

作業への集中に着目した知的生産性評価ツールの開発

内山 皓介^{*1} 宮城 和音^{*1} 石井 裕剛^{*1} 下田 宏^{*1} 大林 史明^{*2} 岩川 幹生^{*2}

Development of an Evaluation Tool for Intellectual Productivity Based on Work Concentration

Kosuke Uchiyama^{*1}, Kazune Miyagi^{*1}, Hirotake Ishii^{*1},
Hiroshi Shimoda^{*1}, Fumiaki Obayashi^{*2} and Mikio Iwakawa^{*2}

Abstract – The authors have developed an evaluation tool of intellectual productivity based on a concept of work concentration. The tool consists of a cognitive task which is given to office workers and an analysis subsystem which analyzes the results of task and calculates CTR(Concentration Time Ratio) as an index of intellectual productivity. In addition, a subject experiment was conducted in which the illumination conditions of office room were changed. As the result, it was found that the index was not affected by learning effect and the difference of intellectual productivity by changing the illumination conditions could be evaluated quantitatively with the index.

Keywords : Intellectual Productivity, Cognitive Performance, Work Concentration

1. はじめに

近年日本では、活発な省エネルギー活動によって、オフィスではウォームビズ、クールビズに加え、照明の間引きなども行なっている。この影響を直接受けるのはオフィスで仕事を行なっているオフィス執務者である。オフィスでの作業の大半は書類作成や情報管理といった知的作業が占めていることから、この知的作業の効率である知的生産性は企業にとって大きな価値を持っている。したがって、知的生産性が上がるような執務環境の設計や、またその逆として、知的生産性が下がらないように執務環境を維持する必要がある。

知的生産性の増減を測定するためには、どのような要素が影響するかモデルを設計する必要がある^[1]と共に、これを評価する指標が必要である。従来、知的生産性を評価することを目的とした様々な指標の提案や、ツールの開発がされてきた。これらの指標、ツールの中には、主観的な評価に基づいているものがあり実際のオフィス作業を行いながら評価することができ。しかし、これは個人によって捉えられ方が大きく変わることや、評価を求めることに対する精神的な影響があること、実際の生産性との関係を説明できていないことが欠点としてあげられる。また、作業成績を評価対象としているものもあるが、習熟の影響などから執務環境の変化を測ることが難しい。

著者らは、これまで知的作業に必要な「作業への集中」に着目して、ある作業環境での知的生産性を定量

的に計測する手法と評価指標を提案してきた^[2]。本研究では、この集中に着目した知的生産性評価指標を用いて、実際に知的生産性を評価するための認知タスクの開発とその結果を分析する解析ソフトウェアを開発する。さらに本ツールの有効性を検証するため、照明条件を変化させたときの知的生産性の変化を被験者実験により定量的に評価する。集中は、オフィス執務者の様々な内容の仕事に対して影響があると言われており^[3]、この指標を様々な執務環境で評価することで、最適な執務環境設定が可能となる。

2. 知的生産性の評価

2.1 知的生産性の評価方法

知的生産性を測る方法として、仮想タスクを用いた評価方法がある。これは、定量的に測定が可能な作業を被験者に与え、速度や処理数、精度などの測定値から知的生産性を評価する方法である。Wargockiら^[4]は、テキストタイピングなどの成績と、空気質を示す汚染物質質量や換気量との関係を検討して定量的な関係を導いている。その他にも、Walter ReedのPAB^[5]がある。これは、コンピュータを用いて脳の高次の働きをテストするタスクである。このタスクの成績により、仕事内容に依存せずに知的生産性を評価することが可能であるとしている。しかし、PABの作業内容は実際のオフィス作業で用いられるものとはかけ離れているため、作業成績のみに着目したこのテストでは、測定した結果が本当にオフィス執務者の知的生産性を示しているのか不明である。また、オフィス執務者の知的生産性を評価するパフォーマンステストとして、著者らもCPTOP^[6]を開発してきた。CPTOPは、オフィス作業を反映するような認知タスクを提案し、評

^{*1}: 京都大学大学院 エネルギー科学研究科

^{*2}: パナソニック株式会社 エコソリューションズ社

^{*1}: Graduate School of Energy Science, Kyoto University

^{*2}: Panasonic Corporation Eco Solutions company.

表 1 建築空間と知的活動の階層モデル
Table 1 Hierarchical Model of Architectural Space and Intellectual Activity.

