

연세의료원 중입자치료기 건설 계획 및 현황

Jin Sung Kim, Ph.D.

Yonsei University College of Medicine

1885 Chejungwon

1904 Severance Memorial Hospital

1913 Severance Medical School

2005 Main building of the Severance Hospital



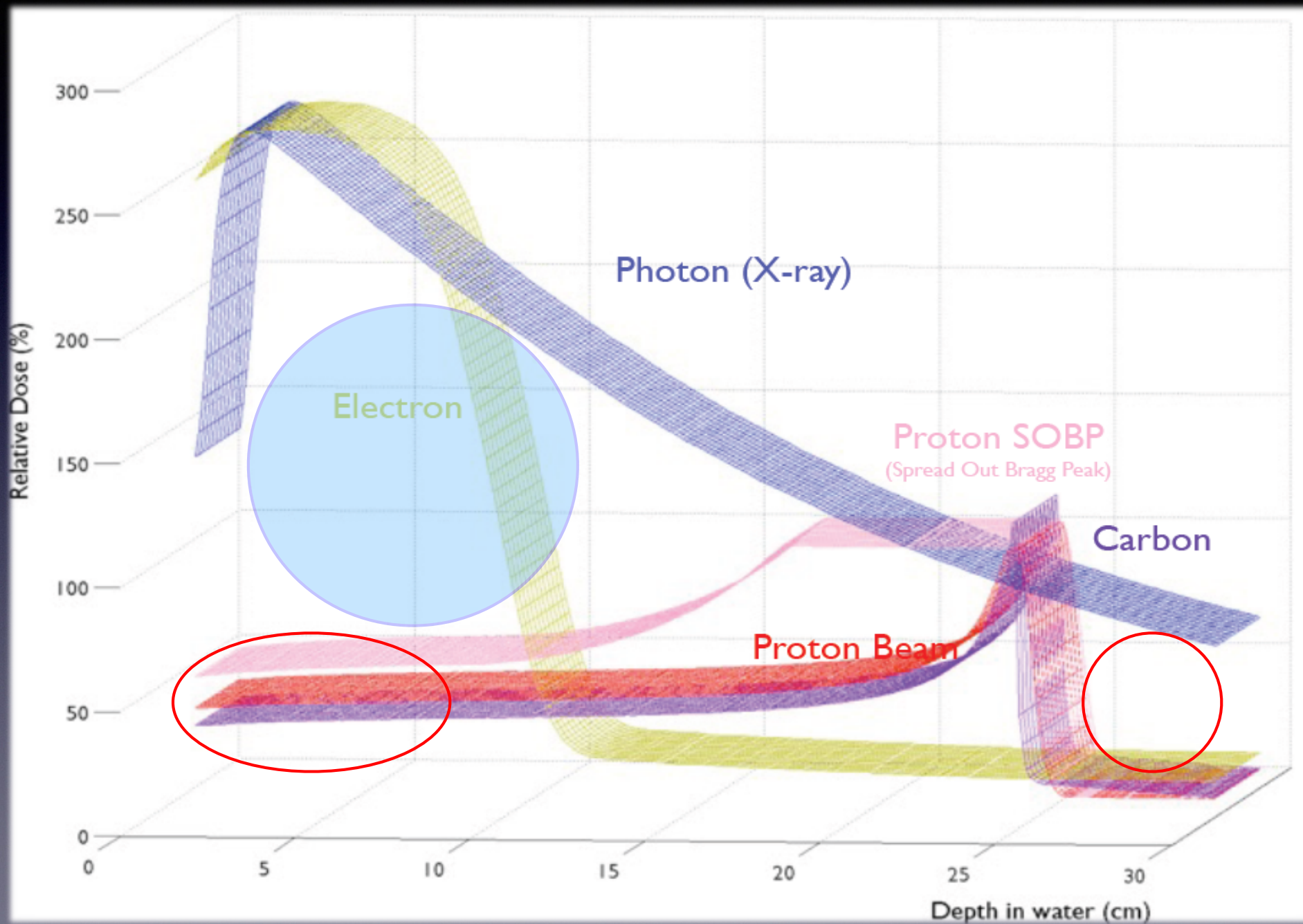
1885 Chejungwon

Contents

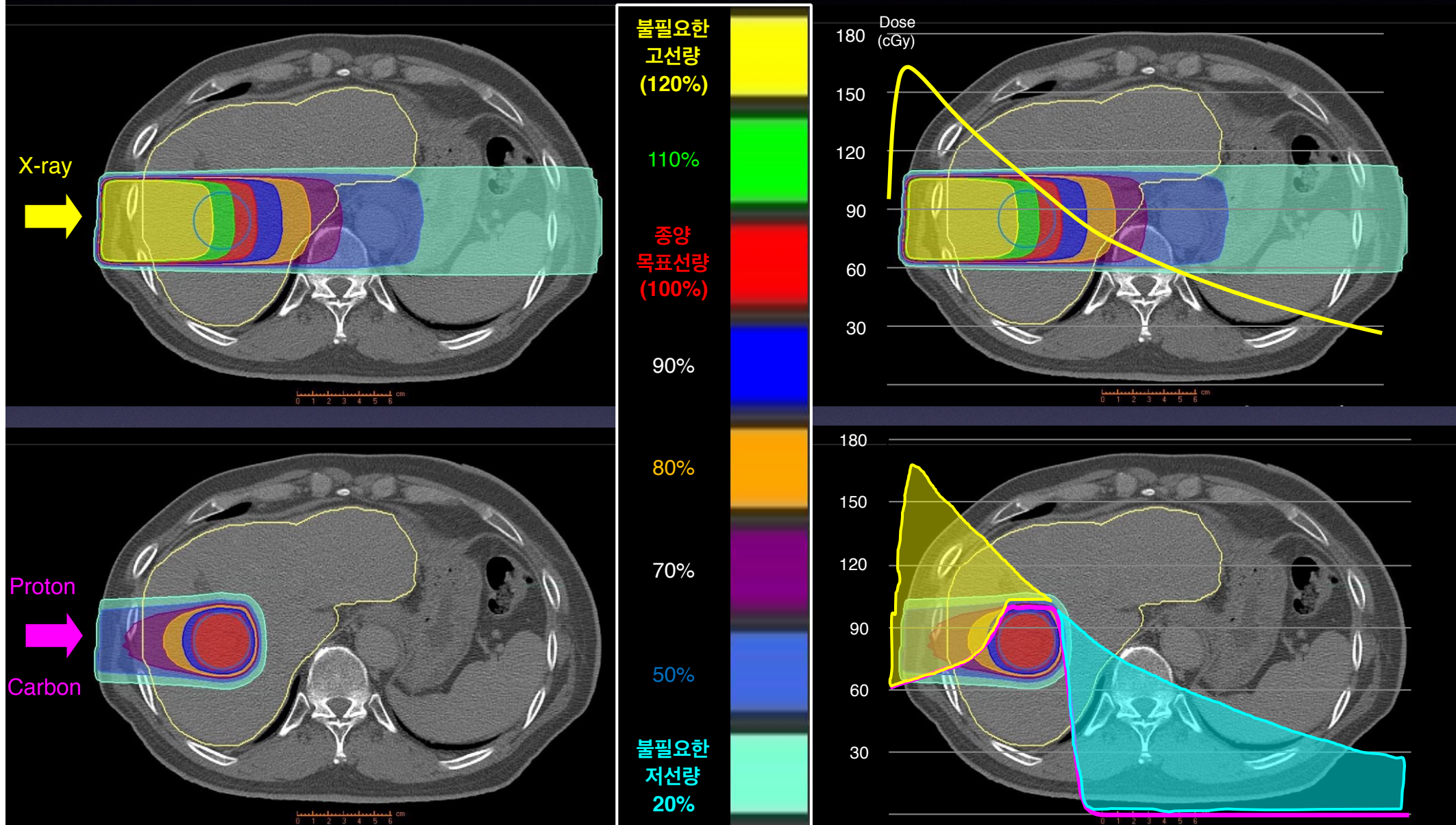
- Why Particle? and Carbon?
- Why in Yonsei?
- Current status of Yonsei carbon project
 - How about in the world?
 - What's going on? and How long?
 - Is it safe?
 - Some information from other site.
- Summary

Why Particle?

Percent Depth Dose



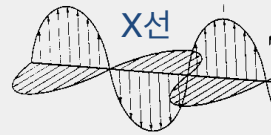
Why Particle?



Carbon?

중입자란? 重粒子, Heavy Ion

	X-ray	Electron	Proton	Neutron	Helium	Carbon
질량비	X	0.0005	1	1	4	12
전하	X	-1	+1	0	+2	+6
생물학적 효과	1	1	1.1	10~100	1.1~1.3	2~3



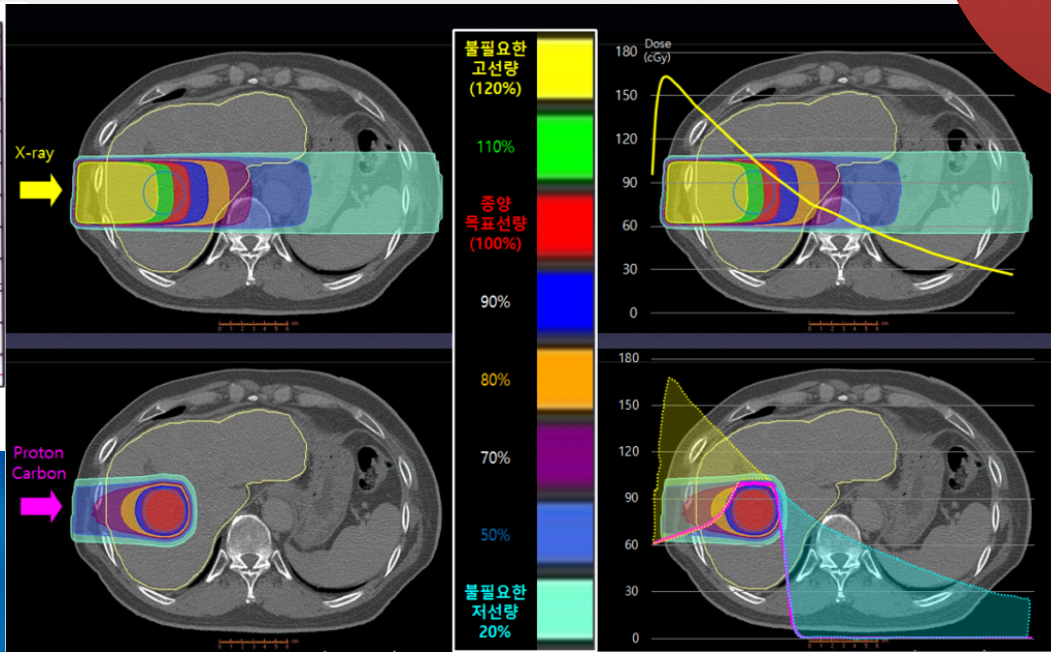
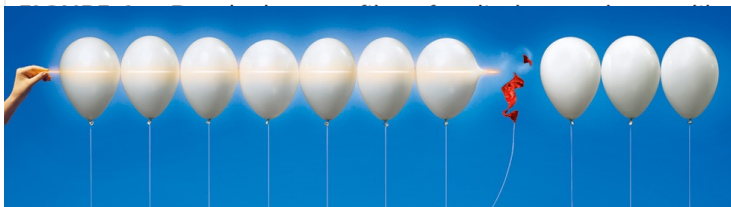
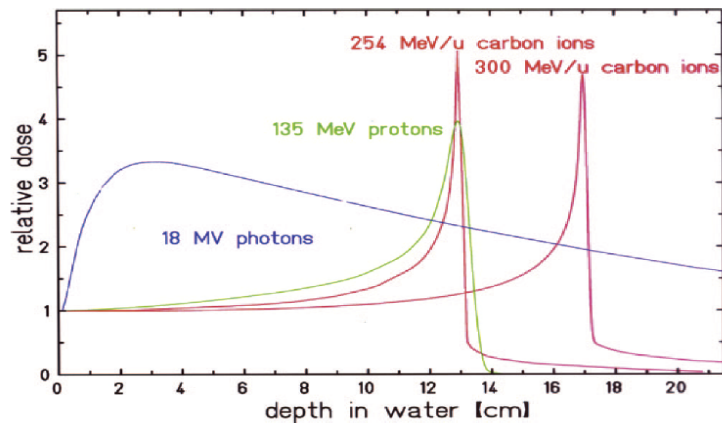
양성자
H⁺

중성자
n

헬륨
He²⁺

중입자
(탄소선)
C⁶⁺

RBE: 2~3 times than x-ray, proton!
but... not sure...




