

付録1 要件の評価技法に関する補足

SSMS 法のプロセスモデルにおける「要件の評価」で用いている技法について補足する。

満足度行列

満足度行列とは，ゴール指向要求分析手法 AGORA^[3]で用いられている「要求」を定量的に評価する為の手段である．AND-OR ツリーグラフを用いてシステム開発のゴールから想起される要求を抽出しながら下流に展開していく過程で，提示された要求に対して各ステークホルダの満足度を-10 から+10 の範囲の整数値で入力する．満足度行列の各行が評価者で，各列が評価の視点である．図 A.1（右図）において破線の○で囲った数値は，顧客が開発者の視点で満足度を評価した値である．

なお，AGORA ではステークホルダとして顧客，管理者，開発者が用いられているが，本研究ではこれをユーザ企業の担当者，ユーザ企業の管理者，ベンダの開発者に置き換えて利用した．

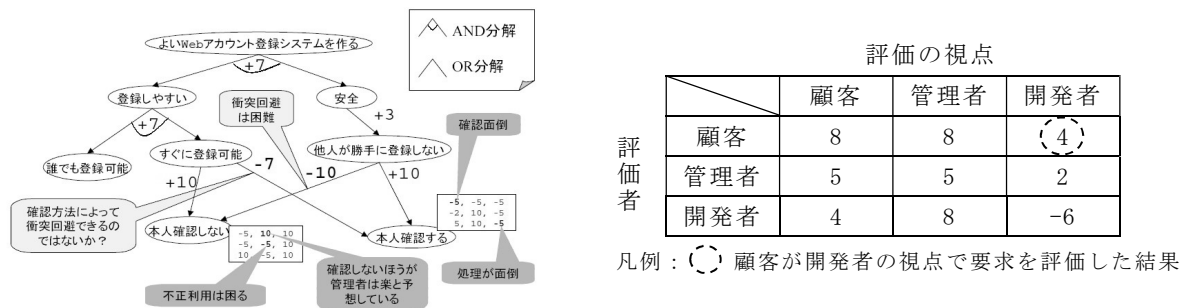


図 A.1 AGORA の概要（左：AND-OR ツリーグラフ^[3] 右：満足度行列）

ゴール適合度

満足度行列を用いてゴール適合度（顧客のニーズに関する妥当性）を計算する式（A.1）が佐藤ら^[6]により提案されている． $Cup(g)$ は，ゴール g に対する顧客の選好度， $Stakeholder$ は全てのステークホルダ（顧客，管理者，開発者）， $Customer$ はユーザに関するステークホルダ（顧客，管理者）である．式（A.1）の分子はゴール g の満足度行列に含まれる $Customer$ の要素の総和，分母は $Stakeholder$ と $Customer$ に関する集合の濃度の直積集合として計算すれば $Cup(g)$ が求まる．

$$Cup(g) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\sum_{s \in Stakeholder, c \in Customer} m(g)_{s,c}}{|Stakeholder| \times |Customer|}. \quad (A.1)$$

意見対立の相関

本稿では，満足度行列における対策立案者の系列と，それとは分散値が最も離れているもうひとつの系列の共分散と定義した．図 A.1（右図）に例示した満足度行列において，「顧客」が要求の対策立案者の場合，もうひとつの系列は「開発者」である．

付録 2 ステークホルダの思考特性

IT システムの開発プロジェクトで登場する典型的なステークホルダと、各ステークホルダが持つ視点を示す^[1].

表 A.1 各ステークホルダが持つ視点

ステークホルダ	ステークホルダが持つ視点
ユーザ企業の管理者	システムを実現する上での制約（予算，期間）よりも，システム稼働後のビジネス収益性や業務変革の視点から価値を最大化することを目的とする．災害時の事業継続やセキュリティリスクに高い関心を持つ．
ベンダの開発者	受託企業としてユーザ企業とのトラブルは避けたい．QCD のバランスに配慮して手堅く進めたい．無理な要件の実装は避けたい．
ユーザ企業の担当者	現場業務の改善（業務の効率化）の思考が強く，やや保守的な変化を好む傾向を示す．要件定義に当たっては既存業務との整合性を重視し，業務変革レベルの視点が弱い．

