

「組み込み開発用テスト自動化環境」作製のウラ話 ～はじめやすく、つづけやすく、ひろげやすい自動テストってなんだろう？～

はじめに

アジェンダ

- 組込み開発における自動化の苦勞と課題
- 課題に対してどんなアプローチをしたか
- SmallStartするためのポイント
- SmallStartによるメリット
- 自動化の事例紹介
- 今後の課題とまとめ



会社概要



2020年12月
ソフトウェアデザインセンター
を新たに開設しました。

ワークスタイルの多様化に合わせ、
高集中、対話、情報整理、知識共有、
アイデア出し、リチャージなど
用途に合わせて様々な活用が可能な
リラクセスできる
コミュニケーションスペースです。

社名 ハートランド・データ株式会社

代表取締役社長 落合 亮

設立 1982年1月18日

資本金 3,200万円

従業員数 73名(2023年7月期)

事業内容 開発サポートツール開発/販売、SW/HW受託開発、
テスト自動化関連サービス、機能安全関連サービス、
テクニカルソーシング等

国内拠点 栃木県足利市

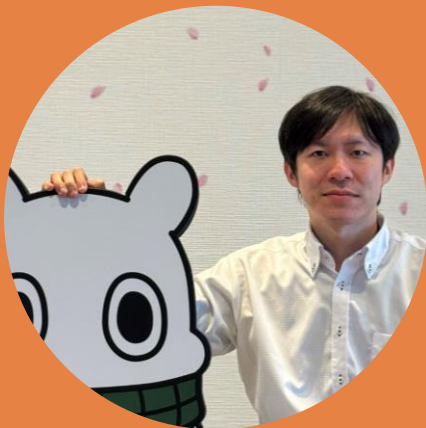
海外パートナー
ドイツ : Method Park by UL Solutions
アメリカ : Beyond Security
韓国 : MDS Tech、MOASOFT
中国 : Trinity Technologies
イスラエル : Cybellum Technologies
インド : WINIX Technologies



自己紹介

ブースにいます

塚原 智也



テストソリューションズ課
副主任

約6年間、テストの効率改善・
テストツール開発に従事。
自動化ツール開発Pjリーダー。

趣味: 謎解き(リアル脱出)

嘉久和 翔



テストソリューションズ課
技師

組込み向けテスト自動化ツール
の開発に従事。
主にツールのFW開発を担当。

趣味: FPSゲーム(歴浅いけど..)

小泉 友昂



テストソリューションズ課
課長

多くの開発案件でPMとして
チームを牽引。現在は、組込み
向けテスト自動化の推進を行う。

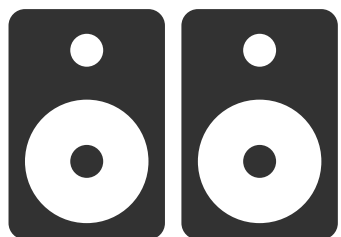
趣味: キャンプ、サッカー



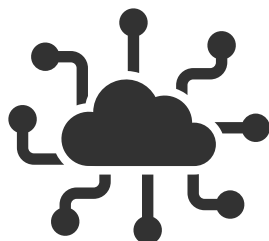
これまでの取り組み

HLDC自動化の取り組み

受託開発プロジェクトでのテスト自動化



ネットワーク
オーディオ機器開発



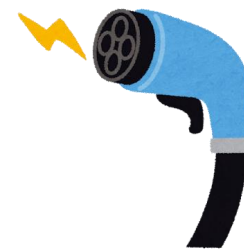
IoT機器開発

受託開発にて自動テストを実施し、
テストを効率化

テスト自動化環境の受託開発



家電製品の
テスト自動化環境
開発



充電プラグの
テスト手順の
半自動化

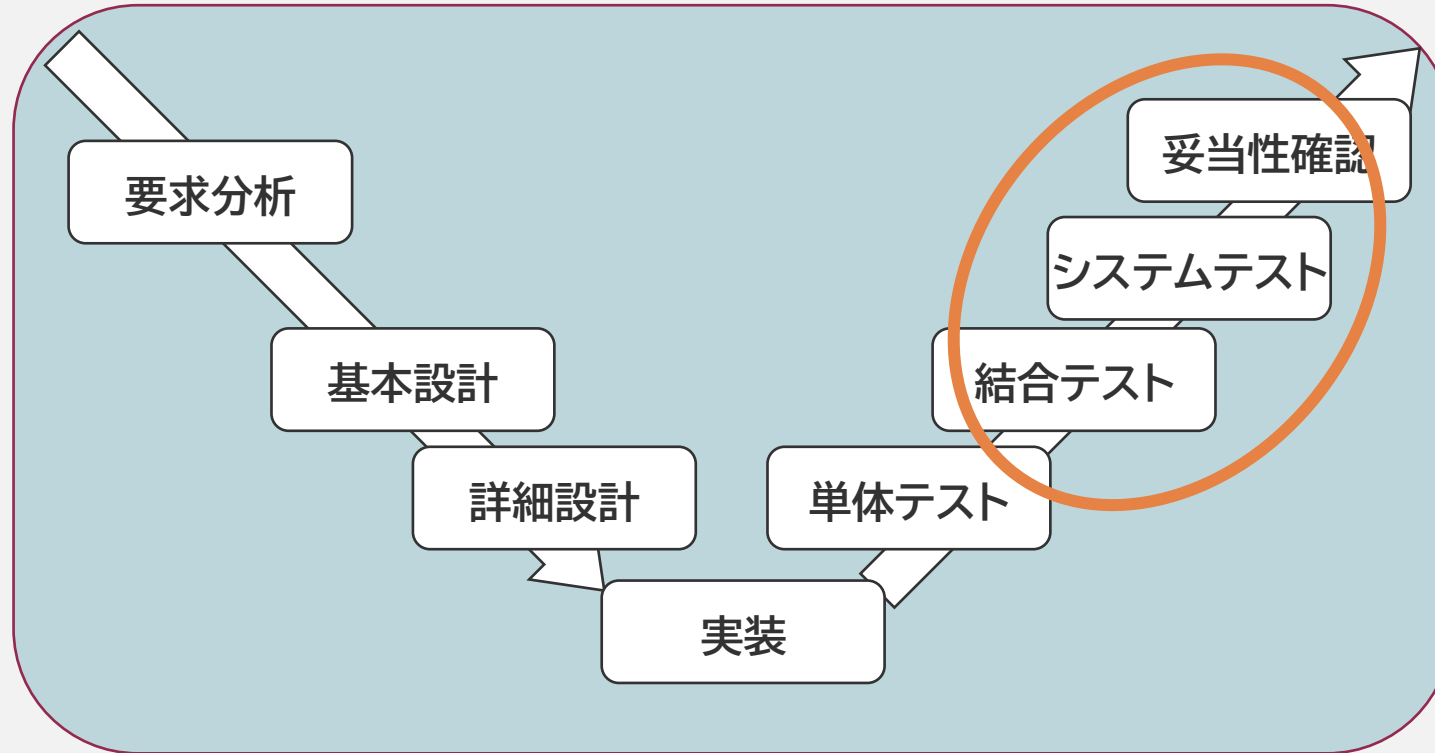


チケット券売機の
不具合再現の
効率化

開発製品や実施しているテストに合わせて
テスト自動化環境を開発

HLDC自動化での対象フェーズ

組込み機器のテスト自動化は
システムテスト～妥当性確認が大変



実際のハードウェア/テスト基板を使用したテストを
自動化しなければならない

組み込み機器の従来の手動テスト

手動で周辺装置を操作しなければならない
手間と時間がかかる

スイッチを手で押す



スイッチ

手動で距離を変えて
電圧値を変化させる



距離センサ

マイコンに入力される回転数を
手動で設定する



治具

ロジック信号



アナログ信号



パルス信号



ターゲット機器
マイコン



LED



温度計



ブザー



オシロスコープや
目視で計測・確認

組込み機器のテスト自動化方法

一般的な組込み機器のテスト自動化の方法とそれぞれの課題

	テスト自動化の方法	課題
①	HILS/ロボットアームによる実機の操作	高価 / 場所をとる / 導入できる数も限られる
②	PLCや専用治具による疑似操作	周辺機器とのインターフェース仕様の理解が必要
③	通信シミュレータ/仮想ハードウェアによる動作模擬	実機での動作は確認できない

弊社は②の方法でテスト自動化環境の構築を行ってきた
受託案件ごとに異なる様々な組込み機器に対してテスト自動化環境を構築

テスト自動化の苦労話

自動化環境構築での苦労話

これまで自動化で失敗したこと、苦労したことは...

