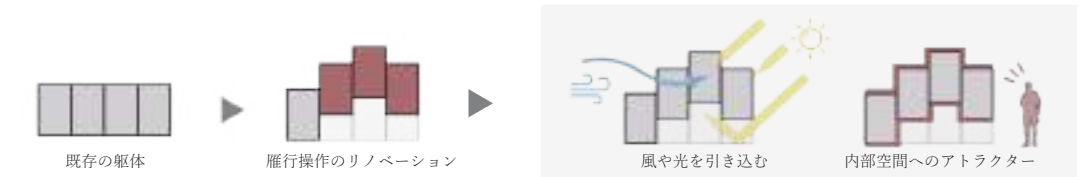




01. Concept

■ 雁行操作の改修

東北大学は「門戸解放」(市民が学術文化に触れつつ憩える環境に配慮したキャンパス)という指針を掲げている。しかし、設計対象である川内キャンパスは現在、地域住民の流入が少なく、学内で閉鎖した環境であることが調査から分かった。



そこで、雁行という形態操作によって既存の寸法やプロポーションを活かしつつも新旧が連続的につながり、風や光を引き込む隙間を生み、人々を導く新たな川内キャンパスの目的地となるようなリノベーションを提案する。

■ Engineering×Design の設計フロー



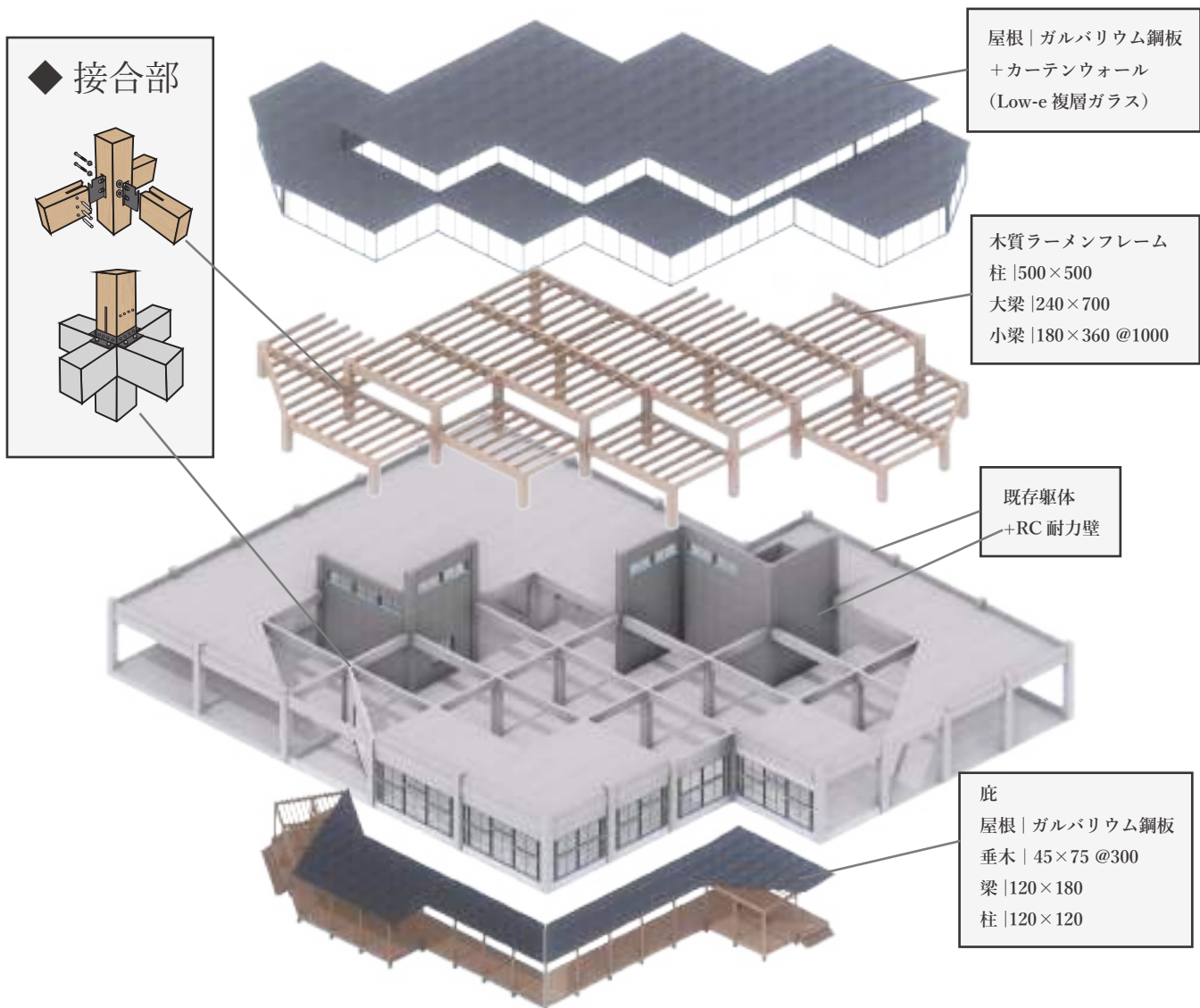
03. Form Manipulation

■ 雁行操作による環境改善

■ 食堂現状分析



■ 木材による増築

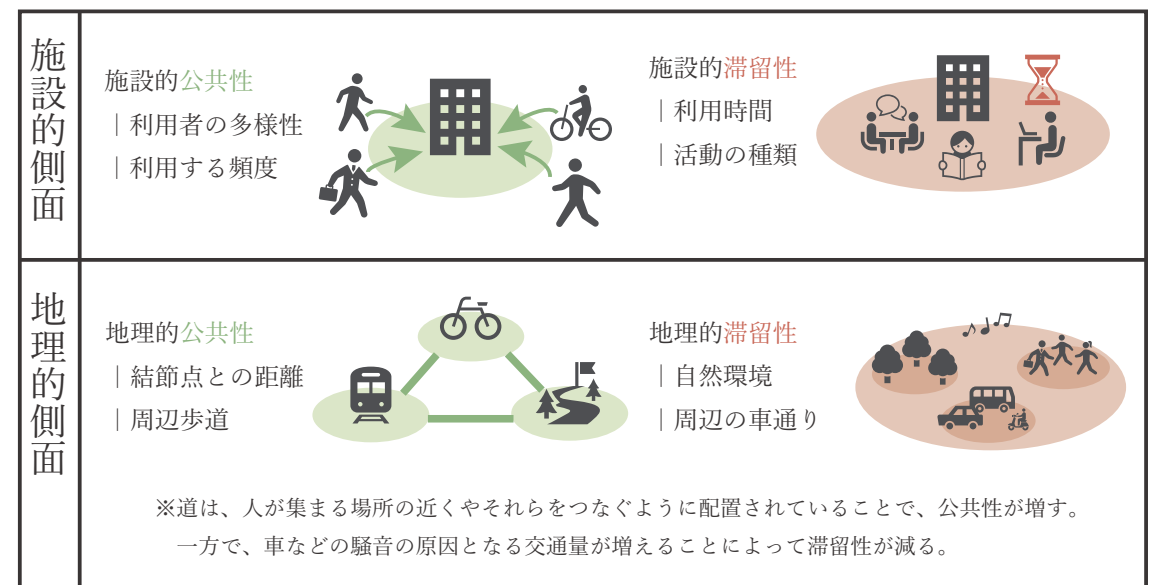


02. Masterplan

■ 公共性と滞留性に基づく機能計画

■ 公共性と滞留性による評価

川内キャンパスの施設を施設の側面と地理的側面に分けて公共性と滞留性をそれぞれ分析した。

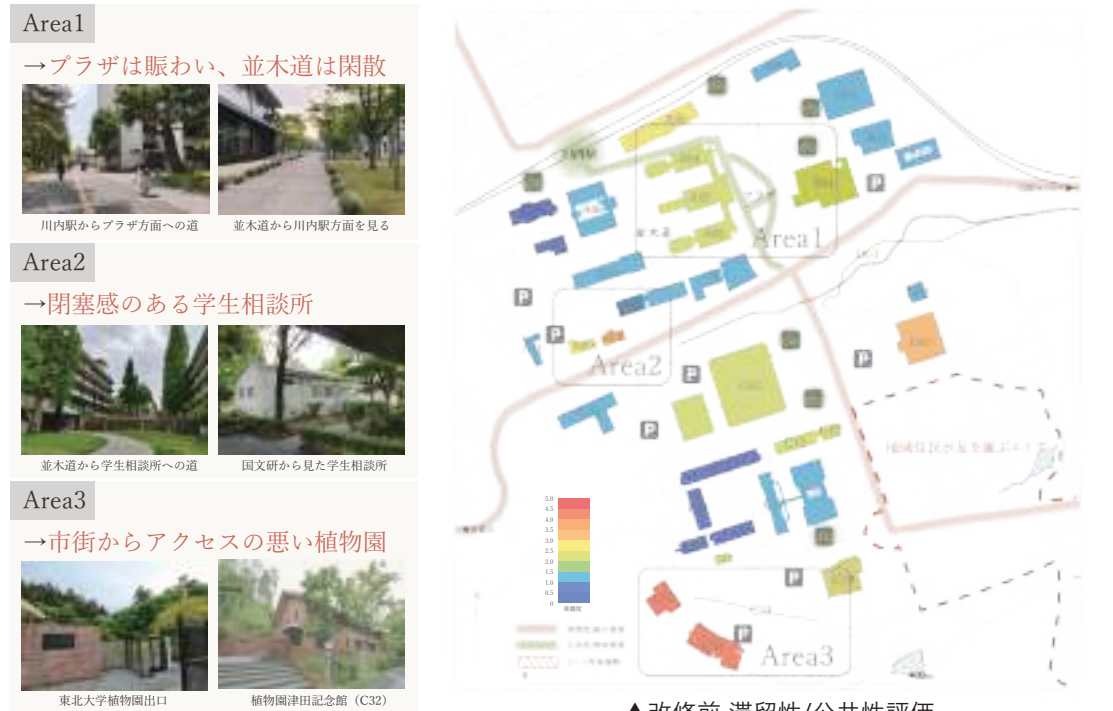


4つの指標を5段階で評価し、乖離度を求めた。施設の側面と地理的側面で公共性と滞留性のバランスがずれている程、乖離度が大きくなり、施設機能と地理条件が一致していないことを表す。

施設・側面	滞留性	公共性	滞留性	公共性	滞留性	公共性
AM1 教育・学生支援施設(学生支援)	1	1	1	1	1	1
AM2 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM3 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM4 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM5 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM6 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM7 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM8 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM9 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM10 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM11 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM12 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM13 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM14 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM15 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM16 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM17 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM18 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM19 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM20 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM21 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM22 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM23 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM24 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM25 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM26 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM27 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM28 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM29 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM30 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM31 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM32 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM33 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM34 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM35 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM36 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM37 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM38 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM39 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM40 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM41 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM42 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM43 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM44 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM45 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM46 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM47 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM48 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM49 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM50 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM51 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM52 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM53 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM54 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM55 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM56 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM57 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM58 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM59 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM60 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM61 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM62 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM63 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM64 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM65 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM66 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM67 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM68 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM69 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM70 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM71 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM72 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM73 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM74 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM75 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM76 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM77 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM78 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM79 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM80 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM81 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM82 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM83 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM84 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM85 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM86 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM87 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM88 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM89 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM90 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM91 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM92 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM93 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM94 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM95 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM96 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM97 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM98 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM99 講義棟	1	1	1	1	1	1
AM100 講義棟	1	1	1	1	1	1

