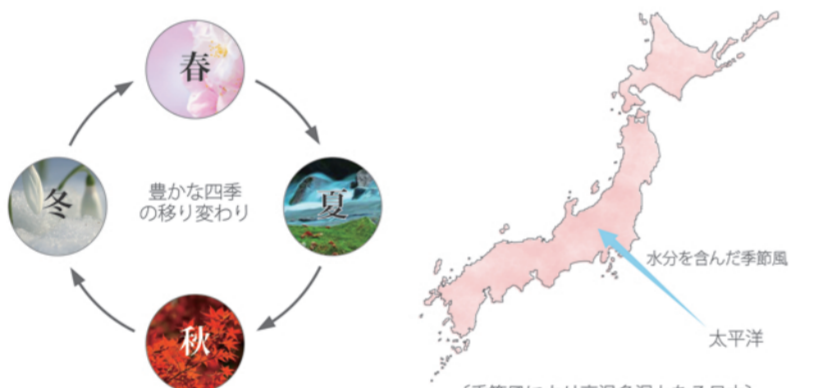


# 冷涼の標

日本の蒸し暑い夏を改善する涼しい道を提案する  
暑さから逃れるために人々は快適な室内に籠った人々は暑さに対応できなくなり、より外に出られなくなった  
誰もが利用する道に涼しさを提供するとその道は誰もが使いやすい外部環境となる  
人々は外に出たくても出られないジレンマから解放され街は賑わいを取り戻し活気に満ちる  
冷涼な道は豊かな社会を導く標となる

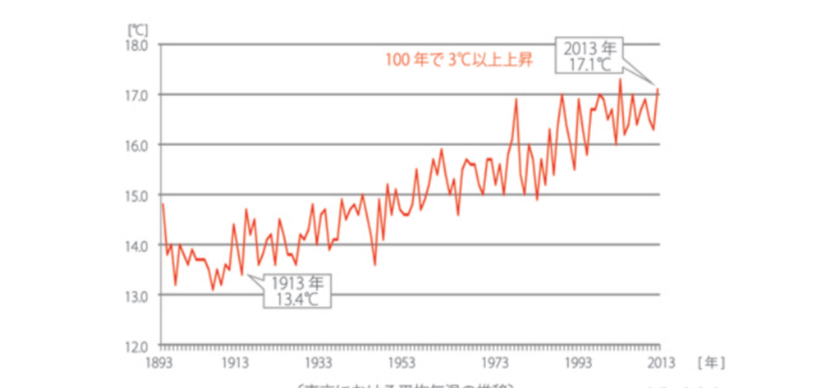
## 1. 季節風がもたらす日本の気候

海に囲まれた日本は季節風の影響を受けるため四季が豊かであり、私たちは四季折々の美しい自然を感じられる。一方、季節風は海上を通り抜ける際に多くの水分を運んでくる。夏においては太平洋側から温かな湿った空気を吹き寄せ世界でも有数の高温多湿の気候を形成する。



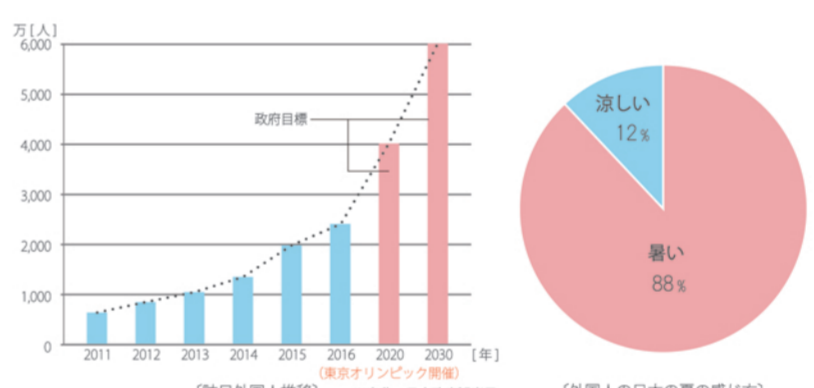
## 2. 高温多湿による弊害

高温多湿な気候は体感温度を上げ、熱中症被害を拡大する。特に、体温調節機能が低下した高齢者や未発達な子供は発生しやすい。加えて、近年の地球温暖化やヒートアイランド現象により日常生活における熱中症の発生率は増加傾向にあり、その発生要因の約7割は湿度が影響している。



