

## 不安反応の時系列変化に関する研究

—生理指標と主観指標の比較検討—

岩永 誠・生和秀敏

広島大学総合科学部情報行動科学教室

(1986年10月31日受理)

Time series analysis of anxiety responses

—A comparison of physiological and subjective anxiety indexes—

Makoto Iwanaga and Hidetoshi Seiwa

## Abstract

The purpose of the present study was to examine the synchronous relationship between physiological and subjective arousal under an aversive situation. Thirteen subjects received both two conditions, i.e., TUK (time unknown) and TK (time known) ones. Heart rate (HR) was measured as a physiological index, and LDS (Line drawing scale) as a subjective one, in which the subject was asked to express graphically his (or her) subjective tension during the anticipatory period. Main findings were as follows. (1) Main effect of the condition was not observed, but time series changes of HR in the two conditions were different from each other. Heart rate in TK condition tended to increase, while the reverse tendency was found in TUK condition. (2) Changes of subjective tension (LDS) were also observed, of which tendency was similar to that of HR. (3) As the results of cross correlation analysis between HR and LDS, it was shown that changes of HR preceded that of subjective tension. This phenomenon was commonly observed through the conditions, therefore it was suggested that the phase difference between HR and subjective tension was common in anxiety responses.

嫌悪刺激を回避することのできない不安状況では、嫌悪刺激の生起確率 (event uncertainty) や、到来時期 (temporal uncertainty) といった予測可能性 (contingency predictability) を中心に検討が進められている。一般に、予測可能性の高さは、嫌悪事態からの回避・逃避といった制御可能性と関係していることから、不安は低減されると考えられている (Lazarus & Averill, 1972)。しかし実際には、Miller (1981) の言うように、人は予測可能性の高い事態を好む傾向があるものの、そのときにみられる予期的な覚醒水準は逆に高くなる傾向がみられることが多い。

これまでになされた実験報告のほとんどは、いずれも生理的な覚醒 (HR, SPL, SPR) を指標として検討が進められているものばかりである。生理的指標は、継時的かつ客観的に測定できるパラメトリックな変量であるが、準備的覚醒 (Obrist, 1976) や注意 (Lacey, 1967) と

いった情動反応とは関係ない要因に影響を受けていることも事実である。その意味においても、Krause (1961) や Lazarus & Opton (1968) の言うように、主観的な反応を手がかりとして生理的な反応の解釈をしていくことが重要になってくる。

予測可能性の違いによる不安反応間の関係をみてみると、予測可能性が高まると生理反応、主観的な反応ともに増大するという報告 (Miller, 1979; Monat, 1976; Monat et al., 1972) もあれば、生理的な反応と主観的な反応とに関係がないという報告 (Averill & Rosenn, 1972; Averill et al., 1977) もなされ、一貫した結果は得られていないのが実情である。同じ不安反応でありながら、反応の次元が異なると条件効果の違いがみられているのはどのような原因があるからだろうか。

従来は、生理反応を中心に検討していたことから、主観的な反応の測定が不十分であったことが原因の一つに上げられよう。しかしそれ以上に、時間的な広がりの中で生起している不安反応を、嫌悪刺激が到来するまでの単なる反応水準間の比較に終始するという、時系列変化の検討が不十分であった点も無視することはできない。

Monat et al. (1972) は、嫌悪刺激に対する予期的覚醒は嫌悪刺激到来に関する情報の違いにより、その変化パターンに大きな違いがみられ、嫌悪刺激の到来時期が明確な場合にみられる到来直前からの心拍の急速な増加は、到来時期が明確でない場合にはみられないと報告している。また、生和他 (1984) は、予期期間にみられる心拍の時系列変化のクラスター分析を行った結果、心拍の時系列変化パターンは、嫌悪刺激到来に向けて心拍の増加する変化パターンと、逆に減少する変化パターンとに大別されることが分かった。つまり、到来時期が明らかでない場合には増加型の心拍変化をし、不明な場合は減少型の心拍変化をするといえよう。予測可能性は心拍水準だけでなく、時系列変化パターンにも強い影響を与えていることがわかる。特に、event uncertainty よりも temporal uncertainty の方が、変化パターンの違いに重要な役割を演じているといえる。