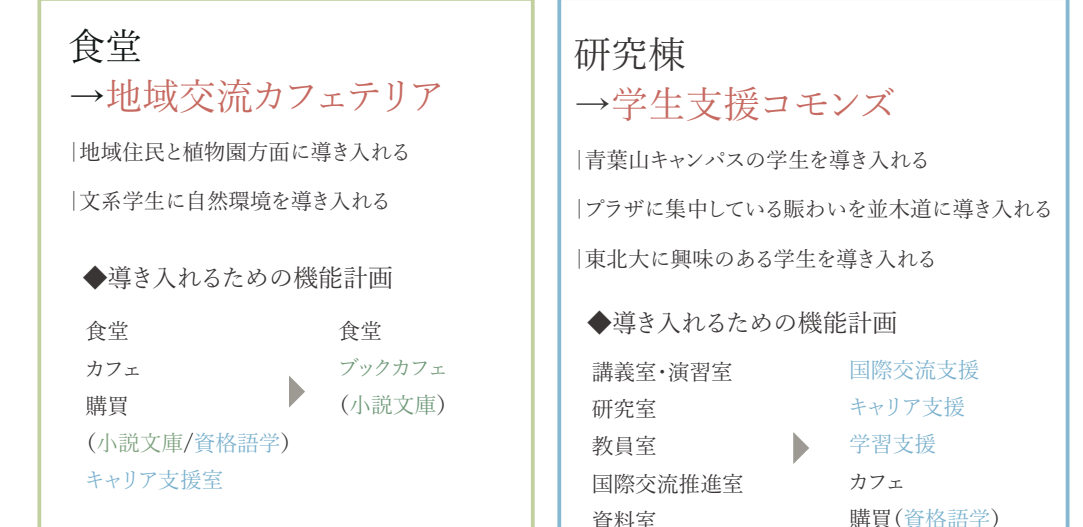
■ 実地調査からの分析

乖離度を地図上に表現し、施設機能と地理条件が一致していないエリアを浮き彫りにした。

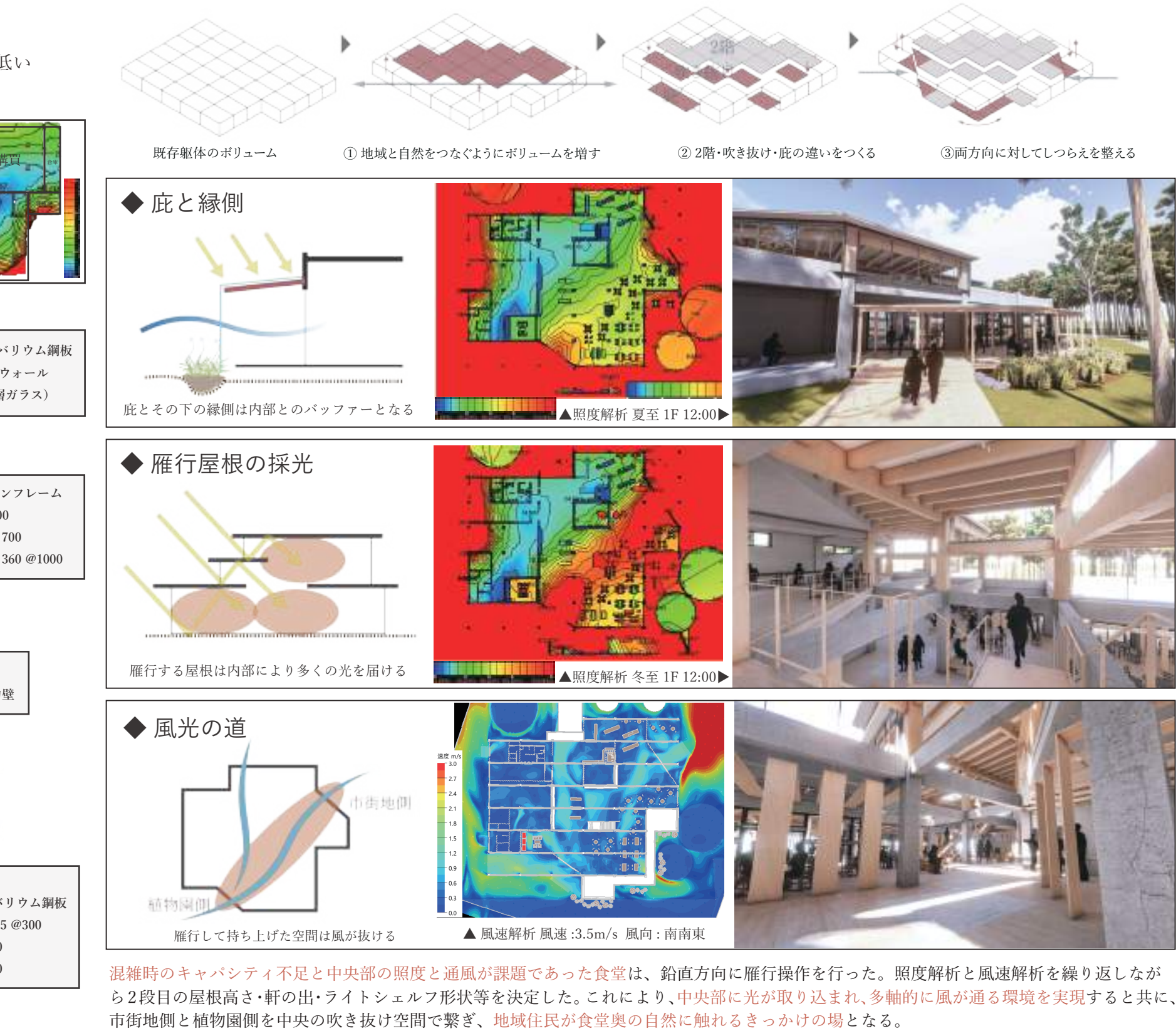


■ リノベーション計画

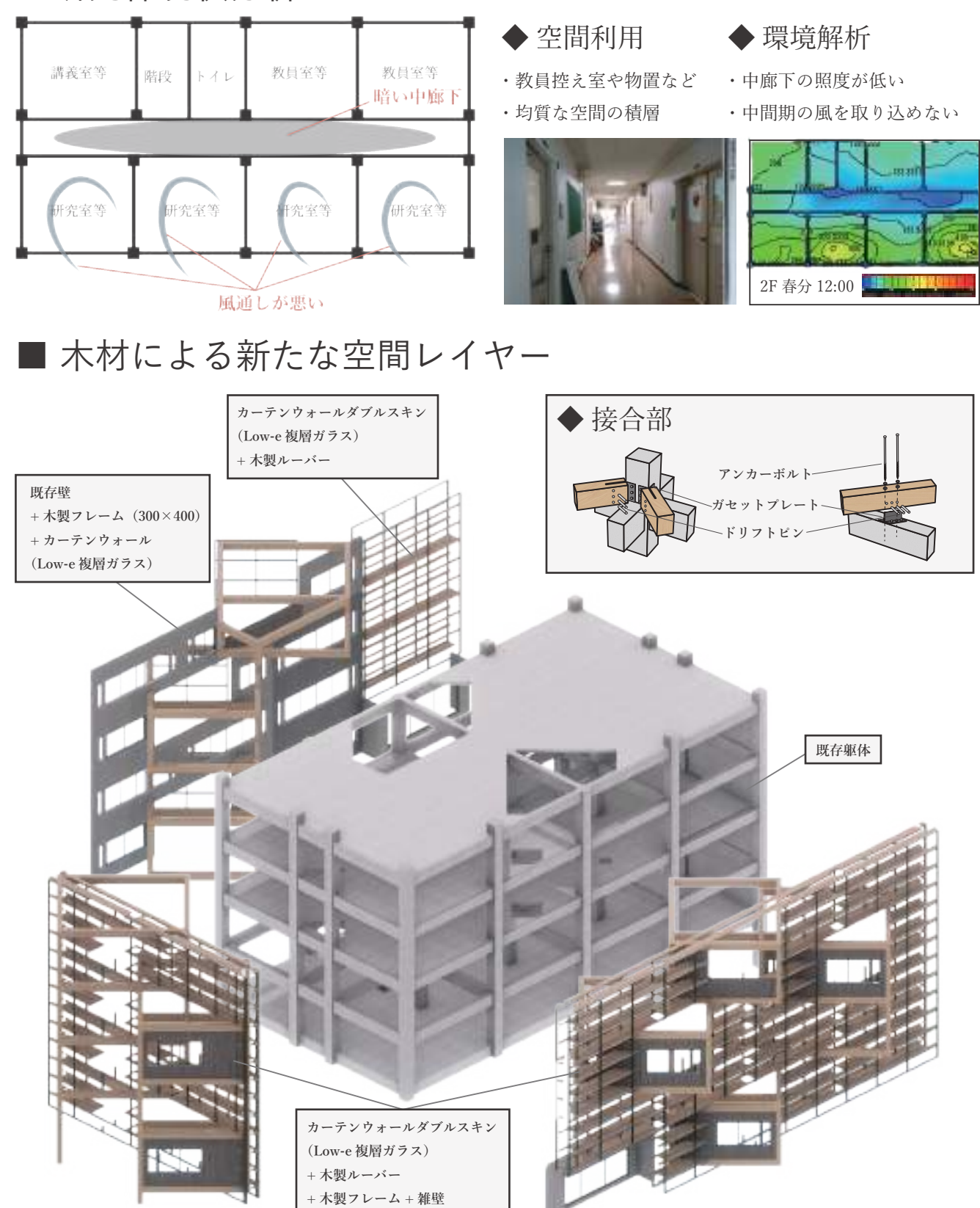
分析より下記のように機能計画を設定した。食堂は「キャリア支援室」「資格語学書籍」機能を研究棟の支援機能に集約し、空きスペースをブックカフェとして拡張することで地域住民を巻き込んだ利用の平準化を図る。一方、研究棟は研究室や講義室を縮小し、1Fにカフェを入れ、上階には多様な学生支援機能を集約することで他キャンパスや東北大に興味のある学生を引き込む。2棟ともキャンパス内での新たな目的地となる。



