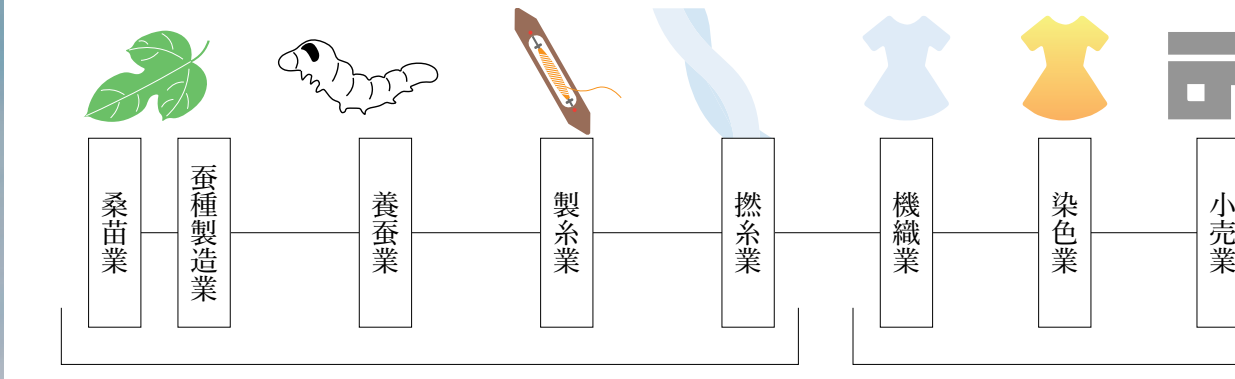


光と風が紡ぐ繭

環境シミュレーションを活用した、蚕と桑にとっての快適な生育環境の提案

01 蚕糸業と蚕について

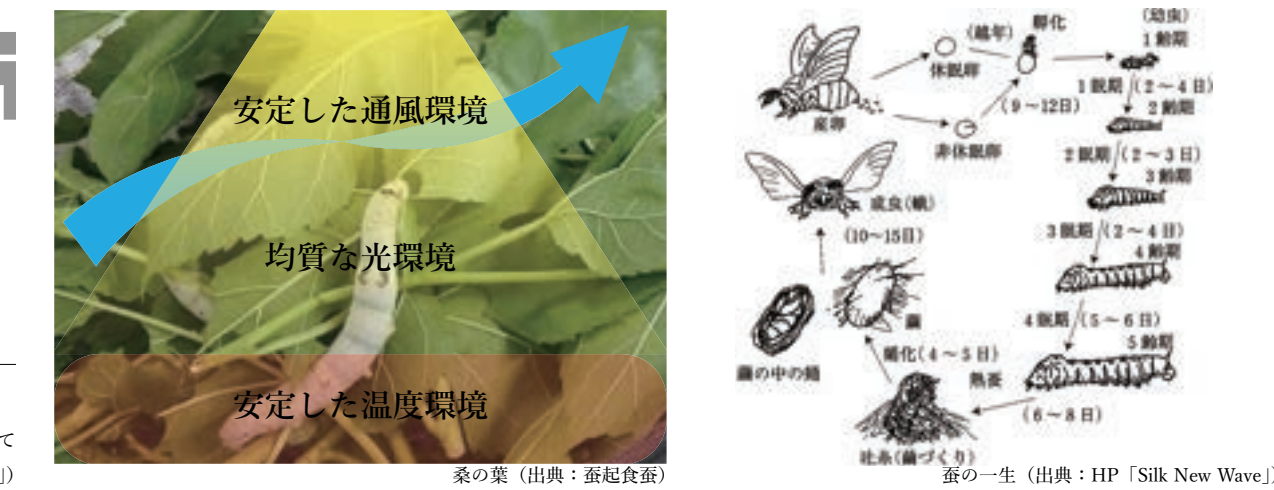
01.1 蚕糸業（養蚕業＋製糸業）



繭の生産に関連する養蚕業と、繭から生糸を製造する製糸業との総称。近年日本の絹製品の価値が再評価され注目を集める蚕糸業・織物業生産フロー（参考：HP「Silk New Wave」）

日本の蚕糸業は、農家を中心に全国各地で行われてきた。養蚕技術・製糸技術は、江戸幕末期において、各地で画期的な発展を遂げ、良質な生糸が生産可能になった。明治期には、良質な生糸は輸出品として高く評価され、日本の蚕糸業は日本の近代化を支える一大産業として発展した。しかし、世界情勢などの影響から昭和初期（戦前）をピークに衰退の一途を辿り、現在では産業の継承が危ぶまれている。

01.2 蚕



蚕は、桑の葉を食べて育ち、糸を分泌して繭をつくり30日前後で蛹になる完全変態の昆虫で、飼育には人の手による適切な環境構築が必要である。特に、「生育過程＝齢」と生育時期によって求められる飼育環境が異なるため、齢や季節に応じて徹底した環境管理が必要となる。飼育環境の中でも、温度、湿度、光、風（換気）の4要素が支配的である。

02 敷地背景

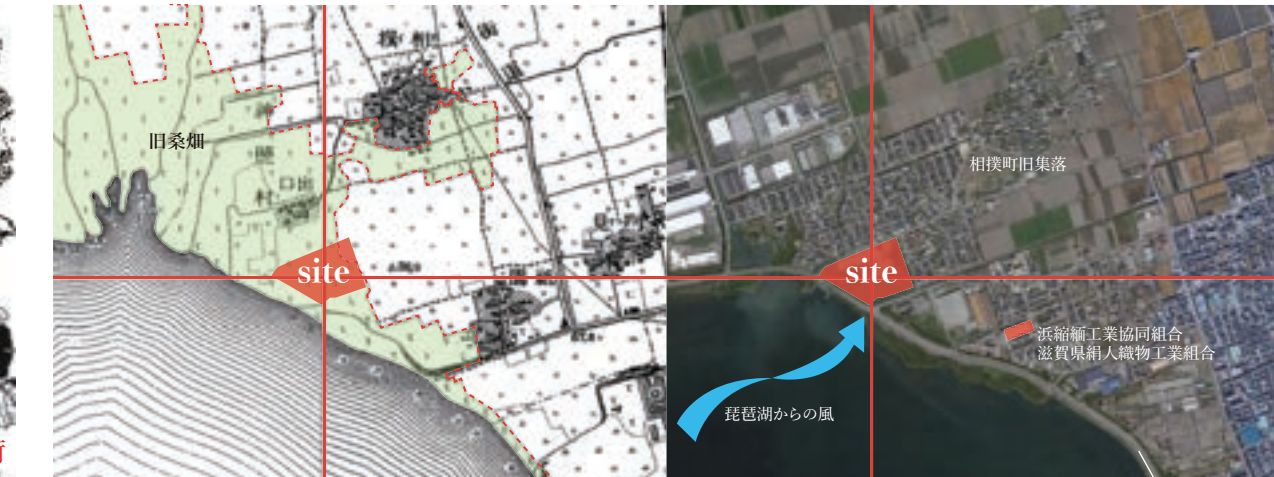
02.1 蚕糸で栄えた「長浜」



長浜市域における養蚕農家数の推移 (参照：「長浜市史5暮らしと産業」)

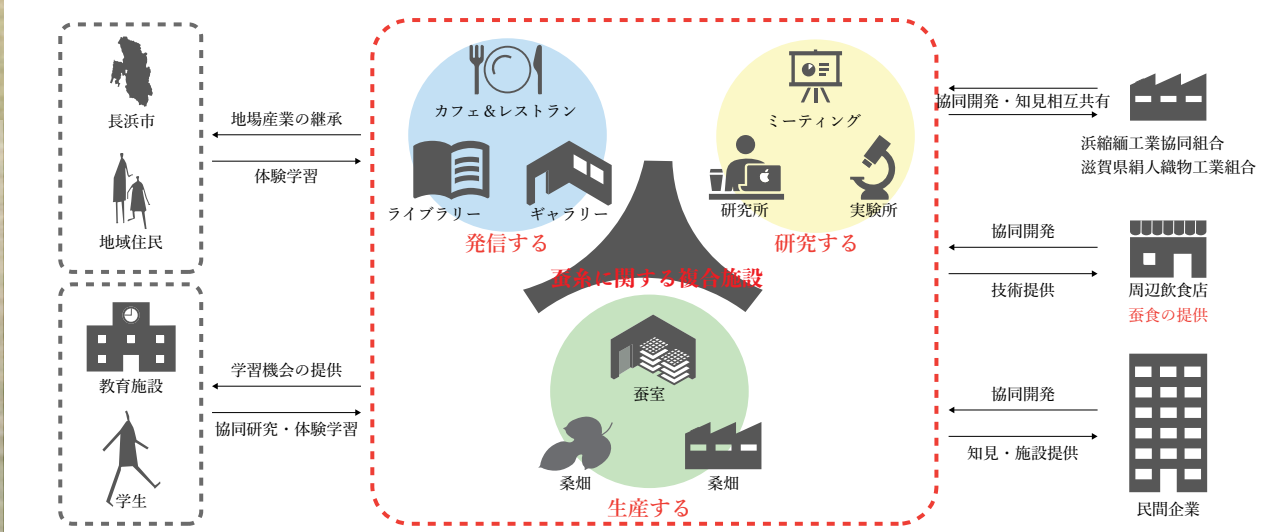
滋賀県北部「長浜」は、地場産業の浜縮緬や京都の西陣織のシルク（原材料）として古くより蚕糸業が営まれてきた。明治末期の最盛期には、4000戸以上が蚕糸業を営んでいたが、現在では1軒の蚕糸農家を残すのみで蚕糸業は著しく衰退している。

