

情報環境場における人々の関心度：
エネルギー・環境問題に関する日本人の関心はどう変化したか^{*)}

大西 輝明 島野 圭二

エネルギー・環境問題にかかる日本人の関心度と、主としてニュースメディアからリリースされる情報量との関連性について検討した。世論調査、新聞記事数、およびインターネット検索数から導出した「地球温暖化」、「省エネルギー」、および「自然」の三項目に関する人々の関心度の経年分布様相をもとに、これらに対する関心度は獲得知識とともに、主として人々によるニュースメディアからの情報の記憶量の関数として表されるとするモデルを提案した。この場合、過去の情報の記憶は時間的にしだいに忘却されるので、忘却効果をもふくんで時間的に重畳した情報環境が人々の関心を誘起する情報環境場となる。こうした時間的な忘却に対してベキ乗型および指数型の二種類の忘却関数を導入してモデルに適用した結果、それらの関数型にはほとんど依存することなく、モデルは世論調査による（「自然」をのぞく）「地球温暖化」、および「省エネルギー」に関する実測の関心度経年変化挙動をよく再現できることがわかった。情報環境場が弱まった場合に起きる人々の興味や関心の失墜についても検討した。

キーワード：情報環境；場；人々の関心；ニュースメディア；忘却；地球温暖化；省エネルギー；自然；日本人；モデル

^{*)} 当報文は以下の英文論文の和訳である。

Teruaki Ohnishi and Keiji Shimano, “Public interest immersed in the field of information environment: How has Japanese interest in energy and environmental problems varied?” in *Reports in Advances of Physical Sciences*, Vol.2, No.1 (2018) 1850005

1. はじめに

現代社会では、重要で注目すべき無数の情報に加えて、個々人には関心の異なる様々な分野の情報が氾濫した状態にある。こうした情報は重畳してわれわれの周囲を取り巻き、不可視な環境、すなわち情報環境を形成している。この情報環境は時間的、空間的に変動するが、「連続的」にわれわれの周囲に浸透し、種々の事項に関する我々の知識や意識の形成に暗黙裏に影響を与える要因となっている。すなわち、このような情報環境は物理的な「場」とも解釈できるのである。

現代社会での「場」とは、様々なメディア（新聞、出版物、TV、ラジオ、SNS、インターネットなど）による日々の報道、人々が所属するコミュニティーや職場成員との会話、学校での教育、周囲の人々の社会運動や活動、中央や地域の行政、宣伝ビラやポスター等々、特定の問題に係るこれらの総体と当該社会の文化や歴史などが複合的に作る「社会の雰囲気」に対応するものとしよう。この場合、人々はいかほどの周辺に広がるこうした場に浸されて生活し、人々の平均的な特性、すなわち場に対する感受性に従って場から（意識変化をもたらす）影響を受け、その結果、社会全体としてのマクロな世論や関心の程度が変動するとするのである。

社会心理学における場 [1, 2] は個々人ごとに異なる主観的で抽象的、かつ内発的なものをさし、周囲の人々との相互作用によってそれは変化して個々人のオピニオンが決まるとする。しかし、当報文で考慮する場は外生的で客観的なものであり、人々の周辺に広がる情報環境場は物理学ではよく知られた電磁場や重力場、素粒子場などの「力の場」に相当する類のものとなる。

メディア報道の影響を考慮する場合、人々の相互作用によって作られる社会場 (social field) [3, 4] 上で、個々人のオピニオンがどのように時間変化するのかを議論するオピニオンダイナミクスモデルが従来から検討されている [5-10]。これらの多くはエージェントを用いたモデル (agent-based model) であり、個々人が持つミクロなオピニオンを議論することに焦点をおいたものとなっている [11-13]。一般に、オピニオンとは物事に対する個々人の主観的な意見や価値観であり、物事に対する興味や関心はこうしたオピニオンとは明らかに異なるものである。既述のミクロなモデルではなく、社会全体としての、平均的、集合的な興味や関心の動向をマクロスコピックに取り扱うモデルもいくつか検討されている [14-18]が、個々のモデルの物理的イメージは必ずしも明確ではない。当報文では、情報環境場が主としてメディア報道に起因して作られるとし、人々は過去のそれを記憶しているので、物事に対する興味や関心は時間的に重畳されたその記憶によって決まるとするマクロなモデルを、エネルギー・環境問題に即して検討する。

次章では日本におけるエネルギー・環境問題に注目し、これに対する人々やメディアの関心度の経年変化状況を世論調査、新聞記事数およびインターネット情報検索数の頻度分布を用いて示す。第3章で、人々の関心の程度は記憶量と密接に関係すること、人々による当該事項の記憶量は「場」によって決まることなどを指摘し、こうしたモデルによって特定の事柄（エネルギー・環境問題）に対する人々の関心度の経年変化を説明できることを示す。第4章で結論を記す。

2 エネルギー・環境問題に対する日本人の関心度の経年変化

2.1 世論調査に基づく人々の関心

我が国では過去に様々な問題への関心に対して多数回、世論調査が実施されてきたが、同一問題に対する経年変化調査は必ずしも多くはない。これらのうち、エネルギー・環境問題への興味や関心の程度を聞く三種類の調査結果の経年変化状況を見てみよう。

図1 (a)は過去の約20年間にわたる、「地球温暖化問題に関心があるか」とする問いに対する回答 (op1: 関心あり、op2: ある程度関心あり、op3: あまり関心はない、op4: 全く関心はない) のうち、op1 (関心あり) を選択した人々の割合を、いくつかの年齢層、性別毎に示したものである [19, 20]。地球温暖化問題に対する若年層の関心は、過去20年間のあいだ、高年齢層のほぼ1/2程度であり続け、また女性のそれは男性に比して常に約10%程度低いものでしかなかった。また一般に、年齢が高くなるほど関心の程度は高くなるが、同一年齢層での関心が必ずしも、時間の経過とともに高まると言うことはない。

図1 (b)は「省エネルギーにどれほど関心があるか」とする問いに関する回答 (op1: 関心あり、op2: ある程度あり、op3: あまりない、op4: まったくない) のうち op1 を選んだ人の割合 [21]、図1 (c)は「『自然』にたいしてどれほど関心があるか」とする質問への同様な選択肢で op1 を選んだ人の割合 [22]をそれぞれ示す。図1 (a)~(c)に見る関心の程度は時間に関して単純な挙動を示すものではなく、これらは時間以外のある種の外生変数もまた、強く関わっていることを示唆している。当報文では、この外生変数の主要な成分が情報環境場であるとしてモデルを構築する。