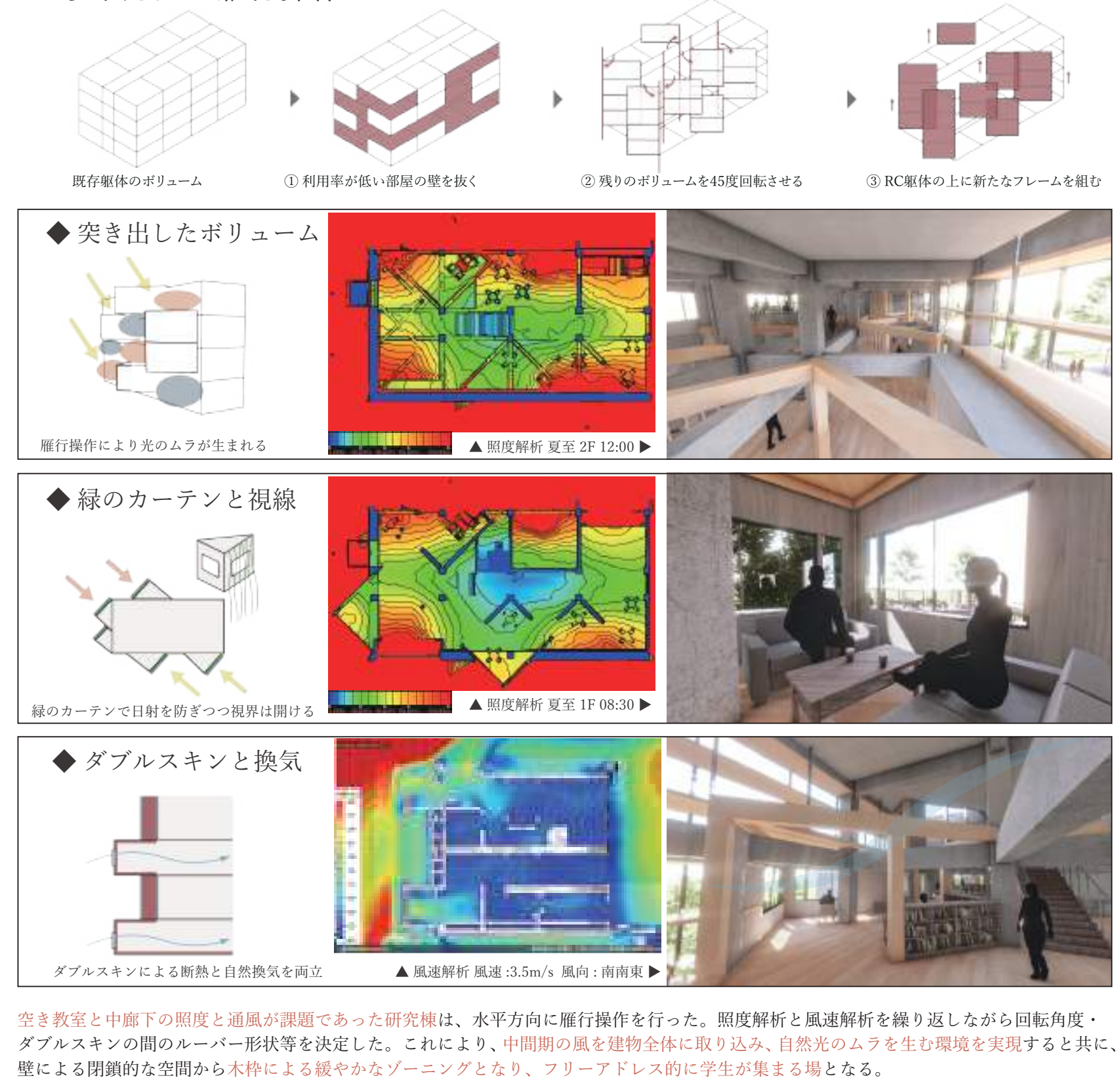
■ 鉛直方向の雁行操作ダイアグラム



■ 研究棟現状分析



■ 水平方向の雁行操作ダイアグラム

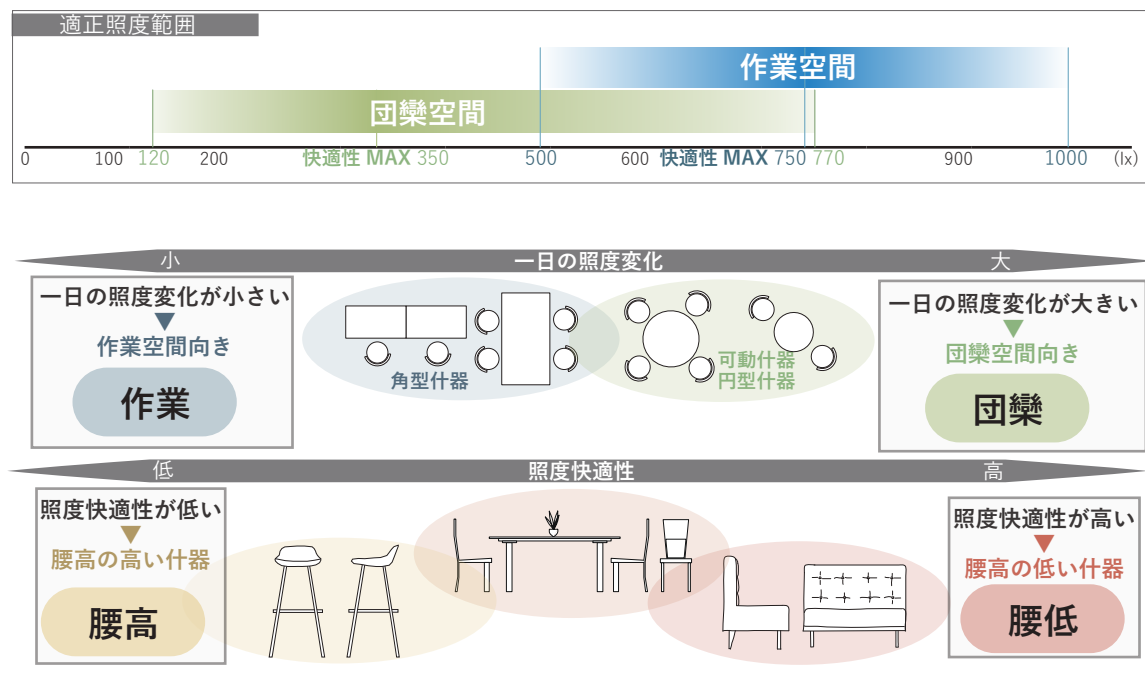


04. Function Arrangement

■ 照度を手掛かりとした什器と空間利用計画

■ 照度変化と快適性に基づく什器配置

内部利用者の快適性を向上させるために、適正照度範囲の設定とそれに基づく機能や什器の配置を行った。一日の照度変化が大きい空間を団楽空間、小さい空間を作業空間とし、各機能の配置・形状調整を行い、それぞれの空間の適正照度範囲から照度快適性を検討し、照度快適性が高い空間には腰高の低い什器、照度快適性が低い空間には腰高の高い什器を配置した。



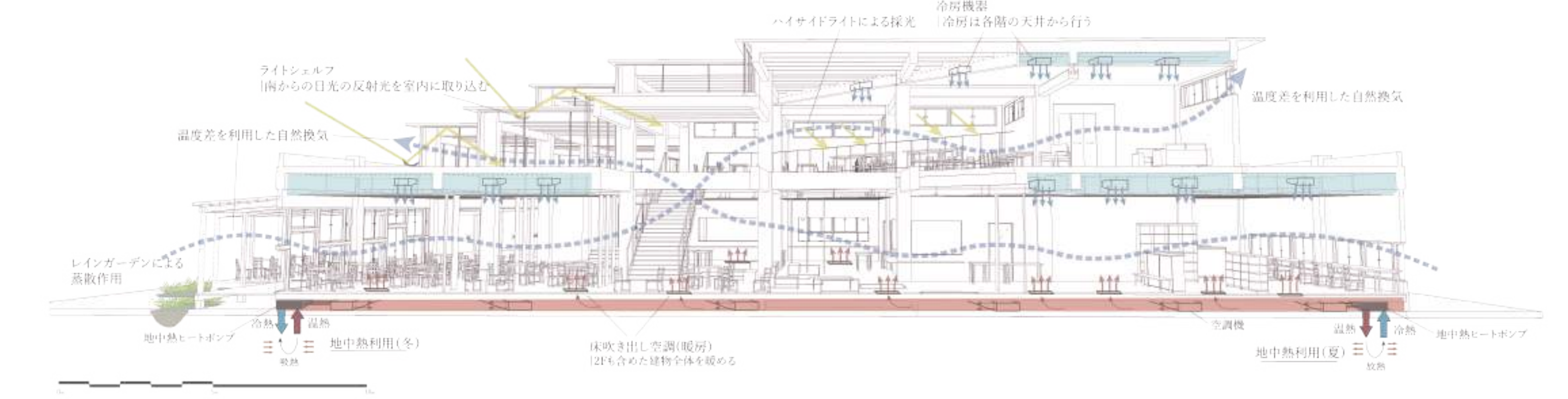
■ 両義性をもつ空間