以上得られた知見は、いずれも心拍変化を中心に検討した報告である。ところが、Lang (1968, 1971, 1977) は、不安反応は生理・心理・行動の3つの反応次元に大別することができるとして、反応間の関係にも注目すべきであるとしている。この考えに従って、Lande (1982) は、image flooding 中にみられる生理的覚醒 (HR) と主観的な不安 (SUD) 間の対応関係についての検討を行っている。その結果、試行が始まると同時に心拍・SUD ともに増加し、ある時期でピークを向かえた後に低下するという互いに類似した変化傾向を示していることが分かった。また、心拍の方がSUD よりも先にピークに達するという、反応次元によっては時間的なずれ (位相差) がみられることも示された。この結果は、同じ不安反応であっても表出次元が異なると、その時間的特性に違いが見られることを示したものと見えよう。このことが明らかになったのも、不安反応を時系列変化としてとらえるという、時間軸に沿った検討がなされたからである。

主観的な不安においても、生理反応と同様に、時系列に沿って測定ができるのであれば、従来みられた予測可能性の違いによる生理反応と主観的な反応との矛盾を解決する糸口が見いだされるのではないだろうか。

## 目 的

本研究では、嫌悪刺激到来に関する予測可能性の異なる状況下でみられる生理及び主観的な不安反応を、時系列変化としてとらえ、反応次元間の対応関係について検討することを目的と

した。予測可能性には、反応の時系列変化に最も強い影響を与えていると考えられる temporal uncertainty を用いた。

## 方 法

〈被験者〉 大学生13名（男子6名，女子7名，19～21才）

〈実験条件〉 実験条件として嫌悪刺激の到来時期に関する情報の与え方を2条件設定した。予告なし（TUK）条件では、被験者の前に置かれているディスプレイに数字のカウントアップを提示して、次第に嫌悪刺激が接近することだけは知らせたが、正確な到来時期は知らせなかった。継時的予告（TK）条件では、ディスプレイに数字のカウントダウンを行い、嫌悪刺激の到来時期を継時的に予告した。嫌悪刺激には電撃を用い、個人の痛みの程度に応じて7.5～10mAの強さで0.1秒間与えた。電撃到来に至るまでの予定期間の長さは2分間で、その間ディスプレイには数字のカウントアップもしくはカウントダウンが表示され続けた。電撃を与えた後も、1分間の回復期間を設けて心拍を測定した。被験者は、TUK及びTKの2条件を受けたが、電撃到来の予期的な構えの成立を防ぐために、TUK、TKの順で試行を受けた。電撃の到来は100%で、回避不可能な事態とした。

〈手続き〉 被験者は、電撃に対する感受性と主観的な緊張に関する質問紙の記入方法についての練習を行うため、本試行の前日に、予定期間1分からなる練習試行を2回受けた。本試行時の具体的な実験手順は以下に示した通りである。①心拍測定用電極の装着（第二誘導法による導出）、②安静時1分間の心拍測定（TUK条件のベースライン）、③電撃用電極の装着、④第一試行（TUK条件）の実施、⑤質問紙及び内省報告の記入、⑥5分程度のレスト期間、⑦安静時1分間の心拍測定（TK条件のベースライン）、⑧第二試行（TK条件）の実施、⑨質問紙及び内省報告の記入、⑩電撃用電極の取り外し、⑪安静時1分間の心拍測定（処理には用いなかった）、⑫心拍測定用電極の取り外し。

