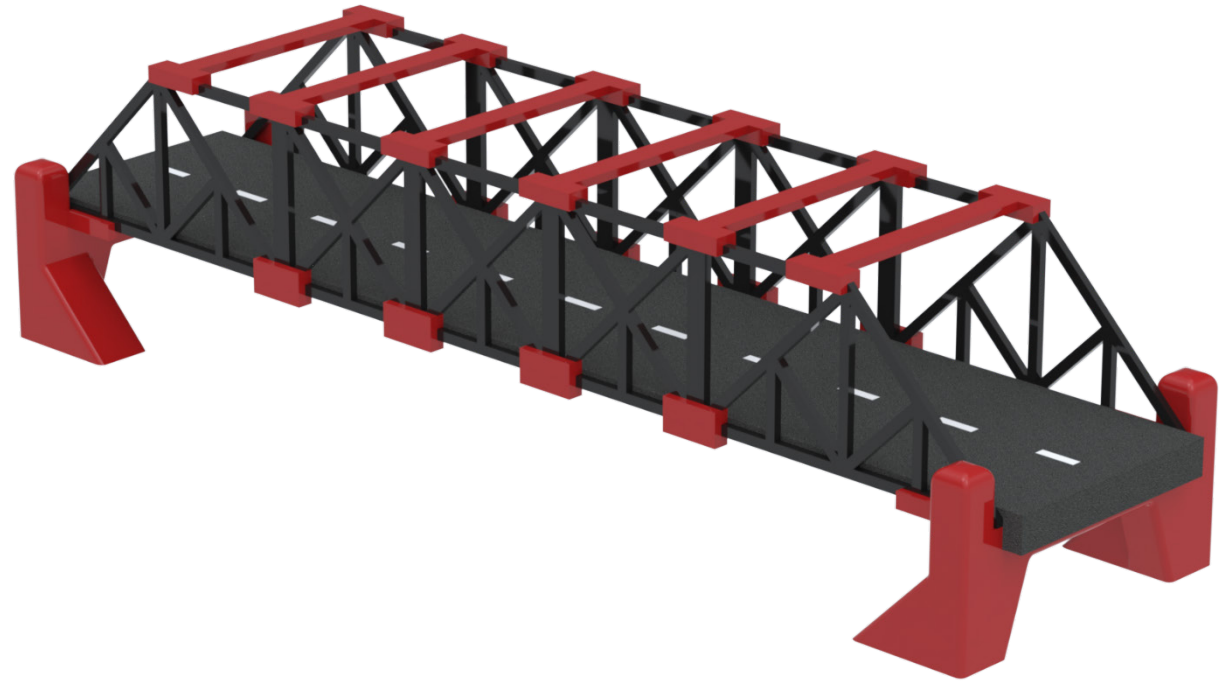


# 設計プロジェクト

---

橋



## 学習目標

- さまざまな種類のトラス橋について理解します。
- 基本的な橋の構成部品の用語について説明します。
- プロジェクトに設計意図を適用することで、制約を考慮した設計を実施します。
- 製造の原則を調べ、理解します。
- 3D プリントの基本を理解します。

# 背景

## 有名な橋 — 世界の十大名橋と、その目的を紹介します。

- **ゴールデン ゲート ブリッジ (米国)**
  - **目的:** サンフランシスコとマリナー郡を結んでゴールデン ゲート海峡を横断する交通手段を提供しています。
  - **種類:** 吊り橋
- **タワー ブリッジ (英国)**
  - **目的:** 跳開橋と吊り橋の設計を組み合わせ、テムズ川の河川運輸のために橋を開きつつ歩行者と車の往来を可能にします。
  - **種類:** 跳開橋と吊り橋。
- **ブルックリン ブリッジ (米国)**
  - **目的:** マンハッタンとブルックリンを結び、イースト リバーを渡る重要な交通手段として機能しています。
  - **種類:** ハイブリッド斜張/吊り橋。
- **シドニー ハーバー ブリッジ (オーストラリア)**
  - **目的:** シドニー中心部のビジネス地区と北部郊外を結び、車、電車、歩行者、自転車が通行できます。
  - **種類:** アーチ橋。
- **ミヨ橋 (フランス)**
  - **目的:** タルン川渓谷をまたぎ、南フランスの交通渋滞を減らし、より速いルートを提供する橋です。
  - **種類:** 斜張橋。
- **明石海峡大橋 (日本)**
  - **目的:** 神戸市と淡路島を結び、明石海峡を通過する車両交通を支えています。
  - **種類:** 吊り橋
- **リアルト橋 (イタリア)**
  - **目的:** カナル グランデ両岸の地区を結んでいます。ベニスで最も古く、最も有名な歩行者用橋の1つです。
  - **種類:** 石造アーチ橋。
- **ガール橋 (フランス)**
  - **目的:** 古代ローマの水道橋であり、ネマウス（現在のニーム）のローマ植民地に水を運ぶために使われていました。
  - **種類:** 水道橋。
- **張家界大峽谷ガラス橋 (中国)**
  - **目的:** 張家界大渓谷の息をのむような景色を一望できる、透明なガラス底で知られる歩行者専用橋。
  - **種類:** ガラス底吊り橋。
- **ハンバー ブリッジ (英国)**
  - **目的:** ハンバー川河口にまたがり、ハルとノース リンカンシャーを結び道路交通を支えています。
  - **種類:** 吊り橋

