

第55回総会学術大会シンポジウムⅡ

会期：平成11年4月8日
会場：東京ファッショントウン

放射線治療のシステム化における諸問題

座長集約

1. 放射線治療装置の構成 - 発生する情報とデータの流れ -
2. 放射線治療におけるネットワークの構築と問題点
3. 放射線治療における画像情報の通信と利用
4. DICOM-RTとその応用

座長 渡辺良晴
北海道大学医学部附属病院
三津谷正俊
東北大学医学部附属病院
藤田勝久
北海道大学医学部附属病院
平山伸一
兵庫医科大学病院
清水弥生
兼松メディカルシステム株式会社

座長集約

Symposium

座長 渡辺良晴
北海道大学医学部附属病院

最近の放射線治療は、コンピュータの発展、装置のコンピュータ制御と相まって治療全体をシステムとして考える必要が生じている。このため治療装置はもちろん治療に関係する装置の導入では機器の接続・通信、データベース、データの規格等を考慮したシステムの構築が避けて通れなくなっている。

これらの要因の一つは、治療装置が電子化されマルチリーフコリメータの普及、自動セットアップ・自動照合機能の充実、照射情報のDB管理等が進み、従来の毎回手動で照射条件をセットする方法では治療が不可能になりつつあること。二つめは治療計画装置の利用が進みCT装置、治療装置との接続が不可欠となっていること。また、画像情報の電子化が進み、X線シミュレータ画像やCT画像も含めた画像を直接用いるための通信や機器が必須になってきていることによる。

本シンポジウムの目的は、このような状況のなかで治療システムを構築するうえでの問題点を明らかにすることを主眼とした。内容は治療で発生する情報についてまとめるとともに、装置間で情報をどのように使用しているかを明らかにする。放射線治療をシステムとして構築する場合、通信のためのネットワークの構築、また、治療以外の部門や病院情報システムとのか

かわりをどのように考えておく必要があるかについて考察する。治療部門で発生する画像情報をまとめるとともに、画像情報の治療部門特有な利用方法、通信方法についてまとめる。現在規格化が進んでいるDICOM-RTについて解説していただき、今後共通規格としての利用方法やシステム構築をどのように考えておく必要があるか等について各演者にまとめていただいた。また情報システムの管理について、愛知県がんセンターの内山氏に追加発言をお願いした。

シンポジウムとして明確な方向性は見いだせなかつたが、各演者の報告からシステム構築にあたっての問題点、今後どのように考えてネットワークやデータベースを構築していくことが必要であるかについて参考になる報告があった。コンピュータの利用と相まってさまざまな情報の電子化、ネットワークを利用した情報通信、装置の自動制御などの問題は今後避けて通ることはできない方向であると考える。各病院内でのPACSも含めたネットワーク化、病院間や地域社会を含めたネットワークがますます進むことを考えると、単に治療部門だけに限ったシステムではなく、病院全体や他病院との通信も考慮したシステム構築も視野に入れる必要があり、今後さまざまな方向から検討をしていく必要があると考える。

1. 放射線治療の構成装置 - 発生する情報とデータの流れ -Symposium-

三津谷正俊
東北大学医学部附属病院

はじめに

近年, 放射線治療技術の進歩は著しく, inverse planやIMRT(intensity modulated radiation therapy)等の新しい技術が注目を集めている。一方, 放射線治療関連機器の発展もめざましく, MLC(multileaf collimator)やEPID(electronic portal imaging device)を装備した放射線治療装置・CTシミュレータ・3D治療計画装置等が急速に普及している。これに伴って, 各装置で発生する治療情報の円滑な伝達と効率的な利用のために, 病院情報システム(HIS)・放射線情報システム(RIS)・PACSを含めた放射線治療システムのネットワーク化が重要となっている。本報告では, 当院の放射線治療システムを例に, 放射線治療分野において発生する情報とそのデータの流れについて述べるとともに, システムの現状と問題点について考える。

1. 放射線治療の構成装置

放射線治療関連装置の高性能化および治療技術の進歩による情報の増加が進むなかで, 治療計画に基づいた放射線治療をいかに忠実に, かつ容易な作業で実現できるかが重要になってきている。治療装置を用いてスタンドアロンで治療することは, 作業効率が悪く人為的な設定ミスを招く危険性があり, 治療成績にも影響を与えるかねない。現在, 各治療装置には治療情報の管理やデータ照合を行うための専用の放射線治療管理システムが提供されており, その良し悪しがシステム

の総合的な性能に大きく影響を与える。放射線治療の構成装置として, 放射線治療装置, 治療計画装置, CTシミュレータ(CT装置), X線シミュレータ, 治療管理システム, 補償フィルタ作成装置, 線量解析装置, ラジオサージェリーシステムなどが挙げられ, 外部装置として, HIS・RIS・PACSとの接続を考慮する必要がある。

当院の放射線治療システムは, データベースサーバ・治療装置・CTシミュレータ・X線シミュレータ・治療計画装置・各種ワークステーションなどで構成され, これらの装置をハードおよびソフトウェアの両面で統合管理するシステムとしてバリアン社のVARISを使用している。

そのネットワーク図をFig.1に示すが, ネットワークの処理形態はクライアント・サーバ型で, 接続形態はハブを中心にしたスター結合型である。データベースサーバのデータ管理はリレーショナルデータベースSybaseを使用し, 患者情報・治療計画・治療結果などの情報を一元管理している。また, VARISのリンク機能を用いてRISとの連携を行っている。今後, 各種治療データに加えて治療関連画像の統合化がなされることで, 多様化するアプリケーション環境でのトラフィックの増加は必然のこととなり, 快適に業務を行ううえでネットワークの高速化は避けて通れない課題となっている。

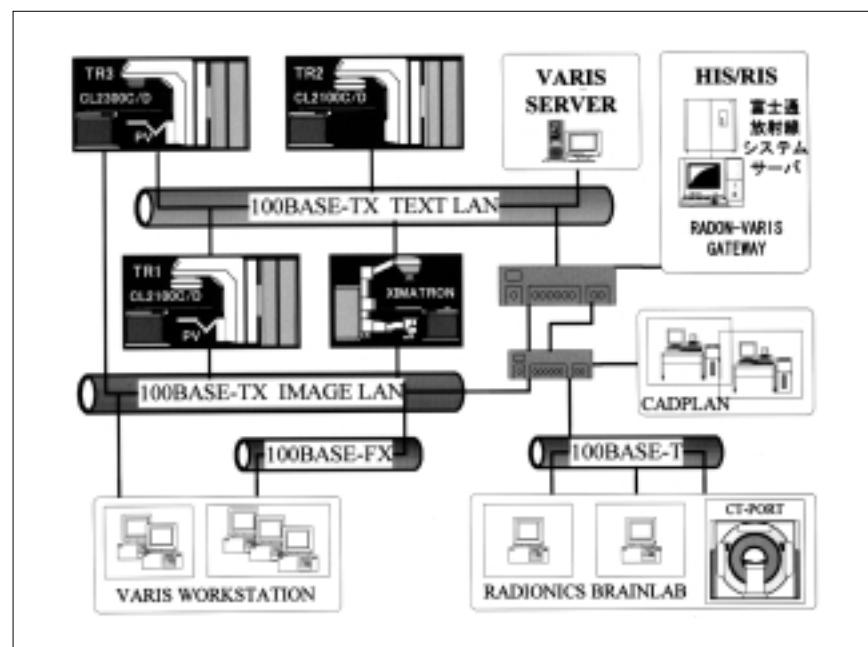


Fig.1 東北大学病院における放射線治療ネットワーク。

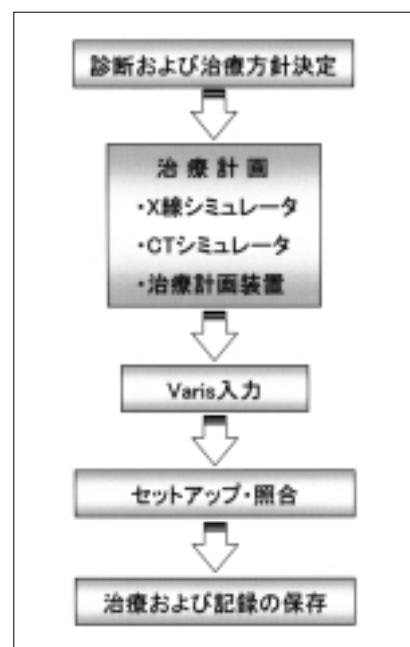


Fig.2 一般的な放射線治療業務の流れ。

2. 放射線治療業務の流れ

一般的な放射線治療業務の流れは、臨床診断に基づき治療方針が決定後、治療計画装置等を用いて最適な治療計画を行う(Fig.2)。計画で発生するデータは、線種、エネルギー、照射法、MU値、アクセサリ、照射野サイズ、ガントリ角度、コリメータ角度、MLCデータ、治療台位置データなどがあり、これらのデータをマニュアル入力またはネットワークを介して治療管理システムVARISへ転送し、治療を行う。

当院で使用している治療管理システムであるバリアン社のVARISの概要を以下に述べる。VARISのアプリケーションは、患者登録から実際の治療までFig.3に示した各アプリケーションで構成される。患者登録をREGISTRATIONで行い、CHARTにより各種治療情報および治療結果を管理する。また、SCHEDULEによって治療装置ごとに治療スケジュールを決定し、TREATMENTではスケジュールに従って治療データ照合やオートセットアップ機能を用いて治療を行う。

治療を行うまでにはREGISTRATION、CHART、SCHEDULEのデータ入力が必要であり、簡単な対向二門照射の場合で、入力時間は10分程度である。しかしながら、複雑な照射になると人為的なミスが発生しやすいので、後述するように計画装置やCTシミュレータなどから計画データを直接転送することで自動入力が行われるシステムが望ましい。

3. 治療計画とデータ転送

治療計画に使用するX線シミュレータ、CTシミュレータ、治療計画装置¹⁾は、それぞれの持つ特長から単独で使用するよりは複数の装置を組み合わせて治療計画を行う方がより合理的である。以下、各計画装置ごとにデータの流れと現状での問題点について述べる。

3-1 X線シミュレータによる計画

X線シミュレータは、透視を用いて照射位置を特定する計画装置として古くから使用されている。この装置を用いた治療計画の流れは、照射位置を透視により特定した後、シミュレータ写真を撮影し、照射野サイズやガントリ角度などの治療データを照射録に記入する。一般に、MLCデータはシミュレータ画像からディジタル化を用いて照射野形状を入力することで作成され、テキスト形式のファイルとしてデータサーバに保存して利用する。また、最新のX線シミュレータ装置では、ディジタル透視画像を用いてディスプレー上でMLCデータを作成する方法がある。