중입자



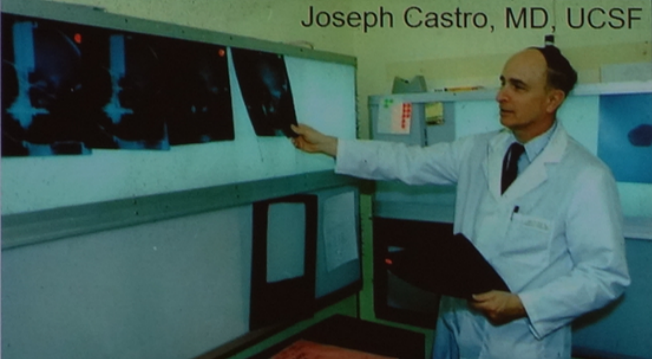
양성자

Institute based particle therapy

Where	What?	Start	End	No. Patients
Berkeley	Proton	1954	1957	30
Uppsala	Proton	1957	1976	73
Berkeley	He	1957	1992	2,054
Harvard	Proton	1961	2002	9,116
Los Alamos	Pion	1974	1982	230
Berkeley	Carbon	1977	1992	433
	Ne	1977		
	Ar	1979		
	Si	1982		
PSI	Pion	1980	1993	503
Tsukuba	Proton	1983	2000	700
Chiba	Carbon	1994	Ongoing	10,486



Bevalac



Joseph Castro, MD, UCSF

Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 39, No. 5, pp. 989-996, 1997
Copyright © 1997 Elsevier Science Inc.
Printed in the USA. All rights reserved.
0360-3016/97 \$17.00 + .00

PII S0360-3016(97)00494-X

● *Clinical Investigation*

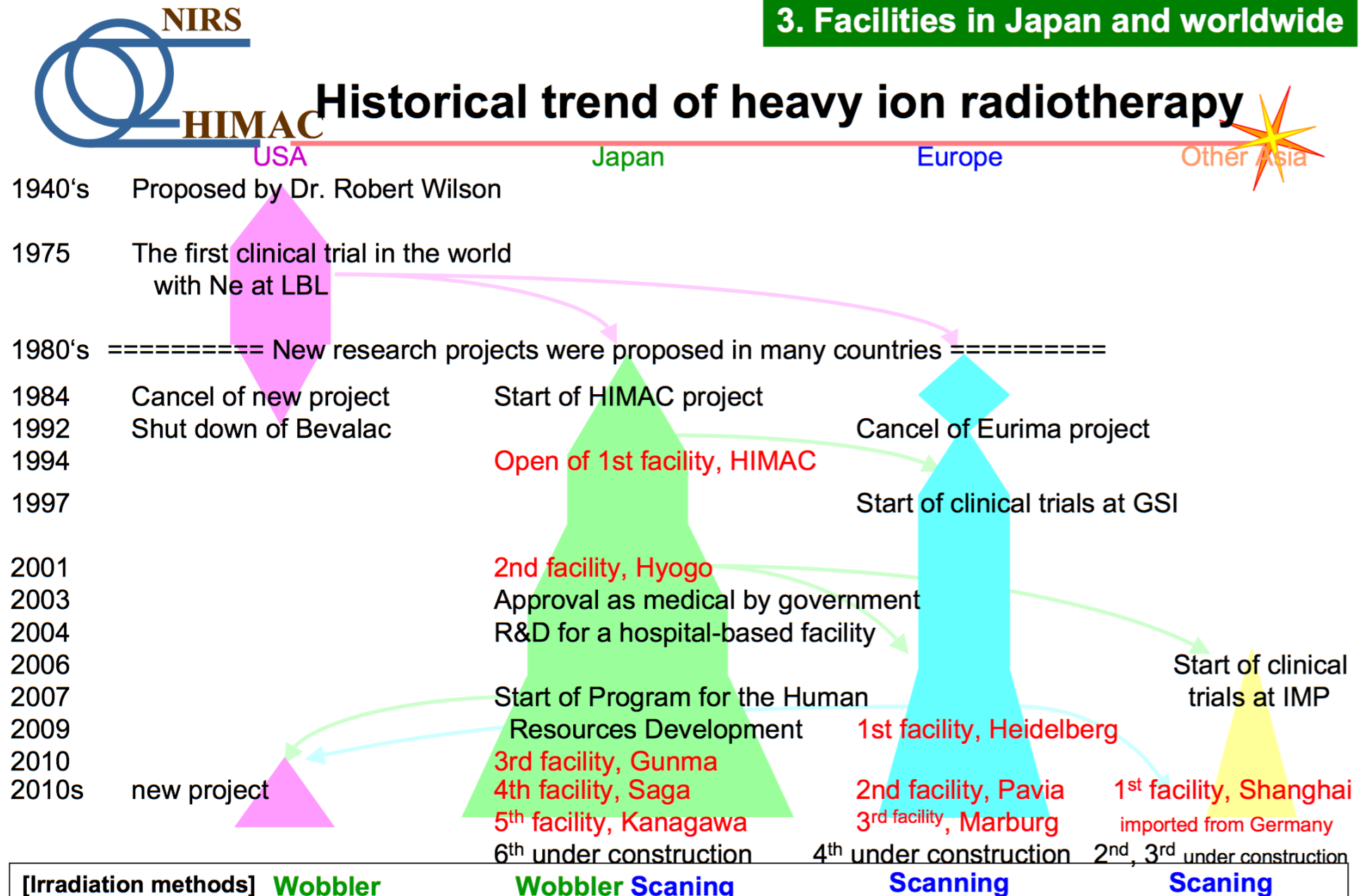
15 YEARS EXPERIENCE WITH HELIUM ION RADIOTHERAPY FOR UVEAL MELANOMA

JOSEPH R. CASTRO, M.D.,*† DEVRON H. CHAR, M.D.,* PAULA L. PETTI, Ph.D.,*†
INDER K. DAPTARI, Ph.D.,*† JEANNE M. QUIVEY, M.D.,* RAJINDAR P. SINGH, Ph.D.,*†
ELEANOR A. BLAKELY, Ph.D.,† AND THEODORE L. PHILLIPS, M.D.,*†

*The University of California, San Francisco, Medical Center, and †The University of California Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA

Carbon's History

3. Facilities in Japan and worldwide



Carbon's 20 years clinical outcome

- More than 8,000 patients
- Clinical trial only for 9 years
- Outstanding outcome + Lower toxicities + Short Tx time

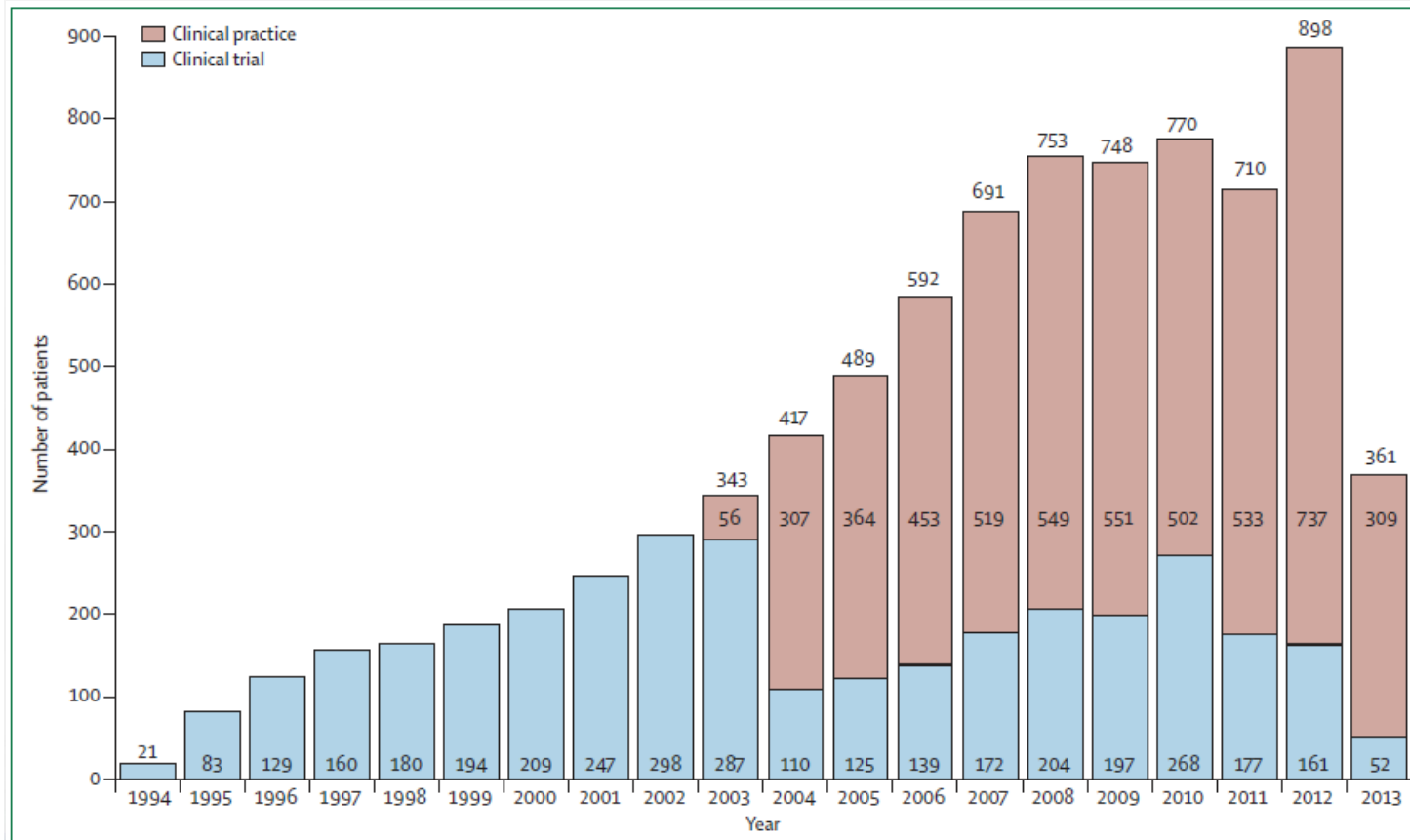


Figure 2: Number of patients treated at National Institute of Radiological Sciences with carbon ion radiotherapy each year from June, 1994, to August, 2013