# トラス橋のタイプ

## プラット

ボストンでトーマス・プラット氏と父親のケイレブ・プラット氏が設計したトラス橋構造は、第二次世界大戦まで橋建設の標準となっていました。

## ワーレン

1848年に、設計士のジェームズ・ワーレンとウィロウビー・セオバルド・モンザーニによって特許が取得されました。

## パーカー

パーカー トラス橋は、上弦材が多角形のプラット トラス設計です。「キャメルバック」はパーカー タイプの一派で、上弦材は正確に5本の線分で構成されます。

ボウストリング トラス橋は、1841年にスクワイア・ウィップル氏が特許を取得しました。ボウストリング トラスには斜め荷重支持部材があります。

## ボウストリング

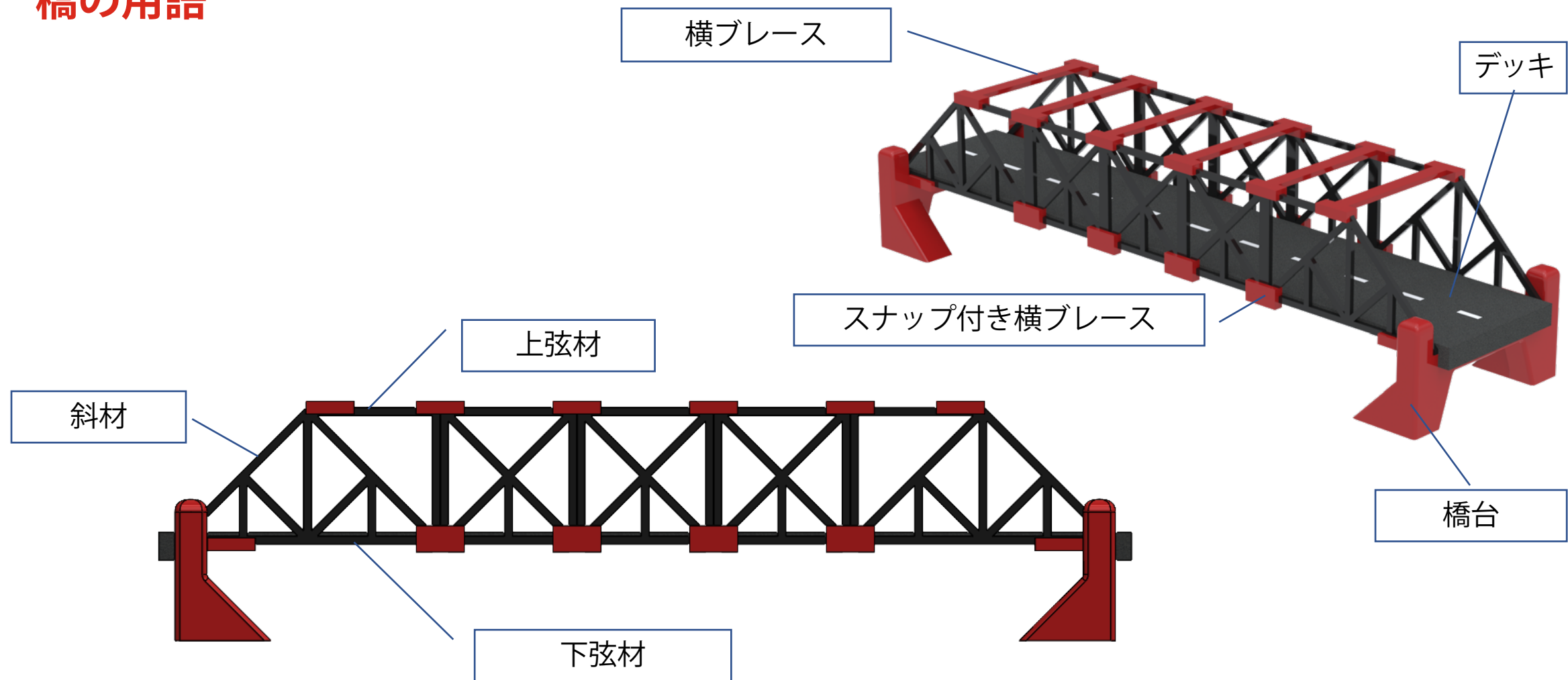
ペンシルバニア（プチ）トラスは、プラット トラスの変形です。ペンシルバニア トラスは、プラット トラスの設計に、パネルの上部、下部、またはその両方に、半分の長さの筋交いまたはつなぎ材を追加したものです。

## ペンシルバニア

ボルチモア トラスはプラット トラス設計と似ていますが、座屈を防止し強度を高めるため、下部にブレースを追加しています。ボルチモア トラス スタイルの橋はシンプルで強度の高い設計のため、列車を支える鉄道橋によく使用されています。

## ボルチモア

# 橋の用語



## 設計用語

**フラットバック設計** – 構成部品のすべてまたはほとんどがフラットです。3D プリントのプロセスでは、このタイプの設計は廃棄物やサポート材の必要性を最小限に抑えます。

**設計意図** – CAD モデリング用語では、例えば寸法が変更されたときにモデルをどのように変更させるかを表します。たとえば、ブロックの穴をどのように作り、どのくらいの寸法にするのかということが設計意図になります。製品設計の用語としての設計意図とは、ユーザーにとって製品の外観、機能、操作がどのようなものであるべきかという設計者の考えや目的を表わしています。

**積層造形** – 材料を 1 層ずつ積層して 3D オブジェクトを構築することです。3D プリントとは、積層造形プロセスのことです。

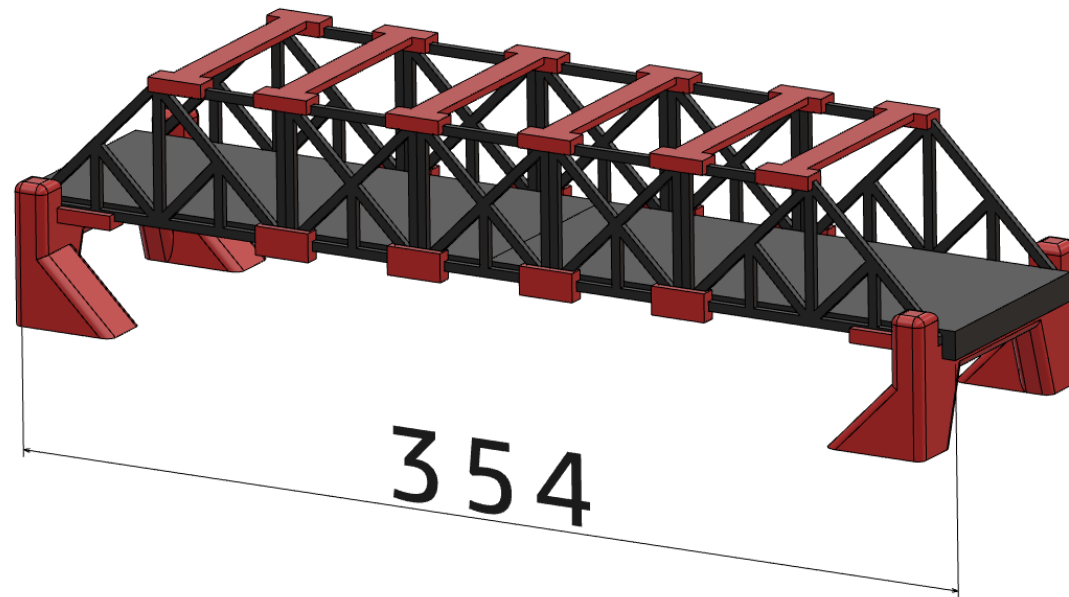
**DFM/DFAM** – DFM は製造のための設計、DFAM は積層造形のための設計を指します。この実習では、廃棄物を最小限に抑えた機能的な設計を実現するために、3D プリンタの素材と能力を考慮することが重要です。