02.2 計画対象地「長浜市相撲町」



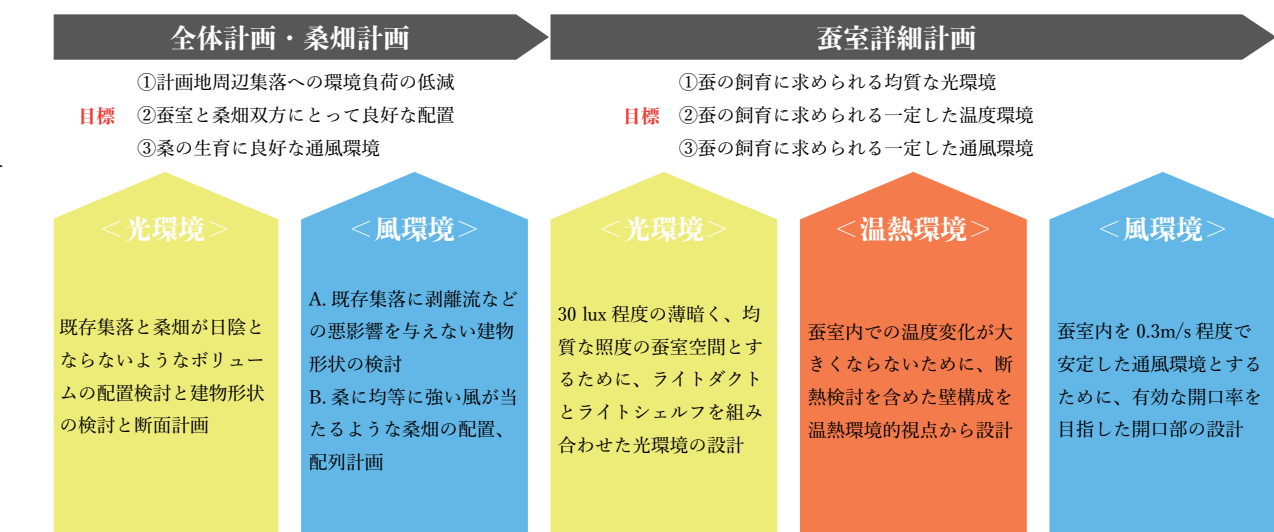
計画対象地は、かつて、桑畑と蚕糸農家が多く立地した長浜市相撲町の荒地（旧工場跡地）である。日当たりが良く、琵琶湖に面するため年間を通した十分な通風が得られることから桑畑、蚕の生育環境に適した場所であるといえる。

03 プログラム・スキーム



本提案は、①衰退した蚕糸業の産業復興と継承のための生産工場、②それらの知識や技術の発信と体験を行うミュージアム、③蚕の他分野（医療や電子工学）における活用を見据えた研究所の主要3要素からなる。蚕に関する複合施設の提案により、蚕糸業の継承と同時に、それらの発展・発信拠点としての場を創出することで、著しく衰退する蚕糸業の新たな担い手育成と伝統産業、文化の継承を目指す。

04 設計フロー



本提案は、上記のように「全体・桑畑計画」と「蚕室詳細計画」の大きく2つのフェーズで環境的な目標を明確化して環境解析を実施した。また、意匠・計画の操作に対しても環境解析を実施し、相互評価を繰り返した設計フローを実施した。

コンセプト

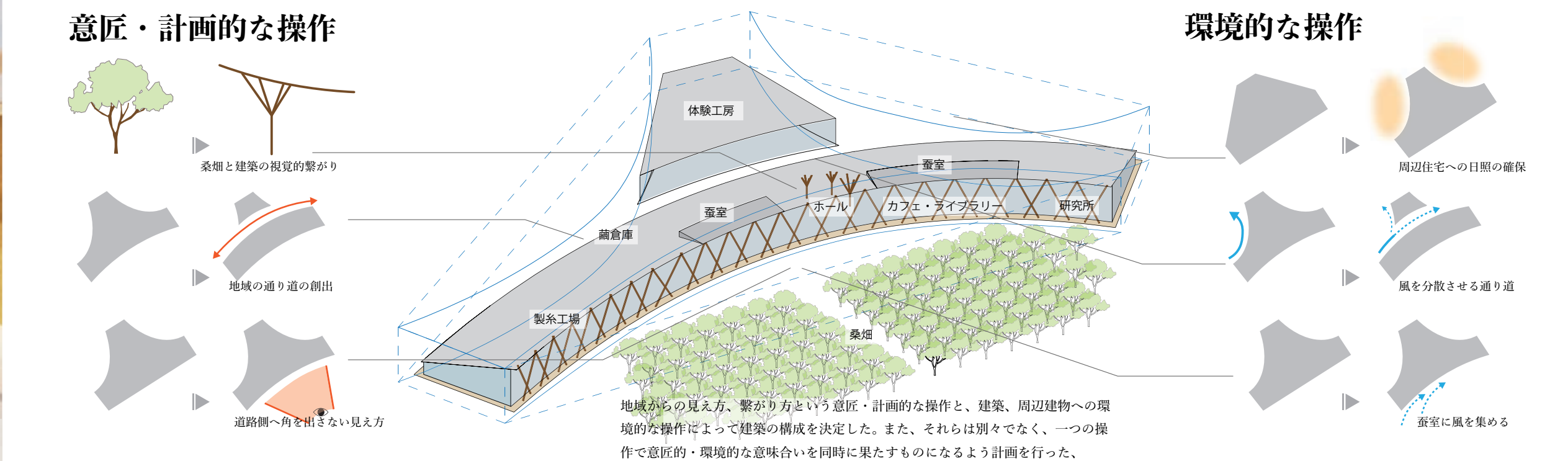
- 蚕に関する生産、研究、発信など複合的施設の提案による伝統産業の継承と再評価＜社会性＞
- 桑畑と蚕室の環境、周辺の環境を考慮した建築配置計画＜環境性＞
- 齢によって異なる飼育環境が必要な蚕室の環境計画＜環境性＞

