

Title	ソフトウェアアカウントビリティ実現のためのGORAと法理論の利用に関する報告
Author(s)	杉森, 隼人; 落水, 浩一郎
Citation	Research report (School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology), IS-RR-2007-005: 1-35
Issue Date	2007-03-28
Type	Technical Report
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8439
Rights	
Description	リサーチレポート (北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科)

ソフトウェアアカウンタビリティ実現のための GORA と法理論の利用に関する報告

杉森 隼人, 落水 浩一郎

2007年3月28日

IS-RR-2007-005

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科
923-1292 石川県能美市旭台 1-1
{hayasugi, ochimizu}@jaist.ac.jp

概要

近年、社会のあらゆる場面で情報システムが利用されている。これら情報システムには、国や学校などの組織が定める規則を仕様とするものがある。規則を仕様とする情報システムを利用するにあたって、システムが行った判断や行為について、利害関係者がいくつかのタイプの質問を持つことがある。本研究では、利用者からの質問のうち、「この行為はなぜ義務とされているのか」という質問に対し、情報システムが答える、といった環境を作ること为目标とする。ゴール指向要求分析、及び、法理論の考え方を利用して、規則の制定目的と規則との対応情報を管理するデータベースを設計する。また、JAISTの履修規則の設計例を示す。

目次

1	はじめに	1
1.1	背景	1
1.1.1	21世紀COEプログラム「検証進化可能電子社会」について	1
1.1.2	ソフトウェアアカウンタビリティについて	1
1.1.3	ソフトウェアアカウンタビリティ実現の概要	2
1.2	本稿の対象	3
1.3	本稿の構成	3
2	ゴール指向要求分析と法理論の概要、及びその利用	5
2.1	ゴール指向要求分析	5
2.1.1	ゴール木	5
2.1.2	要求開発・管理におけるゴール指向要求分析の位置づけ	5
2.1.3	ゴール指向要求分析の利用	6
2.2	法理論	7
2.2.1	指令	7
2.2.2	性質決定	7
2.2.3	授権	8
2.2.4	活動	8
2.2.5	法理論の利用	9
2.3	階層間の対応付け	9
2.3.1	ゴールと指令機能との対応	9
2.3.2	ゴールと授権機能との対応	9
3	各階層の要素とそれぞれの対応の情報を管理するデータベースの設計	11
3.1	個別の情報	11
3.2	テーブル	12
3.2.1	業務目標テーブル	12
3.2.2	規則要求テーブル	12
3.2.3	義務規範テーブル	12
3.2.4	性質決定規範テーブル	12
3.2.5	権限規範テーブル	12
3.3	各テーブル間のリレーション	12
4	JAISTの履修規則設計例	16
4.1	トップレベルのゴール	16
4.2	ゴールの分解と規則の定義	16
4.2.1	多眼的人材の育成	16

4.2.2	修了生の品質保証	18
4.2.3	学生中心の教育	22
4.2.4	修士研究における先端性の維持	24
4.2.5	種々の分野からの学生の受け入れ	27
5	データベース利用例	28
5.1	Microsoft Access 上のリレーション	28
5.2	クエリ	28
5.2.1	義務規範に対応する規則要求、及び上位のゴールを検索するクエリ	28
5.2.2	権限規範に対応する規則要求、及び上位のゴールを検索するクエリ	30
5.3	検索例	31
6	評価	32
7	今後の課題	33
8	まとめ	34

目 次

1	複数の利害関係者が持つセマンティクスの階層	2
2	対象とする階層	3
3	ゴール木	6
4	命令・禁止と許可・免除の関係	7
5	法理論における活動	8
6	対応付けの方針	10
7	作成したテーブルとリレーション (業務目標は自身と多対多の関係)	14
8	設計したデータベースのスキーマ	15
9	目標の分解と規則要求 (1)	17
10	目標の分解と規則要求 (2)	19
11	目標の分解と規則要求 (3)	23
12	目標の分解と規則要求 (4)	25
13	Microsoft Access 上のテーブルとリレーション	29

1 はじめに

1.1 背景

近年、社会のあらゆる場面でシステムの電子化が進んでいる。それら情報システムには、国や企業、学校などの組織が定める規則を仕様とするものがある。

規則を仕様とする情報システムの利用者は、システムの判断に従って、税金を納めたり、履修する授業を選択したりする。この判断は、利用者にとって重要なものであることが多いため、規則を仕様とする情報システムは、特に安心して利用できることが求められる。

1.1.1 21世紀COEプログラム「検証進化可能電子社会」について

JAISTにおける21世紀COEプログラム「検証進化可能電子社会」[1]では、規則を仕様とするシステムを、Law-Defined情報システムと呼び、組織に所属する人々の生活に深く関わるLaw-Defined情報システムについて、これを安心して利用できる環境の実現を目指している。

[1]において、Law-Defined情報システムが満たすべき安心性要件が以下のように提案された。

- 正当性
- 進化容易性
- セキュリティ
- アカウンタビリティ
- 耐故障性

1.1.2 ソフトウェアアカウンタビリティについて

落水研究室において、上記の安心性要件のうち、アカウンタビリティ、及び、進化容易性について、その理論と実現方法の開発が取り組まれており[2][3]、このうち、ソフトウェアアカウンタビリティが以下のように定義された。

「Law-Defined情報システムが、行った行為や判断に関して、そのシステムの複数の利害関係者が持つ質問に対して、納得するように説明しうること」

複数の利害関係者は、規則の制定者、規則に従う者、規則について検討・変更する者、システム設計者などを含む。

規則の制定者は、組織が掲げる目標や要求に沿って、規則をまとめ、文書化し、示すことで、人の行動を制限したり活性化したりする。

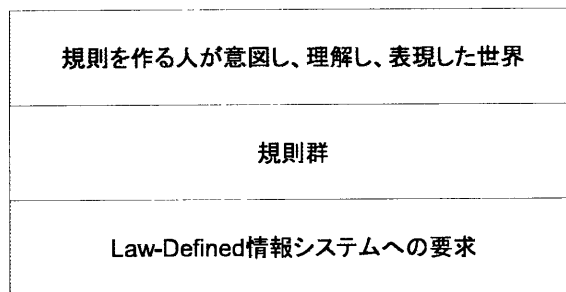


図 1: 複数の利害関係者が持つセマンティックスの階層

ここで、規則に従う者や、規則について検討・変更する者は、規則の制定理由に興味を持つ場合がある。

規則に従う者は、自らの行動に関係する規則によって、望んでいる行為を禁止されたり、または望まない行為を命令されたりする場合などに、その規則がどのような理由によって制定されたのか、といったことを知りたい場合がある。

また、社会の環境や組織の目標が変わる、もしくは新たな要求の発生などによって、規則が変更されることがあるが、その場合に、現行の規則の制定者がいない、或いは、制定理由に関する情報が失われていて、必要な規則の変更が遅れる、といったことが考えられる。

つまり、これらの規則に従う者や、規則について検討・変更する者からの質問の一部は、現行の規則がどのようにして制定されたのか、といったことに関するものであると考えられる。

規則の制定者は、直接的に訊かれれば、そのような質問に答えることはできるが、制定理由に関する情報をシステムで管理し、必要に応じて他の者が取り出せる環境であることが、より良いと考えられる。

システム開発者が持つ質問は、規則と機能要求に関するものである。システム開発者は、規則に従って要求を定義するが、規則が変更された場合に、変更された規則がどの機能要求に影響しているか、といったことを解明できると、システムの変更・進化が容易になると考えられる。

1.1.3 ソフトウェアアカウンタビリティ実現の概要

[2]では、これらの利害関係者が持つセマンティックスを階層化し、それぞれの要素の相互関係の情報を管理することが提案された。規則の制定者による制定の理由や意図に関する情報、規則に従う者が実際に関わる情報（つまりは規則の内容そのもの）、そして、システム開発者による機能要求、といった階層である [図 1]。

また、[2]では、規則の制定目的の表現には、ゴール指向要求分析 (GORA, Goal Oriented Requirements Analysis) におけるゴール木を、規則の表現には法理論を、それぞれ用い

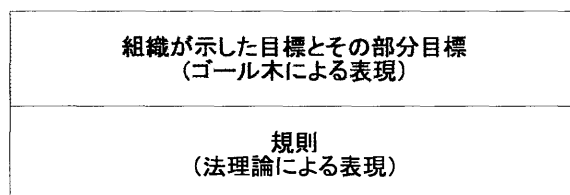


図 2: 対象とする階層

ることが提案されている。

規則の制定者、及び、システム設計者によってまとめられたこれらの相互関係の情報を、管理し、必要に応じて取り出すことのできる環境を作ること、Law-Defined 情報システムが、規則に従う者からの質問の一部に答えること、規則の検討・変更を支援すること、Law-Defined 情報システムの機能要求の変更を支援することなどが可能であると考えられる。