**ネスティング** – 製造におけるネスティングとは、レーザー カットなどの製造工程で廃棄物を最小限に抑えるため、原材料にカット パターンをレイアウトすることです。3D プリントでは、一度に複数の構成部品をプリントできるように、3D プリンタのベッドに合わせて部品をレイアウトする工程です。

## プロジェクトの設計意図

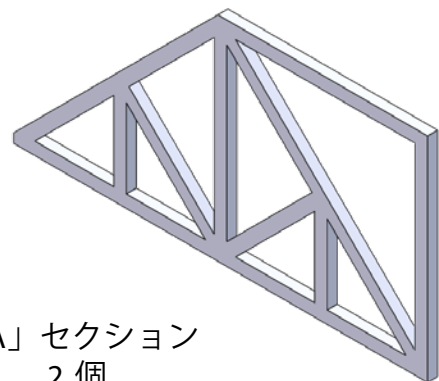
- すべての構成部品を 3D プリントします。
- フラットパック設計の原則を使用して、廃棄物を最小限に抑えます。
- アセンブリをスナップしてつなぎ合わせます。ファスナーや接着剤は使用しません。
- 橋の長さは 350 mm 以上にする必要があります。

**注意：**寸法は参考としてのみ提示されているものです。設計意図を満たすための要件ではありません。単位はミリメートルです。

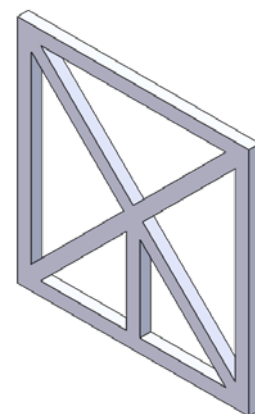


# 構成部品の設計

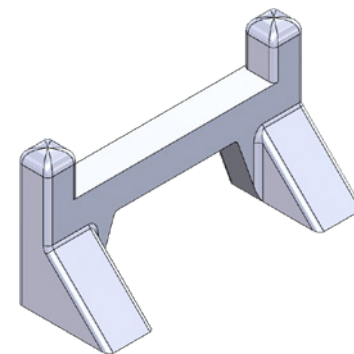
## 橋の構成部品



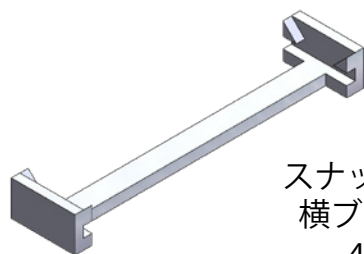
「A」 セクション  
2 個



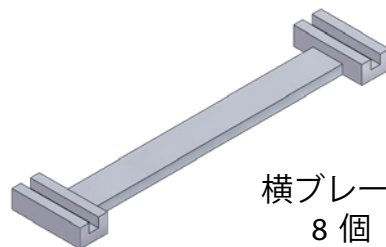
中央セクション  
3 個



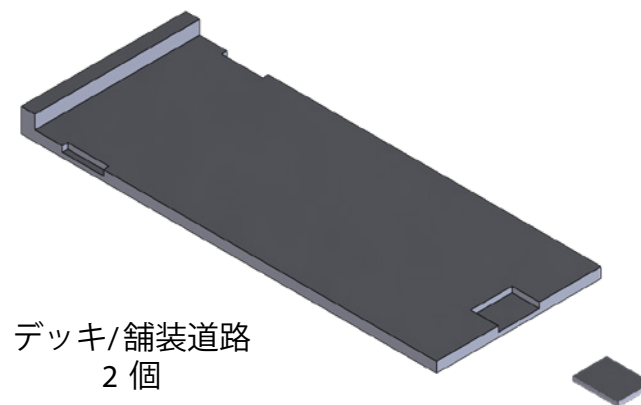
橋台  
2 個



スナップ付き  
横ブレース  
4 個



横ブレース  
8 個



デッキ/舗装道路  
2 個

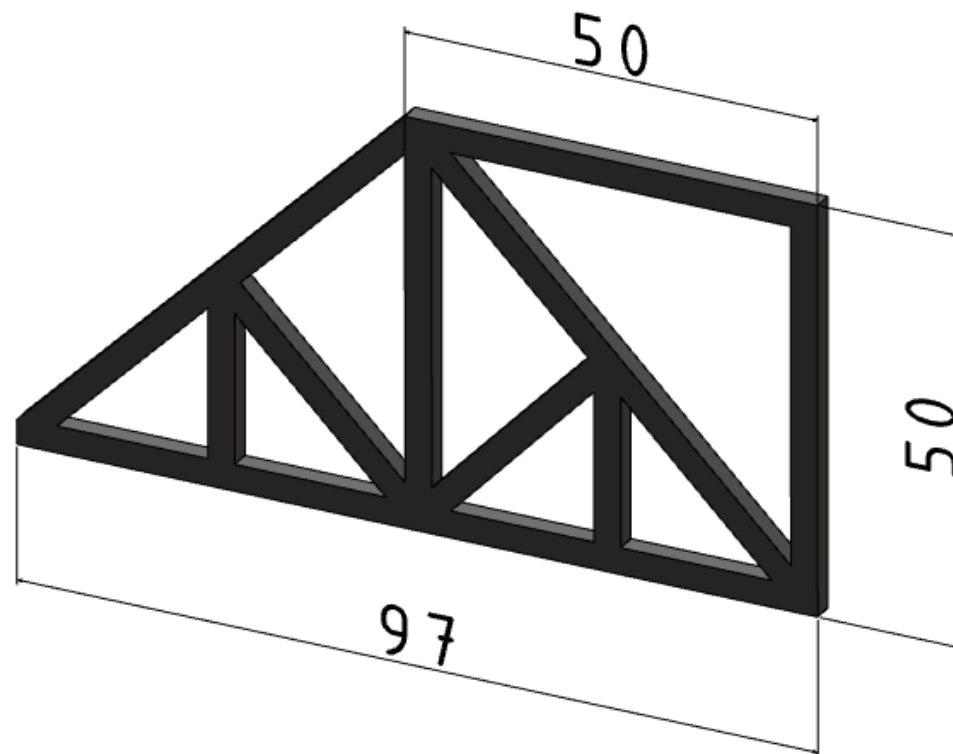
## 構成部品 – 「A」 セクション

### 設計意図

- 上弦材、下弦材、斜材、垂直材という橋のセクションのすべての構造部材を、1つの部品として組み込みます。
- 中央セクションと同じ厚さです。
- 橋台の上に乘ります。

