

問題 3 6 システム数理 出題意図

- I (1) 線形計画問題を正しく解けるか。
双対問題を示し，その解を求められるか。
(2) M/M/2 待ち行列の解析を正しく理解できているか。

- II (1) ジョブショップのスケジューリング問題について，数理モデルを構築できるかを評価する問題である。とくに，納期関連の評価方法の知識があり的確に解答できる数理モデルを構築できる能力を評価する。
(2) 経済的発注量を正しく導出できるかを評価する。

問題 3 6 システム数理 解答例

I (1) (a)

z	x_1	x_2	x_3	x_4	
1	-2	-3	0	0	0
	2	2	1	0	10
	-1	3	0	1	12
1	-3	0	0	1	12
	8/3	0	1	-2/3	2
	-1/3	1	0	1/3	4
1	0	0	9/8	1/4	57/4
	1	0	3/8	-1/4	3/4
	0	1	1/8	1/4	17/4

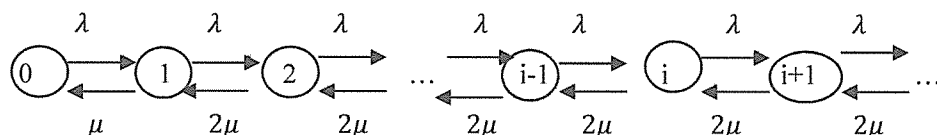
$x_1 = 3/4, x_2 = 17/4, x_3 = x_4 = 0$ のとき $z = 57/4$ で最大

(b) Minimize $v = 10\pi_1 + 12\pi_2$

subject to $2\pi_1 - \pi_2 \geq 2, 2\pi_1 + 3\pi_2 \geq 3, \pi_1 \geq 0, \pi_2 \geq 0,$

$$B = \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ -1 & 3 \end{pmatrix} \text{ とすると, 双対問題の最適解は } (\pi_1, \pi_2) = c_B B^{-1} = (2, 3) \begin{pmatrix} \frac{3}{8} & -\frac{1}{4} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} \end{pmatrix} = \left(\frac{9}{8}, \frac{1}{4}\right)$$

(2) (a)



$$\lambda p_0 = \mu p_1, (\lambda + \mu)p_1 = \lambda p_0 + 2\mu p_2, (\lambda + 2\mu)p_i = \lambda p_{i-1} + 2\mu p_{i+1} \quad (i \geq 2),$$

あるいは隣接状態間の推移に関する平衡方程式 $\lambda p_0 = \mu p_1, \lambda p_i = 2\mu p_{i+1} \quad (i \geq 1).$

(b) サービス中の客のどちらかがサービス完了するまでの時間はパラメータ 2μ の指数分布にしたがう。残った客の残りサービス時間は指数分布の無記憶性からおなじ指数分布に従う。3人の客がサービスを終了すると客 A はサービスを受け始めるので, W_A はパラメータ $(3, 2\mu)$ のアーラン分布に従う。すなわち

$$P(W_A \leq x) = 1 - \sum_{k=0}^2 \frac{(2\mu x)^k}{k!} e^{-2\mu x} \quad (x \geq 0)$$

(c) 時間 t の間に到着する客の数はパラメータ λt のポアソン分布に従う。

したがって, 全確率の式より

$$\begin{aligned} P(N_A = n) &= \int_0^\infty P(N_A = n | W_A = x) dP(W_A \leq x) = \int_0^\infty \frac{(\lambda x)^n}{n!} e^{-\lambda x} \frac{(2\mu)^3 x^2}{2!} e^{-2\mu x} dx \\ &= \frac{(n+2)!}{n! 2!} \left(\frac{\lambda}{\lambda + 2\mu} \right)^n \left(\frac{2\mu}{\lambda + 2\mu} \right)^3 \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \end{aligned}$$

II

(1)

$O_{j,k}$: ジョブ j の k 番目の通過機械番号 ($j \geq 0, k \geq 0$)

$p_{j,a}$: ジョブ j の機械 a での作業時間 ($j \geq 0, a \geq 0$)

D_j : ジョブ j の納期 ($j \geq 0$)

M : 大きな正の値

変数

$x_{j,a}$: ジョブ j の機械 a での作業開始時刻 ($x_{j,a} \geq 0$)

$c_{j,a}$: ジョブ j の機械 a での作業終了時刻 ($c_{j,a} \geq 0$)

d_j : ジョブ j の納期遅れ ($d_j \geq 0$)

z : 総納期遅れ ($z \geq 0$)

$\xi_{j1,j2,a}$: 機械 a でジョブ $j1$ の後にジョブ $j2$ が加工する場合は 1, その他は 0 となる 0-1 変数 ($\xi_{j1,j2,a} = \{0,1\}$)

