

# 夜ふかしと睡眠リズム

神 川 康 子

(1983年10月20日受理)

## SLEEP PATTERNS AND INFLUENCES ON PHYSIOLOGICAL PHENOMENA AFTER MODERATE SLEEP DEPRIVATION AT NIGHT.

Yasuko KAMIKAWA

The purpose of this paper is to investigate the effect of staying up late at night on the sleep patterns and physiological phenomena.

In order to see the sleeping patterns and influences upon physiological phenomena, the course of sleep was recorded polygraphically, the physical and mental symptoms were measured by critical flicker frequency test and sensory tests.

The results may be summarized as follows :

- (1) After staying up late at night, there were shorter sleeping times than baseline night sleep. It is considered that the effect of biorhythm appeared regularly.
- (2) The sleeping depth after staying up late at night was no less deeper than baseline night sleep. Because the percentage of stage4 and REM during sleep after staying up late at night were more than baseline night sleep.
- (3) After staying up late at night, the appearance pattern of stage4 resembles the first half of baseline night. The pattern of stage REM and temporal change of heart rate resemble the latter half of baseline night.
- (4) In case of staying up late at night, the later at night it was, the more the fatigue increased. And next day it seems to be the condition that their fatigue could not be recovered completely. Fatigue could be recovered completely by natural sleep at next night.

### I 緒 言

現代社会に生活する人間が、かかえる大きな課題のひとつに疲労の処理の問題がある。文明の発達に伴い、われわれの疲労は、肉体的なものから精神的なものへ、また単純なものから複合的なものへと変容している。その大きな原因として、生活リズムの変化が挙げられると考えられる。たとえば、交替制勤務、残業、受験勉強や夜間のレジャー等による夜ふかし、通勤時間の過長等が代表的なものであり、<sup>(1)(2)</sup>老若男女を問わず、その生活を夜間へと移行させている。

そこで、疲労を処理していくうえで最も大きな手がかりとなる睡眠をたとえ短時間でも効果的なものとしていく方法を検討するために、本研究ではまず一夜の覚醒・睡眠の生活リズムを崩し、その後の睡眠や覚醒時の心身機能の変化について実験・観察をおこなった。

### II 実験方法

被験者には健康な成人女子 (22~27才, 46才) 6名を起用した。

被験者 A (26才), B (22才) には、前もって実験室

シールドルーム内において数回就寝させ実験室内の睡眠環境に慣れさせてから睡眠経過記録をおこなった。まず Fig.1 に示すように第一夜は基準夜(Baseline night)としてPM11:00前後に就床させ、翌朝自然覚醒するまで眠らせた。第二夜は、日中の日常生活とPM11:00からAM4:00までの精神作業(勉強, 読書等)による夜ふかしの後、翌朝自然覚醒するまで眠らせた。

については夜ふかし中は1時間ごとに、その他の覚醒時には、ほぼ3時間ごとにチェックさせた。(Fig.1) なお各被験者について2~3例のデータが得られ合計12例となった。

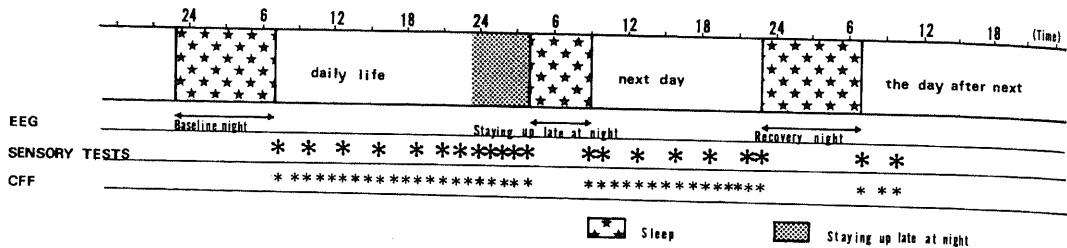


Fig.1 Experimental procedures

この間の睡眠経過は、脳波、心電図、眼球運動、体動等を8素子ポリグラフに誘導し、終夜自動記録をおこなった。脳波は左側の前頭、頭頂、後頭部を導出部位とし、1cm径の銀板皿電極を用いて双極誘導法により記録した。心電図は脳波と同様の電極を用いて胸部より誘導し、眼球運動も同様に両側外眼筋より誘導した。体動は、筋電図に加えて、超高感度カメラによりVTR記録し、寝姿勢についても観察した。