環境シミュレーションの目的

- 周辺集落への環境負荷とならない配置計画の実施
- 蚕室と桑畑にそれぞれに良好な環境の獲得
- 齢によって異なる蚕に必要な飼育環境の獲得

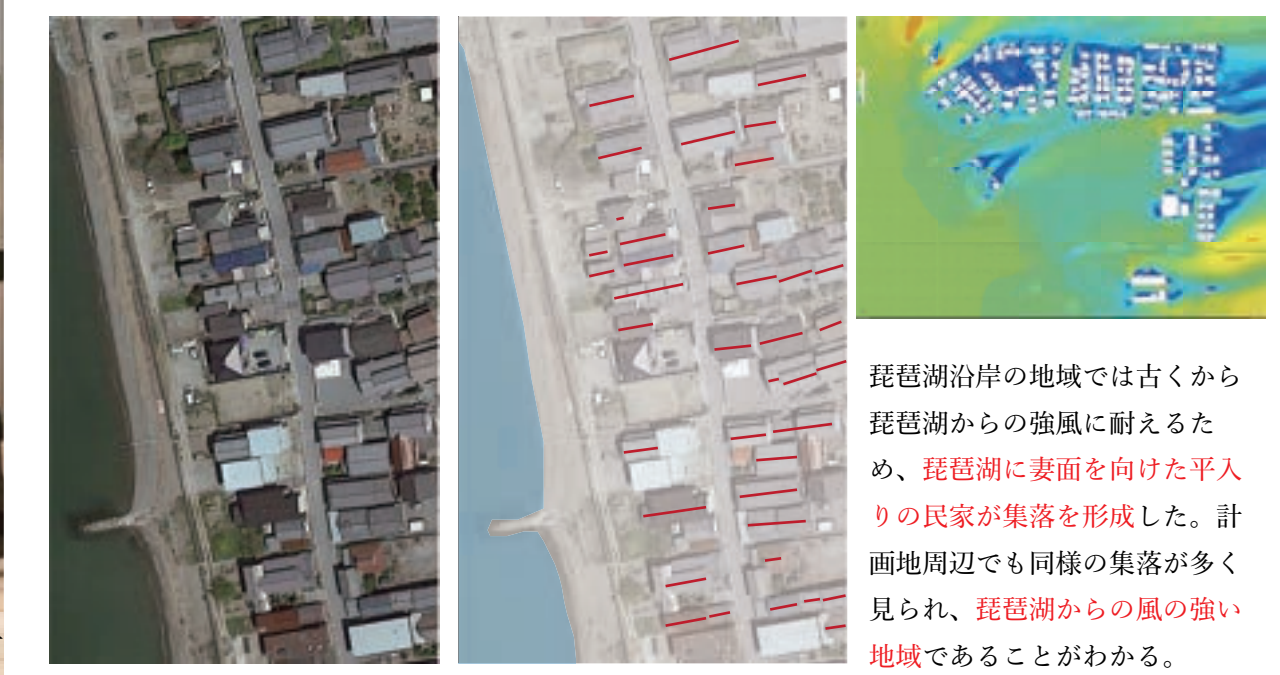


05 ダイアグラム

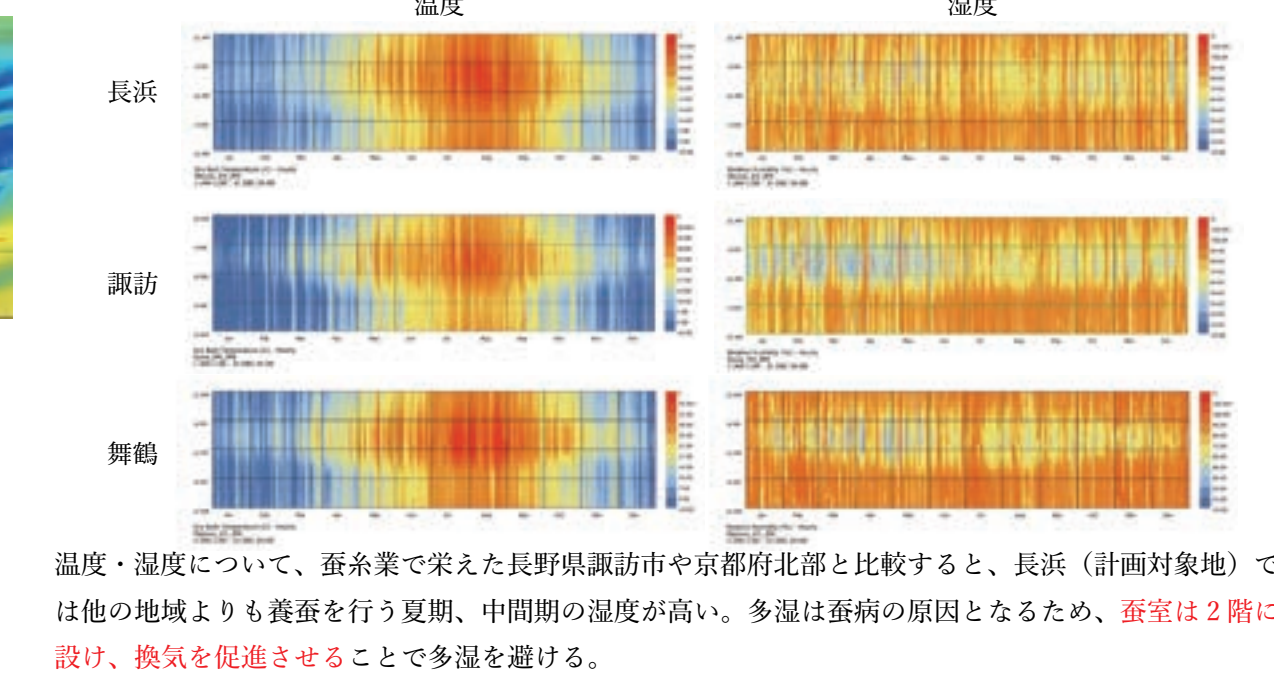


06 敷地の気候分析

06.1 湖風と琵琶湖岸集落



06.2 温湿度分析

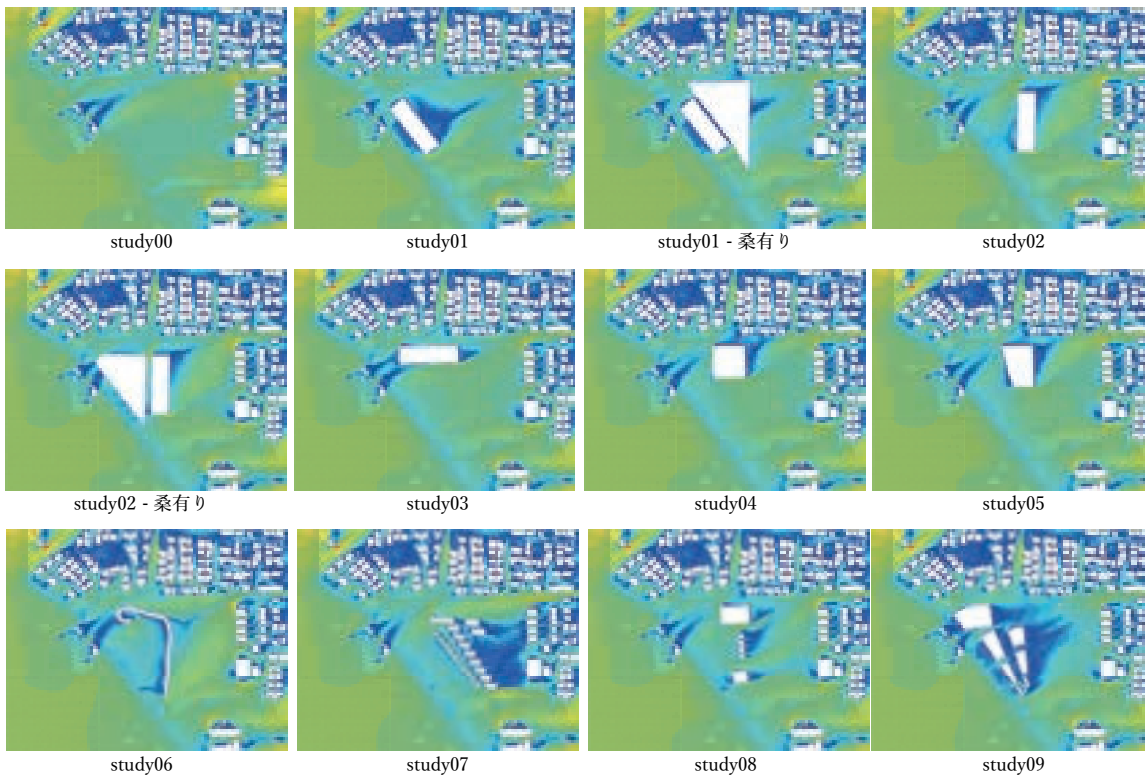


全体計画

初期ボリュームスタディ

琵琶湖からの風

琵琶湖から敷地へ吹く風による気流の様子を知るために街区を含めた風解析を行った。敷地内に設ける**桑畑の通風環境と周辺街区への影響を確認し大まかな傾向を把握を目的**とした。また、1つのボリュームを配置する場合と分棟にする場合、長手を琵琶湖に向ける場合など複数のボリュームスタディを行い、**ボリュームの配置位置の指針決定も目的**とした。



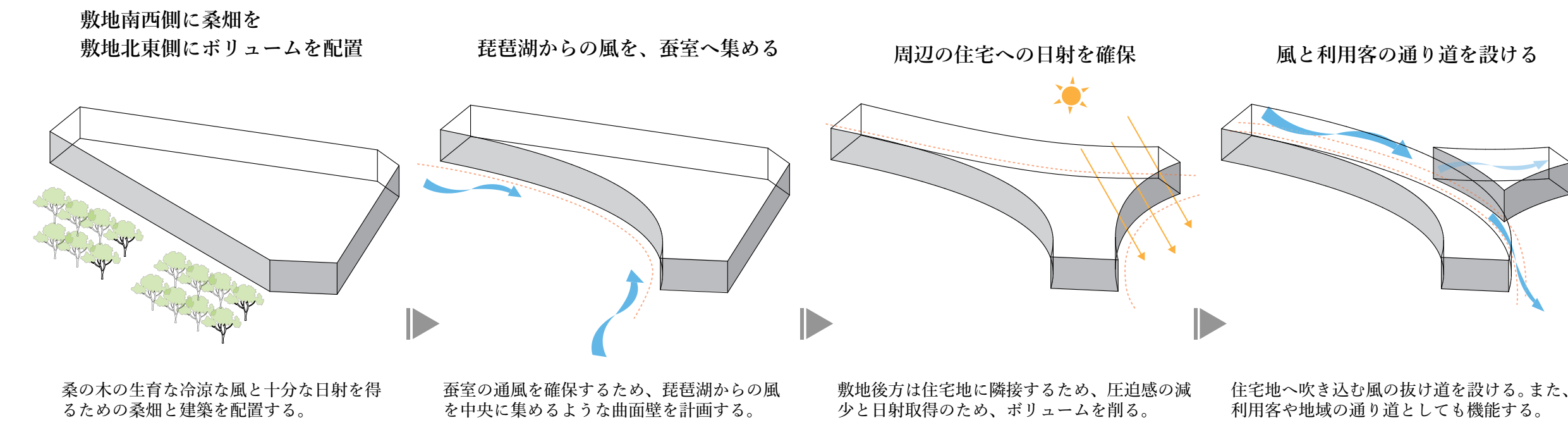
結果として、琵琶湖に平行に長手を配置すると風が吹かない範囲が大きくなること街区に近づきすぎると街区への風を遮ること、分棟にしても一定よりも間隔が狭ければ後ろに風は流れないことなどが確認された。

メインボリューム曲率スタディ

曲率と風

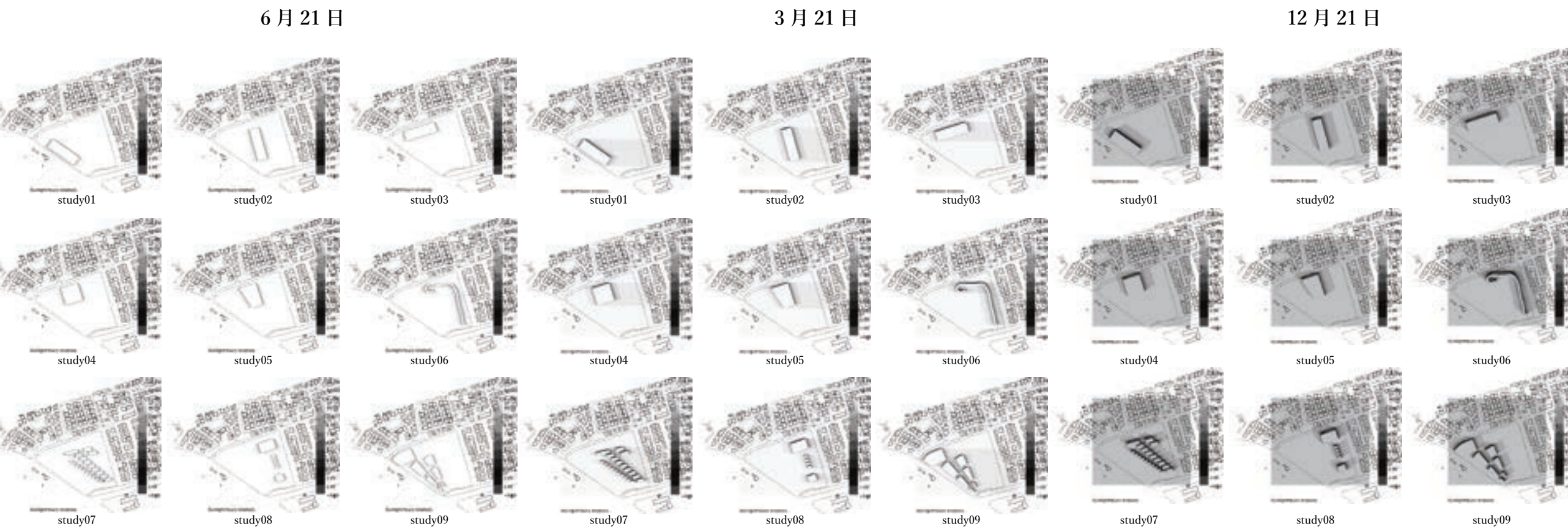
メインボリュームは湖岸道路からの景観と日射取得、建物周辺での風速変化による屋内通風を目的に曲線を描くような形態とした。その際、メインボリュームの描く曲率とメ人ボリューム北東ボリューム間の間隔によって敷地内の風の流れがどのように変化するかをシミュレーションを用いて検討した。メインボリュームと北東ボリュームの間隔については10m以上間隔を開けるとボリューム感での風速が周辺よりも上昇することがわかる。また曲率については琵琶湖側（曲線内側）で鶴右側が遅くなるのがわかり直線に近づくと周辺との風速の差が小さくなっていることがわかる。