検討と準備に時間がかかる

さらに...

想定とのギャップが存在

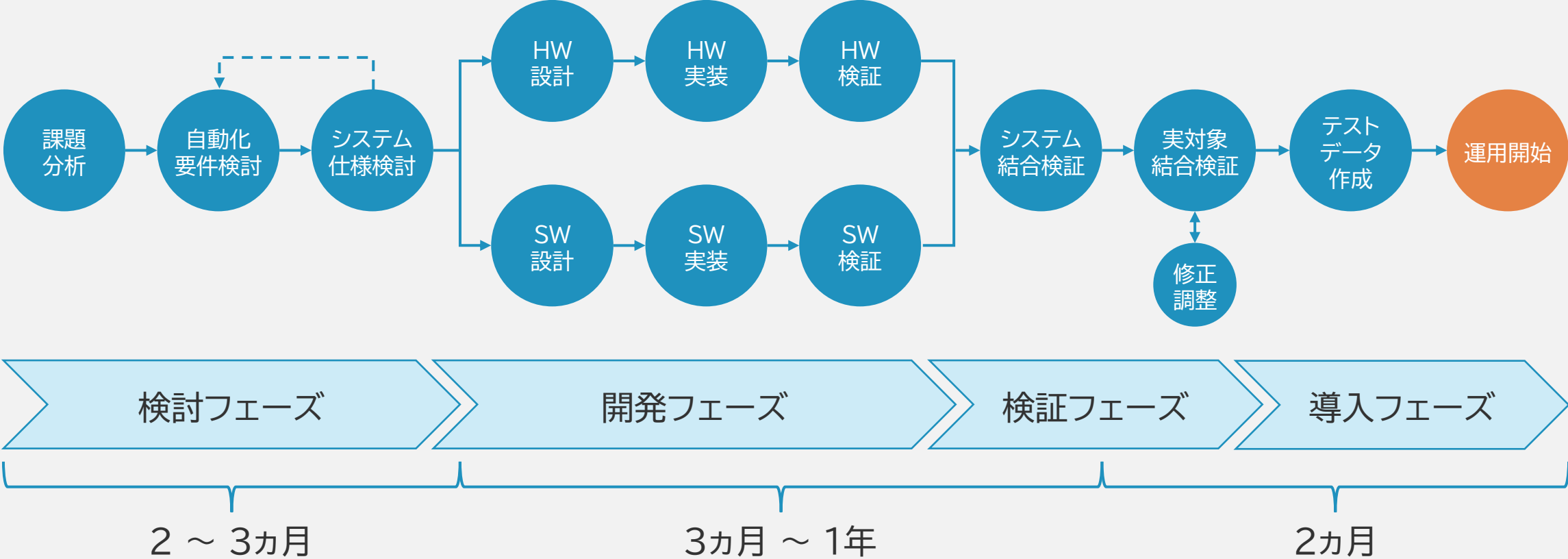
検討に時間を掛けるほど

やりたいことが発散していく



自動化環境構築での苦労話

検討と準備に時間がかかる



自動化環境構築での苦労話

想定とのギャップが存在



A社

状態のリセットは
電源OFF/ONするだけで
OKです

実際は

特定のエラーが出たときは
RAMクリアが必要だった

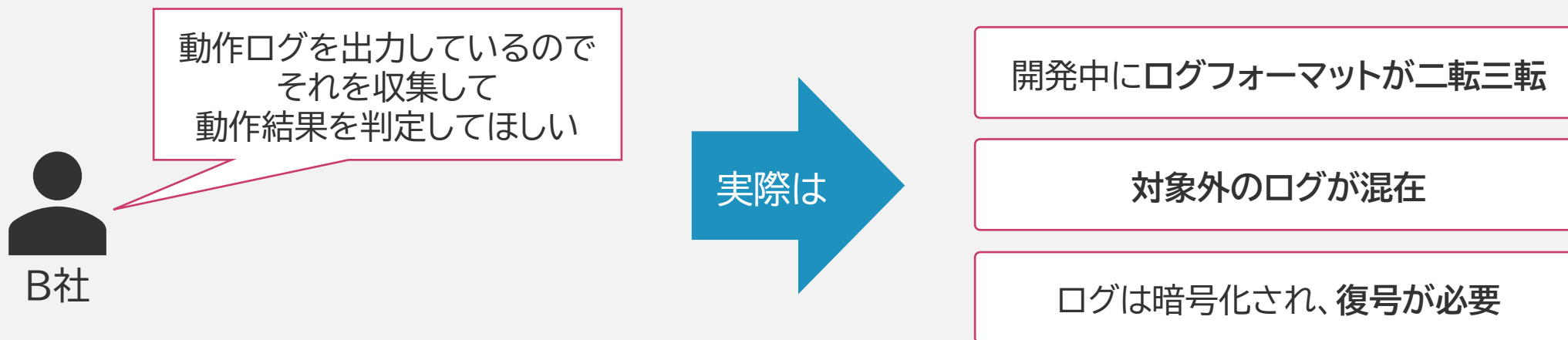
やむを得ず...

.batで処理を組み
RAMへの書き込みツールと無理やり連携



自動化環境構築での苦労話

想定とのギャップが存在



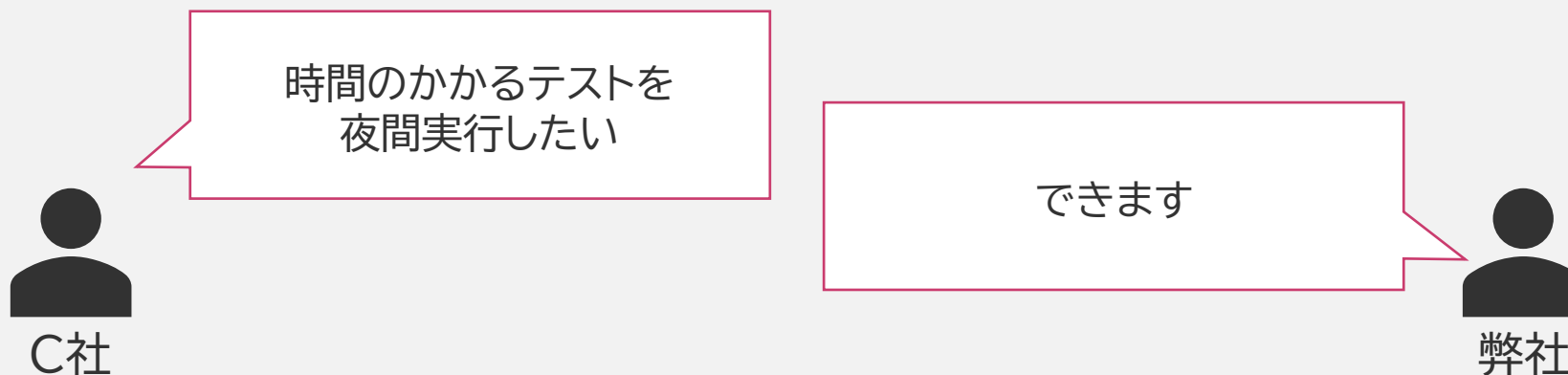
結局...

ログフォーマットの追従だけで工数が膨れ上がる



自動化環境構築での苦労話

やりたいことが発散していく



最初の目的はシンプルで...

- 最長12時間連続実行
- ログだけ残して後で目視評価
- 特定の異常が発生した際はストップ

ができればよかったはずが...



自動化環境構築での苦労話

やりたいことが発散していく



仕様変更されたら
テストケースを
すぐ修正したい

ベース機種にも
流用できるインターフェースに
しておきたい

結果は1年分残したい

やっぱり
自動判定してほしい

結果をレポートとして
出力したい

他のテストも
自動化するなら...

