

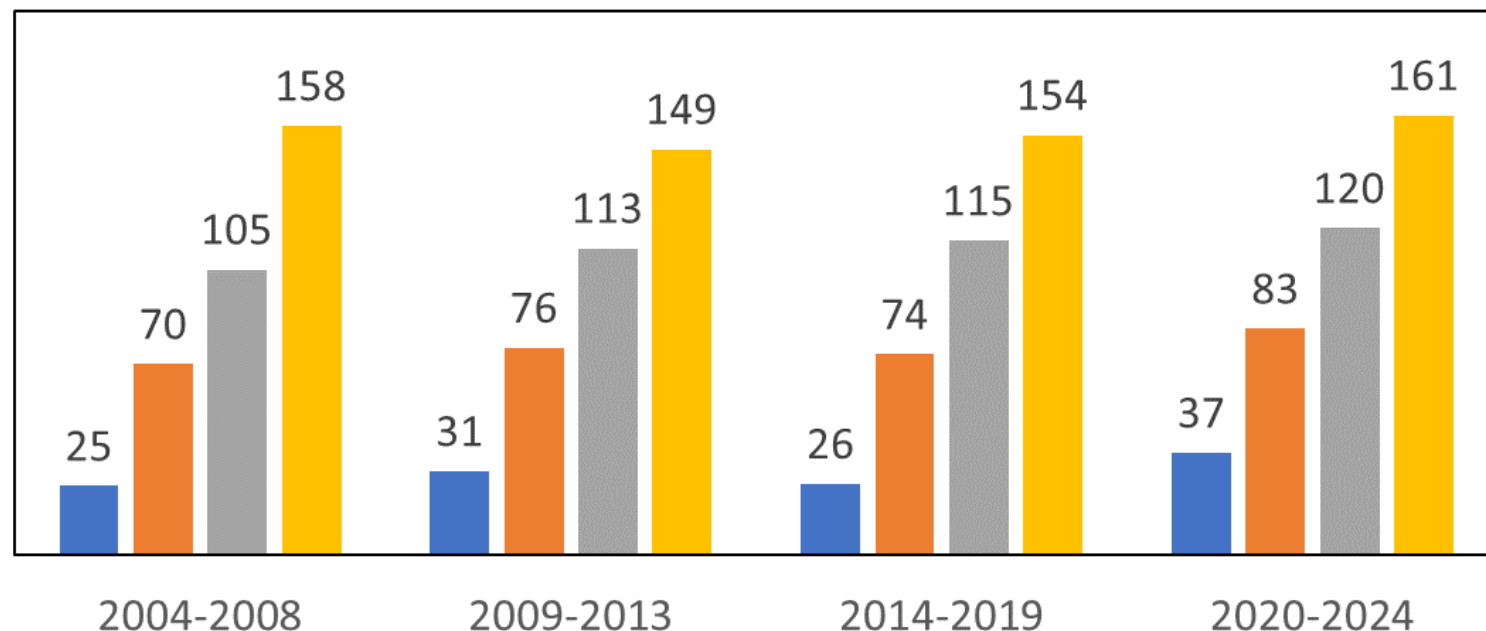
施設からの家畜の暑熱対策

農研機構畜産研究部門
動物行動管理研究領域動物行動管理グループ
石田 三佳（いしだ みつよし）

- ✓ 家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）
- ✓ 施設における暑熱対策の基礎
- ✓ 暑熱対策の具体的事例

家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）

■ 別海 ■ 雫石 ■ つくば ■ 菊池



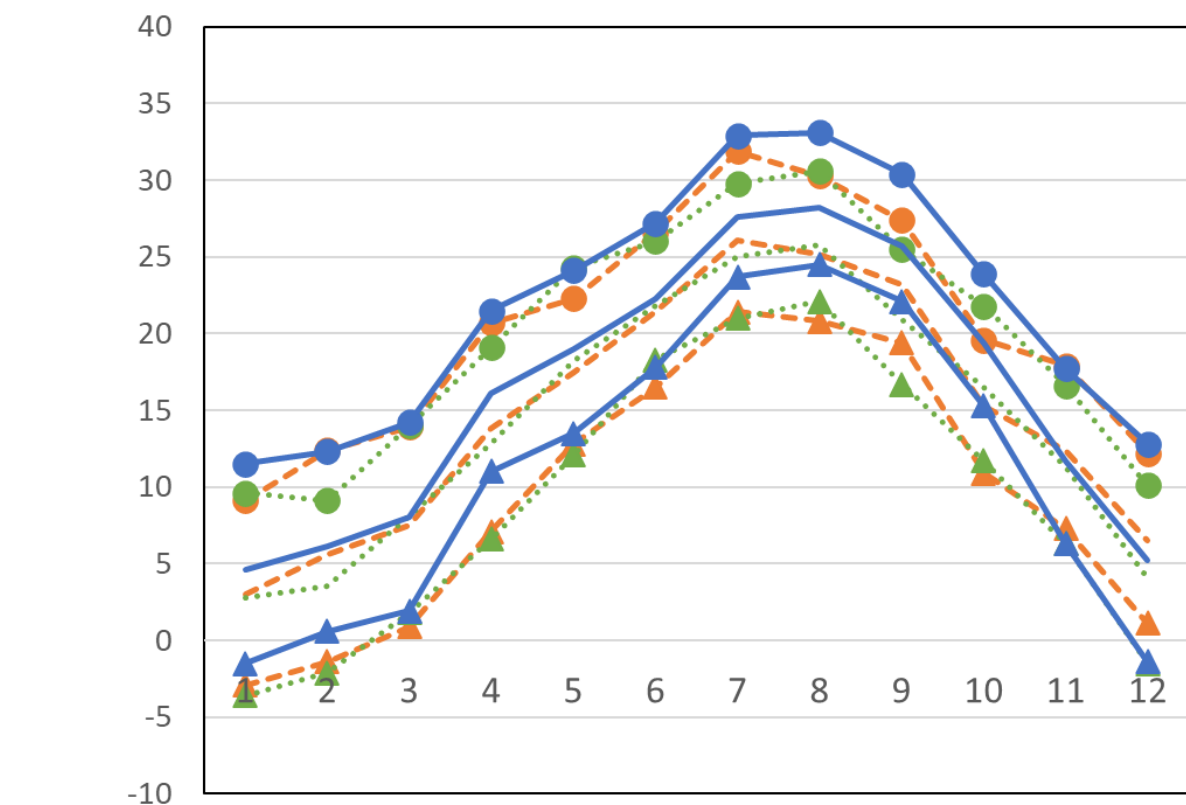
五か年ごとの年間の25°C以上の日数
(別海、雫石、つくば、菊池)