付録 3 RQ1 に関する解析事例

本稿の RQ1 に関する評価で得られた実験データの一部を示す。本事例は STAMP/STPA を用いて対象システムを解析した結果であり、解析結果である対策が「管理者」、「担当者」、「開発者」の視点に分類されたものをひとつずつ取りあげている。

STAMP/STPA によるシステム安全性解析では、表 A.2 に示す安全制約を違反する非安全なコントロールアクション (UCA: Unsafe Control Action)、ハザード誘発要因 (HCF: Hazard Causal Factor) を抽出し、対策を検討することがゴールとなる。

表 A.2 対象システムにおけるアクシデント，ハザード，安全制約

アクシデント	ハザード	安全制約
A1: 当人名義外の口座間で金額の振替が発生する	H1: 異なる利用者の口座から引き出す	SC1: 決済利用者の口座から引き出さなければならない
A1: 当人名義外の口座間で金額の振替が発生する	H2: 異なる店舗への口座に預け入れる	SC2: 店舗口座に預け入れなければならない
A2: 領収金額以外で振替が実施される	H3: 決済金額を間違える	SC3: 決済金額を間違ってはならない
A3: QR コード決済がスムーズに行われず、店舗で待ち行列ができる	H4: QR コード（決済コード）の提示依頼から読取り完了までの所要時間が現金決済よりも遅い	SC4: QR コード決済に要する時間は現金決済よりも早い

[凡例] An: Accident, Hn: Hazard, SCn: Safety Constraint

[事例 1: 管理者の視点に分類された対策例]

該当矢印: (1) 決済コード提示依頼 (店員→利用者)

UCA: QR コード決済の意図や行動のタイミングが伝わらず、利用者が困惑する。

[関連ガイドワード: 与えられないとハザード]

違反する SC: [SC4] QR コード決済に要する時間は現金決済よりも早い。

シナリオ: QR コード決済について適切なガイダンスがなかった為、初めて QR コード決済を利用する利用者が店員の依頼事項を理解できなかった。

HCF: 店員から利用者に対する QR コード提示の働きかけ方が判りづらい。

対策: 接客応対に関するオペレーションの習熟をはかる。(教育活動の強化)

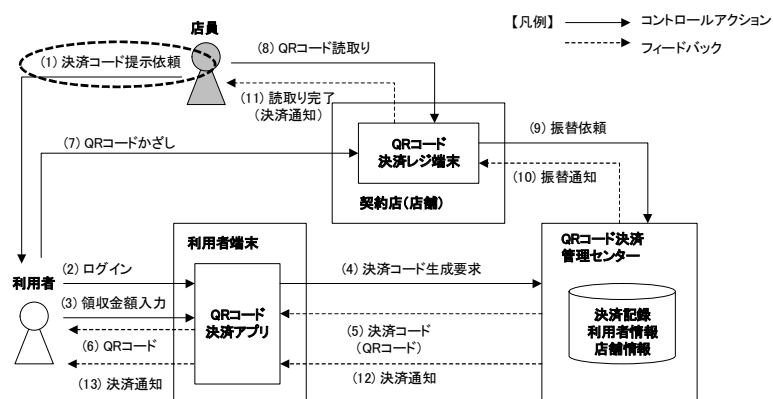


図 A.2.1 対象システムにおける解析該当箇所 (事例 1)

