

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02313

研究課題名（和文）熱帯地域における生理状態による温熱快適域の解明と温熱快適性適応モデルへの展開

研究課題名（英文）Determination of thermal comfort range based on physiological conditions in the tropics and its application to an adaptive thermal comfort model

研究代表者

久保田 徹（Kubota, Tetsu）

広島大学・先進理工系科学研究科（国）・教授

研究者番号：80549741

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、インドネシアを対象として、適応行動を考慮した熱帯気候下の温熱快適性適応モデルを構築した。新型コロナウイルスによって現地調査が遅延したため、研究計画を大きく以下の3つのテーマに変更した。1)比較的安価な熱線式風速計を開発し、それを組み込んだ温熱環境計測器を開発した。2)オンライン調査によって、インドネシア全土の一般成人を対象とした着衣調査を実施し、オフィス、工場などの職場と自宅における典型的な衣服パターンを明らかにした。3)2023年以降で現地調査を開始し、延べ182名を対象として温熱快適性や適応行動の調査を行うとともに、温熱環境実測を行い、熱帯気候に適応する温熱快適性適応モデルを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

着衣量や被覆面積は人体の温熱快適性に大きく影響を与える。通常、ASHRAEなどの国際ガイドラインを用いて着衣による熱的抵抗を算出するが、東南アジア特有の伝統的衣服に関するデータは含まれていない。東南アジアの一般人の着衣の実態を明らかにした研究は少なく、本研究で得られた成果の学術的意義は大きい。また、最終的に提案した熱帯版の温熱快適性適応モデルにおいて、快適温度の上限値は従来の国際基準よりも約2℃高かった。さらなる解析によって、この理由を明らかにする必要があるが、この研究成果も大きな学術的意義を有するとともに、同地域の住宅の省エネ・低炭素化を進めるうえで有用なガイドラインとなり得る成果といえる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to construct a new thermal comfort adaptive model in consideration of adaptive behaviours for Indonesia. The research plans were altered to the following three topics due to the restrictions made by the COVID-19. (1) We developed a relatively inexpensive new hot-wire anemometer and a comprehensive thermal comfort measurement instrument incorporating the above new anemometer. (2) We revealed the detailed clothing ensembles of ordinary Indonesian adults in their working places and homes through an online nationwide survey. (3) We conducted the field surveys on thermal comfort with the physical environmental measurements from 2023 for a total of 182 subjects in Indonesia and developed the new adaptive thermal comfort model.

研究分野：建築環境工学，国際協力

キーワード：熱的快適性 適応モデル 適応行動 熱帯地域 着衣 温熱生理 インドネシア 国際協力

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

- (1) インドネシアなどの蒸暑地域に立地する都市では、日最高気温が常に 30 を超えるため、特に急増する冷房用エネルギー消費量をエアコンの普及段階から抑えることが急務である。
- (2) 従来のように、ある一定の気温・湿度の快適域を追求した場合に増加するであろう冷房用エネルギー消費量は、その人口規模からして計り知れない。
- (3) そこで、気温や湿度を単に快適と感じる一定の値に調整するのではなく、まず着衣や気流による調整を十分に行ったうえで、補足的に気温や湿度を調整する温熱適応を活用した環境設計を行うことで、熱帯新興国の省エネ・低炭素化を進めてゆく必要がある。

2. 研究の目的

- (1) インドネシアを対象として、人の様々な温熱適応行動を考慮でき、自然換気建物に加えて空調建物にも適応可能な熱帯気候下の温熱快適性適応モデルを構築し、その妥当性の検証を行う。
- (2) 快適か否かの判別をすることに焦点を絞った最も簡便な人体熱モデルとして、皮膚温と発汗によって活動量ごとに温熱快適域を与え、これを人体と環境間の伝熱計算に基づき快適な温熱環境の範囲に変換することで、熱帯地域で用いるための温熱適応を考慮した温熱快適性の評価法を構築する。

3. 研究の方法

(1) 温熱環境計測器の開発

- インドネシアなどの高温多湿気候下においては居住者の温冷感に及ぼす気流の影響は大きく、微風速の室内気流をできるだけ安価で高精度に計測することが課題であった。そこで、本研究では、計測器会社とも連携して、比較的安価な熱線式風速計を開発し、その精度検証を行った。
- 上記の風速計に加えて、気温・湿度、グローブ温度の小型センサーをマイコンボードに接続した比較的安価な温熱環境計測器を開発した。

