

遠隔地スーパーサーバ用システム運用代行機能の開発

廣 澤 敏 夫^{†1} 吉 澤 康 文^{†2} 伊 藤 勉^{†3}
 栗 原 潤 一^{†4} 国 西 元 英^{†1} 上 岡 功 司^{†3}
 立 山 隆 司^{†5} 富 名 則 之^{†5} 石 井 良 浩^{†6}

地理的に分散配置されたスーパーサーバの運用効率化は重要な課題である。この解決のために、本論文では、分散したリモート・センタのスーパーサーバを中央の拠点センタで監視制御し、運用効率化を図ること、利用者へのサービス向上を目的としたシステム運用代行機能 OAF/RS (Operation Agent Feature for Remote System) を提案する。本論文で提案する機能は次の 3 点を特長としている。まず第 1 は、拠点センタとリモート・センタの各々に外付型運転制御装置を配置し、それらを連動させることにより、拠点センタからリモート・センタの運転制御を行えるようにすること、第 2 は、リモート・センタの稼働管理を拠点センタで一括して行えるようにすること、第 3 は、分散したスーパーサーバを利用するジョブ・ネットワークングに対して、物理的なリモート・センタの指定を行うことなくシングル・システム・イメージでの利用方法を提供することにある。これらを実現するにあたり、(1) リモート・センタ側のスレーブ運転制御装置に対する運転スケジュールの管理を拠点センタ側のマスタ運転制御装置で行う方式、(2) 拠点センタ側でのリモート監視とリモート操作方式、(3) リモート・センタ稼働/課金情報の自動転送と拠点センタでの統合管理方式、(4) ジョブ制御文からネットワーク制御文を生成する方式、そして (5) CPU 打切り時間の延長処理方式、という 5 つの方式を提案し開発した。OAF/RS を実運用環境に適用した結果、リモート・センタの無人化運転を確認した。また、利用者はジョブ・ネットワークングの制御文を指定することなく分散システム構成のスーパーサーバを利用できるようになった。

Development of Operation Agents for Remote Super-servers

TOSHIO HIROSAWA,^{†1} YASUFUMI YOSHIZAWA,^{†2} TSUTOMU ITO,^{†3}
 JYUN'ICHI KURIHARA,^{†4} MOTOHIDE KOKUNISHI,^{†1} ATSUSHI UEOKA,^{†3}
 TAKASHI TATEYAMA,^{†5} NORIYUKI TOMINA^{†5} and YOSHIHIRO ISHII^{†6}

An efficiency operation of geographically distributed super-servers is the most important problem. For this solution OAF/RS (Operation Agent Feature for Remote System) is proposed in this paper. This system's goals are to manage super-servers effectively with monitoring super-servers located in the distributed center, and to improve a user service. OAF/RS provides following three distinguishing characteristics. The first one is to make the attached-type operation controller in the base center and each remote center and operates the remote center from the base center. The second is to manage the account information at the base center machine for the remote center machines. The third is to provide a single system image for the use of job networking with distributed remote super-servers. To realize the above characteristics, five functions are proposed and developed. The first function is to communicate the scheduling information to the slave operation controller from the master operation controller. The second is to monitor and to operate the remote super-servers from the master operation controller. The third is to gather the operation statistics and account information to the base center from the remote center automatically. The fourth is to translate job control statements to network control statements. The fifth is to release the limitation of CPU time and to enable to over 24 hours use. As a result of having applied OAF/RS to a real operating environment, we confirmed the operation at remote centers without an operator. Furthermore, user can use the distributed super-servers as a single system image because they need not specify job networking statements.

†1 株式会社日立製作所情報サービス事業部

Information Services Division, Hitachi, Ltd.

†2 東京農工大学工学部情報コミュニケーション工学科

Department of Computer, Information & Communication Sciences, Tokyo University of Agriculture & Technology

†3 株式会社日立製作所中央研究所

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

†4 株式会社日立製作所産業システム事業部

Industrial Information Systems Division, Hitachi, Ltd.

†5 株式会社日立情報システムズ

Hitachi Information Systems, Ltd.

†6 株式会社日立情報ネットワーク

Hitachi Information Network, Ltd.

1. ま え が き

情報システムの分野では、1980年代後半から始まったクライアント/サーバシステム（Client/Server System、以降C/S型システムと省略する）を基本にしたオープン化、分散化の潮流により、基幹業務をワークステーション系プラットフォームへ移行する動きがさかんであった¹⁾。最近では、メインフレームコンピュータ（Mainframe Computer、以降MFと省略する）、すなわち汎用大型計算機やスーパーコンピュータなどのスーパーサーバが低価格化²⁾し、オープン化への対応をしていることや、MFの膨大な財産の再利用性などからMFが見直されてきた^{3),4)}。また、大規模な数値計算に依存する科学技術計算の分野では、新現象の解明のために、スーパーサーバが長時間に及ぶシミュレーション処理に依然として活用されている状況にある^{5)~7)}。さらに、インターネットの普及にともない、MFは従来の基幹業務に加え、インターネットを核としたネットワーク接続のクライアント端末からジョブの実行申込みを受け付けて実行することも可能になる⁸⁾。

最近の計算機システム構成は大規模化しており、地理的に分散した複数システムのネットワーク構成へと拡大している^{9)~11)}。また、システム構成の複雑化にともない、システムを維持し、効率良く運転するための運用人員も増加傾向にあり、運転経費の増加抑止が課題となっている^{1),11)}。運転経費の増加を抑止するためには、スーパーサーバ群を1カ所に集中^{11),12)}させることも考えられるが、スーパーサーバを地理的に分散配置することにより、設置場所の確保、災害に対する危険分散¹⁰⁾の課題も解決できることを考慮すると最良の方策とはいえない。そこで、筆者らは、地理的に分散したスーパーサーバ群の運用省力化と利便性向上の課題に取り組み、MFやスーパーコンピュータからなるスーパーサーバを対象にして、その運用効率化支援システムとして実現することにした。

スーパーサーバのオペレーション省力化では、オペレーティングシステム（Operating System：OS）から発行されるメッセージに応答する操作コマンド列や運転手順に基づいた操作コマンド列をあらかじめ登録しておき、対応するメッセージがOSから発行されたときに、自動応答する自動化支援機能^{13),14)}がある。これら自動化支援機能はOS機能の一部として動作しているため、スーパーサーバ本体のコンソール操作の省力化に効果を発揮する。しかし、地理分散したシステム構成においては、自動応答に対応していないメッセージに対して、オペレータが現地地で操作する必要があり、

省力化の面で課題が残されている。また、オンラインシステムでは、大規模複合システムの高信頼性、自動化を目指した専用の自動運転装置^{15),16)}により、大規模複合システムの高信頼性を確保しているが、それら自動運転装置は高価なため、特定の計算機センタに利用が限定される。

