

画像ネットワークの基礎知識

安藤 裕

ネットワークを利用して画像システムを構築する場合に必要な基礎知識について解説する。ネットワークは、PACSを構成する重要なインフラストラクチャーであり、図1に示すように画像検査機器(モダリティ)、画像サーバ、表示装置を結ぶ重要な装置である。またネットワーク上において画像を送送する場合の伝送手順(プロトコル)やデータの安全性なども必要となる。そこで、以下のようなネットワークに必要な技術について述べる。

- ・標準化はなぜ必要か？
- ・ネットワークに関する常識
- ・伝送手順はDICOMそれともHTTP？
- ・電子署名・暗号化技術を使用すれば安全に伝送できるか？

標準化はなぜ必要か？

標準化とは、「標準を設定して、これを活用する組織的行為」(JIS¹⁾)と定義されている。病院など医療機関で、あらかじめ使う器具/道具などを決めたり、医療の手順を一定に決めておくことが標準化*1である。

ネットワークで標準化が行われていないと大変なことが起こる。表1に示すような問題が生じる可能性がある。このような問題点を解決するためには、標準化を推進する必要がある。

画像システムの場合、あらかじめ使う情報システムやデータフォーマットなどを決めておいたり、業務の手順を一定に決めておいたりすることが標準化である。また、標準化することにより、システムの構築や更新が容易になり、ワークフローも均一となる。

標準化により、一定の枠にはめるので自分の好きなシステムや業者の独特の装置をつくったり使用したりすることはできなくなる反面、標準化された画像システムでは、システムの統合や連携において、システムの定義やインターフェース部分などの膨大な労力を省いてくれる便利な手法である。

用語アラカルト

*1 標準化(standardization)とは？

標準化することにより、教育が簡単になり、誰がしても、迅速な処理ができ、かつ処理の結果も均一となる。

- ・自由に放置すれば、多様化、複雑化、無秩序化する事柄を少数化、単純化、秩序化すること。
- ・また、標準(=規格:Standards)は、標準化によって制定される「取り決め」。標準には、強制的なものと任意のものがあり、一般的には任意なものを「標準(=規格)」とよんでいる。メートル法は、強制される例。

画像診断医に必要な ネットワークに関する常識

LANとWAN

LAN(Local Area Network; 構内情報通信網)²⁾は病院内など比較的小さい敷地をカバーするネットワークをさす。一施設の建物間などをつないで、高速かつ大容量の通信を行うことが可能である。

図1 画像システム(PACS)の構成

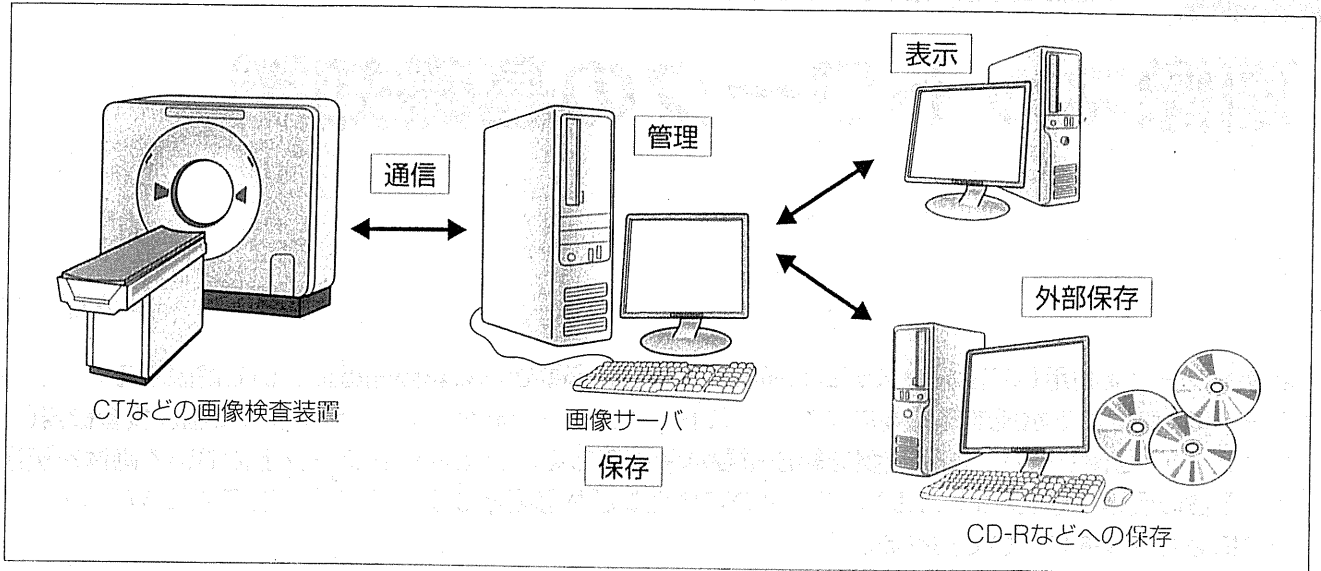


表1 標準化されていないことにより起こる問題

番号	項目
1	CT装置を入れ替えたら、ネットワーク機器を交換しなければならない
2	ネットワークのスピードを速くするために、非常に高額なネットワーク機器が必要となった
3	自由に機器の選択ができない
4	モダリティと更新したら、HISやRISとの連携がうまくできなくなった

一方、WAN(Wide Area Network; 広域ネットワーク)は、遠隔地の複数のLANを相互に接続するネットワークをさし、スピードはLANに比べて遅い。

これらは相対的な概念であり、カバーする広さ、通信方法、通信媒体などでLANとWANの区別が明確に定義されているわけではない。一般的には、会社や病院が独自に用意しているネットワークがLANであり、通信事業者が提供している回線がWANとなる(図2)。

ネットワークとサブネット(図3)

ネットワークは相互に通信を行う機器単位であり、明確な構成単位は決まっていない。ネットワーク層の中継機器(ルータやレイヤ3スイッチ)で分割されたネットワーク単位をさす。

ネットワークは1つまたは複数のセグメントから構成され、ネットワーク内で送受信する通信は、直接外部に送信されることはない。サブネットはネットワークを構成している分割されたネットワ

Pitfall 標準化のメリット

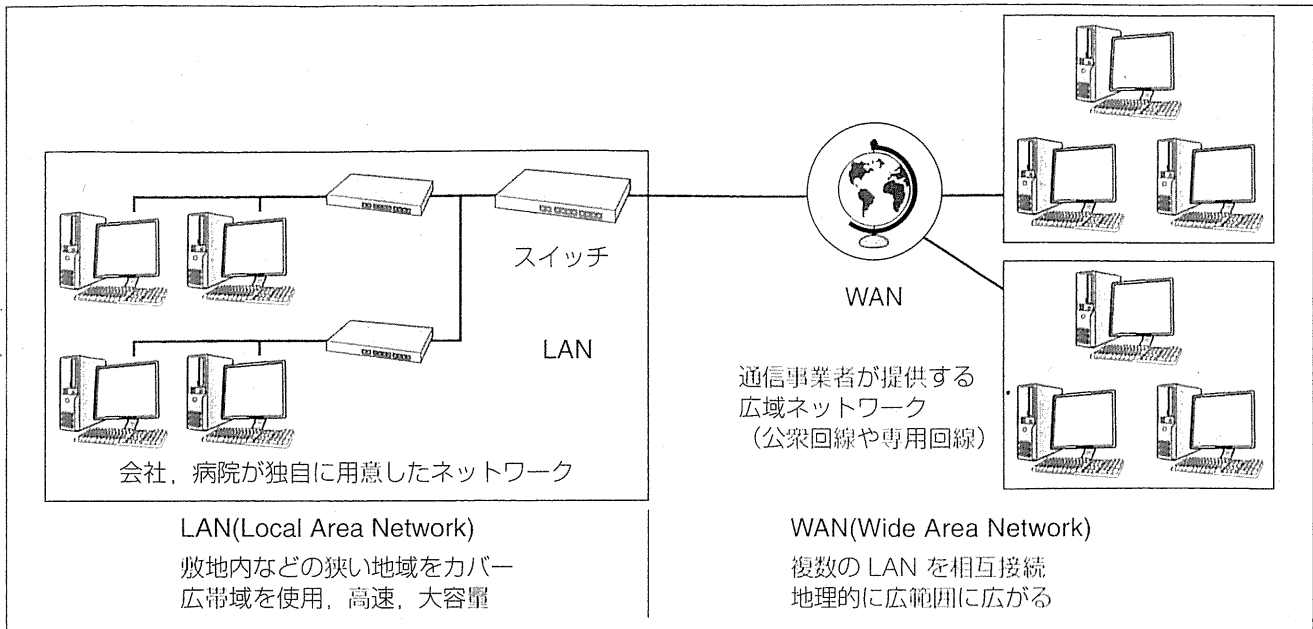
●標準化のメリットとしては、以下に示すような特長がある。

- ①マルチベンダーの実現
- ②ネットワークによるシステム(リソース)の効率

的な利用

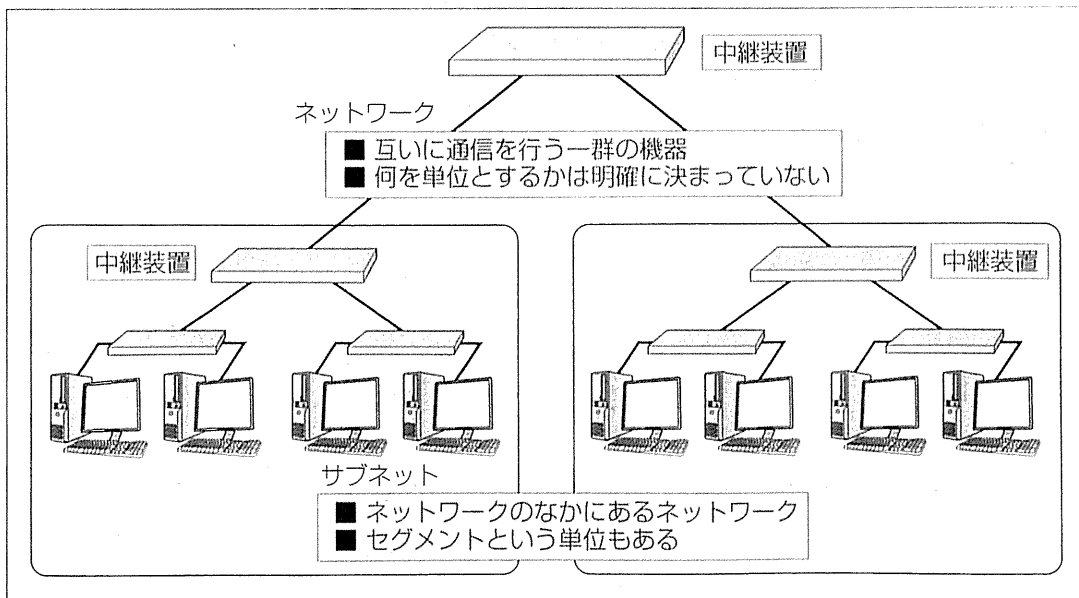
- ③放射線情報システムや病院情報システムとの連携が可能となる。

図2 LANとWAN



LAN(Local Area Network ; 構内情報通信網)は敷地内など比較的小さい地域をカバーするネットワークをさす。一般に比較的大きい帯域幅を使用していることが多く、高速かつ大容量の通信を行うことが可能である。一方、WAN(Wide Area Network ; 広域ネットワーク)は、地理的に離れている複数のLANを相互に接続するネットワークをさし、一般的に狭い帯域幅で通信を行う。これらは相対的な概念であり、地理的な広さ、通信方法、通信媒体などで LANとWANの区別が明確に定義されているわけではない。現実的には、会社や病院が独自に用意しているネットワークがLAN、通信事業者が提供している回線がWANに相当する。