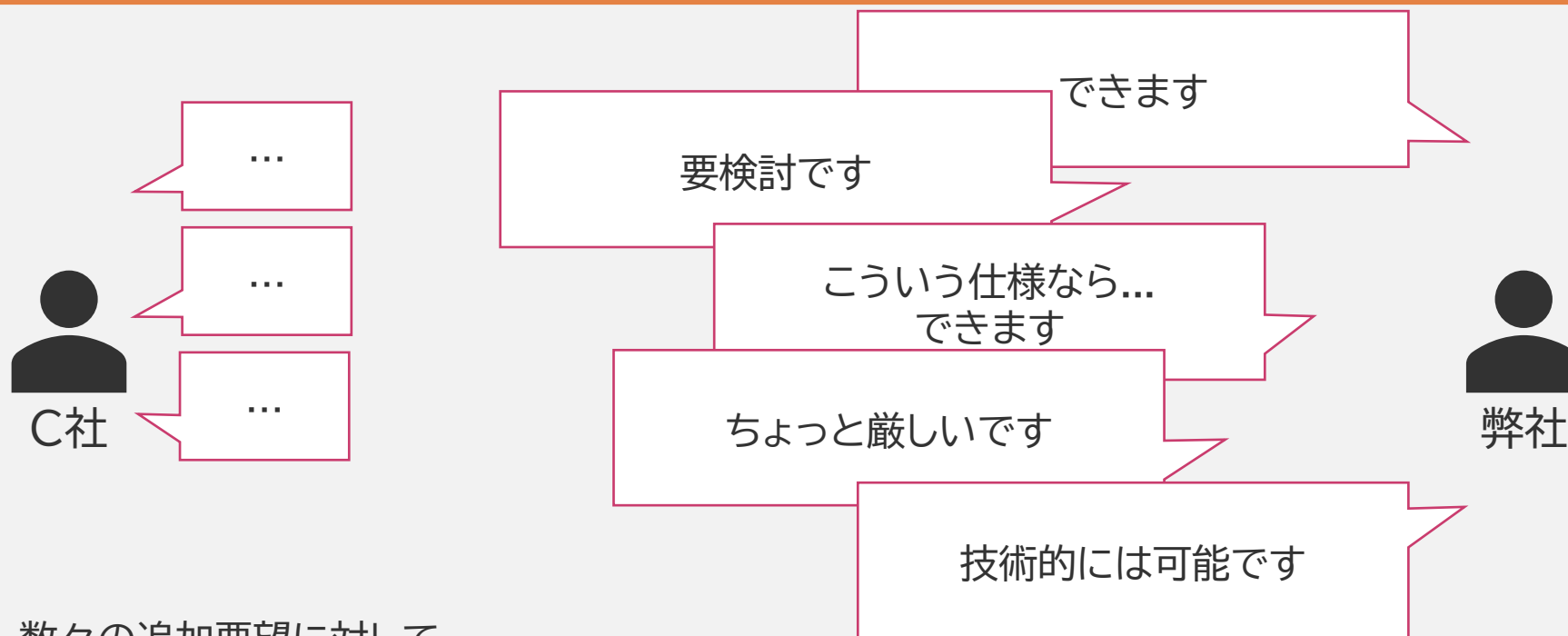
それができるならこれもやりたいと...

仕様が具体化するにつれて要望が増えていき...



自動化環境構築での苦労話

やりたいことが発散していく



数々の追加要望に対して...

検討・調整・実証実験をしながら数週間かけて構成を検討したが...



自動化環境構築での苦労話

やりたいことが発散していく



C社

やはり効果が不透明
事業の方針転換もあり
自動化は改めて検討する

パターンAなら
〇〇万円です

パターンBなら...

パターンCなら...



弊社

最終的に...

案件は立ち消えに



組込みテスト自動化の課題

自動化自体の課題

自動化の方法、費用対効果など検討事項が多い

長期運用しないと費用対効果を十分に得られない

テスト運用自体の課題

テスト自動化環境自体の品質

自動化環境にも定期的にメンテナンスが必要



組込み特有の課題

HW操作/物理的な入力が必要

SWのテスト環境と比べテスト環境の修正・変更が加えづらい

ターゲットのIFに合わせこむため他ターゲットに流用しづらい

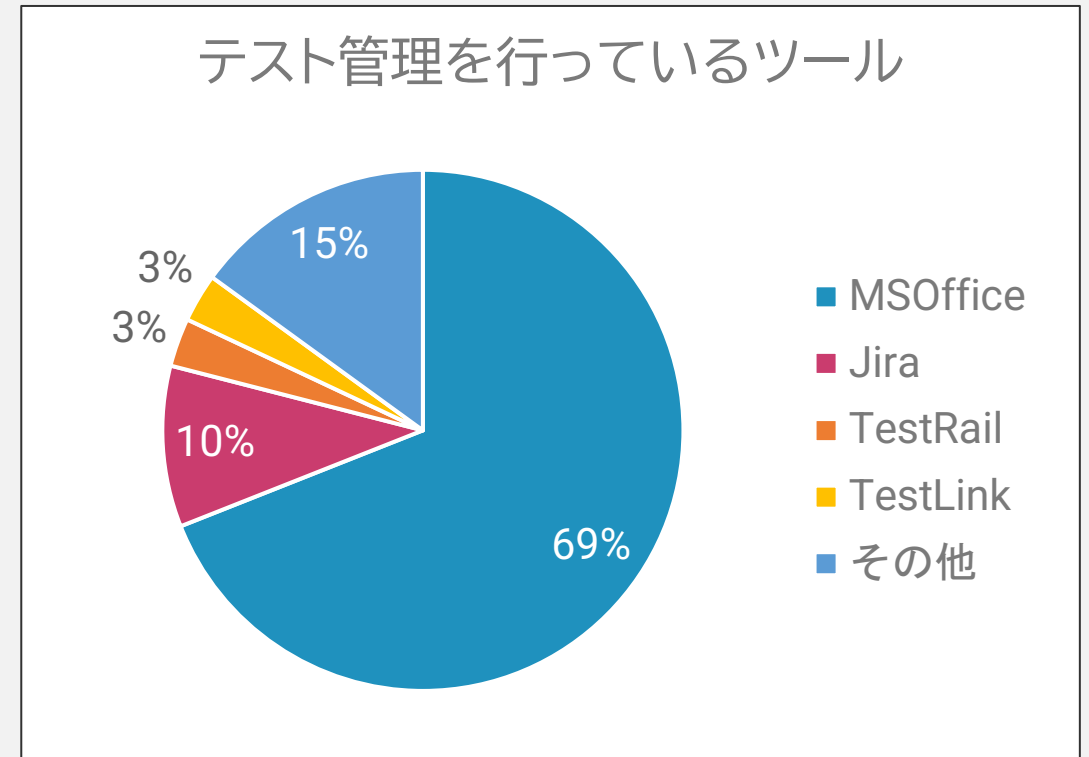
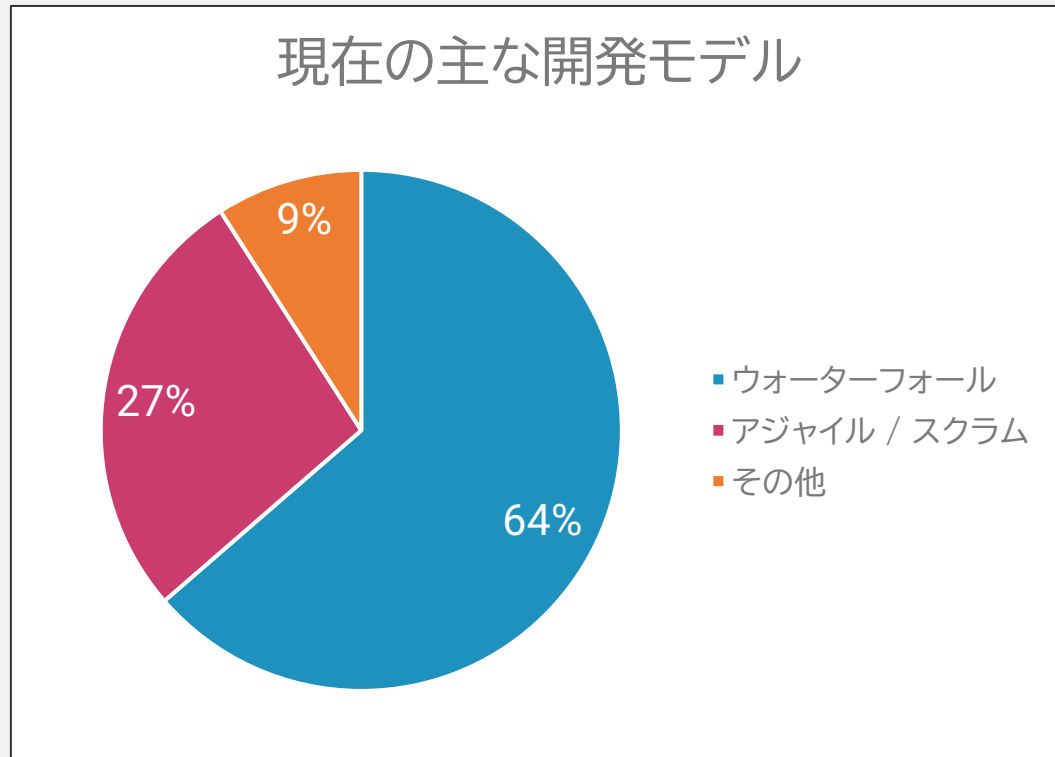


