

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03808

研究課題名（和文）空調システム中菌叢解析とそれに基づく室内環境改善策の提案

研究課題名（英文）The proposal on the indoor environmental improvement measure based on the microbiome analysis of air-conditioning systems

研究代表者

柳 宇 (Yanagi, U)

工学院大学・建築学部（公私立大学の部局等）・教授

研究者番号：50370945

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、空調システムを対象とした一連の実測を行った。子囊菌のほか、これまで培養法では検出が難しいとされている担子菌が空気搬送系から多く検出された。クールピット内からアトピーなどの皮膚炎の原因菌 *Malassezia restricta*、アレルギー性気管支肺真菌症の原因菌 *Schizophyllum commune* と *Bjerkandera adusta* が検出され、その対策の必要性が示唆された。クールチューブ中の浮遊菌の低減策を検討した結果、中性能フィルタの設置と薬剤による洗浄が極めて有効であることを確認した。適切な衛生管理を行えば、省エネルギーと空気質確保の両立が可能であることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2021年の気候変動サミットで、日本は2030年までに新たに温室効果ガスを2013年比で46%を削減する目標を掲げた。それを実現するためには、空調用エネルギーの削減が重要である。クールチューブ（CT）・クールピット（CP）を利用した外気負荷の低減は空調エネルギー削減手法の一つである。これまで、夏季におけるCTやCP内の結露または高温環境により微生物汚染の問題が生じ、また、その内部の衛生管理が難しいため、その汚染による室内空気質への影響が懸念されている。本研究は、一連の研究を実施し、CTとCP内の微生物汚染実態を明らかにし、その対策を定量的に評価し、室内空気質の確保と省エネ両立の方策を示した。

研究成果の概要（英文）：We conducted a series of measurements of air conditioning systems, and clarified the actual state of pollution. In addition to ascomycetes, many basidiomycetes, which have been considered difficult to detect by culture methods, were detected in the air supply system. In particular, *Malassezia restricta*, the causative agent of dermatitis such as atopy, and *Schizophyllum commune* and *Bjerkandera adusta*, the causative agents of allergic bronchopulmonary fungal disease, were detected in the cool pit, suggesting the necessity for countermeasures. As a result of in-situ examining measures to reduce airborne bacteria and fungi in the air outlet of the cool tube, it was confirmed that the installation of a medium-performance filter and/or cleaning with chemicals are extremely effective. It was clarified that it is possible to achieve both energy saving and air quality assurance if proper hygiene management is performed.

研究分野：建築環境工学

キーワード：空調システム 空気搬送系 クールチューブ クールピット 生菌 マイクロバイオーーム 汚染実態対策

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2014年に閣議決定された「エネルギー基本計画」では、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建物の平均でZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の実現を目指す目標を掲げている。2015年12月12日に、フランスのパリでCOP21(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議)において、2020年以降の温暖化対策の国際枠組み『パリ協定』が正式に採択された。日本政府は、協定の締結の承認を求める議案を2016年10月11日に閣議決定した。また、政府は「国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度に2013年度比26.0%(2005年度比25.4%)の水準にする」としている。

『パリ協定』を履行するためには、ZEBを実現することが不可欠であり、諸方面からの取り組みが必要である。建築・設備分野における色んな取り組みのうちの一つとして、空調用エネルギーの削減があげられる。空調用エネルギーを削減するには、クールチューブ・クールピットを利用した外気負荷の低減などによる省エネ手法がある。

しかし、クールチューブ・クールピット内での結露または高湿環境により微生物汚染の問題が生じ、また、その内部の衛生管理が難しいため、その汚染による室内空気質への影響が懸念されている。室内空気質の確保と省エネの両立の方策が求められている。

### 2. 研究の目的

本研究では空調給気系における細菌叢と真菌叢(マイクロバイーム)の実態を明らかにし、室内空気質の確保と省エネの両立の視点からその改善策を提案することを目的としている。

### 3. 研究の方法

本研究の実施期間に主として下記の調査を行った。

#### 【2018年】

- ・空調用給気ダクト5系統内堆積塵の採取と菌叢解析(夏期)
- ・福岡市内にあるクールピットを有するビルにおける空中・表面菌のサンプリングと菌叢解析(夏期)
- ・東京都内にある床吹出空調方式を有するTビルにおける空中菌のサンプリングと菌叢解析(夏期)
- ・先行調査(クールチューブを有する5施設)の結果を論文にまとめた。

