

## i\* フレームワークの SR モデルにおける段階的内部ゴール分析手法の提案

井部 己文, 山本 修一郎, 佐藤 友合子

(株)NTT データ 技術開発本部 システム科学研究所

ibek@nttdata.co.jp yamamotosui@nttdata.co.jp satouyr@nttdata.co.jp

### 要旨

i\* フレームワークは、アクタ間の依存関係を表現する有効な手法として期待されている[1][2]。i\* フレームワークでは、アクタ自身が他のアクタからの要求に対して、何をどのように達成するかを SR 図で表現する。しかし、アクタの目的（ゴール）をソフトゴールあるいはタスクに分解する具体的な方法については SR 図では十分に考慮されていない。本稿では SR 図を段階的に分解するため、次の無階層型ゴールタスク行列、階層型ゴールタスク行列、網型ゴールタスク行列を用いる方法を提案する。

## A proposal on the Incremental internal i\* goal decomposition method using matrix

Komon Ibe, Yuriko Sato, Shuichiro Yamamoto

NTT Data Corporation Research Institute for System Science

ibek@nttdata.co.jp satouyr@nttdata.co.jp yamamotosui@nttdata.co.jp

### Abstract

i\* framework is expected as an effective method for describing dependencies between Actors [1][2]. In i\* framework, SR model describes how Actors achieve these requirements from other Actors. However, it is not sufficiently considered how to describe soft goals and/ or tasks for the requirements of the Actor in SR model. In this paper, we propose a method to describe SR models using the flat goal task matrix, the hierarchical goal task matrix, and the goal net task matrix.

### 1 はじめに

i\* フレームワークは、アクタ間のゴール、ソフトゴール、資源、タスクの依存関係を表現する有効な手法として期待されている。i\* フレームワークには SD 図と SR 図がある。SD (Strategic Dependency) 図はアクタ間の要求の依存関係を、ゴール、ソフトゴール、タスク、資源、アクタの5つの要素を用いて示したものである。我々はこのアクタ間の依存関係を網羅的に抽出し、SD 図の品質を向上するための手法として、ARM[3]を提案している。一方、SR (Strategic Rationale) 図はアクタ自身が、他のアクタからの要求に対して、何をどのように達成するか段階的に示す手法である。

このため本稿では、内部ゴールと、分解されたタスクとの関係を整理することによって、より品質の高い SR 図を作成することを目的とし、新たな行列を用いた手法を提案する。

### 2 内部ゴール/タスク関係行列

#### 2.1 ゴールとタスクの依存関係の整理

SR 図では次の関係を表現する必要がある。

- 1) ゴール関係：ゴールとそのゴールを分解して生成されたサブゴールの関係
  - 2) ゴールタスク関係：ゴールとタスクの関係
  - 3) タスク間関係：分解されたタスク間関係
- これら3つの関係を表す表形式として無階層型、階層型、網型を提案する。以下ではこれらの型を具体的に説明する。

#### 2.2 定義

##### 2.2.1 無階層型ゴールタスク関係行列の定義

【定義 1】無階層型ゴールタスク関係行列 (NLTM) タスク集合  $T_j$ , ゴール集合  $G_i$  に関する NLTM の  $i$  行  $j$  列要素を次式で定義する。

$$M_{ij} = \begin{cases} + & G_j \text{ に } T_i \text{ が貢献する} \\ - & G_j \text{ に } T_i \text{ が貢献しない} \\ \text{なし} & \text{無関係} \end{cases}$$

##### 2.2.2 NLTM の例

この例では、ゴール集合  $\{G1, G2, G3\}$ 、タスク集合  $\{T1, T2, T3, T4\}$  の関係を示している。

$T1$  は  $G1$  に正  $G2$  には負の貢献関係を持ち、 $G3$  とは無関係である。

T2はG2,G3に正の貢献関係を持ち、G1とは無関係である。

T3はG1に正 G2,G3とは無関係である。

T4はG1に負 G2には正の貢献関係を持ち、G3とは無関係である。

表 2.1NLTM の例

ゴール タスク	G1	G2	G3
T1	+	-	
T2		+	+
T3	+		
T4	-	+	

### 2.2.3 階層型ゴールタスク関係行列の定義

【定義2】階層型ゴールタスク関係行列 (LTM) 根タスク集合 TP、タスク集合 T (⊃TP)、根ゴール集合 GP、ゴール集合 G (⊃GP)、葉タスク集合 TL (⊃T)、葉ゴール集合 GL (⊃G) とする。

