

## 協調業務分析向き MCM/CLM からの E-R モデルの抽出手法

加藤直之(\*), 上村学(\*), 川端亮(\*), 熊谷敏(\*\*), 伊藤潔(\*)

(\*上智大学, (\*\*)株式会社 山武

複雑な組織では、それぞれの作業者がより効率的に業務を行うためには、全体の流れを把握し、自分がどの立場にいて、他の人や物とどのように協調して業務を行うのかを明確することが必要である。この分析を行うために開発されたのが、Multi-Context Map (MCM) と Collaborative Linkage Map (CLM) である。MCM は、ある業務においてその業務に関わる作業者ごとのものの見方や立場を表現したものであり、CLM は協調業務に関わる作業者、物、情報などの資源の状態変化を示したものである。

本研究では、MCM と CLM を用いて分析を行い、分析した結果からデータベース設計で用いる E-R モデルを抽出する方法を提案する。これにより、効率的にかつ正確に情報を抽出でき、データベースを設計する上での一つのプロセスを確立できる。

Extracting E-R models from collaboration task analysis methods, MCM and CLM

Naoyuki Kato (\*), Manabu Kamimura (\*), Ryo Kawabata (\*), Satoshi Kumagai (\*\*),  
and Kiyoshi Itoh (\*)

(\* Sophia University, (\*\*) Yamatake Cooperation

To make collaboration processes working effectively, it is very important to analyze what collaborators are doing, which position they are, and how they communicate with each other. Multi-Context Map (MCM) and Collaborative Linkage Map (CLM) are developed to meet such demands. These methods analyze each collaborator in precise, so the model consists much important information in the process. In this paper, we propose to extract E-R models, which are widely used to design databases in the early phases, from MCM and CLM. E-R models do not have a standard method of composing, and rely on the designer's intuition. Our extraction provides a method of designing data models.

### 1. はじめに

ここ数年の間に、企業の情報システムを総合的に管理・統制するために、データを企業の経営資源の 1 つとみなす考え方が重要視されつつある。データ中心設計を推進するために必要不可欠な技術要素がデータ分析(Data Analysis)である。データ分析とは、企業が管理対象としているデータの収集、分析を行い、整理統合を行って、管理しやすい形にモデル化することを意味する。

意味データモデルの一つに E-R モデル (Entity-Relationship Model) がある。意味データモデルとは、リレーショナル・モデルやネットワーク・モデルなどのように、実世界の意味上の関係を中心に表現するものである。E-R モデルとはソフトウェア開発の上流設計で用いられるモデリング図である。ある事象を「実体(Entity)」や「関連(Relationship)」を使って表現する。例えば列車輸送なら「列車 (Entity) は乗客 (Entity)

を輸送する (Relationship)」という関係になる。E-R モデルを作成することで、リレーショナルデータベース(RDB)のデータ構造を詳細に設計できるようになる。E-R モデルの特徴は、実体と関係という二つの単純な概念で成り立っていることである。現在、データベース設計者に支持され、データベースの設計段階で重要な役割を果たしている[2]。

E-R モデルの作成は、今まで作成者独自の判断で行われる部分が多かった。そのため、複数の作成者が同じ対象の E-R モデルを作成しようとしても、作成者ごとに異なった E-R モデルとなってしまうていた。本研究では、協調業務分析を行い、分析した結果から E-R モデルを抽出する方法を提案する。これにより、E-R モデル作成の一つのプロセスを確立することを目的とした。協調業務とは、ある一つの業務目的に対して複数の異なる作業者が、お互いに協調し合いながら業務を行っていくことを示す。

本稿では、協調業務分析に Multi-Context Map (以下、MCM), Collaborative Linkage Map (以下、CLM) を用いる。MCM とは複数のコンテキストマップを結合したもので、ある業務においてその業務に関わる作業員ごとのものの見方や立場を表現したものである。また、CLM とは協調業務に関わる作業員、物、情報などの資源の状態変化を示したもので、Personnel-State Transition Diagram (P-STD), Material-STD (M-STD), Collaboration-STD (C-STD) という3つのSTDを結合させることによって表されている[1]。MCM, CLM については2章、3章で詳しく説明する。4章では、本稿の主題である MCM/CLM からの E-R モデル抽出手法について述べる。

