

# 「耐風性に優れた園芸施設開発のためのネット(網)の活用」

2022.2.17

沖縄県農業研究センター・農業システム開発班

玉城 磨



# 内容

- 沖縄県で利用されている園芸施設のタイプと課題
- ネットハウスの耐風性評価
- 検討中の新たな園芸施設の紹介

# 園芸施設の耐風性向上に関する課題

## ① 台風の大型化

耐風速60m/s  
強固な施設の倒壊



2009年10月8日 火曜

### 風速80級 日本襲う?

#### 今世紀後半 スーパー台風発生

地球温暖化がもたらす台風の大型化、日本に大きな被害をもたらす可能性が指摘されている。スーパー台風と呼ばれる、中心気圧が950hPa以下、最大風速が50m/s以上、直径が1000km以上の台風は、過去に数回発生しているが、今後その発生頻度が大幅に増加する可能性がある。気象庁は、2020年代後半には、日本にスーパー台風が発生する可能性が高くなることを警告している。

#### 温暖化で名古屋大チーム予測

名古屋大学気象学研究所の研究者らが、スーパー台風の発生頻度を予測した。その結果、2020年代後半には、日本にスーパー台風が発生する可能性が高くなることを警告している。

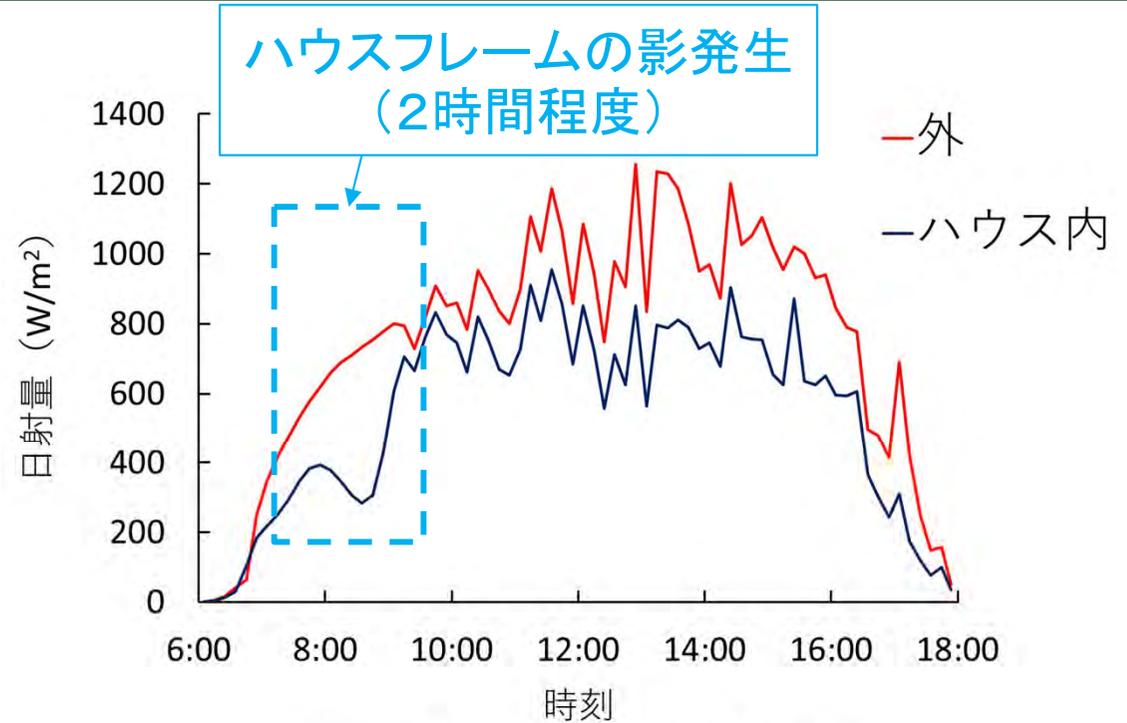
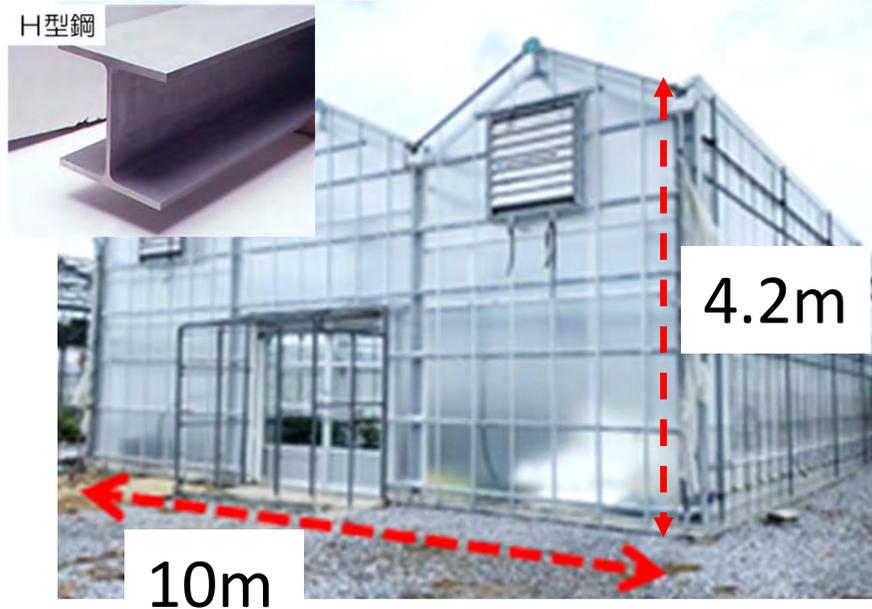
## ② 施設強化・補強に必要な鋼材の価格高騰



