

核医学検査の遠隔診断支援システムについての研究調査

代表研究者	外山 宏	藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
共同研究者	江本 豊	藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
共同研究者	駒井 哲之	藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
共同研究者	古賀 佑彦	藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
共同研究者	大橋 一郎	常滑市民病院
共同研究者	中村 元俊	J R東海総合病院
共同研究者	水野 晋二	岐阜大学医学部
共同研究者	加古 伸雄	岐阜大学医学部
共同研究者	星 博昭	岐阜大学医学部
共同研究者	渡辺 ゆり	三重大学医学部
共同研究者	松村 要	三重大学医学部
共同研究者	大野 和子	愛知医科大学医学部
共同研究者	安藤 裕明	愛知医科大学医学部
共同研究者	伊藤 清信	北信総合病院
共同研究者	野村 昌代	海南病院
共同研究者	遠山 淳子	名古屋市立大学医学部
共同研究者	市瀬 正則	トロント大学

はじめに

画像診断は日常診療において重要性を増している。なかでも放射線診断は、検査の種類や件数が増加し、放射線科の専門医といえどもあらゆる検査をこなすことが困難になってきている。特に、核医学検査においては新しい検査薬が年々開発され、核医学専門医でさえ読影の経験が少ない検査方法や症例がある。放射線科専門医のいる病院は比較的規模の大きい病院であることが多いが、それでも病院によっては一人の放射線科医が核医学を含めた多くの放射線検査を行っている場合もある。このような状況で、検査を行ったもののその診断について不確かな点がある場合に、気軽にグループで議論したり、経験のある専門医に相談したりすることができれば、日常診療のレベルをあげ、教育的な効果も期待できると思われる。

近年ではインターネットの普及がめざましく、一般的に利用されるようになった。なかでも電子メールによる通信は、医療の現場においても、診療、教育、研究のすべてにおいて重要な手段となっている。そこでインターネット技術を利用して核医学検査の診断を支援したり、教育したりするシステムを開発した。これにより、核医学分野での施設間の医療レベルの格差を減らし、全体の医療レベル向上に役立つと考えた。

システムの概要

システムの開発にあたっては、日常的に使えるように、できるだけ簡便であることに主眼をおいた。全体の中でもっとも手間がかかると思われる部分は検査画像のデジタル化である。最新の検査機器では、一般的なデジタルフォーマットで出力したり、ネットワーク経由で画像を転送したりできるものもある。しかし、現状で使われている多くの機器は直接にデジタル情報として取り出すことが困難であることが多い。何とかデジタル情報が取り出せても一般的なコンピュータで表示できないこともある。一方で実際に放射線科医が診断をする場面では、フィルムや紙に印刷した画像で診断を行っているわけで、診断支援のために手間をかけてデジタル化することは実用的ではないと考えられる。そのため、画像のデジタル化にはデジタルカメラを用い、簡便にデジタル化する方法をとった。最近は多くのデジタルカメラが市販されるようになってきているが、今回われわれは、自動的に画像圧縮されるフロッピー式のデジタルカメラを採用した。撮影される画素数も35万画素と今では古いタイプのものであるが、メールへの添付を考えると撮影した画像をそのまま送るには適当

な画素であると考えた。フロッピーはほとんどのコンピュータが対応している可搬性のメディアである。

システムの実際

必要な設備

1. インターネットでメールが読み書きできる環境：各施設に必要な
 - ・ コンピュータ
 - ・ メールソフト
 - ・ モデムあるいはTA (terminal adaptor)
 - ・ 通信回線 (アナログ電話、ISDN、専用線)
 - ・ インターネットプロバイダ
2. デジタルカメラ：参加した各関連施設にデジタルカメラを配布した (図.1)
 - ・ SONY Digital Mavica
 - ・ アクセサリーキット
3. メーリングリスト：サーバとして一箇所設定する
 - ・ インターネットに接続されたメールサーバ
 - ・ メーリングリストエンジン



図1 デジタルカメラ(digital mavica;SONY)を使用した。
35万画素の画像がJPEG圧縮されフロッピーに記録される。

運用の手順

1. 各施設で経験した検査症例について、検討したい内容をメールに記載する。症例の概要や検査の所見も記述する。
2. 検討すべき画像はデジタルカメラで撮影しメールに添付する (図.2)。
3. メールは、メーリングリストに送付する。メーリングリストとは、特定のアドレスにメールを送るとメンバー全員に転送される方法である (図.3)。
4. メンバーは提示された症例に対してコメントをメーリングリストに送る。
5. メーリングリスト上で検討が続けられる。
6. 症例提示したメンバーはその後の検査結果、手術結果などをメーリングリストに報告する



