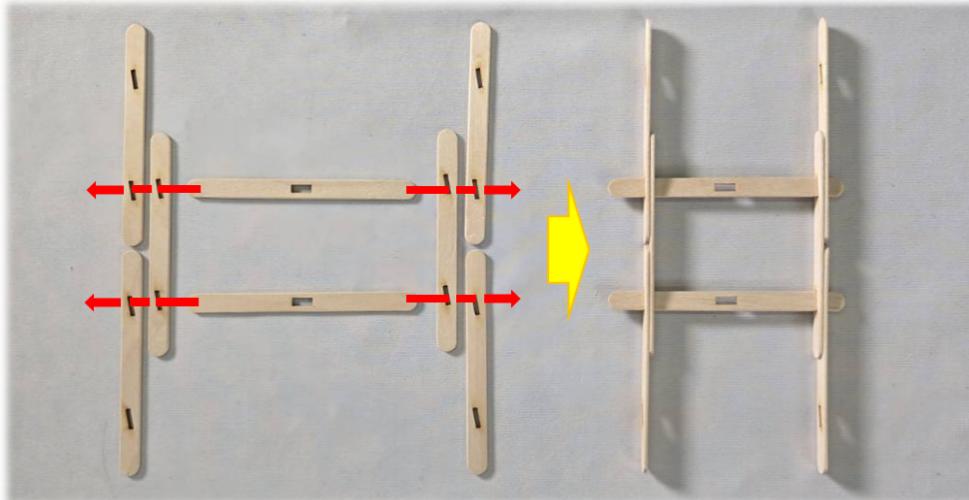
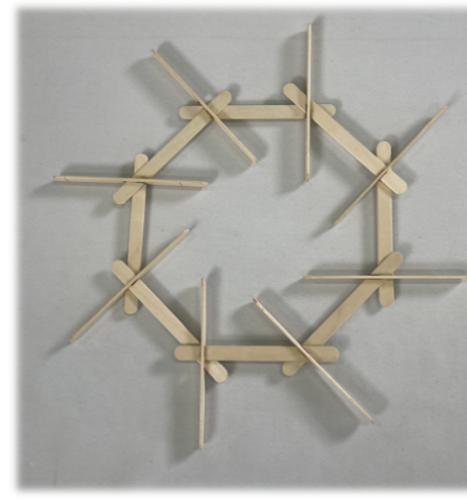


## コンセプト：

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。



柱-梁接合部



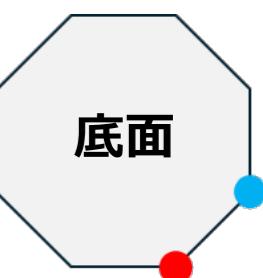
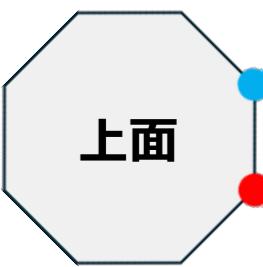
梁-梁接合部



## 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。

## 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でタワーを形成する。

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。

## コンセプト

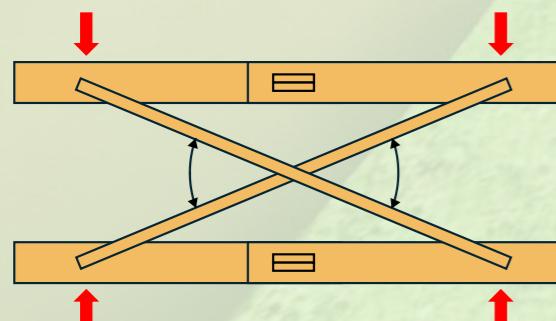
エミリオの「構造設計をやりたい」という夢の種はすくすくと成長し花を咲かせました。

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。

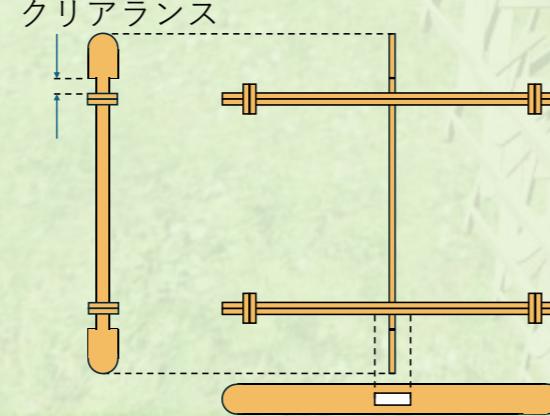


A.圧縮部



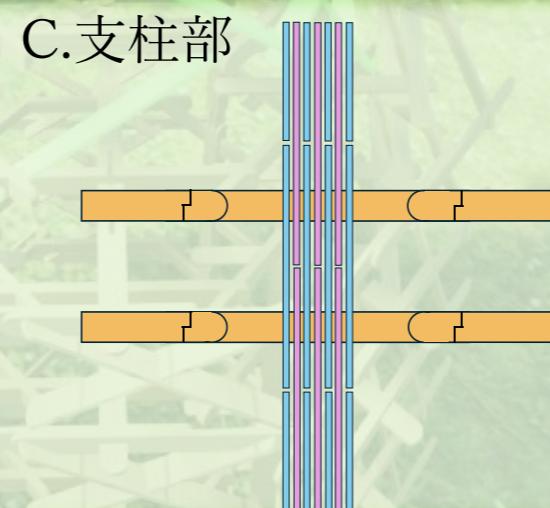
横材の間に入れた斜材が圧縮に耐え、復元力も付与

B.引張部

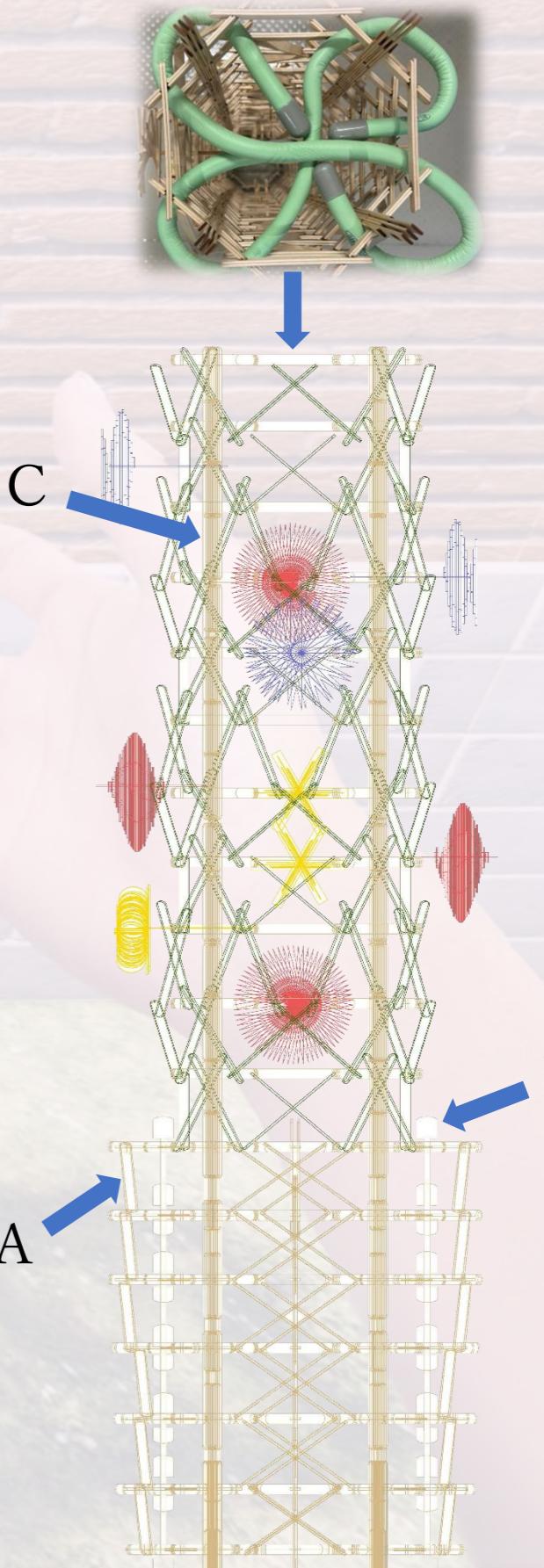


クリアランスを確保し過大な変形を抑制

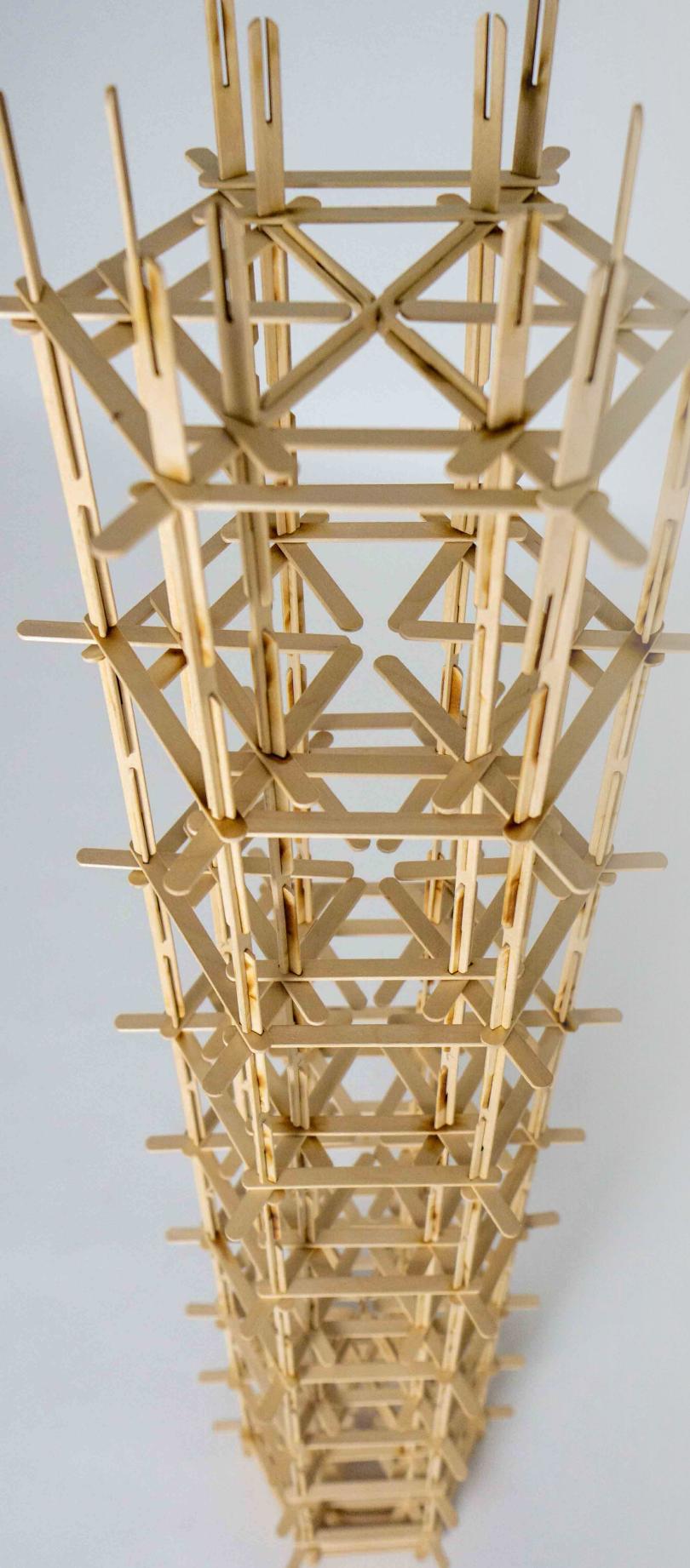
C.支柱部



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	カテゴリ
	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 324本	1



## ろっく・たわー

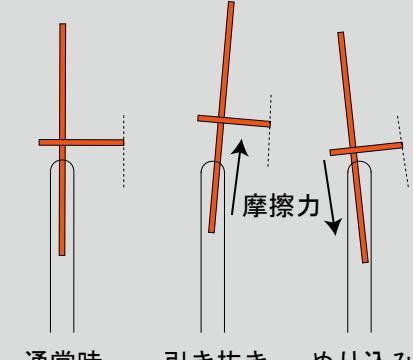
設計のポイント

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。柱の引き抜けを許容することで、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。



