

沈黙するシステム

User Setting Area
Semaphore

～応用情報技術者試験 午後問7「設問2」動作停止メカニズムの完全解明～



UI Task

Recording Task

Audio Data Area
SemaphoreCPU STATUS: IDLE (SYSTEM HALT)
THREAD STATE: DEADLOCK DETECTED
SEMAPHORE STATUS: LOCKED/UNRELEASEDCPU STATUS: IDLE (SYSTEM HALT)
THREAD STATE: DEADLOCK DETECTED
SEMAPHORE STATUS: LOCKED/UNRELEASED
TIME STAMP: 00:04:32.500

なぜ2つのタスクは突如としてフリーズしたのか？
OSの挙動から紐解く、致命的なタイミングの連鎖

システムの登場人物と絶対的な「優先度」の法則

✖ タスク名: UIタスク

- ・役割: 利用者操作の受付、LCDへの録音詳細情報(時間・残量)表示

優先度:【高】



System Rule: OSは常に優先度の高いタスクの実行を最優先する。

✖ タスク名: 録音タスク

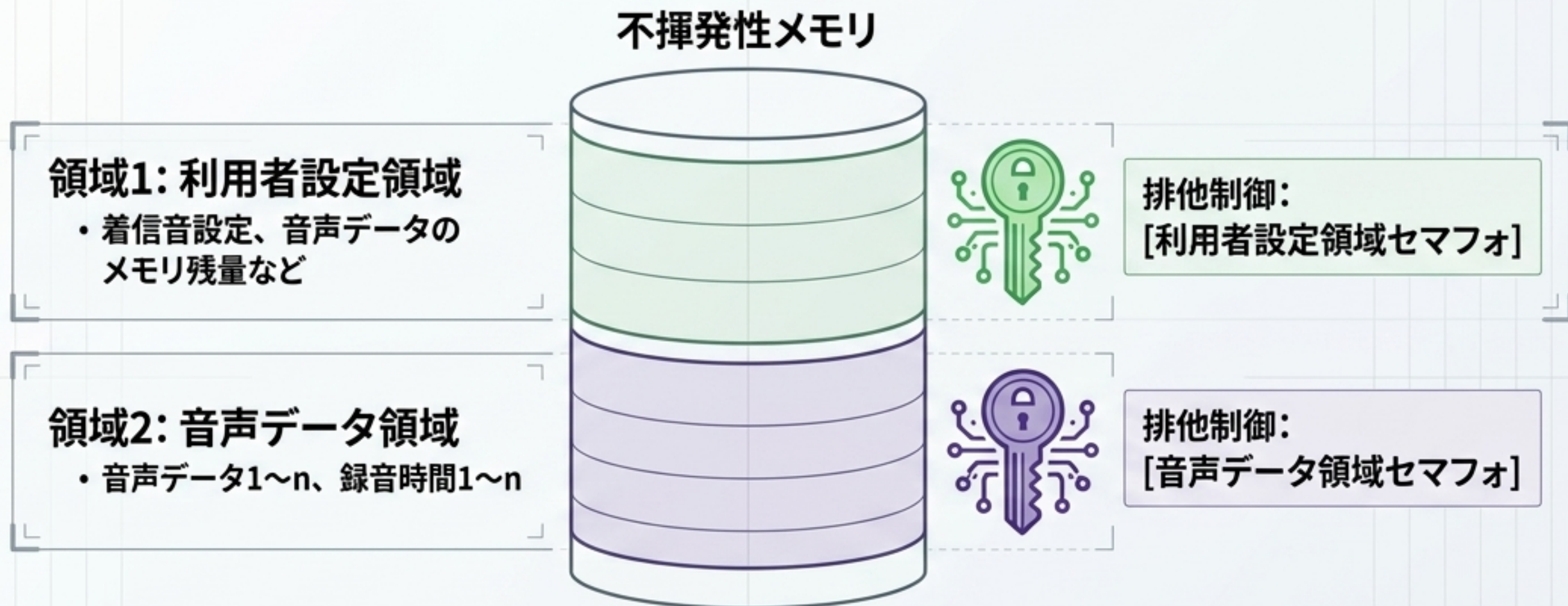
- ・役割: デバイス制御、音声データのエンコードと不揮発性メモリへの保存

優先度:【低】



System Rule: 優先度【高】のタスクが実行可能な状態になると、即座に処理を譲らなければならない。

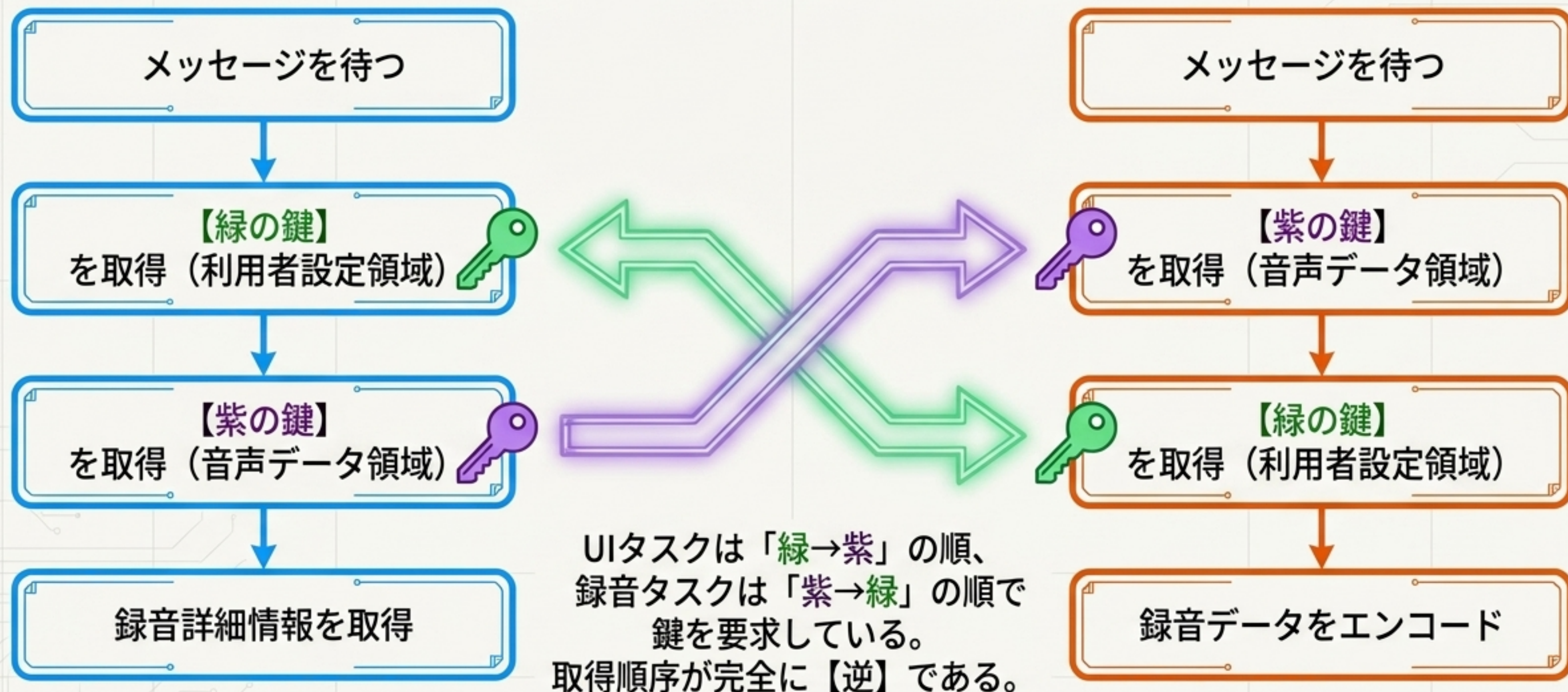
共有リソースへのアクセス権を管理する2つの「鍵」



Rule of Semaphores (排他制御の原則)

どちらのタスクも、メモリ領域にアクセスするためには対応する「鍵」を取得しなければならない。
鍵は各領域に1つしかなく、他方が使用中の場合は「待ち状態 (Wait)」となる。

アーキテクチャに潜む伏線：非対称なロック順序



運命の分岐点：設問2の条件「タイミング（ア）」



- > EXECUTION TRACE INITIATED...
- > BREAKPOINT: (ア) Reached
- > TRIGGER: Message sent to UI Task
- > STARTING STEP-BY-STEP SIMULATION...