(2) 着衣や適応行動に関する全国調査

- 2020 年度に、まず、対手国(インドネシア)研究機関の職員約 60 名を対象に、着衣の厚さに関する被験者実験を行った。着衣の厚さは、着衣による被覆面積と同様に熱的抵抗に寄与する重要なパラメタであるが、その感覚は、熱帯の居住者特有であると考えられた。種目ごとで厚さの異なる着衣のサンプルを与え、厚さの感覚を 5 段階評価で聞くとともに、厚さ計を用いた計測を行い、意識調査結果と照合した。
- コロナ禍の 2020 年 10 月に、インドネシアの一般居住者 100 名を対象としたオンラインによる着衣に関するパイロット調査を行った。この結果に基づき調査票を作成し、2021 年 3 月に着衣に関するオンラインによる全国調査を実施した。インドネシア全土を対象としたオンラインアンケートを実施し、オフィス、または、工場に勤務する一般成人 3000 名から回答を得た。
- さらに、2021 年度に、最も頻繁に着る着衣の組み合わせや、エアコンを含む環境調整行動に関する認識を、同様に、インドネシア全国のオフィス、工場、家庭を対象にオンラインで再調査した。上記の調査に加えて、新たにインドネシアの一般成人 3000 名から回答を得た。

(3) 熱帯気候に適応する温熱快適性の適応モデルの開発

- 新型コロナの影響によって、2022 年までインドネシアへの渡航ができなかった。そこで、2022 年度中の夏季、秋季、冬季の 3 季に、上田市内に在住する学生 4 名を対象に予備実測を実施した。被験者の自宅において、冷暖房の使用状況調査、温熱環境実測、温熱快適性調査を同時に行い、冷暖房使用時と不使用時の SET* による温熱快適性の差異を考察した。
- 2023 年度中にインドネシア現地調査を開始し、乾季(4 月~7 月)の実測を終えた。現地調査では、本課題で開発した温熱環境計測器を用いて、職場(工場とオフィス)と自宅の温熱環境を測定した。同時に、延べ 182 名を対象として、温熱快適性、受容度、温冷感などの官能評価、および、窓の開閉や冷房、扇風機使用などの温熱環境適応行動、着用衣服、活動の調査を行った。
- さらに、上記の現地調査データに基づき、経験的に室内の温熱快適域を定め、温熱環境調節ガイドラインの原案を作成した。また、ASHRAE データベースの温冷感、快適感データの分析から、提案した新しいモデルが既存の温熱適応行動を考慮した温熱快適モデルと比べ、衣服と気流による温熱環境適応行動が温熱快適性に及ぼす影響を正しく評価できているか否かを実測データに基づき検証した。

4. 研究成果

(1) 温熱環境計測器の開発

- 開発された計測器を図1に示す。採用した比較的安価な熱線式風速計は、相手国研究機関に小型風洞を設置し、その風洞を用いて指向性を有する熱線風速計の校正式を求めた。その結果、高価な熱式風速計と同程度の精度を確保した。上記の風速計に加えて、気温・湿度、グローブ温度の小型センサーをマイコンボードに接続した。
- 本計測器によれば、従来の1/10以下のコストで熱的快適性に関する包括的な実測ができ、従来はコスト面で困難であった大規模なフィールド調査の実施が可能となった。

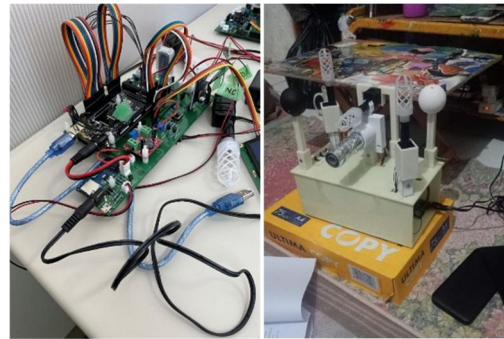


図1 開発された温熱環境計測器
(信州大学佐古井研究室製作)

(2) 着衣や適応行動に関する全国調査

- 着衣の厚さに関する被験者実験：概して、「非常に厚い」という感覚を持つケースは非常に少ないなどの結果を得た。
- 着衣に関する全国調査：男女合わせて、約88%のオフィス労働者が勤務時にエアコンを使用していたのに対し、工場労働者は約54%であり自然換気条件下にある場合が多かった。普段の典型的な着衣の組み合わせをクラスター分析によって類型化したところ、オフィス労働者の着衣は12の組み合わせパターンに類型化でき、一方の工場労働者はそれは13のクラスターに分類された。
- 男女ともに、工場労働者とオフィス労働者は同程度の着衣を使用していた(図2)。しかし、どちらの労働者も自宅では非常に軽装であった(0.2-0.5)。また、全体として女性の方が男性よりもクロ値は高かった。これは、文化・宗教的な要因も影響していると考えられる。
- 男女を通じて、認識をしている冷房の設定温度と衣服に明確な関係はなく、エアコンを使用する男性では約半数が20以下の設定温度で冷房を行っていた。衣服に関する文化的、社会的制約の少ない男性では、冷房の使用時間が長いと厚着に、少ないと薄着になっているが、この関係は女性では見られなかった。女性の衣服は、温熱快適性よりむしろ、文化的、社会的側面の影響を強く受けていると考えられる。
- 冷房設定温度と衣服の間に明確な関係が見られなかった原因として、建物の断熱性が低く外気からの熱の流入が多いため、温熱環境の分布が大きいこと、断熱性及び広さに対して能力の不十分なエアコンが普及していること、普及しているエアコンが設定温度付近でON-OFFにより室温を制御するタイプのエアコンで、インバータエアコンのように室温を高い精度で制御できないため、暑さを避けるため温度設定を低くしていることの3点が考えられる。
- 冷房使用時、温熱環境の時間的、空間的変動が大きく、寒さによる不快を避けるために厚着となっていることが示唆された。衣服の着脱で冷房設定温度を高い温度に維持し、冷房に伴うエネルギー消費を抑えるには、建物の断熱性とエアコンの性能を高め、室温を高い精度で制御できるようにすること、文化的、社会的側面を考慮し、肌の露出を抑えつつも断熱性が低く涼しい衣服の形を探っていくことが課題と考えられる。

