

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H04151

研究課題名（和文）知的生産性向上に向けた認知由来操作潜時に基づくPC作業者の認知資源配分の推定

研究課題名（英文）Estimation of intellectual productivity of PC workers based on cognition-oriented operation latency

研究代表者

藤田 欣也 (Fujita, Kinya)

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：30209051

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：PC作業者の集中度，すなわち主たる作業への認知資源の配分の推定に向け，かな漢字変換結果確認時間への集中度の影響を実験的に分析した．かな表記された童話の漢字変換書き写し課題を実験参加者に課して，変換結果確認時間を分析した．実験条件は，追加の条件を課さない通常条件，主課題と同時に二重課題を聴取して地名出現回数を計数する二重課題条件，手書き書写の後に課題を行わせる精神疲労条件の3条件とした．実験参加者16名の変換結果確認時間を分析した結果，二重課題条件と精神疲労条件のいずれも集中条件よりも有意に増加しており，集中度が低下するとかな漢字変換結果確認時間が増加するという新たな知見が得られた．

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本語のテキスト入力で普遍的に発生するかな漢字変換の確認時間と集中度の関連性は，将来的には実時間での集中度の推定につながるものと期待される．その社会応用には，作業者へのフォードバックやリモートワーク同士の遠隔共有などが想定され，集中の支援や作業阻害の回避などによる知的生産性の向上を期待することができる．

研究成果の概要（英文）：This study discusses the feasibility to estimate the concentration level of Japanese document workers using computer. Based on the previous findings that dual-task scenarios increase reaction time, we hypothesized that the Kana-Kanji conversion confirmation time (KKCCT) would increase due to the decrease in cognitive resources allocated to the document task, i.e. the level of concentration on the task at hand. To examine this hypothesis, we conducted a set of experiments in which sixteen participants copied Kana text by typing and concurrently converted it into Kanji under three conditions: Normal, Dual-task, and Mental-fatigue. The results suggested the feasibility that KKCCT increased when participants were less concentrated on the task due to subtask or mental fatigue. These findings imply the potential utility of using confirmation time as a measure of concentration level in Japanese document workers.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：ヒューマンインタフェース 知的生産性 集中度 認知負荷 かな漢字変換

1. 研究開始当初の背景

知的生産性の向上は労働人口減少を迎える日本の喫緊の課題である。知的生産性を低下させる要因は、メール着信通知等に代表される外部からの割り込みと、作業への集中度の低下(主作業以外への認知資源の分散)の2つが存在する。

外部からの割り込みは作業記憶の一時待避を強制し知的生産性を低下させるが、作業の切れ目では作業記憶の使用量が減少することから、タスク構造に基づく割り込み適時の評価法が提案され、申請者らもPC作業者の自発的な作業切り替えに着目して割り込み可否の実時間推定を実現するなど、既に一定の進捗が見られていた。

他方、集中度の低下すなわち作業への認知資源の分散に関しては、二重課題の研究が実験心理学の分野で広く行われ、二重課題時の反応時間の増加は、記憶や判断にかかる認知プロセスへの副課題の干渉に起因すると考えられてきた。しかし、反応時間に基づく認知資源の分散の解析は課題の難度が一定の場合においてのみ成立するため、多様で複雑な作業をおこなう実オフィス環境には適用できないという課題があった。

実オフィス環境での作業状況推定を目的とした研究では、時間あたり打鍵数などの大局的な作業特徴量が利用されてきたが、定量性に課題があった。さらに、下田らは計算課題の達成時間が大局的には対数正規分布に従い、集中度が低下すると逸脱するが増加することを発見した。さらに、逸脱したタスクの時間比率を用いて集中度の指標を定義し、照明など物理環境との関連性を実証した。しかし、いずれの方法も難度が一定の課題を課す場合にのみ適用可能な手法であり、不特定の作業に従事するオフィス勤務者の認知資源配分を適切に定量化できる指標はこれまで無かった。逆に言えば、仮に作業にかかわらず普遍的に発生する定型の認知判断プロセスが存在するならば、不特定作業中の集中度の定量化が可能になるものと期待される。

ここで実作業中のPC操作を考えると、タスクの達成時間は打鍵間隔などの小単位からなる。しかし、単位操作に必要な認知や思考は場面によって異なる。例えば論文執筆のような不定形作業の打鍵間隔は操作よりも思考の影響を強く受ける。しかし、かな漢字変換から確定までの時間は、認知や判断が必要であり、かつ、比較的定型性が高いと考えられる。さらに、認知判断時間は認知資源配分の影響を受けることが二重課題研究に関する先行研究から予想される。そこで簡易な予備実験を実施したところ作業者の集中状態を反映する可能性が示唆されたことから、本研究課題の申請に至った。

