

淡路島福良地区における災害対策住宅の設計 —メタボリズム再考による震災復興の可能性についての考察を通して—

角田 博由起^{1*} 遠藤秀平

¹ 工学研究科建築学専攻

キーワード： 仮設住宅、斜面地、メタボリズム、新陳代謝

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、日本は地震とそれに伴う巨大な津波により甚大な建物、人的被害を受けた。その後、復興が進められているが、仮設住宅の建設や高台移転の計画は用地の確保が非常に困難であり、確保された被災地区からの距離がある地区での分散された生活は、彼らの生業やコミュニティを喪失しかねないといった問題が挙げられている。さらに、日本国内では今後20～30年以内の発生率が上昇している東海・東南南海・南海連動型地震に対する意識が高まり、地震と津波による被害規模の見直しや、事前の災害対策などが進められている。本論文は、今後連動型地震及び、それに伴う津波により甚大な被害を受けると考えられる、地理的に不利な条件を持つ地域において、事前の災害対策を提案する。災害に対して、被害を受けた同じ場所で生活すること、津波に対し宅地を造成して町から離れた場所に高台移転すること、または堤防などの巨大構造物を整備すること等の代替案として、斜面が多いという不利に捉えられがちな地形特性を逆に活かした、斜面地における震災復興の可能性とその妥当性を検証することを目的とした。

1. はじめに

1.1 背景と目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、関東、東北地方は甚大な被害を受けた。その後、復興が進められているが、仮設住宅の建設や高台移転の計画は用地の確保が非常に困難であり、確保できたとしても利便性が低く、生業やコミュニティの喪失といった問題が指摘されている。加えて、莫大な予算と時間を投じて建設される巨大土木構造物による津波災害の対策は、日本の港にある貴重な歴史的・文化的景観を破壊する恐れがある。さらに、東海・東南南海・南海連動型地震に対する意識が高まり、地震と津波による被害想定規模の見直しや、早急に災害対策が進められている。本論文は、今後発生する連動型地震及び、それに伴う津波により甚大な被害を受けると想定されている地域を対象として、海岸との距離が近く斜面が多いといった、不利に捉えがちな地形特性を活かした事前対策として、斜面地における震災復興の可能性を示し、その妥当性を検証することを目的とする。

1.2 研究の対象と方法

事前対策の重要性を考察するために、東海・東南南海・南海連動型地震を対象に調査を行い、被害予想及び問題を把握する。また、震災復興に関する調査を行うことで災害対策住宅と斜面地における震災復興の妥当性を検証し、人工地盤や新陳代謝と

いった概念を中心にメタボリズム建築の作品分析を行うことにより、斜面地での仮設建築の可能性を考察する。

それらの調査を基に、今後の連動型地震の発生を想定し、その地震に伴う津波の被害を受けると予測されている具体的な集落区を選定し、斜面地における災害対策の新しい在り方を提案する。

2. 調査

2.1 南海トラフ（東海・東南南海・南海連動型）地震

連動型地震は、東海地震、東南海地震、南海地震の全て、またはいずれか2つの地震が同時、または時間差を伴って連続して発生する地震のことをいう。これら3つの地震は地下のプレート構造が原因となってそれぞれ独立した震源域を持っており、別々に発生する場合や数時間から数年の間隔で近接して発生する場合、あるいはほぼ同時に発生する場合がある。

地質調査や文献資料から、東海地震、東南海地震、南海地震はそれぞれ約90～150年の間隔で発生していることが分かっており、今後も同じような間隔で発生すると推測されている。いずれもマグニチュードが8以上になるような巨大地震で、揺れや津波により大きな被害を出してきた地震である。この周期を1946年に発生した昭和地震に当てはめると2036年～2096年となり、今後20～30年以内に発生する可能性が極めて高くなると考えられている。

図1は東日本大震災の影響を受け、2012年3月31日に内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会によって発表された東海・東南海・南海連動型地震が同時に発生した際の満潮時の津波高さを示したものである。今回の修正で、津波を起こす地震の規模はマグニチュード(M) 9・1となり、津波高は高知県で最大34メートルと推定された。また、震度7の強い揺れの範囲も約20倍に拡大するなど従来の想定を大幅に上回った。国の中央防災会議による2003年の想定と比べ、津波高が10メートル以上の自治体は9倍の90市町村、20メートル以上はゼロから6都県23市町村に増えた。

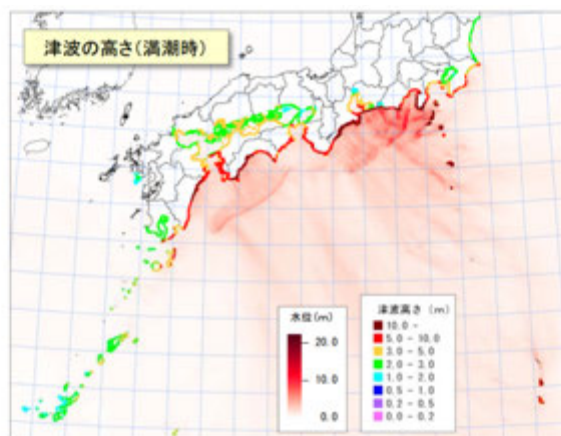


図1 南海トラフ地震による満潮時の津波高さ¹⁾

南海トラフの巨大地震モデル検討会による震度分布・津波高の発表を受け、南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループにより、人的・物的被害や経済被害等の推計及び被害シナリオを検討するとともに、東日本大震災の教訓を踏まえた南海トラフ巨大地震対策の方向性等について検討が行われている。この予測を見ると、東日本大震災における人的被害の要因の殆どが津波であったのに対して、建築物の倒壊や火災、急斜面の崩壊などによる被害も大きく、地震動による被害も非常に大きなものとなる見通しである。今までの大震災においては、建築物の倒壊、火災、津波など大きな特徴を持ったものが多かったが、東海・東南海・南海連動型地震においては複合型の災害であり、その被害も甚大であることから(図2参照)多角的な面からの災害対策を検討する必要性がある。このような発生確率、切迫性の高い複合型の超広域災害に対して、ソフト・ハード両面における事前対策が急務とされる。

