

中規模病院におけるトータル医用画像管理システム

—小平記念 東京日立病院の導入事例—

Total Picture Archiving and Communication System for Medical Use at Medium-sized Hospitals
—Examples of Its Practical Use at Odaira Kinen Tokyo Hitachi Hospital—

画像診断装置の普及に伴い、増え続ける医用画像をデジタル化して光ディスクに記録・保管し、フィルムによる保管スペースを減らして、迅速な検索と伝送を可能にするPACS(Picture Archiving and Communication System for Medical Use: 医用画像管理システム)の実用化が期待されている。

平成3年1月に、小平記念 東京日立病院で稼動し始めた日立医用画像管理システムHIPACS(Hitachi PACS)の臨床使用状況と使い勝手を改良し、運用するための負担を軽減して、システムから得られる省力化効果を明らかにしてきた経過について述べる。

加畑 峻* Shun Kabata
後藤和彦** Kazuhiko Gotō
山田和美*** Kazumi Yamada
岡庭 弘**** Hiroshi Okaniwa

1 はじめに

21世紀に向かって、病院の医療情報をシステム化し、医療環境の高度化、平準化を図ろうとする計画が進行している。その中で診断画像に関しては病歴の一部として来院患者すべての過去から現在までの経過を、いつでも見られるように保管しておくことが重要になる。しかし、発生する画像枚数は増加する一方であり、保管場所の確保や過去画像の参照が困難になっている。

幸い、光ディスクの高密度化やLANの高速化によって、今まで技術的に難しかったPACS¹⁾(Picture Archiving and Communication System for Medical Use: 医用画像管理システム)が実現できるようになった。現在、PACSを導入している施設のほとんどが、大学病院などの研究機関であり、将来の大規模PACS化に備えて、研究的に使用しているのが現状である。その中で北海道大学附属病院では総合外来、整形外科でPACSが臨床に使用されている²⁾。小平記念東京日立病院(以下、東京日立病院と言う。)と株式会社日立メディコでは種々検討した結果、病棟のナースステーションを含めた全病院規模でなければPACS化は成功しないと考えた。平成3年1月に東京日立病院で稼動し始めたシステムは、民間病院としては最大規模のPACSである。

