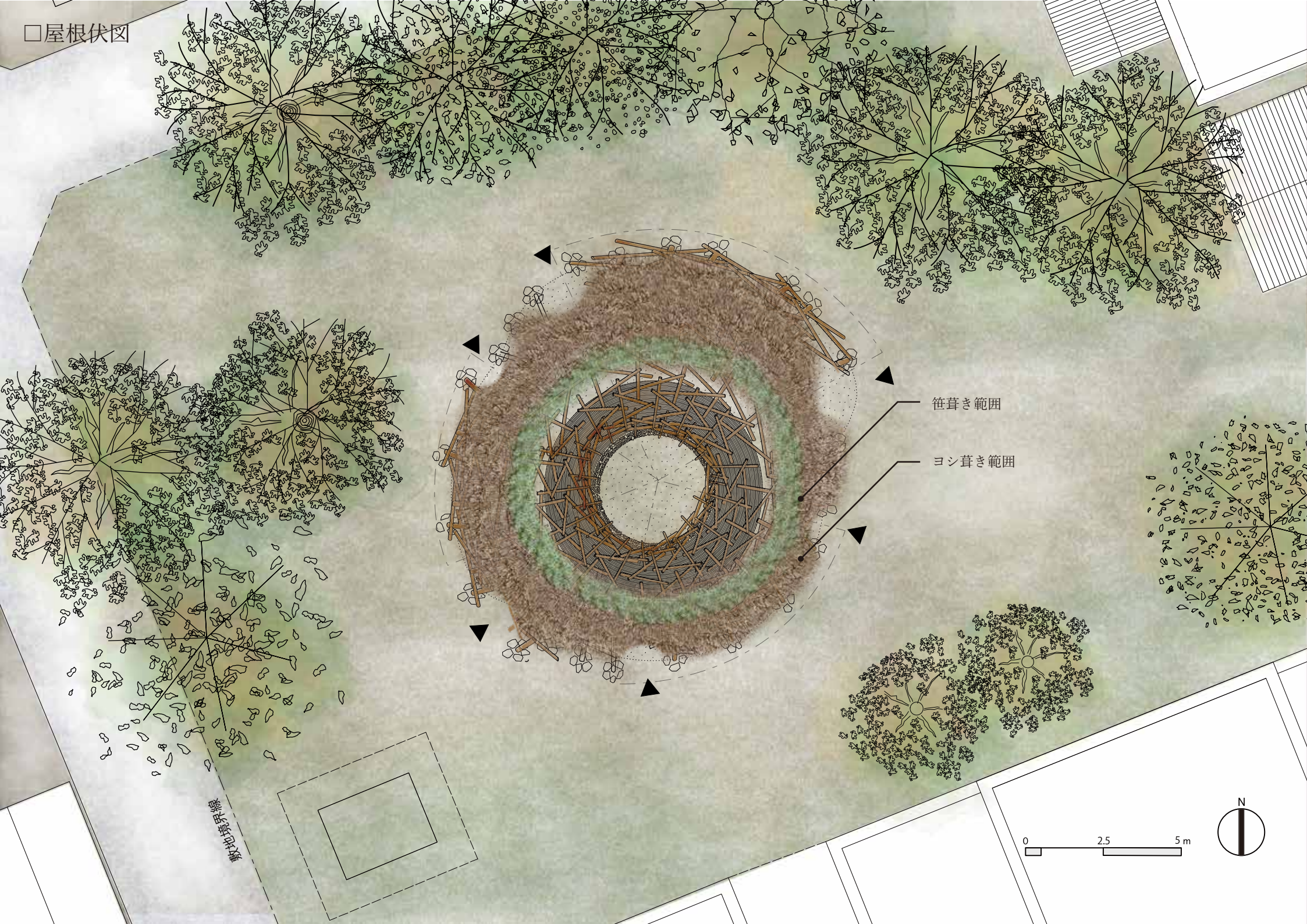
Dome Big
Hmax=3500

Dome small
Hmax=2500

新址规划



□屋根伏図

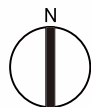


竹葺き範囲

コシ葺き範囲

敷地境界線

0 2.5 5m



□断面图



□構造計画

レシプロカル構造

レシプロカル構造は、一つの接点に部材が集中することを避け、部材同士が互いに他の部材を支持し合う構造形式である。短い部材の組み合わせで大きな曲面を構成できる特徴を持つ。この接合部には、沖島漁師の技術である「はこ結び」を採用している。



模型による検討



モックアップによる検討

□学生ワークショップによる施工の流れ (第1工期: 2018/9/16~9/29)

1. 農地整備



4. 防腐・防虫塗料塗布～乾燥



7. 埋め戻し～石タイル貼り



2. 竹などの自然素材の調達



5. 石・竹など自然素材の調達



8. 縄文式床作成



3. 流木構造ユニット作成 (はこ結び)



6. 足元部の掘削～石楔打ち



9.1 段目作成



□学生ワークショップによる施工の流れ (第1工期: 2018/9/16~9/29)

10.1~2 段目作成



11.3~4 段目作成



12. 竹で制作した足場で高所作業



13.4~5 段目作成



14.5~6 段目作成



15. 竹で制作した足場で高所作業



16.7~8 段目作成



17.8~9 段目作成



18.9 段目~足元部掘立作成



19. 大ドーム構造体



20. 大ドーム構造体



□学生ワークショップによる施工の流れ (第2工期: 2019/3/1~3/31)