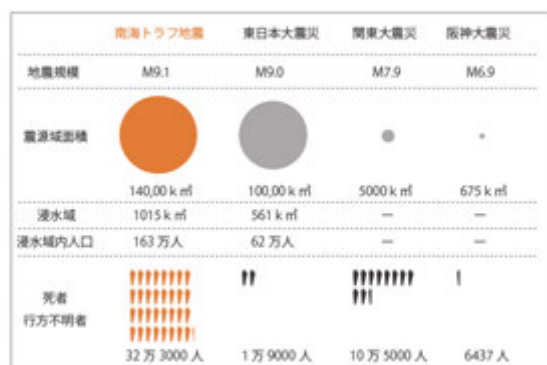


図2 日本における地震災害の被害比較²⁾

2.2 震災復興

震災復興において重要な役割を果たす応急仮設住宅と復興計画については、様々な問題が浮き彫りとなっている。

応急仮設住宅は、基本的には2年間で撤去することになっている。このため短期間で産業廃棄物になる資材・資源の再活用の方や、解体に伴い発生する費用など、仮設住宅の費用対効果には様々な課題が指摘される。これに加え短期間の利用を前提とした劣悪な住環境やコミュニティが考慮されていないなどの問題もある。大規模災害の場合には、復興するまでに長い歳月を要することから、コストや施工期間の折り合いをつけながらも、一定のクオリティーと恒久性を持った居住空間を追求していくべきではないかと考えられる。そのため、今後の仮設住宅の形式として、図3に示すように、短期的な仮設住宅に加え、中長期的な歳月に対応可能な、仮設住宅と恒久住宅の中間に位置する災害対策住宅という可能性を提示する。これは、仮設住宅の移設性やユニット方式などの特徴を保持したまま、恒久住宅としての性能を追求するものである。これを用いることにより、様々なニーズへの対応、住環境の改善、利用後の転用などが可能となる。

図3 仮設住宅の形式



現在、東日本大震災の被災地では、高台移転などの復興計画が進められている。しかし、地域によっては斜面地が多く、まとまった規模の高台を造成することは困難であるため、孤立しやすい小規模の高台居住地が分散することになる。また、高台造成工事には崖崩れ防止対策も含めて膨大な時間とコストが必要となり、大規模な高台居住地を確保し、病院・商店などを含む町レベルの復興が行えたとしても、人口減少時代において、将来のゴーストタウンを形成することになりかねない。

高台移転は成功している事例もあり、適地があれば有効な防災対策であることは、安易に否定はできない。しかしそれはあくまでも特殊解であって一般解でないとの理解が必要である。現在進行している復興計画コンセプトの問題は、高台移転を被災地の事情や特性にかかわらず一律的に適用しようとするところにある。

現状のまま高台移転が進行すると、高台居住地では「陸の孤島化」「限界集落化」という事態が予測される。その結果、被災地域は“海と山”の両方から地域衰退・地域崩壊が一気に進み、“復興災害”が現実化することになる。

これに対して、被災居住地域に近接して存在する斜面地を利用することの可能性を検証する／提案する。既存の町の近くに用地を設定するためコミュニティの持続、漁業従事者の生業の継続、地域性の存続が可能となり、震災復興における1つの選択肢として有効であると考えられる。

2.3 メタボリズム

現在、進められている復興計画の多くは高台移転やスーパ

一堤防などの巨大投資による、スクラップ・アンド・ビルドの傾向がある。このような復興の在り方は、少子高齢化、人口減少、過疎化などの問題を抱える日本において、将来生まれるゴーストタウンを容易に連想させる。

これらの傾向を回避する概念として菊竹清訓や黒川紀章らを中心として1960年の世界デザイン会議（東京）を契機として提唱された「メタボリズム」が見直されてもよい。ただし、当時のメタボリズムでは、成長方向の「新陳代謝」に主眼が置かれていたが、成長と衰退、増と減は表裏一体なのが常であり、現代社会においては、建築の減衰、減少を同位に扱ったうえでメタボリズムの「新陳代謝」を考察する。

成長と衰退の双方に着目した分析により得た60年代のメタボリズムの特徴として、以下のものを挙げる。

- ①減衰方向への思考が少ない。
- ②空間的なヒエラルキーが強い。
- ③外部空間や共有空間における「新陳代謝」が欠落している。
- ④単調で均質的な空間の集合に偏る傾向がある。

上記の特徴を60年代のメタボリズムの限界と捉えたうえで、斜面地に適した仮設建築の可能性に対して不足要素を補う要素として以下が挙げられる。

- ①ユニットの転用性
- ②ストラクチャーとユニットの同位化
- ③外部・共有空間の代謝
- ④複数ユニットの組み合わせによる斜面への対応

人口減少社会において建築が減衰方向への代謝が可能であることには、大きな意義があるが、単に減少して廃棄されるのではなく、転用されることが重要であると考えられる。また、ユニットとストラクチャーを同位の存在として代謝可能とする場合、建築の移動性が向上し代謝の可能性が高まると考えられる。さらに、斜面において外部・共有空間との関係性を構築することで良好な景観が構築される。

2.4 南あわじ市福良地区

南あわじ市は兵庫県最南端の市であり、淡路島最大の市である。その中でも福良地区は周辺を山地に囲われ、且つ海が迫る地区であり地震や津波災害に対して地理的に不利な地域である。過去にも1944年に発生した昭和東南海地震と、2年の時間差を伴って1946年に発生した昭和南海地震の連動型地震で津波被害を受けている。そのため福良地区では、漁港の防潮堤・津波防災ステーションの整備などのハード面からの対策や、海抜や浸水高さを標記する標識の設置、防災訓練やハザードマップの作成などのソフト面の対策も行われてきた。しかしながら、東日本大震災の影響を受け、福良地区においても津波による被害想定が大幅に見直されており、従来T.P. +5.3mであった最高想定津波高さはおよそT.P. +10～11mへと倍近くに修正されハザードマップの修正や避難場所の変更などが行われている。図4は10mの津波が発生した際の津波浸水域を想定したものであり、市内の7割は津波による被害を受けることとなり、早急な対策が課題とされている。そこで、本提案では福良地区周辺の斜面地の利用を提示する。

福良地区における中長期被災住宅の建設に際して、ある程度の水平面積が確保でき、傾斜が30°以下の利用可能と考えられる緩斜面地の分布は図4のようになっている。利用可能な緩斜面地は斜面と町の接点に位置しているものが多く、移転後の地域のコミュニティを保持し、安全な避難場所を確保するという面では非常に有効な立地である。ただし、これらの斜面地においては寺社仏閣が斜面の麓または内部にまで浸透しているケースが幾つか見られることから、建設における地元住民との合意形成と歴史的・文化的景観の保全が課題と考えられる。

福良地区における緩斜面地は、利用できる総数、規模、立地において地理的には十分に実現可能な状態であり、寺社仏閣における課題をクリアすることが出来れば、斜面地移転による復興計画は妥当性があるものと考えられる。



3. 設計

図4 福良地区における津波浸水域（10m）及び斜面地の分布

3.1 対象敷地

本提案の対象とする敷地は、福良地区における緩斜面の分布の検証により抽出した5つの斜面のうち、斜面地Cとする。斜面地Cは、津波による被害が最も大きいとされる漁村集落を含む町の中心部に最も近く、県道と隣接しておりインフラの整備が容易であることから選定した。そして、町との関係性と既存のコミュニティの持続性を考慮して、図5に黄色で示す部分を計画敷地として、災害対策住宅のケーススタディーを行った。



