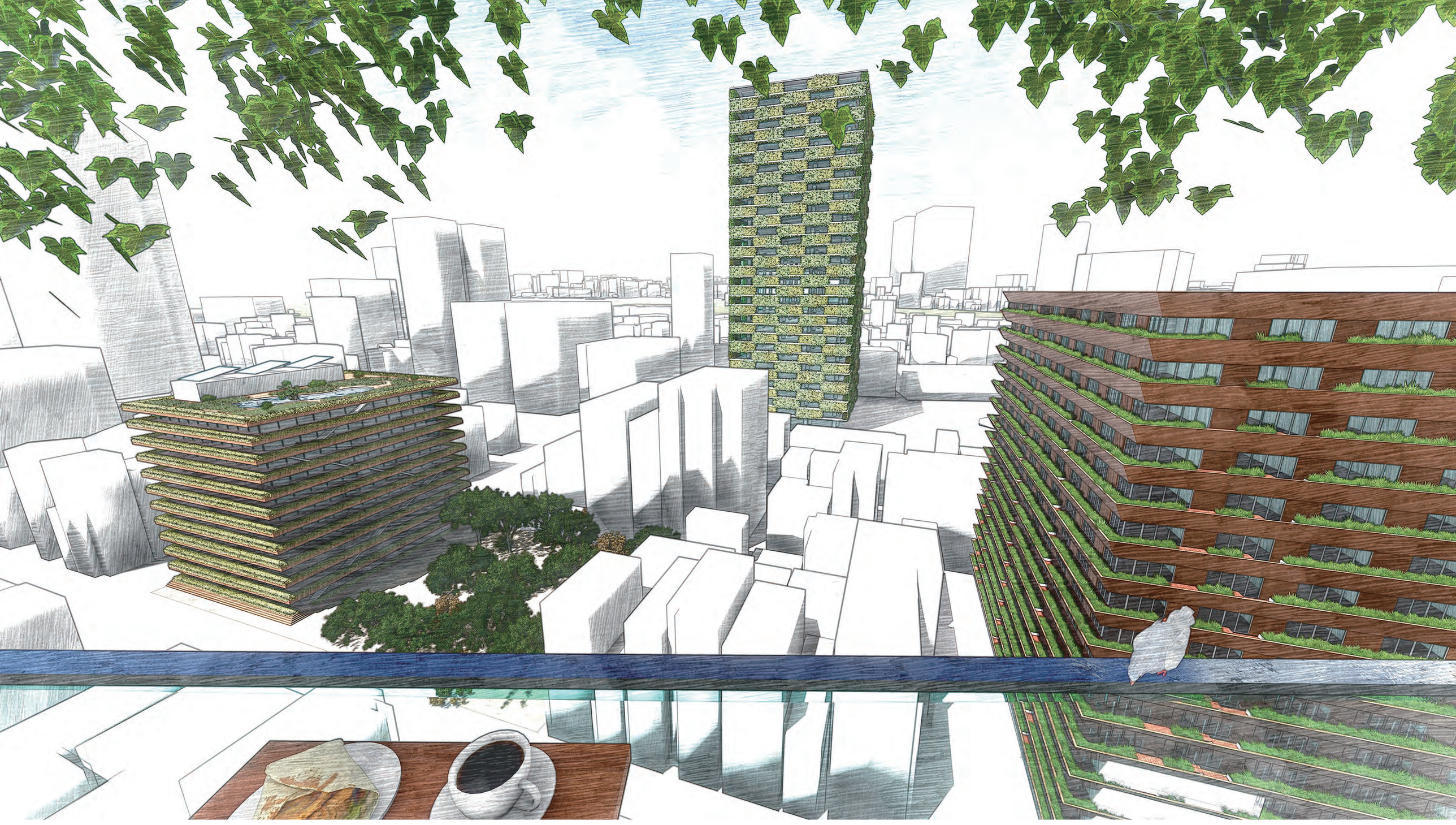


Balcony study #1

グリーンビルディング等の環境配慮型建築が注目される昨今、規模の大小を問わず、バルコニー空間を広くとった建築を目にする機会が増えてきている。
バルコニーが採用される理由は、様々だと思うが、床面積やコストとのせめぎ合いの中で、それでもバルコニー空間を確保するのは、人々がバルコニーに単純な床面積やコスト以外のメリットや可能性を漠然と感じているからなのかもしれない。

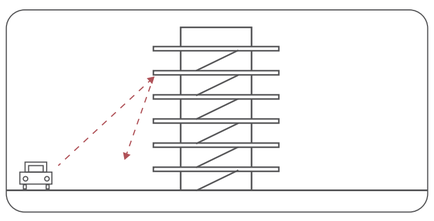
一方で、バルコニーは、内部と外部の間にあり、その有り様によって、建物の内部環境にも外部環境にも様々な影響を与える為、その評価は、より複眼的でなければならないと思う。

本検討では、バルコニーの「今まで見えていなかった」、「知られているけれど何となくしか理解されていなかった」、あるいは「忘れられがちな」、メリット（あるいはデメリット）に注目し、シミュレーションにより確認した。そうやって評価できる項目を少し増やしていくことで、より複眼的なバルコニー評価の足がかりとしたい。

