

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

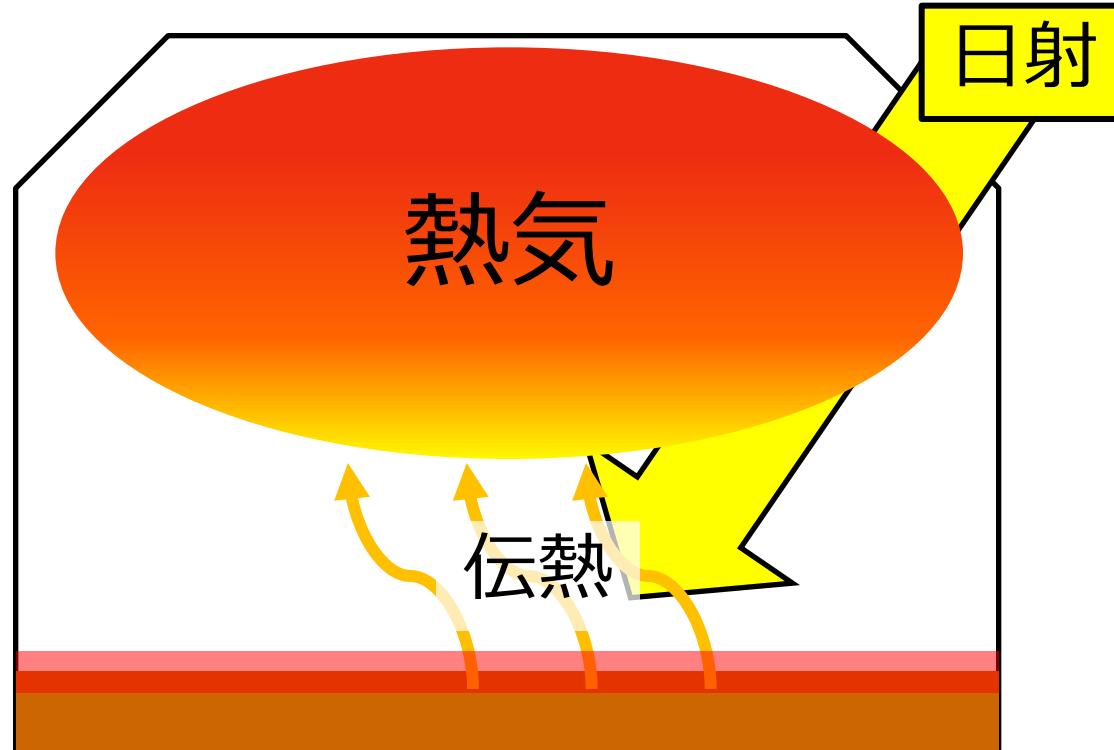
(1) 熱交換

(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**

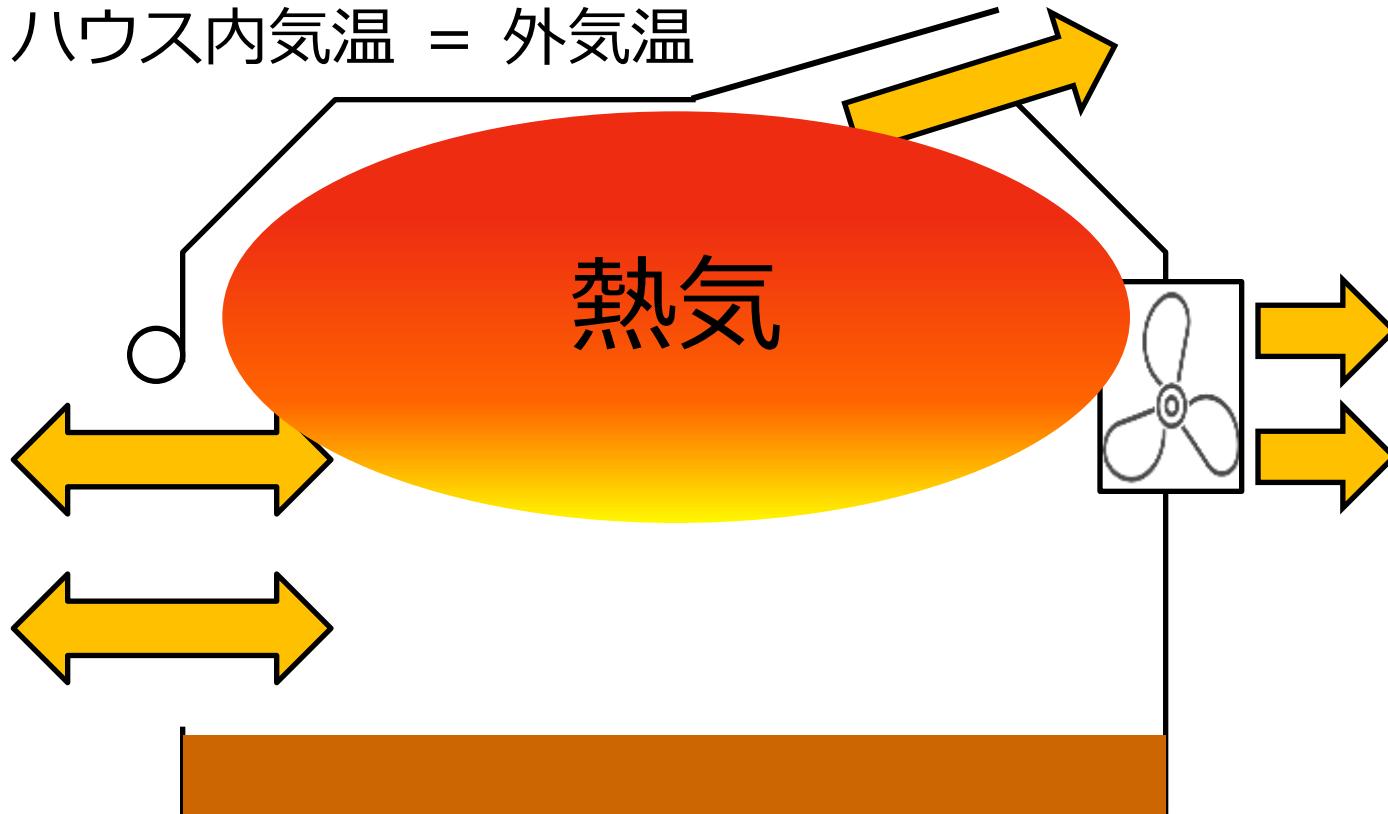


2) 換気

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は不可能
- ・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



