

ヘテロジニアス・コンピュータ コンプレックスの利用法について

水町 肇, 稲垣 充廣, 山川 修三

(日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所)

1. はじめに

近年、ベクトルプロセッサやデータベースマシン等の専用アーキテクチャを持つ計算機と汎用計算機との接続に見られるように、異なるアーキテクチャを持つ計算機（以下、異機種と言う）相互間をチャンネル接続したヘテロジニアス・コンピュータ・コンプレックス構成のシステムが数多く構築されている。このような異機種の計算機から成る複合計算機構成システムを単に異機種構成と呼ぶ。

従来、複数の計算機を接続する方法として同種の計算機から成るマルチプロセッサ構成や通信回線を用いた計算機ネットワーク接続が一般的であったが、複雑化する計算機システムに対する社会的・技術的な要因を背景に異機種構成が増えていると考えられる。従って異機種構成の現状を調べその利用方法を考察することは、将来の計算機システムのあり方を探る意味で意義のあるものとする。

そこで本稿では、まず異機種構成における計算機間接続の形態に着目し実例を基に異機種構成の分類を行うと共に、そこで用いられている主要な技術及び出現の背景を調べる。次に新たな展開が予想される異機種構成の利用分野について考察し、最後に異機種構成の若干の評価を行ったので報告する。

2. 異機種構成の分類と実例

異機種構成は、大量のデータの転送や高速な電文の送受信等のデータ転送機能の実現、専用計算機を有効に利用するための負荷分散、機能分担の実現等、その目的に応じて次に示す4つのレベルで整合が図られている。

①ハードウェア（物理）レベルの整合

チャンネル間での信号電圧やデータ転送速度、転送路のビット幅等のハードウェアの物理的なインタフェース条件の整合を図る。

②アクセスレベルの整合

チャンネル接続された計算機間でのデータ転送に伴うチャンネル装置の制御、データ転送手順の制御等の基本的なアクセス方法の整合を図る。

③資源利用レベルの整合

他計算機への処理の依頼、ファイル転送の要求等のように接続されている相手計算機を持つ資源を利用するために必要な整合を図る。

④サブシステムレベルの整合

計算機間でのスプーリング機能を持ち、空いている計算機へ処理を分配する等の機能を提供し、システムの効率的な運用を行うための整合を図る。

表1. ヘテロジニアス・コンピュータ・コンプレックスの分類

分類	アクセス法	接続装置	通信の用途	構成概略 [アクセスのイメージ]
物理レベル	相手計算機をI/O装置に擬似してアクセスする。	チャンネル装置 [I/O装置間の物理的な整合を図る。]	データの転送 ・ファイル転送	
アクセスレベル	共通プロトコルを設定しアクセスを行う。FEP-HOST機能分散方式がある。	チャンネル装置 [プロセッサ間の物理的な整合を図る。]	・メッセージ転送	
資源利用レベル	共通のアクセス法を基に相手計算機へ処理を依頼する。HOST-BEP機能分散方式がある。	チャンネル装置 [プロセッサ間の物理的な整合を図る。]	処理の依頼 (片方向)	
サブシステムレベル	互換アクセス機能を用いて接続した異機種計算機による疎結合マルチプロセッサ構成 (LCMP: Loosely Coupled Multi-Processor) がある。	チャンネル装置 [プロセッサ間の物理的な整合を図る。] 磁気ディスク装置: DASD	処理の依頼 (両方向)	

ここでは異機種構成の接続に関してどのレベルまでの整合が図られているかに着目し、物理レベル、アクセスレベル、資源利用レベル、サブシステムレベルの4つに分類した。

(表1) 以下、各接続レベルでの特徴をよく表しているシステムの実例を基に異機種構成の出現の背景、特徴、利用目的等を調べる。

2. 1 物理レベル

ハードウェアの整合を図るためにチャンネル接続装置 (CCN, Channel CoNnector) を用い計算機間を接続しており、お互に相手計算機を磁気テープ装置等のI/O装置と見なし各々の計算機が既に持っているI/Oアクセス手順を用い計算機

