

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14308

研究課題名（和文）給水給湯設備の新しい設計用原単位の提案

研究課題名（英文）Proposal of New Water Supply Units for Water Supply System

研究代表者

光永 威彦（MITSUNAGA, TAKEHIKO）

明治大学・理工学部・専任講師

研究者番号：20882822

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は建物用途ごとに、適正な給水給湯負荷算定のための水使用に関する新しい設計用原単位（単位給水量）を提案することを目的とする。

研究期間全体を通じて、事務所、学校、幼稚園・保育所、住宅、宿泊施設を対象にデータ収集・分析を通して建物の水使用実態を把握するとともに単位給水量を検討した。そのうち、事務所、小・中・高等学校、幼稚園・保育所については新しい単位給水量の提案とした。また提案値について実務者へのアンケート調査を実施し、その妥当性を確認した。これより、学校、総合病院の単位給水量については大幅な低減が可能であることを示すとともに、これまでに設計資料のなかった幼稚園・保育所の単位給水量を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単位給水量に関して、従前の小・中・高等学校70～100 L/（人・日）に対して、小中学校、高等学校でそれぞれ40～50、50～60 L/（人・日）で、総合病院においては従前1,500～3,500 L/（床・日）に対して、600～900 L/（床・日）が適当であることを示した。これより、水槽容量、ポンプ吐水量及び配管径について実務者は根拠をもって従前より低減でき、給水システム内の衛生性向上、水槽類等のサイズ適正化による省エネルギー、ライフサイクルカーボン低減を図ることができる。またこれまで設計資料のなかった建物用途（幼稚園・保育所）の単位給水量を明確とすることで、適正な給水負荷算定が可能となる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to propose new water supply units per day per person for the appropriate water supply load for building type with a large number of properties and a large amount of water used.

Throughout the entire study period, the actual status of water use in buildings was ascertained through data collection and analysis for offices, schools, kindergartens/nursery schools, residences, and accommodation facilities, and the water supply units were examined. New water supply units were proposed for offices, elementary, high/junior high/elementary schools, and kindergartens/nursery schools. And the questionnaire survey of practitioners was conducted to confirm the validity of the proposed values. The results show that a significant reduction in the water supply units for schools and general hospitals is possible. In addition, we proposed new water supply units for kindergartens/nursery schools, for which no design data had been available before.

研究分野：給排水衛生設備、建築水環境、建築設備

キーワード：水使用 単位給水量 低炭素 省エネルギー 給水設備 給水システム 設計

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 水資源の保全を目的とした衛生器具を含む水使用機器の節水化は、1990年頃から段階的かつ着実に図られ、2005年頃に現在の節水仕様が一般化した。一方、その機器に給水するための給水設備の計画や設計の礎となる設備便覧や規準の水使用に関する設計用原単位(単位給水量)は、1980年前後の水使用量を元に設定されて以降、ほとんど更新されていない。節水化の反映されていない原単位を用いて設備計画が成されると、受水槽などの貯水槽の容量過大に伴う残留塩素濃度が低減による衛生性の低下や、給水・給湯設備機器の容量や能力に余剰による経済性や省エネルギー性の悪化の原因となる。

(2) さらに、現在、設備便覧等に掲載されている水使用に関する単位給水量は、その根拠や前提条件に不明確な点が多く、実務設計者や行政の判断で容易に節水化を反映しがたい。適正な単位給水量により最適な設備容量での選定が可能となり、衛生的で安心安全な水を適正なエネルギー消費量で供給することができる。申請者は建物用途や形態ごとに、節水化や社会変化を反映した新しい設計用原単位の提案を志す。

2. 研究の目的

本研究の目的は、事務所、学校、幼稚園・保育所、宿泊施設といった主要な建物用途の水使用器具の節水化を反映した新しい設計用単位給水量を提案することである。これにより最適な設備容量を設計や指導が可能となり、ひいては安心安全な水使用および省エネルギー化、低炭素化に寄与することができる。

3. 研究の方法

単位給水量の提案のための分析対象の建物用途は、物件数の多い建物用途として事務所、小・中・高等学校とし、水使用量の多い建物用途として総合病院、宿泊施設(学生寮)とする。また今後一定の需要が見込まれる幼稚園・保育所も対象とする。