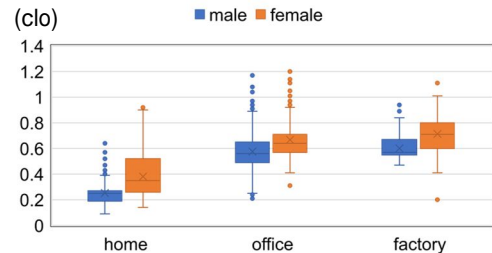


図2 インドネシア一般成人の着衣量
(出典: 信州大学佐古井研究室)

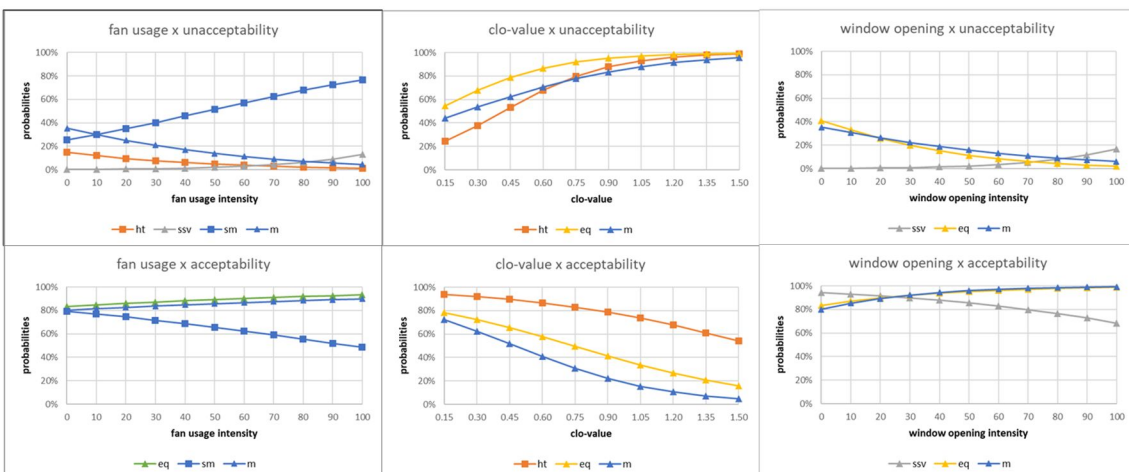


図3 適応行動と回答者の居住する気候区分の関係 (出典: 信州大学佐古井研究室)

- 適応行動パターンと回答者の居住する気候区分との関係を分析したところ、以下の3点の知見が得られた(図3)。外気温度が高いため、サブサバナ気候とサブモンスーナル気候では、気流や窓開け等の温熱適応行動の効果が限られ、不快さを緩和するものの、許容できる温熱環境を実現するには至らない場合が多い。その結果、エアコン使用が避けられない状況にある。その他の気候では、気流や窓開け等の温熱適応行動が許容できる温熱環境を実現するうえで有効である。エアコン使用について、気流や着衣調節などを頻繁に行うことで、SNI(インドネシア基準)の定める25の冷房設定温度であっても、冷房設定温度をより低く設定する場合と比べて温熱快適性を大きく損なわない。