全体配置・計画ダイアグラム



ボリューム配置を日影

今回提案する建築によって同じ敷地内の桑畑に影が落ちることのないように設計する必要がある。また、周辺住宅へ影を長時間落とすことも避けるように設計を進めた。



養蚕や桑の生産が盛んになる夏季は太陽高度が高いこともあり桑畑や周辺住宅への影響は少ない。一方、春季の朝夕では日陰になる時間がある程度発生し、冬季になると琵琶湖側に設置したボリュームによって桑畑に影が落ち、住宅街近くのボリュームでは住宅に影が長時間落ちる様子も確認できた。

初期のボリュームスタディでは、風解析と日影解析から**南西側（琵琶湖側）に桑畑を配置し、北東側（住宅街側）に日影を作りにくい距離をとったうえで建物のボリュームを配置する**の方針に決定した。

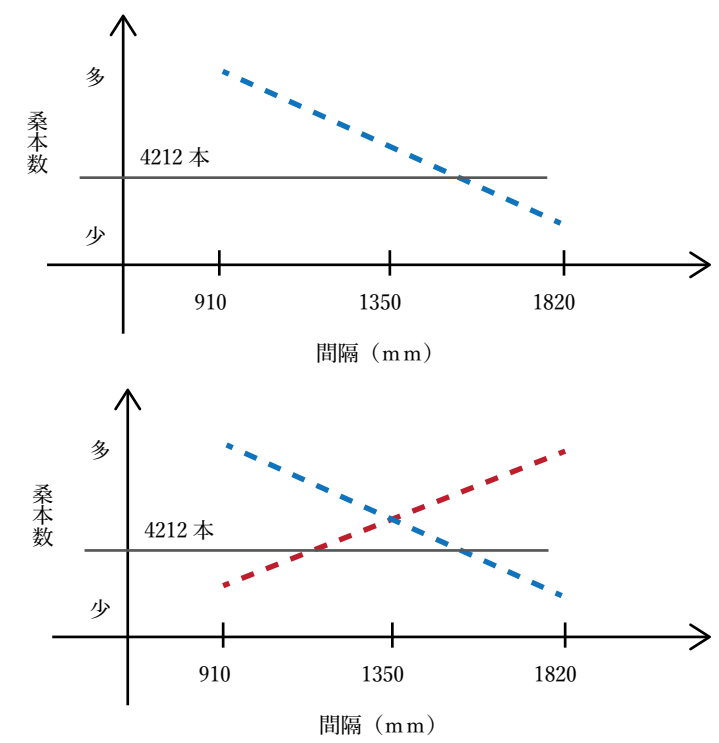
桑畑列植配置検討

桑の木と風

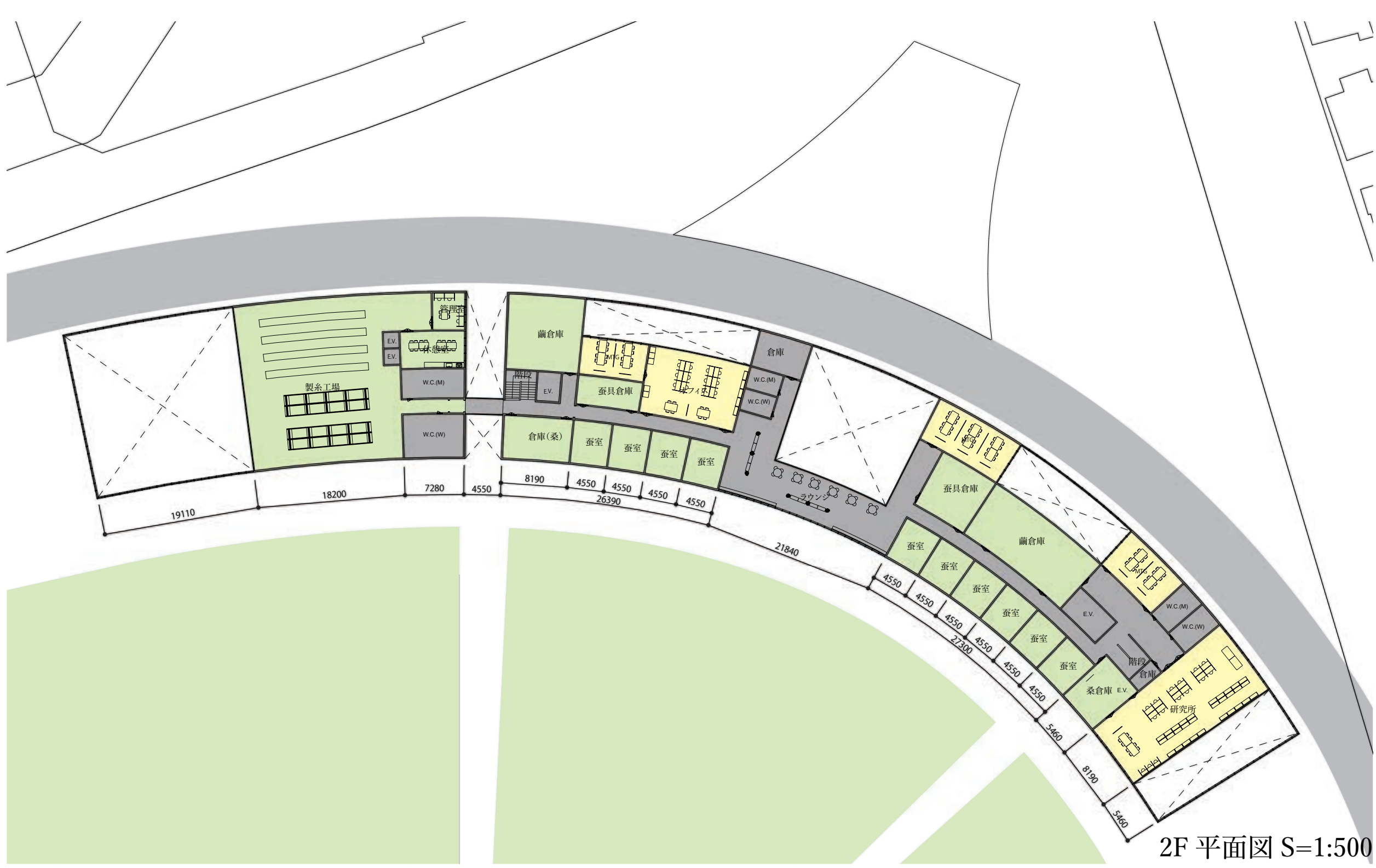
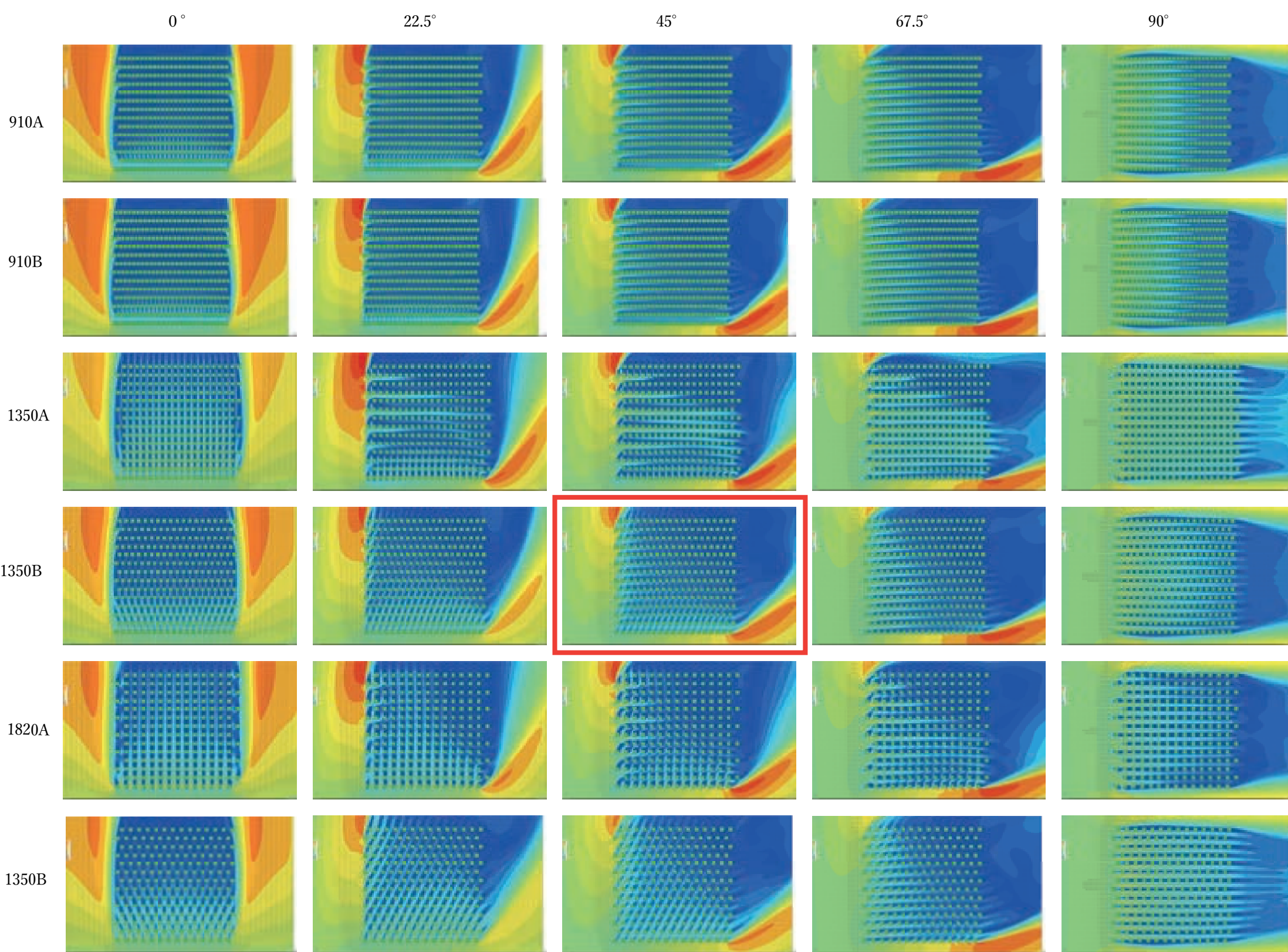
従来の桑畑では樹間を0.9m程度として列植が一般的であった。この場合、葉の生い茂った桑の害虫が問題となっていた。その対策として、桑の木にしっかりと風を当てるのが良いとされ、実際に強い風が吹く地域に桑畑が比較的多く立地していた。そこで、本計画では**桑の樹間を調節することで桑の生育環境の改善**を目指した。検討方法として、樹間と配列方向をパラメータとして簡単なパラメトリックスタディを行った。樹幹を910mm、1350mm、1820mmと変化させると数値が大きくなるにしたがって樹木間の風速は大きくなっている。さらに樹木をXY方向に列植したモデルAと、X方向は列植しY方向は互い違いに並列したBを比較したところ、風を流す方向を22.5° ごとに変化させるとAでは22.5°、67.5° Bでは45° 傾けた際に樹木の風下側の低風速部と風下側の隣の桑が重ならなくなることが分かる。