一方、利用者の観点では、インターネットを核としたネットワーク経由で地理分散したシステム構成のスーパーサーバをあたかも個人が占有して使用しているように思えるのが望ましい。しかし、MF系のOS^{17),18)}の特殊性により、(1)ジョブ制御文¹⁹⁾のジョブネットワークワーキング用ネットワーク制御文¹⁹⁾で実行センタを指定^{20),21)}しなければならない、(2)CPU打切り時間の制約^{22),23)}から複数のジョブに分割して申し込まなければならない、などの煩わしさがある。

筆者らは、技術計算を主体とした計算機センタを対象にしたパソコン制御による自動運転制御システムSCORE（Supervision System for Computing Operations and Computer Room Environments^{24),25)}を開発し、運用効率化を図ってきた。そこで、このSCOREシステムを拡張し、インターネット応用システムと位置づけて、地理分散構成での運用省力化と利便性の向上を支援する機能を開発することにした。本機能を「遠隔地スーパーサーバ用システム運用代行機能」（Operation Agent Feature for Remote System、以降OAF/RSと省略する）と呼ぶことにする。

本論文では、2章で適用対象と課題を述べ、3章で筆者らが提案するOAF/RSの狙いと機能を提案し、4章で処理方式を述べる。5章でOAF/RSを実運用環境で運用し、評価した結果を述べる。

2. 適用対象と課題

2.1 適用対象

図1に、筆者らが適用対象にした地理分散型スーパーサーバシステムの構成を示す。拠点センタおよびリモートセンタには複数のスーパーサーバ（C1～C3、R1～Rn）が設置され、複数のスーパーサーバを構成する

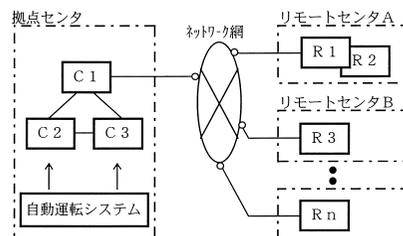


図1 地理分散型スーパーサーバの構成

Fig.1 Configuration of the distributed super-server.

表 1 地理分散型スーパーサーバシステムの課題

Table 1 Typical problems in the operations of the distributed super-server.

	区分	項目	説明
1	センタ	運転制御の自動化	・スーパーサーバの自動起動/停止 ・コンソール操作 ・運転スケジュール管理
2	管理者	障害監視と回復処理の効率化	・スーパーサーバ、環境設備の監視 ・障害検知と通報 ・障害発生後の回復処理
3		稼働管理の効率化	・稼働データの収集と解析 ・利用者登録処理 ・計算機使用の課金処理
4	利用者	ジョブ実行申込み手続きの簡易化 ーシングル・システム・イメージ利用ー	・ネットワーク制御文を用いない利用 ・拠点センタ/リモートセンタ登録と利用 ユーザは両方のセンタのスーパーサーバも利用できること
5		長時間ジョブの連続実行	・CPU 打ち切り時間 24 時間以上のジョブの継続実行

汎用大型計算機，およびスーパーコンピュータの OS は MF 系の OS^{17),18)}とし，技術計算を主体とした計算機センタを対象にする．図 1 のシステム構成において，拠点センタには運用専任者が存在し，リモート・センタ側は無人運転で運用することを目標にする．さらに，利用者は地理分散型スーパーサーバシステムのスーパーサーバ群を自由に利用できるようにすることを目標にする．具体的には，拠点センタ側の利用者は拠点センタのスーパーサーバのみの利用に限定することなく，リモート・センタのスーパーサーバを利用したり，逆に，リモート・センタ側の利用者も拠点センタのスーパーサーバを利用するときに，ジョブ・ネットワーキングのためのネットワーク制御文^{20),21)}を用いることなく，所望のスーパーサーバでジョブを実行できるようにする．

2.2 運用上の課題

筆者らは，上記の適用対象において，運用面と利用面での課題を明らかにすることにした．表 1 は地理分散型スーパーサーバシステムの課題をまとめたものである．我々は，運用上の課題をセンタ運用者と利用者の観点で分類した．表 1 の項番 (1) から (3) はリモート・センタのスーパーサーバ運用に必須な項目であるが，リモート・センタ側に専任の運用者がいないため，拠点センタ側でこれらの業務を実施できる機能を開発する必要がある．項番 (4) と (5) は，インターネットを核としたネットワーク経由で地理分散したシステム構成のスーパーサーバをあたかも個人が占有して使用しているようにするための課題であり，この課題を解決することにより，利用者へのサービス向上を図る．

項番 (4) は拠点センタ/リモート・センタ構成であっても，利用者がジョブを申し込むときに，ジョブを実行させたいスーパーサーバが自サイト内に存在している

ように利用できることであり，シングル・システム・イメージ利用機能ともいう．項番 (5) は，最近のシミュレーション計算処理の大規模化^{5)~7)}にともない，1 回のジョブ実行申込みで長時間連続実行できる機能である．具体的には，CPU 打ち切り時間²²⁾が 24 時間以上のジョブを連続して実行できるようにする．従来は MF 系 OS (Operating System)^{7),18)}の制約^{22),23)}により，CPU 時間が 24 時間以上のジョブを実行させる場合には無制限の CPU 打ち切り時間指定²²⁾となり，システムオペレータによるジョブの打ち切り措置の方法など，運用面の課題があった．この課題を解決することにより，利用者が 1 回のジョブの CPU 打ち切り時間を 24 時間未満になるように，複数のジョブに分割して申し込むという煩わしさを解消できる．

3. システム運用代行機能 OAF/RS の提案

3.1 OAF/RS の目標

筆者らは，拠点センタとリモート・センタに地理分散したスーパーサーバシステムの運用維持に必要な課題を解決するために，パソコン制御による自動運転制御システム SCORE^{24),25)}を拡張し，リモート・センタの運用省力化を図ることを第 1 の目的とした．さらに，拠点センタとリモート・センタ構成において，利用者へのサービス向上を図ることを第 2 の目的とした．

具体的には，拠点センタ側のスーパーサーバ群のマスタ運転制御装置とリモート・センタ側のスーパーサーバ群のスレーブ運転制御装置とを連携させ，拠点センタ側のマスタ運転制御装置でリモート・センタ側のスーパーサーバ群の運転制御が可能になる方式，ユーザ登録や課金処理など，リモート・センタの稼働管理を拠点センタで一括して行える機能を提案する．さらに，利用者はネットワークシステム構成を意識することなく，

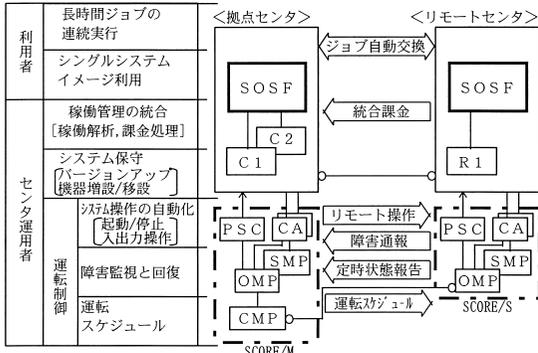


図2 システム運用代行機能 OAF/RS の概念

Fig. 2 Conceptual design of operations agent: OAF/RS.

