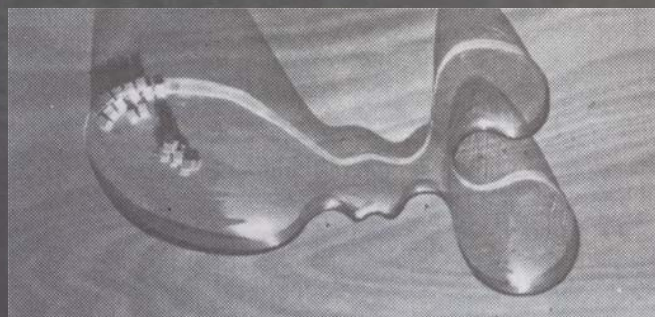


# Climate Resilience

- 人は、自然（気候）に呼応して、力強く生きていかななくてはならない -

空気で支えられた膜構造は外部気候から内部を守り、人工気候空間を形成するこの大皮膜は、多様な空間の高さを持ち、自由な形を描く平面の上を覆うことができる。  
(フライ・オッター「自然な構造体」より)



## コンピューショナルデザイン

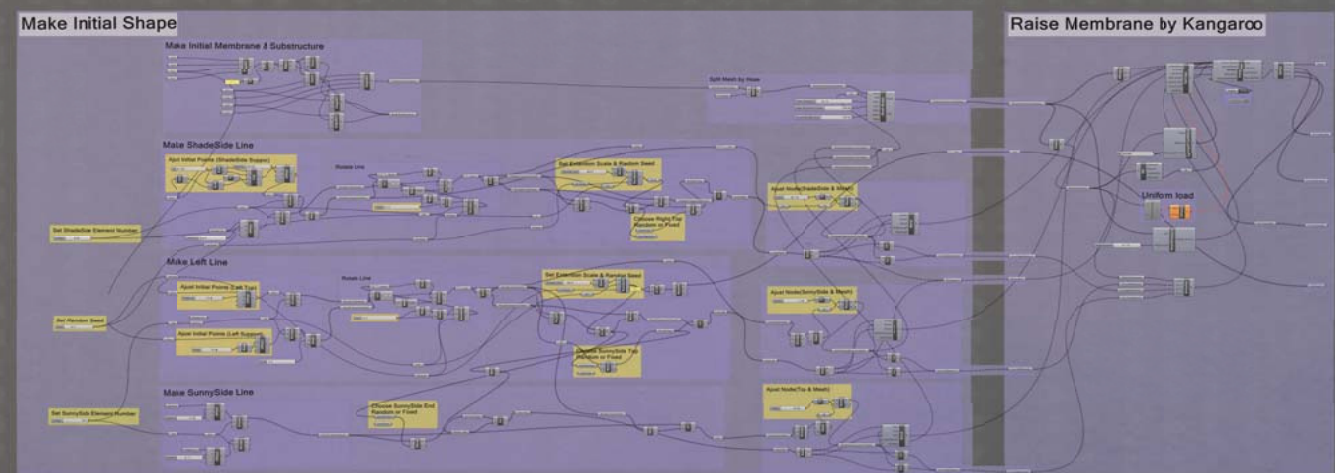
### Generate Climate Resilience

Rhinoceros+Grasshopperによるコンピューショナルデザインを用いて、Climate Resilienceの形状を求める。

Grasshopperでは、平面形状の入力、ケーブル位置の入力を行い、容易に形態生成を可能とし、物理計算においてはKangarooを、環境シミュレーションにおいてはGecoを用いる。

### Flow Chart

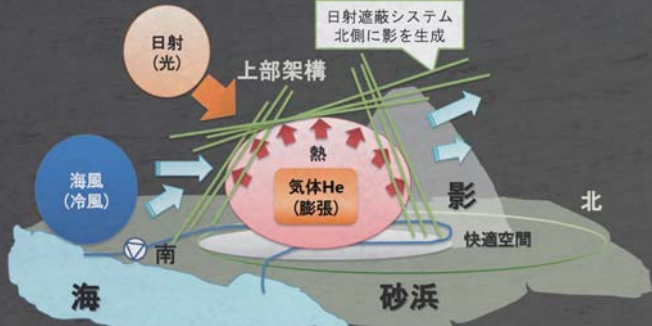
- Step1) 平面形状の入力
- Step2) ケーブル位置の入力
- Step3) 上部骨格のライン生成
- Step4) 空気膜のメッシュ生成
- Step5) 空気圧の作用
- Step6) 形態創生





