ソフトウェア開発作業者の作業行動上の特質について*

—ソフトウェア開発の作業環境改善との関係において—

小松原明哲**, 本田勝己***, 東 基衛****, 横溝克己****

Behaviours of computer software developers on analysis phase, detail design phase, test phase and documentation phase were analyzed in order to investigate the work conditions which are suitable for software development tasks. The observed element tasks were put in order from the view point of information creation of human. Appearance rate of element tasks in a day, duration period of time of each element task were analyzed. Relation between element tasks was also analyzed with cross and HAYASHI 4 theories. These results show such tendency that there is a relation of transition among thinking, VDT task, writing and arrangement on desk as refreshment behaviour. Based on the results, environmental conditions for software development tasks were discussed.

コンピュータソフトウェア生産性向上のための作業環境改善を想定して、概略設計・詳細設計・テスト・ドキュメント作成の各工程において、延べ15日間、実際のソフトウェア開発作業者の作業行動を観察・解析した。観察された要素作業を情報生産の観点から整理し直し、発生比率を検定したところ、工程間・被観察者間には有意差はみられなかった。要素作業の1回の発生における持続時間は比較的短時間持続する場合が多く、特に机上整理や休息で顕著であった。要素作業間の遷移関係については、思考的作業・書記的作業・端末作業・机上整理の間の関係が深かった。これらの結果をもとに作業環境改善の配慮点を考察した。

(キーワード：作業行動分析，ソフトウェア生産性，オフィス環境，作業行動評価)

1. はじめに

コンピュータシステムソフトウェア・仕様書・取扱説明書などのドキュメント類を総称して、ソフトウェア製品という。ソフトウェア生産は、システム開発作業者の頭脳労働によりなされることから、極めて人間的要因の強い作業である¹⁾。ところで、近年ソフトウェア製品の需要は高まる一方であるのに対して、ソフト

ウェア開発作業者数が不足しているために、ソフトウェア生産の生産性向上の必要性がとみに高まっている^{5,11,21)}。

人間的側面からのソフトウェア生産性の管理項目としては、教育・チーム管理²⁵⁾、ストレス管理^{13~15)}がなされている。人間工学的な対応としては、ソフトウェア開発の認知心理的理解とモデル化^{4,7,30)}、およびそれに基づく認知負担の検討¹⁶⁾や、ソフトウェア開発用ユーザインタフェイス^{29,31)}・開発ツールの設計²⁾などが行われている。また、作業環境改善も極めて重要な人間工学的対応であるといわれており^{5,23,28)}、室内雰囲気^{22,27)}、机やついたてなどの什器類^{17,23)}、建屋形状²⁶⁾などの改善がなされている。

ところで作業環境改善については、前述のように生産性向上に対して効果的であるという指摘があり、実際にオフィス環境の良好度と生産性との相関は極めて

* 昭和63年7月26日受付

** 金沢工業大学 工学部経営工学科
Dept. of Managerial Eng., Kanazawa Institute of Technology.

*** 日本電気(株) ソフトウェア生産技術開発本部
Software Management Dept., NEC Co.

**** 早稲田大学 理工学部工業経営学科
Dept. of Industrial Eng., Waseda Univ.

高いとの報告⁹⁾もある一方で、生産性向上に対して懐疑的な見解もある¹⁰⁾。このように環境改善に対して評価が一定していない理由として、環境改善の効果を直接的に評価することが困難であることと同時に、環境改善が必ずしもソフトウェア開発作業者の作業行動を十分に解析し、それを踏まえたうえでなされていないという批判をあげることができる^{8,10,24)}。実際、ソフトウェア開発作業者が1日のうちどのような作業行動をとっているのかすら十分明確にされていないので、行われている環境改善が適切であるか否か評価できないという批判を許しているといえよう。

以上の観点に立ち、当研究では生産性向上のための環境改善を前提として、実際にソフトウェア開発作業者の作業行動を観察・解析し、ソフトウェア生産作業の作業行動上の特質を明確化することを目的にした。

