多重課題遂行時の付加作業に対する反応の個人差

○三宅晋司, 橋本正浩 (産業医大), 苗 鉄軍 (コンピュータコンビニエンス),
白石恭裕, 下山 修 (日産自動車)

Individual Differences in Responses to a Subsidiary Task during a Multi-attribute Task
Shinji Miyake, Masahiro Hashimoto (UOEH, Japan), Tiejun Miao (CCI),
Yasuhiro Shiraishi and Osamu Shimoyama (Nissan Motors, Co., Ltd.)

【はじめに】

車の運転中の携帯電話による会話やカーナビの使用などが運転操作にどのように影響するのかといった観点から、運転操作に類似した作業（主作業）を遂行中に音声提示による付加作業（経路記憶）を行わせ、その影響を検討した。

【方法】

被験者は年齢18～24歳の健康な男子大学生である。運転操作に相当する主作業は、Multi-Attribute Task Battery（燃料管理作業、トラッキング作業、計器看視作業の3重課題。以下、MATBと略記する。Comstock & Arnegard, 1992, Nygren, 1997）を用いた。付加作業は斜め方向を含む格子状の経路の交差点毎に7方向（直進、右上、右折、5時方向、7時方向、左折、左上）の進行方向のいずれかへの指示を音声で提示した。方向指示は20秒間隔で7回行い、7回の指示を与えた後、同じ指示をもう一度繰り返した。これらの音声指示は被験者の前方のスピーカから提示した。被験者へは辿った経路を記憶するように指示したが、例えば右、右、5時、左・・・というように暗記するのではなく、地図を頭に思い浮かべながら、常に自分がどの方向に向いているかを記憶するように教示した。実験終了後、直ちに最後に向いている方向を尋ねるとともに、地図上に辿った経路を再現させた。

実験手順は、5分間の安静開眼状態（REST）の記録の後、気分評価をさせた。次に5分間のMATBを行わせた（TASK1）。作業終了後、NASA-TLXによる評価を行わせ、再度気分評価をさせた。この手順をさらに2回繰り返し、2回目の作業開始後約10秒経過後から音声により方向指示を提示した。3回の作業終了後、再度、安静開眼状態（POST）で5分間の記録を行った。

作業成績は、燃料管理作業ではタンクの液量（燃料量：FUEL LEVEL）の5分間の平均値、トラッキング作業ではターゲットと照準の中心点間の距離のRMSE（Root Mean Squared Error）、計器看視作業ではイベント（赤点灯、緑消灯、ゲージ1-4振切）生起毎の反応時間を算出した（RT）。本実験ではこのうちゲージの振り切れに対する反応時間の調和平均を計器看視作業の作業成績とした。

主観指標はNASA-TLXによる主観的ワークロード、状態不安、ストレス、覚醒感、緊張・不安、怒り・敵意、抑鬱・落込、疲労、混乱、活気、親しみ

の7気分尺度を算出した（三宅, 2002）。

生理指標は心電図、脳波（Cz, Fz）、呼吸曲線、眼球運動電位、鼻尖部における組織血液量MASS、指尖脈波、心拍出量、一回拍出量SVおよび収縮時相値（前駆出期間、左室駆出時間）、前負荷、近赤外スペクトル法による左右前頭部の脳血行動態を計測し、これから各種パラメータを算出した。全てのデータは被験者内で標準得点化して解析した。

【結果および考察】

付加作業である経路記憶では、正しい最終方向を答えることができた被験者は5名、正しい経路を再現できた被験者は7名で、両方に正答した被験者は4名であった。主作業の成績では、反応時間、RMSEおよびFUEL LEVELにBLOCKの主効果が認められた。トラッキング作業および燃料管理作業では、作業を重ねる毎に成績が向上する者と、付加作業のあるTASK2で落ち込む者の2つのパターンが観察された。一方、反応時間は作業を重ねるにつれて時間が短縮されており、付加作業の影響は特に見られなかった。そこでトラッキング作業と燃料管理作業の成績の平均値を合計して、より総合的な作業成績（RMSE+FUEL LEVEL）とした。この作業成績においてもBLOCKの主効果が認められた。

