

学校建築における屋内外環境づくりとコミュニティ創造

Indoor and Outdoor Community Space in School Building

竹中工務店 設計部

Takenaka Corporation Design Department

坂口 武司

Takeshi SAKAGUCHI

キーワード：学校建築 (School Building)、屋外空間 (Outdoor Space)、コミュニティスペース (Community Space)、温熱環境 (Thermal Environment)、観察調査 (Observational survey)、利用者評価 (Users' Evaluation)

1. はじめに

1. 1 本報告の背景

今日の学校建築の施設計画においては、防災・防犯、ユニバーサルデザインなど考慮することは多いが、なかでも、学び成長する世代にとって自然環境に親しむことは、豊かな心身を育む上でなくてはならないことである。情操教育の視点から学校建築には自然環境を採り入れることが望まれる。

戦後の復興期から高度経済成長期にかけて、我が国における学校建築は、人口の増加と都市への集中に応え、量を供給することを重視してきた。その後、1973年の約209万人をピークとして出生数が減少傾向となり¹⁾、1982年、文部省は調査研究報告書「学校施設の文化的環境づくりについて」²⁾において、フレキシブルな学習スペースに加え、生活の場としての豊かな環境づくりを示し、学校建築は、量よりも質に軸足を移しはじめた。

一方、省エネルギーや環境教育の観点から、1996年、文部科学省は、調査研究報告書「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備について」において、はじめてエコスクールの基本的な考え方や推進方策を示した。その後、文部科学省、農林水産省、国土交通省、環境省が連携して、環境を考慮した学校施設の整備推進をおこなっている³⁾。なかでも、施設面では、「学習空間、生活空間として健康で快適である」「環境への負荷を低減させる設計・建設とする」、運営面では、「自然エネルギーを有効活用する」を掲げている。

1. 2 本報告の概要

このような背景のもと、本報告は、学校建築において自然環境を積極的に採り入れた屋内外コミュニティスペースを設計した上で、温熱環境、利用者の評価、建築空間の使われ方を検証し、今後さらに魅力ある建築環境デザイン上の手がかりを得ようとするものである。

キャンパス空間の魅力は、生徒や保護者にとって学校選択の鍵である。なかでも、昼休みや放課後など自由時間を過ごすコミュニティスペースは魅力あるキャンパスづくりの核である。学校建築におけるコミュニティスペースは、ロビー、ホール、食堂、廊下など屋内空間と、運動場や中庭、ピロティなど屋外空間に分類できるが、その環境や利用方法、そこで感じることは多様である。特に自然の成り行きに委ねられた屋外空間には、人工的に制御された屋内空間とは異なる環境特性があり、利用者の心理と行動に影響を与える。

本報告は、女子中高一貫校をケーススタディとして取り上げ、中庭およびこれに隣接する屋内ホールがどのように使われているのか、環境測定、観察調査、アンケート調査を行い、中庭の利用に影響する要因を検証し、学校建築における屋内外コミュニティスペースの建築環境デザイン上の検討事項を提言する。

2. 学校建築における屋内外環境づくりの現状

2. 1 代表的学校建築作品における屋内外コミュニティスペース

日本建築学会作品選集に掲載された建築作品を日本における代表的建築作品とみなし、その中から事例を紹介する。なお、2007年～2016年の10年間で、毎年100件の掲載作品のうち学校建築は、2010年が最多で23作品、2012年が最少で12作品、掲載されている。

富山県富山市の市立芝園小学校・中学校⁴⁾(図1)において、大屋根に覆われた「パサージュ」と呼ばれる4層吹き抜けの半屋外空間に、テラス、ブリッジ、アルコーブを設け、雪の多い冬期でも活動できる生活の場、コミュニケーションの場としている。



大屋根に覆われた「パサージュ」

図1 富山市立芝園小学校・中学校

東京都目黒区の東京大学駒場コミュニケーション・プラザ⁵⁾(図2)は、「開かれた大学」という理念のもと緑豊で開放的な中庭を設け、これを取り囲んで、図書館、食堂、購買部など、学生の快適なキャンパスライフに寄与する校舎を配置している。中庭にはキャンパスの歴史を伝える大樹が残され、校舎と中庭の接する部分には、大庇とウッドテラスの縁側の半屋外空間が配置されており、学生の憩いのスペースとなっている。



(a) 中庭空間の机・ベンチまわりに人が集まる (b) 縁側の半屋外空間の机・ベンチ

図2 東京大学駒場コミュニケーション・プラザ

2. 2 環境系の既往研究

植木ら⁶⁾が、「小学校の休み時間における児童の遊び行動と温熱環境条件に関する研究:いなべ市の小学校における中庭の年間利用実態からの考察」において、通年での、温熱環境調査と子ども達の行動の観察調査を行い、検証と考察を行っている。中庭における児童の滞在時間、遊び、居場所の選択は、気温、日射、風速との関係が強いことを指摘。風速を抑え、日向・日陰を適度に分散配置した中庭作りを提言しており、学校建築における中庭空間計画上の基本的礎資料を提供している。

