

組込みソフトウェアに対する 開発上流からのテスト設計の試行

JaSST'07 Tokyo

藤江祐二 / 三宅正二 (横河電機)

西康晴 (電気通信大学)



発表の流れ

- 機能仕様分析に**図式表現を導入**しました。
- 導入した**図式表現の効果をテストフェイズで確認**しました。
- 課題もありますが、**よさそうな感触を得ています**。

1. 部署の紹介

■ 開発製品

- 電子測定器・通信測定器
- 組み込み系の製品が主

■ 開発体制

- 開発メンバー（ソフト・ハードあわせて）：10～30人/PJT
- 開発期間：1～2年
- テストは開発者が中心に実施

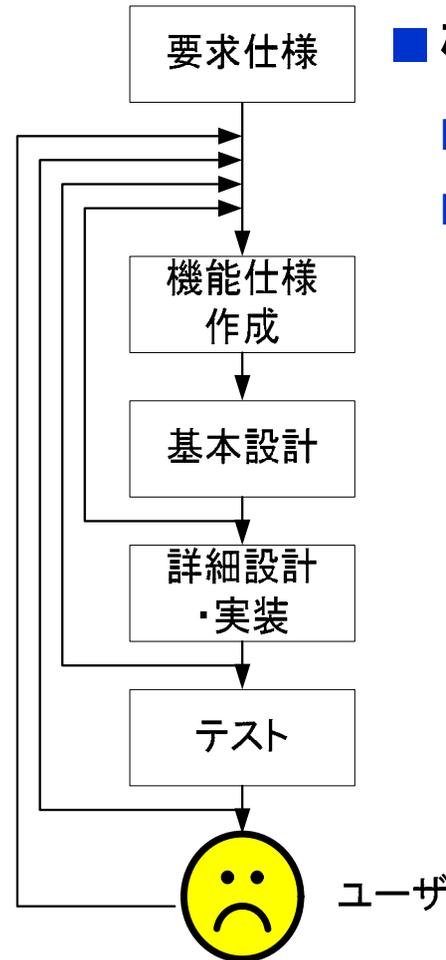
デジタルオシロスコープ DL9000



2. 問題の分析

■ 直面している問題

- 機能仕様の解釈ミスや考慮もれが、以後の設計やテストでいろいろな形で悪影響を及ぼすケースが散見される。



■ 機能仕様作成フェイズ

- 個々の機能の理解に注力
- 機能仕様書はテキストによる記述が多い

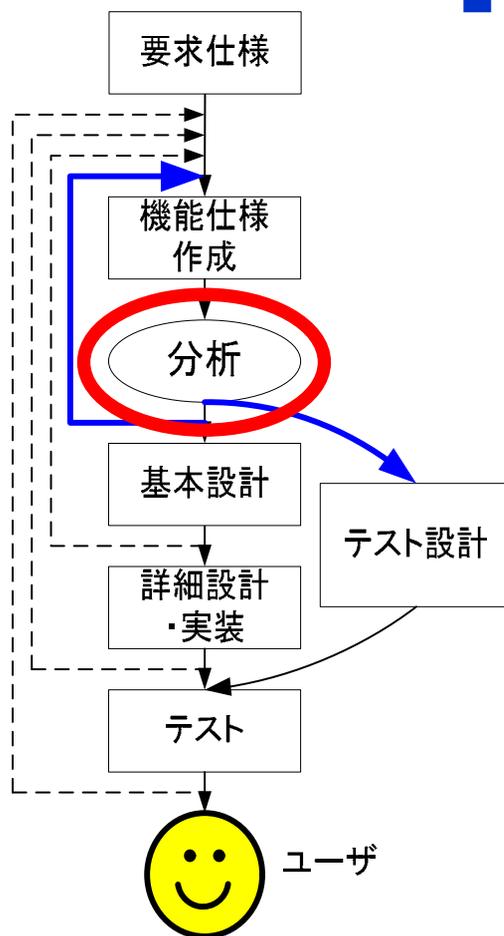


他の機能との関係が不確定、不確実なことに気づきにくく、解釈ミスや考慮漏れにつながりやすい。

3. 取り組み

■ 機能間の関係性を分析してから設計へ

- 図式表現を導入して分析



■ 図式表現の期待効果

□ 設計フェイズ

- 機能間を渡るデータの整理
- 処理の前後関係の整理

□ テスト設計フェイズ

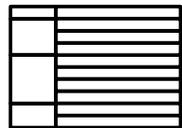
- テストケース爆発・漏れの抑制
 - 組み合わせの見通し
 - テストケースの間引き
- 設計とテスト設計の平行実施
 - テスト視点から仕様へのF/B
 - 開発期間短縮

