

# 情報システムの変容とデータベース管理の未来

## Change in Information System and Future of Database Management

原 潔

**要 約** ビジネスの変化に対応するために情報システムを俊敏に変化させる課題の中心を、データベースの統合の課題とみる。データベース管理システムの原理、歴史的背景の復習をもとに、情報システムの複雑さをデータベース管理の面から整理する。データベースの未来環境としてのデータベース統合の世界を描き、変化対応力を持った情報システムを実現するために、「ドメインデータモデル」が重要であることを主張する。

**Abstract** A major subject of changing the information system quickly to respond to the changing business is regarded as the subject of the database integration. This paper organizes the complexity of the information system from the point of view database management on the basis of the principle of database management system, and the reviewal of its historical background. And then it describes the world of the database integration as future environment of database, and asserts the importance of “domain data model” in order to realize the information system quickly responding to changes.

### 1. はじめに

ビジネスの目的と目標の達成を可能にするのがビジネスの活動の仕組みともいえる「ビジネスシステム」である。その仕組みはビジネスプロセスとその規則や組織と要員などから構成される。ビジネスシステムを支えるのが「情報システム」である。情報システムは人間の知的活動などからなる部分を含むが、その多くの部分は情報技術で実現される。本論で言及する情報システムは、情報技術で実現された部分をさす。情報システムの使命は、自動化であり省力化であるが、根本のところではビジネス活動に関与する人々の協働を支援し成果を出させることにある。

企業を取り巻くビジネス環境の変化のスピードが速くなってきている。また情報技術の発展も目覚ましい。ビジネス環境の変化や情報技術の発展に対して俊敏に対応できるかが企業の業績に大きな影響を与えるようになってきている。ビジネス環境の変化に対応するために企業内における事業の分割・統合、あるいは企業の合併・吸収などが行われ、異なる情報システムを統合することが求められる。問題は自社の情報システムが、ビジネスの求める変化のスピードに応じて変化できるようになっているかということである。すなわち、情報システムが変化に適合して変更できる構造になっていることが必要になる。そうでないとその場限りの変更を繰り返さざるを得ず、その結果情報システムがスパゲティ化（ソフトウェアがお互いに無秩序に結合して複雑な状態になること）していき、ますます変化に適合できなくなっていく。

情報システムにおいて重要なのは、ビジネスの状況を表現するデータでありその集合であるデータベースである。情報システムの統合の要はデータベースの統合である。ビジネスの変化に対応する情報システムの変化対応を背景に、データベース管理領域を全体的に俯瞰する。2

章でデータベース管理システムの原理，歴史的背景を復習し，3章で情報システムの複雑さをデータベース管理の面から整理する。4章でデータベースの未来環境としてのデータベース統合の世界を描く。5章で変化対応力を持った情報システムを実現するために，「ドメインデータモデル」が重要であることを主張する。

## 2. データベース管理システム

コンピュータという機械は，ビジネスの世界で利用されるようになった当初，電子データ処理システム（EDPS：Electronic Data Processing System）といわれていたように，データを処理する機械である。「データ」という言葉は，辞書的な意味では“given”に当たるラテン語の「与えられたもの」を原義としている。何らかの立論や計算の基礎となる既知のあるいは広く容認されている事実や数値のことである。プログラムもデータも「データ」として内蔵し，CPUが処理するアーキテクチャがコンピュータを汎用性のある機械にしている（ノイマン型）。何に対して与えられているかでプログラムもデータになりうることを注意しておく。

本論で言及する「データ」は，コンピュータで扱うもので次の特性を持つものとする。

- ① デジタル表現されたもの — デジタル表現されたデータを扱う。このことは画像や映像，音声デジタル化してしまえば，文字や数値と区別なくデジタル処理ができることを意味している。通常デジタルデータといった場合は，文字や数値で表現されたデータをさすことにし，画像や映像，音声などをデジタル化したデータをさす場合にはマルチメディア・データということにする。
- ② 永続性がある — データは不揮発性の記憶素子に記憶され，プログラムが終了しても保持されている。一般に磁気ディスク装置に記憶されることをさす。

コンピュータ内に記憶され，管理されている「データ」の集まりが「データベース」と呼ばれるのは，次の条件を満たしている場合である。

- ① データベース中のデータは統合されていること — 異なったデータでも，実世界の同一事物に関わるデータなら相互に関連付けられていることを意味する。
- ② データベースは企業の共有資源となっていること — 同じデータを利用者全員が必要とする形で参照できることを意味する。しかも，利用者が望むなら利用者が参照しているそのデータを好きな値に変更することができる。