ユニット



通常時 引き抜き めり込み

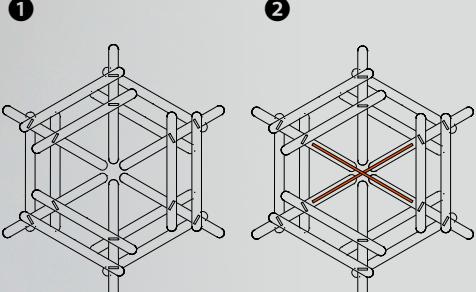
摩擦力

実験

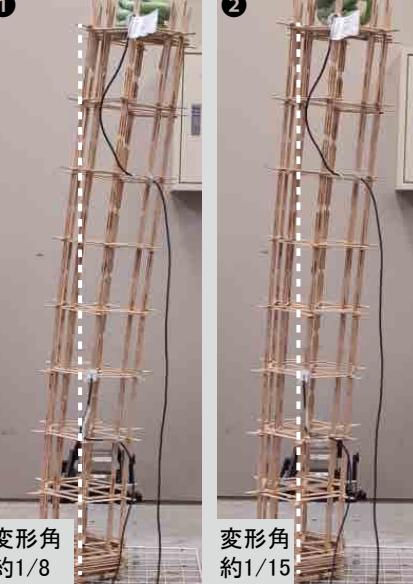
スイープ試験（振動数を連続的に変動させた正弦波による振動台実験）を行い、共振時の変形量を確認した。

① 柱の引き抜けにより、タワーのロッキング動を観測、ただし1層目の柱に引き抜けが集中したため、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け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。



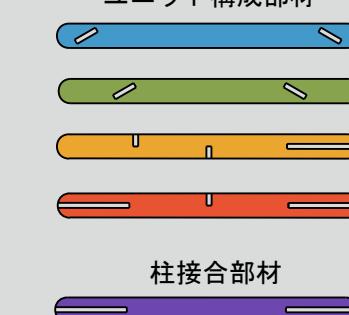
平面図



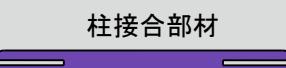
変形角 約1/8  
変形角 約1/15

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



ユニット構成部材



柱接合部材

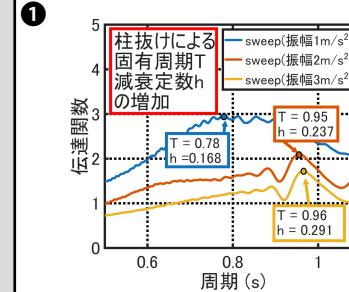
解析

① 実験結果から固有周期と減衰定数を算出。

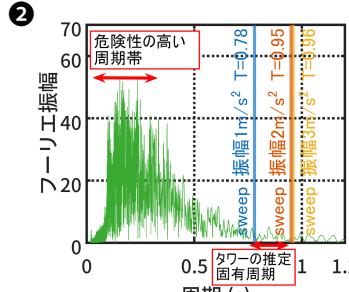
② 入力地震動のフーリエ解析を行い、地震動に多く含まれる周期帯から固有周期が外れていることを確認。

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。

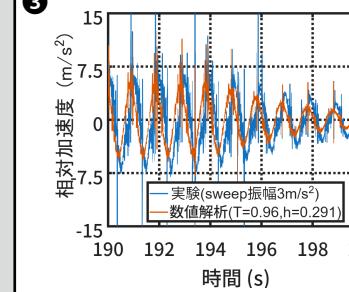
④ 本番の地震波で解析 → 許容変形角以内の変形量であることを確認。



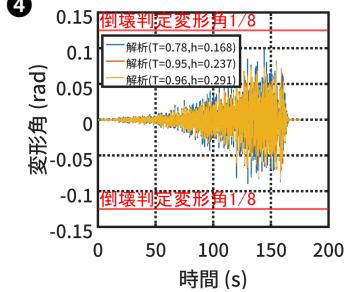
1



2



3



4



JSCA アイス棒タワーコンテスト 2025

No	作品タイトル <b>TIE</b>	チーム名 <b>チーム共立</b>	チームメンバー ◎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	自重 1950 g アイス棒 1500 本	カテゴリー <b>1</b>
----	----------------------	----------------------	--	--------------------------------	-------------------

# TIE

## 結び合い、強さとなる

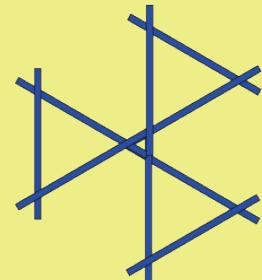
### CONCEPT

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。

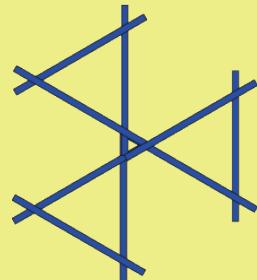
「TIE」は、結びの力が生み出す構造と美の象徴である。

### DIAGRAM

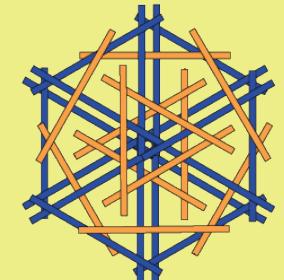
1、三角形を3つ配置



3、1の配置を60度回転

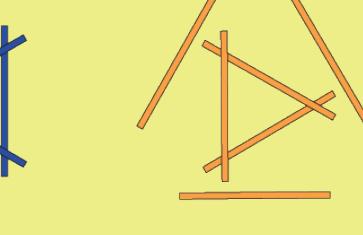


1~4を繰り返し積む



2、中心部を補強、外側の材が上下をつなぐ

4、2の配置を180度回転

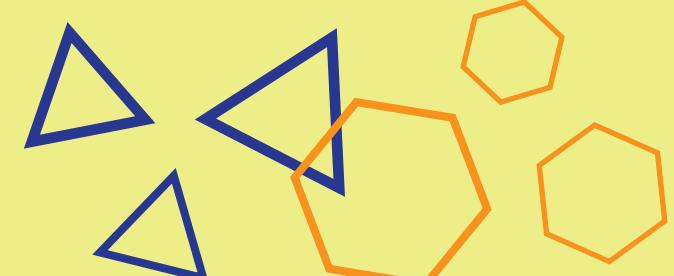


### STRUCTURE

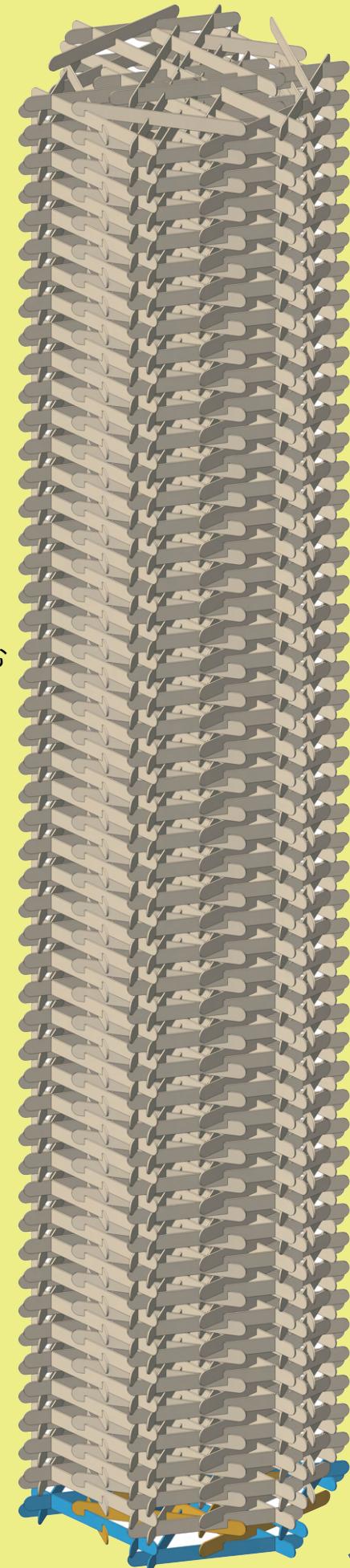
全体構造は三角形を組み合わせて六角形を形成しており、これにより各層の安定性を高め、高層化による形状の安定にも寄与している。

