

# 昇温抑制の方法，機器および資材



広島県立総合技術研究所農業技術センター

# 目次

## 1) 昇温抑制の方法

## 2) 換気

(1) 原理

(2) 方法

## 3) 遮光

(1) 原理

(2) 方法

(3) 資材

## 4) 冷房

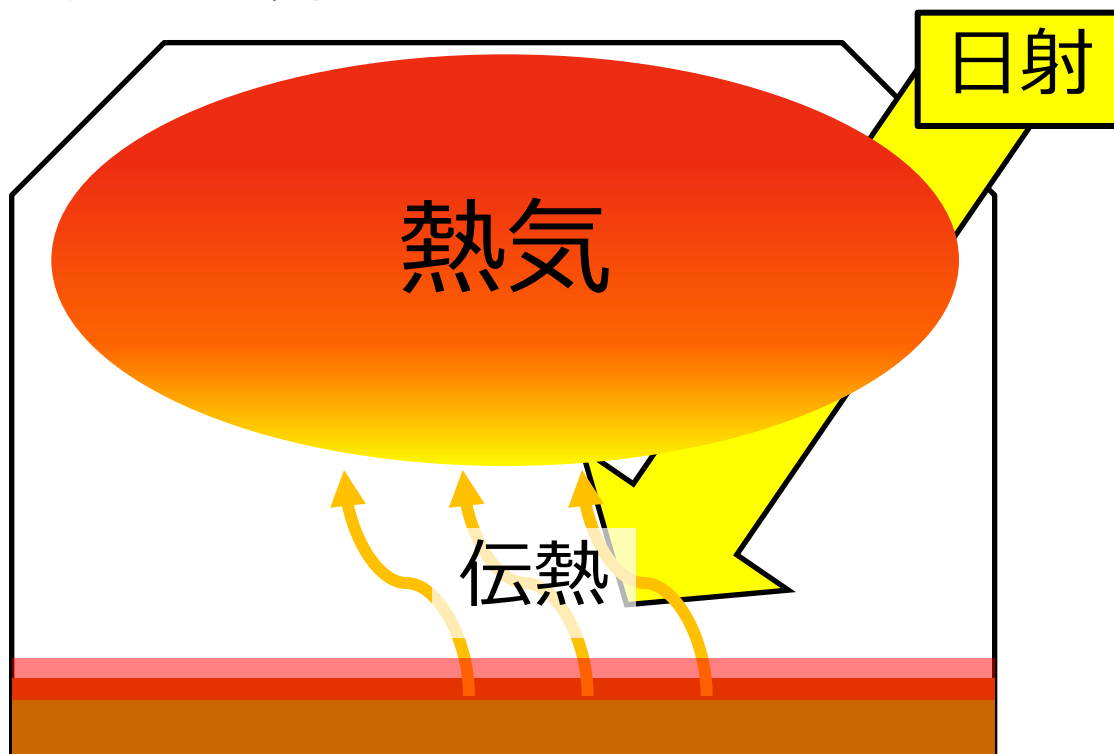
(1) 熱交換

(2) 気化冷却

# **1) 昇温抑制の方法**

# 夏季の高温

- ・ 地表面が照射され、地温が上昇
- ・ 地表面から空気へ伝熱し、その熱せられた空気はハウス上層部に上昇
- ・ 施設外への空気拡散が少ないとハウス内に熱気が蓄積し、ハウス内の気温が上昇