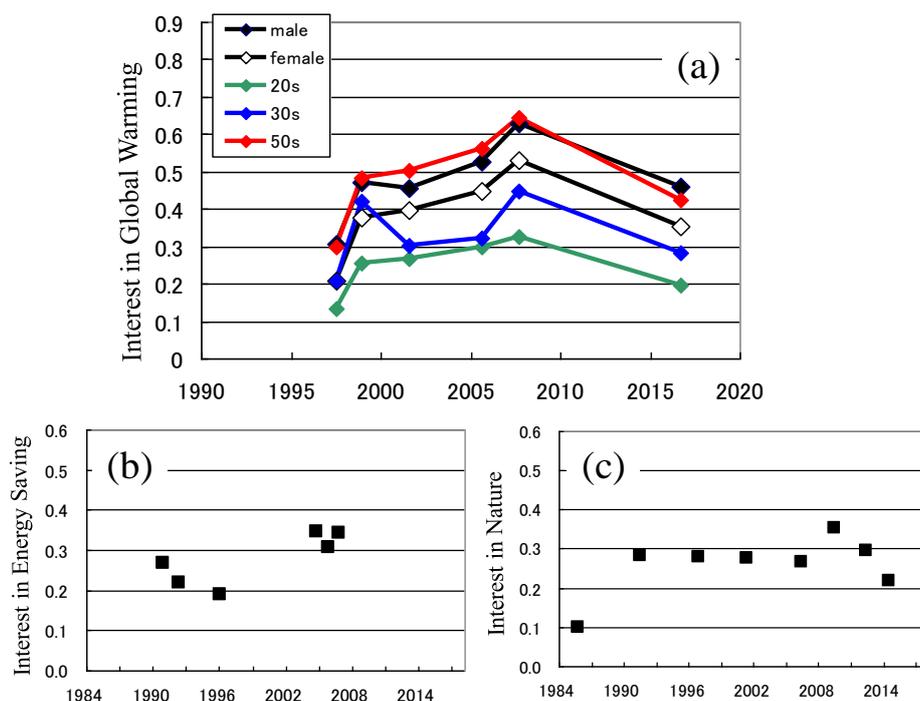


図1：「関心あり」とする日本人の割合の時間変化：(a) 地球温暖化、(b) 省エネルギー、(c) 自然。(a)における実線は実測点を単に結んだもの、(b)および(c)の値は回答者全員の平均値を示す

2.2 メディアの関心：その報道量

人々の興味や関心の程度を左右する「場」は抽象的概念であり、場の強度がいかなる物理量に相当するかは明確ではない。しかし場は、人々の関心や興味に影響を与える様々なメディア報道や教育などの質と量、周囲の人々の活動やコミュニティなどでの人と人との相互作用によって作られる情報環境（雰囲気）に加え、当該社会の歴史や文化などの社会環境が一体化した総和と解釈されるものであろう。すなわちこの場合、われわれの周囲に形成される情報環境は（i）種々のメディアによる広域的な報道や広報、および（ii）地域コミュニティや職場、学校、その他、SNSなどのネットワークによる双方向的な交換情報によって形成される局所的なものからなることになるが、エネルギー・環境問題についても、こうした状況が成り立つものとしよう。これらのうち（ii）は、（i）によって社会に拡散した一次情報をもとに人々が双方向的に情報交換を行う結果、形成される、社会的には地域的、局所的な性格のものであると解釈すれば、（i）の作る環境が社会の広域的な雰囲気形成には本質的に重要な因子となる。従って、ここでは（i）を検討しよう。

当報文ではメディアの代表としていくつかの全国的な新聞に注目する。メディアによる報道や広報の量を定量化するものとして、新聞によって報道される単位時間当たりのエネルギー・環境問題関連記事数を便宜的に採用することにしよう。我が国の場合、エネルギー・環境問題に関してテレビを情報源として選ぶ人々の割合はほぼ88%、新聞や雑誌を情報源とする人々の割合は60%、学校などの教育機関は44%、SNSは27%などであり、これらが主要な情報入手媒体となっている[20]。新聞報道量だけをここでの統計量として採用するのは、テレビやその他による報道量の時間変動を把握するのが困難なためであるにすぎず、こうした新聞統計量の採用でどれほど、実際の人々の関心程度の時間変動を説明できるかを検討することになる。すなわち当報文では、時刻 t で社会に新たにリリースされる情報量 $F(t)$ を以下で与えるものとする。

$$F(t) = F_{(i)}(t) + F_{(ii)}(t) \approx C_1 F_{(i)}(t) \approx C_2 F_{NP}(t) \quad (1)$$

ただし C_1 、 C_2 は定数、添字 (i)、(ii) および NP は上記 (i)、(ii) の媒体からの起源、および新聞起源をあらわす。

新聞報道量は、我が国の全国規模の三主要紙（朝日、毎日、読売の各紙）を選択し（これらで主要全国紙の約80%を占める）、これらの朝夕刊（東京版）で報道されたエネルギー・環境関連の一ヶ月当りの記事数（それらをキーワードとして含む記事の月間数）の平均値をその指標として採用することにする（1/3ヶ月を単位とする記事数分布についても検討したが、基本的な結論は一ヶ月単位の場合と同一である）。図2(a)に、新聞発行部数を重みとして平均した地球環境問題に関する月間報道量の経時変化を示す（そのキーワードは「地球温暖化」U「真夏日」）。地球環境問題の報道量は時間的に激しく変動し、そのピークは1997、2001、2005、2007~9年に出現している。これらは国連気候変動枠組み条約やIPCC会議、およびその関連報道であり、2007年のブロードなピークは中越沖地震発生に起因する原子力発電所停止と、それによる地球温暖化リスク論の浮上などによる。キーワードに「真夏日」を含めたのは、わが国では

近年、夏季の高温化が進行し、これが地球温暖化を人々に連想させるからである。

図 2(b)に(「省エネルギー」U「省エネ」)をキーワードに持つ記事数の経時変化を示す。1972 年以前での当該記事数は極めて少数であり、こうした概念そのものが存在しなかったことをうかがわせる。1972 年以降では 1979~80 年(エネルギー危機)、~1990 年(中東危機による省エネ意識の高揚)、~2000 年(地球温暖化問題の高まり)、~2005 年(夏場の軽装運動)、~2009 年(エコポイント制度開始)、および 2011 年(節電運動の高まり)を中心に、ややブロードな報道量ピークが存在する。図②(c)にエネルギー・環境問題と関連した「自然」に関するキーワード(「自然環境」U「自然保護」U「環境保護」U「生物多様性」U「自然破壊」U「絶滅危惧種」)で検出された記事数分布を示す。「自然」は~1992 年、および 2000~2001 年にブ