野口ら⁷⁾、森井ら⁸⁾、藤井ら⁹⁾、岡本ら¹⁰⁾、森井ら¹¹⁾、高橋ら¹²⁾、は一連の研究「半屋外空間における熱的快適性実測調査 その8～13」において、空調のある室内空間と自然要素を積極的に導入した半屋外空間が隣接

し、学生が双方を選択可能な大学カフェテリアを対象に調査を行っている。夏期において半屋外空間では 25℃を越えると気温の上昇に伴い滞在時間が減少すること、冬期において外気温度が低くなるほど半屋外空間の選択率が減少し外気温度 19℃付近で半屋外と室内の空間選択率が等しくなると指摘している。滞在場所選択理由は、室内で多い項目は半屋外で少なく、半屋外で多い項目は室内で少ないことを指摘している。満足度調査をもとに、室内では温熱環境が満足度に影響する一方、半屋外では温熱以外の心理要素、例えば、開放感が満足度との相関が強く、視覚的心理要素が温熱要素で満たされない満足度を補償していたと推測している。

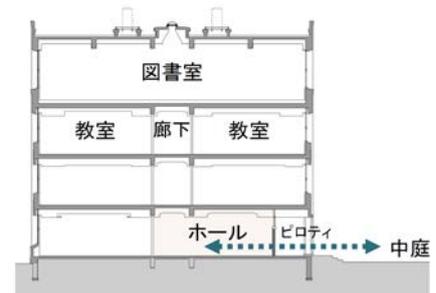
2. 3 計画系の既往研究

学校建築における屋外空間利用に関する研究として、2008 年、杉田ら¹³⁾は、「屋外休息空間の環境評価における評価項目の検討：大学キャンパスにおける屋外休息空間の環境評価に関する研究」において、中国地方の大学キャンパスの広場を対象に、学生に対するヒアリング調査をもとに、屋外休息空間の快適条件を提言している。具体的には、設備については、ベンチ、テーブル、喫煙設備、屋根、自動販売機、ごみ箱、風除け、植物があること、立地については、売店・講義室・図書館・食堂に近いこと、管理として、清潔であること、規模として、広さがあること、その他として、快適な気温であることを、それぞれ挙げている。

3. 学校建築における屋内外環境づくりとコミュニティ創造、事例調査

3. 1 調査対象校舎の中庭および隣接屋内空間の設計

調査対象は、屋外空間である中庭を積極的に利用するべく設計した女子中高一貫校の校舎と中庭空間および隣接屋内空間である（図 3）。海と山に挟まれ、まとまった平地の少ない神戸の都心部にあって、校地の有効利用と子ども達にとって楽しみである休み時間や放課後を過ごす場所¹⁴⁾として、中庭空間が積極的に利用されるよう、中庭と、これに隣接する新校舎棟を設計した。中庭に隣接する新校舎棟の 1 階にホールを設けた。ホールと中庭は、生徒が自由に行き来し、利用することができるように設計した。



(b) 断面図



(c) ホール



(a) 改築前の校舎と中庭



(d) 改築後の校舎と中庭

図 3 調査対象校舎と中庭

3. 2 調査の概要

改築後のホール(図 3(C))、中庭 (図 3(d)) を調査対象とした。両空間は、最大幅 7 m の大開口サッシを介した連続感のある屋内外空間である。それぞれに机と椅子を配置し、昼休みや放課後に自由に利用できるよう計画した。(図 4,5)

