

2018年(平成30年)1月28日  
卒業研究・制作・設計発表会

# 建物の耐震補強効果を実感できる ペーパー振動模型の開発

(その2)耐震補強部材の設計・制作と実演

長谷川研究室  
01412084 鈴木悠太

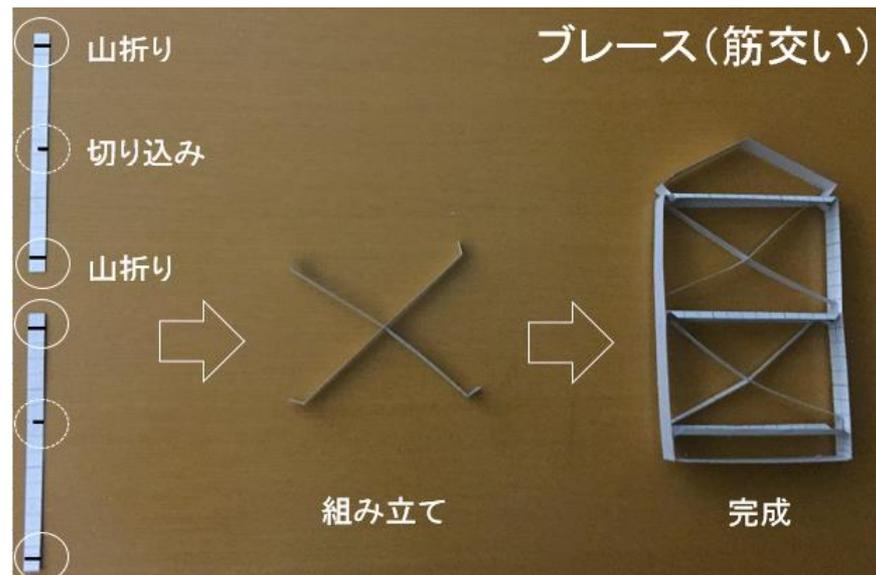
# 発表概要

1. 設計・制作した各種の耐震補強部材
2. 学習教材活用としての説明資料  
(インストラクションガイド)
3. まとめ

# 設計・制作した各種の耐震補強部材

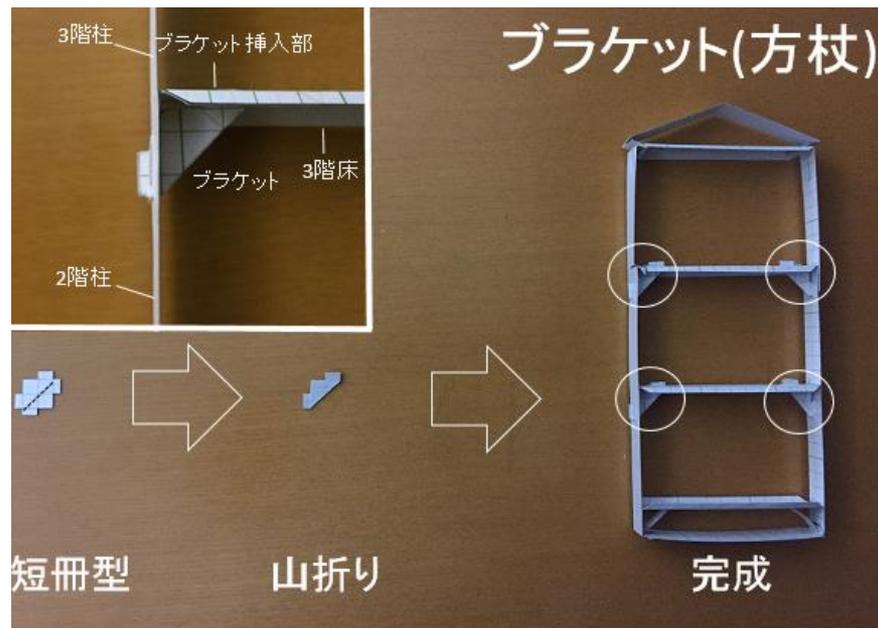
## ① ブレース(筋交い)

