

# 負荷が制約緩和に与える影響

## Effects of Working Memory Load on Constraint Relaxation in Insight Problem Solving

小田切 史士<sup>†</sup>, 小出諒<sup>‡</sup>, 鈴木 宏昭<sup>§</sup>  
Hitoshi Otagiri, Hiroaki Suzuki

<sup>†</sup>青山学院大学社会情報学研究科, <sup>‡</sup>東京大学学際情報学府<sup>‡</sup>, <sup>§</sup>青山学院大学  
Graduate School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University, Graduate School of Interdisciplinary Information  
Studies, University of Tokyo, Aoyama Gakuin University  
chrono\_brake@hotmail.co.jp

### Abstract

Previous research has revealed that burdens on working memory ironically facilitate insight problem solving, while the opposite results have also been obtained. The discrepancy might be due to the dependent variables. These previous studies mainly focused on very rough first approximate measures, such as the solution rates and/or time as dependent variables. In this study, we aimed at the effects of working memory load on insight problem solving, focusing on the rates of constraint relaxation and its time course differences that have been proved to be more sensitive to the fluctuations during insight problem solving (Suzuki & Hiraki, 2003). The results showed that burdens on phonological loop or central executive did not produce facilitative effect. However, the burdens on the different components of working memory resulted in different relaxation patterns.

**Keywords** — Insight Problem Solving, Implicit Learning, Dual Task, Working Memory

## 1. 洞察問題解決

### 1.1 創造的思考としての洞察問題解決

洞察問題解決とは非定型的な解法の発見が必要とされる問題のことで、解決者は自身の状態を適切に認識することができずにインパス（行き詰まりの状態）へと陥ってしまいがちである。

制約論的アプローチ [1][2] によれば、問題解決時には不適切な制約が初期には適応されてしまうため、解決者はインパスに陥る。しかし試行を繰り返す過程で徐々に制約の強度が緩和され、適切な操作の確率を上昇させていくことで、最終的に解決へと至る。問題解決者はこの制約の緩和を意識化出来ていないため、解決に至った際には唐突にひらめいた様な印象を伴うのだと考えられる。

### 1.2 洞察問題解決における無意識的側面

制約の緩和は無意識下で行われており、解決は主として解決者の意識を離れ、潜在的な学習によってなされていると考えられる。事実、洞察問題解決における

人間の意識と無意識には乖離が起きていることが示されている。例えば現在の解決の進行度合いに対する意識的な評価を行わせると、上手くいっていない者は自身の行為を高く見積もる一方で、解決へと向かっている者は低く評価することが報告されている [3]。また意識と行為に乖離が生じているだけではなく、無意識下の処理が意識上における処理よりも先行していることを示唆する事例も報告されている [4][5]。

また解決者の無意識に働きかけることを目的として、サブリミナルカットを挿入した動画や、Tsuchiya & Koch [6] の連続フラッシュ抑制 (Continuous Flash Suppression, CFS) を用いて、問題解決を促す画像の閾下呈示を行うと、パフォーマンスが向上することが示されている [7][8][9]。これらの事例から、人間は閾下呈示された情報を、ワーキングメモリのような何らかの記憶貯蔵庫に保持し、問題解決中に参照していたと考えられる。

潜在情報とワーキングメモリの関係を調べるために、Suzuki et al [10] は閾下情報がワーキングメモリと同じリソースを共有していたかどうかを検討した。実験はCFSによって洞察問題のヒント画像を閾下呈示する際に、閾上では干渉課題として画面に呈示される四角形的位置に対応したキーを入力するタッピング課題を行わせた。タッピング課題を行うことで、実験参加者のワーキングメモリの容量がそちらに割かれてしまう。そのため閾下情報がワーキングメモリに保持されるのであれば、容量がタッピング課題で圧迫され、保持が出来なくなると予想された。しかし結果は、閾下呈示のみを行った被験者よりも干渉課題も行った被験者の成績の方が向上するというものだった。また更には、閾下呈示は行わずにただタッピングを行っただけでも、洞察問題解決が促進されることが示された。

