

# 第1章

## 異種統合型情報サービスシステムの

### ニーズと課題

#### 1.1 背景

前節の序論でも述べたが，社会環境は日々変化しており，グローバル化，高度情報社会，企業間の連携と統合，景気の低迷・回復などに見られるように大きな環境の変化を受けており，社会の構造・組織などはこの変化する環境への即応などを迫られ，これに対応して変化している．これらの影響はシステムにも及んでおり，これまでのシステムには信頼性・安全性だけが求められていたものが，今や社会や利用者からの要求の変化に即座に対応し，その責任を果たしつつけることが求められてきている．また，ネットワークの発達に伴い多くのシステムが有機的に接続されるようになっている．このようなシステムでは異種のニーズを持つだけでなく頻繁にニーズが変化しているなど，システムの外的変化及び内的変化の両方に対して対応が求められており，システムの安定稼働が今まで以上に求められている．システムの社会における責任はより一層重くなっていると言える．

また，昨今の情報技術の進展，とりわけ半導体の高集積化，高性能CPU，ネットワーク，モバイル通信技術等々により，システムをメインフレーム中心の集中型のシステムから，近年は小型汎用機による大規模分散型システムへと変ってきた．このような背景の下で大規模オンラインシステムを取り巻く環境は大きく変化している．特に，最近のリアルタイム制御システムにおいては情報サービス機能が付加されるようになってきている．例えば従来はリアルタイム制御を主体にシステム化してきた鉄道の輸送管理システムシステムにおいて，制御に関連して集めた運行情報を乗客への情報サービスに直接使用する業務を1つのシステム内に共存させようという考え方である．従来は種類の異なるアプリケーションは別のシステムに分けて，実現させることが多かったが，近年は小型汎用機やネットワークの進展と共に，別なシステムを作るよりも，1つのシステムの中で共存させた方が多様なニーズに対して柔軟に応えることができる上，経済的にも有利であるとの判断の下，このような異なる種類のアプリケーションを共存させるシステムが多くなっている．また，ICカード技術も記憶容量の増大，セキュリティの強化，カードの薄型化などが実現し，特に無線通信を用いたICカードはその利便性から鉄道乗車券や電子マネーなどへの利用が拡大している．情報サービスシステムにICカ

ードを利用した例では、多数のユーザのカードと端末との高負荷トランザクション処理においてはリアルタイム処理による高速性と、あわせて高い信頼性が求められている。

このように、高負荷トランザクションを処理する情報サービスシステムと設備機器を含む制御システムを統合したシステムを「異種統合型情報サービスシステム」と呼ぶこととする。

## 1.2 アプリケーションニーズ

前述のような環境の中で、情報サービスシステムのアプリケーションニーズ（システムによるサービスを提供する側と受ける側の両方のユーザニーズを「アプリケーションニーズ」と呼ぶこととする）について考察する。

鉄道では、以前は安全で正確な運転がされていれば利用者のニーズを満足していたものが、最近では、より便利で快適であることが求められており、例えば、夜間の運転時間の拡大、自社内だけでなく他社の鉄道線路への直通運転、駅の中をスムーズに移動したい、会社が変わるたびに切符を買わなくとも乗り換えしたいとの要望など、さまざまなニーズ・要望が出ている。

金融・流通業界では、昔は窓口での入金・引き出ししか出来なかったものが、昭和 50 年代に実用化された ATM (Automatic Teller Machine) の普及により取引銀行だけでなく他行のカードによっての口座取引が出来るばかりでなく、最近ではインターネットによる取引 E-Comerce (電子商取引) によっていつでもどこでも、これらができるようになってきている。さらに、セキュリティの高い IC カードの導入により、電子マネー機能などの決済機能と連動した付加サービスも出来るようになってきた。これらは、以前はサービス時間が限定されていたが、社会生活の変化の中で、夜間においても、土日・祝日にもサービスを受けたいという要望から営業時間帯が次第に拡大してきおり、何時でもどこでもどこからでも利用できる環境が求められている。したがって、このような「サービスの継続」というニーズに対応するためにシステムも無停止化せざるを得ない状況となっている。さらに、システムが単に継続して稼動するだけで無く、高負荷トランザクションの時も高速かつ信頼性の高い処理を滞りなく行い、待ち時間を最小化するなど、システムにおける処理の「流動性の確保」も求められている。

このように、情報サービスシステムにおけるアプリケーションニーズは高負荷トランザクション「サービスの継続」と「流動性の確保」が重要となっている。

## 1.3 システムニーズ

前項のアプリケーションニーズによるシステムニーズについて考察する。

アプリケーションニーズとしての「流動性の確保」をシステムとして実現するには高負荷トランザクションを端末レベルで高速処理するために「設備制御システムによるリアルタイム性」が必要である。また、一方で「情報システムにおけるデータの信頼性確保」も必要である。

