

ストレスの窓モデル ——防御因子が制御する窓によるストレス反応の加算——

藤田尚文* 福留広大** 古口高志*** 小林渚****

本研究の目的は自尊感情などのストレス防御因子と心理的ストレス反応の関係を説明することであった。ストレスの窓モデルと命名されたモデルは4つの仮定をもっている。(a) ひとはストレスを受け取る窓を1個以上もっており、ストレスはその窓を通して個人内に侵入してくる。(b) 個々の窓の受け取るストレスの強度分布は、認知的評価をした結果、値が基準化され、平均を0、分散を1とする正規分布の右側半分である。(c) 個々の窓は、それぞれ独立に機能し、侵入してきたストレスを受け取り、ストレスの強度を2乗したものがストレス反応となり、最終的に個人のストレス反応は各窓から受け取った総和となる。(d) ストレスの窓の個数は防御因子と密接に関連し、防御因子が強ければストレスの窓が少なく、これが弱くなるにつれてストレスの窓が多くなる。これらの仮定の数学的帰結として、防御因子の強弱によって層化された各群のストレス反応が、窓の個数分の自由度をもつ χ^2 分布となる。本モデルは防御因子として消極的自尊感情や楽観性を用いたときストレス反応の分布をよく近似できた。さらに素因ストレスモデルにおける交互作用は本モデルから数学的に導かれることが本論文で議論された。

キーワード： 防御因子， ストレス反応， ストレスの窓， 素因ストレス， χ^2 分布

国内外のストレス研究において用いられる代表的なストレス反応尺度に Stress Response Scale (SRS-18: 鈴木他, 1997) や General Health Questionnaire (GHQ: Goldberg, 1978) がある。これらの尺度は非臨床群を対象とするとき、正規分布から逸脱し、頂点が左側にソフトした歪んだ分布形となることが報告されている（阿久津, 2008; Goodchild & Duncan-Jones, 1985）。そのため自尊感情やレジリエンスといったストレスに対する防御因子とストレス反応の関係を調べるために、変数が正規分布することを前提とするピアソンの積率相関係数を用いるのは具合が悪く、スピアマンの順位相関係数を調べるなどの措置が必要である。ストレス反応尺度や抑うつ尺度などの精神的健康を従属変数とする重回帰分析も同様の問題を抱えており、分析結果には歪みが生じていることが予想される。

ストレスに対する脆弱性と精神病理の発症との関係については、素因ストレスモデル (Monroe & Simons, 1991; Zuckerman, 1999) がよく知られており、この枠組

みを用いたストレス研究が多数行われている（例えば伊藤・丹野, 2003; 小西・山田・佐藤, 2008; Metalsky, Halberstadt, & Abramson, 1987; 森本・丹野, 2004; 西野・小林・北川, 2008; 高野・丹野, 2008）。素因ストレスモデルとは、一定の素因（脆弱性）を持つひとが、強いストレスを体験したときに精神病理を発症する、というモデルである。ストレスがうつ病や統合失調症などの精神病理を引き起こすのに重要な役割を果たすが、同じ強度のストレスを受けても発症するひとと発症しないひとがいるのを説明するのに、ストレスに対して脆弱な（素因を持つ）ひとと脆弱ではない（素因を持たない）ひとがいるという考え方である。

最近、素因ストレスモデルの発展形として、Belksyらは、差次感受性仮説 (differential susceptibility; Belksy & Pluess, 2009) や恩恵感度仮説 (vantage sensitivity; Pluess & Belksy, 2013) を提案している。前者は素因をもつひとたちにおいて、その素因は、好ましくない環境に置かれたとき、ストレスに脆弱であるだけでなく、好ましい環境に置かれたとき、なんらかの恩恵に感受性があるはずだというものである。後者は、これにとどまらず、好ましい環境に置かれたとき、恩恵を被りやすい感度 (vantage sensitivity) をもつひとと、恩恵を被りにくい抵抗性 (vantage resistance) をもつひとがいるはずだというものである。これらはいずれも

* 高知大学
〒780-8520 高知県高知市曙町2-5-1
fujita@kochi-u.ac.jp

** 広島大学

*** 高知大学

****高知市立鷹田小学校

遺伝的な素因（ある種の対立遺伝子のタイプなど）と幼児期の生育環境が成長後のストレスや恩恵とどのような関連をもつかという点に基本的関心がある。

我々は素因の反対の極としての防御因子と心理的ストレス反応との関係について分析をすすめるので、基本的には素因ストレスモデルの枠組みに基づき、防御因子とストレス反応との関係を定量的に説明する数理モデルを提案する。

自尊感情とストレス反応の関係についてはよく知られているように、自尊感情の低いひとは自尊感情の高いひとに比べて、失敗したときにより強いストレスを受ける傾向にある (Brown & Dutton, 1995; Dutton & Brown, 1997; Prussner, Hellhammer, & Kirschbaum, 1999)。

本論文において主な分析対象とするローゼンバーグ自尊感情尺度はその因子構造について新知見が得られており (Marsh, Scalas, & Nagengast, 2010), 抑うつ尺度との関係性に再検討の可能性がある。当該尺度の構成は、順項目（肯定的項目）5問と逆転項目（否定的項目）5問による計10項目であるが、新知見ではこれらがそれぞれ因子を構成し、順項目からなる積極的自尊感情 (Positive Self-Esteem; PSE) と逆転5項目からなる消極的自尊感情 (Negative Self-Esteem; NSE) が想定される。因子の命名は2因子構造を最初に指摘し命名した Carmines & Zeller (1979) に則っており、和名は桑原 (1986) を参考にしている。ここでいう NSE とは、たとえば「自分は全くダメな人間だと思うことがある」(山本・松井・山成 (1982) 訳のローゼンバーグ自尊感情尺度の質問9) に対して、「いや、そんなことはない」と拒否できる態度のことと、これが高いほど消極的な意味で自尊感情が高いことを表している。

Metalsky et al. (1987) によると、ネガティブなイベントを内的・安定的・全体的な原因に帰属させるスタイルは抑うつ反応に対する素因である。そうだとすると自己に対する否定的項目で構成される NSE において、否定的自己を受け入れてしまう NSE 得点の低いひとは抑うつ反応に対する素因をもち、この得点が高いひとは防御的と考えられる。したがって本論文においては自尊感情のなかでも NSE を主として問題とし、のちに PSE やその他のレジリエンス尺度 (石毛・無藤, 2005) 等とストレス反応との関係について調べる。

NSE とストレス反応の関係を調べるためにあたり、我々はストレス反応が正規分布していないことに鑑みて、NSE 得点の高低によって参加者を4群に分け、各群のストレス反応の分布形がどのようにになっているのかを調べるところから研究に着手した。その結果、

両者の間に興味深い関係を見出したので、それをここで報告し、その関係を説明するモデルを提案する。さらにそのモデルが PSE やレジリエンス尺度などについても成り立つかどうかを調べることにする。

分析1 χ^2 分布するストレス反応—中学生データ 1

参加者 K県にある中学校1校に2013年9月下旬から10月上旬にかけて質問紙を配布し、中学1年生から中学3年生、計350名、そのうち欠損値のある8名のデータを削除したので分析対象は342名（1年男子57名、1年女子59名、2年男子51名、2年女子57名、3年男子49名、3年女子69名）。実施前に回答は任意であり、集計結果は個人を特定できる形で公表されないこと、学校にも個人の情報を開示しないことを伝え、プライバシーに配慮していることを伝えた。

質問紙 ①山本他 (1982) によるローゼンバーグ自尊感情尺度の日本語版10項目を4件法で使用。順項目 (PSE) の5項目と逆転項目 (NSE) の5項目のうち質問番号8を除く4項目の合計点を使用。②岡安・高山 (1999) による中学生版ストレスチェックリスト簡易版より抑うつ不安、身体症状、怒り、無気力に関する16項目を4件法で使用。