### 1.3 ワーキングメモリと洞察問題解決

Suzuki et al [10] の結果は、潜在的なヒント情報が無くとも、ワーキングメモリへの負荷によって、解決が促進される可能性を示唆していると考えられる。ワーキングメモリへの負荷が、課題パフォーマンスを向上させるというのは直感に反することではある。しかし、例えば不注意盲 (Inattention blindness) がワーキングメモリの負荷によって改善することが報告されており [11] , また洞察問題解決においても Ball et al [12] は解決者が自身の方略を言語化してしまうとパフォーマンスが悪化することを踏まえ [13] , 解決者の音韻ループに負荷をかけることで、内部言語化を妨害した状態で洞察課題に取り組ませたところ、パフォーマンスの向上が得られている。

その一方で、ワーキングメモリ容量と洞察問題解決の成績には正の相関が存在することや、負荷が問題解決時に干渉的に働くことを報告した事例も存在している [14][15][16] . また、高いワーキングメモリ容量は洞察・非洞察を問わない共通の性質 (例えば初期の問題表象の構築など) に貢献するが、解答や問題表象の再構築といった、洞察特有の性質に対しては妨害的に働くことを示した研究も存在しており [17][18] , ワーキングメモリの負荷や容量と洞察の関係性については、更なる検討の必要がある。

#### 1.4 負荷によるプランニングの抑制可能性

負荷の影響について、意見が分かれている理由の1つとして、行為レベルでの分析が充実していないことが考えられる。ワーキングメモリと洞察問題解決の関係性を検討した研究の多くは、「解決者数」や「解決時間」の観点から分析が行われることが多く、ワーキングメモリへの負荷が被験者の行為、即ち制約緩和の過程に対して、どのように影響を及ぼしていたのかを分析したものが少ない。制約の動的緩和理論 [2] によれば、問題解決初期には制約が作用することで、不適切なオペレータが適用されてしまう。しかし試行を重ねることでゴール制約 (現状とゴールに対するイメージの適合度合いの評価) からのフィードバックが生じ、制約の強度を更新されるため、初期制約から逸脱する確率が上昇するとされている。この一連の流れにおいて、ワーキングメモリへの負荷が、どの時点に対して影響を及ぼすのかを検討する必要がある。

負荷によって何が起こった結果、洞察問題解決を促進することが考えられるだろうか。可能性の1つとして、中央実行系がプランニングを行うのが負荷によ

って抑制され、制約の緩和が促されるというのが挙げられる。ロンドン塔課題のような非洞察的な問題解決を行う際、中央実行系に負荷をかけると、問題解決中に余計な手が増加することが報告されている [19] . またチェスの次の一手を考える際に、視空間スケッチパッドか中央実行系に負荷をかけると、思いつく手が悪化することも報告されている [20] . 制約は人間の自然な傾向性に基づいていることや [2] , 洞察へと向かっている者は自身の状況に対して、意識的な評価が低い傾向があることを踏まえると [3] , 負荷によってプランニングが抑制されることで、通常の問題解決時には傾向性にそぐわない行為や、評価の低い行為が悪手という形で増加していると考えられる。反対に洞察問題解決の場合は、制約に基づいた行為が行いにくくなり、かえって逸脱を促すことが出来ると考えられる。

そこで本研究は閾下呈示が無くとも、ワーキングメモリへ負荷をかけることが制約の逸脱を促し、その結果として洞察問題の解決を促進するかどうかについて実験を行った。実験は参加者を構音抑制群、ランダム生成課題群、統制群の三条件に分け、条件毎に異なる負荷をかけることで、洞察問題解決の成績を比較した。構音抑制とは課題の遂行中に、「あいうえお」等の言い慣れた語を繰り返し呟かせることで、ワーキングメモリ内の音声情報を保持する音韻ループを主に使用不能にすることである。対してランダム生成課題とは、一定の範囲の数字を出来るだけ多様な順番で口にさせ続ける等、ランダムな操作を行わせることで、中央実行系に負荷をかける課題である。

仮説として、ワーキングメモリに負荷をかけた被験者の問題解決中の制約の逸脱率が上昇し、成績が改善することが予想される。またランダム生成課題群に関しては、注意資源の分配などを担当する中央実行系に負荷がかかるため、プランニングを大きく抑制し、構音抑制群よりも制約の逸脱率が高まることが予想される。

## 2. 方法

### 2.1 実験参加者

青山学院大学に通う大学生および大学院生 37 名中、使用した洞察課題の経験を有する 1 名と、途中で解決を放棄した 1 名を除く、35 名を分析対象とした。その結果、統制群 11 名、構音抑制群 12 名、ランダム生成課題群が 12 名となった。

## 2.2 課題・装置

洞察課題として小出・鈴木 [21] が使用した六角形と 12 枚のコイン課題を用いた (図 1) . この課題は全ての辺に対して, それぞれ 4 枚ずつになるようにコインを配置することが求められる. 正解に至るためには辺の上ではなく, 各角に対して接するようにコインを配置し, また内と外で挟む必要がある. しかし問題解決者は, 辺の上にコインを一行に並べてしまうことから抜け出すのが容易ではないため, インパスに陥ってしまうこととなる.

