

アイトラッキングを用いた住宅エネルギーラベルへの反応実験

藤澤美恵子^a 船木由喜彦^b 竹村和久^c

要約

本研究は、日本の不動産広告で間もなく表示が義務付けられるエネルギーラベルに焦点を当て、ラベルの効果的なグラフィクス要素を特定することを目的として、アイトラッキング実験を実施した。アイトラッキング装置で反応時間と関心領域の視線の往復回数データを収集しただけでなく、実験後に実施したアンケート調査のデータを追加することにより、個々の効果を制御するパネルデータ分析をおこなった。検定により採択された変量効果モデル分析の結果、実験被験者が読みやすいと感じたラベルは、反応時間が短く、直感的に理解されていることが確認された。往復回数についても、分析結果の傾向は類似していた。2つのラベルデザインのうち、タコメータ型の方が広告に適していることもわかった。エネルギーラベルは消費者が複雑な住宅のエネルギー基準を単純化し、理解するのに役立つため、本研究はラベル付けを開始することの有効性を検証することができた。

JEL 分類番号： C91, Q50, R39

キーワード： エネルギーラベル, アイトラッキング, 不動産広告, 省エネ住宅

^a 金沢大学人間社会研究域 fujisawa@staff.kanazawa-u.ac.jp

^b 早稲田大学政治経済学術院 funaki@waseda.jp

^c 早稲田大学文学学術院 kazupsy@waseda.jp

1. はじめに

家庭部門の二酸化炭素（CO₂）排出量の削減を目指し、その排出の多くを占める住宅を高性能住宅断熱（省エネ住宅）に移行する必要がある。しかしながら、^(株)住宅性能評価センター（<https://www.seinouhyouka.co.jp/>）の資料でも、省エネ住宅の普及率は低いことが推計されている。これを打破する策として「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）」で住宅取引の際に不動産広告等にエネルギーラベルの表示義務化への移行を定めている。エネルギーラベルとは、取引対象の住宅のエネルギー消費量を簡潔に表示するものである。海外研究ではこのラベルの表示により消費者の省エネ住宅選択行動を促すことが立証されており（e.g. Bucchianeri and Minson, 2013）、省エネ住宅普及の有益なツールとして期待されている。

エネルギーラベルの研究は、主に①ラベルの色や形によるグラフィック的要素と②消費者の認識と環境にやさしい商品の選択行動の関係性の分析により進められている。本研究では、グラフィック的要素に焦点を当て、消費者が見やすく理解しやすいエネルギーラベルについて検証する。本研究の仮説は、理解しやすいラベルは反応時間が短い（仮説 1）、優れた視覚化ラベルでは、比較ラベル間の往復回数が少ない（仮説 2）である。

グラフィック的要素の研究の中で、Waechter et al. (2015) および Brazil and Caulfield (2017) は、アイトラッキングを使用して、エネルギーラベルのフレーミング効果と有効なデザイン要素を検証している。特に、前者の研究はスイスで 117 のサンプルサイズで実施され、エネルギーラベルがエネルギー効率のトリガーとして機能できることを確認し、被験者の環境配慮に対する意識が高まることを検証している。さらに、属性に対する個人的な好みも、エネルギー関連の情報と同様に重要であることを示唆している。

本研究は、アイトラッキング実験のデータと実験後に実施したアンケート調査のデータの両方を用いて被験者の個々の効果を制御できるパネルデータ分析をおこなった。これにより、厳密なラベルデザインの効果を測定することが可能になり、クロスセクション分析に留まる先行研究（e.g. Stadelmann and Schubert, 2018）を発展させ、理解を促進するグラフィック的要素を明らかにし、見やすいラベルのタイプを明確にすることが可能となる。

2. 実験・分析手法

2.1. 被験者

本実験は、2020 年 10 月 19 日から 21 日までの 3 日間、金沢大学で実施した。実施前に大学ポータルサイトのメールで被験者募集し、被験者は 35 人の大学生（15 人の女性と 20 人の男性）であり、彼らの平均年齢は 19.57 歳であった（SD : 1.20）。

