

Gray の気質モデル¹⁾

— BIS/BAS 尺度日本語版の作成と双生児法による行動遺伝学的 検討

高橋 雄介

東京大学大学院総合文化研究科
日本学術振興会

山形 伸二

東京大学大学院総合文化研究科
日本学術振興会

木島 伸彦

慶應義塾大学心理学研究室

繁 柊 算 男

東京大学大学院総合文化研究科

大野 裕

慶應義塾大学保健管理センター

安藤 寿 康

慶應義塾大学文学部

本研究は、Gray の強化感受性理論 (Reinforcement Sensitivity Theory) に基づいた2つの気質次元、行動抑制系 (Behavioral Inhibition System) と行動賦活系 (Behavioral Activation System) について、日本語版尺度の信頼性・妥当性の検討 (研究1)、生物学的基盤との対応関係の検討 (研究2) を行った。研究1では、大学生446名を対象に質問紙調査を行い、Carver & White (1994) が作成した尺度の日本語版の信頼性を確認した。また、因子的妥当性、構成概念妥当性の検討を行い、十分な結果を得た。研究2では、慶應義塾双生児プロジェクトによって集められた双生児を対象に質問紙調査を実施し、293組から有効な回答を得た。行動遺伝学的解析の結果、BISとBASは遺伝要因によって部分的に説明され、お互いに独立な遺伝因子から寄与を受けていることが分かった。

キーワード：気質、BIS/BAS、行動遺伝学、双生児法

問題と目的

現在のパーソナリティ研究には、2つの大きな潮流がある。その1つは、Allport & Odbert (1936) 以来の性格記述語の因子分析的研究を基にしている系譜で、McCrae & Costa (1987) にほぼ完成を見た性格の5因子モデル、通称 Big 5 である。性格特性として、神経症傾向、外向性、経験への開放性、協調性、誠実性という5つの次元が仮定さ

れ、NEO-PI-R (Costa & McCrae, 1992) の各国語版によってその因子構造の妥当性が世界的に確認されており、日本もその例外ではない (和田, 1996)。

その一方で、もう1つの流れとして、生物学的パーソナリティ理論がある。これは、パーソナリティの基盤と何らかの生物学的要因との対応に、人間のパーソナリティの構造的な妥当性を見出そうとするものであり、Eysenck (1963, 1967) 以来の気質研究がこれに相当する。

気質は、これまで多くの研究者によって定義されてきたが (Thomas & Chess, 1977; Zuckerman, 2005)、それらを総じてまとめてみると、気質とは、(1) 比較的安定的で、パーソナリティ特性の

1) 本研究の一部は、日本心理学会第68回大会、Personality Conference: The Biological Basis of Personality and Individual Differences, 東京大学21世紀COEプログラム「心とことば——進化認知科学的展開」第1回国際ワークショップにて発表された。

根幹を成す、(2) 幼少期の早い段階から顕れる、(3) 動物研究において、対応関係を持つ行動特性がある、(4) 自律神経系や内分泌系といった生理学的反応もしくは大脳生理学的、遺伝的な諸要因と関連している、(5) 人生経験などの環境刺激と遺伝子型の相互作用によって変化する、と考えられている。

Eysenck は当初神経症傾向と外向性という独立した2次元を持つモデルを仮定した。Eysenck (1967) は、外向性（-内向性）次元の生物学的基盤は、脳幹網様体と大脳皮質の覚醒水準の個人差であろうと、上行性網様体賦活系説に基づいた説明をしている。Eysenck モデルは、脳機能を基盤とした「生物学的パーソナリティ理論」という研究領域を確立し、生物学と心理学を架橋する実証可能な仮説を数多く生み出し、この分野の研究と議論を活性化させた。

この Eysenck モデルと競合するような形で生まれたのが、Gray (1970, 1981, 1982, 1987) による気質モデルであり、彼自身はこのモデルを強化感受性理論 (Reinforcement Sensitivity Theory; RST) と呼んでいる。具体的には、Gray は、人間の行動は2つの大きな動機づけシステムの競合によって制御されていると述べ、Behavioral Inhibition System (行動抑制系; 以下 BIS) と Behavioral Activation System (行動賦活系; 以下 BAS) の2つを定義している。

BIS は、罰の信号や欲求不満を引き起こすような無報酬の信号、新奇性の条件刺激を受けて活性化される動機づけシステムで、潜在的な脅威刺激やその予期に際して注意を喚起し、自らの行動を抑制するように作用する。行動抑制の典型例としては、罰の条件刺激に対する受動的回避、無報酬の信号に対する消去などが考えられ、BIS の活性化に伴ってネガティブ感情が喚起される。また、BIS は中隔・海馬システムへ投射するセロトニン神経系と関連があると想定されている (Gray, 1982)。

一方の BAS は、報酬や罰の不在を知らせる条件刺激を受けて活性化される動機づけシステムで、目標の達成に向けて、行動を解発する機能を担うとされる。BAS によって賦活される行動の典型例は言うまでもなく接近であり、作動結果としてポジティブ感情が喚起される。また、BAS の実行器官としては中脳辺縁系ドーパミン作動系が想定されている (Gray, 1994)。

Gray モデルにおける BIS/BAS の2次元と Eysenck モデルにおける神経症傾向/外向性の2次元との関係は以下のように異なっていて、両者は一対一対応の関係にはない。BIS の高さは神経症傾向の高さと外向性の低さによって、BAS の高さは神経症傾向の高さと外向性の高さによってそれぞれ規定される (Figure 1)。すなわち、Gray モデルは、概念的には Eysenck モデルの2軸を45度回転させたものと言える (Gray, 1981)²⁾。BIS を不安 (anxiety)、BAS を衝動性 (impulsivity) とそれぞれ称することもある。