課題は iPad の画面上に表示され, 大きさはコインが直径 55 ピクセル, 六角形が縦 480 ピクセル, 横 415 ピクセルだった. 各コインはドラッグによって操作することが可能となっており, 画面の下方には課題の説明文として, 「12 枚のコインを六角形の全ての辺それぞれに 4 枚ずつ並べる」ことと「コイン同士を重ねてはいけない」ことが常に表示されていた.

また数字の暗唱のタイミングを知らせる為に, デジタルメトロノームが, iPad から左に 1m 離れた位置に置かれた. メトロノームは 1 秒毎にビートを刻むように設定されていた.

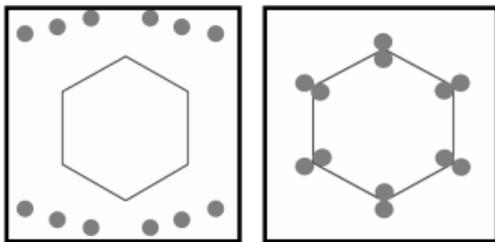


図 1 実験課題 (左図が初期状態, 右図は正解配置)

## 2.3 手続き

最初に 3 分毎に 1 分半の休憩を取る形で, 合計 9 分の挑戦時間の間に, 課題を解くことが出来るかどうかを調べることを伝えた. その後, iPad の置かれているテーブルへと実験参加者を誘導し, 課題についての説明文を音読させた. 音読終了後, 指でコインをドラッグすることで操作が可能なことと, 初期状態に戻したい場合は, リセットボタンを押せばいいことを説明した.

課題についての説明が終了後, 実験参加者を統制群, 構音抑制群, ランダム生成課題群の三つ条件のいずれ

かに振り分け, メトロノームを起動して合計 9 分間の課題挑戦時間に行う二重課題の説明を行った. 構音抑制群には音が鳴る度に 1 から 5 の数字を 1 つずつ順番に口にすることを繰り返すように指示し, ランダム生成課題群に対しては, 音が鳴る度に 1 から 5 の数字を出るだけランダムになるように意識しながら, 1 つずつ口にすることを求めた. また統制群に対しては, 音を無視するように指示を出した.

3 分毎の試行と 1 分半の休憩時間はストップウォッチで計測された. 課題挑戦時間中に, 実験参加者が正解に辿り着いたと申告した際には, ストップウォッチを一時停止した上で正誤を伝えた. この時, 解答が誤っていた場合はストップウォッチを再開し, 挑戦を継続させた.

実験終了後, 使用した洞察課題経験の有無や, 数字の暗唱を行う際に特別な工夫を行っていたか等, 実験中の様子についてのアンケート調査を行った. なお, 課題挑戦時の様子は, 参加者の顔が映らないように配慮する形で, ビデオ撮影を行った.

## 3. 結果

### 3.1 解決率・解決時間

課題の解決率において, 群間に有意な差はなかった. 解決率は統制群が 18.1% (11 人中 2 名), 構音抑制群が 25.0% (12 名中 3 名), ランダム生成課題群が 16.6% (12 人中 2 名) であった<sup>1</sup>. なお人数が少ないため, 解決時間の平均の比較は行わないが, 参考までに各群の解決時間を記すと, 統制群が 4 分 26 秒と 8 分 48 秒, 構音抑制群が 2 分 22 秒, 4 分 8 秒, 4 分 18 秒, ランダム生成群が 6 分 27 秒と 8 分 45 秒であった.

