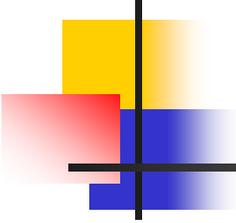


創成型授業の実践例 ～建築構造学

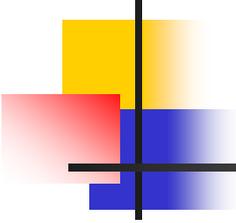
近畿大学工学部建築学科
藤井大地

FD教員研修会 2003/09/03



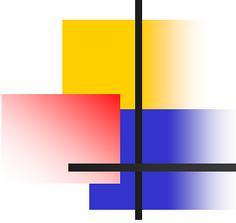
創成型授業 (Project-Based Learning)

- 学生チームに課題を与え、あるいは自分たちで課題を設定させ(なるべく社会的ニーズのある課題が望ましい)、チームで解決させる学習方法。
- 学習への動機付け, 能動的自己学習, 応用力, 幅広い統合化能力, 創造性, コミュニケーション能力, チームワーク能力, 専門家意識など種々の教育が可能になる。また成功体験を与える方法としても適している。
- なお, このような教育の導入には現在の過密なカリキュラムの再検討と施設・設備の整備が必要である。



創成型授業とは？

- 解決すべき課題(問題)から始まる授業
 - 劇的ビフォー・アフター
 - 現実問題はまず課題ありき
 - 現実に必要ということだけでなく実際面白い
- 課題を解決する方策として授業を組み立てて行く
 - 通常の授業は、知識を一方向的に教えてゆく形式(基礎知識を得るためには効率的?)



創成型授業を採用している 大学(工学部)

- 東京大学工学部システム創成学科
- 大阪大学基礎工学部
- 中部大学工学部機械工学科
- 関東学院大学工学部
- 岡山大学工学部機械工学科
- 岡山県立大学
- etc.

創成型授業の試み ～建築構造学

- 2年前期，第一選択
- 受講者数 117名（単位取得者96名）（'03年度）



建築構造学の位置づけ

1
年
生

静定力学



材料力学



2
年
生

変形解析

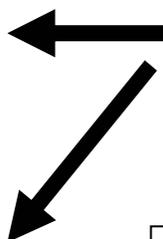


不静定力学

建築構造学



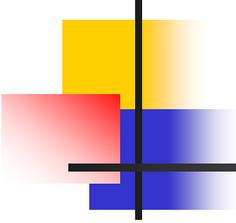
荷重・構造設計論



力学を設計に結び
つけたい

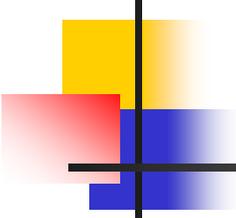


動機付け授業と
しての位置づけ



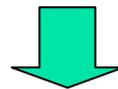
創成型授業にした理由

- 力学の授業の内容が実際の設計に結びつかない(計算はできるけれども、何のために役立つかを知らない)
- 動機づけが十分でないため、講義に集中できない学生が多い



学科内での議論

- 講義型科目を創成型授業にすると、教える内容を削らなくてはならない。
 - この授業の目的の一つである鉄筋コンクリート構造，鉄骨構造の仕組みなどの内容を割愛せざるをえない。
- 教える内容を減らしてでも行う価値があるかどうか？