1.2 本稿の対象

本稿では、規則に従う者、または、規則を検討・変更したい者からの、「この規則はなぜ制定されたのか？」

といった質問に、システム自身が答える、という環境を実現するために、規則の制定目的と規則について、表現、管理する方法について、検討、及び実践を行った。

規則の制定目的の表現、及び、規則の表現については、[2] に従い、ゴール指向要求分析と法理論の考え方をを用いた [図 2]。また、規則の制定目的と規則の関連について、上記の質問に答えられるような対応付けを、検討した。そして、これらの情報を管理するデータベースのスキーマの設計を行った。

また、事例として、JASIT の履修規則について、ゴール指向要求分析を用いて設計、及び、法理論の考え方に従って表現した場合の例を示し、この情報をデータベースで管理することで、上記の質問に答えるために必要となる情報を取り出せることを確かめた。

尚、Law-Defined 情報システムの機能として、ユーザからの質問を受け付けて答える、といった機能を付加する際に、このデータベースを利用することを想定している。

1.3 本稿の構成

本稿の構成は以下である。

- 2 節 ゴール指向要求分析と法理論の概要、及びその利用

規則の制定目的と規則の表現で利用する、ゴール指向要求分析と、法理論について、その説明と用いる理由、利用方法を述べる。

- 3節 各階層の要素とそれぞれの対応の情報を保持するデータベースの設計
ゴール指向要求分析におけるゴールと法理論における各種規範を管理するテーブルと、それぞれのリレーションを設計する。
- 4節 JAIST の履修規則設計例
2節に基づいて、JAIST の履修規則の設計を行った例を示す。
- 5節 データベース利用例
4節で設計した履修規則に関する情報を、3節で設計したデータベースで管理した例について示す。
- 6節 評価
設計したデータベースについて、評価する。
- 7節 今後の課題
本稿で述べたものの他にデータベースで管理すると良いと考える情報について述べる。
- 8節 まとめ
本研究についてまとめる。

2 ゴール指向要求分析と法理論の概要、及びその利用

ゴール指向要求分析におけるゴール木により、組織が示す目標とそれを解釈した内容について表現し、法理論により、規則を表現する。

2.1 ゴール指向要求分析

ゴール指向要求分析は、ソフトウェア工学における、要求開発・管理に関わる手法である。

ゴール指向の手法では、組織やユーザが望む状態をゴールとし、それを中心として業務分析や要求定義などを行う。

ゴール指向において基本となるのは、あるゴールに対して、それを「どのようにして (How)」実現するのか、という検討を行うことによって、より具体的なサブゴールを導出すること、及び、あるゴールに対して、それは「なぜ (Why)」必要であるのか、と質問することによって、より上位のゴールを抽出することにある。この上位・下位のゴールの関係はゴール木によってモデル化される。

十分に分解されたサブゴールは、そのまま要求であるとみなすことができる。要求とは、ソフトウェア開発においては、システムが満たすべき様態や能力のことである。

2.1.1 ゴール木

ゴール木は、ゴールとサブゴールの関係を、目的-手段であるとして、ツリー構造、または、非循環有向グラフとして表現したものである。

サブゴールから見ると、ゴールは目的であり、ゴールから見ると、サブゴールは自身を実現する手段である [図 3]。

2.1.2 要求開発・管理におけるゴール指向要求分析の位置づけ

要求開発・管理においては、システムの要求を定義するにあたって、要求の抽出、記述、妥当性の確認、検討、変更管理などのプロセスがある [8]。ゴール指向のコンセプトは、抽出、記述、検討、変更管理において特に重要である。

ソフトウェア開発のプロジェクトにおいて、通常、システムが実現すべき機能を設計・開発することの他に、品質が良いこと、コストが予算内であること、期限までに仕上げるなど求められる。しかし、これらプロジェクトへの要求は、互いに相反する場合がある。例えば、期限までに仕上げるにはもっと人を雇う必要があるが、それでは予算を超過してしまう、といった場合である。

そこで、システム要求のうち、どれが特に重要で、どれがあまり重要でないかを検討し、需要に応じて実現しないシステム要求を選び出す、といったことが行われる [8]。

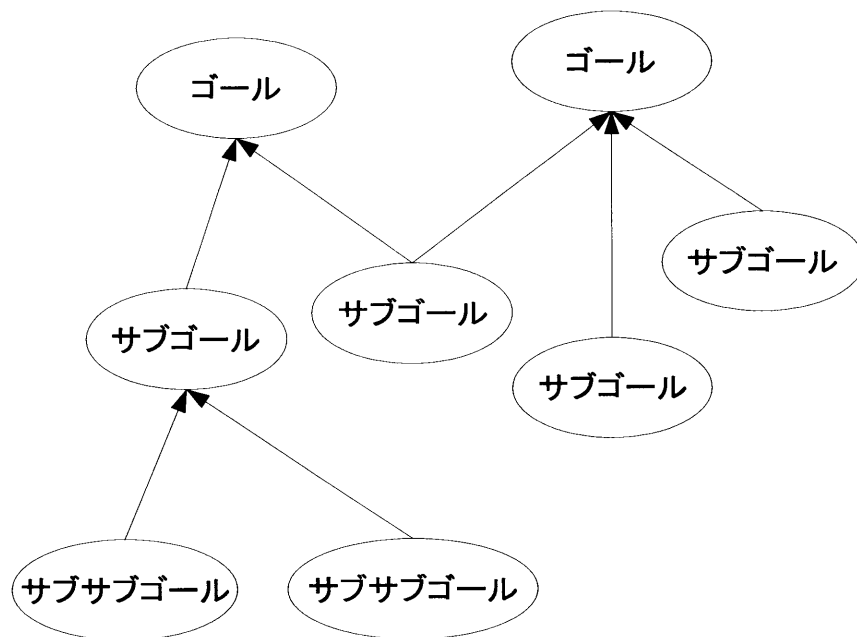


図 3: ゴール木

ここにおいて、要求のトレーサビリティが求められる。つまり、ある要求に対して、その要求がどのような目的で定義されたかを調べることが可能である、といったことが求められる。このトレーサビリティにより、システム設計者、及び、発注元の担当者に、元来の目的とシステム要求との対応が示される。システム設計者と担当者は、この情報を元に協議し、実現するシステム要求を選択し、合意を得る。

このトレーサビリティを実現する手法の一つが、ゴール指向要求分析である。

ゴール木により、ゴールからシステム要求への分解の過程に関する情報（つまりは、サブゴールとその関連）を保持しておき、必要に応じて取り出すことで、トレーサビリティが実現される。

2.1.3 ゴール指向要求分析の利用

規則を制定する際の、組織の目標とその解釈の過程を、ゴール木によって表現する。この場合、分解された最下位のサブゴールは、規則への要求となる。この要求を、法理論による規範の機能と対応付ける。

ゴールをデータベースでのテーブルのひとつとし、テーブル間を目的-手段の関係としてリレーションを作る。

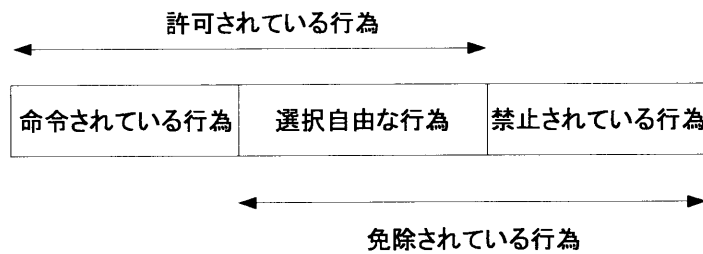


図 4: 命令・禁止と許可・免除の関係

2.2 法理論

エックホフによる法理論 [4] では、社会における法を、規範と活動とを要素に持つシステムであると捉えている。

規範は、社会集団において、所属する人の行動や判断の基準である。法理論では、規範の持つ機能を以下の三つのタイプに分類している。

- ・ 指令
- ・ 性質決定
- ・ 授権

2.2.1 指令

指令は、人の行動を感化する機能である。ここで、感化とは、ある一定の方向に心理的に向けさせることである。例えば、「所得税を納めなくてはならない」「他人の物を盗んではならない」「卒業までに一定の単位を修得しなければならない」といった言語表現にこのタイプの規範の機能が含まれる。

指令の機能を持つ規範は義務規範と呼ばれる。

義務規範は、命令、禁止、許可、免除の四つの下位グループを持つ。命令、禁止は、それぞれ、しなくてはならないこと、してはいけないことであり、許可、免除は、それぞれ命令と禁止の反対の意味である [図 4]。