(3) 熱帯気候に適応する温熱快適性の適応モデルの開発

- 上田市における予備実測：日常生活以上の積極的要因を求めて滞在することの少ない自宅では、SET*で表される温熱快適域内では、被験者自身の選択に基づく冷暖房の使用と不使用による熱的快適性の差異はほとんど見られなかった。
- インドネシアにおける温熱環境実態調査：乾季データの分析結果では、自然換気の自宅に滞在する80%以上の人を受け入れられる室内環境温度による温熱快適域は、従来のASHRAEの温熱適応モデルより約2℃高い温度となった(図4)。これは、自宅では職場と比べて薄着になることで温熱適応が強くなされた結果と考えられる。着衣の影響を考慮した温熱指標である標準有効温度SET*に対する85%以上、90%以上、95%以上の人を受け入れられる温熱快適域を求めたところ、外気温度によらずに、それぞれ23.9℃、28.0℃、30.5℃となった。自然換気されたオフィスでは、室内環境温度が高くなると冷房使用が増えるため、室内環境温度が高くて不快とするデータ数が少なく、温熱快適域の上限温度を求めることはできなかった。
- また、既存の温熱適応モデルとASHRAE Thermal Comfortデータベースの着衣量データ、風速データを基に、人体の熱収支式に基づき温熱快適域を与えるため、皮膚温と発汗で快適域の上下限を表すモデルを作成した。熱収支に基づく理論上の利点は、行動的適応である着衣、気流の影響を熱収支を通じて評価できることにある。80%許容の境界を評価できたが、既存の温熱適応モデルと比べて、理論上の利点である着衣の影響評価に関する精度改善までは確認できなかった。モデルの不感蒸泄評価法が着衣の影響を評価できないためと考えられる。
- さらに、乾季の現地調査データを基に、睡眠時を対象として、寝具被覆に関する行動的体温調節を考慮の上、温熱快適域を人体の放熱量により与える人体熱収支モデルを提案した(図5)。このモデルを基に、寝具被覆に関する行動的体温調節の影響を踏まえた快適睡眠環境の上下限温度の決定に取り組み、妥当性を検証のうえ、提案する温熱環境設計や制御指針に組み込む予定である。

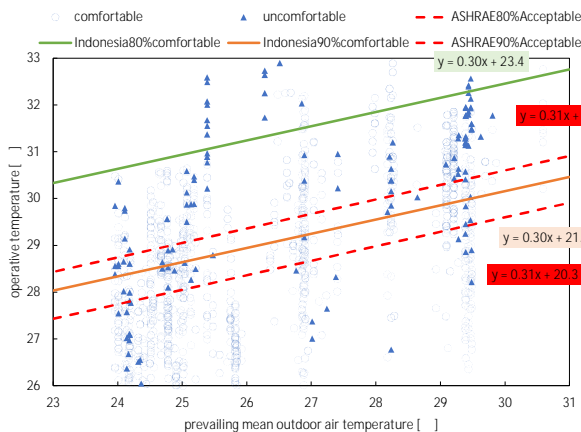


図4 熱帯気候に適応する温熱快適性の適応モデル

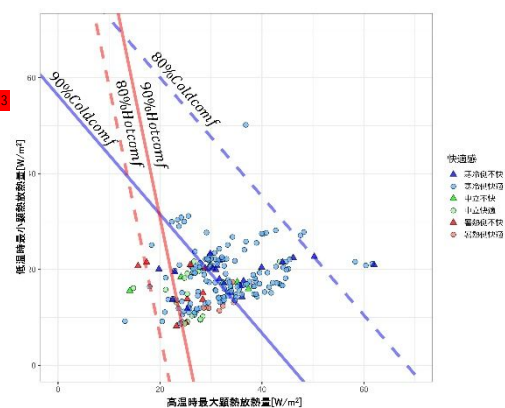


図5 睡眠時を対象とした人体熱収支モデル

出典: 信州大学佐古井研究室

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計32件（うち査読付論文 32件／うち国際共著 29件／うちオープンアクセス 20件）

1. 著者名 Teppei Tsuchiya, Kyohei Kondo, Sri Rahma Apriliyanthi, Ova Candra Dewi, Mochamad Donny Koerniawan, Sri Nastiti Nugrahani Ekasiwi, Unan Yusmaniar Oktiaiwati, Muhammad Nur Fajri Alfata, Tetsu Kubota, Tomonori Sakoi	4. 巻 -
2. 論文標題 Comfortable sleeping conditions in Indonesia expressed in environmental cooling and bedclothes thermal insulation powers	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Abstract book of 7th ICIAP 2024	6. 最初と最後の頁 28-29
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 該当する