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



三角形は「剛性」  
六角形は「連続性」を担う

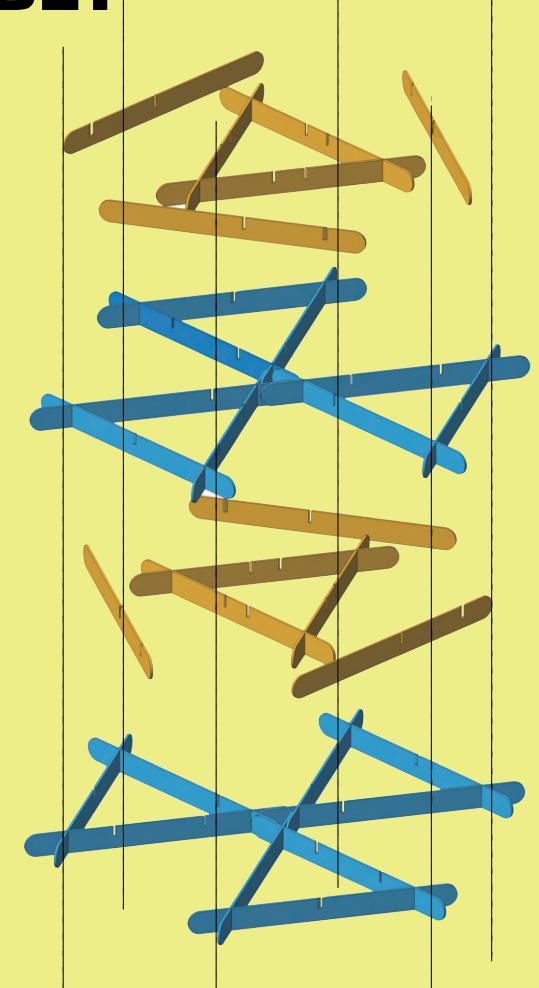


### JOINT

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。

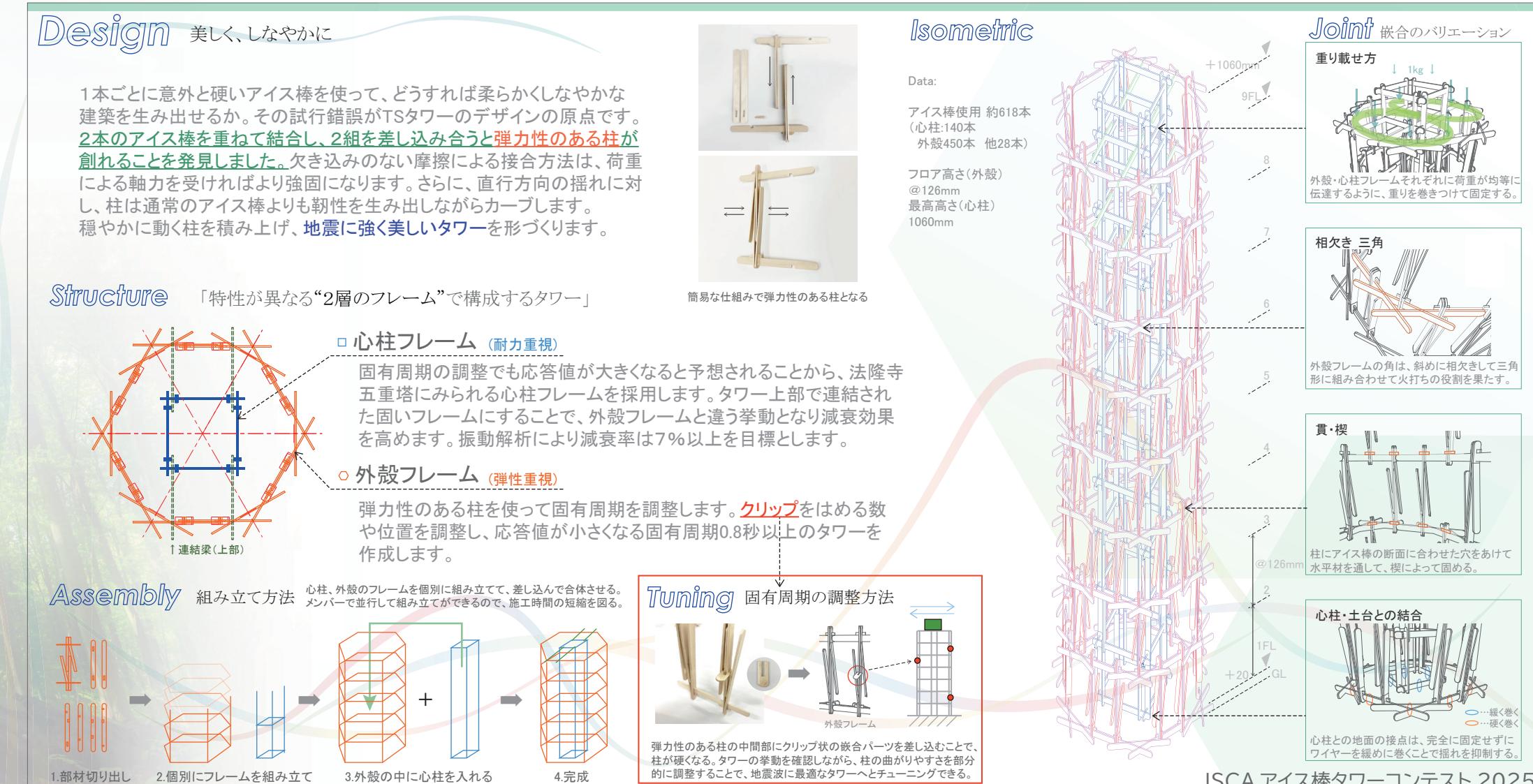
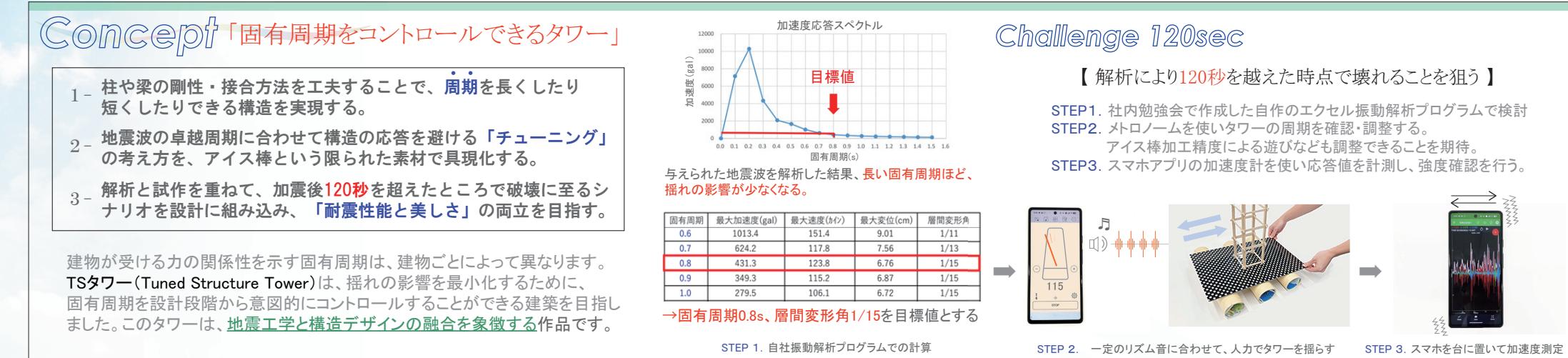
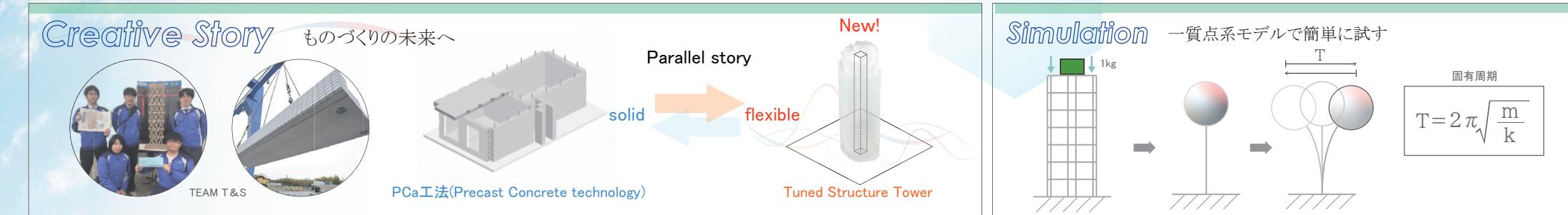
各層の接合は向きを揃えることで自重によって強固に結合できるようにしている。

### ASSEMBLY



JSCA アイス棒タワーコンテスト 2025

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 ○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



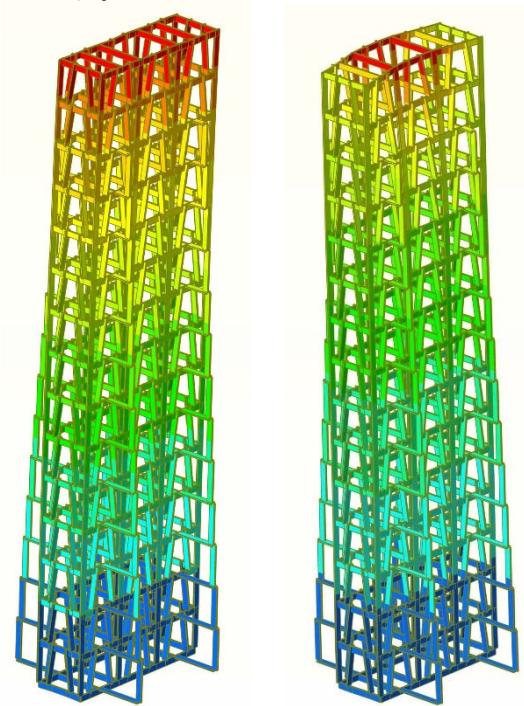
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重	カテゴリ
	バットレスタワー	ものつくり大学	◎間藤 早太 ○木口 志乃、○岩崎 万柚子、○菅野 昭真、○佐藤 堅太 ○畠山 純生、○横川 優、○佐藤 栄祐、○古田 智也	804 g アイス棒 618 本	1

#### □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取まりを単純にして、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っています。きっちりとした寸法でない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。

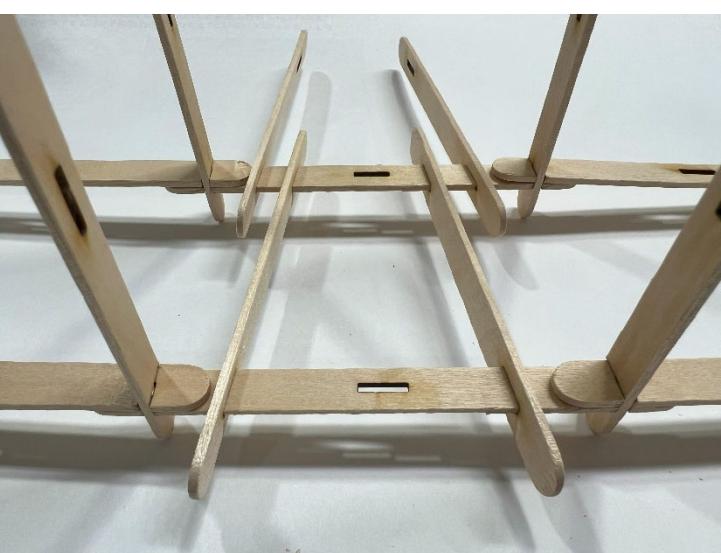
組み立ての順番を間違えるとかみ合わせる部分がはいらなくなるため事前の段取りを慎重に行い  
丁寧に組み立てていきたいと思います。



#### □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。



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
	<b>四重奏</b>	<b>ふじらぼ</b>	◎田中遙菜(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

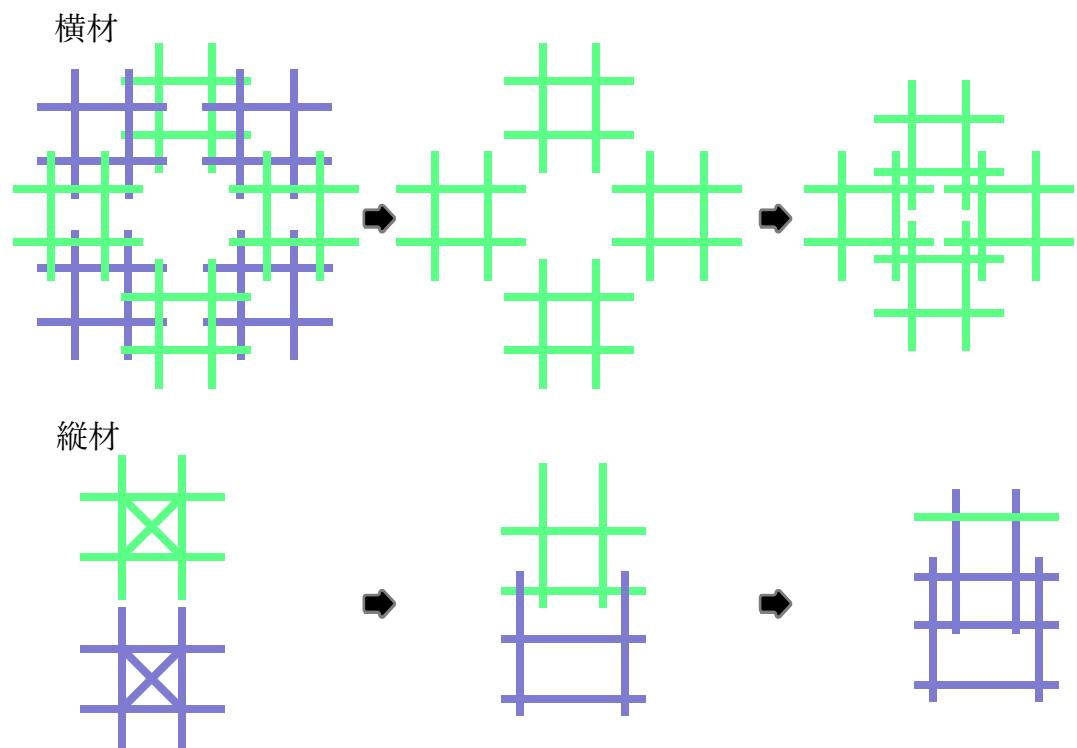
#### ・設計趣旨

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。

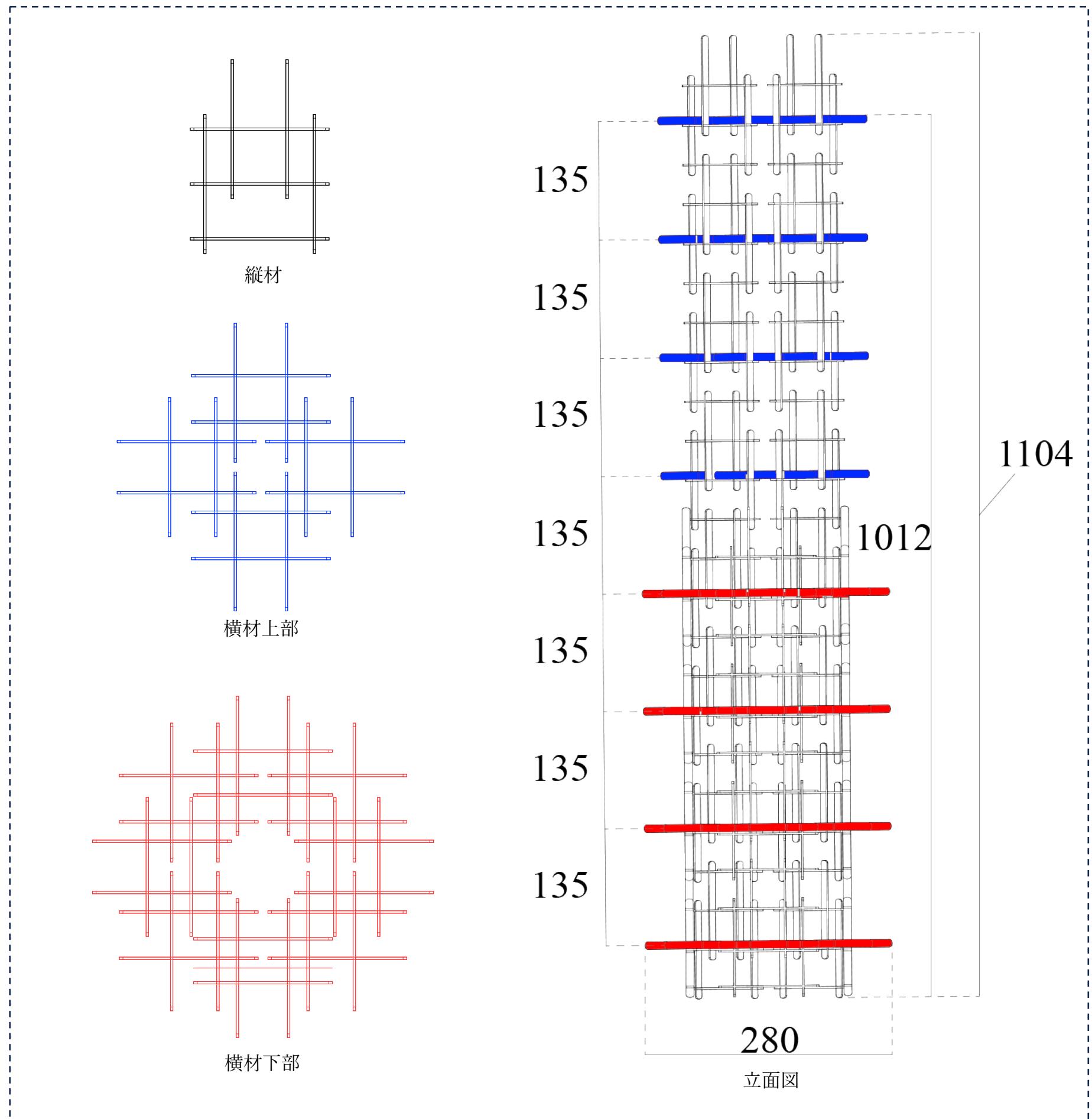
また、縦材も多く、個々の階層ごとが独立していたので引張力に弱いと考えた。縦材同士を組み合わせることで引張に強く、一層あたりの縦材の本数を減らした。