階層	知的活動内容
第 1 階層 (情報処理)	知識情報の定型処理, 事務処理
第 2 階層 (知的処理)	知識情報の調査探求, 加工処理, 知的価値向上
第 3 階層 (知識創造)	価値創造, イノベーション

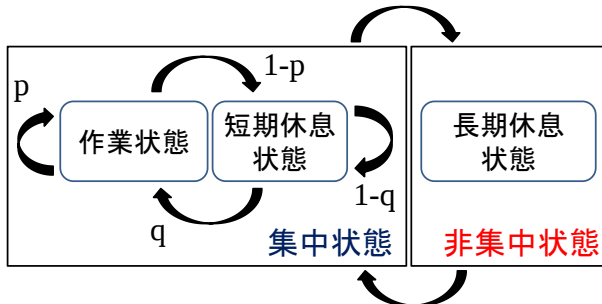


図 1 集中-非集中モデル
Fig. 1 Concentrated-Nonconcentrated State Model.

価している。しかし、一般的に仮想タスクの作業成績は習熟によって向上していく。この習熟を考慮して習熟曲線を引くことによって測定することも可能であるが、この曲線を引くためには、長期間タスクを繰り返す必要があり、被験者のモチベーションコントロールが難しくなり、安定性に問題がある。また、実験日が変わると、習熟の程度が個人によって大きく変化するため、信頼性にも欠けている。

2.2 集中と知的生産性

知的作業を分類したモデルとして、村上らの提案する建築空間と知的活動の階層モデル^[3]がある。このモデルでは、知的作業を表 1 に示すように 3 つの階層に分けている。本研究では、単位時間あたりの処理数を計測できる第 1 階層及び第 2 階層を対象として認知タスクを設計した。また、この階層での知的作業はシンボル処理としてシングルプロセッサのコンピュータとのアナロジーで考えることができる。Card らは、人間の認知心理学的特性を、記憶システムと処理システムに分類し人間情報処理モデル^[7]を考案した。この人間情報処理モデルを参考に、著者らは実際の認知タスクの計測結果から作業処理のプロセスを、図 1 に示すように作業状態、短期休息状態、長期休息状態の 3 状態^[8]に分類した。作業状態は作業に認知資源を割り当て実際に作業が進んでいる状態である。短期休息状態は認知資源を作業へ割り当ててはいるものの、無意識に作業が進んでいない状態である。長期休息状態は、認知資源を作業に割り当てず、作業処理が停止している状態である。作業処理を遂行する際は、作業状態と短期休息状態を一定の割合で遷移するマルコフ

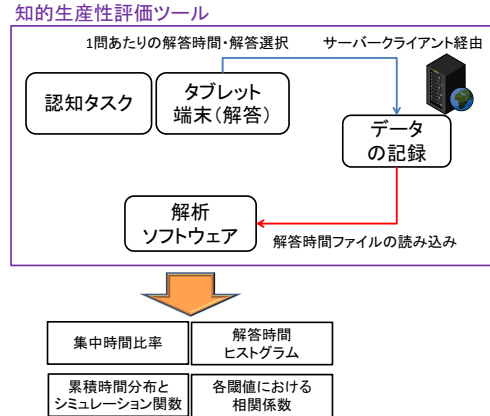


図 2 知的生産性評価ツールの概要
Fig. 2 Outline of Intellectual Productivity Evaluation Tool.

モデルを形成し、疲労が蓄積すると意図的に長期休息状態へ遷移する。作業状態を課題内容によって決まっている一定回数、経過することによって作業が完了する。本研究では、認知資源を一定期間対象に割り当てている状態を集中状態とし、対象に割り当てていない状態を非集中状態と定義する。即ち、作業状態と短期休息状態の和を集中状態、長期休息状態を非集中状態として考え、このモデルを集中-非集中モデルとする。また、被験者が認知タスクを一定時間行った際の全解答時間に対する、認知資源を対象に割り当てていた時間を集中時間比率として定義する。この集中指標は、階層モデルの中の第 1, 2 階層だけでなく、第 3 階層に当たる知識創造にも関連する重要な指標であると考えており、集中指標を計測することは、知的生産性を計測することと考えている。

3. 知的生産性評価ツール

3.1 知的生産性評価ツールの開発

本研究では知的生産性を評価するために、提案した集中指標が実際のオフィス環境で定量的に計測する評価ツールを開発した。客観的な集中指標評価のために、1 問あたりの解答時間から課題を行った一定時間内にどれだけ集中状態にあったかを示す集中時間比率を算出し、評価ツールとしての有用性を評価する。開発した知的生産性評価ツールでは、集中指標を用いることにより、仮想タスクを用いた評価方法では課題となっていた習熟効果を見逃すことができる。

3.2 知的生産性評価ツールの概要

知的生産性評価ツールは認知タスクと解析ソフトウェアから成っている。評価方法の概要を図 2 に示す。被験者が認知タスクをある一定の時間行い、その 1 問あたりの解答時間群から解析ソフトウェアを用いて集中時間比率を求める。この集中時間比率を様々な環境

