The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	自然言語によるネットワークサービス仕様記述支援に関する研究
Author(s)	小林, 吉純
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155741
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

自然言語によるネットワークサービス
仕様記述支援に関する研究

１９９９年

小 林 吉 純

内容梗概

情報化社会の進展に伴い，基盤となる電気通信ネットワークの重要性は益々高まっており，提供サービスに対する要求も多様化している．これまで交換機を中心とするネットワークのサービス仕様はサービス開発者が定めていたが，多様な要求に迅速に対処しようとするとサービス利用者自身による仕様定義が望ましい．利用者が要求仕様を記述する場合には普段から馴れ親しんでいる自然言語の使用が相応しいが，自然言語は記述に多様性や曖昧性があり，仕様記述の不正確さを招いたり，仕様検証に不向きであるなどの問題がある．この対策として自然言語を限定しすぎると自然言語の持つ記述性を損ない，自然言語使用の意味がなくなる．

一方，電気通信サービスの分野では仕様記述言語として形式言語 STR(State Transition Rule based language)が提案され，仕様の検証や仕様からのプログラム生成に関する研究成果が報告されている．従って，自然言語記述から STR 記述へ変換できれば，自然言語記述仕様の検証や自然言語記述からのプログラム生成の道が開ける．

また，利用者に電気通信サービスの要求を記述させるといっても，利用者は電気通信サービスの専門家ではないため，仕様記述段階での支援も重要である．

このため,本論文ではネットワークサービスのモデル化と概念,表現の体系化に基づき,記述性と機械処理性の両立を図った自然言語による仕様記述方法，仕様記述にある概念を認識し，形式言語 STR へ変換する方法，既存事例を利用して仕様定義を支援する方法を提案する．

１章では研究の背景，目的を述べると共に，仕様記述方法，モデル化とオントロジー，自然言語理解，仕様定義支援に関する研究動向を整理し，研究課題を明確にする．また，本論文の各章の概要を述べる．

２章では電気通信サービスのモデルとオントロジーについて述べる．電気通信サービスに関連したモデルとして，ネットワークサービス記述モデル（状態遷移モデルとネットワークサービス機能モデル）と端末の仲介機能モデルについて述べる．ネットワークサービス記述モデルとは仕様を構成する文のモデルであり，仲介機能モデルとはネットワークとの情報授受を司る端末機能のモデルである．次に，ネットワークサービス概念を体系化する上での指針となるフレームワークを概念間の排他関係に基づき規定し，概念は仕様中で同時に成立しうる概念（共存概念）と少なくとも一つの概念と排他関係にある概念（対立概念）に大別できることを示す．そして，ネットワークサービス機能モデル，フレームワークに基づき，概念を体系化する．更に，ネットワークサービス仕様を記述する場合の視点，概念と表現の関係を整理し，ネットワークサービスのオントロジーを提案する．

３章では自然言語によるネットワークサービス仕様記述法と表現集約法について述べる．状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデル，オントロジーに基づき，日本語によるサービス仕様の記述法を提案する．状態遷移の記述法における条件，結果は仕様中で同時に成立する関係をすべて記述するため，最下位の共存概念に相当する７種類の状態と１動作で記述すべきであることを示す．

また，自然言語の表現は多様であり，同一の意味でも種々の表現が採られる．表現の多様性を生み出す原因には，自然言語自身が持つ表現の自由度と自然言語を使用する人間の視点の相違とがある．本章では前者に起因する課題に的を絞り，日本語文における表現の多様性の原因を表記のゆれ，能動態／受動態の相違，自動詞／他動詞の相違，助詞の相違，連体節（係り受け）表現の相違，代名詞の有無，同義語の使用，同一格フレーム内のゆれの計８つに整理し，表現を集約することにより，同意性の認識を行う方法を示す．また，適用実験により，自動認識率は８４％であることを示す．

４章では仕様記述からの概念認識について述べる．仕様記述を行う人間の視点が異なると同一概念でも種々の表現が採られる．ネットワークサービス概念の場合，視点の相違によって，概念自体の表現，概念を端末機能を通して見た場合の表現，更に使用する端末種別に応じた表現が存在する．このような種々の表現のどれとどれが同一概念であるかをオントロジーに基づき認識し，形式言語 STR の表現へ変換する方法を示す．また，信号や端末機能の多義性に伴う問題点の解決法，未知表現の対処法について述べる．未知表現については，オントロジーの利用により概念種別の認識が可能なことを示す．また，試作実験を通じ，仕様記述中の表現のうち６８％は個々の概念まで，２７％は概念種別まで認識でき，認識方法の有効性が実証された．

５章では事例ベースによる仕様定義支援について述べる．ネットワークサービス仕様全体を特徴付ける，サービス規定要因モデル，手順モデルを提案する．規定要因は５種類のサービス（接続，接続手順，課金，情報通知，活性化制御）対応に整理し，要因の抽出を行い，類似度を定義した後，要因をキーにした事例検索法を述べ，検索実験により類似度の妥当性を示す．

また，手順モデルは開始要求，サービス指定，情報指定，相手指定，応答，相手切替，終了要求の７種類の利用者指示と対応するサービス主体の処理から構成されることを示し，手順モデルとオントロジーに基づき，事例の各文が手順のどの部分に対応するかを示す事例理解支援法を提案する．そして，適用実験により事例各文の認識率が９８％と高率であることを示す．

６章では本論文の結論として，自然言語による仕様記述に対する支援方法に関する提案内容とその特徴を総括する．

目次

第１章　序論 …… 1
１．１　研究の目的 …… 1
１．２　研究動向と課題 …… 2
１．２．１　仕様記述方法 …… 2
１．２．２　モデル化とオントロジー …… 4
１．２．３　自然言語の理解と形式言語への変換 …… 5
１．２．４　事例ベースによる仕様定義支援 …… 6
１．３　本論文の概要 …… 7
第１章の参考文献 …… 9

第２章　電気通信サービスのモデルとオントロジー …… 13
２．１　第２章の概要 …… 13
２．２　仕様記述の対象と記述レベル …… 13
２．３　電気通信サービスのモデル …… 15
２．３．１　ネットワークサービスの記述モデル …… 15
２．３．２　端末機能のモデル …… 17
２．４　ネットワークサービスの概念 …… 18
２．４．１　対象とする概念 …… 18
２．４．２　概念体系の規定法 …… 19
２．４．３　ネットワークサービス概念体系 …… 20
２．５　ネットワークサービスのオントロジー …… 24
２．６　考察 …… 27
２．７　第２章のまとめ …… 29
第２章の参考文献 …… 30

第３章　ネットワークサービス仕様記述法と表現集約法 …… 33
３．１　第３章の概要 …… 33
３．２　研究対象 …… 33
３．３　仕様記述法 …… 35
３．４　表現の多様性への対処 …… 38
３．５　仕様記述文の解析 …… 46
３．６　評価 …… 49

３．７　第３章のまとめ …… 53
第３章の参考文献 …… 54

第４章　仕様記述からの概念認識 …… 55
４．１　第４章の概要 …… 55
４．２　研究対象とアプローチ …… 55
４．３　認識方法 …… 56
４．４　同義の認識 …… 58
４．５　多義性の処理 …… 62
４．６　未知表現の処理 …… 63
４．７　評価実験と考察 …… 66
４．８　第４章のまとめ …… 70
第４章の参考文献 …… 72

第５章　事例ベースによる仕様定義支援 …… 73
５．１　第５章の概要 …… 73
５．２　研究対象とアプローチ …… 73
５．３　ネットワークサービス仕様の記述 …… 75
５．４　サービス手順，規定要因のモデル …… 76
５．５　事例検索 …… 81
５．６　事例の格納と利用 …… 83
５．７　仕様記述支援システムの利用と評価 …… 87
５．８　第５章のまとめ …… 96
第５章の参考文献 …… 97

第６章　結論 …… 99
第６章の参考文献 …… 103

付録 …… 105
付１．ネットワークサービス仕様記述例と STR への変換例 …… 105
付１．１　ネットワークサービス仕様記述 …… 105
付１．２　STR への変換 …… 109

謝辞 …… 113

研究業績 …… 115

第１章 序 論

１．１ 研究の目的

電話サービスに代表される電気通信サービスは情報化社会の進展に伴い，益々多様化する傾向にある．電気通信サービスを提供する通信技術者の数には限りがあり，またサービス提供側が利用者の要求を的確に把握することも難しいため，多様化する要求に迅速に応えようとすると，利用者自身によるサービス要求記述が不可欠である．ここで利用者とは企業や家庭での末端利用者を指すのではなく，企業内のシステム管理者や通信事業者の営業担当を意味している．これらの利用者が電気通信サービスの定義を行う走りとなるものが IN（Intelligent Network）サービス[1]でのカスタマイズ機能として既に現れている．

利用者に要求記述を行わせる場合の言語としては，普段から馴れ親しんでいる自然言語が最良である．しかし，自然言語は記述に多様性や曖昧性があり，仕様記述の不正確さを招いたり，機械処理に不向きであるなどの問題がある．このため，仕様の検証やプログラムの生成のためには，これ迄形式言語が用いられてきた．電気通信サービスの分野でも，要求仕様を利用者に記述させる目的で形式言語 STR(State Transition Rule based language)[2]が提案され，仕様の検証[3, 4]，仕様からのプログラム生成[5]，仕様拡張[6]に関する研究成果が報告されている． STR は仕様が記述された後，プログラムが生成される段階までの支援としては有効であるが，仕様を記述する段階での支援は対象とされていない．利用者は電気通信サービスの専門家ではないため，仕様記述段階での支援が必要である．

また，形式言語は非専門家にとっては記述性，読解性の点で難があり，やはり自然言語を導入し，かつ機械処理性も向上させたい．自然言語の機械処理が可能となれば，それを形式言語（例えば，STR）へ変換することにより，仕様の検証やプログラムの生成へ繋げることが可能になる．即ち，自然言語による仕様の検証や自然言語記述からのプログラム生成の道が開けることになり，利用者の要求に合致した電気通信サービスを効率的に開発することが可能になる．

自然言語記述を形式言語記述に変換する上では，自然言語の表現の多様性を如何に認識するかが課題となる.即ち,自然言語では同一概念であっても種々の表現がとられるため，それらの表現から概念の同一性を認識することが必要となる．このためには，自然言語の表現とそれが表す概念との関係を整理し，知識として保持する必要があり，概念と表現の体系化が重要な課題となる．

以上の観点から，本研究では目的を以下のように設定した．

①利用者自身が自然言語を用いて，電気通信サービスに対する要求を的確に記述することができる記述法，支援法を確立する．

②自然言語表現の意味理解の基礎となる概念と表現の関係を体系化する．

③記述された要求仕様を解釈し，多様な表現に対する意味の一意化を行い，検証やプログラム生成の可能な形式言語へ変換する技術を確立する．

１．２ 研究動向と課題

１．２．１ 仕様記述方法

（１）形式的な仕様記述方法

ソフトウェア開発の入力となる仕様は開発工程を左右する重要なものであり，正確かつ厳密なものが要求される．そのために，仕様を形式的な方法で記述する研究が行われてきた．通信ソフトウェアの分野もその例外ではなく，仕様記述言語として SDL[7]，LOTOS[8]，Estelle[9]が標準化されている．

SDL (Specification and Description Language)は CCITT（現 ITU-T）において交換機の仕様を規定するために開発された状態遷移に基づく仕様記述言語である．有限状態機械に，変数，動作及び述語の概念を加えた拡張有限状態遷移機械に基づき，遷移関係を表わす図表現（SDL/GR）またはテキスト表現（SDL/PR）で通信システムを記述する．

LOTOS (Language of Temporal Ordering Specification)は ISO において OSI のプロトコルを規定するために開発された仕様記述言語である．LOTOS では通信システムを実現するプロセスを送受信動作であるイベントの列として規定する．

Estelle (Extended State Transition Language)は ISO において OSI のプロトコルを規定するために開発された状態遷移に基づく仕様記述言語である．Estelle は PASCAL に状態遷移記述機能を追加する形で実現されている．

これらはすべて通信システムの動作の観点からの仕様を規定するものであり，利用者がサービス要求を記述するのには向いていない．利用者が端末を操作する観点からの仕様記述言語としては STR が提案されているが，STR では仕様が記述された後，プログラムが生成される段階までの支援を目的としており，仕様を記述する段階での支援は対象とされていない．

（２）自然言語による仕様記述方法

要求モデルを定め，それに基づき自然言語による仕様記述支援方法を提案しているものとして，KIPS[10]や REDA[11, 12]がある．KIPS は事務処理分野を対象として意味モデル，

プログラムモデル,コードモデルを定め,制約のない日本語で記述された仕様記述に対し,利用者との対話を通じ，曖昧さの解決や欠落情報の補完を行い，プログラムの生成を行うアプローチである．REDA では単文に対応する格フレームと単文間の関係に対応する機能フレームを用いて，要求記述の解析，漏れの検出を行っており，日本語の構造に基づき要求記述をモデル化しようとするアプローチである．

これら以外にも自然言語による仕様記述から形式仕様への変換やプログラム生成を行う方法が提案されている[13-15]が,記述者の視点の違いを意識した意味認識は考慮されていない．同一概念を要求したとしても，記述者の環境や関心事の相違により，要求記述の視点，そして表現が異なることがある．例えば，電気通信サービスにおける「発呼」という概念は，信号の送受信の視点で記述すると，「発呼信号を送る」という表現になり，電話機の操作の視点で記述すると，「受話器を上げる」という表現になる．このように様々な視点の違いを認識するためには，要求記述の対象となる領域（ドメイン）の概念を整理することが不可欠である．電気通信サービスの概念構造に基づき電気通信サービス間の競合を検出する方法の提案がある[16]が，モデルの裏付けがなく，機械的な意味理解も行われていない．

（３）本研究における仕様記述方法

仕様記述を自然言語で行い，その機械処理を行う場合，全く自由な自然言語表現を許す方法と自然言語表現を一部限定する方法がある．前者の方法では自然言語解析や意味理解を行う処理系の負担が大きく，完全なものを実現できる見通しは立っていない．また，記述の自由度が高いため，人によって記述レベルが不統一となり，曖昧さや抜けも生じやすく，仕様記述法として必ずしも適当でない．一方，後者の場合には利用者に余計な負担を与えるため，一般には使いにくく，自然言語の利点を損ねかねない．しかし，これは利用者が使う可能性のあった表現を禁止したために生ずる問題であり，利用者が必要としない表現を禁止したとしても何ら問題がない．利用者が何を必要とし，何を必要としていないかを明かにするためには，問題領域のモデルを定め，そこで必要とされる概念を抽出すると共に，その概念がどのように表現されるかを見極める必要がある．本研究では問題領域で必要とされる概念と表現を体系的に明かとし，それらに基づき自然言語による仕様記述法を規定することにより，自然言語と形式言語の両方の利点を備えた仕様記述法の確立を目指す．

なお，電気通信サービスはネットワークと端末によって実現されるが，本研究では電気通信事業者が提供するネットワークサービスを対象とする．ここで，ネットワークサービスとは回線の接続が完了するまでのサービスのことであり，回線接続後のトランザクション処理サービス，マルチメディア通信サービスなど，上位レイヤのサービスは対象外である．

１．２．２　モデル化とオントロジー

（１）モデル化

領域の概念を分析，モデル化し，ソフトウェアの生産性向上や再利用の促進に役立てようとするアプローチとして，ドメイン分析モデリング技術[17，18]が注目されている．ドメイン分析モデリング技術とは，対象システム自身が持つ各種の性質や開発上の知識を分析，組織化し，システム開発に有効な，共通の対象領域（ドメイン）に属する用語，問題の捉え方，システムの構造，システムの作り方などの固有の概念構造を得るプロセスである[17]．

要求工学へのドメイン分析モデリング技術の適用も議論されており，本研究も大枠ではこの方向に沿ったものである．但し，要求工学への適用に関しては未だ確立された技術がなく，種々の提案がなされつつある段階にある．

先に述べたように通信システムの仕様記述を対象に形式言語が実現され，記述のためのモデルも存在するが，これらは形式的な取り扱いを可能とするためのモデルであり，仕様に記述された意味を認識するためのモデルではない．ネットワークサービスの要求仕様の意味を機械的に認識しようとすれば，サービスの意味を表わすモデルをまず明かにしなければならない．

（２）オントロジー

概念と対応する表現を体系化する研究として，人工知能や知識ベースの分野でのオントロジー[19]研究がある．オントロジーとは「我々の認識の仕方とは独立した，ものの存在形態を意味する言葉」[20]であり，本論文ではネットワークサービス概念体系とその標準的な表現に相当し，信号の送受信や電話機の操作などの認識の相違に捕らわれないネットワークサービスとしての本質的な概念を意味するものである．本質的な概念を整理しておくことにより，要求提出者が様々な視点で記述を行っても，要求されている概念を抽出することが可能になる．なお，オントロジーの分類としてはタスクオントロジーとドメインオントロジーがあり[19，20]，タスクオントロジーは問題解決過程を記述するための基本語彙の体系であり，ドメインオントロジーはドメイン知識を記述するための基本語彙の体系である[19]．ここでの基本語彙とは知識の再利用を目的として概念を統一的に表現するためのものである．本論文でのドメインはネットワークサービスであり，基本語彙はネットワークサービス概念に対応する表現である．

オントロジーは対象とする領域ごとに異なり，研究段階にあるが，本研究ではネットワークサービスを対象として，オントロジーの構築を目差す．

１．２．３　自然言語の理解と形式言語への変換

（１）自然言語の理解

システムが自然言語を理解するレベルはその目的によって異なる．目的には大きく分けて，システムが理解の内容をそのまま人間に伝えるものと，システムによる理解内容に基づき人間に何らかの処理結果を返すものとがある．前者の例には機械翻訳[21]があり，後者の例には本研究で対象とする自然言語による仕様記述から形式言語への変換（仕様記述理解と呼ぶ）がある．本節では両者の理解レベルを整理し，本研究の位置付けを明確にする．

一般に自然言語の文では客観的な事態とそれに対する話し手の見方が混在して記述される[22]．例えば，「太郎が次郎を殺した」，「次郎が太郎に殺されてしまった（無念だ）」という二つの文は，同じ客観的事態を記述している点で同義であるが，話し手の見方が加味されているという点で異なった情報を伝達している[22]．機械翻訳では一般に客観的な事態と話し手の見方の両方を含んだ形で翻訳することが要求される．これに対して仕様記述理解では客観的事態のみを抽出することが要求され，これらの文は完全に同義とみなされる．逆の言い方をすれば，仕様記述では書き手の見方は必要とされない．

また，概念の理解に関しても機械翻訳と仕様記述理解とでは，その内容が異なっている．機械翻訳では基本的に原言語文内の単語が持つ概念を目標言語の単語に変換し，目標言語の文を構成する．この目的のために，単語辞書や概念辞書を利用するが，この場合の概念辞書は単語の意味分類を記述したもので，文単位の概念を記述したものではない．従って，文単位で概念を認識しているとは言い難い．これに対して，仕様記述理解では文単位での概念認識が必要になる．例えば，文「受話器を上げる」に対しては「受話器」や「上げる」という単語単位の概念だけでなく，文としての「電話機の活性化」や「発呼」という概念を認識することが要求される．

更に，機械翻訳では原言語の文が表わす概念を忠実に目標言語の文に変換するが，本論文での仕様記述理解では文から必要とする概念だけを選択的に抽出する．例えば，文「電話機のスピーカボタンを押す」から，端末に閉じた機能である「スピーカの起動」という概念を捨て，「電話機の活性化」や「発呼」というネットワーク側が認識すべき概念を抽出する．

このように本研究で扱う仕様記述理解では，要求仕様に含まれるネットワークや端末の概念を識別することが要求され，文単位での概念整理とその認識法が課題となる．

（２）形式言語への変換

自然言語で記述されたネットワークサービス仕様を形式言語へ変換するに当たって，対象とする形式言語を決定する必要がある．先に述べたように，形式言語 SDL, LOTOS, Estelle は通信システムの動作の観点からの仕様を規定するものであり，サービスを受ける利用者

の立場から仕様を記述した自然言語表現から変換するにはギャップが大きすぎる．一方，STR は利用者が端末を操作する観点から仕様を記述するものであり，本論文が対象とする仕様記述との親和性が高い．この理由から，変換対象とする形式言語としては STR を選定する．

STR では１概念は１表現しか取らない．例えば，概念「着信先指定」は端末操作の表現である「dial」として表される．しかし，自然言語表現では「電話番号をダイアルする」「番号ボタンを押す」など複数の表現がある．何れの表現で記述されても，概念を特定し，一意の STR 表現に変換する必要がある．従って，多様な自然言語表現から意味の同一性を認識することが課題である．

STR への変換が達成できれば，STR 処理系を使用することにより，仕様の検証やプログラムの半自動的な生成が行え，電気通信サービスの効率化な開発が期待できる．

１．２．４　事例ベースによる仕様定義支援

（１）規定要因のモデル化

利用者はネットワークサービスに対する要求は持っているが，それを仕様として完成させるための知識は一般に不充分である．ところで，ネットワークサービスはこれ迄多数提供されてきているが，その中には類似のサービスも多数存在する．今後も既存サービスの発展形としてのサービス要求が現れることが想定され，既存のサービス事例を利用者に提供し，仕様記述のガイドとすることが有望視される．

事例を利用する方法として事例ベース推論[23]が提唱され，診断，設計などの分野での研究例が報告されている[24]．通信ソフトウェアの分野でも研究例があり，文献[25]では LOTOS を対象として，文献[26]ではシーケンス図に基づく仕様記述言語を対象として，キーワードのマッチングを基本とする類似度による事例検索，利用法を提案している．しかし，これらは通信の専門家を対象としており，本論文が対象としている非専門家ではキーワードを的確に与えられず，事例検索の観点からは問題がある．

非専門家が行えるのはメニュー上での選択程度であり，それを可能とするためには，サービスがどのような要因によって規定されるかを明らかにする必要があり，規定要因のモデル化が課題となる．

（２）手順のモデル化

ネットワークサービスは通信相手を含む種々の条件が整ってはじめて通信可能となり，それに到る条件に応じて対応が異なるため，手順が必要とされる．即ち，仕様は手順から構成される．事例の利用に当たっては，どの部分がどの手順要素に対応したものであるかを提示することにより，事例の理解が容易になり，事例利用の効率化が図れる．この目的

のためには，サービス仕様を構成する手順のモデル化が課題である．

１．３ 本論文の概要

本論文ではネットワークサービスの利用者自身がサービスに対する要求仕様を記述できるようにするために，自然言語による仕様記述法，事例を利用した記述支援法を述べる．また，自然言語による仕様記述を形式言語に変換し，仕様の検証やプログラムの生成へ繋げるために，自然言語表現の意味の同一性認識手法を述べる．そして，意味認識のベースとしてのネットワークサービス概念に関するオントロジーを述べる．

本論文の構成を以下に示す．

２章：電気通信サービスのモデルとオントロジー［文献 27-35］

電気通信サービスに関連したモデルとして，ネットワークサービス記述モデル（状態遷移モデルとネットワークサービス機能モデル）と端末の仲介機能モデルについて述べる．ネットワークサービス記述モデルとは仕様を構成する文のモデルであり，仲介機能モデルとはネットワークとの情報授受を司る端末機能のモデルである．次に，仕様に現れるネットワークサービス概念を体系化する上でのフレームワークを規定する．そして，ネットワークサービス機能モデルに基づき，概念を体系化する．更に，ネットワークサービス仕様を記述する場合の視点，概念と表現の関係を整理し，オントロジーを提案する．

３章：ネットワークサービス仕様記述法と表現集約法［文献 30-33］

状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデルに基づき，自然言語（日本語）によるサービス仕様の記述法を提案する．自然言語の表現は多様であり，同一の意味でも種々の表現が採られる．表現の多様性を生み出す原因には，自然言語自身が持つ表現の自由度と自然言語を使用する人間の視点の相違とがある．本章では前者に起因する課題に的を絞り，日本語の持つ多様な表現を集約し，表現の同一性を認識する方法を示す．

４章：仕様記述からの概念認識［文献 34-36］

仕様記述を行う人間の視点が異なると同一概念でも種々の表現が採られる．ネットワークサービス概念の場合，視点の相違によって，概念自体の表現，概念を端末機能を通して見た場合の表現，更に使用する端末種別に応じた表現が存在する．このような種々の表現のどれとどれが同一概念であるかをオントロジーに基づき認識し，形式言語 STR の表現へ変換する手法を示す．また，信号や端末機能の多義性に伴う問題点の解決法，未知表現の対処法を述べ，最後に試作システムによる変換実験を通じ，提案手法の有効性を論じる．

５章：事例ベースによる仕様定義支援［文献 37，38］

ネットワークサービス仕様全体を特徴付ける，サービス規定要因モデル，手順モデルを提案する．規定要因モデルに基づき，要因の抽出を行い，それをキーにした事例検索法を述べる．また，手順モデルに基づき，事例理解の支援法を述べる．更にこれらの手法に基づいた仕様定義支援システムの適用結果を示し，その有効性を論じる．

６章は結論であり．各章の結論を総括する．

最後に付録として，自然言語によるネットワークサービス仕様記述例と STR への変換例を示す．

第１章の参考文献

[1] 秋山稔，水澤純一，吉田真，田中良明：インテリジェントネットワークとネットワークオペレーション，コロナ社（1993).

[2] Hirakawa Y. and Takenaka T. ：Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).

[3] Harada Y., Hirakawa Y. and Takenaka T.： A Design Support Method for Telecommunication Service Interactions, GLOBECOM'91, pp.1661-1666 (1991).

[4] 西村正寿，アンドレアススチャヨノ，安家武，戸出英樹，池田博昌：通信サービス仕様検証エミュレータの構築及び評価，電子情報通信学会交換システム研究会 SSE96-154 (1997).

[5] Kawata K., Takura A. and Ohta T.：On a Communication Software Generation Method from Communication Service Specifications Described by a Declarative Language, ICCI '93, pp.116-122, May (1993).

[6] 安家武，戸出英樹，池田博昌：多元接続サービスへの仕様記述拡張に関する検討，電子情報通信学会論文誌，Vol.J81-B-I, No.11, pp.762-771 (1998).

[7] CCITT：Functional Specification and Description Language, Recommendation Z.100, (1989).

[8] ISO : Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - LOTOS - A Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour, ISO 8807 (1989).

[9] ISO : Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Estelle - A Formal Description Technique Based on an Extended State Transition Model, ISO 9074 (1989).

[10]杉山健司，秋山幸司，亀田雅之，牧之内顕文：対話型自然言語プログラミングシステムの試作，電子通信学会論文誌，Vol. J67-D, No.3,pp.297-304 (1984).

[11]大西淳，阿草清滋，大野豊：要求モデルに基づいた要求定義支援手法，情報処理学会「プロトタイピングと要求定義」シンポジウム，pp.19-28 (1986).

[12]大西淳，阿草清滋，大野豊：要求定義のための要求フレーム，情報処理学会論文誌，Vol. 28, No.4, pp.367-375 (1987).

[13]中川聖一，竹本信治，田口勝豊：交通規則文に関する質問応答システム LICENCE における日本語文から一階述語論理式への変換，情報処理学会論文誌，Vol. 32, No.3, pp.354-363 (1991).

[14]Rolland C. and Proix C. : "A Natural Language Approach for Requirements Engineering", 4th Int. CAiSE Conference, pp.257-277 (1992).

[15]関浩之，嵩忠雄，並河英二，松村享：自然語仕様から代数的仕様への変換法について，電子情報通信学会論文誌，Vol.J74-D-I，No.4，pp.283-295（1991）.
[16]Dankel D. and Nielsen K. ：An Architecture for Defining Features and Exploring Interactions, Int. Workshop on Feature Interactions in Telecommunication Software Systems, pp.258-271, May（1994）.
[17]田村恭久，伊藤潔，杵嶋修三：ドメイン分析・モデリング技術の現状と課題，情報処理，Vol. 35，No.10，pp.952-961（1993）.
[18]伊藤潔，杵嶋修三，田村恭久，廣田豊彦，吉田裕之：ドメイン分析モデリング，共立出版（1996）.
[19]溝口理一郎：知識の共有と再利用の現状と動向，人工知能，9，1，pp.3-9（1994）.
[20]元田浩，溝口理一郎：知識の共有と再利用ワークショップ報告，人工知能，8，5，pp.666-671（1993）.
[21]江原暉将，田中穂積：機械翻訳における自然言語処理，情報処理，Vol.34，No.10，pp.1266-1273（1993）.
[22]辻井潤一：自然言語理解の歴史と現状，情報処理，Vol.30，No.10，pp.1142-1149（1989）.
[23]Kolodner J.L.，Simpson R.L. and Sycara K.：A Process Model of Case-Based Reasoning in Problem Solving, IJCAI-85, pp.284-290（1985）.
[24]小林重信：事例ベース推論の現状と展望，人工知能誌，7，4，pp.559-566（1992）.
[25]山本潮，吉村晋，白鳥則郎：事例ベースを適用したLOTOSに基づいた通信ソフトウェア開発環境，人工知能研究会，SIG-KBS-9204-8，pp.57-64（1993）.
[26]黄錦法，吉村晋，白鳥則郎：事例ベースを適用したHSCに基づいた通信ソフトウェア開発環境，人工知能研究会，SIG-KBS-9204-9，pp.65-72（1993）.
[27]小林吉純，榎木浩，太田理：通信サービスモデルに基づく要求記述，獲得手法，電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会 KBSE94-14（1994）.
[28]Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Knowledge, 7th ICSRIC, Advances in Database and Expert Systems pp.90-94, Aug.(1994).
[29]榎木浩，小林吉純，太田理：オントロジーによる通信サービス要求定義手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I，No.3，pp.138-147（1997）.
[30]Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163（1995）.
[31]小林吉純：端末の視点からのネットワークサービス仕様記述法，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-13（1996）.
[32]Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various

Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).
[33]小林吉純：日本語による電話サービス仕様記述における表現の多様性と意味の同一性の認識，電子情報通信学会論文誌，Vol. J82-D-I (1999).（採録決定）
[34]小林吉純，榎木浩，太田理：ネットワークサービス概念体系に基づく要求記述の意味理解，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE95-15 (1995).
[35]Kobayashi, Y., Enoki, H. and Ohta, T.：Understanding Natural Language Requirement Descriptions for Telecommunication Services, 7th IEEE Int. Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp.295-302 (Nov., 1995).
[36]小林吉純，榎木浩，張遷仁，太田理，寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J79-B-I, No.8, pp.560-571 (1996).
[37]小林吉純：ネットワークサービス仕様事例に基づく要求仕様の記述支援，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-20 (1996).
[38]小林吉純:ネットワークサービスの規定要因,手順のモデル化に基づく仕様記述支援，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I, No.11, pp.896-908 (1997).