図2 検査画像の撮影。日常診療の合間に手軽に撮影できる。
場所を選ばない。ズームや接写による撮影が可能である。

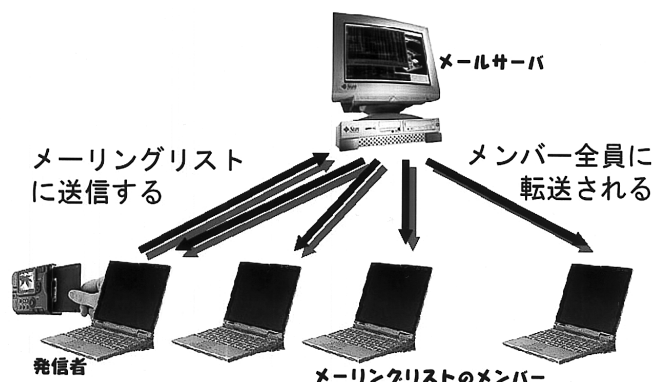


図3 メーリングリストは電子メールをグループのメンバー全員に一度に送ることができる。
メーリングリストにそれぞれのメンバーがメールを送ることで、ネット上の討論が可能になる。

運用のガイドライン

当初の混乱を少なくするために、以下のような運用ガイドラインを作成した。

- 1.参加施設（代表者）にDigital camera（接写とズームが可能、35万画素）を各1台、謹呈する。予算の都合上、パソコン、インタ - ネットの環境整備は、参加施設（参加者）にお願いする。
- 2.各施設の代表者は、最低 2症例 / 月のコンサルト、教育的症例を提示する。
- 3.各施設の参加者は、適宜症例を提示する。
- 4.参加者、オブザ - バ - は、メ - リングリストに登録し、そのアドレスを使用する。
- 5.最初に、「コンサルト」、「教育」を、明示する。
- 6.次に分類（脳神経、呼吸器、心臓、内分泌、肝胆道、消化管、腎泌尿器、骨筋肉、腫瘍炎症、末梢循環、血液リンパ系、その他）を記入する。
- 7.必ずコメントをしていただきたい人の指定があれば、「Dr. 外山、希望」などと記入する。
- 8.年齢、性別を記入する（患者のプライバシー - 保護のため、I.D、姓名は記入しない）。
- 9.必要最低限の病歴、検査所見を記入する。
- 10.「コンサルト」では、何をコメントしてほしいか、「教育」では、所見のポイントを簡潔に記入する。
- 11.添付する画像は、シンチ 3枚以内、その他 3枚以内（あるいはシンチ 2枚、その他 4枚など）合計 6枚以内とする。
- 12.添付する画像の簡潔な説明（I-123-IMP 早期像など）を添える。
- 13.8-10で情報不足というコメントがあれば、適宜追加して送付する。
- 14.「コンサルト」、「教育」いずれも各施設にオ - プンにしても良い症例とする。ただし、教育などで他の施設の症例を利用したい場合は必ず提供施設の了承を得ること。
- 15.「コンサルト」、「教育」両方に対し、参加者、オブザ - バ - は簡潔でも良いので、1週間以内をめどにできるだけコメントを送る。画質、システムに対する評価でも良い。コメントに対するコメントも歓迎する。
- 16.コメントを送ることは義務ではないので、コンサルトした方は多くを期待しない。
- 17.海外出張、仕事の都合などで症例提示、1 週間以上コメントができない期間が生じた場合は、メールで連絡する。
- 18.コンサルト症例に対するコメントを元に各施設でレポ - トを書く場合、コメンテ - タ - の名前は記入せずに、その責任の所在は各施設にあることを原則とする。
- 19.プロジェクトとしての試みであるので、コンサルト料は支払わない。
- 20.診断に苦慮したコンサルト症例で、後に手術所見や病理所見が判明した場合や、文献的に他の報告が見つかった場合は、できるだけメールで追加報告する。

