

リアルタイムMR画像を用いた手術支援システムの開発-ナビゲーション外科の構築-

著者	来見 良誠, 谷 徹, 森川 茂廣, 仲 成幸, 花澤 一芳, 犬伏 俊郎, 阿部 元, 塩見 尚礼, 清水 智治, 田畑 貴久, 向所 賢一, 遠藤 善裕
発行年	2005-03
その他の言語のタイトル	Development of Real-Time MR Image guided Surgery
URL	http://hdl.handle.net/10422/4271

リアルタイムMR画像を用いた手術支援システムの開発
－ ナビゲーション外科の構築 －

(研究課題番号：14370352)

平成14年～平成16年度 科学研究費補助金
(基盤研究(B)(2)) 研究成果報告書

平成17年 3月

研究代表者 来見 良誠

(滋賀医科大学・医学部・講師)

リアルタイム MR 画像を用いた手術支援システムの開発

— ナビゲーション外科の構築 —

(課題番号 : 1 4 3 7 0 3 5 2)

平成 1 4 年～平成 1 6 年度 科学研究費補助金

(基盤研究 (B) (2)) 研究成果報告書

滋賀医科大学附属図書館



2004011425

平成 1 7 年 3 月

研究代表者 来 見 良 誠

(滋賀医科大学・医学部・講師)

目 次

1. はしがき	1
2. 研究組織	2
3. 研究経費	2
4. 研究発表	3
(1) 学会誌等 (発表者名、テーマ名、学会誌名、巻号頁、年)	
(2) 学会制作ビデオライブラリー収載 (発表者、テーマ名、学会名ほか)	
(3) 大学病院衛星医療情報ネットワーク放映 (発表者、テーマ名、年月日)	
(4) 口頭発表 (発表者名、テーマ名、学会等名、年月日) 《特別講演・市民公開講座ほか》	
(5) 口頭発表 (発表者名、テーマ名、学会等名、年月日) 《シンポジウム・ワークショップほか》	
(6) 口頭発表 (発表者名、テーマ名、学会等名、年月日) 《一般演題》	
5. 研究成果	44
I. リアルタイム画像を用いた手術支援システムの開発の概要	
II. MR装置の特性とその応用	
III. MR対応手術デバイスの開発	
IV. マイクロ波の効果	
V. ナビゲーション外科の構築	
VI. 治療手技 (アプローチ)	
VII. 内視鏡外科への応用	
VIII. 各種臓器への応用	
IX. 3次元画像の導入	
X. 透過画像の導入	
XI. 全体総括	

はしがき

外科医は本来、安全確実な手術を望み、術前術中を通じて可能な限りの情報を収集し、手術に反映させているが、その情報は術前の画像情報に頼ることが多く、術中に肉眼視あるいは内視鏡画像による画像情報以外を有効に利用する手段を持っていなかった。術中造影X線撮影、術中超音波検査などはリアルタイムに手術を支援する検査法の一つであるが、放射線被曝の問題や死角の点において様々な問題点があった。開放型MR装置を用いたリアルタイムMR画像の導入により、画像誘導手術の概念が芽生え、従来の五感に頼る外科手術を科学的な根拠に根ざした手術に変換させるようになってきた。一方、内視鏡外科手術の進歩もめざましく、体腔内手術におけるの内視鏡画像は手術手技自体を大きく換えるものとなった。このような状況下で本学に導入にされた開放型MR装置は、リアルタイムに生体の内部構造を観察できるため、必然的に手術支援システムの開発が要求され、ここにナビゲーション外科の構築を起案するにいたった。

ナビゲーション外科の構成要素は、手術支援をするための器械あるいは装置とそれを有効に活用するためのソフトウェアがあり、その両者を有機的に運用するための治療システムの開発が不可欠であった。手術支援画像の開発と手術機械の開発およびMR環境下手術手技システムの開発がこの3年間で運用可能な状況まで達成できたと考えている。

本研究は、リアルタイムMR画像を用いた手術支援システムの開発を通じてナビゲーション外科を構築することにあるが、当初計画していた以上の成果があり、このような研究を可能にした文部科学省・日本学術振興会、科学研究費補助金の交付に対し、深く感謝の意を表します。

【研究組織】

《研究代表者》

来見茂誠 滋賀医科大学・医学部・講師

《研究分担者》

谷 徹 滋賀医科大学・医学部・教授

森川茂廣 滋賀医科大学・MR医学総合研究センター・助教授

遠藤善裕 滋賀医科大学・医学部・助手

仲 成幸 滋賀医科大学・医学部・助手

花澤一芳 滋賀医科大学・医学部・助教授

Hasnine A Haque GE横河メディカルシステム・技術部・研究員

《研究協力者》

犬伏俊郎 滋賀医科大学・MR医学総合研究センター・教授

阿部 元 滋賀医科大学・医学部・助手

塩見尚礼 滋賀医科大学・医学部・助手

清水智治 滋賀医科大学・医学部・助手

田畑貴久 滋賀医科大学・医学部・助手

向所賢一 滋賀医科大学・医学部・助手

山口 剛 滋賀医科大学・大学院

佐藤浩一郎 滋賀医科大学・大学院

出村公一 滋賀医科大学・大学院

小川智道 滋賀医科大学・大学院

【研究経費】

交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成14年度	12,200	0	12,200
平成15年度	700	0	700
平成16年度	1,400	0	1,400
総計	14,300	0	14,300

【研究発表】

- (1) 学会誌等（テーマ名、発表者名、誌名、巻号頁、年）

1. “ Effects of Microwave Irradiation on Rat Hepatic Tissue Evaluated by Enzyme Histochemistry for Acid Phosphatase ”
Ken-ichi MUKAISHO, Hiroyuki SUGIHARA, Tohru TANI,
Yoshimasa KURUMI, Sumihiro KAMITANI,
Tomoki TOKUGAWA and Takanori HATTORI
Digestive Diseases and Science 47(2): 376-379, 2002

2. 『 腹部病変に対するオープン MRI を用いた Microwave Surgery 』
谷 徹、仲 成幸、来見良誠、遠藤善裕、森川茂廣、村田喜代史
Radiology Frontier. Vol5(1), 31-36, 2002

3. 『 MR 監視下肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』
来見良誠、谷 徹、仲 成幸、遠藤善裕、清水智治
花澤一芳、森川茂廣
臨床消化器内科 Vol.17(4) 523-528, 2002

4. 『 MRI ガイド下における肝腫瘍治療 』
仲 成幸、来見良誠、遠藤善裕、花澤一芳、森川茂廣、谷 徹
手術 56 (8) : 1053-1059, 2002

5. 『 腹部外科とナビゲーションサージェリー 』
谷 徹、来見良誠、森川茂廣
手術 56 (10) : 1451-1460, 2002

6. 『 垂直型オープン MRI を用いた癌治療 』
谷 徹、来見良誠、遠藤善裕、仲 成幸
血液・腫瘍科 vol44(3):195-202,2002

7. “ Enzyme Histochemistry is Useful to Assess Viability of Tumor Tissue after Microwave Coagulation Therapy ”
Ken-ichi MUKAISHO, Yoshimasa KURUMI, Hiroyuki SUGIHARA
Shigeyuki NAKA, Yasuhiro TSUBOSA, Suzuko MORITANI
Yoshihiro ENDO, Kazuyoshi HANASAWA, Shigehiro MORIKAWA
Toshiro INUBUSHI, Takanori HATTORI and Tohru TANI
Digestive Diseases and Science 47(11): 2441-2445, 2002

8. “ MR-Guided Microwave Thermocoagulation Therapy of Liver Tumors: Initial Clinical Experiences Using a 0.5 T Open MR System ”
Shigehiro MORIKAWA, Toshiro INUBUSHI, Yoshimasa KURUMI,
Shigeyuki NAKA, Koichiro SATO, Tohru TANI
Ikuo YAMAMOTO and Masaki FUJIMURA
Journal of Magnetic Resonance Imaging 16: 576-583, 2002

9. “ Technical Developments for MR-Guided Microwave Thermocoagulation Therapy of Liver Tumors ”
Shigehiro MORIKAWA, Toshiro INUBUSHI, Yoshimasa KURUMI
Shigeyuki NAKA, Koichiro SATO, Tohru TANI, Nobuhiko HATA
Viswanathan Seshan and Hasnine A Haque
Lecture Notes in Computer Science: vol.2, p 52-59, 2002, Springer

10. 『 マイクロ波出力と針状電極の形状による加温領域への影響 -MR 温度画像を用いた連続的モニタリング- 』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲 成幸、谷 徹、手塚 圭
脇街道孝一、Hasnine A Haque
J. Microwave Surg. Vol.20 27-33, 2002

11. 『 リアルタイム MR 画像ガイド下手術へのカスタマイズした
ナビゲーションソフトウェアの統合 』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎、椎野顕彦
波多伸彦、Viswanathan Seshan、Hasnine A Haque
J.JSCAS Vol.4(1) 27-33,2002

12. 『リアルタイム MR 画像ガイドにおけるオフセット型穿刺補助器具の開発』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲 成幸、
佐藤浩一郎、波多伸彦
J.JSCAS Vol.4(4) 345-350,2002
13. 『進行・再発大腸癌に対する interventional MR navigation surgery』
遠藤善裕、目片英治、塩見尚礼、仲 成幸、来見良誠
花澤一芳、谷 徹
外科 vol.65(10):1147-1152,2003
14. “ New assistive devices for MR-guided microwave thermocoagulation of liver tumors ”
Shigehiro MORIKAWA, Toshiro INUBUSHI, Yoshimasa KURUMI,
Shigeyuki NAKA, Koichiro SATO, Tohru TANI, Hasnine A Haque,
Junichi TOKUDA, Nobuhiko HATATani T, Haque HA,
Tokuda J, Hata N.
Acad Radiol, 10:180-188, 2003.
15. 『局所再発直腸癌に対する MRI navigation surgery』
遠藤善裕、目片英治、来見良誠、花澤一芳、谷 徹
手術 57 (12) 1491-1497, 2003
16. “ Advanced computer assistance for magnetic resonance-guided microwave thermocoagulation of liver tumors ”
Shigehiro MORIKAWA, Toshiro INUBUSHI, Yoshimasa KURUMI,
Shigeyuki NAKA, Koichiro SATO, Kouichi DEMURA, Tohru TANI,
Hasnine A Haque, Junichi TOKUDA, Nobuhiko HATA
Acad Radiol 10: 1442-1449, 2003.
17. 『肝腫瘍マイクロ波凝固治療における MR 温度モニタリングの改良』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲成幸、佐藤浩一郎、出村公一
谷徹、脇海道孝一、Hasnine A. Haque
J Microwave Surg 21:43-47, 2003.