### DFAM

- フラットパック設計を使用します。サポート材は必要ありません。
- 複数の部品を一度で印刷できるようにネスティングを採用します。



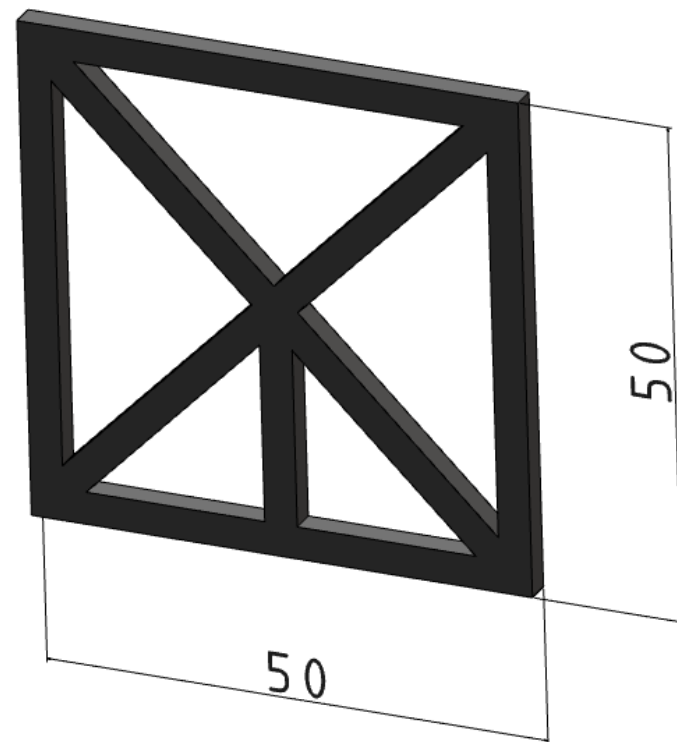
## 構造部品 — 中央セクション

### 設計意図

- 上弦材、下弦材、斜材、垂直材という橋のセクションのすべての構造部材を、1つの部品として組み込みます。
- 「A」セクションと同じ厚さです。

### DFAM

- フラットパック設計を使用します。サポート材は必要ありません。
- 複数の部品を一度で印刷できるようにネスティングを採用します。



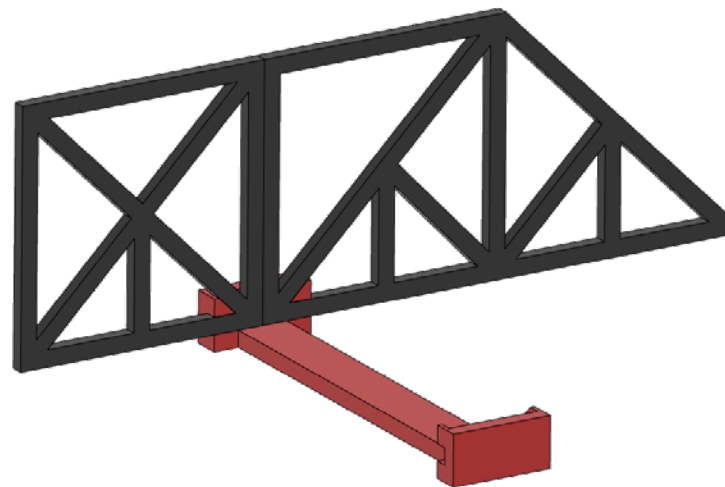
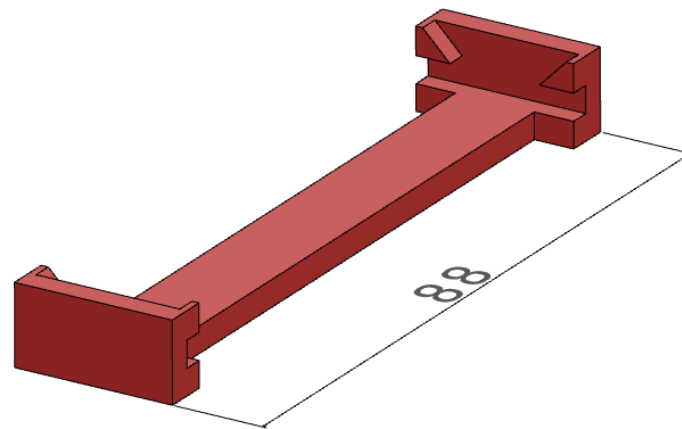
## 構成部品 – スナップ付き横ブレース

### 設計意図

- 下部で橋の 2 つのセクションをつなぎ合わせます。
- 構造に力がかかった場合に広がるのを、スナップが防止します。
- スナップで組み立てがしやすいように、クリアランスが適用されます。

### DFAM

- サポート材を最小限に抑えるように設計されます。
- 複数の部品を一度で印刷できるようにネスティングを採用します。
- スナップの張り出し部分にサポート材が必要です。



