

# 認知過程に及ぼす時間的切迫感の影響に関する 事象関連電位研究の現状

白石舞衣子・宮谷 真人

(2005年9月30日受理)

A review of event-related potential researches concerning the influence of time pressure on cognitive processes

Maiko Shiraiishi and Makoto Miyatani

In this article we briefly reviewed the event-related potential (ERP) researches concerning the influence of time pressure on cognitive processes. First, we related some components of ERPs to substages of human information processing. Second, we introduced researches on time pressure effects on cognitive processes reflected in ERPs, especially P300 and lateralized readiness potential (LRP). P300 and LRP were assumed to reflect stimulus evaluation process and onset of motor activation process, respectively. At last, we pointed out the problems of, and discrepancies between previous studies and discussed the future direction of ERP research about time pressure effects.

Key words: time pressure, event-related potentials (ERPs), P300, lateralized readiness potential

キーワード：時間的切迫感，事象関連電位，P300，偏側性準備電位

## 1. はじめに

現代社会において、我々は時間的制約下で意思決定しなければならないことがある。例えば、集合時間に遅れそうな時の車の運転中に、歩行者が目の前に飛び出してきたとすると、ハンドルを左右のどちらに回すか瞬時に判断し、実行しなければならない。意思決定に費やす時間が十分にある場合には、難なく危険を回避することができるが、ごく短い時間で判断しなければならない場合にはミスをしてしまう可能性が高い。このような時間的制約を受けている時に、我々は時間的切迫感(time pressure: 以下、TP)を感じる。本論文では、意思決定などの活動を行う際の時間的制約の認識と、それに伴う焦り、急ぎ、慌てなどを総称してTPと呼ぶ。

Orasanu & Connolly (1993) は、自然な状況での意思決定の特徴の1つとして時間的ストレスを挙げ、TPと意思決定について次のようにまとめている。TPがあるとき、①意思決定者はハイレベルのストレスを経験し、疲弊し、熟慮を欠く、②思考がより複雑でない推論の方略を用いる方向にシフトする。また、Sharma & McKenna (2001) は、反応と次試行の刺激呈示間隔を

1000 ms から32 ms に短くすることによってTPを操作すると、中性語(GATE)よりも感情語(FAIL)に対して色判断をする時の反応時間(以下、RT)がより遅延することを示した。彼らはTPがそれ自体でストレスサーとして働くと考え、さらにTPが伴う場合には、より重要な情報に重みづけをするといった情報の選択性が増加するためにこのような現象が起きると考えた。このように、TPによって意思決定や反応選択が影響されることが示されてきた。それでは、TPは我々の認知過程のどこに対して、どのように影響を及ぼしているのだろうか。

本論文では、まず、TPが影響を及ぼすと考えられる人間の認知過程の諸段階と、それぞれの処理段階を反映する事象関連電位(event-related potentials: ERPs)成分を紹介する。次に、認知過程に及ぼすTPの影響を検討したERP研究を概観し、今後のTP研究の方向性について論じる。

## 2. 認知過程と ERPs

人間の意思決定を支える認知過程には、刺激入力か

ら運動反応出力までの情報処理の流れがあるとされ、認知（刺激評価）系と反応（運動出力）系に大別される。Wickens & Hollands (1999) によれば、ストレスの原因となるストレッサーが認知過程に対して影響を及ぼすと考えられており、そのストレッサーに TP が含まれる。TP による影響について、認知系と反応系を区別して検討することによって、より詳細に理解することが可能であると考えられる。行動指標の1つである反応時間は刺激呈示から運動反応までの経過時間であるので、認知系と反応系の両方の変動の影響を受ける。認知系と反応系の認知過程を切り離して推定するには、時々刻々と進む脳の処理活動をミリ秒単位で分析でき、またキー押しといった参加者の運動反応がない場合でもその時の処理活動を分析できる ERP を指標として用いることが有効であると考えられる。