- ・ 年間でも25°C以上の日数が増加
- ・ 月別でみると日、日最高と日最低気温の平均は上昇傾向か
- ・ 暑熱の期間が長くなっている

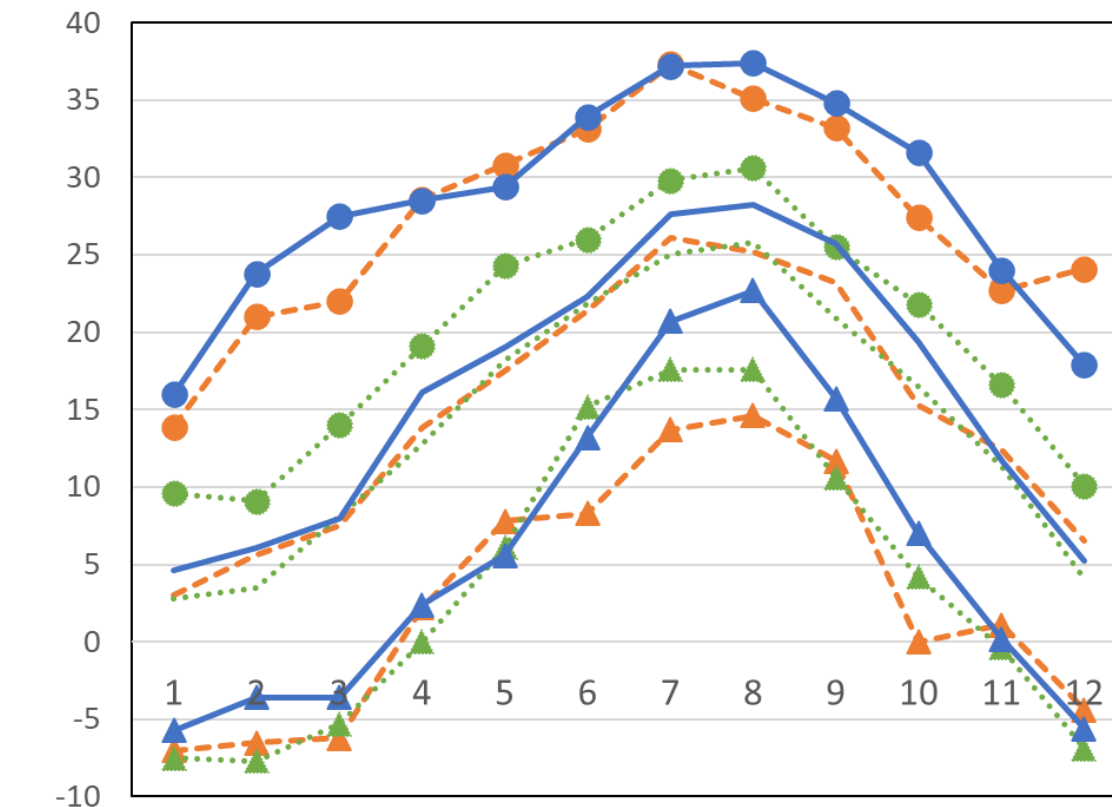
家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）

つくば 月ごとの日平均気温、日最高気温の平均、日最低気温の平均



--- 日平均 2004年 日平均 2014年 — 日平均 2024年
 -●- 日最高 2004年 -●- 日最高 2014年 -●- 日最高 2024年
 -▲- 日最低 2004年 -▲- 日最低 2014年 -▲- 日最低 2024年

