

高速ネットワーク環境下における

高度医療アプリケーションの研究開発

「高速ネットワーク環境下における高度医療アプリケーションの研究開発」
 (H13～14年 第 期)
 研究代表者：後藤滋樹教授 (早稲田大学理工学部) 他14機関

研究の概要・目標

1. 何を目標としているか
 遠隔地においても利用が可能となる
 高度医療ネットワーク実現を目指す。

(第 期の目標)
 ギガビットレベルの高速ネットワーク
 を必要とする医療アプリケーションの
 開発及び医療モデルとネットワーク環
 境の最適化に関する研究を行う。

2. 何を研究しているか
 高度医療ネットワーク上でのがん治
 療技術に関する研究、及び医療モデ
 ルとネットワーク環境の最適化に関
 する研究を実施する。

3. 何が新しいのか
 遠隔地での利用が可能な重粒子線
 治療計画装置の開発や、医療モデル
 とネットワーク環境の最適化に関する
 研究への取り組みは未だに行われて
 いない。

諸外国の現状

現状及び我が国の水準

米国では専用回線を利用して医療向
 けに超高速ネットワークの適用が開始
 されているが、その技術は、未だに確
 立されていない。

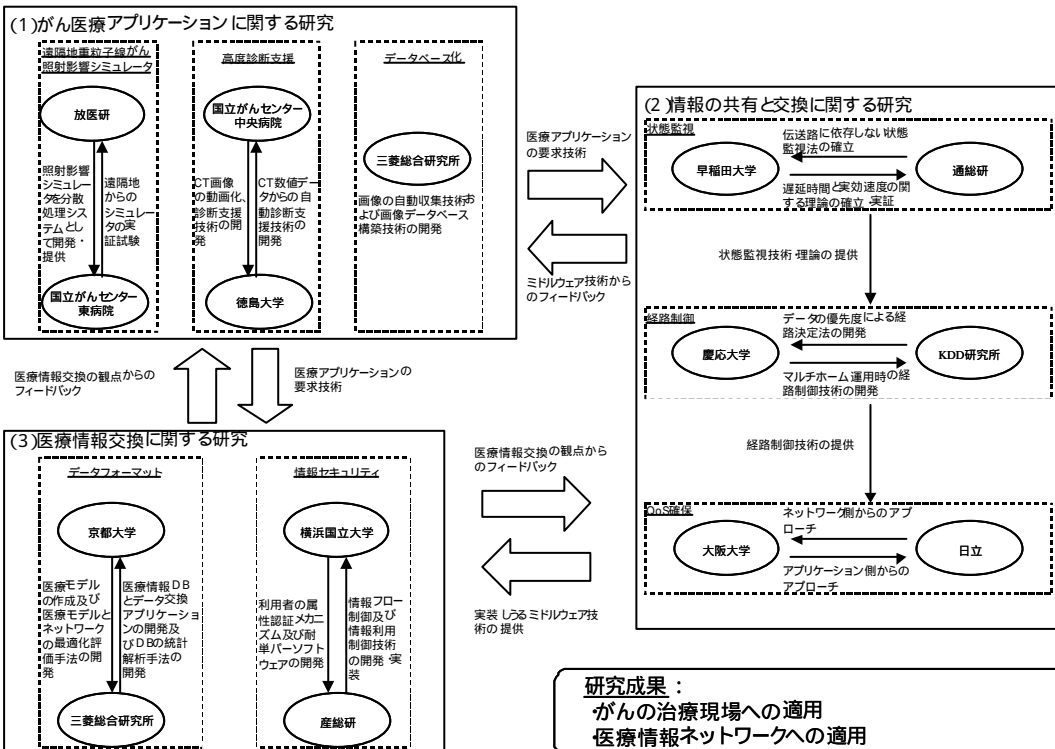
また、医療モデルとネットワーク環
 境の最適化に関する研究への取り組み
 は未だに行われていない状況である。

