

ガラスの反射光による融雪

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 一戸大輝

1年 木村勇登

1年 佐藤優大

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

准教授 石山 智

1. 動機・目的

雪国である秋田県では屋根の雪下ろしをするときに事故が多発している。その中でも高齢者の方々が被害にあっているケースが少なくない。そこで何とか楽に雪を溶かす方法がないかと考えガラスに注目し、いくつかの種類のガラスで溶け具合を比較・考察する。

2. 実験

2-1. 実験準備

1) 実験材料

実験材料は雪、各種ガラス、木材であり、図1に使用したガラスの写真、表1にガラスの性能を示す。

図1より、左から、フロートガラス、Low-e ガラス、熱線反射ガラス、鏡となっている。加えて、表2の透過率とは、太陽の熱線を透かす割合であり、その割合が低ければ太陽の熱線を反射しにくく、割合が高ければ太陽の熱線を反射しやすく

表1 各種ガラスの性能と特徴

種類	透過率	特徴
フロートガラス	100%	一般的なガラス
Low-e ガラス	20%	表面を金属などでコーティングしたガラス
熱線反射ガラス	8%	鏡に近いガラス
鏡	0%	一般的な鏡



図1

2-2. 実験手順

1) ガラスの設置台, 箱の作製

設置台は高さ 850mm 幅 460mmとし, 完成した台を図 2 に示す.

台上部に縦 300mm幅 400mmのガラスをはめ込む. これにより, ガラスに太陽光を反射させ融雪を促す.

また, 雪の高さを計測するために箱を制作し, 箱の中に雪を設置した. 完成した箱を図 3 に示す.

箱の側面の高さは 300mmとし, 屋根の角度は 45° とした. 理由としては, 予定していた実験日の南中高度が 43° で, 反射光を効率よく箱の中に取り込めるのではないかと考えたからである.



図 2



図 3

2) 太陽高度及び太陽方位角の算出

観測日は 3 月 14 日, 観測地点は北緯 $\phi : 39.39371^\circ$, 東経 $\lambda : 140.13001^\circ$ とした.
理科年表より, 視赤緯 $\delta : -2.63944^\circ$, 視赤経 $\alpha : 23\text{h}35\text{m}34.8\text{s}$, 均時差 $e : -9.33\text{m}$ とした.

① 真太陽時 $t = \text{観測時} + (\lambda - 135^\circ) \times 4 + e$

② 時角 $\dot{t} = (\text{真太陽時} - 12) \times 15^\circ$

③ $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \dot{t}$

④ $\sin A = \frac{\cos \delta \sin \dot{t}}{\cos h}$

① 式より, 10 時の真太陽時は, 真太陽時 $t = 10 \text{ 時} + (\lambda - 135^\circ) \times 4 + e$
 $= 10.20$

② 式より, 10 時の時角は, 時角 $\dot{t} = (10.2052004 - 12) \times 15^\circ$
 $= -26.92$

③ 式より, 10 時の太陽高度は, $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \dot{t}$
 $= 41.22$

④ 式より, 10 時の太陽方位角は, $\sin A = \frac{\cos \delta \sin \dot{t}}{\cos h}$

$$A = -26.87$$

同様にして, 11 時から 13 時までの値を求めたものを表 2 に示す.

1 時間ごとに設置台と箱を太陽方位角に合わせるため調節した.

表 2 時間毎の真太陽時，時角，太陽高度，太陽方位角の変化

	真太陽時	時角	太陽高度	太陽方位角
10 時	10 : 20	-26.92	41.22	-26.87
11 時	11 : 20	-11.92	46.55	-11.88
12 時	12 : 20	3.078	47.81	3.038
13 時	13 : 20	18.07	44.74	17.99

3. 実験結果

実験開始当初は，設置後一週間の融雪の過程を計測することとしていたが，予想以上に融雪が進んでしまい実験継続が困難になったため，急きょ予定を変更し，一日のうちで時間毎にどの程度融雪が進むかを計測した．雪の高さの推移を表 3 に，1 時間毎の融雪量を表 4 に示す．また，それぞれの表のグラフを図 4，図 5 に示す．

今回の実験では，直射日光が雪に当たることを考えていなかったために，その部分の実験結果は参考にしないものとする．また，太陽光の反射による雪の溶け具合を観測するため風と気温の影響は考えないものとする．フロートガラスの反射光が当たっている部分の融雪が他の箇所より進んだのは，自然光による影響があったと考える．