手動側窓換気
くるっ子、誠和(株)



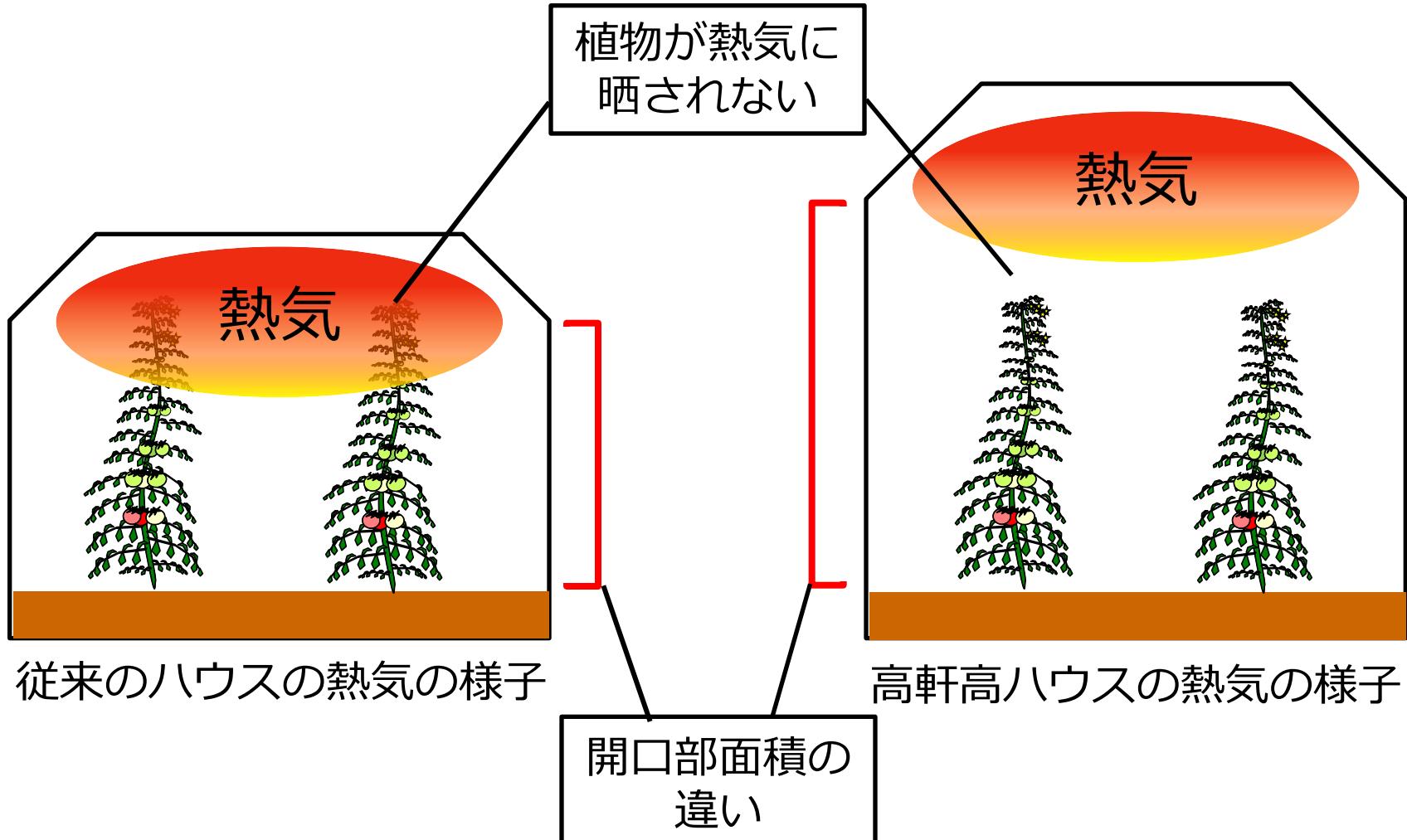
自動側窓換気
くるファミAceⅢ、誠和(株)