### 3.2 制約緩和率

#### 3.2.1 分析の規準

負荷の影響は解決率には見られなかったものの, 行動レベルでは制約の緩和を促していた可能性が考えら

<sup>1</sup> 正解者としてはカウントしていないが, 正解に辿り着いていた者が他に 2 名存在している. 1 名は構音抑制群の被験者で, 休憩期間中に, 口頭で正解配置を報告したため, 次の挑戦時間の際にその配置を行うように促したところ, やはり正解ではないと思い直した. もう 1 名はランダム課題生成群の被験者で, 各頂点からコインを大きく離す形で正解配置を行ったため, 各辺に触れる形に直すように促した結果, 解決に至れなくなった.

れる。そこで実験参加者がコインを操作する際に、制約の逸脱がどの程度起こっていたかについて、分析を行った。

分析にあたり、参加者がコインに指をつけて、少しでも動かした場合、その指を離すまでをもって1試行と定義した。その上で全体の平均試行数±2SDまでの範囲の試行数の参加者を分析対象とした。その結果、統制群の2名が分析対象から除外された。

指を離した時に、コインが六角形の辺の上ではなく、内側か外側に接するように置かれていた場合は、制約の緩和としてカウントした。また辺に触れずに離れているか、或いはコインの縁が辺の上に乗っていたとしても、10ピクセル程度までは誤差として許容することとした。

また小出・鈴木 [21] では制約の緩和はコインを辺の内側に並べることと、辺を挟んで辺の外側と内側とで対になるように置くことであると定義していた。しかし前者に関しては、一部の参加者から実験後のアンケートにて「外側の角に置くのが、辺に並べるというルールに違反しているように思えて、内側に置くよりも抵抗があった」という趣旨の報告を受けたのを踏まえ、制約の緩和は「内側に置いた場合」だけでなく「外側に置いた場合」、そして「内側と外側を合わせた場合」の三種類に対して分析を行った。また後者に関しては解決に至る時以外には、全くと言っていいほど発生しなかったため、今回の分析からは割愛した。

### 3.2.2 全体の制約緩和率

9分間全体の試行における「内側に置いた場合」、「外側に置いた場合」、「内と外の合計」のそれぞれ三種類の制約の逸脱率を図2に示した。辺の内側への逸脱は統制群が9.0%、ランダム生成課題群が9.6%なのに対して、構音抑制群が18.6%となり、約2倍へと高まっている。一方、外側に対してはランダム生成課題群が最も高く、それぞれ統制群が7.1%、構音抑制群が14.5%、ランダム生成課題群が23.0%であった。そして、内と外の合計に関しては負荷ありの両群が共に同程度の逸脱率を示しており、統制群のおよそ2倍にまで達している（統制群16.1%、構音抑制群32.7%、ランダム生成課題群32.6%）。

条件を独立変数、制約の緩和率を従属変数として、それぞれの逸脱率に対して、一元配置分散分析を行った。その結果、「内側に置いた場合」の制約の逸脱率において、統制群とランダム生成課題群に対する構音抑

制群の差が有意傾向であった ( $F(3,30) = 3.200, p < 0.1$ )。即ち、実験全体を通して、構音抑制群は内側への制約の逸脱が促進されていたことを示唆している。その一方で、「外側に置いた場合」と「内と外の合計」には有意差は認められなかった。

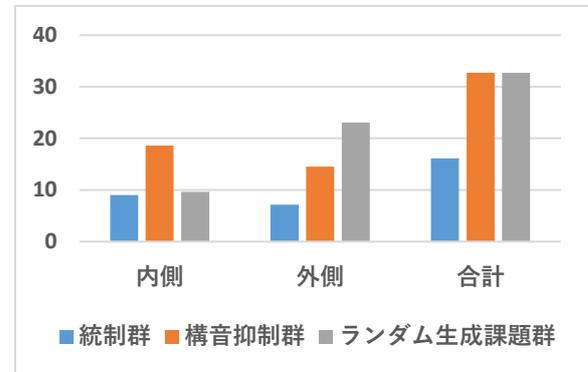


図2 制約の緩和率 (9分間)

### 3.2.3 各3分の挑戦時間における制約緩和率

3分×3回の課題解決時間を「序盤」「中盤」「終盤」と定義し、それぞれの段階における制約の逸脱率を集計した。

まず内側に関しては(図3)、構音抑制群が中盤以降において、安定して高い逸脱率となった(統制群11.3%、20.7%、14.9%。構音抑制群10.3%、22.0%、22.7%。ランダム生成課題群6.2%、11.0%、16.3%)。段階毎に参加している人数が異なるため、それぞれの段階に対して個別に一元配置分散分析を行ったところ、いずれにおいても有意差はみられなかった。

