

Rad-hard Normal Magnets and their Semi-Quick Handling

Kazuhiro TANAKA

for Erina Hirose &
Neutrino Beam Construction Team

Ms. Erina Hirose was in the cervical vertebrae hernia at NBI2005.

Operation was on July 7th 2005.

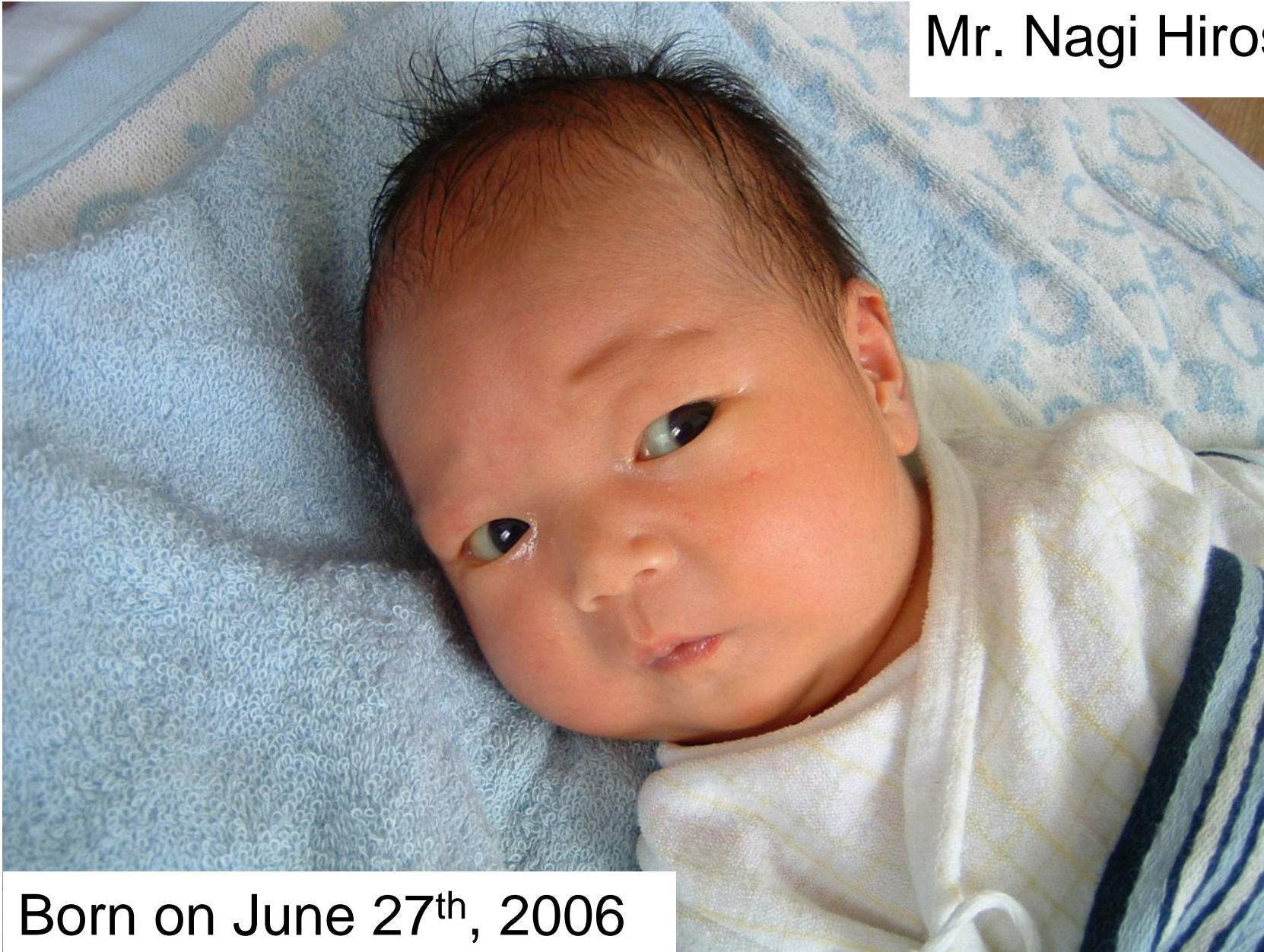


Now she recovered completely.....



With her new family member.

Mr. Nagi Hirose.

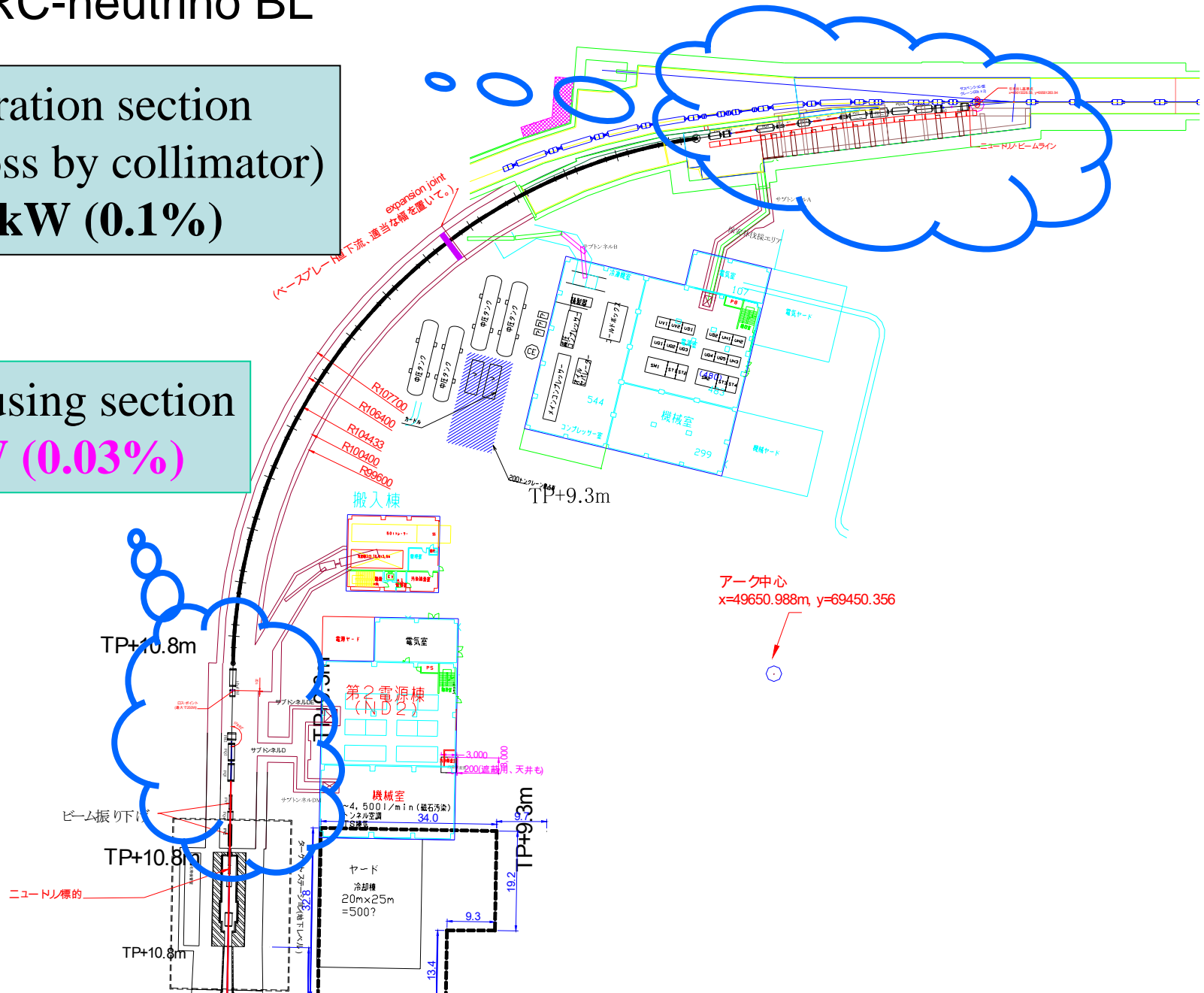


Born on June 27th, 2006

JPARC-neutrino BL

Preparation section
(ctrl'd loss by collimator)
0.75kW (0.1%)

Final Focusing section
0.25kW (0.03%)



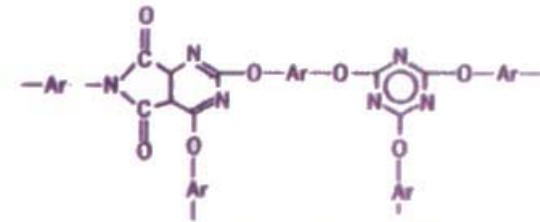
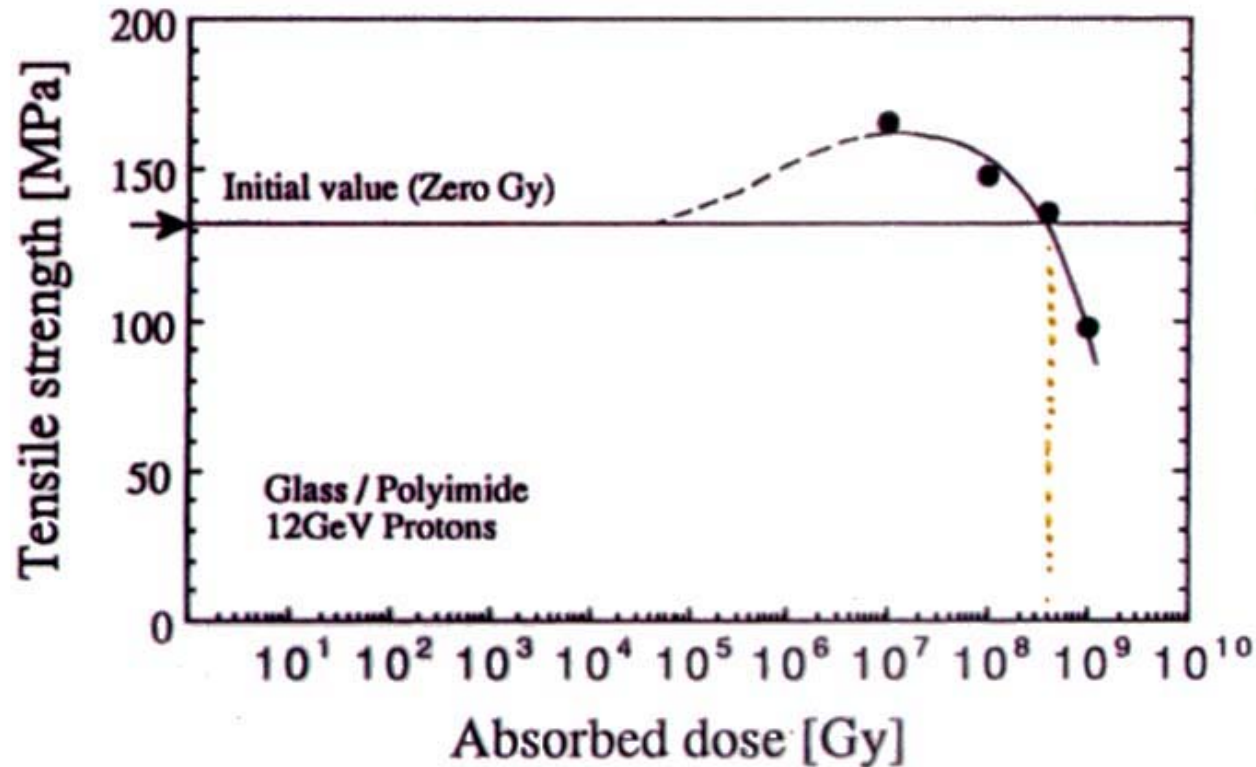
Summary of the J-PARC ν beam line warm magnets

No.	name	type	Optical Gap[mm] (new)		Magnetic Field	Length [mm]	Magnet Gap[mm]		Outward form[mm]			50GeV Operation			40GeV Operation			Weight [ton]
			Gap	width			Gap	width	W	H	L	Current [A]	Voltage [V]	Power [kW]	Currnt [A]	Voltage [V]	Power [kW]	
1	PH1	6C212MIC	48	134	1.000	600	90	300	900	800	650	2,000	38	75	1,600	30	48	8
2	PH2	6C212MIC	63	176	1.000	600	90	300	900	800	650	2,000	38	75	1,600	30	48	8
3	PQ1	Q460MIC	200 (pole size)		0.910	3,000	200		1,280	1,280	3,500	2,093	258	539	1,674	206	345	40
4	PQ2	Q360MIC	150 (pole size)		0.840	3,000	150		1,280	1,280	3,500	1,680	204	342	1,344	163	219	27
5	PD1	8D360	134	150	1.898	3,000	150	400	1,400	700	3,500	2,372	166	394	1,898	133	252	27
6	PD2	8D260	101	160	1.898	3,000	100	400	1,400	700	3,500	2,372	133	315	1,898	106	202	25
7	PV1	5D320MIC	128	60	1.000	1,000	150	250	1,100	600	1,400	1,000	57	57	800	46	37	9
8	PQ3	Q330	150 (pole size)		0.910	2,000	150		1,280	1,280	2,350	1,547	93	143	1,238	74	92	7
9	PV2	6D320	98	113	1.000	1,000	150	300	1,100	600	1,500	1,471	50	74	1,176	40	47	10
10	PQ4	Q360	150 (pole size)		0.863	3,000	150		1,280	1,280	3,500	1,295	153	198	1,036	122	127	22
11	PH3	7D220	48	134	1.000	1,000	100	300	1,200	600	1,400	850	57	48	680	46	31	10
12	PQ5	Q240	100 (pole size)		0.780	2,000	100		1,280	1,280	2,350	1,560	87	135	1,248	69	86	18
PP Total														2,396			1,533	
13	FQ1	Q260	100 (pole size)		0.430	3,000	100		1,200	1,200	3,000	860	65	55	688	52	36	43
14	FH1	6D220	56	80	1.000	1,000	100	300	1,000	440	1,400	850	57	49	680	46	31	6
15	FH2	6D220	82	74	1.000	1,000	100	300	1,200	600	1,400	850	57	49	680	46	31	10
16	FV2	6D320	143	93	1.000	1,000	160	300	1,100	600	1,500			50			36	
17	FQ2	Q360	150 (pole size)		0.923	3,000	150		1,280	1,280	2,500	1,385	164	227	1,108	131	145	22
18	FQ3	Q360	150 (pole size)		0.923	3,000	150		1,280	1,280	2,500	1,385	164	227	1,108	131	145	22
19	FH2	6D420	166	98	1.000	1,000	200	300	1,100	600	1,500	1,250	88	109	1,000	70	70	10
20	VD1	9D250	102	181	1.896	2,500	150	300	600	1,200	2,900	2,370	117	276	1,896	93	177	21
21	FQ4	Q330	98		0.780	1,500	150		1,280	1,280	2,350	1,326	79	105	1,061	63	67	7
22	VD2	9D270	102	209	2.160	3,500	150	300	600	1,200	4,400	2,700	168	455	2,160	135	291	32
FF Total														1,602			1,029	
Total														3,998			2,562	

Rad-Hard Magnets

- Polyimide insulation up to 10^8 Gy
- Mineral Insulation Cable up to 10^{11} Gy

Polyimide Insulation

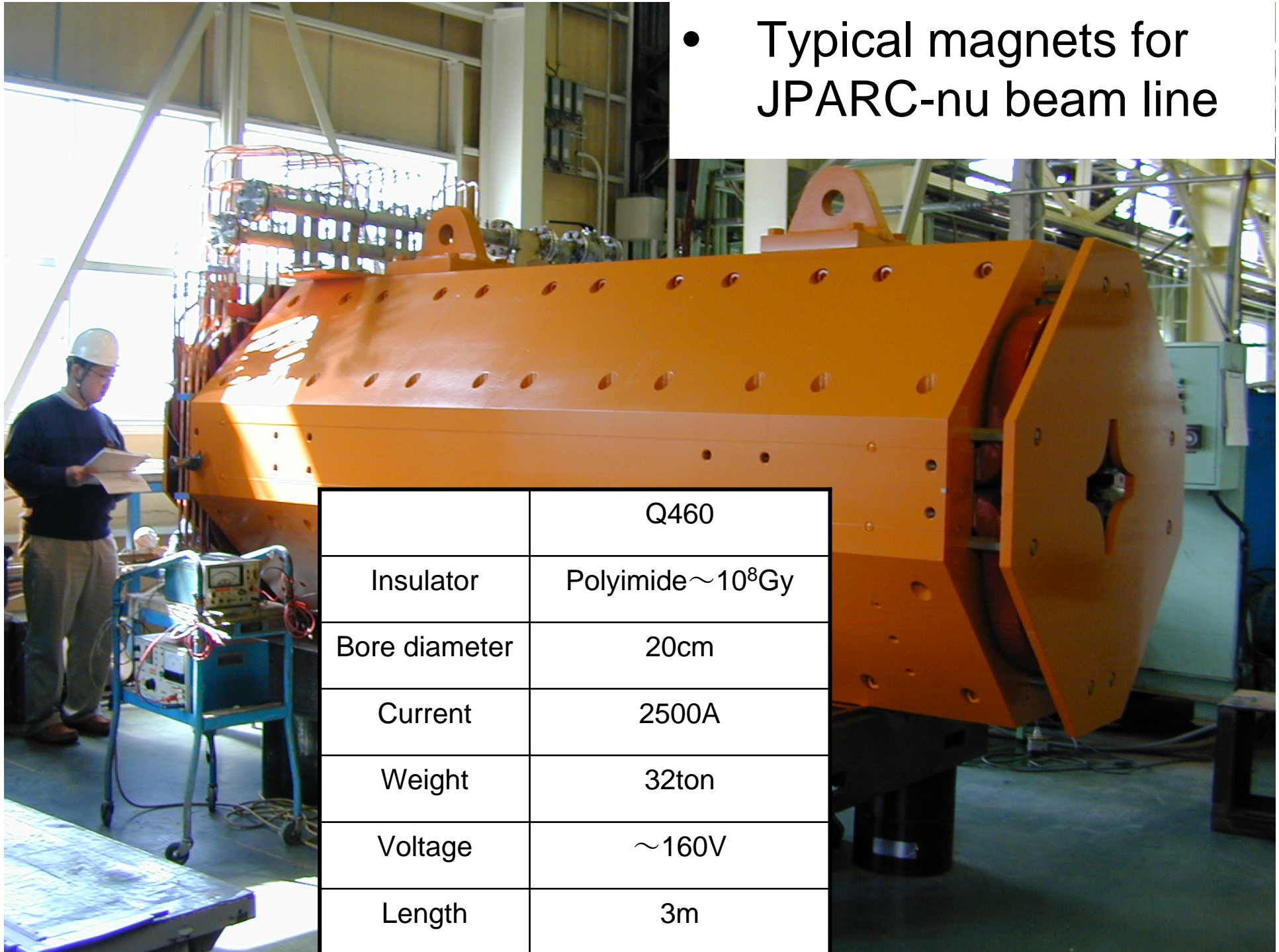


ビスマレイミド・トリアジン樹脂
(BT樹脂, 三菱瓦斯化学)