簡単に外れないように  
やや長め設計しました



## ② ブラケット(方杖)

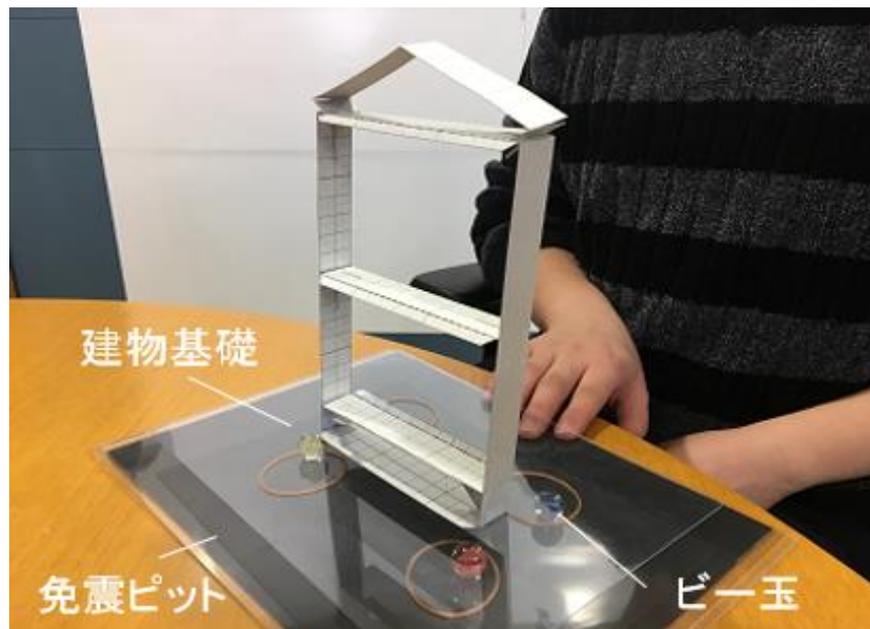
柱・梁接合部の耐震金物



# 設計・制作した各種の耐震補強部材

## ③免震レトロフィット

### 免震レトロフィットの免震効果



# 学習教材としての説明資料 (インストラクションガイド)

# 実験！ ペーパーモデル

ペーパー模型を組み立てよう！

# 1. 部材の切り出し

ペーパー模型を  
組み立てよう！

## 1部材の切り出し

2山折り・谷折り  
切り込み

3組み立て

4屋根を取り付ける

5ブレースの装着

6ブラケットの装着

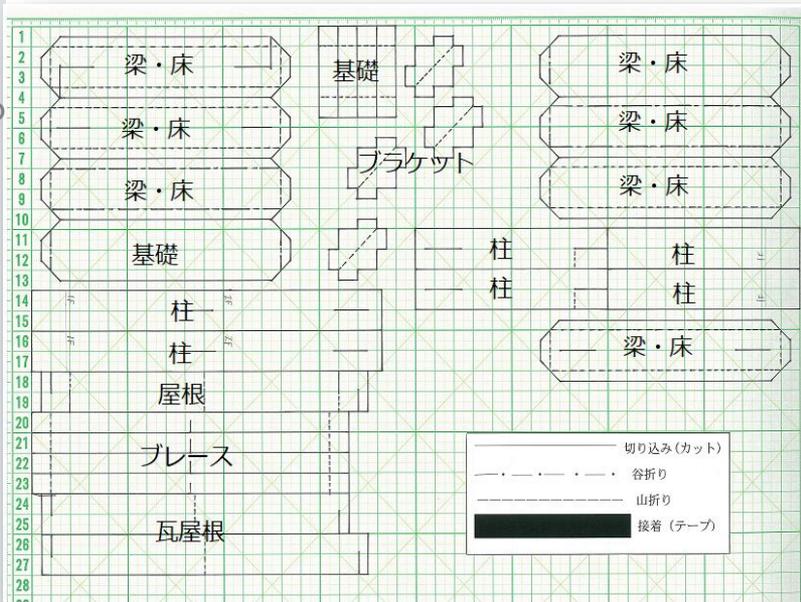
7実験開始！開始  
前に……

実験開始！

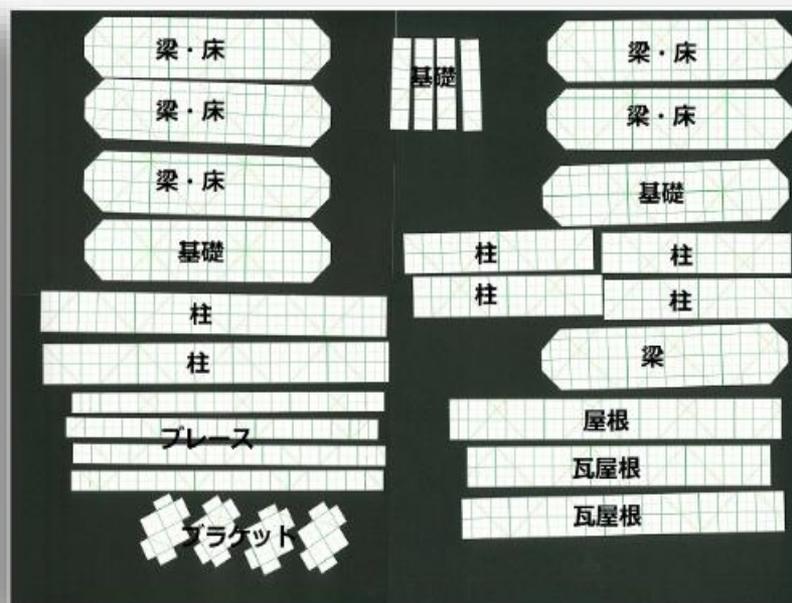
- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