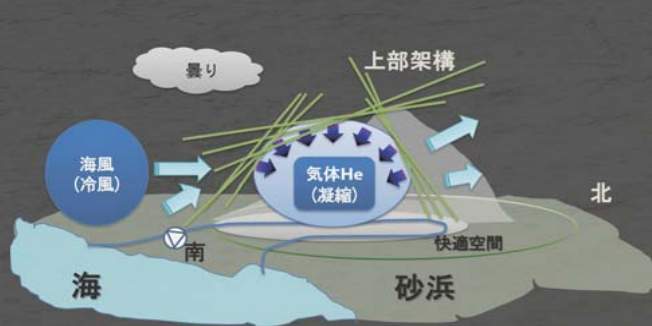
# 1. 呼吸する環境システム

空気の膨張



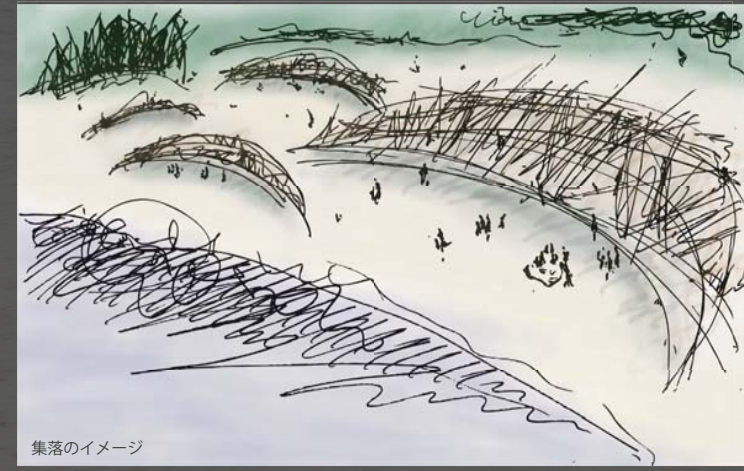
風：夏の日中は海風が吹き、涼を得る。  
光・熱：光はやがて熱と変わる。日射や高温の外気温により、空気膜内の空気が膨張する。  
そのため、夏は日射の熱を遮りながら快適空間を形成する。

空気の収縮



風：冬は海風・山風に耐えながら生きる必要がある。  
光・熱：冬は太陽高度が低いためまぶしさを低減する必要があり、光を遮りながら、日射から熱を得て暖をとる。外気温が低ければ低いほど、空気は凝縮する。

# 2. 地域における社会システムの形成



ClimateResilienceは、テントやティピなどの固有の地域や気候に適応してきた住居のように、快適性のある環境システムとシンプルな構法による構造システムを融合したデザインシステムである。

また近年、地域における災害復興や生活支援、環境保護の活動にソーシャルデザインの力が求められ、そこには適正な技術、地元の原料を使い、地元の人を使いこなせる技術となることが必要とされる。そして、地域の課題を特定しながら、住民とのコミュニケーションを図り、地元で根付いた技術を構築しなければならない。

提案するデザインシステムは、このような地域の社会貢献型のデザインとして、住居の役割から、地域のコミュニティ形成に至るまで幅広く利用できる可能性がある。

構法としては、地面を掘削し、地下部分に版築により床や壁を締め固めて空間を確保し、その空間を覆うように地下部分に接合された空気膜とケーブルを配置する。そして、骨格となる地域材料を敷き並べ、空気を加圧し、その後は環境変化による空気の膨張・収縮を利用して様々な形態が創生される。