#### ・ダイアフラム



#### ・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 <b>Dynamic Balance Building</b>	チーム名 <b>京都工芸繊維大学 構造研究室 M1</b>	チームメンバー ◎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)	自重 1929 g アイス棒 1484 本	カテゴリ 1
----	---	----------------------------------	---	--------------------------	--------

## コンセプト

「ずらし」×「しづめる」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

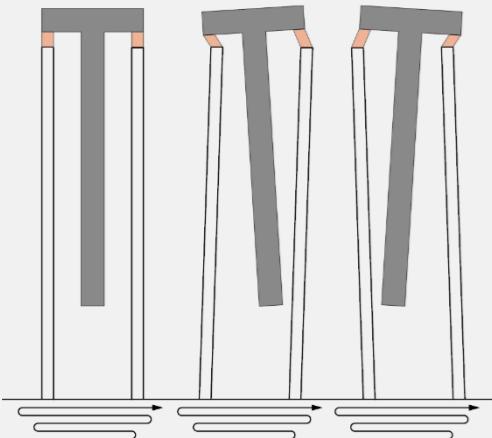


図1 マスダンパーの動き

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。

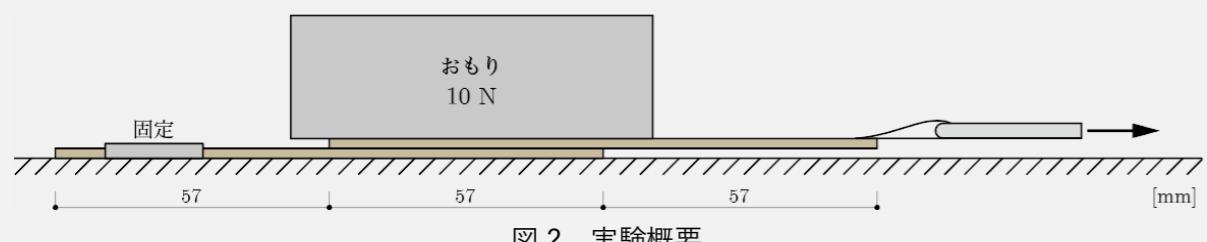


図2 実験概要



図3 実験の様子



## 接合部詳細

### ◆接合部の仕組み

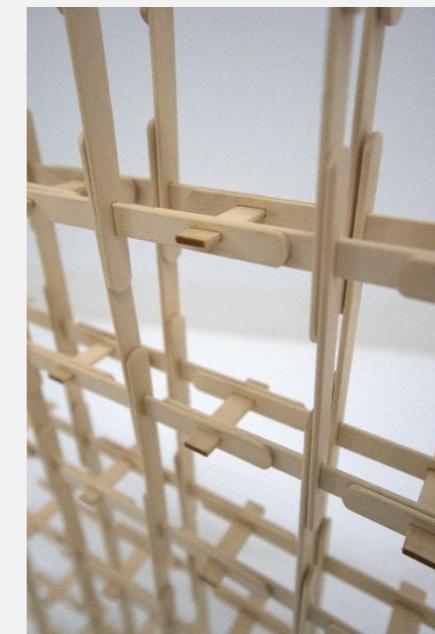


図4 仕口と継手

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



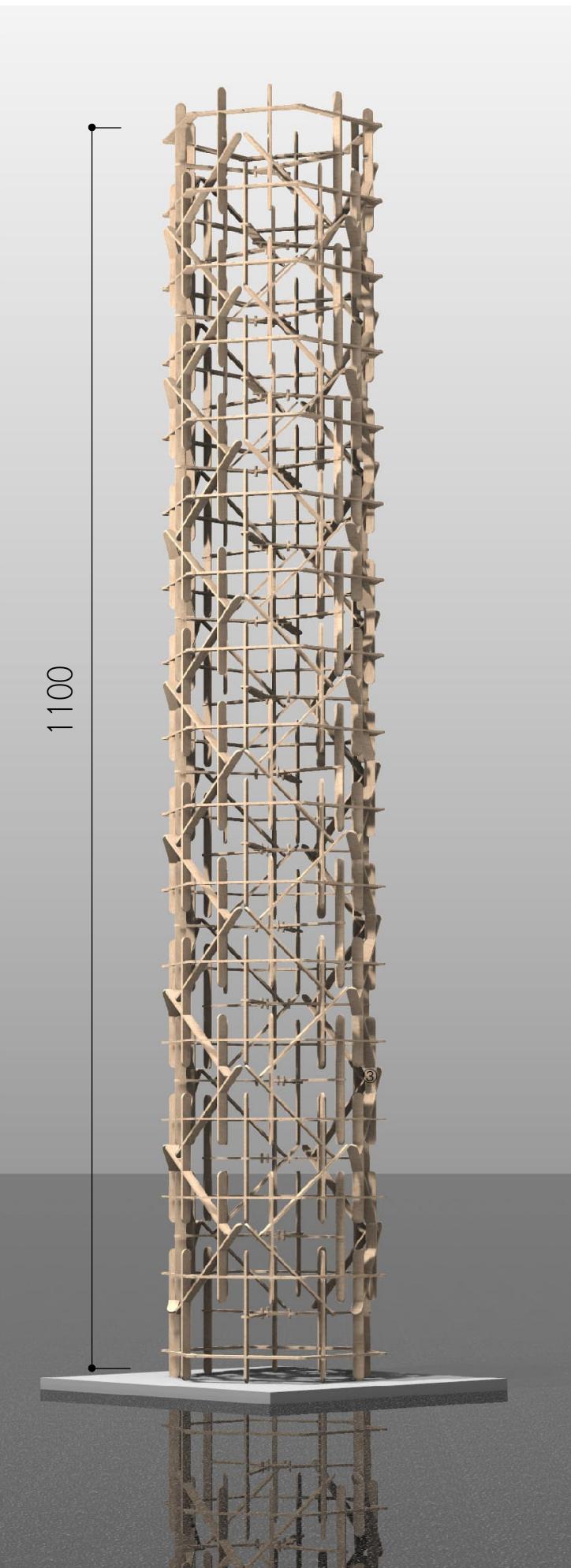
図5 二重壁構造

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、系全体の剛性が向上し、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。

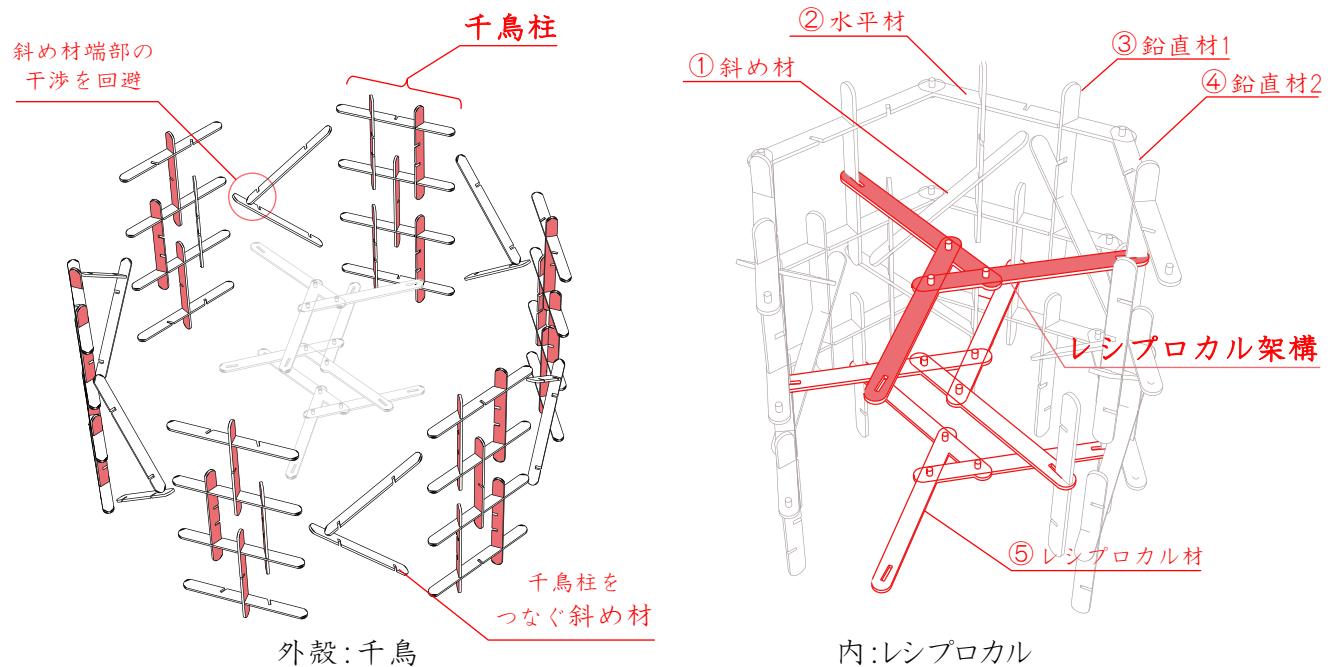
No	作品タイトル	チーム名	チームメンバー	自重 499 g	カテゴリ 1
	うつろふ変幻六樓ノ塔	権九郎	◎伊東(JSCA正会員)、○前田、○田村、○佐久間、○川村、○中田、中島	アイス棒 384 本	



## ■ 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

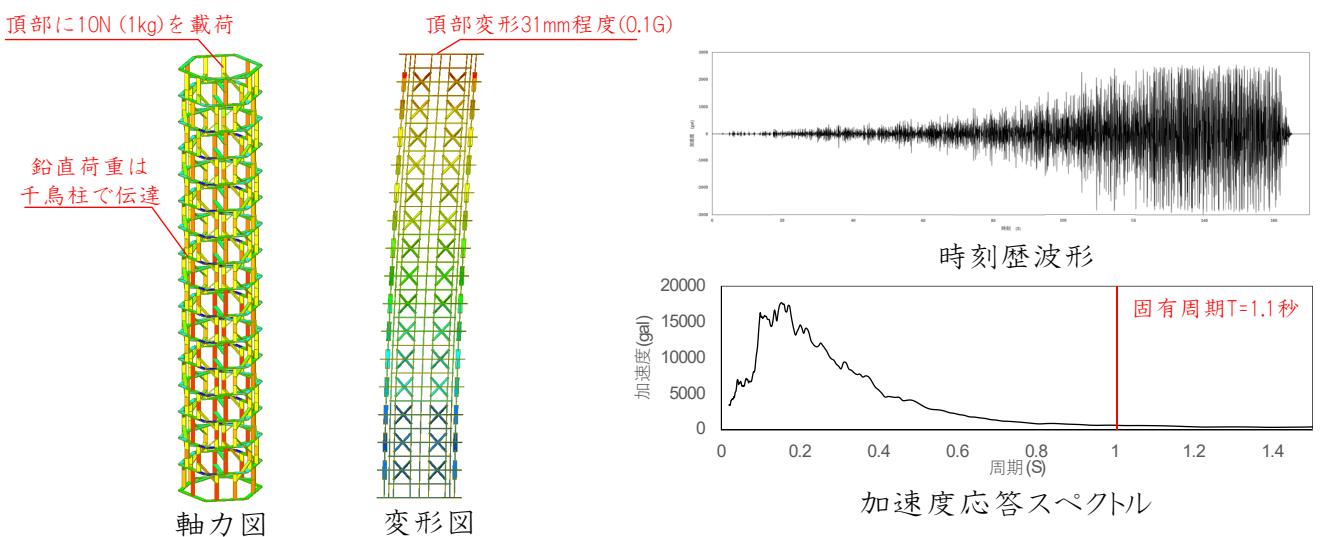
- ・デザインと技術の融合を理念として、耐震性と施工性だけでなく高い意匠性を有するタワーを目指す。
- ・タワーは千鳥柱による外殻架構とレシプロカルに組んだ床面の組み合わせによる構成とし、部材数と接合部を最小限にすることで製作が容易な架構とした。
- ・部材が集中しないよう、接合部をずらすしなやかな構造計画により入力地震動の卓越周期を避けた、固有周期約1秒の長周期タワーを実現した。
- ・千鳥柱による通し柱の無い六角形のタワーはリズミカルで既視感の無いデザインを実現している。