〈装置〉 電撃は、日本光電電気刺激装置 SEN-3101 およびアイソレーター SS-102J を使用して与えた。不安の生理指標である心拍は、日本電気三栄 120c アンプ、HRメーター2140内蔵の180システムバイオフィジオグラフを用いて測定し、レクチホリ8sに同時記録した。実験の制御及び心拍のサンプリングには、NECパーソナルコンピューターPC-9801を使用した。

〈教示〉 TUK、TK条件に共通して、「これから電気ショックを受けてもらいます。かなり痛くて不快なものですが、残念ながらこれを回避することはできません。しかし、電気ショックを受けたからといって、火傷をしたり傷が残るといったこともありませんから安心して下さい。」という教示を行った。TUK条件では、「あなたの前にあるディスプレイには試行が始まると同時に数字が1から順に表示されていきます。数字が大きくなればなるほど電気ショックを受ける時期が近づいてきたことを意味しますが、どの数字になったら電気ショックを受けるかは全くわかりません。」ということ、またTK条件では、「あなたの前にあるディスプレイに試行が始まると同時に数字が表示されます。数字は次第に小さくなっていき、『0』が表示されると同時に電気ショックを受けてもらいます。」と付け加えた。両条件ともに教示を行った後に、「電気ショックを受けた後も心拍を続けて測定しますので、こちらからの合図があるまで、体を動かさないようにして下さい。」と注意した。

〈測度とその数量化〉 ①生理指標 不安の生理指標には心拍を用い、第II誘導法により導出した。心拍は予定期間及び回復期間を通して測定し、瞬時心拍計により1分あたりの心拍数(bpm)に換算した。bpmによる心拍データはパーソナルコンピューターにより1秒ごとにA

D変換し、サンプリングを行った。統計処理を行うため、10秒ごとの区間の平均心拍数を代表値とし、それぞれの試行直前に行った安静時心拍1分間の平均心拍からの増分を最終的な処理に用いた。

表1 不安の主観的な反応の評定値

項 目	T U K		T K	
	mean	SD	mean	SD
身構えた	4.08	1.07	5.38	1.50
ショックが気になった	4.23	1.31	4.46	1.01
落ちつかない	3.31	1.38	3.46	1.45
緊張した	3.85	1.35	4.46	1.28
心配した	3.69	1.32	4.00	1.04
どきどきした	3.62	1.55	4.08	1.64
不安な	4.00	1.47	4.23	1.05
恐い	3.46	1.69	4.46	1.34

②主観的な不安 主観的な不安は、予期期間の全般的な気持ちについて「全くそう思わない」から「全くそう思う」までを7段階評定で答えてもらった。用いた具体的な質問項目は、Table 1 に示してある通りである。

また、主観的な緊張の時系列変化をモニターするために、予期期間にみられた主観的な緊張の変化プロフィールを線書きさせた(LDS: Line Drawing Scale)。これは、Fig.1に例を示したように、試行開始から電撃到来に至るまでの主観的な緊張の推移を、相対的に記述してもらうもので、被験者には最も強く緊張を感じたら上の線に接するように、逆に弱く感じたら下の線に接するように、表現してもらうよう指示した。なお、LDSの記入の仕方は、練習試行時に十分練習してもらい、主観的な緊張の変化プロフィールが比較的容易に表現できるようにした。