建物用途ごとの水使用量の把握のため、実測、既発表論文および空気調和・衛生工学会委員会報告書の整理、水使用アンケート調査、DECCデータ((一社)日本サステナブル建築協会)などのデータベース分析、器具利用を想定し使用者ごとに単位給水量を積み上げて試算といった、これら水使用量に関する調査手法を、各建物用途の水使用特性やデータ蓄積の状況に応じて組み合わせ分析した。その際、単位給水量に包含されるべき水使用行為とそれ以外の選別を行うことで、単位給水量が含む水使用行為の明確化及び建物に応じたカスタマイズがしやすい提案する。

また提案値に対して、実際に設備設計をおこなう実務者に対してアンケートを行うことで、単位給水量による負荷算法の利用実態を把握するとともに提案値の妥当性検証をした。

4. 研究成果

(1) 新しい単位給水量の提案

研究成果の集大成として、新しい単位給水量の提案概要を表-1に示す。建物用途ごとの単位給水量の更新に加えて、単位給水量に含まれる水使用行為を明確化し、ひいては建物特性にあわせて別途計上すべき項目を明示している点も新しい成果といえる。以降、建物用途ごとに成果を概説する。

事務所

事務所の単位給水量については、昨今の技術論文や当学会の報告書において提案がなされている。しかし、それを認識している実務者が限定的であることや、代表的な文献に未反映であることが課題とされている。今回提言した事務所の単位給水量は、これまでの知見、現況を踏まえた根拠のある単位給水量として、常用的に設計に用いることができる設計給水データとして提案した。

事務所の水使用量の把握のため、既発表論文および当学会の報告書の調査から単位給水量の整理、水使用アンケート調査、DECCデータ((一社)日本サステナブル建築協会)による給水量の分析、器具利用を想定し使用者ごとに単位給水量を積み上げて試算した。これらにより導き出された各単位給水量に関する知見を総合的に鑑みて、事務所の設計用単位給水量を決定した。

以上より、事務所の単位給水量は、1日1人あたり40~60Lを提案した。

総合病院

総合病院は入院患者の生活用水に加えて、治療や外来患者にも水を必要とする施設特性上、大量の水を消費し、現行の便覧には1日1床(ベッド)あたり1,500~3,500Lの単位給水量が記されている。しかし、その水使用量は昨今の便器や水栓の節水化に加えて、大型洗濯部門の外部委託の一般化、入院患者の入浴行為や頻度の変化により、減少していることが推察された。

総合病院の水使用量の把握のため、データベースを用いた分析として、全国の総合病院の水使用量について、2008年度のDECCデータより約400件、2013年~2015年のBEMAデータ((一

社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会)より約170件の年間値を概算的に分析して算定した単位給水量と、実測などに基づく病院設備設計ガイドライン((一社)日本医療福祉設備協会規格)の掲載値や、既発表論文のBEMSデータによる近年竣工した実績値、実測調査の値に基づき、運用状況などを把握して分析・算定した。これらにより導き出された各単位給水量に関する知見を総合的に鑑みて、総合病院の設計用単位給水量を決定した。

以上より、総合病院の単位給水量は、1日1床(ベッド)あたり600~900Lを提案した。

小・中・高等学校

学校の単位給水量として、1日1人あたり70~100Lと現行の便覧に記されているが、学校の水使用量の基本的な水使用行為は学生や職員の生活用水となる。そのため、昨今の衛生器具の節水化により水使用量の減少が推察された。

小・中・高等学校の水使用量の把握のため、利用時間や施設の使われ方が大きく異なる小・中学校と高等学校に分類した上で、データベースを用いた分析として、2008年度のDECCデータの全国小・中学校約440件、高等学校約100件の年間値を中心に分析し、既発表論文の調査結果による実績値に加えて、器具利用を想定し使用者ごとに単位給水量を積み上げて試算した。これらにより導き出された各単位給水量に関する知見を総合的に鑑みて、小・中学校と高等学校の設計用単位給水量を決定した。