#### 【2019年】

- ・札幌市内にAビルの空調機気化式加湿器付着菌の採取と菌叢解析(冬期)
- ・東京都内にある床吹出空調方式を有するビルにおける空中菌のサンプリングと菌叢解析(冬期)
- ・福岡市内にあるクールピットを有するビルにおける空中・表面菌のサンプリングと菌叢解析(冬期)
- ・高松市内にあるクールチューブを有するビルにおける空中・付着菌のサンプリングと菌叢解析(夏期)
- ・東京圏内にある6住宅のルームエアコン付着菌のサンプリングと菌叢解析(夏期)

#### 【2020年】

・Covid-19大流行の影響で実測ができなかったが、文献調査、論文作成、基礎実験を実施した。また、空調システムクリーニング協会などの協力を得て、7系統の給気ダクト中の堆積塵、ダスキンの協力を得て、ルームエアコンのコイル、フィルタなどの付着塵187サンプルを入手。

#### 【2021年】

- ・空調用給気ダクト12系統内堆積塵、ルームエアコン187サンプルの菌叢解析。
- ・福岡市内にあるクールピットを有するビルにおける空中・表面菌のサンプリングと菌叢解析。浮遊菌と付着菌のサンプリング方法、DNA抽出、増幅、シーケンシング方法を柳らの既報<sup>(1)</sup>を参照されたい。また、紙面の制約で、以下に主として真菌の結果について述べる。

### 4. 研究成果

#### (1) 給気ダクト内細菌叢と真菌叢

図1に検出された真菌門の四等分値を示す。子囊菌門(Ascomycota門)と担子菌門(Basidiomycota門)は全体の90%以上を占めている。残りは真菌であるが同定できなかった真菌門であった。これまで、培養法では担子菌の検出が難しいとされており、その環境中実態が把握されていないが、本研究では担子菌の実態が明らかになった。

これまで、培養法を用いたダクト内の真菌については、*Aspergillus* 属、*Penicillium* 属、*Scopulariopsis* 属、*Paecilomyces* 属、*Cladosporium* 属、*Alterinaria* 属、*Arthrinium* 属、*Ramalia* 属、

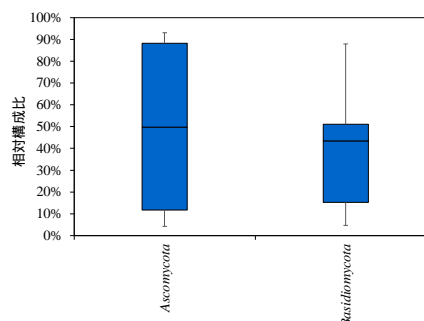


図1 空調給気ダクト堆積塵中の真菌 - 門

*Spicaria* 属が検出されているが<sup>(2),(3)</sup>、本研究では、614 属の真菌が検出されている。図 2 に上位 10 属真菌の四等分値を示す。一般環境中に優位に検出される *Cladosporium* 属, *Aspergillus* 属, *Penicillium* 属が上位に検出されているほか、上位 10 属中に培養法で検出できなかった真菌が多く含まれている<sup>(2)~(4)</sup>。

図 3 に真菌の主座標分析結果を示す。図中に赤枠線で囲んでいるのは菌叢が類似している系統を示している。

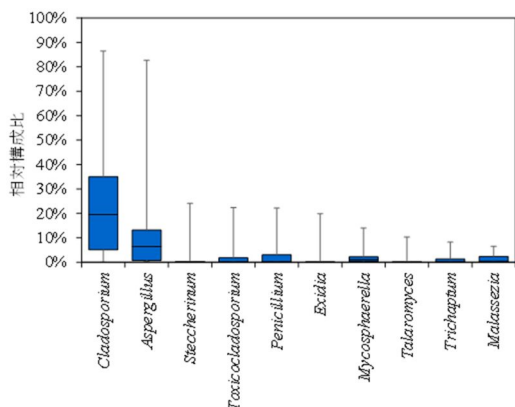


図 2 空調給気ダクト堆積塵中の真菌 - 属

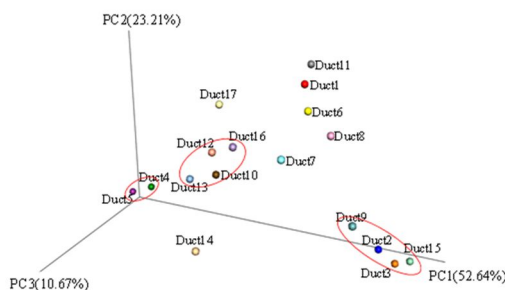


図 3 主座標分析結果 (真菌)