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



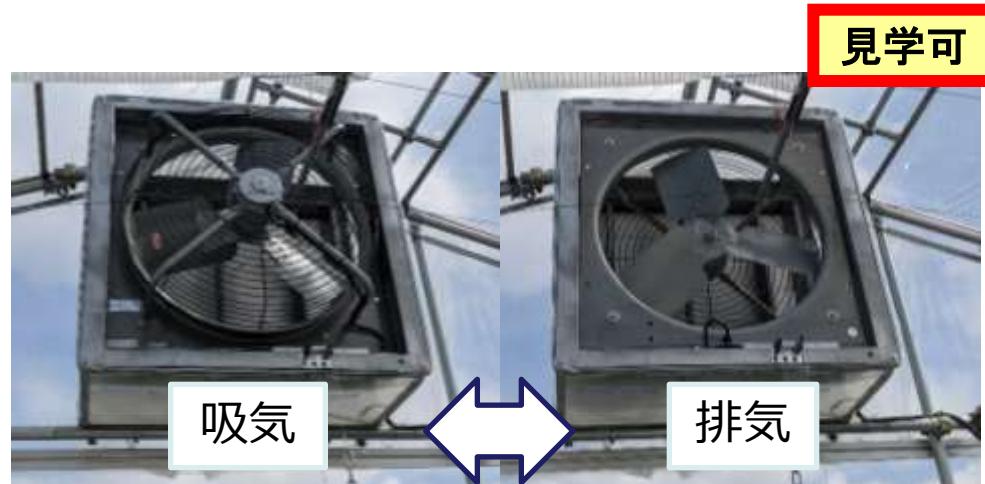
片屋根型

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



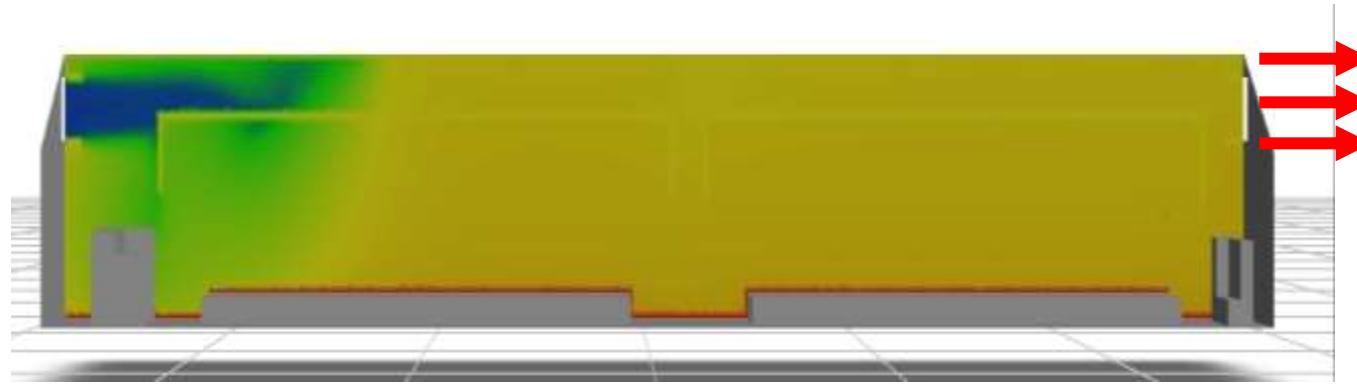
排気用換気扇
フルタ電機(株)



排吸気切替型換気扇
フルタ電機(株)

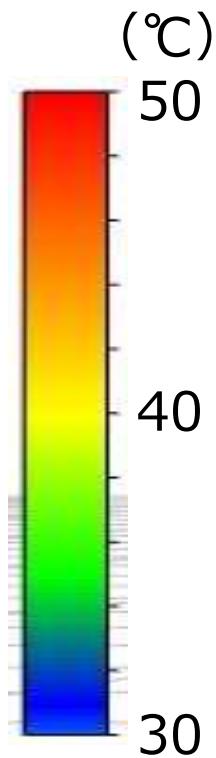
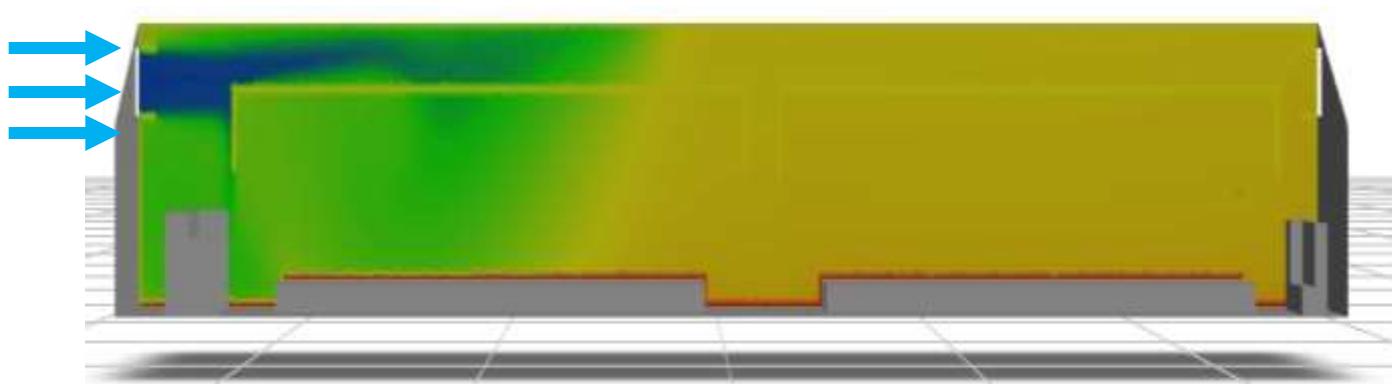
③強制換気（イメージ図）

