

屋内緑化

Indoor Green Promotion Council

屋内緑化レポート

2015/March.vol-2



Indoor Green Promotion Council

屋内緑化推進協議会

〒141-0031 東京都品川区西五反田8-3-11 ニュー五反田ビル3F (一社)日本インドア・グリーン協会内 Tel.03-3799-5435 (フローラークションジャパン 田中義一)

2015年2月20日に行われたPNG総会研修での松本博教授による発表資料です。

オフィスにおける観葉植物による メンタルヘルスケアと知的生産性の向上

豊橋技術科学大学大学院
建築・都市システム学系
教授 松本 博

vol.1 観葉植物のVOC除去性能と居住者の心理・生理反応

vol.2 観葉植物がオフィスワーカーのメンタルヘルスとプロダクティビティに及ぼす影響

vol.3 オフィスにおける植物導入を考慮したライフサイクルコスト評価モデル

研究の背景

- 観葉植物には「視覚疲労軽減効果やリラックス効果」、蒸散による「湿度調節効果や空気質の制御」等があると考えられている。
- 観葉植物が実大の部屋に置かれた場合の「空気清浄効果と在室者に与える心理・生理的影響および知的生産性に与える影響については未解明」の部分が多い。



研究の目的

- 観葉植物が在室者の「心理・生理反応そして知的生産性に与える影響」を明らかにする
- 観葉植物をオフィスに配置することによる「経済効果」と回収年数を算出し、観葉植物の費用対効果を明らかにする。

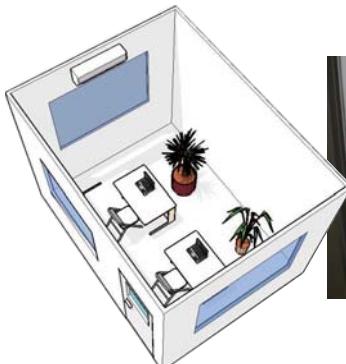


vol.1 観葉植物のVOC除去性能と居住者の心理・生理反応

居住者の心理・生理反応

被験者実験概要

- ▶ 温度制御可能な実大チャンバー（内法3.6×2.7×2.4m）
- ▶ ベンジャミンとアレカヤシの2種類の観葉植物をチャンバー内に配置した場合と同種の擬似観葉植物を配置した場合、配置しない場合の3条件



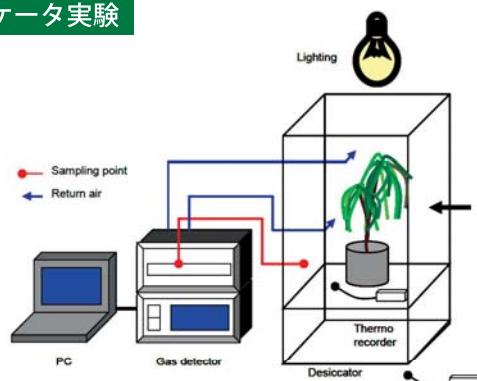
測定項目及び測定方法

- ▶ 物理環境要素：温度、相対湿度、二酸化炭素濃度、トルエン濃度
- ▶ 湿度：サーモレコーダで室内中央1点及び各デスク上2点において測定した。
- ▶ 二酸化炭素濃度、トルエン濃度：マルチガスマニタにより、室内中央2点で計測
- ▶ パフォーマンステスト：心理反応に関するアンケート及び知的生産性を評価するためのパフォーマンステスト（加算テスト、タイピングテスト、記憶テスト）
- ▶ 生理反応：心拍数、唾液アミラーゼの測定
- ▶ 身体データ：体温、体重