2. 方 法

2-1. 調査すべき項目

作業環境の改善を想定した場合、以下の諸点において作業行動上のソフトウェア生産作業の特質を検討する必要があると考えられる。

(1) ソフトウェア生産作業は基本的に情報生産作業である。そこで、いかにして情報生産を円滑に行える作業環境を提供するかが重要となる。ここで一般にソフトウェア生産作業は、開発するソフトウェアの種類や作業工程によってかなりの違いがあると考えられることが多い。しかしソフトウェア生産は、根本的には情報取扱の頭脳労働であるから、情報取扱という点で抽象化した場合、要素作業の種類などは、ソフトウェアの種類や作業工程によらず同様なのではないかと考えられる。そこで、まずソフトウェア作業行動における要素作業を観察・分析した後、さらにそれらが情報生産の観点から主体的作業・付随作業・余裕のどれに相当するか検討する。また、それらの要素作業が1日のうちに各々占める割合（構成比）を求め、作業工程との関係において検討する。

(2) ある要素作業が1日に占める割合が高いとしても、その要素が1回当たりの発生において長時間にわたって持続するものか、あるいは短時間しか持続しないものかによって、提供すべき作業環境に違いがあるのでと思われる。たとえば、頻繁に切り替わっていくのであれば、切り替わりの円滑性がより重視されよう。そこで要素作業の持続時間の解析を行う。

(3) ソフトウェア開発作業者がある要素作業を終了した場合において、その後にとられる要素作業は終了

した要素作業と全く無関係なのか、あるいはなんらかの関連性があるのかが興味がある。もしなんらかの関連性があるのであれば、それはソフトウェア生産作業におけるいわば要素作業サイクルといえ、単に個々の要素作業が効率よくなされる作業環境を提供するだけでなく、その要素作業サイクル全体が円滑に行える作業環境を提供することも可能となるからである。そこで要素作業間の関係の解析をクロス集計および数量化理論4類により行う。

2-2. 調査対象

ソフトウェア製品の開発工程は、一般に図1に示すとおりである¹²⁾。そこで当研究では、これらの工程のうち特性の異なる“概略設計”“詳細設計”“テスト”“ドキュメント作成”の4つの作業工程を選び、調査を行うことにした。各工程の内容は次のとおりである。

- (1) 概略設計：ユーザとの折衝によりユーザの要求を理解し、要求仕様を定式化してソフトウェアの基本構成を設計する。
- (2) 詳細設計：概略設計の後を受けてプログラムの詳細を詰めていく工程であり、基本的に1人作業である。
- (3) テスト：テストデータによりプログラムが要求仕様どおり作動するかのチェックを行う。また、プログラムの修正や、見やすく書き直すなどの作業が行われる。
- (4) ドキュメント作成：完成したシステムの仕様書や説明書を整備・作成する。

図1 ソフトウェア開発工程

Fig.1 Phases of software development task.

2-3. 調査方法

今回の調査においては、調査対象職場の端末装備率などによって、要素作業の構成率などの調査結果に影響がでることも懸念される。そこで調査は、端末機が1～2人に1台の割合で自席に装備されており、管理職者が生産性上の環境管理の重要性について理解しているソフトウェア工場の協力により、前述した各工程にさしかかっている4職場において、昼休みを除く始業（8時30分）から定時（5時30分）の間、役職についていないソフトウェア開発作業員について直接観察により行動を観察した。観察対象者は各工程ごとに2名、計8名で、1人の被観察者について1～4日観察し、延べ15日分の観察データを得た。被観察者には観察していることを原則として告げず、被観察者には観察を意識させないようにした。

観察はソフトウェア開発作業に知識のある観察員があたり、あらかじめ職場の上司にその日の被観察者の作業内容を聴取した後、観察を開始した。記録は行われた作業行動を秒単位で時系列記録していったが、1つの要素作業の持続時間があまりに短い場合は記録しない。観察中に内容がよくわからない行動をとった場合には、1日の観察が終わってから被観察者に直接たずねるようにした。