図3 ネットワークとサブネットの関係



ネットワークは、サブネットで構成され、各サブネットは、中継装置で接続されている。ネットワークは互いに通信を行う機器群であり、明確な構成単位は決まっていない。一般的にはネットワーク層の中継機器(ルータ・レイヤ3スイッチ)で分割されたネットワークグループのことをいう。ネットワークは1つまたは複数のセグメントから構成され、ネットワーク内のノード間で送受信するパケットは、直接外部に送信されることはない。サブネットはネットワーク中にあるネットワークである。IPアドレスのネットマスクの設定においてネットワークアドレス長を変えることにより、ネットワークの構成を変化させることができる。セグメントは、ネットワークを拡張する場合にデータ・リンク層の中継機器(ブリッジやレイヤ2スイッチ)で分割されたネットワークグループをいう。このネットワークグループ内に送信したデータはグループ内のすべての端末に伝えられる。

図4 ネットワークの構成機器(ファイアウォール, ルータ, スイッチングハブやハブ, 無線アクセスポイントと無線ネットワーク子機など)

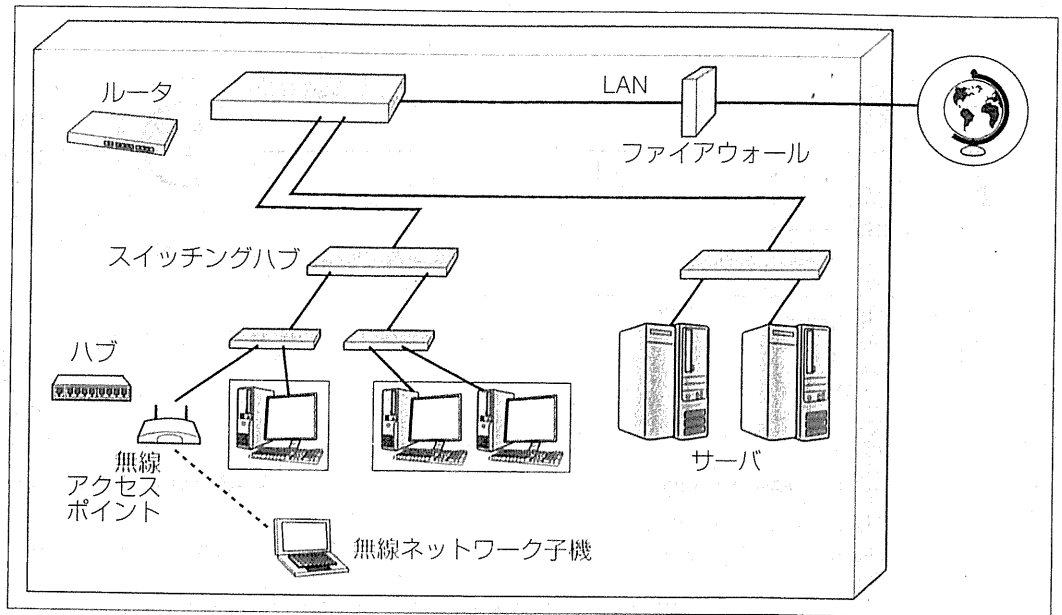
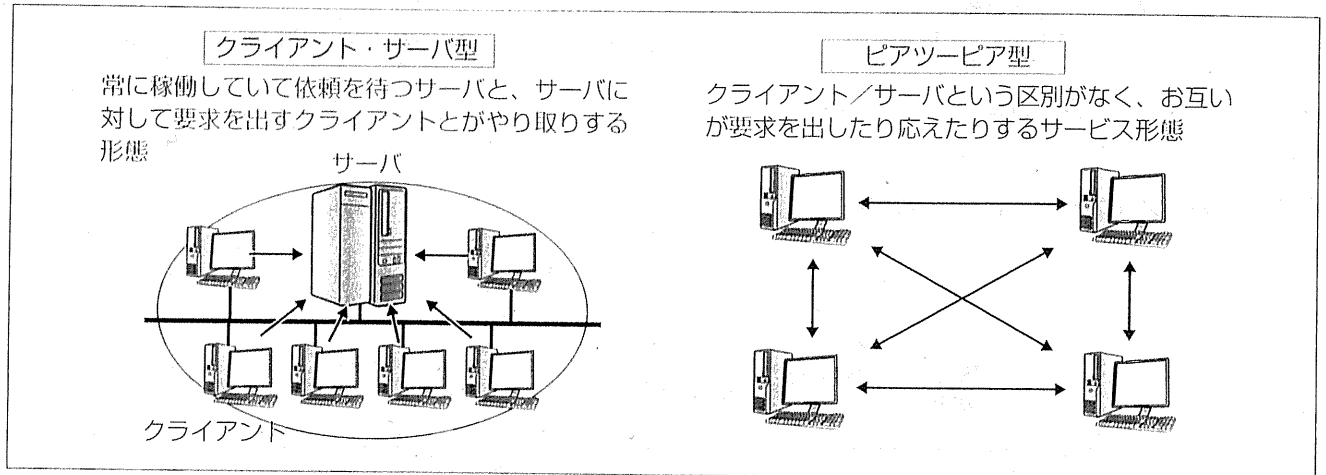


図5 ネットワーク上のサービス形態



ークである。サブネット内は、自由に通信できるが、1つのネットワークの内部にある複数のサブネット間の通信は、設定により通信の自由度が変化する。

ネットワーク構成機器

ネットワークを構成する機器は、図4に示すように、ネットワークを中継する中継装置であるルータ、ネットワークの通信を伝達するスイッチングハブやハブなどの構成機器からなる。また、無線ネットワークを使用する場合は、無線アクセスポイントと無線ネットワーク子機などが必要となる。

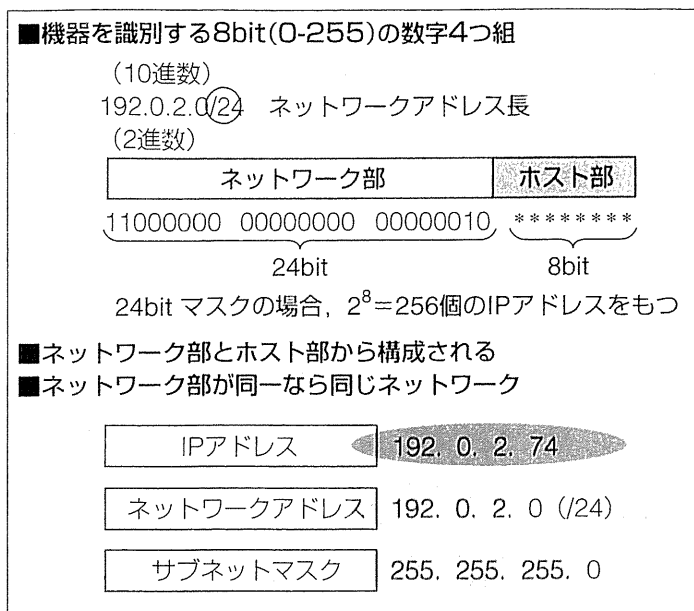
また、構内のネットワークを外部と接続するた

めには、ファイアウォールとよばれる通信の関所を設けて、必要な通信だけ許可し、不要な通信を遮断する機器が必要となる。

ネットワークのサービス形態(クライアント・サーバ型, ピアツーピア型)

ネットワーク上のサービス形態を図5に示す。病院で使用されているPACSは、クライアント・サーバ型³⁾になる。クライアント・サーバ型は、サービス提供のために常に稼働して依頼を待ち受けるサーバ(画像サーバ)と、必要時にサーバに対して要求を出してサービスを受ける画像表示端末(クライアント)が情報をやり取りする形態である。ほかにも、電子カルテ、オーダリングシステム、

図6 IPアドレス



IPアドレスは32ビットの2進数であり、8ビットごとに4つのオクテットに分けて扱うことが多い。IPアドレスを記述するときもオクテットごとに10進表記するのが普通である。IPで通信するためには、それぞれの機器にIPアドレスを割り当てる必要がある。

IPアドレスの先頭寄りの何ビットかは、インターネット上のどのネットワークかを表す「ネットワーク部」で、それより後ろの部分は、ネットワーク中で機器を特定するための「ホスト部」である。ネットワーク部とホスト部がそれぞれ何ビット長かはネットワークによって異なるが、ネットワーク部の長さを記述するのがサブネットマスクである。サブネットマスクは、ネットワーク部に相当するビットが1、その他のビットが0という値をもち、例えばネットワーク部が16ビット長の場合のサブネットマスクは、11111111.11111111.00000000.00000000つまり255.255.0.0となる。

PACSなどの病院情報システムや、World Wide Web(WWW)をはじめとするインターネット上のサービスの多くは、クライアント・サーバ型で提供されている。

一方、ピアツーピア型⁴⁾では、サービスを提供する/される側という役割が動的に変化し、多数のコンピュータがサービスを提供したりされたりしながら通信する構成をさす。ピアツーピア型の構成は、拡張が簡単でコストを抑えられるが、安定した稼働や通信速度を確保するのは難しい。

ネットワークのアドレス

ネットワークに接続する機器には、必ずアドレスが付いている。このアドレスをIPアドレス⁵⁾とよび、IPアドレスでネットワーク内の通信が可能になる。IPアドレスは現在の第4版では32ビットの2進数からなり、8ビットごとに4つに分けて扱う。IPアドレスを記述するときは、xxx.xxx.xxx.xxxと10進表記するのが普通である。

