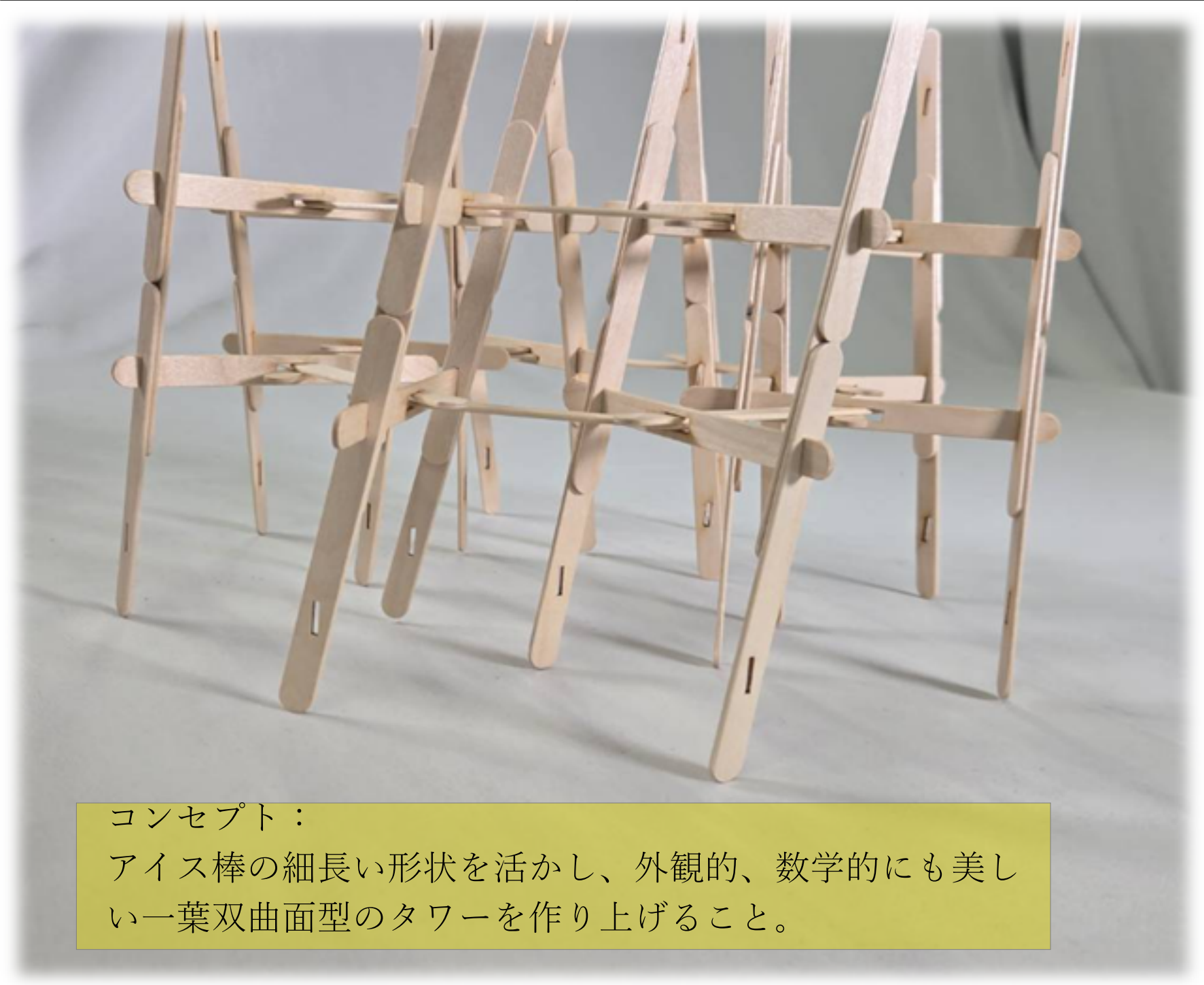
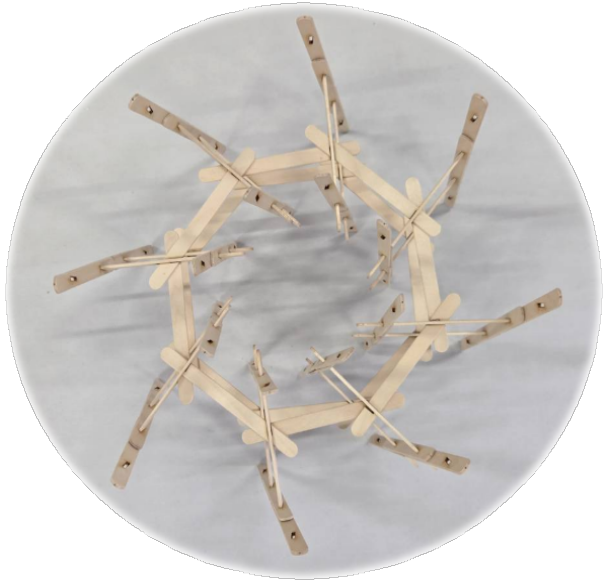


作品タイトル	つづみとう 鼓塔	チーム名	Passionista	メンバー	◎永留大和 ○砥綿侑哉 ○小柳智輝 ○馬場友二	本数	592本	カテゴリー	1
--------	-------------	------	-------------	------	----------------------------------	----	------	-------	---

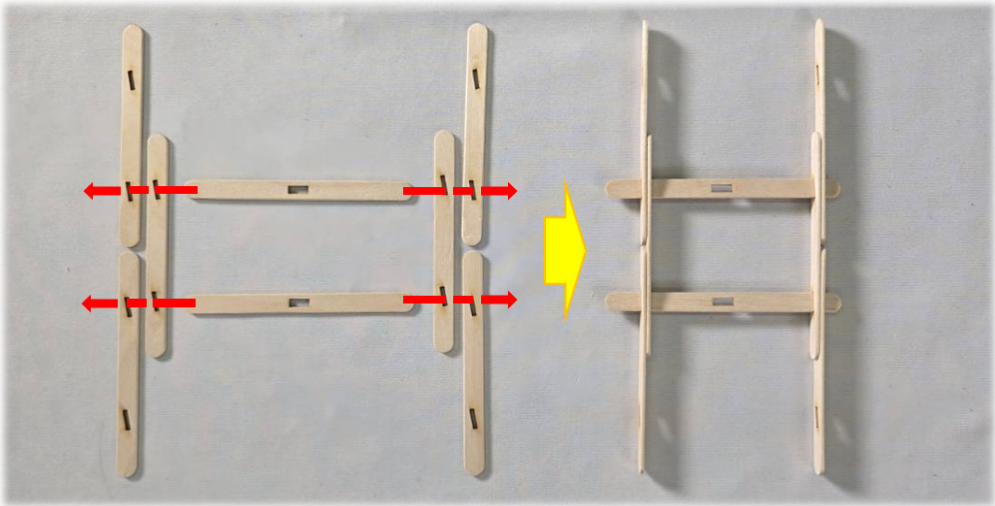
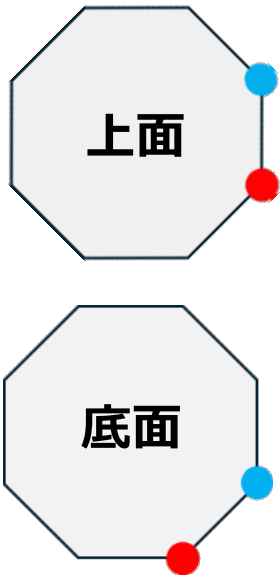


コンセプト：  
アイス棒の細長い形状を活かし、外観的、数学的にも美しい一葉双曲面型のタワーを作り上げること。

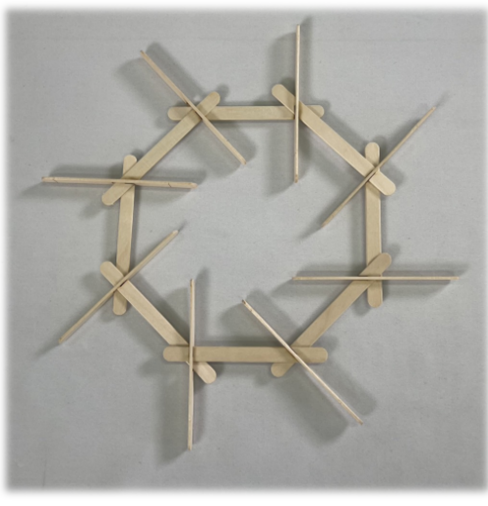


構造：  
垂直荷重がかかると、より柱が鋭角に倒れ込み、一葉双曲面の形に近づくようになっている。  
双曲面構造は構造全体が一体となっているため、荷重を均等に分散させ、部分的に壊れにくいため、地震力に強い特徴がある。

右図の底面の赤点を上面では右の節点にずらすことで双曲面を形成する。斜めになった柱を梁で接合し、また梁と梁を接合することでより強度や剛性を確保した。また、柱を内と外で二重にすることで安定性の向上を図った。



柱-梁接合部



梁-梁接合部

組み方：  
これらの柱 - 梁接合部と梁 - 梁接合部を組み合わせ1層とする。そして18層分組み上げることタワーを形成する。  
柱 - 梁接合部では、双曲面構造となるように穴を17度傾けることで柱を傾け、梁が地面と垂直になるようにしている。



No.	はなひらくとき	チーム名	明治大学構造力学研究室 B	チームメンバー	◎中島慶大 ◎鈴木息吹 ◎目黒響 ◎川上凌平 (明治大学 構造力学研究室)	自重 1456 g アイス棒 1120 本	カテゴリー 1
-----	---------	------	---------------	---------	--	--------------------------	------------

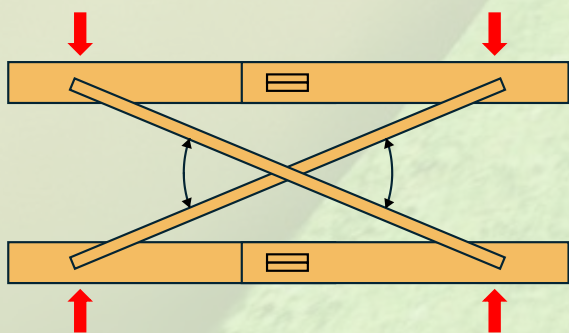
## コンセプト

エミリオの「構造設計をやりたい」という夢の種は  
すくすくと成長し花を咲かせました。

少年時代をともに過ごし、ともに成長した植物が  
いつしか彼の設計思想を育んでいたのです。

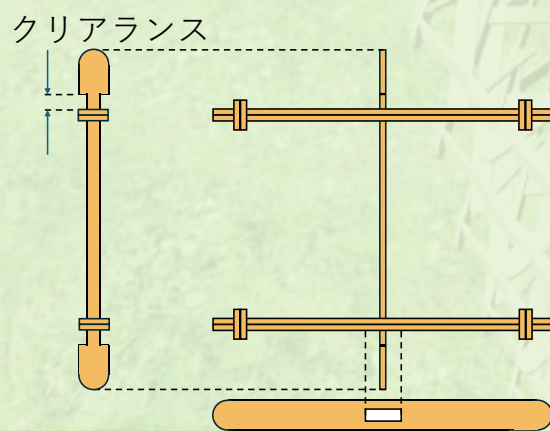
上部の支柱と下部のプランターは植物を守る構造体  
としてはたらき、支柱が苦しい時には斜めに伸びた蔓が  
支えるような仕組みに成長しました。

A.圧縮部



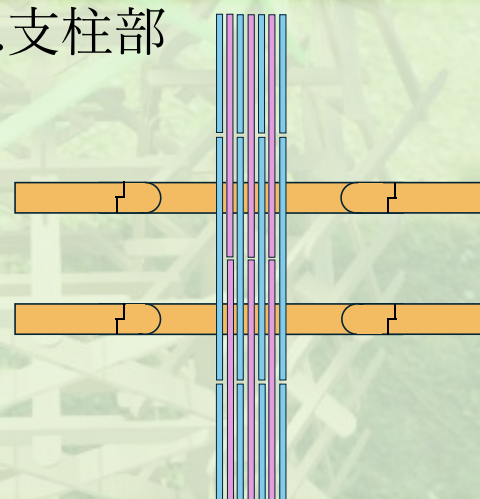
横材の間に入れた斜材が  
圧縮に耐え、復元力も付与

B.引張部

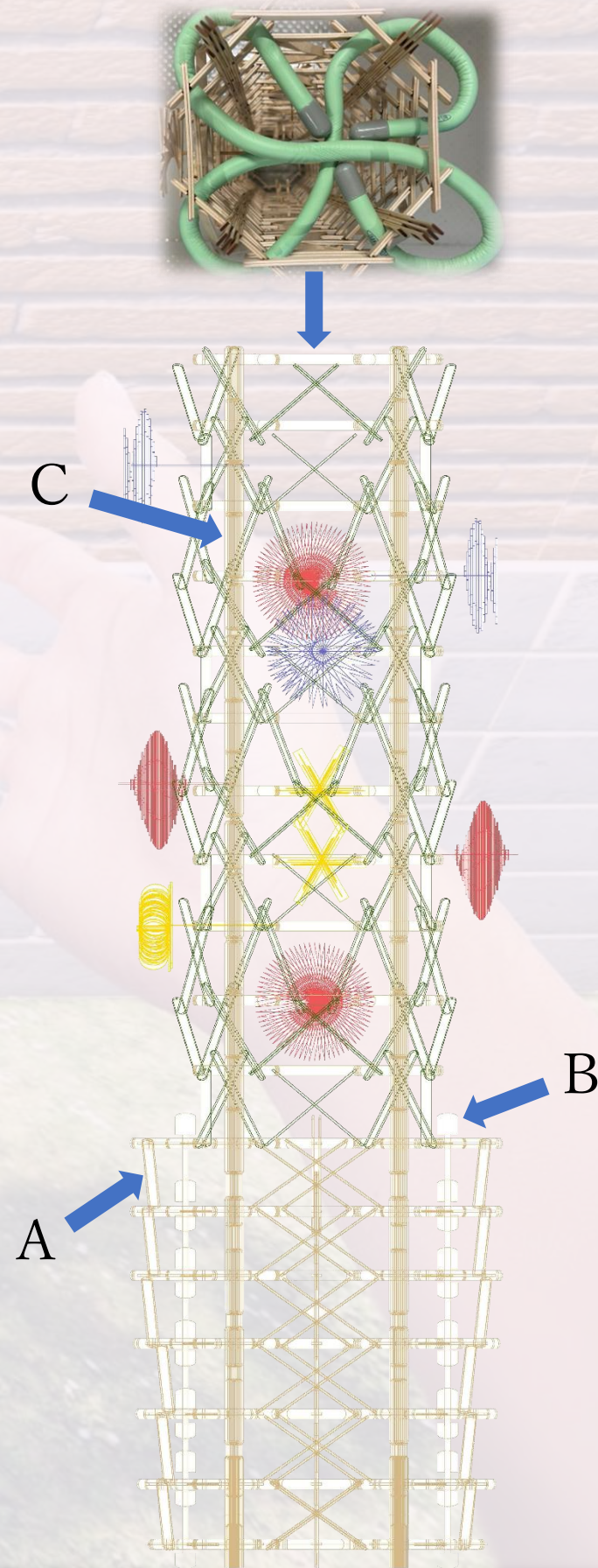


クリアランスを確保し  
過大な変形を抑制

C.支柱部



7本に束ねたアイス棒を  
支柱とし、剛性を強化





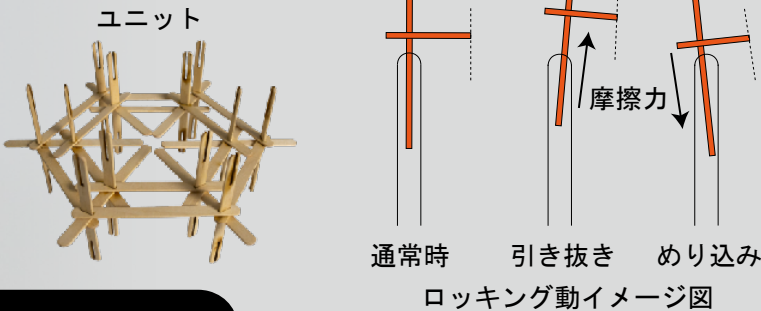
No.	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重	重	カテゴリー
	ろっく・たわー	京都工芸繊維大学構造研究室M2	○大橋貴博(京都工芸繊維大学 M2) ◎野田理華子(同上) ○馬場花和(同上) ○平尾真也(同上) ○福山萌衣(同上) ○藤井暉也(同上) 小島紘太郎(京都工芸繊維大学 准教授)	545g	アイス棒	1
				324本		