η_j : ジョブ j の納期ずれが正の時 ($c_{j,A-1} - D_j \geq 0$) は 1, その他の時は 0 を取る 0-1 変数

目的関数

$$\text{Min } z = \sum_{j=0}^{J-1} d_j$$

制約条件

ジョブシヨップ・スケジューリング問題におけるジョブ割り付けの条件式

$$x_{j,O_{j,k}} \geq x_{j,O_{j,k-1}} + p_{j,O_{j,k-1}} \quad (\forall j, k, k \geq 1)$$

$$x_{j1,a} \geq x_{j2,a} + p_{j2,a} - M \xi_{j1,j2,a} \quad (\forall j1, j2, a : j1 \neq j2)$$

$$x_{j2,a} \geq x_{j1,a} + p_{j1,a} - M(1 - \xi_{j1,j2,a}) \quad (\forall j1, j2, a : j1 \neq j2)$$

$$c_{j,a} = x_{j,a} + p_{j,a} \quad (\forall j, a)$$

納期遅れ d_j を導出する制約条件式

$$M(\eta_j - 1) \leq c_{j,O_{j,A-1}} - D_j \quad (\forall j)$$

$$c_{j,O_{j,A-1}} - D_j \leq M \cdot \eta_j \quad (\forall j)$$

$$d_j \leq M \cdot \eta_j \quad (\forall j)$$

$$M(\eta_j - 1) + c_{j,O_{j,A-1}} - D_j \leq d_j \quad (\forall j)$$

$$d_j \leq -M(\eta_j - 1) + c_{j,O_{j,A-1}} - D_j \quad (\forall j)$$

(2)

(a) 在庫 0 から Q だけ発注して納入されたあと、再び在庫が 0 になるのは Q/D 期間経過したときである。連続的に一定の需要が発生することから、 Q/D 期間の平均在庫量は $Q/2$ である。また、発注 1 回あたりの費用は $C_o + C Q$ である。従って、単位時間あたりの費用 $C(Q)$ は

$$C(Q) = C_I Q/2 + (C_o + C Q)/(Q/D) = C_I Q/2 + C_o D/Q + C D \text{ となる}$$

(b) $C(Q)$ を Q で微分すると

$$\frac{d}{dQ} C(Q) = C_I/2 - \frac{C_o D}{Q^2} \text{ となり, } C(Q) \text{ は下に凸の関数であることから } \frac{d}{dQ} C(Q) = 0 \text{ となる } Q \text{ を求め}$$

$$\text{ると } \text{EOQ} = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_I}} \text{ となる.}$$

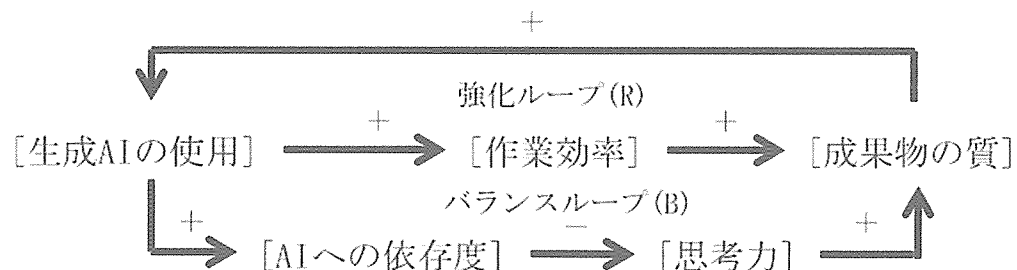
問題 37 システム経営 出題意図

- I (1) 因果ループ図の理解度および因果関係を正しく理解できているか確認する。
(2) 介入の論理性を確認することによりシステム思考の修得度を把握する。
- II (1) 組織行動における重要なテーマである動機づけについて、基本類型の 1 つである外発的動機づけの理解を問う。
(2) 組織行動における重要なテーマである心理的ストレスについて、基礎的な知識を問う。
- III マーケティングの 4P 戦略の理論と応用が理解されているかどうか評価する。
(1) マーケティングの 4P 戦略の基礎概念の理解度
(2) マーケティングの 4P 戦略の応用能力（特に会社の特徴や今後の会社のマーケティング・サービスの動向を考慮した上での分析能力）

問題 37 システム経営 解答例

I

- (1) 短期的な効率化のモデル化



【意図せざる結果（副作用）の説明】

短期的には、AI 使用による効率化が成果物の質を高め、さらなる利用を促進する正の強化サイクル (R) が機能する。しかし長期的には、AI への依存度が高まることで、自力で問題を解決する「思考力」が減退するというバランスループ(B)が作用する。結果として、人間側の思考力の低下が、AI による効率化のメリットを相殺し、最終的に成果物の質を低下させるという「能力の空洞化」という副作用が生じる。