BT resin

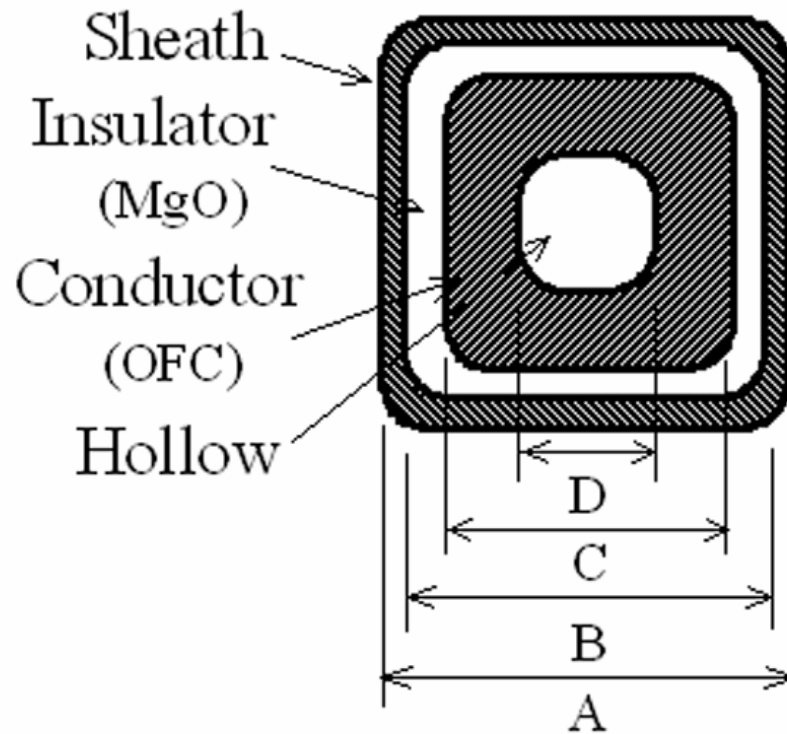
Tensile strength of a cured BT resin reinforced by Boron Free Glass Cloth.

- Typical magnets for JPARC-nu beam line



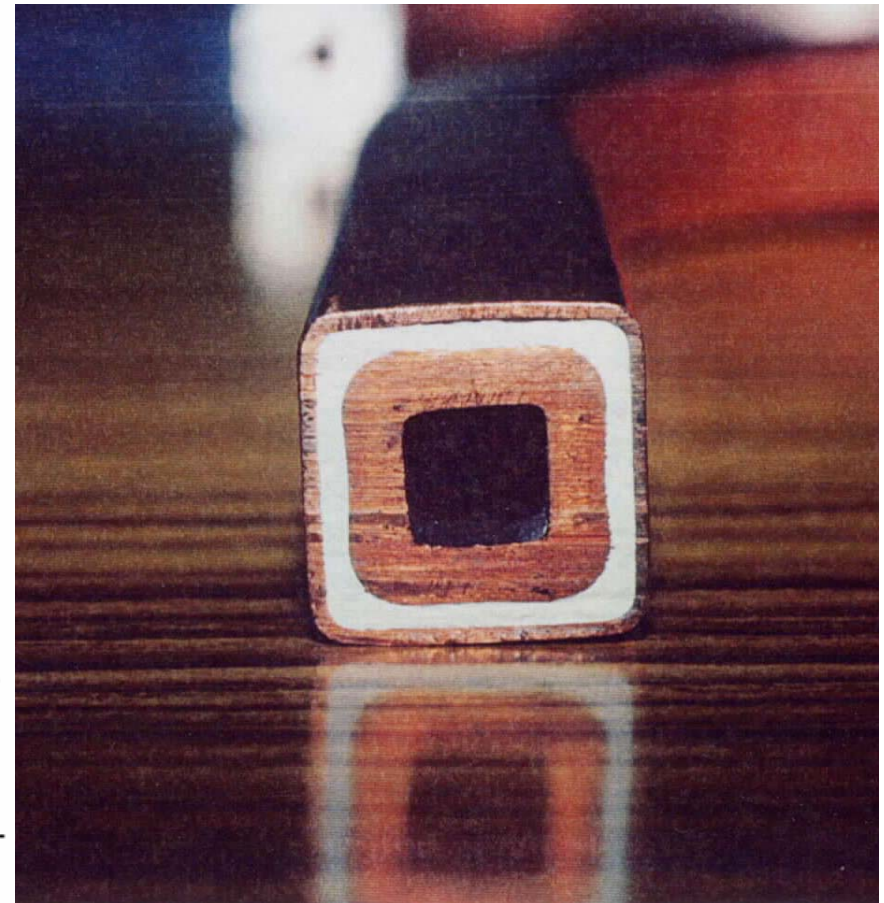
	Q460
Insulator	Polyimide $\sim 10^8$ Gy
Bore diameter	20cm
Current	2500A
Weight	32ton
Voltage	~ 160 V
Length	3m

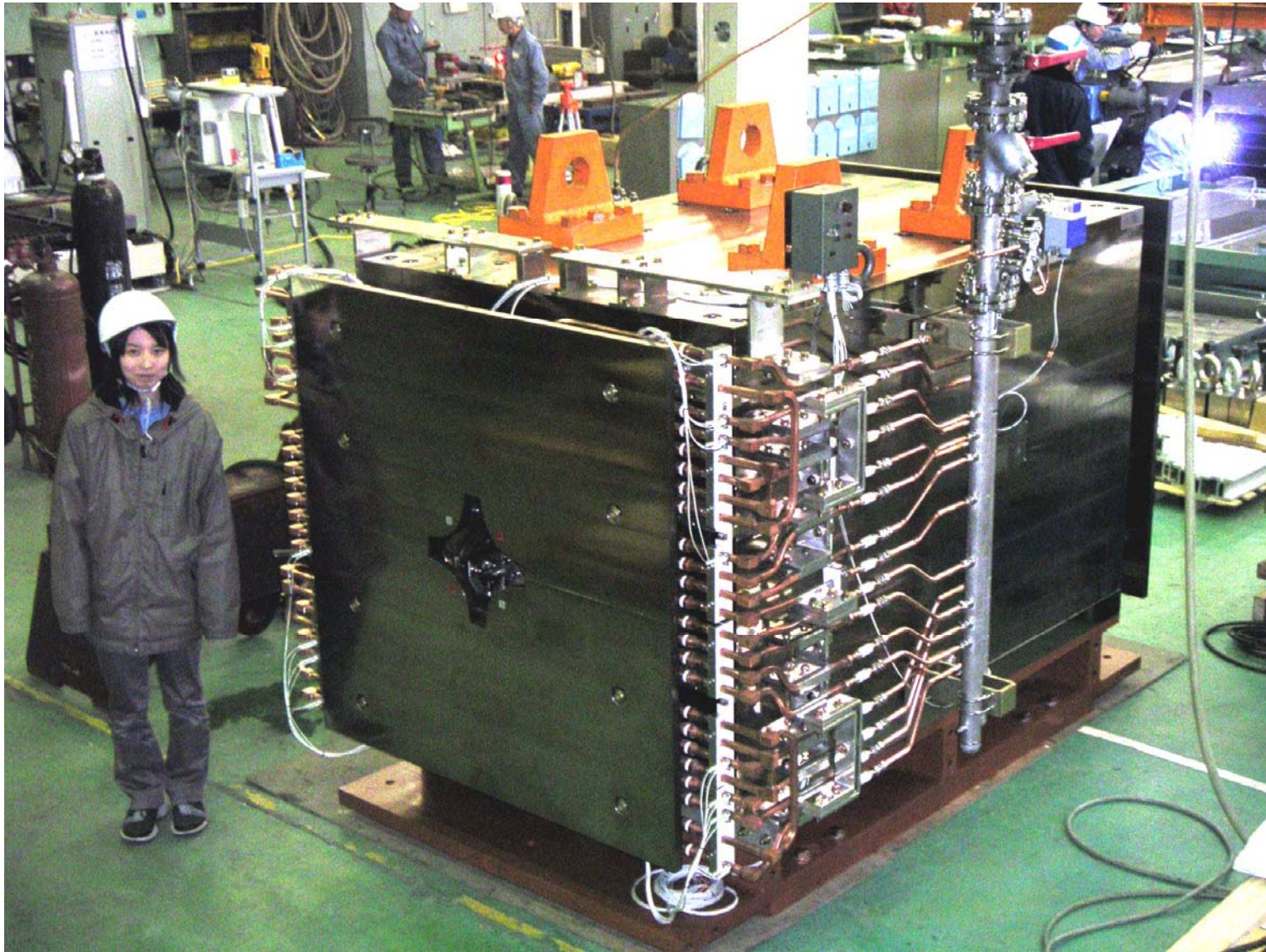
Mineral Insulation Cable



Nominal Current (A)	2000	2500	3000	1000*	2000*
Dimensions (mm)					
A: Outward Size	20.0	23.8	28.0	18.0	14.0
B: Insulator Size	18.0	21.6	25.0	16.6	12.6
C: Conductor Size	14.6	18.0	20.0	13.2	9.2
D: Hollow Size	7.4	10.0	10.0	--	--
Cross Section (mm ²)					
Conductor	150.9	211.7	293.1	168.4	78.8
Insulator	117.7	153.2	227.4	106.6	79.4
Seath	73.4	95.3	150.6	47.8	36.6

* indicates Solid Conductor MICs. No hollow is in Cu conductor.



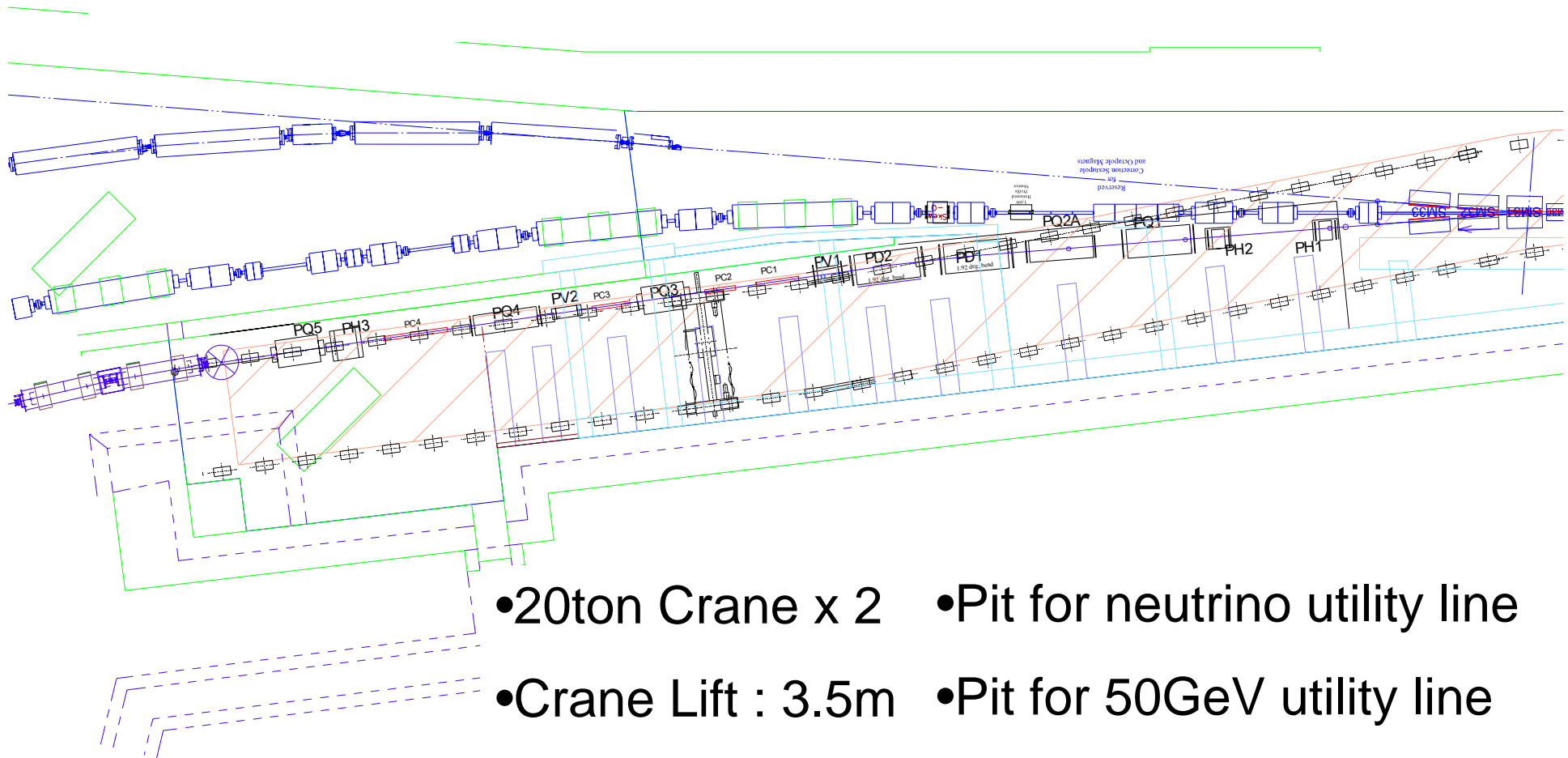


Radiation resistant magnet for J-PARC (Q440MIC)

Semi-Quick Hadling

- Quick Handling as a Beam Line System
- Maintenance Scenario - First
- Actual Technology R&D - Second
 - Water disconnection
 - Electricity disconnection
 - Vacuum disconnection
 - Magnet lifting
 - Radiation hard magnet
- Real Construction - Third

Preparation section



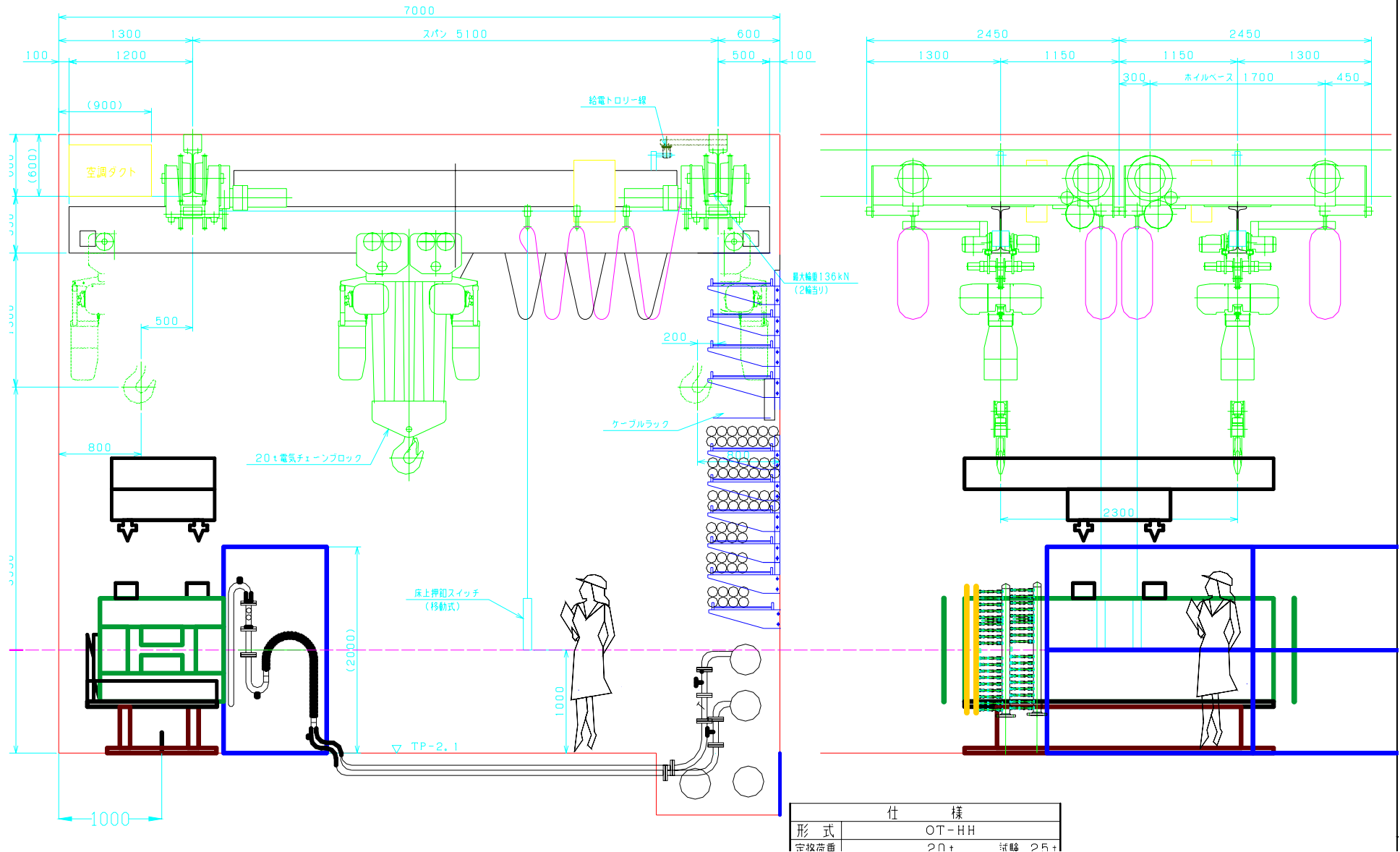
- 20ton Crane x 2
- Crane Lift : 3.5m
- 50cm Concrete Shield
- Temporary Storage Area
- Pit for neutrino utility line
- Pit for 50GeV utility line