## 3. 世界から見た日本の気候

2020年開催予定の東京オリンピックにより世界中の関心は日本に注がれ、外国人観光客の増加が期待されているが、訪日外国人は日本人の夏の蒸し暑さを危惧している。実際、日本より暑い都市から来た外国人を含め日本の夏を経験した外国人の約7割が自国より日本の夏が暑いと感じている。



## 4. 古来より受け継がれし冷却手法

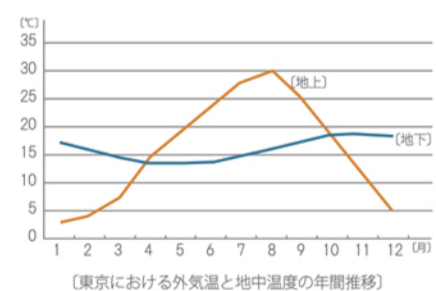
日本で外気温を下げる手法として江戸時代から受け継がれてきた「打ち水」。気化熱により地表の熱を奪い気温を低下させるが、一方で湿度を増加させる作用がある。地表面がアスファルトに覆われ風の通りを妨げる建物が立ち並ぶ現代ではより湿度を上げてしまう。



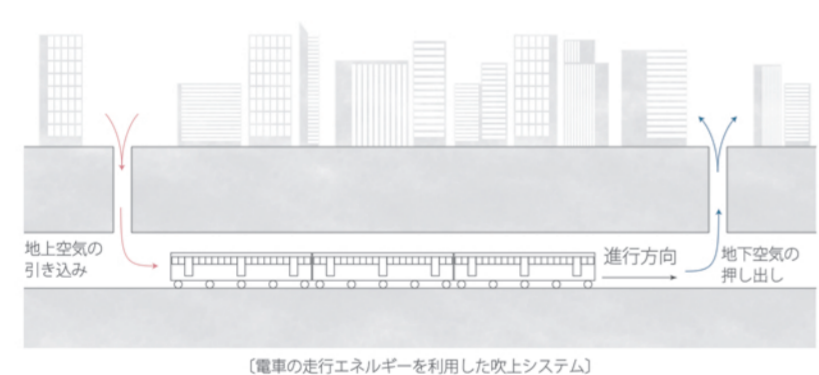
## 5. 現代だからこそ可能な温湿度改善手法

### A. 地下空気を利用する

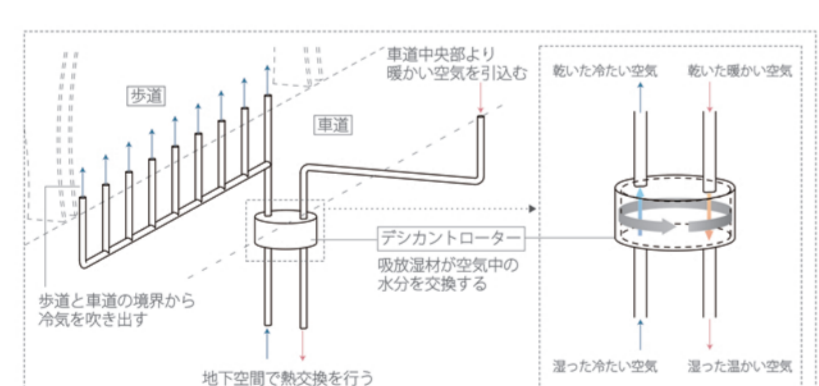
地下空気は1年を通して安定した温度を維持する。夏は地上より涼しく、冬は地上より暖かい。地下空気の恒湿性を利用して地上に導入することで効率よく外気温を低下させる。