- 費用対効果や長期運用前提を考慮して一度にシステム全体のテスト自動化を目指しがち
- 仕様追加・変更に対応できず機能を絞った不十分なテスト環境になりがち

課題に対するHLDCのアプローチ

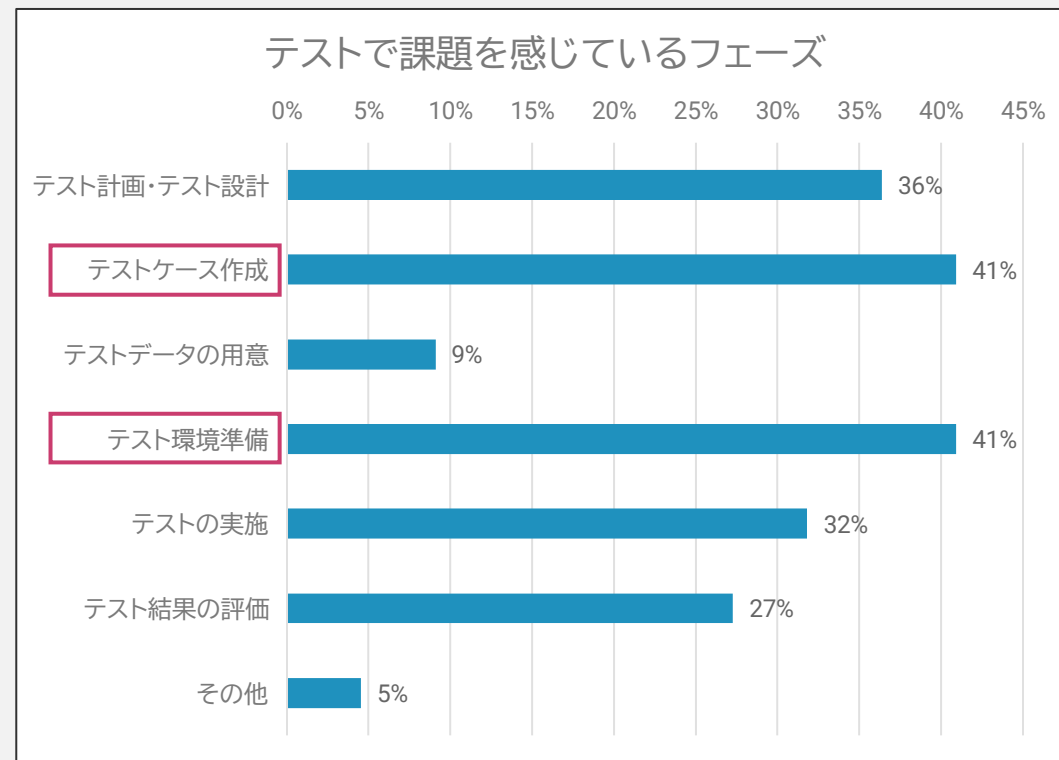
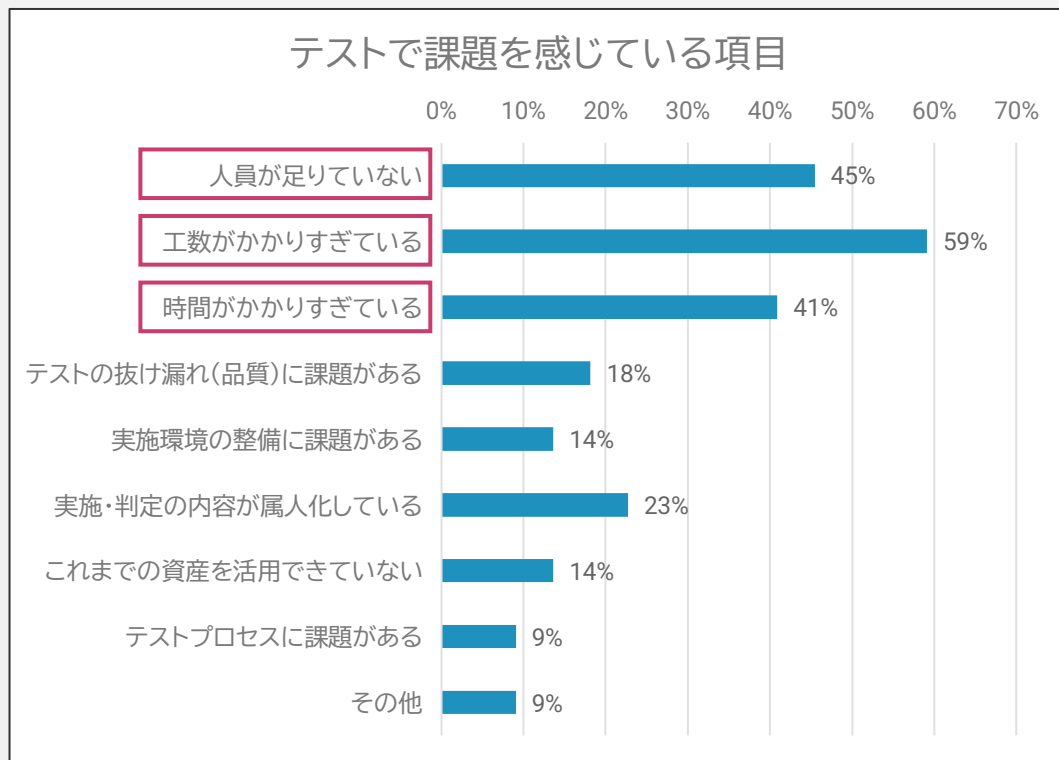
課題に対するHLDCのアプローチ