Status:
June 2006

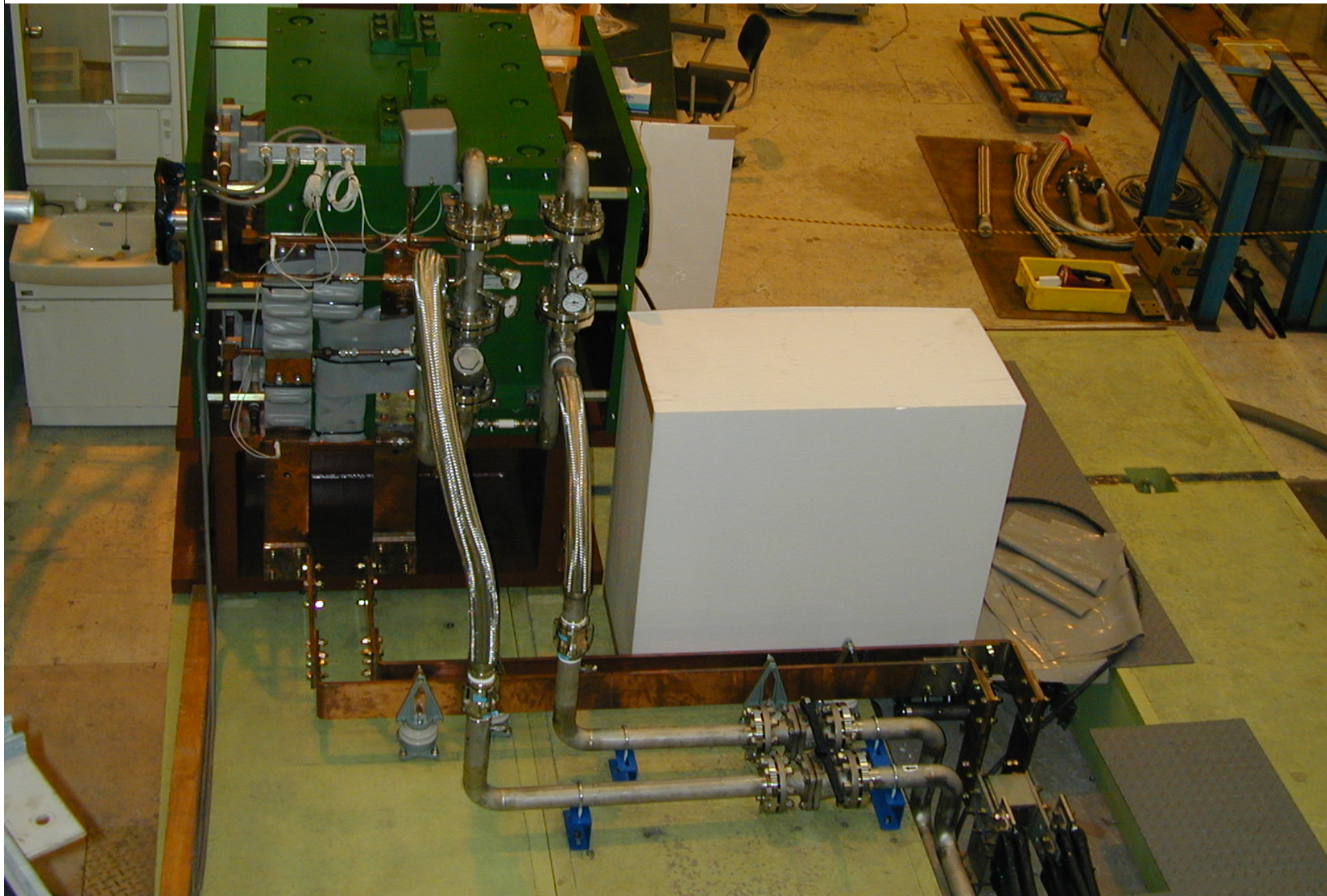


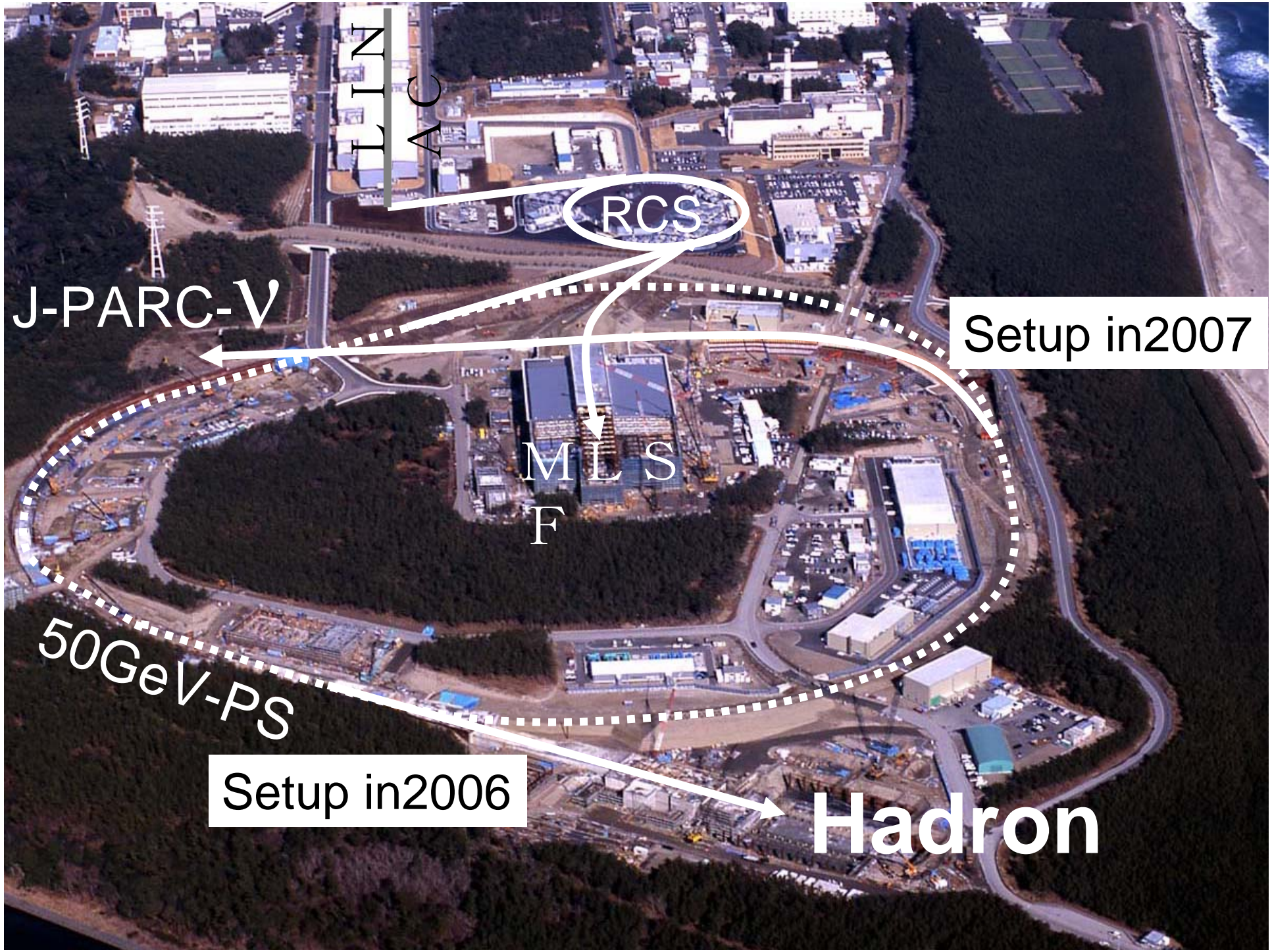
Preparation Section of the Neutrino Beam Line

Cross sectional view of Hadron-SY & Neutrino



Mock Up of Hadron-SY & Neutrino





LIN
LAC

RCS

J-PARC-V

Setup in 2007

MLS
F

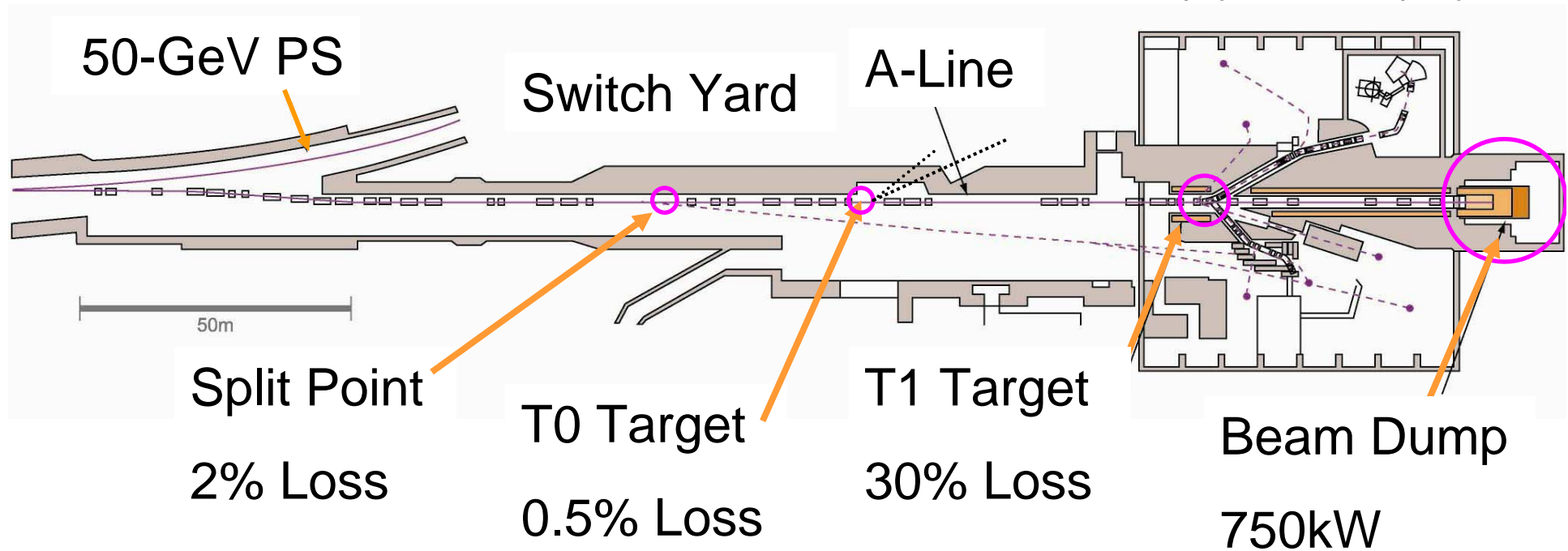
50GeV-PS

Setup in 2006

Hadron

Slow Extraction Beam Line (Phase I)

NP-HALL
56m(L) × 60m(W)



Semi-Quick Handling

- Radiation Dose? How much?
- Quick Handling as a Beam Line System
- Maintenance Scenario - First
- Actual Technology R&D - Second
 - Water disconnection
 - Electricity disconnection
 - Vacuum disconnection
 - Magnet lifting
 - Radiation hard magnet
- Real Construction - Third

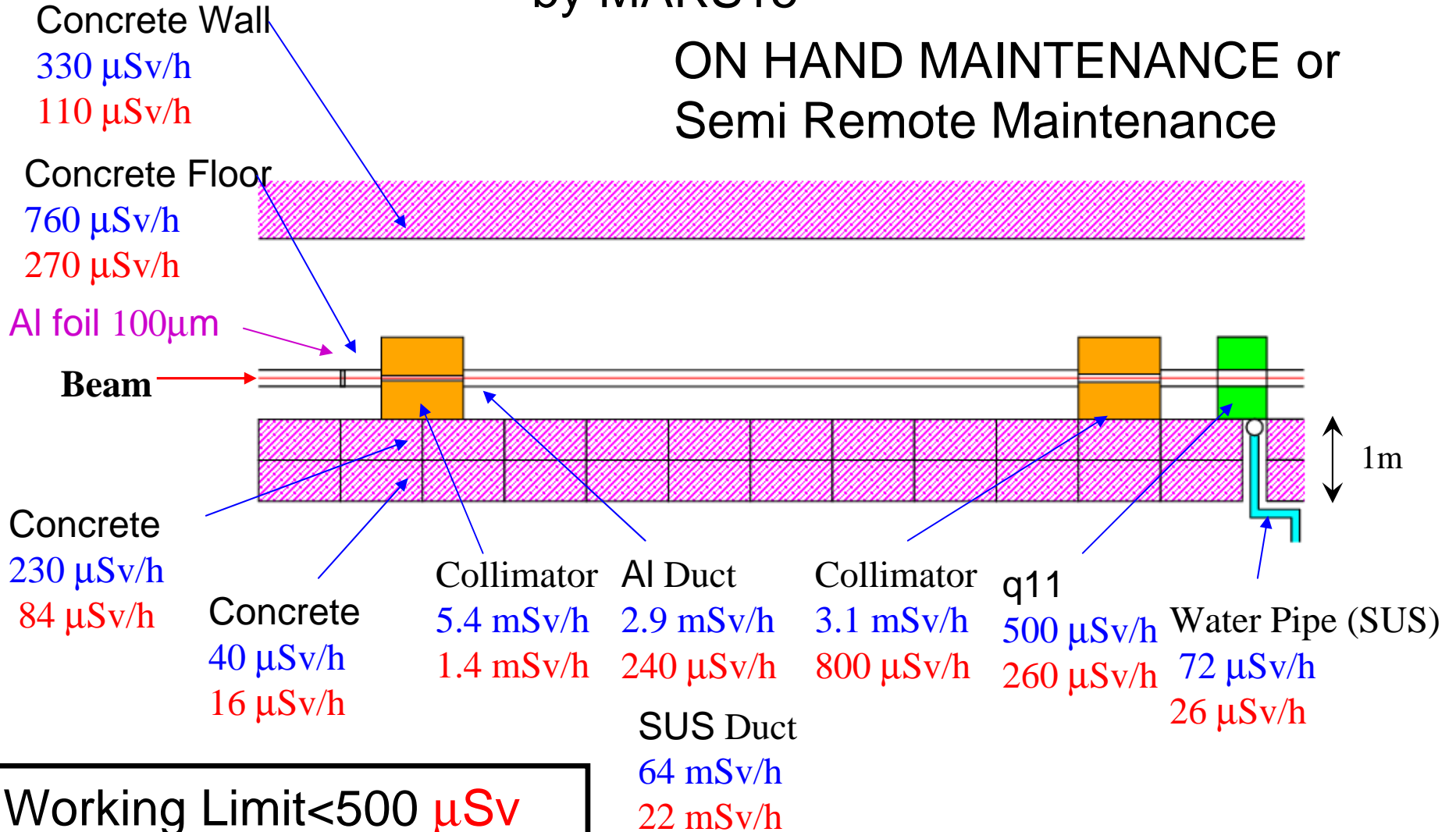
Residual Dose (SY)