5章では、4章の MCM/CLM からの E-R モデル抽出方法に沿った実例を示す。

6章では、本研究の有効性と今後の課題について述べる。

## 2. MCM とは

MCM(Multi-Context Map)は複数のコンテク

ストマップ(以下CM)の結合によって構成される。CM とは、2人の作業員(または組織)が協調しながら作業を進めていく時に、両者の間で発生する様々なコンテキストを図1で示す。

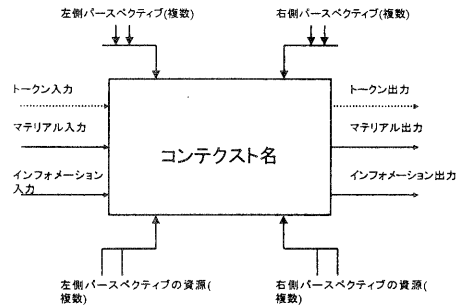


図1. コンテキストマップの基本概念図

作業員間、組織間、また作業員-組織間の協調業務を上記のようなCMで表し、CM間をトークン、マテリアル、インフォメーションで結合することによってMCMを作成する。

また、MCM作成の利点としては、業務全体の流れを参照でき、監督者は業務全体を把握しやすいこと、また、作業員は全体業務における自分の位置を把握できること、そして、結果として、分析によって、業務における非効率な箇所を発見・改善することができる事が挙げられる。

MCMの構成要素として、主体間で相互に認証される事実として認証される「トークン」、質量をもつ現実世界のものである「マテリアル」、トークン以外の情報で、主体間で受け渡される「インフォメーション」、作業に関与する作業員のもの見方や立場を示す左右の「パースペクティブ」、作業を遂行するために必要な「資源」などがある。

## 3. CLM とは

CLM(Collaborative Linkage Map)とは、業務に存在する資源(作業員、物、情報など)の状態遷移図(State Transition Diagram :STD)を示す。

CLMでは、人に対する状態遷移図(Personnel-State Transition :P-STD)と物に対す

る状態遷移図 (Material-State Transition :M-STD)を区別する。

作業者と資源が持つ状態の種類は、Enaction State, Commission State,とDormant Stateの3種類がある。この3種類の状態によって1つのSTDを形成する。また作業者と資源の持つ状態の種類は両者同じであるため、状態の列挙が互いに相補的になっている。P-STDとM-STDのEnaction-StateはCollaboration-State(C-S)を介して連結される。P-STD同士もCommunication-Inventory(C-I)を介して連結される。

またCLM作成の利点としては、監督者をはじめ業務に関わっている者は、業務内での作業者と資源の関係、作業者間関係が簡単に把握できる、あるいは分析によって作業の効率化、生産性の向上、現状の問題点発見などの問題解決法支援を行うことができることが挙げられる。

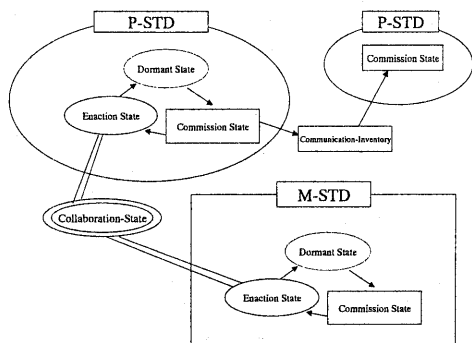


図2. CLM図

#### 4. MCM/CLMからのE-Rモデル抽出手法

本研究では、データベース設計において重要な役割を果たすE-RモデルをMCM/CLMから抽出することによって、MCM/CLMによる協調業務分析からデータベース構築に至るまでの工程を支援することを目的とした。

以下にMCM/CLMからE-Rモデルを抽出するプロセスを記述する。(Step 1)～(Step 3)はMCM/CLMの作成、(Step 4)～(Step 12)はE-Rモデルの抽出方法となっている。また、この