# 昇温抑制の方法

Step1.ハウス内気温を外気温と  
同等にする

⇒換気



Step2.ハウス内に入射する過剰な  
光を減らす

⇒遮光



Step3.ハウス内気温を外気温より  
低くする

⇒冷房

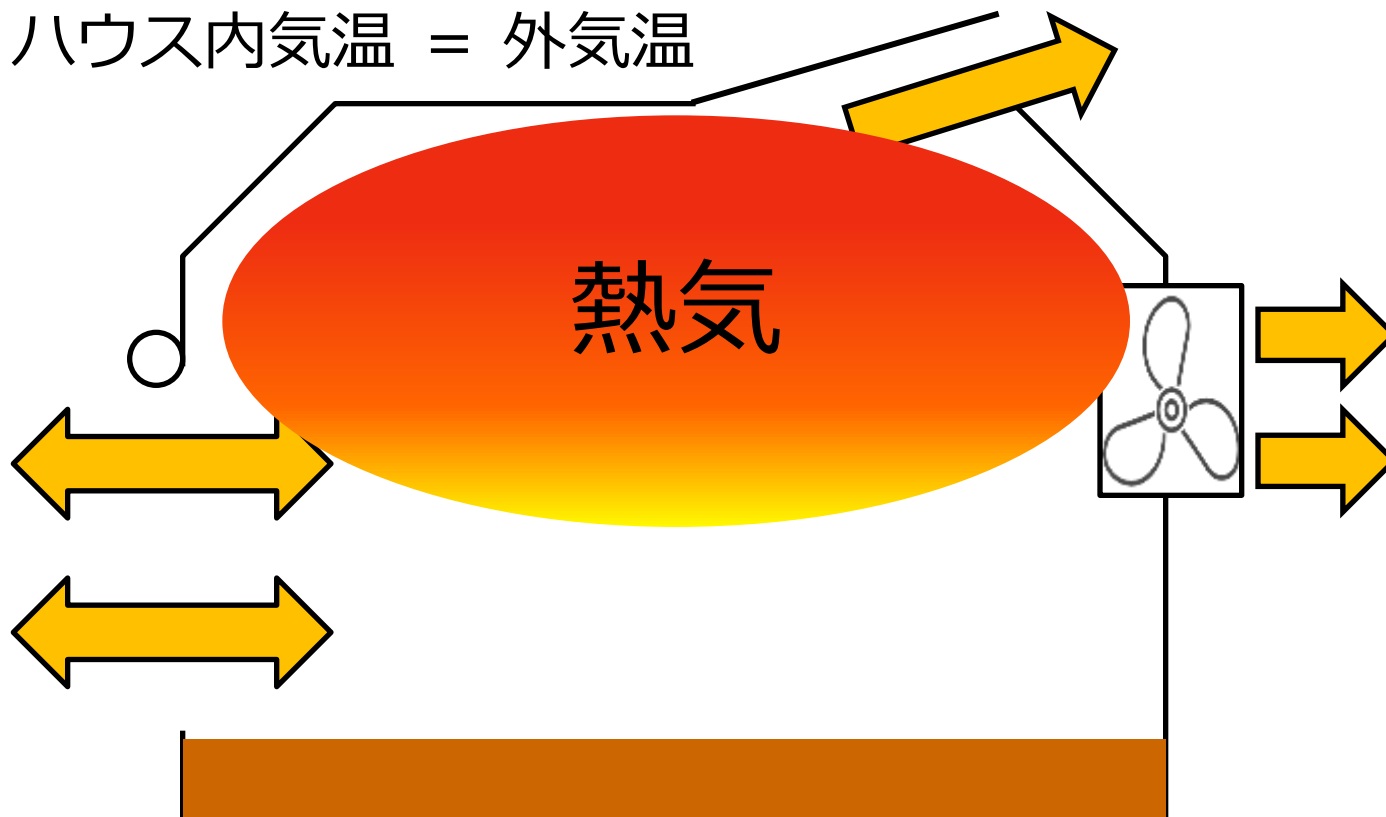


## 2) 換気

# 換気の意義

- ・ 施設内外の空気を入れ換え，施設内の気温を施設外の気温に近づける
- ・ ハウス内気温を外気温以下に下げることが不可能
- ・ 自然換気と強制換気の2方法

目標：ハウス内気温 = 外気温



# ①自然換気

- ・ 風，施設内外の気温差によって空気を入れ換える方法
- ・ 妻面の窓等は換気位置を高くすると効果的
- ・ 施設外の気象条件に影響を受けやすい（風向，風速等）  
ex. 天窓，側窓，肩換気，谷換気，妻面開放



見学可

手動側窓換気  
くるっ子，誠和(株)



見学可

自動側窓換気  
くるファミAceⅢ，誠和(株)