21. ワークショップ1日目



22. ワークショップ8日目



23. 床縄を敷く



24. 中ドーム作成



25. 開口部作成



26. 開口部作成



27. 漁網屋根作成



28. インテリアモックアップ検討



29. ヨシ屋根検討



30.2019年4月現在の外観



31. 屋根構造体



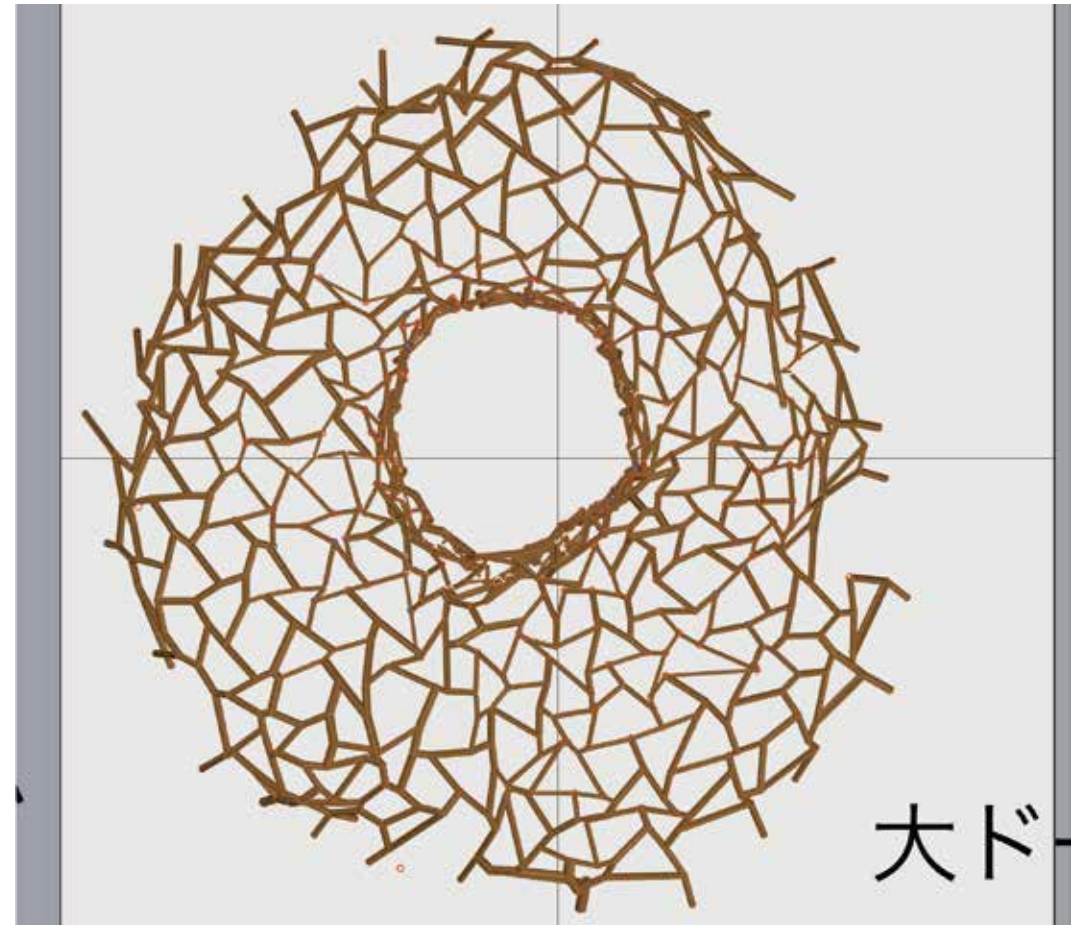
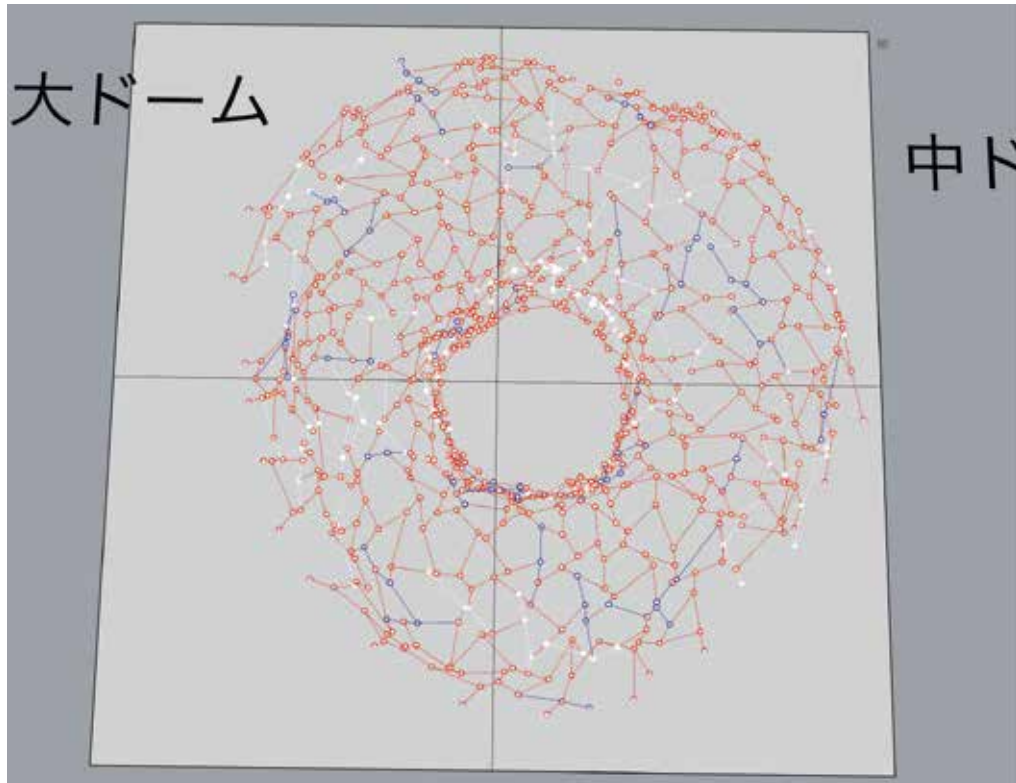
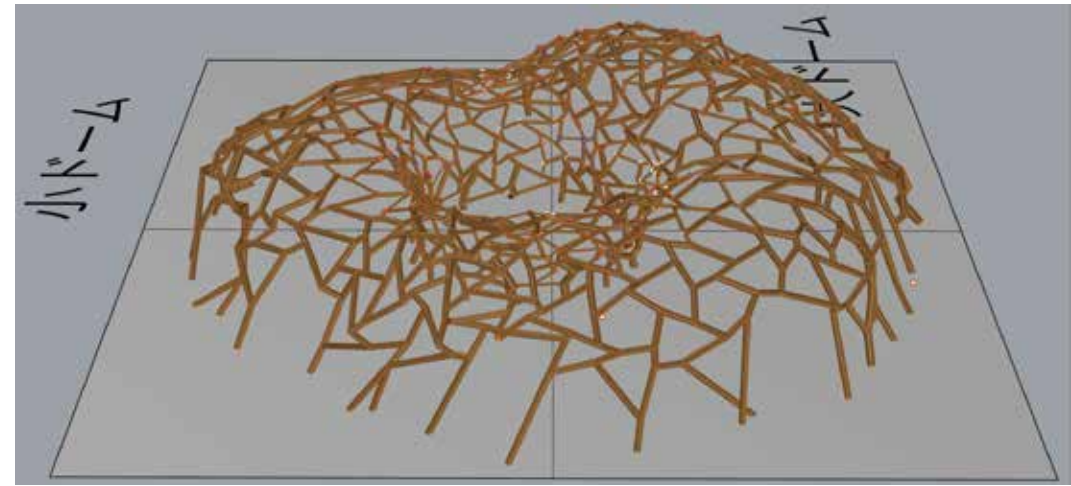
□構造躯体の実測

〈実測方法〉

実際の実験体が計画された敷地に、トータルステーションを用いて1m格子状の基準線を引く。それをもとに各接点のx,y,zの座標を計測する。各部材の最大径・最小径を測り、I-U-Sの3つの形状タイプに分類して計測を行った。x,y面は1mの格子状を基準に計測をし、z軸は接点から紐を垂らして高さを計測した。