第２章 電気通信サービスのモデルとオントロジー

２．１ 第２章の概要

電気通信サービスに対する要求記述法，記述の支援法，記述された要求の意味理解法の研究に当たっては，まず記述対象が如何なるものであるかを明らかにする必要がある．そのため，本章では対象領域のモデルを規定し，それに従って概念の抽出，整理を行い，概念と対応する表現から成るオントロジー[1, 2]を構築する．

本論文では，ネットワーク種別に依存せず，利用者の立場からのサービス要求定義を可能とするため，利用者が端末を見た視点での要求定義を目指す．また，電気通信サービスの特徴である手順を含めた要求定義レベルを前提とする．手順は状態遷移モデルが基本になることを示し，状態遷移の構成要素である端末の状態や動作はネットワーク，回線，端末という３者間の関係であるネットワークサービス機能モデルとして規定できることを示す．更に，利用者が端末を見た視点での要求定義を行うため，ネットワークとの情報授受を司る端末機能のモデルを定める．そして，ネットワークサービス機能モデルに基づき，概念を抽出し，端末機能との関係を明らかとする．更に，概念の表現には概念に直接対応したものと，概念を端末機能を通して見た場合のものがあることを示し，これらをオントロジーとしてまとめる．最後に，提案したオントロジーについての考察を述べる．

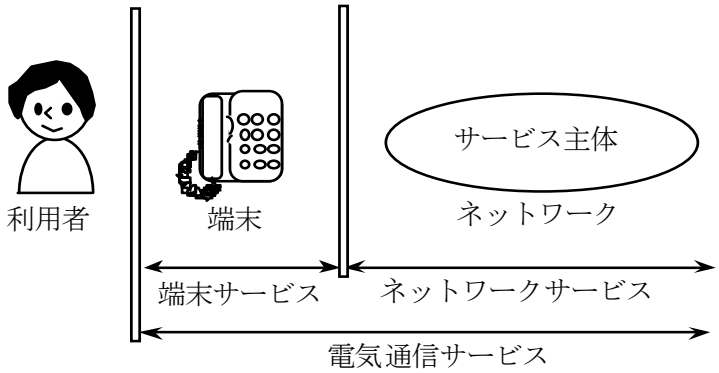
２．２ 仕様記述の対象と記述レベル

（１）仕様記述の対象

電気通信サービスはネットワークと端末によって実現される．電気通信サービスのうち，ネットワークが端末に提供するサービスをネットワークサービスと呼び，端末が利用者に提供するサービスを端末サービスと呼ぶ（図２―１）．本論文での仕様記述の対象は電気通信事業者が提供するネットワークサービスである．ネットワークという用語は物理的な印象を与える恐れがあるので，本論文では以降ネットワークサービスを提供する論理的な実体をサービス主体と呼ぶ．

ネットワーク，端末間の信号はネットワークの種類（例えば，アナログネットワークやISDN ネットワーク）ごとに異なる．共通のサービスが幾つもあるのに，ネットワークごとにサービス定義を行うのはサービス定義者の負担が大きい．本論文ではネットワークの違いに依らない共通のサービス定義を可能とするため，端末に対する操作や端末からの応答の視点から仕様記述を行うことを前提とする．そして，各ネットワークに対応したインプ

リメントは，システム開発者または処理系がサービス定義をネットワークの信号方式にマッピングすることにより行うものとする．



利用者から端末を見た視点からネットワークサービスに
対する要求を記述

図２－１　仕様記述の対象とする　ネットワーク サービス

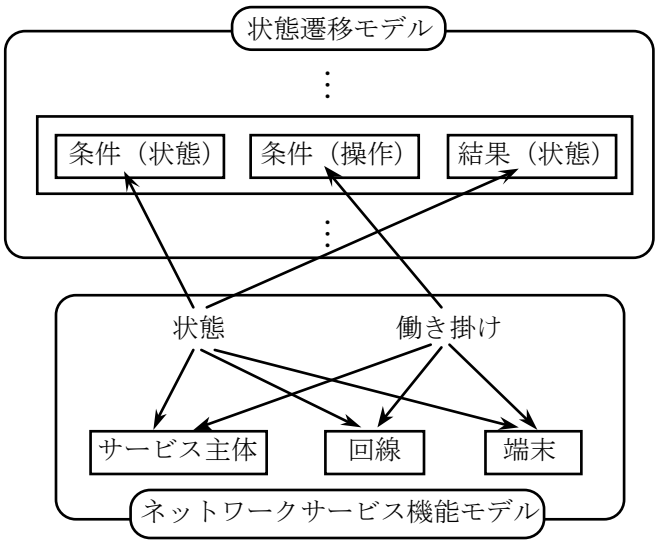
（２）記述のレベル

ネットワークサービスに対する要求の記述レベルには幾つかのものが考えられる．最も単純には要求するサービスを一言で述べる場合がある.例えば,「三人で同時に通話できるサービス」という類いである．しかし，これにはネットワークサービスの特徴である手順に関する要求は一切なく，インプリメンタの方にその扱いが任されている．勿論，このレベルの要求で充分な利用者も存在するであろうが，利用形態に合ったサービス提供という点では，利用者に手順に関する要求も記述させたい．例えば，三者通話サービスで三番目の通話者を指定する場合，BELLCORE のサービス仕様書[3]では二番目の通話者との間の通話を確立した後に三番目の通話者の電話番号を指定する仕様となっているが，二番目と三番目の通話者の電話番号を連続的に指定する仕様も考えられる．この場合，三人で通話できるという機能は変わらないが，通話に到る手順が異なっており，サービス仕様としては別物となる．このようにネットワークサービス仕様において，手順は大きな意味を持っている．これらの観点から，本研究では手順を含んだ形での仕様記述レベルを扱う．

２．３ 電気通信サービスのモデル

２．３．１　ネットワークサービスの記述モデル

ネットワークサービスは手順によって規定される．本節では手順の構成要素を規定するモデル[4-6]を提案する．構成要素は取りも直さず仕様記述の要素であるため，このモデルをサービス記述モデル（図２―２）と名付ける．このモデルは以下の２つのモデルから構成される．



ネットワークサービスは機能と状態遷移で規定される

図２－２　ネットワークサービス記述モデル

（１）状態遷移モデル

本論文ではネットワークサービスの仕様を端末からの視点で与えようとしている．ネットワークサービスの基本は端末とサービス主体間のインタラクションであり，手順はこのインタラクションで構成される．インタラクションを利用者が端末を見た視点で捕らえると，端末に対する操作と端末を通して見えるサービス主体の応答である．そして，応答は端末の状態によって変わってくる．また，応答は端末の立場に立てば，サービス主体の応答を利用者に伝えている状態であり，結局インタラクションは端末の現状態，端末の動作（利用者の立場では操作），端末の次状態という３つ組で規定される．すなわち，インタラクションは以下の関係（状態遷移モデル）として規定される．

条件（状態，動作）と結果（状態）

ここでの状態遷移モデルは通信ソフトウェアの分野でこれまでも用いられてきた基本状態遷移モデル[7]と等価であり,端末の状態と動作を基本状態遷移モデルに対応付けた形になっている．ここで基本状態遷移モデルとは，①状態を表すノード，②状態間の遷移を示すアーク，③アークに付加され，遷移の条件と遷移にともなって実行される動作を表すラベル，の３要素から構成される[7]．

（２）ネットワークサービス機能モデル

サービス主体が端末に対して，回線の接続，切断機能を提供するので，サービスを規定する要素はサービス主体，回線，端末となる．従って，状態遷移モデルにおける端末の状態や動作はこれら３要素の状態や３要素への働き掛け(ネットワークサービス機能モデル)となる．

３要素の状態は以下のように分類できる．

・サービス主体：サービス状態，サービス主体からの応答

・回線：回線状態

・端末：端末固有の状態，端末間の関係

また，３要素のへの働き掛けは上記の状態に対応して，以下のように分類できる．

・サービス主体：サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達

・回線：回線状態の変更

・端末：端末固有状態の変更，端末間の関係設定

本論文で対象とするサービスは，これらのモデルで記述できるものであり，主として電話サービスを念頭に置いている．従って，以下ようなサービスは対象外である．

・トランザクション処理サービス，マルチメディア通信サービスなどのネットワークアプリケーションサービス

・料金計算などのような状態遷移にそぐわないネットワーク付帯サービス

しかし，電話サービスを対象としているといっても，電話サービスの種類が構内交換機サービスも含めると数百種類と多く，今後も追加されていくことを考慮すればこの範囲でも適用性は充分あるといえる．

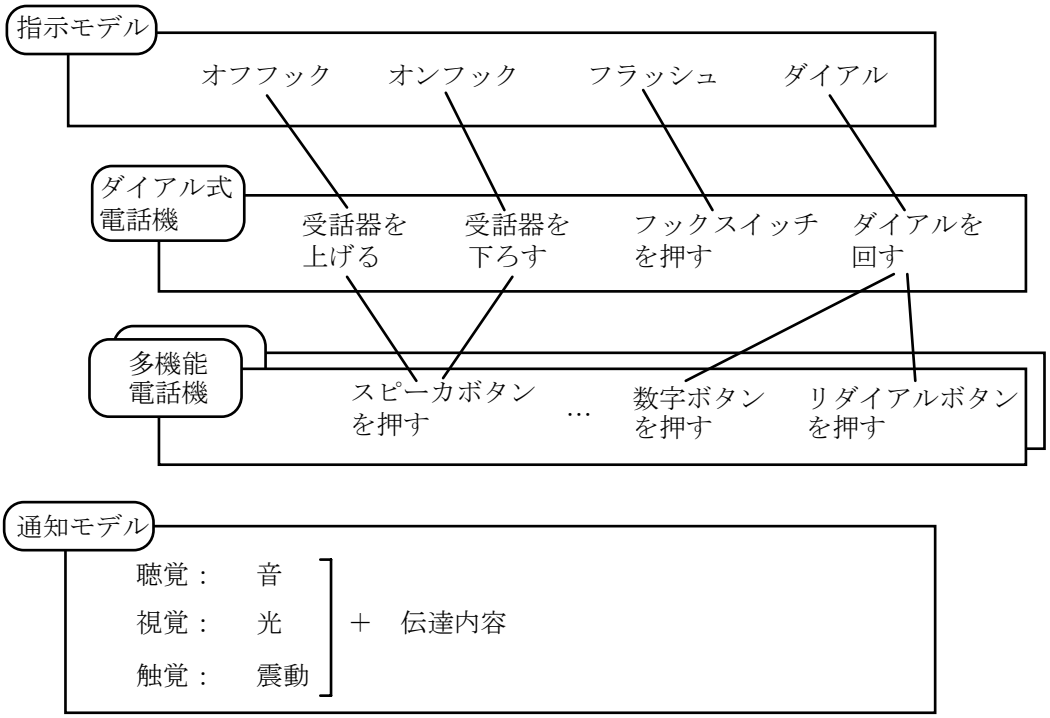
２．３．２　端末機能のモデル

最近は端末がインテリジェント化しているため，端末がネットワークサービスに似たサービスを提供している場合がある．例えば，端末の留守番機能が動作中に着信があった場合，着信のあったことを既登録の他端末に通知するサービスはその一例である（実際にはネットワークサービスを端末自身で起動することにより実現）．また，端末にはスピーカの音量を調整するなど，オフラインの機能もある．しかし，端末のサービスをモデル化するといっても，このようなサービスや機能を考慮する必要はない．本論文ではネットワークサービスに対する要求仕様を記述することが目的であるから，ネットワークサービスを伝達する端末機能のみをモデル化すれば充分である．即ち，ネットワーク，端末間の送受信に関係する端末機能のモデル化である．この意味でこのモデルを仲介機能モデル[8]と呼ぶ．

まず，端末からネットワークへの送信は利用者から端末への指示によって生じる．ネットワークには種々の端末のサポートが要求されるため，ネットワークへの指示手段としては簡易端末の典型であるダイアル式電話機の機能が基本となっている．ダイアル式電話機の機能はオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルの４機能であり，ネットワークサービスはこの４機能を前提に構築される．そして，他の端末でもこれら４機能がネットワークに対する指示機能であることを前提に端末の機能が構築されている．即ち，端末からネットワークへの指示手段はこれらの機能のみである（指示モデル）．

次に，ネットワークから端末への送信（サービス主体の応答）は端末から利用者への通知として与えられる．人間に対する通知は五感に訴える以外なく，そのうち端末が訴えることのできる感覚は聴覚，視覚，触覚である．それぞれに対し，端末は音，光，震動によって情報を通知する（通知モデル）．

ネットワークとの情報伝達手段としての端末の仲介機能モデルはこれら指示モデルと通知モデルから構成される（図２―３）．



利用者は端末の指示，通知機能を経由してネットワークサービスを受ける

図２－３　端末の仲介機能モデル

２．４ ネットワークサービスの概念

本節ではまずネットワークサービス要求記述で認識すべき概念とは何かを整理し，そのような概念を規定するための方法を述べ，ついでネットワークサービス機能モデルに基づき状態と動作の概念体系を規定する．

２．４．１　対象とする概念

ネットワークサービスに関係する概念を構文要素から分類すると，「サービス種別」，「電話番号」，「受話器」などの対象（名詞に対応），「加入する」，「鳴らす」，「上げる」などの純動作（動詞に対応），「着信転送サービスに加入している」，「電話番号をダイアルする」，「受話器を上げる」などの状態や対象付き動作（文に対応）の３種類がある．ここで，状態や対象付き動作は対象や純動作の組み合せ概念であり，その整理に当たっては対象や純動作の抽出整理が前提となる．しかし，これについては一般的な動詞，名詞，形容詞に関する概念整理が行われている[9]ので，本章ではより複雑で，ネットワークサービス要求の理解という目的のために必須のものである状態や対象付き動作（以降，単に動作と呼ぶ）に的を絞って議論を進める．

状態や動作の概念の表現例として，「端末を起動する」，「スピーカボタンを押す」などがある．「端末を起動する」は，端末の活性化という概念そのものを意味しており，「スピーカボタンを押す」は，スピーカの起動と端末の活性化という概念を意味している．本論文で対象としているのはネットワークサービス要求の理解であるため，これらの表現から端末の活性化という概念を認識することが関心事である．従って，本論文ではネットワークサービスを本質的に規定する端末の活性化などの概念を整理し，その概念と表現の対応を取ることにより，ネットワークサービス要求の意味理解を行うこととする．ネットワークサービス概念は言い替えると，サービス主体が端末の状態や動作として意識する概念である．即ち，サービス主体は端末が起動されたという動作は意識するが，スピーカが起動されたという動作は意識しない．

２．４．２　概念体系の規定法

一般に概念には階層[10]がある．ネットワークサービスにおいても概念を階層的に整理しておくことは，要求記述に現れる概念の関係を認識する上で重要である．概念はネットワークサービス機能モデルに基づき，詳細化する．本モデルはサービス主体，回線，端末という３要素の状態やこれらへの働き掛けを規定するもので，異なる対象に対する概念の詳細化であり，階層の上位に位置する概念は仕様中で同時に成立しうる概念である．この意味でこれらの概念を共存概念と呼ぶ．

しかし，概念を詳細化していくと，同一対象に関する概念が現れ，相互に排他的な関係が生まれる．例えば，端末の状態は端末の活性，非活性に詳細化され，これらは同時には成立しえない，排他的な概念である．このように，少なくとも一つの概念と排他関係にある概念を対立概念と呼ぶ．

以上より，概念は共存概念，対立概念の何れかに分類される．

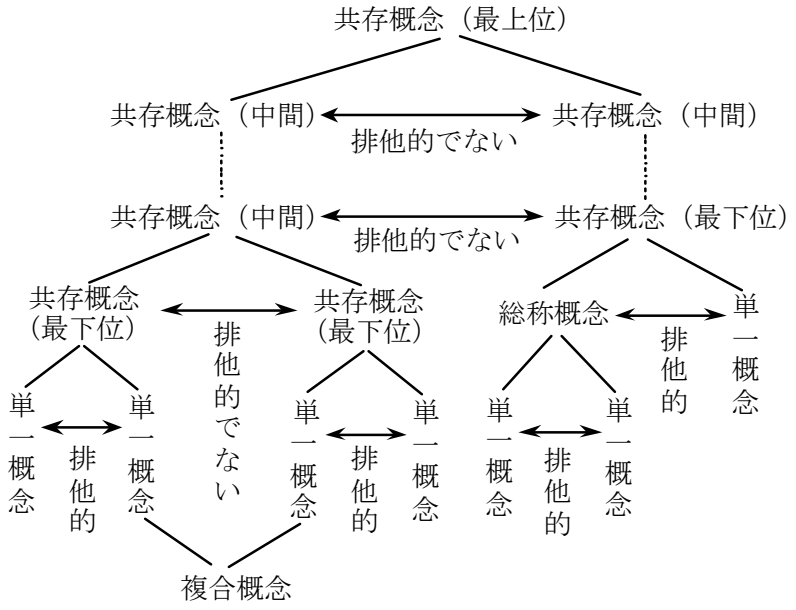
対立概念に行き着けば，概念の詳細化は一応完了したものと見ることができる．このように対立概念で，それ以上詳細化できない概念を単一概念と呼ぶ．

しかし，「着信先指定」という概念は概念「発信元指定」と排他的であり，対立概念の範疇になるが，「着信先電話番号指定」や「着信先短縮電話番号指定」という，より詳細な概念へ細分化される．この場合，電話番号と短縮電話番号は同時に指定することのできない排他的な番号であり，「着信先電話番号指定」や「着信先短縮電話番号指定」も排他的である．「着信先指定」のように，対立概念ではあるが，相互に排他的な対立概念に細分化できる概念を総称概念と呼ぶ．

「端末の活性化」や「通話への移行」はそれぞれ対立概念であるが，お互いは排他的ではない．それらを組み合せた「応答」という概念は，要素に対立概念を含むので，対立概念である．このように相互に排他的でない対立概念に細分化できる対立概念を複合概念と呼ぶ．

以上より，対立概念は単一概念，総称概念，複合概念の何れかに分類される．

概念構造は共存／対立関係を基本に，最下位の共存概念や総称概念を相互排他的な単一概念で構成した階層構造とする．複合概念はこの階層構造内の相互には排他的でない単一概念で構成する．このように概念の排他関係を明確に規定することは要求記述の検証や補正を行う上で重要である．以上の考察に基づき，概念構造のフレームワークを図２―４のように規定する．



（注）対立概念は単一概念，総称概念，複合概念に分類される

図２－４　概念構造のフレームワーク

２．４．３　ネットワークサービス概念体系

（１）状態の概念

ネットワークサービス機能モデルとして述べたように，端末の状態としてはサービス状態，サービス主体からの応答，回線状態，端末固有の状態，端末間の関係がある．これらのうち，サービス状態，回線状態，端末固有の状態はサービス非依存であり，以下のように単一概念である排他的状態に分けられる．但し，サービス状態は加入状態，活性状態に分類した結果に対し，単一概念を抽出している．

・サービス加入状態：サービス加入／非加入

・サービス活性状態：サービス活性／非活性

・回線状態：回線の通話／保留／切断

・端末固有状態：端末の活性／非活性

ここで，回線の切断状態とは通話，保留以外の状態を意味する．即ち，発呼直後の相手呼び出し中の通知音を受信している状態などは切断状態に該当する．

サービス主体からの応答は当然サービス依存である．また，端末間の関係はサービスを利用することによって規定される転送先，転送元などの関係であり，これもサービス依存である．そのため，これらについては既存サービスに含まれる単一概念の抽出に留める．これらの共存概念は以下のように細分できる．

・サービス主体からの応答：操作結果の通知，次操作の指示

・端末間の関係：各種ネットワークサービス（二者通話，着信転送，三者通話など）での端末相互の関係

サービス主体からの応答以外の状態に含まれる概念はお互いに独立である．しかし，サービス主体からの応答については，同一信号を操作結果の通知と次操作の指示の２つの観点から捕らえることができ,それぞれに対応した表現が可能である.例えば,UPT(Universal Personal Telecommunication) サービス[11]において正しい利用者番号を入力した場合，サービス主体から応答が返却されるが，それは操作結果の通知としての「処理完了」と次操作の指示としての「認証番号要求」という２つの概念に対応する．しかし，明確な操作要求がある場合は次操作の指示を記述することが仕様定義において重要であるため，このような場合は次操作の指示という概念のみを規定する．

以上のまとめとして，端末の状態に関する概念構造[6,12-14]を図２―５に示す．

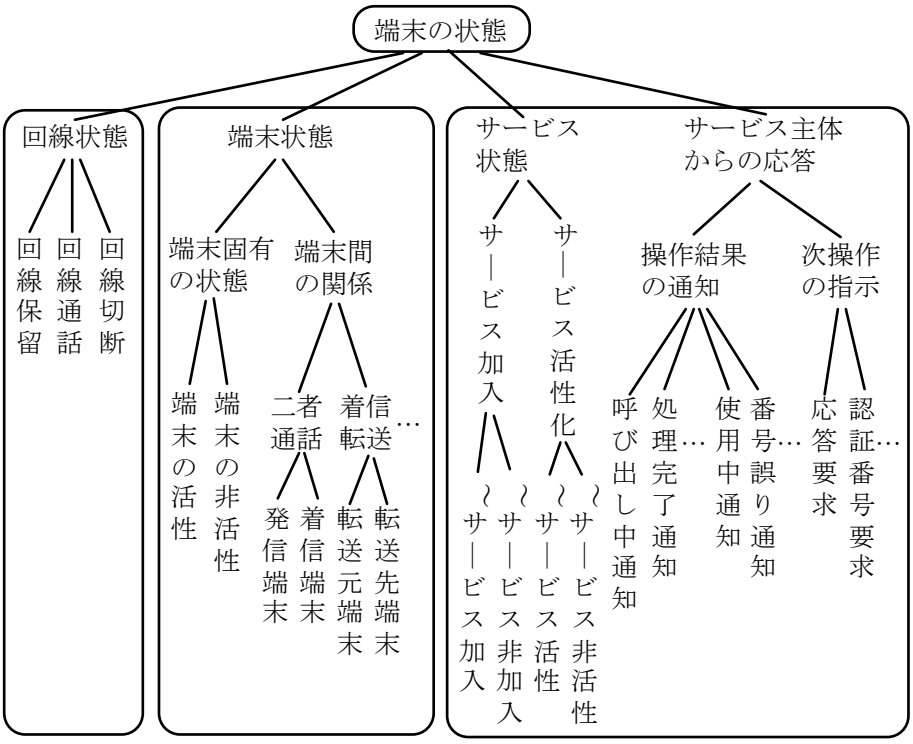


図２－５　端末の状態に関する概念

（２）動作の概念

ネットワークサービス機能モデルとして述べたように，端末の動作としてはサービス状態の変更，サービス固有情報の伝達，回線状態の変更，端末固有状態の変更，端末間の関係の設定がある．これらのうち，サービス状態の変更，回線状態の変更，端末固有状態の変更はサービス非依存であり，以下のように単一概念である排他的動作に分けられる．但し，サービス状態は加入状態，活性状態に分類した結果に対し，単一概念を抽出している．

・サービス加入状態の変更：サービス加入化／非加入化

・サービス活性状態の変更：サービス活性化／非活性化

・回線状態の変更：通話／保留／切断への移行

・端末固有状態の変更：端末の活性化／非活性化

サービス固有情報の伝達は当然サービス依存である．状態の概念で述べたように端末間の関係はサービス依存なので，その設定もサービス依存である．そのため，これらについては既存サービスに含まれる対立概念の抽出に留める．共存概念「端末間の関係の設定」は状態の概念と同様に各種電気通信サービスでの関係設定に分類でき，更に「着信先指定」や「転送先指定」というような対立概念に詳細化される．ここで端末間の関係設定は端末番号により指定するが，端末番号は通常の電話番号の他にフリーダイアル番号などの種々のものが考えられる．従って，「着信先指定」や「転送先指定」は総称概念となり，その配下に番号種別に対応した単一概念が配置される．

ある端末に関係する状態は回線やサービスなど，複数のものがあるが，それらは個々に識別されるべきものであるため，複合概念は存在しない．しかし，端末の動作は一連の処理のトリガとなるものであり，１動作が複数の効果を生む場合があるため，効果に着目した複合概念が存在する．「発呼」，「応答」などがその例であり，概念構造のフレームワークに基づき，単一概念との対応を管理する．

ところで，動作に関する上記の概念は論理的な意味を表現したものであり，利用者が端末に対して行う操作と１対１の関係になるわけではない．端末の構成要素はダイアル，フックスイッチ，受話器が基本になっており，電気通信サービスではこれらに対する操作を以下のように論理動作に対応付けている．

・ダイアル（ダイアルの回転操作）

　→サービス主体との関係：サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達

　→端末との関係：端末間の関係の設定（発信元指定を除く）

・フラッシュ（フックスイッチの瞬間的押下）

　→回線との関係：回線状態の変更のうち，通話，保留への移行

　→端末との関係：端末間の関係の設定（発信元指定のみ）

・オフフック／オンフック（受話器の上げ下げ）

→端末との関係：端末固有状態の変更，端末間の関係の設定（発信元指定のみ）

→回線との関係：回線状態の変更のうち，切断への移行及び切断から通話への移行

ネットワークサービス機能モデルでの分類との相違理由を以下に示す．

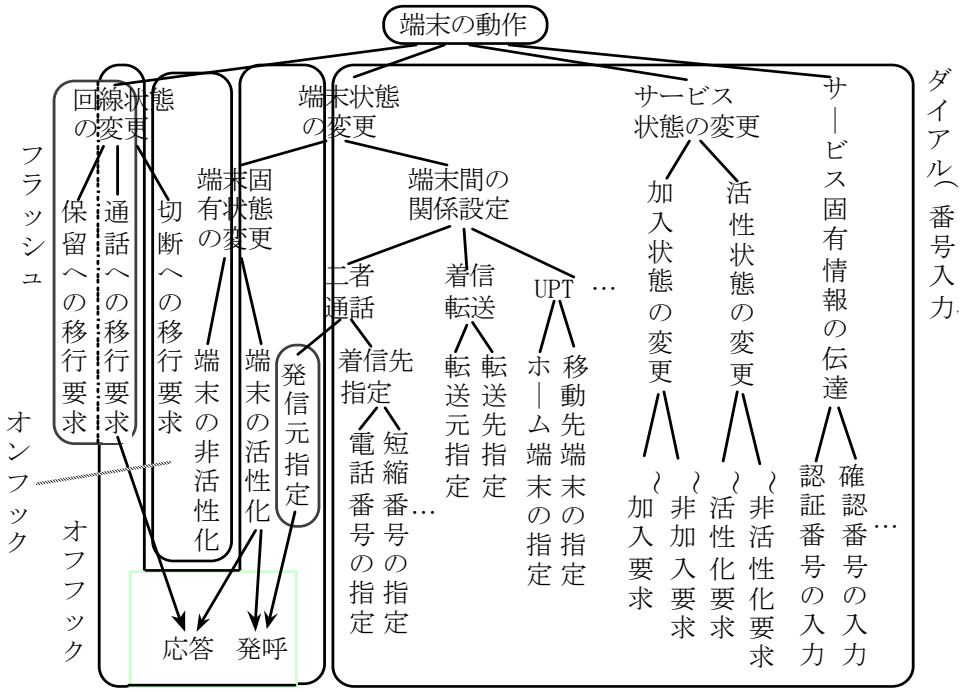
・端末間の関係設定のためには相手端末の情報をサービス主体に送る必要があるが，情報送付手段はダイアル操作に限定される．そのため，端末間の関係設定機能はダイアル操作に任せている．

・回線状態である通話／保留／切断は任意の状態から任意の状態へ移行できるようにすべきであるが，フラッシュは単一操作であるため，２値状態の変更機能しか持てない．そのため，フラッシュには通話，保留間の移行機能を割り当て，切断に絡む移行はオフフック／オンフックに任せている．従って，切断から通話への移行についてはオフフック，フラッシュの役割となっている．

・端末間の関係設定は通常相手端末を特定して始めて可能になるが，発信元指定については単独に規定できるので，オフフックの分担としている．

要求記述に当たってはこのような物理動作での表現もとられるため，概念構造中に物理的概念との関係を明示する．

以上のまとめとして，端末の動作に関する概念構造[6, 12-14]を図２―６に示す．



枠は端末の機能に対応
発信元指定，通話への移行はオフフック，フラッシュの両方に対応付けられる

図２－６　端末の動作に関する概念

２．５ ネットワークサービスのオントロジー

前節ではネットワークサービス概念を端末の状態と動作に分類し，抽出，整理した．概念が使用されるためには表現が必要であり，人間は概念に対応した様々な表現を理解し，概念を認識している．従って，これを機械に行わせるためには，概念と表現の関係を明らかとし，オントロジーとして構築しておく必要がある．本節ではこの構築を行う．

なお, オントロジーとして抽出する表現は意味がお互いに異なるものである. すなわち, 自動詞／他動詞, 能動態／受動態, 助詞の相違などの構文上の異なる表現は対象外である.

（１）概念自体に対する表現

ネットワークサービス概念には以下のように情報として授受されるものとその必要のないものの２種類がある（図２―７）.