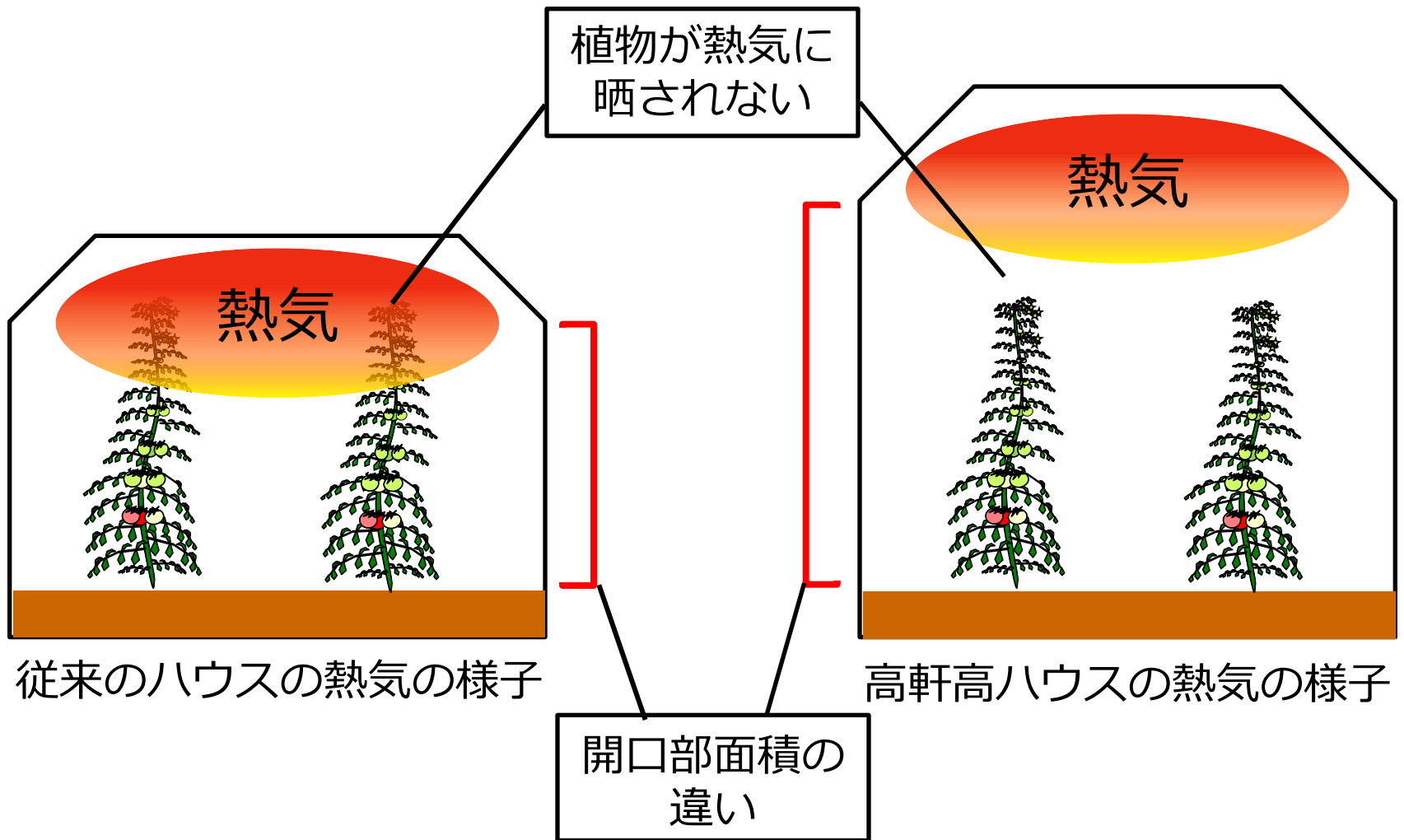
見学可

妻面開放  
簡易で効果大



## ②高軒高化

- 近年，軒高が高いハウスが注目されている



## ②高軒高ハウス

見学可



両屋根型

見学可



片屋根型

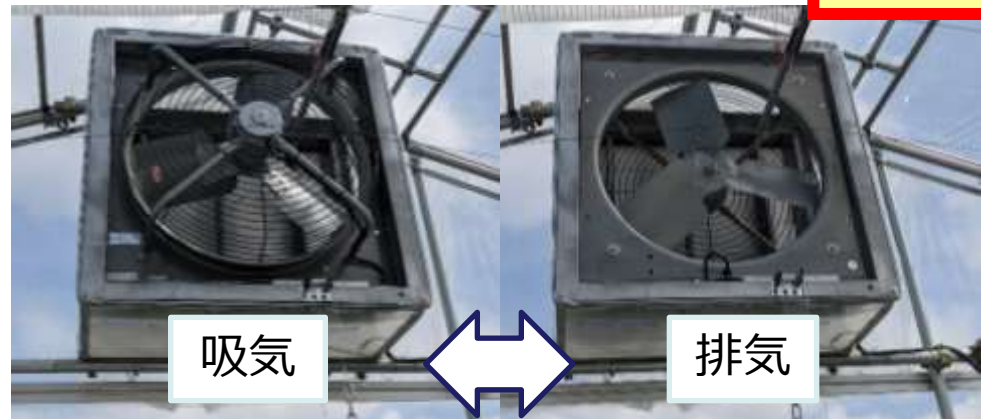
### ③強制換気

- ・換気扇等によって、強制的に施設内に空気を入れ換える方法
- ・排気型の場合、吸気口から換気扇までの距離は約**60 m**が限界（Bartoket al., 2007）
- ・夏季の高温時は吸気型（外気を施設内に入れる）が効果的と考えられる



見学可

排気用換気扇  
フルタ電機(株)

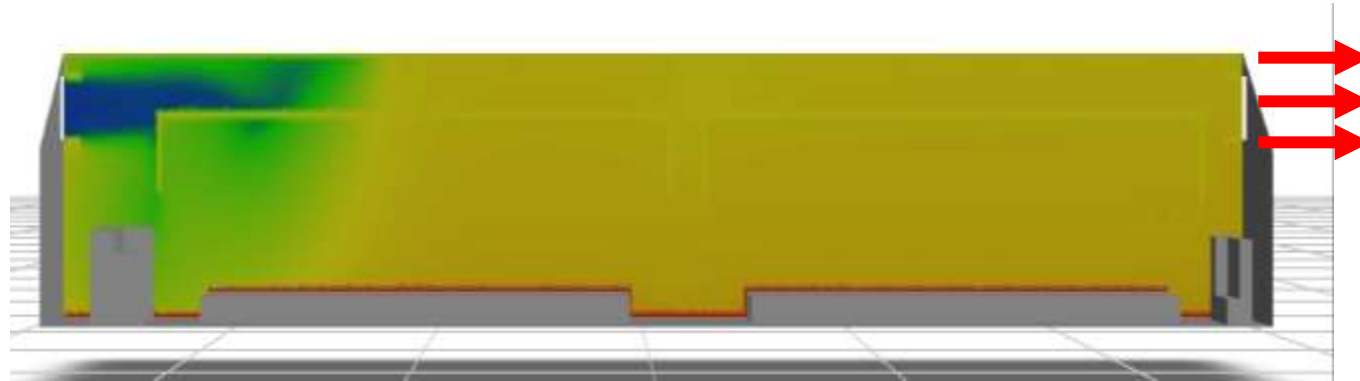


見学可

排吸気切替型換気扇  
フルタ電機(株)

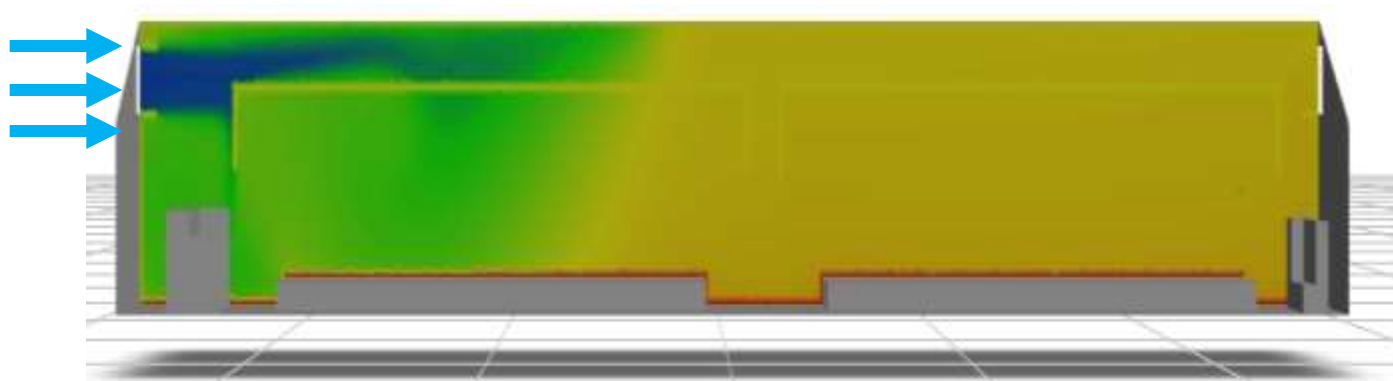
### ③強制換気（イメージ図）

①排気型（50秒後）



内気温：40℃  
外気温：32℃

②吸気型（50秒後）



(℃)