被験者は、匿名で視線行動が記録される点、理由を提供せずにいつでも研究終了を申し出ることが可能である点等を説明する同意書を読んで署名した。その後、アイトラッキングの構造と参加報酬は固定で1,000円であることについて説明を受けた。

2.2. アイトラッキング装置

Gazepoint製のGP3アイトラッカーを使用した。これは、60 Hzのサンプリングレート、1920×1080の解像度、5ポイントのキャリブレーション（4ポイントはコーナーと1つのセンターポイント）などの機能を備えている。このアイトラッキング装置は、実験中に被験者が操作したPCモニターの前に設置し、反応時間と2つの関心領域（AOI）間の往復回数を収集した。反応時間は、スライドを開いてからキーボードボタンをクリックするまでのプロセス時間である。AOIは、図1に示すように設計されており、往復の数は視線がAOI間を移動した回数を意味する。

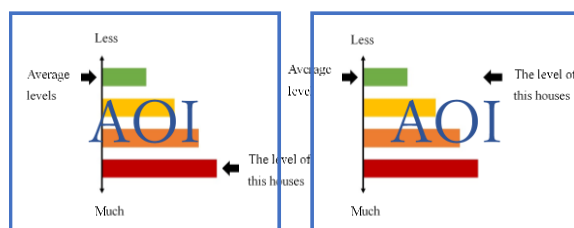


図1 AOIの設計（ABC型）

ソフトウェアとしてOGAMAバージョン5.0を使用し、被験者が48タスクで作業した各スライドの結果を収集した。収集データは、1,680サンプル（35人の被験者×48スライド）から、欠測値を除いて1,645サンプルであった。

2.3. 実験設計

実験は、2タイプ（ABC型・タコメータ型）のラベルデザインを採用し被験者は両方のタイプに回答した。また、被験者は2つのグループ（グループ1では16人の被験者がABC型で開始、グループ2では19人の被験者がタコメータ型で開始）に分けられた。被験者に両タイプを実験するwith-in方式を採用することで同じ被験者での2タイプ比較が可能となり、グループ間を比較するbetween方式により順序効果を排除することが可能となるが、学習効果は制御できないためパネル分析で問題を解決する。

被験者は同意書に署名した後、アイトラッキング装置の前に着席し、視線を確認した後実験をおこない、その後PCアンケートの質問項目に回答した。質問は、性別、年齢、読みやすいラベル、好みのラベル、環境保護行動の有無、環境知識の確認等の11項目である。なお、環境保護行動と環境知識の質問は、各5つのサブ質問で構成されていた。

2.4. 分析モデル

本研究では、仮説1と2を検証するために、従属変数に反応時間とAIO間の往復回数をそれぞれ使用し、2つのモデルで分析した。モデル1（従属変数：反応時間）とモデル2（同：往復回数）共に、すべてのデータをプールした最小二乗法（OLS）で回帰分析をおこない、次にパネルデータ分析をおこなった。

OLS の一括回帰分析モデルは、以下のとおりである。

$$Y_i = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon, \quad (1)$$

ここで、 Y は従属変数を表し、 α は定数項を表し、 β は回帰係数、 X は独立変数、 i は独立変数の数 ($i = 1, \dots, n$)、 ε は誤差項である。具体的な独立変数の記述統計量は、表1のとおりである。

次に、個々の効果に焦点を当てたパネル分析を実施し、誤差項 ε を含む、観察されていない個々の影響を統制した。個別効果 (A_i) のモデル式は次のとおりである。

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_{it} X_{it} + A_i + \varepsilon, \quad (2)$$