〔事例 2：担当者の視点に分類された対策例〕

該当矢印：(7)QR コードかざし（利用者→QR コード決済レジ端末）

UCA：QR コードの読取りが完了していないのに、かざし動作を止めてしまう。

〔関連ガイドワード：早過ぎる停止〕

違反する SC：[SC4] QR コード決済に要する時間は現金決済よりも早い。

シナリオ：QR コード決済アプリに表示された QR コードの読取りが終わらない状態でかざし動作を止めてしまった。

HCF：利用者が認知しづらい QR コード読取り完了の表現手段を採用した。

対策：LED や効果音等の表現手段により，利用者に読取り完了状態を伝える。

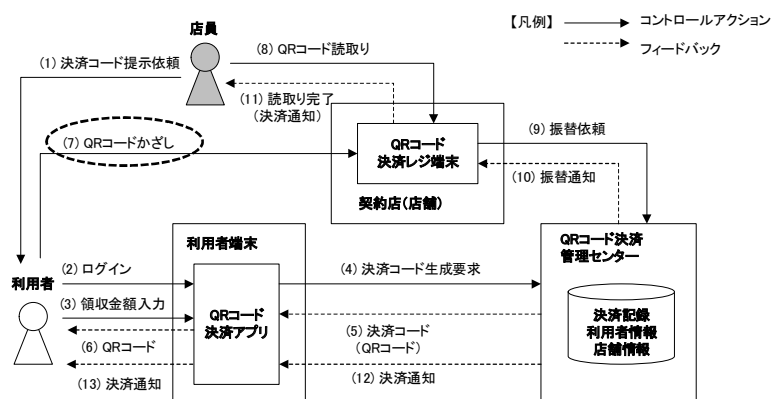


図 A.2.2 対象システムにおける解析該当箇所（事例 2）

〔事例 3：開発者の視点に分類された対策例〕

該当矢印：(8)QR コード読取り（店員→QR コード決済レジ端末）

UCA：当該店舗での取引と無関係の QR コードを読み取ってしまう。

〔関連ガイドワード：与えられるとハザード〕

違反する SC：[SC3] 決済金額を間違ってはならない。

シナリオ：別店舗の取引で使われた QR コードが QR コード決済アプリに表示され、誤って当該コードを読み取ってしまった。

HCF：過去に生成された QR コードが決済アプリ内部に保持されたままになっており，誤使用される。

対策：QR コードの生成時刻等を QR コードに含め，期限切れの場合に警告を表示する。

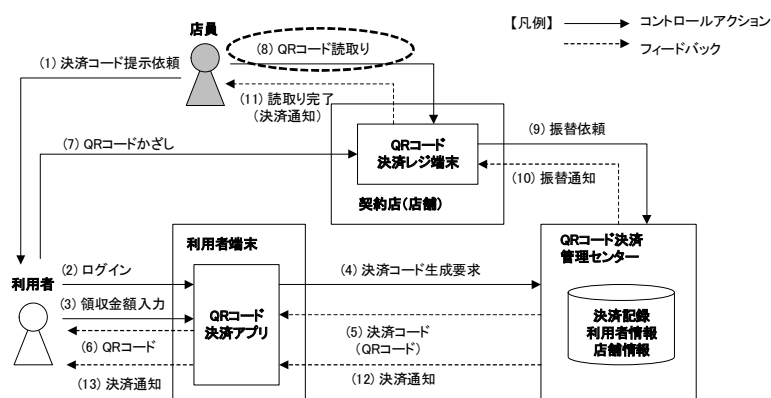


図 A.2.3 対象システムにおける解析該当箇所（事例 3）

付録 4 RQ3 に関する実験データの補足

本稿の RQ3 に関する評価で用いた実験データを示す。当該データは仮想 QR コード決済システムに対して、被験者Ⅱa 群と被験者Ⅱb 群の夫々が、KKD と STAMP/STPA を施用して抽出した対策群と、それらを要件としてゴール指向で分析したときの質を定量化したものである。