50

40

30

## 3 ) 遮光

# 光の種類

- ・ 光合成に必要な光の波長域は**400~700**  $\mu\text{m}$
- ・ 可視光（ヒトの目に見える光）と同等の波長域

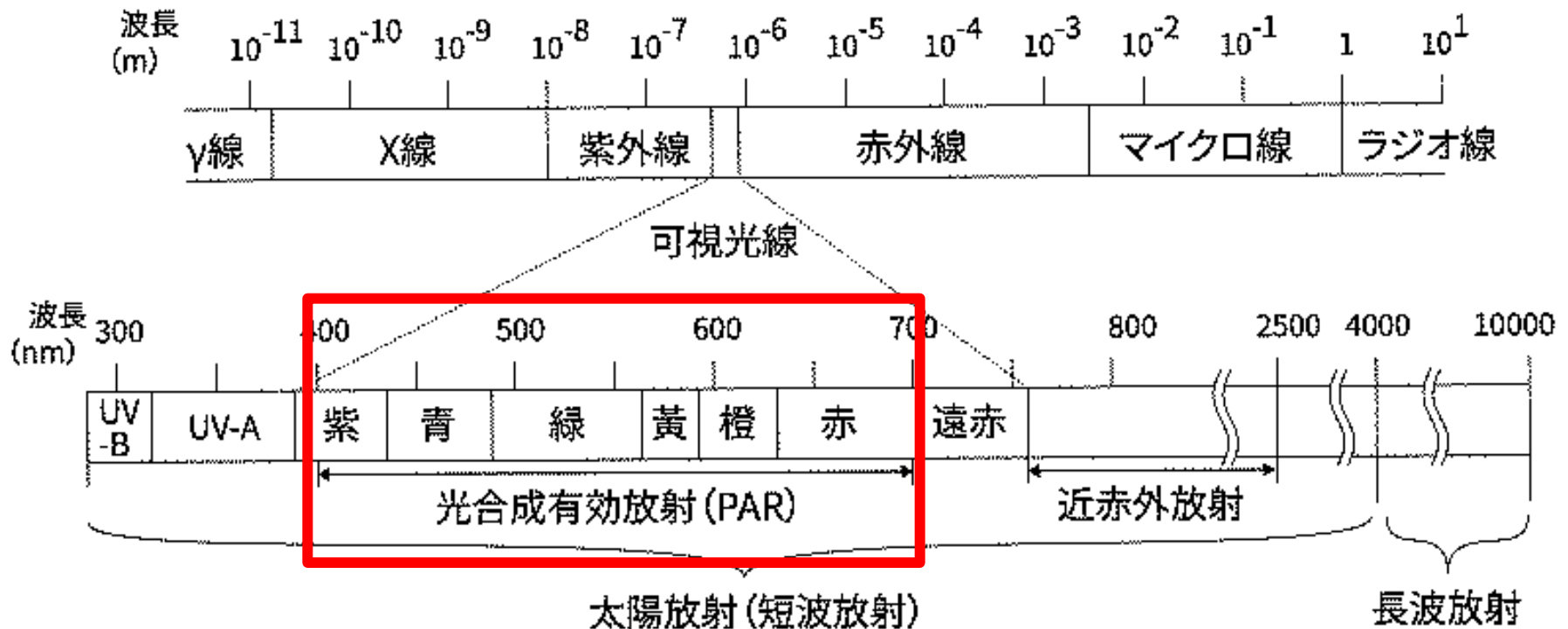
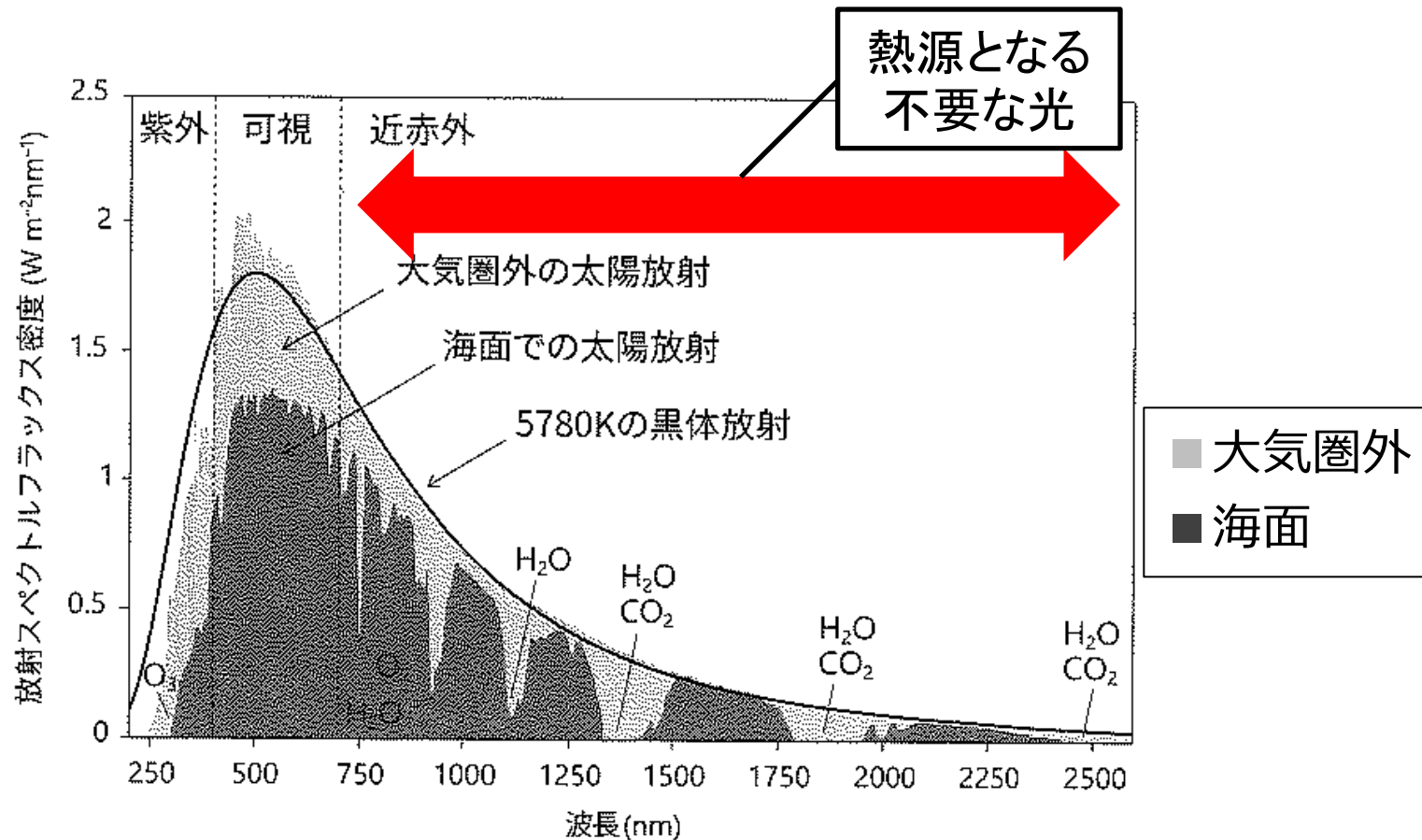


