

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：12611

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23330214

研究課題名(和文) 制御不能イベントと認知行動

研究課題名(英文) Uncontrollable events and cognitive behavior

研究代表者

石口 彰 (ISHIGUCHI, Akira)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号：10184508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、システムが制御不能に至る状況で発生する制御不能イベントをノイズ分散と捉え、それに対する認知過程を検討するため、様々な分散識別課題を設定した。そして、システムの固有ノイズと障害ノイズとの分散識別の閾値を測定して、分散識別過程の特性を見出した。さらに、分散識別の熟達化がシステム操作の続行を判断する意思決定過程に及ぼす効果を検討した結果、分散識別の向上は、意思決定の段階に応じて影響することが示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we interpret uncontrollable events emerging on a system up to loss of control as the variance of noise, and set up many variance discrimination tasks in order to investigate the underlying cognitive mechanism to process those events. Then, we measured variance discrimination thresholds (i.e. JND) between system's intrinsic noise and failure noise to make clear properties of the variance discrimination processes. Next, we carried out some researches to investigate the effects of expertise in the variance discrimination on decision making whether pursuing operation of the systems, and got some findings that enhancement of the ability in variance discrimination could have some influences on different aspects of the decision making.

研究分野：実験心理学

キーワード：実験心理学 分散識別 ノイズ 意思決定 熟達化

1. 研究開始当初の背景

制御不能イベント uncontrollable events は、2つの側面を持つ。1つは、「制御できない」イベントであり、もう1つは、「制御されていない」イベントである。本研究では、「制御できない」イベントに焦点を当てる。

制御不能イベントが発生したとき、人はそのイベントをどのように検出し対処し、そして、伝達するのか。また、制御不能イベントの原因をどのように推論するのか。さらに、制御不能イベントが発生したとき、その状況や課題への熟達性は、どのような影響を及ぼすのか。また、いわゆるリスク状況下での認知行動といかに関連するのか。本研究は、このような問題設定の下に、これまでの我々の研究室における情報サンプリングや知覚学習、計数認知などの研究成果と研究方法・技術を踏まえて、制御不能イベントと認知行動に関し、心理学実験とモデリング・シミュレーションを通して、検討してゆくことにした。

以下、研究開始当初考えた問題設定を系統的に説明する。

(1) 制御不能イベントの設定

既成の制御可能なシステムが、突然、あるいは漸次、すなわち時間を変数として制御不能に陥る状態が発生する制御不能イベントを設定する。たとえば、コンピュータ上で課題遂行中に、キーボードからの信号にノイズ等が参入して生じる「操作 - 応答システム」の制御不能イベント、あるいは、CRTの画素にノイズが混入して生じる画面の乱れ、すなわち、「出力システム」の制御不能イベントなどである。

(2) 制御不能イベントの認知

制御不能イベントが発生したとき、そのイベントを検出し、制御不能と判断する認知システムの特性を検討する。この点に関しては、我々の研究室の情報サンプリングに関する研究を進展させる。

(3) 制御不能イベントと学習・熟達化

本研究では、制御不能イベントの検出と因果推論に、課題や作業への学習・熟達化がどのような効果を有するのか、という問題を検討する。逐次ベイズ推論をモデルや分析の基盤とする。

(4) 制御不能イベントとリスク認知

リスク認知のように、発生確率が比較的明示的に与えられる場合との比較検討を行う。本研究では、制御不能イベントとリスクイベント、両者に対する認知行動を、モデリングとシミュレーションを通して、比較検討する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、実験的に操作可能な制御不能イベントを設定し、その下で、制御不能イベントの検出や制御不能判断等の認知特性、制御不能イベントの認知に課題や作業への学習・熟達化がどのように影響するか、