カーボンニュートラル、ウェルネス、超高齢化社会…と言った言葉が注目される中、バルコニー（建築）のより良い在り方を考えてみたい。

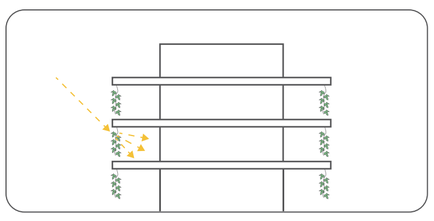
騒音の緩和

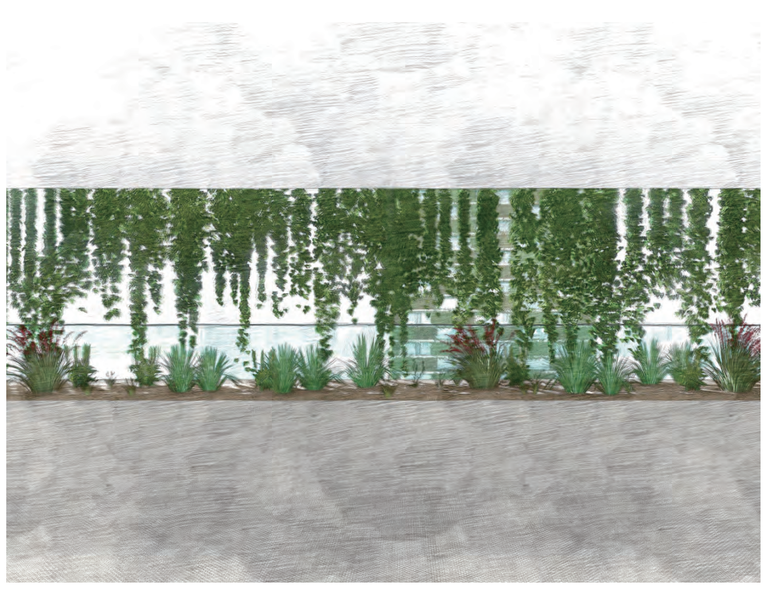
ちょっとした塀や小さなの建物でも、その影に入ると道路の音が少し小さく感じることがある。
電車や道路の騒音に対しては、サッシの遮音性能UPや二重サッシ化で対応している例が多いが、テラスによる遮音効果もあるのではないか？もし、あるのなら、どの程度あるのだろうか？



光環境の空間周波数

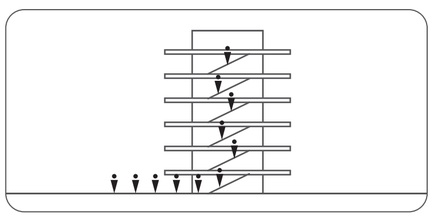
公園や緑道を歩いている時、木々の隙間を零れ落ちる光「木漏れ日」には、不思議と心惹きつけられる。例えば、バルコニーの植栽計画で、その木漏れ日感を定量的に把握し、計画に活かすことはできだろうか？





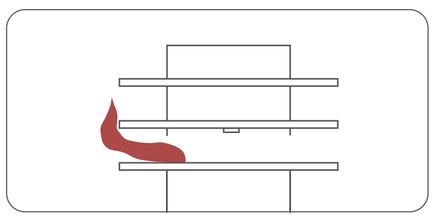
避難時間の短縮

バルコニーがあることにより、火災等の非常時にすぐに外に出ることで、煙にまかれる危険性がへることや、バルコニーの階段からも避難することでの避難時間短縮が考えれる。超高齢化社会の日本では、より安全かつスムーズに避難できる工夫が必要ではないか？



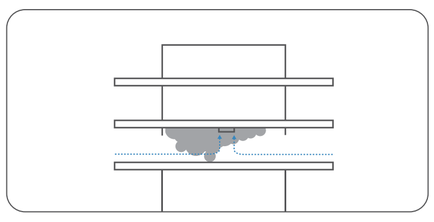
上階延焼の防止

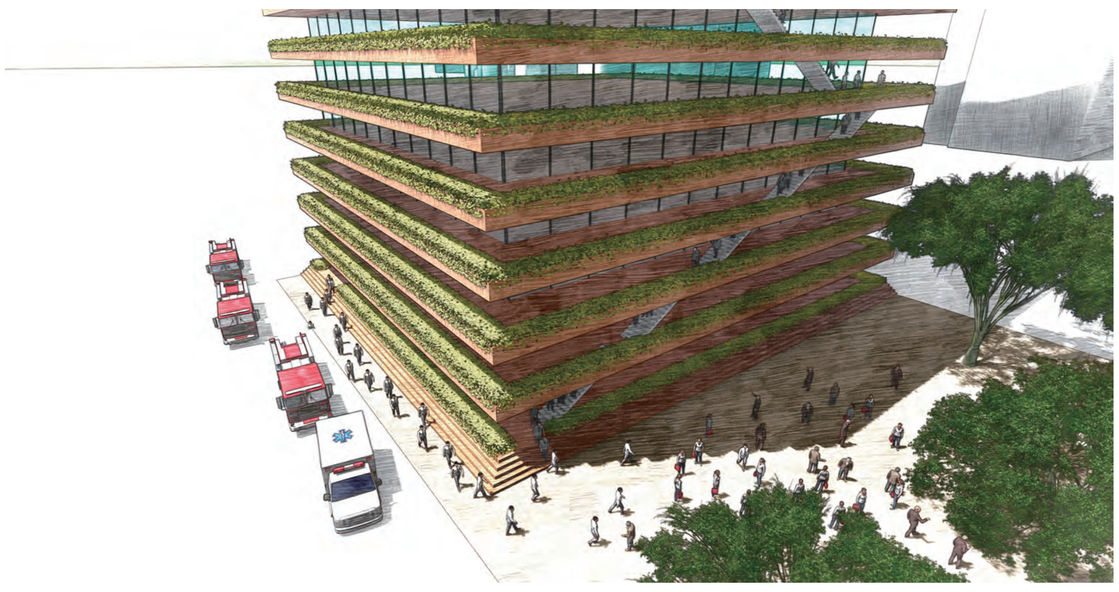
バルコニーや庇が上階延焼防止に寄与することはよく知られているが、その効果をシミュレーションによって、確認している例は少ない。また、昨今、環境配慮の観点から、壁面緑化やバルコニーに植栽を配置した建築が増えてきているが、緑化にはヒートアイランド対策やウェルネス改善等のメリットの反面、緑化の燃焼により、延焼を助長する可能性も考えられる。まだまだ知見が少ない部分もあるが、火災時のバルコニー・植栽と延焼の検証にトライした。