2.2.2 性質決定

性質決定は、ある現象（人や物、関係、状態など）が、どのカテゴリーに入るかを示す機能である。

ある人物が成人というカテゴリーに入る、人と人の関係について夫婦や親族などと名づける、一定以上の長さを持った刃物は凶器である、凶器によって人を傷つけようとした行為は殺人未遂にあたる、などである。

性質決定の機能を持つ規範は性質決定規範と呼ばれる。

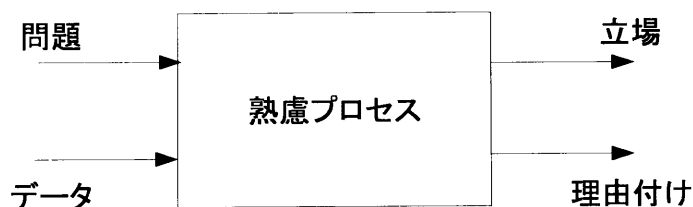


図 5: 法理論における活動

性質決定規範によって、誰が一定のカテゴリに入るかが示され、義務規範によって、そのカテゴリに入る人がすべき（または、すべきではない）行為が示される。また、その行為によって成された状態が、どのカテゴリに入るかも性質決定規範によって示される。

2.2.3 授権

授権は、指令、性質決定、または新たな権限を人に付与する権限を、人や組織に付与する機能である。例えば、スポーツのサッカーにおいて、審判に、ある行為をオフサイドであると認定したり、ルール違反をした選手にレッドカードを示すことで退場を命令したりする権限を与えることが、授権にあたる。

授権の機能を持つ規範は、権限規範と呼ばれる。

義務規範の場合と同様に、性質決定規範によって、誰が一定のカテゴリに入るかが示され、権限規範によって、そのカテゴリに入る人が持つ権限が示される。

2.2.4 活動

活動は、問題とデータを入力とし、内部で熟慮が行われ、出力は問題に対する立場と理由付けであるような、部分のシステムである [図 5]。

国家における活動は、日本の場合では、立法、司法、行政に当たる。

立法は、規則を制定する活動である。この場合、入力としての問題は、「飲酒運転による事故が増えているが、減らすにはどうすればよいか」といったような抽象的な問題であり、ここでのデータは、「どの程度事故が増えているのか」「現在の制裁は有効か」「どの程度の飲酒が事故に繋がるのか」といったものである。これらを元に、議会などで熟慮が行われ、出力として、「一定の検査により飲酒運転と認定された場合は、最大30万円の罰金に処すべきである」という立場が新たな規則として示され、熟慮の過程が理由付けとして示される。

司法は、具体的な紛争や訴訟に対し、裁判により立場を示す活動である。この場合、入力としての問題は、「ある人物が他人を傷つけたが、それは殺人未遂にあたるか」という具体的な問題であり、ここでのデータは、実際にあった行為や動機などである。これらを元に、裁判の場で熟慮が行われ、出力として、立場と理由付けが示される。

行政は、国が法に基づいて行う活動のうち、立法と司法を除いたものである。警察による治安維持、道路建設、外務、財務など様々ある。行政も具体的な問題について立場を示す活動であるが、司法との違いは、訴訟などがあった場合に裁判所が受動的に対応するのに対し、行政では能動的に現実の問題について活動する、と捉えることができる。

2.2.5 法理論の利用

法理論により分類された規範それぞれの機能を、ゴール指向要求分析によって定義された要求と対応付けする（次節）。

また、規範の機能は、Law-Defined 情報システムの機能要求と対応させることもできると考えている。つまり、義務規範について、指令を出力する機能や、「なぜこの行為は命令されているのか？」といった質問を、受け付け、回答する、といった機能などとの対応付けである。または、権限規範について、誰かに命令したり、ある行為が遂行されたことを認定した場合などに、それを入力する、といった機能との対応付けである。

2.3 階層間の対応付け

ゴール木の末端の規則への要求と、指令機能、授権機能とを対応付ける。

2.3.1 ゴールと指令機能との対応

ゴールによって示される状態になるために、どのような人が、どのような行為をする必要があるか、または、どのような人がその行為をすべきか、という観点から対応がわかるように、関連付けを行う。つまり、ある（要求されている）状態になるためのプロセスに関与する人の行為を、義務規範によって感化し、また、どのような人がその行為をすべき人のカテゴリに入るかを、性質決定規範によって規定する。

例えば、国によって「可燃ゴミは焼却場で処理される」という要求が示された場合を考える。これに関与する人、または組織は、ゴミを分別して出す人、集配所から焼却場へ運ぶ業者、焼却場の運営者、などが考えられる。それぞれのタイプに含まれる人を、性質決定規範によって規定し、また、それぞれに対して、「ゴミは分別して出さなければならない」「ゴミを焼却場へ運ばなければならない」「運ばれてきたゴミを焼却しなければならない」という内容の指令を示すことによって、「可燃ゴミは焼却場で処理される」というゴールが達成される [図 6]、という対応である。

2.3.2 ゴールと授権機能との対応

ゴールによって示される状態になるためのプロセスのうち、一定の行為があったことを判断することに、特別な能力や知識が必要である場合に、性質決定する権限を与える権限規範と、ゴールとを対応付けする。

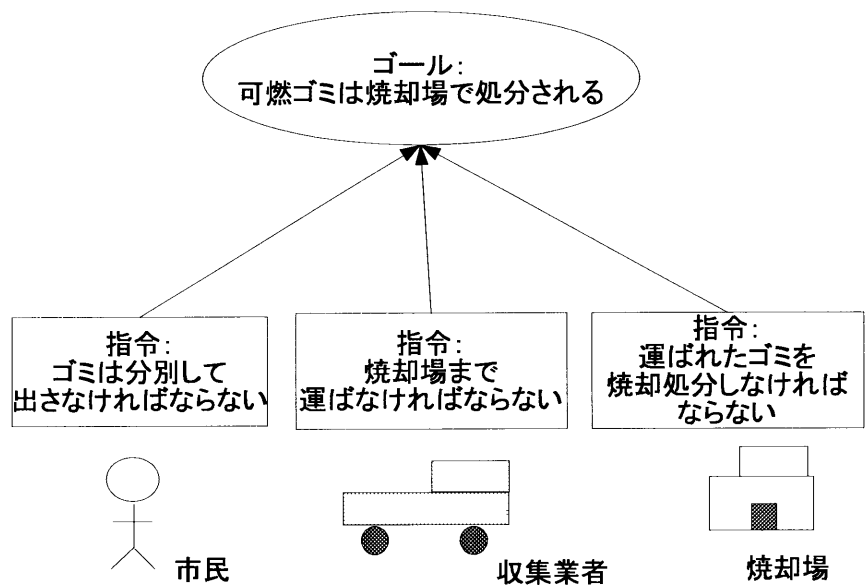


図 6: 対応付けの方針

また、ゴールによって示される状態になるためのプロセスに関わる行為を、自分または他人に命令する権限を与える権限規範と、ゴールとを対応付けする。

3 各階層の要素とそれぞれの対応の情報を管理するデータベースの設計

3.1 個別の情報

前章までの検討により、データベースで管理する情報について、以下のものを個別であるとした。

- 業務目標
- 規則要求
- 義務規範
- 権限規範
- 性質決定規範

業務目標は、ゴール木におけるゴール、またはサブゴールの内容である。ゴールとサブゴールを目的/手段として関連させることにより、あるゴールがどのサブゴールによって実現されているか、または、サブゴールが定義された目的としてのゴールはどのような内容であるか、といった情報を取り出すことができる。

規則要求は、ゴール木における末端のサブゴールである。同じく、業務目標と目的/手段として関連させる。これを特別に規則要求としたのは、義務規範や権限規範に関連させるためと、この規則要求によって表現される状態が、ある行為について、それが遂行されたかを判断する基準になると考えたためである。つまり、規則要求によって表現される状態になるために、規則に従う者に行為が指令されている、という捉え方をしているので、行為の遂行を判断するには、この規則要求が表現する状態を、システムなどが観測できるようにする必要がある、と考えた。システム要求との対応の詳細は検討を要するため、本研究では、規則要求は、状態の内容のみとした。

義務規範は、規則に従う者に指令されている行為と、どのカテゴリの人間に指令されているのか、及び、その様態（命令、禁止、許可、免除）の内容である。

権限規範は、規則に従う者に与えられる権限と、どのカテゴリの人間に権限が付与されているかの内容である。

規則要求と義務規範、及び、規則要求と権限規範を、目的/手段として関連させることにより、ある規則要求が、どの義務規範、権限規範によって実現されるか、及び、義務とされる行為や、人に与えられる権限について、どのような規則要求に基づいて規定されたのか、といった情報を取り出すことができる。更に、この規則要求から辿って、どのような業務目標の元で規則要求が定義されたか、といった情報も取り出すことができる。