vol.1 観葉植物のVOC除去性能と居住者の心理・生理反応

観葉植物のVOC除去性能

デシケータ実験



デシケータ実験とは：湿気を嫌う物を乾燥状態において保管するために用いる容器。防湿庫・デシケータとも呼ばれる。

実験に用いた観葉植物

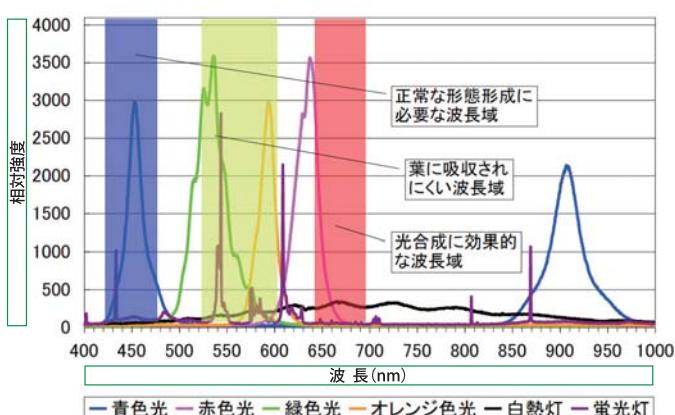


Concinna

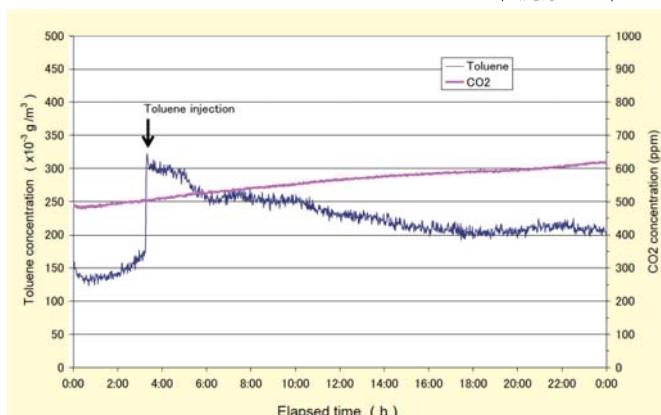
Golden pothos

Syngonium

人工光源 各光源の光の波長分布

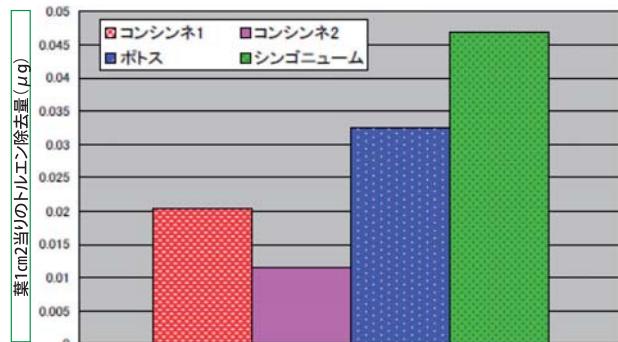


実験結果(濃度変動) トルエンとCO₂濃度の経時変化 (蛍光灯700 lx)