## 工作用紙



## 切り出し

ペーパー模型を組み立てよう！

## 2. 山折り・谷折り・切り込み

ペーパー模型を  
組み立てよう！

1 部材の切り出し

2 山折り・谷折り  
切り込み

3 組み立て

4 屋根を取り付ける

5 ブレーズの装着

6 ブラケットの装着

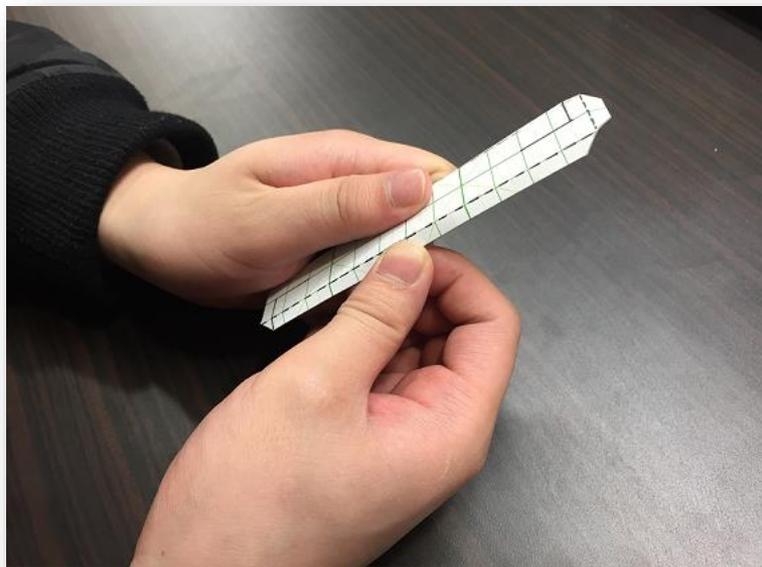
7 実験開始！ 開始  
前に……

**実験開始！**

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



山折り・谷折り



切り込み

ペーパー模型を組み立てよう！

# 3. 組み立て

ペーパー模型を  
組み立てよう！

1 部材の切り出し

2 山折り・谷折り  
切り込み

**3 組み立て**

4 屋根を取り付ける

5 ブレースの装着

6 ブラケットの装着

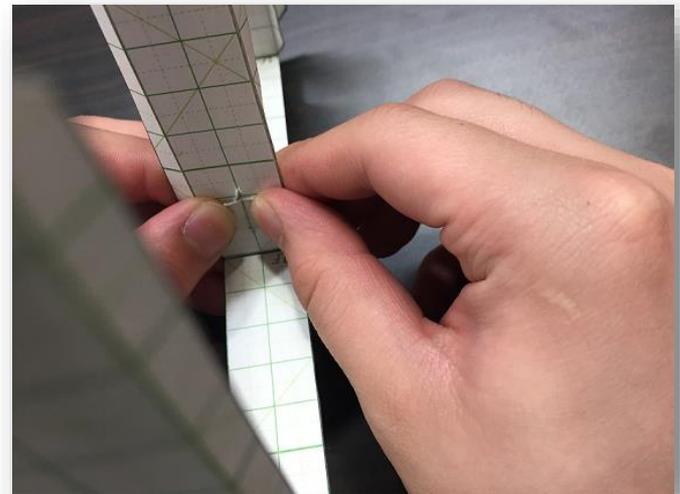
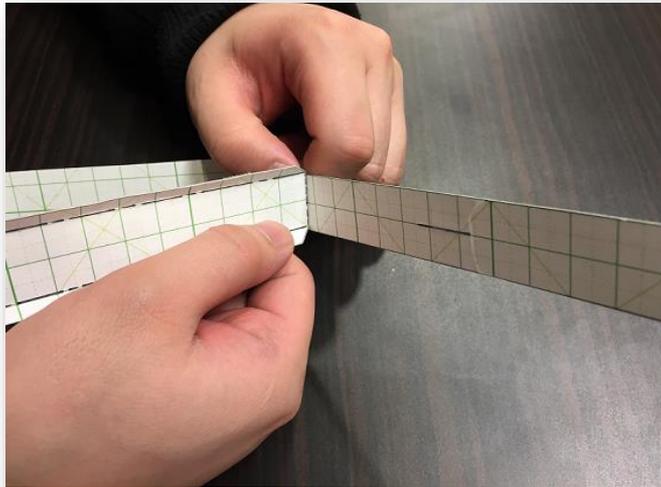
7 実験開始！ 開始  
前に……