4. 図式表現の検討

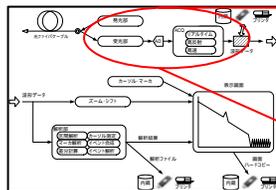
- **どんな図が必要か？**
 - 機能間の関係を表現
 - 設計フェイズ・テストフェイズの両方で使える図
- **図の構成** … 検討の結果、次の3種の図式表現で仕様を分析
 - **機能関連図**
 - **処理関連図**
 - **パラメータ関連図**

■ 各図の関係

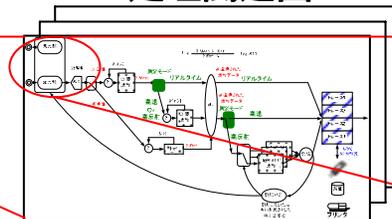
製品仕様リスト



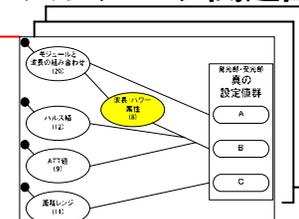
機能関連図



処理関連図



パラメータ関連図



5. 仕様の分析

■ 光測定器開発PJTで仕様分析を実施

□ 測定器の概要

- 用途：敷設された光ファイバの破断点の検出
- 波形測定器の1種。「顔」がある・・・多機能
- 設定パラメータ間の関係が複雑

テストケースの間引き方がポイント

□ 開発の特徴

- 短納期開発

テストフェイズへのしわ寄せ大