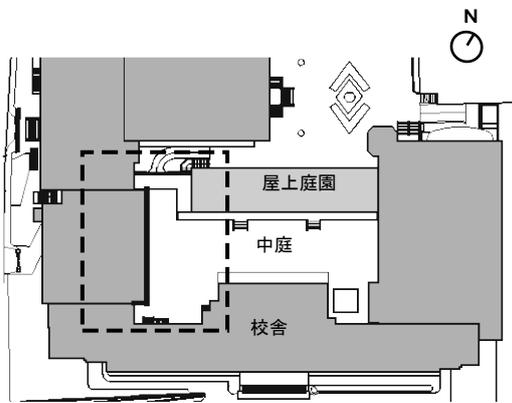


図 4 配置図

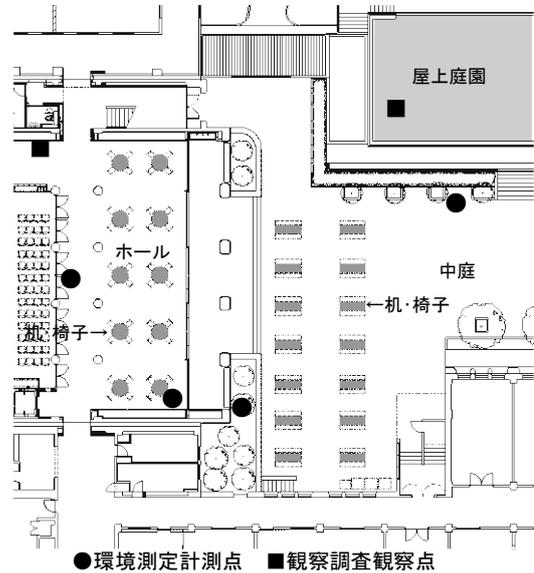


図 5 ホールと中庭 平面図

表 1 から表 4 に調査詳細を示す。観察調査は、図 5 の■印の位置に調査員 1 名を配置し、10 分間隔で滞在人数、行動を記録した。アンケートは、金曜午後のホームルーム時に、各学年 1 クラス (季節ごとに異なる) を対象に、「今週 1 週間の昼休みや放課後を振り返ってお答えください」と記したアンケート用紙を、担任教諭から生徒に配布し、その場で記入後、担任教諭が回収した。そのため回収率は 100%とみなしてよい。生徒数は全校 900 人、各学年 150 人で、中学は 4 クラス (1 クラス平均 37.5 人)、高校は 3 クラス (同 50 人) である。

表 1 調査項目・期間

実施期間	春期調査 (2014年)	夏期調査 (2014年)	秋期調査 (2014年)	冬期調査 (2015年)	秋期調査 (2015年)
環境測定 観察調査	6/16, 17	9/8, 9	11/11, 12	2/23, 24	10/27, 28
アンケート 調査	6/16(月) ~20(金)	9/7(月) ~11(金)	11/9(月) ~13(金)	2/22(月) ~26(金)	-
	期間中1回 回答	期間中1回 回答	期間中1回 回答	期間中1回 回答	-

表 2 環境測定項目と計測機器

項目	計測機器			設置場所	
	名称	型番他	メーカー	設置点	測定高 (mm)
気温 湿度	温湿度計 (日射遮蔽 ルーバー付)	RTR53	T&D	ホール2箇所 中庭2箇所	500
					500
風速	三杯式 風速計	200- WS01B-5	フィールド プロ		1070
グローブ 温度	グローブ球 (直径50mm)	-	クリマ テック		800
日射計	日射計	SP-110B- L3	フィールド プロ		650
照度	照度計	TR-74Ui	T&D		650
気温 湿度	温湿度計	RTR53	T&D	教室2, 3, 4階 各1箇所	500
					500

表 3 アンケート項目

	質問項目	回答形式
1. 個人属性	学年、暑がり/寒がり	選択回答
2. ホール および中庭 の利用に ついて	アンケート調査をした1週間の利用頻度	選択回答
	ホールおよび中庭を「減多に利用しない」と回答した場合の理由	自由記述
	ホールおよび中庭以外でよく滞在する場所	選択回答(複数可)と自由記述
3. ホール または中庭 のうち、 アンケート をした1週 間でよく利 用した方につ いて	滞在時間、グループ人数	選択回答
	その場所(ホールまたは中庭)を選んだ理由、そこで何をしていたか、気持ち良い、心地よいと感じたこと	選択回答(複数可)と自由記述
	温冷感、座面温冷感、明るさ暗さ、周囲の音、空気清浄度、活気/沈滞、洗練/野暮、開放的/閉鎖的、親しみやすい/親みにくい、総合的快適さ、使い勝手	5段階評価
	風、日ざし、におい	4段階評価

表 4 アンケート回答者数

	春期調査 (2014年)	夏期調査 (2014年)	秋期調査 (2014年)	冬期調査 (2015年)	回答者数
中 1	38	35	36	34	143
中 2	35	37	33	34	139
中 3	35	37	37	32	141
高 1	50	42	48	48	188
高 2	47	50	51	50	198
高 3	49	46	42	実施せず	137
合計	254	247	247	198	946

3. 3 調査結果と考察

3. 3. 1 環境測定の結果と考察

図 6 に、ホールと中庭の日射量と風速を示す。中庭は屋外空間ではあるが、図 3 に示すように校舎に囲まれおり、風速は各計測日とも 1.0m/s 以下である。また、昼休みに直射光があるものの放課後は日陰で、風と日射の影響が少ない屋外空間である。