# 3. 空気膜と骨格による構造システム

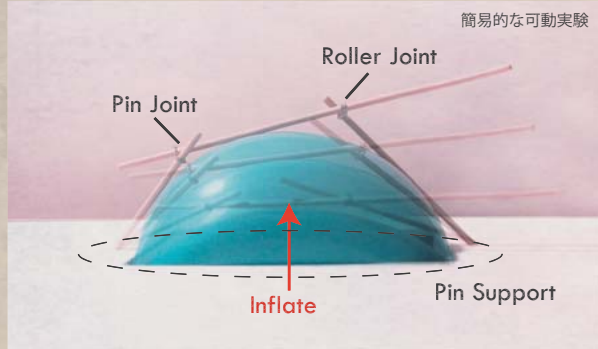
空気膜



皮膜となる空気膜には、ETFE(フッ素樹脂膜)を用い、ETFEは熱を吸収し光を透過する。また、膜を2層、3層とすることで、熱貫流率(1.7~2.6W/m<sup>2</sup>K)や透過率(75.4~82.4%)をコントロールし、内部空間を快適にすることができる。

空気膜は、エアアクションのような二重空気膜とし、中にヘリウムを充填する。そして、環境変化による空気の膨張・収縮により、空気膜の形態が創生される。

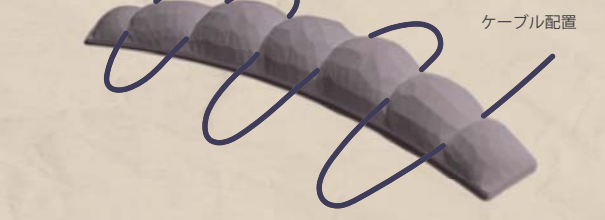
骨格



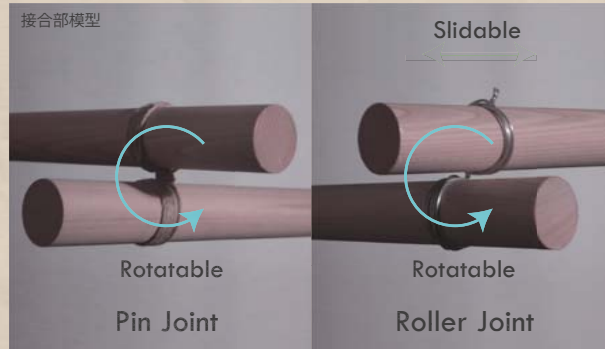
空気膜を保護するように上下の骨格を配置し、その地域固有の材料(竹や木など)を利用する。本来、生物の骨格は環境(内蔵)を保護するためにその形態が進化してきたと言える。

Climate Resilienceにおいても、細く、しなやかで、地域に親しみのある骨格が環境の変化に自らの形を変化させ、多様な形態を生み出す。

ケーブル

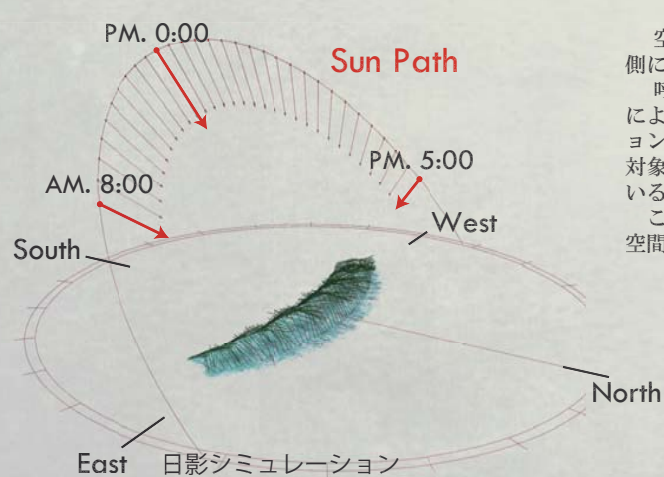


空気膜の外力負担を減らすため、押えケーブルとして、高強度かつ軽量で安定性の高いカーボンナノチューブ(CNT)を利用する。ケーブルにより、膜の曲率が小さくなり、安定性が改善されると同時に空気山・谷が生成される。また、CNTは構造材料であると同時に電気・冷水・温水・給水などを循環させるパイプを兼ね、内部空間の快適性を確保する役割を持つ。