睡眠経過記録は、被験者A, Bとも基準夜5例、夜ふかし後の睡眠5例を得、さらに被験者Aについては、回復夜として第三夜を4例記録し、合計24例となった。

つぎに、睡眠経過記録をおこなった被験者Aを加えて、被験者C, D, E, F(24, 24, 46, 27才)に、自宅または下宿等で、基準夜、夜ふかし後、回復夜の睡眠をとらせ、各睡眠についての自己評価(時間、ねつきの良さ、眼の深さ、目ざめ、夢等)を申告させた。この自宅実験では、夜ふかしをしても翌日定刻に起床しなければならない一般生活者の平日を想定し、夜ふかし後の睡眠の起床時刻をAM7:00と限定して、前後の疲労の蓄積、回復の経過を観察記録した。疲労の度合や心身の状況を知るために、客観的にはフリッカー値を覚醒時ほぼ1時間ごとに測定し、主観的には自覚症状を示す項目65項目(悪い自覚症状52項目, 良い項目13項目)の中から、その時の気分や身体の状態を示すものを選択させた。自覚症状

### III 結果および考察

#### 1. 睡眠期

Fig.2は、睡眠が深くなるにつれて現われてくる脳波変化を国際分類(Rechtschaffen & Kales)のStage W, 1, 2, 3, 4, REMの各段階に分けて示したものである。これは被験者Aの基準夜、夜ふかし後、回復夜の睡眠の代表例を3例ずつ表わしたものであるが、被験者Bにおいても、基準夜と夜ふかし後の睡眠のそれぞれでAと似かよった睡眠パターンの変化が認められた。つまりTable 1にも示すように、基準夜ではいずれの被験者も8時間前後眠るのに対しAM4:00まで夜ふかしした後の睡眠では約5時間で自然覚醒してしまう。一般には疲労と睡眠時間は対応するように考えられがちであるが、覚醒-睡眠のリズムを大きく崩し疲労させても、必ずしも睡眠時間は長くはならないことがわかる。これは、自律神経の中枢によって、朝方になると、交感神経の機能水準が上昇し、活動が促される日周リズムの条件反射のためであろう。そこで、夜ふかし後の睡眠の周期は、基準夜の睡眠周期が4~5回現われるのに対し、1~2周期少ない3周期となり、その形は、基準夜の最後の1~2周期が短絡した形に似ている。また睡眠周期そのものも、夜ふかし後の睡眠では、基準夜より10分程度短くなるが、これはREM潜時が短くなることも一因である。回復夜では、睡眠時間、睡眠周期については、ほぼ基準夜に近いものと