排煙の効率化

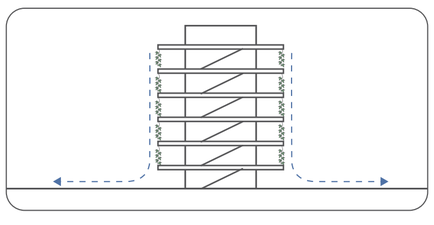
火災時、炎への酸素を断つために、窓を閉めるべきという考え方もあるが、
一方で避難時の煙降下を遅らせることや、ケガ等で逃げ遅れた人がいた場合は、酸素を吸う為に窓が開いていた方が良いとも考えられる。
バルコニーを避難経路にできる建築では、窓（サッシ）は開放されることとなるが、避難時の窓開けは、排煙上どんなメリットがあるだろうか？





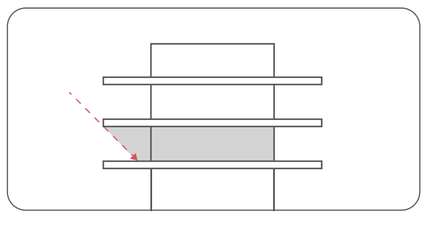
ヒートアイランド抑制

バルコニーや屋上・壁面の緑化によりヒートアイランド抑制効果を聞くことがあるが、どの程度の効果があるのだろうか？



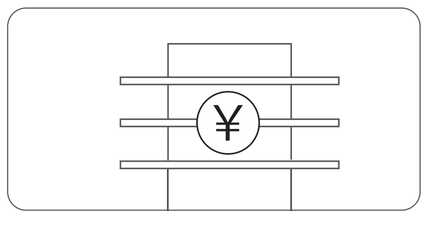
冷暖房負荷との関係

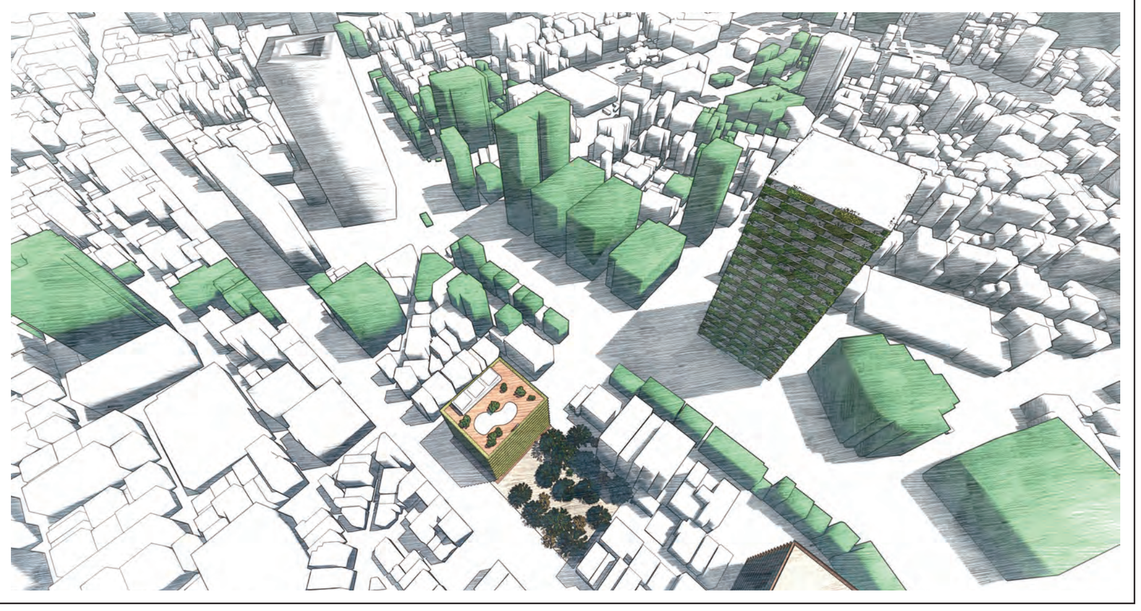
バルコニーの日射遮蔽による冷房負荷削減は良く知られているが、一方では日射取得が減ることによる暖房負荷増も考えられる。空調エネルギーにとって、バルコニー深さは、どの程度が良いのだろうか？