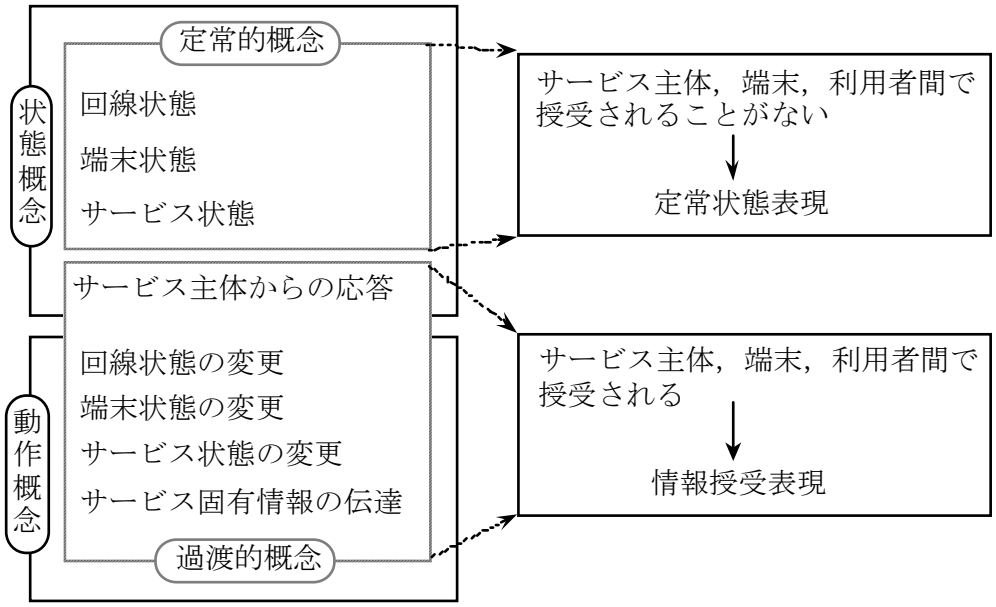


図２－７　ネットワークサービス概念の性質

（ａ）定常的な状態を示す概念

回線状態，端末状態，サービス状態がこれに該当し，定常的な状態であるため，サービス主体，端末，利用者の間で授受されることがない（新たな通知の必要のない）概念である．従って，どの立場で記述するかという視点の違いは生じず，概念に直接対応した表現のみが存在する．

回線状態の概念は切断，通話，保留であり，端末状態のうち，端末固有状態の概念は活性，非活性であり，これらは既知であるので，それぞれに対する状態表現を特定できる．

例えば，回線状態は「切断中である，通話中である，保留中である」となり，端末固有状態は「使用中である，空きである」となる．端末状態のうち，端末間の関係については関係自体は特定できないが，その表現は「～端末である」，「～相手である」などの判定詞[15]表現に集約できる．サービス状態はサービスの加入，非加入，活性，非活性であり，これらについても状態表現を特定できる．例えば，加入は「加入している」，活性は「利用している」となり，非加入，非活性はその否定形になるが，一般にあるサービスへの非加入，非活性は仕様記述で陽に記述されることはない（記述されないと，サービスへの非加入，非活性を表す）．

（b）過渡的で，情報として授受される概念

サービス主体からの応答及び端末の動作に関する概念がこれに該当し，情報の送り手と受け手が存在する．サービス主体からの応答のうち，操作結果の通知では視点の違いは生じない．それは情報の一方的通知であり，受け手の視点が情報の内容に影響を与えないためである．これに対して，次操作の指示の場合は，送り手の立場では指示であるが，受け手の立場では指示に対する応答であり，視点の違いが生じる．例えば，送り手の「電話番号を要求する」という指示は，受け手の立場では「電話番号を入力可能である」となる．このように次操作の指示はネットワークサービス概念としては１通りの意味しか持たないが，サービス主体と端末（利用者）のどちらの視点から捕らえるかによって２通りの表現が存在する（図２―８）．

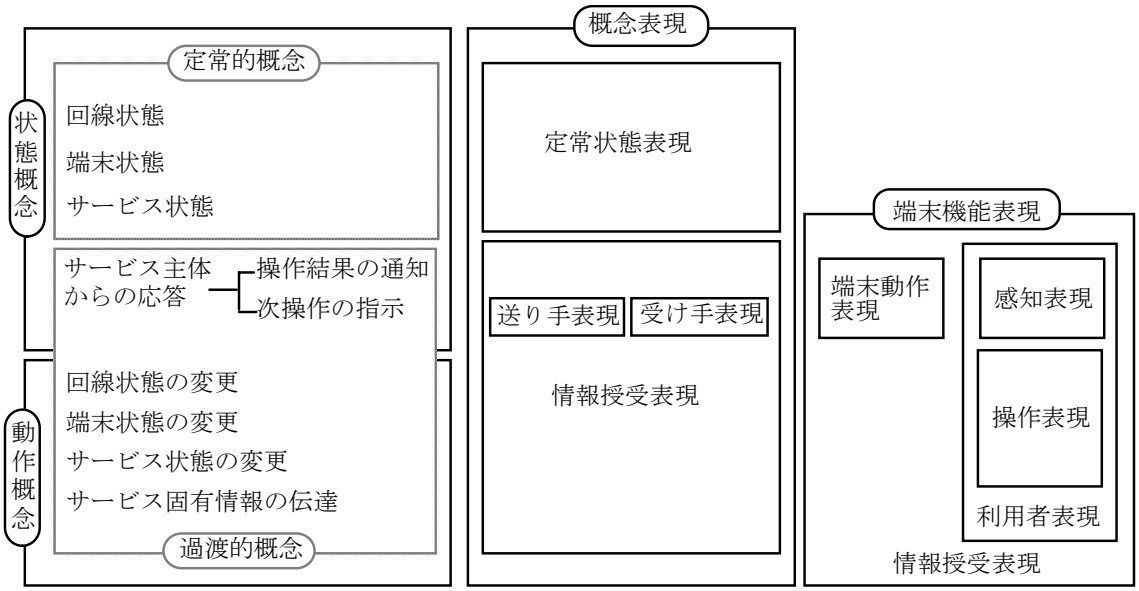


図２－８　ネットワークサービス概念と表現の関係

従って，次操作の指示に関しては，サービス主体からの指示は情報入力要求であるため，表現「～を要求する」などが，利用者の応答は情報入力であるため，表現「～を入力可能である」などがそれぞれ対応する．操作結果の通知に関しては，利用者により入力された①要求，情報の受理，拒否，②受理結果に基づく端末，回線，サービスへの働き掛け，③その後のこれらの状態に対応する表現に分類される．

つぎに，端末の動作は情報の授受であるが，この場合は端末，利用者からサービス主体への一方的通知であり，視点の違いは生じない．即ち，サービス主体は利用者からの要求を通知され，通常はその要求を満たす動作を行うが，サービス主体の都合により別の動作を行うこともあり，情報を受ける時点ではそれをそのまま受け入れるだけである．

動作のうち，回線状態，端末状態，サービス状態の変更はそれぞれに対応する状態表現を動作表現で置換した形になる．残りのサービス固有情報の伝達は，サービス主体への働き掛けであり，①情報の入力，登録，取消し，②動作の要求，指示に対応する表現に分類される．

（２）端末機能表現

前記はネットワークサービス概念そのものに対する議論であったが，情報として授受される概念（前記の（ｂ））の場合は，端末の機能を通して見えるため，この機能に対応した表現で表わされる．例えば，概念「端末の活性化」は端末機能の形で表現すると「受話器を上げる」になる．この場合，端末，利用者間のインタフェースのいずれの方向から見るかによって，以下の２通りの視点に分かれる（図２―８，図２―９）．

・端末から利用者を見た視点（端末の動作）

・利用者から端末を見た視点（利用者の操作または感知）

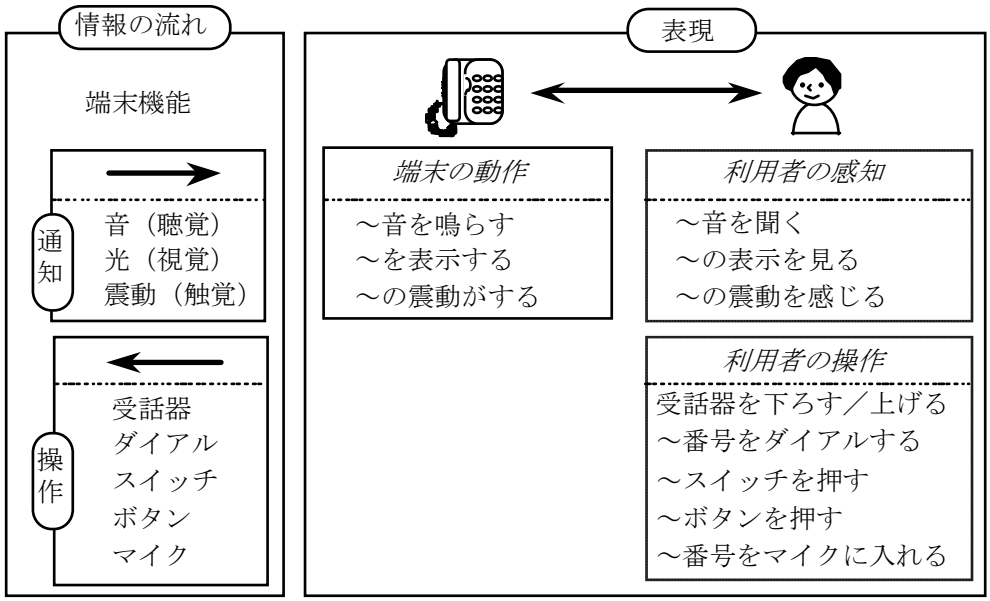


図２―９　端末機能表現

図２―９において端末から利用者を見た視点に関して，利用者の操作に対応する表現を示していない理由は，端末を主格とする能動的動作がないためである．

これらの視点は更に端末種別によって異なった表現を持つ．しかし，端末の動作，利用者の感知の場合，可能な感覚は聴覚，視覚，触覚であり，どのような端末でもこの範囲の感覚に訴える以外にない．従って，これらの感覚に対応する媒体である音，光，震動に対する端末動作表現，利用者感知表現を抽出しておけばよい．

一方，利用者の操作に関しては，手操作と音声入力を想定すれば，当面仕様記述にとって充分である．手操作による入力手段としては受話器，ダイアル，ボタン，スイッチが，音声入力手段としてはマイクが主要な媒体であり，これらの操作に対する表現を抽出しておけばよい．

２．６ 考察

（１）概念体系の規定法

概念の抽出，分類は概念構造のフレームワークに基づき実施した．概念の分類は色々行われている[16]が，分類の基準や深さをどうするかに関して未だ確立したものはない．というよりむしろ概念の分類法は１種類に限定されるものではなく，どのような用途に使うかによって分類の仕方が変わってくる可能性がある．

例えば，文献[17]では機能を「振る舞い＋付加情報」として捉え，これをドメインに依存しない形で記述するためのテンプレートを提案すると共に，入力物が１つ，出力物が２つであるような部品の概念の分類法を示している．ここでは入力物が１つ，出力物が２つである部品とは「分ける」という機能を持ったものであると捉え，入力物の内容構成，出力物の形態，対象物に対する注目の仕方などに基づき分類することにより，具体的な部品が定義できるとしている．このように分類の詳細化の基準を深さのレベル毎に提示できる概念群も存在するが，ネットワークサービス概念の場合はそれに該当しない．

本論文ではネットワークサービスの概念体系は，サービス主体，回線，端末という３要素の状態やこれらの働き掛けに関する概念を概念間の共存／排他関係に基づき詳細化していくことにより階層的に構成できることを示した．また，詳細化の完了は少なくとも一つの概念と排他関係にある対立概念を単一概念，総称概念，複合概念に分類することより判断できることを示した．これにより，分類の詳細化の基準を深さのレベル毎に示すことができない場合でも，統一的な分類が可能になったと判断できる．

（2）ネットワークサービスのオントロジー

端末の状態と動作に関して，ネットワークサービス機能モデルに基づいて概念を詳細化すると共に，概念が情報として授受されるか否かに基づき表現を抽出し，それらを合わせた形でオントロジーを構成した．ここで述べたオントロジーには以下の特徴がある．

・オントロジーは概念と関係を明示的に示し，明確な意味定義を与えたもの[18]であるが，本論文では意味定義は概念に直接対応した自然言語の表現によって与えられているものとしている．概念の関係は階層構造と概念の属性（共存／対立概念，単一／総称／複合概念）によって与えている．

・オントロジーの本来の意味ではネットワークサービス概念とそれに直接対応した表現のみをオントロジーとしてまとめるべきかもしれないが，本論文ではネットワークサービスに対する要求を利用者が端末を見た視点で記述することとしているため，概念と関係を持つ端末機能の表現を含めてオントロジーを構成した．

提案したオントロジーはネットワークサービス分野に限定されるが，ネットワークサービスの種類が構内交換機（PBX）サービスも含めると数百種類と多く，今後も追加されていくことを考慮すれば，適用効果は充分高いといえる．

また，本論文ではサービス仕様記述に含まれる概念の理解法への適用という観点からオントロジーを構成した．明確な使用目的なしに整理した知識を活用することは一般に難しく，本アプローチは正当なものと考えられる．

（3）オントロジーの拡充

ネットワークサービスの概念と表現の関係を明らかとし，それに基づきオントロジーを構築した．しかし，サービスは随時新たに定義されていく訳であるから，新規の概念や表現は当然現れる．従って，オントロジーはサービス定義に併せ，随時拡充されるべきものであり，その意味でオントロジーの拡充を効率的に支援する方法が課題となる．

（4）利用者側の概念

本論文ではネットワークサービス概念に対応付ける形で利用者側の概念，即ち端末と利用者の間の操作や感知に係わる概念を整理した．これはネットワークサービスの仕様記述を念頭に置いたためである.利用者側の概念には操作や感知という物に即した概念以外に，より抽象的な概念も存在する．例えば，「電話をかける」という概念である．これは通常の使用法では，受話器を上げて，相手の電話番号をダイアルするまでの状況を指し示していると考えられる．このような概念で仕様記述を行った場合には，受話器を上げた時点での様々な状態を指定できない．従って，本論文ではあくまでもネットワークサービス概念との直接的な対応の範囲で，利用者側の概念を整理することとした．即ち，「電話をかける」というような，より抽象的な利用者側の概念は本論文の対象外としている．

２．７ 第２章のまとめ

利用者が記述したネットワークサービスに対する要求仕様を計算機システムが理解するためには，仕様の記述法と仕様内に含まれる概念に関する共通の認識が必要であり，本論文ではそのためのモデルとオントロジーを提案した．

具体的には，記述対象であるネットワークサービスのモデル，及びネットワークと利用者との間でサービスを媒介する端末機能のモデルを定め，これらに基づきネットワークサービス概念を体系化すると共に，端末機能と概念との関係を明らかとした．更に，概念がどのような表現として使用されるかを明らかとし，オントロジーを定めた．主要な結論を以下に示す．

（１）電気通信サービスのモデル

・ネットワークサービスの手順の構成要素は条件（状態，動作），結果（状態）から成る状態遷移モデルで規定でき，状態や動作はサービス主体，回線，端末という３要素の状態や３要素への働き掛けであるネットワークサービス機能モデルで規定できる．

・ネットワークサービス仕様に関係する端末機能はネットワーク，端末間の送受信に関する機能であり，これはオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルから成る指示モデルと聴覚，視覚，触覚に対応する機能を表わす通知モデルとして規定できる．

（２）ネットワークサービスのオントロジー

・ネットワークサービス概念は共存概念，対立概念から成る階層構造で規定でき，対立概念は詳細化の可能性と排他関係に基づき，単一概念，複合概念，総称概念に分類できる．

・状態の概念は回線状態，端末状態（端末固有状態，端末間の関係），サービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態），サービス主体からの応答状態に分類できる．動作の概念は回線状態の変更，端末状態（端末固有状態，端末間の関係）の変更，サービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態）の変更，サービス固有情報の伝達に分類できる．

・端末操作のオフフックは端末の活性化，発信元指定，通話移行に，オンフックは端末の非活性化，切断移行に，フラッシュは通話／保留移行，発信元指定にそれぞれ対応する．その他の情報入力はダイアル操作に対応する．

・ネットワークサービス概念の表現には，概念表現と端末機能表現とがある．概念表現に関しては「次操作の指示」の場合，情報の送り手，受け手の２通りの視点があり，それに応じた表現に分かれる．端末機能表現に関しては，状態概念である「サービス主体からの応答」では，情報の送り手としての端末動作表現，受け手としての利用者の感知表現に分かれ，動作概念には利用者の操作表現が対応する．

第２章の参考文献

[1] 溝口理一郎：知識の共有と再利用の現状と動向，人工知能，9，1，pp.3-9（1994）.

[2] 元田浩,溝口理一郎:知識の共有と再利用ワークショップ報告,人工知能,Vol.8,No.5, pp.666-671（1993）.

[3] Features Common to Residence and Business Customers, LATA Switching Systems Generic Requirements (LSSGR), Bell Communications Research, Inc. (1987).

[4] 小林吉純，榎木浩，太田理：通信サービスモデルに基づく要求記述，獲得手法，電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会 KBSE94-14（1994）.

[5] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Knowledge, 7th ICSRIC, Advances in Database and Expert Systems pp.90-94, Aug.(1994).

[6] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163（1995）.

[7] 白鳥則郎：アドバンストエレクトロニクスシリーズ II-6 通信ソフトウェア工学，培風館（1995）.

[8] 小林吉純：端末の視点からのネットワークサービス仕様記述法，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-13（1996）.

[9] 岡田直之：語の概念の表現と蓄積，電子情報通信学会（1991）.

[10]徳永健伸,奥村学,田中穂積:概念階層への視点の導入,情報処理学会論文誌,Vol.30, No.8, pp.970-975（1989）.

[11]CCITT Study Group XI (WP XI/5)："Draft Recommendation F.851 Universal Personal Telecommunication Service Description", Version 8, Oct. (1992).

[12]小林吉純，榎木浩，張遷仁，太田理，寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J79-B-I，No.8，pp.560-571（1996）.

[13]Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275（1996）.

[14]榎木浩，小林吉純，太田理：オントロジーによる通信サービス要求定義手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I，No.3，pp.138-147（1997）.

[15]益岡隆志，田窪行則：基礎日本語文法（改訂版），くろしお出版（1992）.

[16]国立国語研究所：分類語彙表，秀英出版（1964）.

[17]笹島宗彦，来村徳信，池田満，溝口理一郎：機能モデル記述のためのドメインオントロジーに関する検討，人工知能学会研究会，SIG-KBS-9304-2，pp.176-183（1993）.

[18]溝口理一郎，池田満：オントロジー工学序説―内容指向研究の基盤技術と理論の確立を目指して―，人口知能学会誌，Vol. 12，No.4，pp.559-569（1997）.

第３章 ネットワークサービス仕様記述法と表現集約法

３．１　第３章の概要

利用者の立場から見ると，ネットワークサービス仕様は端末の状態遷移関係と状態遷移を構成する端末の状態，動作によって規定される．本章では状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデル，ネットワークサービスオントロジーに基づき，自然言語（日本語）によるサービス仕様の記述法[1-4]を提案する．自然言語の表現は多様であり，同一の意味でも種々の表現が採られる．表現の多様性を生み出す原因には，自然言語自身が持つ表現の自由度と自然言語を使用する人間の視点の相違とがある．本章では前者に起因する課題に的を絞り，日本語の持つ多様な表現を集約し，表現の同一性を認識する方法を示す．そして，最後に仕様記述の認識実験結果と考察を述べる．

３．２　研究対象

本研究で対象とする仕様記述法，記述された仕様の解析の範囲を以下に示す．

（１）利用者による仕様定義

ネットワークサービスの仕様定義は従来，主としてサービス開発者側で行われてきた．しかし，ネットワークサービスは情報化社会の基盤としての役割を持ち，それに対する要求は益々多様化する傾向にある．この要求に迅速に対処するためには，通信分野の専門家でない利用者自身による仕様記述が必要であり，本研究ではそのための仕様記述法の構築を狙いとする．但し，ここで利用者とは企業や家庭での末端利用者を指すのではなく，企業内のシステム管理者や通信事業者の営業担当を意味しており，これらの利用者が電気通信サービスの定義を行う走りとなるものが IN（Intelligent Network）サービス[5]でのカスタマイズ機能として既に現れている．そして，この傾向はマルチメディアサービスが進展すると，益々顕著になると予想される．

（２）自然言語による記述

通信ソフトウェアに対する仕様記述は従来専門家によって行われており，厳密な仕様定義を可能とする目的で，SDL[6]，LOTOS[7]，Estelle[8]などの形式的な仕様記述言語が規定されている．しかし，形式的な言語は習得が難しく，サービスの利用者には使いにくいのが一般的である．利用者には普段から馴れ親しんでいる自然言語を使用させることが要

求を素直に表現させる上で有効であり，本研究では自然言語によって仕様を記述させる．

（3）記述性と機械処理性の両立

自然言語による記述といっても，何の枠組みもはめないと利用者はどのように記述して良いのか分からない．また，何が記述されるか全く分からなければ，記述された仕様の処理を行うシステムの実現が極めて困難になる．しかし，この実現を容易化するために，記述に制約を課し過ぎると，自然言語使用のメリットを損なう恐れがある．このような観点から，本研究では記述性と機械処理性のバランスの取れた仕様記述法を規定する．

（4）正確な仕様記述法

状態遷移モデルに基づきネットワークサービスの仕様定義を行うための言語としてSTR[8]が提案されている．STR では以下の文の集合で状態遷移の関係を記述する．

current-sp {, current-sp}　event ： next-sp {, next-sp} .

current-sp：現状態での状態プリミティブ

event：イベント

next-sp：次状態での状態プリミティブ

ここで，イベントは状態遷移モデルでの端末の動作に，現状態は条件（状態）に，次状態は結果（状態）に該当する．しかし，状態を構成する状態プリミティブの論理的意味が規定されておらず，ネットワークサービスでのどの概念レベルのものを記述すればよいのかが分からない．これでは正確な仕様を期待できない．本研究ではネットワークサービスのオントロジーに裏打ちされた正確な仕様記述法を規定する．

（5）表現の多様性の吸収

自然言語の表現は多様であり，同じ意味を表す場合でも何通りもの表現がある．自然言語で記述された仕様を理解する上ではまずこれらの表現の同一性の認識が必要になる．表現の多様性を生み出す原因には，自然言語自身が持つ構文などの表現の自由度と自然言語を使用する人間の視点の相違とがある．本研究では前者の観点から，自然言語の表現の多様性を整理し，意味の同一性を認識する方法を明らかにする．

３．３　仕様記述法

（１）記述内容

（ａ）状態遷移の記述

ネットワークサービス仕様は端末に関する以下の状態遷移モデルで規定される．

条件（状態，動作）と結果（状態）

従って，仕様記述 Spec もこれに沿った形で，状態遷移の集合として以下のように規定する．

Spec= ∪ ＜ Sc，A，Sn ＞

Sc：端末がある動作を行う前の端末の状態

A：端末の動作

Sn：端末がある動作を行った後の端末の状態

（ｂ）状態，動作の記述

状態,動作の記述にはネットワークサービスのオントロジーで規定した概念を使用する．概念は共存概念と対立概念に大別されるが，仕様には具体性が要求されるため，排他関係を持ち,他の概念との相違を明確にできる対立概念を用いて,仕様を記述することとする．

(i) 状態の記述

対立概念で状態を記述するに当たって，仕様の完全性を保証するためには，共存できる関係をすべて記述する必要がある．従って，状態 Sc，Sn は以下のように規定できる．

Sc，Sn =＜ l，to，tr，es，ea，r ＞

l：回線状態の対立概念

to：端末固有状態の対立概念

tr：端末間の関係の対立概念

es：サービス加入状態の対立概念

ea：サービス活性化状態の対立概念

r：サービス主体からの応答状態の対立概念

これら l，to，tr，es，ea，r を状態要素と呼び，各状態要素は状態の記述に必ず存在しなくてはならない．但し，記述の簡略化のため，状態要素の省略時解釈を以下のように定める．

l：回線切断
to：端末非活性
tr：端末間の関係なし
es：POTS 以外のサービス非加入
ea：POTS 以外のサービス非活性
r：サービス主体からの応答なし

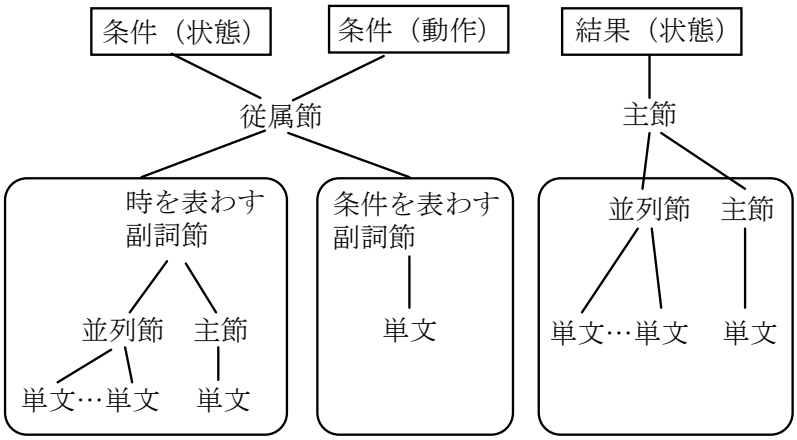
ここで，POTS（Plain Old Telephone Service）とは通常の二者通話サービスのことであり，他のサービスは POTS への加入，活性化が前提となっているため，上記の省略時解釈を定めた．

（ii）動作の記述
端末の動作は１操作に対応する．対立概念から見れば，１操作は複数の対立概念に対応する場合がある．本論文では利用者の操作の立場での仕様記述を狙いとしているため，端末の動作 A は以下のように１対立概念あるいは１操作概念（オフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルの何れか）により記述させる．

A = 〈 ac 〉
ac：端末の動作に関する対立概念あるいは操作概念

（２）表現法と記述制約
（ａ）状態遷移の表現
１状態遷移は条件（状態），条件（動作），結果（状態）で規定されるので，これを複文に対応付ける．一般に複文は主節と接続節から成り，接続節は主節との関係から従属節と並列節に分類される．更に，従属節は補足節，副詞節，連体節に分類される[9]．本記述法では，条件（状態）を「時を表わす副詞節」に，条件（動作）を「条件を表わす副詞節」に，結果（状態）を「主節」に対応付ける（図３―１）．
そして，条件（状態）に関しては「時（に)」,「場合（に)」などの名詞（＋助詞）を，条件（動作）に関しては「と」などの接続助詞,「たら」などの助動詞を，結果（状態）に関してはピリオドまたは句点を区切りとする．
端末の状態は複数の状態要素から構成されるため，主節と並列節から成る複文で記述させる．そして，主節は単文で，並列節は複数の単文で記述させ，単文の区切りはコンマまたは読点とする．また，端末の動作は単文で記述する．
記述上の制約を少なくする目的で，各単文の替わりに連体節を含む複文も記述可能とする．例えば，単文「端末 A の利用者が端末 B からの応答要求音を聞く」は複文「端末 A の

利用者は端末Bが応答を要求する音を聞く」と記述することもできる．この場合，連体節「端末Bが応答を要求する」が名詞「音」を修飾している関係にある．しかし，例えば「端末Aを使用して，端末Bの電話番号をダイアルする」は並列節から成る複文であるため，記述できない．



単文の代わりに連体節の使用は可能

図３－１　自然言語による仕様記述法

（b）状態要素，動作の表現

２章で述べたように，ネットワークサービス概念に対応し，概念表現と端末機能表現とがあり（図２―８），端末の状態，動作はこれらの表現を用いて記述することとする．

状態要素や動作の記述においては端末の識別が必要になるが，その記法は以下とする．

端末識別::＝端末α

α::＝アルファベットの大文字１文字

文の種類には平叙文，疑問文，命令文，感嘆文がある[10]が，仕様記述では平叙文のみを対象とすれば充分である．平叙文のうちでは，通常肯定文が用いられる．否定文については対応する肯定文が概念として存在（確定）する（背反関係にある）場合にのみ，許される．例えば，否定表現「端末が空きでない」は，概念体系において「空き（非活性)」の背反概念「活性」が存在することより，概念「端末が活性化されている」と認識できるので，許される．しかし，否定表現「ダイアルトーンを聞いていない」は音が鳴っていない場合や呼び出し音が鳴っている場合などがあり，唯一の概念に対応付けることができないので,許されない.許される他の否定表現はサービス非加入とサービス非活性のみである．

単文内の品詞については，動詞，名詞，形容動詞，助詞，助動詞を対象とする．これら

以外の形容詞，副詞，連体詞，接続詞，感動詞については本仕様記述では必要とされず，記述可能とする必要がない．また，代名詞は指示対象が曖昧になる恐れがあるため，仕様記述には不適切であり，また文脈解析[11]が必要なことから，記述から概念を認識するシステムを構築することを困難にする．そのため，本記述法では先に述べたように「端末A」などのように識別子を含んだ形で明示する手法を採用している．

３．４　表現の多様性への対処

（１）同一格フレーム内のゆれ

３．３節で示したように，端末の状態，動作は概念表現，端末機能表現を用いて記述する．次操作の指示の場合の概念表現には情報の送り手，受け手の２通りの表現がある．サービス主体からの応答や動作概念を端末機能表現を用いて記述した場合には，端末動作表現，利用者表現の何れを使用するかにより，またどのような種類の端末を前提に記述するのかにより，複数の表現がある．そして，これらからの概念認識が必要になる．

これらは仕様記述者の視点の相違に起因する表現の多様性であるが，表現の多様性にはこれ以外に，日本語自身が持つ表現の自由度の高さに起因するものがある．単文における日本語共通の表現の多様性の原因を以下に示す．

①表記のゆれ[12]
②能動態／受動態の相違
③自動詞／他動詞の相違
④助詞の相違
⑤連体節（係り受け）表現の相違
⑥代名詞の有無
⑦同義語の使用
⑧同一格フレーム内のゆれ

これらの中で従来あまり認識されなかったものとして「同一格フレーム内のゆれ」がある．文の意味表現の手段として格フレームが提案されており，自然言語処理の分野で広く使用されている．格フレームでは格要素の深層格により動詞を中心にして意味構造を規定する．そして，複数の文の表層格構造が異なっていても，同一格フレームにマッピングされれば，同じ意味を表していると認識できる．しかし，例えば複数の文が同一格フレームにマッピングできたとしても，格要素の値が異なっていたり，格要素に入る値がない（省略された）場合（図３―２），これらの文の意味が同じか否かはどのようにして判定すればよいのであろうか？ このような事象を「同一格フレーム内のゆれ」と名付ける．

端末Aの利用者が端末Bの電話番号
をダイアルする．

⇨

（ダイアルする，
　動作主格（端末Aの利用者，［＋人］），
　対象格（端末Bの電話番号，［＋数値］），
　道具格（INST，［＋端末］）
）

端末Aで利用者が端末Bの電話番号
をダイアルする．

⇨

（ダイアルする，
　動作主格（利用者，［＋人］），
　対象格（端末Bの電話番号，［＋数値］），
　道具格（端末A，［＋端末］）
）

端末Aで端末Bの電話番号
をダイアルする．

⇨

（ダイアルする，
　動作主格（AGT，［＋人］），
　対象格（端末Bの電話番号，［＋数値］），
　道具格（端末A，［＋端末］）
）

同じ意味の文でも格フレームの格要素の値は異なる場合がある

図３－２　同一格フレーム内のゆれの例

（２）深層格の種類

格フレームの同一性を議論するに当たっては，まず格フレームを構成する深層格の種類を特定する必要がある．３．３節で示したように，回線状態，端末状態，サービス状態は概念表現を用いて，サービス主体からの応答，動作概念は概念表現，端末機能表現を用いて記述する．格フレームなので，動作主格はすべての表現に現れる．状態概念に関連した表現には状態格が現れ，動作述語が現れる回線状態，サービス状態，サービス主体からの応答，動作概念には対象格が現れる．相手の端末との関係を示す必要のある回線状態，端末状態，サービス主体からの応答，動作概念には相手格が現れる．情報授受を媒介する機器を必要とするサービス主体からの応答，動作概念には道具格が現れる．端末が動作の原因となる場合にはサービス主体からの応答に原因格が現れる．これらをまとめると，表３―１のようになる．

表３－１ ネットワークサービス仕様記述の表現に含まれる深層格

深層格	格の意味	状態概念				動作概念
		回線状態	端末状態	サービス状態	サービス主体からの応答	
動作主格	動作を引き起こす主体又は状態を持つ主体	○	○	○	○	○
状態格	動作主格が持つ状態	○	○	○	○	×
対象格	動作の対象	○	×	○	○	○
相手格	相手側の端末，利用者	○	○	×	○	○
道具格	動作時に使用する機器	×	×	×	○	○
原因格	応答の原因	×	×	×	○	×

（３）意味マーカ

格フレームの定義に際しては，まず意味マーカを規定しておく必要がある．意味マーカの規定方法に関しては，その細かさ（粒度）が問題となる．粒度が細かければ，係り受けの曖昧性の解消や意味的誤りの検出に関する能力が向上するが，意味マーカの作成自体が難しくなる．粒度が粗ければ，その逆である．本論文では対象がネットワークサービス仕様記述に限定されており，仕様記述に現れる概念もオントロジーとして整理され，仕様記述の場面に現れる端末に対する感知，操作表現も抽出し易いことから，粒度を細かくする方向で意味マーカを規定することとした．規定した主要な意味マーカを表３―２に示す．

表３－２　意味マーカと対応する名詞，動詞の例

意味マーカ	名詞	左記を対象格とする動詞
音	呼び出し音	鳴らす，聞く
数値	電話番号，短縮コード	ダイアルする，通知する，要求する
送受話器	受話器	上げる，おろす
押下対象	ボタン，フックスイッチ	押す
情報	呼び出し，完了	通知する，示す
動作	入力，開始，解除	指示する
端末	端末，電話機	
人	利用者，ユーザ	
回線状態	通話，保留，切断	
役割	転送先，転送元	
様相	可能	

（４）格フレーム

格フレームの一般形を以下に示す.