この「統合」と「共有」の条件があることが，同じデータの集まりである「ファイル」と異なるところである（図1）。

「データベース」を管理することを専門にする基本ソフトウェアを「データベース管理システム」という。

企業活動にコンピュータを利用し始めた1950年代には，データの記録媒体としては紙カード，紙テープ，磁気テープなどが使用できるだけであった。1960年代に入り直接アクセスが可能な大容量の磁気ドラムや磁気ディスクが利用できるようになり，コンピュータネットワーク技術の発展とあわせオンライン処理が普及してくる。1970年代はオンライン・リアルタイム処理の開花の時期である。今は当たり前になっている銀行の普通預金口座システムや航空機のチケット予約システムなどが開発されるのもこの時期である。コンピュータネットワーク技術に加え，このような利用形態の推進を支えたもう一つが大容量の磁気ドラムや磁気ディスクを活用するデータベース管理システムである。

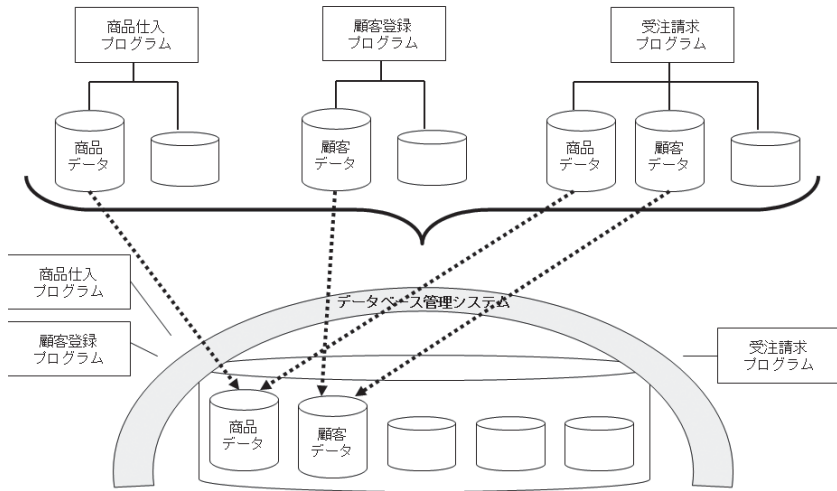


図1 データベース

データベース管理システムの歴史は、対象とするデータモデルによりネットワークモデル<sup>[1]</sup>、リレーショナルモデル<sup>[2]</sup>などと区別されているが、現在ではほとんどりレーショナルモデルを採用したものになっている。ネットワークモデルからリレーショナルモデルまで発展して行く中で、データベース管理技術が獲得した重要な技術成果は、データモデル機能と三層スキーマアーキテクチャ<sup>[3]</sup>、トランザクション管理<sup>[4]</sup>、問合せ最適化機構である。

共有されるデータベースを利用して個別アプリケーションが自由にデータ操作を行ってもその処理結果が信頼できるのは、ACID 特性を持つトランザクションという概念のおかげである。また、データモデル機能という考え方と三層スキーマアーキテクチャでデータをプログラムから独立して捉える見方（データ独立性）を提唱したことでソフトウェア開発の生産性を向上させた。ネットワークモデルを提唱したバックマンがチューリング賞受賞講演で強調したのは、「航海士としてのプログラマ」<sup>[5]</sup>であり、プログラムはデータの海を、目的を目指して航海