従来のジョブ制御文¹⁹⁾を用いて拠点センタやリモート・センタのサーバを利用できる方式、および長時間ジョブを連続して実行できる制御方式を提案する。

以上をまとめると、インターネット応用システムと位置づけた OAF/RS では、以下の機能を実現することになる。

- (1) 拠点センタ側のマスタ運転制御装置とリモート・センタ側のスレーブ運転装置を連携させた自動運転制御機能を提供する。
- (2) リモート・センタの稼働管理を拠点センタで一括して行える機能を提供する。
- (3) 従来のジョブ制御文を用いて実行センタを指定できる機能を提供する。
- (4) CPU 打ち切り時間が 24 時間以上のジョブを連続実行できる機能を提供する。

3.2 OAF/RS の機能

上記の目標を達成するために、図 2 に示すように、システム運用代行機能 OAF/RS を提案する。OAF/RS は次の 2 つのコンポーネントで実現することにした。

- (1) マスタ運転制御装置 SCORE/M とスレーブ運転制御装置 SCORE/S を連携させた運転制御機能
- (2) SOSF (System Operation Support Function) による運用支援機能
 - (a) 稼働データを一括して解析するための稼働データの統合管理機能
 - (b) シングル・システム・イメージ利用機能
 - ジョブの実行申込み時にネットワーク制御文を用いずにサーバを利用できる機能
 - (c) 長時間ジョブの連続実行機能
 - CPU 打ち切り時間が 24 時間以上のジョブを

連続して実行できる機能

筆者らが提案する OAF/RS では、リモート・センタを無人運転で実現するために、運転制御にかかわる監視や操作はすべて拠点センタ側で行えること、および利用者の登録、稼働データの解析も拠点センタ側に統合することにある。

利用者の観点では、利用者はリモート・センタのサーバを使用する場合でもネットワーク接続を意識することなく、使用するサーバが自センタ内に存在しているように利用できること、すなわちシングル・システム・イメージ利用を可能にすることにある。さらに、CPU 打ち切り時間が 24 時間以上のジョブであっても、24 時間未満のジョブに分割してジョブの申込みを行うことなく、連続実行できる機能を実現することにある。

4. 処理方式の概要

4.1 設計方針

筆者らは、地理分散したサーバシステムの運用性向上のために、以下の設計方針で OAF/RS を開発することにした。

- (1) 拠点センタ/リモート・センタのサーバは独立して動作すること。
- (2) ジョブの申込み手順を大幅に変更せずにサーバを利用できること。

上記の設計方針において、(1) の条件を満たすには、各センタの運転制御装置は独立して動作する必要がある。そこで、図 2 で示したように、拠点センタ側のマスタ運転制御装置 SCORE/M とリモート・センタ側のスレーブ運転制御装置 SCORE/S を個別に設け、運転スケジュールとリモート操作は SCORE/M から SCORE/S へ、定時状態報告と障害通報は SCORE/S から SCORE/M へ通知するようにして連携させる。なお、リモート・センタが複数存在する場合には、リモート・センタ対応に SCORE/S を設置する。

設計方針 (2) に対しては、MF 系 OS^{17),18)} の特殊性を吸収するための機能を開発する。具体的には、従来のジョブ・ネットワーキング^{20),21)} のように、ジョブ制御文列¹⁹⁾ にネットワーク制御文を追加することなく、JOB 文¹⁹⁾ のオペランドで所望のセンタのサーバを指定できたり、24 時間以上の CPU 打ち切り時間を指定できたりするようにする。

4.2 システム構成

図 2 に示したように、システム運用代行機能 OAF/RS は、(1) 運転制御を代行するマスタ運転制御装置 SCORE/M、スレーブ運転制御装置 SCORE/S、およ

び、(2) センタ運用者の稼働管理統合機能と利用者へのサービス向上機能の SOSF で実現した。SCORE/M, SCORE/S は、次のように名づけた各処理パソコン (Personal Computer : PC) とインタフェース装置で構成し、システム管理者やオペレータの業務を代行させるようにした^{24),25)}。各処理パソコン間やスーパーサーバと処理パソコン間はコマンドと応答メッセージの通信方式とし、OS の依存性を少なくするよう工夫した。

(1) CMP (Central Management Processor)

システム管理者の業務を代行する操作代行 PC であり、運転スケジュール管理、地理分散スーパーサーバの運転管理を分担する。さらに、各操作代行 PC からの障害通知を受け取る。

(2) OMP (Operation Management Processor)

システムオペレータの業務を代行する操作代行 PC であり、CMP から運転スケジュールに基づいて、自サイト内のスーパーサーバ群の起動/停止操作や障害監視などのシステム操作²⁶⁾を代行する。

(3) SMP (Sub-center Management Processor)

サブセンタオペレータの業務を代行する。具体的には、ユーザの要求に従って結果出力待ち状態のジョブをリリースするためのシステム操作²⁶⁾や不使用状態の入出力機器を OS から切り離し、電源をオフ状態にしたり、その逆の操作を代行したりする。

(4) CA (Console Adapter)^{24),25)}

スーパーサーバとのメッセージ/コマンドを変換するインタフェース装置である。この CA により、スーパーサーバ本体のインタフェース仕様を変更せずに、操作代行 PC と接続できる。

(5) PSC (Power Switching Controller)^{24),25)}

スーパーサーバや入出力機器の電源オン/オフ制御を司るインタフェース装置である。

一方、SOSF はスーパーサーバの OS のもとで動作するようにした。SOSF では、以下の処理機能を分担する。

- (1) 稼働データの統合管理機能
- (2) シングル・システム・イメージ利用機能
- (3) 長時間ジョブの連続実行機能

4.3 運転スケジュールと運転制御処理方式

図 3 にシステムオペレータの業務を代行する OMP の構成と処理方式を示す。OMP は CMP から送られる運転スケジュールに基づいてスーパーサーバ群の以下のシステム運転制御を司る。

- (1) システムの起動/停止処理
- (2) 省エネルギー運転処理 (スーパーサーバ群の部分

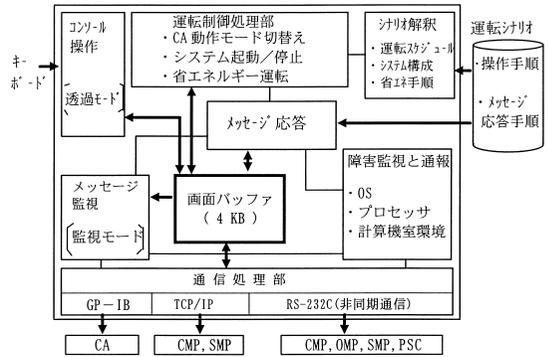


図 3 運転管理パソコン OMP の構成
Fig. 3 Block diagram of OMP.