〈実測結果〉

約3週間の計測を経て、部材役450本、約900点の接点の座標を取ることができた。計測し終えた材は養生テープを貼り、目印をつけておく。計測が終わった箇所からモデルを作った。



□構造解析

実験体を実測して得た最終形態のモデルを利用して構造解析を行い、試験体の構造強度を分析した。また、NG 部材を選出し、補強・取り換えが必要なものを明らかにした。

(荷重の設定)

屋根荷重

・固定荷重 $100\text{N}/\text{m}^2$ (仕上等。)

・積載荷重 $200\text{N}/\text{m}^2$

∴設計屋根荷重 $300\text{N}/\text{m}^2$

※流木の自重は、解析プログラム内にて別途考慮する。

(地震力)

・地震層せん断力係数 $C_0=0.2$

(風荷重)

基準風速 $V_0=34\text{m}/\text{s}$ (滋賀県近江八幡市沖島町)

建物高さ $h=3.0\text{m}$

地表面粗度区分 = III

速度圧 $q=830\text{N}/\text{m}^2$

風圧係数 $C_f=C_{pe}-C_{pi}=0.8-(-0.2)=1.2$

建物にかかる風圧力 $W=C_f \times q=1.2 \times 830=1000\text{N}/\text{m}^2$

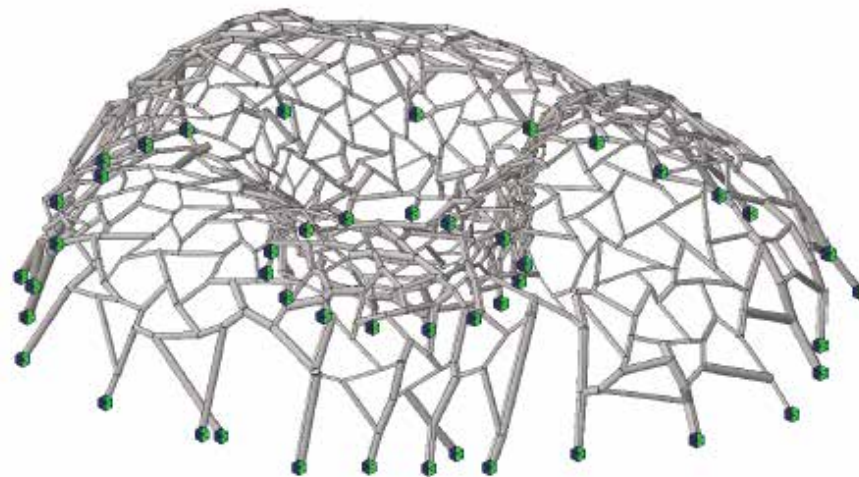
(積雪荷重)

・垂直積雪量

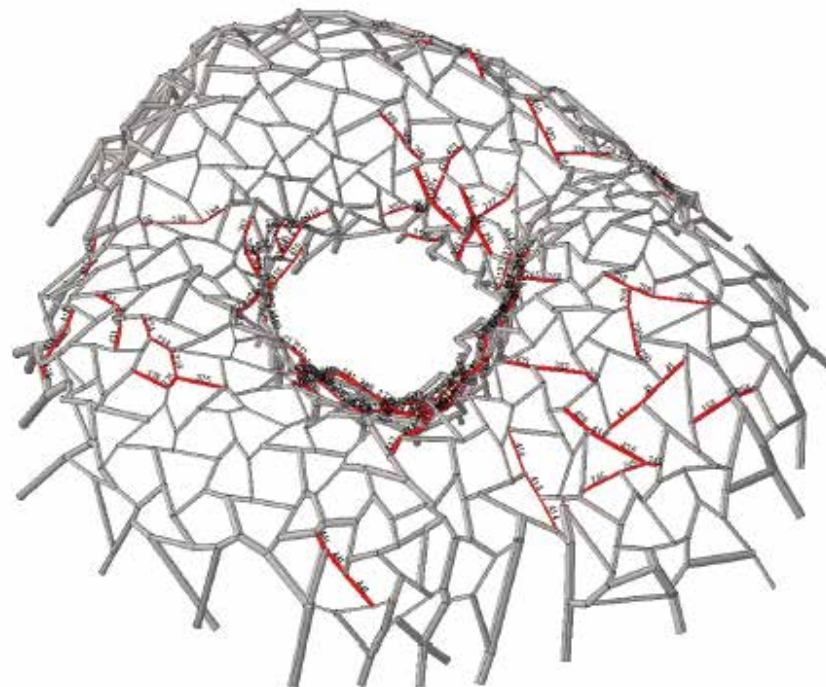
滋賀県告示第 433 号より垂直積雪量 $0.50[\text{m}]$ (滋賀県 HP より)

・単位重量： $20[\text{N}/\text{m}^2/\text{cm}]$ ・・・一般区域

→ $S=50[\text{cm}] \times 20[\text{N}/\text{m}^2/\text{cm}]=1000[\text{N}/\text{m}^2]$ ☒



構造解析モデル



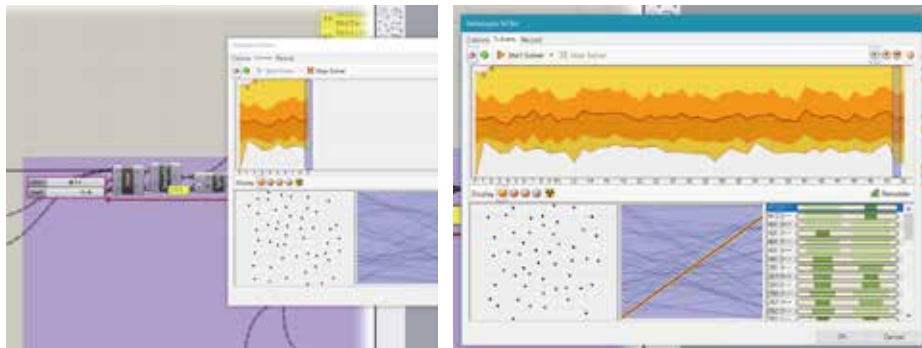
NG 部材の選出

□コンピューティングによる流木建築の生成手法の検討

流木建築の生成手法としてアルゴリズムを用いた建築手法の検討を行った。最終の検討では流木をどの角度で配置すればよいか検討することができた。

今回の3Dデータでは流木間にかぶりが生じ、実際の施工とは異なるデータとなった。他にもスキャンの手法など、詰め切れていないところが多く存在する。

今後の課題として、①本研究の詳細部の詰め ②流木のスキャン手法の確立 ③構造解析・実験 ④接合部検討 ⑤意匠（形状スタディ・レシプロカルのつくり方等） ⑥モックアップの作成 などがあげられる。今後の研究の更新として、上記の課題を1つ1つクリアにしていくことが流木建築の確立させるうえで必要なことである。