2 システム概要と臨床使用状況

東京日立病院のPACSの構成を図1に示す。

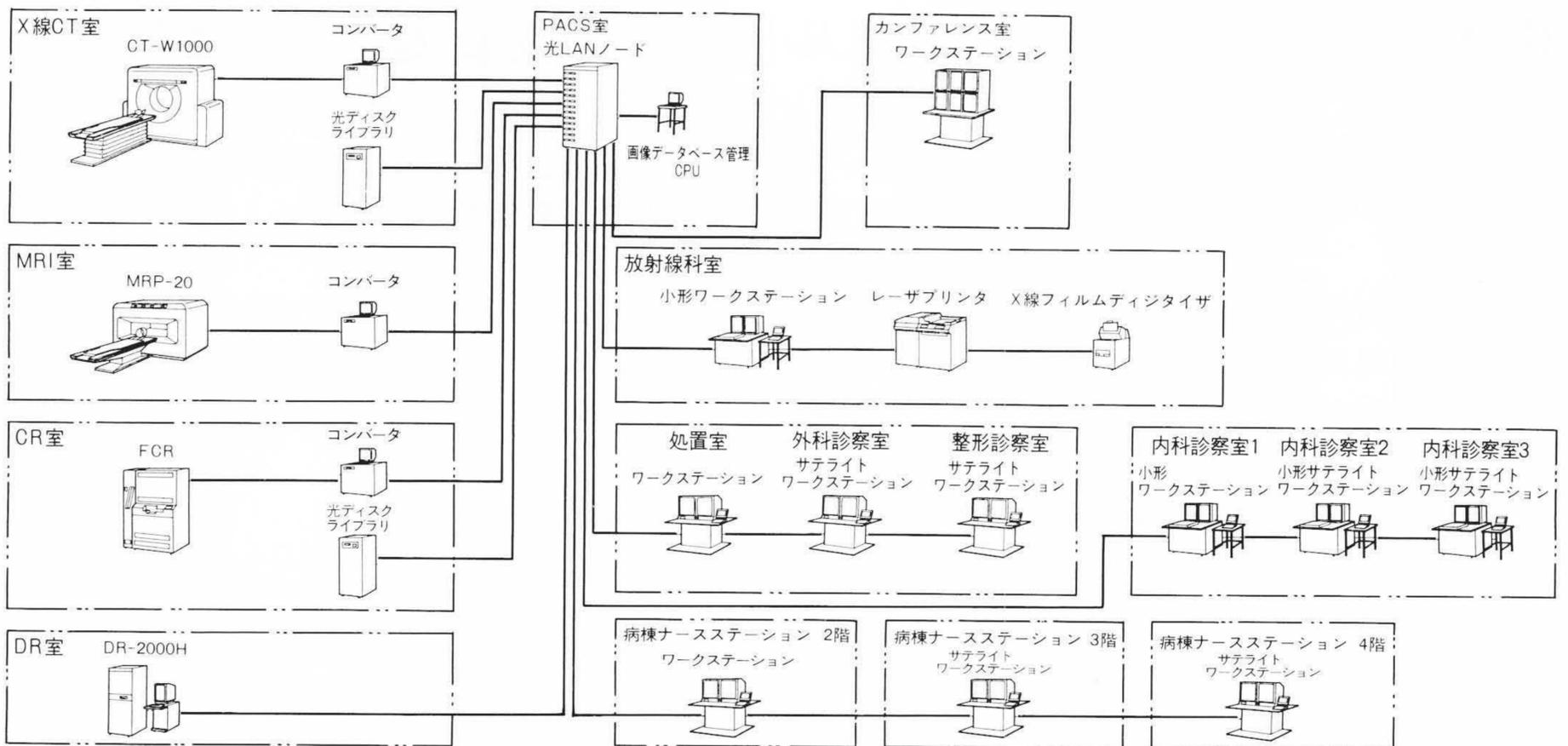
現在接続している画像診断装置は、X線CT(X線コンピュータドトモグラフィ: 株式会社日立メディコ製CT-W1000)、

MRI(マグネチック レゾナンス イメージング: 株式会社日立メディコ製MRP-20)、CR(コンピューテッドラジオグラフィ: 富士写真フィルム株式会社製FCR-7000C)である。件数の多い胃部検査は、従来どおりX線フィルムに撮影して読影・保管しているが、今後、イメージインテンシファイア方式のDR(デジタルラジオグラフィ)を導入して、PACSに接続する予定である。そうなれば、画像のほとんどがデジタル化され、PACSに入力できる。

画像診断装置とLANの間には、コンバータと呼ぶバッファ装置が設けてある。600 Mバイトあるいは1.2 Gバイトの容量の磁気ディスクを持ち、LANを介して画像を光ディスクライブラリに伝送する前に、画像圧縮して伝送時間や容量を減らす。画像を観察するワークステーションは、外来の内科診察室と外科・整形外科診察室・処置室と入院病棟のナースステーションと放射線科およびカンファレンス室に設置してある。

各3室ある内科診察室、外科診察室およびナースステーションには、それぞれ3台のワークステーションが設置してあるが、3台のうち2台はサテライトワークステーションであり、容量1.2 Gバイトの画像記憶用磁気ディスクを共用している。内科診察室と放射線科は設置場所が特に狭いため、14インチモニターを使用して小形化した。その他は20インチモニターで、視野の大きさは大陸(279 mm×355 mm)サイズのフィルムと同等である。放射線科のワークステーションには、レーザープリンタとX線フィルムデジタルタイザが接続されている。光ディスクライブラリからワークステーションに画像を呼び出

* 株式会社日立メディコ 柏工場 ** 株式会社日立メディコ 画像技術本部 *** 小平記念 東京日立病院 **** 小平記念 東京日立病院 医学博士



注：略語説明 X線CT室 (X線コンピュータトモグラフィ室), MRI室 (マグネチック レゾナンス イメージング室), CR室 (コンピュータドラジオグラフィ室), DR室 (デジタルラジオグラフィ室), PACS (Picture Archiving and Communication System for Medical Use: 医用画像管理システム)

図1 東京日立病院におけるPACS構成 フィルムを搬送する代わりに、画像を伝送することによって省力化が図れ、画像を光ディスクに電子保管することによって、フィルムを捜し出す手間が省ける。