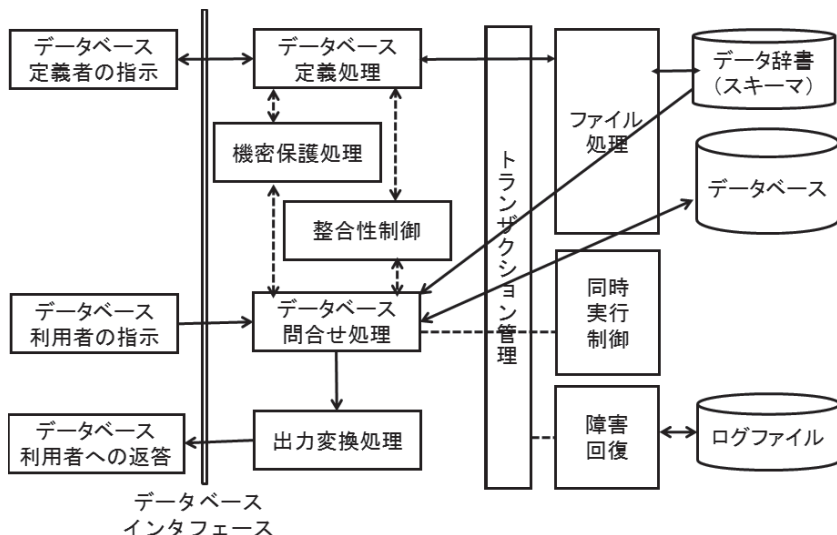


図2 データベース管理システムのアーキテクチャの典型例

するように作るべきだと「データ中心」の考え方を述べている。またリレーショナルモデルの提唱者であるコッドもチューリング賞受賞講演で生産性向上の基盤としてのデータベースを主張し、宣言的なデータの問合せの有効性を主張した<sup>[6]</sup>。

共有され、統合されているデータベースの恩恵無しに今の情報システムの成功はない。採用するデータモデルが何であれデータベース管理システムというソフトウェアのアーキテクチャは、データを安心して共有できるようにするために図2のようになっている。

### 3. ビジネス情報システム

ビジネスシステムを支援する情報システムのことを「ビジネス情報システム」ということにする（以下情報システムといえはビジネス情報システムのことをさす）。ビジネス情報システムは、ビジネス活動の事実を捉える「情報」のシステムである。ビジネス活動の複雑さを反映してビジネス情報システムも複雑なシステムとなる。企業はその目標を達成するためにビジネス活動を分割し適切な組織を割り当てる（製造部門、販売部門、など）。したがって部門の活動を支援する情報システムのあつまりとしてビジネス情報システムは構築されることになる。ビジネスの目的・目標を達成するために、部門の情報システムはお互いに関連しあいつのまとまりを構成する（図3）。この一つのまとまりは情報システムにより必ずしも自動化を目指すものではない。ビジネス活動に関与する人々の協働を支援し一つのまとまりを構成し、成果を出させることに情報システムの役割はある。この面からは情報システムを構築する時のマン・マシン・インタフェースの設計（画面設計）は重要である。

ビジネス情報システムを構築する時、組織が関心を持つ実世界に存在する人や「もの」、実世界で行なわれる「活動」あるいは発生するできごと（「こと」）の事実を表わすようにビジネスのデータを設計する必要がある。そして、その採取・蓄積・加工・参照を情報技術により正確かつ迅速に行なう情報システムとして構築することが肝要である。情報システムは本質的に「情報」のシステムであり、情報技術はその実現手段にすぎない。

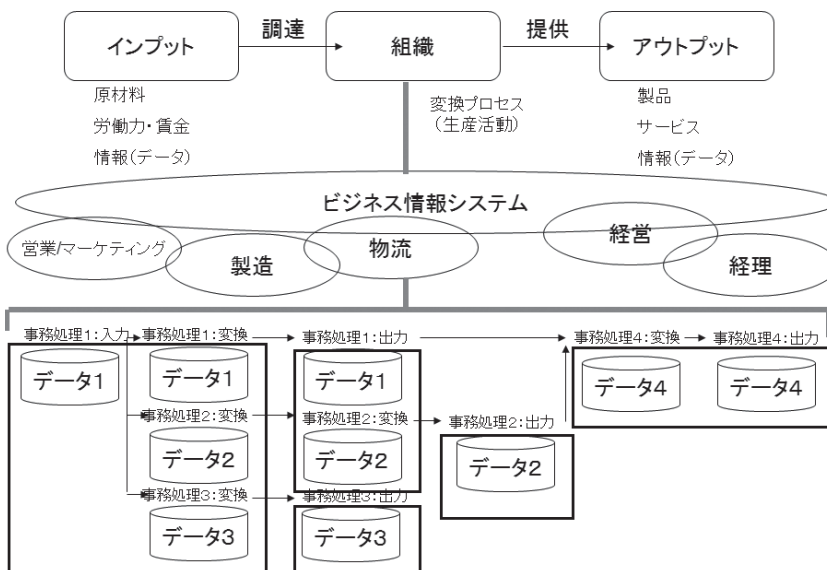


図3 ビジネス情報システムの全体構成例

事実を表わす情報をデータベースに蓄積し、ビジネスに関与する人々が自律的に参照できるなら、人々は刻々と変化する状況の中で自分がいま何を為すべきか自分で考え、判断し、「協働」をより円滑に成し遂げることができる。