18. “ Feasibility of respiratory triggering for MR-guided microwave ablation of liver tumors under general anesthesia ”
Shigehiro MORIKAWA, Toshiro INUBUSHI, Yoshimasa KURUMI,
Shigeyuki NAKA, Koichirou SATO, Kouichi DEMURA,
Tohru TANI, Hasnine A Haque
Cardiovasc Intervent Radiol (27) 370-373, 2004
19. 『 肝癌に対する MR Navigation によるマイクロ波凝固療法 』
来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、田畑貴久、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹
外科治療 90 ,89-90, 2004
20. 『 MR ガイド下マルチチャンネルマイクロ波凝固のための
マルチスライス MR 温度モニタリング 』
森川茂廣、犬伏俊郎、佐藤浩一郎、出村公一
塩見尚礼、仲 成幸、来見良誠、谷 徹
Hasnine A Haque、脇街道孝一
J Microwave Surg. 22 57-61, 2004.
21. 『 MR 空間における Microwave surgery の各種疾患への応用 —甲状腺腫瘍— 』
来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、田畑貴久
佐藤浩一郎、出村公一、堀川尚子、貝塚真知子
奥村憲二、星 寿和、阿部 元、遠藤善裕
花澤一芳、森川茂廣、犬伏俊郎、谷 徹
J Microwave Surg. 22 37-41, 2004.
22. 『 MR 空間における Microwave surgery の各種疾患への応用 —骨盤内腫瘍— 』
遠藤善裕、来見良誠、目片英治、田畑貴久、佐藤浩一郎
出村公一、井内武和、小川智道、山口 剛、星 寿和
塩見尚礼、仲 成幸、花澤一芳、森川茂廣
犬伏俊郎、谷 徹
J Microwave Surg, 22 43-57, 2004.

23. 『 MR 空間における Microwave Surgery の現況と展望 』
来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、出村公一
山口 剛、星 寿和、遠藤善裕、花澤一芳、永井 清
森川茂廣、犬伏俊郎、谷 徹
J Microwave Surg, 22 31-35, 2004.
24. 『 Open MR を用いた手術ナビゲーション 』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、椎野顕彦、
佐藤浩一郎、出村公一、Hasnine A Haque、
徳田淳一、波多伸彦
J.JSCAS Vol.6(2) 79-82, 2004
25. 『 マイクロ波による治療の新展開 』
谷 徹
Medical Science Digest 30 (9) 23-26, 2004
26. “ Robotic surgery in cancer ”
Yoshimasa KURUMI, Shigehiro MORIKAWA, Shigeyuki NAKA,
Hisanori SHIOMI, Hisakazu HOSHI, Tohru TANI,
New Perspective in Cancer Research and Therapy, in press,2005
27. “ Open-Configuration MR-Guided Microwave Thermocoagulation Therapy for
Metastatic Liver Tumors from Breast Cancer ”
Hajime ABE, Yoshimasa KURUMI, Shigeyuki NAKA,
Hisanori SHIOMI, Tomoko UMEDA, Hiroyuki Naito,
Yoshihiro ENDO, Kazuyoshi HANASAWA,
Shigehiro MORIKAWA, Tohru TANI
Breast Cancer 12(1) 26-31, 2005
28. “ Distribution of erythrocytes distinguishes fixed cells / tissues from viable cells /
tissues following microwave coagulation therapy ”
Tsuyoshi YAMAGAUCHI, Ken-ichi MUKAISHO,
Hiroshi YAMAMOTO, Hisanori SHIOMI,
Yoshimasa KURUMI, Hiroyuki SUGIHARA, Tohru
Breast Cancer in press, 2005

【研究発表】

(2) 学会制作ビデオライブラリーほか（テーマ名、発表者、学会名、シリーズ名）

1. 『 MR ナビゲーションによる肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎
日本外科系連合学会 ビデオライブラリー
(上映時間：25分)
— 手術手技シリーズ 03-10 —
2003年10月ビデオライブラリー収録

2. 『 ナビゲーションシステムを用いた肝癌治療 』

来見良誠
大学病院衛星医療情報ネットワーク (MINCS)
2003年2月25日・放映

3. 『 骨盤腫瘍に対する MR 下治療 』

遠藤善裕
大学病院衛星医療情報ネットワーク (MINCS)
2003年2月25日・放映

4. 『 リアルタイム MR 画像ガイド支援技術 』

森川茂廣
大学病院衛星医療情報ネットワーク (MINCS)
2003年2月25日・放映

【研究発表】

(3) 口頭発表（テーマ名、発表者名、学会等名、年月日、開催地）

《特別講演・セミナー・公開講座ほか》

1. 特別講演

『ナビゲーション外科の構築と今後の展開』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
第2回愛宕IVR研究会・特別講演
2002年6月8日 東京都

2. 市民教養講座

『切らない肝臓の手術 ―肝IVMR―』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
平成14年度滋賀医科大学・市民教養講座
2002年7月6日 大津市

3. セミナー講演

『MR環境下 Microwave Surgery の展望』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
第21回 Microwave Surgery 研究会・ランチョンセミナー
2002年9月14日 名古屋市

4. 市民公開講座

『マイクロ波を用いた新しい治療 ―切らない肝臓の手術―』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
第21回 Microwave Surgery 研究会・市民公開講座
2002年9月14日 名古屋市

5. 公開講座

『切除せず病巣だけを凝固する肝臓の手術』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
平成14年度 滋賀医科大学公開講座
2002年10月10日 草津市

6. 特別講演

『肝臓に対する Navigation Surgery』・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
第34回香川肝臓シンポジウム・特別講演
2002年11月12日 高松市

7. 特別講演

『ナビゲーション外科の構築と今後の展開』・・・・・・・・・・来見良誠
第132回滋賀肝胆膵勉強会・特別講演
2003年1月24日 京都市

8. 特別講演

『リアルタイムMRイメージを用いた肝腫瘍マイクロ波凝固療法』・・・・・・・・来見良誠
第9回奈良県医師会泌尿器科部会
Current Topics in Urology 研究会・特別講演
2003年5月10日 奈良市

9. 特別講演

『MR空間におけるMicrowave Surgeryの展望と各疾患への応用』・・・・・・・・来見良誠
第22回Microwave Surgery 研究会・特別講演
2003年9月27日 横浜市

10. 特別講演

『オープンMRを用いたNavigation Surgery ー肝腫瘍に対する低侵襲治療ー』
・・・・・・・・来見良誠
第50回腹部画像診断カンファレンス・特別講演
2004年2月27日 大阪市

11. 特別講演

『リアルタイムMRイメージを用いたNavigation Surgery
ー肝腫瘍に対する低侵襲治療ー』
・・・・・・・・来見良誠
第43回滋賀肝疾患研究会・特別講演
2004年4月3日 大津市

12. 公開講座

『 肝癌治療の最前線 』・・・・・・・・・・・・・・・・・・来見良誠
がん診療アップデート・市民公開講座
2004年3月25日 大阪市

13. ビデオライブラリー上映

『 MRナビゲーションによる肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』
来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、森川茂廣、犬伏俊郎、谷 徹
第29回日本外科系連合学会学術集会・ビデオライブラリー
2004年7月2日～3日 東京

14. 市民公開講座

『 低侵襲をめざした治療一切らずに行う肝腫瘍の治療ー 』・・・・・・・・・・来見良誠
第23回 Microwave Surgery 研究会・市民公開講座
2004年9月10日 大阪市

15. セミナー講演

『 リアルタイムMRナビゲーションによる Microwave Surgery 』・・・・・・・・・・来見良誠
第23回 Microwave Surgery 研究会・ランチョンセミナー
2004年9月11日 大阪市

【研究発表】

(4) 口頭発表（発表者名、テーマ名、学会等名、年月日、開催地）

《シンポジウム・ワークショップほか》

1. ワークショップ

— 肝癌治療の進歩 —

『最新の肝癌の治療戦略 —MR Navigation によるマイクロ波凝固療法』

来見良誠、仲 成幸、清水智治、近藤浩之、目片英治、内藤弘之
川口 晃、阿部 元、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣

第 102 回日本外科学会総会・ワークショップ

2002 年 4 月 11 日～13 日・京都

2. ワークショップ

— 乳癌治療の進歩 —

『乳癌肝転移に対する MR Navigation マイクロ波凝固療法』

阿部 元、来見良誠、仲 成幸、清水智治、近藤浩之、目片英治
内藤弘之、川口 晃、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹

第 102 回日本外科学会総会・ワークショップ

2002 年 4 月 11 日～13 日・京都

3. シンポジウム

— 立体画像と仮想画像手術、画像誘導手術 —

『肝癌に対する画像誘導手術 —MR Navigation Surgery —』

来見良誠、谷 徹、仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛、遠藤善裕
花澤一芳、森川茂廣、Hasnine A Haque、波多伸彦

第 27 回外科系連合学会・ビデオシンポジウム

2002 年 6 月 21 日～22 日・岡山

4. シンポジウム

— 立体画像と仮想画像手術、画像誘導手術 —

『肝腫瘍に対する内視鏡下マイクロ波凝固療法における

Real-time MR Imaging の有用性』

仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛、目片英治、川口 晃

阿部 元、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣

第27回外科系連合学会・ビデオシンポジウム

2002年6月21日～22日・岡山

5. パネルディスカッション

— 消化器外科領域における先端外科医療技術の応用 —

『消化器外科における最先端技術 —画像支援による Navigation Surgery—』

仲 成幸、来見良誠、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣

第57回日本消化器外科学会総会・パネルディスカッション

2002年7月28日～30日・京都

6. Panel Discussion

— Liver Cancer —

“ Combined Endoscope-assisted MR-guided

Microwave Coagulation Therapy of Hepatic Tumors ”

Y.Kurumi, T.Tani, S.Naka, T.Shimizu, T.Tabata, E.Mekata,

H.Naito, A.Kawaguchi, H.Abe, Y.Endo, K.Hanasawa

S.Morikawa, T.Inubushi

Congress of Endoscopic and Laparoscopic Surgeons of Asia 2002

Panel Discussion

Sept. 19-21, 2002 Tokyo

7. シンポジウム

— IT時代の外科治療 —

『ナビゲーション外科の構築と今後の展開』

来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛、向所賢一
清水智治、目片英治、内藤弘之、川口 晃、阿部 元
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第64回日本臨床外科学会総会 シンポジウム
2002年11月13日～15日 東京

8. シンポジウム

— 消化器外科におけるIVR —

『進行・再発大腸癌に対するIVMR Surgeryの有用性』

遠藤善裕、目片英治、来見良誠、仲 成幸、石川 健
清水智治、田畑貴久、阿部 元、花澤一芳、谷 徹
第64回日本臨床外科学会総会 ビデオシンポジウム
2002年11月13日～15日 東京