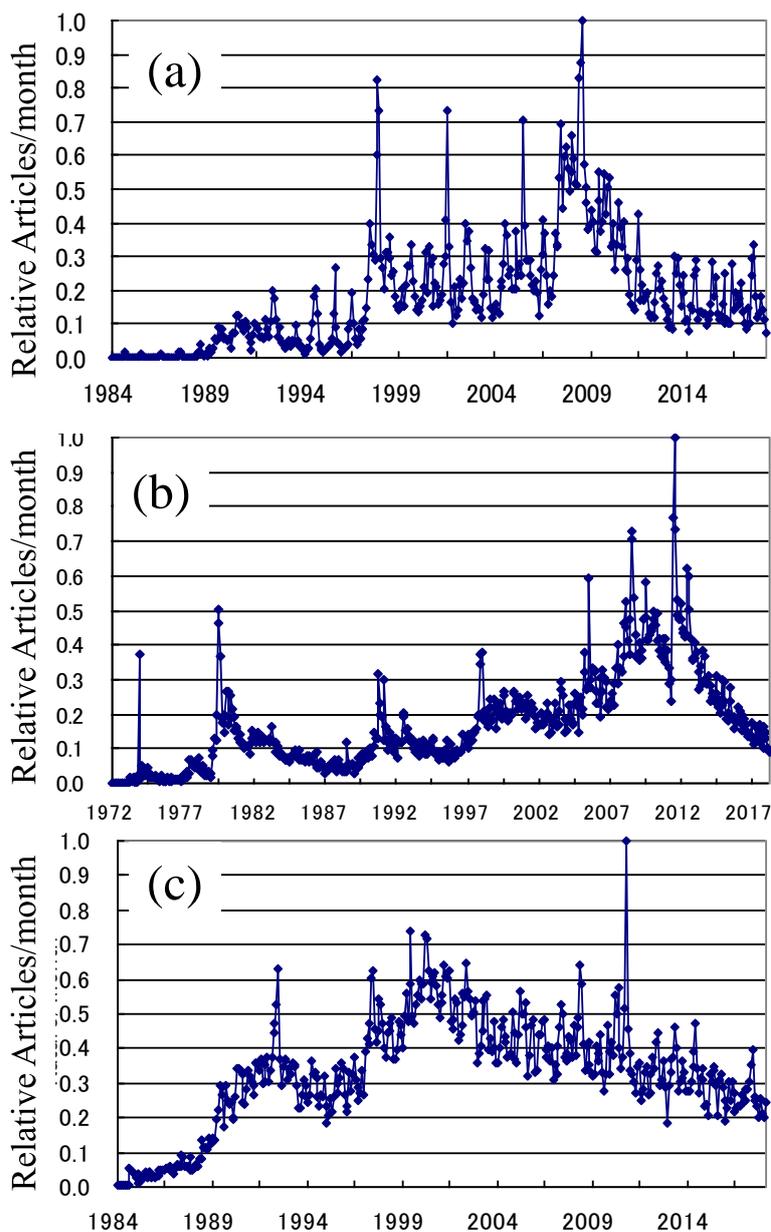


図 2：日本の新聞報道量の経年変化(規格化後の値)。考慮した期間中の報道量最大値を 1.0 に規格化 (a) 地球温暖化(報道量最大値=349.6 記事/月)、(b)省エネルギー(228.3 記事/月)、(c)自然(390.0 記事/月)

ロードな報道量ピークがあるが、2002年以降は時間とともに漸減する傾向にある。このような瞬時的な (instantaneous) なメディア報道量の経年分布が、即、情報環境のそれに対応するものとは必ずしも限らない。

2.3 インターネット検索数分布からみた人々の関心

現在、社会的に広く普及する SNS (ツイッターやブログ、フェイスブックなど) 上での話題は、その時々社会で流行する一過性の事柄であることが多く、多くのフォロワーはこうした流行事項に一時的に注目しているに過ぎないとする説も強い [28]。すなわち、ある時刻におけるある種の事柄に対する人々の興味の度合いが、インターネッ

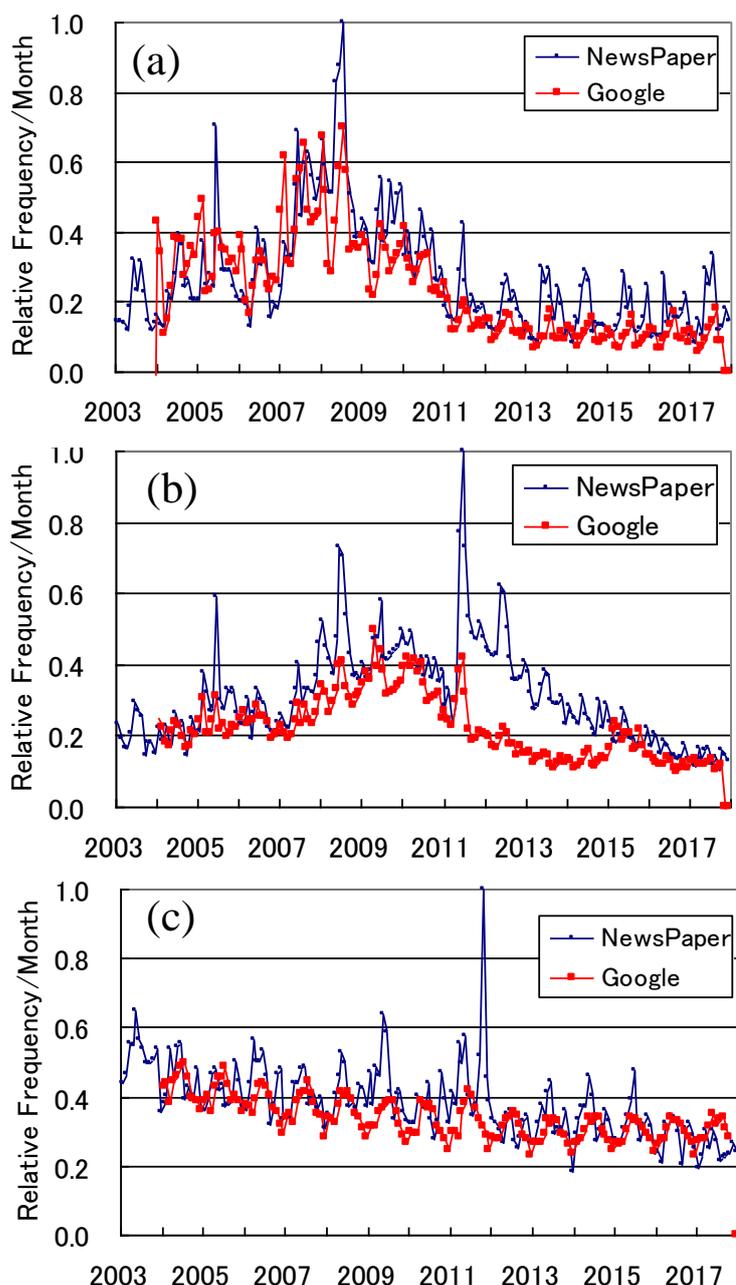


図3 Google Trends による検索数頻度分布 (赤折れ線) と新聞報道量分布 (青折れ線)。検索数の最大値を便宜的に 0.5 に規格化。(a)地球温暖化、(b)省エネルギー、(c)自然

トにおける当該事項に関する検索数の多寡によって判断できるならば [23-26]、例えば「地球温暖化」や「省エネルギー」および「自然」などの場合、その検索数の経時変化傾向は（新聞情報量によって代表される）メディア報道量の瞬時的な経時変化傾向とよく一致することになる。こうした仮説の妥当性をみるために、図3(a)にキーワードを（日本語で）「地球温暖化」、(b)に「省エネルギー」、(c)に「自然」とする場合の Google Trends 検索数分布 [27] と、前図2の新聞報道量分布の比較を示す。

検索数が検出できる時間範囲（2004年以降）では、「地球温暖化」に対する人々の興味は大局的には、時々刻々変化するメディア報道量にほぼ追随する。こうした傾向は「自然」の場合にも成立するが、「自然」での人々の興味は夏季に増大し、冬季に減少する明瞭な年周期傾向との重畳した時間挙動を示している。夏季における「自然」検索数の増大は、自然志向のレジャーや観光のための検索によると思われる。しかし「省エネルギー」の場合はこうした傾向のいずれでもない。すなわち～2011年以前および～2015年以降での「省エネルギー」検索数の時間挙動はメディア報道量のそれに一致するといえるが、2011～2015年の区間での検索数は前後の区間に比して相対的におおそ半減し、この時期に人々は「省エネルギー」に対する関心を希薄化し、その興味や関心を他のなんらかの事柄に移行させたことがうかがえる。わが国では2011年3月以降、原子炉事故にともなう電力危機が発生し、節電意識の高揚が図られてきた。また、2015年からは電力自由化が画策され、それに伴う省エネルギー意識の高揚や諸々の運動のたかまりなどが、インターネット検索数のこのような時間挙動に影響した可能性は大きい。