## (2) クールピット内の真菌叢

2021 年 10 月に、福岡県内にある 3 階建ての S 造オフィスビルを対象に真菌叢の測定を行った。当該ビルの地下にピットを有しており、そのサイズは幅 1.0~1.8m、経路長さ 44m、高さ 3.9m である。ピット上流側の外気取入れ口より導入された外気は、地下擁壁部分と建物躯体の間で熱交換を行った後、ピット下流側にある中性能フィルタを備えているエアハンドリングユニット(AHU)に取り入れ、2F、3Fの執務室に導入されている。

Ascomycota 門は 40.4%、Basidiomycota 門は 41.9%、特定できない真菌門は 17.1%であった。子囊菌門と担子菌門は住宅<sup>(5)</sup>、オフィス<sup>(6)</sup>からも優位に検出されている。

表 1 に各箇所測定された真菌門別の構成比を示す。ピット表面からは子囊菌が大きい割合で検出された。真菌属においては、全部で 456 属が検出された。*Gliomastix* 属(土壌を発生源)、*Cladosporium* 属(水生、土壌、植物を発生源)、*Mycosphaerella* 属(植物を発生源)などが多く検出されている。*Gliomastix* 属はピット内表面部に多く、入口、中央、出口の順に多くなっていることからピット内の環境がこの菌にとって生育しやすい環境であることが推測された。また、*Malassezia* 属(動物を発生源、アトピーの原因菌種を含む)、*Aspergillus* 属(土壌を発生源、真菌過敏症の原因菌種を含む)、*Schizophyllum* 属(植物を発生源、アレルギー性気管支肺炎の原因菌種を含む)、*Penicillium* 属(土壌、植物を発生源、日和見感染菌種を含む)は病原菌種または日和見感染菌種を有することが知られている。

図 4 に検出された各測定対象の相対構成比 1%以上の真菌属のリード数を示す。*Lentinula* 属、*Schizophyllum* 属、*Aspergillus* 属が空気サンプルで多く検出された。*Gliomastix* 属がピット出口表面で相対構成比 60%以上検出され、ピット中央でも 20%以上検出された。空気、表面サンプルともに土壌、植物を発生源にする真菌が多く検出された。

図 5 に全測定箇所のリード数 4 桁以上の真菌種のリード数を示す。*Gliomastix murorum* が突出して多く検出された。*Gliomastix murorum* は高松塚古墳から分離された壁画の劣化と関わる可能性がある真菌であることが知られている<sup>(7)</sup>。また、*Malassezia restricta* 種、*Schizophyllum commune* 種、*Bjerkandera adusta* 種は病原菌であることが分かっている。*Malassezia restricta* 種はアトピーなどの皮膚炎の原因菌として知られ、*Schizophyllum commune* 種、*Bjerkandera adusta* 種はアレルギー性気管支肺真菌症(ABPM: allergic bronchopulmonary mycosis)の原因菌として知られている。

図 6 に主座標分析の結果を示す。空気サンプルにおいてはプロットされている位置が近く、菌叢が似ている。このことから室内空気真菌は外気の影響を受けていることが分かった。ピットの入口表面、中央表面、出口表面の菌叢が変わっていることから、表面での真菌増殖によって菌叢が変化していることが推察される。

しかし、室内空気と表面のサンプルについてはプロットされている位置が離れていることから、中性能フィルタのろ過によって室内はさほど影響を受けていないことが推測された。

表 1 検出された真菌門の構成比

	Ascomycota	Basidiomycota	unidentified
ピット入口空中	23.7%	48.2%	28.1%
ピット出口空中	39.0%	44.9%	16.1%
3F空中	28.7%	34.0%	37.4%
2F表面	19.9%	44.2%	34.7%
3F表面	13.4%	81.0%	4.7%
ピット入口表面	46.7%	46.4%	5.4%
ピット中央表面	64.9%	28.7%	6.1%
ピット出口表面	87.3%	8.2%	4.3%