賃料アップの可能性

バルコニーがあることで、リラックススペースが生まれたり、熱・光環境が変わる等の効果があると思われるが、その環境の変化を賃料として換算することはできるのだろうか？





騒音の緩和

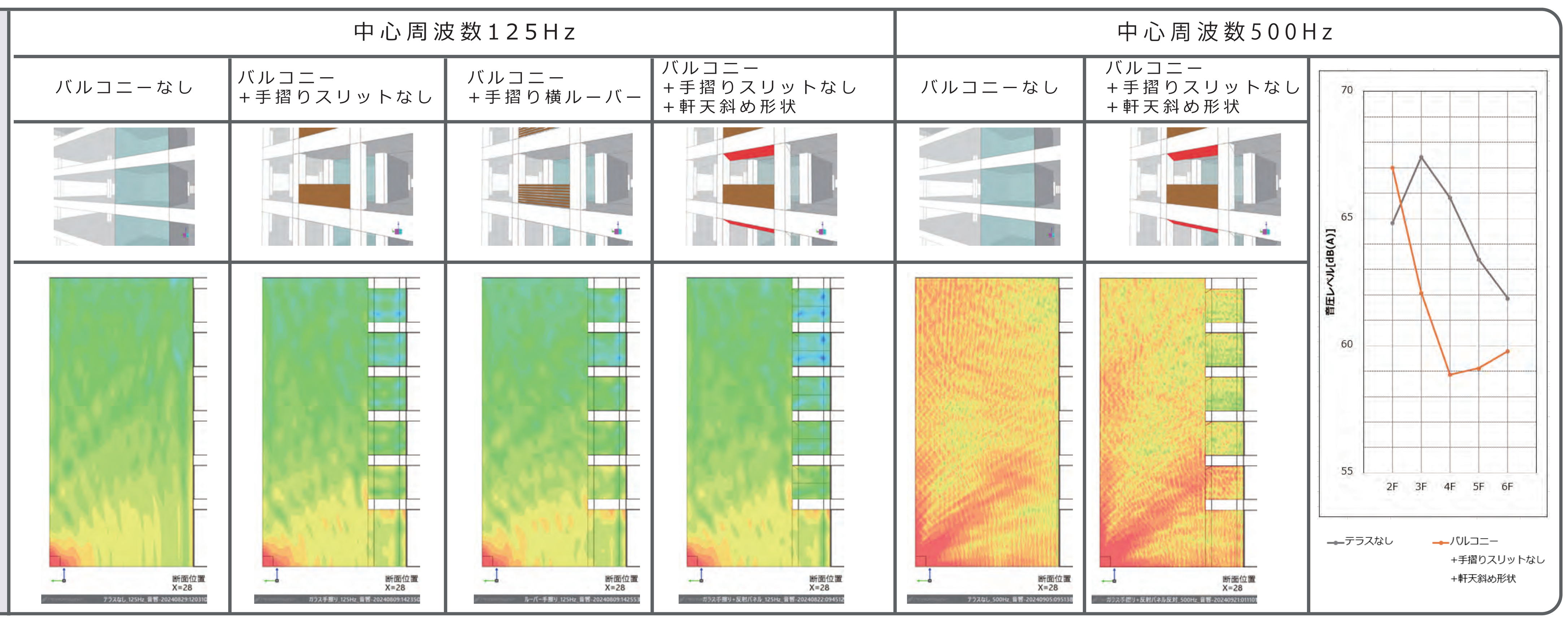
解析内容

道路からの騒音を、バルコニーの有無、手摺りの形状、軒先の形状を変えることでどの程度抑制できるかをCFD解析によって比較検討する。

解析結果

バルコニーの存在により、バルコニー内や窓ガラス面で音圧レベルが低下することが確認できた。また、横ルーバー手摺りよりもスリットなし手摺りの方が遮音効果が高いことも確認できた。さらに、バルコニー軒先に反射パネルを斜めに設けた場合、音圧レベルがさらに低下し、バルコニー天井に吸音パネルを設けたケースと同等の音圧レベルとなった。軒先の形状を工夫することで騒音を軽減できることも確認できた。音環境の改善により遮音性能の要求が緩和されると、使用できる窓ガラスの選択肢が増え、設計の自由度が高まることが考えられる。

騒音低下,サッシ選定自由度の拡大



避難時間の短縮

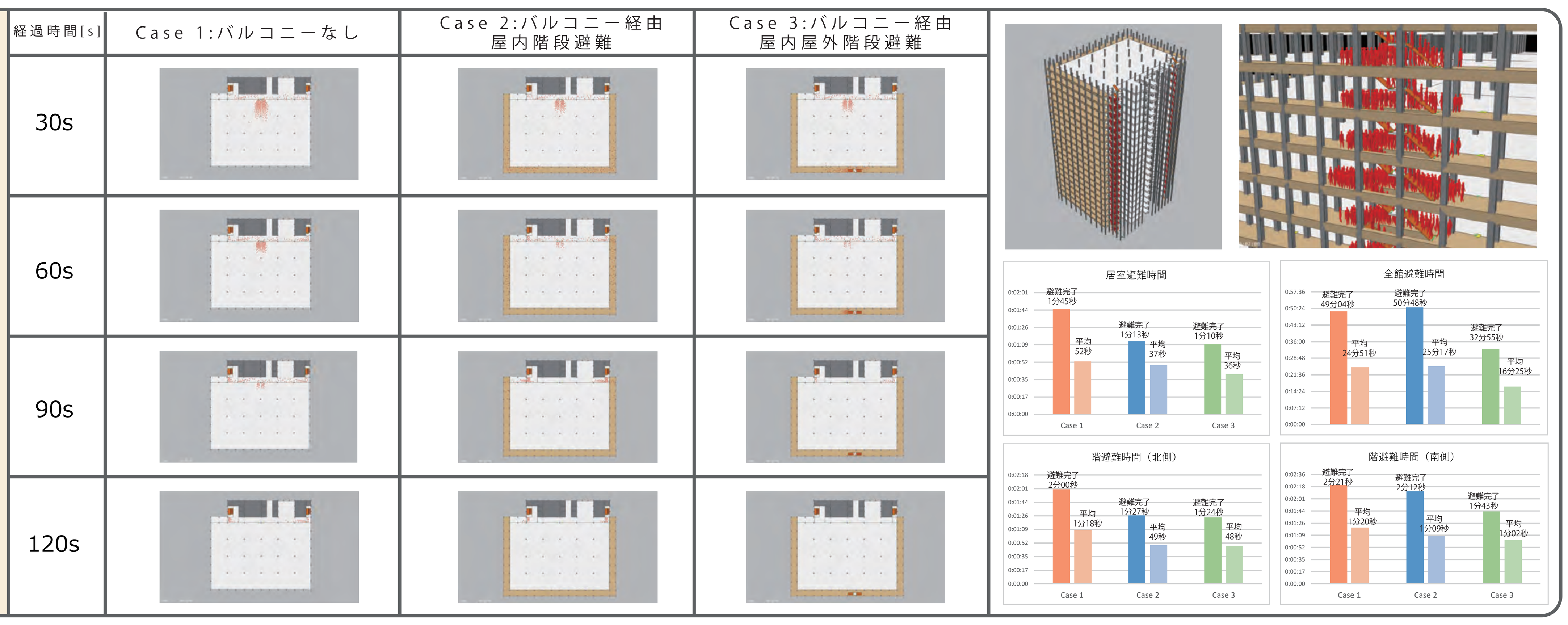
解析内容

バルコニー避難の有効性を確認するために、Case 1:バルコニーなしで屋内で避難階段へ避難、Case 2:屋内またはテラス経由で屋内避難階段へ避難、Case 3:屋内経由で屋内階段へ避難またはバルコニー経由で屋外避難階段へ避難、の3パターンの避難時間をマルチエージェントシミュレーションによって比較した。