したり、コンバータから光ディスクライブラリへ画像を伝送するのはLANを経由する。

本システムのLANは、100 Mビット/sの通信路を10 Mビット/sの画像用回線8チャンネルと、専用電話や制御用回線100チャンネルに分割し、同時通信できるLANである。この機能によってCRの画像を受けるコンバータから病棟のワークステーションへ画像伝送中に、並行してX線CTの画像を受けるコンバータから診察室のワークステーションへも画像伝送が可能になる。また、画像の所在を管理するために、クリエイティブワークステーション2050で構成される画像データベース管理CPUを持っている。画像を光ディスクライブラリに記録した後、上記CPUに付帯情報(患者情報と撮影情報)を送って、その患者がいつ、どんな撮影をしたかの一覧表、いわゆる撮影歴に登録する。標準仕様で、CPU中に患者情報は15万件、撮影情報は60万件記憶できる。光ディスクライブラリには5インチ、600 Mバイトの追記形光ディスクを48枚セットでき、X線フィルム画像を約2万8千枚記録・保管できる。

光ディスクライブラリは容量1.2 Gバイトの磁気ディスク(短期記憶用:高速)を持ち、伝送されてくる画像をいったん磁気ディスクに書き込み、指定された時間になると光ディスク(長期保管用:高密度)に記録する。ワークステーションから、ある画像の読み出し要求がくると、まず磁気ディスク内にその画像の有無を確認して、あれば磁気ディスクから、なければ光ディスクから読み出して伝送する。本システムではX線CTとMRI用に1台、CR用に1台の光ディスクライブラリを持っ

て、分散構成で複数ワークステーションからの読み出し要求の待ち時間を減らしている。

PACSを導入してから、撮影した画像はワークステーションで観察している。外来診察室のワークステーションは、検査結果を見るときや、患者に説明するとき使用する。病棟のナースステーションのワークステーションは、入院した患者の過去画像と当日撮影画像を観察するときを使用している。手術や処置方法を決めるカンファレンスも、フィルムとシャーカステンではなく、6モニタのワークステーションに表示して討議している。フィルムでは見にくい部分も、拡大したり、濃度とコントラストを変えて診断しやすくして観察している。また、撮影された画像は光ディスクライブラリに記録して、いつでも呼び出せるように保管されている。今まで看護婦に、フィルム保管袋を取りに行ってもらっていた過去画像は、光ディスクライブラリからワークステーションに呼び出すようになった。そのため、フィルムや保管袋の散らばりや山積みは、まったく見られない。フィルムを搬送する代わりに、画像を伝送することによる省力化や、画像を光ディスクに電子保管して、フィルムを捜し出す手間を省けるなどの効果は明らかであるが、運用してみると日常の業務やデータの流れに対して実際的でなく、かえって負担が増えることも多かった。以下にPACS導入後、東京日立病院の協力によって改良した経過を述べる。

3 臨床使用経験による改良経過

3.1 画像の流れ

システム内での画像の流れを、図2に示すように2種類想定した。一つは観察する医師が光ディスクライブラリからワークステーションに画像を呼び出す運用である。これを「呼び出し」と名づける。

もう一方は、撮影する技師が検査依頼科のワークステーションに画像を返送する運用である。これを「送り返し」と名づける。

「呼び出し」では撮影が終了したところを見計らって、医師がワークステーションから患者のID番号を入力すると撮影歴が表示され、撮影歴から依頼した画像の撮影が終了し、光ディスクライブラリに書き込まれているかどうかを確認して必要な画像を指定すると、画像が読み出される。例えば、撮影歴を検索・表示するまでに約10秒/15件、1枚の画像を光ディスクライブラリからワークステーションの磁気ディスクに呼び出すのに約40秒(表1)、モニタに表示するのに約20秒が必要で、外来診察室で患者を前にして撮影した画像を見るというような場合には、「呼び出し」を始めてから画像を見ることができずに約1分10秒かかる。技師はすぐに見たいという要求に対応するために、撮影が終了したらできる限り早く、光ディスクライブラリに撮影済み画像を書き込んでおくことが望ましい。