The figure shows a screenshot of a scheduling interface. The top part is a calendar grid with dates from 07/01 to 07/31. Below the calendar is a table of scheduled operations with columns for date, time, scenario name, and operator. The bottom part shows a scenario description script with commands like dspmsg, ipl_exec, ipl_mck, put_com, and dspmsg.

```

##### IPL EXECUTE (S82A)
ipl_exec "S82A",6054
if ( rt != 0 ) L2
    dspmsg "#### IPL END MESSAGE OBSERVE(MAX 30min.)"
    ipl_mck 1800,"S82A","JAC0011","MSCF"
    if ( rt != 0 ) L2
        put_com "M880","MR (D=(A,M,R,U,C,SMS,CONSOLES,DUMP)"
        put_com "S82A","¥PI29-30 BY CMP#####",2
    dspmsg "#### RESET DEVICE STATUS (S82A)"
    
```

図 4 運転スケジュール画面とシナリオの記述例

Fig. 4 Example of a scheduling screen and scenario description in CMP/OMP.

停止)

- (3) 障害監視処理 (スーパーサーバ本体、計算機室環境)
- (4) 定時状態報告処理

上記 (1) と (2) の操作代行処理は、運転シナリオ・ファイルから操作手順のシナリオを読み出してシステム操作コマンド²⁶⁾を CA に順次送出する。図 4 は運転スケジュール画面とシステム起動シナリオの例である。この例では、ipl_mck で、“JAC0011” のメッセージがスーパーサーバから送出されるまで最大 30 分 (1800 秒) 間待つことを意味する。シナリオには、スーパーサーバからのメッセージに対する操作手順と操作コマンド²⁶⁾を記述し、システム操作者が操作するコマンド列を記述できるようにした。(3) の障害監視処理は CA から送られたメッセージを調べ、障害発生ならば、CMP にその旨を通知する。障害発生メッセージでないならば、そのメッセージに回答すべきシステム操作コマンド²⁶⁾を送出する。CMP は障害通知を受けると監視画面の表示状態を変更し、ブザーを鳴動させ、システ

VOCUMP				
制御(C) 操作(O) 確認(R) ヘルプ(H)				
計算機システム稼働状況				
プロセッサの状態				
M-880	M-680H	S-820	S-810	S-820A
システム稼働中	システム稼働中	システム稼働中	システム稼働中	システム稼働中
空調設備の状態				
M-5S	03[03]	32 C	M-5N	03[04]
26 C	M-4S	02[03]	27 C	M-4N
28 C	M-00	00[00]	39 C	M-3S
28 C	M-3N	00[00]	27 C	M-1S
26 C	M-1N	03[03]	23 C	1C-4S
26 C	1C-4N	01[01]	27 C	2C-4
25 C	3C-3E	01[01]	23 C	3C-3W
24 C	1C1-E	02[02]	26 C	1C1-W
03[04]	25 C			
只今、自動運転中です。				

図 5 CMPでの監視画面例

Fig. 5 Example of a monitor screen in CMP.

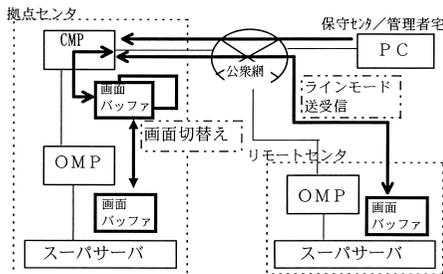


図 6 リモートアクセス時の交信方法

Fig. 6 Overview of the remote access control via public communication lines.

ムオペレータに知らせる。(4)の定時状態報告処理は、リモート・センタの状態を一定時間間隔、具体的には、5分ごとに SCORE/M の CMP に報告する処理である。図 5 は SCORE/M の CMP での監視画面の例である。運転管理者やシステムオペレータは、この CMP の監視画面から拠点センタやリモート・センタのスーパーサーバの状態や環境状態を知ることができる。

4.4 リモート操作処理方式

図 6 に OAF/RS でのリモートアクセス方法を示す。筆者らは、拠点センタの CMP からリモート・センタの監視制御も行えるようにするため、CMP とリモート・センタ側の OMP と交信させ、CMP からラインモード（行単位でのメッセージ/コマンドの送受信方法）でシステム操作を行えるようにした。また、CMP と保守センタや管理者宅の PC とは、公衆網経由で接続し、遠隔地でのシステム操作をラインモードで行うようにした。図 7 は CMP でのコンソール操作の画面例である。システムオペレータが操作するスーパーサーバを選択すると、CMP は選択されたスーパーサーバを監視制御している OMP と交信し、システム操作を行えるようにした。これにより、拠点センタ/リモート・センタに設置されたスーパーサーバのシステム操作が CMP を用いて行える。なお、現地でのシステム操

エラー表示(E) 戻り(R)		oprcons	
集中コンソール操作画面			
00 M880	CA_ID=4	S82A	
01 M880	CA_ID=2	S 4029 *SYSIN DYNALLOC ERROR: RETURN CODE = 04 ERROR CODE = 0410	
02 S820	CA_ID=1	DEN: 4855515	
03 S810	CA_ID=0	- J 14111 J358463 M0120022 STARTED - INT 18 - CLASS E	
04 S820_A	RS_232C	- J 14111 J358467 M0120022 ENDED	
- S 4560 JDB1511 INIT 18 INACTIVE ***** C=H			
- S 4560 JDB1511 CONNECT PROCESS STARTED FOR HOST:MAC7			
- S 4560 JDB7021 I/O ERROR HOST=MAC7 JOB=CORDER1 ,SERVICE= GET			
- S 4560 J358300 M0781 ON TSSWRMR			
- T 853 J358463 M0781 STARTED			
- S 4560 JDB1701 HOST:MAC7 DISCONNECTED			
- S 4560 J358300 M0702M6 ON INTRMR E2_JSDPCPY			
- T 736 *ROVLGND RCON STARTED BY M7023			
00- T 736 *ROVLGND M70702M6:/ AS6V0000			
SUBMIT			
J 14112 JDB7021 M0702M6 JOB FAILED.JCL SYNTAX ERR			
J 14112 J358011 M0702M6 *CLAS PR001000 R=1024 XR=			
JDE052I *ENTER* *CANCEL* *D C,K*			
JDE063I M08E-R			
CA=00	F=00	UNLOCK	PROC=S82A
IPG:07800000	8780206	0:5	1:5
		N/ASA	A-CALL ENABLE

図 7 CMPでのコンソール操作の例

Fig. 7 Example of console operations in CMP.