ここで、 Y , α , β , X , ε は式(1)と同様で、 t はこの実験のタスク番号(1から48)である。

表1 記述統計量

	平均値	標準偏差	最小値	最大値
反応時間	3,342.675	2,202.319	444	17,758
往復回数	2.470	1.737	0	11
左側基準ダミー	0.500	0.500	0	1
ABC型ダミー	0.499	0.500	0	1
基準差	1.662	0.743	1	3
グループ1ダミー	0.457	0.498	0	1
正解ダミー	0.939	0.239	0	1
見やすいラベルダミー	0.426	0.495	0	1
好みのラベルダミー	0.483	0.500	0	1
見やすい・ABC型ダミー	0.501	0.500	0	1
好み・ABC型ダミー	0.502	0.500	0	1
ジェンダーダミー	0.571	0.495	0	1
年齢	19.571	1.202	18	22
環境配慮ポイント	4.257	1.645	2	8
環境知識ポイント	2.400	0.545	1	3
経験ダミー	0.743	0.437	0	1

3. 分析結果

3.1. モデル1の分析結果

モデル1の分析結果は、表2の通りである。多重共線性を確認するためのすべての分散拡大係数(VIF)は、全ての独立変数で10未満である(平均VIF:1.50)。F検定とハウスマン検定等の結果、変量効果モデルが採用された。

被験者の反応時間を短くする影響変数は、左側基準ダミー、基準差、正解ダミー、および見やすいABC型ダミーである。特に、見やすいABC型ダミーは統計的に1%有意であり、大きな影響を及ぼしていることがわかった。ただし、ABC型ダミーの変数は、被験者間の反応時間が長くなった。

3.2. モデル2の分析結果

モデル2の分析結果は、表3の通りである。VIFは、全ての独立変数で10未満である(平均VIF:1.51)。F検定とハウスマン検定等の結果、変量効果モデルが採用された。

往復回数を抑える影響変数は、左側基準ダミー、基準差、正解ダミー、および見やすいABC型ダミーである。一方、ABC型ダミーとグループ1ダミーの変数は、被験者間の往復回数を増加させる。これらは、ABC型ラベルが被験者にとって友好的ではなく、ABC

の階段のデザインに悩まされていたことを示唆している。

表2 モデル1 分析結果

	OLS		固定効果モデル		変量効果モデル	
	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.
左側基準ダミー	-181.137 *	104.166	-186.295 *	95.3107	-185.886 *	95.345
ABC型ダミー	203.482 *	119.392	254.455 **	110.026	250.262 **	109.996
基準差	-126.726 *	70.136	-119.519 *	64.190	-120.098 *	64.212
グループ1ダミー	-172.912	117.354	(omitted)		-161.494	376.224
正解ダミー	-1357.741 ***	230.370	-1344.078 ***	232.010	-1345.696 ***	230.172
見やすいラベルダミー	-507.071 ***	150.542	(omitted)		-580.112 ***	147.303
好みのラベルダミー	-75.345	134.739	(omitted)		-117.018	128.200
見やすい・ABC型ダミー	361.139 **	156.963	-587.111 ***	148.170	372.402	497.247
好み・ABC型ダミー	-1114.293 ***	160.485	-120.273	128.622	-1106.309 **	521.419
ジェンダーダミー	-366.231 ***	137.330	(omitted)		-365.293	445.216
年齢	54.967	51.730	(omitted)		55.133	168.364
環境配慮ポイント	80.254 **	38.136	(omitted)		81.194	123.388
環境知識ポイント	280.744 **	123.062	(omitted)		280.770	397.249
経験ダミー	366.445 ***	130.804	(omitted)		367.925	424.053
定数項	3489.762 ***	1080.443	5078.100 ***	249.505	3470.914	3384.410
サンプルサイズ	1,645		1,645		1,645	
Adj R-squared	0.080		0.052		0.052	