夜ふかしと睡眠

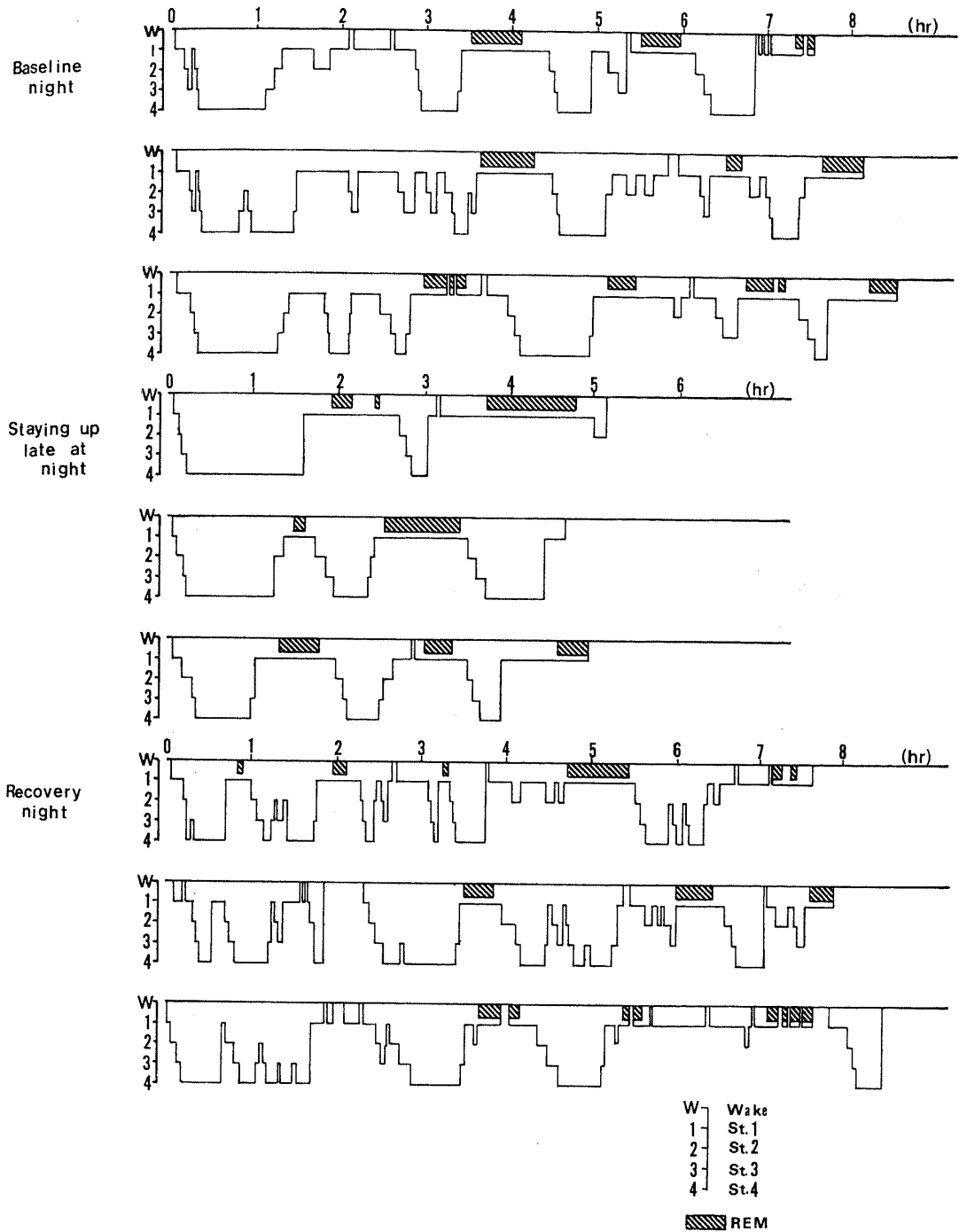


Fig.2 Sleep patterns (Subject A)

なるが、詳細は後述する。

つぎに、睡眠を波形により7段階に分類し、覚醒期を0、抑制期2、漣波期4、瘤波期6、錘波期8、丘波期10、REM期8というように指数化し、単位時間(1分間)当りの平均指数を算出し、睡眠深度

として比較検討したところ、被験者Aでは、夜ふかし後の睡眠が7.02と最も深く、基準夜、回復夜は、6.49、6.45とほぼ等しい深さとなった。被験者Bにおいても、夜ふかし後の睡眠が基準夜よりやや深くになっている。(Table 1)

Table 1 Comparison of sleep

	Subject A				Subject B			
	TST <sub>(min)</sub>	St. 4 <sub>(min)</sub>	St.REM <sub>(min)</sub>	DEPTH	TST <sub>(min)</sub>	St. 4 <sub>(min)</sub>	St.REM <sub>(min)</sub>	DEPTH
BN (X)	464	121.0	78.8	6.49	481	104.4	68.2	6.02
SLN (Y)	285	81.5	55.6	7.02	299	61.4	47.8	6.32
$\frac{Y}{X} \times 100$	61.4%	67.4%	70.5%		62.2%	58.8%	70.5%	
RN	476	142.3	70.8	6.45				

TST: Total sleep time  
DEPTH: Depth of sleep

BN: Baseline night  
SLN: Staying up late at night  
RN: Recovery night

これは、Table 1 および Fig. 3 にも示すように、Stage 1 の浅い眠りが減少し、被験者 A では Stage 4 や Stage REM が、被験者 B では Stage REM の割合が増加したためと考えられる。つまり、短時間でも、深い段階の N-REM 睡眠と REM 睡眠の割合が増しやや効率のよい眠りが得られていることになる。後半の自宅実験でも、5 名中 3 名が、夜ふかし後の睡眠が基準夜よりも深いと申告しているが、2 名 (C, D) はやや浅いと感じている。

回復夜では、再び基準夜に近い睡眠パターンや睡眠深度になるが、Stage 4 および REM についてみると (Table 1) 夜ふかし後の睡眠の場合とは逆に、REM が基準夜よりやや減少し、Stage 4 が増加している。このことから、夜ふかしによる睡眠の絶対量の不足が、夜ふかし後の睡眠では可能なかぎり REM 睡眠を補い、回復夜では、夜ふかし後の睡眠で補いきれなかった Stage 4 を補うというように、この場合では 2 夜でバランスをとる形となっている。さらに断眠時間を延長すると、そのバランスを保つために日数を要すると予測されるが、このことについては今後の課題であり、さらに検討が必要である。しかし、ここで考えられることは、質の高い深い眠りというのは、ねつきにかかる時間や浅い眠りをできるだけ少くして、Stage 4 や REM 睡眠のような深い睡眠段階を確保することであると言ってよい。また、Stage 4 や REM 睡眠が心身の疲労を回復するうえで、重要な鍵となることもわかってきている。