作は各サイト設置の OMP を用いて行える。

4.5 稼働管理の統合化処理

図 8 に稼働管理の統合化処理方式を示す。稼働管理の統合は、以下の 2 つの処理を対象にした。

- (1) 稼働情報/課金情報の収集と解析処理
- (2) グループ/ユーザの登録・更新処理

稼働管理の統合化処理を実現する各処理プログラムの起動には、日時指定で処理プログラムを起動できる統合運用管理システム²⁷⁾を用いた。また、ファイル転送には、ファイル伝送プログラム²⁸⁾を利用した。以下に各処理方式を述べる。

- (1) 稼働情報/課金情報の収集と解析処理

毎日一定時刻になると統合運用管理システム²⁷⁾によって起動される稼働解析処理プログラムが動作し、リモート・センタのスーパーサーバで収集している稼働情報をシステム管理情報ファイルから読み出す。その読み出したファイルを拠点センタへ送る。ユーザの課金管理情報については、月末の一定時刻になると課金情報採取処理プログラムが起動され、ユーザ/課金管理情報ファイルを読み出して、拠点センタへ送る。

拠点センタ側では、受信した稼働情報を統合して日単位の計算機稼働レポート、月末の料金計算を実施する。これにより、リモート・センタ側では、稼働解析のための要員が不要になる。

- (2) グループ/ユーザの登録・更新処理

リモート・センタ側のユーザ登録や予算値の設定処理は、拠点センタから行えるようにし、運用の省力化を図ることとした。このために、拠点センタのユーザ/課金管理情報ファイルは拠点センタ側、およびリモート・センタを含むようにし、拠点センタ側で一括管理する。リモート・センタに対しては、更新後のユーザ/課金管理情報を転送するようにした。

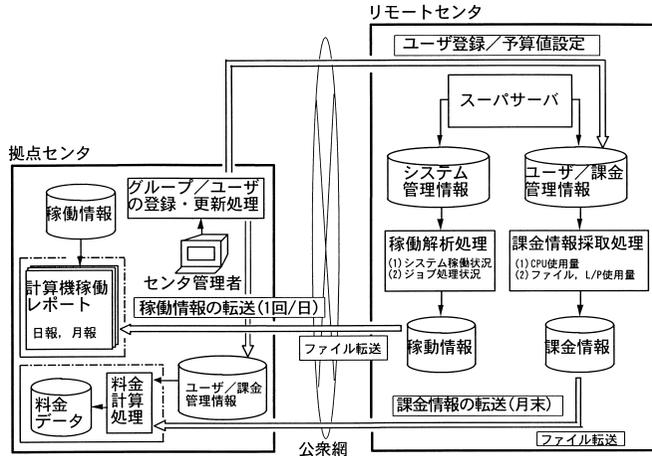


図 8 稼働管理の統合化処理方式

Fig. 8 Overview of the integrated management for operations.

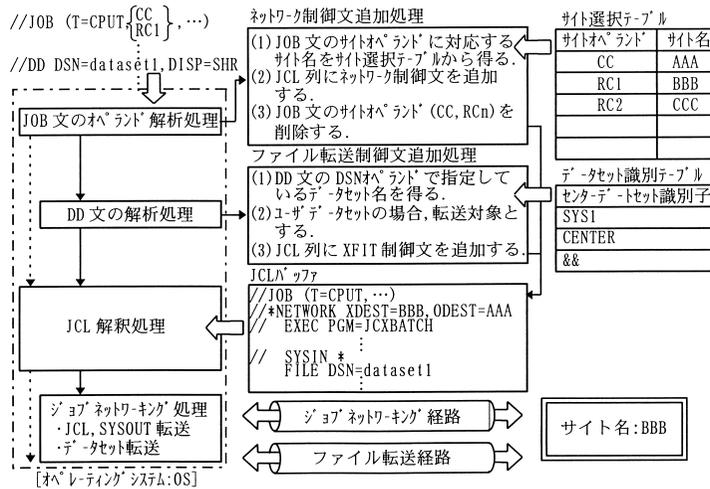


図 9 ネットワーク制御文の自動生成方式

Fig. 9 Automatic JCL translation for the network control statement from the job application form.

4.6 ネットワーク制御文の自動生成処理

図 9 にシングル・システム・イメージ利用機能を実現するための、ネットワーク制御文の自動生成処理方式を示す。利用者は JOB 制御文¹⁹⁾のオペランド・フィールドで実行サイト (CC, RCn) を指定できるようにした。このために、適用対象にした MF 系 OS¹⁸⁾内にサイト選択テーブル、データセット識別テーブルを新たに設け、(1) ネットワーク制御文、および (2) ジョブで使用するデータセット (ファイル) を転送するためのファイル転送プログラム実行用制御文 (XFIT 制御文)^{19), 28)}を自動的に生成するようにした。これにより、利用者はネットワーク制御文を新たに指定することなく、ジョブ制御文にジョブの実行サイトを指定す

ることによって拠点センタ/リモート・センタのスーパーサーバを利用できる。

4.7 CPU 打ち切り時間延長処理

図 10 に長時間ジョブの継続実行のための、CPU 打ち切り時間延長処理方式を示す。適用対象とした OS¹⁸⁾では、従来、1 回のジョブ実行の最大 CPU 打ち切り時間は 23.9 時間であり、24 時間以上を指定すると無制限の CPU 打ち切り時間になるという OS の制約^{22), 23)}があった。そこで、24 時間以上のジョブを継続実行させるために、(1) OS 内にジョブ実行管理テーブルを設け、(2) 23.9 時間の処理単位ごとに OS と交信させ、かつ (3) 課金処理のための CPU 消費時間 (Ta) を累積することで、この課題を解決した。これにより、利

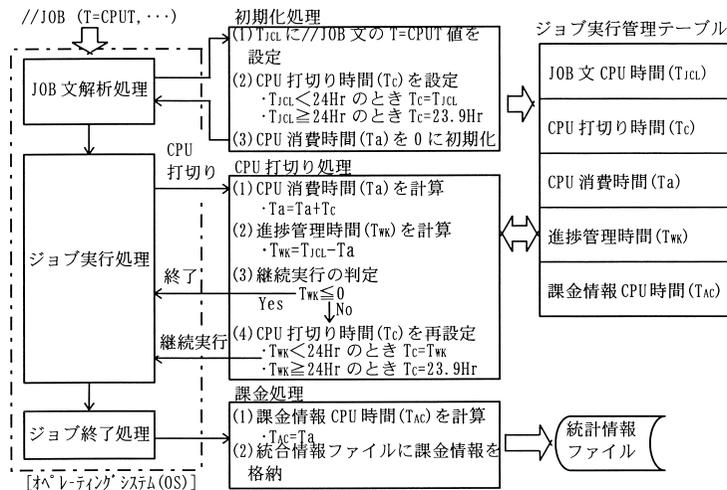


図 10 CPU 打ち切り時間の延長処理方式

Fig. 10 Scheme of the releasing the CPU limit time.