ガラパゴスコンポーネントを使い、最適化を行う。

1) 流木の3Dスキャンによる形態獲得

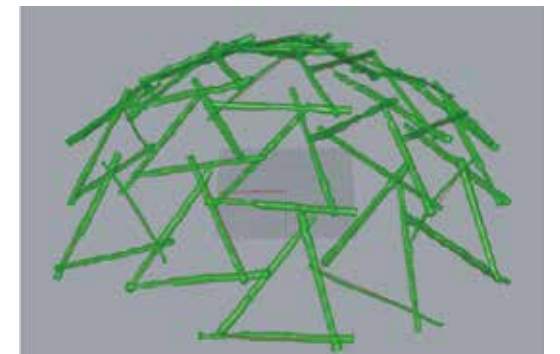
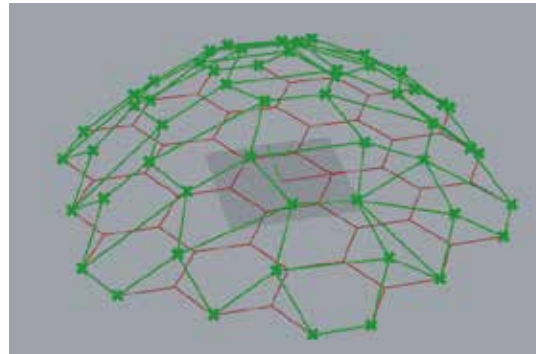


実際の流木の写真

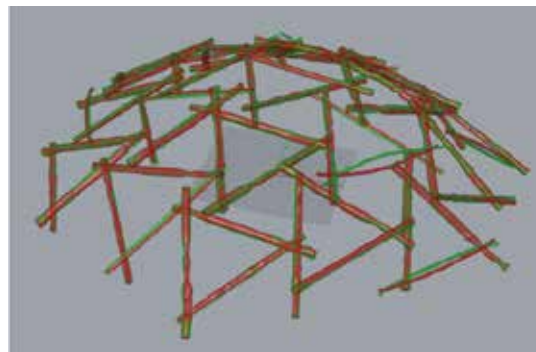


流木の3Dスキャンから得た形態

2) 線データでドーム形状を作り、流木の3Dデータを当てはめる。



3) 3Dデータで、それぞれの流木の被りがなくなるように最適化を行う。









□島民でも可能な施工方法による建築の更新

「はこ結び」は漁師の技術ではあるが、素人でも出来る接合方法である。

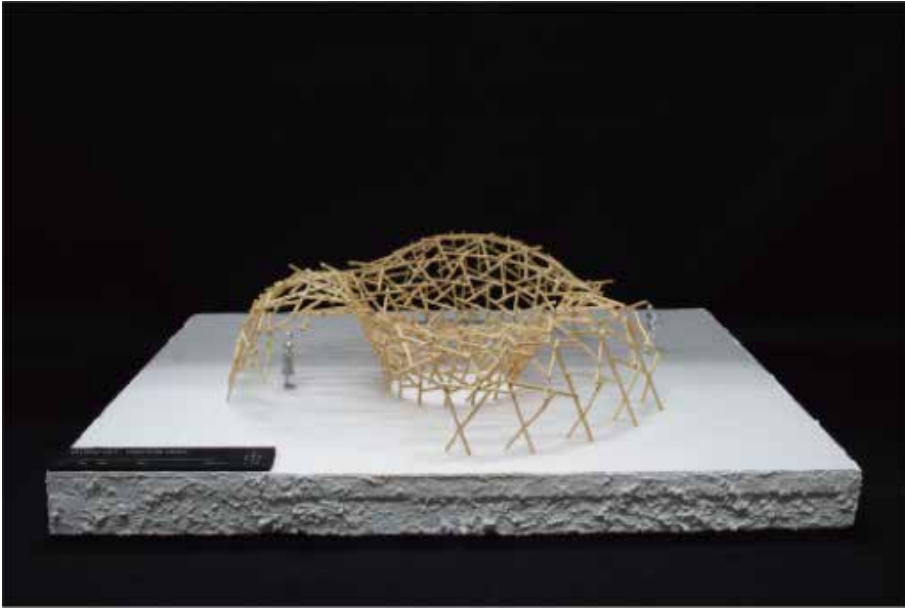
そのため建設は、誰でも参加することが可能で、学生や島民によるセルフビルドでの施工を可能としている。

