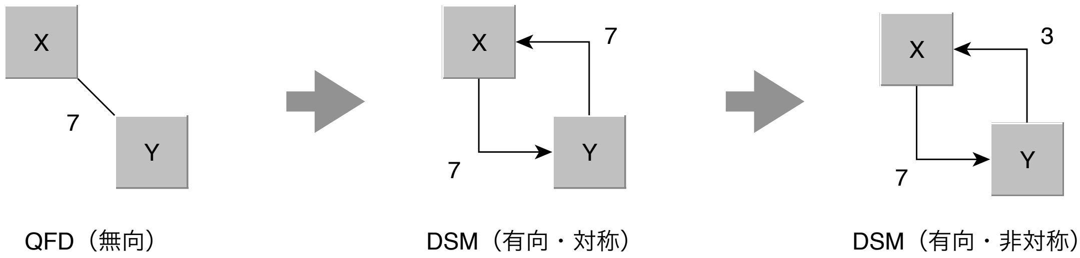
QFDのV字開発プロセスDSM変換について

1. プロセスDSM変換の考え方

QFDの定義には方向性がなく、これを単純にプロセスDSMに変換すると、DSMは対称マトリックスとなり、プロセス順の検討に用いることができない。

QDSM変換で、開発モデルと関係する要素の持つ特性に応じて、入力側と出力側の関係値に重みを付け、非対称化することを考える（下図）。重み付の結果、2要素間の関係値に大小差が生じる場合、これを要素（プロセス）の実行順序検討に用いることが可能となる。



2. DSM変換で考慮する開発モデル特性

V字開発のフェーズ間振る舞いを考慮するために、以下の2つの開発モデルを考慮する。

<u>反復型開発</u>

・複雑系システムの開発で、要件定義とその詳細化フェーズ（機能定義、機能設計等）を複数回繰り返して設計を完了する開発

<u>ウォーターフォール開発</u>

・要件定義から、その詳細化フェーズ（機能定義、機能設計等）を順番に（基本的には逆戻りのない）トップダウンで行う開発

3. DSM変換で考慮する要素特性

要素特性として以下の3特性を使用する。いずれも1から5の整数で指定し、指定のない場合は1として扱う。

<u>設計リスク（Design Risk）</u>

・設計要求に対する問題が発生し、手戻り（フィードバック）が発生する程度（設計が上手くできない程度）
・検証ドメイン（品質検証、機能検証）の要素では、検証で問題が発生する程度

（例）

- 問題が複雑であったり、実績がなく設計が難しいとき、設計リスクが高い。
- 設計流用で過去実績を適用する場合は、設計が適合せず手戻りになる可能性が大きいとき、設計リスクが高い。

<u>重要度（Importance）</u>

・重要な要件であり、他要素に優先して設計する必要がある程度
・重要な要件であり、他要素からの変更要求に応えられない程度

（例）

- 高コストの部品で、開発の早い時期に設計の目処を立てる必要があるとき、重要度が高い。
- 重要な商品性特性であり、他の商品性特性に優先して達成する必要があるとき、重要度が高い。

