

平成24年度 日本の医療機器・サービスの海外展開に関する調査事業
(海外展開の事業性評価に向けた調査事業)

中東放射線医療センター構想 報告書

平成25年2月

日本放射線医療ソリューション輸出コンソーシアム

中東放射線医療センター構想 報告書(案)

目次

内容

第1章 事業概要	1
1-1. 事業の背景	1
1-2. 事業の目的	1
1-3. 調査手法	4
第2章 サウジアラビアの医療政策動向の概要	10
2-1. 医療政策の概況	10
2-2. 薬事法、放射線医療等の関連法規・規制等	13
第3章 サウジアラビアにおける放射線医療需要状況	23
3-1. サウジアラビア及び主要都市の人口推移	23
3-2. 患者疾病動向	27
3-3. がん患者の動向	33
第4章 サウジアラビアにおける放射線医療供給体制	39
4-1. 医療供給体制の概要	39
4-2. 放射線医療供給体制の概況	47
4-3. サウジアラビアの放射線医療インフラの状況	61
第5章 放射線医療センターの事業性と構想	72
5-1. 放射線医療サービス市場参入のシナリオ	72
5-2. 放射線遠隔医療サービスの提案	74
5-3. サービス内容毎の通信経路、機器構成	82
5-4. ネットワーク型放射線医療システム	93
第6章 中東ネットワーク型放射線治療システムの構築	96
6-1. システム構築の手順	96
6-2. 次ステップ実証試験の提案	98
6-3. 放射線医療サービスを含む日本式病院システムの輸出	103
APPENDIX	104
～脚注～	112

第1章 事業概要

1-1. 事業の背景

エネルギー資源や食料資源の殆どを輸入に頼る日本にとっては、資源国との良好な関係が死活的に重要である。特に化石燃料の供給の中東諸国への依存は非常に高率であり、経済活動の血液とも言うべき原油に至っては、その85%以上を中東からの輸入に依存している。中近東の政治情勢が流動的なこの当面は、同地域内の政権の安定した国々との良好な関係は重要性を増しつつある。更に、東京電力福島第一原子力発電所事故後の電力の原発依存低下及び火力依存の上昇といった日本側の事情も勘案すれば、中東諸国との関係の一層の改善は、正に国家安全保障の一環とも言うべき要事である。

一方、医療は「人の命を救うことで心を捉える」点で最も重要な貢献分野であり、日本が世界に誇る放射線医療技術及び機器を医療情報ネットワークによってインテグレーションし、中東諸国の医師や技師等の高級技術者の育成とともに「放射線医療ソリューション」としてインフラ輸出することができれば、中東諸国との関係の改善に資することは間違いなく大きな国益を期待できる。また、このビジネス・モデルを富裕化&高齢化する新興国に拡大できれば、欧米に対して大きな輸入超過になっている日本の医療産業の状況改善に繋がるものと考えている。

1-2. 事業の目的

近代化が進む中東諸国では欧米並みに「がん」が主要な死因になりつつある。また、「がん」の治療方法としては、非侵襲性や治療期間の短縮化等の社会的背景から放射線医療のニーズが増している（「図1 放射線治療普及の社会的背景」参照）。また、発症する「がん」の種類も国土の広さと人口分布、環境及び医療経済等を主因とする地域性を持っている。

我国で開発された最新の高度X線治療装置はIGRT (Image Guided Radio Therapy)、IMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy) や動体追尾照射等の革新的な照射技術を組み合わせることによって、高価な粒子線治療装置の特徴と言われている「局所照射」をX線で実現できる。さらにX線治療装置は10億円以下で提供でき、主要病院への普及が期待できる。

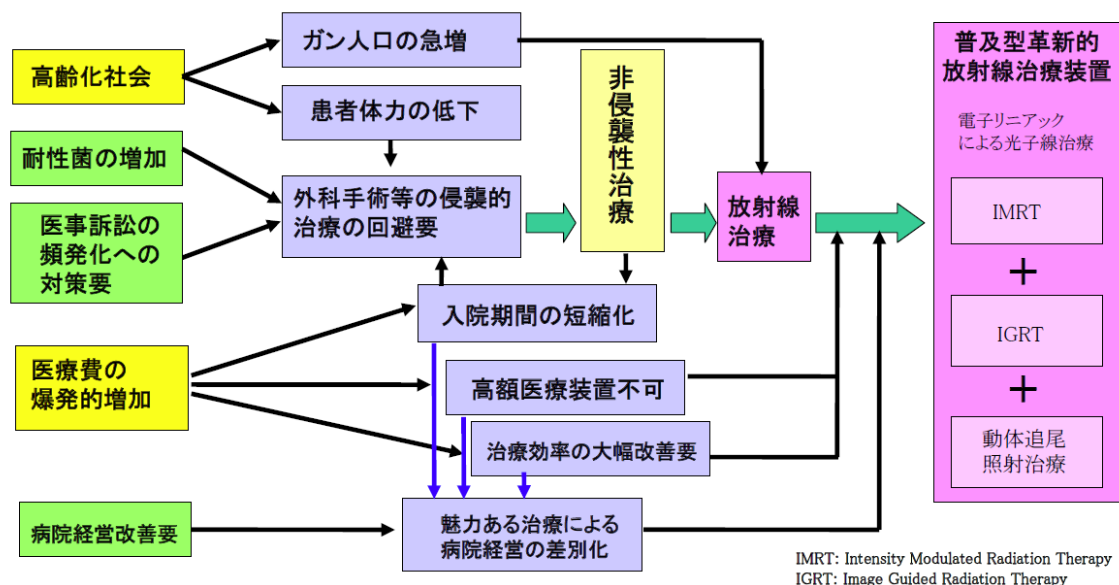
このように最も普及可能なコストパフォーマンスの高いモダリティである最先端のX線治療技術をベースとして、上記の地域性に合致した最適なネットワーク型の「放射線医療ソリューション」の提案は大きな意義がある。また、事業の立ち上がり時点から、診断や治療計画等の高度な技能を要する臨床作業を、日本の医療機関からネットワーク経由で支援することが望ましい。このため、本事業では、コンソーシアム・メンバーによる現地調査により現地の地域性を把握して、最適の「ネットワーク型放射線医療ソリューション」（最適な医療サービスを提供するため新たな診断・治療方法及び診断・治療方法を実施する設備、それらの作業、設備の設置、設備稼働のためのユーティリティを含めたインフラ整備、更にそれらの維持管理方法をネットワークによる日本から遠隔支援により容易且つ効率的に解決する方法）を立案する。

本事業の最初の実施国としてサウジアラビア王国（以下「サウジアラビア」と言う）と定める。同国はG.D.P（国内総生産、以下G.D.P）が5,768億ドル/年（2011年、世界銀行）（図表・2参照）、人口が2,838万人（2011年、世界銀行）とGCC（Gulf Cooperation Council；湾岸協力会議）諸国で最も大きく、近代化への意欲も周辺国と比較しても高いサウジアラビアは、特に今後、放射線医療へのニーズの増大

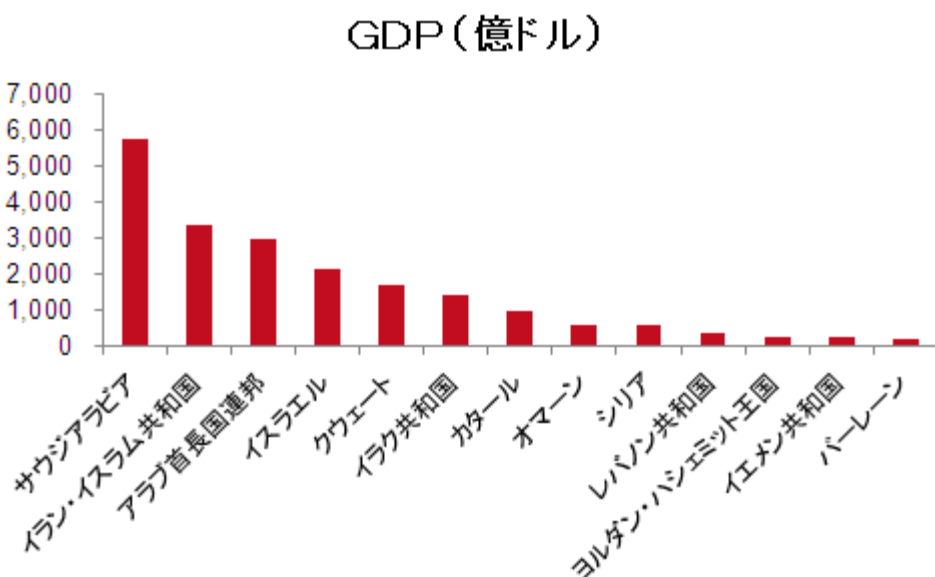
が予測される。また、サウジアラビアの第8次、第9次発展計画においても医療は優先的に予算配分（図表・3）が行われ、医療分野への投資も活発に行われており、今後の事業化にとって良い環境にある。更に日本の最大の原油調達国（図表・4 参照）であり、本事業による医療分野への貢献はエネルギー安全保障の観点からも意義は大きい。

これをサウジアラビア国内で実現するために、現地病院と日本側の病院をネットワークで接続して、現地病院で取得した画像情報や検査データ、現地医師所見を元に日本側で専門医が診断を下し、また、放射線治療計画を立案して現地に指示する「遠隔ネットワーク放射線医療システム」の検討を行って、サウジアラビアでの実施に当たっての課題の洗い出し、解決策の立案を行う。

図表・1 放射線治療普及の社会的背景

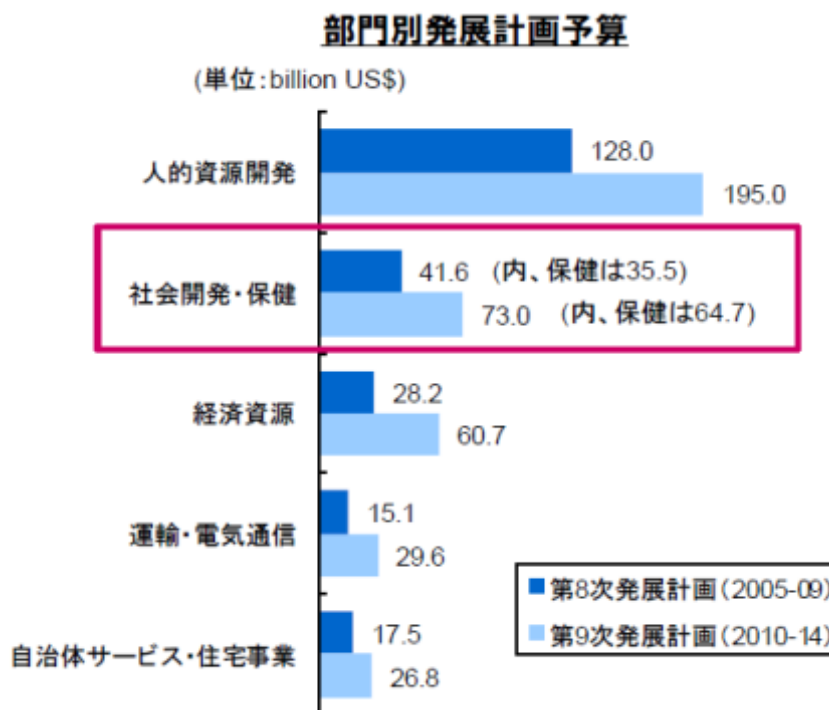


図表・2 中東諸国の G.D.P（国内総生産）



出所) 外務省 HP : 各国・地域情勢「サウジアラビア王国」、「イラン・イスラム共和国」、「アラブ首長国連邦」、「イスラエル国」、「クウェート国」、「イラク共和国」、「カタール国」、「オマーン国」、「シリア・アラブ共和国」、「レバノン共和国」、「イエメン共和国」、「バーレーン王国」

図表・ 3 サウジアラビア発展計画予算内訳



出所) サウジアラビア経済企画省第 9 次開発計画 BRIEF REPORT Espicom Healthcare Data Arabia
Revision3 (April 2010)

図表・ 4 日本の原油・粗油の輸入先



出所) 帝国書院 HP

1-3. 調査手法

1) 事業環境調査

(1) 事前国内調査

国内外の公開文書及びホームページや放射線医療関連大学、病院及び放射線医療機器、ソフトウェア提供企業などの窓口への面談によるヒアリングを実施し、基礎的な情報の収集及び現地調査項目の選定を行った。

(2) 現地調査

日本の放射線専門医（先端医療センター病院 放射線治療科部長 小久保先生）及び病院経営の専門家、ネットワーク・通信の専門家からなる調査団を結成し、サウジアラビア国内の放射線治療を行う主要病院、一般病院（Main Hospitals, General Hospitals）の例として King Faisal Specialist Hospital & Research Center, 小規模病院、診療所（Small Hospitals, Primary Healthcare Hospitals）の例として Almana General Hospital を訪問し、2 か所の担当官、専門医、技術者に対し、事前国内調査で準備したアンケートによる質問、関連データの受領及び面談によるヒアリングを実施すると共に King AbdulAziz University の医療 IT 専門家からのヒアリングを実施した。

図表・5 現地調査放射線医師

所 属	公益財団法人 先端医療センター 放射線治療科部長
氏 名	小久保 雅樹
専 門 分 野	放射線腫瘍学
主要な実践・研究歴	癌に対する放射線治療、高精度放射線治療の臨床研究、体幹部定位放射線照射の臨床研究、強度変調放射線治療 (IMRT) の臨床研究

出所) 公益法人先端医療センターHP

また、サウジアラビアでの事業環境に関する質問を行うため、現地代理店候補や上記以外の大学との接触を行った。

図表・6 King Faisal Specialist Hospital & Research Center の調査概要

訪 問 先	King Faisal Specialist Hospital & Research Center (Riyadh)	
面 談 者	氏名	職位
	Dr. Mohammand Alshabanah	IT-Specialist
	Mansoor Baig	Tech Architect
調 査 事 項	病院概要、設備、体制、ネットワーク、病院システム等	
調 査 状 況	【院内 Wifi の状況】	
	院内には、各所に無線ルーターが設置され、患者に受信先情報等を配信するサービスが整備されていることがスマートフォンによる受信試験で確認することができた。	
調 査 状 況	【面談の状況】	
	放射線医療、病院概要や院内の通信インフラ、病院システムに関する事項に関して、常勤医師、エンジニアからのヒアリングを行うことができた。	

図表・7 Almana General Hospital の調査概要

訪 問 先	Almana General Hospital (Dammam)	
面 談 者	氏名	職位
	Dr. Ibrahim Bunhamsin	MD Chief Executive Officer
調 査 事 項	Primary Healthcare の役割、がん治療への今後の取り組み	
調査状況	【病院概要】 Almana General Hospital は、1945 年に設立し、60 年間に亘り拡張を続け、現在サウジアラビアの東部で tertiary care を実施する病院として、Dammam, Khobar, Jubail, AMC Jubail, Hofuf の 5 つの病院で 650 床の病床を有するグループ病院である。Dammam 病院は、心臓外科、整形外科、小児外科、歯科、口腔外科を擁する病院である。	
	【面談状況】 Chief Executive Officer 及び病院関係者を交え、調査、意見交換を行った。	

2) 現地セミナー開催

現地調査におけるヒアリング等の接触により、医療部門での日本との人的交流や日本の医療サービスに意識の高い Riyadh 及び Jeddah 周辺の大学において日本の放射線医療の第一人者 2 名（京都大学医学部：平岡教授、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団：辻井理事）によるセミナーを 2012 年 12 月 15 日～16 日の二日間にわたり開催した。

図表・8 現地セミナー講師概要

所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	京都大学大学院医学研究科放射線腫瘍学画像応用治療学教授 平岡 真寛
所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	公益財団法人医用原子力技術振興財団 理事 辻井 博彦
所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	放射線腫瘍学
所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	医学博士
所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	昭和 52 年 3 月京都大学医学部卒業後、同大学放射線科助手、講師、助教授を経て平成 6 年 8 月大学院医学研究科腫瘍放射線科学教授就任（その後、放射線腫瘍学・画像応用治療学に分野名変更）、同大学附属病院の放射線治療科教授。がんの放射線治療、温熱治療と工学と医学の異分野融合による新たな医療技術開発がライフワーク。京都大学ナノメディシン融合教育ユニット長、初代京大病院がんセンター長を務める。また日本癌治療学会会長、日本医学放射線学会・日本乳がん学会・日本ハイパーサーミア学会の理事等を務める。
所 氏 専 門 分 野 学 位 略 歴	属 名	昭和 49 年 9 月北海道大学医学部助手採用、昭和 60 年 11 月北海道大学医学部助教授、昭和 63 年 4 月筑波大学臨床医学系助教授、平成 2 年 3 月筑波大学臨床医学系教授、平成 6 年 4 月科学技術庁放射線医学総合研究所重粒子治療センター治療・診断部長、平成 13 年 1 月文部科学省放射線医学総合研究所重粒子治療センター治療・診断部長、平成 13 年 4 月独立行政法人放射線医学総合研究所重粒子医科学センター病院長、平成 15 年 4 月独立行政法人放射線医学総合研究所重粒子医科学センター一長、平成 20 年 4 月独立行政法人放射線医学総合研究所理事、平成 22 年 4 月現職

出所) 京都大学医学部付属病院 HP、粒子医療センターHP、独立行政法人放射線医療研究所 HP

Jeddah では前回医療 IT の専門家と接触があった King AbdulAziz University の大学病院の King AbdulAziz University Hospital にてセミナーを開催すると共に放射線医療施設の見学を行った。セミナーでは「3 次元から 4 次元への放射線治療の革新（平岡教授）」、「粒子線治療（辻井理事）」をテーマに日本の最先端放射線医療のプレゼンテーションを行い、サウジアラビア放射線医療の現状や具体的な治療内容に関する情報の取得、更にコンソーシアムメンバーからの「中東放射線医療センター構築手順」と題した日本型最先端放射線医療システムに関する提案の説明を行った後、日本の放射線医療への期待等のヒアリングを行った。日本型最先端放射線医療システム導入への関心も高く、実現に向けたより具体的な質問（マルチベンダーへの対応等）が寄せられた。セミナーの後には病院内の放射線医療施設見学を行い、院内の機器環境調査を行った。

図表・9 King AbdulAziz University Hospital セミナー及び施設見学の概要

訪 問 先	King AbdulAziz University Hospital	
主 な 面 談 者	氏名	職位
	Mohamad Al Ahwal	医学部長
	Jailan Alshaikihi	放射線医師
セ ミ ナ ー 内 容	1.3 次元から 4 次元への放射線治療の革新（平岡教授） （内容） ・日本に於ける放射線がん治療の状況 ・動体追尾放射線がん治療について ・国産放射線がん治療装置（Vero4DRT）の開発について ・動体追尾 IMRT について 2. 粒子線治療（辻井理事） ・粒子線治療の歴史 ・粒子線治療の概要と日本に於ける粒子線治療の状況 ・放射能医学総合研究所（放医研）の重粒子線治療装置について ・日本及び世界の粒子線治療設備の概要 3. 中東放射線医療センター構築手順（川添氏）	
セ ミ ナ ー 開 催 状 況	【病院概要】 King AbdulAziz University は、1967 年の創立以来、あらゆる分野において絶え間のない発展を続け、学生数の多さや研究実績等においてサウジアラビアで最も傑出した大学のひとつである。2012 年、世界大学学術ランキングにおいてランクインしており、国内では King Saud University に次いで高い評価を受けている。大学病院は 1997 年に開院し、病床数は 870 床を誇る。高度医療を提供するターシャリーセンターであるが、大学病院であるため教育・研究に重点を置いている。	
	【セミナー開催状況】 平岡教授「1.3 次元から 4 次元への放射線治療の革命」プレゼンテーション 実際の治療事例を交えて、具体的な利用方法、結果の説明に対し、多くの質問が寄せられていた。 辻井理事「粒子線治療」プレゼンテーション 粒子治療の基礎から実際の治療及びその実績までお話があり、女性の医師から積極的な質問が寄せられた。	

施 設 見 学 状 況	【施設内】 施設内の設備の状況を詳細に説明頂いた。放射線診断、治療装置共に Siemens（ドイツ製）が大半を占めていた。
	【記念品授与】 今回の訪問及びプレゼンテーションに対する感謝の意を込めて、記念品の贈呈が行われ、平岡教授、辻井理事、コンソーシアムを代表して三菱重工の小川室長が記念品を頂いた。

図表・10 King AbdulAziz University Hospital セミナー参加者

No.	名前	職位等
1	Victor Jaseph Arputharaj	
2	Shash AlUsman	
3	Jailan Alshaikhi	放射線医
4	Zaheeda Mulla	
5	Amina Weber	
6	Camelia Coustaufiuecu	
7	Nabeel Mishah	今回のアレンジ役
8	Naseem Hwnami	
9	Zakania M. Hasan	
10	Ashraf Hassouna	
11	Prof. Yasir Bahadur	
12	Dr. Shadi Alkhayyat	
13	Mohamad Al Ahwal	医学部長
14	Afra Ibrahim Abunar	
15	Mayyadn Fakhueidin	
16	Noor Ghassal	
17	Mohammed G. NIshiuddir	
18	Ehab esmat Fawzy	
19	Adly Nagy	

※他未記入 3 名、計 22 名

Riyadh では、King Saud University King Khalid Hospital において、大学側からサウジアラビアのがん治療の現状に関するプレゼンテーションを受け、日本側は「3次元から4次元への放射線治療の革命（平岡教授）」のプレゼンテーションを行った。また日本の大学との交流に要望を受けた。

図表・11 King Saud University King Khalid Hospital セミナーの概要

訪 問 先	King Saud university King Khalid Hospital (Riyadh)	
主 な 面 談 者	氏名	職位
	Khalid Alsaleh	医学部助教授：腫瘍学
	Eyad F.Alsaeed	医学部助教授：腫瘍学
セミナー内容	1. サウジの癌、放射線治療の状況（King Saud University） 2. 3次元から4次元への放射線治療の革新（平岡教授） （内容） ・日本に於ける放射線がん治療の状況 ・動体追尾放射線がん治療について ・国産放射線がん治療装置（Vero4DRT）の開発について ・動体追尾 IMRT について	
セミナー状況	【平岡教授のプレゼン】 訪問先の病院関係者からサウジアラビアのがん治療現状に関する講義を頂くことになり、日本側からのプレゼンテーションを平岡教授のみとした。時間的な余裕がない中、多数の質問が寄せられ、残念ながら一部回答をできない質問もでるほどだった。	

図表・12 King Saud University King Khalid Hospital セミナーの参加者

No.	Name	職位等
1	Khalid Alsaleh	
2	Ahmed Abu Elwarith	
3	Waleed Abuzeed	
4	Eyad F. Alsaeed	
5	Amer Aleem	
6	Rawan Alhaib	
7	Haya Alsalloum	
8	Nashwa Mohed	

他に Riyadh では、イスラム系神学、言語学の学部を中心とするサウジアラビアで最古の大学である Al Imam University からの要請を受け、表敬訪問を行い、サウジアラビアの留学生の動向や同大学の交際交流活動状況、日本での選抜学生受け入れへの要望等を聴取した。

図表・13 Al Imam University 表敬訪問の概要

訪 問 先	Al Imam University (Riyadh)	
主な面談者	名前	職位
	Mohammand S. Al- Zahrani	国際交流部副部長
	Ali S. Alromaih	国際交流部マネージャー
面 談 状 況	【面談状況】 国際交流部長を主体にサウジアラビアの留学や日本人医師のサウジアラビア派遣など日本との交流に関する打診があった。 【記念品授与】 今回の訪問の記念と感謝の意の表明として平岡教授、辻井理事には大学より記念品の贈呈があった。	

3) 追加現地調査

現地調査及び現地セミナーにおいて、サウジアラビアの大学、医師、ネットワーク専門家等に配布した調査票の未回収分の回収及び医用放射線医療システムの設置有望病院の詳細調査を行うため、追加現地調査を実施した。

第2章 サウジアラビアの医療政策動向の概要

2-1. 医療政策の概況

1) 医療政策動向

サウジアラビアの2011年・2012年予算は、国防・治安への配分が最も大きく、次いで教育・訓練、医療保健・社会開発の福祉事業となっている。医療保健・社会開発は、2011年に引き続き2012年も重点配分がされており、2011年から27%増額されている。配分額合計の870億リヤルには、全国に新たなプライマリー・ケアセンター（初期治療センター）を設置すること、及び17の病院新設を含んでいる。現在、130以上の病院が建設中であり、28,470病床が増床予定である。2011年には22病院が完成している（3,200床）。

図表・14 サウジアラビアの予算配分（2011年・2012年）

項目	2011			2012			増減率
	億 SR	億円	割合	億 SR	億円	割合	
教育・訓練	1,500	37,500	25.9%	1,680	42,000	24.3%	12.0%
運輸・通信	252	6,300	4.3%	352	8,800	5.1%	39.7%
医療保健・社会開発	687	17,175	11.8%	870	21,750	12.6%	26.6%
水・農業	508	12,700	8.8%	575	14,375	8.3%	13.2%
地方サービス	245	6,125	4.2%	290	7,250	4.2%	18.4%
公的金融	470	11,750	8.1%	861	21,525	12.5%	83.2%
国防・治安	1,820	45,500	31.4%	—	—	0.0%	—
合計	5,800	145,000	100.0%	6,900	172,500	100.0%	19.0%

出所) 財務省 HP 「Press Release 2011 年 12 月 26 日」、中東協力センター「中東情勢分析」

※1SR=25 円として計算。

また、2010-2014 年までの第 9 次発展計画（9th Development Plan）においても、医療保健・社会開発に重点が置かれている。同計画では、2008 年現在の病床数 53,819 床を、2014 年には 97,535 床へ増床する目標が織り込まれている。

図表・15 第 8・9 次発展計画における予算配分

項目	第 8 次計画 (2006-09)			第 9 次計画 (2010-14)			増減率
	億 SR	億円	割合	億 SR	億円	割合	
教育・訓練	4,800	120,000	55.6%	7,315	182,875	50.6%	52.4%
医療保健・社会開発	1,559	38,975	18.0%	2,739	68,475	19.0%	75.7%
経済資源	1,058	26,450	12.2%	2,276	56,900	15.8%	115.1%
運輸・通信	565	14,125	6.5%	1,111	27,775	7.7%	96.6%
地方サービス	657	16,425	7.6%	1,005	25,125	7.0%	53.0%
合計	8,639	215,975	100.0%	14,446	361,150	100.0%	67.2%

出所) KSA's Ministry of Economy and Planning, The Ninth Development Plan

※1SR=25 円として計算。

2) 医療の現状と課題

(1) 医療供給体制の概要

サウジアラビアでは、保健省を中心とした公的病院におけるサウジアラビア人の医療費は原則無料で、通常は外国人の診療は行っていない。ただし、交通事故などの緊急時は診察可能となる場合がある。王立病院など高い技術や設備を有している病院では、民間病院より重症患者に対する高度な治療が可能である。

サウジアラビアにおける公的病院としては、保健省管轄病院、大学病院等の教育・研究機関、軍病院等が挙げられる。

保健省管轄病院の対象患者は緊急の場合を除きサウジアラビア人のみだが、非サウジアラビア人であっても、公的機関に従事する者、サウジアラビア人の家庭で家事等に従事する者は、保健省のプライマリーセンターを受診することができる。セカンダリーを受診するためには、プライマリーセンターからの紹介が必要である。

大学病院等の教育・研究機関は、サウジアラビア人だけでなく非サウジアラビア人であっても無料で受診することができる。ただし、プライマリーセンターかセカンダリーからの紹介が必要である。

King Faisal Specialist Hospital は、教育・研究機関に分類されるが、王立内閣の管轄であり、他の教育研究機関と異なる。基本的にサウジアラビア人のみを受け入れるが、王族等を除き保健省からの紹介が必要である。非サウジアラビア人は、王族・外交官等のVIPであれば受診可能である。

軍病院は、軍関係者及びその親族が無料で受診可能である。

外国人向けとしては、富裕サウジアラビア人および外国人を対象とした近代的な民間病院がある。日本のように、医療費は一律ではなく、病院によって異なるが、日本国外務省によると、一般的に外来診察費が5,000～7,500円(200～300SR)で、検査費が高額となる傾向にある(血液検査1回で37,500～50,000円(1,500～2,000SR)など)。なお、サウジアラビアにおける1か月あたり平均所得は385,725円(15,429SR)である。入院室料については、1泊12,500～17,500円(500～700SR)が一般的である。これらの民間病院では、保険なしで受診した場合は全額患者負担となる。保険は概ね3段階に分かれ、最も安い保険(概ね年間17,500円(700SR))であっても、患者負担は最大10%程度である。また、民間病院は基本的に非サウジアラビア人が受診するが、保健省管轄病院が大変混雑している状況を受け、サウジアラビア人に対しても任意加入の保険を用意し、民間病院を受診する選択肢を与えている。

(2) 人口増加・医療需要の増大

政府による医療保健分野への投資の重点化は、人口の継続的な増加に伴う医療需要の増大を主な背景としている。サウジアラビアの人口は、1950年から2010年まで一貫して増加傾向にあり(増加率年平均3.7%)、過去10年間で人口は約700万人増加している。また、国民の健康意識も向上しており、人口の増加と相まって、医療需要は増加の一途を辿っており、これに対応するため、サウジアラビアでは医療施設の整備及び医療従事者の人材育成が喫緊の課題となっている。

(3) 人材育成

人材育成については、マンパワーの確保と共に、サウダイゼーションが課題である。第9次発展計

画によると、2004 年から 2008 年にかけて、医療分野のマンパワーに占めるサウジアラビア人の割合は 29.7%から 35.1%に増加している。しかし、未だ医療従事者の 6 割以上は外国人で占められており、外国人従事者の離職率の高さが要因となって労働力が不安定となっていることが問題視されている。サウジアラビアは多くの異文化が混ざり合っており、多くの外国人労働者は、サウジアラビアの文化の多様性に適応できないため、パフォーマンスが低くなり、離職率が高くなる傾向にある。また、多くの外国人労働者はサウジアラビア人より残業をしない傾向にあり、比較的早期に解雇されやすいⁱⁱ。よって、医療従事者のサウダイゼーションが適切な労働力の確保のために必要となっている。

(4) 医療費支出の抑制

保健省を中心とした公的病院においては政府が医療費を負担しているが、医療需要の増大に伴い、政府による医療費の支出抑制が課題となっている。

第 9 次発展計画によると、医療費の抑制策として、一つは保健セクターにおける保健省等公的病院における課金制度及び民営化、そして民間病院の役割の拡大が掲げられている。現在、サウジアラビアにおいて主な医療の担い手は保健省であり、2009 年の病院数は 244 病院、病床数 33,277 床を擁しており、サウジアラビア全体の病院数・病床数の約 6 割を占めている。このため、保健省等公的病院において医療費を徴集するシステムを構築すると共に、民営化を進めることで、政府負担の医療費の支出を抑制し、保健省による医療サービスの新たな財源を創出して医療サービスの質の向上を目指している。一連の施策により、保健省の役割を、各病院の管理・モニタリング、及び初期医療サービスへより集中させることが狙いである。また、2011 年 3 月の勅令及び現地関係者からの聴取によると、新規に病院を設立する民間事業者に対しては、その運営段階において政府より最大で約 2 億 SR（約 50 億円）の無利子国債（20 年以内に返済）が発行されるとのことであり、医療保健分野における民間セクターの役割の更なる拡大を図っていることが伺える。

医療費の他方の抑制策として、政府は健康保険の加入義務化を段階的に進めている。2002 年から民間企業で雇用されている外国人の健康保険の加入を義務化し、2006 年には民間企業に雇用されているサウジアラビア人にも任意加入として対象を拡大している。第 9 次発展計画によると、サウジアラビア人の人口約 2,760 万人のうち、527 万人が健康保険に加入している（加入率約 19%）。政府は、健康保険の対象者を官公庁職員にも拡大するとの見方があり、今後も段階的に健康保険を普及していくものと考えられる。

(5) 主な疾患

第 9 次発展計画によると、国民の生活スタイルの変化や、運動不足、飲食物の変化等により、糖尿病や高血圧などの慢性疾患が増大していると指摘されている。また、心臓血管疾患、糖尿病、がん、アレルギー及び喘息、神経疾患（アルツハイマー等）、感染症疾患がサウジアラビアにおいて今後対処すべき疾患とされている。ⁱⁱⁱ

特に部位別では乳がんが、がん罹患数トップであり、2009 年に国家的な乳がん啓蒙対策（National Awareness Campaign to Combat Breast Cancer）が Hessah bint Trad Al-Shaalan 王妃により推進されるなど、乳がん対策に力を入れている。^{iv}この運動の一環として、King AbdulAziz University に Center of Excellence in Breast Cancer が設立された。予算は政府から出ており、サウジアラビアで初の乳がん

における Center of Excellence である。当該機関では、National Screening Program を実施しており、サウジアラビア人・非サウジアラビア人を対象にマンモグラフィ等を用いてスクリーニングを実施している。早期発見は治療より重要である、との理念のもと、ウェブサイトやフェイスブック、ツイッター等のソーシャルメディアを用いてサウジアラビア国内の女性にアナウンスしている。これらの費用は政府が負担しており、全て無料である。設立当初は、1 日に 2 人程度しか受診していなかったが、現在では 12 人程度受診するようになっている。

この様に今後がんの罹患率が高まるにつれてがん治療への社会的要求が高まると共に罹患者の増加に伴い、更なるがん治療の一般化特に低侵襲性の放射線治療の対象の拡大、治療の一般化のニーズが高まるものと思われる。この様な市場拡大を目前にした今こそ、医療従事者のサウダイゼーションの新たなツールとしての遠隔支援放射線医療サービスや民間化に向けた個々の保健省系病院の高付加価値化の高度な放射線治療などの日本の放射線医療サービスの参入の打ち手の早期着手が重要であると思われる。

2-2. 薬事法、放射線医療等の関連法規・規制等

1) 法規制等含むサウジアラビアのビジネス環境

サウジアラビアは、外資関連制度の規制緩和等に取り組んできたこと等により、世界銀行が毎年発行している「ビジネスのしやすさ」2012 年において、183 の国・地域で 12 位に位置付けられた。中東・アフリカ諸国の中では最上位であり、20 位の日本よりも高い順位である。

具体的な評価項目のうち、「所有権登録」(1 位)、「建設許可」(4 位) 等で高評価を得ているが、「契約履行」(138 位) や「支払不能時の対処」(73 位) については改善の余地があるものとされている。

図表・16 ビジネスのしやすさ上位 20 か国

順位	国名	順位	国名
1	シンガポール(1)	11	フィンランド(14)
2	香港(2)	12	サウジアラビア(10)
3	ニュージーランド(3)	13	カナダ(12)
4	米国(4)	14	スウェーデン(9)
5	デンマーク(5)	15	オーストラリア(11)
6	ノルウェー(7)	16	グルジア(17)
7	英国(6)	17	タイ(16)
8	韓国(15)	18	マレーシア(23)
9	アイスランド(13)	19	ドイツ(19)
10	アイルランド(8)	20	日本(20)

出所) The World Bank, Doing Business 2012

※()内は 2011 年度順位

サウジアラビアの評価が低い項目のうち、「契約履行(Enforcing Contract)」とは、商事紛争における司法制度の効率性を測るものである。「契約履行」は、「手順」「時間」「コスト」の 3 つの指標から評価される。「手順」とは、告訴・審理・判決・執行までの手順数を示す。「時間」とは、告訴・審理・

判決・執行までに要する時間を示す。「コスト」とは、訴訟上の請求額に占める一連の審議に要する費用、平均的な弁護士への報酬額の割合を示す。

「契約履行」における具体的な評価指標について、上位5か国とサウジアラビアとを比較すると、コストが最も上位国平均値と乖離が大きく、次いで時間、手順となっている。

図表・17 契約履行にかかる評価項目内訳・サウジアラビアと上位5か国

国名	サウジアラビア	上位国平均	ルクセンブルグ	韓国	アイスランド	ノルウェイ	ドイツ
契約履行（順位）	138	-	1	2	3	4	5
手順（数）	43	30	26	33	27	34	30
時間（日数）	635	328	321	230	417	280	394
コスト（請求額に占める割合）	27.5	10.5	9.7	10.3	8.2	9.9	14.4

出所）The World Bank, Doing Business 2012

サウジアラビアの評価が低い他方の項目「支払不能時の対処（Resolving Insolvency）」とは、ある国内企業が破産状態となった場合の、問題解決の容易性を各国の法律・規制等から測るものである。「支払不能時の対処」は、「時間」「コスト」「回収率」の3つの指標から評価される。「時間」とは、債権者が債権を回収するまでに要する時間を示す。「コスト」とは、債務者の資産に占める、法的手続きのコストの割合を示す。「回収率」とは、債権者が債権を回収した割合を示し、当該企業の資産価値の下落等も考慮されている。

「支払不能時の対処」における具体的な評価指標について、上位5か国とサウジアラビアとを比較すると、コストが最も上位国平均値と乖離が大きく、次いで回収率、時間となっている。

図表・18 支払不能時の対処にかかる評価項目内訳・サウジアラビアと上位5か国

国名	サウジアラビア	上位国平均	日本	シンガポール	ノルウェイ	カナダ	フィンランド
支払不能時の対処（順位）	73	-	1	2	3	4	5
時間（年）	1.5	0.8	0.6	0.8	0.9	0.8	0.9
コスト（資産に占める割合）	22.0	2.8	4.0	1.0	1.0	4.0	4.0
回収率	36.8	90.9	92.7	91.3	90.6	90.7	89.1