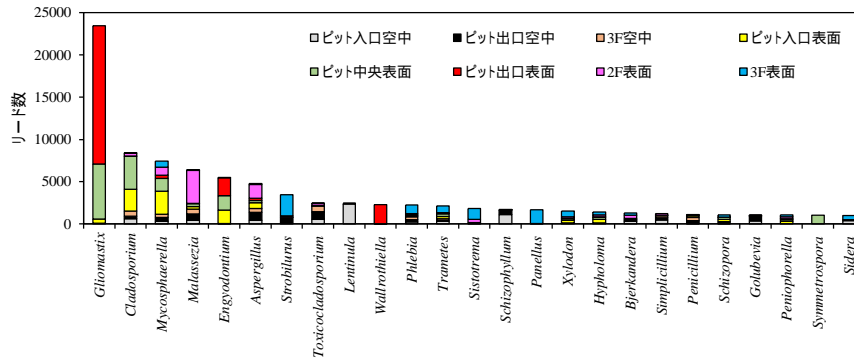


図4 測定場所別真菌属リード数

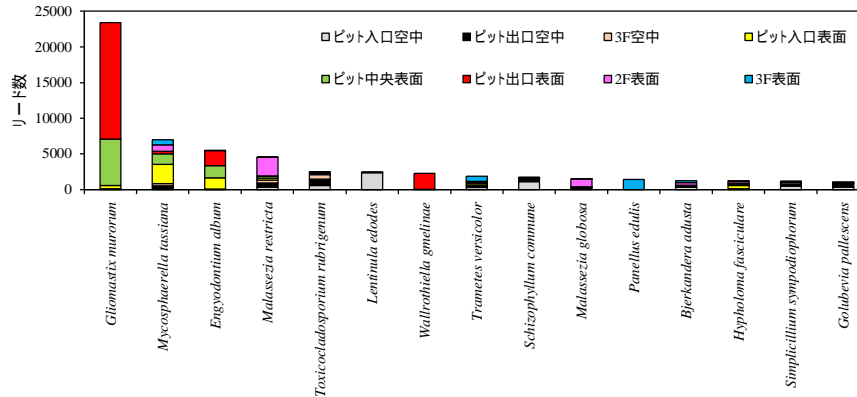


図5 測定場所別真菌種リード数

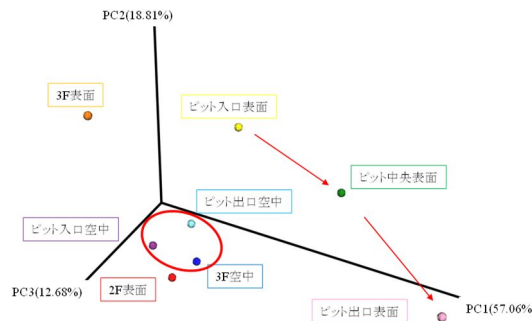


図6 主座標分析結果

(3) クールチューブ内真菌叢

2019年9月に香川県内にあるクールチューブを有するオフィスビルを対象に測定を行った。対象建物は、竣工が2019年3月の地上3階建てのRC造であり、延床面積が1180.77m<sup>2</sup>である。外気をチューブ(深さ2.4m)に通し、パッケージ型空調機(PAC)を介して室内に取り込んでいる。PACには、粗塵用フィルタであるロングフィルタを使用している。

サンプリング法やDNA抽出と次世代シーケンサーによる解析方法は前述したクールピットの研究と同様であった。

門レベルでは、全部で相対構成比1%以上検出されたのはAscomycota門11.8%, Basidiomycota門76.9%, 真菌であるが同定できなかった真菌門6.2%であった。担子菌(Basidiomycota)と子囊菌(Ascomycota)は全体の約90%を示した。

表2に各箇所から検出された真菌門の構成比を示す。いずれの測定箇所において担子菌の検出率が大きかった。

属レベルでは、全部で324属が検出され、図7に測定箇所別の相対構成比上位10属を示す。Malassezia属が最も多く検出されている。Xylodon属(植物を発生源), Schizopora属(植物を発生源)などが多く検出されている。また、上位1, 4, 5, 10位のMalassezia属, Aspergillus属(土壌を発生源, 真菌過敏症の原因菌), Trametes属(キノコ, アレルギー性気管支肺真菌症(ABPM