間で比較することによって、執務環境変化による知的生産性の変化を評価できると考えられる。

3.3 認知タスクの開発

評価ツールを開発するにあたって、入力データとなる認知タスクが必要である。本研究では対象を節電などが大きく影響するオフィス執務者として設定するため、必要な認知能力は言語処理系とする。そこで、オフィス作業を模した、評価ツールに用いる認知タスクとして単語分類タスクを作成した。単語分類タスクが満たす要件を以下に示す。

1. 被験者が個人のペースで作業を続けることができること
2. 各問題難易度が一定であり、1問あたりの解答時間にばらつきがないこと
3. 設定した時間内に統計処理が行えるサンプル数を得られること
4. 作業中に解答戦略が変化しない内容であること
5. 執務環境によって変化する環境感度を持っていること

要件1は、実際のオフィス作業では数分単位の時間的制約がなく、自分のペースで取り組むことができる場合が多いと考えたためである。要件2, 3, 4は、1問ごとの解答時間の分布に着目しているため難易度のばらつきや解答戦略の変更によって解答に要する時間が変動しないようにするためである。要件5は、執務環境の変化を捉えることを目的とするため、執務環境の変化によって解答に要する時間が変化する必要があるためである。

以上の要件を満たした単語分類タスクの概要を述べる。単語分類タスクは図3に示すように一つの単語が中心に書かれたA5サイズの紙を用いる。これを数百枚重ねたものを1束として机の上に置く。次に解答入力画面について述べる。解答入力はタブレット端末上で行う。図4に示すように、27通りにカテゴリー分けして、そこに加えて取り消し、判別不可の選択肢を設置している。

次に解答方法を述べる。図5に解答例を示す。被験者は、単語の最初の文字を確認し、それが「ひらがな」、「カタカナ」、「漢字」のどれであるかを判断し、そのグループに着目する。次に、単語の最初の文字の母音を「い」、「う」、「お」のどれであるかを判断し、列を決定する。最後に単語自体が「動物・植物」、「地名・人名」、「人工物」のどれであるかを判断し、以上から決まった1箇所のボタンをタップする。この認知タスクの1問あたりの平均解答時間は約2秒になる。なお、自発光デバイスである解答入力画面の背景は発光量を少なくするために黒色として、明るさは最低に設定して照明条件に影響しないようにしている。

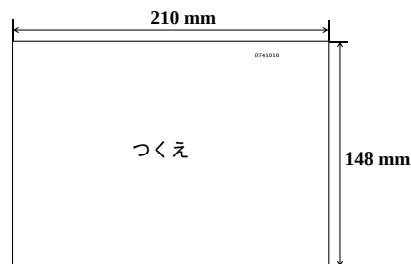


図3 単語伝票
Fig. 3 Word Slip.

	動物・植物	地名・人名	人工物
ひらがな			
先頭母音い	0	0	0
先頭母音う	0	0	0
先頭母音お	0	0	0
カタカナ			
先頭母音い	0	0	0
先頭母音う	0	0	0
先頭母音お	0	0	0
漢字			
先頭母音い	0	0	0
先頭母音う	0	0	0
先頭母音お	0	0	0

図4 単語分類タスクの解答入力部
Fig. 4 Input Interface of A Word Classification Task.

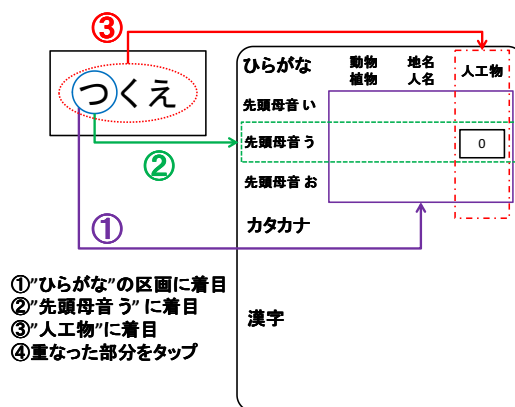


図5 単語分類タスクの解答例
Fig. 5 Sample Answering of A Word Classification Task.