Gray モデルは、理論的には、先述の通り、モノアミン系の神経伝達物質の調整に関連する気質要

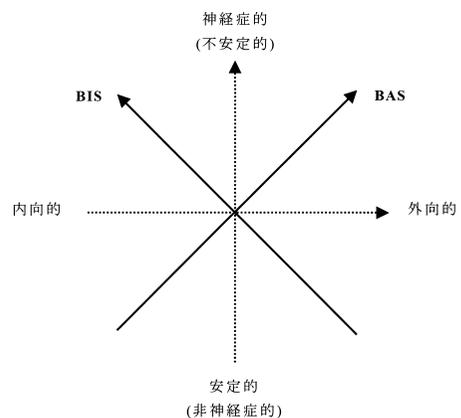


Figure 1 Eysenck による2軸（神経症傾向と外向性）と Gray による2軸（BIS と BAS）の違いの模式的表現

2) Pickering, Corr, & Gray (1999) は、この2軸の回転の度合いは「30度」としたほうが、より正確であるとしている。

因として比較的安定的であるとされる。また、この2つの動機づけシステムの神経生物学的基盤は、動物の学習と動機づけについての豊かな知見を基にして、薬理学の分野などで研究が進行しており、理論的基盤に合致するような知見が得られている (Fowles, 1988; Depue & Iacono, 1989)。

しかし、Gray の BIS/BAS モデルは、その注目度に相反して、それらを適切に測定できる質問紙尺度の整備が不十分であった。Gray モデルのオリジナルの考え方を反映させようとした質問紙作成の試みはいくつも行われているが、その多くは失敗に終わっている。その中でも Wilson, Barrett, & Gray (1989) では Gray が自ら参画したにも関わらず、自身のオリジナル・モデルを反映できるような質問紙作成は成らなかった。この研究の結果を受けて、BIS と BAS を少なくとも質問紙で測定する際には、それぞれの誘発信号を罰と報酬に特化し、その両者に対する感受性の個人差を測定するのが良い、と修正・再解釈された。

Carver & White (1994) による BIS/BAS Scales は現時点では信頼性、妥当性とも比較的高いとされる質問紙の1つで、国際的に最も頻繁に使用されている尺度である。この質問紙は、BIS は1因子、BAS は3因子から構成される計20項目から成り、「あてはまる」から「あてはまらない」までの4件法で回答する形式である。安田・佐藤 (2002) は、Carver & White (1994) に基づいて日本語版 BIS/BAS 尺度を作成しているが、質問項目を追加/削除して、尺度を構成し直しているため、調査結果の国際比較が難しい。

以上を受けて、本研究では、研究1として、Carver & White (1994) が作成した BIS/BAS Scales をそのまま翻訳した質問紙を作成し、その信頼性、妥当性をそれぞれ確認する。また、研究2として、双生児サンプルを用いた人間行動遺伝学的解析を行うことによって、Gray の気質モデルの生物学的基盤との対応を検討する。

研究 1

目的

BIS/BAS 尺度の日本語版を作成し、その信頼性として内的一貫性の検討を行う。また、探索的因子分析によって因子の妥当性を確認し、他の気質・パーソナリティ尺度との相関関係から Figure 1 に示されるような構成概念妥当性の検討を行う。

とりわけ、構成概念妥当性の検討のために、Cloninger, Svrakic, & Przybeck (1993) による「気質と性格の7次元モデル」の中から新奇性追求と損害回避の2次元、Big 5 の中から神経症傾向と外向性の2次元との関連を検討する。

Cloninger et al. (1993) によれば、新奇性追求は、新奇なものに対する頻繁な探索行動、衝動性、報酬刺激への無節制な接近傾向など、行動の活性化や始発に関する気質次元で、一方の損害回避は、将来生じるかもしれない問題への心配、不確実性に対する恐怖、易疲労性といった、行動の抑制や中止に関係する気質次元である。新奇性追求と損害回避はそれぞれ BAS, BIS と同様の構成概念として考えられることが多い (Carver & White, 1994)。

また、McCrae & Costa (2003) によれば、神経症傾向はネガティブ感情の経験しやすさを反映した性格特性であり、外向性は社会的な活動性が高く、興奮や刺激を好んで求めるなどといった快活な性格傾向である。

研究1における仮説としては、まず、(1-a) BIS と BAS は、それぞれに独立の神経学的基盤が仮定されているため (Gray, 1982, 1987)、お互いの相関はない、と予測される (Carver & White, 1994)。他尺度との関連性では、(1-b) BIS は、神経症傾向と正に相関し、外向性とは負に相関する、(1-c) BAS は、外向性と正に相関し、神経症傾向と正に相関する、と予測される (Torrubia, Ávila, Moltó, & Caseras, 2001)。また、(1-d) BIS/BAS と損害回避・新奇性追求が同様の概念であれば、BIS は損害回避と正に相関し、新奇性追求とは相関しない、ま

た、BASは新奇性追求と正に相関し、損害回避とは相関しない、と予測される。

方法

調査参加者 東京都、神奈川県内の大学、専門学校に通う学生に対して、講義時間を利用して質問紙調査を行った。その結果、446名（男性320名；女性126名；平均年齢19.2歳；標準偏差0.86）から有効な回答を得た。また、BIS/BAS尺度以外の性格特性質問紙について同時に回答が得られたのは、そのうちの166名（男性124名；女性42名；平均年齢19.6歳；標準偏差0.82）である。

調査に使用した質問紙

(1) BIS/BAS尺度日本語版（4件法20項目）
 原版のうち、無関連項目を除く20項目について日本語訳を行った³⁾。翻訳は、独立した2者間を著者らが仲介して行うバック・トランスレーション法によって行われた。BISは、罰の回避傾向を示す計7項目から成る。また、BASは報酬への接近傾向を示す3つの下位尺度、計13項目から成る。駆動（Drive、以下D）は、望まれる目標への持続的な追求に関連する4項目、刺激探求（Fun Seeking、以下FS）は、新奇な刺激や報酬刺激に対して思い付きで接近しやすい傾向を反映する4項目、報酬反応性（Reward Responsiveness、以下RR）は、報酬の存在や予期に対するポジティブな反応に焦点を当てた5項目からそれぞれ構成されている⁴⁾。

(2) 日本語版 Temperament and Character Inventory 短縮版（木島・斎藤・竹内・吉野・大野・加藤・北村、1996）より、新奇性追求、損害回避の2つの気質次元に関する各20項目、計40項目。

(3) 日本語版 NEO-Five Factor Inventory（吉村・中村・大野・桜井・斎藤・三谷・山内・小野田・浅井、1998）より、神経症傾向と外向性の2次元に関する各12項目、計24項目。