プロセスはすべてが自動的に抽出されるわけではなく、設計者の判断が必要となる部分がある。設計者の判断が必要な場合は、各Stepにおいて説明する。

##### ・MCM/CLMの作成

(Step 1) MCMを作成する。MCMの作成方法に関しては[1]を参考にする。

(Step 2) (Step 1)で作成したMCMを元に簡単なCLMを作成する。ここでいう簡単なCLMとは、M-STD、P-STDの中身はあまり気にせずおおまかな全体像が見えるCLMである。またCLMの作成方法に関しては[1]を参考にする。

(Step 3) (Step 2)で作成したCLMでP-STD、M-STDに注目し、それらの中身を詳細に書く。この際、Enaction Stateではできる限り具体的に「～を確認した」、「～を記入した」というような情報を設計者が意識して書く。

##### ・ERモデルの抽出方法

(Step 4) CLMの中でP-STDをEntityとして挙げる。

(Step 5) CLMの中でM-STDをEntityとして挙げる。

(Step 6) CLMの中でP-STDの中身に着目し、「確認した情報」、「記入した情報」、またはこれらに類似するものがEnaction Stateにある場合、それらをEntityとして挙げる。また、一つのP-STDの中で上記のようなEnaction Stateが複数存在する場合、その分だけEntityを作る。《注1》

(Step 7) CLMの中でCollaboration Stateを(Step 4)と(Step 6)のEntityを結ぶRelationshipとして挙げる。《注2》

(Step 8) (Step 4)で実際に確認された情報、記入された情報をそれらのAttributeとして挙げる。《注3》

(Step 9) (Step 6)で挙げられたEntityの情報源が(Step 5)で挙げられたEntityの場合、これらを結ぶRelationshipを「含む」とする。これは(Step 6)で挙げられたEntityが(Step 5)で

挙げられた Entity に含まれるからである。《注 4》

(Step 10) M-STD 同士で何らかの関係を持っている可能性があるものは、その関係を Relationship として書く。ここでは、設計者の判断が必要となる。MCM の各コンテキストのインプット・アウトプットなどを参考にして判断する。  
《注 5》

(Step 11) 完全に独立してしまった Entity は、対象システムにおいては不必要とみなし、排除する。

(Step 12) P-STD の Attribute がある場合、設計者の判断で記入する。

(Step 13) M-STD の Attribute がある場合、設計者の判断で記入する。

(Step 14) 必要に応じて (Step 3) に戻り、さらに詳しい情報を記入する。

ここで、後述する国際線空港業務 E-R モデルの作成を例に《注 1》～《注 5》において、実際にどのように抽出するかを説明し、その大まかな抽出法を図 3 に図示する。国際線空港業務の MCM,

CLM, E-R モデルはそれぞれ図 4, 図 5, 図 6 に示す。

《注 1》

出国審査係 1 の P-STD の中には「パスポートの名前、顔写真を確認する」、「搭乗券の日付、フライトナンバーを確認する」という Enaction State があるので「出国審査係 1 がパスポートから確認した情報」、「出国審査係 1 が搭乗券から確認した情報」をそれぞれ Entity として挙げる。  
《注 2》

「出国審査をする」という Collaboration State では「出国審査係 1」と「出国審査係 1 がパスポートから確認した情報」、「出国審査係 1」と「出国審査係 1 が搭乗券から確認した情報」という Entity がそれぞれ「出国審査をする」という Relationship で結ばれる。  
《注 3》