T、TP、TL、G、GP、GLに関する LTM の i 行 j 列要素を次式で定義する。

$$M_{ij} = \begin{cases} + & G^l_j \text{ に } TP_i \text{ が貢献する} \\ - & G^l_j \text{ に } TP_i \text{ が貢献しない} \\ \phi & \text{なし} \end{cases}$$

### 2.2.4 LTM の例

LTM の例を表 2.2 に示す。この例では、ゴール集合{GP1,GP2,GL11,GL12,GL21,GL22}、タスク集合{TP1,TP2,TL11, TL12, TL21 TL22}の関係を示している。ゴール、タスクの階層 l=2 である。

表 2.2LTM の例

		GP1		GP2		ゴール階層 l=2の場合
		GL11	GL12	GL21	GL22	
TL11	TP1	+		-	+	タスク階層 l=2の場合
TL12						
TL21	TP2		-	+		
TL22						

タスク階層 l=2の場合

TP1はGL11, GL22に正 GL21には負の貢献関係を

持ち、GL12とは無関係である。

TP2はGL21に正 GL12には負の貢献関係を持ち、GL11, GL22とは無関係である。

### 2.2.5 網型ゴールタスク関係行列の定義

【定義3】網型ゴールタスク関係行列 (NTM)

T、TP、TL、G、GP、GLに関する NTM の i 行 j 列要素を次式で定義する。

$$M_{ij} = \begin{cases} + & G^l_j \text{ に } TP_i \text{ が貢献する、} GP_j \text{ に } G^l_i \text{ が貢献する、} TP_j \text{ に } TL_i \text{ が貢献する} \\ - & G^l_j \text{ に } TP_i \text{ が貢献する、} GP_j \text{ に } G^l_i \text{ が貢献する、} TP_j \text{ に } TL_i \text{ が貢献する} \\ \text{なし} & \text{無関係、G 行タスク列の要素} \end{cases}$$

Mij は行の要素から列の要素に対する貢献関係を定義しているの、ゴール行タスク列の要素は存在しない。

### 2.2.6 NTM の例

NTM の例を表 2-3 に示す。

この例では、ゴール集合{GP1,GP2,GL11, GL12}、タスク集合{TP1,TP2, TL21 TL22}の関係を示している。

GP1, GP2は根ゴールなので、それ自身が他のゴールに貢献することはない。

GL11, GL12はGP1の葉ゴールなのでGP1と正の貢献関係を持ち、GP2とは貢献関係を持たない。

TP1はGL11に正GL12には負の貢献関係を持つ。またGP1とは直接貢献関係を持たず、GP2とは無関係である。根タスクであるため、葉タスクに貢献することはない。

TP2はGL11に負GL12には正の貢献関係を持つ。またGP1とは直接貢献関係を持たず、GP2とは無関係である。根タスクであるため、葉タスクに貢献することはない。

TL21 どのゴールにも直接関係を持たない。根タスクである TP2 に正の貢献関係を持つ。

TL22はGP2に直接正の貢献関係を持ち、他のG

ールとは直接関係を持たない。根タスクである TP2 に正の貢献関係を持つ。

表 2.3 NTM の例

	GP1	GP2	G <sup>-</sup> 11	G <sup>-</sup> 12	TP1	TP2	T <sup>-</sup> 21	T <sup>-</sup> 22
GP1					要素なし			
GP2								
G <sup>-</sup> 11	+							
G <sup>-</sup> 12	+							
TP1			+	-				
TP2			-	+				
T <sup>-</sup> 21						+		
T <sup>-</sup> 22		+				+		