注目事項 ω が「健康管理 (health care)」などの緊急性を持たず、コミュニティでの話題になりにくい場合、検索数の経時変化はメディア報道量のそれに類似したものとなる [28]。しかし、こうした類似が全ての ω について常に成立するとは限らず、社会や家族にとって生活の安全を脅かすリスクな（例えばテロリズムのような）事柄については、 ω が時間的にパルス状に報道される場合であっても、後に続く長い時間にわたって人々の関心を引き、検索数は時間的に緩やかにしか減衰しない。この場合、既述の(ii)の、地域的な情報伝達メカニズムを介して情報環境が拡大・保持される結果、人々の興味や関心が持続することになるためであろう。一方、同一事項、たとえば「地球温暖化」に係る冗長な報道が続く場合には、人々の興味は他の事柄に移行し [28, -30]、メディア報道量の大きさにもかかわらず、当該事項に係る人々の検索数は減衰し、一般の流行現象のように興味が低下したかの様相を呈するものとなる。図3(b)で見られる2011～14年の期間の現象はこれに相当しよう。

では、過去の情報の記憶、その時間的な蓄積量は、その時点での興味の程度に影響を与えることはないのか。一般に、長期間、情報環境場に浸されることで特定の事柄に対する価値判断が確立し、その結果、（オピニオンも含めた）物事に対する興味が人々の内面に形成されることになるとすれば、メディアなどからリリースされる情報のある種の時間的な積分量、時間的な積み重ねが多かれ少なかれ、決定的な役割を果たしていることになる。こうした事情を考慮したモデルを次章で検討する。

3. 人々の関心度の変容モデル

3.1 情報の記憶

現在、社会的に広く普及する SNS 上での話題は、前章で記述のとおり、その時々
 に社会で流行する一過性の事柄である場合が多く、多くのフォロワーはこうした流行事項
 に一時的に注目しているに過ぎない。すなわち、ある時刻におけるある種の事柄に対す
 る人々の興味の度合いがインターネットにおける当該事項に関する検索数の多寡によ
 って判断できるとすれば、先に示した図 3(a)のように、その検索数の経時変化傾向は
 (新聞情報量によって代表される) その時々報道量の経時変化と良く一致することにな
 る。すなわち、人々の興味の度合いは時々刻々にリリースされる情報量の大きさにほ
 ぼ追従し、SNS などで表出する人々の興味や関心には過去の記憶が影響することはほ
 とんどないことになる。

一方、「事柄 ω を知っているか」または「 ω に興味を持っているか」とする質問の回
 答では、個々人が ω についてどの程度の知識を有しているか、過去にどれほどの情報を
 獲得したか、その過去の情報は現在、どれほど強く記憶されているかなど、現時点で各
 回答者が保有する記憶量、知識量によるところが大きい。このような場合、人々は多か
 れ少なかれ、過去の情報量とその記憶量に左右されて回答することになる。

こうした興味の程度などの時間的消失に比較すれば、ひとたび獲得した知識や知識を
 実行に移すことによってその行動が習慣化するような場合には、それ以降、そのよう
 に身についた知識や行動パターンを喪失することはほとんどないとも言えよう(しかし、
 獲得知識や態度もつねに外部からの刺激を受ける状態でない限り、すなわちそれに係る
 情報環境場に置かれていない限り、時間的に緩やかであっても、時とともに次第に忘却
 や変容することは免れえないであろう)。こうしたことから、情報環境に対する人々の
 反応の相違は、過去の情報の記憶程度に依存して、表 1 のように表出することにならう。

表 1 記憶に係る諸現象のスペクトル

rapidity of oblivion	slow -----> fast		
phenomenon	acquired knowledge	general knowledge	following fashion
	acquired habit	general interest	follower's reaction on SNS

いま、特定の個人 ξ が特定の事柄 ω (たとえばエネルギー・環境問題)に対して持つ
 関心や興味の程度は、連続的に変化する量 $X_{\xi} \in [0, 1]$ で記述されるとし、 $X_{\xi}=0$ および
 1 はそれぞれ「 ω には全く興味を持たない」、および「非常に強い興味を持つ」の状態
 に対応するとする。また、 X は連続であるとする。各種の世論調査で事柄 ω に対する興
 味の程度を聞く場合、その選択肢は、(a) (非常に) 関心あり、(b) ある程度関心あり、
 (c) あまり関心がない、(d) 全く関心がない、などとするものが多い。以下で利用す
 る関心の程度の選択肢も、これらと同一のものであるとする。世論調査による実測値は
 (a) ~ (d) を選択する人々の割合を与えることになるが、この場合、(a) ~ (d) の
 程度は X_{ξ} のいかなる範囲に対応するものであるかが問題となる。さらに、そうしたも

この境界値は明確なディスクリートな値であるか、社会の文化や種々の環境によってどう変動するか、時間的に常に一定値をとり、変動することはないのかなど、変数 X_ξ を導入する場合には問題となる事項も少なくない。したがって以下では、個人の、連続的に変化する興味程度ではなく、通常意識調査における人々全体の集合で得られる平均的(collective)な興味程度 $X \in [0, 1]$ に注目することとし、過去にリリースされた情報の(人々全体の、平均的な)記憶量を導入して、 X の経年変化挙動 $X(t)$ を算出することとする。

ある時刻で新たにリリースされた情報に対する人々の反応は、過去の情報をどれほど記憶しているかによるであろう。すなわち、その時々リリースされた情報に刺激されて行動が誘起されたり意識が変容する場合であっても、その行動や変容の程度は、注目する特定の事柄 ω に対する過去の情報の記憶分も含めて判断され、決定されるものとなるはずである。従ってここでの独立変数 (external parameter) は

$$\Psi_\omega(t) = \int_\tau^t I_\omega(t') \Omega(t:t') dt' \quad (2)$$

となることになる。ただし、 $I_\omega(t') dt'$ は $[t', t'+dt']$ の時間範囲でリリースされる情報量であり、 $\Omega(t:t')$ は時刻 t' における情報が、時刻 t においてもなお、社会に記憶されている割合 (忘却関数)、 τ は初期時刻である。この場合の記憶は長期記憶に相当するが、長期記憶が時間とともにいかに減衰するかについては明確ではない。しかしある種の間接的な情報はあり、それらによれば、忘却関数は t に関してべき乗型 [31-35] か、または指数関数型 [36] の減衰を示すとすれば矛盾はないとされている。従って、 $\Omega(t:t')$ として次のいずれかを採用するものとする。

$$\Omega(t:t') = g \left(\frac{t_0}{t_0 + t - t'} \right)^k + (1-g) \quad (3)$$

$$\Omega(t:t') = g \cdot \exp \left\{ - \frac{(t-t')}{t_0} \right\} + (1-g) \quad (4)$$

ただし g は $t \rightarrow \infty$ の場合の忘却分率 (従って、 $(1-g)$ は $t \rightarrow \infty$ の場合であっても記憶に残る分率)、 k および t_0 は定数である。