3.4 解析アルゴリズム

認知タスクの1問あたりの解答時間群から解答時間比率を算出するアルゴリズムについて述べる。図6に、認知タスクの1問あたりの解答時間とヒストグラムと集中状態の関係を示す。ヒストグラムの縦軸は、該当

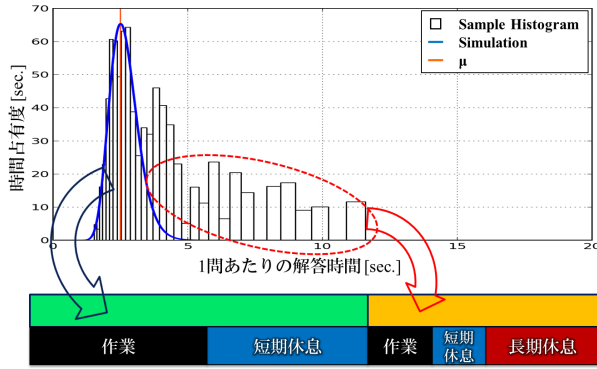


図 6 解答時間ヒストグラムと集中状態
Fig. 6 Histogram of Answering Time and Concentration.

する範囲の解答時間を累積したものである時間占有度としている。集中状態は、作業状態と短期休息状態のみからなる状態であるが、3 状態知的生産性変動モデル [8] より、作業状態と短期休息状態のみからなる解答時間分布は、式 1 に示す対数正規分布で示すことができる。したがって、解答時間の短い部分である対数正規分布が集中状態となり、作業状態と短期休息状態のみを含む。また、それ以外の解答時間の長い部分では、作業状態と短期休息状態に加え長期休息状態が含まれている。図に示している集中状態を対数正規分布で近似するためには、対数正規分布を決定するパラメータである最頻値 μ と標準偏差 σ を解答時間ヒストグラムとの誤差が最も小さくなるように求めれば良い。しかし、この方法は求めたパラメータの精度がヒストグラムの柱の本数に依存するため低くなることが欠点である。したがって、本解析ソフトウェアでは、式 (2) に示している対数正規分布の累積分布関数をモデル関数として用いる。被験者が行った単語分類タスクの 1 問あたりの解答時間を短い順に並び替えて累積したものである累積分布に、モデル関数をパラメータ μ , σ として最小二乗法で近似する。求めたパラメータを評価するために、実験値とモデル関数がどれだけ相関があるかを示す相関係数を算出する。この相関係数に着目すると、相関係数が高いほど、残差の少ない最適な対数正規分布を示すことができる。さらに、閾値を設定し、その閾値までの解答時間群を用いて集中時間比率と相関係数などを求める。あらゆる閾値の中から相関係数が最も高かった場合の累積分布関数への近似を図 7 に示す。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma t} \exp\left(-\frac{(\ln(t) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

$$F(t) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(-\frac{\ln(t) - \mu}{\sqrt{2}\sigma}\right) \quad (2)$$

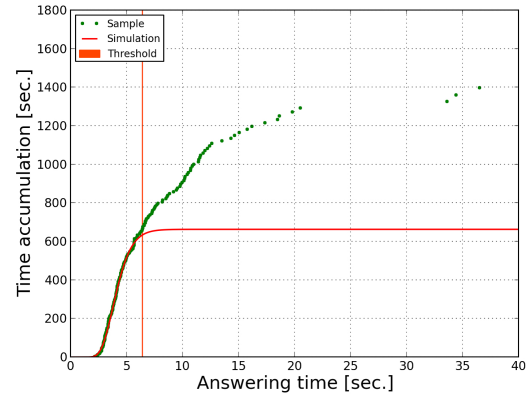


図 7 累積分布関数と累積解答時間
Fig. 7 Cumulative Experimental Value and Cumulative Distribution Function.

集中状態を示す対数正規分布のパラメータ μ と σ が算出されると、この期待値は集中状態での 1 問あたりの平均解答時間を示す。非集中状態でも作業状態と短期休息状態が集中状態と同様の割合で含まれていると考えると、認知資源を作業に当てている集中時間は式 (3) と示される。さらに、式 (4) に示すように作業に取り組んだセット間の総解答時間で集中時間を割ることで、集中時間比率を求める。

$$CT = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot N \quad (3)$$

$$CTR = \frac{CT}{T_{total}} \quad (4)$$

3.5 解析ソフトウェアの開発

解析ソフトウェアは、図 8 に示すように認知タスクの出力結果が記録されたファイルを選択し、実行することで解析できる。そのほかに、近似に用いるデータを削減する閾値を選択できることや、表示されるグラフの縦軸の範囲を設定できるようになっている。ソフトウェアは、Python 言語で記述されていて、ライブラリとして numpy や scipy, matplotlib, PIL, wxPython を用いている。

4. 集中度環境評価実験

4.1 実験目的

本実験では、開発したツールが執務環境変化によって知的生産性の変化を捉えることを確認し、解析ソフトウェアの結果を評価することを目的とする。そのために照明環境を変化させて、認知タスクを行った際に集中時間比率が変化することを確認する。