### 3. ゴールタスク関係行列から、i\*フレームワークの SR 図への変換

#### 3.1 無階層型ゴールタスク関係行列 NLTM から SR 図への変換

アクタ A に関する無階層型ゴールタスク関係行列 NLTM から SR 図への変換規則は次の通りである。

規則 1 : 円でアクタ A を表記し、その円に重なるように点線で円を描く。

規則 2 : 点線の円の中に、内部ゴール G<sub>j</sub> を楕円でタスク T<sub>i</sub> を六角形で表記する。

規則 3 : NLTM (T<sub>i</sub>, G<sub>j</sub>) = + の時は、タスク T<sub>i</sub> からゴール G<sub>j</sub> へ矢印を引き、矢印の先に + を添える。

規則 4 : NLTM (T<sub>i</sub>, G<sub>j</sub>) = - の時は、タスク T<sub>i</sub> からゴール G<sub>j</sub> へ矢印を引き、矢印の先に - を添える。

規則 5 : NLTM (T<sub>i</sub>, G<sub>j</sub>) = φ の時は、タスク T<sub>i</sub> とゴール G<sub>j</sub> 間に矢印は引かない。

NLTM は、アクタ内部のタスクと内部ゴールのあいだに、サブタスクとサブゴールが存在しない場合に適応している。

#### 3.2 階層型ゴールタスク関係行列 LTM から SR 図への変換

アクタ A に関する階層型ゴールタスク関係行列

LTM から SR 図への変換規則は次の通りである。

規則 1 : 円でアクタを表記し、その円に重なるように点線で円を描く。

規則 2 : 点線の円の中に、根ゴール (内部ゴール) G<sub>Pj</sub> と葉ゴール (サブゴール) G<sub>Lj</sub> を楕円で根タスク TP<sub>i</sub> と歯タスク (サブタスク) T<sub>L<sub>i</sub></sub> を六角形で表記する。

規則 3 : LTM のタスク階層とゴール階層に従い、ゴールとそのサブゴール、タスクとそのサブタスクを線で結ぶ。

規則 4 : LTM (TP<sub>i</sub>, G<sub>Lj</sub>) = + の時は、タスク TP<sub>i</sub> からサブゴール G<sub>Lj</sub> へ矢印を引き、矢印の先に + を添える。

規則 5 : LTM (TP<sub>i</sub>, G<sub>Lj</sub>) = - の時は、タスク TP<sub>i</sub> からサブゴール G<sub>Lj</sub> へ矢印を引き、矢印の先に - を添える。

規則 6 : LTM (TP<sub>i</sub>, G<sub>Pj</sub>) = φ の時は、タスク TP<sub>i</sub> とサブゴール G<sub>Pj</sub> 間に矢印は引かない。

LTM は、ゴールやタスクの間に、予めゴールとサブゴール、タスクとサブタスクの依存関係が明確な場合、適用できる。

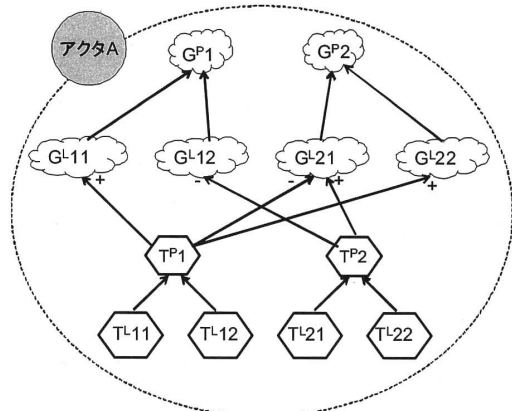


図 3 表 2.2 を元に作成した SR 図

#### 3.3 網型ゴールタスク関係行列 NTM から SR 図への変換

アクタ A に関する網型ゴールタスク関係行列 NTM から SR 図への変換規則は次の通りである。

(規則1) 円でアクタ A を表記し、その円に重なるように点線で円を描く。

(規則2) 点線の円の中に、根ゴール(内部ゴール)  $GP_j$  と葉ゴール(サブゴール)  $GL_j$  を楕円で根タスク  $TP_i$  と歯タスク(サブタスク)  $TL_i$  を六角形で表記する。