IPアドレスは、先頭からnビットが、インターネット上のどのネットワークかを表す「ネットワーク部」で、それより後ろの32-nビットは、ネットワーク中で機器を特定するための「ホスト部」となっている。ネットワーク部とホスト部がそれぞれ何ビット長かはネットワークで定義され、ネットワーク部の長さを表すのがサブネットマスクである。サブネットマスクは、ネットワーク部に相当するビットが1、その他のビットが0という値をもち、

例えばネットワーク部が16ビット長の場合のサブネットマスクは、11111111.11111111.00000000.00000000、つまり255.255.0.0となる(図6)。

通信のための設定(図7)

実際にネットワークで通信する機器には、その機器自身のIPアドレス、接続されているネットワークに対応したサブネットマスク、そのネットワークの出入り口となる中継機器(ルータ)のアドレスであるデフォルトゲートウェイなどを設定する必要がある。

あるIPアドレスに対して通信をする場合には、最初に宛先が自分の属しているネットワーク内にあるかネットワーク外かを判定する。これはIPアドレスとサブネットマスクとを比較し、宛先がネットワーク内なら直接そのアドレスに送信するが、ネットワーク外ならデフォルトゲートウェイ宛(中継機器)に送信し、宛先アドレスがあるネットワークに向けて転送してもらう。

ネットワークの回線種類とスピード

ネットワーク上で通信を行う場合、通信スピードが問題になる。一般には、スピードが速ければそれだけ業務の効率が向上するが、逆に高速になると不安定になる可能性もある。ネットワークの回線の種類と伝送スピードを表2に示す。UTP(Unshielded Twist Pair cable)⁶⁾とは、ネットワーク・ケーブルの種類の1つで、銅でできた線材を2

図7 ネットワーク通信のための設定

①IPアドレス, ②サブネットマスク, ③デフォルトゲートウェイ, ④DNSサーバを設定する。

- IP アドレス
 - 自分が使うアドレス
- サブネットマスク
 - サブネットの広さを表す
 - サブネット内外を判定する根拠となる
- デフォルトゲートウェイ
 - サブネット外への経路になっているルータ
- DNS サーバ
 - ドメイン名を問い合わせる相手

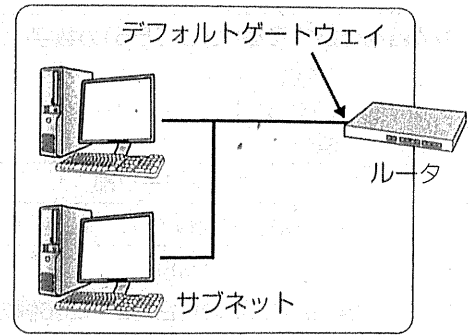


表2 ネットワーク回線とスピード

伝送媒体別の代表的な通信規格と、それぞれの伝送速度をまとめておく。全体的な傾向として、光ファイバを使用する場合は伝送速度が速く、次にUTP、無線という順序になっている。

表の最後にある ATM(Asynchronous Transfer Mode)は物理層とデータリンク層にまたがる規格で、長距離通信で主に使われていたプロトコルである。しかしWANにおける Ethernetの普及により、最近では音声通信などの限られた用途で使われている。

種類	規格名	伝達速度
Ethernet (UTP)	10Base-T	10Mbps
	100Base-TX	100Mbps
	1,000Base-T	1 Gbps
Ethernet (光ファイバ)	100Base-FX	100Mbps
	1,000Base-SX(-LX)	1 Gbps
	10GBase-SR(-LR)	10Gbps
Ethernet (無線)	802.11b	11Mbps
	802.11a, 802.11g	54Mbps
	802.11n(*draft2.0)	540Mbps
ATM		155~1,250Mbps

本ずつより合わせたケーブルで、シールドしていないもの、「非シールドより対線」の意味である。UTPは電線を使用し、光ファイバはファイバ線を利用し、光ファイバを使用するほうが伝送速度が速い。また、最近は無線を使用するネットワークも広く使用されている。

伝送スピードは、MbpsやGbpsで表現される。Mbpsは、106bit per secondを表し、1秒間に106ビットの情報を転送することができる。同様にGbpsは、1秒間に109ビットの情報を転送することができる。

Pitfall

- インターネットなどのサービスを扱う場合は、ネットワークのIPアドレスを指定して通信することはしない。
- 人間が記憶しやすいアルファベットのネットワークアドレスを使用するほうが便利だからである。例えば、192.163.0.16というような数字を覚えるよりも、www.abc.co.jpのようなアルファベット

表記のほうが理解しやすい。

- アルファベット表記のアドレスをIPアドレスに変換するためには、問合せ先のDNS (Domain Name System)^{a)}のサーバアドレスも設定する必要がある。

a) DNS: http://ja.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System

ネットワークの危険性

図8に示すように、ネットワークを道路にたとえると、交通事故が起きて情報がなくなったり、劣化したりする。また、盗聴やデータの改ざんなどが起こる可能性もある。また、雨・風によりデータの消失なども起こる。このようなリスクに対

してしっかりした対策を立てることが、ネットワークを利用する場合に要求される。

ネットワークを利用する通信(プロトコル)

国際規格(ISO)で定義されているネットワークのモデルは、7階層からなる「OSI参照モデル」⁷⁾といわれている。これは、各種の通信プロトコル間

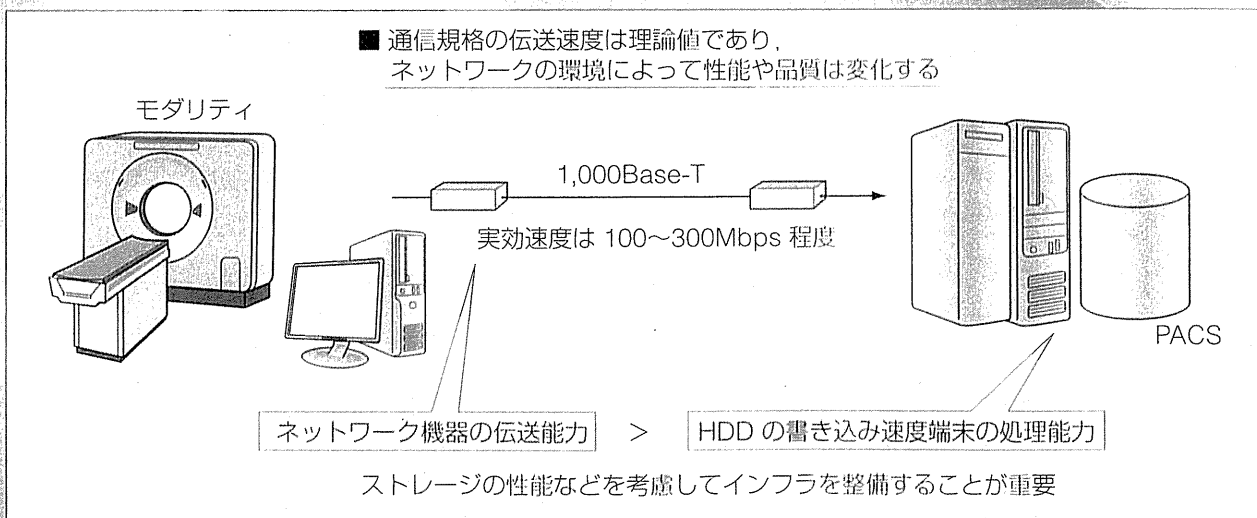
Pitfall 回線スピード

- ネットワークにおける転送スピードは、表2に示したが、この数値は、理想的な状態の転送スピードであり、普通のネットワークでは、この転送スピードは実現できない。
- その理由は、ネットワークには、複数の機器が接続されており、通信が複数の機器から同時に発生

すると衝突を起こし、通信路が空くまで待たされる場合が生じるからである。

- 一般的なスループット(throughput: 通信回線の単位時間当たりの実効転送量)は、図Aに示すように規格上のスピードの1/3~1/10である。

図A ネットワークのスループット



実効転送量は、規格値の1/3~1/10である。

Pitfall 通信規格の伝送速度

- あくまでも理論上の最高値である。実際にはネットワーク機器や端末の性能や、機器が置かれている環境によって性能は変化する。
- 特に伝送速度は、情報を送信する機器、伝送する経路、受信する機器の処理能力に大きく依存し、最も処理が遅い機器の処理速度を超えることはない。
- したがって、大量の画像情報を伝送するなど大容量で高速な通信が要求される場合は、ネットワー

ク機器だけでなく高性能な端末などもバランスよく整備する必要がある。

- またネットワーク技術発展速度は非常に速いため、設備を整備する際には将来の需要拡大や機能拡張も意識しておく必要がある。特にケーブル敷設は大規模な工事になりやすいので、計画的な整備が必要である。

図8 ネットワークとセキュリティ

インターネットに代表されるネットワークは、治外法権的な環境であり、ネットワークを利用する情報伝達は、その内容が保証されない。

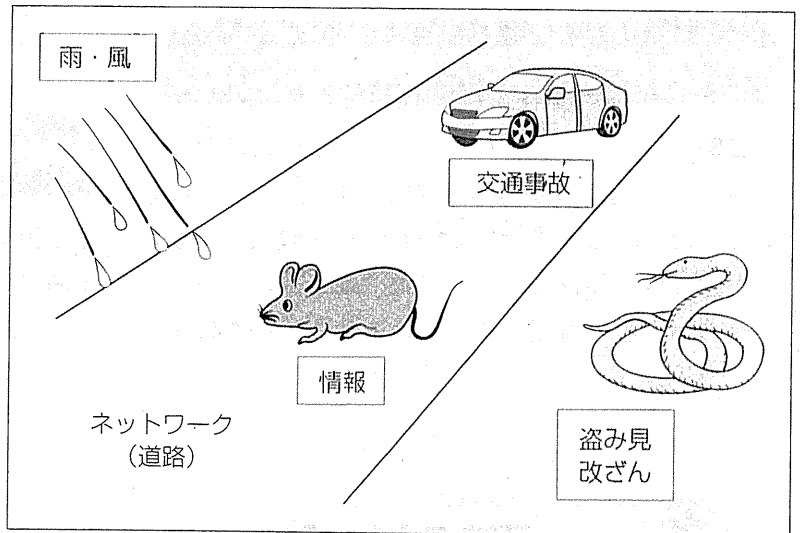


表3 OSI参照モデルとプロトコル

OSI参照モデル	TCP/IP 4層モデル	プロトコル	
Layer 7 アプリケーション層	アプリケーション層	HTTP, FTP, SMTP, POP3 telnet, ssh, DICOM	
Layer 6 プレゼンテーション層			
Layer 5 セッション層			
Layer 4 トランスポート層	トランスポート層	TCP	UDP
Layer 3 ネットワーク層	ネットワーク層	IP	
Layer 2 データリンク層	データリンク層	Ethernet	
Layer 1 物理層			