1. 著者名 Sakoi Tomonori, Kurazumi Yoshihito, Apriliyanthi Sri Rahma, Sawada Shin-ichi, Gao Chuansi	4. 巻 247
2. 論文標題 Human body heat balance equation to consider core body temperature in assessment of heatstroke risk	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 111020 ~ 111020
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.buildenv.2023.111020	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 Bhanage Vinayak, Lee Han Soo, Cabrera Jonathan Salar, Kubota Tetsu, Pradana Radyan Putra, Fajary Faiz Rohman, Nimiya Hideyo	4. 巻 12
2. 論文標題 Identification of optimal CMIP6 GCMs for future typical meteorological year in major cities of Indonesia using multi-criteria decision analysis	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Frontiers in Environmental Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fenvs.2024.1341807	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyamoto Keigo, Pratiwi Sri Novianthi, Nishiiri Shuntaro, Takaguchi Hiroto, Kubota Tetsu	4. 巻 16
2. 論文標題 Relationship between Cooling Methods and Energy Consumption for the Development of Low-Carbon Collective Housing in Indonesia	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1635 ~ 1635
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/su16041635	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Nagasue Momoka, Kitagawa Haruka, Asawa Takashi, Kubota Tetsu	4. 巻 16
2. 論文標題 A Systematic Review of Passive Cooling Methods in Hot and Humid Climates Using a Text Mining-Based Bibliometric Approach	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1420 ~ 1420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su16041420	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Putra I Dewa Gede Arya, Nimiya Hideyo, Sopaheluwakan Ardhasena, Kubota Tetsu, Lee Han Soo, Pradana Radyan Putra, Alfata Muhammad Nur Fajri, Perdana Reza Bayu, Permana Donaldi Sukma, Riama Nelly Florida, Karnawati Dwikorita	4. 巻 221
2. 論文標題 Development of typical meteorological years based on quality control of datasets in Indonesia	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Renewable Energy	6. 最初と最後の頁 119699 ~ 119699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.renene.2023.119699	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 Agustiningtyas Rudi Setiadji, Takaguchi Hiroto, Prasetya Andhika Budi, Kubota Tetsu	4. 巻 -
2. 論文標題 Embodied energy and carbon assessment of existing affordable apartments in Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Asian Architecture and Building Engineering	6. 最初と最後の頁 1 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13467581.2023.2278481	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 Pratiwi Sri Novianthi, Sakita Yuki, Kubota Tetsu, Tanaka Haruna, Nishiiri Shuntaro, Takaguchi Hiroto, Surahman Usep	4. 巻 300
2. 論文標題 Influences of occupant preferences for living environments on household energy consumption: A case study of Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Energy and Buildings	6. 最初と最後の頁 113636 ~ 113636
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.enbuid.2023.113636	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 Sani Hanief, Kubota Tetsu, Surahman Usep	4. 巻 241
2. 論文標題 Factors affecting multiple chemical sensitivity (MCS) in newly constructed apartments of Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 110482 ~ 110482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2023.110482	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 Prasetya Andhika, Ho Anh Dung, Kubota Tetsu	4. 巻 13
2. 論文標題 Analysis of Typical Layout of Apartment Buildings in Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Buildings	6. 最初と最後の頁 1387 ~ 1387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/buildings13061387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Bhanage Vinayak, Lee Han Soo, Kubota Tetsu, Pradana Radyan Putra, Fajary Faiz Rohman, Arya Putra I Dewa Gede, Nimiya Hideyo	4. 巻 11
2. 論文標題 City-Wise Assessment of Suitable CMIP6 GCM in Simulating Different Urban Meteorological Variables over Major Cities in Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Climate	6. 最初と最後の頁 100 ~ 100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cli11050100	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kitagawa Haruka, Asawa Takashi, Del Rio Maria Alejandra, Kubota Tetsu, Trihamdani Anhang Rakhmat	4. 巻 238
2. 論文標題 Thermal energy simulation of PCM-based radiant floor cooling systems for naturally ventilated buildings in a hot and humid climate	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 110351 ~ 110351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2023.110351	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 Alvarez Diego, Kouda Riko, Ho Anh Dung, Kubota Tetsu	4. 巻 396
2. 論文標題 Scenario analysis of embodied energy and CO2 emissions for multistory apartments in Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 04015 ~ 04015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339604015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Bhanage Vinayak, Lee Han Soo, Pradana Radyan Putra, Kubota Tetsu, Nimiya Hideyo, Putra I. Dewa Gede Arya, Sopaheluwakan Ardhasena, Alfata Muhammad Nur Fajri	4. 巻 396
2. 論文標題 Development of future typical meteorological year (TMY) for major cities in Indonesia: Identification of suitable GCM	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 05001 ~ 05001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339605001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Pratiwi Sri Novianthi, Sakita Yuki, Tanaka Haruna, Nishiiri Shuntaro, Kubota Tetsu, Takaguchi Hiroto, Surahman Usep	4. 巻 396
2. 論文標題 Preferences in living environment assessment and their association with energy consumption in Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 03028 ~ 03028
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339603028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Apriliyanthi Sri Rahma, Sakoi Tomonori, Diinal Aziiz Akhlish, Kubota Tetsu, Fajri Alfata Muhammad Nur, Suhendi Fefen, Koerniawan Mochammad Donny, Nakaya Takeshi	4. 巻 396
2. 論文標題 Perceived thermal acceptability and behavioural adjustment for Indonesian workers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 01049 ~ 01049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339601049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Nikhil, Kitagawa Haruka, Alfata Muhammad Nur Fajri, Maeda Tasuku, Nakahara Daiki, Kubota Tetsu, Asawa Takashi, Hirayama Yukari, Trihamdani Andhang Rakhmat	4. 巻 396