# ろっく・たわー

六角形＆ロッキング動で丈夫でしなやかなタワーを目指しました

## 設計のポイント

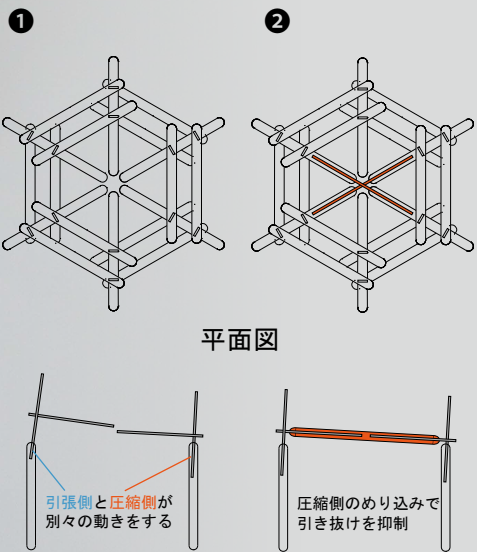
- 1 上下方向の変形を起こしやすくし、水平力に対してロッキング動（回転運動）をするように設計。柱の引き抜きを許容することで、柱のせん断破壊を抑制する。
- 2 ロッキング動をする際、柱の接合部分で摩擦力が発生し、減衰効果を発揮する。



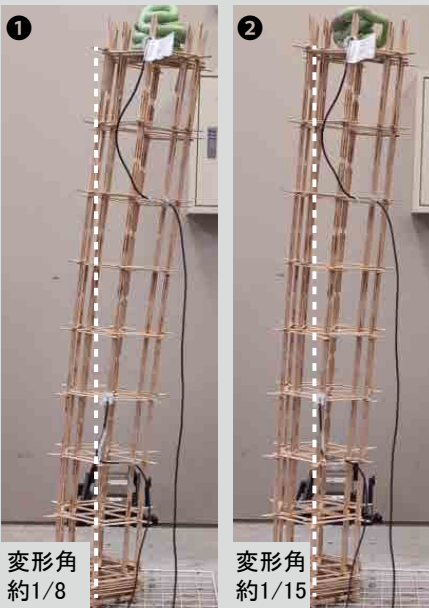
## 実験

スイープ試験（振動数を連続的に変動させた正弦波による振動台実験）を行い、共振時の変形量を確認した。

- 1 柱の引き抜きにより、タワーのロッキング動を観測、ただし1層目の柱に引き抜きが集中したため、タワーの変形量が大きい。
- 2 ユニットが一体的に動くように面内変形を抑制 → 2段目、3段目でも柱の引き抜きによるロッキング動を観測、全体としての傾きの抑制に成功した。



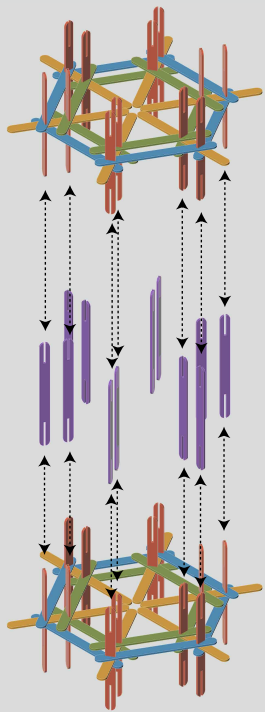
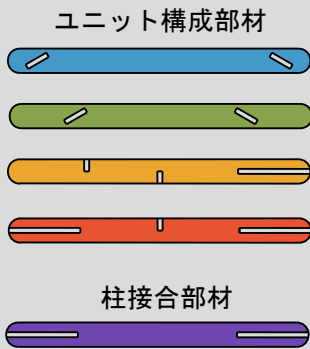
イメージ図（柱の引き抜き）



最大振幅時の変形角

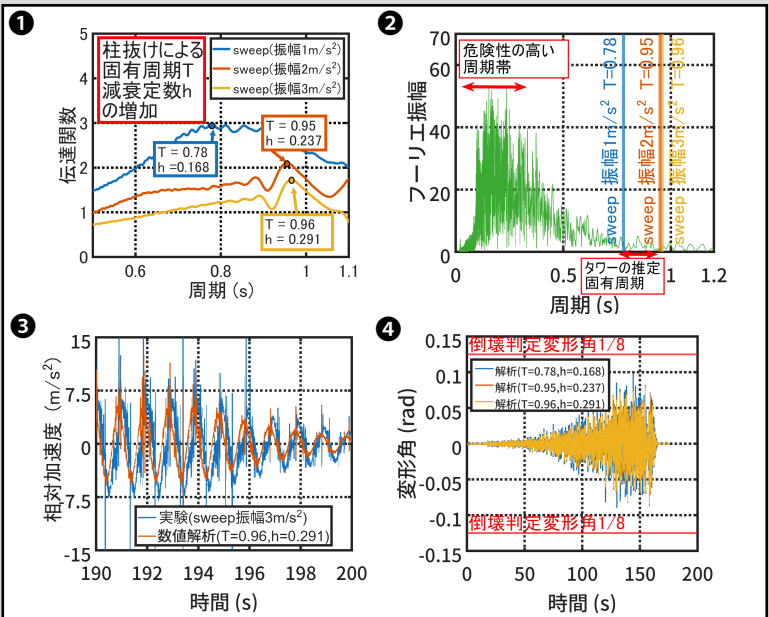
## 部材・接合

基本ユニットは主に4種類の部材で構成し、柱接合部材で繋ぐ



## 解析

- 1 実験結果から固有周期と減衰定数を算出。
- 2 入力地震動のフーリエ解析を行い、地震動に多く含まれる周期帯から固有周期が外れていることを確認。
- 3 タワーを1質点系に置き換え、実験と同じ地震波を入力して応答解析 → おおむね実験と一致 → 解析モデルの妥当性を確認。
- 4 本番の地震波で解析 → 許容変形角以内の変形量であることを確認。





No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重	1950 g	カテゴリー
	TIE	チーム共立	◎坂崎恵 ◎上村睦実 ◎佐々木結夏 ◎佐藤希美 ◎橋本菜優 ◎澤田紗菜◎綾部優希 ◎美添レナ ◎鈴木海結	アイス棒	1500 本	1

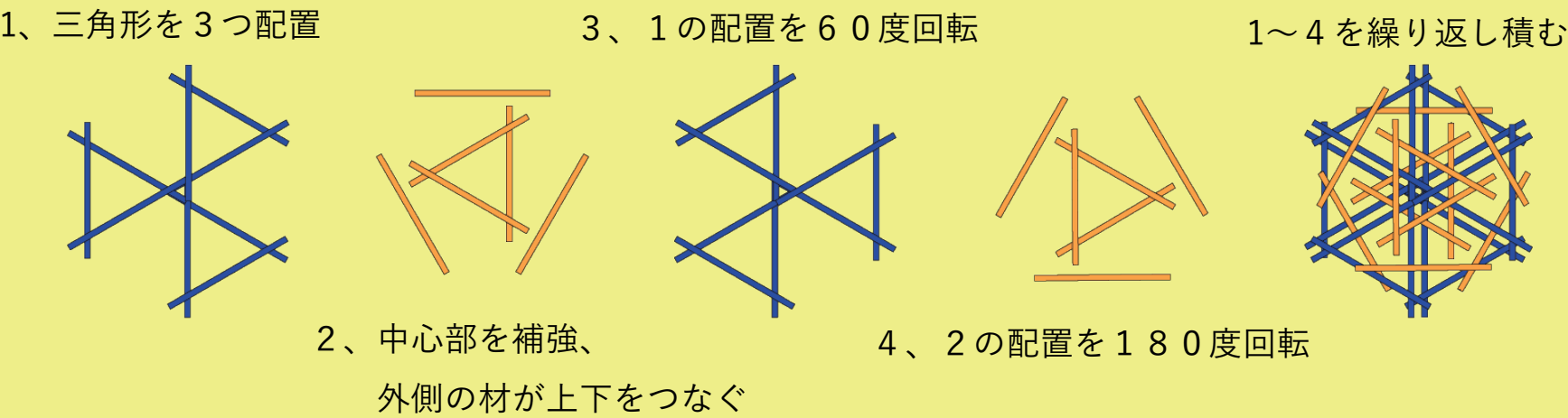
# TIE

## 結び合い、強さとなる

### CONCEPT

一本では弱く、細い材だが、互いに結び合うことで形を支え合い、やがて確かな強さとなる。  
「TIE」は、結びの力が生み出す構造と美の象徴である。

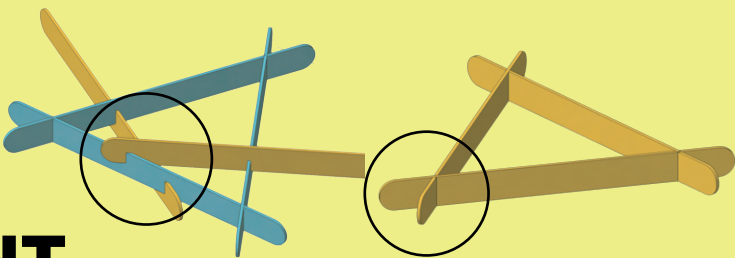
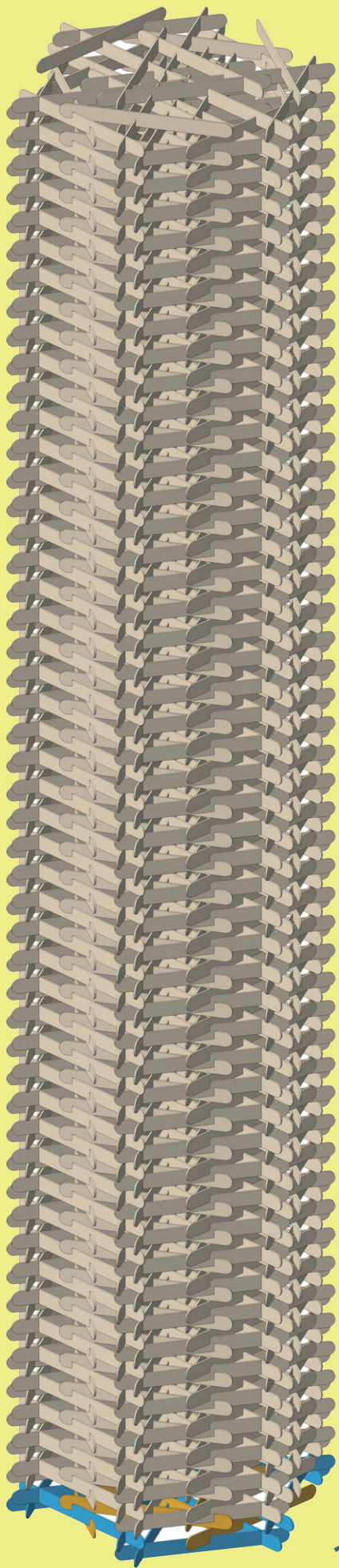
### DIAGRAM



### STRUCTURE

全体構造は三角形を組み合わせて六角形を形成しており、これにより各層の安定性を高め、高層化による形状の安定にも寄与している。  
内部には、同形状の層を交互に配置し、弱点を補強。また、層間にトラスを設けることで中心部の強度を向上させ歪みを抑えている。

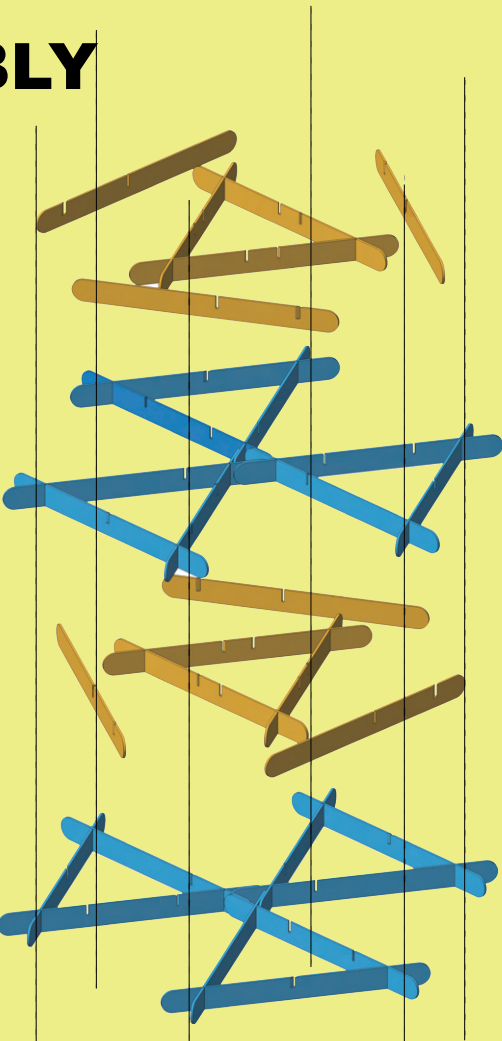
### POINT



### JOINT

接合部の切り込みはタワーの垂直方向に対して並行とし、横方向の揺れに対応できる形。縦方向の力に対してはトラスを形成するための2箇所での切り込みを上下交互とし、荷重による接合部の緩みを抑える。  
各層の接合は向きを揃えることで自重によって強固に結合できるようにしている。

### ASSEMBLY





No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 803.4 g	カテゴリ
	TSタワー Tuned Structure Tower	TEAM T&S	【トヨタT&S建設株式会社 技術部】 (構造グループ) ◎高瀬一雄 ○日夏四郎 ○横井健人 ○折原友樹 ○四方田彩花 ○中根健太 ○水野翔太 (意匠グループ) ○栗原常記 ○森 祐人 ○加藤禎磨 ○石田千尋 ○若原彩香 ○中田寛人 (PCグループ) ○大村祐樹 ○中村幸司 ○河野壮登 (※○ 当日組立てメンバー選定中)	アイス棒 618 本	1



私たちは安心して安全なものづくりを  
実践する総合建設会社です。  
規格化したコンクリート部材による、  
PCa工法の歴史と技術を紡いできました。  
慣れ親しんだコンクリートの硬い部材に相反する  
柔らかいフレームに挑戦します。  
この塔は、建築の未来が詰まった、  
チームアイデンティティへの  
物語を描いていきます。

### Creative Story

ものづくりの未来へ

solid → flexible

PCa工法(Precast Concrete technology)