以上が行動観察であるが、観察された要素作業の主体作業などへの分類を行うために、要素作業ごとに外面的に把握できない情報処理作業としての特質について、何人かの被観察者に対して観察終了後、聞き取りを行った。

3. 結果および考察

3-1. 要素作業分類

今回の調査においては、各工程に共通して表1の22の要素作業の項目が観察された。

次に、これらの要素作業を主体的作業、付随作業、余裕に区分する。ここでソフトウェア生産は、情報が静的・内面的に生産されることから、主体的作業、付随作業、余裕への区分は、この内面状態を表現するなんらかの思考モデルを参考にして行わなくてはならないといえる。そこで当研究では、図2に示す東のソフトウェア生産モデル³⁾を参考にし、ソフトウェア生産における主体的作業は次の3種類の情報取扱に相当する要素作業と考えた。

- (1) 必要な情報を集める、また伝達する（情報収集と配分）

表1 観察された要素作業

Tab.1 Element tasks obtained by the observation of software developers' behaviour.

思考する（沈思）
マニュアルを読む
書類を読む
新聞、雑誌を読む
フローチャートなどを作成する
レポート、文章を書く
コーディング・プログラムの作成
表を書く
表を転記する
簡単な書類の記入
切り貼りによる書類の作成
端末操作
2～3人でのインフォーマルな打ち合わせ
時間があらかじめ決まっている会議
電話
雑談
書類の整理
棚や机上の整理
コピー
歩行
お茶などを飲む
タバコを吸う

- (2) それを加工、集積、変形し、目的とするソフトウェアを作成する（情報生産）
- (3) 定式化した情報生産の結果を文書などに記録、表現する（情報表現）

ところで、こうした主体的作業を遂行するためには準備が必要であるが、それが付随作業となり、さらに休息が余裕として加わり、ソフトウェア生産作業を構成しているといえる。この区分に従い、観察された要素作業を次のように分類した。

(1) 主体的作業

- (1) 思考的作業（情報生産）

沈思する、マニュアル・書類を読む、非定型的なレポート・文書の作成、コーディング・プログラムの作成。ここでマニュアル・書類読みは情報収集の色彩が、またレポート・文書の作成、コーディング・プログラムの作成は情報表現の色彩もあるが、これらの要素作業は非定型的な思考が中心の要素作業であると思われるので、思考作業として一括した。

- (2) 端末操作（情報生産・情報表現）

端末操作は情報生産と情報表現とが考えられるが、その分離が困難であることから、端末操作として独自に分類した。

図2 ソフトウェア生産モデル (東, 1982)
Fig.2 Software development model
(Azuma, 1982)

(3) 書記的作業 (情報表現)

表の作成, 表の転記, 簡単な書類の記入, 切り貼りによる書類の作成. 思考的色彩はあるが, 思考の結果を吐き出すことが中心であると考えられるので, 情報表現作業とみなした.

(4) 会話 (情報収集と配分)

会議, 仕事上の打ち合わせ, 電話などのコミュニケーションを情報収集と配分とみなした. 会話においては, 時間を決めて行われる会議を除き, 被害者と加害者の立場が常に存在する. すなわち, 話しかけられた作業者は自分の行っている作業を中断しなくてはならず, 被害者になる. 話しかけている側は加害者になる. ここで被害者は自分の意志によらず自分の行動をコントロールされるわけで, 短期記憶保持が阻害され, 作業効率の低下を招くといわれている¹⁸⁾.

(2) 付随作業

(5) 主体的動作作業

コピーをとる, 端末室・会議室・書類棚への歩行など, 作業遂行上, 必然的に発生してしまう諸動作. 歩行については, その発生量は作業環境への依存度が高いと思われ, フロアレイアウトの改善により生産性向上への対処ができると思われる.