解析結果

避難時間が最も短くなったCase 3は、バルコニーを活用することで避難経路の選択肢が増えたため避難時間が短縮された。Case 2はバルコニー経由で屋内避難階段を利用したため避難階段までの歩行距離および避難時間は長くなったが、防火区画（避難階段の附室）が混雑している場合バルコニーで滞留することも可能となり、附室の密度を抑制する効果がある。またバルコニー経由の避難は屋外移動となるため、心理的な安心感がある。
バルコニーは避難時間の短縮や一時退避場所として避難に有効であることがわかった。

全館避難時間短縮,階避難時間短縮,室外避難時間短縮



排煙の効率化

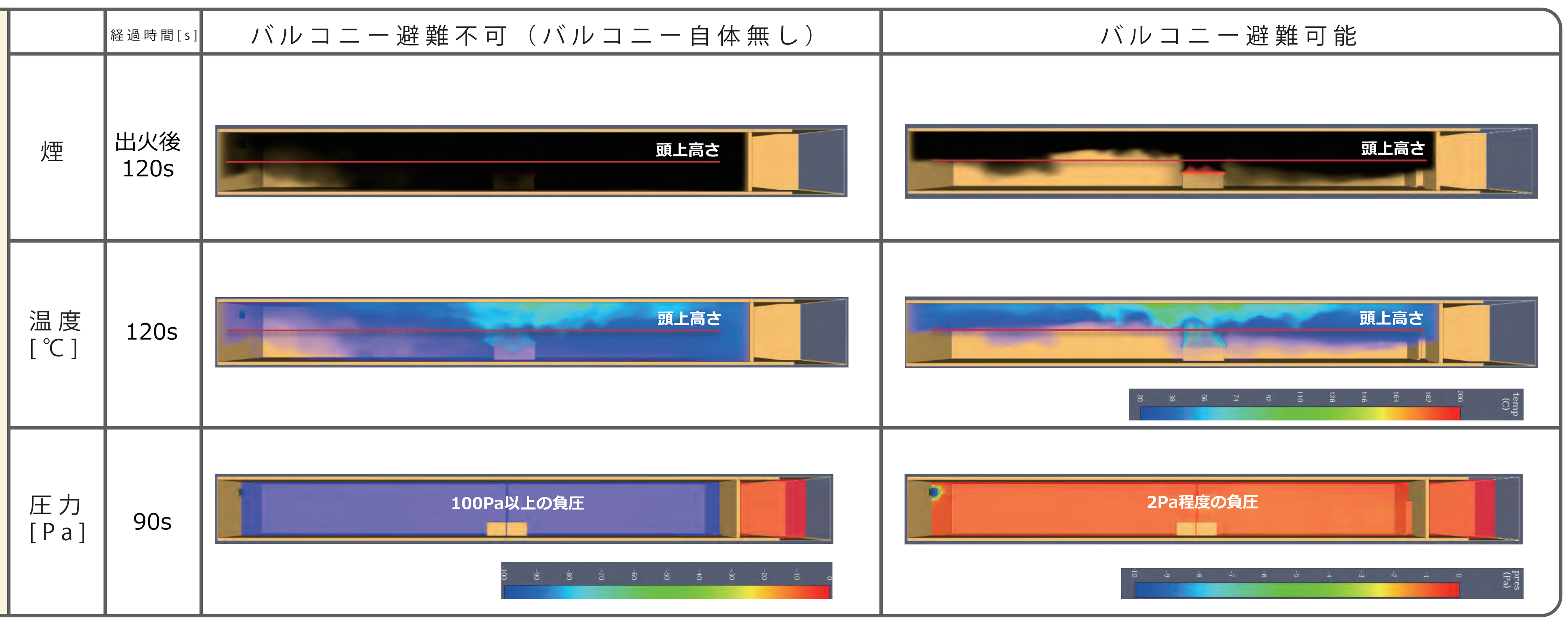
解析内容

バルコニー経由で屋内避難階段への避難もできる建築計画を前提とし、室内で火災が発生した際に、バルコニー避難の可否による機械排煙の効率の違いをCFD解析によって比較した。避難時にバルコニーに出る扉が開放されることによる、火災時(排煙時)の煙性状、温度、室内圧力の違いを検証した。

解析結果

バルコニー避難不可(バルコニー自体無し)の場合、煙は居住域まですぐに降下し、避難者は有害な煙に曝される。一方で、機械排煙起動と共にバルコニー扉が避難時に開放できると、効率的な外気取入れが可能になるため、居住域までの煙降下を遅延できることが確認できた。これにより、避難時の視界の確保や、CO,CO2濃度の上昇の抑制による空気質の維持にもつながり、避難安全性の向上に寄与する。また、バルコニー扉が開放できると、機械排煙時の室内圧力の過剰負圧が軽減できていた。昨今、機械排煙時の過剰負圧によって、避難階段の扉が避難時に開かない事故が発生しているため、この事故の対応策としても寄与する。

避難視界の確保,煙降下の遅延,避難扉過剰負圧軽減,CO・CO2濃度上昇抑制



上階延焼の防止

解析内容 1

室内で大規模火災が発生した際に、バルコニーの有無による上階延焼の様子をCFD解析によって比較した。下階のガラスが損傷し、火炎が屋外に噴出した場合の火災性状を検証した。

解析結果 1

バルコニーが無い場合、噴出火炎が上階ガラスに着炎、上階ガラスが破損し、上階延焼が発生するが、バルコニーがある場合、バルコニーが防火帯となり、上階延焼を防げている。