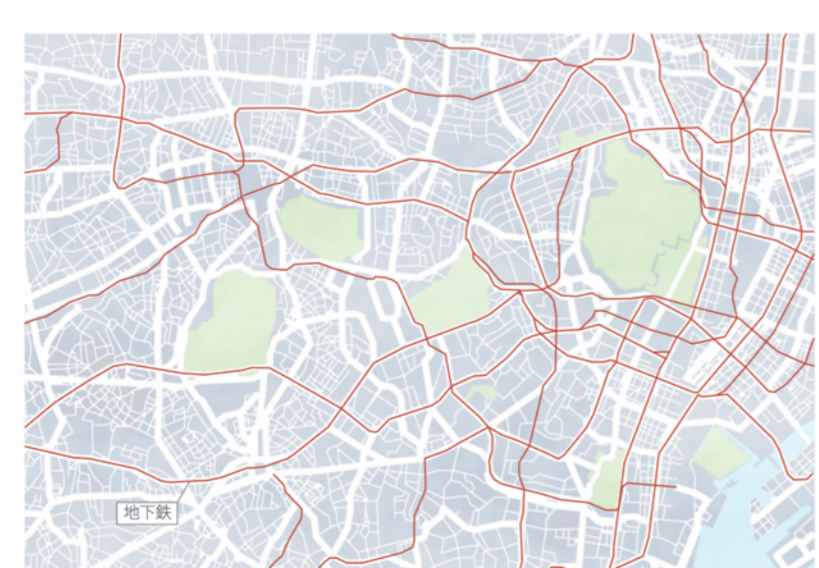
地上への空気の吹き出しは地下鉄を利用する。都市の地下を走る電車で発生する空気の流れを利用することで新たなエネルギー消費をせず冷気を地上に供給する。



地上へ吹き出す空気はデシカント方式によりエネルギーを消費することなく調湿する。地下の冷たい多湿空気は吸放湿材で吸湿し、涼しい風を歩道へ送り出す。吸放湿材で吸収した水分は車道で生み出される排熱により暖められた空気を利用して地下空間へ放湿させる。