30Days Operation/1Day Cooling

1Year Operation/Half Year Cooling

Phase 1 by MARS15

ON HAND MAINTENANCE or
Semi Remote Maintenance



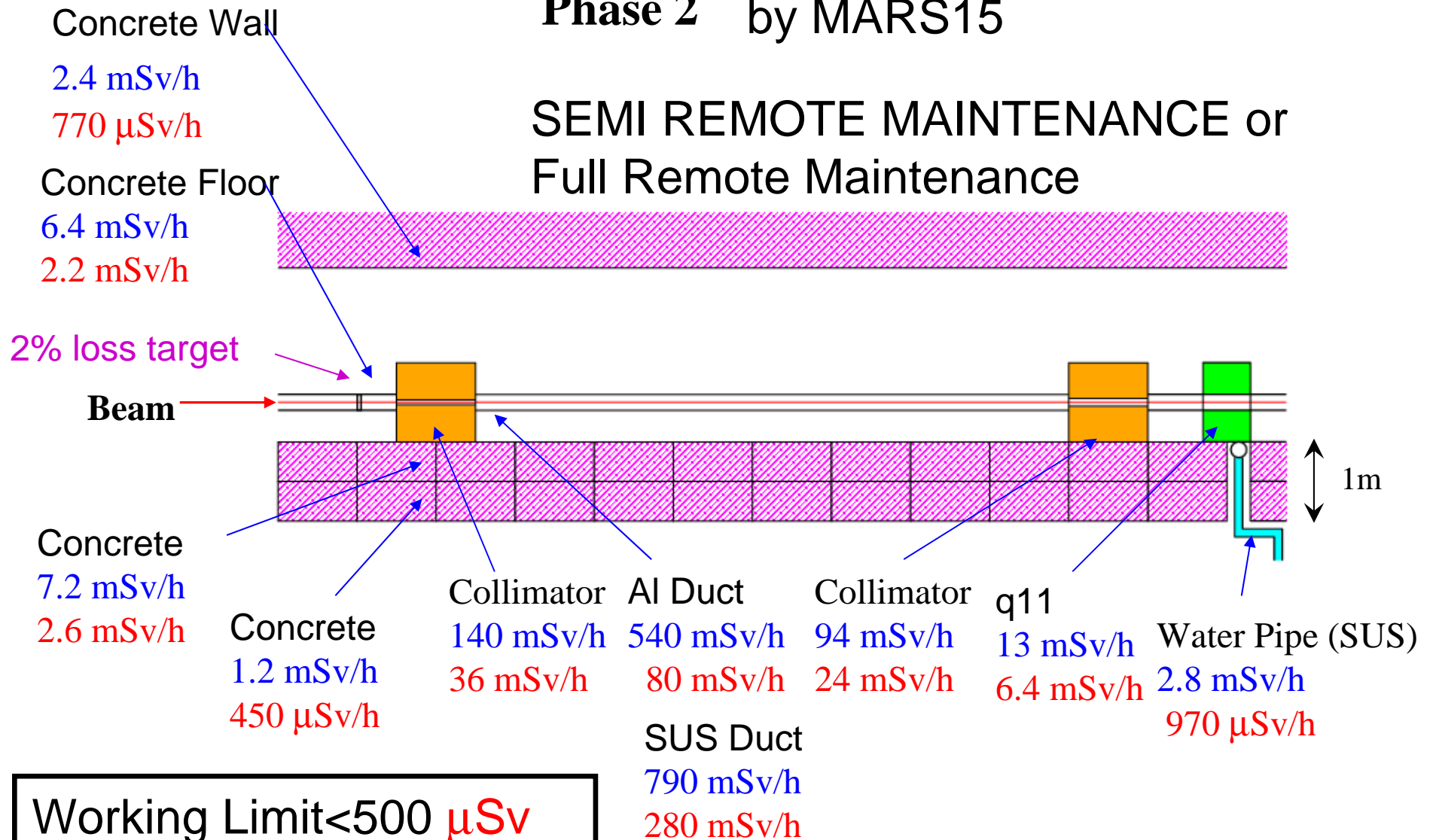
Working Limit < 500 μSv

Residual Dose (SY)

30Days Operation/1Day Cooling
1Year Operation/Half Year Cooling

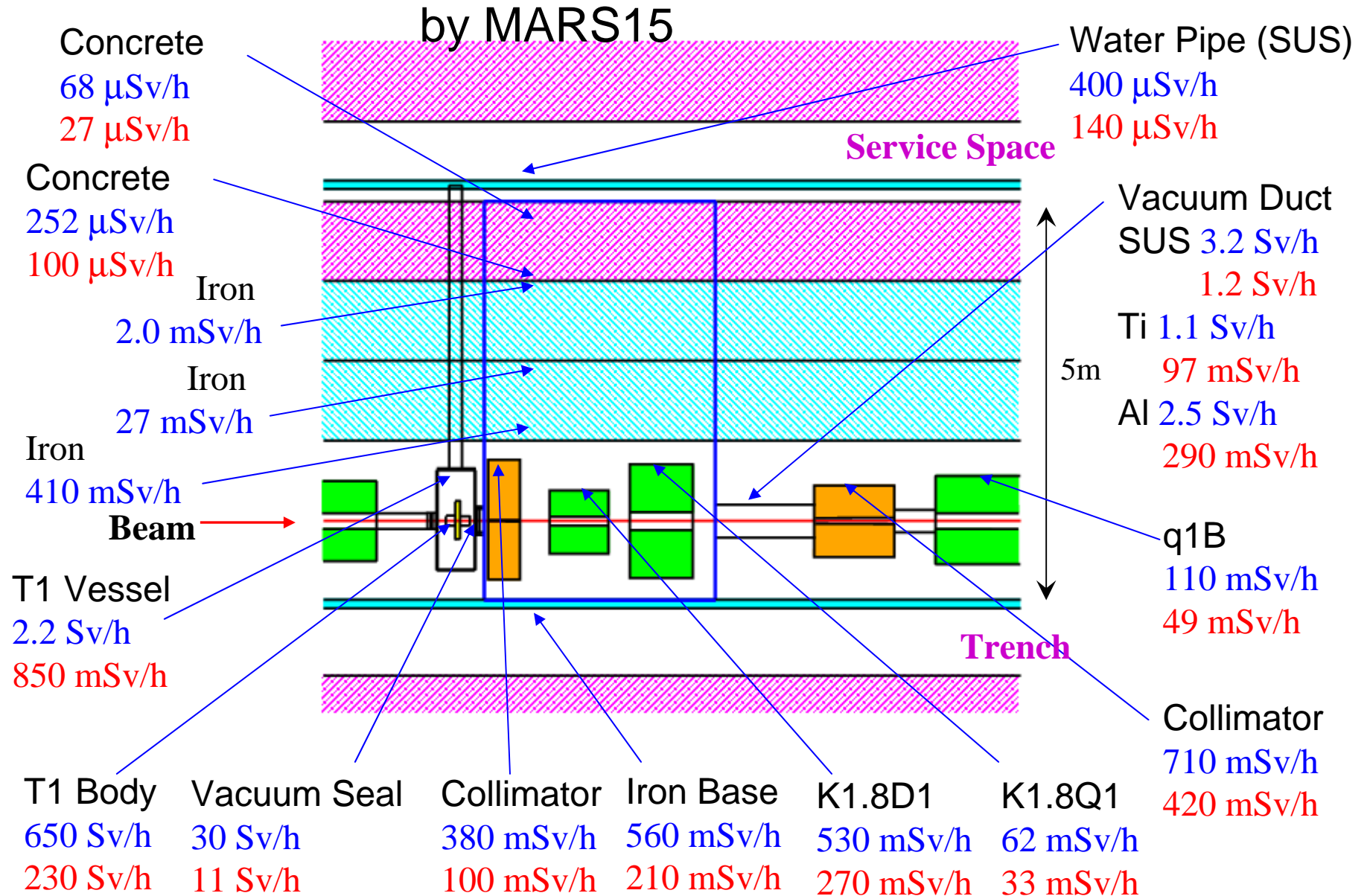
Phase 2 by MARS15

SEMI REMOTE MAINTENANCE or Full Remote Maintenance

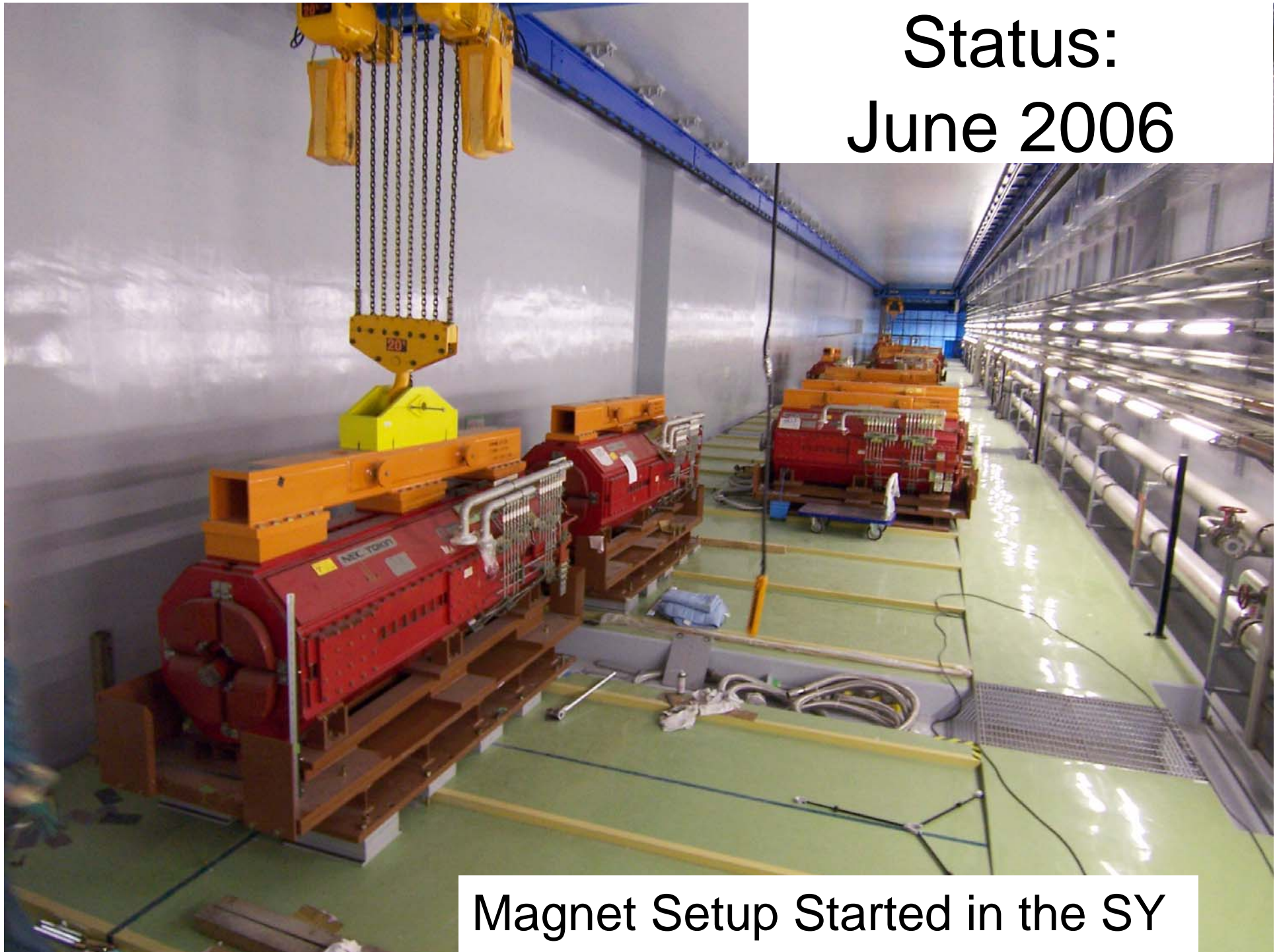


Residual Dose (T1)