9. 特別企画

— 新しい試み —

『マルチスライスMRモニタリングを用いたマルチチャンネルマイクロ波凝固』

森川茂廣、犬伏俊郎、佐藤浩一郎、出村公一、塩見尚礼、仲 成幸
来見良誠、谷 徹、Hasnine A Haque、脇海道孝一
第22回Microwave Surgery研究会 特別企画
2003年9月27日 横浜

10. 特別企画

— 新しい試み —

『 マイクロ波凝固における直流電流同時通電の意義 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、清水智治、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎

第 22 回 Microwave Surgery 研究会 特別企画

2003 年 9 月 27 日 横浜

11. 特別企画

— 新しい試み —

『 マイクロ波温熱装置の有用性の検討 』

出村公一、森川茂廣、犬伏俊郎、佐藤浩一郎、塩見尚礼
仲 成幸、来見良誠、谷 徹、脇海道孝一

第 22 回 Microwave Surgery 研究会 特別企画

2003 年 9 月 27 日 横浜

12. 特別企画

— 新しい手術空間 ～内視鏡外科手術における手術室の工夫、術野の工夫～ —

『 MR 空間における内視鏡外科手術 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、田畑貴久、目片英治、内藤弘之、川口 晃
阿部 元、遠藤善裕、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎

第 16 回日本内視鏡外科学会・特別企画

2003 年 12 月 3 日～5 日 岡山

13. シンポジウム

— 次世代の外科先進医療をめざして —

『 垂直型オープン MR を用いた次世代手術空間への臨床応用 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、田畑貴久、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎

第 104 回日本外科学会定期学術集会・シンポジウム

2004 年 4 月 7 日～9 日 大阪市

14. シンポジウム

— 高齢化社会における消化器疾患 —

『 高齢者消化器悪性疾患に対する低侵襲治療 』

谷 徹、来見良誠、遠藤善裕

第 99 回日本消化器病学会総会・シンポジウム

2004 年 4 月 21 日～23 日 仙台市

15. 要望演題

— 再発転移癌に対する外科治療：適応と限界 —

『 肝転移ならびに局所再発大腸癌に対する MRI navigation surgery の適応 』

遠藤善裕、目片英治、田畑貴久、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼
花澤一芳、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎

第 29 回日本外科系連合学会学術集会・要望演題

2004 年 7 月 2 日～3 日 東京都

16. シンポジウム

— 手術手技の標準化・私たちはこうしている（standard, state of arts） —
肝腫瘍・膵腫瘍

『 3D 透過画像を用いた MR 環境下肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

来見良誠、森川茂廣、Hasnine a Haque, 仲 成幸、塩見尚礼
佐藤浩一郎、出村公一、山口 剛、花澤一芳、谷 徹
第 59 回日本消化器外科学会定期学術総会・シンポジウム
2004 年 7 月 21 日～23 日 鹿児島市

17. シンポジウム

— 直腸癌に対する新たな治療戦略 —

『 進行直腸癌に対する新たな治療戦略—MRI navigation surgery の有用性 』

遠藤善裕、目片英治、田畑貴久、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼
花澤一芳、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎
第 59 回日本消化器外科学会定期学術総会・ビデオシンポジウム
2004 年 7 月 21 日～23 日 鹿児島市

18. シンポジウム

— Microwave Surgery : 新しい工夫 —

『 抗癌剤感受性試験にもとづいた切除不能転移性肝癌の治療

～Real time MRI MCT を用いた肝生検の有用性～ 』

塩見尚礼、来見良誠、仲 成幸、目片英治、内藤弘之
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
第 23 回 Microwave Surgery 研究会・シンポジウム
2004 年 9 月 10 日～11 日 大阪

19. パネルディスカッション

— インターベンショナル MRI —

『 4次元画像を用いた Navigation Surgery 』

来見良誠、森川茂廣、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎
出村公一、山口 剛、遠藤善裕、花澤一芳
Hasnine A Haque、犬伏俊郎、谷 徹
第 32 回日本磁気共鳴医学会大会・パネルディスカッション
2004 年 9 月 16 日～18 日 大津市

20. シンポジウム

— 原発性・転移性肝癌に対する治療戦略 —

『 肝細胞癌に対する MR ガイド下マイクロ波凝固療法 』

仲 成幸、来見良誠、塩見尚礼、出村公一、佐藤浩一郎、山口 剛
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 66 回日本臨床外科学会・ビデオシンポジウム
2004 年 10 月 13 日～15 日 盛岡市

21. シンポジウム

— 肝・胆道の手術 —

『 4次元画像を用いた MR 環境下肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛、出村公一
田畑貴久、目片英治、阿部 元、遠藤善裕、花澤一芳
Hasnine A Haque、森川茂廣、犬伏俊郎、谷 徹
第 42 回日本癌治療学会・ビデオシンポジウム
2004 年 10 月 27 日～29 日 京都市

22. パネルディスカッション

ー ナビゲーション外科の未来 ～どこまで可能か？～

『 内視鏡外科手術におけるリアルタイム MR ナビゲーションの有用性 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、出村公一

山口 剛、田畑貴久、目片英治、内藤弘之、阿部 元

遠藤善裕、森川茂廣、花澤一芳、犬伏俊郎、谷 徹

第 17 回日本内視鏡外科学会・パネルディスカッション

2004 年 11 月 24 日～26 日 横浜市

【研究発表】

(5) 口頭発表（発表者名、テーマ名、学会等名、年月日）

《学会発表》

1. 『肝細胞癌に対するマイクロ波凝固療法－Real Time MR Image を用いた治療－』
仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、清水智治、遠藤善裕、花澤一芳
谷 徹、森川茂廣
第 30 回近畿肝臓外科研究会・2002 年 2 月 23 日・大阪

2. 『肝腫瘍に対する MR 環境下治療』
仲 成幸、来見良誠、近藤浩之、清水智治、貝田佐知子、植木智之
三宅 享、目片英治、内藤弘之、川口 晃、阿部 元、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹
第 39 回滋賀肝疾患研究会・2002 年 3 月 16 日・滋賀

3. 『局所再発直腸癌に対する新しい治療戦略
－MRI navigation Surgery の有用性－』
遠藤善裕、目片英治、来見良誠、仲 成幸、阿部 元、川口 晃
内藤弘之、近藤浩之、清水智治、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎
第 102 回日本外科学会総会・2002 年 4 月 11 日～13 日・京都

4. 『酵素組織化学を用いて判明したマイクロ波凝固療法の肝組織固定作用』
向所賢一、来見良誠、杉原洋行、神谷純広、徳川奉樹、仲 成幸
遠藤善裕、花澤一芳、服部隆則、谷 徹
第 102 回日本外科学会総会・2002 年 4 月 11 日～13 日・京都

5. “ Clinical Experiences with MR-Guided Microwave Coagulation Therapy for
Metastatic Liver Tumors from Breast Cancer “
H. Abe, Y. KURUMI, S. NAKA, A. Kawaguchi, Y. Endo
K. Hanasawa, T. Tani, S. Morikawa, T. Inubushi
3rd European Breast Cancer Conference
19-23 March 2002, Barcelona

6. **“ Feasibility of Simple Respiratory Triggering in MR-guided Interventional Procedure for Liver Tumors under General Anesthesia “**
S.Morikawa, T.Inubushi, Y.Kurumi, S.Naka, V.Seshan, T.Tsukamoto
10th International Society for Magnetic Resonance in Medicine
18-24 May 2002, Honolulu

7. **“ Assistance of Real Time MR Image Guidance with Customized Navigation Software and Newly-Developed Devices for Image Plane Control System “**
S.Morikawa, T.Inubushi, Y.Kurumi, S.Naka, A.Shiino, M.Suzuki
N.Hata, V.Seshan, T.Tsukamoto
10th International Society for Magnetic Resonance in Medicine
18-24 May 2002, Honolulu

8. **“ The usefulness of MR-guided microwave coagulation therapy of hepatocellular carcinoma combined with Lipiodol-TAE “**
S. Naka, Y. Kurumi, K. Sato, T. Yamaguchi, Y. Endo
K. Hanasawa, T. Tani, Y. Ishiduka, S. Morikawa
38th Annual Meeting of Liver Cancer Study Group of Japan
23-24 May 2002, Tokyo

9. **“ MR-Guided Microwave Coagulation Therapy for Malignant Hepatic Tumors “**
Y.Kurumi, S.Naka, T.Yamaguchi, K.Sato, M.Shimizu, H.Kondo
Y.Endo, K.Hanasawa, T.Tani, S.Morikawa, T.Inubushi
5th World Congress of the International Hepato-Pancreato-Biliary Association
25-29 April 2002, Tokyo

10. **“ Microwave Coagulation Therapy for Hepatocellular Carcinoma with MRI Navigation “**
S.Naka, Y.Kurumi, M.Shimizu, H.Kondo, H.Abe, Y.Endo
K.Hanasawa, T.Tani, S.Morikawa
5th World Congress of the International Hepato-Pancreato-Biliary Association
25-29 April 2002, Tokyo

11. 『当科における肝細胞癌の治療戦略－MR Navigation を用いて』
来見良誠、仲 成幸、谷 徹
第 38 回日本肝臓学会総会・2002 年 6 月 13 日～14 日・大阪
12. 『Real time MR image ガイド下肝生検の有用性』
山口 剛、仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹
第 5 7 回日本消化器外科学会総会・2002 年 7 月 28 日～30 日・京都
13. 『進行大腸癌に対する新しい治療戦略－MR I Navigation Surgery の有用性』
遠藤善裕、目片英治、来見良誠、仲 成幸、石川 健、阿部 元
内藤弘之、清水智治、花澤一芳、谷 徹
第 5 7 回日本消化器外科学会総会・2002 年 7 月 28 日～30 日・京都
14. 『乳癌肝転移症例に対する治療戦略』
阿部 元、来見良誠、仲 成幸、清水智治、目片英治
内藤弘之、川口 晃、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
第 5 7 回日本消化器外科学会総会・2002 年 7 月 28 日～30 日・京都
15. “Microwave Surgery for Hepatocellular Carcinoma under real-time MRI guidance”
S.Naka, Y.Kurumi, K.Sato, T.Yamaguchi, Y.Endo, K.Hanasawa
T.Tani, S.Morikawa, T.Inubushi
4th Interventional MRI Symposium
27-28 Sept 2002, Leipzig
16. “MR-Guided Microwave Ablation Therapy for Hepatic Tumor: Development of Surgical Navigation”
Y.Kurumi, S.Naka, S.Morikawa, K.Sato, T.Yamaguchi, Y.Endo
K.Hanasawa, T.Tani, T.Inubushi, Hasnine A Haque
4th Interventional MRI Symposium
27-28 Sept 2002, Leipzig

17. “ Real Time MR Image Guided Thermal Therapy for Intrapelvic Tumor ”

Y.Endo, Y.Kurumi, S.Naka, S.Morikawa, K.Sato, T.Yamaguchi
K.Hanasawa, T.Tani, T.Inubushi, Hasnine A Haque
4th Interventional MRI Symposium
27-28 September 2002, Leipzig