## ■ 築合詳細：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、プ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

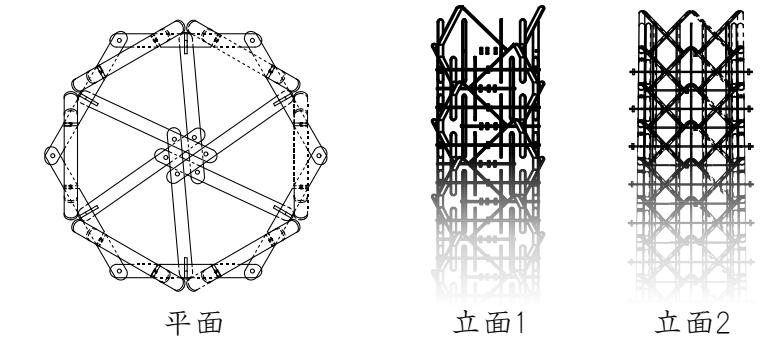


- ・タワーの固有周期と入力波の卓越周期をずらすことによって、加振時の応答を低減する。

## ■ 部材：少數精銳

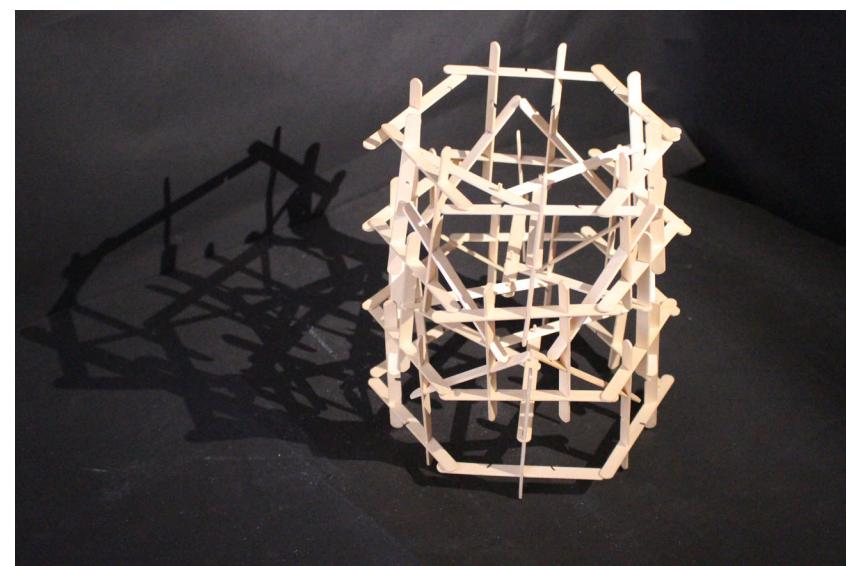
- ・外殻架構は相欠きのみによる簡単な接合部で、施工難易度を抑えた。
- ・部材③は斜め材が垂直に交差するように切り欠きを角度を調整し、部材の取りつきを簡素化した。
- ・部材⑤の穴に鉛直材④を通し、さらに相欠きで固定することで、引き抜きが生じづらい構成とした。

## ■ 意匠：角度により表情を変える

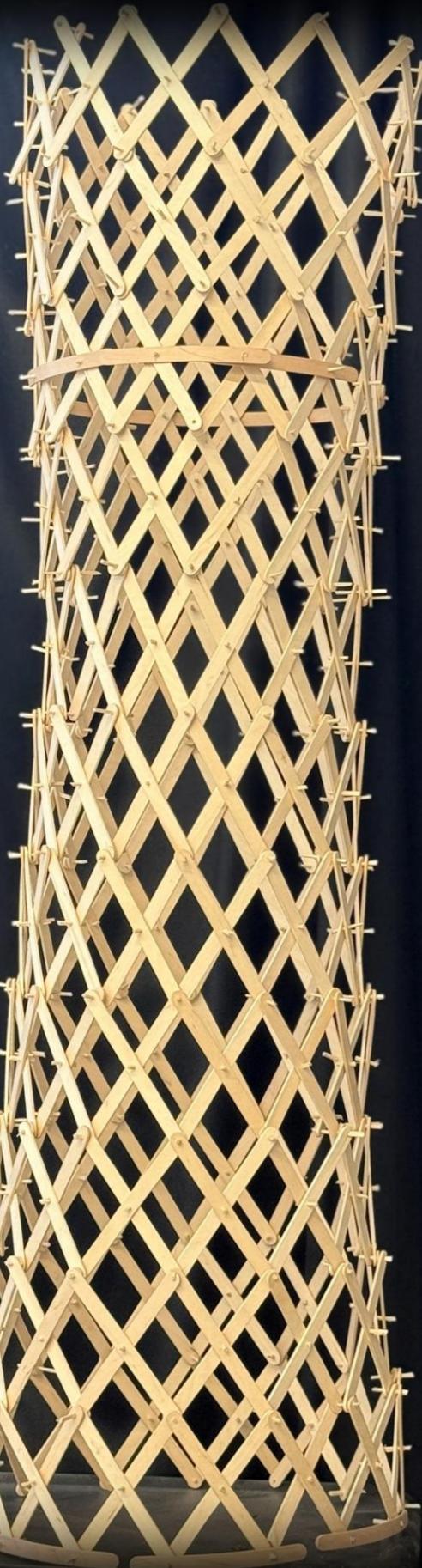


- ・接合部を分散させて架構を構成したことにより、軽快なリズムを生み出し、角度により変化に富んだ表情をもつタワーとなっている。
- ・レシプロカル架構が層ごとに120度回転し、らせんを想起させる平面構成を創る。

## ■ モックアップ



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	◎大澤拓眞 高尾壮人 倉田祐汰郎 横山海里 木浪翔南 安味美波	455 g アイス棒 350 本	1

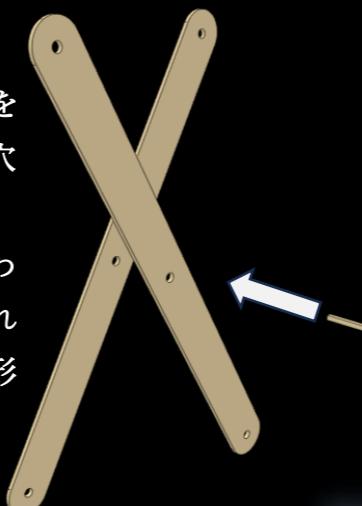


高楠順次郎先生は、自己による自己の創造を説き、他に流されぬ人間性を重んじた。その教えにならい、一つ一つのユニットを自己と捉え、すべてのユニットが全体を支えつつ、曲線を形成、揺れに耐えるタワーを構想した。

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



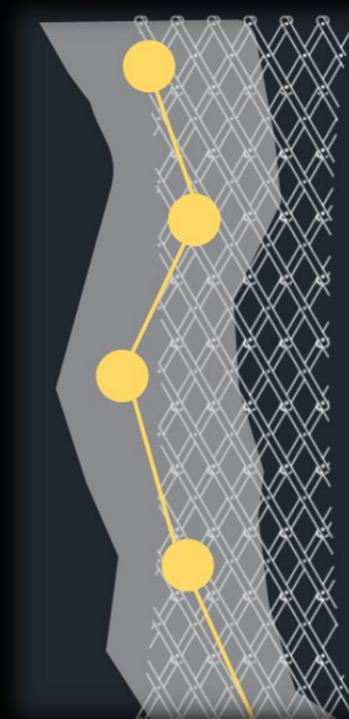
### 曲線形パーツ

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。

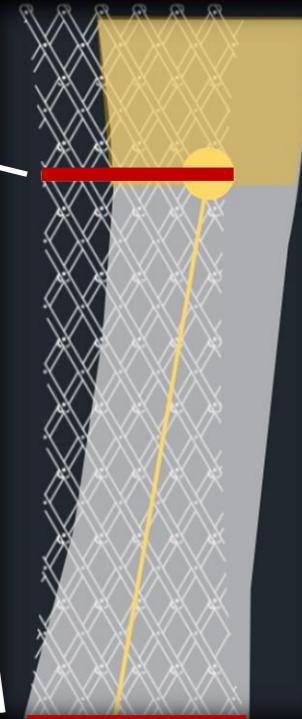


### 構造コンセプト

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。



揺れが起こった時に図の黄色の点の部分に負荷がかかりやすいことを考慮して右図の赤線部分に曲線形パーツで補強をした。



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

# LSS PORT TOWER

**LSS-2** 

## Concept

### 01. 一葉双曲面

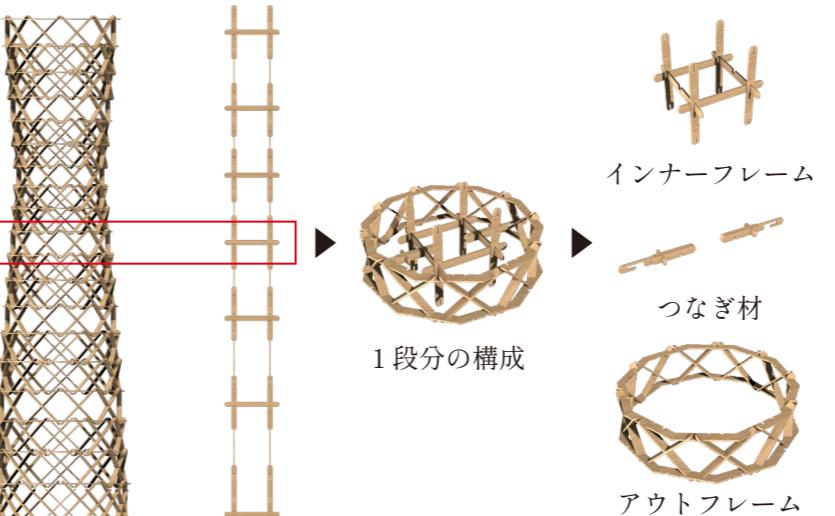
神戸ポートタワーを参考モデルとし、くびれたビジュアルとした。  
くびれの位置は意匠性をもとに決定し、全体の2/3程度の高さの位置にした。

### 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

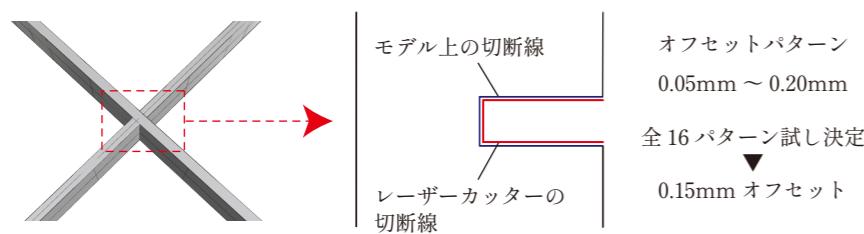
内と外の2つのフレームを減衰性をもつつなぎ材によって力の伝達を行う。  
摩擦抵抗を有する機構によりエネルギーを低減させつつ、共振させない狙いにより設計した。