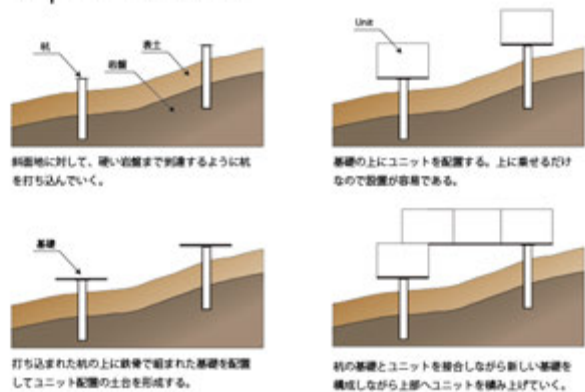
図5 対象敷地

3.2 斜面地への対応

斜面地に建築を建設する際、そのほとんどは部分的に地面を造成し、その造成された平面部分に建築物を載せる方式を採用する。震災発生後の計画ならばその方式もあり得るが、将来的な災害に対する事前の対策としては、準備段階での自然への影響を極力小さく止めることが望ましい。

そのため本提案では図6のように、斜面に杭を打ちその上にユニットを載せる形式を選択する。この方式を取ることで、斜面を削ることなく建設が可能となり、生態系への影響を最小限に抑え、自然との共生が可能となる。杭を打つ事は、面的な整備ではなく点的な整備の集合であるため斜面地の樹木を部分的に残しながら整備することも可能となる。さらに、事前に打ち込まれた杭は地盤の崩壊を防ぐ役割を担い、地滑りによる災害の防止と安全な建設用地の確保を可能にする。

図6 斜面への適応システム



3.3 ユニットシステム

Joint UnitとConnect Unitの2種類の異なる機能を持ったユニットを組み合わせることによって全体を構成する。基本構成としては図7に示すように、杭の上に接合点となるJoint Unitを設置し、3方向に展開した接合部にConnect Unitを連結する三又の形状としている。三又の形状は、囲う行為の一端を担っており、組み合わせることによって囲われた空間を生み出すことが可能となる。この空間は共有空間として機能すると共に、斜面の自然と共生するための空間としての意味を持つ。また、ユニットがズレながら積み上げられることで、ユニットの上部が通路として機能する。

Joint Unitは六角形を基本として変形した三又のユニットの中心に、諸設備機能を備えた円筒状のコアを持つ形態としている。直立方体で構成されている3つの端部はConnect Unitとの接合部とし、接合部ではない3方向の曲面部分は開口部として機能する。六角形を基本形態として、設備コア部分を円形としたことで、回転が可能なユニットとなっている。また全体を構成するために、基本となる住空間ユニット以外に、コアの無い通路として機能するユニット、E Vを内包したユニット、階段として機能するユニットの4種類を組み合わせる。

Connect Unitは結合部の幅を3300mmに統一し、1m～8mの長さのユニットを用意する。長さの異なるユニットは多様な空間を内包・形成すると共に、等高線に対応する形態を有することが可能となる。また接合部は上下左右のユニットの接合、基礎や手すり等の接合など全て共通の仕様、形状として

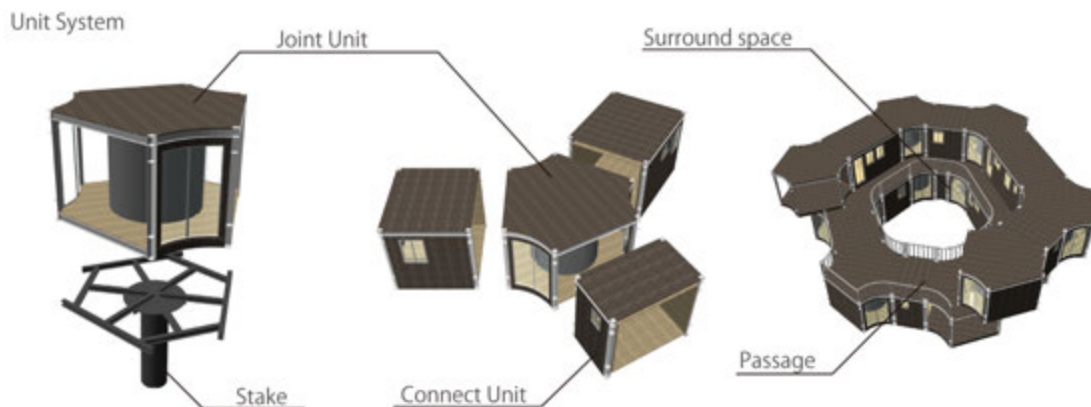


図7 ユニットシステム

いる。

3.4 配置計画

斜面地にユニットを配置するための指針として、①道路の建設、②重機の動線、③谷と尾根、④町とのつながり、⑤始点の設定という5つの項目によって計画を行う。それにより、全体の配置は図8のようになる。ユニットは始点から斜面中腹の道路に向けて繋がりながら、アメーバの様に配置される。「囲う」という行為の一端を担ったユニットはネットワークを構成しながら、斜面において囲われた共有空間を構成していく。谷と尾根の各々の性質に合わせて配置計画を行い、人の手の入っていない自然を部分的に残しながら全体を構成する。



図8 全体配置

3.5 建設プロセス

斜面におけるユニットの建設は図9の手順に沿って進める。工程01～03の道路建設から杭打ちまでは、震災発生前の対策として行う。これにより事前の用地確保と土砂崩れなどの災害の防止に寄与する。震災発生後は、杭上部にユニットを載せていくだけであり、斜面地に対して容易に災害対策住宅を建設することが可能となる。

3.6 断面計画

斜面に杭を打つ事によって構成されたユニット群は、斜面の地形に大きな影響を与えることなく斜面に沿いながら全体を構成できる。これにより、周辺の自然環境を維持しながら斜面との緩やかな関係性を構築することが可能となる。また、ユニットの組み合わせによって生まれる「囲い空間」は共有空間として機能すると共に、建築の内部空間と自然環境との関係を密接にすることが可能となる。