Dien, Spencer, & Donchin (2004) は、単純な弁別課題における認知系の処理段階とそれらに関連した ERP 成分について次のように示している。第1段階は刺激登録 (Stimulus registration) の段階で、刺激事象が生じたという単純な登録であり、聴覚および視覚刺激に対して生じる外因性成分である P1 や N1 に反映される。第2段階は刺激選択 (Stimulus selection) の段階で、刺激事象が課題に関連した感覚チャンネルの一部であると、さらなる分析の対象となり、Processing Negativity (PN) が惹起される。第3段階は刺激同定 (Stimulus identification) の段階で、刺激の同一性あるいは刺激のタイプが決定される。この段階と関連する成分として、視覚性の N2 や意味的刺激に対する N400、後述する P-SR が挙げられているが、モダリティ間あるいは課題間で共通な ERP 成分は報告されていないようである。第4段階は刺激分類 (Stimulus categorization) の段階で、刺激が課題に関連したカテゴリーに分類された後の過程であり、P300 に反映される。

一方、反応系と関連する ERP 成分として、偏側性準備電位 (lateralized readiness potential: LRP) が挙げられる。LRP は反応選択時の左右の運動野の頭皮上 (C3' および C4')。C3' は C3 の 1 cm 前などのように定義される。C4' は C3' の対側) から記録された電位を加工したもので、運動準備や運動実行に密接に関連している (Coles, 1989)。さらに、Osman & Moore (1993) によれば、刺激呈示に同期した LRP は運動の活性化開始前の過程を反映し、反応に同期した LRP は運動の活性化開始後の過程を反映する。前者は刺激に対応した反応手の選択段階に関連し、後者は選択された反応手の実際の運動実行段階に関連していると考えられている。Figure 1 に刺激同期 LRP および反応同期 LRP の例を示す。

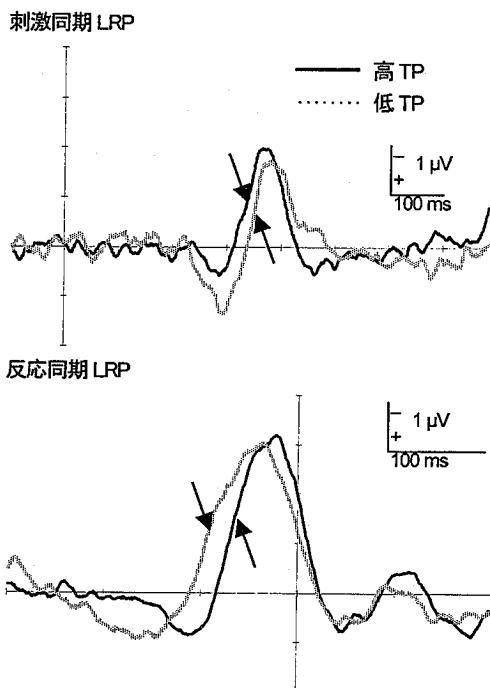


Figure 1. サイモン課題中の刺激同期 LRP および反応同期 LRP 波形。刺激同期 LRP では刺激呈示後 300 ms 後に、反応同期 LRP では反応 100 ms 前に、陰性電位 LRP がみられる。陰性電位の最大振幅の 1/2 の振幅を超えた時点をそれぞれ刺激同期 LRP 潜時および反応同期 LRP 潜時とする (図中矢印の時点が各潜時を示す)。図中縦軸は、刺激同期 LRP では刺激呈示時点、反応同期 LRP では反応時点を示す。高 TP: 刺激呈示後約 450 ms 内に反応しなければならぬ場合、低 TP: 刺激呈示後 550 ms 内に反応しなければならぬ場合。低 TP 条件よりも高 TP 条件で、刺激同期 LRP 潜時および反応同期 LRP 潜時が短くなっていることがわかる。

### 3. TP が認知系の過程へ及ぼす影響に関する ERP 研究

現在のところ、TP の認知過程への影響を検討した ERP 研究は少ない。そこで、厳密にはストレッサーとはなり得ていない研究や、スピードと正確性のトレード・オフを扱った ERP 研究も含めて概観する。