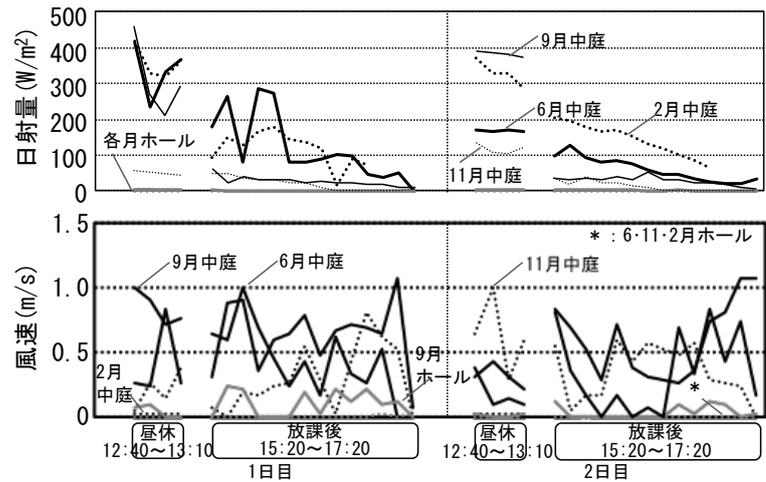


図 6 ホールと中庭の日射量、風速

3. 3. 2 観察調査の結果と考察

図 7 に、ホールと中庭における気温と滞在者数の関係を示す。両空間とも、年間を通じて気温と滞在者数にほとんど相関がないことがわかる。中庭では、暑くなる 9 月に滞在者数の減少傾向が見られるが、なおも一定人数が暑さを許容して滞在していることがわかる。

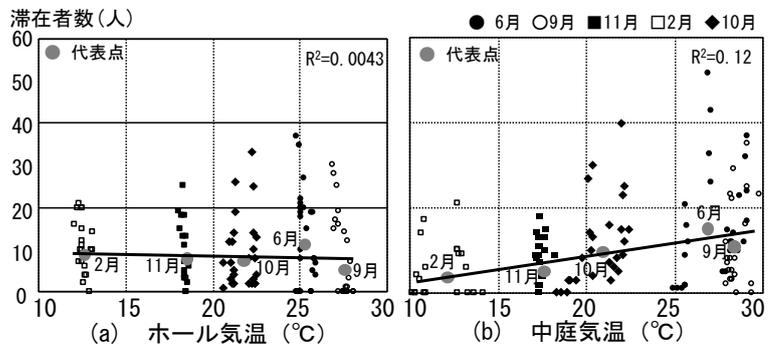


図 7 気温と滞在者数

PMV の絶対値の差を、ホールと中庭のどちらが温熱環境的に快適であるかの指標とし、両者に正の相関があると想定、すなわち、中庭の方が快適の場合は中庭選択率が高いと想定し検証した。図 8 に示す通り両者に相関は見られず、生徒の選択行動は、この程度の温熱環境差では顕著な影響は受けないことを示している。

檜原ら¹⁵⁾は、冬季や夏季の寒い、暑いといった悪条件下であっても滞在者の多くは快適と感じ、屋外空間では人は環境特性の悪さを許容する傾向があることを指摘しており、この指摘を裏付ける結果となった。

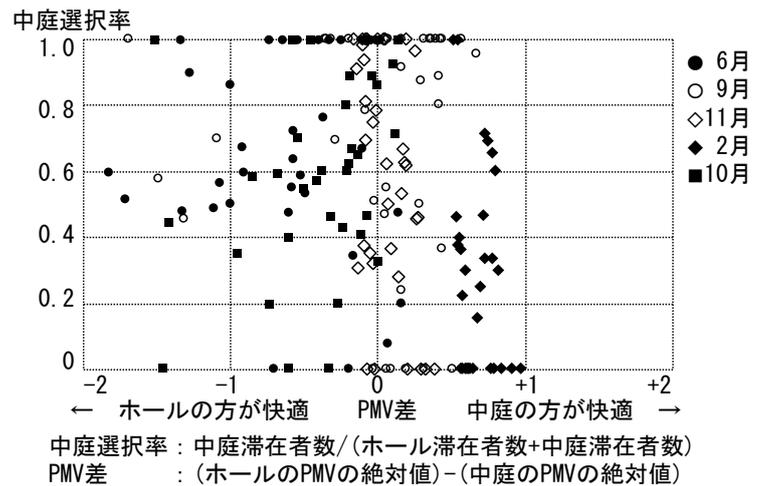


図 8 ホールと中庭の PMV 絶対値の差と中庭選択率

6月の曇天でアメダス神戸の最高気温が25.7°Cだった日の、昼休みと放課後、ホールと中庭における滞在場所と行為に関する目視調査結果を図9に示す。「勉強」、「おしゃべり」は中庭が多く、「飲食」はホールと中庭が同数程度であることが確認できた。当日は屋外滞在に適した温熱環境であったと推測されるなか、屋外空間の積極的利用が図られていることがわかる。