30Days Operation/1Day Cooling
1Year Operation/Half Year Cooling



Status:
June 2006



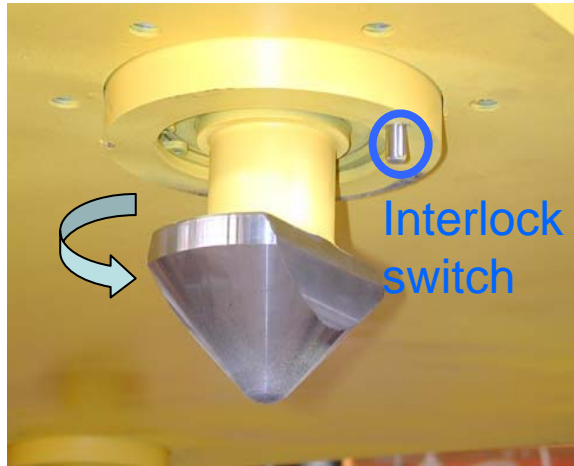
Magnet Setup Started in the SY

Status: June 2006



Magnet Setup Started in the SY

Automated magnet lifting for 20 ton load

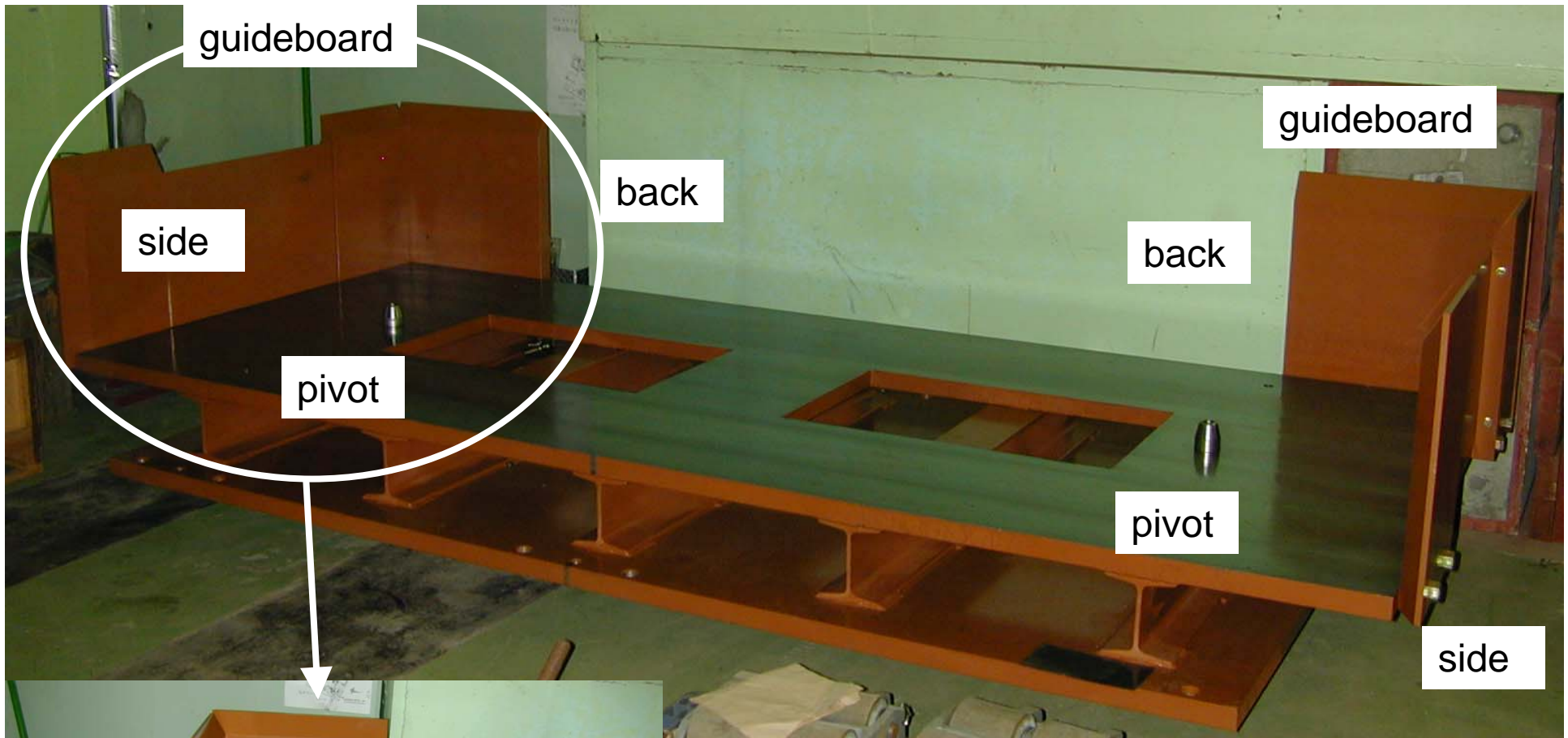


Twist lock

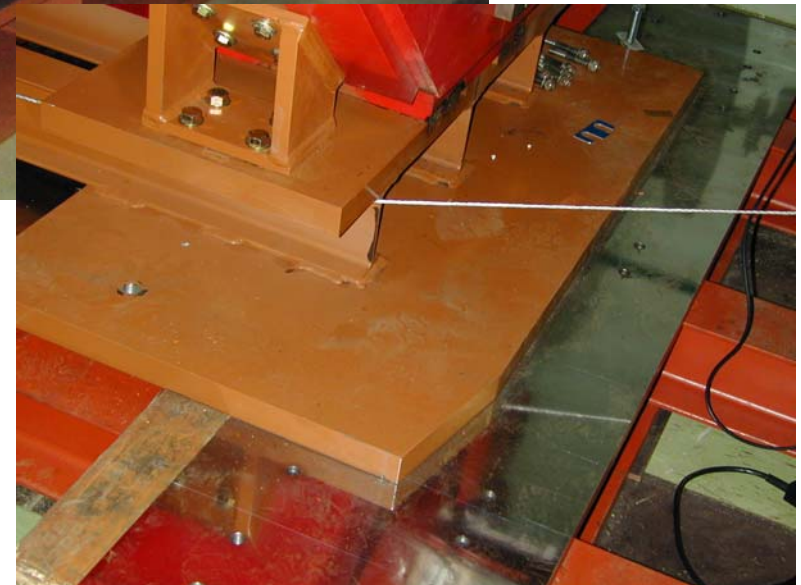


Corner fitting



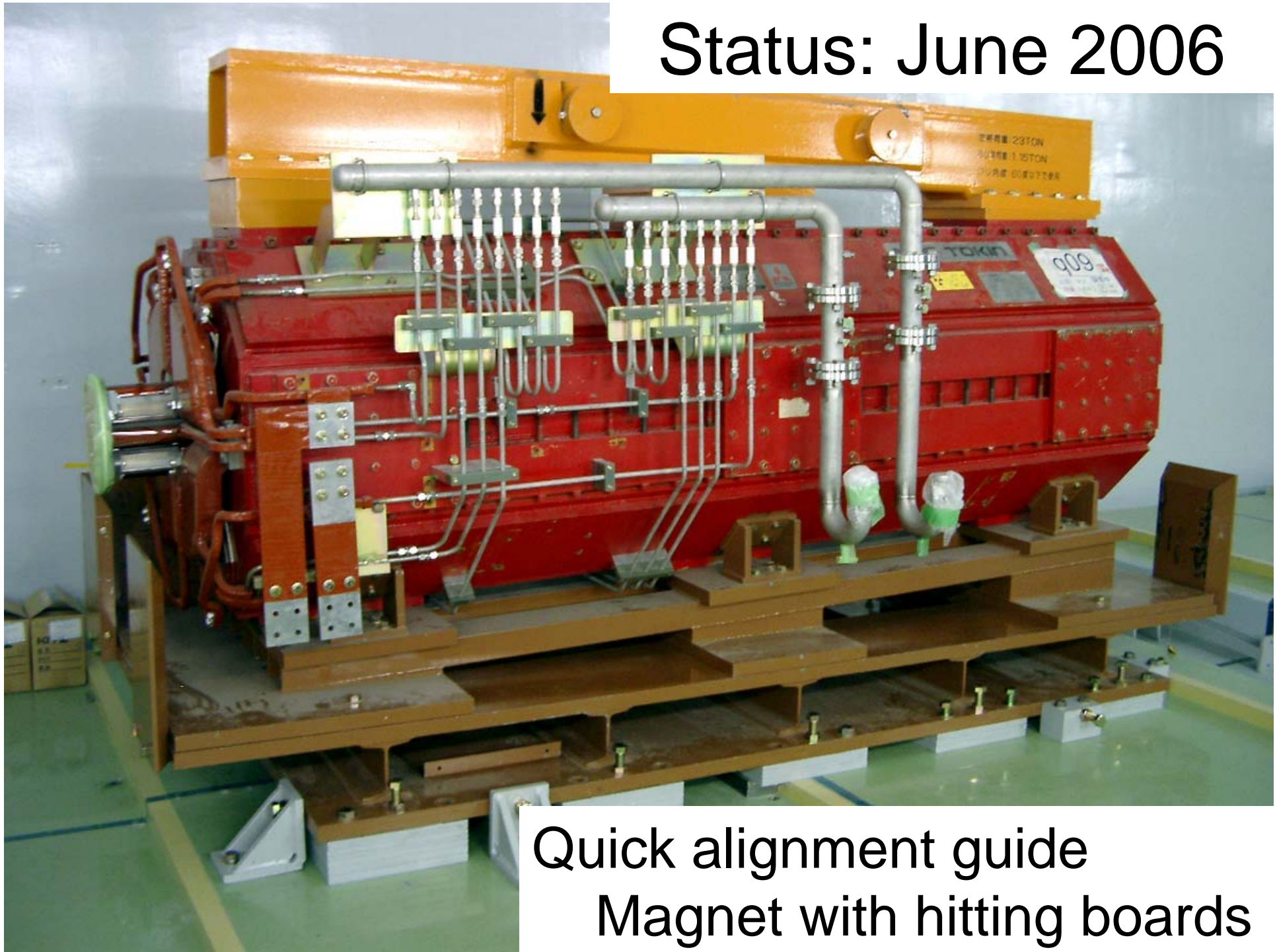


Quick alignment guide
Mechanical support with
pivots and guideboards



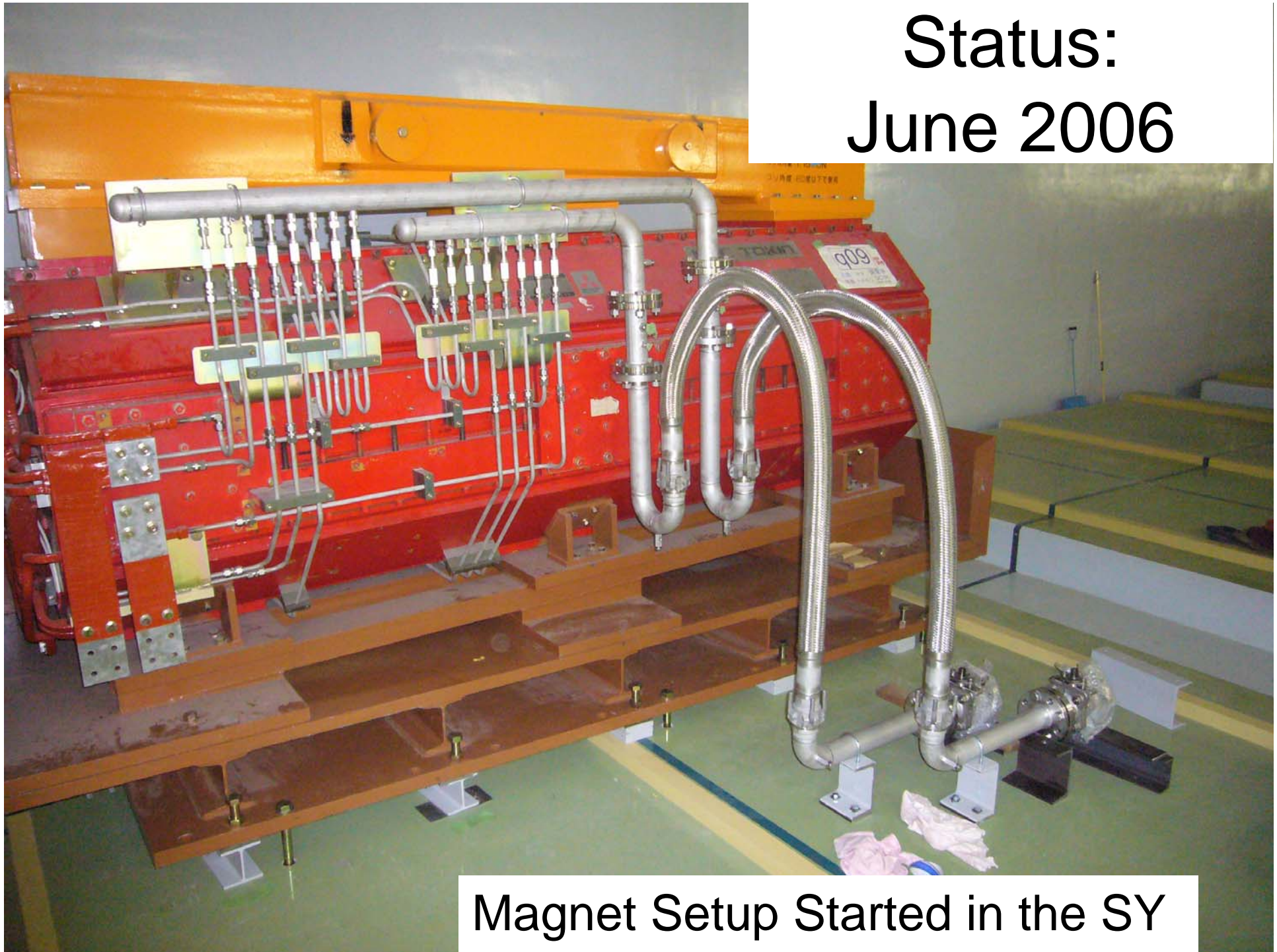
Quick alignment guide
Magnet with hitting boards