まず、認知系を反映する P300 を指標とした研究を紹介する。Kutas, McCarthy, & Donchin (1977) は、参加者に人名や単語を視覚呈示したオドボール課題を、できるだけ速やかに反応するように教示した速度重視

条件と、できるだけエラーをしないように教示した正確性重視条件との両条件下で行わせた。オドボール課題では、参加者は低頻度で呈示されるターゲット刺激に対してボタンを押し、あるいはターゲット刺激の呈示回数を数えることが求められ、その際ターゲット刺激に対してP300が惹起される。Kutas et al. (1977)は、P300潜時とRTの相関が正確性重視条件では $r=0.61$ であるのに対し、スピード重視条件では $r=0.26$ であったと報告し、刺激が完全に評価される前に反応が行われたために、スピード重視条件で相関が低くなったと考察している。さらに、統計的分析は行われていないが、P300潜時はスピード重視条件の方が正確性重視条件よりもいくらか短かった。

Pfefferbaum, Ford, Johnson, Wenegrat, & Kopell (1983)も、線分の長さの違いを弁別する課題をスピード重視条件および正確性重視条件下で実施した。さらに、スピード重視条件では基準時間(平均RT-1SD)を超えるとフィードバック音が呈示された。その結果、正確性重視条件に比べ、スピード重視条件の方がP300潜時は40ms、RTは235ms短くなった。このことから、スピード重視の教示によって、反応処理が主に影響され、刺激評価は少し短くなったと結論づけている。また、正確性重視条件よりも、スピード重視条件においてP300振幅が増大したこと、両条件間で努力や敏捷性、覚醒の程度が異なる可能性を挙げている。

Falkenstein, Hohnsbein, & Hoormann (1994)は、聴覚刺激および視覚刺激の弁別課題を異なるTP条件下で行った。TPは制限反応時間によって操作され、制限反応時間を高TP条件では350ms、中TP条件では550msとし、制限反応時間を超過するとフィードバック音が呈示された。Falkenstein et al. (1994)は、参加者別の波形や総加算平均波形において二峰性のP300が観察されることを指摘し、その一番目のピークを刺激評価に関連したP-SR、二番目のピークを反応選択(刺激と反応のマッピング)に関連したP-CRと名付けた。その結果、TPによってP-SR潜時は変化せず、中TP条件に比べ、高TP条件でP-CR潜時が短くなったことから、TPは反応選択にのみ影響し、刺激評価には影響しないと結論づけている。また、高TP下でのP300振幅の増大は、P-SRとP-CRの重複によると示唆している。

Christensen, Ivkovich, & Drake (2001)は、刺激-反応適合性(stimulus-response compatibility)課題をスピード重視条件、正確性重視条件、およびスピード・正確性重視条件(スピードと正確性を同程度重視する)下で行った。刺激-反応適合性課題では、「右」という刺激に対して右手で反応する一致条件と、逆の手で

反応する不一致条件があり、通常、不一致条件でRTが長くなり、エラーが多くなる。Christensen et al. (2001)は、正確性重視条件および不一致条件で、反応選択の指標であるP4潜時のみが遅延したと報告し、Falkenstein et al. (1994)のP-CRとP4はおそらく同一のものであるとしている。また、これまでのスピード重視条件におけるP300(P3b:純粋な知覚的機能)振幅の増大については、P3bとP4が重複したために生じたとし、Falkenstein et al. (1994)と類似した見解を示している。

#### 4. TPが反応系の過程へ及ぼす影響に関するERP研究

Osman, Lou, Müller-Gethmann, Rinckenauer, Mattes, & Ulrich (2000)は、スピードと正確性のトレード・オフのメカニズムについて、フランカー課題を用いて検討した。フランカー課題では、参加者は呈示された5つのアルファベットのうち中心のターゲット文字に対して、ボタン押しで反応した。ターゲット文字と左右の非ターゲット文字が同一である一致条件(HHHHH, SSSSS)と異なる不一致条件(SSSHS, HHSHH)があり、不一致条件でRTが長くなり、エラーが多くなる。TPは教示によって操作した。その結果、反応に同期したLRP潜時にのみTP効果がみられた。しかし、RTが短い試行と長い試行の間には、反応同期LRP潜時に違いはみられなかった。このことから、Osman et al. (2000)は、スピードと正確性のトレード・オフについて、参加者は、素早い推測(fast guess)の割合を変化させたり、主観的な反応の制限時間のタイミングを変化させたり、試行ごとに決定基準を変化させたりして調整しているのではなく、手の運動が活性化された後の運動過程を調整することによって生じていると考察している。