月ごとの日平均気温、日最高気温、日最低気温

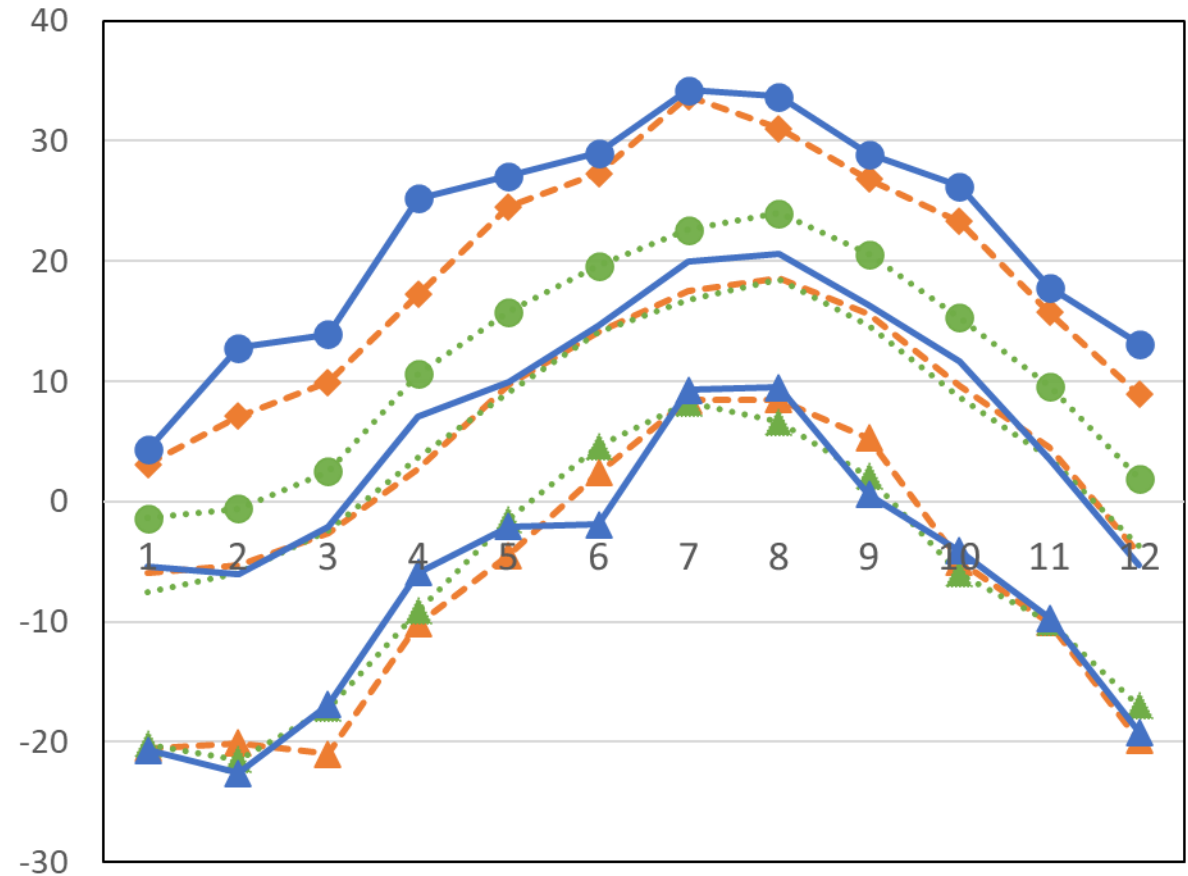
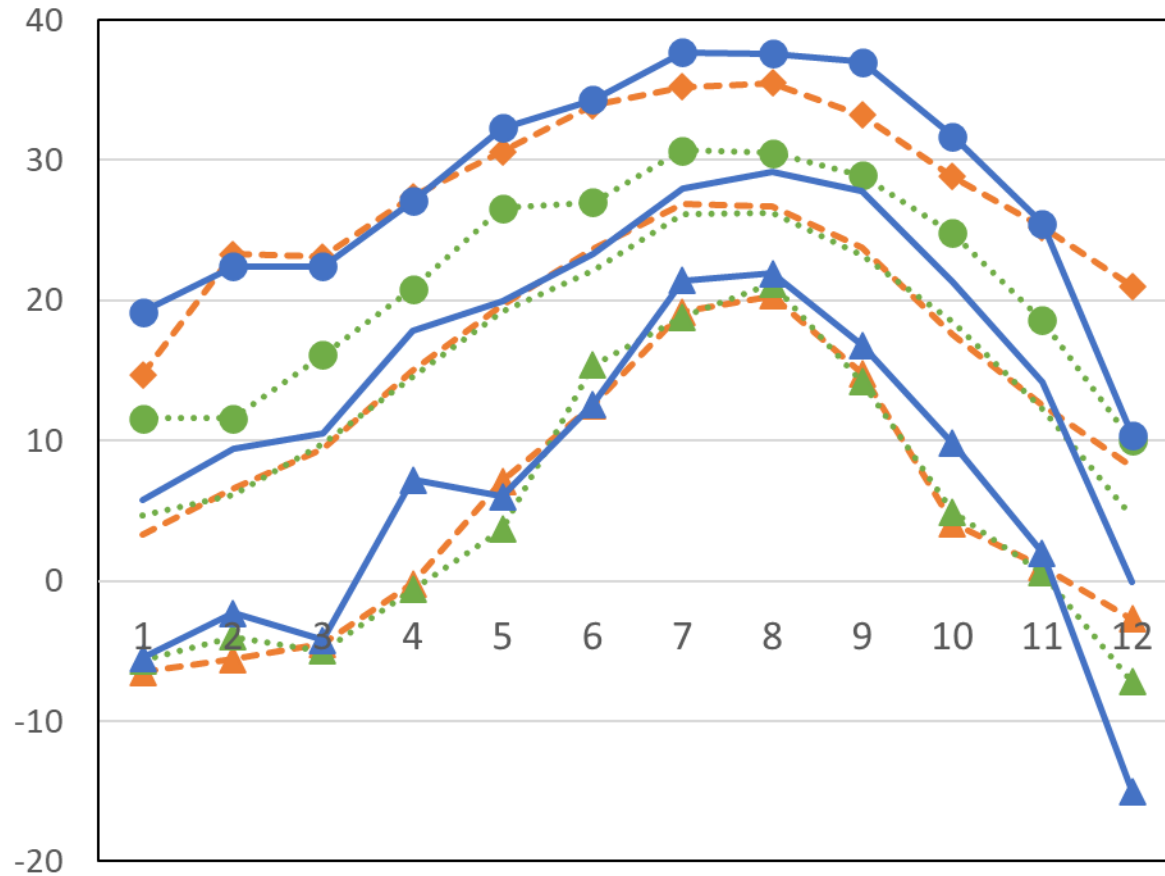


--- 日平均 2004年 日平均 2014年 — 日平均 2024年
 -●- 最高 2004年 -●- 最高 2014年 -●- 最高 2024年
 -▲- 最低 2004年 -▲- 最低 2014年 -▲- 最低 2024年