Tuned Structure Tower

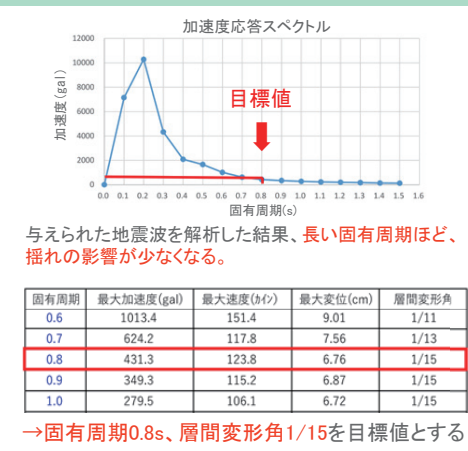
### Simulation

一質点系モデルで簡単に試す

固有周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- ### Concept 「固有周期をコントロールできるタワー」
- 柱や梁の剛性・接合方法を工夫することで、**周期**を長くしたり短くしたりできる構造を実現する。
  - 地震波の卓越周期に合わせて構造の応答を避ける「**チューニング**」の考え方を、アイス棒という限られた素材で具現化する。
  - 解析と試作を重ねて、加震後**120秒**を超えたところで破壊に至るシナリオを設計に組み込み、「**耐震性能と美しさ**」の両立を目指す。

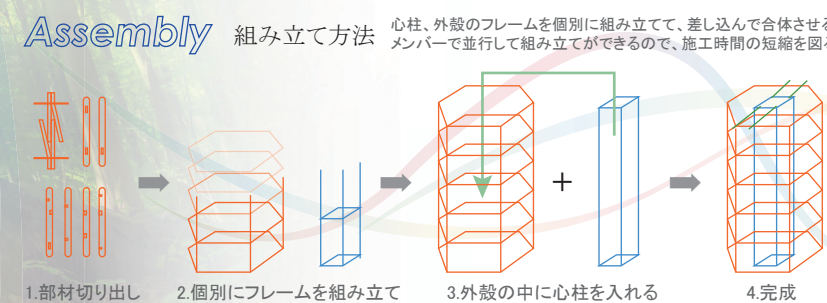
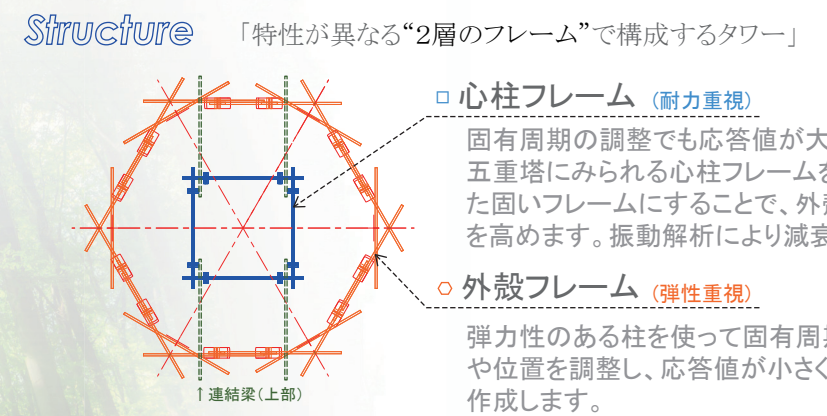


建物が受ける力の関係性を示す固有周期は、建物ごとによって異なります。  
TSタワー(Tuned Structure Tower)は、揺れの影響を最小化するために、固有周期を設計段階から意図的にコントロールすることができる建築を目指しました。このタワーは、**地震工学と構造デザインの融合を象徴する**作品です。

### Design

美しく、しなやかに

1本ごとに意外と硬いアイス棒を使って、どうすれば柔らかくしなやかな建築を生み出せるか。その試行錯誤がTSタワーのデザインの原点です。  
**2本のアイス棒を重ねて結合し、2組を差し込み合うと弾力性のある柱が創れることを発見しました。** 欠き込みのない摩擦による接合方法は、荷重による軸力を受ければより強固になります。さらに、直行方向の揺れに対し、柱は通常のアイス棒よりも靱性を生み出しながらカーブします。穏やかに動く柱を積み上げ、**地震に強く美しいタワー**を形づくりします。



### Isometric

Data:  
アイス棒使用 約618本  
(心柱:140本 外殻450本 他28本)  
フロア高さ(外殻) @ 126mm  
最高高さ(心柱) 1060mm

簡易な仕組みで弾力性のある柱となる

### Joint

嵌合のバリエーション

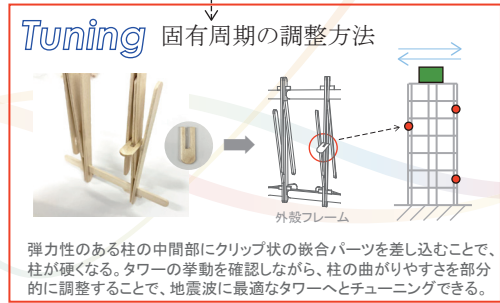
重り載せ方  
1kg ↓  
9F ↓  
外殻・心柱フレームそれぞれに荷重が均等に伝達するように、重りを巻きつけて固定する。

相欠き 三角  
外殻フレームの角は、斜めに相欠きして三角形に組み合わせて火打ちの役割を果たす。

貫・楔  
柱にアイス棒の断面に合わせた穴をあけて水平材を通して、楔によって固める。

心柱・土台との結合  
心柱と土台との結合は、完全に固定せずにワイヤーを緩めに巻くことで揺れを抑制する。

① 1FL ② +20mm GL





No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 804 g	カテゴリ
	バットレスタワー	ものづくり大学	◎間藤 早太 ○木口 志乃、○岩崎 万柚子、○菅野 昭真、○佐藤 堅太 ○畠山 煌生、○横川 優、○佐藤 栄祐、○古田 智也	アイス棒 618 本	1

□コンセプトとタワーの概要

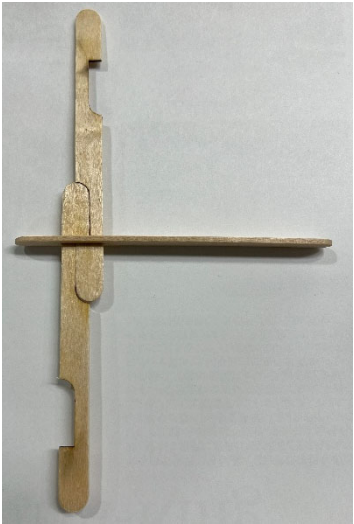
シンプルな形状で組み立てやすいタワーの作成を目標としました。

構造システムはラーメンフレームにブレースを設置することを基本とします。ラーメンフレームの交点は相欠きとしてブレースは交点をずらし偏心ブレースとすることで端部の収まりを単純にして、かつ柔軟性をもった架構となっています。ブレースの傾きは特に決まっておらず、部材毎のレーザーによる孔の制作誤差により異なります。きっちりとした寸法でなくいい塩梅で決まっていくというのもアイス棒による制作の醍醐味であると考えています。平面的には長方形で剛性が小さくタワーがねじれるため横方向から支えるようにバットレスを設置しました。バットレスの端部は互いにかみ合うような形状にして上部にむかってアイス棒の幅半分ずつ内側に寄り添っていくようにしています。

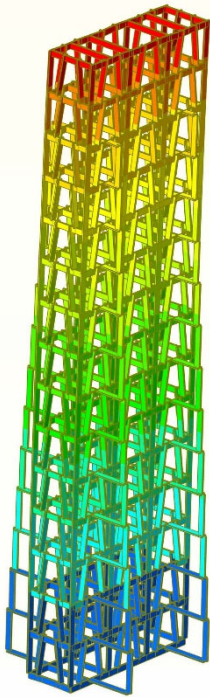
組み立ての順番を間違えとかみ合わせる部分がいなくなるため事前の段取りを慎重に行い丁寧に組み立てていきたいと思います。



基本となるアイス棒のカットパターン

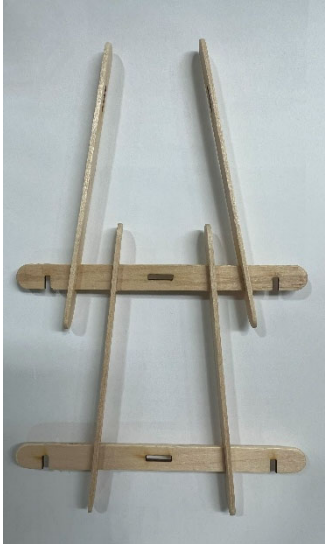


バットレスのかみ合わせ

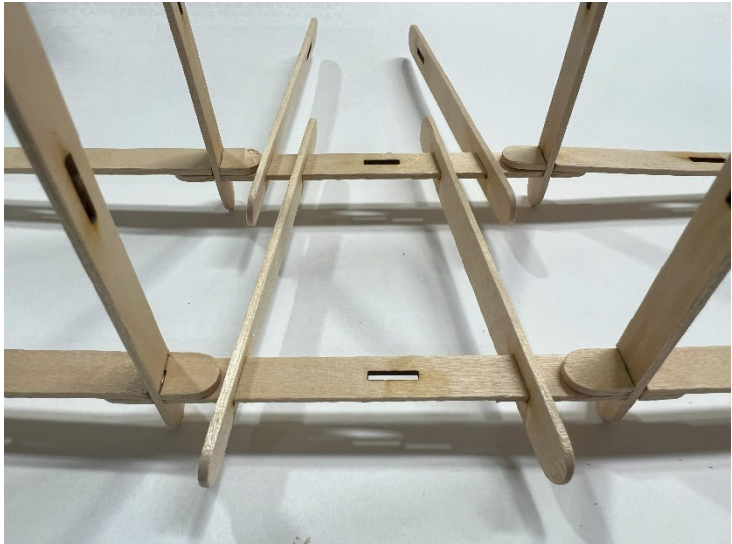


簡易モデルによる静的解析による変位量の確認  
上部の変位は両方向とも約 30cmとなっている。

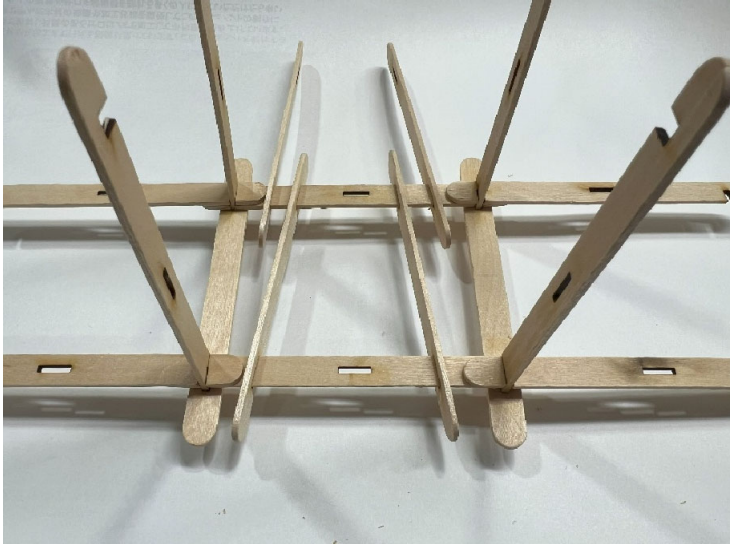
□制作工程:下記の制作工程を繰り返してタワーを制作する。



(1) 外周の梁に偏心ブレースを差し込んでいく。



(2) 長手方向の梁を重ねて短手方向の梁と相欠きで固定する。



(3) 短手方向の梁端部を柱となるアイス棒でつないで上下を一体に固定する。



長手方向立面模型



短手方向立面模型



No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 660.4 g	カテゴリー
	四重奏	ふじらぼ	◎田中遥菜(日本大学) ◎織戸太基(同左) ◎赤井将樹(同左) ◎根本結菜(同左) 府川ひな(同左) 大道紗弓(同左) 野口丈翔(同左)	アイス棒 508 本	1

・設計趣旨

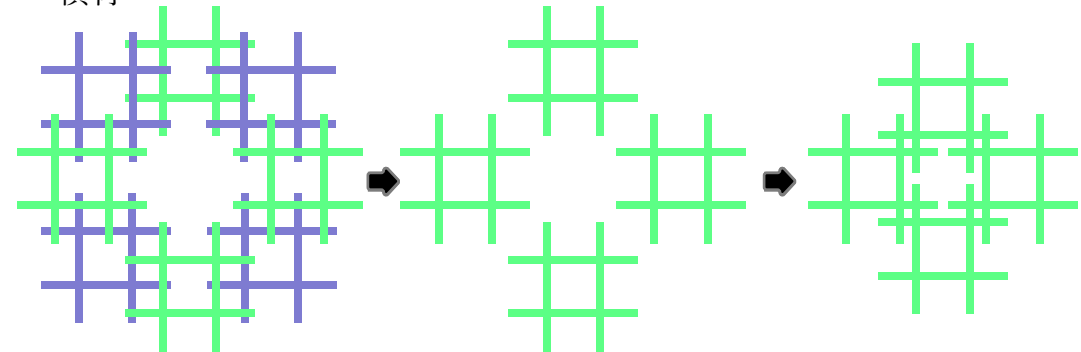
前回のタワーでは縦材と横材を多くのブレースでつなぎ、変形を抑えたタワーとしていたが、部材が多く合理的ではなかった。そこで今回は、前回よりアイス棒の部材を減らし、縦材と横材の接合部をはめ込む・挟み込むことで変形を許容し、地震エネルギーを吸収する構造とした。

前回のうち多くの部材を占めているのが横材であった。そのため、横材の本数を抑えるために径を小さくした。しかし安定性が落ちてしまったため、全8層のうち下半分は前回の横材を使用した。

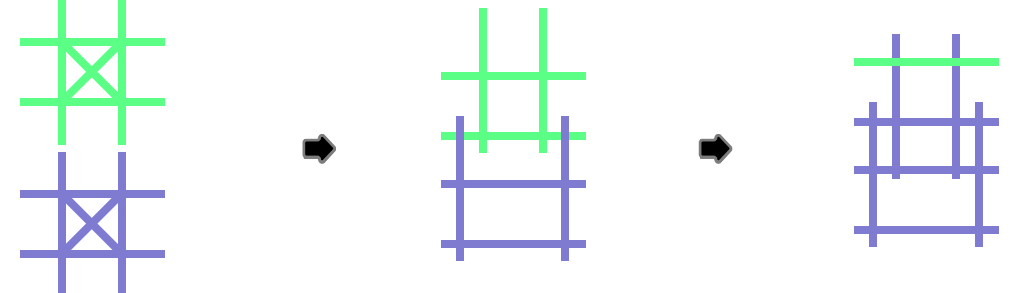
また、縦材も多く、個々の階層ごとが独立していたので引張力に弱いと考えた。縦材同士を組み合わせることで引張に強く、一層あたりの縦材の本数を減らした。