性質決定規範は、カテゴリの名称と、どのような人や物、状態が、そのカテゴリに入るか、といった内容である。義務規範や権限規範で示される人物のカテゴリにおいて、そのカテゴリに入る人物の条件を示す。

3.2 テーブル

前節の方針で、テーブルを決定した。

業務目標テーブル、及び、規則要求テーブルで、規則の目標の階層の情報を管理する。
義務規範テーブル、権限規範テーブル、性質決定規範テーブルで、規則の階層の情報を管理する。

3.2.1 業務目標テーブル

ゴール木におけるゴールの内容である。

3.2.2 規則要求テーブル

ゴール木の末端であり、組織に所属する者の行為、またはその組み合わせによって、なるべき状態を示す。

3.2.3 義務規範テーブル

どのカテゴリの人間に、どのような行為が指令されているか、といった内容である。
主体、様相、行為の属性を持つ。

3.2.4 性質決定規範テーブル

あるカテゴリに入る現象（人物、状態など）がどのようなものであるか、といった内容である。

カテゴリ名、カテゴリ内容の属性を持つ。

3.2.5 権限規範テーブル

どのカテゴリの人物に、どのようなことに影響を与える権限があるか、といった内容である。

主体、権限対象の属性を持つ。

3.3 各テーブル間のリレーション

- 業務目標テーブル - 業務目標テーブル（多対多）

目的 - 手段の関係である。

- 業務目標テーブル - 規則要求テーブル (多対多)
目的 - 手段の関係である。
- 規則要求テーブル - 義務規範テーブル (多対多)
目的 - 手段の関係である。
- 規則要求テーブル - 権限規範テーブル (多対多)
目的 - 手段の関係である。
- 義務規範テーブル - 性質決定規範テーブル (多対1)
内容 - 主体 の関係である。
- 権限規範テーブル - 性質決定規範テーブル (多対1)
内容 - 主体 の関係である。

これらのリレーションは [図7] である。
また、データベースのスキーマを [図8] に示す。

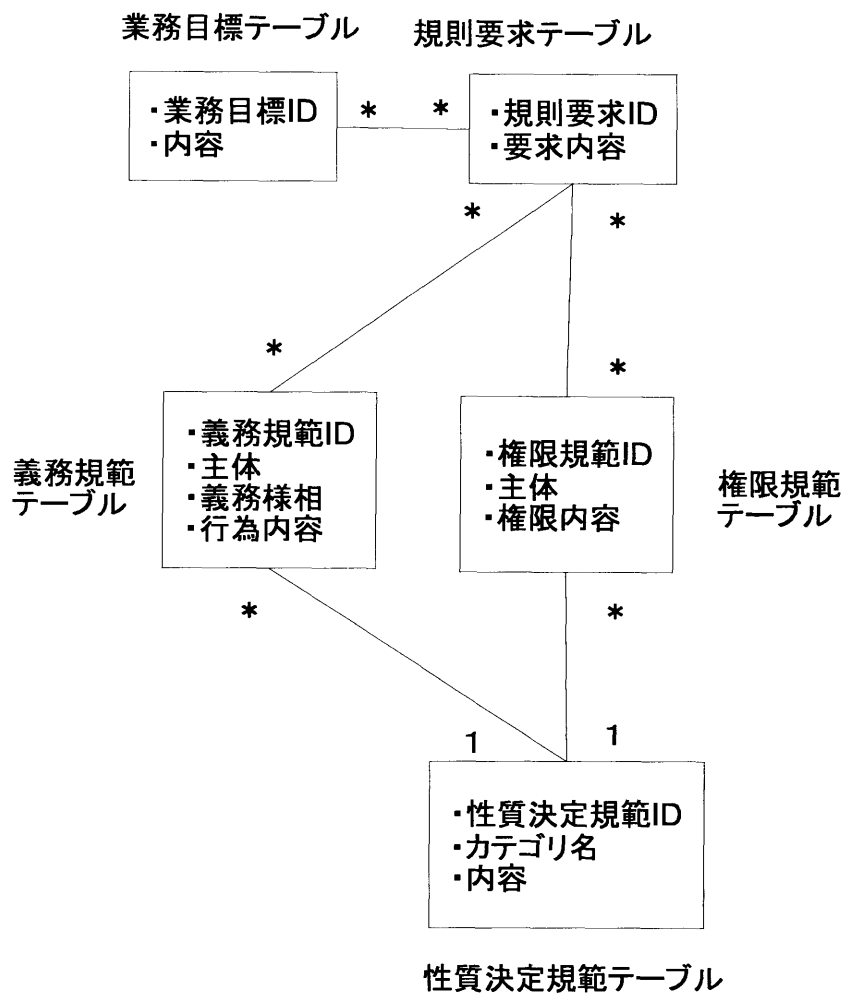


図 7: 作成したテーブルとリレーション (業務目標は自身と多対多の関係)

業務目標（業務目標ID, 目標内容）

業務目標間リンク（業務目標間リンクID, 目的, 手段）

規則要求（規則要求ID, 要求内容）

業務目標-規則要求リンク（業務目標-規則要求ID, 目的, 手段）

義務規範（義務ID, 主体, 義務様相, 行為内容）

規則要求-義務規範リンク（規則要求-義務規範ID, 目的, 手段）

権限規範（権限ID, 主体, 権限内容）

規則要求-権限規範リンク（規則要求-義務規範ID, 目的, 手段）

性質決定規範（性質決定ID, カテゴリ名, 内容）

図 8: 設計したデータベースのスキーマ

4 JAISTの履修規則設計例

事例として、JASITの履修規則について、ゴール指向要求分析を用いて設計、及び、法理論の考え方に従って表現した場合の例を示す。

4.1 トップレベルのゴール

JAISTが設立された当初、

- 多眼的人材の育成
- 修了生の品質保証
- 学生中心の教育
- 修士研究における先端性の維持
- 種々の分野からの学生の受け入れ

といった目標が掲げられ、これを元に、当時の教員によって履修規則が制定された。本稿では、この目標をトップレベルのゴールとし、教員に助言を頂いて分解を行い、規則を定義した。

4.2 ゴールの分解と規則の定義

本稿で設計したゴールの分解、及び、対応する規則は以下のようになる。

4.2.1 多眼的人材の育成

このゴールの展開は以下のようなになる（ゴール木は図9）。尚、ボールド文字のサブゴールは規則への要求であり、規範の機能と対応している（以下同様）。

- 特定の分野に偏らず、バランスの取れた総合力を要請する
 - 5分野の講義科目の設定
 - **学生は修了までに4分野以上修得している**
 - 本来の分野とは別の分野で研究させる
 - * 学生は修了までに副テーマを終了している
 - * 副テーマ終了を認定する者を規定