18. “ Feasibility of "Foot Printing" during MR-guided microwave thermo-coagulation therapy of big liver tumors ”

K.Sato, Y.Kurumi, S.Naka, T.Tani, S.Morikawa, T.Inubushi
J. Tokuda, N.Hata
4th Interventional MRI Symposium
27-28 Sept 2002, Leipzig

19. “ Integrated external computer control for needle navigation and temperature monitoring during MR-guided microwave thermo-coagulation therapy ”

Hasnine A Haque, S.Morikawa, T.Inubushi, K.Sato,
Y.Kurumi, T.Tsukamoto, K.Nagasawa
4th Interventional MRI Symposium
27-28 Sept 2002, Leipzig

20. 『 腹腔鏡下に胆嚢摘出術および

MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固療法を施行した 1 例 』

佐藤浩一郎、仲 成幸、来見良誠、山口 剛、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹

第 15 回日本内視鏡外科学会・2002 年 9 月 19 日～20 日・東京

21. “ Microwave Thermoablation Therapy for Hepatocellular Carcioma under Laparoscope Assistance with Real-Time MRI Guidance ”

S.Naka, Y.Kurumi, k.Sato, T.Yamaguchi,,Y.Endo
K.Hanasawa, T.Tani, S.Morikawa
Congress of Endoscopic and Laparoscopic Surgeons of Asia 2002
19-21 Sept 2002, Tokyo

22. 『 肝癌に対する MR 画像誘導手術 —ナビゲーション外科の構築— 』
来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛、遠藤善裕、花澤一芳
森川茂廣、Hasnine A Haque、永井 清、谷 徹
第 30 回日本磁気共鳴医学会大会・2002 年 9 月 12 日～14 日・東京
23. 『 腹腔鏡下胆嚢摘出術を施行し直後に肝腫瘍に対して
MR ガイド下インターベンションを施行した一例 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、山口 剛、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎
第 30 回日本磁気共鳴医学会大会・2002 年 9 月 12 日～14 日・東京
24. 『 MR ガイド下インターベンションにおける交互直行 2 断面画像ガイドの応用 』
森川茂廣、犬伏俊郎、Hasnine A Haque、来見良誠、仲 成幸
佐藤浩一郎、塚本鉄二
第 30 回日本磁気共鳴医学会大会・2002 年 9 月 12 日～14 日・東京
25. 『 MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固における呼吸同期撮像の有用性 』
森川茂廣、犬伏俊郎、Hasnine A Haque、来見良誠、仲 成幸
佐藤浩一郎、塚本鉄二
第 30 回日本磁気共鳴医学会大会・2002 年 9 月 12 日～14 日・東京
26. “ External Computer Assistance Control for MR-Guided Interventional Procedure ”
Hasnine A Haque, S.Morikawa, T.Inubushi, Y.Kurumi
S. Naka, K.Sato, T.Tsukamoto, K.Nagasawa
30th annual meeting of Japan Society of Magnetic Resonance
12-14 Sept 2002, Tokyo
27. 『 肝腫瘍マイクロ波凝固治療における MR 温度モニタリングの改良 』
森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎
谷 徹、Hasnine A Haque
第 21 回 Microwave Surgery 研究会・2002 年 9 月 14 日・名古屋

28. 『 MR ガイド下治療における新しいソフトウェア、Foot Printing の使用例 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦
第 21 回 Microwave Surgery 研究会・2002 年 9 月 14 日・名古屋
29. 『 MR ガイド下マイクロ波凝固療法における術前 TAE の有用性 』
仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 21 回 Microwave Surgery 研究会・2002 年 9 月 14 日・名古屋
30. 『 MR-MCT における新しい technology の開発 』
山口 剛、仲 成幸、佐藤浩一郎、山本 寛、目片英治、内藤弘之
川口 晃、遠藤善裕、来見良誠、花澤一芳、谷 徹
第 40 回滋賀肝疾患研究会・2002 年 10 月 19 日・大津
31. 『 内視鏡補助下MR 環境下マイクロ波凝固療法 』
佐藤浩一郎、仲 成幸、山口 剛、清水智治、遠藤善裕
来見良誠、花澤一芳、谷 徹
第 10 回滋賀内視鏡手術研究会・2002 年 11 月 2 日・草津市
32. 『 肝細胞癌に対する MR image ガイド下マイクロ波凝固療法 』
仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
第 6 4 回日本臨床外科学会総会 2002 年 11 月 1 3 日～15 日 東京
33. “ Navigation Surgery for MR-Guided Microwave Thermoablation of Hepatic Tumors ”
Y.Kurumi
Shiga University of Medical Science Molecular Neuroscience Research Center
Sixth International Symposium
15 Nov 2002, Otsu

34. **Technical assistance for Real-Time MR Image guidance ”**

S. Morikawa

Shiga University of Medical Science Molecular Neuroscience Research Center

Sixth International Symposium

15 Nov 2002, Otsu

35. 『 MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固における治療部位三次元記録の有用性 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎

徳田淳一、波多伸彦、土肥健純、Hasnine A Haque

第 11 回日本コンピュータ外科学会大会 2002 年 11 月 30 日～12 月 1 日 大阪

36. **“ MR-guided Interventional Procedure Using Alternative Two Perpendicular Image Planes “**

S. Morikawa, T. Inubushi, Y. Kurumi, S. Naka

K. Sato, Hasnine A Haque

11th Annual Congress of the Japan Society of Computer aided Surgery

30 Nov – 1 Dec 2002, Osaka

37. **“ Interventional MR Guided Navigation for Thermal Ablation Procedure ”**

Hasnine A Haque, S.Morikawa, T.Inubushi, K.Sato

Y.Kurumi, T.Tsukamoto, K.Nagasawa

11th Annual Congress of the Japan Society of Computer aided Surgery

30 Nov – 1 Dec 2002, Osaka

38. **“ Proposal of Surgery Assisting Mechanism for Liver Tumor MR-guided Microwave Ablation “**

K. Nagai, S. Morikawa, Y. Kurumi, T. Inubushi,

M. Nishihira, H. Kasai, S. Naka, T. Tani

11th Annual Congress of the Japan Society of Computer aided Surgery

30 Nov – 1 Dec 2002, Osaka

39. 『 MRガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固における治療領域の記録と評価 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦
第 31 回近畿肝臓外科研究会・2003 年 2 月 8 日・大津

40. “ MR-guided microwave thermocoagulation of liver tumors ”

Y. Kurumi
Shiga University of Medical Science
Biomedical MR Science Center 1st International Symposium
21 Feb 2003, Otsu

41. “ Technologies to support real-time MR image navigation ”

S. Morikawa
Shiga University of Medical Science
Biomedical MR Science Center 1st International Symposium
21 Feb 2003, Otsu

42. 『 Cylinder Beam Navigation を用いた肝腫瘍治療 』

佐藤浩一郎、仲 成幸、来見良誠、塩見尚礼、清水智治
田畑貴久、遠藤善裕、森川茂廣、花澤一芳、谷 徹
第 41 回滋賀肝疾患研究会・2003 年 3 月 29 日・大津

43. 『 3D Navigation System による肝腫瘍治療 』

来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 15 回日本肝胆膵外科学会・2003 年 5 月 14 日～16 日・金沢市

44. 『 肝腫瘍治療における新しい Realtime Navigation System 』

仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛、清水智治、遠藤善裕
来見良誠、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 103 回日本外科学会定期学術集会・2003 年 6 月 4 日～6 日・札幌市

45. 『 ロボティクスの外科学治療における役割と将来展望
ーナビゲーション外科の観点からー 』
来見良誠、谷 徹、仲 成幸、森川茂廣、永井 清、花澤一芳
第 103 回日本外科学会定期学術集会・2003 年 6 月 4 日～6 日・札幌市
46. 『 肝細胞癌に対する MR image navigation による
マイクロ波凝固療法におけるリピオドール TAE 併用の有用性 』
仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛、塩見尚礼、遠藤善裕
花澤一芳、谷 徹、山崎道夫、古川 颯、森川茂廣
第 39 回日本肝癌研究会・2003 年 6 月 19 日～20 日・金沢
47. 『 術中リアルタイムイメージナビゲーションを用いた肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』
来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、佐藤浩一郎、山口 剛、出村公一
塩見尚礼、遠藤善裕、花澤一芳、永井 清、犬伏俊郎、谷 徹
第 28 回日本外科系連合学会・2003 年 6 月 20 日～21 日・東京
48. 『 MR ガイド下インターベンションにおける手術支援ソフトウェアの開発 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、遠藤善裕、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦、土肥健純
第 28 回日本外科系連合学会・2003 年 6 月 20 日～21 日・東京
49. 『 Cylinder Beam Navigation を用いた肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』
来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、森川茂廣、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
第 58 回日本消化器外科学会総会・2003 年 7 月 16 日～18 日・東京
50. 『 大腸癌肝転移に対する MR ガイド下治療 』
目片英治、遠藤善裕、仲 成幸、田畑貴久、西村彰一
内藤弘之、川口 晃、来見良誠、花澤一芳、谷 徹
第 58 回日本消化器外科学会総会・2003 年 7 月 16 日～18 日・東京

51. 『 MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固療法における凝固領域 3 次元記録の有用性 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、遠藤善裕、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦、土肥健純
第 58 回日本消化器外科学会総会・2003 年 7 月 16 日～18 日・東京
52. 『 肝細胞癌に対する MR image navigation によるマイクロ波凝固療法 』
仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛、塩見尚礼
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 58 回日本消化器外科学会総会・2003 年 7 月 16 日～18 日・東京
53. 『 消化器外科領域におけるリアルタイム MR ナビゲーション 』
来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、犬伏俊郎、谷 徹、笠岡隼人、永井 清、波多伸彦
生体医工学シンポジウム 2003
2003 年 9 月 5 日～6 日・札幌
54. 『 リアルタイム MR ガイド下手術のためのナビゲーションソフトウェア 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、山口 剛、出村公一
谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦
生体医工学シンポジウム 2003
2003 年 9 月 5 日～6 日・札幌
55. 『 MR ガイド下インターベンションのために開発した
多機能ナビゲーションソフトウェア 』
森川茂廣、犬伏俊郎、佐藤浩一郎、出村公一、塩見尚礼、仲 成幸
来見良誠、Hasnine A Haque
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
56. 『 MR ガイド下インターベンションにおける穿刺レーン焼きこみナビゲーション 』
森川茂廣、犬伏俊郎、佐藤浩一郎、出村公一、塩見尚礼、仲 成幸
来見良誠、Hasnine A Haque
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨

57. 『 MR image navigation による肝細胞癌に対するマイクロ波凝固療法 』
仲 成幸、来見良誠、出村公一、佐藤浩一郎、山口 剛、塩見尚礼
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
58. 『 消化器外科領域における MR ナビゲーションの位置づけ 』
来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、遠藤善裕、Hasnine A Haque、犬伏俊郎、谷 徹
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
59. 『 超音波ガイド下治療が施行困難な症例に対する胸腔鏡下 IVMR-MCT 有用性 』
塩見尚礼、来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、遠藤善裕、Hasnine A Haque、犬伏俊郎、谷 徹
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
60. 『 MR ガイド下インターベンションにおける最新画像誘導手術の実際 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、徳田淳一、波多伸彦、土肥健純、Hasnine A Haque
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
61. 『 リアルタイム MR ガイド下治療を支援するための周辺機器 』
出村公一、来見良誠、佐藤浩一郎、塩見尚礼、仲 成幸、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎、Hasnine A Haque
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨
62. 『 Software Tool for Multi-Planer Guidance in MR Guided Surgical Procedures 』
Hasnine A Haque、森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、仲 成幸
佐藤浩一郎、出村公一、永澤 清
第 31 回日本磁気共鳴医学会・2003 年 9 月 25 日～27 日・山梨

63. 『 MR環境下における鏡視下手術 』

仲 成幸、来見良誠、佐藤浩一郎、山口 剛、塩見尚礼
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
第 41 回日本癌治療学会・2003 年 10 月 22 日～24 日・札幌

64. 『 MR 空間における内視鏡手術の実際 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、出村公一
山口 剛、谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎
第 11 回滋賀内視鏡手術研究会・2003 年 11 月 8 日・大津

65. 『 ロックオンシステムによる高精度ナビゲーションを用いた

肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、田畑貴久、佐藤浩一郎、出村公一
山口 剛、目片英治、内藤弘之、川口 晃、遠藤善裕、花澤一芳
谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎
第 65 回日本臨床外科学会・2003 年 11 月 13 日～15 日・博多

66. 『 ヨード系造影剤アレルギーを有したため、

MRI ガイド下に MCT にて凝固療法を施行した再発 HCC の一例 』

田畑貴久、橋本博之、遠藤善裕、来見良誠、阿部 元、仲 成幸
花澤一芳、谷 徹
第 65 回日本臨床外科学会・2003 年 11 月 13 日～15 日・博多

67. 『 超音波ガイド下治療が施行困難な胸腔鏡下 IVMR-MCT の有用性 』

塩見尚礼、来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、佐藤浩一郎
山口 剛、出村公一、田畑貴久、遠藤善裕
Hasnine A Haque、犬伏俊郎、谷 徹
第 42 回滋賀肝疾患研究会・2003 年 11 月 22 日・大津

68. 『新しい手術 MR 空間における

内視鏡手術のための手術室の工夫および術野の工夫』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、遠藤善裕、谷 徹

森川茂廣、犬伏俊郎

第 16 回日本内視鏡外科学会・2003 年 12 月 3 日～5 日・岡山

69. “ Computer-aided MR guided ablation and Lane guided navigation ”

K. Sato, Y. Kurumi, S. Naka, K. Demura, T. Tani,

S. Morikawa, T. Inubushi, Hasnine A Haque

12th Annual Congress of the Japan Society of Computer aided Surgery

13 -14 Dec 2003, Nagoya

70. “ Deavelopment of Software Tools to Assist Realtime MR-Guided Interventional Procedures “

S. Morikawa, T. Inubushi, K. Sato, K. Demura

Y. Kurumi, S. Naka, Hasnine A Haque

12th Annual Congress of the Japan Society of Computer aided Surgery

13 -14 Dec 2003, Nagoya

71. 『体外循環を用いた肝切除術』

塩見尚礼、仲 成幸、村山浩之、丹後泰久、田畑貴久

山本 寛、目片英治、内藤弘之、川口 晃、遠藤善裕

来見良誠、花澤一芳、谷 徹

第 43 回滋賀肝疾患研究会・2004 年 4 月 3 日・大津市

72. 『肝細胞癌に対する MR ガイド下マイクロ波凝固療法 —有用性と治療効果—』

仲 成幸、来見良誠、塩見尚礼、出村公一、佐藤浩一郎

山口 剛、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣

第 104 回日本外科学会定期学術集会・2004 年 4 月 7 日～9 日・大阪市

73. 『 超音波ガイド下治療が施行困難なドーム直下の肝癌に対する

胸腔鏡補助下リアルタイムMRガイド下マイクロ波凝固術 』

塩見尚礼、来見良誠、仲 成幸、佐藤浩一郎、山口 剛

出村公一、田畑貴久、遠藤善裕、森川茂廣

犬伏俊郎、谷 徹

第 104 回日本外科学会定期学術集会・2004 年 4 月 7 日～9 日・大阪市

74. “ A New Function for Accurate MR Guided Microwave Ablation using vertically opened 0.5-T MR system ”

K.Sato, Y.Kurumi, S.Naka, K. Demura, H.Shiomi

T.Tani, S.Morikawa, T.Inubushi, H.A.Haque

2004 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging Nano to Macro.

Arlington, VA, USA

15-18 April 2004

75. 『 肝細胞癌に対する MR image ガイド下マイクロ波凝固療法 』

仲 成幸、来見良誠、塩見尚礼、谷 徹

第 40 回日本肝癌研究会・2004 年 6 月 24 日～25 日・つくば市

76. “ A New Technique for Accurate Interactive Real-Time MR Image Navigation in Microwave Ablation of Liver Tumors ”

S.Morikawa, T.Inubushi, Y.Kurumi, S.Naka,K.Sato

K.Demura, H.Shiomi, H.A.Hasnine

12th Scientific Meeting and Exhibition of ISMRM

15-21 May 2004, Kyoto

77. “ Microwave Ablation Therapy of Hepatic Tumors by using Interactive MR Image Navigation ”

Y.Kurumi, S.Naka, S.Morikawa, K.Sato, K.Demura,

T.Yamaguchi, Y.Endo, K.Hanasawa, T.Tani

T.Inubushi, Hasnine A Haque

12th Scientific Meeting and Exhibition of ISMRM

15-21 May 2004, Kyoto

78. “Real-Time MRI-guided Microwave Surgery of Hepatocellular Carcinoma”

S.Naka, Y.Kurumi, K.Demura, K.Sato, T.Yamaguchi
H.Shiomi, Y.Endo, K.Hanasawa, T.Tani, S.Morikawa
T.Inubushi, Hasnine A Haque

12th Scientific Meeting and Exhibition of ISMRM

15-21 May 2004, Kyoto

79. 『リアルタイム MR 画像支援による開腹下マイクロ波凝固療法』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛、出村公一
遠藤善裕、花澤一芳、森川茂廣、犬伏俊郎、谷 徹
第 16 回日本肝胆膵外科学会・2004 年 5 月 13 日～14 日・大阪市

80. 『4次元画像を用いた MR 環境下肝腫瘍マイクロ波凝固療法』

来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎、山口 剛
出村公一、遠藤善裕、花澤一芳、森川茂廣
Hasnine A Haque、犬伏俊郎、谷 徹
第 29 回日本外科系連合学会学術集会・2004 年 7 月 2 日～3 日・東京都

81. 『抗癌剤感受性試験による切除不能転移性肝癌の治療

～Real time MRI ガイド下肝生検の有用性～』

塩見尚礼、来見良誠、仲 成幸、目片英治、内藤弘之、川口 晃
遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
第 59 回日本消化器外科学会定期学術総会・2004 年 7 月 21 日～23 日・鹿児島市

82. 『MRI によるラット肝再生モデルにおける

骨髄間質細胞移植後の生体内動態イメージング』

小川智道、塩見尚礼、森川茂廣、遠山育夫、来見良誠、谷 徹
第 59 回日本消化器外科学会定期学術総会・2004 年 7 月 21 日～23 日・鹿児島市

83. 『 MR ナビゲーションを用いた腎血管筋脂肪腫に対するマイクロ波凝固壊死療法 』
平尾佳彦、田中宣道、藤本清秀、田中基幹、平山暁秀、来見良誠
塩見尚礼、谷 徹
第 23 回 Microwave Surgery 研究会・2004 年 9 月 10 日～11 日・大阪
84. 『 転移性腹壁腫瘍に対する MR ガイド下マイクロ波凝固療法の有用性 』
仲 成幸、来見良誠、出村公一、佐藤浩一郎、山口 剛
田畑貴久、塩見尚礼、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎
第 23 回 Microwave Surgery 研究会・2004 年 9 月 10 日～11 日・大阪
85. 『 4 次元画像および 3D 透過画像を用いた MR 環境下肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』
来見良誠、森川茂廣、仲 成幸、塩見尚礼、佐藤浩一郎
山口 剛、出村公一、田畑貴久、目片英治、阿部 元
遠藤善裕、花澤一芳、Hasnine A Haque
犬伏俊郎、谷 徹
第 32 回日本磁気共鳴医学会大会 2004 年 9 月 16 日～18 日 大津市
86. 『 肝細胞癌に対するマイクロ波凝固療法における術中 MRI の有用性 』
仲 成幸、来見良誠、塩見尚礼、出村公一、佐藤浩一郎
山口 剛、遠藤善裕、花澤一芳、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、山崎道夫、古川 颯、Hasnine A Haque
第 32 回日本磁気共鳴医学会大会 2004 年 9 月 16 日～18 日 大津市
87. 『 複数電極によるマイクロ波凝固のためのマルチスライス MR 温度モニタリング 』
佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎、Hasnine A Haque
第 32 回日本磁気共鳴医学会大会 2004 年 9 月 16 日～18 日 大津市

88. 『 Improved 3D Perception in Interventional Surgery by Real-time Volume Rendering 』

Hasnine A Haque, S. Morikawa, T. Inubushi, Y. Kurumi,
S. Naka, K. Sato, K. Demura
32th annual meeting of Japan Society of Magnetic Resonance
16-18 Sept 2002, Otsu

89. 『 Microwave 温熱療法における MR 温度画像の有用性の検討 』

出村公一、佐藤浩一郎、塩見尚礼、仲 成幸、来見良誠、谷 徹
Hasnine A Haque、森川茂廣、犬伏俊郎
第 32 回日本磁気共鳴医学会大会 2004 年 9 月 16 日～18 日 大津市

90. 『 超生体画像下外科治療システム開発 』

谷 徹、来見良誠、遠藤善裕、森川茂廣
生体医工学シンポジウム 2004
2004 年 9 月 29 日～30 日・札幌市

91. 『 4 次元画像を用いた MR ナビゲーションによる肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

来見良誠、仲 成幸、森川茂廣、塩見尚礼、佐藤浩一郎
山口 剛、出村公一、犬伏俊郎、谷 徹、永井 清
生体医工学シンポジウム 2004
2004 年 9 月 29 日～30 日・札幌市