可動する構造体とするため、骨格の接合機構について工夫が必要となり、できる限り容易な接合方法を追求する。紐の結び方でピン接合、強度・剛性が高く、低摩擦の鉄線を用いたローラー接合などの機構をつくり可動させる。

# 4. 快適空間を生成する日射遮蔽システム



空気膜上部の骨格により形成された庇は、日射を遮蔽し、北側に影を生成する。

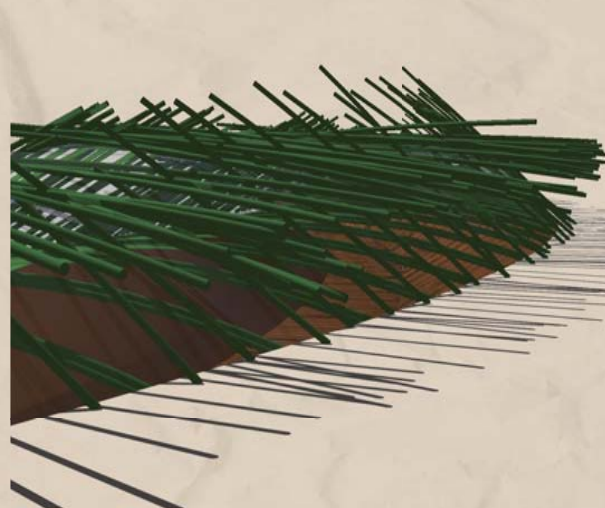
呼吸する環境システムにより、空気膜の膨張・収縮に伴う庇により生成される影のシミュレーションを行う。シミュレーションは、太陽高度の高い夏期間の午前8時から午後5時までを対象とする。日中の影の投影時間を影の濃淡により、表現している。

このように日射の遮蔽や影の生成をコントロールした快適な空間が得られる。

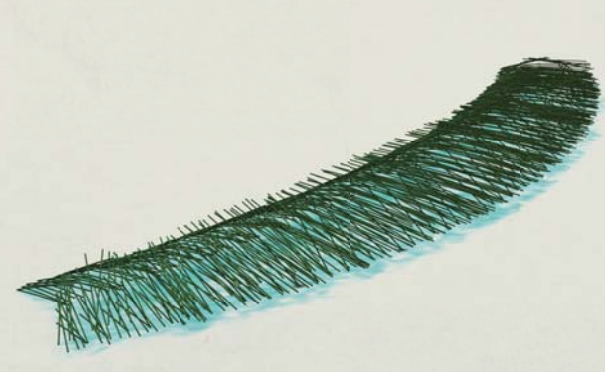
Shrink



Shrink

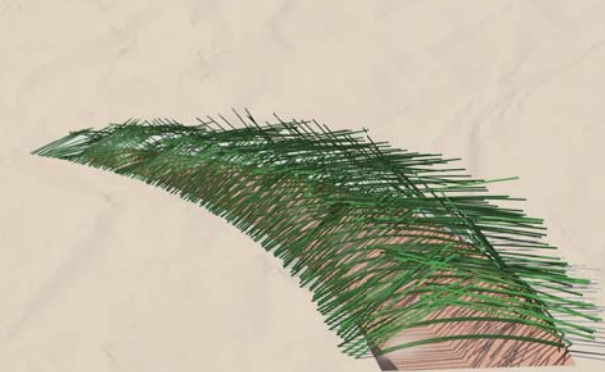


Shrink

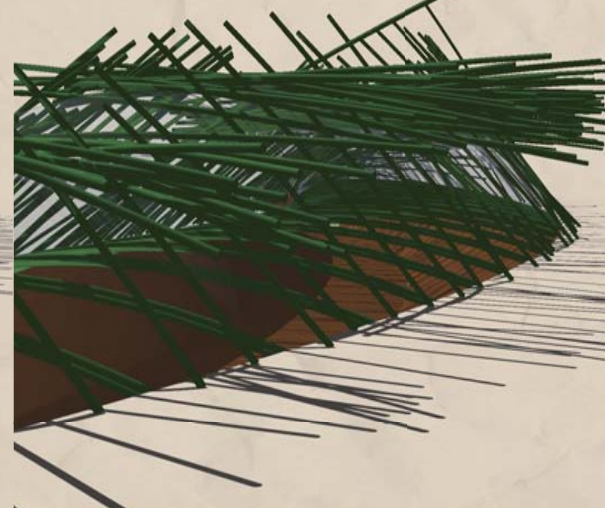


Shadow Area = 41 [m<sup>2</sup>]