こうしたモデルに従えば、記憶に左右されて関心や興味程度が決まる場合、人々が情報環境場中で生存する限り、それが長時間であればあるほど獲得する知識量はより多くなり、関心の程度もより強いものとなるはずである。実際、地球環境問題に対する関心の程度を質する調査では、年齢層が高くなるほど、すなわち当該問題に関する環境に浸される時間が長いほど、関心の程度は上昇している (図1 (a))。

3.2 興味や関心度の変容モデル

人々が一定の強さの情報環境場中にある場合、その「雰囲気」は人々の気分や心理、意識に作用し、(オピニオンや) 興味の形成や育成に影響をおよぼすものとなる。人々が「場」に浸された場合、情報を感知するに十分な時間の経過後には、人々の中で保持

される気分や意識は周囲の雰囲気（情報環境場）と平衡した状態に達することになる。人々が保持する物事に対する関心度は、過去の記憶をも含んだ量(2)に比例するものとして与えられるならば、人々の意識が情報環境場と平衡状態にある場合には、この場は量(2)、すなわち社会における記憶量に比例するものとなるはずである。すなわち、 ω に係る情報環境場の時刻 t における強さ $y_{\omega}(t)$ は

$$y_{\omega}(t) \propto \Psi_{\omega}(t) \quad (5)$$

である。「場」の強さ $y_{\omega}(t)$ はパラメータ t_0 、 k および ω などによって変化し、こうしたパラメータ値は場に浸される人々の特性によって異なるものとなる。

エネルギー・環境問題への人々の興味のあり方は一極性である。すなわち、それに対して興味を持つか、又は持たないかのいずれかである。この場合、場の強度が強まれば人々の興味は強まり、それが弱まれば興味は弱まる。このような場合、事項 ω に対して「興味あり」と答える人々の全体に対する割合 X の時間変化は、場の強さの時間変化に従うことになる。したがって、以下の式がなりたつ。

$$\frac{1}{C} \frac{dX}{dt} = \frac{1}{C'} \left\{ (1-X) \left. \frac{dY(t)}{dt} \right|^{+} + X \left. \frac{dY(t)}{dt} \right|^{-} \right\} \equiv (1-X)\phi(t)^{+} + X\phi(t)^{-} \quad (6)$$

ただし C は定数、 $d\Psi/dt|^{+} \equiv \phi(t)^{+}$ および $d\Psi/dt|^{-} \equiv \phi(t)^{-}$ はそれぞれ、 $d\Psi/dt$ が正または負の値をとる場合にのみそれらの値をもち、それ以外では0となるものとする。上式から以下の解 $X(t)$ を得る。

$$X(t) = C \exp \left\{ - \int_{\tau}^t C(\phi(t')^{+} - \phi(t')^{-}) dt' \right\} \times \left[\int_{\tau}^t \phi(t')^{+} \exp \left\{ \int_{\tau}^{t'} C(\phi(t'')^{+} - \phi(t'')^{-}) dt'' \right\} dt' + X(\tau)/C \right] \quad (7)$$

ただし τ は初期時刻、 $X(\tau)$ は初期値である。

当モデルの概念図を図 4 に示す。当モデルが人々の実際の関心度を説明できるかどうかを次節で検証する。

3.3 モデル計算と結果

以下では式(3)、(4)において $g=1.0$ する ($g \neq 1.0$ の場合は一般に、実測値とのフィッティングは良くないことによる)。定数 t_0 および k をパラメータとし、式(7)が図 1 に与えた実測値に最も良好にフィットする様にこれらの定数、および定数 C を決定する。最良フィッティングの目安は、以下の χ^2 値が最小になることで判断する。

$$\chi^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{F_{cal}^i - F_{obs}^i}{F_{obs}^i} \right)^2 \quad (8)$$

こうして決定された t_0 および k は忘却関数の形状を与えるものとなり、それによって情報環境場の経時挙動を検討することができる。忘却関数の時間依存性を図5に示し、パラメータ値を表2に示す。これらの関数はそれぞれ、人々の(a)「地球温暖化」、(b)「省エネルギー」、および(c)「自然」の関心に対応するものであり、事項ごとに忘却関

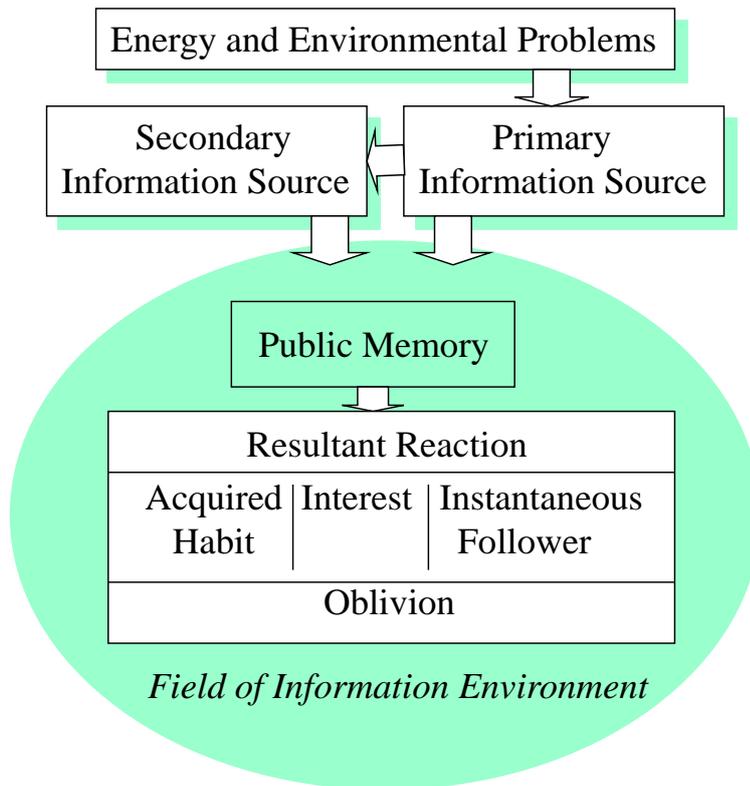


図4 情報環境場の概念図

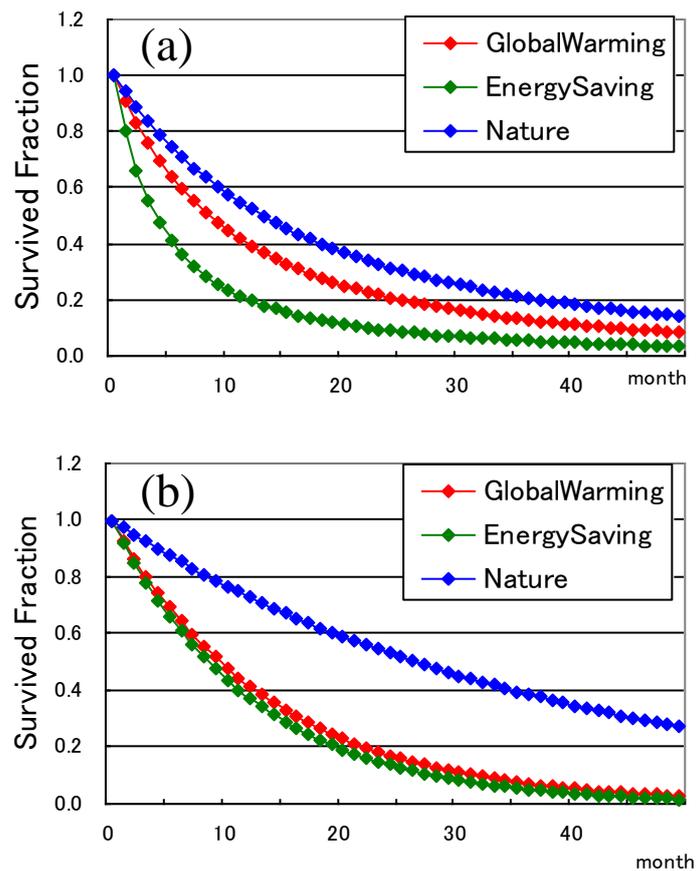


図5 忘却関数型の違いによる残存記憶量 (a)べき乗型、(b)指数関数型

表 2 忘却関数の諸パラメータ値

subject	power-law type			exponential type	
	k	t ₀	C	t ₀	C
(a) global warming	2.01	20.3	2.86e-4	13.6	2.95e-4
(b) energy saving	1.55	6.46	3.55e-4	12.1	2.73e-4
(c) nature	2.36	38.0	3.46e-5	37.8	2.64e-5

