

令和2年度 秋期 応用情報技術者試験 午後問7「多言語多通貨対応両替システム」徹底復習レポート

1. 出題趣旨と組込みシステム分野の戦略的価値

応用情報技術者試験の午後試験において、「組込みシステム開発」は極めて戦略的価値の高い分野です。多くの受験者が「ハードウェアの知識が必要で難解」と敬遠しがちですが、実態は大きく異なります。IPAが公開した「出題趣旨」によれば、本問が評価しているのは以下の3点です。

- 周辺装置との通信仕様を理解する能力
- 両替機を制御するためのタスク設計能力
- それらを実装するための基礎的な計算・論理能力

IPAの講評では全体の正答率は「平均的」とされていますが、学習プラットフォーム「Stepio」が指摘するように、本分野は「仕様書を素直に読める人」にとって最大の得点源となります。専門知識の暗記よりも、問題文に提示された「レシピ（仕様）」を論理的にトレースする力が試されているからです。現代のITエンジニアにとって、物理的な制約を伴うハードウェアとソフトウェアの境界線を理解することは、堅牢なシステム設計を行う上での基礎教養であり、合格後の実務にも直結する重要な視点です。

2. システム構成と機能要素の構造的理解

本問の両替システムは、管理サーバとインターネット、そして複数の両替機で構成されています。両替機内部は「制御部」を司令塔とし、周辺装置がシリアルバスで接続された、典型的な組込みアーキテクチャを採用しています。各構成要素の役割と相互接続の関係を整理すると、以下の通りです。

構成要素名	主な役割・機能概要	接続方式と設計思想
制御部	両替機全体の統制、サーバ通信、タスク管理。	ポーリング方式の主導者。各部へ一方向的に指示。
タッチパネル	描画実行、利用者操作（座標）の通知。	制御部の指示に基づき画面を更新。
入金部	外貨の識別・格納、または返却の実行。	通貨・金種を識別し、制御部へメッセージを送信。
出金部	日本円紙幣・硬貨の払い出し。	払い出し完了後、残枚数等を制御部に報告。
印刷部	明細書の印刷および排出。	排出完了後、用紙状態等を制御部に報告。

【So What? レイヤー：設計構造の考察】 本システムは、制御部が各周辺装置に対し10ミリ秒周期で順番に通信を行う「ポーリング方式」を採用しています。この中央集権的な設計は、バス上でのマルチマスターによる競合（コンテンション）を回避し、システムの「予見

可能性」を最大化します。リアルタイム性が求められる組込みシステムにおいて、制御部がすべての状態を統制するこの構造は、信頼性担保のための極めて合理的な選択と言えます。

3. 設問1：コンポーネント間連携と状態遷移のトリガー

組込み開発では、「状態」の切り替わりと、それを外部へ報告するタイミングの論理的整合性が問われます。

(1) 状態遷移の判断トリガー

制御部が「利用可」から「両替状態」への移行を判断するのは、**入金部** から通知を受けたときです。動作概要に「1枚目の外貨紙幣を入金口に挿入したら」とあり、表2（プロトコル仕様）に照らせば、入金部から送信される**「挿入通知」**メッセージがその物理的なトリガーとなります。

(2) 管理サーバへの報告プロセス

管理サーバへ最終的な完了報告を行うには、表2の仕様に基づき以下の2つのメッセージを揃える必要があります。

- **出金通知** （出金部からの完了報告）
- **印刷通知** （印刷部からの排出完了報告）

【So What? レイヤー：設計上の意義】 「日本円の引き渡し」と「証跡（明細）の提供」という2つの物理的完了が揃って初めて、取引は正当に完結します。メッセージの受信順序が問われないのは、制御部側で両方のフラグが揃うのを待つ同期ロジックが組み込まれていることを示唆しています。これは、一部の失敗が全体のエラーに繋がる金融システムとしての整合性を維持するための、不可欠なガード条件です。

4. 設問2：リアルタイム通信における速度計算の解法

組込みシステムでは、10ミリ秒（ms）という極めて短い周期の中で処理を完結させる「タイミング制約」の克服が命題となります。

計算の前提条件

- 周期：10ms
- 1バイト = 10ビット（スタート/ストップビット含む）
- オーバーヘッド：印刷部（750 μ s）、制御部（250 μ s）
- 通信量：送信（894バイト） + 返信（6バイト） = 900バイト

