

平成26年度 医療機器・サービス国際化推進事業
(海外展開の事業性評価に向けた実証調査事業)

**インドにおける日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想
報告書**

平成27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

インドにおける日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想 報告書

目 次

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.	実施体制	3
1-4.	調査手法	3
第2章	インドにおける放射線医療	6
2-1.	がんに対する放射線医療需要	6
2-2.	がん放射線治療へのアクセス	15
2-3.	放射線医療の供給体制	26
2-4.	インドにおけるがん医療政策	42
第3章	放射線医療関係者招聘研修	49
3-1.	概要	49
3-2.	実施計画	49
3-3.	実施内容	50
3-4.	研修の評価	53
第4章	日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想	56
4-1.	現状認識と支援施策	56
4-2.	基本コンセプト	62
第5章	事業性評価	65
5-1.	日本式高度放射線治療装置の事業性	65
5-2.	日本式高度放射線医療支援ネットワークの事業性	71
第6章	課題と今後の活動計画	73
6-1.	課題	73
6-2.	今後の活動計画	75
Appendix-1	調査訪問病院概要	77
Appendix-2	I C T 関連調査結果	78
Appendix-3	A E R B 承認の教育課程	83

第1章 事業概要

1-1. 事業の背景

政府の日本再興戦略においては、2020年までに新興国を中心に日本の医療拠点10か所程度の創設、2030年までに5兆円の市場獲得が目標とされ、さらに日本式の医療、保険制度、医療の技術標準の新興国での採用促進を目指している。一方、健康医療戦略推進本部医療国際展開タスクフォースにおいて、日本の医療に対する期待がある医療圏として、極東ロシア、東南アジア、中東、インド等が挙げられており、日本と相手国の医療関係者が重層的につながり、様々な事業等が展開できる土壌が整うような状態への“医療圏の拡大”が課題とされている。一方、発展著しいこれらの国々では生活環境の向上に伴い、生活習慣病やがんの増加傾向が顕在化し、当該国にとっては短期間で単独で解決することが難しい状況にあるため、日本をはじめとする先進諸国による支援に大きな期待を寄せている。

日本は高度なモノづくり技術と放射線の平和利用の推進により放射線治療技術で世界をリードする立場にある。当該国内複数の病院と我が国の医療機関が連携し、放射線治療技術、設備、人材等を共有、相互支援を行うネットワークを構築することにより、当該国の人材育成、教育等の問題を解決し、当該国の医療福祉レベルの向上に寄与するとともに、日本式先端放射線医療の拠点設置による継続的な事業展開で当該国内、近隣諸国への日本式医療拡大の基盤とすることができる。

2014年になり、京都大学附属病院が数年来の交流関係にあるインド Christian Medical College Hospital（以下、CMCと称する）からの日本の高度放射線治療装置の導入と当該病院での高度放射線治療の実現に向け、日本の政府援助活用のための条件等の問合せ、及び人材育成等の支援の打診があった。事実、インドでは政府の第12次5か年計画（2012-17）に基づくがんセンターの強化が計画されており、放射線治療装置の増強と人材育成の必要性が謳われている状況である。

以上を踏まえ、がん治療の近代化が期待されるインドにおいて、放射線がん治療の実証調査を行う。

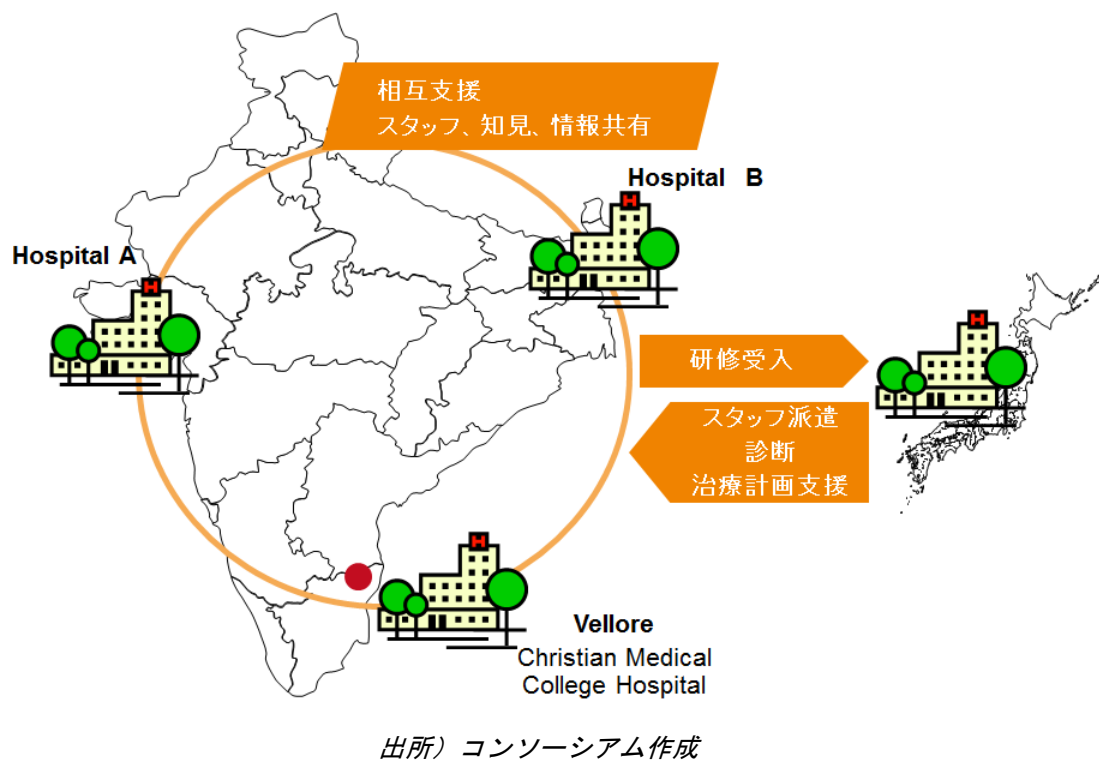
1-2. 事業の目的

インドの人口は加速的な伸びを見せており、2020年には13億人、2030年には中国を追い越すと見込まれ、出生率、平均寿命の伸長とともに医療サービスへの需要増加も想定される。しかし、心臓病、がん、糖尿病といった生活習慣病が2001年の18%から2011年には25%に増加している一方、人口1万人当たりの医師数は6人と国際標準の半数に過ぎず、人材不足の状態である。

一方、CMCを通じ主要ながんセンターへのヒアリングを実施したところ、具体的な高度放射線治療装置の導入検討等、潜在的な需要があることが確認できた。

そこで、本事業では、CMC からの要請も踏まえて、日本式高度放射線治療をインド内で早期に実現し、高度放射線治療を安定的かつ長期的に提供することを目指す。具体的には、インド国内でがん治療を行う主要病院の参加を求め、患者、知見、人材の共有を可能とする相互支援ネットワークを構築する。また、日本からの支援も可能とした日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想を提案し、高品質な日本式医療の継続的な拠点設立を目指す。

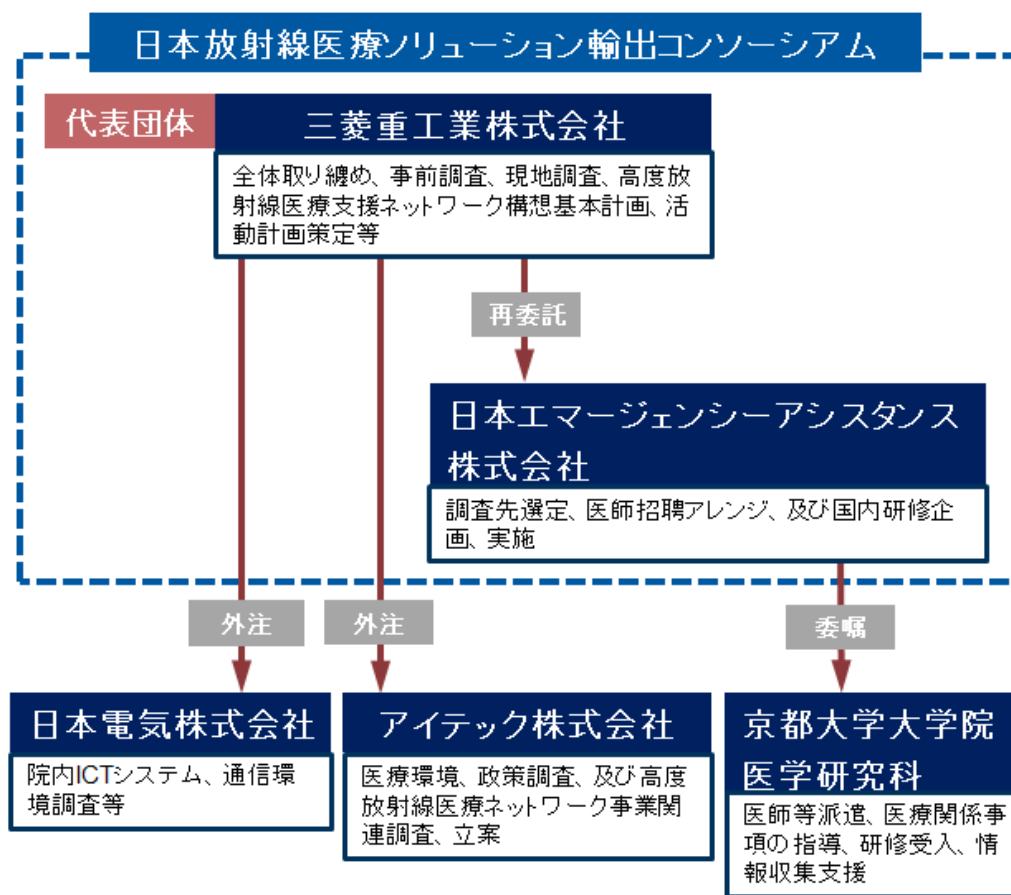
図表 1-1：日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想の概念



1-3. 実施体制

本実証調査事業は以下の体制と役割で遂行した。

図表 1-2：本事業実施体制及び役割



出所) コンソーシアム作成

1-4. 調査手法

1)事前国内調査

国内外の公開文書やインド家族保健省等政府機関や訪問候補病院のウェブサイト等の調査を実施し、基礎的な情報の収集を行った。調査病院に関しては、高度放射線医療を展開することを考え、3次医療機関を中心に選定を行った。さらに、個別病院に関する不足情報等は予め質問状を作成し、訪問候補病院に事前送付、回答を受領し、基礎情報を補強するとともに、現地での質問項目の選定を実施した。

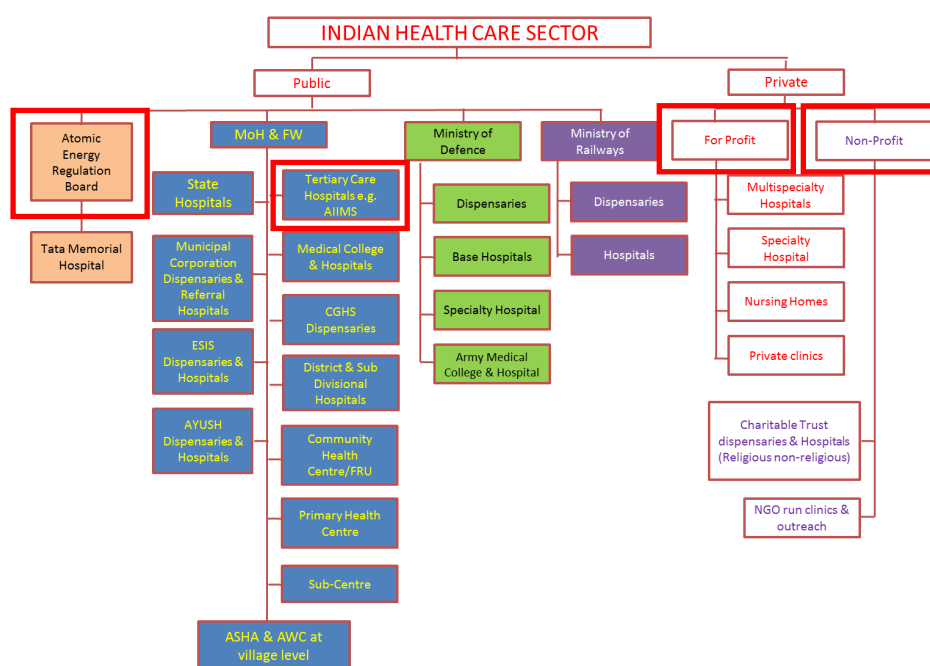
また、設備等病院インフラ関連の調査の中で、院内のICTインフラやネットワーク環境等に関しては、日本電気の現地法人を活用したアンケート調査により調査を行った。

2) 現地調査

協力機関である京都大学大学院医学研究科（京大）からの紹介、京大と交流のあるインド CMC からの紹介、Medical Excellence Japan (MEJ) 主催のインド官民ミッション参加時の関係構築等を活用し、高度放射線治療の実施可能性の高い3次医療機関の候補病院から調査病院を選定し、訪問調査を実施した。

インドにおけるがん医療の提供は、大きく民間・公立に分類され、さらに民間は、営利系と慈善系に分類される。公立病院も所轄官庁により家族保健省系や原子力委員会系病院、軍病院に分類される。今回調査では公立系では家族保健省系の頂点である ALL INDIA INSTITUTE OF MEDICAL SCIENCE (AIIMS) のがん専門部門である Institute Rotary Cancer Hospital (IRCH)、原子力委員会系の頂点である Tata Memorial Hospital (TMH)、民間では、営利系のトップクラスである Apollo Hospital、慈善系のトップクラスである CMC を訪問調査先として選定した。

図表 1-3：インドのヘルスセクター全体像と調査病院



出所) Glowth Analysis, 2013, "India' s Healthcare System
- Overview and Quality Improvements", p13 を基にコンソーシアム作成

3)放射線医療関係者招聘研修

日本式高度放射線治療のさらなる理解促進と優位性、必要性の啓蒙の為、現地訪問病院からの参加希望者を招聘し、2015 年 1 月 27 日～1 月 30 日に研修を実施した。この研修においては、上記目的のほかに、調査のみでは得られない個々の医師、物理士の能力を評価し、インドにおいて日本式高度放射線治療導入時の関係者の実施能力に付随する課題の明確化も狙った。

また、現地調査時の研修ガイダンスにおいては本研修を通じたコラボレーションへの期待も高く、支援・交流メニューの 1 アイテムとしての有効性についても評価を行った。

第2章 インドにおける放射線医療

2-1. がんに対する放射線医療需要

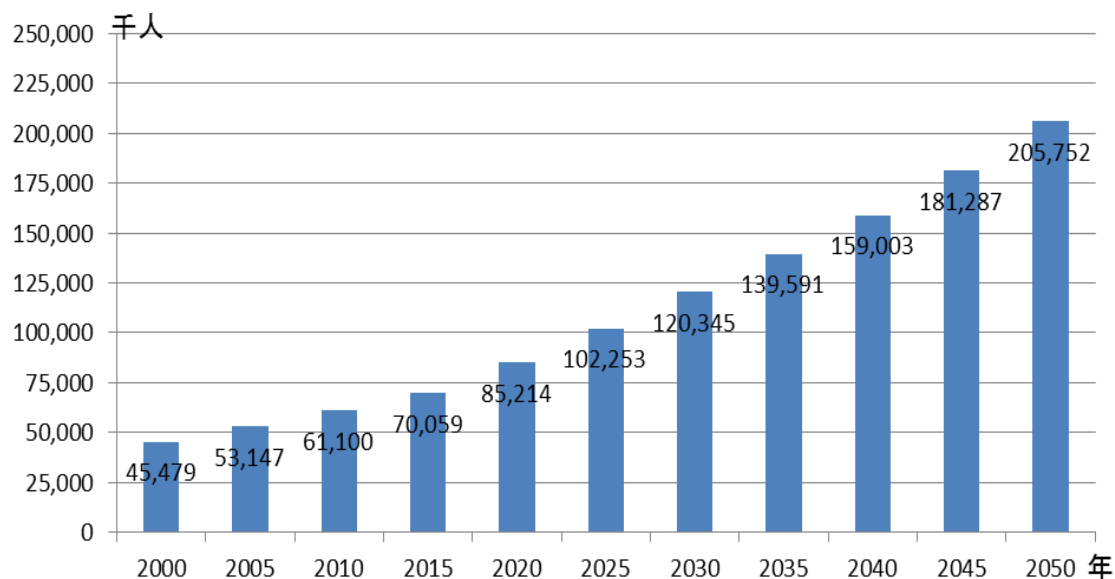
1) 高齢者人口の増加によるがん患者の増加

Globocan 2012 のデータによれば、インドのがん罹患件数は、2012 年時点で日本（約 70 万件）の約 1.5 倍の約 101 万件、死亡件数は日本（38 万件）の 2 倍近い 68 万件と報告されており、がん医療への需要が高いことが分かる。

国連統計によれば、インドにおける高齢者人口（65 歳以上人口）は 2010 年時点で約 6,110 万人であり、高齢者人口は今後も増え続け、2030 年には現在の日本の人口とほぼ等しい約 1 億 2,034 万人が 65 歳以上の高齢者となると予測されている（図表 2-1）。

一般的に、がんの罹患率は加齢により高まるとされ、インドにおいても高齢者のがん罹患率は若年層の罹患率よりも高い¹。このことから、インドにおけるがん罹患件数も、高齢者人口の増加に伴って増大すると考えられる。

図表 2-1：インドにおける 65 歳人口将来予測（単位：千人）



出所) 国連統計を基にコンソーシアム作成 (標準的なケースを想定した将来予測)

¹ 日本式 “がん総合診断・治療センター (仮称)” 構想コンソーシアム (2014) 「平成 25 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) 日本式 “がん総合診断・治療センター (仮称)” 構想プロジェクト報告書」 17 頁

(http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/kokusaika/downloadfiles/fy25kobetsu/outbound_26.pdf)

2)性別・部位別がん患者数将来推計

Neevan DR Dsouza et al., 2013 による、部位別のがん罹患件数の将来推計を図表 2-2 に示す。この推計によれば、インドのがん罹患件数（男女合計）は 2011 年時点で約 113 万件、2026 年将来予測として約 178 万件となっている。

ここでは、人口の年齢区分別将来推計に年齢区分別部位別がん罹患率を掛け合わせることで、将来の部位別がん罹患件数を推定している。

図表 2-2：インドにおける部位別がん罹患数将来推計（単位：件）

部位名称 ICD10 コード	2011 年		2026 年	
	男性	女性	男性	女性
舌 C01-02	31,672	10,560	50,200	16,925
口 C03-06	32,553	23,108	51,189	37,533
扁桃腺、中咽頭 C9-10	14,868	N/A	23,633	N/A
下咽頭 C12-13	25,317	6,536	41,117	10,431
食道 C15	43,617	29,059	70,736	47,508
胃 C16	37,007	18,960	60,065	30,530
結腸 C18	16,085	12,754	25,794	20,449
直腸、肛門 C19-21	20,181	13,294	32,398	21,053
肝臓 C22	20,568	9,665	33,467	15,607
胆のうほか C23-24	11,981	19,109	19,274	30,563
すい臓 C25	10,630	7,470	17,328	12,211
喉頭 C32	35,235	4,894	57,675	7,954
肺ほか C33-34	62,650	21,590	103,360	35,436
骨及び関節軟骨 C40-41	N/A	5,182	N/A	6,885
末梢神経、自律神経系及び軟組織 C47+C49	8,203	6,589	11,783	9,435
乳房 C50	N/A	153,294	N/A	235,490
膣 C51-52	N/A	5,986	N/A	9,689
子宮頸部 C53	N/A	96,156	N/A	148,813
子宮体部 C54	N/A	14,940	N/A	24,028
子宮 C55	N/A	5,106	N/A	8,115
卵巣ほか C56	N/A	39,485	N/A	60,080
陰茎 C60	6,816	N/A	10,839	N/A
前立腺 C61	42,701	N/A	74,171	N/A
睾丸 C62	4,105	N/A	5,436	N/A

腎臓 C64-65	10,799	5,174	16,738	7,637
尿管、膀胱ほか C66-68	24,091	5,808	40,178	9,577
脳、脳神経系 C70-72	19,944	12,275	28,029	16,938
甲状腺 C73	5,644	14,210	8,428	18,039
ホジキンリンパ腫 C81	6,956	3,510	8,932	4,734
非ホジキンリンパ腫 C82-85, C96	25,940	16,793	39,175	25,989
多発性骨髄腫 C90	9,328	6,201	15,210	10,157
リンパ系腫瘍 C91	10,998	6,051	13,384	7,523
骨髄性白血病 C92-94	13,057	9,720	18,324	13,608
小計	550,946	583,479	876,863	902,937
男女合計	1,134,425		1,779,800	

出所) Neevan DR Dsouza et al., 2013, p4382 を基にコンソーシアム作成

3)がんの部位別罹患傾向

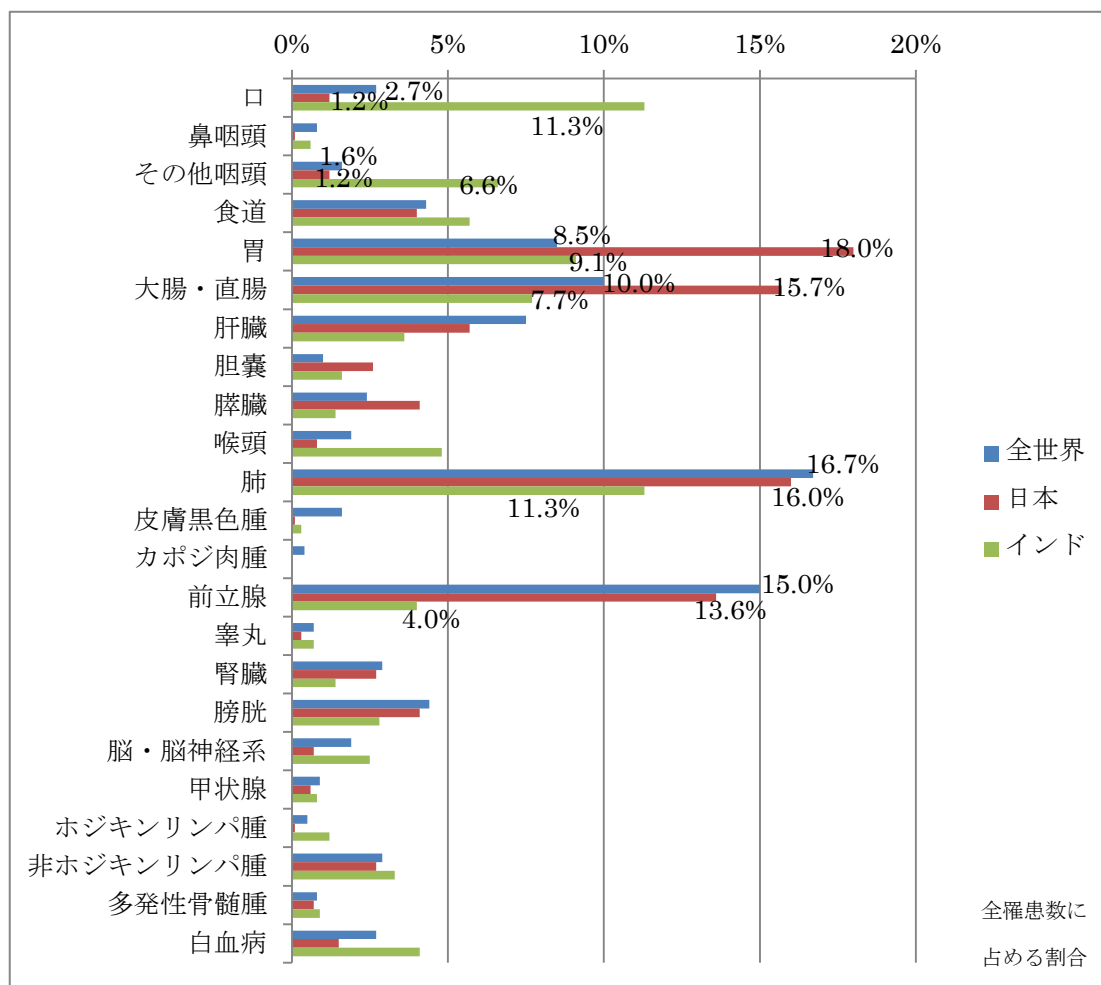
一般的に、がんの治療は、「化学（薬物）療法」、「放射線療法」、「手術療法」の3つをそれぞれ単独、ないしは組み合わせて行う。選択される治療方法は罹患したがんの部位によって異なることから、放射線治療に対する需要を検討するためには、部位別の罹患傾向を知る必要がある。

Globocan 2012 のデータをもとに作成した、がんの罹患部位別構成比を図表 2-3 及び図表 2-4 に示す。なお、日本や世界平均と比較してインドにおける罹患割合が高い部位、及び参考値として全世界で罹患割合の高い部位上位 4 ヶ所につき、その割合（数値）を示してある。

男性のがん罹患傾向（図表 2-3）をみると、「口」のがんの割合が日本の約 10 倍、世界平均の約 4 倍と著しく高く、「その他咽頭」も日本と世界平均の 3～4 倍と高い。