今回はこれまでに集まった流木で最適なかたちをつくった。今後流木が新たに漂着し、入手した後に、更新や増築を行っていく。予定である。

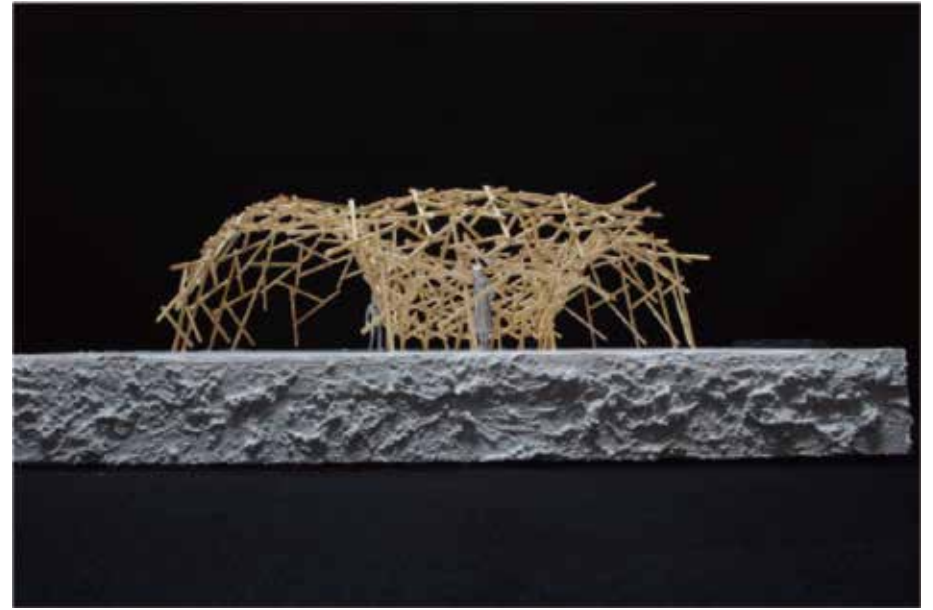


最終イメージパース

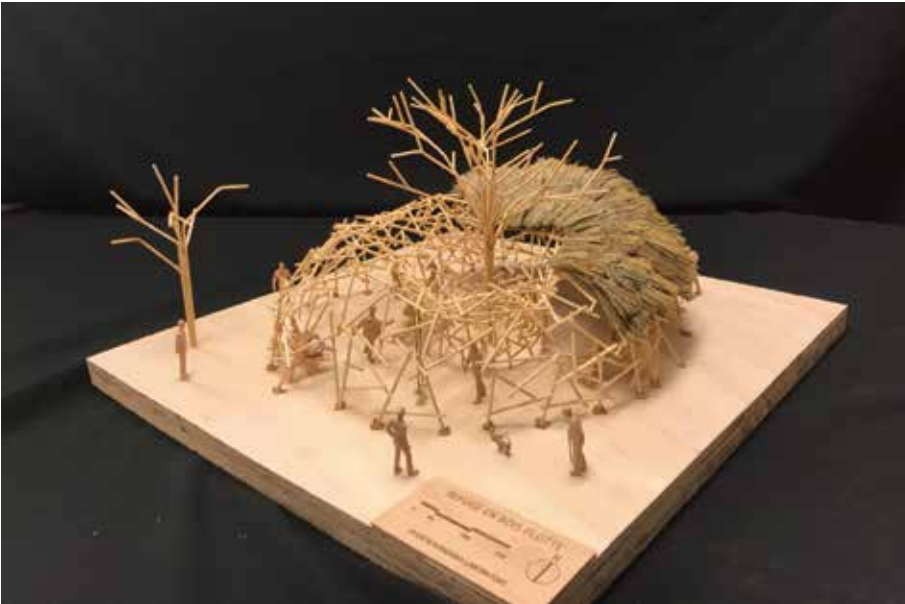
□ 模型写真



俯瞰写真



西側立面



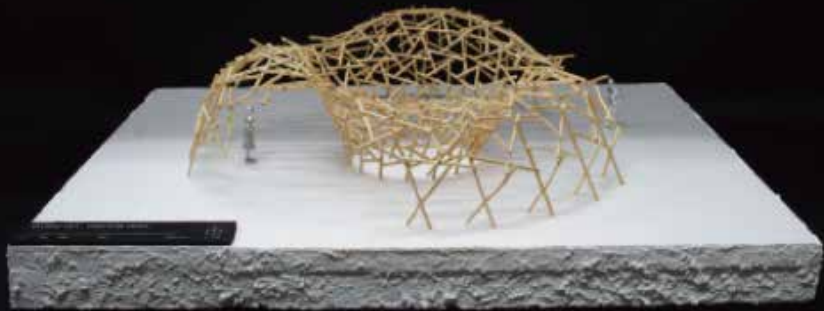
最終イメージ模型



最終イメージベース







□屋根計画

〈屋根の素材検討〉

屋根の素材は、離島ならではの運搬などの関係もあり、沖島にあるもので作る必要があるであった。また、流木ハットに大きな負荷がかからないような屋根を計画する必要があった。その為、一般的な笹葺きは葉の大きいクマザサを用いられるが、今回は沖島で手に入る竹ササを中心に屋根を葺くことを計画した。

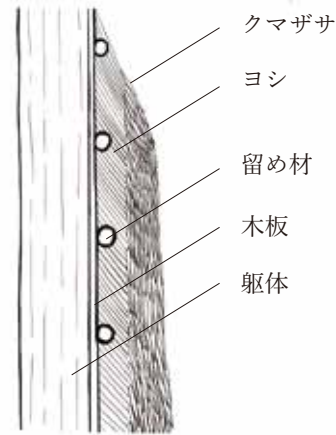
〈検討事項〉

一防水について一

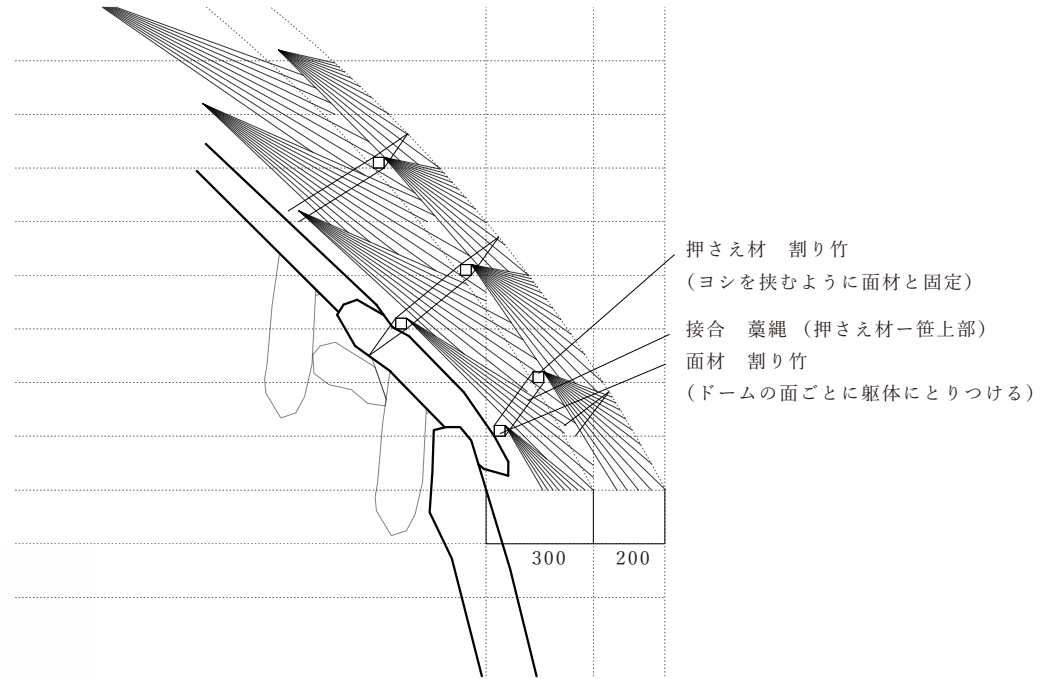
・屋根は竹のササで屋根を葺くことが求められたが、竹のササだけでは耐水面などにおける屋根としての能力が不足していた為、新たな屋根の葺き方を考える必要であった。全国各地の茅葺屋根を参考にし、アイヌの伝統住居のようにササとヨシ葺きを混合させることで、流木ハット自体への負荷を軽減しつつ、耐水層としてのヨシと仕上げとしてのササを葺くことを考えた。