研究進展 成果がもた らず利点

1. 世界との水準の関係
 米国に追いつき医療向けの超高速ネッ
 トワーク運用を確立する取り組みを行
 う

2. 波及効果
 がんの治療現場への適用のみなら
 ず、他の医療分野への適用等の波及
 効果が期待される。

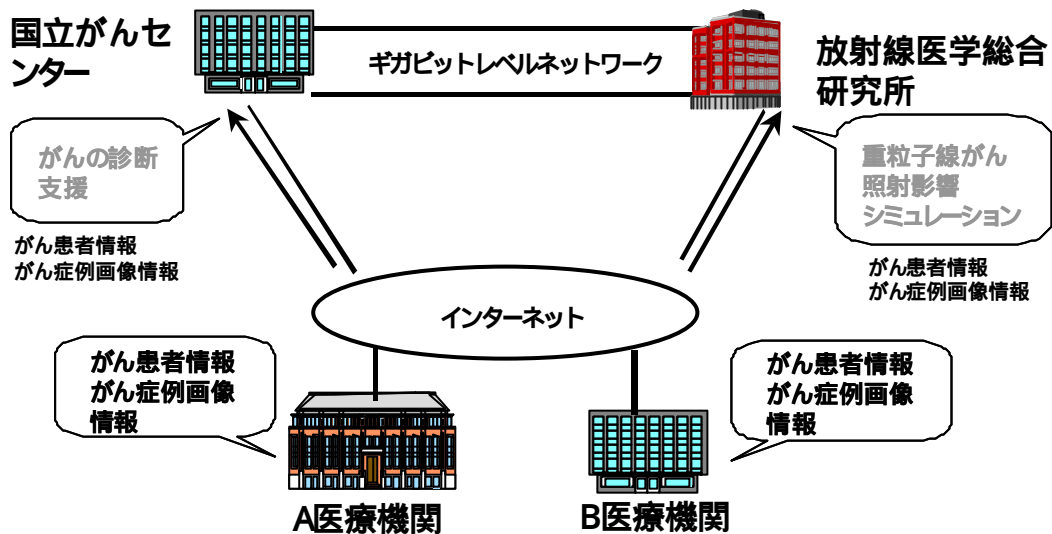
「高速ネットワーク環境下における高度医療アプリケーションの研究開発」の研究体制



高速ネットワーク環境下における 高度医療アプリケーションの研究開発

ギガビットレベルの超高速ネットワークを利用し、高性能コンピュータネットワークを駆使した医療情報の収集やシミュレーションを実施。

正確なリアルタイム動画画像情報による正確な診断と的確な治療方針の確立、及び治療効果予測と診断支援による的確で迅速な治療の確立を目的とする高度医療ネットワークを実現するための要素技術の研究開発や実証試験の実施。