・ダイアフラム

横材

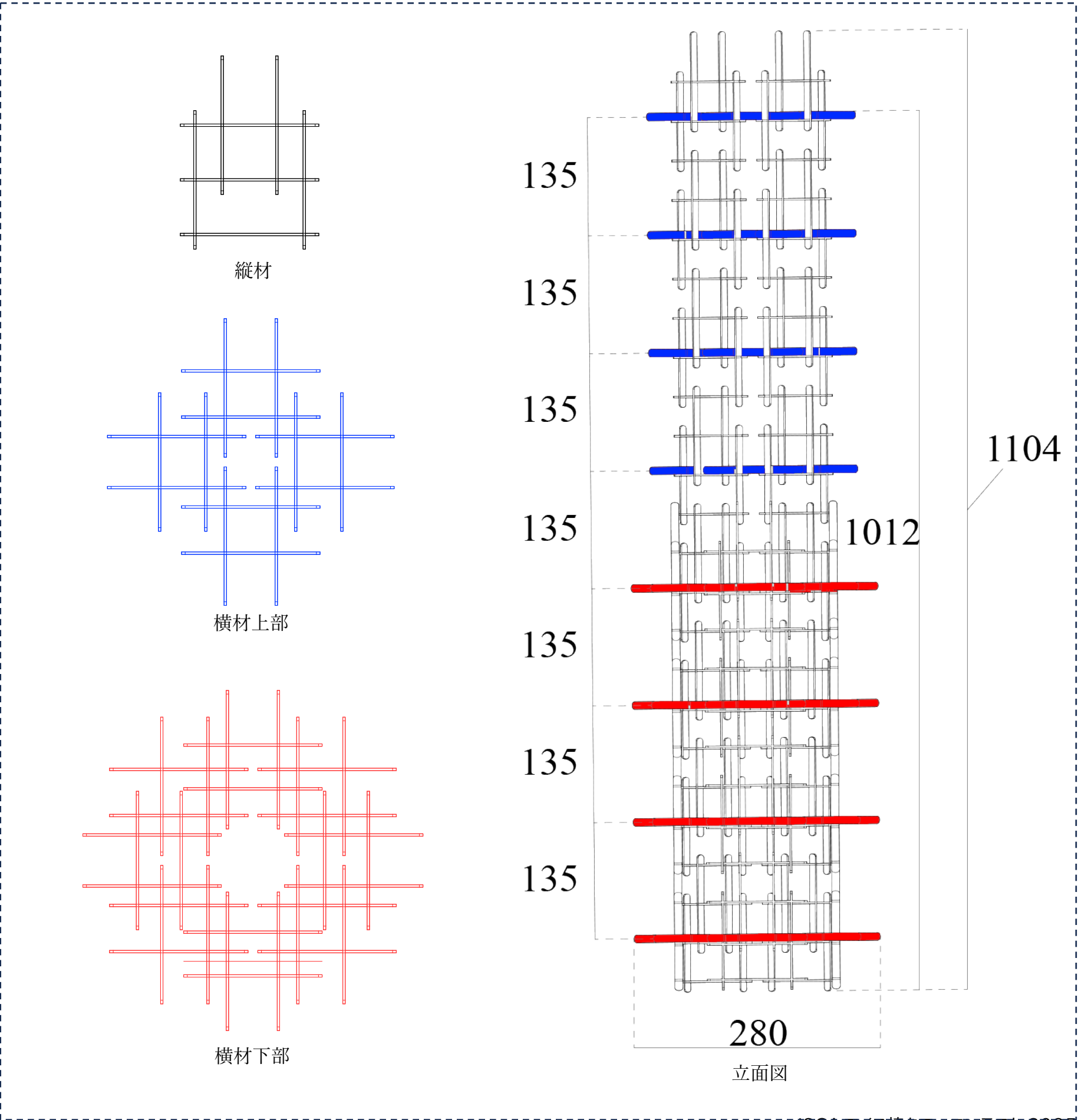


縦材



・工夫した点

- ・アイス棒の繊維が縦方向に入っているため、欠き込みを横方向に入れた。
- ・部材を減らし、軽量化した。
- ・縦材をつなげることで一層の階高を高くした。
- ・切り込みの幅を狭くし抜けないようにした
- ・下層の径を太く、上層は細くした





No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 1929 g アイス棒 1484 本	カテゴリー
	Dynamic Balance Building	京都工芸繊維大学 構造研究室 M1	◎岡崎智彦(京都工芸繊維大学大学院) ◎澤駿介(同左) ◎唐橋龍我(同左) ◎丸橋朋果(同左) 満田衛資(京都工芸繊維大学デザイン・建築学系教授)		1

コンセプト

「ずらし」×「しずめる」で揺れを抑えるタワー構造

構造的特徴



◆マスダンパーによる周期調整

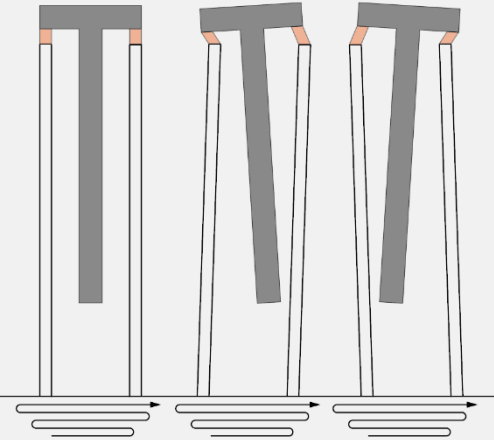


図1 マスダンパーの動き

系上部に可動部材を配置し、これをマスダンパーとして機能させることで、固有周期を調整する仕組みとした(図 1)。地震動には卓越した周期成分が存在し、タワーの固有周期がこれと一致すると共振が生じ、大きな変位や破断に至る危険性がある。  
本作品では、可動部材の大きさや配置位置を調整することで、固有周期を地震動の卓越周期から意図的にずらし、共振を回避することを狙っている。また、マスダンパーに可動性を確保することで、地震動の応答を制御し、系全体の応答振幅を低減させる効果も期待できる。

◆摩擦面を活かしたマスダンパーの安定化手法

マスダンパーと構造体の接合部には摩擦面を設け、構造体に伝わった振動を直接ダンパーへ伝達しない仕組みとした。振動が入力された際、摩擦面でエネルギーを散逸させつつ、必要な部分のみをマスダンパーに伝えることで、急激な応答を緩和する。この機構により、マスダンパーは過剰に動かされることなく安定して作用し、全体として周期調整効果と減衰効果を両立させる。  
摩擦面では、アイス棒が重なる部分の表面を意図的に粗く削ることで、摩擦性能の向上を図った。摩擦性能を適切に評価するために、削り方と摩擦力の関係性を確認する目的で簡易的な引張試験を実施した(図2,図3)。  
その結果、表面加工ありの試験体は加工なしの試験体と比較して摩擦性能が約27%向上した。特に、金やすりで強く削った試験体は最も高い摩擦性能を示したが、断面欠損が大きく構造体力低下の課題があった。そこで、摩擦性能を確保しつつ表面の均一性を担保できる法として、紙やすりによる加工を採用することを検討した。

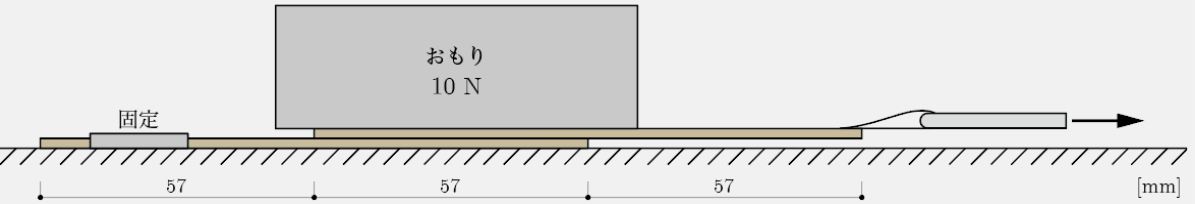


図2 実験概要

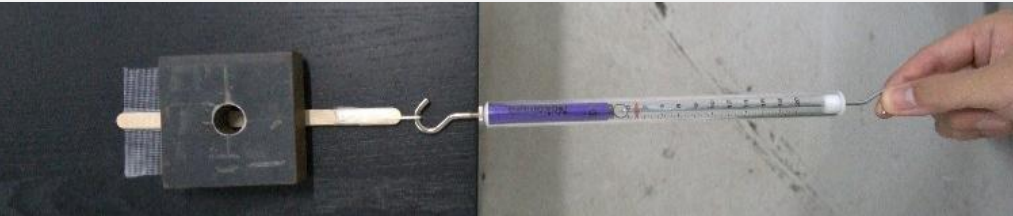
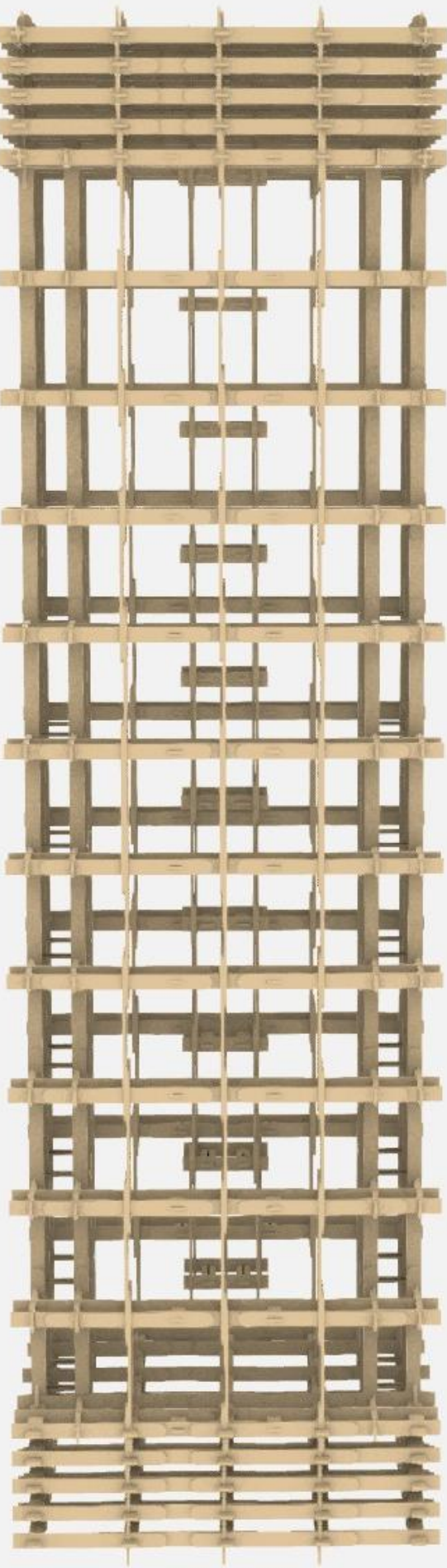


図3 実験の様子



接合部詳細

◆接合部の仕組み

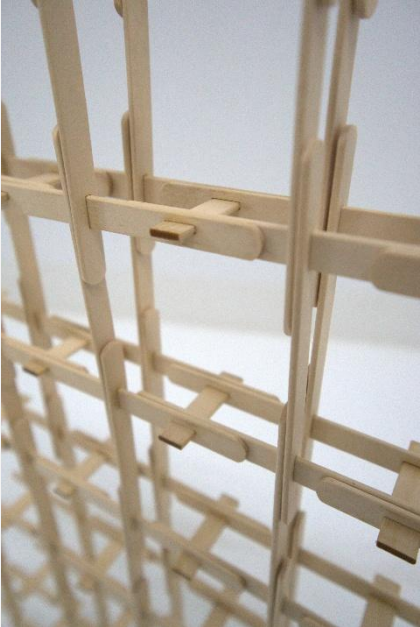


図4 仕口と継手

接合部では、鉛直荷重による引き抜けを防ぐために、伝統木造建築の「仕口」「継手」を踏襲した構造とした(図 4)。剛性の高い建築物では、荷重の集中する部分が破断する恐れがあるため、貫穴の寸法を調整し、部位ごとに接合部の剛度を変化させる。貫穴は最も小さい箇所では18 mm×90 mmとし、箇所によってこの大きさを変えることで、全体としてバランスのとれた剛性分布を実現する。

◆二重壁構造

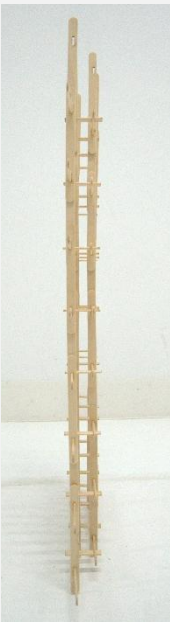
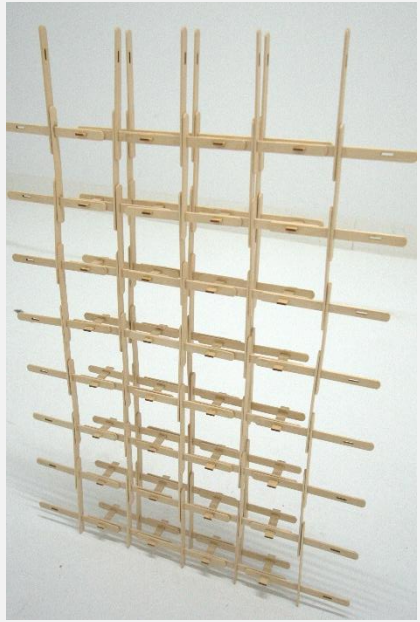
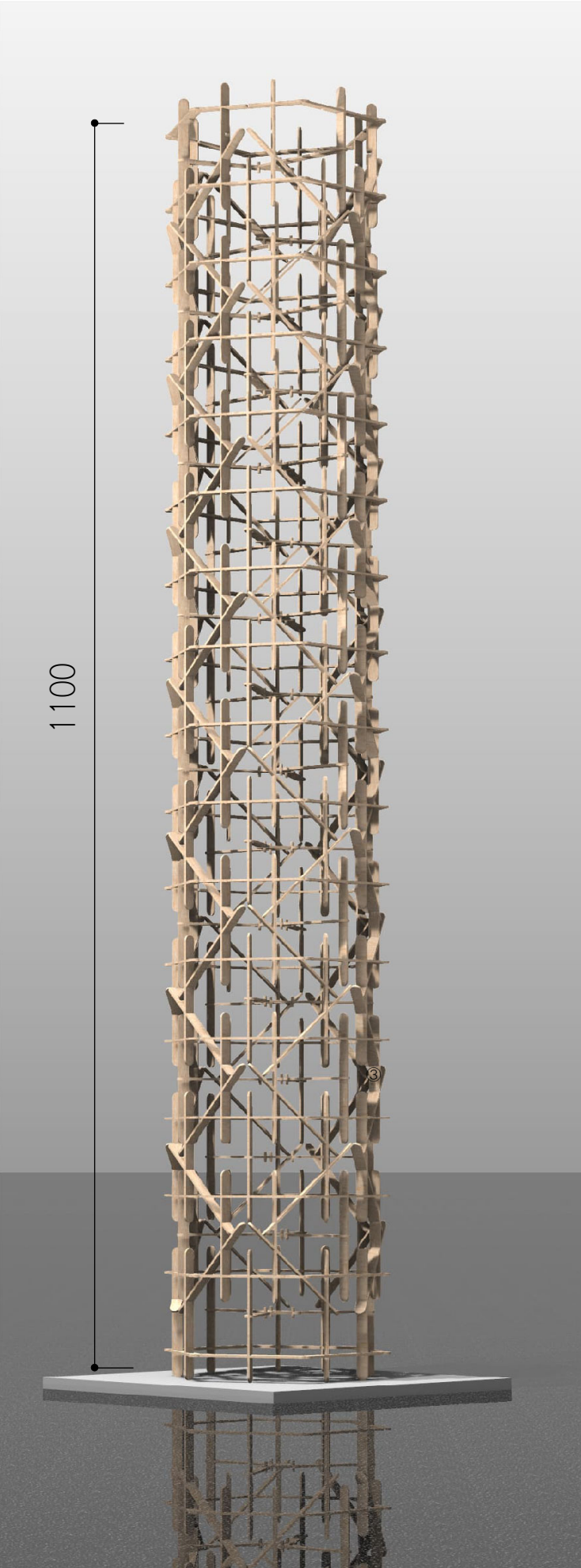