テスト工数の圧縮が必要

テスト設計で効果を確認



6-1. 分析(1) 機能関連図

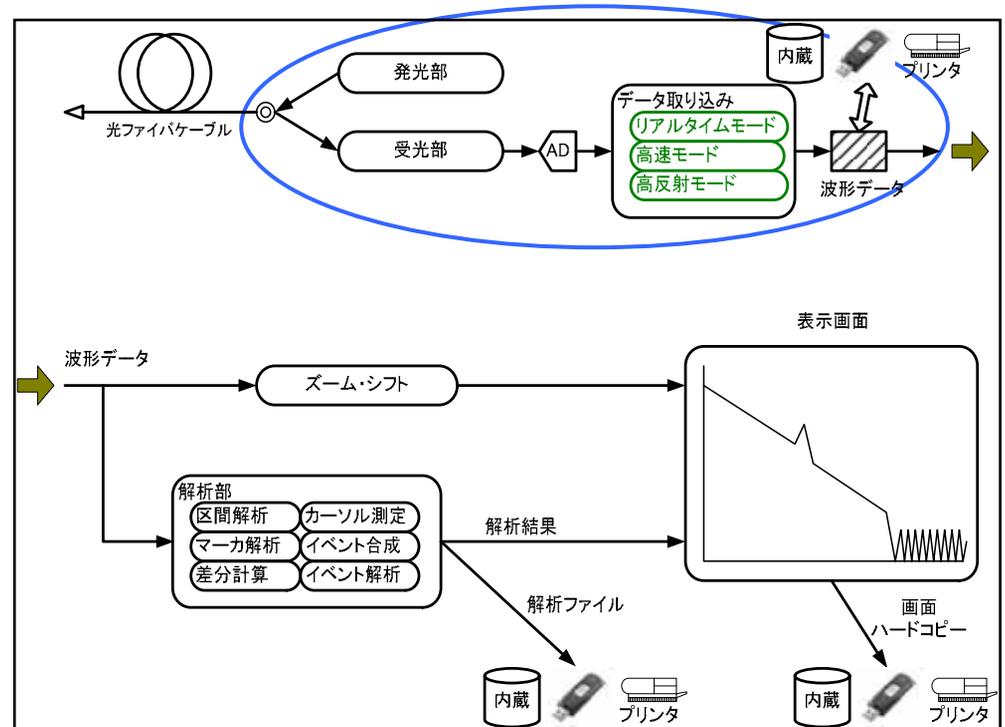
■ 機能関連図

□ 分析目的

- 機能の全体を把握

□ 分析指針

- 全機能をデータの流れて大まかに配置
- 用紙一枚で機能を俯瞰
- 仕様リストの用語を使用



6-2. 分析(2) 処理関連図

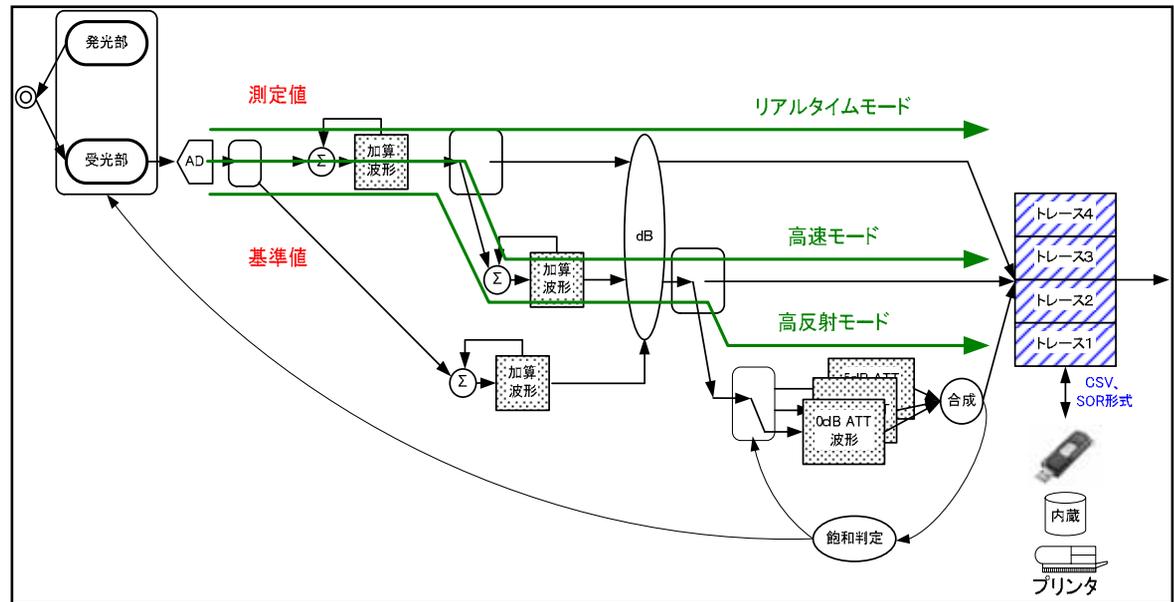
■ 処理関連図

□ 分析目的

- 処理の依存関係の把握
 - 処理データの整理
 - 処理の前後関係の整理
- 機能実現の複雑さの把握

□ 分析指針

- 入出力データに着目して処理を具体化
- モードごとの処理フローを記述
 - 共通処理/個別処理



6-3. 分析(3) パラメータ関連図

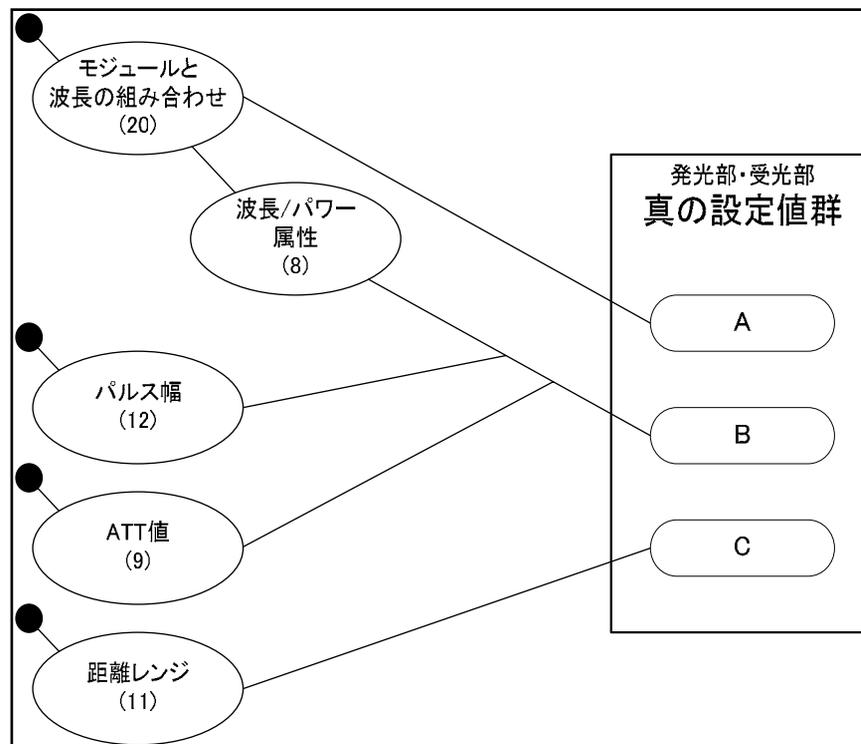
■ パラメータ関連図

□ 分析目的

- 設定UIと真の設定値との関係を分析