以上より、学校の単位給水量は、1日1人あたり小・中学校で40~50L、高等学校で50~60Lを提案した。

幼稚園・保育所

幼稚園・保育所の単位給水量に関する設計資料には現在ない。しかし、少子化対策として、子供預かり施設は継続的に必要となることから、新築に加えて、マンションや事務所でのコンバージョンによる預かり施設への用途変更が想定される。

幼稚園・保育所の水使用量の把握のため、未就学児の預かり施設特性を整理した上で、データベースを用いた分析として、2008年度のDECCデータの全国幼稚園・保育所327件の年間値を中心に分析し、器具利用を想定し使用者ごとに単位給水量を積み上げて試算した。これらにより導き出された各単位給水量に関する知見を総合的に鑑みて、幼稚園・保育所の設計用単位給水量を決定した。

以上より、単位給水量は、1日1人あたり幼稚園で40~50L、保育所で40~60Lを提案した。ただし、保育所は施設基準で自校調理が原則となることから、その分は単位給水量に別途加算する。

学生寮

独身寮の単位給水量として、1日1人あたり400~600Lと現行の便覧に記されている。光熱水費が共益費に含まれていることが多く、戸建て住宅や集合住宅の2倍近い水量となっている。寮は前述までの建物用途のようにデータベースによる知見がないことから、実測により水使用実態を把握するため、都内学生寮を対象に実測を実施した。これより、休校期間と授業期間それぞれの時期別・時刻別の給水給湯負荷や1人あたりの共用浴場の水使用量に関する知見を得た。

表-1 設計用単位給水量の提案内容

建物用途	設計用単位給水量 (1日あたり)	単位給水量に含む水使用行為の範囲
事務所	40~60L/人	執務者・外来者の便所洗浄水
		執務者の飲用、食器洗浄、給茶等 便所衛生器具などの清掃管理用水
【別途計上】社員食堂・喫茶、洗車場、空調・加湿に伴う水使用量		
総合病院	600~900L/床	入院患者の生活用水
		病院勤務者・外来者の活動用水
		外構・植栽への散水
		厨房(入院患者用) 食堂(病院勤務者、外来者用)
【別途計上】人工透析、大型洗濯施設、空調・加湿に伴う水使用量		
学校	小・中学校 40~50L/人 高等学校 50~60L/人	職員・学生・来校者の活動用水
		清掃用水
		外構・植栽への散水
【別途計上】校内給食調理、プール、部活動、イベント、空調・加湿に伴う水使用量		
幼稚園・保育所	幼稚園 40~50L/人 保育所 40~60L/人	職員・児童・来園者の活動用水
		清掃用水
		外構・植栽への散水
【別途計上】校内給食調理、プール、空調・加湿に伴う水使用量		

(2) 新しい単位給水量に対する実務者の所見

実務者の単位給水量による負荷算定の利用実態と、新しく提案した事務所、総合病院、小・中・高等学校の単位給水量の妥当性を検証することを目的として、給排水衛生設備の設計経験を有する実務設計者を対象に、Web アンケート調査を実施した。これより、設計資料としての妥当性を確認した。

設計用単位給水量の使用状況と用途

現在の設計資料（空気調和・衛生工学会便覧）にある設計用単位給水量の使用実態として、設計用単位給水量をどの設計手順で使用しているかについて得られた結果を図-1 に示す。「基本設計・実施設計時とも」が83.6%と最も多く、次いで「基本設計時のみ」が12.4%となり、「使用していない」はわずか1.5%であった。これよりいずれかの設計手順において、実務設計者の96.0%が設計用単位給水量を活用していることが確認された。

設計用単位給水量の使用用途について複数回答で問うた結果を図-2 に示す。「水槽類の容量決定」が97.5%と最も多く、一般的に日使用量による受水槽や高置水槽の容量算定に用いられていると推察される。次いで「加圧給水、増圧ポンプの吐水流量の決定」、「給水管径の決定」がそれぞれ58.2%、38.5%となり、設計用単位給水量を用いて、瞬時最大給水量を算定する実務設計者が半数程度いることがわかった。また、「揚水ポンプの流量の決定」が37.5%となり、時間最大給水量などの算定に用いていると推察される。