繭の生産量と桑の本数

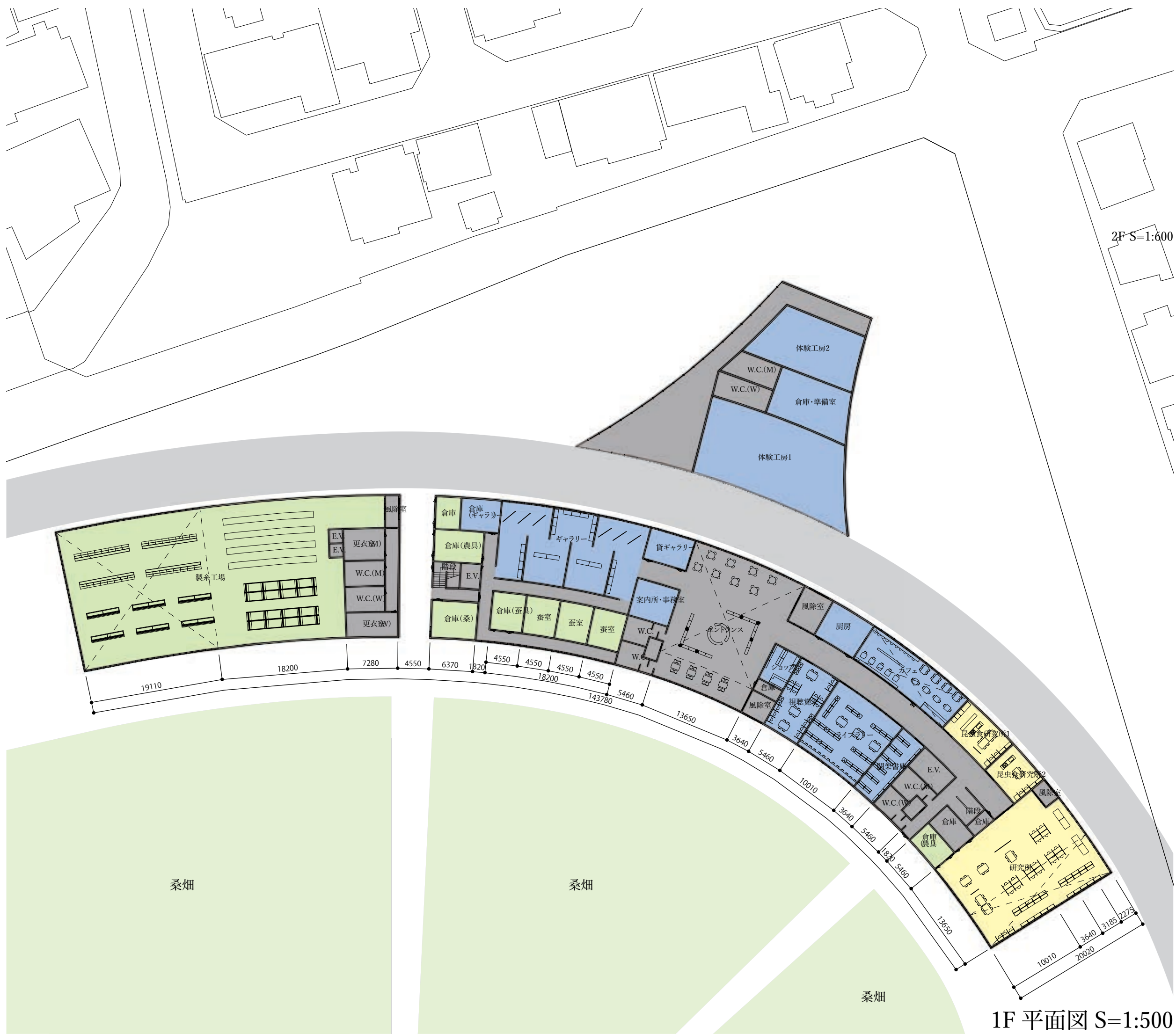
本提案では、一室で18反生産可能な蚕室を13室設けた。1反の生糸を生産するために桑の木は18~20本が必要とされるため、今回の計画に必要な桑の本数は4212本~4680本である。桑の列植間隔を910mm、1350mm、1820mm、と変化させると樹木密度は0.60本/㎡、0.43本/㎡、0.31本/㎡となる。計画地の桑畑の面積11,030㎡内にこれらを植えると6670本、4694本、3459本となる。



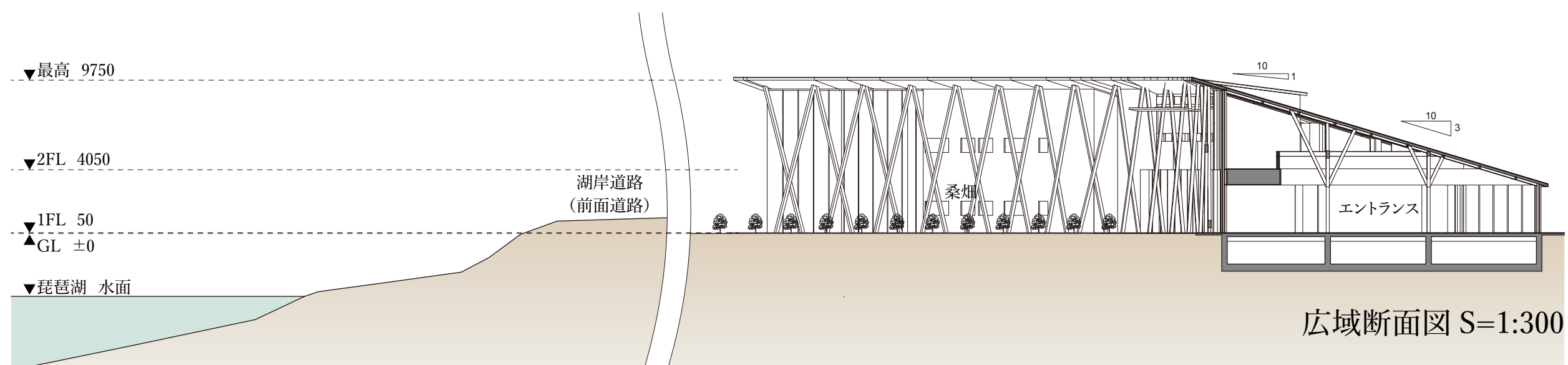
桑の必要供給量に余裕があり、従来よりも風通しを良くした**1350mm間隔の配列**とする。その中でも、より均一な樹木間通風を確保できる**1350B**のモデルのうち、**45°傾けたものを今回桑畑の列植として採用した**。



