

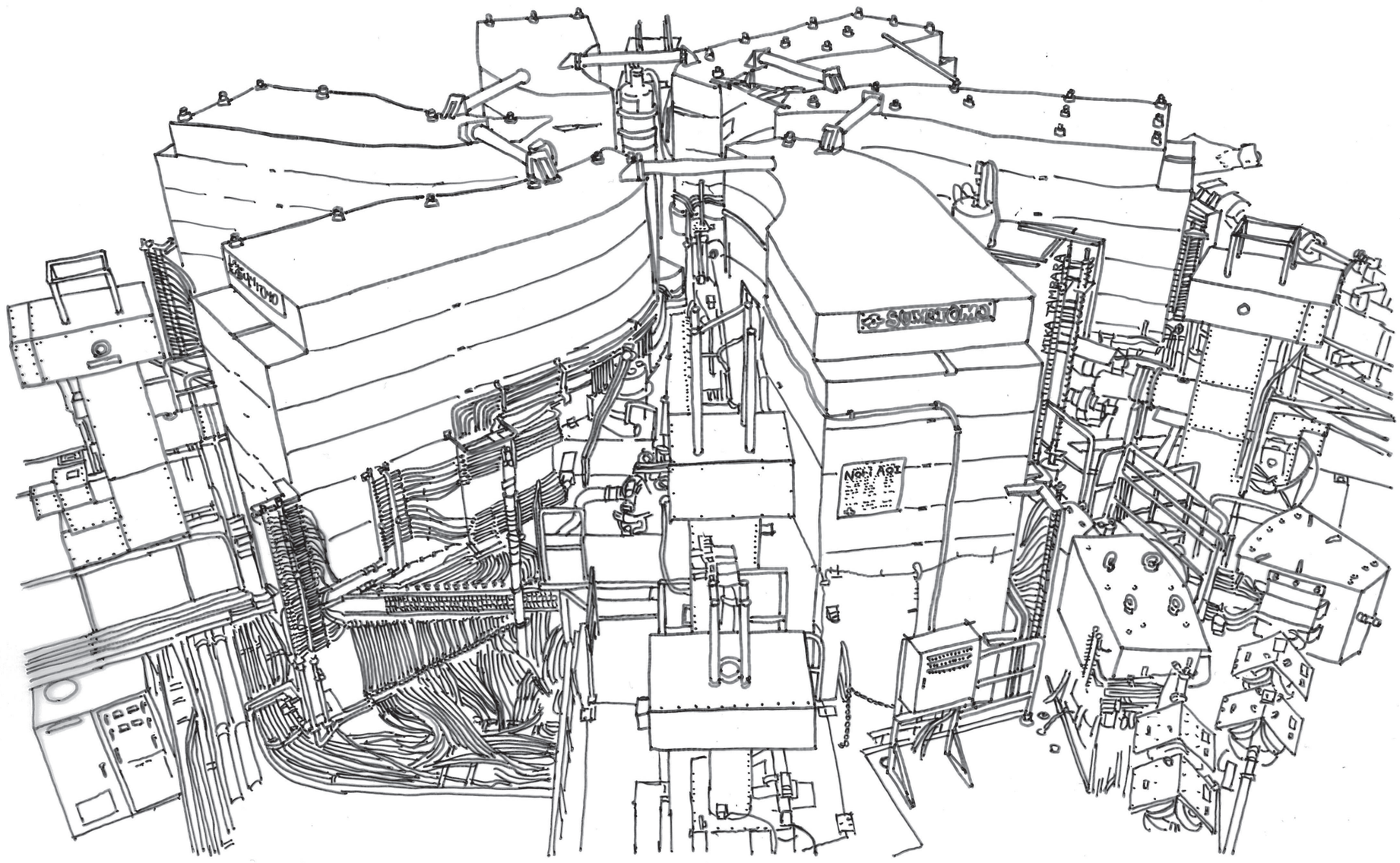
2017.2 月ー 2018.1 月 Calendar

RCNP がわかるカレンダー

(Research Center for Nuclear Physics)