木質ラメン構造で2階を増築する構成は、分かれつつも連続している両義性を持つ空間とした。グリッドフレームを継承したことで生まれた小梁の間隔スケールを既存のRC躯体のルーバー天井にも適応させることで、1階は木にRCの主張が強く、夕方以降は木の主張が強く、逆に2階はRCの梁スパンで間接照明を設置することで昼は木の主張が強く、夕方以降はRCの主張が強い両義性をもった空間となっている。

◆ 二階席 ー照明計画による表情の変化ー



◆ レインガーデンと緑側 ー庇がつくりだす親緑空間ー



05. Effect

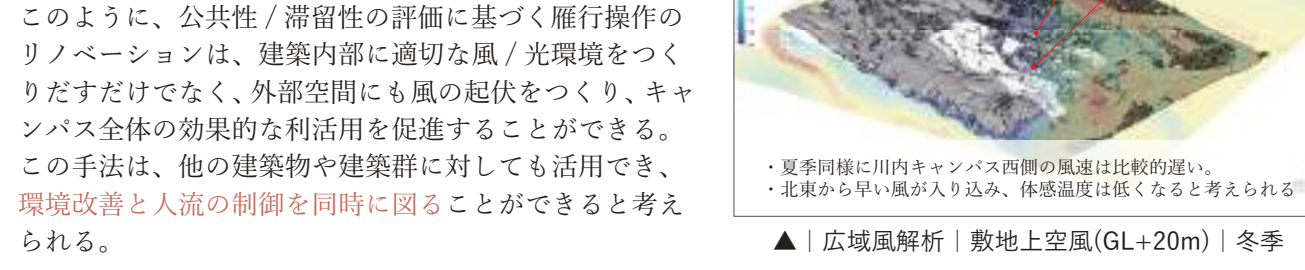
■ 履行操作がキャンパスや建物周辺に与える影響

■ 建物周辺に風を引き込む

このリノベーションによって周辺環境に与える影響を評価する。広域で風解析から、川内キャンパスは夏季の南東の季節風をうまく取り込めておらず、特に2棟の周辺にはほとんど風が吹かないエリアが存在していた。履行操作による外部形状の変化は、右図のように建物周辺に適度な風を送る効果をもたらした。