（述語｛(対応述語)｝,
　深層格（変数，［意味マーカ列］）
　｛，深層格（変数，［意味マーカ列］)｝n
）

ここで,

対応述語：述語が受動態または自動詞の場合には，それぞれ能動態，他動詞を記述

変数：深層格に対応する名詞または名詞句を格納する変数

意味マーカ列：＋意味マーカ｛，＋意味マーカ｝n｛，－意味マーカ｝n

ここで，＋は変数が意味マーカの性質を有すべきこと，－は有すべきでないことを示す.

｛　｝：省略可

｛　｝n：０回以上の繰り返し

情報処理振興事業協会（IPA）の計算機用日本語辞書では，以下のように記述者の視点の異なる文を区別する形で述語素モデル[13]が提案されている．

(a) 太郎が花子と結婚する．

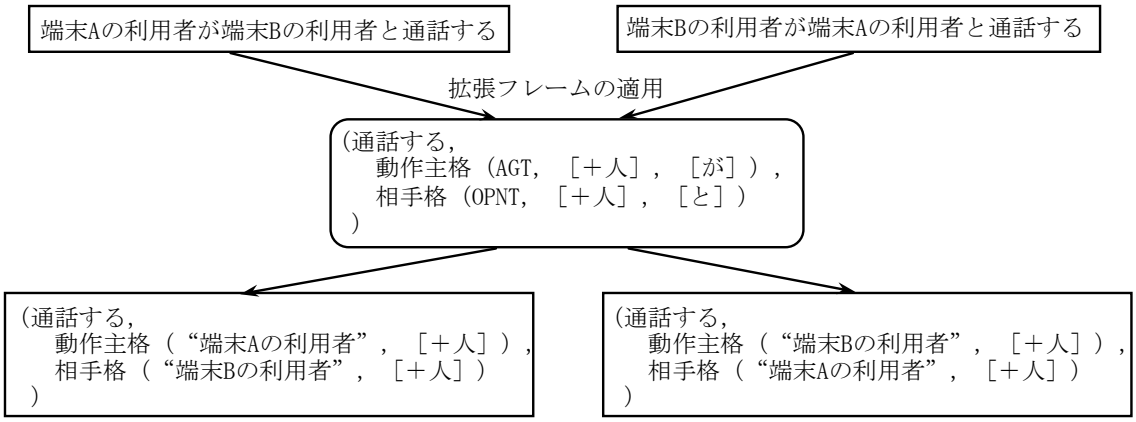
(b) 花子が太郎と結婚する．

ネットワークサービス仕様記述でもこれに似た以下のような事象がある．

(a) 端末 A の利用者が端末 B の利用者と通話する．

(b) 端末 B の利用者が端末 A の利用者と通話する．

これらの文は両者が通話しているという状態は同じであるが，記述の視点が異なっている．本サービス仕様記述では，状態がどの端末に着目したものであるかの認識が重要であるため，これらの文を区別できるように，述語「通話する」の格要素に異なる格を規定する（図３―３）．



自分と相手を明確に区別した格を規定することにより，状態記述の視点を認識

図３－３　格フレームによる通話記述の認識例

（５）中核フレーム

格フレームでは同じ意味の文でも格要素の値は微妙に変わってくる．動作主格，相手格，道具格は端末や利用者を表しており，その意味的中心は端末の識別子である．格フレーム全体の意味的中心は，述語及び残りの状態格，対象格，原因格に対応した，(述語)，(述語＋状態格)，(述語＋対象格)，(述語＋原因格）であり，これらにより仕様記述の場合の意味を確定できる可能性が高い．

そこで，以下の４種類の格フレームの縮退形（中核フレームと名付ける）を設け，格フレームをこれに変換する（図３―４）ことにより，同一格フレーム内のゆれを解消する．そして，以降の概念認識ではこの中核フレームを使用する．

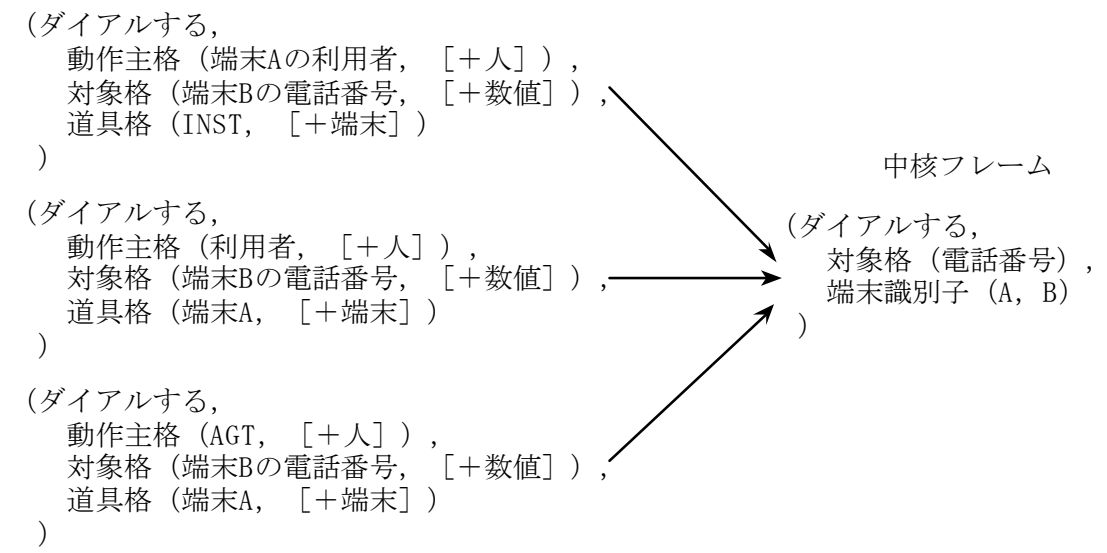
(述語,
　端末識別子（α，β）
)

(述語,
　状態格（ST）
　端末識別子（α，β）
)

(述語,
　対象格（OBJ）
　端末識別子（α，β）
)

(述語,
　原因格（CAU）
　端末識別子（α，β）
)

ここで,
ST，OBJ，CAU：それぞれ状態格，対象格，原因格に相当する文字列が入る変数
α，β：アルファベットの大文字１文字から成る端末識別子（αのみの場合あり）であり，第１端末識別子は状態を有する端末あるいは動作が行われる端末を意味し，第２端末識別子は一般に相手端末（自端末の場合もありうる）を意味する.



格要素の値の異なる，同じ意味の格フレームは１中核フレームにマッピングできる

図３－４　格フレームから中核フレームへの変換例

（６）拡張フレーム

格フレームは深層格を表現したものであるが，これに表層格を示す助詞を付加し，係り受けを同時に示すようにしたものを拡張フレームと名付ける．これを使用すれば，構文と意味を一体として処理できる．拡張フレームの一般形を以下に示す．

（述語｛(対応述語)｝，
深層格（変数，［意味マーカ列］，［助詞列］）
｛，深層格（変数，［意味マーカ列］，［助詞列］)｝n
）

ここで，

対応述語：述語が受動態または自動詞の場合には，それぞれ能動態，他動詞を記述
但し，他動詞への変換が不適切な場合には，他動詞は記述しない

変数：深層格に対応する名詞または名詞句を格納する変数

意味マーカ列：＋意味マーカ｛，＋意味マーカ｝n｛，－意味マーカ｝n
ここで，＋は変数が意味マーカの性質を有すべきこと，－は有すべきでないことを示す．

助詞列：助詞｛，助詞｝n

｛　｝：省略可

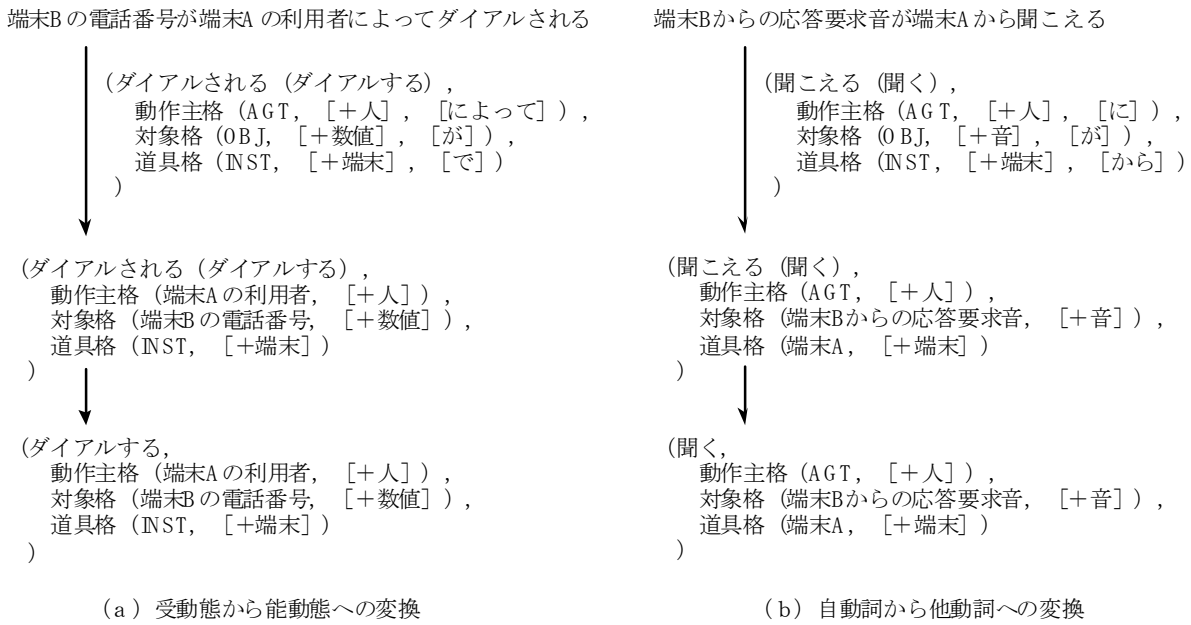
｛　｝n：０回以上の繰り返し

（７）その他の表現の多様性への対処

先に挙げた表現の多様性への対処法を表３―３にまとめて示す．受動態／能動態の相違，自動詞／他動詞の相違に関しては，受動態，自動詞に対応した格フレームにマッピングした後，それぞれ能動態，他動詞の格フレームに変換している（図３―５）．

表３－３　単文における表現の多様性と対処法

表現多様性の原因	対　処　法
表記のゆれ	送りがなや漢字表記の違いを辞書へ登録し，形態素解析で対処
能動態／受動態の相違	受動態の格フレームを能動態に変換
自動詞／他動詞の相違	自動詞の格フレームを他動詞へ変換
助詞の相違	格フレーム内の格要素対応に生起する助詞を指定
連体節表現の相違	連体節に格フレームを適用
代名詞の有無	代名詞は禁止
同義語の使用	格フレームに対し，辞書を使用して代表語へ置換
同一格フレーム内のゆれ	中核フレームへの変換により対処



（ａ）受動態から能動態への変換　　（ｂ）自動詞から他動詞への変換

図３－５　受動態，自動詞から能動態，他動詞への変換例

３．５　仕様記述文の解析

仕様記述の１複文から中核フレームを生成するまでの処理を記述する．

（１）形態素解析

語の品詞，読み，活用型を定義した単語辞書，２語の連接可能性を規定した連接可能性辞書を基に，最長一致法により形態素解析を行う方式とした．ここで最長一致法を採用した理由は，形態素解析は本論文の研究課題ではないため，処理の容易化や高速性を重視したためである．なお，辞書にない語があった場合には，辞書にある語が次に見つかるまでを未知語とし，未知語は名詞として扱うこととした．

（２）構文／意味解析

形態素解析結果を基に，単文に対する中核フレームを生成する迄の以下の過程を構文／意味解析と呼ぶ．

①単文の区切りである名詞（＋助詞），接続助詞，助動詞，句読点を基に，単文を切り出す．

②状態の記述においては，単文内に「状態である」，「状態になる」などの表現や進行中を表す補助動詞「いる」が含まれる場合がある．これらは概念認識に必要がないので，それらを除いた形で終止形の単文を切り出す．

③同義語辞書中にある語の場合は，代表語に変換する．

④単文に拡張フレームを適用し，表層格（助詞）が一致する拡張フレームを抽出し，変数に名詞または名詞句を格納する．

⑤変数に格納された名詞または名詞句内の被修飾名詞が意味マーカを満足している拡張フレームを格フレームとして抽出する．

⑥受動態，自動詞の格フレームをそれぞれ能動態，他動詞の格フレームに変換する．

⑦端末識別子を決定し，格フレームを中核フレームに変換する．中核フレームの対象格，状態格が名詞句の場合には，名詞句の格フレーム化または主要語の取り出しを行う．

単文から中核フレームへの変換例を図３―６に示す．なお，意味の同一性の認識は生成した中核フレーム，付随する名詞句の格フレームまたは主要語を基に，ネットワークサービス概念を保持したデータベースを参照し，行う．

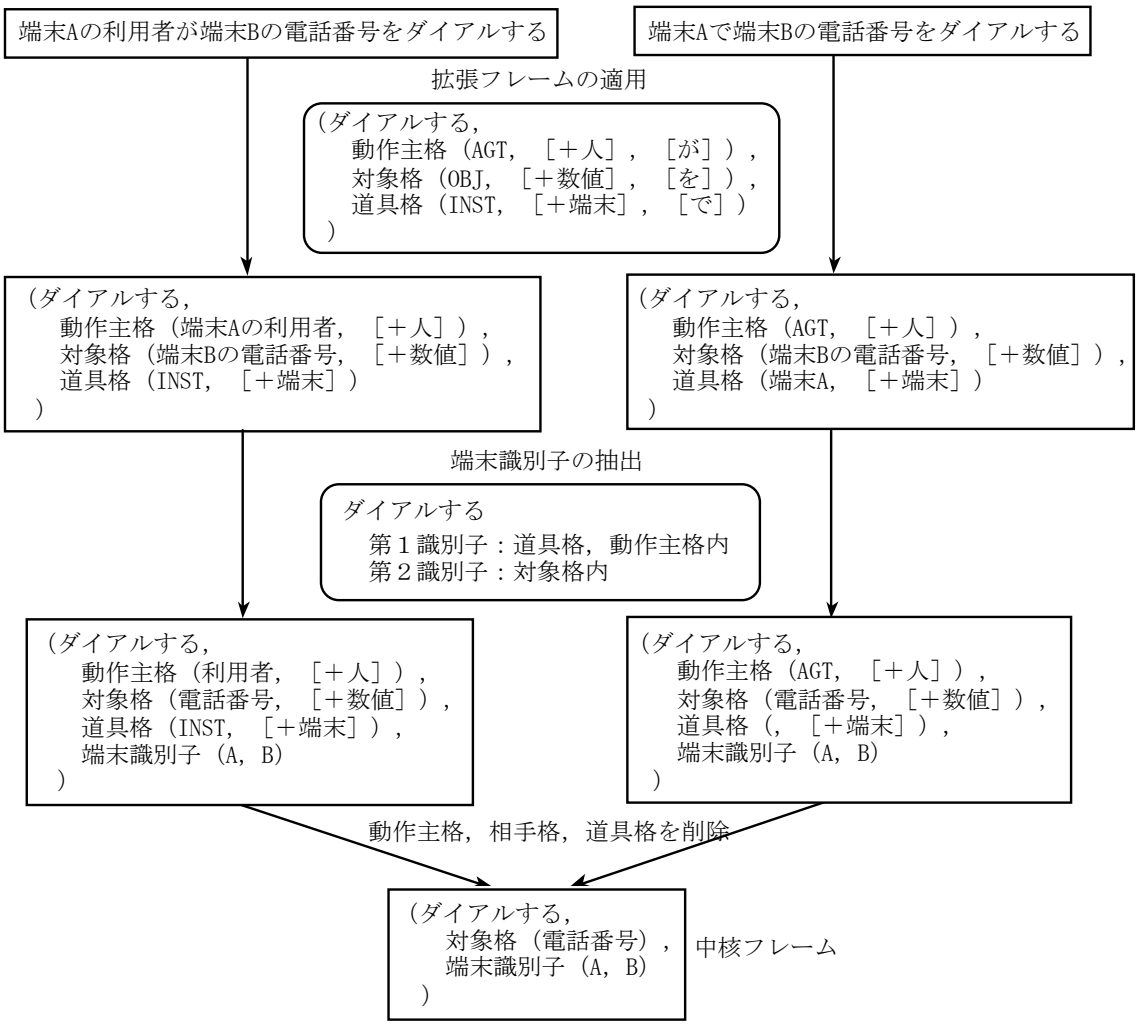


図３－６　単文から中核フレームへの変換例

（３）端末識別子の決定

格フレームを中核フレームに変換するに当たっては，端末識別子を決定する必要がある．前述したように，第１端末識別子は状態を有する端末あるいは動作が行われる端末を意味し，第２端末識別子は一般に相手端末を意味する．このような情報は格フレームの格に対応付けることが可能であり，オントロジー構成の段階で抽出した各動詞（格フレーム）に関して，第１，第２端末識別子と格との対応を定義した（図３―７）．なお，対象格に関しては第１，第２端末識別子の双方が出現する可能性があるので，端末数が１端末，２端末に分けて，対応を定義している．

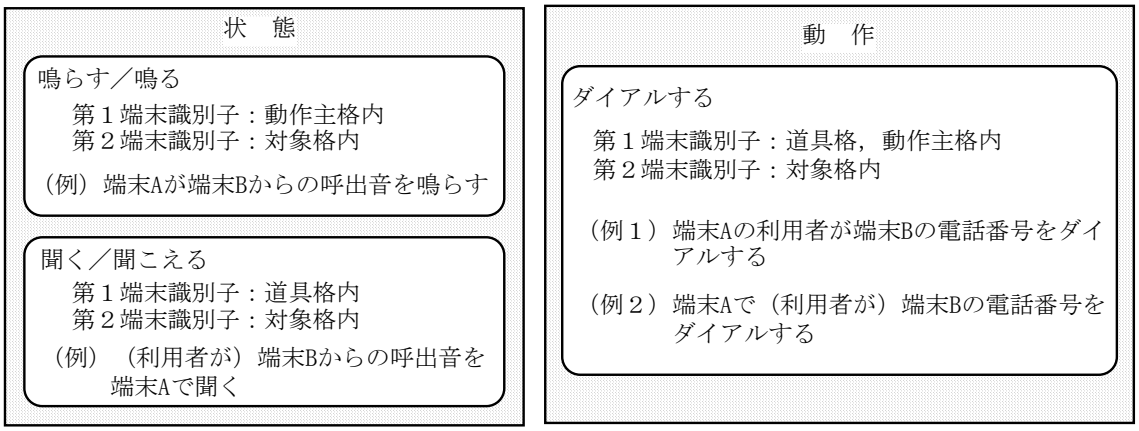


図３－７　第１，第２端末識別子と格との対応関係例

（４）名詞句の処理

中核フレームに変換しても，なお表現の多様性が残っている．それは対象格，状態格，原因格に現れる名詞句の多様性であり,同じ意味でも異なった表現がとられる(図３―８).

単文		中核フレーム
端末Aが端末Bからの話中呼び出し音を鳴らす	⇨	(鳴らす, 対象格（話中呼び出し音）， 端末識別子（A，B）)
端末Aが端末Bからの話中時呼び出し音を鳴らす	⇨	(鳴らす, 対象格（話中時呼び出し音）， 端末識別子（A，B）)
端末Aが端末Bからの話中呼び出し通知音を鳴らす	⇨	(鳴らす, 対象格（話中呼び出し通知音）， 端末識別子（A，B）)
端末Aが端末Bからの話中呼び出しを通知する音を鳴らす	⇨	(鳴らす, 対象格（話中呼び出しを通知する音）， 端末識別子（A，B）)

図３－８　中核フレーム内での表現の多様性

名詞句での表現の多様性は格フレームに変換することにより同一性を認識できるものとそうでないものに分かれる．前者は勿論格フレームに変換すればよい訳であるが，後者に

ついては人間はどのようにして同一性を認識しているのであろうか？ 図３―８に示した例では，「話中呼び出し音」が話中という状態の時の呼び出しであることを人間が把握していることにより，「話中時呼び出し音」と等価であることを認識できる．また，「話中呼び出し通知音」については，音は本来情報を通知する手段であり，陽に通知という修飾を行う必要のないことを知っているので，「話中呼び出し音」と等価であることを認識できる．しかし，このような知識に基づいた意味認識を行うためには，データの蓄積と整理が必要で，当面は個別対処になるので，本研究では便法を用いることとした．

便法とは名詞句を構成する主要な名詞（形式名詞以外），動詞（動態動詞[10]）の一致性に着目するものである（図３―９）．主要語が一致したからといって，意味が同一である保証はないので，一致性の確認は最終的には利用者に委ねる．また，完全一致でない場合は，以降の概念データベースによる概念認識のフェーズでの処理に委ねる．

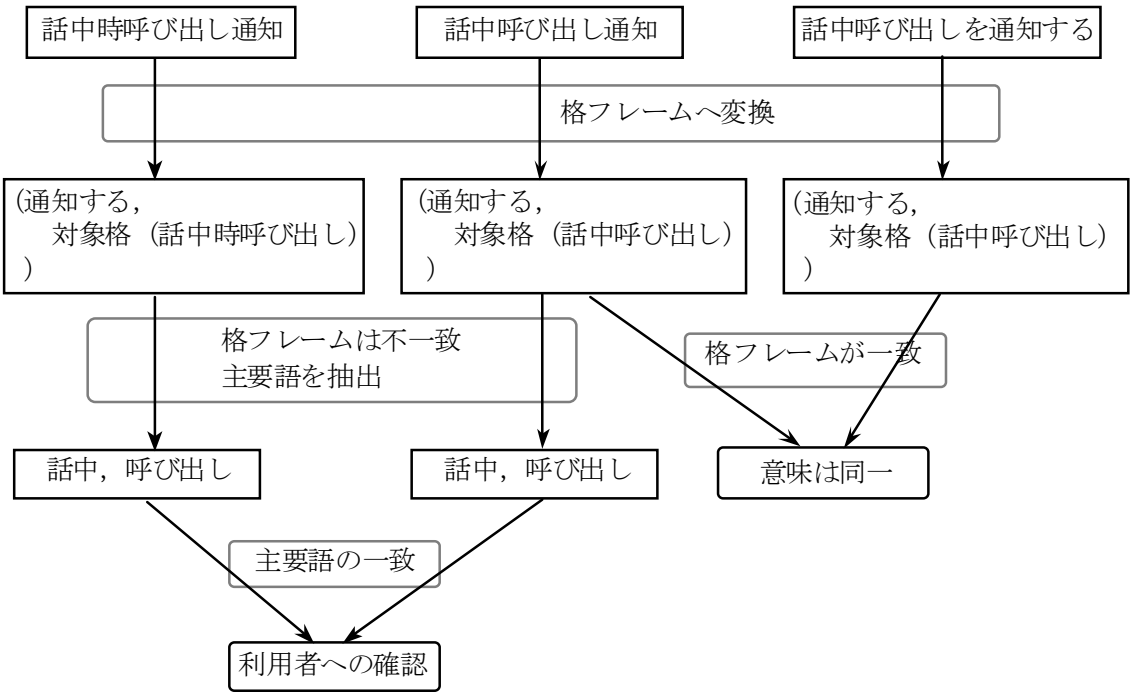


図３－９　表現の異なる名詞句の意味の一致性の認識

３．６　評価

本章では日本語が本来持つ表現の多様性に起因する課題としての，異なる表現における意味の同一性を認識するため，多様な表現を集約する方法を示した．方法の骨子は単文からの中核フレームへの変換と中核フレーム内の名詞句の表現の集約方法である．従って，評価はこれら２つの観点から行うこととした．

（1）単文からの中核フレームへの変換

仕様記述を行い，試作システムを用いて中核フレームに変換する実験を実施した．実験方法を以下に示す．

・本研究では通信システムの非専門家による要求記述を狙いとしているので，記述者は通信システム開発経験がなく，ネットワークサービス概念体系に関する知識のない被験者を６名選定した．

・記述実験の対象となるサービスはBELLCOREのLSSGR仕様書[14]の中から，発信系，着信系，転送系に関する代表的な１２サービス（表３―４）を選定し，これらの日本語訳のサービス仕様を各被験者に与えた．なお，LSSGR仕様はサービス手順に関する規定を含んだものである（図３―１０）．

・端末機能表現で必要となる端末（電話機）についてはダイアル式電話機，プッシュボタン式電話機を対象とした．

・仕様記述は３．３節で示したように，概念表現，端末機能表現を使用したが，多様な表現への対処性を確認するため，端末機能表現に関しては端末動作表現，利用者表現の双方を用いて記述した．

表３－４　記述実験対象サービスと記述文数

種別	サービス	概　要	複文	単文
発信系	発信禁止	端末からの発信を禁止する	7	37
	地域指定発信禁止	特定地域への発信を禁止する	9	41
	三者通話	三者間での通話を可能とする	18	139
	話中時再呼び出し	電話した相手が話中の時，相手の終話時に呼び返してくれる	8	53
着信系	着信拒否	端末への着信を禁止する	12	67
	選択着信拒否	特定端末からの着信を拒否する	18	106
	話中着信	通話中に第3者からの着信を可能とする	16	96
	話中選択着信	通話中に特定の第3者からの着信を可能とする	22	134
転送系	可変着信転送	自端末への呼を指定した端末に転送する	19	104
	固定着信転送	端末が繋がっていない電話番号への呼を常に特定の端末に転送する	7	57
	選択着信転送	発端末と転送先端末の対応表を基に，その表内の発端末であれば，転送先端末に転送する	22	134
	逐次着信転送	通話中に着信があった時，転送先電話番号リストに従い，空き端末を探し，その端末に転送する	14	81
計			172	1049

実験結果を以下に示す.

・本記述法では図３―１に示すように複文の構造を規定しており，端末の動作や状態要素の記述には単文及び連体節の複文しか用いることができない．また，文は平叙文のみで，品詞は動詞，名詞，形容動詞，助詞，助動詞に限定される．このように制約は存在するが，その制約は範囲を明確に与えられるものであり，状態遷移に沿った仕様記述を行う上での障害になることはないと考えられ，今回の記述においても特に問題は発生しなかった.

・１２サービスの仕様記述に現れる単文は正しくない日本語表現を除き，端末識別子の抽出，中核フレームへの変換が可能であり，端末識別子と格との対応付けの妥当性を確認した．正しくない表現は正しい表現に記述し直した後，実験を継続した．その結果，相異なる格フレーム数は１７３であり，第１，第２端末識別子が含まれる格の種類とその出現回数は表３―５のようであった．正しくない表現の例は「端末 A が～サービス状態である」というものである．これに対する正しい表現は「端末 A が～サービスを利用している状態である」などであるが，前者の場合でも人間には本来の意味が認識できる．これは端末とサービスとの関係は端末がサービスを受ける関係しかないことを人間が認識していることによる．このような表現の認識は本論文の対象外としている.

話中着信の仕様
　通話中の回線に新たに入ってくる呼には呼び返し音を返す.
　話中の端末には話中呼び出し音を返す.
　入ってきた呼に応答する方法には２つある.
　第１の方法は利用者が現在の呼を切断するものである.
　その時，待っている相手がいるので，呼び出し音を鳴らす.
　それに応答すると通常の２者通話になる.
　第２の方法は利用者がフックスイッチを押すものである.
　……

図３－１０ Bellcore の LSSGR 仕様書の記述例

表３－５ 第１，第２端末識別子の現れる格

端末数	１端末			２端末				
端末識別子	第１端末識別子			第１端末識別子		第２端末識別子		
格	動作主格	道具格	対象格	動作主格	道具格	対象格	状態格	相手格
出現回数	７０	４６	１０	４２	１１	２３	２４	６

（２）中核フレーム内の名詞句表現の集約方法

１２サービスのうちの５サービスに対し，各フレーム内の名詞句の表現を種々に変化させ，先に示した方法（格フレームの一致，主要語の一致，主要語の類似）の何れにより，意味の同一性が検出できるかを実験した．主な内容を以下に示す．

・意味の同一性は実際には処理対象の表現とデータベース内の表現との等価性で判断されるが，データベース内にどの程度，表現を蓄えるかに依存し，定量評価が困難であるため，考えられるすべての表現を挙げた後，すべての２名詞句の組合せに対し，相互の表現の意味の一致性を机上で判断する方法（図３―１１）を用いた．

・表３―６の結果に示すように，名詞句の意味の同一性に関しては，格フレームの一致性では３７％程度しか，自動判定ができない．この主な理由は，情報を音や番号で伝達する場合の表現「通知（する）音」，「指示（する）番号」における「通知（する）」，「指示（する）」の有無によるものである．なお，ここでの比率はあくまでも中核フレーム内の名詞句に限ったものであり，中核フレーム全体でとらえると自動認識率は８４％となる．

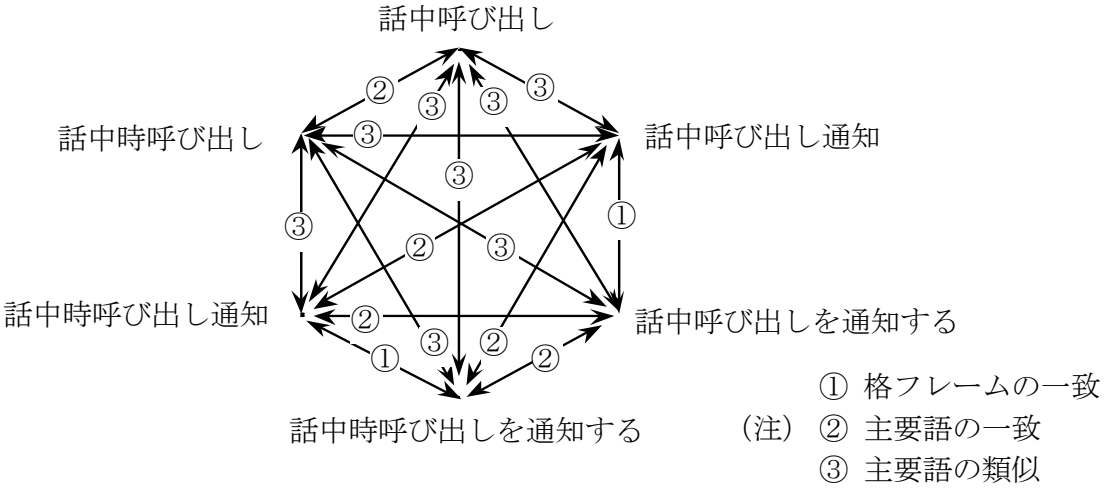


図３ー１１　中核フレーム内の名詞句に対する意味一致性の認識例

表３ー６　意味の一致性の検出手段と効果

格フレームの一致	主要語の一致	主要語の類似	計
３１（３７％）	５（６％）	４８（５７％）	８４（１００％）

３．７　第３章のまとめ

状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデルに基づき，日本語によるネットワークサービス仕様記述法を規定すると共に，日本語が本来持つ表現の多様性を対象として，異なる表現における意味の同一性を認識するための表現集約方法を示した．主要な結論を以下に示す．

・サービス仕様は条件（状態），条件（動作），結果（状態）に対応した複文の集まりにより記述する．

・状態は仕様中で同時に成立する関係をすべて記述するため，最下位の共存概念に相当する７種類の状態（回線状態，端末固有状態，端末間の関係，サービス加入状態，サービス活性化状態，サービス主体からの応答状態）を対立概念に対応した単文で記述する．動作は対立概念あるいは操作概念（オフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルの何れか）に対応した単文で記述する．

・状態概念のうち，回線状態，端末状態，サービス状態は概念表現により，状態概念のうちのサービス主体からの応答状態及び動作概念は概念表現，端末機能表現により，記述する．

・日本語文における表現の多様性の原因を表記のゆれ，能動態／受動態の相違，自動詞／他動詞の相違，助詞の相違，連体節（係り受け）表現の相違，代名詞の有無，同義語の使用，同一格フレーム内のゆれの計８つに整理し，表現を集約する方法を示した．

・端末の動作や状態要素の表現はネットワークサービス仕様記述としての意味を失うことなく，端末識別子と対象格，状態格，原因格の組合せである中核フレームに変換でき，中核フレームにより異なる表現における意味の同一性を認識できる．

・中核フレームの対象格，状態格，原因格に現れる名詞句の意味の同一性の認識は，格フレーム化あるいは主要語の抽出により行える．

本研究では所期の目標は達成できたが，今後一層の発展を図る上では以下の検討項目が考えられる．

・本研究では小回りの効く開発を目指したため，他機関の自然言語処理データを使用せず，自前で行った．今後実用製品に近づける上では，他機関の辞書などのデータを有効活用するなどして，開発の効率化に留意する必要がある．

・名詞句のうち，格フレームへの変換によっても意味の同一性の認識ができないものは主要語の一致性により判断し，最終確認を利用者に委任している．仕様記述に現れる主要語間の関係を整理することにより，より精度の高い認識が可能になると期待できる．

第３章の参考文献

[1] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.: A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).