数の外形は異なる。この関数をベキ乗型とする場合、忘却は時間に関して-1.5~-2.5乗則にそって減衰することとなる。

図6(a)、(b)、および(c)にそれぞれ、「地球温暖化」、「省エネルギー」および「自然」に関して興味を持つ人々の実測割合(図1)と、数値計算結果とを重ねて示した。前二者に関する実測値と計算値の一致は良好であり、これらに関する人々の興味や関心が、主としてメディア報道の記憶に起源する情報環境場に影響されてきまることが示唆されている。一方、「自然」に対する計算値と実測値との一致は、~2000年以前では良好とは言えない。これは人々の持つ自然への関心が「環境問題にかかわる自然」のみではなく、観光や産業などの領域をも含む広い「自然」に対するものとなっているためであろう。一方、式(7)による計算値は環境問題としてのみの自然に対応するものである。すなわち、~2000年以前の人々の「環境問題にかかわる自然」への関心の程度は、全「自然」への関心中の大きな要素とはなっていないことになる。

図7にはそれぞれの事柄に対する社会の記憶量(すなわちこれは情報環境場に比例する) $\Psi(t)$ の経年変化を示す。これら(a)、(b)、(c)のいずれについても~2010年以降では時間とともに減衰する傾向にあり、この時期のエネルギー・環境問題への社会的関心の薄れを示唆している。当 $\Psi(t)$ は人々の平均的な知識量に比例するものでもある。地球環境問題に関する人々の知識量が時間経過にもかかわらず増大する傾向を示さないとする実態[37]は、情報環境場強度の現状維持か、または減衰に起因する可能性が大きい。

3.4 草の根運動への示唆

過去の情報環境の記憶は時間的に累積し、例えば「省エネルギー」の場合には省エネ行動の習慣化そのものにも影響をおよぼすものとなろう。省エネ行動は一旦、各家庭での(不必要時には消灯、冷蔵庫温度の低減、冷暖房温度の緩和などの)日常的な節電運動やエネルギー節約行動として取り入れられれば、そうした行動が自身の経済的利得につながるためや、省エネ行動が社会倫理的に推奨されるものであることなどのために、その後、容易には旧来の(省エネを考慮しない)行動へは回帰しない。これは図4に示したとおりであるが、これに関して以下でやや詳しく検討しよう。

人々の省エネ意識については、わが国では2011年を中心に急速にその意識が高まり、広範にその行動の正当性は普及した。これはこの時期、新聞やテレビなどのメディアを初め、諸種のパブリックリレーションが一斉に、エネルギー不足に係るリスクやそ

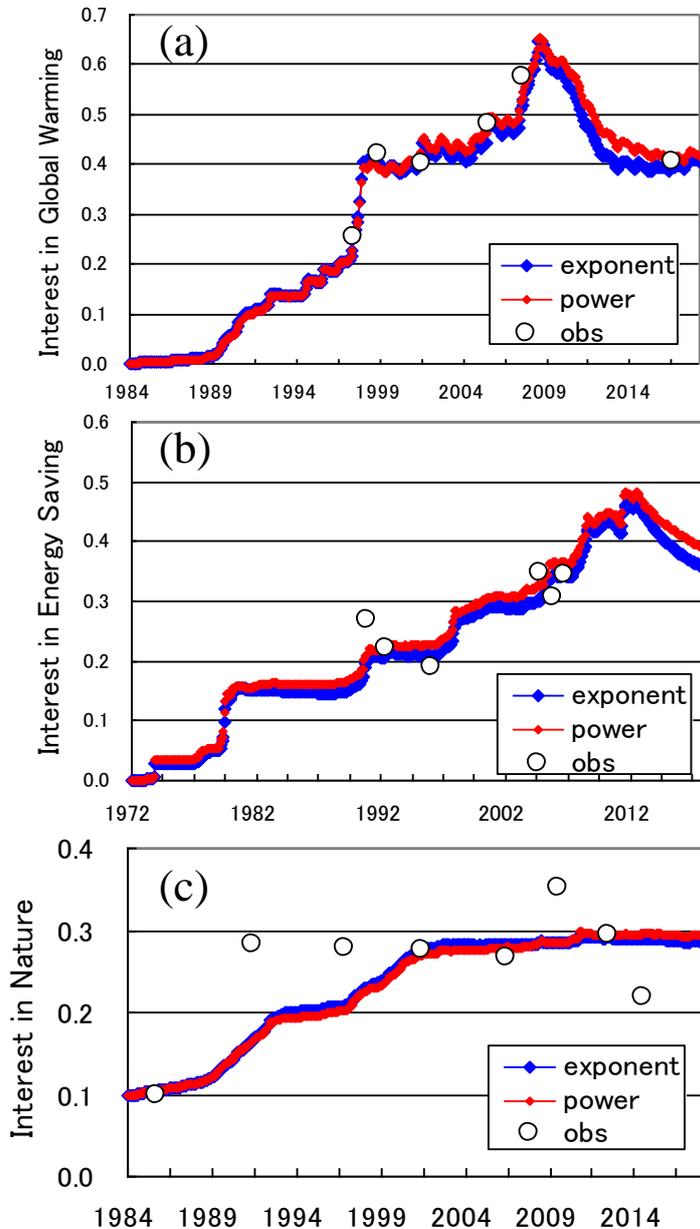


図6 人々の関心度に関するモデル計算値と実測値の比較 (a) 地球温暖化、(b) 省エネルギー、(c) 自然。

(a)の実測値は回答者全員の平均値

れを理由とするエネルギー節約の必要性を報じたことによる。しかし、こうしたエネルギー危機に対する訴求と自然エネルギーへの転回に係る熱狂は一時的なものであり、そうした熱狂の時期を過ぎると、一部の人々は省エネ行動への関心を失いに喪失し、それを意識しない旧来の生活態度に回帰することともなっている。報道 [38] によれば、2017 年中期において、省エネ行動を「もう行ってはいない」とする人々の割合は 13% である。これが正しければ、わが国での 2011~2013 年における人々の省エネ意識(行動)の程度を 1.0 とする場合、2017 年 6 月でのそれは 0.87 程度となる。図 7 中の曲線(b)の 2011~2013 から 2017 年にかけての値の低減量は~30%となりやや大きい、こうした低減傾向と矛盾はしない。この時期での省エネ行動からの離反、すなわち記憶量の低減は、一旦人々の省エネ行動が高まった場合であっても、その慣習化したかに見える行動も時間とともに消失することになるので、省エネに対する人々の行動を