図10 部分断面図

Construction

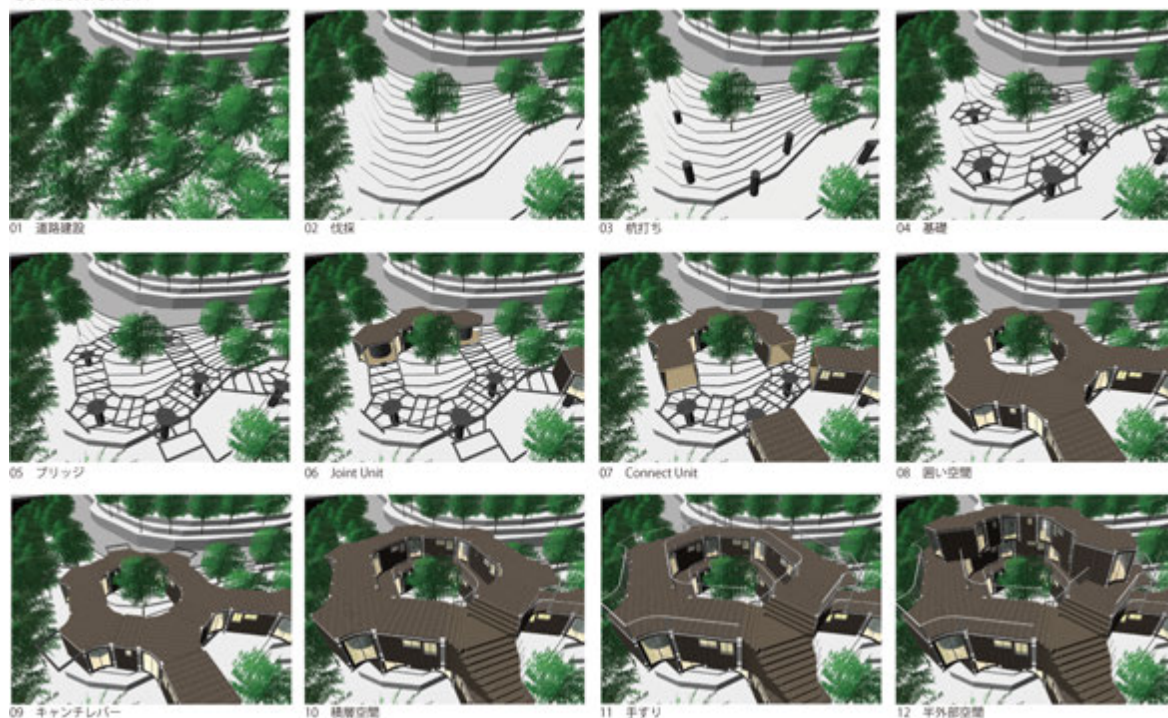


図9 建設プロセス

ユニットがズレながら棚田のように積みあがることで、日照を確保することが可能になる。また、ユニットの組み合わせによって生まれる「囲い空間」が存在することで日照の確保、自然との接点生まれる。さらに、地面とユニットが杭によって切り離されていることにより、建築全体を風が通り抜けることが可能となっている。

3.7 平面計画

Joint UnitとConnect Unitを組み合わせることによって、斜面に沿うようにユニットを配置することが可能となり、囲い空間は外部との関係性を保持しながら、住戸同士が距離と樹木を介して向き合うことにより、緩やかなプライバシーを形成することが出来、住民同士の生活を感じることが可能となる。また、1〜4人世帯までの世帯に対応した空間を形成することが可能となり、高齢者や子供などの社会的弱者を助け合う構成となっている。さらに、単身高齢者などは、1人世帯のユニットではなく、3人世帯のユニットによって、Joint Unitを共有空間、Connect Unitをプライベート空間として利用することで、シェアハウスのような形態をとることが可能となる。



図11 部分平面図

3.7 時間軸による変化

震災発生前の事前対策の段階から震災復興までの一連の流れにおいて8つの段階を設定する。ユニットはフェーズ毎に斜面に適応しながら増減を行っていく。

Each Phase

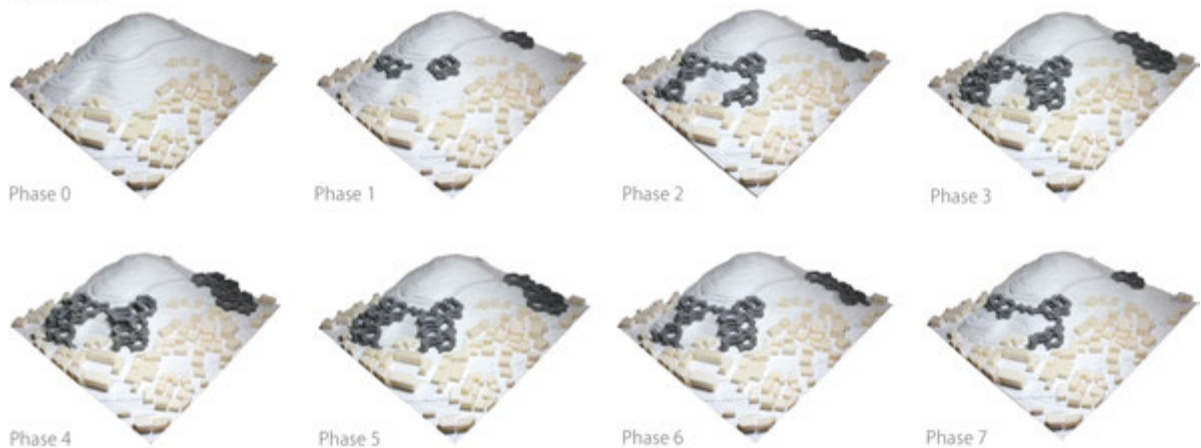


図12 各フェーズにおける建築の増減

3.8 震災後の転用

本提案では一般的な仮設住宅の様に短期的な利用に限らず中長期的な利用を目的としているため、一定以上の性能を持たせたユニットは解体後、地域の復興にも活用する。解体したユニットを移設するだけで容易に空間を構成できるため、早急な復興における需要性は高い。具体的には幼稚園や商店等、地域の拠点として利用することが可能である。