①排気型（50秒後）



内気温：40°C
外気温：32°C

②吸気型（50秒後）



3) 遮光

光の種類

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

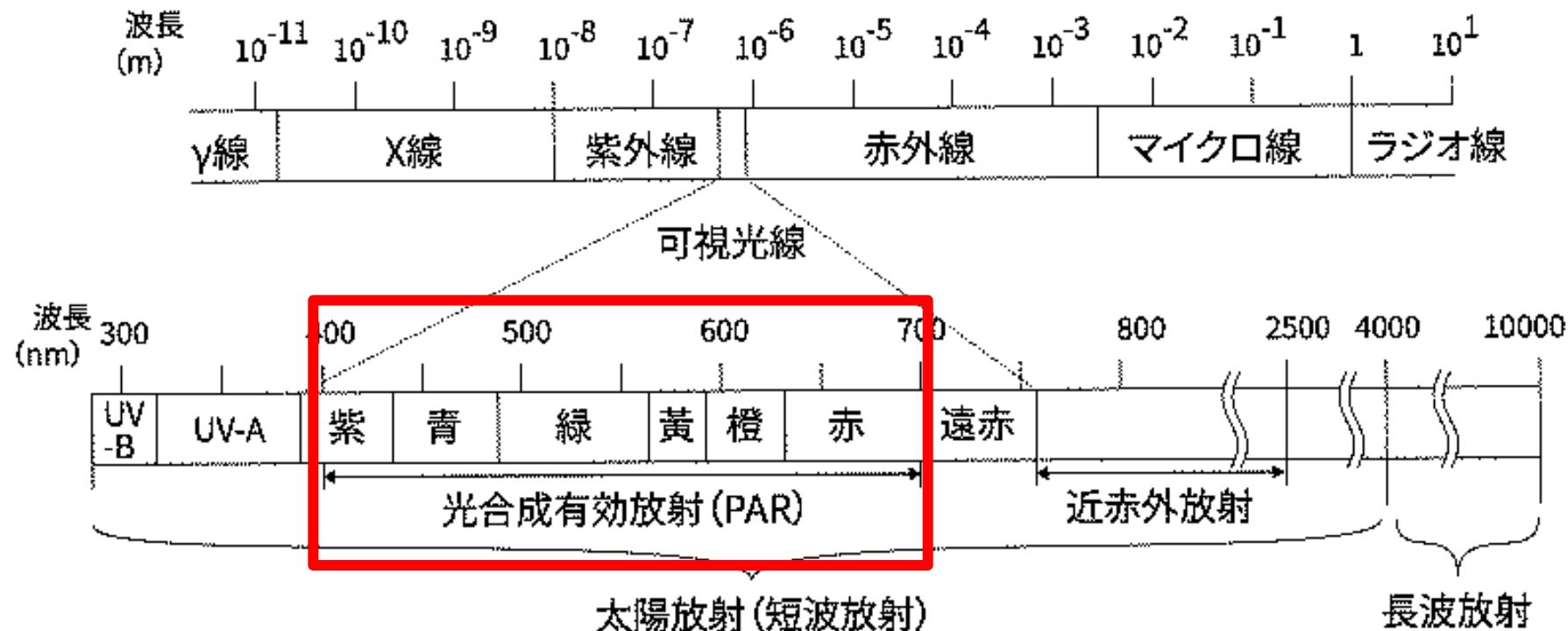
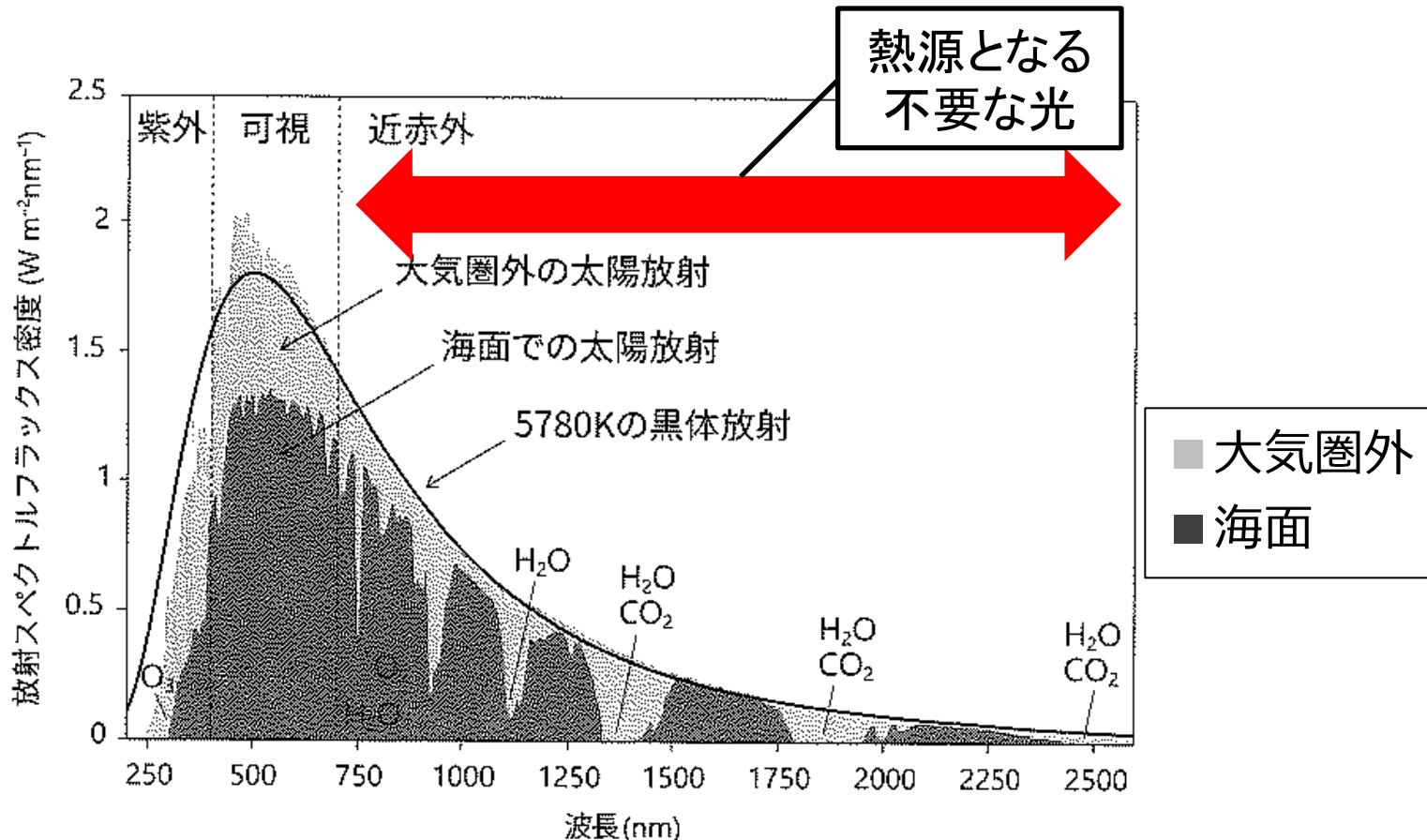