結果 ストレス反応の分布は極端に低得点側に歪んだ分布をしており、ほぼ単調減少している (Figure 1)。横軸はストレス反応得点、縦軸は人数である。ここでは棒グラフを参照。ストレス反応の分布がこのように歪んでいるために NSE とストレス反応との関係を調べるために、慎重な手順を踏む必要がある。NSE 得点を平均と標準偏差 (SD) にもとづいて4群（平均+ $1SD$ 以上の群=高群、平均以上から平均+ $1SD$ 未満の群=中高群、平均未満から平均- $1SD$ 以上の群=中低群、平均- $1SD$ 未満の群=低群）に分類し、各群におけるストレス反応の

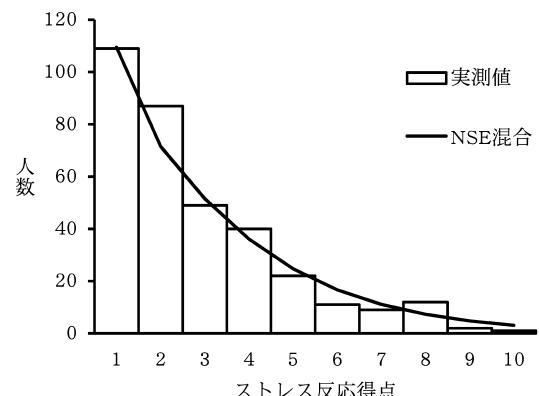


Figure 1 ストレス反応の全体分布—中学生1データ

分布を調べたところ、Figure 2 の棒グラフのような結果を得た。横軸はストレス反応得点、縦軸は人数比率。

これら 4 つのグラフは高群から低群にかけて自由度 (df) がそれぞれ 1, 2, 3, 4 の χ^2 分布に近似した分布をしている。実際、適合度検定をしてみると、それぞれ χ^2 分布がデータをよく近似していた (Figure 2 の折れ線と Table 1 参照)。つまりストレス反応の得点分布を NSE の高低によって群分けした各分布は χ^2 分布をしており、NSE の高い群ほど、 df が小さい χ^2 分布に従っている。

考察 もし各群の分布が χ^2 分布となっているのなら、どのようなことが起こっているかについて以下で考察する。このグラフの横軸はストレス反応の得点であるが、これが χ^2 統计量であるということになる。 χ^2 統计量とは z 得点 (生データから平均値を引き、標準偏差で割ったもの) を 2 乗したものとある。たとえば df が 1 の χ^2 分布は、1 個の z 得点を 2 乗したものの分布であり、 df が 2 の χ^2 分布は、2 個の独立した z 得点を 2 乗したものの和 ($z_1^2 + z_2^2$) の分布である。これが χ^2 分布するための必要条件は、ここで用いられる

Table 1 NSE・PSE を防御因子としたときのストレス反応に対する χ^2 分布の適合度(中学生データ 1)

群	人数	df	平均	分散	適合度
NSE 高群	58	1	1.19	1.46	0.93
NSE 中高群	108	2	1.55	1.41	0.50
NSE 中低群	106	3	2.73	3.70	0.96
NSE 低群	70	4	3.67	5.51	0.51
NSE 混合	342	—	2.29	3.80	0.33
PSE 高群	42	2	1.55	3.43	0.01
PSE 中高群	113	2	2.00	3.19	0.97
PSE 中低群	132	3	2.32	3.19	0.50
PSE 低群	55	4	3.35	5.07	0.96
PSE 混合	342	—	2.29	3.80	0.20

z 得点が正規分布していることである。

ストレス反応得点が z 得点を 2 乗したものであるとしたら、その z 得点はストレッサーを表しており、ストレス反応に変換される際に 2 乗されるという説明が考えられる。

z 得点として表現されるストレッサーは平均 0、分散 1 で正規分布しているのだろうか。正の値をとる場

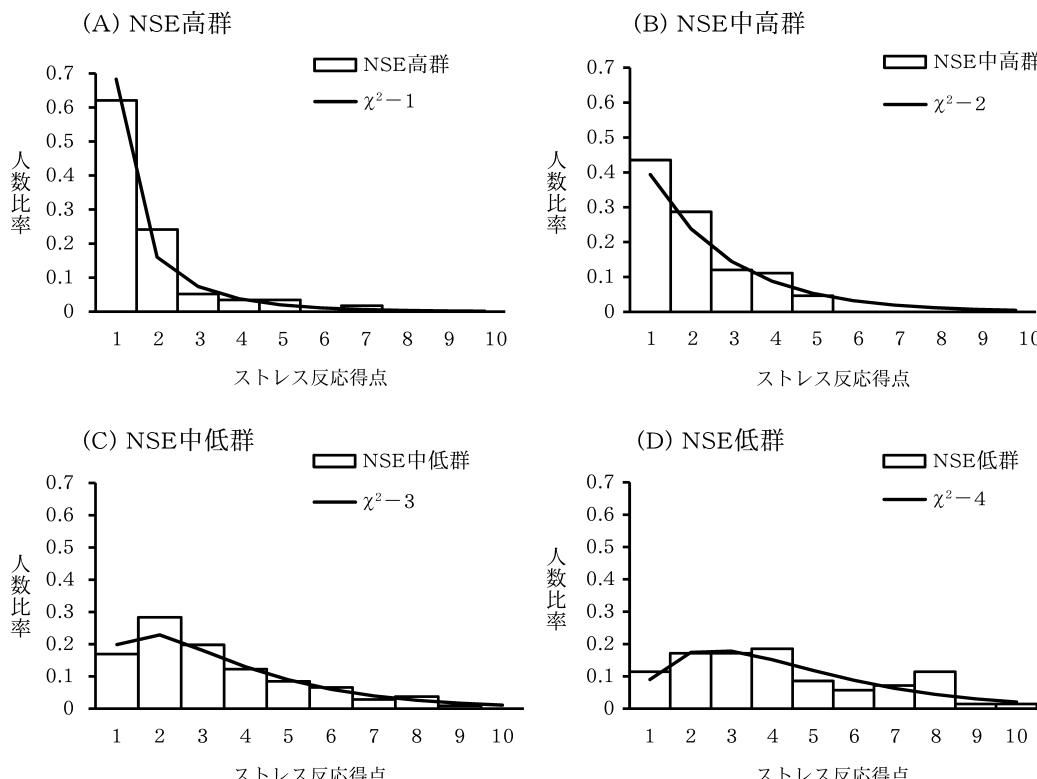


Figure 2 自尊感情 (NSE) を 4 群に分けたときの各群とストレス反応の関係—中学生 1 データ

合はディストレス、負の値をとる場合はユーストレス（あるいは符号が逆でもよい）とする考え方もあるが、いずれにしてもその値は2乗されてつねに正の値をとるストレス反応に変換されることになる。ここでは、ストレッサーとしてユーストレスは考えず、正の値のみをとる正規分布の右半分を考えることにする。

z 得点として表現されているということは、ストレッサーの最小値は0であり、これが最頻値（分布の頂点）である。つまり日常生活の多くの場面ではストレスを受けていないことを意味する。あるいはあるイベントを経験し、それを認知的に評価した結果、ストレスを感じなかつたということを意味する。

このような独立した複数の z 得点の2乗の和がストレス反応だとして、和をどのように考えたらよいだろうか。 z 得点がストレッサーの強度とすると、それらが別々にストレス反応に変換され、それらが合計（蓄積）されてストレス反応の総量が決まるということである。

しかもNSEで群分けされた各群において、NSEの高い群は上の例で言えば df が1の χ^2 分布に従う、つまり z^2 の項を1つだけ持つ分布に従う。NSEが低くなるにつれて df が大きい χ^2 分布に従うということは、 df が n ならば $z_1^2 + z_2^2 + \dots + z_n^2$ という n 個の z^2 の項の得点合計の分布に従うということである。各 z^2 の項をストレスの窓（受け取り口）と呼ぶとすると、各群はストレスの窓をもっており、NSEの低いものは窓をたくさんもっているということになる。NSEが低くなるにつれて、自分をストレスから守る砦に綻びが多くなるということを意味するかもしれない。