Status: June 2006

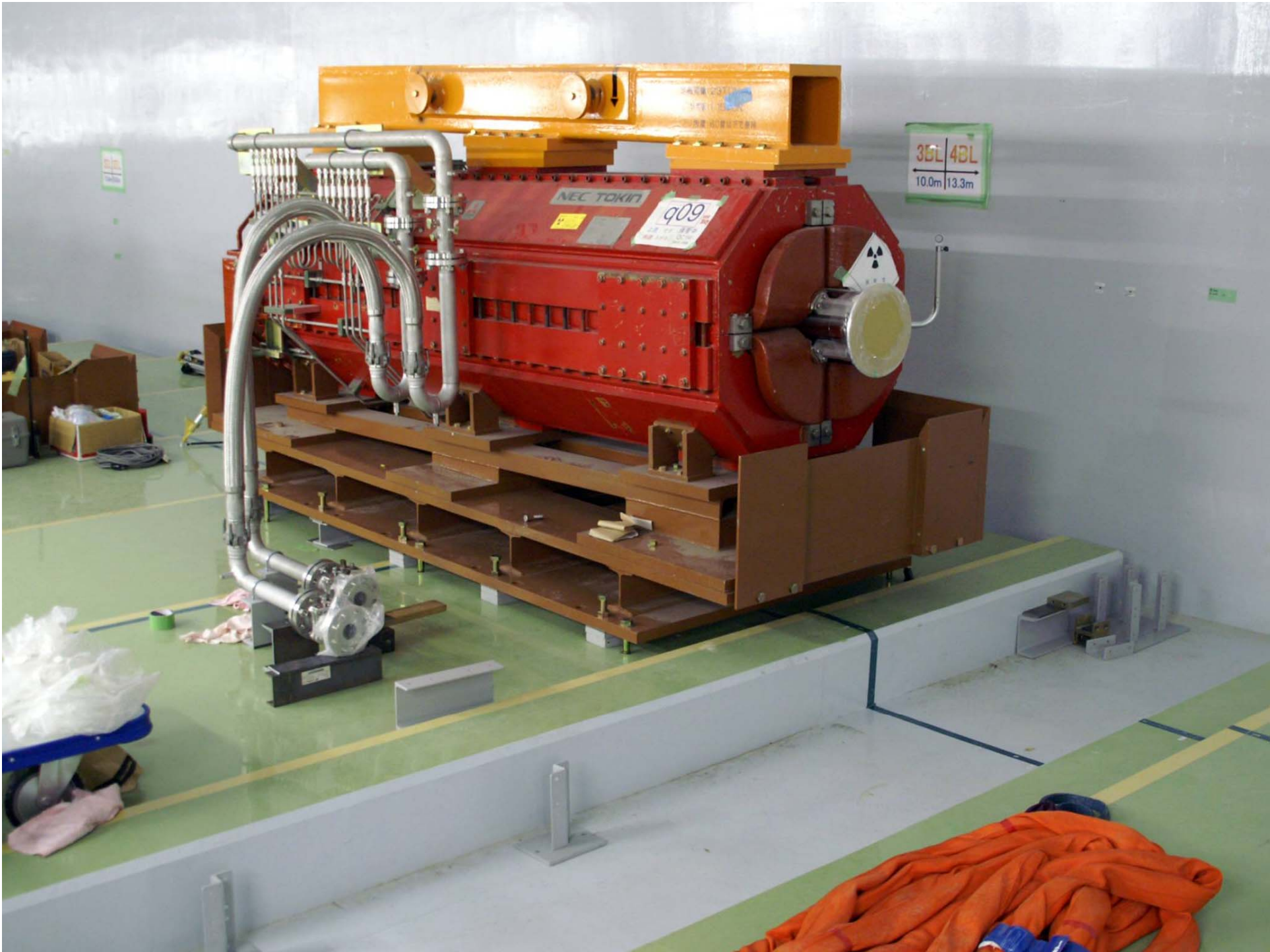


Quick alignment guide
Magnet with hitting boards

Status:
June 2006



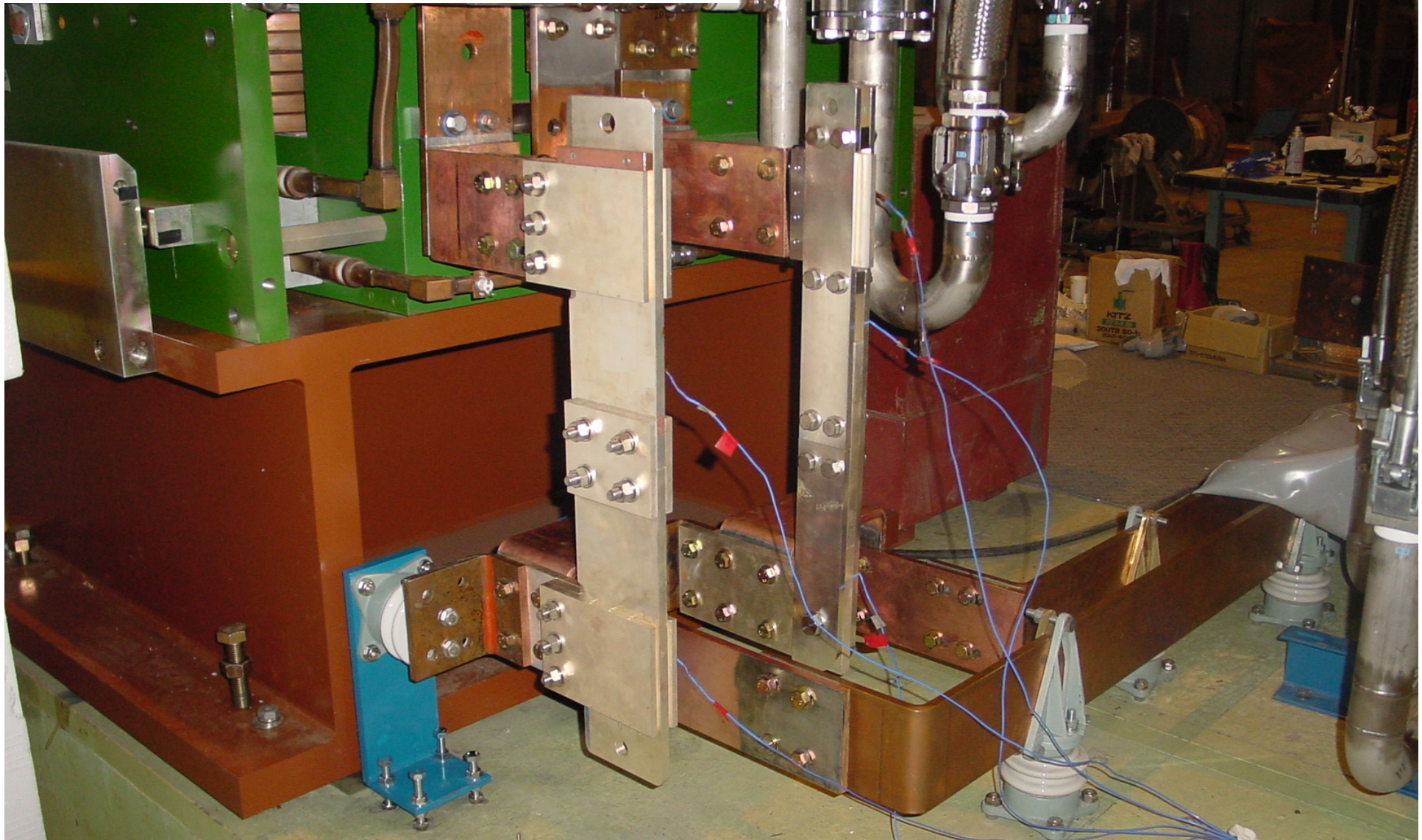
Magnet Setup Started in the SY



Completed QC2MIC Magnet



Power Connector



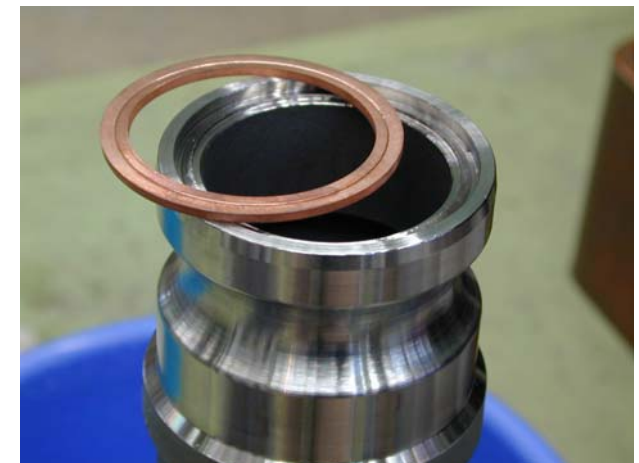
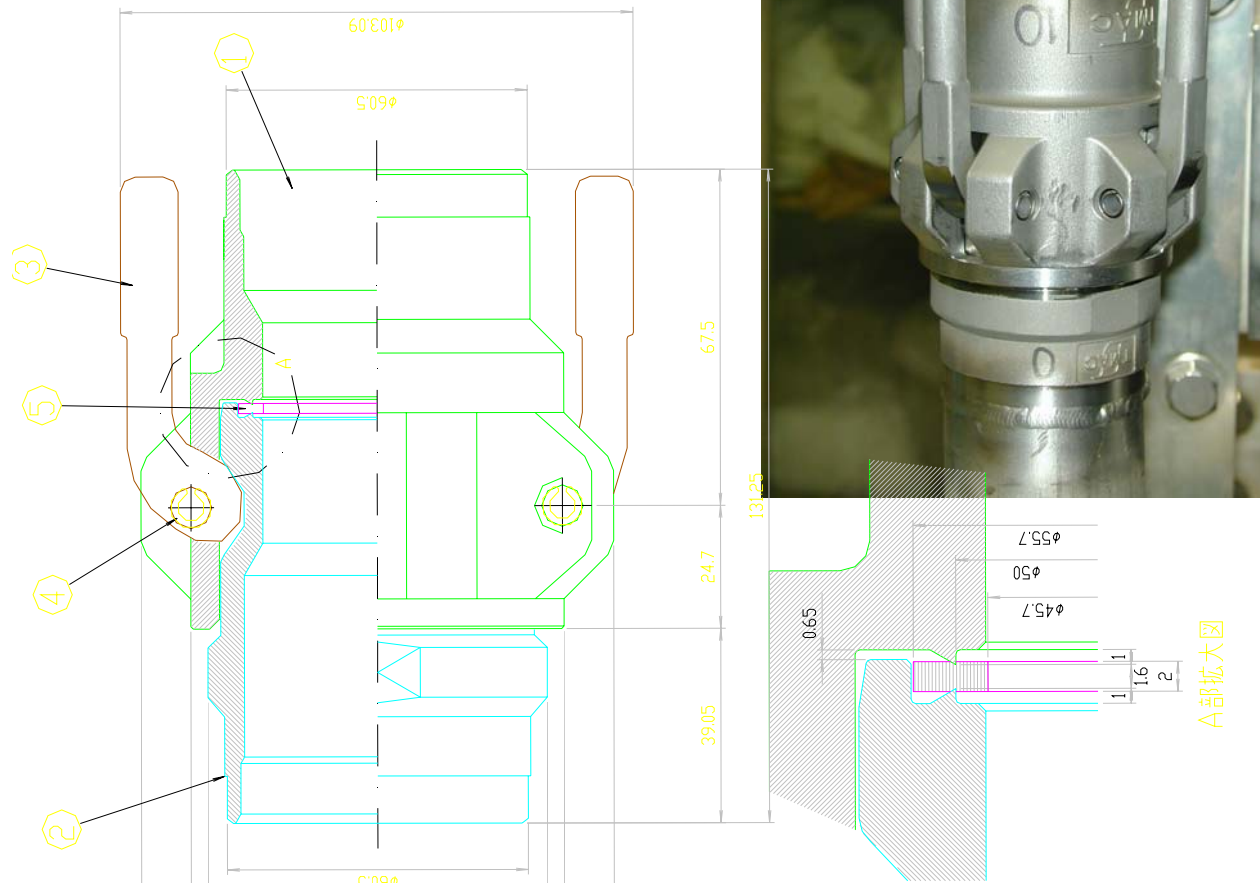
Maximum current : DC3000
A

Maximum voltage : 200V

Remote Handling 3

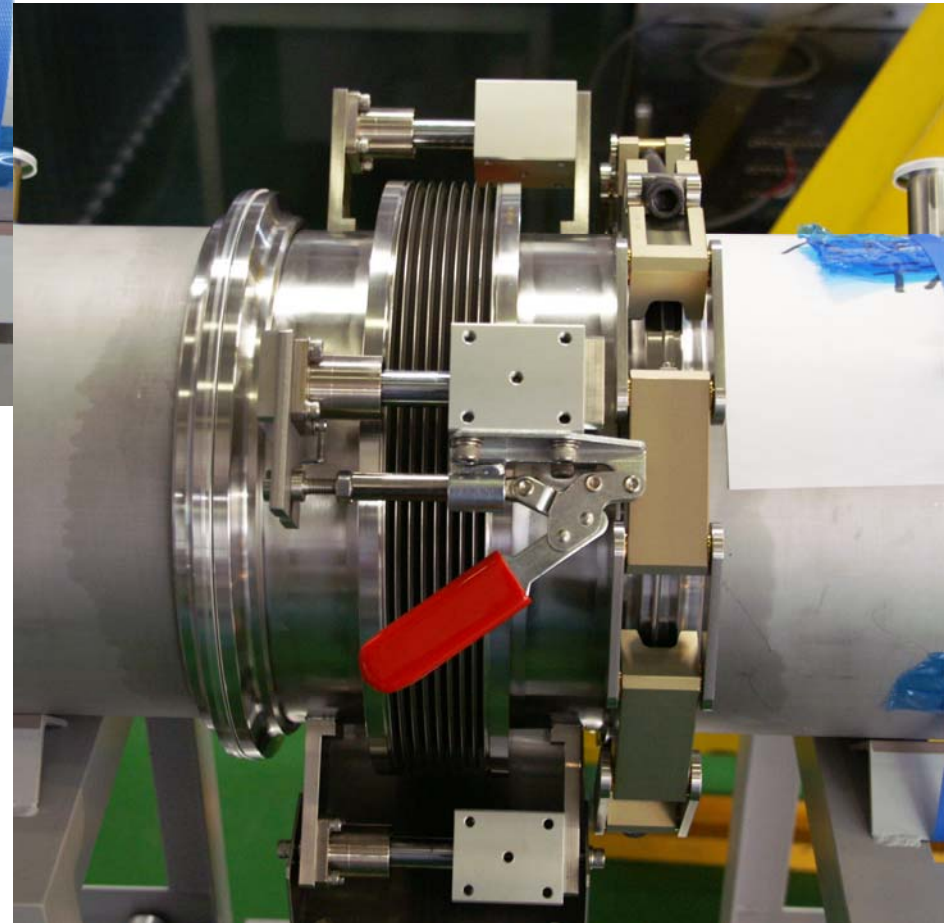
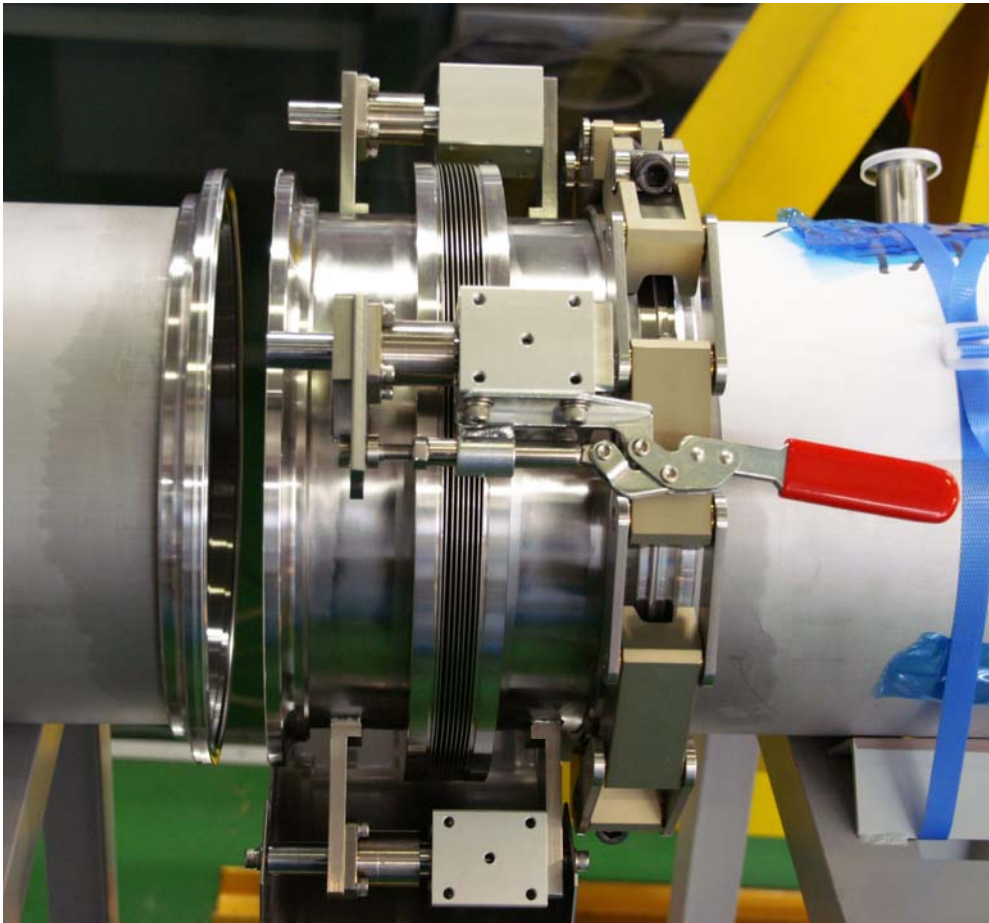
Metal sealed lever coupler

- Normal operation with 2MPa
- Normal operation temperature : 15~80°C
- Two inch. Diameter
- Cu-ring annealing @750°C
- Deficit depth > 0.2mm

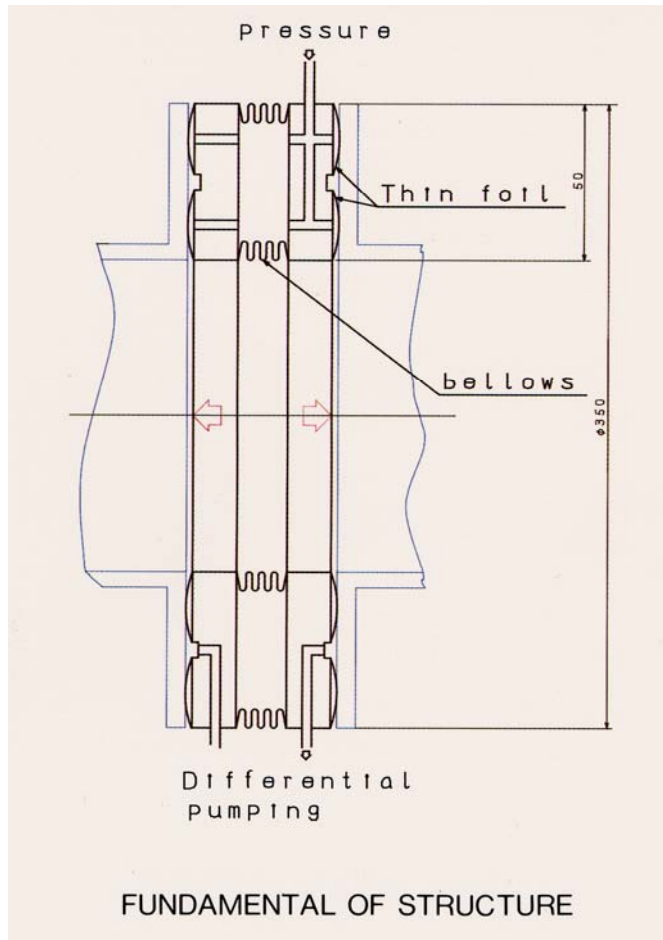


Remote Handling

Quick connection
bellows



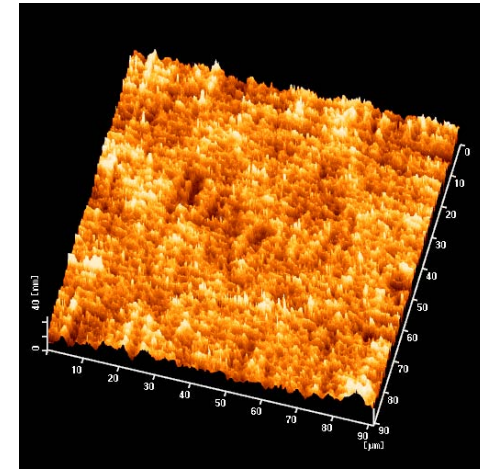
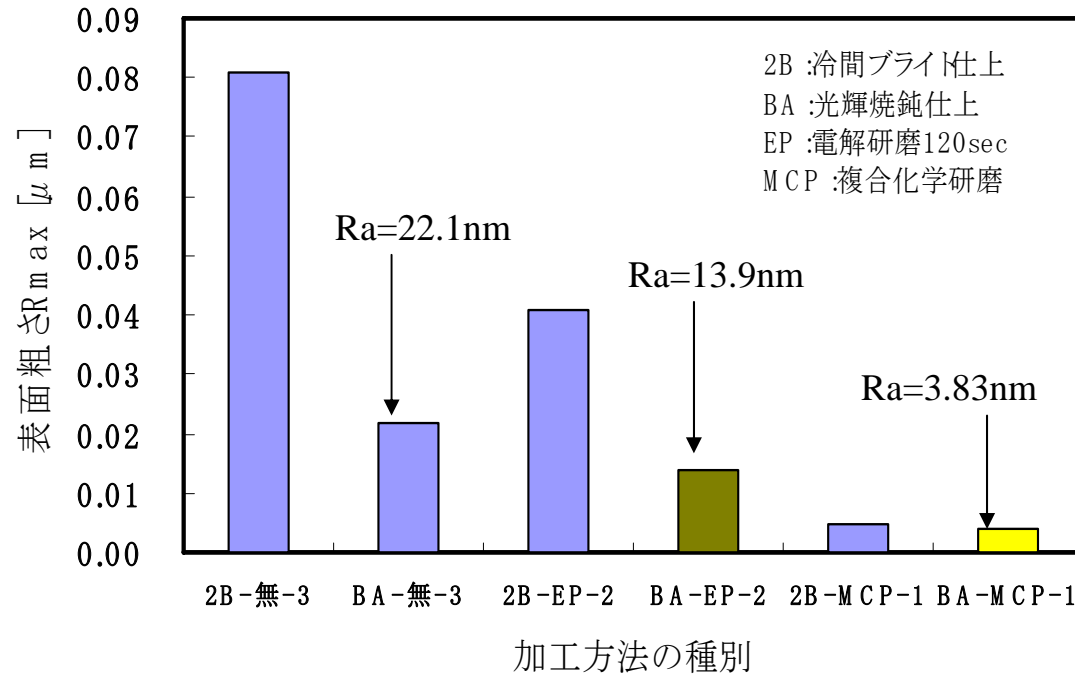
KEK Pillow Seal (Yamanoi, 1990)



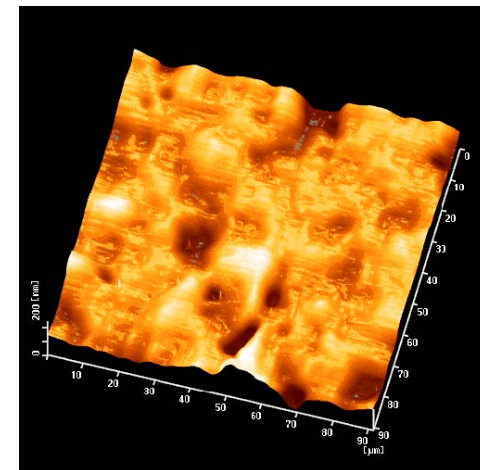
KEK 1.2 GeV - PS 北カウンターホール
K6 ビームラインでは片面ピローシールも
のを使用 (1990年4月製作)
First Product in 1990 by Yamanoi.

面粗さRaとリーク量

ダイヤフラムSUS304、0.2t

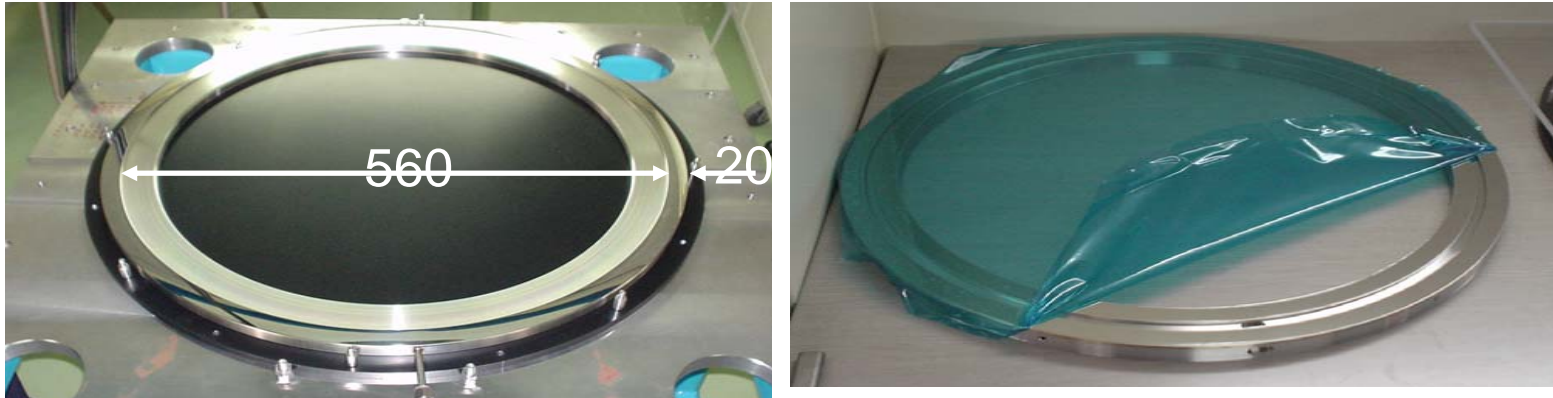


BA材MCP仕上げ
 $Q/L=4.4 \times 10^{-07} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$



BA材EP仕上げ
 $Q/L=3.2 \times 10^{-04} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}/\text{m}$

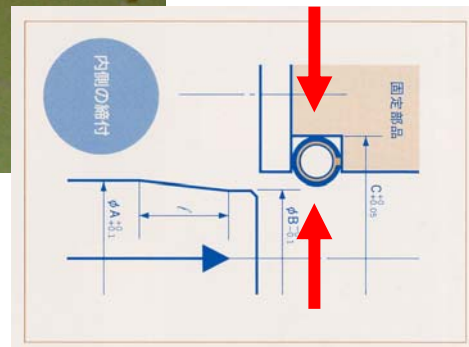
Present Status!