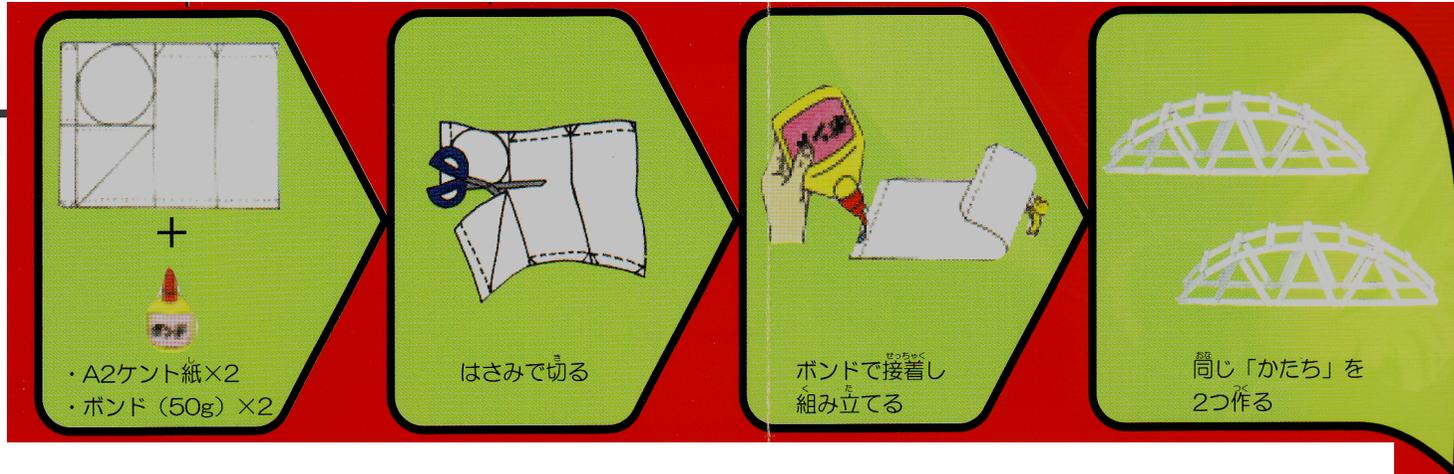
失敗覚悟の冒険が必要かも知れない

創成型授業を行うにあたって どういうプロジェクトが適当か？

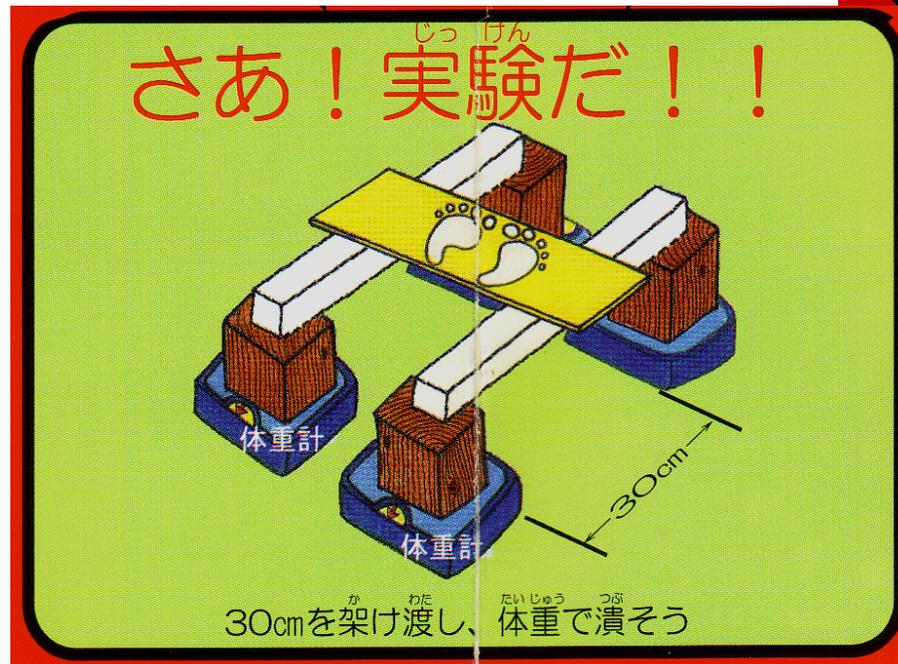
- 教材費が適当
- 特別な設備を必要としない
- 規定コマ数で制作が可能



紙のかたちの科学にチャレンジ



日本建築学会主催
トロハ展付随行事



プロジェクトの内容

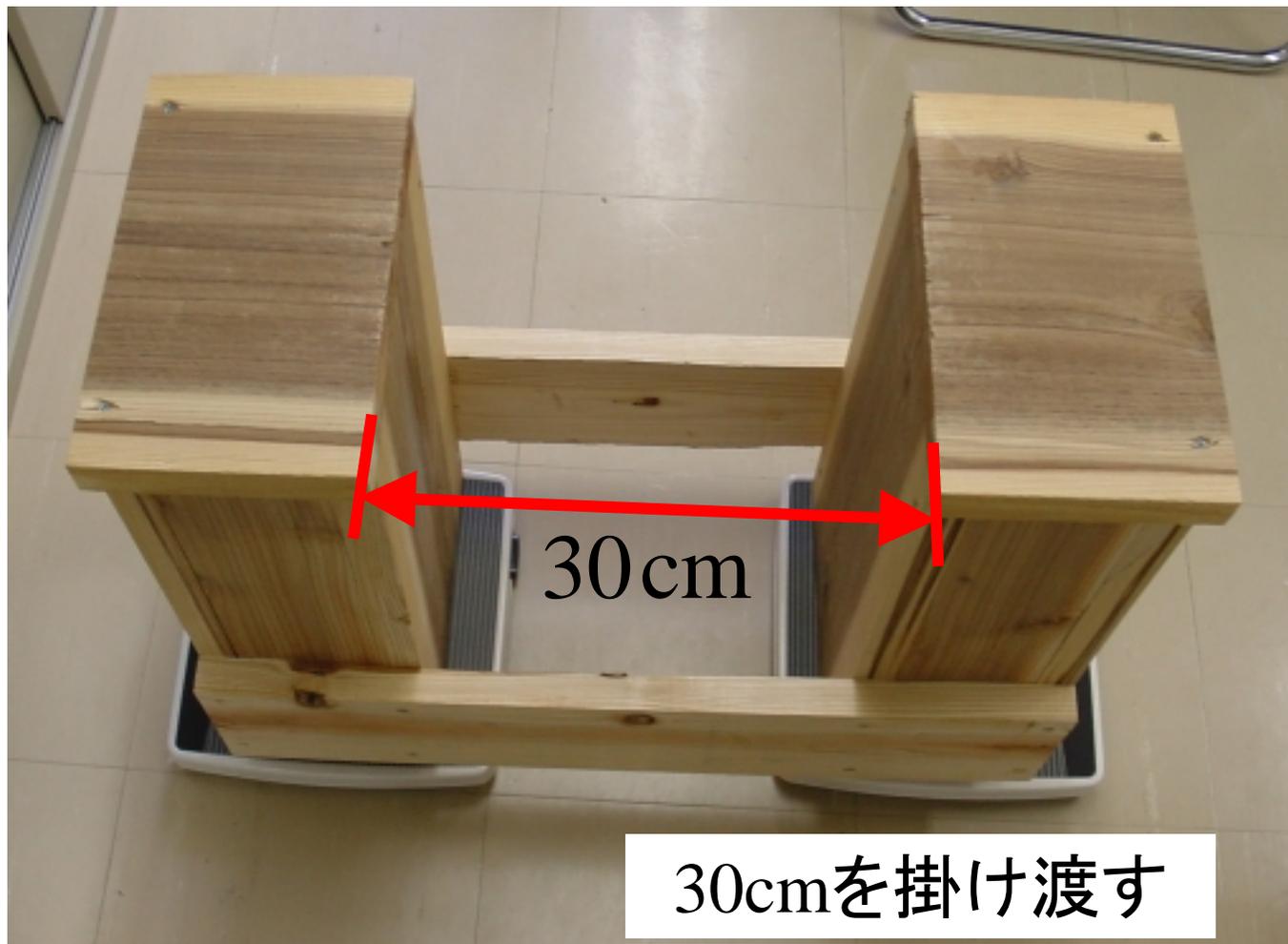
- A2ケント紙1枚と木工用ボンドを用いて空間構造を制作する。

A2ケント紙1枚+



50g

設計条件

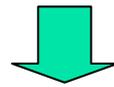


設計に結びつけるには？ 設計の道具を与える

- 力学の計算を手計算で行える範囲は限られている。



- 2次元の骨組解析ソフトをツールとして与える。



- 実際の構造は3次元であるため、**モデル化**の技術も修得できる。

骨組解析ソフト

(Excelで解く構造力学, 丸善, 2003.8)

Microsoft Excel - 例題2

入力データ

要素番号	x座標	y座標	x拘束	y拘束	回転拘束	x変位	y変位	M変位
1	1	0	0	0	1	1	0	0
2	2	1	0	0	0	1	0	0
3	2	2	0	0	0	1	0	0
4	3	0	1	1	1	0	0	0
5	1	1	0	0	1	0	-1	0
6	2	1	0	0	1	0	-1	0
7	3	1	1	0	1	0	-1	0

要素番号 節点1 節点2 E A I wxl wxj wyl wj

1	1	2	1	1	0	0	0	0
2	2	3	1	1	0	0	0	0
3	3	4	1	1	0	0	0	0
4	1	5	1	1	0	0	0	0
5	2	5	1	1	0	0	0	0
6	5	3	1	1	0	0	0	0
7	3	6	1	1	0	0	0	0
8	6	4	1	1	0	0	0	0
9	4	7	1	1	0	0	0	0
10	5	6	1	1	0	0	0	0
11	6	7	1	1	0	0	0	0

出力データ

節点番号	u	v	θ
1	-2.15746	0	0
2	-1.28839	-4.33995	0
3	-0.57873	-4.28873	0
4	0	0	0
5	-0.05316	-4.33995	0
6	-0.63191	-4.0591	0
7	0	-1	0

要素番号	N1	N2	G1	G2	M1	M2
1	0.789385	0.789385	0	0	0	0
2	0.789385	0.789385	0	0	0	0
3	0.57873	0.57873	0	0	0	0
4	-1.11833	-1.11833	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	-0.29789	-0.29789	0	0	0	0
7	0.210635	0.210635	0	0	0	0
8	-1.7121	-1.7121	0	0	0	0
9	-1	-1	0	0	0	0
10	-0.57873	-0.57873	0	0	0	0
11	0.631905	0.631905	0	0	0	0

グラフィック入

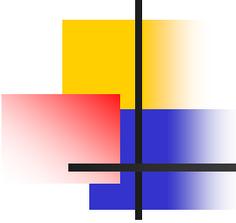
結果表示

結果表示の表示
標準 10 x
拡大縮小
拡大
縮小
リセット

変位のみ
 変位のみ
 変位のみ

結果表示
計算実行
終了

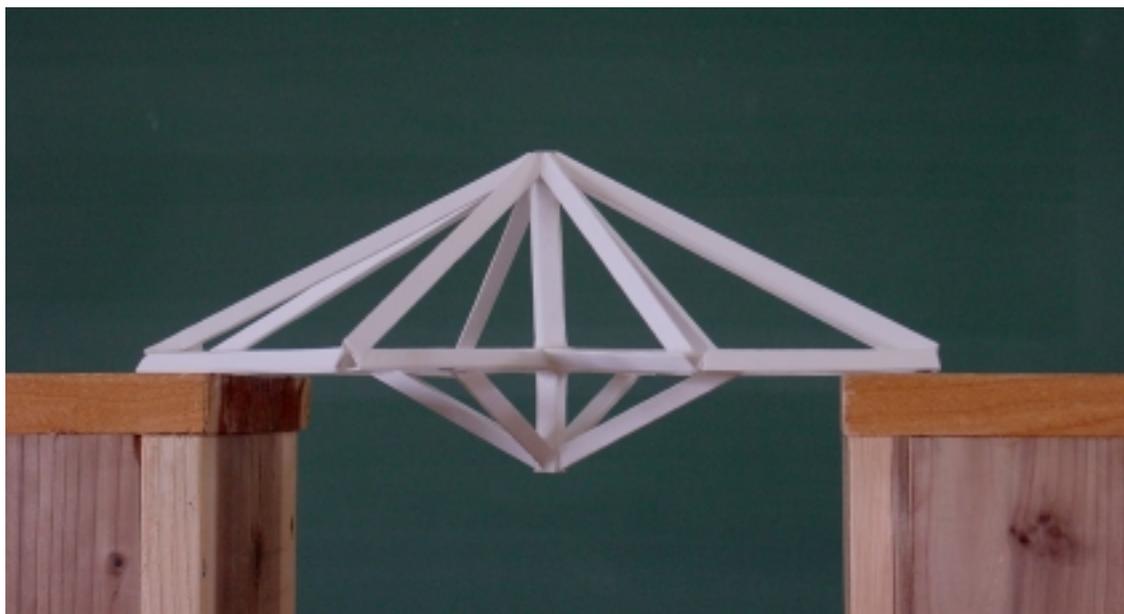




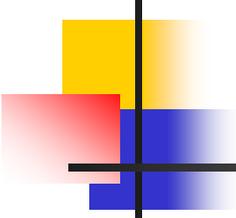
プロジェクトの目的

- デザインと強度を兼ね備えた空間構造を設計し、制作する。

作品例

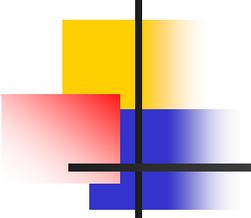


強度とデザインが両立する作品を作成する



授業内容

- プロジェクトの説明
 - 3人~5人のグループをつくる
 - A2ケント紙と木工用ボンドは各グループで購入
- 建築構造の原理を解説
 - トラス構造, ラーメン構造
 - アーチ構造, シェル構造
 - 膜構造, テンション構造
 - 折板構造, 床構造
- 強度の計算法の説明
 - 強度計算はExcelソフト(2次元骨組解析ソフト)によって行う。
 - ケント紙の厚さ, ヤング係数, 材料強度は指定する。
 - 応力の計算法, 強度計算法を解説する。



■ パソコンを用いた強度計算

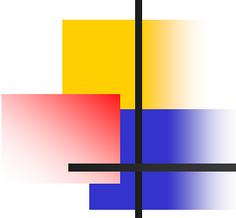
- 各グループで設計案を考え、計算ができるようにモデル化を行う。解析ソフトをインストールし、強度計算を行う。

■ 設計案の発表

- 発表はパワーポイントで行う。
- 内容としては、設計方針、概要図、解析モデル図、強度計算の概要と結果、設計で努力した点などをまとめる。
- 発表時間は1グループ5分程度

■ 強度試験と評価

- デザインの評価を行う。
- 強度試験を行い、強度と解析の妥当性の評価を行う。
- 作品の採点を行い、優秀作品賞、優秀デザイン賞、努力賞等を定める。



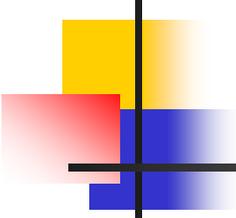
評価方法

- プロジェクトの評価
 - アイデア
 - デザインと強度
 - 構造設計(モデル化, 解析)の妥当性
- 個人の貢献度(期末テストで評価)
 - 構造形式の理解度
 - 強度計算の理解度
 - プロジェクトへの貢献度