van der Lubbe, Jaśkowski, Wauschkuhn, & Verleger (2001)は、位置による選択課題およびサイモン課題を異なるTP条件下で参加者に行わせた。位置による選択課題では、視覚刺激が凝視点を中心とした左右のどちらかに呈示され、刺激が呈示された位置を左右のボタン押しで反応した。サイモン課題は先に述べた刺激-反応適合性課題の一種であり、視覚刺激“A”に対して右手、“B”に対して左手で反応するよう割り当てられ、視覚刺激は、位置による選択課題と同様、凝視点を中心とした左右のどちらかに呈示された。反応手の左右と刺激呈示位置の左右が一致している条件よりも、一致しない条件でRTが長くなり、エラーが多くなる。制限反応時間によってTPを操作し、高TP

条件では staircase 法により、2回連続して正しくかつ十分速やかに反応したら、制限反応時間が短くなり、課題がより困難になった。一方、エラーや遅い反応をしたら、課題がより簡単になるよう制限反応時間を長くした。低 TP 条件では、制限反応時間は600 ms で一定であった。その結果、位置による選択課題およびサイモン課題では、TP の効果（低 TP > 高 TP）が反応に同期した LRP にのみ認められ、反応実行にかかる時間が高 TP 条件で短かった。このことから、van der Lubbe et al. (2001) はより速やかに反応する、あるいはより正確に反応するという方略は、選択反応における運動の活性化開始後の処理にのみ影響を及ぼすと考察している。また、注意の定位の指標とされる ERP の 1 つである PCN (posterior contralateral negativity) の頂点潜時に、サイモン課題において小さな TP 効果が観察された。この結果は、TP が非運動過程である注意の定位に何らかの影響を及ぼす可能性を示唆している。

Sangals, Sommer, & Leuthold (2002) は、手がかり刺激 (S1) 呈示後のターゲット刺激 (S2) に対して反応する課題を用いて、S1 および S2 間の LRP を記録した。TP は先行ブロックの RT から算出された制限反応時間によって操作され、低 TP 条件、中 TP 条件、および高 TP 条件が設定された。その結果、反応前の LRP 振幅が TP によって増大した。Sangals et al. (2002) は、反応を準備する際、TP が運動準備を反応閾値近くまで増大させ、それによって素早い行動を可能にしたと結論づけている。

Rinkenauer, Osman, Ulrich, Müller-Gethmann, & Mattes (2004) は、スピードと正確性のトレード・オフが生じる処理段階について検討するために、知覚処理に基づいた意思決定過程による線分の長さ判断課題、より複雑な認知過程である語彙検索過程に基づいたドイツ語名詞の性判断課題、および課題関連情報の抽出が必要なフランカー課題を用いた。教示、6つのフィードバック、および tracking algorithm で設定される制限反応時間によって TP を操作し、正確重視条件、中程度のスピード・ストレス条件、および高スピード・ストレス条件を設定した。その結果、3課題において、刺激に同期した LRP 潜時および反応に同期した LRP 潜時に TP 効果がみられた。それまでの研究 (Osman et al., 2000; van der Lubbe et al., 2001) で報告されていた運動段階における TP 効果だけでなく、手に特有の活性化以前の知覚過程、認知過程、意思決定過程といった前運動段階においても TP の影響がみられ、スピードと正確性のトレード・オフが生じていることが示唆された。Rinkenauer et al. (2004) は、スピード・ストレス下におかれた参加者は、推測によって反応する、情

報を蓄積し反応を実行するための決定基準をコントロールする、選択した反応の再チェックをスキップもしくは縮小するなど、いくつかの方略を組み合わせて TP に適応していると論じている。