	Total number of patients (%)	Clinical practice
Prostate	1731 (22%)	1399
Bone and soft tissue	1033 (13%)	780
Head and neck	854 (11%)	529
Lung	795 (10%)	207
Liver	485 (6%)	250
Post-operative rectum	408 (5%)	338
Pancreas	353 (4%)	113
Gynaecological	207 (3%)	10
Eye	128 (2%)	86
CNS	106 (1%)	0
Para aortic lymph node	94 (1%)	87
Skull base	85 (1%)	56
Oesophagus	71 (1%)	0
Lacrimal gland	24 (<1%)	1
Scanning	11 (<1%)	0
Miscellaneous	1547 (20%)	715

Table 3: Distribution of patients treated with carbon ion radiotherapy at the National Institute of Radiological Sciences by tumour type



PTCOG56, 2017

Number of the Patients Treated with Particle Beam in Japan(2015~2016)

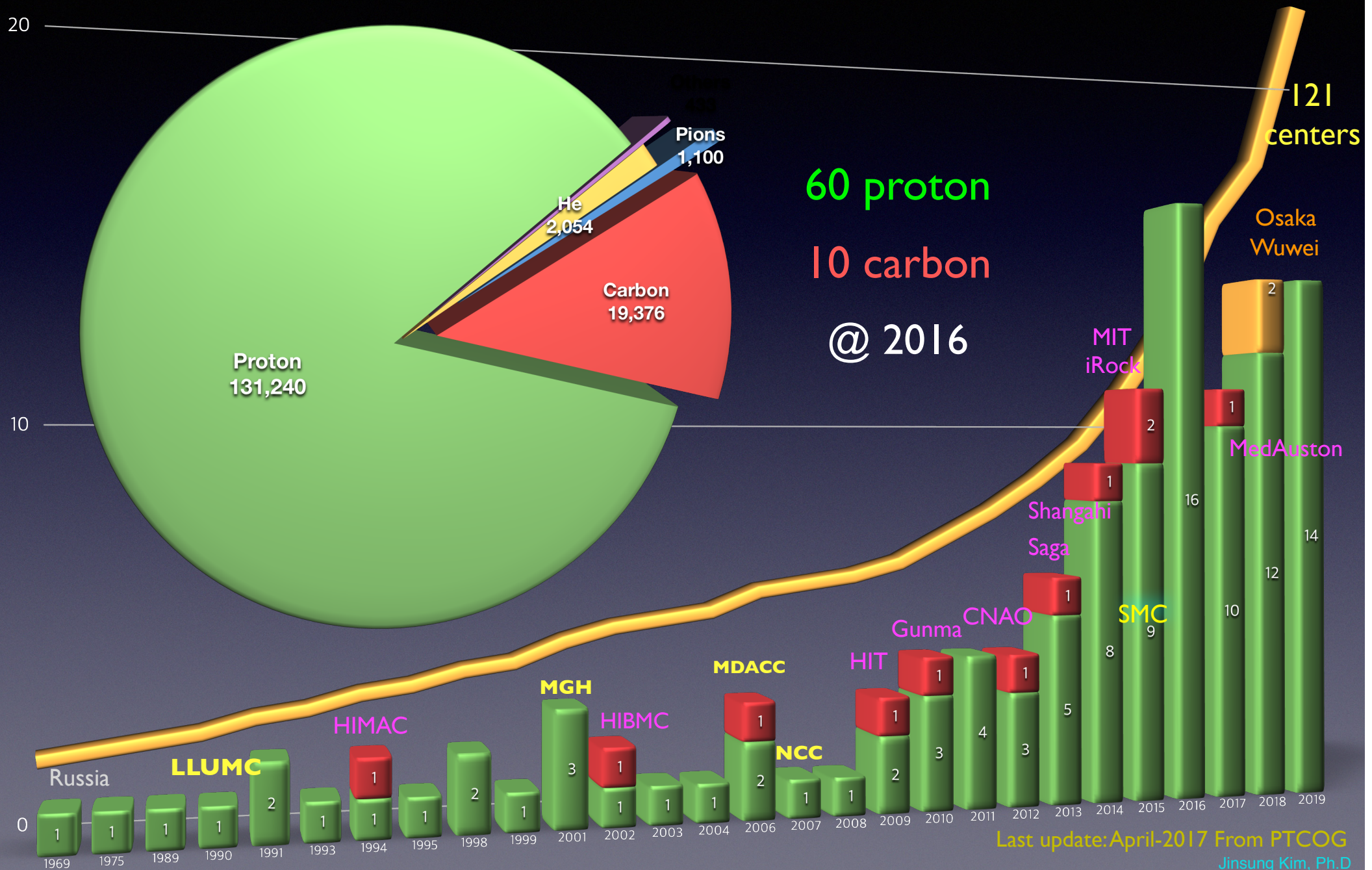
	No. of facility	No. of patient	Average / facility
Proton	9	2016	224
Carbon	4	1787*	447

*excluding :150 research patients:

Carbon facilities in Japan are almost always using hypofractionation!

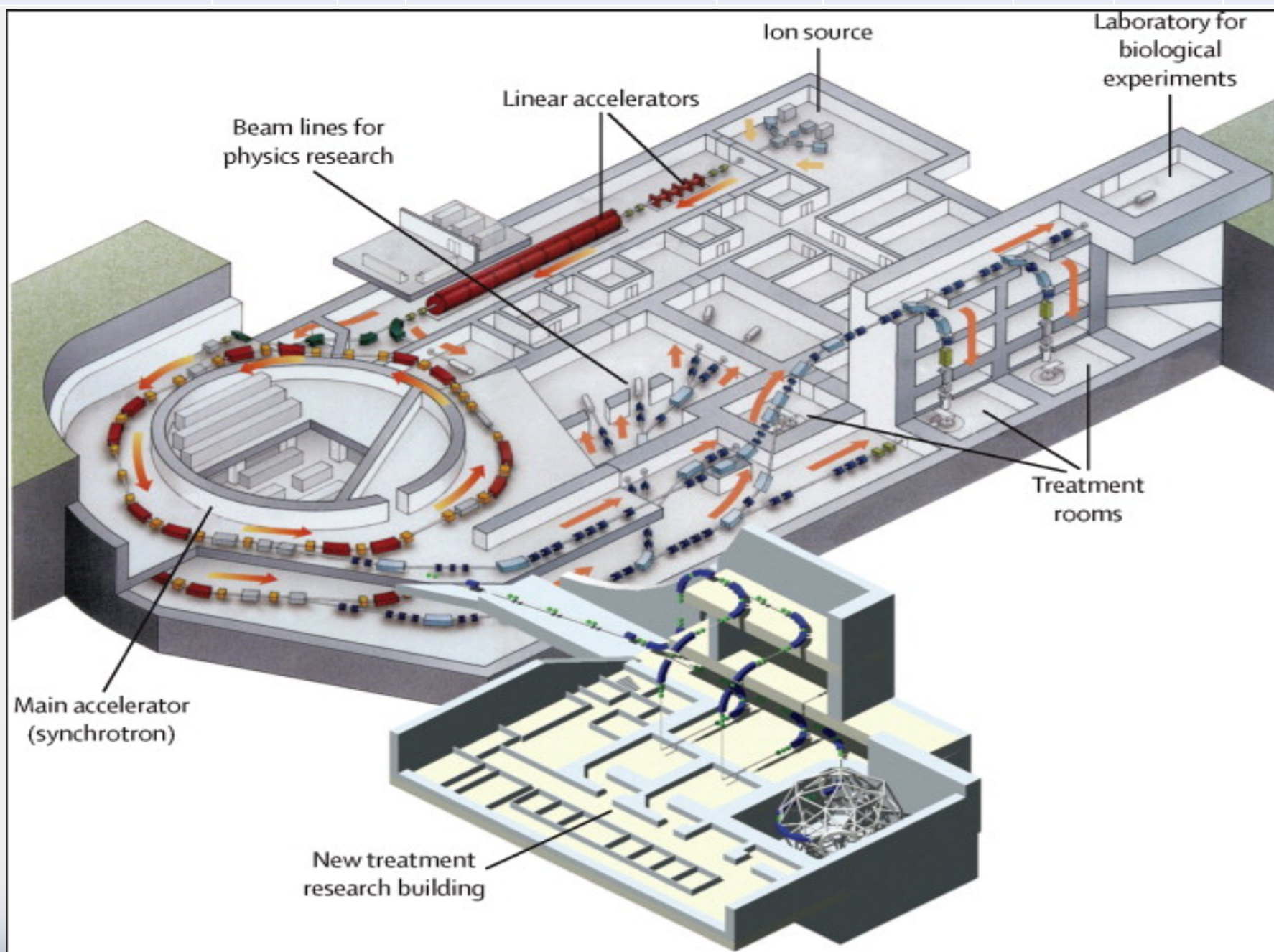
How many in world?