低コストで耐風性を向上できる手法が必要

# 沖縄の園芸施設の例(3例)

# ①耐風性に優れた施設(H形鋼プラスチックハウス等)



利点①: 高い耐風性  
(最大瞬間風速60m/sの風圧力に耐える設計)

欠点①: 材料多く、高コスト  
欠点②: 材料多く、ハウス内に影



# 沖縄県の園芸施設(普及推奨型)

## 強化型施設



一般的なメイン  
フレームサイズ

直径42.7mm×肉厚2.3mm  
直径48.6mm×肉厚2.3mm

### フィルム等の被覆方法

屋根面・側面・妻面共にネットを被覆。

各面のネット上には巻上可能なフィルムを被覆。

台風来襲時にはフィルムを巻き上げる。

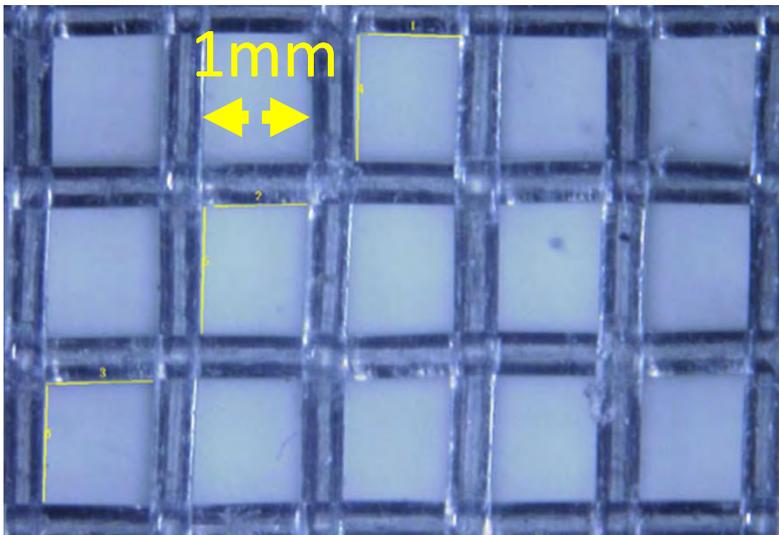
# 直方体型ネットハウス

## 平張施設



メインフレーム：辺50.0mm×肉厚2.3mm

間隙の長さ(ここでは「目合い」と呼ぶ)