[2] 小林吉純：端末の視点からのネットワークサービス仕様記述法，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-13 (1996).

[3] Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).

[4] 小林吉純：日本語による電話サービス仕様記述における表現の多様性と意味の同一性の認識，電子情報通信学会論文誌，Vol. J82-D-I (1999).（採録決定）

[5] 秋山稔，水澤純一，吉田真，田中良明：インテリジェントネットワークとネットワークオペレーション，コロナ社 (1993).

[6] CCITT：Functional Specification and Description Language, Recommendation Z.100, (1989).

[7] ISO : Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - LOTOS - A Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour, ISO 8807 (1989).

[8] ISO : Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Estelle - A Formal Description Technique Based on an Extended State Transition Model, ISO 9074 (1989).

[9] Hirakawa Y. and Takenaka T. : Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).

[10]益岡隆志，田窪行則：基礎日本語文法（改訂版），くろしお出版 (1992).

[11]岡田直之，中村順一：自然言語処理入門 III 文を解析してみよう，情報処理，Vol.35, No.1, pp.69-81 (1994).

[12]長尾真，佐藤理史，黒橋禎夫，角田達彦：自然言語処理，岩波書店 (1996).

[13]村木新次郎，青山文啓，六条範俊，村田賢一：辞書における格情報の記述，情報処理学会自然言語処理研究会，WGNL 46-3 (1984).

[14]Features Common to Residence and Business Customers, LATA Switching Systems Generic Requirements (LSSGR), Bell Communications Research, Inc. (1987).

第４章 仕様記述からの概念認識

４．１　第４章の概要

ネットワークサービス記述のための状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデルを定め,ネットワークサービス概念と対応する表現から成るオントロジー[1-4]を明らかにすると共に，自然言語による仕様記述法[1,3,5]を定めた．更に，自然言語の多様な表現をネットワークサービス概念に対応付ける前段階として，自然言語共通の知識に基づき，中核フレームの形式で表現を集約する方法を示した．本章では中核フレームを検証やプログラム生成の可能な形式言語 STR[6]へ変換する方法を示す.

まず本研究で対象とする概念認識の範囲を明確にする．ついで，オントロジーに基づく概念データベースの構築，検索を効率的に行うための概念表現の標準形式を提案する．そして中核フレームを標準形式に変換した後，概念データベースを検索し，STR へ変換する方法を示す．また，信号や端末機能の多義性に伴う問題点の解決法，未知表現の対処法を述べ，最後に試作システムによる変換実験の結果と考察を述べる.

４．２　研究対象とアプローチ

（１）研究対象

（ａ）ネットワークサービス仕様に対する概念認識

３章において自然言語自身が持つ表現の多様性は中核フレームに変換することにより解消できることを示した．しかし，２章で述べたように，ネットワークサービス概念においては，同一概念であっても，対応する表現には概念表現と端末機能表現があり，端末機能表現には端末動作表現と利用者表現がある．更に使用する端末種別によって異なる表現が存在する．本研究ではこのような種々の表現が同一概念であることを認識する（概念認識と呼ぶ）方法を扱う．すなわち，ここでの概念認識とは種々の表現のどれとどれが同一概念を表しているかを認識することである.

（ｂ）形式言語 STR への変換

STR は利用者が端末にアクセスする視点でネットワークサービス仕様を状態遷移の形式で記述するための言語である．表現として英単語ないしその省略形が使用され，意味的には端末機能表現（図２―９）に対応する．本章では３章で定義した仕様記述法に則って記述された仕様を STR へ変換する方法を提案する.

（２）アプローチ

自然言語による仕様記述に対する意味理解に関しては幾つかの研究例[7-9]がある．例えば，文献[8]では要求定義者の支援を目的として，日本語による要求記述を単文に分解後，単文が持つ関係を抽出している．文献[9]では，日本語による要求記述からオブジェクト指向設計図の構成要素を抽出している．しかし，これらの研究では表現の異なる単語や文が同一の意味を表しているか否かに関する認識は行われていない．これを達成するためには，概念知識即ちオントロジーに基づいた意味認識が必要であり，本研究での着眼点はここにある．

４．３　認識方法

（１）標準形式

２章で述べたように（図２―８），概念の情報授受表現の場合，次操作の指示であれば，情報の送り手，受け手に対応し，２通りの表現がある．また，端末機能表現も同様に２通りの表現（端末動作表現，利用者表現）があり，更に使用する端末に応じ，それらが複数の表現に分かれる．このように１概念には多数の表現が対応する．オントロジーを概念データベースとして実装するに当たって，概念との対応表現を幾つも持つことは効率的ではないので，表現の標準形式を定め，それと概念との対応を取る形でデータベースを構成する．そして，データベースの検索は標準形式に変換後に行う．標準形式には情報の送り手，受け手の統一と使用端末の統一の観点から，以下の２通りのものがある．

（ａ）主客標準フレーム

情報の送り手と受け手のどちらの立場で表現するかの相違を吸収するためのものであり，情報の送り手を主語とした中核フレームを主客標準フレームと呼ぶ．概念表現の場合，例えば「電話番号を要求する」が主客標準フレームであり，「電話番号を入力可能である」はそうではない．また，端末と利用者との間での表現の場合，例えば，「呼出音を鳴らす」は主客標準フレームであるが，「呼出音を聞く」はそうではない．

（ｂ）端末標準フレーム

端末には種々のものがあり，端末によって機能が異なるので，当然表現も異なってくる．端末の相違を吸収するため，ダイアル式電話機を標準端末と定め，ダイアル式電話機の表現を使用した中核フレームを端末標準フレームと呼ぶ．例えば，バイブレーション機能のある端末での「呼出で振動する」は端末標準フレームでは「呼出音を鳴らす」となる．

（２）概念と STR 記述要素との関係

ネットワークサービス概念の認識と形式言語 STR への変換との関係を述べる．STR では利用者が端末にアクセスする視点，即ち端末の動作や利用者の感知，操作の視点で仕様記述を行うことを前提としているため，STR の記述要素である状態プリミティブやイベントとオントロジーにある概念（図２―５，図２―６）との関係は以下のようになる．

①状態概念のうち，定常的概念は視点に依存しないので，概念と STR 記述要素は１対１対応である．サービス主体からの応答は端末を通して伝達される情報が概念に対応しているので，これも１対１対応である．

②動作概念に関しては，STR では端末操作，即ちオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルに対応した表現で記述される．オフフック，オンフック，フラッシュは概念とは一部の例外を除き１対多対応，即ち１操作は複数の概念に対応している．従って，概念から操作への対応付けは基本的に概念表現の解析のみで可能であるが，操作から概念への対応付けを行うためには端末の状態遷移の認識が必要になる．

ダイアル操作の場合，伝達情報が概念に対応しているので，概念と STR 記述要素は１対１対応である．

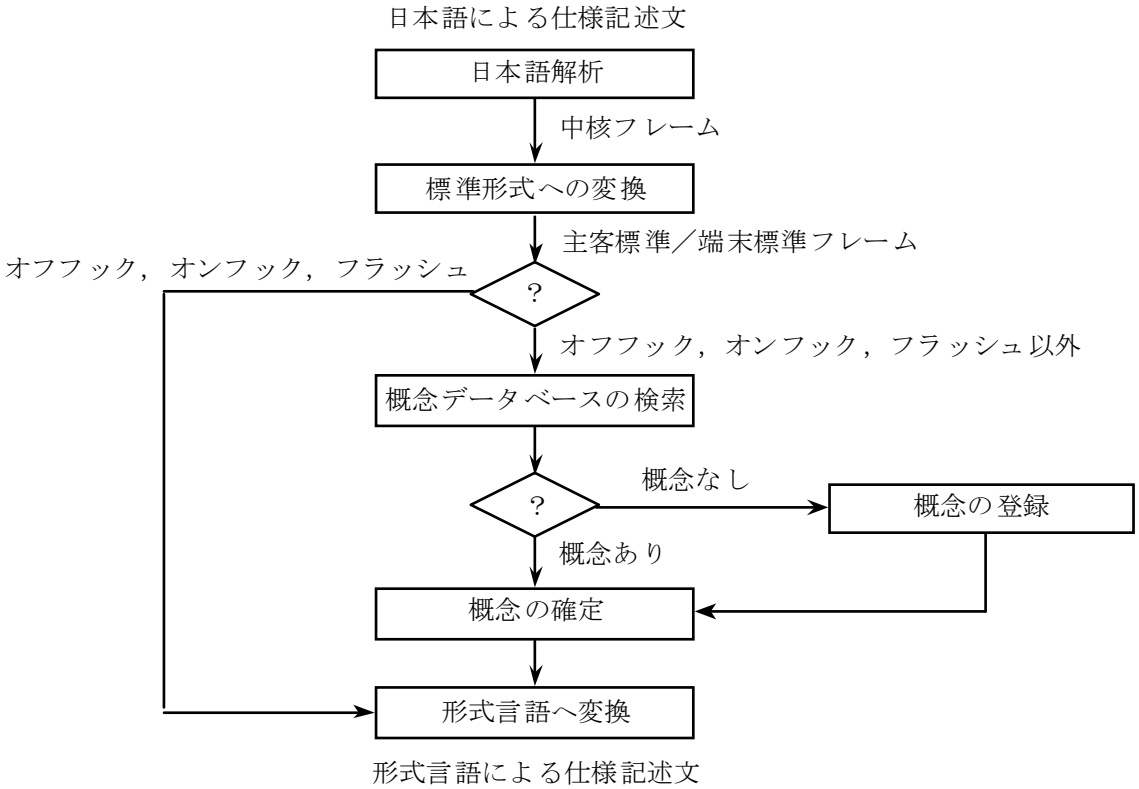


図４－１　仕様記述の理解と形式言語への変換（処理の流れ）

（３）概念認識と STR への変換の手順

オントロジーに基づき，要求記述における概念を認識し，STR へ変換する手順[2]を以下に示す（図４―１）.

①要求記述文の自然言語解析を行い，複文を単文に分割後，単文を中核フレームに変換する.

②情報授受に係わる表現の場合には，送り手から見た表現に統一するため，中核フレームを主客標準フレームに変換する.

③端末機能表現の場合には，ダイアル式電話機の表現に統一するため，更に主客標準フレームを端末標準フレームに変換する.

④これらのフレームがオフフック，オンフック，フラッシュの操作表現以外の場合，そのフレームが概念データベースに存在すれば，概念が確定する．存在しなければ，登録処理を経て，概念が確定する.

④―１）その概念がオフフック，オンフック，フラッシュに対応する動作概念であれば，その概念を含むオフフック，オンフック，フラッシュの何れかの操作に対応する STR 表現へ変換する.

④―２）その概念がオフフック，オンフック，フラッシュに対応する動作概念以外であれば，その概念を１対１対応の STR 表現へ変換する.

⑤これらのフレームがオフフック，オンフック，フラッシュの何れかに対応する操作表現であれば，概念との対応付けは行わず，そのまま STR 表現に変換する.

４．４　同義の認識

（１）標準形式への変換

中核フレームを標準形式に変換するために，中核フレームと主客標準フレーム，端末標準フレームとの対応関係をルールとして規定し，システムに登録する．対応関係には中核フレームの構成要素である述語，格，端末識別子それぞれの間の関係を１対１に規定できるものと，対応関係が複雑なため，要素同士の関係を規定できないものとがある．前者に関しては述語の値や格，端末識別子の種別の対応関係をルールとして規定し，後者に関しては，述語，格，端末識別子それぞれの値を含めた全体の対応関係をルールとして規定する.

前者の例として，中核フレームから主客標準フレームへの変換例を図４―２に，後者の例として中核フレームから端末標準フレームへの変換例を図４―３に示す.

```
(聞く,
   対象格（呼び出し音）,
   端末識別子（A, B）
 )
        |
        |  ConvRule1（（聞く，鳴らす），
        |   （対象格，対象格），
        |   （端末識別子１，端末識別子１），
        |   （端末識別子２，端末識別子２））
        ↓
(鳴らす,
   対象格（呼び出し音）,
   端末識別子（A, B）
 )
```

図４－２　主客標準形式への変換例

```
(振動させる,
   原因格（呼び出し）,
   端末識別子（A, B）
 )
        |
        |  ConvRule2（pt1, pt2）
        |
        |    pt1（振動させる,              pt2（鳴らす,
        |          原因格（呼び出し）,            対象格（呼び出し音）,
        |          端末識別子（A, B）            端末識別子（A, B）
        |        ）                          ）
        ↓
(鳴らす,
   対象格（呼び出し音）,
   端末識別子（A, B）
 )
```

図４－３　端末標準形式への変換例

（２）概念の確定と STR 表現への対応付け

（ａ）状態概念

回線状態，端末状態，サービス状態は情報授受表現ではないため，視点の違いは生じず，表現の多様性は中核フレーム生成までの過程で解決される．この中核フレームの表現が概念データベースに存在すれば，概念が確定し，存在しなければ，登録処理を経て，概念が確定する．定常状態の概念は STR 表現とは１対１対応なので，対応する STR 表現へ変換する．

「サービス主体からの応答」については，概念表現は主客標準フレームに変換され，端末機能表現は端末標準フレームにまで変換される．概念表現で記述された場合は，定常状態の概念と同様の扱いとなる．端末機能表現の場合，概念表現，端末機能表現の対応が概念データベース内に保持されていれば，端末機能表現からの概念確定が行える．そして，それを STR 表現に１対１に対応付ければよい（図４―４）．概念表現，端末機能表現の対応がない場合には，「サービス主体からの応答」配下の概念表現内にその端末表現に合致するものがあるかないかを利用者に判断させる．あれば，対応付けを行い，なければ，概念表現の登録と対応付けを利用者に行わせる．利用者がこれらの登録，対応付けを正しく行える保証がないので，これらは仮のものとし，最終的には概念データベースの管理者が登録，対応付けを行う．

なお，「サービス主体からの応答」に関しては，同一概念が「次操作の指示」と「操作結果の通知」の両方の表現で記述できる場合がある．このような場合は，明確な操作要求としての「次操作の指示」配下に概念登録することとしているので，「操作結果の通知」表現が使用された場合，「次操作の指示」配下に同一概念がないかどうかを利用者に確認させるようにしている．

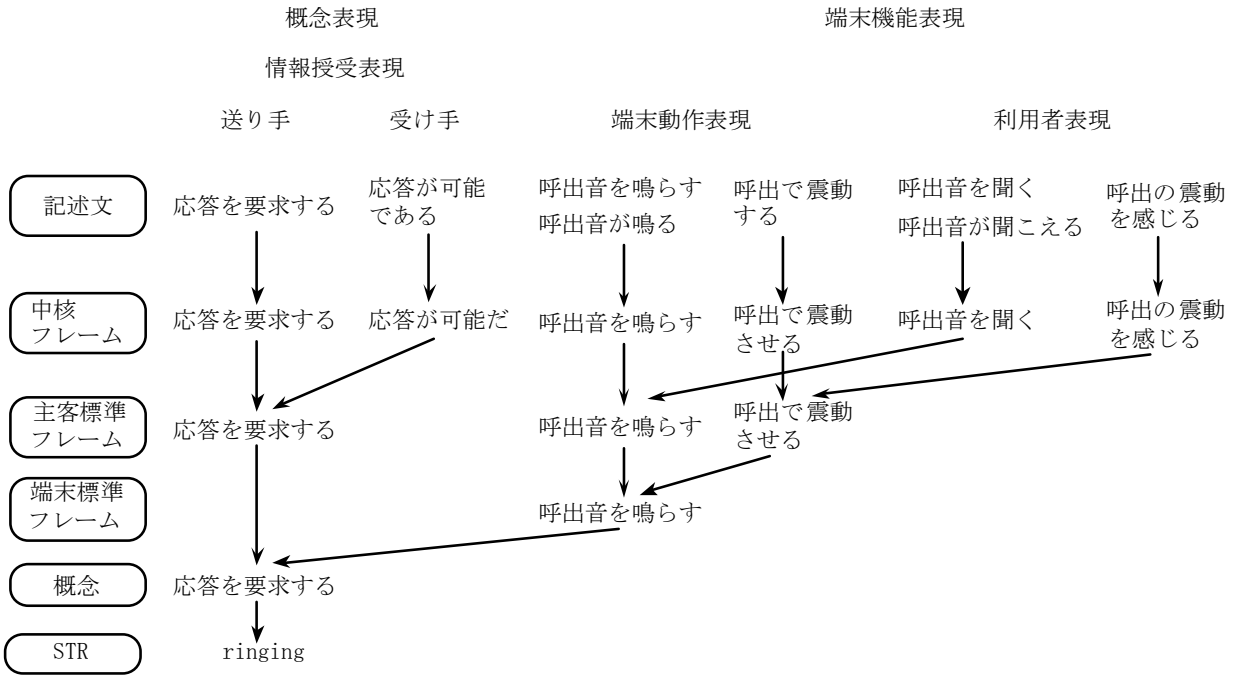


図４－４　状態表現からSTR表現への変換例

（ｂ）動作概念

動作概念を概念表現で表した場合は，中核フレームの時点で表現が一意化される．その表現が概念データベースに存在すれば，概念が確定し，存在しなければ，登録処理を経て，概念が確定する．概念から操作（オフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアル）への対応は多対１で，その関係は概念データベース内に保持されているので，概念から STR 表現への変換は可能である．

端末機能表現で表される場合は，操作表現となり，端末標準フレームへ変換されるが，オフフック，オンフック，フラッシュの場合，複数の概念に対応しており，その表現のみでは概念確定はできない．しかし，STR 表現へのマッピングに限定すれば，概念確定の必要はなく，端末標準フレームのまま，１対１対応に STR 表現に変換すればよい(図４―５)．ダイアル操作の場合，上記の「サービス主体からの応答」での扱いと同様であり，概念表現との対応付けがあれば，概念が確定し，対応付けがなければ，対応付けを行って概念を確定させる．その後１対１対応の STR 表現に変換する．

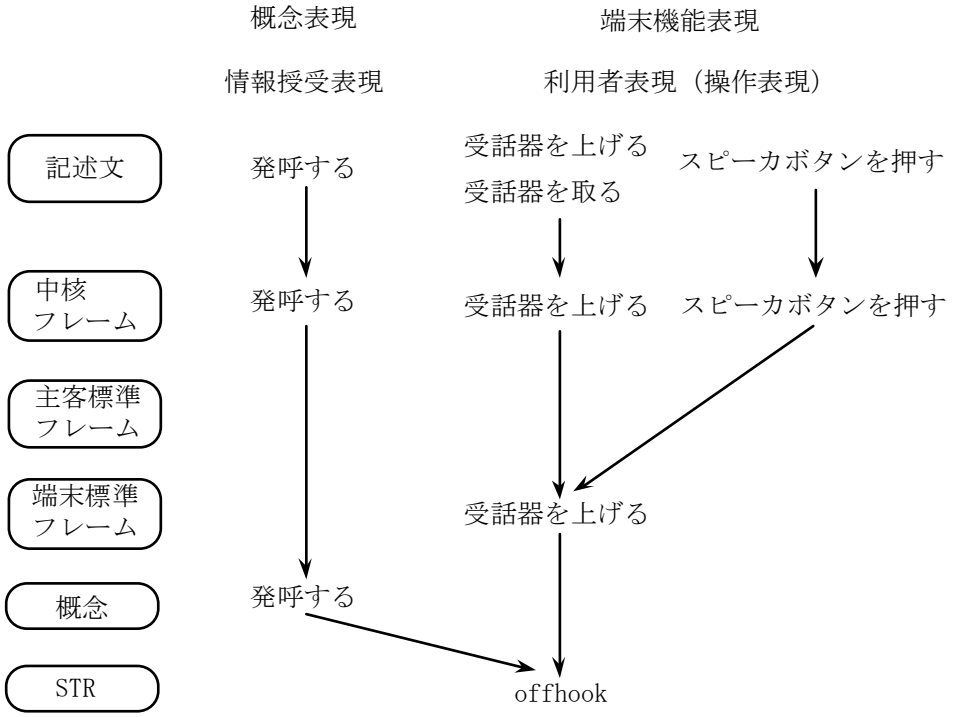


図４－５　動作表現からSTR表現への変換例

４．５　多義性の処理

前節では多様な表現を統一することにより，オントロジーに基づいて概念を特定する方法を示した.これによって,仕様記述において同一概念を表す多様な表現が用いられても，仕様記述の一意の解釈が可能となる．一般にはこのような同義性の問題の他に，同一表現が異なる概念を表す多義性の問題が存在する．仕様記述には明確性が要求されるため，多義性を存在させることは良くないが，ネットワークサービス仕様には一部ではあるが，この問題が存在する．本節ではこの問題の処理方法を示す.

ネットワークサービス仕様における多義性は情報授受のための信号や端末機能を複数の目的で使用することによって生じる.

（１）信号の多義性

異なる概念を通知する場合には異なる信号（音）を割り当てるべきである．しかし，ネットワークサービスでは交換局の設備費用軽減のため，異なる概念に同一信号（音）を割り当てる場合がある．例えば，ビジー音は本来相手端末が使用中であることを知らせるものであるが，通話が終了し，相手が切断し，自分が未だ切断していない場合にも，このビジー音が聞こえる．この場合，音が同じでも，利用者はその状況を認識しているので，その音の意味を理解することができる．すなわち，電話番号を入力した直後にその音を聞けば，相手が使用中と判断できるし，通話が終った段階で聞けば，相手が切断したものと判断できる．そして，この違いは表現に直接現れる．すなわち，前者の場合には「端末Ａで端末Ｂのビジー音が聞こえる」という表現になり，後者の場合には「端末Ａでビジー音が聞こえる」という表現になる．これは相手端末（端末 B）が表現に現れているか否かによって，意味の違いを認識できることを示している．この場合，本論文では自端末，相手端末の有無により，両者の違いを認識するようにした．しかし，これは信号に関する知識を処理系が有している場合の便宜的処置であり，新規概念には適用できない．すなわち，ここで提案した手法は一般に信号の多義性のない仕様記述を対象としているといえる．言い換えると，仕様記述の段階では多義性のない仕様を定義しておき，同一信号を異なる目的で使用したい場合には，仕様をインプリメントにマッピングする段階で行うべきというのが本論文での主張である.

（２）端末機能の多義性

端末機能のうちネットワークへの指示に関連する機能はオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルの何れかに対応付けられる．しかし，この対応が必ずしも１対１であるとは限らない．例えば，多機能電話機の場合，「スピーカボタンを押す」はオフフック，オンフックの両方に対応付けられる．この場合，「スピーカボタンを押す」の文単独では意味

の確定ができない．しかし，端末の状態が非活性であれば，これは端末の活性化を意味すると考えるべきであり，端末の状態が活性であれば，端末の非活性化を意味すると考えるべきである．本論文ではこの場合，前提となる状態との関係（文脈情報の利用）により，役割を判断するようにしている．この対処はオフフック，オンフックに対応した個別的なものである．しかし，ネットワークへの指示機能は上記４種類しかなく，フラッシュは通話，保留という２値状態への遷移に限定されており，ダイアルは送信情報である番号に意味が対応付けられ，その違いが表現に現れるため，端末機能の多義性への配慮はオフフック，オンフックの組合せのみで充分と判断できる．

４．６　未知表現の処理

未知表現の場合，それに対する概念の認識を自動的に行うことはできず，利用者に概念データベースへ登録させることを通じて，概念認識を行う．この登録時に利用者に概念データベースを逐一探索させるのではなく，登録箇所の候補を提示し，効率的に登録を行わせることができる．本節ではこの方法を述べる．表現には概念表現と端末機能表現があるので，それぞれ対応に整理する．

（１）概念表現

概念表現の中で新規表現として現れるものはサービス依存の概念のみである．サービス依存のうち，状態に関するものには端末間の関係を示す状態，サービス状態，サービス主体からの応答状態がある．また，動作に関するものには端末間の関係の設定，サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達がある．

状態のうち，端末間の関係を示す状態の述語（例えば，「～端末である」），サービス状態の述語（例えば，「加入する，利用する」）はサービス依存でなく，既知であり，残りはサービス主体からの応答状態のみとなるため，述語を基に状態の共存概念を特定できる（図４―６）．

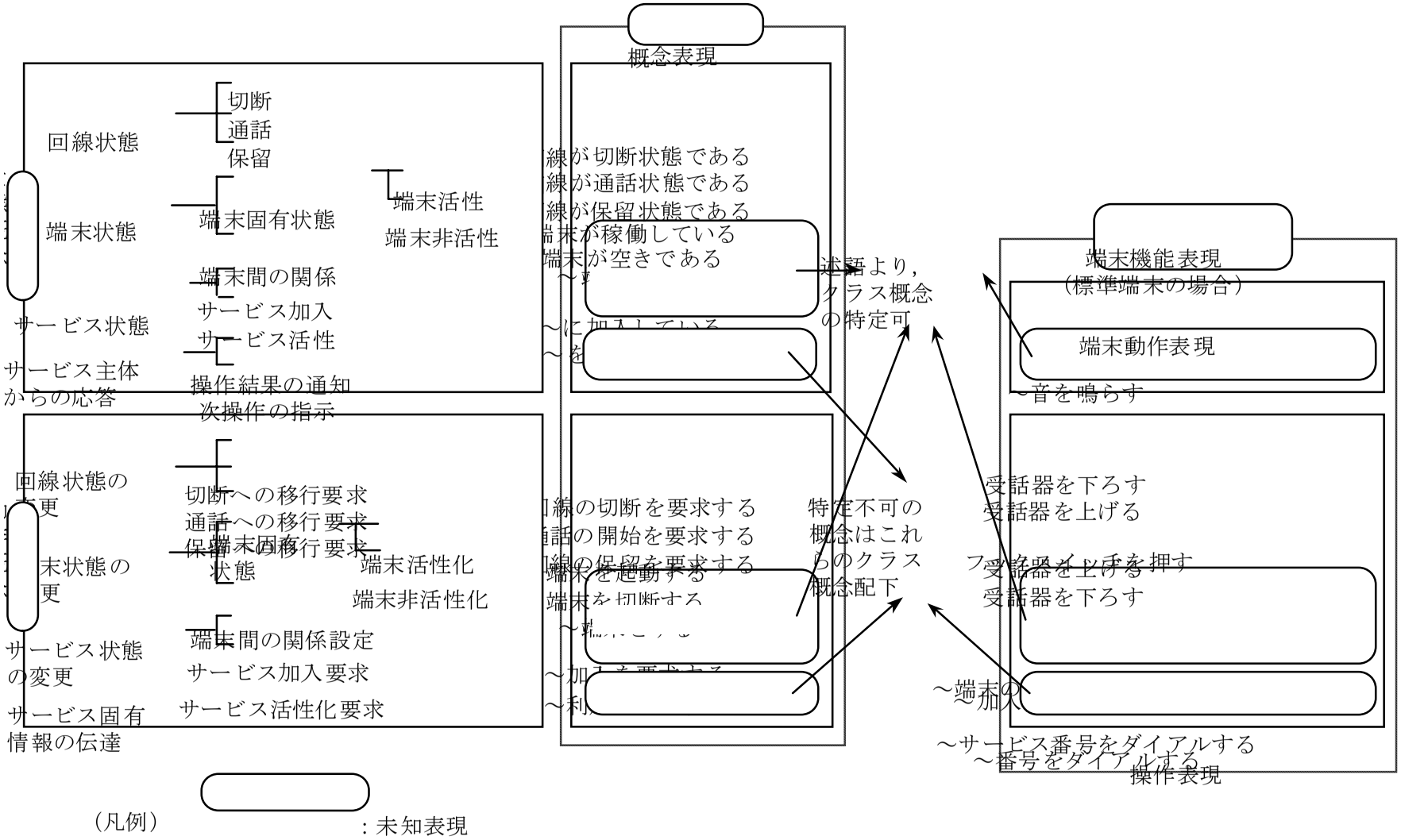
動作については，端末間の関係の設定の述語（例えば，「～端末とする」），サービス状態の変更の述語（例えば，「加入を要求する，利用を要求する」）はサービス依存でなく，既知であり，残りはサービス固有情報の伝達のみとなるため，述語を基に動作の共存概念を特定できる．

このように表現に基づき共存概念の特定が可能なので，その共存概念を登録個所の候補として提示する．

（２）端末機能表現

端末機能表現が使用された場合は，端末標準フレームに変換されるので，状態概念（サービス主体からの応答）は端末動作表現，動作概念は操作表現となる．状態概念の場合，未知表現が現れるのはサービス主体からの応答であるが，これは端末動作表現と１対１対応なので，これがそのまま概念登録箇所となる．

動作概念の場合，未知表現が現れるのは端末間の関係の設定，サービス状態の変更，サービス固有情報の伝達である．端末間の関係の設定，サービス状態の変更では，電話番号種別に対応する表現が現れる．例えば，端末間の関係の設定では「～先，～端末」などの表現，サービス状態の変更では「～サービス加入，～サービス利用」などの表現が一般に現れる．従って，予測可能な表現が現れないのは，サービス固有情報の伝達のみとなり，共存概念の特定が行える（図４―６）．但し，サービス活性化要求における「サービス」や「利用」などの表現は省略される場合もあるため，利用者への登録箇所候補提示は利用者の判断に従い，順次別候補を提示していく．


概念表現
回線状態
切断
通話
保留
端末状態
端末固有状態
端末活性
端末非活性
端末間の関係
サービス状態
サービス加入
サービス活性
サービス主体からの応答
操作結果の通知
次操作の指示
回線状態の変更
切断への移行要求
通話への移行要求
保留への移行要求
端末状態の変更
端末固有状態
端末活性化
端末非活性化
サービス状態の変更
端末間の関係設定
サービス加入要求
サービス活性化要求
サービス固有情報の伝達
線が切断状態である
線が通話状態である
線が保留状態である
端末が稼働している
端末が空きである
述語より，クラス概念の特定可
特定不可の概念はこれらのクラス概念配下
線の切断を要求する
通話の開始を要求する
線の保留を要求する
端末を起動する
端末を切断する
端末機能表現
（標準端末の場合）
端末動作表現
音を鳴らす
受話器を下ろす
受話器を上げる
受話器を上げる
受話器を下ろす
操作表現
（凡例）
：未知表現