(6) 副次的動作作業

書類の整理, 棚や机上の整理. 面接によると, これらの行動は, 書類や机が乱雑になり, やむをえず整理するという, 作業遂行上必然的に発生する場合だけではなく, 考えがまとまらなくなってしまったときに気

分転換で行う場合も多いということであり, リフレッシュメントを兼ねていると思われる. すなわち, 副次行動の一種でもあり^{19,20)}, 余裕的な色彩もある.

(3) 余裕

(7) 休息

自席で新聞を読む, お茶などを飲む, トイレ・喫煙室への移動と利用, 雑談. 休息の形態は, 動作が完全に停止し, 静かに休むということではなく, むしろ主体的作業とは異なる行動を積極的に行っていることが注目される. すなわち, 休息といっても, リフレッシュメント^{19,20)}がなされているといえる.

3-2. 時間構成比

表1に示したように, 観察された要素作業は多種類にわたったので, その個々について時間構成比を求めたのでは, 分析が細かすぎて情報取扱の観点からの作業の特徴がつかめなくなると考えられる. そこで, 前項で述べた7つの要素作業区分ごとに時間構成比を求めた. 1人の被観察者について複数日観察した場合については, 二元配置分散分析または要素作業区分について対応のある平均値の差の検定によって検定したところ, 有意水準5%において発生する要素作業区分間には有意差が認められたが, 観察日間には有意差は認められなかった. そこで複数日観察した者については, 要素作業区分ごとに平均を求めた. これにより得られた結果を表2に示す.

次に, 工程ごとに主体的作業の内訳をみると, 工程によって内訳は若干異なり, また同一工程でも被観察者によって異なっている. しかし三元配置分散分析を行うと, 表3に示すように有意水準5%において要素作業区分には有意差が認められるが, 他の要因間には有意差は認められなかった. 今回の調査では, 工程によっても, またソフトウェア開発者によっても, 1日のうちに行われている作業行動には, 情報取扱の観点から区分した割合でいえば, 統計的に大差ないということである.

次に要素作業区分の傾向として, 主体的作業・付随作業・余裕の割合をみると, 工程によらずおおまかにいって, ソフトウェア開発作業者は, 1日のうち約8割はソフトウェア開発に直接関係した作業を行い, 1割は付随的な業務を, 1割は休息 (リフレッシュメント) を行っているといえる. さらに細かく構成比をみると, 主体的作業のなかで思考的作業, 端末作業の割合は30~50%であり, これはIBMの1人作業の割合が30%であるという調査結果²⁰⁾とも一致している. ソフトウェア開発作業者は机や端末に向かって沈思ばかりしているわけではなく, 思考のための情報収

表 2 要素作業行動の構成割合(%)

Tab. 2 Composition ratio of element tasks in a working day on each phase(%).

工 程		概略設計		詳細設計		テスト		ドキュメント作成	
被 観 察 者		A	B	C	D	E	F	G	H
主 体 的 作 業	思考的作業	8.4	18.1	19.6	27.7	19.1	43.4	29.3	7.4
	端末作業	28.2	2.0	43.7	26.1	7.3	3.0	3.4	0.0
	書記的作業	8.2	26.5	9.8	17.3	31.5	36.4	39.7	31.1
	会 話	30.4	37.1	15.3	12.6	6.9	1.2	10.9	39.8
付 随 作 業	主体的 動作作業	2.0	2.1	2.3	3.2	6.6	0.3	1.7	1.0
	副次的 動作作業	4.0	1.6	1.8	7.2	15.6	4.1	5.2	12.1
余 裕	休 息	18.8	13.8	7.5	5.9	9.8	11.7	9.8	8.5

表 3 要素作業区分の発生率の分散分析

Tab. 3 Results of analysis of variance of appearance percentage of element tasks.