出国審査係 1 の P-STD の中には「パスポートの名前、顔写真を確認する」、「搭乗券の日付、フライトナンバーを確認する」という Enaction

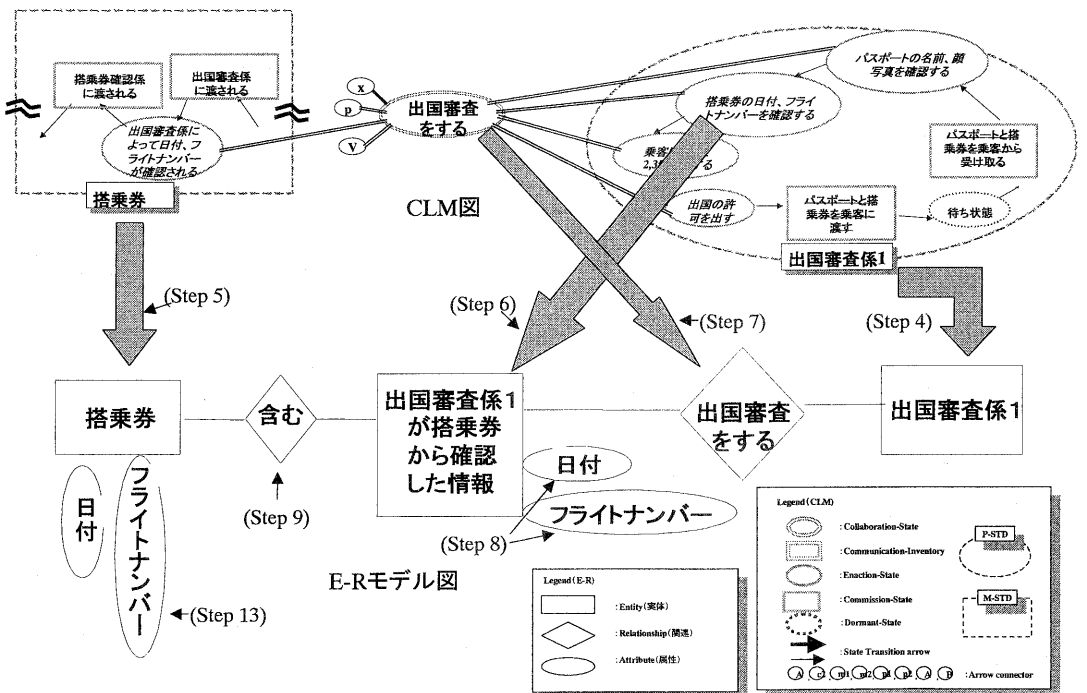


図3. MCM/CLM図からのE-Rモデルの抽出法

State があるので「名前」, 「顔写真」を「出国審査係 1 がパスポートから確認した情報」という Entity の Attribute として挙げ, 「日付」, 「フライトナンバー」は「出国審査係 1 が搭乗券から確認した情報」という Entity の Attribute として挙げる。

《注 4》

(Step 6) の《注 1》で, 出国審査係 1 の P-STD の中から「出国審査係 1 がパスポートから確認した情報」を Entity として挙げたが, これは「パスポート」が情報源となっているので「出国審査係 1 がパスポートから確認した情報」と「パスポート」を「含む」という Relationship で結ぶ。

《注 5》

空港業務の場合, 乗客, 荷物, パスポート, 搭乗券の M-STD は MCM において同時に Input されており, 荷物, パスポート, 搭乗券は乗客が所有するものと判断できるため, 乗客の M-STD と荷物, パスポート, 搭乗券の M-STD をそれぞれ「所有する」という Relationship で結ぶことができる。

## 5. MCM/CLM からの E-R モデル抽出例

今回, 対象業務として選んだものは空港業務である。空港業務は, 異なる役割をもった複数の作業者が乗客, 荷物の運搬のために協調しあいながら業務が行われる。よって協調業務の対象として最適であると判断し, 空港業務を選んだ。

ここでは, 国際線について MCM/CLM を作成し, E-R モデルの抽出を行った場合を示す。また支援するシステムの範囲は, 「国際線において空港が目的地に着くまでの人と荷物管理を支援するシステム」のように決定した。(ただし, 乗り継ぎは一回までのみとする) [1] の MCM 構築プロセスに従い, 国際線空港業務の MCM を作成した。また, [1] の CLM 構築プロセスに従い, 国際線空港業務の CLM を作成した。紙面の関係から作成した MCM 図の一部を図 4 に CLM 図の一部を図 5 に示す。

4 章の MCM/CLM からの E-R モデル抽出手法に従い, 国際線空港業務の E-R モデルを作成した。作成した図を図 6 に示す。

## 6. 結論

E-R モデルの作成は, 今まで作成者独自の判断で行われる部分が多かったため, 同じ対象の E-R モデルを作成しようとしても, 作成者ごとに異なった E-R モデルとなってしまうていた。本研究では, MCM/CLM から E-R モデルの抽出手法を考えることで, E-R モデル作成の一つのプロセスを確立することができた。この抽出手法により, 作成者の判断を可能な限り少なく, E-R モデルを作成することができた。また, 作成者ごとによる E-R モデルの違いも抑えることができた。