4. まとめ

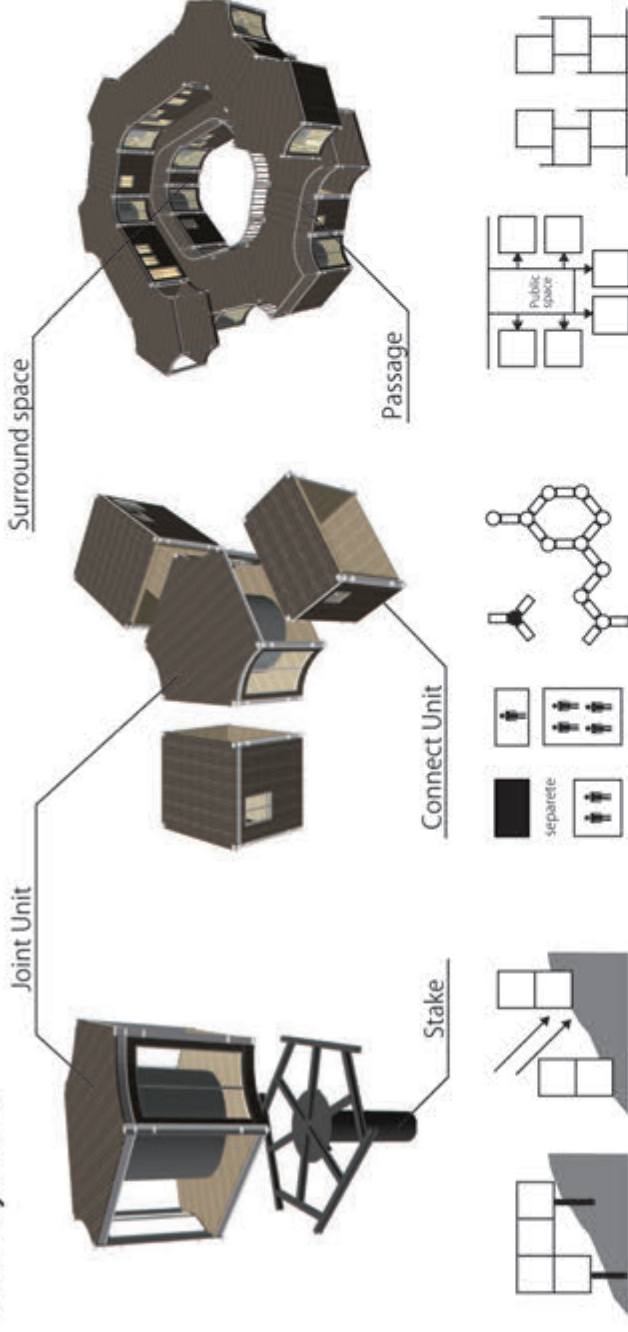
本提案で行った斜面地に杭を打ち込むユニットの基礎を構成する手法は、生態系への影響が少なく、事前に打ち込まれた杭によって地震による斜面崩壊などの災害予防と安全な用地を確保することが可能であり、震災への事前対策としての高台移転や巨大土木構造物の建設と比較して有効である。さらに、複数のユニットを組み合わせることで、斜面地への適応性、従来の仮設住宅に見られる単調、均質な空間との差別化、自然との共生といった効果が得られる。以上のことより、本提案の斜面地を利用した震災復興は、災害後における地域コミュニティの持続を可能とし、良好な自然との関係を構築できる有効な災害事前対策であると言える。

参考文献

- 1) 内閣府中央防災会議「南海トラフの巨大地震モデル検討会」、南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高さについて（第1次報告）12, 4, 2012
- 2) 内閣府防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ（第一次報告）29, 8, 2012
- 3) レム・コールハース、ハンス・ウルリッヒ・オブリスト、プロジェクトジャパン メタポリストは語る、株式会社平凡社, 2012
- 4) 八束はじめ, 吉松秀樹, メタポリズム 一九六〇年代ー日本の建築アヴァンギャルド, INAX出版, 1997



Unit System



利用に対して杭を打ち込み、その上に基礎を構成してユニットを上
に設置することにより地形への影響を最小限に抑える。

2つの異なる用途のユニットにより構成される、最上のジョイント
トを組み合わせることによって多様な世界と計画に対応する。

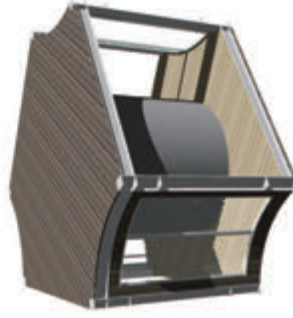
固い空間を持った配置により、種やかなプライバシーを保った構成
となり、ユニットの用途は通路として利用される。

Introspection

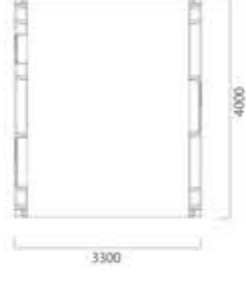
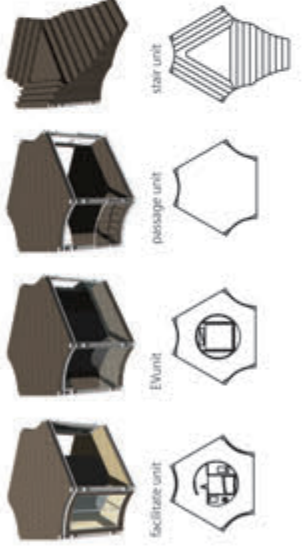
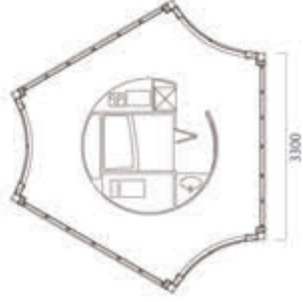
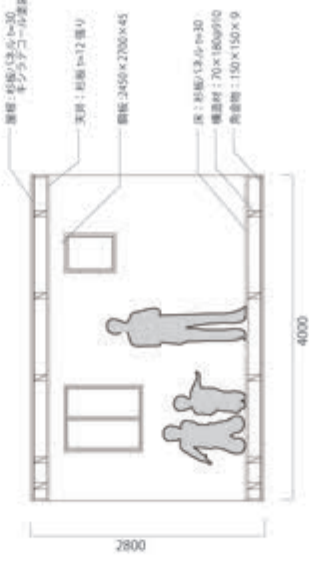


Connect Unit から Joint Unit 方向への内観パース。中心の窓はコアであることで、その周り方向の部屋とプライバシーを
確保しながら置かれた。内観に木材を用いることで温かみのある空間となる。