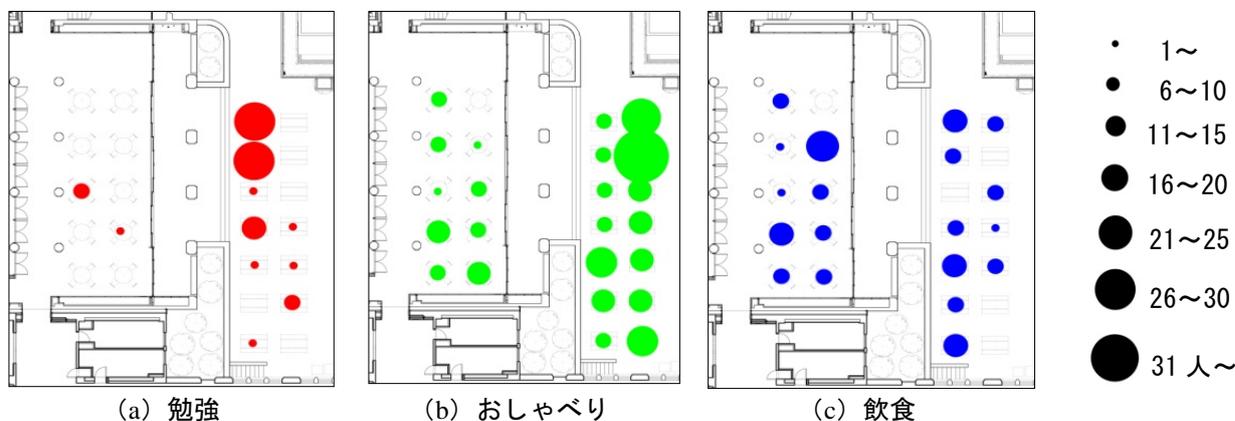


図9 ホールと中庭における滞在者数と行為

(2014年6月17日(終日曇天・アメダス神戸最高気温25.7°C) 昼休みと放課後、10分毎カウントの合計)

3. 3. 3 アンケート調査の結果と考察

屋外空間は、教室をはじめとする屋内空間に比べ、NO_xやCO₂濃度が低く、上下温度差が小さいなど空気環境で優れている点がある。また音響的には不快な残響が少なくクリアで聴き取りやすい。アンケート調査の結果、38%の生徒が週1回以上、滞在場所として中庭を利用していることが分かった。主な理由として、「ベンチや椅子がある」「自販機がある」「机がある」「涼しい」が挙げられた。一方、利用しなかった理由として、「暑い」「日焼けする」が挙げられた。屋外の空気環境の良さを活かしつつ、日射対策や居場所となるような家具・備品類の効果的な配置が必要であることがわかる。

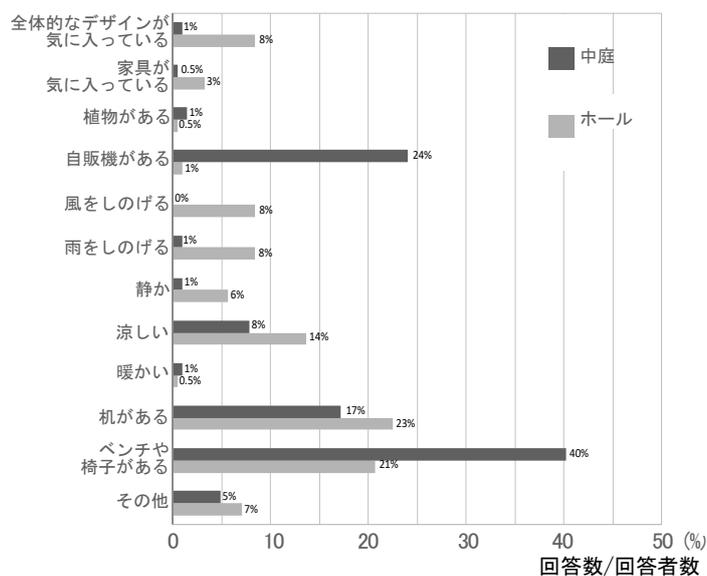


図10 ホール/中庭を利用する理由

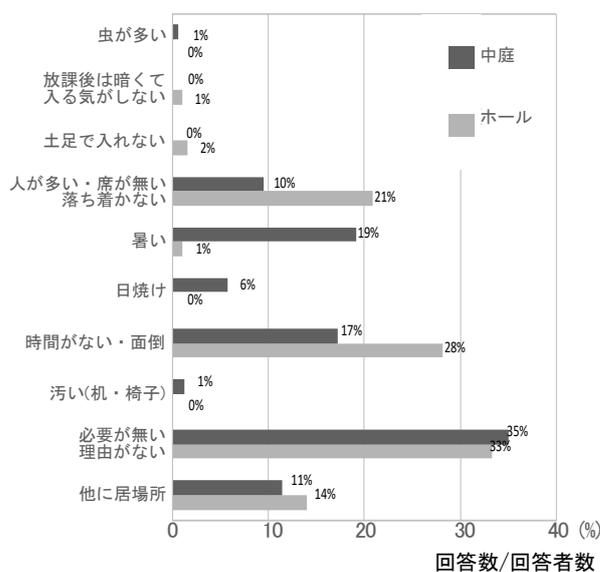


図11 ホール/中庭を利用しない理由

図 12 に、「気持ち良い」と感じたことの結果を示す。興味深いのは、ホール滞在者が中庭の自然物を「気持ち良い」と回答していることである。人は自然の一部であり、自然を享受することで快適に感じる。特に屋内空間からガラス越しに眺める自然物は、屋外の不快要素が取り除かれており、より快適性が高いと評価することができる。