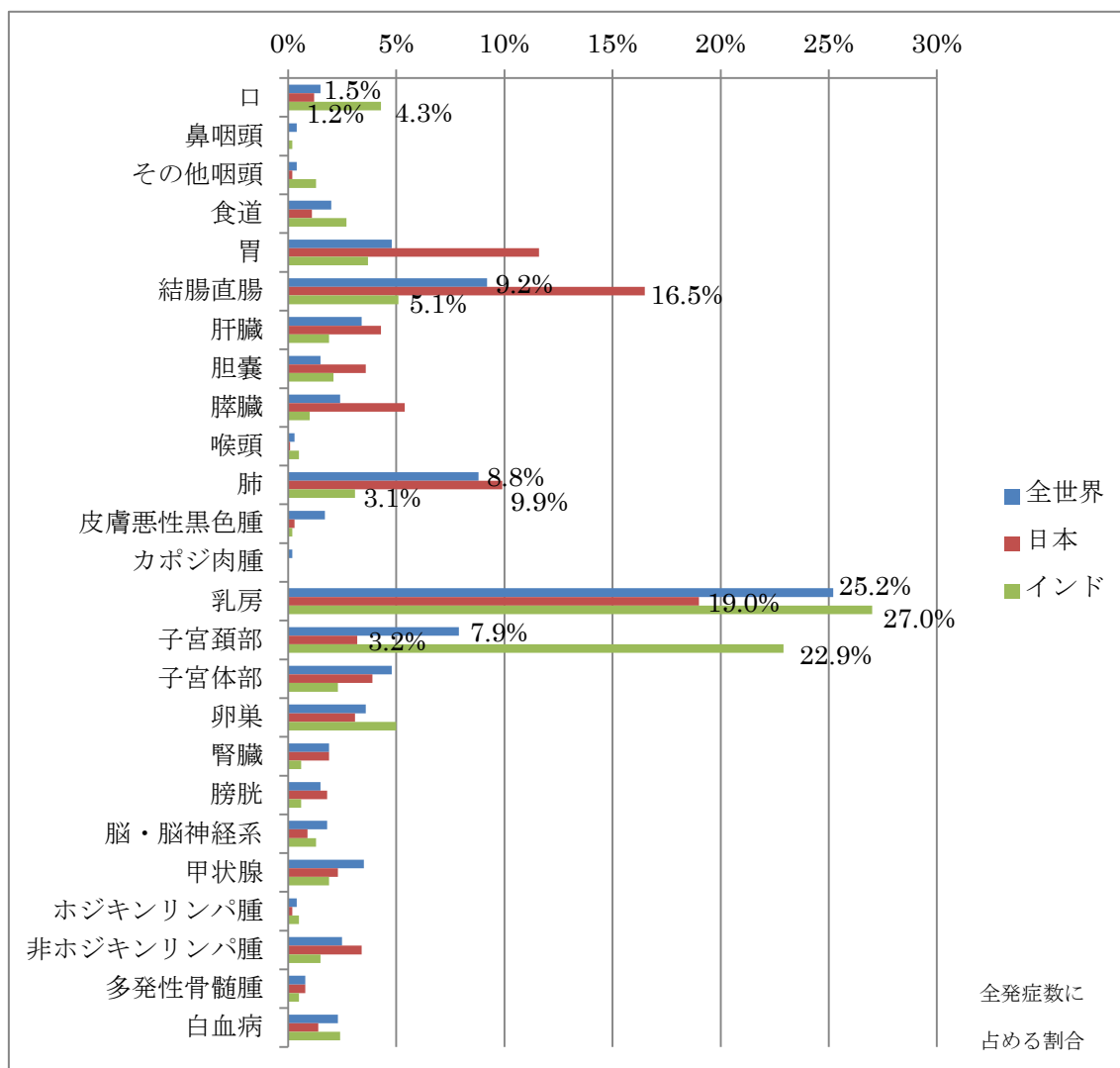
次に、女性の傾向（図表 2-4）をみると、「乳房」及び「子宮頸部」の罹患割合が高く、罹患件数全体の約半分を占める。特に「子宮頸部」については、日本の約 7 倍、世界平均の約 3 倍の罹患割合となっており、インド女性にとって罹患率が顕著に高い部位である。また、「乳房」については、明確な差が見て取れるわけではないものの、日本や世界平均と比較してインド女性の罹患割合が高い。また、全体に占める割合は小さくなるものの、男性と同じく、「口」によるがんの比率が日本や世界平均と比べて 3 倍と高くなっている。

図表 2-3：国別・男性がん罹患部位の構成割合



出所) Globocan 2012 ウェブサイトを基にコンソーシアム作成

図表 2-4：国別・女性がん罹患部位の構成割合



出所) Globocan 2012 ウェブサイトを基にコンソーシアム作成

4)放射線治療適用率及び適用患者数

(1) インドにおける適切な放射線治療適用率及び適用患者数の試算

オーストラリアの研究グループである Collaboration for Cancer Outcomes, Research and Evaluation (CCORE) は、オーストラリアにおけるがん治療ガイドラインの他、NCCN (National Comprehensive Cancer Network) 等の国際的ながん治療ガイドラインを用いて適切な放射線治療適用率を部位毎に算定している。

CCORE により適切とされる部位別放射線治療適用率をインドの部位別がん罹患件数(図表 2-2) に当てはめると、インドにおいて適切とされる放射線治療適用率は 55.4%となる(図表 2-5)。

部位別の罹患傾向が異なれば、適切とされる放射線治療適用率も異なるため、一概にインドと他国とを比較することは困難であるが、参考値としてあげるならば、日本 32%、米国 66%、ドイツ 60%、英国 56%²となっている。

図表 2-5：インドにおける適切な放射線治療適用率及び放射線治療適用患者数の試算

部位	ICD10	適切な放射線 治療適用率 CCORE (A)	罹患件数 (件) (B)	罹患 割合 ⁹ (C)	インドにお ける適切な放射 線治療適用率 (A) × (C)
舌	C01-02	74%	42, 232	3. 9%	2. 9%
口	C03-06	74%	55, 661	5. 2%	3. 8%
扁桃腺、中咽頭	C9-10	74%	14, 868	1. 4%	1. 0%
下咽頭	C12-13	74%	31, 853	3. 0%	2. 2%
食道	C15	71%	72, 676	6. 8%	4. 8%
胃	C16	27%	55, 967	5. 2%	1. 4%
結腸	C18	4%	28, 839	2. 7%	0. 1%
直腸、肛門	C19-21	19% (その他)	33, 475	3. 1%	0. 6%
肝臓	C22	0%	30, 233	2. 8%	0. 0%
胆嚢ほか	C23-24	17% (C23)	31, 090	2. 9%	0. 5%
膵臓	C25	49%	18, 100	1. 7%	0. 8%
喉頭	C32	74%	40, 129	3. 7%	2. 8%
肺ほか	C33-34	77%	62, 650	5. 9%	4. 5%
骨及び関節軟骨	C40-41	19% (その他)	5, 182	0. 5%	0. 1%

² 中央社会保険医療協議会総会(第 202 回) 討議資料「がん対策、生活習慣病対策、感染症対策について」(厚生労働省ウェブサイト:

<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001sp25.html> 参照)

末梢神経、自律神経系 及び軟組織	C47+C49	19%（その他）	14,792	1.4%	0.3%
乳房	C50	87%	153,294	14.3%	12.5%
膣	C51-52	66%(C51:39%、 C52:94%)	5,986	0.6%	0.4%
子宮頸部	C53	71%	96,156	9.0%	6.4%
子宮体部	C54	38%	14,940	1.4%	0.5%
子宮	C55	38%	5,106	0.5%	0.2%
卵巣ほか	C56	4%	39,485	3.7%	0.1%
陰茎	C60	19%（その他）	6,816	0.6%	0.1%
前立腺	C61	58%	42,701	4.0%	2.3%
睾丸	C62	7%	4,105	0.4%	0.0%
腎臓	C64-65	15%	15,973	1.5%	0.2%
尿管、膀胱ほか	C66-68	47%	29,899	2.8%	1.3%
脳、脳神経系	C70-72	80%	32,219	3.0%	2.4%
甲状腺	C73	19%（その他）	19,854	1.9%	0.4%
ホジキンリンパ腫	C81	73%	6,956	0.6%	0.5%
非ホジキンリンパ腫	C82-85, C96	73%	25,940	2.4%	1.8%
多発性骨髄腫	C90	45%	9,328	0.9%	0.4%
リンパ系腫瘍	C91	4%	10,998	1.0%	0.0%
骨髄性白血病	C92-94	4%	13,057	1.2%	0.0%
その他	N/A	19%	N/A	N/A	N/A
合計	-	-	1,070,560	100%	55.4%

出所) Neevan DR Dsouza et al., 2013 (図表 2-2) 及び CCORE, 2013 を基にコンソーシアム作成

(2) インドにおける実際の放射線治療適用率

インド医学研究評議会 (ICMR: Indian Council of Medical Research) のレポートをもとに算出した、インド主要 7 都市 (Mumbai, Bangalore, Chennai, Thi' puram, Dibrugarh, Guwahati, Chandigarh) の代表的な 3 次医療施設における 2007 年から 2011 年までの実際の放射線治療適用率は 54.8% であった (図表 2-6)。

図表 2-6：主要 7 都市を代表する 3 次医療施設におけるがん罹患患者数の治療別割合

(%)	手術治療 (S)	放射線治療 (R)	化学治療 (C)	(S)+(R)	(S)+(C)	(R)+(C)	(S)+(R)+(C)	その他	総計 (%) (放射線治療適用率)
男性	10.7	24.2	25.9	7.2	6.2	19.5	4.0	2.5	54.9
女性	10.9	19.4	12.2	6.3	10.6	20	9.1	11.8	54.7
総計	10.8	22	19.5	6.8	8.3	19.8	6.4	6.9	54.8

出所) インド医学研究評議会レポートを基にコンソーシアム作成

実際の放射線治療適用率 (54.8%) は、適切とされる放射線治療適用率 (55.4%) と近い値を取っているものの、部位別の放射線治療適用率を見ると、両者は等しい値ではない。例えば「口」(C03-06) と「乳房」(C50) を例にとれば、CCORE の推奨値はそれぞれ 74%、87%であるのに対して、インド医学研究評議会のレポートから算出される実際の放射線治療適用率はそれぞれ 79 (男女合計) %、55% (女性のみ) である。「口」についてはインドの放射線治療適用率の方が CCORE の値よりも高く、「乳房」については、「口」とは逆に、インドの放射線治療適用率の方が低い値となっている。

インドでは、進行が進んだのちにがんが発見されることが多く、そのため手術による切断が困難な「口」については CCORE の平均値よりも高いのではないかと推察される。一方、逆に進行がある程度進んだのちも手術による切断が比較的容易な「乳房」については、外科手術が選好されるのでないかと推察される。

上記はあくまで推察であり、各部位の放射線治療適用率に関する CCORE 値との違いを生み出す要因については、今回調査では明らかにならなかった。

(3) インドにおける放射線治療適用患者数の試算

インドにおける適切な放射線適用率 55.4%を、前述したがん罹患数 (2011 年：約 113 万件、2026 年：約 178 万件) に掛け合わせると、放射線治療の適応となる患者数は 2011 年で約 63 万件、2026 年で約 99 万件と推定される。

インド全体で実際に放射線治療を受けた患者数の総数は明らかではないものの、がん患者数の増加に伴って、放射線治療の必要な患者数も増加傾向にあると考えられる。

実際に、今回調査の対象とした TMH や CMC においては、放射線治療件数は増加傾向にあった。TMH では、放射線治療を選択した患者数は、2004 年から 2008 年の間で、女性では約 1.6 倍 (1,491 件から 2,406 件)、男性では約 1.5 倍 (1,348 件から 2,007 件) の増加となっている。CMC においても、放射線治療件数は 2011 年度から 2013 年度の間で、約 1.2 倍 (1,952 件から 2,318 件) の増加となっている。

図表 2-7：TMH における治療別患者数の推移（2004～2008 年、単位：人）

年	女性					男性				
	2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
外科療法(S)	517	450	568	668	783	688	589	808	972	1,032
放射線療法(R)	478	497	499	650	770	592	583	531	635	820
化学療法(C)	786	720	866	752	858	1,180	1,217	1,359	1,291	1,155
S+R	216	209	235	269	343	572	448	596	549	569
S+C	279	249	349	411	417	192	214	207	234	249
R+C	378	438	556	586	610	591	570	665	758	788
S+R+C	339	415	449	564	489	130	177	261	315	358
Hormone	27	28	35	47	58	45	44	64	66	75
S+H	28	39	49	52	51	2	4	7	6	7
R+H	16	15	23	33	35	23	36	29	49	29
C+H	38	30	41	71	50	6	8	5	3	5
S+R+H	28	35	45	53	40		1	1	4	3
S+C+H	46	40	62	75	78	4	1	4	8	2
R+C+H	30	36	33	46	42	6	3	2	6	1
S+R+C+H	222	269	348	350	420	6	6	3	3	8
その他					1	1				1
骨髄移植	5	7	4			15	11	4		
放射線治療 選択者合計	1,491	1,705	1,953	2,282	2,406	1,348	1,376	1,492	1,770	2,007
治療者合計	3,433	3,477	4,162	4,627	5,045	4,053	3,912	4,546	4,899	5,102
治療なし	4,117	4,296	4,465	4,452	4,614	5,560	5,897	6,473	6,631	6,953
患者合計	7,550	7,773	8,627	9,079	9,659	9,613	9,809	11,019	11,530	12,055

出所) TMH 受領資料を基にコンソーシアム作成

一方で、IRCH においては、放射線治療件数（放射線治療計画数）は 2008 年度の 5,193 件から 2012 年度の 4,111 件へと減少傾向を示していた。この理由としては、2012 年に設立された 6 つの IRCH の下部レファラル病院が、IRCH の放射線治療患者の一部を吸収したと考えられる。IRCH では患者の集中による過負荷が問題となっており、現時点でも、保有している外部照射機器 1 台あたりの治療件数負荷は ESTRO の基準で適正值とされる 450 件/台を超えている（IRCH は 7 台の外部照射機器を保有しており、適正な放射線治療患者数は 3,150 件と推定される）。

Apollo Hospital の放射線治療件数の推移は、今回調査では明らかにならなかった。

2-2. がん放射線治療へのアクセス

1)がん治療費

インドにおけるがん治療の患者一人当たり治療費は 641 米ドルと試算されている。中国のがん患者一人当たり治療費の 30%、ロシアの 17%、アメリカの 0.7%、イギリスの 2% であり、世界的に見ても安価にがん治療を受けることができる³。しかし、がん治療に係る費用はインドの所得水準からすれば高額であり、がん治療を行うことは、がん患者を抱える世帯への大きな負担となっている。

診療費に関して、インドでは日本と異なり標準の診療報酬が定まっておらず、診療費は病院毎に異なっている⁴。放射線医療に係る診療費も各病院で様々である。参考として、インドの代表的な公的医療保険である Chief Minister' s Comprehensive Health Insurance Scheme (CMCHIS、Tamil Nadu 州における医療保険制度) 及び Rajiv Gandhi Jeevandayee Arogya Yojana (RGJAY、Maharashtra 州における医療保険制度) の保険給付金額を図表 2-8 に示す。

高精度放射線治療として標準となりつつある強度変調放射線治療 (IMRT: Intensity Modulated Radiation Therapy) にかかる費用は、CMCHIS 及び RGJAY 共に 10 万ルピー (約 20 万円) となっており、日本における治療費⁵ (70~100 万円) に比べると安価であるものの、国民の 51.5%が年間世帯所得額 9 万ルピー (約 18 万円) 以下⁶であることを考えれば、国民の多くにとって高精度放射線治療は選択の難しい治療であると言える。

³ Paul E Goss et al., 2014, *Challenges to effective cancer control in China, India, and Russia*, The Lancet Oncology, Vol.15, No.5, April 2014, pp.489-538

⁴ 福岡藤乃 (2011) 「インドの民間医療保険の動向」 187 頁『保険学雑誌』第 615 号 185-203 頁。

⁵ 日本放射線腫瘍学会ウェブサイト

https://www.jastro.or.jp/customer/detail.php?eid=00017&faq_type=1

⁶ NCAER, 2004-2005, *National Survey of Household Income and Expenditure (NSHIE)*

図表 2-8：がん放射線治療に係る保険給付金額

項目		支払保険金額（ルピー）	
		CMCHIS ⁷	RGJAY ⁸
コバルト 60 外部照射	放射線治療	20,000	20,000
	緩和治療	10,000	10,000
	補助治療	15,000	15,000
リニアック 外部照射	放射線治療（光子）	40,000	50,000
	緩和治療（光子）	15,000	20,000
	補助治療（光子・電子）	25,000	35,000
高度放射線治療	IMRT（8週間に40分割まで）	100,000	100,000
	3D CRT（6週間に30分割まで）	7,5000	7,5000
	SRS/SRT（6週間に30分割まで）	7,5000	75,000
	IMRT 付 IGRT（8週間に40分割まで）	150,000	150,000
	Rapid Ax Therapy（8週間に40分割まで）	150,000	150,000

出所) Government of Tamil Nadu, Package Rates 及び RGJAY, Package Costs

を基にコンソーシアム作成

公的医療機関の診療費体系は患者負担の有無及び入院に際しての部屋のランクにより異なり、室料に応じて診察料金も異なる⁹。具体例として、TMHにおける強度変調放射線治療にかかる治療費を図表 2-9 に示す。治療費区分のうち、NC は診察等に係る費用のうち最低限の金額のみ負担するもの、C は診察等に係る費用のうち 20% の負担をするものである。また、入院時の室料や国籍によっても区分がなされており、B：半個室（2-3 人/1 部屋）利用、A：完全個室（1 人/1 部屋）利用、D：完全個室（1 人/1 部屋、デラックス）利用、F：外国人、となっている。

⁷ CMCHIS におけるがんの外科治療・内科治療に関する支払保険金額は、Tamil Nadu 州政府の保険制度サイトにて詳述 (<http://www.cmchistn.com/packagesRate.php>)。

⁸ RGJAY におけるがんの外科治療・内科治療に関する支払保険金額は、Maharashtra 州政府の保険制度サイトにて詳述 (<https://www.jeevandayee.gov.in/RGJAY/index.jsp>)。

⁹ 外務省ウェブサイト 在外公館医務官情報 インド (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/toko/medi/asia/india.html>) (2015 年 2 月 3 日最終確認)

図表 2-9 : TMH における IMRT 治療費（単位：ルピー）

項目	GENERAL		PRIVATE			
	NC	C	B	A	D	F
Hospital Charge	0	10,000	35,000	43,750	54,690	54,690
Professional Charge	0	0	38,000	47,500	59,400	59,400
合計	0	10,000	73,000	91,250	114,090	114,090

出所) TMH 受領資料を基にコンソーシアム作成

一方で、民間病院、特に中高所得者層を対象とする民間病院の診療費は、公立医療機関よりも高額である。例として、中高所得者層向け民間病院の代表である Apollo Hospital における放射線治療に係る診療費リストを掲載する（図表 2-10）。IMRT では、上に例として挙げた公的保険給付金額（100,000 ルピー、約 20 万円）の倍近い 181,500 ルピー（約 36 万円）となっている。

図表 2-10 : Apollo Hospital における放射線治療診療費

NEW RADIATION THERAPY PROCEDURE CHARGES	
Procedure Package	Charges
Palliative Radiation Single Site	45,760
Ex/ Com.Palliative Radiation	63,580
Simple Curative Radiation	82,610
Complex Curative Radiation	109,230
IMRT	181,500
Irradiation Charges for blood / blood product	1020
SRT	99,110
Rapid Arc with IMRT	190,630
Rapid Arc with IGRT	247,500
SBRT	317,680
SRT-Novalis Tx	158,840
SRS-Novalis Tx Frameless	298,650
SRS-Novalis Tx with Frame	238,810
Limited Fractions radiotherapy single fraction	25,410
Limited Fractions radiotherapy up to five fraction	31,790
IGRT	231,000
Ext/Complex Palliative Multiple Site	63,580
Electron Beam With Linear Accelerator	124,520
SRT Novalis With Frame	247,830
CT & MRI CHARGES EXTRA	
CT -5000 Rs	
MRI -7000 Rs	

出所) Apollo Hospital より受領

他方、CMC に代表される慈善系の民間病院は、所得に応じて幅広い診療費の設定をしている。下表に示すように、CMC における IMRT 治療費は、上述した公的医療保険の給付金額にほぼ等しい 93,295 ルピー（約 19 万円、低所得者向け）から、Apollo Hospital の IMRT 治療費にほぼ等しい 186,590 ルピー（約 37 万円、中高所得者向け）まで幅広く設定されている。CMC へのヒアリングによれば、治療費の区分は入院時の部屋のグレードにより分類されている。C RATE と R RATE は共に一般病室を利用する患者に適用されるが、所得及び保険加入の有無により区分される。個室（Private room）利用に適用されるのが P RATE である。CMC では、約 9 割の患者に C RATE が適用されているということであった。

図表 2-9：CMC における IMRT 治療費（単位：ルピー）

項目	C RATE	R RATE	P RATE
IMRT 治療費	93,295	149,270	186,590

出所）CMC 受領資料を基にコンソーシアム作成

医療保険が普及していない状況では、がん等の罹患による高額医療負担は、患者にとって大変大きな重荷となる。5 州（Aizawl, Bikaner, Kolkata, Thiru' m, Mumbai）を対象に調査した Kesavan Sreekantan Nair, 2013¹⁰によれば、がん治療費の原資のうち医療保険は 6%程度であり、半分以上は、借金及び土地・家畜等の売却により捻出されている。Aizawl では保険によるがん治療費捻出割合が 20%近くあり、借金及び土地・家畜等の売却によるがん治療費の捻出は全体の 1/4 程度に留まる、といったような例外は一部あるものの、地域別に見てもこの傾向に大きな差はない（図表 2-11）。また、Mahal et al., 2010¹¹によれば、がん患者を抱え壊滅的な支出を経験したことがある家族は 50%に達し、25%は医療費負担により貧困層に転落していると報告されている。

¹⁰ Kesavan Sreekantan Nair, Sherin Rajl, Vijay Kumar Tiwaril, Lam Khan Piang, 2013, *Cost of Treatment for Cancer: Experiences of Patients in Public Hospitals in India*, Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, Vol.14, 2013, pp. 5049-5054

¹¹ Mahal A, Karan A, Engelgau M, 2010, *The Economic Implications of Non-Communicable Disease for India*

図表 2-11：がん治療費の 原資（単位：％）

がん治療費の原資/都市名	Munmbai (n=104)	Aizawl (n=86)	Bikaner (n=105)	Kolkata (n=106)	Thiru' m (n=107)	総計 (N=508) ¹²
貯蓄	34.62	44.19	40.95	38.68	32.71	36.5
借金	40.38	22.09	47.62	41.51	41.12	39.12
資産（土地・家畜等）の売却	12.5	6.98	3.81	13.21	12.15	12.27
保険等	5.77	18.6	2.86	2.83	6.54	6.22
その他	6.73	8.14	4.76	3.77	7.48	5.89

出所) Kesavan Sreekantan Naire et al., 2013 を基にコンソーシアム作成

インドの公的医療機関では、インド国民であれば、薬を除き医療費は原則として無料と言われている¹³。Kesavan Sreekantan Nair et al., 2013 によれば、5 州の公的 3 次医療機関における調査対象がん患者 508 人のうち 33.6%のみが無償診療を受けており、残りは有償にて診療されていた。また高額医療については無償診療の割合が減り、例えば X 線検査を受けた患者の 28%が無償にて検査を提供されている一方、高額の MRI 検査の無償提供は MRI 検査全体の 15%に留まっていた。無償診療の適用については各病院の裁量により行われていると考えられるが、このような無償診療の適用条件については、今回調査からは明らかにならなかった。

がん治療、特に放射線治療に関しては、インド国内に地域格差が存在しており、居住地周辺での放射線治療へのアクセスが困難な患者は、Delhi や Mumbai などの大都市の 3 次医療施設への受診を余儀なくされている。そのため、がん治療に関する患者負担については、医療費に加え、滞在費・交通費等の付随的な支出も発生し、負担が増加する。

インド統計大学 (ISI : Indian Statistical Institute) により 2006-07 年に全インド医科大学 (AIIMS (IRCH) : All India Institute Of Medical Science (Institute Rotary Cancer Hospital)) にて行われた放射線治療に係る患者負担調査¹⁴によれば、図表 2-12 に示す通り AIIMS (IRCH) における患者の平均負担額は、放射線治療前の負担が 14,031 ルピー（約 28,000 円）、放射線治療中（7 週間）の負担が 8,184 ルピー（約 16,000 円、一週間あたり 1,602 ルピー、約 3,200 円）であった。また、患者の多くは IRCH での治療の前に他の医療機関を受診しており、IRCH 治療前の患者負担額平均は 14,597 ルピー（約

¹² この値は、実際には各 n に構成割合を乗じて足し合わせた値を、N で割ったものと少しずれる。この N と n は調査対象者数であるが、Kesavan Sreekantan Nair, 2013 の本表はがん診断/治療にお金を支払った者が対象となっていると考えられる。しかし、どのような計算をしているかは不明であるため、図表 2-11 は Kesavan Sreekantan Nair, 2013 の数値をそのまま用いた。

¹³ 福岡 (2011) 186 頁。

¹⁴ インド統計大学, 2011, *Estimating the Economic Burden of Cancer at a Tertiary Public Hospital: A Study at the All India Institute of Medical Sciences*

29,000 円) であった。調査対象患者の平均月収は 1,749 ルピー (約 3,500 円) とされており、患者負担額の合計が 36,812 ルピー (約 74,000 円) であったことを考えると、調査対象患者は、実に月収の 20 倍以上の費用を負担している。放射線治療には 5 週間～7 週を要し、遠方からの患者はその間医療機関の周辺に滞在する必要がある。この放射線治療中の滞在費・交通費による負担は放射線治療費の中で大きな割合を占めている。