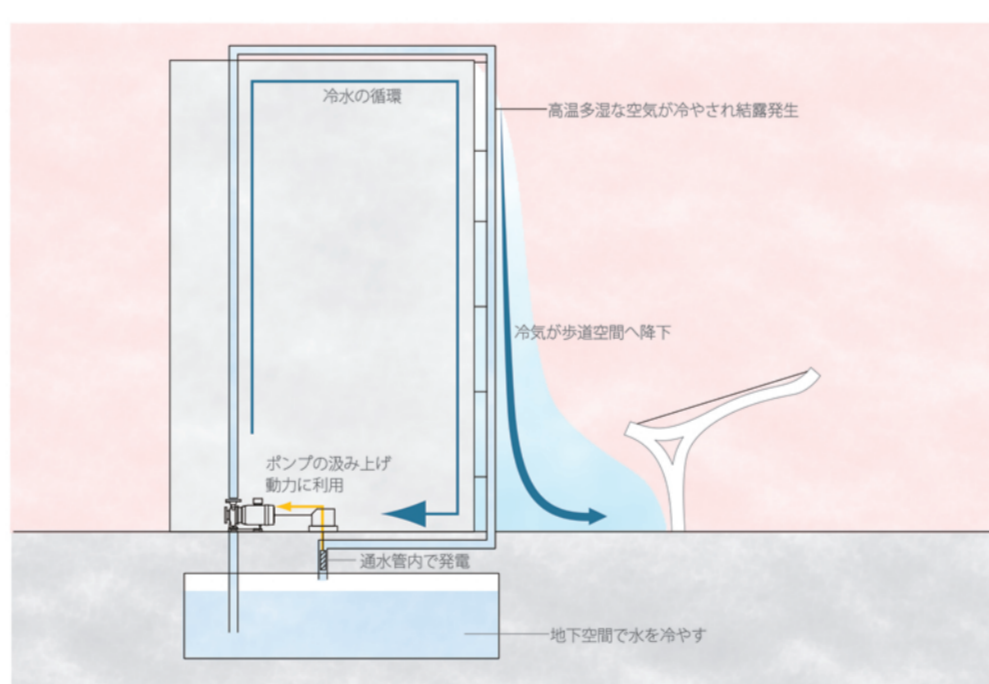


人々の生活を支える道路と地下鉄は都市中に広がっている。中でも地下鉄は都市交通の軸となる大きな主要道路に対して並走した関係にある。この関係性を用いることで多くの人が利用する道路に地下空気を効率よく吹上げる。主要道路において涼しい外部空間を形成することで、そこから枝分かれする小さな道路にも涼しい空気が流れ込んでゆく。大きな道路から小さな道路へ、都市全体を段階的に快適空間へと変換する。



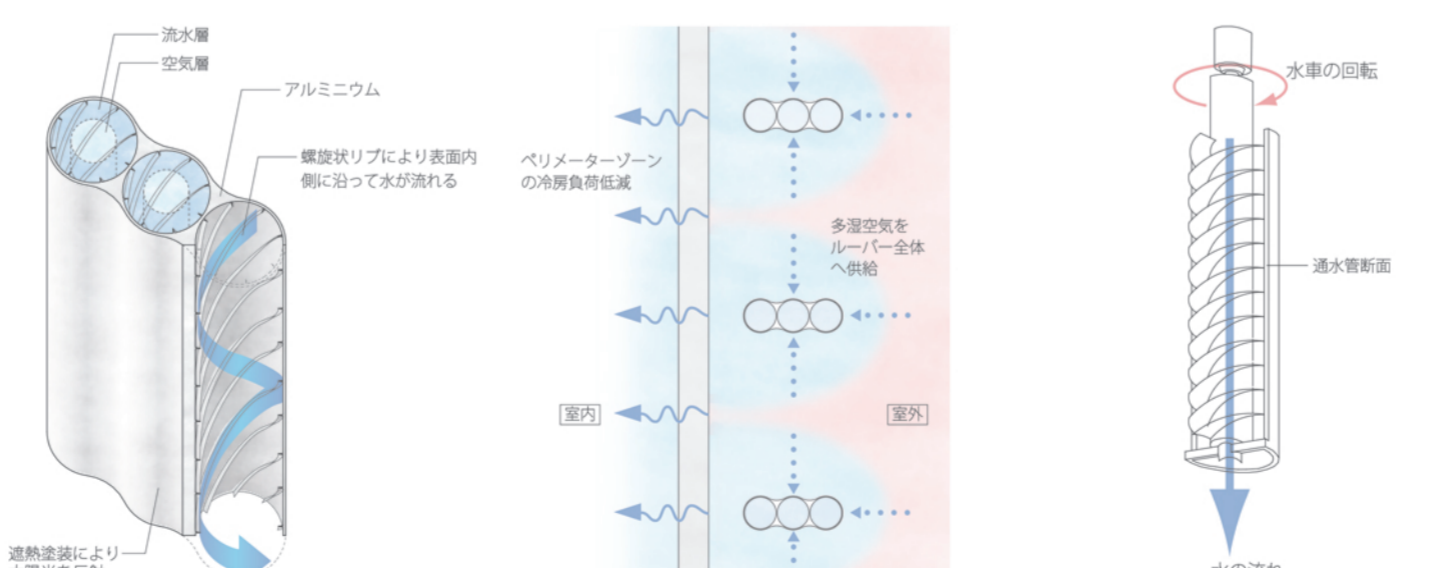
### B. 結露を発生させる

一般的に建築において否定的要素である結露を外部空間で積極的に発生させることで湿度低減を実現する。結露発生要素には外部空間で大きな表面積を有する建築物の外壁面を利用する。道路を覆うように並ぶ建築物の外壁ルーバーに冷水を循環させる。高温多湿な空気が触れることで露点温度まで冷やされ、ルーバー表面に結露が発生し、空気中の水分量を低下させる。冷やされ比重の重くなった空気は壁面を伝って地上へと降り注ぎ、歩道を涼しくする。