出所）The World Bank, Doing Business 2012

「2-2-3）医療機器輸入手続き」以降で論議されるが、医療機器の輸入を行う場合、現地代理店との契約が避けて通れないが、「支払不能時の対処」トラブルを回避するためには、周到的信用調査が必要であると共に現地の信頼できる法律事務所の利用が不可欠と思われる。

2）外資の業種別参入規制

サウジアラビアにおける投資の促進と振興は、サウジアラビア総合投資院（SAGIA ; Saudi Arabian General Investment Authority）を通じて行われている。サウジアラビア総合投資院は、サウジアラビア政府の一機関であり、サウジアラビアにおける投資環境の向上を図ると共に、国内外の投資家がサ

ウジアラビアにおいてビジネスを行うために必要な支援を行っている。また、国内外の投資家に対する投資認可も行っている。さらに、近年ではサウジアラビア全体の経済的競争力の向上を図る役割も果たしている。

サウジアラビア総合投資院は、国内に設立した 9 箇所のビジネスセンターを通して、投資家に対してビジネスを実施するにあたり必要な諸手続き及び法的サポートを実施すると共に、投資認可の付与を行っている。サウジアラビアでビジネスを実施する全ての者は、サウジアラビア総合投資院から投資認可を受ける必要がある。外資事業の中には、外国投資の参入が禁止されており、サウジアラビア総合投資院の認可対象外となっている事業活動（ネガティブリスト）がある。主な規制対象事業を以下に記す。

図表・19 サウジアラビア総合投資院によるネガティブリスト

大分類	小分類
製造業部門	石油探鉱・採掘・生産、軍事機器・装置・軍服製造、民間用爆発物製造
サービス部門	軍へのケータリング、警備・探偵業、メッカ・メディーナへの不動産投資業、巡礼関連観光業、人材斡旋・採用サービス、不動産仲介業、一部の印刷・出版業、代理店、音声・映像サービス、陸運、助産師・看護師・理学療法サービス及び準医療サービス、漁業、血液バンク・毒物センター等

出所) SAGIA, List of businesses prohibited for foreign investments

3) 医療機器輸入手続き

サウジアラビアでは、Saudi Food & Drug Authority (SFDA) が食品や医薬品のほか、生物学・科学的物質や医療機器の安全性に関する規制当局として機能している。SFDA の医療機器部門は、サウジアラビア国内で販売・使用される医療機器について、暫定薬事法である Medical Devices Interim Regulation 及び 8 つの実施規則によりその安全性・品質を規制し、患者の安全を守ることを目的としている。

同規制により、2011 年 2 月 14 日より、SFDA による認可を得た医療機器が国内で市販されるようになった。この時点では、認可の無い医療機器であっても継続して市販可能だったが、半年後の 2011 年 8 月 14 日からは、SFDA による認可を得た医療機器のみ市販できることとなった。また、2011 年 12 月 31 日より、SFDA による認可を得た医療機器のみ使用可能となるが、その時点で使用開始されている医療機器については継続して使用可能となっている。

(1) Medical Devices Interim Regulation の概要

① 第一章:規制対象

- ・暫定規制は、製造者、指定代理店、輸入業者及び販売業者に適用される。
- ・暫定規制の対象となるものは、国内で供給される全ての医療機器及びその医療機器を使用するための附属機器、コンピューターソフトウェア等。
- ・コンタクトレンズ、美容レーザー機器及び付属機器も対象となる。

② 第二章:サウジアラビア市場への医療機器の供給

- ・サウジアラビア国内で医療機器の販売許可を取得するには、医療機器は医療機器規制国際整合化会議（GHIF）の創設メンバー（米国、日本、カナダ、オーストラリア、EU/EFTA）の当局の規格に1つ以上適合し、サウジアラビア国内のラベル表示や供給・使用条件に適合している必要がある。

③ 第三章:Medical Devices National Registry

- ・SFDA は、医療機器製造者、代理店、輸入業者、販売業者、及び医療機器のデータベースを構築するため、ウェブベースの医療機器レジストリー(MDNR)を設ける。

④ 第四章:登録・リスティングの要件

- ・医療機器を販売する前に、製造者、指定代理店、輸入業者、販売業者は、SFDA の MDNR に法人情報と医療機器の情報を登録しなければならない。
- ・国外の製造者は国内に指定代理店を指名しなければならない。
- ・SFDA は、各法人に対して登録番号を発行し、取り扱う医療機器にはリスティング番号を発行する。

⑤ 第五章:法人ライセンス

- ・製造者、輸入業者、販売業者、指定代理店は、販売前に医療機器法人ライセンス（MDEL : Medical Device Establishment License）を SFDA に申請し、取得しなければならない。この際に法人の登録番号や医療機器の分類を提示する。MDEL は、毎年更新が必要となる。

⑥ 第六章:医療機器の販売許可

- ・国内で医療機器の販売許可を取得するには、医療機器は医療機器規制国際整合化会議（GHIF）の創設メンバー（米国、日本、カナダ、オーストラリア、EU/EFTA）の当局の規格に1つ以上適合していることを示す英語表記の文書や適合証明などを SFDA に提示する。
- ・製造業者、指定代理店は、SFDA が設立した医療機器報告センター（NCMDR: National Centre for Medical Device Reporting）に医療機器の不具合等が起こった場合に報告する義務を負う。
- ・製造業者は指定代理店の責務を定めた文書のコピーを SFDA に提出しなければならない。
- ・SFDA は必要と判断すれば技術文書を提出するよう要請することがある。
- ・SFDA は提出書類を審査して、販売する医療機器が暫定規制の規定に適合しているか審査する。
- ・SFDA は製造者に対して書面にて販売許可を発行する。

⑦ 第九章:保護措置(セーフガード)活動

- ・患者や利用者の健康や安全性が危険にさらされるとの証拠を得た場合には、SFDA は医療機器を撤去し制限する権限を有する。

⑧ 第十章:一般規定

- ・SFDA の販売許可を取得していない医療機器の広告は禁じられる。また広告資材は全て SFDA の

承認が必要。

⑨ 第十一章:結び

- ・ 暫定規制に違反した場合、SFDA はライセンスの停止・取り消し、製品のリコール、販売許可の取り消しを行う権限を持つ。
- ・ MDEL の手数料は 35,000SR (875,000 円) を超えてはならない。

(2) 国外製造業者の医療機器販売手続き

① 指定代理店の指名

- ・ 国外の製造者は国内に指定代理店を指名しなければならない。
- ・ サウジアラビアでは、公共入札に参加できるのは現地企業・機関に限られるため、代理店の選定は慎重に行う必要がある。代理店に求められる要件として、以下がポイントとなる。
 - ✓ 保健省や政府、医療機関等現地に強固なネットワークを有しているか
 - ✓ 高い情報収集能力を有しているか
 - ✓ アフターサービスの迅速な対応等現地で柔軟に活動できるか
- ・ 代理店との契約には現地の弁護士・法律事務所を活用することが望ましい。
- ・ 代理店との間で、書面にて委任状を作成し、代理店に委任する事項、取り扱う医療機器の分類等を記載し、SFDA に提出する。委任状のサンプルは SFDA のウェブサイトアップされている。

図表・20 リヤド市における弁護士事務所リスト

	事務所名	住所	連絡先	会社 URL	得意分野
1	Law Offices of Dr. Mohamed H.Hoshan	Olaya Bilding,4 th Floor,45-47 Olaya Road,Riyadh,11461	Tel:01-464-9166 Fax:01-463-2083 E-mail: legal@hoshanlaw.com E-mail for IP gulfconsultants@hoshanlaw.com	http://www.hoshanlaw.com/index.htm	International Transactions, Business and Commercial Law, Company and Corporate Law, Agency/Distributorship and Franchising Law, Intellectual Property Law...etc
2	Law Offices of Mohanned Bin Saud Al-Rasheed (Association with Baker Botts)	P.O.Box 62982 Riyadh 11595	Tel:01-218-7800 Fax:01-218-7801 Robert. W.Jordan Robert.Jordan@bakerbotts.com	http://www.bakerbotts.com/office.aspx?id=733fc9ba-30df-43fd-87b1-f91808f53570	Energy-related project development and finance entity formation and structuring contract negotiation, and banking and finance, as well as international litigation and arbitration
3	Baker & Mckenzie	Olaya Complex Tower II ,3 rd Floor Al Ahsa Street, Malaz P.O.Box 4288 Riyadh11491	Tel:01-291-5561 Fax:01-291-5571 legalavisors@bakerbotts.com	http://www.bakerbotts.com/SaudiArabia/Riyadh/	Corporate, banking and finance, M&A and projects work

	事務所名	住所	連絡先	会社 URL	得意分野
4	Al-Jadaan & Partners Law Firm (in co-operation with Clifford Chance)	Al-Umam Commercial Center-North Tower (Fifth Floor), Salah AlDin Al-Ayyubi Street, Al-Malaz, Riyadh P.O.Box 4288 Riyadh11491	Tel:01-478-0220 Fax:01-476-9332 info.jadaan@aljada an.com	http://www.aljadaan.com	Mergers and Acquisitions, Equity Capital Markets, Financial Regulatory, Privatisations, Corporate and Commercial, Islamic Finance, Energy and Infrastructure, Debt Capital Markets / Sukuk, Dispute Resolution
5	Saud M.A. Shawwaf Law Office and Abu-Setta & Partners	Old Akariyya Bldg.Room 401-A Salah Ad-Din Al-Zahra Quarter Riyadh P.O.Box 17854 Riyadh11494	Tel:01-479-0051 Fax:01-477-5357 Mr.Nedal Alkharouf saudi@smas-ip.co m	http://www.smas-ip.com/	Registration and Maintenance of Intellectual Property Rights, Legal Services, Search & Investigation
6	Al Bosaily Law Office	Riyadh Arch Tower, King Fahad Road 3 rd floor, Office No. 321	Tel:01-279-5212 Fax:01-279-5101 Mr.AbdulAziz Abduaziz Abdullah Al Bosaily abduaziz@albosail ylawoffice.com	-	Establishment of company
7	Hemaya Universal	Room 105 First Floor Arabian Business Center King Abdullah St.Jeddah	Tel: 02-652-4242 Fax: 02-652-8282 info@hemayaunive rsal.com	http://www.hemayauniversal.com/	Intellectual Property Rights Protection
8	Trademark Service Company	Building No.B2 1st floor, Al Andalos Road, Jeddah	Tel:02-614-0070 Fax:02-650-3102 cr@tmscltd.com	http://www.tmscltd.com/en/index.htm	Intellectual Property Rights Protection
9	King & Spalding	Kingdom Centre 20th Floor 2239 Orouba Rd, Loayya Unit5 Riyadh, 12214-9597	Tel:01-211-0034 Fax:01-211-0033 nissa@kslaw.com	http://www.kslaw.com/portal/server.pt?apace=KSPublicRedirect&control=KSPublicRedirect&CommunityID=375	Islamic Finance, Energy, Real Estate, Mergers & Acquisitions, Private Equity, International Arbitration
10	Law Offices of Dr. Mujahid M. Al-Sawwaf	P.O.Box 86581 Riyadh, 11632	Tel:01-454-9200 Fax:01-454-5856		Saudi Arabian Law, Agency and Distributorships, Business Law, Company Law, Alternative Dispute Resolution, Arbitration, Commercial Law, Construcion Law, Contracts, Corporate Law, Corporate Taxation, Finance, Foreign Investment, Insurance
11	Hassan Mahassni	Al-Nakheel Center, 3rd Floor Medina Road on Palestine Circle P.O.Box 2256, Jeddah 21451	Tel:02-665-4353 Fax:02-669-2996 info@mahassni.co m.sa	http://www.mahassni.com.sa/	Corporate, commercial and financial transactions, foreign capital, investment, engineering and construction contract law, joint ventures, licensing, intellectual property matters.

	事務所名	住所	連絡先	会社 URL	得意分野
12	White & Case	Dr. Waleed N. Al-Nuwaier in association with White & Case LLP P.O.Box 99879 Cercon Building No.15 4th Floor, Rooms 403 and 404 Olaya Street, Riyadh 11625	Tel:01-217-7754 Fax:01-217-1153	http://www.whitecase.com/riyadh/	Energy, Infrastructure and Project Finance, Telecommunications, Media and Technology, Islamic Finance
13	Al-Soaib Law Firm	Al-Umam Commercial Center South Tower, 2nd Floor Sitteen Street, Malaz Riyadh	Tel:01-472-6362 Fax:01-482-5856 mail@soaiblaw.com	http://www.soaiblaw.com/	Commercial Litigation, Consumer Law, Copyright, E-Commerce, Employment and Labor, Foreign Investment, Intellectual Property, International Trade, Joint Venture, Trademarks
14	AbdulAziz AlGasim Law Firm (Allen & Overy)	P.O.Box 89402, Riyadh 11623	Tel:01-460-0066 Fax:01-460-0602		
15	THE ALLIANCE of Abbas F. Ghazzawi & Co	P.O.Box 6387 Jeddah 21442	Tel:02-650-4475 Fax:02-657-2007 secretariat@saudilegal.com	http://www.saudilegal.com/	Projects, Banking and Finance, Corporate and Commercial, Commercial Litigation, Insurance, Maritime and Shipping
16	Mohammed Al-Ghamdi Law Firm (Fulbright & Jaworski L.L.P.)	P.O.Box 52681 Riyadh 11573	Tel:01-279-5400 Fax:01-419-8272		Litigation Practices, Technology Practices, Real Estate Practices, Business Practices, Intellectual Property Practices,
17	The Law Firm of Salah Al-Hejailan	Al Dahna Center, Al Ahsa Street Riyadh 11431	Tel:01-479-220 Fax:01-479-1717		Aviation Law, Banking & Finance, Business & Industry, Employment & Labor, Insurance & Reinsurance, Intellectual Property, International Investments
18	Feras Al Shawaf law firm in cooperation with Trowers & Hamlin	P.O.Box 63956 Riyadh 11526	Tel:01-461-4001 Fax:01-466-0618 feras@alshawaflaw.com		Liberty Human Rights, Investment, Insurance, Employment and Labor, Company Law
19	Law Office of AbdulAziz H Fahad	P.O.Box 15870 Riyadh 11454	Tel:01-464-8081 Fax:01-462-4968		Foreign Trade, foreign Investment, Labor Law, Finance
20	Prima Law & Consultations Office	P.O.Box 69056 Riyadh 11547	Tel:01-219-8010 Fax:01-219-8050 Dr.Abdulrahman bin Saud Al-Kabeir admin@primaconsultants.com.sa	http://www.primaconsultants.com.sa/	Commercial, Privatization, Litigation, Criminal, Intellectual Property Rights...etc.
21	Nassir Kadasa & Partners	Ibn katheer Str. P.O.Box 20883 King AbdulAziz Sector Riyadh 11465	Tel:01-479-2053, 01-474-0777 Fax:01-476-1044 info@kadasa.com.sa	http://www.kadasa.com.sa/	Anti-Counterfeiting, Border Measures, Agency Law, Patents, Trademarks

	事務所名	住所	連絡先	会社 URL	得意分野
22	KAA Lawyers Group	Riyadh-Al-Worud Ave King AbdulAziz street Cross the street Salah Aldin Hotel	Tel:01-205-9997 Fax:01-205-9994 info@kaalawyersgroup.com	http://kaalawyersgroup.com/	Commercial laws, credibility study...etc.

出所) ジェトロリヤド事務所

② 指定代理店による法人登録・法人ライセンスの取得

- ・医療機器を販売する前に、指定代理店は、SFDA の MDNR に法人情報と取り扱う医療機器の情報を登録しなければならない。全ての申請書は、ウェブサイトにて提出する。

(<http://mdnr.sfda.gov.sa/MDNR/Public/Default.aspx>) まず、当該ウェブサイトにてアカウントを開設し、法人情報（設立予定住所、電話番号、e-mail アドレスなど）、代表者情報、医療機器情報、申請宣誓書等をフォームに従って入力し、SFDA に提出し、30 日以内に SFDA より法人登録番号が発行される。費用は年間 5,200SR。

- ・MDNR に登録した指定代理店は、販売前に医療機器法人ライセンス（MDEL ; Medical Device Establishment License）を SFDA に申請し、取得しなければならない。全ての申請書は、ウェブサイトにて提出する。(<https://mdel.sfda.gov.sa/Default2.aspx>) MDNR のユーザー名・パスワード名でログオンし、製造業者情報及び必要な書類をアップロードする。証明書・宣誓書を入力し、提出する。申請手数料は、e-mail により支払要求が送られる。支払後、オンラインで必要書類を提出する。SFDA より宅配でライセンスが発行される。なお、MDEL は、毎年更新が必要となる。

③ 医療機器の販売認可

- ・指定代理店は、Medical Device Marketing Authorization (MDMA ; 医療機器販売許可)のウェブサイト上にて、医療機器販売承認ライセンスを申請する。(<http://mdma.sfda.gov.sa/Default.aspx>)
- ・製造業者及び指定代理店の連絡先、法人登録番号、法人ライセンス番号、代表者名・連絡先、医療機器情報及び当該医療機器が医療機器規制国際整合化会議（GHTF）の創設メンバー（米国、日本、カナダ、オーストラリア、EU/EFTA）当局の規格に 1 つ以上適合していることを示す英語表記の文書・適合証明、当該医療機器は 60Hz で使用可能であること、使用予定の広告資材のコピー、医療機器暫定規制に準拠していることを示す宣誓書、その他 SFDA が定める書類を提出する。
- ・申請手数料概ね 20,000SR を支払った後、販売認可が発行される。
- ・製造業者、指定代理店は、SFDA が設立した医療機器報告センター（NCMDR ; National Centre for Medical Device Reporting）に医療機器の不具合等が起こった場合に報告する義務を負う。報告はウェブサイト上で行われる。(<http://ncmdr.sfda.gov.sa/>)

医療機器販売手続きにおいては、日本企業の情報網（JETRO、一般日本企業等の現地情報）による既知の優良現地代理店の中から事業者の体質、事業目的に沿い選択することができれば、既に日本で販売する医療機器の販売許可を得るのに大きな障害はないと言える。このため、本事業において放射線医療システムを構成する機器の選択は高度 X 線治療装置を始めする日本製機器の広い選択肢がある

と共に実現までの期間を大きく短縮することが可能である。

4) 放射線医療等の関連法

サウジアラビアでは、国際的な医療機能評価である JCI (Joint Commission International) を取得している病院が数多く存在する。2012 年 10 月時点で、日本においては 3 病院のみ取得しているが、サウジアラビアでは 44 病院取得している。JCI が定める評価基準のうち、「患者所見」の項目で放射線医療・画像診断サービスの基準について示されている。

図表・21 JCI 放射線医療・画像診断サービスの基準

放射線医療及び画像診断サービスは患者の要求を満たすものであり、各地・各国の基準・法規制に則ったものであること。
1. 放射線医療及び画像診断サービスは、当該病院によって行われるか、外部機関との連携により実施される準備が整っていること。
2. 放射線安全基準プログラムが整備され、遵守され、文書化されていること。
3. 適切な資格及び経験を有する職員が画像診断サービスを研究し、研究結果を分析し、報告すること。
4. 放射線医療及び画像診断サービスの研究成果は、病院規定に則り、タイムリーに参照可能なものであること。
5. 放射線医療及び画像診断サービスの研究に使用される全ての機器・設備は、定期的にメンテナンスされ、当該活動は適切に記録されること。
6. X 線フィルム及び他の必要な備品は常に使用可能な状態であること。
7. 適任者が放射線医療及び画像診断サービスのマネジメントを担当すること。
8. 品質管理手順が整備され、遵守され、文書化されていること。
9. 当該病院は定期的に連携する外部機関の診断サービスの品質管理結果を検証すること。
10. 当該病院は、必要とあれば専門性の高い放射線医療・診断サービスの分野について、専門家と連携可能であること。

出所) JCI, Accreditation Standards for Hospitals 4th edition

病院関係者への聴取によると、放射線治療の一連の医療行為は、基本的には Imaging Technologist (画像診断技師) が画像診断を実施し、Radiation Oncologist (放射線腫瘍医) が照射方向や線量を決め、Radiation Physist (放射線物理士) が治療計画を作る。治療計画に基づき、Radiotherapy Technologist (放射線治療技師) が治療を実施する。治療行為の結果に対する責任は、それぞれの医療行為者による明確なミスがない限り、100% Radiation Oncologist が負う。

医療過誤の責任については、医療従事者の業務に関する法律 (Health Professions Practicing Law Bill) に定められている。ただし、放射線治療そのものについての医療過誤の責任について細かな規定は存在しておらず、各病院はほぼ上記と同様の取り決めを定めている。

医療従事者の業務に関する法律では、医療過誤の種類について、「1- 治療における失敗またはフォローアップの不足。2- 同じ専門分野の者であれば知っているべき技術的事項に関する無知。3- 該当する規則に違反する実験的外科治療および人間での前例がないもの。4- 患者に対する未承認の実験または科学研究の実施。5- テストを目的として患者に医薬品を与えること。6- 十分な使用法の知識を持たず、または使用による危害を防止するために十分な措置を講じずに機器または医療器具を使用すること。7- 管理と監督の失敗。8- 患者の状態から助言を求めるべきであった相手に助言を求めず、望ましいア

ウトカムが得られないこと」と定めている。

5) 医師法及び医療関係従事者法令

医療従事者の業務に関する法律（Health Professions Practicing Law Bill）によると、サウジアラビアで医療業務に従事しようとする者は、専門職のために必要な医科大学、薬科大学、医療専門学校、医療大学、医療機関を卒業した後、医療専門職の業務を行うために必要なサウジ医療専門委員会（SCHS ; Saudi Commission for Health Specialties）の認める資格を得る必要がある。

腫瘍医になるためには、医師の資格を持ち、4年間のプログラムを大学で受けなければならない。サウジアラビア国内には当該教育を実施する大学はないため、英国やカナダへ留学する必要がある。

放射線治療医になるためには、医師の資格を持ち、4年間のプログラムをサウジアラビアやヨルダン、カイロ、米国等の大学で受ける必要がある。

Radiology Physist (放射線物理士)になるためには、医療物理学の大学を卒業し、サウジ医療専門委員会の認定試験をパスする必要がある。

Medical Physist (医学物理士) になるためには、修士号が必要。放射線安全管理学、放射線生態学等の分野で訓練を受ける必要がある。

放射線技師等のテクニシャンは学士号を持ち、大学病院で1年間のプログラムを受け、サウジ医療専門委員会からライセンスを受ける必要がある。

医師は、医学部卒業後、2年間大学病院等で研修を受け、委員会の試験に合格すると Resident（前期研修医師）となる。さらに2年間の研修を受け、サウジ医療専門委員会による試験に合格すると、Registrar（後期研修医）となる。さらに、所定の試験に合格し Saudi Specialization Certificate（サウジ専門職証明書）を得て、3年間のプログラムを終え、試験にパスすれば、Consultant（専門医）となる。外国人も全て同様のステップを経る必要があり、海外から委員会の認める証明書を得る必要がある。既に日本で医師免許を持ち、サウジで診療を行う場合、医師免許を発行する機関（厚生労働省）とサウジ医療専門委員会とで当該医師のグレードを交渉したうえで、サウジ医療専門委員会による試験（全て英語）をパスしてライセンスを得る必要がある。

米国やカナダの医師の場合、サウジアラビアと資格制度が連動しているので、サウジ医療専門委員会による試験を受ける必要はない。

6) 医療保険

サウジアラビアにおける医療保険は、1999年に施行された Cooperative Medical Insurance Law（医療共済保険法）等の各規制により規定されている。保険の対象者は段階的に拡大されており、公的機関への従事者以外の全ての非サウジアラビア人は加入が義務化されている。また、民間病院は基本的に非サウジアラビア人が受診するが、保健省管轄病院が大変混雑している状況を受け、サウジアラビア人に対しても任意加入の保険を用意し、民間病院を受診する選択肢を与えている。保険は概ね3段階に分かれ、最も安い保険（概ね年間 700SR）であっても、患者負担は最大 10%程度である。

第9次発展計画によると、サウジアラビア人の人口約 2,760 万人のうち、527 万人が健康保険に加入している（加入率約 19%）。政府は、健康保険の対象者を官公庁職員にも拡大するとの見方があり、今後も段階的に健康保険を普及していくものと考えられている。

第3章 サウジアラビアにおける放射線医療需要状況

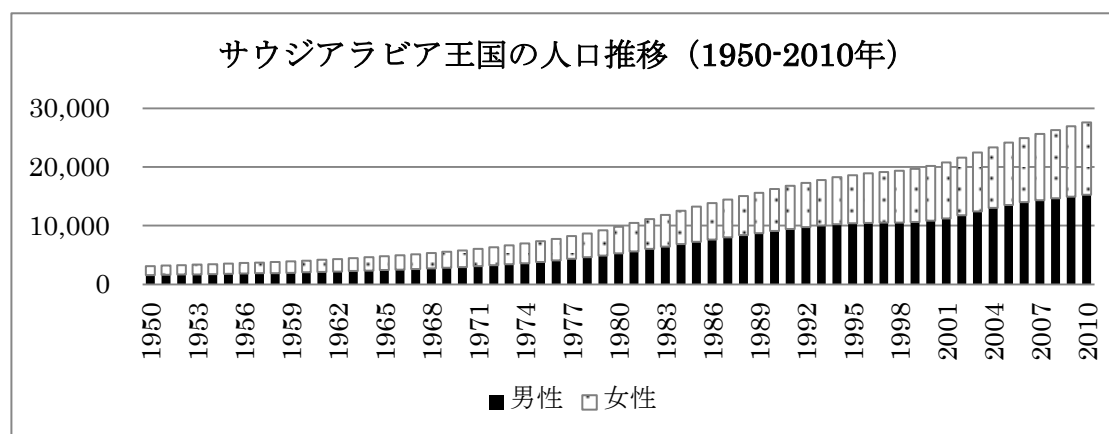
3-1. サウジアラビア及び主要都市の人口推移

2100 年までの放射線医療需要の概算のため、サウジアラビア国内及び主要な放射線医療供給病院施設が所在するリヤド、ジェッダの人口推移を調査した。

1) 2010 年までのサウジアラビアの人口推移

サウジアラビアの人口は、2010 年時点で約 27,610 万人である。1950 年から 2010 年まで一貫して増加傾向にあり（増加率年平均 3.7%）、過去 10 年間で人口は約 700 万人増加している。2010 年の人口構成は、男性 15,262 人（55.3%）、女性 12,348 人（44.7%）となっている。

図表・22 サウジアラビアの人口推移

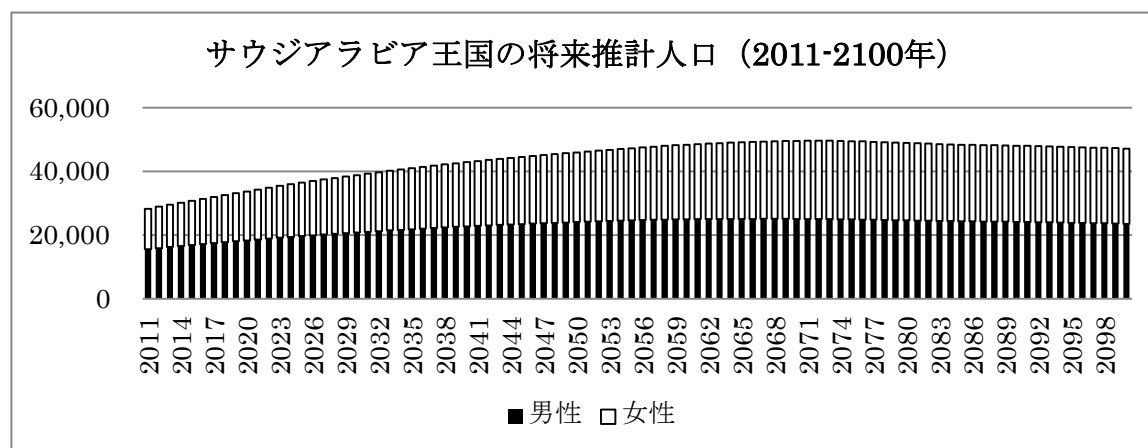


出所) United Nations, World Population Prospects, the 2010 Revision

2) サウジアラビアの将来推計人口(2011-2100 年)

サウジアラビアの将来推計人口（中位推計）は、今後も増加し続け、約 20 年後の 2033 年には人口 4,000 万人を突破する推計である。

図表・23 サウジアラビアの将来推計人口



出所) *United Nations, World Population Prospects, the 2010 Revision*

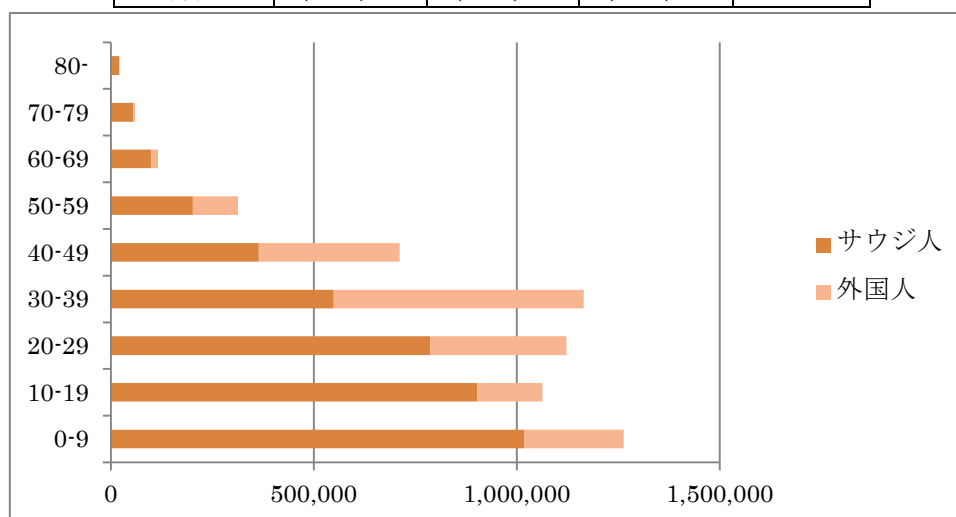
3) リヤドの人口推移

サウジアラビアの首都であるリヤド市は、アラビア半島中央部のリヤド州に位置し、人口は2007年の時点で約584万人である。1990年から2004年にかけて、人口は年間4.2%増加しており、世界でも有数のスピードで発展を遂げている^{vi}。内訳は、男性の人口が約331万人（56.7%）、女性の人口は約253万人（43.3%）、サウジアラビア人は約400万人（68.4%）、外国人は約184万人（31.6%）である。また、50以上の異文化・言語が共存する国際都市でもある。

リヤド市の人口の大半は若年層で占められている。15歳以下の人口は総人口の約34%を占めており、今後若い労働力の拡充が見込まれるが、一方で高等教育・大学教育のプログラムの充実が課題となると共に、職業訓練の充実・雇用の確保が重要な課題となることが想定されている。さらに、当該年齢の人口の増加は、若い家族やこどもの増加が見込まれ、保育園、幼年期教育、小児科・産婦人科医療等の充実が必要となっている。

図表・24 リヤド市の人口関連データ（2007年）

	サウジ人	外国人	合計	割合
0-9	1,018,833	244,502	1,263,335	21.6%
10-19	903,215	159,781	1,062,996	18.2%
20-29	787,240	335,444	1,122,684	19.2%
30-39	549,279	615,448	1,164,727	20.0%
40-49	364,633	346,867	711,500	12.2%
50-59	202,038	111,539	313,577	5.4%
60-69	98,800	17,182	115,982	2.0%
70-79	55,420	3,830	59,250	1%
80+	20,449	1,113	21,562	0.4%
合計	3,999,907	1,279,611	5,835,613	100%



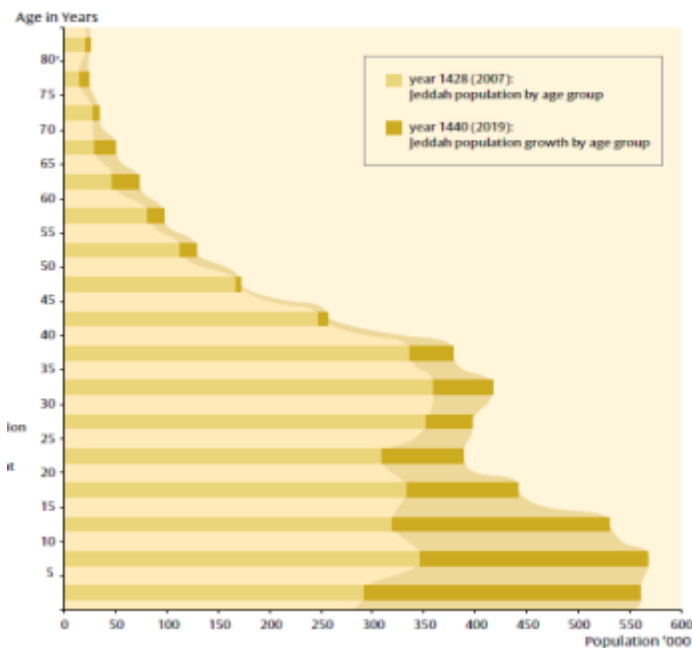
出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

4) ジェッダの人口推移

ジェッダ市は、サウジアラビア西部のメッカ州に位置し、紅海を臨むサウジアラビア第二の都市である。イスラム教の聖地メッカへの巡礼者の中継地点として、また中東有数の経済都市として発展している。2009年時点のジェッダ市の人口は、約340万人^{vii}であり、年間人口増加率3.5%で推移している。ジェッダ市の人口の約40%は15歳以下で占められており、今後5～10年間で人口構成の大きな変化が見込まれている。リヤド市と同様、今後10年間の15～24歳の人口の増加により、教育の充実、雇用の確保、医療サービスの充実が課題となっている。

主要都市の年齢別人口分布も見て、今後数年の内に50歳以上の人口が著しく増加し、これまでの感染症等の年齢に相関の少ない症例以外の生活習慣病やがん等の成人病罹患患者増加することが容易に予測できる。

図表・25 ジェッダ市の人口推移

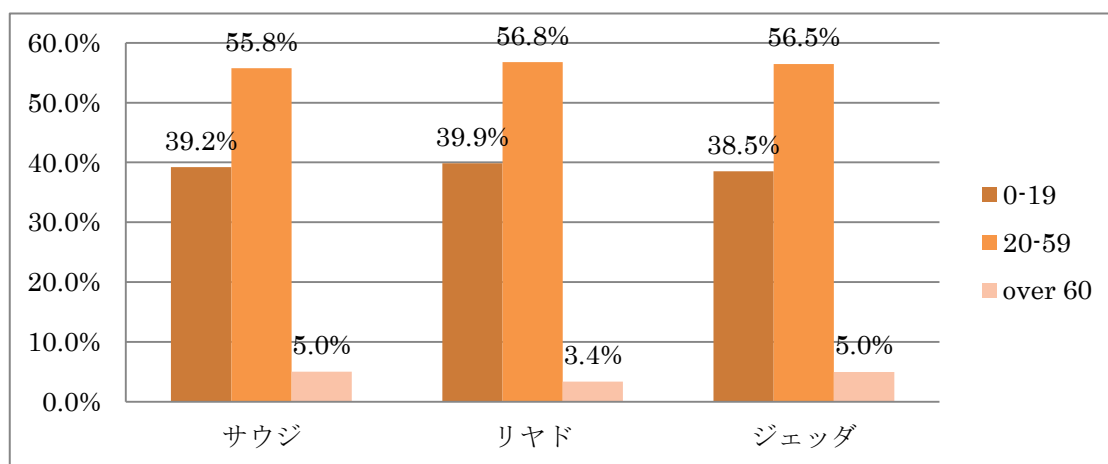


出所) ジェッダ市, Jeddah Strategic Plan(Draft)

5) サウジアラビアと各都市の年齢別人口構成

サウジアラビア全国と各都市の年齢別人口構成は、いずれも同様の傾向を示している。19歳以下が40%前後、20-59歳が56-57%、60歳以上が3-5%である。

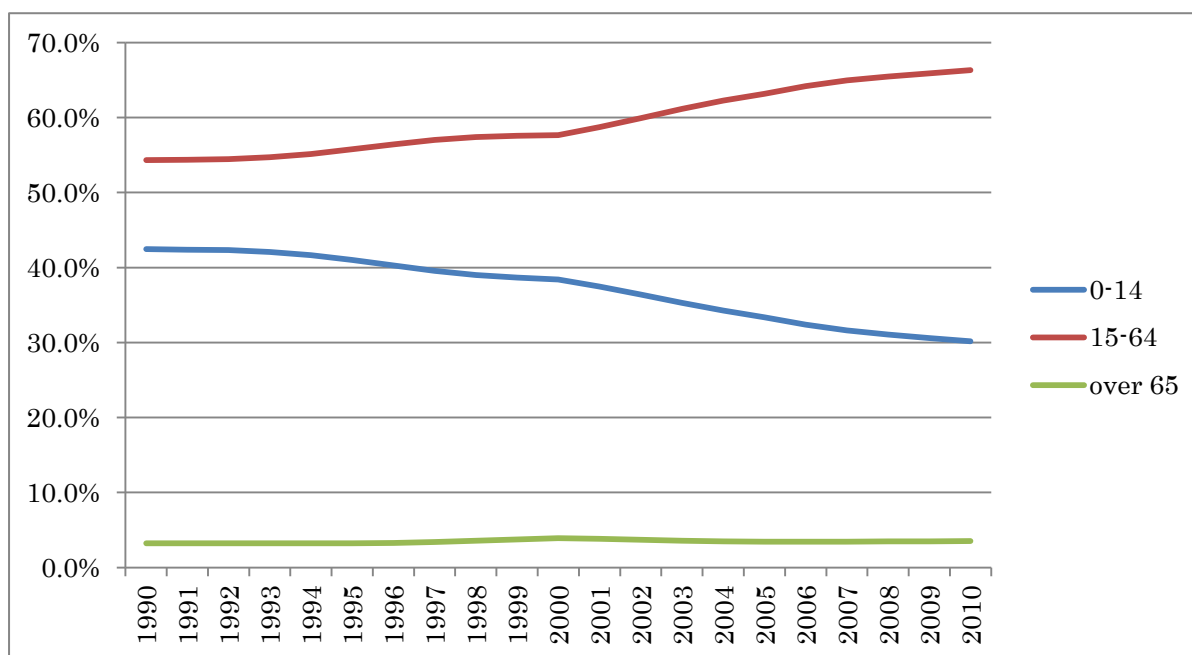
図表・26 サウジアラビアと各都市の年齢3区分別人口構成割合



出所) サウジはU. N. World Population Prospects 2010 より2010年, リヤドはKSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009 より2007年, ジェッダはJeddah Strategic Plan (Draft)より2007年のデータである。