用者は長時間ジョブの実行のために、ジョブを分割して申し込まなくて済む。

5. 結果と検討

5.1 開発規模と実運用環境

筆者らは、パソコン制御による計算機自動運転制御方式 SCORE の構想を 1987 年に提案²⁴⁾し、順次、機能を拡張している。1994 年には「地理分散したスーパーサーバ構成におけるシステム操作代行機能 OAF/RS」へと拡張、実運用²⁵⁾を経てきた。その後、1995 年に SOSF 機能、1996 年に省力化範囲拡大など、OAF/RS の機能を拡張している。開発規模は C 言語とアセンブラで約 70,000 ステートメントである。制御対象は以下のように拡大した。

- (1) 2 台の汎用大型計算機と 2 台のスーパーコンピュータからなる拠点センタ構成
- (2) 拠点センタでは、3 カ所に分散したサブセンタ構成
- (3) 1 台のスーパーコンピュータと入出力機器群からなるリモート・センタ構成

5.2 SCORE システムの信頼性

筆者らは、SCORE システム (SCORE/M, SCORE/S) の信頼性、特に、OMP の信頼性確保のために、以下の方式を採用して実運用した。

- (1) OMP の二重化と待機系 OMP からのヘルスチェック機能の実現
- (2) OMP とは独立動作可能な CA の処理方式
- (3) スーパーサーバ側での交代コンソール定義^{23), 29)}

上記によって、OMP が停止しても CA がスーパー

サーバのコンソール機能³⁰⁾として動作しているため、スーパーサーバの障害を誘発しない。CA が電源断などにより停止した場合には、交代コンソール²³⁾に切り替わるため、スーパーサーバのシステムダウンには至らない。また、OMP と接続する CA はセキュリティ管理された計算機室内に設置してあるため、第三者から CA の電源を故意に切断されることはない。一方、SMP と接続する CA はサブセンタ内に設置してあるため、第三者から CA の電源を故意に切断された場合には、ユーザは SMP を使用できない可能性がある。しかし、実運用では問題は生じていない。また、実運用してから約 10 年経過したが、待機系 OMP に切り替わった回数は数回程度である。本 SCORE システムのように、各パソコンの処理内容が固定している場合には、パソコンをスーパーサーバの運転制御用に十分活用できるとの感触を得ている。

5.3 コマンド/応答メッセージ方式の運用経験

筆者らは、パソコン制御による自動運転制御システム SCORE の制御範囲をリモート・センタに拡張し実運用してきた。SCORE の処理方式はコマンド/応答メッセージ方式を基本にしており、(1) 定形操作に対しては操作シナリオ、(2) OS からのメッセージに対してはメッセージ応答シナリオからなる運転シナリオを開発して、システム構成の更新や運用形態の変更に対応してきた。表 2 に運転シナリオ数の推移を示す。表 2 より、操作シナリオ数は省力化範囲の拡大にとともに、1988 年の 9 種類から 1998 年の 24 種類に増やして対応できた。一方、OS からのメッセージに回答するための応答シナリオは運用形態に対応してあらか

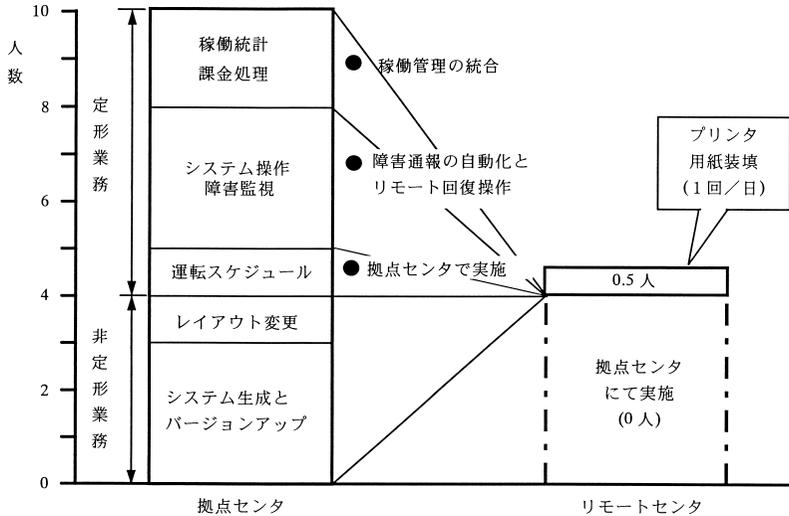


図 11 運用人員の増加抑止効果
Fig. 11 Increasing restraint of the number of operators.

表 2 運転シナリオ数の推移

Table 2 A change of the number of operational scenarios.

区分	分類	1988	1992	1994	1998	
1	操作	システム起動/停止 運転形態変更	4	6	10	12
2		サブセンタ操作	4	6	6	6
3		システム障害監視	1	2	4	4
4		リモート操作	0	1	2	2
5	応答	メッセージ応答	33	50	98	134
6	合計	42	65	120	156	

じめ準備し、新たに問題が発生することに対応しており、現在、134種類に増えている。筆者らは、本方式は技術計算を主体とした計算機センタに適用できるとの感触を得ているが、このシナリオ数が完全であると認識しておらず、重要障害メッセージを検出したときにブザーを鳴動するようにして、システムオペレータに知らせる運用を併存させている。

また、図 4 のシナリオ例で示したように、コマンド/応答メッセージ方式では、OS から応答メッセージが戻らない場合を考慮してシナリオにタイムアウト処理を含むようにした。このタイムアウト処理を組み合わせたコマンド/応答メッセージ方式は、運転シナリオに制御対象 OS のコマンドやメッセージを記述できるため、筆者らが適用対象とした MF 系 OS 以外の異種 OS を含む分散システム運用にも適用できると考えている。

5.4 運用人員の増加抑止効果

図 11 にリモート・センタの運用人員の増加抑止効

果を示す。一般の計算機センタとなる拠点センタのスーパーサーバの運用人員は 1994 年時点で 10 名である。日々の定形業務に 6 名、システム導入にともなうシステム生成作業やシステムの改良保守作業などの非定形業務に 4 名の合計 10 名である。

リモート・センタについては、OAF/RS により、(1) 非定形業務は拠点センタで実施できること、および (2) 定形業務は 1 日に 1 回のプリンタ用紙の装填のみとなり、他の業務と兼任できるようになった。以上により、リモート・センタ側の運用人員の増加抑止の効果が得られた。

5.5 運用省力化の効果

図 12 は実運用環境での運用人員の推移である。図 12 では、過去 16 年間の推移を示した。1994 年以降の運用対象のシステム数はネットワーク系を含め、10 システムへと増加しているが、運用人員は 14 名である。1984 年から 1987 年までは、サブセンタ化とスーパーサーバの増加にともないオペレーション人員が増加し、15 名でスーパーサーバを運用していた。SCORE システム^{24),25)}を拡張した OAF/RS により、(1) サブセンタオペレータの無人化²⁵⁾と、(2) 地理分散したリモート・センタの無人運転を実現できた。現在、定形業務では管理者 1 名、システムオペレータ 1.5 名、稼働レポート作成など課金処理業務 1.5 名を合わせて 4 名、非定形業務では 4 名の合計 8 名で拠点センタ/リモート・センタのスーパーサーバを運用している。なお、システムオペレータ業務は日中のみであり、CMP を用いた監視業務とプリンタ用紙などの消耗品の補充が主な業務である。この結果、総運用人員の増加抑止とと