雫石

月ごとの日平均気温、日最高気温、日最低気温

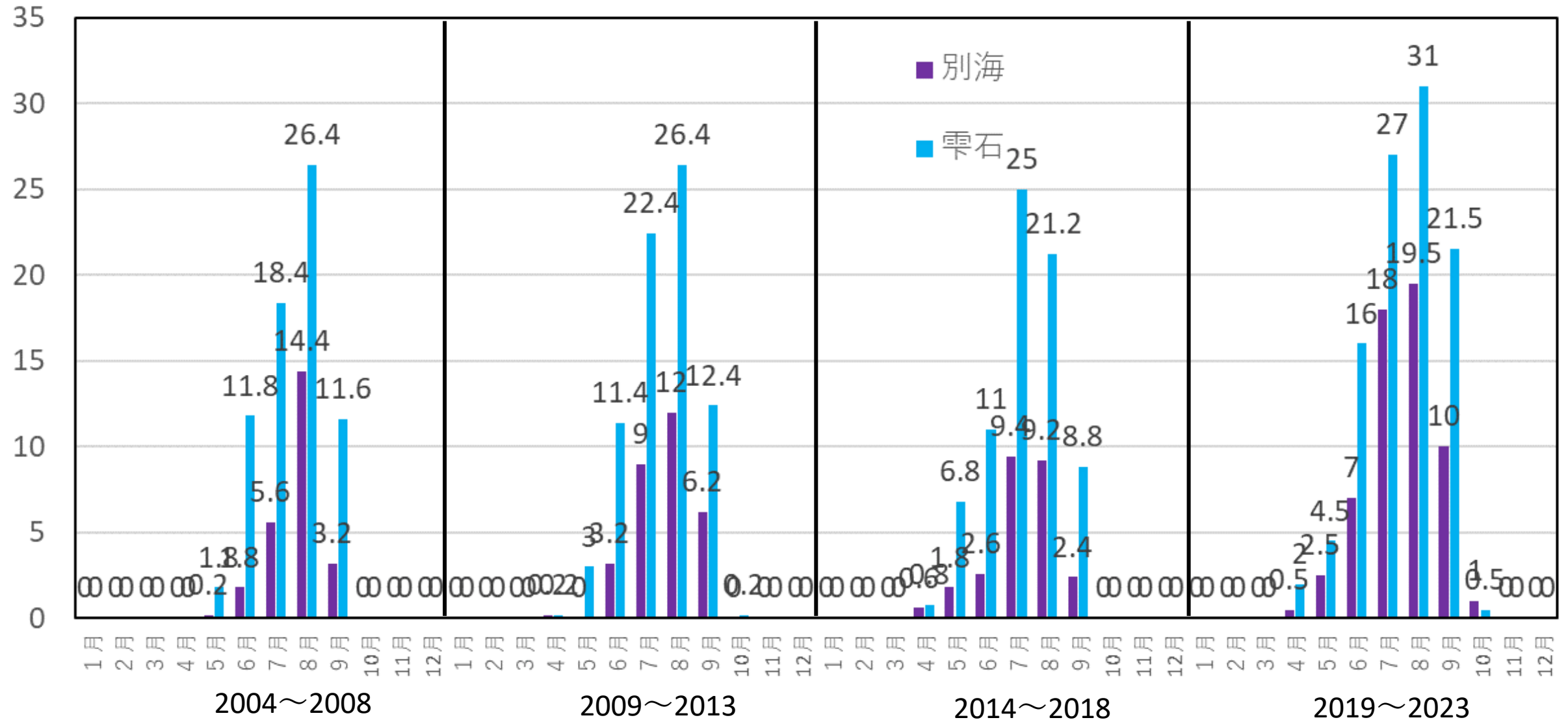
別海



- 日平均 2004年
- ... 日平均 2014年
- 日平均 2024年
- 最高 2004年
- ...● 最高 2014年
- 最高 2024年
- ▲ 最低 2004年
- ...▲ 最低 2014年
- ▲ 最低 2024年

家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）

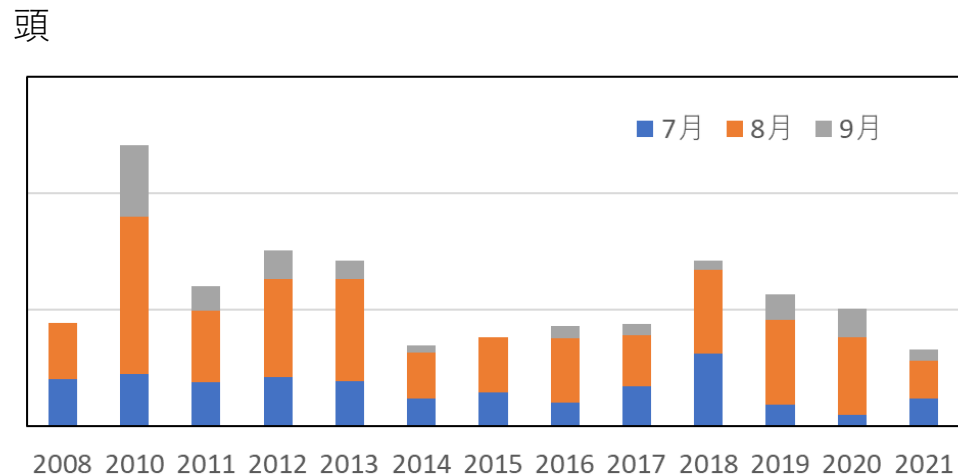
2004～2023年における5年ごとの年間の25℃以上の日数（別海、雫石）



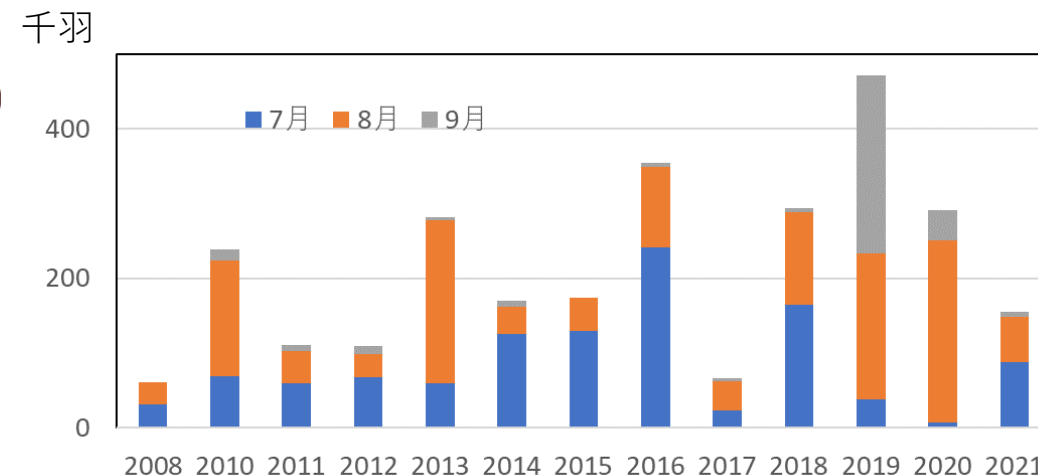
家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）



乳牛



採卵鶏



- ・2021年度は、暑熱による死亡、廃用の頭羽数が、前年に比べ10～50%減少。過去5年平均と比べても15～47%減少となった。
- ・飼養頭数における被害割合は乳牛で0.03%、採卵鶏で0.07%、肉養鶏で0.09%となる。

農林水産省、平成20年～令和3年暑熱被害調査から作成
2009年および2008年、2015年の9月はデータ欠落

* 暑熱の影響によって、能力低下等により廃用した家畜及び死亡した家畜（家畜伝染病予防法に規定された疾病による死亡を除く。）の頭羽数を都道府県からの報告に基づき整理したもの