NASA-TLXのPD, TD, OPはTASK1とTASK2の間に有意差は認められなかったが、MD, EF, FR, OA, RTLX, WWL, AWWLでは、付加作業のあるTASK2でTASK1およびTASK3に比べて有意に高い値が認められた。

気分尺度では、ストレス、覚醒感、状態不安、活気、疲労、混乱においてBLOCKの主効果が認められ、緊張・不安、怒り・敵意、抑鬱・落込みおよび親しみではBLOCKの主効果は認められなかった。ストレスと状態不安のTASK2において他のBLOCKに比べて有意に高い値が認められた。

生理指標では、多くの指標で付加作業のあるTASK2と付加作業のないTASK1およびTASK3との間に有意差が認められているが、安静時との間にも有意差が認められたものはSVとMASSのみであり、これらはワークロードへの感度が高い指標と思われる。一方、測定や指標算出の簡便さでは、圧倒的にMASSが簡便な指標といえる。そこでMASSを生理指標の代表として、以下の個人差の検討を行った。

作業成績では、付加作業によって主作業の作業成績が大きく損なわれる被験者と、付加作業の影響が

図1.付加作業に正答できた被験者群 (GOOD : 左) と全く正答できなかった被験者群 (POOR : 右) の個人毎の主作業成績と生理反応パターン

見られない被験者がいた。そこでワークロードの比較的良好な生理指標と考えられたMASSと主作業の作業成績を軸とする2次元平面に、TASK1 (付加作業なし) → TASK2 (付加作業あり) → TASK3 (付加作業なし) のベクトルを、被験者の付加作業の成績別に被験者毎に表示した (図1)。すなわち、付加作業である経路記憶課題において、経路の再認および最終方向のいずれかまたは両方に正答できた被験者群 (#2-#8, #11 の8名。GOOD 群。図左) と、この課題においてまったく正答出来なかった被験者群 (#1, #9-#20 の10名。POOR 群。図右。なお、#14と#16は主作業の成績が得られなかったので除外した) の2群である。また、図2に被験者群毎の平均ベクトルを示した。ただし、GOOD 群において、#8と#11は他者と非常に異なるパターンを示しているため、この2名を除外して6名の平均値を示した。GOOD 群の#4と#7は、彼らのTASK2の作業成績がTASK1よりも悪く、また、TASK3の作業成績がTASK2よりも大幅に良くなっていることから、TASK2においてリソースの配分を主作業から付加作業へ移したことが推察される。図2は被験者の平均であるが、GOOD 群においては概ねこのようなリソースの配分があったことが示唆される。すなわち、付加作業がなければ、学習効果によってTASK1よりもTASK2の作業成績が向上するはずであるが、付加作業の影響によりこのような成績向上が見られない。この図では、MASSおよび作業成績の両者にBLOCKの主効果が認められた。GOOD 群ではTASK1とTASK2の作業成績は同一であり、それらはTASK3に比べて有意に悪くなっている。MASSはTASK1, TASK2, TASK3の3BLOCKで互いに異なっている。POOR 群では、作業成績は作業を行うにつれて有意に向上しており、付加課題の影響よりは学習効果が大きく発現した可能性が示唆された。MASSはTASK2とTASK3の間に有意差は認められなかったが、それ

図2. 群別の平均反応パターン (平均値±標準誤差)

らはTASK1よりも有意に低かった。この結果より、POOR 群においてはリソースを付加作業に配分するという操作があまり行われなかった可能性が示唆された。ある意味で、GOOD 群で見られたTASK2でのMASSの振幅の大きな低下は、主作業に加えて付加作業に対しても多くのリソースを消費したこと、すなわち主課題から見れば作業遂行が殺がれた (distraction!) ことを表しているのかもしれない。

参考文献

- Comstock, J.R., & Arnegard, R.J. (1992). Multi-attribute task battery, NASA-Tech. Memorandum 104174, Hampton, VA: NASA Langley Research Center.
- 三宅晋司 (2002). 実験室実験用主観指標と精神課題プログラム S.I.M.P.L.E. について. 人間工学, 38 (特別号), 332-333
- Nygren, T.E. (1997). Framing of task performance strategies: Effects on performance in a multiattribute dynamic decision making environment. *Human Factors*, 39(3), 425-437.