- テストケース数Nの算出

□ 分析指針

- **内部独立**
- **設定集約**



解説1. 内部独立

■ 内部独立とは、ある機能を実現するために内部では別々の調整要素が設定される関係。

□ この場合、内部独立の項目同士を同時にテストすることで、**網羅を確保しつつ**テスト全体の回数を**減らす**ことが出来る。

□ 例) ラジオの“選局”と“音量”

■ 全網羅のテストケース・・・ $4 \times 3 = 12$ 通り

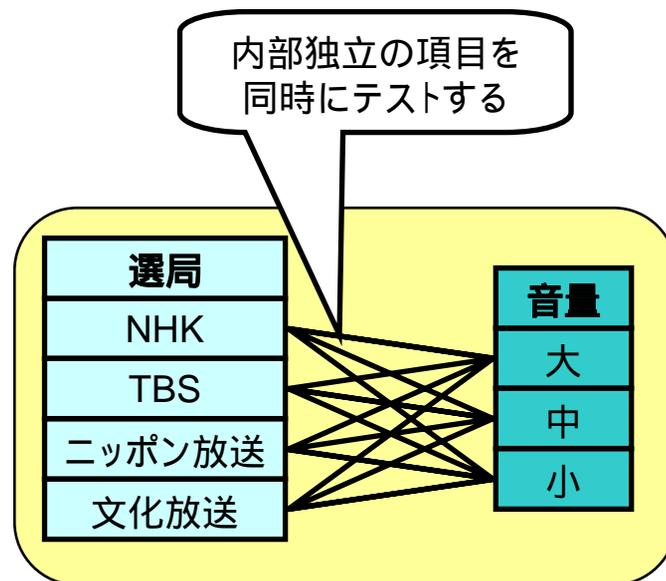
選局と音量設定が内部独立であれば

■ 内部独立を利用したテストケース・・・**4**通り

□ 数式で表現すると

$$N = \text{Max}(\text{局数}, \text{音量}) = \text{Max}(4, 3) \\ = 4$$

12通りが4通りに削減された



テストケース

No	選局	ボリューム
1	NHK	大
2	TBS	中
3	ニッポン放送	小
4	文化放送	小(2)