サウジアラビア全国の1990年から2010年の年齢3区分別人口構成割合の推移を整理した。0-14歳の構成比は、2010年時点で30.2%と、先進諸国に比べ高い水準にあるが、1990年から一貫して減少している。一方、15-64歳の生産年齢人口の構成比は、1990年から一貫して増加している。65歳以上の人口は、1990年から2000年まで増加傾向にあったが、その後やや減少し、2008年より再び増加に転じている。15-64歳の生産年齢人口の増加に伴い、今後の65歳以上の人口の増加が見込まれ、がんや認知症、骨折、糖尿病、脳血管疾患、心臓病等の高齢者に特有の疾患の増加が見込まれる。

図表・27 サウジアラビアの年齢別人口構成割合の推移（1990-2010年）



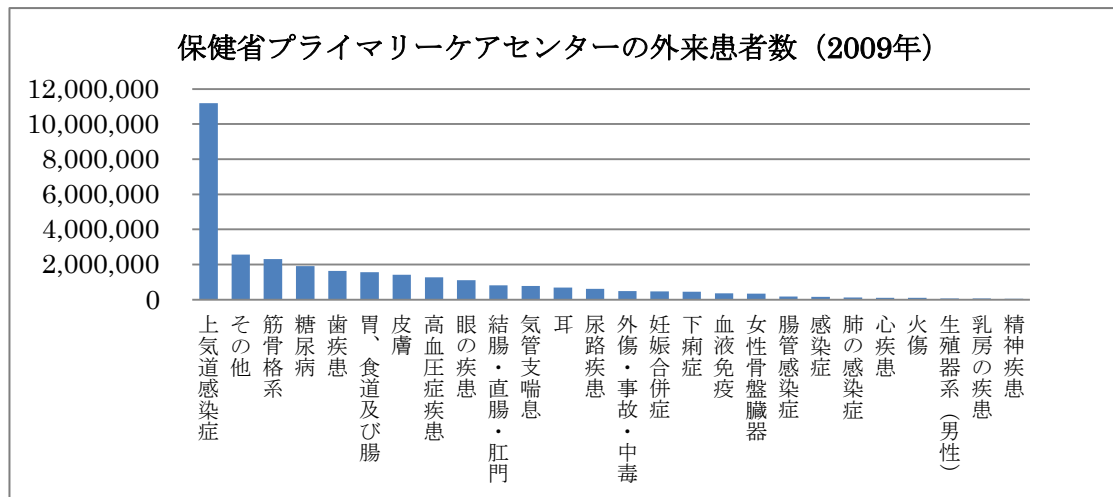
出所) U. N. World Population Prospects 2010

3-2. 患者疾病動向

1) 疾病別患者数

サウジアラビアにおける保健省プライマリーケアセンターの疾病別患者数（2009年）を見ると、上部呼吸器道感染症が11,196,349人と、全体の30%を占め最も多く、初期医療センターとして軽度の風邪の患者を多く受け入れていると考えられる。続いて、筋骨格系の疾患(2,317,579人)、糖尿病(1,911,840人)となっている。筋骨格系の疾患患者数の詳細な内訳は不明だが、当該疾患は関節障害、脊柱障害、軟部組織障害、骨障害等で構成され、日本では脊椎障害及び関節症が多い。糖尿病は、国家的な対策が必要な疾患と認識されており、潜在患者を含めると約600万人が罹患していると推定されていて、年間の医療コストは360億SR（約7,900億円）と推計されている^{viii}。

図表・28 保健省プライマリーケアセンターの外来患者数

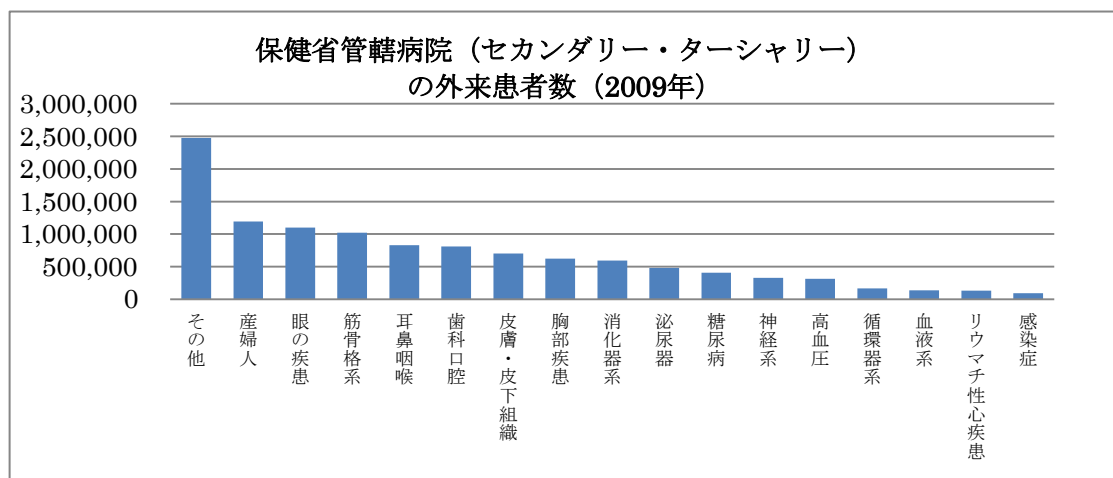


出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

保健省管轄病院（セカンダリー・ターシャリー）の同年の外来患者数を見ると、「その他」が最も多く、2,477,595 人と、全体の 21.8%を占めている。この要因について、保健省職員に対して聴取を行ったが、不明とのことだった。セカンダリー及びターシャリーにおいては、プライマリー等からの紹介が必要であるため、基本的に予約診療が実施されている。しかし、ER 部門においては、紹介は不要であり、サウジアラビア人・非サウジアラビア人の別なく受入れ、無料であること、さらにプライマリーケアセンターの認知度が低く、セカンダリー・ターシャリーに集中する傾向があるため、大変混雑している状況である。そのため、予約以外の緊急患者も相当数受入れていると思われる、そのことが「その他」の患者数が多くなっている要因の一つと推察される。

続いて、産婦人系（1,190,929 人）、眼の疾患（1,100,136 人）となっている。産婦人科系疾患の多さは、急激な人口の増加に伴う出生数の増加が主要因と考えられる。また、眼の疾患は、糖尿病の罹患数の多さが影響していると思われる。

図表・29 保健省管轄病院（セカンダリー・ターシャリー）の外来患者数

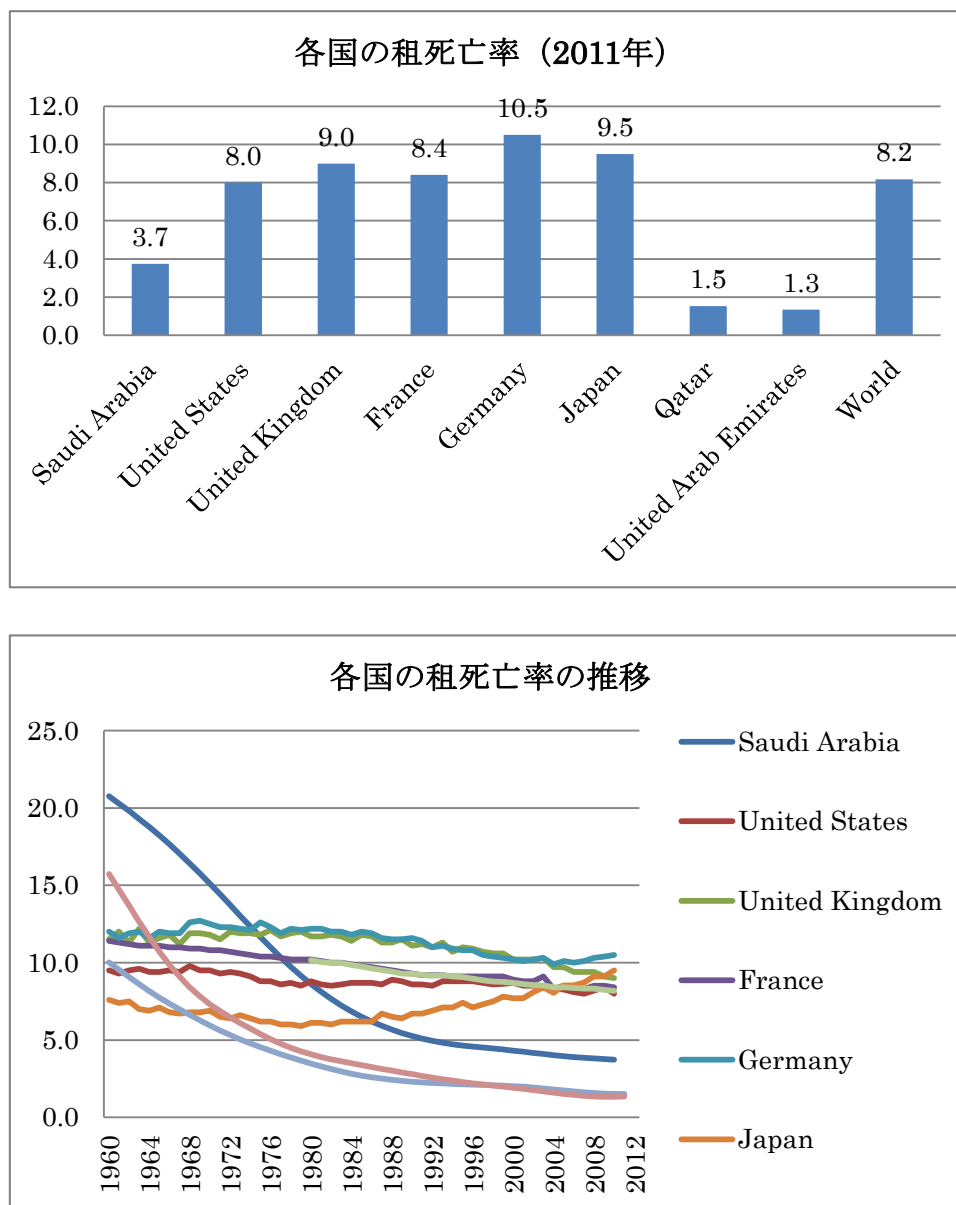


出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

2) 租死亡率(人口 1,000 人当たり死亡数)

サウジアラビアの租死亡率は年々低下傾向にあり、2011 年で 3.7 人[※]と、世界平均の 8.2 人と比べ低い水準にある。サウジアラビア・アラブ首長国連邦・カタールといった途上国は、先進国と比べ若年層が多く、医療レベルの向上に伴い年々租死亡率は低下傾向にある。

図表・30 サウジアラビアと各国の租死亡率



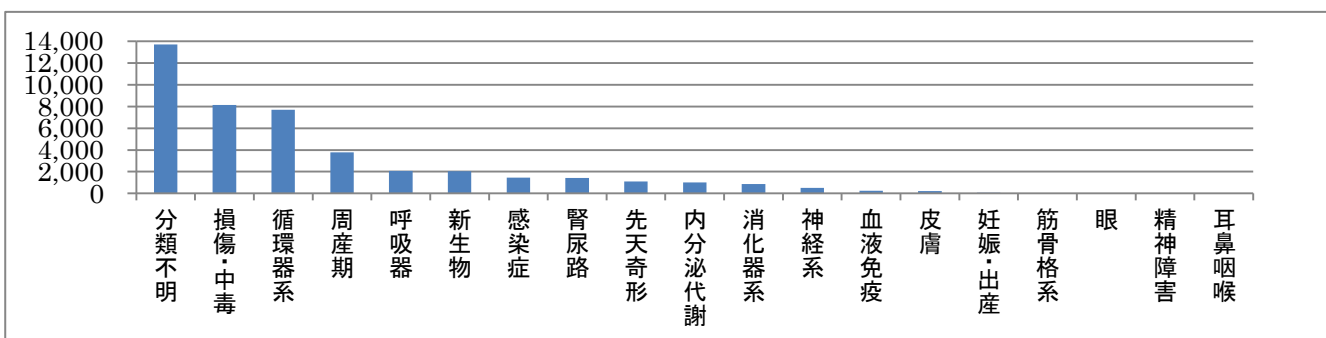
出所) The World Bank, World Development Indicators 2012

3) ICD10 別死因(2007-2009 年保健省管轄病院)

2009 年の保健省管轄病院における死因を見ると、「症状、徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの」が 13,693 人 (30.9%) と最も多い。このカテゴリーの大半は、病院外での死亡例である。この場合、殺人など特に死因を追及する必要がある場合を除き、宗教的な理由により検死をすることがないことが要因と推定される (日本ではこのカテゴリーの死亡例の 8 割が老衰^x)。このことにより、死因不明には、各種の死因の病死でありながら区分されないものも 30% 程度存在することになる。続いて、「損傷、中毒及びその他の外因の影響」が 8,130 人 (18.4%)、「循環器系の疾患」が 7,705 人 (17.4%)。「新生物」による死因は、2009 年は 2,034 人 (4.59%) と、全体の 6 位に位置している。2007-2008 年にかけて死亡数は約 100 人増加したが、2008-2009 年に約 200 人減少している。

図表・31 保健省管轄病院における ICD10 別死因 (2007-2009 年)

割合 (%)			症例数			ICD-10	疾病分類名
2009	2008	2007	2009	2008	2007		
30.90	28.79	25.66	13,693	13,452	10,288	(R00-R99)	他に分類されないもの
18.35	18.75	19.21	8,130	8,761	7,702	(S00-Y89)	損傷、中毒及びその他の外因の影響
17.39	17.99	18.79	7,705	8,403	7,535	(I00-I99)	循環器系の疾患
8.51	9.60	9.77	3,773	4,486	3,916	(P00-P96)	周産期に発生した病態
4.67	3.97	4.48	2,068	1,854	1,798	(J00-J99)	呼吸器系の疾患
4.59	4.82	5.39	2,034	2,254	2,163	(C00-D48)	新生物
3.26	3.48	3.85	1,446	1,624	1,543	(A00-B99)	感染症及び寄生虫症
3.24	3.14	3.06	1,437	1,468	1,227	(N00-N99)	腎尿路生殖器系の疾患
2.47	2.60	2.61	1,095	1,216	1,048	(Q00-Q99)	先天奇形、変形及び染色体異常
2.28	2.19	2.28	1,012	1,021	914	(E00-E99)	内分泌、栄養及び代謝疾患
1.92	2.13	2.30	853	996	921	(K00-K93)	消化器系の疾患
1.14	1.31	1.45	504	614	581	(G00-G99)	神経系の疾患
0.55	44.00	0.45	244	205	180	(D50-D89)	血液及び造血器の疾患並びに免疫機構の障害
0.50	0.58	0.51	223	269	206	(L00-L99)	皮膚及び皮下組織の疾患
0.13	0.10	0.12	57	49	49	(O00-O99)	妊娠、分娩及び産じょく
0.07	0.09	0.07	32	41	28	(M00-M99)	筋骨格系及び結合組織の疾患
0.01	0.00	0.00	6	0	0	(H00-H59)	眼及び付属器の疾患
0.00	0.01	0.00	2	7	2	(F06.9)	精神障害
0.00	0.00	0.00	2	0	0	(H60-H95)	耳及び乳様突起の疾患
100.00	100.00	100.00	44,316	46,720	40,101	-	合計



出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

4) サウジアラビアの国内がん患者の今後の推移

これまでの人口及び年齢別人口、死亡率、死因に関するサウジアラビア統計データから、人口の 95% 以上を占める 65 歳以下の若壮年層は大きく減少することなく高齢者層に移行して行き、確実に高齢者が増加する。また、特定されない死因の死亡者の中には、死因として挙げられている他の項目が統計で示される確率で含まれていると考えられる。更に一般に公衆衛生や予防措置が不十分な社会での感染症蔓延過程、生活レベルの向上に伴う生活習慣病の増加過程、更に平均寿命が延びがん患者の増加過程と変化する生活向上に伴う主要疾病の遷移の中でサウジアラビアは生活習慣病である糖尿病の増加過程にあると言える。

以上のことから、現状の統計でのがん患者数から今後 10～20 年以内にながん患者の大幅な増加が予測され、これらに対処するためのがん治療体制の早期確立が必要と考える。

3-3. がん患者の動向

1) サウジアラビアのがん患者数の状況(2007 年)

2007 年のサウジアラビア全体の部位別がん患者動向をみると、乳がんが 14.5%と最も多く、続いて悪性リンパ腫 (7.2%)、甲状腺 (6.0%)、結腸 (5.9%) となっている。

図表・32 サウジアラビアにおける部位別がん患者数 (サウジ人・非サウジ人合計)

がん部位	患者数	割合
乳房	1,693	14.5%
悪性リンパ腫	837	7.2%
甲状腺	702	6.0%
結腸	689	5.9%
気管、気管支、肺	534	4.6%
肝臓	505	4.3%
直腸	484	4.2%
その他、部位不明	477	4.1%
その他皮膚	380	3.3%
胃	374	3.2%
ホジキン病	373	3.2%
リンパ性白血病	364	3.1%
前立腺	336	2.9%
その他	3,897	33.5%
合計	11,645	100.0%

出所) Saudi Cancer Registry, Cancer Incidence and Survival Report Saudi Arabia 2007 Special Edition

サウジ人の疾病動向を性別に見ると、男性全体で 4,351 人、女性全体で 4,773 人である。

男性の部位

別がん患者数は、

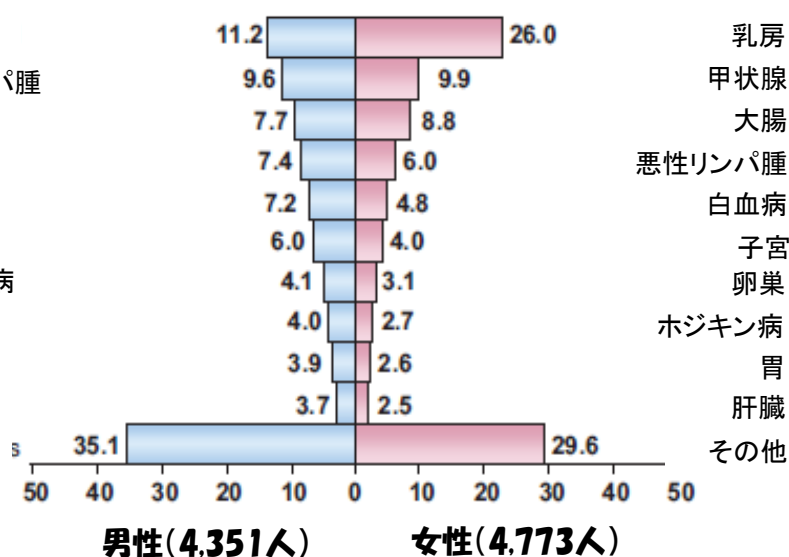
大腸がん、リンパ腫、白血病、肺がん、肝臓がんの順に多い。

女性の部位

別がん患者数は、

乳がん数が圧倒的に多く、続いて甲状腺、大腸がん、リンパ腫、白血病の順となっている。

図表・33 男女別部位別がん患者数の割合 (サウジ人のみ)



出所) Saudi Cancer Registry, Cancer Incidence and Survival Report Saudi Arabia 2007 Special Edition

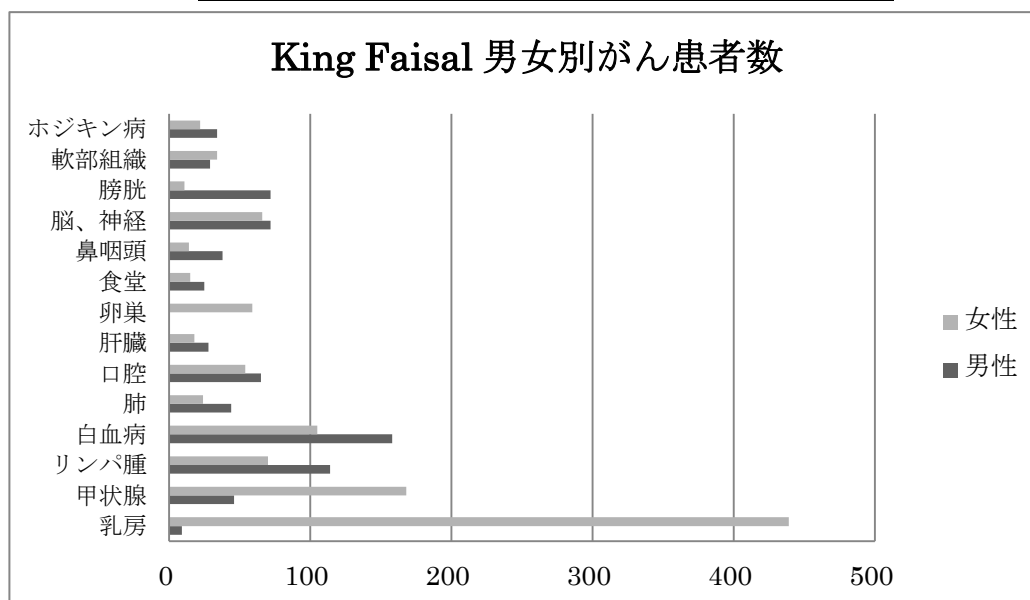
2) King Faisal Specialist Hospital and Research Center のがん患者数の状況(2009 年)

King Faisal Specialist Hospital and Research center の 2009 年の男女別・部位別がん患者数の状況を見ると、その他を除き合計では乳房が最も多く(16.2%)、次いで白血病(9.5%)、甲状腺(7.7%)となっており、サウジアラビア全体と概ね同様の傾向を示している。

男性は、白血病が最も多く、続いてリンパ腫、脳・神経、膀胱となっている。女性は、乳房が最も多く、続いて甲状腺、白血病となっている。

図表・34 King Faisal Specialist Hospital and Research Center の部位別がん患者数

部位	合計	割合
乳房	448	16.2%
甲状腺	214	7.7%
リンパ腫	184	6.6%
白血病	263	9.5%
肺	68	2.5%
口腔	119	4.3%
肝臓	46	1.7%
卵巣	59	2.1%
食堂	40	1.4%
鼻咽頭	52	1.9%
脳、神経	138	5.0%
膀胱	83	3.0%
軟部組織	63	2.3%
ホジキン病	56	2.0%
その他	937	33.8%
合計	2,770	100.0%



出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

3) 他病院の部位別がん患者数の状況

病院関係者からの聴取によると、King AbdulAziz University Hospital では、乳がんが最も多

く、次いで甲状腺、肝臓、リンパ腫、肺、大腸がん等が多い。Almana General Hospital (Khobar) では、乳がんが最も多く、次いで大腸、リンパ腫、肺、肝臓等が多い。

4) 各国の部位別がん患者状況(2008 年)

(1) 人口 10 万人当たりがん患者数

サウジアラビアと各国の人口 10 万人当たり部位別がん患者数を比較した。がん患者合計では、サウジアラビアは比較的患者数は少なく、日本・米国・欧州といった先進諸国は患者数が多い状況にある。サウジアラビアは、寿命が 74 歳と先進諸国の 80 歳前後より短く、また飲酒の習慣がないことなどが罹患数の差を生んでいると考えられる。

各国の部位別の構成割合を見ると、サウジアラビアは乳房・結腸直腸が多く、先進諸国は乳房・結腸直腸のほか肺、前立腺の罹患数が多い。

図表・ 35 サウジアラビアと各国の部位別がん患者数（人口 10 万人当たり）

部位名	サウジ	日本	米国	欧州	世界
口腔	1.0	4.8	7.3	7.4	3.8
鼻咽頭	0.8	0.4	0.6	0.5	1.2
他咽頭	0.2	3.4	3.2	4.2	2.0
食管	0.7	13.1	5.2	5.8	7.0
胃	1.6	76.3	6.8	19.1	14.5
結腸直腸	6.3	76.0	48.6	56.5	18.1
肝臓	1.7	29.1	6.8	7.8	11.0
胆嚢	0.9	14.9	3.0	3.8	2.1
膵臓	1.7	20.9	11.9	12.3	4.1
喉頭	0.4	2.5	3.9	5.3	2.2
肺	2.5	64.9	68.0	50.8	23.5
皮膚黒色腫	0.2	1.0	19.7	11.2	2.9
乳房	6.4	34.3	57.7	55.6	20.2
子宮頸	0.6	6.6	3.5	7.1	7.8
子宮体	1.0	6.4	12.7	11.5	4.2
卵巣	0.9	6.2	6.8	8.6	3.3
前立腺	1.7	28.9	58.9	48.5	13.1
睾丸	0.2	0.8	2.6	2.4	0.8
腎臓	1.2	11.2	17.9	13.3	4.0
膀胱	1.1	13.1	21.7	17.5	5.6
脳、神経組織	1.6	3.4	6.9	7.2	3.5
甲状腺	2.5	4.9	11.8	6.3	3.1
ホジキン病リンパ腫	1.4	0.5	2.6	2.3	1.0
リンパ腫(ホジキン病以外)	3.2	11.3	20.9	11.5	5.2
多発性骨髄腫	0.4	3.6	6.3	4.8	1.5
白血病	2.4	7.2	14.0	10.3	5.1
合計	50.5	460.1	454.3	419.5	185.1

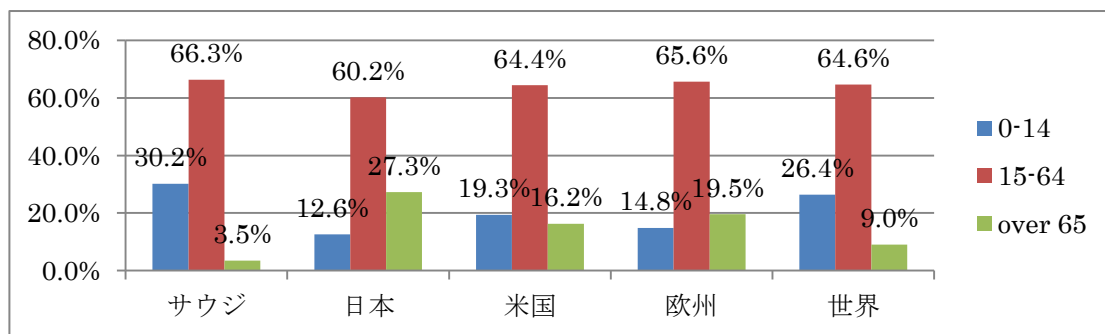
出所) WHO, World Cancer Mondial 2008

サウジアラビアと他先進諸国のがん患者罹患率の差異の要因の一つとして、高齢者の割合が挙げられる。サウジアラビアの 65 歳以上の人口が 3.5%に対し、他国は 20-30%前後である。また、前述のように死亡率も他国に比べ低いため、今後 10 年から 20 年の間に 65 歳以上の高齢者が増加し、成人病、がんの患者罹患率の上昇が予測される。

図表・36 サウジアラビアと各国の部位別がん患者数割合

部位名	サウジ	日本	米国	欧州	世界
口腔	1.9	1.1	1.6	1.8	2.1
鼻咽頭	1.5	0.1	0.1	0.1	0.7
他咽頭	0.5	0.7	0.7	1.0	1.1
食堂	1.4	2.8	1.1	1.4	3.8
胃	3.2	16.6	1.5	4.5	7.8
結腸直腸	12.5	16.5	10.7	13.5	9.8
肝臓	3.3	6.3	1.5	1.9	5.9
胆嚢	1.7	3.2	0.7	0.9	1.1
膵臓	3.4	4.6	2.6	2.9	2.2
喉頭	0.8	0.5	0.9	1.3	1.2
肺	5.0	14.1	15.0	12.1	12.7
皮膚黒色腫	0.3	0.2	4.3	2.7	1.6
乳房	12.6	7.4	12.7	13.2	10.9
子宮頸	1.1	1.4	0.8	1.7	4.2
子宮体	1.9	1.4	2.8	2.7	2.3
卵巣	1.7	1.4	1.5	2.0	1.8
前立腺	3.4	6.3	13.0	11.6	7.1
睾丸	0.5	0.2	0.6	0.6	0.4
腎臓	2.4	2.4	3.9	3.2	2.2
膀胱	2.1	2.8	4.8	4.2	3.0
脳、神経組織	3.2	0.7	1.5	1.7	1.9
甲状腺	4.9	1.1	2.6	1.5	1.7
ホジキン病リンパ腫	2.7	0.1	0.6	0.5	0.5
リンパ腫(ホジキン病以外)	6.4	2.5	4.6	2.7	2.8
多発性骨髄腫	0.9	0.8	1.4	1.1	0.8
白血病	4.7	1.6	3.1	2.4	2.8
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

図表・37 サウジアラビアと各国の年齢別別がん患者数割合（2010 年）



出所) United Nations, World Population Prospects 2010

(2) がん患者数対死亡数

サウジアラビアと各国のがん患者数に占める死亡数の割合を比較した。サウジアラビアは、がん患者数の罹患数は先進諸国と比較して少ないものの、罹患数に対する死亡数の割合は先進諸国より高い傾向にある。特に、睾丸、前立腺、ホジキンリンパ腫、乳房等の死亡割合が先進諸国よりも高い。

図表・38 サウジアラビアと各国の部位別がん患者数に占める死亡数の割合

部位名	サウジ	日本	米国	欧州	世界
口腔	39.1%	53.6%	16.6%	39.2%	48.5%
鼻咽頭	56.2%	56.4%	31.4%	52.7%	61.1%
他咽頭	79.4%	60.5%	30.8%	55.5%	69.9%
食管	94.1%	67.1%	86.7%	87.4%	84.4%
胃	89.5%	49.2%	50.6%	79.8%	74.6%
結腸直腸	67.7%	42.6%	32.9%	49.1%	49.3%
肝臓	95.5%	86.5%	86.1%	101.1%	92.8%
胆嚢	95.6%	86.9%	35.1%	77.6%	75.5%
膵臓	97.1%	92.7%	91.0%	101.9%	95.7%
喉頭	46.5%	29.7%	30.0%	51.1%	54.3%
肺	91.7%	77.0%	75.3%	88.0%	85.6%
皮膚黒色腫	40.0%	44.3%	13.5%	23.4%	23.2%
乳房	42.0%	25.7%	22.2%	30.3%	33.1%
子宮頸	36.2%	37.7%	35.0%	45.6%	51.9%
子宮体	25.7%	27.7%	18.6%	24.8%	25.6%
卵巣	68.3%	56.6%	71.7%	63.1%	62.4%
前立腺	66.7%	25.9%	15.4%	24.2%	28.7%
睾丸	43.1%	8.8%	4.7%	8.9%	18.9%
腎臓	67.8%	46.5%	24.2%	44.2%	42.5%
膀胱	51.1%	36.9%	20.5%	38.2%	39.3%
脳、神経組織	62.6%	39.3%	59.9%	78.4%	73.5%
甲状腺	38.3%	23.3%	4.2%	13.0%	16.6%
ホジキン病リンパ腫	65.8%	19.7%	16.4%	26.2%	44.0%
リンパ腫(ホジキン病以外)	72.2%	61.6%	29.0%	43.7%	53.8%
多発性骨髄腫	87.3%	85.2%	53.7%	66.5%	70.5%
白血病	86.6%	79.6%	49.0%	68.3%	73.4%
合計	66.8%	55.6%	39.4%	53.5%	59.7%

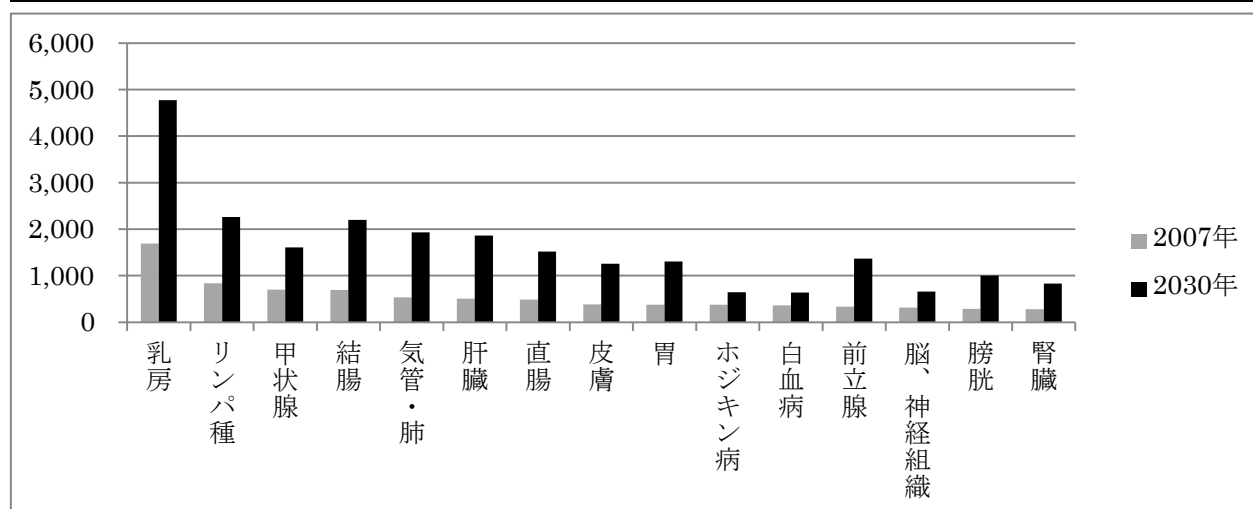
出所) WHO, World Cancer Mondial 2008

5) 将来推計部位別がん患者数

サウジアラビアの年齢別・性別がん患者数及び国連の年齢別・性別将来推計人口をもとに、サウジアラビアの現在の年齢別・性別罹患傾向及び将来的な性別・年齢構成を考慮した部位別将来推計がん患者数を算出した。2030年では、2007年と比較してがん患者はおおよそ3倍に増加する見込みである。2007年と同様乳房・リンパ腫・結腸・呼吸器・肝臓の罹患数が上位を占める。また、高齢者の増加に伴い前立腺・膀胱がんの罹患数が増加する見込みである。

図表・39 部位別将来推計がん患者数

ICD10	部位	2007	2015	2020	2025	2030	増減率 2007-30
C50	乳房	1,693	2,598	3,199	3,956	4,775	182%
C82-C85;C96	悪性リンパ腫	837	1,270	1,547	1,897	2,264	170%
C73	甲状腺	702	1,040	1,216	1,407	1,609	129%
C18	結腸	689	1,120	1,396	1,764	2,202	220%
C33-C34	気管、気管支、肺	534	908	1,173	1,517	1,932	262%
C22	肝臓	505	876	1,121	1,453	1,860	268%
C19-C20	直腸	484	774	973	1,221	1,520	214%
C44	皮膚	380	626	787	1,008	1,256	230%
C16	胃	374	622	785	1,022	1,306	249%
C81	ホジキン病	373	483	531	588	646	73%
C91	リンパ性白血病	364	467	518	580	639	75%
C61	前立腺	336	585	786	1,056	1,365	306%
C70-C72	脳、神経組織	316	438	502	582	661	109%
C67	膀胱	283	476	600	775	1,000	254%
C64	腎臓	279	433	539	672	828	197%
合計		11,645	18,145	22,279	27,689	33,864	191%



※年齢・性別・部位別がん患者受療率 (Saudi Caner Registry) × 年齢・性別将来推計人口 (国連) より算出。

第4章 サウジアラビアにおける放射線医療供給体制

4-1. 医療供給体制の概要

1) 病院・病床数

サウジアラビアにおいては、保健省管轄病院が最も多く、2009年時点で244病院、33,277病床を有している。保健省以外の国公立病院数は39、病床数は10,822病床であり、民間病院数は125病院、病床数11,833病床となっている。

2009年におけるサウジアラビアと日本及びOECD諸国の人口1,000人あたりの病床数を比較すると、サウジアラビアの2.2床に対し、日本は13.0床、OECDは5.0床と、サウジアラビアの人口当たり病床数が不足していることが分かる。