〈モックアップ期間〉 8/10 ~ 9/30

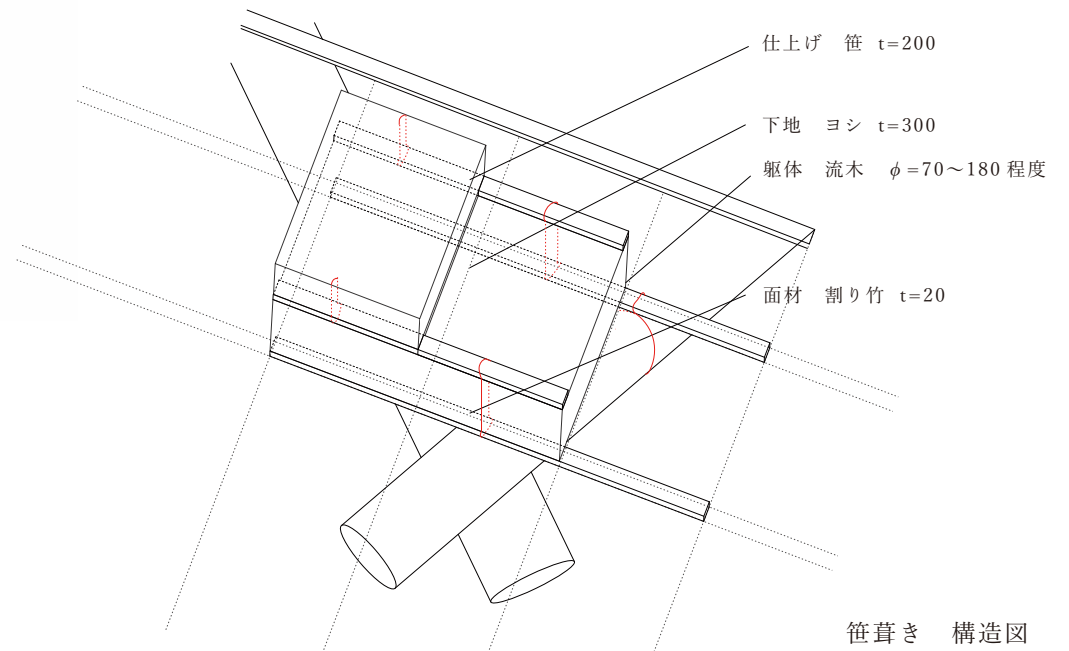
〈総施工日数〉 25日間



〈アイヌ チセ 断面スケッチ〉

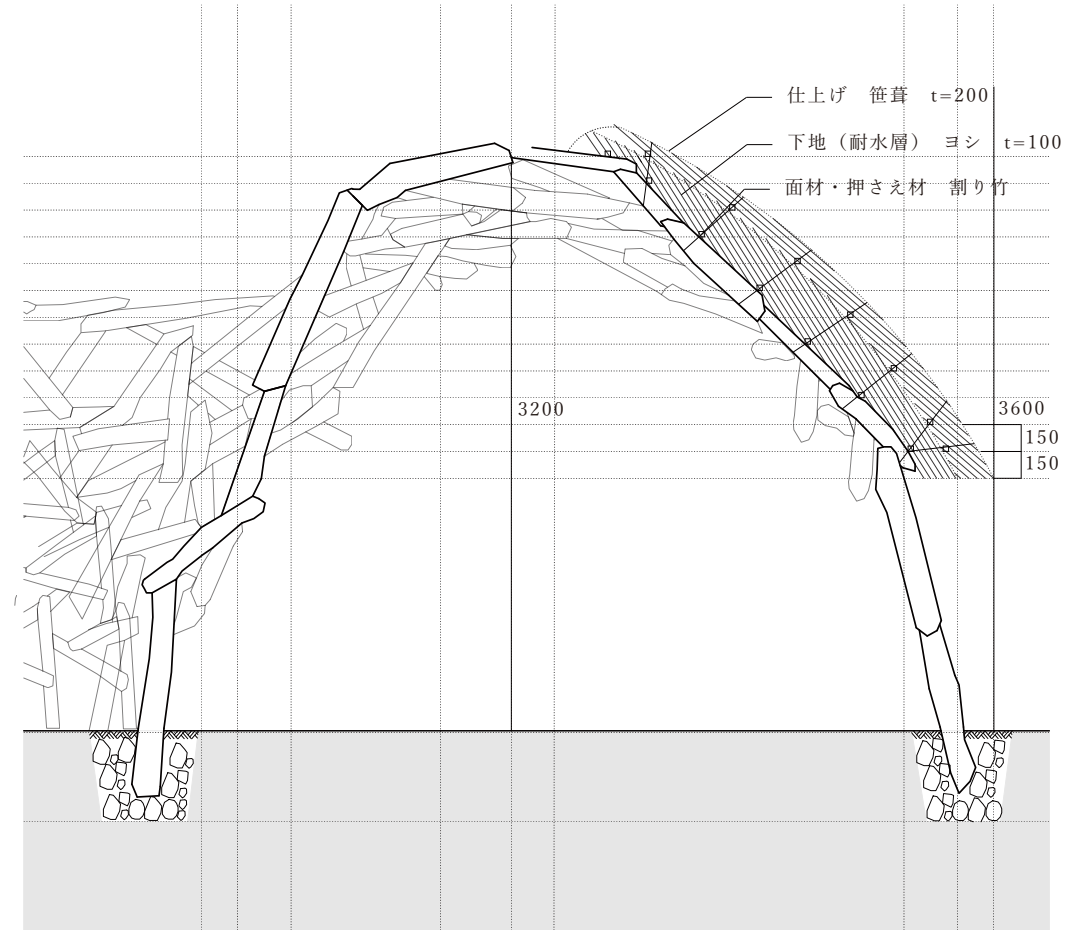
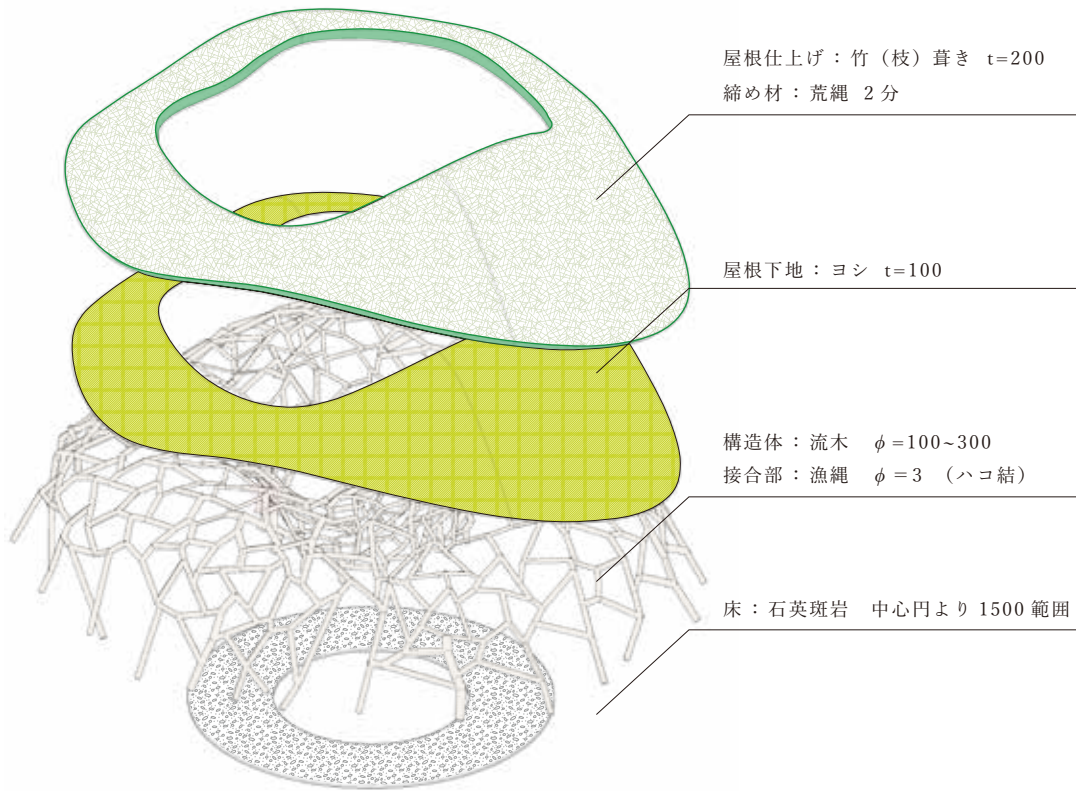