図5 二重壁構造

全体の安定性と耐震性を高めるために、外側と内側の二層からなる二重壁構造を採用した(図5)。外側フレームは主耐力要素として鉛直荷重および水平荷重を直接負担し、系全体を支える骨格として機能する。一方で、内側フレームは外側フレームを補剛・拘束する役割を担い、個々の部材が座屈や局所的な破断に至るのを防ぐ仕組みとした。  
このように外側と内側が役割分担することで、荷重が特定の部位に集中することを避け、構造全体に応力を分散させることが可能となる。結果、系全体の靱性が向上し、地震時の大変形に対してもしなやかに耐えることができる。



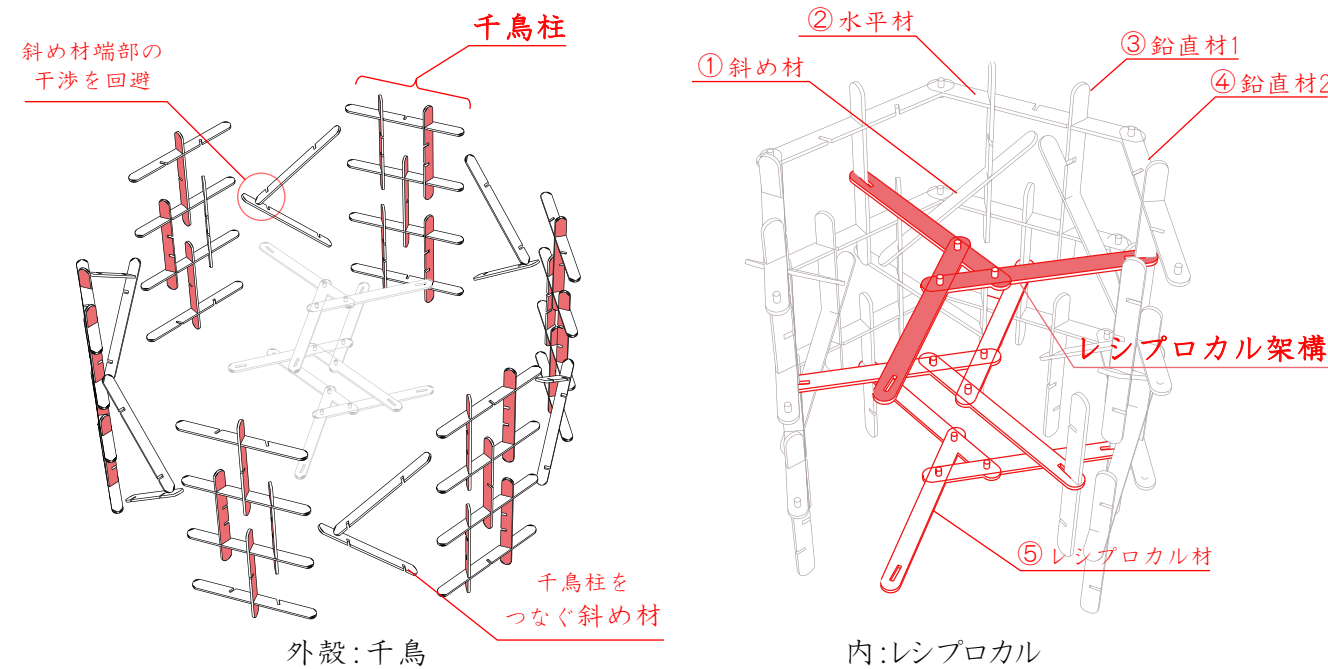
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 499 g アイス棒 384 本	カテゴリー 1
	うつろふ変幻六楼ノ塔	権九郎	◎伊東(JSCA正会員)、○前田、○田村、○佐久間、○川村、○中田、中島		



## ■コンセプト：千鳥とレシプロカルを用いた周期1秒の制震タワー

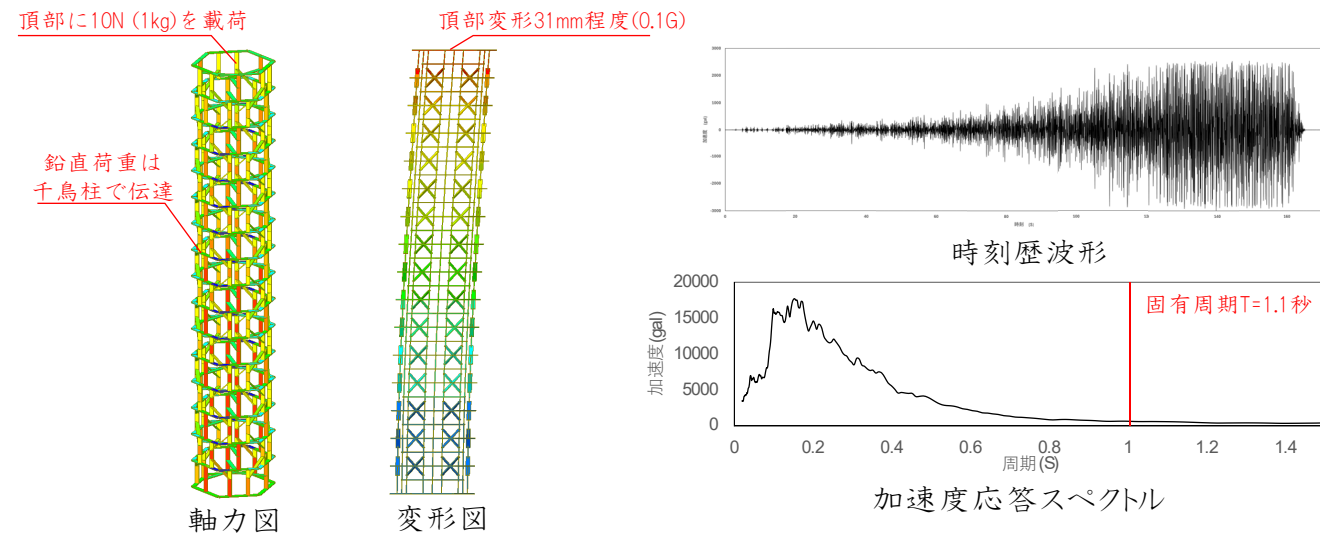
- ・デザインと技術の融合を理念として、耐震性と施工性だけでなく高い意匠性を有するタワーを目指す。
- ・タワーは千鳥柱による外殻架構とレシプロカルに組んだ床面の組み合わせによる構成とし、部材数と接合部を最小限にすることで製作が容易な架構とした。
- ・部材が集中しないよう、接合部をずらすしなやかな構造計画により入力地震動の卓越周期を避けた、固有周期約1秒の長周期タワーを実現した。
- ・千鳥柱による通し柱の無い六角形のタワーはリズムカルで既視感の無いデザインを実現している。

## ■嵌合詳細：2層1ユニットとした外殻中つなぎ構造



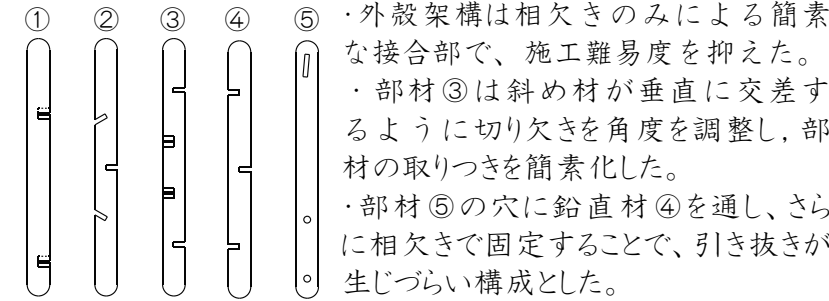
- ・6組の千鳥柱を斜め材でつなぎ六角形の平面形状となる架構で構成した。
- ・外殻の千鳥柱は節点集中を避け、部材本数を削減する。
- ・斜め材は、千鳥柱を一体化するとともに、ブレースとしての役割も果たす。
- ・三角形のレシプロカル架構でつなぐことでしなやかな外殻架構に適度な面剛性を確保した。

## ■解析結果

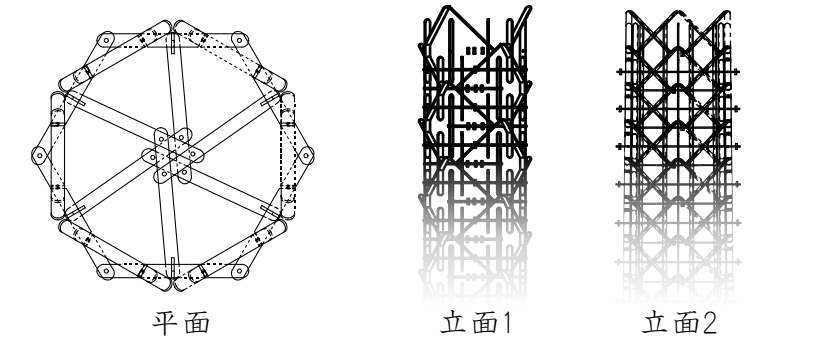


- ・タワーの固有周期と入力波の卓越周期をずらすことで、加振時の応答を低減する。

## ■部材：少数精鋭

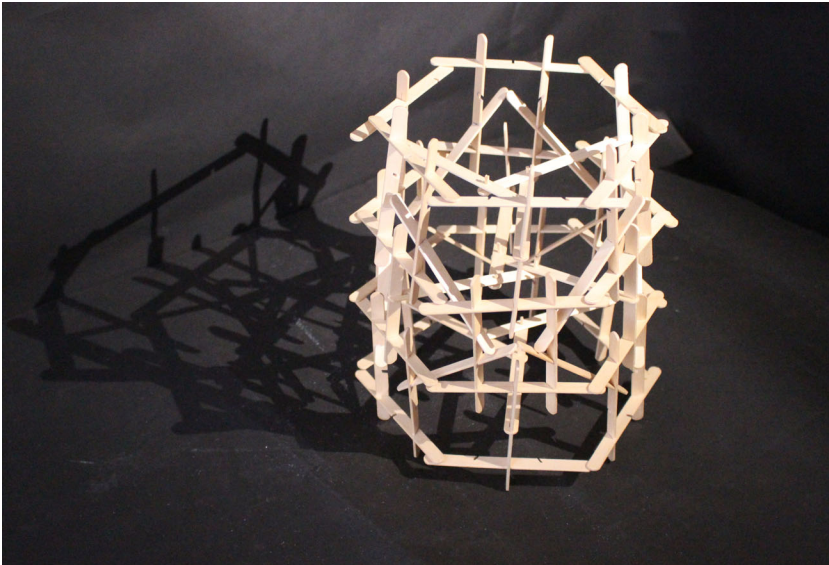


## ■意匠：角度により表情を変える



- ・接合部を分散させて架構を構成したことにより、軽快なリズムを生み出し、角度により変化に富んだ表情をもつタワーとなっている。
- ・レシプロカル架構が層ごとに120度回転し、らせんを想起させる平面構成を創る。

## ■モックアップ



アイス棒タワーコンテスト 2025



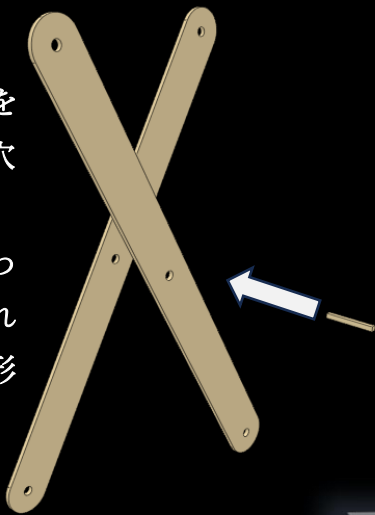
No	作品タイトル	チーム	チームメンバー	自重	カテゴリ
	TAKAKUSU TOWER	チーム TAKAKUSU	◎大澤拓真 高尾壮人 倉田祐汰郎 横山海里 木浪翔南 安味美波	455 g	1
				アイス棒 350 本	

高楠順次郎先生は、自己による自己の創造を説き、他に流されぬ人間性を重んじた。その教えにならい、一つ一つのユニットを自己と捉え、すべてのユニットが全体を支えつつ、曲線を形成、揺れに耐えるタワーを構想した。

高楠順次郎先生は武蔵野大学の学祖であり、自己創造と主体的人間の確立、女性教育の先駆者とも呼ばれる  
<https://www.musashino-u.ac.jp/guide/profile/spirit.html> 2025 年 9 月 30 日参照

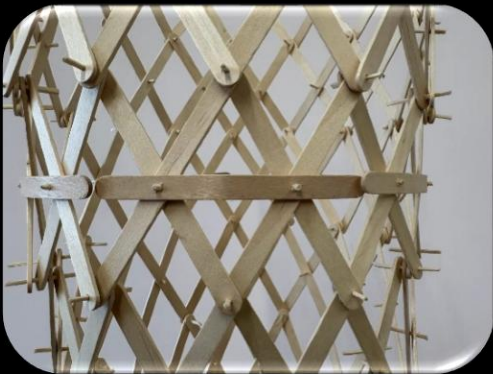
自己ユニットの製作工程

アイス棒をクロス状に組んだ2本1組のユニットを基本単位とする。ユニット中央および両端部には穴を差し込むことで、各ユニット同士を接合する。形成された各層ごとに異なる直径の円形を組み合わせて積層することで、タワー形状が完成する。これらを水平方向に連結することで、タワーの各層が形成される



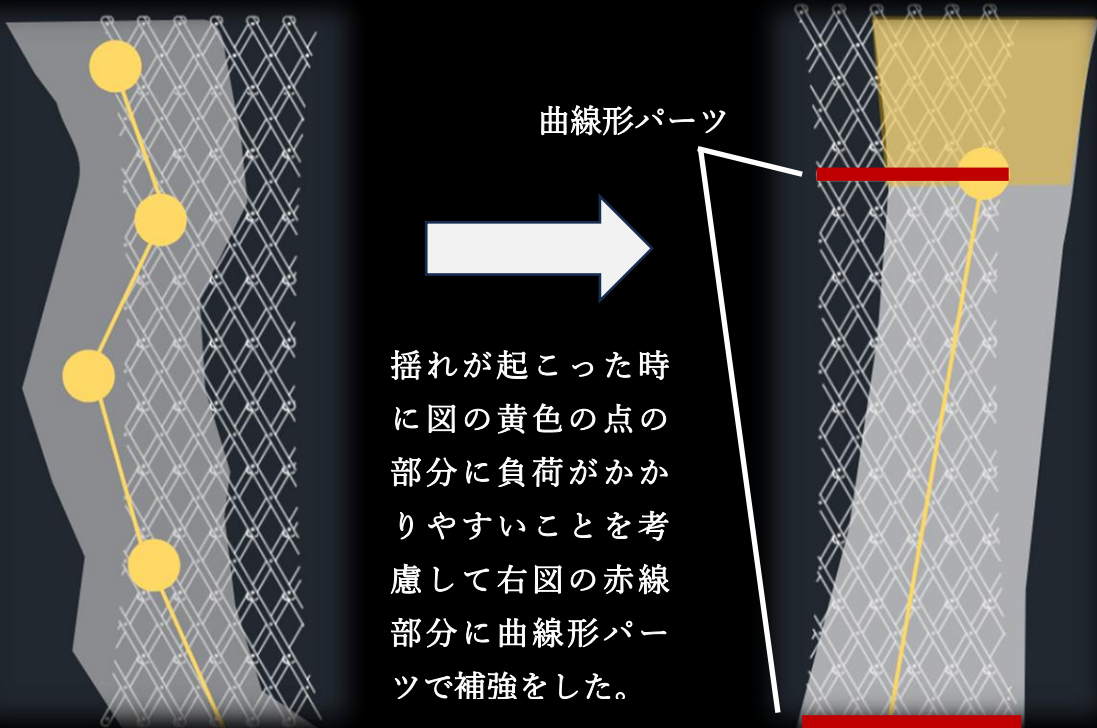
曲線形パーツ

アイス棒をお湯に浸して柔らかくした後に制作した型にはめ込んでタワーにフィットする曲線形にしたものを取り付ける。これによりアイソグリッド構造による剛性の高い部分を意図的に組み込む。