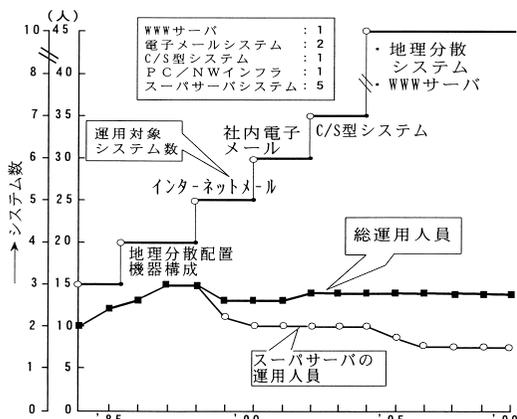


図 12 運用人員の推移

Fig. 12 A change of the number of operators.

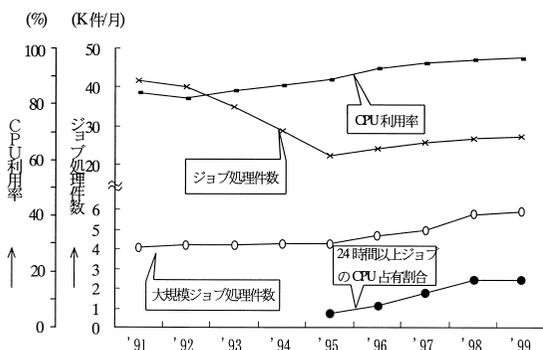


図 13 スーパーサーバの利用状況

Fig. 13 Statistics of super-server annual usage.

もに、7名分の運用省力化が行えたことになる。この省力化で得られた人員をネットワーク系、PC群の運用業務に充てることが可能になり、情報システム全体の運用を維持できた。

5.6 スーパーサーバの利用状況

図 13 にスーパーサーバの利用状況を示す。図 13 では、申し込まれたジョブの CPU 時間が 0.5 時間以上のジョブを大規模ジョブ、すなわち長時間ジョブとして抽出した。この実運用環境では、スーパーサーバ群の処理能力の 84% 程度を大規模ジョブで占有している。

図 13 より、以下のことが分かる。

- (1) 1991 年以降の総ジョブ件数は減少している。これは小規模ジョブが C/S 型分散システムへ移行したのが主要因である。
- (2) 大規模ジョブ件数は、1991 年の 4,200 件/月から 1999 年の 5,900 件/月へと増加し、CPU 利用率も 96% へと向上した。
- (3) 24 時間以上の CPU 打ち切り時間ジョブの CPU 占

有割合は、1995 年の 5.2% から 1999 年の 17% へと増加し、5 台の合計 CPU 時間 3,456 時間 (3,600 時間*0.96) の中で 588 時間を占有している。

この 24 時間以上ジョブ件数は、1995 年の 5 件/月から 1999 年の 10 件/月へと漸増し、大規模ジョブ件数の 0.2% に満たないが、スーパーサーバ 1 台の月あたりの処理能力 691 時間 (24 時間*30 日*0.96) 近くを個人が占有している利用状況になっており、CPU 打ち切り時間延長処理方式の効果は大きいと考える。

このように、スーパーサーバ群の利用が 1995 年以降、再び増加しはじめたのは、OAF/RS の開発に際して、インターネットを核としたネットワーク経由で地理分散したシステム構成のスーパーサーバをあたかも個人が占有しているようにするために、MF 系 OS^{17),18)} の特殊性を吸収する、(1) ジョブ実行申込み手続きの簡便化、(2) 長時間ジョブの継続実行機能など、利用者へのサービス向上機能を実現し、提供できたことも寄与していると考えている。

6. むすび

筆者らは、地理的に分散したリモート・センタのスーパーサーバを中央の拠点センタで監視制御、かつ利用者へのサービス向上を図るシステム運用代行機能 OAF/RS をインターネット応用システムと位置づけて提案し開発した。OAF/RS では、(1) 拠点センタのマスタ運転制御装置からリモート・センタ側のスレーブ運転制御装置を管理・制御する方式、(2) リモート・センタの稼働/課金情報を拠点センタへ自動転送し、拠点センタで一括管理する方式、および利用者へのサービス向上のために、(3) ジョブ制御文のオペランドからネットワーク制御文を生成する方式、(4) 長時間ジョブの継続実行が可能になる CPU 打ち切り時間延長処理方式を提案し開発した。

本 OAF/RS を実運用環境で実運用し、その結果として、(1) リモート・センタの無人運転化による運用人員の増加抑止、(2) スーパーサーバ、C/S 型システム、PC、ネットワーク系トータルの運用人員の増加抑止、などの効果が得られている。また、スーパーサーバの利用状況は 1991 年以降、一時的に減少はしたが、本 OAF/RS のユーザーサービス向上機能などにより、1995 年以降には再びスーパーサーバが利用されはじめ、スーパーサーバの利用向上に寄与していると考えている。本分析結果は我々のサイトの一例であるが、当初目的とした運用効率化と利用者へのサービス向上の効果を得たと判断している。

今後、C/S型システム、PCを含む情報システム全体の運用効率化を図ることが課題であるが、タイムアウト処理を組み合わせた運転シナリオのコマンド/応答メッセージ方式は、運転シナリオに制御対象OSのコマンドやメッセージを記述できるため、我々が適用対象としたMF系OS以外の異種OSを含む分散システム運用にも適用する予定である。