表3 モデル2 分析結果

	OLS		固定効果モデル		変量効果モデル	
	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.
左側基準ダミー	-0.240 ***	0.085	-0.235 ***	0.0771	-0.235 ***	0.077
ABC型ダミー	0.341 ***	0.096	0.340 ***	0.0874	0.341 ***	0.087
基準差	-0.220 ***	0.057	-0.220 ***	0.0521	-0.220 ***	0.052
グループ1ダミー	0.693 ***	0.099	(omitted)		0.730 *	0.385
正解ダミー	-0.878 ***	0.184	-0.796 ***	0.184	-0.804 ***	0.182
見やすいラベルダミー	0.194	0.126	(omitted)		0.146	0.488
好みのラベルダミー	-0.388 ***	0.130	(omitted)		-0.351	0.517
見やすい・ABC型ダミー	-0.513 ***	0.120	-0.511 ***	0.117	-0.511 ***	0.117
好み・ABC型ダミー	0.015	0.108	-0.033	0.102	-0.031	0.102
ジェンダーダミー	-0.151	0.115	(omitted)		-0.162	0.448
年齢	-0.010	0.042	(omitted)		0.013	0.165
環境配慮ポイント	-0.008	0.030	(omitted)		-0.007	0.120
環境知識ポイント	0.120	0.100	(omitted)		0.157	0.393
経験ダミー	0.009	0.113	(omitted)		-0.058	0.441
定数項	3.643 ***	0.862	3.760 ***	0.198	3.087	3.291
サンプルサイズ	1,548		1,548		1,548	
Adj R-squared	0.078		0.055		0.055	

***は1%有意, **は5%有意, *は10%有意を表す。

3.3. ディスカッション

実験結果から、判断の基準となる情報は、左側にある場合に反応時間が短く往復回数も少なかったことから、左側の位置に置くことが良いことがわかった。また、基準差が大き

いと判断が早いことも明らかになった。視覚化の効果は、正解の場合反応時間や往復回수에負の影響があることから、ラベルによる情報の直観的判断の可能性も示された。

ABC型は反応時間やAOIの往復回数が増えることから、わかりにくさが反映されていると推察され、ABC型ラベルを直感的に読み取ったり判断したりするのが難しいことを意味し、タコメータ型の広告使用の優位性が検証されている。さらに、ラベルの読み取りに、男女の差や年齢、環境への関心や知識は関係ない事がわかった。

4. まとめ

本研究は、日本の不動産広告に表示することが間もなく義務付けられるエネルギーラベルのグラフィック要素と可視性に焦点を当てた。アイトラッキング実験とアンケート調査のデータによるパネルデータ分析の結果、エネルギーラベルの役割を考慮し、以下の2点を政策提案ができる。

第一に、タコメータ型は、住宅の広告の一部として採用および表示されるのに望ましいことが示唆された。ラベルを広告に採用すれば、消費者がエネルギーラベルを見て省エネ基準を直観的に理解し、省エネ住宅を選択する道筋を提示することができると思われる。

第二に、ラベルを表示する場合は、表示を工夫する必要がある。具体的には、ラベルの左側に参考情報を記載することが重要であり、特に該当住宅の省エネレベルが劣っている場合は省エネ基準との差を強調するデザインにすることが効果的であることがわかった。

これらの提案は、学生だけの被験者でなく消費者を対象に、実際の広告に表示されているエネルギーラベルで実験をおこない検証する必要がある。これらは今後の課題である。

引用文献

- Brazil, W., and Caulfield, B. (2017) What makes an effective energy efficiency label? Assessing the performance of energy labels through eye-tracking experiments in Ireland. *Energy Research & Social Science*, 29, 46-52.
- Bucchianeri, G.W., and Minson, J.A. (2013) A homeowner's dilemma: Anchoring in residential real estate transactions. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 89, 79-92.
- Stadelmann, M., and Schubert, R. (2018). How do different designs of energy labels influence purchases of household appliances? A field study in Switzerland, *Ecological Economics*, 144, 112-123.
- Wachter, S., Sutterline, B., and Siegrist, M. (2015b) Desired and undesired effects of energy labels—An eye-tracking study. *PLOS ONE*, 10(7), e0134132.