

板ガラスと安全複層ガラスにおける需要予測モデルの提案

Proposal for the Demand Forecasting Models of a Flat Glass and Safety Laminated Glass

2041059 志賀 晃大

Koudai SHIGA

指導教員 秋葉 知昭

In recent years, we have entered an era where various systems and devices have emerged through new technologies, and there is significant anticipation for advancements in glass technology to support these innovations. Against this backdrop, the government has declared its commitment to achieving "2050 Carbon Neutrality," aiming to eliminate overall greenhouse gas emissions by 2050. Regulations are also being considered for construction materials such as glass. In this context, it is essential to understand the historical and future demands for glass, which has expanded in tandem with technological developments. Conducting a multiple regression analysis reveals that the contribution rate of flat glass is 69%, and that of safety and laminated glass is 92%. A model equation can be derived from these contributions. Utilizing the predictive equation derived from the model, we can calculate forecasted values for the dependent variable and compare them with actual measurements. Finally, through Monte Carlo simulation, we investigated the impact of changes in explanatory variables on demand. The results indicate a tendency for increased demand in cases where GDP and the number of low-rise buildings were varied for flat glass, and where production volume and acceptance quantity were altered for safety and laminated glass.

1. 緒言

近年は、新しい技術によるシステム、デバイスが様々な形で萌芽した時代であり、それを支えるガラス技術への期待も大きい中で、政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする“2050年カーボンニュートラル”の実現を目指すことを宣言し、ガラスなどの建材にも規制がかかると見られる。その背景の中で、技術とともに成長してきたガラスがどのような需要があったのか、これからこういった需要が出てくるのかを予測する[1]。

本研究では、2013年から2019年の板ガラス、安全・複層ガラスの出荷量の分析を行い、その結果から予測モデルを提案、2013年から2019年の板ガラス、安全・複層ガラスの出荷量予測を行い、実際の結果と比較する。また、多数の評価法を用いて板ガラス、安全・複層ガラスの予測モデルを評価、比較する。

2. データの収集と分析

2.1 データの対象と説明変数の説明[2]

本研究ではe-Stat内の資料や気象庁の2013年から2019年の掲載データから板ガラスと安全・複層ガラスのガラスの出荷量(換算箱)を目的変数として、説明変数候補としてe-Stat内の資料や気象庁の2013年から2019年の掲載データから以下を採取した。

都市生活率、珪砂消費量、全天日射量、気温、GDP、人口増加率、低層建造物数、高層建造物数、事業所数、従業者数、各ガラスの受入数量、在庫量、生産量

2.2 重回帰分析

本研究では、上記で採取した各変数のデータを、それぞれ「板ガラスの出荷量」と「安全・複層ガラスのガラスの出荷量」を目的変数として重回帰分析を行う。

2.3 分析結果

表1 重回帰分析で選択された説明変数と寄与率結果

分析対象	選択した説明変数	寄与率
板ガラス	都市生活率、珪砂消費量、全天日射量、GDP、人口増加率、低層建造物数、板ガラス受入数量	69.0%
安全・複層ガラス	全天日射量、人口増加率、低層建造物数、安全・複層ガラス生産量、受入数量、在庫量、従業者数	91.6%

重回帰分析の結果、板ガラス、安全・複層ガラス共に説明変数として選択されたのが「全天日射量」、「人口増加率」、「低層建造物数」の3つだった。板ガラスの場合、「低層建造物数」と「全天日射量」の目的変数への影響が大きく、寄与率は約70%になった。安全・複層ガラスの場合、「生産量」と「在庫量」の目的変数への影響が大きく、寄与率は約92%と板ガラスと比較してかなり高い値になった。

3. 需要予測モデル

2章の重回帰分析の結果をもとに板ガラスと安全・複層ガラスの需要予測モデルの作成を行った。以下から表を用いて説明する。

3.1 予測モデルの定式化

表2 各記号の説明

i: 予測するガラス	j: 予測する年	z: 予測する月
1 板ガラス	2013年	1月
2 安全・複層ガラス	2014年	2月
3	2015年	3月
4	2016年	4月
5	2017年	5月
6	2018年	6月
7	2019年	7月
8		8月
9		9月
10		10月
11		11月
12		12月