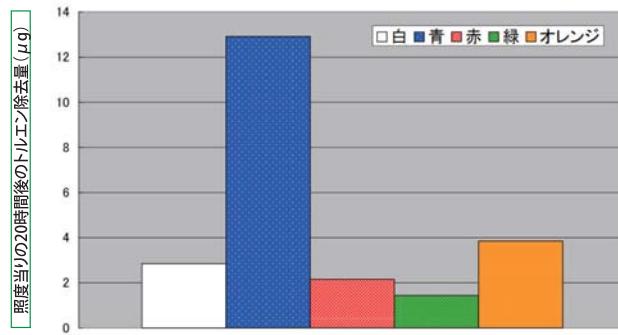
植物の違いによるVOC除去量：実験結果

植物の葉1cm²当たりのトルエン除去量



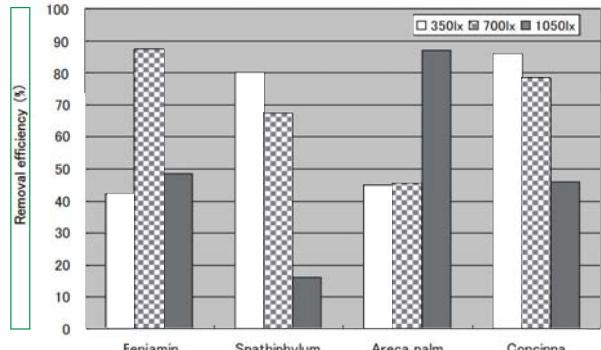
異なるLED光によるVOC除去量：実験結果

LED光の違いによる実験の単位照度当りの注入20時間後のトルエン除去量



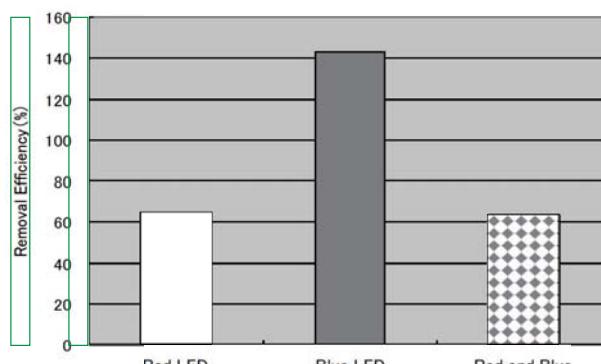
異なる照度におけるVOC除去量：実験結果

異なる照度におけるトルエンの除去効率



植物の違いによるVOC除去効率：実験結果

異なるLED光源(350 lx)における除去効率



1. 観葉植物が室内的知覚空気質を改善する空気清浄効果をもつ

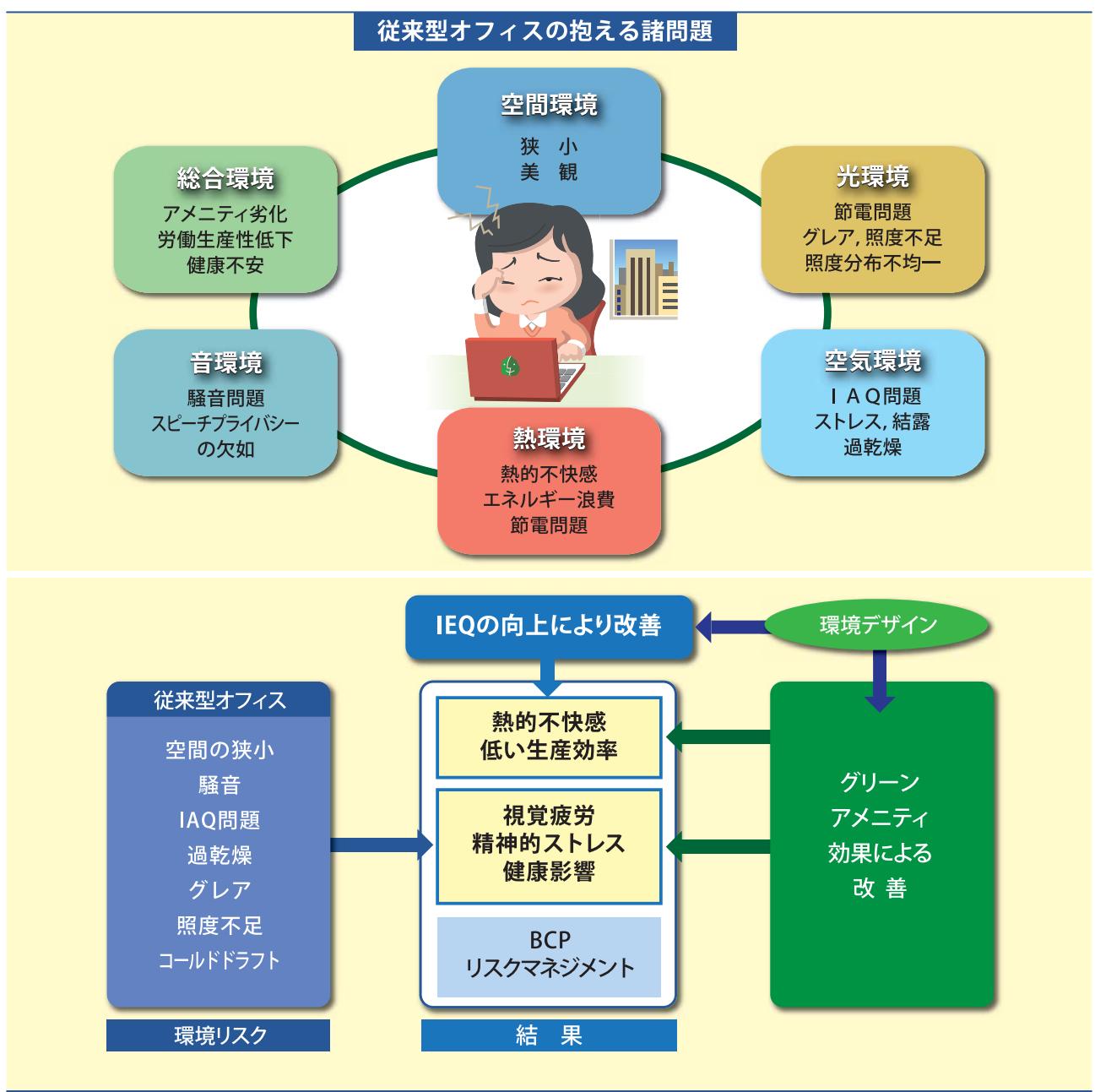
- ▶ カーペットにより汚染された室を改善できるレベル
- ▶ トルエン以外の他の汚染物質が影響を与えてる可能性