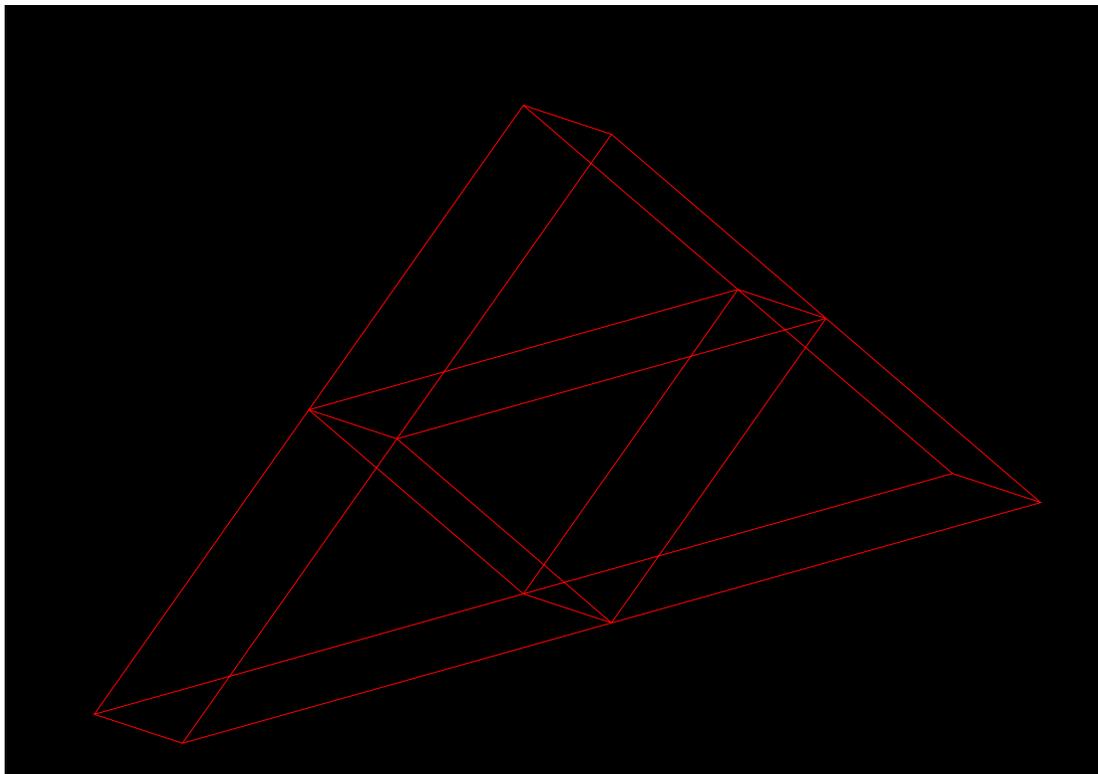
プロジェクトの評価 60点満点

+

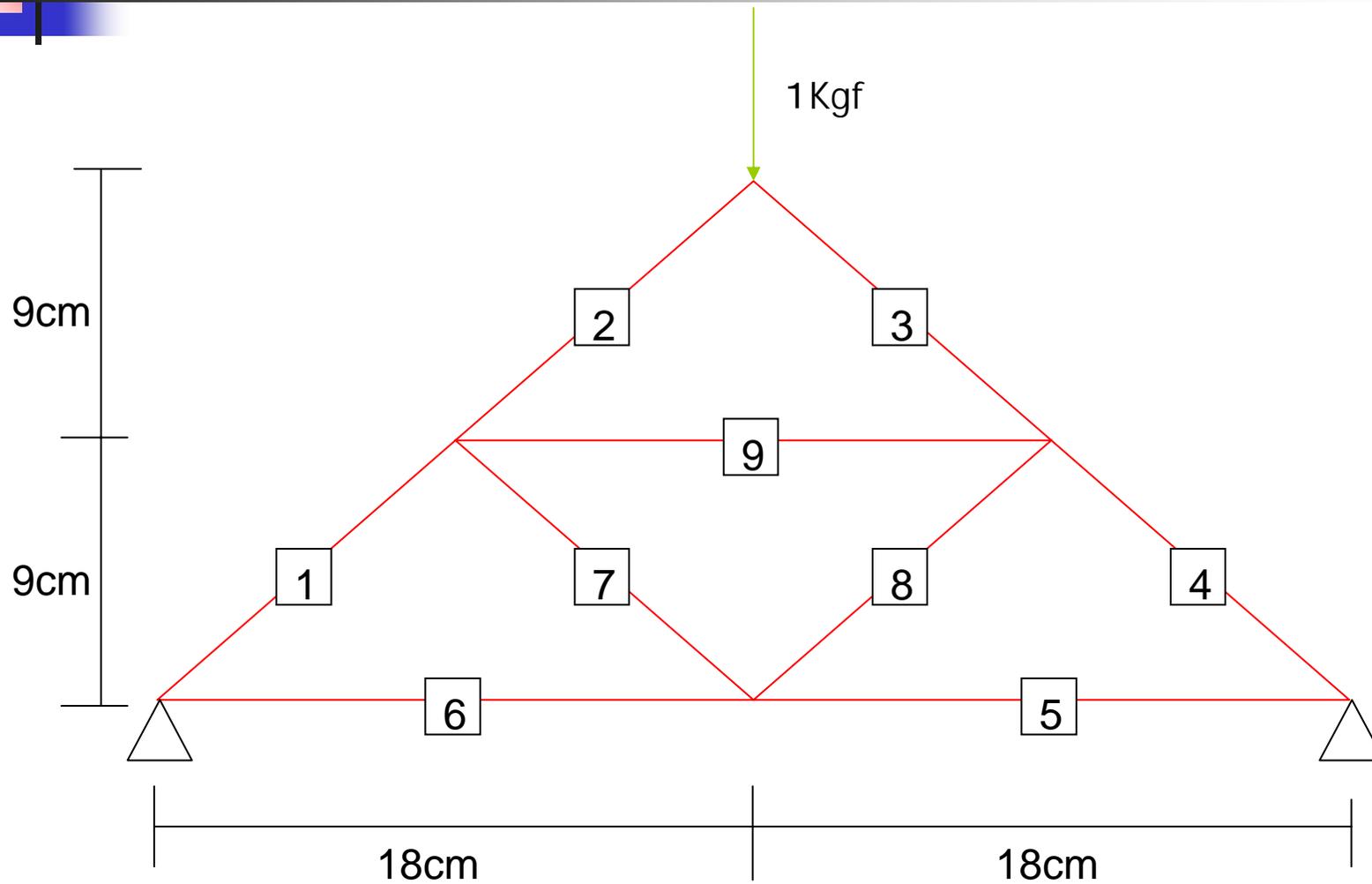
期末テスト+出席 40点満点



作品例

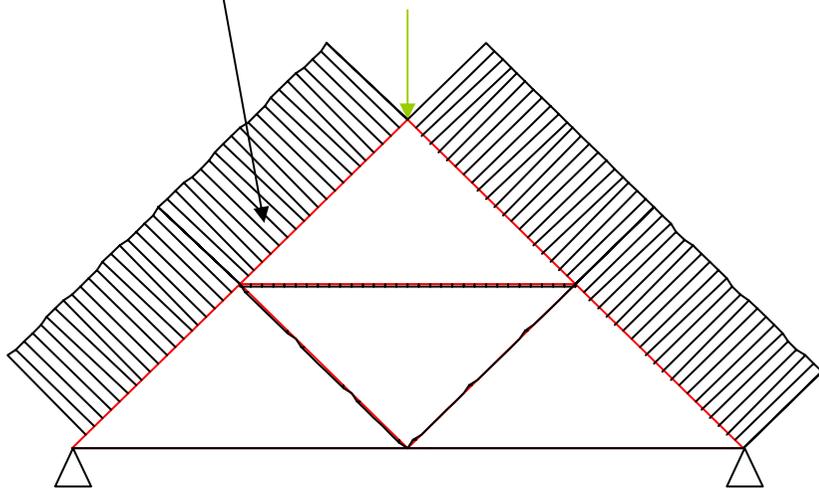


解析モデル



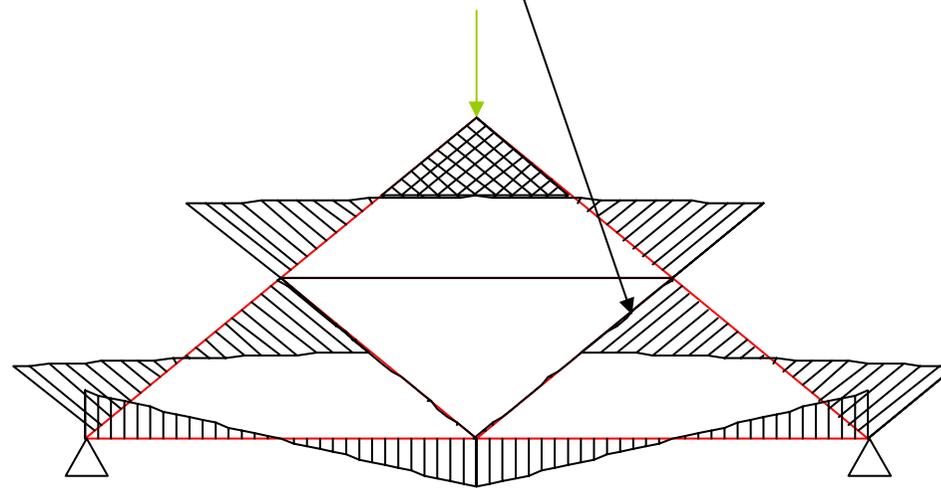
応力の計算

0.70052kgf/cm^2

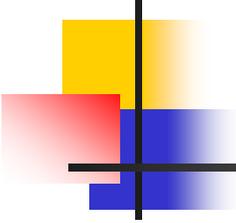


軸力図

0.0419kgf/c m^2



曲げモーメント図

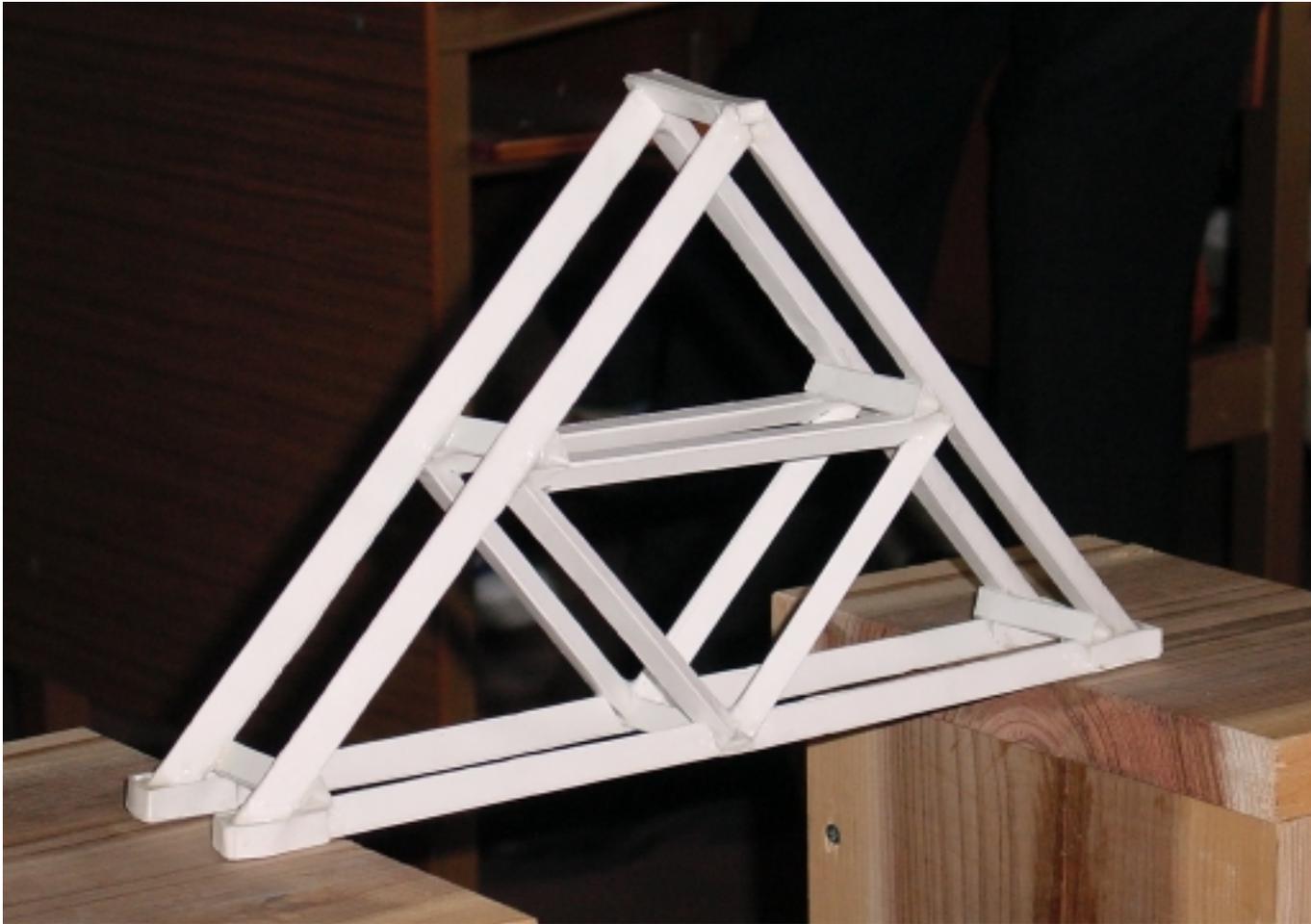


強度計算

- 引張 46551.7kgf
- 圧縮 93.26kgf
- せん断 1028.5kgf