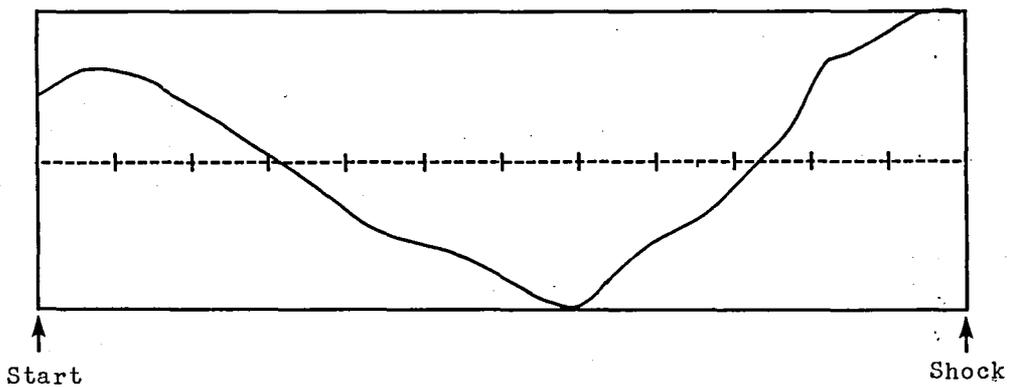


Fig. 1 Example of line drawing scale

LDSは、心拍と同様に予期期間内を12区間に区切り、その区間内の最大値と最小値の平均を代表値とした。LDSは、予期期間内の相対的な変化パターンを表したものであり、その基準となる緊張の程度に被験者間で差がみられることから、処理にはZ変換により標準化したものを用いた。

〈反応次元間の対応〉 生理指標である心拍とLDSによる主観的緊張との対応関係を調べるために、前後2フェイズまで位相をずらした相互相関を各被験者ごとに算出した。相互相関値が対応するいずれかのフェイズで0.55以上を示した被験者を、反応次元間に対応がみられたとして処理に用いた。

## 結 果

### 1. 心拍にみられる予測可能性の効果

ベースからの心拍数の増加について、条件(2)×時系列(12)の分散分析を行った結果、時系列の主効果 ( $F(11,132) = 6.770, P < .001$ ) と、条件と時系列の交互作用 ( $F(11,132) = 2.551, P < .01$ ) が認められた。予期期間内にみられる心拍の時系列変化パターンは、Fig.2に示した通りである。TUK条件では、試行開始直後に増加した心拍は予期期間の中盤から低下し、その後ほぼフラットになるという変化傾向がみられるが、TK条件では、電撃の到来時期に向けて心拍が単調に増加する一次関数的な変化傾向をしていることがわかる。条件による主効果が認められなかったことから、心拍水準の違いというよりも、時系列変化パターンの違いに到来時期予告情報の効果は認められるといえよう。

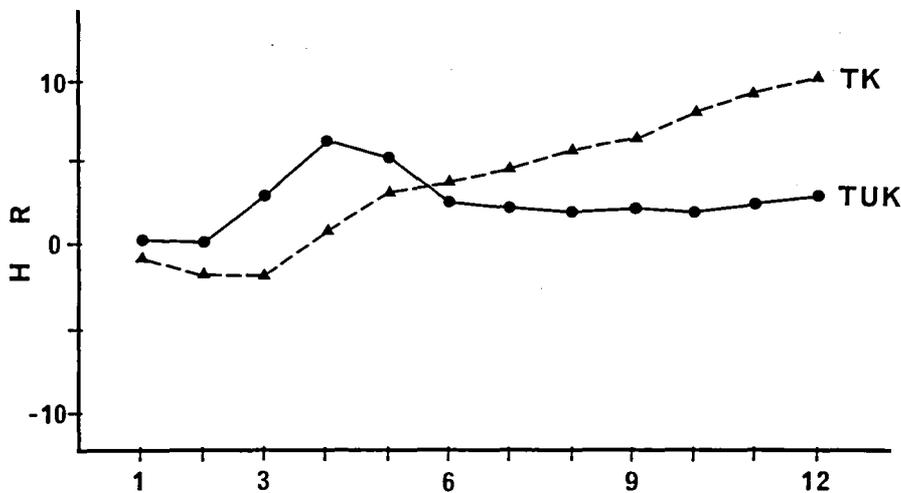


Fig. 2 HR increment changes in each condition

### 2. 主観的な反応にみられる予測可能性の効果

試行終了後に被験者に尋ねた試行全般にわたっての主観的な不安の程度の条件別の集計は Table 1に示した通りである。8項目のうち統計的に有意であったのは、「身構えた」の1項目だけで ( $t = 2.462, df = 24, P < .05$ )、TK条件の方がTUK条件よりも身構えたと報告している。しかし、他の項目では統計的な差はみられず、主観的な不安反応の違いは認められないといえよう。