7階層からなる「OSI参照モデル」は国際的な規格ISOで定義されており、各種の通信プロトコル間の関係を階層化して整理するものである。プロトコルを階層化して役割分担を明確にすることにより、ほかの階層のプロトコルの内容に変更が生じた際の影響を最小化することを目的としている。

OSI参照モデルの上位層全体は、TCP/IP 4層モデルのアプリケーション層に該当する。また下位層のうち4層と3層は、TCP/IPモデルにおいてもトランスポート層、ネットワーク層と、同じ名前が付いている。またOSI参照モデルにおけるデータリンク層物理層は、TCP/IP 4層モデルではデータリンク層としてまとめられている。

の関係を階層化して整理するものである。プロトコルを階層化して役割分担を明確にすることにより、ほかの階層のプロトコルの内容に変更が生じた際の影響を最小化することを目的としている。OSI参照モデルでは、最もユーザに近い処理を行っている層(layer)が最も高いところにあり、上位層として7層(アプリケーション層)、6層(プレゼンテーション層)、5層(セッション層)がある。残りは下位層で、4層(トランスポート層)、3層(ネットワーク層)、2層(データリンク層)、1層(物理層)とよばれる。

OSI参照モデルとは別に、全体を4階層に簡略化した「TCP/IP 4層モデル」もある。表3に示すようにOSI参照モデルの上位層全体は、TCP/IP 4層モデルのアプリケーション層に該当する。ネットワーク利用者に関係するのは、アプリケーション層

におけるプロトコルであり、ここで動作しているソフトウェアには、WWWのHTTP、ファイル転送のFTP、画像表示のDICOMなどがある。

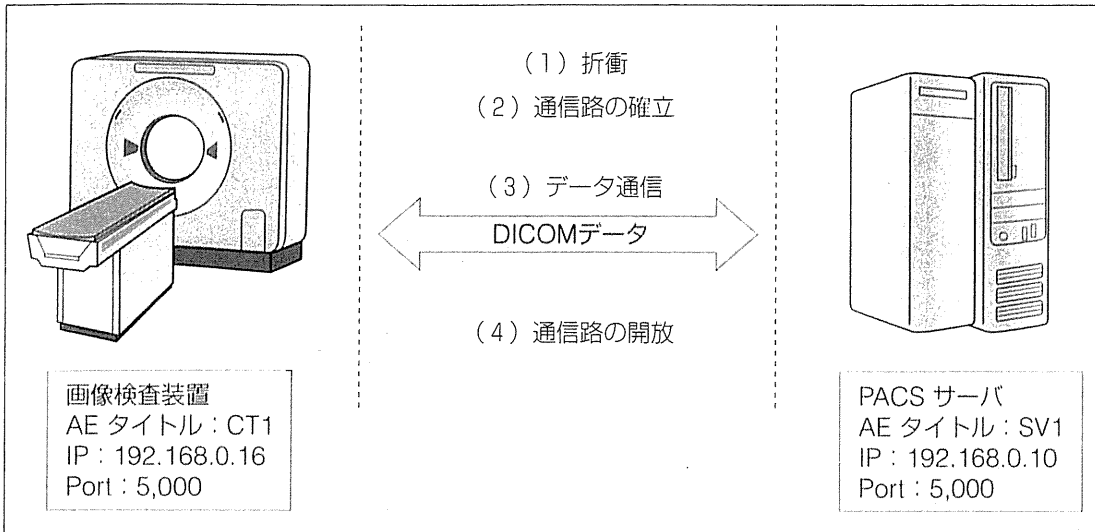
画像の伝送

DICOM規格による画像伝送

DICOM規格⁹⁾の特徴は、ネットワーク対応、オブジェクト指向(医療の複雑な内容を詳細に表現可能)、媒体による情報交換(通信の規格から、媒体による保存まで拡張された)の3点である。DICOM規格は、画像情報のデータフォーマット、データ転送プロトコルとサービスクラスの三者が定義されている。

画像データを転送する場合について説明する。

図9 DICOMの転送手順



CT画像をネットワーク上で送信する際には、事前に発信元と送信先の情報が必要である。アプリケーション層での発信元と発信先の識別として「Application Entity (AE) タイトル」という名前が用いられる。これに加えて、IPアドレスとポート番号が指定される(図9)。

まず通信に先立って折衝が行われる。折衝では、要求するサービス、転送するデータなどが事前に送信元と送信先で合意が行われる。要求するサービスは、例えば、CT画像をサーバに転送して保存するというようなものである。この要求するサービスをSOPクラスといい、この場合はCT画像保存サービスクラスとなる。

DICOMオブジェクト(データ)の符号化方法を定めたものが、「転送構文」とよばれる。転送元から利用できる転送構文が転送先に送られ、転送先が自分に適した転送構文を選択することになる。転送構文には、送信元と送信先がその機能をサポートしていれば、非圧縮の画像データ、可逆圧縮の画像データ、非可逆圧縮の画像データ、リトル・エンディアン、ビッグ・エンディアンなどの種々の符号化方法で転送が可能である。

折衝が終了して、双方が同意すると通信路が確立され、実際に画像データの転送が始まる。CT画像保存サービスクラスであれば、サーバ側に画像が保存される。通信が終了すると、通信路が開放される。

DICOM画像をWeb Browserで -WADO-

WADOとは、DICOM規格のPart 18で規定されているWeb Access to DICOM Persistent Object¹⁾である。一般にDICOM規格では、画像のネットワーク上の転送には、前述したDICOM規格固有の通信手順を使用している。この通信手順をWebで使用されているHyper Text Transfer Protocol (HTTP)を利用してDICOM画像情報を転送するのがWADOである(図10)。Web技術を利用して画像情報をやり取りするには、DICOM固有の通信手順はそぐわないので、新しく定義された。

WADOに対応したDICOMサーバは、Web browserなどからHTTPの転送手続きで画像を検索し、DICOM画像を画像データ(JPEG)や読影レポートならば文書表示フォーマットとしてPDFなどのフォーマットでWeb browserへHTTPの転送手続きで転送することができる。そのため、Webによるアプリケーションにとって便利な規格である。

Web技術では、インターネット上に存在するデータの指示方法として、URI (Uniform Resource Identifier)¹⁰⁾が使用される。データの種類や変換方法は、Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Typeとして表現される(表4)。DICOMフォーマットは、IETF RFC3240¹¹⁾で規定されているようにapplication/dicomで示される。

図10 WADOで使用されるHTTP通信
Web browserは、サーバに対してHTTPの手順で取得コマンド(GET)を送ると、サーバにそれに応じて要求された情報(画像やレポートなど)を返す。

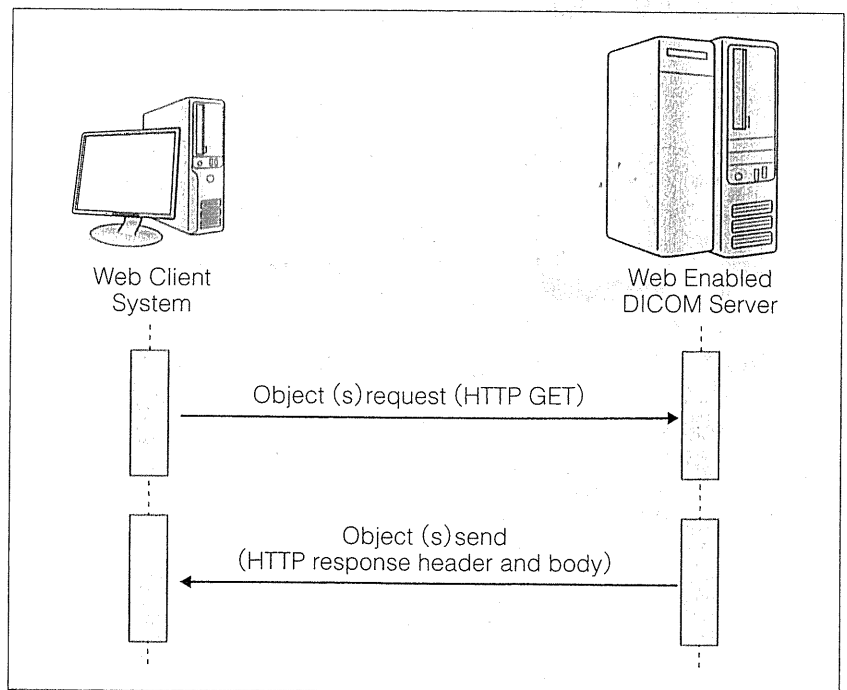


表4 WADOで利用できるMIMEタイプ
WADOでは、URIで示されるネットワーク上のサーバにおける、検査や画像を識別する固有識別子(Unique Identifier: UID)を組み合わせて画像をユニークに指定できる。例えば、パソコンからWADOを利用してPACSサーバ上にあるCT画像を指定して、その画像をDICOMフォーマットのまま、あるいは、JPEG画像に変換して、画像を転送することができる。パソコンでは、この転送されたデータをDICOMフォーマットであれば、DICOMビューアーで表示したり、JPEG画像であればWeb browserで画像を表示したりすることが可能となる。

番号	MIME/Type	説明
1	application/dicom	DICOMフォーマット
2	image/jpeg	JPEG画像フォーマット
3	image/gif	GIF画像フォーマット
4	image/png	PING画像フォーマット
5	image/jp2	JPEGの後継規格であるJPEG2,000画像フォーマット
6	video/mpeg	MPEG動画フォーマット
7	text/plain	テキスト
8	text/html	HTMLフォーマット
9	text/xml	XMLフォーマット
10	application/pdf	Portable data format(PDF)フォーマット
11	text/rtf	Rich Text Fileフォーマット
12	application/x-hl7-cda-level-one+xml	HL7で定義されているCDA(Clinical Data Architecture)レベル1のフォーマット。患者情報などの医療情報(文字)フォーマット