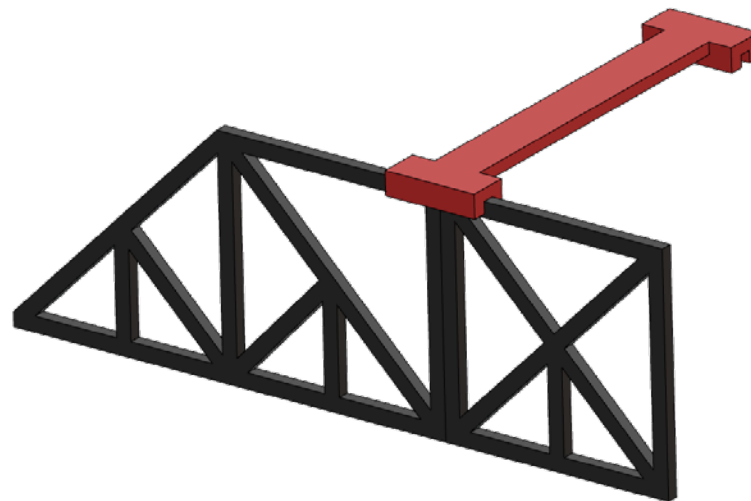
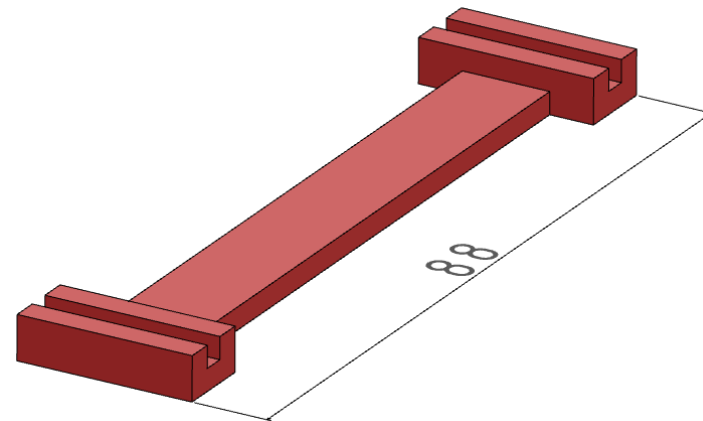
## 構成部品 – 横ブレース