制御不能イベントとリスク認知との関係、等を明らかにし、最終的には、制御不能イベントの認知に関し総合的なモデルを構築することである。

3. 研究の方法

制御可能なシステムにおいても、様々なノイズが発生する。これをシステムの固有ノイズという。これに対して、システムが制御不能な段階に至るときに発生するノイズを障害ノイズと呼ぶ。さらに、外部のシステムの振る舞いを認知する側にも、認知システムの内部ノイズが存在する。これらを踏まえて、制御不能イベントの認知を、ノイズ識別、具体的には、「分散識別」と捉えた。そして、「操作 - 応答システム」や「出力システム」における様々な分散識別課題を設定し、標準的な固有ノイズと障害ノイズとの分散識別の閾値を測定した。さらに、分散識別の熟達化過程を組み入れ、システムの操作を続行するかどうかの意思決定過程(リスク認知過程)に熟達化がいかなる効果をもたらすかを検討

した。

以下、具体的な方法を説明する。

(1) ノイズ分散の識別

識別閾(丁度可値差異 JND)を算出する。測定法は、心理物理学的測定法の一つである恒常法あるいは適応的ベイズ推定法(実際には QUEST)を用いた。恒常法の場合には、サイコメトリック関数を導き、それを基に JND を算出した。

(2) 分散識別の熟達化過程

分散識別の学習セッションを設け、JND の段階的变化を測定した。JND がプラトーになること、あるいは理想観察者分析における統計的効率がプラトーになることを熟達化基準とした。しかし個人内変動が大きい場合、学習初期と有意に JND の低下が見られることを条件に、学習効果有りと考えた。

(3) 意思決定過程

操作を続けることの利得と損失を組み入れた課題を設定した。操作 - 応答系では、いわゆる BART 課題(Balloon Analogue Risk Task)に類似したゲーム課題を設定した。出力系ではペイオフ行列を設定し、信号検出理論を用いて観察者の判断基準を算出した。

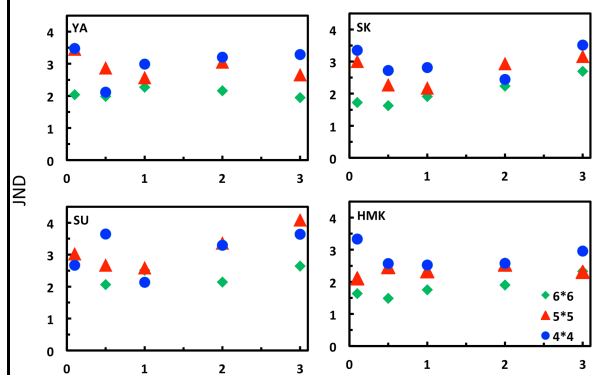
4. 研究成果

平成 23 年度の主な成果

「制御不能イベント」に関する研究セミナーを実施するとともに、システムの出力系および応答系の分散識別を基本とした課題を設定して、以下の成果を得た。

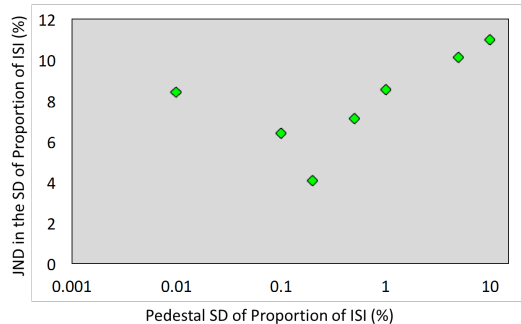
(1) 輝度分散の識別

チェッカーボードパターンに輝度変動を加え、その変動の大小を識別させた。結果、通常の分散識別と同様に、標準刺激の分散の大きさと JND との間に、認知システムの内部ノイズに帰因される、次図のような柄杓状関数形 Dipper Function が成立することが確認された。



(2) リズム分散の識別

トーン系列に時間間隔変動を加え、その変動(分散)と標準刺激の分散とを識別させた。このような聴覚系の分散識別においても、下図のような、顕著な柄杓状関数形が得られた。



(3) 操作 - 応答系の位置分散の識別課題

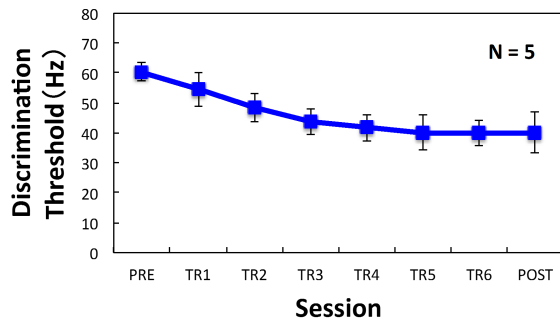
コンピュータ上のカーソルとキーボード操作との間に位置変動を導入し、その変動の大きさを識別させた。その結果、応答系においては分散の大きさとともに JND が上昇することが見られたが、柄杓状関数形が見られるかどうかは、より精査が必要であった。