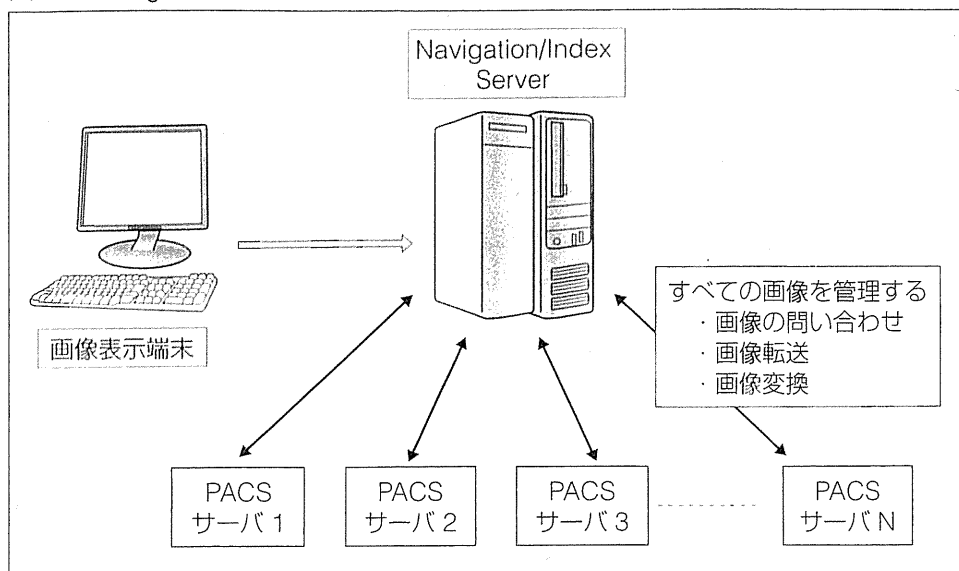
医療画像のデータベース

病院などの医療機関で画像を管理する場合は、必ず画像の管理用のデータベースが必要となる。DICOMサーバには、管理用の画像データベースが組み込まれており、画像の検索に対して迅速に返答を返すようになっている。PACSのサーバが

画像を保存する場合は、DICOMヘッダーから付帯情報である患者情報(患者名、患者ID、性別、年齢)や検査情報(検査日、検査時刻、検査種別)などが読み出されて、PACSサーバ内のデータベースに検索用のキー情報として格納される。

病院などの医療機関では、規模が大きくなると検査部門ごとに画像サーバを管理するほうが、管理の利便性が上がったり、管理コストを節約した

図11 Navigation/Index サーバの機能



すべての画像の管理情報を保持して、画像の検索時にその所在を返答し、画像を転送する。必要に応じて、画像のフォーマット変換も行う。

りできる可能性がある。1施設内に複数の画像サーバが存在すると、複数のサーバを統合して画像の所在を管理するサーバが必要になる。このようなサーバを仮に「Navigation Sever」、あるいは「Index Server」とよぶことにする。

Navigation Sever/Index Serverに求められる機能として、画像の検索、画像転送、画像フォーマットの変換などである。画像表示端末は、このNavigation/Indexサーバに問い合わせをすれば、施設内のすべての画像を検索して、表示することが可能となる(図11)。

画像ネットワークにおける安全性確保

電子署名

医療機関で画像を診療に使用すると、保存義務が生じる。現在では、多くの病院では画像情報を保存する媒体は、フィルムから電子装置に移行している。一般に、厚生労働省の電子保存の3原則^{12,13)}を満たして、画像データを電子的に保存することを電子保存とよんでいる。

PACSで電子保存を実現するには、DICOM規格のサービスクラス中にあるデータ保存責任委託(Storage Commitment Service Class)⁸⁾を利用する

ことにより可能となる。CT画像を装置からPACSサーバに画像を保存して、サーバ装置で電子保存を行う場合に、CT装置からPACSサーバにデータ保存責任を委託する。ここで委託が完了すれば、CT装置は、画像を削除してもかまわない。このようなデータ保存責任委託を行うことにより、画像データの紛失や誤った削除などを予防することができ、医療安全性の面からも望ましい(図12)。

電子署名

ここでは、電子署名(デジタル署名)¹⁴⁾の概要を述べる。電子署名の目的は、

- ①送信者の真正性を確保すること
- ②伝送経路上でデータが改ざんされていないことを担保すること

である。また、電子署名は公開鍵暗号方式とハッシュの仕組みを組み合わせでつくられている。また、電子署名によって、メールを送ったことを否定できなくするような否認防止にも使える。電子署名の手順を図13に示す。

暗号化

ネットワークでは、通信内容は外部から丸見えになっている。画像情報を扱う場合に患者の個人情報保護の面から、DICOMファイルをそのまま

図12 データ保存責任委託サービスクラス

この機能により電子保存が可能となる。

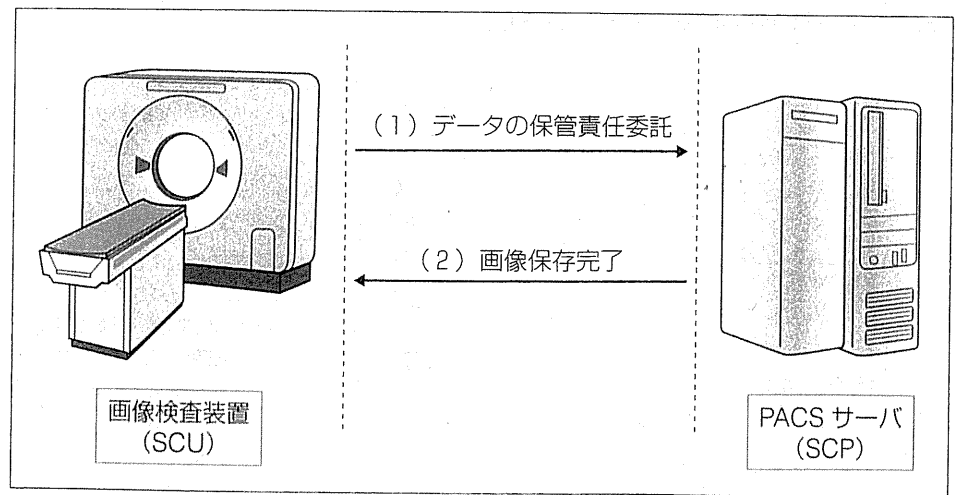
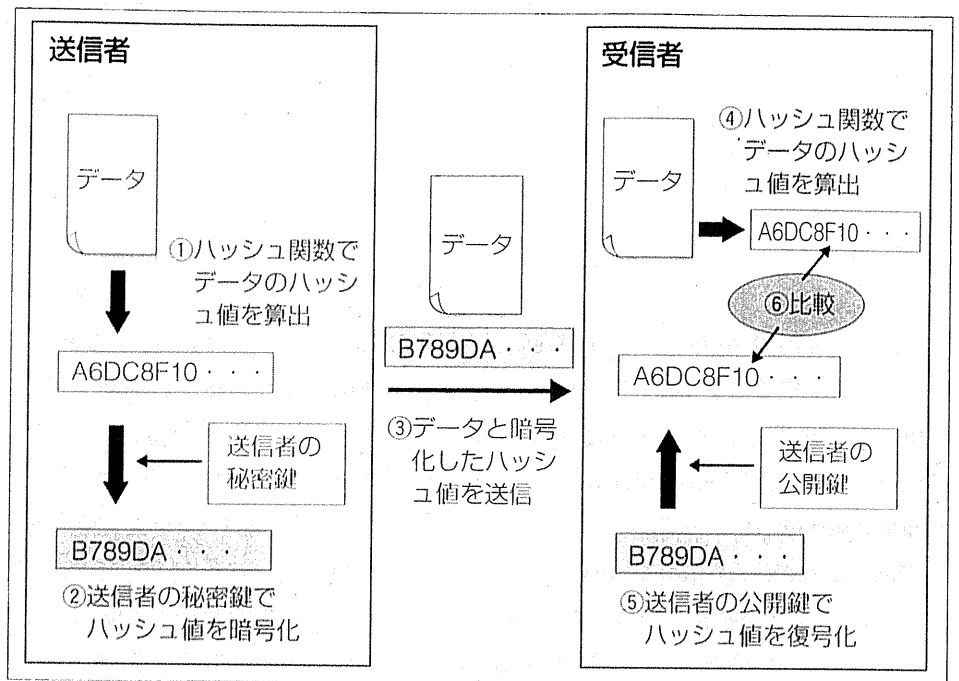


図13 電子署名の仕組みと処理手順



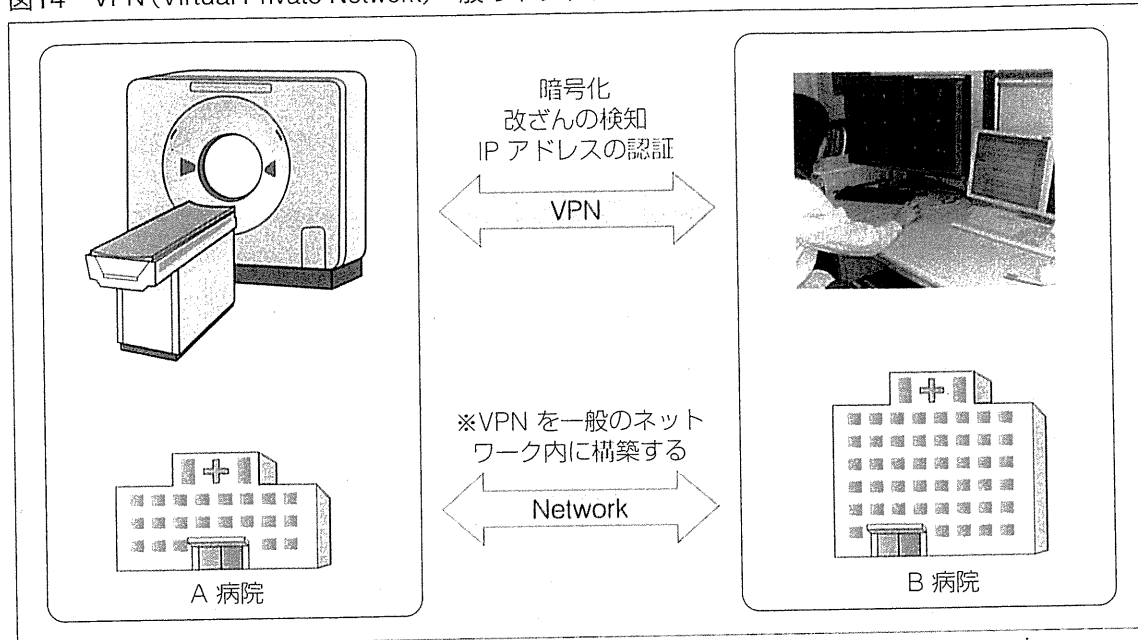
- ①送信者は作成したデータを基にハッシュ関数を使ってハッシュ値を算出する。
- ②ハッシュ値を送信者の個人鍵を使って暗号化する。このときに利用するのは公開鍵暗号方式^{b)}である。
- ③作成したデータと「送信者の個人鍵で暗号化したハッシュ値」を合わせて受信者に送付する。
- ④受信者は、受信データを基に、送信者が使ったものと同じハッシュ関数を使ってハッシュ値を算出する。
- ⑤送信者が送ってきた「送信者の個人鍵で暗号化されたハッシュ値」を、あらかじめ入手していた送信者の公開鍵で復号化する。
- ⑥算出したハッシュ値と復号したハッシュ値を比較する。両者が一致すれば、「伝送経路上でデータが改ざんされていない」という点と、「送信者が正しい」という点を確認できる。

b)公開鍵暗号. <http://ja.wikipedia.org/wiki/公開鍵暗号>

病院外へネットワークで送信することは問題である。そのため、VPN(Virtual Private Network)¹⁵⁾とよばれる方法がある(図14)。このVPNとは、公衆回線をあたかも専用回線であるかのように利用できるサービスであり、病院間など複数施設をネットワークで結ぶ場合に、専用回線を導入するよりコストを抑えられる。