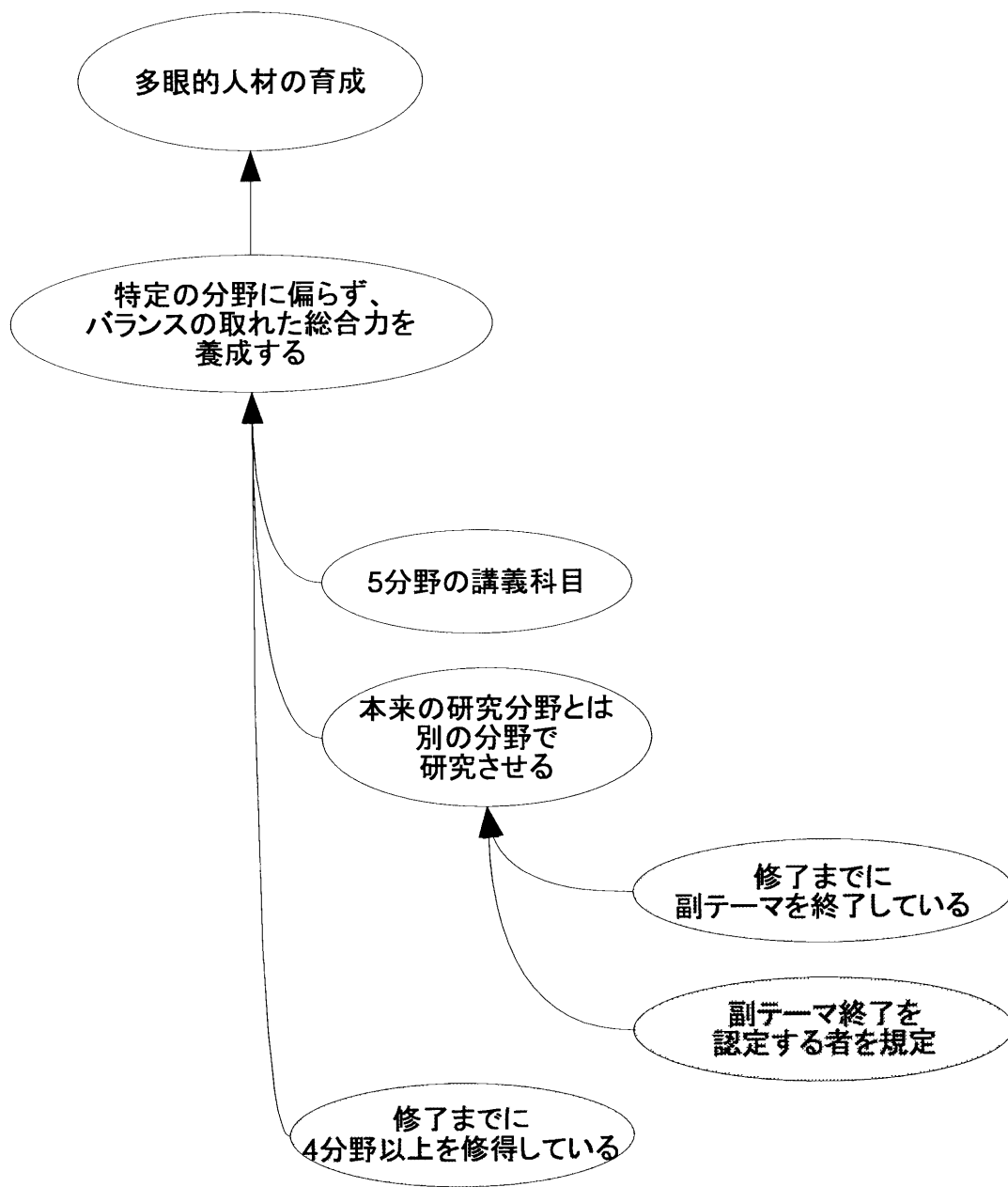


図 9: 目標の分解と規則要求 (1)

特定の分野に偏らず、バランスの取れた総合力を要請する、というゴールの達成のために、5分野の講義科目の設定、及び、学生に本来の分野とは別の分野で研究させる、というサブゴールを設定した。また、分野に関して、5分野を設定するだけでなく、学生は修了までに4分野以上を修得している、というサブゴールを設定することで、総合力を要請する、という上位のゴールを達成している。

本来の分野とは別の分野で研究させる、というゴールの達成のために、学生は修了までに副テーマを終了している、というサブゴールを設定した。そして、副テーマの研究によって、総合力が要請されることを保証するために、判断する能力がある者（副テーマ教員）に、副テーマ終了を認定する権限を与える、ということの規定するサブゴールを設定している。

規範の機能との対応は以下のようなになる。

- 学生は修了までに4分野以上修得している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 導入・基幹・専門講義科目から4分野以上の修得

- 学生は修了までに副テーマを終了している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 副テーマの終了

- 副テーマ終了を認定する者を規定

権限規範

主体 副テーマ指導教員

権限内容 副テーマ終了の認定

4.2.2 修了生の品質保証

このゴールの展開は以下のようなになる（ゴール木は図10）。

- 高度の専門知識を体得した人材の育成

－ コースワークの重視

* 学生は終了までに一定の単位を修得している

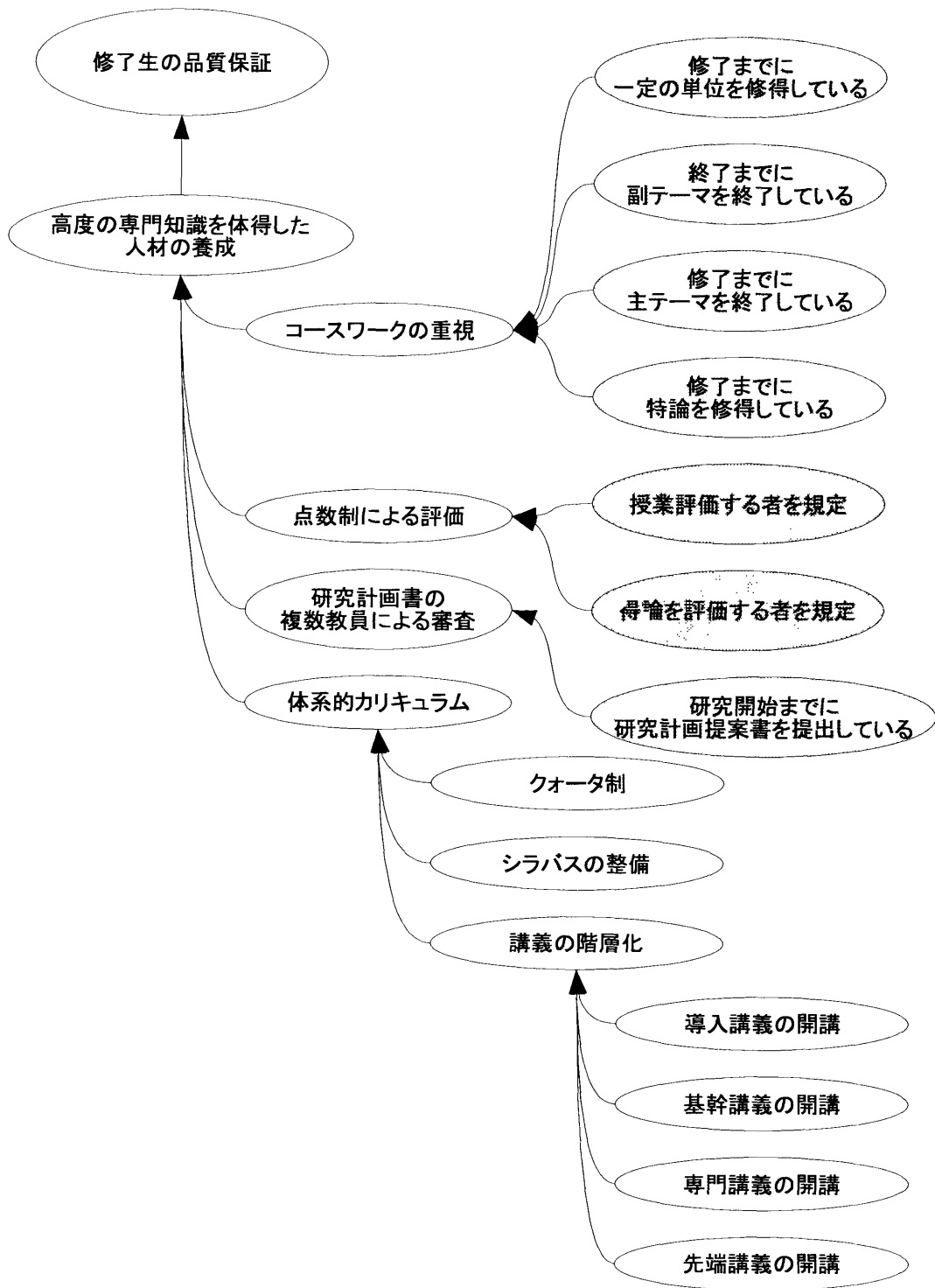


図 10: 目標の分解と規則要求 (2)

- * 学生は終了までに副テーマを終了している
- * 学生は終了までに主テーマを終了している
- * 学生は終了までに特論を修得している
- 点数制による評価
 - * 授業を評価する者を規定
 - * 特論を評価する者を規定
- 研究計画書の複数教員による審査
 - * 学生は研究開始までに研究計画書を提出している
- 体系的カリキュラム
 - * クォータ制
 - * シラバスの整備
 - * 講義の階層化
 - ・ 導入講義の開講
 - ・ 基幹講義の開講
 - ・ 専門講義の開講
 - ・ 先端講義の開講

高度の専門知識を体得した人材の育成のために、コースワークの重視、点数制による評価、研究計画書の複数教員による審査、体系的カリキュラム、といったサブゴールを設定した。

コースワークの重視では、一定の単位の修得、副テーマ、主テーマの研究を行う、といったことを設定している。

体系的カリキュラムに関して、クォータ制は、授業の開講期間を3ヶ月とし、1年度で4期の授業を行う制度である。また、講義を導入から先端まで階層化することで、初歩的な知識から専門的な知識までを体得することができるようになっている。

規範の機能との対応は以下ようになる。

- 学生は修了までに一定の単位を修得している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 共通・導入・基幹・専門講義科目から10科目20単位以上の修得

- 学生は修了までに一定の単位を修得している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 導入・期間・専門講義科目から8科目16単位以上の修得

- 学生は修了までに一定の単位を修得している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 基幹・専門講義科目から5科目10単位以上の修得

- 学生は修了までに主テーマを終了している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 主テーマについて研究を行い、最終試験に合格する（研修の修得）

- 学生は修了までに副テーマを終了している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 副テーマの終了