平成 24 年度の主な成果

「制御不能イベント」に関する研究セミナーを継続するとともに、制御不能イベントに関する以下のような識別課題を設定し、その認知特性と熟達化過程とを実験的に検討した。

(1) ピッチ分散の識別と熟達化

1000Hz のピッチ音にノイズが加わる音系列(分散 100Hz)を基準音系列とし、QUEST を用いて、分散識別閾を求めた。このような学習セッションを繰り返し、閾値が熟達化基準に達するまで繰り返した。その結果、参加者 5 名とともに、熟達化基準に達した(次図参照)。



(2) 操作 - 応答ノイズ分散識別と熟達化

ディスプレイ上を運動する刺激（水平方向 + 上下方向のランダムウォーク）の上下位置をテンキーを使用して、一定範囲に収める課題。操作応答にノイズを加え、ノイズ分散のJNDを求めた。実験1では、分散識別が、ウェーバーの法則に従うことを確認した。実験2では、分散識別の熟達化を検討した。熟達化基準は、理想観察者の成績を基に、効率分析手法を用いて設定した。その結果、いずれの参加者ともに、熟達化基準には達しなかった。

平成25年度の主な成果

「制御不能イベント」に関する研究セミナーを継続するとともに、以下のような「制御不能イベントが発生する」状況における、熟達化と意思決定の問題を、心理実験とシミュレーションを用いて検討した。

(1) 操作 - 応答ノイズ分散識別の熟達化と意思決定

キーボード操作とそれに対するコンピュータの応答に関して、通常状態の「システム固有ノイズ」と制御不能状態の「システム障害ノイズ」の識別能力の熟達化が、障害を察知してリスクを回避するか否かの意思決定に及ぼす影響を検討した。その結果、分散識別能力は、リスク回避判断時のノイズのSDの平均と標準偏差に影響を及ぼすが、リスク回避判断課題の得点やリスク回避判断課題での回避失敗回数には効果を持たないことがわかった。

(2) 出力系としての視覚刺激特性の分散識

別精度とリスク判断の最適化

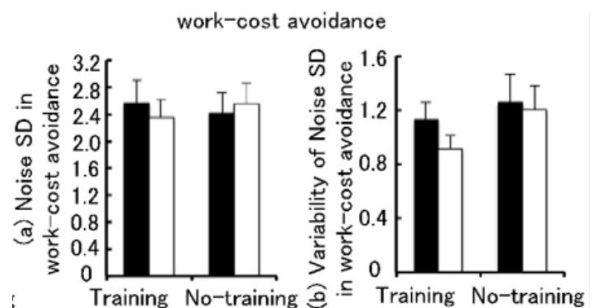
刺激画像に含まれるノイズの識別精度の熟達化と画像提示システムの障害の判断を基盤としたリスク判断課題との関係を検討した。その結果、分散識別学習はリスク判断課題のノイズ識別や判断基準に影響するが、リスク判断に伴うコストには影響せず、応答系との共通性が見出された。

平成26年度の主な成果

「制御不能イベントとリスク行動」に関する研究セミナーを開催するとともに、25年度に引き続き、以下のような、制御不能イベントが発生する状況における、熟達化と意思決定の問題を、心理実験とシミュレーションを用いて検討した。