X線シミュレータで発生したデータの治療管理システムへの入力は、Fig.4のように治療計画に基づいて

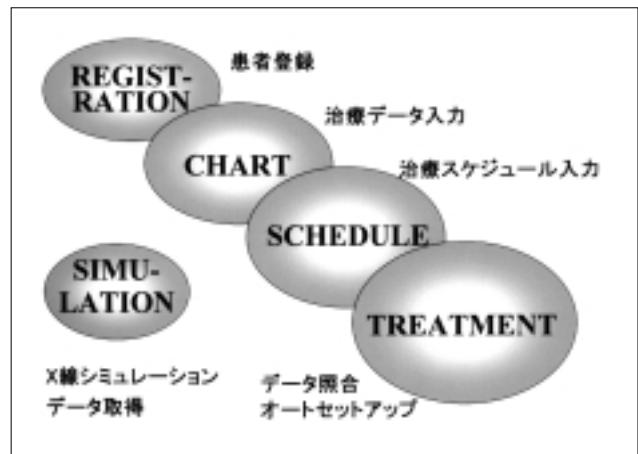


Fig.3 基本的なVARISのアプリケーション構成。

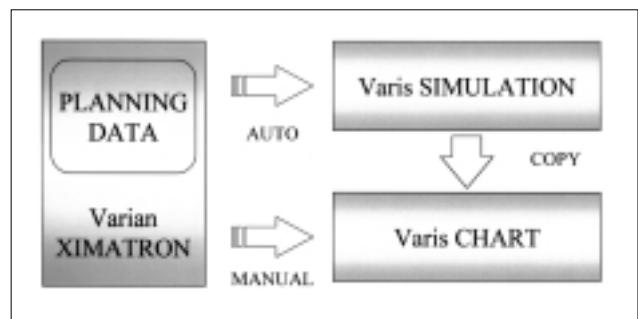


Fig.4 X線シミュレータによる治療計画データの流れ。

マニュアルで入力する方法が一般的である。放射線関連装置のネットワーク化が進むなかで、X線シミュレータは未だにスタンドアロンで使用されることの多い装置である。しかしながら、コンピュータ化されたバリアン社のX線シミュレータ(Ximatron)とVARIS SIMULATIONとの組み合わせでは、X線シミュレータからの計画データの取り込みが可能となっている。具体的には、計画終了後にまだ患者が寝台に寝ている状態で、寝台位置データを含む計画データをVARIS SIMULATIONへ取り込み、VARIS CHARTへコピーすることで、計画データの入力項目が減り、かつ計画時の設定データを用いたオートセットアップや照合機能が可能となる。

3-2 CTシミュレータによる計画

CTシミュレータはCT装置に位置決め機能を付加した装置で、移動式のレーザローカライザによりアイソセンタを投影したり照射野を投影することができる。また、照射位置照合のため、X線シミュレータ写真に相当する照合画像(DRR画像)を作成する機能がある。一般に、CTシミュレータの計画法は、スキャノ画像を用いる方法、アイソセンタおよびガントリ角度の設定によって作成したDRR画像を用いる方法、治療計画装置同様に、ターゲットなどの輪郭を入力して

計画する方法の三つの代表的な計画法がある。

CTシミュレータを用いた場合のデータの流れをFig.5に示すが、一部の装置を除いて線量分布作成機能がないので、計画データを計画装置へ転送して線量分布を作成する必要がある。したがって、CTシミュレータは計画装置と組み合わせて利用することが前提条件で、装置間で計画データの転送方式やフォーマットが対応していなければならない。また、線量分布作成によって計画に修正が必要になった場合は、その修正をCTシミュレータで再現するため、双方向のデータ転送が可能であることが理想的である。しかしながら、CTシミュレータの普及が進むなかで、最も重要なこの部分の対応が遅れているというのが現状である。

計画データの治療管理システムへのデータ転送についても互換性が必要である。VARISの場合は、CTシミュレータからのデータ転送は、ネットワークを介してRTP-Exchangeというアプリケーションによりデータ変換後、VARIS CHARTへ転送される。

3-3 治療計画装置による計画

治療計画装置を利用する場合は、CT装置からの画像の取り込みと計画データの治療管理システムへの転送が問題となる。ラジオサージェリ専用の治療計画装置についても同様である。CT画像の取り込みについては、CT装置からDICOM 3.0規格で画像が転送されるのが一般的であるが、注意が必要なのは、DICOM 3.0規格準拠のCT装置であっても完全な接続が可能であるとは限らないということである。コンフォーマンス・ステートメント(適合性宣言)により、接続する機器についてサービスクラスやSCU/SCPの区分などを確認する必要がある。DICOM未対応の装置との接続に関しては、インターフェースの開発に期間と費用が

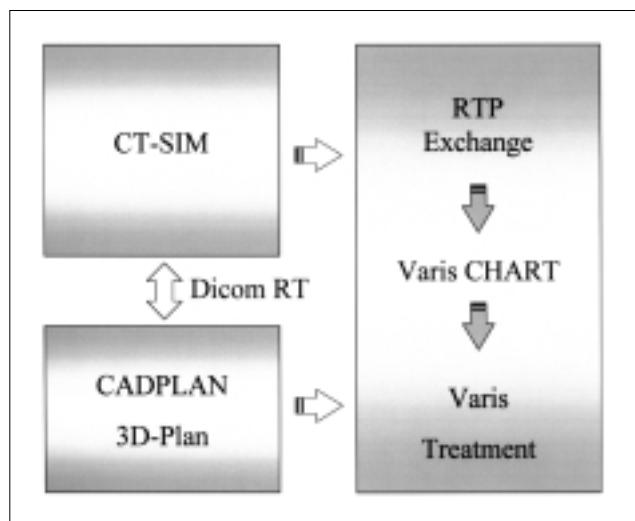


Fig.5 CTシミュレータによる治療計画データの流れ。

発生し、接続装置が変更になった場合は再度開発が必要になるなどの問題がある。また、新規に装置を導入する場合は、接続実績などの理由から自由な機器選択ができないなどの問題が発生する。

現在、画像に関してはDICOM 3.0規格が広く普及しているが、放射線治療領域においても情報オブジェクトを定義したDICOM-RT規格²⁾に対応した機種が市販化され始めている。この規格は、放射線治療関連のデータ転送を行うことを目的としており、このオブジェクトは放射線治療データのコンテナとして利用されることが意図されている。しかしながら、DICOM-RT規格対応の機種が少ないのが現状であり、接続に関する障壁を取り除くべく、治療関連機器メーカーには最大限の開発努力を期待したい。

4. HIS・RIS内情報の利用

2.で述べた治療管理システムVARISの入力手順は、治療計画装置やCTシミュレータからの治療データの転送を除き、REGISTRATION・CHART・SCHEDULEの各アプリケーションをマニュアルで入力する一般的な手法である。当院では第五次オーダリングシステムの導入を機に、業務の効率化を図る目的でHIS・RIS(富士通株式会社 治療計画システムRadon)とVARISをリンクさせたので、その試行例を以下に紹介する(Fig.6)。

オーダリングシステム³⁾が治療関連のネットワークと独立している場合は、本来の治療業務とは別にオーダ入力と患者受付および実施業務が発生し、業務の省力化は図れない。当院では、電子カルテなどに代表される診療情報の共有化⁴⁾の一歩として、従来のペーパーを使用していた照射依頼と照射録の電子化を行った(以下、電子照射録)。具体的には、HIS端末を用いて各診療科からの照射依頼が配信され、放射線科ではこれを基に治療計画を行った後、HIS・RIS共用端末で電子照射録を作成する。

電子照射録では、患者ID入力により電子照射録作成画面(Fig.7)に患者基本情報が表示され、治療部位、予定総線量、1回線量、総治療回数、医事会計情報などの情報を入力する。その後、カレンダ表示により治療開始日から全治療回数分の治療スケジュールを設定してオーダ発行を行う。治療後は実施入力を行って診療行為の記録および医事会計情報の提供を行う。しかしながら、電子照射録内の患者基本情報、治療部位、予定総線量、1回線量、総治療回数、治療スケジュールなどの情報はVARISの入力項目と重複しているため、RISとVARISの連携により、オーダ発行時に電子照射録へ入力された情報をVARISに転送利用することでVARISへのデータ入力

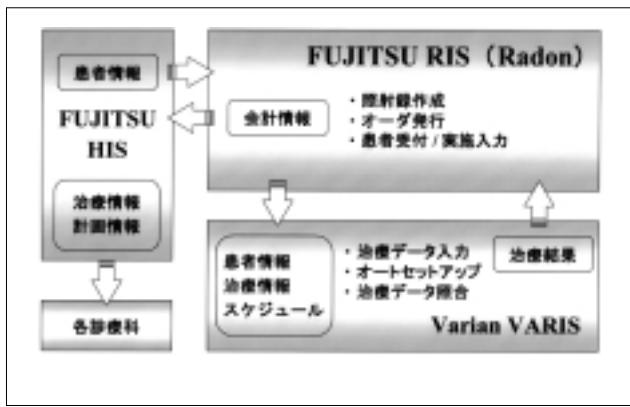


Fig.6 HIS・RISおよびVARIS間の情報の流れ.

業務が大幅に削減できた。これにより、オーダ発行後にVARISのCHARTの治療パラメータなどを一部入力するだけで治療可能となる。なお、VARIS SCHEDULEに患者が登録されるタイミングは、HIS・RIS共用端末で該当する治療患者の受付を行った時点で自動的に取り込まれる。また、VARIS TREATMENTからの治療結果は自動的に電子照射録へ逆に取り込まれ、日々の照射記録としてデータが追加される。さらに、日々の治療実施データを利用して各患者の計画内容、線量分布、治療の進行状況などの情報をレポートとして各診療科に提供している。

当院のケースは、HIS・RISの情報を治療管理システムへ転用することにより、放射線治療業務の省力化および照射情報の共有を実現できた一例であり、治療管理システムの機種の違いや施設の規模によらず、参考になると考える。

参考文献

- 1) 放射線治療マニュアル：放射線医療技術学叢書16。日本放射線技術学会、京都、(1998)。
- 2) 安藤 裕：DICOM規格、共通規格1と2。INNERVISION, 13(8), 38-45, (1998)。



Fig.7 富士通Radonの電子照射録入力画面.

おわりに

個々の放射線治療関連装置の高性能化が進むなかで、これらの装置をシステムとしていかに構成し、その性能を最大限に発揮するかが重要となっている。したがって、現代の放射線治療システムは、バリアン社のVARISやシーメンス社のLANTISのような強力な放射線治療管理システムが必要であり、治療計画装置やCTシミュレータからの計画データ転送が必須である。本報告では、画像については述べていないが、文字情報に加えてシミュレータ画像やEPIDなど放射線治療で発生する画像情報の増加が予想されるため、放射線治療のシステム化に絡む問題は一層複雑になる。したがって、異機種装置間の相互接続に関する障壁は、今なおネットワーク化において早急に解決されるべき重大な問題であり、オープンシステム化が望まれるところである。

- 3) 高田 彰、斎田幸久、近藤博史、他：総合医療情報システムへの模索。INNERVISION, 8(4), 2-57, (1993)。
- 4) 吉原博幸：MMLについて。INNERVISION, 13(8), 46-51, (1998)。

2. 放射線治療におけるネットワークの構築と問題点

Symposium

藤田勝久
北海道大学医学部附属病院

はじめに

ここ数年、放射線治療を取り巻く周辺機器の電算化が著しく進み、治療器本体に付属する自動照合システムをはじめ、マルチリーフコリメータ、ダイナミックウェッジ、IMRT、EPID等の技術が導入された。また、患者データ管理のためのクライアントサーバシステム、治療計画における画像情報、文字情報等、各所

で発生するデータを有効に利用するためにコンピュータをネットワークで接続し、資源の共有化を図ることは必要不可欠な問題となっている。これらのデータの管理・保管を考えた統合的な情報システムを当院での事例を参考に検討する。

当院では数年前より放射線部全体での情報システムの構築を進めており、各部門において業務分析、業務

フローの作成，発生するデータ量の推定，通信速度を考慮した基幹ネットの構成，データベースの構造，アプリケーションの開発を行ってきた。治療部門においてシステムのネットワーク化におけるネットワーク構築の問題点，CT画像の利用，治療計画装置のデータ管理，治療装置のデータ管理，全体の情報管理，DB，画像情報の管理，放射線部，病院全体のシステムとの関係について，実際の使用における問題点を踏まえて報告する。