次に、予期期間における主観的な緊張についての相対的な変化プロフィールを描いてもらったLDSについてみてみよう。Fig.3にその相対的な変化傾向を示した。Fig.3をみる限りにおいては、TUK条件では予期期間前半に緊張のピークがあるのに対し、TK条件では電撃到来に向けて主観的な緊張が次第に増加するという交互作用的な変化傾向をしていることがわかる。この2条件の変化の仕方は、基本的には心拍の変化傾向と類似しているといえ、反応間の対応が時系列変化パターンにおいては認められる可能性があることを示唆したものと見えよう。

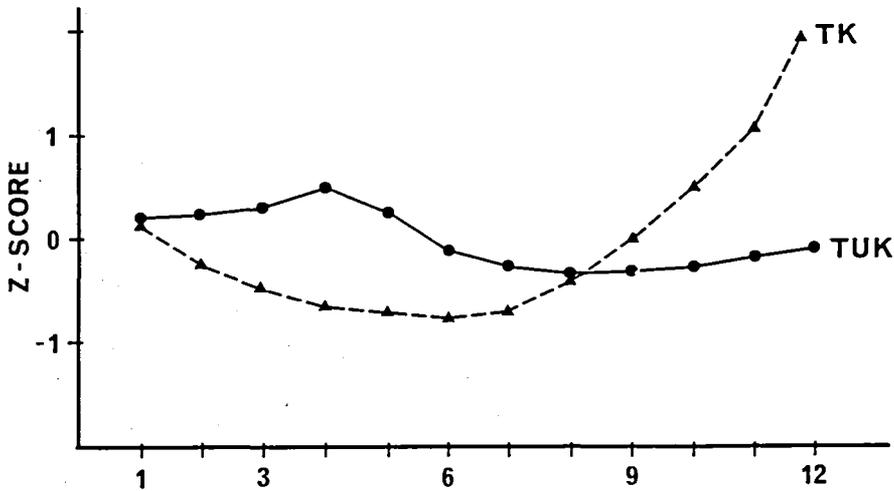


Fig. 3 Subjective tension (LDS) changes in each condition

### 3. 反応次元間にみられる対応関係の検討

心拍とLDSの組合せに対して、前後2フェイズまで位相をずらした相互相関を算出した。集計には、いずれかのフェイズで相互相関値が0.55以上を示した被験者のみを用いている。

表2 平均相互相関係数

条 件		主観値先行		心 拍 先 行		
		- 2	- 1	0	+ 1	+ 2
T U K (N=3)	mean	0.404	0.625	0.741	0.792	0.798
	SD	0.227	0.188	0.172	0.119	0.003
T K (N=6)	mean	0.329	0.546	0.692	0.746	0.696
	SD	0.634	0.486	0.331	0.235	0.402

心拍とLDSの対応についての結果は、Table 2に示した通りである。対応関係のみられた被験者の数はTUK条件では13名中3名であるが、TK条件になると6名に増えている。電撃の到来時期が予告されると相対的には主観的な反応と生理的反応とに対応関係が認められやすくなることがわかる。とは言うものの、TK条件であっても母数の半分以下でしか対応関係が認められないわけであり、その点は十分に留意する必要がある。

平均相互相関係数を見てみると、両条件ともに多少の違いはあるものの、ほぼ1フェイズ心拍が先行する形で対応関係がみられていることがわかる。このような位相のずれは、心拍変化