そこで、Stage 4 と REM の出現のし方についてさらに検討を加えていく。基準夜よりやや深い眠りの

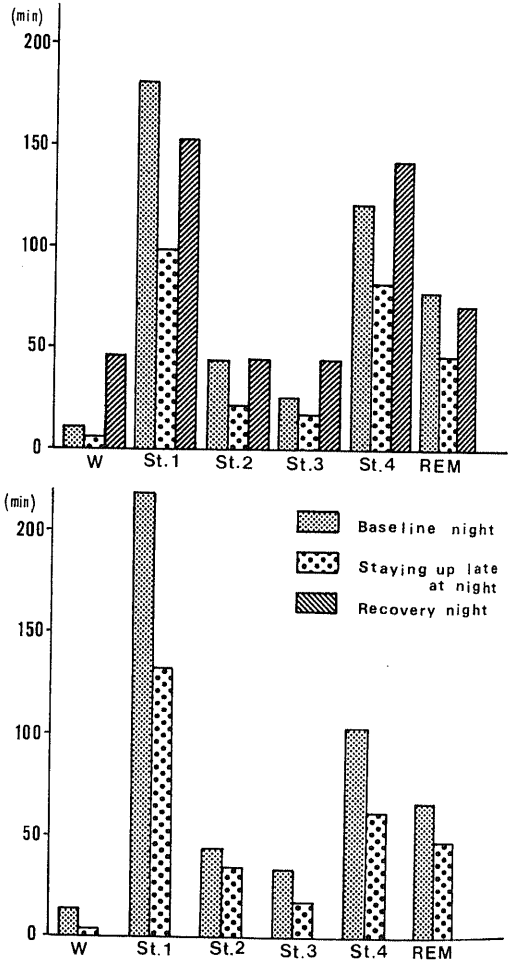


Fig. 3 Comparison of each sleep stage

得られた夜ふかし後の睡眠は、前述のごとくその睡眠パターンは基準夜の最後 1~2 周期が短縮した形となったが、REM 期についてみると、Fig. 1 でもみ

夜ふかしと睡眠

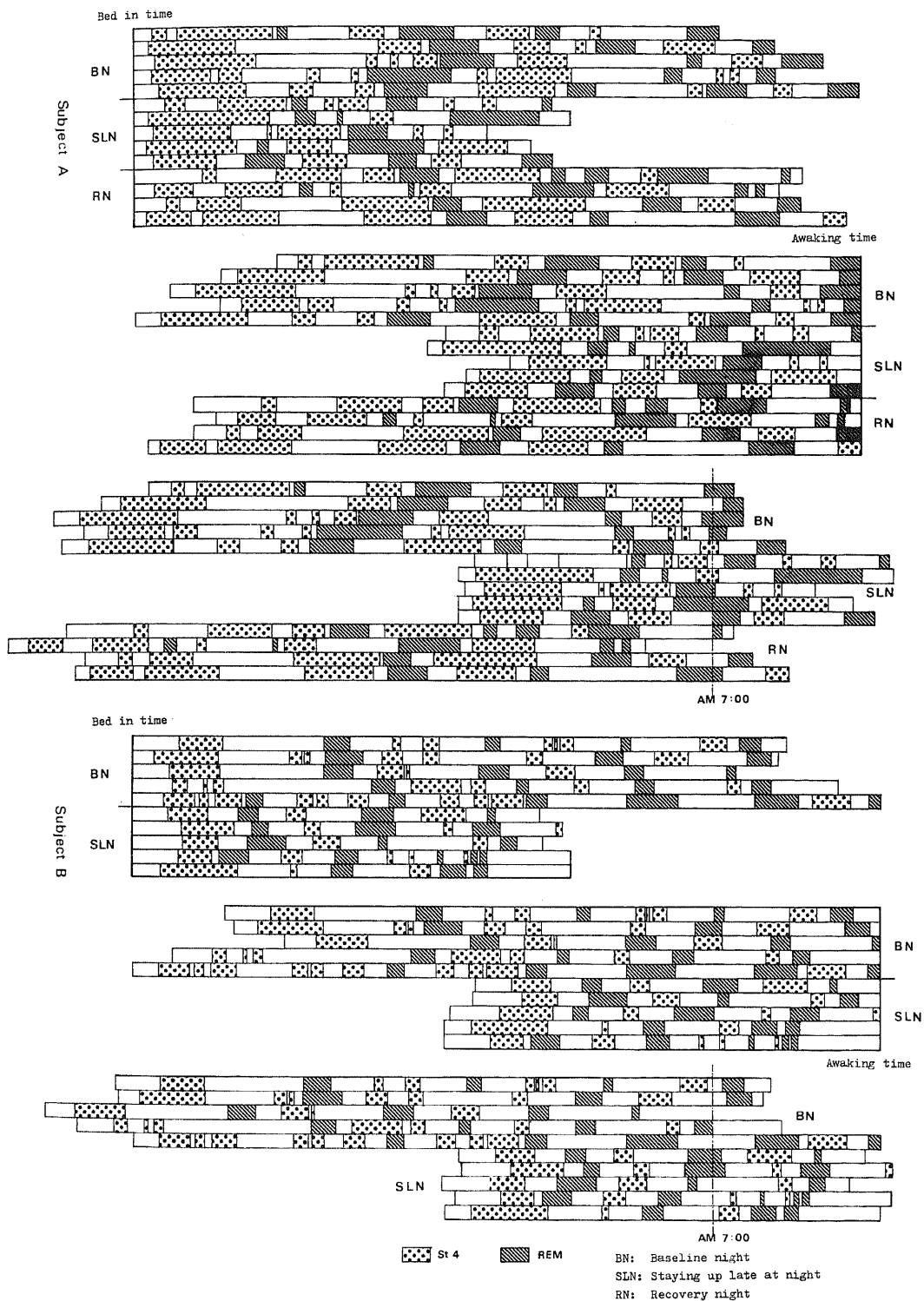


Fig.4 Phase of REM stage4

られたように、基準夜よりその潜時は短かく、周期も後半ほど短くなり、夜ふかしにより短絡したREM睡眠をとりもどすように安定して現われる。つまり、夜ふかし後の睡眠におけるREMの出現リズムは基準夜の後半に類似している。

以上のことから、夜ふかし後の睡眠リズムは、基準夜のN-REM睡眠の後半1~2周期が脱落した形の中に、REM睡眠が基準夜の前半が脱落した形で早く頻繁に現われる形となって混入し、Stage4とREM睡眠の絶対量が可能な限り確保されようとして深い睡眠となるものと考えられる。ところが、この睡眠で確保できない場合には、さらに次の夜で確保されようとすると考えられる。

Fig.4は、Stage4とREMについて、その出現リズムおよび出現範囲を入眠時刻、覚醒時刻、自然時刻のそれぞれを基準に、各睡眠ごとに得られたデータを重ね合わせたものである。これらを比較すると、Stage4は、被験者A、Bとも入眠時刻を基準にした方がその周期の同期性が高く、出現範囲のまとまりも良いのに対し、REM睡眠では、被験者Aの場合覚醒時刻に合わせると周期の同期性が高く、出現範囲もまとまる。被験者Bの場合も、同期性は入眠時刻に合せた方が高いように見えるが、その出現範囲のまとまりは覚醒時刻に合せた場合が最も良く、やはり夜ふかし後の睡眠のREMの出現のし方は、基準夜の後半に類似していることがわかる。