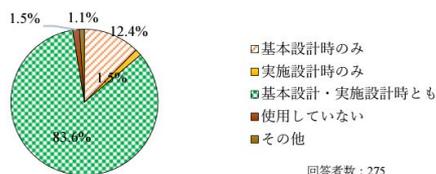


図-1 デザイン用単位給水量の使用時期

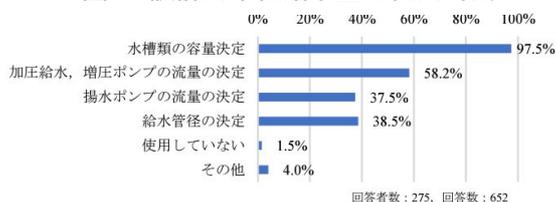


図-2 デザイン用単位給水量の使用用途（複数回答）

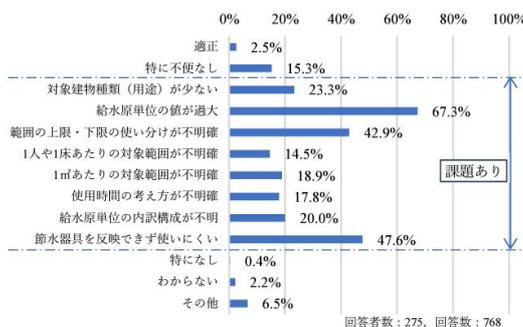


図-3 現行の設計用単位給水量に関する所見（複数回答）

実務設計者の考える現在の設計用単位給水量の課題

現在の設計用単位給水量に実務設計者が思うところについて複数回答で問うた回答結果を図-3 に示す。現状に課題を感じていない「適正」「特に不便なし」という回答がそれぞれ2.5%、15.3%と一定数みられたが、その他、ほとんどの実務者が課題を感じていることがわかった。回答者が最も多かった課題は「設計用単位給水量の値が過大」67.3%で、約7割の実務者が、設計用単位給水量が実状と乖離していると考えており、現状に合わせて単位給水量の適正化が必要であることが改めて確認された。次いで「節水器具を反映できず使いにくい」47.6%となり、節水器具で設計しても、給水負荷算法に反映しがたく、結局、給水設備機器などが過大となってしまうことに対する改善要求といえる。三番目に多かった課題は、「範囲の上限・下限の使い分けが不明確」42.9%で、これは便覧等設計資料に、上限・下限の扱いの説明がないことに起因する。

(2) 実務者が妥当と考える設計用単位給水量

地域別クロス集計結果

実務設計者の居住地を主たる設計対象地域と想定すると、妥当と考える各建物用途の設計用単位給水量について地域差があることが想定される。このことから、居住地別のクロス集計も実施した。その結果を図-4 に示す。各選択肢の単位給水量の中間値と回答数より各建物用途の平均単位給水量を算出すると、事務所においては、全体平均43.6 L/人に対して、「東京以外の関東」が最も多く47.5 L/人で、「北海道・東北」が最も少なく38.1 L/人となった。小・中学校、高等学校において、それぞれ全体平均41.2、44.3 L/人に対して、「九州」が最も多く43.3、46.7 L/人となった。総合病院において、全体平均623.7 L/床に対して、「東京以外の関東」が最も多く636.7 L/人、「九州」「四国・中国」が少なく、それぞれ500.0、483.3 L/床となった。

これより、湯水多発地域、湯水少発地域といった地域性による、実務者の妥当と考える設計用単位給水量について、有意な差異は確認されなかった。

提案値に対する所見別クロス集計結果

新しい設計用単位給水量案に対する実務者の所見において、「とても使用したい」から「とても使用したくない」までの5段階の各回答者が、それぞれ妥当と考える設計用単位給水量を検証するため、所見別のクロス集計を実施した。その結果を図-5に示す。

事務所の新しい単位給水量を「とても使用したい」と回答者のうち、妥当と考える設計用単位給水量として最も多かったのが40~50 L/人 (N=35) 次いで、50~60 L/人 (N=12) となり、「やや使用したい」で最も多かったのが40~50 L/人 (N=40) 次いで、30~40 L/人 (N=33) となった。同様に、総合病院では「とても使用したい」で最も多かったのが600~700 L/床 (N=12) 次いで、400~500 L/床、800~900 L/床 (それぞれN=3) となり、「やや使用したい」で最も多かったのが500~600 L/床、600~700 L/床 (それぞれN=17) となった。