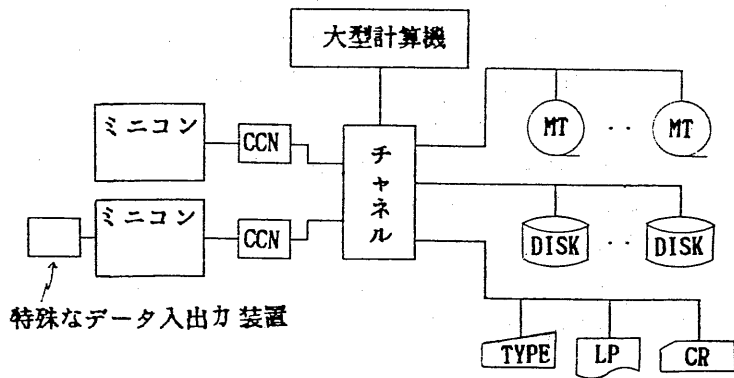


図1 実験システム構成

間のデータ転送を行う。

実例として特殊な入出力装置との接続が容易なミニコンとデータの解析を行う大型計算機とを接続した実験システムがある。(図1) このシステムは、従来MTを媒介として行っていた計算機間のデータの受渡しを高速化し、実験をスムーズに行うことを目的として構成されている。チャンネルへのアクセスは、OSが持つ周辺装置アクセス用のソフトウェアを流用しており、AP(Application Program)が直接OSのマクロ群をコールしてデータの転送を制御している。

2.2 アクセスレベル

計算機間に共通なハードウェアインタフェース及びアクセス方法を設定し異機種間でのデータ転送機能をシステム側で提供している。

実例として通信管理機能を持つ計算機をFEP(Front End Processor)、業務処理を行う計算機をHOSTとしたFEP-HOST機能分散システムがある。⁽¹⁾

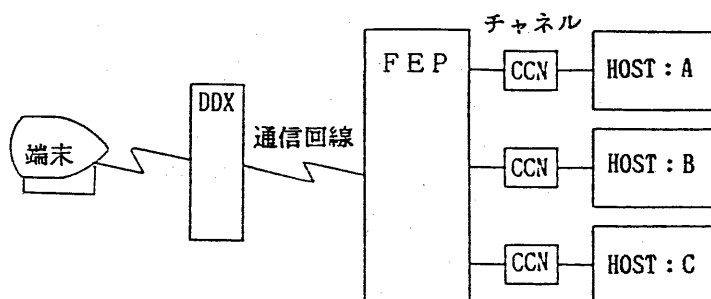


図2. FEP-HOST機能分散システム構成

(図2) このシステムは、既に業務処理用に運用していた

システムのオンライン化を図る目的で構築された。チャンネル接続は同一センタ内に設置された計算機間の接続を対象としており、接続する計算機の数も限られている。従って、この接続は複雑なネットワーク管理機能を必要とせず通信回線を用いた接続に比べ少ない工数でしかも高速なデータ転送機能を提供している。本システムでは次に示す4階層からなるプロトコルを設定しデータ転送機能を実現している。

(a)チャンネル間の物理的なインタフェースを規定したハードウェアレベル。

(b)CCNに対するコマンド等を規定したフィジカルレベル。

(c)計算機間でデータを授受するための情報フォーマット及び制御手順を規定したロジカルレベル。

(d)APからのコマンドの使用方法、送受信電文の扱いを規定したAPレベル。

2.3 資源利用レベル

ハードウェア及びアクセスレベルでの整合により実現されたデータ転送機能を基に、接続により処理を相手計算機に依頼しその結果を受け取る機能をシステムが提供する。この機能によって、相手計算機を持つCPU処理能力やデータベース等の資源を利用することができる。

実例としてベクトル演算用のスーパーコンピュータと汎用計算機とを接続したスーパーコンピュータ接続システムがある。⁽²⁾(図3) このシステムでは、コンパイル等のプログ