次スライドより、OSの視点でシステム内部の挙動をコマ送りで検証する。

Trace Step 1: 録音タスクの先行実行

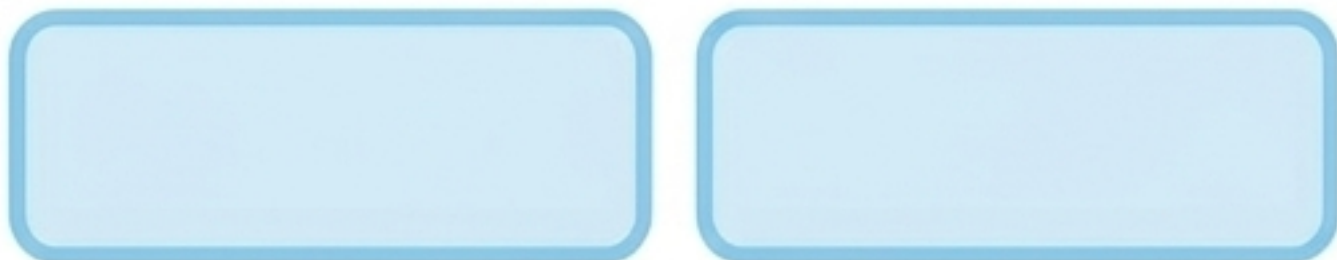
System Execution Dashboard

Active CPU: [録音タスク] が実行中

UIタスク (優先度: 高)

状態: 待機中 (Waiting)

所持している鍵: なし



録音タスク (優先度: 低)

状態: 実行中 (Running)

所持している鍵: [紫の鍵]



優先度の低い録音タスクが処理を進め、最初に必要となる「紫の鍵」を正常に確保した。
ここまでは、ごく一般的なシステムの挙動である。

Trace Step 2: メッセージ送信と「横取り (プリエンプション)」

System Execution Dashboard

コンテキストスイッチ発生!

Active CPU: [UIタスク] へ強制切替

UIタスク (優先度: 高)

状態: 実行中 (Running) に昇格

所持している鍵: なし

メッセージ送信
(タイミングア)

録音タスク (優先度: 低)

状態: 実行可能 (Ready) に一時停止

所持している鍵: [紫の鍵] を握ったまま



(ア) のタイミングでメッセージが送信された瞬間、OSは「優先度」の絶対ルールに従う。
紫の鍵を持ったままの録音タスクは一時停止させられ、UIタスクに制御が奪われる。

Trace Step 3: UIタスクの進行と、最初の「壁」

System Execution Dashboard

Active CPU: [UIタスク] が実行中

UIタスク（優先度: 高）

状態: 待ち状態 (Wait) へ転落

所持している鍵: **緑の鍵**



Access Denied

録音タスク（優先度: 低）

状態: 待機中 (Ready)

所持している鍵: **紫の鍵**



UIタスクは順調に**緑の鍵**を取得するが、次に必要な**紫の鍵**は、眠らされている録音タスクが握りしめている。UIタスクは紫の鍵が空くまで、自ら「待ち状態」に入らざるを得ない。

Trace Step 4: 制御の返還と、致命的な手詰まり

System Execution Dashboard

Active CPU: [録音タスク] に処理が戻る

UIタスク（優先度: 高）

状態: 待ち状態 (Wait)

所持している鍵: [緑の鍵]