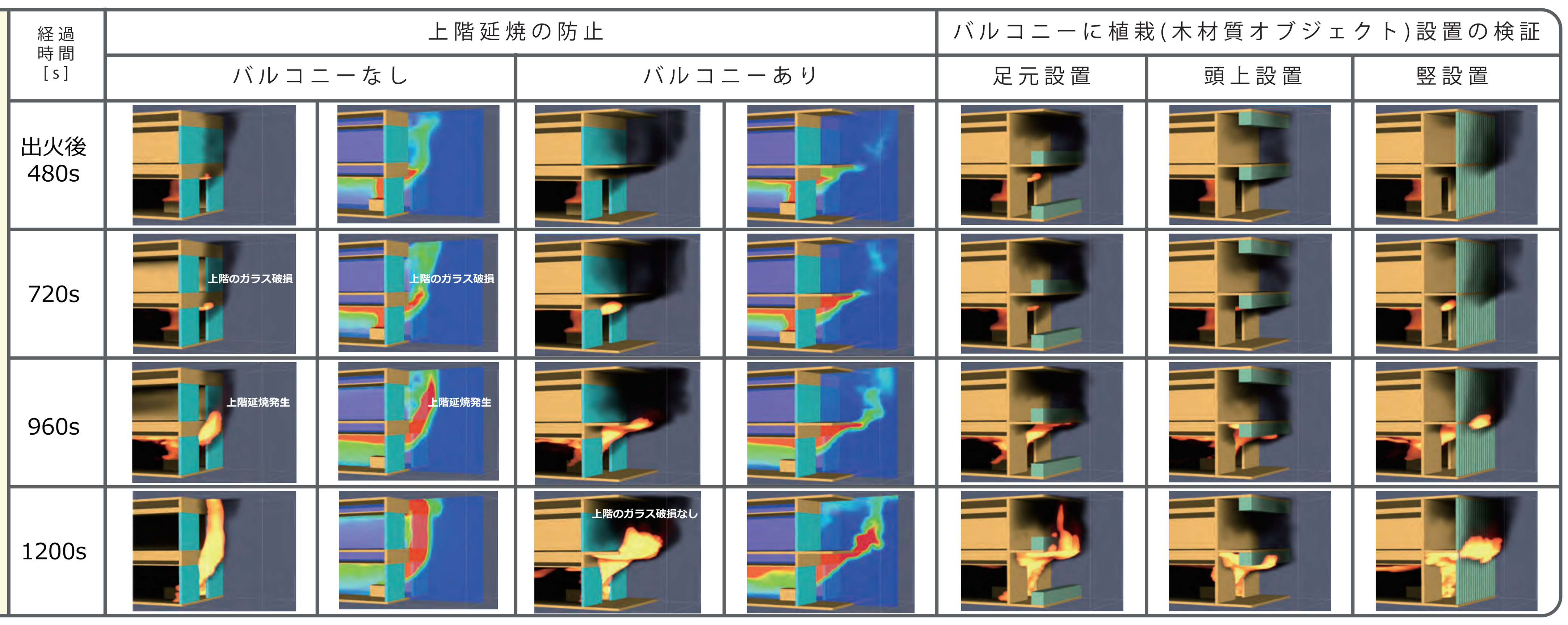
解析内容 2

バルコニーに3パターンの方法で植栽が設置される場合の上階延焼の様子をCFD解析によって比較した。植栽の燃焼については研究知見が少ないため、植栽の代わりに仮に木材質のオブジェクトを設置した場合の火炎性状と温度の違いを検証した。

解析結果 2

詳細な火災性状は把握できていないが、設置方法によって火災性状が異なることが確認できた。植栽の燃焼について更なる検証が必要である。ただ、実際にバルコニーに設置される植物は含水率が高く、水を含む土や自動灌水設備もあるため、本検証よりは延焼しにくいことが考えられる