本研究による E-R モデルの抽出は, MCM/CLM から行われる。これにより, コンピュータによるシステム化が有効とされる協調業務において特に活用でき, データベースシステムの構築における大きな支援材料になると考えられる。

また, 本研究では E-R モデル抽出支援ツールの作成も行った。この支援ツールにより, CLM のデータをもとに, E-R モデルにおいて必要なデータを抽出できる。

今後の研究としては, 本研究によって抽出された E-R モデルをリレーショナルデータベースに載せることを考える。現時点では, 問題点としてキー属性の決定が行われていないことが挙げられるが, MCM や CLM に有効な情報がなく, この点に関しては, 作成者の判断でキー属性を決定することになると考えている。

## 参考文献

- [1] 長谷川 明子 : Multi Context Map Collaborative Linkage Map によるコラボレーションの分析法, 上智大学修士論文(2000)
- [2] 林 衛 : ER モデル・システム分析/設計技法, ソフトリサーチセンター(February 1993)

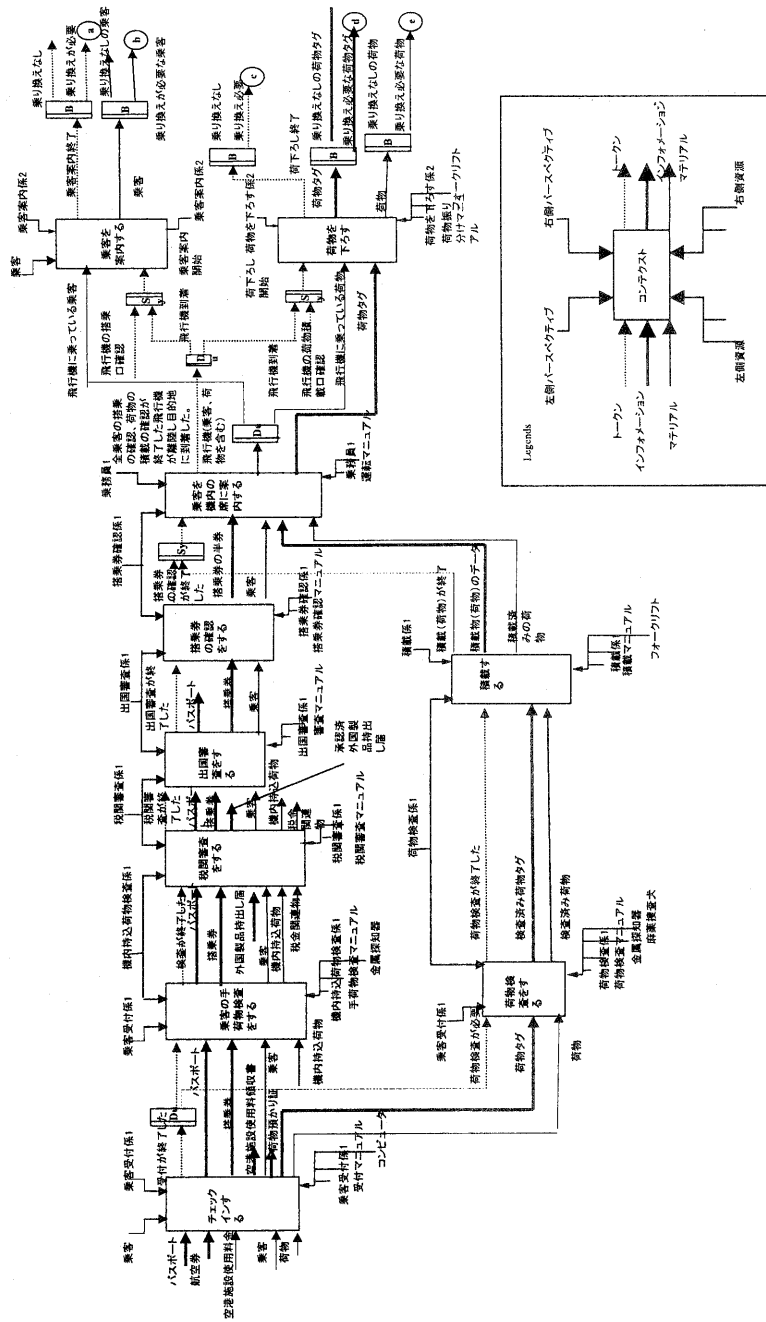


図 4. 国際線において空港が目的地に着くまでの人と荷物管理を支援するシステムの MCM 図 (一部)