表2 検出された真菌門の構成比

	Ascomycota	Basidiomycota	unidentified
外気	25.7%	66.5%	3.8%
チューブ内空中	2.0%	68.5%	1.3%
2F空中	19.5%	75.2%	5.2%
2F空中	5.3%	79.2%	14.0%
2F表面	7.2%	90.2%	2.7%
3F表面	5.7%	92.0%	2.1%
チューブドレン水	17.4%	66.7%	14.5%



の原因菌) *Schizophyllum* 属は病原菌であることが知られている( ABPM やスエヒロタケ感染症 )、空気中から最も多く検出された *Malassezia* 属に対する対策が必要であることが示唆された。

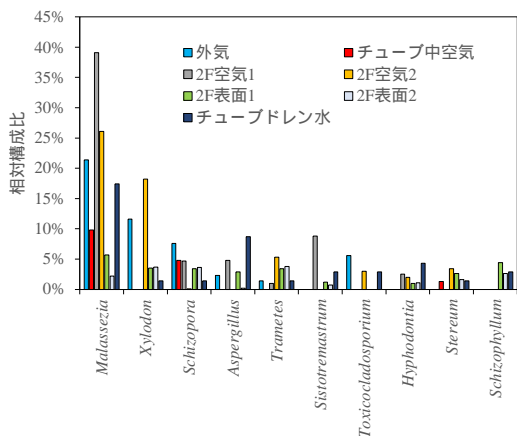


図7 相対構成比上位10属

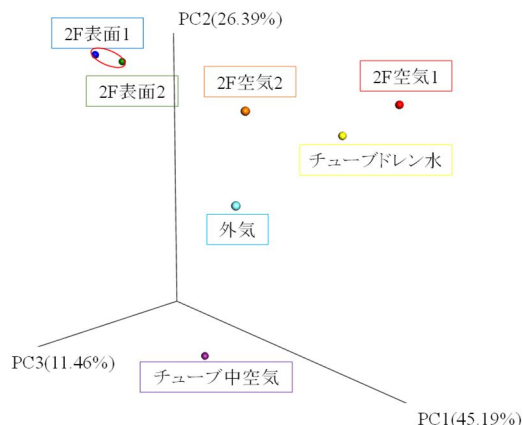


図8 主座標分析結果

図8に主座標分析の結果を示す。2F表面1と2F表面2が近い位置にプロットされており、真菌叢が類似していることが分かった。一方、チューブ内の空中真菌叢がほかの真菌叢と異なっていることから、それによる室内への影響が確認されなかった。

#### (4) 加湿器内の真菌叢

サンプリング対象は、延べ床面積 30,000m<sup>2</sup>以上、某10階建てビルの4階東ゾーンを受け持つAHUに備えられている気化式加湿器の給水、加湿材表面、ドレン水とした。給水とドレン水は滅菌容器に採集、エレメント表面(10cm×10cm)の付着菌は滅菌緩衝リン酸液(10ml)のふき取りキットで拭き取った。

表3に検出されや真菌門の構成を示す。系統1と系統2の子囊菌門(Ascomycota)と担子菌門(Basidiomycota)の相対構成比は異なっている。検出された病原性菌種を含む属は次の通りである：*Bjerkandera* 属，*Mycosphaerella* 属，*Trichosporon* 属，*Malassezia* 属，*Penicillium* 属。

表3 検出された真菌門の構成比

		加湿材	ドレン水
系統1	Ascomycota	29.6%	49.8%
	Basidiomycota	67.0%	46.7%
	unidentified	0.0%	0.2%
系統2	Ascomycota	80.5%	93.3%
	Basidiomycota	19.5%	6.1%
	unidentified	0.0%	0.0%

#### (5) クールチューブ内微生物汚染対策

研究代表者らの先行研究では、クールチューブの出口中の浮遊細菌・真菌濃度を低減させる対策を検討し、以下の結論を得た<sup>(8)</sup>。

夏期において、クールチューブによる外気の冷却減湿効果が認められた。

クールチューブの埋設深が深ければ深いほど、またはクールチューブの長さが長ければ長いほど、取り入れ外気に対する冷却減湿効果が高くなる。またクールチューブ内の温度(中央値)の低下はほぼ深さに比例するが長さには比例しない。