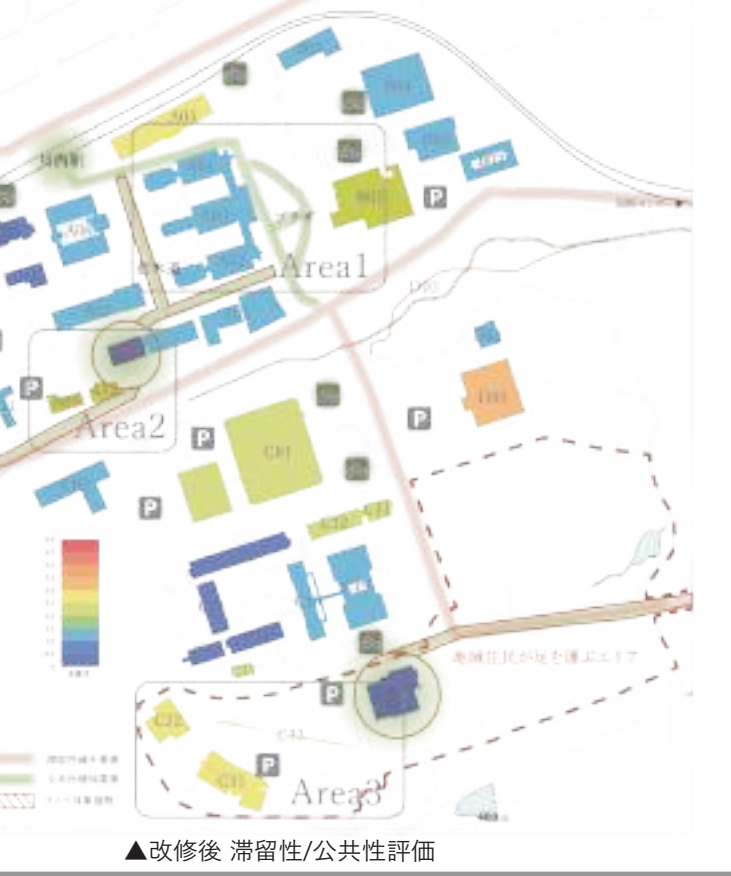
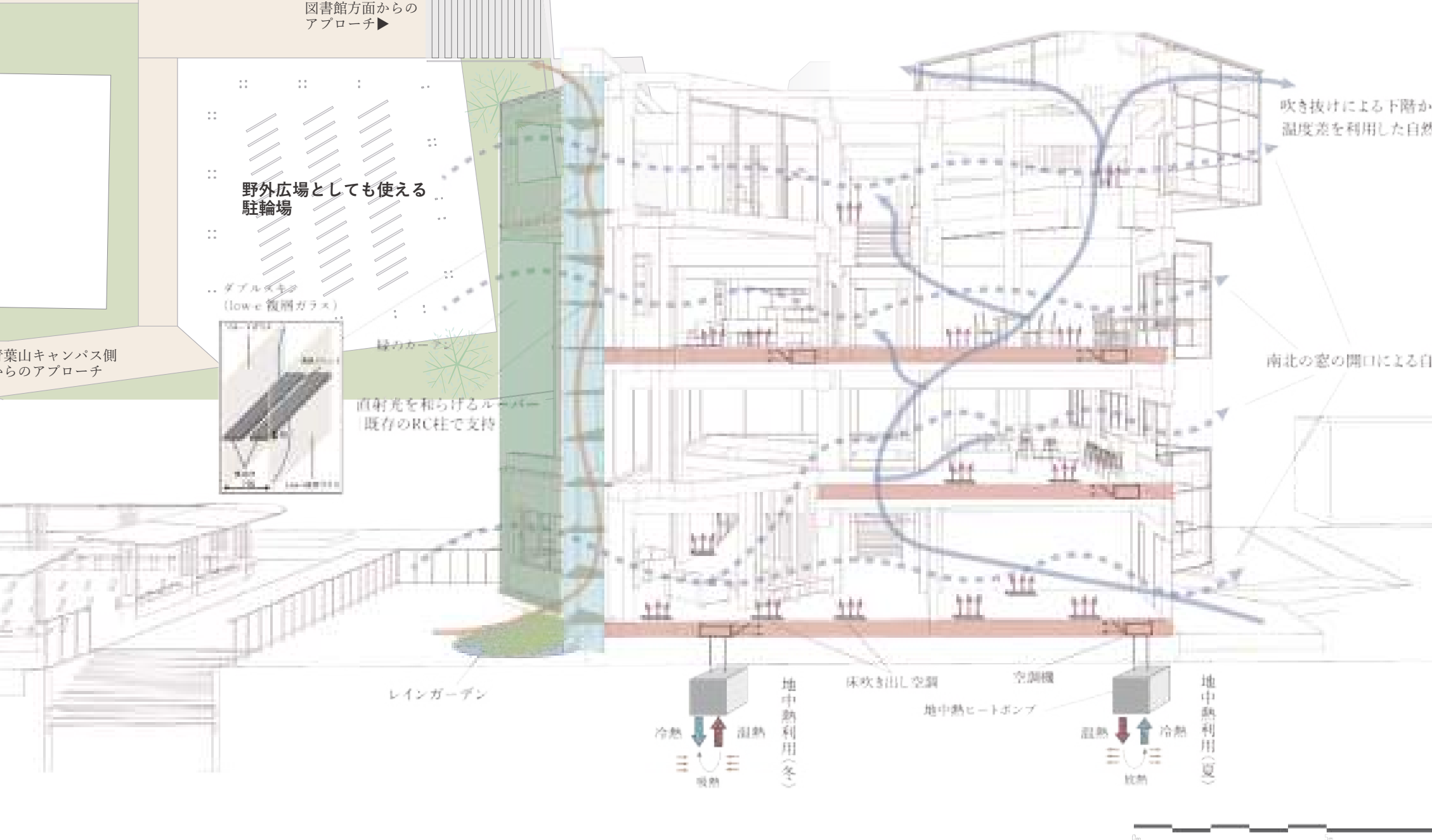
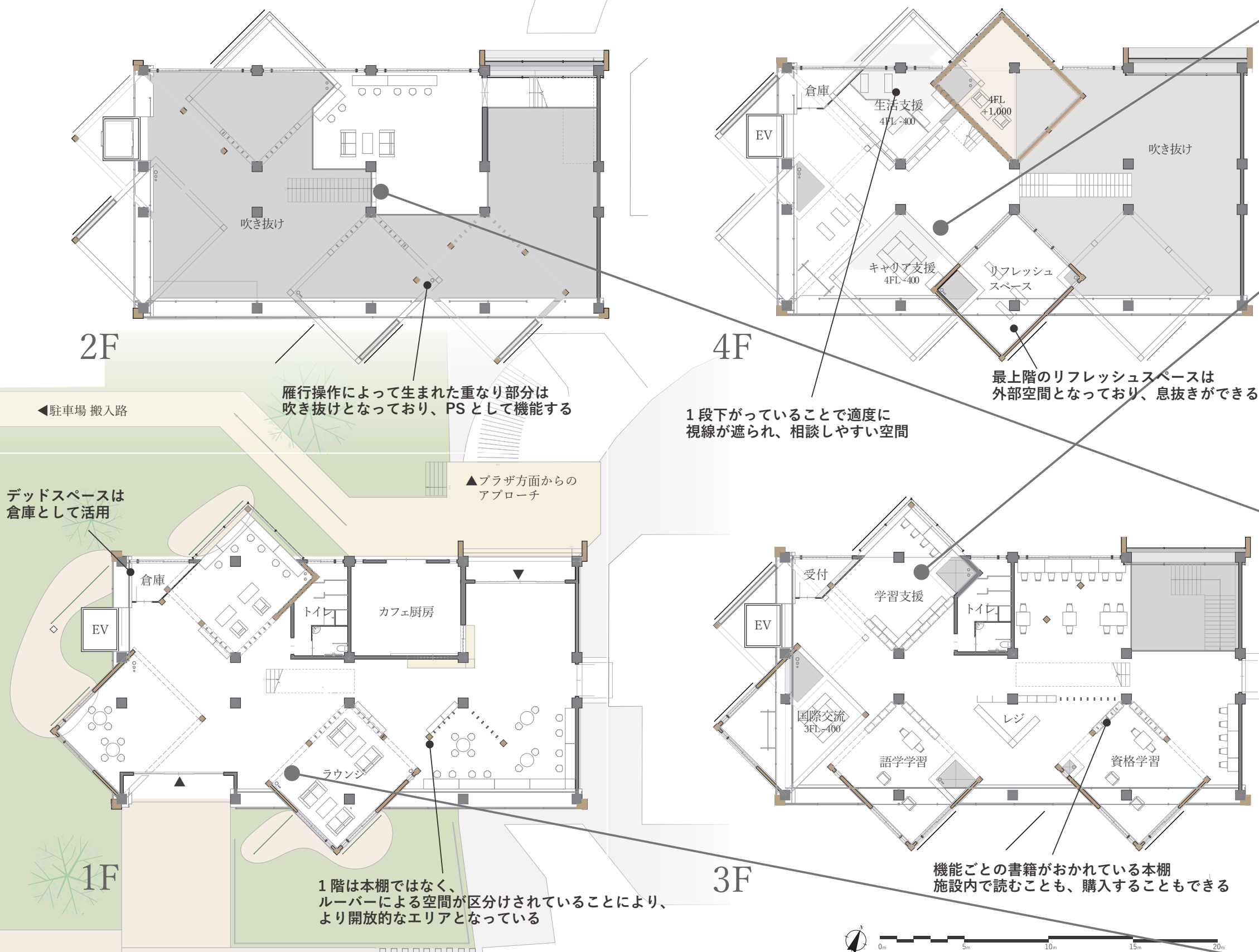
■ 乖離の減少