(規則3)  $NTM(GP_j, GL_j) = +$  の時は、サブゴール  $GL_j$  からゴール  $GP_j$  へ線を引く。

(規則4)  $NTM(GP_j, GL_j) = -$ 、 $\phi$  の時は、線は引かない。

(規則5)  $NTM(TP_i, TL_i) = +$  の時は、サブタスク  $TL_i$  からタスク  $TP_i$  へ線を引く。

(規則6)  $NTM(TP_i, TL_i) = -$ 、 $\phi$  の時は、線は引かない。

(規則7)  $NTM(TP_i, G_j) = +$  の時は、タスク  $TP_i$  からゴール  $G_j$  へ矢印を引き、矢印の先に+を添える。

(規則8)  $NTM(TP_i, G_j) = -$  の時は、タスク  $TP_i$  からゴール  $G_j$  へ矢印を引き、矢印の先に-を添える。

(規則9)  $NTM(TP_i, G_j) = \phi$  の時は、タスク  $TP_i$  とゴール  $G_j$  間に矢印は引かない。

NTM はゴール間の関係とタスク間の関係、ゴールタスク関係の全てを表すことができるので、汎用的に適用することができる。ただし、NLTM や LTM と比べて行列要素が多くなるため、空欄が多くなる。

## 4 ゴールタスク関係表の具体例

### 4.1 NLTM を用いた例

Amazon のビジネスモデル [4] を、Amazon をアクタとして Amazon 内部のゴールタスク関係を NLTM で表す。この例の NLTM を付表 1 に、対応する SR 図を付図 1 に示す。

### 4.2 LTM を用いた例

Web 情報出力システムをアクタとする内部ゴー

ルタスク関係を LTM で表すと付表 2 のようになる。また付表 2 に対応する SR 図を付図 2 に示す。この例ではあらかじめゴール間とサブゴール間の関係が明らかになっている。

### 4.3 網型ゴールタスク関係行列

病院情報システム導入事例 [5] に対して院長をアクタとし院長の内部についてのゴールタスク関係を NTM であらわすことを考える。この事例は、IT で業務を効率化して顧客である患者の待ち時間を削減する事を当初目的として IT 導入をはかったが、開発途中で、患者の待ち行列が長い病院ほどその評判が上がると判断をしたことと、IT 導入による組織間の対立のため、IT 導入を中止したという例である。この例の NTM を付表 3 に、対応した SR 図を付図 3 に示す。

## 5 考察

### 5.1 NLTM、LTM、NTM の適用範囲について

NLTM、LTM、NTM の適用範囲をまとめると、図 5 のようになる。

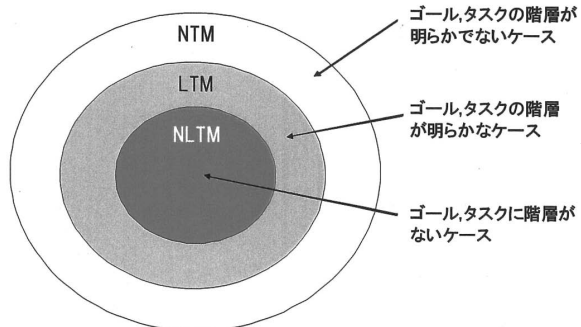


図5 ゴールタスク表の適応範囲の関係

NLTM は具体例でとりあげた Amazon のような、ゴール、タスクに階層がないケースのみ表現することができる。LTM と NTM はゴール、タスクに階層がある場合を表現することができる。根ゴールと葉ゴール、根タスクと葉タスクの関係はあらかじめ明確になっている場合はないので、NTM を用いて分析することによって、ゴールタスクの関

係を表現することができる。LTMは、行列の表則部分に根ゴールと葉ゴール、根タスクと葉タスクの階層構造を表現するので、NTMを用いて根ゴールと葉ゴール、根タスクと葉タスクの関係が明らかになれば、ゴールタスクの関係を表現することができる。

#### 5.2 NTM から LTM の作成

NTMは適用範囲の点から、どのような場合においてもゴールタスク関係を表現することができる。そして1度NTMでゴールタスク関係を明らかにすれば、NTMからLTMを作成することができる。

NTMは全てのゴールタスク関係を表現することができるが、その一方で行列自体が大きくなり、空欄も多くなることから、ゴール、タスク階層が明らかになれば、LTMの方がゴールタスクの関係を簡潔に表現できると考えられる。