■ 弊社で実施したアンケート



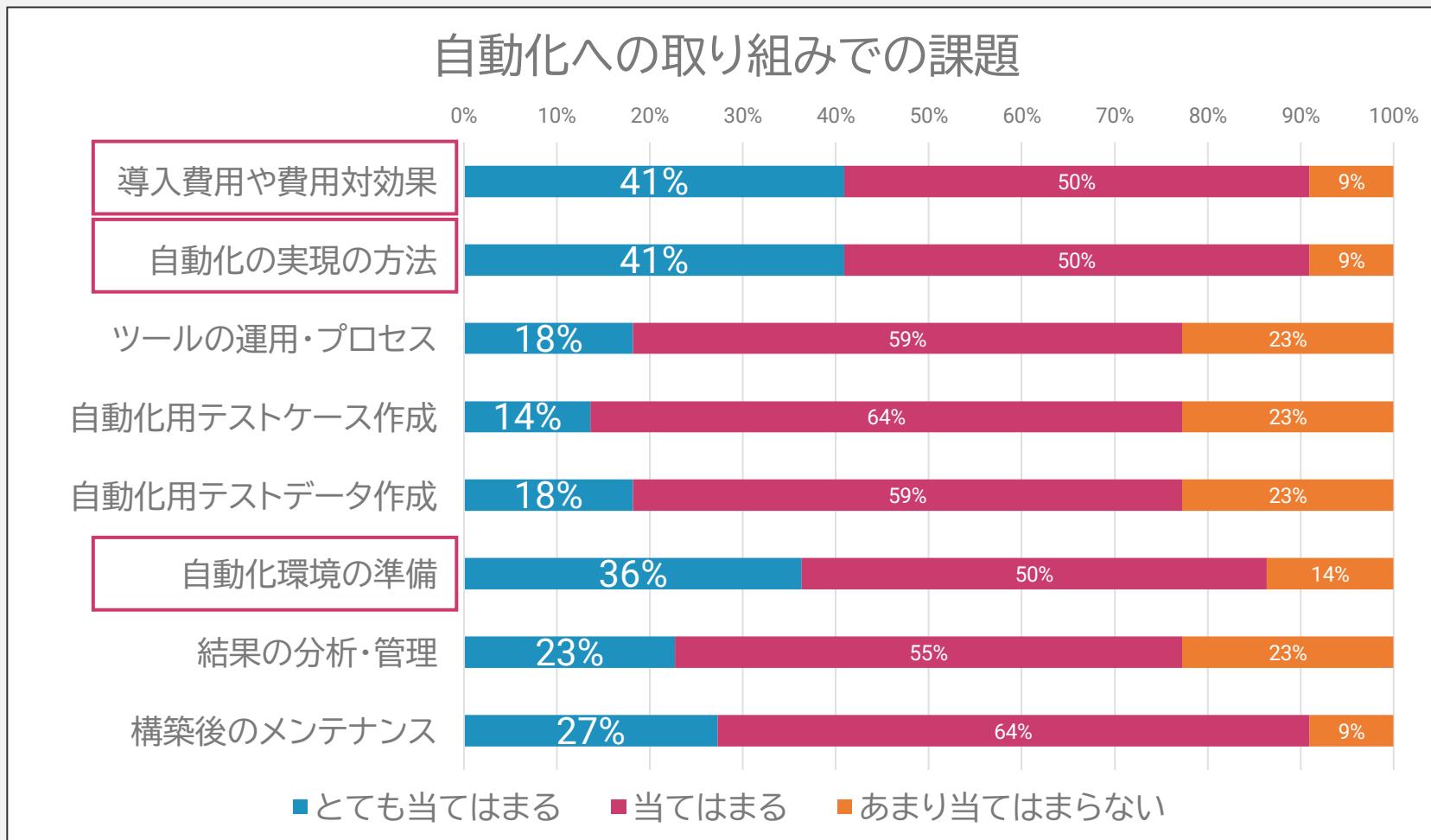
課題に対するHLDCのアプローチ

■ 弊社で実施したアンケート



課題に対するHLDCのアプローチ

■ 弊社で実施したアンケート



課題に対するHLDCのアプローチ

- なぜ費用対効果がネック？

根拠が示せない

費用も効果も何を勘定に入ればよいのかわからない

やったことがないから概算すら難しい



課題に対するHLDCのアプローチ

- まずはやってみるべき



PoC / パイロットプロジェクト的に
自動化の効果測定から始める

課題に対するHLDCのアプローチ

- 理屈ではわかっているけれど…

なぜ始められない？

HWのリー
ドタイムが
必要

初期投資が
大きくなる

やるための
リソースが
ない

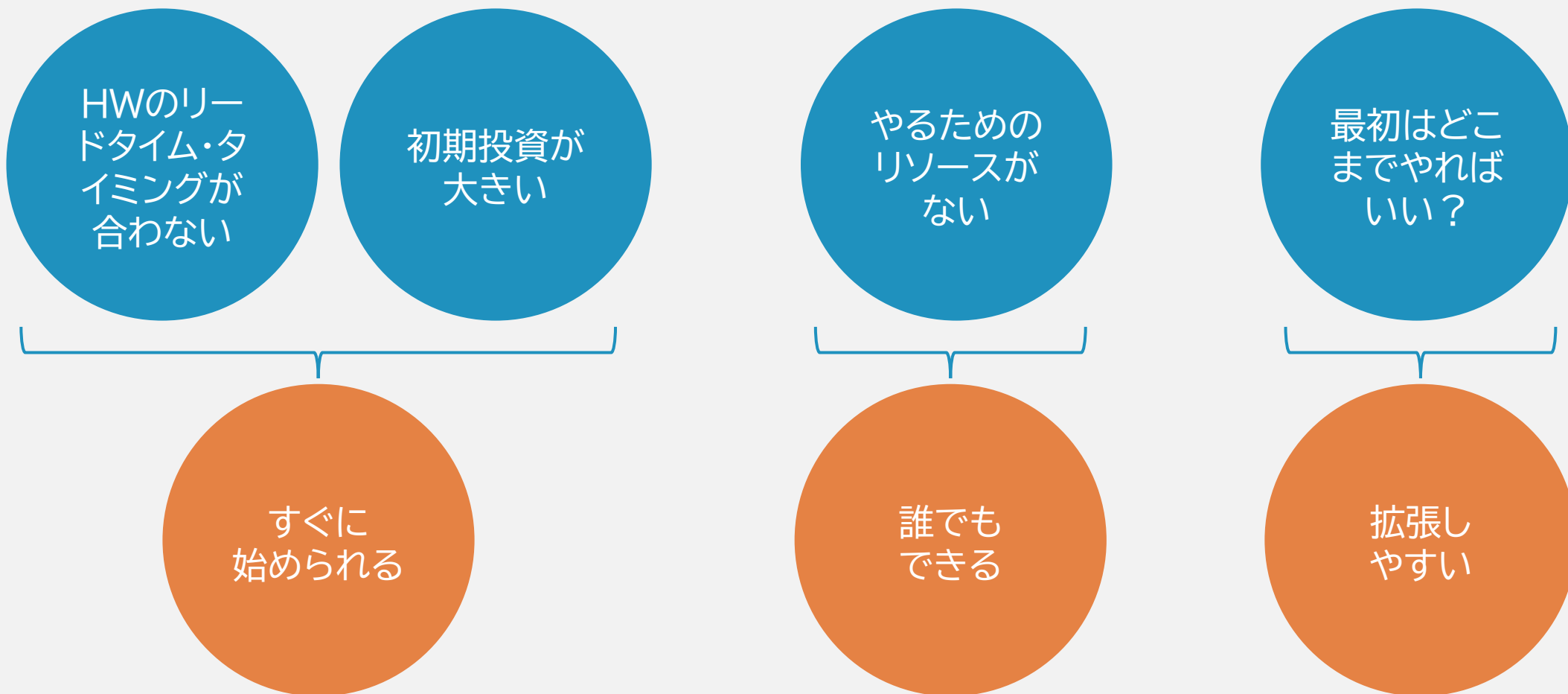
最初はどこ
までやれば
いい？



SmallStartするには

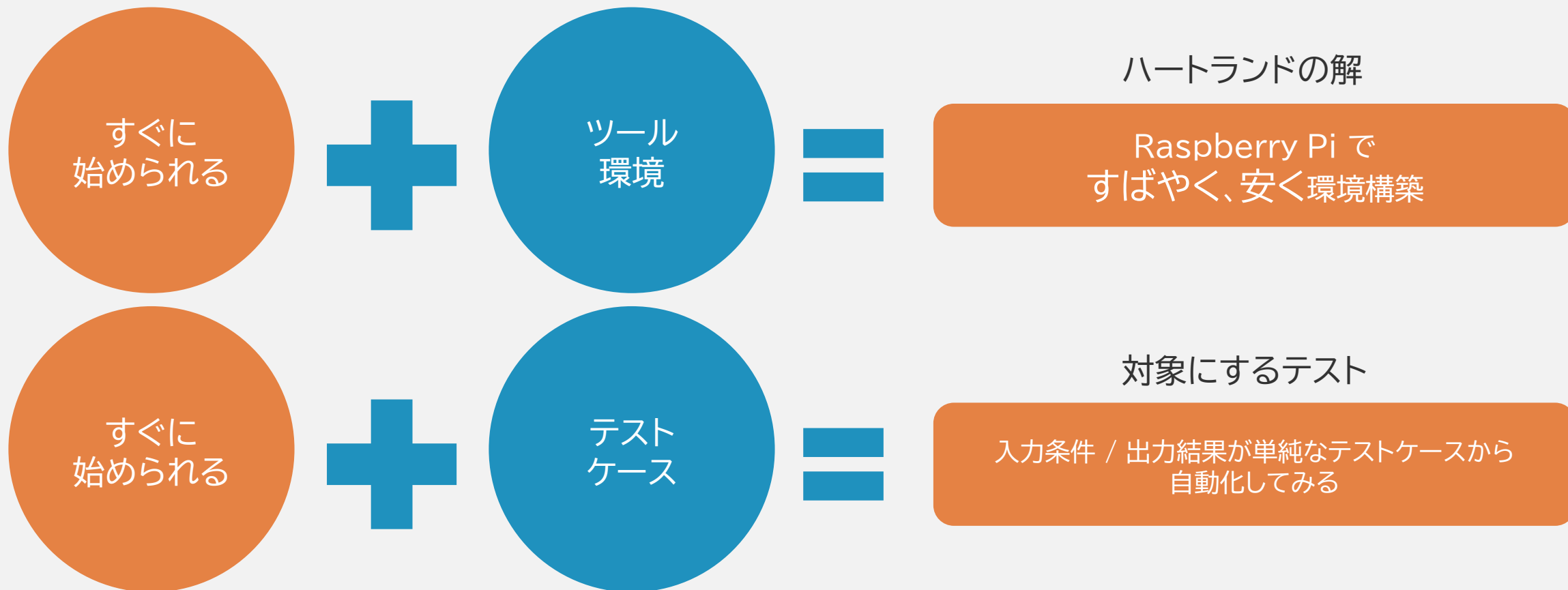
SmallStartするには

- 組込み開発で“自動テスト”を“SmallStart”するために求められる3つの要素



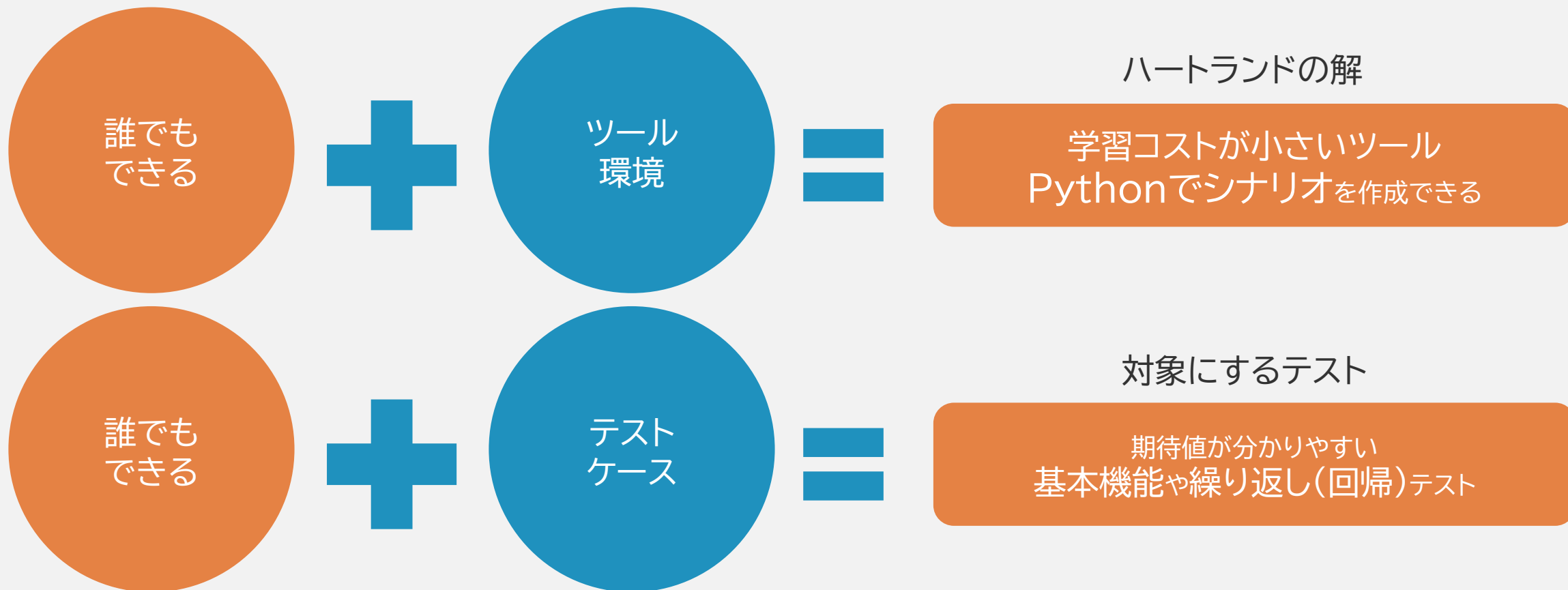
SmallStartするには

- “自動テスト”を“SmallStart”するために求められる3つの要素



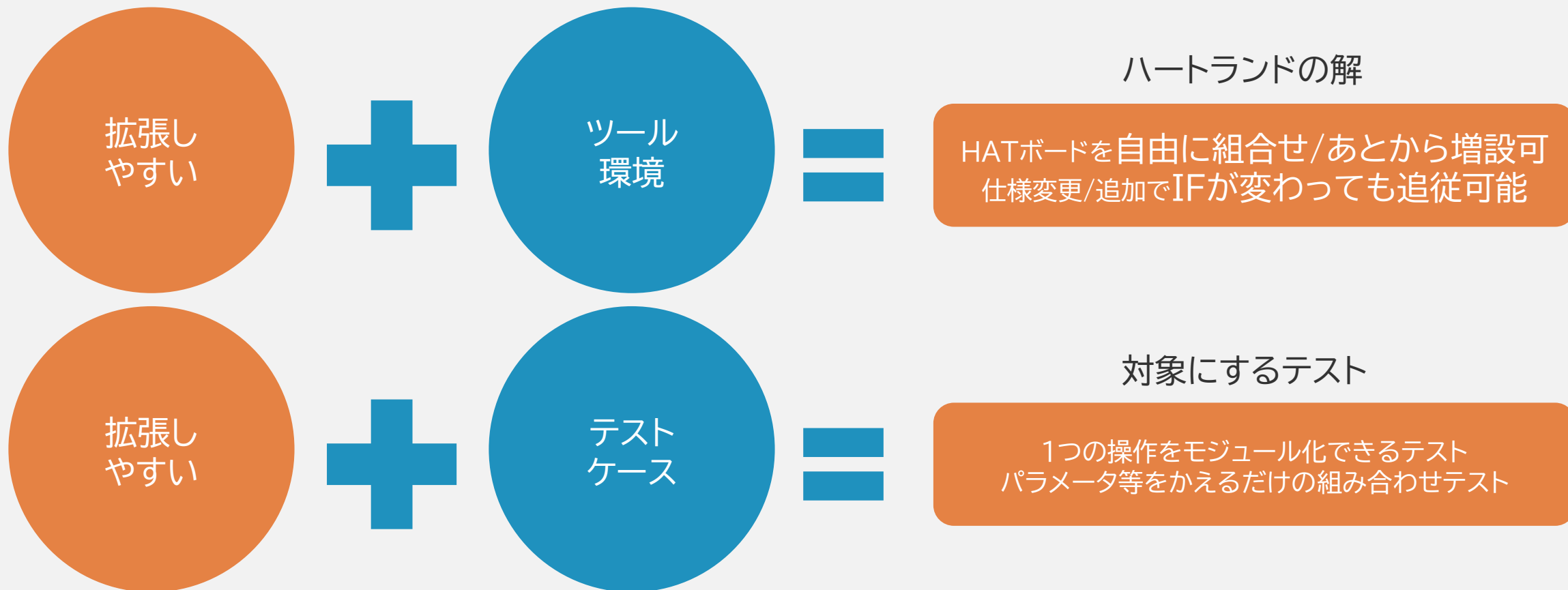
SmallStartするには

- “自動テスト”を“SmallStart”するために求められる3つの要素



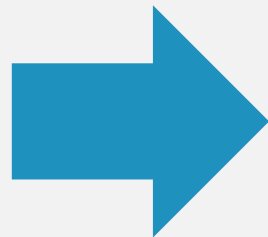
SmallStartするには