**利点**：低コスト(≒4,000円/m<sup>2</sup>)  
台風被害は殆ど無し

**課題**：耐風性は経験的評価

耐風性の評価手法が無い

# ネットを被覆した園芸施設の耐風性

# ネットで覆われた平張施設の課題

平張施設の耐風性は不明確

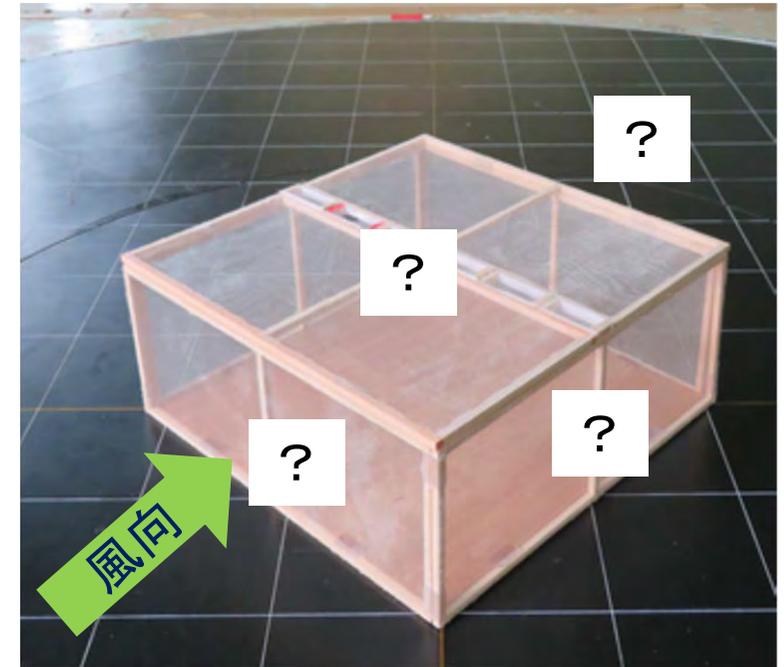


過去20年、改良・改善無



何故か？＝強度計算に必要な「**風力係数**」が不明

# ネットの風力係数



$$C_f = \frac{F_n}{q \cdot A}$$

実測値

風速から導出した  
ネットに生じる力

$C_f$  [-]: 風力係数

$F_n$  [N]: 測定面に垂直に作用する風力

$A$  [m<sup>2</sup>]: 測定面の面積

$q$  [N/m<sup>2</sup>]: 速度圧

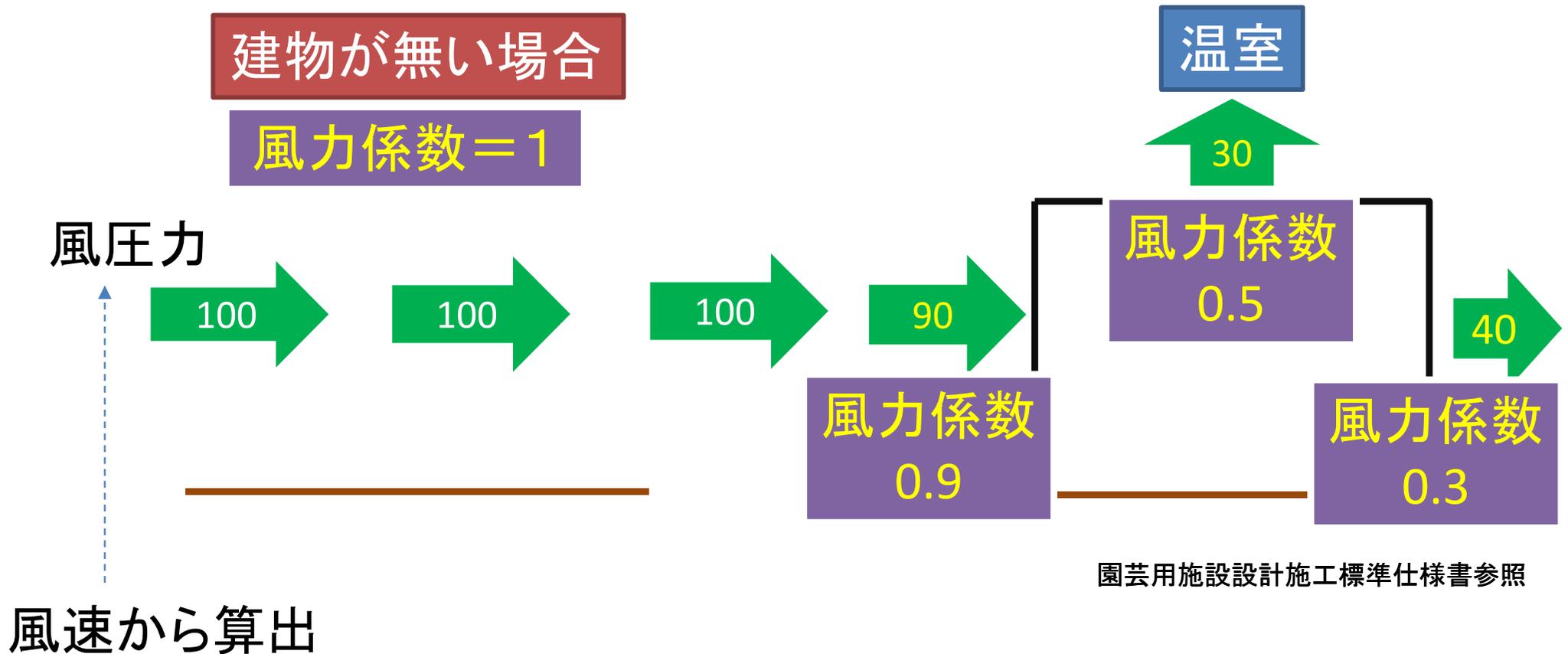
$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]: 空気密度

$U$  [m/s]: ネットハウスの軒高と同じ高さで測定したネットハウス風上側の平均風速

$$q = \frac{1}{2} \rho U^2$$

# 建物の風力係数

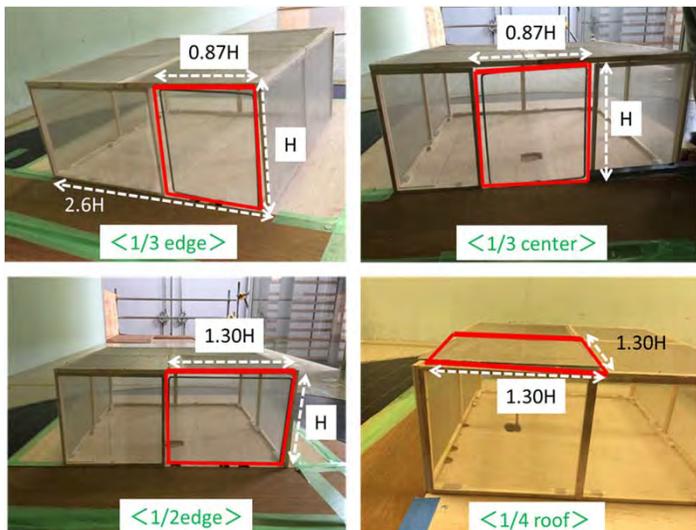
建物が無い場合の風圧力に対し、建物の風上側面、風下側面、屋根面等に与えられる風圧力の割合



フィルムを被覆した温室の風力係数は既知

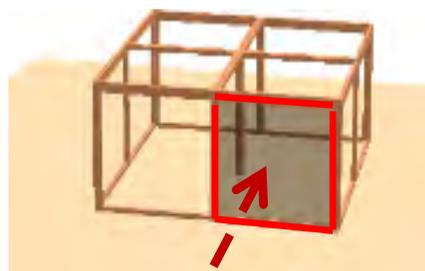
# 新しいネットハウスの設計手法に係る研究

## 風洞実験

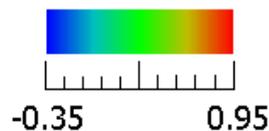


## 数値計算

Scale model

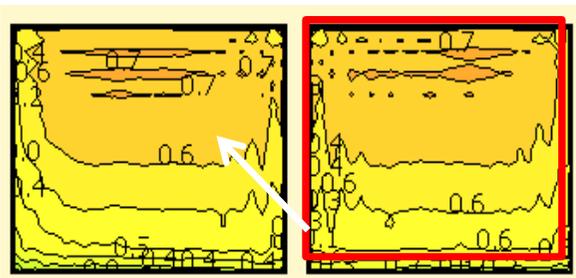


Red color area where  $C_n$  is averaged



Wind force coefficient ( $C_n$ )