2. 研究の目的

従来は不可能であった、不特定のPC作業に従事するオフィス勤務者の実勤務中の作業への認知資源配分の定量的推定が、本研究の最終目標である。特に、本申請課題では作業内容によって変動するため実オフィス環境への適用が困難なタスク達成時間や、個人認証で多用される認知や判断を必要としない単純な打鍵間隔のいずれでもなく、多様なタスクの中に普遍的に潜在する、言い換えると、不特定のPC作業中に繰り返し発生し定型性が高い認知プロセスであるかな漢字変換結果の確認作業に着目し、変換結果確認時間と作業への集中度の関連性を明らかにすることを研究目的とする。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、実験参加者の集中度を統制した状態でPCを用いた日本語入力作業をおこなわせ、かな漢字変換結果確認時間を分析した。

実験参加者に課す作業課題は、実際のオフィス業務に近いものであることが望ましい。しかし文章を作成する課題を課すと、文章の内容を考案するための認知負荷が影響を及ぼす可能性が排除しきれない。そこで本研究では、文章の内容を考案する必要がなく、単純な書き写しよりは認知負荷が高いと考えられる課題として、かな表記された童話を漢字を含むテキストに変換して入力する書き写しタスク選択した。課題文章は、ひらがなとカタカナおよび直接入力可能な記号で構成された童話を使用した。課題実施時には、図1に示すように1920×1080pixelの22イ

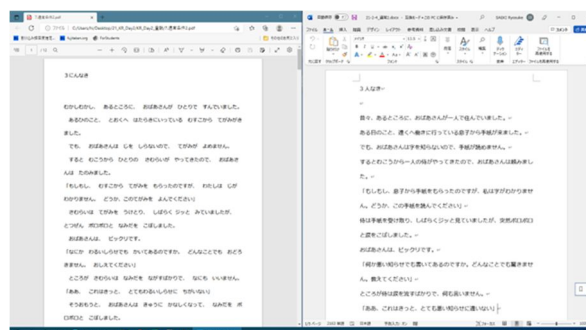


図1 実験タスク実施中の画面の例

ンチモニタの画面左半分に童話の原文を表示し、画面右側のワードプロセッサウィンドウに漢字変換後の童話を入力させた。

実験条件は、通常環境で30分間集中してタスクに取り組みさせる通常条件、主課題と同時にニュース音声を聴取して地名出現回数を計数する副課題を課す二重課題条件、ならびに昼食後に手書きでの書写によって精神疲労を誘発した後に通常条件や二重課題条件の2倍の1時間の課題を行わせる精神疲労条件の3条件とした。

実験は、倫理委員会の承認を得た後に、書面により実験参加者の同意を得て実施した。実験参加者は日本語を母国語とする大学生および大学院生16名で、かな漢字変換結果の確認を行った後に確定キーを打鍵する者のみを対象とした。実験は、課題や環境に対する学習効果を低減するために、予備的な練習を実施した後に同一内容の実験を2日間実施し、2日目のデータのみを分析対象とした。さらに、二重課題条件または精神疲労条件における主観集中度あるいは入力文字数が通常条件より上回った場合には、統制失敗として再実験を実施した。

(2) かな漢字変換結果確認時間に基づく集中度の推定が実現された時の応用として、テレワークが互いの状態を遠隔で共有可能なウェアネス共有システムおよびバーチャルオフィスシステムの開発を行った。ウェアネス共有システムは、申請者らが開発してきたWEBベースのウェアネス共有システムを基礎に、遠隔チームメンバの存在をより直感的に認知できるデザインとした。バーチャルオフィスは、直感的に会話を制御可能なように平面的なオフィスデザインを採用し、アバタの近接によってビデオ会話が始まるシステムを開発した。

4. 研究成果

(1) 実験で得られたかな漢字変換結果確認時間の分布の例を図2に示す。複数回の変換や修正を伴う変換、9文字以上の変換、200ms未満および1000ms超の結果は除外している。かな漢字変換結果確認時間は長い尾を引くような分布を示し、300~500msの範囲にピークが存在することが確認される。また、通常条件に対して、二重課題条件や精神疲労条件では分布全体が右方向にシフトしたような差異が確認される。

通常条件、二重課題条件、精神疲労条件の実験参加者ごとのかな漢字変換結果確認時間の平均値を、通常条件を基準とする散布図にしたものを図3に示す。平均かな漢字変換結果確認時間には400msから650msと大きな個人差が存在することや、大半の実験参加者で二重課題や精神疲労条件では確認時間が増加する傾向が確認できる。検定の結果は、二重課題条件では16人中8人で、精神疲労条件は11人で有意な増加が観察された。全被験者の平均値は、二重課題条件が43ms、精神疲労条件が59msで、いずれも集中条件よりも有意に増加していた。