2. 観葉植物が生理・心理反応にプラスの影響を与える

- ▶ ストレスを抑えることが可能
- ▶ 心拍数を低く抑えることが可能
- ▶ 主観的申告値でもグリーンアメニティ効果が確認された

3. 観葉植物により知的生産性が改善される

- ▶ 観葉植物を配置した場合 7.9% 作業効率が改善
- ▶ 擬似観葉植物を配置した場合 5.6% 作業効率が改善



vol.2 観葉植物がオフィスワーカーのメンタルヘルスとプロダクティビティに及ぼす影響

研究の背景と目的

背景▶観葉植物には、心理的な「うるおい・癒し」や蒸散作用による温湿度調整など、いわゆる「グリーンアメニティ」効果の他、ある種の植物には揮発性有機化合物(VOC)などの化学物質除去効果があることが知られている。

目的▶観葉植物がオフィスワーカーの心理・生理反応及びプロダクティビティに及ぼす影響を明らかにする。



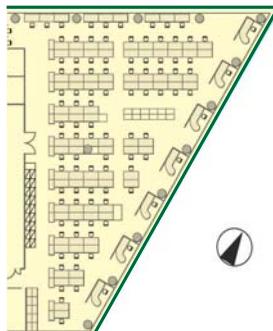
調査概要

▶調査は、2011年2月21日～3月4日の2週間、豊橋市内にあるA社のオフィスを対象に行った。

▶図1に調査対象オフィス平面図を示す。

オフィス(延床面積:約490m²)は、JR豊橋駅前の複合ビル内8階の南東に位置した約100名収容の仕切りのないオープンなオフィスとなっている。

図1 調査対象オフィス平面図



研究の方法

▶実際のオフィスを対象に観葉植物の有無による熱・空気・音・光環境等の室内環境物理量の測定、アンケート、生理量測定によるオフィスワーカーの心理・生理反応、知的生産性、執務空間の経済的な環境価値等について調査・分析を行った。

▶本報では、主にオフィスワーカーの心理・生理反応、知的生産性について調査結果を報告する。



測定対象オフィスの様子



被験者

▶オフィスの熱・空気・光・音環境等の室内環境測定に加えて、このオフィスに勤務する男女30名(男性13名、女性17名)に対して、室内環境評価、知的生産性、経済評価などに関するアンケートおよび生理量(唾液アミラーゼ活性値)の測定を行った。

性別	被験者数(人)	年齢(才):平均±標準偏差
男性	13	44.1±8.9
女性	17	32.2±6.4
全体	30	36.8±7.7

表1 被験者の属性

調査方法

▶調査期間:調査対象としたオフィスの物理的な室内環境(温度、湿度、照明、新鮮空気導入量等については、通常の業務で設定されている条件のままとし、観葉植物の有無のみを変えた条件で調査を行った。2週間の調査期間のうち第1週(月～金曜日の5日間)が植物なし、第2週(月曜～金曜日の5日間)を植物ありのスケジュールで調査を実施した。

▶調査項目:室内環境の測定項目として、温度、相対湿度、グローブ温度、二酸化炭素濃度、粉塵量、照度、等価騒音レベルおよび室内気流速度を計測対象とした。温湿度は、オフィス内9点(外気温湿度等は調査対象ビル屋外に設置された気象観測装置のデータを流用)で測定した。また、二酸化炭素濃度、グローブ温度、等価騒音レベル、風速はオフィス内中央で測定し、照度については、室内9点で測定した。

調査で用いた観葉植物

●大鉢(高さ1.6m程度)8鉢

ゴムノキ/フィカス・グランディア/シーグレープ/プルトリア/アルテシア/アグラオネマ/カシアバゴム/ショウフンゴムノキ

●中鉢(高さ1.4m程度)6鉢

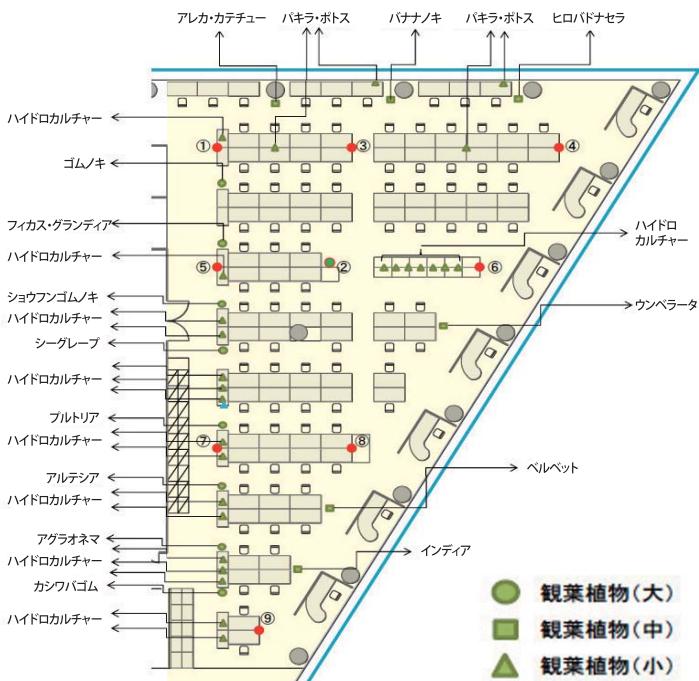
アレカ・カテチュー/バナノキ/ヒロバドラセナ/ウンベラータ/ベルベット/インディア