４．７　評価実験と考察

（１）実験方法

日本語による要求記述からネットワークサービス概念を認識し，形式言語 STR の表現に変換するシステムを UNIX 上に試作し，認識能力を評価した[2]．実験方法を以下に示す．

・認識能力はオントロジーに対応するデータベースに各サービスの概念が含まれていればいる程，高くなる．本実験では考案したオントロジーの体系を最も厳しい環境で評価することを狙いとして，既存サービスとしては POTS のみを格納することとした．

・本研究では通信システムの非専門家による要求記述を狙いとしているので，記述者は通信システム開発経験がなく，ネットワークサービス概念体系に関する知識のない被験者を６名選定した．

・記述実験の対象となるサービスは BELLCORE の LSSGR 仕様書[10]の中から，発信系，着信系，転送系に関する代表的な１２サービス（表４―１）を選定し，これらの日本語訳のサービス仕様を各被験者に２つずつ与えた．

・端末機能表現で必要となる端末（電話機）についてはダイアル式電話機，プッシュボタン式電話機を対象とした．

表４－１　記述実験対象のサービス

種別	サービス	概　要
発信系	発信禁止	端末からの発信を禁止する
	地域指定発信禁止	特定地域への発信を禁止する
	三者通話	三者間での通話を可能とする
	話中時再呼び出し	電話した相手が話中の時，相手の終話時に呼び返してくれる
着信系	着信拒否	端末への着信を禁止する
	選択着信拒否	特定端末からの着信を拒否する
	話中着信	通話中に第 3 者からの着信を可能とする
	話中選択着信	通話中に特定の第 3 者からの着信を可能とする
転送系	可変着信転送	自端末への呼を指定した端末に転送する
	固定着信転送	端末が繋がっていない電話番号への呼を常に特定の端末に転送する
	選択着信転送	発端末と転送先端末の対応表を基に，その表内の発端末であれば，転送先端末に転送する
	逐次着信転送	通話中に着信があった時，転送先電話番号リストに従い，空き端末を探し，その端末に転送する

（２）実験結果

記述仕様中の表現の認識結果を表４―２に示す．表現からの概念認識は概念がデータベース中にあれば概念自身を，データベース中になければ上位の共存概念を認識できるべきなので，表４―２では両者に分けて実験結果を示してある．主要な結論を以下に示す．

・記述仕様中の表現は６８％は概念そのものを，２７％は上位の共存概念のレベルまで認識できた．

・データベース中に概念の存在する場合での認識不可の表現は２％であり，存在しない場合で上位の共存概念の認識が不可だったものが３％であった．これらより，提案方法による概念認識の精度は高いと言える．

・データベース中に概念の存在する場合での認識不可の表現は，「端末Aが話中着信サービス状態である」，「端末 A で端末 B の呼び出し音が鳴る」などである．前者は正確には「端末 A が話中着信サービスを利用している状態である」などの表現を用いるべきであり，単に「話中着信サービス状態である」と表現した場合にはサービスを提供しているのか，受けているのかが不明である．また，後者については端末 B の呼び出し音が端末 B で鳴ることはなく，正しくは「端末 A で端末 B の呼び出しに対応した音が鳴る」などの表現を用いるべきである．

・データベース中に概念が存在しない場合で，上位の共存概念の認識が不可だった例として，「端末 A は端末 B の転送先候補である」や「端末 A は端末 B から話中時再呼び出しを受けている」があった．これらは両者共，端末間の関係を示す状態である．前者は「候補である」という述語が関係を示す表現の付属語に成り得ることを考慮していなかったことに起因する．一方，後者は関係を示す用語が使用されていないため，関係であることを認識できないのであるが，この文は話中時再呼び出しの切っ掛けとなる端末 B から端末 A への発信を意味するのか，その後の端末 A が端末 B の話中時再呼び出し先の端末となった状態を意味しているのかが，不明確であり，元々一意の解釈が困難な表現である．

表４－２ 概念認識の実験結果

データベース中に概念が存在		データベース中に概念が存在しない	
概念認識可	概念認識不可	上位の共存概念の認識可	上位の共存概念の概念認識不可
４７９（６８％）	１４（２％）	１９５（２７％）	２３（３％）

（３）考察

試作システムの機能としては盛り込んでいないが，オントロジーとしての概念整理により，以下の効果が期待できる．

（ａ）要求記述の完全化

端末間の関係設定は総称概念と単一概念の関係の形で管理されているので，要求記述が単一概念レベルまで詳細化されていない場合，その旨の指摘ができ，要求記述の完全化に貢献できる．例えば，要求仕様中に「転送先指定」と記述されていた場合，番号種別（電話番号，短縮番号など）の指定のない旨の指摘が行える．

（ｂ）サービス競合

ネットワークサービスには多数のサービスがある．ある端末が１サービスだけに加入していた場合には何ら問題がなかったのに，複数のサービスに加入すると，予期しない状況が生じ，問題となる場合がある．これをサービス競合[11-13]と呼ぶ．例えば，ある端末が三者通話と発信禁止の両サービスに加入している場合を考える．その端末が二者通話状態でフラッシュ操作を行うと三者通話サービスではダイアル可能状態へ移行する．しかし，発信禁止サービスではダイアル可能状態への移行は異常である．従って，二者通話状態でフラッシュ操作を行った場合，どの状態へ遷移させるのかが問題となる．

発信禁止はオフフック操作（受話器を上げることに相当）をしてもダイアル可能状態へ移行しないことであり，フラッシュ操作により移行しても，表面的には異常とは検出できない．この場合，ネットワークサービス概念と端末操作との関係を管理していれば，フラッシュ操作が概念「発信元指定」を意味する場合があることにより，この異常を検出できる[4]．

（ｃ）他分野への適用

本研究ではネットワークサービスを対象に要求記述から真に必要な概念のみを理解，抽出する手法を示したが,このような要求はネットワークサービスに限られたものではなく，一般に要求されるものである．例えば，駐車場管理において「乗用車を５台，トラックを３台駐車したい」という要求に対し，大型用のスペースのみを持つ駐車場では，車が８台と認識すれば良いが，大型，小型用にスペースを用意している駐車場では大型３台，小型５台という認識が必要になる．このような場合にも，本論文での概念認識手法の考え方が適用できる可能性が高い．

４．８　第４章のまとめ

ネットワークサービス仕様記述に対する自然言語処理結果である中核フレームの表現を標準形式へ変換し，概念データベース中の概念との一致または概念の登録を通じた概念認識の後，形式言語 STR へ変換する方法を示した．更に，試作システムを使用し，STR への変換実験を行い，その有効性を示した．主要な結論を以下に示す．

・概念表現，端末機能表現における情報の送り手，受け手による視点の相違，端末機能表現における種々の端末の表現の相違を吸収するため，それぞれ対応に標準形式としての主客標準フレーム，端末標準フレームを定めた．３章で示した自然言語解析結果である中核フレームをこれらの標準形式に変換することにより，概念データベースの効率的な構築，検索が可能となる．

・ネットワークサービス仕様における多義性は情報授受のための信号や端末機能を複数の目的で使用することによって生じる．同一信号を複数の目的で使用するのは交換機内の資源の節約のためであり，利用者による仕様記述の場合にはそれを考慮する必要がなく，仕様記述段階では一般に信号の多義性はないものとして処理できる．一方，端末に関して複数の役割を同一機能で行わせる場合は，現在の端末ではオフフック，オンフックの場合だけであり，端末の活性／非活性状態を認識することにより多義性の解決を行える．

・概念をオントロジーとして体系化し，概念と表現との対応を管理することにより，既存概念であれば表現から概念を特定でき，新規概念であっても概念種別の特定が可能となる．

本研究では所期の目標は達成できたが，今後一層の発展を図る上では以下の検討項目が考えられる．

・概念データベース内に，該当する概念表現がない場合，あるいは概念表現と端末機能表現の対応付けがない場合，人手による登録や対応付けで対処している．登録や対応付けの自動化の方策として，標準形式の中核フレーム内の名詞句を取り出し，それを概念とする案が考えられる．例えば，「話中呼出音を鳴らす」に対応する概念がない場合，「話中呼出」を概念候補とし，同義語関係をチェックした後，概念として登録する案である．この場合でも最終判断は人間に委ねられるが，登録作業効率化の効果が期待できる．

・本研究での概念認識法は端末の動作，状態に関するオントロジーと対象，動作に関する概念の同義語管理に基づいている．本論文では前者を中心に議論したが，後者に関する若干の課題がある．例えば，「要求」と「督促」は同義語として管理でき，「番号要求」と「番号督促」は同一概念と認識できるが，「登録」と「可能」は同義語でないため，「着信登録端末」と「着信可能端末」は同一概念とは認識できない．これらは表

現の本来の意味からは同一概念ではないが，「着信可能となるように登録した端末」という概念を表現するために使用したものであれば同一概念とみなす必要がある．このような場合に関しては，現在要求記述者とのインタラクションによる解決法を取っているが，今後機械的認識法について検討していく必要がある．

・本研究では仕様記述の理解システムを効率的かつ的確に実現するため，ネットワークサービスのオントロジーに基づいて，記述法，理解システムを構成した．そのため，対象分野以外の記述が入力された場合，その誤りの理由を具体的に指摘する点で問題がある．例えば，本研究の対象は通信事業者が提供するネットワークサービスであるため，ネットワーク上のアプリケーションとしてのチケット予約のオンラインサービスなどは対象外であり，「座席を予約する」などの表現を理解できない．これに対して木目細かいメッセージを提示するためには，対象分野以外の概念，表現を保持しなければならず，効率的なシステム開発ができない．これを回避するため，最初から分野外の記述を行わせない方法として，ネットワークサービスを規定する要因，手順のモデルを提示し，記述者をガイドする方法が考えられる．これに関しては第５章で述べる．

第４章の参考文献

[1] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.：A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).

[2] 小林吉純，榎木浩，張遷仁，太田理，寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J79-B-I，No.8，pp.560-571 (1996).

[3] Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).

[4] 榎木浩，小林吉純，太田理：オントロジーによる通信サービス要求定義手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I，No.3，pp.138-147 (1997).

[5] 小林吉純：日本語による電話サービス仕様記述における表現の多様性と意味の同一性の認識，電子情報通信学会論文誌，Vol. J82-D-I (1999).（採録決定）

[6] Hirakawa, Y. and Takenaka, T.：Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).

[7] Balzer, R., Goldman, N. and Wile, D.：Informality in Program Specifications, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol.SE-4, No.2, pp.94-103 (1978).

[8] 滝沢陽三，上田賀一：自然言語記述による要求仕様導出支援システムの提案，情報処理学会論文誌，Vol.38，No.3，pp.626-633 (1997).

[9] 原田実，野村佳秀，山本幸二，大野雅志，田村浩樹，高橋史郎：自然言語要求仕様からオブジェクト指向設計図を自動生成するシステム CAMEO，情報処理学会論文誌，Vol.38，No.10，pp.2031-2039 (1997).

[10] Features Common to Residence and Business Customers, LATA Switching Systems Generic Requirements (LSSGR), Bell Communications Research, Inc. (1987).

[11] Cameron, E. J. and Velthuijsen, H.：Feature Interactions in Telecommunication Systems, IEEE Communications Magazine, Vol.31, No.8, pp.18-23 (1993).

[12] Kuisch, E., Janmaat, R., Mulder, H. and Keesmaat, I., H.：A Practical Approach to Service Interactions, IEEE Communications Magazine, Vol.31, No.8, pp.24-31 (1993).

[13] Wakahara, Y., Fujioka, M., Kikuta, H., Yagi, H. and Sakai, S.：A Method for Detecting Service Interactions, IEEE Communications Magazine, Vol.31, No.8, pp.32-37 (1993).

第５章 事例ベースによる仕様定義支援

５．１　第５章の概要

前章まではネットワークサービスの仕様を記述するためのモデル，自然言語による仕様記述方法，記述された仕様の概念を理解するためのオントロジー，及びそれに基づき，自然言語による仕様記述を形式言語 STR[1]へ変換する方法を示した．これらはすべて仕様を構成する状態遷移１文を対象とした事項であった．本章ではネットワークサービスの全体像を示し，サービス定義を容易にするために既存のサービス仕様事例を利用してサービス定義を支援する方法[2, 3]について述べる．

まずネットワークサービスを分類した後，サービス仕様を構成する要素，及びサービスを規定する要因を明らかにする．つぎに定義しようとする仕様と既存事例の仕様との類似度を定義した後，事例検索の方法を示す．そして仕様記述の各文がどの仕様構成要素に対応したものであるかを提示する方法を報告する．更にこれらの方法をベースとした仕様定義支援システムの利用法，適用例，評価結果を示し，最後にまとめを述べる．

５．２　研究対象とアプローチ

（１）研究対象

自然言語の文を用いてネットワークサービス仕様を記述する方法を提案した[4]．これによって利用者が端末を介してサービスを使用するという立場からの仕様記述を行う基盤ができた．しかし，ネットワークサービスの特性を熟知していない利用者にとって，どのような内容を記述すべきかは必ずしも明確ではない．従って，利用者に対する何らかの支援が必要になる．

ネットワークサービスはこれ迄多数提供されているが，それらには類似のものも多い．例えば，着信転送サービスの場合，無条件に転送するサービス，話中時のみ転送するサービス，特定端末からの電話のみを転送するサービスなどがある．今後提供されるサービスも既存サービスの変形として構築される場合が多いことが予想され，既存サービスを事例として提示することがサービス定義の支援として有望である．

この観点から本章では既存事例を利用してネットワークサービスの仕様定義を支援する技術を確立する．

（2）アプローチ

事例を利用する方法として事例ベース推論[5]が提唱され，診断，設計などの分野での研究例が報告されている[6]．通信ソフトウェアの分野でも研究例があり，文献[7]ではLOTOSを対象として，文献[8，9]ではシーケンス図に基づく仕様記述言語を対象として，キーワードのマッチングを基本とする類似度による事例検索，利用法を提案している．しかし，これらは通信の専門家を対象としており，本論文が対象としている非専門家ではキーワードを的確に与えられず，事例検索の観点からは問題がある．

事例ベース推論の手法は主として，①事例の表現と特徴付け，②事例の組織化と検索，③事例の修正の３要素から構成される[6]が，本論文では非専門家に対する記述支援の観点から，以下のアプローチを提案する．

①事例の表現と特徴付け

事例ベース内の仕様（事例仕様と呼ぶ）及び定義しようとする仕様（定義仕様と呼ぶ）の表現には，取り扱いの容易さを考慮し，自然言語（実際は日本語）の述語をベースとした記述法[2]を用いる．サービスの特徴付けはサービスを規定する要因をモデルし，要因が取るべき値を抽出しておくことにより行う．そして，事例ベースに関して専門家がその値を指定し，仕様定義時はシステムから提示された要因の値一覧に基づき，利用者が値を選択，指定し，事例検索の入力とする．

②事例の組織化と検索

事例検索の効率化にとって重要な事例の組織化のため，サービスの性質分析に基づく分類を行い，それに従って事例ベースを構成する．検索に際しても定義仕様がどの分類に属するものかを利用者に指定させる．指定後の検索は前記の特徴付けをキーに行うが，事例仕様と定義仕様の特徴付けは一般には一致しないので，規定要因の値の一致度合いに基づき両者間の類似度を定義する．

③事例の修正

事例の修正支援は最も困難な課題であり，本研究では修正の前提として利用者が事例を理解するための支援を行う．具体的には仕様を構成する手順をモデル化し，事例の各記述文がどの手順要素に対応しているかを利用者に提示することにより行う．

５．３　ネットワークサービス仕様の記述

本節では記述支援のベースとなる仕様記述法を示す．３章では自然言語の文を用いた仕様記述法を示したが，本章では取り扱い易さの観点から簡略形である述語表現による仕様記述法を用いる．

（１）状態遷移の記述

３章では状態遷移は複文表現であったが，「～時」，「～すると」などの接続表現は定型的なものであり，それを記号表現に変えても読解性の低下は少ない．従って，１状態遷移を以下の構文に対応付ける．

SEc｛，SEc｝　Op：SEn｛，SEn｝.

SEc：端末に対し，ある操作を行う前の端末の状態要素

Op：端末に対する操作

SEn：端末に対し，ある操作を行った後の端末の状態要素

（２）状態，操作の記述

３章で示したように状態要素，操作を表す単文は中核フレームに変換できた．中核フレームにおける述語と対象格のペア，述語と状態格のペアなどを新たな述語部とし，端末識別子をパラメータ部とする以下の表現形式で状態要素，操作を記述する．

述語部（パラメータ部）

述語部：「複合名詞または連体節付き名詞＋動詞（～を～する）」または「複合名詞または連体節付き名詞＋判定詞[10]（～である）」

パラメータ部：１個ないし２個のパラメータから成り，パラメータはアルファベットの大文字１文字から成る端末識別子を表す．第１パラメータは状態を有する端末あるいは動作が行われる端末を意味し，第２パラメータは一般に相手端末（自端末の場合もありうる）を意味する．

例えば，文表現「端末 A の利用者が端末 B の電話番号をダイアルする」は，述語表現では「電話番号をダイアルする（A，B)」となる．

５．４　サービス手順，規定要因のモデル

ネットワークサービスの仕様を記述するといっても，このサービスがどのようなものであるかを大雑把にでも把握していないと,要求を仕様として顕在化させることはできない．仕様記述の枠組み（規範）を与えると共に事例の検索，利用の足掛りとするために，本節でネットワークサービスにおける手順，規定要因のモデルを定義する．

（１）サービス種別

ネットワークの基本機能は端末に対して提供する回線の接続（切断）機能である．また，ネットワークにおいて接続を確立するためには，接続相手を含めた種々の条件が整っていることが前提であり，それを逐一チェックし，その状況に応じた対処を行わなければならず，ネットワークサービスには接続手順が必要になる．すなわち，ネットワークサービスは接続形態や接続手順に関するバリエーションを提供することが基本になっている．サービスの基本は接続サービスと接続手順サービスであるが，これらに加え，サービス使用料を徴収するための課金サービス，接続に伴う種々の情報を利用者に提供するための情報通知サービス，そしてサービスの使用，不使用を制御する活性化制御サービスに分類することができる．

活性化制御サービスは他の種別のサービスを前提にしたサービスであるが，その他のサービス種別に関しては一部の例外（発信禁止サービスなど）を除いて，基本的に相互独立であり，任意の組合せが可能である．

（２）手順モデル

ネットワークサービスの種別を上述した．ここでは個々のサービスがどのような要素をどのように組合せた形で成り立っているかを示すモデルを提案する．

手順はサービス仕様の主要な構成要素であるため，あらかじめ細部を決めておくことはできない．しかし，ネットワークサービスの基本は回線の接続であり，これを基本要素として，接続のための事前の情報登録，サービス要求の３要素に手順を分解することができる．そして，接続に関する手順は更に相手指定，応答，相手切替の３要素に分解することができる．これら５要素に加え，基本電話サービスである POTS（Plain Old Telephone Service)の開始要求，終了要求を加えた７要素がネットワークサービスの手順を構成する主要素（利用者による指示に対応）である．ネットワークサービスの手順はこれらの要素を図５―１に示す順序に従って配置した形でモデル化でき，これを手順モデルと呼ぶ．

図５―１の各要素の意味を以下に示す．

・開始要求：各種ネットワークサービスのベースとなる POTS を開始するための操作である．この時には資格検査として，POTS に加入しているか否かの検査と発信可能か否かの

制約検査がある．

・サービス指定:POTS 以外のサービスの場合，サービスの指示または活性化が必要になる．これを行うための操作であり，一般に端末のフック操作やダイアル操作によって行われる．サービス指定は情報登録の指示や通信相手の指定と同時に行う場合があり，一般にダイアル操作における番号に両方の情報を含ませることで行われる．例えば，着呼者課金であるフリーダイアルサービスの場合，0120 のサービス番号に引き続き，着呼者の番号をダイアルする．サービス指定が行われるとサービス主体は加入状態などの資格検査とサービス要求認識／活性化を行う．

・情報指定：接続を制御するための情報を事前に登録する操作である．情報は発着信での資格検査や接続相手変更制御に使用され，種別としては転送先，短縮番号などの端末情報，利用者番号，認証コードなどの人情報，曜日，時間帯などの時間情報，通話中などの端末状態の情報がある．また，情報の指定方法として一括や逐次などの方法がある．登録した情報の削除操作もありうる．

指定情報に端末の電話番号を指定する場合，これを接続相手指定と見なし，情報登録と接続を同時に行う仕様も考えられる．

・相手指定：接続相手を指定するための操作であり，指定方法には一括や逐次などの方法がある．相手指定に対し，サービス主体は以下の処理を行う．

①資格検査：相手のサービス加入状態検査や着信制約検査を行う．

②相手変更：指定された相手に接続せず，接続先を他者へ変更するサービスがあり，これはそのための処理である．相手変更時には，変更先をどこにするかの情報と変更を行う条件とが必要になる．

③情報通知：接続に係わる情報を利用者に伝えるための処理である．この情報には接続前に伝えなければならないものと接続後に伝えるものとがある．前者に属するものとしては，発信者電話番号などがあり，後者に属するものとしては通話料金，通話時間などがある．後者は通話が完了しないと分からない情報が主体であり，通常通話終了時に行われる．

・応答：接続先の応答操作である．応答があって始めて接続が成立するので，課金はこの時点で開始される．

・相手切替：相手が複数ある場合の切替操作である．従って，二者通話の場合には切替えはない．

・終了要求：接続の終了を要求する操作である．通常終了要求はそのまま受け付けられるが，保留呼などがあるとそれとの接続を継続しなければならないので，終了可否検査がありうる．また，終了要求が受け付けられると課金も終了し，情報通知も行われる．

手順モデルはあくまで手順の一般形を示したものであり，この手順を逸脱した仕様が考えられない訳ではない．しかし，従来のサービス仕様はこのような手順にモデル化でき，今後のサービス仕様もこの手順に従って種々構築することができる．通信の専門家の頭脳

にもこのような手順が暗黙に仮定されているものと思われる.

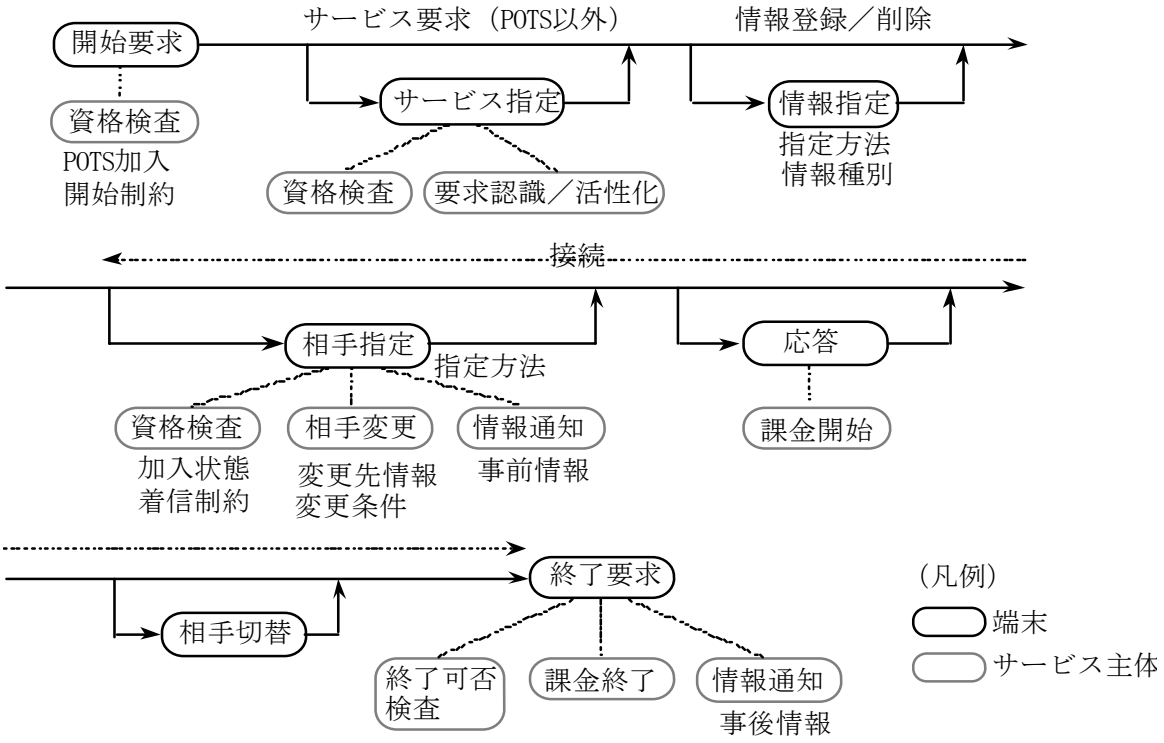


図５－１　手順モデル

（３）規定要因モデル

上述したようにネットワークサービスは５種類のサービスに分類できる．分類の種別である接続，接続手順，課金，情報通知，活性化制御は取りも直さず，サービスを規定する要因のうち最も主要なものを表わしている.次に，５種類のサービスのそれぞれについて，それらのサービス種別に含まれるサービス同士の間に違いが現れる要因を以下に整理する．これら規定要因の分類をサービス規定要因モデル（図５―２）と呼ぶ.

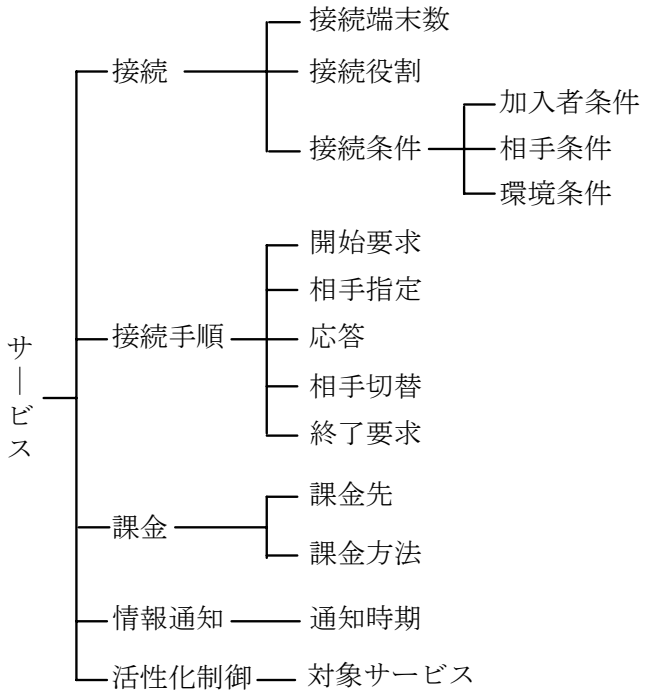


図５－２　サービス規定要因モデル

（ａ）接続サービス

接続サービスは端末間に回線を接続するものである．接続端末数は１端末（他と接続しない場合），２端末（相手が１端末），３端末以上（相手が複数端末）の場合がある．相手が複数の場合に，サービスとしてその数が仕様に影響することは通常起こりえないので，３端末以上を区別する必要がなく，端末数は１端末，２端末，３端末以上の３通りを考慮すればよい．

接続に際して端末は発信，着信，転送の何れかの役割しかなく，これを接続役割と呼ぶ．

また，接続の可否を決定する条件として，該当サービスに加入している加入者条件，接続相手となる相手条件，その他の環境条件がある．接続のための加入者条件は回線状態（切断，通話，保留）と端末固有状態（活性，非活性）である．一方，相手条件については相手の回線状態，端末固有状態に加え，相手の電話番号も条件となり得る．しかし，相手の回線状態，端末固有状態は接続には関係するが，サービス仕様に含ませる必要はない．すなわち，接続役割が発信の場合，相手を呼び出す時点迄がサービス仕様であり，相手が話中であるか否かなどは問題ではない．また，接続役割が着信，転送の場合，相手が加入者の電話番号を指定した以降がサービス仕様であり，それ以前の相手の状態は関係がない．このように，規定要因としての相手条件は相手の電話番号のみであり，これは相手が特定か任意かに分かれる．環境条件としては気温などの種々のものを考えられない訳ではない

が，接続制御要因として周期性を持つ曜日，時間帯を考えれば充分である．これらを表５―１（ａ）に示す．

表５－１　サービス規定要因

（ａ）接続サービス

接続役割	接続端末数	接続条件							
		加入者条件					相手条件	環境条件	
		回線状態			端末固有状態				
		切断	通話	保留	非活性	活性		曜日	時間
発信系／着信系／転送系	一者／二者／三者以上	可否	可否	可否	可否	可否	任意／特定相手	有無	有無

可否とは該当する条件での接続の可否性を示す

（ｂ）接続手順サービス

開始要求	相手指定			応答	相手切替	終了要求
	方法		番号			
利用者／サービス主体	二者	三者以上	通常／代替	手動／自動	可／不可	利用者／サービス主体
	明示／省略	逐次／一括				

（ｃ）課金サービス

課金先	課金方法
発信者／着信者／転送者／第三者	固定／従量

（ｄ）情報通知サービス

通知時期
応答前／通話終了後

（ｂ）接続手順サービス

接続手順サービスは手順モデルにおいて接続に関連した利用者操作（開始要求，相手指定，応答，相手切替，終了要求）に関するバリエーションを与えるものである．バリエーションのベースは二者通話の場合，POTS である．三者以上の通話の場合，現在のサービス範囲ではその種類はあまり多くないが，最も基本的な三者通話をベースとすればよいと判断できる．

開始要求は通常利用者により行われるが，サービス主体が起動をかける場合もある．相手指定は二者通話での明示指定と省略指定，三者以上の場合での逐次と一括の指定に分かれる．相手指定時の番号は通常電話番号と短縮番号等の代替電話番号に分けられる．応答は手動，自動に分かれ，相手切替は可，不可に分かれる．終了要求も通常は利用者により

行われるが，サービス主体による強制的な終了もありうる．これらを表５―１（ｂ）に示す．

（ｃ）課金サービス

課金サービスを規定する要因は課金先と課金方法である（表５―１（ｃ））．課金先は接続役割である発信者，着信者，転送者に加え，接続に関係しない第三者がありうる．課金方法は固定課金と従量課金に大別される．従量課金は更に接続距離，接続時間，情報量に基づく方法に細分化されるが，これらの違いは状態遷移に基づく仕様記述には影響せず，規定要因としての考慮は必要がない．逆の言い方をすると，課金の料金計算などは状態遷移仕様の枠外であり，別の仕様定義が必要なことを意味する．

（ｄ）情報通知サービス

手順モデルで述べたように通知情報には接続前に伝えなければならないものと通話終了時点でないと分からないものがある．従って，サービス規定要因としては，応答前と通話終了後という通知時期がある（表５―１（ｄ））．情報通知サービスであるから，通知情報の内容自体も問題になるが，状態遷移に基づいた仕様では情報は単に識別名の形で記述されるだけなので，情報の違いによる影響は少なく，規定要因としての考慮は不要である．