Particle Therapy Center in the world

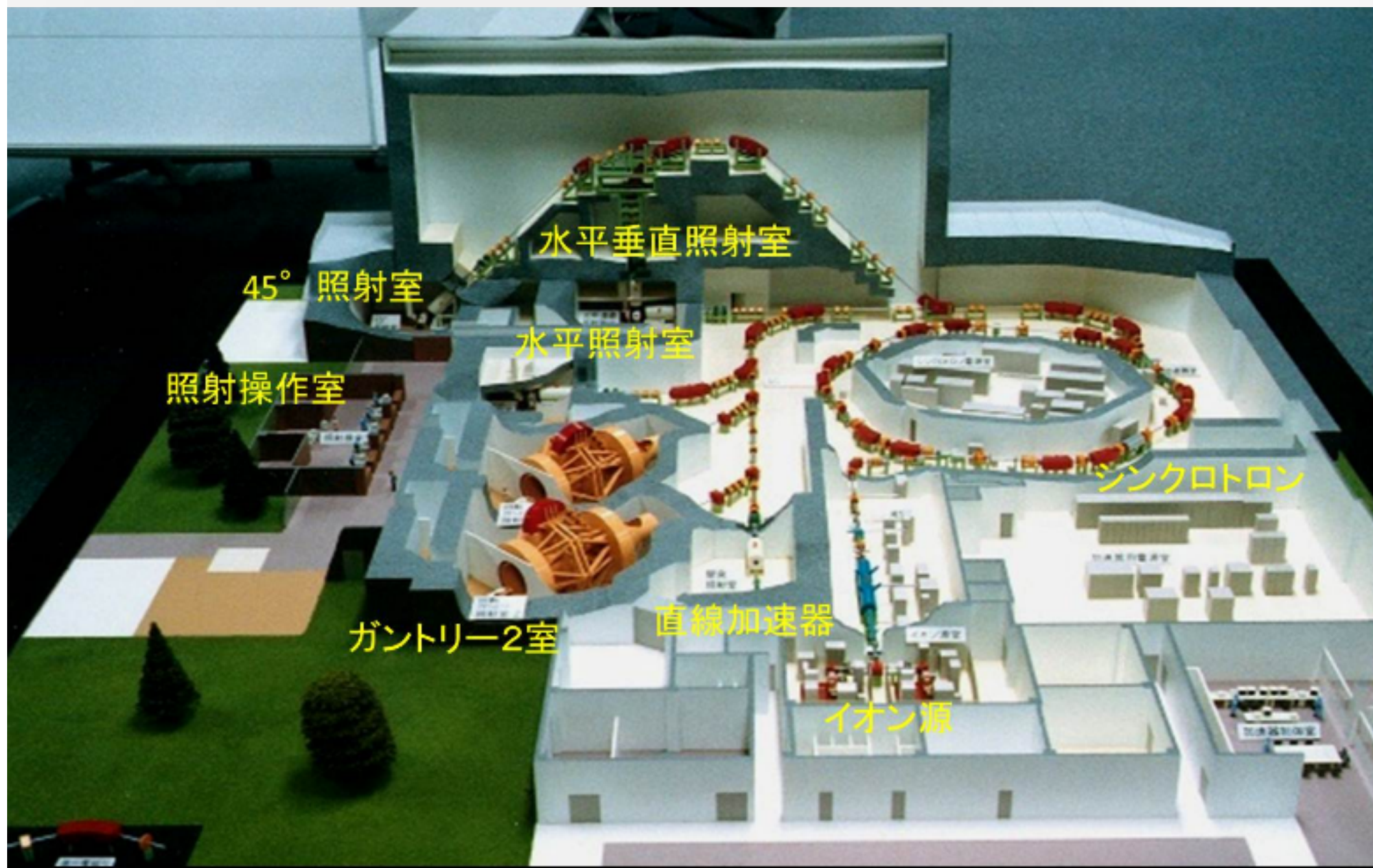


	Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
			Tot	Fixed Room	Gantry				
연구용 KIO	HIMAC(NIRS)	1994	3	2(H+V)	1G*	Japan	O	OO	10,486
	HIBMC	2002	2	1H , 1(45)		Mitsubishi	O	X	2,366
	Lanzhou	2006	1	1H		China	O	X	213
	Gunma	2010	3	1H, 1H+V, 1V		Mitsubishi	O	X	1,909
	HIT	2012	3	2H	1G	Siemens	O	O	2,086
	CNAO	2012	4	3H, 1H		Siemens	X	O	591
	SAGA-HIMAT	2013	3	2(H+V),1(45+H)		Mitsubishi	O	X	1,136
	Shanghai	2014	3	3H		Siemens		O	149
	i-Rock	2015	4	2H, 2(H+V)		Toshiba		OO	-
	MIT	2015	4	3H, 1(45)		Siemens		O	-
건설용	Wuwei	2017	4	4 (H+V+45)		China	O	O	-
	MedAustron	2017	2	1H, 1(H+V)		CERN	X	O	-
	Osaka	2018	3	3		Hitachi	X	OO	-
	Yamagata	2020	2	1H+V	1G	Toshiba	X	OO	-
계획	Yonsei	2021	3	H+45+V, 45+V, H	plan	Hitachi?	X	OO	-
	UTSW	2021?	2	1H	1G	Toshiba?	X	OO	-

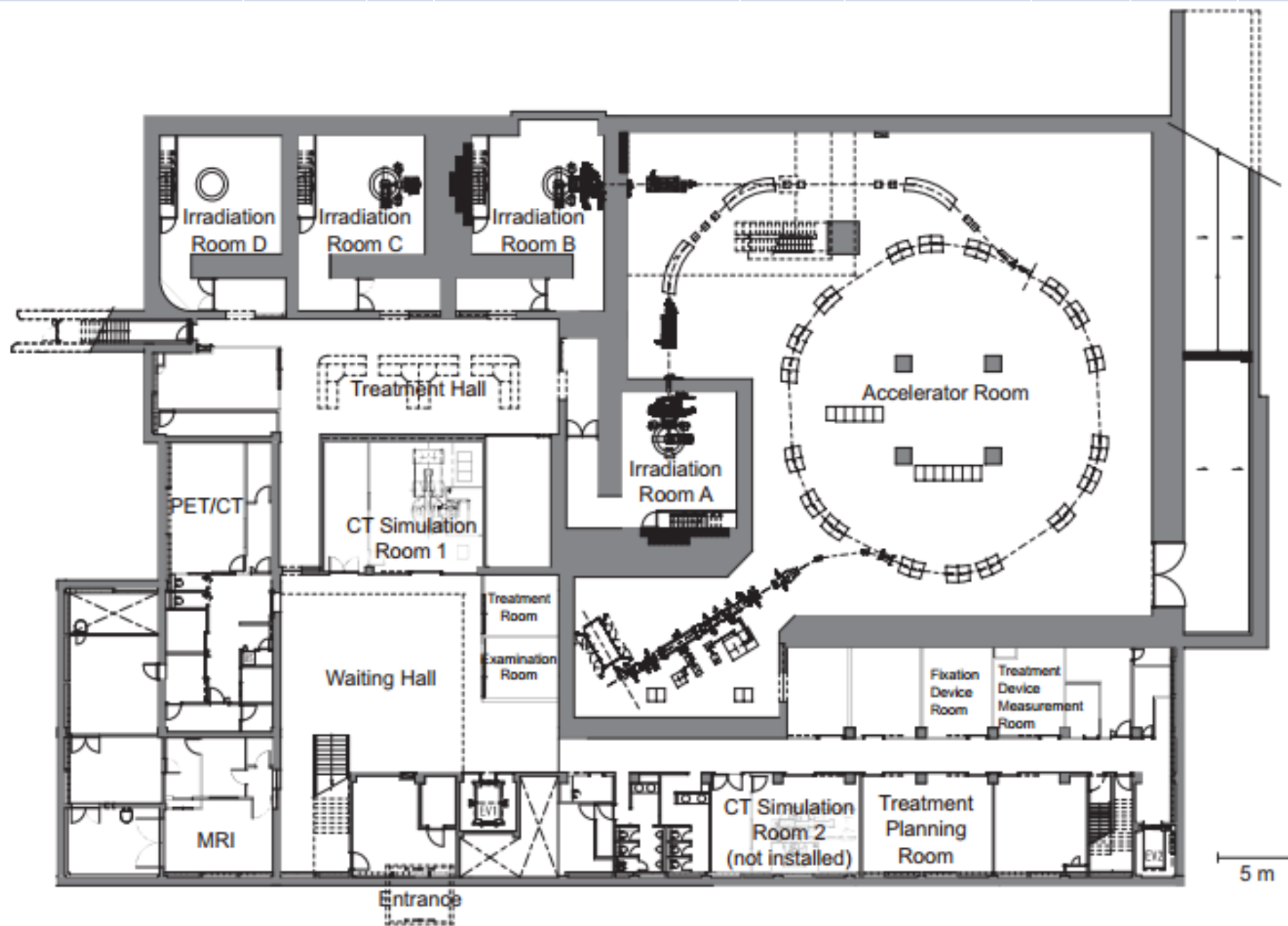
Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
HIMAC(NIRS)	1994	3	2(H+V)	1G*	Japan	O	OO	10,486



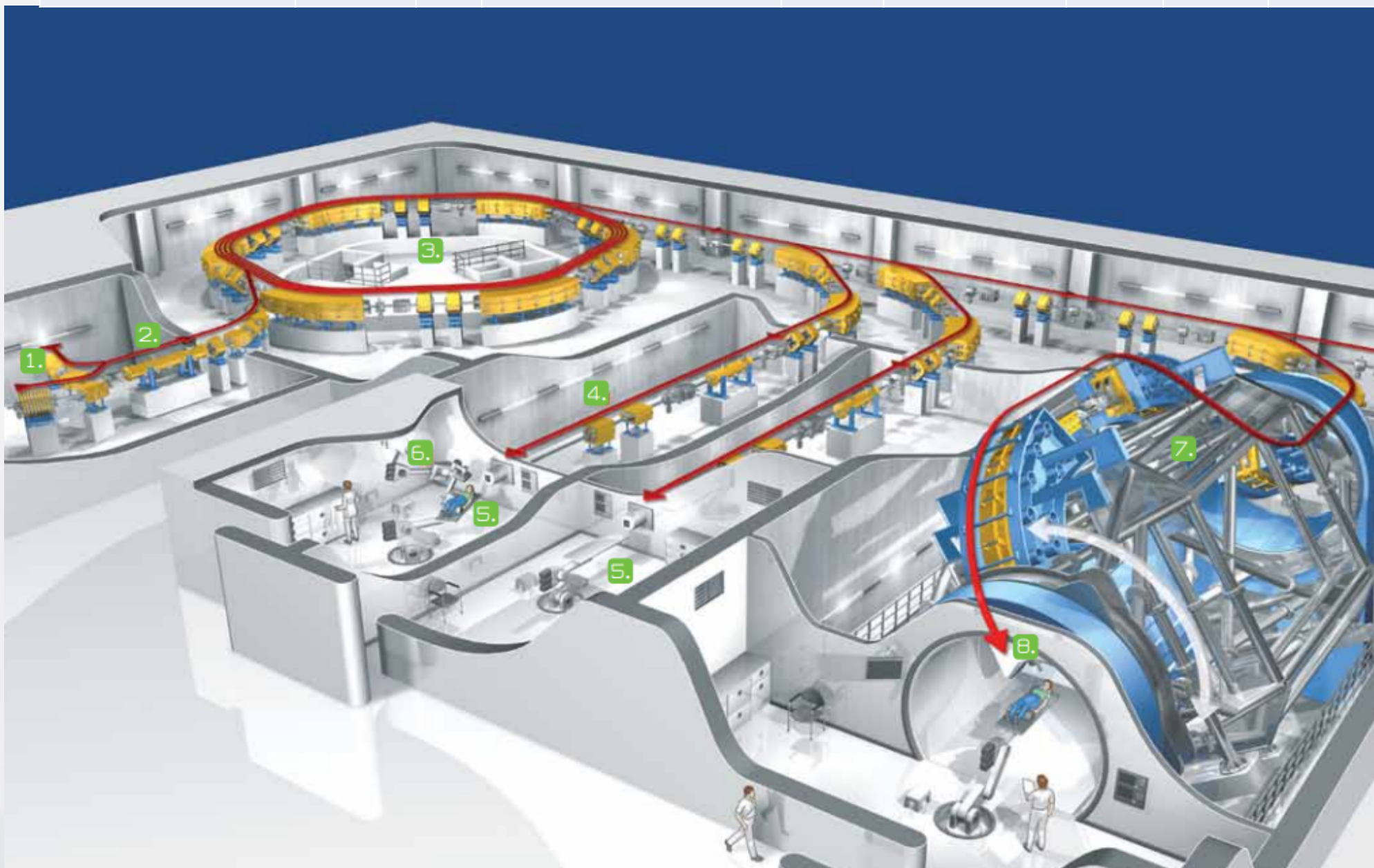
Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
HIBMC	2002	2	1H , 1(45)		Mitsubishi	O	X	2,366



Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
Gunma	2010	3	1H, 1H+V, 1V		Mitsubishi	O	X	1,909



Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
HIT	2012	3	2H	1G	Siemens	O	O	2,086