✓ 施設における暑熱対策の基礎

暑熱の影響としては気温の上昇により、

家畜や家禽の**体温**が上昇→飼料摂取量の低下等→**生産量低下・死廃**

具体的影響

家畜の増体や品質の低下

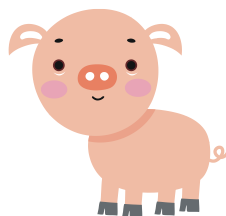
繁殖成績の低下

生産量への影響（肉用の家畜において、産肉量の低下や飼養・飼育期間の延長等）

家畜や家禽が暑さを感じ始める温度



約19℃



約22℃



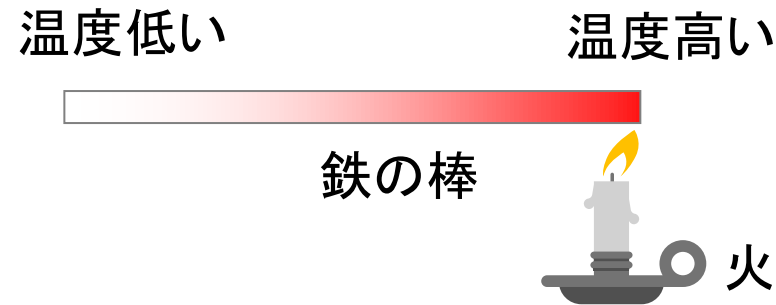
約26℃

✓ 施設における暑熱対策の基礎

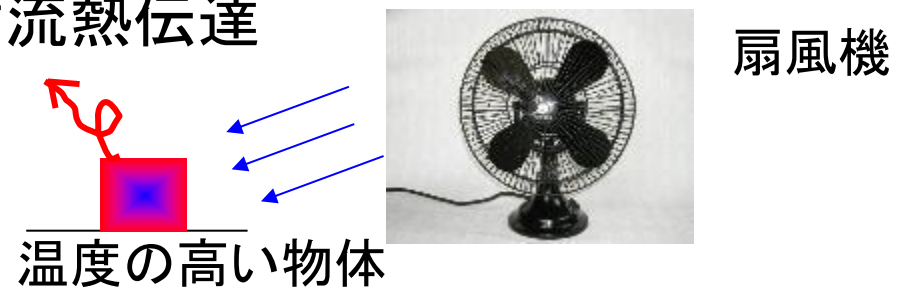
熱の伝わり方

- ✓ 伝 導
- ✓ 対 流
- ✓ 放 射

(a) 熱伝導



(b) 対流熱伝達



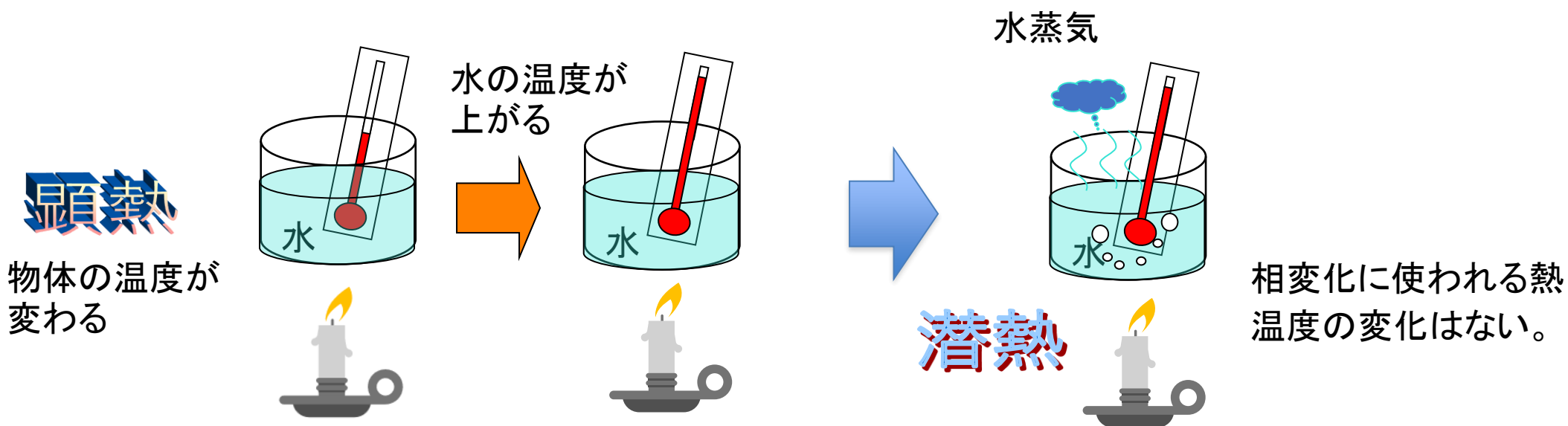
(c) 熱放射



顕熱と潜熱

顕熱：物質の状態を変えずに、そのものの温度変えるために
費やされる熱量

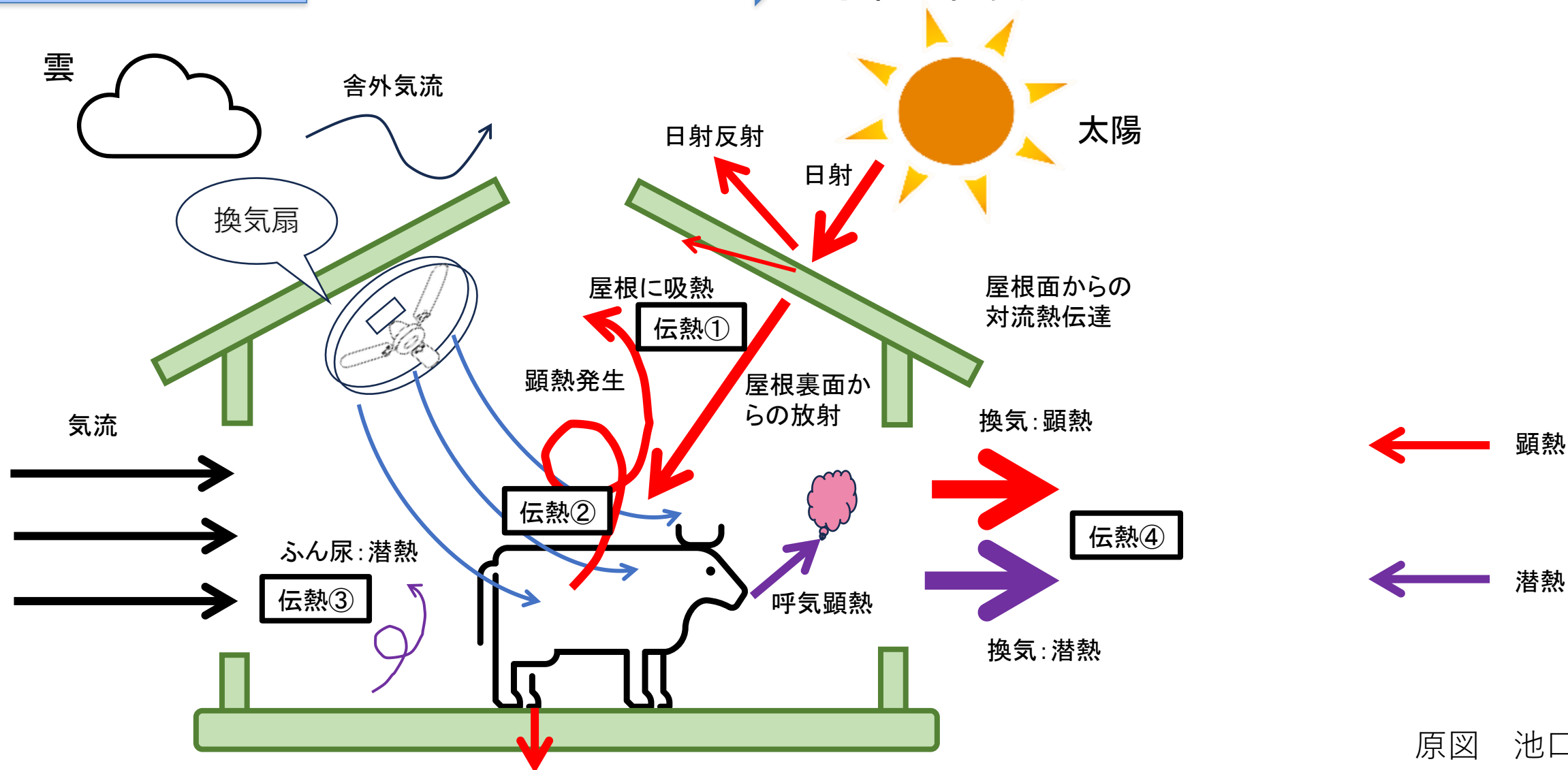
潜熱：物質の相が変化する時に使われる熱量



✓ 施設における暑熱対策の基礎

2. 畜舎の熱収支

熱の流れを知る → 対策の目安



✓ 施設における暑熱対策の基礎

暑熱被害を防ぐポイント

- 家畜の体感温度低下
- 畜舎環境の改善
- 飼養管理
- 飼料作物の管理

畜舎管理

冷やす

- ✓ 送風（換気扇や扇風機）
- ✓ 舎内の散水・細霧装置
- ✓ 舎外 屋根散水

舎外

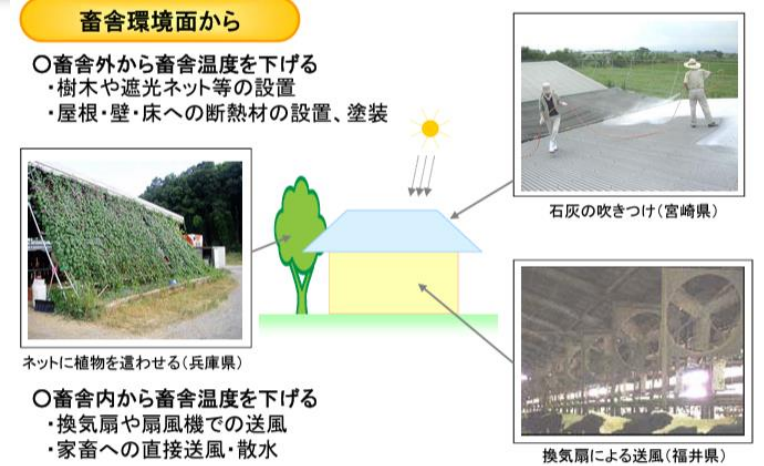
日除け（緑のカーテンなど）
断熱材や反射素材の活用（屋根への消石灰塗布など）

舎内

飼養密度の緩和

飼養管理

栄養管理（飼料配合、栄養改善）