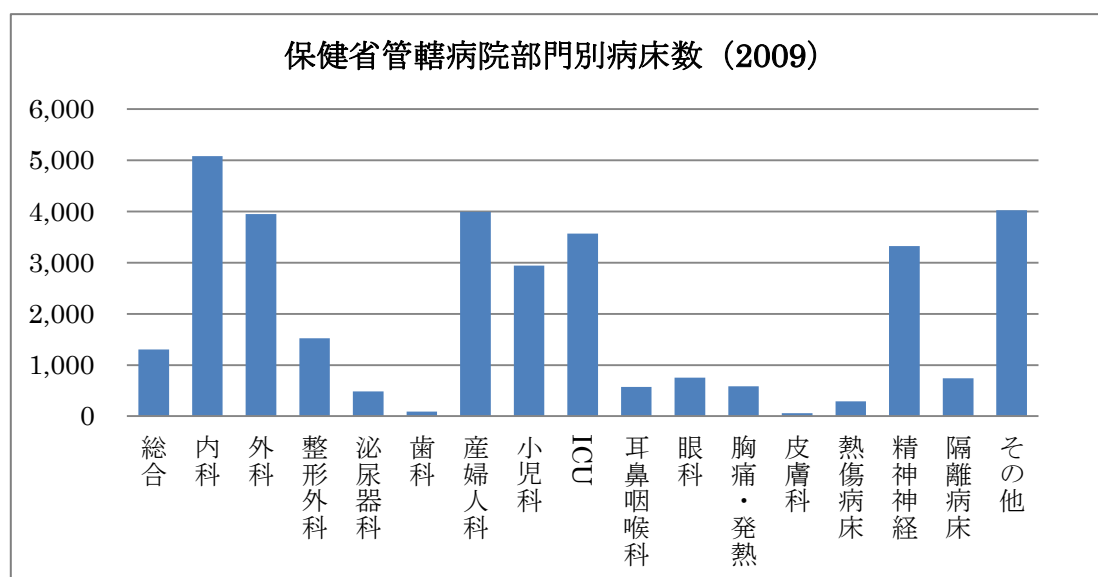
図表・40 サウジアラビアの病院数・病床数（2009年）

経営主体	病院数	病床数	病床数/1,000人		
			サウジ	日本	OECD
保健省	244	33,277	—	—	—
その他公的機関	39	10,822	—	—	—
民間	125	11,833	—	—	—
合計	408	55,932	2.2	13.0	5.0

出所) Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009, OECD Stat. Extracts, 厚生労働省「平成21年医療施設調査・病院報告」

サウジアラビアにおける保健省管轄病院の部門別病床数は以下の通りである。内科、外科、産婦人科、ICU、精神神経系の病床が多い。

図表・41 保健省管轄病院部門別病床数（2009年）



出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

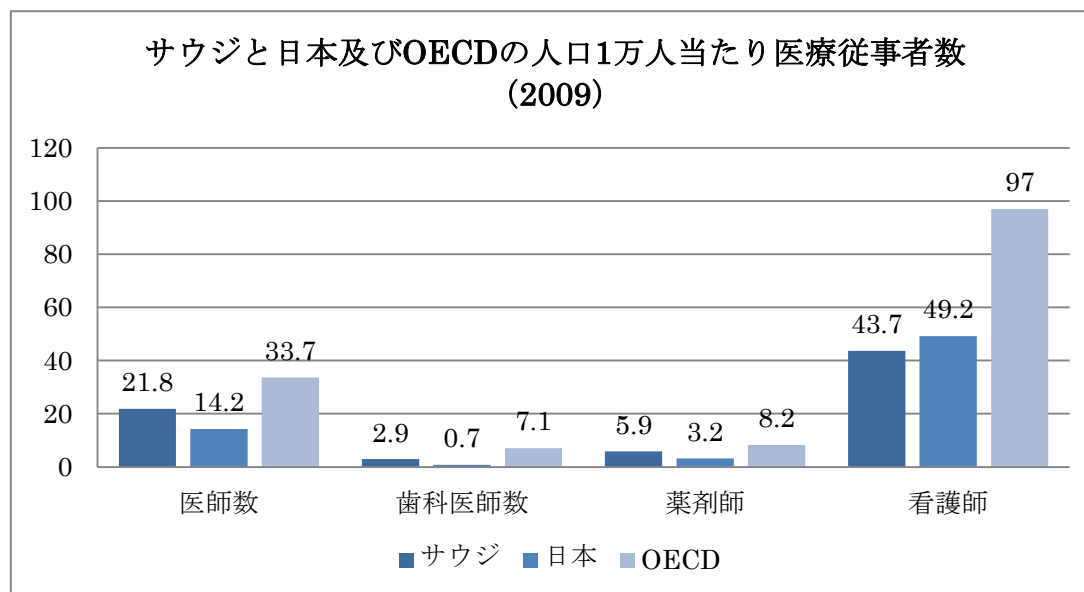
2) 医療従事者数

サウジアラビアと日本及び OECD 諸国の 2009 年の人口 1 万人当たり医療従事者数を比較した。

サウジアラビアと OECD 諸国の比較では、医師、歯科医師、薬剤師、看護師いずれにおいてもサウジアラビアは OECD 諸国を下回る水準にある。特に医師と看護師の差異が大きい。

一方、サウジアラビアと日本との比較では、看護師以外はサウジアラビアが日本を上回っている（ただし、サウジアラビアは実数、日本は常勤換算された職員数であるため単純比較はできない）。

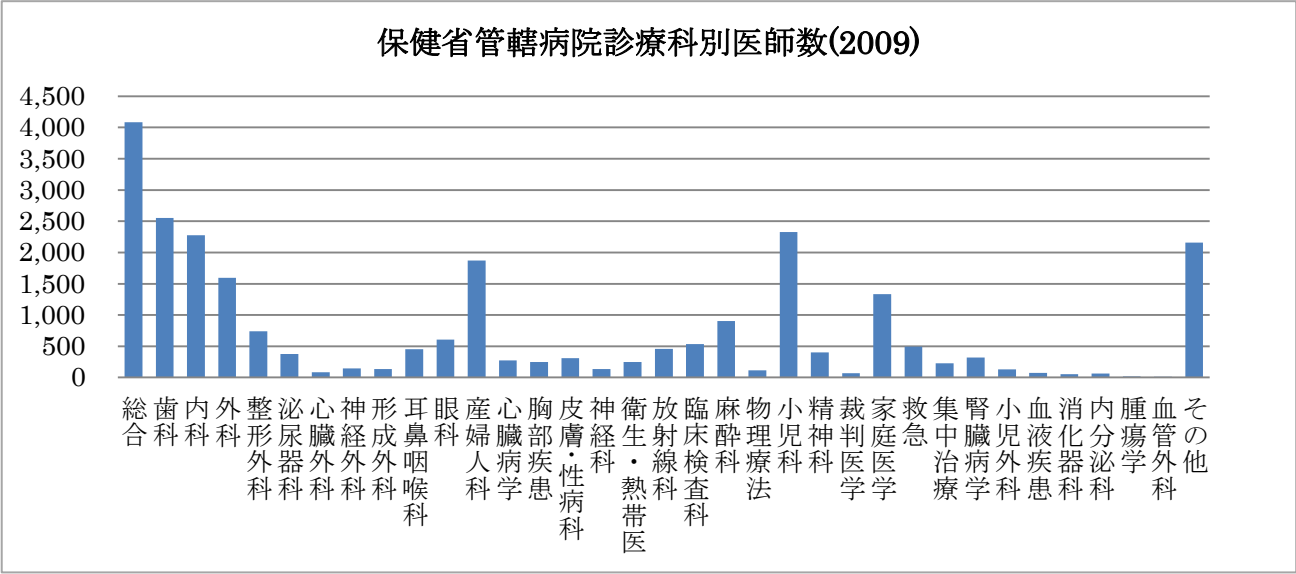
図表・42 サウジアラビアと日本及び OECD の人口 1 万人当たり医療従事者数（2009）



出所) Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009, OECD Stat. Extracts, 厚生労働省「平成 21 年医療施設調査・病院報告」

サウジアラビア全体の保健省管轄病院の医師数は 25,832 人である。部門別では、総合、歯科、内科、小児科、産婦人科、外科が多い。全体の約 8 割は外国人である。性別では、約 8 割が男性である。放射線科の医師数は、458 人である。うち、外国人医師が 375 人、サウジ人医師は 83 人である。サウジの人口百万人当たり放射線医師数は 18.1 人、OECD 諸国を始めとする 26 か国の平均は 104 名、日本は 36 名であり、サウジの人員は諸国と比較して不足している（出所）日本放射線科専門医会『諸外国における放射線科医の実態調査』より）。

図表・ 43 保健省管轄病院診療科別医師数（2009）



出所）KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

図表・ 44 保健省管轄病院の診療科別医師数（2009 年）

サウジ人割合 (%)	国籍・性別					専門
	合計	サウジアラビア人以外		サウジアラビア人		
		女性	男性	女性	男性	
29.0	4,085	883	2,017	596	589	総合医
36.6	2,551	337	1,281	429	504	歯科
20.2	2,275	306	1,509	134	326	内科
20.8	1,595	71	1,192	58	274	外科
10.9	741	16	644	1	80	整形外科
14.3	378	20	304	3	51	泌尿器科
9.4	85	1	76	-	8	心臓外科
13.2	144	2	123	2	17	神経外科
13.4	134	9	107	4	14	形成外科
20.4	452	19	341	21	71	耳鼻咽喉科
28.8	607	78	354	49	126	眼科
15.6	1,870	847	732	235	56	産婦人科
12.8	273	16	222	6	29	心臓病学

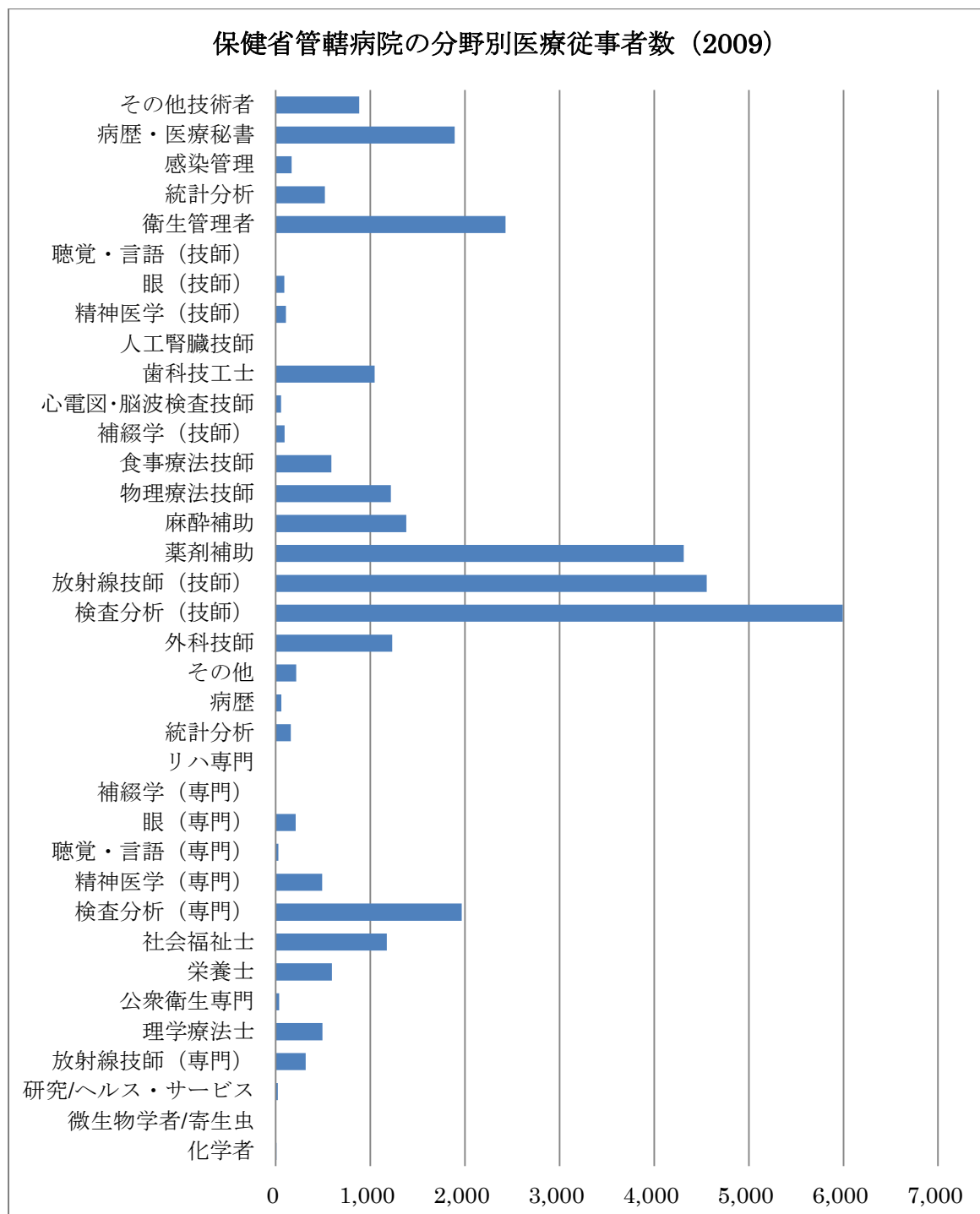
6.0	248	26	207	4	11	胸部疾患
36.3	311	39	159	40	73	皮膚・性病科
24.4	135	4	98	9	24	神経科
37.0	246	14	141	14	77	公衆衛生・熱帯医学
18.1	458	57	318	26	57	放射線科
7.7	533	175	317	25	16	臨床検査科
3.3	903	143	730	11	19	麻酔科
5.1	117	28	83	-	6	物理療法
22.6	2,330	437	1,366	220	307	小児科
20.3	403	55	266	12	70	精神科
17.1	70	-	58	-	12	裁判医学
25.5	1,335	255	739	147	194	家庭医学
4.6	495	63	409	3	20	救急
7.0	228	29	183	5	11	集中治療
10.2	322	36	253	12	21	腎臓病学
15.6	128	9	99	4	16	小児外科
6.9	72	18	49	2	3	血液疾患
18.2	55	3	42	1	9	消化器科
32.3	62	13	29	11	9	内分泌科
10.0	20	2	16	-	2	腫瘍学
8.3	12	-	11	1	-	血管外科
29.8	2,159	253	1,262	143	501	その他
22.6	25,832	4,264	15,737	2,228	3,603	合計

出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

保健省管轄病院の医師以外の分野別医療従事者数は以下の通りである。分野別では、検査分析、放射線技師、薬剤師補助等の数が多い。

医師とは反対に、放射線技師の約8割はサウジ人で占められている。

図表・45 保健省管轄病院の分野別医療従事者数（2009）



出所) KSA's Ministry of Health, Health Statistical Year Book 2009

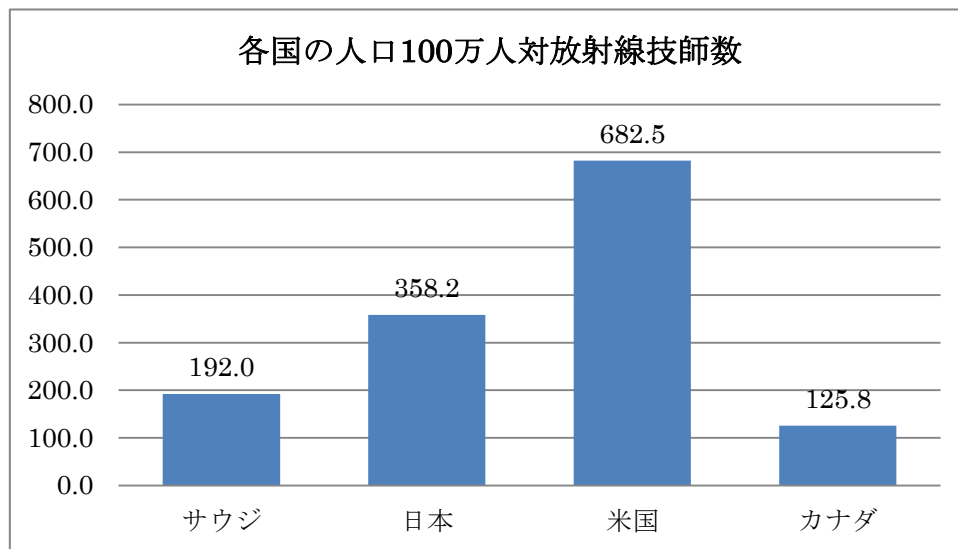
図表・ 46 保健省管轄病院の診療科別医師数（2009 年）

合計	サウジアラビア人以外		サウジアラビア人		専門
	女性	男性	女性	男性	
7	2	4	0	1	化学者
5	0	2	0	3	微生物学者/寄生虫
23	0	1	10	12	研究/ヘルス・ サービス
317	25	10	62	220	放射線技師 (Specialist)
495	27	40	136	292	理学療法士
38	0	7	15	16	公衆衛生(Specialist)
594	20	5	194	375	栄養士
1,173	3	2	363	805	社会福祉士
1,965	49	28	450	1,438	検査分析 (Specialist)
491	1	8	114	368	精神医学 (Specialist)
27	4	4	9	10	聴覚・ 言語 (Specialist)
212	3	1	89	119	眼 (Specialist)
1	0	1	0	0	補綴学 (Specialist)
3	0	1	1	1	リハ(Specialist)
161	0	8	9	144	統計分析
60	17	8	14	21	病歴
216	10	31	53	122	その他
1,232	35	83	1	1,113	外科(Technicians)
5,994	1,110	256	570	4,058	検査分析(Technician)
4,554	581	127	412	3,434	放射線技師 (Technicians)
4,313	337	105	386	3,485	薬剤補助
1,379	250	62	71	996	麻酔補助
1,216	198	48	258	712	物理療法 Technicians
589	45	7	47	490	食事療法 Technicians
93	9	11	8	65	補綴学 (Technicians)
57	31	18	0	8	心電図・脳波検査 Technicians
1,047	39	46	467	495	歯科技工士
2	0	2	0	0	人工腎臓 Technicians
109	55	26	15	13	精神医学 (Technicians)
90	8	5	6	71	眼 (Technicians)
6	1	2	1	2	聴覚・ 言語 (Technicians)
2,429	11	4	4	2,410	衛生管理者
521	4	12	8	497	統計分析
167	56	74	9	28	感染管理
1,891	160	68	269	1,394	病歴・ 医療秘書
883	139	162	187	395	その他技術者
32,360	3,230	1,279	4,238	23,613	Total

※Technicians は高卒以上、Specialist は大卒以上の学歴で所定の試験に合格した者。

サウジアラビアと他国の人口 100 万人当たり放射線技師数を比較すると、サウジアラビアは米国・日本と比べて放射線技師数が少ない水準にある。

図表・ 47 サウジアラビアと各国の人口 100 万人当たり放射線技師数



出所) 各国関連HP等より算出。

4-2. 放射線医療供給体制の概況

サウジアラビア国内の放射線医療サービスを行う全体の状況に関する統計データや資料は一般に公開されておらず有用なデータが入手困難であった。全体及び個別のデータに関しては MOH にて整理されているようであるが、今回は MOH 側へのコンタクトを在日サウジアラビア大使館経由で試みたが、事業期間内での、コンタクトが果たせなかった。このため、サウジアラビアへの3度に亘る現地調査及び現地セミナーの開催により訪れた放射線医療サービスを提供する病院において面談による直接の質問や事前に作成した質問票を利用してサウジアラビアの放射線医療供給体制の概況に関して情報を入手した。

サウジアラビア国内の放射線医療サービスを提供できる主な病院の内 King Faisal Specialist Hospital & Research Center, King Fahad Medical City, King AbdulAziz University Hospital, King AbdulAziz Oncology Center で国内の放射線医療を受ける患者 70%程度に対応しており、高度な放射線医療を提供できるのは、King Faisal Specialist Hospital & Research Center, King Fahad National Gurad, King Khalid Hospital, Military Hospital, King AbdulAziz University に限定されており、最も高度な放射線医療を実践できているのが King Faisal Specialist Hospital & Research Center と言われている。

今回のヒアリングでは、この中から MOH が管理する王族系病院の King Faisal Specialist Hospital & Research Center、及び高等教育省系の King AbdulAziz University Hospital 更に、民間の小規模病院の事例として Kingdom Hospital を加え、入手できた情報で概観することにより、サウジアラビアの放射線医療供給体制について多くの知見を得ることができた。

1) 主要医療機関・調査対象病院の概況

(1) King Faisal Specialist Hospital & Research Center (Riyadh)

日本の放射線専門医（先端医療センター病院 放射線治療科部長 小久保先生）及び病院経営の専門家、ネットワーク・通信の専門家からなる調査団を結成し、サウジアラビア国内の放射線治療を行う主要病院として King Faisal Specialist Hospital & Research Center を訪問し、常勤医師から病院概要等、院内通信インフラ、病院システム等にはエンジニアからのヒアリングを行った。

① 病院概要

King Faisal Specialist Hospital & Research Center (Riyadh)	
設立	1976 年
病床数	936 床
入院患者数	663 人/日
外来患者数	2,127 人/日
職員数	6,946 人
医師	418 人（放射線治療専門医 12 人）
看護師	1,942 人
医学物理士	10 人

② 主なヒアリング事項

質問項目	回答
本院・分院間の患者共有状況	● ジェッダとリヤドのサテライト病院間とプライベートネットワークで接続可能。がん情報の共有、ジェッダの患者のカルテを本部の医師が閲覧することもその逆も可能。 ● 本院・分院間の医師間のコミュニケーションに Web カンファレンスを使用。患者の診断には利用していない。
本院・分院間の患者連携状況	● MOH 管轄病院からの紹介（24 時間）が多く、約 70%。私立病院から患者が自ら医療記録を持って来院する場合も。 ● MOH 管轄病院から当院の Acceptance Center に連絡が入る（Fax もしくは E メールにより情報を受信）（日本でいうところの地域連携部門）
がん患者治療状況	● 年間約 3,000 人のがん患者を受け入れ、そのうち放射線治療は 1,500 人。 ● 1 日治療患者 100 名の約半分に IMRT を含む 3D Conformal 以上の治療を行っている。IMRT は Head&Neck が一番多い。前立腺は臨床試験としてサイバーナイフを用いた 5 回での治療を行っている。RIS は存在せず、治療 RIS として Varian の ARIA を使用している。
がん治療コスト	● がん治療の費用は、患者 1 人あたり 25,000～35,000SR（US\$5,000）程度。治療の難易度によって費用は変わるが、保険や医師で変わることはない。
放射線医療機器保有状況	● 本院に放射線治療装置 5 台、それ以外にマイクトセレクトロン 1 台。 ● 治療装置のうち 3 台とも varian。Tomography とサイバーナイフが 1 台ずつ。 ● 汎用リニアックの治療計画は全て varian 社の Eclipse で 5 セット。 ● 治療計画用の CT はシーメンス、ラージボアを 1 台所有 ● 診断部門に CT5 台、MRI5 台所有。 ● サテライトには治療装置はなく、近くの大学病院と連携してその病院の装置を利用している。
医療従事者の教育	● 病院内及びサウジ国内での教育は行っていない。候補者を選んで海外の大学病院に派遣している。医師はカナダ、セラピストはオーストラリアもしくは UK に派遣。

(2) King AbdulAziz University Hospital (Jeddah)

医療部門での日本との人的交流や日本の医療サービスに意識の高い Riyadh 及び Jeddah 周辺の大学において日本の放射線医療の第一人者 2 名（京都大学医学部：平岡教授、公益財団法人医用原子力技術研究振興財団：辻井理事）によるセミナーを 2012 年 12 月 15 日～16 日の二日間にわたり開催した。

Jeddah では前回医療 IT の専門家と接触があった King AbdulAziz University の大学病院の King AbdulAziz University Hospital にてセミナーを開催すると共に、放射線医療施設の見学を行った。セミナーでは「3 次元から 4 次元への放射線治療の革命（平岡教授）」、「粒子線治療（辻井理事）」をテーマに日本の最先端放射線医療のプレゼンテーションを行い、サウジアラビア放射線医療の現状や具体的な治療内容に関する情報の取得、更にコンソーシアムメンバーからの「中東放射線医療センター構

築手順」と題した日本型最先端放射線医療システムに関する提案の説明を行った後、日本の放射線医療への期待等のヒアリングを行った。セミナーの後には病院内の放射線医療施設見学を行い、院内の機器環境調査を行った。

① 病院概要

King AbdulAziz University Hospital (Jeddah)		
設	立	1997 年
病	床	数
入	院	患 者 数
外	来	患 者 数
放	射	線 治 療 部 門
医	師	8 人
コ	メ	デ ィ カ ル
		10 人

② 主なヒアリング事項

質問項目	回答
他病院との連携状況	● ジェッダの King Faisal Specialist Hospital が主な連携病院である。インターネットと病院独自のシステムで患者情報を共有している。
がん患者治療状況	● 年間約 1,500 人のがん患者を治療。うち 700～800 人が放射線治療対象。 ● 放射線治療計画は医学物理士が作成する。
がん治療慣行について	● 特別な慣行はなく、NCCN に準拠している。
放射線医療機器保有状況	● リニアック 3 台(ELEKTA1 台、Simens2 台) ● MRI は 4 台 (1T×1、1.5T×1、3T×2) ● CT は 3 台 (全て 128 スライス) ● 医療機器はモザイクシステムで統合されている
人材育成について	● 大学卒業生はカナダ、ドイツ、アジアでは中国、韓国に留学する。短期の研修が多い。それらの国では患者の診療が行える。日本では行えないことが問題である。 ● 毎日 600 人の研修生を受け入れている。 ● 研修関連の認定施設である。 ● 研究・教育により重点を置いている。

(3) Kingdom Hospital (Riyadh)

市内有数の私立病院であり、在サウジアラビア日本人の多くが利用する Kingdom Hospital を訪問した。日本大使館からのアポイントメント支援を受け、King Saud University から派遣されている腫瘍学の非常勤医師 Dr. Khalid と面会し、Kingdom Hospital のがん患者治療状況、医療機器保有状況等

をヒアリングした。

① 病院概要

Kingdom Hospital (Riyadh)										
設	立	2000 年								
病	床	数	131 床							
入	院	患	者	数	—					
外	来	患	者	数	—					
放 射 線 治 療 部 門					約 18 人					
医					師	8 人				
コ					メ	デ	ィ	カ	ル	10 人

② 主なヒアリング事項

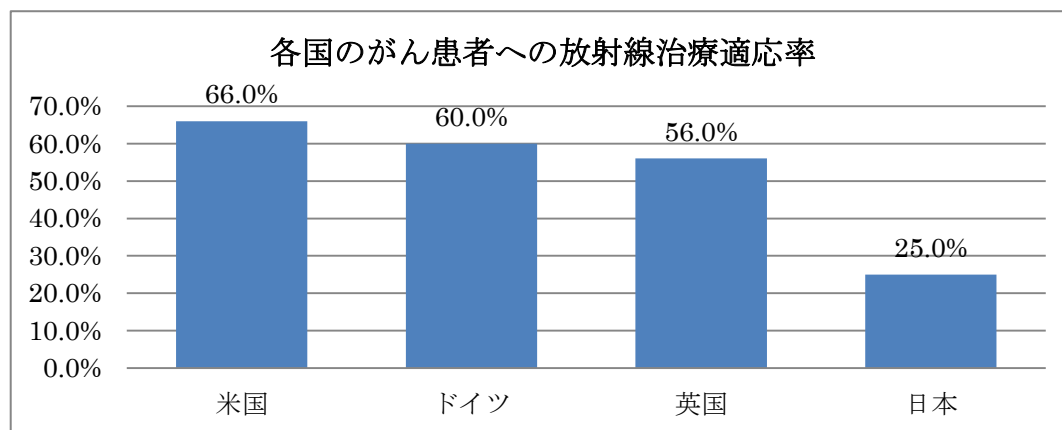
質問項目	回答
他病院との連携状況	● 重症のがん患者の搬送先である、King Fahad Medical City とは患者情報の共有はしておらず、電話などで症状を伝えるのみ。 ● King Saud University King Khalid Hospital、King AbdulAziz University Hospital は、IT システムにより患者情報を共有している。患者 ID は National ID を統一して使用している。 ● 重症のがん患者が来院した場合は、King Fahad Medical City に送っている。
人的体制	● 腫瘍医は Dr. Khalid のみで週 2 回の非常勤。不在時はオンコール体制。
がん患者治療状況	● がん患者は月に 3 名程度。 ● 大腸がん、直腸がん、乳がん、前立腺がんが多い。
がん治療慣行について	● がん治療方法について特に慣行はない。
がん患者治療コスト	● 1 人当たりコストは 100,000～200,000SR(20 万～50 万)が平均的。ただし、ステージや療法によって 500,000SR(約 115 万円)かかる場合もある。コストを決めるのは医師でありガイドラインや規則はない。 ● 保険の種類、保険の有無によってコストは異なる。
放射線医療機器保有状況	● 放射線治療装置は有していない ● CT は 2 台 ● MRI(1.5T)は 1 台 ● X 線撮影機器、X 線 TV、アンギオ、マンモグラフィ、超音波検査装置を有する。 ● PET、CT、ガンマカメラは有していない。

2) 症例別がん治療方法

(1) 各国の放射線治療適応率

厚生労働省によると、各国のがん患者への放射線適応率は、欧米諸国は50～60%以上と、半数以上が放射線適応患者である。一方、日本は医師や Technicians のマンパワー不足等の要因により25%にとどまっている。

図表・48 先進諸国のがん患者への放射線適応率



出所) 厚生労働省「第3回がん対策推進協議会」提出資料より

(2) 症例別治療方法

サウジアラビアは、放射線治療において NCCN(National Comprehensive Cancer Network; 国家包括がんネットワーク)に準拠している。NCCN は、全米を代表とする21のがんセンターが作成し、年に1回以上改訂を行い、世界的に広く利用されているがん診療ガイドラインである。

サウジアラビアで症例数の多い乳がんに対しては、外科療法、化学療法、放射線療法の3つの治療法を組み合わせることが多い。乳がんの専門家からの聴取によると、概ね患者の85%が外科療法、50-60%が化学療法(ただし身体への副作用を恐れて敬遠される傾向にある)、50%が放射線療法を行うとのことである。

図表・49 NCCN ガイドライン (抜粋)

No	部位	癌種/治療段階	内容
1	乳房	—	①ホルモン受容体の状態 ②HER2 (ハーツ：がん遺伝子) の状態 ③マイクロスコープ下でどのようにがんが見えるか ④どの程度がんが広がっているか 上記を元に、外科的治療、放射線治療療法、ホルモン療法、標的治療の選択を行う。
		—	乳腺腫瘍摘出術の後には外照射を使う

No	部位	癌種/治療段階	内容
		—	乳腺腫瘍摘出術後には 乳房の全ての部位に放射線を当てる 乳房切除後で、腫瘍が 5cm より大きい、または腫瘍の周りに安全断端面がない場合は放射線治療を行う。 手術の後に、癌がリンパ節に転移していた場合は放射線治療を行う。
		—	局所侵襲的な乳がんには、腫瘍及びリンパ節を放射線を取り除く手術を行う。
		—	再発の可能性が低い場合は、乳腺腫瘍摘出術の後には放射線治療は必要ない。
		—	乳房切除術の後に癌細胞が組織内で見つからない状態であれば、放射線治療は必要ない。
2	甲状腺	乳頭癌① 手術後評価段階	首にある残存病変が切除不能でかつ放射性ヨウ素療法が不可能な場合は、外照射による放射線治療を行う。
		乳頭癌② 手術後治療段階	T 4（外科的に甲状腺被膜外浸潤を削除）の段階でかつ 45 歳以上は外照射を検討する。
		乳頭癌③ 監視 維持段階	局所的再発の段階においては、 切除可能であれば外科手術、 放射線ヨウ素治療（断端面陽性の場合） または外照射（断端面陰性の場合） を行う。
		乳頭癌④ 転移段階	【中枢神経への転移】 外科的削除または画像誘導による外照射 【骨への転移】 外科手術、放射性ヨウ素治療、外照射を併用 【中枢神経以外】 前兆があり拡大している転移部分に関しては外照射
		濾胞（ろほう）状腺癌	首にある残存病変が切除不能でかつ放射性ヨウ素療法が不可能な場合は、外照射による放射線治療を行う。
			転移性疾患、中枢神経、骨、その他全ての部位において、外科手術、外照射どちらも選択できる。
		ヒュルトレ細胞癌① 外科手術後評価段階	首にある残存病変が切除不能でかつ放射性ヨウ素療法が不可能な場合は、外照射による放射線治療を行う。
		ヒュルトレ細胞癌② 外科手術後治療段階	甲状腺切除後、T 4（外科的に甲状腺被膜外浸潤を削除）の段階でかつ 45 歳より上であれば外照射を検討する。
		ヒュルトレ細胞癌③ 監視 維持段階	局所的再発の段階においては、 切除可能であれば外科手術 放射線ヨウ素治療（陽性の場合） または外照射（陰性の場合） を行う。

No	部位	癌種/治療段階	内容
		ヒュルトレ細胞癌④ 転移に関する治療	【中枢神経への転移】 外科的削除または画像誘導による外照射 【骨への転移】 外科手術または外照射 【中枢神経以外】 前兆があり拡大している転移部分に関しては外照射
		髄様癌① 初期治療段階①	【直径 1cm 以上、または両側性甲状腺病】 完全に外科的削除ができず、あらたな外科手術も難しい場合、外照射を行う。 外科手術において病変部分を全て除き、首のリンパ腺の結節性軟部組織浸潤を取り除いた後、甲状腺被膜外浸潤 (T4a, T4b) で陽性の領域を持つ場合は、アジュバント外照射を検討する。
		髄様癌② 初期治療段階②	【生殖細胞変異 (RET proto-oncogene) で MEN2B に相当するケース】 外科手術において病変部分を全て除き、首のリンパ腺の結節性軟部組織浸潤を取り除いた後、甲状腺被膜外浸潤 (T4a, T4b) で陽性の領域を持つ場合は、アジュバント外照射を検討する
		髄様癌③ 初期治療段階③	【生殖細胞変異 (RET proto-oncogene) で MEN2A で、初期上皮小体機能亢進がないケース】 外科手術において病変部分を全て除き、首のリンパ腺の結節性軟部組織浸潤を取り除いた後、甲状腺被膜外浸潤 (T4a, T4b) で陽性の領域を持つ場合は、アジュバント外照射を検討する
		髄様癌④ 再発時	局所的な再発時には、外科的切除及び術後の外照射を行う。外科的切除が不可能の症状、または進行性の疾患の場合、外照射を検討する。
		退形成癌 初期段階	【外科的手術が可能なケース】 【外科的手術が不可能なケース】 共に、小分割照射法を視野に入れた外照射を行う。
3	結腸	一	放射線治療は、定期的に行う。 強度変調放射線療法 (IMRT) は再発患者の再照射などの特殊なケースに用いる。
			手術中の放射線治療 (IORT) は T4 の段階または再発患者へ追加免疫として行う。
			手術前の放射線治療は、化学療法と共に行い、T4 または再発患者のがん切除を援助するために行う。
			術中放射線治療が行えない場合は、10-20Gy の外照射または密封小線源療法を検討する。
			5-フルオロウラシルによる化学療法を放射線治療と同時にを行うことを前提とする。
			肝臓や肺に限られた数の癌が転移している患者及び前兆を持つ患者 (カテゴリー 3 に属する患者が望ましい) に対しては放射線治療は治験や高選択的なケースにおいて考慮することができる。
			放射線治療は外科的に削除した部位には使用すべきではない。

No	部位	癌種/治療段階	内容
4	気管、気管支、肺	—	術後の肺毒性症を避けるために、肺切除術が必要な患者には術前の科学放射線療法は避けることが望ましい。
		—	胸壁、解剖角膜、気道において、術後に腫瘍が残っている場合には化学放射線療法を行う（初回治療で化学放射線療法を行っていない場合）
		Stage1	手術が不可能または 75 歳以上の患者には体幹部定位放射線治療が望ましい
		Stage1	体幹部定位放射線治療プログラムを設立していない施設では、三次元原体照射（3D- CRT）が望ましい
		Stage2-3	手術不能なステージ 2、ステージ 3 の患者には通常化学療法と放射線療法を併用する。
		Stage2-3	術前の化学放射線治療は切除可能な上肺溝腫瘍を持つ患者に望ましい。
		Stage2-3	病理学的にステージ N0-1 に当たる人は、術後の放射線治療を行うことは望ましい。
		Stage2-3	予防的頭蓋照射（P C I）は頭部への癌の転移を和らげるが、肺癌患者の生存率を改善するということはない。
		stage4	痛み、呼吸困難や気道閉塞などの初期段階や転移段階の症状及び局所的な痛みの緩和のためには放射線治療は望ましい。
		stage 4	【脳に転移していたケース】 T1-2, N0-1, T3 に当たる患者は定位切除放射線治療（S A B R）を検討する。（Category 2B）
		—	腫瘍が 5cm 以上の場合は定位切除放射線治療を行う
5	直腸	—	2-5cm の領域がある腫瘍、仙骨前前方節及び内腸骨節が放射線治療の対象に含まれる。
		—	術中の放射線治療は切除後、陽性領域を持つ患者のみを対象とすることが望まれる。 T4 段階や再発をした患者に対して検討するのが望ましい
		—	術中放射線治療が不可能な場合は、密封小線源療法または外照射療法が検討される。
		—	外科手術の後には放射線療法は望ましくない
		—	転移部分への放射線治療については、肺や肝臓への転移がみられる患者または症状がある患者（カテゴリー 3 が望ましい）の中でも患者を選んで使うことが望ましい

3) がん治療費用負担(治療別コスト、保険/患者負担割合、保険適用率)

サウジアラビア国内の病院の治療費は、保健省管轄病院等公的病院では原則サウジアラビア人は無料であり、患者が治療費を支払うのは主に民間病院となる。さらに、保険の有無・種類によって負担費用は異なり、保険無しでは全額負担、保険有りの場合は最大でも 10%の負担となっている。