< 高度医療ネットワークを実現するための要素技術の研究開発、実証試験の実施 >

所要経費（Ⅰ期）

（単位：千円）

研究項目	担当機関等	研究担当者	H10 年度	H11 年度	H12 年度	所用 経費
1.がん医療アプリケーションに関する研究						
(1) 遠隔地重粒子線がん照射影響シミュレータの研究	放射線医学総合研究所 国立がんセンター東病院	遠藤真広 池田恢	29,411 24,881	32,452 20,121	18,256 15,267	80,119 61,269
(2) がんの高度診断支援技術に関する研究	国立がんセンター中央病院 日本電気	森山紀之 山崎敏正	24,272 23,315	21,663 24,966	11,989 12,658	57,924 60,939
2.情報の共有と交換に関する研究						
(1) 情報の発信技術の研究	横浜国立大学 電子技術総合研究所	松本勉 田代秀一	22,215 24,635	24,401 27,644	5,469 18,168	52,085 70,447
(2) 情報の収集技術の研究	科学技術振興事業団 三菱総合研究所	和田光俊 村瀬一郎	20,638 35,345	21,176 37,058	16,635 23,200	58,449 95,603
(3) ギガビットレベルネットワークに向けたQoS確保技術の研究	大阪大学 日立製作所	宮原秀夫 中根啓一	27,097 24,824	24,649 25,345	18,397 17,158	70,143 67,327
(4) ギガビットレベルネットワークに向けた経路制御技術の研究	慶應義塾大学 ケイディーディー 研究所	村井純 小西和憲	28,370 25,979	30,362 34,803	9,138 29,022	67,870 89,804
(5) ギガビットレベルネットワークに向けた状態監視技術の研究	早稲田大学 通信技術総合研究所	後藤滋樹 北村泰一	25,772 20,107	28,940 15,164	25,159 11,352	79,871 46,623
3.ギガビットレベルネットワークに向けた通信技術に関する研究						
(1) ギガビットレベルネットワークに向けたルータおよびソフトウェアの研究	日本電信電話株式会社 富士通	市川晴久 中後明	33,342 24,548	37,740 24,709	29,748 15,321	100,830 64,578
(2) ギガビットレベルネットワークに向けた超高速入出力技術の開発	産業技術融合研究所	阿刀田伸之	20,609	23,048	13,109	56,766
合計			435,360	454,241	291,046	1,180,647

所要経費（期）

（単位：千円）

研究項目	担当機関等	研究担当者	H13 年度	H14 年度	所用 経費
1. がん医療アプリケーションに関する研究					
(1) 遠隔地重粒子線がん照射影響シミュレータの研究	放射線医学総合研究所 国立がんセンター東病院	遠藤真広 荻野尚	20,008 17,905	14,901 12,536	34,909 30,441
(2) がんの高度診断支援技術に関する研究	国立がんセンター中央病院 徳島大学	森山紀之 仁木登	17,885 20,471	12,567 14,295	30,452 34,766
(3) 画像を含む医療データのデータベース化に関する研究	三菱総合研究所	村瀬一郎	30,972	21,606	52,578
2. 情報の共有と交換に関する研究					
(1) ギガビットレベルネットワークに向けたQoS確保技術の研究	大阪大学 日立製作所	宮原秀夫 小泉稔	19,836 9,995	14,082 6,977	33,918 16,972
(2) ギガビットレベルネットワークに向けたトラヒック制御技術の研究	慶應義塾大学 ケイディディアイ研究所	村井純 小西和憲	16,306 87,165	11,620 62,612	27,926 149,777
(3) ギガビットレベルネットワークに向けた状態監視技術の研究	早稲田大学 通信総合研究所	後藤滋樹 北村泰一	26,711 11,846	16,309 7,729	43,020 19,575
3. 医療情報交換に関する研究					
(1) 医療情報・データのフォーマット等に関する調査研究	京都大学 三菱総合研究所	小山博史 角田弘和	21,723 31,407	15,429 22,097	37,152 53,504
(2) 医療情報交換に係る情報セキュリティに関する調査研究	横浜国立大学 産業技術総合研究所	松本勉 田代秀一	10,340 18,470	6,808 12,893	17,148 31,363
合計			361,040	252,461	613,501

研究成果の概要

■ 総括

本研究は医療情報の円滑な交換を目的としている。まずサブテーマの「3. 医療情報交換に関する研究」において、患者を中心とする新しいネットワーク型の医療モデルを提案した。ネットワークを経由して医療情報交換を実現するための課題は2つある。1つは十分なセキュリティを確保することである。この点は「3」においてアクセス制御方式および耐タンパー性についての研究を行った。もう一つの課題は、データ量の大きい医療情報を円滑に伝送することである。本研究では「1. がん医療アプリケーションに関する研究」において、実際に通信回線を敷設して実験を行った。具体的には、放射線医学総合研究所と国立がんセンター東病院の間に622M bpsの回線を設けた。この通信により重粒子線がん照射影響シミュレータを、遠隔地の画像操作端末から利用できるようになった。このような医療情報としての研究は「1」で行い、ネットワークの通信としての研究は「2. 情報の共有と交換に関する研究」で行った。さらに「1」においては、がんの診断支援技術についても研究し、また医療データをデータベースとして整備する研究を行った。「2」においては、通信品質を保証する方式、トラフィックを制御する方式、ネットワークを測定して状態監視をする技術について研究を行った。