が生じた後に主観的な緊張に変化が生じていることを意味しており、同じ不安反応でありながらも、その発現の時間的特性にずれがあることを示唆したものといえよう。また、この位相差には条件差が認められなかったことから、条件の違いによる影響を受けない、かなり安定した現象であると考えられる。このように、時系列変化パターンに注目した対応関係の検討を行うことで、反応次元間にかなり高い対応関係が認められることを示唆したものといえよう。

## 考 察

回避が不可能な状況下での嫌悪刺激到来に至るまでの不安反応を主観・生理の2次元から測定した結果、以下のことが明らかになった。

第一点として、心拍及び質問紙においても到来時期予告の条件差は、予期期間全般にみられる平均的な水準比較では認められず、むしろ、時系列変化パターンの違いとして認められることがわかった。反応の水準間で条件差が認められなかったという今回の結果は、temporal uncertaintyが高い条件で、生理的な覚醒が高くなる傾向がみられる (Monat et al., 1972) という従来の知見とは異なっている。この原因について、以下のことが考えられる。まず、本報告が被験者内要因による実験計画であることから、本来ならば実験順序はカウンターバランスを取らねばならないが、到来時期の予期の成立を防ぐために、T U K, T K条件の順で実験を行ったために、habituationによる反応水準の低下が生じてしまった可能性があることが上げられる。また、電撃の到来確率が100%であり、かつそれを回避できない事態であったために、認知的な対処が働き (Lazarus & Averill, 1972), 見かけ上の不安反応が低減したためだとも考えることができよう。

ただし、時系列変化パターンにおいては、従来の報告で得られた知見と一致しており、嫌悪刺激の到来が明確である場合にはその到来時期に向けて心拍の増加する型の、到来時期が不明確になると減少型の変化パターンを示す傾向があることがわかった。

主観的な緊張の変化プロフィール (L D S) も心拍と同様な変化傾向を示しており、時系列変化パターンに関していえば、主観的な反応であれ、生理的な反応であれ、ほぼ同様な変化傾向であるといえよう。このことは、不安反応は表出される次元が異なってもその変化パターンに関していえば、ある程度の類似性がみられることを示したものと考えることができる。

第二点として、相互相関による生理反応と主観的な緊張 (L D S) との対応関係の結果から、反応次元間には比較的高い対応関係があることがわかった。これは、時系列変化パターンとして不安反応を測定すると、ともに類似した反応傾向を示す synchrony 状態にあると結論づけることができよう (Hodgson & Rachman, 1974; Rachman, 1976; Rachman & Hodgson, 1974)。

相互相関分析の結果、反応次元間には1フェイズ (約10秒) 程度の位相ずれがみられ、心拍変化が主観的な緊張に先行する形で変化していることがわかった。この結果は、Lande (1982) の報告と一致するものであり、反応次元によっては、変化の生じる時間的な特性に違いがみられていることがわかる。また、この位相差に条件差が認められないことから、かなり安定した現象としてこの位相差が生じているといえよう。このような結果は、Schachter & Singer (1962) の「生理的に生じた一定量の覚醒変化に対し、認知的に情動のラベリングが行われる」という主張を暗に支持する結果だとも考えられよう。ただし、今回の結果からだけでは、この位相差が生理反応と主観的な反応との間になんらかの因果的な関係が存在していたために生じた現象であるのか、あるいは単に反応次元によって反応潜時や閾値が異なるために生じた現象であるのかを言及することは難しく、さらに進んだ反応間の対応関係の検討を行う必

要があろう。

また、対応関係がみられたといっても全被験者の半分であり、反応間に対応関係のみられる被験者とみられない被験者とに分かれることがわかった。この違いが刺激強度の違い (Hodgson & Rachman, 1974) や個人差によるものなのか、あるいは何か別の要因によるものであるかは残念ながらわかってはいない。