診断支援以外への応用

診断の支援以外にも教育という面での利用も考えられた。医学部学生が学外実習のときのオンラインレポートとして試験的に使用した。関連病院にでかけて、そこでの教育的症例を毎日メールで送るようにした。これに対して、大学の教員がコメントなどの返事を返した。内容的には診断支援とほぼ同等の症例検討ができた。実習施設の医師と大学の教員との連携がとれて教育効果が高まったと考えている。

その他には、大学での核医学カンファランスの症例を提示することを行った。幾つかの症例はメーリングリストのグルー

ブ内での教育的症例であったが、中には大学内でのカンファランスの検討に示唆をあたえる議論がメールングリストでなされることもあった。

運用の統計的結果

約半年の運用結果は（表1）のようになった。デジタルカメラで通常の条件で撮れば1画像あたり50KB程度の大きさである。メンバーが試験的にGIFファイルやスキャナの画像を送ったため添付ファイルの最大値は大きくなっている。ひとつの症例はおよそ10日間討論された。複数の症例がオーバーラップしながら討論されることが多かったが、特に混乱はなかった。しかし、メンバーが増えて、症例も増えたと問題になる可能性はある。実際の症例検討のメールを示す。〈図4〉

表1 メールングリストの運用結果

運用期間	6 months	
メール総数	144	
連絡用	35	
失敗・不要	3	
症例数	18	
症例あたりの平均メール数	5.6	
平均検討日数	15.6 days	
最長139を除くと	9.1 days	
画像を添付したメール数	38	
添付画像数平均	4.2	
添付画像数最小	1	
添付画像数最大	9	
画像一枚平均データ量	54 Kbyte	
画像一枚平均データ量 最下	345 Kbyte	GIF
画像一枚平均データ量 最上	208 Kbyte	JPEG(scanner)
カメラ原画像	640x480	pixels
jpeg圧縮率	1/10-1/20	

このシステムの利点

1. メールが使える環境があればすぐに参加できる

インターネットメールであれば比較的速度の遅い回線でも使用に耐えられる。今回の運用開始前に、参加者の一部は診療の場所でメールへのアクセスができない状態であった。診療をしている場所でメールが使えるのが理想的であったが、当初は自宅からメールの送受信をすることで対応した。その後、診療の場所でも使えるようにできた。この様に比較的簡単にインターネットへのアクセスが開始できた。多くの施設が参加する場合、もしインターネット以外にも特別な設備を必要とするシステムであったならば、システムの立上げに多くの時間と労力が必要になったであろう。

2. 検査画像を簡単にメールに添付できる

デジタルカメラで撮影し、フロッピー経由でメールに添付することは、日常診療の合間にできる作業量である。この方法以外にも画像のデジタル化として幾つかが考えられる。まず、検査装置から直接デジタル画像を取り出す方法では、もともとデジタルの画像であっても標準化されていない画像フォーマットであったり、ファイルへのアクセスができなかったりすれば、その画像を取り出すためのコストが大きくなる。また、画像データをメールに添付できるように変換する必要も生じる。次に、プリントした画像をスキャナーで取込む方法がある。これは比較的簡便であり、デジタルカメラに比べて一般的に画質がよい。ところが、放射線検査で使われるフィルム画像を取込めるスキャナーは特殊なものが必要になる。スキャナーのソフトにもよるが、画像をメールに添付する作業が少し煩雑になることがある。

3. 多施設が共同して参加できる

インターネットメールを使うことで、日本国内のみならず、海外からでも比較的簡便に送受信でた。日常臨床レベルにおいて専門家に即時的にコメントを得られることが可能であり、診療レベルの向上に役立つと思われた。また、多施設で症例を共有で、一般病院で経験することの少ない症例や、日本では稀な疾患や検査方法を経験できることから、医学部学生の卒前教育のみでなく、医師、技師の卒後教育にも有用と考えられた。