92. 『 複数電極同時通電マイクロ波凝固のためのマルチスライス MR 温度画像 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、塩見尚礼、出村公一
谷 徹、森川茂廣、犬伏俊郎、Hasnine A Haque
生体医工学シンポジウム 2004
2004 年 9 月 29 日～30 日・札幌市

93. “ Microwave Surgery for Hepatocellular Carcinoma Using Real-Time MRI Navigation System “

S.Naka, Y.Kurumi, K.Demura, K.Sato, T.Yamaguchi
H.Shiomi, Y.Endo, K.Hanasawa, T.Tani, S.Morikawa
T.Inubushi, Hasnine A Haque
5 th Interventional MRI Symposium
15-16 October 2004, Boston

94. “ Microwave Ablation Therapy of Hepatic Tumors by using Cylindrical Beam Navigation System ”

Y.Kurumi, S.Morikawa, S.Naka, H.Shiomi, K.Sato
K.Demura, T.Yamaguchi, Y.Endo, K.Hanasawa
T.Tani, T.Inubushi, Hasnine A Haque
5th Interventional MRI Symposium
15-16 October 2004, Boston

95. “ New Function for Accurate MR-Guided Microwave Ablation Using Vertically Opened 0.5T MR System “

K.Sato, Y.Kurumi, S.Naka, K.Demura, H.Shiomi, T.Tani
S.Morikawa, T.Inubushi, Hasnine A Haque
5th Interventional MRI Symposium
15-16 October 2004, Boston

96. “ Magnetic Resonance Temperature Maps for Microwave Hyperthermia ”

K.Demura, K.Sato, H.Shiomi, S.Naka, Y.Kurumi, T.Tani
Hasnine A Haque, S.Morikawa, T.Inubushi
5th Interventional MRI Symposium
15-16 October 2004, Boston

97. “ Interactive real-time MR image navigation assisted by a PC-based application tool, MRNavi “

S.Morikawa, T.Inubushi, Hasnine A Haque, K.Sato, K.Demura
Y.Kurumi, S.Naka, H.Shiomi, T.Tani
5th Interventional MRI Symposium
15-16 October 2004, Boston

98. 『 3次元透過画像を用いた MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固療法 』

佐藤浩一郎、来見良誠、仲 成幸、出村公一、谷 徹、森川茂廣
犬伏俊郎、Hasnine A Haque
第 13 回日本コンピュータ外科学会 2004 年 12 月 10 日～12 日 東京都

99. 『 マイクロ波温熱療法における MR 温度画像の有用性の検討 』

出村公一、佐藤浩一郎、塩見尚礼、仲 成幸、来見良誠、谷 徹
森川茂廣、犬伏俊郎
第 13 回日本コンピュータ外科学会 2004 年 12 月 10 日～12 日 東京都

100. 『 Open MR を用いた手術ナビゲーション 』

森川茂廣、犬伏俊郎、来見良誠、椎野顕彦、佐藤浩一郎
出村公一、Hasnine A Haque、徳田淳一、波多伸彦
第 13 回日本コンピュータ外科学会 2004 年 12 月 10 日～12 日 東京都

101. “ Three-dimensional, Realtime Super-bioimaging for Surgery using Open MR and Microwave Devices “

T.Tani, Y.Kurumi, S.Naka, Y.endo, S.Morikawa
19th World Congress of International Society for Digestive Surgery
8-11 Dec 2004, Yokohama

【研究成果】

(1) 研究成果の要約

I. リアルタイム MR 画像を用いた手術支援システムの開発の概要

ナビゲーション外科の構築を目指し、その実践における最有力医療機器としてオープン MR 装置が考えられる。本装置を用いることにより、手術中に生体内の最新情報を獲得しながら、治療を推進することが可能になる。しかしながら、本装置は本邦初の装置であり、また、装置の特色から周辺機器の開発が余儀なくされる。本研究では、その治療システムをはじめとして、安全性が高くかつ確実な外科手術を目指すための、ハードウェア、ソフトウェアの開発をはじめとして治療システム全体の開発とナビゲーション外科の構築およびその延長上にあるナビゲーション外科学の確立のための基礎を研究する。

1. 研究目的

オープン MR 装置により、生体情報を可視化したリアルタイム画像を作成し、位置情報に温度や速度などの付加価値を有するリアルタイムの情報を統合させた画像を利用して手術を施行するナビゲーション外科を構築する。このシステムを用いて、現在他の画像診断モダリティでは描出困難な腫瘍に対する治療を可能にするとともに、低侵襲治療への臨床応用をおこなうことを目的とする。

2. 研究の背景

医療の現場において、現在までは、リアルタイム画像の供給可能な装置は、X線診断装置・超音波診断装置であったが、2000年1月にわが国で初めて、磁気共鳴画像下に各種手術操作が可能な縦型オープン MR 装置 (Signa SP/i: GM 社) が導入され、リアルタイム画像の利用方法に大きな転換期が訪れた。すなわち、X線被曝がなく、画像が空気や骨に影響されず、安定したリアルタイム画像を供給し、しかも全方向からのアクセスが可能な MR 透視下手術支援装置が米国で開発され、すでに脳外科領域において稼動している。しかしながら、呼吸性移動を伴う腹部外科領域への応用例はいまだ少なく、偏移・変形・変動に対応しうるナビゲーションシステムの開発が望まれている。

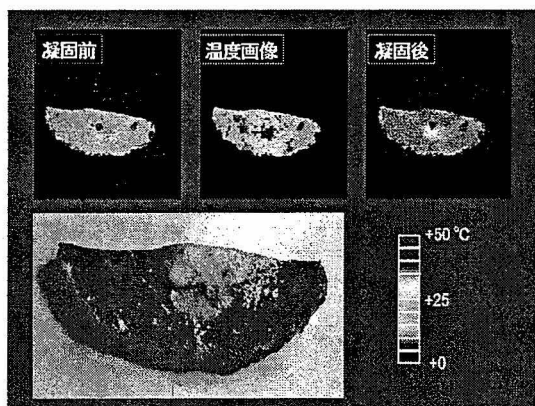
本学における縦型オープン MR 装置内での手術術式は、比較的手技の簡単な穿刺術を導入

することから始まり、現在では開腹術や MR 装置内での胸腔鏡・腹腔鏡の使用にも成功し、ナビゲーション外科の基礎は完備されたと考えられる。

この装置を用いて、現在までに得られた知見をもとに、手術中のリアルタイム画像による詳細な組織の内部構造の観察や、治療効果の判定に寄与する画像を得るとともに、術前に撮像された画像を元にして作成した仮想画像と現在のリアルタイム画像を重ね合わせることで、空間ナビゲーションシステムが可能になる。さらに、ソフトウェアの開発は、付加価値を有するリアルタイム画像（温度画像・速度画像・濃度画像など）を用いたナビゲーション外科の進歩に大きく貢献するものであり、この分野の研究が待たれている。このように、正確なリアルタイム画像の作成によってはじめて、過不足のない適正手術としての低侵襲治療への臨床応用が可能になると考えられる。

3. 本研究の特色および独創性

本研究は、ナビゲーション外科の方向づけをする意味において、非常に重要な位置に



あると考えられる。従来までのナビゲーションとは、あくまで空間のナビゲーションを意味していたが、本研究では、内部構造の変化を指標としたナビゲーションを含んでおり、あらゆる手段で見えなかったものを可視化することに大きな特色を有している。

縦型オープン MR 装置内での手術実績は、腹部外科領域では米国ハーバード大学を凌駕しており、また国内の他の施設での研究は不可能であり、極めて独創性の高いものである。

4. 研究の意義および位置づけ

悪性腫瘍に対する完全な治療は、腫瘍の完全除去、あるいはそれに相当する手技が必要である。現在までの治療は、治療中に腫瘍自体が描出できないような状況であったが、

生体内の各種情報を可視化するナビゲーション外科の出現により、悪性腫瘍に対する治療方針が大きく変化すると考えられる。完全な治療効果を判定するための情報を可視化する技術が開発されることにより、現在までは治療困難であると考えられていた腫瘍が完治しうる点に大きな意義があり、必要以上の侵襲を加えない合理的な低侵襲治療が可能になり、この点において近年の社会的なニーズに合致している。また、同時に開発する治療のためのデバイスは、低侵襲治療に必要不可欠なものであり、ナビゲーション外科を実行するための重要な因子である。

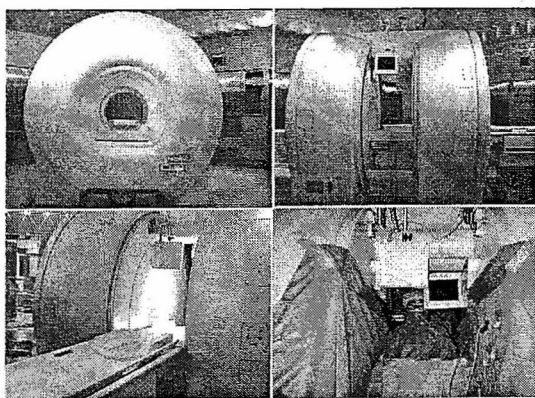
本研究の位置づけは、縦型オープン MR 装置下での温度情報の可視化と特定の温度を目指した温熱療法において、世界で初めての取り組みになると考えられる。

5. 研究の学術的な特色

ナビゲーション外科のキーワードは、リアルタイムと付加価値情報（温度・速度・濃度など）の可視化である。空間ナビゲーションでは、偏移・変形・変動に対応しうるナビゲーションが求められており、さらに、その上位のナビゲーションとしての付加価値情報を、リアルタイムで非侵襲的にかつ繰り返し可視化し、空間ナビゲーションに追加することにより、ナビゲーション外科の体系化がなされるものと考えられる。

II. 開放型MR装置の周辺環境とその臨床応用

開放型 MR 装置 (GE 社製 Signa SP/i) は、有効磁場強度が 0.5T の超伝導磁石で構成さ

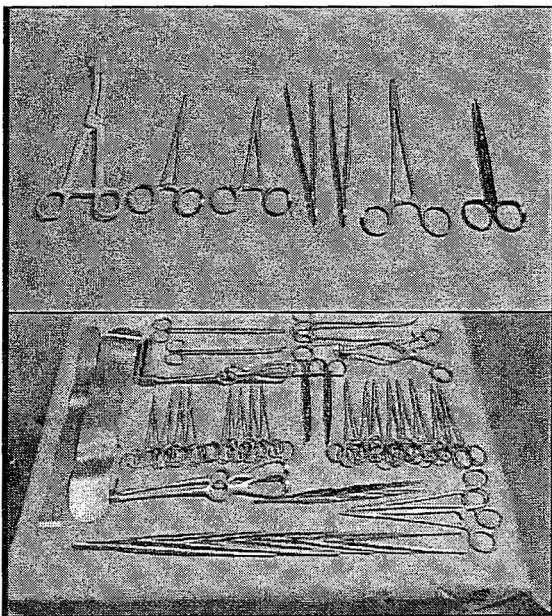


れている。この環境内での研究を開始するにあたり、基礎的研究として2テスラの実験用 MR 装置 (OMEGA) を用いて温度情報に関する研究を行い、本研究に応用した。0.5T の MR 装置内の手術空間は、通常の外科手術における手術空間と比較すると非常に狭い。必要な手技を明確