Sangals, Roß, & Sommer (2004) は、聴覚刺激 (S1) に対して左右の足で反応し、続いて呈示される視覚刺激 (S2) に対して左右の手の人差し指で反応しなければならない二重課題を用いて、TP の影響を検討した。参加者は S1 に対する反応を優先し、TP 群では S2 に対する反応をできるだけ速やかに行うよう求められ、統制群では S2 に対する反応をできるだけ正確かつ速やかに行うよう求められた。TP は教示、フィードバック、およびベースライン課題での RT によって算出された制限反応時間によって操作され、S1 および S2 間の SOA は 166 ms, 466 ms, 766 ms のいずれかであった。その結果、TP は S2 に対する反応に同期した LRP にのみ影響を及ぼしたことから、二重課題状況での TP は反応選択後の運動過程に影響するということが示された。また、TP によって S1 の前運動段階が短縮され、中枢におけるボトルネック段階での S1 および S2 に対する反応間の干渉が減少することが明らかになった。

## 5. まとめと今後の課題

これまでの TP に関する ERP 研究をまとめると、反応系に含まれる運動に関連した過程、特に反応に同期した LRP に反映されるように、反応選択が終わって、実際に反応を行う過程が TP によって影響を受けることが明らかとなっており、TP の影響の特徴であるといえる。一方、認知系に含まれる刺激評価過程に関しては、P300 に反映されるように TP の影響が一貫しておらず、明確ではない。この理由として、LRP を指標として反応系の過程に対する TP の影響を検討した研究に比べて、P300 を指標とした研究が少ないことや、課題や操作が研究間で異なることが挙げられる。また、P300 に反映される心理過程についての見解が研究者間で必ずしも一致していないことも、TP が影響を及ぼす処理段階を特定する際の問題となっている。

従来、P300 は刺激評価を反映するとされてきたのに対し、近年 P300 が知覚過程以後の過程や反応選択の過程も反映するという見解 (Falkenstein et al., 1994; Verleger, 1997) が提出されている。一方で、やはり刺激のカテゴリー分類すなわち刺激評価を反映すると考える方が適切であるとする反論 (Dien et al., 2004) も示されており、現状では結論を得ていない。現在でも認知系に及ぼす TP の影響を調べるための指標として

P300は有効であると考えられるが、他の諸過程を反映するERPも同時に測定して、同じ課題における独立変数に対する変化の異同を調べることによって、P300が反映する処理の内容を明確にしていく継続的な試みが必要であろう。

ところで、当然のことではあるが、TP研究ではTPの操作方法が重要である。多くの研究では、教示や制限反応時間によってTPを操作しているが、先に述べたようにTPがストレスラーとして情報処理過程に影響を及ぼすと想定すると、TPの操作方法にも注意を払わなければならない。まず、実験者のTPの操作が参加者のTP感を操作できているかをチェックするために、参加者の主観的な側面を測定し、検証することが必要であろう。また、TPを操作する際に、教示によって成績に応じて報酬が与えられると参加者に伝える場合がある。しかし、TPをスピードと正確性のトレード・オフを生じさせる要因というだけではなく、ストレスラーとして扱う場合には、報酬によって快感情が生起するような手続きを避ける必要があるだろう。

今後の課題として、まず、TPが意思決定を支える認知過程のどこに、どのように影響を及ぼすのか検討するために、各処理段階をターゲットにした独立変数の操作が必要である。特定の処理段階をターゲットにした独立変数の操作にตอบสนองして、TP効果に変調するならば、TPがその処理段階に影響するということが明らかにできるであろう。次に、複数の処理段階を操作する独立変数の相互作用について検討する必要がある。人間の認知過程の流れを考慮すると、各処理段階における情報処理が単独で働いているとは考えにくく、お互いに相互作用しあっていることが容易に想像できる。例えば、前の処理段階でのTP効果が後の処理段階でのTP効果に影響を与えている可能性が考えられる。TP効果に関して、処理段階全体において相互作用がみられるのか、あるいは特定の処理段階におけるTP効果は独立しているのかを検討することにより、TPの影響をより詳細に理解できるであろう。