要 因	平方和	自由度	不偏分散	F ₀	F(0.05)
工程(A)	1	3	0.33	0.004	3.16
要素作業区分(B)	3282	6	547.00	6.885*	2.66
開発作業者(C)	0	1	0.00	0.000	4.41
A×B	3630	18	201.67	2.538*	2.27
B×C	545	6	90.83	1.143	2.66
C×A	1	3	0.33	0.004	3.16
誤 差	1430	18	79.44		
計	8889	55			

集, 思考結果の配分や表現, またリフレッシュメントが思考遂行上不可欠であり, これらの占める割合は40~50%に及んでいるわけである。ただし, 生産性阻害要因といえる被害的会話, 付随作業の発生率については, 作業・環境管理水準に依存しているといえ, 管理水準を向上することで削減が可能であろう。

3-3. 連続持続時間

詳細な観察が可能であった詳細設計・ドキュメント作成の両工程において, 作業環境への依存度の高い歩行を除き, また比較的多数発生した次の要素作業について1回の発生における連続持続時間の度数分布を分析した。

- 思考的作業(書類を読む)
- 端末作業(ただしドキュメント作成における端末作業割合は低いので, 詳細設計工程のみにおいて分析した)
- 書記的作業(書類を書く)
- 会話(会議を除く2~3人での簡単な打ち合わせ,

および取り次ぎを除く電話)

- 副次的動作作業(机上整理)

- 余裕(休息)

結果を図3~9に示す。これらの結果から, 以下の諸点が指摘される。

(1) 全作業とも持続時間は短いほうへ偏る分布型をとっている。すなわち各作業行動とも, その持続時間は短い場合が多く, いわばコマ切れ状態となっている。

(2) この偏りは副次的動作作業(机上整理), および余裕(休息)で顕著である。これらの持続時間のピークは1分未満であり, 最大でも5分未満がほとんどである。作業者は短時間の机上整理, 休息を頻繁に行っているといえる。

(3) 副次的動作作業・余裕の分布が大きく短時間側にシフトしているのに対して, 主体的作業行動(思考・端末作業・書記・会話・電話)では, 持続時間の長い側にかなり裾野を引いた分布となっている。すなわち, これらの作業行動は長時間連続して行われることがある。

図4 端末作業の連続持続時間の分布

Fig. 4 Distribution of duration time of VDT task.

図6 打ち合わせ(会話)の連続持続時間の分布

Fig. 6 Distribution of duration time of conversation.

図8 机上整理の連続持続時間の分布

Fig. 8 Distribution of duration time of arrangement on desk surface.

図3 書類を読む(思考)の連続持続時間の分布

Fig. 3 Distribution of duration time of reading (thinking) task.

図5 書記の連続持続時間の分布

Fig. 5 Distribution of duration time of writing.

図7 電話の連続持続時間の分布

Fig. 7 Distribution of duration time of telephone talking.

図9 休憩の連続持続時間の分布
Fig.9 Distribution of duration time of rest.

ところで主体的作業のどの程度の持続の後に休息がなされるかという点は、実際の頭脳労働において1回の思考が可能な連続時間を示唆する点で興味がある。そこで、休息に入る前の主体的作業の平均持続時間を求めた。結果を表4に示す。

休息がなされる前の主体的作業の平均持続時間についてみると、思考的作業では4分弱～6分強、書記的作業では4分強～9分強、端末作業では8分弱であった。思考を伴う作業はあまり長くは続けられず、比較的頻繁に短時間のリフレッシュメントがなされているといえる。

3-4. 要素作業の遷移関係のクロス集計

詳細な観測が可能であった詳細設計・ドキュメント作成の両工程において、観察された要素作業の遷移関係を集計した。要素作業のうち、自発的意志によらずに発生してしまう会議、被害的会話、被害的電話については、遷移関係の解析から除外する。また、すでに明らかとなったように、同一工程内で今回調査したソ

表4 休息に入る前の主体作業の平均持続時間(秒)

Tab.4 Duration time of primary tasks before refreshment.