続いて図4を見ると、外側に関してはランダム生成課題群が常に高い逸脱率を示している(統制群1.4%、12.3%、8.8%。構音抑制群13.3%、13.4%、6.4%。ランダム生成課題群24.6%、22.1%、21.6%)。内側の時と同様に、一元配置分散分析を行ったところ、序盤におけるランダム生成課題群と統制群の差が有意であった ( $F(3,30) = 3.894, p < .05$ )。即ち、ランダム生成課題によって中央実行系へ負荷をかけた結果、他の条件とは異なり、問題解決の初期の時点から、外側への制約の逸脱を促していたことが示された。

「内と外の合計」においても、一元配置分散分析を行ったが、有意差はみられなかった(図5参照。なお統制群7.3%、24.3%、20.3%。構音抑制群23.7%、37.0%、31.3%。ランダム生成課題群30.9%、33.4%、38.0%)。

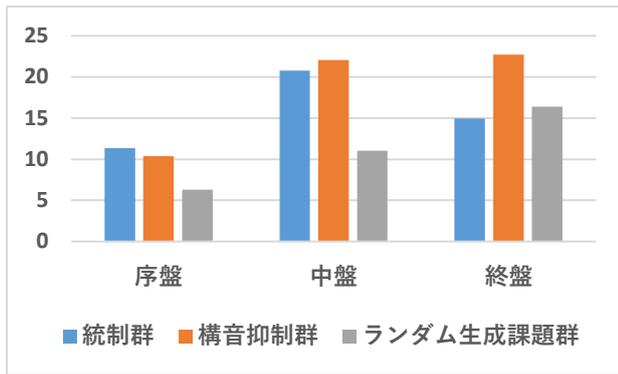


図3 各段階における内側の制約緩和率

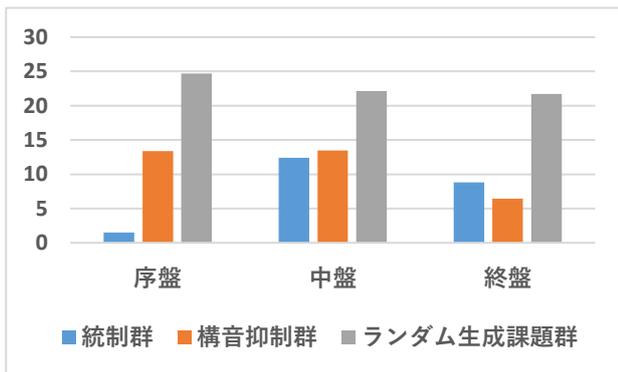


図4 各段階における外側の制約緩和率

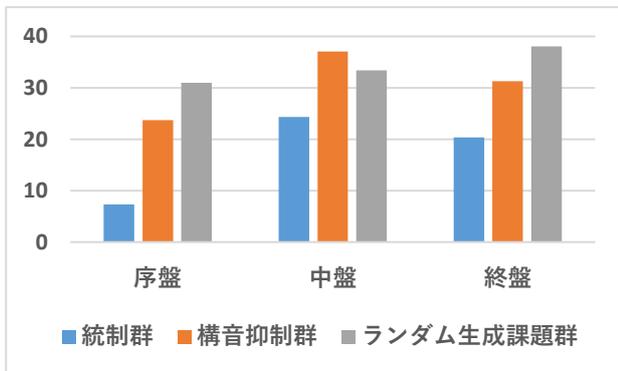


図5 各段階における制約緩和率 (内と外の合計)

### 3.2.4 ぶれの発生率

実験中、構音抑制群とランダム課題生成群にて、一度配置したコインの位置を修正する動きが度々見受けられた。また負荷有りの条件に振り分けられた一部の実験参加者から「意図した位置からコインがずれてしまい、位置を直す必要が度々あった」という旨の発言が得られている。

もし仮に負荷による影響で、コインが辺の上からずれてしまう傾向が生じていたとすれば、そのずれの度合いが大きい時には、実験参加者が意図しない形で制

約の緩和を起こしていたことになる。そこで各条件間でどの程度、コインの配置にずれが生じていたのかを集計し、その平均を比較した。基準としては一度コインを辺の上で停止させた後に、指が離れたかどうかを問わず、辺に対して垂直方向にそのコインの位置を直す動きがあった場合、ずれが生じていたとみなした。