「送り返し」は、撮影する技師が依頼科のワークステーションに画像を返送する運用である。当初、技師が撮影が終了するごとにコンバータで返送先を指定して、依頼科のワークステーションに返送する仕様であった。例えば、内科診察室は1、ナースステーションは3と指定する。これも、撮影と並行して、コンバータで返送先番号を指定するのは手間がかかり実用的ではなかった。

そこで、CRでは撮影時に依頼科名(表2)が入力してあるのを利用して、依頼科名をCRからコンバータに渡して、コンバータが自動的に返送先へ伝送する方式に改良した。撮影が終了したら、画像は自動的に依頼科のワークステーションに送られるため、技師の手間は増えない。医師は「送り返し」されていれば約20秒で最初の画像を観察できるようになり、システムの運用性は大幅に向上した。光ディスクライブラリには夜間に書き込む。この方法は、システム規模が大きくなり、利用度が増すにつれて生じる光ディスクライブラリの「話し中」を解消するためにも有用である。

3.2 画像ワークステーションの画像消去(どの画像をいつ、だれが消すのか)

ワークステーションの磁気ディスクには約1,000枚の画像が記憶できるが、不要な画像を消去しないといっぱいになって、新しい画像が入力できなくなる。画像消去プログラムは、今

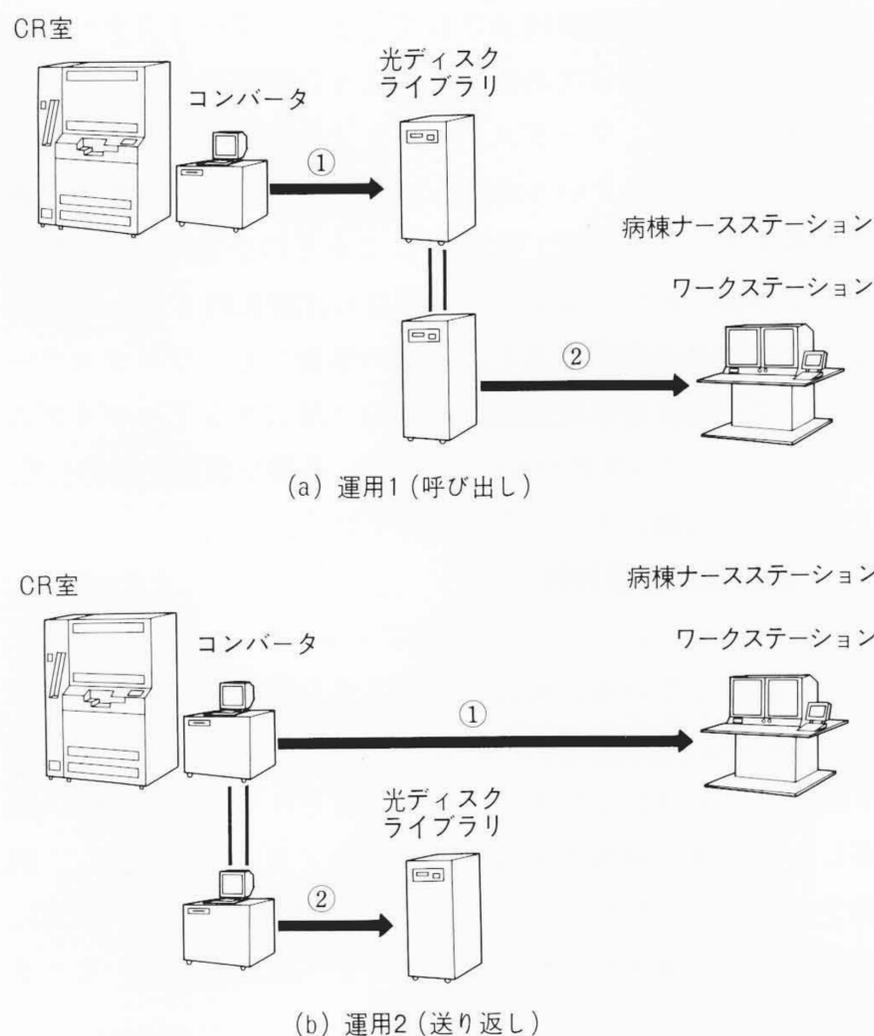


図2 画像の流れ 図中の①, ②は画像の流れる順序を示す。

表1 装置間の画像伝送時間 2,048²は画素2,048×2,048の画像を示す。

伝送元	⇒ 伝送先	1枚当たりの伝送時間
光ディスクライブラリ	⇒ 画像ワークステーション	38 s/2,048 ²
コンバータ	⇒ 画像ワークステーション	26 s/2,048 ²
コンバータ	⇒ 光ディスクライブラリ	34 s/2,048 ²
X線CT	⇒ コンバータ	5 s/512 ²
MRI	⇒ コンバータ	3 s/256 ²