- 学生は修了までに特論を修得している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 特論の修得

- 学生は研究開始までに研究計画書を提出している

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 研究計画書の提出

- 学生は研究開始までに研究計画書を提出している

義務規範

主体 主テーマ開始要件を見たしていない学生

義務様相 禁止

行為内容 主テーマの開始

性質決定規範

カテゴリ 主テーマ開始要件を見たしていない学生

内容 4分野6科目以上の修得、研究計画提案書の提出、副テーマの終了のいずれかを遂行していない学生

学生は研究開始までに研究計画書を提出している、というゴールの達成のために、学生に研究計画書の提出を命令し、且つ、主テーマ開始要件を満たしていない学生に、主テーマを開始することを禁止している。また、主テーマ開始要件を満たしていない学生とは、4分野6科目以上の修得、研究計画提案書の提出、副テーマの終了のいずれかを遂行していない学生である、と性質決定している。

4.2.3 学生中心の教育

このゴールの展開は以下のようなになる [図 11 と同じ]。

- オフィスアワー
- 学生による予習・復習
 - － シラバス整備
 - － 講義のビデオ録画
- 少人数教育
 - － 基幹講義の年2回開講
- 学生自身による進捗の確認
 - － 様々なチェックポイントによる進捗認定
 - * 学生は副テーマを開始するまでに2科目以上修得している
 - * 学生は主テーマ開始までに、副テーマ終了、研究計画書審査、及び4分野6科目以上修得が済んでいる
 - * 中間審査会
 - * 最終審査会

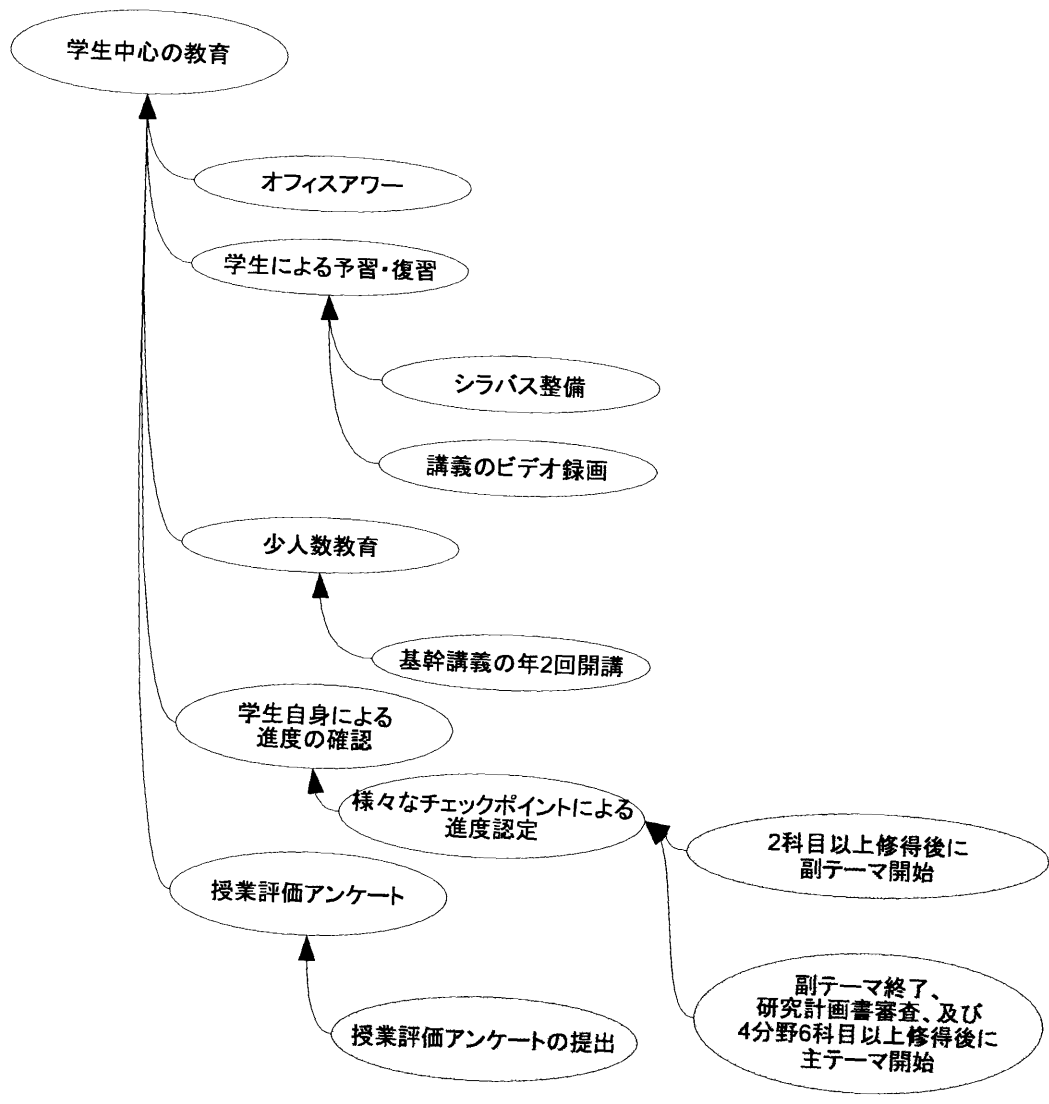


図 11: 目標の分解と規則要求 (3)

- 授業評価アンケート

- 学生によって授業評価アンケートが提出される

学生中心の教育のために、オフィスアワー、学生による予習・復習、少人数教育、学生自身による進捗の確認、授業評価アンケート、といったサブゴールを設定している。

オフィスアワーは、15時限の講義以外に、教員が学生からの質問を受け付ける、といったことを行う時間を設ける制度である。

学生による予習・復習を支援するために、事前に授業内容を確認できるシラバスを整備し、後に講義内容を確認できるビデオ録画を行っている。

少人数教育の実現のために、基幹講義について、同じ内容の講義を年2回開講している。

学生自身による進捗の確認のために、様々なチェックポイントによる進捗認定を行っている。チェックポイントは、副テーマ開始、主テーマ開始、中間審査、最終審査などである。規範の機能との対応は以下になる。