ラム実行以外の処理を汎用機、ベクトル演算向きの処理をスーパーコンピュータに分担させることによって高価なスーパーコンピュータの能力を最大に発揮させている。

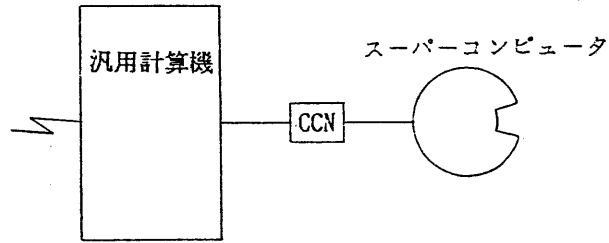


図3. スーパーコンピュータ接続システムの構成

2. 4 サブシステムレベル

互換機相互が持つ複合計算機構成に共通なハードウェア、ソフトウェアの機能を用いて接続する。この方式は、同機種間でのL CMP (Loosely Coupled Multi-processor) 構成と同様なものであり異機種構成と呼べない面もあるが、ハードウェア、ソフトウェアのインタフェースを合わせることで内部の制御方式は独立に実現できることから異機種構成の一つの方式と言えよう。

実例として互換機接続システムがある。⁽³⁾(図4) このシステムは業務処理の増加に伴い段階的なシステムの拡張をはかるため、既存計算機の互換機を増設したものであり、システムの拡張容易性を実現している。ここで示した例ではチャンネルと磁気ディスク装置 (DASD: Dynamic Access Shared Disk) を用いて接続されている。

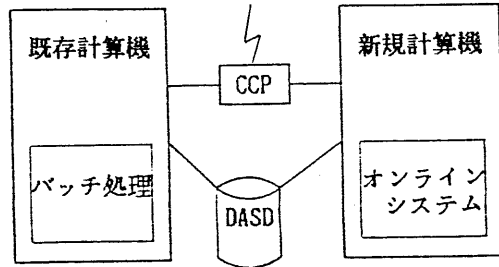


図4. 互換機接続システム構成

3. 異機種構成の新たな利用分野

前節で示した異機種構成の実例をみると、計算機資源の内CPU処理能力、高速演算処理等を行う計算機のようにハードウェア資源の計算機相互間での効率的な利用に重点を置いたシステムであり、これが異機種構成システム構築の主な目的となっているのが現状である。

しかしながら、計算機システムに対するハードウェアとソフトウェアの状況について、次のようなことが言われている。

- ①システム開発に掛かるコスト的な比重がハードウェアからソフトウェアに移っており、現在ではハードウェアよりソフトウェアのコストの方がより大きいと言われている。
- ②ソフトウェア資産の蓄積が進み、システム更改時の機種選択に対して大きなインパクトになりつつある。
- ③システム構築に必要なとされるソフトウェア量は益々増大し、システム提供側の開発

力がシステム開発のネックとなっている。⁽⁴⁾

これらのことから、ソフトウェアをいかにうまく開発・利用するかが今後システムを構築する上での問題であると言える。

異機種構成は、正にこの問題を解決する一つの方法として既存ソフトウェア資源の利用を可能にするものと考えられる。以下に既存ソフトウェアの利用を目的とした異機種構成の新たな利用分野について幾つか述べる。

3. 1 ソフトウェア資産の活用

何らかの理由で現行の計算機を異なるアーキテクチャを持つ計算機に更改すると、アドレッシング、ファイルのアクセス方法等の違いからこれまで開発・運用してきたソフトウェアを捨て、新規にソフトウェアを開発しなければならない。互換機と言われる計算機間であってもデータベース、データ通信機能まで互換が図られていることは少なく、新機種導入のためにソフトウェアの移植や新規開発が必要となりコスト的に高いものになってしまう。

このような場合、既存の計算機と新規に導入する計算機とを接続し異機種構成システムとすることで既存のソフトウェア資産をそのまま利用でき、新規の計算機は既存計算機に依存せずに機種選択できることになる。

3. 2 流通ソフトウェアの利用

既存システム上で利用者のニーズに応じるソフトウェアが存在しないものは、新規開発する必要がある。このような場合、既に他の計算機システム上で必要としているソフトウェアが開発されていれば、それを利用することでソフトウェア開発の軽減を図ることができる。