## Process

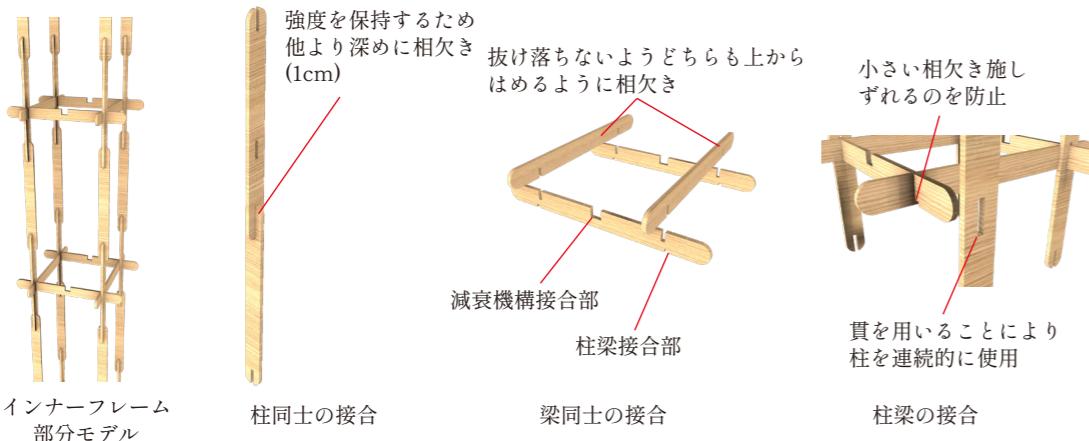
### 00. 最適相欠き幅の模索

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。



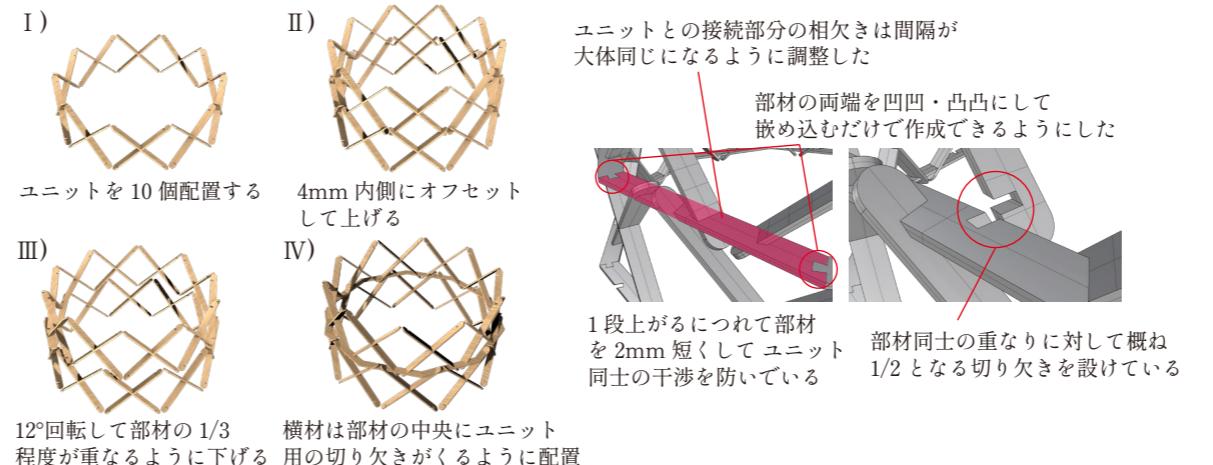
### 02. インナーフレーム

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。



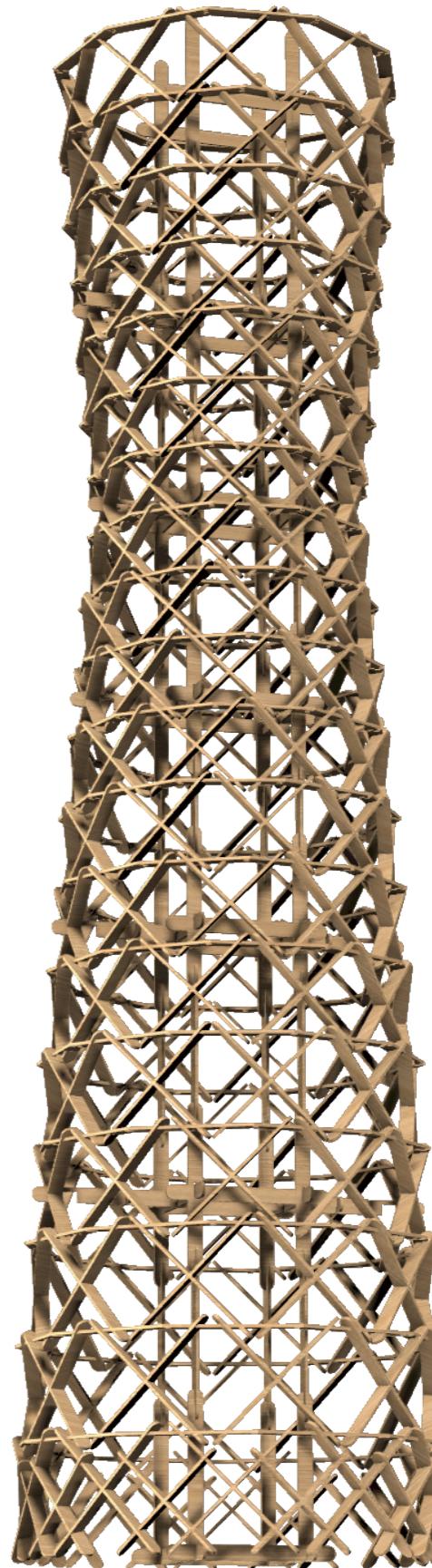
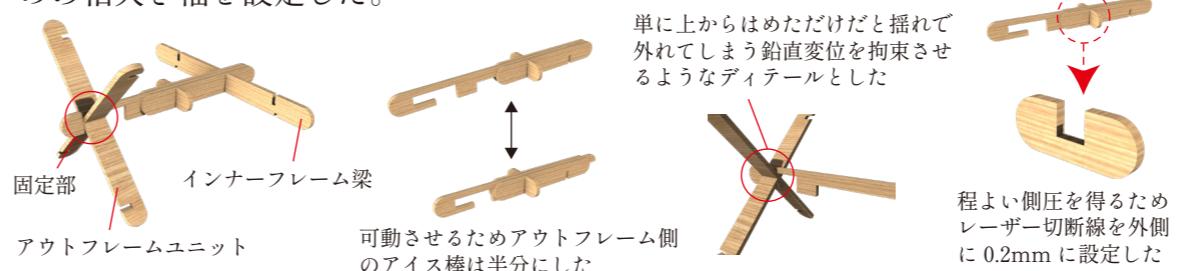
### 01. アウトフレーム

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、全層を通して部材のかたちは変わらないようにした。



### 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に相欠き幅を設定した。



1050

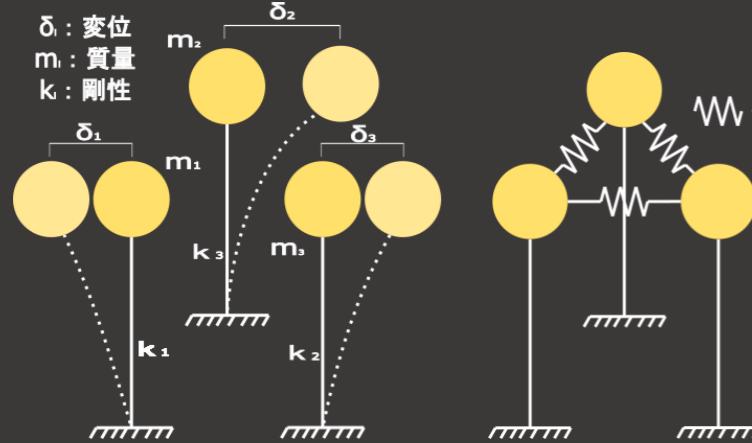
284

【mm】

No	作品タイトル <b>トリバネ～3棟集まれば最強～</b>	チーム名 <b>構造上委員会</b>	チームメンバー ◎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)	自重 <b>592.8 g</b>	カテゴリ <b>アイス棒</b> <b>456 本</b>
----	---------------------------------	-----------------------	--	----------------------	-------------------------------------

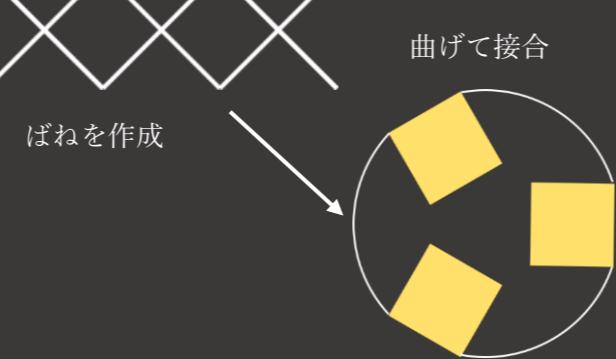
## 1 コンセプト

### 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。

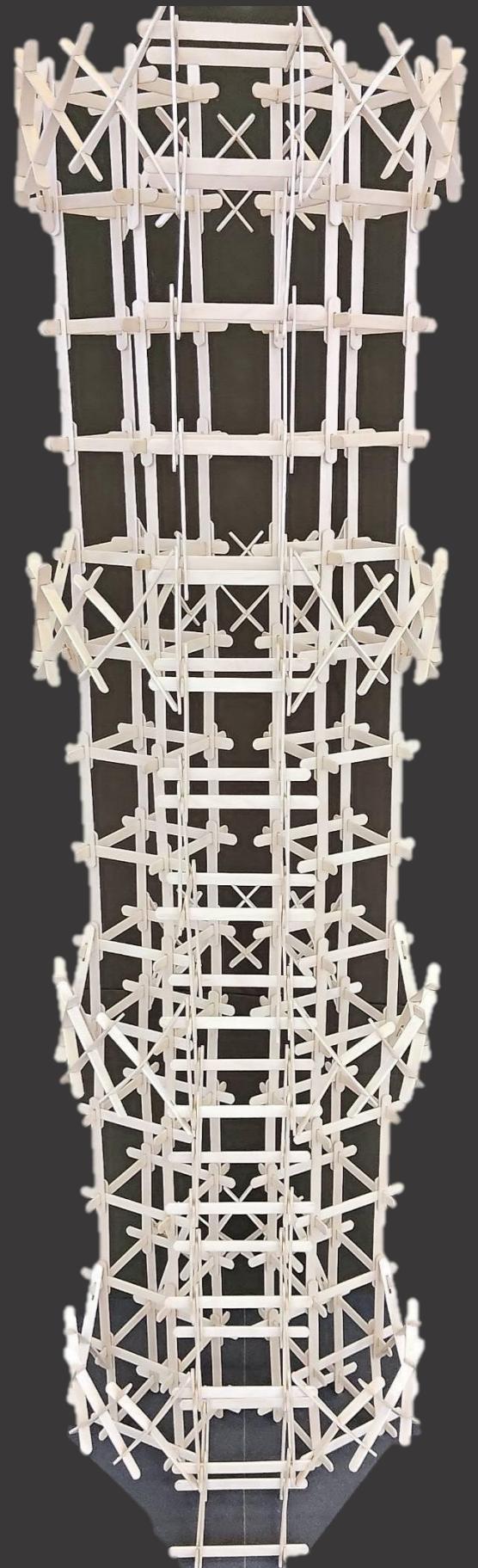
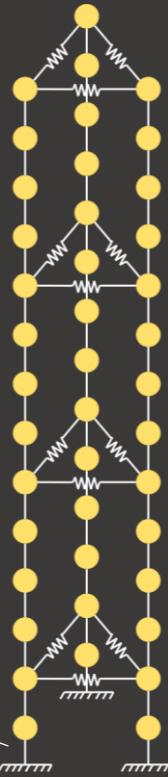
### 制振ダンパー



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い可能性がある。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

多層になった場合の配置は、複数の層に分散させて配置した。上層から下層までバランスよく配置することで、建物全体の揺れを均等に低減できると期待している。



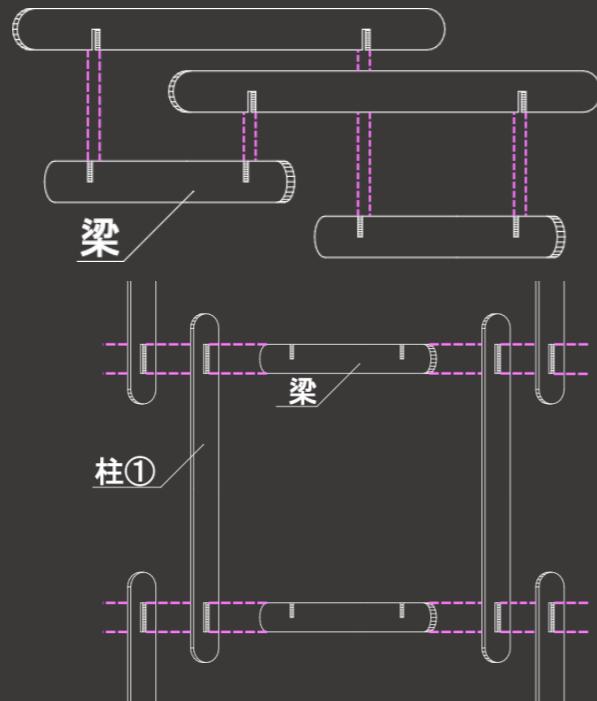
## 2 組み立て

### 部材

部材パターンは6種類

- 柱①
- 柱②
- 梁
- ブレース
- ダンパー
- ダンパー端部

### フレーム接合部



### 連結接合部詳細



#### ダンパー端部

#### ダンパー

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

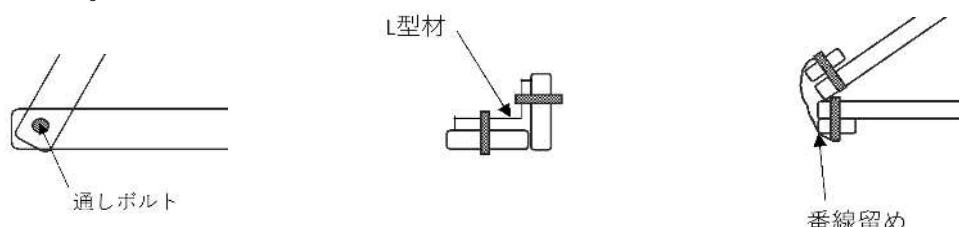
No	作品タイトル 「下駄アップタワー」	チーム名 「チームアビスコ」	チームメンバー ◎岡田勝好 ○酒井孝基 ○安直道 ○島崎望	自重 430g	アイス棒 285本	カテゴリー 2
----	----------------------	-------------------	----------------------------------	------------	--------------	------------