χ^2 分布の基本的特徴として、 df が n の分布の平均は n で、分散が $2n$ となることが知られている。Table 1には各群の平均と分散が記されているが、各群の平均は df の値と近いことが見てとれる。各群の分散は $2n$ の値よりも小さい。これは χ^2 分布が、理論上、相当大きな得点も、確率は小さいながら起きるので、これも含めて分散の理論値が計算されるためである。現実の値では、極端に大きい値がほとんど生じないので、理論値よりも小さめの値となっている。

次にPSEについて調べてみる。Table 1にPSEを群分け変数にして先ほどと同様の分析をした結果をまとめている。PSE高群を除いた3群は χ^2 分布が棄却されない。 df については、適合していない高群の df が2となっていて、NSEの場合とは異なるが、これ以外はNSEの値と同じとなっている。NSEとPSEの弁別性については、さらに詳しく調べていく。

以上を踏まえ、Figure 1のようなストレス反応全体の分布を理解する方法として、我々は防御因子の高低によって群分けされた各群の χ^2 分布の混合による混合モデルを提案する。これは df が1から4の χ^2 分布を各群の人数比率によって混合したモデルである。NSEに関するこのモデルは、適合度検定の結果、 p の値は0.33となり、棄却されない（Figure 1の折れ線とTable 1のNSE混合モデルの欄を参照）。PSEに関する混合モデルも棄却されていないが、NSEよりも値が悪くなっている（ $p=0.20$ ）。

防御因子と想定されるもののなかには、これによつて群分けされた各群が χ^2 分布となるものと、ならないものがあるのかもしれない。ここで想定した考えが正しいならば後者の場合には、それが防御因子としての価値を有しているのかどうかを問う必要があるだろう。

ストレス反応の得点をNSEの高低によってたまたま4群に分けたとき、ストレス反応の各分布がちょうど df 1, 2, 3, 4の χ^2 分布となるというのは、やや出来過ぎた話である。Figure 1, Figure 2ではストレス反応のヒストグラムの階級数を10とし、その階級の上限値（左から1, 2, ..., 10）をそのままストレス反応の得点として扱った。この数字がたまたま χ^2 分布の変域と偶然重なったため、 χ^2 分布による近似が可能となつたと思われる。今後は横軸の数値についてスケールファクター（尺度の伸縮率）を導入する。

NSEの高低は連続的に変化する。NSE高群には df 1の χ^2 分布の確率密度関数に従つてストレス反応得点を出力するひとが多数いるかもしれないが、 df 2の確率密度関数に従うひともいる可能性がある。同様にNSE中高群にも df が1, 2, 3の確率密度関数に従うひとが混じり合っているだろう。ゆえに各群のストレス反応の分布は、それぞれの群内で df の異なる χ^2 分布確率密度関数にしたがつてストレス反応を出力するひとが混じり合つた混合分布であろう。群分けする変数が連続量であり、各群は離散的分布形状であるのだから必然的にこのような事態になっているはずである。

我々はこれを χ^2 分布で表現できると考える。ここでの仮説は df が隣接する χ^2 分布が混合しているとき、たいていそれを1つの χ^2 分布で近似可能であろうというものである。数学的にこの命題が成り立つわけではない。経験的にこういう事態が多いだろうと提案している。

NSEを4群に分け、一番自尊感情の高い群のスト

レス反応は df が 1 の χ^2 分布になっていると指摘したが、この高群の参加者をさらに NSE の高低によって 2 群に分けたとき、最高群の参加者たちのストレス反応はどのような分布になっているのだろうか。

NSE 高群をさらに最高群（35 人）と次高群（23 人）にわけ、再度、 χ^2 分布の近似を試みたところ、両群の分布はよく似たものとなり、どちらも df が 1 の χ^2 分布があつてはまつた。その結果を Figure 3 に示す。棒グラフは実測値、折れ線は χ^2 分布の値である。それぞれの適合度 (p) は 0.647 と 0.247 となり、棄却されていない。NSE 高群を得点の高低によって 2 群に分けても、分布形は変化せず、いずれも df が 1 の χ^2 分布に従っている。これまで NSE の得点によってストレス反応の分布形が、 df の異なる χ^2 分布になることを見てきたが、NSE が高くなり、 df が小さくなるとしても、その最小値は 1 のように思われる。つまりストレスの窓はつねに 1 個は開かれている。

ストレスの窓とは、 χ^2 分布における z^2 の項の個数を指すので、 χ^2 分布の最小の形である $\chi^2 = z^2$ の形から χ^2 分布の df (z^2 の項の個数) は最小値が 1、したがってストレスの窓の個数の最小値も 1 になることが理論的に期待される。そして df が 1 の χ^2 分布に従う NSE 高群を最高群と次高群に分けても最高群の分布形が $df=1$ の χ^2 分布よりも左に偏った分布とならず、 $df=1$ の χ^2 分布のままであることは、これらの分布が χ^2 分布であるという蓋然性を高めるという意味で理論的見地からはたいへん好ましいものである。

以上の知見をもとに、NSE などの防御因子とストレス反応との関係について以下のモデルを提案する。

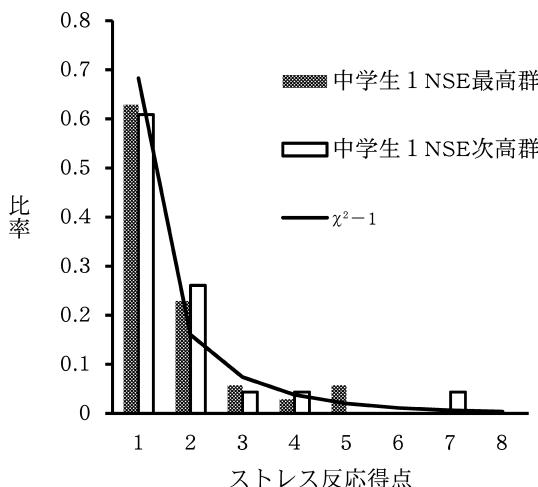


Figure 3 中学生 1 データにおける最高群と次高群

ストレスの窓モデル

NSE などの防御因子が制御する窓によるストレス反応の加算モデル（略して「ストレスの窓モデル」と称する）は以下の 4 つの仮定からなり、その数学的帰結として、防御因子の強弱によって層化された各群のストレス反応が、窓の個数分の df をもつ χ^2 分布に従うことを探案する。

仮定 I ストレスの窓の存在

ひとはストレスを受け取る窓を 1 個以上もっており、ストレスはその窓を通して個人内に侵入してくる。

仮定 II ストレスの分布

個々の窓の受け取るストレスの強度分布は、評価の結果、値が基準化され、平均を 0、分散を 1 とする正規分布の右側半分である。

仮定 III ストレッサーとストレス反応との関係

個々の窓は、それぞれ独立に（分離して）機能し、侵入してきたストレスを受け取り、ストレスの強度を 2 乗したものがストレス反応となり、最終的なストレス反応は各窓から受け取った総和となる。

仮定 IV ストレスと防御因子との関係

ストレスの窓の個数は NSE などの防御因子と密接に関連し、防御因子が強ければストレスの窓が少なく、これが弱くなるにつれてストレスの窓が多くなる。

モデルの記述

ストレスを受けたときにストレス反応を引き起こすプロセスには個人差があり、ストレスの窓の保有数でこれを表現する。ストレスの窓の最小数は 1 であり、防御因子が弱いひとほどストレスの窓の個数が多くなる。この数が χ^2 分布の df つまり z_k^2 の項の個数に対応する。我々はストレッサーとストレス反応の関係が一義的に決まっていると主張しているものではなく、個人によってストレッサーに対するさまざまな認知的評価やコーピングが働き（Lazarus & Folkman, 1984），最終的にストレス反応の強さが決まるという立場をとるが、ここでは生体内の処理を問題とせず、防御因子としての NSE などとストレス反応の関係に焦点をあてる。