**実験開始！**

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



ペーパー模型を組み立てよう！

## 4. 屋根を取り付ける

ペーパー模型を  
組み立てよう！

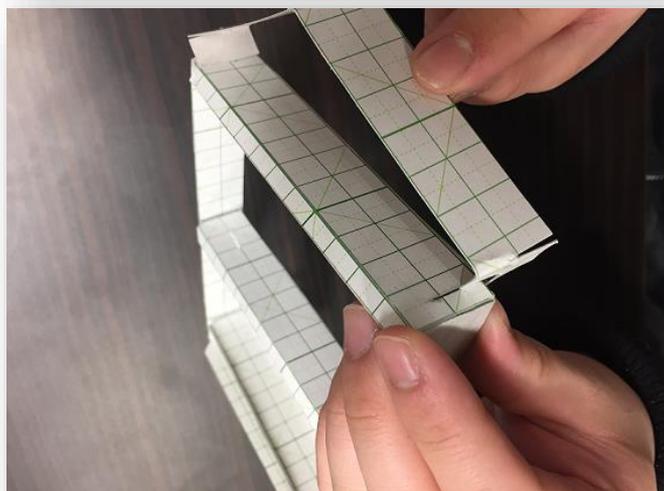
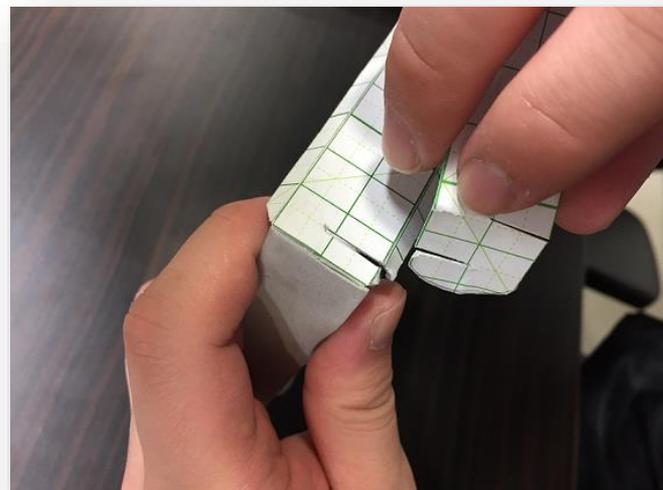
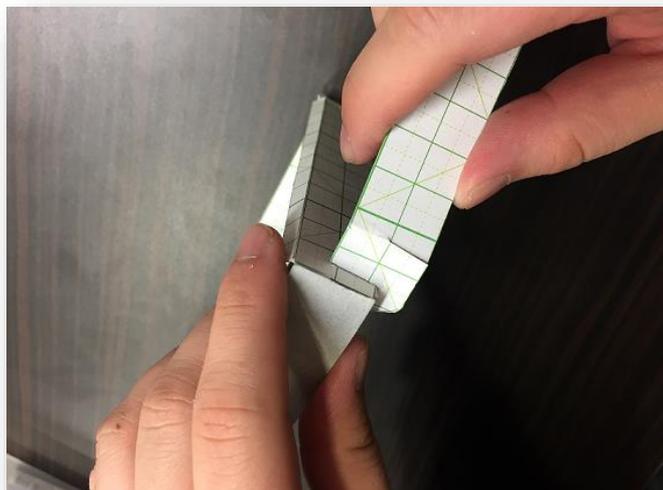
- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける**
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