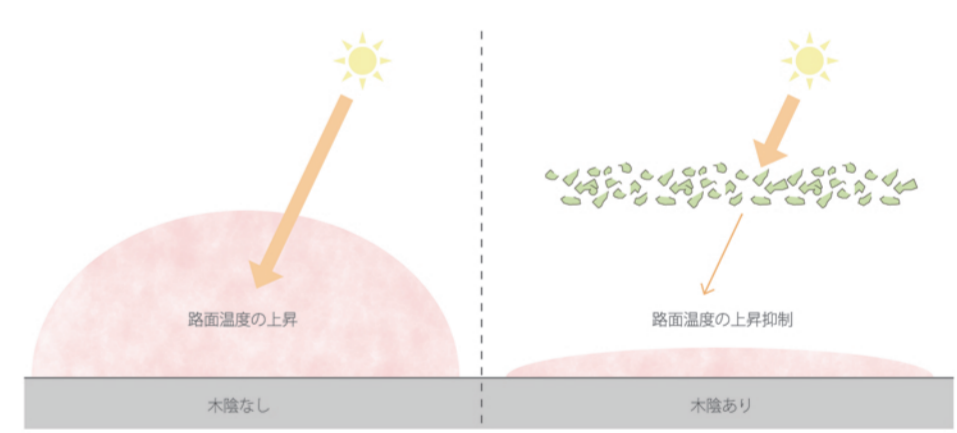
ルーバー材は高熱伝導で軽量なアルミニウムを用いることで冷水と空気の熱交換を効率よく行う。また、材表面は遮熱塗装とし日射による冷水の温度上昇を抑制する。管内には螺旋状リブを設け冷水を表面内側に回転させながら流し流量を最小限に抑える。

ルーバー形状は通水管に沿った流線型として空気に触れる表面積を最大化した。設置間隔はルーバー表面に多湿空気を触れさせ効率よく結露を発生させる間隔とした。空気とともに冷やされた壁面はペリメーターゾーンの冷房負荷低減にも寄与する。