ビジネス情報システムには、「もの」や「こと」の事実を捉えるトランザクション系システム（あるいは基幹系システム）と、蓄積されたデータをいろいろな側面から分析し、意思決定を支援する情報系システムとがある。ビジネスの価値を高めるのは情報系システムかもしれないが、それが可能になるのはトランザクション系システムでビジネスの事実をしっかり捉えているからである。本論では、トランザクション系のシステムを念頭に論じ、情報系システムについては別の機会に回す。

ビジネス活動の仕組みに応じてビジネス情報システムも複雑なシステムになる。インターネット/ウェブの普及により情報システムは分散システムになり、より複雑さを増している。災害対策のため遠隔地にバックアップシステムを構築した場合のデータの同期をどう取るのか、ネットワークをまたがった処理でのトランザクション管理をどうするのか、など。さらに最近では、ブログやツイッターなどのウェブ上に存在する外部のデータをビジネスに活用する動きもあり、今までのビジネス活動で取り扱っていた量をはるかに超える大量データを扱う問題にも遭遇している（ウェブ系）。外部データの信頼性をどう担保するかも課題である。また組み込み機器やセンサーネットワークの発展により機械同士で自動的にデータに基づいたビジネス・アクションを実行することも可能になってきており（センサー系）、ますますシステムの構成は複雑になってくる（図4）。図4における矢印は各系間のデータの流れを示している。破線の矢印は、データの信頼性に注意がいることを示している。

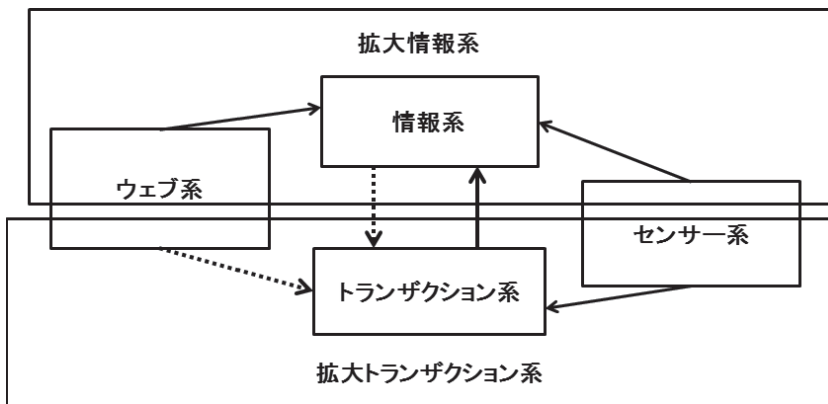


図4 ビジネス情報システムの構成

#### 4. データベース統合

図3で示したようにビジネス情報システムは、多くの部門の情報システムの集まりからなる。企業の目的・目標を達成するためにこれらの部門の情報システムは統合されているはずだが、現実にはそうはなっていない場合が多い。その理由は、全部門の情報システムが一挙に構築されることはなく、時期をずらして構築されることにある。そのことによって使用するハードウェアやソフトウェアが異なってくる。また部門によって用語や概念が異なっている場合がある。同じ顧客といっても販売部門という顧客と製造部門という顧客は同じ意味を持っていると

は限らない。部門横断的にデータを扱おうとすると困ったことになる。

異なる情報システムのデータを統合する場合には図5のようなものがある。

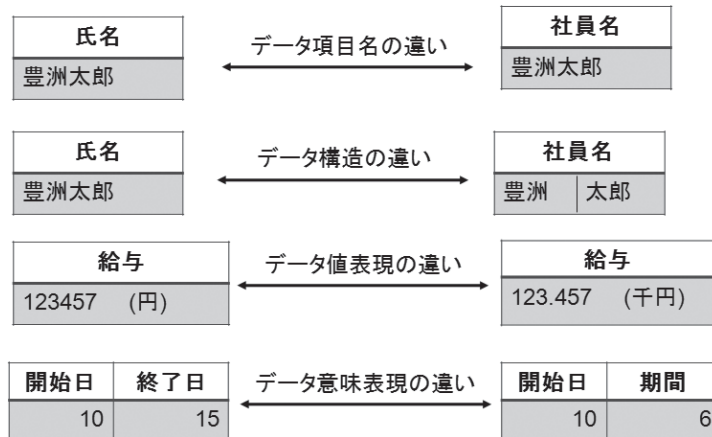


図5 データの異種性の例

このようなデータの異種性を解決する技法のひとつにデータ・クレンジングという技術がある。また、ビジネスを通して共通に使うべきデータの名称や、その属性などを統一的に扱えるようにするマスタデータ管理 (MDM) という技術がある。データを統合するにはデータの名称や意味、表現を記録したメタデータや変換のルールなどを管理し、それらを使用して変換する機能が必要になる。異種性を持ったデータベースを統合的に扱うには、連邦データベースシステム<sup>[7]</sup>という考え方がある。個々のデータベースシステムを自律したものとし、大域的なスキーマで個々のスキーマのデータを統合するものである。