- 学生は副テーマ開始までに2科目以上修得している

義務規範

主体 副テーマ開始要件を満たしていない学生

義務様相 禁止

行為内容 副テーマ開始

- 学生は副テーマ開始までに2科目以上修得している

性質決定規範

カテゴリ 副テーマ開始要件を満たしていない学生

内容 2科目以上を修得していない学生

- 学生によって授業評価アンケートが提出される

義務規範

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 授業評価アンケートの提出

4.2.4 修士研究における先端性の維持

このゴールの展開は以下のようなになる（ゴール木は図12）。

- 最先端設備の充実

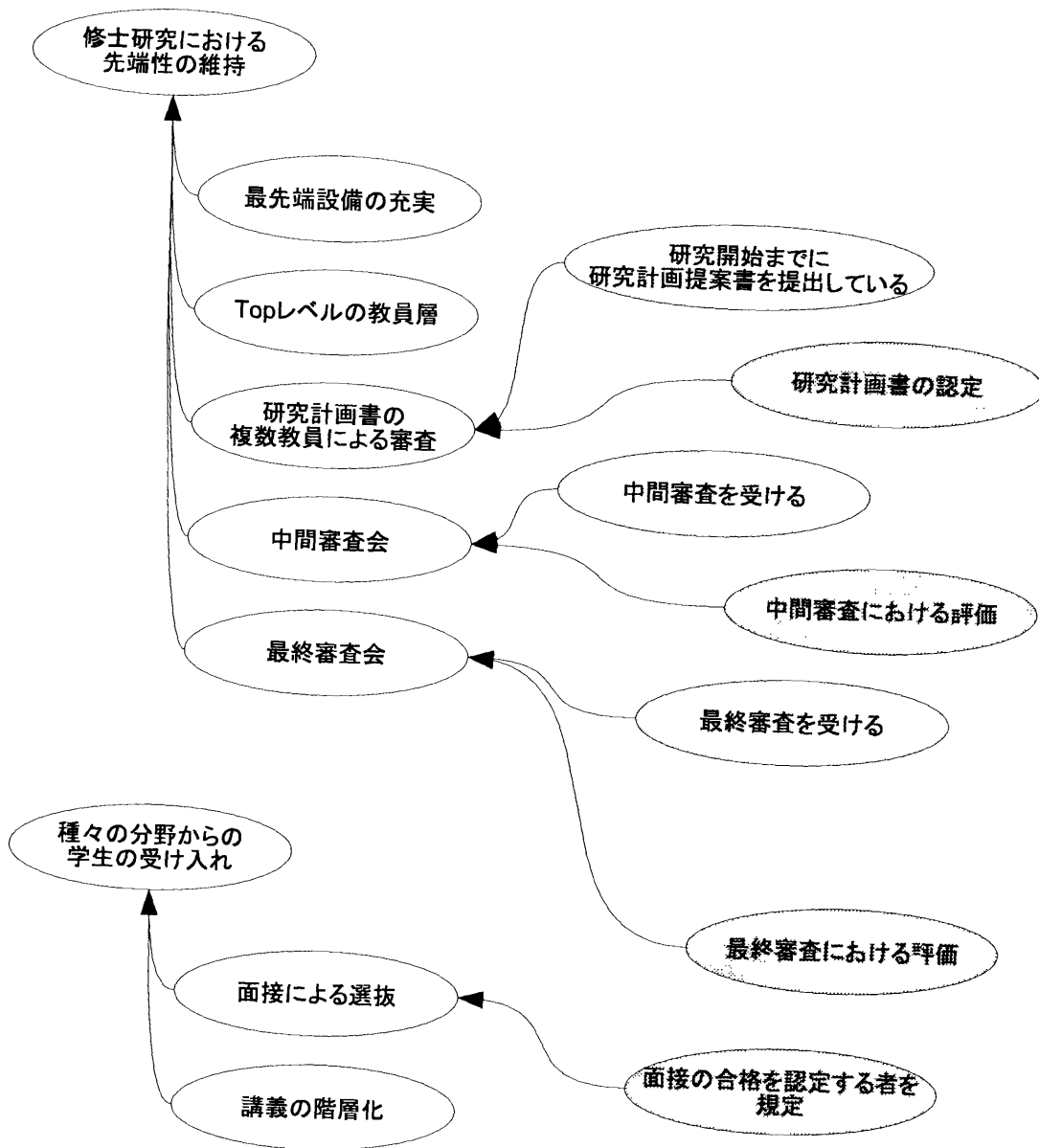


図 12: 目標の分解と規則要求 (4)

- Top レベルの教員層
- 研究計画書の複数教員による審査
 - － 研究計画書を認定する者を規定
- 中間審査会
 - － 学生は研究の途中で中間審査を受けている
 - － 中間審査における評価をする者を規定
- 最終審査会
 - － 学生は研究の最後に最終審査を受けている
 - － 最終審査における評価をする者を規定

修士研究における先端性の維持のために、最先端設備の充実、Top レベルの教員層、研究計画書の複数教員による審査、研究について中間、最終の二回の審査を行う、といったサブゴールを設定している。

規範の機能との対応は以下のようなになる。

- 研究計画書を認定する者を規定

権限規範

主体 主指導教員

権限内容 研究計画の内容が十分である、と主指導教員の立場から認定

権限規範

主体 副指導教員

権限内容 研究計画の内容が十分である、と副指導教員の立場から認定

権限規範

主体 副テーマ指導教員

権限内容 研究計画の内容が十分である、と副テーマ指導教員の立場から認定

- 中間審査における評価をする者を規定

権限規範

主体 修士論文審査員

権限内容 中間審査における評価

- 最終審査における評価をする者を規定

権限規範

主体 修士論文審査員

権限内容 最終審査における評価

4.2.5 種々の分野からの学生の受け入れ

このゴールの展開は以下のようになる（ゴール木は図12）。

- 面接による選抜
 - － 面接の合格を認定する者を規定
- 講義の階層化
 - － 導入講義の開講
 - － 基幹講義の開講
 - － 専門講義の開講
 - － 先端講義の開講

種々の分野からの学生の受け入れのために、筆記試験ではなく、面接による選抜を行う。また、初歩的なものから順序良く知識を得られるようにするために、講義の階層化を行う。

規範の機能との対応は以下のようになる。

- 面接の合格を認定する者を規定

権限規範

主体 面接担当教員

権限内容 面接の合格を認定

5 データベース利用例

データベース管理ソフトである Microsoft Access [9] を用いて、3 節で設計したスキーマを持つデータベースを作成した。

本節では、4 節で設計した履修規則について、データベースで管理した例を示す。

5.1 Microsoft Access 上のリレーション

Access で作成したテーブルとリレーションは図 13 になる。(属性は省いている)

5.2 クエリ

Access のクエリ作成ウィザードを用いて、義務規範、権限規範それぞれに関連している規則要求、及び、その上位のゴールを検索するクエリを作成した。

5.2.1 義務規範に対応する規則要求、及び上位のゴールを検索するクエリ

義務規範テーブルからゴールを検索するクエリは以下のようなものになる。

SELECT

義務規範. 主体,
義務規範. 種類,
義務規範. 行為内容,
規則要求. 要求内容,
業務目標. 目標内容,
業務目標_1. 目標内容,
業務目標_2. 目標内容

FROM

業務目標 AS 業務目標_2
RIGHT JOIN ((業務目標 AS 業務目標_1
RIGHT JOIN ((業務目標
INNER JOIN (((義務規範
INNER JOIN [規則要求-義務規範リンク]
ON 義務規範. 義務 ID = [規則要求-義務規範リンク]. 手段)
INNER JOIN 規則要求
ON [規則要求-義務規範リンク]. 目的 = 規則要求. 規則要求 ID)
INNER JOIN [業務目標-規則要求リンク]
ON 規則要求. 規則要求 ID = [業務目標-規則要求リンク]. 手段)

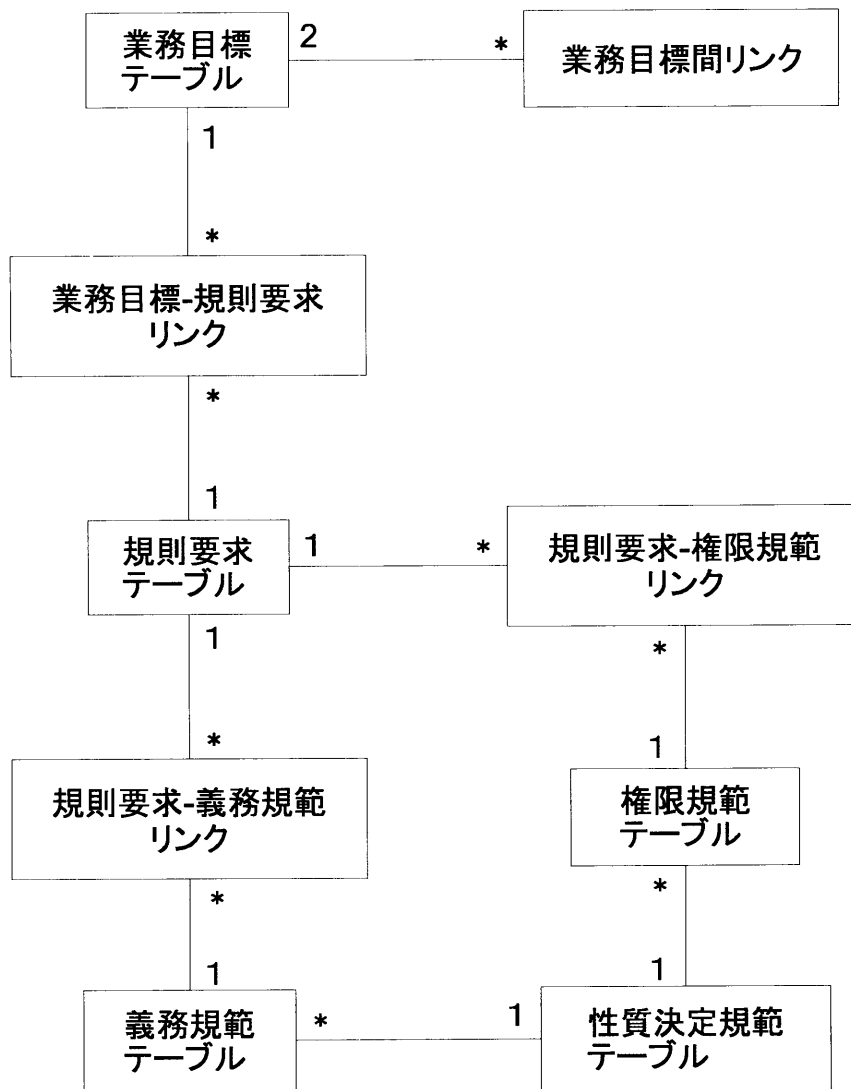


図 13: Microsoft Access 上のテーブルとリレーション

```

ON 業務目標. 要求 ID = [業務目標-規則要求リンク]. 目的)
LEFT JOIN 業務要求間リンク
ON 業務目標. 要求 ID = 業務要求間リンク. 手段)
ON 業務目標_1. 要求 ID = 業務要求間リンク. 目的)
LEFT JOIN 業務要求間リンク AS 業務要求間リンク_1
ON 業務目標_1. 要求 ID = 業務要求間リンク_1. 手段)
ON 業務目標_2. 要求 ID = 業務要求間リンク_1. 目的;