解説2-1. 設定集約

■ 設定集約とは外部からは異なった設定をしても、内部では集約されて同じ設定をされる関係。

□ この場合、設定集約された条件で網羅を確保してテストの回数を減らすことができる。

□ 例) JR乗車券の料金

■ 全網羅のテストケース… $5 \times 4 = 20$ 通り

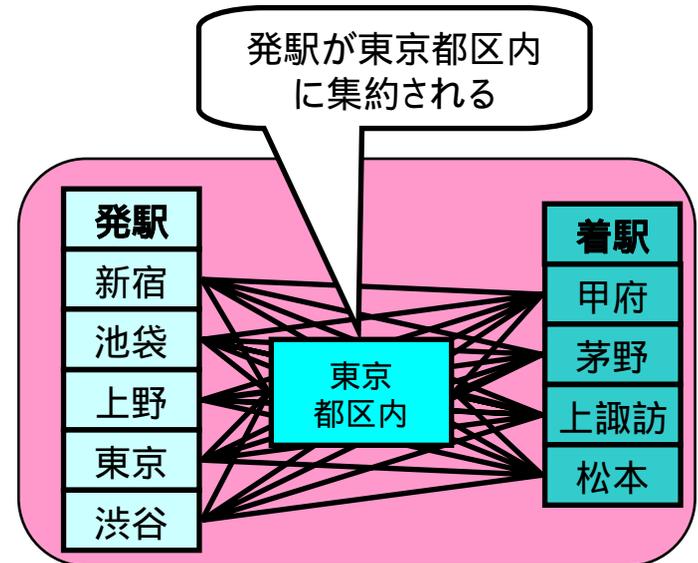
発駅が東京都区内で設定集約されるので

■ 設定集約を利用したテストケース…5通り

□ 数式で表現すると

$$N = \text{Max}(\text{集約される発駅数}, \text{着駅数}) \\ = \text{Max}(5, 4) = 5$$

20通りが5通りに削減された



テストケース

No	発駅	着駅
1	新宿	甲府
2	池袋	茅野
3	上野	上諏訪
4	東京	松本
5	渋谷	甲府(2)

解説2-2. 設定集約が複数ある場合

□ 前のスライドは設定集約が1個
(東京都区内)のケース

■ 設定集約が複数あるときの
テストケース数N

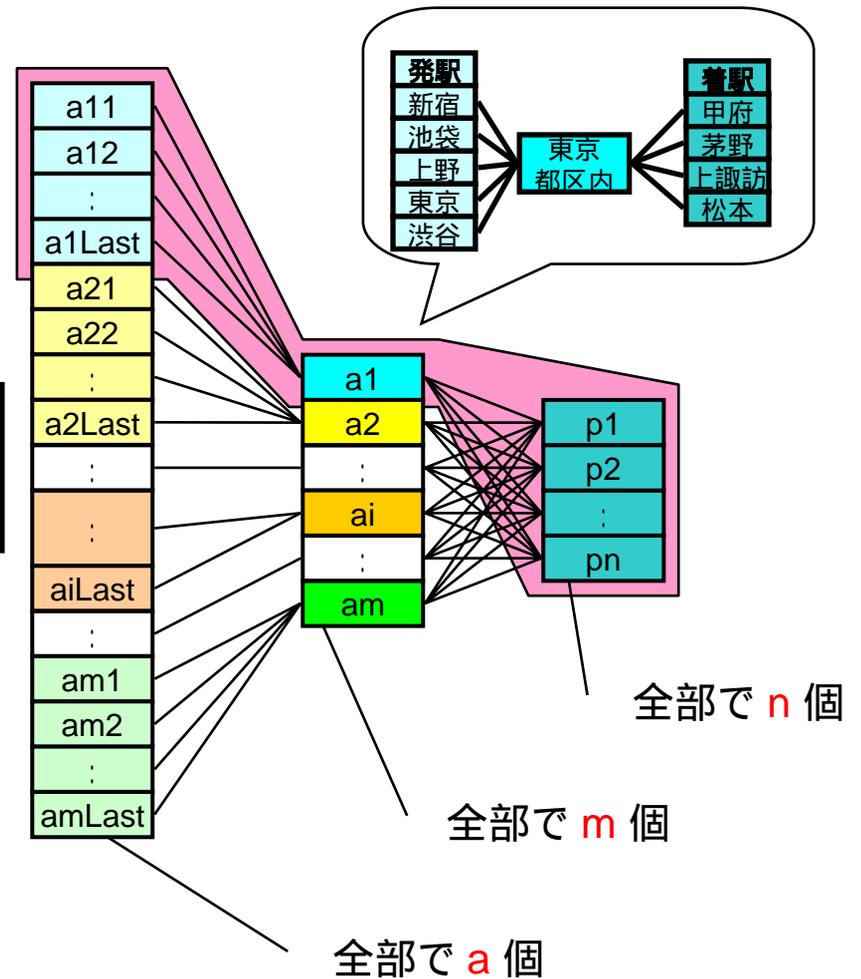
$$N = \sum_i \text{Max}(a_i \text{に設定集約される設定値の個数}(a_i \text{Last}), n)$$