部分断面詳細図 1/20



笹葺き 構造図

□屋根計画 (図案)



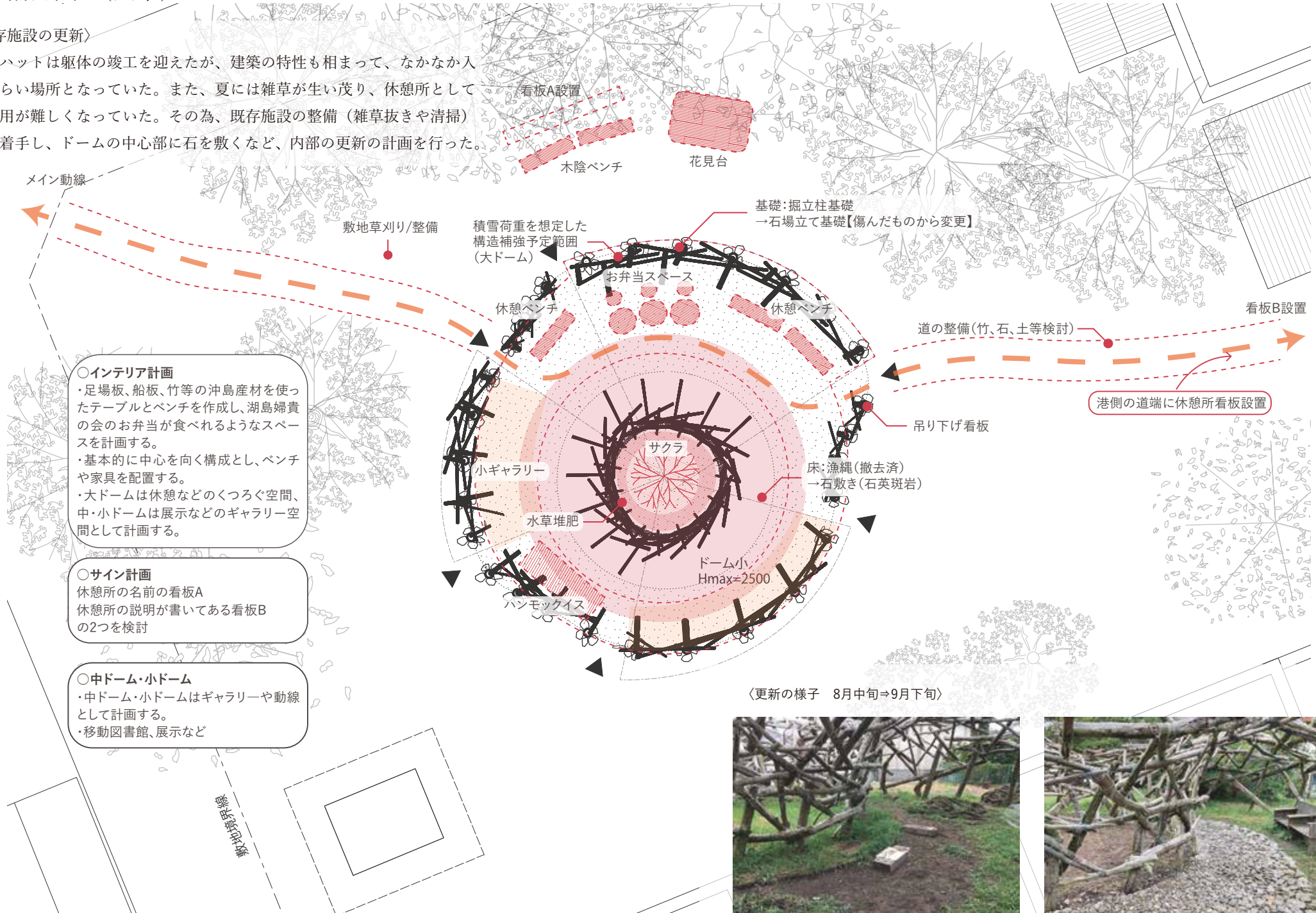
屋根アクソメ図

部分断面図（大ドーム） 1/40

□整備計画 (図案)

〈既存施設の更新〉

流木ハットは躯体の竣工を迎えたが、建築の特性も相まって、なかなか入りづらい場所となっていた。また、夏には雑草が生い茂り、休憩所としての利用が難しくなっていた。その為、既存施設の整備（雑草抜きや清掃）から着手し、ドームの中心部に石を敷くなど、内部の更新の計画を行った。



○インテリア計画
 ・足場板、船板、竹等の沖島産材を使ったテーブルとベンチを作成し、湖島婦貴の会のお弁当が食べられるようなスペースを計画する。
 ・基本的に中心を向く構成とし、ベンチや家具を配置する。
 ・大ドームは休憩などのくつろぐ空間、中・小ドームは展示などのギャラリー空間として計画する。

○サイン計画
 休憩所の名前の看板A
 休憩所の説明が書いてある看板Bの2つを検討

○中ドーム・小ドーム
 ・中ドーム・小ドームはギャラリーや動線として計画する。
 ・移動図書館、展示など

〈更新の様子 8月中旬⇒9月下旬〉



□学生ワークショップによる施工の流れ（第4工期：2020/8/11~10/30）

31. ロープの撤去・敷地整備



32. 竹刈り・笹採り



33. 笹の運搬



34. 笹束の作成



35. 葦簀を用いたモックアップ



36. ヨシ葺きの検討



37. 笹葺きの実施



38. 笹葺きのモックアップ



39. 湖岸で石の収集



□学生ワークショップによる施工の流れ（第4工期：2020/8/11~10/30）

40. 石敷きの実施



41. モックアップの風化（→雨が溜まる）



42. 石敷きの完成



43. ヨシの運搬



44. ヨシ葺きの拡張



45. ヨシ葺きの拡張



□茅葺職人さんによる笹葺きの指導（10/31）

モックアップを経て、屋根に雨水が溜まることがわかり、葺き方に問題がある様と考えられた。その為、美山の茅葺職人をお招きし、笹とヨシの混合葺きの指導を行っていただいた。相手は水であることを考え、笹の結い方から、葺き方、葺き替えに関する工夫について指導いただいた。