4.2 実験概要

ツールが執務環境変化によって知的生産性が変化することを確かめる評価実験を、2013 年 3 月に行った。被験者は、大学生 15 名として、体調などの生理的な

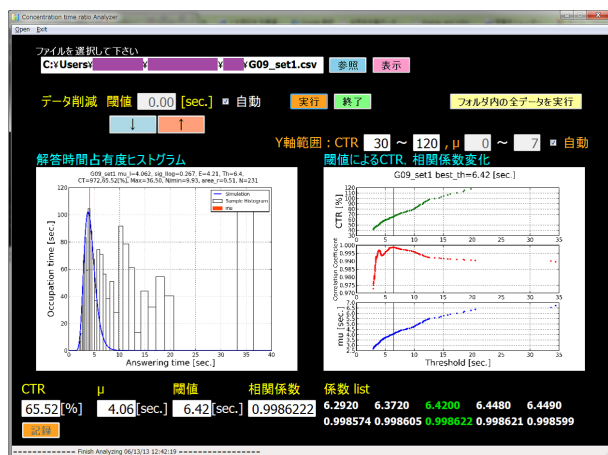


図8 解析ソフトウェア
Fig.8 Analysis Software.

統制を行うために、被験者は全員男性とした。実験は京都大学構内にて行い、実際のオフィスに近い環境を再現するため、図9に示すように机と椅子、パーティションを配置した。

4.3 実験条件

実験条件は、照明環境として Ambient(A) 環境と Task&Ambient(T&A) 環境を用意し、机上面照度は表2の通りに設定した。オフィスなどで一般的に導入されている照明環境はアンビエント照明のみが多いが、LED タスクライトを導入して省エネルギーを図っている。また、導入したタスクライトの色温度は6,000Kと高くしている。これは高い色温度が被験者の覚醒度を上昇させるということから、知的生産性の上昇を期待している。また、手元のみを明るくすることで、周囲の視覚的ノイズを抑制しスポット感を高めることで知的生産性を高めることを意図して作られた環境である。なお T&A 環境は、A 環境に比べて消費電力が約50%となった。

照明環境は、習熟の影響を考慮するために、同じ環境を1日目と3日目に設定し、2日目に比較条件を設定した。また、グループを10名と6名に分け、照明条件の実施順は表3に示すようにした。実験室のその他室内環境については表4に示す通りに設定した。

4.4 実験手順と計測項目

被験者は連続する3日間に実験に参加し、行なってもらふ1日の実験順序を図10に示す。被験者には、言語処理タスクとして単語分類タスクを行い、計算処理タスクとして算術分類タスクを行った。算術分類タスクは、オフィス執務者が実際に同じ課題を行い続けることはないことからダミータスクとして行った。単語分類タスクは、2章で説明したものである。算術分類タスクとは、図11に示すように、紙に3桁の数字が2つ並んであり、それぞれの桁同士の数字に対して計

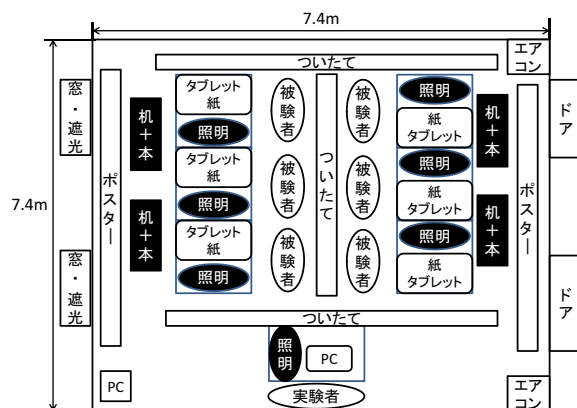


図9 実験室レイアウト
Fig.9 Top View of Experimental Room.

表2 照明条件
Table 2 Illumination Conditions

照明環境	天井設置環境光	机上タスクライト
Ambient	750lux (5,000K)	0lux
Task&Ambient	100lux (3,000K)	650lux (6,000K)

算処理を行い、解答として得られる3桁の数字を分類するタスクである。百の位では和をとり、十の位では差をとり、一の位では積をとった下1桁をそれぞれ並べることで、3桁の数字を解として求める。この算出した解を、単語分類タスク同様、タッチディスプレイ上の27通りに分類する。その際の分類カテゴリは百の位、十の位、一の位全て、「0・1・4・7」、「2・5・8」、「3・6・9」とした。

計測セットは、ポストラランチディップを防ぐために、昼食後2時間以上経過した後とした。また、一日の最後の作業では、終末効果によって作業意欲が向上するのを抑えるために、計測セットの後にそれぞれのタスクを15分ずつ行った。

実験では、認知タスクの1問あたりの解答時間を計測する。さらに、主観評価や生理脳疲労値も取得している。主観評価に用いたものは、自覚症しらべ^[9]、照明主観評価用紙、MMS^[10]、KG式日常生活質問紙^[11]、フリッカー計測^[12]である。