- “自動テスト”を“SmallStart”するために求められる3つの要素



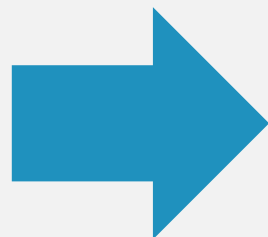
SmallStartするには

課題が多くて始められない



「効果の確認」や「課題の洗い出し」
を目的にして
小さい範囲からやってみる

小さく始められない



シングルボードコンピュータや
既製品の組み合わせで
「やりやすいところ」から始めてみる

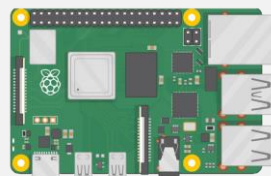


SmallStartするには

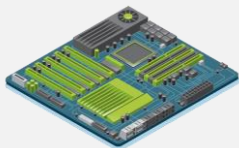
デバッグ・テスト時の

組み込み機器の
煩わしい操作を伴う

「制御」「計測」を自動化します



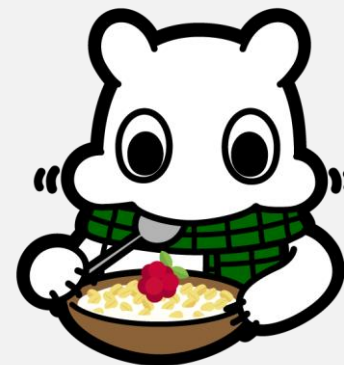
Raspberry Pi



拡張I/Fボード



テスト自動化
アプリケーション



AUT@meal



SmallStartによるメリット

SmallStartによるメリット

Raspberry Piで
SmallStart

VS

これまでの
自動化環境開発

早ければ2週間程度

リードタイムの短縮

早くても3か月

数十万円～

初期費用の軽減

HWだけで百万円以上
トータル数百万～

制約アリ
低スペック

機能・スペック

専用・便利機能
必要十分なスペック

平均2-3か月

結果が出るまでの
サイクルを短縮

早くても半年



SmallStartによるメリット

早ければ2週間程度

リードタイムの短縮

早くても3か月

期間が長いほど周囲の状況に影響を受けやすかった



スタートの時期を見定めてピンポイント始められる



SmallStartによるメリット

数十万円～

初期費用