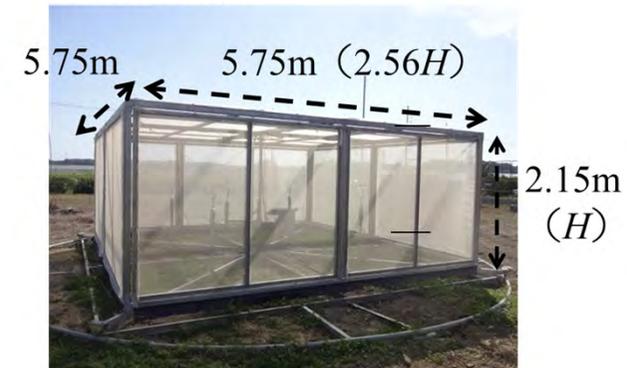
Wind direction  $0^\circ$  (windward)



$C_n: 0.628$

## 現場実証試験

ネットハウス



## 風圧力の実測



ロードセル

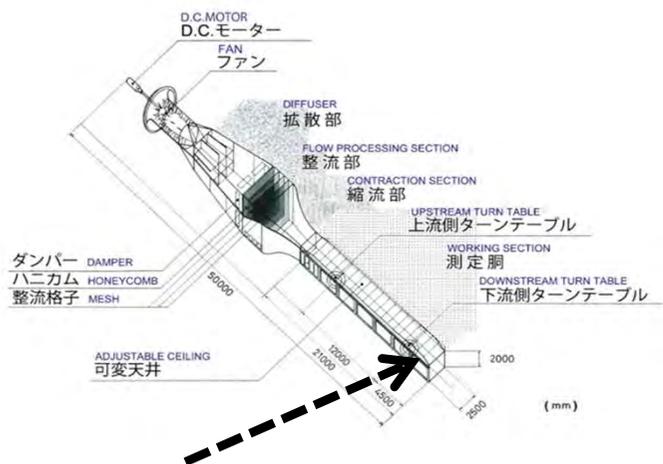


RB-Phi-120  
(Phidgets 社製)