にしないと手術の遂行自体が困難になる可能性がある。術者および助手の占有可能な空間は左右に約 60cm で、垂直方向は特に制限はないが、撮像可能な領域は限られている。しかし、これだけの空間があれば手術は可能であり、また、可能な手術のみ実行し、新しい知見を元にその領域を拡大してきた。臨床応用は、腹部外科・脳外科・耳鼻科などでおこなわれてきたが、当初は腹部外科でその手技を完成させ、徐々に手技の応用範囲を拡大した。穿刺術から開始し、徐々に複雑な手術手技を開発し、実際に本装置での手術が、通常の手術室で行われる手術より利点がある場合にのみ利用することにより、現在までに多くの手術手技を開発してきた。

III. MR 対応手術デバイスの開発

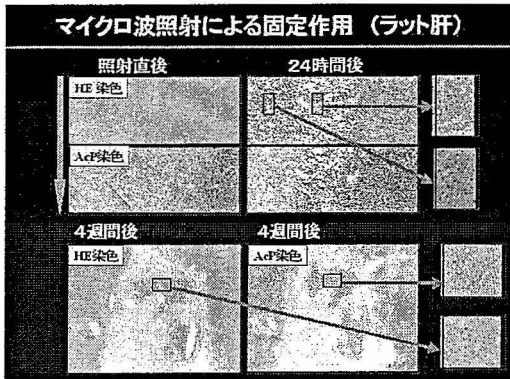
開放型 MR 装置内では、利用しうる手術機械には限界があり、MR 対応の機器の開発が必要である。一般の手術室で使用可能な手術器械は、本装置内では使用できない。従来の手



術器械をチタン製あるいは樹脂製に変えることにより MR 対応機器とした。図は実際の手術器械である。開放型 MR 装置内への機器の持ち込みに関しては、ゾーン 1 からゾーン 4 までの 4 段階の規制があり、この基準を満たした機器の持ち込みが可能になる。手術に直接使用する機器をはじめとして、手術の際に体位を固定する器械などの補助具についても開発をおこなった。

IV. マイクロ波の効果

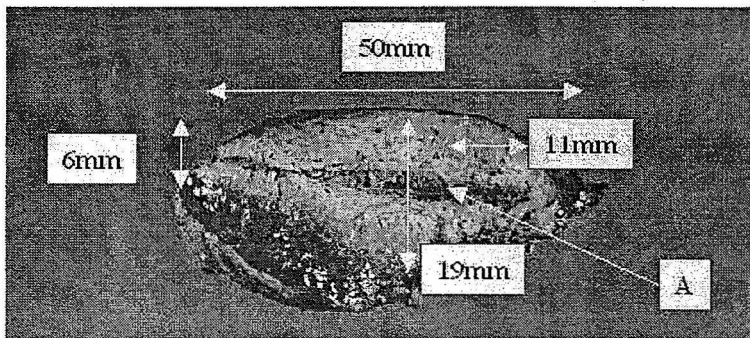
治療中に内部環境を観察するためには、治療機器による MR 装置への影響のないものが選択される。ラジオ波を送受信に利用している MR 装置内では、マイクロ波照射による治療



中には MR 装置に影響を与えないため、有効な治療機器として今後も期待できる。そこで、本研究の一部にマイクロ波治療機器（アルフレッサ社製 Microtaze）による治療法の開発をおこなった。

本研究では、肝組織に対するマイクロ波照射の影響を検討した。ラット肝に 2.45GHz のマイクロ波を照射し、組織学的に検討し、図のごとくマイクロ波による組織固定能を確認すると共に、その評価方法を考案した。マイクロ波が MR 画像撮像中であっても使用可能である点と組織学的な治療効果の裏付けにより開放型 MR 装置における応用範囲は極めて広い。

MR 環境下での治療途中の画像表示機能は、かねてより我々外科医が欲していたもので

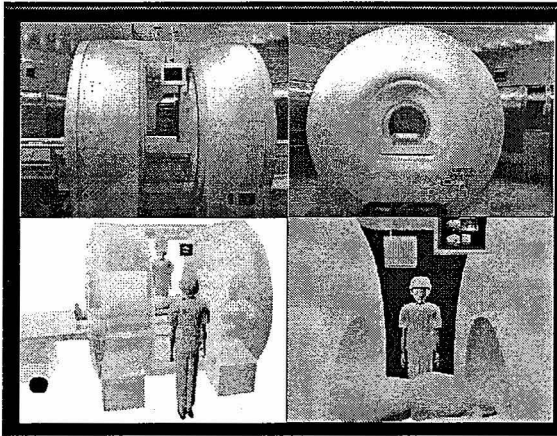


あり、これが実現することは非常に大きな意味を有するものである。マイクロ波は古くから用いられた治療法のひとつであるが、その特性についてはあまり研究されておらず、

不明な点が多い。今後さらにその特性を研究・臨床応用して治療に有効利用することが求められている。

V. ナビゲーション外科の構築

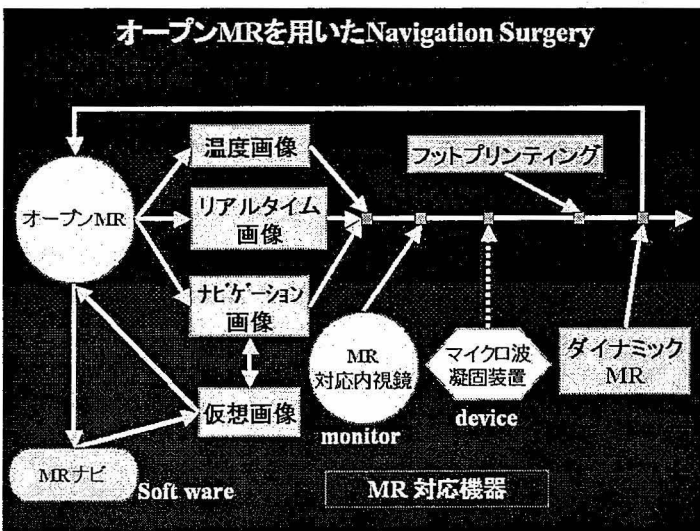
ナビゲーション外科は今までにない新しい分野であるが、これからの外科の進む方向のひとつであると考えられる。外科医は本来、安全確実な手術を望み、術前術中を通じて可



能な限りの情報を収集し、手術に反映させているが、その情報は術前の画像情報に頼ることが多く、術中に肉眼視あるいは内視鏡画像による画像情報以外を有効に利用する手段を持っていなかった。術中造影X線撮影、術中超音波検査などはリアルタイムに手術を支援する検査法の一つであるが、放射線被曝

の問題や死角の点において様々な問題点があった。

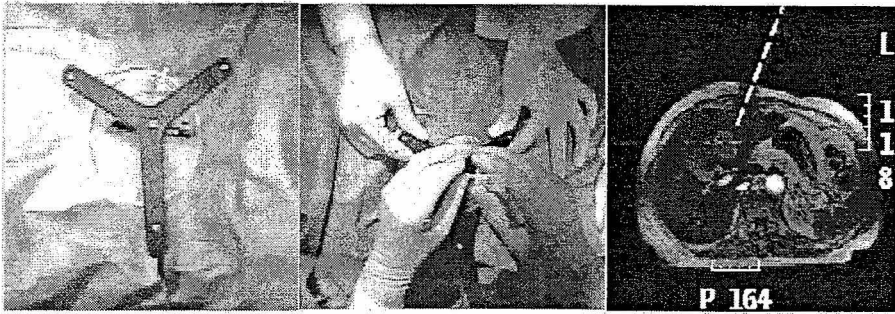
開放型MR装置を用いたリアルタイムMR画像の導入により、画像誘導手術の概念が芽生え、従来の五感に頼る外科手術を科学的な根拠に根ざした手術に変換させるようになってきた。一方、内視鏡外科手術の進歩もめざましく、体腔内手術における内視鏡画像は手



術手技自体を大きく換えるものとなった。このような状況下で本学に導入にされた開放型MR装置は、リアルタイムに生体の内部構造を観察できるため、必然的に手術支援システムの開発が要求され、ここにナビゲーション外科の構築を起案するにいたった。

VI. 治療手技（アプローチ）

肝癌に対する新しい治療システムを考案した。肝腫瘍に対する凝固療法は、そのアプローチとして、①開腹下に直接穿刺する方法と②経皮経肝的に穿刺する方法があったが、リ



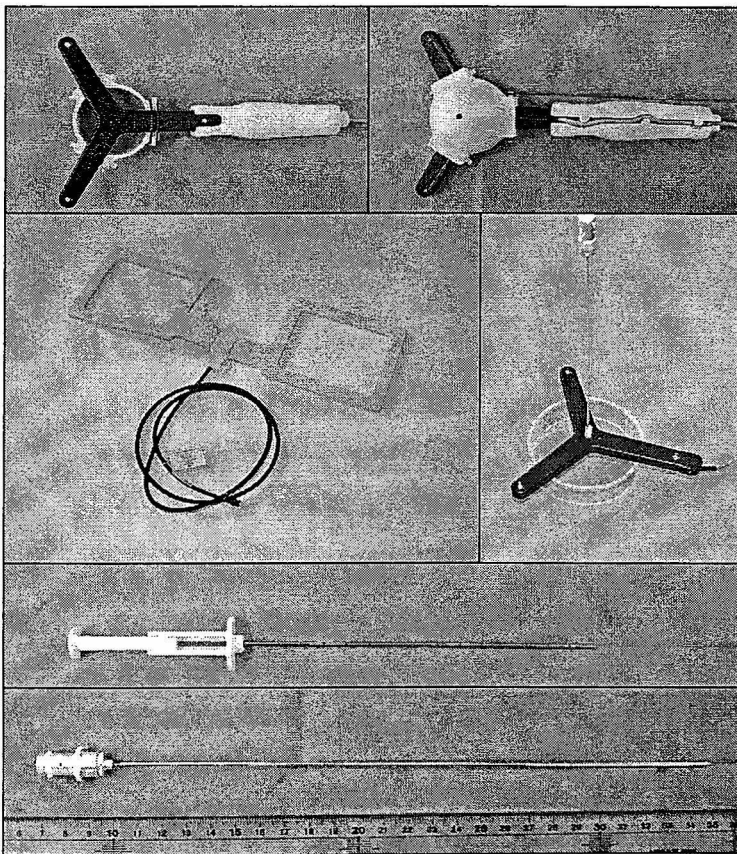
アルタイム MR 画像を利用することにより、経胸経横隔膜的アプローチが追加され

た。このアプローチと後述する内視鏡の導入によりアプローチは倍増することになった。

さらに、MR 対応内視鏡を積極的に導入した結果、腹腔鏡下あるいは胸腔鏡下の手術が可能

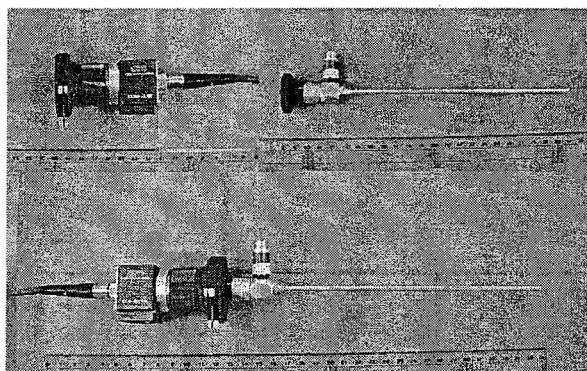
になった。これらを有機的に組み合わせることにより、アプローチはさらに広がり、現在では、肝臓に関してはほぼ全領域の治療が可能になった。