ストレス反応 y_k は、個々のストレスの窓ごとに求められる。添え字の k は個々のストレスの窓に対応する。その関数形は 2 次関数である。すなわち

$$y_k = x_k^2. \quad (1)$$

ここで x_k は個々のストレスの窓が受け取るストレ

スであり、複数の窓をもつひとは窓ごとに異なるストレス（たとえば x_n と x_m ）を受ける。 x_k の変域は標準化された z 得点の正の部分。2次関数の係数は1に固定。ストレッサーの強度が大きくなると加速度的（2次関数的）にストレス反応の強度が大きくなると仮定する。

Boyce & Ellis (2005) は、生後初期の生育環境が逆境であったり、過度に保護的であったりすると、成長してからのストレスに過敏に反応するようになり、初期のストレス環境と成長後のストレスに対する反応性の間には2次関数の関係があるとしている。この考え方は、我々のものとは異なるが、成育歴的にこのようなことがあっても、我々のモデルの妨げとはならないし、ストレッサー・ストレス反応の定量的な研究がほとんどの見当たらないなかで、2次関数の提案は我々の仮定に対する補強材料になる。

ノルアドレナリンはストレスと深く関わる神経伝達物質であるが、Schildkraut (1973) は、(i) ノルアドレナリンの神経伝達が低すぎると抑うつを引き起こし、高すぎると不安を引き起こす。(ii) そしてこれが中程度のときもっともストレスに対する抵抗力が高くなる。(iii) この関係を横軸にノルアドレナリンの神経伝達、縦軸にストレス反応をとれば、ノルアドレナリンの神経伝達とストレス反応の関係が2次関数である、と指摘している。これも仮定IIIと関わる重要な知見である。

一般に n 個のストレスの窓をもつひとのストレス反応 y は、

$$y = y_1 + \dots + y_n = x_1^2 + \dots + x_n^2. \quad (2)$$

本研究においてはストレッサーに関する情報が皆無なので、単純にこれが正規分布の右半分であると仮定する。ここで分布は標準化されており分散は1である。

以上のプロセスにより、 n 個のストレスの窓をもつひとの集団のストレス反応の分布は、 df が n の χ^2 分布となる。なぜなら上の定義はストレスが正規分布の右半分であるとする点を除き χ^2 分布の定義そのものであるからである。

むろんストレスの分布が正負の値をもつ正規分布であろうが、正の値をもつ正規分布の右半分であろうが、ストレス反応はその値を2乗するので、ストレス反応の値は同一となる。

ストレスの窓がどのようなものであるかは、ストレス反応の分布形だけでは窺い知ることができないが、たとえばある中学生は学校に関するストレスの窓をひ

とつもっているかもしれないし、またあるひとは家庭内ストレスに関する窓をもっているかもしれない。自分が関わる集団の数が多くなるにつれて窓の個数は多くなるかもしれないし、NSEの強さゆえに、窓が1個しか開かないかもしれない。これらはたとえ話であってストレスの窓がそれぞれある特定の守備範囲をもつと想定する必要はなく、異なる z_k の項が別々に2乗されて加算されるというのが数学的要請である。

計算手順

1. NSEなどの得点を平均と標準偏差にもとづいて4群（平均+1SD以上の群=高群、平均以上から平均+1SD未満の群=中高群、平均未満から平均-1SD以上の群=中低群、平均-1SD未満の群=低群）に分類。ただし同順位のものがいるので、NSE以外の得点を用いるときには、各群の人数は異なったものとなっている。

2. 各群別にストレス反応得点のヒストグラムを作成、階級数は10から12。階級の左からの位置を1, 2, 3, …とし、これをストレス反応得点の初期値とする。

3. 横軸にスケールファクター（伸縮率） h を設定、初期値は1。スケールファクターは4群間で一定。

4. 計算に際しては、エクセルの関数を用い、最小二乗法の計算を遂行するにあたってはエクセルのソルバーを用いた。計算の都合上、ガンマ分布を χ^2 分布の代わりに用いた。本来、ガンマ分布と χ^2 分布は数学的には同一の式であるが、 χ^2 分布の df が自然数という離散量であるのに対し、ガンマ分布は実数という連続量で表現できるので後者のほうがエクセルのソルバーとの相性がよく、これを用いて計算することにした。

5. ある群 m の x 番目の階級について、その階級に属する人数比率の理論値 $R_m(x)$ は、エクセルのガンマ分布の書式で表現すると、

$$R_m(x) = \text{GAMMA.DIST}(h \cdot x, k_m/2, 2, 1) - \text{GAMMA.DIST}(h(x-1), k_m/2, 2, 1). \quad (3)$$

ここで、 k_m は df 、ガンマ分布では $k_m/2$ を指定。 h はスケールファクター。各群別に k_m と h の初期値を定めて推定。3番目の数字の2は χ^2 分布を近似するときに指定する形状母数、最後の1は累積型を表わす。

例えは、中低群($m=3$)の4番目($x=4$)の階級の面積(4番目の棒グラフの面積、人数比率、 $R_3(4)$)を求めてみる。簡単のためにとりあえず h は1に固定。求めたいのは、この分布が χ^2 分布するとして、その自由度

(分布の平均と分散を決めるパラメタ、すでに述べたように χ^2 分布は1個のパラメタで平均と分散が決まる) であるが、この自由度 k_3 を未知数とし、次段落で述べるように最小二乗法を用いてこの値を推定する。用いる累積型ガンマ分布は x の値を指定すると、0から x までの面積(全体の面積は1)を求めるので、 x が4までの面積から x が3 ($x=4-1$) までの面積を引くと、4番目の階級の面積が計算できる。この段階で面積 $R_3(4)$ は未知数 k_3 を含んでいる。

6. ある群 m の x 番目の階級に属する実際の人数比率を $D_m(x)$ とすると、目的関数 S は、

$$S = \sum_{x=1,2,\dots} \sum_{m=1,2,3,4} (D_m(x) - R_m(x))^2. \quad (4)$$

すべての群のすべての階級における実測値と理論値の差の2乗を総計した値 S を最小ならしめる k_3 と h を求める。各群のスケールファクターは共通。これらの値をエクセルのソルバーで計算した。そのうえで、得られたガンマ分布の実数の df を、切り上げまたは切り捨てるこことによって自然数化して、 χ^2 分布の df の推定値とした。切り上げか切り捨てかについては適合度の良い方を採用した。

例えば、先ほどと同じく $m=3$, $x=4$, 実測の面積 $D_3(4)=0.15$ とする。ソルバーで計算するときには、初期値(仮の値)が必要なので、例えば $k_3=4$ として $(D_3(4) - R_3(4))^2$ の値を計算する。 $R_3(4)$ は本来、自由度を未知数として含んでいるが、仮の数が代入されているので、上の値は未知数を含まない数値となっている。このような値を $x=1, 2, \dots$ について合計することで $\sum (D_3(x) - R_3(x))^2$ の暫定値が求まる。これを各 m (D や R の添え字 1, 2, 3, 4) について計算し合計したものが S の値となる。これは仮の値が代入された理論値の暫定値と実測値の誤差の総和を表している。ここでは4つの自由度が未知数として用いられていたが、さらにスケールファクター h が各群に共通に設定されており(初期値は1), 計5つの未知数をソルバーで求めることになる。先述したようにこの5つの未知数には仮の数値が入れられている。ソルバーを起動させると、目的となる数 S を最小にする5つの数値の組み合わせを同時に推定し、かつ S の最小値を計算してくれる。

混合モデル

全体のデータの上記モデルの推定値は x ごとに、各群の人数比率(既知)が a_1, a_2, a_3, a_4 とすると、

$$a_1 R_1(x) + a_2 R_2(x) + a_3 R_3(x) + a_4 R_4(x). \quad (5)$$

分析2 モデルの検証—中学生データ2

目的 分析1で見られたような関係が再現できるかどうかを検証するため、分析1とは異なる対象データ(中学生)について NSE, PSE とストレス反応との関連を調べる。