図 1.2 波長による電磁波の分類 (北野, 1986)

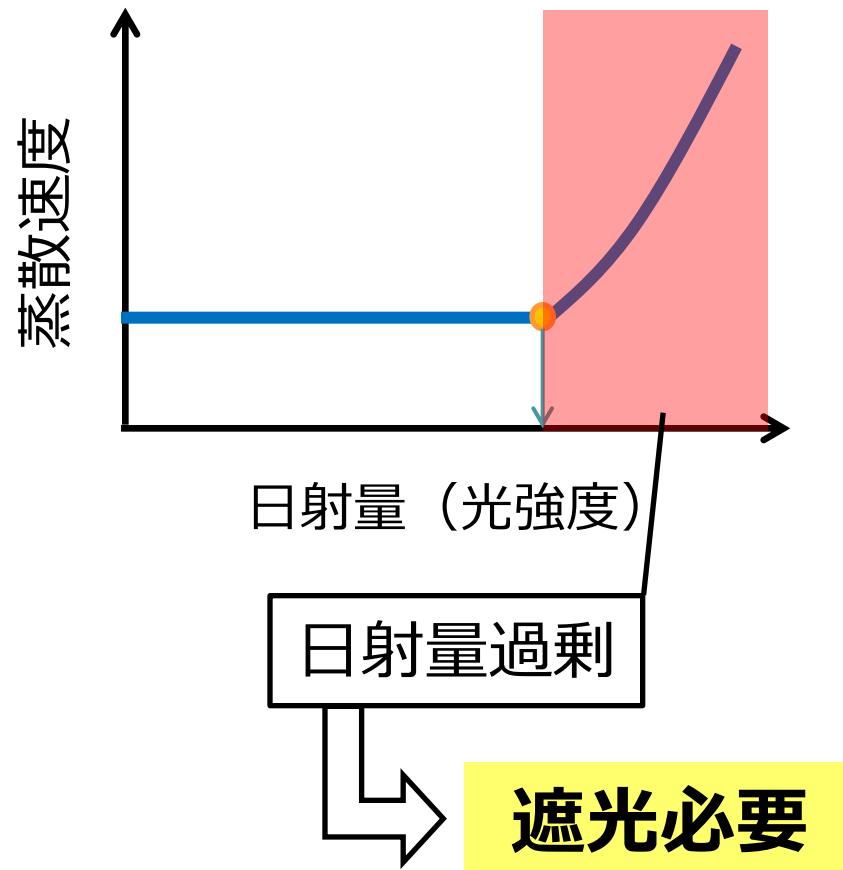
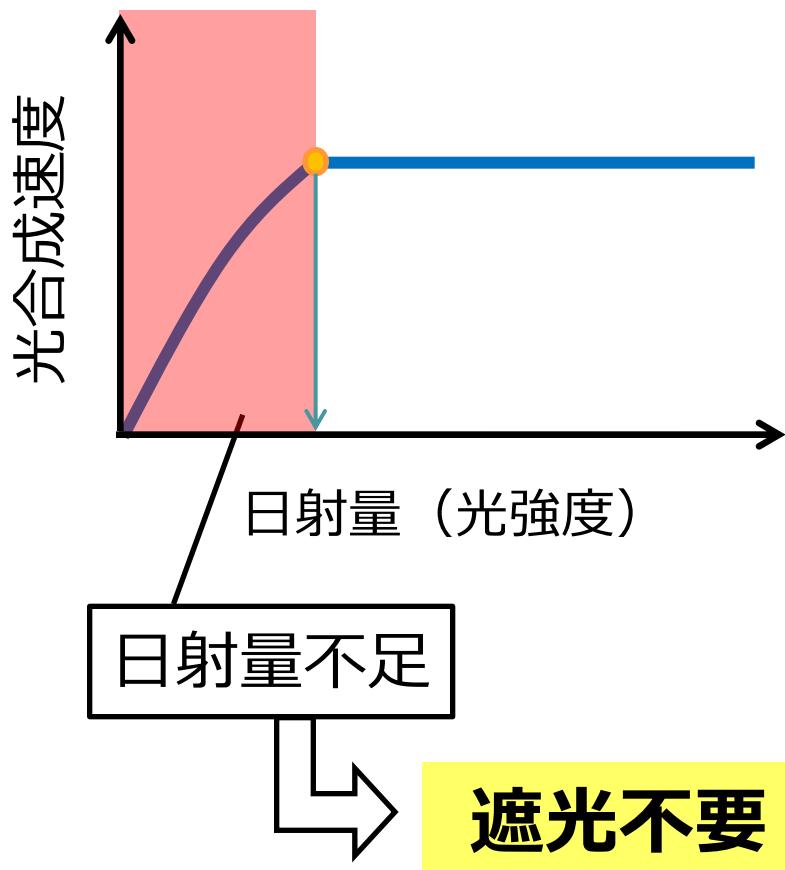
施設内へ入射する光

- ・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)