上階延焼防止、上階ガラス破損防止



ヒートライアンド抑制

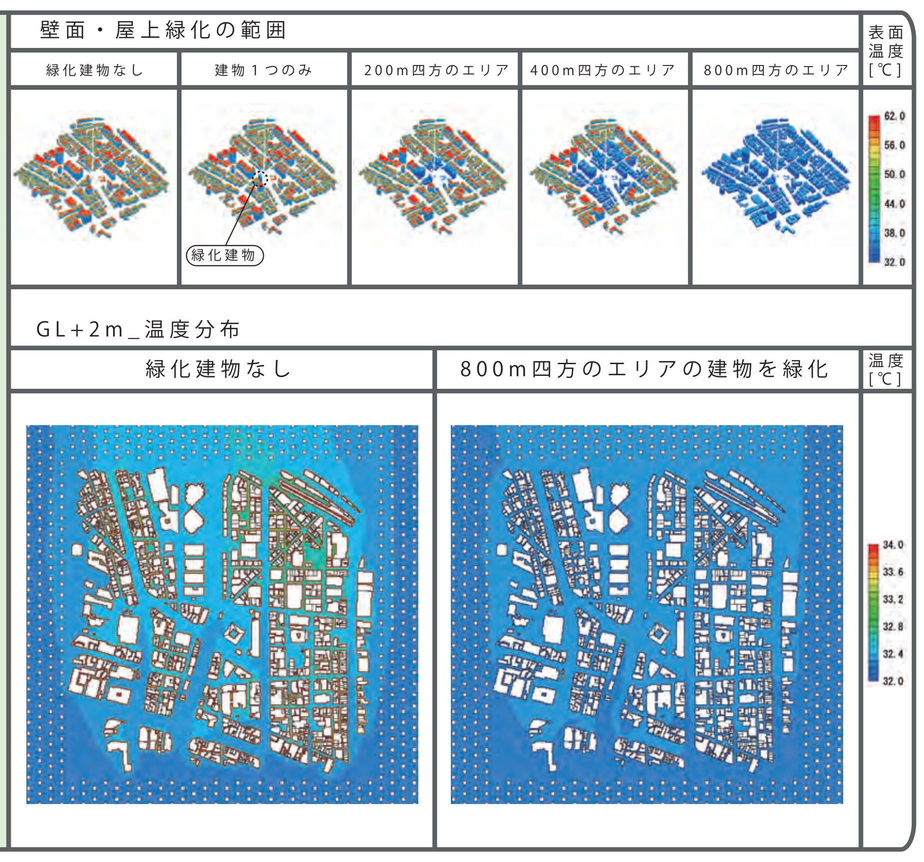
解析内容

バルコニーに植栽を配置した建物や、壁面・屋上緑化した建物により、都市の空気温度がどの程度下がるかを確認した。過去に実測によって得た非緑化建物、緑化建物の表面温度を条件として設定し、緑化するエリアを少しずつ広くした際に、どの程度空気温度が低下するかを確認した。

解析結果

緑化建物1つでは、建物付近の平均温度はほぼ変わらなかったが、広いエリアで緑化を行うことで、温度低下が確認できた。緑化無しに対して、800m四方の建物の壁面・屋上を緑化した場合では、GL+2mの平均温度は-0.95℃の温度低下が見られた。単体の建物のみや狭いエリアの壁面・屋上緑化では効果が小さいが、より広い都市レベルで行われると一定の効果があることが確認できた。

▲GL付近平均温度-0.95℃



光環境の空間周波数解析

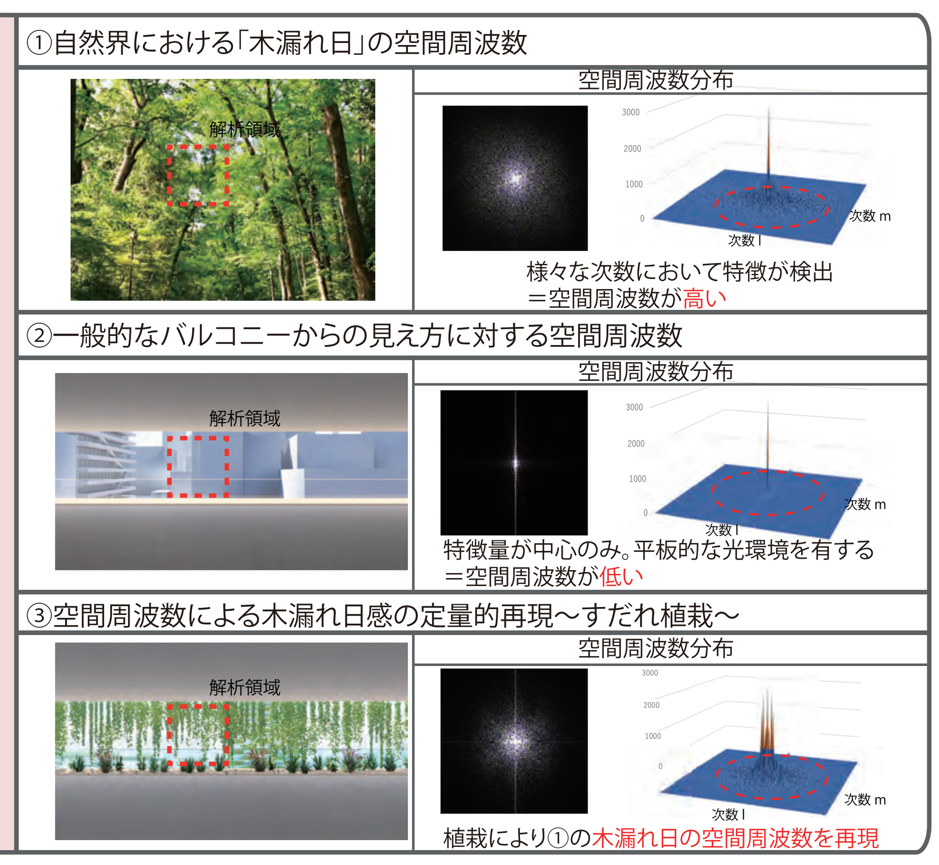
解析内容

木漏れ日のある森林環境は、視覚を通して知覚されることで、緊張感や不安感、疲労感を低減させる効果がある。そこで、二次元フーリエ変換を用いて、バルコニーに掛かるすだれ状植栽に対して空間周波数解析を行うことで、自然界に存在する「木漏れ日感」を定量的に再現可能かを確認した。

解析結果

自然界における木漏れ日に対して二次元フーリエ分解を行い、「光環境を特徴づけるフーリエ係数の分布」を、次数ごとにグラフで確認した。その結果、葉の細やかなきらめきと陰影により、解析領域に対して幅広い次数においてピークを有している(細やかな光環境である)ことが見て取れる。一方で、バルコニーからの一般的なビューに対してフーリエ分解を行うと、フーリエ係数が中心のみでしか特徴を持たない平板的な光環境であることが見て取れた。そこで、窓面にすだれ状の植栽を設置することで、自然界に存在する木漏れ日に近い空間周波数をもった、自然を感じられる視環境を実現できることが確認できた。