図表 2-12：放射線治療に係る患者負担 (n=284、単位：ルピー)

放射線治療に係る出費の分類	平均値	中央値	最小値-最大値
AIIMS への受診より前に負担した出費	14,597	4,575	0-372,500
AIIMS での受診開始から放射線治療を受ける前までに負担した出費	14,031	7,153	49-141,650
a. うち交通費	3,944	2,036	0-100,000
b. うち食費及び宿泊費	1,999	640	0-25,625
c. 診療費	8,088	2,933	0-119,425

出所) インド統計大学, 2011

図表 2-13：1 週間あたりの放射線治療に係る患者負担 (n=284、単位：ルピー)

治療の組み合わせ	放射線療法のみ	手術療法＋放射線療法	化学療法＋放射線療法	手術療法＋化学療法＋放射線療法	全療法
1 週間あたりの患者負担	836 (793-878)	1,039 (910-1166)	1,501 (1376-1627)	1,264 (1018-1511)	1,062 (1013-1111)
うち交通費	285 (266-308)	347 (267-427)	300 (273-327)	251 (220-282)	292 (277-307)
Food & Lodging Expenditure	281 (254-308)	412 (319-504)	420 (357-483)	338 (248-428)	334 (308-359)
Medical Expenditure	270 (243-296)	280 (213-346)	781 (677-885)	675 (488-863)	436 (399-473)

出所) インド統計大学, 2011

2)医療保険

これまで述べたように、がん治療費はインド国民にとって大きな経済的負担となるものである。高額のがん治療費負担を軽減し、多くのがん患者が治療を受けられるようにするためには、医療保険制度の整備が望まれる。2010年時点でインドにおいて何らかの医療保険に加入していた人の割合は25%に過ぎず、全人口13億人のうち9億人以上が無保険者であったと言える。保険の区分については、保険加入者の約8割以上が公的保険の加入者であり、残りが民間保険の加入者となっていた¹⁵。

このような状況に対して、インド政府も保険加入率を高めるための取組みを進めている。具体的には、2004年に設置された「マクロ経済と保健に関する国家委員会 (National Commission on Macroeconomics and Health)」が、政府系及び民間病院における診療を対象とした国民皆保険制度の導入を提言している。これをうけて2007年以降、政府・州政府による公的医療保険制度が複数整備されている¹⁶。

これら公的医療保険制度のなかで、最も広範囲の人口をカバーするものは2008年に開始されたRashtriya Swasthya Bima Yojana (RSBY)である。RSBYは約3億5,000万人の貧困層を対象とした保険制度であり、2014年時点で3,700万世帯が加入している¹⁷。加入者数は明らかではないが、1世帯につき5人までが対象となる¹⁸ため、加入人口は最大で1億8,500万人と推定される。受診できる医療施設に公・民の垣根はなく、契約病院の中から患者の希望次第である。RSBYのがん関連保険給付金額を図表2-14に示す。

¹⁵ JICA & Dalberg Global Development Advisors (2014)「インド保健医療セクターに係る情報収集・確認調査報告書」100頁。

¹⁶ 久保研介 (2014)「第3章インドの保健医療政策に関する論点整理—ユニバーサル・ヘルス・カバレッジの実現に向けて—」『インドの経済社会にかんする論点整理』佐藤創編 51-67頁。

¹⁷ JICA ほか (2014) 7頁。

¹⁸ World Bank, 2012, Government-Sponsored Health Insurance in India: Are you Covered?, p44

図表 2-14 : RSBY のがんへの適用項目

項目	支払保険金額（ルピー）
がん腫瘍切除	10,000
両側副腎摘出	19,000
片側副腎摘出	12,500
口唇がん切除	7,000
単位ごとの化学療法	1,000
頸動脈腫瘍切除	13,000
卵巣腫瘍	15,000
神経芽細胞腫瘍手術	10,000
甲状腺がん摘出	14,000
胃切除術と潰瘍治療の一部	15,000
単位ごとの放射線治療	1,500
保険会社の承認が必要となる注射ごとの化学療法	5,000

*出所）PROVISIONAL/SUGGESTED LIST FOR MEDICAL AND SURGICAL INTERVENTIONS /
PROCEDURES IN GENERAL WARD FOR WHICH PACKAGE RATES MAY BE FIXED*

この RSBY は 2 次医療を対象とするものであり、RSBY で対象とされない高度医療をカバーするための制度も整備が予定されている。例えば Delhi 首都圏の医療保険制度として計画中の Apka Swasthya Bima Yojana (ASBY) である。ASBY は既に RSBY に加入している低所得世帯を対象とする公的医療保険であり、加入対象者は約 65 万人と推定されている。財源には Delhi 州政府予算が充てられる予定である。

また、対象地域は限られるものの、貧困層を対象としつつ 3 次医療の高額治療に適用される医療保険制度も近年は増えてきている。このような高度医療対応の貧困層向け保険としては、Andhra Pradesh 州による Rajiv Aarogyasri Community Health Insurance Scheme (Rajiv Aarogyasri) や Tamil Nadu 州による Chief Minister Kalaingar's Insurance Scheme (Kalaingar)、Maharashtra 州による Rajiv Gandhi Jeevandayee Arogya Yojana (RGJAY) などが挙げられる。これら高度医療に対応した保険では、がん治療は主要な給付対象であり、RGJAY の例では、全治療件数の約 28% ががん治療となっている。内訳は薬物療法：20.27%、放射線療法：4.42%、手術療法：3.43%である¹⁹。

このような高度医療に対応した公的保険制度の拡充により、従来は金銭的に諦めざるを得なかった低所得者層が、高度医療を受診する機会が増加することが予測される。

¹⁹ Rajiv Gandhi Jeevandayee Arogya Yojana (<https://www.jeevandayee.gov.in/>)

図表 2-15：高度医療対応の貧困層向け保険の例

保険制度	Rajiv Aarogyasri	Kalaingar	RGJAY
開始年	2007 年	2009 年	2012 年
対象地域	Andhra Pradesh 州	Tamil Nadu 州	Maharashtra 州
対象者	世帯年収 7 万 5 千ルピー以下	世帯年収 7 万 2 千ルピー以下	下記 4 種類のカード ²⁰ いずれかの保持者 ・ Yelllow ration card ・ Antyodaya Anna Yojana card (AAY) ・ Annapurna card ・ Orange ration card
加入世帯数	2,040 万世帯 (7,000 万人)	1,340 万世帯 (3,600 万人)	44 万世帯 (78 万人)
支払保険金上限額 (1 世帯当たり)	年間最大 15 万ルピー (約 30 万円)	4 年間で最大 10 万 ルピー (約 20 万円)	年間最大 15 万ルピー (約 30 万円)
年間保険料 (1 世帯当たり)	439 ルピー (約 880 円) /1 世帯 (2009-2010 年)	469 ルピー (約 940 円) (+サービス税)	N/A
契約病院数	公立：97 病院 民間：241 病院	公立：56 病院 民間：636 病院	495 病院
財源	Andhra Pradesh 州政府	Tamil Nadu 州政府	Maharashtra 州政府

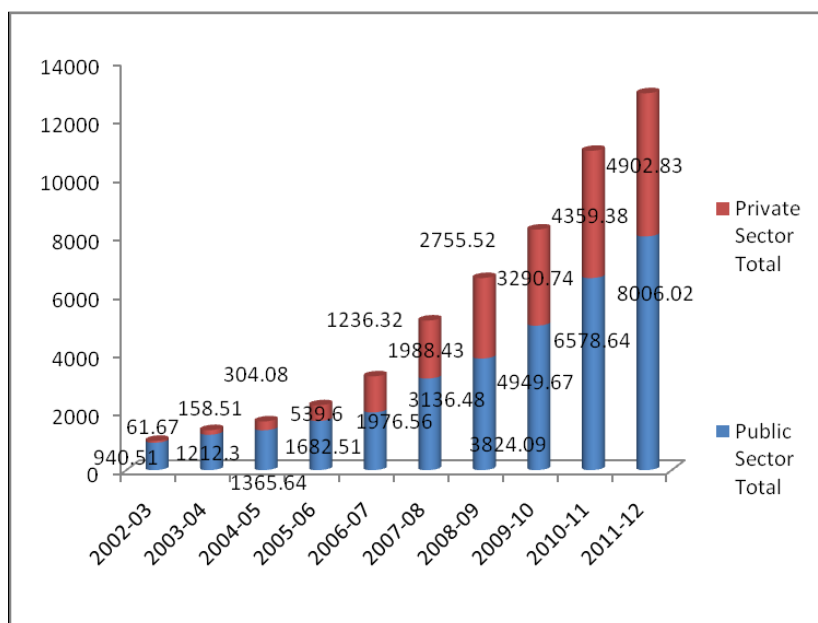
出所) World Bank, 2012 及び RGJAY ウェブサイト³⁸ を基にコンソーシアム作成

²⁰ インド政府による社会保障制度の一つとして、所得等に応じて割り当てられるカードである。例えば Yelllow ration card の場合、その他細かな諸条件はあるものの、最大で年間家計所得 1 万 5 千ルピー (約 3 万円) 以下の家庭が保有することができる。その他詳細は、Maharashtra 州政府ウェブサイト (<http://mahafood.gov.in/website/english/PDS.aspx>) 等を参照されたい。

公的医療保険に対して、民間の医療保険は、1999 年の保険規制発展庁法により医療保険が民間に解禁されて以降、成長を続けている。具体的には、2002-03 年時点で支払われていた民間の医療保険料（積立金額）はごくわずかに過ぎなかったが、2012-13 年時点では全体の 4 割近くが民間のものとなっている（図表 2-16）。

また、近年ではインドの経済成長を見越して外資系保険会社の参入も見られる。例えば本邦企業では、2007 年に株式会社損害保険ジャパンがインド現地法人の Universal Sampo General Insurance Company Ltd. を設立し活動している。

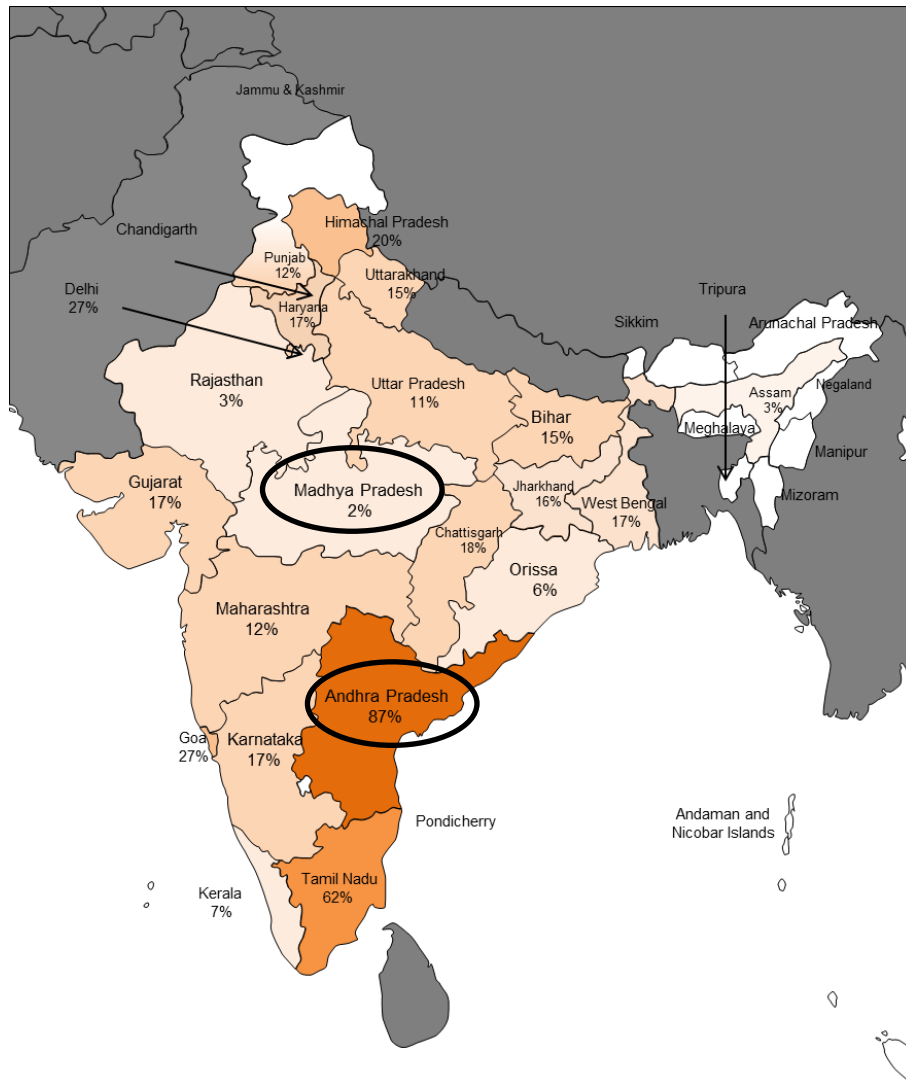
図表 2-16：インドの医療保険料総額の推移



出所) Ms. Amandeep Kaur Shahi & Dr. Harinder Singh Gill, *Origin, Growth Pattern And Trends: A Study Of Indian Health Insurance Sector*, *IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, Vol. 12, Issue. 3 (May. -Jun. 2013), pp. 1-9

このように、保険加入率は未だ低いものの保険制度は着実に整備されつつある。しかし一方で、医療保険加入率には地域格差が生じている。インドの医療保険制度は公的保険、特に州政府により主導されているのが特徴であり、このため医療保険加入率は州ごとに大きく異なる。州別の医療保険加入率を橙色の濃淡で示した図表 2-17 を見ると、医療保険加入率 2%の Madhya Pradesh 州から 87%の Andhra Pradesh 州まで、大きな格差が存在する。

図表 2-17：医療保険の州別人口カバー率



出所) *Public Health Foundation of India, 2011, p25* を基にコンソーシアム作成

医療保険制度、特にインドで大きな割合を占める低所得者層向け公的保険の拡充は、患者にとって医療への経済的アクセス向上につながるだけでなく、医療機関にとっては収益性が向上するため、投資環境が改善されることが期待される。一つの例として、Andhra Pradesh 州では州の保険制度発足後 29 の民間病院が新設され、また同州のリニアック台数が 13 台から 29 台へと倍増している²¹。

これまで述べてきたように、IMRT などの高度ながん治療を必要とする患者が、適切な医療にアクセスするためには、医療保険の拡充は必要不可欠であり、近年の公的医療保険拡充への取組みがさらに進展することが望まれる。

²¹ World Bank, 2012, p281

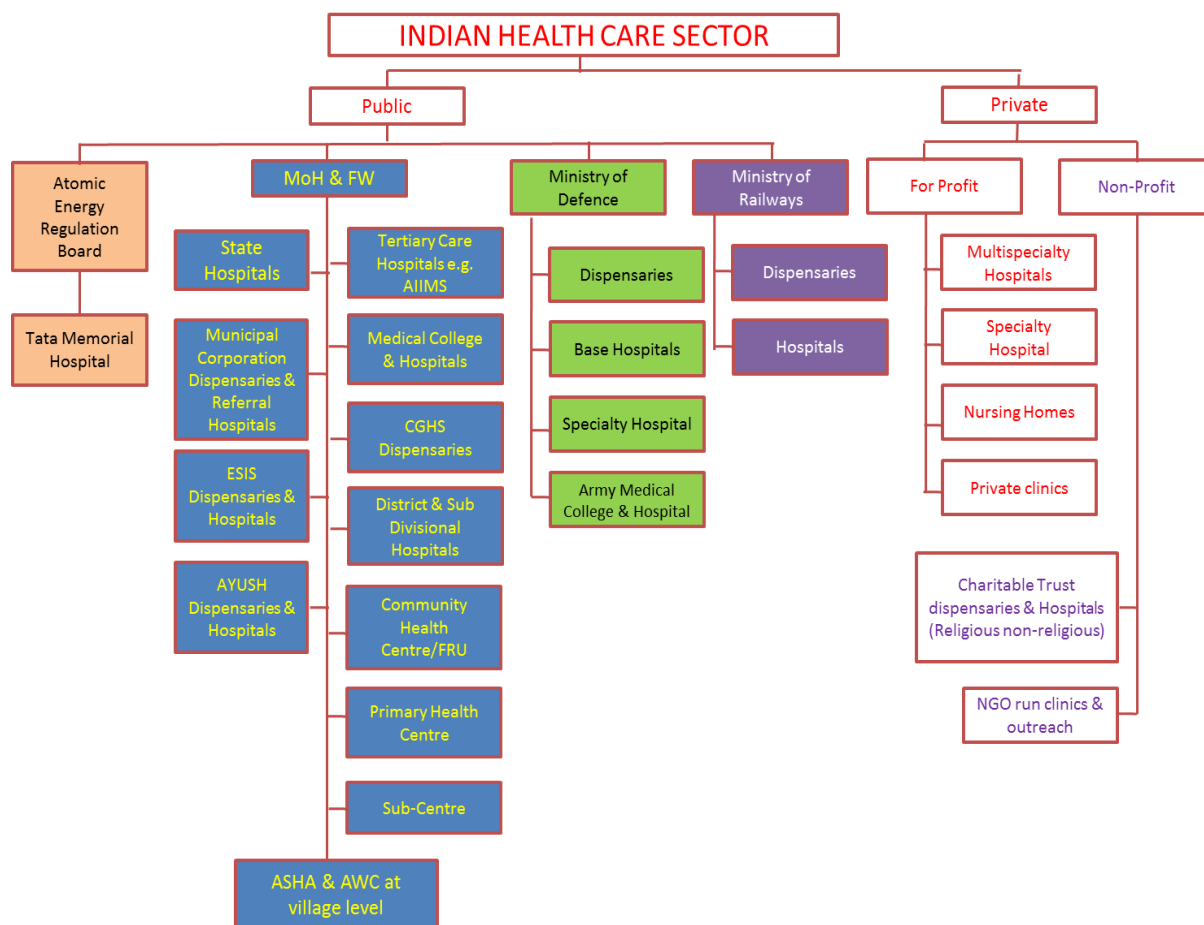
2-3. 放射線医療の供給状況

1) インドのがん医療に関するヘルスセクター概要

(1) 公立病院と民間病院

インドのヘルスセクター全体像を以下に示す（図表 2-18）。

図表 2-18：インドのヘルスセクター全体像



出所) Glowth Analysis, 2013, India' s Healthcare System -
Overview and Quality Improvements, p13 を基にコンソーシアム作成

インドのヘルスセクターは、公立及び民間の2つに大別され、公立セクターとしては、健康家族福祉省の管轄による医療機関、原子力エネルギー規制委員会（AERB：Atomic Energy Regulatory Board）管轄のがん医療機関、あるいは防衛省や鉄道省管轄の医療機関も存在する。

AERBは1983年にインド政府直轄機関として設立されたもので、放射線治療の推進と、健康被害リスク防止をミッションとして活動している。AERBは放射線医療機器に係る規制ののみならず、後述するように、機器取扱いに関連した人材の育成・認定、放射線治療施設の施設要件の設定や標準的なレイアウトの提示等をも行っている。

公立の医療施設は、中央政府や州立の医科大学が運営する専門/総合病院が3次医療の役割を担い、郡や県を基準に設置される地域病院(District Hospital)が2次医療を担っている。1次医療は、期待される役割に応じて、その中で3層構造²²となっている。地方部はこの1次医療施設のみしか存在しないことも多く、2次医療以上の施設へのアクセスは限定的なものである。

一方、民間セクターは営利系病院と慈善系病院とに大別され、また①ナーシングホーム（30床未満）、②30～100床の中間層対象の民間病院（院内職員と医師を抱える）、③大病院チェーンおよびスペシャリティ病院（100床以上）に大別される。

一般的に公的保健医療システムが主にプライマリ・ヘルスに重点を置き、民間セクターが2次的、3次的な保健医療分野でのサービス提供の多くを担っているとされる。比重としては民間病院の割合が大きく、病院数の約6割が民間病院であり、インド全体の外来治療の8割、入院治療の6割を民間セクターが担っている²³。

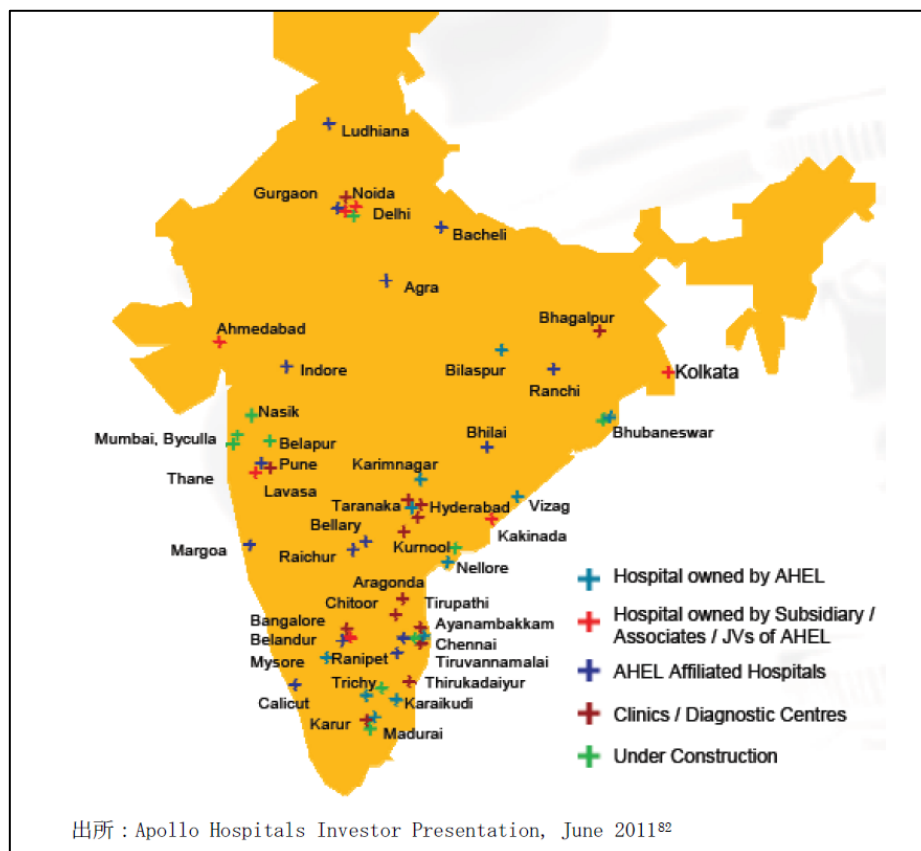
インドの民間医療セクターの特徴として、大病院チェーンによる富裕層・海外医療ツーリズムを対象にした医療の提供が挙げられる。このようなインドの大手医療機関は、Apollo Hospitals Enterprise. と Fortis Healthcare Ltd. の上場2社、Manipal Group of Hospitals、Max Hospitals（親会社のMaxインドが上場会社）等であり、インド全体に医療施設を展開している（図表2-19）。

このように、インドにおいては民間セクターの活用の比重が高いものの、3次医療施設については、公立・民間ともに存在し、高度な医療を提供している。

²² 上位から Community Health Centre (CHC)、Primary Health Centre (PHC)、SC (Sub-Centre)

²³ JICA ほか（2014）8頁。

図表 2-19 : Apollo Hospitals Enterprise の分布



出所) 株式会社アイ・ビー・ティー (2012)「新興国 (特にインド)における医療機器システムの展開可能性及び海外主要医療機器メーカーの海外展開戦略の調査」34 頁

(2) がん医療施設

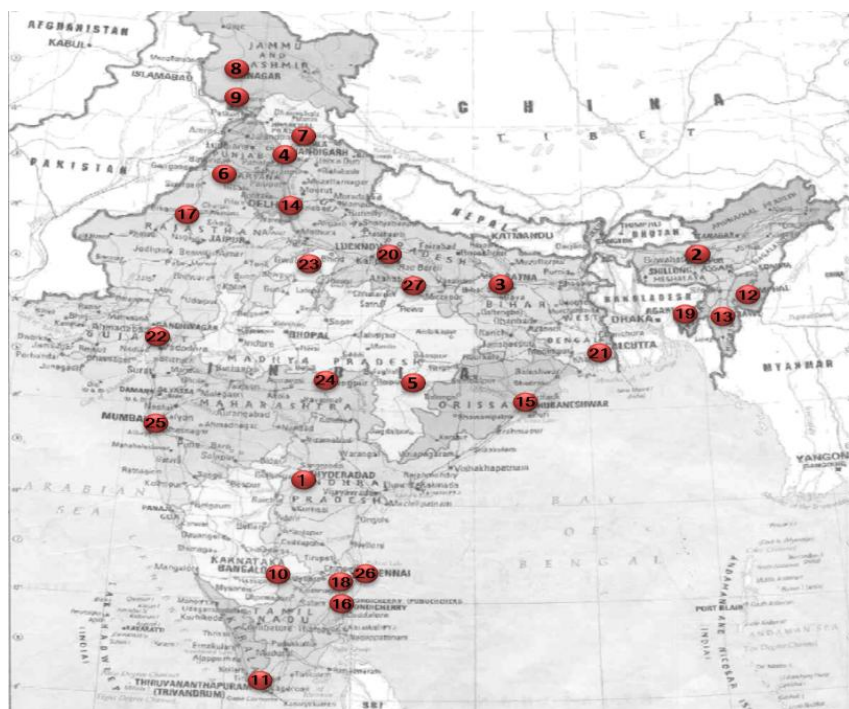
がん医療に関しては、インド保健・家族福祉省により地域がんセンターとしてインド全土に 27 の Regional Cancer Centre (RCC) が整備されている (図表 2-20、2-21)。これら 27 の RCC と周辺地域の 108 のがん病院をネットワークでつなぎ、がん医療のレファラル体制を構築しようとするプロジェクト (OncoNET) も実施されている。この OncoNET ではサービス提供者と医療の専門家、市民の共同ネットワークを構築し、がんの早期発見、遠隔医療サービスの提供、がん患者の登録、電子記録の保存、継続的な患者教育等を目指している。