■ 常に $a_i \text{Last} \geq n$ のとき

$$N = a$$

■ 常に $a_i \text{Last} < n$ のとき

$$N = n \times m$$



7. テストケース爆発抑制の例

■ 6-3のパラメータ関連図の場合

$$N = 20 \times 12 \times 9 \times 11 = 23760$$

組み合わせ削減の作戦会議

- 内部独立…3つ
- 設定集約…波長/パワー属性

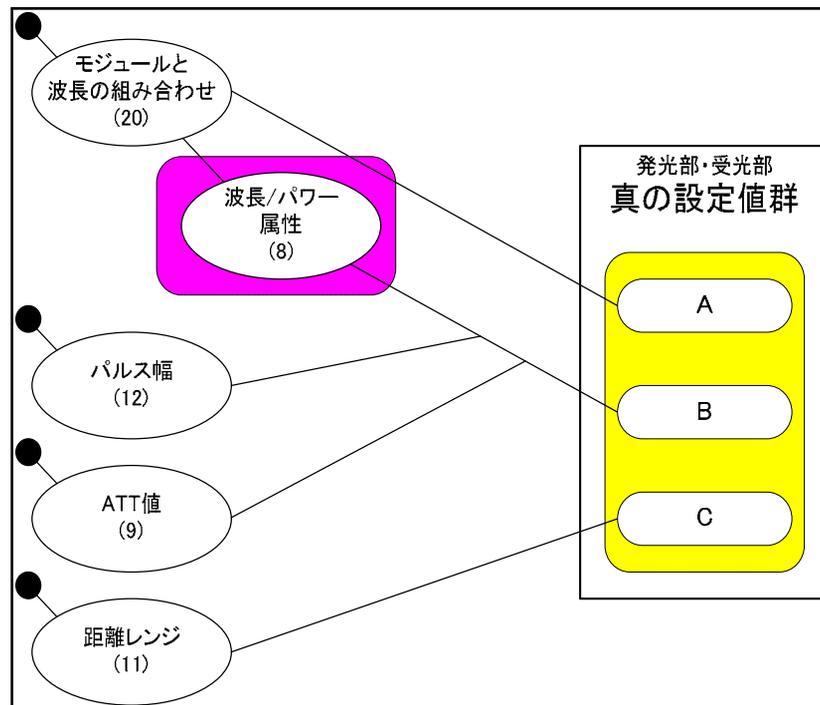
■ テストケース数N

$$N = \text{Max}(N_a, N_b, N_c)$$

$$\begin{cases} N_a = 20 \\ N_b = 8 \times 12 \times 9 = 864 \\ N_c = 11 \end{cases}$$