給与方法（摂取量低下を防ぐ）



農林水産省生産局畜産部、暑熱対策パンフレットより平成21年5月

セラミックの粒子を塗料に混入し塗布



長谷川三喜、市来秀之、本田善文、池口厚男、上野慎一、小川秀雄.
2002. 豚舎屋根の遮熱塗料塗布による舎内放射熱負荷低減の調査. 2002年
度農業施設学会大会要旨: 106-107.

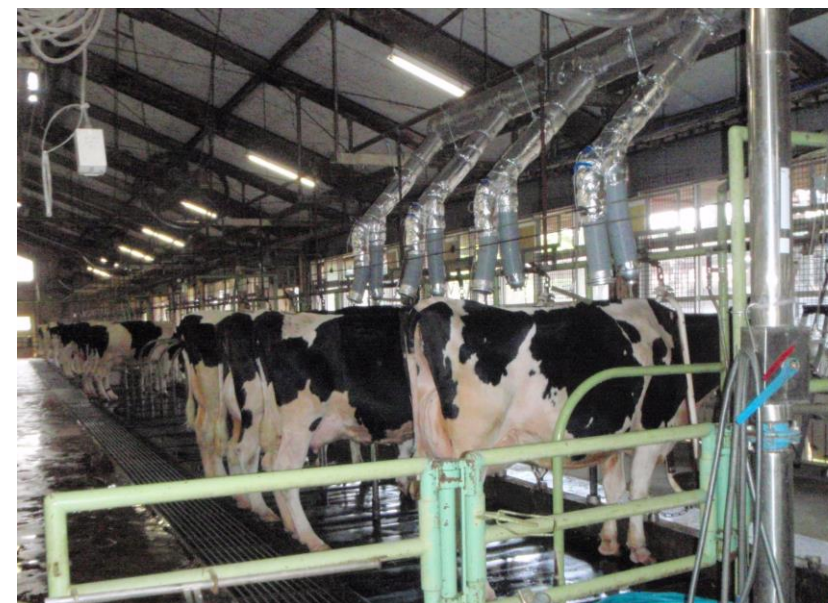
暑熱対策の具体的事例（スポット冷房１）

乳牛舎における暑熱指標と脱化石エネルギー型防暑対策技術の開発
搾乳牛飼養管理における適用技術のうち、環境制御によるもの。地中熱利用のヒートポンプを用いたスポット冷房システムの開発を実施。

結果の要約

搾乳牛飼養管理における暑熱環境の適用技術として、開発したスポット冷房システムにより環境を制御することで、通常の管理（送風）に比べて約161円/日・頭の増収が見込まれる。

* 試算等は研究実施当時の値



畜産部門（つくば）に設置した開発システム

方法および結果（H22～23） システム開発

温暖化

暑熱
負荷



乳量
受胎率
の低下

十分に牛体
の暑熱負荷
を軽減でき
ない。

絶対湿度が高い。

送風
細霧冷房

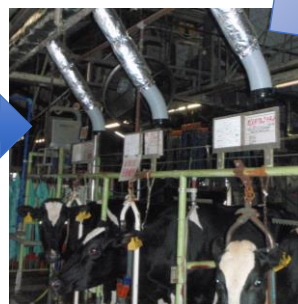


地中熱利用のヒートポンプを用いたスポット冷房システムの構築

有効温度（ET）
の計測



制御

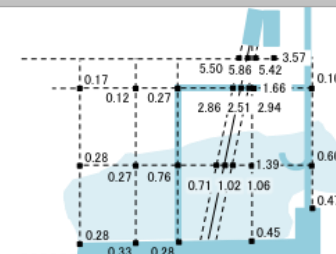


低温・低
湿の空気

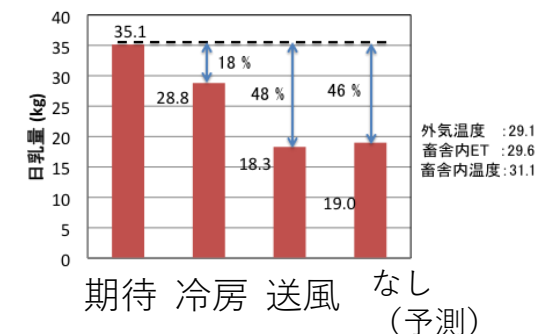
積算ETによる制御法の検討

$$A = \frac{\sum d_i C(d_i) - n \bar{d} C(\bar{d})}{\sum d_i^2 - \bar{d}^2} \leq 0.03$$