その結果、9分間における各条件のずれの生じた割合は統制群が6.3%なのに対して、構音抑制群は18.2%、ランダム生成課題群は20.2%となり、負荷がある時には約2割程度の試行において、ずれが生じていたことが示された。条件を独立変数、ずれの発生率を従属変数として、一元配置分散分析を行ったところ、統制群に対する両群のずれの発生率が有意に高まっていた ( $F(3,30) = 10.208, p < .01$ )。

## 4. 総合考察

本研究は、洞察問題解決に取り組む際に、ワーキングメモリへ負荷をかけることで、解決が促進される可能性を検討した。具体的には実験参加者を三つの条件に分け、メトロノームの音に合わせて、構音抑制群は「1-5」の数字を機械的に繰り返させ、ランダム生成課題群はランダムに「1-5」の数字を繰り返させた。また統制群はメトロノームの音を無視して問題に挑戦させた。

結果はまず解決者数において、条件毎の差はみられなかった。また辺の内外を問わない全体の制約の緩和率に関しても、負荷のあった両群は統制群に比べて約2倍の緩和率となっていたものの、統計的には差がみられなかった。差が有意とならなかった理由としては、課題の説明文の影響が考えられる。本研究では休憩時も含めると、統制群は合計12分の間、説明文を吟味し直す機会があった。対して負荷ありの場合、負荷と並行して問題解決中に説明文を読むことは非常に困難であり、中には3分間の挑戦時間の殆どを、説明文を読み直すことに費やしてしまったという者もいた。そのため統制群に割り当てられた実験参加者の一部は、説明文を何度も読み直し、ルールについての解釈を改めることで、他よりも有利な状況となっていたと考えられる。事実、統制群の中でも緩和率の比較的高い被験者は、問題文を何度も読み直し、「六角形に対する課題だから、辺の内側の六角形の面積を利用するのではないかと判断した」、「全ての辺とあるから、対角線も含めて考えるのではないかと判断した」など、問題に

ついて再解釈していたことを報告している。

更に辺の内側と外側で制約の緩和率を分けてみると、まず内側への緩和率は、構音抑制群が高まっていたことが示唆された。また辺の外側への制約の緩和率に関しては、ランダム生成課題群が高い傾向を有しており、実際に問題解決初期においては、統計的にも有意に高まっていたことが示された。そのため解決率に差はないものの、少なくとも負荷によって制約の緩和が促されていたと考えることが出来る。

しかし今回の実験結果が、仮説通りにプランニングを抑制したものによるのかについては、いくつか疑問の余地が残されている。第一に9分間全体における辺の内外を含む制約の緩和率は、前述の様に統制群に対して約二倍へと高まっていたものの、構音抑制群とランダム生成課題群の差は殆どなかった。構音抑制群に関しては Ball et al [12] と同じく方略の内部言語化を妨げることで制約の緩和が促されていたことも考えられる。そのため同程度の緩和率となったランダム生成課題群もまた、方略に対する内部言語化が阻害されたことが原因と考えることが出来るかもしれない。しかし内側と外側のどちらかに制約の緩和が偏っていたのかを見た時に、構音抑制群は内側に偏っていた一方で、ランダム生成課題群は外側への偏りがみられた。この差異が偶然によるものとするよりも、両者の緩和を促した理由は質的に異なっていたと考える方が自然と言えるだろう。ただし、この違いが内部言語化とプランニングの抑制によるものなのかは、現時点では明確ではないため、今後更なる検討が必要である。

次に負荷によって自身の行為の制御を失っていたために、制約の緩和が起こっていた可能性が考えられる。今回、負荷有りの条件において、コインを意図した場所に置くことができずに、ずれてしまう現象が度々生じていた。ずれの度合いが大きい時には、辺に接する形で置いた状態となっていた。勿論、殆どのずれはコインの位置を多少修正する程度のことであり、ずれの発生頻度が増加することが、必ずしもイコールで制約の緩和となっているわけではなく、またその時の緩和自体は本人が意図したものではない。しかし服部・織田 [22] はメロディの同定課題を行いながら洞察問題に取り組みさせた場合、被験者が意識的には目の前にある解決のためのヒントの存在（問題文を囲む枠線の形状）には気付いていないにも関わらず、成績が向上することを示している。そのため、ずれの発生頻度が有意に高まっていたということは、毎回ではなくても制