図 1.2 波長による電磁波の分類（北野，1986）

# 施設内へ入射する光

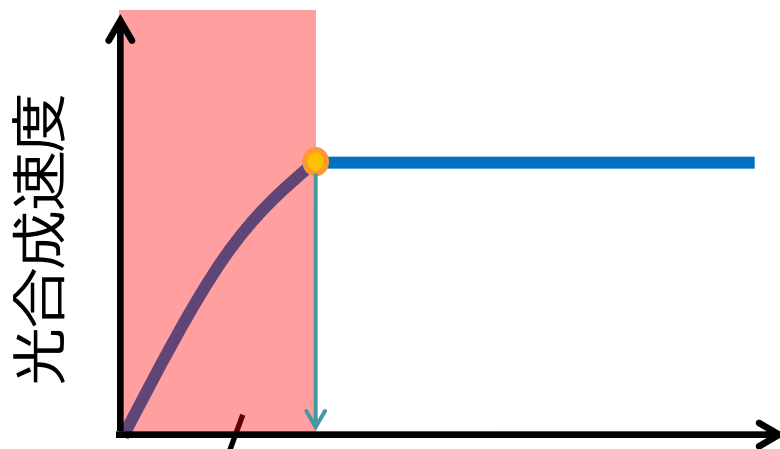
- ・ 熱源となる近赤外線は47%のエネルギーを占める
- ・ 近赤外線は光合成には不要の光



大気圏外と海面の波長分布および放射エネルギー

(北野, 1986)

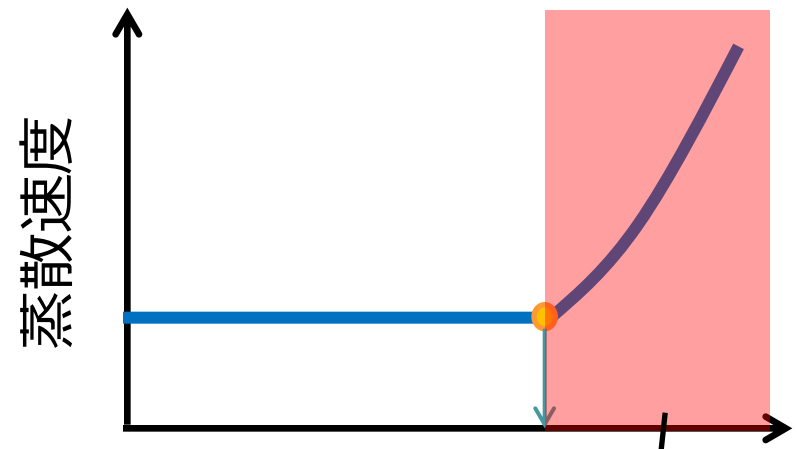
# 遮光の注意点



日射量 (光強度)

日射量不足

**遮光不要**



日射量 (光強度)

日射量過剰

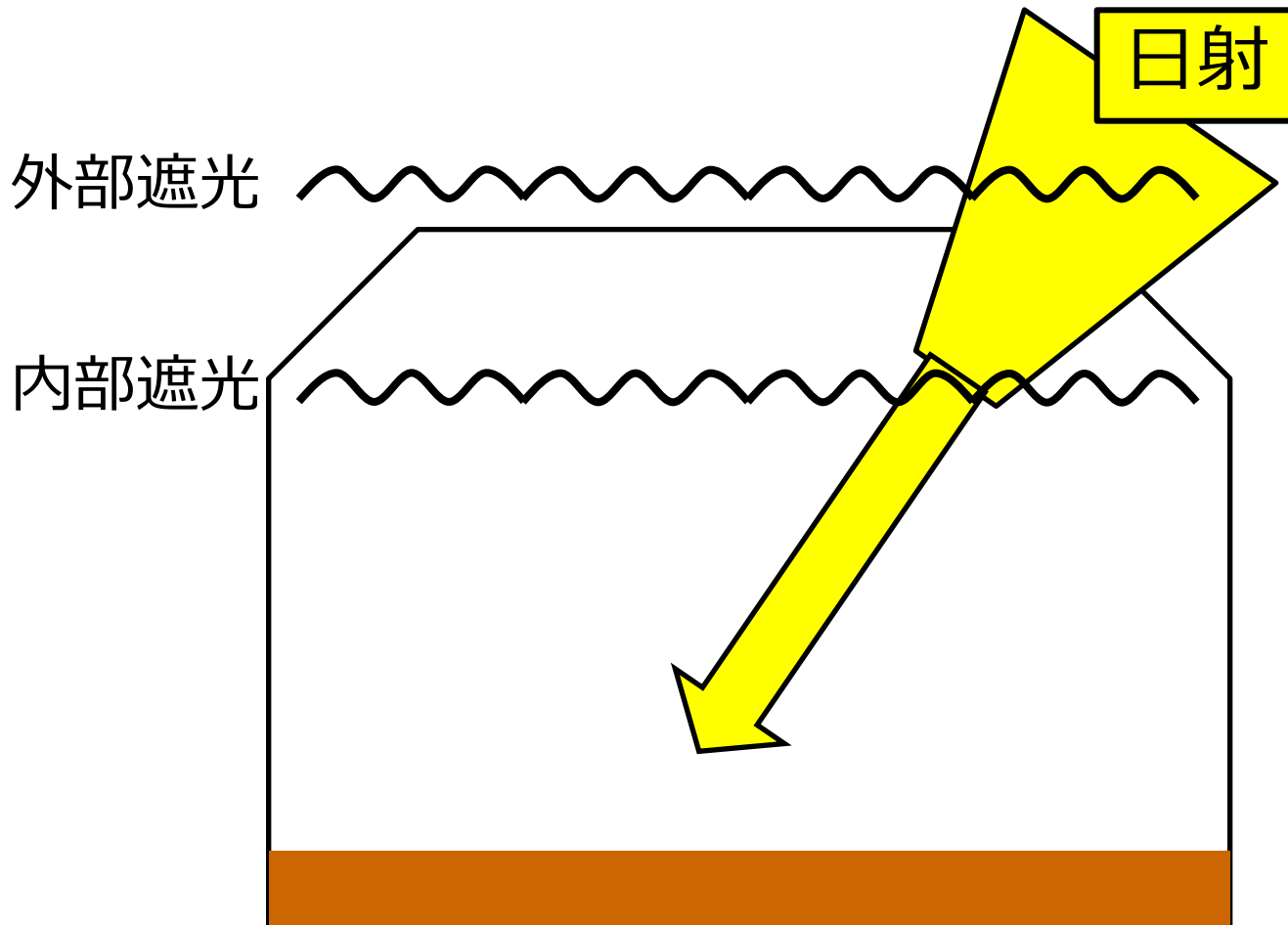
**遮光必要**

日射量と光合成速度および蒸散速度の関係 (イメージ)