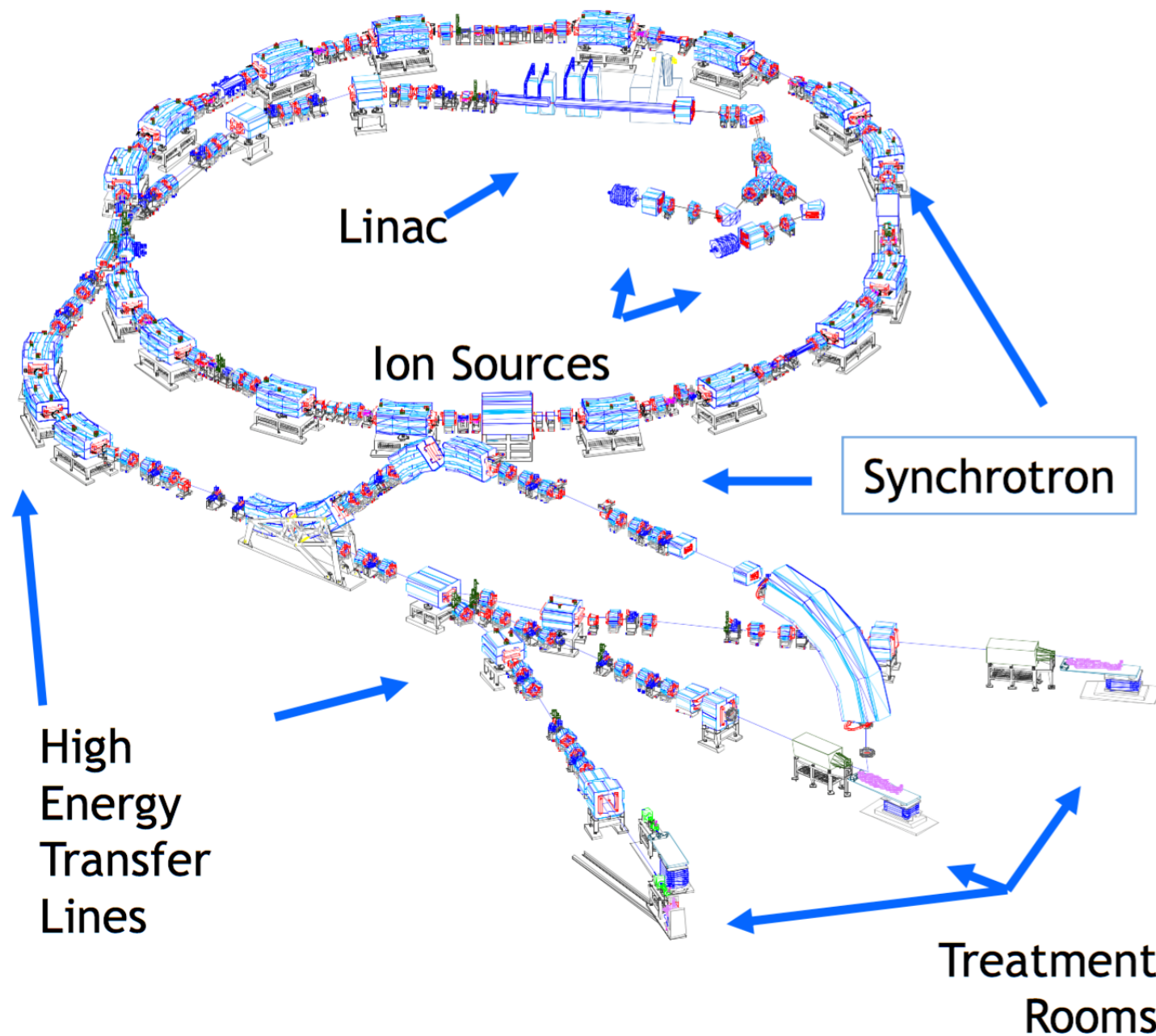


SEVERANCE



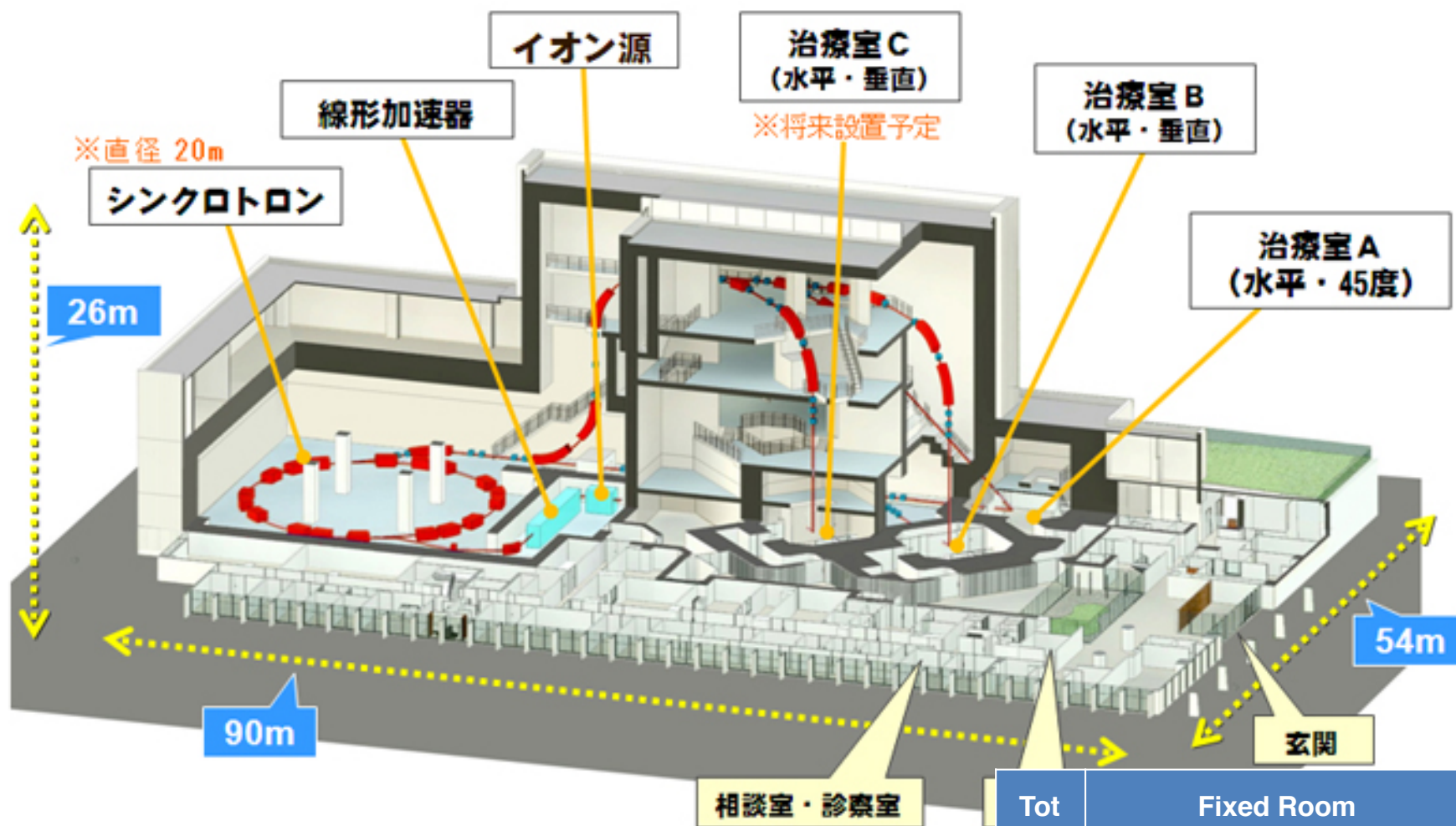
1885 Chejungwon
Yonsei Cancer Center

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
CNAO	2012	4	3H, 1H		Siemens	X	O	591



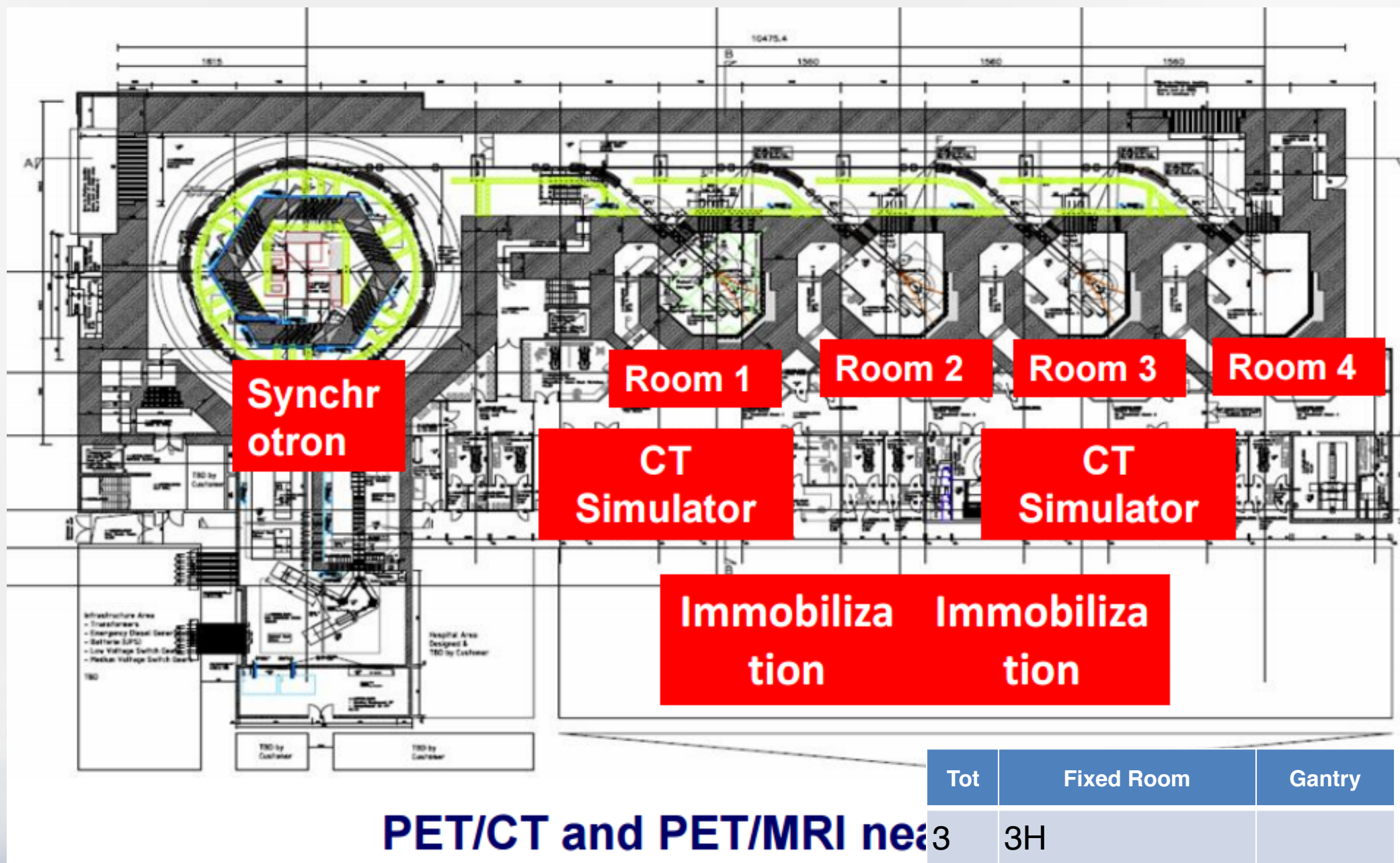
Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
SAGA-HIMAT	2013	3	2(H+V),1(45+H)		Mitsubishi	O	X	1,136

施設レイアウト図



Tot	Fixed Room	Gantry
3	2(H+V), 1(45+H)	

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
Shanghai	2014	3	3H		Siemens		O	149



Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
i-Rock	2015	4	2H, 2(H+V)		Toshiba		OO	-

