マルチOSプラットフォーム「i-PX9000」

谷岡 隆浩・川名部 正純・村上 昇一

要　旨

マルチOSプラットフォーム「i-PX9000」は、従来のACOS資産を継承しながらACOS-4と同一筐体内にHP-UX、Linux、Windowsを複数混載したサーバ統合を実現します。
本稿ではi-PX9000のマルチOS環境と、ハードウェアのキーテクノロジである「ACOSプラットフォームテクノロジ」を含むシステムアーキテクチャについても概要を紹介します。

キーワード

●i-PX9000　●ACOSプラットフォームテクノロジ　●ACOS Access Toolkit　●refam VX　●OLF-DB

1. まえがき

NECのメインフレームコンピュータであるACOS-4は、1975年の誕生以来各種機能強化、諸元拡大、オープンサーバとの連携・共存など、様々な時代のニーズに応えながら発展してきました。今日でも企業情報システムを取り巻く環境は常に発展し続けており、さらに高度化・複雑化する情報環境の変化に即応する柔軟性とシステムの安定稼働を実現する堅牢性が、企業の基幹業務を担うエンタープライズサーバには求められています。

ACOSシリーズ i-PX9000は、NECが過去30年余りにわたり培ってきたメインフレームの高信頼性・高可用性・既存システムとの互換性に加え、ACOS OSとしてi-PX9000に対応した最新のACOS-4/VXのほか、HP-UX 11iv2、Red Hat Enterprise Linux v.4、Windows Server 2003といったオープン系OSをネイティブ動作させてサーバ統合を実現する「マルチOS」対応環境により、さらに高度化・複雑化する情報環境の変化に即応することのできる最新のサーバプラットフォームです。

2. i-PX9000の特徴

ACOSシリーズi-PX9000は、従来のパラレルACOSシリーズi-PX7600およびi-PX7800の後継機として開発しました。

プラットフォームとなるハードウェアは、最先端の64ビットアーキテクチャを持つインテルItanium2プロセッサとNEC独自開発のチップセットを採用し、先進のオープンテクノロジを採り込みながら高い信頼性や高速インタフェースの採用など、次世代の企業情報システムを担うに足るパワフルで堅牢なシステム基盤を実現しています。

また、i-PX9000の開発に当たっては、既存システムとの互換性の完全保証を重要視し、今回新たに「ACOSプラットフォームテクノロジ(APT)」と呼ぶACOSアーキテクチャの仮想化技術を開発することで、これまでのACOSシリーズとの互換性(バイナリ互換、運用互換)を保証しつつ、NECが長年培ってきたACOS独自の高信頼性・高可用性を実現しました。

i-PX9000では、ベースとなるハードウェア基本モデルとして標準モデルであるSモデルと、拡張性に優れたAモデルをラインナップしています。マルチOS対応環境でオープン環境をACOSに統合したシステムを構築する場合には、これらの基本モデルに対し「オープンOS搭載機構」を付加し、オープン

写真　i-PX9000(SX モデル) の外観

OS用のハードウェア資源を増設することでオープンOSを稼働させることが可能になります。

また、2005年12月より、Sモデルクラスの性能レンジにおいてオープンOSの拡張機能をさらに強化し、より柔軟なシステム構成をサポートする「SXモデル」の販売も開始しました(**写真**)。

3. i-PX9000のシステムアーキテクチャ

i-PX9000のシステムアーキテクチャはセルと呼ばれるCPUボードとI/Oボックスをクロスバで相互に接続した構成を特徴とします(**図1**)。

セルは4個のItanium2プロセッサとメモリのほか、NECが独自に開発したチップセットを搭載するCPUボードです。I/Oボックスには転送速度200メガバイト/秒のFC-AL(Fibre Channel Arbitrated Loop)を使用した高速光ループチャネルや、1GbpsのLAN (1000BASE-T/SX)などオープンの技術を使用したI/Oインタフェースカードを最大14枚収容でき、オープンシステムとのスムーズな連携も容易に実現できます。

また、CGMT装置やWAN、プリンタ装置など従来からのACOSの周辺装置についても、I/Oボックスからインタフェースカードを介して入出力処理装置(IOP)を接続できますので、現有の周辺装置を引き続き利用することもできます。i-PX9000では、AモデルおよびSXモデルで最大8式、Sモデルでは最大2式のセルとI/Oボックスをそれぞれ搭載可能です。