■ サブテーマ毎、個別課題毎の概要

1. がん医療アプリケーションに関する研究

1.1. 遠隔地重粒子線がん照射影響シミュレータの研究

遠隔地から重粒子治療の照射効果を事前にシミュレーションできる装置を開発した。本装置は、ビーム設計や線量分布計算を高速に行う並列計算機と画像操作端末からなる。並列計算機を放射線医学総合研究所、また画像操作端末を国立がんセンター東病院におき、両者を622Mbpsの高速回線で結んだ。この結果、622Mbpsの高速回線においては、他の情報トラフィックの存在下においても、遠隔環境であることを意識させない操作性が得られた。

1.2. がんの高度診断支援技術に関する研究

胃がんの診断能に関しては、進行がんは全例検出可能であり、早期がんについても粘膜下層にがんが浸潤しているものについては検出可能であった。大腸がんに関しても進行がんの検出は可能であり、早期がんに関しても胃がん同様粘膜下に浸潤したものでは検出可能であった。大腸ポリープを腸管壁を十分に伸展させたものでは5~10mm大のポリープの発見も可能であった。進行大腸がんに対する造影剤の注入をしながらの検査では病変部に動脈血流が流入する様子が観察された。さらに肺がんのコンピュータ支援診断システムを研究開発した。

1.3. 画像を含む医療データのデータベース化に関する研究

4種類の経時CT画像に対して、セグメンテーション手法による腫瘍、血管等の抽出、CT値、形状等の特徴量を抽出し、腫瘍の種類を判別するシステムを開発した。開発した質的診断プログラムを実際の患者の症例に対して適用し、その有効性について確認した。

2. 情報の共有と交換に関する研究

2.1. ギガビットレベルネットワークに向けたQoS確保技術の研究

実時間動画通信を対象に、アプリケーションレベルのQoSを確保する資源割当制御技術、さまざまなQoS要求を考慮した動画マルチキャスト通信技術、およびインターネットにおける輻輳適応型レート制御による動画通信技術について検討し、効果的な制御手法を提案した。

第期の研究では、QoS確保技術の実現を目標として、(i) カスタマーセルフコントロール機能、(ii) QoS確保要求調停機能を持つ技術を開発し、実験ネットワークで評価を行い、実現性および有効性を確認した。

2.2. ギガビットレベルネットワークに向けたトラフィック制御技術の研究

IPv6に対応したOSPFを利用して、自律システム内の経路制御の安定性を高めた。次に、IPv6に対応したBGPを利用して自律システム間の経路制御を安定させた。

政策的経路制御の研究、および、エンドシステム間のファイル転送速度を向上させるためのエンドシステムおよびネットワークの最適化研究を行った。これらの成果を小規模の試験ネットワークだけでなく、APAN(Asia-Pacific Advanced Network)等の広域ネットワークを用いて検証した。

2.3. ギガビットレベルネットワークに向けた状態監視技術の研究

本研究では、ネットワーク上の通信が良好に行われているか、異常な状態に陥っているのか、という区別をするために、ネットワーク上を流れるパケットの解析を行った。この解析に当たっては、なるべく少量の情報に基づき、短時間に能率良く解析して状態が判別できるように工夫した。

3. 医療情報交換に関する研究

本研究では、患者中心のネットワーク型医療モデルを提案しその仕様に基づき作成した携帯電話を用いた診療情報処理を行うプロトタイプアプリケーションの有用性と今後の課題を示し、近未来に実現する高速ネットワーク社会での高度医療アプリケーションの基本的仕様を作成した。