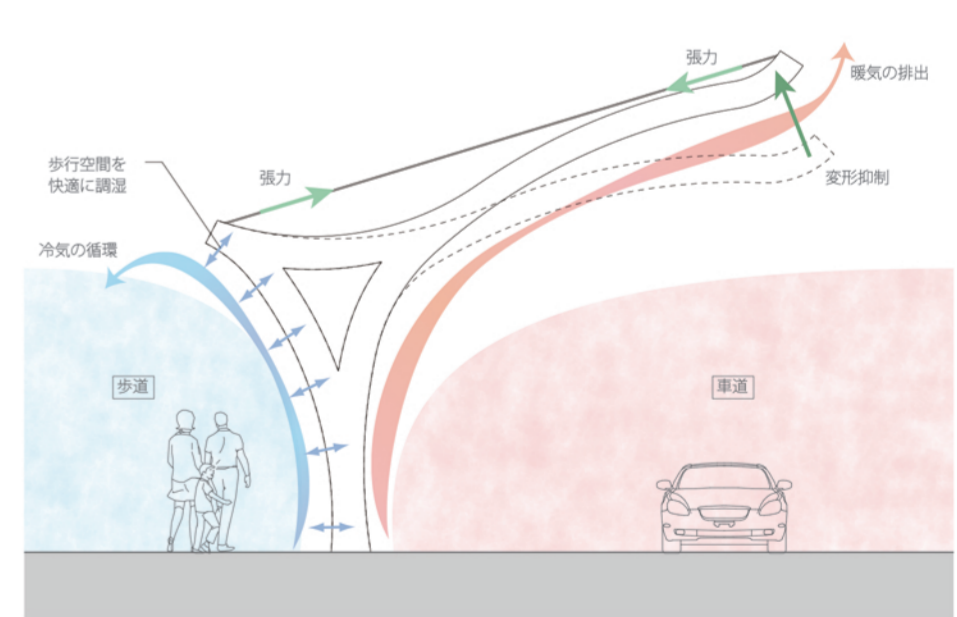


### C. 木陰をつくる

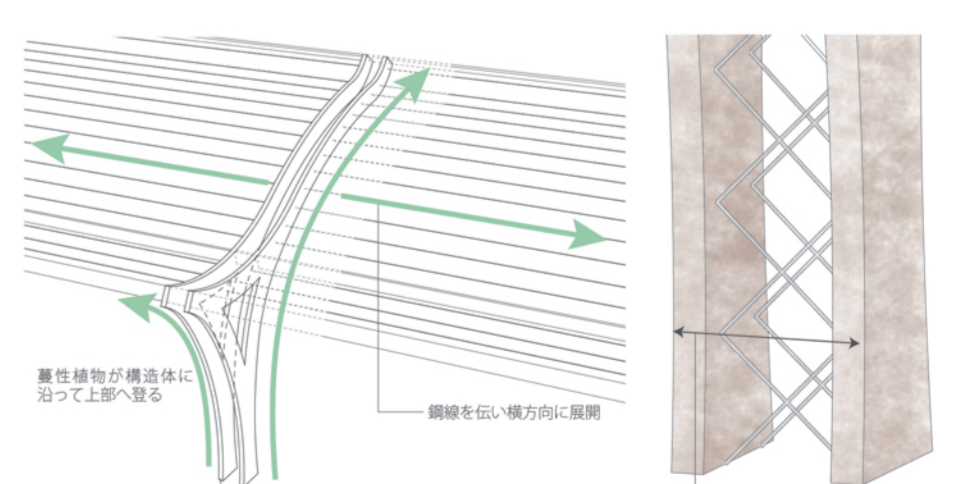
都市の気温上昇の要因の1つとして太陽光を受けたアスファルトの路面温度の上昇がある。蔓性植物を路面上部に任せ、大きな木陰を作り路面への直射日光を遮りながら光を落とすことで路面温度上昇を抑制する。蔓性植物は落葉性の品種を選定し、冬季における路面への日射を確保する。



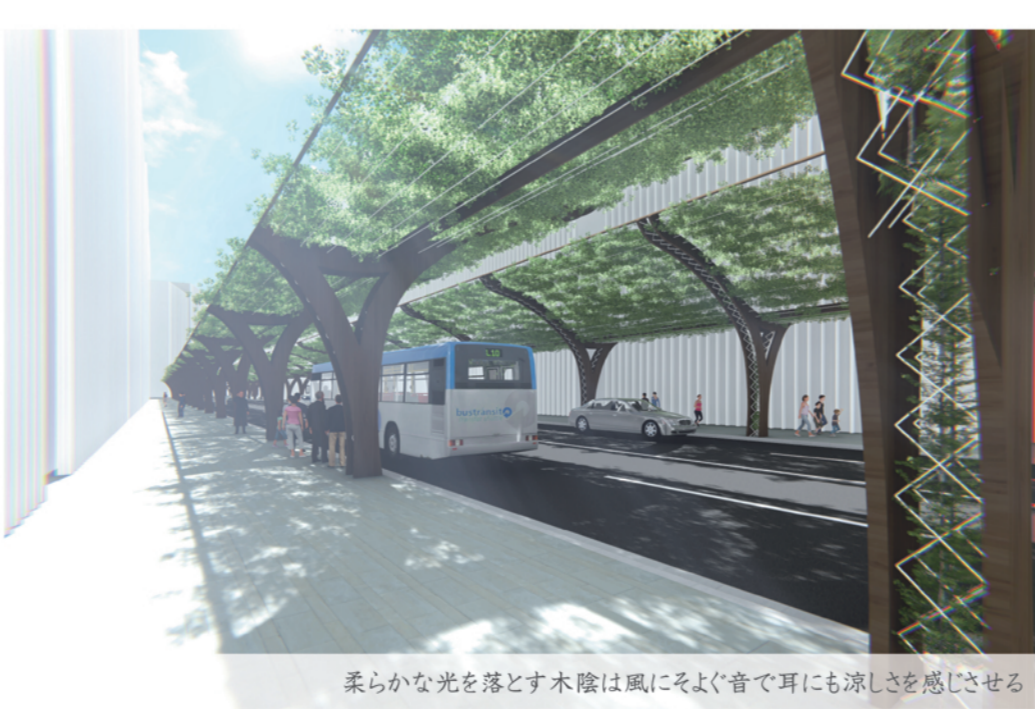
木陰を支持する構造体は空気の流れを促進する。歩道側は涼しい空気の循環を、車道側は車により発生する排熱が上昇し中央部で上空へと排出される空気の流れを示す。構造体の車道側と歩道側の先端は鋼線が結び、張力を与えることで、車道側先端のたわみを抑制する。構造体材はCLT(直交積層材)を採用し、湾曲した複雑な形状を可能とする。また、CLT表面は炭化させ耐久性を向上させるとともに、木材の持つ調湿作用により歩行空間の快適な湿度環境を実現する。