最近ではもっぱらデータ通信の拠点間接続サービスのことをさし、施設内LANを通信事業者を通じて相互に接続する方法をいう。通信事業者のバックボーンに「相乗り」することにより低コストで拠点間接続が可能となる。バックボーンではさまざまな施設のデータが混在して流れることになるが、データは認証や暗号化で厳重に保護・管理さ

図14 VPN (Virtual Private Network)一般のネットワーク上に自分専用の仮想の専用ネットワークを構築する技術



VPNにより外部から侵入されることなく通信の安全性が確保される。

れるため、混信や漏洩、盗聴などの危険性は低い。

最近ではバックボーンにインターネットを利用する「インターネットVPN」も登場しており、通常のVPNサービスよりもさらに低コストでの利用が可能だが、インターネットの特性上、セキュリティや通信品質の確保はキャリアの通信網を利用するよりも難しくなる。

DICOM規格に準拠した医用画像データには、患者の個人情報が含まれている。DICOM規格の画像や読影レポートには、患者情報(氏名、生年月日、性別、患者ID番号)以外にも検査時の病名や診断情報なども含まれている可能性がある。これらの機微な情報は、取り扱い上個人情報の保護に十分留意する必要がある。

医療機関のPACSなどで使用する範囲では、暗号化は一般にはされていないが、施設間で情報をやりとりする場合には、暗号化などのセキュリティ面での配慮が必要となる。また、施設から外部に出すような場合は、匿名化や偽名化などの処理を考慮する必要がある。

厚労省のガイドラインなど

診療目的で、PACSを医療機関で構築する場合は、医療情報システムとしての安全性が求められる。どのような安全性が必要となるかは、「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第4.1版」¹⁶⁾に詳しく記載されている。

外部保存を受託する機関の選定基準および情報の取り扱いに関する基準に情報受託者が民間事業者である場合には、経済産業省および総務省が発出しているガイドラインに準拠することが必要となる。

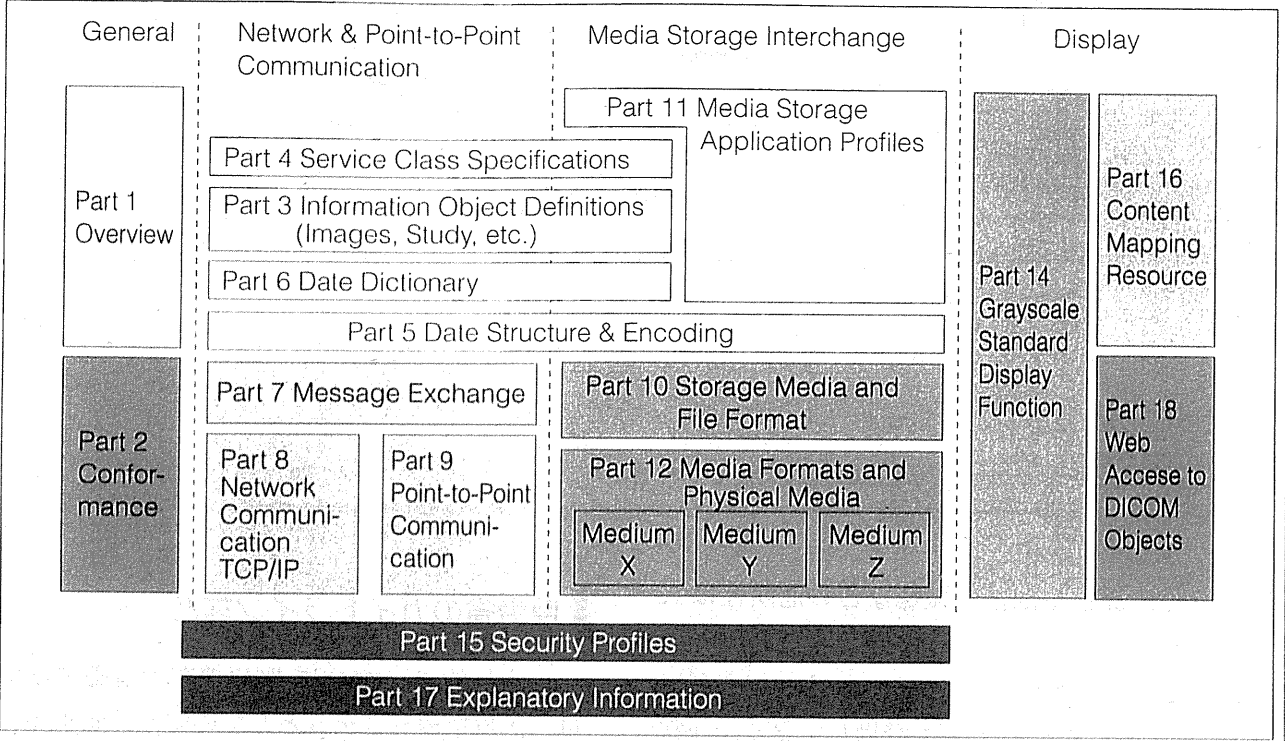
データセンターなどの情報処理関連事業者が経済産業省の定めた「医療情報を受託管理する情報処理事業者向けガイドライン」¹⁷⁾や、総務省が定めた「ASP・SaaSにおける情報セキュリティ対策ガイドライン」¹⁸⁾、および「ASP・SaaS事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン」¹⁹⁾の要求事項を満たしていることを確認のうえ、契約などでその遵守状況を明らかにする必要がある。

Tips & Tips

DICOM規格^{1,7)}

- DICOMの特徴は、ネットワーク対応、オブジェクト指向(医療の複雑な内容を詳細に表現可能)、媒体による情報交換(通信の規格から、媒体による保存まで拡張された)の3点である。DICOM規格は、画像情報のデータフォーマット、データ転送プロトコルとサービスクラスの三者が定義されている。
- DICOM規格は、規格の部分適合のために適合性宣言をもち、適合範囲を記述する方法を定義している。この「適合宣言書」が重要であり、DICOM規格に準拠している製品には、必ず付属している。
- この「適合宣言書」をメーカーから取り寄せることにより、新しく製品を購入する場合や製品をリプレースする場合に、正しくほかの装置と接続できるかどうかをチェックすることが可能となる。
- DICOM規格は、本文がPart 1からPart 18まであり、各章の相互関連を図Bに示す。

図B DICOM規格の構成



Tips & Tips

データを転送する手順

- 一般的なファイル転送プロトコルであるFTP (File Transfer Protocol)、Webでの転送方法であるHTTP (Hyper Text Transfer Protocol)、電子メールに添付して配送する方法MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)と、転送対象がDICOMオブジェクトであれば、DICOM固有の転送プロトコルなどがある。

- 1) JISZ8002 : 2006 : 標準, JISZ8002 : 2006 (ISO/IEC Guide 2 : 2004)
- 2) IEEE 802-2001 (R2007) IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks : Overview and Architecture. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.html>
- 3) クライアント・サーバ型. <http://ja.wikipedia.org/wiki/クライアント・サーバモデル>
- 4) ピアツーピア型. http://ja.wikipedia.org/wiki/Peer_to_Peer
- 5) IPアドレス. <http://ja.wikipedia.org/wiki/IPアドレス>
- 6) UTP. <http://ja.wikipedia.org/wiki/UTP>
- 7) 国際標準化機構 (ISO) : OSI参照モデル ISO 7498, ITU-TS (国際電気通信連合・電気通信標準化セクタ) X.200 勧告. <http://ja.wikipedia.org/wiki/OSI参照モデル>
- 8) National Electrical Manufacturers Association : Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), PS3.X-2003 (Xには1から18までの番号) <http://medical.nema.org/> 日本語DICOM <http://www.jira-net.or.jp/dicom/index.html>
- 9) ISO/DIS 17432 : Health Informatics - Messages and Communication - Web Access to DICOM Persistent Object. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38361
- 10) RFC 3986 : Uniform Resource Identifier (URI) 統一資源識別子, 2005.1.
- 11) IETF RFC3240 : Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) -Application/dicom MIME Sub-type Registration, <http://tools.ietf.org/html/rfc3240>
- 12) エックス線写真等の光磁気ディスク等への保存について. 平成6年3月29日 健政発第280号, 厚生省健康政策局長通知.
- 13) 診療録等の電子媒体による保存について. 健政発第517号, 医薬発第587号, 保発第82号, 平成11年4月22日, 厚生省健康政策局長・医薬安全局長・保険局長.
- 14) 電子署名. <http://ja.wikipedia.org/wiki/電子署名>
- 15) VPN (Virtual Private Network). http://ja.wikipedia.org/wiki/Virtual_Private_Network
- 16) 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第4.1版, 平成22年2月, 厚生労働省.
- 17) 医療情報を受託管理する情報処理事業者向けガイドライン. 経済産業省.
- 18) ASP・SaaSにおける情報セキュリティ対策ガイドライン. 総務省.
- 19) ASP・SaaS事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン. 総務省.

information

【第33回 MR基礎講座(関東) 開催のご案内ー中級者対象ー】

この「MR基礎講座」(今回は関東で開催)は, NMRの信号検出原理に始まり, 画像構成の方法やパルス系列, 画像コントラスト, ハードウェアの知識とMR環境の安全性, さらには最新の高速撮像技術に至るまで, MR医学を実践する上で必要不可欠な幅広い基礎知識の習得を目的としています。講座の名前は「基礎講座」ですが, すでにMRの使用経験のある方(中級者)を対象とし, 受講者には当日各講師作成のハンドアウトを配布します。2日間にわたる各分野のエキスパートによる講義で構成される本講座は, MRを使い始めたばかりの方からすでに経験を積み使いこなしている方に至るまで, 満足いただける内容となっていますので, 多くの方々のご参加をお待ちいたします。