このことから、Stage4とREM睡眠の出現機序における脳の支配中枢が異なることが示唆されるとともに、生体リズムにより、睡眠時において覚醒の時期もしくは生体の機能水準の上昇を予測しながらREMが出現しているのではないかと推察されるが、

さらに検討が必要である。

REM睡眠と同様に、睡眠中の心搏数の変化も基準夜の後半に類似している。Fig.5に示すように、基準夜では時間経過とともに徐々に心搏数が低下していくのに対し、夜ふかし後の睡眠では入眠直後の低下が著しく、その後1時間位で上昇しはじめる。心搏数の場合は、自然時刻に合せた場合の一致性が高く、バイオリズムが大きく影響していると考えられる。

## 2. 覚 醒 期

### (1) フリッカー値

客観的な疲労の測定方法としてフリッカー値を覚醒期に1時間毎に測定した。経時変化の例を被験者A、CについてFig.6に示したが、日常生活日においても各被験者特有の変動パターンがあり、大脳の機能水準のバイオリズムを反映していると言える。被験者Aは、通常一日に2回のピークがあるタイプであるが、夜ふかし中は、時間経過とともに疲労が増大し、大脳の機能水準は日常のレベルよりはるかに下まわる。就寝前には最低値を示すが、夜ふかし後の睡眠をとった後は日常より高いレベルで一日が始まり、上下の変動較差もやや小さい興奮気味の状態が回復夜の就寝前まで続く。回復夜の睡眠の後は日常の上昇、下降の大きなカーブをえがくパターンに近づいている。

被験者Cは、日常、午前より午後に高い機能水準を示すが、やはり経時変動が大きく、夜ふかし中には機能レベルは低下している。夜ふかし睡眠後は被験者Aと同様、変動較差の小さい高いレベルが続き、興奮気味となり、やはり大脳の抑制系の疲労が考えられる。回復夜の睡眠後はまた日常の変化に近いカーブとなる。