また、公共性と滞留性の評価に基づくリノベーションをした2棟はキャンパス内の新たな目的の地として機能し、キャンパス内の施設機能と地理的条件の乖離を小さくすると評価できる。



■ 壁による区分けの解体

RCの躯体の上に同じグリッド法でありながら45度回転させた木の新たなレイヤーを加えることで、既存の壁と柱による区分けを解体し、履行した内部空間を生む。また、木のレイヤーに沿って本棚などを配置することで、分断された空間内での色づけをしていた。3Fが資格や語学などの学習支援。4Fが学生生活や就職活動などのキャリア支援に関する書籍が置かれている。もちろんその空間内で利用することもできるが、照明解析に基づく多様な什器配置を立体的に展開したことで、近接する作業空間や、カフェ機能と共に高度教育・学生支援機構の研究成果を展示している1F 2Fにも、フリーアドレスの利用を促す空間となっている。また、隣接する国際文化研究棟東棟とは、1Fと3Fから引き込み、利用・交流を図る。



◆ 4F キャリア支援

面接練習や就職説明会などを行うことができる。照度変化の大きい南面は、多様な利用ができるような什器配置としている。

◆ 3F 学生支援

全学教育のサポート (SLA) など、学びの交流拠点空間。一日を通して意欲は照明が高く、内側は安定した照度。

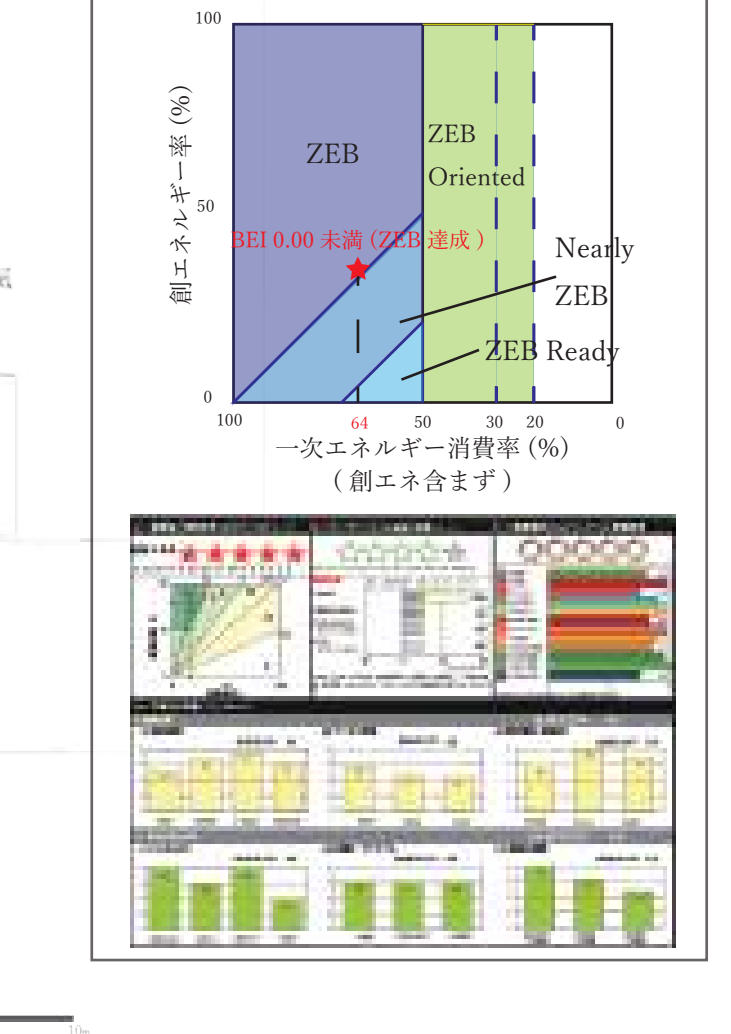
◆ 2F

RCの躯体の主張が強いが、吹き抜け空間は増設した木製フレームが表しとなり、木の主張が激しくなる。

◆ 1F ラウンジ

照度変化が大きい1Fの南側のラウンジ空間とし、カフェ利用者がくつろぐ共に、利用者が頻繁に入れ替わる出会いの空間でもある。

◆ 環境性能評価



説明パネル

■ 課題説明

◆ 建築環境デザイン × 建築設計 D× 建築環境性能評価論

この作品は、東北大学における「建築環境デザイン」「建築設計 D」、同大学院の「建築環境性能評価論」という 3 つの合同講義を通して設計した。この合同講義では、東北大学内に所在する 2 つの建物を対象に、BEI 評価による Net ZEB、CASBEE-S ランク & 5 Green Star 取得を前提とするリノベーションに取り組み前年度までとは異なる形式となった。

学部 4 年の意匠系学生 2 名と環境系学生 1 名、大学院 1 年の環境系学生 1 名を基本とした、学年や専門分野を越えたグループワークである。(本グループは欠員が出たため、意匠系学生 1 名、環境系学生 2 名で設計した。)

◆ 課題コンセプト

設計に際し、スタジオマスターである坂牛卓教授(建築家・東京理科大学教授)より「あなたを表現せよ」というコンセプトが与えられた。用強美のうち、「用」に分類される環境設備と「美」に分類される意匠を同時に設計し、「クライアント」としての東北大学とそれを取り囲む「社会」としての物語を構想する。その上で、「あなたらしさ」をどう表現するか、リノベーションにおいて、「設計者として何を残すか」が今回の課題で特に求められた。