1. 放射線治療で発生する情報とネットワークの必要性

放射線治療で発生する画像情報には，治療計画で必要とするCT画像，MRI画像をはじめ，照合で必要とするポータル画像，CR画像，診断で必要とするCT画像，内視鏡画像，超音波画像など発生する装置，利用の仕方，画像サイズ，フォーマットなどさまざまなものがある。これまで，これらの画像はそれぞれの装置で独自の規格によって保管されていた。

治療で必要とする文字情報としては，患者ID，患者固有情報，疾患情報，検査結果情報，照射時の装置パラメータ，照射予定，照射履歴情報，経過観察情報等がある。これらのなかには院内HISから入手可能な情報や，治療計画装置で発生する情報と治療装置で必要とする装置パラメータなど，同一の情報を利用できるものもある。ネットワークを構築することによって，CT RTP間の画像データの通信と保管，RTP 治療装置サーバ間の治療パラメータの通信，治療装置の制御，照合，HIS RIS 治療患者データベース間の情報の共有化等，情報の有効利用ができるようになる。そのためには，画像データ量等の情報量を考慮した高速なネットワークを構築すること，情報の規格を統一すること，DICOMサーバ，データベースサーバを用い情報を一元管理すること，通信プロトコルを統一し拡張性を持ったネットワークの構築をすることなどが必要となる。

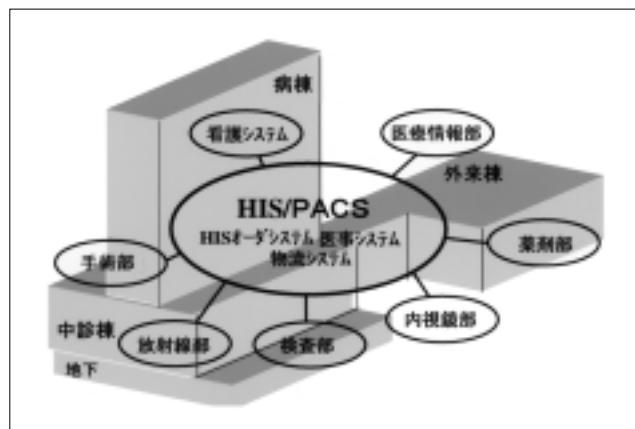


Fig.1 北大病院における情報システムの構成。

治療部門のシステムを考えるうえで，放射線部全体，病院全体のなかでどのように位置づけして，機能するかが重要な問題となる。当院ではHIS/PACSのシステムが稼働中で，HISオーダ，医事会計，物流のシステムがあり，放射線部，検査部，手術部，薬剤部，看護システム等がサブネットとして構築されている(Fig.1)。

このようななかで病院の新築に伴う放射線部の移転が決まり，現状のHISでは部内で発生する情報を管理できない，発生する情報量の増大により現在の通信インフラでは対応できないという理由から，部内ネットワークの構築を計画した。

部内情報システムは，部内で発生するすべての画像データ，文字データを統合すること，情報量に見合ったインフラを整備すること，業務に合わせた部内RISを構築すること，HIS/PACSとの接続をすることを目的とした。ネットワークを利用することで，医事システムとの連携，薬剤，検査，給食，物流，看護システム等との連携をとり業務を簡便にしてスピード化を図ることができる。

部内情報システムにおける画像システムでは，発生する画像はすべてデジタル化し部内で3年間一時保管する。画像サーバは，DICOMサーバに統一して，モダリティ別，部門別にサーバを設置しマルチベンダー環境とし，拡張性を考えて全体を管理するサーバは置かないことにした。また，PACSゲートウェイを介して院内PACSへの画像転送を行うこととした。

放射線部で発生する画像データの種類と容量をFig.2に示す。システム構築で想定した放射線部の画像データ量は，CR系画像で1日1,000枚とし，データ量は1枚当たり6Mbyteとして計算すると1日当たりの発生容量は6.0Gbyte，年間で1.5Tbyteとなる。また1時間当たりの最大発生量は300枚とした。CT系画像の画像発生量はCT装置5台で合計1日5,000枚とし，データ量は1枚当たり512×512×2byteとして計算して1日当たり2.5Gbyte，年間で0.625Tbyteとなった。同様にMR系画像は512×512×2byteとして計算。DR，DSA，シネ系画像は1枚当たり1,024×1,024×2byteとして計算。US系画像は256×256×3byteとして計算した。核医学系画像はガンマカメラ5台で1日750枚，PET装置は2台で600枚を想定し画像データは512×512×2byteとして計算。治療系画像は治療計画用CT装置，治療計画用MR装置でそれぞれ1日1,500枚，ポータルイメージ，DSA装置で1日100枚，超音波装置，内視鏡装置で1日50枚，CR装置で1日20枚と想定し，1日2.07Gbyte年間0.54Tbyteとなった。

2. 情報システムの構成

部内情報システムにおける情報システムは，部内の

1: CR装置	両身発生率10台計1,200枚/日	400bytes/day	1.5Tbytes/year
2: CT装置	CT装置5台 合計 5,000枚/日	500bytes/day	1.25Tbytes/year
3: MR装置	MR装置4台 1,000枚/日	300bytes/day	0.125Tbytes/year
4: DR/DSA装置	IXIADS装置1台 1,200枚/日	250bytes/day	0.125Tbytes/year
5: シネ装置	シネ装置2台 12,000枚/日	250bytes/day	2.5Tbytes/year
6: US装置	US装置4台 800枚/日	200bytes/day	0.5Tbytes/year
7: 核医学装置	ガンマカウンタ5台 170枚/日	400bytes/day	0.154Tbytes/year
8: 治療装置	治療CT・MR、ポータルイメージ機 250bytes/day	0.254Tbytes/year	

Fig.2 放射線部で発生する画像データの種類と容量。

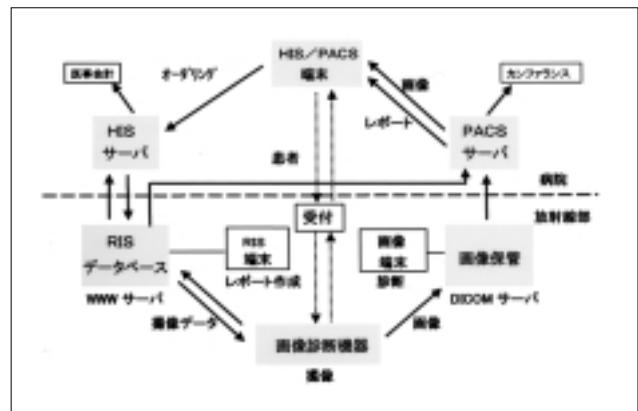


Fig.3 放射線部での情報の流れ。

すべての撮影装置を接続し、webサーバと情報端末を配置したインターネットとした。

Fig.3にオーダ発生から撮影、画像保管、読影までのフローを示す。オーダ情報はHIS端末で発生し、RISデータベースに送られる。オーダ内容に従い撮影装置へ撮影情報が送られ撮影が実施される。実施結果はRIS端末から医事会計に渡される。また得られた画像は部内画像サーバに送られ保管される。同時に画像はPACSサーバへ送られ、読影レポートをつけてPACS端末でみることができる。

部内ネットワークは、放射線部内で発生するすべての画像情報を通信することを考えた場合、HIS全体のネットワークよりも大きな容量が必要と考えられる。このためFDDI、ATM、GIGAスイッチ等の選択肢のなかから、管理のしやすさ、拡張性、費用を考えGIGAスイッチを選択し、スター型の配線を行うことにした。GIGAスイッチを用いたネットワークでは各端末で100Mbpsの通信速度が保証される。また端末の総数は約500台となった。Fig.4にネットワークのシステム図を示す。部内に4カ所のネットワーク管理室、サーバ室を設置し、すべての配線はパッチパネルからのスター型配線とした。GIGAスイッチ(ルーセント・テクノロジー社製、P550)8台、スイッチングHUB(CISCO社製、Catalyst5000)2台から合計540本の配線が可能である。各装置への接続用に、壁にソケット(RJ45)を設置した。また、GIGAスイッチ間どうしの配線は光ファイバ(1000BASE-SX)を用いたメッシュ配線とした。

放射線部外との接続はルータ(CISCO社7507)を用い、かつゲートウェイサーバをHIS、PACS間接続用に5台設置した。放射線部内と部外とはここで切り離し部内ネットワーク上は閉鎖空間としてある。また部外ネットワークへの接続は病院情報システムのネットワークのみとし、患者情報が院外に流れるおそれのない独立した構造とした。Fig.5は、情報DBサーバが納め

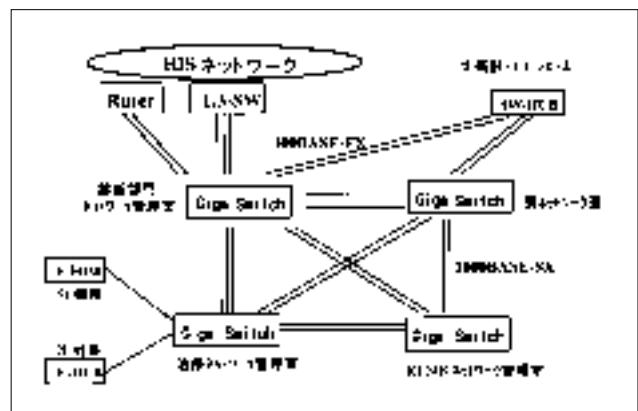


Fig.4 放射線部内システムのネットワークシステム図。

られている1Fネットワーク管理室のラック、Fig.6は光パネルとパッチパネルの裏側と表側、Fig.7はGIGABITスイッチである。サーバは画像情報用のDICOMサーバと、情報サーバから構成される。DICOMサーバには、CR用、DR用、CT用、MR用、DSA用、シネ用、エコー用、核医学部門、治療部門サーバがある。

情報サーバには、データベースサーバとアプリケーションサーバをはじめ、モダリティ接続用サーバ、生体情報監視装置用サーバ、プリンタサーバ、ネットワーク監視用サーバ、DNSなどがある。Fig.8は1Fネットワーク管理室のプリンタサーバとHIS-モダリティ中継サーバ、Fig.9はCR用画像サーバと、CT用画像サーバである。

今回、RIS情報システムを開発するにあたりワーキンググループでの検討会を重ね、まず現状の業務分析を行うために業務フローの作成を行った。次に情報処理の内容を検討し、新システム構築に向けての業務フローの作成をした。

情報システムはインターネットとし、UNIXベースのSQLデータベースサーバとUNIXベースのアプリケーションサーバ(wwwサーバ)を設置し、RIS端末はWindowsベースのPCを用いてブラウザからアプリケーションを起動する方式とした。端末に汎用のPCを用

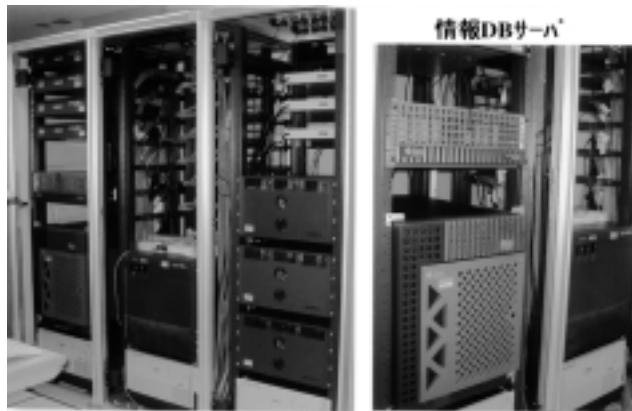


Fig.5 1Fネットワーク管理室の収納ラック .