構造コンセプト

このタワーの揺れの規則性と壊れ方をコントロールするため、最も揺れが大きくなると考えられるくびれ上部に、アイソグリッド構造とするための曲線形パーツを組み込む。曲線形パーツより上部を剛体化することで、タワー全体の振動を調整し、右図のように意図的に剛性を調整することで地震の揺れに対するエネルギーを受け流すことが出来る。さらに、最も大きな力のかかる脚部部分にも曲線形パーツを組み込むことで、足元での崩壊を防ぐことを意図している。これらの構造の固さを意図的に変えることで動的安定性を見込んだ設計としている。





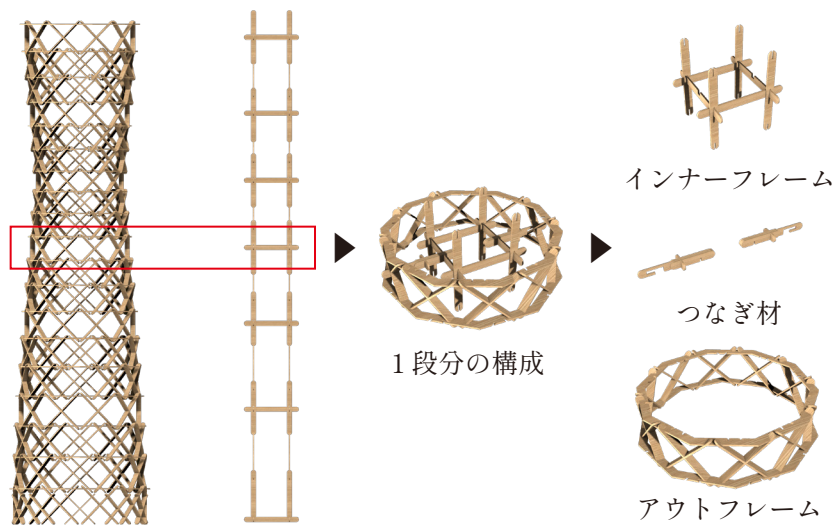
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重	674 g	カテゴリー
	LSS Port Tower	LSS-2	日本大学大学院 日本大学	アイス棒	894 本	1
			○川口眞琴 ○千葉達也			
			○攝待光海 ○円谷和希			
			○設樂源太 ○中井怜音			

LSS PORT TOWER

LSS-2

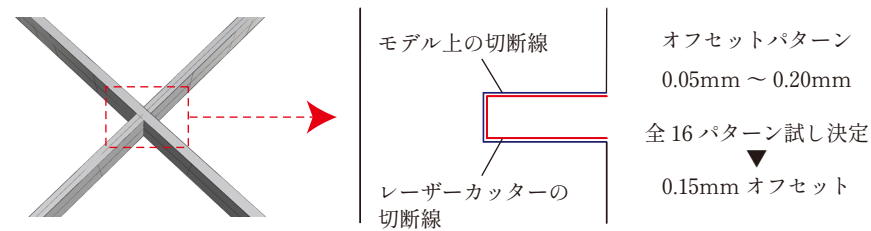
Concept

01. 一葉双曲面
- 神戸ポートタワーを参考モデルとし、くびれたビジュアルとした。  
くびれの位置は意匠性をもとに決定し、全体の 2/3 程度の高さの位置にした。
02. アウトフレーム（剛）× インナーフレーム（柔）
- タワーには動線配置、設備の集約、構造的な観点からインナーフレームが必須であると考える。  
ポートタワーを参考に作成したアウトフレームは三角形のトラス抵抗系であり十分な剛性を持つ。  
インナーフレームはそれに相反するような柔らかく揺れやすい構造とした。  
インナーフレームが激しく揺れるがアウトフレームによって壊れる変位には到達させないものとした。
03. つなぎ材の摩擦による減衰
- 内と外の 2 つのフレームを減衰性をもつつなぎ材によって力の伝達を行う。  
摩擦抵抗を有する機構によりエネルギーを低減させつつ、共振させない狙いにより設計した。

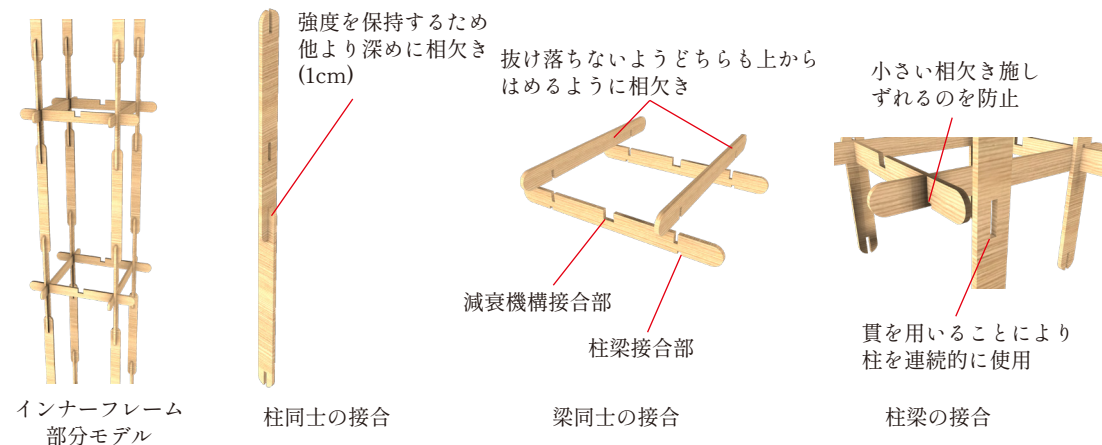


Process

00. 最適相欠き幅の模索
- アイス棒同士は基本的に相欠きで接合する。相欠きはレーザーカッターによって切欠きするが、レーザーの燃えしろにより緩くなってしまう。切断線をオフセットしたいいくつかのパターンを試し、施工性に影響の無い範囲で限界まで硬くした最適な相欠き幅を設計した。

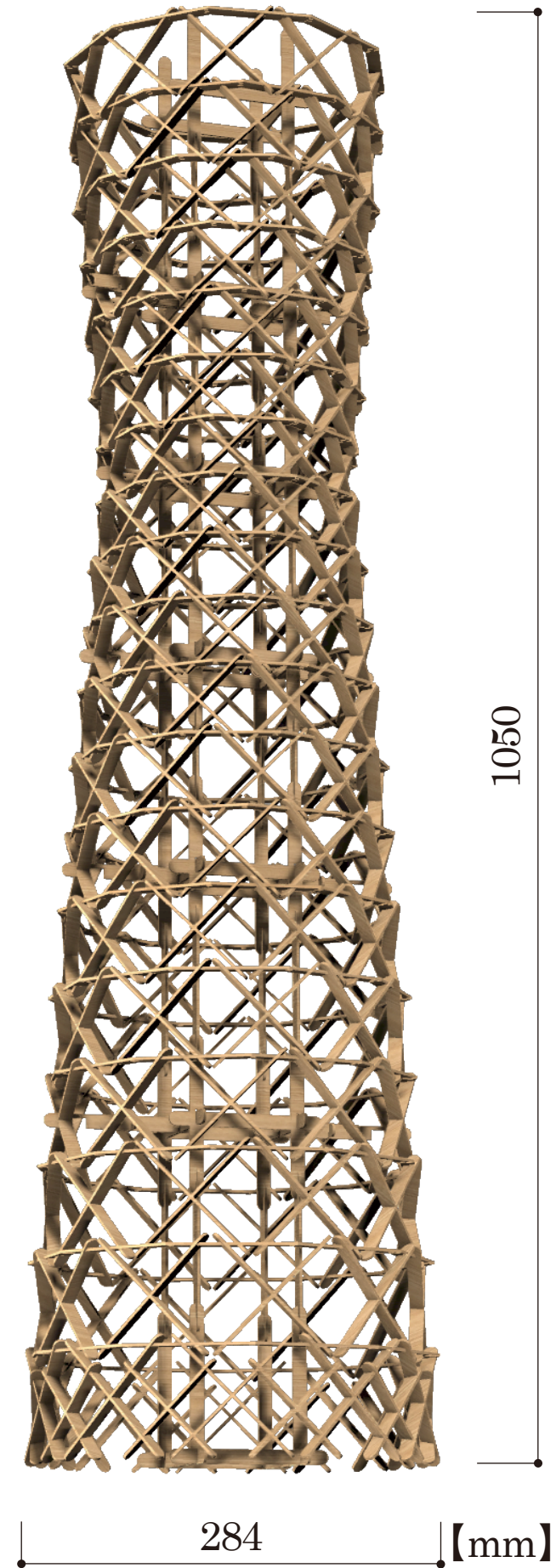


02. インナーフレーム
- インナーフレームはアウトフレームと対照的にシンプルかつスレンダーな構造とした。4 本の柱と 5 層の梁によって構成され、柱同士と梁同士は相欠きで接合し、柱梁は貫を用いた接合とした。また、柱はアウトフレームのつなぎ材取付位置とインナーフレームの横材の高さが合うように長さを調節している。



01. アウトフレーム
- アウトフレームは、アイス棒を直交させたユニットを横材でつなぐ構成とし、1 段ごとに回転させることで全体が螺旋状のビジュアルを表現した。かたちの複雑さに反して、施工はシンプルにするため、全層通して部材のかたちは変わらないようにした。
- I) II) III) IV)
- ユニットを 10 個配置する 4mm 内側にオフセットして上げる
- ユニットとの接続部分の相欠きは間隔が大体同じになるように調整した
- 部材の両端を凹凹・凸凸にして嵌め込むだけで作成できるようにした
- 1 段上がるにつれて部材を 2mm 短くしてユニット同士の干渉を防いでいる
- 部材同士の重なりに対して概ね 1/2 となる切り欠きを設けている
- 12°回転して部材の 1/3 程度が重なるように下げる
- 横材は部材の中央にユニット用の切り欠きがくるように配置

03. 減衰機構の設計
- アウトフレームに固定された 1 本のアイス棒をインナーフレームに固定された 2 本のアイス棒で挟み込み、それぞれが可動することで摩擦抵抗を生じさせる。横材とクリップの相欠き幅により側圧が異なるため、最適な摩擦抵抗を得るための相欠き幅を設定した。
- 単に上からはめたただと揺れて外れてしまう鉛直変位を拘束させるようなディテールとした
- 固定部
- インナーフレーム梁
- アウトフレームユニット
- 可動させるためアウトフレーム側のアイス棒は半分にした
- 程よい側圧を得るためレーザー切断線を外側に 0.2mm に設定した

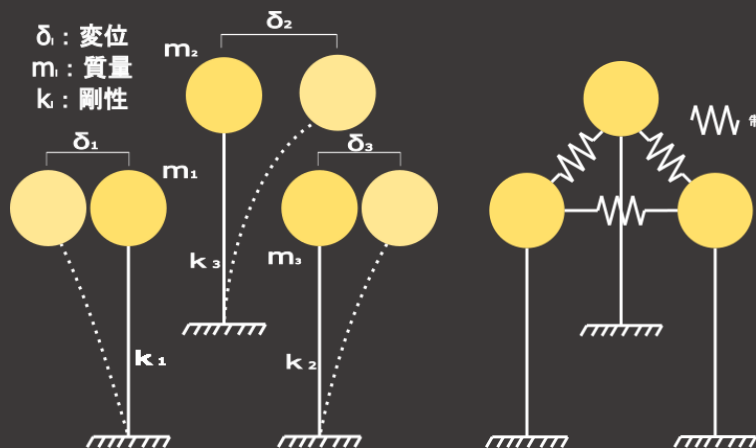




No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 592.8 g アイス棒 456 本	カテゴリー 1
	トリバネ〜3棟集まれば最強〜	構造上委員会	◎朝倉翔一(中部大学) ◎石井善貴(同左) ◎浅野 正翔(同左) ◎村瀬優太(同上) ◎今瀬結愛(同左) ◎松村勇弥(同左)		

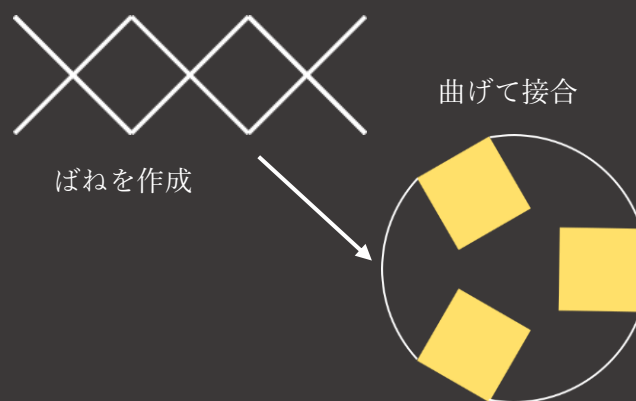
# 1 コンセプト

### 構造特徴(連結制振)



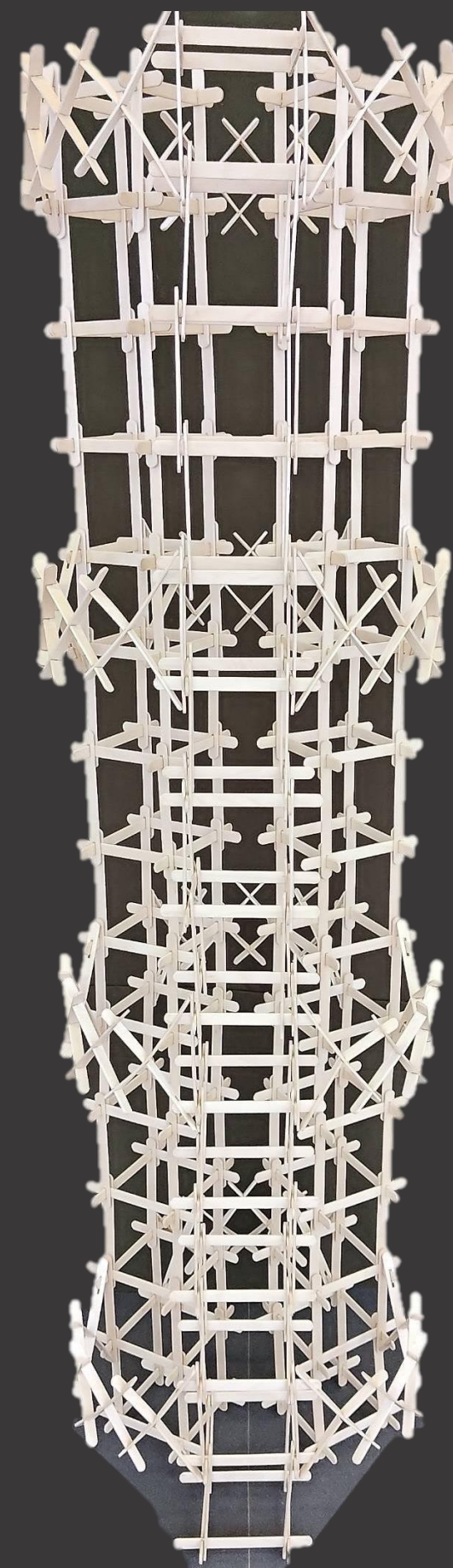
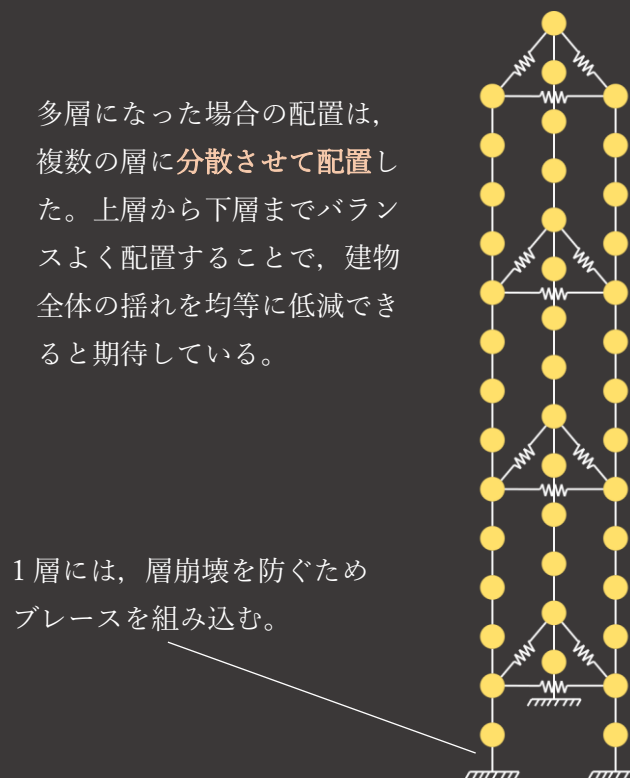
上図のように、地震動を受けた場合に3棟の**応答変位は同一ではない**と想定している。そこで、棟の間に履歴ダンパーや粘弾性ダンパーを設置すれば相対変位により**地震力エネルギーを吸収する効果**が期待できると考えた。地震発生後は、制震ダンパーを交換することで継続使用が可能である。本設計では、棟の向きや組み立て精度の影響から同一の揺れ方はしないと仮定している。また、1部の棟に重りを設けることで応答変位に差を生じさせ、制振効果をより発揮できると考える。