$$N = \text{Max}(20, 864, 11) = 864$$

■ 真の設定値の網羅テストケース 23760 864(3.6%)まで削減



■ 作戦会議での図の効果

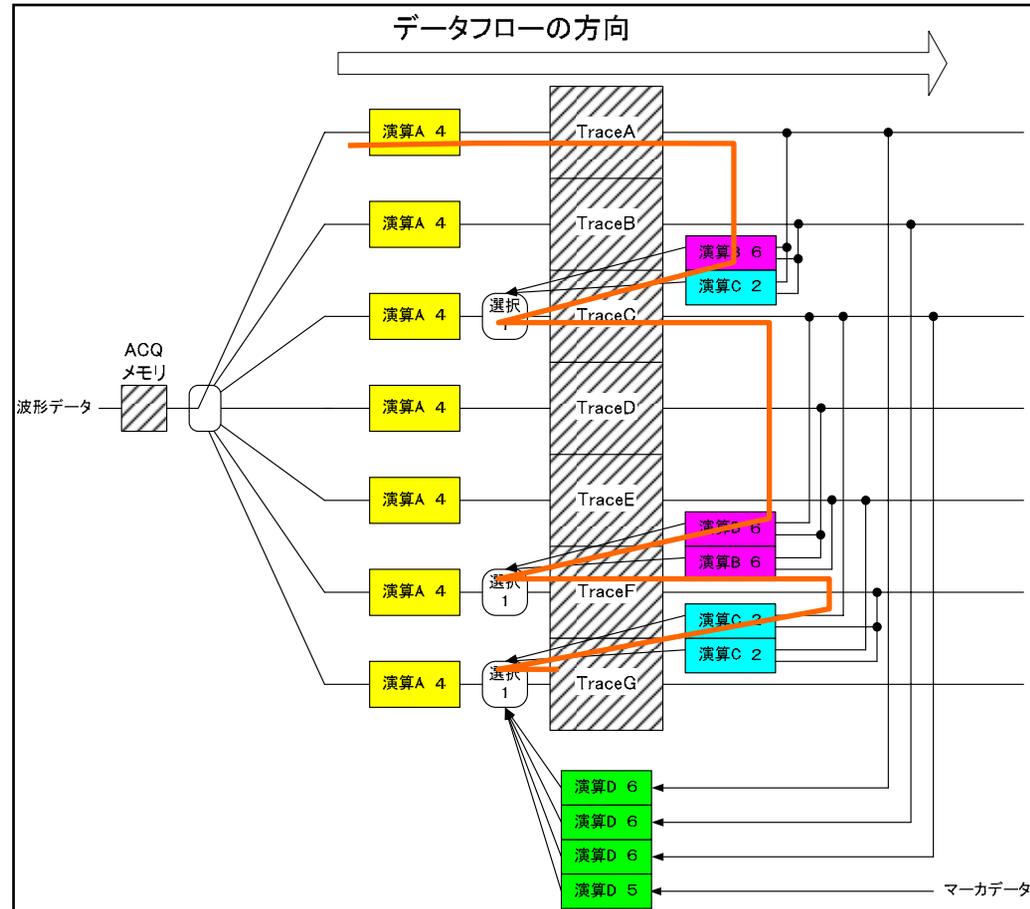
- テストの対象と範囲の共有 (処理関連図も併用)
- 間引きの正当化、リスクの明確化

8. 仕様へのF/Bの例

■ 別の測定器の処理関連図の例

- 処理の関連を図式化すると複雑な仕様が視覚化される。
- テストケースはTraceGだけでも約90万通り。
- 次回の仕様見直し時の検討材料

～ 波形データの演算処理部



9. 図式化の効果

■ 図式化による効果

目的	効果
テストケースの爆発・漏れの抑制	処理関連図でモードを絞り、パラメータ関連図で設定値の組み合わせを絞ることができた。
仕様矛盾・複雑さの排除	処理関連図で仕様の複雑さを検出し、仕様へのF/Bもできた。
仕様あいまいさの低減	取り組みを通じて詳細仕様を理解、機能仕様書の補完ができた。
設計考慮漏れの防止	(今回は未確認) 今回の分析やレビューの感触から、設計品質の向上が期待できる。

10. 課題

■ 展開に向けて

- 分析指針の提示
- 記法の検討
- 分析ガイドラインの作成

□ 有効性確認の継続

- 他のPJTへの適用

□ 標準開発プロセスへの組み入れ

11. まとめ

- 機能の関連を図式表現し、テスト設計を試行
 - 図式表現による機能仕様の分析
 - 機能関連図
 - 処理関連図
 - パラメータ関連図
 - 図式表現の検証
 - 実製品のテスト設計へ適用し効果を確認
 - 展開に向けての課題を整理

終わり

- ご清聴ありがとうございました。