2. 論文標題 Experimental study on vertical void for improving natural ventilation in midrise double-loaded apartments	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 02024 ~ 02024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339602024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Putra I. Dewa Gede Arya, Nimiya Hideyo, Kubota Tetsu, Lee Han Soo, Iketani Fuga, Trihamdani Andhang Rakhmat, Sopaheluwakan Ardhasena, Alfata Muhammad Nur Fajri, Permana Donaldi Sukma, Pradana Radyan Putra	4. 巻 396
2. 論文標題 Study of vertical solar irradiance and local scale climate to assess passive cooling potential in Tangerang of Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 05002 ~ 05002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339605002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Prasetya Andhika Budi, Ho Anh Dung, Kubota Tetsu	4. 巻 396
2. 論文標題 Classification of typical layout design for Indonesian apartment buildings	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 04010 ~ 04010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339604010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Asiga Cahya Adhianti Rosa, Kubota Tetsu, Putra Pradana Radyan, Soo Lee Han	4. 巻 396
2. 論文標題 The impacts of climatic conditions on dengue fever and general emergency hospital admissions in tropical Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 05006 ~ 05006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/202339605006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Nikhil, Bardhan Ronita, Kubota Tetsu, Tominaga Yoshihide, Shirzadi Mohammadreza	4. 巻 -
2. 論文標題 Parametric Study on Vertical Void Configurations for Improving Natural Ventilation in Double-Loaded Apartments	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 1977 ~ 1986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-9822-5_208	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Alfata Muhammad Nur Fajri, Trihamdhani Anhang Rakhmat, Kubota Tetsu, Asawa Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Low-Carbon Affordable Apartments in the Hot and Humid Climate of Indonesia: Construction of a Full-Scale Experimental House	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 2537 ~ 2546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-9822-5_272	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kitagawa Haruka, Asawa Takashi, Kubota Tetsu, Trihamdhani Anhang Rakhmat	4. 巻 226
2. 論文標題 Numerical simulation of radiant floor cooling systems using PCM for naturally ventilated buildings in a hot and humid climate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 109762 ~ 109762
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2022.109762	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 Sani Hanief, Kubota Tetsu, Sumi Jumpei, Surahman Usep	4. 巻 13
2. 論文標題 Impacts of Air Pollution and Dampness on Occupant Respiratory Health in Unplanned Houses: A Case Study of Bandung, Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1272 ~ 1272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos13081272	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kumar Nikhil, Bardhan Ronita, Kubota Tetsu, Tominaga Yoshihide, Shirzadi Mohammadreza	4. 巻 215
2. 論文標題 Parametric study on vertical void configurations for improving ventilation performance in the mid-rise apartment building	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 108969 ~ 108969
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2022.108969	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kubota T, Takahashi T, Trihandani A R, Mori H, Asawa T	4. 巻 1007
2. 論文標題 Development of a wind catcher for high-rise apartments in the hot-humid climate of Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	6. 最初と最後の頁 012008 ~ 012008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1755-1315/1007/1/012008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kitagawa Haruka, Asawa Takashi, Kubota Tetsu, Trihandani Andhang Rakhmat, Mori Hiroshi	4. 巻 207
2. 論文標題 Thermal storage effect of radiant floor cooling system using phase change materials in the hot and humid climate of Indonesia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 108442 ~ 108442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2021.108442	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 Sani Hanief Ariefman, Kubota Tetsu, Surahman Usep, Erwindi Collinthia	4. 巻 20
2. 論文標題 INDOOR AIR QUALITY AND HEALTH IN NEWLY CONSTRUCTED APARTMENTS OF INDONESIA: CASE STUDY ON THE EFFECT OF MODIFICATION	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Architecture & ENVIRONMENT	6. 最初と最後の頁 55 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12962/j2355262x.v20i1.a9035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Parisi Cristiana de Almeida, Kubota Tetsu, Surahman Usep	4. 巻 13
2. 論文標題 Affordable modifications for sustainable houses in urban informal settlements: a case study of Bandung, Indonesia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Urban Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 659 ~ 689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19463138.2021.1946544	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 Kumar Nikhil, Kubota Tetsu, Tominaga Yoshihide, Shirzadi Mohammadreza, Bardhan Ronita	4. 巻 194
2. 論文標題 CFD simulations of wind-induced ventilation in apartment buildings with vertical voids: Effects of pilotis and wind fin on ventilation performance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 107666 ~ 107666
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2021.107666	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 Kitagawa Haruka, Asawa Takashi, Kubota Tetsu, Trihamdani Andhang Rakhmat, Sakurada Kikyo, Mori Hiroshi	4. 巻 188
2. 論文標題 Optimization of window design for ventilative cooling with radiant floor cooling systems in the hot and humid climate of Indonesia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Building and Environment	6. 最初と最後の頁 107483 ~ 107483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.buildenv.2020.107483	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 Mori Hiroshi, Kubota Tetsu, Antaryama I Gusti Ngurah, Ekasiwi Sri Nastiti N.	4. 巻 12
2. 論文標題 Analysis of Window-Opening Patterns and Air Conditioning Usage of Urban Residences in Tropical Southeast Asia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 10650 ~ 10650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su122410650	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計41件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 14件）