美山の茅葺職人をお招きして、葺の葺き方を教わる
笹を葺くという機会のはじめてということで、ともにスタディする。



雨をしのぐための工夫を学ぶ
(例)

- ・笹の結い方
葉の向き、くくり方
- ・笹の葺き方
笹のサイズ感による笹を葺く位置の決定
- ・長持ちさせる秘訣
笹の収穫や、葺き替えの時期



□沖島文化祭への参加 (11/3)



看板を使い、島の人と観光客に親しみを持ってもらう スタディの家具を置き、島の子供たちの遊び場としての問題点を発見する スタディの家具に座ってもらい、感想を聞く



文化祭の後片付けの後に島の方々と流木ハット内で休憩し、流木ハットの今後について語る

流木ハットの施工中の写真を流木ハット自体に吊るして展示し、これまでについて伝える

もしあれば、コメントお願いしたい!!
 船) とてよ。天です! RAL-同
 須形がカ-ニ...
 しこのおれ石が下く...
 けいなくうかた! 21才男
 学生の時北の-多勢中...
 流木ハットの今後について語る...
 原主が流木...
 空を見上げる...
 はやく完成...
 流木ハットの今後について語る...
 石と木...
 原始時代の存在...
 中島...
 とこ...
 ス...
 あ...

流木ハットについて、コメントをもらう



□学生ワークショップによる施工の流れ (第5工期: 2020/11/4~12/11)

46. 大ドーム部分の完成



47. 大ドームの利用



48. 流木材の交換



49. 中ドームのヨシ葺き



51. 笹葺きの拡張



52. 中ドーム部の完成



53. 小ドームのヨシ葺き



54. ヨシ葺きの完了



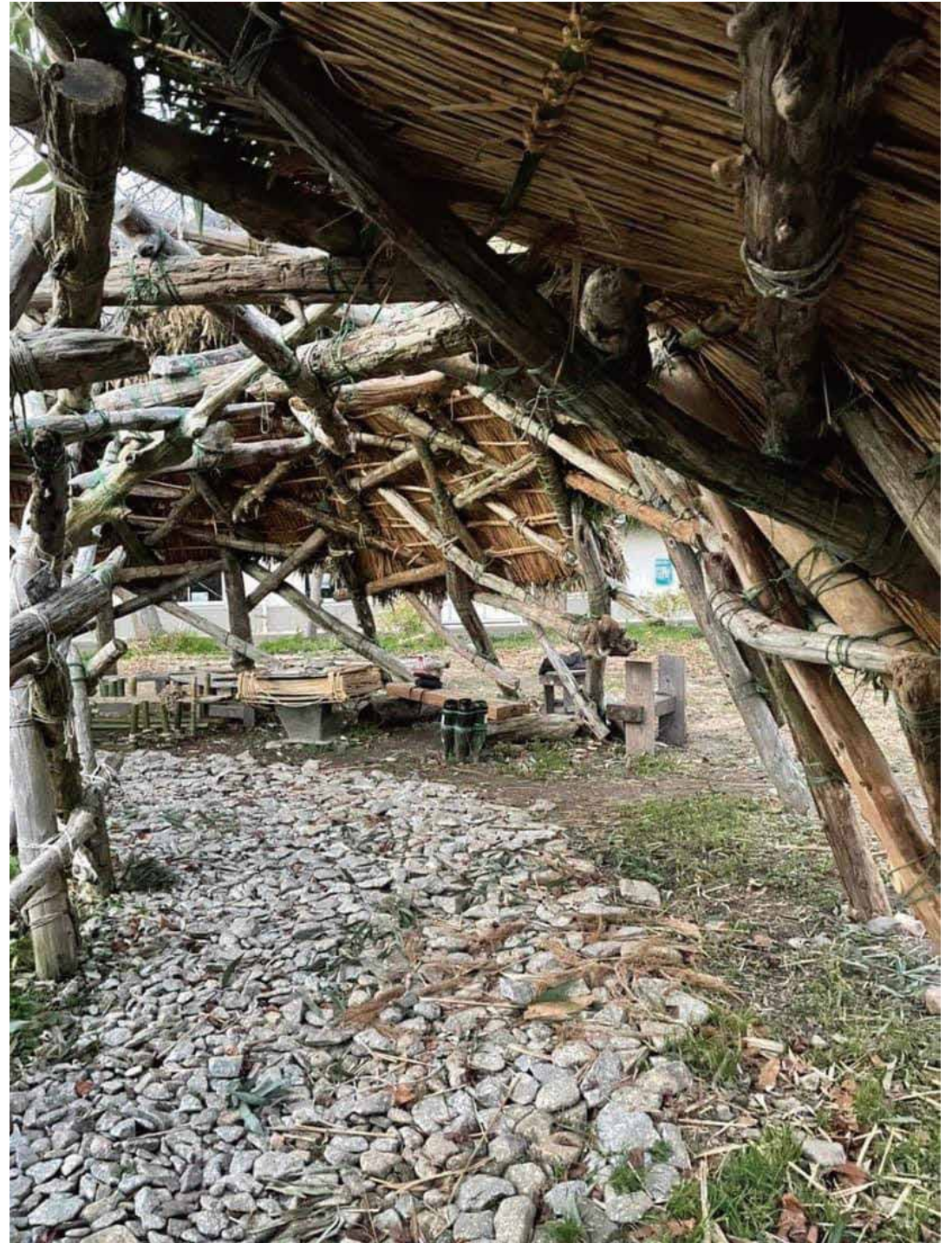
55. 笹葺きの完了



□屋根の完成 (12/12)



□内部空間



□地域との交流 (12/12)



□地域との交流 (12/12)



□家具の制作 (12/1 ~ 12/12)

島で採れる自然素材、漁師の方から頂いた漁業用ロープ、ごみ置き場で拾った廃棄物など、島に存在するものだけをブリコラージュして作る。

椅子



使った部材

- ・石
- ・流木
- ・魚網
- ・猫車 (ごみ置き場より)

椅子



使った部材

- ・舟板

机



使った部材

- ・石
- ・鉄フレーム (ごみ置き場より)
- ・プラスチック製の箱状の物体 (ごみ置き場より)
- ・藁縄

机



使った部材

- ・流木
- ・猫車 (ごみ置き場より)

椅子・机セット



使った部材

- ・舟板
- ・竹
- ・魚網

椅子



使った部材

- ・流木
- ・竹
- ・魚網

看板 (検討中)



看板 (検討中)



□利用の風景