（ｅ）活性化制御サービス

活性化制御サービスは他の種別のサービスの生き死にを制御するものであり，規定要因は対象となるサービスのみである．

５．５　事例検索

本節ではサービス規定要因モデルに基づき，仕様の類似度と事例検索の方法を提示する．

（１）類似度

仕様の類似度は基本的には規定要因の各項目の値の一致数と捕らえることができる．しかし，規定要因の中にはこれが一致しないと他の項目が一致しても意味を持たないというように，支配項の存在する場合がある．従って，仕様 Si，Sj の類似度 Sim(Si, Sj)を以下のように定義する．

$$Sim(Si,\ Sj) = f(Ri,\ Rj)\ \left(\sum_{k=1}^{n} g(Eik,\ Ejk)\right) \qquad (1)$$

ここで，Ri，Rj はそれぞれ仕様 Si，Sj の支配項の値，Eik，Ejk はそれぞれ仕様 Si，Sj の支配項以外の項目の値であり，n は支配項以外の項目数である．関数 f，g は以下の値を取る．

f(Ri，Rj)=0　Ri≠Rj の時
　　=1　Ri＝Rj の時
g(Eik，Ejk)=0　Eik，Ejk が完全不一致の時
　　=q/p　Eik，Ejk が部分一致の時
　　=1　Eik，Ejk が完全一致の時

ここで，p は Eik，Ejk が持つ重複のない要素の総数で，q は同一要素の数である．

（a）接続サービス

接続端末数，接続役割，接続条件のうち，サービス仕様に最も影響するのは接続形態に関係する接続役割であり，これが支配項となる．即ち，式(1)において Ri，Rj は接続役割の値，Eik，Ejk は接続端末数，接続条件の値，n は接続端末数，接続条件の項目数となる．また，p，q については，表５―１（a）の回線切断時の接続条件を例にとれば，仕様 Si が接続「可」で，仕様 Sj が条件に依存して接続「可」または「否」となる場合は，p は２で，q は１となる．

（b）接続手順サービス

接続手順サービスの規定要因である開始要求，相手指定，応答，相手切替，終了要求はそれぞれ独立であり，支配項は存在しない．Eik，Ejk は各規定要因の値，n は規定要因の項目数となる．即ち，式(1)は以下のようになる．

$$Sim(Si, Sj) = \sum_{k=1}^{n} g(Eik, Ejk) \qquad (2)$$

（c）課金サービス

課金サービスについても支配項は存在せず，式(2)が適用される．

（d）情報通知サービス

情報通知サービスについても支配項は存在せず，式(2)が適用される．

（ｅ）活性化制御サービス

活性化制御サービスは制御対象とするサービスに直結したものであり，参考となる事例は元のサービスしかなく，類似度の定義は必要でない．

（２）検索方法

事例の検索に当っては利用者はまず自分が欲するサービスが５種類のサービスのうち，どれに該当するかを判断する．活性化制御サービス以外の場合であれば，サービス規定要因の内容を指定する．検索システムは事例ベース内の事例が有する要因の内容との突き合わせを行い，類似度の合計を計算する．そして，利用者の要求に応じ，事例を提示する．

５．６　事例の格納と利用

ネットワークサービス仕様は手順要素を組み合せて定義する．そして，手順要素は状態遷移文の組合せとして定義する．状態遷移文は端末に対する操作と端末の状態として記述するので，手順要素の意味を直接は表現していない．そのため，事例利用に当っては，状態遷移文がどの手順要素に属するものなのかを提示してやる必要がある．

状態遷移文の意味は一般に端末に対する操作と正常時における結果の状態のペアから認識可能と判断できる．例えば，操作「電話番号を入力する」だけでは情報指定なのか，相手指定なのか不明であるが，結果状態「情報の登録」との組合せであれば，情報指定と認識でき，結果状態「呼び返し音が鳴る」との組合せであれば，相手指定と認識できる．

本節では状態遷移文と手順要素との関係を明らかにし，事例に含まれる状態遷移文がどの手順要素であるかを認識する方法を提示する．

（１）状態遷移文と手順要素との関係

状態遷移文と手順要素との関係は以下のようにまとめられる（表５―２）．

・開始要求：POTS の開始であり，端末を使用していない状態であるため，操作は「受話器を上げる」に限られる．次の処理に進むためには，情報入力が必要であり，結果の状態は，正常時は次操作指示としての「ダイアル可能音を鳴らす」，異常時は「発信不可音を鳴らす」に限られる．

・サービス指定：サービスは複数であるため，サービス指定は一般にはダイアル操作で行われる．しかし，操作が行われる端末の状態によってサービスが特定される場合はフック操作で代替される．結果の状態は，正常時はサービス活性化または非活性化であり，異常時はサービス非加入や番号誤りの通知である．

・情報指定：情報は数字（一部の記号を含む）の組合せとして指定されるので，ダイアル操作以外にはない．結果の状態は，サービス主体からの応答が基本であるが，情報が端

末を意味している場合は端末間の関係が設定される場合がある．すなわち，正常時は端末間の関係，次操作の指示，操作結果の通知としての情報の登録／削除になり，異常時は番号誤りなどの通知になる．

・相手指定：相手指定は相手の電話番号の指定であり，ダイアル操作に限られる．結果の状態は，正常時は相手端末への働き掛けであり，その操作結果が通知される．異常時は相手端末使用中，番号誤りの通知である．

・応答：応答は結果の状態としての通話状態への移行であり，操作には端末非活性時の「受話器を上げる」と端末活性時の「フックスイッチを押す」がある．

・相手切替：相手切替の操作は「フックスイッチを押す」に限定されており，結果の状態は回線状態の通話，保留の相手が切り替わることである．

・終了要求：これは操作「受話器を置く」に限定されており，結果の状態は正常時は端末固有状態のうちの「端末が空きである」，異常時は保留呼に起因する「呼び出し音を鳴らす」になる．

表５－２　状態遷移文と手順要素との関係

遷移文／手順要素	操　作	結　果	
		正　常	異　常
開始要求	受話器を上げる	次操作の指示 （ダイアル可能音を鳴らす）	異常通知 （発信不可音を鳴らす）
サービス指定	フックスイッチを押す ～番号をダイアルする	サービス状態 （～サービスを利用する ／利用状態がなくなる*）	異常通知 （番号誤り音を鳴らす）
情報指定	～番号をダイアルする	端末間の関係 （～端末である） 次操作の指示 （～入力要求音を鳴らす） 操作結果の通知：登録／削除 （～を登録する）	異常通知 （番号誤り音を鳴らす， その他）
相手指定	電話番号をダイアルする	操作結果の通知： 端末への働き掛け （呼び返し音を鳴らす）	異常通知 （使用中音を鳴らす， 番号誤り音を鳴らす）
応答	受話器を上げる フックスイッチを押す	回線状態 （通話する）	なし
相手切替え	フックスイッチを押す	回線状態：通話と保留の切替え （通話する／保留する）	状態不変*
終了要求	受話器を置く	端末固有状態 （空きである）	異常通知 （呼び出し音を鳴らす）

＊状態不変時や状態がなくなる場合は，結果の状態に記述は現れない
（　）内の表現は例

（2）概念の認識と事例の格納形態

状態遷移文に内在する手順要素の認識のためには，まず状態遷移文の操作や状態要素がネットワークサービスのどのような概念に対応しているかの認識が必要である．状態遷移文は自然言語の述語部から構成されるため，概念の認識に当たっては，同義性，多義性の問題が存在する．

同義性の問題は，①能動態／受動態，同義語などの自然言語の構文，意味解析のレベル，②情報の送り手，受け手のどちらの立場で表現するかの主客レベル，③どの端末を前提に仕様記述を行うのかの端末レベルの３種類の表現レベルの相違に起因する[11]．概念認識に当たっては，構文，意味解析のレベルに対し，中核フレームまでの変換を行った後，情報の送り手，ダイアル式電話機を基にした標準形式への変換を行い，概念データベースを検索するようにしており，事例ベースへの格納形式も標準形式をベースにしている．これにより事例表現の統一化が図られる．例えば，「呼び出し音が鳴る」，「呼び出し音を鳴らす」，「呼び出し音を聞く」，「呼び出し音が聞こえる」，「振動する」などの述語部は，標準形は「呼び出し音を鳴らす」に変換され，格納される．なお，事例ベースへの格納形式は利用者への確認を取るように配慮している．

多義性の問題は信号の多義性と端末機能の多義性に集約される．信号の多義性とはビジー音のように相手話中や相手切断という異なった意味で使用される信号のことである．これに関してはビジー音という特定のものを除き，信号の多重定義を禁止する制約を設けている．ビジー音に関しては，概念認識の時点で相手話中や相手切断に対応する表現に変換される．

端末機能の多義性とは，多機能電話機における「スピーカボタンを押す」のように，例えばオフフック，オンフックの両方に対応付けられるような場合である．このような場合に関しては文脈情報を参照することにより，その意味を認識するようにしている[11]．これに関しても標準端末表現に変換され，事例ベースへ格納される．

（3）状態遷移文からの手順要素の認識

状態遷移文からの手順要素の認識は以下のようにして行える．

・終了要求は操作「受話器を置く」と１対１の関係にあるため，操作により一意に認識できる．
・応答は結果の状態として，「通話する」が新規に現れることにより認識できる．
・相手切替は現在の状態，結果としての状態における通話，保留の相手が切り替わることにより認識できる．
・開始要求については操作は応答に同じものがあり，結果の状態は情報指定に同じものがあるため，操作あるいは結果単独では識別できないが，操作と結果を組み合せれば認識できる．
・サービス指定の場合，結果が正常であれば，結果の状態にサービス活性化が現れる場合

と現在の状態に存在したサービス活性化がなくなる場合とがあり，いずれの場合も認識が可能である．異常時の結果としての番号誤りの通知時でも，操作の番号記述にサービス名が現れていれば，その旨の認識ができる．番号記述にサービス名が現れていなければ，判断を利用者に委ねる．

・情報指定と相手指定に関しては，操作が電話番号以外の情報であれば情報指定と認識できる．電話番号であっても正常時であれば，結果が端末間の関係，次操作の指示，情報の登録の場合，情報指定と認識でき，端末への働き掛けの場合，相手指定と認識できる．異常時は情報指定と相手指定の識別の一般化は困難であり，その判断は利用者に委ねる．

話中着信サービスを例として，状態遷移文と手順要素の関係を図５―３に示す．例えば，図５―３の最上部の状態遷移文は，「端末 A が話中着信サービスに加入しており，端末 A が端末 B と通話中で，端末 C がダイアル可能音を鳴らしている時に，端末 C で端末 A の電話番号を入力すると，端末 A が話中着信サービスに加入している状態や端末 A が端末 B と通話中の状態はそのままで，端末 A で話中着信サービスが稼働状態になり，端末 A が端末 C からの話中呼び出し音を鳴らし，端末 C が端末 A からの呼び返し音を鳴らす状態になる」ことを意味している．そして，「電話番号を入力する」と「呼び返し音を鳴らす」より相手指定と認識でき，「電話番号を入力する」と「話中着信サービスを利用する」よりサービス指定と認識できることを示している．

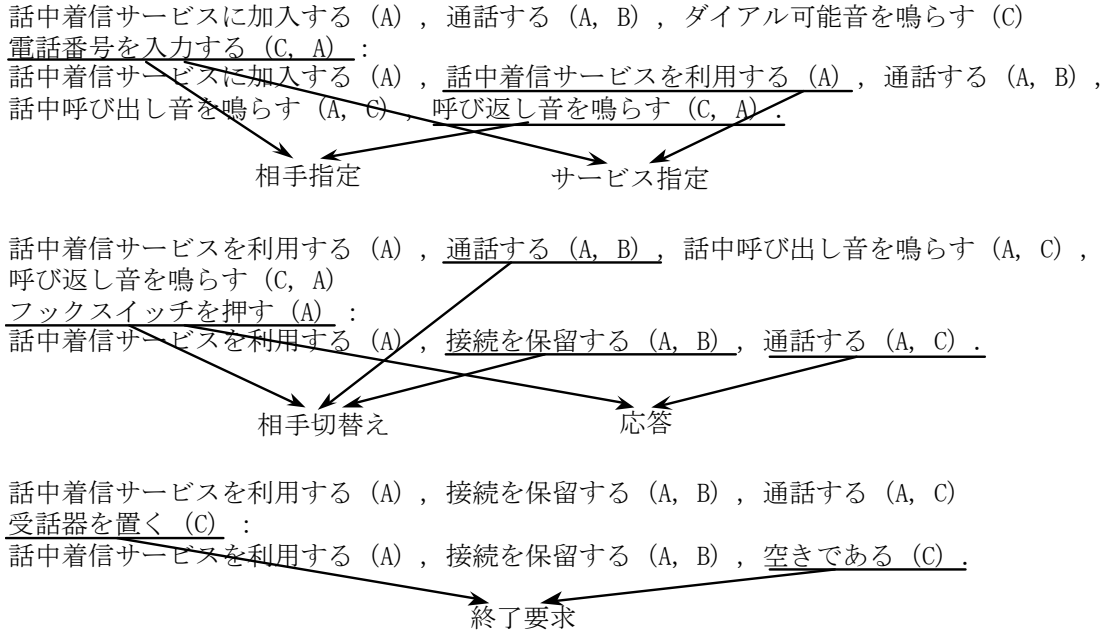


図５－３　状態遷移文からの手順要素の認識例（話中着信の一部）

５．７　仕様記述支援システムの利用と評価

５．５節，５．６節において，事例検索と事例理解支援の方法を示した．本節ではこれらをベースとした仕様記述支援システムを利用する場合の流れ,適用例,評価結果を示す．

（１）利用時の流れ

事例ベースシステムを利用する場合の利用者の作業とシステムの動作は以下のような流れになる（図５―４）．

① まず，定義しようとするサービスが５．４節に挙げたサービス種別のどれに該当するかを利用者が指示する．
② サービス種別に対応する規定要因の一覧をシステムが利用者に提示する．
③ 提示された規定要因の値を利用者が選択し，システムに通知する．
④ 選択された値に基づき，システムが事例ベース内の事例との類似度を計算し，利用者に提示する．
⑤ 利用者は類似度に従ってシステムに事例を要求する．
⑥ システムは要求された事例を状態遷移文と手順要素の対応と共に利用者に提示する．
⑦ 状態遷移文と手順要素の対応に基づき，利用者が事例を理解し，流用，修正を行う．必要があれば，他の事例に対しても行う．
⑧ 作成した仕様を利用者がシステムに登録を要求する．
⑨ 登録要求の仕様の手順要素をシステムが認識し，サービス規定要因の値，状態遷移文と手順要素の対応と共に，事例ベースに格納する．

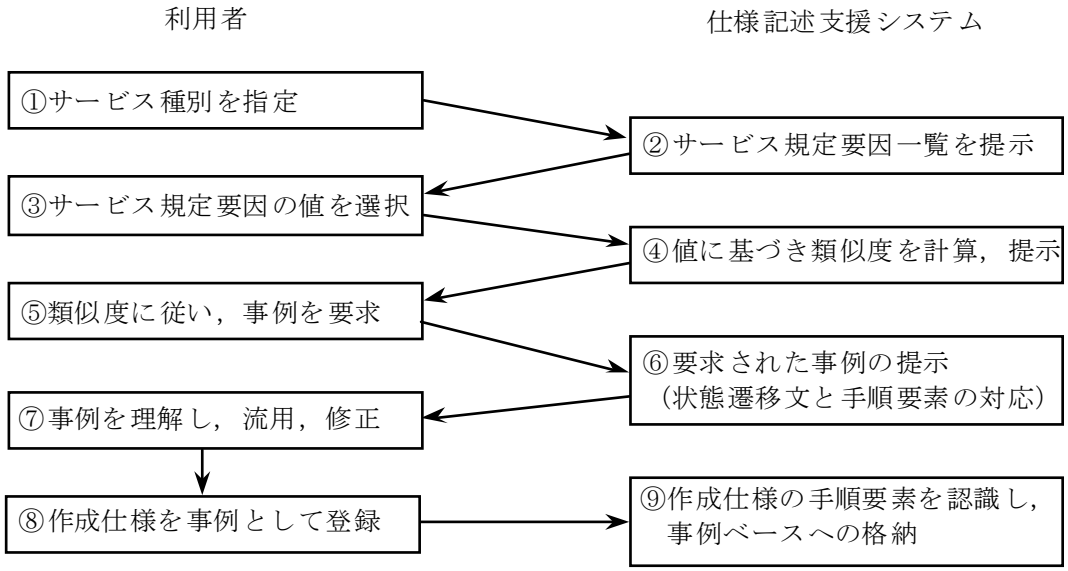


図５－４　仕様記述支援システム利用時の流れ

（２）適用例

新規サービスの例として，話中選択着信サービスの仕様定義を行う場合を以下に示す．このサービスは登録されている特定の相手からの話中着信のみを受け付け，フックスイッチ操作により通話相手を切り替えるものである．

表５－３　話中選択着信サービスの類似事例検索

（ａ）規定要因の値

接続役割	接続端末数	接続条件					
		加入者条件					相手条件
		回線状態			端末固有状態		
		切断	通話	保留	非活性	活性	
着信系	二者／三者以上	可	可否	否	可	可否	特定

（ｂ）類似度

事例仕様／定義仕様	POTS	着信拒否	選択着信拒否	話中着信
話中選択着信	４．５	２	４．３	４．５

（ａ）類似事例の検索

話中選択着信サービスは接続サービスなので，その旨システムに指示する．システムからは接続サービスの規定要因一覧が提示されるので，その値を表５―３（ａ）のように指定する．事例ベース内にBELLCOREのサービス仕様書[12]にある１１サービス（表５―４）が事例として格納されていたとすると，システムは表５―３（ｂ）の類似度を提示する．

表５－４　接続サービスの規定要因値

接続役割	サービス	接続端末数	接続条件					
			加入者条件					相手条件
			回線状態			端末固有状態		
			切断	通話	保留	非活性	活性	
		一者／二者／三者以上	可否	可否	可否	可否	可否	任意／特定相手
発信系	POTS	二者	可	否	否	可	否	任意
	発信禁止	一者	否	否	否	否	否	任意
	地域指定発信禁止	一者／二者	可否	否	否	可否	否	特定
	三者通話	三者以上	可	可	否	可	可	任意
着信系	POTS	二者	可	否	否	可	否	任意
	着信拒否	一者	否	否	否	否	否	任意
	選択着信拒否	一者／二者	可否	否	否	可否	否	特定
	話中着信	三者以上	可	可	否	可	可	任意
転送系	可変着信転送	二者	可	可	可	可	可	任意
	固定着信転送	二者	可	可	可	可	可	任意
	選択着信転送	一者／二者	可否	可否	可否	可否	可否	特定
	逐次着信転送	二者	否	可	可	否	可	任意

環境条件は影響がないので省略

（ｂ）類似事例の利用

類似度の最も高い事例は POTS と話中着信サービスであるが，POTS は話中選択着信サービスが動作する前提であるため，もう一方の話中着信サービスを調べる．話中着信サービスの状態遷移文と手順要素の対応を要求し，それを参考にしながら話中選択着信サービスの仕様を定義していく．例えば，図５―５（ａ）のように，状態遷移文の述語表現と手順要素（サービス指定と相手指定）との対応が提示される．利用者はサービス指定関連としてサービス名を変更する．更に，相手指定の結果が常に正常であるが，話中選択着信サービスの場合には端末条件が必要と判断し，「話中着信可能端末」である旨の条件を追加する．

この結果，図５―５（ｂ）（ｉ）が作成される．

次に，相手端末が話中着信可能端末でない場合を作成しようとするが，話中着信サービスにはそれに対応する状態遷移文がないので，次の類似度の選択着信拒否サービスの事例を参照する．その結果，相手指定時に異常となる状態遷移文である図５―５（ｃ）が見つかるので，その結果の状態である「使用中音が鳴る」を流用する．これと図５―５（ｂ）（i）をマージすることにより，図５―５（ｂ）（ii）を作成する．

このような手順で作成した話中選択着信サービスの仕様を事例としてシステムに登録する．システムでは登録時に手順要素の認識を行い，状態遷移文と手順要素の対応を含めた形式で事例ベースに登録する．

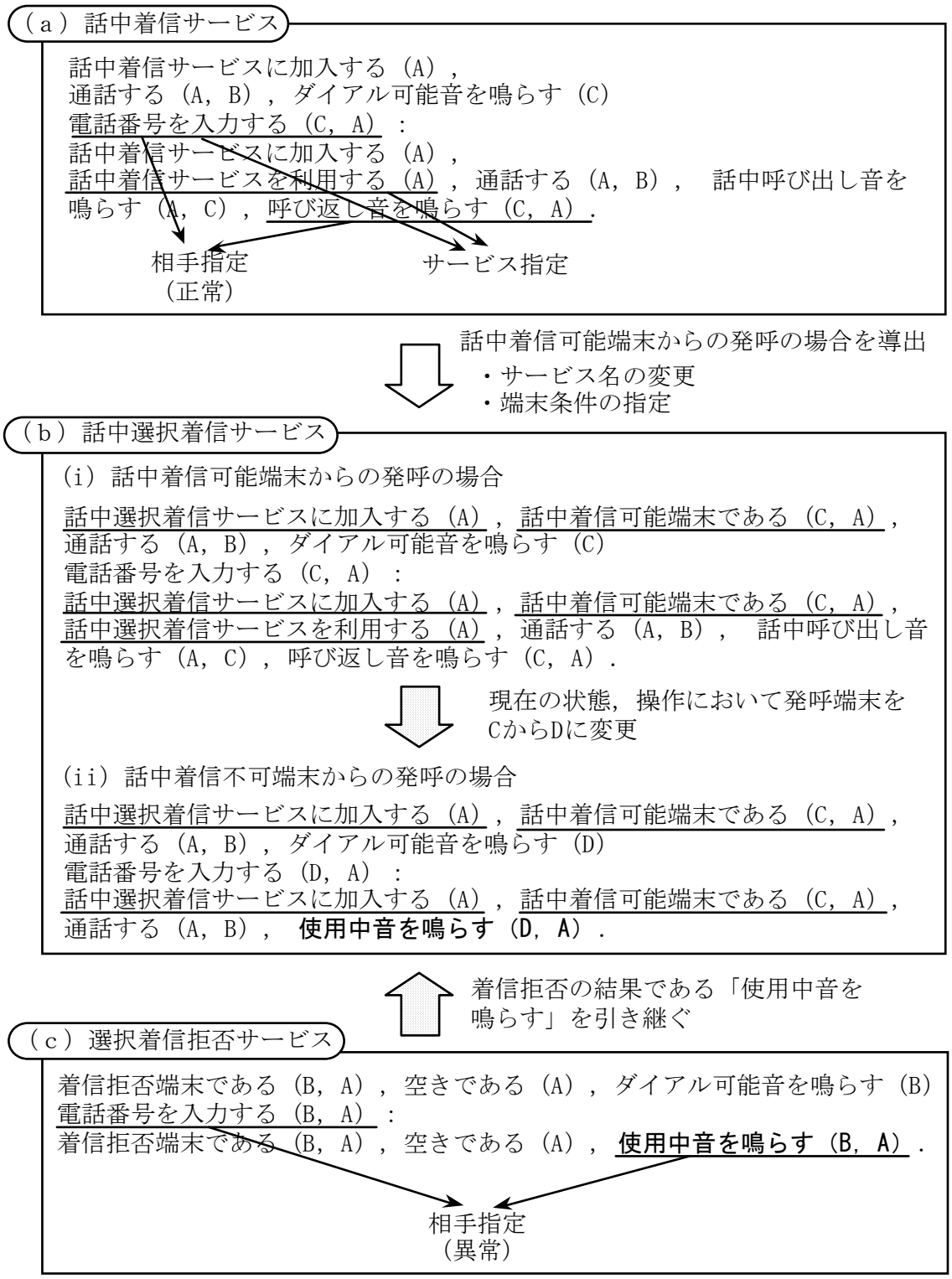


図５－５　話中選択着信サービス仕様定義における事例利用

（３）評価

仕様記述支援システムは事例検索と利用支援から構成されるため，それぞれ対応に評価を行う．

（ａ）事例検索

事例検索の有効性の評価基準は定義仕様に類似した事例を如何に的確に検索できたかを示す検索確度と捕らえることができる．検索確度としては，検索した事例の類似度による順序付けを採用する．

５種類のサービス種別の中で最も数の多い接続サービスを題材として，検索確度を評価する.表５―４の接続サービスの規定要因の値に基づき計算した類似度を表５―５に示す.

表５－５　接続サービスの類似度

（ａ）発信系サービス

事例仕様 / 定義仕様	POTS	発信禁止	地域指定発信禁止	三者通話
POTS		4	４．５	4
発信禁止	4		４．５	2
地域指定発信禁止	４．５	４．５		2
三者通話	4	2	2	

（ｂ）着信系サービス

事例仕様 / 定義仕様	POTS	着信拒否	選択着信拒否	話中着信
POTS		4	４．５	4
着信拒否	4		４．５	2
選択着信拒否	４．５	４．５		2
話中着信	4	2	2	

（ｃ）転送系サービス

事例仕様 / 定義仕様	可変着信転送	固定着信転送	選択着信転送	逐次着信転送
可変着信転送		7	3	5
固定着信転送	7		3	5
選択着信転送	3	3		3
逐次着信転送	5	5	3	

発信系サービスにおいて類似度が最も高いのはPOTS，地域指定発信禁止の場合と発信禁止，地域指定発信禁止の場合である．地域指定発信禁止はPOTSと発信禁止を組み合わせたサービスであり，妥当な結果といえる．一方，最も低いのは三者通話，発信禁止の場合と三者通話，地域指定発信禁止の場合であり，三者通話が発信禁止という機能と関係がないことから妥当な結果といえる．

着信系サービスについても発信系サービスと同様のことがいえるので，類似度の値は妥当である．

転送系サービスの類似度に関しては可変着信転送，固定着信転送の場合の類似度が最も高い．これは両者の差は転送先を変更できるか否かであり，これは情報指定に係わる事項であり，接続本体の差でないためである．一方，最も低いのは選択着信転送とその他の着信転送であり，選択着信転送のみが転送しない場合があるため，妥当な結果といえる．

（ｂ）事例利用支援

利用支援の評価基準としては事例再利用の容易さや再利用率[8]がある．しかし，本論文の主題は利用支援の一部である理解支援であり,理解の容易さが評価基準となる.しかし，理解の容易さの定量化は困難であるため，ここでは理解支援のベースとなる手順要素の認識率で評価する．

評価対象として接続サービスから発信系，着信系，転送系に関する代表的な１２サービスを選定し，状態遷移文がどの手順要素に対応するかの認識実験を行った．その結果を表５―６に示す．また，実験により明らかとなった事項を以下に示す．

・今回の結果では認識率９８％程度を示しており，本手法は有効であるといえる．認識上の問題が発生しやすいのは情報指定であるが，サービス仕様に占めるその割合が比較的少ないということも認識率向上に寄与している．なお，終了要求の割合が高いのは，終了要求はどの状態からも行えるためである．
・話中着信における相手指定とサービス指定のように，１状態遷移文が複数の手順要素に対応する場合でも，状態遷移文からの手順要素の認識が行える．
・操作結果が異常となる遷移文に認識のできないものがある．可変着信転送での認識不可の例を以下に示す．

　　転送先候補である(B, A),転送先入力可能音が鳴る(A)　電話番号を入力する(A, C)：ビジー音が鳴る (A).

これは電話番号の入力であることから，情報指定または相手指定までは認識できるが，いずれであるかの認識ができない．これはBを転送先候補としており，再度Bの電話番号を入力することにより，B を転送先とするという正常動作に対する異常動作を示したもので，再入力時の電話番号がBと異なるCになっているために，異常となっている．これは情報指定に分類されるべきものであるが，その認識のためには，現在の状態部分の意味理解を更に押し進める必要がある．

なお，事例の利用に関しては状態遷移文と手順要素の対応提示に留まっており，実際に事例を流用, 修正する場合の利用者負担の軽減に関しては充分とはいえない. しかし, 個々の状態や操作しか示されていない状態遷移文に対して，手順要素の対応を示すことは以下の点で効果があると考える.

・状態遷移文が持つまとまった意味を把握でき，状態遷移文理解の第一歩となる.

・状態遷移文を手順要素でグループ化できるので，場合分けを把握し易くなる.

表５-７６　状態遷移に対するテスト要素の認識結果

	発信系				着信系				転送系				計
	二者通話	発信禁止	地域指定発信禁止	三者通話	着信拒否	選択着信拒否	話中着信	話中選択着信	可変着信転送	固定着信転送	選択着信転送	逐次着信転送	
開始要求	１	１	１	０	１	１	０	０	１	０	０	０	６
サービス指定	０	０	０	１	０	０	１	１	１	０	０	０	４
情報指定	０	０	０	０	０	３	０	４	４（１）	０	１１	５	２７（１）
相手指定	３	１（１）	２（１）	１	４	５	２	３	７	２	２	２	３４（１）
応答	１	１	１	１	１	１	２	２	１	１	１	１	１４
相手切替え	０	０	０	９	０	０	３	３	０	０	０	０	１５
終了要求	６	４	５	１３	６	８	１０	１１	６	４	８	６	８７
計	１１	７（１）	９（１）	２５	１２	１８	１８	２４	２１（１）	７	２２	１４	１８７（３）

５．８　第５章のまとめ

本研究では利用者がネットワークサービスの要求仕様を記述する場合の支援を目的として，ネットワークサービス仕様の構成要素，規定要因を洗いだし，それに基づいた事例の検索，利用方法を提案し，実験によりその有効性を示した．主要な結論を以下に示す．

・ネットワークサービスは接続，接続手順，課金，情報通知，活性化制御の５種類のサービスに分類できる．
・ネットワークサービスの仕様は開始要求，サービス指定，情報指定，相手指定，応答，相手切替，終了要求の７種類の利用者指示（手順要素）と対応するサービス主体の処理から構成される．
・ネットワークサービスを特徴付ける要因は５種類のサービス対応に整理でき，要因に基づいた類似度により事例の検索が的確に行える．
・状態遷移文内の操作と結果により，その状態遷移文がどの手順要素に対応するかの認識が行える．適用実験では各文の認識率は約９８％と高率である．

本研究により所期の目標は達成できたが，今後一層の発展を図る上では以下の検討項目が考えられる．

・事例修正のための事例理解を中心に議論した．修正支援としては更に，規定要因と仕様記述文の対応付けを行い，事例仕様と定義仕様の間の規定要因の相違により，修正箇所を指摘するということが考えられる．
・仕様定義支援としては本研究で示したような記述段階での事例利用以外に，記述された仕様に対して誤りや抜けを検出，指摘する方法がある．これに関しては制約知識の利用による方法を提案している[13]．

第５章の参考文献

[1] Hirakawa Y. and Takenaka T. ：Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).

[2] 小林吉純:ネットワークサービスの規定要因,手順のモデル化に基づく仕様記述支援, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-B-I, No.11, pp.896-908 (1997).

[3] 小林吉純：ネットワークサービス仕様事例に基づく要求仕様の記述支援, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-20 (1996).

[4] Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).

[5] Kolodner J.L., Simpson R.L. and Sycara K.：A Process Model of Case-Based Reasoning in Problem Solving, IJCAI-85, pp.284-290 (1985).

[6] 小林重信：事例ベース推論の現状と展望, 人工知能学会誌, 7, 4, pp.559-566 (1992).