※安全性要件の対策立案者のロールに対して、対応する満足度行列の評価が高くない結果が存在するが、これは、対策の立案者と評価者が独立である為。

表 A.3 被験者Ⅱa 群が KKD により抽出した対策群

#	対策区分	安全性要件（対策）	対策の立案者	満足度行列	ゴール適合度	意見対立の相関																
1	認証機能	QRコード決済アプリで、QRコード決済アプリの利用者情報とQRコード中の利用者情報が一致するかチェックすること.	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>M</td><td>-2</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>D</td><td>5</td><td>10</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	10	10	10	M	-2	8	8	D	5	10	10	6.83	6.33
	U	M	D																			
U	10	10	10																			
M	-2	8	8																			
D	5	10	10																			
2	認証機能②	QRコード決済アプリログイン後にユーザ名を表示し、このまま処理を継続してよいかの確認画面を表示する.	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>6</td><td>3</td></tr><tr><td>M</td><td>-2</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>D</td><td>-3</td><td>10</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	4	6	3	M	-2	7	8	D	-3	10	10	3.67	6.50
	U	M	D																			
U	4	6	3																			
M	-2	7	8																			
D	-3	10	10																			
3	金額確認	QRコード決済アプリから決済管理センタへ決済コード生成要求を出す前に、領収金額の確認画面を利用者へ表示すること.	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr><tr><td>M</td><td>4</td><td>6</td><td>6</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	3	5	2	M	4	6	6	D	10	10	10	6.33	10.00
	U	M	D																			
U	3	5	2																			
M	4	6	6																			
D	10	10	10																			
4	店舗確認	QRコード決済レジ端末で提示されたQRコードの店舗情報と、レジ端末に登録されている店舗情報が一致するかチェックすること.	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>5</td><td>8</td><td>3</td></tr><tr><td>M</td><td>2</td><td>-4</td><td>2</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	5	8	3	M	2	-4	2	D	0	10	10	3.50	23.00
	U	M	D																			
U	5	8	3																			
M	2	-4	2																			
D	0	10	10																			
5	QRコード改ざん・破損チェック	QRコード決済アプリで、決済管理センタから受信したQRコードが破損していないか確認すること.	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>6</td><td>8</td><td>4</td></tr><tr><td>M</td><td>-4</td><td>2</td><td>4</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td></tr></table>		U	M	D	U	6	8	4	M	-4	2	4	D	0	10	0	3.67	1.33
	U	M	D																			
U	6	8	4																			
M	-4	2	4																			
D	0	10	0																			
6	性能向上	読取り装置の読取り性能を高くする.	管理者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>8</td><td>-3</td></tr><tr><td>M</td><td>8</td><td>4</td><td>-8</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>10</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	4	8	-3	M	8	4	-8	D	10	10	-10	7.33	1.00
	U	M	D																			
U	4	8	-3																			
M	8	4	-8																			
D	10	10	-10																			

〔補足〕 満足度行列 U:ユーザ企業の担当者, M:ユーザ企業の管理者, D:ベンダの開発者

付録 4 RQ3 に関する実験データの補足

表 A.4.1 被験者Ⅱb 群が STAMP/STPA により抽出した対策群 (1/2)

#	対策区分	安全性要件（対策）	対策の立案者	満足度行列	ゴール適合度	意見対立の相関																
1	認証機能	レジ端末では、QR コードの他に、決済アプリから利用者情報を受け取り、その情報と振替依頼する利用者を比較し、不一致なら振替処理をやめる。	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>M</td><td>-2</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>D</td><td>5</td><td>10</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	10	10	10	M	-2	7	8	D	5	10	-10	6.67	8.00
	U	M	D																			
U	10	10	10																			
M	-2	7	8																			
D	5	10	-10																			
2	認証機能②	QR コード決済アプリへの二段階認証機能を追加する。	管理者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>6</td><td>8</td><td>4</td></tr><tr><td>M</td><td>-2</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>-3</td></tr></table>		U	M	D	U	6	8	4	M	-2	8	8	D	0	10	-3	5.00	6.00
	U	M	D																			
U	6	8	4																			
M	-2	8	8																			
D	0	10	-3																			
3	金額確認	QR コード決済アプリは送信ボタン押下後に金額を表示する確認画面を出す。	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr><tr><td>M</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	3	5	2	M	4	5	6	D	10	10	10	6.17	10.00
	U	M	D																			
U	3	5	2																			
M	4	5	6																			
D	10	10	10																			
4	店舗確認	決済センタから QR コード決済アプリに対して、QR コードだけでなく、利用者や店舗情報も送信して、その情報を確認画面で表示する。OK なら QR コードを確定する。	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>8</td><td>3</td></tr><tr><td>M</td><td>2</td><td>-5</td><td>2</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	4	8	3	M	2	-5	2	D	0	10	-10	3.17	13.00
	U	M	D																			
U	4	8	3																			
M	2	-5	2																			
D	0	10	-10																			
5	QR コード改ざん・破損チェック	振替依頼データに QR コードデータを付与し、QR コードの決済管理センタで一致確認をしてもらう。	担当者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>6</td><td>8</td><td>4</td></tr><tr><td>M</td><td>-4</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>0</td></tr></table>		U	M	D	U	6	8	4	M	-4	1	4	D	0	10	0	3.50	1.33
	U	M	D																			
U	6	8	4																			
M	-4	1	4																			
D	0	10	0																			
6	性能向上	センタの処理能力を上げる。	管理者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>8</td><td>-3</td></tr><tr><td>M</td><td>8</td><td>3</td><td>-8</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>10</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	4	8	-3	M	8	3	-8	D	10	10	-10	7.17	1.00
	U	M	D																			
U	4	8	-3																			
M	8	3	-8																			
D	10	10	-10																			
7	店舗登録	店舗口座設定は、郵送（簡易書留）で行う。	担当者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>0</td><td>-3</td><td>5</td></tr><tr><td>M</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>-5</td><td>10</td></tr></table>		U	M	D	U	0	-3	5	M	-10	-10	-10	D	0	-5	10	-4.67	58.33
	U	M	D																			
U	0	-3	5																			
M	-10	-10	-10																			
D	0	-5	10																			
8	店舗登録②	店舗レジ端末では、ユーザの権限に応じて使用できる機能を切り替え可能とする。	管理者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr><tr><td>M</td><td>-8</td><td>-6</td><td>-2</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>10</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	3	5	2	M	-8	-6	-2	D	0	10	-10	0.67	39.00
	U	M	D																			
U	3	5	2																			
M	-8	-6	-2																			
D	0	10	-10																			