表3 各ガラスの偏回帰係数

偏回帰係数(～の)	板ガラス(i = 1)	安全・複層ガラス(i = 2)
a(i) 定数項	104699.872	6075141.821
b(i) 都市生活率	3.472	0
c(i) 珪砂消費量	1.773	0
d(i) 全日射量	-15361.775	-12195.586
e(i) GDP	12.614	0
f(i) 人口増加率	74709.346	74201
g(i) 低層建造物数	21.351	-19.585
h(i) 受入数量	0.608	1.092
k(i) 生産量	0	0.758
l(i) 在庫量	0	-0.521
m(i) 従業者数	0	-184.431

以上から、一般式が次式で表される。

$$S(i, j, z) = a(i) + b(i) \times n(i, j, z) + c(i) \times o(i, j, z) + d(i) \times p(i, j, z) + f(i) \times r(i, j, z) + g(i) \times t(i, j, z) + h(i) \times u(i, j, z) + k(i) \times v(i, j, z) + l(i) \times w(i, j, z) + m(i) \times x(i, j, z) \quad (1)$$

3.2 予測モデルの評価

式(1)から評価する手法としては以下を用いた。

・MAD(平均絶対偏差)
相対誤差の絶対値の平均で、値が0に近ければ近いほどその予測モデルの精度が高いモデルと言える。

・RMSE

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

で求めることができる二乗平均平方根誤差

結果を以下の表に示す。

表4 予測モデルの評価

7年間の平均値	板ガラス	安全・複層ガラス
MAD値	0.0364	0.0175
RMSE平均値	25761	32264
実測値の平均値	2009250	5050661
予測値の平均値	2009146	5053207

モデル式から算出した予測式を使って目的変数の予測値を算出し、実測値と比較をした。予測値の平均値と実測値の平均値は2つのガラスで近い値を示した。板ガラスの場合、MAD平均値が0.0364、

誤差の平均値が25761。安全・複層ガラスの場合、MAD平均値が0.0175、誤差の平均値が32264となり良い予測式だと判断できる。

3.3 モンテカルロシミュレーション評価

モンテカルロシミュレーションは、ある不確実な事象について起こりうる結果を推定するために使用される数学的技法のこと。本研究では、Pythonでプログラムを実装、一般式の変数 $n(i, j, z)$ や $o(i, j, z)$ の箇所にその正規乱数の中央値を等倍で1000回試行する方法、各ガラスの重回帰分析で用いた説明変数の中から2つの説明変数を選択して正規乱数の中央値を1.2倍して1000回試行する方法を行った。それにより、選択した2つの説明変数の数値が変化した場合の需要量の変化を見れると考えた。

結果としては板ガラスの場合、GDP、低層建造物数の値を変化させた時に需要増加の傾向が若干見られた。1000回試行した平均値2016142は、実測値の平均値2009250に極めて近く試行の精度が伺えるものになった。安全・複層ガラスの場合、生産量の値を変化させた時に需要増加の傾向が顕著に見られた。1000回試行した平均値5060046は、実測値の平均値5050661に近く、こちらも試行精度は悪くない結果になった。

4. 結 言

本研究では、板ガラスおよび安全・複層ガラスと2つのガラスごとに出荷量を目的変数として重回帰分析と需要予測モデルの作成、そこからモンテカルロシミュレーションを行った。本研究では、予測式の評価をするだけでなく、実際に説明変数に用いた値が変化したときに、需要量がどういった変化をするのかを予測精度と合わせて確認しようとチャレンジできたのが良かった。しかし、安全・複層ガラスに比べ、板ガラスの寄与率が上がりきらず、モンテカルロシミュレーションの際にもあまり動きが見れなかったため、より良い説明変数の選択や2つのガラスの比較という点を掘り下げられなかったのが今後の課題である。

文 献

- [1] 経済産業省：サッシ及びガラスに関するとりまとめ、pp.1-6(2021)
- [2] e-Stat 政府統計の総合窓口：経済産業省生産動態統計年報、建築着工統計調査、工業統計調査、住民基本台帳人口移動報告 <https://www.e-stat.go.jp/> (2024年1月23日現在)