Joint Unit

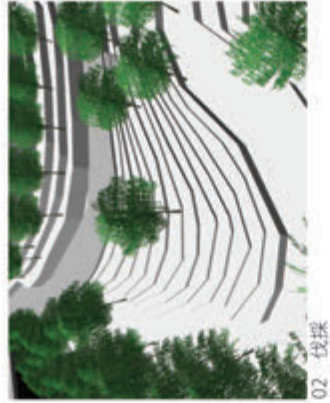


Connect Unit

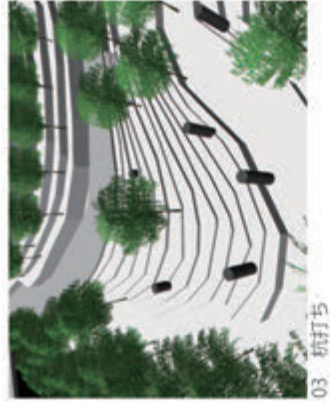




01 道路建設



02 伐採



03 杭打ち



04 基礎



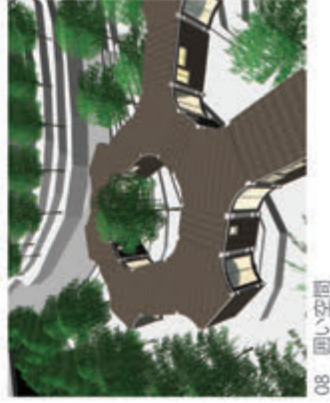
05 フリッジ



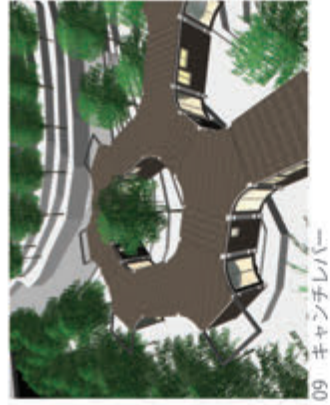
06 Joint Unit



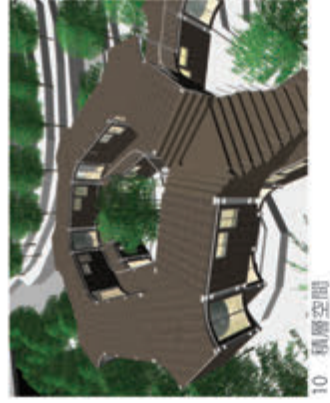
07 Connect Unit



08 囲い空間



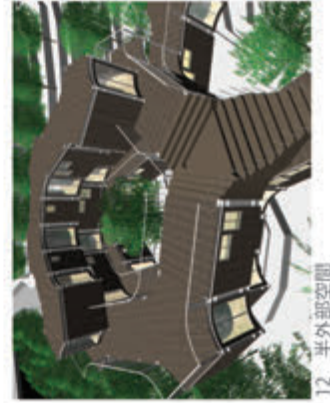
09 キャンチレバー



10 積層空間



11 手すり



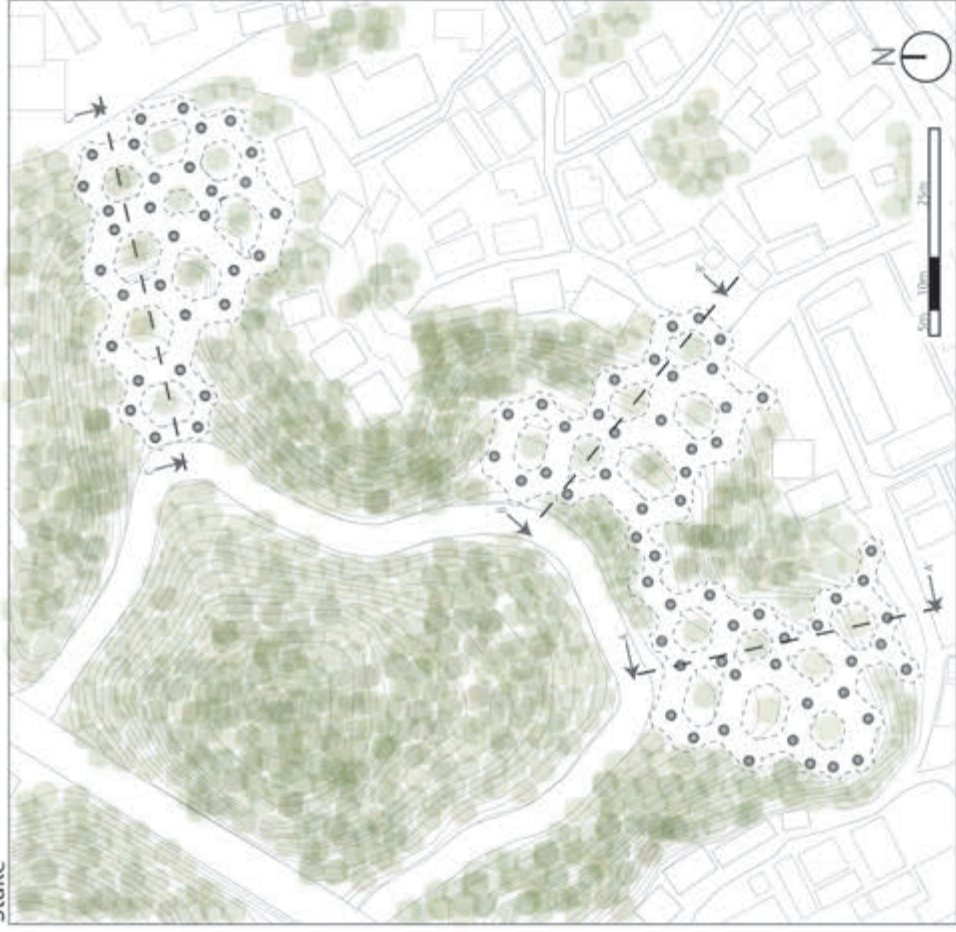
12 半外部空間