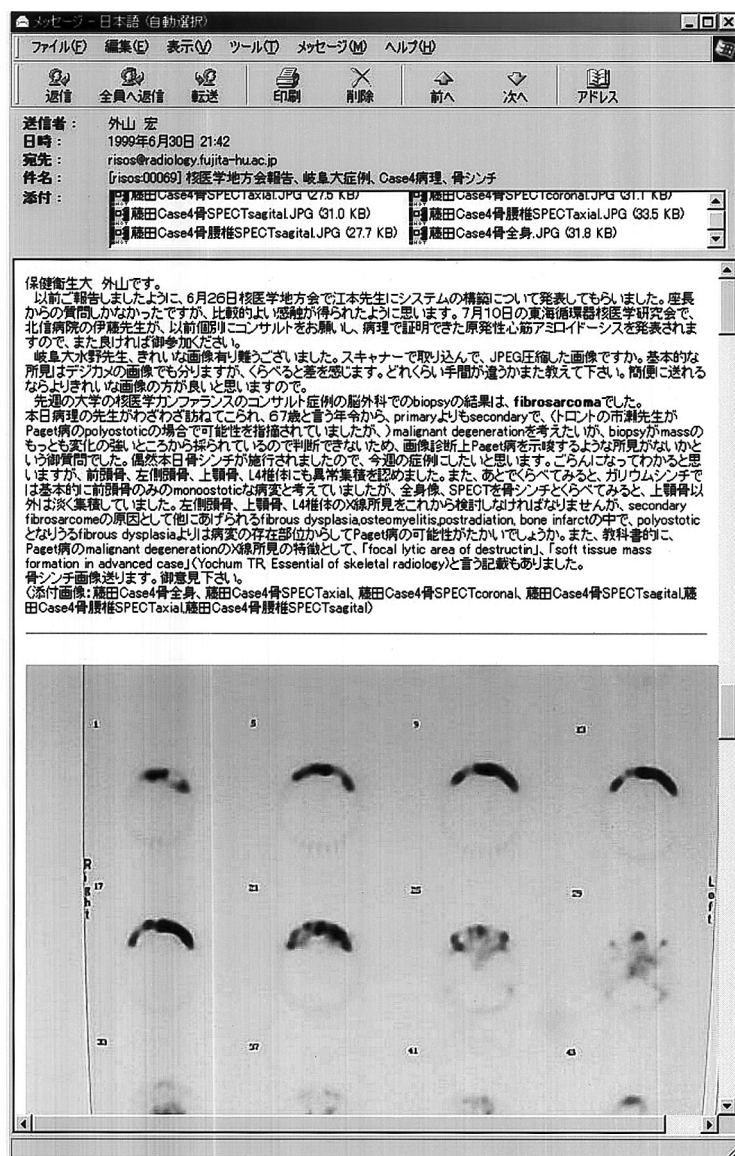


図4 メール本文に症例の説明や読影の疑問点などを記載する。画像は添付ファイルとする。最近のメールソフトでは自動的に添付ファイルを表示してくれる。

問題点と解決策

実際に運用して幾つかの問題点があがった。また、それぞれに対して対策を行った。

1. 添付ファイルが開けない

運用を開始した当初に、添付ファイルが開けない問題が起きた。原因はファイル名の拡張子であった。Windowsでは拡張子でファイルの属性を判断しているが、macintoshでは拡張子がなくてもよい。解決法として、添付ファイルに拡張子(.jpg)を必ず付けるようにした。一部のメールソフトでバージョンの古いものを使用すると添付ファイルの展開に問題が生じた。メールソフトの変更やバージョンアップで対応した。

2. インターネットがメール取得の途中で切断される

添付書類が多いとメールの取得に数分かかることがある。回線が不安定であると途中で切断されることがあった。対策として、ISDNの使用、プロバイダの変更などを行った。また、できるだけ運用のガイドラインに沿った画像添付量に抑えることとした。

3. CT、MRなどの連続断面で参照したい画像が添付されないことがある

メールへの添付画像の数を制限したので、症例提示する側が重要と考えない部分が提示されないことがあった。解決法としては、メーリングリスト上での討論中に追加画像を送ることで対応できた。症例を提示する段階で十分な画像をつけようするとメールに添付されるデータが大きくなりすぎるので、このような方法がよいと考えられた。

4. 画質の問題

添付画像は撮影後に画像調整を行わないので画質がやや劣る。露出が不適切だと思われる画像もあった。しかし、症例の検討に差し支えるほどのものはなかった。これは核医学検査を主体としたので、解像度やコントラストに余裕があったためと考えた。画像の数と質の制限があったため、運用を核医学に絞ったことは有効であったと思われる。

