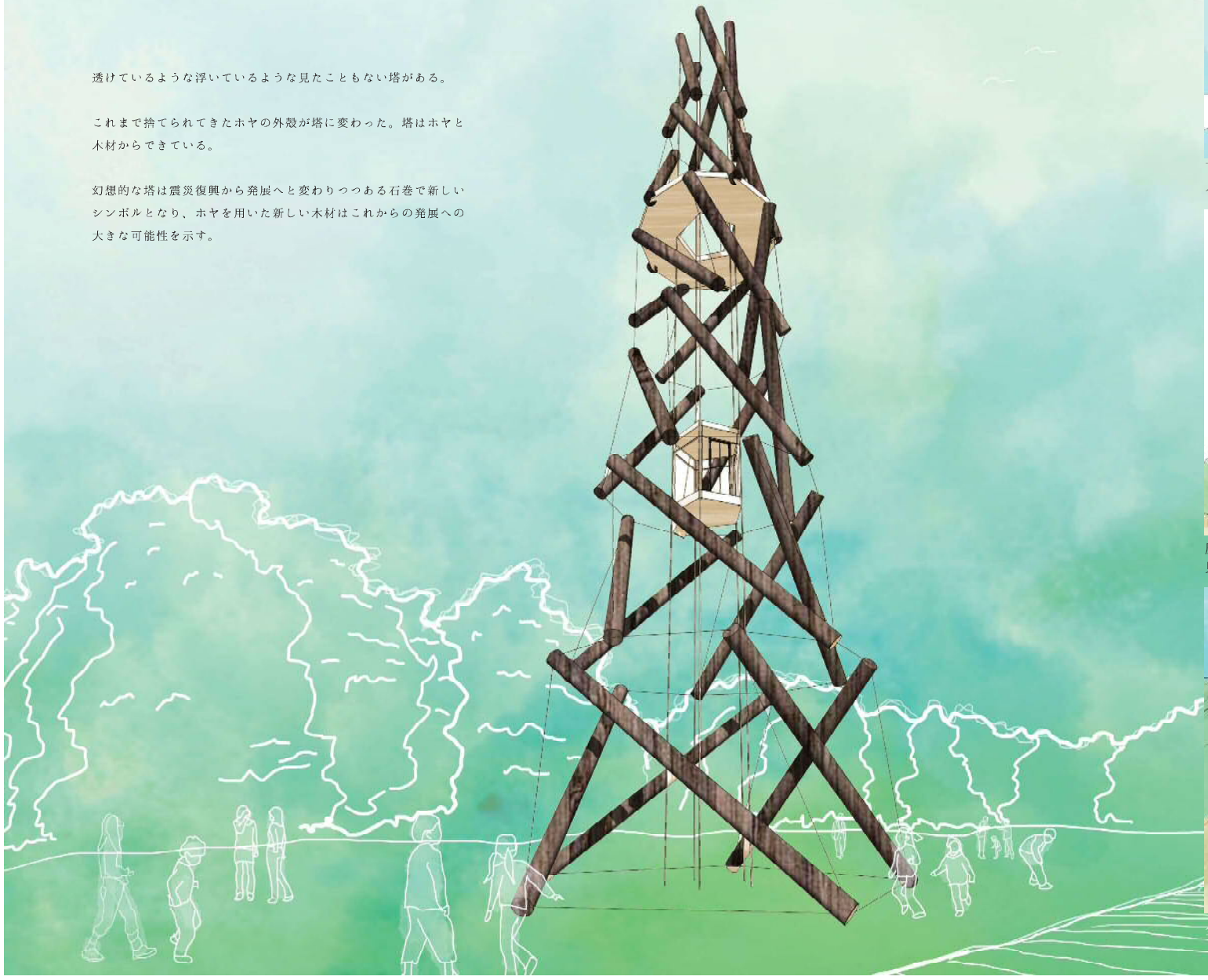
第5回　最優秀賞【学生の部】

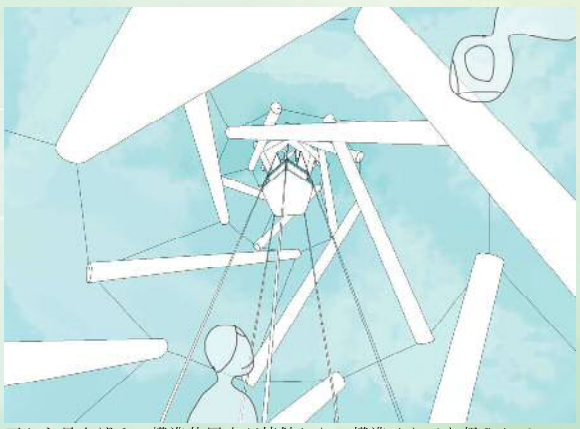
ホヤグラ「ホヤウッドを用いたテンセグリティ構造」

透けているような浮いているような見たこともない塔がある。

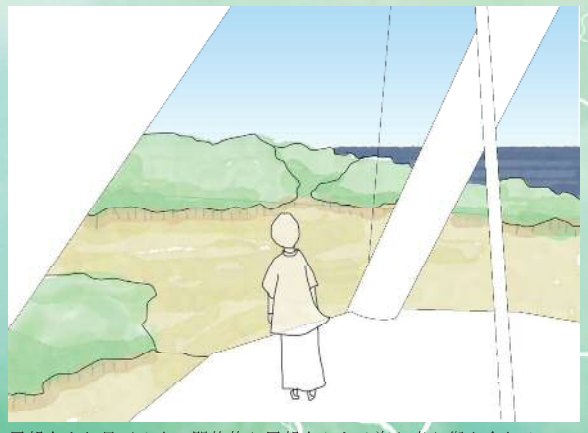
これまで捨てられてきたホヤの外殻が塔に変わった。塔はホヤと木材からできている。

幻想的な塔は震災復興から発展へと変わりつつある石巻で新しいシンボルとなり、ホヤを用いた新しい木材はこれからの発展への大きな可能性を示す。





下から見上げる。構造体同士が接触しない構造はとても軽やかで人々を惹きつける。



展望台より見下ろす。開放的な展望台からは海と森と街を合わせて見ることができる。

全体図。新しいシンボルタワーのある公園が人々の営みに加わる。

1　ホヤウッド　ホヤと木材の出会い

ホヤにしかないセルロースを生成できるという特性を利用して軽量かつ強靭な集成材が作れるという研究が 2018 年 5 月、国立標準技術研究所（NIST）の研究者によって発表された。軽量であるという特性を活かし、建築部材への応用を考える。

■材料

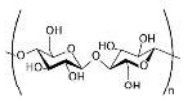
ホヤ
主に宮城県で食べられている。
中の身を食べ、殻は廃棄される。
殻にセルロースを生成する。

木
多種多様な使われ方をする植物。
主な構成物質はセルロースやリグニンである。

■セルロースの合成による集成材

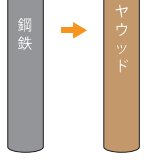