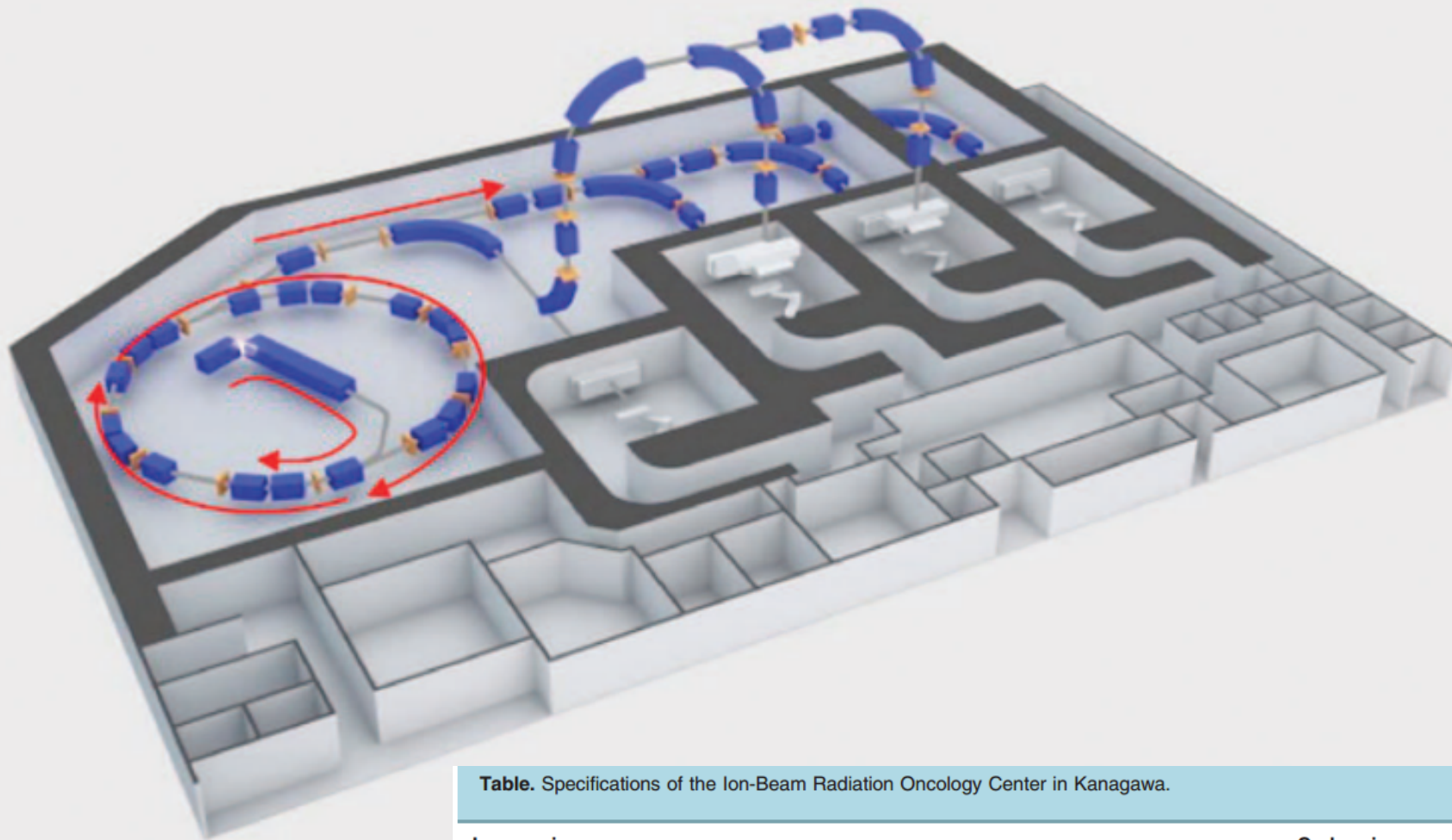
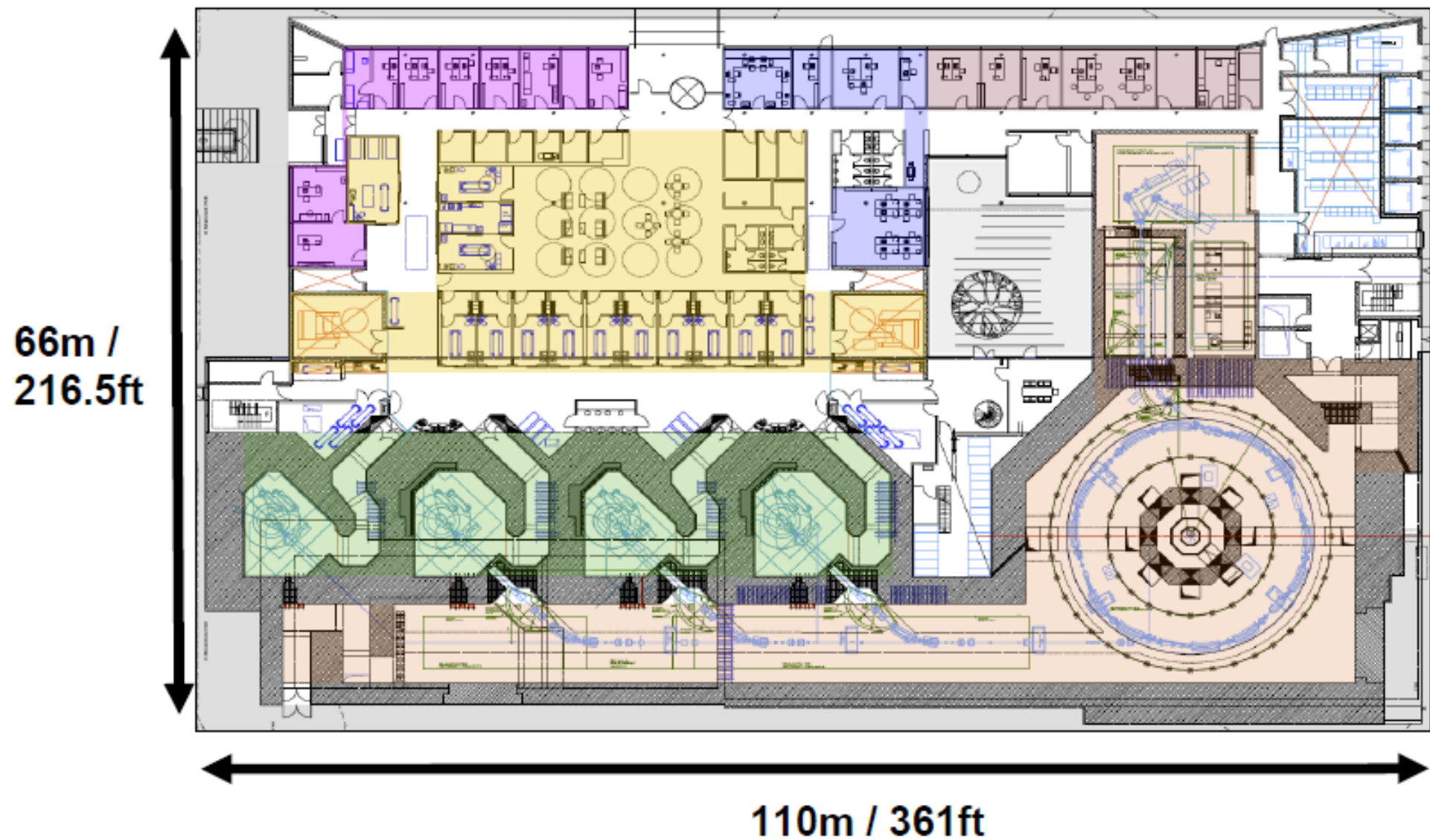


Table. Specifications of the Ion-Beam Radiation Oncology Center in Kanagawa.

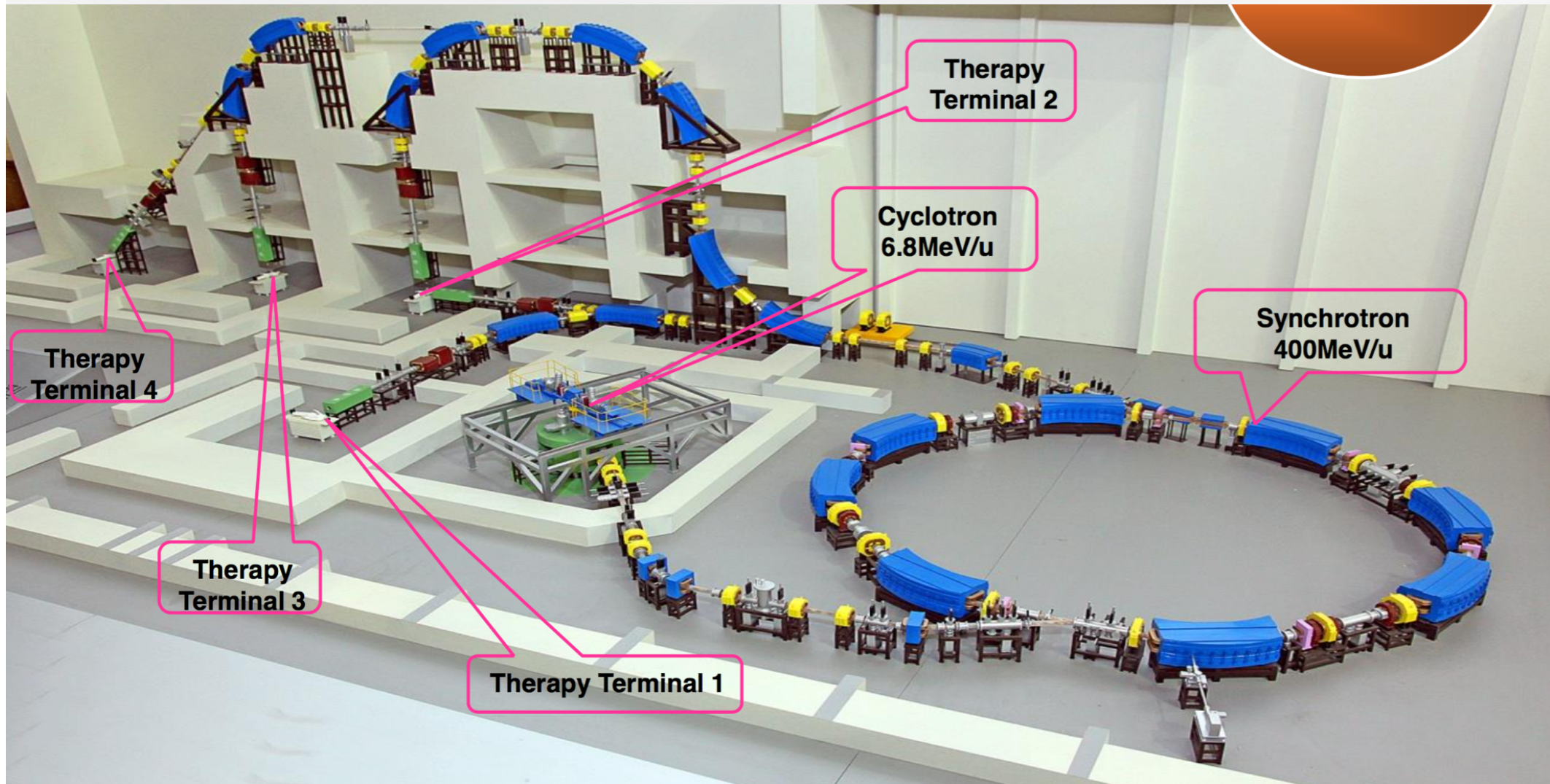
Ion species	Carbon ion
Maximum energy	430 MeV/u; Residual range > 25 cm in water
Range control	0.2 mm step; fine-range shifters with multistep variable energy
Beam delivery	3-dimensional pencil beam fast scanning Irradiation field; 200 × 200 mm
Number of treatment rooms	4 rooms with fixed beam port; 2 with horizontal and vertical beam ports, 2 with horizontal beam port
Treatment couch	Robotic couch with 7 degrees of freedom
Patient positioning	Orthogonal x-ray flat panel detector imaging system Rail-on in-room computed tomography