[7] 山本潮, 吉村晋, 白鳥則郎：事例ベースを適用した LOTOS に基づいた通信ソフトウェア開発環境, 人工知能研究会, SIG-KBS-9204-8, pp.57-64 (1993).

[8] 黄錦法, 吉村晋, 白鳥則郎：事例ベースを適用した HSC に基づいた通信ソフトウェア開発環境, 人工知能研究会, SIG-KBS-9204-9, pp.65-72 (1993).

[9] Huang C., Yoshimura S., Karahashi T. and Shiratori N.： A New Specification Environment for Communication Systems Based on Specification Reuse by the Application of Case Based Reasoning, IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol.E78-D, No.10, pp.1269-1281 (1995).

[10] 益岡隆志, 田窪行則：基礎日本語文法（改訂版), くろしお出版 (1992).

[11] 小林吉純, 榎木浩, 張遷仁, 太田理, 寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-B-I, No.8, pp.560-571 (1996).

[12] Features Common to Residence and Business Customers, LATA Switching Systems Generic Requirements (LSSGR), Bell Communications Research, Inc. (1987).

[13] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).

第６章 結 論

ネットワークサービスの概念と表現をオントロジーとして体系化すると共に，自然言語（日本語）による要求仕様記述法を定め，ネットワークサービス仕様記述にあるサービス概念を認識し，形式言語 STR[1]に変換する方法を示した．更に，事例を利用してネットワークサービスの要求定義を支援する方法を示した．研究の概要と成果を以下にまとめる．

なお，本研究で試作したシステムは国際電気通信基礎技術研究所（ATR）から入手，利用が可能である．

（１）電気通信サービスのモデルとオントロジー［2-7，9-11］

本研究では電気通信サービスはネットワークサービスと端末サービスから構成されることを示し，利用者がサービスを享受する端末側の視点に立ってネットワークサービス仕様を記述できるようにするため，ネットワークサービス仕様の記述モデル及び端末機能モデルを定めた．サービス仕様記述モデルは記述文１文を規定する状態遷移モデル，１文を構成する端末の状態や動作を規定するネットワークサービス機能モデルから構成した.更に，ネットワークサービス機能モデルに基づき，概念を体系化すると共に，概念の表現を概念自体の表現と概念を端末機能を通して見た場合の表現に分けて抽出し，概念と表現の対応をオントロジーとして構成した.

本研究により明かになった事項を以下に示す.

(a) 電気通信サービスのモデル

・ネットワークサービスの手順の構成要素は，条件（状態，動作），結果（状態）から成る状態遷移モデルで規定でき，状態や動作はサービス主体，回線，端末という３要素の状態や３要素への働き掛けであるネットワークサービス機能モデルで規定できる.

・ネットワークサービス仕様に関係する端末機能はネットワーク，端末間の送受信に関する機能であり，これはオフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルから成る指示モデルと聴覚，視覚，触覚に対応する機能を表わす通知モデルとして規定できる.

(b) ネットワークサービスのオントロジー

・ネットワークサービス概念は共存概念，対立概念から成る階層構造で規定でき，対立概念は詳細化の可能性と排他関係に基づき，単一概念，複合概念，総称概念に分類できる.

・状態の概念は回線状態，端末状態（端末固有状態，端末間の関係），サービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態），サービス主体からの応答状態に分類できる.動作の概念は回線状態の変更，端末状態（端末固有状態，端末間の関係）の変更，サ

ービス状態（サービス加入状態，サービス活性化状態）の変更，サービス固有情報の伝達に分類できる．

・端末操作のオフフックは端末の活性化，発信元指定，通話移行に，オンフックは端末の非活性化，切断移行に，フラッシュは通話／保留移行，発信元指定にそれぞれ対応する．その他の情報入力はダイアル操作に対応する．

・ネットワークサービス概念の表現には，概念表現と端末機能表現とがある．概念表現に関しては「次操作の指示」の場合，情報の送り手，受け手の２通りの視点があり，それに応じた表現に分かれる．端末機能表現に関しては，状態概念である「サービス主体からの応答」では，情報の送り手としての端末動作表現，受け手としての利用者の感知表現に分かれ，動作概念には利用者の操作表現が対応する．

（２）ネットワークサービス仕様記述法と表現集約法［5-7,12］

本研究では状態遷移モデル，ネットワークサービス機能モデルに基づき，日本語によるネットワークサービス仕様記述法を規定すると共に，日本語が本来持つ表現の多様性に起因する同義性の問題を解決する（異なる表現における意味の同一性を認識する）ための表現の集約方法を示した．

本研究で規定した事項，明かになった事項を以下に示す．

(a) 仕様記述法

・サービス仕様は条件（状態），条件（動作），結果（状態）に対応した複文の集まりにより記述する．

・状態は仕様中で同時に成立する関係をすべて記述するため，最下位の共存概念に相当する７種類の状態（回線状態，端末固有状態，端末間の関係，サービス加入状態，サービス活性化状態，サービス主体からの応答状態）を対立概念に対応した単文で記述する．動作は対立概念あるいは操作概念（オフフック，オンフック，フラッシュ，ダイアルの何れか）に対応した単文で記述する．

・状態概念のうち，回線状態，端末状態，サービス状態は概念表現により，状態概念のうちのサービス主体からの応答状態及び動作概念は概念表現，端末機能表現により，記述する．

(b) 日本語表現の多様性への対処

・日本語文における表現の多様性の原因を表記のゆれ[8]，能動態／受動態の相違，自動詞／他動詞の相違，助詞の相違，連体節（係り受け）表現の相違，代名詞の有無，同義語の使用，同一格フレーム内のゆれの計８つに整理し，表現を集約する方法を示した．

・端末の動作や状態要素の表現はネットワークサービス仕様記述としての意味を失うことなく，端末識別子と対象格，状態格，原因格の組合せである中核フレームに変換でき，中核フレームにより異なる表現における意味の同一性を認識できる．

・中核フレームの対象格，状態格，原因格に現れる名詞句の意味の同一性の認識は，格フレーム化あるいは主要語の抽出により行える．

（３）仕様記述からの概念認識［9-11］

本研究ではネットワークサービス仕様記述に対する自然言語処理結果である中核フレームの表現を標準形式へ変換し，概念データベース中の概念との一致または概念の登録を通じた概念認識の後，形式言語 STR へ変換する方法を示した．更に，試作システムを使用し，STR への変換実験を行い，その有効性を示した．

本研究により明かになった事項を以下に示す．

・概念表現，端末機能表現における情報の送り手，受け手による視点の相違，端末機能表現における種々の端末の表現の相違を吸収するため，それぞれ対応に標準形式としての主客標準フレーム，端末標準フレームを定めた．中核フレームをこれらの標準形式に変換することにより，概念データベースの効率的な構築，検索が可能となる．

・ネットワークサービス仕様における多義性は情報授受のための信号や端末機能を複数の目的で使用することによって生じる．同一信号を複数の目的で使用するのは交換機内の資源の節約のためであり，利用者による仕様記述の場合にはそれを考慮する必要がなく，仕様記述段階では一般に信号の多義性はないものとして処理できる．一方，端末に関して複数の役割を同一機能で行わせる場合は，現在の端末ではオフフック，オンフックの場合だけであり，端末の活性／非活性状態を認識することにより多義性の解決を行える．

・概念をオントロジーとして体系化し，概念と表現との対応を管理することにより，既存概念であれば表現から概念を特定でき，新規概念であっても概念種別の特定が可能となる．

（４）事例ベースによる仕様定義支援［13，14］

本研究では既存の事例を利用してネットワークサービスの仕様定義を支援するため，ネットワークサービス仕様がどのような手順要素の組合せから成るかを示す手順モデル，及びネットワークサービスを規定する要因をサービス種別対応に分類したサービス規定要因モデルをまず提案した．そして，規定要因に基づきサービス種別対応に事例仕様と定義仕様との類似度を定義し，事例検索の実験を行い，類似度の妥当性を確認した．また，事例の理解支援を目的として，事例仕様の各文がどの手順要素に対応するかを認識する方法を示し，実験によりその有効性を確認した．

本研究により明かになった事項を以下に示す．

・ネットワークサービスは接続，接続手順，課金，情報通知，活性化制御の５種類のサービスに分類できる．

・ネットワークサービスの仕様は開始要求，サービス指定，情報指定，相手指定，応答，

相手切替，終了要求の７種類の利用者指示（手順要素）と対応するサービス主体の処理から構成される．

・ネットワークサービスを特徴付ける要因は５種類のサービス対応に整理でき，要因に基づいた類似度により事例の検索が的確に行える．

・状態遷移文内の操作と結果により，その状態遷移文がどの手順要素に対応するかの認識が行える．

本研究では所期の目標は達成できたが，今後一層の発展を図る上では以下の検討項目が考えられる．

(i) ネットワークサービス仕様記述法と表現集約法

・名詞句のうち，格フレームへの変換によっても意味の同一性の認識ができないものは主要語の一致性により判断し，最終確認を利用者に委任している．仕様記述に現れる主要語間の関係を整理することにより，より精度の高い認識が可能になると期待できる．

(ii) 仕様記述からの概念認識

・概念データベース内に，該当する概念表現がない場合，あるいは概念表現と端末機能表現の対応付けがない場合，人手による登録や対応付けで対処している．登録や対応付けの自動化の方策として，標準形式の中核フレーム内の名詞句を取り出し，それを概念とする案が考えられる．例えば，「話中呼出音を鳴らす」に対応する概念がない場合，「話中呼出」を概念候補とし，同義語関係をチェックした後，概念として登録する案である．この場合でも最終判断は人間に委ねられるが，登録作業効率化の効果が期待できる．

(iii) 事例ベースによる仕様定義支援

・事例修正のための事例理解を中心に議論した．修正支援としては更に，規定要因と仕様記述文の対応付けを行い，事例仕様と定義仕様の間の規定要因の相違により，修正箇所を指摘するということが考えられる．

・仕様定義支援としては本研究で示したような記述段階での事例利用以外に，記述された仕様に対して誤りや抜けを検出，指摘する方法がある．これに関しては制約知識の利用による方法を提案している[5]．

以上の様な拡張項目は存在するものの，自然言語によるネットワークサービス仕様記述に対する支援法の基盤となる概念と技術は確立できた．

第６章の参考文献

[1] Hirakawa Y. and Takenaka T. ：Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, Int. Workshop on Software Specification and Design, pp.140-147, Oct. (1991).

[2] 小林吉純，榎木浩，太田理：通信サービスモデルに基づく要求記述，獲得手法，電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会 KBSE94-14 (1994).

[3] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Knowledge, 7th ICSRIC, Advances in Database and Expert Systems pp.90-94, Aug.(1994).

[4] 榎木浩，小林吉純，太田理：オントロジーによる通信サービス要求定義手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I, No.3, pp.138-147 (1997).

[5] Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).

[6] 小林吉純：端末の視点からのネットワークサービス仕様記述法，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-13 (1996).

[7] Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).

[8] 長尾真，佐藤理史，黒橋禎夫，角田達彦：自然言語処理，岩波書店 (1996).

[9] 小林吉純，榎木浩，太田理：ネットワークサービス概念体系に基づく要求記述の意味理解，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE95-15 (1995).

[10] Kobayashi, Y., Enoki, H. and Ohta, T.： Understanding Natural Language Requirement Descriptions for Telecommunication Services, 7th IEEE Int. Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp.295-302 (Nov., 1995).

[11] 小林吉純，榎木浩，張遷仁，太田理，寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J79-B-I, No.8, pp.560-571 (1996).

[12] 小林吉純：日本語による電話サービス仕様記述における表現の多様性と意味の同一性の認識，電子情報通信学会論文誌，Vol. J82-D-I (1999).（採録決定）

[13] 小林吉純：ネットワークサービス仕様事例に基づく要求仕様の記述支援，電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会 KBSE96-20 (1996).

[14] 小林吉純：ネットワークサービスの規定要因，手順のモデル化に基づく仕様記述支援，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I, No.11, pp.896-908 (1997).

付 録

付１．ネットワークサービス仕様記述例と STR への変換例

付１．１　ネットワークサービス仕様記述

（１）二者通話（POTS）

1) 端末 A が空きの時，端末 A の利用者が受話器を上げると，ダイアル可能音が端末 A で鳴っている状態になる．
2) 端末 A でダイアル可能音が鳴っていて，端末 B が空いている時，端末 A の利用者が端末 B の電話番号をダイアルすると，端末 A で端末 B からの呼び返し音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び出し音が鳴っている状態になる．
3) ダイアル要求音が端末 A で鳴っていて，端末 B が空きでない時，端末 A の利用者が端末 B の電話番号を入力すると，端末 B の使用中音が端末 A で鳴っていて，端末 B が空きでない状態になる．
4) 端末 A がダイアル可能状態の時，端末 A で端末 A の電話番号をダイアルすると，端末 A の使用中音が端末 A で鳴っている状態になる．
5) 端末 A でダイアル要求音が鳴っている時，端末 A の利用者が受話器を置くと，端末 A は空き状態になる．
6) 端末 A で端末 B からの呼び返し音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び出し音が鳴っている時，端末 B の利用者が受話器を取ると，端末 A の利用者と端末 B の利用者が通話している状態になる．
7) 端末 B の使用中音が端末 A で鳴っている時，端末 A で受話器を置くと，端末 A は空き状態になる．
8) 端末 A から中断音が聞こえる時，端末 A の利用者が受話器を下ろすと，端末 A は空き状態になる．
9) 端末 B の呼び出しに対応した音が端末 A で鳴っている時，端末 A の利用者が受話器を置くと，端末 A は空き状態になる．
10) 端末 A と端末 B が通話している時，端末 B で受話器を下ろすと，ビジー音が端末 A で鳴っていて，端末 B は空き状態になる．
11) 端末 A の利用者が端末 B の利用者と通話している時，端末 A の利用者が受話器を置くと，端末 A が空きで，相手終了音が端末 B で鳴っている状態になる．

（2）話中着信サービス

1) 端末 A が話中着信サービスに加入していて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 C で電話番号要求音が鳴っている時，端末 C で端末 A の電話番号を入力すると，端末 A が話中着信サービスに加入していて，端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 A で端末 C からの話中呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A からの呼び返し音が鳴っている状態になる．
2) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A の利用者が端末 B の利用者と通話していて，端末 C から電話番号可能音が聞こえる時，端末 C の利用者が端末 A の電話番号ボタンを押すと，端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 C で端末 A の使用中音が鳴っている状態になる．
3) 端末 A が話中着信サービスを使用していて，端末 A の利用者が端末 B の利用者と電話していて，端末 A で端末 C からの話中呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A からの呼び返し音が鳴っている時，端末 A でフックスイッチを押すと，端末 A が話中着信サービスを使用していて，端末 A が端末 B との接続を保留していて，端末 A が端末 C と通話している状態になる．
4) 端末 A が話中着信サービスを受けていて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 A で端末 C からの話中呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A からの呼び返し音が鳴っている時，端末 A の利用者が受話器を置くと，端末 A で端末 C からの呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A からの呼び返し音が鳴っている状態になる．
5) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 A で端末 C からの話中時呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A の呼び出しに対応した音が鳴っている時，端末 B の利用者が受話器を下ろすと，端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A で端末 C からの話中呼び出し音が鳴っていて，端末 C で端末 A からの呼び返し音が鳴っている状態になる．
6) 端末 A が話中着信サービスを使用していて，端末 A が端末 B と通話していて，端末 A で端末 C からの話中呼び出し通知音が鳴っていて，端末 C で端末 A の呼び出し対応音が鳴っている時，端末 C でスピーカボタンを押すと，端末 A が端末 B と通話している状態になる．
7) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A の利用者が端末 B との接続を保留していて，端末 A の利用者が端末 C の利用者と通話している時，端末 A の利用者がフックボタンを押すと，端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A の利用者が端末 B の利用者と通話していて，端末 A の利用者が端末 C との接続を保留している状態になる．
8) 端末 A が話中着信サービスを受けていて，端末 A が端末 B との回線を保留していて，端末 A が端末 C と電話している時，端末 A で受話器を置くと，端末 A で端末 B からの

呼び出し音が鳴っている状態になる.

9) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B を保留していて，端末 A が端末 C と通話中の時，端末 B の利用者が受話器を下ろすと，端末 A が端末 C と通話している状態になる.

10) 端末 A が話中着信サービスを使用していて,端末 A が端末 B との接続を保留していて，端末 A が端末 C と電話中の時，端末 C で受話器を置くと，端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B との接続を保留している状態になる.

11) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B との回線を保留している時, 端末 A の利用者がフッキングすると, 端末 A が端末 B と通話している状態になる.

12) 端末 A が話中着信サービスを使用していて，端末 A が端末 B を保留している時，端末 A の利用者が受話器を置くと，端末 A で端末 B からの呼び出し音が鳴っている状態になる.

13) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A が端末 B との接続を保留している時，端末 B の利用者が受話器を下ろすと，端末 A で切断音が聞こえる状態になる.

14) 端末 A が話中着信サービスを使用していて，端末 A で端末 B からの話中呼び出し音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び返し音が鳴っている時，端末 A の利用者がフックスイッチを押すと,端末 A の利用者が端末 B の利用者と通話している状態になる.

15) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A で端末 B からの話中呼び出しを通知する音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び返し音が鳴っている時，端末 A で受話器を置くと，端末 A で端末 B からの呼び出し音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び返し音が鳴っている状態になる.

16) 端末 A が話中着信サービスを利用していて，端末 A で端末 B からの話中時呼び出しを通知する音が鳴っていて，端末 B で端末 A からの呼び返し音が鳴っている時，端末 B の利用者が受話器を置くと, 端末 A で切断音が鳴っていて, 端末 B は空き状態になる.

（3）着信転送サービス

1) 端末 A が着信転送サービスに登録していて，端末 A で電話番号入力可能音が鳴っている時，端末 A の利用者が登録開始番号を入力すると，端末 A が着信転送サービスに登録していて，端末 A で転送先入力可能音が鳴っている状態になる.

2) 端末 A で転送先入力可能音が鳴っていて，端末 B が空いている時，端末 A で転送先端末 B の電話番号を入力すると，端末 B は端末 A の転送先候補で，端末 A で端末 B からの呼び返し音が鳴っていて,端末 B で端末 A からの呼び出し音が聞こえる状態になる.

3) 端末 A で転送先入力要求音が鳴っていて，端末 B が空きでない時，端末 A で転送先端末 B の電話番号をダイアルすると，端末 B は端末 A の転送先候補で，端末 A で端末 B

の使用中音が鳴っていて，端末Bが空きでない状態になる．

4) 端末Aで転送先番号入力可能音が鳴っている時，端末Aで転送先端末Aの電話番号を入力すると，端末Aで番号誤り音が聞こえる状態になる．

5) 端末Aで転送先電話番号入力可能音が鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aは空きの状態になる．

6) 端末Bが端末Aの転送先候補端末で,端末Aで端末Bからの呼び返し音が鳴っていて，端末Bで端末Aからの呼出音が鳴っている時，端末Bで受話器を上げると，端末Bは端末Aの転送先で，端末Aが端末Bと通話している状態になる．

7) 端末Bが端末Aの転送先候補で，端末Aで転送先入力可能音が鳴っている時，端末Aで転送先端末Bの電話番号を入力すると，端末Bは端末Aの転送先で，端末Aで処理完了音が鳴っている状態になる．

8) 端末Bが端末Aの転送先候補であって，端末Aで転送先入力可能音が鳴っている時，端末Aで端末Cの電話番号を入力すると，端末Aで番号誤り音が鳴っている状態になる．

9) 端末Bが端末Aの転送先で，端末Aで電話番号要求音が鳴っている時，端末Aの利用者が登録開始番号をダイアルすると，端末Bが端末Aの転送先で，端末Aで番号誤り音が鳴っている状態になる．

10) 端末Bが端末Aの転送先で，端末Aで電話番号要求音が鳴っている時，端末Aの利用者が転送解除番号を入力すると，処理完了音が端末Aで鳴っている状態になる．

11) 端末Aから処理終了音が聞こえる時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Aが空いている状態になる．

12) 端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで電話番号要求音が鳴っていて，端末Cが空きの時，端末Aの利用者が端末Bの電話番号を入力すると，端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで端末Cからの呼び返し音が鳴っていて，端末Bで端末Aからの着信転送音が鳴っていて，端末Cで端末Aからの呼び出し音が鳴っている状態になる．

13) 端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで電話番号督促音が鳴っていて，端末Cが空きでない時，端末Aで端末Bの電話番号を入力すると，端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで端末Cの使用中音が鳴っていて，端末Cが空きでない状態になる．

14) 端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先端末で，端末Aでダイアル可能音が鳴っている時，端末Aで端末Bの番号を入力すると，端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先端末で，端末Aで端末Bの通話中音が鳴っている状態になる．

15) 端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで端末Cからの呼び返し音が鳴っていて，端末Bで端末Aからの転送音が鳴っていて，端

末Cで端末Aからの呼び出し音が鳴っている時,端末Aの利用者が受話器を下ろすと，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aが空きの状態になる.

16)端末Bが着信転送サービスを使用していて，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aで端末Cの使用中音が鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aが空いている状態になる.

17)端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先端末で，端末Aが端末Cと通話している時，端末Aの利用者が受話器を置くと，端末Cは端末Bの転送先端末で，端末Aが空きの状態になる.

18)端末Bが着信転送サービスを利用していて，端末Cは端末Bの転送先で，端末Aの利用者が端末Cの利用者と電話している時，端末Cの利用者が受話器を置くと，端末Cは端末Bの転送先で,端末Aで中断音が鳴っていて,端末Cが空いている状態になる.

19)端末Aで端末Bからの着信転送中音が鳴っている時，端末Aの利用者が受話器を上げると，端末Aで番号要求音が鳴っている状態になる.

付１．２　STRへの変換

変換結果の例を以下に示す．但し，変換結果においてはSTR表現は意味を持たない英数字列(str001など)であるため,見やすさを考慮し,以下では意味を表すニーモニック(idleなど）に書き直した形で示している.

（１）二者通話（POTS)

1) idle(A) offhook(A): dial-tone(A).
2) dial-tone(A), idle(B) dial(A, B): ringback(A,B), ringing(B,A).
3) dial-tone(A), not[idle(B)] dial(A, B): busy-dial(A, B), not[idle(B)].
4) dial-tone(A) dial(A, A): busy-dial(A, A).
5) dial-tone(A) onhook(A): idle(A).
6) ringback(A, B), ringing(B, A) offhook(B): talk(A,B).
7) busy-dial(A, B) onhook(A): idle(A).
8) near-end(A) onhook(A): idle(A).
9) ringback(A,B) onhook(A): idle(A).
10)talk(A, B) onhook(B): near-end(A), idle(B).
11)talk(A, B) onhook(A): idle(A), near-end(B).

（２）話中着信サービス

1) m-cw(A), talk(A, B), dial-tone(C)　dial(C, A): m-cw(A), use-cw(A), talk(A, B), cw-ringing(C, A).
2) use-cw(A), talk(A, B), dial-tone(C)　dial(C, A): use-cw(A), talk(A, B), busy-dial(C, A).
3) use-cw(A), talk(A, B), cw-ringing(A, C), ringback(C, A)　flash(A): use-cw(A), hold(A, B), talk(A, C).
4) use-cw(A), talk(A, B), cw-ringing(A, C), ringback(C, A)　onhook(A): ringing(A, C), ringback(C, A).
5) use-cw(A), talk(A, B), cw-ringing(A, C), ringback(C, A)　onhook(B): use-cw(A), cw-ringing(A, C), ringback(C, A).
6) use-cw(A), talk(A, B), cw-ringing(A, C), ringback(C, A)　onhook(C): talk(A, B).
7) use-cw(A), hold(A, B), talk(A, C)　flash(A): use-cw(A), talk(A, B), hold(A, C).
8) use-cw(A), hold(A, B), talk(A, C)　onhook(A): ringing(A, B).
9) use-cw(A), hold(A, B), talk(A, C)　onhook(B): talk(A, C).
10) use-cw(A), hold(A, B), talk(A, C)　onhook(C): use-cw(A), hold(A, B).
11) use-cw(A), hold(A, B)　flash(A): talk(A, B).
12) use-cw(A), hold(A, B)　onhook(A): ringing(A, B).
13) use-cw(A), hold(A, B)　onhook(B): near-end(A).
14) use-cw(A), cw-ringing(A, B), ringback(B, A)　flash(A): talk(A, B).
15) use-cw(A), cw-ringing(A, B), ringback(B, A)　onhook(A): ringing(A, B), ringback(B, A).
16) use-cw(A), cw-ringing(A, B), ringback(B, A)　onhook(B): near-end(A), idle(B).

（３）着信転送サービス

1) m-cfv(A), dial-tone(A)　cfv-reg(A): m-cfv(A), target-dial-tone(A).
2) target-dial-tone(A), idle(B)　specify-target(A, B): reserved-target(B, A), ringback(A, B), ringing(B, A).
3) target-dial-tone(A), not[idle(B)]　specify-target(A, B): reserved-target(B, A), busy-dial(A, B), not[idle(B)].
4) target-dial-tone(A)　specify-target(A, A): error(A).
5) target-dial-tone(A)　onhook(A): idle(A).
6) reserved-target(B, A), ringback(A, B), ringing(B, A)　offhook(B): target(B, A),

talk(A, B).

7) reserved-target(B, A), target-dial-tone(A) specify-target(A, B): target(B, A), completion(A).

8) reserved-target(B, A), target-dial-tone(A) dial(A, C): error(A).

9) target(B, A), dial-tone(A) cfv-reg(A): target(B, A), error(A).

10) target(B, A), dial-tone(A) cfv-cancel(A): completion(A).

11) completion(A) onhook(A): idle(A).

12) target(C, B), dial-tone(A), idle(C) dial(A, B): use-cfv(B), target(C, B), ringback(A, C), pingring(B, A), ringing(C, A).

13) target(C, B), dial-tone(A), not[idle(C)] dial(A, B): use-cfv(B), target(C, B), busy-dial(A, C), not[idle(C)].

14) use-cfv(B), target(C, B), dial-tone(A) dial(A, B): use-cfv(B), target(C, B), busy-dial(A, B).

15) use-cfv(B), target(C, B), ringback(A, C), pingring(B, A), ringing(C, A) onhook(A): target(C, B), idle(A).

16) use-cfv(B), target(C, B), busy-dial(A, C) onhook(A): target(C, B), idle(A).

17) use-cfv(B), target(C, B), talk(A, C) onhook(A): target(C, B), idle(A).

18) use-cfv(B), target(C, B), talk(A, C) onhook(C): target(C, B), busy(A), idle(C).

19) pingring(A, B) offhook(A): dial-tone(A).

謝 辞

本論文の作成に当たり，終始懇切なる御指導，御尽力を賜った大阪大学産業科学研究所溝口理一郎教授に衷心より御礼申し上げます.

また，本論文の作成に際し，懇切なる御指導，御助言を賜った大阪大学産業科学研究所豊田順一教授，大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻 池田博昌教授，大阪大学産業科学研究所 元田浩教授，大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻 村上孝三教授に心から感謝致します.

更に，本論文の提出に当たり，御指導を頂いた大阪大学大学院工学研究科電子工学専攻西原浩教授，濱口智尋教授，吉野勝美教授，尾浦憲治郎教授，大阪大学医学部 保健学科医用工学講座 春名正光教授，大阪大学大学院工学研究科 電子工学専攻 森田清三教授，福西宏有教授に深く感謝致します.

本研究の機会を与えて頂くと共に，御指導頂いた株式会社国際電気通信基礎技術研究所葉原耕平元副社長（現同社顧問，ＮＴＴアドバンステクノロジ株式会社フェロー），株式会社 ATR 通信システム研究所 寺島信義元社長（現早稲田大学教授），同研究所通信ソフトウェア研究室 太田理元室長（現創価大学教授）に深く感謝致します．また，有益な御議論を頂いた元通信ソフトウェア研究室 榎木浩氏（現富士通関西通信システム株式会社），張遷仁氏（現ソフトバンク株式会社）に感謝致します.

また，本論文の作成の機会を与えて頂くと共に，終始激励を頂いた日本電信電話株式会社情報通信研究所 和佐野哲男元所長（現東日本会社移行本部企画部担当部長），同所分散環境アーキテクチャ研究部 宮部博史元部長(現サービスインテグレーション基盤研究所担当部長)，並びに情報流通プラットフォーム研究所 伊土誠一所長，同所情報セキュリティプロジェクト 東田正信プロジェクトマネージャ,中島寿生グループリーダに深く感謝致します.

研 究 業 績

論文

1. Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.：A Requirement Description Approach in Natural Language based on Communication Service Knowledge, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E78-D, No.9, pp.1156-1163 (1995).
2. 小林吉純，榎木浩，張遷仁，太田理，寺島信義：通信サービス要求記述における概念の理解手法，電子情報通信学会論文誌，Vol. J79-B-I, No.8, pp.560-571 (1996).
3. Kobayashi, Y., Enoki, H., Zhang, Q., Ohta, T. and Terashima, N：Elicitation of Network Service Specifications from Natural Language Descriptions at Various Viewpoints, International Journal of Artificial Intelligence Tools, Vol.5, No.3, pp.259-275 (1996).
4. 榎木浩，小林吉純，太田理：オントロジーによる通信サービス要求定義手法，電子情報通信学会論文誌，Vol.J80-B-I, No.3, pp.138-147 (1997).
5. 小林吉純：ネットワークサービスの規定要因，手順のモデル化に基づく仕様記述支援，電子情報通信学会論文誌，Vol. J80-B-I, No.11, pp.896-908 (1997).
6. 小林吉純:日本語による電話サービス仕様記述における表現の多様性と意味の同一性の認識，電子情報通信学会論文誌，Vol. J82-D-I (1999).（採録決定）

国際会議

1. Enoki, H., Kobayashi, Y. and Ohta, T.：A Method for Discriminating Ambiguous Terms in Specifications by using a Conceptual Model, 7th JC-CNSS, pp.325-330 (July, 1994).
2. Kobayashi, Y., Ohta, T. and Terashima, N.： A Requirement Description and Acquisition Method Based on Communication Service Knowledge, 7th ICSRIC, Advances in Database and Expert Systems pp.90-94 (Aug., 1994).
3. Kobayashi, Y.and Ohta, T.：A Requirement Description and Acquisition Method for Communication Services, ATR International Workshop on Communications Software Engineering, pp.203-216 (Oct., 1994).
4. Enoki, H., Takami, K., Kobayashi, Y. and Ohta, T.：Switching Function Conceptual Model for Telecommunication Service Specification Design, IEEE GLOBECOM ’94, pp.818-822 (Nov., 1994).

5. Zhang, Q., Kobayashi, Y.and Ohta, T.: Using CBR in Telecommunication Service Requirements Acquisition, Pacific-Asian Conference on Expert Systems, pp.621-626 (May, 1995).
6. Enoki, H., Kobayashi, Y. and Ohta, T.: Knowledge Representation Based on a Conceptual Model for Communication Systems, InterSymp '95 (Aug., 1995).
7. Zhang, Q., Kobayashi, Y.and Ohta, T.: Acquiring Knowledge from Cases of Requirement Specifications, 7th International Conference on AI & ES Applications, pp.419-424 (Nov., 1995).
8. Kobayashi, Y., Enoki, H. and Ohta, T.:Understanding Natural Language Requirement Descriptions for Telecommunication Services, 7th IEEE Int. Conference on Tools with Artificial Intelligence, pp.295-302 (Nov., 1995).