以上の結果より、強度は圧縮によって決まり、 $93.26 \times 2 = 187.2\text{kg}$ となる。

完成作品



破壞狀況

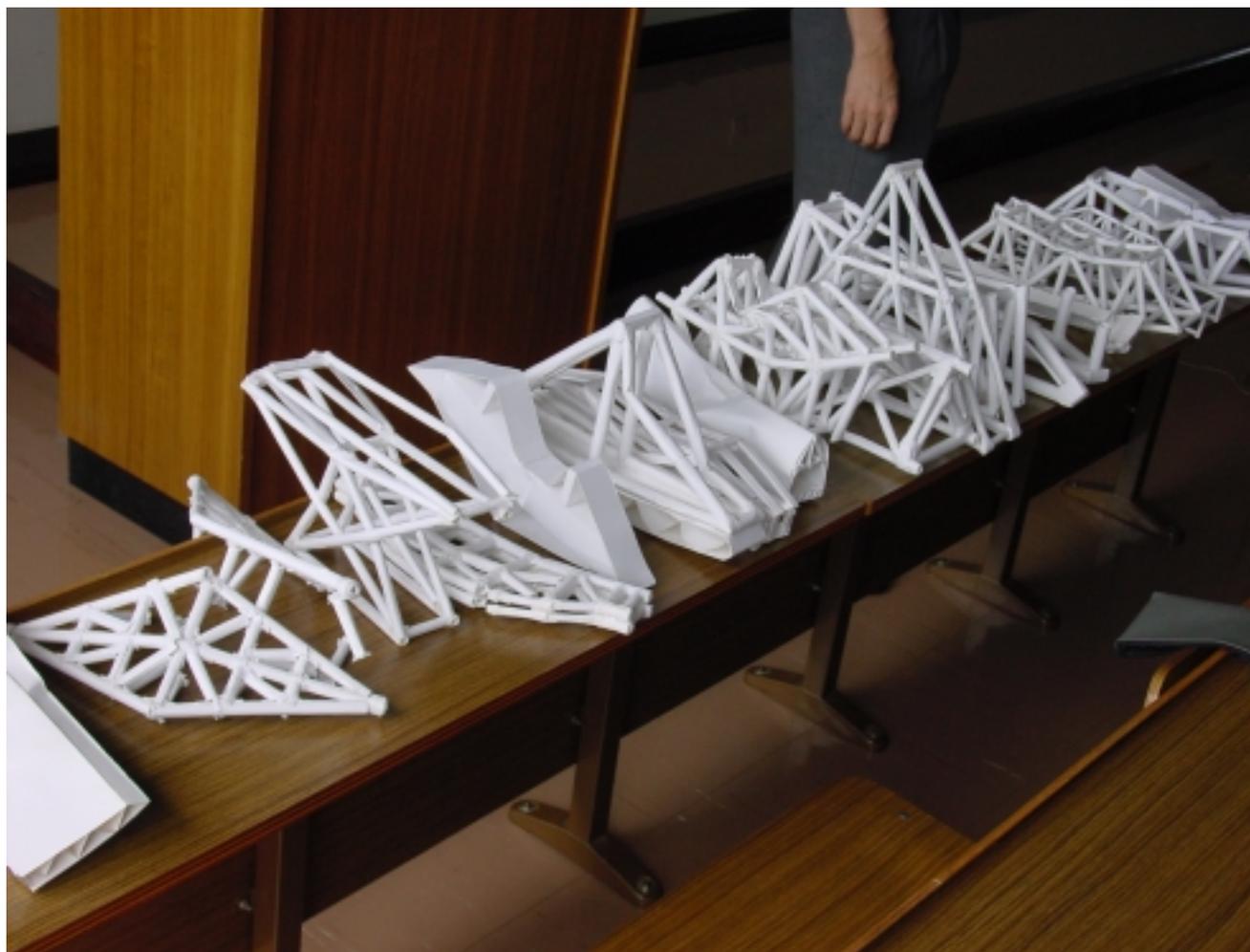


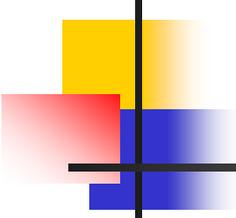
破壞荷重 115.0kgf

実験の様子



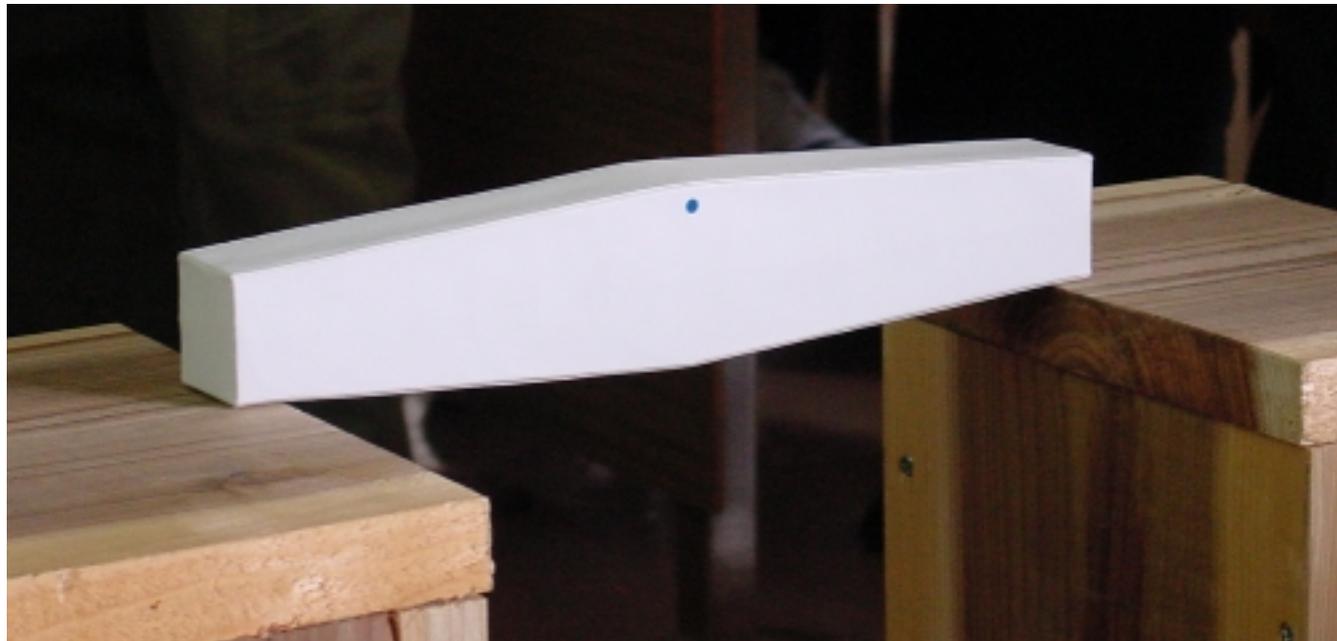
実験後の作品





'02年度最優秀作品賞

グループK 強度102.6kgf



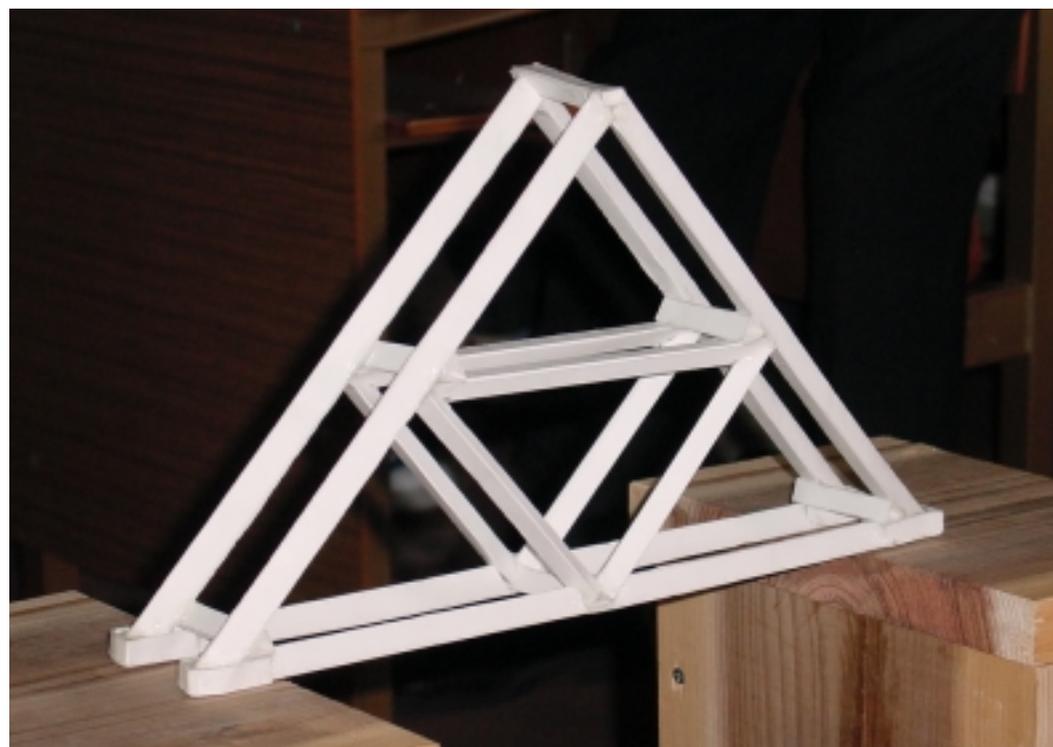
内部構造



全体を紙で覆うことで膜構造としてのメリットを生かしつつ、内部にも頑強な構造を作り上げている。

'02年度優秀作品賞

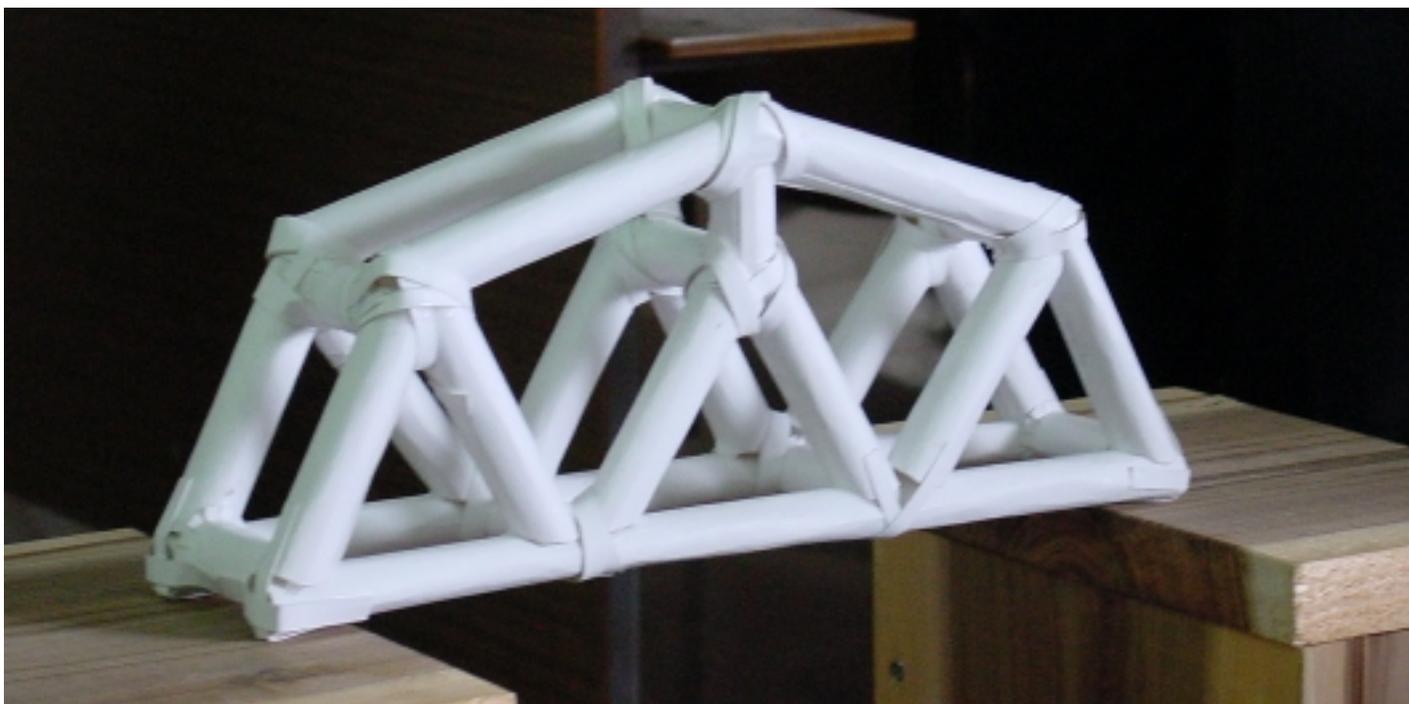
グループQ 強度115.0kgf



強度も非常に高く、三角形の断面で美しく仕上げている