すなわち、オフィス業務で行われる非定型な日本語入力作業において頻繁に発生し、定型性の

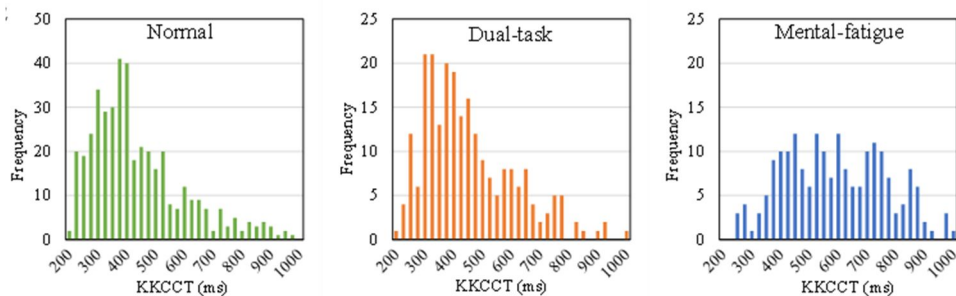


図2 通常条件、二重課題条件、精神疲労条件におけるかな漢字変換結果確認時間の分布

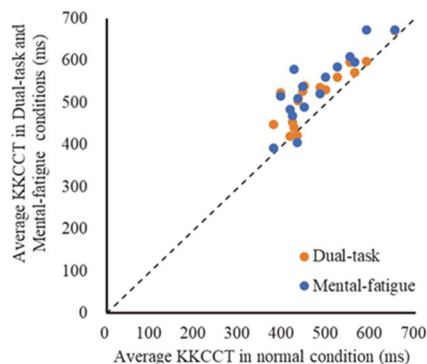


図3 通常条件と二重課題条件、精神疲労条件における実験参加者ごとの平均かな漢字変換結果確認時間の比較

高い認知タスクであるかな漢字変換の結果確認時間は、主たる作業以外の副課題や精神疲労によって集中度が低下すると増加する可能性が示された（文献 ）。

(2) 図 4 に遠隔アウェアネス共有システムならびにバーチャルオフィスシステムの動作画面の例を示す。遠隔アウェアネス共有システムはアバタの色で、バーチャルオフィスはグラフ表示によってより詳細にテレワーカーが互いの作業状況を認識できるようにした。さらに、これら 2 つのシステムを連携させることで、勤務を開始するとアウェアネスが相互に共有され、そこからバーチャルオフィスにログインすると、互いの作業状況を詳細に共有しつつ必要に応じてビデオ会話ができる一連の機能を実現した。今後は、これらのシステムとかな漢字変換結果確認時間に基づく実時間集中度推定システムを開発し連携させることによって、互いの作業を阻害せず必要に応じてコミュニケーションを取ることが可能なテレワーク支援システムの実現につなげる計画である（文献 ）。

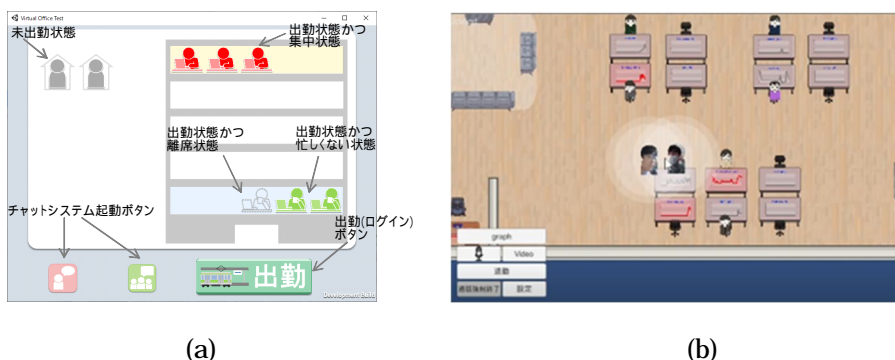


図 4 (a)遠隔アウェアネス共有システムおよび(b)バーチャルオフィスシステム

< 引用文献 >

Saeki Ryosuke, Hayashi Takeshi, Yamamoto Ibuki, Fujita Kinuya, Feasibility of Estimating Concentration Level of Japanese Document Workers Based on Kana-Kanji Conversion Confirmation Time, IEICE Transactions on Information and Systems, E107.D, 2024, 332-341

Kurosaki Kohei, Sugisawa Ryota, Fujita Kinuya, Development of Virtual Office System with Awareness-Sharing Function to Facilitate Communication Among Remote Team Members, Lecture Notes in Computer Science, 14012, 2023, 498-419