2F 平面図 S=1:500



1F 平面図 S=1:500



広域断面図 S=1:300

09

説明用パネル

- 環境シミュレーションの概要・精度・信憑性に関する考察 -

気候分析 - Ladybug-

■使用ソフトの選定

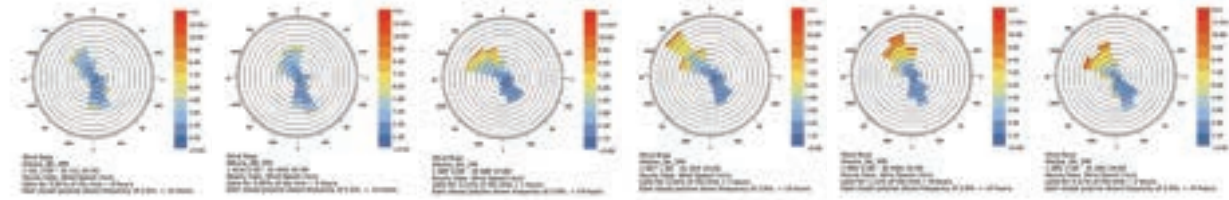
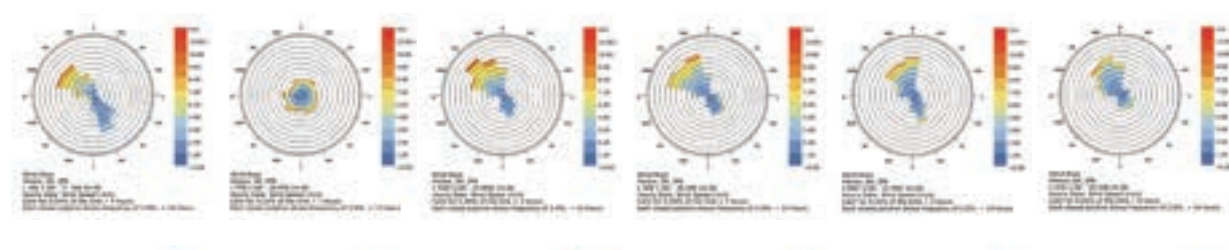
敷地の気候分析には、「Ladybug」を使用した。Ladybugは、EnergyPlus、Radianceを解析エンジンとするGrasshopperのプラグインツールである。EnergyPlus Weather file (.epw)をGrasshopperにインポートすることで気候データの詳細な分析を実行・視覚化することができる。

■シミュレーションの信憑性

「Ladybug」は気候分析を行うにあたり、膨大な気候データを視覚化するツールとして定評がある。しかし、その際に必要なEnergyPlus Weather file (.epw)はデータが限られており、計画対象地である長浜は存在しない。そこで最寄りのアメダス彦根の.epwを使用し、風配図、温湿度変動の気候分析を行った。

■風配図からの気候分析

アメダス彦根の.epwを使用して出力した風配図(図1)からは、年間を通して琵琶湖からの強い風(彦根の場合、北西の風)が吹くことが分かった(図2)。そこで計画対象地においても琵琶湖からの風(図3)があるとし、**琵琶湖からの風(=長浜の場合、南西の風)を主風向として風環境解析を実施した。**



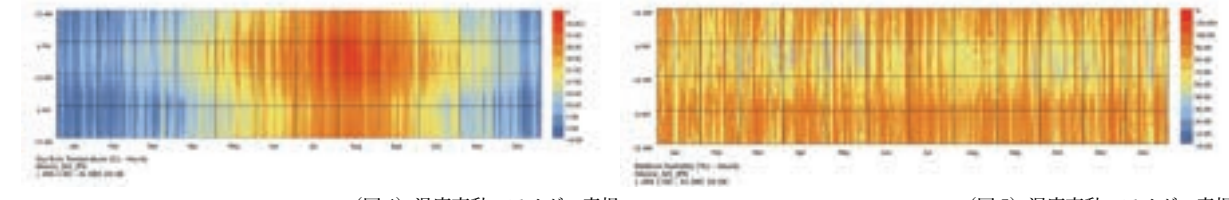
(図1) 風配図・アメダス彦根



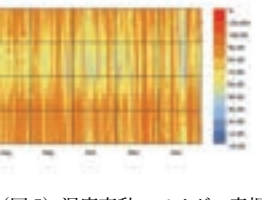
(図3) 敷地と琵琶湖の関係性

■温湿度変動からの気候分析

アメダス彦根とアメダス長浜の平均温度、湿度には大きな差異が見られないことから、アメダス彦根の.epwを使用して出力した温湿度変動図(図4、5)を、計画対象地における参考データとして扱うことの信憑性はあると判断し、設計の際の検討資料として使用した。



(図4) 温度変動・アメダス彦根



(図5) 湿度変動・アメダス彦根

メンバー

* 本提案は、本コンペに向けて、メンバー間でテーマ設定や敷地選定を行い、取り組んだものである。

刃刀虎之介 /Kunugi Toranosuke

滋賀県立大学大学院環境科学研究科環境計画学専攻
修士1年
金子研究室
担当: 温熱環境解析、風環境解析

中谷祐紀 /Nakaya Yuki

滋賀県立大学大学院環境科学研究科環境計画学専攻
修士1年
金子研究室
担当: 蚕室詳細設計、光環境解析

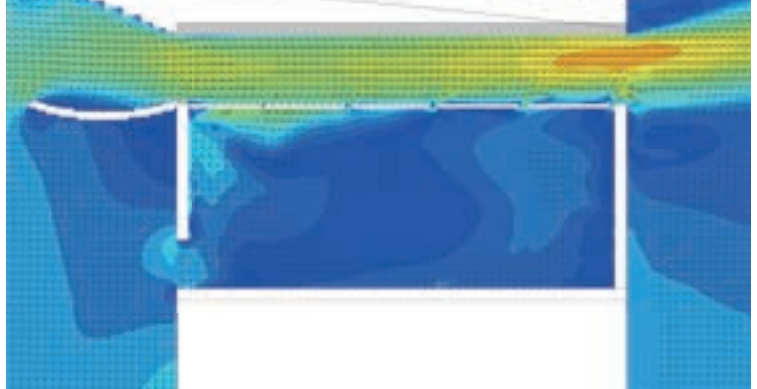
風環境 - FlowDesigner -

■乱流モデルの使い分け

今回の提案では、k-εモデルの簡易定常解析と修正L-kモデルの定常解析を使い分けて設計を行った。**設計の過程に応じて乱流モデルを使い分ける**ことで設計の進捗速度と解析制度のバランスを考えた。設計初期の周辺風環境の解析やボリューム検討、桑畑の配置計画などでは細部の精度よりもスタディのスピードを重視し簡易解析を用いた。一方で、蚕室の換気に関する解析については目標となる風速があったことや検討数が多くないこと、他の検討への影響が少ないことなどから修正L-Kモデルを用いた詳細な解析を行った。

精度検証タイプA 周辺風環境の把握、ボリューム検討、桑畑配置検討にて使用

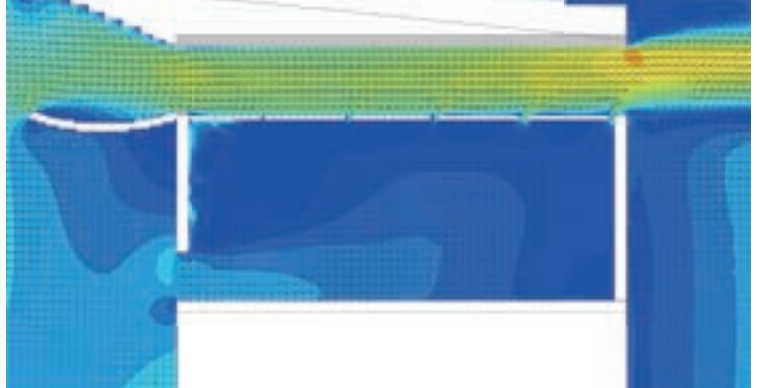
簡易解析収束判定-2
乱流モデル: 高レイノルズ数型/k-εモデル
(k, εはプログラムオート)



<解析結果の特徴>
・短時間で大まかな傾向を把握することができる。
・壁際や細い隙間を通る気流の挙動については正確性に疑問が残る。

精度検証タイプB

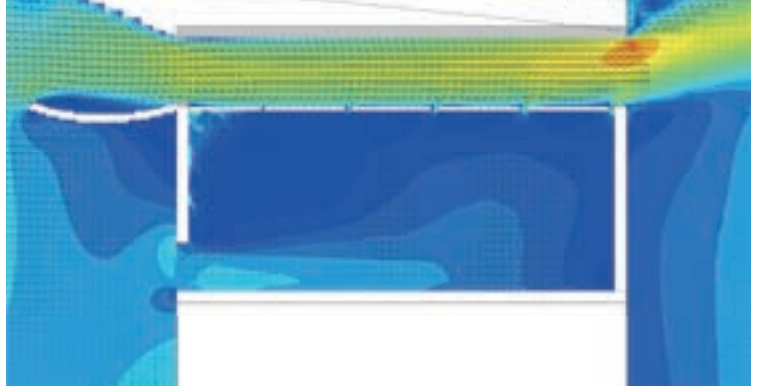
乱流モデル: 高レイノルズ数型/k-εモデル
(k, εはプログラムオート)



<解析結果の特徴>
・壁からの剥離や隙間から流出する気流がやや不自然な印象を受ける
・簡易解析と比較すると屋内、天井と壁の入隅付近が大きく異なる結果となっている。

精度検証タイプC 蚕室の詳細検討にて使用

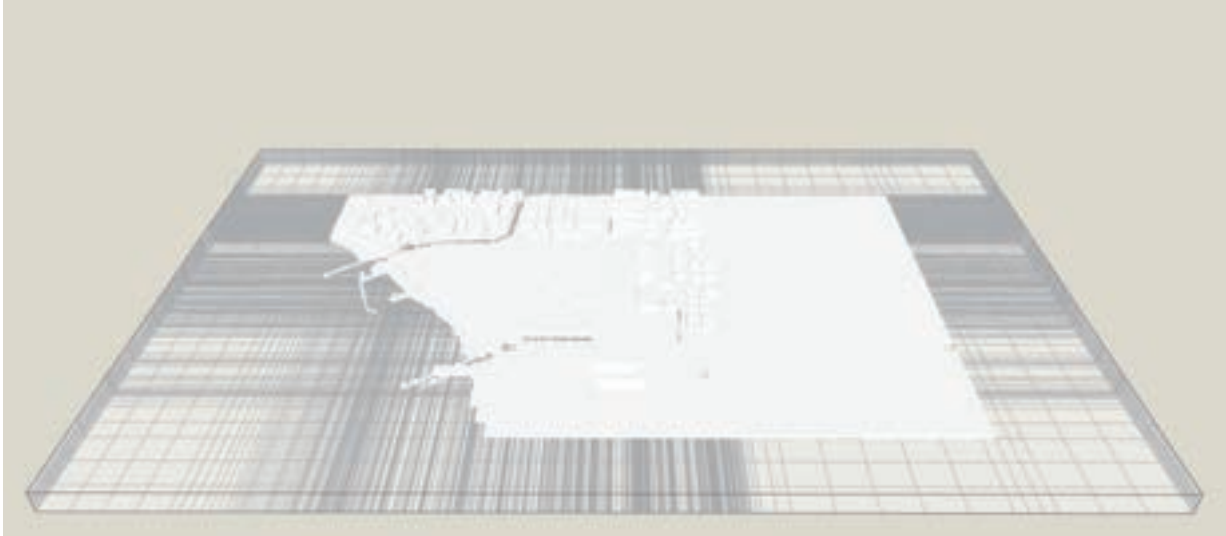
乱流モデル: 高レイノルズ数型/修正L-Kモデル
(k, εはプログラムオート)