平成 30 年 3 月 16 日 金曜日

表 2 ガラス別の雪の高さの推移

	9 時 50 分 3℃ 雪	11 時 20 分 3℃ 曇り	12 時 30 分 4℃ 曇り	13 時 30 分 3℃ 曇り
フロートガラス	255mm	250mm	235mm	230mm
Low-e ガラス	245mm	240mm	240mm	240mm
ガラスなし A	235mm	230mm	220mm	210mm
熱線反射ガラス	240mm	235mm	240mm	225mm
鏡	260mm	250mm	245mm	240mm
ガラスなし B	255mm	250mm	245mm	240mm

表 3 ガラス別の一時間ごとの融雪

	9 時 50 分 3℃ 雪	11 時 20 分 3℃ 曇り	12 時 30 分 4℃ 曇り	13 時 30 分 3℃ 曇り
フロートガラス	0mm	5mm	15mm	5mm
Low-e ガラス	0mm	5mm	0mm	0mm
ガラスなし A	0mm	5mm	10mm	10mm
熱線反射ガラス	0mm	5mm	-5mm	15mm
鏡	0mm	10mm	5mm	5mm
ガラスなし B	0mm	5mm	5mm	5mm

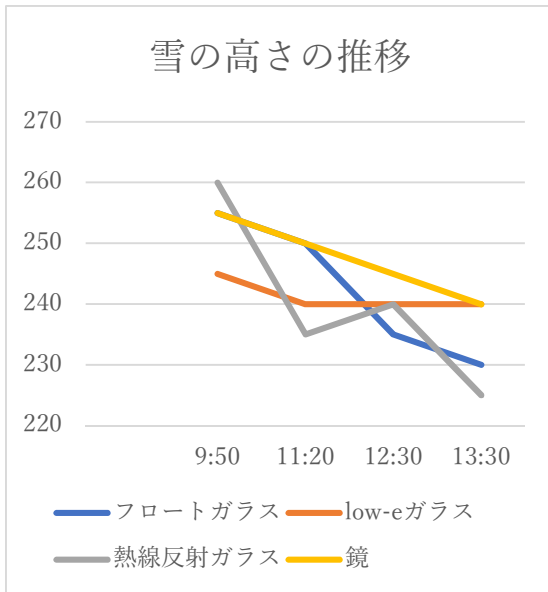


図 1

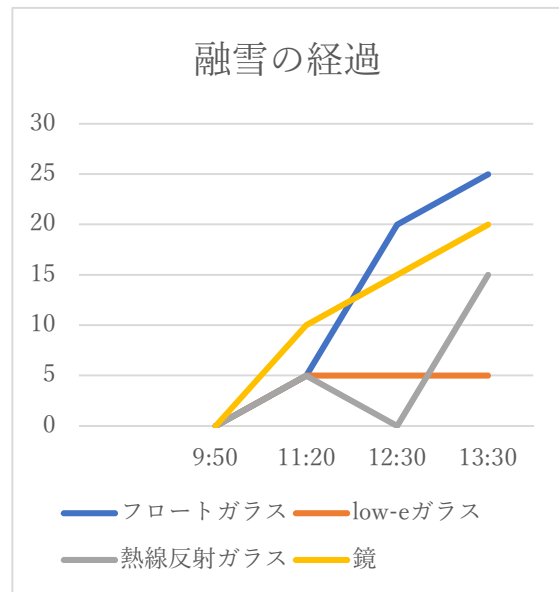


図 2

4. 考察と比較

Low-e ガラスは 5mm しか変化しておらず，太陽光を透過させてしまったと考えられる．また，熱線反射ガラスの変化は 15mm, 鏡の変化は, 20mm であった．

図 5 より, 12 時 30 分に計測ミスがあったが, 13 時 30 分の結果を見ると透過率が低い順に縦に並んだ．

自分たちは, 鏡は最も雪を溶かすのではないかと予想していたが, 熱線反射ガラスとの変化で大きな差は見られなかった．

5. 結論

今回の実験では天候の影響もあり, 精密なデータを得ることが出来なかったと思われる．今後の課題として天候やその他の条件も考え, 実験の回数を増やし, より精密なデータを得ることが必要である．

雪は建物の影にあると簡単には溶けないため, ガラスを使い影になる部分に太陽の光を反射させ, 人の力を使わず効率よく溶かすよう建築に応用していきたい．

6. 参考文献

理科年表 第 91 冊 (平成 30 年度)

秋田県立大学 学生自主研究報告集 (平成 27 年度)