```

5.2.2 権限規範に対応する規則要求、及び上位のゴールを検索するクエリ

権限規範からゴールを検索するクエリは以下のようなものになる。

```

SELECT
  権限規範. 主体,
  権限規範. 権限内容,
  規則要求. 要求内容,
  業務目標. 目標内容,
  業務目標_1. 目標内容,
  業務目標_2. 目標内容
FROM
  業務目標 AS 業務目標_2
  RIGHT JOIN ((業務目標 AS 業務目標_1
    RIGHT JOIN ((業務目標
      INNER JOIN (((権限規範
        INNER JOIN [規則要求-権限規範リンク]
          ON 権限規範. 権限 ID = [規則要求-権限規範リンク]. 手段)
        INNER JOIN 規則要求
          ON [規則要求-権限規範リンク]. 目的 = 規則要求. 規則要求 ID)
        INNER JOIN [業務目標-規則要求リンク]
          ON 規則要求. 規則要求 ID = [業務目標-規則要求リンク]. 手段)
        ON 業務目標. 要求 ID = [業務目標-規則要求リンク]. 目的)
      LEFT JOIN 業務要求間リンク
        ON 業務目標. 要求 ID = 業務要求間リンク. 手段)
      ON 業務目標_1. 要求 ID = 業務要求間リンク. 目的)
    LEFT JOIN 業務要求間リンク AS 業務要求間リンク_1
      ON 業務目標_1. 要求 ID = 業務要求間リンク_1. 手段)
    ON 業務目標_2. 要求 ID = 業務要求間リンク_1. 目的;

```

5.3 検索例

クエリによって、例えば以下の情報を検索することができた。

主体 博士前期課程学生

義務様相 命令

行為内容 導入・専門・基幹講義科目から4分野以上の修得

要求内容 学生は修了までに4分野以上を修得している

目標内容 特定の分野に偏らず、バランスの取れた総合力を養成する

目標内容 多眼的人材の育成

これは、以下のような意味になる。

「[博士前期課程学生]には、[導入・専門・基幹講義科目から4分野以上の修得]をすることが[命令]されているが、これは、[学生は修了までに4分野以上を修得している]という要求のためである。また、この要求は、[特定の分野に偏らず、バランスの取れた総合力を要請する]という目標を実現するためであり、更にこれは、[多眼的人材の育成]という目標を実現するためである」

主体 副指導教員

権限内容 研究計画書の内容が十分である、と副指導教員の立場から認定

要求内容 研究計画書を認定する者を規定

目標内容 研究計画書の複数教員による審査

目標内容 高度の専門知識を体得した人材の育成

目標内容 修了生の品質保証

これは、以下のような意味になる。

「[副指導教員]には、[研究計画書の内容が十分である、と副指導教員の立場から認定]をする権限が付与されているが、これは、[研究計画書を認定する者を規定]という要求のためである。また、この要求は、[研究計画書の複数教員による審査]という目標を実現するためであり、これは、[多眼的人材の育成]という目標を実現するためであり、更にこれは、[修了生の品質保証]という目標を実現するためである」

6 評価

5節より、義務とされている行為、または、人に付与されている権限について、その制定目的を質問された場合に、データベースから、元となっているゴールを検索することが可能であることが確かめられた。このゴールの情報を利用すれば、規則に従う者や規則を検討・変更する者からの質問の一部に、Law-Defined 情報システムが回答することができる。

また、他の質問として、

1. ある行為が義務とされているが、それを遂行しなかった場合は、どのような制裁が科されるのか？
2. 規則が変更されたが、それによってどのような目標に影響が出たのか？

といったものが考えられる。

1に関しては、データベースを利用して、一部答えることが出来る。例えば、設計したJAISTの履修規則において、人物カテゴリ「主テーマ開始要件を満たしていない学生」には「主テーマを開始すること」を「禁止」しており、またその人物カテゴリは、「4分野6科目以上の修得、研究計画提案書の提出、副テーマの終了のいずれかを遂行していない」という条件になっている。現時点では、性質決定規範の内容はテキストで書かれているだけのものであるため、質問に答えるためには、データベースを利用するLaw-Defined情報システムでパターンマッチングなどの操作をする必要がある。

1に関して、規範間の因果関係の情報を管理できるようにすることで、より広範な質問に対応することが可能であると考えられる。

2の質問には、まだ答えることができない。これは、本研究のデータベースの設計では、規則の制定者からの入力のみを考えていたためである。質問に答えるためには、規則が変更された場合にも、変更した者が、変更理由や、影響が出た目標などの情報を管理できるようにする必要がある。

また、より高度な質問として、

- ある行為を一定のカテゴリの人物に命令しているが、それは行為の主体にとって、どの程度困難であるのか？
- または、主体にとって、どれくらい避けようとする（やりたくないと思う）行為であるのか？
- 義務違反に対して制裁を科しているが、その制裁は妥当であるのか？

といったものも考えられる。

これらには、規則を施行した後の実績データをデータベースで管理できるようにすることで、回答できる。例えば、義務規範に、困難な度合い、避けようとする度合いなどをパラメタとして付加する、といった方法が考えられる。

7 今後の課題

次の課題が残された。

規範と Law-Defined 情報システムの機能要求との対応 本研究で表現した規則を、Law-Defined 情報システムの仕様として利用するために、規範と機能要求との対応を検討する必要がある。義務規範との対応としては、例えば、命令されている行為について「この行為は既に遂行しているかを確認する」という機能要求と対応させる、といったものが考えられる。または、権限規範との対応としては、ある行為の遂行を認定する権限について「行為の遂行を認定したことを入力する」「認定する権限のない者には入力させない」といった機能要求と対応させる、といったものが考えられる。

因果関係の表現 命令されている行為を遂行しなかった場合や、禁止されている行為をした場合に、どのようなサンクションが科されるか、といったことを調べることができるよう、規範間の因果関係を表現する方針についてまとめる必要がある。法理論によると、因果関係については、「事実と事実の間に関連がある」といった視点や、「ある規範が適用されたことと、それによって次に適用されるべき規範が決定されることとの間に関連がある」といった視点などから、捉えることができる。どのような表現を用いるかは検討を要する。

規則の検討に有効となる情報の付加 6節で述べたとおり、質問として、「ある行為について、どの程度遂行困難であるのか?」「義務違反をした場合の制裁は有効であるのか?」といった質問に答えるために、行為の困難の度合いや、制裁の有効性などの情報をデータベースで管理できるようにすることは有用であると考えられる。

変更管理 規則に関する質問として、「規則が変更されたが、それはどのような理由によってなのか?」「変更された規則について、どのような目標に影響が出たのか?」といった質問に答えるために、規則が変更された場合に、どのような変更があったか、または、なぜ変更されたのか、といった情報をデータベースで管理することができるようにする必要がある。

8 まとめ

本研究は、規則の制定目的と規則、それぞれの対応を表現する方法について、検討・実践し、その情報をデータベースで管理することを課題とした。これによって、規則を仕様とする情報システムの複数の利害関係者が持つ質問に、データベースを利用することで、システム自身が答える、という環境を一部作ることを目指した。

規則の制定目的の表現は、ゴール指向要求分析におけるゴール木を用いた。また、規則の表現には法理論を用いた。ゴールを分解し、具体的な規則を導き出すこと、及び、法理論による規範の分類は、規則の設計において有用であることを示した。また、規則を導出した過程の情報を管理することは、質問に回答する際に有効であることを示した。

参考文献

- [1] 片山 卓也： “検証進化可能電子社会-情報科学による安心な電子社会の実現-”, 特集 21 世紀卓越した情報研究拠点プログラムの目指す研究（後編）, 情報処理電子, Vol.46 No.5, pp.516-521,2005.
- [2] 落水 浩一郎： “ソフトウェアアカウントビリティに関する基礎考察”
- [3] 落水 浩一郎： “ソフトウェアアカウントビリティの定義について”, 電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会, 信学技報 SS2006-33, pp.49-54, 2006.08.
- [4] T.Eckhoff, N.K.Sundby： 法システム, ミネルヴァ書房
- [5] Pericles Loucopoulos, Vassilos Karakostas： 要求定義工学入門, 共立出版株式会社 (3章で目的・目標分析としてゴール指向に関することが書かれている)
- [6] 山本 修一郎： 要求工学,
<http://www.bcm.co.jp/site/youkyu/index.html>
(ゴール分析に関する項目がある)
- [7] 海谷 治彦： ゴール指向要求分析法,
<http://kaiya.cs.shinshu-u.ac.jp/2004/gora/>
(配布資料にゴール指向要求分析の説明がある)
- [8] 渡部 洋子： 「要求工学」のエッセンスを吸収する,
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20051020/223121/>
- [9] Microsoft： Access,
<http://office.microsoft.com/ja-jp/access/default.aspx>