図表 2-20 : RCC27 施設一覧

No.	施設名
1	M.N.J.Institute of Oncology, Hyderabad, Andhra Pradesh
2	Dr. B.Borooah Cancer Institute, Guwahati, Assam
3	Indira Gandhi Institute of Medical Sciences, Patna, Bihar
4	PGIMER, Chandigarh
5	Pt.J.L.N Medical College, Raipur, Chattisgarh
6	PGIMS, Rohtak, Haryana
7	Indira Gandhi Medical College, Shimla, Himachal Pradesh
8	Sher-i-kashmir Instt., Srinagar, Jammu & Kashmir
9	Government Medical College, Jammu& Kashmir
10	Kidwai Memorial Institute of Oncology, Bangalore, Karnataka
11	Regional Cancer Centre, Thiruvananthapuram, Kerala
12	Regional Institute of Medical Sciences, Imphal, Manipur
13	Civil Hospital,Aizwal Mizoram
14	Dr.B.R.A. Institute Rotary Cancer Hospital, AIIMS,New Delhi
15	Regional Cancer Centre, Cuttack, Orrissa
16	JIPMER Puducherry
17	S. P. Medical College, Bikaner, Rajasthan
18	Arignar Anna Memorial Instt., Kancheepuram, Tamil Nadu
19	Civil Hospital, Agratala, Tripura
20	SGPGI, Lucknow, Uttar Pradesh
21	Chittaranjan National Cancer Institute, Calcutta, West Bengal
22	Gujarat Cancer Research Institute, Ahmedabad, Gujarat
23	Cancer Hospital & Research Institute, Gwalior, Madhya Pradesh
24	Rashtra Sant Tukdoji, Nagpur, Maharashtra
25	Tata Memorial Hospital, Bombay, Maharashtra
26	Cancer Instt., Chennai, Tamil Nadu
27	Kamla Nehru Memorial Hospital, Allahabad, Uttar Pradesh

出所) インド保健・家族福祉省ウェブサイト

図表 2-21 : RCC27 施設の配置プロット図

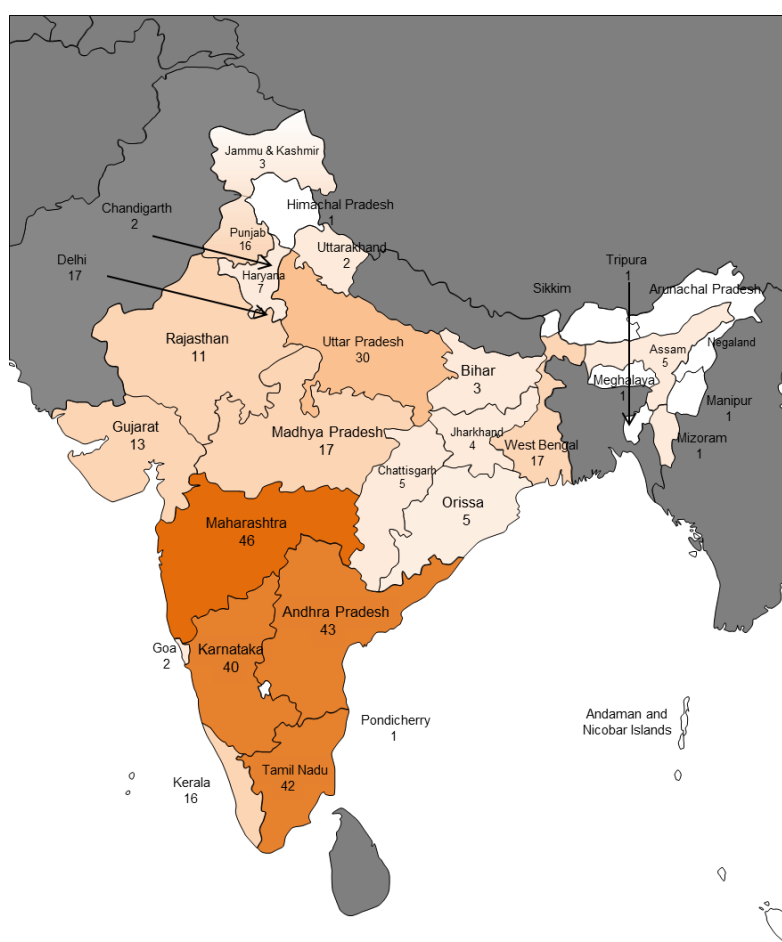


出所) インド保健・家族福祉省ウェブサイトを基にコンソーシアム作成

2)放射線医療施設

がん医療施設に対して放射線医療の認可を与える権限を有するのは、前述した AERB である。AERB は現在、352 の医療施設に対して放射線医療の認可を与えている（2014 年 3 月 31 日現在）。図表 2-22 は、各州の認可施設数の多寡を橙色（認可施設がない州は白色）の濃淡であらわしたものである。図表 2-22 より、AERB 認可済み放射線医療施設は南部に多いことが分かる。これについては、特にインド南部において医療保険が普及している（図表 2-17）ことも要因の一つと考えられる。

図表 2-22：AERB が認可する放射線医療施設一覧

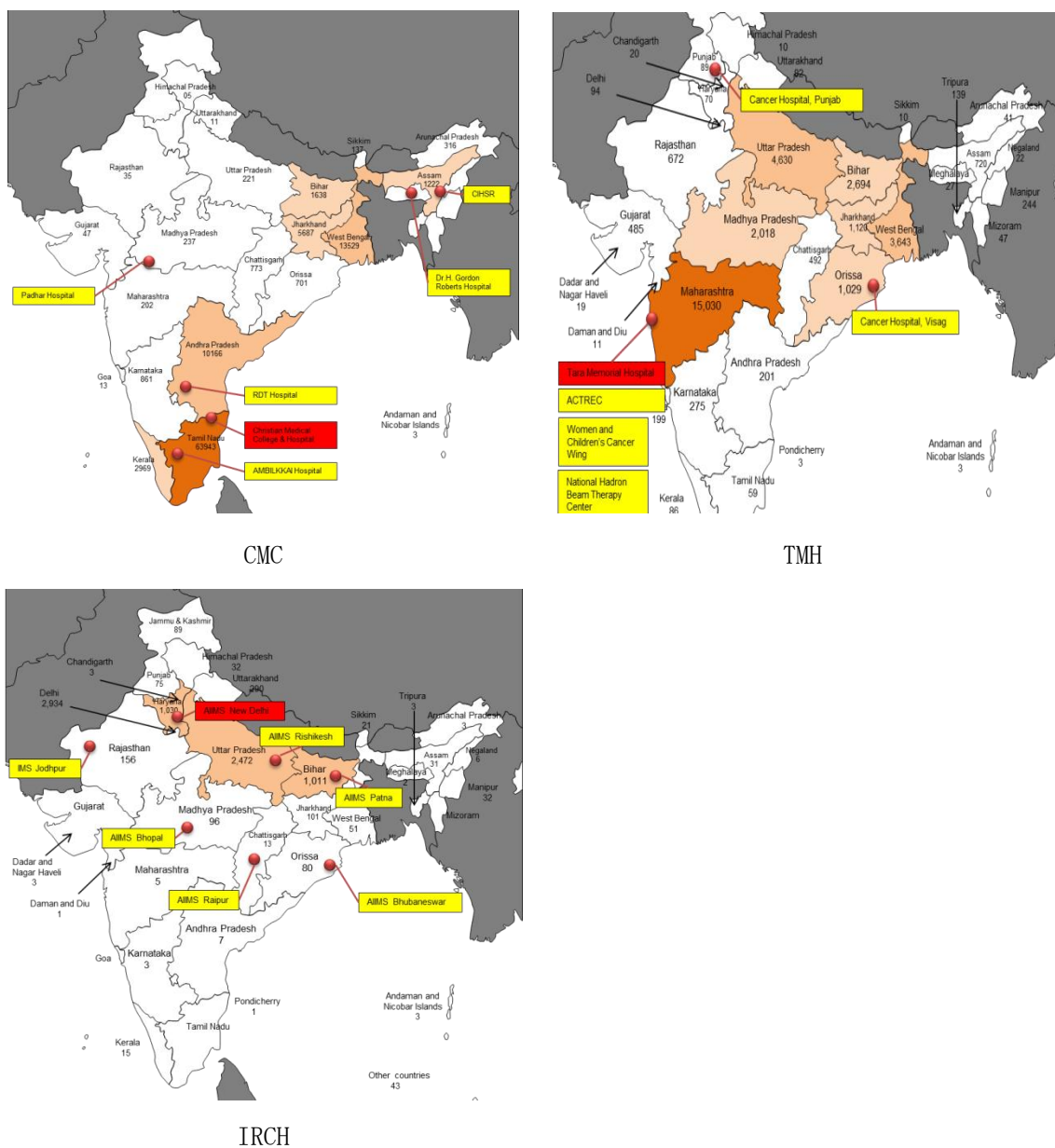


出所) AERB, 2014, *CANCER TREATMENT CENTRES LICENCED BY ATOMIC ENERGY REGULATORY BOARD*
を基にコンソーシアム作成

このような医療施設の分布のムラにより、適切な治療を近隣で受診することが難しい地域が存在している。このため、適切な医療施設へのアクセスが難しい地域の患者は、より良い医療を求めて遠方の医療施設を受診する傾向がある。このことは今回調査の対象とした CMC、TMH 及び IRCH における患者の出身州分布にも見て取れる（図表 2-23）。、

図表 2-23 は、各施設の患者の出身州の多寡を橙色の濃淡であらわしたものであり、赤枠の医療施設は本院を、黄枠の医療施設は連携病院を示す。インド南部に位置する CMC 及びインド中部に位置する TMH はともに、医療施設の分布密度の低い北部、特に北東部出身の患者が多い。一方で、インドの北側に位置する IRCH では中部や南部出身の患者は少ない。この理由として北部には高度医療施設が少ないため、満足できる医療が受けられない北部の患者は遠方の高度医療施設に受診することが多いためと考えられる。

図表 2-23：患者出身州の分布



3)放射線治療機器

放射線治療（外部照射）に求められることは、治療に必要な放射線量をがん細胞に正確に集中させ、かつ周辺の正常組織への影響を少なくすることである。そのためには、まず、がん細胞の存在範囲を正確に把握し、次に、がん細胞に放射線を正確に集中させる必要がある。がん細胞の存在範囲を調べるには、CT や MRI などの画像診断装置が必要となり、また、がん細胞に放射線を正確に集中させるためにはリニアックなどの外部照射機器に加え、がん細胞と正常組織の位置関係を把握して治療計画通りに放射線を照射するための CT・X 線シミュレーターや、最適な照射範囲や照射方向を決めるための放射線治療計画システムが必要となる。今回の調査では、インドにおける放射線医療機器の需給状況として、外部照射機器（リニアック）の需給状況を調べた。画像診断装置など、関連する医療機器のインドにおける需給状況については、今回調査からは明らかにならなかった。

International Atomic Energy Agency (IAEA)²⁴によれば、インド全国の放射線治療機器は、外部照射機器が 521 台（うちテレコバルト 335 台、リニアック 186 台）、内部照射機器が 172 台（低線量装置 109 台、高線量装置 63 台）とされる。図表 2-2 に記載した 2011 年のがん罹患件数(1, 134, 425 件) と図表 2-5 で算出された適切な放射線治療適用患者数（全患者数の 55.4%）から、現在（2011 年）の放射線治療の適用件数は 628, 471 件と試算される。

これらのことから、インドにおいては外部照射機器 1 台あたりの放射線治療患者数は 1, 206 人となる。European Society for Radiotherapy & Oncology (ESTRO) の基準では外部照射機器 1 台あたりの患者数は 450 人が適切²⁵とされていることを考えれば、放射線治療機器は大きく不足していると考えられる。

放射線治療機器の必要台数は根拠とする基準に応じて異なるが、上に述べた ESTRO の基準を用いれば、現在の必要台数は約 1, 400 台であり、900 台近く不足していると試算される。また、1 台あたりの対象住民人口を 100 万人とする WHO の基準を採用すれば、現在の必要台数は約 1, 300 台となり、約 800 台が不足とされる。

このように、必要台数は根拠とする基準により異なるが、インドにおいてはおよそ 800 台から 900 台の放射線治療機器が不足していると考えられる。これは 2010 年時点で日本に存在する全てのリニアック台数（824 台）に匹敵する数となっている。

²⁴ <http://nucleus.iaea.org/HHW/DBStatistics/DIRAC/Countries.html> (2015 年 2 月 3 日確認)

²⁵ 一般的 (General) ながん患者のケースとして年間患者数 450 人に 1 台、複雑な治療 (With increasing complexity) の場合として年間患者数 400-450 人に 1 台が基準となっている (Ben J. Slotman, Brian Cottier, Soren M. Bentzen, Germaine Heeren, Yolande Lievens, Walter van den Bogaert, 2005, *Overview of national guidelines for infrastructure and staffing of radiotherapy. ESTRO-QUARTS: Work package 1*, Radiotherapy and Oncology, Vol. 75, Issue 3, pp. 1-349)。ここでは、前者の「450 人に 1 台」という基準を用いている。

このように、インド全体をみると放射線治療機器の不足は深刻であるものの、3次医療施設においては、放射線治療機器は比較的整備されている。具体例として、今回調査対象とした4つの3次医療施設の現状を図表2-24に示す。この表では、比較対象として、AERBの認可したがん治療（放射線治療）対応施設の状況をインド全国平均値として挙げ、また、日本における3次医療施設の代表である京都大学（以下、京大）の状況も併記した。

図表 2-24：3次医療施設における外部照射機器の整備状況

項目	インド 全国平均値	IRCH	TMH	CMC	Apollo	京大
医療施設の保有する 外部照射機器台数	1.48 台 ²⁶	7 台	13 台	3 台	2 台	4 台
放射線治療件数	1,785 件 ²⁷	4,111 件 ²⁸	4,413 件	2,318 件	900 件	1,579 件
外部照射機器 1 台 あたり治療件数	1,206 件/台	587 件/台	339 件/台	772 件/台	450 件/台	395 件/台

出所）ヒアリング及び受領資料を基にコンソーシアム作成

外部照射機器 1 台あたりの治療件数を見れば、ESTRO の基準である 450 件/台を 4 施設中 2 施設、TMH 及び Apollo が満たしている。基準を超えているものは IRCH 及び CMC であるが、両病院ともそれぞれのレファラルの最上位に位置しており、紹介患者の割合が多いため、保有している外部照射機器の処理能力以上の負荷がかかっていると考えられる。例えば、IRCH での病床稼働率は調査時には 120% となっており、想定以上の負荷がかかっている。仮に、IRCH の病床稼働率が現状の 120% から 90% へと 2.5 割軽減され、治療件数もそれに応じて 2.5 割軽減されると想定すれば、外部照射機器 1 台あたりの治療件数は現状の 587 件/台から、ESTRO の基準を満たす、440 件/台となる。

このような状況は、すでに課題として IRCH、CMC の両病院に認識されており、患者集中による負荷の軽減のために、IRCH は 700 床規模のがんセンターを、CMC は 1500 床規模の支院を、それぞれ分院として整備する計画である。分院整備が行われれば、これら医療施設の負荷は適正なものになると考えられる。

放射線治療の実施状況を検討するには、治療機器の整備状況に加えて、放射線治療にかかる人員配置を検討する必要がある。この人員配置については事項で述べる。

²⁶ インドの外部照射機器台数（521 台）を AERB の認可を受けたがん医療施設数（352 施設）で除したもの

²⁷ インドの放射線治療適用件数（628,471）を AERB の認可を受けたがん医療施設数（352 施設）で除したもの

²⁸ 治療計画作成件数を、実際に治療を行った件数と見込んで採用

4)放射線医療に関連する ICT 設備の整備状況

放射線医療を提供していくためには、画像データ等放射線医療データを効率的に取り扱うことが重要であるので、放射線医療を提供するためのインフラの一つとして ICT 設備の整備状況に関するアンケート調査を実施した。

アンケートは、調査対象病院を含む 8 病院に依頼し、病院の IT 関連担当とコンタクト、調査協力を得られた 7 病院より回収し、結果をまとめた。

アンケート依頼を行った 8 病院は、アクセスの容易性から現地調査対象病院である、CMC、IRCH、TMH、Apollo に加え、CMC より紹介のあった 3 次医療機関、2 次医療機関に依頼した。

現地調査対象病院では、CMC、及び TMH、及び Apollo から回答を得ており、その他、現地調査対象外ではあるが、RCC に指定されている 3 次医療機関である Adyar Cancer Institute (WIA)、Sanjay Gandhi Postgraduate Institute of Medical Sciences (SGPGIMS)、CMC の連携病院である 2 次医療機関の Christian Institute of Health Sciences and Research (CIHSR)、Padhar Hospital (Padhar) から回答を入手した。

図表 2-25：放射線医療関連 ICT 設備整備状況

病院名			現地調査対象病院			現地調査対象外病院		CMC連携病院	
			3次医療機関					2次医療機関	
			CMC	TMH	Apollo	WIA	SGPGIMS	Padhar	CIHSR
オーダエントリ	HL7準拠		○	○	○	○	○	○	○
	オーダ	放射線治療	○	○	○	○	○	×	○
	結果	放射線治療計画	○	×	○	○	×	×	○
放射線治療 RIS	保 有		○	○	○	○	○	×	×
	HL7準拠		○	○	○	○	○	－	－
PACS	撮影装置	一般撮影	○	○	○	○	○	×	○
		X線TV	○	○	○	×	○	○	○
		血管造影装置	○	○	○	×	○	×	○
		マンモグラフィー	○	○	○	×	○	×	○
		CT	○	○	○	○	○	×	○
		PET	○	○	○	○	○	×	○
		ガンマカメラ	○	×	○	×	○	×	○
		超音波	○	×	○	×	○	×	○
		MRI	○	×	○	○	○	×	○

出所) 各病院アンケート調査結果を基にコンソーシアム作成

いずれの病院も対象範囲に差異はあるが世界的な保険医療情報の規格である HL7 準拠のオーダエントリシステムを導入している。放射線医療に関する対象としては、放射線治療依頼、放射線治療計画結果への対応があるが、多くの病院でこれに対応した整備がなされている状況である。

放射線科情報システム（Radiology Information System；RIS）については、3 次医療機関では全て HL7 準拠の放射線治療の RIS に対応しており、診断情報のみではなく、放射線治療に関する情報の管理も一元的に実施されている。

画像保存通信システム（Picture Archiving and Communication Systems；PACS）の整備状況をみても接続されている撮像装置に差異はあるが、すべての病院で導入されており、画像システムの IT 化整備も進んでいる。

今回アンケート結果から見たこれらの状況から、3 次医療機関に関して ICT 設備の整備状況は良好であると考えられ、放射線医療の供給に際して効率的な運営がなされているものと判断される。

次に放射線医療に関連する通信設備の整備、活用状況を図表 2-26 に示す。

図表 2-26：通信設備整備状況

病院名			現地調査対象病院			現地調査対象外病院		CMC連携病院	
			3次医療機関					2次医療機関	
			CMC	TMH	Apollo	WIA	SGPGIMS	Padhar	CHSR
院内通信 (LANの利用)	医療システム	HIS	○	○	○	○	○	○	○
		RIS	○	○	○	○	○	-	○
		PACS	○	○	○	○	○	○	○
		Telemedicine	○	○	○	-	-	-	○
	医療システム以外	Video/Web Conference	○	○	○	-	○	-	○
院外との通信 (WANの利用)	医療システム	HIS	○	○	○	○	構築中	-	○
		RIS	○	○	○	○	構築中	-	○
		PACS	○	○	○	○	構築中	-	○
		Telemedicine	○	○	○	-	-	-	○
	医療システム以外	Video/Web Conference	○	○	○	-	-	-	○
他の病院との接続			1.RUHSA Campus 2.Mental Health Centre 3. Schell Campus 4.Nambikkai Nilayam 5.Nursing College Campus 6.CMC Chittore AP. 7.Rehabilitation Institute	1.ACTREC (Advanced Centre for Treatment, Research and Education in Cancer) 2.NKN	回答なし	回答なし	構築中 (将来的に接続する予定あり)	WANの利用なし	NKN
遠隔医療システム	遠隔放射線診断		診断目的 教育目的	実験目的 教育目的	実験目的	-	-	診断目的	診断目的
	遠隔病理診断		診断目的 教育目的	実験目的 教育目的	-	-	診断目的	-	-

出所) 各病院アンケート調査結果を基にコンソーシアム作成

LAN を利用した院内通信は比較的十分な整備がなされており、特に CMC、SGPGIMS はコアスイッチとして大容量スイッチ(Cisco 社 Catalyst6500 シリーズ)を利用している等、日本における中～大規模病院クラス相当の整備状況である。

一方、院外の WAN 利用は整備されているところもあるが接続先に関しては分院、研究機関向けネットワークと様々であり、CMC の連携病院である CIHSR も CMC とネットワーク連携がなされておらず、インド国内の他病院とのネットワーク経由の連携に関しては、

病院毎に異なっているものと推定され、現有設備がインド国内のネットワーク連携にどこまで流用可能であるかは、さらに調査が必要である。

遠隔医療システムに関しては、遠隔放射線診断が実施されている病院もあり、CMC では WAN を活用した分院間の活用がなされている。また、アンケート回答は得られなかったが、調査対象病院では、IRCH が 100 のネットワーク病院とがんに関連したコンサルテーション、教育、トレーニング、がん治療情報の共有等を目的とした遠隔医療を展開していることや、2014 年には Apollo が遠隔放射線診断センターを開設している等、3 次医療機関では遠隔医療システムの活用が進んでいるものとする。

5)放射線治療に関連する人材

放射線治療においては、放射線治療機器を扱う放射線科医 (Radiation Oncologist) や医学物理士 (Medical Physicist) 等の人員体制も充実させる必要がある。

インドにおいて放射線治療関連職種に必要な要件は、AERB によって次の通りに規定されている。これら医学物理士、放射線安全官 (Radiological Safety Officer: 以下、RSO)、及び放射線技師養成のための教育課程に対し AERB が認可を与えている²⁹。

²⁹ AERB, 2014, *Details of Medical Physicist Courses in India* 及び AERB, 2014, *Details of Radiotherapy Technologist Courses in India*
AERB による認可を受けた教育課程一覧については巻末に示す。

図表 2-27：インドにおける放射線治療関連職種に必要とされる要件

職種	必要とされる資格や経験
放射線腫瘍医 (Radiation Oncologist)	1) 認定大学の医療系の学士 2) 放射線治療/放射線腫瘍学の修士または同等の資格
医学物理士 (Medical Physicist /Radiation Physicist /Radiological Physicist)	1) 認定大学からの物理学分野の学士 2) 認定大学からの放射線/医学物理学の MS 修士号のディプロマ 3) 設備の整った放射線治療部門での最低 12 か月のインターンシップ経験 1)～3) または下記 1)～3) を要す 1) 認定大学の科学分野の学位（ただし主科目の一つは物理学） 2) 認定大学放射線/医学物理学の修士 3) 設備の整った放射線治療部門での最低 12 か月のインターンシップ経験
放射線安全管理者 (Radiological Safety Officer)	1) 上記のような医学物理士としての必要最低限の資格 2) 放射線安全管理者としての管轄当局からの承認
線量測量士 (Dosimetrist)	1) 認定大学の科学分野の学位（ただし主科目の一つは物理学） 2) 設備の整った放射線治療部門での最低 2 年のインターンシップ経験
放射線治療技術者 (Radiation Therapy Technologist)	1) 10+2、または同等の、認定委員の科学系科目 2) 2年間の放射線治療技術コース受講、または同等のインフィード研修が可能な管轄当局によって規定されたコース
放射線治療サービス技師 (Radiation Therapy Service Engineer)	1) 認定大学の電気/電子/生物医学/機械工学の一般学士/ディプロマ 2) 放射線機器を取り扱うための管轄当局からの承認

出所) AERB, 2011, CODE NO. AERB/RF-MED/SC-1 (Rev. 1) RADIATION THERAPY SOURCES, EQUIPMENT AND INSTALLATIONS

インドにおける放射線治療関連職種の人員配置基準（図表 2-28）によれば、腫瘍放射線医（放射線治療医）は「患者 400 人あたり 1 人」、医学物理士は「患者 500 人あたり 1 人」必要とされる。

図表 2-28：インドにおける放射線治療関連職種の人員配置基準（最低基準）

職種	基準
放射線腫瘍医	施設に 1 人 年間患者 400 人毎に 1 名追加 1 人に 40 人/日以上担当させない
放射線安全管理者	施設に 1 人
医学物理士	施設に 1 人（患者 500 人まで） 年間患者 500 人毎に 1 名追加
放射線技師	施設に 1 人 患者 40 人/日までは外部照射機器 1 台に 2 人 患者 80 人/日までは外部照射機器 1 台に 4 人 年間シミュレーション患者 500 人毎に 2 人
線量測定士	年間患者 500 人毎に 1 人