表2 CR入力文字と返送先 返送先は、ワークステーションが設置してある部屋名を示す。

CR入力文字	返送先
NAIKA	内科診察室1, 2, 3
GEKA	処置室
SEIKEIGEKA	外科・整形外科診察室
2F	2階ナースステーション
3F	3階ナースステーション
4F	4階ナースステーション

日から何日前以前にワークステーションに登録された画像をすべて消去するという指定と、何月何日(暦月日)以前にワークステーションに登録された画像をすべて消去するという指定であり、入力項目も少なく、使いやすいプログラムだと思われた。ここでは消去するキーが画像の撮影日ではなくワークステーションへの登録日としたことが特長である。仮に、ある医師が5年前の画像を光ディスクライブラリからワークステーションに読み出しておいた場合、別の医師がきて、3年前に撮影された画像よりも古い画像は全部消去してよいと指示す

れば、5年前の画像は消去されてしまう。ワークステーションに登録された月日であればこのような問題は発生しない。

臨床使用中に、ワークステーションに登録された日以外のキーで消去したいという希望もでた。例えば、退院患者の画像を消去する場合には、ID番号によるその患者だけの画像の消去が必要であり、MRIの専門医ならば読影終了後、MRI画像だけの消去が必要である。米国の学会でも、ワークステーションで不要になった画像を自動的に消去するアルゴリズムの開発についての発表がある³⁾。今後、必要な項目を集約して、できる限り自動化する方向で進めていく。

3.3 連続画像観察枚数

ワークステーションには、X線フィルムをシャーカステンに掛けて観察している、現行の読影方式を模擬する操作が要求されている。ワークステーションは磁気ディスク、画像メモリ、表示メモリおよびモニタから構成されている(図3)。観察したい画像を磁気ディスクから画像メモリに読み出し、画像メモリに入ったなら、マウスによるNEXTアイコン指定に同期して、画像メモリから表示メモリへ高速転送し、モニタに表示する。

32 Mワードの画像メモリには、画素2,048×2,048×1ワードのCR画像が7枚記憶できる(ワークエリア4 Mワード)。512×512のX線CT画像なら112スライス分、256×256のMRI画像なら448スライス分を記憶でき、次々と表示する画像を変えながら観察する場合には、シャーカステン上のフィルムを

掛け替える必要もなく便利である。しかし、現在フィルムで見ている胃の精密検査は、一検査当たり10枚以上の画像になる場合があり、今後、DRで撮影してワークステーションで観察する場合には、1回目に7枚、2回目に残りの3枚というように、一人の患者の画像を2回に分けて磁気ディスクから画像メモリに読み出して観察しなければならない。読影では一連の画像を間を置かずに観察したいという要求がある。つまり、非常に微妙な陰影を見ているため、絶えず一連の画像を見比べる必要がある。ワークステーションでは、一連の画像が画像メモリに常駐していなければ高速表示できない。この問題には、画像メモリを32 Mワード(7枚)から128 Mワード(31枚)に増設して対応することにした。最大31枚(2,048×2,048画像)の連続画像まで画像メモリに記憶して、モニタに高速表示できるため、撮影枚数が増える胃部精密検査などにも対応できる。

4 おわりに

画像を見る必要に駆られてから数秒で画像を見たいという要求を、現在の技術では実現できない⁴⁾。しかし、これがPACSの普及を妨げている真の理由ではない。画像を光ディスクから読み出す時間は、1枚当たり約1分であり、枚数が少なければ、人が保管場所から捜して持ってくるのに比べてはるかに速い。それよりも、手元のワークステーションに画像が伝送されてきても観察するのに時間がかかるとか、システム全体の使い勝手が悪く、運用するために手間が増えるということが問題になる。臨床に使用してみて判明した使い勝手の悪い点を改良したことによって、医師、技師、看護婦の運用するための負担は軽減し、システムから得られる省力化の効果が明らかになりつつある。全病院規模のPACSを初めて臨床に応用したため、予期せぬ問題に出会うことが多かったが、関係者の努力で実運用にこぎつけることができた。今後、ワークステーションの画像表示、消去、検索のID番号入力をキーボードからの手入力より、IDカード読み取りに変更するなど、さらに使い勝手の改良を進めて行く。幸いにして、オプトエレクトロニクス、コンピュータなどの技術革新は著しく、診断画像のPACS化を成功させたいと考えている。