今回の結果から、嫌悪刺激の到来する予期期間にみられる反応水準のみならず、時系列変化パターンに注目することで、不安反応次元間には対応関係が見い出されることが明らかになった。従来報告でみられた不安反応間の矛盾点も、反応の時系列変化の要因を無視していたことが原因の一つに上げることができよう。このように不安反応を時系列変化としてとらえることで、条件差も鮮明になり、反応間の対応関係も明らかになることがわかる。今後は、反応次元間の因果関係を含め、より多くの不安状況でみられる反応次元間の対応関係を調べることで、反応次元による特性の違いをより明確にしていく必要がある。

### References

- Averill, J.R., O'Brien, L., & Dewitt, G.W. 1977 The influence of response effectiveness on the preference for warning and on psychophysiological stress reactions. *Journal of Personality*, 45, 395-418.
- Averill, J.R. & Rosenn, M. 1972 Vigilant and novigilant coping strategies and psychophysiological stress reactions during the anticipation of electric shock. *Journal of Personality and Social Psychology*, 23, 128-141.
- Hodgson, R. & Rachman, S. 1974 Desynchrony in measures of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 12, 319-326.
- Krause, M.S. 1961 The measurement of transitory anxiety. *Psychological Review*, 68, 178-189.
- Lacey, J.I. 1967 Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In M.H. Apply & R. Trumbull (Eds.), *Psychological stress*. New York: Appleton, Century & Crofts, Pp.14-42.
- Lande, S.D. 1982 Physiological and subjective measures of anxiety during flooding. *Behaviour Research and Therapy*, 20, 81-88.
- Lang, P.J. 1968 Fear reduction and fear behavior: Problems in treating a construct. In J. Shlien (Ed.), *Research in Psychotherapy (Vol.3)*. Washington: American Psychological Association.
- Lang, P.J. 1971 The application of psychophysiological methods to the study of psychotherapy and behavior modification. In A. Bergin & S. Garfield (Eds.), *Handbook of Psychotherapy and Behavior Change*. New York: John Wiley. Pp.75-125.
- Lang, P.J. 1977 Psychological assessment of anxiety and fear. In J. Cone & R. Hawkins (Eds.), *Behavior Assessment*. New York: Brunner/Mazel. Pp. 179-195.
- Lazarus, R.A. & Averill, J.R. 1972 Emotion and cognition: With special reference to anxiety. In C.D. Spielberger (Ed.), *Anxiety (Vol.2) Current trends in theory and research*. New York: Academic Press.
- Lazarus, R.S. & Opton, Jr. E.M. 1966 The study of psychological stress: A summary

- of theoretical formulations and experimental findings. In C.D. Spielberger (Ed.), *Anxiety and Behavior*. New York : Academic Press. Pp. 225-262.
- Miller, S.M, 1979 Coping with impending stress : Psychophysiological and cognitive correlates of choice. *Psychophysiology*, 16, 572-581.
- Miller, S.M, 1981 Predictability and human stress : Toward a clarification of evidence and theory. In L.Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol.14). New York : Academic Press. Pp.203-256.
- Monat, A. 1976 Temporal uncertainty, anticipation time, and cognitive coping under threat. *Journal of Human Stress*, 2, 32-43.
- Monat, A., Averill, J.R., & Lazarus, R.S. 1972 Anticipatory stress and coping reactions under various conditions of uncertainty. *Journal of Personality and Social Psychology*, 24, 237-253.
- Obrist, P.A. 1976 The cardiovascular-behavioral interaction-as it appears today. *Psychophysiology*, 13, 95-107.
- Rachman, S. 1976 The passing of two-stage theory of fear and avoidance : Fresh possibilities. *Behaviour Research and Therapy*, 14, 125-131.
- Rachman, S. & Hodgson, R. 1974 Synchrony and desynchrony in fear and avoidance. *Behaviour Research and Therapy*, 12, 311-318.
- Schachter, S & Singer, J.E, 1962 Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- 生和秀敏・岩永 誠・横山博司 1984 時系列解析による心拍変化にみられる不安成分の抽出。行動療法研究, 10, 1, 21-31.