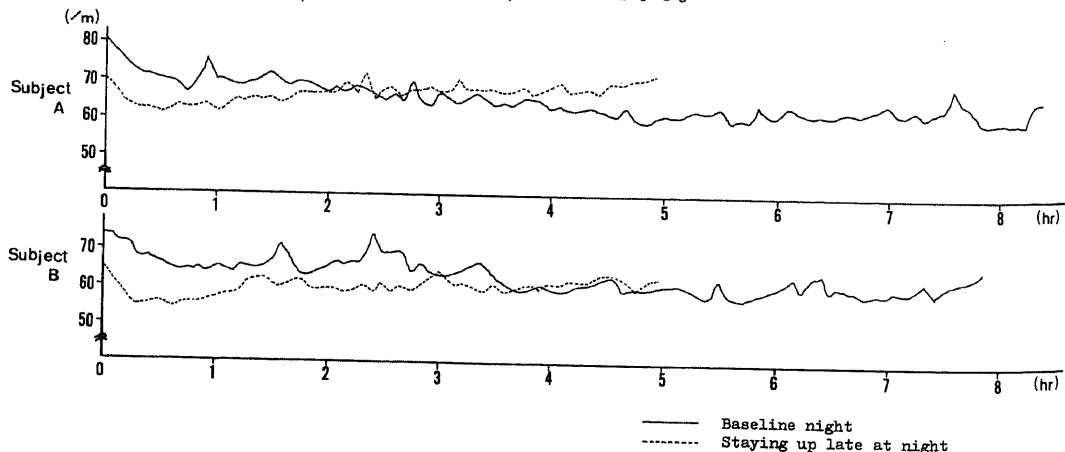


Fig.5 Temporal change of heart rate during each sleep

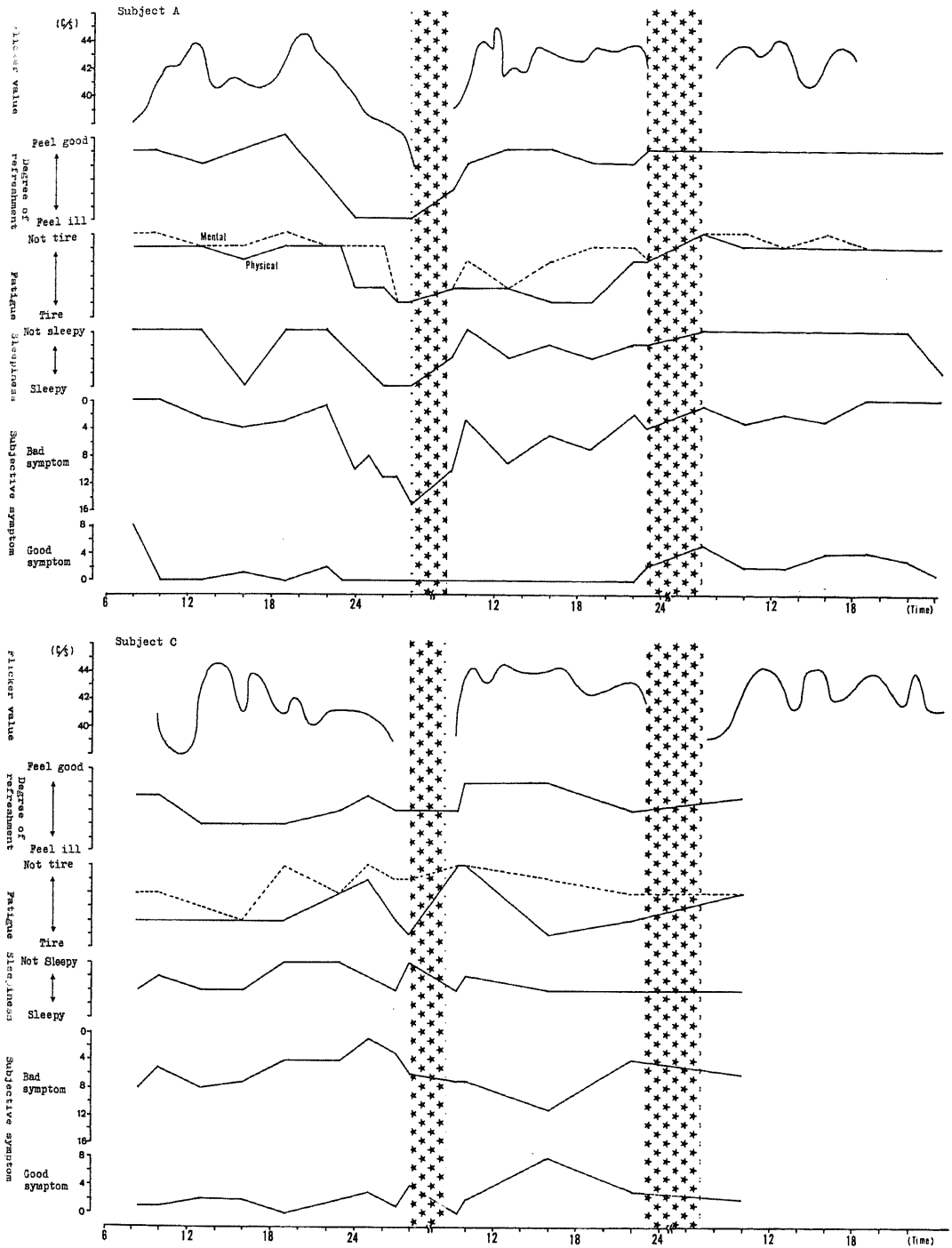


Fig. 6 Temporal change of flicker value and subjective symptom

また、いずれの被験者においても、フリッカー値の経時変化と、主観的な疲労の評価の変化がだいたい一致している。

(2) 主観的な疲労の評価

主観的な疲労の評価として、次に示す項目をとり