**実験開始！**

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



ペーパー模型を組み立てよう！

# 5. ブレース(筋交い)の装着

ペーパー模型を  
組み立てよう！

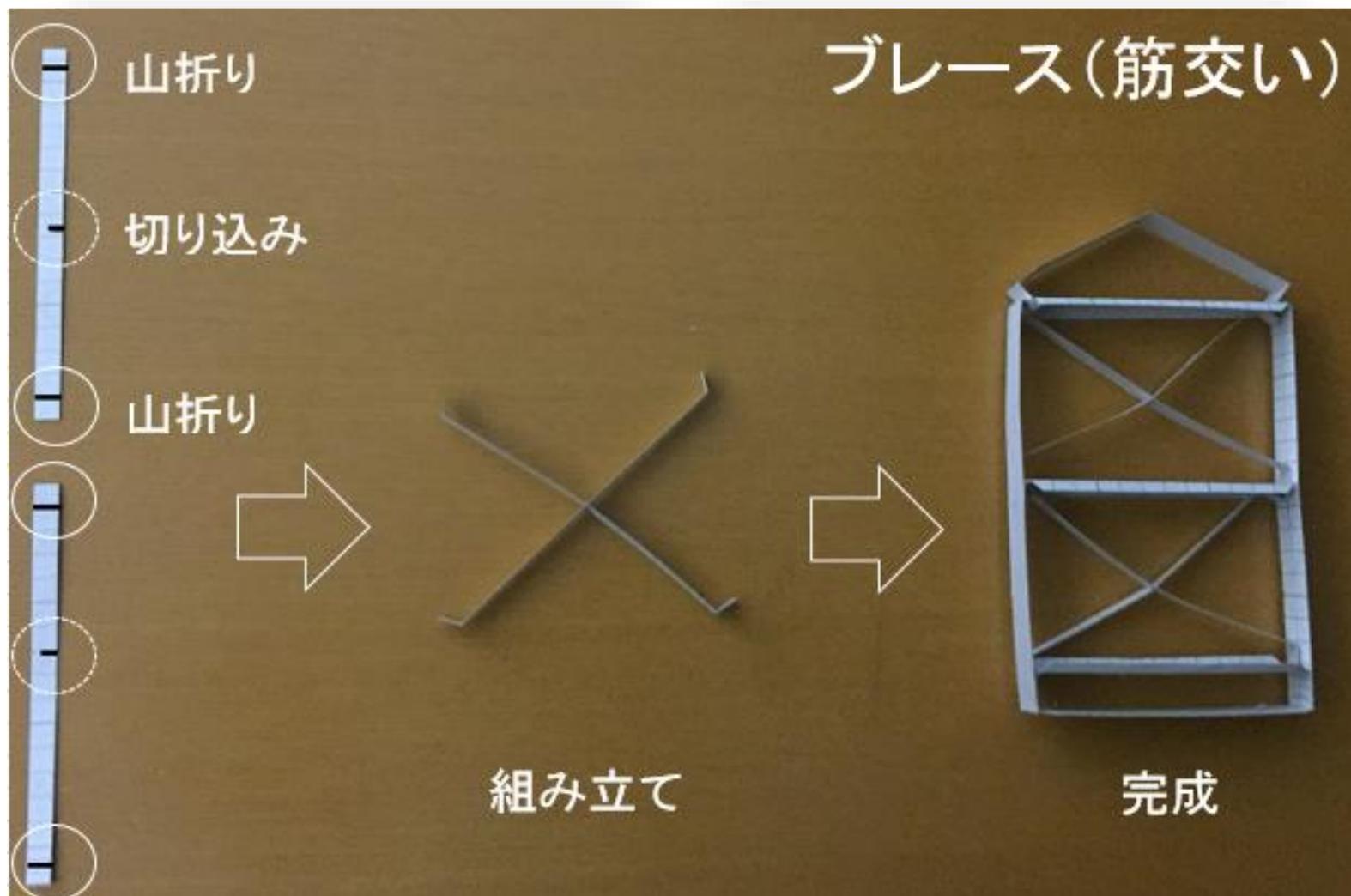
- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着**
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