遠隔地がん照射治療の普及のためには、さまざまなデータをインターネット上でやり取りすることが必要である。本研究は、このような情報を扱うための、柔軟で安全な情報アクセス制御方式を確立した。これにより医療現場での高速ネットワークの活用が促進される。

■ 波及効果、発展方向、改善点等

1. がん医療アプリケーションに関する研究

1.1. 遠隔地重粒子線がん照射影響シミュレータの研究

今後の発展方向は、遠隔地照射影響シミュレータの実用化である。また一般放射線治療に展開して、放射線治療施設にゴールドスタンダードの線量分布を供給する治療計画センターなども考えられる。

1.2. がんの高度診断支援技術に関する研究

三次元画像は、客観性に優れた画像であり手術、放射線治療計画に応用できる。本研究は、肺がん検診に3次元CTを導入した新しい検診法を提案している。この検診でと5年生存率の高い早期段階のがんを発見することが可能となり肺がん死の減少が期待できる。本検診法は国内外で活発化しており我が国が先導している。

1.3. 画像を含む医療データのデータベース化に関する研究

診断支援プログラムをCT装置に組み込み、CT装置の機能向上によりCT市場規模が拡大することが期待される。

2. 情報の共有と交換に関する研究

2.1. ギガビットレベルネットワークに向けたQoS確保技術の研究

インターネットにおいて、システム環境に応じた高品質な動画像を効率的に提供でき、広帯域を生かした高付加価値を提供する高度なマルチメディアアプリケーションを快適に利用できるようになる。

2.2. ギガビットレベルネットワークに向けたトラフィック制御技術の研究

通常のIPv6用経路制御プロトコルでは広域ネットワークの構築が困難であったが、本研究の成果により広域ネットワークの構築が可能になった。

ネットワークオーナーの規定する利用規約とユーザの要求との両者に細かく適合させる政策的経路制御について、HDTV等の高速アプリケーションにも適用できる速度の得られることを確認した。広域ネットワークでのTCP/IP転送速度を向上させる技術については、高速アプリケーションをサポートできることを示した。

2.3. ギガビットレベルネットワークに向けた状態監視技術の研究

本研究で確立した測定技術は、他のネットワークにも適用可能である。実際に、放射線医学総合研究所と国立がんセンター東病院の間の通信を分析したプログラムは、早稲田大学の入り口のセグメントの測定に用いることができた。さらに本研究で示したGRIDの分析は、今後の医療情報を取り扱う並列計算の分析の例を示している。

3. 医療情報交換に関する研究

高度医療アプリケーションによる医療情報処理の有用性を示して、医療分野における高速ネットワーク対応の高度なアプリケーションの開発を促進した。今後はインターネット技術とパソコン技術を中心とした医療情報処理環境からグリッドコンピューティング技術等を用いたスケーラブルな医療情報処理へと発展していくことが予想される。

医療情報アクセスへの参加者(患者、医師、看護師、検査技師等々)の個人認証システムについては今回の開発には含めておらず、「権限運搬カード」とそのカードにアクセスするための簡単なパスワードのみに頼っている。これでも一応の安全性は確保できるが、さらにバイオメトリックスなどの個人認証方式を組み合わせ、より高い安全性を確保する研究が必要である。

研究成果公表等の状況

(1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合計
国内	第 期 13 件	第 期 18 件	第 期 37 件	第 期 68 件
	第 期 16 件	第 期 18 件	第 期 53 件	第 期 87 件
国際	第 期 8 件	第 期 5 件	第 期 19 件	第 期 32 件
	第 期 7 件	第 期 4 件	第 期 13 件	第 期 24 件
合計	第 期 21 件	第 期 23 件	第 期 56 件	第 期 100 件
	第 期 23 件	第 期 22 件	第 期 66 件	第 期 111 件

(2) 特許等出願件数

第 期	0 件 (うち国内 0 件、国外 0 件)
第 期	1 件 (うち国内 1 件、国外 0 件)
合計	1 件 (うち国内 1 件、国外 0 件)