- ・気密性能（ダイヤフラム表面MCP処理）
 - 一重ダイヤフラム（左）は、約 5.0×10^{-07} Pa \cdot m³/sec/m
 - 二重ダイヤフラム（右）は、約 3.4×10^{-09} Pa \cdot m³/sec/m
- ・ダイヤフラム形状を見直すことで、対向フランジの変形0.2mmが吸収出来る高さを達成
 - 0.3MPaで膨張高さ0.35mm、0.45MPaで0.45mm
 - 幅が10mm以上確保出来るベース面からの裕度は0.6mm以上
(従来のものは約0.14mmの裕度しかない)

KEK Radial Seal

(patent requesting, Yamanoi)

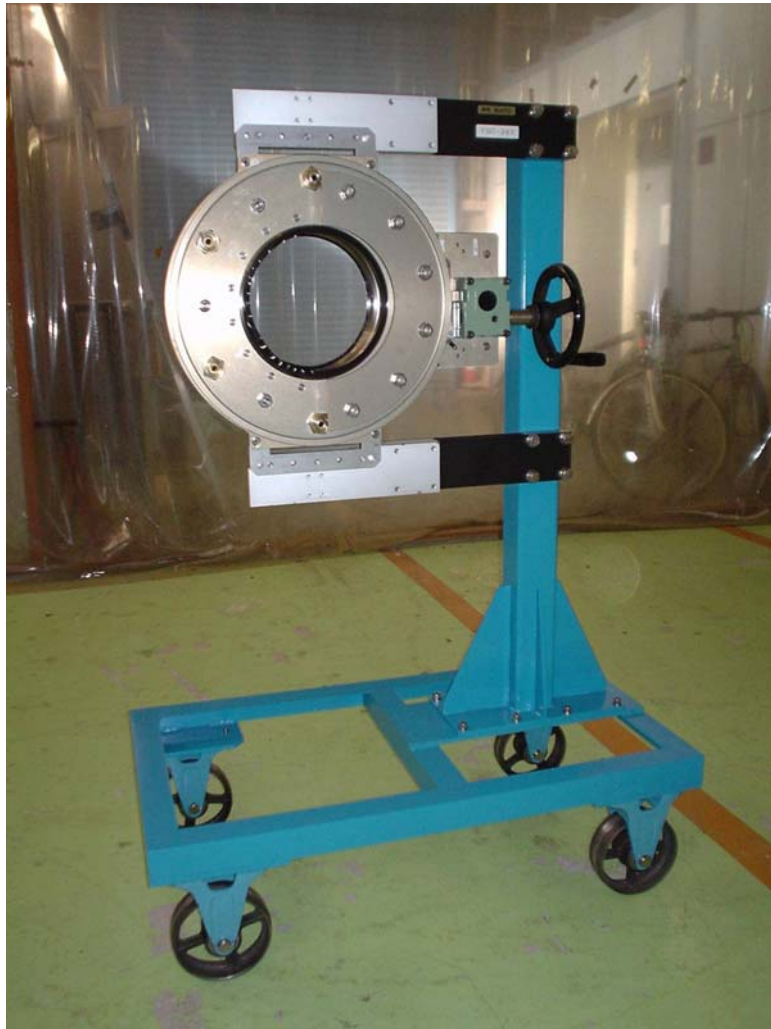


圧縮方向

- 設置時にシール面に擦傷を付けない
- フランジ面の平行度を気にしない。
- フランジの同軸性が低く、自己誘導機能を持つ
- シール圧縮力を対向型フランジの数分の一に出来る
- リーク量が小さい
- × プラグ/ソケットフランジが必要
- × 使い捨て金属O-リング
- × O-リングの取り付けが不便

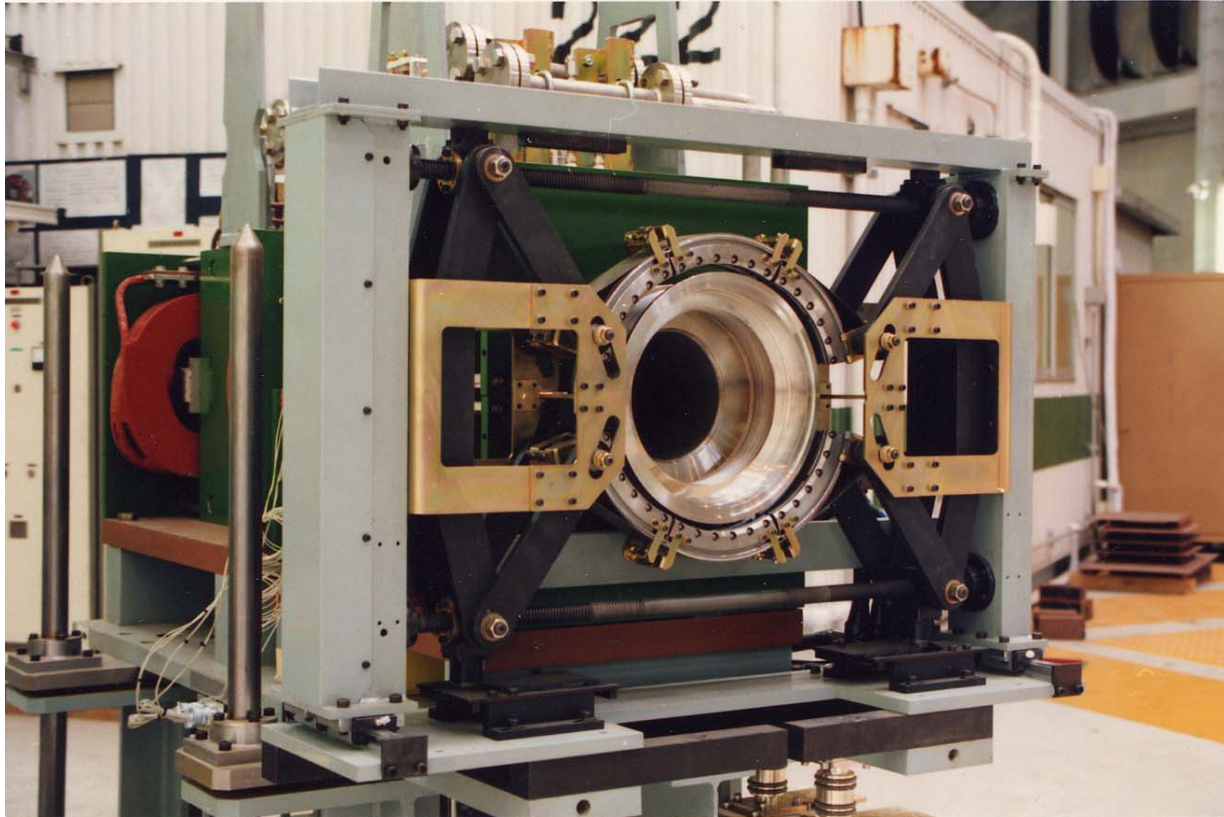
気密性能 $1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$

Radial Seal Photos



2005年11月撮影

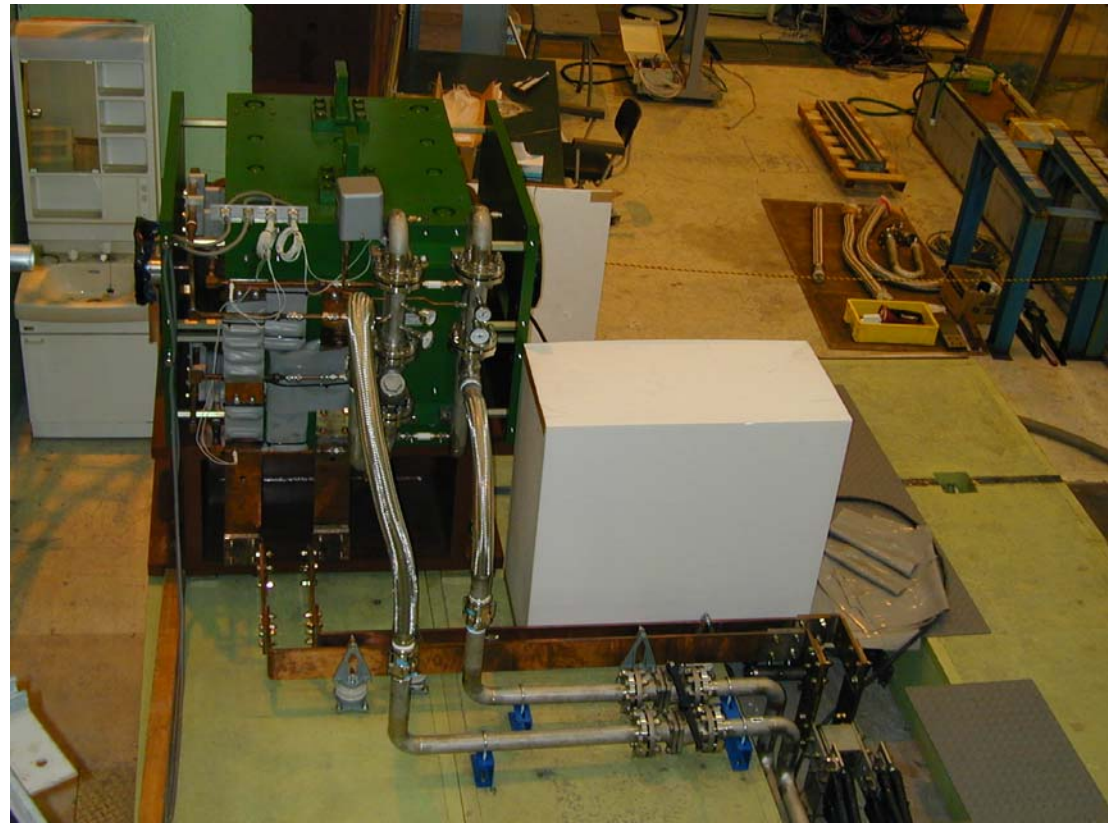
Automated V-Flange (Yamanoi and KHT)



- Product of Jan. 1990
- メタル中空 - Oリング（線径8.4mm、KEK310）を使用
- 気密性能（ 8×10^{-10} Pa \cdot m³/sec）
- リテーナーの開放と退避動作を連続して行える
- 退避動作の移動量（80mm）必要
- Oリング圧縮動作力の数倍の引っ張り動作力が必要

Summary

- We completed the design of the most normal conducting magnets of PP/FF section, and PP magnets are now under fabrication!
- Each tool for quick handling has been established.
 - 2 Automatic sling apparatuses for 20ton and 40ton
 - A quick alignment guide with hit plates
 - DC Power connectors up to 3000A
 - Metal sealed lever coupler for water disconnection
 - Some Vacuum Couplings



Small Tips for RR Magnets

Completely Mineral Thermo Switch

電取認定登録品 UL・C-UL認定品 VDE申請中 CCEE申請中

スナッパ-® US-625

特長:高温対応型,小型高容量,セラミックボディタイプ
用途:電子レンジ,暖房機器,給湯器 等

仕様

電気定格	AC125V MAX.15A 抵抗負荷 AC250V MAX.10A 抵抗負荷
温度設定範囲	50~250℃の一点温度選定
ディファレンシャル	15~30K
温度公差	150℃以下 動作温度±4℃/復帰温度±7℃ 151℃以上 動作温度±4%/復帰温度±6%
回路抵抗(初期値)	50mΩ以下
絶縁抵抗	100MΩ以上[DC500Vメガにて]
耐電圧	AC1,200V/1分間又はAC1,500V/1秒間
耐熱性	290℃
耐寒性	-20℃
閉閉耐久性	10,000回以上[定格負荷にて]

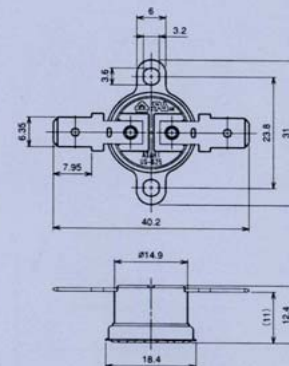
※微小電流用[全接点タイプ]もございます。

モデルコード

US-625	□□□□	FF: ステンレス鋼・表面型 QE: アルミニウム・表面型 QO: アルミニウム・ホルダーなし IO: ステンレス鋼・埋込型[埋込深さ 4.6mm] JO: ステンレス鋼・埋込型[埋込深さ 5.2mm] KO: アルミニウム・埋込型[埋込深さ 5mm] GO: アルミニウム・埋込型[埋込深さ 5.4mm] SO: 黄銅・ネジ取付型 [6-32/8-32/10-32/M3×0.5/M4×0.7]
カバー材質 ホルダー型式		
端子型式	L: ポジティブロックコネクタ-250シリーズ相当品 M: ポジティブロックコネクタ-187シリーズ相当品	
端子角度	R: 水平端子 T: 垂直端子	
接点型式	X: 温度上昇により"OFF" Y: 温度上昇により"ON"	
用途型式	A: 標準ケース P: 4ポストケース	

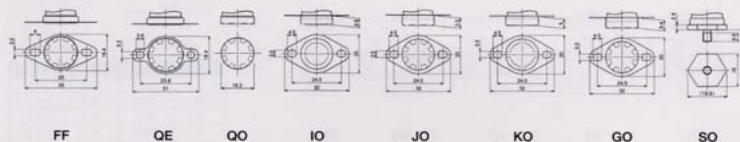


外形寸法図

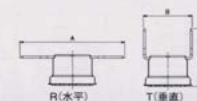


UL・C-UL・VDE・CCEE認定の型式・仕様は上記と一部異なる点がありますので、明細はお問合せ願います。US-625は、US-624の代替となります。本仕様を超える仕様については別途ご相談下さい。