<解析結果の特徴>
・k-εモデルの修正版である。
・k-εモデルでの解析と比較した際、屋内での最高風速が約0.2m/s高く表示されている。
・また建物風下側の壁際での風速の分布に違いが見られる。

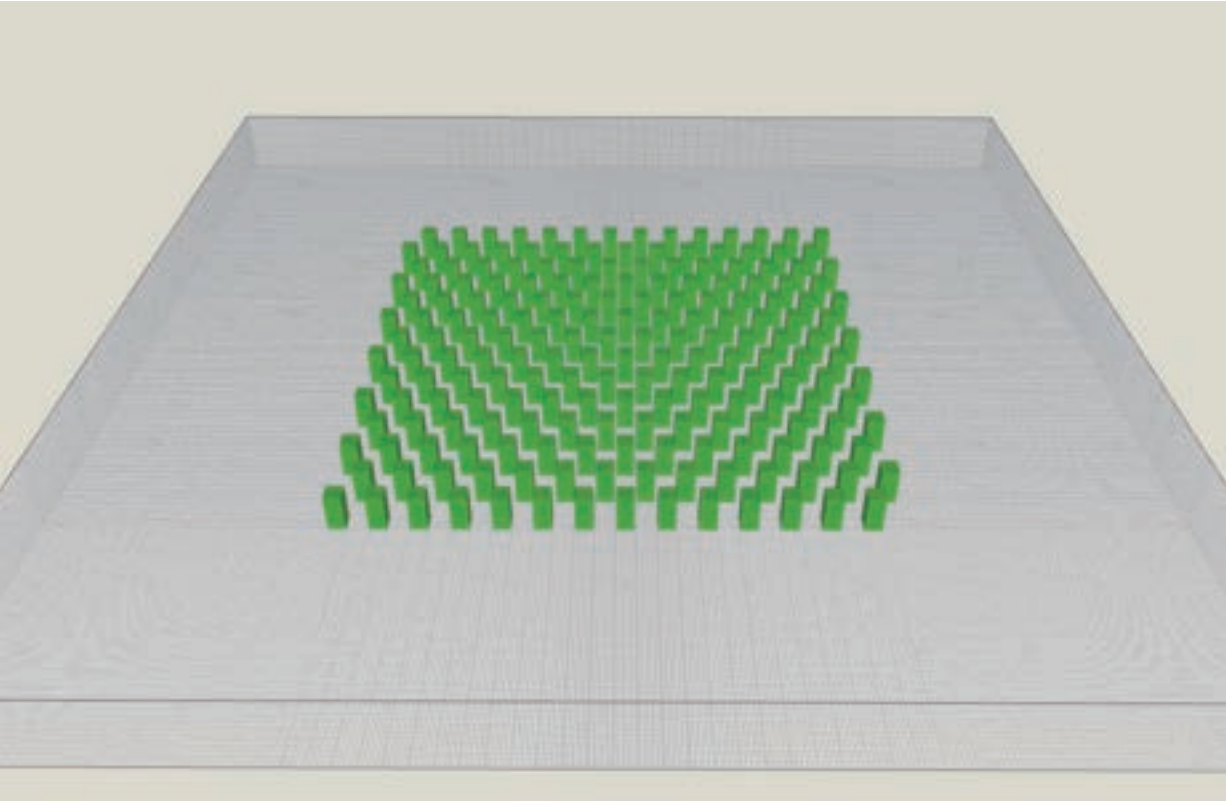
■周辺・ボリューム検討解析条件

解析ソフト: FlowDesigner
解析対象とモード: 解析対象 速度(流体: 空気) / 計算モード 定常計算(収束判定: -2.5)
乱流モデル: 高レイノルズ数型/k-εモデル(k, εはプログラムオート)
解析領域とメッシュ数: 解析領域: 616m × 958m × 22.4m / メッシュ数: 約252万
風向: 西南西 / 風速: 地上10mにおいて3m/s
対象区域: 郊外住宅地(α = 0.14)



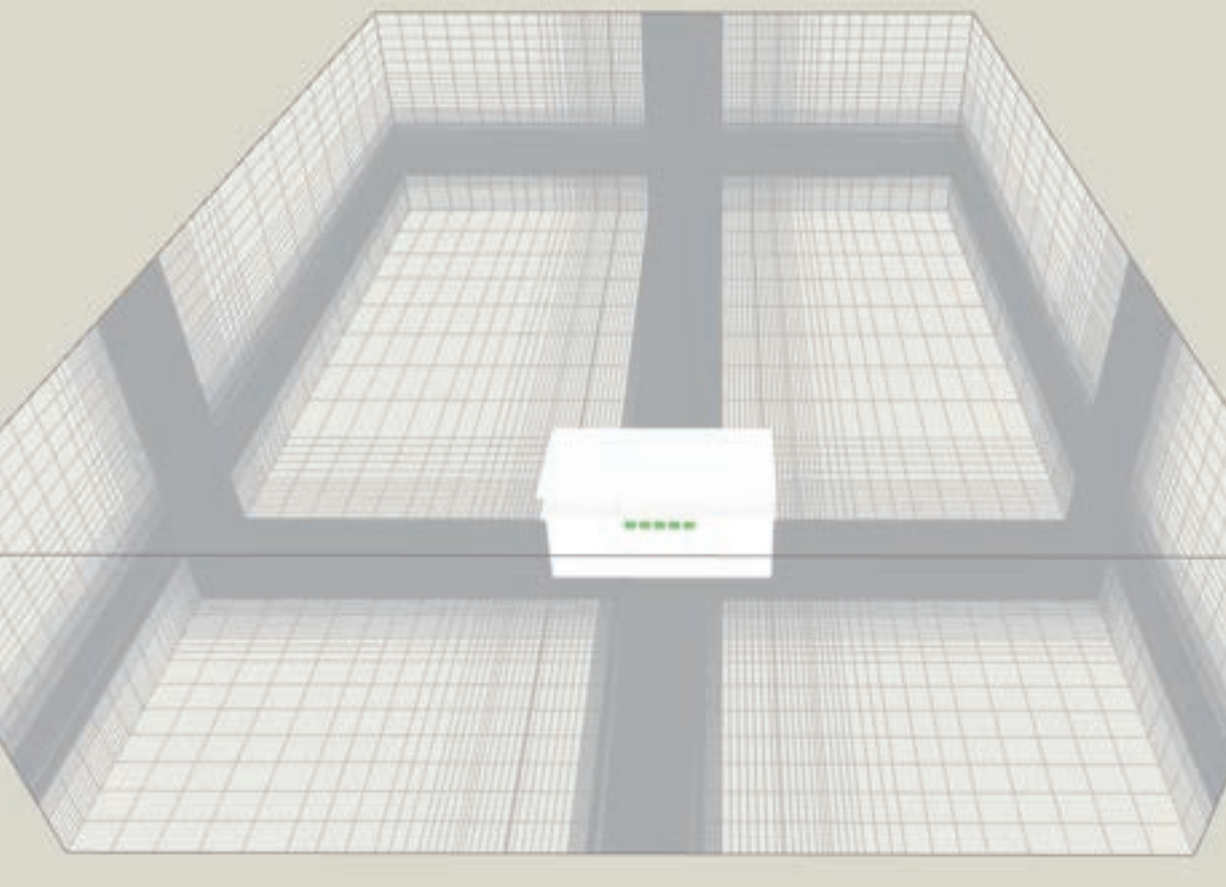
■桑畑検討解析条件

解析ソフト: FlowDesigner
解析対象とモード: 解析対象 速度(流体: 空気) / 計算モード 定常計算(収束判定: -2)
乱流モデル: 高レイノルズ数型/k-εモデル(k, εはプログラムオート)
解析領域とメッシュ数: 解析領域: 50m × 50m × 50m / メッシュ数: 約249万
風向: 南、南南西、南西、西南西、西 / 風速: 地上10mにおいて3m/s
対象区域: 郊外住宅地(α = 0.20)
樹木抵抗: 単体 樹種: クスギ



■蚕室詳細検討解析条件

解析ソフト: FlowDesigner
解析対象とモード: 解析対象 速度(流体: 空気) / 計算モード 定常計算(収束判定: -3.5)
乱流モデル: 高レイノルズ数型/修正L-Kモデル(k, εはプログラムオート)
解析領域とメッシュ数: 解析領域: 56m × 75.7m × 20m / メッシュ数: 約915万
風向: 西南西 / 風速: 地上10mにおいて3m/s
対象区域: 郊外住宅地(α = 0.20)
その他: 開口・柱損: ガラリ部開口率20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%