SYSTEM HALT

Access Denied

録音タスク（優先度: 低）

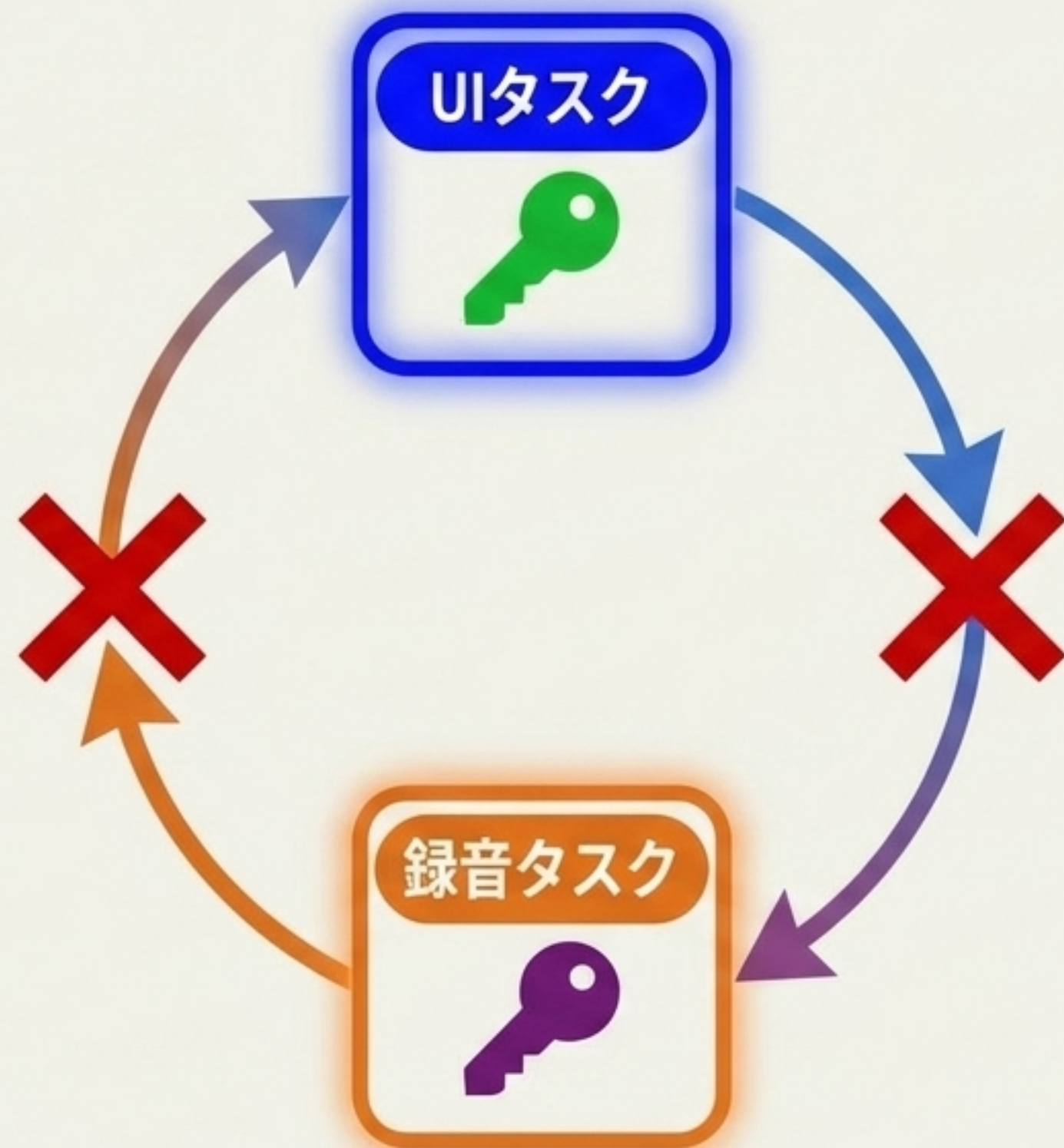
状態: 待ち状態 (Wait) へ転落

所持している鍵: [紫の鍵]



CPUが録音タスクに戻った。しかし、録音タスクが次に進むために必要な「**緑の鍵**」は、先ほどまで動いていたUIタスクが握ったままである。録音タスクもまた、身動きが取れなくなる。

結論：閉ざされたシステムループ



この現象の正体とは？

双方が互いの持つ「鍵」の解放を待ち合い、永久に処理が進まない状態に陥った。これはOS理論における典型的な不具合である。

【問2】 UIタスク及び録音タスクがともに動作しなくなった原因を30字以内で述べよ。

読者への挑戦: この図表が示すシステムの悲鳴を、あなたはどう言語化するだろうか？