# 遮光の意義と方法

- ・ 熱源となる過剰な太陽光を遮る
- ・ 外部遮光と内部遮光の2方法



# ①外部遮光

- ・ 固定式と可動式の2方法

メリット ： 設置が簡易（固定式）

デメリット： 雨風の影響を受け，遮光資材が汚れる



出典：千葉県庁HP

固定式外張遮光



出典：渡辺パイプHP

可動式外張遮光

## ②内部遮光

メリット : 雨風の影響を受けない

デメリット : 設置のコストが大きい



見学可

遮光カーテンシステム



見学可

遮光資材開閉制御盤  
日射操作くん, 大信産業(株)

### ③カーテン用遮光資材の一例

- ・色，遮光率，アルミ編込，熱線カット，保温兼用等様々な種類が存在
- ・色による昇温抑制性能は、シルバー > 白

見学可



遮光資材  
遮光率35%  
ら〜くらくスーパーホワイトL35，誠和(株)

見学可



保温兼用遮光資材  
遮光率28%  
ハーモニー2845，誠和(株)

見学可



近赤外線カット資材  
メガクール，三菱ケミカル  
アグリドリーム(株)

## ④吹付用遮光資材の一例

- ・ ビニルやガラスに遮光塗料を吹き付けて展着
- ・ 降雨や除去剤によって除去
- ・ 吹き付け後の遮光率の調整難



出典:アキレスHP

ファインシェード, アキレス(株)



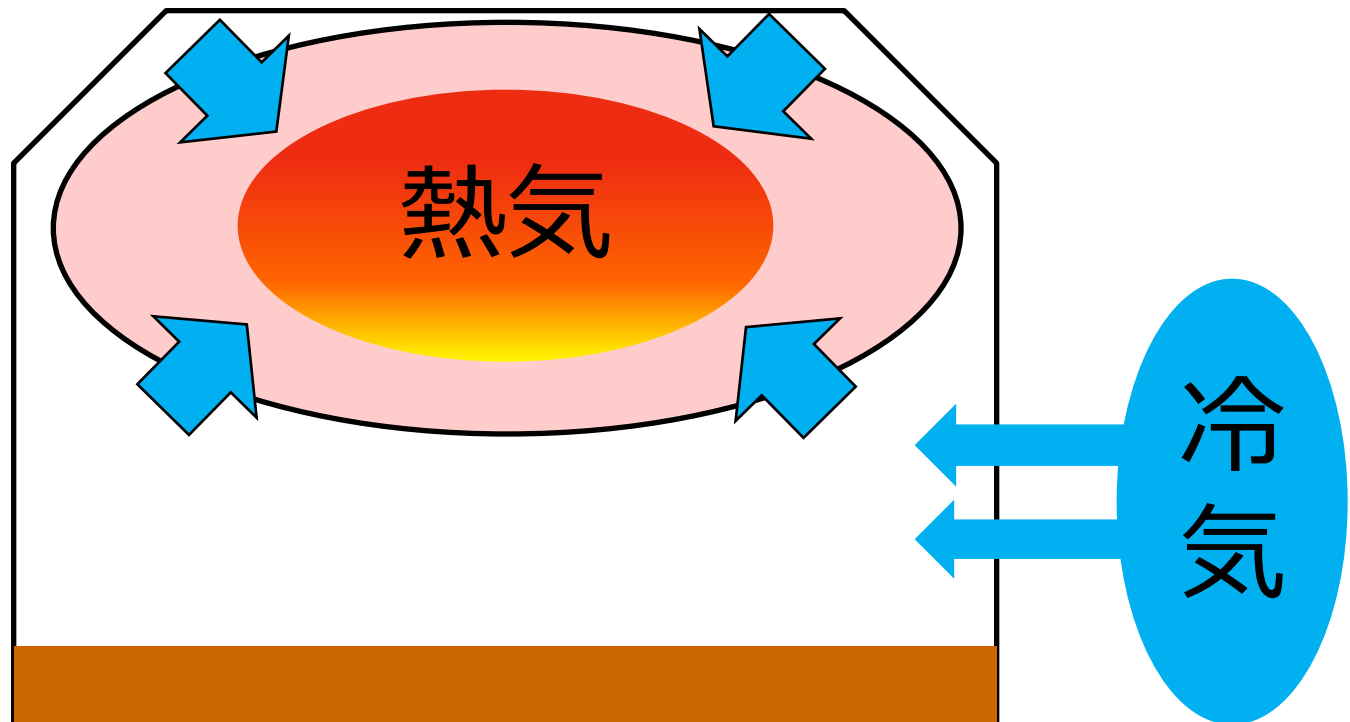
出典:レディシステムジャパンHP

レディヒート, レディシステムジャパン(株)