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
MIT	2015	4	3H, 1(45)		Siemens		O	-



Courtesy of Rhön-Klinikum AG,
Germany

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
Wuwei	2017	4	4 (H+V+45)		China	O	O	-



SEVERANCE



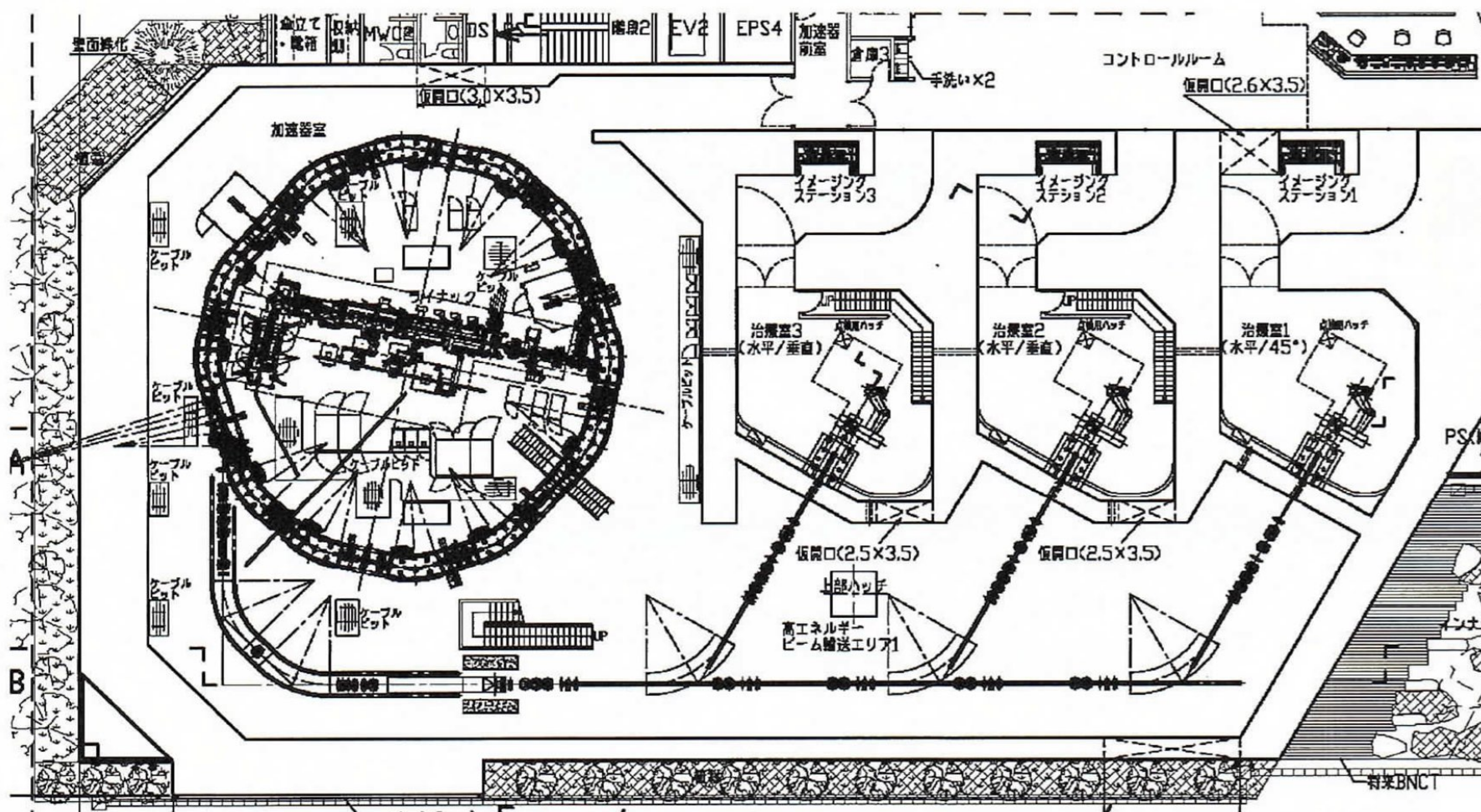
1885 Chejungwon
Yonsei Cancer Center

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
MedAustron	2017	2	1H, 1(H+V)		CERN	X	O	-



Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
Osaka	2018	3	3		Hitachi	X	OO	-

- Compact 430MeV/n Synchrotron.
- 3 Fixed-Beam Treatment Room with scanning nozzles.
- Treatment 2018.



SEVERANCE

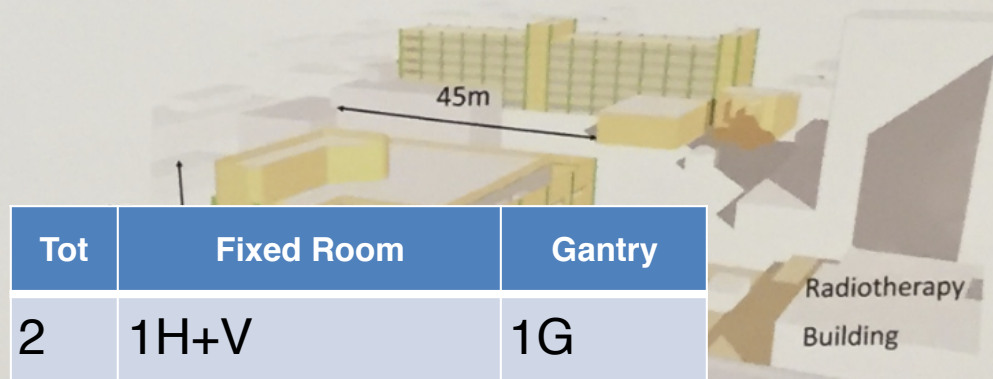
1885 Chejungwon
Yonsei Cancer Center

Site	Start	Tx Room			Vendor	Scat	Scan	Pts.No (~2015)
		Tot	Fixed Room	Gantry				
Yamagata	2020	2	1H+V	1G	Toshiba	X	OO	-

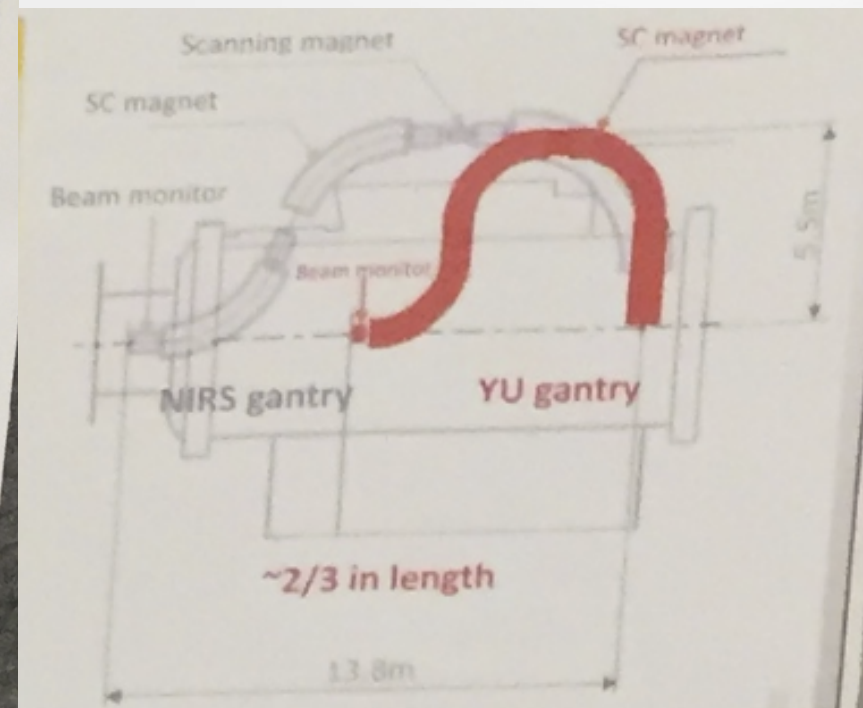
- Vertical configuration (1st for carbon facility) of main componens



TOSHIBA



~2000m²



What's going on?

in Yonsei..

Yonsei Carbon ion therapy

- '13.08 양성자.중입자 도입 추진
- '14.03 양성자치료기도입 TFT 구성
- '15.02 양성자와 중입자 도입을 동시 검토
- '16.04 법인이사회, 중입자치료기 도입 승인
- '16.12 입찰진행(CNAO, Hitachi, Toshiba, 중국 IMP)
- '17.04 LOI with Hitachi (우선협상대상자)
- 2020년 가속기 운전 예정
- 2021년 환자치료 목표

1. Site map



1. Hospital Site map

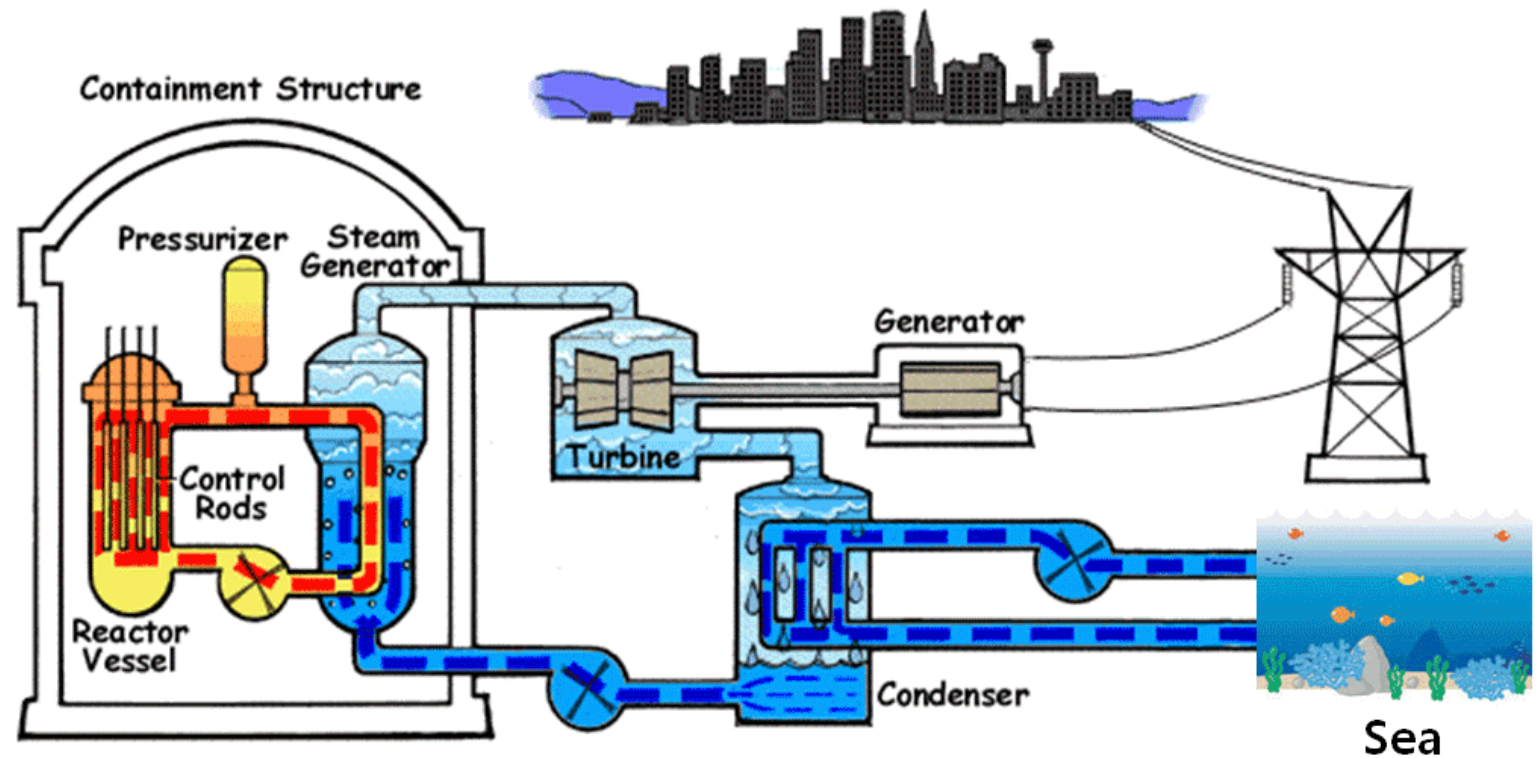
Total Area : 859,425m²
Hospital Area : 115,703m²
Building : 24EA
Total Floor Area : 551,730m²



Is it safe?