参加者 K県にある中学校2校に2014年5月下旬から6月中旬にかけて質問紙を配布し、中学1年生から中学3年生、計503名。そのうち欠損値のあるデータを削除したので分析対象は430名(1年男子69名、1年女子77名、2年男子81名、2年女子56名、3年男子76名、3年女子71名)。実施前に回答は任意であり、集計結果は個人を特定できる形で公表されないこと、学校にも個人の情報を開示しないことを伝え、プライバシーに配慮していることを伝えた。

質問紙 ①山本他(1982)によるローゼンバーグ自尊感情尺度の日本語版10項目を5件法で使用。順項目(PSE)の5項目と逆転項目(NSE)の5項目のうち質問番号8を除く4項目の合計点を使用。②岡安・高山(1999)による中学生版ストレスチェックリスト簡易版より抑うつ不安、身体症状8項目を4件法で使用。

結果 NSE 4群、混合モデルのあてはまりを Table 2 に示す。個々の群およびこれらを足し合わせた混合モデルはいずれも棄却されていない(各群 $p=0.09\sim0.94$ 、混合 $p=0.10$)。 df は高群から低群にかけて1, 2, 3, 5だった。スケールファクターがここでは0.83となる。

Table 2 NSE・PSEを防御因子としたときのストレス反応に対する χ^2 分布の適合度—再現性の検証

群	人数	df	平均	分散	適合度
NSE 高群	75	1	1.18	1.74	0.94
NSE 中高群	137	2	1.92	2.94	0.23
NSE 中低群	152	3	2.52	3.72	0.31
NSE 低群	66	5	4.21	5.90	0.09
NSE 混合	430	—	2.36	4.33	0.10
PSE 高群	71	2	1.47	2.09	0.42
PSE 中高群	139	2	1.96	3.14	0.52
PSE 中低群	151	3	2.53	4.51	0.41
PSE 低群	69	4	3.69	5.50	0.01
PSE 混合	430	—	2.36	4.33	0.02

り、階級数の 12 と掛け算すると 9.96 となり、横軸の変域が中学生データ 1 の 10 とほぼ同じになった。

さらに中学生データ 2 についても NSE 高群をさらに最高群（37 人）と次高群（38 人）にわけ、再度 χ^2 分布の近似を試みたところ、両群の分布はよく似たものとなり、どちらも df が 1 の χ^2 分布があてはまった。適合度は最高群が $p=0.99$ 、次高群が $p=0.73$ となり、最高群についてはあてはまりが良すぎて棄却されかねない値となった。

続いて PSE の 4 群、混合モデルのあてはまりを見る（Table 2）。 df は高群から低群にかけて 2, 2, 3, 4 となつた。PSE は低群と混合モデルにおいてモデルが棄却された（それぞれ p が 0.01 と 0.02）。

分析 1 に続き NSE は防御因子としての性格を有しており、PSE は必ずしもそうではないことが示唆された。

分析 3 さまざまな防御因子の検討—大学生データ

目的 NSE と PSE ならびに石毛・無藤（2005）によるレジリエンス尺度から 3 つの下位尺度と鈴木他（1997）による SRS-18 のストレス反応尺度との関係についてモデルが適合するかどうかを調べる。

参加者 K 大学の学生 318 名に 2014 年 11 月中旬から下旬にかけて質問紙を配布し、そのうち欠損値のあるデータを削除したので分析対象は 300 名（男子 168 名、女子 127 名、性別不明 5 名、平均年齢は 19.70 歳、標準偏差は 1.14 歳）。実施前に回答は任意であり、集計結果は個人を特定できる形で公表されないこと、大学にも個人の情報を開示しないことを伝え、プライバシーに配慮していることを伝えた。

質問紙 ①山本他（1982）によるローゼンバーグ自尊感情尺度の日本語版 10 項目を 5 件法で使用。逆転項目（NSE）の 5 項目のうち質問番号 8 を除く 4 項目の合計点を使用。順項目（PSE）についても調べる。②鈴木他（1997）による SRS-18 の「抑うつ・不安」「不機嫌・怒り」「無気力」の 18 項目を 4 件法で使用。③石毛・無藤（2005）によるレジリエンス尺度から「楽観性」7 項目、自己志向性 7 項目、関係志向性 7 項目を 4 件法で使用。これを用いた理由は、いわゆるレジリエンス尺度が NSE と同様の働きをもつかを調べるためにある。

結果と考察 NSE 4 群、混合モデルのあてはまりを Table 3 に示す。各群のあてはまりは p が 0.52–0.91、混合モデルは p が 0.36 となっており、いずれも棄却されていない。 df は 3, 5, 6, 8 となり、高群か

Table 3 さまざまな防御因子を用いたときのストレス反応に対する χ^2 分布の適合度（大学生データ）

群	人数	df	平均	分散	適合度
NSE 高群	50	3	3.35	6.00	0.88
NSE 中高群	89	5	4.67	7.21	0.91
NSE 中低群	92	6	5.87	11.50	0.52
NSE 低群	69	8	7.32	10.85	0.66
NSE 混合	300	—	5.43	10.94	0.36
PSE 高群	38	5	4.8	10.9	0.42
PSE 中高群	101	5	4.9	9.5	0.05
PSE 中低群	110	5	5.3	10.2	0.29
PSE 低群	51	7	7.3	11.0	0.03
PSE 混合	300	—	5.43	10.94	0.05
楽観性高群	39	4	3.72	7.94	0.27
楽観性中高群	106	5	4.68	9.23	0.82
楽観性中低群	97	6	5.53	7.85	0.62
楽観性低群	58	8	7.76	12.81	0.22
楽観性混合	300	—	5.43	10.94	0.14
自己志向高群	37	4	4.00	9.15	0.92
自己志向中高群	90	5	5.16	12.05	0.09
自己志向中低群	109	6	5.55	8.96	0.21
自己志向低群	64	7	6.41	11.53	0.48
自己志向混合	300	—	5.43	10.94	0.10
関係志向高群	56	6	6.46	14.49	0.02
関係志向中高群	110	5	4.99	9.08	0.86
関係志向中低群	82	6	5.58	9.21	0.04
関係志向低群	52	5	5.00	12.02	0.34
関係志向混合	300	—	5.43	10.94	0.03

ら低群にかけて df が大きくなっている。Figure 4 の棒グラフと χ^2 分布の折れ線は高群から低群にかけてグラフの頂点が少しずつ右にシフトしている、分布形状も χ^2 分布的に推移している。平均、分散、分布形状の 3 つを予測できる点にストレスの窓モデルの利点がある。大学生データのスケールファクターは 1.43 であり、階級数 12 と掛け算すると 17.16 となつた。Figure 4 の横軸は掛け算した値を用いている。

大学生の NSE の df は中学生よりも大きい。これは大学生になると、ストレスの窓をたくさんもっていることを意味する。大学生の対人関係の方が、中学生よりも複雑になることが関係していると思われる。あるいは尺度の感度の問題が関係しているかもしれない。

PSE 4 群、レジリエンス 3 尺度（楽観性、自己志向性、関係志向性）の各 4 群と混合モデルのあてはまりも Table 3 に示されている。

PSE は中高群と低群においてモデルが棄却され（それぞれ $p=0.05$ と $p=0.03$ ）、混合モデルも棄却された（ $p=0.05$ ）。NSE の df の幅が 3 から 8 であったのに對し、PSE は高群から低群にかけて 5, 5, 5, 7