そこで既存システムと新規開発が必要とされているソフトウェアが動作可能な計算機とを接続し異機種構成とすることで、システム全体からみると両者のソフトウェアが利用可能となり、利用者の要求に応えやすくなる。このことは、これまでのように幅広い分野でのソフトウェアの開発を単一の計算機上で行う万能的な開発から特定のソフトウェアに重点を置いた開発を可能とすることも意味している。

4. ソフトウェア利用の観点から見た方式比較

前節で述べたような既存ソフトウェアを利用する方法として次の3方式がある。

- ①ソフトウェアの移植方式。
- ②通信回線を用いて接続された相手計算機のソフトウェアを利用する方式。
- ③異機種構成によって接続された相手計算機のソフトウェアを利用する方式。

ここでは、ソフトウェア利用の観点からこの3方式の比較を行い異機種構成の適用領域について考察する。

4. 1 定性的な適用領域の比較

上記のソフトウェア移植、回線接続、異機種構成の各方式の定性的な適用領域の比較を行ったものが表2である。各項目別の比較を次に示す。

- (1)性能的には中継を必要としないソフトウェア移植が最も高速なレスポンスを実現で

きる。

- (2)プログラム単位でのコストは使用費だけで済む回線接続が有利であるが、システム単位でのコストはセンタの設置等が必要な回線接続、異機種構成に比べ既存のシステム上で運用可能なソフトウェア移植が有利である。
- (3)ソフトウェア移植では利用したいソフトウェア毎に移植が必要であるが、回線接続及び異機種構成では接続された相手計算機への処理の依頼機能を持つことで相手計算機上で走行可能な全てのソフトウェアを利用することができる。
- (4)アーキテクチャはソフトウェアに大きな影響を及ぼすが、統一された通信プロトコルによって接続することで各々の計算機の持つアーキテクチャに依存せずにソフトウェアの利用が可能な回線接続が有利となる。

総合的に見て、ソフトウェア移植の場合、一度移植を行えばコピーを取ることによって他のシステムへも流用が可能であることから数多くのシステムへ適用するソフトウェアに対しては有効な方式である。他方、適用するシステム数が少ない場合や数多くのソフトウ

表2. ソフトウェア利用方式の適用領域のイメージ

項目	方式	ソフトウェア移植	異機種構成	回線接続
性能 (レスポンス タイム)		高	中	低
コスト	(プログラム単位)	変換ロス	中継ロス	中継+転送ロス
	(システム単位)	移植費	買取/レンタル費	使用費
流用の範囲		小	大	大
その他		アルゴリズム	プロセッサ購入	センタ設置
		大	(アーキテクチャ依存性)	小

ウェアの利用を考えた場合、異機種構成や回線接続が有効な方式であると言えよう。

4.2 接続方式の性能面からの評価

前項でソフトウェア移植と異機種構成・回線接続の適用領域を示した。以降、異機種構成と回線接続の性能面からの比較を行う。

チャンネル接続による異機種構成は、センタ内の計算機間で高速なデータ転送が可能であるが、チャンネル装置の制約から遠距離間でのデータ通信には適していない。一方、通信回線

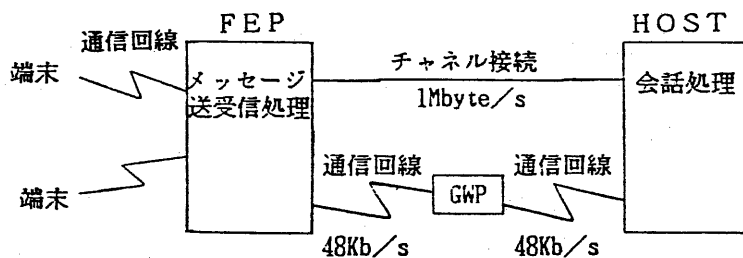


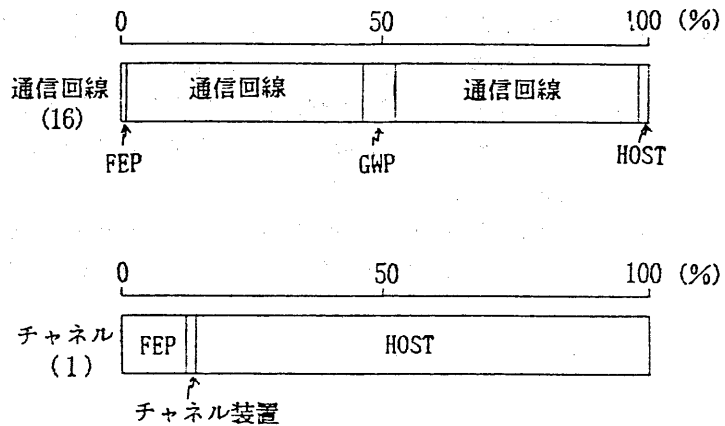
図5. 会話処理利用形態 (モデル)