## 風速の実測

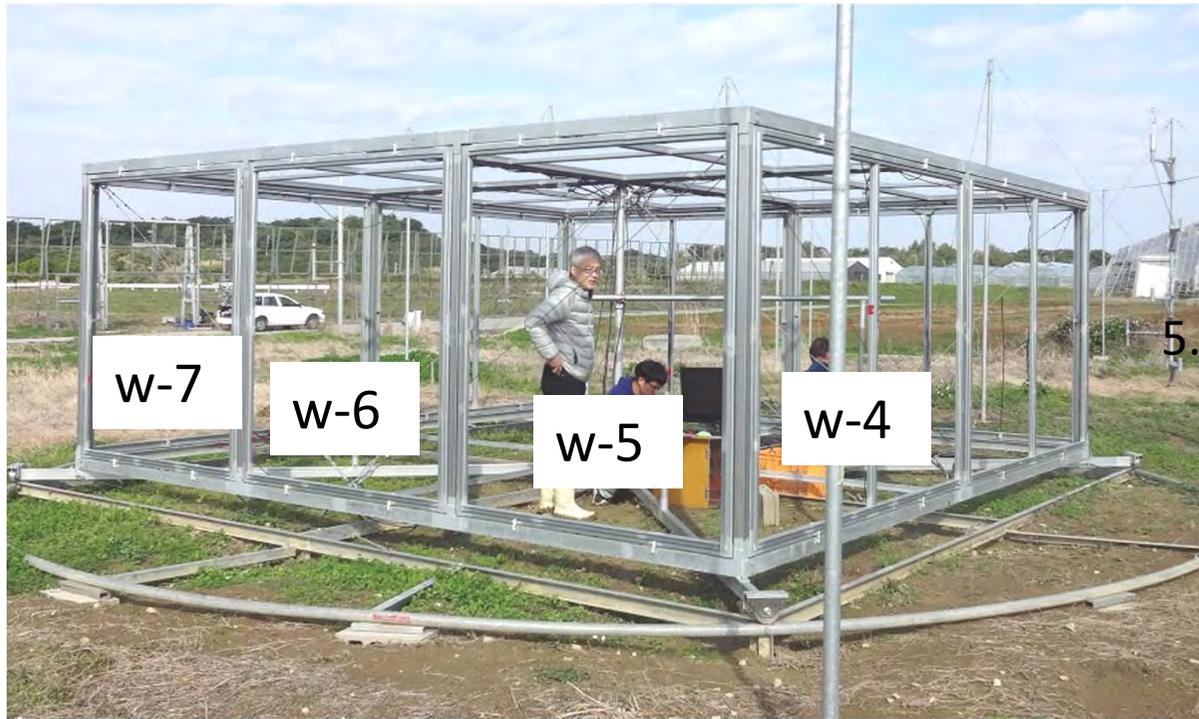


超音波風速計 12

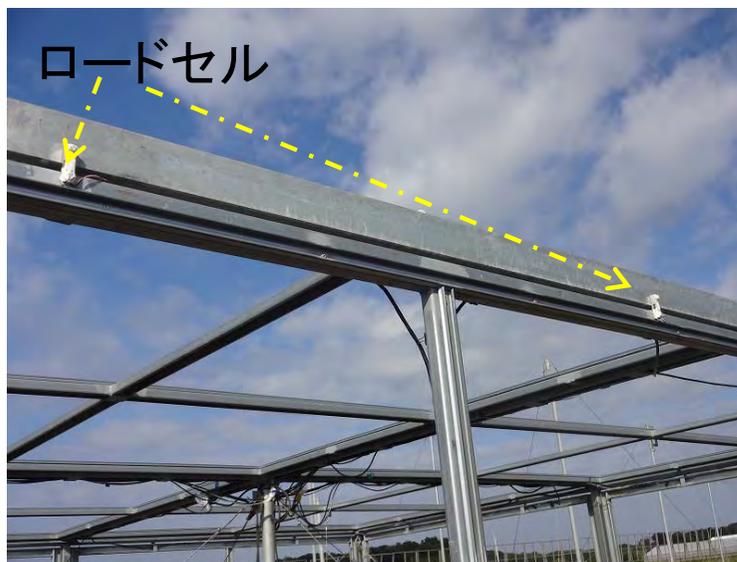
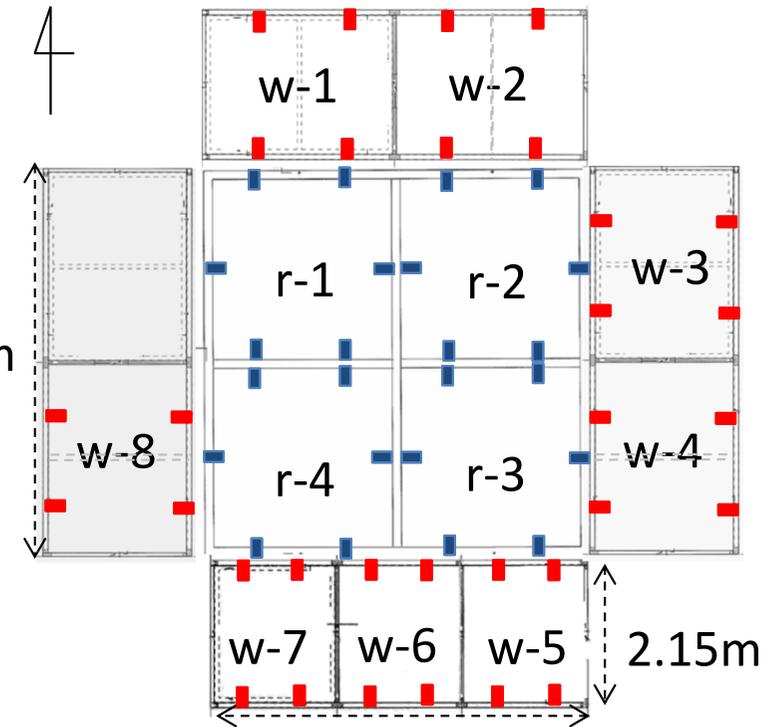


模型設置位置

# 風力の測定



展開図



ネットハウスの  
フレーム



風力測定用フレーム

ロードセル



50kg対応

RB-Phi-120  
(Phidgets 社製)

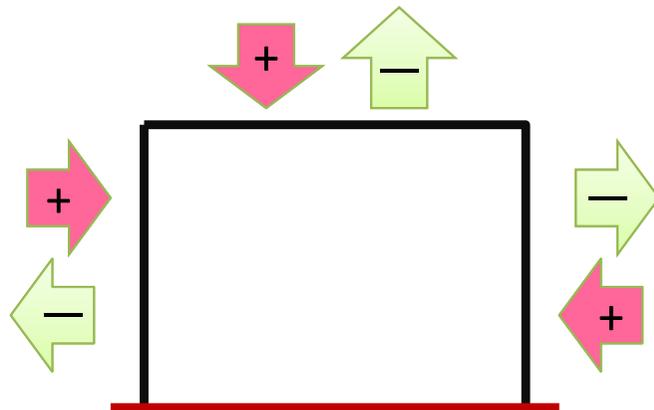
# 結果

# 結果

表1 晴天時のネットハウスの風力係数

目合い:0.4mm Φ(充実率):38%	風洞実験	野外観測 (雨無時)
屋根面	0.02	0.02
風上壁面	0.6	0.55
風下壁面	-0.2	-0.13

※



風力係数 $C_f$ の符号:

ハウスの外側から内側に作用する場合を**プラス**、  
内側から外側に作用する場合を**マイナス**とした。



2018年台風24号来襲時の  
実験用ネットハウスの被害

屋根面の風力は小さいはず？  
降雨の影響か？

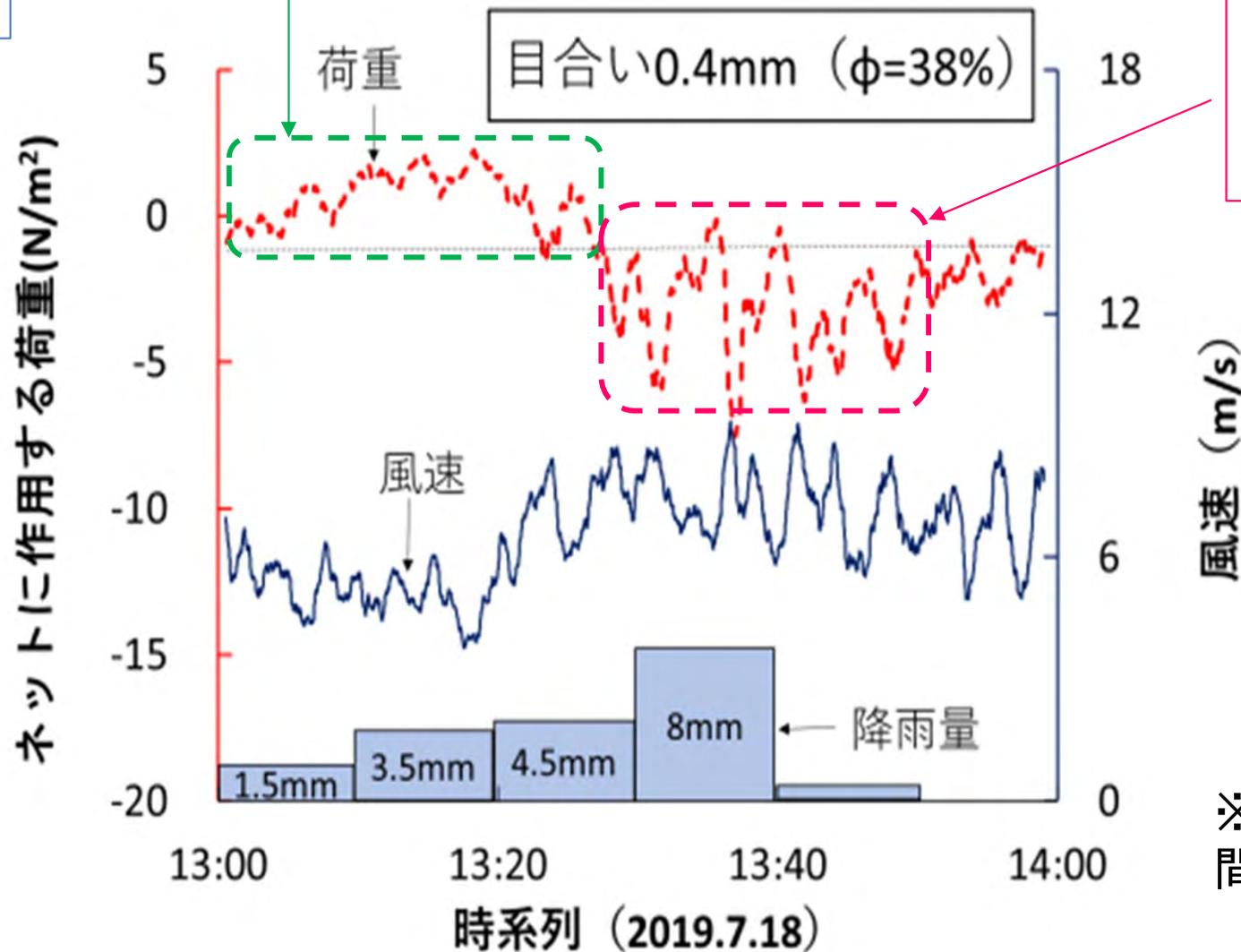


屋根の風力係数に着目して分析

荷重の方向  
+ 上向き  
- 下向き

雨滴の重みの影響で荷重は下向き

ネットの間隙が目詰まりし、フィルムを張ったかのような上向きの力が発生



※目合い:  
間隙1辺の長さ

図1 ネットハウス屋根面に生じた風力、風速、降雨の時系列  
(風速と荷重は60秒間の移動平均値)