もう1つのアプリケーションニーズである「サービスの継続」についてはシステムが故障、拡張、改修などの変動環境下でもシステムは「稼働の継続」が必要であり、また、このような変動に対してシステムが適応することが求められてきている。これらの対応はシステムを新しいシステムに更新することによって対応できるが、新たなシステム構築はコスト増をまねき、既存の稼働しているシステムを段階的に変更していくということも必要となってきた。しかも、これらの対応はシステムを停止して行うのではなくシステムを稼働させサービスを停止しない中で行うことも要求されている。つまり、「システムの適応性」が必要となっている。

このように、異種統合型情報サービスシステムにおけるアプリケーションニーズとシステムニーズをまとめると図 1.1 に示すとおりとなる。

アプリケーションニーズ	システムニーズ
流動性の確保	制御システム: リアルタイム
	情報システム: 高トランザクション
サービスの継続	稼働の継続
	システムの適応性

図 1.1 アプリケーションニーズとシステムニーズ

## 1.4 システム要件

本項では異種統合型情報サービスシステムにおけるシステム要件を従来システムとの違いの視点から明確にする。

まず、日本での代表的な業種のシステムを例にとって前節に述べたニーズを満足するためにシステムに求められる要件について、以下に整理する[21]。

## 各種企業システム

- ・ 企業合併などの環境変化に応じて対応できること（適応性）
- ・ さまざまな職種の企業間での情報交換に対応できること（異種性）

## 鉄道システム

- ・ 運転制御情報と旅客案内情報の混在が出来ること（異種性）
- ・ 新線開通、停車駅パターンの変更に対応できること（適応性）
- ・ 会社間相互の乗車にシステムが対応できること（異種性、適応性）

## 製造システム

- ・ 異種システムが互いに連携して動くことを保障する（異種性）。
- ・ ユーザニーズに即応できる製造システム（適応性）。

システムの統合・結合・更新を行うに当たって、このように異種性、適応性、が求められる。

### 1.4.1 従来システムとの違い

異種統合型情報サービスシステムについて、従来のメインフレーム中心の集中型システムの例と比較して述べる。従来型の代表的な集中型のシステムに銀行システムやクレジット会社のシステムを図 1.2 に示す。システムの中心となる計算機システムは2重化複数台系システムで複数台が常時デュアル運転を行い、一部が待機予備系となっているのが通常である。銀行カードやクレジットカードによりATM (Automatic Teller Machine) などの端末からユーザが入出金などの処理を行うが、オンラインで数秒かかり、データ量は数十バイト程度、トランザクションは一日当たり百数十万程度であり、いわゆる階層型集中情報処理システムである。情報処理の視点からシステムが構築されており、ここでは「情報処理システムビュー・アプローチ」と呼ぶ。しかし、このシステムでは高負荷トランザクションを高速処理しかつ、高信頼性が必要な「情報サービスシステム」の対応には限界がある。

これに対して最近の大規模分散システム（例えば東京圏輸送管理システムATOSやICカード乗車券システム）は駅の端末や駅サーバ（連動装置など）も含めて全体をネットワークで接続し、有機的に結合する大規模自律分散システムである[20]。これらシステムの特徴は制御系システムと情報系のシステムが統合されたシステムであり、オンラインリアルタイムで処理される制御システムの視点からシステムが構築されており、ここでは制御システムビュー・アプローチと呼ぶ。

図 1.3 に示すように、異種統合型情報サービスシステムは高負荷トランザクションを

処理する情報サービスシステムにおいて「処理の高速性／情報の信頼性」などの「異種のニーズ」, 「制御システム／情報システム」などの「異種のシステム」, 「有線通信／無線通信」などの「異種の手段」を統合したシステムである.