'02年度優秀作品賞

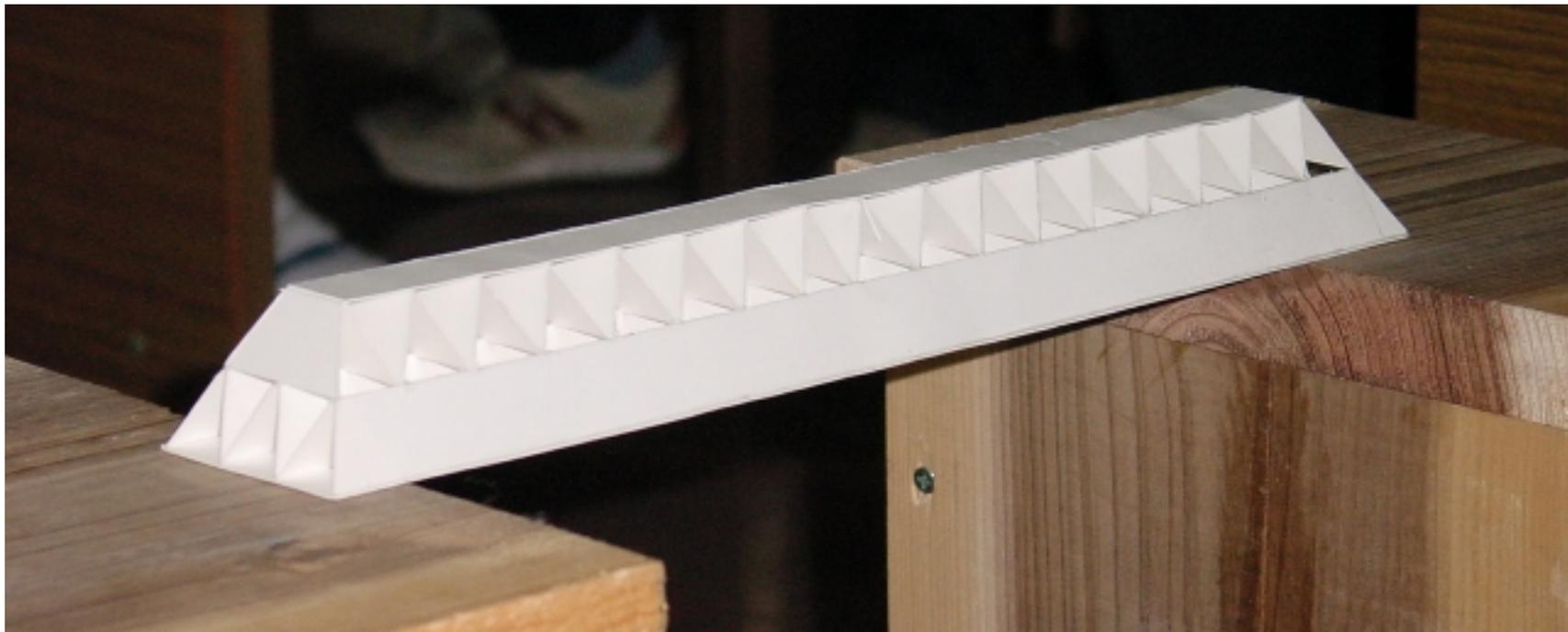
グループL 強度68.0kgf



設計予想強度と実際の強度がほぼ一致した

'02年度優秀デザイン賞

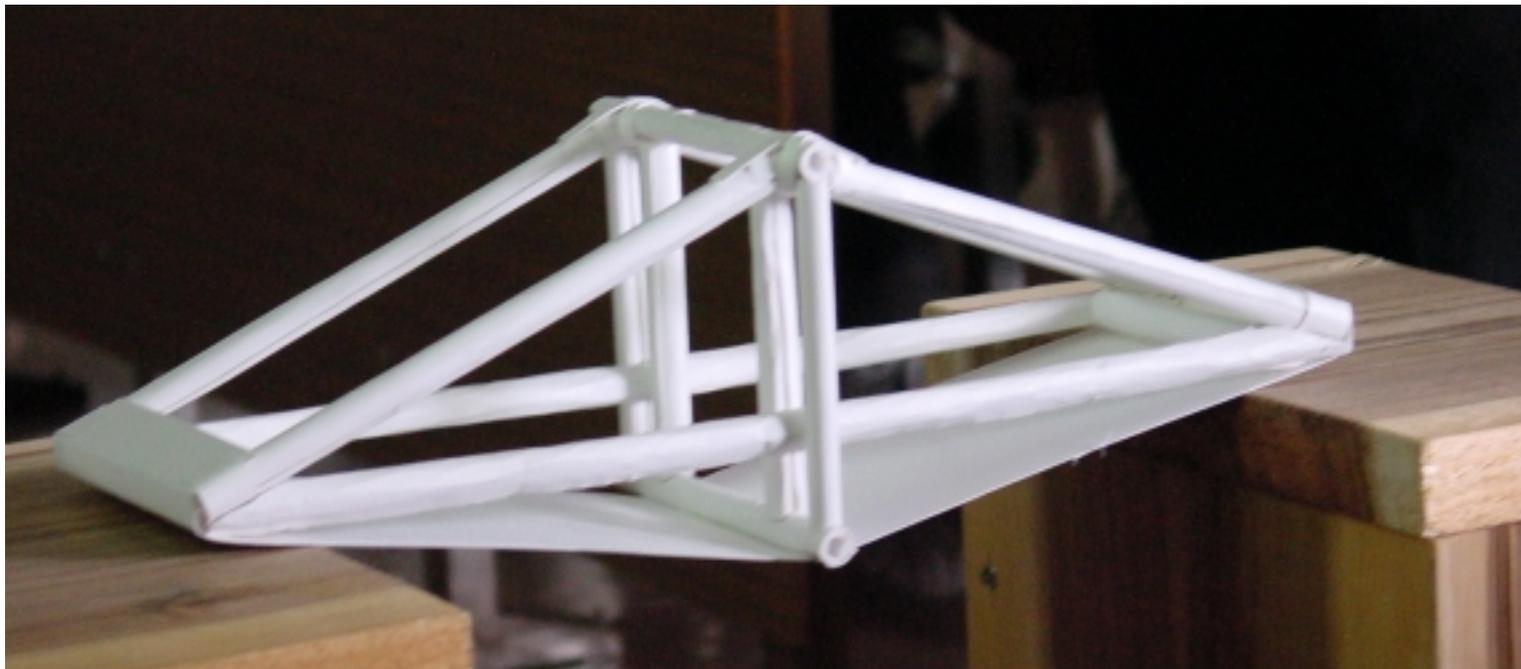
グループY



唯一の折板構造であり, 美しいデザインに仕上がっている

'02年度優秀アイデア賞

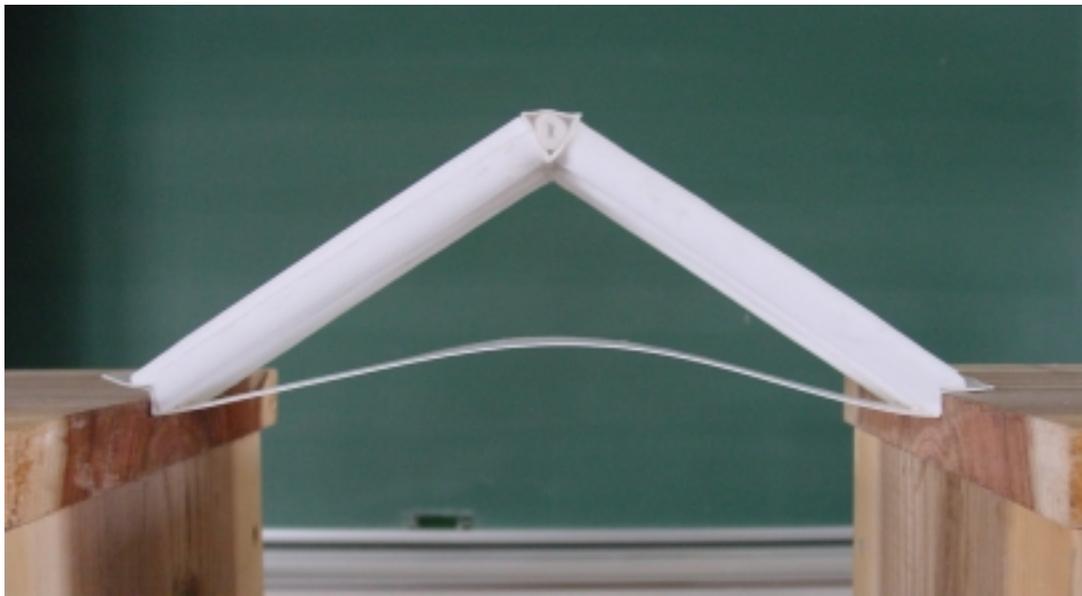
グループZA



膜のテンションをうまく利用した構造としている

'03年度最優秀作品賞

グループV 強度185kgf



これまでにないアイデアで、非常に高強度な構造を実現している。

'03年度優秀作品賞

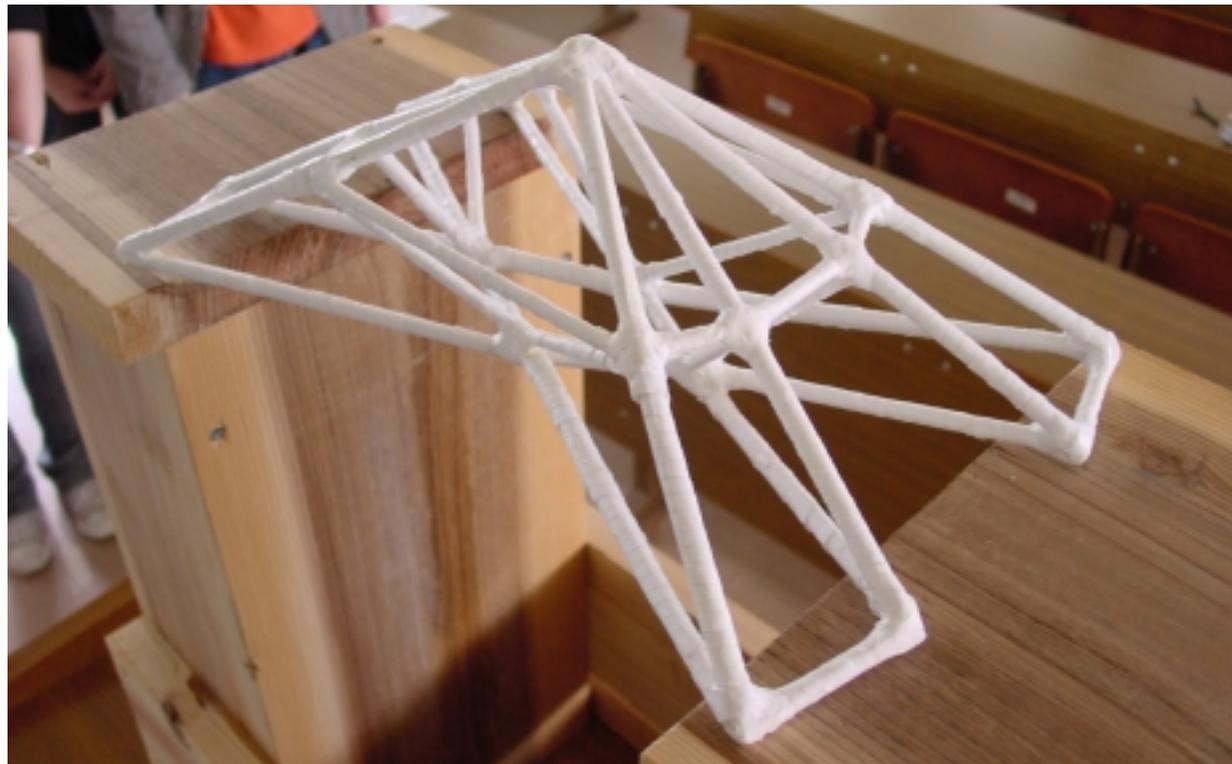
グループH 強度57.8kgf



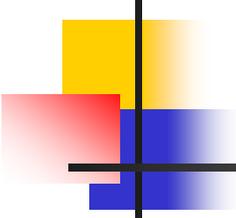