HWだけで百万円over
トータル数百万～

計画が大きいほど大きな方向転換はできない
予算を掛けた以上使わないといけない



小さく始めるほど方向転換の判断も素早くできる



SmallStartによるメリット

制約アリ
低スペック

機能・スペック

専用・便利機能
必要十分なスペック

スペック
に縛りがある

機能的な制約
もある

不便が多い

検討する範囲が発散しにくい

“どうしても必要”という機能を洗い出しやすい



SmallStartによるメリット

平均2-3か月

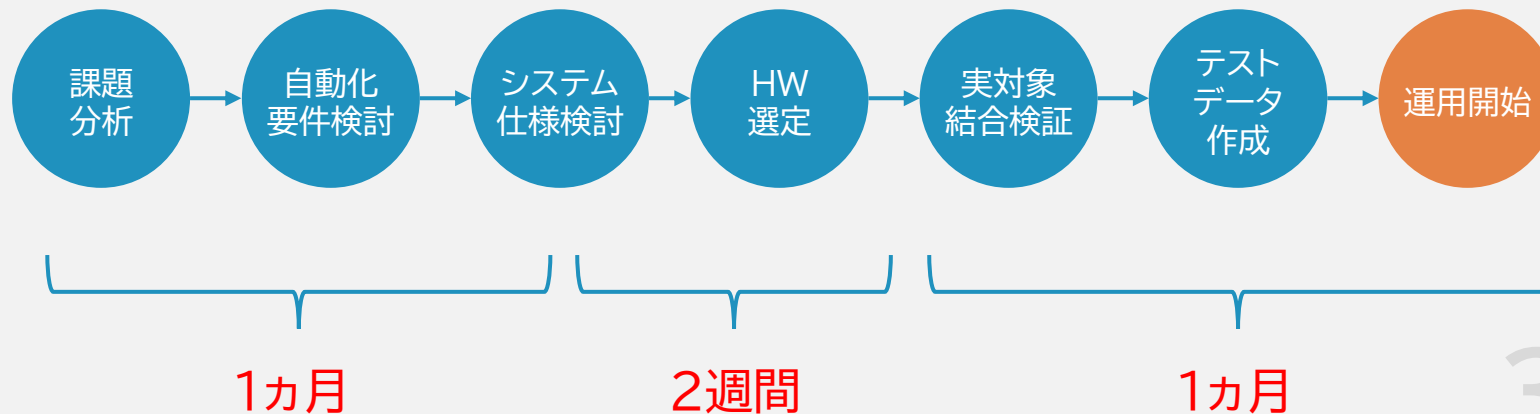
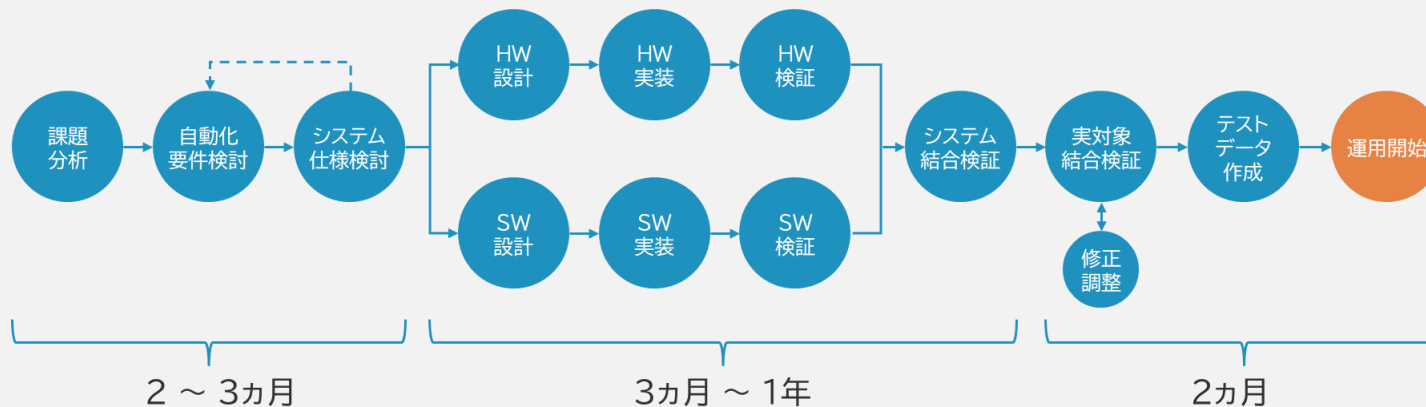
結果が出るまで

早くても半年

最終的な効果測定まで
スパンが長い



フィードバックを
早く得られる

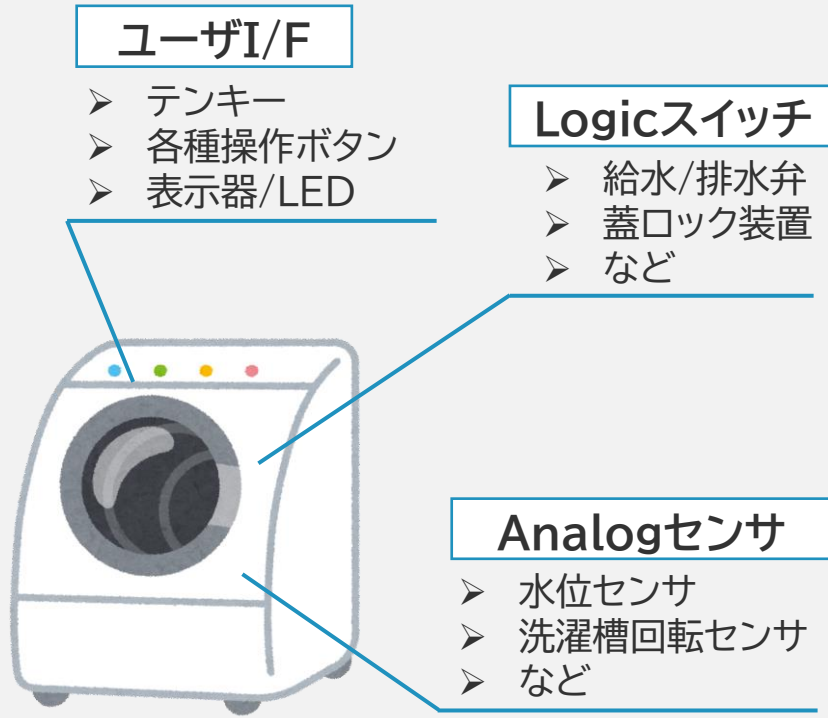


SmallStartした事例紹介

組込み機器の自動化環境構築事例①

洗濯機の組込みSWテスト自動化

Raspberry Pi を使って定期テスト環境を構築



課題

- 実機使用の待ち時間が多く発生
- テストの拘束時間が長い

目的

- テストの実施期間を**30%短くする**
- 定期テストによるデグレの早期発見(手戻り工数短縮)



組込み機器の自動化環境構築事例①

洗濯機の組込みSWテスト自動化

SmallにしたPoint

手順の大半が「待ち時間」であるテストを対象にした
自動で結果判定する機能は実行に影響がある部分だけにした

Analogセンサ

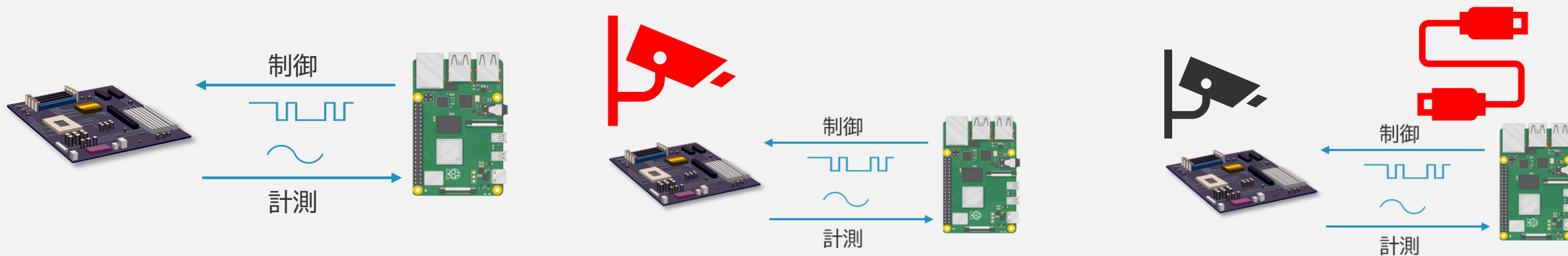
- 水位センサ
- 洗濯槽回転センサ
- など

- 定期テストによるデグレの早期発見(手戻り工数短縮)



