アンビュラトリ血圧計測における生物行動的要因

札幌医科大学心理学教室 澤田 幸展

Biobehavioral factors in ambulatory blood pressure monitoring

Yukihiro SAWADA

Department of Psychology, Sapporo Medical University,
South 1 West 17, Chuo-ku, Sapporo, 060-8556, Japan

In the present review, biobehavioral factors in ambulatory blood pressure (BP) monitoring were assessed from a psychophysiological standpoint. First, the validity of ambulatory BP was investigated, and problems with measurement errors were clarified. Second, behavioral diary and actimetry were assessed in terms of the degree to which they enable us to interpret BP variations, and some demerits, especially regarding the reactive nature of the behavioral diary, were pointed out. Third, 24-hour long-term BP variations were interpreted as diurnal variations rather than circadian rhythm. Fourth, category/option and episode were advocated as two sorts of conceptual frames to analyze a diversity of BP variations, whether long- or short-term, and some examples from typical studies were presented using the frames of reference, underlying the influence of biobehavioral factors. Fifth, some intriguing ambulatory studies using parameters besides BP were appraised, and finally, the promising nature of ambulatory psychophysiology was discussed.

Key words: ambulatory blood pressure monitoring, blood pressure variations,
biobehavioral factors, behavioral diary, ambulatory psychophysiology

【要 約】 本評論では、アンビュラトリ血圧 (BP) 計測における生物行動的要因が、心理生理学的視点から評価された。第1に、アンビュラトリ BP の妥当性が評価され、計測誤差とかかわる問題が明確化された。第2に、行動日誌および体動計測が、BP 変動の解釈をどの程度可能にさせるかという観点から評価され、いくつかの短所 (とくに、行動日誌の反応性を高める性質) が指摘された。第3に、24時間長期 BP 変動が、概日リズムよりは日内変動であると解釈された。第4に、カテゴリー/オプションおよびエピソードが、長期的であれ短期的であれ、多様な BP 変動を分析するための2種類の概念的枠組みとして提唱され、典型的な研究からのいくつかの例が、生物行動的要因の影響を強調しながら、これらの参照枠に従って提示された。第5に、BP 以外のパラメータを用いた、いくつかの興味深いアンビュラトリ研究が評価され、そして最後に、アンビュラトリ心理生理学の有望性が議論された。

はじめに

血圧 (blood pressure: BP) は、心臓血管系における基本的かつ最重要なパラメータの一つである。したがって、基礎と臨床を問わず、また、医学・生理学はもとより、心理生理学や運動生理学、さらには、健康科学に至るまで、BP の計測される機会は

多い。診察室や実験室で、医師や看護婦、あるいは、実験者の手によって、随時 BP としてその値が求められる。

ところで、比較的古くから知られていたことであるが (Chesney, 1984)、診察室で医師ないし看護婦によって計られた BP は、自宅で得られたものよりも、

かなり高く出る傾向がある。つまり、もっとも一般的な診察室での随時 BP は、典型的な値と言えるのか、大いに疑わしいところがある。したがって、診察室での随時 BP を重要な基準として、高血圧の診断や治療を進めてよいのか、議論がわき起こるのも当然であろう。とくに、高血圧の大多数を占める軽症高血圧(拡張期 BP が 90~105 mmHg)の場合、日常生活場面では大半が正常 BP 範囲、といったことも大いにあり得る。診察室で白衣の医師と対面し、BP を計測されるといういわばテスト場面は、それ自体がストレスに満ちており、患者によっては一過性の血圧上昇を呈しかねないわけである。この現象は、今日、白衣性高血圧と呼ばれて、話題になっている(Pickering, James, Boddie, Harshfield, Blank, & Laragh, 1988)。

そこで、1 日 24 時間の全体を通じた、日常生活場面での BP 変化を押さえたいとするニーズが、かなり早くから根強く存在することとなった。小型かつ軽量で、携帯可能な——したがって、日常生活場面の自由行動下で計測可能な、いわゆるアンビュラトリ (ambulatory) BP 装置は、こうした医学・生理学的ニーズに答えるべく、開発が進められてきたものである。そして、医学の臨床家や研究者がアンビュラトリ BP 装置を手にした現在、その用途は高血圧の確定診断にとどまらず、降圧剤の効果判定や予後の判断、さらには、高血圧の発症過程に関する検討など、多方面に及んできている(Mancia, Omboni, & Parati, 1997; Parati, Pomidossi, Albini, Malaspina, & Mancia, 1987)。

さて、本評論の立場であるが、アンビュラトリ BP 計測とかかわる上述のような医学・生理学的問題意識の重要性は認めながらも、これらを直接に議論の対象とするものではない。むしろ、日常生活場面で実施されるアンビュラトリ計測は、特定の実験室的セッティングで行われる短期間の計測よりも、当該個人にとっていっそう代表的であるとの基本的な認識に立って、その可能性を心理生理学的に探ろうとするものである。その際、当然ながらアンビュラトリな場面では、実験室的セッティングと異なる特有の難しい点がある。たとえば、計測精度をどうやって確保するかとか、日内変動の問題をデータの解釈にどう折り込むか、といった

点である。また、アンビュラトリな場面では、独特な工夫も求められる。たとえば、日誌による行動のチェックであり、いっそう客観的な方法による体動のチェックである。こうした基礎固めの上に立って、被験者の体質の遺伝ないし性別・人種などといった、背景をなす生物的要因や、当人の日誌などから捉えられる各種の行動的要因が、アンビュラトリ・データのバラツキにどう影響しているかを読み解いて行くことが、心理生理学的接近法に他ならない。ちなみに、アンビュラトリ計測の標的として BP が選択されたのは、こうした視点からみても、検討し得るデータが比較的よく蓄積されてきたことによる。なお、こうしたアンビュラトリ心理生理学の視点が、翻って、アンビュラトリ BP 計測における医学・生理学的問題意識を深める上で少なからぬ貢献をなすことは、期待してよいであろう。

BP 計測精度

アンビュラトリ BP 計測装置の開発は、1960 年代前半から直接法と間接法の双方で始まり、前者(動脈管に直接カニューレを挿入)の代表と言われるオックスフォード法は、1969 年にその姿を現した(Bevan, Honour, & Scott, 1969)。一方、後者は、患者ないし被験者が、自らカフを加圧しなければ計測が始まらない半自動型と、こうした必要のない全自動型に大別され(Shapiro, Jamner, Lane, Light, Myrtek, Sawada, & Steptoe, 1996)、聴診法(Riva-Rocci 法)による全自動の第 1 号が世に問われたのは、1964 年であった(Richardson, Honour, Fenton, Stott, & Pickering, 1964)。したがって、アンビュラトリ BP 計測装置は、Holter 型の心電計と同程度の歴史を有することになる。本評論では、アンビュラトリ BP 計測装置といえば、間接法によるものを指すこととする。

さて、アンビュラトリ BP 計測装置を通覧した最新のまとめによれば(O'Brien, Atkins, & Staessen, 1995)、この時点で 43 種(業者数は 31 社)のものが出回っている。ただし、これらの内で、米国医療機器改善協会、並びに、英国高血圧学会の推奨する基準を一定水準以上で共に満たしたアンビュラトリ BP 計測装置は、9 種類に過ぎないという。そ

の中には、さまざまな論文に顔を出す Spacelabs のシリーズや、我が国の Takeda のシリーズが含まれている。Fig. 1 は、Spacelabs シリーズ (90202 および 90207) の計測精度について、直接法と比較したものである (Groppelli, Omboni, Parati, & Mancia, 1992)。被験者は 40 歳前後の男女高血圧症患者 9 名であり、Spacelabs シリーズでの計測は、早朝 6 時から真夜中までが 10 分毎、真夜中から翌朝 6 時までが 20 分毎、であった。なお、Fig. 1 のデータは、平均 BP $[(\text{拡張期 BP} + (\text{収縮期 BP} - \text{拡張期 BP})/3)]$ で概算の 1 時間毎平均値を示している。まとめの幅が 1 時間毎と大きいので、アンビュラトリ平均 BP (点線) は、行動的要因による細かな変化を十分に反映したものとはいえないが、直接法 (実線) とかなりよく対応していることが見て取れよう。夜 22 時前後から朝 6 時前後までの、平均 BP が下降している時間帯で、被験者達は睡眠を取っている。この間、アンビュラトリ平均 BP が直接法でのそれよりも一貫して高めにしている点について、Groppelli et al. (1992) は何ら言及していないが、データのいえば、収縮期 BP に影響されたところが大きい。

ちなみに、上記両基準の改定版は、White, Berson, Robbins, Jamieson, Prisant, Roccella, & Sheps (1993) に紹介されているが、それによると、BP 計測一般に適用すべきこととして、たとえば、標準的な

Fig. 1 アンビュラトリ血圧計測装置 (点線: Spacelabs シリーズ) および直接法 (実線) で得られた 24 時間平均血圧変動の典型例。グラフ上の点および縦棒 = 平均血圧の 1 時間毎平均値およびその標準誤差; グラフ右端のそれら = 24 時間全体の総合 (Groppelli et al., 1992 から転載)。