<u>設計確定度（Design Freeze）</u>

・設計空間が狭く、幅広い設計要求（入力）が受け入れられない程度
・検証ドメイン（品質検証、機能検証）の要素では、設計確定度は考慮しない（常に最小値として扱う）

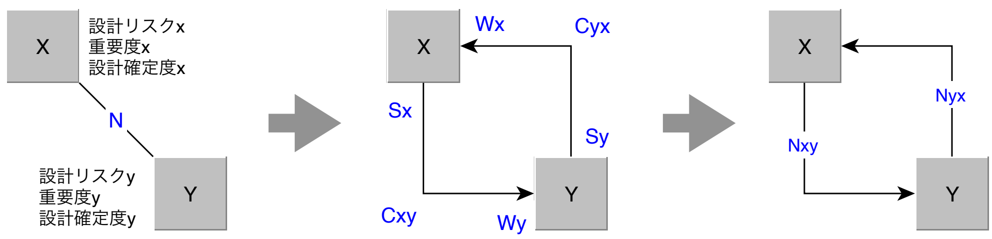
（例）

- 自由な設計ができ、幅広い設計要求に応えることができるとき、確定度が低い。
- 流用部品で設計を変えられないとき、確定度が高い。

4. DSM変換手順

変換の基本的な考え方

- QFDで関係を持つ要素毎に出力を強化する指数**Sx, Sy**と入力を低減する指数**Wx, Wy**を求める。
  - **強化指数　Sx = max(設計リスクx, 重要度x)**　… **max(a, b)**は aとbの大きい方を表す
  - **低減指数　Wx = max(重要度x, 設計確定度x)**
- DSMの関係値を算定するための係数**Cxy, Cyx**を求める。
  - **非対称化係数　Cxy = f(Sx, Wy)**　※**f()**は**Sx**、**Wy**を非対称化係数**Cxy**に変換する関数
- QFDの**関係値N**に**Cxy, Cyx**を乗じてDSMの**関係値Nxy, Nyx**を求める。
  - **Nxy = N * Cxy**

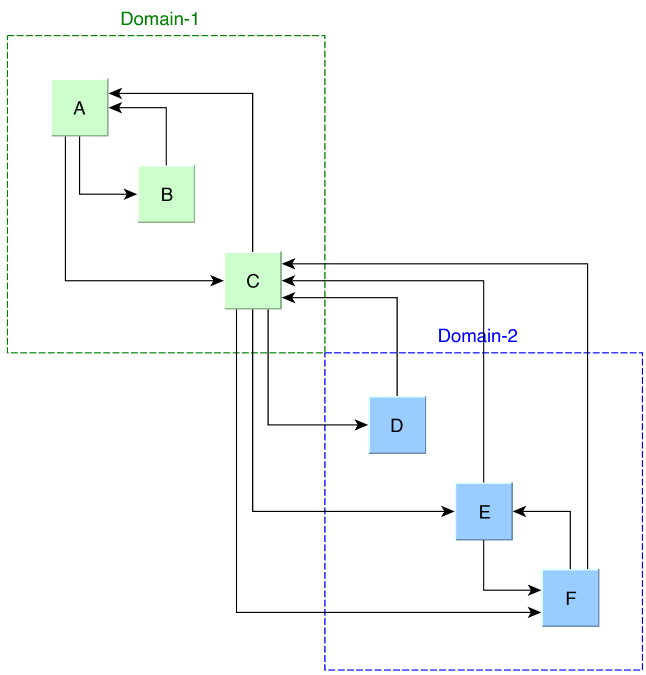


同一ドメインで内の要素　※下図 A〜B、A〜Cの関係

- 関連する要素の**Sx, Wx, Sy, Wy**を求める。
- **非対称化関数 f()**によって、**非対称化係数Cxy, Cyx**を求める。**f()**の特性は以下の通り。
  - **Sx**が大きいとき**Cxy**を大きく、小さいとき**Cxy**を小さくする。
  - **Wy**が大きいとき**Cxy**を小さく、大きいとき**Cxy**を大きくする。

異なるドメインの要素　※下図 C〜D、C〜E、C〜Fの関係

- 関連する要素の**Sx, Wx, Sy, Wy**を求める。
- 同一ドメインと同様に、**非対称化関数 f()**によって、**Cxy, Cyx**を求める（詳細は後述）。
- ただし、**非対称化関数 f()**の**Wx, Wy**に対する扱いは、**開発モデル特性**によって異なる。
  - **反復型**　　**Wy**が大きいとき**Cxy**を小さく、大きいとき**Cxy**を大きくする（同一ドメインと同じ）。
  - **ウォーターフォール**　　上流フェーズ要素に対する下流フェーズ要素の**W**は考慮しない（最小値で扱う）
    下流フェーズ要素に対する上流フェーズ要素では、同一ドメインと同じ考慮を行う。



5. 要素特性を設計リスクと設計確定度の2種類とする考え方

DSM変換で考慮する**重要度**を廃止し、要素特性を**設計リスク**と**設計確定度**に限定する。

設計リスク（Design Risk）

- 設計要求に対する問題が発生し、手戻り（フィードバック）が発生する程度（設計が上手くできない程度）
- 検証ドメイン（品質検証、機能検証）の要素では、検証で問題が発生する程度
- 重要な要件であり、他要素に優先して設計する必要がある程度（早期に確定しないとリスクになる）