5. 海外の日本人にメールを送る場合に日本語表示に問題があった

海外で活躍している専門医にも参加してもらったが、現地のコンピュータに日本語システムを入れることが許されなかった。解決策としては、メールの本文をGIF形式の画像データとして添付した。返事は英語で送ることとした。本文の画像ファイルの大きさは10KB程度であり、この方法で十分対応が可能であった。

今後の改善点

メールへの添付データの問題

画像や臨床情報の転送方法としては、メーリングリストを用いたが、メーリングリストへ大きな添付ファイルを送るのはネットワークへの負荷を考えると問題である。解決法として現在webページを用いたマルチメディア会議室とを組み合わせたシステムの開発中である。本研究中に開発をめざしたが評価できる段階に至らなかった。この方法では、メールに添付される画像がなくなり、メールの利点である同報性も保たれるシステムができると考えている。

セキュリティ・プライバシーの問題

患者のプライバシーを守るため、現在のところ患者個人を特定できる情報は出さないようにしている。しかし、実際には患者情報がインターネットに流れるわけなので、セキュリティについての強化が必要であろう。メールの暗号化、webページのアクセス制限、暗号化等を検討する必要がある。

将来展望

コンピュータネットワークによる診断支援システムは核医学検査に限らず、放射線医学一般、病理検査、生理学検査、などあらゆる臨床検査に応用可能である。特に画像をとまなう検査の支援システムはコンピュータネットワークが有用な手段となりうる。本システムのような簡便なものでも遠隔地を含んだ診断支援グループの形成を助け、医療の質の向上に貢献できると期待される。

まとめ

コンピュータネットワークを利用した遠隔医療システムはいくつかのものが提案されている。欧米では実際の医療に応用される場面もでてきている。しかし、これらの多くは専用の高価な施設を用いて運用されている。また、欧米における保険制度や医療についての法律の違いがあり、そのまま欧米のシステムを導入することには問題がある。わが国でも、医療者の討論の場としてクローズのメールグループがあり、画像をやりとりしている場合もある。本システムは特に簡便な方法を用いることで遠隔診断支援が比較的容易におこなえ、日常的に使える点で有用である。

成果発表、文献

学会発表

江本 豊、外山 宏、駒井 哲之、仙田 宏平、竹内 昭、古賀 佑彦、水野 晋二、星 博昭、松村 要、市瀬 正則、遠山 淳子、大野 和子、伊藤 清信、中村 元俊、大橋 一郎、野村 昌代; インターネットを用いた多施設間での症例検討

—核医学症例を中心に有用性や問題点をまとめる—; 第59回日本医学放射線学会総会;2000.

江本 豊; 遠隔地核医学カンファランス; 第2回 電子医療情報フォーラム;2000.

江本 豊、外山 宏、駒井 哲之、仙田 宏平、竹内 昭、古賀 佑彦、水野 晋二、星 博昭、松村 要、伊藤 清信、中村 元俊、大橋 一郎、野村 昌代、市瀬 正則; 核医学遠隔診断支援システムの構築;

第19回 医療情報学連合大会;1999.

江本 豊、外山 宏、仙田 宏平、竹内 昭、古賀 佑彦、水野 晋二、星 博昭、松村 要、伊藤 清信、中村 元俊、大橋 一郎、野村 昌代、市瀬 正則; 核医学遠隔地診断・教育支援システム —有用事例の検討—; 核医学学会総会;1999.

外山 宏、江本 豊; 遠隔地教育、診断支援システム; 第6回 臨床脳SPECT勉強会;1999

伊藤 清信、磯村 高之、藤原 寿照、高元 俊彦、足立 博雅、江原 真理子、外山 宏、江本 豊、菊川 薫、藤井 直子、古賀 佑彦、仙田 宏平、竹内 昭、水野 晋二、星 博昭、松村 要、市瀬 正則、Ted Von-Neil; 骨シンチグラフィで偶然発見された原発性心筋アミロイドーシスの一例

—電子メールによる画像コンサルテーションが診断に寄与した症例—; 第30回 東海循環器核医学研究会;1999.

江本 豊、外山 宏、仙田 宏平、竹内 昭、古賀 佑彦、水野 晋二、星 博昭、松村 要、伊藤 清信、中村 元俊、大橋 一郎、野村 昌代、市瀬 正則; 核医学遠隔診断支援・教育システムの構築

—インターネットで核医学カンファランスしよう—; 核医学会中部地方会;1999.