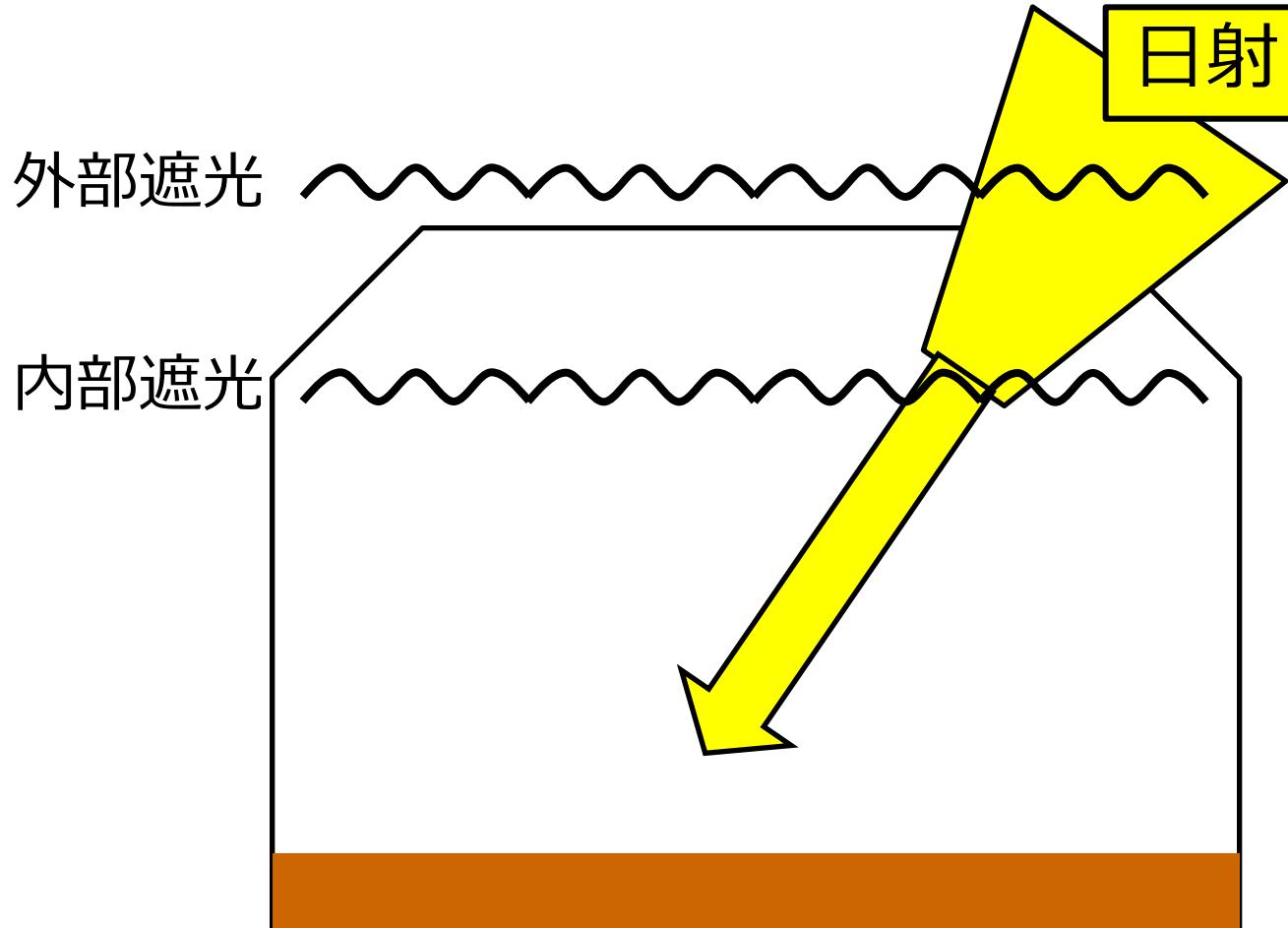
遮光の注意点



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



遮光カーテンシステム



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, アルミニ編込, 热線カット, 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



見学可



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)

保温兼用遮光資材
遮光率28%
ハーモニー2845, 誠和(株)

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)