1. 発表者名 阿野朱久李, 沼田悠也, 佐古井智紀, Sri Rahma Apriliyanthi, 久保田徹, Muhammad Nur Fajri Alfata
2. 発表標題 インドネシアのオフィス・自宅を対象とする衣服と温熱快適性の実態
3. 学会等名 R6年度繊維製品消費科学会年次大会梗概集
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kubota, T.
2. 発表標題 Cooling solutions for affordable apartments in the Global South
3. 学会等名 The 23rd International Seminar on Sustainable Environmental Architecture (SENVAR) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐古井智紀, 久保田徹
2. 発表標題 冷暖房使用時と不使用時の自宅温熱快適域の差異の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 北川遼, 浅輪貴史, 久保田徹
2. 発表標題 高温多湿気候のインドネシアにおける潜熱蓄熱材を用いた自然換気住宅の性能評価に関する研究 その1 床冷却システムの蓄冷性能の年間評価
3. 学会等名 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 浅輪貴史, 北川遼, 久保田徹
2. 発表標題 高温多湿気候のインドネシアにおける潜熱蓄熱材を用いた自然換気住宅の性能評価に関する研究 その2 窓開閉制御の最適条件の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久保田徹, Nikhil Kumar, 北川遼, 前田丞, 浅輪貴史
2. 発表標題 Field Experiment on Effects of Vertical Void on Natural Ventilation in Double-Loaded Apartments
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮本圭吾, 長島怜生, 西入俊太郎, 崎田悠生, Paratiwi Sri Novianthi, 高口洋人, 久保田徹
2. 発表標題 インドネシア・低所得者向け集合住宅の世帯特性を考慮した低炭素化モデルの提案 その1: 世帯あたりエネルギー消費量の算出とクラスター分析による世帯分類
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長島怜生, 宮本圭吾, 西入俊太郎, 崎田悠生, Sri Novianthi Paratiwi, 高口洋人, 久保田徹
2. 発表標題 インドネシア低所得者向け集合住宅の世帯特性を考慮した低炭素化モデルの提案 その2: 世帯あたりエネルギー消費量の将来予測と住宅特性的な低炭素化提案
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 神田莉子, Diego Alvarez, 久保田徹
2. 発表標題 インドネシアのアフォーダブル集合住宅を対象とした木造化によるCO2排出量削減効果の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sri Novianthi Pratiwi, Yuki Sakita, Shuntaro Nishiiri, Tetsu Kubota, Hiroto Takaguchi
2. 発表標題 Preferences for Lifestyle and Living Environment That Influence Household Energy Consumption in Indonesia
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Elizabeth BUXTON, Nikhil KUMAR, Tetsu KUBOTA
2. 発表標題 Factors affecting the quality of life in middle and low-income settlements of Delhi
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Andhika Prasetya, Tetsu Kubota, Naveedullah Hotak, Nikhil Kumar
2. 発表標題 Proposal of base models for low-carbon affordable apartments in Indonesia
3. 学会等名 日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kumar, N., Bardhan, R., Kubota, T., Tominaga, Y., Shirzadi, M.
2. 発表標題 Parametric study on vertical void configurations for improving natural ventilation in double-loaded apartments
3. 学会等名 The 5th International Conference on Building Energy and Environment (COBEE 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Alfata, M.N.F., Trihandhani, A.R., Kubota, T., Asawa, T.
2. 発表標題 Development of low-carbon affordable apartments in the hot and humid climate of Indonesia: Construction of a full-scale experimental house
3. 学会等名 The 5th International Conference on Building Energy and Environment (COBEE 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Apriliyanthi, S.R., Aziiz, A.D., Sakoi, T., Kubota, T., Koerniawan, M.D., Takiguchi, T., Alfata, M.N.F., Suhedi, F.
2. 発表標題 Investigation on clothing ensembles and thermal environment of working adults in Indonesia
3. 学会等名 The 17th International Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Cahya, R.A., Kubota, T., Pradana, R.P., Lee, H.S.
2. 発表標題 Influence of climatic conditions on communicable diseases in tropical Indonesia
3. 学会等名 The 17th International Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kubota, T.
2. 発表標題 Sustainable houses in the tropics in the age of uncertainty
3. 学会等名 The EDUARCHSIA Inte ' l Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kubota, T.
2. 発表標題 Cooling techniques under accelerating urban warming
3. 学会等名 The 2nd Inte ' l Conference on Science in Engineering & Technology and 22nd International Seminar on Sustainable Environmental Architecture (SENVAR) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Prasetya A.B., Agustiningtyas, R.S., Kubota, T., Takaguchi, H.
2. 発表標題 Analysis of typical layout of apartment buildings in Indonesia, Part 1. Proposal of standard designs for low-cost public apartments
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Dung, H.A., Kubota, T.
2. 発表標題 Analysis of typical layout of apartment buildings in Indonesia, Part 2. Proposal of standard designs for high-rise apartments
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Saputra, D., Trong, T.Q., Kubota, T., Lee, H.S.
2. 発表標題 Classification of urban growth of major cities in Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Putra, I.D.G.A., Nimiya, H., Kubota, T., Lee, H.S.
2. 発表標題 Development of climate zoning for passive cooling techniques in the hot and humid climate of Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Pich, P.S., Alejandra, D.R.D.M., Kubota, T., Asawa, T.
2. 発表標題 Impacts of Various Window Glazing on Cooling Load and Thermal Comfort in Residential Buildings in Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maeda, T., Kubota, T.