●小鉢(高さ0.2~0.5m程度)を25個程度

パキラ・ポトスやハイドロカルチャーの小鉢

▶オフィス空間の通路や机上・棚上等に平面的になるべく一様な分布となるように配置した。ただしスペースが十分でなく、人の移動や作業など通常の業務に支障があると思われる場所には観葉植物は配置しなかった。

観葉植物の配置とその種類



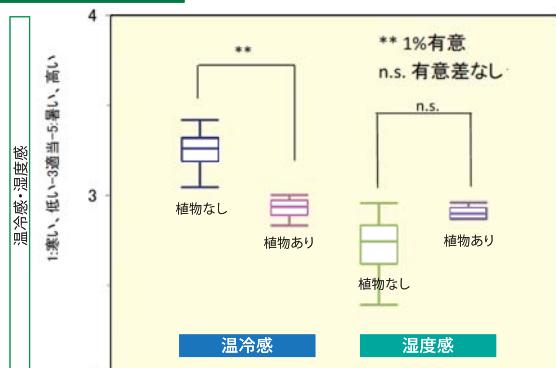
アンケート調査・生理量測定

- ▶ 執務者の室内環境、作業効率、観葉植物の環境価値の評価については、アンケートによる主観評価によって分析・考察する。ただし、執務者の室内環境評価と作業効率評価については、国土交通省の知的生産性検討委員会で提案された SAP (Subjective Assessment of Workplace Productivity) を基に作成したアンケートにより分析・評価した。
- ▶ アンケート回答者の中から10名を座席位置のバランスを考慮して選び、生理量として唾液アミラーゼ活性値の測定を毎日の終業時刻17:00～18:00頃に実施した。

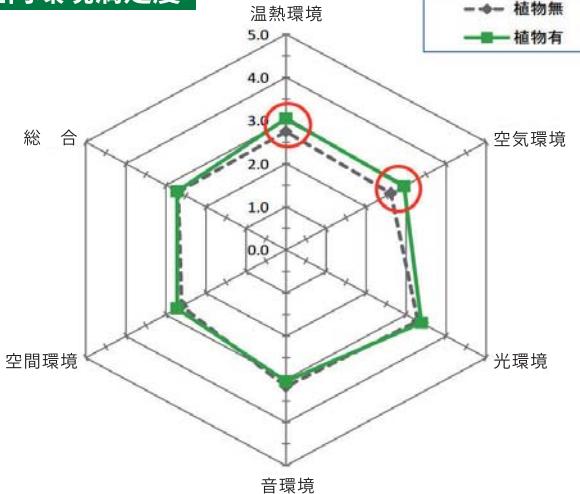
体調・モチベーション・睡眠時間



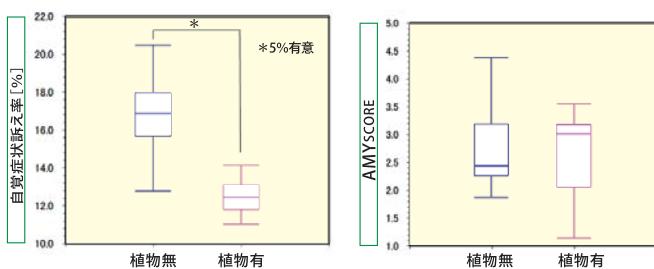
温冷感及び湿度感



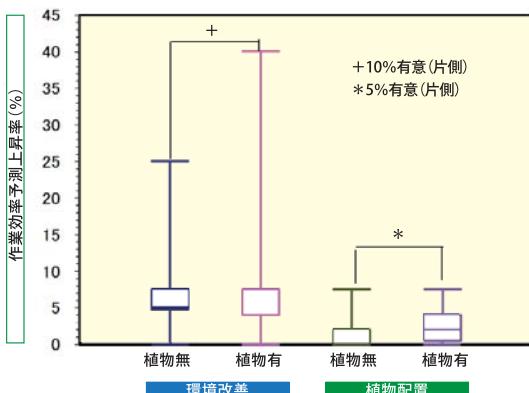
室内環境満足度



自覚症状訴え率 AMY SCORE



環境改善・植物配置による作業効率の向上



vol.2 観葉植物がオフィスワーカーのメンタルヘルスとプロダクティビティに及ぼす影響 まとめ

▶ 心理的反応として、植物ありの環境が睡眠時間の短さによる体調不良やモチベーションの低下を緩和。植物なしと植物ありの場合に対する温冷感の評価の間には有意な差があった。植物が空気環境に対する執務者の心理的評価を向上、特に「空気のよどみ」に対する不満足率は35%低下了。