BP 計測 (直接法または聴診法) と比べた計測誤差が、平均で ± 5 mmHg 以内、標準偏差で 8 mmHg 以内に収まっていなければならない。とくに、聴診法と比較するときは、85 名以上の——それも、BP 水準や腕の太さがさまざまな被験者を必要とする。これに対し、直接法との比較であれば、被験者確保の難しさを考慮して、15 名以上の被験者を必要とする、などのチェック項目が挙げられている。さらに、アンビュラトリ BP 計測用の追加チェック項目として、臥位・座位・立位の三つの姿勢で、精度が検討されるべきである。動作中や臨床的使用に耐え得るかどうか、確かめられるべきである。カフないし内蔵マイク位置のずれをチェックする意味から、24 時間計測の開始前と終了後の両時点についても、20 名以上の被験者を用いて標準法と比較し、75 % の計測例で平均 ± 5 mmHg 以内の誤差であるか否か確認すべきである、といった点が挙げられている。

このように、アンビュラトリ BP 計測の場合、その基本となる BP 計測一般でのチェック項目に加え、アンビュラトリ BP 計測に特有のチェック項目が専門機関から指定されている事実は、アンビュラトリ BP 計測がいかに多くの計測誤差要因を抱え込む恐れがあるかを、如実に物語っている。その意味で、アンビュラトリ BP 計測において、ある程度までの計測誤差は避け難い (Staessen, Fagard, Thijs, & Amery, 1995)。当然ながら、日常生活場面において直接法と比較検討すれば、アンビュラトリ BP 計測が少なからざるアーチファクトに見舞われている事実を、知らされることになる (West, Townend, Davies, Sheridan, Stallard, Davies, & Littler, 1991)。

ところで、最近のアンビュラトリ BP 計測は、計測誤差対策も兼ねて、聴診法よりは振動法を活用する傾向にある (O'Brien et al., 1995)。この振動法では、上腕に巻かれたカフが加圧状態にあるとき、その直下に位置する血管の拍動が上腕周囲組織を介してカフ内に伝達され、カフ圧に重畳した微小な圧振動の生じることを利用する。つまり、この微小圧振動の振幅変化から、BP を間接的に推定しようとするものである。本法の利点としては、聴診法と比べて、費用的に安上がりで、アルゴリズム

ムもさほど複雑でない。騒音の多い環境でも使用可能であり、コロトコフ音が消えないようなケースでも拡張期 BP の値が決定できる、といったことが挙げられる (Staessen et al., 1995)。ただし、カフ圧に重畳した微小な圧振動は、収縮期 BP より上から拡張期 BP より下まで、カフ圧の広い範囲で連続的に認められるから、これら両 BP の決定は、経験的・統計的に得られたメーカー独自のアルゴリズムによっているのが現状である。また、運動中の計測など、カフ圧にアーチファクト性の微小振動が混入し易い状況では、聴診法よりも精度の落ちることがあり得る。したがって、アンビュラトリ BP 計測装置によっては、聴診法と振動法を併用して、双方の読みを比較できるようにするとともに、片方で読めない場合は他方で代用する、といったものも存在する。

なお、Di Rienzo, Grassi, Pedotti, & Mancia (1983) によれば、24 時間にわたる平均 BP 水準は、直接法による 1 拍毎の連続計測であれ、60 分間隔のアンビュラトリ BP 計測であれ、ほとんど変わらない。しかし、標準偏差については、15 分ないしそれ以上間隔の開くアンビュラトリ計測だと、1 拍毎連続計測との差が大幅に拡大する、という。大半のアンビュラトリ BP 計測装置は、計測間隔が 15 分ないし 30 分 (夜間睡眠時はしばしば 60 分) であるから、BP の平均水準は正しく決定できるものの、短期の変動は推定に難が残る、と考えておくべきであろう。このことと関連して、BP 水準が高いと、その変動も一般的に大きくなるから、高齢者や高血圧患者の場合、アンビュラトリ BP 計測の精度は落ちる (Miller, Elam, Graney, & Applegate, 1992)、という点も念頭に置いておく方がよい。

最後に、計測精度 (妥当性) の問題を離れ、計測-再計測再現性 (信頼性) について言えば、平均 BP 水準の場合、アンビュラトリ BP の方が診察室での聴診法による BP よりも結果が良い (Conway & Coats, 1989)。計測回数が圧倒的に多いからである。これに対し、標準偏差に関して、アンビュラトリ BP の再現性は期待できない。標準偏差の大小を決めるのは、主として短期の BP 変動であり、それは行動的要因によって左右されるところが大である (「生物行動的要因」の節を参照)。行動的要因は、計測

日によってその出現頻度およびパターンとも、少なからず変化するであろうから、再現性が低く出ても当然といえよう。以上のような議論から、アンビュラトリ BP 計測の大きな問題点の一つは、計測装置それ自体の精度という、入り口のところにあることが分かるであろう。アンビュラトリ BP 計測を試みる際は、何はさておいても、当該計測装置の精度確認が求められる所以である。ちなみに、市販されているアンビュラトリ BP 計測装置について、装着状態などの具体的なイメージを得たければ、栃久保 (1988; pp.58-62) を参照されたい。

行動日誌・体動計測

アンビュラトリ BP は、それ自体を見ただけでは、分析の難しい場合が少なくない。たとえば、ある時点で読まれた収縮期 BP が 160 mmHg であり、直前回 15 分前の読みが 120 mmHg であったとしよう。この急激な BP 上昇が、安静状態から急に階段を駆け上がったことで生じたのか、それとも、誰か見知らぬ人と会話を始めたことで誘発されたのかによって、意味する内容は相当に異なるはずである。つまり、心理生理学的な視点に立てば、アンビュラトリ BP の変化とかかわる行動的文脈 (behavioral context) が、ことのほか重要ということになる。言うまでもなく、アンビュラトリ BP 計測の場合、こうした行動的文脈は、実験室的状況と異なって、あらかじめ明白なわけではないから、これをチェックする手立てが必要となるのである。

行動日誌

行動的文脈をチェックするもっとも一般的なやり方は、被験者に行動日誌 (behavioral diary) を付けさせることである。それは単に日誌と呼ばれることも多いが、本評論では、アンビュラトリ BP が行動的文脈から解釈されるという側面を強調する意味で、行動日誌と呼ぶことにする。典型的には、アンビュラトリ BP 計測装置が作動するたびに、行動日誌の小冊子を 1 枚めくりながら、そのときの行動をチェックさせるわけである。Fig. 2 には、マークシート方式を採用した 1 例が示してある (Van Egeren & Madarasm, 1988)。この 1 枚は、被験者が簡単な事前指導を受ければ、30 秒~45 秒でチェック可能とされる。また、実験者にとっては、その

ままコンピュータに読み込み可能であるため、集計の手間が相当省ける。実際、15分に1回の計測であっても、かりに睡眠を8時間とすれば、1日全体で64枚分にも達する。なお、この例では、該当するチェック項目が見つからない場合のために、自由記述の可能な空白欄も用意されている。

Fig. 2のような行動日誌を構成する場合、第1に考えるべき重要な点は、自身の研究目的を踏まえ、アンビュラトリBP計測と関連づけたい標的変数を明確にすることである。また、攪乱要因となり得る交絡変数についても、押さえておくことである。これら双方を盛り込むことで、所期の目的にかなった、独自の行動日誌を作ることが肝要である(Gellman, Ironson, Schneiderman, Llabre, & Spitzer, 1992)。たとえば、自宅対職場のBP差に興味がある

としたら、標的変数は当然ながら「場所」ということになる。しかし、自宅ではもっぱら座位であるのに、職場では立位が多いとしたら、自宅対職場にBP差が出現したとしても、座位対立位の差が紛れ込んでいる可能性は高い。そこで、少なくとも「姿勢」は、交絡変数として折り込む必要が出てくる。

なお、行動日誌の記入間隔は、アンビュラトリ計測する生理指標が何であり、行動的文脈で問題となる標的変数が何であるかという点と、分かち難く結びついている。しかし、15分を切るような短い時間間隔で行動日誌をチェックさせるのは、生理指標と標的変数のいかにかわからず、無理があるとされている(Harshfield, Hwang, Blank, & Pickering, 1989)。また、記入方法についても、Fig. 2のような、いわば離散的なもの以外に、連続的なものも考えられる(Hedges, Krantz, Contrada, & Rozanski, 1990)。これは、直前回の記入以後をすべてカバーするように、週及的に記録させるものであるが、記入間隔が開くほど、不正確になる恐れがある。ちなみに、ある特有な生理的变化パターンを検知し、その都度行動日誌への記入を被験者に催促するような、いわば賢いアンビュラトリ計測装置の開発も考えられる。とくに、連続24時間にわたってアンビュラトリBPが1拍毎に計測される場合は、計測時点が記入の合図とはなり得ないから、こうした工夫も意味を持ってくる(Roffe, Bertram, & Hunyor, 1985)。

以上に述べたような行動日誌の特徴を一般的に要約すれば、他の自己報告式ツールと異なり、自然環境下で、かつ、繰り返し記入されるということである。そのため、他者による観察ではなかなかチェックできないものや(たとえば、喫煙本数)、まったくチェック不可能なもの(たとえば、気分の移り変わり)まで含めて、相当程度まで捕捉できることになり、行動的文脈を浮かび上がらせるのに有効である。一方、短所としては、その主観的性質のゆえに、記録の不正確さないし抜け落ち、といったことが、常に懸念される。また、項目数が増えたりすると、記入の手間がかかる分だけ、遵守率の落ちる恐れもある。行動日誌への記入法を懇切丁寧に説明し、正確に記入することの重要性