サービスプロセッサ(SP)は、各セルおよびI/Oボックス、クロスバと接続されており、ハードウェアの初期診断や構成制御、電源制御といった運用管理機能のほか、障害時のログ採取、ログ解析、障害監視などの本体装置ハードウェアにかかわる障害処理機能を実現するマネジメントボードです。i-PX9000では、SPがオペレータステーションおよび、後述する診断プロセッサファームウェア(DGPFW)と協調して動作することにより、これまでのACOS装置と同様の保守・運用管理機能ならびにユーザインタフェースを提供します。

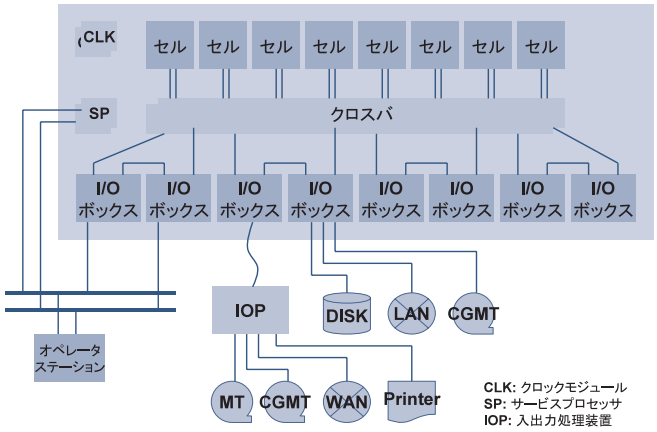

図 1　i-PX9000 / A モデルのシステムアーキテクチャ

高可用性を実現するために、i-PX9000はSモデルをはじめすべてのモデルで電源、ファンの冗長構成を採用しました。さらに、AモデルではSPやクロックモジュール、クロスバ、セルとI/Oボックス間のデータ通信経路にも冗長パスを設け、万一の故障発生時にも故障部位を切り離して運用を再開・継続することができる構成としたほか、オペレータステーションとの間の通信経路も二重化構成を採用しています。

RAS機能としてはすべてのデータパスが1ビットエラー訂正、または検出可能なほか、チップセット内部の制御回路もパリティなどの保護回路を備えており、高い信頼性を確保しています。さらに、チップセットにはメモリデータのハードウェア訂正不能エラーをファームウェアやソフトウェアでリカバリするための仕組みや、I/Oボックス内の障害をシステムダウンさせずに継続運用するI/Oエラーリカバリ機能など、さらなる高可用性を実現するための機能を実装しています。ACOS動作時には、これらの機能をチップセットへの設定で有効にすることにより、後述するACOSプラットフォームテクノロジによる高度なエラーリカバリをサポートします。

4. ACOSプラットフォームテクノロジ

i-PX9000に実装されるACOSプラットフォームテクノロジ(APT)は、Itanium2ベースのハードウェア上でACOSのアーキテクチャを実現する仮想化技術の総称です(**図2**)。

(1)演算処理装置(EPU)の仮想化技術

これまでのACOS中央処理装置で採用されていたカスタムプロセッサ「NOAHシリーズ」に代わり、APTではItanium2上でネイティブ動作する演算プロセッサファームウェア(EPUFW)を新規に開発、実装しました。EPUFWは、ハードウェアに搭載されるItanium2プロセッサのうち演算処理装置(EPU)として割り当てた個々のプロセッサ上で動作し、ハードウェアのメモリ空間上の一部に割り当てたACOSメモリ(MU)に記録されたACOS-4 OSやアプリケーションの命令コードをItanium2のネイティブコードに変換しながら高速に実行します。これにより、APT上に実現されるACOS-4のソ