夏期はクールチューブ内の相対湿度が高いため、クールチューブ内の環境が微生物の増殖に適していることが認められた。また、クールチューブ内の付着細菌・真菌量は在来の空調機内の付着細菌・真菌量と同程度であった。

プレフィルタの低減率は細菌に対して約40%、真菌に対して約50%であった。一方、中性性能フィルタの低減率は何れも約90%以上であった。

付着細菌・真菌において、水による高圧洗浄では一部残留するものの、減少効果が確認された。また薬剤による洗浄では付着細菌・真菌がほぼ100%減少し、出口における浮遊真菌濃度も減少した。

本研究より、適切な衛生管理を行えば省エネと空気質確保の両立が可能であることが分かった。

#### 参考文献

- (1) 柳 宇, 加藤 信介, 畑中 未来: 建築環境における呼吸器系病原体モニタリング法の確立に関する研究 - その1 研究全体の概要とサンプリング・DNA解析方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 859-860, 2018.
- (2) 空調ダクト内汚染研究会: 浮遊細菌・真菌濃度について, ビルメンテナンス, 88.2
- (3) 菅原文子, 他: 空調ダクト内の微生物汚染, 日本建築学会計画系論文集, 第493号, 55-1970.
- (4) 空調ダクト内汚染研究会: 浮遊細菌・真菌濃度について, ビルメンテナンス, 88.2.
- (5) 小林隆弘: 木造住宅における室内生菌とマイクロバイオームに関する研究, 工学院大学建築学部卒業論文梗概集, 2019.
- (6) 新村美月: 躯体一体化空調を有する建物におけるマイクロバイオームに関する調査研究, 工学院大学工学科研究科建築学専攻修士論文梗概集, 2019.
- (7) 佐野千絵, 木川りか, 杉山純多: 高松塚古墳より分離された主要な微生物の酢酸生成能調査結果. 高松塚古墳壁画劣化原因調査検討会(第10回)資料5-2, 2009.
- (8) 柳 宇, 岡部優志, 吾孫子正和: クールチューブにおける微生物汚染の実態とその対策, 空気調和・衛生工学会論文集, No.270, 9-15, 2019.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 柳 宇, 岡部優志, 吾孫子正和	4. 巻 270
2. 論文標題 クールチューブにおける微生物汚染の実態とその対策	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会論文集	6. 最初と最後の頁 9-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 (新村美月, 柳 宇, 鍵直樹, 金 勲, 畑中未来)	4. 巻 85
2. 論文標題 クール・ヒートピットにおけるマイクロバイオームの実態解明 第1 報: 室内とピット内の細菌叢の比較	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会環境系論文集	6. 最初と最後の頁 259-266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aije.85.259	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nimura Mizuki, Yanagi U	4. 巻 111
2. 論文標題 Microbiome in an Office Building Using a Cooling Trench as an Outdoor Air Duct	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 06045 ~ 06045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/201911106045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 柳 宇	4. 巻 56
2. 論文標題 病院空調・空気清浄	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気清浄	6. 最初と最後の頁 57-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柳 宇	4. 巻 27
2. 論文標題 院内感染予防における空調・換気的设计法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床環境医学	6. 最初と最後の頁 67-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柳 宇	4. 巻 29
2. 論文標題 特別養護老人ホームにおける室内マイクロバイオームの実態	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 クリーンテクノロジー	6. 最初と最後の頁 36-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 柳 宇	4. 巻 27
2. 論文標題 迅速微生物測定法の現状	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 空気清浄	6. 最初と最後の頁 14-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Azuma K, Kagi, N, Yanagi U, Kim H, Hasegawa K, Shimazaki D, Kaihara N, Kunugita N, Hayashi M, Kobayashi, K, Osawa H
2. 発表標題 The effects of the total floor area of a building on building-related symptoms in air-conditioned office buildings: a cross-sectional study
3. 学会等名 ISES-ISIAQ 2019 Joint Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相川実穂, 鍵直樹, 柳宇, 金勲
2. 発表標題 微生物から発生する揮発性有機化合物の実態と発生源調査
3. 学会等名 第36回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、長谷川兼一、島崎 大、開原典子、櫛田尚樹、林 基哉、小林健一、大澤元毅
2. 発表標題 オフィスビル労働者のビル関連症状と建築物の規模に関する断面調査
3. 学会等名 第92回日本産業衛生学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新村美月, 柳 宇, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 床吹出し空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究 第1報-温湿度・CO2濃度・浮遊微粒子濃度の測定結果