組み込み機器の自動化環境構築事例①

テストケースの一部を段階的に自動化



STEP 01 正常系 1 シナリオを自動化

- ボタン入力を自動化
- 水位センサを疑似的に再現
- モータの回転/停止を判断

STEP 02 判定項目の追加

- カメラによるセグ表示チェックを追加
- CI 環境追加で失敗時にリトライ
- シリアル通信で RAM データ取得・保存

STEP 03 通信判定の追加、テスト範囲拡大

- RAM データの判定
- UART 通信の代替
- アノマリー系テストの追加

組込み機器の自動化環境構築事例①

課題

- 実機使用の待ち時間が多く発生
- テストの拘束時間が長い

目的

- テストの実施期間を**30%短くする**
- 定期テストによるデグレの早期発見(手戻り工数短縮)

1つのテストシナリオの実行時間を60分⇒**5分に短縮**

夜間実行によってテストの実施期間を**70%短縮**

正常

- 水位センサを疑似的に再現
- モータの回転/停止を判断

- CI 環境追加で失敗時にリトライ
- シリアル通信で RAM データ取得・保存

- UART 通信の代替
- アノマリー系テストの追加

困拡大



組み込み機器の自動化環境構築事例②

充電プラグの手動テストの手順を半自動化

DIO制御機能を持った通信シミュレータ環境を構築

CAN通信

➤ バッテリとの通信

Logic I/O

➤ プラグの接続状態

課題

- 通信シーケンスが複雑でテストできる人が限られる

目的

- スキルに依存しないテスト環境の用意
- **1つのテストの手順を1/3にする**
- 複雑な操作を省くことでテスト実施時間を短縮



組込み機器の自動化環境構築事例②

充電プラグの手動テストの手順を半自動化

SmallにしたPoint

全自動ではなく手動テストの一部を半自動化
規格によって明確な期待値が定義されているテストを対象にした

Logic I/O

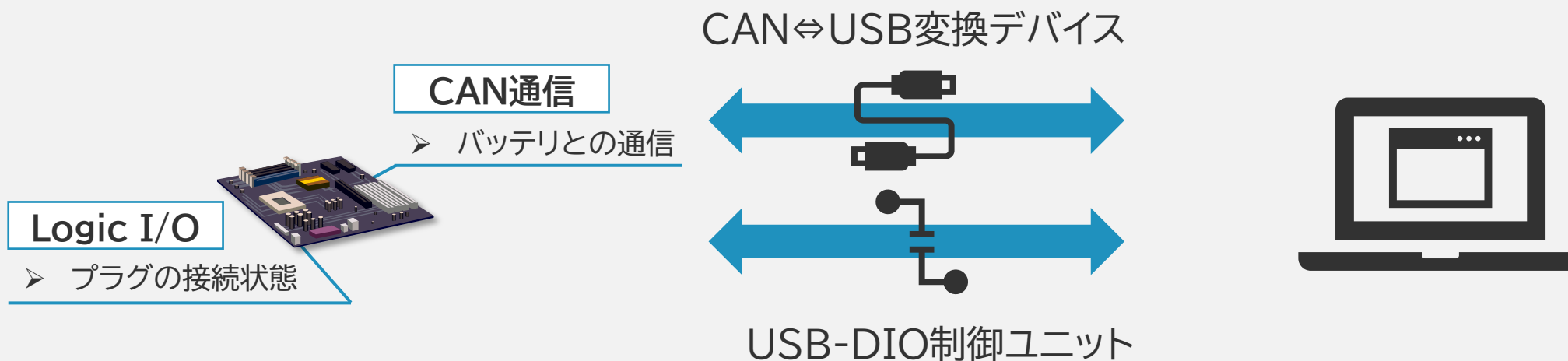
➤ プラグの接続状態

- 複雑な操作を省くことでテスト実施時間を短縮



組み込み機器の自動化環境構築事例②

簡単な設定で特定のシーケンスを再現



USB-DIO制御ユニット

- USB接続で制御する市販のDIO制御ユニットを使用
- プラグの挿抜等のイベントを模擬

CAN⇔USB変換デバイス

- 従来のテストで使用していたデバイスを継続して使用
- イベントに紐づいて発生する通信を模擬

組み込み機器の自動化環境構築事例②

課題

- 通信シーケンスが複雑でテストできる人が限られる

目的

- スキルに依存しないテスト環境の用意
- **1つのテストの手順を1/3にする**
- 複雑な操作を省くことでテスト実施時間を短縮

Logic I/O

▶ プラグの接続機能

テストケースの手順数が最大**80%削減**

テストケースの実施時間を**50%削減**

テストターのスキルに**依存しにくい**テスト環境に

今後の取り組みと課題

今後の取り組みと課題

- よりSmallStartしやすくするために

既存資産の活用・連携

開発プロセスへの組みやすさ

- SmallStartから本格運用するために

大量のテストケースの作成

作成済みテストケースの
メンテナンス

大量のテスト結果の管理

繰り返さないテストでも
自動化の効果を出すには



まとめ

なぜ自動化が進まないのか？



検討ことが多い！
時間がかかる！

どうすれば進めやすいか？



SmallStartで小さく始める！

どうすればSmallStartできる？



RaspberryPiで構築！
すぐにできるテストに絞る！

SmallStartすると何がいい？



リスクや無駄を最小限に！



まとめ

なぜ自動化が進まないのか？



検討ことが多い！
時間がかかる！

組込み開発におけるテスト自動化で困っている方に
わずかでも有益な情報になれば幸いです。

同じような課題を抱えている方や
資料の中で1つでも共感いただけただ方は
ぜひ会場ブースやDiscordチャットにお立ち寄りください！

SmallStartすると何がいい？



無駄やリスクを最小限に！



ブース & ミニデモ

- 4階 4-A ホール後方
- AUTOmealの実機展示中



組込み開発向けテスト自動化プラットフォーム

AUTOmeal

1週間ではじめる
かんたん
ノーコード
いろんな
機器で
使える

AUTOmealでできること

- ターゲットの自動制御・自動計測**
ターゲットに入力する番号(ロジック・アナログ・バス・I2C)を自動で検出し、ターゲットから返される番号を自動で計測。
- テストスクリプトをノーコードで生成**
エクセル形式のフォーマットに入力したテストシナリオから、Python形式のテストスクリプトを自動で生成してテストの自動化が可能。
- Python形式のテストを自動実行**
Python形式で書かれたテストスクリプトを用いてテストを自動実行。Python形式で書かれていれば、ノーコード生成したもので、コーディングしたものでも、どちらも利用可能。

●結果の検出
テストの開始から終了までの、計測した番号をリアルタイムにシリアル通信の値としてPC上でリストアップ。

●シリアル通信の制御
シリアル通信 UARTのコマンド送受信を自動制御。送受信のタイミングも可能。

●Python Scriptスクリプト
Pythonで自由にコーディングすることで、柔軟性のあるテストシナリオを作成可能。

●リモート実行
Ethernet経由でのテスト実行管理に対応。離れた場所からもAUTOmealをコントロール。

●ゼロベース連携
コマンド制御によって、他ツールとの連携も可能。

●手動制御
ターゲットに入力する番号やシリアル通信コマンドを手動で制御可能。

手動操作を自動で再現、結果を計測する

AUTOmeal

ランナーアプリ 制御 計測 テストユニット

ターゲット機器

テストユニットから
検出番号を出力

操作を類似的に再現

手動での操作が前提となる組み込み機器のインターフェース制御でも、AUTOmealがラズパイを駆使して制御を代行し、さらに制御結果の送信データや波形の計測もできるので、あらゆる組み込み機器の自動テスト環境が構築可能。

繰り返されるテストを自動化する

- Python形式のテストスクリプトを用意
- テストシナリオの実行でターゲット機器を自動で制御・計測
- 自動テスト結果を確認

テストシナリオを実行すれば、テストを自動で実行できるので、繰り返し実行するリグレッションテストで大変な労力を削減、継続追加や変更のたびに発生するテスト工程、期間を削減できます。

- Discord「ハートランド・データ株式会社」チャンネルではミニデモを実施中

Thank you!!



質疑応答