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Saeki Ryosuke, Hayashi Takeshi, Yamamoto Ibuki, Fujita Kinya	4. 巻 E107.D
2. 論文標題 Feasibility of Estimating Concentration Level of Japanese Document Workers Based on Kana-Kanji Conversion Confirmation Time	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 332 ~ 341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2023HCP0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kurosaki Kohei, Sugisawa Ryota, Fujita Kinya	4. 巻 14012
2. 論文標題 Development of Virtual Office System with Awareness-Sharing Function to Facilitate Communication Among Remote Team Members	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 408 ~ 419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-35599-8_27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Fujita Kinya, Suzuki Tomoyuki	4. 巻 12764
2. 論文標題 Feasibility of Estimating Concentration Level for not Disturbing Remote Office Workers Based on Kana-Kanji Conversion Confirmation Time	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 542 ~ 553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-78468-3_37	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shiratori Shota, Fujimoto Yuichiro, Fujita Kinya	4. 巻 E103.D
2. 論文標題 Predicting Uninterruptible Durations of Office Workers by Using Probabilistic Work Continuance Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 838 ~ 849
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2019EDP7168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasumasa Kobayashi, Yuichiro Fujimoto, Kinya Fujita	4. 巻 7
2. 論文標題 Development of E-mail Delivery Mediation System Based on Interruptibility and Its Evaluation in Daily Office Work Scenario	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 94084 - 94096
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2928696	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kentaro Takashima, Hitomi Yokoyama, Kinya Fujita	4. 巻 E102.D
2. 論文標題 Analysis of Observation Behavior of Shared Interruptibility Information among Distributed Offices: Case Study in a University Laboratory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 1808-1818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2018EDP7338	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Saeki Ryosuke, Hayashi Takeshi, Fujita Kinya
2. 発表標題 Loss of Concentration Delays Kana-Kanji Conversion Confirmation
3. 学会等名 AHFE 2023 Hawaii (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐伯怜祐, 林武志, 山本伊吹, 藤田欣也
2. 発表標題 非集中状態におけるかな漢字変換結果確認時間増加の認知科学的妥当性
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'23
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林武志, 佐伯怜祐, 日高敦仁, 藤田欣也
2. 発表標題 PC作業者の集中度と誤打鍵認知時間の関係の分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'23
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 黒崎航平, 杉澤亮太, 藤田欣也
2. 発表標題 会話要求伝達と会話可能状況共有によりオフィス外メンバに出勤を促すバーチャルオフィスの開発
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'23
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐伯怜祐, 林武志, 藤田欣也
2. 発表標題 かな漢字変換結果確認時間に基づくPC作業者の集中度推定の可能性
3. 学会等名 電子情報通信学会HIP研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kurosaki Kouhei, Sugisawa Ryota, Fujita Kinya
2. 発表標題 Development of a Virtual Office System with Awareness-Sharing Function for Facilitating Communication among Remote Team Members
3. 学会等名 HCI International 2023 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐伯怜祐, 林武志, 山本伊吹, 藤田欣也
2. 発表標題 集中度推定に向けたかな漢字変換結果確認時間の変動要因の分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'22
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒崎航平, 藤田欣也
2. 発表標題 テレワークの仮想オフィス出勤を促進するチーム内アウェアネス共有システムの検討
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'22
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐伯怜祐, 山本伊吹, 藤田欣也
2. 発表標題 PC作業時の集中度とかな漢字変換確認時間の関係の分析
3. 学会等名 第189回ヒューマンインタフェース学会研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤田欣也, 瘧師丈
2. 発表標題 PC作業者の集中度とかな漢字変換結果確認時間の関係の視線情報に基づく分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースシンポジウム'21
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fujita Kinya, Suzuki Tomoyuki
2. 発表標題 Feasibility of Estimating Concentration Level for Not Disturbing Remote Office Workers Based on Kana-Kanji Conversion Confirmation Time
3. 学会等名 HCI International 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻愛里, 鈴木知行, 藤田欣也
2. 発表標題 PC作業時の認知資源配分とかな漢字変換結果確認時間の関係の分析
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 筑井大誠, 藤田欣也
2. 発表標題 PC 作業への集中度による打鍵時間変化の可能性の検討
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	下田 宏 (Shimoda Hiroshi) (60293924)	京都大学・エネルギー科学研究科・教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	横山 ひとみ (Yokoyama Hitomi) (50638517)	岡山理科大学・経営学部・准教授 (35302)	
研究 分 担 者	辻 愛里 (Tsuji Airi) (10774284)	東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・助教 (12605)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関