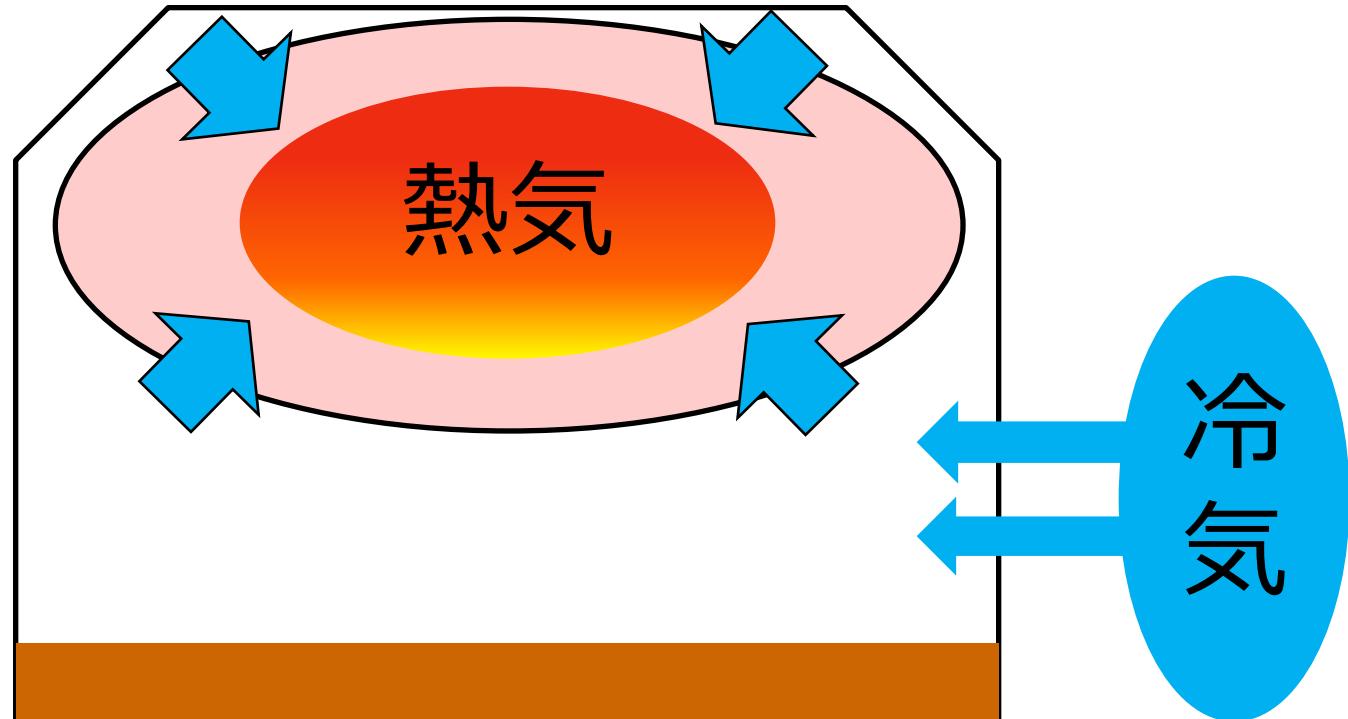
出典:レディシステムジャパンHP

レディヒート, レディシステムジャパン(株)