江本 豊、高橋 正樹、外山 宏、藤井 直子、安野 泰史、駒井 哲之、木造 大夏、長嶋 宏和、辻村 善樹、古賀 佑彦; イントラネット・マルチメディアを用いた学生が主体的に参加できる医学教育システム; 第18回医療情報学連合大会; 1998.

江本 豊、高橋 正樹、辻村 善樹、古賀 佑彦; デジタルカメラによる医学教育データベース用画像収集法とその利点; 第56回医学放射線学会総会;1997.

著書

江本 豊、外山 宏; 核医学の現在 核医学遠隔診断・教育支援システム; 月刊新医療 N0.305; 2000.

江本 豊、外山 宏、駒井 哲之、仙田 宏平、竹内 昭、古賀 佑彦、水野 晋二、星 博昭、松村 要、伊藤 清信、中村 元俊、大橋 一郎、野村 昌代、市瀬 正則; 核医学遠隔診断支援システムの構築; 第19回 医療情報学連合大会 論文集 830-831; 1999.

江本 豊、高橋 正樹、外山 宏、藤井 直子、安野 泰史、駒井 哲之、木造 大夏、長嶋 宏和、辻村 善樹、古賀 佑彦; イントラネット・マルチメディアを用いた学生が主体的に参加できる医学教育システム; 第18回医療情報学連合大会 論文集 608-609; 1998.

高橋 正樹、津坂 昌利、伊藤 渉、市橋 卓司、辻村 善樹、江本 豊、清宮 麻希子、長嶋 宏和、栗本 直人、原 武史、田中 芳雄、古賀 佑彦; 医療領域におけるインターネットの応用; 日本画像医学雑誌15(3) 1996:184-195; 1996.

江本 豊、辻村 善樹、高橋 正樹、古賀 佑彦、伊藤 渉、長嶋 宏和、清宮 麻希子、市橋 卓司、津坂 昌利; インターネット入門 4. 電子メールとメーリングリスト— 応用編—; 臨床放射線41(8)1996: 929-930; 1996.

江本 豊、辻村 善樹、高橋 正樹、古賀 佑彦、伊藤 渉、長嶋 宏和、清宮 麻希子、市橋 卓司、津坂 昌利;
インターネット入門 4. 電子メールとメーリングリスト—基礎編—; 臨床放射線41(7)1996: 791-792; 1996.

< 発 表 資 料 >

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
核医学の現在核医学遠隔診断・教育支援システム	月刊新医療 No.305	2000年5月
インターネットを用いた多施設間での症例検討 —核医学症例を中心に有用性や問題点をまとめる—	第59回日本医学放射線学会総会	2000年4月
遠隔地核医学カンファランス	第2回電子医療情報フォーラム	2000年2月
核医学遠隔診断支援システムの構築	第19回医療情報学連合大会論文集830-831	1999年11月
核医学遠隔診断支援システムの構築	第19回医療情報学連合会	1999年11月
核医学遠隔地診断・教育システムの構築 —有用事例の検討—	核医学学会総会	1999年10月
遠隔地教育、診断支援システム	第6回臨床脳SPECT勉強会	1999年7月
骨シンチグラフィーで偶然発見された原発性心 筋アミロイドーシスの一例 —電子メールによる 画像コンサルテーションが診断に寄与した症例—	第30回東海循環器核医学研究会	1999年7月
核医学遠隔診断支援・教育システムの構築 —イ ンターネットで核医学カンファランスしよう—	核医学会中部地方会	1999年6月
イントラネット・マルチメディアを用いた学生 が主体的に参加できる医学教育システム	第18回医療情報学連合大会論文集608-609	1998年11月
イントラネット・マルチメディアを用いた学生 が主体的に参加できる医学教育システム	第18回医療情報学連合会	1998年11月
遠隔診断支援システムの実践	第4回臨床脳SPECT勉強会	1998年8月
デジタルカメラによる医学教育データベース用 画像収集とその利点	第56回医学放射線学会総会	1997年4月
インターネット入門 4. 電子メールとメーリン グリスト —応用編—	臨床放射線41(8)1996: 929-930	1996年5月
インターネット入門 4. 電子メールとメーリン グリスト —基礎編—	臨床放射線41(7)1996: 791-792	1996年4月
医療領域におけるインターネットの応用	日本画像医学雑誌15(3)1996: 184-195	1996年1月