結果と考察

まずは、因子的妥当性について検討するため、BIS/BAS尺度日本語版に対して、最尤法による探索的因子分析を行い、プロマックス回転を施した（Table 1）。スクリープロットや因子の解釈可能性から4因子解を採用した⁵⁾。4因子解の累積寄与率は、40.30%であった。第1因子は罰の回避傾向を表すBIS、第2因子は報酬への持続的な追求を表すD、第3因子は報酬へのポジティブな反応を表すRR、第4因子は刺激への衝動的な接近を表すFSをそれぞれ示していると解釈された。このように、この探索的因子分析の結果は、DとFSの各1項目を除いて、原版における因子構造を概ね再現していると考えられる⁶⁾。

この結果を受けて、Table 2では、信頼性について、尺度の内的一貫性を表す α 係数の観点から検討し、BIS及びBASと各下位尺度の平均、標準偏差を示し、BISとBASの各尺度得点間の単純相関を算出してまとめた。

BISの α 係数は.80、BASのD、FSの2つの尺度の α 係数はそれぞれ.76、.65であり、Carver & White (1994)の結果とほとんど変わらない、もしくはそれ以上の値を示した。しかし、RRの α 係数は.63となり、先行研究の値(.76)と比較して不十分な値となった。また、BAS全体としての α 係数は.81であった。

BISとBASの各尺度得点間の単純相関を算出した結果、BASの3つの下位尺度どうしでは、.37～.49の中程度の相関を持ってまとまりをもってい

3) 著者の1人であるCarverのホームページ上で、研究・教育目的のためには著者による使用許可を要さないことが明記されている。

4) 以降、BASと表記した場合には、原則としてD、FS、RRの3下位尺度の合計得点を示すものとする。

5) 2因子解を指定して因子分析を行った場合、BIS（7項目）、BAS（13項目）に対応する因子が確認された。

6) 第3因子と第4因子の一部に因子負荷量の重複が見られるが、本検討は先行研究と比較可能な尺度の構成を第一の目的としているため、先行研究で示された因子構造にそった解釈を優先した。

Table 1 BIS/BAS 尺度日本語版の探索的因子分析結果（プロマックス回転後）

No.	項目内容	因子1	因子2	因子3	因子4
1. BIS					
13	何かよくないことが起ころうとしていると考えたと、私はたいていくよくよ悩む	0.75			
10	誰かが私のことを怒っていると考えたり、知ったりすると、私はかなり心配になったり動揺したりする	0.74			
15	何か重要なことをあまりうまくできなかったと考えたと不安になる	0.69			
6	非難されたり怒られたりすると、私はかなり傷つく	0.63			
20	私は、間違いを犯すことを心配している	0.54			
18	私は、友達と比べると不安の種はとでも少ない	0.53			
1	たとえ何かよくないことが私の身に起ころうとしていても、怖くなったり神経質になったりすることはほとんどない	0.43			
2. BAS 駆動 (Drive)					
7	欲しいものがあると、私はたいていそれを手に入れるために全力を挙げる		0.90		
2	私は、欲しいものを手に入れるためには格別に努力する		0.83		
9	欲しいものを手に入れるチャンスを見つけると、すぐに動き出す		0.43		
17	私は、何かを追い求めているときには徹底的にやる		0.31	[0.38]	
3. BAS 報酬反応性 (Reward Responsiveness)					
11	何か好きなことをするチャンスを見つけると、私はすぐに興奮する			0.67	
19	競争に勝ったら、私は興奮するだろう			0.52	
5	私は、欲しいものを手に入れたとき、興奮し、活気づけられる			0.49	
14	よいことが私の身に起こると、そのことは、私に強い影響を与える			0.39	
3	何かがうまくいっているときは、それを続けることがとても楽しいと思う			0.20	
4. BAS 刺激探求 (Fun Seeking)					
8	楽しいかもしれないから、というだけの理由で何かをすることがよくある				0.91
12	私はしばしば時はずみで行動する				0.34
4	面白そうだと思えば、私はいつも何か新しいものを試したいと考えている				0.26
16	私は、興奮や新しい刺激を切望している			[0.50]	0.11

注. Carver & White (1994) に倣い、原則として各項目から因子への負荷量が 0.35 以上のものについて、表中に示している。BIS に含まれる 2 項目 (1, 18) は逆転項目。N=446。BIS= 行動抑制系；BAS= 行動賦活系。

Table 2 BIS/BAS 尺度日本語版の記述統計量、内的一貫性、下位尺度間相関

	BIS	BAS	D	FS	RR
BIS	—				
BAS	.12*	—			
D	.01	.79**	—		
FS	.05	.78**	.37**	—	
RR	.25**	.82**	.49**	.49**	—
平均	21.38	41.28	11.89	12.45	16.95
標準偏差	4.17	5.48	2.44	2.31	2.14
α	.80	.81	.76	.65	.63

注. BIS= 行動抑制系；BAS= 行動賦活系；D= 駆動；FS= 刺激探求；RR= 報酬反応性； α = アルファ係数。
* $p < .05$, ** $p < .01$

ることが分かった。また、BIS と BAS は、.12 と有意な相関を示したが、これは非常に低い相関であ

Table 3 BIS/BAS 尺度とその他の気質・パーソナリティ尺度との相関

	神経症傾向	外向性	損害回避	新奇性追求
BIS	.85**	-.44**	.77**	-.20**
BAS	-.07	.35**	-.31**	.46**

注. N=166。BIS= 行動抑制系；BAS= 行動賦活系。
** $p < .01$

り、上記の結果は仮説 (1-a) を概ね支持する結果と言える⁷⁾。

さらに、構成概念妥当性を検討するために、BIS・BAS と損害回避・新奇性追求、神経症傾向・外向性との相関係数を算出した (Table 3)。BIS は、損害回避・神経症傾向と強く正に相関し⁸⁾、外向性とは中程度に負に相関を有した。BAS は、

新奇性追求・外向性とは中程度に正に相関した。また、今回の結果では、BASは神経症傾向と有意な正の相関を持たなかったが、この両者は、互いに有意な相関を持たないか、弱い負の相関を示す報告が数多くある (Carver & White, 1994; Caseras, Avila, & Torrubia, 2003)。さらに、BISと損害回避、BASと新奇性追求が同様の構成概念であれば、BISと新奇性追求、BASと損害回避は互いに独立であるはずだが、BISは新奇性追求と、BASは損害回避とそれぞれ負に相関した。この結果は、Carver & White (1994) も指摘する通り、損害回避・新奇性追求はBIS/BASと類似する構成概念ではあるが、まったく同様ではなく、また、損害回避・新奇性追求はBIS/BASほどお互いに独立な構成概念ではない可能性が示唆される。