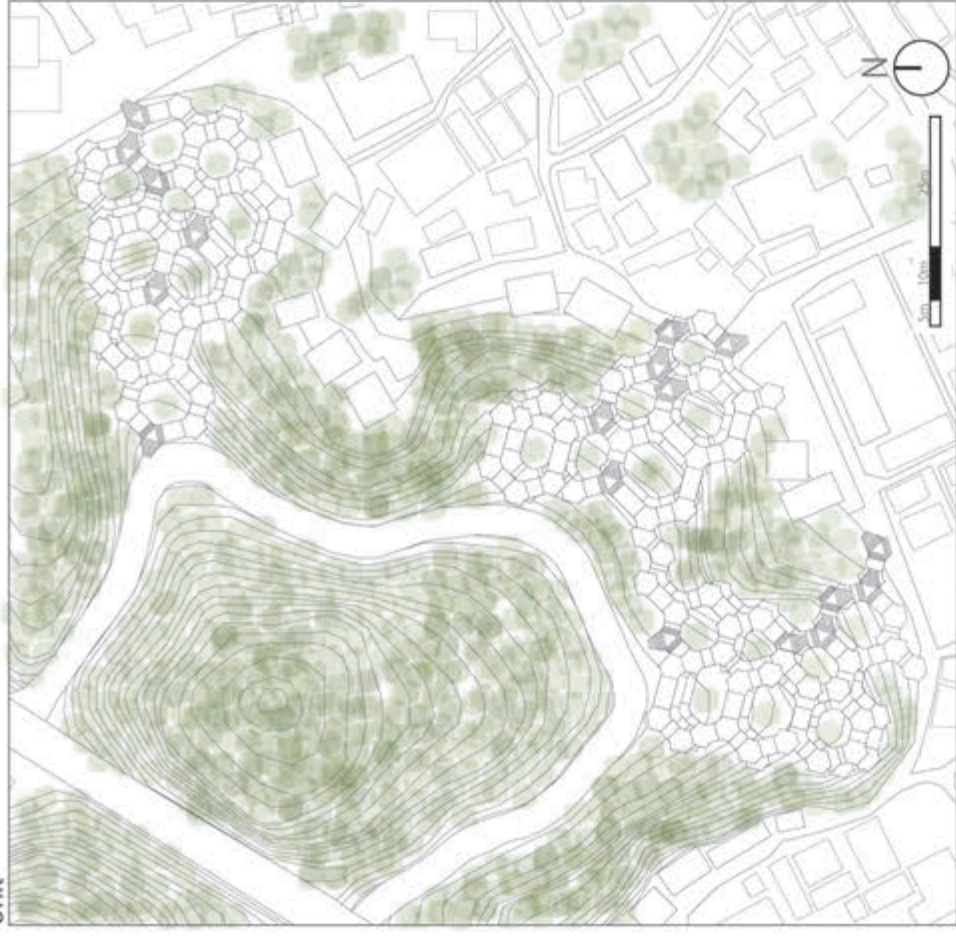
Section

Arrangement Plan

Stake

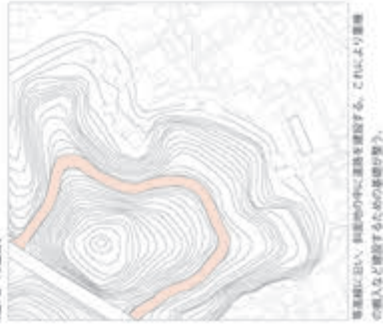


Unit

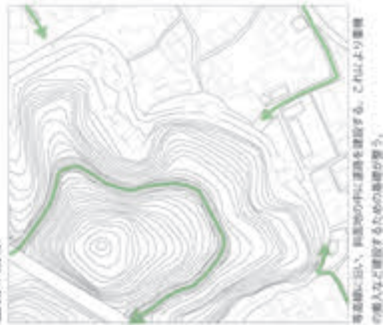


Diagram

道路の建設



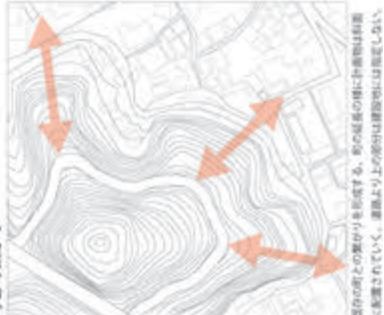
重層の影線



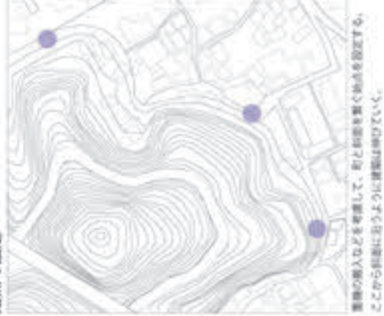
尾根と谷



町との繋がり



始点の想定



配置計画



上記の3つの要素を組み合わせることで、計画地の配置計画が完成される。

重層の導入などを考慮して、町と計画地を繋ぐ計画を提示する。ここから計画地における配置計画は進められていく。

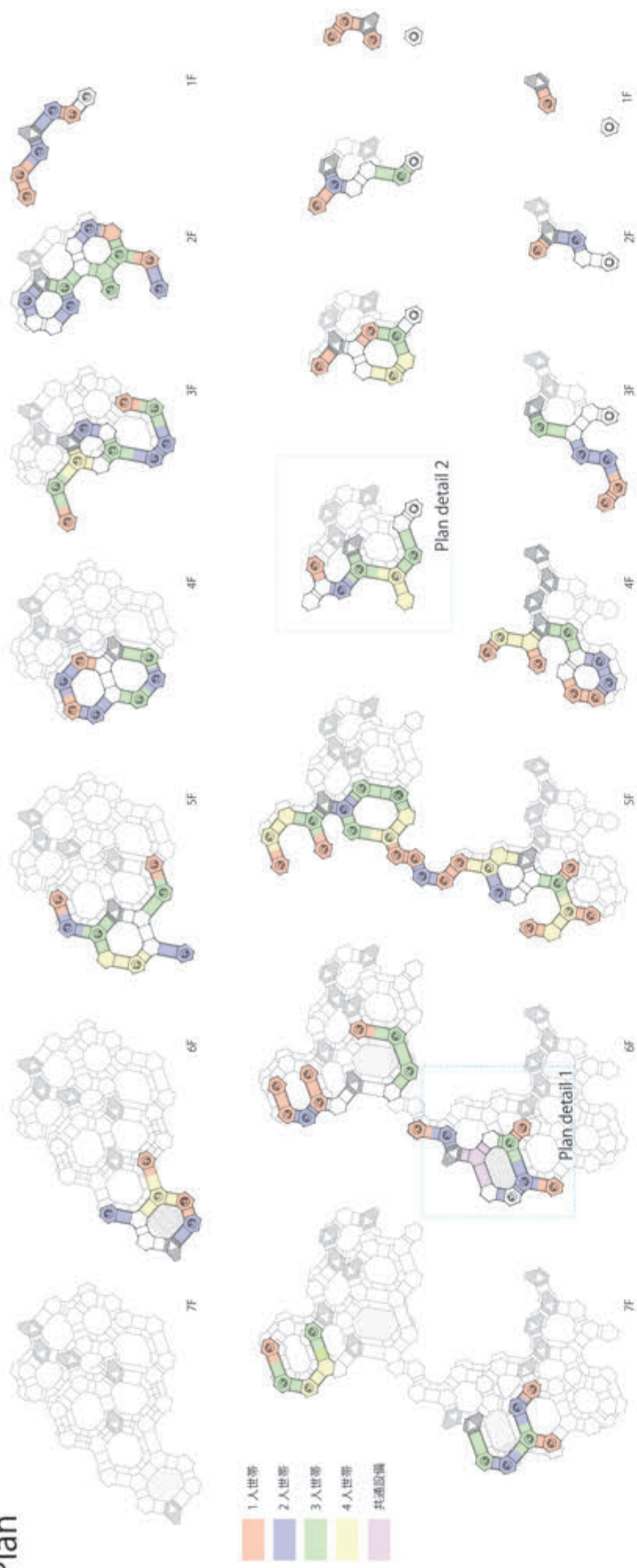
町の町との繋がりも形成する。町の町の間に計画地は計画地に配置されていく。計画地より上の部分は建設地には限定しない。