トランザクション系の複数のデータベースからのデータを情報系 (分析系) のデータベースに変換・編成しデータ分析を行なういわゆるデータウェアハウス (DWH) の領域では、データ・クレンジングや MDM といった技術が活用され、十分にその機能の成果を出している。また分析用に実データベースを構築せずに、トランザクション系のデータベースに対し仮想的な論理ビューを構成し仮想統合を行なうもの (データベース仮想化) もある。

情報系のデータベースを構成するデータ統合技術は、本論で課題としているビジネス情報システムの変化対応に向けたデータベース統合のためには、データの更新が制約されること、現スキーマから統合ビューを構成する方式では設定できるデータモデルに制約があることなどの不十分さがある。

統合されたスキーマ (大域的なスキーマ) と個々のスキーマの差異をどう解決できるかで統合の範囲や有効性が決まる。そのためにビジネスの関心対象となる物事を表現する「ドメインデータモデル」を中心に既存スキーマとの写像、大域スキーマへの写像と分けて対応できるのがよいと考える。連邦型データベースを構成する場合の大域スキーマを、ドメインデータモデルを軸に構成する場合の例を図6に示す。

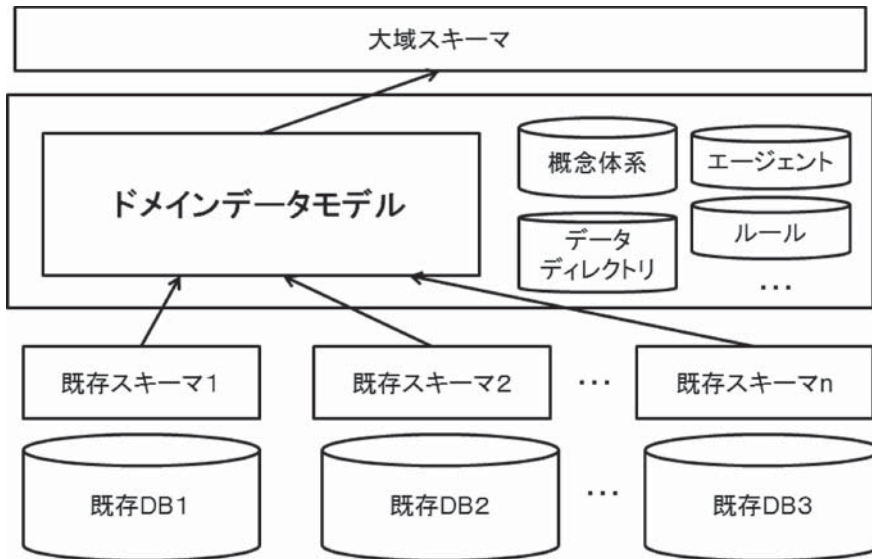


図6 連邦型データベースにおける大域スキーマの構成例

### 5. ドメインデータモデル

ビジネス活動の事実を捉え、関心対象物がどのような状態になっているか把握することがトランザクション系情報システムの使命である。トランザクション系情報システムは、ビジネスの変化に応じて段階的に変化していかざるを得ないものである。ビジネス情報システムには完成像がないといえる。ビジネス組織が変化すると必然的に情報システムを変更しなければならない。したがって情報システムは迅速に変更・拡張できるしなやかな構造を持つていなければならない。開発だけでなく、変更・拡張・改良・分離・縮小などが円滑にできるように、ライフサイクル全体を考慮して情報システムを構築すべきである。

「ドメインデータモデル」はデータを用いて「ビジネスの関心対象となる物事」に関する概念を表現するものであり、情報システムの概念スキーマと一致するものではない。ドメインデータモデルがビジネスに関与する人々が持つ概念に沿って「もの」や「こと」の事実を捉えるように描けているなら、ビジネスの関心対象である実世界の構造が鮮明に情報システムに反映される。