小・中学校で「とても使用したい」と回答者のうち、妥当と考える設計用単位給水量として最も多かったのが40~50 L/人 (N=11) 次いで、50~60 L/人 (N=10) となり、「やや使用したい」で最も多かったのが50~60 L/人 (N=22) 次いで40~50 L/人 (N=21) となった。高等学校で「とても使用したい」と回答者のうち、妥当と考える設計用単位給水量として最も多かったのが40~50 L/人 (N=15) 次いで50~60 L/人 (N=4) となり、「やや使用したい」で最も多かったのが40~50 L/人 (N=28) 次いで30~40 L/人 (N=21) となった。

以上より、「とても使用したい」、「やや使用したい」ともに概ね提案値の範囲を妥当と考えており、著者と同じ見解であることが確認された。ただし、「やや使用したい」回答者は、提案値よりさらに少なく、事務所と小・中・高等学校10~20 L/人程度、総合病院においては100 L/床程度少ない方が妥当と考える傾向が確認された。一方、設計用単位給水量は、実使用水量をもって計画するのではなく、ある程度の余裕度が必要であり、加えて、これまでの便覧の値と比較して、表-1の提案値は、前述のとおり大幅に単位給水量を低減していることから、簡易的な給水負荷算定法として活用される設計用単位給水量として、提案値は実使用において概ね問題ないと判断できる。

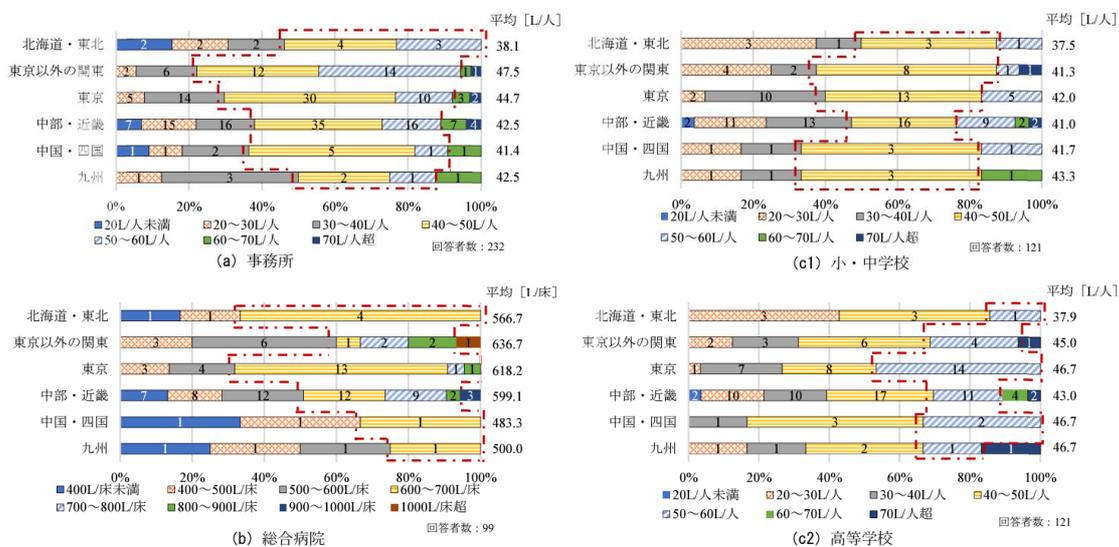


図-4 実務者が妥当と考える設計用単位給水量 (居住地別)