出所) AERB, 2011, CODE NO. AERB/RF-MED/SC-1 (Rev. 1)

現在（2011 年）の放射線治療の適用件数を 628,471 件とすれば、インド全体での必要人員数は、放射線治療医が 1,571 人、医学物理士が 1,256 人となる。

これら必要人員数に対し、インドにおける実際の人員数は少なく、前述した IAEA のウェブサイトによれば、放射線治療医 353 人、医学物理士 195 人とされている（2015 年 2 月 3 日 最終確認）。

現時点での不足人員数は、放射線治療医で 1,218 人、医学物理士で 1,061 人と少ないものの、ディプロマコース（DMRT）により年間 23 人、専門学位コース（MD（RT））により年間 196 人の放射線治療専門職が現時点で育成されており³⁰、今後放射線治療関連職種の需給の差は軽減していくと考えられる。

インド全体をみると放射線治療にあたる人員の不足は深刻であるものの、3 次医療施設においては、放射線治療人員の配置は良好である。具体例として、今回調査対象とした 4 つの 3 次医療施設の現状を図表 2-29 に示す。また前々項と同じく、比較対象として、インド全国平均値及び京大の状況も併記した。人員配置について、IRCH、TMH、CMC、Apollo の 4 つの医療施設は全てインドの施設基準を満たしており、京大の人員配置状況と比較しても遜色ない環境となっている。

³⁰ Central Bureau of Health Intelligence, 2013, *National Health Profile of India - 2013, Human Resources in Health Sector*
(<http://cbhidghs.nic.in/index2.asp?slid=1284&sublinkid=1166>) (2015 年 2 月 3 日 最終確認)。

図表 2-29 : 3 次医療施設における放射線治療人員の配置状況

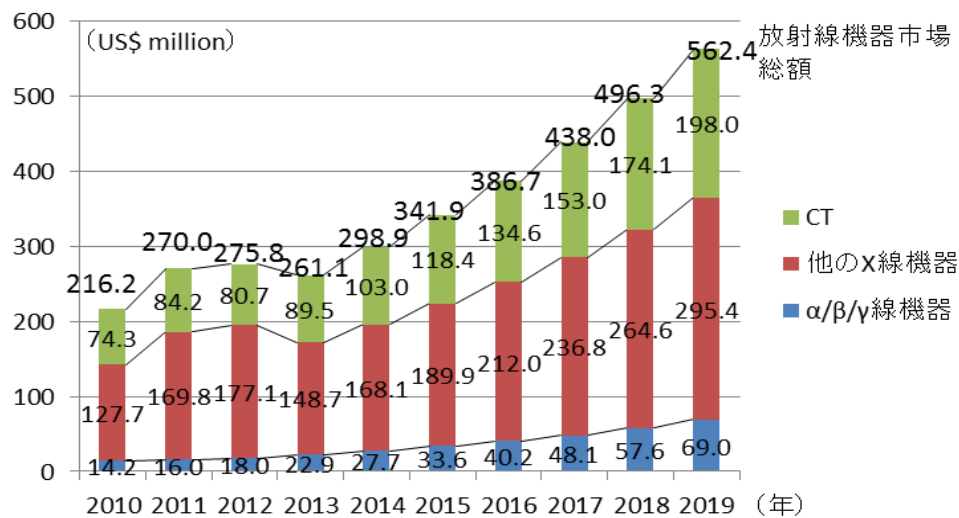
項目	インド 全国平均	IRCH	TMH	CMC	Apollo	京大
医療施設の保有する 外部照射機器台数	1.48 台	7 台	13 台	3 台	2 台	4 台
放射線治療医	1.00 人	11 人	16 人	11 人	9 人	9 人
医学物理士	0.55 人	9 人	14 人	11 人	4 人	5 人
放射線技師	N/A	45 人	38 人	14 人	8 人	12 人
放射線治療件数	1,785 件	4,111 件	4,413 件	2,318 件	900 件	1,579 件
外部照射機器 1 台 あたり放射線治療医	0.7 人/台	1.6 人/台	1.2 人/台	3.7 人/台	4.5 人/台	2.0 人/台
放射線治療医 1 人 あたり治療件数	1,785 件/人	374 件/人	276 件/人	211 件/人	100 件/人	175 件/人
医学物理士 1 人 あたり治療件数	3,245 件/人	457 件/人	315 件/人	211 件/人	225 件/人	316 件/人
放射線技師 1 人 あたり治療件数	N/A	91 件/人	116 件/人	165 件/人	113 件/人	132 件/人

出所) ヒアリング及び受領資料を基にコンソーシアム作成

6)放射線医療機器の市場動向

インドの放射線機器の市場規模は 2014 年時点で 298.9 百万ドル（約 350 億円）と試算され、2019 年には 562.4 百万ドル（約 650 億円）と、5 年間で約 2 倍になることが予測されている（図表 2-30）。リニアックは下表では「他の X 線機器」に含まれている。

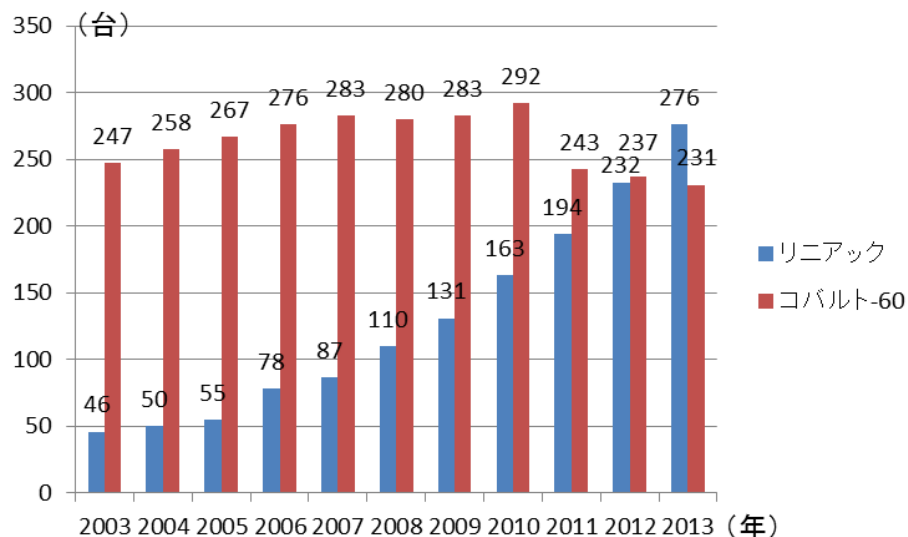
図表 2-30：インドにおける放射線機器の市場規模推移



出所) Espicom, 2014, *Worldwide Medical Market Forecasts to 2019* を基にコンソーシアム作成

インドにおいては放射線治療（外部照射）にリニアック及びコバルトが用いられている。リニアックに関しては、AERBにより承認済み稼働中のリニアックは2003年時点では46台であったが、2013年時点では276台となっており、2007年以降は概ね20%の伸びとなっている。これにより、2013年には減少傾向にあったコバルト60（γ線機器）の承認済み稼働台数をリニアックの台数が逆転した（図表2-31）。

図表 2-31：AERBが承認し、インドで稼働している放射線機器台数

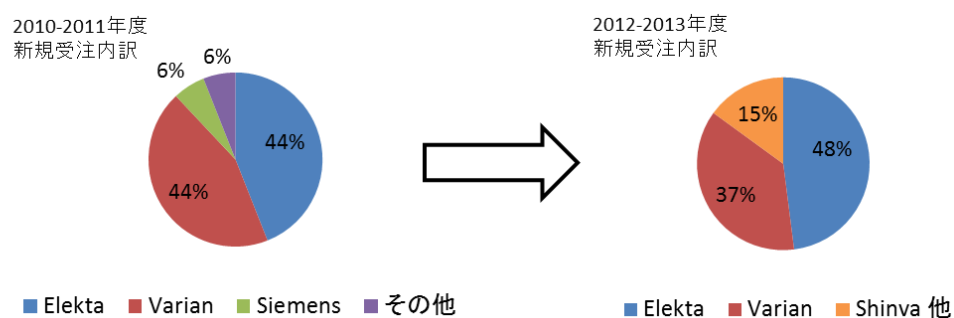


出所) Arabinda Kumae Rath, *PARTICLE THERAPY IN INDIA: A FEASIBILITY STUDY*
を基にコンソーシアム作成

なお、販売台数ベースで見ると、2010 年から 2011 年にかけてインド全体で 55 台であったと推定されている³¹。また、Electronics India のニュースでは、市場に出回る汎用リニアックが 4,000～5,000 万ルピー（約 1 億円弱）であると推定されていることから、市場規模全体として 55 億円以上と推測される³²。なお、高度放射線治療機器に限定した需要（年間必要台数）については、今回調査からは明らかにならなかった。

インドのリニアック市場は、Varian 社³³および Elekta 社³⁴の外資系メーカーが新規受注全体の 9 割近くのシェアを占めている。2010～2011 年度においては、両社それぞれシェア全体の 44%であったが、2012～2013 年度にかけての新規受注は Elekta 社が 48%と、Varian 社 37%を上回った。最近では、中国の Shinva 社³⁵もリニアック市場に参入している。

図表 2-32：1 年間のリニアック新規受注企業内訳



出所) Elekta 社資料を基にコンソーシアム作成

³¹ ELEKTA 社資料。

³² ELECTRONICS INDIA, e-NEWSLETTER, Year 4, Vol. 27: January 2014
http://www.nielit.in/newsletter/e-Newsletter_DeitY_Jan_2014.pdf#search='india+e+news+letter+linac

³³ Varian Medical Systems：米国のがん医療に関する機器・ソフトウェアのメーカー
[\(https://www.varian.com/\)](https://www.varian.com/)

³⁴ Elekta AB：スウェーデンのがん医療に関する機器・ソフトウェアのメーカー
<http://www.elekta.com/company.html>

³⁵ Shinva：がん医療のみならず、歯科機材や滅菌機等の製造・販売も手掛ける中国の総合医療機器メーカー
[\(http://www.shinva.com/\)](http://www.shinva.com/)

2-4. インドにおけるがん医療政策

1)がんを含む非感染症に関するインドの政策

インドでは、保健医療分野のみならず社会経済等のあらゆる開発計画を5か年計画として取りまとめている。1951年に第1次5か年計画が策定され、現在では2012年から始まった第12次5か年計画（“Twelfth Five Year Plan 2012-17”）をもとに国の開発計画が進められている。第11次計画で未達成の女性や乳幼児に関連した指標は引き続き第12次計画でも掲げられている一方、感染症対策項目および非感染症疾患の予防とそれらによる負担軽減、ならびに貧困世帯の医療費自己負担軽減が第12次計画の新たな目標として追加された。がん治療に関しては、診断/治療の強化が明記され、特にインドで発症率が高い子宮頸がん、乳がん、及び口腔がんのスクリーニング、地域病院におけるがん治療の強化が明記されている。

この第12次5ヶ年計画に則し、インド保健・家族福祉省は、非感染性疾患であるがん等の予防に積極的に取り組むための国家プログラム NPCDCS (National Programme for Prevention and Control of Diabetes, Cardiovascular Diseases and Stroke) を策定した。これは1975年に策定された NCCP (National Cancer Control Programme) を統合する形で策定されたものであり、健康的なライフスタイルの推進、がんを含む疾病の早期診断と疾病コントロールに焦点が当てられている。NPCDCS では、第12次5ヶ年計画に準じ非感染症抑止のためのより細分化された計画が定められている。次に示すのは、第12次5ヶ年計画における NPCDCS に係る目標である。

- ① メディア媒体等を通じた医療・保健に関するプロモーション
- ② レファラル体制の全レベルにおける検診機会の増強
- ③ 慢性的な非感染症、特にがん、糖尿病、心血管疾患、及び脳卒中の予防
- ④ レファラル体制の全レベルにおける施設強化（研究やリハビリ施設等も含む）
- ⑤ レファラル体制の全レベルにおける診断と効果的な治療のサポート
- ⑥ 非感染症の罹患率、死亡率、リスク要因をモニタリングするためのデータベース構築

インド保健・家族福祉省は NPCDCS 実行のためのガイドラインとして “Guidelines for Strengthening of Tertiary Care of Cancer under National Program for Prevention and Control of Cancer, Diabetes, CVD & Stroke (NPCDCS) in 12th five year plan (2012-2017)” を定めている。その中で、各施設が有すべき機能・役割を次のようにまとめている（図表 2-33）。

図表 2-33：各施設における機能強化目標

医療施設	機能・役割
Tertiary Cancer Center (TCC ³⁶)	1. District Hospital へのメンタリングおよびアウトリーチ活動 2. 予防、早期検出、診断、処置、低侵襲手術、術後管理、緩和ケア、リハビリを含めた総合的ながん管理 3. 医療従事者の研修 4. 症例研究
Medical College	1. District Hospital の指導 2. 糖尿病、心血管疾患および他の結合型疾患の早期診断 3. 医療従事者の研修 4. 症例研究
District Hospital	1. 糖尿病、心血管疾患およびがんの早期診断 2. 検査：血糖、脂質、腎機能、肝機能、心電図、超音波、X 線、マンモグラフィ他。施設内不可の場合は外部委託可。 3. 症例の管理（外来、入院および集中治療） 4. がん（喉頭がん、乳がん、子宮頸がん及び前立腺がん）のスクリーニング 5. 困難な症例の District Hospital や高度医療施設への紹介 6. 生活習慣改善の啓発とカウンセリング 7. がん症例における化学療法のフォロー 8. リハビリおよび物理療法
Community Health Centre (CHC)	1. カウンセリングを含めた発症予防とその啓発 2. 病理検査を含めた早期診断（共通病理検査項目：血糖、脂質、心電図、超音波、X 線他。施設内不可の場合は外部委託可。） 3. 心血管疾患、糖尿病、脳卒中の管理 4. がん（喉頭がん、乳がん、子宮頸がん及び前立腺がん）のスクリーニング 5. 困難な症例の District Hospital や高度医療施設への紹介
Primary Health Centre (PHC)	1. 生活習慣改善の啓発とカウンセリング 2. 血圧、血中グルコース検査によるスクリーニング 3. 軽度の高血圧と糖尿病の診断と処置 4. がんの早期確認と紹介 5. 疑わしい症例の CHC への紹介

³⁶ NPCDCS ならびに同ガイドラインでは一貫して TCC と表記されている施設につき、インド保健・家族福祉省の別のガイドライン（OPERATIONAL GUIDELINES）では Care の C を含めて TCCC と表記されているが、実体的には同一組織である。

Sub-Centre (SC)	1. 生活習慣改善の啓発とカウンセリング 2. 血圧、血中グルコース検査によるスクリーニング 3. 早期がんの確認と紹介 4. 疑わしい症例の CHC または同等医療施設への紹介
-----------------	--

出所) インド保健・家族福祉省ガイドライン

2)がん治療施設整備計画

NPCDCS では、前述した RCC を改変し、第 12 次 5 ヶ年計画期間中を目標として 20 州に 20 の State Cancer Institute (SCI)、及びインド国内のその他の地域に 50 の Tertiary Care Cancer Center (TCCC)を登録することとし、がん治療における高度医療の機能強化が目指されている。

SCI は 100 床以上のがん治療専門病床を要件とし、州の最上位機関として診断・治療サービスの提供のみならず、がんに係る教育・研究、基礎データ収集等の中核的役割を担うことも期待される。また、TCCC は 50 床以上のがん治療専門病床を要件とし、管轄地域のがん治療に係る診断・治療サービス提供、及び人材育成等の役割を担うことが期待されている。

図表 2-34 : SCI/TCCC の役割

期待される役割
1、包括的ながんの診断・治療とケアサービスを提供する事。 2、SCI はがん医療分野においてロールモデルとなり、TCCC や RCC 等の他のがん関連政府機関のリーダーとしての役割を果たす事。同様に TCC はその地域の下部機関である、がんに関連する施設の指導に当たらなければならない。 3、NPCDCS や他政府政策プログラムの下、がん予防のための福祉や活動を実施する事。 4、がん医療にかかわる医療従事者教育の補助。 5、がんに関する登録プログラムへの参加。 6、がんに関する調査活動の推進。 7、NPCDCS や他政府政策プログラムの下、スクリーニングされたがん患者は TCCC や SCI で高度な医療を受けることが出来る。
SCI の機能
1、包括的ながん医療を提供するために、各州 1 つの SCI、合計 20 州に SCI 機関を設ける。がん患者数、既存のがん治療施設の機能、専門的な医療人材が豊富か否か、州が施設を運営する能力、土地確保の容易性、州の役割への貢献意欲や人件費・機器や施設・薬剤の維持管理費用に見合う意欲、等を勘案し、州の選定が実施される。 2、SCI はあらゆるがんケアに対応できる最先端のがんセンターとなるよう研鑽を行う。SCI はあらゆるステージのがん治療のための専門人材の能力強化、応用分析調査の実施、がんに関する活動を行うための地域

との連携強化などが挙げられる。 3、SCI は少なくとも 100 のがん治療専門病床を持つことを想定して計画される。また、腫瘍医学、放射線腫瘍学、外科腫瘍学と研究所の機能の配置が期待される。SCI は独立した機関ないしは政府管轄の医科大学・附属病院として。緩和ケアを提供することが推奨される。 病院建設または改築予算の 30%を含む 12 億ルピー（約 24 億円）を一度に限り、補助する。 4、機器の購入は、ガイドラインと保健・家族福祉省の分析によって承認を得、逐次行うことができる。
TCCC の機能 1、政府管轄の医科大学・附属病院、機関、以前の RCC は 50 施設の TCCC に強化される。また、既存の政府管轄の高度がんセンターも対象となる。また州政府の推薦、既存の州のがん医療施設、州機関の能力等勘案し、機関が選定される。 2、TCCC は近隣地域と連携し、アウトリーチ活動、レファラルサービス、人材育成、がん治療に関連した治療プロトコールとトレーニング教材の開発などを指導、提供する。 3、TCCC は少なくとも 50 床のがん病床を持つ。これらは公立のがん治療施設が無いような僻地の医療支援となる。部門として、薬剤部、外科、産婦人科、手術室、病理部、放射線治療部などを配置する。これらの部門は TCCC や公立医科大学・附属病院の一部、またはその TCCC の管轄となる周辺地域に整備される。 4、病院建設または改築予算の 30%を含む 4 億 5 千万ルピー（約 9 億円）を一度に限り、補助する。 また機器の購入は、ガイドラインと保健・家族福祉省の分析による承認によって、逐次行うことができる。
SCI/TCCC の活動 SCI/TCCC は包括的ながん医療を行い、以下に挙げる活動を行う。 1、包括ケアを提供するため、あらゆる種類のがん医療にかかわるトレーニング、調査を行う。包括的なケアにはがん予防、早期発見、診断、治療、経過観察、緩和ケアとリハビリテーションを含む。 2、困難ながん症例の包括管理（治療）のため、地域連携機能を持つ。 3、疼痛、緩和ケアの提供と、がん治療のためのオピオイド薬（鎮痛薬）の供給確保を行う。 4、それぞれの医療専門家（医師、看護師、技師、技術者）への研修の立案・実施するためのセンターとして機能する。 5、人材育成のためのワークショップや研修のプログラム計画を推進する。 6、一般的ながんの規格・標準化した治療プロトコールの開発を推進する。 7、他機関、NGO、医科大学、それぞれの地域における地域での提供保健サービスを含むがんに関連する活動を含む一般医療など各種機関の調整を図る。

出所) NPCDCS ガイドライン

SCI 及び TCCC は登録制であり、2014 年 12 月時点で 37 の医療施設が SCI または TCCC への登録申請中となっている（図表 2-35）。

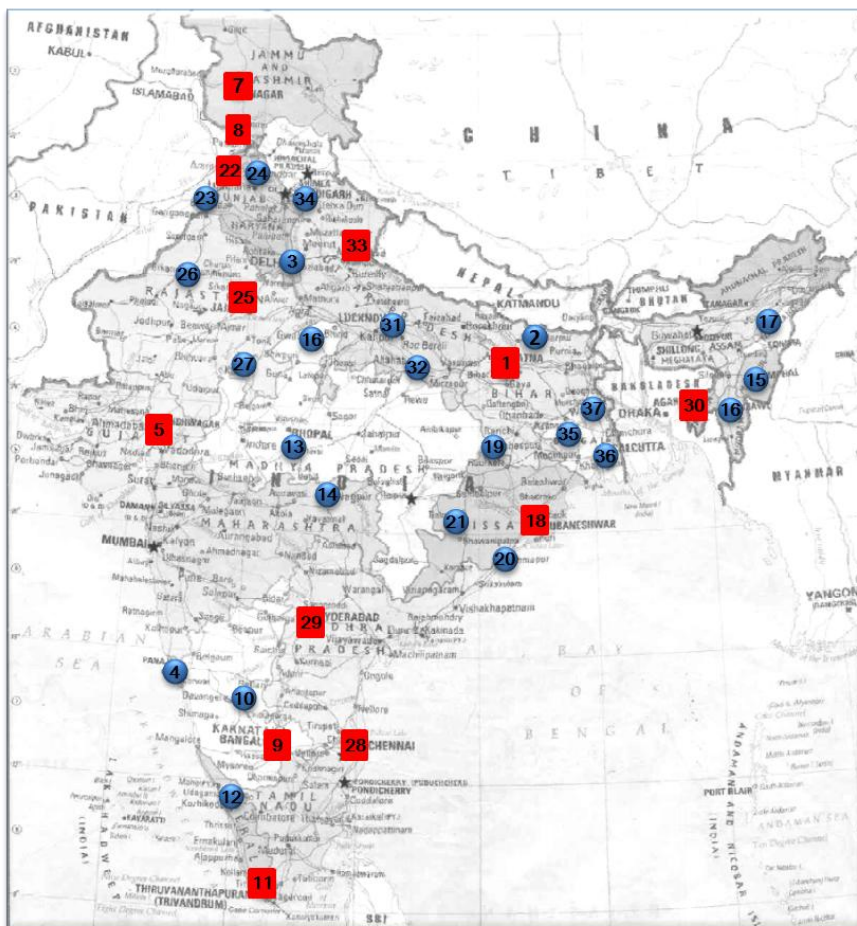
図表 2-35：認可申請中の SCI/TCCC 病院リスト

No.	州/地域	施設名	種別 (SCI/TCCC)
1	Bihar	Indira Gandhi Institute of Medical Sciences (IGIMS), Sheikhpura, Patna	SCI
2		Darbhanga Medical College-Darbhanga	TCCC
3	Delhi	Lok Nayak Hospital (Maulana Azad Medical College)	TCCC
4	Goa	Goa Medical College, Bambolim, Goa	TCCC
5	Gujarat	Gujarat Cancer and Research Institute (GCRI), Ahmedabad	SCI
6	Himachal Pradesh	Indira Gandhi Medical College (RCC), Shimla	TCCC
7	Jammu & Kashmir	Sher-i-Kashmir Institute of Medical Sciences, Srinagar	SCI
8		Government Medical College (GMC), Jammu	SCI
9	Karnataka	Kidwai Memorial Institute of Oncology (RCC), Bangalore	SCI
10		Govt. Medical College, Mandya	TCCC
11	Kerala	RCC, Thiruvananthapuram	SCI
12		Government Medical College, Kozhikode	TCCC
13	Madhya Pradesh	Vidisha - District Hospital	TCCC
14	Maharashtra	Govt. Medical College, Nagpur	TCCC
15	Manipur	Regional Institute Of Medical Sciences (RIMS), Imphal	TCCC
16	Mizoram	Aizawl-Civil Hospital	TCCC
17	Nagaland	District Hospital, Kohima	TCCC
18	Odisha	Regional Cancer Centre, Cuttack	SCI
19		Burla Medical College (District Sambalpur)	TCCC
20		M. K. C. G. Medical College Hospital, Berhampur	TCCC
21		District Hospital, Bhawanipatna, District Kalahandi	TCCC
22	Punjab	Government Medical College (GMC), Amritsar	SCI
23		District Hospital, Fazilka	TCCC
24		District Hospital, Hoshiarpur	TCCC
25	Rajasthan	RUHS College of Medical Sciences, Jaipur	SCI
26		Bikaner- S P Medical College	TCCC
27		Govt. Medical College/ District Hospital, Jhalawar	TCCC
28	Tamil Nadu	Cancer Institute, Adyar, Chennai	SCI
29	Telangana	Hyderabad-MNJ Institute of Oncology (RCC),	SCI
30	Tripura	Cancer Hospital (RCC), Agartala	SCI
31	Uttar Pradesh	Institute of Medical Sciences (BHU), Varanasi	TCCC
32		Sanjay Gandhi Institute of Medical Sciences, Lucknow.	TCCC
33	Uttarakhand	Government Medical College (GMC), Haldwani	SCI
34		Dehradun - Himalayan Institute of Medical Sciences	TCCC
35	West Bengal	Government Medical College, Burdwan	TCCC
36		Sagore Dutta Memorial Medical College and Hospital, Kolkata	TCCC
37		Murshidabad Medical College & Hospitals, Murshidabad	TCCC