ホヤの殻にはセルロースが含まれており、このセルロースを抽出、木材セルロースと合成し、セルロースナノファイバーを応用したものが私たちの考えるホヤウッドである。このホヤウッドは鋼鉄に比べ、重量は 1/5、強度は 5 倍、曲げ強度は鋼鉄と同程度になる。

廃棄されるホヤの殻



抽出されたセルロース

パルプと合成し集成材へ
（NIST ニュース HP より）



重量は 5 分の 1。強度は 5 倍

2　宮城県石巻市南浜

敷地を宮城県石巻市にある南浜地区とした。南浜は東日本大震災の津波によって甚大な被害を被った。現在では震災復興のシンボルとなる公園が計画されている。この公園にシンボルとなるタワーを計画する。

■現在計画されている公園

約 40ha が県市営公園として整備され、県営公園の中心部に追悼施設を国が整備する。
公園のデザインは、市街化される前の風景である湿地や樹林地を復元し、震災前の街と人の生活をしめす街路網を残すとともに、その上に追悼の広場が配置される。

津波の被害を受けた南浜

■公園の中心に位置し、
南浜の新たなるシンボルとなるタワー

中央広場に計画する。中央に位置することによって公園の顔となるとともに、海と日和山、そして市街地への眺望を行う。

■産業廃棄物となるホヤの殻

石巻市では過去にホヤの殻が産業廃棄物として不法投棄されているという問題が発生した、今回の計画によってこの問題への解決も図る。

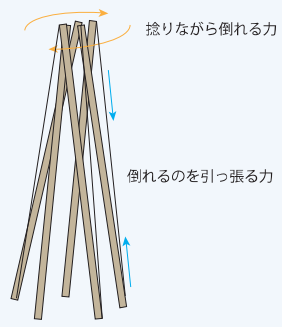
計画されている公園（国土交通省 東北地方整備局 HP より）

3　木造による大規模テンセグリティ

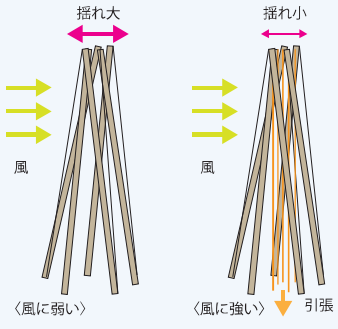
■テンセグリティ構造

テンセグリティは工学においては直線部材のピン接合からなる構造システムのうち、圧縮材が互いに接続されておらず、張力材とのバランスによって成立しているような構造システムである。