民間病院における治療費用の決定方法は、民間医療施設に関する法律 (Law of the Private Health Institutions) 及び病院法 (Hospital Law) に定められている。「平均的な治療費」は、保健省のメンバーを中心とした専門委員会により定められ、その前後でサービスや疾患等のある基準により変動するものとされており、その基準は 3 年ごとに見直される。実際に治療費を決めるのは、担当医と主任医師 (Chief Doctor) との協議による。また、現地医療関係者からの聴取によれば、基本的には専門委員会による基準は守られているものの、患者によっては治療費の減額等ケースバイケースの対応もあるとのことである。

がん治療に要するコストについては、現地病院及び医療関係者からの聴取によれば、King Faisal Specialist Hospital & Research Center で 25,000SR~35,000SR、Kingdom Hospital で 100,000SR~200,000SR とのことである。また、サウジアラビアの国立科学技術センター(KACST)によると、がん患者 1 人当たりのコストは約 82,500SR と見積もられている。

治療法別では、民間病院においては、放射線治療で 50,000SR~70,000SR、化学療法では 1 回につき 12,000SR~20,000SR とのことである。

乳がん患者の場合、生体検査で 10,000SR、病巣の局在診断に 10,000SR を要する。治療法別では、外科療法では 25,000SR、放射線治療では 20,000SR から 25,000SR とのことである。

4) 遠隔医療の実施状況

現地関係者からの聴取によると、サウジアラビアでは、Medianet や Worldcare 等の事業者が、遠隔医療相談、遠隔放射線診断、遠隔病理診断、患者紹介時の診療情報提供支援等のサービスを提供している。導入している主な病院は、King Faisal Specialist Hospital & Research Center、Security Forces Hospital、軍病院、King AbdulAziz University Hospital 等。また、Saudi German Hospital では TV 会議システムを導入しており、ベンダはポリコムである。

遠隔医療の導入コストとしては、King AbdulAziz University Hospital が遠隔放射線診断で年間 500 万 SR (約 1.2 億円)、Security Forces Hospital が 500 万 SR (約 1.2 億円) で遠隔医療相談の契約を結んでいる。

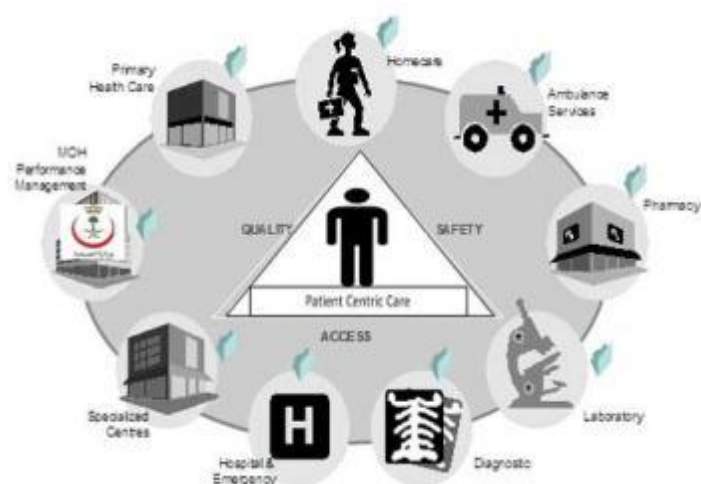
遠隔医療を実施する場合、遠隔医療センターは保健省からライセンスを得る必要がある。遠隔医療相談、遠隔放射線診断、遠隔病理診断等の実施項目ごとにライセンスを得る必要はなく、遠隔医療として単一のライセンスを得ればよい。

遠隔医療における医療行為の責任については、明確な法規制は存在しないが、病院別に規則を定めている。一般的には、遠隔放射線・病理診断であれば、診断を実施した側に医療行為の責任があり、遠隔医療相談であれば、遠隔的にアドバイスを提供した側ではなく、アドバイスを受けた側に責任が発生する。

また、サウジアラビアにおける遠隔医療の実施状況について、MOH では 5 カ年の National e-Health Strategy に基づき、データセンターを設置し、病院間のネットワーク連携強化を図る計画である。医

療情報の共有化をめざし、データセンターからのネットワークは、MOH 管轄病院だけでなく、将来的には民間病院や薬局、救急車との接続を図ることで、患者がどこにいても不要な検査・診断を受けることなく、患者中心の診療サービスを提供することが狙いである。

図表・50 National e-Health Strategy の概要



出所) KSA's Ministry of Health

また King Faisal Specialist Hospital & Research Center の事例がある。同病院は、1993 年にファハド王の勅命により e-Health Center を設立した。国内 20 の病院及びイエメンとバーレーンの 2 病院、米国の病院や大学、WHO と e-Health サービスを提携している。同病院は、遠隔医療やビデオカンファレンスを通してサウジ国民に国際水準の医療を提供することを目指している。

5) 放射線医師、技師等育成状況

サウジアラビアではこれまでに述べた様に、国内の各産業分野の就業人口に占めるサウジアラビア人比率を上げるサウダイゼーションが大きなテーマになっている。更に特に高度な知識とスキルを要する医療部門では、サウジアラビア人の比率が低く、人的資源の安定性が問題になっている。

以下述べるように、高度放射線医療を要する分野への教育機関での基礎医学教育は、サウジアラビア国内の患者数に対して、必要な人材供給能力と体制は整っていると判断できる。高度放射線医療に関するより専門的な教育を我々が提案する日本型最先端放射線医療システムを用いて、日本や医療スタッフの充実したサウジアラビアの拠点病院から遠隔支援により、サウジアラビア人の患者を治療対象に行うことは、早期に高度医療分野でのサウダイゼーションとサウジアラビア国内での高度放射線医療サービス拡大を実現する方法となり得ると思われる。

(1) 育成体制の概要

サウジアラビアにおける医療に関する育成体制としては、2009 年時点で 4 つの職業訓練センターがあり、さらに 32 の College が存在する。また、下表の約 20 の国公立大学が放射線医師・放射線技師関連の学部を有している。私立大学で医学部を有している大学はほとんどなく、国公立大学が医療従

事者育成の担い手となっている。

図表・51 サウジアラビアの国公立大学における放射線医師・技師関連学部

大学名（国立大）	医学部	応用医療科学部	健康科学部	医学・医療科学部	コミュニケーションカレッジ	医療工学
Al-Imam Muhammad Ibn Saud Islamic University	●					
King Saud University	●	●				
King AbdulAziz University	●	●放射線診断学	●放射線			
King Faisal University	●					
King Khalid University	●	●放射線学				
Taibah University	●	●診断放射線学（停止中）				
Qassim University	●放射線・医療撮影	●放射線技術				
Taif University		●		●		
Jazan University		●放射線診断学	●放射線			
University of Ha'il		●放射線診断学	●放射線検査			
Al-Jouf University	●	●	●検査			
University of Tabuk	●	●医療検査技術	●検査			
Al-Baha University			●医療検査			
Najran University			●放射線		●検査技術	
Northern Borders University	●	●放射線技術				
Dammam University	●放射線学	●放射線学				●医療工学
Al-Kharj University	●		●放射線・医療撮影			
Shaqra University		●			●応用医療化学	
Al-Majmaah University		●放射線・医療撮影				
King Saud Bin AbdulAziz University for Health Sciences		●医療検査				

出所）在日本サウジアラビア大使館及び各大学ホームページ等

（2）主な育成機関の概要

上記の医学部を有する国公立大学の中でも、King Saud University と King AbdulAziz University は、2012 年世界大学学術ランキング（Academic Ranking of World Universities）にランクインしており、学術・研究実績では世界的に評価の高い大学である。以下、両大学の概略を記す。

① King Saud University

1957 年創立。首都リヤド市に 9 km² の広大なキャンパスを有する。世界レベルの大学として、サウジアラビアの教育をリードすることを理念に掲げ、理論系や応用系のあらゆる専攻学科を含むサウジ最大の大学として今日に至る。学生数は 37,874 人（うちサウジアラビア人は 36,749 人）、職員数は 4,849 人（うちサウジアラビア人は 3,314 人）である。

キング・サウド大学は 2009 年世界大学学術ランキングにおいて、アラブの大学として初めてかつ

唯一、ランクインした。2012 年の世界大学学術ランキングにおいてもランクインしており、国内では 1 位の評価を受けている。

② King Abudulaziz University,

キング・アブドゥルアズィーズ大学は、当初、準備段階レベルの研究プログラムを始めることによって私立大学として開始され、68 人の男子学生と 30 人の女子学生を受け入れていた。翌年ヒジュラ暦 1387 年（西暦 1967 年）には、経済・経営学部が開設され、それにより同学部は大学での最初の学部となった。そしてこれに続いて、文学・人間科学部が開設された。西暦 1972 年には、公共の教育機関として大学を国に統合する決議が発表され、また同時に、マッカにあった教育学部とシャリーア及びイスラーム学研究学部の 2 学部を大学に統合する決定もなされた。

キング・アブドゥルアズィーズ大学はその創立以来、あらゆる分野において絶え間のない発展を証明してきた。その結果、学生数の多さや専攻学科の優秀性及び完璧さの点で、サウジで最も傑出した大学のひとつとなった。またキング・アブドゥルアズィーズ大学は、大学設立を開始するにあたって女子学生部を開設したため、女子教育において特別な草分け的存在となっている。同様に、大学は、加入システムを通しキング・アブドゥルアズィーズ大学にて男子学生と女子学生それぞれに、研究を継続する機会を与えている。2012 年、世界大学学術ランキングにおいてランクインしており、国内では King Saud University に次いで高い評価を受けている。

(3) 育成プログラム

① King Saud University, Applied Sciences 学部, Radiological Sciences 学科

図表・52 放射線技師の主なカリキュラム一覧

X 線物理学	診療所実習 V
放射線撮影解剖学	診療所実習 VII
放射線撮影生理学	診療所研修 超音波 I
病理学	診療所研修 超音波 II
医学画像におけるコンピューター	診療所研修 放射線療法
放射線技術 I	仕事上での健康安全と豊かさ
放射線技術 II	放射線技術 発展
放射線技術 III	事故・救急放射線学
核医学物理学	CT 画像
診療所実習 I	超音波物理学
診療所実習 II	画像記録技術
診療所実習 III	健康科学&サービス体制
診療所実習 IV	放射線療法入門

出所) 病院 HP

図表・ 53 放射線医師の主なカリキュラム一覧

・学部生

●放射線解剖学

医学部 2 年生から受講可能。学生は単純撮影・CT・MRI・同位元素撮影・血管造影などの様々な撮影方法で写された通常の構造の放射線出現を勉強する。

●放射線診断学

医学部 3 年生から受講可能。学生は基礎画像原則・放射線技術、よく見られる病気の造影所見や、一般撮影・CT・MRI・同位元素撮影・血管造影などの様々な画像機器の役割を学ぶ。

・院生

SCHS（サウジ放射線会議）の援助のもと、King Saud 大学の放射線科の奨学生プログラムにより研修医としてのトレーニングを受けることが出来る。

4 年間のプログラムで、機器操作の全ての手順が行えるように学び、救急の症例を扱う責任感を持つようになる。4 年間の研修後に最終試験に合格すると King Saud 大学の修士号が取得できる。

また、提携している医学部や保健省・軍隊病院やその他のリヤド市の病院から放射線技師や放射線専門職を目指す医療補助学生にも教育を行っている。

●達成水準

- ・患者・家族へ手順とリスクの説明ができる
- ・対照的な薬剤を理解し、適切な薬剤を選ぶことができる
- ・専門分科の適切な治療を理解している
- ・技術で施設が発展し、カテーテルやガイドワイヤーが簡単に使える
- ・動脈造影手順が行える
- ・監督されながら交互にインターベンションケアとフォローアップの役割に成熟する
- ・抹消と内臓についての日々の一般的な受診に精通する。その他の方法で欠陥の勉強を関連付けることができる。
- ・その他の方法で血管検査と関連づけることができる。
- ・超音波検査機器と CT ガイダンスのもと、様々な排液手順と生体検査の適性と技術を理解している
- ・全ての血管と血管以外のインターベンションの適性と技術を理解している。

② King Abudulaziz University, Applied medical sciences **学部** Diagnostic radiology **学科**

図表・54 放射線医師の主なカリキュラム一覧

1. 人間医学カリキュラム

●医学部4年生：異なる機器や身体の放射線科学の優先事項についての講義

●医学部6年生：専門医学部のメンバーは1学期中に男女学生に向けて放射線科学の全ての部門を網羅する講義を提供する。

毎週の実務実習セミナーもあり、全身の診断と治療での放射線の用途について学ぶことができる。

2. 大学院のカリキュラム

放射線診断科学を教えるために創設された。

3年間の知識と実践のコースを含み、SMSCの放射線診断科学のための教育プログラムへも参加しているプログラムと、知識と実践の4年間のコースでサウジアラビア放射線診断学会の証明書を交付している。

(4) 医学系学生の国内就業状況について

医学系学生の就業の容易さは、職種によって異なる。医師は最も国内で就職しやすい。サウジ人医師は公的病院において優先的に雇用することが法で規定されている。

薬剤師も他職種に比べ就業は容易だが、医師ほど簡単ではない。薬剤師の人員が余り気味であるため。

手術関連のテクニシャン、例えば anesthesia technician（麻酔関連の技師）は就業率が高いが、看護師などその他の就業率は高くはない。看護師の場合、国で雇い入れる場合でも国で勤務地が決められてしまう（都市ではなく地方に勤務地を決められてしまう場合がある）。断ることもできるが、その場合は次の機会を数年待つこともあり、選択肢が少ない。

国内で就職できなかった卒業生が、国外で就職するという選択肢は多くはない。

4-3. サウジアラビアの放射線医療インフラの状況

1) インフラ市場の概況

サウジアラビアは湾岸地域において医療サービスや医療機器・用品の最大の市場で、2009年の推計規模は約13億ドルに上る。保健省が最大の購入者で、医療総支出の割合から推定すると市場の約65%を占め、内務省管轄の医療機関など公的機関を全て合わせると約77%に達する。病院用品など基本的な製品を除けば、国内で医療機器を手掛けるメーカーがごく限られていることもあり、国内生産はほとんどなく、輸入に大きく依存しており、輸入の割合は全体の95%を超えるるとされる。2007年のサウジアラビアの主な医療機器の輸入額の輸入元別内訳を見ると、米国企業のシェアが全体の約37%に達している。これにドイツが22%と続き、日本は3位で7%である。放射線関連機器において、CT装置は米国企業が全体の半分強を占め、ドイツが4分の1のシェアを持つ。この2か国のシェアは80%に達する。その他、医療用放射線機器では米国とドイツの企業の製品が3分の1ずつで並んでいる。

現地を視察した King AbdulAziz University Hospital では、シーメンスの評価が特に高かった。同社はジェッダに支店を持ち、院内にSE1名を常駐させており、アフターサービスがよいと好評価であった。また、多くのモダリティを持ち、故障時には、競合他社は数か月かかる場合もあるところ、24～48時間以内にスペアパーツを供給することもポイントとのことだった。

サウジアラビアでは、2010年に Saudi Vision 2020 という国家的な発展計画を策定しており、2020年を目途に、石油等の天然資源に過度に依存しない、人材育成を中心とした多様な産業発展を目指している。現地関係者からの聴取によると、GE やシーメンスは本計画に全面的に協力する方針を打ち出しているとのことである。多様な経済政策への包括的な協力により、政府の意思決定権者と良好な関係を保ち、医療機器等自社製品のシェア確保に効果を上げているものと思われる。

図表・55 サウジアラビア品目別輸入元国順位（2007年） 単位：百万円

HS コード	品目	輸入額	1位	金額	2位	金額	3位	金額
9012	顕微鏡（光学顕微鏡は除く）及び回折機器	214	ドイツ	32	英国	26	日本	8
9022	エックス線、アルファ線、ベータ線又はガンマ線を使用する機器	9,050	米国	3,493	ドイツ	2,728	日本	469
902212	コンピュータ断層撮影装置	2,287	米国	1,237	ドイツ	546	日本	192
9402	医療用又は獣医用の備付品（例えば、手術台、検査台、機構付ベッド及び歯科用イス）	3,863	米国	1,045	ドイツ	741	中国	375
901811	心電計	512	米国	183	ドイツ	141	日本	36
901812	走査型超音波診断装置	1,771	米国	764	日本	287	ノルウェー	237
901813	磁気共鳴画像診断装置	1,370	米国	634	ドイツ	473	フランス	93
901819	医療用又は獣医用の機器/診断用電気機器/その他機器（超音波診断装置）	5,583	米国	2,662	ドイツ	819	日本	282
901831	注射器	2,290	米国	485	コスタリカ	345	日本	273
901832	金属製の管針及び縫合用の針	329	中国	90	日本	66	米国	44
901850	医療用又は獣医用の機器/その他の機器（眼科用など）	1,275	米国	492	日本	315	ドイツ	157
901890	医療用又は獣医用の機器/その他の機器（外科用など）	10,949	米国	4,224	ドイツ	2,850	日本	845
91920	オゾン吸入器、酸素吸入器、エアゾール治療器、人工吸入器その他の呼吸治療用機器	2,291	米国	745	ドイツ	620	中国	133
合 計		39,496						

注: 主要輸入元は、「不明」を除く

コンピュータ断層撮影装置の輸入額はHSコード9022(エックス線、アルファ線、ベータ線又はガンマ線を使用する機器)の輸入額に含まれる)

1ドル=93.64 円として計算(2013 年 2 月 21 日レート)

出所) UN Comtrade

2) 通信インフラ

(1) サウジアラビア-日本間通信インフラ

日本に拠点を有する3つの国際的な規模を持つキャリア（通信インフラ企業）の内、KDDI及びBTがサウジアラビア-日本間の国際専用線、国際IP-VPNのサービスをサウジアラビア側のパートナーとの提携により提供している。一方、サウジアラビア国外から国内に入る情報経路は、一旦ヨーロッパの通信拠点を經由するため、およそ350～400msecの遅延時間が発生すると言われている。

また、以下の調査の通り、我々が提案する中東放射線医療センターの実現に当たっては、十分なりアルタイム性を確保でき、遠隔支援機能を発揮できる日本の放射線医療の補完的役割を果たすセンター病院を、通信条件が整った、人材交流が容易な場所に設置するなどの打ち手が必要と考える。更にサービス対象となる病院の拡大もサウジアラビア国内の通信環境の整備に合わせて、段階的に行う必要があり、初期の段階では、既に環境の整ったメディカルシティや大規模病院を対象として進めることになると思われる。

図表・56 サウジアラビア-日本間の通信インフラの概況

確認項目/キャリア	KDDI	BT	NTT-Com
日本～サウジアラビア間 国際NWサービスの有無	有り	有り	無 (新サービス検討中)
提供NWサービス	国際専用線	国際IP-VPN	無 (新サービス検討中)
	国際IP-VPN		
提供形態	提携パートナーと	提携パートナーと	提携パートナーと の相互接続
	の相互接続	の相互接続	
提供帯域	128kbps～10Mbps	2Mbps～100Mbps	－ (新サービス検討中)
	(フィージビリティについては要調査)	(フィージビリティについては要調査)	
現地支援体制	パートナーを通じた支援	パートナー	無 (新サービス検討中)
		(JV企業)	

(2) サウジアラビア国内通信インフラ

通信インフラの整備の歴史の浅い中国、東南アジア、アフリカなどの状況と等しく、インターネット等の通信インフラは無線通信施設が主体となっている。これに対して有線通信施設は、ごく限られた企業、軍隊等の政府機関専用回線に限られ、オープン且つ一般が利用可能な回線はほとんどない。

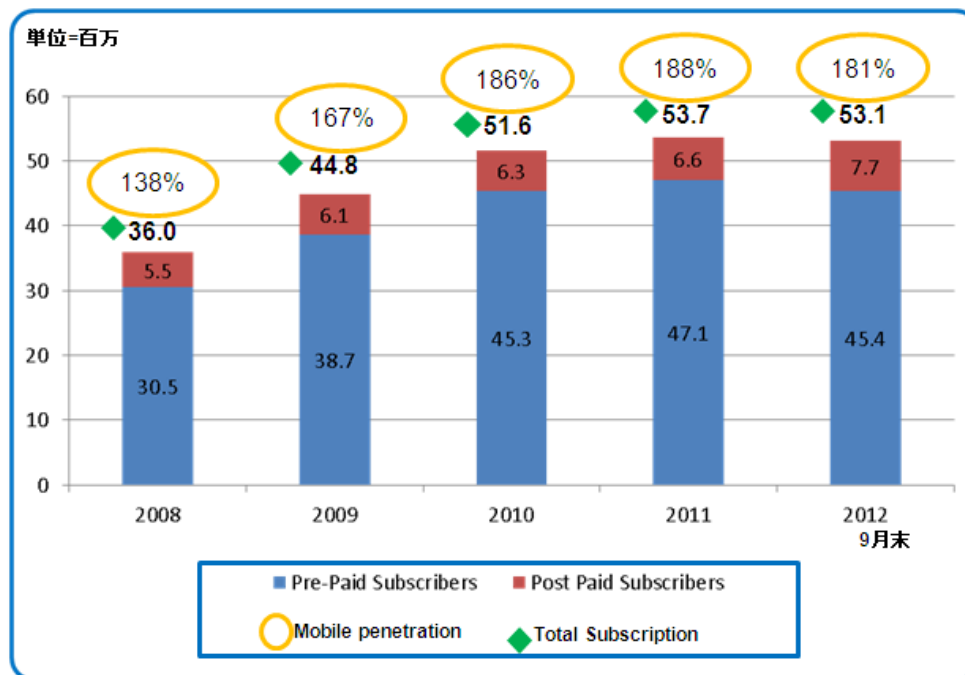
① 医療情報の共有

保健省は、病院間の医療情報の共有を National e-Health Strategy 等により計画しているが、現地関係者からの聴取によると、計画の進捗は見られないとのことである。

② 携帯電話市場

携帯電話は2012年9月末における携帯電話契約者数53.1百万件に達し、サウジアラビア人口の181%に達している。そのうち45.4百万件がプリペイド携帯契約で全契約数の約85%を占めている。

図表・57 サウジアラビア携帯電話市場における契約者数-2008-2012(Q3)

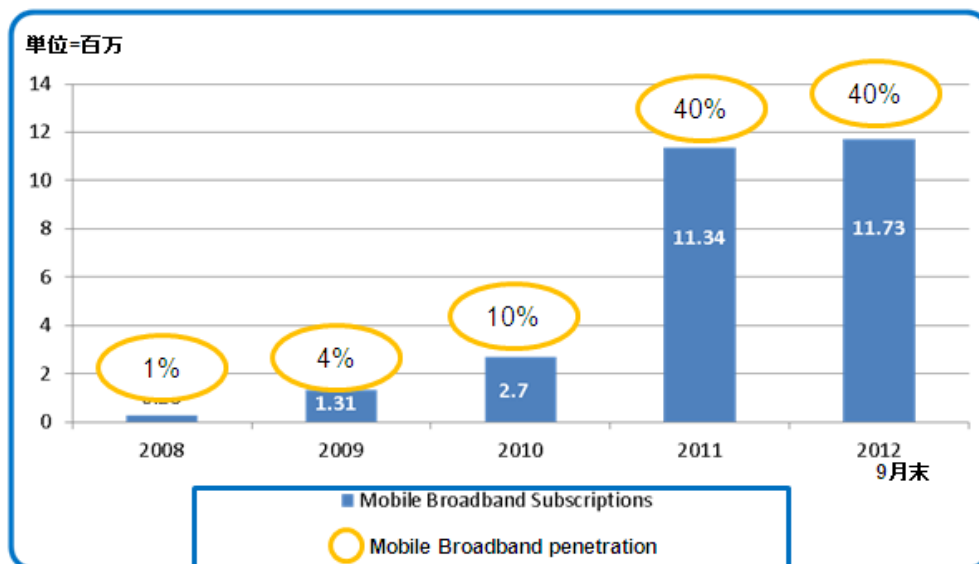


出所: ICT Indicators Report Q3-2012 by Communications and Information Technology Commission

③ 3G/4G 携帯電話市場

3G および 4G 携帯電話の契約者数は 2011 年に急激に増加しており、2012 年 9 月末時点での契約者数は 11.7 百万件(サウジアラビア人口の約 40%)となっている。

図表・58 サウジアラビア携帯電話市場における Mobile Broadband 契約者数-2008-2012(Q3)

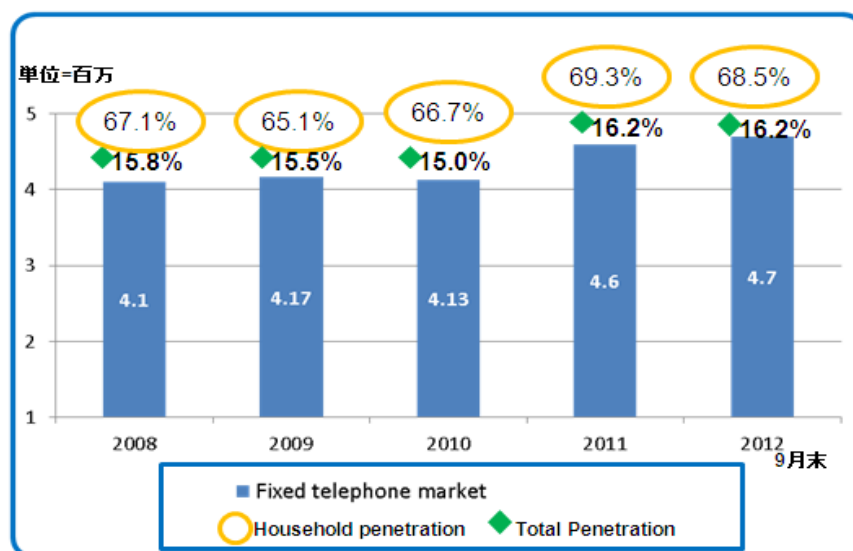


出所: ICT Indicators Report Q3-2012 by Communications and Information Technology Commission

④ 固定電話市場

2012 年 9 月末の普及率は 16.2%(世帯普及率は 68.5%)と 2008 年からほぼ横ばいである。しかしながら特に大都市圏においては光ファイバーを利用したインターネットサービスの普及に伴い、固定電話回線数が増加することが期待されている。

図表・59 サウジアラビア固定電話回線契約者数-2008-2012(Q3)

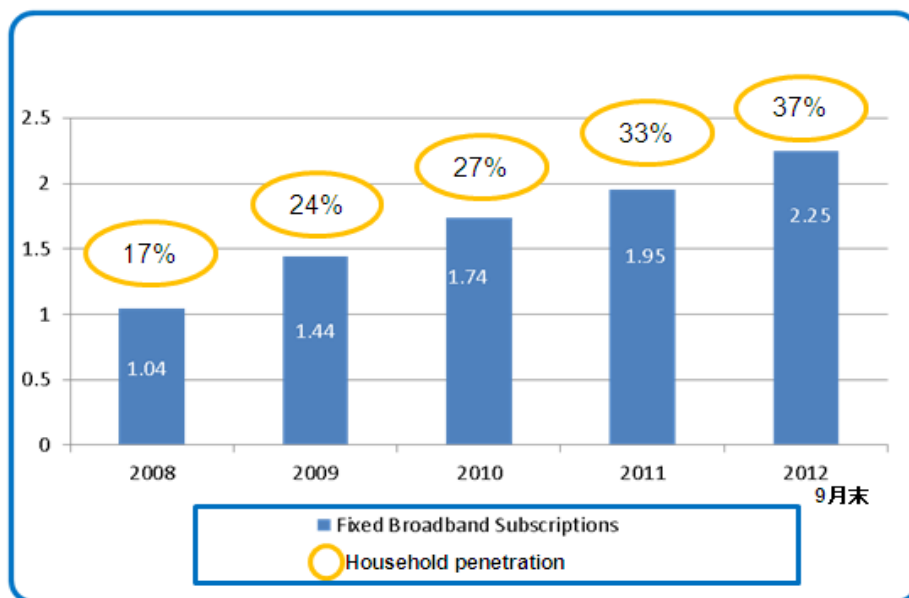


出所: ICT Indicators Report Q3-2012 by Communications and Information Technology Commission

⑤ ブロードバンドインターネット市場

ブロードバンドインターネット市場(DSL, Wimax, 光ファイバーを利用したインターネットサービス)は、2012年9月末には2.25百万契約(全世帯の36.5%)まで普及、今後も更なる増加が見込まれる。

図表・60 サウジアラビアブロードバンドインターネット回線契約者数-2008-2012(Q3)



出所: ICT Indicators Report Q3-2012 by Communications and Information Technology Commission

⑥ サウジアラビアにおける通信業者

上記3社ともに2011年9月よりLTE(4G)の商用サービスを開始している。STCは2012年5月現在38都市に約2,000の基地局を設置した。2012年末までにサウジ国内で65%のエリアをカバーする計画。BroadbandインターネットサービスにおけるシェアはSTCが39.8%でシェア1位となっており、Etisalatが4.6%でシェア2位となっている。その他の事業者が全体の55.6%を占めるが、いずれも2%未満のシェアに留まっている。

図表・61 サウジアラビアにおける主要通信事業者

通信業者	シェア (移動体通信)	備考
STC (AL Jawwal)	47.2%	サウジアラビア政府系キャリア
Etisalat(Mobily)	39.3%	Etisalat(UAE)グループ
Zain	13.3%	Zain(クウェート)グループ

出所: TeleGeography GlobalComms Database Saudi Telecom Company (STC)

⑦ ブロードバンドインターネットサービス

A. DSL/光ファイバーサービス

STCが提供。40M~200Mbps(下り速度)のサービスを提供しており、STC提供FTTx(光ファイバー

利用)サービスの場合、回線速度 200Mbps/月額 2GB までのダウンロード可能で月額 SR799 となる。

図表・ 62 STC WebSite

STC الجوال

Mobile | Landline | Internet | TV | Bundles | Search in STC

Bundles

Jooood

This comprehensive package gives you free and unlimited calls and internet with different speeds. It also includes international (to five only) with the basic package (Jooood 4), more than 25% off on numbers and a 3-month subscription to Al Jazeera Sport channels as well as QUICK-net 2GB.

Features

- Free use and unlimited use
- Unlimited service with unlimited download capacity per month
- 25% off for Jooood or other operators numbers
- Location information for all mobile numbers to your favorite country and 3GPP standard to the rest of the world
- You can access any of Jooood key to all services in a single convenient additional service
- This Package is offered over 4G LTE, 3G HSPA+ and 2G GSM networks

Packages

Jooood 4 - 200MB	- Unlimited service basic package - Unlimited service with 2GB download capacity per month - Internet speed up to 200Mbps	SR799
Jooood 6 - 1GB	- Unlimited service basic package - Unlimited service with 2GB download capacity per month - Internet speed up to 200Mbps	SR1000

出所:STC Web Site, Mobily Web site

B. Wimax サービス

STC、Mobily、Zain 等が Mobile Wimax 端末を提供し、最大 21.6Mbps まで応じている。Mobily 提供の Mini Wifi(Wimax)サービスの場合、回線速度 21.6Mbps/無制限利用で月額 SR800 となっている。

図表・ 63 Mobily の Mini Wifi サービス

connect
mobily broadband internet

Take control with your strong signal

New Mini WiFi
Enjoy a speed up to 21.6 Mbps

Enjoy high speed internet because with Mini WiFi you can enjoy a strong signal in all areas.

It allows for people to connect with high speed internet. They can enjoy a speed up to 21.6 Mbps.

Enjoy your internet experience with your new Mini WiFi bundle.

	Bundle price
Mini WiFi	SR800

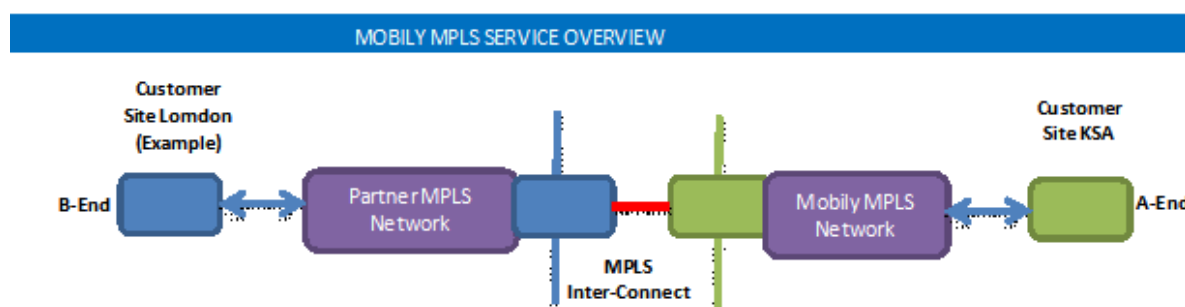
For more information, please call 050-000-11100.