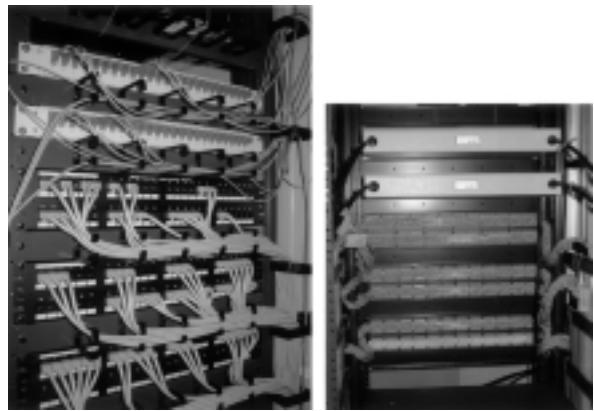


Fig.6 ネットワーク配線 (a: パッチパネル , b: 光パネル).

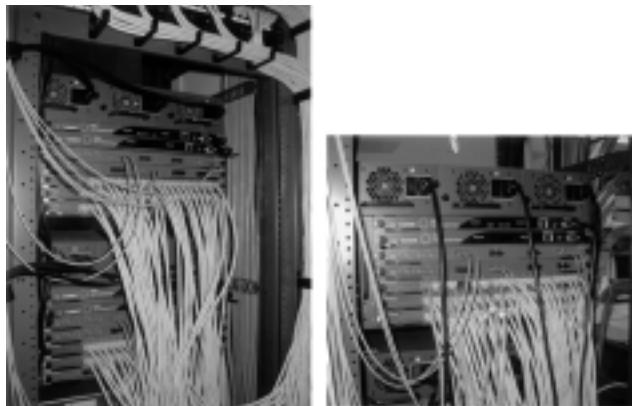


Fig.7 GIGAスイッチ(ルーセント・テクノロジー社製 P550) .



Fig.9 DICOM画像サーバ (a : CR用画像サーバ , b : CT用画像サーバ).

い、インターネットエンジン、データベースエンジンなど市販のものを使うことで、データの利用、各種テーブルの変更などをわれわれの手で容易にできるようにした。

部内情報システムの対象となる業務は、CR撮影業務、CT、MR、DSA、DR、US検査業務、核医学診断部門業務、放射線治療部門業務、手術部・ICU・救急部業務、放射線部ナースセンター業務、読影レポートシステム・カンファレンスシステム、薬剤・物品・材料の在庫・発注・管理業務、台帳・集計・分析業務、部内予定・連絡業務などがある。

Fig.10に情報端末を示す。ネットワークへの接続は壁



Fig.8 1Fネットワーク管理室 (a : プリンタサーバ , b : HIS , モダリティ中継サーバ).

に配線されたソケットにさすだけで済み、システムはインターネットで構築したため基本的にロケーションフリーで、端末もメーカーを選ばないため目的に応じて多種の装置を約70台導入した。各検査室に設置する端末は、設置面積の点から液晶ディスプレイを採用し、またCR撮影室や検査看護記録に使用する端末は、操作性からタッチパネルを採用した。

情報システムを利用して患者受付、案内・誘導業務を提案した。これは、自動受付機、受付機、受付シール発行機、案内表示装置等からなり、検査・治療のため放射線部に来た患者の受付・案内を行うものである。案内表示装置には40インチプラズマディスプレイを採用し、インターネットのPCで表示させる。ここには監視TVのモニタも表示させることができる。受付した患者へは受付シールを発行し、案内表示板に撮影室、順番待ち状態が表示される。このとき撮影室の情報端末には患者が受付をしたという情報が表示される。Fig.11は、無人受付機、案内表示用40インチプラズマディスプレイと表示用端末である。

3. 治療部門情報システム

治療部門における情報システムは、専用のアプリケーションを開発した。Fig.12は業務分析のために作成した業務フローである。患者は治療室入り口の自動受付機で受付をする。各装置ごとに設置された情報端末

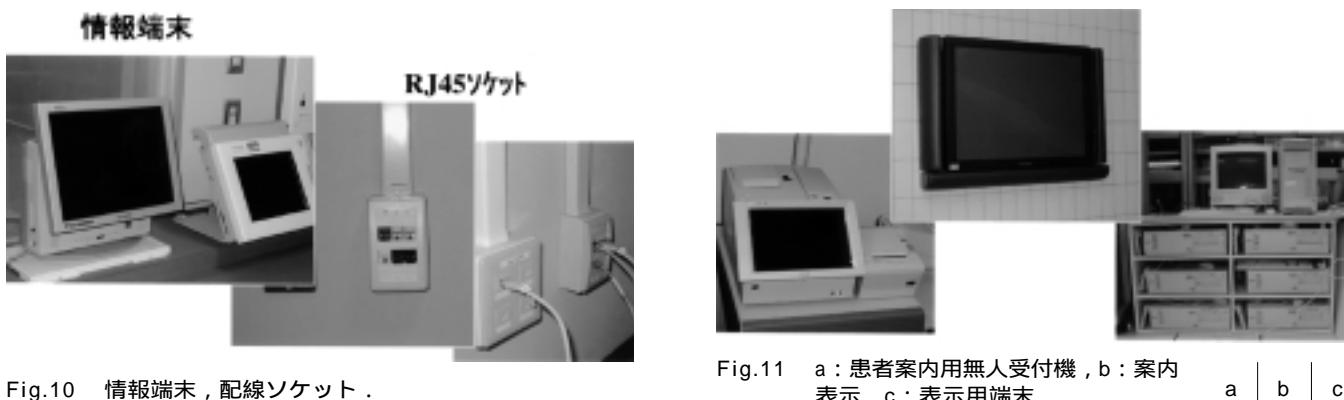


Fig.10 情報端末、配線ソケット。

Fig.11 a: 患者案内用無人受付機、b: 案内表示、c: 表示用端末。 a | b | c

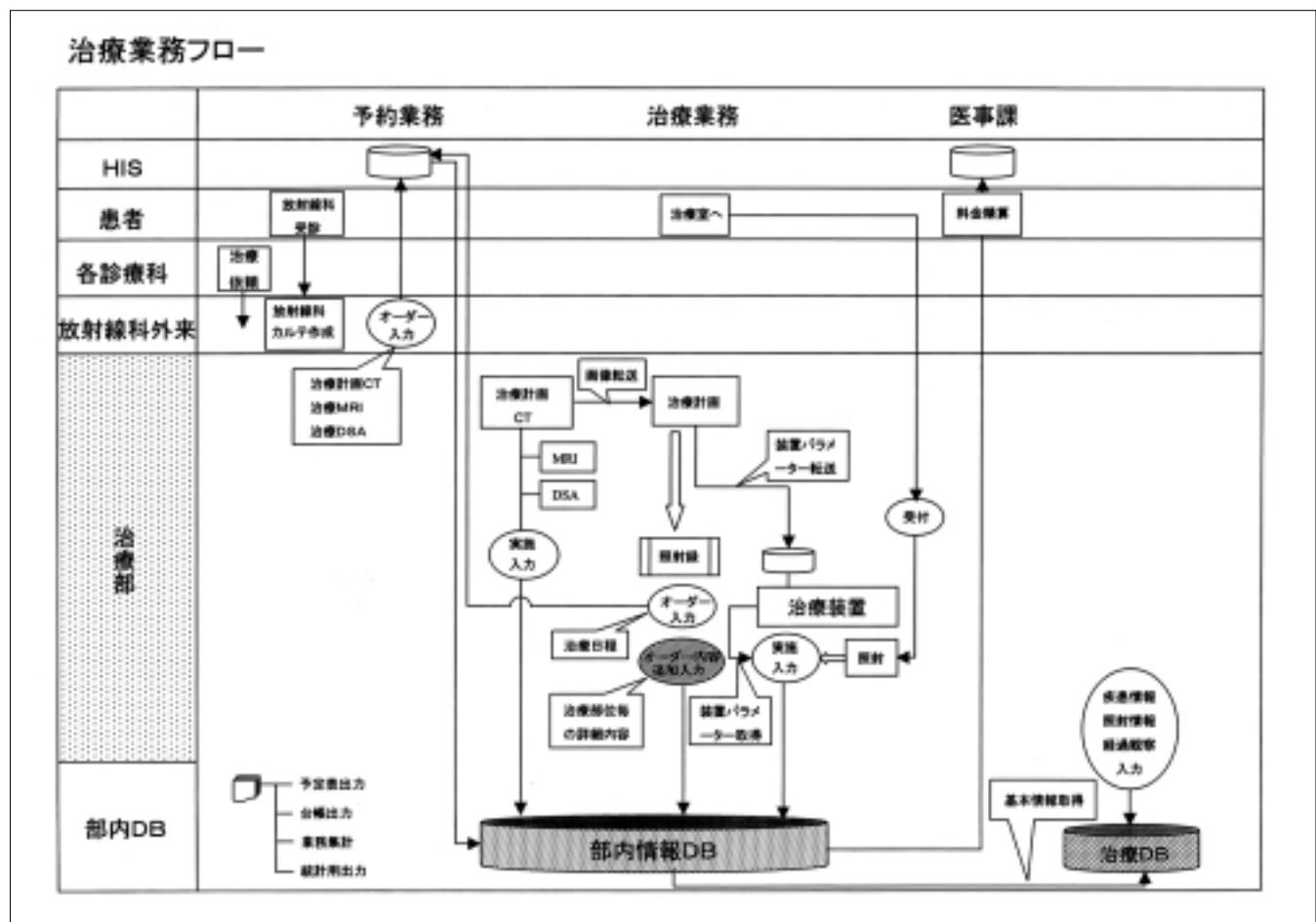


Fig.12 治療の業務フロー。

には予約された患者の一覧が表示され、受付された患者を知らせる。患者を選択すると治療情報が表示され、必要な項目を実施入力する。この情報はRISデータベースサーバからHISオーダへ送信される。このとき治療器との通信は行わず、治療終了後、治療時のパラメータがRISデータベースサーバに保存される。放射線治療部門ではこのほかに、今まで運用中の治療患者データベースがあり、これを引き継いで、情報システムと一体化させた。

Fig.13は、治療部門のネットワーク管理室の構成図

である。光パネルからGIGABITスイッチ、スイッチングHUB、ルータの3系統に分けてパッチパネルに配線される。各部屋のソケットまではカテゴリー5で配線され端末により100BASE、10BASEが自動認識される。現在接続されている端末数は67である。

Fig.14は治療部門ネットワーク管理室の画像サーバと情報サーバである。画像サーバは2台あり、モダリティによって使い分けている。Fig.15は接続されているおもな装置である。

治療計画CTで撮影された画像は、画像サーバに送

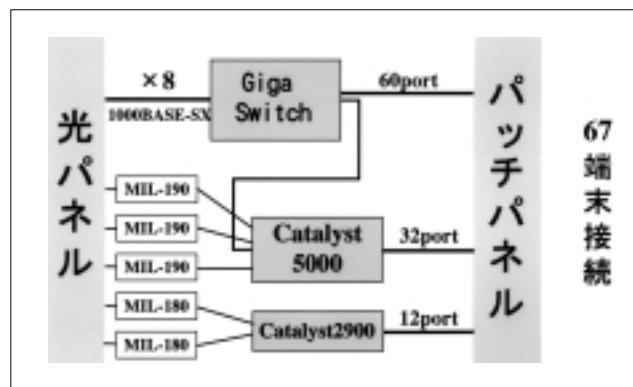


Fig.13 治療部門ネットワーク機器構成図.

