

診療情報管理士受験対策 e-Learning システムの  
学習効果の測定 ー解答所要時間解析ー

新潟医療福祉大学医療情報管理学科・近藤正紀

【背景】

学習や試験の場でコンピューターを利用することが非常に増えているが、従来の紙と鉛筆によるものとコンピューター画面を利用するものとは、学習成果の定着等において違いが生ずると考えられる。

本稿では、e-Learning による学習が進むにつれて解答所要時間（以下、応答時間）にどのような変化が現れるかを明らかにし、システム側で習熟度合いを把握する方法を考察する。

【方法】

システムに残されている4年生在籍の30名の学生（以下、学習者。内合格者23名）の計81,614件のログレコードのうち、スマートフォンからのアクセス54,358件のログレコードから、各設問（以下、項目）の応答時間を算出し、学習初期（利用開始3週間程度、early）と受験直前期（受験10日前、latter）での応答時間が従う確率分布を推定する。

推定はGNU Scientific Library を利用してC言語によってプログラムを作成し、アルゴリズムは最尤推定法、反復演算の終了精度を $10^{-8}$ とする。

【結果】

スマートフォンのみもしくは主としてスマートフォンを利用して学習し、十分な数のレコードが採取できたのは18名（内、合格者14名）であった。他の学習者はPCの利用が主/PC からスマートフォンへ移行/システムの利用が少ないというケースであり、本稿の条件に当てはまらない。

図1は典型的な学習者の応答時間の分布である。応答時間はガンマ分布に従うことが最大エントロピー原理を用いて理論的に導出されている<sup>1)</sup>。母数の推定に当たっては、実試験が60分50問であることから、1分以内の応答に限定した。また、ほとんどの学習者において学習初期と受験直前期とは応答の分布が有意に異なった。

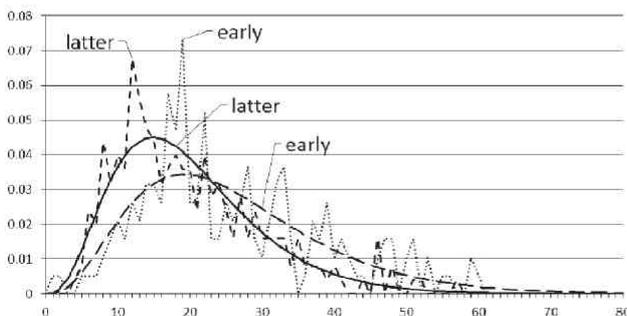


図1. ある学習者の応答時間分布と推定したガンマ分布  
図中の early 期（破線）のガンマ分布母数は  $\alpha=3.88$ ,  $\beta$

$=6.68$ , latter 期（実線）は  $\alpha=3.97$ ,  $\beta=5.01$  である。なお、ガンマ分布は以下の式で表わされる確率分布である。

$$p(x) = \frac{x^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad \Gamma(\bullet) \text{はガンマ関数}$$

【考察】

解答所要時間のモデル化についてはワイブル分布への当て嵌めが古くから行われてきたが、母数推定の計算量が大きい等、問題点が指摘されてきた。ガンマ分布への当て嵌めも、母数  $\alpha$  については数学的意味付けから明確な解釈が得られていたが、 $\beta$  については得られていなかった。植野・永岡<sup>1)</sup>は個々の項目に対する応答時間のガンマ分布への当て嵌めにおいて、二つの母数  $\alpha$  と  $\beta$  の解釈を、次のように示している。

- $\alpha$  : 思考過程の複合度
- $\beta$  : 単一思考過程の平均所要時間

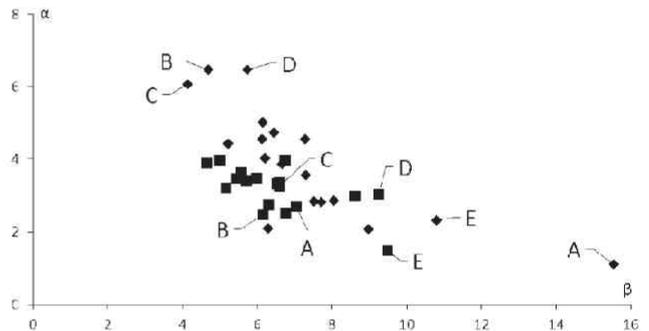


図2. ガンマ分布母数の分布

◆ : early 期 ■ : latter 期

図2は18名の学習者について、ガンマ分布の母数  $\alpha$ ,  $\beta$  を平面上にプロットしたものである。latter 期にはガンマ分布の母数がある範囲 ( $2 \leq \alpha \leq 4$ ,  $5 \leq \beta \leq 7$ ) に収斂する傾向が読み取れる。特に  $\alpha$  はその傾向が強い。前記植野らの母数の解釈を借りると、学習者の思考過程や解答行動が受験に向けて最適化されたと解釈することができる。図中A-Eで示した学習者（合格者はA-D）についてearly期からlatter期への変化は、Aは思考時間の短縮、B, C, Dは思考過程の複合度の最適化と思考時間の長期化が起こったと解釈できる。一方Eは受験向きの思考方法にうまく適応できなかったものと推測される。もちろん、分布母数が上記の収斂範囲に有っても不合格となる学習者がいることから、これだけで実試験の可否を予測することはできない。

【結論】

本稿ではe-Learning における応答時間分布の母数から、学習の習熟度合いを推定できる可能性が示唆された。

【文献】

1) 植野真臣, 永岡慶三: ガンマ分布による e ラーニング所要時間データのオンライン解析, 日本教育工学会論文誌, 29(2), 2005.