### 設計意図

- 上部で橋の2つのセクションをつなぎ合わせます。
- スロットはセクションと同じ厚みです。

### DFAM

- サポート材を最小限に抑えるように設計されます。
- 構成部品をネストして、一度に複数をプリントします。



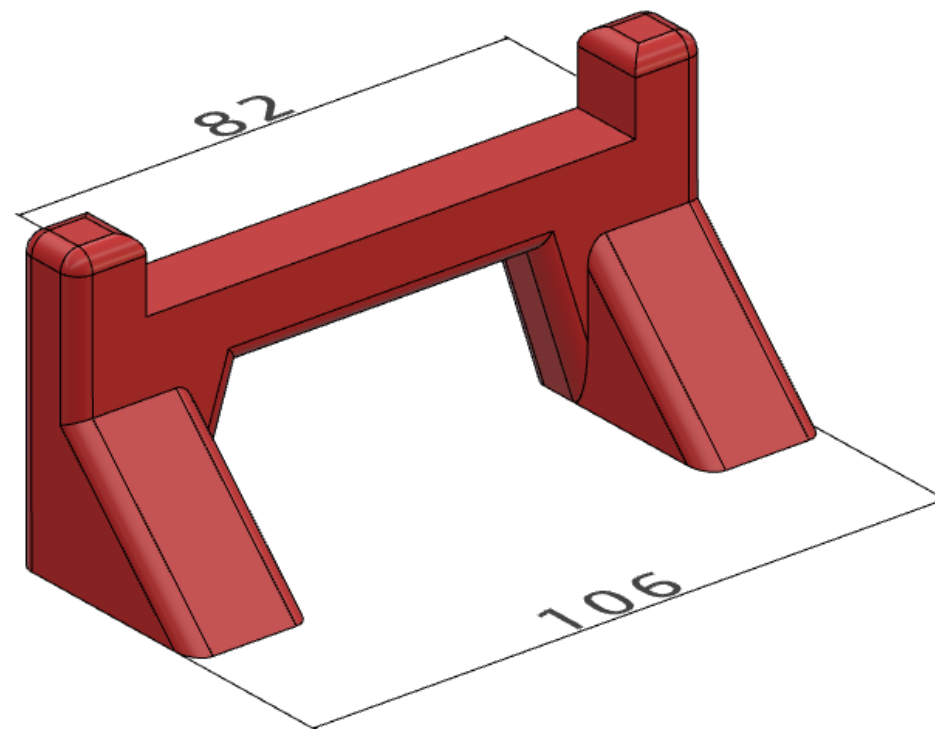
## 構成部品 – 橋台

### 設計意図

- 両端で橋の構造を支持します。
- 橋のセクションをデッキとつなぎ合わせます。
- 橋に力がかかるため、ベースは内側に向いています。

### DFAM

- サポート材を最小限に抑えるように設計されます。
- 構成部品をネストして、一度に複数をプリントします。



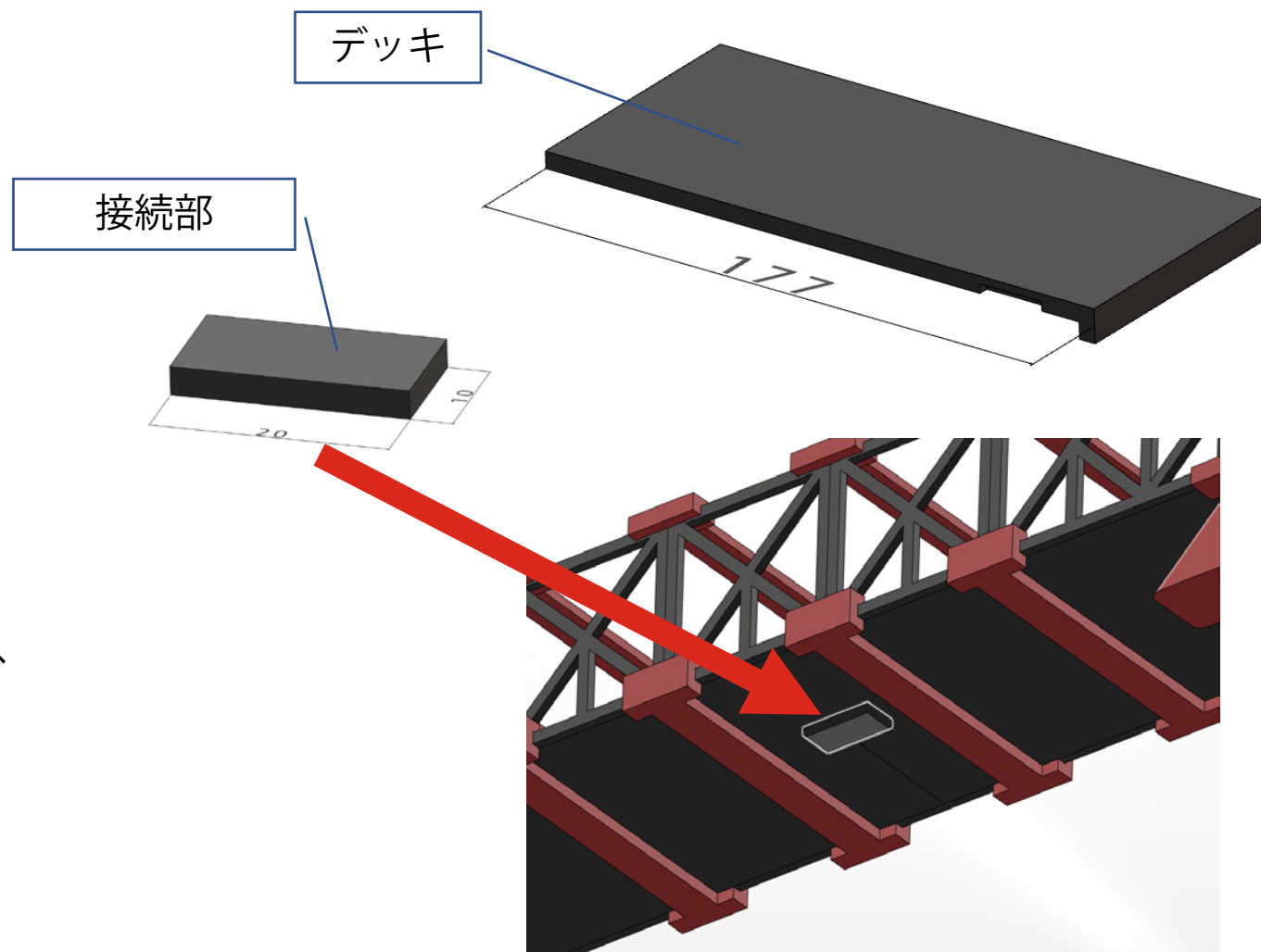
## 構成部品 – デッキ

### 設計意図

- 横方向のサポートを提供します。
- 橋の両側と橋台の間に取り付けます。
- アセンブリ全体を考慮した設計にします。
- 2つのセクションを接続部でつなぎます。

### DFAM

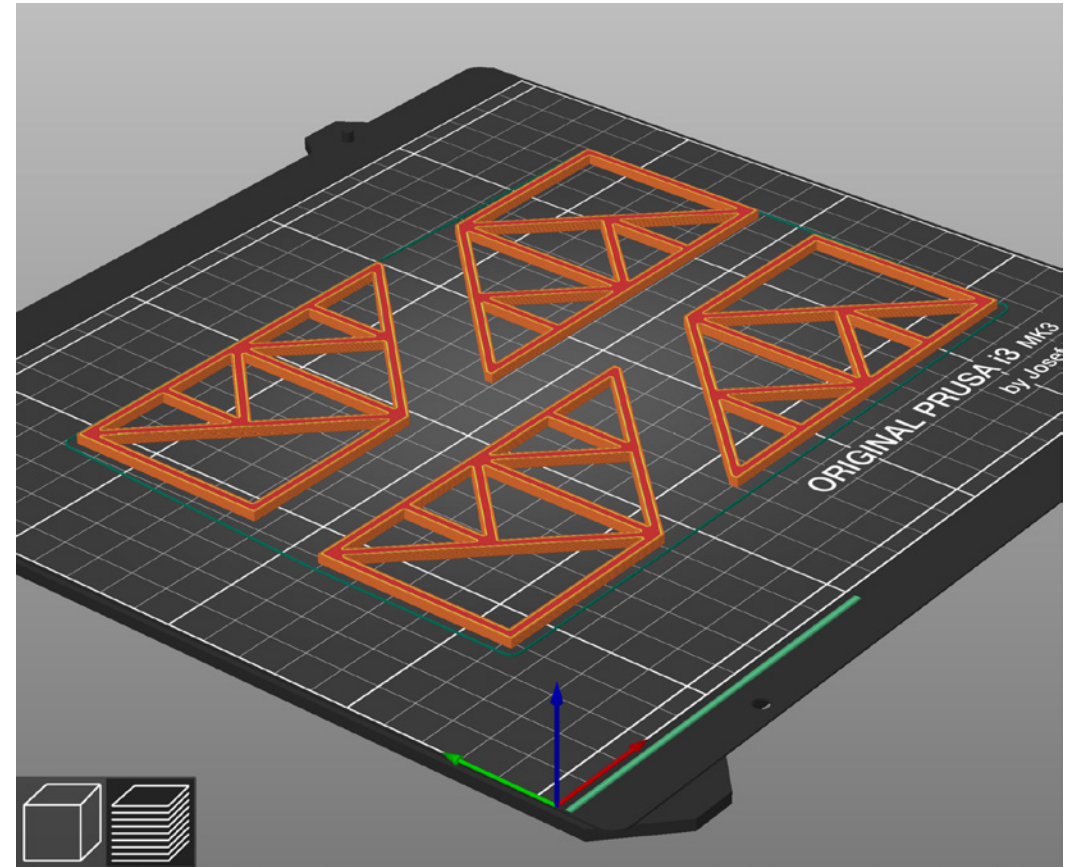
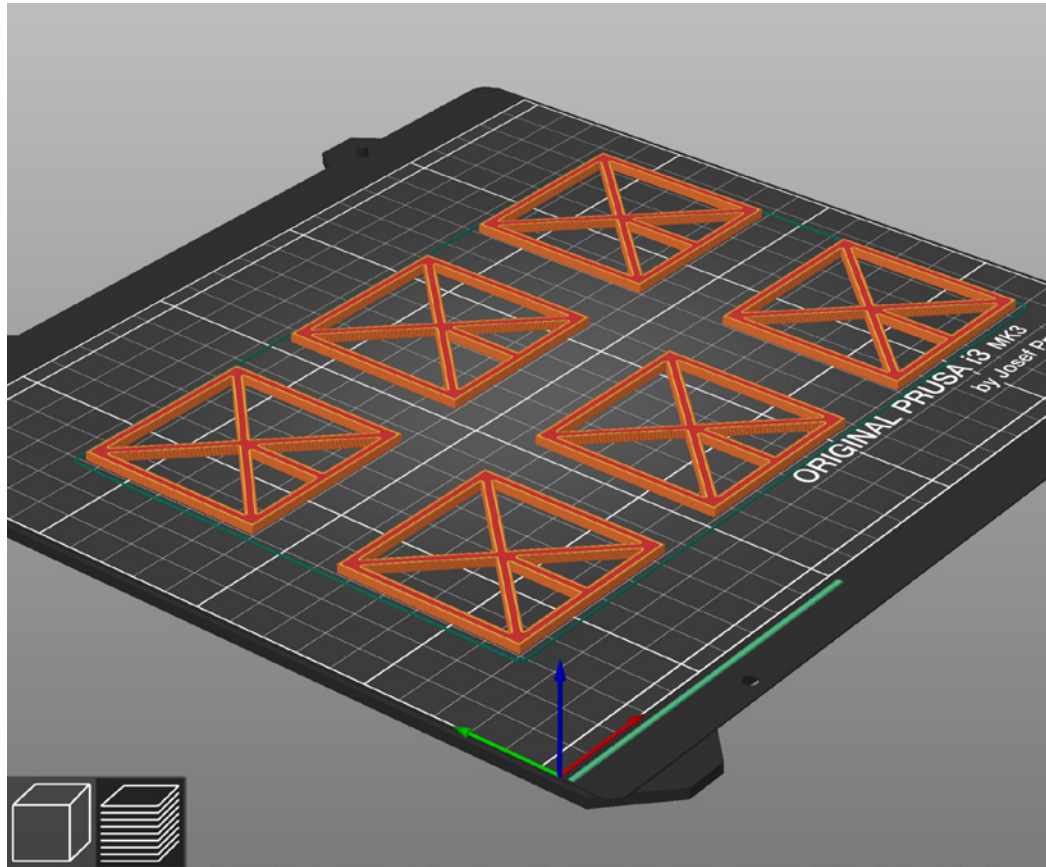
- 3D プリンタ エンベロープの要件により、2つのセクションで設計されています。
- サポート材を最小限に抑えるように設計されます。
- 構成部品をネストして、一度に複数を実装します。