設計確定度（Design Freeze）

- 設計空間が狭く、幅広い設計要求（入力）が受け入れられない程度
- 検証ドメイン（品質検証、機能検証）の要素では、設計確定度は考慮しない（常に最小値として扱う）
- 重要な要件であり、他要素からの変更要求に応えられない程度

6. 設計リスクと設計確定度によるDSM変換手順

設計リスクと**設計確定度**に限定された要素特性を用いたQFDのDSMに変換は、**設計リスク**、**重要度**、**設計確定度**の3要素特性によるDSM変換と基本的に同じ方法であり、手順中の**設計重要度**を最小にした結果と等しい。

変換の基本的な考え方

- QFDで関係を持つ要素毎に出力を強化する指数**Sx, Sy**と入力を低減する指数**Wx, Wy**を求める。
  - **強化指数　Sx = 設計リスクx**
  - **低減指数　Wx = 設計確定度x**
- DSMの関係値を算定するための係数**Cxy, Cyx**を求める。
  - **非対称化係数　Cxy = f(Sx, Wy)**　※**f()**は**Sx**、**Wy**を非対称化係数**Cxy**に変換する関数
- QFDの関係値**N**に**Cxy, Cyx**を乗じてDSMの関係値**Nxy, Nyx**を求める。
  - **Nxy = N * Cxy**

同一ドメイン内の要素

- 関連する要素の**Sx, Wx, Sy, Wy**を求める。
- **非対称化関数 f()**によって、**Cxy, Cyx**を求める（詳細は後述）。
  - **Sx**が大きいとき**Cxy**を大きく、小さいとき**Cxy**を小さくする。
  - **Wy**が大きいとき**Cxy**を小さく、大きいとき**Cxy**を大きくする。

異なるドメインの要素

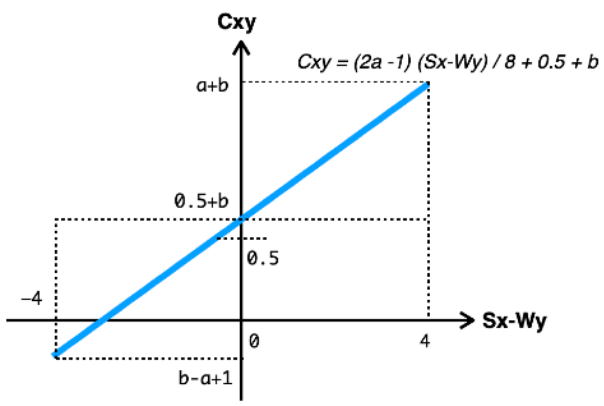
- 関連する要素の**Sx, Wx, Sy, Wy**を求める。
- 同一ドメインと同様に、**非対称化関数 f()**によって、**Cxy, Cyx**を求める。
- ただし、**非対称化関数 f()**の**Wx, Wy**に対する扱いは、開発モデル特性によって異なる。
  - **反復型**　　**Wy**が大きいとき**Cxy**を小さく、大きいとき**Cxy**を大きくする（同一ドメインと同じ）。
  - **ウォーターフォール**　　上流フェーズ要素に対する下流フェーズ要素の**W**は考慮しない（最小値で扱う）
下流フェーズ要素に対する上流フェーズ要素では、同一ドメインと同じ考慮を行う。

7. 指数S、Wを非対称化係数Cxyに変換する関数

出力を強化する**強化指数S**、入力を低減する**低減指数W**を**非対称化係数C**に変換する関数 **f()**は、以下の2方式を考える。

1) 指数S、Wのよる効果の和

- **強化指数S**と**低減指数W**は、関係値に対して逆向きで同じ程度の効果を与えると考える。
- **非対称化係数C**は、**強化指数S**による影響から**低減指数W**による影響を差し引いて求める。
- **非対称化係数　Cxy = (2a -1) (Sx-Wy) / 8 + 0.5 + b**
  - **Cxy**は要素Xから要素Yに向かう**関係値N**に乗ずる係数
  - **a**は非対称化の倍率、**b**は非対称化のシフト量で、対象とするQFDの定義値の分布に応じた値を用いる。
- **関係値　Nxy = Cxy・N**



非対称化係数Cの計算結果

- a=1.0/1.2/1.5, b=0 のときの**非対称化係数C**の値を示す。
- **C**が 0.0より小さい値では、0.0を用いる。
- **C**が 1.0を超える値では、1.0を用いる計算と1.0を超えた値をそのまま用いる計算の2方式を考える。
- 1.0を超える**非対称化係数C**を乗じた結果、9を超える**関係値Nxy**が得られた場合は、9とする。