本設計では、雁行操作によって環境改善を図ると共に、周辺環境から導かれた機能計画とそれに適した内部環境を設計した。既存躯体が RC であるのに対して改修部分は主に木材を用いているが、雁行操作によって既存の寸法やプロポーションを活かしたことで、新旧の対比をつけながらもどこか連続性のある空間が生まれた。また、他の提案が建築設計の主に形態決定プロセスに環境評価を用いているのに対し、本設計では、形態決定プロセスのみならず、マスタープランの段階から内部の機能配置やディテールまで数値的に検討をしていることにより、意匠性と合理性を兼ね備えた提案となっている。

■ 解析環境

◆ 光環境解析

光環境解析には、「Lumicept」を使用した。Lumicept は、空間内における光の挙動を再現し、光の分布や電波を把握するために使用されるハイブリッド光シミュレーションソフトウェアである。

Lumicept では輝度分布や照度分布など、様々な光の挙動を確かめることができるが、本作品では解析条件をモンテカルロ法での照度分布に設定した。また、一日の光環境の変化、および年間の平均的な光環境検証のため、春分の日(3月21日)、夏至(6月21日)、冬至(12月23日)の9時、12時、15時それぞれにおいて、直射光と天空光による光環境の解析を行った。

◆ 風環境解析

建物内および敷地周辺での風環境解析のために FlowDesigner を用いた。改修前の建物内、敷地周辺での初期解析ののち、改修後でも同様に風解析を行い、風環境の改善を確認した。

● 解析条件

乱流モデル：修正 L-K モデル

● 外気条件

観測地点：仙台管区気象台

(北緯 38 度 15.7 分 東経 140 度 53.8 分)

観測点高さ：52.6m

風向風速：中間期、北北東 3.4m/s

● 解析領域

[川内全体]

総メッシュ数：約 500,000

最小メッシュ幅：約 25m

解析領域 (m)：400×550×54

[研究棟]

総メッシュ数：約 2,000,000

最小メッシュ幅：約 3.5m

解析領域 (m)：70×35×30

[食堂]

総メッシュ数：約 2,000,000

最小メッシュ幅：約 3m

解析領域 (m)：65×65×25

■ 公共性 / 滞留性の評価

◆ 評価条件

公共性と滞留性を評価する際の条件を以下のように定義したことから評価を進めた。

● 定義

公共性「人の引き込みやすさ」

滞留性「どれだけの時間そこを利用するか」

施設の○○「キャンパス内の建物や散策路」

地理的○○「その施設がある地点やその周辺の地形や交通状況」

● 道路

道は、人が集まる場所(=目的地)の近くやそれらをつなぐように配置されていることで公共性が増す(=公共性増加要素)。また、主に自動車の交通量が増えることによって滞留性が減る(=滞留性減少要素)

● リノベーションによって変えられるもの



◆ 乖離度

評価条件によって生まれた 4 つの指標 5 段階評価から乖離度を求めた。乖離度は地理的要素と施設的要素をそれぞれ、公共性と滞留性の軸にプロットしその距離を計算したものである。計算された値は、施設機能と地理条件がどれだけ一致していないかを示すことになる。この値をいかに小さくするかを本設計では 2 棟を提案する上での共通する課題の一つとして設定して設計を進めた。



■ その他

◆ 太陽光パネルの設置

各棟の屋根面積から、太陽光パネルの設置面積および出力量を概算した。

● 食堂

屋根面積は、上から 2 段目までの屋根に置くと考えて、525m² となる。このとき、太陽光パネル総面積は、525×1/2×2/√3≒300m² である。設置枚数は 300/(1.559×1.046)=183.9→約 184 枚より、出力量は 360×184×1/1000=66.2KW となる。

● 研究棟

屋根面積は 14.1×27=380.7m² パネルは南向きの傾斜 30 度の架台設置型のものと考え、またパネルの設置やメンテナンスのためのスペースの確保のためにパネル総面積のおよそ 2 倍の屋根面積が必要であると考えて、太陽光パネル総面積は、380.7×1/2×2/√3≒220m² とした。また、設置するパネルを東芝の SPR-X22-360 (1 枚あたりの大きさ 1,559mm×1,046mm、最大出力 360W) とした。このとき、設置枚数は 220/(1.559×1.046)=134.8→約 135 枚より、出力量は 360×135×1/1000=48.6kW となる。

◆ 空調負荷の算出

社団法人 空気調和・衛生工学会の SHASE-S 112-2009「冷暖房熱負荷簡易計算法」を参照し、2 棟の夏季・冬季における空調負荷を概算した。CASBEE S ランクを実現すべく、 commons では夏季・冬季ともに 24℃、食堂では夏季 24℃・冬季 22℃の室温を確保するための最大熱負荷を算出している。資料から参照し、設定した基準値や地域・季節による補正値は以下になっている。また、室の種類を commons は公民館、食堂は飲食店に設定した。最大熱負荷に室温による補正熱負荷を加え、地域補正係数を掛ける。また、延床面積は commons が 988.2m²、食堂が 1292.6m² である。

● 冷房：室温 26℃、暖房：22℃における最大熱負荷(東京)

食堂：冷房 244W/m² 暖房 157W/m²
commons：冷房 202W/m² 暖房 171W/m²

● 室温による補正熱負荷 (W/m²)

冷房 24℃：+24
暖房 24℃：+19

● 食堂の空調負荷

冷房：(244+24)×0.84×1292.6=291.0kW
暖房：(157+19)×1.12×1292.6=254.8kW

● 地域補正係数

東京 冷房：1.00 暖房：1.00
仙台 冷房：0.84 暖房：1.12

● 研究棟の空調負荷

冷房：(202+24)×0.84×988.2=187.6kW
暖房：(171+19)×1.12×988.2=210.3kW

■ メンバー



志村 裕己
SHIMURA HIROKI

東北大学工学部
建築・社会環境工学科
地震工学研究分野
学部 4 年
担当 | 設計統括 / 意匠設計



樋口 陽太
HIGUCHI YOHTA

東北大学大学院
都市・建築学専攻
サステナブル環境構成学分野
修士 1 年
担当 | 風環境解析



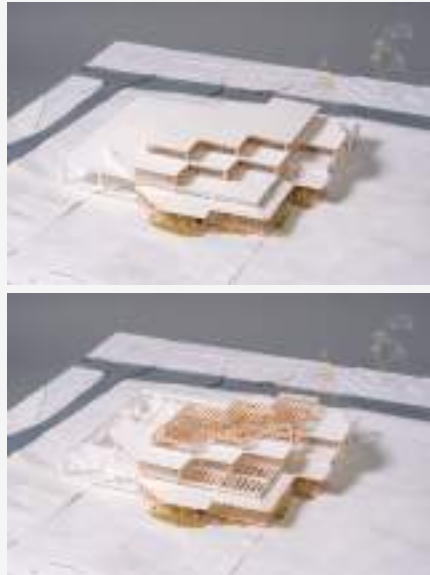
小室 幹
KOMURO KAN

東北大学工学部
建築・社会環境工学科
サステナブル環境構成学分野
学部 4 年
担当 | 光環境解析



■ 模型写真

◆ 食堂



◆ 研究棟