## 制振ダンパー



アイス棒を格子状に接合し、ばねを表現した。  
そのまま、3棟間に接合すると強すぎて剛の連結  
になり同一変位になってしまう可能性がある。  
そこで、アイス棒のばねを曲げて  
「やわらかいばね」の作成を試みた。

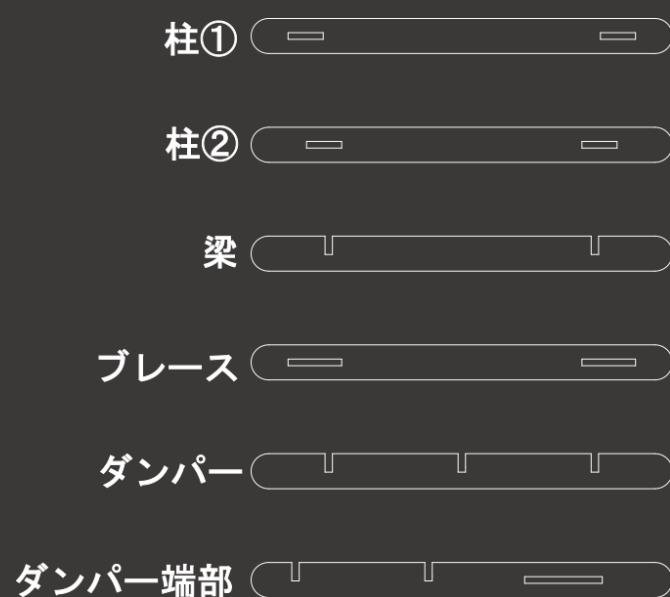
## 連結層について



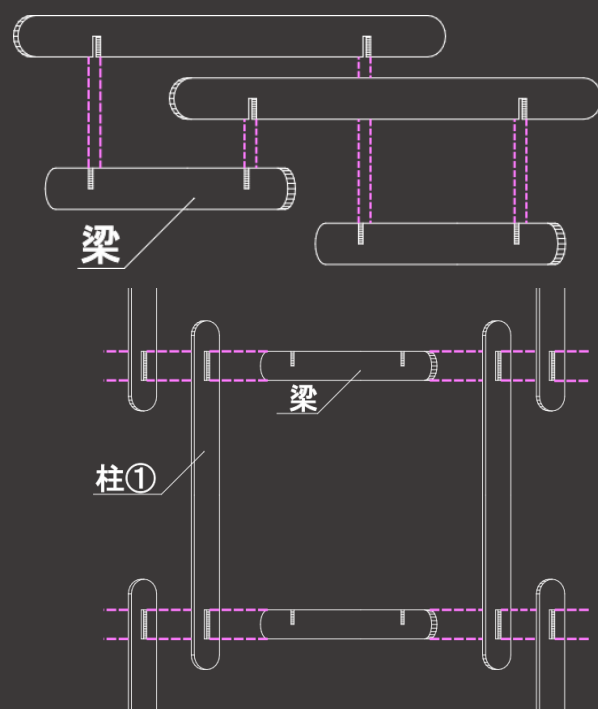
## 2 組み立て

## 部材

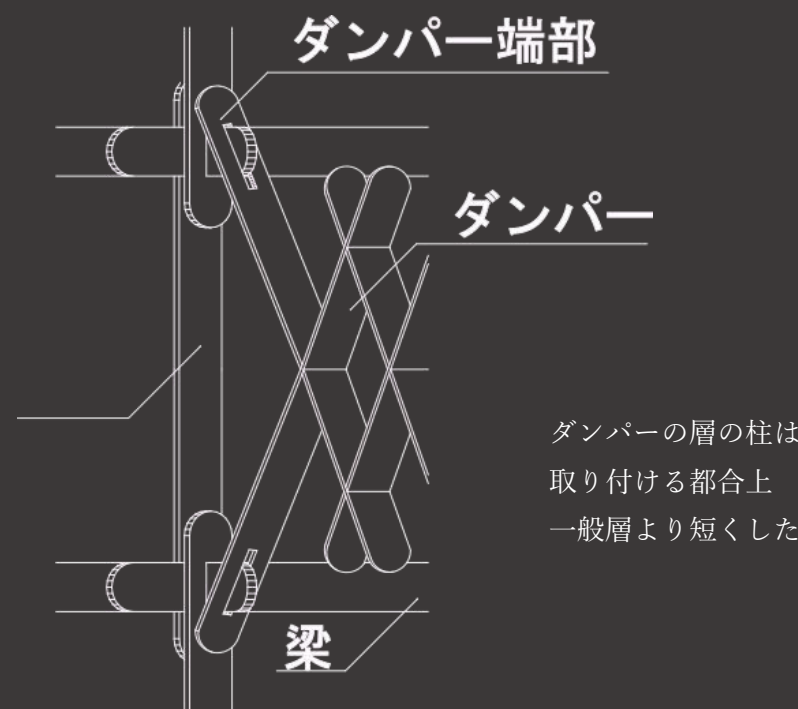
部材パターンは6種類



## フレーム接合部



## 連結接合部詳細



ダンパーの層の柱は  
取り付ける都合上  
一般層より短くした







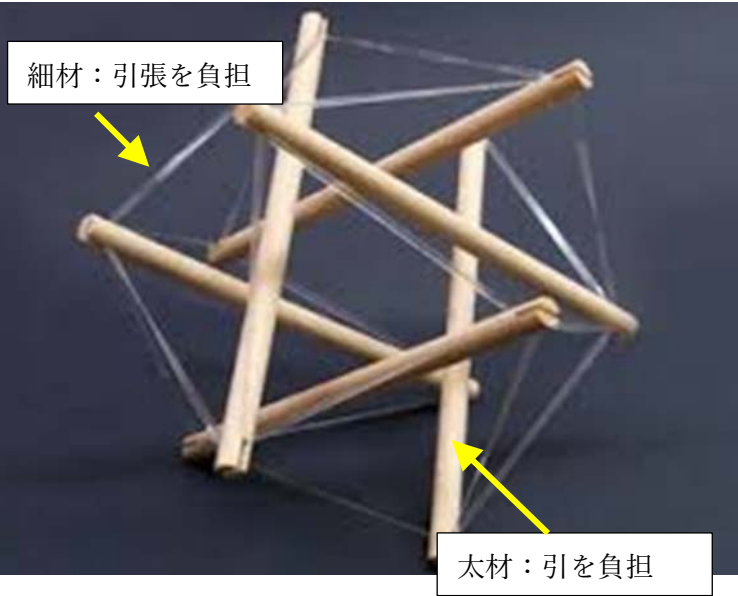
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 120.9 g	カテゴリ
	Float tower	ジェイ・ヌーヴォー	◎菅沼千紗 川原明洋 杉山登 野中美沙 根岸吉保 財津拓磨	アイス棒 93 本	2

1. コンセプト

- ・テンセグリティ構造は、圧縮材が引張材によってバランスを保ち、圧縮材同士が接触せずに安定している構造である。同時に、部材が1本でも欠けたら成立しないという絶妙なバランスを持つ。
- ・ピン接合、細材の組み合わせにより、一見部材が浮いているように見えるが安定した構造体を見せる。
- ・そしてその不安定な見た目を強調すべく、部材のスパンを可能な限り大きくし、最大限の空間を見せる。

2. 構造的な特長

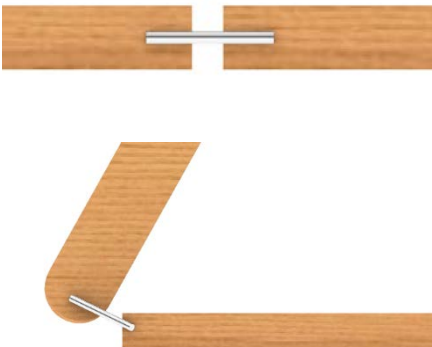
- ・引張材である細材(アイス棒を縦に2分割)と、圧縮材である太材を完全に分けることにより、耐力を確保しつつ、自由な造形、使用本数の削減を図った。



画像: [https://www.torito.jp/shopping/item.cgi?\\_tensegrity](https://www.torito.jp/shopping/item.cgi?_tensegrity)

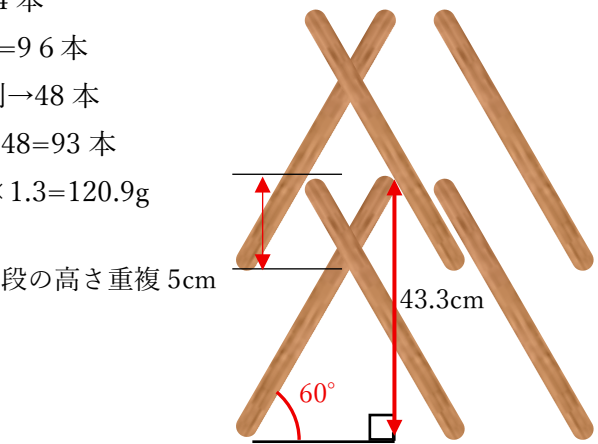
3. 接合部詳細

針金を用いて太材と細材をつなぎ合わせ、ピン接合とした。

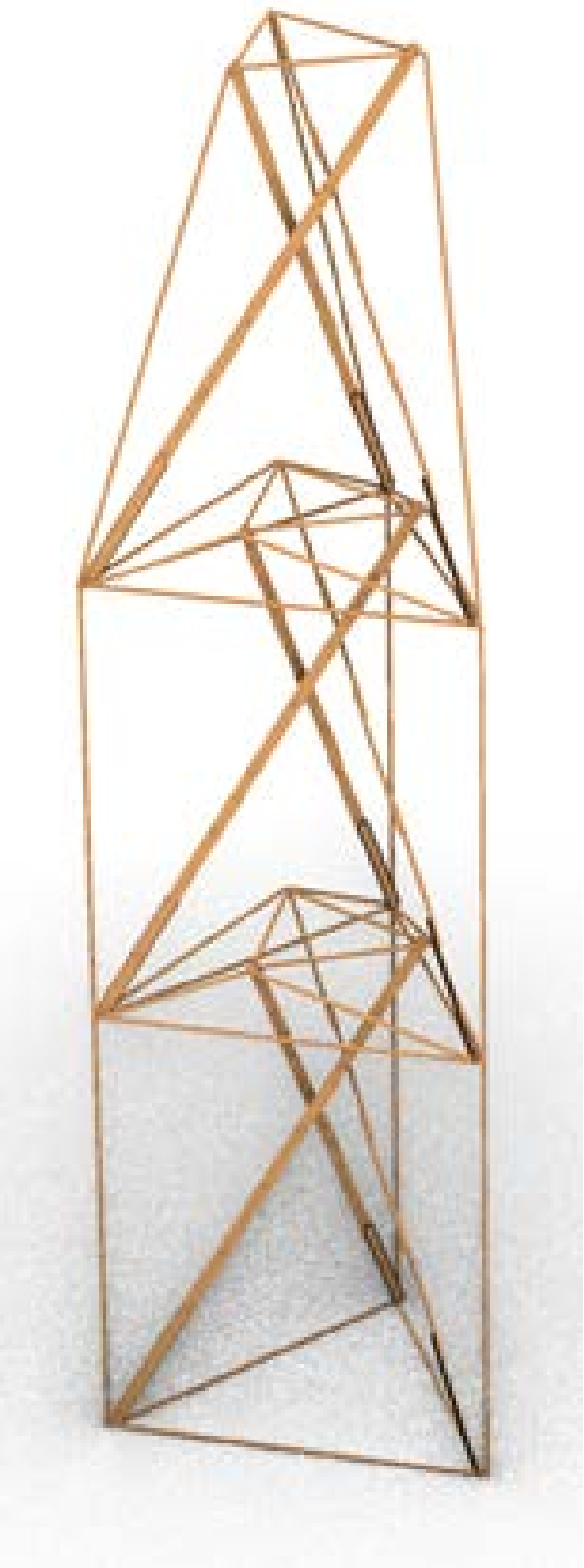


4. 本数(自重)推定根拠

一辺：5 本、50cm  
 $50 \times \sqrt{3}/2 = 43.3\text{cm}$   
段ごとの重複部分を 5cm として、  
3 段： $43.3 + (43.3 - 5) \times 2 = 119.9\text{cm}$   
圧縮材：5 本  $\times$  3 辺  $\times$  3 段 = 45 本  
引張材：1 段当り 36 本  
3 段目：24 本  
 $36 + 36 + 24 = 96$  本  
2 本に分割  $\rightarrow$  48 本  
合計：45 + 48 = 93 本  
自重：93  $\times$  1.3 = 120.9g



試作品(試作のため引張材に針金を使用)



モデル図



No	作品タイトル やました 山下まさつとらす	チーム名 YSビルダーズⅢ	チームメンバー ◎吉田遥夏(山下設計) ◎鈴木彩音(同左) ◎秋澤貴哉(同左) ◎笹原大樹(同左) ◎森田麻友(同左) ◎江黒皓介(同左) ◎田島暁(同左) ◎野田悠生(同左) ◎櫻井一真(同左) ◎根岸真子(同左)	自重 400 g アイス棒 302 本	カテゴリー 2
----	----------------------------	------------------	---	------------------------------	------------