アンビュラトリ計測日誌												
■時刻	午前□ 午後□											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
			0	10	20	30	40	50	60			
			□	□	□	□	□	□	□			
■場所	自宅□ 職場□ 車□ _____□											
■姿勢	座位□ 立位□ 臥位□											
■活動	仕事□ TV□ 読書□ 会話□											
	歩行□ 食事□ 電話□ コーヒー□											
	喫煙□ アルコール□ _____□											
■他者	0 □ 1 □ 2 □ 3~□											
■気分												
しあわせな		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
イライラする		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
おこりっぽい		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
緊張した		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
あわてた		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
頑張った		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
つかれた		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
_____		いい	□	□	□	□	□	□	□	□	□	はい
■コメント	_____□											

Fig 2 典型的な行動日誌の1例 (Van Egeren & Madarasmis, 1988 から転載)。

を強調し、場合によっては正確な記入への報酬を出すなど、それなりの工夫が必要となる (Chesney & Ironson, 1989)。

行動日誌は、いわゆる自己モニタの一種であるが、それ故にまた、特有の短所を内包することとなる。すなわち、自らの行動をチェックすることは、その行動を変化させる方向に働く恐れがある。実際、標的行動に注目し始めると、それとかかわる誘因性や構え・期待、ないし、目標設定などが、その出現頻度を左右しかねないのである (Kazdin, 1974)。たとえば、肥満者にとって、カロリーの高い食べ物は負の誘因性を持つであろうから、行動日誌をつけ始める前と比べれば、この手のものを口にしにくくなるであろう。行動医学的治療法としての自己モニタを議論する場合なら、その治療機序をなすものとして評価できようが、アンビュラトリ心理生理学の立場からすれば、行動的文脈が不自然になることであり、問題がある。

こうして、自己モニタが標的行動に及ぼす影響は不可避であるから、アンビュラトリ BP を行動日誌と付き合わせる際は、この点をいつも念頭に置く方がよい。もっとも、アンビュラトリ BP 計測装置を装着すること自体が、日常行動パターンを一定程度変化させるといわれる (Blanchard, Cornish, Wittrock, & Jaccard, 1990)。その意味で、我われが観測するのは、アンビュラトリ BP 計測装置を装着したために変化し、さらに、行動日誌をつけたがために重ねて変化した、ある程度まで不自然な標的行動でしかない、ということにもなる。

体動計測

行動的文脈をチェックするには、もう一つのやり方がある。すなわち、体動を計測すること (actimetry) である。ここで、体動とは、姿勢や動作 (Fig. 2 の例でいえば、「活動」中の「歩行」) の変化に伴う体の動きを指す。大半のアンビュラトリ BP 研究にあって、体動は交絡変数であり、しかも、周知のごとく、アンビュラトリ BP を変動させる最大の要因である。実際、Gellman, Spitzer, Ironson, Llabre, Saab, Pasin, Weidler, & Schneiderman (1990) によれば、収縮期 BP の 33%, 拡張期 BP の 47% は、姿勢の変化だけで説明できるといわれる。もっとも、姿勢の変化には大抵動作の変化も伴うであ

ろうから、両者を合わせた総体としての変化分と見ておいた方がよいであろう。いずれにしろ、アンビュラトリ BP 計測における体動の重要性からして、行動日誌で定性的なチェックをするよりも、定量的な面まで含め、より客観的な技法によって体動をチェックしようと試みるのは、自然の成り行きといえる。

体動計測装置は、Patterson, Krantz, Montgomery, Deuster, Hedges, & Nebel (1993) によれば、3 種類に分類可能である。すなわち、第 1 は、主要な筋肉群 (たとえば、太股) の収縮と関連する筋電図を取り出し、静止中対活動中を判別する技法。ただし、この技法では、姿勢の違いまでは分からない。次いで、第 2 は、身体の動きに感応する、水銀スイッチ変換器を用いたもの。しかし、水銀スイッチは、体動が弱過ぎても強過ぎても感応しないため、体動の自己報告と突き合わせてみると、せいぜい中等度の相関しか得られないという。さらに、第 3 は、小型の加速度計から成り、体動の量と強度が共に計測可能なもの。もっとも、このタイプの中にも、体動の自己報告との相関がさほど高くないものもある。

これら 3 種のうち、心理生理学的なアンビュラトリ計測においてもっとも普通に用いられるのは、第 3 タイプの加速度計によるものである (Bussmann, Tulen, van Herel, & Stam, 1998; Fahrenberg, Foerster, Smeja, & Müller, 1997; Middelkoop, Van Dam, Smilde-Van Den Doel, & Van Dijk, 1997; Patterson et al., 1993; Shapiro & Goldstein, 1998)。比較的一般的なピエゾ抵抗型の場合、その DC 成分からは、ゆっくりした動作や地軸に対する姿勢の変化が評価でき、AC 成分からは、センサの感受方向に沿った加速度が評価できる。装着部位の問題は重要であるが、手首、くるぶし、胴体の 3 箇所に装着させて相互比較を試みた研究 (Middelkoop et al., 1997) によれば、利き手の手首は体動の最大水準と関連性が高いのに対し、非利き手の手首は胴体の動きをある程度捉え得る。また、くるぶしの動きは胴体の動きとかかわりが強いことから、体の重心に近い腰仙領域の代用として、エネルギー消費量を推定するのに活用できる、という。

しかし、加速度計による体動計測では、身体活

動の質が大雑把にしか把握できず、アーチファクトとの見分けもときとしてつきにくい、といった問題点がある。たとえば、時計型の体動計である通称アクチグラフ (Actigraph; Redmond & Hegge, 1985) は、装着の容易さからしばしば用いられるが (Shapiro & Goldstein, 1998), TV ゲーム中や運転中に、激しく動いたかのようなスコアが出てしまう。あるいは、運転中の振動などがカウントされて、体動と見分けがつかなくなる、などの点が懸念されている。この種の難点を克服するには、身体の複数箇所に計測機器を装着させるとか (上述), 行動日誌で補うとか、あるいは、心拍数を同時に記録する、といった手立てがあり得る。とくに、体動をもっともよく反映するのは酸素摂取量であり、これは心拍出量——したがって、心拍数とおおむね並行関係にあることから、心拍数の同時記録はことのほか有意味、と考えられる。ただし、精神活動の中には、能動的対処事態 (たとえば、暗算) のように、そのときの体動をはるかに越えた、過剰な心拍数反応の出現することもしばしばあるから (Turner, Carroll, Hanson, & Sims, 1988), 心拍数を体動の目安とするときは、行動日誌を併用して、精神活動の中身を押さえておく必要があると思われる。

以上、加速度計を中心とした体動計測装置は、その客観的性質の故に、大いなる魅力を秘めているものの、その強みが十分発揮される段階にまでは至っていない。つまり、異なる活動を判別できると同時に、それらの代謝欲求を推定できることが理想的であるのに、現状はまだ相当に距離があるといった感を否めないのである。

日内変動

24時間全体を通じたアンビュラトリ BP のさまざまな変動には、覚醒対睡眠に対応した 2 相性のゆっくりした変動が、背景として乗っている (Fig. 1 参照)。これが概日リズムなのか、それとも、日内変動なのかは、意見の分かれるところである。前者の言い方は、体内時計など、生体固有のリズムで BP が調節されている、との立場を背景とする。これに対し、後者の言い方は、こうした可能性を否定し、1 日の大きな BP 変動の波は、単なる覚醒と

睡眠の交代による、との立場を反映する。この問題を論じるのに、行動日誌や体動計測のデータはさほど必要としないが、生物的要因対行動的要因のいずれが優位なのかをめぐる議論であることから、したがってまた、24 時間全体にわたる基調的変動の解釈とかかわることから、ここで整頓しておくことにしよう。

Pickering グループ (Pickering, 1993; Pickering, Schwartz, & Stone, 1996) は、それぞれの立場を、オッシレイター・モデル対セットポイント・モデルと名づけ、それぞれに予想される背景機序 (内因性対外因性), 主決定因 (時間帯対活動ないし覚醒), 位相転移への順応性 (遅延的対即時的), 変動パターン (対称的対非対称的), コサイナー法の適合度 (良好対不良) を、対照させて示している。これらのうち、位相転移への順応性とは、睡眠から覚醒 (あるいは逆) への移行が、通常の場合であれ、交代勤務などの特殊な場合であれ、BP の急峻な上昇 (下降) に伴われるか否か、を問題とする。その傾向が弱ければ遅延的、強ければ即時的、というわけである。また、変動パターン、および、コサイナー法の適合度は、相互に関連しており、24 時間を通して見たアンビュラトリ BP の変動パターンが振幅および時間経過の両面から見て対称的なものに近ければ、24 時間を単一の周期値とするコサイン曲線の当てはめ (いわゆるコサイナー法による; Halberg, 1969) は、それだけ良好になるはずである。

Pickering グループ (1993, 1996) によれば、さまざまな証拠からみて、24 時間全体にわたるアンビュラトリ BP の変動は、オッシレイター・モデルによるよりも、セットポイント・モデルで説明できる部分が多い。したがって、概日リズムというよりも、日内変動と見なす方がいっそう適切である、という。このこととの関連で、しばしば引き合いに出されるのは、24 時間アンビュラトリ BP 記録を被験者間で平均すると、夜中に底を突いた BP は、早朝へかけて徐々に上昇する、典型的なパターンを示す (Millar-Craig, Bishop, & Raftery, 1978)。しかし、1 日の時間帯ではなく、起床時間で合わせて平均し直すと、朝の BP 上昇ははるかに急峻な様相を呈する (Floras, Jones, Johnston, Brooks, Hassan, &