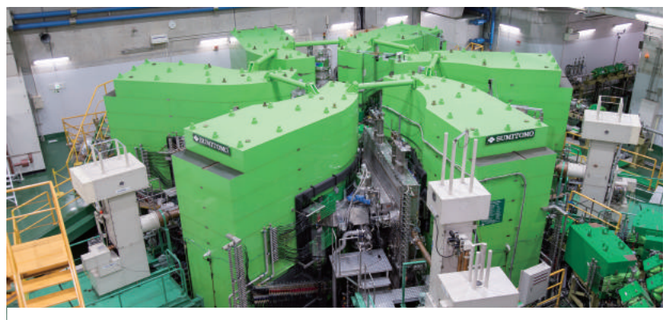
By RCNP カレンダー制作部

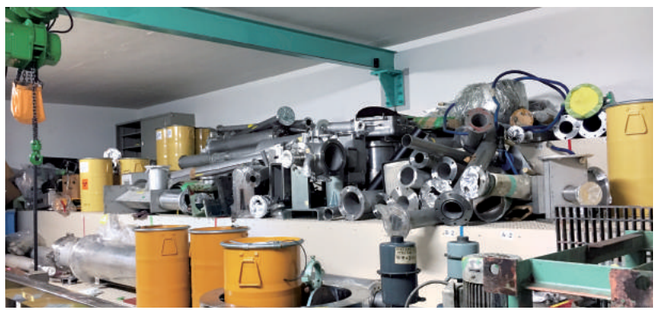
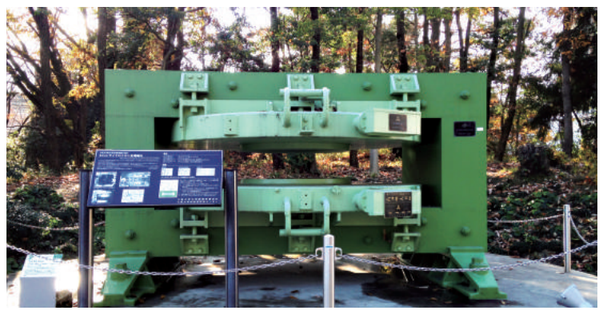
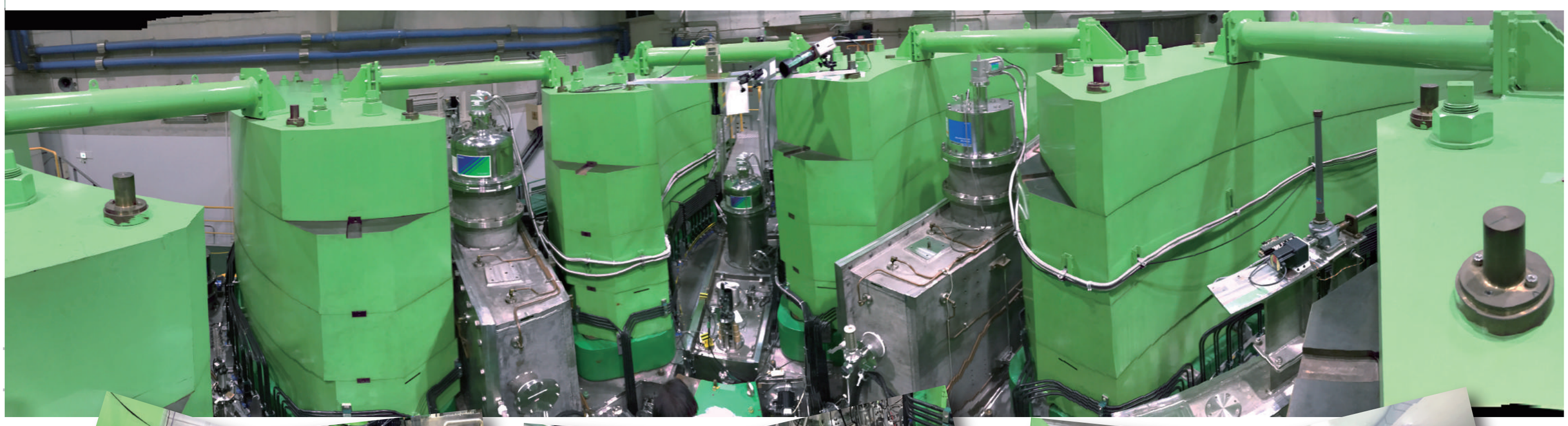
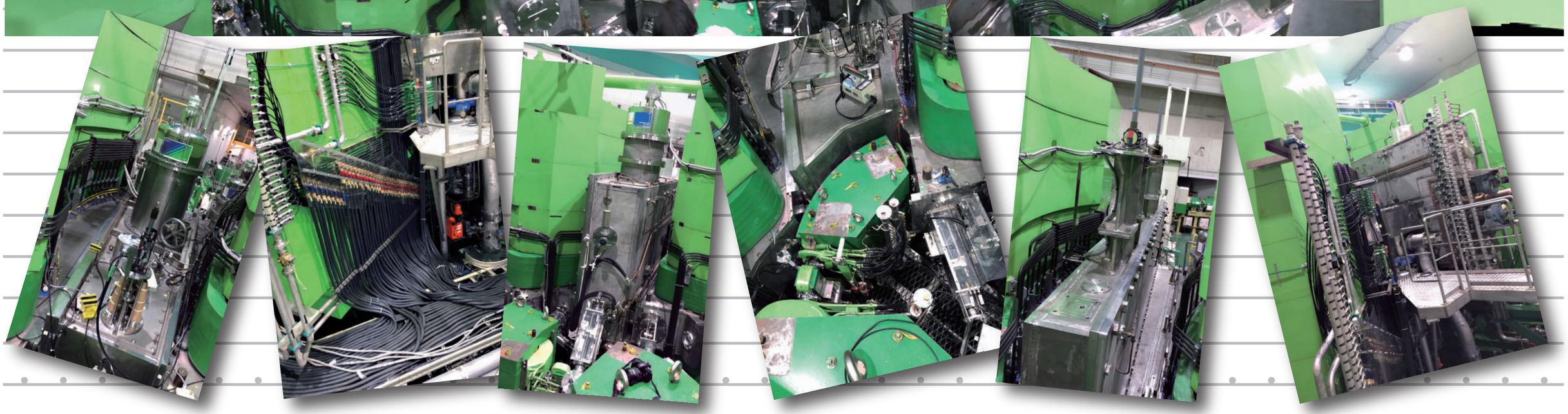
お問い合わせ：たんばらみか mtambara@rcnp.osaka-u.ac.jp