出所:STC Web Site, Mobily Web site

⑧ ビジネスユーザー向けネットワークサービス

サウジアラビア国内 IP-VPN/国際サービスは、STC、 Mobily が提供している。国際サービスに関しては、STC、 Mobily とともにサウジアラビアを含む湾岸域内に複数のノードを持っている。それ以外の国との国際 IP-VPN 網構築には提携パートナーとの相互接続が必要となり、対日本との接続については現在 KDDI、British Telecom のサービスが利用可能となっている。

図表・ 64 国際 IP-VPN サービスの提供形態



出所) Mobily の Web サイトより抜粋

⑨ ビジネスユーザー向けネットワーク機器調達

CISCO、Juniper といったグローバルで流通しているネットワーク機器が現地ベンダーを通じて調達可能である。CISCO のゴールドパートナー認定を受けている現地代理店が 16 社(2013 年 1 月現在) あり、CISCO ベースの高度なネットワークソリューションを提供可能な環境にある。

(3) 病院内通信

サウジアラビア国内で最もレベルの高い放射線医療の供給者であり、大規模病院として地域内の病院との連携も行われている King Faisal Specialist Hospital & Research Center の院内通信インフラを例として記載する。サウジアラビアの国内では、King Faisal Specialist Hospital & Research Center 及び King Faisal Specialist Hospital & Research Center との特定の協業や提携関係の大規模病院や軍関係の病院を除けば、HIS 等による病院全体や病院間の医療データ共有などの環境の整備について、詳細な状況を把握できる情報を入手することはできなかった。また、広範囲の病院の実状を把握し、現状の詳細なデータを確保する部署に関する所在、具体的なデータ類に関する情報も入手することができなかったが、いくつかの医療機関関係者との面談による入手情報と前述のサウジアラビア国内通信インフラの現状から判断して、HIS 等による病院全体や病院間の医療データ共有はサウジアラビアのごく一部でしか、実現されていないと思われる。

我々が提案する中東放射線医療センター構想の具体化に当たっては、サウジアラビア国内の地域の通信環境と同じく、病院内の通信インフラの整備に同期した段階的な日本型高度放射線医療システムの導入が必要であり、初期には条件の整ったメディカルシティや大規模病院から順次取り組むことになると思う。一方、通信システムや HIS 等の普及率が低いことは、今後の導入に関して障害が少なく、市場規模が大きいとの評価もできる。長期的な計画を立て段階的な導入を行うことにより、最終的により大きな中東放射線医療サービス網が確立可能と思われる。

① Local Area Network の利用状況

King Faisal Specialist Hospital & Research Center の Local Area Network 利用状況の調査結果を下図に示す。

図表・ 65 病院内 Local Area Network 利用状況

Hospital	Use
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	Hospital Information System Radiology Information System Picture Archiving & Communication System Internet Access Internet mail Video conferece VoIP Others(ERP, Digital Signage)

② 病院内 LAN 向け NW 機器

King Faisal Specialist Hospital & Research Center の Local Area Network に使用される機器についての調査結果を下図に示す。

図表・ 66 Local Area Network 向けの機器

Hospital	Equipment	
	Category	Name
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	Core Switch	CISCO Catalyst 6500 Series CISCO NEXUS 7000, 5000, 2000 Series
	Distribution Switch	CISCO Catalyst 3700 Series
	Access Switch	CISCO 1240AG Series

③ Wireless LAN の有無及び利用状況

King Faisal Specialist Hospital & Research Center の Wireless LAN の設置及び利用状況を下図に示す。

図表・ 67 Wireless LAN の有無及び利用状況

Hospital	Wireless LAN
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	無線 LAN を設置しており、病院内の至る所に無線 LAN AP が設置されている。用途としてはインターネットアクセス、Wifi 電話が確認できた。 Wifi AP(CISCO 製品) SSID によりセグメントを細分化

④ LAN セキュリティ

King Faisal Specialist Hospital & Research Center のセキュリティ管理及び機器の設置状況を下表に

示す。

図表・68 LANセキュリティ及びLAN機器の設置の状況

Hospital	Security & Setting Position
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	VLAN ユーザー名、PWによる認証 ネットワークセキュリティ製品による保護 NW機器の設置場所：データセンター 無線LANのAP設置場所：病院各所

(4) 病院間通信

① 病院間通信の有無、接続先

King Faisal Specialist Hospital & Research Center とサテライト病院、提携病院間の通信の有無、接続先を下表に示す。なお、ヒアリングできた Secondary Care を行う民間病院 (Almana General Hospital) は、Primary Care の病院・診療所からの患者搬送、及び Terciary Care の病院への患者搬送を、書類や電話連絡による患者情報の伝達によって行っており、通信インフラによる一般病院間のデータ共有は広く行われていないと思われる。

図表・69 病院間通信の有無、接続先

Hospital	Wide Area Network & Communication Partner
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	アクセス回線として光ファイバーを利用した Wide Area を利用。 接続先として下記の病院を確認 ①Jeddah、Riyadh にあるサテライト病院 ②Tele ICU で提携する病院：サウジアラビア全土に約 20 拠点 ③Military Hospital, 海外の大学病院

② 病院間通信の用途

調査対象病院の病院間接続の用途を下表に示す。

図表・70 病院間通信の用途

Hospital	Use of Area Network
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	●遠隔医療 Tele ICU、サウジアラビア国内の提携病院の ICU と NW 連携し、ビデオ会議を通じた遠隔診断を実施。 ●遠隔医療セカンドオピニオン 北米、英国等の病院に TV 会議を通じたセカンドオピニオンを求める。 ●電子カルテ共有 サテライト病院との電子カルテ共有。

③ 病院間通信セキュリティ及び機器の設置場所

調査対象病院の病院間通信のセキュリティ及び機器の設置場所を下表に示す。

図表・ 71 病院間通信のセキュリティ及び機器の設置場所

Hospital	Employment Situation of WAN	
	Category	Name
King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	Security	NetFort LAN Guardian
	Equipment Setting Position	Data Center

(5) 放射線医療システム

今回の調査対象となった放射線医療部門を持つ主要病院では、オーダーエントリーシステム、電子カルテシステム (EMR)、放射線情報システム (RIS)、画像診断システム (PACS) が導入されており、サウジアラビア国内の放射線医療部門を持つ病院では同じ傾向にある (King AbdulAziz University Hospital は、現在電子カルテシステムを有していないが、導入に向けた準備を進めている)。しかし、Almana General Hospital では、殆どの病院情報は紙ベースで管理されており、サウジアラビア国内の小規模病院、Primary Healthcare 部門では、同様の状況にある。

図表・ 72 放射線医療システム導入状況 (現地調査)

	Hospital	オーダー エントリー システム	電子カルテ システム (EMR)	放射線情報 システム (RIS)	画像管理 システム (PACS)	備考
大規模病院	King Faisal specialist Hospital & Reseach Center	○	○	○	○	放射線医療 部門あり
		CERNA 社 HL-7Ver3.0	CERNA 社 HL-7Ver3.0	CERNA 社 HL-7Ver3.0		
	King AbdulAziz University Hospital	○	× (導入予定)	○	○	放射線医療 部門あり
		HL-7Ver3.0		HL-7Ver3.0		
小規模病院	King Saud University King Khalid Hospital	○	○	○	○	放射線医療 部門あり
		HL-7Ver3.0	HL-7Ver3.0	HL-7Ver3.0	-	
	Almana General Hospital	×	×	×	×	放射線医療 部門なし

第5章 放射線医療センターの事業性と構想

5-1. 放射線医療サービス市場参入のシナリオ

1) 放射線医療サービス需要の概要

サウジアラビアの将来的ながん患者数は、前段で述べた通り、今後 10～20 年で現状の 3 倍程度に増加するものと推計される。

現地医療従事者による聴取によると、がん患者の概ね 50% に対し放射線治療を実施しているとのことだったため、将来推計がん患者数の 50% が放射線治療対象患者数と見込む。

このうち、ほぼ全ての患者が、三菱重工業による最先端の放射線治療装置 Vero 4DRT の対象となり得る。三菱重工業による Vero 4DRT は、X 線透視画像を画像処理することにより、動くがん病巣の位置をリアルタイムに把握、それに連動して、治療ビーム（放射線）の方向を追従させて動くがん病巣を追いかけ、病巣だけに集中的に照射することを可能にした最先端の高精度放射線治療装置であり、かつ粒子線治療装置とは異なり相対的に廉価で提供可能であるため、サウジアラビアにおける普及が期待される。ただし、従来の放射線治療コストよりは高価になるため、コスト負担の重さを考慮し、放射線治療対象患者の 90% を高精度放射線治療の対象患者と見込み、残り 10% は従来の放射線治療の対象と想定すると、2030 年には約 15,000 人が高精度放射線医療の対象となると推計される。

図表・73 将来推計がん患者数及び推計放射線治療患者数

項目	2007 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
将来推計がん患者数	11,645	18,145	22,279	27,689	33,864
推計放射線治療患者数	5,823	9,072	11,140	13,844	16,932
高精度放射線対象患者	5,240	8,165	10,026	12,460	15,239

2) 放射線治療装置の需要

ハイエンド X 線治療装置は、1 台当たり年間 150 人～200 人程度を治療可能であり、一般の価格帯は 6 億円前後であると思われる。前段の通り、2030 年における高精度放射線対象患者 15,239 人/年と想定すると、2030 年までに累計で 76 台～102 台の普及が見込める。2015 年前後を供用開始と仮定すると、年間およそ 5 台～7 台程度の普及が見込める。また、GCC（Gulf Cooperation Council: 湾岸協力会議）諸国において、人口構成の大きさや、リヤドが本部所在地であることなどから、存在感の大きいサウジアラビアにおいてハイエンド X 線治療装置が普及すれば、GCC 諸国へも波及効果が見込める。2010 年現在の GCC 諸国の総人口は 4,369 万人で、サウジアラビアの約 1.6 倍であり、GCC 諸国を含めたハイエンド X 線治療装置の販売見込み台数は、2030 年までに累計で 120 台～160 台、年間およそ 8 台～11 台の普及が見込める。さらに、保健省の死因に関する統計情報にて、死因の 30% を占める「症状、徴候及び異常臨床所見・異常検査所見で他に分類されないもの」にがんによる死因がある程度含まれていると仮定すると、更なる普及が見込めるものと考えられる。

3) 放射線治療の事業性

ハイエンド X 線治療装置を導入した場合の 1 台当たりの事業性を概算で試算した。なお、治療前後の診察費、検査費等は見込んでいない。

収入について、ハイエンド X 線治療装置は、1 台当たり概ね年間 200 人程度の治療が可能である。1 患者当たり放射線治療費は、現地医療従事者への聴取によると、概ね 50 万円～62 万円の範囲とのことであり、日本の定位放射線に対する診療報酬が 63 万円であること等を考慮し、63 万円と想定する。その結果、年間の収入は 1 億 2,600 万円と見込まれる。

支出について、人件費として放射線治療医 1 名、放射線物理士 1 名、放射線技師 1 名、看護師 0.5 名と想定する。また、1 台当たり費用が 6 億円で、使用年数を 10 年と想定し、減価償却費を使用年数に合わせ年間 6,000 万円と想定し、保守料は 3,000 万円と見込んだ。結果、年間の支出は 1 億 1,450 万円で、収支は 1,150 万円と見込まれる。

図表・74 ハイエンド X 線治療装置 1 台当たり概算収支

項目	単位	金額	備考
収入	千円	126,000	
想定年間患者数	人	200	1台当たり想定患者数
1患者当たり治療費	千円	630	現地聴取では50万～62万。日本の診療報酬63万円等考慮し設定。
支出	千円	114,500	
人件費	千円	24,500	
放射線治療医 1名	千円	12,000	
放射線物理士 1名	千円	5,000	
放射線技師 1名	千円	5,000	
看護師 0.5名	千円	2,500	
減価償却費	千円	60,000	耐用・使用年数10年と想定
保守料	千円	30,000	
収支	千円	11,500	

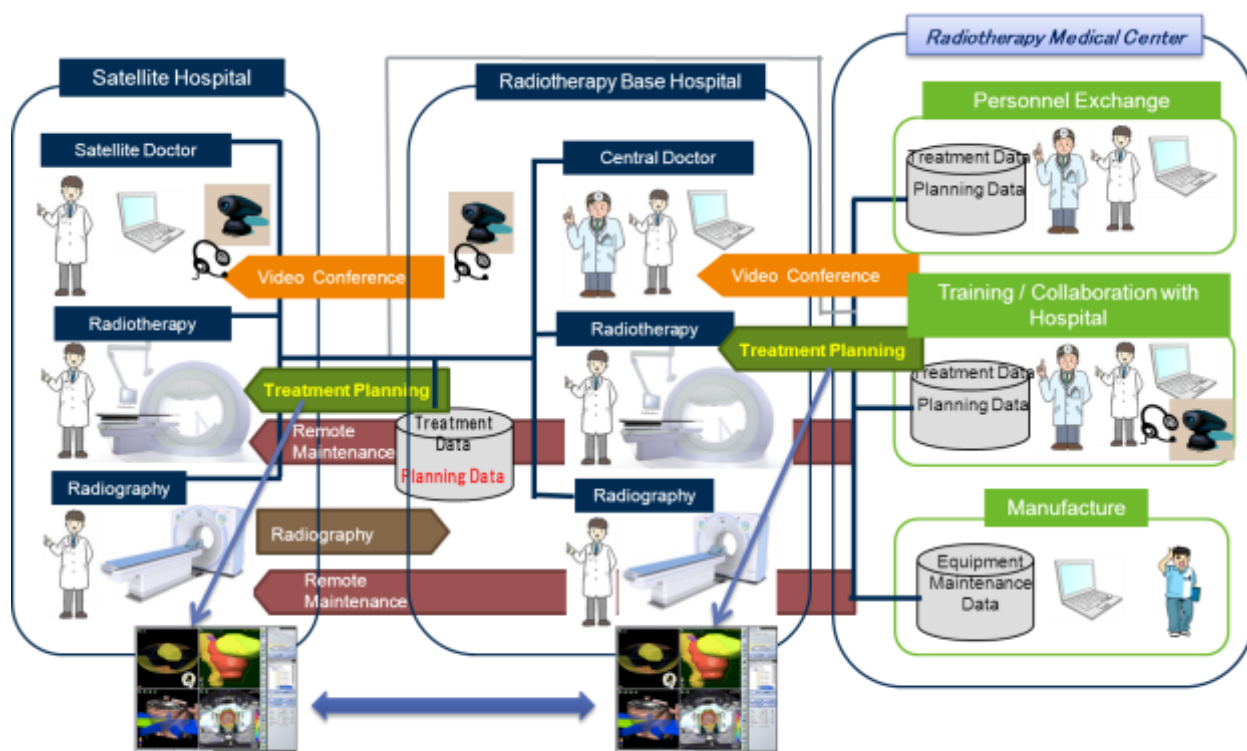
5-2. 放射線遠隔医療サービスの提案

放射線医療サービスの中心となる放射線治療は、医療サービスの中でも最先端の分野であり、特に日本で開発が進む高度放射線治療を実践するためには、最新の知識と高いスキルを身に着けたサービススタッフが欠かせない。このため、世界の新興国と同じくサウジアラビアにおいても短い期間に充実したサービススタッフを確保することは大きな困難を伴う。

我々はこの問題解決を図るため、ネットワークにコミュニケーション及びデータ転送アプリケーションを組み合わせたシステムを用いた各種支援を遠隔で行うことにより、サービススタッフが充実した日本と同じレベルの高度放射線医療サービスを支援対象地域内で短期間で実現できる医療サービスを提案する。

提案する放射線医療サービスとシステムの関係を図表・75 に示す。

図表・75 遠隔放射線医療サービス



8

1) 遠隔支援サービス方法及び人材育成システム

放射線医療遠隔サービスは、高度な放射線治療を行うに当たり、診断、治療計画、治療の各段階で遠隔支援を受ける病院（図表中 Radiotherapy Base Hospital, Satellite Hospital）から患者の CT、PET、MRI などの診断装置の情報を受け取り、ビデオ会議システム（図表中 Video Conference）を用いた各種のアドバイスや指導、個別の患者向けの治療計画の供給、ビデオ会議システムや治療装置のモニタリング機能、リモートコマンド機能を用いた治療支援などをネットワークを介して行うサービス方法である。ネットワークを用いることにより、診断装置、情報貯蔵装置、治療装置、治療計画装置及び

アプリケーションが院内で院内通信インフラで接続されている状態で、あたかも治療、診断を行っている病院の医療スタッフとこの指導や支援を行っている病院スタッフが同一病院内でアドバイスや指導、治療計画の代行を行うことを遠距離の病院間で実現することができる。

また、図表 75 に示した遠隔放射線医療サービスの概念図では、支援を受ける病院間（Radiotherapy Base Hospital - Satellite Hospital）でも、状況に応じて支援を行えることを示している。支援サービスの支援側、サービス受入側の各病院の位置づけや機能は以下の通りである。

（１）放射線医療センター（図中：Radiotherapy Medical Center）

放射線医療における中心的役割を果たす（本事業では、日本に設置を考える）。同センターでは、支援を行う地域の拠点病院（図表中 Radiotherapy Base Hospital：以下拠点病院）や地域に分散するサテライト病院（図表中 Satellite Hospital：以下サテライト病院）の放射線医療スタッフや装置に対してアドバイスや指導、治療計画の代行及び遠隔操作を行う。

放射線医療センターには、高度放射線医療の開発、実践及び教育を行っている医師や装置の製造、メンテナンスを行っているメーカー要員がおり、放射線医療センターが支援を受ける拠点病院やサテライト病院の要求に応じて支援を行う。

また、支援を行う地域（本事業ではサウジアラビアを計画）に対して、通常の支援と並行してシステム支援機能を利用した支援地域との放射線医療の情報交換、支援地域の放射線医療スタッフの教育、関連する人材交流（本計画では支援地域に日本人放射線医師の派遣や派遣後の後方支援）の窓口となる。

更に、支援地域の放射線医療スタッフを受け入れ、センター内においても高度放射線医療に関する教育、新しい治療方法の共同研究等を行う。

（２）支援地域の拠点病院（図中：Radiotherapy Base Hospital）

支援地域（本事業では、サウジアラビア国内全域）内のすべての病院に十分な設備とスタッフを確保することは困難であると共に非効率的である。遠隔支援サービスでは、支援地域の中にいくつかの十分な設備とスタッフ（特に日本で教育・研修を受け、高度放射線医療のスキルを身に着けた医師及び技師）を確保した拠点病院を定め、難易度の高い治療や拠点周辺のサテライト病院の支援や拠点周辺地域の放射線医療スタッフの教育の拠点とする。

遠隔支援サービス体制の構築には、長期的な活動を継続し、徐々に放射線医療サービスを行う病院を拡大して行くことになるが、拠点病院は支援地域の各地方の進出拠点の役割も果たし、拠点病院で地方の放射線医療を立ち上げ、周囲の小規模病院の設備、スタッフ配備に協力し、配備の状況に応じてサテライト病院として徐々に放射線医療サービスの機能を高めて行く。

初期の段階では、サテライト病院の放射線医療スタッフの育成を行うと共にサテライト病院が十分な機能を果たせる状態になっても、新しい知見や治療技術、装置の周知、教育センターとしての役割を担う。このため、ネットワークによる遠隔支援のみならず、拠点病院が支援するサテライト病院の放射線医療スタッフを拠点病院に集め直接指導を行う場合や拠点病院からサテライト病院に医療スタッフを派遣することもある。

(3) サテライト病院(図中:Satellite Hospital)

サテライト病院は、支援地域の各地方の拠点病院の周辺で近隣の患者を対象に最低限の設備（部分的な設備導入を随時行う場合は、診断装置のみもしくは治療装置のみ等の状況でも拠点病院の機能を一部代行することが可能になる）とスタッフを用いて放射線医療サービスを行う小規模病院を指す。遠隔支援サービス体制構築の初期では、高度放射線医療の実施に当たり、マニュアル化された治療手順を行う医療スタッフを配備し、原則的に遠隔の診断支援、治療計画支援、治療支援を拠点病院より受け、高度放射線医療を実施する。

これにより、放射線医療スタッフの育成の早い段階から地方の放射線医療を立ち上げることができると共に放射線医療の最大の特徴である入院治療を要せず、自宅から通院で治療を受けられるため、患者の精神的負担、経済的負担を大きく低減し、QOL(Quaruity of Life；生活の質)の向上に寄与することができる。

更に医療スタッフや設備の充実、レベルアップにより、自立した放射線医療サービス拠点として成長することが可能であり、その結果として支援地域全域での高品質高精度の放射線医療サービスを供給することが可能になる。

以上の様に遠隔支援サービスは、既に日本で高度な放射線医療を実現されている病院や教育機関と支援地域の拠点病院とのネットワークを構築し、高度放射線治療装置の中でも比較的安価な高度X線治療を拠点病院に設置することで、遠隔支援サービスの核となる体制が構築でき、支援地域での放射線医療サービスと医療スタッフの育成が開始できる。また、具体的な医療サービスや人材育成の開始は、その後の拠点病院、サテライト病院の拡大、拡充への社会的理解を広く、深くし、更なる日本の医療機器、サービスの海外展開を助長すると共に最終的には質及び量の両面にわたり充実した高度放射線医療サービスによる支援対象地域の幸福に貢献が可能な速効成長型システムと言える。

2) 遠隔支援サービスメニュー

上記の遠隔支援サービスの体制において提供される個別のサービスの内容についてサービス毎に以下に説明を行う。

遠隔支援の支援者、被支援者の関係はサテライト病院等(図中:Satellite Hospital)の小規模病院と医療サービス環境の整ったセンター病院(図中:Radiotherapy Base Hospital)間の支援関係、大規模病院と放射線医療を専門に行う国外の病院(図中:Radiotherapy Medical Center)間の支援、小規模病院-放射線医療を専門に行う国外の病院間支援などのバリエーションがある。以下に示すサービスはすべての支援者-被支援者関係を対象とする。

放射線治療は①診察、②診断、③治療計画立案、④治療実施、⑤検査・評価のプロセスから構成される。これらのプロセスの内、②診断、③治療計画立案、④治療実施のプロセスはネットワークを通して遠隔支援の医療サービスを実施する。

また、放射線医療機器のメンテナンスの容易性向上のために、リモートメンテナンスサービスを実施する。

(1) 遠隔診断支援

① サービスの概要

患者の CT や PET 画像を遠隔地で診断する。患者の病歴など画像情報以外の患者の情報もネットワークを通して参照し、診断を行う。

特に難しい症例などは、ビデオカンファレンスシステムを通して、Face-to-Face のミーティングを介して診断する。

遠隔診断は、基本的には CT や PET で取得した画像情報が表示できる環境であれば可能である。近年は、DICOM ビューワという、遠隔地と同じソフトを持っていなくても画像表示が可能なシステムも提供されている。サウジアラビアにおいても、拠点病院となり得る病院は DICOM をサポートする PACS や CT が導入されており、これらのシステムと接続することは、容易であると思われる。尚、診断に際しては、CT 等のスライスデータをストレス無く連続的に表示する必要がある。

診断対象の患者もしくは患者の主治医に対してネットワークを通じてがんの診断を支援する。患者の診断に必要な検査データや CT 等の画像データ等を遠隔地の専門医と共有し、患者の主治医の診断にアドバイスや診断例を示し、主治医が診断経験の少ない症例に最適な診断を行う支援を行う。

② サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様

図表・ 76 サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様（遠隔診断支援）

サービス項目	内容	Specification of Data			
		Text	Sound	Image	Image(H)
診断案作成	転送された診断データに基づきドキュメントの診断案を作成し、送付する。診断案への Text ベース質疑、応答までをカバーする。	○		○	○
診断案リアルタイム会議	診断案に基づき TV 会議システムを中心に Text ベースのリアルタイムデータ交換を付加し、リアルタイムのコミュニケーションの幅を広げる。	◎	◎	◎	
遠隔共同診断	インフォームドコンセント	◎	◎	○	○
凡例 Text:文字情報、 Sound:音声情報、 Image:画像情報、 Image(H)：大容量画像情報 ○：バッチ処理、◎：リアルタイム H:大容量					

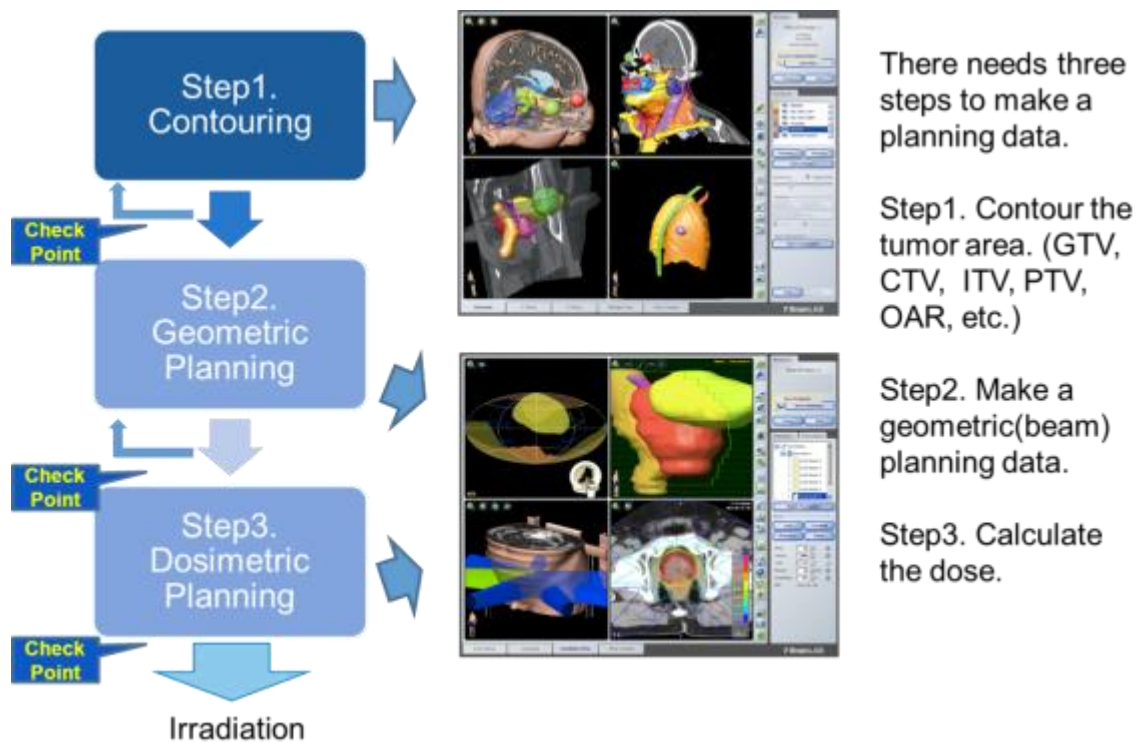
(2) 遠隔治療計画支援

① サービスの概要

診断結果に基づいて、治療計画を作成する際に、遠隔地による作成支援、あるいは作成そのものを実施する。治療計画は、治療計画作成ソフトにて作成されるが、腫瘍患部特定、線量分布計算等高度なスキル及び広範囲な治験を基にした放射線治療の最も重要且つ支援の中心となるサービスである。

具体的な治療計画の流れを示す。

図表・ 77 治療計画の流れ



A. 輪郭抽出(Contouring)

CT 画像等より腫瘍部位の抽出、マージン設定、危険臓器設定等を行う。腫瘍部位は明確な境界があるわけでないため、取り分けその抽出の精度は治療成果に関わるために、難しい患部については、ベテラン医師のノウハウも必要となる。

また、輪郭抽出の作業自体は 3D 画像の処理となるため、試行錯誤のインターラクティブ性が必要となる。

B. 照射計画(Geometric Planning)

多門投射ビームの各パラメータ（照射角度、エネルギー等）を調整し、PTV(Planning Tumor Volume)に所定の線量が照射されるようにする。この時点では、実際の照射線量は未確定であるが、ビームの投射角や危険臓器を避ける手法にノウハウが必要である。

ビームは 3D 画像となるため、ある程度の描画速度が要求される。

C. 照線量計算(Dosimetric Planning)

上記の照射計画を基に、線量計算を行う。計算自体はバックグラウンドで実施され、その結果が線量分布として画面に表示される。B の作業との試行錯誤や最終的に線量計算結果が問題ないかどうかの判断（この治療計画を基に実際に治療を行うかどうかの判断）が必要である。

計算結果を表示するのが主であるため、描画速度はそれほど要求されない。

上記はそれぞれのフェーズで、次のフェーズに進んでも問題ないかの確認が必要となる。特に患部が難しい部分などのケースでは、実績のある医師にチェックを依頼したり、判断を仰ぐ必要がある。

特に、経験の浅い医師あるいは物理士が治療計画を作成する場合は、ダブルチェックの意味合いでの確認や、OJT としてのリアルタイムでのチェック、指導が必要となる。

以上の作業を支援するに当たりサービスの形態及びそのサービスに必要な情報通信の内容を下表に纏める。

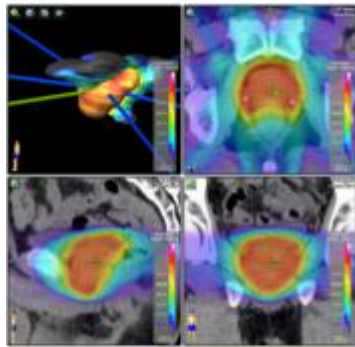
② サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様

図表・78 サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様（遠隔治療計画支援）

項目	サービスの内容	Specification of Data			
		Text	Sound	Image	Image(H)
①治療計画委託	CT、MRI などの診断情報を Site から送り、放射線医療センターもしくはサウジアラビア国内の拠点病院で治療計画を作成し、作成済みの治療計画を、バッチ処理で Site へ返す。 この場合、遠隔で作成した治療計画の説明を TV 会議での説明もサービスの範囲に含める。このため、遠隔支援側、Site 側の両者最終の治療計画データ、CT、MRI 等の診断データを保有する必要があるがリアルタイムの処理は音声データのみとなる。	◎ (コマンド送受信)	◎	◎	○
②部分治療計画委託	特に重要もしくは困難な部分のみを遠隔で作成し、その他の部分は Site 側で作成する。最終版の治療計画には、「治療計画委託」の場合と同じ治療計画の説明もサービスの範囲に含める。	◎ (コマンド送受信)	◎	◎	○
③共同治療計画	治療計画の全般にわたって Site と遠隔支援の両側で共同して治療計画を作成する。	◎ (コマンド送受信)	◎	◎	◎
凡例 Text:文字情報、 Sound:音声情報、 Image:画像情報、 Image(H)：大容量画像情報 ○：バッチ処理、◎：リアルタイム H:大容量					

上記①、②のケースは、治療計画をバッチ的に実施可能であるが、治療計画の説明には TV 会議によるリアルタイムコミュニケーションも必要となる。治療計画の画像データを遠隔支援側と Site 側で共有し、画像の動きを制御するアプリケーションコマンドをリアルタイムで操作する可能性も範囲に含める必要がある。③のケースでは遠隔支援側と Site 側で Interactive に治療計画を作成するため、リアルタイムの大容量通信が必要となる。

(3) 遠隔治療支援



During a irradiation, the therapist shall check the dosimetric value



When radiation treatment is finished, the RIS shall make a treatment report.

① サービスの概要

患者の治療台上への位置決めから治療終了までの監視を行う。治療前の患者と治療装置とのアライメント状況の確認、治療中のリスクの高い異常に対する非常停止、治療停止などを行う（治療状況の可否を判断するためには、リアルタイム性が要求される）。また治療終了後、治療データを基に完了した治療の評価を行い、以降の治療計画の修正、再計画を検討し、主治医に提案、アドバイスを行う。

② サービスの内容とネットワークを移動するデータの仕様

図表・ 79 サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様

項目	サービスの内容	Specification of Data			
		Text	Sound	Image	Image(H)
治療準備確認	治療前の患者と治療装置のアライメントの状況確認、セットされた治療計画が準備された患者のものであるかどうかの確認、治療回数、被爆累積線量の確認などを行う。 準備状況に問題があれば、TV 会議等で遠隔で指示を与えることもサービスの範囲とする。	◎	◎	◎	-
治療監視	治療装置によって作成される警報を監視し、遠隔で治療停止、非常停止等の操作を行う。 各種非常事態の対応を TV 会議等で説明、指示を行うこともサービスの範囲とする。	◎	◎	◎	-
治療評価	治療終了後、治療装置の動作記録、実照射線量記録等を基に治療内容の評価を行うと共に今後の治療に関して、要すれば治療計画の修正を行う。 評価内容の TV 会議等による説明、計画修正の指示までをサービスの範囲とする。	◎	◎	◎	○
凡例 Text:文字情報、 Sound:音声情報、 Image:画像情報、 Image(H)：大容量画像情報 ○：バッチ処理、◎：リアルタイム H:大容量					

(4) リモートメンテナンス

① サービスの概要

ネットワークに接続された放射線医療機器の稼働時に採取された稼働実績（稼働時間、出力等）や装置内部の各種データ（電圧、電流等）をネットワーク経由で、継続的に機器状況をモニタリングし、劣化や故障の前兆を把握し、臨時補修及び予備品の供給を行うと同時に定期検査項目の追加、変更を行うことにより、高い稼働率を実現する。

② サービス内容とネットワークを移動するデータの仕様

図表・ 80 サービスの内容とネットワークを移動する情報の仕様

項目	サービスの内容	Specification of Data			
		Text	Sound	Image	Image(H)
稼働状況監視	装置稼働データ（ログ）や決められたインターバルのメンテナンス時間の機器の各部のデータを取得し、機器状態を判断し、機器管理者に報告する。また、必要に応じて、Site 保全員やメンテナンス会社へのメンテナンス指示を行う。	◎	-	-	-
遠隔システムメンテナンス	機器内保有の異常事態対応用のコマンドにより、フリーズ状態にあるシステムの復旧や	◎	-	-	-

項目	サービスの内容	Specification of Data			
	稼働状況データ（ログ）異常の修正などを行う。				
メンテナンス 計画作成	各種取得の機器状況データを基に臨時、定期のメンテナンスの計画を提案する。臨時メンテナンスの猶予期間、実施内容、交換部品、見積などを作成すると共に、その後の定期検査の実施内容も見直し、機器管理者を支援する。	○	-	-	-
凡例 Text:文字情報、 Sound:音声情報、 Image:画像情報、 Image(H)：大容量画像情報 ○：バッチ処理、◎：リアルタイム H:大容量					

5-3. サービス内容毎の通信経路、機器構成

我々が提案する遠隔放射線医療サービスの支援地域をサウジアラビア国内全域とした場合の提供するサービスを実現するための機器、通信経路の検討を行った。

1) 通信経路に関する検討

ネットワークを用いて遠隔支援を日本-サウジアラビア間の Point To Point を行う場合次の2点が問題となる。

- ①ネットワーク遅延が大きく、通信用途が制限される。
 - ②サウジアラビアへの入国にはビザが必要となるため遠隔支援を補完する直接支援が困難である。
- この対策として日本との通信の遅延が少なく、サウジアラビアへの直接支援が比較的容易で中東通信の拠点となり得る UAE（例えばアブダビ）に日本との中継基地を設けることを検討する。

図表・81 日本-サウジアラビア間の通信遅延及びビザの要否

	日本-サウジアラビア間	日本-UAE 間	サウジアラビア-UAE 間
ネットワーク遅延	大きい (350~400msec)	中 (150~200msec)	確認中（欧州経由） (200~250msec)
ビザの要否	要	不要	不要

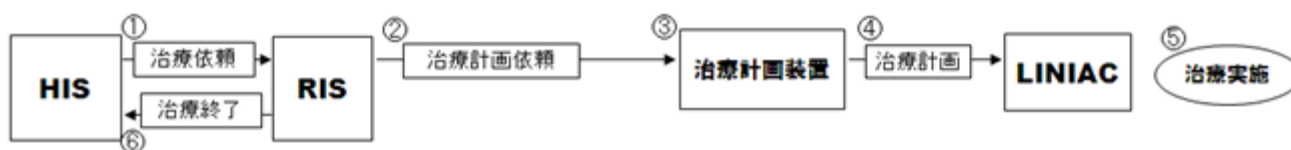
2) ネットワークに接続される機器の要件の検討

放射線医療システムのネットワークに接続される機器及びアプリケーションの各要件について、遠隔支援サービスの運用に沿って検討を行った。

(1) 病院内での運用

図表「治療依頼から治療終了までの運用例」の流れに沿って、検討を行った。

図表・82 治療依頼から治療終了までの運用例



図表・83 病院内での運用の各装置の接続条件

No	装置・システム	病院内での運用			
		用途	データ容量	通信プロトコル	ネットワークの推奨帯域
1	CT (Computed Tomography)	診断・治療を目的とした組織の形態画像を生成する。 検査時間が短い、石灰化の診断に優れる、磁性体の影響が無いなどの長所があるが、放射線被爆がある、骨のアーティファクトがあり頭蓋底等の診断が困難、組織コントラストが弱いなどの短所もある。	500MB (1患者1検査 (画像圧縮なし))	CT<=>PACS TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
2	MRI (Magnetic Resonance Imaging)	診断・治療を目的とした組織の形態画像を生成する。 任意方向の断面図が得られる、放射線被爆が無い、骨による影響が無いため頭蓋底等の診断に優れるなどの長所があるが、検査時間が長い、金属類持ち込み禁止などの短所もある。	500MB (1患者1検査 (画像圧縮なし))	・MRI<=>PACS TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
3	PET (Positron Emission Tomography)	診断・治療のための生体の機能画像を生成する。腫瘍組織における糖代謝レベルの上昇を検出することにより癌の診断に利用する。	125MB (1患者1検査 (画像圧縮なし))	・PET<=>PACS TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
4	PACS (Picture Archiving and Communication Systems)	CT、MRI、PETなどで撮影した画像を蓄積し、検索・読影することによって診断を行う。 【運用例】 ・CT、MRI、PETから画像を受信する。 ・患者単位で画像を検索し、診断を行う。 ・治療計画装置からの要求に応じて画像を送信する。	1.1GB (1患者CT、MRI、PETを各1検査として (画像圧縮なし))	・CT,MRI,PET=>PACS TCP/IP+DICOM ・PACS<=>放射線治療計画装置 TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
5	HIS (Hospital Information System)	病院情報システム。ここではオーダーエン트리システムと同義とする。 【運用例】 RISに患者情報 (ID、氏名、性別、年齢等)を含む放射線検査依頼・放射線治療依頼等を送信し、検査終了・治療終了等受信する。	1.6KB (1患者1検査依頼+1治療依頼)	・HIS<=>RIS TCP/IP+HL7	100Mbps 以上
6	RIS (Radiology Information System)	放射線部門が扱う事務管理作業を対象とするシステム。 【運用例】 HISから放射線検査依頼・放射線治療依頼を受信する。 ・CT・MRI・PETなどの診断装置に放射線検査依頼を送信する。 ・検査終了時にHISに検査終了を送信する。 ・治療計画装置に放射線治療計画依頼を送信する。 ・治療終了後に治療終了をHISに送信する。	2.4KB (1患者1検査依頼+1治療依頼)	・RIS<=>HIS TCP/IP+HL7 ・RIS=>CT,MRI,PET TCP/IP+DICOM ・RIS=>放射線治療計画装置 TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
7	放射線治療計画装置	効果的な癌治療のために照射野、照射法、線量分割法、併用療法などを含めた適切な放射線治療計画を立案する。 【運用例】 ・RISから放射線治療依頼を受信する。 ・治療計画に必要な画像をPACSから検索する。 ・治療計画を作成する。 ・LINACに治療計画を送信する。 ・LINACから治療記録を受信する。	80MB (1患者1計画あたり)	・RIS=>放射線治療計画装置 TCP/IP+DICOM ・放射線治療計画装置<=>PACS TCP/IP+DICOM ・放射線治療計画装置<=>LINAC TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上

8	LINAC (Linear Accelerator)	X線や電子線を発生させて放射線治療を行う。 【運用例】 ・治療計画装置から治療計画を受信する。 ・治療を行う。 ・治療計画装置に治療記録を送信する。	80MB (1患者1計画あたり)	・LINAC<=>放射線治療計画装置 TCP/IP+DICOM	100Mbps 以上
	ビデオ会議システム	—	—	—	—

(2) 遠隔診断支援時の運用

遠隔診断支援時の運用に関して検討を行った。

図表・84 遠隔診断支援の運用の各装置の接続条件

No	装置・システム	遠隔診断支援時の運用			
		用途	データ容量	通信プロトコル	ネットワークの推奨帯域
1	CT (Computed Tomography)	—	—	—	—
2	MRI (Magnetic Resonance Imaging)	—	—	—	—
3	PET (Positron Emission Tomography)	—	—	—	—
4	PACS (Picture Archiving and Communication Systems)	【運用例】 センター病院のPACSに画像を送信する。 センター病院では受信した画像をPACS端末で読影する。	1.1GB (1患者CT、MRI、PETを各1検査として(画像圧縮なし))	PACS=>PACS TCP/IP+DICOM または TCP/IP+ftp	10Mbps 以上
5	HIS (Hospital Information System)	—	—	—	—
6	RIS (Radiology Information System)	—	—	—	—
7	放射線治療計画装置	—	—	—	—
8	LINAC (Linear Accelerator)	—	—	—	—
9	ビデオ会議システム	【運用例】 PACSでの読影結果をビデオ会議で知らせる。または読影レポートを資料として共有して依頼元に見せる。	1080p 30fps ×秒	H.264	1Mbps 以上

(3) 遠隔治療計画支援(ファイル転送)