主催 : 日本磁気共鳴医学会教育委員会
 日時 : 平成23年7月29日(金)・30日(土)
 場所 : 東京コンファレンスセンター・品川

■申し込み方法 : 日本磁気共鳴医学会ホームページから申し込み下さい。 <http://www.jsmrm.jp/>

■定員 : 250名

■申し込み締切日 : 平成23年6月30日(木), ただし定員に達し次第締め切らせていただきます。

■問い合わせ先 : 一般社団法人 日本磁気共鳴医学会事務局 (平日9:30~17:30)

TEL : 03-3443-8622 FAX : 03-3443-8733

電子カルテと他システムの連携

安藤 裕^{*1} / 向井まさみ^{*2} / 奥田保男^{*2}

放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター病院^{*1} / 重粒子医科学センター 医療情報室^{*2}

はじめに

放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター病院は、千葉県稲毛区に位置し、ベッド数100床、外来患者数は1日約70～100名という小規模な病院である。特徴は、難治性の悪性腫瘍に対する重粒子線治療に特化した治療機関であり、診療と研究面で重粒子線治療を年間約700名に行っている。

フィルムレス運用を2005年8月より開始し、原則フィルムレスで運用を行っており、院外からの紹介患者にはCDで画像を持参するようにお願いしている。また電子カルテは2006年10月から導入している。電子カルテシステムになって、従来の紙ベースのカルテがなくなり、情報機器を介してデータの入力・参照・確認が行われることになった。

当院では、以下の点に注意してシステム構築を行った。

- ①電子保存：カルテは医師法で5年間の保存が義務づけられており、医療情報室では医療情報を永久保存の方針とした。法律などで定められている医療情報の保存期間に対して、十分な精度で保存されるように配慮した。
- ②確定操作：診療行為を行う場合には、診療上の情報を確認して「確定」する行為が必要となる。多くのシステムでは確定操作と表示されないが、保存・記録などと表示されている行為が確定操作となる。
- ③真正性：厚生労働省の電子保存の3原則では、a) 真正性、b) 保存性、c) 見読性が要求されている。真正性を確保するために、誰が記載したのかが明らかになるように操作者の認証を厳重

に管理することとした。そのために、手のひらの静脈パターンによる認証方法を使用している(171頁参照・図4)。

- ④個人情報保護：紙カルテに比較して電子カルテでは、一度に大量の個人情報を閲覧表示することやコピーなどが可能となる。そこで、紙カルテに比べて情報保護の面で安全性が低くならないように、操作はその度ごとに記録され、監査証跡されることにした。権限外アクセスや不正アクセスは監査の対象となる。また、患者データを病院外へ持ち出すような場合は病院長に許可を得ることにし、適正な管理をめざした。
- ⑤使用終了時のログオフ：他人がなりすまして操作しないように、IDカードをリーダーから抜去するとすみやかにログオフするようにシステムを開発した。

システム構成

放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター病院で稼働しているシステムについて概要を述べる。

- ・電子カルテ：『EGMAIN/EX』富士通社製
- ・PACS (Picture Archiving and Communication System)：第1PACS『SDS-DICOM Viewer』テクマトリックス社製、第2PACS『Carestream-PACS』ケアストリームヘルス社製
- ・レポートシステム：『Carestream-WebReport』ケアストリームヘルス社製
- ・重粒子スケジュール管理システム：NTT東日本社製
- ・臨床データベース：『AMIDAS-X』日本ダイナシステム社製

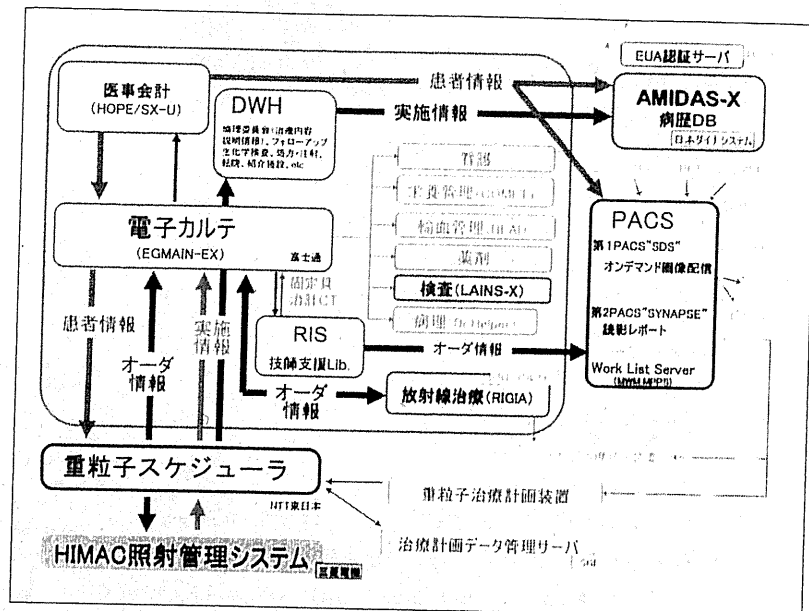


図1 放医研病院のシステム構成(電子カルテ導入時2006年10月)

表1 病院情報システムの目的

- ①患者サービス、患者満足度の向上
- ②診療情報の共有と活用による医療安全の向上
- ③運用改善による各種業務の省力化・効率化
- ④標準化の推進

・電子照射録システム：グローバルフォー社製

全体のシステム構成を図1に示す。本稿では、電子カルテシステム、PACS(画像管理システム)、レポートシステム、重粒子スケジュール管理システムなどについて述べる。

当院では、病院情報システムの導入目的を定めた(表1)。医療安全の向上や各種業務の省力化・効率化のために、システム間連携機能としてIHEの業務シナリオを採用している。また標準化の面では、標準規格として利用できるHL7やDICOM規格を積極的に採用し、将来のシステム更新時に簡単に接続できるように配慮している。

1) 電子カルテ

電子カルテ導入に伴い、ほとんどの伝票は画面から入力する方式に変更になった。そのため、従来使用していた伝票はなくなり、患者への説明は画面で行うことになった。必要に応じてハードコ

ピーや印刷を行い、患者サービスの向上に努めている。

現在稼働しているシステムは、電子カルテ本体であるEGMAIN-EX、医事会計のHOPE/SX-U、放射線情報システム(RIS)の技師支援ライブラリ、検査部門システムのLAIN S-Xなどである。富士通製ではないが、電子照射録システムとしてRIGIA(グローバルフォー製)が接続されている。

当院の特殊性として、研究のために臨床試験を行う患者数が多く、また先進医療の患者も多い。これらの患者には十分な説明と治療に対する同意を得る必要があり、電子カルテ上でそのための患者用の説明文書作成機能がある。主訴、現病歴、病名・病期など必要な情報を入力し、これから行う臨床試験(現在行われている臨床試験は20種類以上)を選ぶと、患者用の説明文と倫理審査委員会用の文書を自動生成する機能がある(図2)。

また臨床試験の治療では、治療後の治療効果や

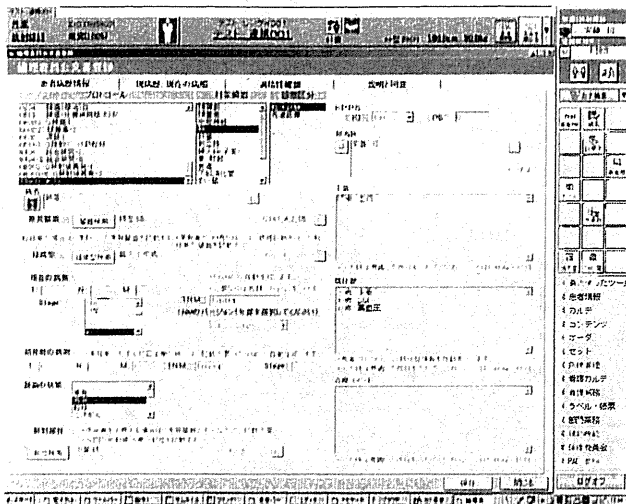


図2 説明と同意のための文書作成画面

病名、患者の状態 (Performance Status)、病期 (TNM や Stage)、主訴、既往歴、治療コメントなどを入力する画面。

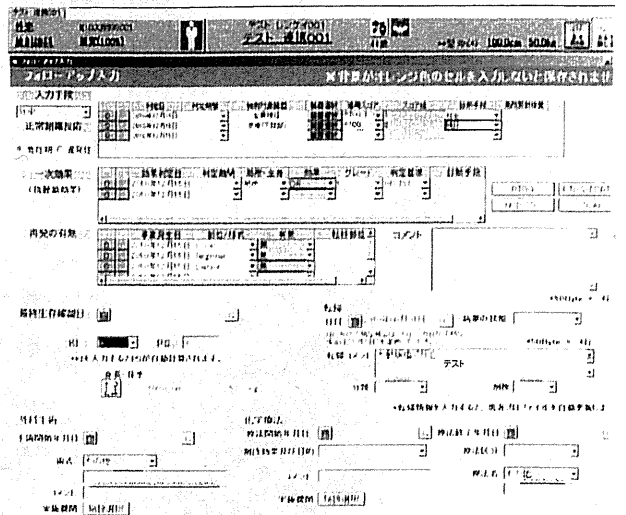


図3 フォロアップ入力画面

この画面から、副作用、治療効果、最終生存確認日など入力することができる。

副作用を嚴重にチェックする必要があるので、電子カルテでこれらの情報が入力できるように専用画面を作成した。図3に示すように、外来や電話・郵便などで調査した情報 (正常組織の副作用、治療効果、再発の有無、最終生存確認日、転帰など) を入力することができる。ここで入力された情報 (副作用や腫瘍の縮小・再発・転移などの治療効果) は臨床データベースへ伝送され、臨床試験の一覧表に反映される。また、生存率曲線の計算をする場合にも入力されたデータが反映される。

2) EUP/PSA

病院情報システムとして動作しているものは、原則として、シングルサインオンと患者選択の連動機能が組み込まれている。これらの機能は IHE¹⁾ の EUA²⁾ と PSA³⁾ を用いて実現している。IHE は Integrating the Healthcare Enterprise の略で、「医療連携のための情報統合化プロジェクト」とよばれている。簡単にいうと、既存の規格や技術を利用してシステム間連携に際して、効率的な医療情報システムを実現する方法を提供する。EUA (Enterprise User Authentication) はシングルサインオンを実現する方法の1つである。また PSA (Patient Synchronized Applications) は、

複数のアプリケーションで患者情報を同期する方法の1つである。

EUAにより、すべてのシステムを1回のログインで使用開始することが可能となり、1回のログアウトですべてのアプリケーションを終了することができる。このような操作をするために、電子カルテの作業には必ずIDカードと静脈認証が必要となる (図4)。