(3) 受賞等

第 期	3 件 (うち国内 3 件、国外 0 件)
1. 1983年	がん研究田宮賞 受賞
2. 1993年	通商産業大臣賞 受賞 (へリカルスキャン X 線 CT 装置の開発)
3. 1993年	機械振興協会賞 受賞
第 期	2 件 (うち国内 2 件、国外 0 件)
1. 2003年	情報処理学会フェロー
2. 2003年	情報通信月間 総務大臣賞

(4) 主な原著論文による発表の内訳

* 発表者氏名：「発表題目」文献名、巻(号)、頁、(掲載年)の順

国内誌 (国内英文誌を含む)

(1) Tomura H, Kanai T, Higashi A, Futami Y, Matsufuji N, Endo M, Soga F and Kawachi K: 'Analysis of the penumbra for uniform irradiation fields delivered by a wobblers method', 放射線医学物理, 18, 42-56, (1998)

(2) 大坂康博、辻井博彦、溝江純悦、松岡祥介、鎌田 正、辻 比呂志、加藤博敏、宮本忠昭、蓑原伸一、金井達明、遠藤真広：「重イオン治療における呼吸同期システムの開発と応用」, 日本放射線腫瘍学会誌, 11, 271-278, (1999)

(3) 佐藤裕幸、中川隆文、依田 潔、中島克人、坂本豪信、遠藤真広：「ワークステーションクラスタを用いた放射線治療計画の高速化」, 電子情報通信学会論文誌, J85-D-1, 184-192, (2002)

国外誌

1. Kanematsu N, Endo M, Futami Y, Kanai T, Asakura H, Oka H and Yusa K: 'Treatment planning for the layer-stacking irradiation system for three-dimensional conformal heavy-ion radiotherapy', Med Phys, 29, 2823-2829, (2002)
2. Minohara S, Endo M, Kanai T, Kato H and Tsujii H: 'Estimating uncertainties of the geometrical range of particle radiotherapy during respiration', Int J Radiation Oncology Bio Phys, 56, 121-125, (2003)
3. Ogino T., Kawashima M., Nihei K., Ishikura S., Shimbo M., Nishio T., Katsuta S., Ikeda T.: Targeting accuracy of respiration-gated proton beam irradiation for hepatocellular carcinoma. Int J Radiat Oncol Biol Phys 55:474-475, (2003)

6) 主要雑誌への研究成果発表

Journal	Impact Factor	サブテーマ1	サブテーマ2	サブテーマ3	合計
J Radiat Res 42: 79-89, 2001.	0	1	0	0	0
INNERVISION 16(10): 27-31, (2001)	0	2	0	0	0
信学技報	0	1	0	0	0
Progress of Digestive Endoscopy	0	1	0	0	0
電子情報通信学会誌	0	1	0	0	0
電子情報通信学会論文誌	0	3	1	0	0
IEICE Trans. Information and Systems	0.144	3	0	0	0.432
日本医用画像工学会	0	1	0	0	0
日本医学放射線学会雑誌	0	1	0	0	0
日獨医報	0	1	0	0	0
Biomedical Informatics	0.655	1	0	0	0.655
日本医用画像工学会論文誌	0	1	0	0	0
電子情報通信学会 技術研究報告書	0	1	0	0	0
電子情報通信学会医用画像研究会報告	0	1	0	0	0
第4回遠隔医療研究会予稿集	0	1	0	0	0
日本医用画像工学会	0	1	0	0	0
日本医用画像工学会	0	1	0	0	0
IEICE Transactions on Communications	0.325	0	3	0	0.975
情報処理学会論文誌	0	0	2	0	0
コンピュータソフトウェア	0	0	1	0	0
Int J Med Inf	1.459	0	0	1	1.459
J Med Sys	0	0	0	2	0
General Med	0	0	0	1	0