2. 発表標題 CFD analysis on window design to improve indoor thermal comfort of residential buildings in the tropics
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nishiiri, S., Paratiwi, S.N., Tanaka, H., Sakita, Y., Kubota, T., Takaguchi, H.
2. 発表標題 Occupant preference for living environments and its association with household energy consumption in urban houses of Indonesia, Part 1: Household energy consumption analysis in Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sakita, Y., Paratiwi, S.N., Tanaka, H., Nishiiri, S., Kubota, T., Takaguchi, H.
2. 発表標題 Occupant preference for living environments and its association with household energy consumption in urban houses of Indonesia, Part 2: Analysis using Evaluation Grid Method
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sani, H., Kubota, T., Surahman, U.
2. 発表標題 Factors affecting multiple chemical sensitivity in newly constructed apartments of Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Aziiz, A.D., Apriliyanthi, S.R., Kubota, T., Sakoi, T.
2. 発表標題 Factors affecting clothing patterns among office and factory workers in Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Cahya, R.A., Pradana, R.P., Kubota, T., Lee, H.S.
2. 発表標題 Influence of climatic conditions on communicable and non-communicable diseases in tropical Indonesia
3. 学会等名 2022年度日本建築学会大会 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Aziiz, A.D., Apriliyanthi, S.R., Kubota, T., Sakoi, T., Koerniawan, D., Alfata, M.N.F., Suhedi, F.
2. 発表標題 Investigation of typical clothing types of adults in Indonesia
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sani, H., Kubota, T., Surahman, U., Sarkar, A.
2. 発表標題 Influential factors of sick building syndrome in newly constructed apartments of Indonesia
3. 学会等名 The 12th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sani, H., Sumi, J., Sarkar, A., Kubota, T., Surahman, U.
2. 発表標題 Investigation on impacts of air pollution on respiratory health in unplanned houses of tropical Indonesia
3. 学会等名 The International Conference on Architectural Research and Design, Sustainable Environment and Architecture (ARDC SENVAR 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kubota, T., Takahashi, T., Trihandani, A.R., Mori, H., Asawa, T.
2. 発表標題 Development of a wind catcher for high-rise apartments in the hot-humid climate of Indonesia
3. 学会等名 The International Conference on Architectural Research and Design, Sustainable Environment and Architecture (ARDC SENVAR 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒田将生, 佐古井智紀
2. 発表標題 気温変化に応じて人体放熱量を制御する空調ベッドの試作
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Andhang Rakhmat Trihandani・Kikyo Sakurada・Tetsu Kubota・Takashi Asawa・Haruka Kitagawa・Hiroshi Mori
2. 発表標題 Control methods of vertical airflow distribution through window design for naturally ventilated residential buildings in the hot and humid climate
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hanief Sani・Jumpei Sumi・Tetsu Kubota
2. 発表標題 Indoor and outdoor air pollution and respiratory health in unplanned houses in the hot and humid climate of Indonesia
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 崎田悠生・Sani Hanief・久保田徹
2. 発表標題 Analysis of Influential Factors of Sick Building Syndrome in Newly Constructed Apartments of Indonesia
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北川遼・浅輪貴史・久保田徹・Trihamdani Andhang Rakhmat・森博史
2. 発表標題 Optimization of radiant floor cooling systems using phase change materials for naturally ventilated residential buildings in the hot and humid climate of Indonesia
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会（東海）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Trihamdani, A.R., Tanimoto, A., Kubota, T., Mori, H., Asawa, T., Kitagawa, H.
2. 発表標題 Development of radiant floor cooling system using phase change material in the hot and humid climate of Indonesia
3. 学会等名 The 16th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sani, H., Kubota, T., Hildebrandt, S., Surahman, U.
2. 発表標題 Present states of indoor air quality and health in newly constructed high-rise apartment in major cities of Indonesia
3. 学会等名 The 16th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kubota, T., Sumi, J., Adinugraha, K.B., Surahman, U.
2. 発表標題 Mold, dampness and health in unplanned urban houses in the hot and humid climate of Indonesia
3. 学会等名 The 16th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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	佐古井 智紀 (Sakoi Tomonori) (70371044)	信州大学・学術研究院繊維学系・准教授 (13601)	

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0件

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		
インドネシア	公共事業省・人間居住・住宅研究所	バンドン工科大学	スラバヤ工科大学 他2機関