▶ 生理的な反応として、自覚症状が植物なしの場合に比べて植物ありの場合に有意に改善されることが認められた。また、唾液アミラーゼ活性値の測定結果より、植物は執務者の生理的なストレスを軽減する効果があった。

▶ 植物ありの場合、植物なしに比べて作業効率予測上昇率が3.4%向上し、植物ありの場合に室内環境改善および植物配置が執務者の作業効率を上昇させる効果があった。

vol.3 オフィスにおける植物導入を考慮したライフサイクルコスト評価モデル

実オフィス空間における調査

調査方法 調査期間中各日の終業時刻頃実施

SAPによる主観評価

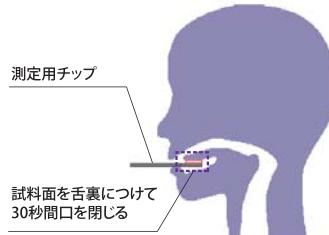
- ◆ 基本情報(性別・着衣量…)
- ◆ 温熱環境(温冷感・満足度・不満要因)
- ◆ 空気環境(満足度・不満要因)
- ◆ 光環境(明るさ・満足度・不満要因)
- ◆ 音環境(満足度・不満要因)
- ◆ 空間環境(広さ・レイアウト満足度等)
- ◆ 作業性(作業効率向上・影響)

CVM(ダブルバウンド)

- ◆ 耐用年数を2年間
- ◆ 基準T:400[円/月・人]
- ◆ TL:200[円/月・人]
- ◆ TU:800[円/月・人]

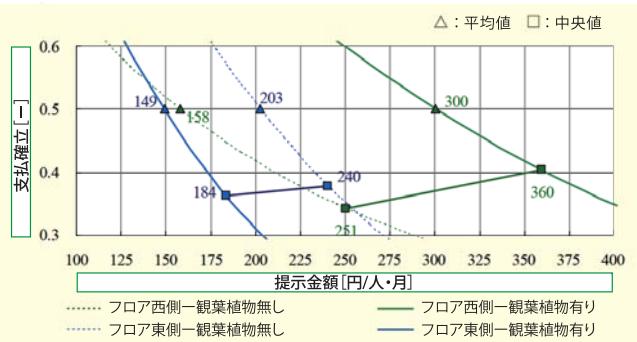
各ケース最終日の
終業時刻頃実施

唾液アミラーゼ測定

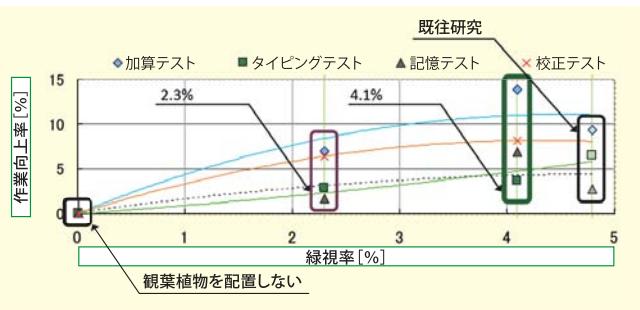


支払意志額

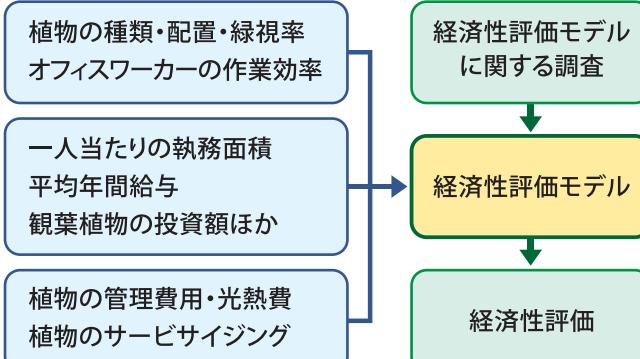
観葉植物配置計画に対する支払い金額の確立分布



被験者実験 緑視率と作業向上率の関係 (図A)