# 3D プリント

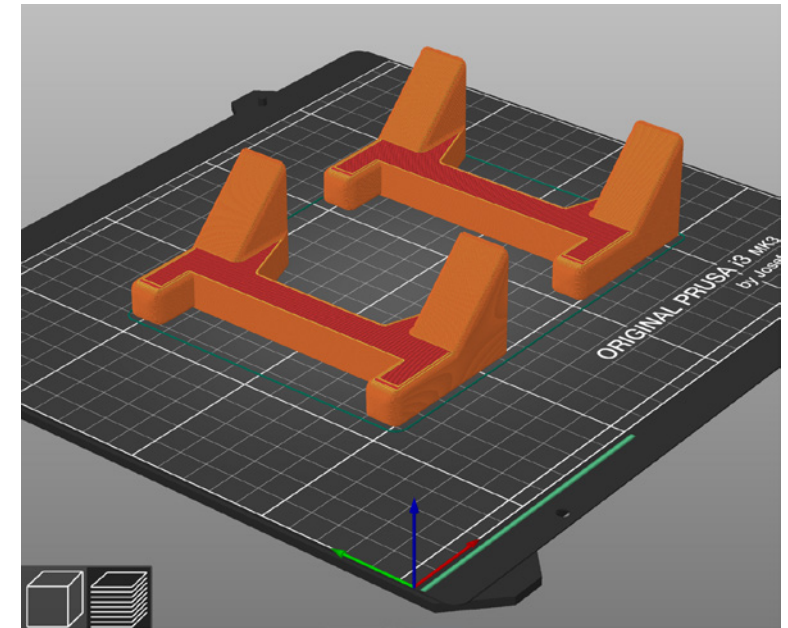
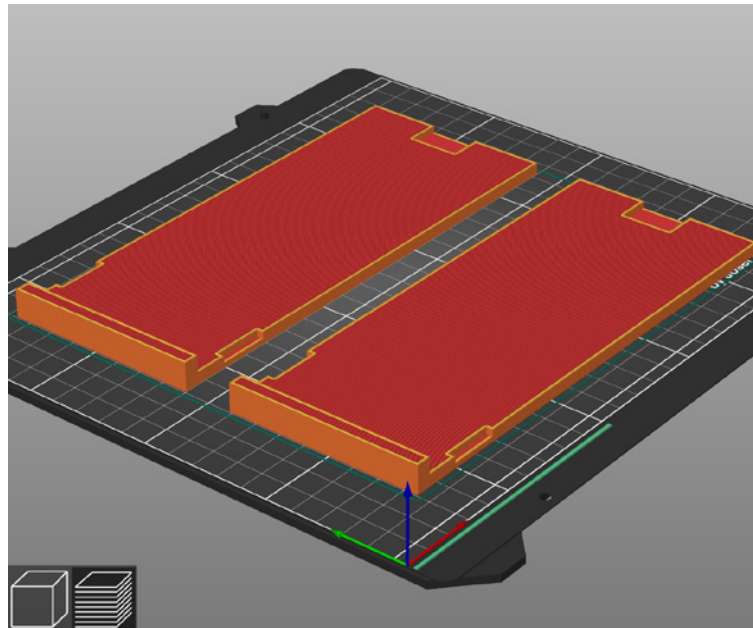
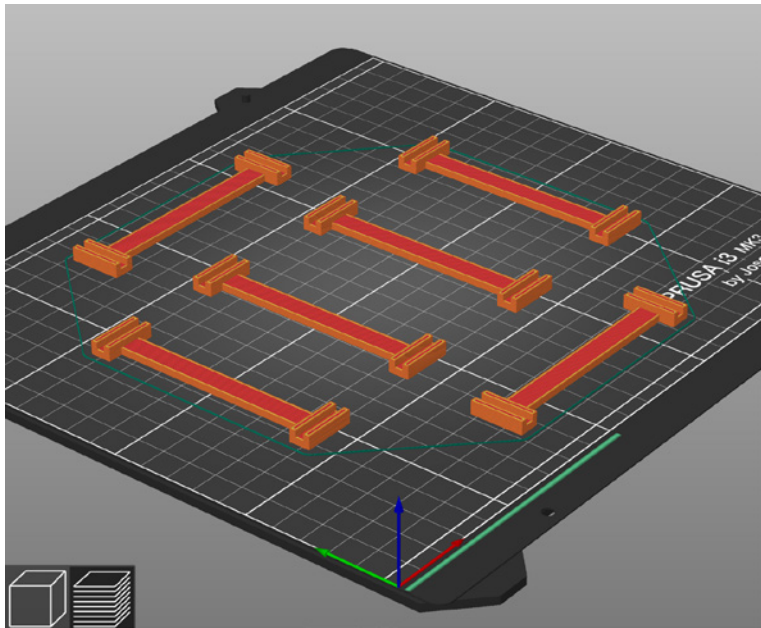
## 3D プリント – フラットパックの方向