現在おこなっているアプローチは、①腹部前方アプローチ、②腹部肋間アプローチ、③開腹アプローチ、④胸腔アプローチ、⑤腹腔鏡アプローチ、⑥胸腔鏡アプローチ、⑦ハンドアシスタアプローチを症例に応じて使用している。



VII. 内視鏡外科への応用

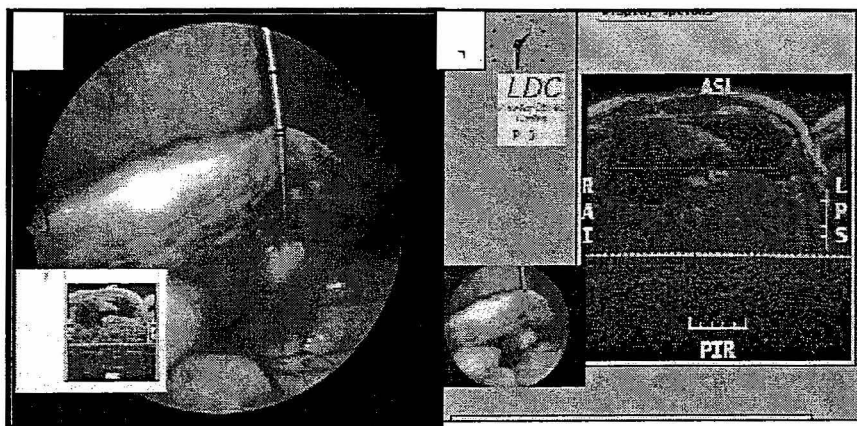
ナビゲーション外科の手法の一つとして、内視鏡を用いた治療法が考えられる。内視鏡



を用いて取得した生体情報はリアルタイムにモニターに表示され、それを元に術者が手術を行う。その治療行為は再び内視鏡を通じて術者にリアルタイムに伝達される。ここで扱われる情報はいずれも生体における表面

情報であって、内部構造の変化については取得できない。リアルタイムの表面情報、特に体腔内における表面情報は他の機器では取得できないものであり、内視鏡による情報の獲得はきわめて重要であるが、さらに内部情報をリアルタイムに獲得できる手段を有することによりさらなる安全性の確保が可能になる。このようにして、内視鏡外科への応用を開始した。

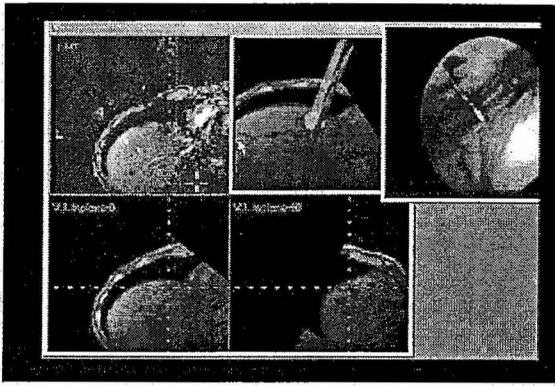
腹腔鏡を使用した症例を呈示する。腹腔側に突出した腫瘍は、体表面からの穿刺による治療では他臓器損傷を併発するため不可能である。このような場合には、本症例のように



腹腔鏡を用いることにより安全に隣接臓器を移動あるいは保護することにより、確実な治療が可能になる。開放型MRと腹腔鏡の組み合

わせにより初めてこのような治療法が成り立つようになった。図の左右はMR画像と内視鏡画像を入れ替えたものであり、これらは手術中に自由に変換可能である。

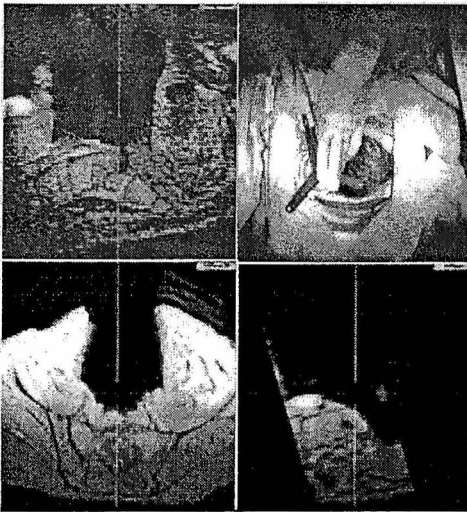
図は肝腫瘍に対するMRガイド下マイクロ波凝固療法である。上段左はリアルタイムMR



画像、上段中央はナビゲーション用の画像である。下段の2枚は、術直前のバーチャル画像でリアルタイム画像と同期している。右上段は胸腔鏡画像であり、これら5枚の画像を利用し、ナビゲーション外科の臨床応用をおこなっている。

VIII. 各種臓器への応用

本研究におけるナビゲーション外科手術は、肝癌を対象に開発したものであるが、治療



システム自体の研究を行い臨床応用したため、同様の手技で治療可能な他疾患に対する応用は容易であった。現在までにすでに頸部腫瘍や骨盤内腫瘍についての臨床応用を行っている。図は骨盤内腫瘍への応用である。左上段がリアルタイム MR 画像、下段の2枚は直交する画像でいずれも手術直前に撮像したバーチャル画像で、現在表示中のリアルタイム画像との空間座標は同期している。

IX. 3次元画像の導入

開放型 MR 装置は、断層撮影を基本とした撮像装置であるため、2次元画像情報として記録されるが、各断面をボリュームレンダリングすることにより、3次元画像の構築が可能である。この技術を用いて、3次元画像のスライサー画面表示や直行2平面同時表示などの

機能を追加することにより、臨床症例に適した画像表示を行った。画像処理技術の変遷を本章では述べる。ナビゲーション外科における生体情報の画像表示は、リアルタイムに手術に利用できることが重要である。従って、その手術に応じた表示形式が考案されなければならない。3次元画像表示は立体的で一見手術に最も適した表示方法と考えられがちであるが、実際には3種類の画像表示（①立体画像、②直行断層画像、③透過画像）を組み合わせることにより、臨床応用がきわめて容易になる。

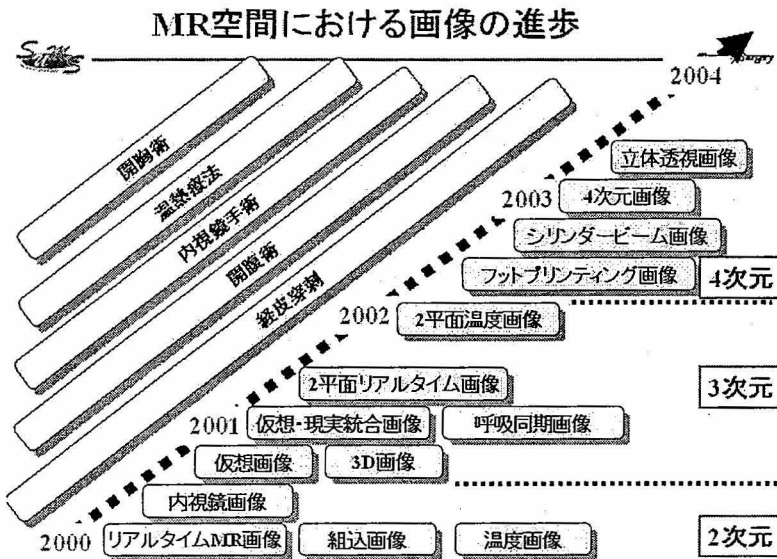
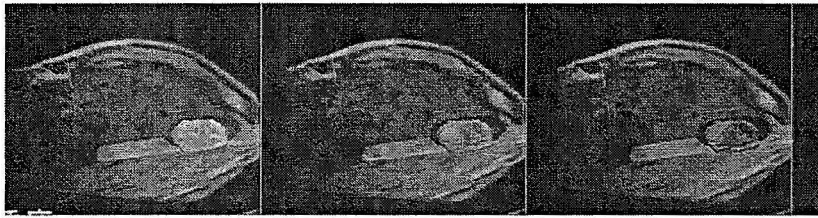
X. 透過画像の導入

治療域の確認は、外科医にとって最大の関心事であるとともに、治療成績を左右する重

要な要因である。従来の手術手技では、手術中に表面性状以外の生体情報を画像化することは

困難であったため、盲目的な治療となっていたといわざるを得ない。本研究では、治療域の確認が可能になり、予後の向上が期待できるようになった。

本研究で導入したソフトウェア“ボリュームプロ”により、生体内部の当科画像の構築が可能になった。



X I . 全体総括

本研究の目的は、開放型 MR 装置によるリアルタイム MR 画像を用いた手術支援システムの開発であったが、リアルタイム MR 画像の持つ意味は、単に手術中に内部構造が確認できることのみを意味するものではなく、術中の変化を詳細に把握できる機能を術者に提供するという点において、今までにない新たな外科の一分野を切り開いたといっても過言ではない。術前の画像診断学は手術のシミュレーションを行う上で重要な学問であるが、術中のリアルタイム画像による画像診断は、手術手技あるいは手術操作と直結するきわめて有用な画像情報である。未来予測を主体とする術前シミュレーションは、現状確認の可能なリアルタイム画像と融合することにより、新たな治療体系あるいは学問が構築されると考えられる。この新たな学問を、ナビゲーション外科学と名づけ、新たな定義としてここに提案する。

このナビゲーションの概念は、外科学にとどまらず医学全体に応用することが可能であると考えられる。すなわち、リアルタイムに生体情報や医療情報を更新し、即座に治療行為に反映させる事が可能となれば、テーラーメイド医療からオーダーメイド医療へとさらに医療レベルを向上させしかも時間をかけず、リアルタイムに実施することが可能となりナビゲーション医学という新しい概念を生むことになるであろう。