計画地を自然の地形と合わせて配置し、空気に沿った配置と自然の地形と自然を保持する部分を決める。

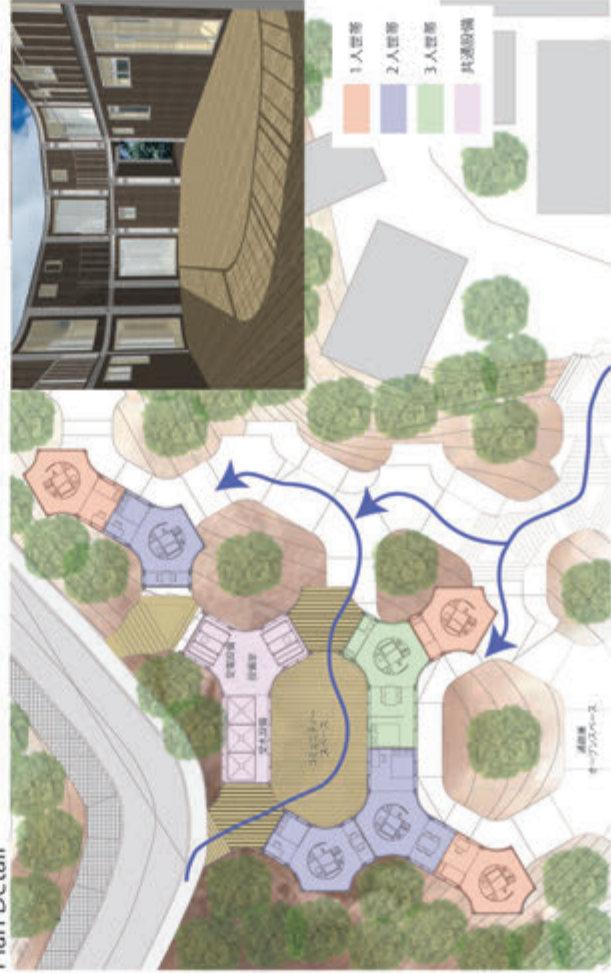
重層に沿って、計画地の中に道路を建設する。これにより重層の導入などを建設するための基礎が整う。

重層に沿って、計画地の中に道路を建設する。これにより重層の導入などを建設するための基礎が整う。

Plan



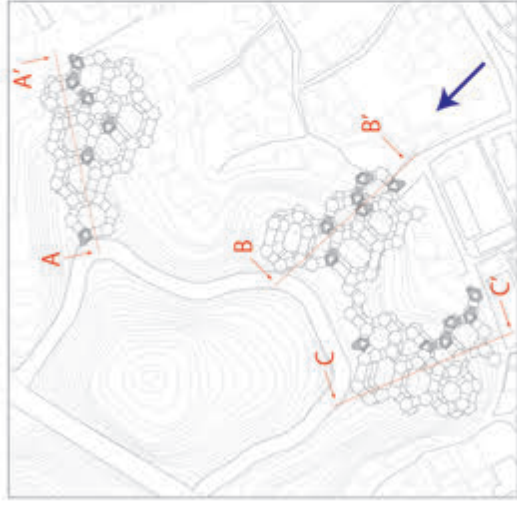
Plan Detail



Plan Detail2



Section



A-A' Section



B-B' Section



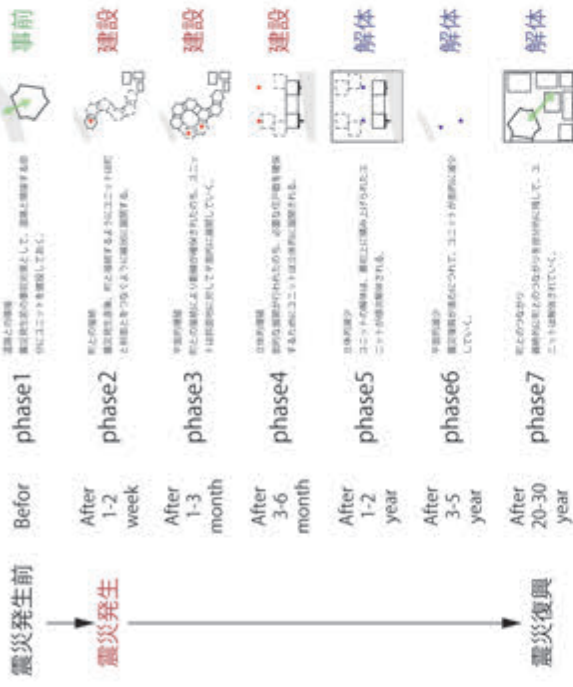
C-C' Section

elevation



Phase

震災発生前の事前対策の段階から震災発生までの一連の流れにおいて7つの段階を設定する。この7段階のフェーズにおいて、具体的な建物の利用と増築による変化を想定し計画を行う。

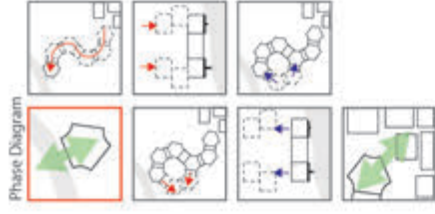


Phase1 before



道路との隣接

建設された道路に対して隣接するようにユニットは事前に配置される。この段階では、観光客のための宿泊施設として日常的に利用される。



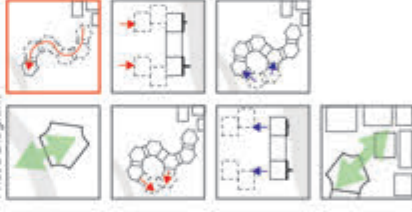
Phase 2 After 2-3week



町とのつながり

震災発生後にユニットは、町とのつながりを作るように町の集合体から phase1 のユニットに向かって徐々に増築していく。

Phase Diagram



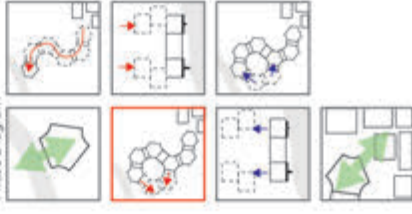
Phase 3 After 1-3month



平面的増殖

phase2で建設された単位に増築したユニットの集合体が、それぞれ増築に沿うようにして平面上に増築していくことで「面」が広がる。

Phase Diagram



Phase 4 After 3-6month



立体的増殖

平面的な増殖が完了すると、より高層へと増殖が進んでいく。
この際に、ユニットをすらすら積み上げていくことにより、屋上部分が道路やオープンスペース、床部分など、外部空間の代わりが同時に発生する。



Phase5 After 1-2year



立体的減少

密度の増大と共にユニットは減少していく。
まずは積み上げられたユニットがより高層に解体されていく。
この際にユニットが減少することで、採光・通風などの住環境が代わりしていく。



Phase 6 After 3-5year



平面的減少

立体的減少が完了した後は、平面的な減少が行われることで密度との関係性が強くなる。
この段階においては、配置された各グループごとに減少する場所の優先順位をつけることで、最もま
りもった空間を残しながら空間は代わりしていく。



Phase7 After 20-30year



まちとのつながり

密度の増大も終了し、ユニットの形は解体される。
その中でも、一部分だけは町とのつながりを残すことで、地域との関係性を分断せずにユニット
は元の使われ方に戻っていく。