屋内に滞在し、屋外の自然物を「気持ち良い」と感じる、いわば察知する能力は、後天的な体験や学習により形成されると推測できるが、図 13 に示す通り、多い順に、中 1、高 1、高 3 であり、推測を裏付けることはできなかった。中 1 までにその能力が形成されている可能性に加え、ホールが大型ガラスを介して視覚的に中庭と連続する屋内空間である一方、環境条件が良いときはサッシが開放され、空気環境や音環境も含めて屋外の心地よさを内部に取り込むように運用され、いわば半屋外化していることも一つの可能性と考えられる。

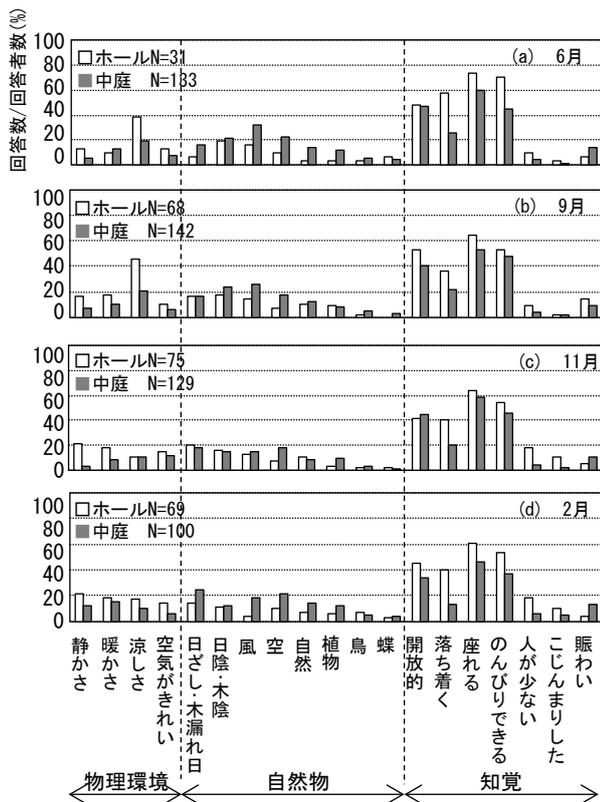


図 12 「気持ち良い」と感じたこと

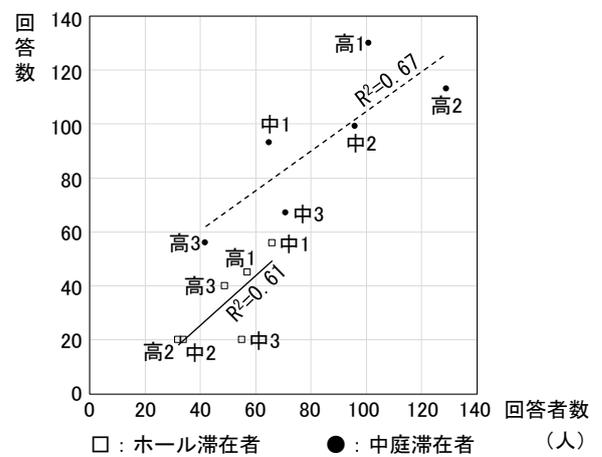


図 13 屋外の自然物を「気持ち良い」とする回答数

4. まとめ

4.1 調査結果のまとめ

女子中高一貫校において、コミュニティスペースとして計画された中庭および隣接屋内空間における調査結果から、環境条件、利用実態、利用者評価を把握した。また、年間を通じて、中庭および隣接屋内空間の利用を左右する要因について考察した。

- 1) ホール、中庭とも、気温と滞在者数にほとんど相関がない。中庭では9月に滞在者数の減少が見られるが、なおも一定人数が暑さを許容して滞在していることを確認した。一方、2月には寒さは許容しがたく中庭滞在者数が落ち込むことが分かった。
- 2) 総合的快適さは年間を通じて中庭の温熱環境との相関がほとんどなく、生徒達は温熱環境と快適さを結びつけて感じていないことを示している。

- 3) 6月の昼休みと放課後、ホールと中庭における滞在場所と行為に関する目視調査の結果、「勉強」、「おしゃべり」は中庭が多く、「飲食」はホールと中庭が同数程度であることが確認できた。当日は屋外滞在に適した温熱環境であったと推測されるなか、屋外空間の積極的利用が図られていることがわかった。
- 4) 滞在場所として中庭を選んだ理由は、「ベンチや椅子がある」が最も多く、次いで「自動販売機がある」が挙げられている。
- 5) 中庭の「気持ち良い」要因は、「風」「日陰木陰」「日ざし・木漏れ日」「空」など自然に関する要因が選ばれた。一方、屋内滞在者も中庭の自然物を「気持ち良い」と回答していることが分かり、後天的な体験や学習による「察知する能力」と推測したが、回答と学年（年齢）とに顕著な傾向はみられなかった。
- 6) 「ホールまたは中庭を選んだ理由」のアンケート結果は、自動販売機が、人が集まり、談話する契機となることを示しており、魅力あるコミュニティスペース、魅力あるキャンパス計画を考える際、自動販売機置き場の配置やその周辺にベンチや机を配置することは検討に値することを示唆している。