4) 冷房

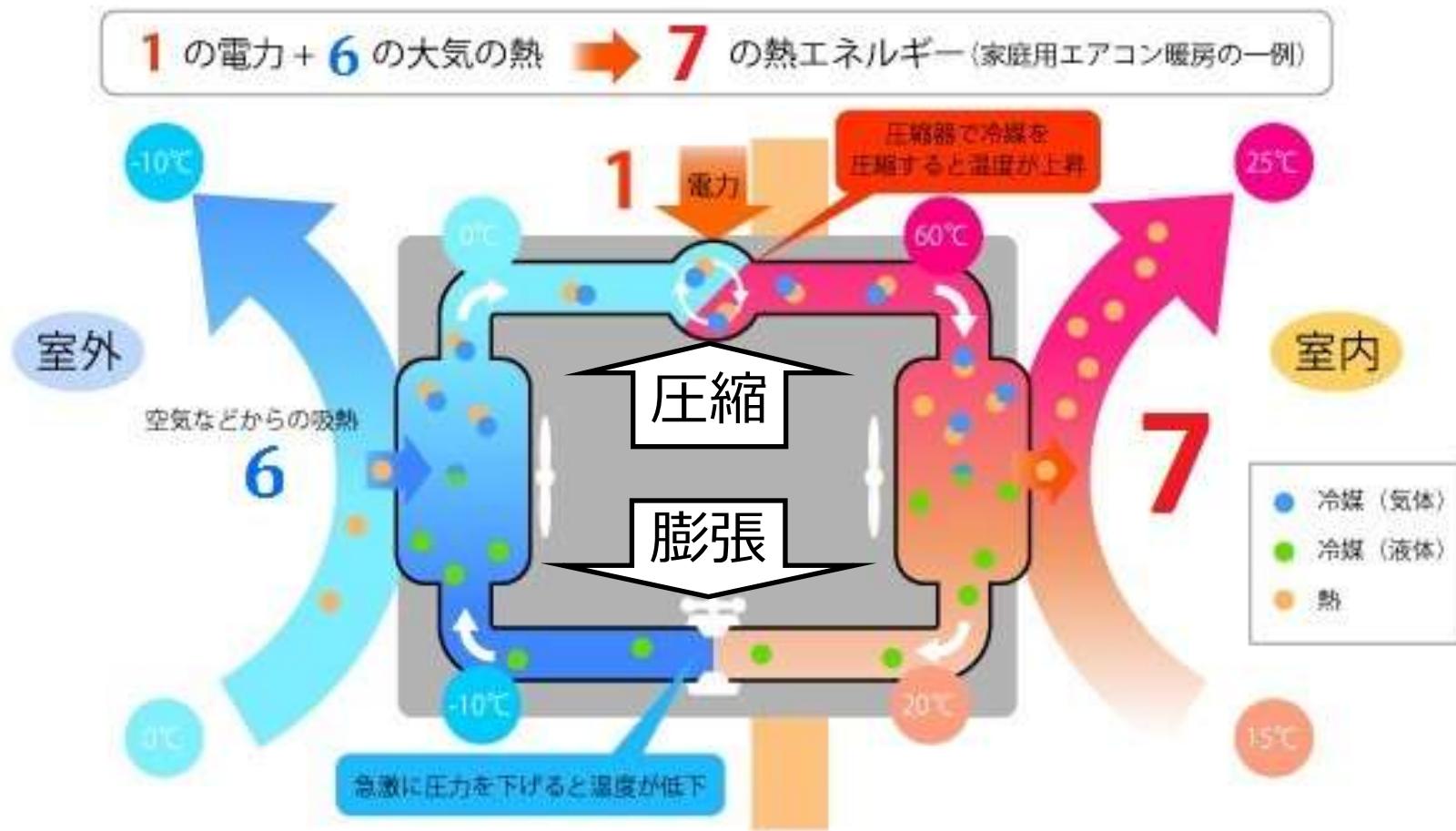
冷房の意義

- ・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

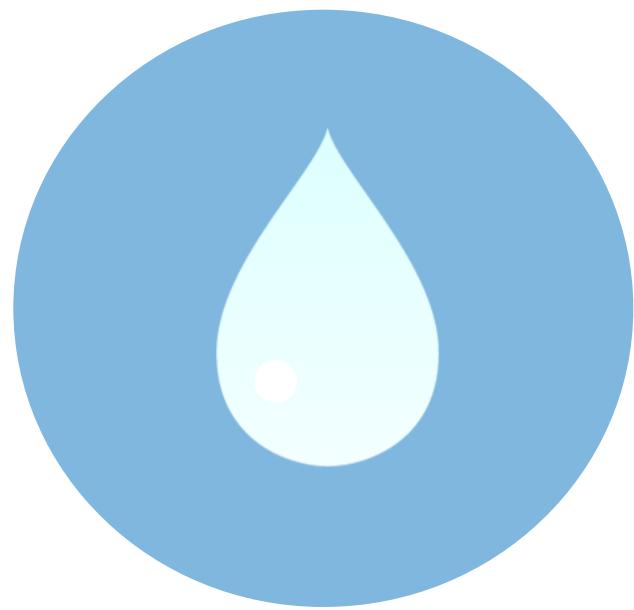
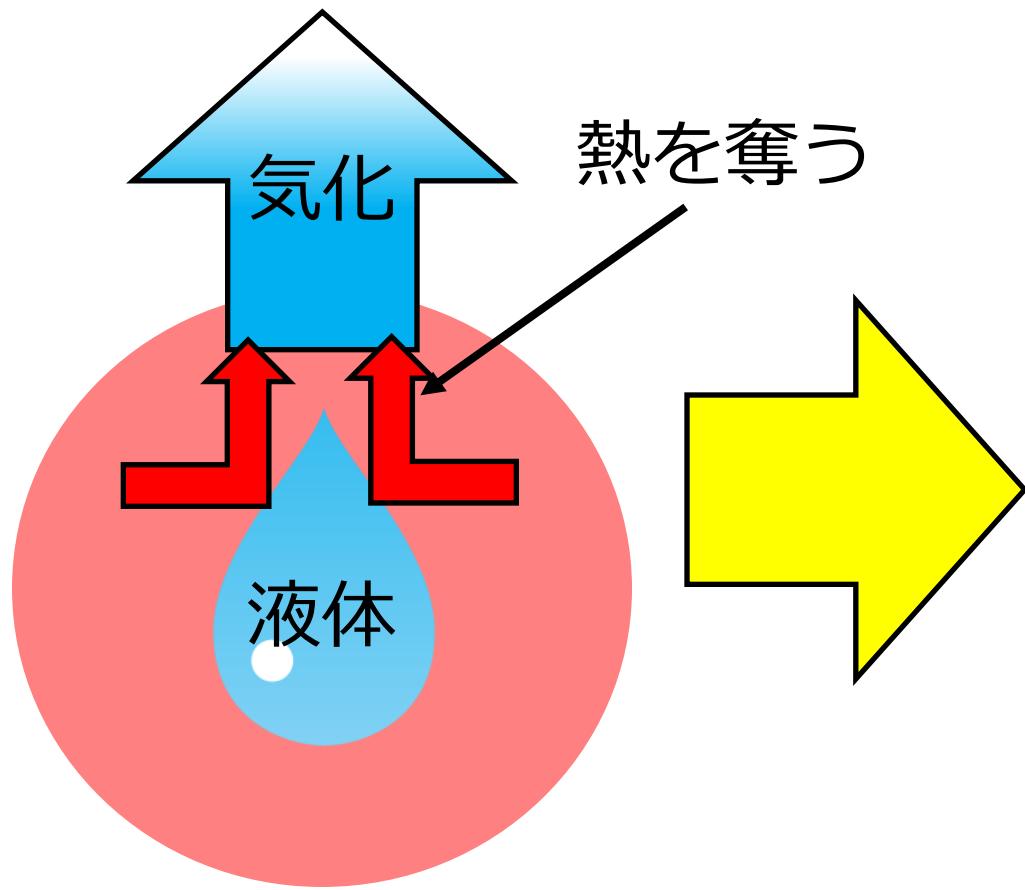
グリーンパッケージ，ネポン(株)



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



見学可



出典:(株)いけうちHP

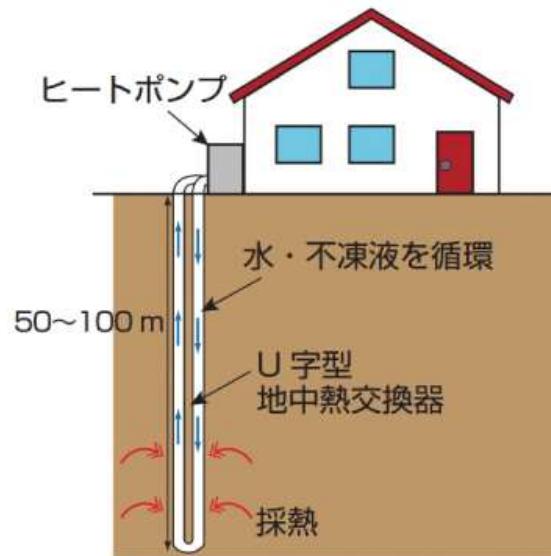
細霧冷房システム
CoolPescon®, (株)いけうち
粒径10~30 μm

ミストシステム
クールネットプロ, ネタフィムジャパン(株)
粒径65 μm

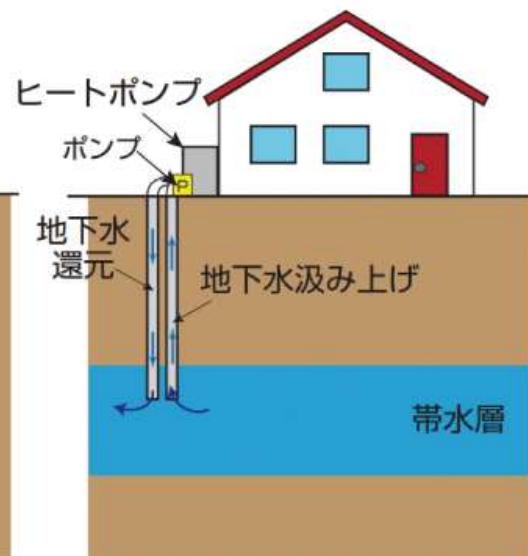
その他の冷房方法

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



クローズドループ方式



オープンループ方式、ATES方式

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

出典:産総研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<）
	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 μm 以下
	低圧細霧	10-50 μm
ミスト		50-100 μm

(石井, 2015より作成)