これらの結果は、仮説 (1-b), (1-c) を十分支持するものであり、BISとBASを神経症傾向・外向性と比較した際に検討可能なBIS/BAS尺度日本語版の構成概念妥当性は概ね検証できたと言えるだろう。また、仮説 (1-d) について、BISと損害回避、BASと新奇性追求の相関は仮説通りであったが、その一方で、BISと新奇性追求、BASと損害回避に関する独立性は確認されなかった。BIS/BASと損害回避・新奇性追求との関連性については今後更なる検討が必要と考えられる。

-
- 7) BIS/BASとも神経症傾向と正に相関することを仮定しているため、この弱い正の相関は、神経症傾向が影響している擬似相関の可能性が考えられる。そこで、神経症傾向を統制したBISとBASの間の偏相関係数を算出したところ、 $pr = -.05 (p > .50)$ であり、BISとBASの直交性に対する神経症傾向の有意な影響は、本サンプルにおいては認められなかった。
- 8) BISと神経症傾向の相関は、.60程度であり (Carver & White, 1994; Caseras et al., 2003)、本検討で示されている.85という数値は比較的高いものである。しかし、BISは神経症傾向と正に相関し、外向性と負に相関するが、神経症傾向と外向性には有意な相関はないことより、この両者は論文中の Figure 1 に示されたような関係にあり、同一概念ではないことが示唆される。

以上より、BIS/BAS尺度日本語版は、RRを除いた各尺度は原版と同程度以上の内的一貫性を示した。また、因子分析の結果も Carver & White (1994) をほぼ追試し、他のパーソナリティ尺度と概ね予測通りの相関を示した。したがって、BIS/BAS尺度日本語版の信頼性、妥当性は先行研究と比較して概ね支持されたと言える。

研究 2

目的

双生児法に基づく人間行動遺伝学は、一卵性双生児 (MZ) と二卵性双生児 (DZ) という2種類の双生児の類似度を統計的に比較することによって、その特徴の個人差に及ぼす遺伝要因と環境要因の影響を分析するとともに、同時に複数の心理的特徴を対象にすることによってそれらの遺伝的・環境的な共変関係について明らかにする方法論である (Plomin, DeFries, McClean, & McGuffin, 2000)。

研究2では、研究1で信頼性、妥当性の確認されたBIS/BAS尺度日本語版を双生児ペアに対して実施し、BIS/BASの遺伝要因からの影響について検討を行う。

研究2における目的は、具体的には以下の2つである。

脳神経科学や分子生物学、薬理学の領域では「BIS/BASは神経生物学的な基盤を持つ」という理論的な想定に従った研究が行われている。それらの研究から得られた知見と心理学的研究とを対応させるためには、表現型として観測されるBISとBASの尺度得点の背景に遺伝要因が仮定できることを確認しておく必要がある。そこでまず、「BISとBASは遺伝要因によって部分的に説明される」という仮説 (2-a) を検討する。具体的には、単変量遺伝分析 (後述) を行い、もし遺伝要因の仮定されるモデルが採択された場合には、それらの遺伝率を推定する。また、BISとBASはお互いに独立な神経生物学的システムとして作動することが想定されている。行動遺伝学的手法によって検証

される遺伝的独立性 (i.e., 表現型として観測される形質の背後に仮定される遺伝要因どうしに重なりがなく, 形質と〔相加的〕遺伝要因が一对一对の関係にあること) を, 神経生物学的に独立なシステムが仮定されるための必要条件の1つとして捉え, 仮説 (2-a) が支持された場合, BIS と BAS の共変関係について検討を行う。具体的には, 多変量遺伝分析 (後述) を行って, 「BIS/BAS はお互いに独立な遺伝因子からの寄与を受けている」とする仮説 (2-b) について検討する。

双生児法による人間行動遺伝学では, 1つの集団内における1つの量的形質の表現型の個人差に寄与する効果を相加的遺伝効果 (A), 非相加的遺伝効果 (D), 共有環境効果 (C), 非共有環境効果 (E; 測定誤差を含む) の4つに分ける。相加的遺伝効果とは, 量的形質に対して多数の遺伝子の効果が足し算的に関与することを仮定するものである。また, 非相加的遺伝効果とは, エピスタシスと呼ばれる遺伝子間の交互作用効果の存在を示唆するものである。しかし, 本検討では, サンプル数に限界があるため, 非相加的遺伝効果については検討を行わないこととし, 遺伝とは相加的遺伝効果のみを指すこととする。共有環境効果とは, 主には家庭内で共有され, 家族を類似させるもので, 非共有環境効果とは, 家庭外で個人的に経験し, 家族では共有されない独自の環境要因で, 遺伝も環境も共有する MZ ですら類似しない程度を示す。

昨今の人間行動遺伝学では, 級内相関係数による比較に加えて, 観測されたさまざまな変数の卵性別分散共分散行列を説明するために, 共分散構造分析を用いて, 量的形質の背後に仮定される遺伝要因由来の効果と環境要因由来の効果について検討を行っている (豊田, 1997, 2003)。

共分散構造分析とは, 観測されたさまざまな変数の共分散 (双生児法の場合は, 卵性別の分散共分散行列) を説明するために, 潜在変数 (双生児法の場合は, A, D, C, E) を設定し, その因果

関係について推定するものである。双生児法で特殊なことは, きょうだい間の相関係数について, 遺伝要因, 環境要因の種類ごとに卵性によって異なる値を固定母数として導入することである。具体的には, A に関して MZ には 1, DZ には 0.5 を, D に関してはそれぞれ 1, 0.25 を置く。また, C に関しては両卵性ともに 1 を, E に関しては両卵性ともに 0 を置く。

そして, (1) 相加的遺伝効果と共有環境効果と非共有環境効果の3要因を仮定するモデル (ACE モデル), (2) 相加的遺伝効果と非共有環境効果の2要因を仮定するモデル (AE モデル), (3) 共有環境効果と非共有環境効果の2要因で説明するモデル (CE モデル), (4) 非共有環境効果のみで説明するモデル (E モデル) の4つの間でモデル適合度比較を行って, 最適モデルを採択する。このように, 単一形質の分散に対して, 遺伝要因と環境要因の寄与の推定を行う解析を単変量遺伝分析と言う。