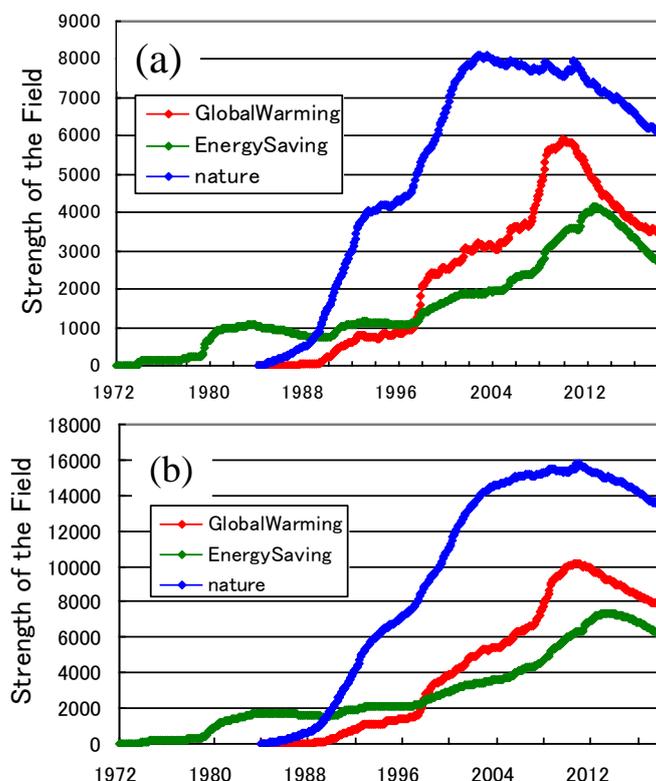


図7 情報環境場の強さの時間変動 (a) ベキ乗型忘却関数、(b) 指数関数型忘却関数

維持するためには、その低減を補償するにたる高い情報環境場を維持しておくことが必要となることを意味していよう。

省エネ行動を維持する、すなわち情報環境場を維持するにはどれほどの新たな情報が必要となるのかについて検討しよう。式(5)によれば、 $\phi^- \neq 0$ (または $\phi^+ \neq 0$) の場合には $\phi^+ = 0$ (または $\phi^- = 0$) となるため、情報環境場は時間とともに減衰する。従って場の強さを維持するためには、 $\phi^+ = 0$ の場合、 $\phi^- = 0$ であることが要請される。 $\phi^- \equiv d\Psi/dt|^-$ から

$$\frac{d}{dt} \int_0^t I(t') \cdot \Omega(t:t') dt' = 0 \quad (9)$$

したがって、この場合、

$$I(t) = - \int_0^t I(t') \cdot \frac{d\Omega(t:t')}{dt} dt' \quad (10)$$

となるので、式(10)の絶対値に相当する情報量を単位時間に与えればよいことになる。この情報量の単位は、単位時間当たり(一ヶ月)の新聞報道数である。当式によれば、(3)および(4)の忘却関数型で2012年以降それぞれ、 ~ 10 、 ~ 20 報道数/月程度の情報量の付加があれば、わが国での省エネルギーに係る情報環境場は維持されることになる。情報量の付加を人々の啓蒙活動やパブリックリレーションズによってもたらそうとする場合には、それらの効果を新聞報道回数相当量に変換することが必要となる。人々の草の根運動による諸種の啓蒙活動や地方行政の行う省エネ推進の PRs 活動には、パ

ンフレットや印刷物の配布、インターネットやツイッターなどによる広報、各種のイベントにおける展示や説得、講演会や集会での解説など多岐にわたる。こうした個々の活動を活動ごとに取り扱うのではなく、それらが時間的空間的に醸し出す平均的な雰囲気（霧）の強さが、ここで言及する「付加された情報量」なのである。しかし諸々の活動がどれほどの程度、この量に寄与するのかについては明確ではない。また、人々や地域のコミュニティ内での私的なコミュニケーションや SNS などによってそうした情報がどれほど拡大され、どれほど拡散するのかについても現在、明確な情報やモデルは存在しない。これらの検討は今後の課題である。

省エネ行動への勧誘に係る旧来の草の根推進運動が有効に作用し、人々にその行動を誘起させるためには、当該事項に係る情報環境場がある臨界値を超えた大きさであること、すなわちティッピングポイントを超えた状態にあることも重要となる [39]。こうした場合、省エネ運動は重要な社会的話題となるので推進運動への人々の注目度は上昇し、説得活動を人々の行動に結びつけることが容易となる。推進運動の手段として IT を利用する（フェイスブック、ツイッター、ブログなどの）SNS の場合であっても、人々の関心がティッピングポイントを超える場合には、その情報は単一の SNS を超えて急速に社会に拡散し、強力な情報伝達機能を持つことになる（ティッピングポイントを重要視しない場合であっても、SNS 利用者間での情報伝達機能は十分に大きいとする指摘はある[40]）。こうした SNS を用いたメッセージは旧来の PRs 手段によるそれとは異なり、一旦その事項（省エネや地球温暖化など）が人々のリスク感に訴え、危機感を醸すものとして人々の話題となるならば、カスケード的に情報は広がり、人々の行動を変容させ得るものとなるからである。これはいわゆる「小さな世界」(small world) モデルである [41] が、「小さな世界」での小規模な情報提供活動がティッピングポイントを超えるためには、広域的な他のメディアによってその事柄に関する話題が形成されて（機が熟されて）いることが必要である。すなわち、人々への情報伝達のタイミングが、人々の態度変容を誘起するための極めて重要な因子となることになる。

4. Conclusions

従来のオピニオンダイナミクスの多くは個々人の意識変容を対象とするものであり、社会やコミュニティ全体としての集会的、集団的な変容を評価するモデルは多くはなかった。当報文では社会全体の、特定の事柄に対するマクロな関心度の時間変化の取扱を企図して「情報環境場」を導入し、意識や関心の程度は時間的、場所的に変動する「場」に支配されて変容するとするモデルを構築した。

社会科学で定義する「場」とは、周囲の外的な状況と個々人の過去の経験や記憶、感受性などの内的な特性との相互作用によって決まる個々人固有の主観的、内発的な「場」であり、個々人の意識はそうした場に（内的に）露出されることによって変容するとする [1,2]。こうした場はすぐれて心理学的である。当報文での環境場はメディア報道やコミュニティでの会話、教育機関や行政からの働きかけや SNS などの全てを含んだ、情報環境の総合された雰囲気（霧）をさすものとした。この集会的な雰囲気（霧）は過去の情報の記憶を含んだものである。人々はこうした雰囲気（霧）中で生存し、特定の事項に関する環境場

からの影響をうけることによって、当該事項にかかる意識や興味の度合いを変容することになる。このようなモデルに従えば、わが国でのエネルギー・環境問題に係る(人々の、集合的、平均的な)関心の度合いの経年変化をよく再現できることがわかった。