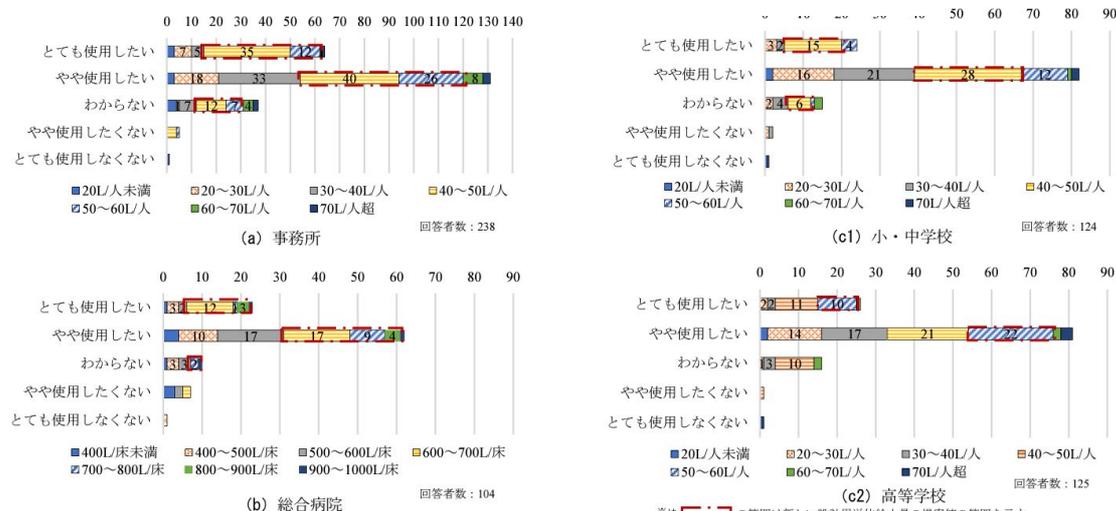


図-5 実務者が妥当と考える設計用単位給水量 (新しい単位給水量提案値に対する所見別)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 光永威彦, 池田大輔	4. 巻 No318
2. 論文標題 建物用途ごとの新しい単位給水量の提案 第4報 - 幼稚園・保育所の設計用単位給水量	5. 発行年 2023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 1-8
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 光永威彦, 大塚雅之, 本郷智大	4. 巻 No323
2. 論文標題 建物用途ごとの新しい単位給水量の提案 第5報 - 設計用単位給水量の変遷と実務設備設計者へのアンケート調査	5. 発行年 2024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 49-56
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 藤村和也, 光永威彦, 内山稔, 土井章弘	4. 巻 No. 306
2. 論文標題 建物用途ごとの新しい単位給水量の提案 第3報 - 事務所の設計用単位給水量	5. 発行年 2022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 43-50
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 光永威彦, 池田大輔	4. 巻 No. 299
2. 論文標題 建物用途ごとの新しい単位給水量の提案 第2報 - 小・中・高等学校の設計用単位給水量	5. 発行年 2022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 29-37
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5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 光永威彦, 池田大輔, 内山稔, 村川三郎, 村上周三, 坊垣和明, 亀谷茂樹, 高口洋人, 半澤久, 吉野博, 奥宮正哉, 浅野良晴, 下田吉之, 依田浩敏
2. 発表標題 幼稚園・保育園の設計用単位給水量の検討-非住宅建築物の環境関連データベース(DECC)を活用した水消費実態の把握-
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（神戸）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 細井美奈, 光永威彦, 小島邦晴, 坂上恭助
2. 発表標題 リゾートホテルの給水給湯負荷に関する実態調査および動的給水給湯負荷算定法の精度検証
3. 学会等名 2022 年度日本建築学会関東支部研究報告集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池田大輔, 村川三郎, 光永威彦
2. 発表標題 総合病院の動的給水負荷算定モデルの設定と負荷変動予測
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（福島）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤村和也, 光永威彦, 内山稔, 土井章弘, 村川三郎, 池田大輔
2. 発表標題 事務所ビルの設計用単位給水量の提案
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（福島）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 光永威彦, 池田大輔, 村川三郎, 村上周三, 坊垣和明, 亀谷茂樹, 高口洋人, 半澤久, 吉野博, 奥宮正哉, 浅野良晴, 下田吉之, 依田浩敏
2. 発表標題 小・中・高等学校の設計用単位給水量の検討-非住宅建築物の環境関連データベース (DECC) を活用した水消費量の把握-
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (福島)
4. 発表年 2021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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------