植物導入の経済性評価モデル



経済コスト試算

1人あたりの執務スペース[m ² /人]	10
平均年間給与[万円/人・年]	378 b)
1m ² あたりの観葉植物配置数	0.033 [鉢/m ²] (緑視率2.3%を想定)
[鉢/m ²]	0.066 [鉢/m ²] (緑視率4.1%を想定)
観葉植物の投資額c)	360 [円/年・m ²] (緑視率2.3%を想定)
[円/年・m ²]	720 [円/年・m ²] (緑視率4.1%を想定)
作業向上率[%]	図Aの緑視率と作業向上率の関係より

$$E = \frac{AS}{\rho} \varepsilon K OE \quad \dots \dots \textcircled{1}$$

$$Cost = \frac{AS}{\rho} - E + R \quad \dots \dots \textcircled{2}$$

E:人員コスト削減額[円/m²・年] AS:平均年間給与[円/人・年]

ρ :人員密度[人/m²] ε (0.42):執務者の及ぼす影響係数[-]

K (0.2):実務的作業効率向上への寄与率[-]

OE:単純作業効率の向上[%]

Cost:人件費及びオフィス賃料[円/m²・年]

R:年間平均賃料[円/m²・年](観葉植物への投資額を含む)

試算結果 ①

▶ 水道料金の増加コストは緑視率2.3%の条件で0.37[円/m²・年]、4.1%の条件で0.75[円/m²・年]。

▶ 冷房期における潜熱負荷増大による電力料金は緑視率2.3%の条件で0.41[円/m²・年]、4.1%の条件で0.81[円/m²・年]。これは年間賃料及び人件コストに対して無視できる程度。

植物への給水量

緑視率	2.3%	4.1%
観葉植物配置密度[鉢/m ²]	0.03	0.07
給水量「m ³ /鉢・2week」	1.06×10^{-3}	
従量課金[円/m ³]		404

夏期の潜熱負荷

緑視率	2.3%	4.1%
加湿量[kg/m ² ・2week]	3.54×10^{-2}	7.08×10^{-2}
加湿量[kg/m ² ・h]	1.05×10^{-4}	2.11×10^{-4}
水のエンタルピー[kJ/kg](26°C)*	2547.93	
冷房期間[day](6/1~9/30)	120	
空調機COP(ビルマルチ)	3	
東京電力の業務用電力量料金[円/kwh]31)	11.38	

水道料金+電力料金=0.88~1.56[円/m²・年]

人件費削減=1600~[円/m²・年]程度

試算結果 ②

シナリオ1：生産性の向上のみ考慮(緑視率2.3%)

シナリオ2：生産性の向上のみ考慮(緑視率4.1%)

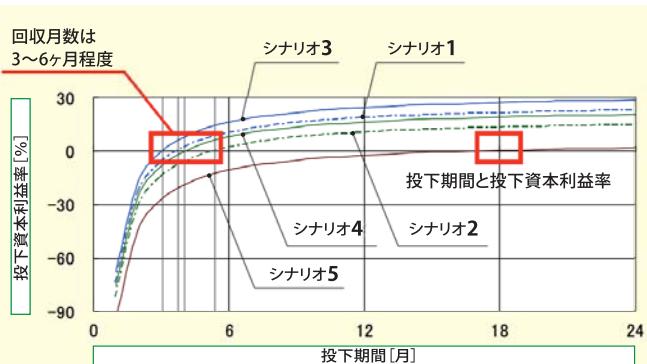
シナリオ3：WTP、生産性の向上考慮(緑視率2.3%)

シナリオ4：WTP、生産性の向上考慮(緑視率4.1%)

シナリオ5：WTPのみ考慮(緑視率2.3%)

WTP:支払意思額(willingness to pay)

試算結果 ③

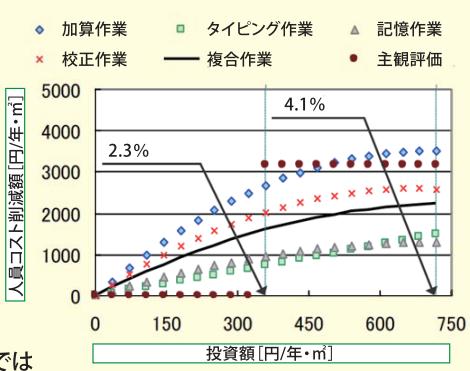


シナリオ1：生産性の向上のみ考慮（緑視率2.3%）
シナリオ2：生産性の向上のみ考慮（緑視率4.1%）
シナリオ3：WTP、生産性の向上考慮（緑視率2.3%）
シナリオ4：WTP、生産性の向上考慮（緑視率4.1%）
シナリオ5：WTPのみ考慮（緑視率2.3%）