(1) 操作応答系におけるノイズ分散識別の熟達化と2段階の操作中止判断

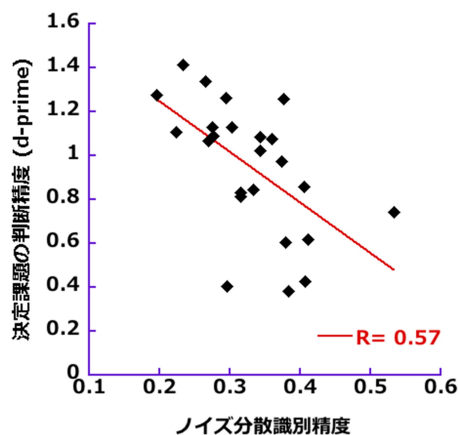
25年度までの研究に追加実験を行い、ノイズが多く含まれるシステム操作において、ノイズ分散識別能力の熟達化が操作中止判断に及ぼす影響を精査・再検討した。その結果、操作中止判断には、損失回避判断と作業コスト回避判断とが含まれることが認められ、ノイズ識別能力の向上は、後者の作業コスト回避判断に影響することが示された（次図参照）。



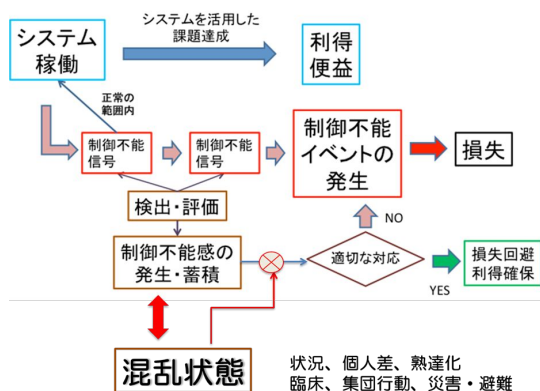
(2) 日常場面における出力系のシステムノイズの認知の熟達化と意思決定

25年度までの基礎的な研究を発展させ、コンピュータ操作時のモニター画像に輝度ノイズを混入するといった、より日常に近い制御不能イベントの設定、およびペイオフ行列を操作した。その結果、ノイズ分散識別精度

(PDV) の高い被験者は意思決定時の判断の精度が高い(次図参照) 判断基準は PDV と関連しない、最適な判断基準の選択はコストの低減に大きく寄与する、の3点が見出された。



これらの成果を踏まえて、制御不能イベントの認知とリスク行動に関する、包括的なモデルを構築した(次図参照)。



5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

上田祥代、薬師神玲子、石口彰 (2015) 操作 応答系におけるノイズ検出力と操作中止判断. *心理学研究*(印刷中), 査読有り
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jjpsy/-char/ja/>

Tokita M. & Ishiguchi, A. (2014) Comparing global and limited sampling strategies in size-averaging a set of items. *Proceedings of the 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Pp. 1604-1609 査読有り
<https://mindmodeling.org/cogsci2014/papers/280/paper280.pdf>

Tokita, M. Ashitani, Y. & Ishiguchi, A. (2013) Is approximate numerical judgment truly modality-independent?: Visual,

auditory, and cross-modal comparison. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, Pp.1852-1861 査読有り
 DOI: 10.3758/s13414-013-0526-x

Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2013) Effects of perceptual variables on numerosity comparison in 5-6-year-olds and adults. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 431, Pp.1-11 査読有り
 DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00431

Tokita M. & Ishiguchi, A. (2012) Evidence for modality-specific processes in approximate numerical comparison. *Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Pp. 2440-2445 査読有り
<https://mindmodeling.org/cogsci2012/papers/0424/paper0424.pdf>

Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2012) Behavioral evidence for format-dependent process in approximate numerosity representation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19, Pp.285-293 査読有り
 DOI: 10.3758/s13423-011-0206-6

Yakushijin, R. & Jacobs, R. A. (2011). Are people successful at learning sequences of actions on a perceptual matching task? *Cognitive Science*, 35, Pp.939-962. 査読有り
 DOI: 10.1111/j.1551-6709.2011.01176.x

Tokita, M. & Ishiguchi, A. (2011) Temporal information affects the performance of numerosity discrimination: Behavioral evidence for a shared system for numerosity and temporal processing *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, Pp.550-556 査読有り
 DOI: 10.3758/s13423-011-0072-2

[学会発表](計28件)

UEDA Sachiyo, YAKUSHIJIN Reiko, ISHIGUCHI Akira (Nov. 20th, 2014) Variance discrimination between orientation and size: Efficiencies in cross-task. *The 55th Annual Meeting of the Psychonomic Society: Long Beach (USA)*