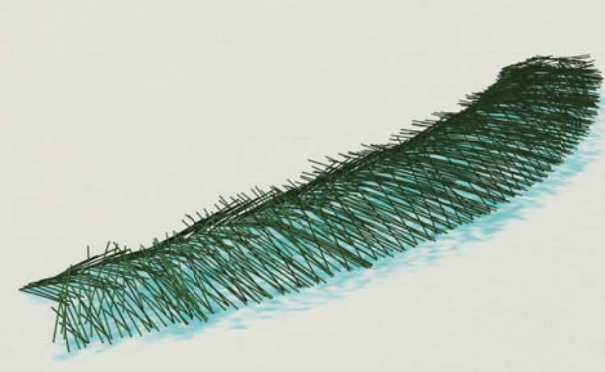
Standard



Standard

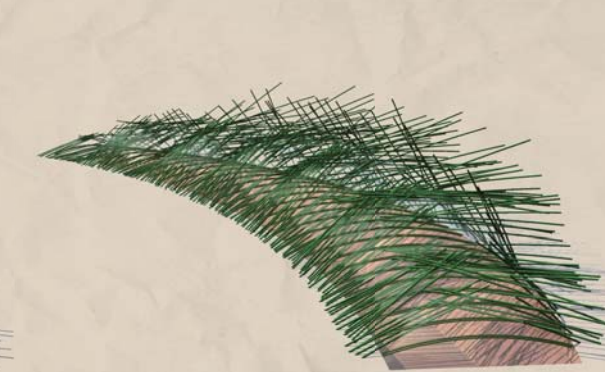


Standard

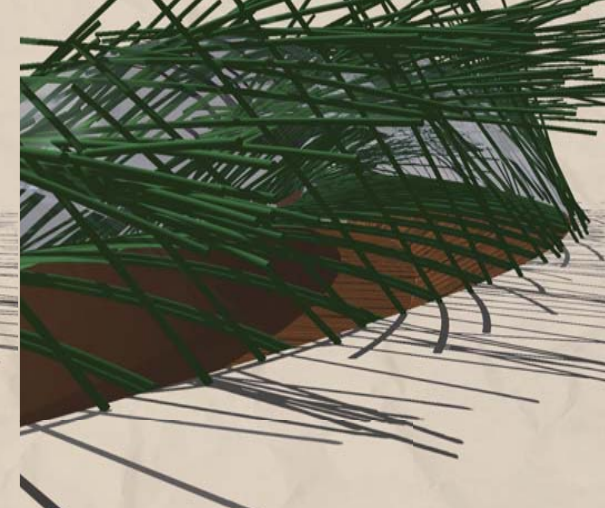


Shadow Area = 68 [m<sup>2</sup>]

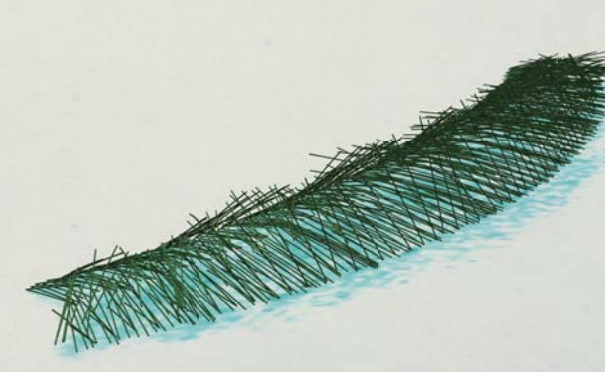
Expansion



Expansion



Expansion



Shadow Area = 119 [m<sup>2</sup>]