ステップ別計算過程

1. **送信データ量のビット換算** 900バイト $\times$ 10ビット/バイト = 9,000ビット
2. **有効通信時間の算出（控除計算）**
 $10\text{ms} - 0.75\text{ms}(750\ \mu\text{s}) - 0.25\text{ms}(250\ \mu\text{s}) = 9\text{ms} (0.009\text{秒})$
3. **必要通信速度の導出** 9,000ビット $\div$ 0.009秒 = 1,000,000 ビット/秒

【So What? レイヤー：実務における重要性】 この計算で特に注目すべきは、処理待ち時間という「オーバーヘッド」の重みです。今回、計1ms（750 μ s + 250 μ s）の処理時間が通信枠を奪っていますが、これは全体の10%に相当します。組込み開発において **オーバーヘッ**

ドは決して無視できない要素 であり、単位変換 (ms/ μ s) やビット/バイト換算のミスが、実務ではシステムのデッドロックや致命的な遅延を招くことを強く意識する必要があります。

5. 設問3：タスク管理とタイマ処理の設計論

リソースの解放とセキュリティ維持のため、リアルタイムOSによるタイムアウト管理が重要になります。

(1) 仕様の特定 (空欄補充)

- a : 3分
- b : 両替状態を解除
- c : 両替レートの更新これらは仕様書の「両替状態となってから……3分経過した場合も、両替状態を解除する」「両替状態を解除した時に両替レートの更新を行う」という記述を正確にスキャンすることで特定可能です。

(2) タイムアウト時の解除条件 (下線①)

3分経過した際に無条件に状態を解除するのではなく、以下の条件を確認する必要があります。

- 条件：入金部の内部に外貨紙幣を1枚も格納していないこと (23文字) 【So What? レイヤー：ビジネスロジックの分析】 「3分放置による解除」と「レート更新」の組み合わせは、不正なレート固定の防止と、放置機体の自動復旧を目的としています。組込みソフトウェアは、常に「利用者が操作を中断する」という例外系を想定し、システムを安全な初期状態 (利用可) へ戻す自律性が求められるのです。

6. 設問4：ビジネスロジックの適用と境界条件の検証

システムの信頼性は、正常系のみならず境界条件における挙動で担保されます。

消去法による原因特定

問題文の状況 (格納済み91,000円、100ドル挿入、レート100円) において、入金拒否が起きた理由を、仕様にある5つの拒否条件から **消去法** で検討します。

1. 識別失敗：前提条件で「通貨・金種と認識」しており除外。
2. 格納不能：前提条件で「内部に格納できる状態」であり除外。
3. 1円未満：追加される10,000円を含めれば1円以上であり除外。
4. 組合せ不可：前提条件で「全金種10枚以上保持」しており除外。残る条件は一つです。

日本円額の合計 (91,000 + 10,000 = 101,000円) が10万円を超える

したがって、解答は**「日本円額の合計が10万円を超えるから」**となります。

【So What? レイヤー：ビジネスへの影響】 10万円という上限は、出金部の物理的キャパシティや防犯上の運用限界に基づいた「ガード条件」です。エンジニアは、単なるコードの正しさだけでなく、こうしたビジネス上の制約がどの仕様に紐付いているかを読み解く「仕様読解力」を備えなければなりません。

7. 学習の総括と実践的攻略ガイド

本問の復習を通じて、組込みシステム攻略の核心は「複雑な事象をシンプルな仕様の積み重ねとして解体すること」にあると理解できたはずです。今後の対策として、以下の3つのアクションを徹底してください。

1. **「状態」と「イベント」の相関を可視化する** 何がきっかけ（挿入通知など）で、どの状態に移行するかを余白にメモする習慣をつけましょう。
2. **物理的制約（オーバーヘッド・単位）を計算に組み込む** 組込み特有の単位変換や処理待ち時間は、全体のパフォーマンスを左右する「非機能要件」の核心です。
3. **仕様を「絶対的な法」として素直に読み解く** 自分の常識で補完せず、問題文に書かれた条件を消去法などで丁寧に検証してください。IPAが示す通り、本分野の難易度は決して高すぎるものではありません。仕様を素直に読む姿勢さえあれば、組込みシステムはあなたの強力な得点源となります。本レポートで示した論理的アプローチを武器に、自信を持って次の課題へ挑戦してください。