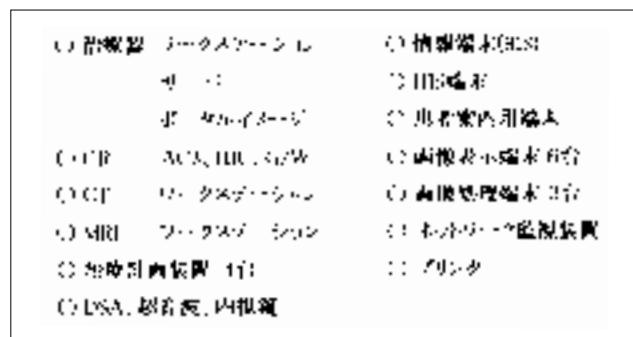


Fig.15 治療部門ネットワーク接続機器.

治療患者数	
延べ患者数	6,616人
1日当たり人数	64.8人/日
延べ門数	
門数	14,613門
1部位当たりの平均門数	
部位	2.21門/部位
実患者人数	
脳	RadioSurgery 12件
肺	SMART 18件
回転照射	29件
(うちMLCを使用したDynamicConformal 14件)	
MLC使用率	77.4% (電子線を除く)
COUCH角度を変えた3次元集光照射となる割合	22.6% (電子線を除く)

Fig.17 治療実績 平成10年10月～平成11年3月の3カ月間).

られる。CT画像1枚のデータ量を0.5MBとして、1人当たり30枚程度の画像を送ると現状では約15秒かかり、このときの転送速度は約10Mbps程度であるが、この通信速度はCT装置とサーバの処理速度に依存している。治療計画装置でこの画像データを呼び出して治療計画を行うと、輪郭、ROIデータとして約500KB、標準的なプランニングで20～30MBのデータ量が発生する。ここから治療装置に送られるパラメータはMLCデータを含めて10KB程度のもので瞬時に転送される。ただし、DynamicConformalなどのプランデータは一門当たり2～300KBに達する。

平成10年10月に本格稼働したネットワークを利用しての現在までの6カ月間の実績を示す。Fig.16がRTCT、治療MRIの使用目的でRTCT総件数630件のう



Fig.14 治療部門画像サーバ、情報サーバ.

a | b

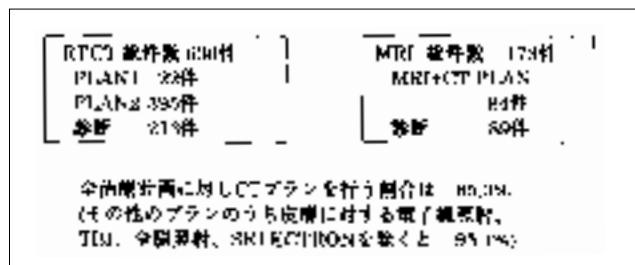


Fig.16 治療計画CT装置、MR装置の使用内容(平成10年10月～平成11年3月の6カ月間).

ち、CT-Workstation上でプランを行ったのが22件、治療計画装置を使用してプランを行ったのが395件、診断目的のCTが213件となっている。治療MRIは総件数173件のうちMRI + CT PLANが行われたのが84件、診断目的のMRIが89件となっている。

また、全治療計画に対しCTプランを行った割合は85.3%で、その他のプランのうち皮膚に対する電子線照射、TBI、SELECTRON治療を除くと全体の95.1%がCTを利用したプランニングということになった。

Fig.17は治療内容で、延べ患者数6,616人、1日当たりの人数64.8人。延べ門数14,613門、1部位当たりの平均門数は2.21門となった。実患者人数は402人で、脳のradio surgeryが12件、肺のSMARTが18件、回転照射29件うちMLCを使用したDynamicConformalが14件となった。また、MLC使用率は77.4%。COUCH角度を変えた三次元集光照射となる割合は22.6%となった。

このように装置間をネットワークで接続し、情報通信にストレスのかからない環境を構築することで、より高度な治療がスムーズに行えるようになるといえる。

4. 考 察

ネットワークの構築にあたって重要な点は、汎用性と拡張性を考えて、システムはなるべく特殊な構造をやめ、汎用の技術を使用したシンプルな構造にすることである。画像情報は、DICOM3.0規格に統一し、画像サーバもDICOMサーバに統一する。情報シ

システムでは、市販のデータベースエンジンやアプリケーション開発言語を使用し、メーカーの特異性を持たせないということも重要である。

また、今後のシステムでは、マルチベンダー環境で、統一したプロトコルによって通信できるシステムが必要となるため、接続するハードウェア、OSの選択、通信規格の統一に関しては機器導入の時点からメーカー側に要求することも必要であるといえる。

もう一つは、ネットワークの管理、接続装置のメンテナンスの方法も考えてシステムを構築するということである。ネットワークの利点を生かしてトラブルの発生を早期に解決できる対策や、遠隔地からのリモートメンテを行えるような設計を考えておくことが必要だと思われる。

5.まとめ

(1)今後の放射線治療では、ネットワークを利用した情報システムは必要不可欠である。

(2)ネットワークシステムは、情報量を考慮したものとする必要がある。

(3)情報の規格統一、汎用DBを利用した共通性を考慮する必要がある。

(4)情報の共有化を前提としたシステムを構築する必要がある。

(5)今後のコンピュータ技術の進歩を考えて、拡張性、汎用性を考慮することが必要である。

問題点

(1)画像情報はDICOM3.0に統一したが、メーカーごとの独自な規格があり、通信、表示等で問題が生じた。

(2)RISを新たに構築するのに多くの労力を要した。

(3)システムを管理していくために、管理者を必要とする。

(4)このようなシステムは前例がないため今後多くの問題が生じると考えられる。

3. 放射線治療における画像情報の通信と利用

Symposium

平山伸一
兵庫医科大学病院

緒 言

現在、放射線治療を取り巻く環境は日々変化しており、なかでもネットワークを用いた装置間の情報通信の進歩がもたらした変化は著しいものがある。治療装置のコンピュータ制御、治療計画装置の導入等により、患者情報、照射情報、画像情報等の装置間での情報通信は今や普通に行われるようになりつつある。また、病院を取り巻く情報システムでは、PACSなどに代表されるネットワーク化

と通信技術の進歩により、放射線治療患者に付随した画像も迅速に転送可能となり、画像のデータベース化も容易になった。

一方、近年のCT、MRIといった画像診断学の進歩は、標的の三次元的描出を可能にし、明瞭な腫瘍範囲の決定を容易にした。そのため、放射線治療においても画像情報を有効的かつ積極的に利用した高精度の照射および正常組織の障害を

低くする最適な治療を行うことが求められている。近年、放射線治療での照合装置としてelectric portal imaging device(EPID)が導入され、リアルタイムに照射範囲の位置ずれ検出を可能にした。これにより画像を用いた照射位置照合に関しても大きく変化してきたと思われる。今回、放射線治療システム構築に必要不可欠となった画像情報の通信と利用方法について検討した。

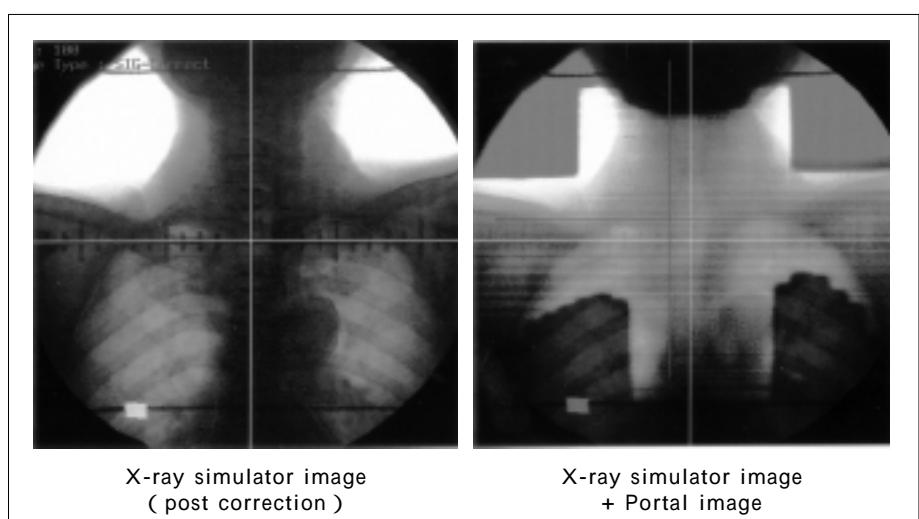


Fig.1 T字照射時のEPID画像。

1. 検討項目

1-1 放射線治療におけるネットワークの構築

放射線治療における、画像ネットワークを構築するうえで問題となる点を以下に示す。病院内部の画像ネットワークと連携、放射線治療部の情報ネットワークと画像ネットワークの有効利用法、画像の電子化によるメリット、治療で発生する多様な画像の扱い、画像の転送速度と保存容量の問題、等がある。

1-2 画像の利用方法

放射線治療で取り扱う画像を利用するうえでの検討項目を以下に示す。診断部で発生する画像の利用方法、target volumeの決定と参照画像の扱い、照射野照合と画像の利用法、放射線治療部内のLANによる画像利用、データベース化と患者情報・治療情報に付随した画像の役割などがある。

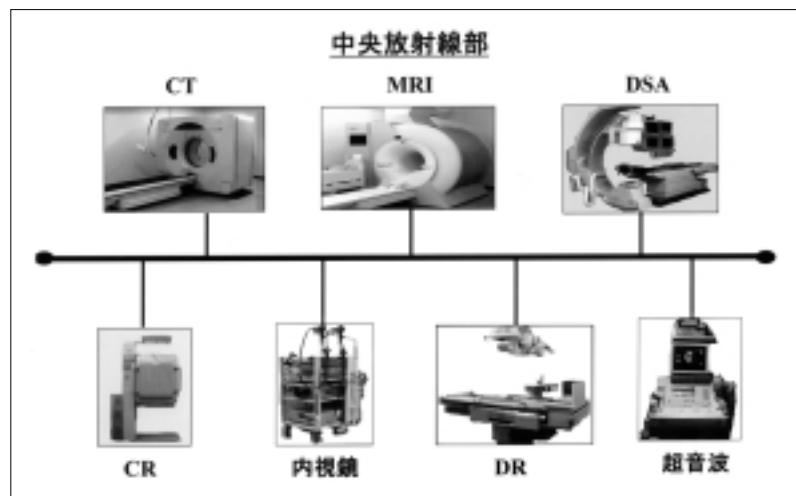


Fig.2 病院内で発生する各種画像。

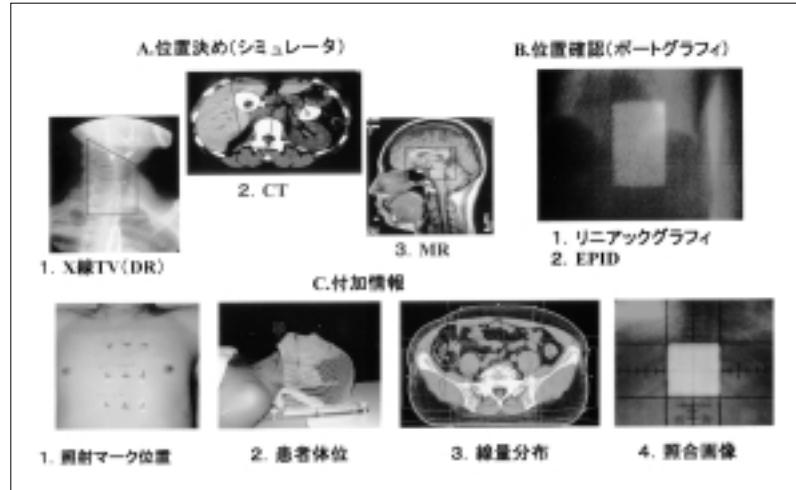


Fig.3 放射線治療で扱われる各画像。

2. 医用画像の電子化のメリット

2-1 ハード面のメリット

(1)ネットワークを用いたシステムのメリットとして、情報通信が簡単であり運用に優れているため広く普及しつつある。また、大容量の記憶媒体を用いることで一元管理が容易であり、ネットワーク上の端末で容易に参照可能となる。