**実験開始！**

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



ペーパー模型を組み立てよう！

## 6. ブラケット(方杖)の装着

ペーパー模型を  
組み立てよう！

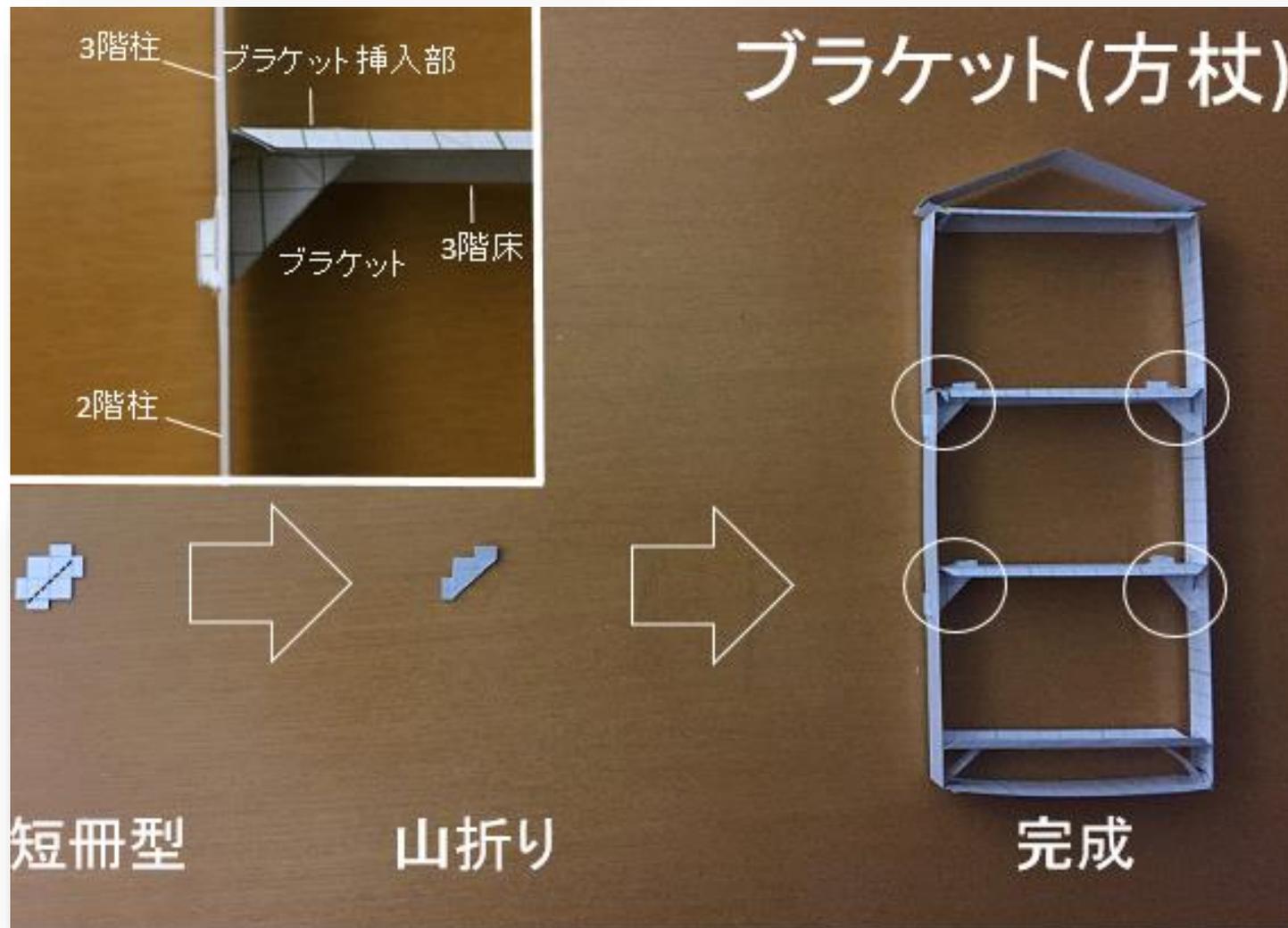
- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 **ブラケットの装着**
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと



# 実験開始！その前に……

ペーパー模型を  
組み立てよう！

- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 **実験開始！開始  
前に……**

実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと

- ・ペーパー模型は完成していますか？
- ・基礎部分に手を入れて揺すります。
- ・屋根、筋交いを付けずに揺すって見ましょう
- ・何も付けない時の揺れ方を覚えておいてください



# 屋根が重いと、どうなるの？(実験1)

ペーパー模型を  
組み立てよう！

- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

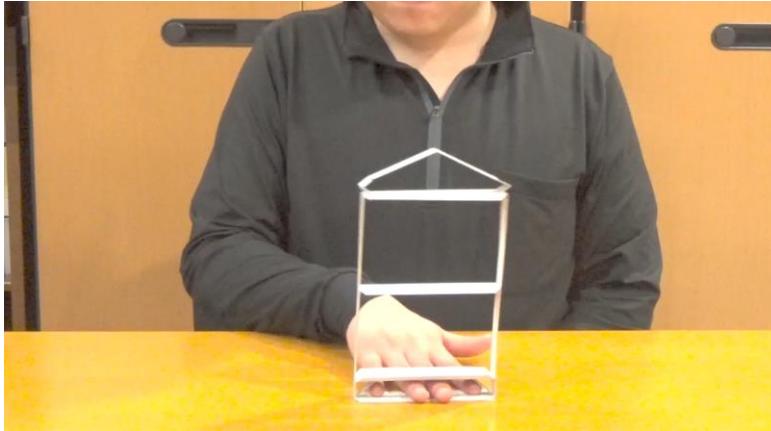
実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと

- ・屋根を付けて揺すってみましょう！
- ・揺れ方はどうなりましたか？



屋根の軽い建物



屋根の重い建物

# バランスが悪いと、どうなるの？(実験2)

ペーパー模型を  
組み立てよう！

- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

## 実験開始！

- ・実験1
- ・**実験2**
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと

・2階に筋交いを入れてみましょう！



# 補強すると、どうなるの？(実験3)

ペーパー模型を  
組み立てよう！

- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・**実験3**
- ・実験4

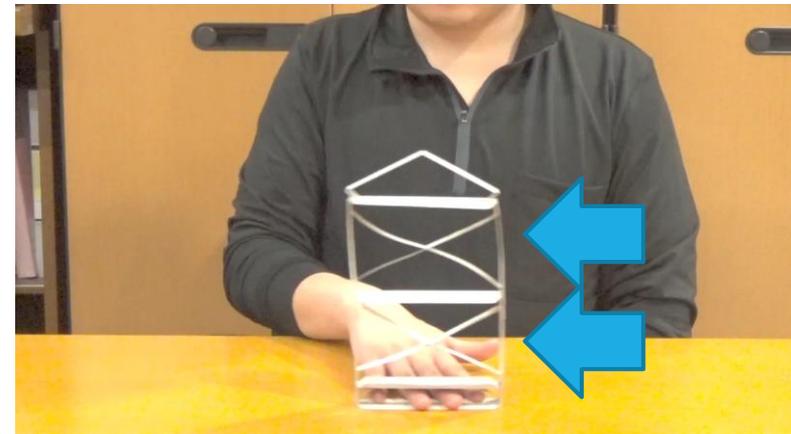
被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと

- ・1階にも筋交いを入れてみましょう！
- ・補強の効果が実感できますか？



補強前の建物



補強後の建物

# 3階建てだと、どうなるの？(実験4)

ペーパー模型を  
組み立てよう！

1 部材の切り出し

2 山折り・谷折り  
切り込み

3 組み立て

4 屋根を取り付ける

5 ブレースの装着

6 ブラケットの装着

7 実験開始！ 開始  
前に……

実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・**実験4**

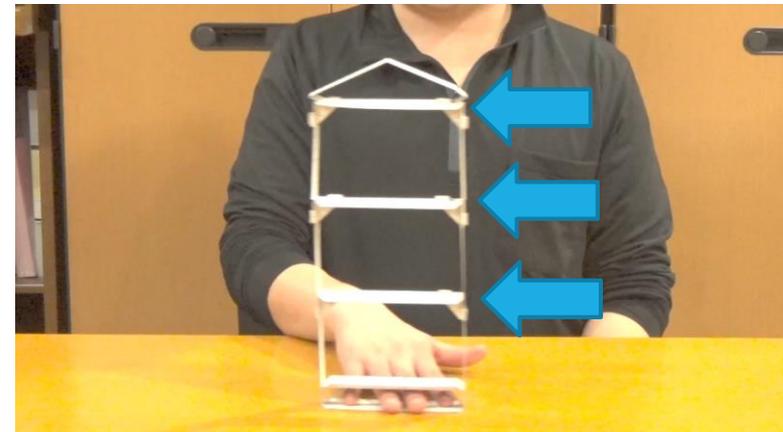
被害写真を見て  
見よう！

実験でわかったこと

・ブラケットあり／なしの揺れ方はどうなりましたか？



ブラケットなしの建物



ブラケットありの建物



2016年熊本地震



2016年熊本地震

被害写真を見てみよう！

- ・屋根が重そうですか？軽そうですか？

・1階部分が潰れていませんか？



# 実験でわかったこと！

ペーパー模型を  
組み立てよう！

- 1 部材の切り出し
- 2 山折り・谷折り  
切り込み
- 3 組み立て
- 4 屋根を取り付ける
- 5 ブレースの装着
- 6 ブラケットの装着
- 7 実験開始！ 開始  
前に……

実験開始！

- ・実験1
- ・実験2
- ・実験3
- ・実験4

被害写真を見て  
見よう！

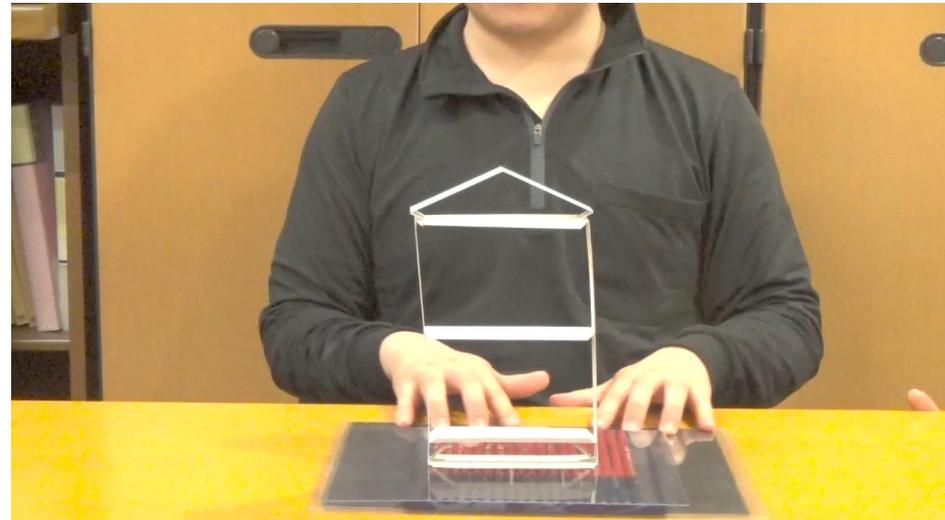
- 屋根は軽く、壁に筋交い！
- 強さのバランスが重要！
- 補強すると必ず強くなる！