あげた。

- a, 快—不快感 7段階評価
- b, 精神疲労 7段階評価
- c, 肉体疲労 7段階評価
- d, 眠 気 5段階評価

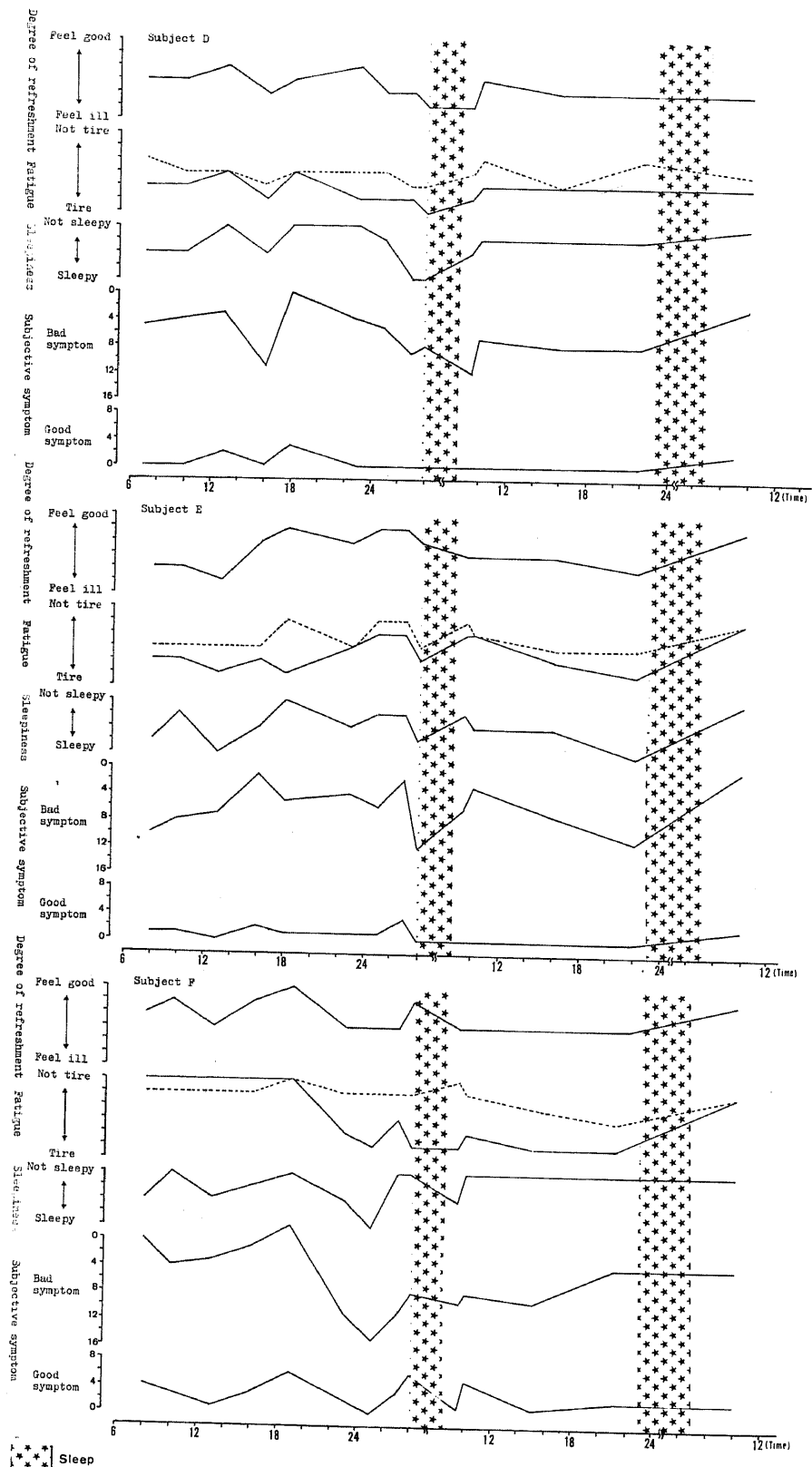


Fig.6 Temporal change of flicker value and subjective symptom



- e, 温湿度感 蒸し暑い～寒いまでの11段階で評価
- f, 自覚症状 悪い症状 (産業疲労研究会<sup>16)</sup>の自覚症状しらべ30項目を含む52項目)  
良い項目 (「気分がすがすがしい」「顔色がよい」等の13項目)