4.5 被験者の統制方法と教示

実験中の飲食を用意した昼食用の弁当と水のみとして、実験期間中はカフェインの摂取を控えるよう被験者の生理状態を統制した。

実験中、被験者が認知タスクを行う際には、その認知タスクを9時から17時まで継続して行うと想定して作業を進めるように教示を行った。これは、オフィスでの作業を想定したためである。また、終末効果対策として行った3セット目では、被験者に短時間であるから集中して作業するように教示を行った。

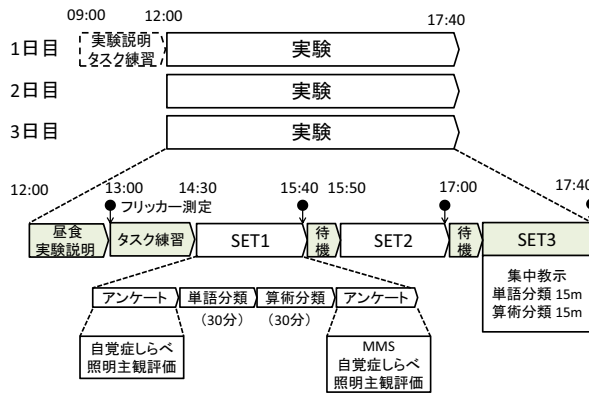


図 10 実験手順
Fig. 10 Experimental Procedure.

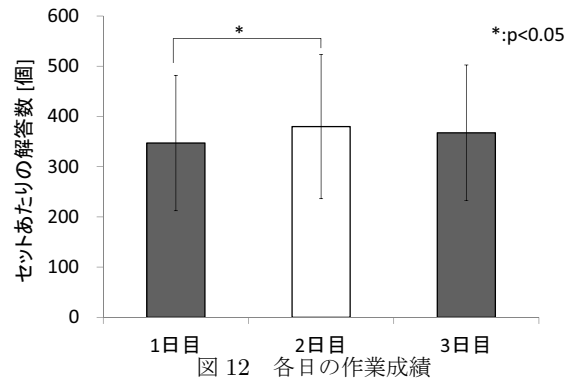


図 12 各日の作業成績
Fig. 12 Performance of Word Classification Task of Each Day.

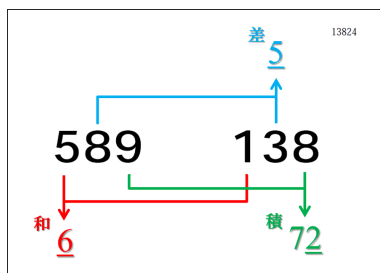


図 11 算術分類タスク
Fig. 11 Arithmetic Classification Task.

表 3 照明条件の実施順
Table 3 Order of Illumination Conditions

グループ	1 日目	2 日目	3 日目
被験者 13-18	A 環境	T&A 環境	A 環境
被験者 7-12, 19-24	T&A 環境	A 環境	T&A 環境

表 4 実験室の室内環境
Table 4 Conditions of Experimental Room

室温	湿度	二酸化炭素濃度	騒音
25 °C	20-40%	800ppm 以下	55dBA 以下

4.6 作業成績結果

各日の作業成績を図 12 に示す。作業成績は、セットあたり解答数とする。図からわかるように、1 日目と 2 日目で単語分類タスクの成績向上に有意傾向がある。3 日目では 1 日目、2 日目と比較してタスク成績に有意傾向が見られていない。これは、1 セットあたりに用意した紙票の枚数を 500 枚に設定していたため、500 枚解答し終わるとその時点で終了となるためである。したがって、作業成績からは評価を行うことができない。

4.7 集中時間比率結果

開発したツールを用いて、2 日目と 3 日目の各セットで各被験者が実施した単語分類タスクにおける集中時間比率を算出した結果を表 5 に示す。1 日目は、実験初日であることや、練習セットを午前に行なってい

表 5 各セット毎の集中時間比率 [%].
Table 5 Concentration Time Ratios of Each Task Set [%]

被験者	2 日目 セット			3 日目 セット		
	1	2	3	1	2	3
7	82.4	67.6	82.6	78.4	81.3	86.8
8	47.5	38.8	68.8	53.0	56.3	77.6
9	66.0	51.9	74.4	53.8	59.2	85.9
10	67.2	53.8	58.7	73.3	68.4	75.8
11	47.8	22.3	62.4	40.3	41.2	76.6
12	77.8	79.8	77.3	75.5	90.4	95.0
19	14.6	16.5	28.2	N/A	N/A	18.4
20	37.9	30.8	81.5	N/A	49.9	42.0
22	83.1	83.9	81.1	78.5	64.3	82.9
23	86.1	73.3	80.2	72.1	79.1	79.1
24	85.0	87.8	90.0	86.2	84.8	86.1
13	82.9	91.0	N/A	81.3	75.4	84.8
14	86.7	87.8	86.6	86.7	77.5	72.5
16	83.1	81.2	86.6	78.1	70.5	85.0
17	72.6	84.9	75.7	53.9	38.7	79.7
18	56.5	N/A	74.0	N/A	62.4	94.0