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳 宇, 新村美月, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 床吹出し空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究 第2報 夏期におけるマイクロバイオームの調査結果
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 相川実穂, 鍵直樹, 柳宇, 金勲
2. 発表標題 室内環境における微生物由来揮発性有機化合物の実態調査
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新村美月, 柳宇, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究 第2報 クールピットにおける細菌叢の経年変化
3. 学会等名 2019年空気調和・衛生工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本多花帆, 柳宇, 新村美月, 金勲, 鍵直樹
2. 発表標題 冬期におけるクールピットを有するビルの細菌叢
3. 学会等名 2019年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畑中未来, 橋本翔, 柳宇
2. 発表標題 クールピットにおける生菌の経年変化
3. 学会等名 2019年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相川実穂, 鍵直樹, 柳宇, 金勲
2. 発表標題 室内における微生物由来揮発性有機化合物の実態及び発生源に関する調査
3. 学会等名 2019年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳宇, 鍵直樹, 金勲, 東賢一, 諏訪好英
2. 発表標題 次世代シーケンサーを用いた空調用ダクト内付着細菌叢と真菌叢の解析結果
3. 学会等名 第36回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柳宇, 橋本翔
2. 発表標題 空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究 第1報 クールピットにおける細菌叢の実態に関する調査研究
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳宇
2. 発表標題 クールピット付着菌叢の特徴 - 諸環境マイクロバイオームの比較
3. 学会等名 平成30年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳 宇, 小田切茜, 遠藤美代子, 小田久人
2. 発表標題 病院待合室におけるアシネトバクターの実態とその対策
3. 学会等名 第36回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新村美月, 柳 宇, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 床吹き出し空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究, 第1報-温湿度・CO2濃度・浮遊微粒子濃度の測定結果
3. 学会等名 2019年度日本建築学会研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柳 宇, 新村美月, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 床吹き出し空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究, 第2報 ; 夏期におけるマイクロバイオームの調査結果
3. 学会等名 2019年度日本建築学会研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新村美月, 柳 宇, 鍵直樹, 金勲
2. 発表標題 空調システムにおけるマイクロバイオームの実態解明とその対策に関する研究 第2報 クールピットにおける細菌叢の経年変化
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mizuki Niimura and U Yanag
2. 発表標題 Microbiome in an Office Building Using a Cooling Trench as an Outdoor Air Duct
3. 学会等名 13th REHVA World Congress CLIMA 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 相川実穂, 鍵直樹, 柳 宇, 金 勲
2. 発表標題 室内における微生物から発生する揮発性有機化合物の実態調査
3. 学会等名 平成30年室内環境学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 相川実穂, 鍵直樹, 柳 宇, 金 勲
2. 発表標題 微生物から発生する揮発性有機化合物の実態と発生源調査
3. 学会等名 第36回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 柳 宇	4. 発行年 2019年
2. 出版社 テクノシステム	5. 総ページ数 588
3. 書名 最新の抗菌・防臭・空気質制御技術	

1. 著者名 柳 宇	4. 発行年 2019年
2. 出版社 公益財団法人日本建築衛生管理教育センター	5. 総ページ数 582
3. 書名 厚生労働大臣登録建築物環境衛生管理技術者テキスト・新 建築物の環境衛生管理	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	金 勲 (Kim Hoon)  (00454033)	国立保健医療科学院・その他部局等・上席主任研究官  (82602)	
研究分担者	諏訪 好英 (Suwa Yoshihide)  (10416836)	芝浦工業大学・工学部・教授  (32619)	
研究分担者	鍵 直樹 (Kagi Naoki)  (20345383)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授  (12608)	
研究分担者	東 賢一 (Azuma Kenichi)  (80469246)	近畿大学・医学部・准教授  (34419)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 CLIMA2019 - 13th REHVA HVAC World Congress	開催年 2019年～2019年
--	--------------------

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------