Fig. 6でも見たように、主観的疲労の経時変化は、フリッカー値の変動とほぼ対応しているが、その平均的なレベルについてみると、フリッカー値が夜ふかし後の睡眠の後では日常より高い値を示す傾向にあるのに対し、主観的な評価はどの被験者でも全般的に日常より低いレベルとなり、疲労感が大きいことがわかる。つまり夜ふかしとともに増大した疲労は、夜ふかし後のAM4:00～AM7:00の3時間の睡眠では回復しきれず、朝は全員が寝不足感を訴え、一日をかなり疲れた状態ですごしているといえる。

回復夜は、8時間前後眠った被験者A, D, E, F, において、夜ふかし睡眠後の朝より高いレベルとなり、疲労はだいたい回復したと回答している。被験者Cは、回復夜後のフリッカー値は日常の変動パターンに近くなっているが、睡眠時間が6時間半と少ないことから、主観的疲労の評価は低く、疲労がもち越された例である。

このように、一度の夜ふかしによる疲労はその後自然覚醒するまで眠らせても完全には回復されず、まして翌日勤務や学校へ行くために平常通り起床しなければならない場合は、その日一日をかなり疲労感の強い状態ですごすことになる。しかし次の回復夜の睡眠が十分にとれる場合は、一般成人の場合、ほぼ疲労が回復されるものと考えられる。

しかし、実際には一日8時間前後の拘束時間が強いられる生活者にとって、十分な睡眠を確保することはかなり困難であり、夜ふかしだけがたびたび繰返されるとしたら、その疲労は完全に回復されないままに蓄積され慢性疲労としてわれわれの体に残っていくことになる。

できるなら生活リズムを大幅に崩すことは最小限にとどめ、やむを得ない場合にも、短期間で回復できる範囲内の疲労をこまめに回復させていくことによって、日常の生活をも有意義なものにしていく方がとられることが望ましいであろう。

ここで最後に、主観的疲労感を代表する項目について検討するために、各被験者から得られたデータをもとに、各主観的疲労項目の相関をもとめた。

それぞれの睡眠後の疲労について相関係数の絶対値が0.5以上を示した被験者の記号を示したのが、Table2の右側である。1人の被験者Aについて具体的な数値を左側に示した。これらによると、平日よ

Table2 Correlation of sensory test

						Upper-Baseline night							
						Middle-Staying up late at night							
						Lower-Recovery night							
						RF							
						PF	C	A D F					
						MF	A		A E F				
							C		F				
							D		E				
						SL	A E		D		C		
							A D F		ADEF		C E F		
						WC	A						
							A C		A E		A		A F E
							E		A D		A		D E
						BS	A E F		CDEF		F		A D E A
							A D		A D E				A D
						GS	D		D		A		D
							C E F		E				C E A
							A C D F		A				A D A F
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							
						MF							
						SL							
						WC							
						BS							
						RF							
						PF							

りも夜ふかし後や回復夜の睡眠後の相関が高く、しかも快-不快感が最も他との相関が高く、主観的疲労感を代表するものと考えられる。

#### IV 要 約

日常の生活リズムを一夜だけ夜ふかしをして崩すと、睡眠期はバイオリズムによって短時間で覚醒を促されるが、その間にできるだけ深い眠りを確保しようとして、浅い眠りが節約され、Stage 4 やREM睡眠の割合が増加する傾向がみられる。ちょうどそれは、基準夜の前半のN-REM睡眠に、基準夜の後半のREM睡眠が重なった形となり、深い眠りの段階をすぎるとすぐREMが現われるというように、夜ふかしにより短絡した分をとりもどすように短い周期で安定したREM睡眠が出現する。そして夜ふかし後の睡眠で補いきれない深い睡眠段階は、さらに次の夜にもちこされる。

生体の負担は、疲労という形で、夜ふかしとともに大きくなっていき、睡眠を朝の7:00で打ち切った時は、自然覚醒にまかせたときより、さらに寝不足感が大きく、午後からも疲労の症状があらわれてくる。しかし、翌日もう一夜十分に睡眠をとることで、疲労はほとんど回復すると考えられる。

稿を終わるにあたり、本研究に終始御指導頂きました前奈良県立医科大学堀浩教授、奈良女子大学梁瀬度子教授に深く感謝致しますとともに、被験者として御協力頂きました方々に御礼申し上げます。

#### 文 献

- (1) 神川康子：家政学研究 24, 42-46 (1977)
- (2) Masamitsu Oshima：The study of fatigue, Dobunshoin 58-59 (1979)
- (3) Allan Rechtschaffen, Anthony kales, 清野茂博訳：睡眠脳波アトラス, 医歯薬出版 (1971)
- (4) 神川康子：家政学研究 25, 48 (1978)
- (5) 遠藤四郎, 奥平進之：不眠症, 有斐閣選書13-14(1981)
- (6) 日本産業衛生協会, 産業疲労委員会撰：産業疲労検査の方法, 労働科学研究所, 89~91 (1952)
- (7) 堀浩, 内海庄三郎：脳波の臨床教室, 大日本製薬, (1982)