Sleight, 1978), という事実である。つまり, Millar-Craig et al. (1978) のデータで, 睡眠から覚醒という位相転移への順応性が遅延的であるように見えたのは, 起床時間の違いを無視して平均したことによる, 統計上の現象に過ぎない。実際のところは, Floras et al. (1978) から示唆されるように, 即時的である可能性が強い, というわけである。

こうした, 概日リズムなのか日内変動なのかといった議論とは別に, 24 時間アンビュラトリ BP の周期構造を決定する技法についても, さまざまなものが試みられてきている。この分野で伝統的に使われてきた技法の中で, 肉眼的臨床観察とも一致した印象を与えやすいのが, 上述のコサイナー法である。実際, この技法では, アンビュラトリ BP データに対して 24 時間を単一の周期とするコサイン曲線を最小自乗法により当てはめ, 平均値, 変動幅, 頂点位相という 3 つ組変数を決定して, その日内変動を描き出そうとする。だが, 現実の 24 時間アンビュラトリ BP が, 単一の周期構造で理解できるという保証はない。それに, 単一の周期構造でよいというのなら, 凸型矩形曲線をもって近似した方が, 当てはまりはむしろよいとの報告もある (Idema, Gelsema, Wenting, Grashuis, van den Meiracker, Brouwer, & Man in't Veld, 1992)。

そこで, 24 時間全体にわたるアンビュラトリ BP は, 複雑な周期構造をしているとの前提に立ち, 一般的な形で (単一周周期構造の場合も含め) 解析する方が賢明である。その意味で, もっとも一般的に用いられてきたのが, 高速 Fourier 変換である (Chau, Mallion, de Gaudemaris, Ruche, Siche, Pelen, & Mathern, 1989; Staessen, Bulpitt, O'Brien, Cox, Fagard, Stanton, Thijs, Van Hulle, Vyncke, & Amery, 1992)。しかし, このスペクトル分析技法では, 観測された有限長の時系列データが過去にも未来にも繰り返し出現している, との非現実的な仮定を置いている。また, この延長部分の影響を打ち消そうとして, 窓関数によるフィルタを導入するため, 偽のスペクトル・ピーク (ゴースト) が出現したり, スペクトルの分解能が低下する。つまり, 周期構造の決定にとっては, いささかやっかいな問題が生じてしまうのである。その点, 観測された

有限長の時系列データだけを頼りに周期構造を決定しようとする最大エントロピー法は, スペクトルの分解能がきわめて高いことや, データ長が短くとも取り扱えることなど, 多くの利点を持つといわれている。今後, 24 時間アンビュラトリ BP にも適用可能な新たなスペクトル分析技法として, 威力を発揮するであろうと期待される (Ohtomo & Tanaka, 1994; Sawada, Ohtomo, Tanaka, Tanaka, Yamakoshi, Terachi, Shimamoto, Nakagawa, Satoh, Kuroda, & Iimura, 1997)。

生物行動的要因

既述のごとく, アンビュラトリ BP を分析するには, 行動日誌や, ときには体動計測の結果と照らし合わせながら, その変動が何を意味するのか探っていく必要がある。こうした照らし合わせは, 大別すれば, 特定カテゴリー (たとえば, 場所) の特定オプション (たとえば, 自宅, 職場), および, エピソード (たとえば, 会話, TV ゲーム) という, 二つの視点からなされてきた。

カテゴリー／オプション分析

アンビュラトリ BP の変動が, 行動日誌の記載などにに基づき, ある特定カテゴリー (たとえば, 場所) について比較されるときは, 特定オプション (たとえば, 自宅, 職場) 間の平均水準が, 一般に検討の対象とされる。カテゴリー／オプションの典型的なものとしては, 「場所／自宅, 職場」の他に, 「姿勢／座位, 立位, 臥位」や「気分／陽性の, 陰性の」, あるいは, 「社会的状況／1 人, 家族と一緒に, 友人と一緒に, 見知らぬ人と一緒に」などが挙げられる。これに対し, 行動日誌の記載に依らない, 別種の外的基準に基づいたカテゴリー／オプションもあり得る。たとえば, 「不安／高, 低」といった人格特性や, 「カフェイン／摂取, 非摂取」といった生活習慣によって被験者を群分けし, 2 群間のアンビュラトリ BP 平均水準を比較するといったやり方である。こうした場合は, この第 1 次的群分けのもとで, さらに「場所／自宅, 職場」と絡めて下位比較のなされることも少なくない。その意味で, カテゴリー／オプションに基づいた分析は, きわめて適用範囲の広いものといえる。なお, 既述のごとく, 「姿勢／座位, 立位, 臥位」は, アンビュラトリ BP

変動と関連づけたい標的変数というよりは、攪乱要因をなす交絡変数として取り扱われることが多い。

以下では、カテゴリー/オプションが行動日誌の記載に依る場合と、依らない場合の2種類について、それぞれ典型的な研究を取り上げる。先ずは、前者に含まれる典型的な研究 (Gellman et al., 1990; Goldstein, Jamner, & Shapiro, 1992; Schwartz, Warren, & Pickering, 1994) の中から、Schneiderman グループの『アンビュラトリ BP に対する姿勢、場所、および、気分の影響』(Gellman et al., 1990) を検討してみよう。彼らの研究では、130 名余の成人男女が、覚醒時のアンビュラトリ BP を Spacelabs 5200 で 20 分毎に計測された。また、BP の計測毎に、行動日誌への記載を求められた。行動日誌に盛り込まれたカテゴリー/オプションは、「姿勢/臥位、座位、立位、歩行、その他」、「場所/職場、自宅、レストラン、車、店、教会、バス、その他」、「気分/満足した、幸せな、微笑んだ、笑った、緊張した、いらいらした、混乱した、怒った」、などであった。なお、同一のカテゴリーに属する複数のオプションで、計測回数が不足気味なものは、除外ないし新たなオプションへのまとめ直しがなされた。たとえば、気分カテゴリーは、「中性的(満足した)、陽性の(幸せな、微笑んだ)、陰性の(緊張した、いらいらした、混乱した、怒った)」という、新たなオプションでまとめられた。こうして、最終的かつ典型的には、「場所/職場、自宅」および「気分/中性的、陽性の、陰性の」とアンビュラトリ BP との関連性が、「姿勢/座位、立位」の違いを考慮に入れながら分析されることとなった。

その結果、座位の場合、収縮期 BP/拡張期 BP とも、場所については、職場の方が自宅よりも高く出ることが確かめられた (129/82 mmHg 対 124/78 mmHg)。気分についても、場所ほど明確な差ではないものの、陰性および陽性の方が、中性的なものよりも有意に高く出ると判明した (129/83 mmHg, 128/84 mmHg 対 125/81 mmHg)。これに対し、立位の場合は、場所に関する収縮期 BP でのみ、逆傾向の差(自宅の方が職場より高い)を認めたものの、有意ではなかった。さらに、同一の被験者群に関する結果を、「社会的状況/1人、家族と一

緒、友人と一緒に、見知らぬ人と一緒に」というカテゴリー/オプションで分析した続編の報告 (Spitzer, Llabre, Ironson, Gellman, & Schneiderman, 1992) によると、座位の場合、収縮期 BP/拡張期 BP とも、見知らぬ人や友人と一緒にである方が、家族と一緒にであるよりも高く出ていた (138/86 mmHg, 128/81 mmHg 対 125/79 mmHg)。立位については、同傾向の差を認めたものの、有意とはならなかった。ちなみに、見知らぬ人や友人と一緒にである場合、家族と一緒にであるよりも会話の多いことが予想され、これが BP 上昇に影響を及ぼしたと思われるが、この点は扱われていない。

Schneiderman グループのまとめによれば、アンビュラトリ BP に与える影響は、収縮期 BP/拡張期 BP の被験者内分散に対する説明率でみた場合、「姿勢/座位、立位」が 33%/47% と、一貫して大きいと判明した。ただし、既述のごとく、姿勢の変化は多くの場合動作の変化を伴うから、両者を合わせた総体としての変化分と見ておいた方がよい、とは言える。次いで、「社会的状況/家族と一緒に、見知らぬ人と一緒に;座位」の 36%/37%、「社会的状況/家族と一緒に、友人と一緒に;座位」の 23%/24% と続き、「場所/職場、自宅;座位」は 10%/15% 程度、「気分/陽性の、中性的;座位」および「気分/陰性の、中性的;座位」はいずれも 6%/8% 止まりであった。交絡変数としての姿勢は、場所や気分に対して、座位でのみ影響を及ぼしたわけである。この点については、立位が座位と違い、姿勢を支えるための BP 上昇を少なからず必要とするため、その影響が場所や気分にも強く重畳してしまったのであろう、と示唆されている。

続いて、カテゴリー/オプションが行動日誌の記載に依らない典型的な研究 (Green & Suls, 1996; Light, Turner, & Hinderliter, 1992; Shapiro, Goldstein, & Jamner, 1996) の中から、Shapiro グループの『黒人および白人学生における、敵意、怒り表出、不安、並びに、防衛のアンビュラトリ BP に対する影響』と題された研究を取り上げることしよう (Shapiro et al., 1996)。彼らの研究で用いられたのは、人種(黒人、白人)および性別(男性、女性)を異にする 140 名余の学生であり、アンビュラトリ BP が覚醒時は 20 分毎に、また、睡眠時は 1 時間ご