配風ダクトの改良



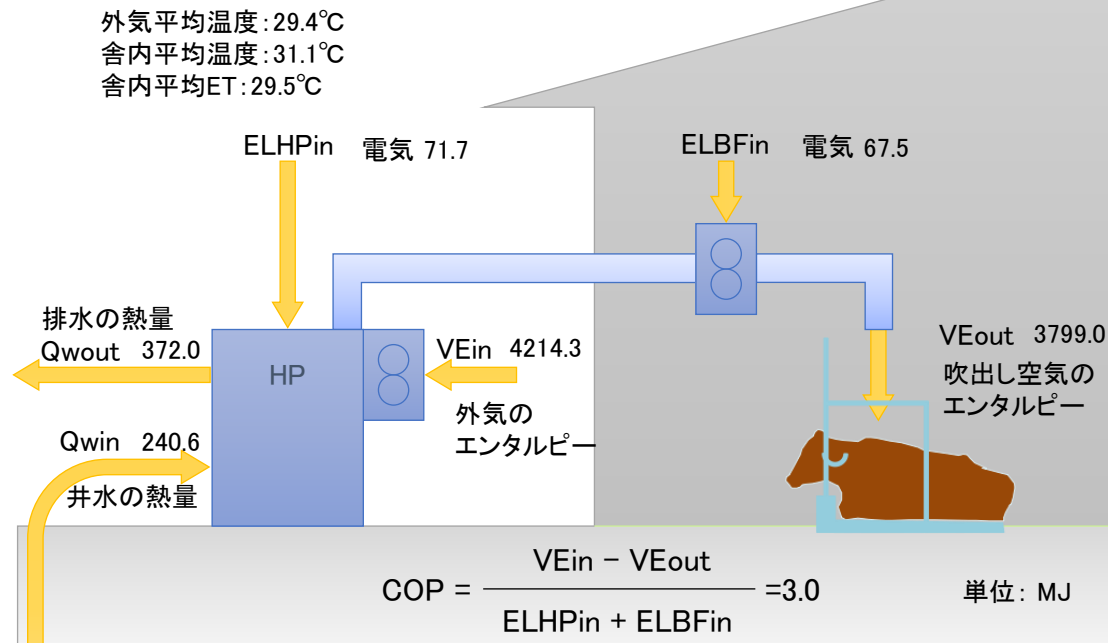
スポット冷房システムの
検証試験



乳量が平均で16%増加し、タンパク質含有率も0.1%増加、体温は約1℃低い

結果の概要（エネルギー収支と試算）

2011年8月9日の例



HP内訳 約4.0kWh/日・頭, 送風ファン約
3.7kWh/日・頭

平均のCOP=2.6

消費電力量

冷房区 > 送風区

7.72
kWh/日・頭

0.53
kWh/日・頭

経済性

乳量との関係から

冷房区 > 送風区

+161 円/日・頭 収益増

結果と課題

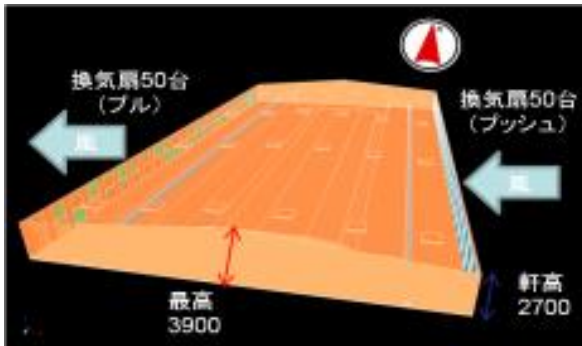
- ・ 搾乳牛飼養管理における暑熱環境の適用技術として、開発したスポット冷房システムにより環境を制御することで、通常の管理に比べて約161円/日・頭の増収を見込み。
- ・ 地中熱HPは、井水利用、水循環、熱媒循環などの方式があるが装置が高額。
- ・ 井水の利用については地域による制限あり（地下水汲み上げ規制など）。

暑熱対策の具体的事例（次世代閉鎖型牛舎 1）

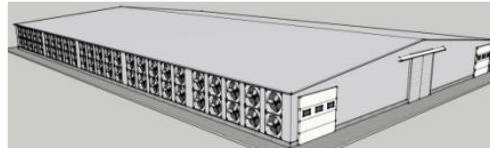
攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術展開事業