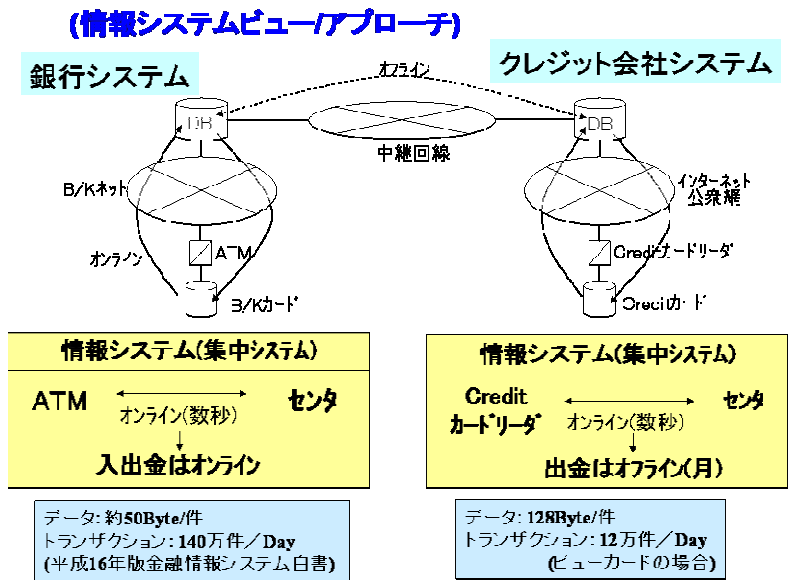


図 1.2 従来情報システム (集中システム) の例

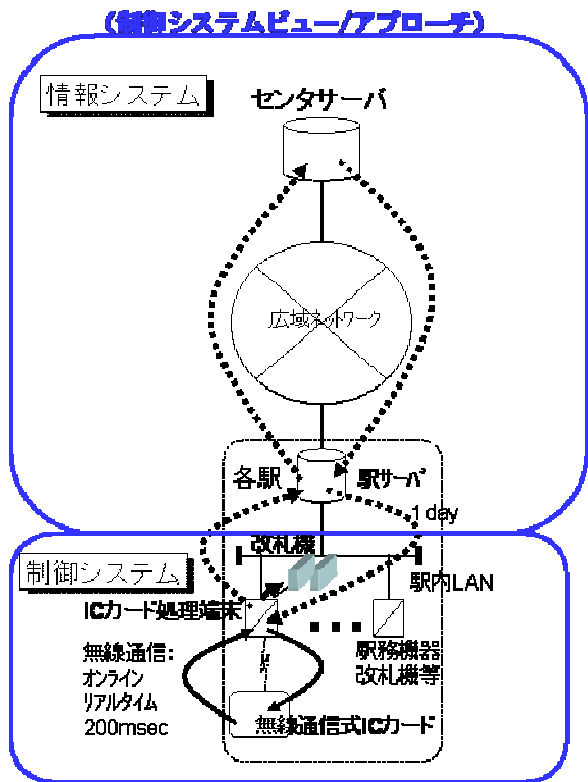


図 1.3 異種統合型情報サービスシステムの例

## 1.5 異種統合型情報サービスシステムにおける課題

異種統合型情報サービスシステムにおけるニーズは 1.2 項, 1.3 項にある通り, システムの安定稼働と高速処理性, 高信頼性の確保である. この 3 つの要素を実現するための課題は以下のとおりである.

### (1) システムの安定稼働

有線通信と無線通信などの異種システムが統合されたシステムや制御システムと情報システムが統合されたシステムなどの異種統合型情報サービスシステムの安定稼働を実現するには, システムアーキテクチャと処理技術の 2 つの問題がある. システムアーキテクチャとしては, このようなことが可能なシステムアーキテクチャにしておかなければならない. また端末レベルでの高速処理を行う技術, システムの信頼性を確保する技術が必要である. この観点では自律分散システムのシステムアーキテクチャが極めて有効である [4, 5, 6, 7, 8].

異種統合の視点に立ったシステムアーキテクチャ構築技術を本論文では研究対象としている.

### (2) 高速処理性

従来の集中処理システムでは情報処理システムの視点から論じることが多く, 昨今のような高負荷トランザクション大規模システムにおける失敗事例はその多くがトランザクション(処理量)急増時の対応である. このため, 高負荷トランザクションに対応するため, 端末レベルの処理をオンラインリアルタイムの制御システムとし高速処理する方法がある. 最近は駅の自動改札の例のように, さらに個々の端末レベルでの処理を高速化する必要が生じており, 課題となっている. 高速処理技術として並列処理や分散処理の技術があるが, 高負荷トランザクションの条件下で高速処理を可能とする技術の研究はまだ進んでいない. このため, システムのアシユアランス性の観点から, 処理を前処理と後処理に分割して高速処理行うなどの自律分散処理の技術とその評価方法を本論文では研究対象としている.

### (3) 高信頼性

分散システムでデータ更新処理の信頼性確保の技術として, トランザクションデータが複数のデータベースサーバを更新する場合には全てのデータベースサーバが更新されたか, または全くされなかったかのいずれかであることを保証する技術として 2 相コミットメント制御 [29] がある. しかし, 無線通信や異種統合型情報サービスシステムにお

いてはサービスの継続，処理の流動性確保の観点から信頼性を確保する前提で，ある一定の条件下ではデータの不一致な状態を許容する必要がある．このためシステムのアシュアランス性の観点から，本論文ではデータ整合化の技術とその評価方法を研究対象としている．

## 1.6 研究の方向性

第1章では異種統合型情報サービスシステムのアプリケーションニーズ，システムニーズ，システムの要件と課題などについて述べてきた．この中で，高負荷トランザクションを処理する情報サービスシステムと設備機器を含む制御システムとの異種統合型情報サービスシステムのアプリケーションニーズとシステムニーズについてその関係を明確にした．このような異種統合型システムにおいてはシステムの障害，拡張，保守などのシステム状況変動時にも，高速性，高信頼性とリアルタイム性を両立させ，サービスの継続を保証するアシュアランス性が求められることを示した．しかし，従来の集中・分散管理システムでは，前記のようなアシュアランス性には対応できないことも述べた．

本論文では異種統合の視点に立ったシステムアーキテクチャ構築技術，アシュアランス性保証のための技術とその評価方法を研究し，更に，実システムへ適用し，その有効性を実証することを研究課題とした．