校舎に囲まれ、直射光や強い風の影響の少ない本研究対象の中庭は隣接するホールとともに、昼食をとったり、勉強をしたり、おしゃべりをしたりするコミュニティスペースとして積極的に利用されていることがわかった。本研究の調査結果は、今後数多く計画されるであろう学校建築のコミュニティスペースの設計手法において、中庭を始めとする屋外空間の重要性を示すものである。また、本研究は、女子中高一貫校を調査対象としたが、基礎研究資料としてより普遍性を持たせるためには、男子校、共学校、中高分離校など、ケーススタディの積み重ねが必要であり、今後の研究課題と考える。

4. 2 提言

屋内空間とともに、屋外空間がコミュニティスペースとして積極的に利用されるよう、建築計画上、運用上の工夫について提言する。

4. 2. 1 建築計画上の工夫

自然を感じ、空気環境に優れる屋外空間をコミュニティ空間として教育施設計画に積極的に導入するにあたり、生徒の利用を誘導する仕組みを設ける。

- 1) ベンチ、机、自動販売機は、生徒の利用促進上効果的である。
- 2) 生徒が屋内外の滞在場所を自由に選べる仕組みを設ける。屋外コミュニティ空間を、生徒が自由に滞在できるホール、食堂、売店など屋内コミュニティ空間に隣接して配置したうえで、大型引き戸など大開口サッシを採用し、空間的な一体性をもたせることが効果的である。
- 3) 屋外コミュニティ空間において、屋内では感じることはできない、「風」「日陰木陰」「日ざし・木漏れ日」「空」などを体感できるような計画が効果的である。

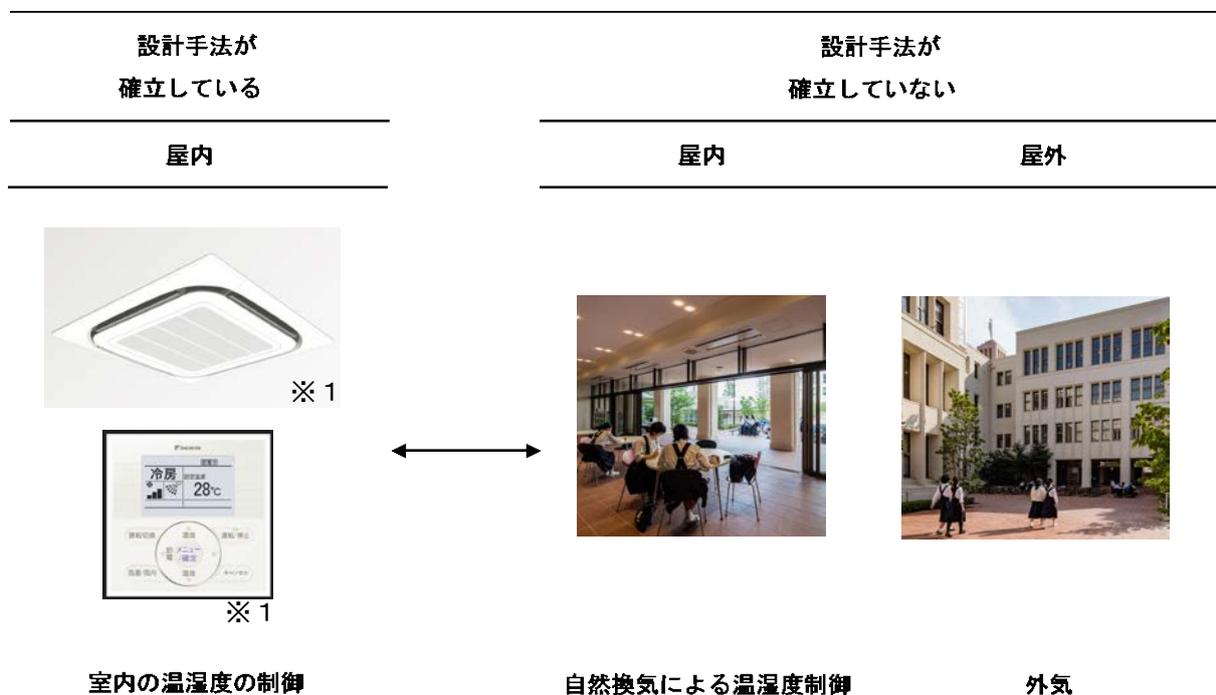
4. 2. 2 運用上の工夫

運用段階での、チューニングが必要である。環境調査、観察調査、居住者評価（アンケート調査）を実施し、利用を促進すると判明した事項について、改修などにより増強し、利用を阻害する要因については除去することが望まれる。