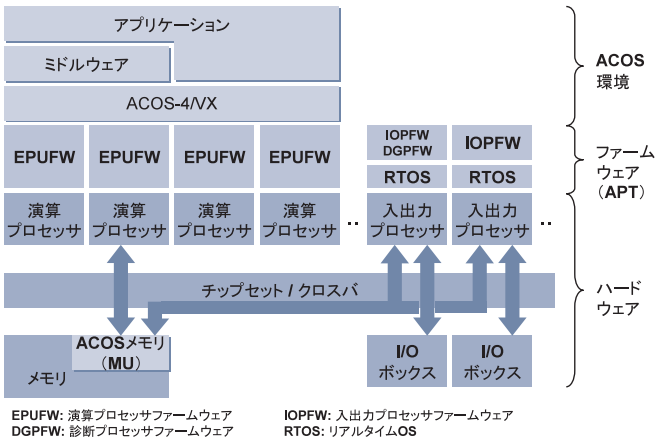

図２　ACOS プラットフォームテクノロジの概念

フトウェア環境からは個々のItanium2プロセッサがACOSアーキテクチャのEPUとして認識されるようになります。

従来のNOAHプロセッサでは、複雑なCISCアーキテクチャを持つACOSの命令コードを高速に実行するため、メモリから取り出したACOSの命令を一旦プロセッサ内部でコア命令と呼ばれる単純なマイクロコードのシーケンスに変換して実行する構造を採用していましたが、APTにおけるItanium2とEPUFWの関係もNOAHプロセッサのハードウェアとコア命令のそれと同じように考えることができます。

このような実装構造を採用したことで、EPUFWはNOAHプロセッサが備える高度なRAS機能も実現することができました。1つのEPUが故障してもEPU内部のレジスタ情報などを他のEPUに引き継ぎ、実行中のプログラムを引き継ぎ先のEPUで継続実行するプロセッサリリーフや、ACOS命令の実行を同一EPU内で再試行する命令リトライを実現したほか、障害が発生したEPUを予備のEPUに切り替えて運用することにより、プロセッサ障害発生時でも必要性能を維持することができます。

(2)入出力処理装置(IOP)の仮想化技術

従来の入出力処理装置(IOP)は装置内部に専用のプロセッサとファームウェアを備え、中央処理装置とは独立した装置としてシステムを構成していました。IOPはACOS-4 OSから入出力動作を起動されると、MU上に展開されたチャネルプログラムと呼ぶ入出力命令シーケンスを実行することにより、ディスク装置など周辺装置との入出力を行います。

i-PX9000ではIOPの機能を本体装置内に直収するに当たり、APTの機能の一部として新たにItanium2上でネイティブ動作するファームウェア(IOPFW)を開発しました。IOPFWはその配下に割り当てられたI/Oボックスに搭載されるチャネル(I/Oカード)に対する多数の入出力を同時に並行して実行する必要があるため、Itanium2上で稼働するリアルタイムOS(RTOS)上のプロセスとして実装されています。

IOPFWの開発に際しては、従来機に匹敵する高いI/O性能の確保はもちろんのこと、従来のIOP装置が備える高度なRAS機能の実現が不可欠でした。そこでIOPFWでは前述のI/Oエラーリカバリ機能などのハードウェア機能のサポートも受けながら、I/O動作中の障害時における復旧動作や障害部位を動的に部分縮退しての継続運用機能を実装することで、I/O障害に対する耐性が非常に高い論理構造を実現し、ACOSならではの高可用性を実現しました。

(3)診断プロセッサファームウェア(DGPFW)

APTにより実現されるACOSアーキテクチャ上での運用管理・障害処理機能を実現するため、IOPFWと同様にリアルタイムOS上で動作するプロセスとして診断プロセッサのファームウェア(DGPFW)が実装されています。DGPFWはハードウェアに実装されるSPと同様にネットワーク経由でオペレータステーションに接続し、SPと協調しながらAPT上で仮想化されたEPUやIOPの構成制御やACOS-4 OSの立ち上げなど運用制御、ファームウェア検出の障害に対する障害ログ採取、障害監視などの障害処理機能を担います。

5. マルチOS機能

従来のACOS装置にはない、i-PX9000の新しい特徴である「マルチOS」対応環境について、以下に各機能を説明します。

(1)パーティショニング機構

パーティショニング機構はセルとI/Oボックスを分割単位として装置全体をAモデル/SXモデルでは最大8つ、Sモデルでは最大2つのパーティションに分割するハードウェアの機能です。分割したパーティション間は、ハードウェアの設定により相互にソフトウェアが干渉しないように分離することができ、そのため個々のパーティションではあたかも独立したコンピュータのようにOSを起動して走行させることができます。このマルチOS機能により、一例として**図3**にSXモデルによるサーバ統合の例を挙げましたように、ACOSと同一の筐体内にHP-UX・Linux・Windowsといったオープン系サーバを統合することができます。