多変量遺伝分析は, 複数の量的形質において, それらに独立に寄与する遺伝・環境要因に加えて, 共通して寄与する遺伝・環境要因を同時に推定することができる。複数の変数が独立に寄与しているのか複数の形質間に同時に影響を及ぼしているのかを検討したり, 複数の形質間に同時に影響を及ぼしているとしたら, それらが背後でどのように重なり合って影響し合っているのかを検討したりするときには有用な解析手法である。

方 法

調査参加者 慶應義塾双生児研究プロジェクト (Keio Twin Project; Ando & Ono, 1998; Ando, Ono, Yoshimura, Onoda, Shinohara, Kanba, & Asai, 2002) の一環として, 1,884名の東京近郊在住の双生児の方々へ郵送法により質問紙調査を行い, 640名から回答を得た (回収率34%)。このうち双生児ペアからそろって有効な回答を得たのは293組586名 (一卵性220組 [440名], 二卵性73組 [146名]; 平均年齢23.16歳; 標準偏差4.22) で

あった。卵性診断は、大木・山田・浅香 (1991) による質問紙によって行われた。

調査に使用した質問紙 研究1で作成された Carver & White (1994) に依拠した BIS/BAS 尺度日本語版 (4 件法; 20 項目)。

統計解析 まず、双生児サンプルと一般サンプルの同等性、各尺度値間の関連について検討を行った。以上は SPSS version 10.0 を用いて行われた。次に、各尺度値の個人差に関わる遺伝・環境の影響について明らかにするために上述した単変量遺伝分析を行った。さらに、この結果に基づいて、それらの共変関係について検討するために、多変量遺伝分析を施行し、モデル比較を行った。モデル比較は、 χ^2 値の差、AIC、RMSEA から総合的に判断された。以上の解析は、フリーのソフトウェア Mx (Neale, 2004) によって行われた。

結果と考察

記述統計量と探索的因子分析 双生児サンプルと一般単胎サンプルの同等性を検討するため、研究1の Table 1 で示された記述統計量に相当する解析を行った (Table 4)。両群の BIS/BAS 尺度の各平均値に有意な差はなく、 α 係数の値もほぼ同じであった。また、各尺度間の相関関係も両群において大きな差異は見られなかった。また、Table 2 で示された探索的因子分析 (最尤法、プロマックス回転) に相当する解析を行ったが、この結果も Carver & White (1994) の因子分析結果を非常によく再現していると言えた⁹⁾。これらより、今回の双生児データは、一般単胎サンプルとの比較に十分耐え得ると判断できた。

行動遺伝学的解析 上述の結果を受けて、双生児法による行動遺伝学的解析を行った。

まず、BIS、BAS (合計得点と D、FS、RR の3つの下位尺度) それぞれについて、尺度得点の個人差に影響を与えている遺伝要因と環境要因の程

Table 4 双生児サンプルにおける BIS/BAS 尺度日本語版の記述統計量、内の一貫性、下位尺度間相関

	BIS	BAS	D	FS	RR
BIS	—				
BAS	.07	—			
D	-.08	.80**	—		
FS	.07	.80**	.42**	—	
RR	.19**	.81**	.48**	.50**	—
平均	20.89	39.39	11.52	11.23	16.65
標準偏差	4.22	5.87	2.57	2.51	2.24
α	.79	.83	.80	.67	.65

注. BIS= 行動抑制系; BAS= 行動賦活系; D= 駆動; FS= 刺激探求; RR= 報酬反応性; α = アルファ係数。
** $p < .01$

Table 5 双生児サンプルにおける BIS/BAS 尺度の級内相関係数

	BIS	BAS	D	FS	RR
r_{MZ}	.36**	.25**	.27**	.31**	.21**
r_{DZ}	.02	.07	.32**	-.05	.10

注. MZ= 一卵性双生児; DZ= 二卵性双生児; nMZ=219; nDZ=74。BIS= 行動抑制系; BAS= 行動賦活系; D= 駆動; FS= 刺激探求; RR= 報酬反応性。** $p < .01$, * $p < .05$

度を明らかにするため、級内相関係数を算出し (Table 5)、加えて、単変量遺伝分析を行った。Table 5 より、D を除く尺度得点はいずれも DZ よりも MZ のほうが級内相関係数が高く、この結果は、それらの尺度に遺伝的な影響が寄与していることを示すものである。

また、Table 6 の単変量遺伝分析の結果より、BIS については、これまでのパーソナリティに関する多くの行動遺伝学的研究 (Bouchard & Loehlin, 2001) が示すのと同様に、相加的遺伝と非共有環境だけから説明する AE モデルの当てはまりが最も良かった。

次に、BAS に含まれる3つの下位尺度について細かくモデル比較の結果を見ていく。まず、Table 6 より、FS は、AE モデルが最適であろうと判断される。また、RR も、適合度指標を総合的に判断するとやや AE モデルのほうが適合的であろうと

9) 誌面の都合上、双生児サンプルにおける探索的因子分析の結果の Table は掲載しなかった。詳細は著者に問い合わせ可能である。

Table 6 単変量遺伝分析の結果

BIS	ACE	AE	CE	E	BAS	ACE	AE	CE	E
A	0.34	0.34	—	—	A	0.24	0.24	—	—
C	0.00	—	0.28	—	C	0.00	—	0.21	—
E	0.66	0.66	0.72	1.00	E	0.76	0.76	0.79	1.00
<i>df</i>	3	4	4	5	<i>df</i>	3	4	4	5
χ^2	1.86	1.86	7.37	30.63	χ^2	1.43	1.43	2.79	16.23
p	0.60	0.76	0.12	0.00	p	0.70	0.84	0.59	0.00
AIC	-4.12	-6.14	-0.63	20.63	AIC	-4.57	-6.57	-5.21	6.23
RMSEA	0.02	0.00	0.08	0.11	RMSEA	0.00	0.00	0.02	0.08
D	ACE	AE	CE	E	FS	ACE	AE	CE	E
A	0.00	0.29	—	—	A	0.28	0.28	—	—
C	0.28	—	0.28	—	C	0.00	—	0.23	—
E	0.72	0.71	0.72	1.00	E	0.72	0.72	0.77	1.00
<i>df</i>	3	4	4	5	<i>df</i>	3	4	4	5
χ^2	0.33	2.85	0.33	24.22	χ^2	4.93	4.93	8.60	24.35
p	0.95	0.58	0.99	0.00	p	0.18	0.29	0.07	0.00
AIC	-5.67	-5.15	-7.67	14.22	AIC	-1.07	-3.07	0.60	14.35
RMSEA	0.00	0.03	0.00	0.17	RMSEA	0.08	0.07	0.09	0.11
RR	ACE	AE	CE	E					
A	0.21	0.21	—	—					
C	0.00	—	0.18	—					
E	0.79	0.79	0.82	1.00					
<i>df</i>	3	4	4	5					
χ^2	1.48	1.48	2.48	12.30					
p	0.69	0.83	0.65	0.03					
AIC	-4.52	-6.52	-5.52	2.30					
RMSEA	0.00	0.00	0.00	0.06					