# ネットに対する降雨の影響

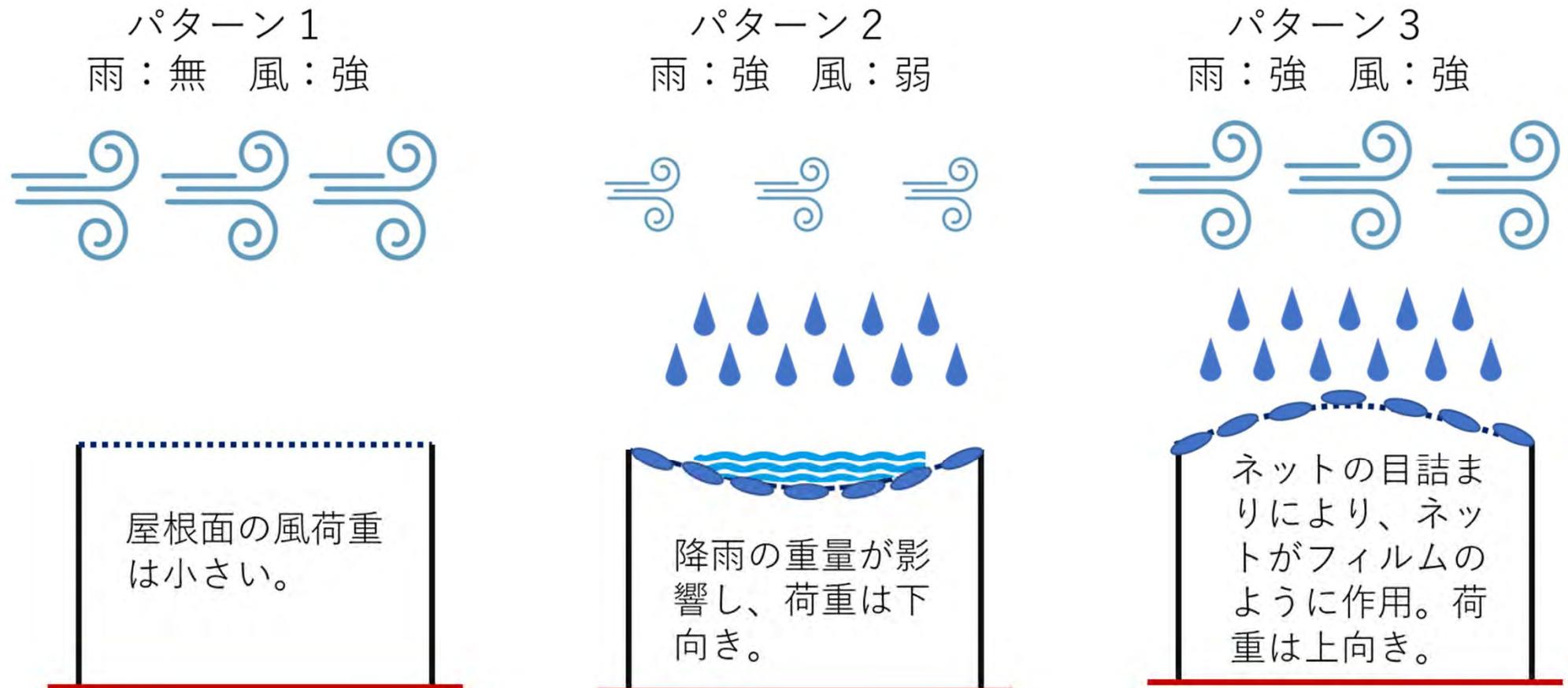


図2 降雨と風が平張施設の屋根面に及ぼす影響と類別

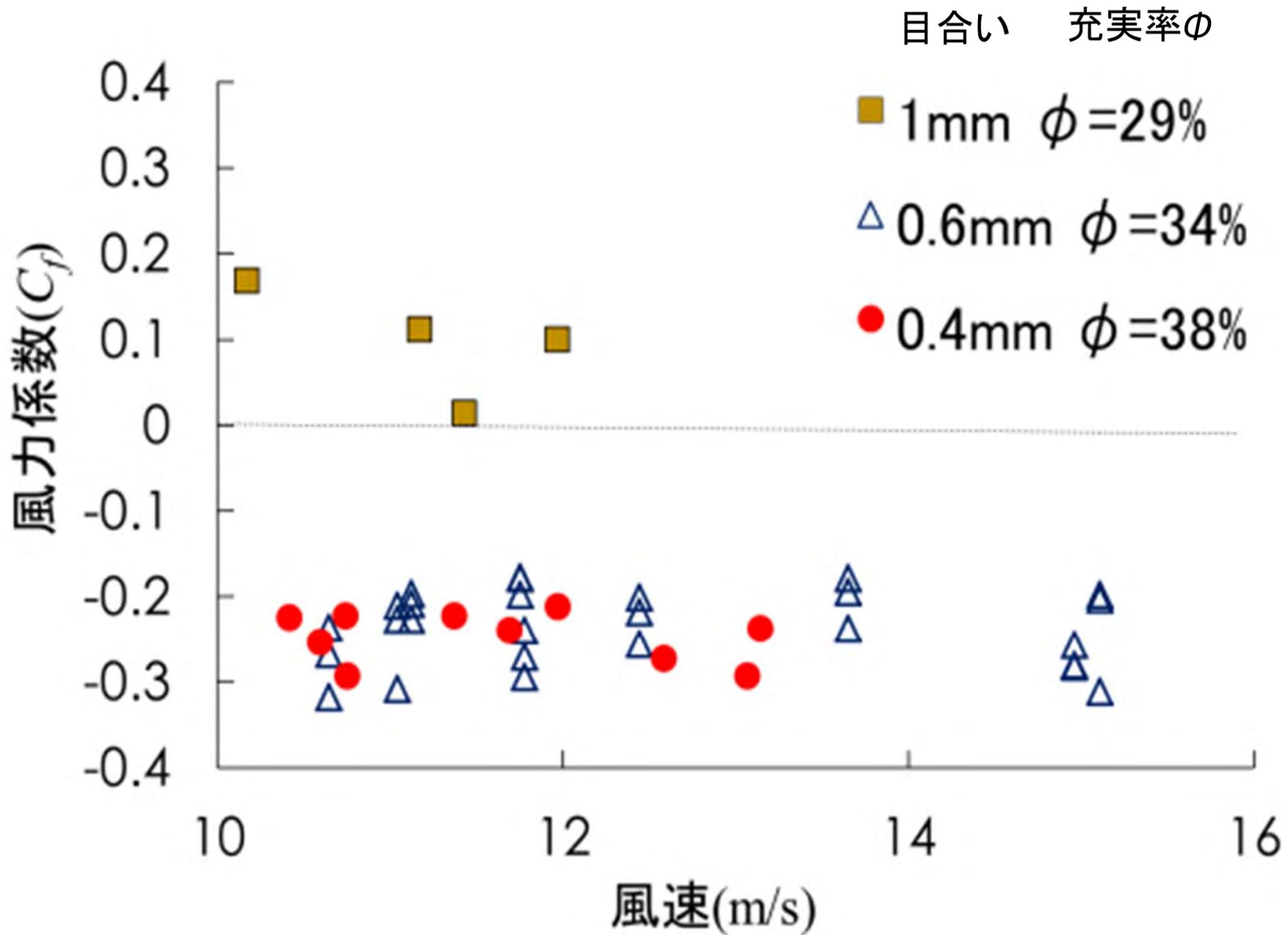


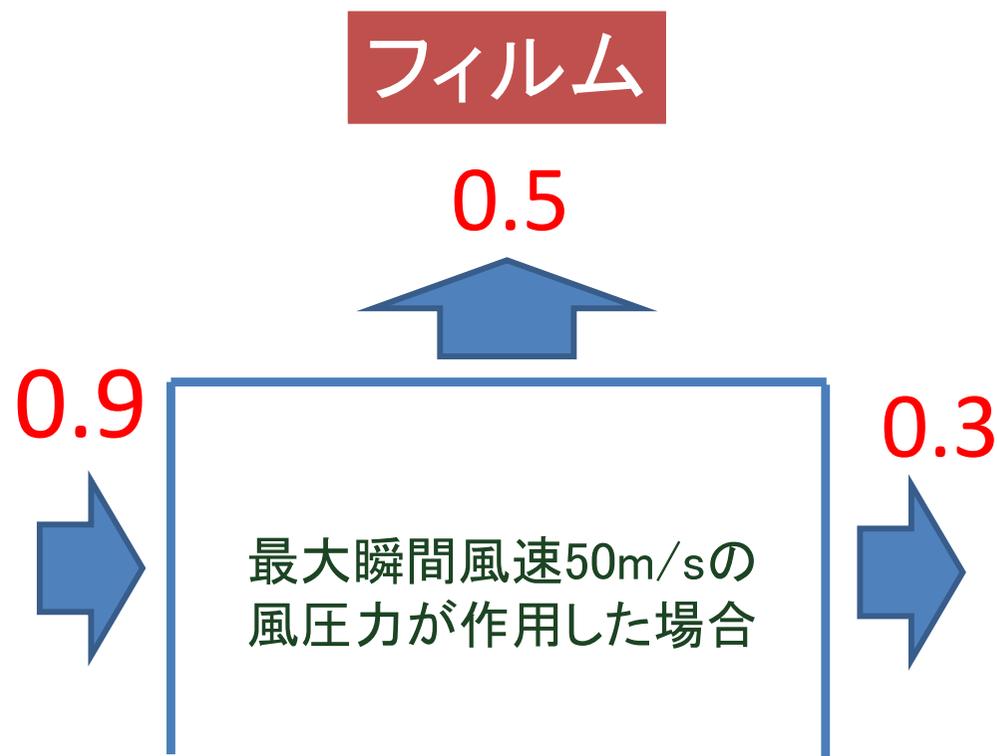
図3 降雨時のネットハウス屋根面における風力係数

# ネットハウス(目合い1.0mm、充実率29%)とフィルムを被覆した場合の風力係数の比較

降雨時を想定



風上側風圧力: 92kgf/m<sup>2</sup>



風力係数: 園芸用施設設計施工標準仕様書参照

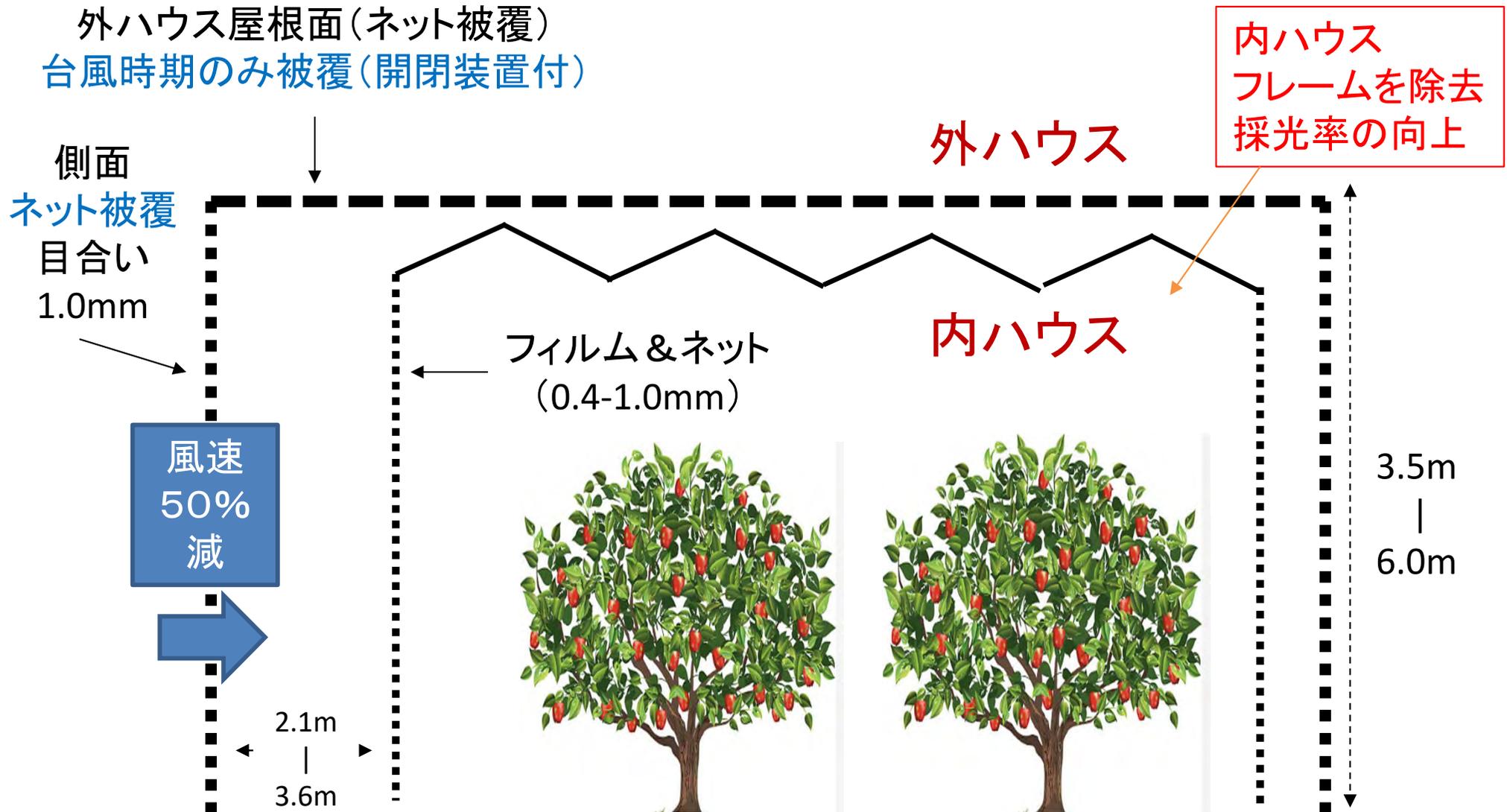
風上側風圧力138kgf/m<sup>2</sup>

・ネットに生じる風圧力は、フィルム被覆時よりも低下する。

# 検討中の新たな園芸施設

# ネット（網）を活用した低コスト耐風性ハウスのイメージ

面積当たりの増収のために高軒高、低コストと耐風性の両立



# まとめ

- 直方体型ネットハウスの設計に必要な風力係数が実験的に求められた。
- ネットに生じる風圧力は、フィルム被覆時よりも低下する。

# 謝辞

京都大学防災研究所丸山敬教授、(財)防災研究協会 主任研究員 西村宏昭博士には、実験の準備や結果の考察にあたり、多大なご協力を頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。