木陰を支持する構造体は歩行者への圧迫感を軽減するため、2枚に分割し間に空間を設ける。分割した構造体を斜材により接合することで板厚方向の剛性を高めている。設けた空間の下部に蔓性植物を植え、構造体に沿って上部まで導く。構造体上部では鋼線により横方向に展開し木陰を形成する。道路を覆う緑化空間は無機質な都市景観を良好に向上させる。



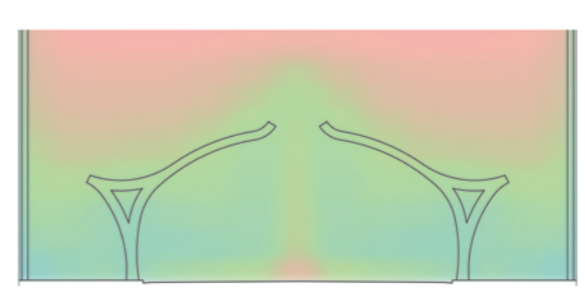
涼しくなった車道空間を歩行者天国として開放し、賑わいが溢れる



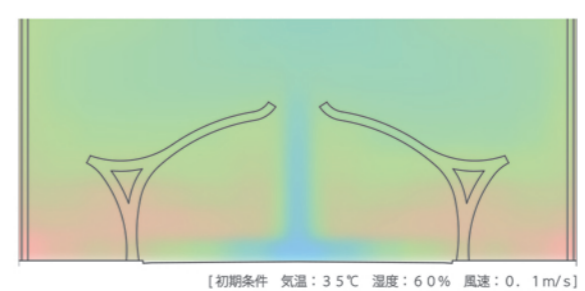
柔らかな光を落とす木陰は風にそよぐ音で耳にも涼しさを感じさせる

## 6. 良好な外部空間の創出

【気温分析結果】  
人の活動領域の気温は、日射及び周囲の放射熱により暑い日は40°Cを超えることがある。提案システムにより活動領域の気温は32°C程度まで低下し、熱環境の改善効果を確認した。



【湿度分析結果】  
初期条件で気温のみを上記結果まで低下させると人の活動領域の相対湿度は72%となる。提案システムでは相対湿度が60%程度となるため良好な湿度環境の改善効果を確認した。



【暑さ指数分析結果】  
湿度を考慮した指標として熱中症危険度の国際基準である暑さ指数(WBGT)による評価を行った。周囲の湿熱環境により算出されるWBGT値が作業レベルの基準値を超えたと熱中症を発生する可能性が高くなる。提案システムにより改善された活動領域においてWBGT値が日常生活の作業レベル基準値を下回ることを確認した。