- 構成部品をネストします。



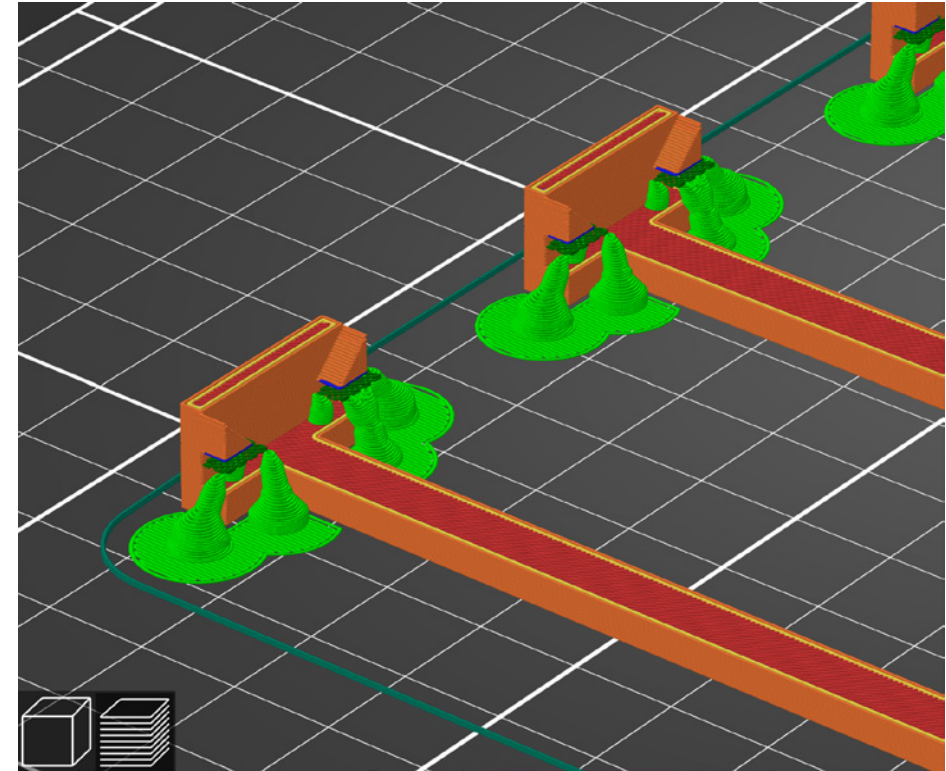
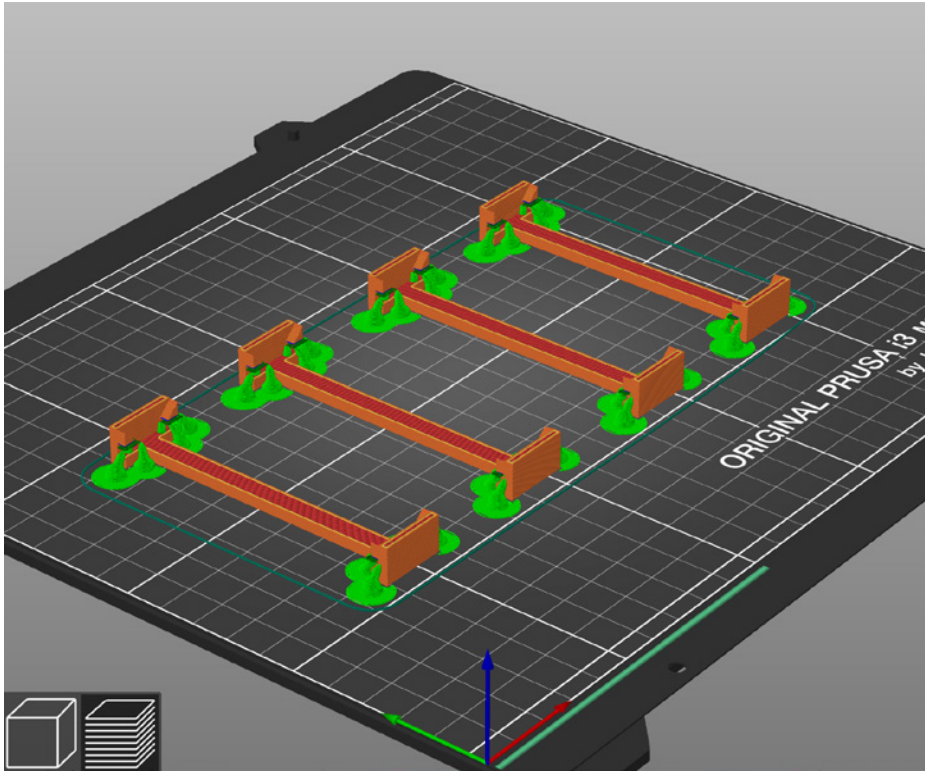
## 3D プリント – 標準方向

- 構成部品をネストします。
- サポート材が不要な向きにします。



## 3D プリント – 標準方向

- 構成部品はネストされます
- サポート材が必要です。オーガニック サポート構造を使用して、効率を最大限に高めます。



## プロジェクト タスク

1. CAD で次の橋構成部品を作成します。
  - 中央セクション
  - 「A」セクション
  - スナップ付き横ブレース（下部）
  - 横ブレース（上部）
  - 橋台
  - デッキ
  - デッキ接続部
2. CAD で橋のアセンブリを作成します。
3. 3D プリンタで物理的な構成部品をプリントします。
4. 橋を組み立てます。

# クラス ディスカッション

さまざまなタイプの橋を思い出してください。

質問：

これまでに、どのタイプの橋を見たことがありますか？

ボルチモア トラス橋の設計について考えてみてください。

質問：

耐荷重を増やしたり、より長い距離に架かるように設計を改善するには、どうすればよいでしょうか？