

快適な住まいと窓の関係

—光の入り方と室内温度の変化—

榎屋 結^{*1}・早田 彩恋^{*1}

指導教員：末吉 龍弥^{*2}

Email: sueyoshi1836@news.ed.jp

*1:長崎県立長崎南高等学校普通科3年

*2:長崎県立長崎南高等学校

◎Key Words 窓の位置, 温度変化, 日光

1. はじめに

私たちは家庭からの二酸化炭素排出量のうち、電化製品からの排出量が最も多い点と電化製品別で考えると夏冬ともにエアコンの消費量が最も大きな割合を占めている点の2点に注目した。エアコンの消費電力は夏に1度上げると13%、冬に1℃下げると10%削減できるといわれている。日光による室内の温度変化を抑えるための工夫として、一般的に二重窓や断熱材を利用した窓が挙げられるが、本研究では、窓の構造以外に窓の位置が室内温度の変化と関係があることに着目し、実験を行った。また、SDGsの目標の7番目「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と13番目「住み続けられるまちづくりを」に貢献できると考えた。

2. 仮説

窓の位置を工夫すれば、室内の温度変化を調節でき、快適な空間を作ることができる。その結果、エアコンの消費量を減らすことができる。

3.1 実験1(温度変化)

実験に使用した模型はプラスチックダンボールを用いて、1辺30cmの立方体で作成した。その立方体の1面を縦3×横3に9等分したうちの1ヶ所(1辺10cmの正方形)を窓と考えて穴をあけた。これを9パターン用意した。(図1)

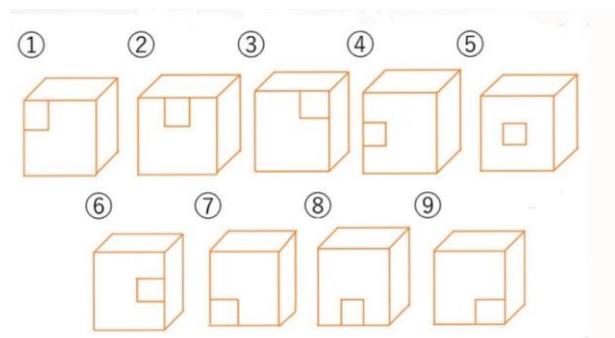


図1 9パターンの模型(イメージ図)

次に、模型から20cmの間隔を空けて白熱電球を取り付けたスタンドを設置した。(図2)設置する位置は冬至(32°)・夏至(78°)の南中高度の高さに合わせる。

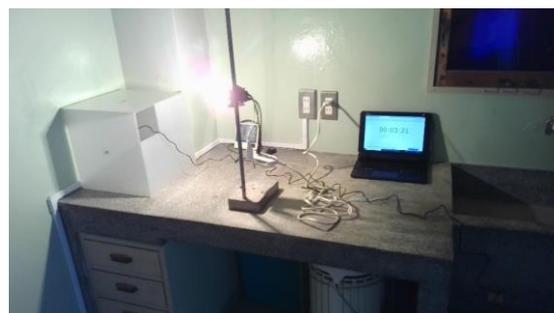


図2 温度変化測定の様子

測定時間としては、5分ごとの模型内の温度を測定し、計20分間模型に光を当て続ける。これによって、測定開始時と20分後の温度差を算出した。これを9パターン(窓の位置)×2(冬至・夏至)×2回測定の計36回、実験を行った。

3.2 研究結果(温度変化)

測定結果を表1に示す。

表1 20分後の温度差

パターン	冬至①	冬至②	夏至①	夏至②
1	2.5	1.7	2.1	1.1
2	2.0	1.1	1.9	1.0
3	1.3	2.5	2.2	2.2
4	1.4	2.3	1.1	0
5	2.9	1.3	2.3	0.5
6	1.8	1.7	1.8	1.3
7	1.5	2.4	2.6	1.3
8	2.0	2.0	1.9	1.6
9	3.0	1.8	2.0	2.1

なお、気温が低い冬は温度差が大きい場合を快適、気温が高い夏は温度差が小さい場合を快適と定義する。

4.1 実験2(照度)