원자력발전소

- “원자로”안에 우라늄이 **항상** 존재하며 핵분열을 통해 높은 열을 만들어 내서 수증기를 통해 터빈을 돌려서 전기를 생산
- 폭발하면 **확산**되는 위험성 존재

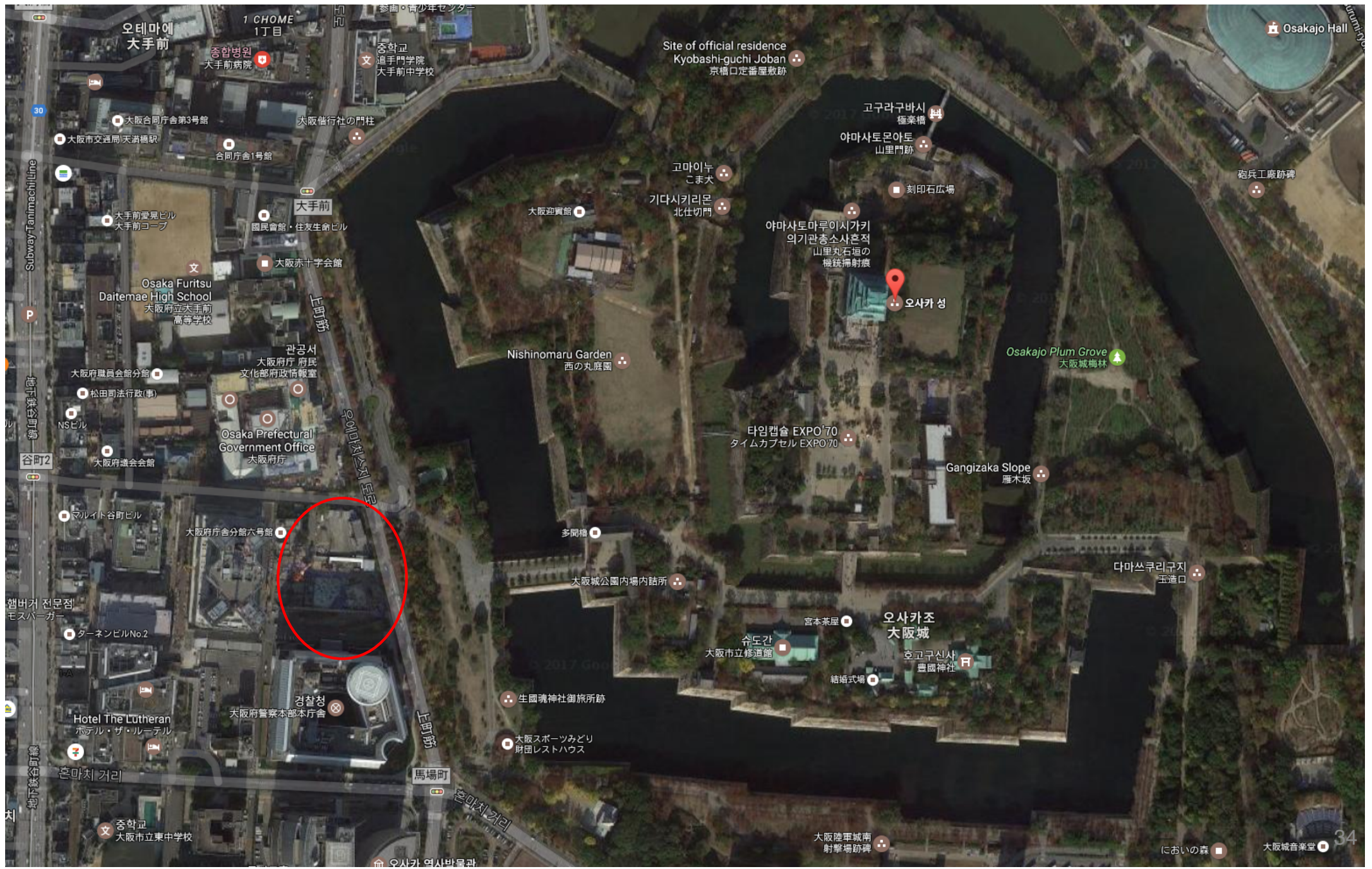


중입자치료기

- 중입자가스(카본)을 넣고, **ON**하면 가속되고, **OFF**하면 꺼지는 안전한 치료시스템
- 토모치료기와 유사
- 폭발하면 **고철**



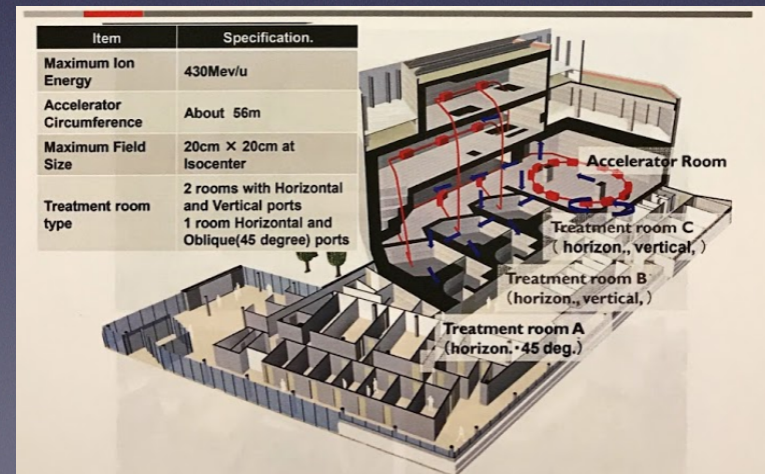
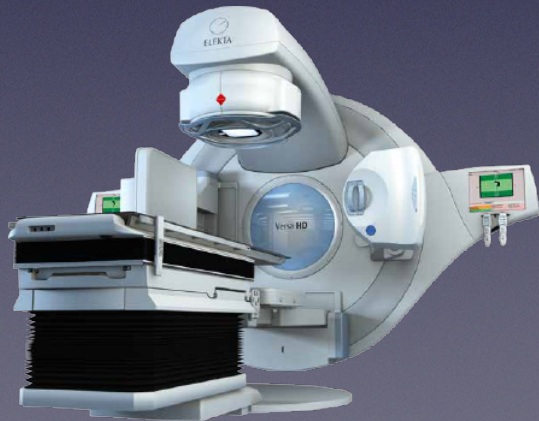
Osaka carbon ion therapy center



Osaka carbon ion therapy center



안.전.보.고.서.현.황.?



안전보고서..어떻게 헤쳐 나가야할지...

1. 시설 개요

방사선을 사용하는 사업 및 시설의 주체·위치·사용목적 및 방사선원에 대한 기본정보를 기술한다.

2. 시설주변의 환경

방사선사용에 영향을 미치거나 방사선사용으로 영향을 받을 수 있는 주변환경의 특성에 대하여 기술한다.

3. 운영계획 개요

방사선시설의 설치, 방사선원의 도입, 방사선의 사용, 인력 확보 등 사업추진계획에 대하여 기술한다.

4. 방사선원의 특성·위치 및 제원

방사선원의 종류·수량·용량·특성 및 고유 안전기능과 선원이 사용되는 위치에 대하여 기술한다.

5. 안전시설 개요

안전시설 및 계통의 종류·제원·특성 및 사용관리 방안에 대하여 기술한다.

6. 방사선 취급방법 및 방사선안전관리 계획

방사선원을 사용하는 공정 및 절차에 대하여 설명하고, 방사선안전관리 계획을 구체적으로 기술한다.

7. 예상 피폭선량의 평가에 관한 절차·방법 및 결과

방사선작업종사자 등 시설내부에서 근무하는 인원의 예상피폭선량을 평가하고, 시설외부에 방사선영향을 미치는 경우에는 일반인의 예상피폭선량으로 안전성을 평가하여 기술한다.

8. 주변 환경에 대한 방사선 영향

직접 방사선에 의한 영향 및 방사능방출에 따른 영향과 그로 인한 환경 영향을 기술한다.

9. 사고의 위험 및 그 대책

예상되는 사고의 내용, 발생 가능성, 영향을 평가하고 이에 따른 대책을 기술한다.

10. 방사성폐기물의 발생 및 처리계획

방사성폐기물을 발생원별로 수량·특성 등을 평가하고 관리 및 처리·처분방법에 대하여 기술한다.

11. 종합 결론

안전관리 확보를 위한 제반조치의 타당성을 기술한다.

12. 보고서 작성자의 인적사항 및 자격

보고서 작성자의 인적사항 및 보유하고 있는 자격·경력 및 학력을 기술한다.

13. 참고문헌

보고서 작성에 이용된 참고자료를 기재한다.

Things to do...

- 건설일정과 안전보고서 제출/인허가 일정
- 화재위험도 분석
- 소방 안전
- 배기 시설
- 사고 위험
- 사고 시나리오
- 방사화
- RMS....

왜.. 한다고 했을까요?

일본 중입자치료시설 방사선 인허가 보고서

【1】등기사항증명서

결격 사항 비해당 증명서 및 소명서

【2】예정사용개시시기 및 예정사용기간을 기재한 서류

【3】사용 시설을 중심으로, 축척 및 방위를 붙인 사업소 내외의 평면도

【4】사용 시설의 각 실의 배치 및 용도, 출입구 관리 구역 및 표식을 붙이는 위치를 표시하며, 또한, 축척 및 방위를 붙인 평면도

【5】사용 시설의 주요 부분의 규모를 붙인 단면도

【6】중입자 선 암 치료 시설 차폐 능력 계산서

【7】외부 선량의 합산 계산

【8】자동표시등 및 Inter lock

【9】방사화물 보관설비

대형 가속기 방사선안전 협의회
ARSF 발족을 축하드리고,
앞으로 많은 도움을 받고자 합니다.

감사합니다!

그러나, 3-4년 뒤에는 도움을 드리겠습니다!!!