ホルダー形式



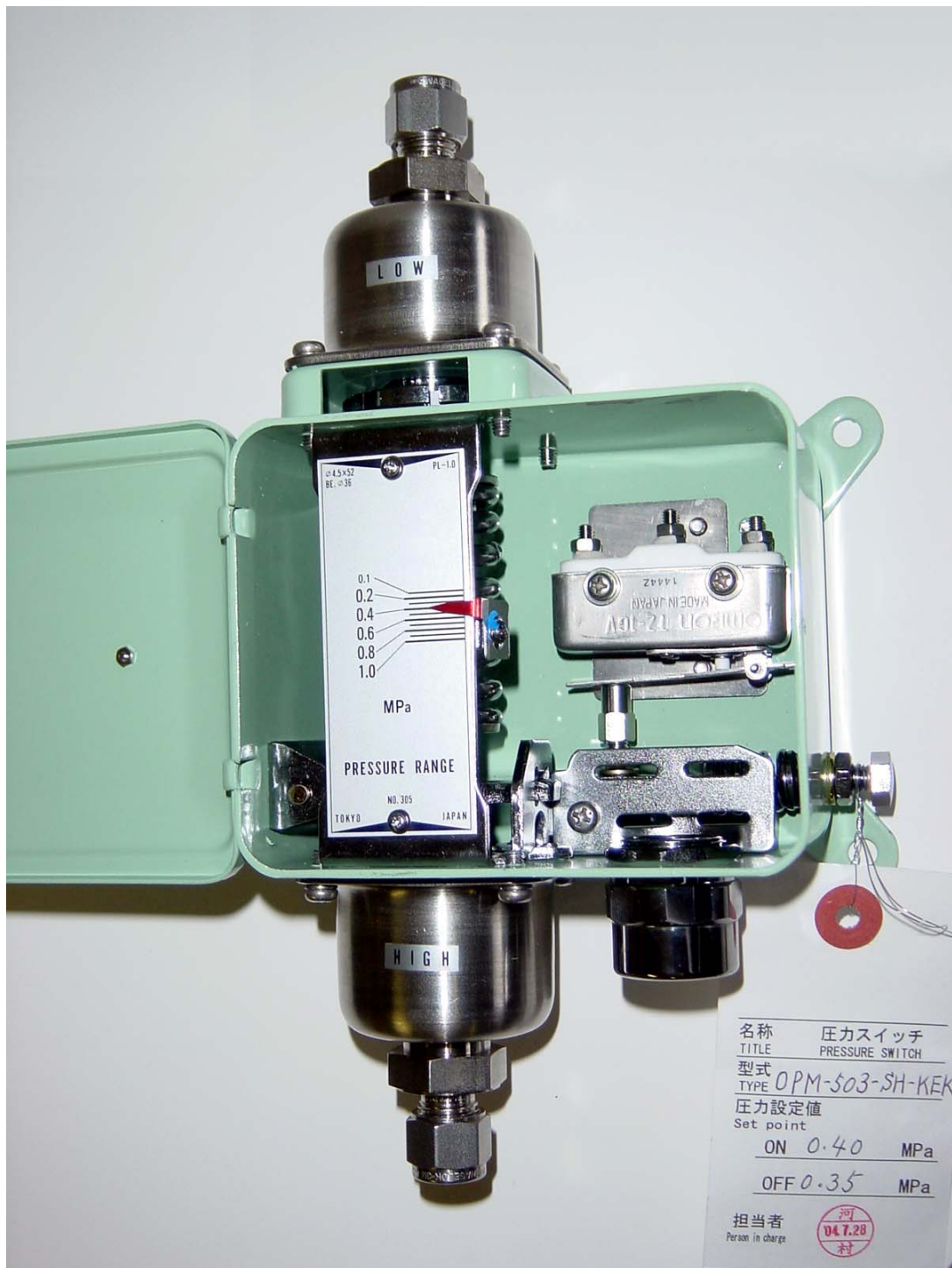
端子型式・端子角度



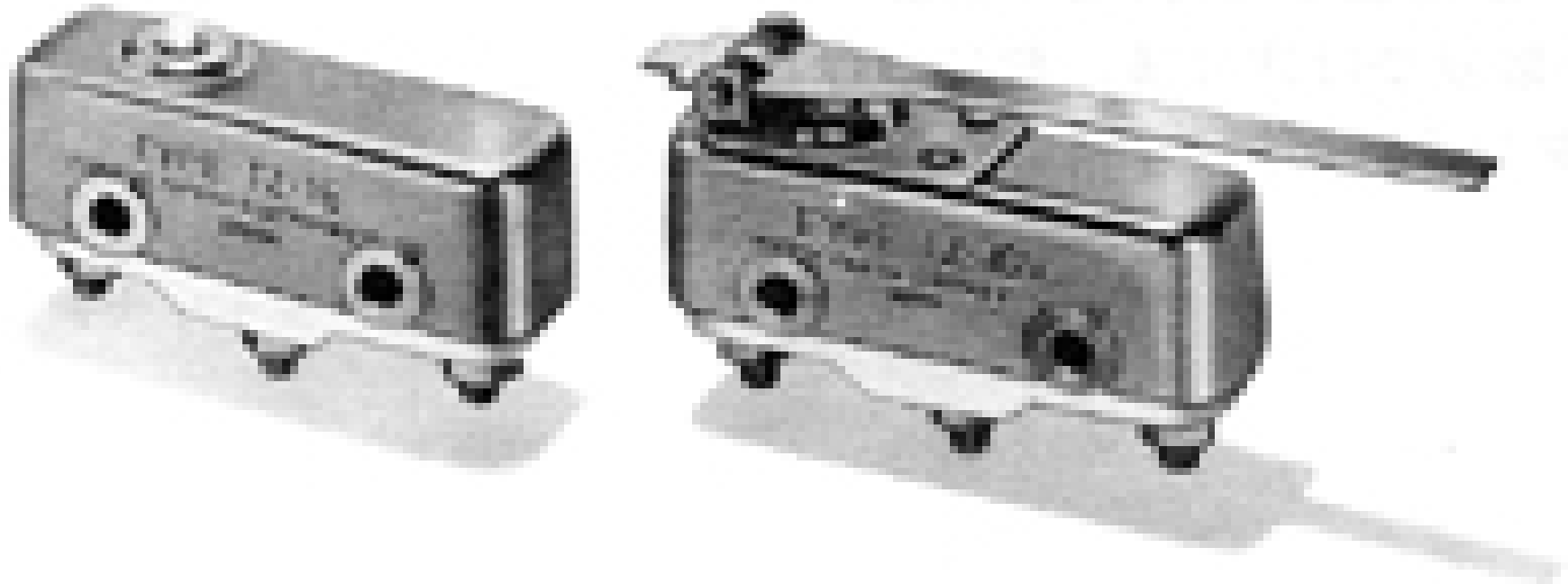
端子型式	A	B	C
L	40.0	19.0	23.5
M	36.0	19.0	21.0

[単位:mm]

Full Metal Pressure Switch



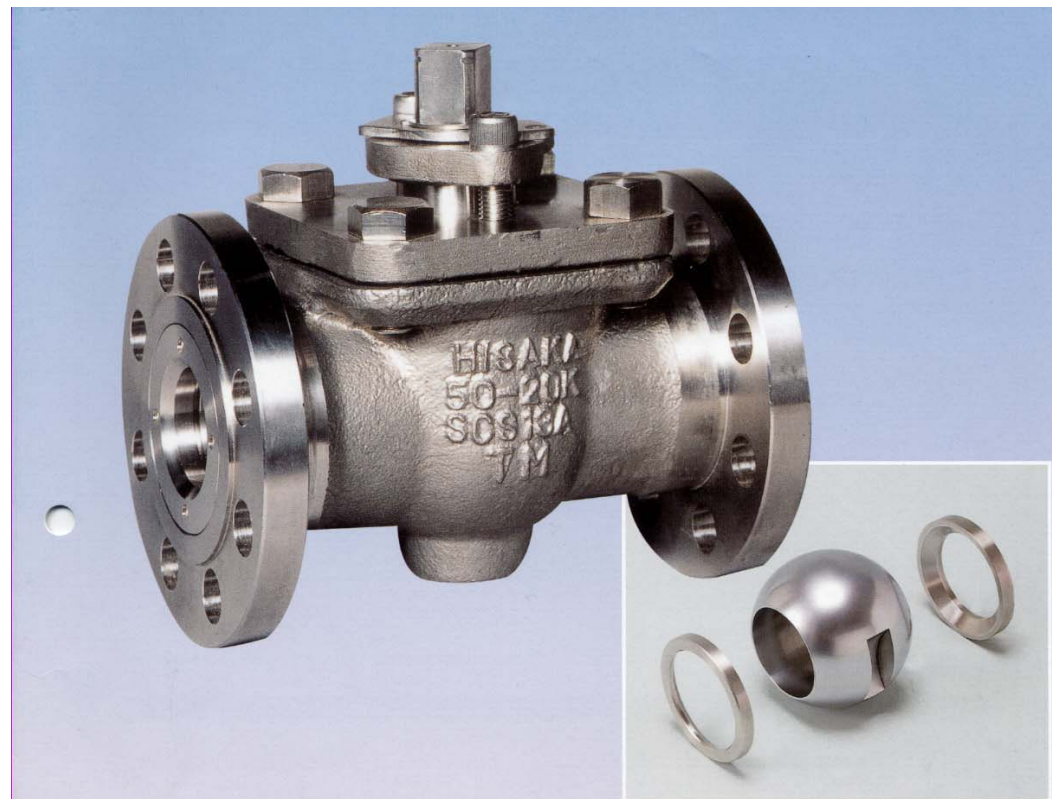
Ceramic Micro Switches



オムロン形TZ 高温用基本スイッチ

- ◆絶縁物にセラミック、ばね材料にC_o系特殊合金を、さらに接点に特殊合金を使用し、高温雰囲気中での動作、および接触信頼性を確保。
- ◆400°Cの高温でも安定した動作が可能。

Full Metal Valve



HF3(M3)・DK3(M2)・TM ● メタルシートボールバルブ

フローティングメタル(1WAY)	■ HF3(M3R)・HF3(M3M)・HF3(M3H)
トラニオンメタル(2WAY)	■ DK3(M2)
トラニオンメタル(2WAY 高温用)	■ TMM・TMH

HISAKA WORKS, LTD.

Cat No M3-1004

GRAFOIL for Water Seal



Ceramic Insulation Tube

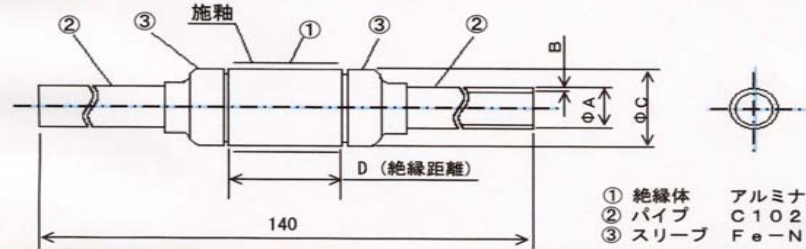
セラミック気密端子 チタン活性ろう付 冷却水用絶縁パイプ(TTSシリーズ)



共同開発先：文部科学省
高エネルギー加速器研究機構

- 特徴
 - ・セラミックのメタライズにチタンを採用し耐水性の信頼を高めています。
 - ・全部品を無機物で構成しています。
 - ・優れた耐熱性、耐放射線性を有します。
- 用途
 - ・電磁石用冷却水絶縁パイプ。
 - ・冷却水、ガス回路等の絶縁。
- 仕様
 - ・気密性： $1 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$
(於 ヘリウムリークデテクタ)
 - ・耐電圧：下表
(於 大気圧下 1分間印加)
 - ・絶縁抵抗：1000MΩ
(於 常温・常湿 DC1,000V印加)
 - ・耐熱性：350℃ (温度勾配15℃/分以下)
 - ・耐放射線性：100MGy以上

● 外形図



- ① 絶縁体 アルミナセラミック
- ② パイプ C1020 (無酸素銅)
- ③ スリーブ Fe-Ni (Niめっき付)

シリーズ	Catalog No.			寸法 (mm)				耐電圧 (DC V)
	パイプ径	耐電圧	特殊仕様	φ A	B	φ C	D	
TTS	08	01	Ti	8	0.8	18.0	21	1,000
		02		41	2,000			
	10	01		10	1.2	18.0	21	1,000
		02		41	2,000			
	12	01		12	1.6	19.6	21	1,000
		02		41	2,000			
	15	01		15	2.0	21.0	21	1,000
		02		41	2,000			

ご注文例

シリーズ名 TTS - パイプ径 10 (φ10) - 耐電圧 02 (DC2,000V) - 特殊仕様 Ti (チタン活性ろう付)

● 備考

- ・C1020 (無酸素銅) パイプをSUSパイプに変更できます。
- ・冷却水が触れる部分の材質は、MIL規格の「接触できる金属」で構成しています。右表

● 注意

- ・冷却水、ガスは腐食性の無いものをご使用ください。
- ・高放射線下でご使用される場合、セラミック上の釉薬に若干の絶縁抵抗低下が発生します。
- ・施釉無しも受けたまわります。

Group No.	Metallurgical category	EMF (volt)	compatible couples
3	silver	0	○
4	nickel plating titanium	-0.15	● ○
5	copper silver solder	-0.20	● ● ○
6	yellow brasses	-0.25	● ● ●

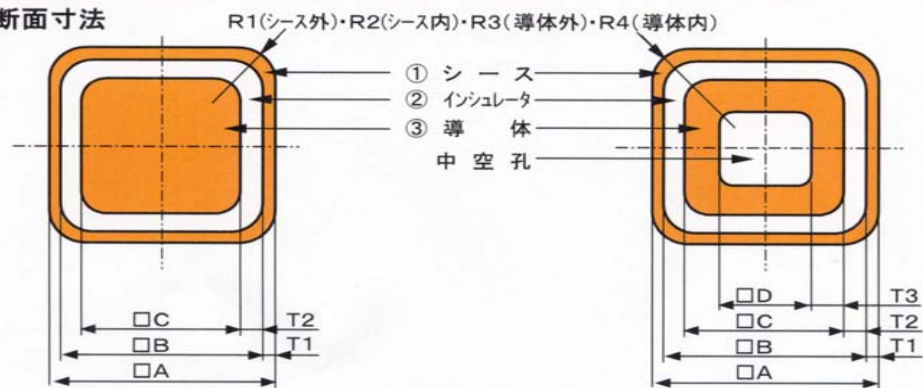
● お問い合わせ先

日立原町電子工業(株) TEL: 0294-23-2600 Email: eigyou@haraden.hitachi.co.jp
営業技術部 FAX: 0294-23-1350 ホームページ: http://www.haraden.co.jp

MIC

日立 無機絶縁導体 HITACHI Mineral Insulation Cable (MIC)

1. 断面寸法



仕様 寸法(mm)		中実タイプ		中空タイプ		
		MIHC-1000A-S	MIHC-2000A-S	MIHC-2000A-H	MIHC-2500A-H	MIHC-3000A-H
① シース	外径 A	14.0	18.0	19.8	23.8	28.0
	肉厚 T1	0.7	0.7	1.0	1.1	1.5
	外R R1	1.2	1.2	2.0	3.0	4.0
	内R R2	0.8	0.8	1.0	1.9	2.5
② インシュレータ	外径 B	12.6	16.6	17.8	21.6	25.0
	肉厚 T2	1.7	1.7	1.7	1.8	2.5
③ 導体	外径 C	9.2	13.2	14.4	18	20.0
	内径 D	—	—	10.0	10	10.0
	肉厚 T3	—	—	2.2	4.0	5.0
	外R R3	2.6	2.6	2.5	4.0	3.0
	内R R4	—	—	0.8	1.3	1.0
断面積 (mm ²)	① シース	36.6	47.8	72.6	95.3	150.6
	② インシュレータ	79.4	106.6	114.0	153.2	227.4
	③ 導体	78.8	168.4	101.4	208.8	293.1
	合計	194.8	322.8	288.1	457.3	671.1
中空穴断面積 (mm ²)		—	—	99.5	98.5	99.1
単重 (kg/m)	① シース	0.327	0.427	0.649	0.852	1.347
	② インシュレータ	0.187	0.250	0.268	0.360	0.534
	③ 導体	0.705	1.506	0.907	1.867	2.621
	合計	1.218	2.183	1.824	3.078	4.502
製造可能長さ (m)		60	60	60	60	30

2. 仕様

仕様 品番・名称	材質	化学成分	硬度 (Hv1kg)	導電率 (%、20°C)
① シース	C1220-O	Cu 99.90%以上	40~50	-
② インシュレータ	MgO	MgO 98.0%以上	-	-
③ 導体	C1020-O	Cu 99.96%以上	40~50	100以上

3. 納入形態 外径φ1800程度のゼンマイ巻き

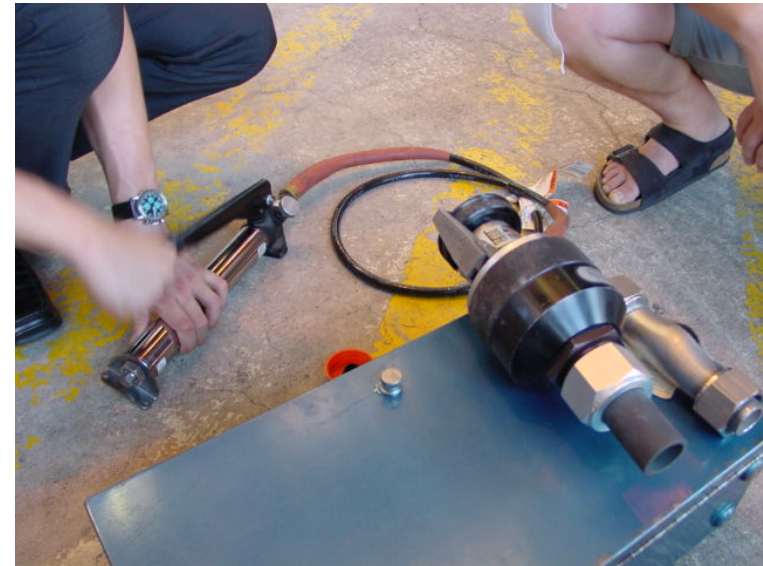
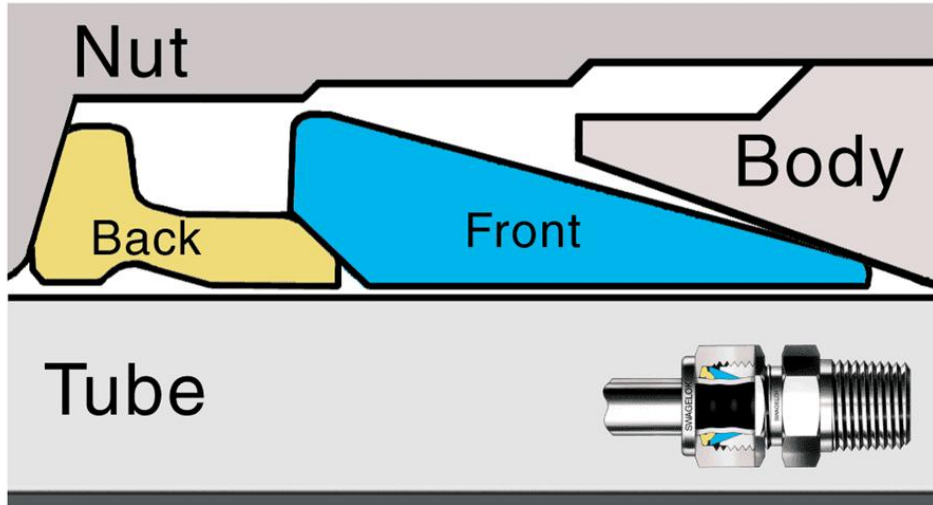
※「MIC」は、文部科学省 高エネルギー加速器研究機構 株式会社 トーキョーとの共同開発品です

日立電線株式会社

土浦工場 技術部 TEL:0298-26-7426 FAX:0298-23-2442
茨城支店 伸銅営業課 TEL:0294-24-4821 FAX:0294-22-3049

Swagelok ~1 inch can be a RR quick water connector

Swagelok



プレスウェッジマシー



人間がやる180度回転 (1.7mスパナ



油圧オープンレン
チ

The First Magnet Transfer to Switch Yard on March 20th