謝辞 本研究の遂行にあたり、開発の機会を与え研究の方向付けをしていただいた(株)日立情報システムズ堀越彌専務取締役(元(株)日立製作所中央研究所所長)(株)日立製作所中央研究所中村道治前所長、角田義元副所長、情報サービス事業部矢島章夫事業部長(元中央研究所部長)、研究開発本部杉江衛企画室長(元中央研究所部長)、中央研究所以頭博之部長に感謝いたします。また、本OAF/RSの開発に際して、中央研究所、ソフトウェア開発本部の関係各位のご支援に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 高橋信頼：オープンシステムの運用，日経オープンシステム，1995.6(No.27)，pp.262-283(1995).
- 2) IT市場は7%の成長へ，日経コンピュータ，1998.5.11号，pp.100-107(1998).
- 3) 関 信浩：メインフレームの逆襲始まる，日経コンピュータ，1997.9.1号(1997).
- 4) ブライアン・ジェフリー：復活したメインフレーム—ダウンサイズから共存へ，日経コンピュータ，1995.11.27号，pp.135-141(1995).
- 5) 特集「最先端の科学技術とスーパーコンピューティング」，情報処理，Vol.36，No.2，pp.124-168(1995).
- 6) 高橋，金田：最近の円周率計算，東京大学大型計算機センタニュース，Vol.28，No.2，pp.88-95(1996).
- 7) 篠嶋，小澤：ベクトル型スーパーコンピュータの利用—並列処理による物質中の原子配列計算，東京大学大型計算機センタニュース，Vol.29，No.4，pp.60-69(1997).
- 8) 廣澤，吉澤，伊藤，石井，井上：電子メール連携による大型計算機システムの利便性向上機能の開発，情報処理学会論文誌，Vol.40，No.10，pp.3762-3771(1999).
- 9) Cypser, R.J.: Evolution of an open communications architecture, *IBM Systems Journal*, Vol.31, No.2, pp.161-188(1992).
- 10) 田中一実：災害に強い情報システム，日経コンピュータ，1995.11.19号，pp.110-123(1995).
- 11) ブライアン・ジェフリー：新形態の集中処理に向けて変身する汎用機，日経コンピュータ，1993.12.27号，pp.97-107(1993).
- 12) 小林暢子：データ・センタに投資相次ぐ，日経コンピュータ，2000.2.14号，pp.50-52(2000).
- 13) 日立製作所：VOS3 自動化モニタ，HITAC マニュアル，8090-3-811(1979).
- 14) 日立製作所：統合システム自動運転 AOMPLUS 解説，HITAC マニュアル，6180-3-106(1990).
- 15) 鶴保，内山，宮川：大規模複合システムにおける運転管理方式について，電子通信学会論文誌(D-I)，Vol.J73-D-I，No.6，pp.553-560(1990).
- 16) 樽矢，笠川，殿原：GS8600，GS8400のソフトウェア，*Fujitsu*，Vol.47，No.2，pp.117-125(1996).
- 17) Scher, A.L.: Functional Structure of IBM Virtual Storage Operating Systems, Part III: OS/VS2-2 Concepts and Philosophies, *IBM Systems Journal*, Vol.12, pp.382-400(1973).
- 18) 日立製作所：VOS3 スーパーバイザ解説，HITAC マニュアル，8090-3-108(1988).
- 19) 日立製作所：ジョブ制御言語，HITAC マニュアル，6180-3-1444(1990).
- 20) Simpson, R.O. and Phillips, G.H.: Network job entry facility for JES2, *IBM Systems Journal*, Vol.17, No.3, pp.221-240(1978).
- 21) 日立製作所：VOS3 ネットワークジョブスプーリングサブシステム JSS/NET，HITAC マニュアル，6180-3-361(1994).
- 22) 日立製作所：VOS3 ジョブ管理解説，HITAC マニュアル，6180-3-140(1995).
- 23) 日立製作所：VOS3 センタ運営，HITAC マニュアル，6090-3-101(1995).
- 24) 廣澤，栗原：パソコン制御による電子計算機システムの自動運転システム，第36回情報処理学会全国大会論文集，pp.303-304(1987).
- 25) 廣澤，伊藤，国西，杉江：分散システム構築事例/研究所における情報システム・センタの現状，第52回情報処理学会全国大会シンポジウム，pp.209-219(1996).
- 26) 日立製作所：VOS3 システム操作—JSS3 編，HITAC マニュアル，6190-3-102(1995).
- 27) 日立製作所：統合運用管理システム HOPSS3/AS 概説，HITAC マニュアル，APP-B-422(1998).
- 28) 日立製作所：VOS3 統合型ファイル伝送プログラム XFIT 解説，HITAC マニュアル，6190-6-241(1996).
- 29) 日立製作所：VOS3 システムゼネレーション，日立マニュアル，6190-3-100(1995).
- 30) 日立製作所：HITAC M シリーズ処理装置，8080-2-146(1991).

(平成12年4月18日受付)

(平成12年10月6日採録)



廣澤 敏夫 (正会員)

1964年富山工業高校電気科卒業。同年(株)日立製作所中央研究所に勤務。1998年8月同社情報システム事業部(現在、情報サービス事業部)に勤務。以来、仮想記憶、TSS、データ管理、仮想計算機システム、計算機自動運転制御、およびネットワークシステム等大型計算機のOSの研究開発に従事。電子情報通信学会、オフィス・オートメーション学会各会員。技術士。



吉澤 康文 (正会員)

1967年東京工業大学卒業。同年(株)日立製作所中央研究所に勤務。1973年同社システム開発研究所に転勤。この間、仮想記憶、大規模TSS、オンラインシステム等大型計算機のOS研究、開発ならびに性能評価の研究に従事。また、オペレーティングシステムのテスト・デバッグシステムの開発、ハイエンドサーバ、超並列計算機、リアルタイムシステム等の研究開発に従事。現在、メディア情報処理、モバイルコンピューティング等に興味あり。1995年10月東京農工大学教授。情報処理学会論文賞(昭和47年度)。ACM、IEEE/CS、電子情報通信学会、オフィスオートメーション学会各会員。工学博士。



伊藤 勉 (正会員)

1969年長野工業高校電気科卒業。同年(株)日立製作所中央研究所入社。1979年まで計算機システムの開発、1986年まで日本語文書処理の開発、その後、計算機自動運転システムの開発に従事し、現在に至る。



栗原 潤一 (正会員)

1974年松山工業高校情報技術科卒業。同年(株)日立製作所中央研究所に勤務。1989年2月同社情報システム事業部(現在、産業システム事業部)に勤務。1988年まで仮想計算機システム、計算機自動運転制御等大型計算機のOSの研究開発に従事。現在、システムエンジニアとして活動。



国西 元英 (正会員)

1979年松山工業高校情報技術科卒業。同年(株)日立製作所中央研究所に勤務。1997年9月同社情報システム事業部(現在、情報サービス事業部)に勤務。1986年まで文字フォント生成、1997年まで計算機自動運転システムの研究開発に従事。現在、アウトソーシングセンタのシステム管理を担当。



上岡 功司 (正会員)

1989年松山工業高校情報技術科卒業。同年(株)日立製作所中央研究所入社。以来、ネットワークおよび計算機システムの自動運転方式の研究開発に従事。



立山 隆司 (正会員)

1978年宮崎工業高校電子科卒業。同年(株)日立情報システムズに入社。以来(株)日立製作所中央研究所にて計算機自動運転制御システムの開発に従事。1996年12月同社企業情報サービス本部に勤務。



富名 則之

1988年北海道工業大学経営工学科卒業。同年(株)日立情報システムズ入社。以来(株)日立製作所中央研究所にて計算機およびネットワークシステムの運用設計業務に従事。



石井 良浩 (正会員)

1988年茨城大学理学部物理学科卒業。同年、茨城県立江戸崎西高校常勤講師、1989年茨城県立牛久米進高校常勤講師。1991年(株)日立情報ネットワーク入社。以来(株)日立製作所中央研究所にて、ネットワークシステムの運用技術開発業務に従事。