(2)共通規格のメリットとして、装置間での通信が容易になり、汎用性が高まる。

(3)保存のメリットとして、保管場所の省スペース化、画像検索の容易性、動画、音声等の付加価値等により保守性が高まる。

2-2 ソフト面のメリット

(1)医師にとってのメリットは、過去の画像、他の症例の画像を容易に参照できる。また画像の共有と、患者の紹介、説明に活用できる。

(2)放射線技師にとってのメリットは、業務の簡便化、画像の品質、再現性が保証される。

(3)患者にとってのメリットは、診断、治療精度の向上、正確な医療判断、最適な治療計画、画像検査の機会が均等となる。

(4)病院管理者にとってのメリットには、フィルムレスに伴う省スペース化、関連診療科、病院の連携強化と経営の効率化、人的資源の有効活用が挙げられる。

3. 各種画像情報

病院内では、多種多様の画像が発生する(Fig.2)。このなかから、放射線治療においては、clinical target volume (CTV)を決定するために必要な、CT、MRI、DSA、超音波などの各種キー画像を的確に選択し参照しなければならない(Fig.3)。しかし、画像情報の容量から、放射線治療部門で治療患者の画像情報をすべて一元管理するには、コストと運用の点から無駄が多過ぎる。よって画像診断部門のPACSと接続し、必要時にのみ検索する手段をとらなければならず、この場合転送プロトコル、画像フォーマットの規格を明確にする必要性が出てくる。

また、キー画像以外で、放射線治療で発生する画像として、X線TV、お

およびCTシミュレータの位置決め画像，病変局所，skinマーク，ポジショニング等の患者情報写真，治療計画装置で作成される線量分布画像，ポータル画像を含めた電子的照合画像等，が挙げられる。

4. 放射線治療周辺機器構成図

当院の放射線治療情報ネットワークシステム「RT-NET」のフローチャートと周辺機器をFig.4に示す。このRT-NETは，受付，診察室，治療室で発生する患者基本情報，治療情報，腫瘍学情報を，すべてオンラインで管理し，治療装置にもこれらの情報が反映されている。さらに画像情報も同時に取り込みができ，データの一元管理上，有効的に利用されている。

5. 共通規格規定の経緯

医療の分野における，画像情報の統一管理とネットワーク化の話は，10年をさかのぼる。共通規格の経緯をFig.5に示す。1989年より日本PACS研究会と医療情報システム開発センターは，光磁気ディスクを用いた医用画像のファイリングシステムの調査研究を行い，IS&C規格としてまとめた。その後，ディスクフォーマット，データフォーマット，ホストインターフェース，光磁気ディスクカートリッジ等の規格，仕様書が発行され，1994年医用画像情報の電子保存に関する共通規格1が制定された。またアメリカの要望によるDICOM規格は，政府の高度情報通信社会推進本部から出された基本方針に合わせるように，医用画像情報の電子保存に関する共通規格2を1995年に作成し，改善をみながら今日に至る。

6. 通信プロトコルの標準化

通信プロトコルで代表されるTCP/IPなどの標準化も，システム構築には重要であり，拡張性と汎用性を考慮する必要がある。

7. ネットワークの高速化

ネットワークおよび演算装置の高速化をFig.6に示す。画像情報である静止画像に加え，動画，音声のファイリング，伝送も可能となってきた。伝送手段では，COR-networkの光ファイバとATMネットワーク上に，デジタル信号を媒介にすることで，複数のクライアントの要求にも多重化したデータ転送が可能となり，効率も向上する。

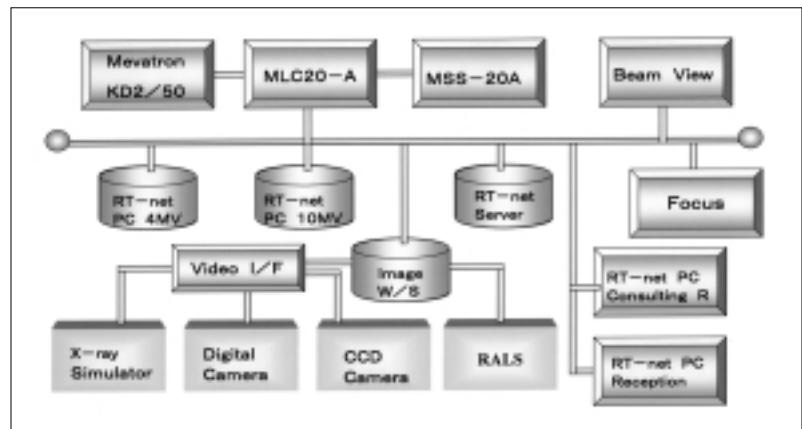


Fig.4 治療情報システムのフローチャート。

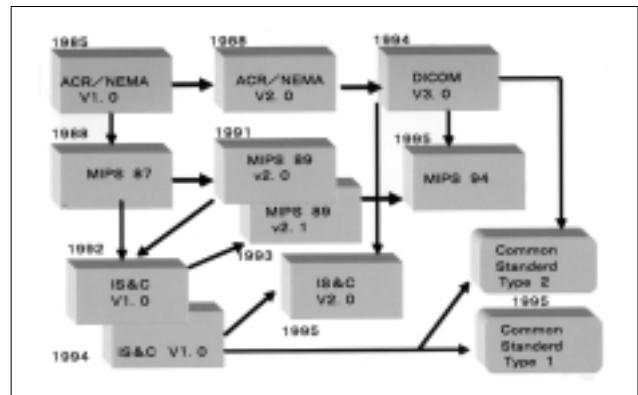


Fig.5 画像共通規格の経緯。

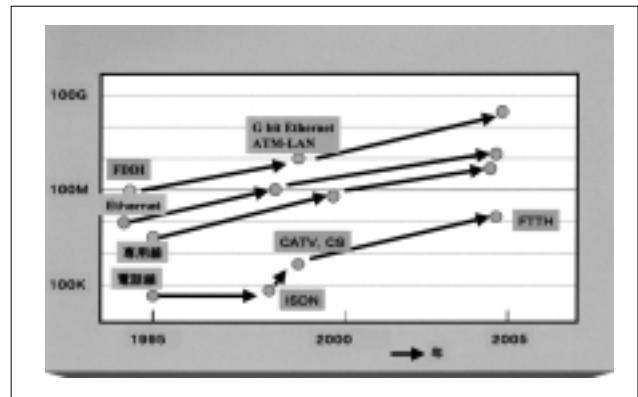


Fig.6 ネットワーク，演算装置の高速化。

8. 画像の圧縮

Fig.7に診断で扱われるCR，CT，MRIの1画像当たりの容量と転送速度を示した。画像を圧縮しない状態では，画像1枚を転送するのに，数十秒かかり，日常業務に支障がでる。「画像情報の電子化に関する研究」でも，1/10圧縮によるCRT診断は臨床上許容範囲という内容が記されていることから，治療上われわれが扱ううえでは，圧縮方法は，MPEG2が基準となると考える。また，この表以外で扱われる，デジタルカメラ等で取り込んだ付加価値の画像に関しては，画像容量

各種画像	画量容量 (byte/seg)	画像枚数	転送速度(seg)	
			1000SE-T	600SE-T
CR	11710	1	22.0	15.0
CT	517	50	53.9	33.1
MR	131	80	24.3	15.0
DR正側面像	37.7	1	0.3	0.2

Fig.7 各画像の容量と転送速度。

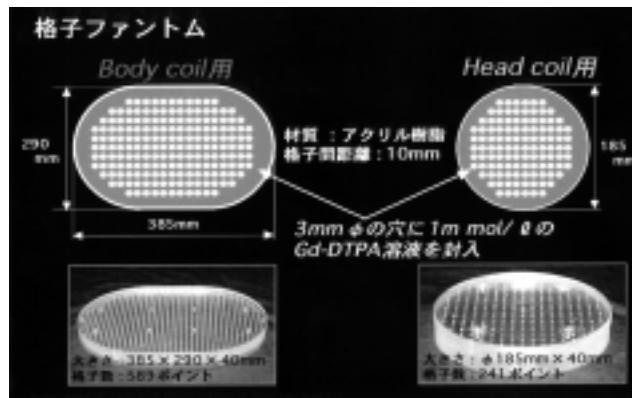


Fig.8 歪補正用ファントム。

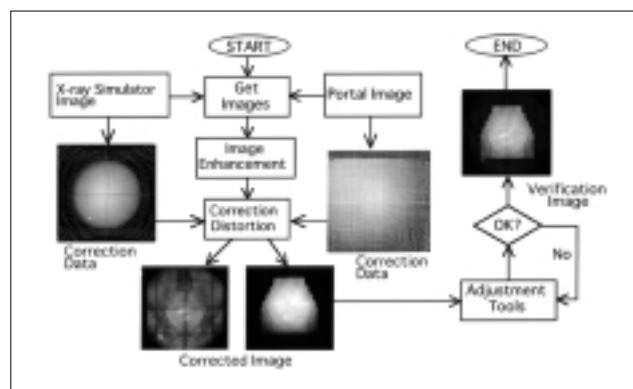


Fig.9 画像照合システムの計算フローチャート。

も少ないことからキー画像とは別に治療の画像サーバにTIFFおよびpict形式で保存、転送した方が、運用上扱いやすい。そこで以上の各種画像を取り扱うために、最適なネットワーク、画像フォーマット、転送プロトコル形式を考えいかなければならない。

9. 放射線治療における画像の利用法

9-1 画像照合システム

取得画像には、X線シミュレータ透視画像、EPID画像、CCD取込画像等があるが、各画像には固有の幾何学的拡大率と画像周辺部に特有の歪みを持っている。この拡大率と歪みは、画像ワークステーションにおいて照合する際、大きな支障となり、正確な照合が行えないことがある。この問題を解消するために、われわれは、画像補間フィルタによる手法を用いた。Fig.8～10は歪み補正に必要なファントムと計算フローチャートおよび照合に必要な画像処理を示す。X線TV、CTシミュレータの位置決め画像と参照画像である他のモダリティ画像との照射野の確認は、あくまでも目視にとどまり、観察者の主観的要素が含まれる。Fig.11に、照射照合するための手法と、位置決め画像とポータル画像を実際に照合した画像を示す。このシステムにより、治療開始時の位置決めにおける照射野照合と日々の治療における画像照合に対する位置ズ

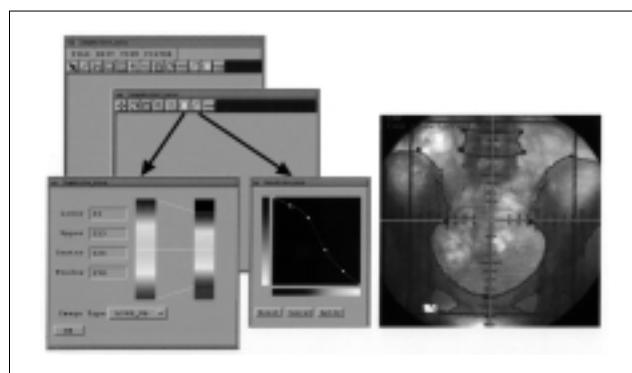


Fig.10 画像照合に必要な処理。

レを定量的かつ客観的に評価できた。

9-2 患者体位のズレ解析

監視モニタを利用して、患者の治療体位画像を多方角から取得する。次に治療開始時の体位をリファレンス画像として、日々の患者体位の移動量を解析する(Fig.12)。まだ基準点の問題から精度はないが、今後照射野のズレとの相関を解析したいと考える。