TOKITA Midori, ISHIGUCHI Akira (Nov. 21st, 2014) Are we good at averaging sets of gaze directions? : Comparison of human and alien faces. *The 55th Annual Meeting of the Psychonomic Society: Long Beach (USA)*

YAKUSHIJIN Reiko, UEDA Sachiyo (Nov. 21st, 2014) Perception of the

hierarchy in the arm-like point light display: the effect of embedded noise. *The 55th Annual Meeting of the Psychonomic Society*: Long Beach (USA)

TOKITA Midori, ISHIGUCHI Akira (July 25th, 2014) Comparing global and limited sampling strategies in size-averaging a set of items. *The 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society*: Quebec City (CANADA)

UEDA Sachiyo, Yakushijin Reiko, ISHIGUCHI Akira (Nov.16th, 2013) Expertise in variance discrimination of 'Operation-Response Noise' influences decision-making under risk increment condition. *The 54th Annual Meeting of the Psychonomic Society*: Toronto (CANADA)

YAKUSHIJIN Reiko, UEDA Sachiyo (Nov. 15th, 2013) Perception of the focus of motion in point light display: the effect of hierarchical levels on performance. *The 54th Annual Meeting of the Psychonomic Society*: Toronto (CANADA)

KU Hyun-min, TOKITA Midori, IKEDA Masami, ISHIGUCHI Akira (Aug. 1st, 2013) Efficiency of feature detection of visual stimuli influences the proportion judgments. *The 35th Annual Conference of the Cognitive Science Society: Berlin* (Germany)

ASHITANI Yui, KU Hyun-min, ISHIGUCHI Akira (Aug. 1st, 2013) Experts in the discrimination task of the system noise increase avoidance response in the risk judgment. *The 35th Annual Conference of the Cognitive Science Society*: Berlin (Germany)

YAKUSHIJIN Reiko, UEDA Sachiyo (July 15th, 2012) Detection of focal points of hierarchical motion using point light display. *Asia-pacific conference on vision*: Incheon (Korea)

ASHITANI Yui, YAKUSHIJIN Reiko, ISHIGUCHI Akira (May 27th, 2012) Variance discrimination of empty time intervals marked by auditory tones. *24th Annual Convention in Association for Psychological Science*: Chicago (USA)

KU Hyun-min, KAMIKIHARA Sayaka, YAKUSHIJIN Reiko, ISHIGUCHI Akira (May 26th, 2012) Patterns discrimination on luminance variances in various set sizes.

24th Annual Convention in Association for Psychological Science: Chicago (USA)

TOKITA Midori, ISHIGUCHI Akira (May 26th, 2012) Little evidence of cross-modal transfer in approximate number discrimination. *24th Annual Convention in Association for Psychological Science*: Chicago (USA)

UEDA Sachiyo, YAKUSHIJIN Reiko, ISHIGUCHI Akira (May 27th, 2012) Variance discrimination of gap size between operation and visual motion feedback *24th Annual Convention in Association for Psychological Science*: Chicago (USA)

〔図書〕(計8件)

石口彰(2012)「ベイズ推論」(石口彰:監修『認知心理学演習 日常生活と認知行動』第5章 Pp.121-153) オーム社

石口彰(2012)「問題解決」(石口彰:監修『認知心理学演習 言語と思考』2章 Pp.29-62) オーム社

石口彰(2012)「推論」(石口彰:監修『認知心理学演習 言語と思考』3章 Pp.63-93) オーム社

石口彰(2012)「信号検出理論」(石口彰:監修『認知心理学演習 言語と思考』付録 Pp.164-180) オーム社

薬師神玲子、甲村美帆(2012) 認知心理学演習 視覚と記憶 オーム社

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

石口 彰 (ISHIGUCHI Akira)

お茶の水女子大学・大学院

人間文化創成科学研究科 教授

研究者番号: 10184508

(2)研究分担者

薬師神 玲子 (YAKUSHIJIN Reiko)

青山学院大学 教育人間科学部 准教授

研究者番号: 30302441

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

時田 みどり (TOKITA Midori)

上田 祥代 (UEDA Sachiyo)