マルチOS機能により実現される複数OSの統合環境では、

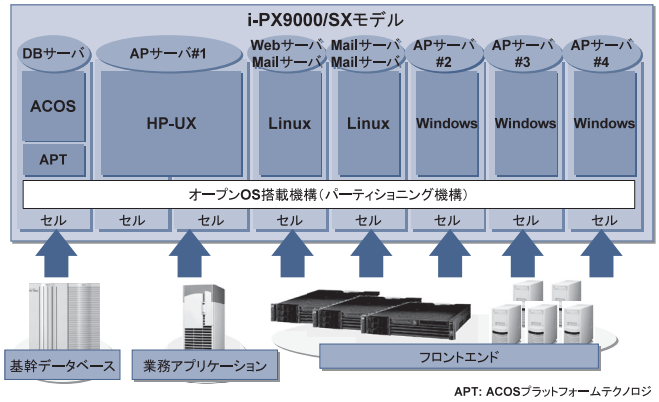

図 3　i-PX9000/SX モデルのサーバ統合例

各々のパーティションへのハードウェア資源の割り付けをセルなどの分割単位ごとに移動できます。このため、たとえばACOSパーティションのセルをオープンOSパーティションに移動したり、オープンパーティション間でセルを融通しあったりすることで、業務負荷の変動に応じた柔軟なシステム構成の変更も可能です。

(2)サーバ統合を実現するソフトウェアプロダクト

NECでは、これまで高信頼かつ既存資産が豊富なACOSマシンと新規業務開発で生産性の高いオープンサーバの互いの長所を生かし、それぞれを連携したシステムを構築するための基盤プロダクトであるオープン連携プロダクト製品を順次リリースしてきました。

従来これらの製品は、ACOSマシンを中心に、その周辺にNXサーバ、Expressサーバを配置することを想定しており、PA-RISC、IA32プロセッサベースのサーバをターゲットにしてきました。今回、ACOSとオープンサーバを1台のi-PX9000上で稼働させることが可能になったことに伴い、オープン連携プロダクトをItanium2ベースのハードウェアに対応し、ACOSとオープンサーバの混在システムを集約・統合可能としました。i-PX9000の発売と併せ、まずオープン連携のベースプロダクトとなるACOS Access Toolkit(トランザクション連携)、refam VX(iStorageディスク共有)、OLF-DB/EX、RX(データベース連携)のItanium2対応を先行して行い、製品化しています。

また、今後はより上位のプロダクトとなるUniversalBackup(バックアップ統合)のItanium2対応、共有ファイルサーバ(i-PX9000マルチOS間ファイル共有機能; 新製品)の製品化も予定しています。なお、マルチOS環境を一元的に監視し、OS間でのリソース再配置を実現するための機能である、GlobalMasterのi-PX9000対応も計画しており、運用管理の一層のシンプル化を実現します。

これらソフトウェアにより、i-PX9000上でACOSの高信頼性とオープンOSの高生産性という各々の長所を兼ね備えたシステムの構築が可能となります。

6. むすび

以上、ACOSシリーズi-PX9000のACOSプラットフォームテクノロジをはじめとしたシステムアーキテクチャの概要と、i-PX9000が実現するマルチOS環境について紹介しました。従来のACOS資産を継承しながら、分散するオープンサーバを統合する「マルチOSプラットフォーム」として、i-PX9000を今後も継続的に発展させていく所存です。

---

*インテル、Itaniumは米国およびその他の国におけるインテルコーポレーションおよびその子会社の商標または登録商標です。
*Windowsは米国マイクロソフト社の米国およびその他の国における登録商標です。
*HP-UXは、米国Hewlett-Packard Companyの商標です。
*Linuxは、Linus Torvalds氏の米国およびその他の国における商標または登録商標です。
*Red Hatは、米国およびその他の国におけるRed Hat,Inc.の登録商標もしくは商標です。
*Windows Server 2003の正式名称は、Microsoft® Windows Server™ 2003です。
*その他の会社名、製品名は各社の登録商標もしくは商標です。

執筆者プロフィール

谷岡 隆浩
第一コンピュータ事業本部
コンピュータ事業部
第一技術部技術エキスパート

川名部 正純
コンピュータソフトウェア事業本部
第一コンピュータソフトウェア事業部
エキスパート

村上 昇一
第一コンピュータ事業本部
プラットフォーム販売推進本部
ACOS販売促進部主任

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL:ACOS Club　http://www.sw.nec.co.jp/acosclub/