とに, Accutrack II を用いて 24 時間計測された。そして, 覚醒時には, BP の計測毎に行動日誌への記載を求められた。着目されたカテゴリー / オプションは, 「敵意 / 高, 低」(Cook & Medley の敵意尺度で評価), 「怒り表出 / 高, 低」(Spielberger の怒り表出下位尺度で評価), 「不安 / 高, 低」(Taylor の顕現性不安尺度で評価) という 3 種類の人格特性であり, いずれも「防衛 / 高, 低」(Marlowe-Crowne の社会的望ましき尺度で評価) との組み合わせで検討された。また, この大枠のもとで, 「人種 / 白人, 黒人」および「性 / 男性, 女性」による差が調べられた。さらに, 「24 時間 / 覚醒時, 睡眠時」が比較検討の対象とされた。最後者を別にすれば, あとはすべて行動日誌の記載を必要としない, 別種の外的基準に基づいたカテゴリー / オプションであることが分かるであろう。

彼らの研究結果によれば, もっとも顕著に出たのは, 覚醒時の拡張期 BP における, 「人種 / 白人, 黒人」×「不安 / 高, 低」×「防衛 / 高, 低」の交互作用であった。すなわち, 覚醒時の拡張期 BP は, 高不安かつ高防衛の黒人でとくに高い水準を示した。実際, このタイプの黒人では, 覚醒時の拡張期 BP が 78 mmHg まで上昇していた。これに対し, 低不安な黒人, ないし, 高不安ではあっても低防衛な黒人では, せいぜい 70 mmHg 程度の水準を示したに過ぎなかった。さらに, 白人では, 不安と防衛の高低にかかわらず, 70 mmHg の水準に達しなかった。睡眠時の収縮期 BP については, 「人種 / 白人, 黒人」×「敵意 / 高, 低」の交互作用が認められ, 敵意の高い黒人では, 収縮期 BP が睡眠時にさほど低下していないことも判明した。なお, こうした人格特性での結果とは独立に, 黒人は白人に比べて, また, 男性は女性に比べて, 収縮期 BP / 拡張期 BP とも高い水準を示した。ちなみに, 行動日誌でみる限り, 体動の影響はいずれの下位群でも同程度であったことから, この分析の範囲では考慮しなくてよいと思われた。

Shapiro グループの研究は, 特定の生物行動的要因が, 高血圧の心理生理学的危険因子としてどの程度重要かを, アンビュラトリ BP に対する寄与率の面から評価し, その病因論的役割を探ろうとするものである。また, 上述の Schneiderman グル-

ープの研究も, 姿勢・場所・気分対アンビュラトリ BP とのかかわりを基礎的に調べながら, 将来的には同様の問題に切り込もうとしていた。これまでも, 黒人で高血圧の発症率が高いことや (Anderson, McNeilly, & Myers, 1995), 閉経前の女性が心臓血管系疾患にかかりにくいことは (Stoney, 1992), 繰り返して報告されてきたことであるから, 本研究の結果はこれらと矛盾しないものといえる。興味深いのは, 人種における差が, 人格特性のいかんによって, さらに修飾されていた点であろう。すなわち, 敵意や, 不安と防衛の重ね合わせが, 人種とかかわりながら, アンビュラトリ BP の出方に影響を与えていたことである。もっとも, 不安と防衛の重ね合わせについては, むしろ低不安かつ高防衛 (いわゆる抑圧的対処) の方が, 心臓血管系反応が強く出るとの報告もあり (Weinberger, Schwartz, & Davidson, 1979), 解釈のしにくい面が残る。だが, 総じて, アンビュラトリ BP に対する心理生理学的接近法の典型的なものとして, 参考にすべき点の多い研究といえよう。

エピソード分析

カテゴリー / オプション分析になぞらえて言えば, エピソード分析は, 「日常活動 / エピソード E_i , その他」($i=1, 2, \dots, n$) という形を取る。つまり, 大カテゴリー「日常活動」のもとにまとめられた各種の「エピソード E_i , その他」をオプション分析する, 特殊なケースとみなされる。オプションとしての「エピソード E_i , その他」は, すべて行動日誌に盛り込まれるから, 被験者は BP 計測のたびに該当する項目をチェックすればよい。一見して分かるごとく, この分析法における興味の中心は, アンビュラトリ BP がばらつくもとなる主要なエピソードを, できるだけ詳細に知ることである。この分析法の長所は, オプションの中身がきわめて具体的な点である。したがって, 特定エピソード E_k の, ベースライン (たとえば, リラックス時や睡眠時) と比べた BP 反応性を評価することに, 独自の意味も出てくる。一般のカテゴリー / オプション分析が, もっぱら平均水準を対象にするのとは, いささか事情が異なる。

しかし, こうした特徴を持つエピソード分析は, さほど行われてきていない。アンビュラトリ BP が

好んで活用されてきた、高血圧に関する発症過程・診断・治療・予後などの研究分野からすれば(「はじめに」の節を参照), 覚醒時と比べた睡眠時 BP の下がりにくさなどといった, カテゴリー/オプション分析から得られる情報の方が有益であったためかも知れない. あるいは, もっと一般的に, 法則定立的な陳述の成しやすいカテゴリー/オプション分析と比べ, エピソード分析では現象記述的な側面が強いためかも知れない. そこで, 筆者の手元にある数少ない関連論文 (Clark, Denby, Pregibon, Harshfield, Pickering, Blank, & Laragh, 1987; Stephens, Crowther, Koss, & Bolen, 1988; Van Egeren & Sparrow, 1990) の中から, 以下では Pickering グループの『BP 日内変動に対する活動および時間帯の効果とかかわる定量的分析』と題した研究を取り上げることにしよう (Clark et al., 1987).

彼らの研究では, 中高年の男女軽症高血圧患者 460 名余 (少なくとも 2 週間前から降圧剤の服用を中止) が, 職場での仕事を有するか否かによって, 自宅下位群と職場+自宅下位群に分けられ, それぞれ Del Mar Avionics PIII アンビュラトリ BP 計を装着されて, 覚醒時は 15 分毎に, また, 睡眠時は 30 分毎に, 24 時間の計測を体験した. 患者は, このルーチン計測に加えて, さまざまな活動の最中に, 手動で BP 計測をスタートさせるよう求められた. そして, ルーチンであれ手動であれ, BP 計測の終了直後に, 行動日誌で「場所/自宅, 職場, その他」, および, 「活動/仕事, 雑用, デスク・ワーク, 着衣, 食事, 会合, 電話, 読書, リラックス, 買い物, 睡眠, 会話, 移動, TV, 歩行, 書きもの」をチェックした. ただし, 本論文に掲載された 16 種類の活動とかかわるオプションは, アンビュラトリ BP の計測過程で少なくとも 20 名の患者によってチェックされたものを, 事後的に選別して列挙したものであるとされることから, もともとの行動日誌に列挙されたりリストとは異なると考えられる. ちなみに, 得られたデータの分析では, 患者毎の平均的な BP 水準の違いを調整すべく, 診察室での BP を統制変数とし, 活動ないし時間帯 (計測時点を 1 時間単位でまとめて 24 点で表現) のアンビュラトリ BP に対する影響を評価する, 共分散

分析型のモデルが用いられた.

その結果, 第 1 に, 活動および時間帯は, いずれもアンビュラトリ BP のバラツキを相当程度まで説明できたが (説明率 30%~40%), 活動の方がいっそう高い説明率を示した. 活動の中に睡眠というオプションの含まれていたことが, こうした結果をもたらしたもので, 考えられた. ちなみに, 活動による影響を除去した残差のアンビュラトリ BP データを描かせると, そこには時間帯による明瞭な変動を認めなかった. 次いで, 第 2 に, 上記のモデルから推定された, 活動の各オプションにおける収縮期 BP / 拡張期 BP の上昇 (mmHg) は, 職場+自宅下位群の場合, 「リラックス; 職場, 自宅, その他」をベースラインに採れば (論文中では絶対水準が不明), 大きいものから順に, 「会合; 職場」(20.2 / 15.0) 「仕事; 職場」(16.0 / 13.0), 「移動; その他」(14.0 / 9.2), 「歩行; 職場, 自宅, その他」(12.0 / 5.5), 「着衣; 自宅」(11.5 / 9.7), 「雑用; 職場, 自宅, その他」(10.7 / 6.7), 「電話; 職場, 自宅」(9.5 / 7.2), 「食事; 職場, 自宅, その他」(8.8 / 9.6), 「会話; 職場, 自宅, その他」(6.7 / 6.7), 「デスク・ワーク; 職場, 自宅, その他」(5.9 / 5.3), 「読書; 職場, 自宅」(1.9 / 2.2), 「仕事; 自宅」(1.6 / 3.2), 「TV; 自宅」(0.3 / 1.1), であった. ちなみに, 「睡眠; 自宅」は -10.0 / -7.6 mmHg と, 当然ながらマイナス方向への変化を示した. これらに対し, 自宅下位群の場合は, 類似の結果を示したものの, 職場での活動が含まれていない分だけ, BP の水準が低めに出るなど, 内容に差が生じていた. なお, 「活動/買い物」および「活動/書きもの」に関するデータは, 自宅下位群にしか存在しないため, ここには示されていない.