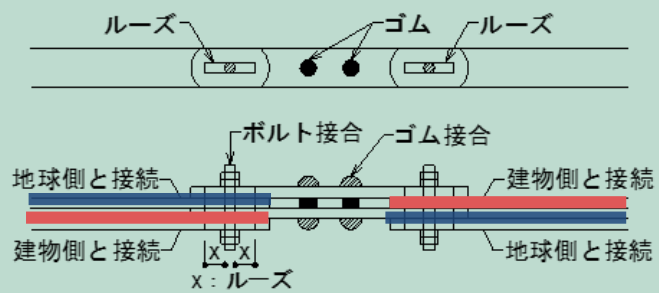
免震タワーへの挑戦

応答低減・周期のコントロールに効果的な免震装置と、局所的な応力集中を避け、一体となって揺れに抵抗する剛性の高い上部架構を組み合わせる。

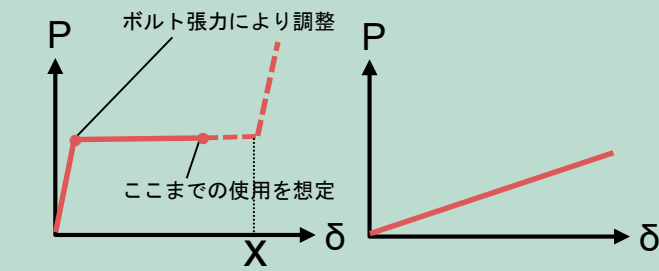
免震装置の開発

・すべり機構による免震効果の実現

ボルト接合部にルーズを設け、アイス棒同士の摩擦力により水平剛性を確保できるようにすることで、上部の揺れを長周期化しながら減衰を付与できる機構とした。



ボルト接合とゴム接合を組み合わせた免震装置



復元力特性(ボルト接合部:左、ゴム接合部:右)

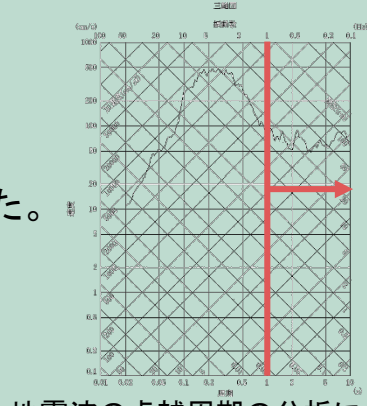
・最適なボルト張力の決定

ボルト張力の増減で接合部がすべり出す迄の剛性を調整することにより、装置全体での水平剛性の最適化が可能。解析により、地震波の卓越周期を避け上部の応答を低減することのできるボルト張力を導入することを目標とする。

パラメトリックスタディ解析による応答低減

・免震効果の確認

免震装置の有無で固有周期・応答を比較する。  
→固有値解析により長周期化を確認。  
振動解析により上部の応答変形およびせん断力が低減した。



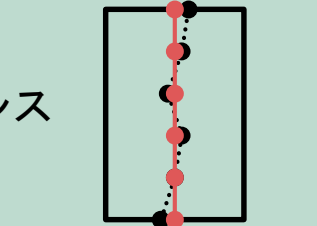
地震波の卓越周期の分析によりタワーの固有周期を決定

・パラメトリックスタディ①：免震装置

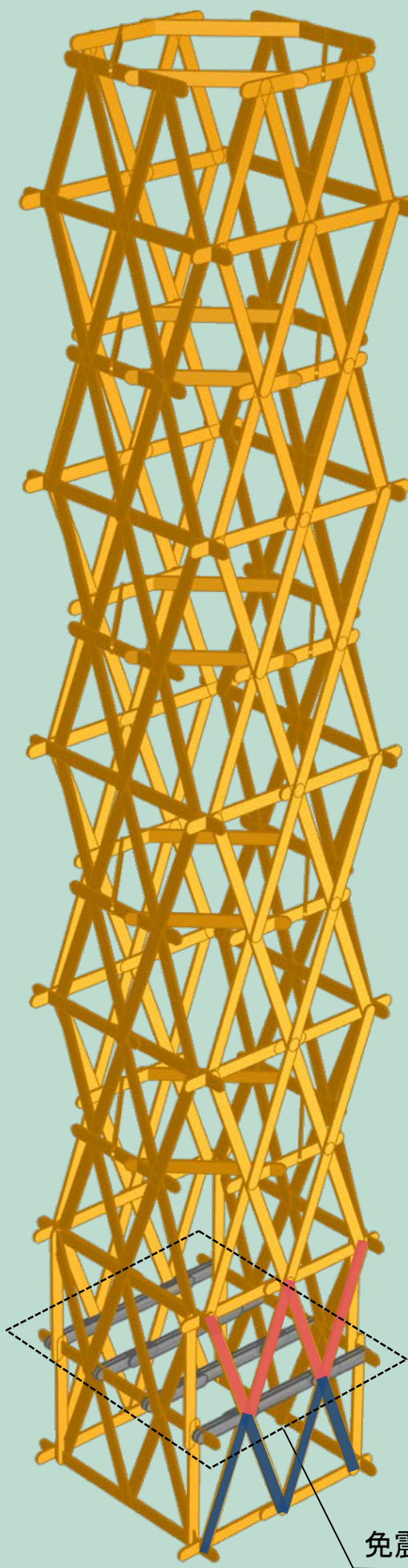
免震装置の水平剛性をパラメータとし、地震波の卓越周期を避けたT=1.0s以上を目標とした上で、最も最大応答を低減できる水平剛性を決定した。

・パラメトリックスタディ②：上部架構の剛性バランス

弊社発表の論文※による知見を生かし、上部架構の剛性バランスの調整により各高さでの相対変形の一様化を行うことで、最大応答値を低減させる。



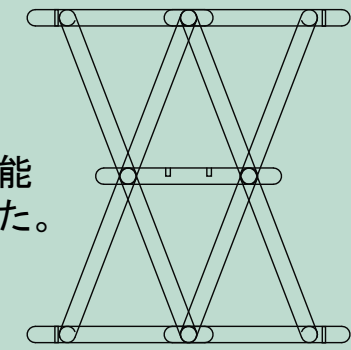
相対変位が一様となるように上部の剛性を設定



タワー形状

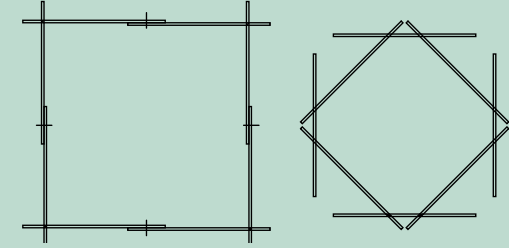
・立面にトラスを採用

限られたアイス棒の本数の中で効率的に剛性を高めるため、剛性の高い部材軸方向で抵抗可能な三角形トラスで立面を構成した。



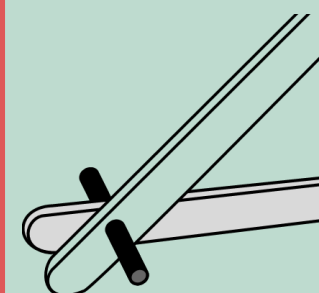
・ユニットの反復

デザイン性に配慮し、三次元的に交差する斜材をリズムカルに連続させることで、くびれをもった形状となり構造体に有機的な表情を与えている。パターン化されたユニットでタワーを構成することでタワー製作の効率性を向上させた。



接合方法

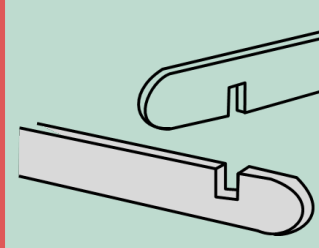
・立面に用いる接合



ピン接合(木栓)を想定

アイス棒の孔は木栓と同径とし、がたつきを抑えつつ効率の良い軸力伝達を可能にする。

・平面に用いる接合



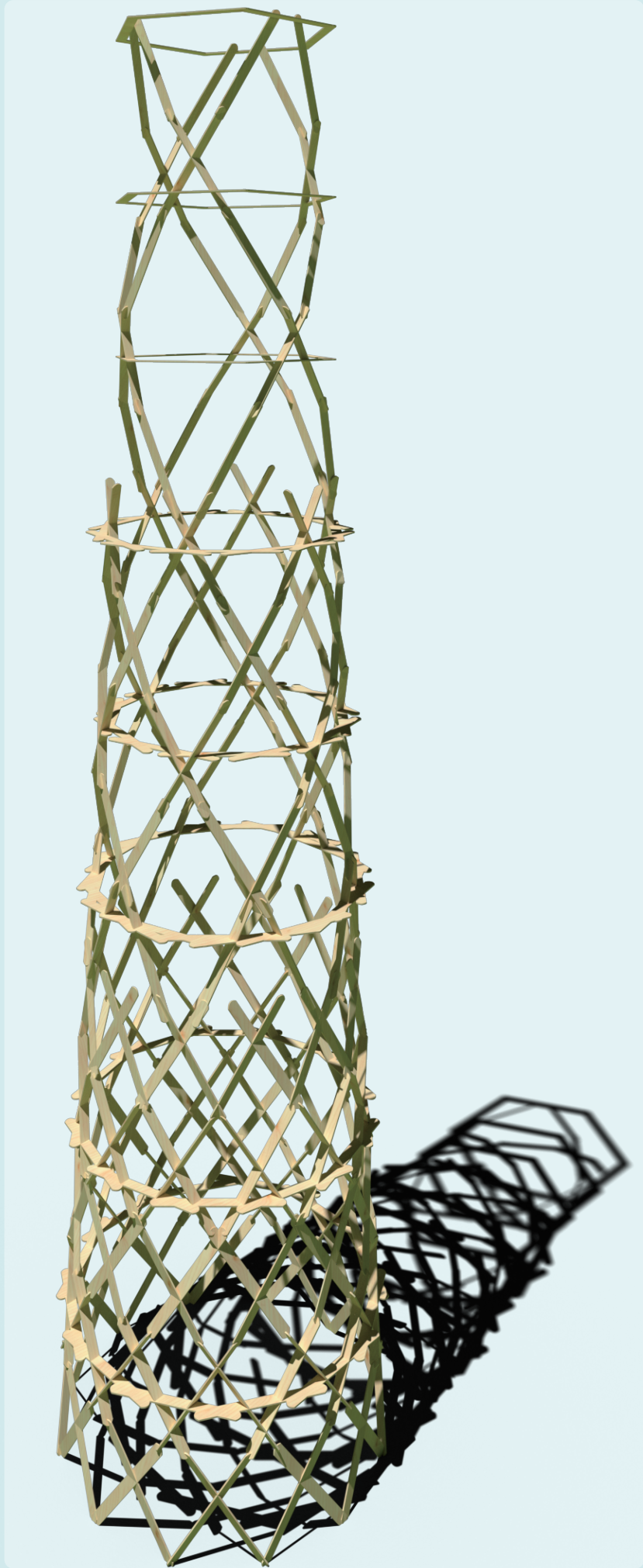
嵌合接合

接合部の剛性を確保するため、ガタつきを抑える切欠き形状を3Dプリンターにより作成する。

※鈴木光雄：複数地震動の最大応答層間変形角を包絡して一様化するための剛性設定法, 日本建築学会構造系論文集, No.784, pp.901-911, 2021



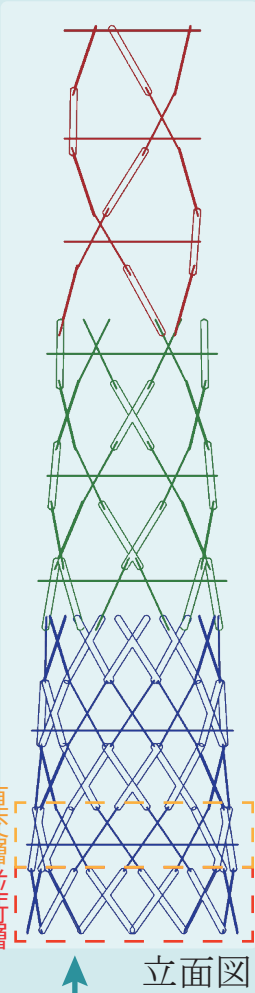
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 アイス棒	g 本	カテゴリー
	TruSpiral	One ISHIMOTO TeamB	佐藤翔琉、佐野由宇、○加藤芳樹、瀬戸謙汰、○澤侑弥 ◎星山和輝、高橋周吾、松下静香、小櫃汐音、○山上哲哉	340.6 262		2



## コンセプト

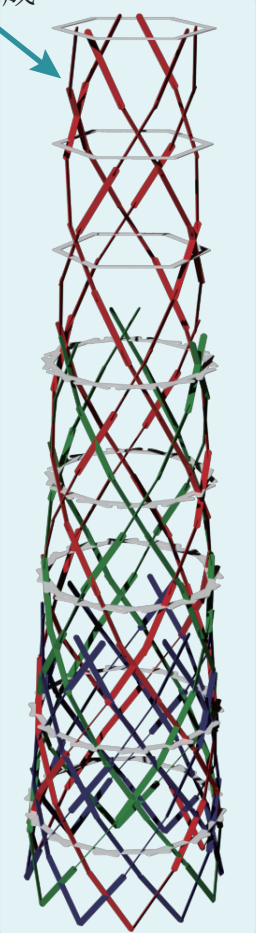
最小限の部材で構成し、高剛性でありながら適度な柔軟性を備えたタワーを提案します。  
力の流れを形態そのものに表現することで、最適な構造を目指します。  
トラス架構の構成とし、トラス構成材の回転(ねじれ)角度と横架材配置を最適化することで、軽量ながら振動に対して十分に耐えうるタワーとします。

## 形状構成



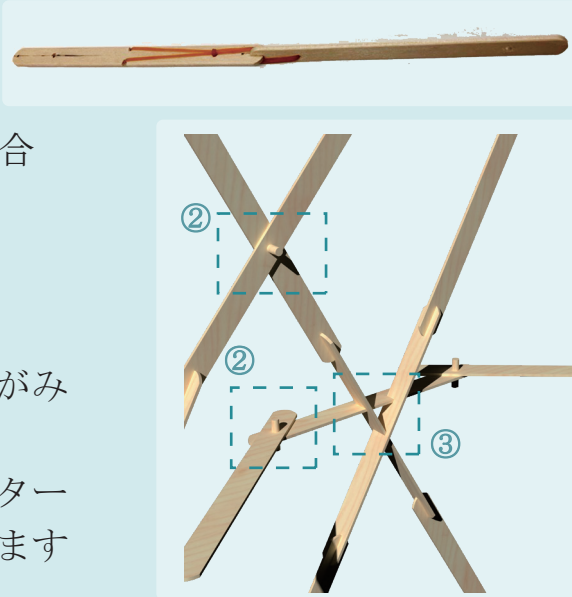
形状構成のための工夫  
トラス構成材(縦材)の構成  
アイス棒を直交に組んで構成  
直交部材のレベルに横材を配置することにより、縦材-横材の嵌合取付きを可能とした

- 3段構成  
最小本数で最大の効果を目指す  
応力の大きさを考慮し、上段～下段ほど密に部材数を変える構成とし、必要最小限のタワーを実現する
- トラス構成材(縦材)  
一本部材で構成  
上段から下段まで一本の部材で螺旋状に構成することで、力を円滑に下段まで流す  
赤部材は上段から下段まで一本構成
- 回転(ねじり)角度の最適化  
一本部材の回転角度を操作することでトラス角度を変更し、理想の硬さ、強度を実現する
- 横材  
解析から得られた適切な位置に必要最小限に横架材を挿入  
トラス構成材のはらみだしを拘束・抑制



## 接合部

- ①縦材 端部  
相欠き+輪ゴム  
輪ゴムで拘束することにより、抜け落ちを防ぎつつ、ある程度の伸びを許容することで、相欠き部分の摩擦による減衰効果を期待する
  - ②縦材 平行交差部  
横材 端部  
ピン刺しにより接合
  - ③縦材 直交交差部  
横材-縦材交差部  
相欠きにより嵌合
- 嵌合部の精度が全体のゆがみ具合に直結  
→図面化しレーザーカッターによる加工で精度を出します



## 解析検討