【コンセプト】

トラス構造をイメージし、アイス棒を正三角形の組み合わせから構成する。  
立面形状は、三角形トラスの12段のタワーとする。  
平面形状は、立面三角形トラス12段を3面組合せた、同じく三角形とする。  
平面立面共に、三角形状にすることから、力の流れをより明確にし、尚且つ部材数の最小化を図っている。

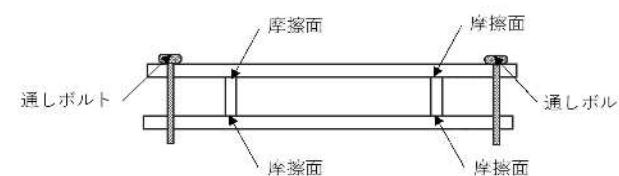
【接合部詳細】

アイス棒どうしの重ね接合は、極小ボルトナットを貫通させた接合する。  
鉛直タテ使いアイス棒と水平ヨコ使いアイス棒との接合は、L型材を用いて同じく極小ボルトナットで接合させる。  
なお、平面三角頂部の通しボルトで接合出来ない箇所については、番線にて接合させる。



【制振ダンパー】

振動台のタワー取付基盤部に関して、制振ダンパーとして、アイス棒どうしの摩擦接触に依り、タワーに入力される振動の低減を図るものとする。  
また、タワー頂部のウェイト設置面にも同等な制振ダンパーを取り付ける。

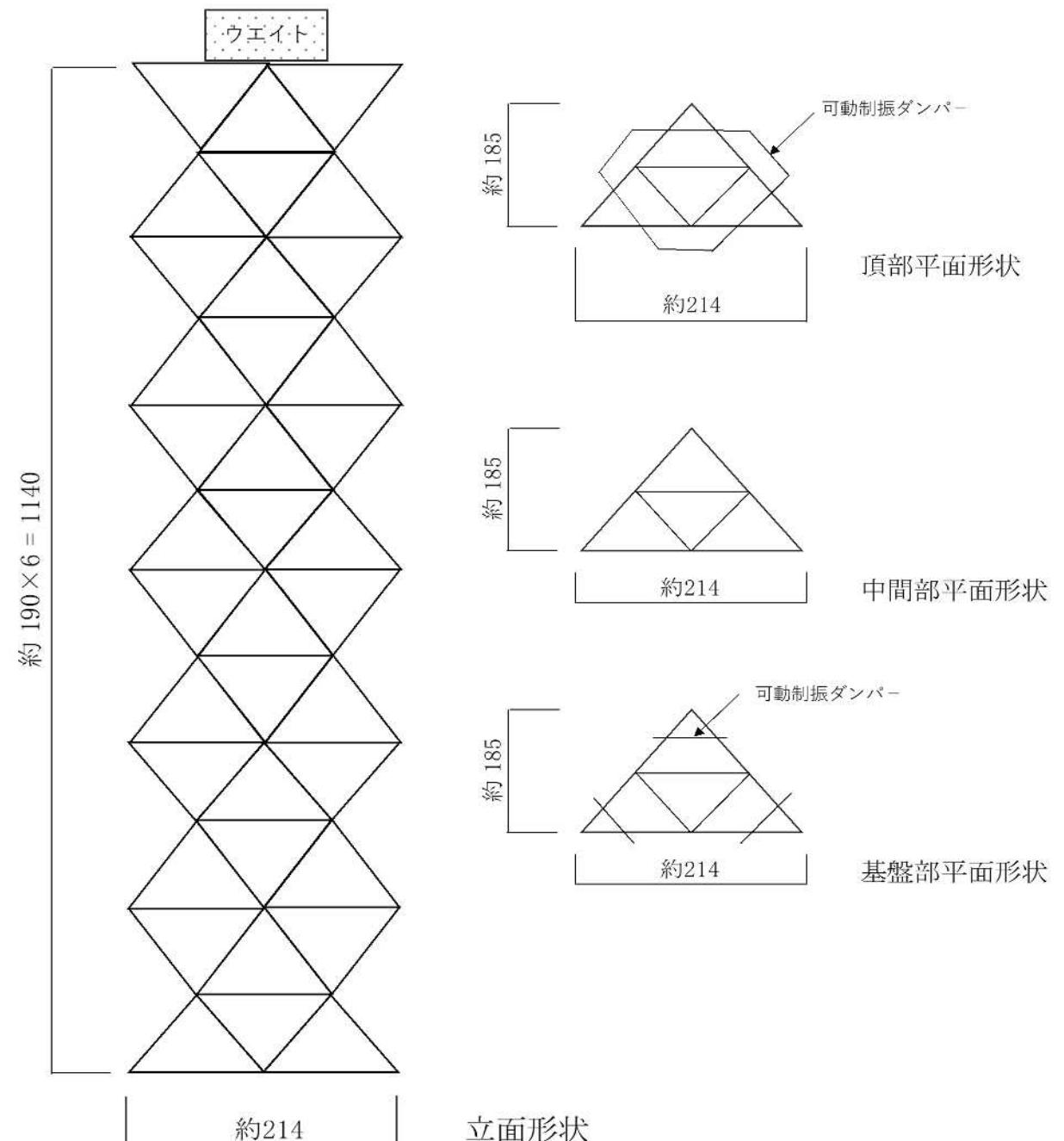


【想定部材数】

立面:  $66 \times 3 = 198$  平面:  $3 \times 7 = 21$  隅角:  $6 \times 6 = 36$   
基盤: 6 ウエイト: 24 合計: 285本 < 400本 OK

【想定自重】

合計:  $285 \times 1.3 \times 1.15 = 430 < 500 \text{ g}$  OK  
ボルトナット他自重として15%割ましとする。



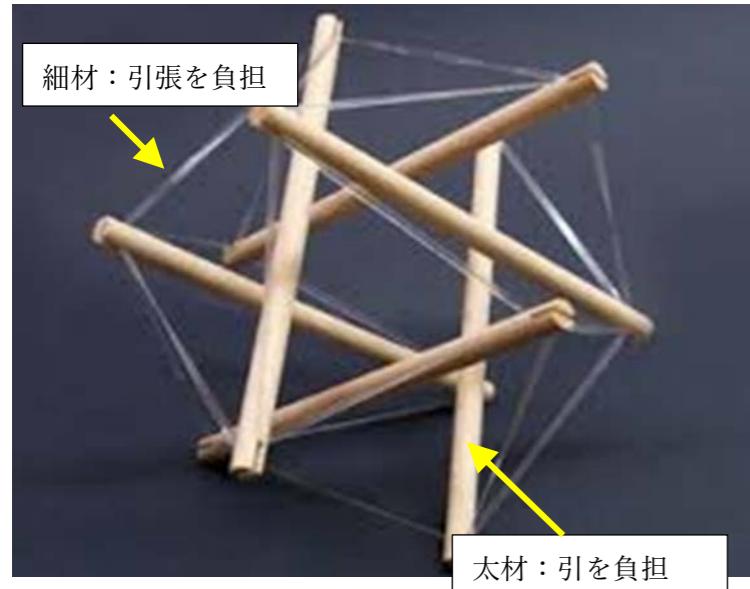
No	作品タイトル <b>Float tower</b>	チーム名 <b>ジェイ・ヌーヴォー</b>	チームメンバー ◎菅沼千紗 川原明洋 杉山登 野中美沙 根岸吉保 財津拓磨	自重 120.9 g アイス棒 93 本	カテゴリ 2
----	------------------------------	--------------------------	--	-------------------------	--------

## 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)

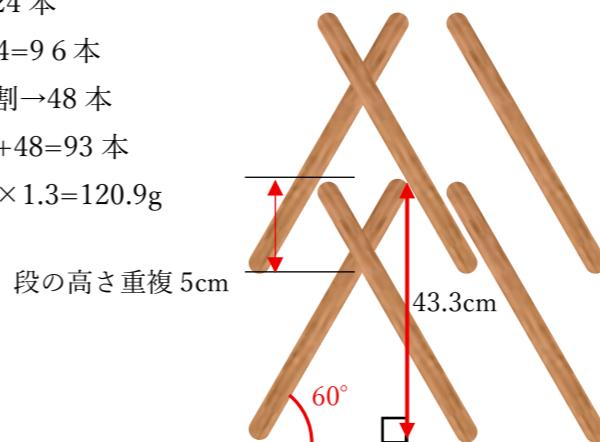
## 3. 接合部詳細

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。

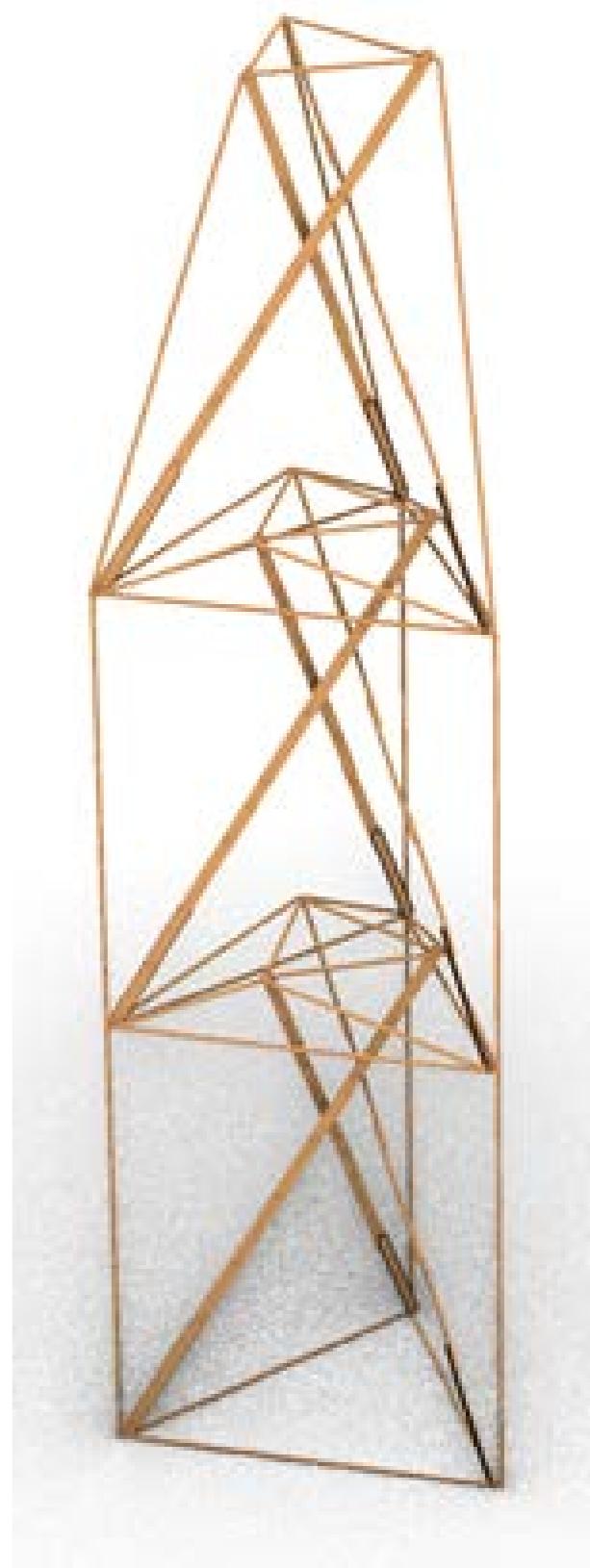


## 4. 本数(自重)推定根拠

- 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 × 3辺 × 3段 = 45本  
 引張材: 1段当たり 36本  
 3段目: 24本  
 $36 + 36 + 24 = 96$ 本  
 2本に分割 → 48本  
 合計:  $45 + 48 = 93$ 本  
 自重:  $93 \times 1.3 = 120.9\text{g}$



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 ◎吉田遙夏(山下設計) ○鈴木彩音(同左) ○秋澤貴哉(同左) ○笛原大樹(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	カテゴリ 2
				アイス棒 302 本	