	詳細設計工程	ドキュメント作成工程
思考的作業	231.2(148.2)	397.4(162.8)
端末作業	478.1(162.4)	—
書記的作業	279.4(102.6)	557.7(144.7)

注 ドキュメント作成工程では、端末作業の時間構成割合が少ないので集計から省いた。
カッコ内は標準偏差

フトウェア開発者間および調査日間に要素作業構成の統計的有意差はみられなかったので、遷移関係の集計はこれらをまとめて工程ごとに行った。クロス集計結果を表5、6に示す。

これらのクロス集計表をみると、詳細設計工程においては思考的作業の後に端末作業に入る、あるいはその逆の度数が高い。また思考的作業・端末作業後に書記的作業に入る、またその逆の度数も高い。さらに、書記的作業後には机上整理、移動、休息など、リフレッシュメント的な作業に入る度数が高い。そこで、こうした関係をより明瞭にするために、この遷移関係を要素作業間の距離とみなして、数量化理論4類により工程ごとに解析した。ここで、ドキュメント作成工程では端末利用率が少ないので、解析から除外した。結果を図10、11に示す。これから以下の点が指摘される。

- (1) 主体的作業のうち思考的作業、書記的作業、端末作業が原点近くにまとまっている。また、机上整理も原点近くにある。

表5 要素作業区分間の遷移度数関係(詳細設計工程)

Tab.5 Cross analysis between element tasks in detail design phase.

から \ へ	思考的作業	書記的作業	端末作業	加害的会話	主体的動作作業	副次的動作作業	休息
思考的作業(沈思,書類などを読む)	0	28	93	7	8	11	6
書記的作業(文書などの作成)	26	0	23	8	7	23	20
端末作業	84	26	0	12	9	14	22
加害的会話(電話,会話)	8	7	13	0	2	7	4
主体的動作作業(移動,コピーとりなど)	10	5	7	1	0	12	2
副次的動作作業(机上整理)	22	20	15	7	8	0	2
休息	16	17	17	2	2	5	0

表 6 要素作業区分間の遷移度数関係(ドキュメント作成工程)

Tab. 6 Cross analysis between element tasks in document phase.

から \ へ	思考的 作業	書記的 作業	端末作業	加害的 会話	主体的 動作作業	副次的 動作作業	休 息
思考的作業(沈思,書類などを読む)	0	28	0	15	11	9	6
書記的作業(文書などの作成)	14	0	1	16	5	14	11
端末作業	1	0	0	0	0	0	0
加害的会話(電話, 会話)	13	18	0	0	3	10	5
主体的動作作業(移動, コピーと りなど)	11	3	0	5	0	7	1
副次的動作作業(机上整理)	17	17	0	8	9	0	2
休 息	9	9	0	4	2	4	0

(2) これに対して休息, 移動はかなり離れた位置にあり, 主体的作業との決まった関係性はないようである.

(3) 会話についてはドキュメント作成では原点近くにあるが, 詳細設計では離れた位置にある. これは両工程の特質を表していると考えられる. すなわち, 詳細設計は基本的に個人作業であり, 思考的作業遂行において他者との情報交換の必要性はさほどないのに対して, ドキュメント作成工程は開発されたシステムを整備していく関係上, 他者からの情報収集が不可欠であるからである.

ここで, ある要素作業の終了理由としては“自発的

に終了する場合”および“他者によって中断させられる場合(被害的立場の会話や会議)”が考えられ, さらに自発的終了は次の3つのケースが考えられる.

- (1) その要素作業そのものをやり終えた.
- (2) 考えた結果を端末入力したり, 文章に書き表すなど, 作業の進捗とともに行うべき作業行動を変える必要性がでてきた.
- (3) 疲れたり, 飽きたりしたために作業を中断し, リフレッシュメントを行った.