ここでの再現性は忘却関数型にはほとんど依存しないが、記憶の忘却に係るタイムスケールは関数型および(人々が興味を抱く)事象の双方に依存して変化し、おおむね0.5~3.0年の範囲にあること、またベキ乗型の忘却関数を採用する場合には、そのベキ値は-1.5~-2.5の範囲にあることなどがわかった。当モデル計算によれば、わが国でのエネルギー・環境問題への人々の関心は2010年頃に最大となり、その後、次第に減衰する傾向にある。これは他の国において指摘されている傾向とも類似している[30]。一定強度の関心を人々の間で維持するためには、常にそれに対応した強度の「場」を作り続けることが必要であり、こうした条件が欠ければ人々の記憶は時間とともに減衰し、関心は低減することになるためである。草の根運動などを介して人々の関心を維持するためには、常に人々の関心度と関連事項に係る情報の拡散度の変化に注目し、「小さな世界」の利点をいかした情報提供活動の実施が望まれる。

当報文では日本人がエネルギー・環境問題に対して抱く興味の程度をモデルによって検討したが、こうしたモデルやアプローチは我が国固有ではなく、いずれの国民や文化に対しても適用できるものである。こうした方法論を異なった文化や異なる情報環境場の他の社会にも適用し、人々の反応の同異を社会心理学的側面から検討することができれば興味深い。

参考文献

1. K.Lewin, Field theory in social science (Harper & Brothers, NY, 1951).
2. J.L.Martin, What is field theory ?, *Am.J.Sociology* 109 (2003) 1-49.
3. D.Helbing, A mathematical model for the behavior of individuals in a social field, *J.Math.Soc.* 19(1994) 189-219.
4. J.Neirotti, Consensus formation times in anisotropic societies, *Phys.Rev.* E95 (2017) 062305.
5. C.Castellano, S.Fortunato and V.Loreto, Statistical physics of social dynamics, *Rev.Mod.Phys.* 81(2) (2009) 591-646.
6. A.H.Rodriguez and Y.Moreno, Effect of mass media action on the Axelrod model with social influence, *Phys.Rev.* E82 (2010) 016111.
7. B.Yun and Y.C.Cho, Analyzing the effectiveness of public policy advertising on attitude and behavior change, *J.Bus.Econ.Res.* 12(4) (2014) 357-370.
8. M.Pineda and G.M.Buendia, Mass media and heterogeneous bounds of confidence in continuous opinion dynamics, *Physica A*420 (2015) 73-84.
9. K.Fan and W.Pedrycz, Evolution of public opinions in closed societies influenced by broadcast media, *Physica A* 472 (2017) 53-66.
10. L.Deng, Y.Liu and Q-A.Zeng, How information influences on individual opinion evolution, *Physica A* 391 (2012) 6409-6417.
11. F. Schweitzer and J.A. Holyst, Modelling collective opinion formation by means of active

- Brownian particles, *Eur.Phys.J. B15* (2000) 723-732.
12. F. Gargiulo and S. Huet, Opinion dynamics in a group-based society, *EPL European Physics Letters* 91 (2010) 58004.
 13. A. Jedrzejewski and K. Sznajd-Weron, Impact of memory on opinion dynamics, *Physica A* 505 (2018) 306-315.
 14. J.R.Zaller, *The nature and origins of mass opinion* (Cambridge Univ.Press, NY, USA,1992).
 15. T. Ohnishi, A collective model for the formation of public opinion: an application to nuclear public acceptance, *Mathl. Comput. Modelling* 19 (1994) 95-111.
 16. T. Ohnishi, A mathematical model of the activities for public acceptance and the resultant reaction of the public: an application to the nuclear problem, *Mathl. Comput. Modelling* 21 (1995) 1-30.
 17. K.Kulakowski, Opinion polarization in Receipt-Accept-Sample model, *Physica A* 388 (2009) 469-476.
 18. S.Biswas, A.Chatterjee and P.Sen, Disorder induced phase transition in kinetic models of opinion dynamics, *Physica A*391 (2012) 3257-3265.
 19. 内閣府大臣官房政府広報室「地球温暖化対策に関する世論調査」(2007 Aug., 2005 July, 2001 July, 1998 Nov., 1997 June)
 20. 同上「地球温暖化対策に関する世論調査」(2016年8月)
 21. 同上「省エネルギーと環境に関する世論調査」(1990 Dec., 1992 June, 1996 Feb. 2004 Nov.)
 22. 同上「環境問題に関する世論調査」(1991 June, 1996 Nov., 2001 May, 2006,June, 2009 June, 2013 Sept)
 23. J. Ginsberg, M.H. Mohebbi, R.S. Patel, L. Brammer, M.S. Smolinski and L. Brilliant, Detecting influenza epidemics using search engine query data, *Nature* 457 (2009) 1012-1014.
 24. D. Lazer, R. Kennedy, G. King and A. Vespignani, The probable of Google flue: traps in big data analysis, *Science* 343 (2014) 1203-1205.
 25. L.T.P. Nghiem, S.K. Papworth, F.K.S. Lim and L.R. Carrasco, Analysis of the capacity of Google Trends to measure interest in conservation topics and the role of online news, *PLOS ONE* 11(3) (2016) e0152802.
 26. J.Qin and T-Q.Peng, Googling environmental issues : Web search queries as a measurement of public attention on environmental issues, *Internet Res.* 26(1) (2016) 57-73.
 27. Google Trends (<http://www.google.com/trends>), and Google Insights (<http://www.google.com/insights/search/>)
 28. J.T.Ripberger, Capturing Curiosity: Using Internet search trends to measure public attentiveness, *Policy Stud. J.*, 39(2) (2011) 239-259.
 29. G.F. Ficotola, Is interest toward the environment really declining? The complexity of analyzing trends using internet search data, *Biodivers Conserv.* 22 (2013) 2983-2988.
 30. M. Maccallum and G.W. Bury, Google search patterns suggest declining interest in the environment, *Biodivers Conserv.* 22 (2013) 1355-1367.
 31. A. Johansen, Response time of internauts, *Physica A* 296 (2001) 539-546.

32. U. Harder and M. Paczuski, Correlated dynamics in human printing behavior, *Physica A* 361 (2006) 329-336.
33. R. Crane and D. Sornette, Robust dynamics classes revealed by measuring the response function of a social system, *PNAS* 105(#41) (2008) 15649-15653.
34. Y. Sano, K. Yamada, H. Watanabe, H. Takayasu and M. Takayasu, Empirical analysis of collective human behavior for extraordinary events in the blogosphere, *Phys.Rev.* E87 (2013) 012805.
35. T. Ohnishi, A mathematical model for the occurrence of historical events, *J.Phys.:Conf.Ser.* 936 (2017) 012024.
36. J.H. Watt, M. Mazza and L. Snyder, Agenda-setting effects of television news coverage and the effects decay curve, *Comm. Res.* 20 (1993) 408-435.
37. T.W.Reynolds, A.Bostrom, D.Read, and M.G.Morgan, Now what do people know about global climate change? survey studies of educated laypeople, *Risk Analysis* 30 (2010) 1520-38.
38. 朝日新聞 “節電、まだやっていますか?” 2017年6月10日(日曜版)
39. M. Gladwell, *The tipping point: how little things can make a big difference* (Little, Brown and Company, Boston, 2000).
40. G. King, B. Schneer and A. White, How the news media activate public expression and influence national agendas, *Science* 358 (2017) 776-780.
41. D.Watts and S.Strogatz, Collective dynamics of small-world networks, *Nature* 393 (1998) 440-442.