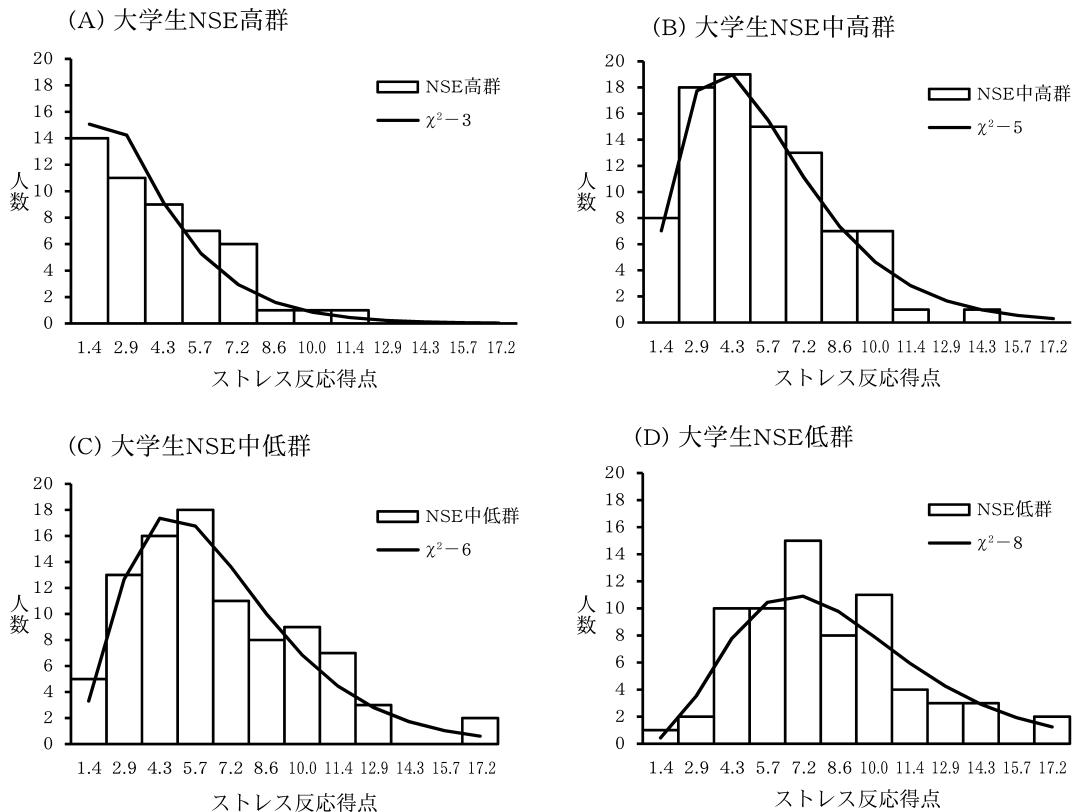


Figure 4 自尊感情 (NSE) を 4 群に分けたときの各群とストレス反応の関係—大学生データ

であり、 df の幅が狭まっている。

レジリエンス尺度の楽観性は NSE と同じような働きをしている。Table 3を見ると df は高群から低群にかけて 4, 5, 6, 8 であり、NSE の値と近い。各群の ρ は 0.22-0.82、混合モデルの ρ は 0.14 となっており、いずれも棄却されていない。

自己志向性の適合度は棄却されていないが（各群 $p=0.09-0.92$ 、混合 $p=0.10$ ）、 df の幅が 4, 5, 6, 7 となり NSE と比べて少し狭くなっている。関係志向性は適合度にむらがあるだけでなく、 df の順序性が崩れている。つまりこれまで高群において df が小さく、低群になるにつれて df が大きくなる傾向があったが、この傾向が認められない。

NSE などの尺度とストレス反応との相関についてまとめる (Table 4)。ここでは各尺度とストレス反応とのスピアマン順位相関が示されている。NSE は中学生においても大学生においても -0.4 以上の相関を示しており、楽観性も同じくらいの相関がある。PSE は -0.3 以上の相関があるが、自己志向性は -0.2 程度

Table 4 各尺度とストレス反応との順位相関

尺度	順位相関
中学生 1 NSE	-0.46
中学生 1 PSE	-0.31
中学生 2 NSE	-0.47
中学生 2 PSE	-0.35
大学生 NSE	-0.43
大学生 PSE	-0.24
大学生楽観性	-0.42
大学生自己志向性	-0.23
大学生関係志向性	0.07

である。関係志向性はごく弱いプラスの相関となった。

モデルの仮定IVでは、ストレスの窓の個数は防御因子と密接に関連し、この力が強いひとは窓の個数が少ないとなっていた。NSE や楽観性は、ストレス反応との相関が高く、高群においては窓の個数が少ないひとが多く集まり、ストレス反応は小さな df をもつ χ^2 分布になり、低群においては窓の個数が多いひとが多く集まり、ストレス反応の分布は大きな df をも

つ χ^2 分布となる。それにたいしてストレス反応との相関のあまり高くない尺度による場合、各群には異なる df の確率密度関数にしたがってストレス反応を出力するひとが混じり合い、高群においても窓の個数の多いひとや少ないひとが混在することにより、必ずしも df は小さくならないし、低群においても必ずしも大きなものとならないと推測される。また群内の確率密度関数の df のばらつきが大きすぎると、単一の χ^2 分布では近似できなくなる可能性が高くなると考えられる。

総合考察

ここまででの知見をまとめると、

1. ストレス反応の分布は、群分けされた各群において概ね χ^2 分布にしたがっている。つまり各分布の平均と分散、分布形状を χ^2 分布が特徴づける。

2. ストレス反応との相関が高い尺度（NSEと楽観性）によって群分けすると4群間で χ^2 分布の df の変化する幅が大きくなる。それにたいしてストレス反応との相関が低い尺度（PSEと自己志向性）によって群分けすると4群間の df の変化幅が小さくなり、適合度も棄却される場合がある。

3. 中学生データ1, 2のNSEの高群においては df が1だったが、高群をさらに2群に分けて最高群と次高群を調べても df は1であった。

4. 中学生と大学生のデータを比較すると、大学生のデータの方が、 df が大きかった。後者においてはストレスの窓をより多くもつ。

本研究の出発点としてNSEとストレス反応の関係に注目し、NSEで群分けすると、各群の分布が df の異なる χ^2 分布に従うことを見てきたが、これと並んで楽観性、自己志向性もストレスに対する防御因子としての性格を有していた。ただし自己志向性では群間の df の変化の幅がやや小さくなっていた。PSEや関係志向性についてストレス反応との関係を調べてみると、各群はおよそ χ^2 分布するが群間の df の変化の幅が小さくなり、いくつかの群や混合モデルにおいては適合度検定で棄却された。つまりPSEや関係志向性は防御因子としての性格が必ずしも明確ではなかった。

ストレスの窓モデルについては数学的記述を上で与えたが、ここではモデルのイメージをFigure 5に示す。本モデルにおいては、「心」の一番外側に防御壁がある。この防御壁は防御因子とされるNSEやレジリエントな特性をもつものなどで構成されている。ス

トレス（矢印）はこの壁を越えて内部に侵入できない。防御壁は区画化（窓化）されており、この図では、10個に分かれている。しかしながら、防御壁のうち1区画は常に開かれており、ストレスはこの窓を通じて侵入する。コーピング方略の修正や適切なコーピング方略の獲得といった心理行動的側面、およびHypothalamic-Pituitary-Adrenal axis（HPA軸）の機能調節のような生理的側面を踏まえると、ある程度のストレスは生体にとって必要である。よって、モデルの仮定である1個以上の窓をもつことは妥当なものだといえる。

侵入してきたストレスは評価層で値が変換される。本研究においては、単純にストレスが基準化されるとしているが、これは本研究がストレッサーを直接扱っていないためであり、ストレッサーとストレス反応の関係を調べることができれば、これ以外の処理を想定する可能性はある。たとえば、ストレッサーの強度がある一定以上にならなければ、ストレッサーと認知されない可能性があるが、この種の閾値処理が窓の開き具合によって異なる可能性はあるだろう。

次の層はストレッサー・ストレス反応変換層（S⇒R層）である。ここではストレッサーの値が2乗される。図では長さ（ストレッサー）が2乗されて正方形の面積としてストレス反応が描かれている。このモデルが χ^2 分布をもとにしている以上は、この仮定は必須のものだが、現実的には、ストレッサーからストレス反応の変換が下に凸のグラフとなってしまえば、おそらく成立立つだろう。さらに評価を受けたのちのストレッサーの強度には生理的な限界があり、ある値以上はならない可能性がある。