注. A= 相加的遺伝効果；C= 共有環境効果；E= 非共有環境効果；nMZ=219；nDZ=74。BIS= 行動抑制系；BAS= 行動賦活系；D= 駆動；FS= 刺激探求；RR= 報酬反応性。

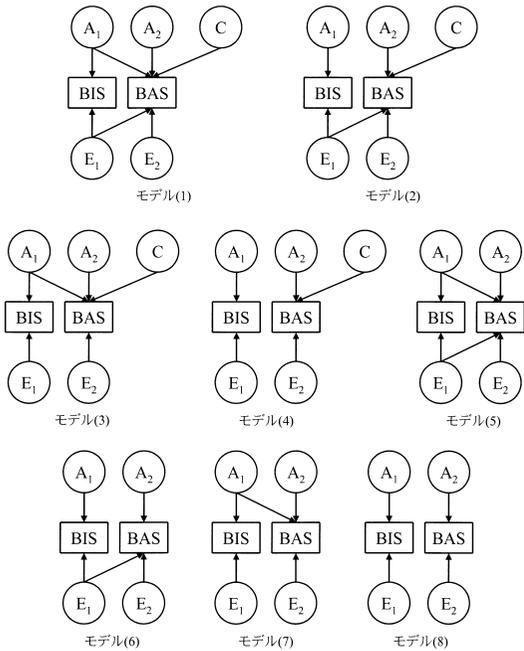
考えられる。すなわち、FSとRRの2つの下位尺度は、BISと同様にAEモデルが採択される。

また、Dについては、級内相関係数を見ても分かる通り (Table 5)、DZの級内相関がMZの級内相関とほぼ等しい。この結果は、行動遺伝学における多くの気質研究の結果に反するものであるが、Goldsmith (2003) は、ポジティブ情動などの行動の賦活、覚醒を促すような形質については相加的遺伝効果に比して共有環境効果が検出されやすいことを示しており、Dについても共有環境効果が

相対的に高く検出された可能性が考えられる。しかし一方で、サンプリング・バイアスなどに伴う測定誤差の可能性も考えられるので、研究を重ねることによって、これらの可能性について検討が進むことが望まれる。

以上より、仮説 (2-a) は、BIS、FS、RRについては支持されたが、Dについては支持されなかった。

BASについての結果は、このD下位尺度が影響し、遺伝要因の仮定されるAEモデルか適切なの



注. A₁, A₂= 相加的遺伝要因; C= 共有環境要因; E₁, E₂= 非共有環境要因; BIS= 行動抑制系; BAS= 行動賦活系。

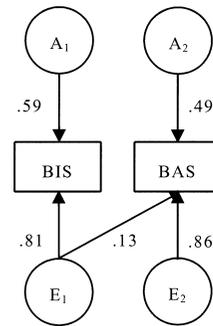
Figure 2 モデル適合分析のために設定したモデル (1)~(8)

か遺伝要因の仮定されない CE モデルか適切なか非常に曖昧である。したがって、この点をさらに明確にするために、BIS との共変関係を考慮した際、BAS の背後には BIS とは独立した神経生物学的基盤が仮定されるのかどうか、多変量遺伝分析を用いて検討を行った (Figure 2)。

その際、まずは、先の単変量遺伝分析の結果を受けて、(1) BIS には A, E のパスを仮定し、BAS には A, C, E のパスを仮定したモデルを、本モデル比較におけるフル・モデルとして設定した。そして、A の効果と E の効果における BIS/BAS の共通パスの有無に分けて全 4 通りを検討した (e.g., モデル (1)=A 共通パスあり・E 共通パスあり, モデル (2)=A 共通パスなし・E 共通パスあり, モデル (3)=A 共通パスあり・E 共通パスなし, モデル (4)=A 共通パスなし・E 共通パスなし)。次に、単変量遺伝分析ではあいまいであった BAS に対す

Table 7 モデル比較の結果

モデル	χ^2	df	p	AIC	RMSEA
(1)	10.49	11	0.49	-11.51	0.01
(2)	11.42	14	0.65	-16.58	0.01
(3)	18.84	14	0.17	-9.16	0.03
(4)	19.45	15	0.19	-10.55	0.03
(5)	10.49	14	1.00	-17.51	0.00
(6)	11.42	15	0.72	-18.58	0.00
(7)	18.84	15	0.22	-11.16	0.03
(8)	19.45	16	0.25	-12.55	0.03



注. A₁, A₂= 相加的遺伝要因; E₁, E₂= 非共有環境要因; BIS= 行動抑制系; BAS= 行動賦活系。

Figure 3 BIS と BAS の多変量遺伝分析の結果、最も適合的と判断されたモデル(6)

る C の効果を仮定しないモデルについて、モデル (1)~(4) と同様の手順で、モデル (5)~(8) において検討を行った。

その結果 (Table 7), 適合度指標を総合的に判断すると、モデル (6) が最も当てはまりが良いことが分かった (Figure 3)。BAS は単変量遺伝分析の結果からは、遺伝要因が仮定されるのか環境圧によって規定されるのか判断しかねたが、BIS との共変関係を考慮に入れて、多変量遺伝分析を行った結果、BIS と BAS にはそれぞれ独立な遺伝要因が仮定され、かつ BAS に対する C の仮定されないモデルが採択された。これは仮説 (2-a), (2-b) を大きく支持する結果である。ただし、本解析では非相加的遺伝効果について検討を行っていない。このことは、相加的遺伝効果を過大に見積もり、共有環境効果を過小に見積もることになるので留