シンプルな美しいデザインで、強度も高い

'03年度優秀作品賞

グループAC 強度57.6kgf

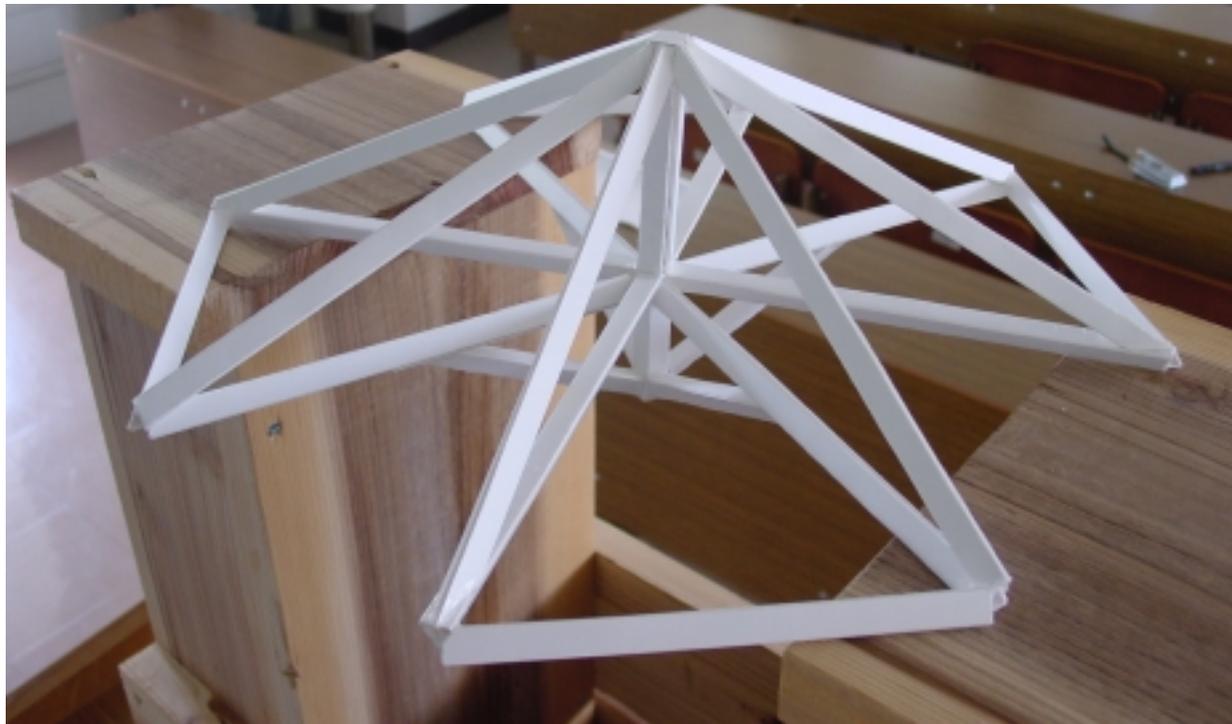


デザインと強度のバランスがよく、作りもしっかりしている。



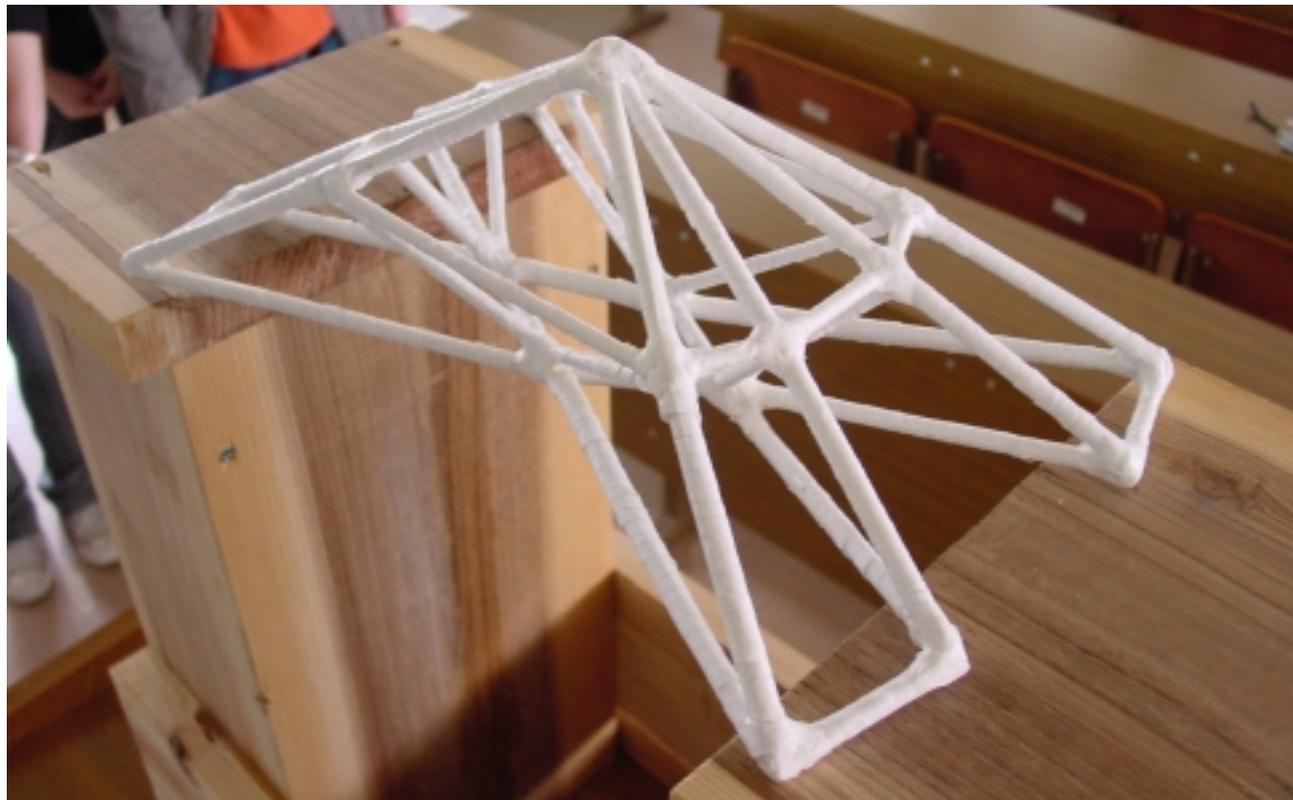
'03年度最優秀デザイン賞

グループB



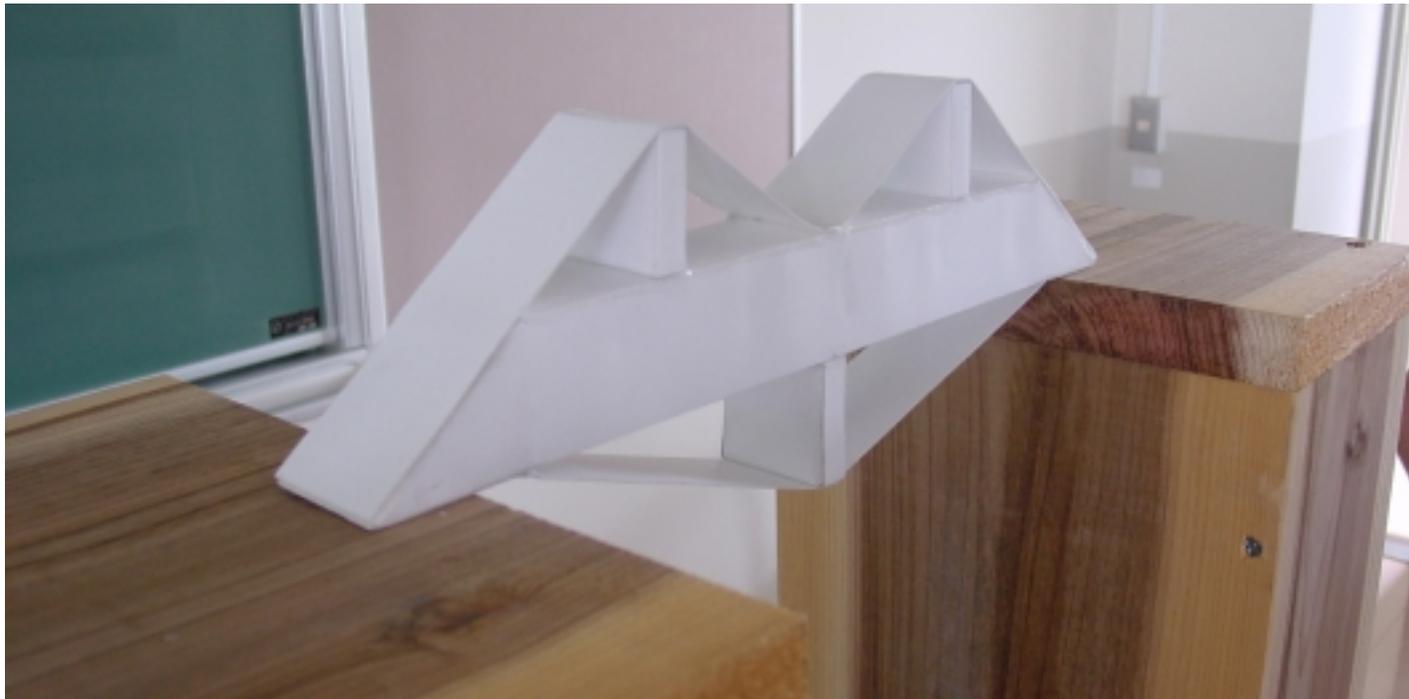
'03年度優秀デザイン賞

グループAC



'03年度努力賞

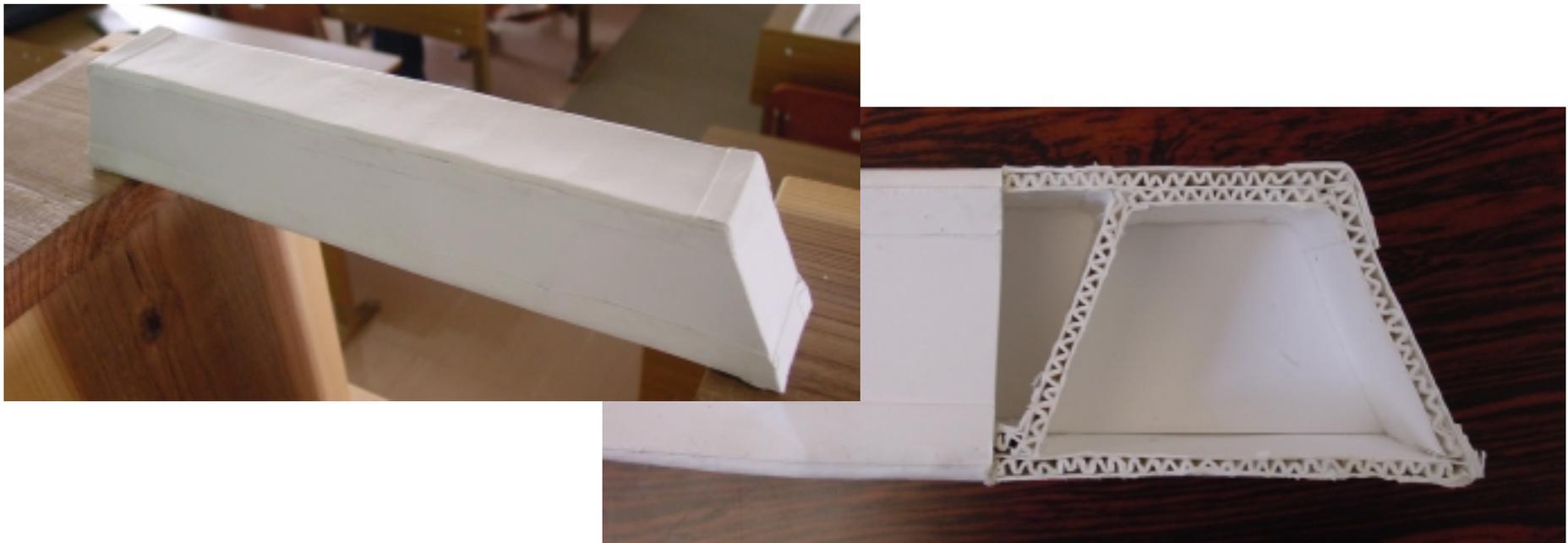
グループI 予想強度26.5kgf 強度28kgf



テンションを利用した構造で、構造計算をしっかり行い、予想強度と実際の強度が近い

'03年度努力賞

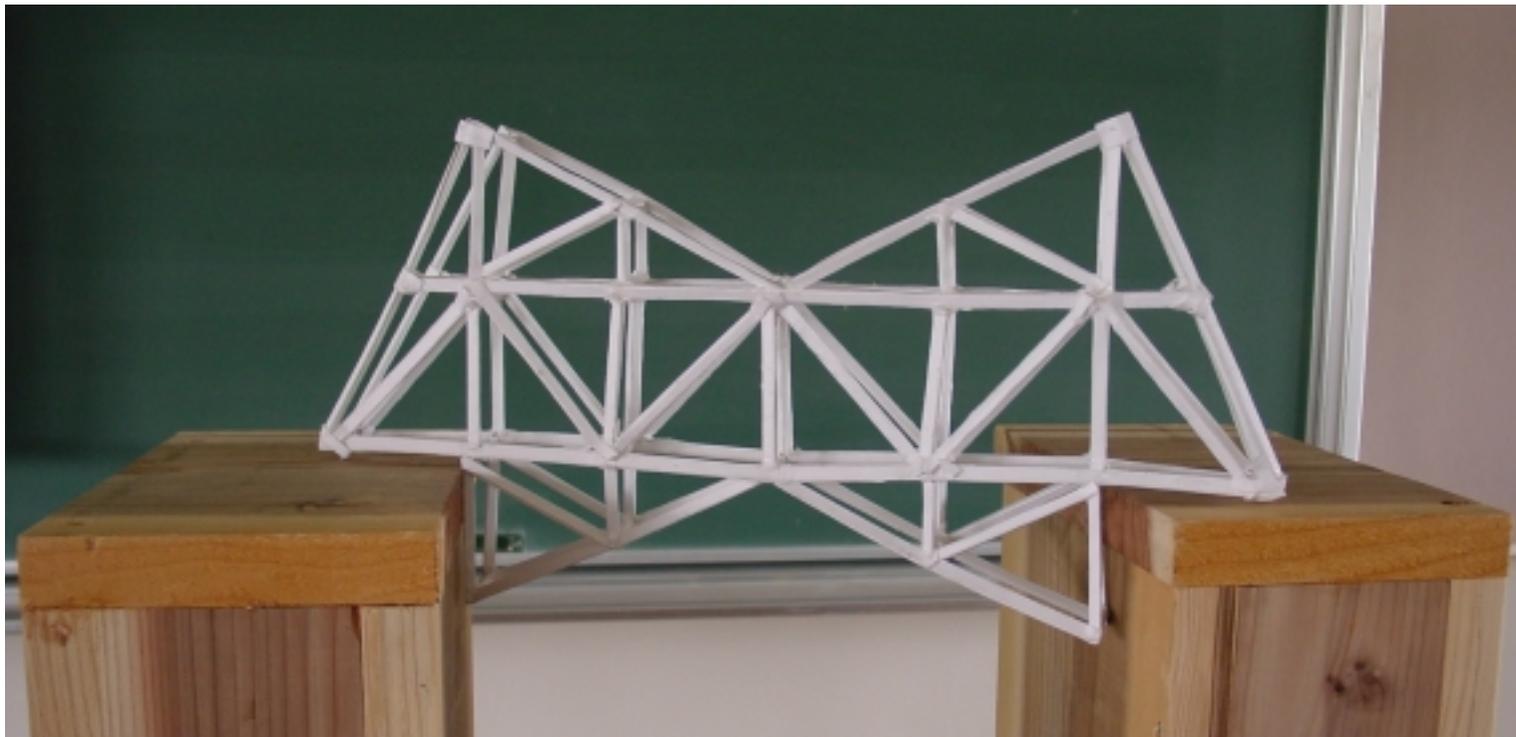