- 1) 屋外利用を促進することが判明した要因（ベンチ、机、自動販売機など）を増強する。
- 2) 屋外利用時に「気持ち良い」と感じる要因、なかでも屋内空間であるホールと異なる傾向を見せた、「風」、

「日陰木陰」、「日差し・木漏れ日」、「空」は、屋外利用を促進する可能性のある要因であり、日差しを遮る植樹や、日よけのあるベンチの設置などを検討するに値する。

運用段階において、設計時に狙いとした効果が発揮できているのかを検証し、問題点の解消と、さらなる利用促進を図っていくことを提言したい。これは、建築環境デザイン上、屋外空間や、屋外と一体化した屋内空間の温熱環境の設計手法が確立されていないことに起因する。空調機による室内温湿度の制御や機械換気装置による空気質コントロールや、照明器具による室内照度制御の設計手法が確立しているのとは対照的である（図14）。設計段階では居住者による使われ方を想定し、シミュレーションなど性能検証をした上で建設に踏み切るが、竣工後、年間を通じて運用してみて、初めてわかることが沢山あるのが実態である。実際の使われ方や温熱環境を調査検証し、必要に応じて改修などで対応していく柔軟さが必要である。そのために、外気利用に関する実建物における知見を増やし、蓄積していくことが重要である。



※1 出典： <https://www.daikin.co.jp>

図14 建築環境デザインの設計手法

<本論文に関連した既発表論文>

- (1) 坂口武司, 山中俊夫, 甲谷寿史, 桃井良尚, 相良和伸：学校建築におけるコミュニティスペースの環境条件と利用実態に関する研究, 日本建築学会環境系論文集 第82巻 第736号, pp. 569-578, 2017. 6
- (2) 坂口武司, 山中俊夫, 桃井良尚, 相良和伸：学校建築における屋外空間の環境工学的評価と環境デザイン手法, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp. 1025-1028, 2018. 9
- (3) 坂口武司, 山中俊夫, 桃井良尚, 相良和伸：学校建築における屋外空間および隣接屋内空間の環境工学的評価, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, pp. 105-106, 2019. 9

<参考文献>

- 1) 厚生労働省：平成 28 年(2016)人口動態統計の年間推計，2016.12
- 2) 文部省：学校施設の文化的環境づくり，1982
- 3) 文部科学省，農林水産省，国土交通省，環境省：エコスクール「環境を考慮した学校施設の整備推進」，2017.6 エコスクール整備推進の手法のひとつとして自然換気があげられている。
- 4) 日本建築学会，作品選集 2010，pp.136-137，2010.3
- 5) 日本建築学会，作品選集 2009，pp.70-71，2009.3
- 6) 植木丈弘，原田昌幸，小松尚，久野覚，齋藤輝幸：小学校の休み時間における児童の遊び行動と温熱環境条件に関する研究，日本建築学会環境系論文集 第 654 号，pp.749-757，2010.8
- 7) 野口真史，中野淳太，藤井浩史，下田利崇，森井健志，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 8：室内併設空間における環境適応実測調査概要，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.527-528，2003.9
- 8) 森井健志，中野淳太，野口真史，藤井浩史，下田利崇，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 9：室内併設空間における滞在状況と物理環境の相関，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.529-530，2003.9
- 9) 藤井浩史，中野淳太，野口真史，下田利崇，森井健志，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 10：室内併設空間における快適性要素申告結果，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.531-532，2003.9
- 10) 岡本百合子，中野淳太，藤井浩史，下田利崇，森井健志，宇留野恵，高橋賢志，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 11：冬季・夏季における室内併設空間の空間の温熱環境と利用状況，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.33-34，2004.8
- 11) 森井健志，中野淳太，藤井浩史，下田利崇，宇留野恵，岡本百合子，高橋賢志，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 12：冬季・夏季における室内併設空間の環境適応行動と心理量，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.35-36，2004.8
- 12) 高橋賢志，中野淳太，藤井浩史，下田利崇，森井健志，宇留野恵，岡本百合子，田辺新一：半屋外空間における熱的快適性実測調査 その 13：盛夏の実測調査を含めた半屋外空間の環境適応行動，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2，pp.37-38，2004.8
- 13) 杉田洋，平賀慎，近藤貴道，村川三郎：屋外休息空間の環境評価における評価項目の検討，日本建築学会計画系論文集 第 633 号，pp.2467-2474，2008.11
- 14) 深谷昌志：学校とは何か「居場所としての学校」，北大路書房，2003
休み時間は子ども達にとって学校行事の楽しさの中で最上位（93%が「とても」「わりと」楽しみ）とのアンケート調査結果
- 15) 檜原未知，相良和伸，山中俊夫，甲谷寿史，齊藤真理子：都市のオープンスペースにおける利用者の環境評価に関する調査研究(その 2)年間を通じた滞在者評価および屋外特有の快適感に関する検討，空気調和・衛生工学会近畿支部 学術研究発表会論文集，pp.149-152，2005.3