るため評価対象から外した。

単語分類タスクは、各問題の難易度がほぼ一定と考えられるため、前後セットで作業に集中している状態での解答時間の最頻値 μ は習熟の効果はあるものの、大きく変動しないと考えられる。またこの最頻値 μ は、式 (1) で示しているものと同じものである。

この解析ソフトウェアによって、前後セットでの作業に集中している状態での解答時間の最頻値 μ から乖離したパラメータが算出されたデータは 95 セット中 5 セットあり、これらのデータは N/A として評価対象から外した。

4.8 集中時間比率の環境・教示間比較

2 日目と 3 日目の照明環境毎に平均をとったものを図 13 に示す。

環境別、同一セットで集中時間比率の対のある t 検定を行った結果、集中時間比率は T&A 環境のほうが有意に高い傾向があった ($p < 0.05$)。

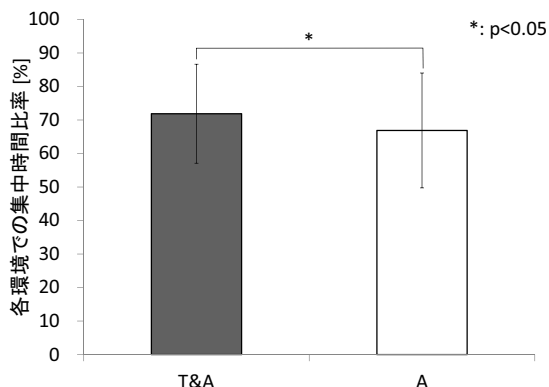


図 13 環境間での集中時間比率
Fig. 13 Concentration Time Ratios Between A and T&A Conditions.

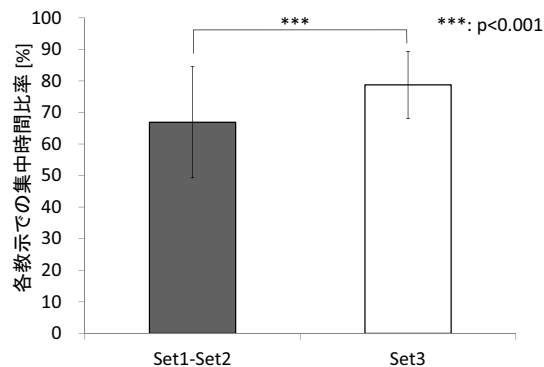


図 15 教示毎の集中時間比率
Fig. 15 Concentration Time Ratios of Each Teaching.

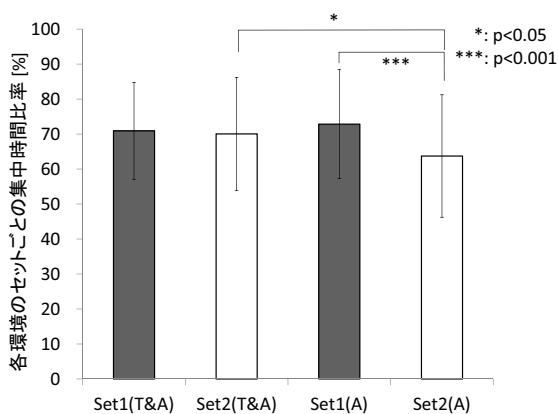


図 14 環境・セット毎の集中時間比率
Fig. 14 Concentration Time Ratios of Each Task Set Between A and T&A.

次に、照明環境毎に分けた上で、1セット目と2セット目の集中時間比率を比較したものを図 14 に示す。A 環境では、2 セット目では、1 セット目に比べて有意に集中時間比率が減少している ($p < 0.001$) が、T&A 環境では変化が見られない。これは、T&A 環境では、集中が持続していると考えられる。

次に、教示ごとの集中時間比率の変化を見る。1, 2 セット目の集中時間比率の平均をとったものに対して、集中教示で行った 3 セット目の集中時間比率を比較したものを図 15 に示す。これは、集中教示セットでの集中時間比率が有意に向上している ($p < 0.001$) ため、被験者の「集中」という主観意識が集中時間比率に影響していると考えられる。