グループAB 強度35.6kgf



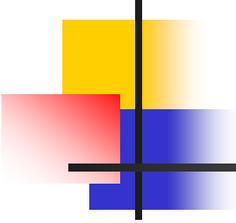
これまでにない段ボール構造を利用したアイデアが評価できる。

'03年度努力賞

グループZ 強度21.8kgf

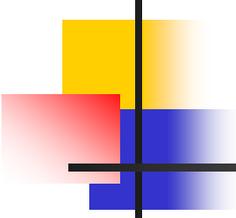


複雑なトラス構造を三角部材で丁寧に作成している。



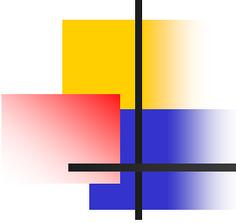
授業成果

- 最後までやり遂げた学生に関しては、大きな達成感がある。
- 建築構造に興味を持たせることができる。
- 構造力学、材料力学の重要性を認識させることができる。



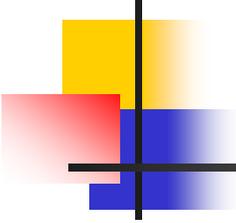
この授業の問題点

- 授業時間とパソコン数の不足
 - 発表に時間を要する(最低2コマ必要)
 - 一人一台のパソコンを確保できない
- 貢献度の評価
 - グループでプロジェクトを行う場合, 個人の貢献度をどのように評価するかが難しい
- TAが不可欠
- 毎年同じ課題だと, アイデアが枯渇し, マンネリ化する。



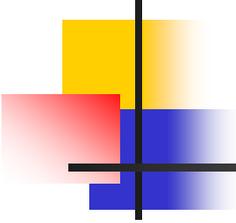
対策

- 2クラスに分けることにより, 授業時間とパソコン数不足の問題を解決する。
- 新たな制約条件を課すことにより, 問題解決能力を高める。
- ケント紙以外の新たな素材の導入を考える。



創成型授業の問題点

- かなり無駄と思われる部分が増える(発表時間, 実験時間など)
- 自己学習部分が多くなるため, 知識の習熟度に差が生じる



おわりに

- 創成型授業を軌道にのせるためには、かなりの試行錯誤が必要
- 若い人が新しい試みを行う場合、失敗覚悟の冒険が必要であり、それを許容する学科あるいは学部のバックアップが必要。
- 我々若い世代は、従来型の授業にとらわれず、新しい形の教え方をもっと色々模索すべきではないか。