## 4) 冷房

# 冷房の意義

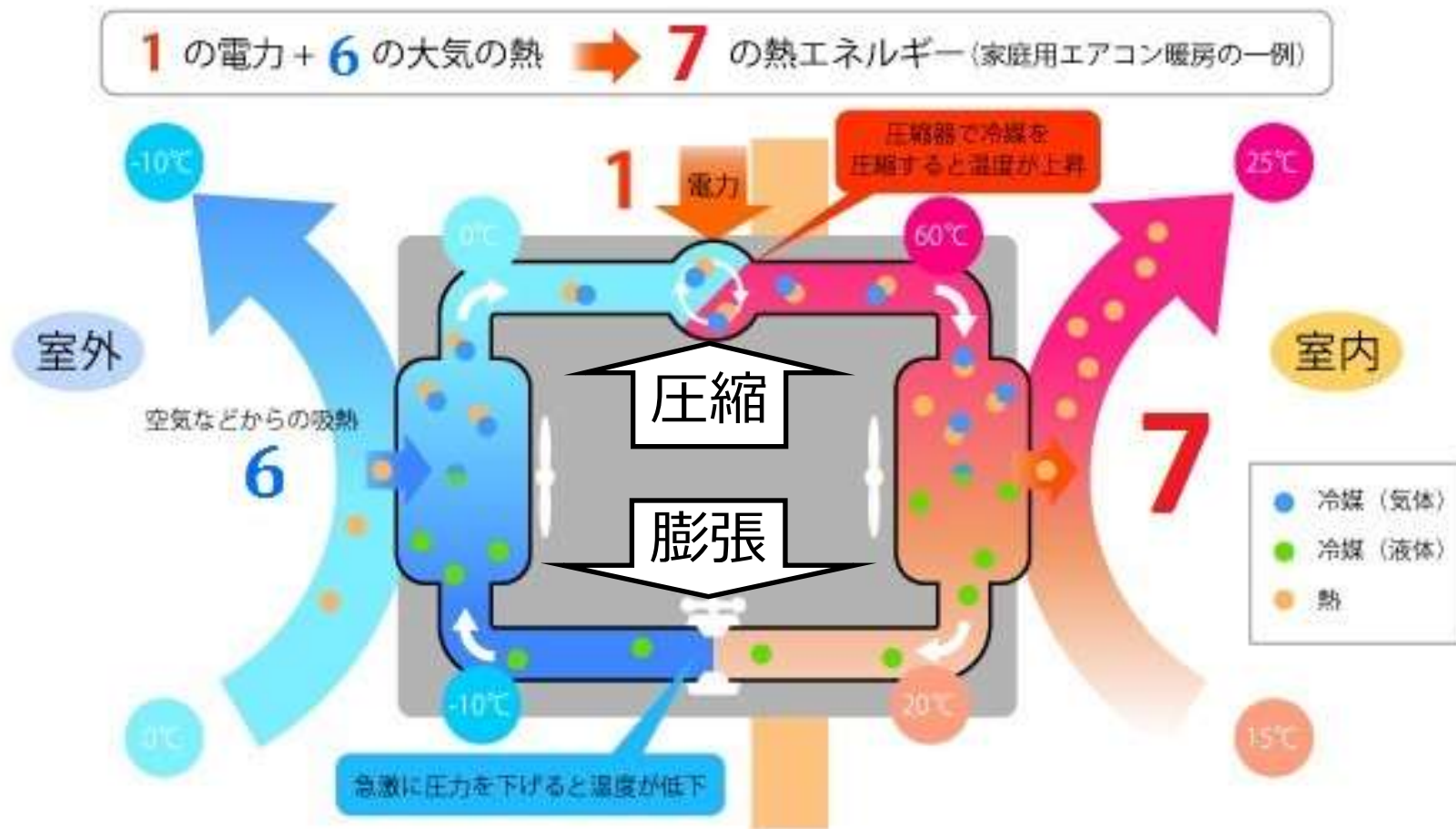
- 冷却された空気を施設内に入れる，または施設内の空気を冷却する
- 熱交換と気化冷却の2つの原理を用いた冷房





# ヒートポンプの仕組み

- ・ 冷媒ガスを圧縮し，ガスの温度を上昇させ施設外へ排熱
- ・ 冷媒ガスを膨張し，ガスの温度を低下させ施設内で吸熱



出典: 一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センターHP



# ヒートポンプの機器の一例

- ・主に日射のない夜間冷房として使用
- ・暖房，除湿の使用も可能



出典：ネポンHP

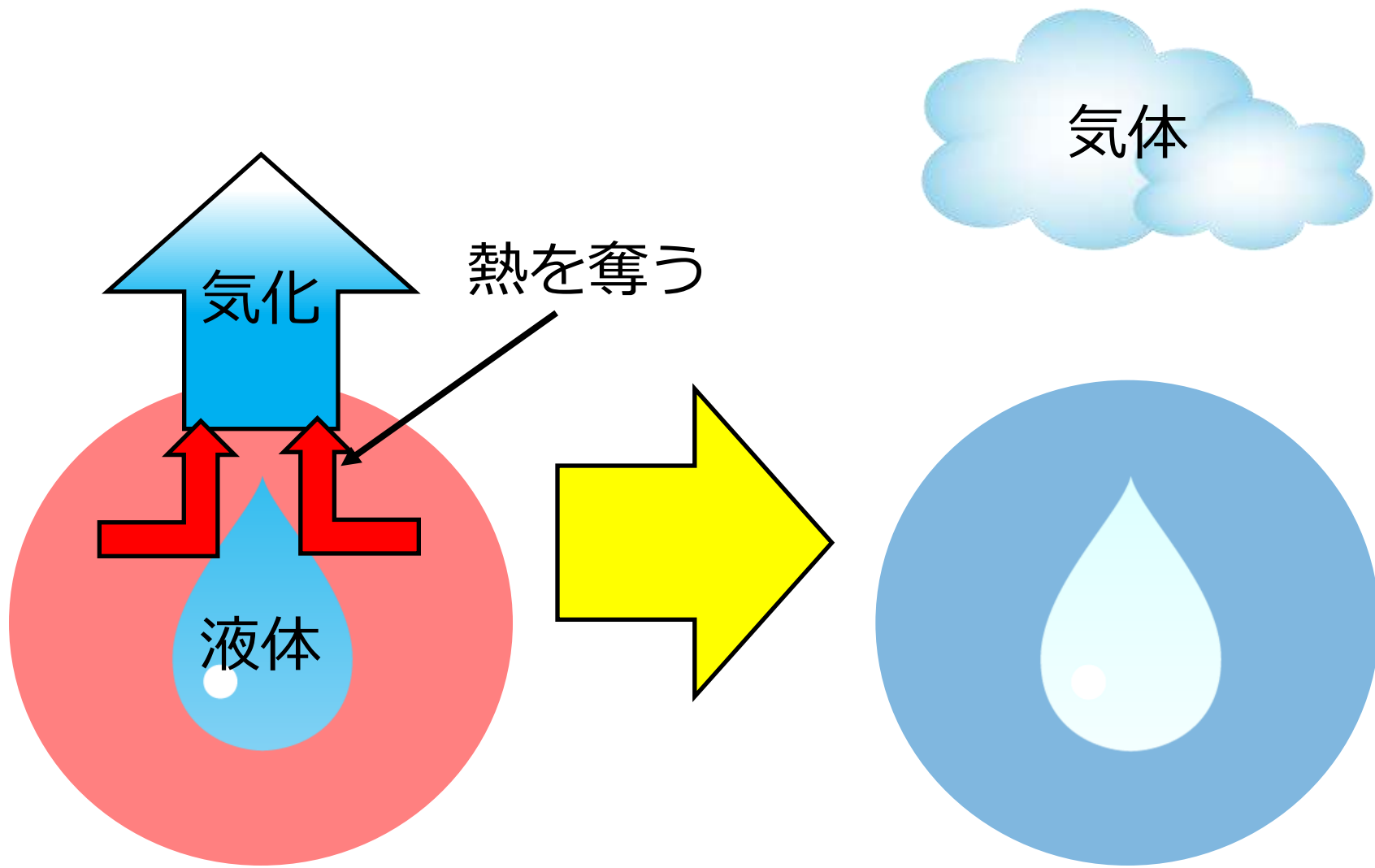
グリーンパッケージ，ネポン(株)