#### 5.3 LTM と NLTM の関係

LTMにおいて、階層数 $l=1$ の場合は、LTM=NLTMである。

#### 5.4 行列の書きやすさについて

NLTMはゴールタスク階層がない場合に適用するので、書きやすい。またゴールやタスクが変化した場合においても、行列を単純に追加・削除するだけでよいので、保守性も高い。

一方LTMは、行と列に階層構造を持つため、これらの関係に変更が生じると、行列の変更が煩雑になるため、保守性はNLTMよりも低い。

NTMは、行と列のタスクとゴールを変更することが可能であるため、保守性が高い。しかし、ゴールとタスクの両方を行と列に記すため、行列が大きくなってしまふ。

#### 5.5 タスク分解について

NTMにおいて、タスクの階層1が大きくなりすぎると、行列の大きさも膨大になりかえって煩雑化する。よってタスク分解については、分解範囲を決めておく必要がある。

## 6 課題

### 6.1 ゴール分解の場合分け

アクタ間の依存関係において、あるアクタがどのような内部ゴールを持ち、その内部ゴールを達成するためのタスクをどのように持つかという場合分けについては、アクタが置かれた環境によって変化する。

例えば、アクタが持つ予算や、納期、能力、立場によっても異なってくるであろう。

アクタが置かれた環境変化にともなう、ゴールタスク変化や分解方法については今後検討する必要がある。

### 6.2 タスクの粒度

どのタスク必要なタスクなのかということを議論する場合に、タスクを細分化しすぎると選択肢が増えすぎて、本質的にどのゴールを達成すべきだったのかということがわかりにくくなる。考察5に記述しているように、ある程度のレベルでタスク分解をやめ、そのタスクを選択するべきかどうかを議論するべきである。その程度については、今後の課題である。

### 6.3 ゴール設定の曖昧さ

アクタが持つ内部ゴールそのものが、本来のゴールであるのかどうかという議論はここではしていない。当初アクタが設定した内部ゴールが、状況によって変化する場合もあるだろうし、実際にタスク分解をしたところで、果たせないゴールかもしれない。ゴール設定の曖昧さについても、今後の研究課題としたい。

### 6.4 貢献度合いの曖昧さ

NFR フレームワークのソフトゴール分解では、+や-以外に、++や--といった、貢献度合いを表現することができるが、今回は、正の貢献は+、負の貢献は-として表現し、貢献度合いについては考慮していない。これについては、アクタが置かれた環境変化によるタスクの貢献度についても

検討する必要がある。

7 おわりに

ARM[3][4]ではアクタ間の関係を行列を用いて表現する。本稿ではアクタ内部の内部ゴールと分解されたタスク間の関係を行列で表現する方法を提案した。

今後もゴール分解やゴール設定の方法やタスク分解の粒度などについて研究を続ける予定である。

8.参考文献

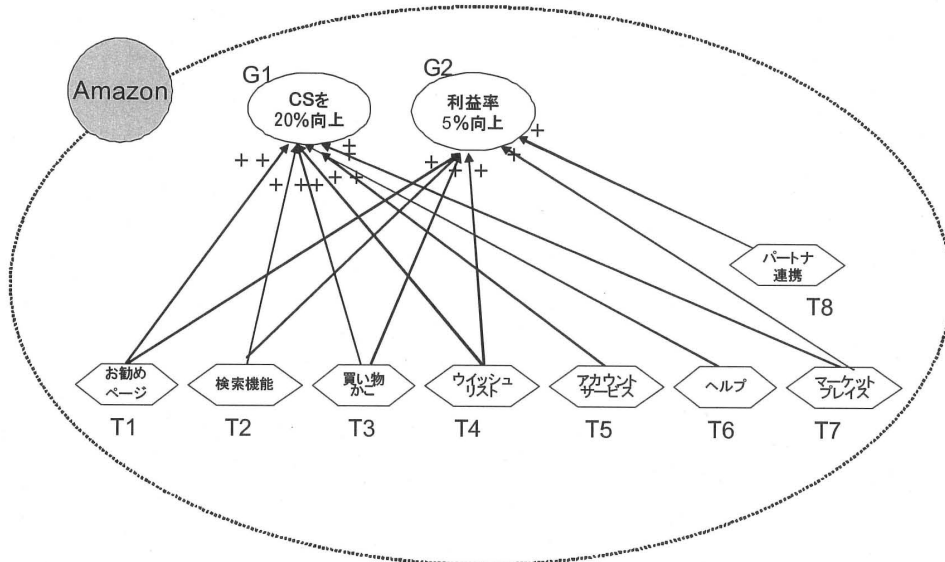
- [1] i\*homepage.  
<http://www.cs.toronto.edu/km/ishtar/>
- [2] 山本修一郎 著 ～ゴール指向による！！～システム要求管理技法, ソフトリサーチセンター, 2007
- [3] 井部己文, 山本修一郎, 佐藤友合子:アクタ関係行列を用いたiスターフレームワーク作成方法の提案, 第158回ソフトウェア工学研究発表会, 2007