意が必要である (Keller & Coventry, 2005)。非相加的遺伝効果と共有環境効果を同時に推定するためには、拡大双生児家族法 (extended twin-family design) が有効であるが、方法論の詳細については、Keller & Coventry (2005) などを参照されたい。

上記のような留意点を考慮しても、BIS/BAS が遺伝的に影響を受けていて (約 30%)、かつその両者は遺伝的に独立であったという結果は非常に示唆的である。BIS, BAS 両者とも、現時点では、理論的仮定にあるようなモノアミン系の神経伝達物質との関連性は見出されていないものの、本検討により、神経生物学的基盤を持ち得る必要条件の1つを備えていることが確かめられたことで、遺伝子多型などとの関連性について、今後も引き続き研究結果が期待される。また、BIS/BAS は、前頭前野における安静時脳波の半球非対称性と関連しているという報告もあり (Sutton & Davidson, 1997; Harmon-Jones & Allen, 1997)、今後は分子生物学的な研究だけではなく、生理指標や中間表現型 (endophenotype; Gottesman & Gould, 2003) との関連性を検討した研究の進展も期待される。

総合考察

本研究は、(1) BIS/BAS 尺度日本語版を作成して、その信頼性・妥当性を検討し、(2) 双生児法による行動遺伝学的解析によって、それらの生物学的基盤についての妥当性について探ることが目的であった。

研究1においては、BIS/BAS 尺度日本語版は先行研究と比較して十分な α 係数を示し、本尺度が十分な信頼性を備えていることを確認した。探索的因子分析の結果も概ね先行研究を追試し、他のパーソナリティ尺度との関連性は概ね予測通りであったことから、本尺度の因子的妥当性と構成概念妥当性は一部確認されたと言える。また、研究2は、Gray の気質モデルについて、単変量遺伝分析、多変量遺伝分析の結果を国際誌を含めて初めて報告したものである。多変量遺伝分析の結果、

BIS と BAS にはそれぞれ独自の遺伝要因が寄与し、共有環境要因からの効果は効いていないことが示された。この結果は、BIS と BAS に対応する独立な神経生物学的基盤の存在を部分的に実証する方向へ一歩近づいたものと言えるだろう。

本検討で採用した Carver & White (1994) による BIS/BAS 尺度は、Gray の気質2次元モデルを測定できる可能性の高い優れた質問紙である。日本語版のさきがけとして、安田・佐藤 (2002) による日本語版尺度があるが、原版の尺度構成を改変しているため、信頼性は一定程度上がっているものの、項目数・項目内容は相当異なっている。また、それに伴い、因子構造を改変しているため、先行研究との比較の点における難点が非常に大きい。一方で、本尺度が基づいている Carver & White (1994) による BIS/BAS 尺度は、信頼性係数 (i.e., α 係数) に若干の難点を有するものの、各国語版が盛んに作成されたり (Perczek, Carver, Price, & Pozo-Kaderman, 2000)、親評定による子ども版尺度が Carver & White (1994) による尺度と同じ因子構造で作成されたりしているので (Colder & O'Connor, 2004)、調査結果の国際比較、発達的研究などの側面から見て、その適用範囲は非常に広い。また、心理測定の見地から見ても、確認的因子分析の結果 (Hartig, Patron, & Moosbrugger, 2003; Campbell-Sills, Liverant, & Brown, 2004) からも支持的な知見が出ているので、今後は国内のサンプルでも確認的因子分析、高次因子分析による検討が行われていくことが期待される。

これらを受けて、本研究は、「接近・回避への感受性」という2つの気質概念に焦点を当てた Carver & White (1994) に即した BIS/BAS 尺度日本語版の有用性について検討を行ってきた。BIS と BAS という2軸モデルは解釈が比較的容易で、他分野への応用が利きやすい。また、モデルの背景には動物研究による素地があるので、人間の高次な動機づけシステムとその背後で作用している神経生物学的プロセスを架橋しうると考えられる点

で将来性のある気質モデルと言える。また、「接近／回避の感受性」という気質概念は、幼少期の気質研究でも取り上げられてきたものなので、今後は、長期に渡る縦断研究を行って、これらの気質の個人差の発達の側面についての検討を行ったり、性差や実験課題のパフォーマンスとの関連性の検討などを詳細に行っていく必要があるだろう。

引用文献

- Allport, G. W., & Odbert, H. S. (1936). Trait-names: A psycho-lexical study. *Psychological Monographs*, **47**, 1–177.
- Ando, J., & Ono, Y. (1998). Keio Twin Project: A preliminary report (Abstract of the 9th International Congress on Twin Studies). *Twin Research*, **1**, 81.
- Ando, J., Ono, Y., Yoshimura, K., Onoda, N., Shinohara, M., Kanba, S., & Asai, M. (2002). The genetic structure of Cloninger's Seven-Factor Model of Temperament and character in a Japanese sample. *Journal of Personality*, **70**, 583–609.
- Bouchard, Jr, T. J., & Loehlin, J. C. (2001). Genes, evolution, and personality. *Behavior Genetics*, **31**, 243–273.
- Campbell-Sills, L., Liverant, G. I., & Brown, T. A. (2004). Psychometric evaluation of the Behavioral Inhibition/Behavioral Activation Scales (BIS/BAS) in a large sample of outpatients with anxiety and mood disorders. *Psychological Assessment*, **16**, 244–254.
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, **67**, 319–333.
- Caseras, X., Avila, C., & Torrubia, R. (2003). The measurement of individual differences in Behavioural Inhibition and Behavioural Activation Systems: A comparison of personality scales. *Personality and Individual Differences*, **34**, 999–1013.
- Cloninger, C. R., Svrakic, D. M., & Przybeck, T. R. (1993). A psychobiological model of temperament and character. *Archives of General Psychiatry*, **50**, 975–990.
- Colder, C. R., & O'Connor, R. M. (2004). Gray's reinforcement sensitivity model and child psychopathology: Laboratory and questionnaire assessment of the BAS and BIS. *Journal of Abnormal Child Psychology*, **32**, 435–451.
- Costa, P. T. Jr., & McCrae, R. R. (1992). *Revised NEO Personality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEOFFI) Professional Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Depue, R. A., & Iacono, W. G. (1989). Neuro-behavioral aspects of affective-disorders. *Annual Review of Psychology*, **40**, 457–92.
- Eysenck, H. J. (1963). The biological basis of personality. *Nature*, **199**, 1031–1034.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield: C. C. Thomas.
- Fowles, D. C. (1988). Psychophysiology and psychopathology: A motivational approach. *Psychophysiology*, **25**, 373–391.
- Goldsmith, H. H. (2003). Genetics of Emotional Development. In R. J. Davidson, K. R. Scherer, & H. H. Goldsmith (Eds.), *Handbook of affective sciences*. pp. 300–320.
- Gottesman, I. I., & Gould, T. D. (2003). The endophenotype concept in psychiatry: Etymology and strategic intentions. *American Journal of Psychiatry*, **160**, 636–645.
- Gray, J. A. (1970). The psychophysiological basis of introversion–extraversion. *Behavioral Research and Therapy*, **8**, 249–66.
- Gray, J. A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H. J. Eysenck (Ed.), *A model for personality*. Berlin: Springer. pp. 246–277.
- Gray, J. A. (1982). *Neuropsychological theory of anxiety*. New York: Oxford University Press.
- Gray, J. A. (1987). *The psychology of fear and stress*. Cambridge University Press.
- Gray, J. A. (1994). *Framework for a taxonomy of psychiatric disorder*. In S. H. M. van Goozen, N. E. van de Poll, & J. A. Sergeant (Eds.), *Emotions: Essays on emotion theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum pp. 29–59.
- Harmon-Jones, E., & Allen, J. J. B. (1997). Behavioral activation sensitivity and resting frontal EEG asymmetry: Covariation of putative indicators related to risk for mood disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, **106**, 159–163.
- Hartig, J., Patron, J., & Moosbrugger, H. (2003). Examining the common factor structure underlying different scales designed to assess Gray's personality dimensions. 11th Biennial Meeting of the International Society for the Study of Individual Differences.
- Keller, M. C., & Coventry, W. L. (2005). Quantifying and addressing parameter indeterminacy in the classical twin design. *Twin Research and Human Genetics*, **8**, 201–213.