緊張感・不安感・疲労感の低減



冷暖房負荷との関係

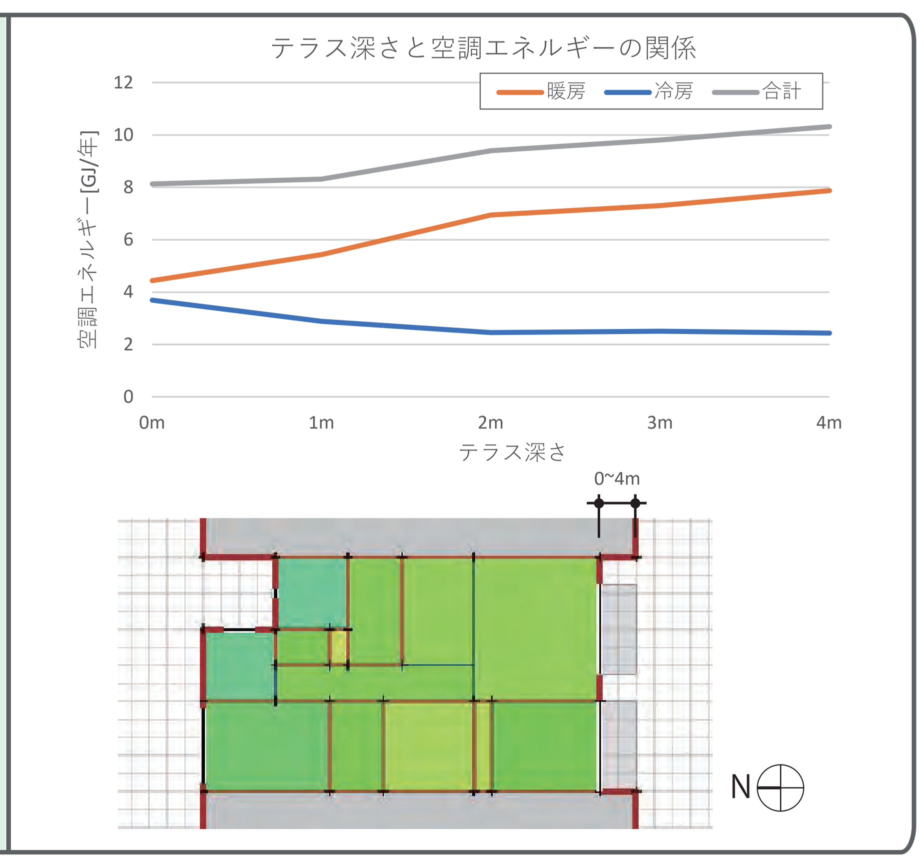
解析内容

エネルギーシミュレーションソフトのBEST-Hを用いて、南向き住戸でのテラスの深さによる日射遮蔽・取得による冷暖房負荷削減効果を確認した。

解析結果

バルコニーの日射遮蔽により、バルコニーが深くなるほど冷房エネルギーは小さくなる一方で、奥行きが深いほど、日射取得による暖房負荷削減効果も小さくなる。冷暖房エネルギーのみを考えれば、バルコニーはない方が良い。とは言え、洗濯物等、機能的に室外が都合が良い場合もあるので、室内外両方に使用できるサンルーム化等で日射取得・遮蔽をコントロールできるようにする工夫が重要と考える。

サンルーム化等 空調エネルギーと合わせた検討が重要



賃料アップの可能性

検討内容

CASBEE-WO評価とオフィステナント賃料に関する調査※1を参考に、テラス有無によるCASBEE評価の変化を確認することで、バルコニーによる賃料アップの可能性を確認した。

検討結果

バルコニー無し建物に対して、バルコニー（及び植栽）有り建物では、「自然とのつながり」、「外壁の維持管理」、等が加点になり、+2.7点の加点になった。上述の調査によると、CASBEE-WO1点につき、234円/坪相当の賃料差の為、バルコニー無しのオフィスに対して、バルコニー有のオフィスでは、630円/坪程度の賃料差となった。単純なテラス有無の比較の為、そこまで大きな差ではないが、テラス有の方がCASBEE-WO評価・賃料は高くなる傾向であることが確認できた。

賃料630円/坪UP

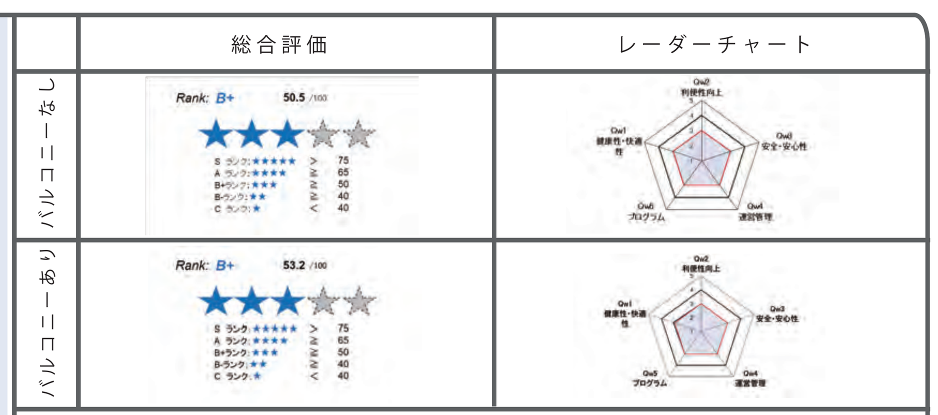


表 2　賃料と各要素との重回帰分析結果（全地区）

回帰統計	
重相関 R	0.816
重決定 R2	0.666
補正 R2	0.657
標準誤差	4734.776
観測数	253

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	7	10959909434.291	1565701347.756	69.841	0.000
残差	245	5492434933.298	22418101.769		
合計	252	16452344367.589			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%
切片	7406.036	3574.29	2.07	0.04	365.78	14446.30
個別空調方式有無	-1533.208	957.10	-1.60	0.11	-3418.41	351.99
延べ床面積	0.381	0.06	5.87	0.00	0.25	0.51
駅までの時間	-38.519	143.27	-0.27	0.79	-320.72	243.68
築年数	-81.198	37.24	-2.18	0.03	-154.55	-7.85
OAフロア有無	-182.352	2445.17	-0.07	0.94	-4998.59	4633.89
立地(東京ビジネス地区)	8436.893	634.85	13.29	0.00	7186.43	9687.36
CASBEE-WO点数	234.175	36.58	6.40	0.00	162.12	306.23

※1,建物のウェルネス性が不動産賃料に与える影響に関する研究/久保隆太郎、林立也、桶山恭助/日本建築学会技術報告集　第28巻,第68号