参考文献

- 1) Samuel J. Dwyer III, et al.: The Cost of Managing Digital Diagnostic Images, Radiology, Vol.144, pp. 313~318(1982)
- 2) 入江: 総合PACSをめざして、北大PACSの全貌INNER-VISION(5・4), 1~83(1990)
- 3) 稲邑: SPIE Medical Imaging V, 学会リポートInnervision(6・5), 92~95(1991)
- 4) 澤田, 外: 当院のPACS構築とその運営の実際, 一6ヶ月を経過した時点での問題点一, 映像情報(M), 302~306(1991年3月)

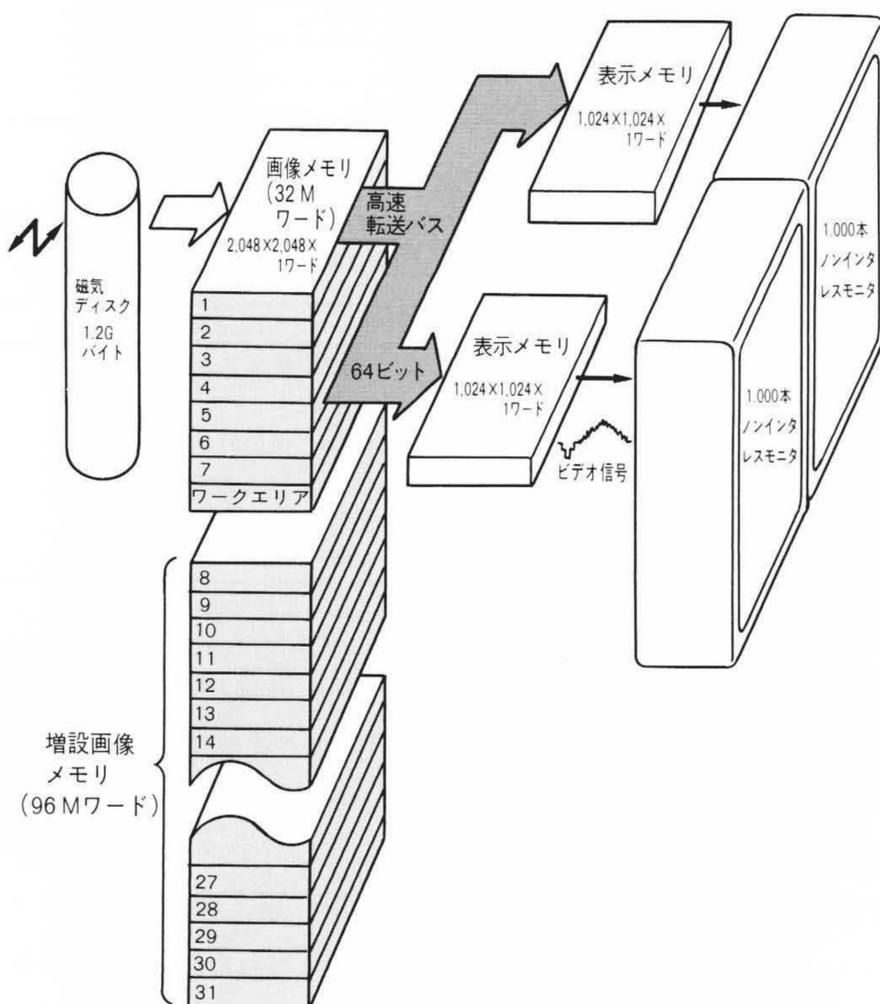


図3 ワークステーション内の画像の流れ 画像メモリから表示メモリへ高速転送してモニタに表示する。増設画像メモリを付加すると、2,048×2,048画像が31枚記憶できる。