(2) システム介入の提案

【介入策】

AI の出力結果に対し、根拠の検証と批判的な修正を義務付ける「批判的検証プロセスの導入」を提案。

【論理的説明】

この介入は、システムに「[生成 AI の使用] → (+) → [批判的検証] → (+) → [思考力]」という新しい正の経路を組み込むものである。これにより、AI を単なる「答えの出力機」としてではなく、「思考を刺激する素材」として利用させる構造に変化する。結果として、AI の使用が増えても「AI への依存度」による思考力低下を防ぐだけでなく、検証作業を通じてむしろ「思考力」を強化させることができ、持続的に「成果物の質」を向上させることが可能となる。

II

- (1) 外発的動機づけとは、報酬や罰、他者による評価や罪悪感など、個人外に原因をもつ要因によって引き起こされる動機づけである。行動自体の楽しさや興味から生じる動機づけである内発的動機づけと対照的な動機づけ類型である。外発的動機づけは、他者による影響が比較的大きく、統制が容易と言える。さらに、手段と目的の違いや、自己決定性あるいは行動の調整といった自己決定理論に基づく説明なども望まれる。
- (2) 心理的ストレスモデルに基づく、心理的ストレスとは、個人と環境（出来事、他者、集団など）の相互関係によって生じる個人内過程を中心とした全体を指すものである。個人と環境の遭遇を端緒として、個人による認知的評価（一次的、二次的）と対処のはたらきに基づいて、身体的、精神的、行動的な結果を生む可能性をもつ。直接的、短期的には認知、感情、行動、社会的関係などの面に結果が現れる。こうした過程はさまざまな環境要因と個人内要因によって影響を受ける。さらに、具体的な環境要因、個人内要因、結果などをあげた説明も望まれる。

III

(1) マーケティングの 4P 戦略

・製品 (Product) 戦略:

どのような製品を提供していくかを検討する活動である。製品、サービス、品質、デザイン、ブランド等の戦略を含む。

・プロモーション (Promotion) 戦略:

製品に関する情報を消費者との間で、いかにコミュニケーションしていくかを検討する活動

である。消費者に便益をもたらすものとして開発された製品について買ってもらようにする活動である。広告宣伝，ダイレクトマーケティング等の戦略を含む。

・流通（Place）戦略：

どのような販売ルートや提供方法で製品を消費者に届けるかを検討する活動である。

チャネル，輸送，流通範囲，立地，品揃え，在庫等の戦略を含む。

・価格（Price）戦略：

製品をどのような価格を設定して販売していくかを決定する活動である。価格，割引，支払条件，信用取引等の戦略を含む。

（２）以下の要点が整理されているかどうか評価する。

- ① 仮説思考で中長期視点から業界に及ぼす影響，環境変化を考えること。
- ② 自社のマーケティング戦略から，４Ｐの各項目に将来動向を分析すること。
- ③ 個々の４Ｐ分析項目に加えて，「製品」「プロモーション」「流通」「価格」の４項目の関連性を見ること。
- ④ 上記の分析踏まえて現在取り組むべき戦略を検討すること。

問題 38 システム管理 出題意図

I

- (1) 高齢者の心身機能特性に関する基礎知識について問いました。
- (2) 認知心理学によるヒューマンエラーの分類に関する基礎知識について問いました。

II

- (1) 重要な国際規格について問いました。
- (2) WBS に関する基礎知識について問いました。
- (3) EVM に関する基礎知識について問いました。

III

- (1) リスクマネジメントにおけるリスク対応に関する基礎知識について問いました。
- (2) リスクマネジメントに必要なリスクの特徴に関する基礎知識について問いました。

問題 38 システム管理 解答例

I

- (1) アー× イー× ウー○ エー○ オー○ カー○ キー× クー× ケー× コー○
- (2) サーM シーX スーL セーS ソーS ターX チーL ツーM

II

- (1) 1ーイ 2ーア 3ーウ
- (2) Aー④ Bー⑤ Cー② Dー③ Eー①
- (3) $CPI = EV / AC = 0.6$ $SPI = EV / PV = 0.5$

III

- (1) ①回避：リスクが発生する事象そのものを回避する（19 字）
 - ②コントロール（制御，軽減）：起こりやすさ，影響度，もしくはその両方をコントロールする（28 字）
 - ③容認（受容）：発生することを容認し事前準備を行う（17 字）
 - ④移転（共有）：第三者にリスクを移転，もしくは第三者とリスクを共有する（27 字）
- (2) 大規模地震リスクとサイバー攻撃リスクを比較すると，起こりやすさは，前者は低く，後者は高い。発生時のインパクトは，前者は高く，後者はまだ低いが増傾向にある。発生要

因的には前者は自然災害で外部要因により発生し、後者は悪意を持った意図的なもので外部要因ではあるが、内部要因の場合もある。また、直接被害として前者は物理的な被害を伴い、後者は電子的な被害を伴うが、いずれもオペレーション的な被害に波及する。(199字)