すると, クロス集計において観察された**思考的作業—端末作業—書記的作業**の間には, 自発的終了理由の(2)の関係があり, 書記的作業をもってある仕事のまと

図10 数量化4類による要素作業区分の布置 (詳細設計工程)

Fig. 10 Distribution of element tasks on HAYASHI 4 theory (detail design phase).

図11 数量化4類による要素作業区分の布置 (ドキュメント作成工程)

Fig. 11 Distribution of element tasks on HAYASHI 4 theory (documentation phase).

図12 ソフトウェア生産作業の基本作業
サイクルモデル

Fig. 12 Model of task behaviour cycle
of software development.

まりが終了し、ついで(1)または(3)の理由により休息(リフレッシュメント)に入るものと思われる。したがって、この関係は基本的作業サイクルになっていると思われる、図12のモデルで示すことができる。

4. まとめ

今回の調査はソフトウェア開発環境の改善を想定して、従来ほとんど検討されていなかったソフトウェア開発作業者の作業行動を扱ったものである。今回の調査研究の要点は以下のようにまとめることができる。

(1) ソフトウェア開発作業は千差万別であり、つかみどころがないと思われがちであるが、今回の結果によると、工程ごとの、またソフトウェア開発者ごとの要素作業の構成比は意外にも統計的に異なっているとはいえず、主体的作業：付随作業：余裕＝8：1：1の割合であった。また、要素作業間の遷移関係も極めて類似していた。今回の調査範囲から一般化して断定することはもちろんできないが、ソフトウェア開発作業を情報取扱の頭脳労働という点で抽象化して、1日の作業時間というロングスパンで眺めると、行われている作業の割合や遷移関係は同様にみなしても差し支えないといえそうである。ただし、この点については今後、調査範囲をさらに拡張して検討する必要がある。

(2) 概して1つの要素作業の持続時間は短く、次々と作業行動が変化している。したがって、ソフトウェア生産においては、要素作業の切り替わりにおけるロスが作業効率の低下につながるが多いと考えられる。したがって、切り替わりのロスを減ずる作業環境の提供が必要であると思われる。

(3) 1日のうち休息の割合は1割強であった。ただし、休息の持続時間は最大でも5分、最も度数が高いもので1分未満で、また休息に入る前の主体的作業の持続時間は4～10分であり、これらはかなり短い自発的休息が頻繁にとられていることを示している。また、

休息の具体的行動内容をみると、気分転換的色彩をもつ、いわゆるリフレッシュメントがほとんどであった。したがって、ソフトウェア開発作業においては、ソフトウェア開発作業者個別に短時間のリフレッシュメントを許すような作業環境の提供が好ましいと思われる。

以上、今回の調査により、曖昧であったソフトウェア開発作業の特質が明らかとなってきたが、具体的に環境条件整備との関係について、今後、調査範囲を広げ、より明確にしていく必要がある。

謝 辞

当研究プロジェクトにご協力いただいた各職場各位、ならびに早稲田大学学生(当時)大脇茂氏、鈴木敏幸氏にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東 基衛：ソフトウェア製品生産の人的側面，情報処理，21(10)，1081～1084，1980。
- 2) 東 基衛：情報処理システム設計用ツールの現状と将来動向，情報処理，20(6)，511～518，1979。
- 3) Azuma, M. : Table and graphics tools integration for improving office productivity, Proc. of COMPSAC '82, 87～88, IEEE, 1982.
- 4) Boehm, B. W., Mayer, R. : Syntactic/Semantic Interactions in Programmer Behavior : A Model and Experimental Results, Int. J. of Computer and Information Science, 8(3), 219～238, 1979.
- 5) Boehm, B. W. : Improving Software Productivity, Proc. of COMPCON Fall, 2～16, 1981.
- 6) Brooks, F. P. Jr. (山内正彌訳)：ソフトウェア開発の神話，企画センター，東京，1977。
- 7) Brooks, R. : Towards a theory of the cognitive processes in computer programming, Int. J. of Man-Machine Studies, 9, 737～751, 1977.
- 8) C. Jones (井上義祐，荒川淳三監訳)：システム開発の生産性，286～288，マグロウヒル，1986。
- 9) DeMarco, T., Lister, T. : Programmer Performance and the Effects of the Workplace, Proc. of the 8th Int. Conf. on Software Engineering, 268～272, IEEE, 1985.
- 10) DeMarco, T., Lister, T. (日立ソフトウェアエンジニアリング生産性研究会訳)：ピープルウェア，41～109，日経BP社，1989。
- 11) Evans, M. W. : The Software Factory, 3～6，

John Wiley & Sons, 1989.