1-1) 非対称化係数Cxy ～ a = 1.0, b = 0.0

		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00
	2	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88
	3	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75
	4	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63
	5	0.00	0.13	0.25	0.38	0.50

1-2) 非対称化係数Cxy ～ a = 1.2, b = 0.0

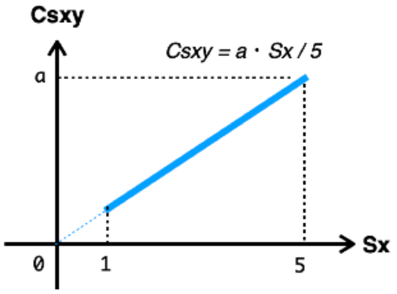
		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.50	0.68	0.85	1.03	1.20
	2	0.33	0.50	0.68	0.85	1.03
	3	0.15	0.33	0.50	0.68	0.85
	4	-0.03	0.15	0.33	0.50	0.68
	5	-0.20	-0.03	0.15	0.33	0.50

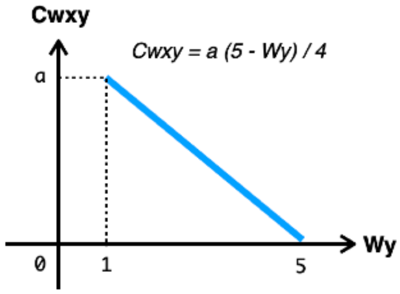
1-3) 非対称化係数Cxy ～ a= 1.5, b = 0.0

		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
	2	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25
	3	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
	4	-0.25	0.00	0.25	0.50	0.75
	5	-0.50	-0.25	0.00	0.25	0.50

2) 指数S、Wによる効果の積

- **強化指数S**と**低減指数W**は関係値に対して異なる特性を持つと考え、**強化指数S**による非対称化係数**Cs**と**低減指数W**による非対称化係数**Cw**を個別に計算し、合成する。
- **強化指数S**に関する非対称化係数　**Csxy = a・Sx / 5**
- **低減指数W**に関する非対称化係数　**Cwxy = a (5 - Wy) / 4**
- **非対称化係数　Cxy = SQRT(Csxy × Cwxy) + b**　… **SQRT()**は平方根の意味
  - **Cxy**は要素Xから要素Yに向かう**関係値N**に乗ずる係数
  - **Wy**に強い影響力を与えている（**Sx**の値に関わらず、**Wy=5**で**Cxy=0**となる）
  - **a**は非対称化の倍率、**b**は非対称化のシフト量で、対象とするQFDの定義値の分布に応じた値を用いる。
- **関係値　Nxy = Cxy・N**





非対称化係数Cの計算結果

- a=1.0/1.2/1.5, b=0 のときの**非対称化係数C**の値を示す。
- **C**が 0.0より小さい値では0.0を用いる。
- **C**が 1.0を超える値では、1.0を用いる計算、1.0を超えた値をそのまま用いる計算の2方式を考える
- 1.0を超えた**非対称化係数C**を乗じた結果、9を超える**関係値Nxy**が得られた場合は、9とする。

2-1) 非対称化係数Cxy ～ a = 1.0, b = 0.0

		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.45	0.63	0.77	0.89	1.00
	2	0.39	0.55	0.67	0.77	0.87
	3	0.32	0.45	0.55	0.63	0.71
	4	0.22	0.32	0.39	0.45	0.50
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2-2) 非対称化係数Cxy ～ a = 1.2, b = 0.0

		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.54	0.76	0.93	1.07	1.20
	2	0.46	0.66	0.80	0.93	1.04
	3	0.38	0.54	0.66	0.76	0.85
	4	0.27	0.38	0.46	0.54	0.60
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2 -3) 非対称化係数Cxy ～ a = 1.5, b = 0.0

		強化指数 Sx				
		1	2	3	4	5
低減指数 Wy	1	0.67	0.95	1.16	1.34	1.50
	2	0.58	0.82	1.01	1.16	1.30
	3	0.47	0.67	0.82	0.95	1.06
	4	0.34	0.47	0.58	0.67	0.75
	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00