生産性向上による人件費削減が見込めるのであれば、WTPに期待しなくても十分に回収できる

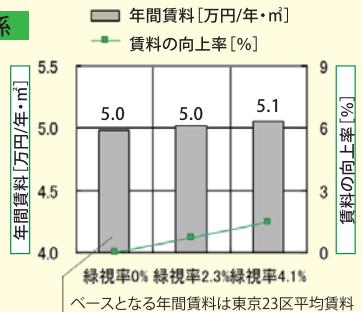
試算結果 ④

投資額と経済効果の関係



緑視率2.3%では
複合作業による効果は約1600[円/年・m²]です

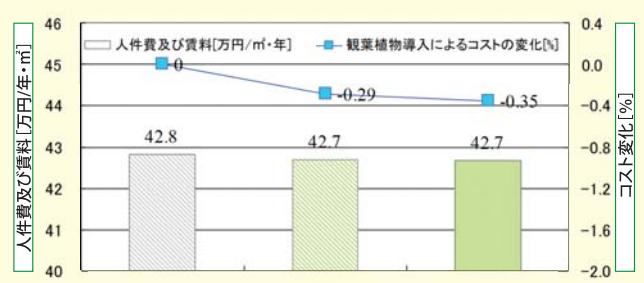
緑視率と年間賃料の関係



観葉植物を配置による
年間賃料増加率は
0.7%から1.4%程度

試算結果 ⑤

緑視率と人件費及び賃料の関係



1m²あたりでは緑視率2.3%で1242[円／年・m²]の
コスト削減の試算結果

vol.3 オフィスにおける植物導入を考慮した ライフサイクルコスト評価モデル まとめ

執務者の生理・心理反応に及ぼす影響

▶ 観葉植物が配置されることで二酸化炭素濃度等の物理量の変化はないが、空気のよどみ、窓の外の眺望が見えない、ブラインド等の為閉鎖的の不満足率は有意に改善され“空間の閉塞感”的に影響を及ぼした可能性がある。

▶ 植物が集中配置されたフロア西側の執務者のストレス活性値の方が東側の執務者よりも低くなつたことから視覚的効果によってストレス軽減したと可能性が確認された。

執務者の生産性に及ぼす 影響・観葉植物に対する支払意志額

▶ 執務者の視界に入る位置に植物を配置した方が主観評価による作業効率向上は大きいことが分かった。植物配置による作業効率予測上昇の申告結果からフロア全体で2%から3%程度の作業効率向上が見込める結果となった。

▶ 視覚的影響の強い場所に植物配置された環境に対して執務者が配置前に想像した環境より高いWTPを示し、観葉植物の有る環境を評価したといえる。また、

緑視率が人間の 生理・心理反応／単純作業効率に及ぼす影響

▶ 空気質受容度については緑視率0%と4.1%の間に有意差がみられた。実オフィス調査結果から空気のよどみの項目に有意差がみられたことから同様の傾向があつた可能性がある。活力度は緑視率0%よりも4.1%の方が有意に高く、緑視率に比例して高くなる傾向がみられた。

▶ AMYscoreは緑視率0%よりも4.1%の方が有意に低いが2.3%の条件で0%の条件よりも有意に高く緑視率に比例したストレスの低減は確認されなかつた。

▶ 緑視率が高くなると4種類の単純作業すべてでパフォーマンスが高くなることが確認された。また、緑視率が高くなるとパフォーマンス向上率の伸び率は弱くなる傾向がみられた。

観葉植物導入による経済的な影響

▶ 緑視率2.3%では複合作業による人件費削減額は約1600[円／年・m²]であった。緑視率と年間賃料の関係を図14に示す。観葉植物を配置による年間賃料増加率は0.7%から1.4%程度であった。1m²あたりでは緑視率2.3%で1242[円／年・m²]のコスト削減となる試算結果を示した。

グリーンアメニティエコオフィスの提案

現代オフィスの抱える諸問題

- ・狭小・健康不安
- ・スピーチプライバシー
- ・IAQ問題・SBS
- ・精神的・冬季の過乾燥
- ・生理的ストレス・電力
- ・消費エネルギーの上昇
- ・労働生産性の低下
- ・アメニティの劣化

グリーンアメニティオフィス

- ・安全・安心で快適
- ・健康的な室内環境の提供
- ・作業効率の向上による経済的コストの削減
- ・低炭素社会実現への貢献
- ・超高齢社会に向けた室内環境のユニバーサルデザインの提案