- 12) Gunther, R. C. (水野幸男監訳) : ソフトウェアプロダクトエンジニアリング, 13~26, ジャテック出版, 1982.
- 13) 原谷隆史, 川上憲人, 金子哲也 : コンピュータ技術者の職務内容と抑うつ症状との関連性, 第61回日本産業衛生学会講演集, 402, 1988.
- 14) 林 丘 : ソフトウェア労働者の残業実態, 労働の科学, 40(3), 18~21, 1985.
- 15) 林 裕子, 越河六郎 : ソフトウェア開発作業における精神的負荷の分析(1), 労働科学, 63(7), 351~359, 1987.
- 16) 林 裕子 : ソフトウェア開発作業における精神的負荷の分析(2), 労働科学, 64(6), 257~267, 1988.
- 17) Honda, K., Azuma, M., Komatsubara, A., Yokomizo, Y. : Research on Work Environment for Software Productivity Improvement, Proc. of Computer Software & Application Conference, 241~248, IEEE, 1985.
- 18) 小林 要 : ソフトウェア製品生産における知的分業, 情報処理, 21(10), 1026~1034, 1980.
- 19) 岸田孝弥 : 人間考学, 11~39, 高文堂出版社, 1987.
- 20) 岸田孝弥 : 単調労働と副次行動, 高文堂出版社, 1986.
- 21) 霧生 広 : ソフトウェア産業, 62~66, にっかん書房, 1983.
- 22) 小松原明哲, 本田勝己, 横溝克己 : ソフトウェアオフィスの心理的評価, 人間工学, 23(1), 7~14, 1987.
- 23) Komatsubara, A., Yokomizo, Y., Honda, K., Azuma, M., Isaki, H., Noro, K. : Increasing Productivity in Computer Software Development by Environmental Modification, Proc. of Human Factors Society 27 th Annual Meeting, 746~750, 1983.
- 24) Komatsubara, A., Suzuki, T., Yokomizo, Y. : Behavioral Analysis of Software Developers for Increment of Software Productivity, Human Factors in Organizational Design and Management 2 (O. Brown, Jr., et al. ed.), Elsevier Sci. Pub., 193~196, 1986.
- 25) Mantei, M. : The Effect of Programming Team Structure on Programming Tasks, Communications of the ACM, 24(3), 106~113, 1981.
- 26) McCue, G. M. : IBM's Santa Teresa Laboratory Architectural Design for Program Development, IBM Systems Journal, 17(1), 4~25, 1978.
- 27) Seal, D. J., Sylvester, G. E. : Design Applications for Optimizing the Working Environment of the Software Employee : A Case Study, Proc. of Human Factors Society 26 th Annual Meeting, 150~154, 1982.
- 28) Smith, D. J., Wood, K. B. : Engineering Quality Software, Elsevier Sci. Pub., 161~162, 1987.
- 29) 高橋由美子 : ヒューマン・コンピュータ・インタフェースの基礎研究, プログラミング行動の分析, 日本心理学会大会講演集, 684, 1988.
- 30) 竹市博臣 : コンピュータプログラム作成の思考過程のモデル, 日本心理学会大会講演集, 767, 1988.
- 31) Yamagishi, N., Azuma, M. : Experiments on Human-Computer Interaction Evaluation, Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert Systems (G. Salvendy ed.), Elsevier Science Pub., 167~174, 1987.