出所) インド保健・家族福祉省ウェブサイトを基にコンソーシアム作成

SCI を赤四角、TCCC を青丸にて以下にプロット図を示す（図表 2-36）。

図表 2-36：認可申請中の SCI/TCCC プロット図



出所) インド保健・家族福祉省ウェブサイトを基にコンソーシアム作成

3)保健医療分野における日印協力

2014年9月1日、インドのモディ首相が来日し、安倍晋三内閣総理大臣との間で「日印特別戦略的グローバル・パートナーシップに関する東京宣言」が締結された。宣言文では、「今後5年間で、インドに対し、ODAを含む、3.5兆円規模の日本からの官民投融資を実現すること」、及び「インドにおける官民連携のインフラ事業のために、インドインフラ金融公社（IIFCL）に対する500億円の円借款供与を実施すること」が明記されている。また、同宣言文を受けて、安倍総理とモディ首相立ち会いのもと、「日本国厚生労働省とインド共和国保健家族福祉省との間の医療・保健分野における協力に関する覚書」が交わされた。医療・保健分野における協力関係の合意は、バーレーン、トルクメニスタン、カンボジア、ラオス、ミャンマー、トルコ、ベトナム、メキシコ、ブラジルに続き、10か国目である。

覚書で、相互に協力を行うことを確認した分野は次の通りである³⁷。

- ① 人材開発（医師・看護師・公衆衛生専門職などの訓練プログラムなど）
- ② ユニバーサル・ヘルス・カバレッジを目指した医療財政（公的医療保険システムについての経験の共有による）
- ③ 医療サービスの提供内容（ケアの質の向上のための専門知識の交換を含む）
- ④ 医療制度の管理（病院・保健所管理のノウハウの共有を含む）
- ⑤ 医療情報システム（遠隔医療や電子カルテシステムに関する経験と技術の共有を含む）
- ⑥ 医薬品および医療機器
- ⑦ 保健研究
- ⑧ 疾病調査
- ⑨ 伝統医療
- ⑩ 相互に合意したその他の分野

³⁷ 厚生労働省ウェブサイト参照。

http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/topics/tp140902-1.html

第3章 放射線医療関係者招聘研修

3-1. 概要

インドにおいて現時点では実施されていない日本式高度放射線治療の普及施策を検討するにあたり、興味を示すインドの医師、物理士が治療プロセスや実機を見学し、高度放射線治療への理解を深め、彼らの視点で実施、普及に際しての具体的な問題点や課題を抽出することは有効である。放射線治療装置のような大型機器は、相手国に持ち込んでのデモンストレーションは不可能であり、また、インド内にも日本式高度放射線治療装置は導入されていないため、本事業では、現地調査訪問病院より日本式高度放射線治療に興味を示した放射線医師、物理士を日本に招聘する研修を計画した。

また、本研修を、日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想における、一つの支援アイテムのトライアルとしても利用し、有効性や課題を評価する。

3-2. 実施計画

実施内容の検討や、研修会場の提供に関しては京大の協力を得た。

事前調査結果から、インドでは既に IMRT、IGRT 等高度放射線治療の実績が十分にあることが判明しており、放射線医療水準が高いものと判断し、インドでは未実施である日本式高度放射線治療である、動体追尾法（4次元治療：4DRT）に特化した研修を計画した。

また、通常、放射線治療機は病院での患者治療に高い稼働率で利用されており、装置に触れる時間を十分に確保するのが困難であるが、京大のご厚意により先端医療機器開発・臨床研究センターに設置されている研究開発用の Vero4DRT が研修に利用可能となり、実際に 4DRT 実機を用いたオペレーションフローに触れる実習を研修プログラムに組み込むことができた。これにより操作感や操作フロー等の講義や見学のみでは得られない具体的な面での研修者の理解促進や課題抽出を可能とした。

また、インドでは業務の分業が明確となっているため、放射線治療技術を移転するには医師のみでなく物理士も必要であることと、医師だけではなく物理士も機器導入に際しての発言力を持つとの情報より、各病院の放射線医師と物理士のペアを招聘し、より効果的な研修を狙った。

治療見学は、4DRT の実例として、膵臓がん動体追尾 IMRT の症例に加え、現地調査時の京大 平岡教授による日本の高度放射線治療に関する講演においても関心の高かった Non-coplanar 照射の実例として、肺がん SBRT の症例の見学を実施することにより、特色のある日本の高度放射線治療の有用性を啓蒙した。

京大での研修の後、日本の高度放射線治療装置である Vero4DRT を製作している三菱重工業株式会社（MHI）広島製作所を訪問し、装置の製作状況や検査等品質管理状況の工場見学を行うことにより、日本製品の品質の高さ、信頼性をアピールした。

3-3. 実施内容

インドより 5 名の参加者を招き、平成 27 年 1 月 27 日～1 月 30 日の日程で図表 3-1 に示すプログラムで研修を開催した。

図表 3-1：研修プログラム

	27th Jan. (Tue)	28th Jan. (Wed)	29th Jan. (Thu)	30th Jan. (Fri)
	Kyoto University	Kyoto University	—	MHI Hiroshima Works
9:00	Opening address Guidance of the course	Lecture4 QA/QC Dr. Mukumoto	Move to Hiroshima	Presentation of the factory
10:00	Lecture1 Overview of Vero4DRT Dr. Mizowaki	Practical Operation		Factory Tour of Vero4DRT
11:00	Lecture2 4-Dimensional RT Dr. Nakamura			Q&A Discussion
12:00	Lunch			Lunch
13:00	Treatment Observation 1 SBRT	Practical Operation		Move to Kansai Airport
14:00	Lecture3 Clinical cases, outcomes Dr. Matsuo	Break Q&A and Discussion		
15:00	Treatment Observation 2 4DRT			
16:00	Hospital tour			
17:00				

出所) コンソーシアム作成

参加者は図表 3-2 に示すとおりであり、各病院より放射線医師、物理士のペアを招いた。
(IRCH は放射線医師が急遽来日不可となり、物理士のみの参加となった)

図表 3-2：研修参加者

病院名	職位	名前
CMC	Professor of Radiation Therapy Unit 1	Dr. Thomas Samuel Ram
	Medical Physicist Dept. of Radiation Oncology	Dr. Timothy Peace Balasingh
IRCH	Associate Professor Medical Physics Unit	Dr. Pratik Kumar
Apollo	Sr. Consultant in Radiation Oncology	Dr. G.K. Jadhav
	Chief Consultant Medical Physicist & RSO	Dr. Saji Oommen

出所) コンソーシアム作成

1) 講義

講義は特色のある日本式高度放射線治療であり、京大により開発が進められた 4DRT に関連した講義を実施した。放射線医師による治療技法の説明のみでなく、症例や実績の紹介、物理士による医学物理面での経験、実績の紹介、照射の品質管理等、4DRT 実施に際しての実地面での講義も含め、品質管理から治療に至る一連のプロセスが理解できるよう配慮した。

図表 3-3：講義概要

講師	講義名称
	講義概要
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 溝脇准教授	Overview of the Vero4DRT
	Vero 開発コンセプトと開発の歴史
	Vero の特長
	4DRT のメリットと優位性
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 松尾講師	Clinical Application of Dynamic Tumor Tracking (DTT) using VERO
	4DRT の臨床適用
	治療事例、実績紹介（肺、肝臓、前立腺）
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 中村講師	Physics and clinical experience with the Vero4DRT
	各部機構と機能（小型加速器、MLC、ジンバル機構、画像誘導機能等）
	各種補正機能と精度向上事例
	4D 治療計画
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 棕本助教	Development of the four-dimensional image-guided radiotherapy - Quality assurance -
	呼吸同期に基づく 4 次元照射
	4 次元照射のコミッショニング
	4 軸 Moving Phantom を用いた Quality Assurance

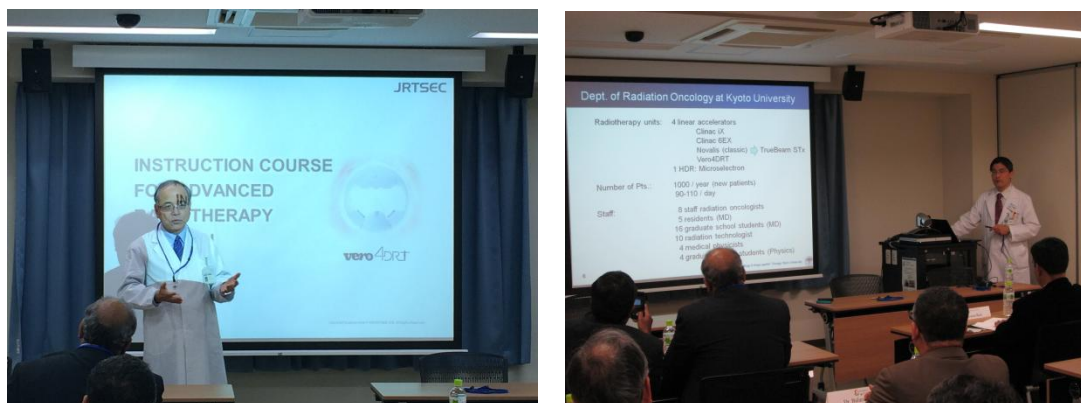
出所) コンソーシアム作成

各講義において活発な議論がなされて 4DRT の技術面での理解を深めるとともに、インドで既に稼働している、Tomotherapy や Cyber Knife といった高度放射線治療装置との比較による質疑もあり、Vero4DRT の優位性についての理解を深めた。

議論の中では、ジンバル機構とガントリー回転機構を併用した非平面照射（ノンコプレーナ照射）についての関心が高く、機構を理解した研修者からはいくつかの照射アイデアの可否に関する質問がなされ、他の研修者も交えて議論される一幕もあった。

また、物理士は、主に彼らの実業務に深く係る照射の品質管理 (Quality Assurance: Q/A) 手法への関心が特に高く、4DRT 独特の Q/A の考え方や、京大が独自に開発した 4 軸ファントムを用いた Q/A 手法において熱心な質問がなされた。

図表 3-4：平岡教授の開会の辞と溝脇准教授の講義



出所) コンソーシアム撮影

2) 治療見学

図表 3-5 に示す 2 症例に関する日本の高度放射線治療の臨床適用状況の見学を実施した。実治療におけるプロセスを見学し、各ステップで活発に質疑が行われ、日本の高度放射線治療の有用性を印象付けることができた。

また、内蔵の画像装置で照射状況を見ながら治療できることも大きな関心を得た。

図表 3-5：治療見学内容

症例	治療方式	PR ポイント
膵臓がん	4DRT + IMRT	日本発の高度放射線治療である 4DRT に IMRT を付加した先進的な治療
肺がん	SBRT	Vero4DRT の広範囲な照射角度による非平面照射

出所) コンソーシアム作成

3) 実習

実習は、Q/A の講義に引き続き行われ、4DRT の品質管理に関連した照射の体験を、デモンストレーションと実際の体験を併用する形で実施した。

前半部は、治療計画装置 (TPS) を用い、実際の治療データに基づく患者の呼吸特性による 4DRT 治療計画の作成を模擬的に実施した。後半部は、実際に Vero4DRT を操作し、品質管理項目である、アイソセンタチェック、IR カメラのヴェリフィケーションを実施

した後、4DRT 照射品質管理用に京大で開発した 4 軸 Moving Phantom を用い、前半部で使用する治療計画による 4DRT 照射を実施し、フィルムチェックによる品質管理体験を行った。

これらの工程は、4DRT 独特のものであり、今後 4DRT の導入を検討するにあたって貴重な体験であったとのコメントを得た。

図表 3-6：実習風景



出所) コンソーシアム撮影

4)工場見学

Vero4DRT を製造している三菱重工業広島製作所を訪問し、組立工場、及び照射検査室の見学を実施した。

組立工場においては、マルチリーフコリメータ等の組立状況、照射検査室においては長期間運転により出力を安定化させる加速管のエイジング工程、照射試験準備中の Vero4DRT を見学し、病院に設置されている機器では見ることのできない状態での説明を受けた。特に機器の品質管理に係る物理士からは、他社では見る事ができないものもあり、貴重な経験であったとのコメントがあった。

また、機器内部の配線状況も見ることができ、整然とした配線状況を見て、インドや中国等の製品では考えられない品質であると、日本製品の品質の高さを PR することができた。

3-4. 研修の評価

1)研修生の評価

ここでは、一連の研修を通じて研修者が将来 4DRT を実施するにあたっての能力に付随する評価を行う。

評価は、講義、実習を担当した講師による評価をヒアリングし、研修者の素養について検討した。

まず、講義における質疑内容等からの評価では、治療症例提示の際に、病変部位を正しく指摘し、周囲の画像変化の解釈が的確であったことや、既に IMRT 等の高度放射線治療を実施していることによる治療計画等に関する正確な知識、品質管理に関する知識等を有しており、研修者は高度な放射線治療に関する知識を有していると判断できる。

また、実習における研修者の状況から、治療計画装置の操作等も問題なく、4DRT 特有の治療計画作成の基礎については理解できたものと考えられる。さらに Apollo においては、動体追尾治療は行われていないものの、Novalis Tx を用いた動体追跡法（迎撃法：照射中の腫瘍または腫瘍近傍のマーカー等を X 線透視し、決められた位置を通過する時に照射する方法。）の実施経験を有する等、研修者は、十分な実施能力の素地があると考えられ、4DRT を将来実施するに際しての障害は少ないものと判断される。

2)研修の評価

受講後の研修者からのヒアリングや、講師からの意見等も併せ、本研修についての評価を行う。

研修者からは、本研修は 4DRT の初期理解において概ね有効であったとの意見を得た。特に 4DRT 特有の治療計画作成手法、品質管理手法等、実際に 4DRT を実施するに当たり不可欠な工程を講義、実習を通じて理解、体験できたことが大きな成果と考えられている模様である。

研修期間については、初期理解を目的とした研修としては過不足ないとの意見がある一方、人数、時間の制限から全員が実習において操作できない場面もあり、実習に関してはさらに時間が欲しかったとの意見が多数であった。特に治療計画に関しては 4DRT 特有のものであるため、もっと実習の時間が欲しかったとの意見があった。実習は今回の研修において研修者の興味を特に引いたアイテムでもあり、今後同様の研修を企画するに当たっては、割り当てる時間に加え、講師、機材、実習場所等も含め検討の余地は大きいと考える。特に治療計画に関しては、実際に研修者が実施するとなると時間を要するため、実施要領に工夫が必要であると考えられる。

治療見学においても見学者人数が多いことにより治療の各ステップでの質疑が十分にできなかったとの意見もあった。事前に治療ステップを説明する等の配慮も必要であったと考えられ、今後計画する際にフィードバックが必要である。

また、次のステップの研修、実際に 4DRT をマスターするための研修としては、上記要望も含め、1 週間～3 週間程度が必要との意見であった。

講師からも、4DRT 特有の治療計画や、品質管理手法に関して十分な技能を習得するためのさらに踏み込んだ研修は必要との意見であり、設備を有していない研修者に対して、

先行施設での研修で実際にプロセスを体験、症例見学等、先行者の経験を得る機会がさらに必要であろうとのコメントがあった。

ただし、今回は京大の協力により会場、研修設備、講師が確保できたが、継続的に実施していくには、研修会場、設備、講師の確保に加え、使用料や対価も含めて検討し、有償での研修実施も視野に入れる必要がある。

第 4 章 日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想

4-1. 現状認識と支援施策

日本式高度放射線医療支援ネットワーク構想を計画するに当たり、日本で行われている高度放射線医療と今回調査を実施したインドにおける放射線医療の実態を比較し、インドにおいて日本式高度放射線医療が普及するために必要な施策を検討する。

1) 人的要件

2 章で示したように、インドにおける人員配置の基準は、日本の基準より対応患者数が若干多い傾向にあるが、日本とほぼ同等の基準が要求されている。

今回調査対象とした 3 次医療機関の人員体制から、放射線治療医師、医学物理士数の基準を見ると、いずれもインドの基準を十分満足しており、日本の基準と同等レベルの人員配置がなされている。

京大の人員配置と比較しても良好な人員配置がなされていると評価でき、日本式高度放射線医療の実施に当たり、人員配置に関しての障害はないものと評価できる。

また、スタッフの医療技術に関しては、招聘研修における講師の評価から、既に IMRT、IGRT 等の高度放射線治療の経験を有し、放射線治療の技術面において十分な知識を持っており、日本の高度放射線治療である動体追尾法を将来実施するにあたっての素養は十分に有していることが分かり、今後、動体追尾法特有の 4 次元治療計画や品質管理手法、動体モデル評価手法等を会得することにより実施可能と評価できる。

研修者の受講後の意見も、これら動体追尾特有の手法に関するトレーニングが今後望まれており、基本的な知識については十分な理解ができているとのことである。

2) 設備要件

(1) 機器類

動体追尾法を実施するための要件として 2012 年 6 月 2 日に関係 4 学術団体（日本医学物理学会、日本高度放射線外部照射研究会、日本放射線技術学会、日本放射線腫瘍学会）の協議で策定された「呼吸性移動対策を伴う放射線治療に関するガイドライン（呼吸性移動対策ガイドライン）」においては、機器的要件として以下の要件を満たす装置が、放射線治療を行う室内に設置されている必要があるとされている。

- ①呼吸による移動長が 10mm を超える腫瘍に対して、呼吸性移動を補償するために必要な照射範囲の拡大が 5mm 以下となるようにする装置。
- ②毎回の照射直前または照射中に実際の照射範囲内に腫瘍が含まれていることを確認・記録するための装置。

なお、施設基準に明記されていないが、呼吸性移動対策を行わない場合の呼吸性移動が 10mm を超えることを確認する装置も必要となる。この装置に関しては治療を行う部屋と同室である必要はない。

呼吸性移動対策ガイドラインでは、呼吸による腫瘍の移動長を確認する方法の具体例として、X 線透視、四次元 CT、超音波、シネ MRI が挙げられており、また、照射範囲内に腫瘍が含まれていることを確認する方法の具体例として、照射直前では、治療機器に統合された CT（コーンビーム CT、MVCT 等）、放射線治療を行う室内に設置された CT、2 方向以上の X 線透視が、照射中では、シネ EPID、X 線透視、外部呼吸信号等からの腫瘍の三次元的な位置を予測するモデル、が挙げられている。

上述以外にも、呼吸性移動対策の精度管理の観点から、呼吸運動が再現可能な動体ファントムの使用が推奨されている。

照射範囲内に腫瘍が含まれていることを確認する機材に関しては、Vero であれば実装されているものであり、導入されれば自動的に満足される。

今回、調査対象の病院においては、図表 4-1 に示す通り画像診断機器は整備されており、基本的な診断、及びガイドラインに示される呼吸による移動長の確認において問題はないものと考えられる。

図表 4-1：調査病院画像診断機器保有数

診断機器	CMC	IRCH	TMH	Apollo
CT	3	3	3	2 ^{*1}
MRI	3	4	1	2 ^{*2}
X-ray	3	15	2	12
Ultrasound	8	12	1	10
PET	1	3	1	2 ^{*1, *2}

*1：含 128slice PET-CT

*2：含 PET-MRI

出所) 調査票、ヒアリングよりコンソーシアム作成

しかしながら、下記の設備については 4DRT の治療計画を作成、4DRT の品質管理を実施するうえで必要となる。

① 4 次元 CT

動体追尾法の 4 次元治療計画策定プロセスの中で高精度なターゲット決定、四次元線量計算等の為、4 次元 CT の整備が必要となる。今回の調査病院においては、既に整備されている病院もあるが（Apollo：Siemens Biograph 4D、TMH：GE Lightspeed4D、

IRCH : Philips 4DCT)、現状、整備されていない病院に関しては、4 次元 CT の導入も併せて必要になる。

CMC は現有設備のソフトウェアアップグレードで対応可能とのことであり、対象病院の保有設備によって導入に対する負担は変動する。

② 動体ファントム

呼吸移動性対策ガイドラインで推奨されているように、呼吸性移動対策の精度管理には呼吸運動が再現可能な動体ファントムが必要である。調査病院に関しては、Apollo のみが 1 軸の動体ファントムを保有している。

また、招聘研修において、4 軸動体ファントムを用いた京大の精度管理手法を体験し、研修者も 4DRT を実施していくにあたっては 4 軸動体ファントムが必須であるとの認識を持っており、Vero の付属オプションとしての提供を求める声もあった。

(2) ICT 関連

高度放射線治療を実施するには、画像データ等の放射線医療データが重要な役割を果たすため、放射線情報システム (RIS)、画像管理システム (PACS) の整備が必要である。

ICT に関連したアンケート調査で回収した病院のうち、3 次医療病院の回答結果から RIS に関しては HL 7 準拠の放射線治療 RIS を有しており、PACS に関しても接続されている撮影装置に差異はあるが全病院で導入されており画像システムの IT 化も問題ないものと考え、日本で実施されている放射線治療をインドで実施するに際して ICT 関連設備の整備状況は十分であると考えられる。

また、調査対象病院では、遠隔放射線診断等の遠隔医療システムを有しており、日本からの遠隔医療支援を想定した際に、現有システムを活用した対応が可能であると考えられる。

アンケート回答によると、2 次医療機関においても遠隔放射線診断が実施されているとの回答もあり、外部病院とのネットワークを形成している病院も存在している。

広大なインド国内において、効率的に高度医療を普及させるためには、ICT を活用した病院間医療連携が不可欠である。今回調査、アンケート回収した病院の状況を見るとその接続先は、関連病院、データセンタ、研究機関向けネットワークと様々であり、病院間ネットワークは現時点での普及は限定的であると考えられ、病院間で遠隔医療支援を実施するにあたっての既存設備の活用可否は詳細な調査が必要である。

3)インドにおける導入資金に関する実態

(1)公立病院

医療政策の章でも述べたとおり、第12次5か年計画において国家レベルの3次医療機関創設が謳われており、IRCHはこれを活用し、NCI設立計画を進めている。また、第12次5か年計画を受けてインド保健・家族福祉省の国家プログラムNPCDCSにおいて、20のSCI、50のTCCCを設立し、これを援助する為、各々12億ルピー（約24億円）、4.5億ルピー（約9億円）の資金提供が謳われており、2014年12月時点で37の公的医療機関申請中の状況である。

今回の調査の中ではこの資金を活用し、高度放射線治療装置の導入を申請している医療機関もあり、現時点では公立病院についてはこれらの資金を活用した設備導入が活性化するものと考えられる。

(2)民間病院

民間病院に関しては、営利系と非営利系で状況が異なる。

今回調査で訪問した営利系のトップクラスの病院であるApolloは、高度な医療設備とサービスの提供で富裕層をターゲットに高額な治療費で展開しており、潤沢な資金を背景にアジア初となる高額なPET-MRIを導入し集客を図る等、高度、最新の医療設備導入に積極的である。

一方、非営利系トップクラスのCMCに関しては、新病院設立の計画を進めるものの資金に関しては現時点では不十分であるとのことである。

患者の所得に応じた治療費を設定しており、富裕層からは高額な治療費、低所得層は低廉な治療費とし、病院収入の多くは治療費による収入に寄るものであるが、高額な医療機器等導入を賄うには不十分である模様。

これまでの機器導入に関しても米国のVellore CMC Foundation Inc.を介したUS-AID（米国国務省）のプログラムであるASHA（American Schools and Hospitals Abroad）によるMatching Fund式の公募型資金提供に寄るものが多く、近年においても放射線治療装置（Varian Clinac）やPET-CT（Siemens Biograph）を本資金で導入している。

今回のプロジェクトの中で、CMCに対しては、JICAやJBICの複数の制度を紹介し、その中でJBICの輸出金融制度による低金利融資が検討可能とのことでCMCのファイナンス部門で検討中であるが、研修時に現況を確認すると、先述のASHAを活用したケースやその他の資金援助プログラムも併せて検討しているとの状況であった。

また、CMCは、研修時のアンケート回答における日本に期待する支援として、資金サポートや低金利融資等の項目を挙げており、意見交換の中でもASHAのようなサポートが日本にもあればとの発言もあった。

従って、CMC のような非営利系民間病院に対しては、何らかの資金面でのサポートが必要である。

4)インドにおいて日本式高度放射線治療を普及させるために必要な支援

本項における評価を総合すると、インドの 3 次医療施設に対して日本の高度放射線治療を導入、普及させていく為に必要な支援は、以下のとおりとなる。

(1)人材育成

3 次医療機関において人員配置は十分になされ、高度な放射線医療に関する医療技術も十分に擁しており、基本的な人材育成、人員増強の支援は不要である。

よって、現有人員に対して日本式高度放射線治療特有の医療技術を移転することに特化した人材育成支援が必要となり、研修後の研修者からの要望では、

- ① 今回のような初期理解の研修の継続的な開催（日本式高度放射線治療の理解者の増加）
- ② 次のステップの研修の開催（より具体的な実習や症例見学による特有技術の習得）
- ③ 現地での研修開催
- ④ 遠隔医療システムを活用した研修開催
- ⑤ インドでのシンポジウム開催（日本だけでなく、各国の医療機関の経験も披露し、日本の高度放射線治療のプロモーションとインドでの需要喚起を図る）

等があり、これらを組み合わせた支援を継続することが必要と考えられる。

現地での研修開催については、インド内関係者のアクセスが容易となることと、日本で開催するよりも低コストで開催できるメリットについて研修者より提言があったものである。

(2)機器整備

高度放射線治療を実施する為に必要な診断の為に機器については、3 次医療機関においては充実しており、PACS や放射線治療 RIS の導入による ICT 化も進んでおり、基本的な機器に関する導入支援は不要である。

高度放射線治療に関して動体追尾法実施に際しては、4DCT の導入が必要であり、既に導入済みの機関もあるが、現時点で未導入の機関に対しては、高度放射線治療装置に併せての導入が必要となる。