Clark et al. (1987) のまとめによれば, 第 1 の結果に示されたように, 「活動/睡眠 (対覚醒)」による基本的な周期は認められるものの, これと独立な日内変動は存在しないことが, あらためて支持された. 一方, 第 2 の結果については, BP 反応性の個人差や気分の分析がなされなかった点を指摘するだけにとどまっている. だが, こうした点とのかかわりで言えば, 「姿勢/座位, 立位, その他」の影響を評価していないことの方が, 問題としては重大であるように思われる. こうした問題点は別

としても、本研究のやり方は、さまざまな活動におけるベースライン（本研究ではリラックス時のBP）からみたBP反応性のアンビュラトリな評価を可能にすることから、実験室でのストレス刺激負荷に対する反応性との比較検討に道を開くものであり、有効性が高いものと期待される。「BP反応性の亢進は将来の高血圧発症にとって危険因子の一つである」との、いわゆる反応性仮説(Pickering & Gerin, 1990)の是非を論じるには、こうした意味での実験室-日常生活関連性を調べるのが、欠くべからざる一步と思われるからである(澤田, 1998)。いずれにしろ、多様な活動がモデルに組み込まれた好例として、注目に値する研究といえよう。

今後へ向けて

本評論では、アンビュラトリBPのバラツキが、大は日内変動から小は個々の昇圧・降圧反応に至るまで、実にさまざまな生物行動的要因によって広範に影響される事実を、具体的な例なども交えながら示した。そのため、いくつかの典型的な研究を引用するとともに、こうした影響の評価とかわる研究の筋立ても追ってみた。また、アンビュラトリBP計測装置それ自体や、行動日誌・体動計測といった、道具立ての問題にも検討吟味を加えてみた。

それにしても、アンビュラトリBP計測は——とくに、心理生理学的視点からするそれは、最近急速に興味と関心が高まるようになった領域である。そのためか、問題の立て方によって研究法は各種各様であり、確立されたものがあるようには見えない。さらに、我が国の心理生理学の分野においては、この種の研究はまだ始まったばかりである(澤田, 1997; 澤田・山越, 1995)。本評論では、こうした現状を踏まえて、カテゴリー/オプションやエピソードといった、簡潔ではあるが、生物行動的要因を扱うのに適した分析枠を試みに提示し、今後の研究を進める手がかりを得ようとしたわけである。

ここで、アンビュラトリ計測の、これまでに述べてこなかった部分で(BP以外も含め)、心理生理学的に興味深いものをさらに三つほど紹介し、今後の研究展開に向けた指針を探ることとしよう。

その一つ目は、アンビュラトリBPの血行力学的昇圧機序とかかわるものである。また、二つ目は、疑似実験室的(quasi-laboratory)セッティングにおける、アンビュラトリ計測の活用についてである。そして、三つ目は、日常生活場面でアンビュラトリ計測することがとり分け有効な、臨床的問題(ただし、高血圧以外)が少なからず存在する点である。

さて、一つ目から論じよう。いま、「平均BP = 心拍出量 × 全末梢抵抗」であることに注目すれば、平均BPの上昇は、心拍出量ないし全末梢抵抗の一方または双方が増加することによって生じることが分かる。そこで、心拍出量(l/min)がアンビュラトリに計測できれば、全末梢抵抗(mmHg/l/min)も「平均BP/心拍出量」で換算できることになる。そうすると、アンビュラトリ計測の場面で、特定のエピソード毎に「平均BP、心拍出量、全末梢抵抗」の三つ組反応を得ることができ、平均BPの上昇がどのような血行力学的機序に依っていたのかを、推し量ることが可能となる。もっとも、一般のアンビュラトリBP計測装置で、平均BPが直接得られるものは少ないが、既述のごとく「平均BP = 拡張期BP + (収縮期BP - 拡張期BP) / 3」であることから、収縮期BPと拡張期BPが計測されていれば、概算可能である。

実験室的には、能動的対処事態(たとえば、暗算や反応時間)がその典型であるように、競争や挑戦を求められ、情動的混乱を伴うようなストレス刺激は、主として心拍出量の増加からBP上昇を招くことが知られている。同じく、受動的対処事態(たとえば、寒冷昇圧や鏡映描写)に代表されるような、動きのとれないまま注目や監視を続けるといったストレス刺激では、おもに全末梢抵抗の増加でBPの上昇することが分かっている(Allen & Crowell, 1989; 澤田, 1990; Sawada, 1993; Sherwood, Allen, Obrist, & Langer, 1986)。興味の持たれるのは、これと同一の機序が日常生活場面でも認められるか、ということであろう。上述のごとく、「平均BP、心拍出量、全末梢抵抗」の三つ組反応を得るには、アンビュラトリ心拍出量計測装置が必要であり、これは最近になっていくつか出回り始めた段階である(Willemsen, de Geus, Klaver, van Doornen, & Carroll, 1996; Yamakoshi, Nakagawara,

& Tanaka, 1997). したがってまた、日常生活場面におけるアンビュラトリ三つ組反応は、一部で報告されているに過ぎない(澤田, 1997; 澤田・山越, 1995). 能動的対処対受動的対処による血行力学的昇圧機序の違いは、生物行動論的にみた高血圧発症の問題ともかかわって議論されてきたことから(澤田, 1998), 日常生活場面で直接こうした点を吟味できるアンビュラトリ計測の活用は、今後の展開が期待される領域といえよう。

次いで、二つ目は、疑似実験室的セッティングにおいて、アンビュラトリ計測の活用が期待される、という点についてである。まず、疑似実験室的セッティングとは、日常生活場面ないし非実験室的場面であるにもかかわらず、結果に影響する諸要因をある程度まで統制可能な——したがって、標の変数と交絡変数がある程度まで識別可能な状況を指す。カテゴリー/ オプションになぞらえて例を挙げれば、「大学の授業/講義, 試験」(Sausen, Lovallo, & Pincomb, 1992)や「パラシュート降下/ 前日夜 18:00–21:00, 当日朝 7:30–9:00, 搭乗 15 分–30 分前, 搭乗直前, 搭乗直後, 離陸時, 飛行高度 500 メートル, パラシュート降下開始直前, パラシュートを開く直前, パラシュートを開いた直後, 着地前, 着地後」(Schedlowski & Tewes, 1992)などが、これに当たる。こうした疑似実験室的セッティングで、限定的にアンビュラトリ計測を活用することは、きわめて適しているといえよう。なお、この種の計測にあっては、疑似実験室的であるという性質上、行動日誌を必要としないが、「パラシュート降下」の例では体動計測が補助的に用いられている。

「パラシュート降下」(Schedlowski & Tewes, 1992)では、Epstein (1967)の言う不安抑制過程が成立するのかが、再検討されている。すなわち、パラシュート降下の前後に、心拍数と呼吸数のアンビュラトリ計測装置が熟練者と初心者に装着され、前者は後者に比べて、生理的覚醒の方が心理的恐怖に先行しやすく、しかも、二つとも低水準を示すのかどうか、調べられたわけである。結果は、Epstein の仮説を支持しなかったが、この研究の重要な点は、従来の知見で欠落していたパラシュート降下開始から着地までのデータが、最新

のアンビュラトリ計測で入手できたことである。一方、「大学の授業/講義, 試験」(Sausen et al., 1992)では、医学部生が普段の授業日と正規の試験日に、直前–最中–直後の合計 2–4 時間、BP および心拍数をアンビュラトリ計測されている。この研究の狙いは、できるだけ日常生活に近い状態で、精神的ストレスとかかわる生理的反応を調べようとした点にある。いわゆる、生態学的妥当性の高い実験を、計画したわけである。結果は、試験の直前からストレスを予期した高い反応が出現し、これが最中にも持続するという、予想とたがわぬものであった。Sausen et al. (1992)の指摘によれば、一般的な 24 時間アンビュラトリ計測を用いた研究では、被験者個々人の日常活動が違い過ぎるため、精神的ストレスに対する生理的反応を調べようとしても、被験者間比較に困難を来す恐れがある。また、体動の影響を評価すべく行動日誌をつけさせても、日誌をつけることが引き起こす反応性(既述)などを考慮しなければならない、という。確かに、疑似実験室的セッティングでは、検討対象となるストレスの種類は特定のものに限られるものの、こうした問題が生じにくく、それでいて、自然環境下に近いデータが取れる、といった独自の利点を有するといえよう。

さて、最後の三つ目は、日常生活場面でアンビュラトリ計測することがことの他有効な、臨床的問題が少なからず存在するという点についてである。その典型としてパニック発作を例に採ろう。この疾患は、アメリカ精神医学会 (1987)の基準によれば、不安や恐怖の発作をその特徴とするが、著しい肉体的疲労や生命を脅かす状況がないにもかかわらず生じるものであり、また、特定な恐怖刺激の曝露によっては誘発されないものである。しかも、呼吸困難、失神、頻脈、震え、発汗、窒息感、吐き気、非現実感、知覚異常、悪寒、胸痛、死の恐怖、気が狂いそうなあるいは何かを仕出かしそうな恐怖、の内の少なくとも 4 つを伴うとされる。疾病分類上は、いわゆる広場恐怖症(さまざまな人が行き交う、開かれた場所への恐怖のために、自宅を離れたり、旅行に出たりすることができない)と重複する部分が多い。こうしたパニック発作の問題点は、重症なケースでも大半は週にせいぜ