約が緩和した状態を目にする機会を生じさせることになり、それが潜在的に評価されることで、緩和を促すヒントとなっていた可能性が考えられる。プランニングを抑制することが緩和に影響したのか、それともそれが緩和に影響していたのかは、今後検討していく必要があるだろう。

またワーキングメモリへの負荷が及ぼす影響は、使用する洞察課題の性質に左右されることも踏まえると [6]、今回の結果が使用した課題の性質による影響を受けていた可能性も否定しきれない。今後はこれらの点も踏まえて、負荷と使用する洞察課題の組み合わせ方も考慮していくことで、より詳細に検討する必要があるだろう。

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤（B）（15H02717）の助成を受けて行われた。また査読者の御二人には、本研究に関する非常に有益なご指摘を頂いた。そして被験者の募集にあたり協力をして頂いた、多くの方々に心よりの謝意を示したい。

## 参考文献

- [1] Knoblich, G., & Ohlsson, S. (1999). Constraint Relaxation and Chunk Decomposition in Insight Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **25**, 1534-1555.
- [2] 鈴木 宏昭・開一夫 (2003) 洞察問題解決への制約論的アプローチ. *心理学評論*, **46**, 211-232.
- [3] Metcalfe, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **12**, 623-634.
- [4] Siegler, R. S. (2000). Unconscious insights. *Current Directions in Psychological Science*, **9**, 79-83.
- [5] 寺井 仁・三輪 和久・古賀 一男 (2005). 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程. *認知科学*, **12**, 74-88.
- [6] Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, **8**, 1096-1101.

- [7] 西村 友・鈴木 宏昭 (2004) . 洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理. *日本認知科学会第21回大会発表論文集*, 42-43.
- [8] Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2013). Effects of subliminal hints on insight problem solving. *Psychonomic Bulletin & Review*, **20**, 790-797.
- [9] 鈴木 宏昭・福田 玄明 (2013) . 洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下ブライミングを用いた検討. *認知科学*, **20**, 353-367.
- [10] Suzuki, H., Fukuda, H., Miyata, H., & Tsuchiya, K. (2014). Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a dual task. *In Proceeding of the 36th Annual Conference of Cognitive Science Society*, 2955-2960.
- [11] De Fockert, J., & Bremner, A. J. (2011). Release of inattention blindness by high working memory load: Elucidating the relationship between working memory and selective attention. *Cognition*, **121**, 400-408.
- [12] Ball L. J., Marsh J. E., Litchfield D., Cook R. L., Booth N. (2015). When distraction helps: evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving. *Thinking & Reasoning*, **21**, 76-96.
- [13] Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 166 - 183.
- [14] Murray, M. A., & Byrne, R.M.J. (2005). Attention and working memory in insight problem solving. *Proceedings of Cognitive Science Society*, **27**, 1571-1575.
- [15] Chein, J. M., Weisberg, R. W., Streeter, N. L., & Kwok, S. (2010). Working memory and insight in the nine-dot problem. *Memory & Cognition*, **38**, 883-892.
- [16] De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, **38**, 656 - 669.
- [17] Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin and Review*, **13**, 66-73.
- [18] DeCaro, M. S., Van Stockum, C. A., & Wieth, M. B. (2016). When higher working memory capacity hinders insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **42**, 39-49.
- [19] Phillips, L. H., Wynn, V., Gilhooly, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (1999). The role of memory in the Tower of London task. *Memory*, **7**, 209-231.
- [20] Robbins, T., Anderson, E., Barker, D., Bradley, A., Fearneough, C., Henson, R., Hudson, S., & Baddeley, A.D. (1996). Working memory in chess. *Memory and Cognition*, **24**, 83-93.
- [21] 小出 諒・鈴木 宏昭 (2016). 洞察問題解決における潜在的情報処理についての生理指標を用いた検討. 2016年度日本認知科学会第33回大会発表論文集.
- [22] 服部 雅史・織田 涼 (2013). 認知的負荷が洞察をもたらすとき 洞察問題解決におけるブライミングと二重課題の効果. *日本心理学会第77回大会発表論文集*.