また、品質管理用の 4 軸動体ファントムの導入も必要である。

(3)資金

特に CMC のような非営利系民間病院の場合は資金面における障害が大きく、資金面の支援が望まれている。

4-2. 基本コンセプト

前項での検討結果を踏まえ、高度放射線医療支援ネットワーク構想の基本コンセプトとして、支援メニューと運営体制について検討を行った。

1) 支援メニュー

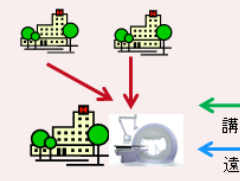
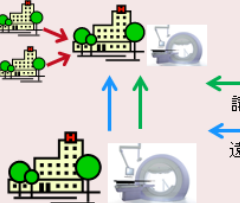
現時点でインド国内に日本式高度放射線治療を実施可能な放射線治療装置が導入されていない現状を踏まえ、フェーズに応じた支援メニューを検討した。

初期フェーズは、インド内に日本式高度放射線治療装置がなく、日本の高度放射線治療や、製品等のプロモーションを行いつつ、日本の高度放射線治療の理解促進を進めるフェーズである。

導入期フェーズは、日本式高度放射線治療装置がインド内に導入され始め、拠点化が進むフェーズであり、現地での研修開催、現地指導が可能となる。この時期には、将来の遠隔医療支援も視野に入れた実証が必要となる。

普及期フェーズは、インド内で複数の病院で装置導入とネットワーク参加が進む時期であり、拠点病院を中心とした活動が実施可能となり、インド内遠隔支援を活用可能とし、また日本でも協力病院を加えた支援体制を増強する。

図表 4-2：フェーズ毎の支援メニュー

フェーズ	体 制		支援メニュー
	インド	日本	
初 期			・招聘研修
導入期			・講師派遣による現地研修 ・診断・治療計画の遠隔支援 ・現地指導
普及期			・拠点病院による現地研修 ・国内協力病院も加えた診断・治療計画の遠隔支援、及び講師派遣 ・インド内での遠隔支援 ・現地指導

出所) コンソーシアム作成

初期フェーズにおいては、日本式高度放射線治療機器のある日本国内での研修を継続的に開催し、装置、治療法の優位性を啓蒙するとともに本治療方式特有の医療技術の基

礎習得を支援する。研修は、今回トライアルで実施したような初期理解の為の数日の研修に加え、1週間程度のさらに実践的な技術習得を目的とした研修も行うことにより研修者のレベルに応じた技術習得が可能となるようにする。

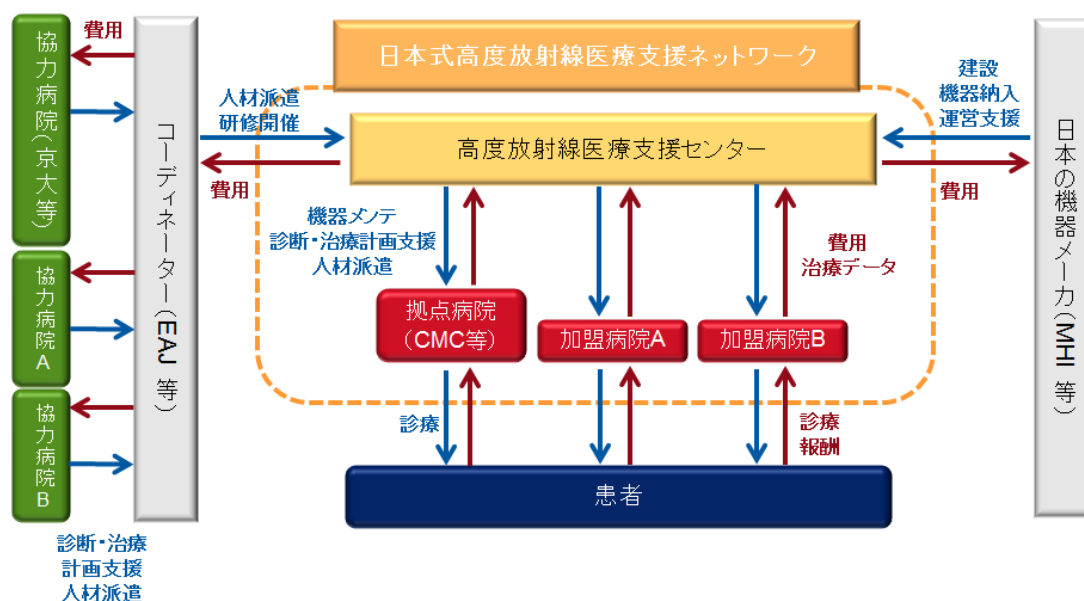
導入期においては、拠点病院に日本式高度放射線治療機器が導入された状態であり、日本からの講師派遣により現地にて研修を開催する。また、拠点病院での治療開始に伴い、診断や治療計画の現地指導、遠隔支援を行うことにより拠点病院における日本式高度放射線治療実施を支援し、症例、治療データ、その他情報を共有する。

普及期では、インド内の機器導入、ネットワーク加盟病院が増加し、経験を重ねた拠点病院を中心としたインド国内での研修や遠隔支援が行うことが可能なフェーズを想定し、日本からの支援は国内協力病院も加えて指導員、講師、遠隔支援拠点の確保を図る。

2)体制

支援ネットワークの運営の体制は、図表 4-3 に示すとおり、機器メーカーとコーディネータにより共同で運営するものである。

図表 4-3：日本式高度放射線医療支援ネットワーク運営体制



前項で述べたようにフェーズに応じて参加病院の増加や支援内容が変化するものであり、導入フェーズでは、日本の協力病院 1 カ所とインド拠点病院 1 カ所程度で開始し、支援センターも拠点病院内に設置するのが現実的であると考えられる。

第5章 事業性評価

5-1. 日本式高度放射線治療装置の事業性

インドにおいて日本式高度放射線治療装置が導入された場合の1台あたりの事業性を試算した。本試算では放射線治療装置単体の収支、回収を評価するため、治療前後の診察費、検査費等は収入に見込んでおらず、放射線治療費のみを収入としている。

1) 高度放射線治療実施率

日本式高度放射線治療である4DRTは現時点ではインドでは実施されていない為、一般的な高度放射線治療である、IMRT、3D-CRT等を高度放射線治療とし、全体の放射線治療実施数の中の割合を求め、実施率とする。

図表 5-1 に CMC における実績を示す。

図表 5-1 : CMC 放射線治療実施患者数実績

放射線治療実施患者数		2011-12 (人)	2012-13 (人)	2013-14 (人)
一般放射線治療		1,140	1,270	1,420
高度放射線治療	3D CRT	368	389	361
	IMRT	293	277	347
	SRS	92	93	93
	SRT	28	36	56
高度放射線治療合計		781	795	857
放射線治療合計		1,921	2,065	2,277
高度放射線治療実施率		41%	38%	38%

出所) CMC 受領データよりコンソーシアム作成

本実績より放射線治療実施数の38%を高度放射線治療実施率とする。

2) 日本式高度放射線治療対象患者数

まず、CMCの部位別がん患者数の実績から日本式高度放射線治療に優位性のある適用部位の患者数を抽出し、2-1項で試算したインドにおける部位別放射線適用率を乗ずることにより、放射線治療適用患者数を算定する。

日本式高度放射線治療である4DRTは呼吸に伴いがん病巣部が大きく動く部位に対して優位性がある為、適用症例としては、呼吸に伴う移動が多い肺、肝臓、脾臓が挙げられる。また、優れたイメージガイド機能を用いた前立腺がんへの適用症例が多い。よってこれらを適用部位として算定を行う。

さらに前項で求めた高度放射線治療実施率を乗ずることにより、日本式高度放射線治療の適用患者数を求める。

図表 5-2：高度放射線治療適用患者数

部位	RT 適用率	がん患者数 (3 か月分) (人)	がん患者数 (年間) (人)	RT 適用患者数 (人)	高度 RT 適用患者数 (人)
肝臓	0%	44	176	0	0
膵臓	49%	51	204	100	38
肺	77%	285	1,140	878	334
前立腺	58%	34	136	79	30
合計		414	1,656	1,057	402

出所) CMC 受領データよりコンソーシアム作成

なお、部位別がん患者数のデータは、2013 年の 4 月から 6 月の 3 か月分しか入手できなかったため、本実績を 4 倍することにより年間患者数を推定した。

肝臓の適用率が 0%となっているのは、CCORE の算定時に肝臓に対する放射線治療の有効性が十分に検証されていなかったことによるものである。また、呼吸性移動の大きい肝臓については、放射線治療を実施することにより正常組織への影響を大きく受けることになるが、4DRT によりがん病巣を狙った治療が可能となった為、近年では 4DRT での肝臓への RT 適用実績が現れ、今後適用の拡大が予想される。しかしながら現時点では症例数も少ないため、ここでは 0%のままとした。

この結果より、年間 400 人程度の高度放射線治療患者があるものと推定する。

第 2 章 2-1 項にて述べたとおり、現在 CMC は、3 台の放射線治療装置を有しており、1 台あたりの治療数は、772 件/台と、ESTRO 基準の 450 件/台に比べ過大となっている。負荷軽減の観点から、新病院設立において 5 台（うち 1 台は日本式高度放射線治療器予定）の放射線治療装置導入が計画されているので、新病院開院後の負荷は、290 件/台となり、適正な負荷となる。

これより、日本式高度放射線治療装置が導入された際、年間 300 件程度を賄うことになり、先に試算した高度放射線治療患者 400 人のうち、300 人程度の治療に供することが想定される。

よって、日本式高度放射線治療の患者数を年間 300 人と仮定する。

3)治療費収入

非営利系プライベート病院である CMC は、低所得患者を多数受け入れており約 90%に上る。

また所得に応じた治療費を設定していることにより、料金体系も複雑である。

ここでは、各放射線治療患者数に対して 90%を低所得者とし、加重平均を用いることにより治療費を設定した。なお、患者数は、入手した中の最新データである 2013-14 のものを採用した。

図表 5-3：治療費収入試算

治療内容	患者数 (人)	治療費 (ルピー)			治療費収入 (ルピー)
		低所得者	高所得者	加重平均	
3D CRT	361	97, 020	194, 040	106, 722	38, 528, 642
IMRT	347	116, 425	232, 850	128, 068	44, 439, 423
SRS	93	77, 750	155, 500	85, 525	7, 953, 825
SRT	56	77, 750	155, 500	85, 525	4, 789, 400
合計	857	-	-	-	95, 709, 290
平均治療費					111, 679

出所) CMC 受領データを基にコンソーシアム作成

この試算により、治療単価は、110, 000 ルピー（約 220 千円）/人とする。

この治療単価に前項で試算した日本式高度放射線治療患者数 300 人をかけることにより、日本式高度放射線治療による年間の総収入を、33, 000, 000 ルピー（約 66 百万円）とする。

4)収支試算

これまでに求めた、年間患者数、年間収入を用いて、収支を試算した。

日本式放射線治療装置は、インドでの販売実績がないため、同等の高度放射線治療装置のインドでの予算申請額のヒアリングから、同等価格である 350, 000, 000 ルピー（約 700 百万円）とした。

医師、物理士、放射線技師については、現状、人員配置に余裕がある為、装置導入に伴う新規雇用がないものと仮定した。

装置の減価償却については、医療機器に関しては耐用年数に幅があるとの情報であるが、現状、詳細な情報を得ていないため、ヒアリングで得た放射線治療器の耐用年数 10 年を耐用年数とし、減価償却率等は、日本における耐用年数 10 年の数値を用いた。

保守費用は、CMC よりヒアリングしたインドにおける Varian 社 Clinac の保守費用と同等レベルの 10, 000 千円と仮定した。

これらの条件より、キャッシュフローベースと損益ベースのシミュレーションを実施した結果を図表 5-4 に示す。なお、金額については、1 ルピー=2 円として計算した。

図表 5-4：収支シミュレーション

■キャッシュフロー										
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
患者数（人）	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
収入（千円）	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
支出（千円）	700,000									
（千円）										
装置費										
建屋建設費	0									
保守費		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
医師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理士	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
技師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
人件費計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	700,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
キャッシュフロー（千円）	△634,000	△578,000	△522,000	△466,000	△410,000	△354,000	△298,000	△242,000	△186,000	△130,000

■損益 放射線治療装置は10年償却（定率法償却率0.1）										
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
患者数（人）	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
収入（千円）	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
支出（千円）	140,000	112,000	89,600	71,680	57,344	45,875	45,875	45,875	45,875	45,875
（千円）										
装置償却費										
建屋償却費										
保守費		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
医師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理士	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
技師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
人件費計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	141,300	123,300	100,900	82,980	68,644	57,175	57,175	57,175	57,175	57,175
年度損益（千円）	△75,300	△57,300	△34,900	△16,980	△2,644	8,825	8,825	8,825	8,825	8,825

出所）コンソーシアム作成

このように本ケースでは、10年でも累積損失回収とならず、単年度黒字化も6年後となり、投資回収が困難であることが分かる。

第2章 2-2 項でも述べられているとおり、インドにおける放射線治療費はインドにおいては高額とはいえ、日本に比べると大幅に低い水準である。さらに、CMCはプライベート病院とはいえ、非営利系であり低所得者層の受け皿となっていて、大部分が低所得者向け治療費での対応となり、治療費による収入が少なく、イニシャル費用の負担が大きい。

このような病院に対しては、イニシャル費用負担を軽減できる資金援助が必要であると考ええる。

一方、営利系プライベート病院である Apollo の実績から同様の試算を行い、比較を行うと以下のとおりとなる。

図表 5-5 : Apollo 放射線治療実施患者数実績

放射線治療実施患者数		2013-14 (人)
一般放射線治療		323
高度放射線治療	IMRT	243
	SRS	65
	SRT	38
	SBRT	8
	IGRT	171
	VMAT	52
高度放射線治療合計		577
放射線治療合計		900
高度放射線治療実施率		64%

出所) Apollo からのヒアリングよりコンソーシアム作成

図表 5-6 : Apollo 高度放射線治療適用患者数

部位	RT 適用率	がん患者数 (年間) (人)	RT 適用患者数 (人)	高度 RT 適用患者数 (実施率 64%) (人)
肝臓	0	95	0	0
膵臓	49%	66	32	21
肺	77%	396	305	195
前立腺	58%	212	123	79
合計		769	460	295

出所) Apollo からのヒアリングよりコンソーシアム作成

Apollo からは部位別患者数情報が入手できなかったため、Apollo の年間がん患者数 6,000 人を基に、Cancer Registry (2008-2009) のデリーにおける部位別罹患率から部位別患者数の推計を実施した。

現在、Apollo は、2 台の放射線治療装置を有し、年間 900 人の放射線治療を実施していることから、新規導入の際は、1 台あたり 300 人程度となり、上記の日本式高度放射線治療の有効な放射線治療患者 295 人をカバーすることが可能となる。よって、日本式高度放射線治療患者数を 300 人とする。

図表 5-7 : Apollo 治療費収入試算

治療内容	患者数 (人)	治療費 (ルピー)	治療費収入 (ルピー)
IMRT	243	181,500	44,104,500
SRS	65	298,650	19,412,250
SRT	38	247,830	9,417,540
SBRT	8	317,680	2,541,440
IGRT	171	231,000	39,501,000
VMAT	52	247,500	12,870,000
合計	577	-	127,846,730
平均治療費			221,571

出所) Apollo 受領データ、ヒアリングを基にコンソーシアム作成

図表 5-7 の試算より、治療単価を、220,000 ルピー (約 440 千円) /人とする。
 先ほど試算した日本式高度放射線治療患者数 300 人を乗ずることにより、年間総収入を、
 66,000,000 ルピー (約 132 百万円) とする。
 これらの数値を用いて年間収支を試算すると以下のとおりとなる。

図表 5-8 : Apollo 収支シミュレーション

■ キャッシュフロー										
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
患者数 (人)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
収入 (千円)	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000
支出 (千円)	700,000									
装置費										
建屋建設費	0									
保守費		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
医師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理士	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
技師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
人件費計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	700,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
キャッシュフロー (千円)	△568,000	△446,000	△324,000	△202,000	△80,000	42,000	164,000	286,000	408,000	530,000
■ 損益										
放射線治療装置は10年償却(定率法償却率0.1)										
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
患者数 (人)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
収入 (千円)	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000	132,000
支出 (千円)	140,000	112,000	89,600	71,680	57,344	45,875	45,875	45,875	45,875	45,875
装置償却費	140,000	112,000	89,600	71,680	57,344	45,875	45,875	45,875	45,875	45,875
建屋償却費	0									
保守費		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
医師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理士	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
技師	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
人件費計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	141,300	123,300	100,900	82,980	68,644	57,175	57,175	57,175	57,175	57,175
年度損益 (千円)	△9,300	8,700	31,100	49,020	63,356	74,825	74,825	74,825	74,825	74,825

出所) コンソーシアム作成

本試算より、Apollo のように高額な治療費で運用することができれば、累積損失が 5 年で回収となり、単年度黒字も 2 年目からとなる為、独自資金での投資回収も十分に視野に入るものと考えられる。

5-2. 日本式高度放射線医療支援ネットワークの事業性

日本式高度放射線医療支援ネットワークの事業性についての試算を行った。

事業については、機器類導入に関するインフラ事業と、医療支援事業に分け、本ネットワーク事業では医療支援事業をカバーするものと設定した。

インフラ事業としては、放射線治療装置（700 百万円/台）、画像診断装置（4DCT を想定、100 百万円/台）、ネットワークシステム（50 百万円/set）を想定し、メンテナンス費用は、放射線治療装置は前項で用いた 10 百万円、その他は装置額の 10%と仮定した。

医療支援事業としては、現地に装置のない H27 は国内での研修 2 回（10 百万円/回、基礎研修と実践研修）、H28 は、現地拠点での装置導入に併せ現地での研修（10 百万円/回）、及び ICT ネットワーク利用の日本-インド間の遠隔支援実証事業（50 百万円）、H29 年には現地拠点病院で治療開始されるものとし、遠隔治療支援の費用（10 百万円/院）を見込んだ。なお、H30 年の現地派遣研修、及び遠隔支援については、現地拠点からの実施も可能となっているという前提で、日本からの派遣、支援の数を半数とした。

これらに充てる事業資金としては、まず、インド病院の治療費収入（前項 CMC の収入予想の 66 百万円/年で仮定）の 25%を遠隔支援費用とするものとし、普及期に入り、インド国内病院間の相互支援が開始されるまでの間は、研修やネットワーク実証事業を日本の支援プログラムの資金や、インド政府の支援による資金を活用する。

これらをまとめたものを図表 5-9 に示す。

本試算では、普及期にあたる H30 には、日印政府からの援助がなくても治療費収入で医療支援事業が展開可能となる。

図表 5-9：日本式高度放射線医療支援ネットワーク事業試算

項 目			2015	2016	2017	2018
			H27	H28	H29	H30
			初期	導入期		普及期
事業収入	インフラ事業	放射線治療装置		700	1,400	2,800
		画像診断装置		100	200	400
		ネットワークシステム		50	100	200
		メンテナンス			25	75
		計		850	1,725	3,475
	医療支援事業	国内研修	20			
		現地派遣研修		10	20	20
		ネットワーク実証		50	40	
		遠隔支援			10	15
		計	20	60	70	35
事業資金	治療費収入				66	198
	25%を遠隔支援費に充当				17	50
	政府支援 (日本/インド)	国内研修	20			
		現地研修		10	20	
		ネットワーク実証		50	40	
		計	20	60	77	50
収支		0	0	7	15	
						単位: 百万円

単位：百万円

出所) コンソーシアム作成

第6章 課題と今後の活動計画

6-1. 課題

第4章で検討したとおり、日本式高度放射線医療支援ネットワークは初期、導入期、普及期の3つのフェーズが想定される。

ここでは、各々のフェーズにおける課題抽出を行う。

1) 初期

日本式高度放射線治療を実施可能な治療機器がインド内に導入されていない間に、実践的な医療技術を移転する為には、当面招聘研修を継続的に実施して行くことが必要である。

これを実行するにあたっては、開催費用をどのように賄うかが課題の一つである。研修者から参加費を徴収する方法もあるが、次の点から困難が予想される。

- ① 一般的に実施されている研修を見ると、例えば、European Society for Radiotherapy & Oncology (ESTRO) 等の団体が実施している臨床技術習得の研修や、医療機器メーカーが実施しているオペレーション技術習得の研修があり、これらの参加費の相場は、概ね100千円(2~4日程度)である。一方で、インド内で実施されている研修やワークショップの参加費は、京大のインド留学経験者のレポートや、本事業での研修者からのヒアリングによると、高くても20千円程度であり、大きな乖離がある。
- ② インドから日本への渡航費用が必要であり、上記参加費よりも負担が大きい。
- ③ 研修参加者からのヒアリングでは、病院に研修費を負担する予算がない。

これらの状況から、当面は外部資金を活用した研修開催が必要と考えられ、経済産業省の貿易投資促進事業等を活用した研修の受入や、文科省の外国人留学生受入制度の活用等のプログラムを活用することやインド政府からの支援プログラムの活用を検討していく必要がある。

また、継続的に実施していくためには、既存の病院施設や病院関係者のみでの講師対応では限界があることが予想されるので、研修施設や講師を確保するための教育や人材確保のための政策支援や資金援助等も必要になる。

2) 導入期

研修における研修者の意見でも現地におけるトレーニングの必要性が謳われており、本事業を進めるにあたって、早期の導入、拠点化が重要な課題である。

調査対象であった CMC は、新病院建設の計画があることと、日本式高度放射線治療の導入に意欲を持つことより拠点化の有力候補である。

しかしながら設備導入資金に関しては外部資金に頼らざるを得ない状況であり、これを支援する制度、例えば、前述の米国 USAID の ASHA のようなマッチンググラント方式の資金援助制度のようなものが望まれる。

本プロジェクトに関連し、京大 放射線腫瘍学・画像応用治療学専攻部門と CMC の間で、日本の高度放射線治療の実現に向けた共同での検討に関する MOU が締結された。本 MOU は基本合意であり、コラボレーションの具体案は今後の検討となる。これを基に初期フェーズでは、学術交流や意見交換等を継続し、導入期フェーズに向けて、学術交流や共同研究の実施場所として新病院内に拠点を設立するというような提案を実施し、これを実行するために、例えば経済産業省の海外拠点化促進・実証調査事業や、機材整備と人材育成を併せた ODA 事業、あるいはインド政府の支援事業等の活用を検討していく必要がある。

図表 6-1 : CMC と京大の MOU 締結



出所) コンソーシアム作成

また、導入期からは、日本からの遠隔医療支援も必要となる為、これを実現するためのシステム構築を行わなければならない。

今回の調査では、ICT 設備は十分整備されており、遠隔医療の環境も整っていることが判明している為、日本とネットワーク接続をすることに対しての障害は低いと考えられるが、インド国内のネットワーク遅延と日本-インド間の国際ネットワーク遅延の重畳による遅延の影響を評価し、適切なシステムを構築する必要がある。

したがって、遠隔医療支援ネットワークの検討に際しては、遠隔医療で利用を想定しているアプリケーションに関し、導入前に十分に評価し、必要な対策を講じる必要があり、

具体的には、疑似遅延環境発生装置により使用環境を評価、対策検討を行い、最終的には、日本-インド間での実環境での実証試験を行うことが必要となる。

事業性に関しても、今回の収支試算は概算である為、具体的な項目、数値等をさらに調査し、さらにインドの減価償却制度等の制度面も詳細な調査を行い、精緻な評価を行うことが必要である。

3) 普及期

普及期においては、インド国内の遠隔医療支援ネットワークの構築が必要となるが、今回の調査では、病院毎に外部病院との接続は差異があり、普及の度合いも十分な確認に至っていないため、候補となる病院の通信インフラ環境や、具体的な病院間のネットワーク状況等の調査を行ったうえで、システムを計画する必要がある。

また、ネットワーク加盟病院の増加に対応する為に日本内での協力病院の増強が必要であり、協力病院の参加と国内ネットワークの構築も必要である。

6-2. 今後の活動計画

1) 継続的な研修開催

本事業における招聘研修の成果として、今回実施した研修の有効性が確認できた。

また、研修参加者からの要望では、さらに実習に重点を置いて本格的に治療導入を意識した次のステップの研修を望む声もあり、将来の現地研修計画の基礎となる本格的な研修を計画し、継続的に研修を行うことで、さらなる需要喚起と人材育成を推進する。

具体的には、今回の研修での研修参加者の意見、及び要望を踏まえ、治療実施を可能とするレベルの講義、実習内容、期間について、協力病院や今回研修参加者と協議の上計画、開催し、これを評価するとともに、人材育成計画を策定することにより将来の拠点設置時の人材育成と遠隔医療支援計画の実証調査事業を行う。

併せて日本式高度放射線医療支援ネットワークへの参加病院を確保すべく、インド内の有望な病院へのアプローチも行い、普及の下地を作る。

2) 候補病院の拠点化検討

研修参加者より現地での研修開催が望まれる声もあるが、本格的な研修を実施する為には日本式高度放射線治療が実施できる環境が必要であり、現時点では開催できない為、早期のインド内での日本式高度放射線治療実施環境の整備が望まれる。

本事業での調査結果から、調査対象の病院において新病院設立の計画がいくつかあること判明しており、いずれも2017年の開業を目指したスケジュールとなっている。投資回収の観点から、日本式高度放射線治療のトレーニングセンターや新病院を新たに設立

し、拠点とすることは困難であると考えられるので、まずは候補病院内、あるいは候補病院の計画する新病院内に設置し、日本式高度放射線治療を実現するとともに、研修、トレーニング用途としても使用するのが現実的な拠点化の方策であるとする。