出典：ダイキンHP

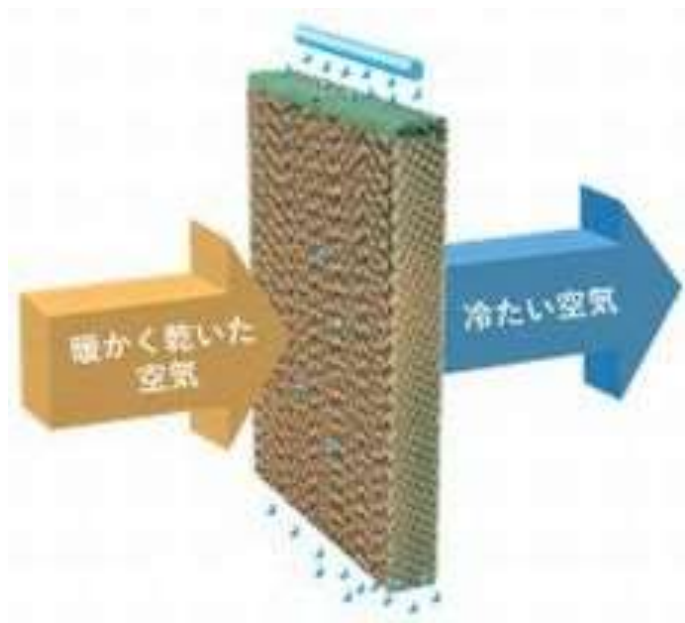
ヒートポンプ，ダイキン工業(株)

# 気化冷却の原理



# 気化冷却の方法①パッドアンドファン

- 施設の側面に湿らしたパッドを設置，そのパッドを通過した外気が冷却され施設内へ入る
- 換気扇による吸気を必要とするため，約**50** mを超える施設には不向き



出典：(株)イーエス・ウォーターネットHP

# 気化冷却の方法②ミスト，細霧の一例

- ・ 空気中に微粒の水を噴霧し，気化冷却
- ・ 低湿度時に有効
- ・ 高湿度，濡れによる病害発生の配慮が必要



出典: (株)いけうちHP

細霧冷房システム  
CoolPescon®, (株)いけうち  
粒径10～30  $\mu\text{m}$



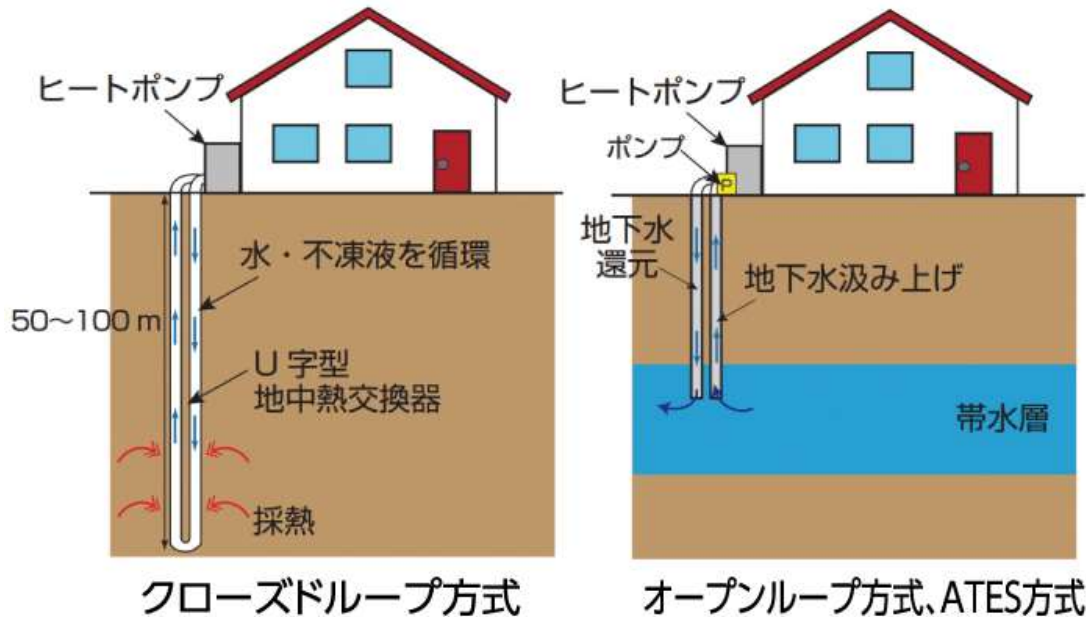
見学可

ミストシステム  
クールネットプロ，ネタフィルムジャパン(株)  
粒径65  $\mu\text{m}$

# その他の冷房方法

## 地中熱交換

- ・ 地中や地下水の熱源をヒートポンプを介して利用



出典:産総研HP

## 屋根散水

- ・ 外張りビニルに水を散布し, 気化冷却



出典:住友農業資材(株)HP

# 参考資料

- 石井雅久・後藤英司・手島司. 2015. 施設園芸・植物工場ハンドブック. 一般社団法人 農山漁村文化協会.
- 北野雅治. 2020. 農業気象・環境学第3版. 朝倉書店.
- 矢吹 万寿. 1977. ハウスの熱収支. 農業機械学会誌. 39 (6) . 83-87.

# 参考. 昇温抑制方法一覧

大分類	中分類	小分類
換気	窓換気（自然換気）	換気促進（開口面積増大，天窓位置高く）
	換気扇換気（強制換気）	排気型，吸気型
遮光	外部遮光	遮光資材，近赤外線カット資材
	内部遮光	遮光資材，近赤外線カット資材
	塗布剤	ホワイトウォッシュ，近赤外線カット塗布剤
	近赤外線カット資材	ガラス，フィルム
冷房	蒸発冷却法	細霧冷房
	ヒートポンプ	外気冷熱源，水冷熱源
	地下水利用	熱交換冷房，屋根流水

（林，2014）

# 参考. ミスト, 細霧の分類

大分類	小分類	粒径
細霧	高圧細霧	10 $\mu\text{m}$ 以下
	低圧細霧	10-50 $\mu\text{m}$
ミスト		50-100 $\mu\text{m}$

(石井, 2015より作成)