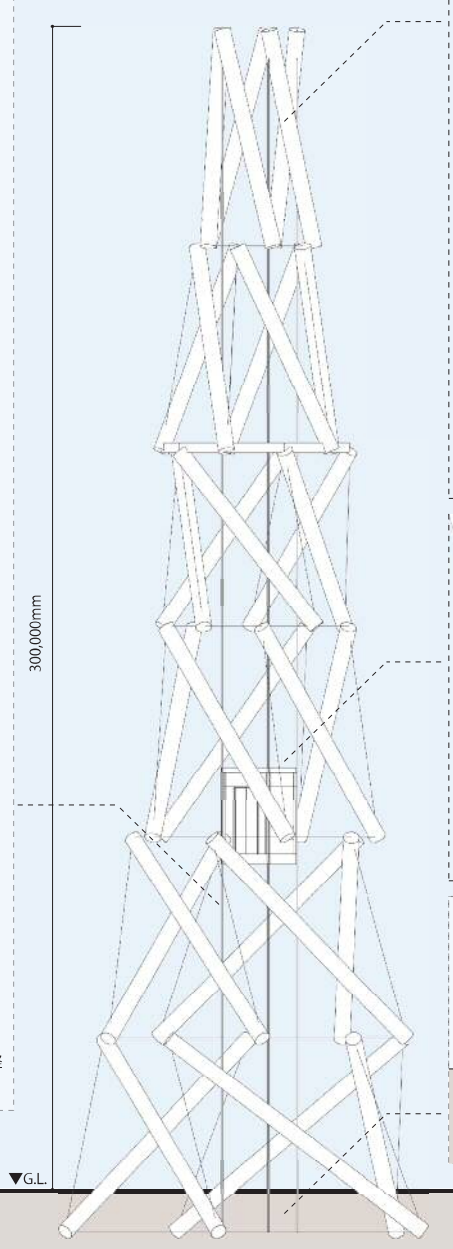
テンセグリティにおいては圧縮材は、両端に接続された張力材からの張力によりバランスをとり、他と接触しない。張力材はごく細い材料を選択できるから、まるで圧縮材が空中に浮いているかのような印象的な視覚効果を演出できる。



大規模なテンセグリティタワーを計画するにあたって水平荷重として加わる風荷重について対策を行った。タワー最高高さからワイヤーを地下基礎部へ張る。このワイヤーによって鉛直方向へテンションを与えることでタワーの張力が増し、水平方向への荷重に耐える構造とした。



また、圧縮材は上階へ上がることに短くすることで軽量化による安定を図った。



■ホヤウッドの重量計算

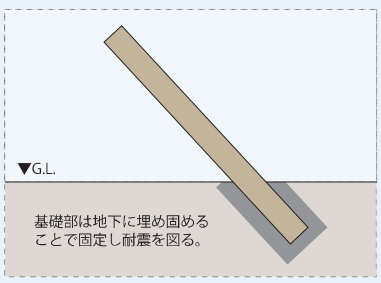
鋼鉄の比重は 7.8g/ ㎤。ホヤウッドの場合は比重が 1/5 になるので比重 1.56g/ ㎤。よって、
1F：（長さ 10m 径 50cm）×5 本
　＝体積 A× 比重 ×5 本
　＝1,962,500 ㎤ ×1.56×5
　＝15,307,500g＝15,307.5kg
2F：（長さ 9m 径 50cm）×5 本
　＝1,766,250 ㎤ ×1.56×5
　＝13,776,750g＝13,776.75kg
3F：長さ 8m。径 50cm
　同様にして 12,246kg
4F＝5F＝6F：長さ 7m。径 50cm
　同様にして 10715.250kg
圧縮材総重量 73,476kg

鋼鉄の場合は鋼管を使用する。今回は外径 50cm、厚さ 5cm、重量 565kg/m の鋼管を想定した。
1F：10m×565kg/m×5 本＝28,250kg
2F：9×565×5＝25,425kg
3F：8×565×5＝22,600kg
4F＝5F＝6F：7×565×5＝19,775kg
圧縮材総重量 135,600kg

鋼管ーホヤウッド＝62,124kg

以上よりテンセグリティタワーを作るにあたって従来の鋼管で建築する方法より 62,124kg 軽量化することが可能になり、地面からの引張とエレベーターを計画することが可能になった。

エレベーターは五角形の箱を作り各頂点にワイヤーを取り付けることで移動するワイヤー形式とした。



基礎部は地下に埋め固めることで固定し耐震を図る。