[4] 井部己文, 山本修一郎, 佐藤友合子:「アクタ関係行列を用いたiスターフレームワーク作成方法の実験評価」, ソフトウェアサイエンス研究会 2007-12-17, 2007

[5] 不条理なコンピュータ研究会 著, 日経コンピュータ 編集 IT失敗学の研究-30のプロジェクト破綻例に学ぶ, 日経BP社 (2006/02)

付表1 Amazonと中心としたNLTM

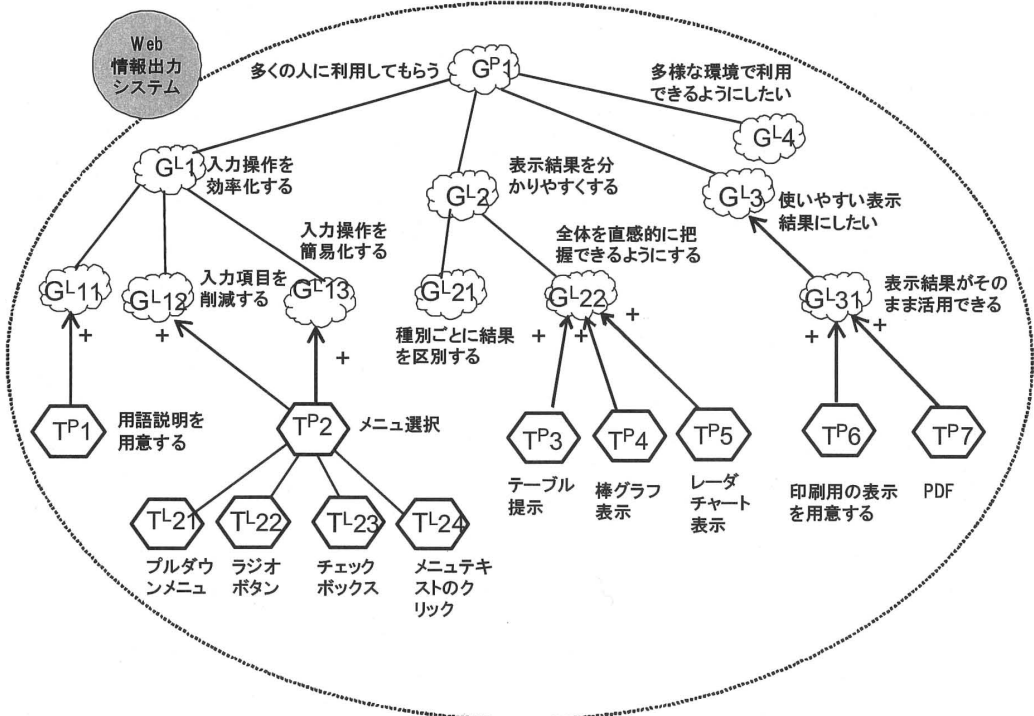
	G1:CS20%向上	G2:利益率5%向上
T1:お勧めページ	+	+
T2:検索機能	+	+
T3:買い物かご	+	+
T4:ウィッシュリスト	+	+
T5:アカウントサービス	+	
T6:ヘルプ	+	
T7:マーケットプレイス	+	+
T8:パートナー連携		+