上記のようなTP効果の検討を行う際には、複数の処理段階を反映する複数のERP成分の記録が重要である。Dien et al. (2004)が提案している認知系の処理段階とそれに対応した複数のERP成分や、反応系の処理段階に対応したLRPを同時に記録することが有効であろう。白石・宮谷(2004b)では、van der Lubbe et al. (2001)と同様のサイモン課題を高TP条件および低TP条件下で行い、P300およびLRPを記録した。その結果、P300潜時はTPの影響を受けなかったが、刺激同期LRP潜時および反応同期LRP潜時はTPの影響を受けて短縮した(Figure 1)。このことから、

サイモン課題のような刺激と反応のマッピングが難しい場合には、刺激評価過程はTPの影響を受けないが、運動反応出力過程はTPの影響を受け、短縮するということが示唆された。

さらに、課題の難易度によるTPの影響の違いを検討することも必要である。なぜなら、課題が難しくなれば、特定の過程に負荷が課され、スムーズに情報処理が行われない状況となり、それまで影響しなかったTPも影響を及ぼす可能性があると考えられるためである。白石・宮谷(2004a)では、Falkenstein et al. (1994)と同様に、弁別課題を高TP条件および中TP条件下で行った。その際、刺激の強度を操作し、刺激強度が高く、知覚的符号化がしやすい刺激(易刺激)と刺激強度が低く、知覚的符号化がしにくい刺激(難刺激)を用いて、刺激評価の難易度を要因に加えた。その結果、易刺激条件(Falkenstein et al., 1994と同様の事態)では、TPはP300潜時に影響を及ぼさなかったのに対し、難刺激条件ではTP効果がみられ、P300潜時が短縮した(Figure 2)。Falkenstein et al. (1994)では、TPは刺激評価過程に影響を及ぼさないと考えられていたが、知覚的符号化が困難で刺激評価が難しい状況では、TPによってP300潜時が短縮し、TPの影響が刺激評価にも及ぶということが示された。それに加えて、反応同期LRP潜時もTPによって短縮したことから、刺

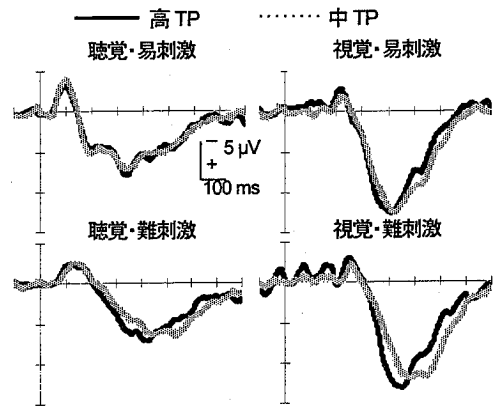


Figure 2. 弁別課題中のERP総加算平均波形。刺激呈示後400 ms付近に陽性電位P300がみられる。図中縦軸は刺激呈示時点を示す。高TP：刺激呈示後400 ms内に反応しなければならない場合、中TP：刺激呈示後550 ms内に反応しなければならない場合。陽性電位の最大振幅を示す時点をP300潜時とする。易刺激条件ではP300潜時にほとんど違いがみられないのに対し、難刺激条件では中TP条件よりも高TP条件で、P300潜時が短縮していることがわかる。

激評価過程と同時に反応準備過程も TP の影響を受けていたことが明らかとなった。このように、TP が認知過程に及ぼす影響は、課題の難易度によって異なることが示唆されており、課題の難易度を独立変数として操作することは重要であると考えられる。

白石・宮谷(2004b)は刺激と反応の適合性によって、反応選択段階の難易度を操作し、一方、白石・宮谷(2004a)は刺激強度によって、刺激評価段階の難易度を操作している。その結果、反応選択段階を操作したときには、LRP に反映される反応系の過程が TP の影響を受けて短縮した。一方、刺激評価段階を操作したときには、P300 に反映される認知系の過程が TP の影響を受けて短縮するとともに、反応系の過程も同様に短縮することが明らかとなっている。これらの結果は、特定の処理段階をターゲットにした独立変数の操作とその交互作用の分析、および複数の ERP 成分の記録が、TP 研究に非常に有効であることを示すものである。