最終層においては、S⇒R層でストレス反応に変換されたものの総和が計算される。ストレッサーのレベルで総和が取られるのではなく、ストレス反応に変換されたのちに総和が取られる点が重要である。日々のストレスは、離散的に降りかかってきており、ひとつひとつのストレスがストレス反応に変換され、それらが最終的なストレス反応に集計される。

NSEなどの防御因子とストレスとの間には、ある程度双方の因果の流れがあると思われる。例えばNSEが高く、ストレスの窓が2個というひとがいたとしよう。このひとは、窓の個数の少なさゆえにあまりストレス反応が高くない可能性が大だが（防御因子の高さ→小さいストレス反応）、度重なるストレスイベントのために防御壁が破れ、窓の個数が多くなるかもしれない（多くのストレスイベント→防御因子の低下）。そうす

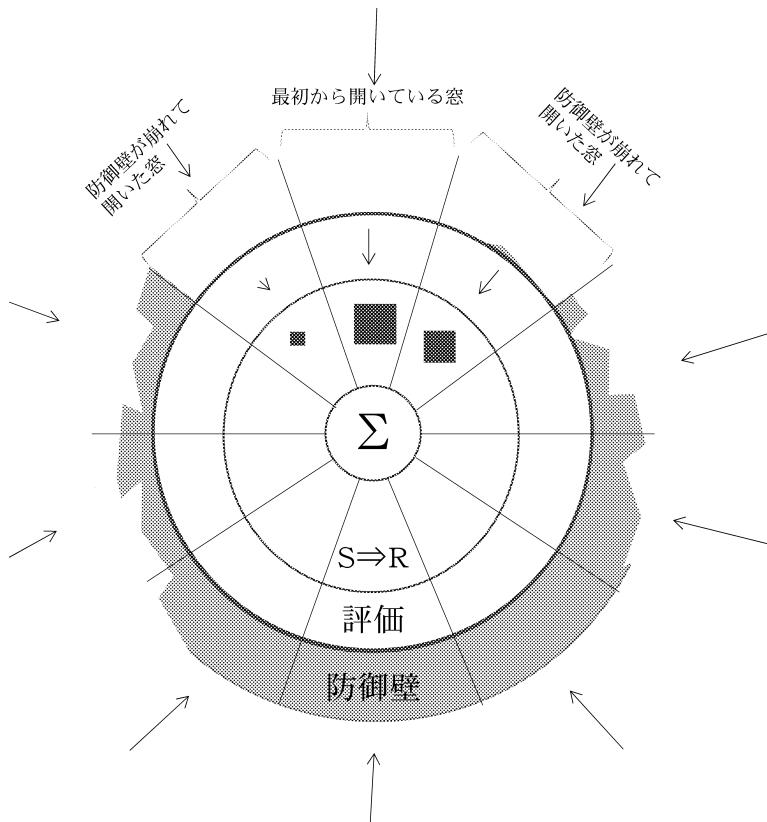


Figure 5 ストレスの窓モデル概略図

ると受け取るストレス反応が大きくなる可能性が高くなる。しかしながら、時間の経過とともにストレスイベントが少なくなる事態に遭遇すると、時間の経過の中で防御壁が修復（たとえばNSEが回復）されるかもしれない。防御壁が修復された時点で中程度の強度のストレスイベントを経験するとき、ストレス反応の強度はあまり高くないかもしれない（防御因子の高さ→小さいストレス反応）。

ここで報告している防御因子とストレス反応の関係は、ある特定の時点における調査なので、上で述べたような双方向の因果関係によって防御因子の高さとストレスイベントの個数がある程度連動している可能性はあるが、ストレスを受け取る窓の個数は防御因子の高さによって制御されており、逆方向の流れによっても修飾を受けているというのがモデルの基本的考え方である。

さらにこのように考察すると防御壁と評価層の間に密接な関係があることに気づく。つまり潜在的にストレスフルなイベントを経験しても、それに対する評価

がゼロであることは防御壁が機能していることと同値である。したがって防御壁と評価層は、認知的評価とコーピングの過程（Lazarus & Folkman, 1984）を含むものであると想定される。つまり防御因子はストレスの窓の個数によって決まり、個々のストレスの窓においては、これら2つの過程を経てストレッサーの強度が決まる。

精神的健康に関する尺度得点を防御因子によって群分けしたときに、本研究で見られたような分布になることを、森本（1997）は指摘している。彼は精神的健康尺度としてGHQ 28を用い、防御因子として働きがい感を用いたとき、働きがい感の高群は単調減少の曲線、低群はピークが左にシフトした上に凸の曲線となることを示している（森本, 1997, p.216）。森本はこれを χ^2 分布であるとは指摘していないが、この分布を χ^2 分布で近似すると、高群と低群はそれぞれdfが3と7のものがほぼ当てはまった。

次に素因ストレスモデルとストレスの窓モデルとの関係について述べる。ストレスの窓モデルは、素因ス

トレスモデルにおける交互作用、すなわち素因のレベルが高くなれば、ストレスに強く反応し、ストレス反応のレベルが高くなる傾向を再現できる。ストレスの窓モデルにおいてはストレッサーとストレス反応の関係を2次関数で表現しているので、両者の間には1対1の関係がある。つまりある特定の df のもとでは、ストレッサーの累積密度とストレス反応の累積密度が一致する。この関係を利用すると、Figure 6 のようなグラフが描ける。ここでは横軸がストレッサー（累積密度）、縦軸がストレス反応、4本の曲線は下から順に df が 1, 3, 5, 7 の χ^2 分布の値を表している。一般に df の異なる χ^2 分布をこのように描くと、 df の大きいものほど傾きが急峻になる。このグラフにおいて、 df が 1 の曲線はストレッサーの強度が中程度までは、値が大きくならず、ほぼフラットである。この関係は Monroe & Simons (1991, p.415) の Figure 4 における「素因なし」(diathesis absent) に近い。本モデルにおいては、すべてのひとは少なくとも1個以上の窓をもつとしており、窓1個のひとは素因が事実上「ない」に等しい。Monroe & Simons (1991) の図が概念的な図であるのに対し、Figure 6 はストレスの窓モデルによる χ^2 分布をもとにした図であって、これはデータを元にしたものである。

ポイントは防御因子の高群が低群と比較して df の小さい χ^2 分布をしているかどうかであり、この条件が満たされることが2曲線の傾きが異なることと同義である。

ただし Figure 6 は Monroe & Simons (1991, p.415) や彼らを引用した Zuckerman (1999) を再現している

が、伊藤・丹野 (2003), 小西・山田・佐藤 (2008), 森本・丹野 (2004), 高野・丹野 (2008) における交互作用のグラフとはやや性質を異にしている。前者の研究や本研究では、縦軸が抑うつやストレス反応を表示しているのに対し、後者の日本人の研究では、ストレス反応を2回測定しており、その間に発生したストレスによってストレス反応がどう変化するかを調べ、これがストレスや素因とどう交互作用をするかを論じているからである。

先述したように、本モデルは時間変化を扱っておらず、ある一定期間にストレスが加えられたときに、窓の開閉がどのように変化するかを予測できない。これが現時点における本モデルの限界であるが、上述した諸研究と同じ枠組みで NSE などとストレス反応を2回測定し、その間のストレッサーの大きさを調べ、ストレッサーと窓の開閉との関係について調べることは可能である。今後、本モデルが時間的変化を扱えるよう、改訂していく必要があるだろう。

最後にストレスの窓モデルの意義についてまとめる。

1. 自尊感情の NSE やレジリエンス尺度の楽天性などの防御因子とストレス反応との関係を定量的に関連づけたこと。

2. 防御因子の高さはストレスの窓を何個持つかという離散的な量で表現されること。

ストレスの窓モデルは、ストレッサーの強度分布が正規分布的、ストレッサーからストレス反応への変換が2次関数と仮定し、ストレスに対して防御的であるかどうかは個人がもつ窓の個数の多寡で決まるという提案を行うことによって、防御因子の強度とストレス