付図1 AmazonのSR図

付表2 Web情報出力システムを例にした階層型ゴールタスク行列

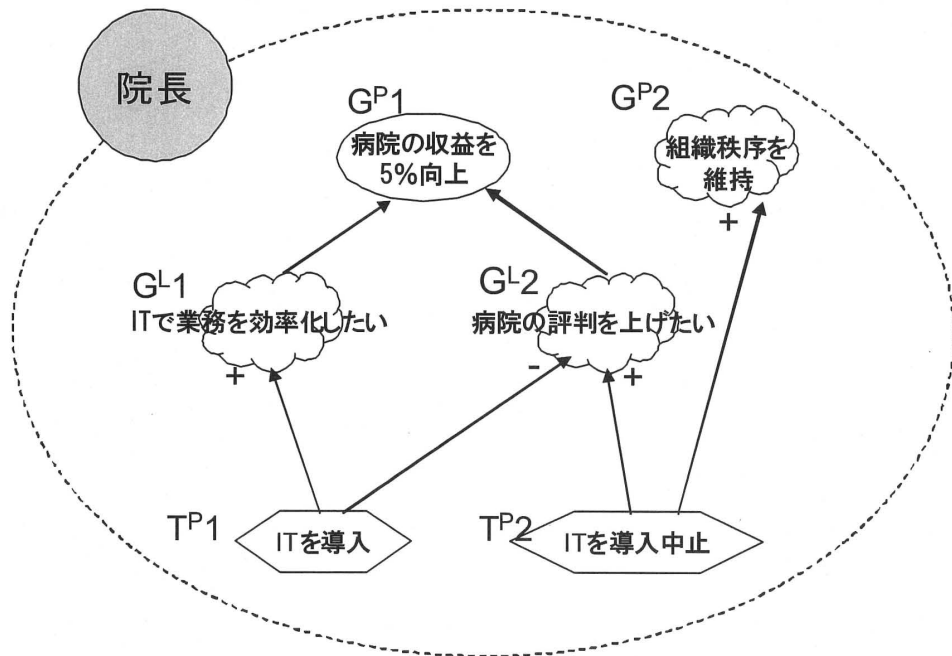
	G <sup>P1</sup> :多くの人に利用して欲しい						
	G <sup>L1</sup> :入力操作を効率化する			G <sup>L2</sup> :表示結果を分かりやすくする		G <sup>L3</sup> :使いやすい表示結果にしたい	G <sup>L4</sup> :多様な環境で利用できる
	G <sup>L11</sup> :提示内容の理解を容易化する	G <sup>L12</sup> :入力項目を削減する	G <sup>L13</sup> :入力操作を簡易化する	G <sup>L21</sup> :種別ごとに結果を区別する	G <sup>L22</sup> :全体を直感的に把握できるようにする	G <sup>L23</sup> :表示結果がそのまま活用できる	
TP <sup>1</sup> :用語説明を用意する	+						
TL <sup>21</sup> :プルダウンメニュー		+	+				
TP <sup>2</sup> :メニュー選択							
TL <sup>22</sup> :ラジオボタン		+	+				
TL <sup>23</sup> :チェックボックス		+	+				
TL <sup>24</sup> :メニューテキストクリック		+	+				
TP <sup>3</sup> :テーブル表示						+	
TP <sup>4</sup> :棒グラフ表示						+	
TP <sup>5</sup> :レーダチャート表示						+	
TP <sup>6</sup> :印刷用の表示							+
TP <sup>7</sup> :PDFでダウンロード							+



付図2 Web情報出力システムのSR図

付表3 病院情報システムを例にした網型ゴールタスク行列

	GP1:病院の収益を5%向上したい	GP2:組織秩序を維持	GL1:ITで業務を効率化したい	GL2:病院の評判を上げたい	TP1:ITを導入する	TP2:IT導入を中止する
GP1:病院の収益を5%向上したい						
GP2:組織秩序を維持						
GL1:ITで業務を効率化したい	+					
GL2:病院の評判を上げたい	+					
TP1:ITを導入する			+	-		
TP2:IT導入を中止する		+	-	+		



付図3 病院システムのSR図