- 木島伸彦・斎藤令衣・竹内美香・吉野相英・大野裕・加藤元一郎・北村俊則 (1996). Cloningerの気質と性格の7次元モデルおよび日本語版 Temperament and Character Inventory (TCI) 季刊精神科診断学, **7**, 379-399.
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. Jr. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, **52**, 81-90.
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. Jr. (2003). *Personality in adulthood: A five-factor theory perspective*. 2nd ed. New York: Guilford Press.
- Neale, M., C. (2004). Mx software and documentation. <http://www.vcu.edu/mx/>
- 大木秀一・山田一朗・浅香昭雄 (1991). 双生児の母親用質問紙による卵性診断 小児保健研究, **50**, 71-76.
- Perczek, R., Carver, C. S., Price, A. A., & Pozo-Kaderman, C. (2000). Coping, mood, and aspects of personality in Spanish translation and evidence of convergence with English versions. *Journal of Personality Assessment*, **74**, 63-87.
- Pickering, A. D., Corr, P. J., & Gray, J. A. (1999). Interactions and reinforcement sensitivity theory: A theoretical analysis of Rusting and Larsen (1997). *Personality and Individual Differences*, **26**, 357-365.
- Plomin, R., DeFries, J. C., McClean, G. E., & McGuffin, P. (2000). *Behavioral genetics*, 4th ed. New York: Worth Publishers.
- Sutton, S. K., & Davidson, R. J. (1997). Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science*, **8**, 204-210.
- Thomas, A., & Chess, S. (1977). *Temperament and development*. New York: Brunner/Mazel.
- Torrubia, R., Ávila, C., Moltó, J., & Caseras, X. (2001). The Sensitivity to Punishment and Sensitivity to Reward Questionnaire (SPSRQ) as a measure of Gray's anxiety and impulsivity dimensions. *Personality and Individual Differences*, **31**, 837-862.
- 豊田秀樹 (1997). 共分散構造分析による行動遺伝学モデルの新展開 心理学研究, **67**, 464-473.
- 豊田秀樹 (編) (2003). 共分散構造分析：構造方程式モデリング (技術編) 朝倉出版
- 和田さゆり (1996). 性格特性語を用いた Big Five 尺度 心理学研究, **67**, 61-67.
- Wilson, G. D., Barrett, P. T., & Gray, J. A. (1989). Human reactions to reward and punishment: A questionnaire examination of Gray's personality theory. *British Journal of Psychology*, **80**, 509-515.
- 安田朝子・佐藤 徳 (2002). 行動抑制システム・行動接近システム尺度の作成ならびにその信頼性と妥当性の検討 心理学研究, **73**, 234-242.
- 吉村公雄・中村健二・大野 裕・桜井昭彦・斉藤直子・三谷美津江・山内慶太・小野田直子・浅井昌弘 (1998). 5因子モデルによるパーソナリティの測定—— NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI) の信頼性と妥当性—— ストレス科学, **13**, 45-53.
- Zuckerman, M. (2005). *Psychobiology of Personality*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Gray's Temperament Model: Development of Japanese Version of BIS/BAS Scales and A Behavior Genetic Investigation Using the Twin Method

Yusuke TAKAHASHI^{1,2}, Shinji YAMAGATA^{1,2}, Nobuhiko KIJIMA³, Kazuo SHIGEMASU¹,
Yutaka ONO⁴ and Juko ANDO⁵

¹Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

²Japan Society for the Promotion of Science

³Psychological Laboratory, Keio University

⁴Health Center, Keio University

⁵Faculty of Letters, Keio University

THE JAPANESE JOURNAL OF PERSONALITY 2007, Vol. 15, No. 3, 276-289

The present study investigated the temperament model of Behavioral Inhibition/Activation Systems (BIS/BAS) conceptualized in Gray's Reinforcement Sensitivity Theory with a Japanese sample. In Study 1, a Japanese version of BIS/BAS scales was developed and administered to 446 university students. Results showed that the BIS/BAS scales had sufficient internal consistency and validity. Study 2 examined the relationship between the BIS/BAS scales and biological foundations of individual differences, using the twin method. Twins recruited for Keio Twin Project completed a questionnaire. Results of human behavior genetic analyses of the data from 293 pairs revealed that approximately 30% of observed individual differences in BIS and BAS could be attributed to independent genetic factors. These findings suggested that the BIS and BAS scales had biological validity as personality measures.

Key words: temperament, BIS/BAS, behavior genetics, twin method