4.9 課題

評価実験の結果では、全 95 セットのうち 90 セットの取得データについて集中時間比率を決定することができている。残りの 5 セットについては作業に集中している状態の解答時間の最頻値 μ が前後セットと比較して乖離していたため、決定できなかった。これは、

原因として被験者が眠気などにより一定のモチベーションを保てなかったからであると考えられる。作業に集中している状態の割合が極端に低い場合、相関係数は作業に集中していないはずである状態で最も高くなる。この現象が、起こったのであると考えられる。したがって、より正確な評価を行うために、あらゆる取得データに対して集中時間比率を決定できるようにすることが課題である。

5. まとめと今後の課題

本研究では、知的生産性を定量的に測定する方法として、作業への集中に着目した執務環境間の知的生産性の変動を評価できるツールを開発した。集中は、知的作業を行う上で非常に重要な要素であり、単純な事務作業から一般的に測定の不可能な知的創造などにも影響すると考えられている。著者らはこの集中を定量的に測定する集中指標を定義し、本研究にてこの集中指標を測定するツールを開発した。

本研究で開発した知的生産性評価ツールは、認知タスクと解析ツールからなり、一定時間認知タスクを行ったときの 1 問あたりの解答時間群から集中時間比率が算出される。算出された集中時間比率によって、照明条件の異なる執務環境の知的生産性への影響を定量的に測定した。その結果、T&A 環境では A 環境と比較して集中時間比率が有意に向上していることや、同一日内で後に行ったセットでの集中時間比率が下がらないことが確認できた。さらには、集中して作業を行うよう教示を行ったセットにおいては、1 セット目、2 セット目と比較して集中時間比率が有意に向上することが確認できた。これは、集中時間比率が集中度や、知的生産性を示しているとする、T&A 環境は A 環境に比べて疲労が蓄積しにくいということが考えられる。また、「集中して作業する」という教示によって集中時間比率が有意に向上したことから、被験者への

モチベーションとの関係も示すことができると考えられる。

評価ツールは、単語分類タスクの計測結果全 95 セットのうち 90 セットが集中時間比率を決定できた。しかし、残りの 5 セットに対しては、前後セットでの作業に集中している状態での解答時間から乖離していたため正しく近似できていないと判断した。今後の課題として、解析不能なデータをできるだけ減らすようにアルゴリズムの改善すべきである。

参考文献

- [1] Petra M. Bosch-Sijtsema, Virpi Ruohomaki and Matti Vartiainen: Knowledge work productivity in distributed teams, *Journal of Knowledge Management*, Vol.13 No.6, pp.533-546,(2009).
- [2] 大石, 宮城, 國政, 石井, 下田, 大林, 岩川: 作業への集中に着目した知的生産性評価ツールの提案, *ヒューマンインターフェースシンポジウム 2012*,(2012).
- [3] 村上: 建築空間と知的活動の階層モデル, 2012.3.15 知的生産性研究委員会, 資料 No.5,(2012).
- [4] P. Wargocki, D.P. Wyon and P.O. Fanger: Productivity is Affected by the AirQuality in Offices, *Healthy Building 2000*, pp.635-640,(2000).
- [5] David R. Throne, Sander G. Genser, Helen C. Sing and Frederick W. Hegge: The Walter Reed Performance Assessment Battery, *Neurobehavioral Toxicology and Teratology*, Vol.7, pp.415-418,(1985).
- [6] Kenji Enomoto, Yuki Kondo, Fumiaki Obayashi, Mikio Iwakawa, Hirotake Ishii, Hiroshi Shimoda, Masaaki Terano: An Experimental Study on Improvement of Office Work Productivity by Circadian Rhythm Light, *The 12th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, WMSCI 2008.*, Vol.VI, pp.121-126,(2008).
- [7] S.K. Card, T.P. Moran and A. Newell: *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Erlbaum Associates,(1983).
- [8] 河野, 宮城, 大石, 石井, 下田: オフィス執務者の知的生産性変動モデルに関する基礎的検討, *ヒューマンインターフェースシンポジウム 2011*,(2011).
- [9] 日本産業衛生学会・産業疲労研究会編集委員会 (編): *産業疲労ハンドブック*, 労働疲労基準調査会,(1988).
- [10] 寺崎, 岸本, 古賀: 多面的感情状態尺度の作成, *The Japanese Journal of Psychology*, Vol.62, pp.350-356,(1988).
- [11] 田中, 中田, 山崎: 某企業従業員における TypeA の分布-KG 式日常質問用紙による TypeA 判別-, *タイプ A*, 3, pp.33-45,(1988).
- [12] 西村, 森本: 精神疲労推定のための CFF の測定方法, と条件の検討-VDT 作業による疲労を対象として-, *人間工学*, Vol.22, No.4, pp.203-210,(1986).