9-3 参照画像の利用

各モダリティ画像間の照合機能を利用することで、位置決めに大きく貢献できた症例をFig.13に示す。このように従来のX線TVやCT画像では確認できなかったリンパ管の走行や、腫瘍範囲が照射野を決定する際に参考になり、精度の高いトリミングが可能となった。

9-4 LANによる画像利用

Fig.14aは、放射線治療部が抱える慢性的人為不足の解消法として、診察室と治療室間で画像と患者情報をリアルタイムに提供し、相互間で通信する方法を示す。初診患者の治療情報を医師がシェーマ画像を用いて技師サイドに指示する。次に、この情報を元にX線シミュレータを用いて、技師が位置決めを行い、透視画像を患者情報画面にのせ、診察室に転送する(Fig.14b)。そし

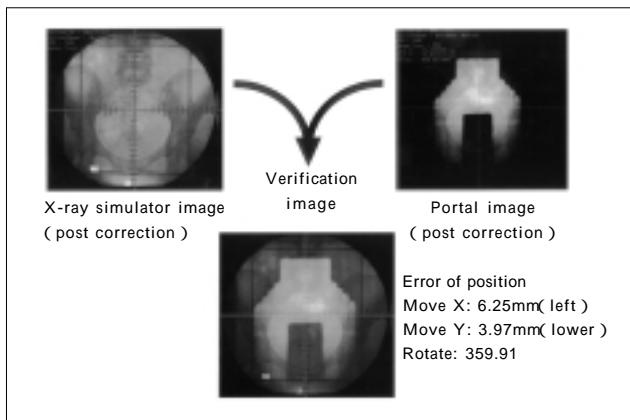


Fig.11 位置決め画像とポータル画像の照合例。

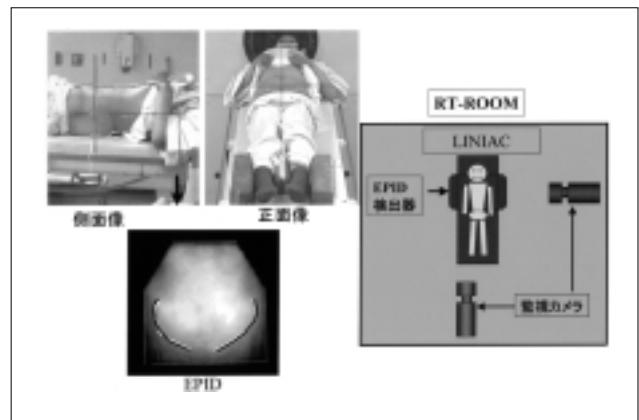


Fig.12 患者監視モニタによる体位の移動解析。

て医師が、CRT上で位置決め照射野の変更、確認を行う。この支援システムで、医師、技師の両者が移動することなく情報を伝達でき、業務を円滑に進めることができる。

9-5 照射情報と画像のリンク

日々の治療において確認されなければならない、照射方法、照射回数、線源種類等の照射情報と病棟、搬送方法、JASTROデータベースに関連した患者情報がある。この情報と数多く発生する画像情報をいかに有効的に利用し、かつ治療部門で一元管理するか検討する。Fig.15は、患者時間割予約画面から、施行患者を選択した際出力された画像の1例である。このあと、ビーム情報確認したのちリニアック装置にデータが転送され、MLC等の機器制御が行われる。このように、治療装置と患者データベースによる画像管理をリンクさせることで、照射前に必ず治療情報と画像を同時に確認できる。

9-6 診察時の利用

診察時の医師も患者の照射情報と治療情報の他に、最新のポートグラフィなどの画像を必要と考えている。これは医師への情報提供だけでなく患者に治療の進行状況を話すうえでも有効に利用できる。

10. 今後の問題点

今後、定位放射線照射、集光照射

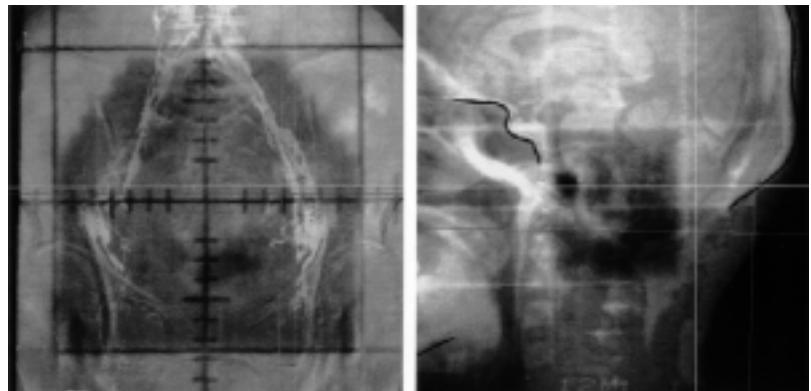


Fig.13 各モダリティ画像と照合例。

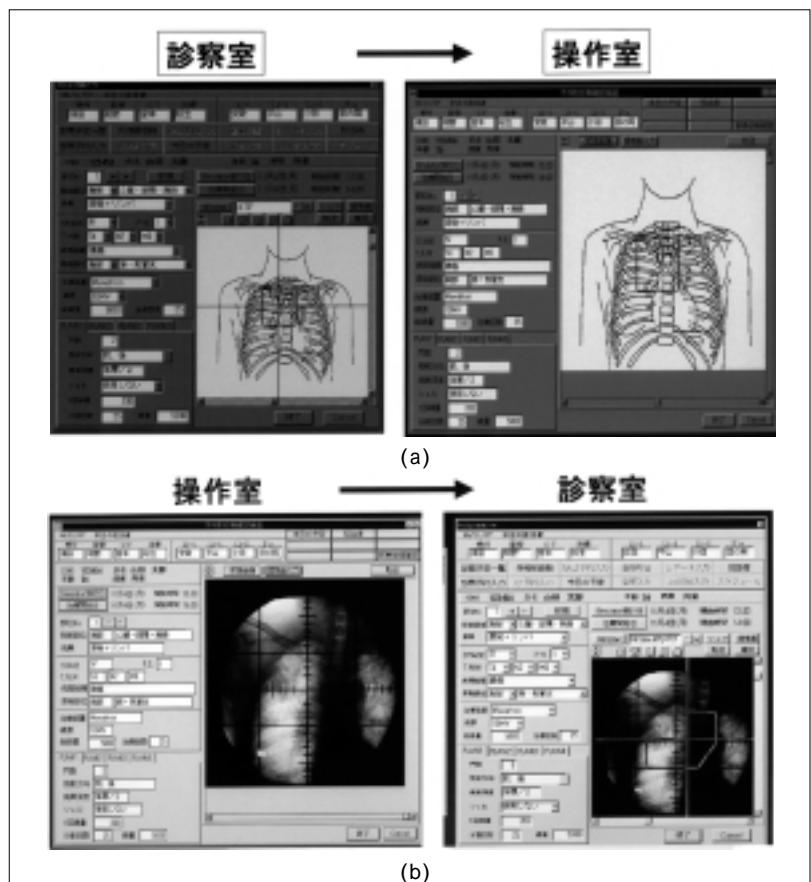


Fig.14 患者位置決め支援システム画面。



Fig.15 患者診察用画面 .

の有効性が高まるなか、放射線治療におけるCTを含めた画像の位置づけは、ますます高くなっている。放射線治療システムを構築するうえで今後の問題として、Fig.16に示す検討項目が挙げられる。従来、放射線治療において画像に対する位置づけは低いものであ

参考文献

- 1)坂下恵治：ネットワークの実際。日放技近畿部会雑誌，4(1)。
- 2)小塚隆弘：画像情報の電子化に関する研究。厚生省健康政策局，(1998)
- 3)平山伸一，安政勝己，小田雅彦：照射野照合システムの構築。日本放射線腫瘍学会，10(1)，35-46，(1998)。

今後の放射線治療を取り巻く環境

- ・ HIS, RISとの連携の強化
- ・ 地域医療含めた画像情報の提供
- ・ PACSに伴う経済性と効率化
- ・ 治療機器の制御と汎用性
- ・ DICOM, Ver3.0と移行時期

Fig.16 放射線治療を取り巻く環境の変化 .

ったが、将来画像と治療は非常に密接な関係をもたらしていくと考える。これらを充分考慮したうえで、われわれは画像情報の有効利用も含めた情報システムを考えいかなければならない。

- 4)川中 彰，高木幹雄：NMRイメージングにおける静磁場の不均一性による画像歪みの自動補正法。信学論(j)，j68d，3，292-297，(1985)。

4. DICOM-RTとその応用

Symposium

清水弥生
兼松メディカルシステム株式会社

はじめに

DICOM規格が登場して6年が経過し、画像転送の規格として放射線治療の分野でもかなり定着してきた。DICOM規格は、本来画像データ転送のための規格としてスタートしたがさまざまなオブジェクトの規格が追加され、放射線治療に必要なデータに関しても規格に組み込まれるようになった。今回、DICOM規格のなかの一つ、RTオブジェクトに関しての現状とその応用について示す。

DICOM規格からDICOM-RTが誕生した歴史的背景、DICOMの規格内容と放射線治療における現状でのDICOM規格の使われ方を紹介し、具体的なRTオブジェクトの内容、RTを利用した場合のデータの転送例、最後にRTの限界ならびに注意すべき点について順に示す。

1. DICOM規格の歴史的背景

1970年代CT、MRIなどの各種デジタル画像の共有

を利用を目的としたPACS(picture archive and communication system)の登場でデータのオンライン化が進んだ。しかし、通信規約やデータフォーマットが各社独自のもので、互換性がないためシステム構築には開発コストや時間がかかってしまうことや、その割には柔軟性のないシステムになってしまうなどの問題点が生じた。そこで、1983年、北米放射線学会(ACR: American College of Radiology)と北米電子機器工業会(NEMA: The National Electrical Manufacturers Association)が合同で、異なるメーカーの装置間でデータを転送するための規格作りを開始した。1985年にACR-NEMA ver.1.0が発表され、1988年に一対一の機器同士の通信規格などが追加されたver.2.0が発表された。そんななか、時代はどんどんnetwork化の方向に進んで複数の装置間でのデータ転送が要求されるようになってきた。そこで委員会は時代のニーズに対応すべく新たな規格作成に着手した。そして1993年にDICOM規格という形で、RSNAで正式に承認された。

DICOM3と呼ばれるのは、ACR-NEMA ver.3.0にあたるためである。

DICOM規格にはさまざまな画像や波形データなどが次々と盛り込まれているが、放射線治療データも例外ではない。CT、MRIのほかにポータルイメージ、シミュレータ画像などの画像データ、治療計画で発生する治療条件、治療機での照射データ、照合記録など、放射線治療分野での接続機器の多様さや発生するデータの多さを考えれば規格の導入は必要となっている。

そこで、1994年、RSNAのWG7として放射線治療に関するデータの標準化の検討が開始された。これが、一般にDICOM-RTと呼んでいる、radiotherapyオブジェクトである。参加メンバーは放射線治療装置メーカー、研究機関、IEC(国際電気会議)などである。1997年RTの四つのオブジェクトが正式に承認され、さらに今年、三つのオブジェクトが承認されて、一通りまとまる予定である(Fig.1)。