脳内の情報処理過程に及ぼす TP の影響についての検討は、現状では用いられる課題も単純なものが多く、十分な成果を挙げているとはいいがたい。しかし、今後系統的な知見が蓄積され、日常場面での高次の認知課題における TP の影響の理解が進むことによって、ヒューマン・エラーを減少させる援助が可能になると期待できる。

## 【引用文献】

- Christensen, C. A., Ivkovich, D., & Drake, K. J. (2001). Late positive ERP peaks observed in stimulus-response compatibility tasks tested under speed-accuracy instructions. *Psychophysiology*, **38**, 404-416.
- Coles, M. G. H. (1989). Modern mind-brain reading: Psychophysiology, physiology, and cognition. *Psychophysiology*, **26**, 251-269.
- Dien, J., Spencer, K. M., & Donchin, E. (2004). Parsing the late positive complex: Mental chronometry and the ERP components that inhabit the neighborhood of the P300. *Psychophysiology*, **41**, 665-678.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., & Hoormann, J. (1994). Time pressure effects on late components of the event-related potential (ERP). *Journal of Psychophysiology*, **8**, 22-30.
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. (1977). Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science*, **19**, 792-795.
- Orasanu, J., & Connolly, T. (1993). The reinvention of decision making. In G. A. Kein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*. Norwood, NJ: Ablex, Pp. 3-20.
- Osman, A., & Moore, C. M. (1993). The locus of dual-task interference: Psychological refractory effects on movement-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 1292-1312.
- Osman, A., Lou, L., Müller-Gethmann, H., Rinkenauer, G., Mattes, S., & Ulrich, R. (2000). Mechanisms of speed-accuracy tradeoff: Evidence from covert motor processes. *Biological Psychology*, **51**, 173-199.
- Pfifferbaum, A., Ford, J., Johnson, Jr. R., Wenegrat, B., & Kopell, B. S. (1983). Manipulation of P3 latency: Speed vs. accuracy instructions. *Electroencephalography and Clinical Neuro Physiology*, **55**, 188-197.
- Rinkenauer, G., Osman, A., Ulrich, R., Müller-Gethmann, H., & Mattes, S. (2004). On the locus of speed-accuracy trade-off in reaction time: Inferences from the lateralized readiness potential. *Journal of Experimental Psychology: General*, **133**, 261-282.
- Sangals, J., Roß, L., & Sommer, W. (2004). Time pressure effects on information processing in overlapping tasks: Evidence from the lateralized readiness potential. *Acta Psychologica*, **117**, 275-294.
- Sangals, J., Sommer, W., & Leuthold, H. (2002). Influences of presentation mode and time pressure on the utilisation of advance information in response preparation. *Acta Psychologica*, **109**, 1-24.
- Sharma, D., & McKenna, F. P. (2001). The role of time pressure on emotional Stroop task. *British Journal of Psychology*, **92**, 471-481.
- 白石舞衣子・宮谷真人 (2004a) . タイムプレッシャーが反応選択における刺激評価過程に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, **22**, 187.
- 白石舞衣子・宮谷真人 (2004b) . サイモン課題における P300 と LRP に及ぼすタイムプレッシャーの影響 日本心理学会第68回大会発表論文集, 437.
- Van der Lubbe, R. H. J., Jaskowski, P., Wauschkuhn, B., & Verleger, R. (2001). Influence of time pressure in a simple response task, a choice-by-location task, and the Simon task. *Journal of Psychophysiology*, **15**, 241-255.
- Verleger, R. (1997). On the utility of P3 latency as an index of mental chronometry. *Psychophysiology*, **34**, 131-156.
- Wickens, C. D., & Hollands, J. G. (1999). Stress and Human Error. In C. D. Wickens & J. G. Hollands (Eds.), *Engineering psychology and human performance*. 3rd ed. N. J.: Prentice Hall. Pp. 480-512.