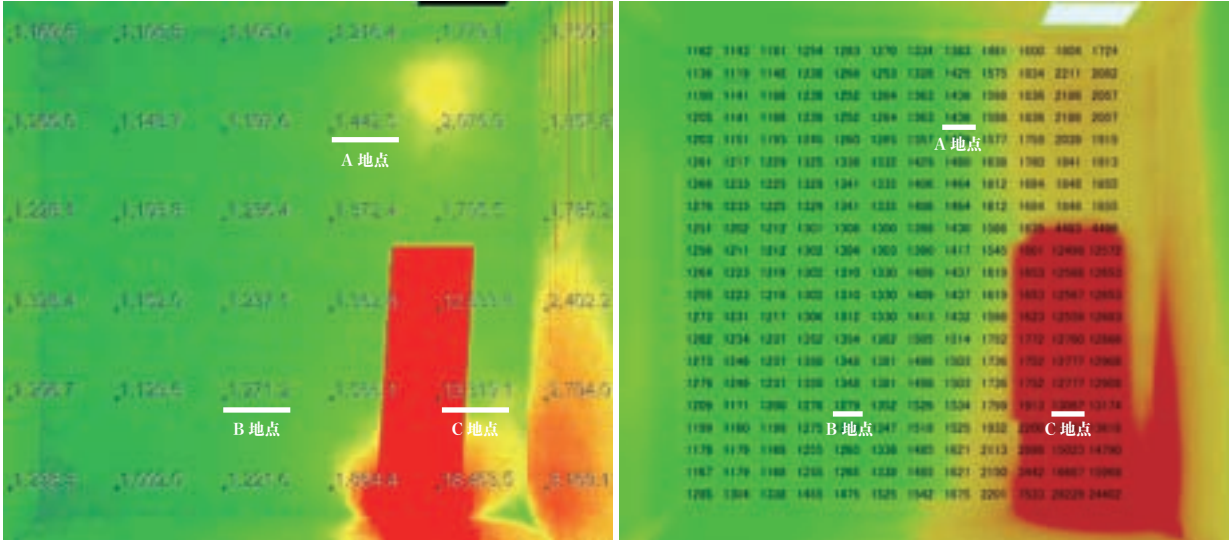
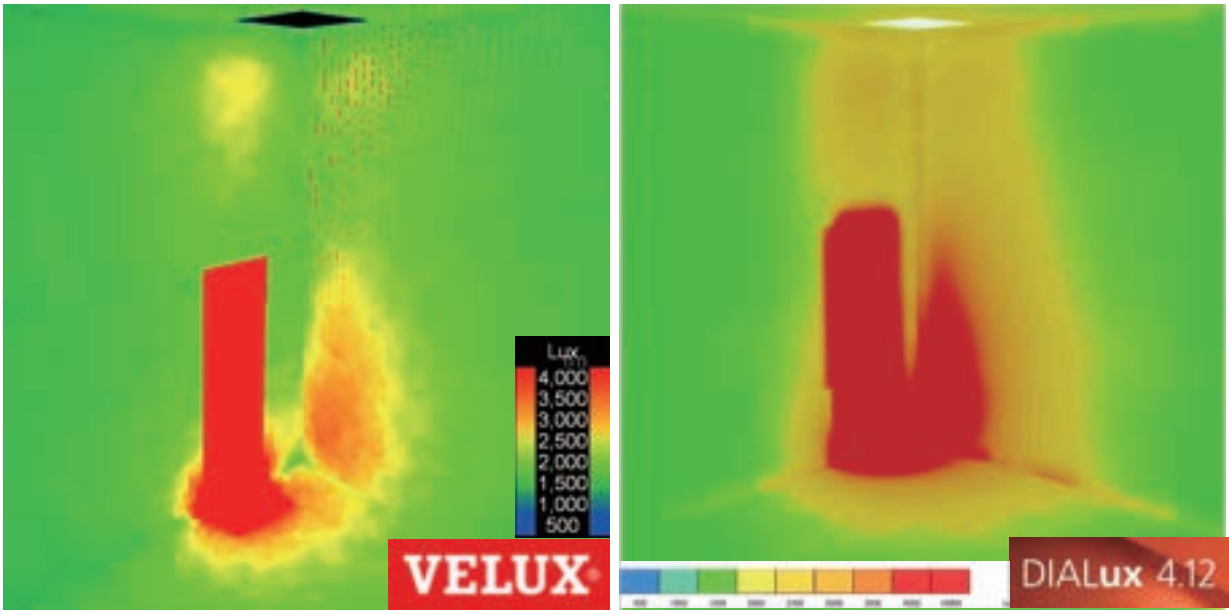
光環境 - VELUX Daylight Visualizer -

■使用ソフトの選定

光環境解析は、「VELUX Daylight Visualizer」を使用した。VELUX Daylight Visualizerは、天窓を中心に取り扱う日本ベルックス株式会社が運用するパッケージソフトである。SketchUpなどの3Dモデルをインポートし、面の構成(Surface)毎に材質、反射率の設定をすることができる。(※ただし、インポートした3DモデルをVELUX Daylight Visualizer上で編集することはできない。)
照明器具の設定はできないが、直射光と天空光の設定、緯度経度の設定が可能のため、自然採光による光環境解析(昼光計画)においては比較的正確に検証することができる。また、日射遮蔽物や周辺の建物の反射率まで考慮したシミュレーションが可能である。

■シミュレーションの信憑性

VELUX Daylight Visualizerは、Radianceなど定評のある解析エンジンではなく、独自の解析エンジンが搭載されているが、計算原理などは一般公開されているため信憑性は比較的高いと言える。ただ、RadianceやDIALuxなどの他の一般的に使用されている光環境解析ソフトと同一条件でシミュレーションした結果、ソフト間で大きな違いは見受けられなかった。(図9) また、本提案では、**ケーススタディを行う上での利便性の良さや平面、断面、パース、アニメーションと豊富な出力方法を評価し、「VELUX Daylight Visualizer」を使用した。**



地点名: VELUX/DIALux
A地点: 1442.5/1436
B地点: 1271.2/1279
C地点: 1319.1/1307
計算点の相違を比較するとかなり近い値になっている。
計算結果が近いことからVELUX、DIALuxともに結果の有用性があるといえる。

(図9) ソフトによる照度分布の違い

■蚕室検討解析条件

解析ソフト: VELUX Daylight Visualizer
素材: 蚕室仕上げ: 木材2
(反射率0.654、面の荒さ0.030鏡面性0.200)
周辺地表面: 初期地表面
(反射率0.200、面の荒さ0.050鏡面性0.010)
光ダクト・ライトシェルフ仕上げ: プラスチック
(反射率0.700、面の荒さ0.030鏡面性0.000)

位置: N35° / E136°
天気: 晴れ
日時: 3月21日、6月21日、12月21日
それぞれ正午
天空照度: 3月21日: 65,648.9
6月21日: 79,925.4
12月21日: 36,916.5
直射光を含む

■日影解析

解析ソフト: Ladybug
使用EPWデータ: 彦根
解析日時: 3月21日、6月21日、12月21日
06:00 ~ 18:00
解析グリッドサイズ: 1m
解析面高さ: 地表面



温熱環境 - SolarDesigner -

■使用ソフトの選定

温熱環境解析は、「Solar Designer」を使用した。Solar Designerは、パッシブデザインを支援する設計ツールとして株式会社クアトロによって開発された熱負荷解析のケーススタディを行うパッケージソフトである。集熱・蓄熱・放熱という建築物の3つの基本的な熱性能を、地域の気候条件にあわせてリアルタイムでケーススタディすることが可能である。また、内部発熱量や換気回数設定など熱に起因する環境要素の設定を行うことができる。

■シミュレーションの信憑性

Solar Designerでは、単純な単室モデルのみしかスタディすることができないため、対象とする諸室を簡易なモデルに置換した上で解析する必要がある。この場合、諸室間の熱の授受などはある程度簡易化して設定する必要があるため、TRANSYなどの温熱環境解析ソフトと比較すると必ずしも正確とは言えない。しかし、今回の場合は**特定の温度で一定にするための壁面構成の検討や断熱設計することを優先したため、ケーススタディのスピードを評価し Solar Designerを用いた温熱環境解析を実施した。**

■蚕室検討解析条件

解析ソフト: SolarDesigner
気象データ: アメダス過去データ(彦根)
解析期間: 4月標準3日間、8月標準3日間
□共通条件(計画蚕室)
単室モデル形状: 4.50m × 5.46m × 3.00m
窓: 南面 4.50m × 0.60m床から2.40mの高さ、東西北面なし
遮熱複層ガラス 熱貫流率: 2.49kcal/mf h 日射透過率: 0.431 日射透過係数: 100%
庇: 南面0.60m
壁: 南 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 105
東西北 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 5000
天井: 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 300
床: 高床 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 5200

□共通条件(従来蚕室)

単室モデル形状: 4.50m × 5.46m × 3.00m
窓: 南面 4.50m × 0.60m床から2.40mの高さ
東面 1.20m × 1.70m左右壁面中央床から1.10mの高さ
西面 1.20m × 1.70m左右壁面中央床から1.10mの高さ
北面 1.20m × 1.70m左右壁面中央床から1.10mの高さ
遮熱複層ガラス 熱貫流率: 2.49kcal/mf h 日射透過率: 0.431 日射透過係数: 100%
庇: 南面0.60m
壁: 南東西北 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 105
天井 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 300
床: 高床 重量材 熱貫流率0.155kcal/mh°C 容積比熱217.400kcal/m°C t = 30
ポリスチレンフォーム 熱貫流率0.038kcal/mh°C 容積比熱5.700kcal/m°C t = 5200

□毎時1回換気し自然室温変動【8月】

換気回数1回/h
内部発生熱0kcal/h

□温度指定換気時自然室温変動【8月】

換気回数: 25 ~ 27°Cの時15回/h、25°C未満27.1度以上の時1回/h
内部発生熱0kcal/h

□毎時0.5回換気時自然室温変動【4月】

換気回数0.5回/h
内部発生熱0kcal/h

□350w加温時室温変動【4月】

換気回数0.5回/h
内部発生熱350kcal/h