ビジネスの事実を捉えるデータを「一次データ」と呼ぶ。情報システムは一次データを採取して、データベースに蓄積する。このとき、ドメインデータモデルで獲得されている概念の中で情報システム化の対象から外れるものがあることに注意を払う必要がある。人間系で対応したほうがよい部分は情報システム化の範囲外になるからである。蓄積したデータを加工して得るデータを「二次データ」と呼ぶ。一次データの質が情報システムの質を左右する。一次データが実世界の事実を正確に捉えており、その意味を利用者たちが理解でき、品質を保証できることが肝心である。このため、一次データを管理するシステムが肝要であり、二次データを生み出すシステムは目的に応じたパッケージを活用するなど、使い捨てのシステムでもよい。

ドメインデータモデルを描く目的は、ビジネスの現状を把握し、それを情報システム構築に結び付けていくことである。人々が意思疎通できるようにするために「概念」を表す言葉とその意味を共有する必要がある。そのことによって異なる部門間でのコミュニケーションギャップ

ブを解消するためである。ドメインデータモデルを連邦型データベースシステムの大域スキーマの生成に採用すると有効である。既存システムのデータモデルを表したスキーマ（群）に対しビジネス変化に対応した情報システムのスキーマを直接対応させるのではなく、ドメインデータモデルを仲介して対応させる方法は、三層スキーマ・アーキテクチャにおける概念スキーマと同じような変換の安定軸を与える。

ビジネス変化に対応して俊敏にビジネス情報システムを対応させていくためには、ビジネスの世界の「もの」や「こと」の事実を捉えた「ドメインデータモデル」を利用し、既存の情報システムのスキーマ情報との対応をとり、自律したシステムの融合を実現する連邦型の統合データベース管理システムを採用するのがよいと考えられる。

## 6. おわりに

情報システムは、ビジネス活動に関与する人々の協働を支援し、成果を出させることに貢献するものとして開発されなければならない（図7）。そのためにはドメインデータモデルを作成し、変わらないものを軸に変化していける情報システムのアーキテクチャを具体化していく方法の開発が今後の課題となる。

さらに、行動経済学や認知科学などの発展によりデジタル化できるビジネスの関心対象が広がり、これまでの「もの」-「こと」観では、対象にしなかったもの、あるいはこれまでは二次データの扱いであったものを一次データとして扱うことが必要になる場面も出てくる。したがってドメインデータモデルも変化する対象になり、ドメインデータモデルの変化の管理の仕組み、それに応じた情報システムの概念スキーマの変化を管理する仕組みの検討も今後の課題となる。

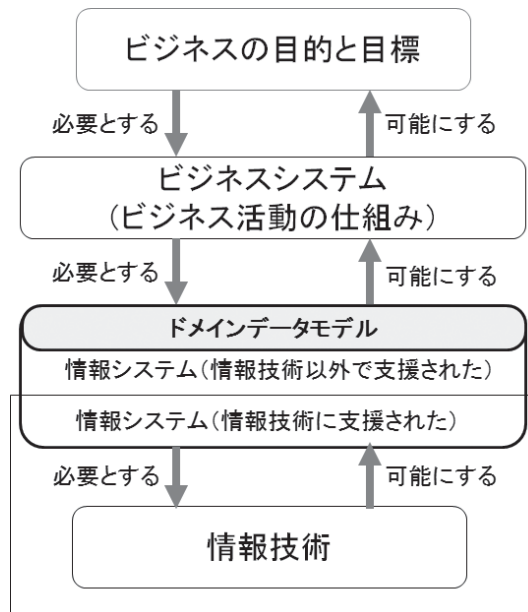


図7 ドメインモデルを軸にしたビジネスシステムと情報システムの関係



- 参考文献**
- [1] Data Base Task Group Report to the CODASYL Programming Language Committee, October 1969
  - [2] Codd, E. F, A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, CACM 13, 6, 1970
  - [3] ANSI/X3/SPARC 75, ANSI/X3/SPARK Study Group on Data Base Management Systems, Interim Report, ACM FDT, 7, 2, 1975
  - [4] Gray, j. et al. The Notation of Consistency and Predicate Locks in a Database System. CACM 19, 11, 1976
  - [5] Bachman, C. W, The Programmers as Navigator, CACM 16, 11, 1973
  - [6] Codd, E. F, Relational Databases: A Practical Foundation for Productivity, CACM 25, 2, 1982
  - [7] Davis, R. D, Data Virtualization, RJE & JRD, 2011

**執筆者紹介** 原 潔 (Kiyoshi Hara)

1970年日本ユニシス(株)入社, 現在, 先端技術ラボ所属. 情報システム学会 編集委員, 青山学院大学 非常勤講師, 東京理科大学非常勤講師.