2. DICOM規格

DICOMの規格は、標準規格の上に成り立つ規格であるといえる。とくにnetworkの通信部分は、ISO/OSI(国際標準化International Standard Organization)の7階層モデルとTCP/IP規格を取り込んでいるので、簡単に機器同士の接続を行うことが可能になる。また、治療装置、患者座標系の定義は、IEC(International Electrotechnical Commission)の座標系を、ターゲットや線量の概念はICRUレポート50に記載されている定義を使用している。

“光子線ビーム治療の処方、記録および報告”規格はオブジェクト指向分析の手法を取り入れたもので、サービスクラス、情報オブジェクト等といった用語が一般的にはなじみがないが、平たくいうと、何をどうするかということが細かく定義されている。たとえば、CT画像を治療計画装置に送るという場合のCT画像、つまり、“何を”にあたる部分が情報オブジェクト、転送する、“どうする”にあたる部分がサービスという定義で規格化されている。内容は通信規約や、光ディスク、CD-R、DVDなどの物理媒体のフォーマット、サービスの種類、情報オブジェクトの内容が細かく定義されている。DICOMの規格ではこの膨大な規格のなかのどの部分に適合しているかを明確にすることになっており、これが適合性宣言、コンフォーマンスステートメントである。現在、実際に放射線治療で使われているDICOMは、CT画像やMRI画像の転送部分である。画像の取り込み後の治療計画装置と治療装置間のデータ通信に関しては、各社、各機種ごとに方式やフォーマットが異なっている。現状、おもに使用されているサービスは以下の3種類である。最も多く使用さ

■ 1973年	PACSの登場 データオンライン化
■ 1983年	ACR-NEMA 規格化開始
■ 1985年	ACR-NEMA Ver1.0
■ 1988年	ACR-NEMA Ver2.0
■ 1993年	DICOM3(Digital Image and Communications in Medicine)誕生
■ 1994年	DICOM-RT規格化開始
■ 1997年	DICOM-RT 4 IOD 規格化
■ 1999年	DICOM-RT 3 IOD 規格化

Fig.1 DICOM-RT規格の歴史的背景。

DICOM-RT 規格

- RT image
- RT dose
- RT structure set
- RT plan
- RT beam treatment record
- RT brachy treatment record
- RT treatment summary record

Fig.2 : DICOM-RTの規格内容
(七つの情報オブジェクト定義)。

れているのが、画像転送のstorage serviceである。CT、MRIなどの画像発生装置から直接必要な画像を治療計画に送信している。もう一つは、画像をサーバに保存しておき、治療計画装置から必要な画像を問い合わせにいき、その画像を送ってもらう、query/retrieve serviceである。ほかには、DRR画像をDICOM printerに出力するなどのprint serviceが使われている。

3. DICOM-RT規格の内容

RTオブジェクトの内容について簡単に示す。DICOM-RTは一つのオブジェクトではなく、今年最終的に規格化されるものも含めて全部で七つの情報オブジェクトが定義されている。種類としては1997年に規格化された、RT image、RT dose、RT structure set、RT plan、今年規格化されるRT beam treatment record、RT brachy treatment record、RT treatment summary recordがある(Fig.2)。

(1)RT imageには放射線治療のための画像内容を規定しており、シミュレータ、ポータルイメージ、DRR、BEV像などはここで定義する。コリメータ開度や患者の輪郭データ、ターゲットボリュームなどを重ねた画像も含まれる規格になっている。治療で使用するCT画像やMRI画像はRTオブジェクトではなく、一般画像として取り扱う。(2)RT doseでは放射線治療のための線量内容を規定し

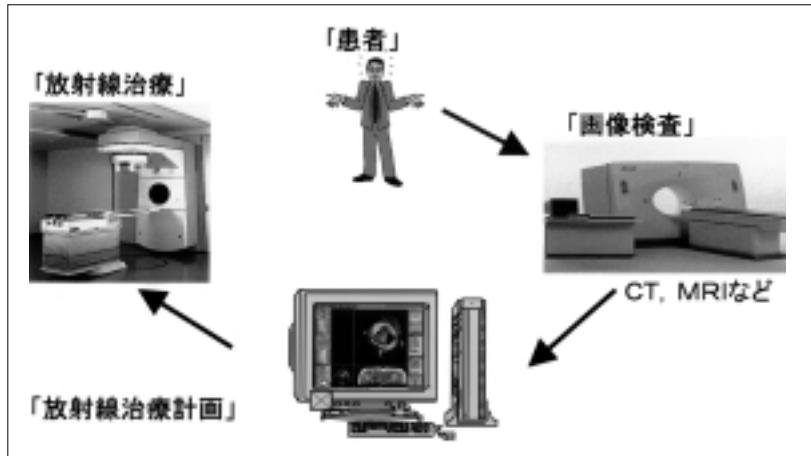


Fig.3 放射線治療のデータ通信現状.

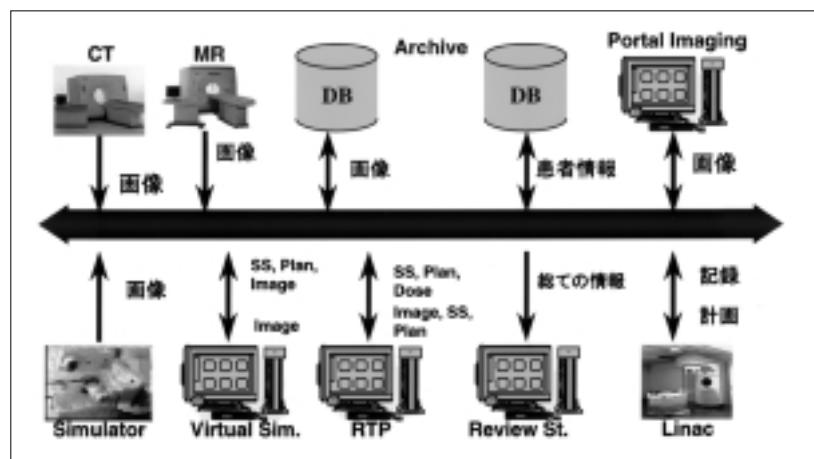


Fig.4 DICOM-RTを用いたシステムの応用例.

ている。治療計画システムで計算された2D・3Dの線量マトリクス、等線量曲線、点線量、DVHなどで表される線量値などが定義されている。

(3)RT structure setでは、CTシミュレータや放射線治療計画装置などで作成される患者関連の構造体を規定している。内容は、輪郭、関心点などの患者の解剖図に関する情報、マーカ、アイソセンタ、ターゲットボリューム、電子密度情報がここで定義されている。

(4)RT planでは外照射、内照射の治療計画の内容を規定している。外照射であれば、ガントリ角やコリメータ開度といった治療用設定、内照射であれば、線源位置や引き戻し位置、照射時間などの治療用設定、患者のセットアップ条件、モニタユニットの値、照射の分割回数などの内容を定義している。

(5)RT beams treatment recordでは治療照合システムにより作成される外照射の治療記録を規定している。照射した結果の記録、治療機情報、測定線量情報などが定義されている。

(6)RT brachy treatment recordは、内照射用の治療記録を規定している。治療機情報、線量情報、照射記録などが定義される。

(7)RT treatment summary recordでは累積の治療記録が規定されている。通常は治療終了時に作成される記録で、累積線量などが定義されている。

4. DICOM-RTの応用例

実際にRTオブジェクトを使って、データベースで放射線治療のデータを管理するシステムを想定し運用の流れを想定してみる(Fig.3)。サービスクラスの内容ではなく、オブジェクトの流れを中心示す。はじめに放射線治療を受ける患者の患者情報は院内の情報システムデータベースに登録される。次に治療計画のためのCT画像を撮影する。画像はCTスキャナからバーチャルシミュレータへ転送され、そこで、患者の輪郭やターゲットをとり、RTPにRT structure setを送る。大体のplanを作成したら、RT planをRTPへ送る。RTPで治療計画した結果はRT planで治療機へ送る。また、線量計算した結果を

RT doseでデータベースに送る。治療機で照射した結果はレコード&ベリファイ装置がRT beam treatment recordを管理する。照合に使ったportal imageはRT imageでレコード&ベリファイ装置に管理する。もしくはデータベースにRT recordで管理する。これはほんの1例であるが、持っている装置や運用によってどの装置でデータを管理するのがいいのかは、それぞれのユーザによって異なる(Fig.4)。

5. DICOM-RTの限界

実際に装置間を接続する場合の注意事項をまとめた。まず第一に共通の規格といえども限界があり、上記のように放射線治療においては、特定の処理モデルが存在しない。このため、個々の装置での発生データはモデル化されているが、そのデータ自体の管理についてはモデル化されていない。データ通信においては、RTオブジェクト自体はやりとりされるが、それをどの装置でどのように管理するかは、個々の施設で考える必要がある。また個々のデータは、必須項目よりも条件付やオプションデータが多いので、メーカー、装

置によって必ずしもRTオブジェクトのすべてのデータが埋まることは、まずあり得ない。また、装置によってそのデータの取り扱い方も違っている。たとえば、wedge IDの場合、ある装置では、IDに方向や角度が盛り込まれているが、別な装置では違うデータ要素に方向や角度をもっていて、IDには特別な意味がないといった具合に、IDの取り扱いをどうすればよいのかなどといった問題が必ず起きてくる。基本的には、RTオブジェクトは放射線治療のデータのコンテナとしての利用を目的としたもので、データを転送しながら、埋めていくというコンセプトで作成されているので、細かい部分で装置間の仕様の違いはカバーしきれていな。このため、コンフォーマンスステートメントの確認は、非常に大切となる。コンフォーマンスステートメントにその装置が対応している内容がどれだけ詳しく書いてあるかによるが、少なくとも、どのデータがやりとりできるのか、必要なデータの転送はできるのかどうかは確認する必要がある。また、RTオブジェクトをサポートしているだけでは不十分で、サポートしているサービスクラスが不整合であれば、必要なオブジェクトを持っていてもそれをやりとりすることができないことになる。たとえば、一方はstorage serviceのサポート、他方のquery/retrieve serviceではサービスの不整合でデータ転送できない。また同じサービスクラスでも、一方が送る側、他方は受ける側に対応していなければ、データ転送ができない。このため、正確にオブジェクトが流れるかどうか、サポートしているサービスクラスの関係を確認する必要がある。

まとめ

DICOM規格は、各装置がDICOMのどの部分をサポートしているかをコンフォーマンスステートメントに明確にしてあれば、DICOM対応とうたえる規格なので、各メーカーが“DICOM RT対応しています”と明言するのは、決して嘘ではない。しかし、RTオブジェクトは7種もあり、データも装置の定義によって異なるものがあるため、実際の接続においては少なからずデータの欠如や不整合は必ず起きるという認識を持っておく必要がある。DICOM-RTを使う場合、コンフォーマンスステートメントをよく確認し、必要なデータが転送、保存できるのか、何ができないのか、できない場合はどのような運用でカバーするのかをあらかじめ考えておくことが重要である。

最後にトピックスとし、米国においても、まだRTの製品ベースの運用は限られている。今のところ治療計画データなどは、IMPACのRTP connectなどが多く利用されているようである。しかし今後、intensity modulationなどの治療方法が増えてくれば、多量のデータ転送が必要となり、DICOM-RTの利用も増えてくることが予想される。一方、予約、会計、照射録管理に関してはDICOMとHIS/RISとの連携も実現化に向けて進んでおり、規格は日々使いやすいうように進化している。ここ数年で急速にDICOMの画像転送が普及したように、RTも実際の運用が始まれば規格の便利さが認識され、練れたシステムになって普及することが考えられる。