## 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

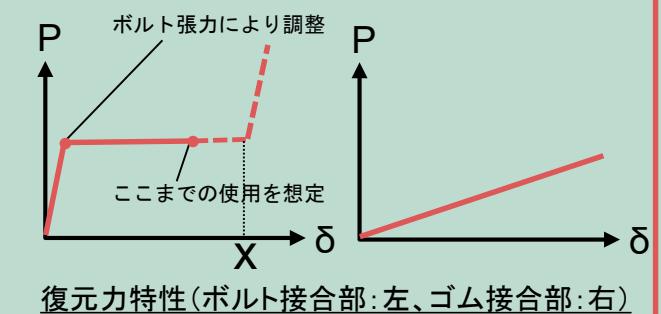
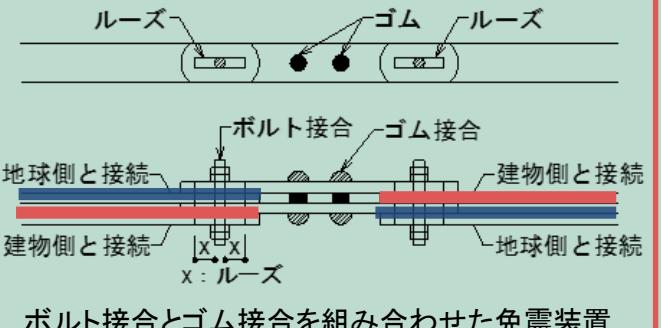
#### ・すべり機構による免震効果の実現

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。

#### ・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。

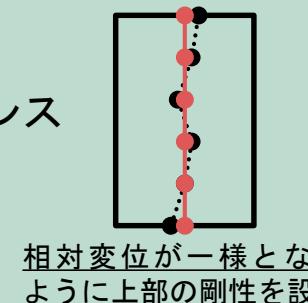
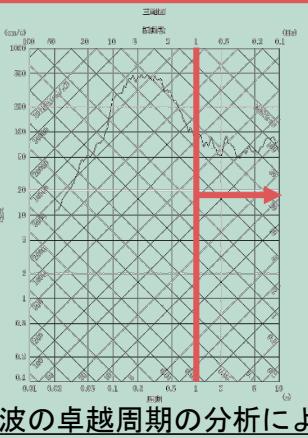
→固有値解析により長周期化を確認。

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。

#### ・パラメトリックスタディ①：免震装置

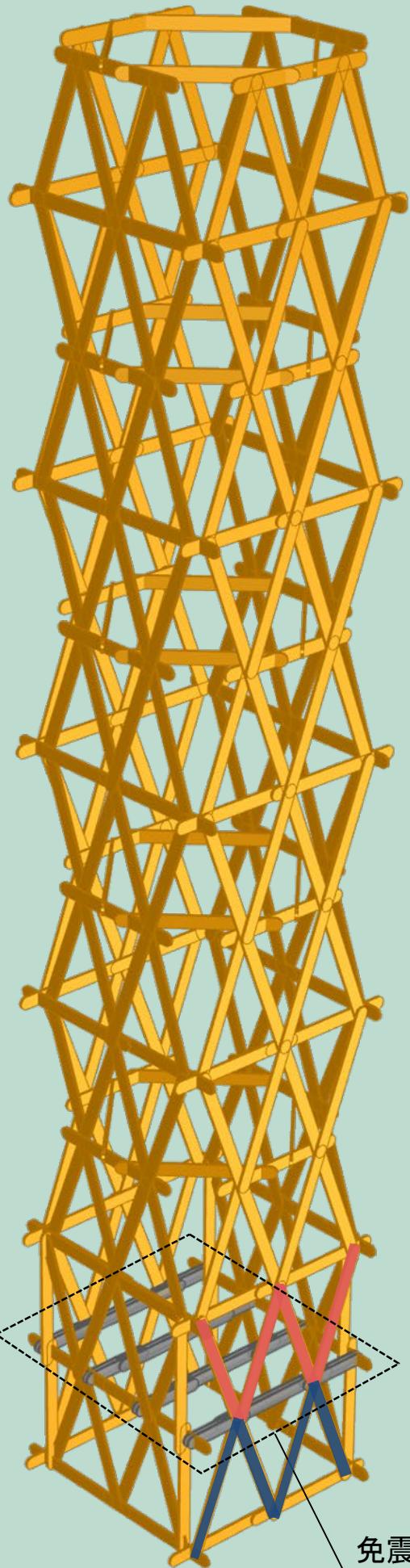
免震装置の水平剛性をパラメータとし、

地震波の卓越周期を避けたT=1.0s以上を目指とした上で、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

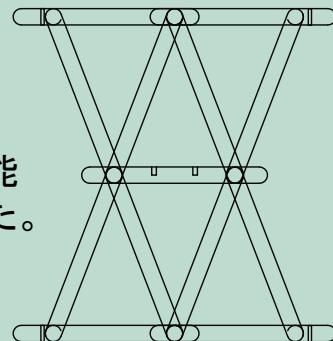
弊社発表の論文※による知見を生かし、上部架構の剛性バランスの調整により各高さでの相対変形の一様化を行することで、最大応答値を低減させる。



### タワー形状

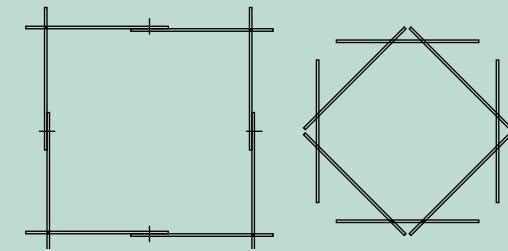
#### ・立面にトラスを採用

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。



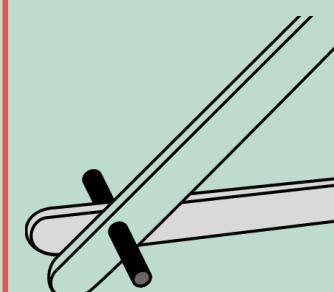
#### ・ユニットの反復

デザイン性に配慮し、三次元的に交差する斜材をリズミ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た。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

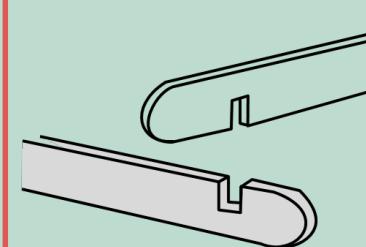
#### ・立面に用いる接合



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。

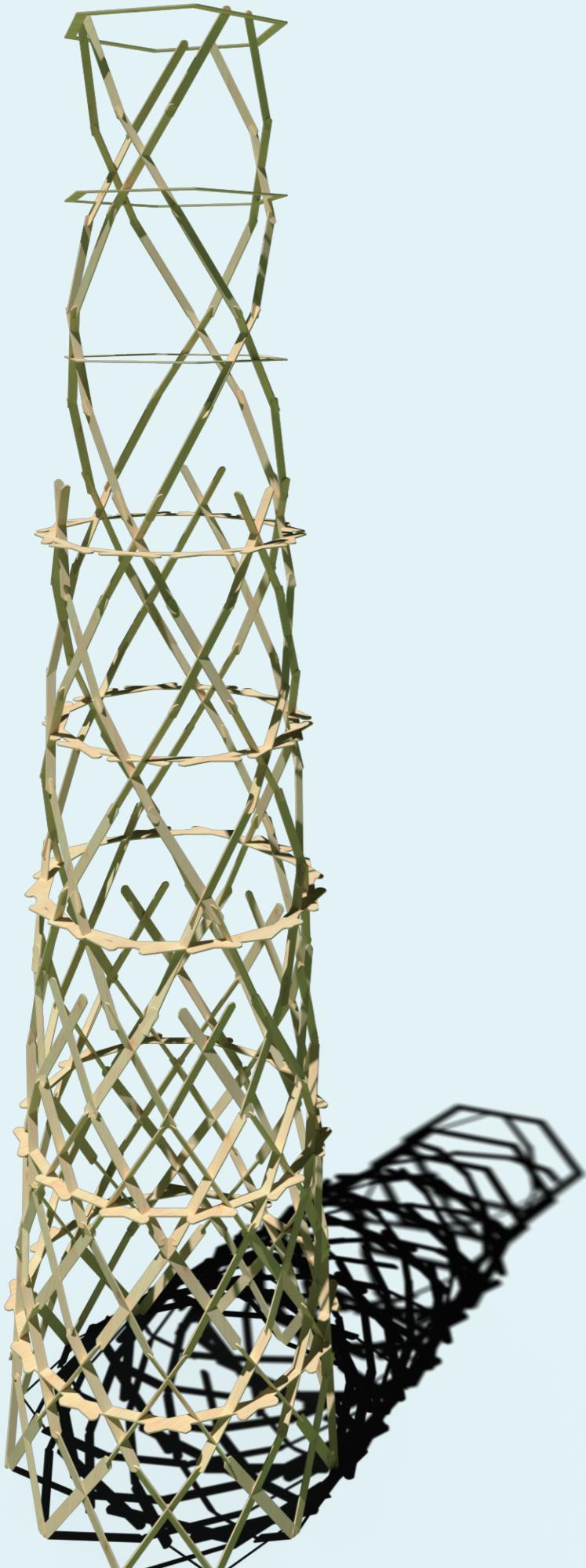
#### ・平面に用いる接合



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。

No	作品タイトル <b>TruSpiral</b>	チーム名 <b>One ISHIMOTO TeamB</b>	チームメンバー 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	自重 340.6 アイス棒 262	g 本	カテゴリー <b>2</b>
----	----------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------	--------	-------------------



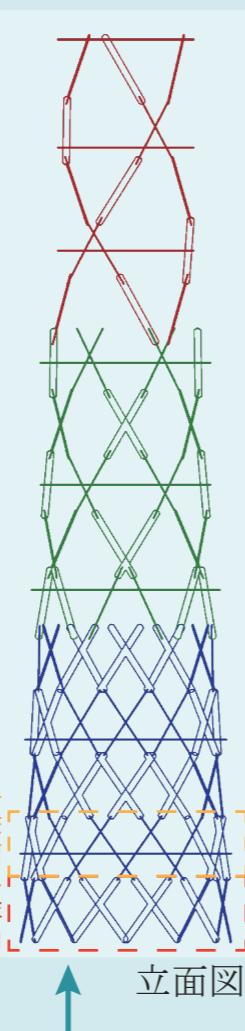
## コンセプト

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



### ○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

### 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

## 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

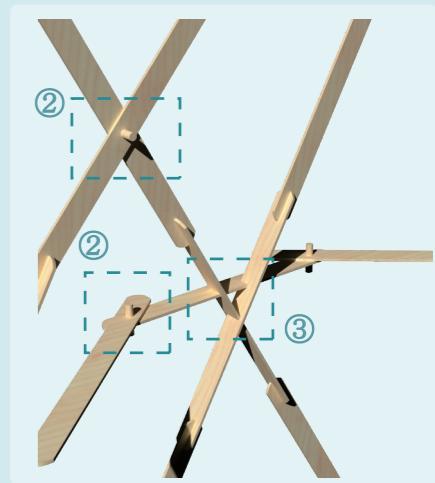
ピン刺しにより接合



### ③縦材 直交交差部

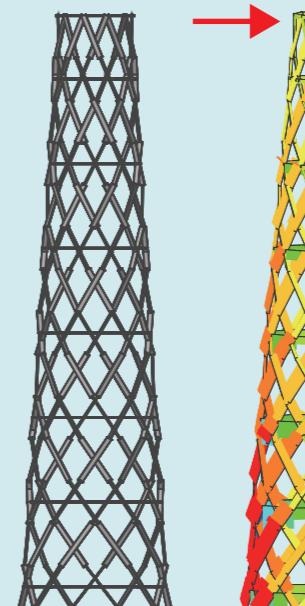
横材-縦材交差部

相欠きにより嵌合

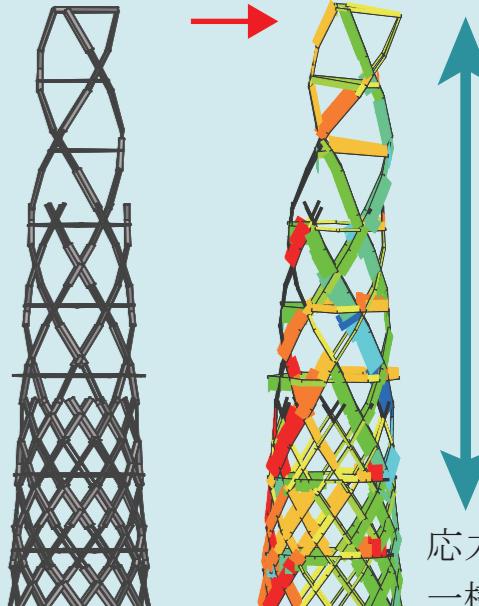


## 解析検討

### モデル1：全体一様配置



### モデル2：本架構の配置



### モデル図 地震時軸力図

モデル2の方が上部部材にも応力が生じており、無駄の少ない部材配置である。また応力も上部から下部へ伝達できていることが確認できる。

変形が大きくなるが、縦材端部の嵌合摩擦の減衰効果がより得られるのではないかと考える。

### モデル図 地震時軸力図

モデル2の方が上部部材にも応力が生じており、無駄の少ない部材配置である。また応力も上部から下部へ伝達できていることが確認できる。

変形が大きくなるが、縦材端部の嵌合摩擦の減衰効果がより得られるのではないかと考える。