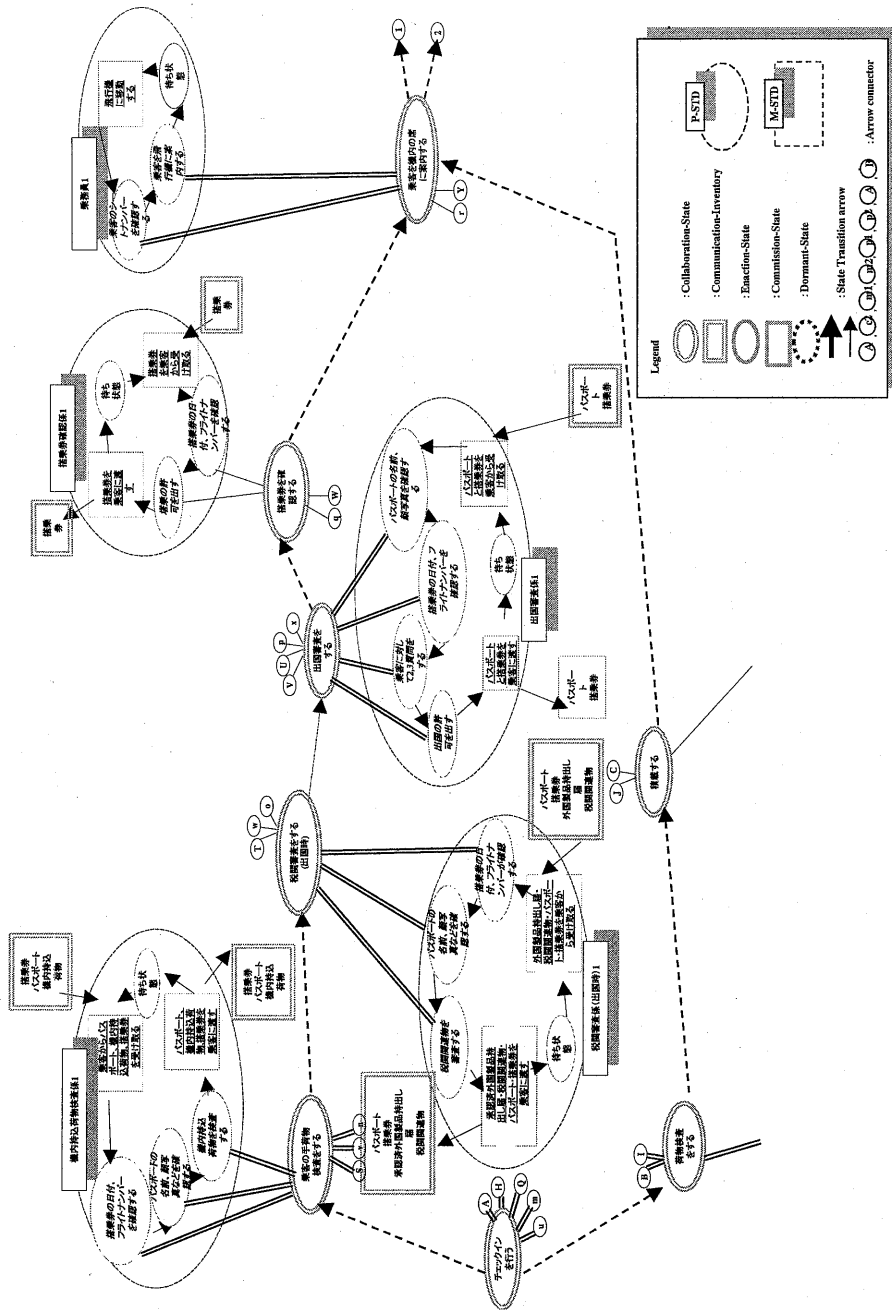


図5. 国際線において空港が目的地に着くまでの人と荷物管理を支援するシステムのCLM図(一部)