従って、候補病院内に日本式高度放射線治療の拠点を設置する為の計画（整備する機器、派遣研修計画、人材育成計画、遠隔医療支援項目、要領等）を策定、提案し、先方の計画（院内配置、スケジュール等）とのすり合わせを行い、拠点化に向けた交渉を検討する。

この際には、インド政府の支援や、日本の ODA 事業、政策金融機関による出資、融資等を活用して機器導入支援を含めた拠点化事業を検討し、日本式高度放射線治療の拠点設置に向けた取り組みを行う。

また、装置メーカーとしては今後の活動の中で事業に直結した投資回収が可能となる事業環境を十分に考慮し、本事業に関連する投資を検討していく。

APPENDIX-1：調査訪問病院概要

項目		IRCH	TMH	CMC	Apollo
病院概要	立地	New Delhi Delhi州	Mumbai Maharashtra州	Vellore Tamil Nadu州	New Delhi Delhi州
	区分	家族保健省 所管病院 (公立)	原子力委員会 所管病院 (公立)	慈善系病院 (私立)	営利系病院 (私立)
	病床数	182床	660床	2,678床	695床
	患者数	91,100人 (外来延)	62,162人 (延患者数)	1,744,529人 (外来延)	6,000件 (がん治療 件数)
		30,009人 (入院延)		106,423人 (入院延)	
	平均在院日数	N/A	6.3日	5.9日	N/A
	病床稼働率	120%	91%	78%	N/A
	スタッフ数	781人	2,500人	8,645人	N/A
	うち医師	102人	130人	1,413人	N/A
放射線科 概要	うち看護師	196人	441人	2,390人	N/A
	放射線科病床数	37床	32床	50床	N/A
	放射線治療件数	4,111件	4,413件	2,318件	900件
	スタッフ数	100人	N/A	40人	22人
	うち放射線科医	11人	16人	11人	9人
	うち医学物理士	9人	14人	11人	4人
	うち放射線技師	45人	38人	14人	8人
	うち看護師	35人	5人	4人	N/A
	外部照射機器	7台	13台	3台	2台
	うちリニアック	3台	8台	2台	2台
	うちテレコバルト	4台	5台	1台	-
	画像診断機器	-	-	-	-
	CT	3台	3台	3台	2台
	MRI	4台	1台	3台	2台
	X-ray	15台	2台	3台	12台
	Ultrasound	12台	1台	8台	10台
	PET	3台	1台	1台	2台

出所) コンソーシアム作成

APPENDIX-2 : ICT 関連調査結果

1.概要

インドにおける放射線医療の実態調査の一環として放射線医療に関連する ICT (HIS、RIS、PACS 等)、及びネットワーク通信を活用した遠隔医療実施に向けた基礎調査として、通信インフラ (LAN/WAN) に関する調査を実施した。

調査は、調査協力病院の ICT 担当者からのアンケート回答により行った。

2.調査病院

調査協力を得られた病院は、下記のとおりである。

医療機関	病院名	所在都市
3次医療機関	CMC Christian Medical College Hospital	Vellore
	Apollo Apollo Hospital	Bengaluru
	TMH TATA Memorial Hospital	Mumbai
	WIA Adyar Cancer Institute	Chennai
	SGPGIMS Sanjay Gandhi Postgraduate Institute of Medical Science	Lucknow
2次医療機関	Padhar Padhar Hospital	Madhya Pradesh
	CIHSR Christian Institute Health Sciences and Research	Dimapur

3.アンケート集計結果と考察

1)ICT 関連

ICT 関連のアンケート集計結果は下表に示すとおりである。

図表 A2-1：オーダエントリシステム関連アンケート集計表

病院名		CMC	Apollo	TMH	WIA	SGPGIMS	Padhar	CHSR
オーダエントリシステム	ベンダ名	病院でインハウス	TCS	病院でインハウス	TCS	SRIT Bangalore	Software Associate	JK TECH
	HL7準拠	Versionは不明	Versionは不明	Versionは不明	Versionは不明	Versionは不明	Versionは不明	Versionは不明
	オーダ	検査	患者情報	○	○	○	○	○
			入院情報	○	○	○	○	○
			検体検査	○	○	○	○	○
			放射線検査	○	○	○	○	○
			心電図	○	○	○	×	○
			脳電図	○	○	○	×	○
			脳波	○	○	○	×	○
			肺機能検査	○	○	○	×	○
			超音波	○	○	○	○	○
			眼底検査	○	○	○	×	○
			内視鏡	○	○	○	×	○
			処方	○	○	○	×	○
			手術	○	○	○	○	○
			放射線治療	○	○	○	×	○
			化学療法	○	○	○	×	○
	結果	検査結果	患者情報応答	○	○	○	×	○
			入院情報応答	○	○	○	×	○
			検体検査レポート	○	○	○	○	○
			放射線検査レポート	○	○	○	○	○
			心電図解析レポート	○	○	○	×	○
			脳電図解析レポート	○	○	○	×	○
			脳波解析レポート	○	○	○	×	○
			肺機能検査レポート	○	○	○	×	○
			超音波レポート	○	○	○	○	○
			眼底検査レポート	○	○	○	×	○
			内視鏡レポート	○	○	○	×	○
			処方結果	○	○	×	×	○
			手術記録	○	○	○	×	○
			放射線治療計画	○	○	×	×	○
			化学療法計画	○	○	×	×	○

出所) 病院からのアンケート回答よりコンソーシアム作成

図表 A2-2：ICT 関連アンケート集計表

病院名		CMC	Apollo	TMH	WIA	SGPGIMS	Padhar	CHSR
電子カルテ	ベンダ名	病院でインハウス	INPOLIFE Technologies Pvt Ltd	病院でインハウス	TCS	SRIT Bangalore	Columbia ASIA	JK TECH
放射線治療RIS	有無(○×)-ベンダ名	○-G systems	○-Meddiff Technologies	○-病院でインハウス	○-ベンダ名不明	○-ベンダ名不明	×	×
	HL7準拠	○	○	○	○	○	-	-
PACS	ベンダ名	G systems	Meddiff Technologies	GE	ベンダ名不明	ベンダ名不明	Conquest software	MEDIFF
	撮影装置	一般撮影	○	○	○	○	×	○
		X線TV	○	○	×	○	○	○
		血管造影装置	○	○	×	○	×	○
		マンモグラフィ	○	○	×	○	×	○
		CT	○	○	○	○	×	○
		PET	○	○	○	○	×	○
		ガンマカメラ	○	×	×	○	×	○
		超音波	○	×	×	○	×	○
		MRI	○	×	○	○	×	○
遠隔医療システム	遠隔放射線診断	○診断目的、教育目的 7施設と連携	○実験目的	○実験目的、教育目的	×	×	○診断目的	○診断目的
	遠隔病理診断	○診断目的、教育目的 7施設と連携	×	○実験目的、教育目的	×	○診断目的	×	×

出所) 病院からのアンケート回答よりコンソーシアム作成

(1)全体

調査した7病院について、ICT化は、充分に進んでおり、日本の急性期大規模(400床以上)病院クラス相当であると考えられる。

(2)オーダエントリシステム

対象範囲に差異はあるが、7病院全てに導入されており、広い範囲のオーダ種に対応している。

依頼だ3けではなく、依頼した結果もシステム化されており、どの病院も日本と比較して平均以上のレベルである。

(3)電子カルテ

7病院全てで導入されている。日本では400病床以上の大病院の普及率が4割程度(病院全体では3割程度)なので、日本と比較してもこの7病院はIT化が進んでいると考えられる。

(4)PACS

接続されている撮影装置に差異はあるが、全7病院で導入されており、画像システムのIT化も進んでいる。

(5)高度な放射線治療を行うための環境

システム・装置の観点から、高度な放射線治療を行うには、放射線治療RISが導入されていることが望ましい。

この観点では、CMC、WIA、SGPGIMS、Apollo、TMHの5病院が高度な放射線治療を行うのに適していると考えられる。

SGPGIMS、TMHは放射線治療計画がHISで扱われていないが、放射線治療RISの範疇であれば問題はないと思われる。

(6)放射線治療の中核病院としての環境

さらに中核病院として放射線治療を行うためには、地域の病院に対してネットワークを介して治療計画のアドバイスを行うことができるという点で遠隔医療システムが導入されていることが望ましい。

治療目的で活用されている病院は7病院の中には存在しないが、放射線診断の仕組みは治療にも活用ができると考えられる。

この点から、CMC、APOLLO、TMHは放射線治療に関して地域の中核病院となるポテンシャルを持っているといえる。

2)通信インフラ関連

通信インフラ（LAN/WAN）に関するアンケート集計結果は、下表のとおりである。

図表 A2-3：病院内通信（LAN）関連アンケート集計表

病院名		CMC	Apollo	TMH	WIA	SGPGIMS	Padhar	CHSR
LANの利用	医療システム	HIS	○	○	○	○	○	○
		RIS	○	○	○	○	-	○
		PACS	○	○	○	○	○	○
		R&V	○	○	-	-	-	○
		Telemedicine	○	○	○	-	-	○
	医療システム以外	Internet Access	○	○	○	○	○	○
		Internet Mail	○	○	○	○	○	○
		Group ware	○	○	-	-	-	○
		Video/Web Conference	○	○	○	○	-	○
		VoIP	○	○	-	-	-	○
LAN機器	Core Switch	Manufacturer	Cisco	Cisco	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
		Model Type	6506-2TWS	Cisco 3750	WS-C4506-E	8500 series	DSL-2730U	WS-C3750X
		Software release	15.2	回答なし	12.2 (53)	回答なし	H/W: U1 F/W: IN.1.02	回答なし
		Maintenance Service	Cisco	Cisco	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
	Distribution Switch	Manufacturer	Cisco	-	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
		Model Type	3750G	-	WS-C3560G-24TS	回答なし	4500Series	DGS-1024D
		Software release	12.2	-	12.2 (35)	回答なし	H/W:F1	回答なし
		Maintenance Service	Cisco	-	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
	Access Switch	Manufacturer	Cisco	Cisco	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
		Model Type	2960	Cisco 2960S	C2950 - 24	回答なし	3560/2960 series	DSL - 2730U
		Software release	12.2	回答なし	12.1 (9)	回答なし	H/W: U1 F/W:N.1.02	WS-C2960
		Maintenance Service	Cisco	Cisco	Cisco	D-LINK	Cisco	D-LINK
無線LANの利用	HIS	○	○	○	-	構築中	○	○
	Inventory control of medicine	○	-	-	-	構築中	-	○
	Inventory control of medical equipment	○	-	-	-	構築中	-	○
	IPdect/WIFI Phone	-	-	-	-	構築中	-	○
	Internet access	○	-	○	-	構築中	-	○
LANセキュリティ	Physically divided NW equipment and its connection	○	-	-	-	-	-	○
	VLAN	○	○	○	-	-	-	○
	Authorized access by user account / password	○	○	○	-	-	○	○
	Encrypted connection	○	○	-	○	-	-	○
	Protect by Network security product (Firewall / IDS / IPS etc)	○	○	○	○	○	-	○
	Anti-Virus software	○	○	○	○	-	○	○
	Network Clean Access solution	-	-	-	-	-	-	○
	設置場所	医療システムの設置場所	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム

出所）病院からのアンケート回答よりコンソーシアム作成

図表 A2-4：病院外通信（WAN）関連アンケート集計表

病院名～			CMC	Apollo	TMH	WIA	SGPGIMS	Padhar	CHSR
院外との通信 (WANの利用)	医療システム	HIS	○	○	○	○	構築中	-	○
		RIS	○	○	○	○	構築中	-	○
		PACS	○	○	○	○	構築中	-	○
		R&V	-	○	-	-	-	-	○
		Telemedicine	○	○	○	-	-	-	○
	医療システム以外	Internet Access	○	○	-	○	構築中	-	○
		Internet Mail	○	○	-	○	構築中	-	○
		Group ware	-	○	-	-	-	-	○
		Video/Web Conference	○	○	○	-	-	-	○
		VoIP	○	○	-	-	-	-	○
他の病院との接続		1.RUHSA Campus 2.Mental Health Centre 3. Schell Campus 4.Nambikkai Nilayam 5.Nuraing College Campus 6.CMC Chittoor AP 7.Rehabilitation Institute	回答なし	ACTREC (Advanced Centre for Treatment, Research and Education in Cancer) NKN (※) に接続	回答なし	構築中 (将来的に接続する予定あり)	WANの利用なし	NKN (※) に接続	
利用WAN回線	回線種別	・Leased Line ・Metro Ether ・Internet VPN	・Leased Line	・Leased Line	・Leased Line	・Leased Line	-	・Leased Line	
	利用キャリア	・Reliance ・Railtel	・Bharti	・Reliance ・NKN (※)	・BSNL ・Tata	・BSNL ・Railtel	-	・NKN (※)	
	回線速度	350Mbps	20Mbps	100Mbps	2 ～ 9Mbps	10 ～ 99Mbps	-	10bps	
	接続先	関連病院	データセンタ	NKN 研究機関	データセンタ	他の病院との接続なし	-	NKN (※)	
WAN セキュリティ	Firewall	○	○	-	○	○	-	○	
	IDS/IPS	○	○	-	○	○	-	○	
	VPN equipment to provide encrypted connection	○	○(FortiGate)	○	-	-	-	○	
WAN機器	Router	Manufacturer	Cisco	利用中(詳細回答なし)	Cisco	D-LINK	不明(構築中)	-	Cyberoam
		Model Type	回答なし	利用中(詳細回答なし)	Cisco2800, ASR1002	回答なし	不明(構築中)	-	IR200
		Software release	15.2	利用中(詳細回答なし)	12.4 (3C)	回答なし	不明(構築中)	-	回答なし
		Maintenance Service	Cisco	利用中(詳細回答なし)	Cisco, NKN	D-LINK	不明(構築中)	-	Cyberoam
	Security Device	Manufacturer	CyberRoam	SONIC WALL	回答なし	SONIC WALL	不明(構築中)	-	Cyberoam
		Model Type	回答なし	回答なし	回答なし	回答なし	不明(構築中)	-	回答なし
		Software release	10.691	回答なし	回答なし	回答なし	不明(構築中)	-	回答なし
		Maintenance Service	Cyberoam	利用中(詳細回答なし)	回答なし	回答なし	不明(構築中)	-	Cyberoam
設置場所	WAN機器の設置場所	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	サーバールーム	-	サーバールーム	

出所）病院からのアンケート回答よりコンソーシアム作成

(1)LAN

調査した7病院について、院内LANは十分に整備されており、特にCMC、SGPGIMSについてはコアスイッチとして大容量スイッチ（Cisco社のCatalyst6500シリーズ）を利用しており、日本の中～大規模病院クラス相当であると考えられる。

(2)WAN

各病院でのWANの利用は異なっており、接続先も関連病院からデータセンタ、研究機関向けネットワークと様々である。他の病院と接続されているのは7病院中CMC1病院のみであり、他の病院とのネットワーク経由での連携については、現時点ではあまり普及していないものと考えられる。

APPENDIX-3 : AERB により承認を受けた、医学物理士/RSO 取得のための教育課程一覧

No.	実施機関	コース名	地域
1	Osmania University	Post M.Sc. Diploma Course in Radiological Physics (Dip. R. P.)	Hyderabad, Andhra Pradesh
2	Mahavir Cancer Sansthan	Post M.Sc. Diploma in Medical Physics	Patna, Bihar
3	Pt. J. N. M. Medical College & Dr. B.R. Ambedkar Memorial Hospital	Post M.Sc. Diploma Course in Radiological Physics (Dip. R.P.)	Raipur, Chattisgarh
4	Guru Gobind Singh Indraprastha University	Post M.Sc. Diploma Course in Radiological Physics (Dip. R.P.)	New Delhi ,Delhi
5	Vydehi Institute of Medical Sciences	M. Sc. (Radiation Physics)	Bangalore, karnataka
6	Manipal University	M. Sc. (Medical Radiation Physics)	Manipal, karnataka
7	Kidwai Memorial Institute of Oncology	M. Sc. (Radiation Physics)	Bangalore, Karnataka
8	Regional Cancer Center	Post M.Sc. Diploma Course in Radiological Physics (Dip. R. P.)	Thiruvananthapuram , Kerala
9	Calicut University	M. Sc. (Radiation Physics)	Calicut, Kerala
10	Amrita Institute of Medical Science & Research Center	Post Graduate Diploma in Medical Radiological Sciences(PG DMRP)	Kochi, Kerala
11	Radiological Physics & Advisory Division, Bhabha Atomic Reseraach Centre	Post M.Sc. Diploma Course in Radiological Physics (Dip. R. P.)	Mumbai, Maharashtra
12	Panjab University	M. Sc. (Medical Physics)	Chandigarh, Punjab
13	PSG College of Technology	M. Sc. (Medical Physics)	Coimbatore, Tamil Nadu
14	Christan Medical College	M. Sc. (Medical Physics)	Vellore, Tamil Nadu
15	Bharthiar University	M. Sc. (Medical Physics)	Coimbatore, Tamil Nadu
16	Anna University	M. Sc. (Medical Physics)	Chennai, Tamil Nadu
17	Jadavpur University	Post M.Sc. Diploma in Medical Physics	Kolkata, West Bengal

出所) AERB, 2014, Details of Medical Physicist Courses in India

APPENDIX-3 : AERB により承認を受けた、放射線技術者養成課程一覧

No.	実施機関	コース名	地域
1	Basavatarakam Indo-American Cancer Hospital & Research Institute	Diploma in Radiotherapy Technician (DRT)	Hyderabad, Andhra Pradesh
2	GS Trust Cancer Hospital & Research Centre,	Diploma in adiotherapy Technician(DRT)	Rajahmundry, Andhra Pradesh
3	M.N.J. Institute of Oncology	Diploma in adiotherapy Technician (DRT)	Hyderabad, Andhra Pradesh
4	Medwin Institute of Medical Sciences	Diploma in adiotherapy Technician	Hyderabad, Andhra Pradesh
5	Nizams Institute of Medical Sciences (NIMS)	Post Graduate Diploma in Radiation Therapy Technology	Hyderabad, Andhra Pradesh
6	Sri Venkateswara Institute of Medical Sciences university (SVIMS)	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Tirupati, Andhra Pradesh
7	Yashoda Super Speciality Hospital	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Hyderabad, Andhra Pradesh
8	Dr.B. Borooah Cancer Institute, Gopinath Nagar	Two Years Diploma in Radiotherapy Technology (DRTT)	Guwahati, Assam
9	Dr.B. Borooah Cancer Institute, Gopinath Nagar	Post Graduate Programme in Radiotherapy Technology (PGDRTT)	Guwahati, Assam
10	Indira Gandhi Institute of Medical Sciences (IGIMS), Regional Cancer Centre	Diploma in Medical Radiotherapy Technology (DMRT)	Patna, Bihar
11	Mahavir Cancer Sansthan	Diploma in Medical Radiotherapy Technology (DMRT)	Patna, Bihar
12	Postgraduate Institute of Medical Education and Research (PGIMER)	B.Sc Medical Technology (Radiotherapy)B.Sc. (MRT)	Chandigarh, Chanttisgarh
13	Pt. J. N. M. Medical College & Dr. B.R. Ambedkar Memorial Hospital	M. Sc (RadiotherapyTechnology)M. Sc. (RTT)	Raipur, Chattisgarh
14	Rajiv Gandhi Cancer Institute & Res. Centre	B.Sc. Medical Technology (Radiotherapy) (BMRT)	New Delhi, Delhi
15	Gujarat Cancer & Research Institute	Course for Medical Radiotherapy Technology, (CMRT)	Ahmedabad, Gujarat
16	Nursing College, Muni Seva Ashram Goraj	Post Graduate Diploma In Radiotherapy Technology (PGDRTT)	Vadodara, Gujarat
17	Smt. L. P. Patel Institute of Medical Laboratory Technology, Shri Krishna Hospital & Research Centre	B.Sc. Medical Technology (Radiotherapy) [B. S c. -MT(RTT)]	Karamsad, Gujarat
18	Pt. B.D. Sharma PG Institute of Medical Science	Three Year Diploma in Radiography & Radiotherapy Technology	Rohtak, Haryana
19	Sher-i-Kashmir Institute Medical Sciences(SKIMS)	B.Sc Radiation Technology B.Sc (RT)	Srinagar, Jammu & Kashmir
20	Bangalore Institute of Oncology	B.Sc. Radiotherapy[B.Sc. (RT)]	Bangalore, Karnataka
21	Father Muller Medical College & Hospital	B.Sc. Radiotherapy[B.Sc. (RT)]	Mangalore, Karnataka
22	Kasturba Hospita	Bachelor of Science in Medical Radiotherapy Technology [B.Sc. MRT]	Mangalore, Karnataka
23	Kasturba Hospital	B.Sc in Medical Radiotherapy Technology [B.Sc. MRT]	Manipal, Karnataka
24	Kidwai Memorial Institute of Oncology	B.Sc. Radiotherapy [B.Sc. (RT)]	Bangalore, Karnataka
25	Manipal Hospital	Bachelor of Science in Medical	Bangalore,

		Radiotherapy Technology [B.Sc. MRT]	Karnataka
26	Narayana Institute of Advanced Research Pvt. Ltd.	B.Sc. Radiotherapy [B.Sc. (RT)]	Bangalore, Karnataka
27	Amrita Institute of Medical Sciences & Research Centre	Bachelor of Science- Medical Radiologic Technology(B.Sc- MRT)	Kochi, Kerala
28	Mahatma Gandhi University	B.Sc in Medical Radiological Technology B.Sc (MRT)	Kottayam, Kerala
29	Malabar cancer Centre	Bachelor of Science in Medical Radiological Technology B.Sc (M.R.T)]	Kannur, Kerala
30	Malabar cancer Centre[From Session (2013-2017) onwards]	Bachelor of Science in Medical Radiological Technology B.Sc (M.R.T)]	Kannur, Kerala
31	Rashtra Sant Tukdoji Cancer Hospital & Research Centre	Advance Diploma in Radiotherapy Technology (ADRTT)	Nagpur, Maharashtra
32	School of Medical Assistant, INHS Asvini	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Mumbai, Maharashtra
33	Tata Memorial Hospital	Advance Diploma in Radiotherapy Technology (ADRTT)	Mumbai, Maharashtra
34	Jawaharlal Institute	B.Sc. (Medical Technology Radiotherapy) B.Sc (MRT)	Pondicherry – 605006 Pondicherry
35	Christian Medical College	B.Sc. in Radiotherapy Technology [B.Sc. (RT)]	Ludhiana, Punjab
36	Guru Gobind Singh Medical College	B.Sc. in Radiotherapy Technology[B.Sc. (RT)]	Faridkot, Punjab
37	S.M.S. Medical College and Assoc. Group of Hospital, Ramsingh Road	B.Sc Radiotherapy Technology B.Sc. (RT)	Jaipur, Rajasthan
38	Apollo Speciality Hospital	Post Graduate Diploma in Radiotherapy Technology (PGDRT)	Chennai, Tamil Nadu
39	Barnard Institute of Radiology & Oncology	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Chennai, Tamil Nadu
40	Cancer Institute, Adyar	B.Sc. in Radiotherapy Technology [B.Sc. (RT)]	Chennai, Tamil Nadu
41	Christian Medical & Hospital	B.Sc. in Radiotherapy Technology [B.Sc. (RT)]	Vellore, Tamil Nadu
42	Dr. Kamakshi Memorial Hospital	B.Sc. in Radiotherapy Technology [B.Sc. (RT)]	Chennai, Tamil Nadu
43	Govt.M.K. Medical College Hospital	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Salem, Tamil Nadu
44	Govt. Rajaji Hospital & Madurai Medical College	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Madurai, Tamil Nadu
45	Tirunelveli Medical College	Diploma in Radiotherapy Technology (DRT)	Tirunelveli, Tamil Nadu
46	Tripura Institute of Paramedical Sciences	B.Sc in Medical Radiotherapy Technology (BMRT)	Tripura, Tripura
47	Institute of Medical Sciences BHU	PG Diploma in Medical Technology (Radiotherapy)	Varanasi, Uttar Pradesh
48	J.N. Medical College & Hospital, Aligarh Muslim University	Bachelor in Radiation Therapy Technology (BRTT)	Aligarh, Uttar Pradesh
49	Sushila Tiwari Memorial Cancer Research Institute, Himalayan Institute Hospital Trust (HIHT)	B.Sc Medical Technology (Radiotherapy) B.Sc. (RT)	Dehradun, Uttarakhand
50	Apollo Gleneagles Hospitals, 58, Canal ircular Road	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Kolkata , West Bengal
51	Bankura Sammilani Medical College, P.O. -Kenduadihi	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Bankura, West Bengal
52	Burdwan Medical College, P.O. - Rajbari, Baburbag	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Burdwan , West Bengal
53	Cancer Centre Welfare Home &	Diploma in Radiotherapeutic	Kolkata,

	Research Institute, MG Road, Thakurpukur	Technology (DRT)	West Bengal
54	Chittaranjan National Cancer Institute, 37, S.P. Mukherjee Road	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Kolkata, West Bengal
55	Institute of Post Graduate Medical Education & Research, 244, AJC Bose Road	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Kolkata, West Bengal
56	Medical College, 88 College Street	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Kolkata, West Bengal
57	NRS Medical College, 138 AJC Bose Road	Diploma in Radiotherapeutic Technology (DRT)	Kolkata, West Bengal

出所) AERB, 2014, *Details of Radiotherapy Technologist Courses in India*