# 免震レトロフィットにするとうなるの？

- ・在来建物と免震建物では揺れ方はどうなりましたか？



在来建物



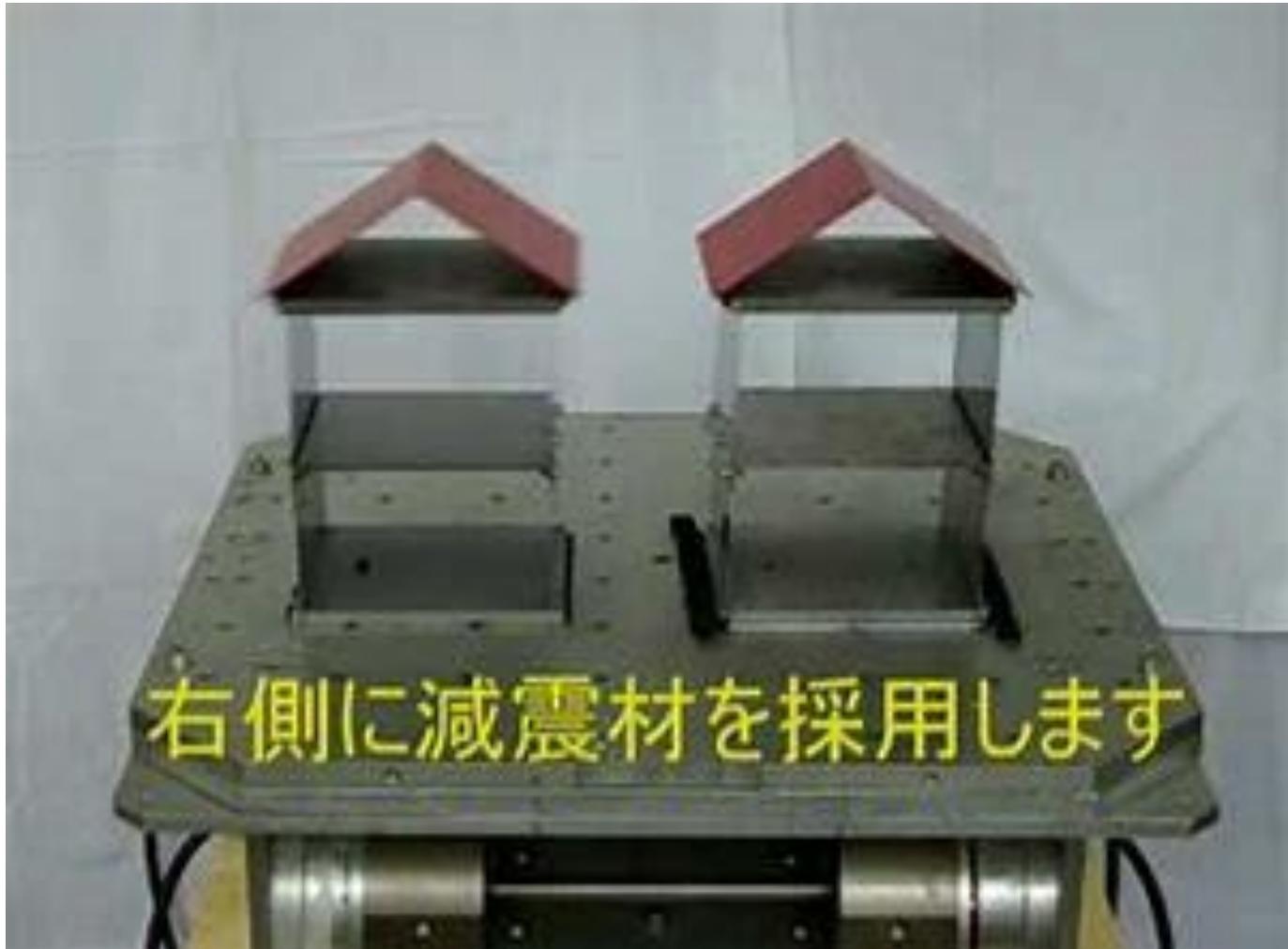
免震建物(丸鉛筆)

# まとめ

1. 誰でも簡単に制作可能
2. 簡単な実験により耐震補強効果を実感できる
3. 学習教材、防災教材としての活用

補足資料

# 機械式の振動模型



# 耐震金物の事例



# 国立西洋美術館



# 2階建てと3階建ての比較