次世代閉鎖型搾乳牛舎における省力・精密飼養環境制御、バイオセキュリティ向上技術の実証

閉鎖型プッシュ＆プル横断換気牛舎システムの開発

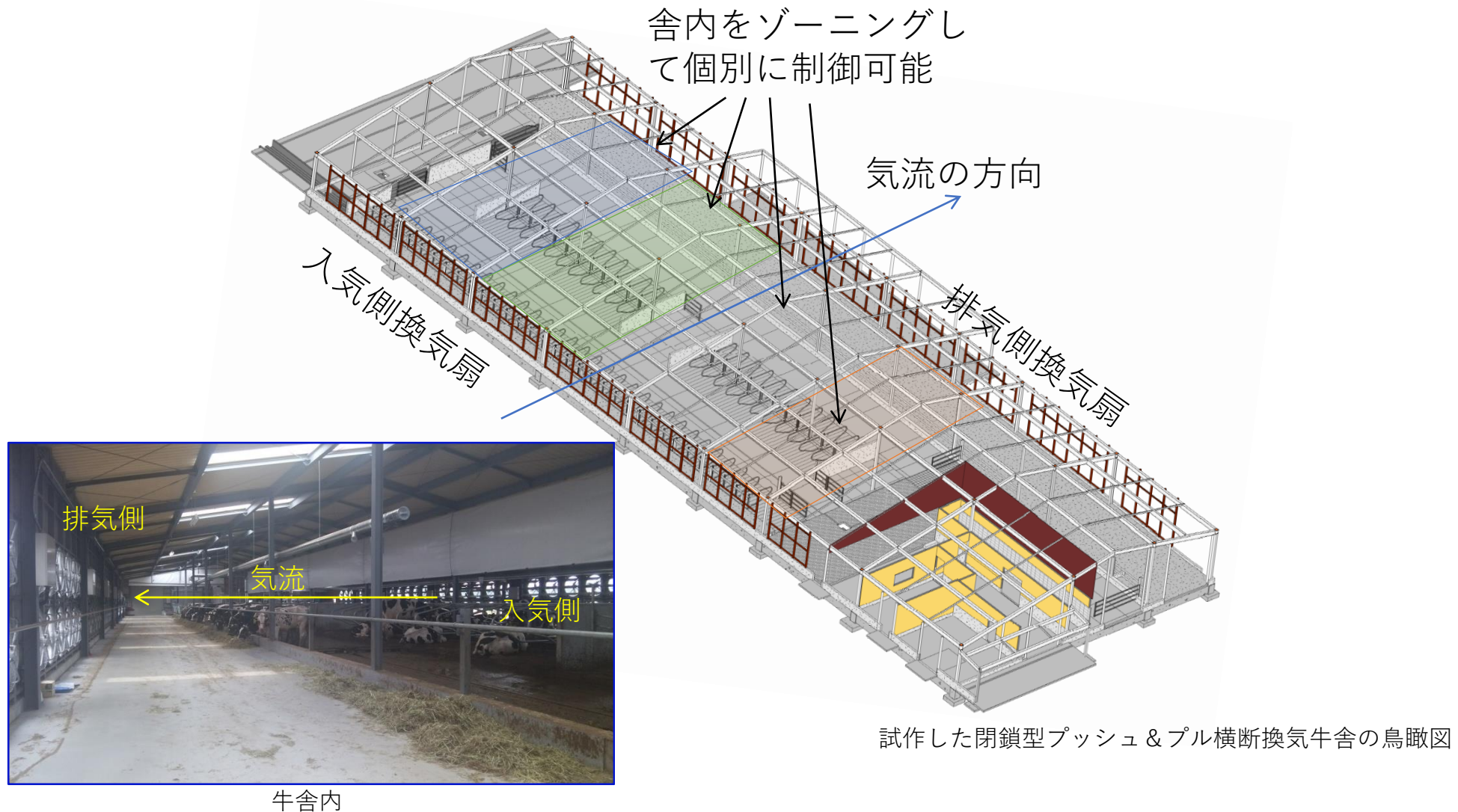


LPCV方式の換気



1. 閉鎖型横断換気牛舎、搾乳ロボット等の設備を含む牛舎システムの試作と稼働確認。牛の飼養を開始
2. 熱負荷量の計測と局所換気制御による熱環境の検証。

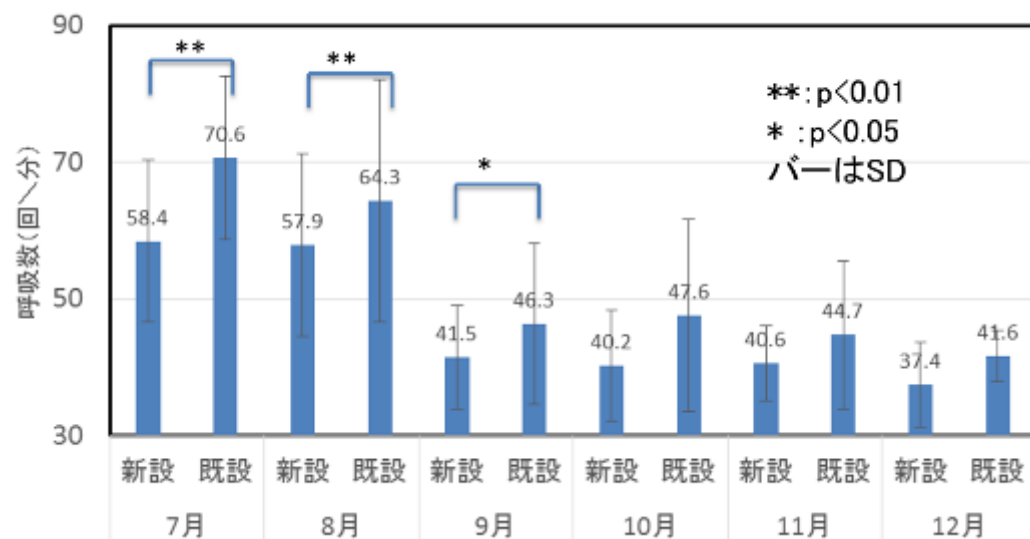
暑熱対策の具体的事例（次世代閉鎖型牛舎2）



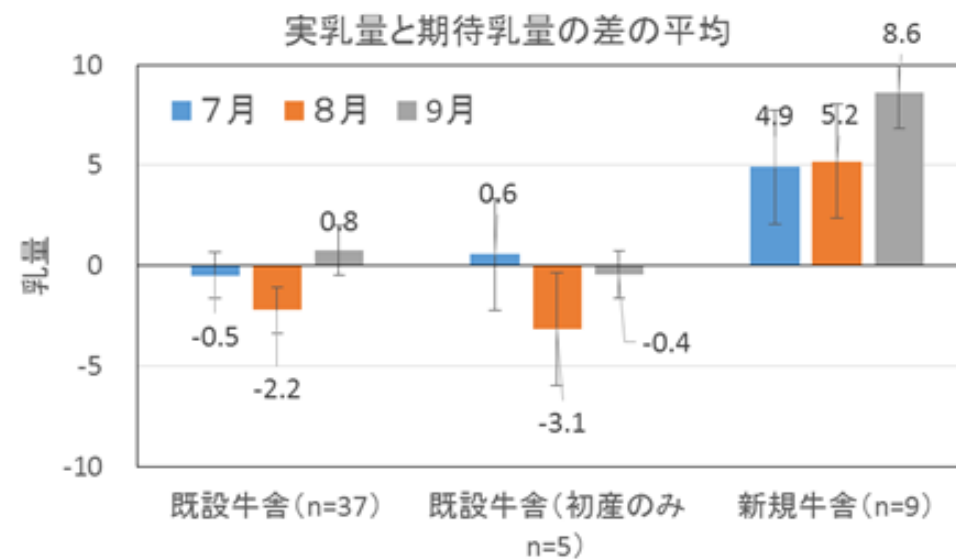
Low Profile Cross Ventilation (LPCV)方式の閉鎖型牛舎

結果と課題

- ・施設導入により、熱指標、舎内風速、放射量等に効果を確認。
- ・家畜側としては、呼吸数、乳量についても効果が確認。
- ・施設設備については経営条件等を考慮して決定する必要。



新設牛舎（次世代閉鎖型牛舎）と既設牛舎（開放型牛舎）における月別呼吸数の違い



実乳量と期待乳量の差の平均

- ✓ 家畜の暑熱状況（気象と家畜への被害）
 - ✓ 施設における暑熱対策の基礎
 - ✓ 暑熱対策の具体的事例
-
- 外気温（気象データ）としては平均値でも上昇
 - 暑熱期間が拡大、延長か（気候変動）
 - いかに体温を下げるかが重要
 - 大型家畜では設備投資ができるか