い2回程度しか発作を経験しないため、実験室や診察室での観察に適さないことである。したがって、逆に、実験室や診察室で、意図的にパニック発作を誘発する試みもなされているが、生態学的妥当性(上述)の点で疑問が残る。こうして、診断や治療、ないし、病因を探る上から、当該患者のパニック発作がどのような症状であるかをつぶさに知るには、アンビュラトリ計測が適していると理解される。

それまではもっぱら患者の訴えに頼っていたこの症状に関して、心拍数を標的反応としたアンビュラトリ計測で先駆けをなしたのは、Taylor グループであった (Taylor, Sheikh, Agras, Roth, Margraf, Ehlers, Maddock, & Gossard, 1986; Taylor, Telch, & Haavik, 1983)。1986 年の研究では、パニック発作を訴える女性患者が、6 日間にわたってアンビュラトリ心拍数計測を連続実施され、発作が起こったと感じたときや、予期不安を感じたときに、行動日誌へ記入するよう求められた。また、体動計測も同時に行われた。実験終了後に、先ずアンビュラトリ心拍数の記録だけが、次いで、これを体動記録と重ね合わせたものが、それぞれ専門家によって評価され、パニック発作の客観的な判定が下された。これらを患者による行動日誌の記入結果と付き合わせたところ、予期不安状況では心拍数に増加を認めなかったが、パニック発作の自覚症状がある場合は、その約 2/3 に明らかな心拍数の増加を伴い、併発症状(上述のような精神身体的)の多いケースほど見分けも容易であった、という。こうして、パニック発作の訴えが、心拍数の顕著な増加に伴われる事実を、この研究は明らかにしたといえる。

以上、アンビュラトリ BP 計測という視点からは外れたが、心理生理学的にみて興味深い三つの話題を、いささか詳しく紹介した。Turpin (1990) 流に言うなら、全体をつらぬく縦糸としての「アンビュラトリ心理生理学」(ambulatory psychophysiology) に、改めて焦点を当てたかったからである。Turpin (1990) も指摘するごとく、実験室ではまれにしか生じない、実験室的セティングに合致しない、自然的セティングに一般化できるか不安である、実験室的計測では標的反応が歪んでしまう、治療効

果を評価したいなど、実に多くの場面でアンビュラトリ計測は威力を発揮すると期待される。冒頭でも述べたが、日常生活場面で実施されるアンビュラトリ計測は、特定の実験室的セティングで行われる短期間の計測よりも、当該個人にとっていっそう代表的なのである。この意味するものの重要性が我われに実感されるとき、アンビュラトリ心理生理学は多くの実りをもたらす、新たな接近法として立ち現れるはずである。やや遅ればせながら、我が国でも、アンビュラトリ心理生理学の研究が盛んになることを期待したい。

引用文献

- Allen, M. T., & Crowell, M. D. 1989 Patterns of autonomic response during laboratory stressors. *Psychophysiology*, 26, 603-615.
- American Psychiatric Association 1987 *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (third ed., revised)*. Washington DC: American Psychiatric Association.
- Anderson, N. B., McNeilly, M., & Myers, H. 1995 A biopsychosocial model of race differences in vascular reactivity. In J. Blascovich & E. S. Katkin (Eds.), *Cardiovascular reactivity to psychological stress and disease*. Washington DC: American Psychological Association. Pp.83-110.
- Bevan, A. T., Honour, A. J., & Scott, F. G. 1969 Direct arterial pressure recording in unrestricted man. *Clinical Science*, 36, 329-344.
- Blanchard, E. B., Cornish, P. J., Wittrock, D. A., & Jaccard, J. 1990 Effects of 24-hour ambulatory blood pressure monitoring on daily activities. *Health Psychology*, 9, 647-652.
- Bussmann, J. B. J., Tulen, J. H. M., van Herel, E. C. G., & Stam, H. J. 1998 Quantification of physical activities by means of ambulatory accelerometry: A validation study. *Psychophysiology*, 35, 488-496.
- Chau, N. P., Mallion, J. M., de Gaudemaris, R., Ruche, E., Siche, J. P., Pelen, O., & Mathern, G. 1989 Twenty-four-hour ambulatory blood pressure in shift workers. *Circulation*, 80, 341-347.
- Chesney, M. A. 1984 Noninvasive ambulatory blood pressure monitoring. *Proceedings of the Working Conference on Applicability of New Technology to Biobehavioral Research*. Pp. 79-94.
- Chesney, M. A., & Ironson, G. H. 1989 Diaries in ambulatory monitoring. In N. Schneiderman, S. M. Weiss, & P. G. Kaufmann (Eds.), *Handbook of research methods in cardiovascular behavioral medicine*. New York: Plenum Press. Pp.317-331.
- Clark, L. A., Denby, L., Pregibon, D., Harshfield, G. A., Pickering, T. G., Blank, S., & Laragh, J. H. 1987 A

- quantitative analysis of the effects of activity and time of day on the diurnal variations of blood pressure. *Journal of Chronic Diseases*, 40, 671–681.
- Conway, J., & Coats, A. 1989 Value of ambulatory blood pressure monitoring in clinical pharmacology. *Journal of Hypertension*, 7 (suppl 3), S29–S32.
- Di Rienzo, M., Grassi, G., Pedotti, A., & Mancia, G. 1983 Continuous versus intermittent blood pressure measurements in estimating 24-hour average blood pressure. *Hypertension*, 5, 264–269.
- Epstein, S. 1967 Toward a unified theory of anxiety. In B. A. Maher (Ed.), *Progress in experimental personality research* (Vol. 4). New York: Academic. Pp.1–89.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Smeja, M., & Müller, W. 1997 Assessment of posture and motion by multichannel piezo-resistive accelerometer recordings. *Psychophysiology*, 34, 607–612.
- Floras, J. S., Jones, J. V., Johnston, J. A., Brooks, D. E., Hassan, M. O., & Sleight, P. 1978 Arousal and the circadian rhythm of blood pressure. *Clinical Science*, 55, 395s–397s.
- Gellman, M., Ironson, G., Schneiderman, N., Llabre, M., & Spitzer, S. 1992 Sources of variability and methodological considerations in ambulatory blood pressure. In T. F. H. Schmidt, B. T. Engel, & G. Blümchen (Eds.), *Temporal variations of the cardiovascular system*. Berlin: Springer-Verlag. Pp.258–271.
- Gellman, M., Spitzer, S., Ironson, G., Llabre, M., Saab, P., Pasin, R., Weidler, D., & Schneiderman, N. 1990 Posture, place and mood effects on ambulatory monitoring. *Psychophysiology*, 27, 541–555.
- Goldstein, I. B., Jamner, L. D., & Shapiro, D. 1992 Ambulatory blood pressure and heart rate in healthy male paramedics during a workday and a nonworkday. *Health Psychology*, 11, 48–54.
- Green, P. J., & Suls, J. 1996 The effects of caffeine on ambulatory blood pressure, heart rate, and mood in coffee drinkers. *Journal of Behavioral Medicine*, 19, 111–128.
- Groppelli, A., Omboni, S., Parati, G., & Mancia, G. 1992 Evaluation of noninvasive blood pressure monitoring devices Spacelabs 90202 and 90207 versus resting and ambulatory 24-hour intra-arterial blood pressure. *Hypertension*, 20, 227–232.
- Halberg, F. 1969 Chronobiology. *Annual Review of Physiology*, 31, 675–725.
- Harshfield, G. A., Hwang, C., Blank, S. G., & Pickering, T. G. 1989 Research technique for ambulatory blood pressure monitoring. In N. Schneiderman, S. M. Weiss, & P. G. Kaufmann (Eds.), *Handbook of research methods in cardiovascular behavioral medicine*. New York: Plenum. Pp.293–309.
- Hedges, S. M., Krantz, D. S., Contrada, R. J., & Rozanski, A. R. 1990 Development of a diary for use with ambulatory monitoring of mood, activities, and physiological function. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 12, 203–217.
- Idema, R. N., Gelsema, E. S., Wenting, G.-J., Grashuis, J. L., van den Meiracker, A. H., Brouwer, R. M. L., & Man in't Veld, A. J. 1992 A new model for diurnal blood pressure profiling. *Hypertension*, 19, 595–605.
- Kazdin, A. E. 1974 Reactive self-monitoring: The effects of response desirability, goal setting, and feedback. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42, 704–716.
- Light, K. C., Turner, J. R., & Hinderliter, A. L. 1992 Job strain and ambulatory work blood pressure in healthy young men and women. *Hypertension*, 20, 214–218.
- Mancia, G., Omboni, S., & Parati, G. 1997 Assessment of antihypertensive treatment by ambulatory blood pressure. *Journal of Hypertension*, 15 (Suppl), S43–S50.
- Middelkoop, H. A. M., Van Dam, E. M., Smilde Van Den Doel, D. A., & Van Dijk, G. 1997 45-hour continuous quintuple-site actimetry: Relations between trunk and limb movements and effects of circadian sleep-wake rhythmicity. *Psychophysiology*, 34, 199–203.
- Miller, S. T., Elam, J. T., Graney, M. J., & Applegate, W. B. 1992 Discrepancies in recording systolic blood pressure of elderly persons by ambulatory blood pressure monitor. *American Journal of Hypertension*, 5, 16–21.
- Miller-Craig, M. W., Bishop, C. N., & Raftery, E. B. 1978 Circadian variation of blood pressure. *Lancet*, ii, 795–797.
- O'Brien, E., Atkins, N., & Staessen, J. 1995 State of the market: A review of ambulatory blood pressure monitoring devices. *Hypertension*, 26, 835–842.
- Ohtomo, N., & Tanaka, Y. 1994 New method of time series analysis and “MemCalc.” In K. Saito, A. Koyama, K. Yoneyama, Y. Sawada, & N. Ohtomo (Eds.), *A recent advance in time series analysis by maximum entropy method*. Sapporo: Hokkaido University Press. Pp.11–29.
- Parati, G., Pomidossi, G., Albini, F., Malaspina, D., & Mancia, G. 1987 Relationship of 24-hour blood pressure mean and variability to severity of target-organ damage in hypertension. *Journal of Hypertension*, 5, 93–98.
- Patterson, S. M., Krantz, D. S., Montgomery, L. C., Deuster, P. A., Hedges, S. M., & Nebel, L. E. 1993 Automated physical activity monitoring: Validation and comparison with physiological and self-report measures. *Psychophysiology*, 30, 296–305.
- Pickering, T. G. 1993 Applications of ambulatory blood pressure monitoring in behavioral medicine. *Annals of Behavioral Medicine*, 15, 26–32.
- Pickering, T. G., & Gerin, W. 1990 Cardiovascular reactivity in the laboratory and the role of behavioral factors in hypertension: A critical review. *Annals of Behavioral Medicine*, 12, 3–16.
- Pickering, T. G., James, G. D., Boddie, C., Harshfield, G. A., Blank, S., & Laragh, J. H. 1988 How common is white coat hypertension? *Journal of the American Medical Association*, 259, 225–228.
- Pickering, T. G., Schwartz, J. E., & Stone, A. 1996 Behavioral influences on diurnal blood pressure rhythms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 783, 132–140.