遠隔治療計画支援の診断情報や作成された治療計画のファイル転送を行う場合の検討を行った。

図表・ 85 遠隔治療計画支援（ファイル転送）の各装置の接続条件

No	装置・システム	遠隔治療計画支援(ファイル転送)			
		用途	データ容量	通信プロトコル	ネットワークの推奨帯域
1	CT (Computed Tomography)	—	—	—	—
2	MRI (Magnetic Resonance Imaging)	—	—	—	—
3	PET (Positron Emission Tomography)	—	—	—	—
4	PACS (Picture Archiving and Communication Systems)	【運用例】 治療計画を改善するために画像データが必要な場合は、センター病院の PACS に画像を送信する。 センター病院では受信した画像を PACS 端末で読影し、治療計画の改善に活用する。	1.1GB (1 患者 CT、MRI、PET を各 1 検査として (画像圧縮なし))	PACS=>PACS TCP/IP+DICOM または TCP/IP+ftp	10Mbps 以上
5	HIS (Hospital Information System)	—	—	—	—
6	RIS (Radiology Information System)	—	—	—	—
7	放射線治療計画装置	【運用例】 センター病院の治療計画装置に治療計画データを送信する。 センター病院では受信した治療計画を確認し、改善後の治療計画データを返信する。	80MB (1 患者 1 計画あたり)	治療計画装置=>治療計画装置 TCP/IP+ftp	10Mbps 回線で 実効 50%として 約 128 秒/80MB
8	LINAC (Linear Accelerator)	—	—	—	—
9	ビデオ会議システム	【運用例】 治療計画の内容についてカンファレンスを行う。	1080p 30fps ×秒	H.264	1Mbps 以上

(4) 遠隔治療計画支援(リモートデスクトップ)

遠隔治療計画支援を2点間でデータ共有した上で、共同で治療計画を作成する場合を検討した。

図表・86 遠隔治療計画支援(リモートデスクトップ)の各装置の接続条件

No	装置・システム	遠隔治療計画支援(リモートデスクトップ)			
		用途	データ容量	通信プロトコル	ネットワークの推奨帯域
1	CT (Computed Tomography)	—	—	—	—
2	MRI (Magnetic Resonance Imaging)	—	—	—	—
3	PET (Positron Emission Tomography)	—	—	—	—
4	PACS (Picture Archiving and Communication Systems)	【運用例】 治療計画を改善するために画像データが必要な場合は、センター病院のPACSに画像を送信する。 センター病院では受信した画像をPACS端末で読影し、治療計画の改善に活用する。	1.1GB (1患者CT、MRI、PETを各1検査として(画像圧縮なし))	PACS=>PACS TCP/IP+DICOM または TCP/IP+ftp	10Mbps以上
5	HIS (Hospital Information System)	—	—	—	—
6	RIS (Radiology Information System)	—	—	—	—
7	放射線治療計画装置	【運用例】 センター病院の治療計画装置に治療計画データを送信する。 センター病院では受信した治療計画を確認し、改善後の治療計画データを返信する。	画面の状況(精細度等)によって変動	RDP	1Mbps/接続端末台数以上
8	LINAC (Linear Accelerator)	—	—	—	—
9	ビデオ会議システム	【運用例】 治療計画の内容についてカンファレンスを行う。	1080p 30fps ×秒	H.264	1Mbps以上

(5) 遠隔治療支援

遠隔治療支援を行う場合の検討を行った。

図表・87 遠隔治療支援の各装置の接続条件

No	装置・システム	遠隔治療支援			
		用途	データ容量	通信プロトコル	ネットワークの推奨帯域
1	CT (Computed Tomography)	—	—	—	—
2	MRI (Magnetic Resonance Imaging)	—	—	—	—
3	PET (Positron Emission Tomography)	—	—	—	—
4	PACS (Picture Archiving and Communication Systems)	—	—	—	—
5	HIS (Hospital Information System)	—	—	—	—
6	RIS (Radiology Information System)	—	—	—	—
7	放射線治療計画装置	【運用例】 センター病院の治療計画装置に治療結果データを送信する。 センター病院では受信した治療結果を確認し、治療内容を評価する。	80MB (1 患者 1 計画あたり)	治療計画装置=>治療計画装置 TCP/IP+ftp	10Mbps 以上
8	LINAC (Linear Accelerator)	—	—	—	—
9	ビデオ会議システム	【運用例】 治療結果についてカンファレンスを行う。	1080p 30fps ×秒	H.264	1Mbps 以上

以上のことから CT、MRI、PET 及びそれ以外の診断装置では、患者からの診断データを取得する院内作業時に PACS との通信は行われるが、遠隔支援（リモートメンテナンスを除く）サービスを運用する場合には、PACS との通信による必要な診断データを取得するため、診断装置への特設のアクセスは検討の対象とはならない。また、既存の診断装置のリモートメンテナンスも基本的に装置内のログのファイル転送を用いるため、転送速度、転送遅延や容量等による障害はないと判断した。

3) 遠隔診断支援サービスの機器及びネットワーク回線

遠隔診断支援サービス提供のソリューション及びその通信区間を図表・88 にネットワークの接続イメージを図表・89 に示す。

図表・88 遠隔診断のソリューション及びその通信区間

利用サービス	ソリューション	通信先①	通信先②
遠隔診断支援	・ 投影レポート等・CT 画像等のデータ通信 ・ ビデオ会議（資料共有）	UAE（中東センター）	サウジアラビアセンター
		サウジアラビアセンター	サウジアラビア拠点病院
		サウジアラビア拠点病院	サウジアラビアサテライト病院
		日本（病院・大学）	UAE（中東センター）
ネットワーク要件：遅延/ミニマム、 使用ネットワーク：大容量			

図表・89 ネットワークの接続イメージ（遠隔診断支援）



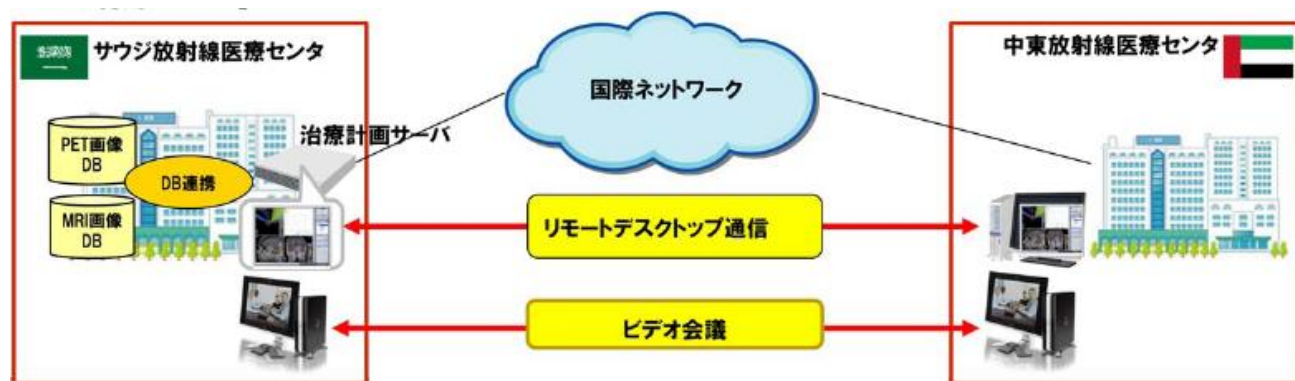
4) 遠隔治療計画支援サービス(中東域内)の機器及びネットワーク回線

中東域内で行われる遠隔治療計画支援サービス提供のソリューション及びその通信区間を図表・90に、ネットワークの接続イメージを図表・91に示す。

図表・90 サービスのソリューション及びその通信区間（遠隔治療計画支援：中東域内）

利用サービス	ソリューション	通信先①	通信先②
遠隔治療計画 支援	・治療計画ソフトへのリモート通信 ・ビデオ会議	UAE（中東センタ ー）	サウジアラビア センター
		サウジアラビア センター	サウジアラビア 拠点病院
		サウジアラビア 拠点病院	サウジアラビア サテライト病院
ネットワーク要件：遅延/ミニマム、 使用ネットワーク：大容量			

図表・91 ネットワークの接続イメージ（遠隔治療計画支援：中東域内）



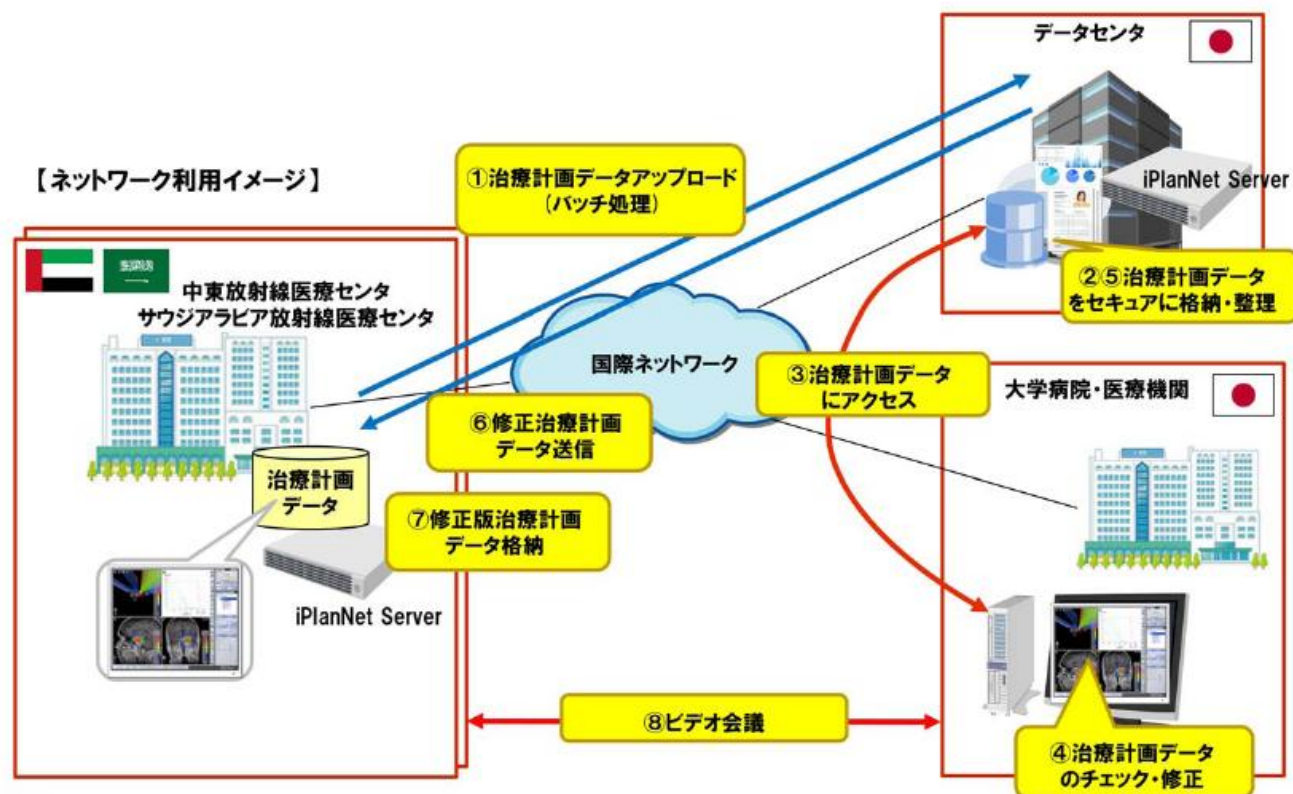
5) 遠隔治療計画支援サービス(日本)の機器及びネットワーク回線

日本から行われる遠隔治療計画支援サービス提供のソリューション及びその通信区間を図表・92 にネットワークの接続イメージを図表・93 に示す。

図表・92 サービスのソリューション及びその通信区間（遠隔治療計画支援：日本）

利用サービス	ソリューション	通信先①	通信先②
遠隔治療計画 支援（日本）	・治療計画データ通信（バッチ処理） ・治療計画データ保存（クラウド格納） ・治療計画ソフトへのリモート通信 ・ビデオ会議	サウジアラビア センター	日本（データセンタ ー）
		日本（大学・病院）	日本（データセンタ ー）
		UAE（中東センター）	日本（大学・病院）
ネットワーク要件：遅延/ミニマム（バッチ処理考慮不要）、 使用ネットワーク：大容量（バッチ処理は考慮不要）			

図表・93 ネットワークの接続イメージ（遠隔治療計画支援：日本）



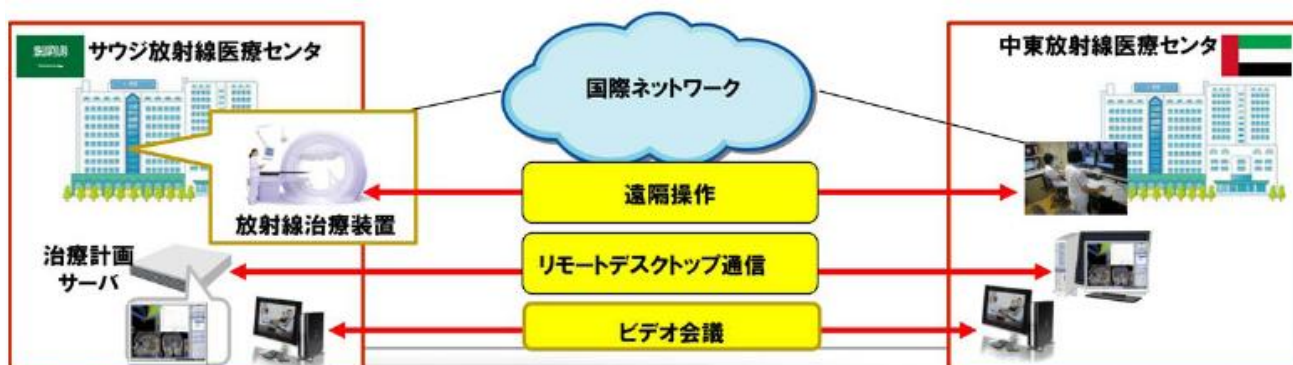
6) 遠隔治療支援サービスの機器及びネットワーク回線

遠隔治療支援サービス提供のソリューション及びその通信区間を図表・94 に、ネットワークの接続イメージを図表・95 に示す。

図表・94 サービスのソリューション及びその通信区間（遠隔治療支援）

利用サービス	ソリューション	通信先①	通信先②
遠隔治療支援	・放射線治療装置の遠隔操作 ・治療計画ソフトへのリモート通信 ・ビデオ会議	UAE(中東センター)	サウジアラビア (センター)
		サウジアラビア (センター)	サウジアラビア (拠点病院)
		サウジアラビア (拠点病院)	サウジアラビア (サテライト病院)
ネットワーク要件：遅延/ミニマム、 使用ネットワーク：大容量			

図表・95 ネットワークの接続イメージ（遠隔治療支援）



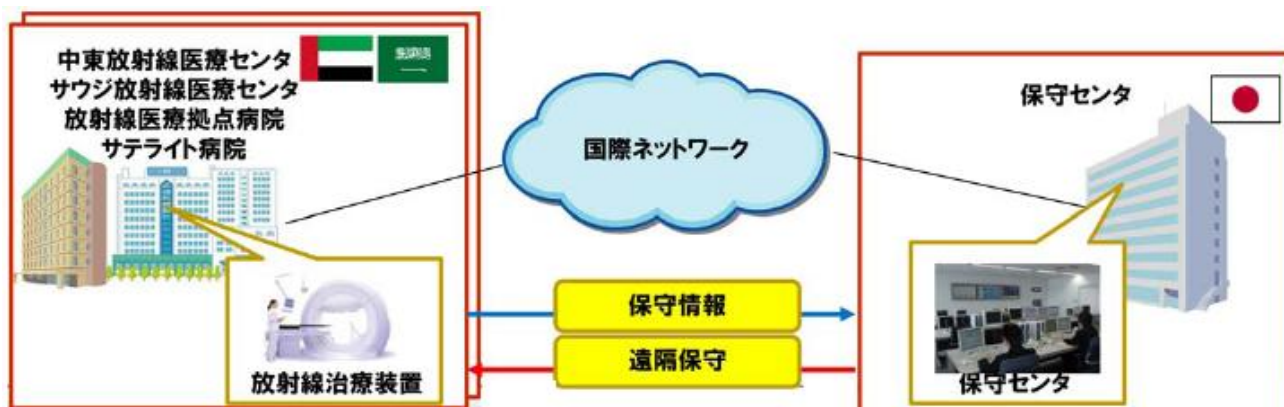
7) リモートメンテナンスサービスの機器及びネットワーク回線

リモートメンテナンスサービス提供のソリューション及びその通信区間を図表・96 にネットワークの接続イメージを図表・97 に示す。

図表・96 サービスのソリューション及びその通信区間（リモートメンテナンス）

利用サービス	ソリューション	通信先①	通信先②
リモートメン テナンス	・状態監視：保守情報通信 ・放射線治療装置への遠隔保守	日本（保守センター）	UAE(センター)
		日本（保守センター）	サウジアラビア (センター)
		日本（保守センター）	サウジアラビア (拠点病院)
		日本（保守センター）	サウジアラビア (サテライト病院)
ネットワーク要件：遅延/500msec 以内、 使用ネットワーク：小容量（要確認）			

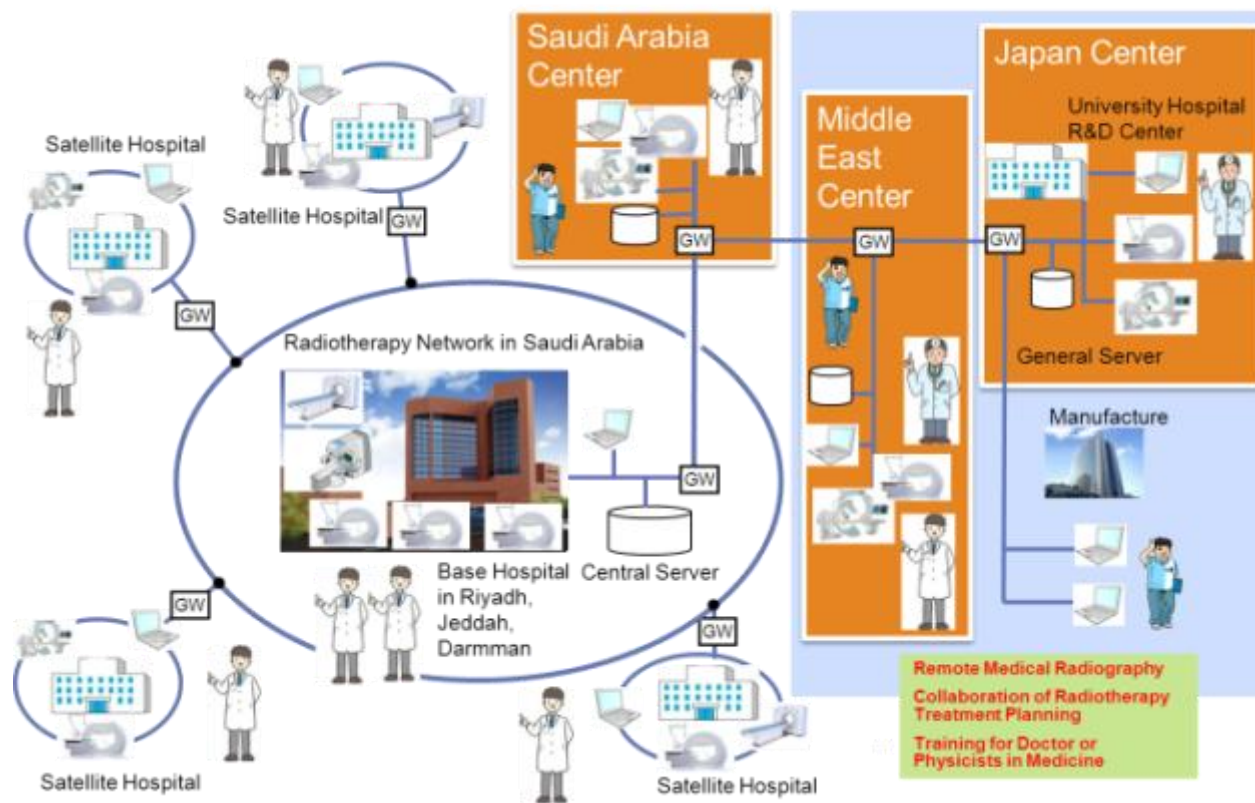
図表・97 ネットワークの接続イメージ（リモートメンテナンス）



5-4. ネットワーク型放射線医療システム

1) ネットワーク型放射線医療システムの概要

図表・98 ネットワーク型放射線医療システム



放射線医療遠隔支援サービスをサウジアラビアを支援地域として想定し、各サービスを実現するための要件を抽出した。これらの要件を全サービスに対して満たすことのできるネットワーク型放射線医療システムの全体像を図表・98に示す。

(1) 放射線医療センター

遠隔医療支援サービスのサービス供給の中心拠点の放射線医療センターは、これまでの調査で明らかになった範囲でのサウジアラビア-日本の通信環境や中東周辺国の通信環境と人の移動上の諸問題を考慮し、放射線医療センターの機能を図表・98で示される日本センター、中東センター、サウジアラビアセンターの3ヶ所とすることを選択した。これにより、遠隔支援サービスの中で最も技術的要求が高いリアルタイム通信を利用するレベルの高いサービスを供給できる範囲の拡大と将来中東全体をサービス支援地域に拡大することを可能とする。

更にこのシステムをモデルとして高度医療サービス環境整備途上の世界の他地域（ロシア、東南アジア、南米等）の通信、人材の容量が大きい都市にセンター機能分割した機能を持つ地域センター（本事業では、中東センター、サウジアラビアセンター）を設置し、日本センターを中心とした同様のネットワーク型放射線医療システムを構築することにより、日本の放射線医療サービスに係わる医療機

器・サービスの進出が容易に実現できる。

(2) 日本センター(図表中 Japan Center)

日本国内の大学施設内に設置され、サービス対象範囲の放射線医療を実施する現地医療スタッフの支援を行う日本側医療スタッフが常駐する拠点となる。ここでは、各種の遠隔支援を行うための端末機器及びシステムに接続された治療や診断の実施もしくはシミュレートが可能な診断装置、治療装置に加え、サービスの記録、診断、治療の記録を残すサーバが設置されている。また、通常の遠隔支援と共にサウジアラビアスタッフの育成拠点となる。

(3) 中東センター(図表中 Middle East Center)

今後の中東全域のサウジアラビア以外の国々へのサービスとネットワーク拡大を念頭に置き、中東の各国都市の中で通信及び交通、入出国が自由に行える都市に設置する。ここには、サウジアラビアセンターと同じ機能を持ち、今後設置を予定している中東各国国別センターをサービス対象とし、日本人医師と日本での研究を終えた現地スタッフが常駐する。端末機器、診断装置、治療装置、サーバ等は日本センター同様の設備を設置する。日本への医療スタッフ研修前の事前研修や日本での研修が終了し医療サービスの従事する医療スタッフのフォローも行う。

(4) サウジアラビアセンター(図表中 Saudi Arabia Center)

サウジアラビア国内の医療サービス実施の中心拠点としてサウジアラビアセンターを設置する。ここでの常駐スタッフはサウジアラビア国籍を有する医療スタッフもしくはこれに準ずるものとなる。端末機器及び医療サービスに必要な施設を有し、遠隔支援を受けながら医療サービスを実施するサウジアラビアの各地方の拠点病院(図表中 Base Hospital 以下、拠点病院)や小規模病院(図表中 Satellite Hospital 以下、サテライト病院)に対し、リアルタイムの支援サービスを行う拠点となる。

(5) 拠点病院(図表中 Base Hospital)

サウジアラビア政府の国内病院構想におけるサウジアラビア国内各地方に設置されるメディカルシティや中央病院である地方の Main Hospital, General Hospital にネットワークの構築と高度放射線治療装置の設置を行い、放射線遠隔支援医療サービスの部門を設立もしくは拡充し、地域サービスの拠点とする。

(6) サテライト病院(図表中 Satellite Hospital)

サウジアラビアの Primary Healthcare, Secondary Healthcare を行う Primary Healthcare Center, Small Hospital にネットワーク構築と高度放射線治療装置設置を行い、サウジアラビアの地方都市の住民への医療サービスを行えるようにする。端末機器、診断装置、治療装置のサービス範囲の対象人口及び対象症例に見合った施設とする。ここは、地域住民が自宅から通院で治療を受けることができる病院となる。

2) 各拠点間のネットワークの要件

上記サービスを実現するための各ネットワークに必要な要件を以下の通りまとめる。

(1) 拠点病院とサテライト病院間におけるネットワークの要件

拠点病院とサテライト病院間では、放射線治療の全てのプロセスにおいてシームレスに医療を行う必要がある。特に、インターラクティブ性を要求される治療計画においては、ネットワークの容量のみならず遅延に関してもミニマムである必要がある。

(2) 拠点病院とサウジアラビアセンター間におけるネットワークの要件

拠点病院とサウジアラビアセンター間では、拠点病院の医師がある程度のレベルに達するまでは、上記(1)と同様にシームレスに医療を行う必要があり、インターラクティブ性を要求される治療計画においては、ネットワークの容量のみならず遅延に関してもミニマムである必要がある。

(3) サウジアラビアセンターと中東センター間におけるネットワークの要件

サウジアラビアセンターと中東センター間では、サウジアラビアセンターの医師がある程度のレベルに達するまでは(特にこの間は日本人医師が中東センターに常駐している可能性もある)、上記(1)、(2)と同様にシームレスに医療を行う必要があり、インターラクティブ性を要求される治療計画においては、ネットワークの容量のみならず遅延に関してもミニマムである必要がある。

(4) 中東センターと日本センター間におけるネットワークの要件

中東センターと日本センターは、どちらにも日本人医師がいる可能性が高いため、特に難しい患部での医療方針の決定や、治療計画のチェック、アドバイスが主となると思われる。

この間のデータは、治療計画をバッチ的に送受信したり、ビデオカンファレンスが可能なネットワークが構築できれば良いと考える。

(5) 医療機器と医療メーカー間におけるネットワークの要件

放射線治療装置のデータは特にリアルタイムで取得する必要がないため、少々時間を要しても問題がない。通常のインターネットレベルの通信で対応可能と考える。

以上の要求をまとめると以下の表となる。

図表・99 ネットワーク型放射線医療システム要件

	遠隔診断	治療計画支援	遠隔治療支援	リモートメンテ	ネットワークへの要求
拠点病院ーサテライト病院	✓	✓	✓	NA	大容量 遅延ミニマム
拠点病院ーサウジアラビアセンター	✓	✓	✓	NA	大容量 遅延ミニマム
サウジアラビアセンターー中東センター	✓	✓	✓	NA	大容量 遅延ミニマム
中東センターー日本センター	NA	データ作成のみ	NA	NA	中容量
医療機器メーカー各病院	NA	NA	NA	✓	中容量

第6章 中東ネットワーク型放射線治療システムの構築

6-1. システム構築の手順

中東ネットワーク型放射線治療システムを構築するに際しては、人的及びインフラ的な2つの側面での構築が必要である。さらにそれぞれを以下の3つのステップで構築することとする。

1) 人的要素における構築手順

(1) Step1.

人的交流：大学などの教育受入れ制度などを利用して、医師の育成や共同研究を行う。同時に、中東センターに放射線医師を派遣し、放射線治療やその教育を行う。

具体的には、以下の業務を行う。

① 受入れ医療機関の確保

日本の放射線医療機器、通信インフラ機器供給企業及び高度放射線医療を行う大学等研究機関、病院との協力体制を確立し、教育・育成計画にスケジュールと実施場所、施設を確保する。

② 中東センター、サウジアラビアセンター医療スタッフの育成

A. 教育・育成対象者

中東センター設置国の放射線医師、放射線物理士、医学物理士、放射線技師の資格を有する者

B. 教育内容

中東センター設置国で資格を有する者に対し、高度放射線治療装置の使用方法及び遠隔支援サービスの運用法に関して研修を行う。

- ・ 高度放射線治療装置運用研修
装置概要、基礎操作、使用前点検、日常点検、治療モード、非常モード、補修モード、トラブル対処法、安全装置の項目に関して実機を用いて研修を行う。
- ・ 遠隔支援サービス運用
各サービスを使用時の利用方法、機器操作、疑似遠隔支援を遠隔支援に用いるアプリケーション及びアプリケーション端末、ビデオ会議を設置した施設において研修を行う。

③ 人的交流プログラムの確立

以下で述べる実証試験段階や中東センター、サウジアラビアセンター医療スタッフの教育・育成過程に今後中東ネットワーク型放射線治療システムの運営、利用に携わる人々を招き事業の紹介、周知を行うと共に、サウジアラビアを始めとする中東諸国の放射線医療従事者の日本での研修及び同従事者の自国への講演指導の仕組みを確立する。

④ 中東センターへの医師の派遣

中東センターでの治療及びサウジアラビアセンターの遠隔支援の立ち上げに当たり、日本の放射線医師を派遣し、スタッフの教育及び治療の指導を行う。

(2) Step2.

日本で教育を受けた医師を、サウジアラビアセンターへ戻し、サウジアラビアセンター内で放射線治療や拠点病院の医師の教育を行う。

本ステップを実現するに際し、以下の点を実施・検討する必要がある。

① サウジアラビア内の拠点病院の確保

サウジアラビアの地方拠点となる Medical City や General Hospital、放射線医療部門を有する大学病院の中から施設、スタッフ、その他の環境が整う場所から拠点病院を選定する。

② 中東センター等の遠隔支援に対する治療責任等の明確化

遠隔治療計画支援、遠隔治療支援を行うに当たり、治療結果に対する責任を医師法等に照らし合わせ明確化し、遠隔治療契約を締結する。

③ 遠隔支援に関する診療報酬の取り決め

遠隔支援の内容及び実施者等に応じて報酬額を決定すると共に支払の責任者、支払方法を確定する。

(3) Step3.

拠点病院の医師をサテライト病院に配置し、サテライト病院にて放射線治療を行う。拠点病院の医師または、サウジアラビアセンターの医師は、サテライト病院の放射線治療の支援を行う。

2) インフラ的要素における構築手順

(1) Step1

放射線医療センター構築：日本、中東、サウジアラビアに放射線医療センターを構築し、放射線医療装置を導入する。同時に各センター間にネットワークを導入する。

具体的には、以下の業務を実施する。

① 中東・サウジアラビア・日本の各センター設立のための JV(Joint Venture)の構築

中東・サウジアラビア・日本センターにおいて中東ネットワーク型放射線医療システムを利用し、遠隔支援サービスにより放射線医療サービスを行う JV(Joint Venture 以下 JV)を設立する。

② 各センターへの放射線医療装置の導入

各センターの需要に応じて最適な放射線医療装置を必要台数設置する。

③ 各センター間のネットワークの構築

装置導入に並行して、各センター間のネットワークを構築する。

(2) Step2.

放射線医療拠点病院構築：サウジアラビアの各都市に放射線医療拠点病院を構築し、それぞれの病院に放射線医療装置を導入し、サウジアラビアセンターをネットワークで結ぶ。

① 拠点病院とサウジアラビアセンター病院間のネットワークの構築

選定されたサウジアラビアの拠点病院とサウジアラビアセンター間のネットワークを構築する。

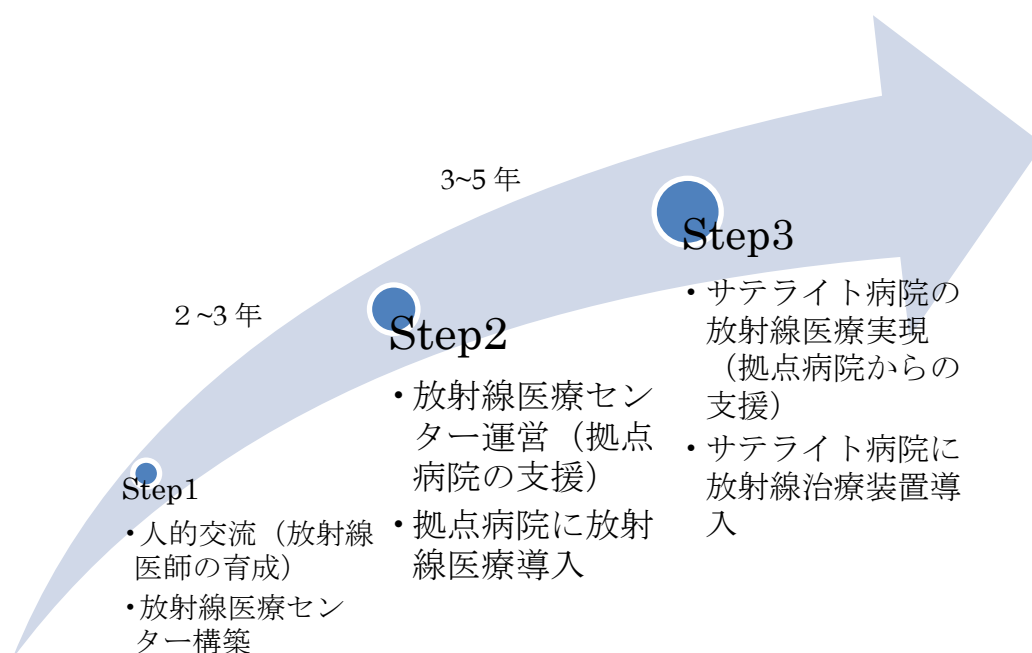
② 拠点病院への放射線治療装置の導入

サウジアラビアセンター-拠点病院間のネットワーク構築と並行して、放射線医療装置を導入する。

(3) Step3.