前述の温度変化の測定で使用した模型を黒画用紙で覆い、模型の中に照度計を設置して、前述と同様に照射実験を行った。(図3・4)

本実験に関しては、9パターン(窓の位置)×2(冬至・夏至)の計18回、実験を行った。

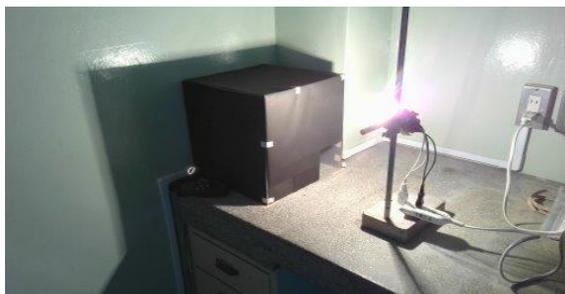


図 3 照度実験の様子



図 4 照度計の設置

4.2 研究結果(照度)

測定結果を表 2 に示す。

表 2 照度実験

パターン	冬至	夏至
1	20.8	5.4
2	27.3	1.0
3	23.1	7.6
4	20.5	4.2
5	32.6	5.0
6	27.1	6.2
7	3.7	1.6
8	6.3	2.5

なお、冬至・夏至ともに明るい場合を快適と定義する。

5.1 実験1・実験2により

表1・2に関して、各定義にしたがって順位づけを行った。その結果を表 3 に示す。

表 3 実験1・実験2の結果による快適度順位

パターン	冬至①	冬至②	夏至①	夏至②	冬の照度	夏の照度	合計順位	快適度順位
1	3	6	6	4	5	5	29	4
2	4	9	3	3	2	1	23	1
3	9	1	7	9	4	2	34	6
4	8	3	1	1	6	6	25	3
5	2	8	8	2	1	4	25	3
6	6	6	2	5	2	3	24	2
7	7	2	9	5	9	9	41	8
8	4	4	3	7	7	7	32	5
9	1	5	5	8	8	8	35	7

表 3 における快適度順位とは、「合計順位」の値が小さいほうがより快適とした場合の順位である。

以上の結果から、パターン 2 (上部中央) の窓の位置が温度変化・照度の 2 観点で総合的にみて、最も快適であると考えられる。

ただし、この結果を通して、温度変化実験の際の「左右の温度差」に注目した。中心からの距離が同じであれば、白熱電球によって得られる熱量も左右で同じであると考えられるが、この実験では差が生じていた。温度変化の実験は、模型の右の側面を壁に寄せるような形で行っていたため、私たちは「左右の温度差」の原因が壁からの距離にあると考えた。

5.2 実験3 (温度変化)

壁から模型までの距離を等間隔にして温度変化を同様に 20 分間測定した。ただし、冬至の南中高度でパターン 4(中部左)とパターン 6(中部右)のみ測定を行った。

5.3 研究結果 (温度変化)

表 4

	パターン 4	パターン 6
温度変化	1.5	1.3

等間隔にした実験の方が左右の温度差は小さかった。

以上の結果から、等間隔にした実験の方がより正確な実験結果が得られると考えられる。

6. 今後の展望

壁から模型までの距離を等間隔にした温度変化測定を引き続き実施する。また、サーモグラフィーを利用し模型内の対流を調べる実験を行いたい。

7. おわりに

研究の結果でパターン 2 (上部中央) が最適であることから高窓としての活用法は、キッチンの高い位置に窓を設置ことで、窓の下壁が広く使える。また、浴室、脱衣所、トイレなどを高窓にすると外からの視線を気にする必要がなくなる。どちらにしてもこの窓の位置は温度変化が最適でさらに光を家の中に取り入れることができるため、活用法は広くあると考えられる。

加えて、今回の研究では模型と壁の距離を等間隔にした場合の全てのデータを得ることはできなかったが、今回の実験状況のように、実際の建物でも右側のみ障害物 (隣接された家、山の崖など) が存在する場合には、今回の実験結果を活用できると考えた。

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導いただいた指導教員の末吉龍弥先生に心より感謝申し上げます。

参考文献

源城 かほり ; 温暖地である長崎県内の住宅地における快適温度と適応モデルに関する研究