による接続では、通信網を使って遠距離間でのデータ通信が可能であるが、データ転送手段としては低速である。このように両者には一長一短がある。

ここでは、会話処理を行うFEP-HOST分散処理モデルを用い異機種構成と回線接続の性能比較を行い適用領域を明確にする。(図5) FEPとHOST間は、チャンネル接続装置による接続とプロトコル変換を行うゲートウェイプロセッサ(GWP)を経由した通信回線による接続とを想定する。比較の方法としてレスポンスタイムを評価尺度として性能評価を行う。モデルの解析方法を次のように設定する。

- ①モデルの解析は、システム全体をマクロ的にとらえFEP, HOST, 計算機間の接続装置といった基本的なパラメータのみに着目し、簡潔な開ループネットワーク型待ち行列モデルを用いる。⁽⁵⁾
- ②FEP上では、ネットワークを用いた通信制御及びFEP-HOST間でのメッセージ受信処理のみを行い、会話処理は全てHOST上で実行する。

モデルを解析した例として、システム全体のサービス率の8割の負荷をシステムに与えたときのレスポンスタイムの内訳を図6に示す。この結果からリアルタイムシステムに要求されるレスポンスタイム条件(1~2秒)を満たすには、チャンネル接続により高速なデータ転送機能を提供する必要があることが分かる。従って異機種構成は、図5



①はチャンネル接続を1としたときのレスポンスタイムの比率

図6. FEP-HOST間でのレスポンスタイムの内訳

で示したようなリアルタイム型処理等の高速応答を必要とするソフトウェアの利用には必須の構成であると言える。

5. おわりに

システム全体として各計算機のハードウェア資源、ソフトウェア資源を有効に利用できるシステム構成として、ここで示した異機種構成の必要性は今後とも増して行くものと思われる。しかしながら、異機種構成システムの現状を見るとその大部分がシステム毎に必要に応じて構築されたものである。今後各種の計算機間で異機種構成システム構築を容易にするためには、チャンネル接続に関するプロトコルや高速データ転送機能等の技術を確立

することが重要であろう。

将来的には、異機種構成の長所を取り入れたセンタシステムとして図7で示すような光ループを用いた複合計算機システムの構築が考えられよう。

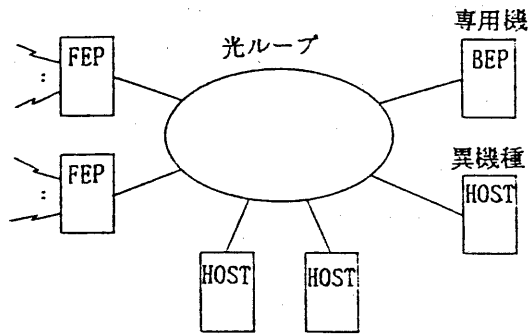


図7. 光ループを用いた異機種構成システムのイメージ

参考文献

- (1)河合輝欣他, “労働省データ通信システムの概要”, 施設, Vol.33, No.8, pp.78-89
- (2)伊藤賢一, “複合計算機システムにおけるスーパーコンピュータ”, 第25回情報処理全国大会, PP.151-152
- (3)伊藤一司, “北陸電力株式会社の営配総合システム”, FUJITSU, Vol.30, No.6, pp.35-42
- (4)L.H.Putnam, “Estimation software costs”, DATAMATION, September 1979, pp.189-198
- (5)F.BASKET, “Open, Close, and Mixed Network of Queues with Different Classes of Customer”, JACM, Vol.22, No.2, April 1975, pp.248-260