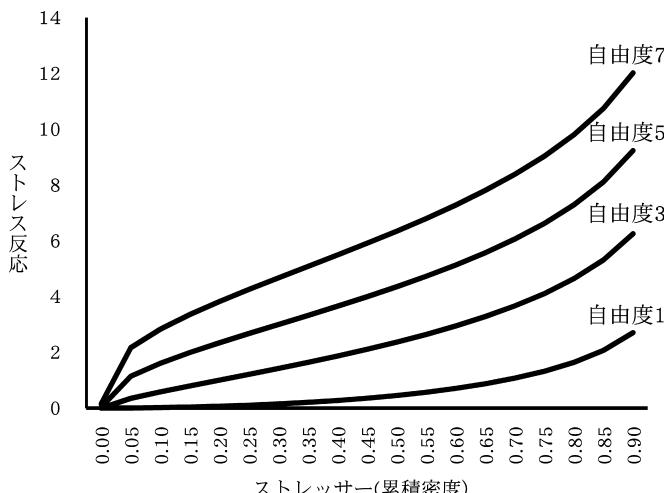


Figure 6 ストレスの窓モデルによる素因ストレスモデルの表現

反応の強度との関係を定量的かつ確率的に理解できる。

3. 同じ強さの防御因子をもっていても、個々人のストレス反応の大きさは確率的に χ^2 分布していること。

4. ある大きさのストレス反応を示しているひとでも、防御因子の強さは同じとは限らず、確率的に決まること。

上の2つは裏表の関係だが、ストレスの窓を多数もっており、ストレッサーの少ない環境にいるならば、健常者と同様のストレス反応を示すことがありうるし、逆にストレスの窓の個数が少なくとも、高強度のストレッサー環境にいると強いストレス反応を示すことがありうることを定量的かつ確率的に理解できる。

引用文献

- 阿久津洋巳 (2008). 項目反応理論によるストレス尺度の検討 岩手大学教育学部研究年報, 67, 81-94.
- Belsky, J., & Pluess, M. (2009). Beyond diathesis stress: Differential susceptibility to environmental influences. *Psychological Bulletin*, 135, 885-908.
- Boyce, W. T., & Ellis, B. J. (2005). Biological sensitivity to context: I. An evolutionary-developmental theory of the origins and functions of stress reactivity. *Development and Psychopathology*, 17, 271-301.
- Brown, J. D., & Dutton, K. A. (1995). The thrill of victory, the complexity of defeat: Self-esteem and people's emotional reactions to success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 712-722.
- Carmines, E. G. & Ziller, R. A. (1979). *Reliability and validity assessment*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Cohen, J. & Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dutton, K. A., & Brown, J. D. (1997). Global self-esteem and specific self-views as determinants of people's reactions to success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 139-148.
- Goldberg, D. (1978). *Manual of the general health questionnaire*. Windsor, England: National Foundation for Educational Research.
- Goodchild, M. E., & Duncan-Jones, P. (1985). Chronicity and the General Health Questionnaire. *British Journal of Psychiatry*, 146, 55-61.
- 石毛みどり・無藤 隆 (2005). 中学生における精神的健康とレジリエンスおよびソーシャル・サポートとの関連—受験期の学業場面に着目して 教育心理学研究, 53, 356-367. doi: 10.5926/jjep1953.53.3_356
- 伊藤由美・丹野義彦 (2003). 対人不安についての素因ストレスモデルの検証—公的自己意識は対人不安の発生にどう関与するのか パーソナリティ研究, 12, 32-33. doi: 10.2132/personality.2003.32
- 小西瑞穂・山田尚登・佐藤 豪 (2008). 自己愛人格傾向についての素因—ストレスモデルによる検討 パーソナリティ研究, 17, 29-38. doi: 10.2132/personality.17.29
- 桑原知子 (1986). 人格の二面性測定の試み—NEGATIVE語を加えて 教育心理学研究, 34, 31-38. doi: 10.5926/jjep1953.34.1_31
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer.
- Marsh, H. W., Scalas, L. F., & Nagengast, B. (2010). Longitudinal tests of competing factor structures for the Rosenberg Self-Esteem Scale: Traits, ephemeral artifacts, and stable response styles. *Psychological Assessment*, 22, 366-381.
- Metalsky, G. I., Halberstadt, L. J., & Abramson, L. Y. (1987). Vulnerability to depressive mood reactions: Toward a more powerful test of the diathesis-stress and causal mediation components of the reformulated theory of depression. *Journal of Personality and Psychology*, 52, 386-393.
- Monroe, S. M., & Simons, A. D. (1991). Diathesis-stress theories in the context of life stress research: Implications for the depressive disorders. *Psychological Bulletin*, 110, 406-425.
- 森本兼翼 (1997). ストレス危機の予防医学—ライフスタイルの視点から NHK ブックス
- 森本幸子・丹野義彦 (2004). 大学生における被害妄想的観念に関する研究—素因ストレスモデルを用いて 心理学研究, 75, 118-124. doi: 10.4992/jjpsy.75.118
- 西野泰代・小林佐知子・北川朋子 (2008). 日常ストレッサーが抑うつ傾向に及ぼす影響と自己価値の役割についての縦断的研究 パーソナリティ研究, 17, 133-143. doi: 10.2132/personality.17.133
- 岡安孝弘・高山 巍 (1999). 中学生用メンタルヘルス・チェックリスト（簡易版）の作成 宮崎大学教

- 育学部附属教育実践研究指導センター紀要, 6, 73-84.
- Pluess, M., & Belsky, J. (2013). Vantage sensitivity: Individual differences in response to positive experiences. *Psychological Bulletin*, 139, 901-916.
- Pruessner, J. C., Hellhammer, D. H., & Kirschbaum, C. (1999). Low self-esteem, induced failure and the adrenocortical stress response. *Personality and Individual Differences*, 27, 477-489.
- Schildkraut, J. J. (1973). Neuropharmacology of the affective disorders. *Annual Review of Pharmacology*, 13, 427-454.
- 鈴木伸一・嶋田洋徳・三浦正江・片柳弘司・右馬埜力也・坂野雄二 (1997). 新しい心理的ストレス反応尺度 (SRS-18) の開発と信頼性・妥当性の検討 行動医学研究, 4, 22-29. doi: 10.11331/jjbm.4.22
- 高野慶輔・丹野義彦 (2008). 抑うつと私的自己意識の2側面に関する縦断的研究 パーソナリティ研究, 17, 261-269. doi: 10.2132/personality.17.261
- 山本真理子・松井 豊・山成由紀子 (1982). 認知された自己の諸側面の構造 教育心理学研究, 30, 64-68. doi: 10.5926/jjep.1953.30.1_64
- Zuckerman, M. (1999). *Vulnerability to psychology: A biosocial model*. Washington, DC: American Psychological Association.

(2015.9.30 受稿, '16.8.3 受理)

The Aperture Model of Stress: Summation of Stress Responses by Discrete Apertures Controlled by Protective Factors

NAOFUMI FUJITA (KOCHI UNIVERSITY), KOUDAI FUKUDOME (HIROSHIMA UNIVERSITY),
TAKASHI KOGUCHI (KOCHI UNIVERSITY) AND NAGISA KOBAYASHI (KAMODA ELEMENTARY SCHOOL)
JAPANESE JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, 2017, 65, 12-25

The purpose of the present study was to examine the relation between protective factors against stress, such as self-esteem, and psychological stress responses. The aperture model of stress has 4 assumptions: (a) each person has at least one aperture through which stress intrudes, (b) stress distribution follows the right half of a standardized normal distribution, (c) each aperture functions independently by receiving the stress, squaring its value as a stress response, and, finally, adding each value, and (d) stronger protective factors result in fewer apertures. The mathematical consequence is that each distribution of stress responses stratified by the strength of the protective factor proved to be followed by a χ^2 distribution with degrees of freedom corresponding to the number of apertures. The model provided an excellent account of the data when negative self-esteem or optimism was used as the protective factor. The interaction of the diathesis-stress model can be derived mathematically through the aperture model of stress.

Key Words: protective factor, stress response, aperture model of stress, diathesis-stress model, χ^2 distribution