- Redmond, D. P., & Hegge, F. W. 1985 Observations on the design and specification of a wrist-worn human activity monitoring system. *Behavior, Research Methods, Instruments, and Computers*, 17, 659-669.
- Richardson, D. W., Honour, A. J., Fenton, G. W., Stott, F. H., & Pickering, G. W. 1964 Variations in arterial pressure throughout the day and night. *Clinical Science*, 26, 445-460.
- Roffe, D. J., Bertram, C. D., & Hunyor, S. N. 1985 Real time detection of significant blood pressure events in ambulant subjects. *Clinical and Experimental Theory and Practice*, A7 (2 & 3), 299-307.
- Sausen, K. P., Lovullo, W. R., & Pincomb, G. A. 1992 Cardiovascular responses to occupational stress in male medical students: A paradigm for ambulatory monitoring studies. *Health Psychology*, 11, 55-60.
- 澤田幸展 1990 血圧反応性—仮説群の構築とその評価— 心理学評論, 33, 209-238.
- Sawada, Y. 1993 Reproducible increases in blood pressure during intermittent noise exposure: underlying haemodynamic mechanisms specific to passive coping. *European Journal of Applied Physiology*, 67, 367-374.
- 澤田幸展 1997 無拘束ホルタ型血圧-心拍出量計を用いた日常生活場面における昇圧エピソードの解析 平成6・7・8年度文部省科学研究費補助金〔一般研究(C); 課題番号 06610084〕研究成果報告書
- 澤田幸展 1998 血圧反応性の亢進は将来の高血圧発症を予測できるか? 生理心理学と精神生理学, 16, 49-64.
- Sawada, Y., Ohtomo, N., Tanaka, Y., Tanaka, G., Yamakoshi, K., Terachi, S., Shimamoto, K., Nakagawa, M., Satoh, S., Kuroda, S., & Iimura, O. 1997 A new technique of time series analysis combining maximum entropy method and nonlinear least squares method: Its value in heart rate variability analysis. *Biological and Medical Engineering and Computing*, 35, 318-322.
- 澤田幸展・山越憲一 1995 実験室および日常生活における循環動態調節の関連性 第10回生体・生理工学シンポジウム論文集, 165-168.
- Schedlowski, M., & Tewes, U. 1992 Physiological arousal and perception of bodily state during parachute jumping. *Psychophysiology*, 29, 95-103.
- Schwartz, J. E., Warren, K., & Pickering, T. G. 1994 Mood, location and physical position as predictors of ambulatory blood pressure and heart rate: Application of multi-level random effects model. *Annals of Behavioral Medicine*, 16, 210-220.
- Shapiro, D., & Goldstein, I. B. 1998 Wrist actigraph measures of physical activity level and ambulatory blood pressure in healthy elderly persons. *Psychophysiology*, 35, 305-312.
- Shapiro, D., & Goldstein, I. B., & Jamner, L. D. 1996 Effects of cynical hostility, anger out, anxiety, and defensiveness on ambulatory blood pressure in black and white college students. *Psychosomatic Medicine*, 58, 354-364.
- Shapiro, D., Jamner, L. D., Lane, J. D., Light, K. C., Myrtek, M., Sawada, Y., & Steptoe, A. 1996 Blood pressure publication guidelines. *Psychophysiology*, 33, 1-12.
- Sherwood, A., Allen, M. T., Obrist, P. A., & Langer, A. W. 1986 Evaluation of beta-adrenergic influences on cardiovascular and metabolic adjustments to physical and psychological stress. *Psychophysiology*, 23, 89-104.
- Spitzer, S. B., Llabre, M. M., Ironson, G. H., Gellman, M. D., & Schneiderman, N. 1992 The influence of social situations on ambulatory blood pressure. *Psychosomatic Medicine*, 54, 79-86.
- Staessen, J. A., Bulpitt, C. J., O'Brien, E., Cox, J., Fagard, R., Stanton, A., Thijs, L., Van Hulle, S., Vyncke, G., & Amery, A. 1992 The diurnal blood pressure profile: A population study. *American Journal of Hypertension*, 5, 386-392.
- Staessen, J. A., Fagard, R., Thijs, L., & Amery, A. 1995 A consensus view on the technique of ambulatory blood pressure monitoring. *Hypertension*, 26 (part 1), 912-918.
- Stephens, M. A. P., Crowther, J. H., Koss, P. G., & Bolen, K. 1988 Effects of daily activities and social behavior on blood-pressure elevation. *Journal of Behavioral Medicine*, 11, 553-563.
- Stoney, C. M. 1992 The role of reproductive hormones in cardiovascular and neuroendocrine function during behavioral stress. In J. R. Turner, A. Sherwood, & K. C. Light (Eds.), *Individual differences in cardiovascular response to stress*. New York: Plenum. Pp.147-163.
- Taylor, C. B., Sheikh, J., Agras, S., Roth, W. T., Margraf, J., Ehlers, A., Maddock, R. J., & Gossard, D. 1986 Ambulatory heart rate changes in patients with panic attacks. *American Journal of Psychiatry*, 143, 478-482.
- Taylor, C. B., Telch, M. J., & Haavik, D. 1983 Ambulatory heart rate changes during panic attacks. *Journal of Psychiatric Research*, 17, 261-266.
- 栃久保 修 1988 血圧の測定法と臨床評価 メディカルトリビューン
- Turner, J. R., Carroll, D., Hanson, J., & Sims, J. 1988 A comparison of additional heart rates during active psychological challenge calculated from upper body and lower body dynamic exercise. *Psychophysiology*, 25, 209-216.
- Turpin, G. 1990 Ambulatory clinical psychophysiology: an introduction to techniques and methodological issues. *Journal of Psychophysiology*, 4, 299-304.
- Van Egeren, L. F., & Madarasm, S. 1988 A computer-assisted diary (CAD) for ambulatory blood pressure monitoring. *American Journal of Hypertension*, 1, 179S-185S.
- Van Egeren, L. F., & Sparrow, A. W. 1990 Ambulatory monitoring to assess real-life cardiovascular reactivity in Type A and Type B subjects. *Psychosomatic Medicine*, 52, 297-306.
- Weinberger, D. A., Schwartz, G. E., & Davidson, R. J. 1979 Low anxious, high anxious, and repressive coping styles: Psychometric patterns and behavioral and physiological responses to stress. *Journal of Abnormal Psychology*, 88, 369-380.
- West, J. N. W., Townend, J. N., Davies, P., Sheridan, J. J.,

- Stallard, T. J., Davies, M. K., & Littler, W. A. 1991 Effects of unrestricted activity on accuracy of ambulatory blood pressure measurement. *Hypertension*, 18, 593–597.
- White, W. B., Berson, A. S., Robbins, C., Jamieson, M. J., Prisant, L. M., Roccella, E., & Sheps, S. G. 1993 National standard for measurement of resting and ambulatory sphygmomanometers. *Hypertension*, 21, 504–509.
- Willemsen, G. H. M., de Geus, E. J. C., Klaver, C. H. A. M., van Doornen, L. J. P., & Carroll, D. 1996 Ambulatory monitoring of the impedance cardiogram. *Psychophysiology*, 33, 184–193.
- Yamakoshi, K., Nakagawara, M., & Tanaka, S. 1997 Recent advances in non-invasive ambulatory monitoring of cardiovascular haemodynamic parameters. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 17, 181–202.