[補足] 満足度行列 U:ユーザ企業の担当者, M:ユーザ企業の管理者, D:ベンダの開発者

付録 4 RQ3 に関する実験データの補足

表 A.4.2 被験者Ⅱb 群が STAMP/STPA により抽出した対策群 (2/2)

#	対策区分	安全性要件（対策）	対策の立案者	満足度行列	ゴール適合度	意見対立の相関																
9	誤操作防止	QRコード決済レジ端末振替処理が開始したら、次に店員が読取り開始ボタンを押すまでは、QRコードの読取りをガードする．	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>6</td><td>8</td><td>5</td></tr><tr><td>M</td><td>6</td><td>-8</td><td>-4</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td></tr></table>		U	M	D	U	6	8	5	M	6	-8	-4	D	0	5	0	2.83	35.17
	U	M	D																			
U	6	8	5																			
M	6	-8	-4																			
D	0	5	0																			
10	誤操作防止②	QRコード決済レジ端末は、一旦読取り判断したら、振替通知まで完了するまでは変化を無視する．完了したら解除する．	担当者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>6</td><td>8</td><td>5</td></tr><tr><td>M</td><td>6</td><td>-9</td><td>-4</td></tr><tr><td>D</td><td>0</td><td>5</td><td>0</td></tr></table>		U	M	D	U	6	8	5	M	6	-9	-4	D	0	5	0	2.67	11.00
	U	M	D																			
U	6	8	5																			
M	6	-9	-4																			
D	0	5	0																			
11	障害対策	ネットワークトラブルであることをレジ端末の画面に表示し、しばらくしてから再操作する．（振込依頼ボタンの押下）	開発者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>6</td><td>3</td></tr><tr><td>M</td><td>-6</td><td>-2</td><td>-6</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>5</td><td>-5</td></tr></table>		U	M	D	U	4	6	3	M	-6	-2	-6	D	10	5	-5	2.83	9.67
	U	M	D																			
U	4	6	3																			
M	-6	-2	-6																			
D	10	5	-5																			
12	障害対策②	QRコード読取り後、QRコード決済レジ端末内で都度出力の自己診断を実施し、その結果を店員に通知する．	担当者	<table><tr><td></td><td>U</td><td>M</td><td>D</td></tr><tr><td>U</td><td>4</td><td>6</td><td>3</td></tr><tr><td>M</td><td>-6</td><td>-3</td><td>-6</td></tr><tr><td>D</td><td>10</td><td>5</td><td>-10</td></tr></table>		U	M	D	U	4	6	3	M	-6	-3	-6	D	10	5	-10	2.67	35.33
	U	M	D																			
U	4	6	3																			
M	-6	-3	-6																			
D	10	5	-10																			

[補足] 満足度行列 U:ユーザ企業の担当者, M:ユーザ企業の管理者, D:ベンダの開発者