サウジアラビアの各サテライト病院に放射線医療装置を導入し、サテライト病院と拠点病院間にネットワークを構築する。

図表・100 システム構築の手順



6-2. 次ステップ実証試験の提案

治療計画の遠隔支援を潤滑に行うためには、対応するネットワークの容量及び遅延時間に大きく依存するが、実際に数値的な要求仕様を導くことは出来ていない。

そこで、次ステップの実証研究として、各センター間やサテライト病院と拠点病院間のネットワークを想定した治療計画の遠隔支援の実証研究を行う必要がある。

具体的には、日本と中東センター（アブダビを想定）、中東センターとサウジアラビアに治療計画ソフ

トを導入して、遠隔支援システムの検証を行う。

治療計画の遠隔支援の想定としては、OJT としての治療計画支援（マンツーマン）や教育としての支援（複数対応）を行う必要があるため、ネットワークに接続される遠隔端末数やサーバの能力をいくつかのパターンを想定して検証する。

1) 遠隔支援システム実証試験

遠隔支援システムの実証は、実際に使用する通信機器、アプリケーションや端末機器を用いて、模擬作業を行い、オペレータが感じる操作感覚、操作時に発生する応答遅延時間、応答遅延等に起因するアプリケーションや機器のエラーを確認し、評価対策を打つ必要がある。

遠隔支援システムの実証に当たり、通信環境の要素に対する影響を明確化すること及び実際の通信経路での遠隔支援システムの実証で発生する事象に対して、評価、分析をより詳細に行うことを目的に実証を国内試験と現地試験の2段階に分けて実施する。

国内での試験では、ネットワークエミュレータを用い、各種の通信環境下でのシステムの運用状況の評価する。次にこの結果によって期待する動作が可能な日本-サウジアラビア間の通信経路を決定し、実際のネットワークを経由して遠隔支援システムの運用試験を行う。その後、現地試験結果を基に通信経路、機器及びアプリケーションの見直し、エラー等の対策を織り込んだシステム最終設計案を作成する（参照図表・101 遠隔支援システム実証試験スケジュール）。

図表・101 遠隔支援システム実証試験スケジュール

Item	Schedule									Note
	2013						2014			
	4-7	8	9	10	11	12	1	2	3	
Step 1	パートナー候補選出 事業開始時点で条件を満たすパートナーを複数選出	国内試験 国内の施設で遠隔支援のシミュレーション								ネットワークエミュレータを用いて、遠隔支援に用いる機器、アプリケーションの評価、ネットワークの要件を確定する。
Step 2		パートナー選別 国内試験を踏まえた実証試験のパートナーの選別				現地パートナー契約	現地試験 国内試験の結果により通信経路を選択、現地において遠隔支援シミュレーション			国内試験の評価、要件を基に実運用を前提としたパートナー及び通信経路で遠隔支援の疑似運用を行い、実現性の評価と実システム設計に必要なデータの取得を行う。
Planning							システム設計 実システム計画作成			現地試験結果を基に実システムの修正を加え、最終計画を作成する。

(1) 国内試験

① 試験場所

国内に仮設もしくは既設 VPN を占有できる場所に通信機器、端末機器及びアプリケーションを導入し、実施する。

② 試験内容

A. 遠隔支援シミュレート試験

遠隔支援で最も通信負担の大きい治療計画を遠隔支援で行う場合とリアルタイムで 사용할 수 있는ことが前提となるビデオ会議を行う場合を想定し、遠隔支援に使用する通信機器、端末機器及びアプリケーションをネットワークエミュレータを介して VPN で接続する。これにより実際の通信環境で想定される各種の通信速度、通信遅延の条件下（図表・102 参照）で遠隔操作し、体感及び定量的評価を行うと共に実際に使用する通信経路の要件を定める。

取得したデータの影響因子、各種データの発生原因を解析し、実際に使用する通信経路に係わるトラブル対応策をまとめる。

図表・102 試験条件

		通信速度									
		128K	512k	1M	2M	4M	6M	8M	10M	50M	100M
遅延時間	20msec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	50msec	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	100msec	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	200msec	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	300msec	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	400msec	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	500msec	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

【テスト項目】

治療計画及びビデオ会議の試験運用内容を図表・103 に示す。

図表・103 テスト項目（国内試験）

治療計画	治療画像の読込	臓器抽出	臓器回転	輪郭抽出	データExport	データImport
	ビーム計画	線量計算	データExport	データImport		
ビデオ会議	接続	映像表示	音声	資料共有	共有資料操作	

【評価項目】

使用感覚（優、良、可、不可）、操作遅延時間、通信及びアプリケーションのエラー

B. 遠隔支援体験

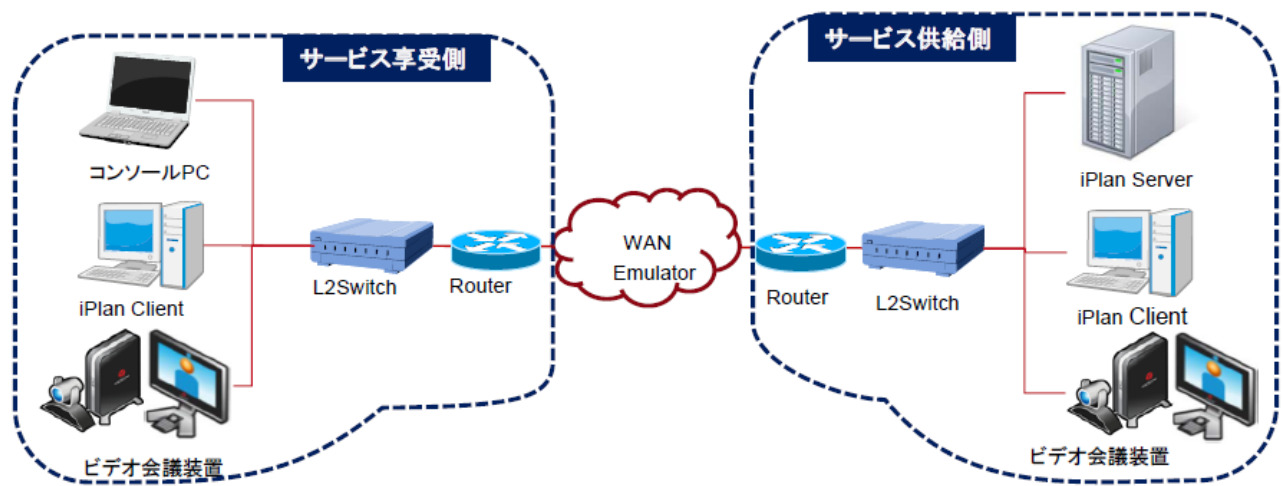
シミュレート結果により想定した通信経路の条件（通信速度、遅延時間）を用いて、実際に遠隔支援を行う日本側の医師及び遠隔支援を受けるサウジアラビアの医師による遠隔支援体験を行い、使用

者の評価を受けると共にサウジアラビア側医師及びパートナー機関への遠隔支援のデモンストレーションを行う。

③ 機器構成

国内試験に用いる機器の構成及び使用想定を機器、アプリケーションを図表・104， 105 に示す。

図表・ 104 機器構成（国内試験）



図表・ 105 想定機器、アプリケーション（国内試験）

設備名	iPlan Server	iPlan Client	WAN Emulator	Video Conference	L2 Switch	Router	コンソールPC
メーカー	BlaiLAB	BlaiLAB		Polycom HDX6000 以上	CISCO Catalyst 2900シリーズもしくは同等x2台	CISCO1900シリーズもしくは同様x2台	
仕様			○ソフト:WAN エミュレーションソフト ○ハード -Pentium 4.2GHz以上 -10GB HDD 以上 -4G RAM 以上 -NICx2枚 -DVD Drive搭載	-解像度HD720P/30fps以上 -RGB入力対応	-10/100BaseTx24ポート -Switched Port Analyzerサポート	-VPN機能 -QOS機能 -10/100BaseTx2ポート以上	○OS: Windows 7 x86 or x64 ○ソフト: -Microsoft Internet Explorer 7.0 -Tera Term Pro -Wireshark Network Protocol Analyzer

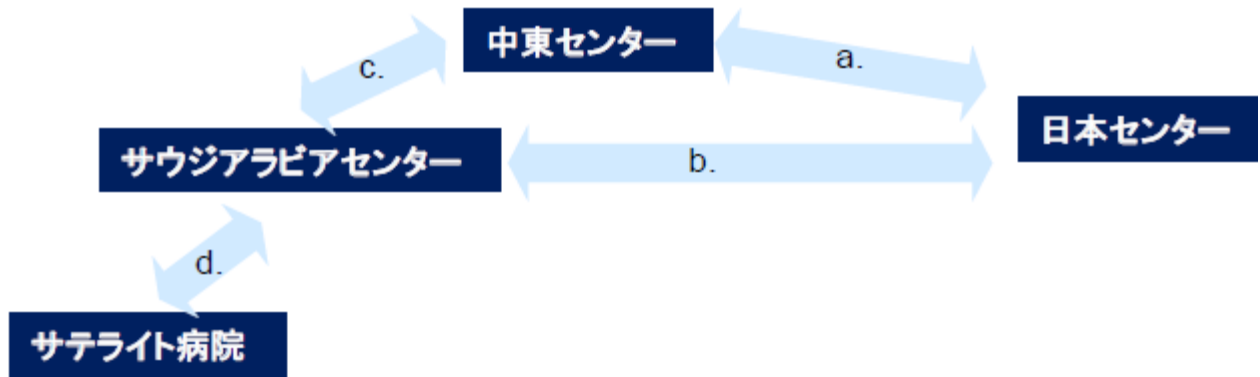
(2) 現地試験

① 試験場所

実際に遠隔支援を行うと想定される日本センター、サウジアラビアセンター、中東センター、サテライト病院の4か所を繋ぐ下記4種の接続（図表・106 参照）を行い、模擬遠隔支援を実施する。

- a.日本センター--中東センター間
- b.日本センター--サウジアラビアセンター間
- c.中東センター--サウジアラビアセンター間
- d.サウジアラビアセンター--サテライト病院間

図表・106 現地試験の接続



② 試験内容

A. 接続試験

国内試験結果を用いて選定した通信経路を使用し、上記4拠点で4種の接続を行い実際の遠隔支援を想定した模擬遠隔支援を実施し、運用の評価を行うと共に最終的な実システムの計画に必要なデータ取得を行う。通信条件は使用する通信経路の条件で固定し、図表・96の各接続毎に国内試験と同じテスト項目、評価項目で評価する。

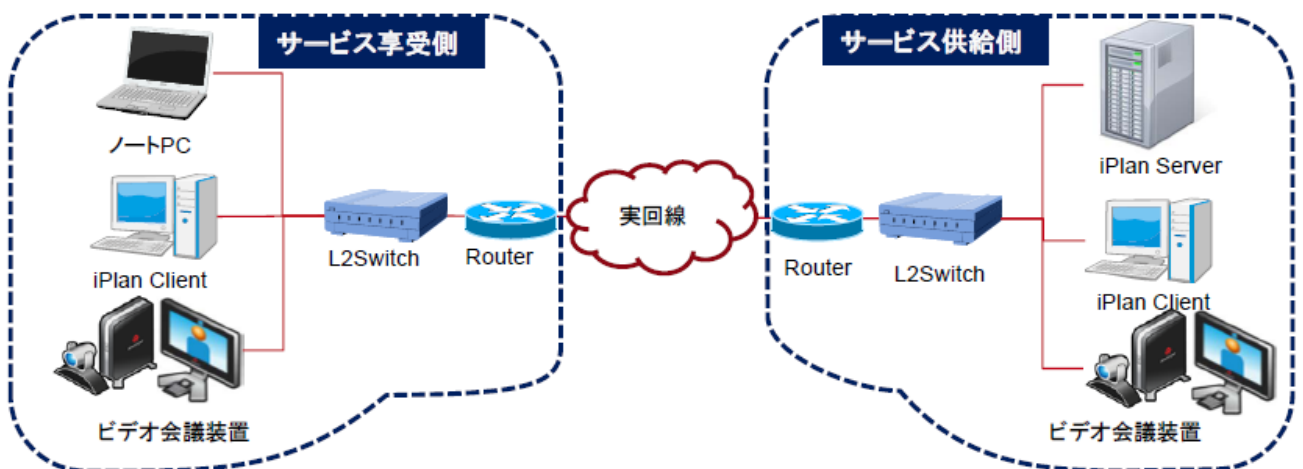
B. 体験試験

幅広い現地医療スタッフを対象に模擬遠隔支援の体験を行い、医療スタッフのニーズの掘り起こしと遠隔支援のデモンストレーションも実施する。

③ 機器構成

国内試験のネットワークエミレータを実通信経路に置き換えた構成となる。構成及び使用機器、アプリケーションは図表・107, 108に示す。

図表・107 機器構成（現地試験）



図表・ 108 想定使用機器・アプリケーション

設備名	iPlan Server	iPlan Client	実回線	Video Conference	L2 Switch	Router	コンソールPC
メーカー	BlaiLAB	BlaiLAB		Polycom HDX6000以上	CISCO Catalyst 2900シリーズもしくは同等x2台	CISCO1900シリーズもしくは同様x2台	
仕様				-解像度HD720P/30fps以上 -RGB入力対応	-10/100BaseTx24ポート -Switched Port Analyzerサポート	-VPN機能 -QOS機能 -10/100BaseTx2ポート以上 ※模擬試験の結果により再検討する	-HDD :10GB以上 -Windows 7 32bit/64bit SP1 -Microsoft Internet Explorer 7.0 -Tera Term Pro -Wireshark Network Protocol Analyzer

6-3. 放射線医療サービスを含む日本式病院システムの輸出

現在のサウジアラビアにおいて医療の中核を担っている保健省だが、前述の通り、近年の医療需要の増加に伴い、財源及び運営面で負担が増大しており、民間セクターへの機能移管を図っている。

保健省管轄病院は医療費が無料であることから、患者が集中しやすく、政府による医療費の負担が重くなっている。また、運営面においてその処理能力に限界が来ていると思われる。外来患者の待ち時間は3か月～6か月に及び、任意保険に加入し民間病院へ足を運ぶサウジアラビア人も存在する。さらに、特に保健省管轄病院では、外国人労働者が多く、接遇のレベルも高いとは言い難い。施設内の案内標識も分かりづらく、来院者へのホスピタリティが乏しいと感じられる。

増大する医療需要に対し、2012年現在、130以上の病院が建設中であり、2011年には22病院を竣工している一方で、現地医療従事者からの聴取によると、病院を建設はしたがスタッフの不足により開院できていない事例もある。放射線治療では、特に放射線物理士が不足しているという指摘がある。

このような政府による医療費の支出抑制策の一つとして、健康保険の段階的普及を図っており、それに併せ、保健省管轄病院の民営化を計画している。また、2011年3月の勅令及び現地関係者からの聴取によると、新規に病院を設立する民間事業者に対しては、その運営段階において政府より最大で約2億SR（約50億円）の無利子国債（20年以内に返済）が発行されるとのことであり、医療保健分野における民間セクターの役割の更なる拡大を図っていることが伺える。

以上の現状を踏まえると、日本式病院システムを輸出するためには絶好の環境が整っていると思われる。日本式病院の建設には、民間セクターの役割拡大を図る保健省からの援助が得られる。そして、日本式の患者に優しくアメニティに溢れるデザイン、高度な医療機器・設備、日本式トレーニングを受けた質の高いスタッフなど、オールジャパンによる日本式病院システムの輸出により、現在のサウジアラビアの医療における課題に対して極めて効果的なソリューションを提供できるものと思われる。

当該病院は、サウジアラビアにおける日本式医療サービスの拠点とし、既存病院への遠隔医療を通して、日本式医療サービスの質の高さについて、現地の認識を深める役割を果たす。また、病院の建設と併せて、設立当初は日本式トレーニングを施した外国人を中心に運営し、徐々にサウジアラビア人医療従事者の拡大を図る。また、高度放射線医療については日本の専門医による遠隔トレーニングを実施し、質の高い日本式医療の普及を戦略的に図っていくものとする。

APPENDIX

日本の放射線医療ガイドラインの概況

1) 放射線療法の総論

放射線療法は、癌の局所に線量を集中し、かつ周囲正常組織への線量を少なくし、合併症なく癌を根治することを目的としている。・・・放射線治療計画をたてるにあたっては、患者の年齢、一般状態（PS）、原発巣、病期、病理組織型、病巣の進展範囲、リスク臓器の位置、根治的か対症・姑息敵か、過去に行われた治療内容、合併症の有無などの点を考慮する。

出所) 日本放射線専門医会・医会, 日本放射線腫瘍学会, 日本医学放射線学会編集
「放射線治療計画ガイドライン・2008」より抜粋

通常、放射線治療（放射線療法）の適用となる疾患はケロイド、甲状腺眼症など一部の良性疾患と、ほぼ全ての悪性腫瘍である。また、放射線治療(放射線療法)は外科手術、化学療法、ホルモン療法などと組み合わせられ、集学的治療の一環として利用される場合もある。放射線治療（放射線療法）は局所療法であり、普通は腫瘍のある部分のみをねらって適用されるが、手術の領域リンパ節郭清と同様に領域リンパ節近傍を含めることもある。白血病などの骨髄移植前処置として全身に照射される（全身照射）治療法もある。放射線治療の特徴は、「切らずに治すこと」であり、外科手術と異なり臓器温存（形態や機能）を可能とする。このため頭頸部腫瘍など切除術により著しく生活の質（Quality of Life: QOL）の低下を生じるものに、第一選択の治療とされる場合が多い。

放射線治療は他の手術療法などと同じく治癒可能な病期・病勢では「根治治療（radical therapy）」の重要な選択肢として施行される。その他、癌が治癒不能な病期・病勢、再発・転移癌の場合でも、部分的な腫瘍縮小効果により症状の緩和を目指す「緩和治療・姑息治療（palliative therapy）」として広く用いられる。局所的な放射線治療の特徴として、全身への侵襲が小さいため、高齢者や全身状態が悪化した患者に対しても負担が少なく、緩和医療の重要な手段として治療が行える利点がある。代表的な緩和治療の対象病態は、骨転移の疼痛・骨折予防、脳転移による神経症状、縦隔腫瘍による上大静脈症候群などである。

治療の対象となる代表的な癌を次に挙げる。

乳癌 (breast cancer) 前立腺癌 (prostate cancer) 肺癌 (lung cancer) 結腸直腸癌 (colorectal cancer) 脳腫瘍 (brain tumor) 頭頸部癌 喉頭癌および咽頭癌	子宮頸癌などの婦人科の癌 喉頭癌および咽頭癌 子宮頸癌などの婦人科の癌 膀胱癌 (bladder cancer) 悪性リンパ腫 (malignant lymphoma) 膵臓癌 (pancreatic cancer)
---	---

以下、参考として、日本放射線専門医会・医会, 日本放射線腫瘍学会, 日本医学放射線学会編集『放射線治療計画ガイドライン・2008』より、部位別のがん放射線治療の概況を示す。

2) 中枢神経(悪性神経膠腫)

悪性神経膠腫の治療の主体は手術であり、可及的に摘出量を多くすることが予後に寄与するという意見も多い。ただし、浸潤性格の強い腫瘍のため、腫瘍が残存することは避けられず、この制御を目的として放射線療法や化学療法が行われる。術後に支持療法のみを行う場合と比べ、放射線療法が有意に予後を改善することは複数のランダム化比較試験で証明されている。支持療法のみでは予後は6ヵ月に満たないが、術後照射を行うことによって8～10ヵ月に延長した。一方、化学療法への感受性も低い。従来から使用されているニトロソウレア系、また最近ではテモゾロミドの予後への寄与が証明されている。以上より、標準治療としては、術後に放射線療法と化学療法を行うことが推奨される。

3) 眼・眼窩腫瘍

眼および眼窩腫瘍はまれな腫瘍であり、標準的な治療法は確立していない。いずれにしても、眼科医、小児科医など他科との緊密な連携が必要である。この部位にはさまざまな腫瘍が発生するが、放射線療法が施行される主なものは、脈絡膜転移、網膜芽細胞腫、ブドウ膜黒色腫、悪性リンパ腫、および横紋筋肉腫である。この領域における放射線治療の目的・意義は、副作用を最小限にして腫瘍の局所制御を達成し、視力・眼球を温存することである。放射線に敏感な正常組織が多く、精度の高い照射を必要とする。

4) 上顎癌

上顎癌ではリンパ節転移・遠隔転移の頻度は少なく、局所制御の可否が生命予後を左右する。周囲を重要臓器（眼球、視神経、脳等）で囲まれているため完全切除困難な例が多く、また一方で拡大手術により生じる顔面欠損は患者のQOLを著しく低下させる。局所制御向上と手術範囲の縮小による機能形態温存のためにほぼ全例で放射線治療が必要とされる。周囲臓器の放射線感受性が高いため放射線治療単独で用いられることは少ない。欧米では進行症例に対し術後照射として施行される例が多いが、本邦では三者併用療法（手術・放射線治療・抗癌剤の動注）が一般的である。しかし手術の程度、放射線量と照射時期、使用薬剤などは施設ごとに異なり統一性はない。様々な治療法が試みられているが、未だ標準治療は確立されていない。近年は三次元照射による線量増加と動注療法の併用等による根治照射例も報告されている。

5) 口腔癌(口腔底, 頬粘膜, 歯肉・歯槽, 硬口蓋の癌)

舌以外の口腔領域は口腔底、頬粘膜、歯肉・歯槽、硬口蓋に分類される。いずれの領域も摂食・会話・嚥下と深く関わる領域であり、機能・形態の温存に優れる放射線治療のよい適応領域である。ただし舌などの筋組織に比較して口腔粘膜は放射線の耐容線量が低く、充分量の小線源治療の施行が困難であるため腫瘍に深い潰瘍がある例や、骨内に浸潤した例は根治治療の対象外である。また上咽頭癌や中咽頭癌に比べ放射線感受性が低く、初診時より所属リンパ節に転移をきたした例も根治照射の対象外となる。進行癌に対しては化学療法の併用に期待がかかるが、術後照射を除き、この領域における化学療法併用の有効性についてはまだ明らかにされていない。

6) 甲状腺癌

甲状腺に発生する悪性腫瘍には濾胞上皮由来の乳頭状腺癌、濾胞状腺癌、未分化癌、C細胞（傍濾胞細胞）由来の髄様癌、悪性リンパ腫などがある。分化型癌（乳頭状腺癌、濾胞状腺癌）では、治療の第一選択は手術切除である。放射性ヨードを取り込む場合は、術後床へのアジュバント治療のほか、リンパ節、肺、骨などの転移に対して内用療法が適応となる。骨転移が大きな腫瘍を形成した場合、内用療法では制御困難であり鎮痛目的や神経症状緩和目的で外照射が行われることが多い。未分化癌は放射性ヨードが集積せず、手術困難で姑息的外照射が行われる場合もあるが、進行が早く予後不良である。甲状腺癌の場合、組織型により放射線治療の適応や意義が大きく異なる。

7) 原発不明癌の頸部リンパ節転移

原発不明癌に関する明確な定義はないが、組織診、細胞診により転移性悪性腫瘍と診断されたもの、あるいは臨床的に転移性悪性腫瘍と診断されたもののうち、①原発部位が臨床的検索や画像診断による検索で特定できないもの、②原発部位が疑われるが証明できないもの、③剖検や経過観察により後に証明されたものなどが含まれる。ただし、悪性リンパ腫などの非上皮性腫瘍は除かれる。原発不明癌の頸部リンパ節転移は頭頸部癌の約3%を占めるが、咽頭、喉頭領域に原発巣が疑われる扁平上皮癌や未分化癌症例では頸部リンパ節は領域リンパ節であり、原発巣は **early cancer** あるいは **occult lesion** として存在している可能性がある。特に AJCC の level II B・V（頭頸部癌取扱い規約：上内深頸リンパ節後方・副神経リンパ節）のリンパ節腫大で見つかる症例では上咽頭癌、level II A・III（上内深頸リンパ節前方・中内深頸リンパ節）では扁桃、舌根部を中心とする中咽頭や下咽頭、喉頭の癌が疑われる。これらは頭頸部領域を含む照射により予後は比較的良好で、放射線療法の意義は大きい。一方、下頸部や鎖骨上窩にリンパ節腫大で見つかる扁平上皮癌症例では、頭頸部癌からのリンパ節転移の他、食道、肺など鎖骨以下の原発巣からの遠隔転移が疑われ、対症的治療として放射線治療が選択される。また、腺癌症例では唾液腺癌や甲状腺癌からのリンパ節転移の可能性があるが、肺癌など頭頸部領域以外の原発巣からの転移も念頭におく必要がある。

8) 肺がん

定位放射線照射とは、頭蓋内腫瘍において開発された固定精度を 1 ～ 2 mm以内に保つ高精度照射法の事である。具体的には、病変（以下ターゲット）を正確に固定し、そのターゲットに正確に放射線を集中させることによって、周辺の正常組織への照射を可能な限り減少させ、かつ腫瘍への照射線量の増加を狙う治療法である。元々は 1960 年頃よりガンマナイフ、1983 年頃よりリニアックラジオサージャリーが臨床応用され、主に脳腫瘍に対して開発されてきた技術である。それが 1990 年代に入って体幹部に応用されるようになり体幹部定位放射線治療（米国では **stereotactic body radiotherapy** : SBRT、欧州では **extracranial stereotactic radiotherapy** : ESRT）とよばれている。体幹部定位放射線治療は、現在主に肺野型の孤立性肺癌に対して行われ、手術に匹敵する良好な局所制御率と生存率が示されている。

9) 乳がん

(1) 乳房温存療法

乳房温存手術後の放射線治療の目的は、温存手術後の乳房内に存在する顕微鏡的な残存腫瘍を根絶することである。放射線治療の必要性について、これまで7つのランダム化比較試験が行われた結果、全てのトライアルにおいて有意な乳房内再発の減少が見られ、これらを総合したメタアナリシスでも、乳房温存手術後の乳房照射は必要と結論づけている。また、これまでは温存術後の放射線治療は生存率に寄与しないと考えられてきたが、最近の **pooled analysis** やメタアナリシスでは、生存率も向上させることが示唆された。

(2) 乳房切除術後照射

乳房切除術後の胸壁・リンパ節領域照射 (PMRT : postmastectomy radiationtherapy) の目的は、ひとたび起こるとその制御が困難である胸壁再発を予防するとともに二次的な遠隔転移を予防することによる生存率の向上を図ることである。PMRT が腋窩リンパ節転移 4 個以上陽性例において適切な全身補助療法との併用によって生存率を向上させることはコンセンサスが得られている。

10) 大腸癌

大腸は盲腸からS状結腸までの結腸と直腸の二つに大別できる。結腸癌に関しては、緩和的治療のほかは一般には用いられないためエビデンスは殆どない。一方、直腸癌に関しては手術の補助療法や緩和的治療として放射線治療が多く用いられており、本稿では直腸癌を中心に概説する。直腸癌治療の第一選択は手術である。直腸癌における放射線治療の役割は、(1) 切除可能例での術前あるいは術後の補助療法としての役割 (縮小手術、および再発率の低減)、(2) 切除不能および局所再発例において、術前照射により切除を可能にする役割、(3) 同症例において切除可能とならないまでも、除痛や延命を目的とする役割 (緩和的治療) 等が挙げられる。術前照射により局所制御率が向上することはメタアナリシスによって確認されている。しかし、生存率への寄与は相対的に小さいものとなっている。術前放射線療法に化学療法を併用することの有用性については、ランダム化比較試験 (RCT) の結果、生存率、括約筋温存率は両群で差はなかったが、術前化学放射線療法群で、急性期有害事象の頻度が有意に高いものの、局所制御率、pCR (pathological completeresponse) 割合は有意に高かったと報告されている。一方術後照射も RCT やメタアナリシスで局所再発を減じることが知られているが 2)、生存率への寄与は少なく、むしろ化学療法を併用することにより、有意に生存率が改善するという RCT は多い。よって現在では、手術の補助療法としては、化学放射線療法が標準とされている。術前化学放射線療法と術後化学放射線療法を比較検討した RCT の結果では、生存率は両群で差がなかったが、術前照射群で局所再発率が有意に低く、Grade3,4 の急性期および晩期有害事象の頻度も有意に低かった。さらに登録時に腹会陰式直腸切断術が必要と判断された症例のうち、括約筋温存が可能になった割合は術前照射群で有意に高かったと報告されており、術前化学放射線療法が標準化されつつある。日本では海外に比べ、側方リンパ節郭清を積極的に行うことが多く、局所再発率が低いいため補助放射線療法を行わない傾向にあるが、一方側方リンパ節郭清例では排尿障害、性機能低下など自律神経障害の問題もあり、自律神経の温存に関して術前照射の有用性を指摘する報告もある。

11) 肛門癌

肛門癌の60～80%は扁平上皮癌であり、比較的放射線に対し感受性が良好である。現在までに根治切除と放射線治療単独もしくは化学放射線療法とは直接的に比較されていないが、少なくとも化学放射線療法により根治切除と同等の局所制御率は得られ、なおかつ大部分の症例にて肛門括約筋が温存できるため、化学放射線療法の持つ意義は非常に大きいとされている。以下に重要な臨床試験を簡単にまとめる。英国(UKCCCR; UK Co-ordinating Committee on Cancer Research)のランダム化比較試験(RCT)では、肛門の扁平上皮癌に対し45Gyの放射線治療に5-FUとマイトマイシンCを併用することにより、3年で放射線単独群では279例中164例(59%)が再発したのに対し、化学療法併用群では283例中101例(36%)が再発したのみで、再発の危険率を46%減少させ($p<0.0001$)、原病生存率も有意に向上した($p=0.02$)。European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC)のRCTでも、局所進行肛門癌(T3～4N0～3 か T1～2N1～3)に対し、45Gy/25回の放射線治療後、6週間の休止期間においてPRもしくはCR例には15～20Gy追加をする。もし45Gyでそれ以下の反応か、治療終了後に残存が残った場合は手術を行うこととした。化学療法は5-FUとマイトマイシンCを用いた。5年で化学療法併用群が局所制御率および肛門温存率で各々18%、32%向上した。晩期合併症の発生率は両者で差がなかった。Radiation Therapy Oncology Group (RTOG)とEastern Cooperative Oncology Group (ECOG)によるRCTでも5-FUとマイトマイシンCの併用により、4年の無病生存率(73% vs. 51%; $p=0.0003$)も肛門温存生存率(71% vs. 59%; $p=0.014$)も向上した。

以上より、現在肛門癌には化学放射線療法を第一選択とし、再発例には救済手術を行うことが標準治療となっている(1～3)。一方日本の現状は徐々に化学放射線療法が施行される施設は増えているものの、まだ第一選択の治療と言えるまでには至っていない。

2006年にはRTOGによる5-FUとマイトマイシンC併用と、5-FUとシスプラチンの導入化学療法後の5-FUとシスプラチン併用を比較したRCT(RTOG98-11)の中間解析の結果が得られ、シスプラチンの使用により、5-FUとマイトマイシンCの併用の群を血液毒性では有意に減らせたものの、肛門温存率で下回り($p=0.02$)、少なくとも全生存率で上回る可能性は低く、現在のところ肛門癌の標準治療は放射線治療と5-FU・マイトマイシンCの同時併用であるとされている。2007年第1版のNational Comprehensive Cancer Networkのガイドラインでも5-FUとシスプラチンの併用は治療オプションから外れている。

12) 膵癌

膵癌(本項では浸潤性膵管癌を指す)のおよそ半数は遠隔転移例で、切除可能例は10～20%である。残る30～40%程度の切除不能局所進行例が化学放射線療法(主に5-FU同時併用)の適応となる。放射線療法はまた癌性疼痛の原因療法(緩和的治療)としても有効である。

13) 前立腺癌 -外部照射-

前立腺癌の放射線治療は大きな進歩をとげ、前立腺に線量を集中し、その周囲への被曝を低減する種々の技術が開発された。我が国でも三次元原体放射線治療、強度変調放射線治療、小線源療法など

が用いられるようになり、副作用を少なく、安全に、そしてより効果的に治療できるようになっている。放射線治療は根治的治療の有効な手段のひとつであり、成績は手術とほぼ同等であると考えられている。放射線治療の利点は、手術と比較して、男性機能、尿路系機能に対する治療後の QOL が高いことである。一方、主な有害事象は直腸障害であるが、総じて放射線治療のほうが QOL を高く保つことができるかとされている。前立腺癌の放射線治療を行うにあたり、前立腺癌の予後は他の悪性腫瘍と比較してきわめて良好であること、治療効果の主な指標に用いられる PSA (prostate specific antigen) 再発は、前立腺癌死と直接関係しているかどうかははっきり証明されていないこと、よって治療後の患者の QOL がより重要になることを念頭に置いて、治療方針を決定すべきである。

14)前立腺癌 –密封小線源永久挿入療法–

PSA 検査の導入により、前立腺に限局した早期前立腺がん症例が急速に増加している。前立腺がんにおける治療法の選択肢として、手術、放射線療法（小線源治療、外部照射）、ホルモン療法などがある。その中で、小線源治療は短期間で治療が行えるため、特に米国においては 15 年以上前から施行されてきた。わが国では 2003 年 9 月から I-125 シード線源を用いた密封小線源永久挿入療法が開始された。米国においては I-125 シード線源による永久挿入治療は限局性前立腺癌の標準的治療法として定着しており、その有効性は多くの報告で確認されており、生化学的非再発率は手術に匹敵するとしている。

15)子宮頸癌

放射線治療は手術と並ぶ根治的治療法である。従来本邦では手術が優先されてきたが、欧米から放射線治療の有効性を示す質の高いエビデンスが続々発信され、本邦の婦人科腫瘍医の意識は変化しつつある。それを受けて、現在日本婦人科腫瘍学会で作成された子宮頸癌治療ガイドラインにおいても放射線治療は重要な治療オプションとして位置づけられている。本邦の子宮頸癌患者は減少傾向と言われてきたが、近年特に若年女性において再び増加していることが報告されている。このような状況に本邦の放射線腫瘍医は十分に対応していく必要がある。

16)子宮体癌

子宮体癌の約 85%は切除可能な早期例で、治療の第一選択は根治的切除術である。わが国では放射線療法は主に術後補助療法の一部としての術後照射や、進行例の術後遺残への照射として用いられている。根治的放射線療法の適応は合併症等で手術不能である場合や切除不能な進行癌である。子宮体癌は放射線感受性が低いと考えられる腺癌が大部分を占めることや、良好な腔内照射の線量分布が得難いことから根治的放射線治療の頻度は少なかった。しかし近年、子宮体癌の増加とともに、高齢化、食生活の欧米化に伴う肥満・高血圧・糖尿病や心脳血管疾患などの合併症のため、早期例における手術不能症例も増加する可能性があり、根治的放射線治療の必要性は今後増加するものと考えられる。

17)ホジキンリンパ腫

わが国での頻度は欧米の 1/10 程度である。1962 年に Kaplan らにより直線加速器によるマントル照射および逆 Y 字照射などが導入されたことにより、ホジキンリンパ腫 (Hodgkin Lymphoma, 以後

HL)は造血器疾患として初めて根治治療の対象となることが示された。1969年のMOPP療法(ナイトロゲンマスタード、ビンクリスチン、プロカルバジン、プレドニン)の発表により、さらにHLの治癒率が向上した。その後MOPP療法に比較して生殖機能に及ぼす影響が少なく、二次発癌(特に白血病)発生率が低いABVD療法(アドリアマイシン、ブレオマイシン、ビンブラスチン、ダカルバジン)が発表された。ABVD療法はMOPP療法と比較して無再発生存率を向上させ、現在ではHLの標準療法となっている。1980年代後半になると、HL治療に由来する数々の晩期障害が明らかとなり、特に限局型のHLにおいては無再発生存率を低下させることなく治療強度を減少させる試みがなされるようになった。マントル照射や逆Y字照射は、その施行された歴史が長いこともあり、20年を越えた生存者における二次癌や心血管障害の発生に大きな影響を与えることが示された。その結果、照射野を小さく絞り、線量を低く抑え、照射野外の非肉眼的病変は少ないサイクル数の化学療法で治療する趨勢ができつつある。しかし、限局期のHLにおいては放射線治療が必須の治療であることは広く合意されている。

18)ホジキンリンパ腫以外の悪性リンパ腫

ホジキンリンパ腫以外の悪性リンパ腫について述べる。新WHO分類(2001年)では、非ホジキンリンパ腫という総括的カテゴリーがないので、今後「非ホジキンリンパ腫」は遡及的研究以外に用いない。悪性リンパ腫に対する放射線療法の役割は、新WHO分類別に異なる。標準治療が未確立な疾患群では、患者の同意が得られれば臨床試験やデータ登録に参加することが望ましい。

限局期の低悪性度リンパ腫に対しては、放射線療法単独により治癒もしくは長期寛解が得られる。代表的な例を挙げると、辺縁帯B細胞リンパ腫：節外性粘膜関連リンパ組織型(マルト・リンパ腫)や濾胞性リンパ腫に対する根治照射が挙げられる。

限局期の中高悪性度リンパ腫に対しては、化学療法+/-抗体療法(R+/-CHOP×3～6：アドリアマイシン、シクロホスファミド、ビンクリスチン、プレドニゾロン、3～6サイクル、リツキサン)で治癒を目指し、病巣の局所制御を確実にする目的で放射線療法を用いる場合がある。代表的な例は、びまん性大細胞性B細胞リンパ腫や末梢性T細胞リンパ腫に対する根治照射が挙げられる(ECOG-1418)。注意：短期間の化学療法では、遅発性の遠隔再発が認められる例があるので、後述の予後因子別に薬物療法の強度を適切に判断する必要がある(SWOG-8736)。放射線治療の適応は、利益と不利益を考慮して患者個々に検討されるべきであり、絶対的なものではない。患者には薬物療法単独(放射線治療なし)でも、生存率に差がないとの臨床試験結果(GELA LNH93-1)(GELA LNH93-4)があることも説明するべきであろう。

高悪性度リンパ腫や進行期例に対しては、化学療法により寛解を目指す。放射線療法は化学療法後の残存病巣や巨大病巣への追加治療として用いられる場合がある。追加照射の意義について合意はない。全身治療(化学療法や抗体療法)の投与量・サイクル数・年齢などによって、放射線療法の線量・照射野は変更する。

小児において放射線治療は、緊急時(神経系への浸潤・気道狭窄や上大静脈閉塞などの腫瘍による圧迫症状)に適応とされる。こうした場合、小線量で目的を達成できる。特殊な節外性リンパ腫の治療については、発がん過程や悪性度・臓器の解剖学的特異性・化学療法の到達度などにより、固有の戦略が検討されている。放射線治療が重要な役割を果たす代表的な例を挙げると、皮膚原発のリンパ

腫，中枢神経原発のリンパ腫，鼻 NK/T 細胞リンパ腫などが挙げられる。その他に，放射線治療以外の一次治療としては，胃 MALT リンパ腫のピロリ菌除菌療法（標準治療），皮膚 T 細胞リンパ腫の紫外線治療（標準治療）がある。

19)皮膚癌

皮膚癌は，悪性黒色腫とそれ以外の非悪性黒色腫皮膚癌に大別される。悪性黒色腫は悪性度が高くかつ比較的放射線感受性が低い腫瘍として知られ，その治療原則は切除断端を完全に陰性にする手術であり，眼科領域を除いて放射線治療が原発巣に対して行われることはほとんどない。放射線治療は骨転移や脳転移に対する姑息的治療が主として行われ，一部の施設でリンパ節転移に対する予防照射や術後照射が行われているにすぎない。一方後者の代表である基底細胞癌・有棘細胞癌（扁平上皮癌）は放射線感受性が高く，その根治的治療には手術療法と放射線治療があり，ともに良好な局所制御率が得られる。一般的には手術療法が優先されるが，頭頸部領域に出現した皮膚癌，とりわけ鼻，耳，眼窩近傍の領域では形態と機能の温存が可能な放射線治療が第一選択となることが多い。この場合の局所制御率は手術療法に比較しても遜色なく，組織欠損なく癌周囲の正常組織が温存されるため，美容効果や機能保存において手術よりも優れていることが放射線治療の大きな利点となる。また，鼻近傍と耳近傍の胎生学的に融合した部位に出現する皮膚癌は深く広範囲に浸潤しやすいために，これらの部位に発生した皮膚癌には放射線治療が根治的にまたは術後照射として用いられている。

～脚注～

-
- ⁱ Salary Suvery in Saudi Arabia
(<http://www.salaryexplorer.com/salary-survey.php?loc=191&loctype=1>)
- ⁱⁱ Bhuian and Al-Jabri, *Expatriate Turnover Tendencies in Saudi Arabia: An Empirical Examination*
- ⁱⁱⁱ King AbdulAziz City for Science and Technology, *Strategic Priorities for Advanced Medical and Health Research*
- ^{iv} Saudi Cancer Society(<http://saudicancer.com/en/index.php>) より。
- ^v United Nations, Provisional Central Product Classification (CPC) 93191。妊娠・出産時のケア、出産後の母体のケア。看護サービス、自宅療養患者へのアドバイス・予防、妊婦のケア、子どもの衛生面のケアなど。理学療法、運動療法、作業療法、言語療法、スピーチ療法、ホメオパシー、鍼、栄養指導など。
原文：Services such as supervision during pregnancy and childbirth and the supervision of the mother after birth. Services in the field of nursing (without admission) care, advice and prevention for patients at home, the provision of maternity care, children's hygienics, etc. Physiotherapy and para-medical services are services in the field of physiotherapy, ergotherapy, occupational therapy, speech therapy, homeopathy, acupuncture, nutrition instructions, etc.
- ^{vi} Arriyadh Development Authority, *Investment Climate in Arriyadh City 2009*
- ^{vii} Jeddah Municipality, Geographical Location and Climate
(URL:<http://www.jeddah.gov.sa/English/JeddahCity/Geographical.php>)
- ^{viii} King AbdulAziz City for Science and Technology, *Strategic Priorities for Advanced Medical and Health Research*
- ^{ix} サウジアラビア保健省の統計では、2009 年の粗死亡率は 3.9 人。(Health Statistical Year Book 2009)
- ^x 厚生労働省「人口動態調査」2011 年