PSAは患者選択の連係機能である。この機能に1つのアプリケーションで患者IDを選択するとその情報が同時に動いている他のアプリケーションに連携して伝わり、患者IDが自動的に入力されたのと同じように動作する機能である。この能を使用すると、複数のアプリケーションで患者IDの入力の手間が省力化できる。動作の概要図5に示す。複数のパーソナルコンピュータで作しているアプリケーション間でユーザ情報と患者ID情報が共有されており、どれか1つのアプリケーションでデータが入力されたら、その情報が他のすべてのアプリケーションへ伝達する。

3) PACS

画像管理システム (PACS: Picture Archiving and Communication System) は、利用者の利

図4 静脈認証装置

- a: 全体像
- b: センサ
- c: 手のひらの静脈パターンを読み取っている様子

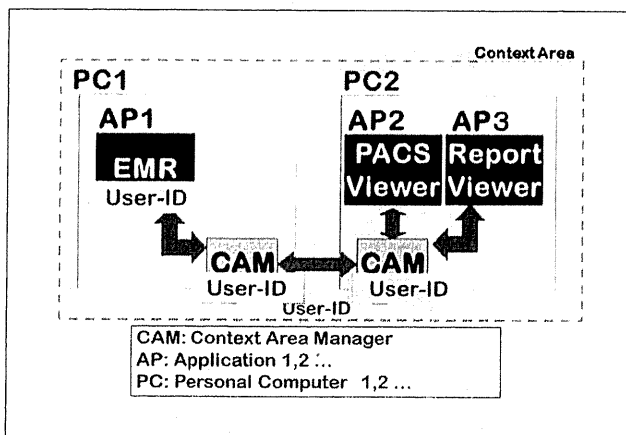
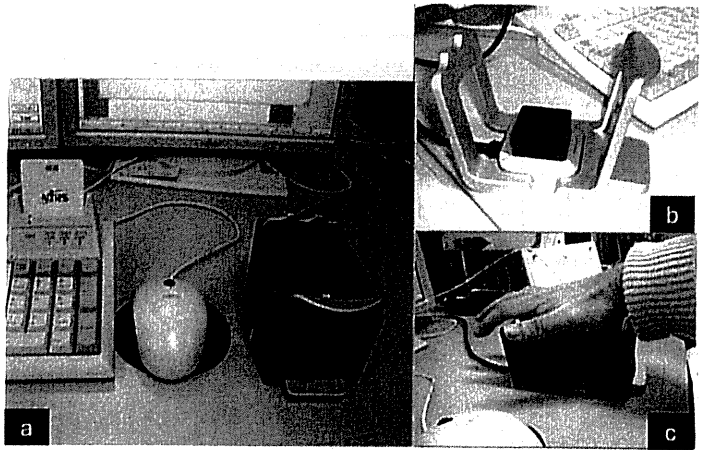


図5 EUA/PSAの概要

コンテキスト・エリア(連携範囲)内に2台のパーソナルコンピュータPC1とPC2がある。各々のコンピュータでは、アプリケーション1(AP1)、アプリケーション2(AP2)、アプリケーション3(AP3)が協調して動作している。AP1でユーザがログインすると、そのログイン情報がCAM(コンテキスト・エリア・マネージャ)を通じて相手のコンピュータ上のアプリケーション(AP2、AP3)へ伝達し、シングルサインオンが実現される。同様に、AP2で患者Aを選択すると、そのID番号が同じように他のアプリケーション(AP1、AP3)へ伝達する。

性と可用性の面から2つのシステムが導入されている。当院は放射線治療をおもに行う医療機関であるため、CT、MRIやPET/CTなどの画像データが非常に重要であり、診察室で画像が観察できないと診療がストップする。そのためPACSを2重にしてシステムダウンを予防している。第1PACSがテクマトリックス製『SDS-Viewer』、第2PACSがケアストリームヘルス製『Carestream-PACS』である。

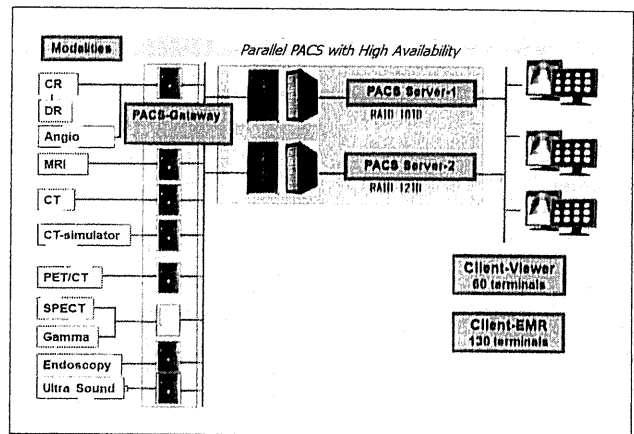


図6 画像発生からPACSサーバまでの構成

各モダリティ(CT、MRI、X線撮影装置など)から画像情報は取得端末(PACS-Gateway)へ転送される。取得端末では、患者IDと患者名のチェックが行われた後、2つのPACSサーバへ同時に画像が転送される。

画像検査装置で発生した画像は、取得端末とよばれる装置で患者IDと患者氏名の整合性がチェックされ、合格すると同時に2つのPACSサーバに転送される。医療従事者は自分が好むViewerで画像を観察することが可能である。2つのPACSシステムはまったく同じ画像を両方に重複して保管しており、どちらか一方がシステムダウンしても業務が続行できるようになっている(図6)。

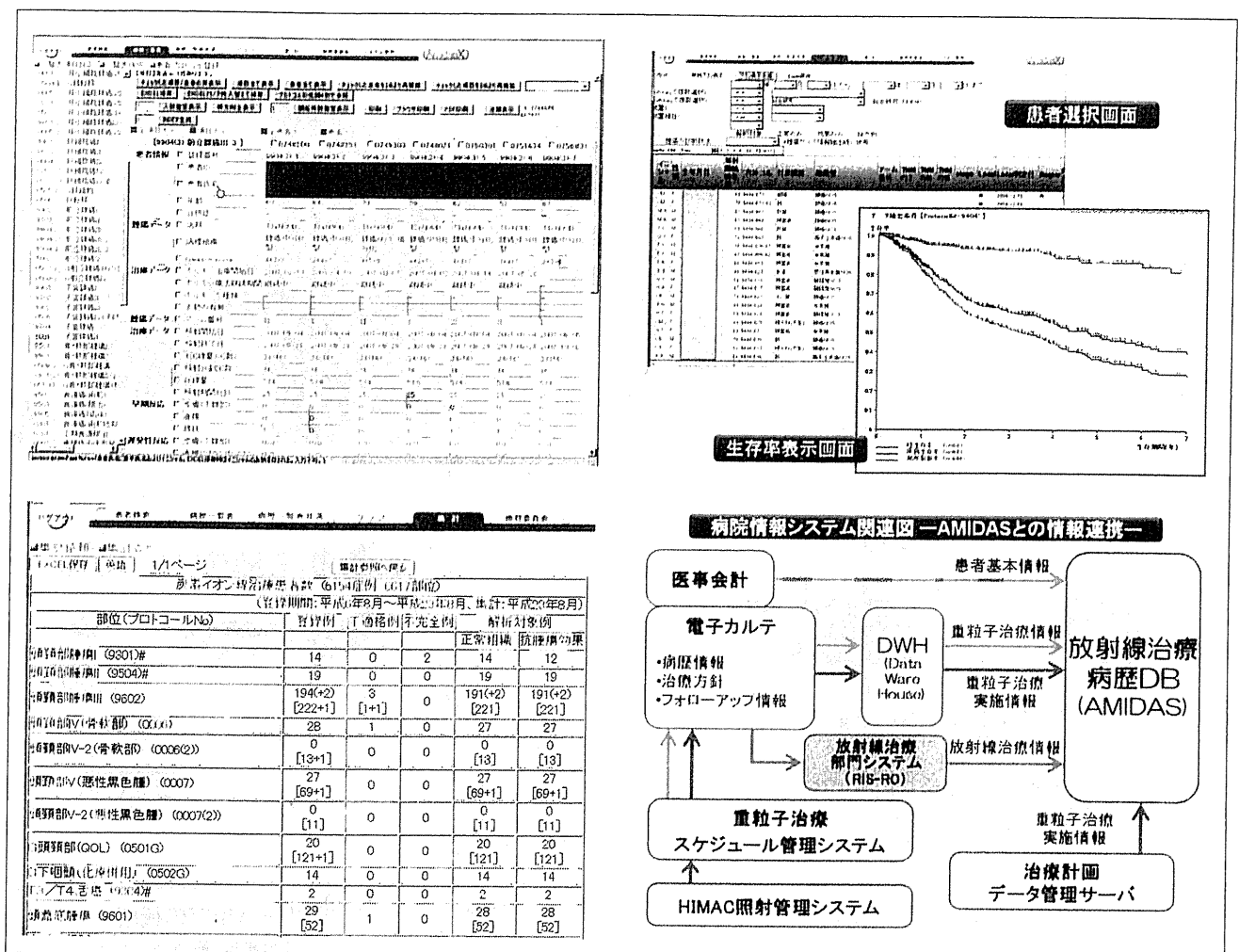


図8 AMIDAS-X

a：病歴一覧表とよばれる報告書画面の例を示す。重粒子治療は、1回/半年の期間で治療の登録状況、経過などを報告する会議を開催する。本集計機能は、この会議向けの報告書を半自動で生成することができる。

b：生存率曲線の計算。左上の画面で患者を選択し、右下の画面で①粗生存率、②原病生存率、③局所制御率を表示している。

c：重粒子治療集計結果の例「プロトコル別炭素イオン線登録患者数」を示す。このように、指定した期間ごとに登録症例数や副作用のグレードごとの発生件数を集計する機能をもつ。

d：AMIDAS（臨床データベースシステム）は、電子カルテ、DWH、スケジューラなどから臨床情報を集約し、放射線治療患者の一覧表、治療効果などを表示する機能をもつ。

図8a 図8b
図8c 図8d

加治療情報など、(2)重粒子スケジューラから日々の照射実施情報として、実施日、実施1回線量、照射野情報、(3)電子照射録システムから一般放射線治療関連のサマリ情報として、腫瘍の部位、組織型、病期、放射線治療の開始日、終了日、実施総線量、分割回数など。また、これらの臨床情報とは別に、電子カルテシステムで更新された施設マスタなどのマスタ情報も連携を行い、シス

テム間の整合をとっている(図8d)。

6) 外来の診察室(図9)

診察室にはパーソナルコンピュータが2台あり、1台は電子カルテシステム、もう1台はPACSの画像Viewerである。診察機の正面にシャーカステンがあるが、2005年8月からフィルムレスで運用しているため現在使用していない。診察室で医師は電子カルテ、画像表示ソフト、画像レポート