リングサイクロトロン

RCNP 大阪大学・核物理研究センター



RCNP
大阪大学 核物理研究センター

サイクロトロンは磁場の中で荷電粒子を周回させ、粒子が通過するタイミングに合わせて高周波電場をかけることで粒子を周期的に加速します。教科書で習うサイクロトロンでは一つの大きな磁石が作る磁場の中を粒子が周回します（写真右上の大阪大学２号サイクロトロンがそうです）が、高エネルギーの粒子を加速するリングサイクロトロン（写真左上）では、空間的に拡がろうとする粒子束を収束させるために複数に分離された磁石（セクター磁石）を組み合わせて粒子を周回させます。RCNP のリングサイクロトロンは６つのセクター磁石からできています。磁石の端が曲線（スパイラル）に切られているのも磁石の端面に対して斜めの方向から入射したときに得られる鉛直方向の収束効果を狙ったものです。磁石の間にある銀色の箱は高周波加速空洞で、粒子がやってくるタイミングに合わせて電場を発生し、荷電粒子を加速させます。真ん中の写真は、環状に並べられたセクター磁石と加速空洞をサイクロトロンの中心から見ながらぐるりと撮影したパノラマ写真です。

（参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/Divisions/acc/acc/index.html、http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/Divisions/np1-a/RCNPCF.html ）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11 建国記念の日
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				



January

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

March

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

2017 February



RCNP
大阪大学 核物理研究センター

原子核物理や加速器物理の研究ではさまざまな場面でさまざまな規模のコンピュータが使われています。加速器や測定器はコンピュータで制御し、実験では測定器からの信号をデジタル化しコンピュータを使って読み出します。そうして取得した膨大な量の実験データはコンピュータを使って解析します。理論研究者にとっても計算機は重要です（紙と鉛筆で勝負するという理論屋さんもいますが!!）。核物理研究センターでは、こうした要求に応えるべく、大容量ストレージ（５ＰＢ）を備えた原子核研究用計算機（１１２０コア）とスーパーコンピュータ（ＳＸ－ＡＣＥ）を全国、全世界の原子核科学研究者に提供しています。大規模な計算機に必要な電力や空調などの設備もやはり大規模になります。大阪大学では部局を超えて計算機資産を集中させることで空調などを効率化しています。

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
26	27	28	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10 阪急電鉄石橋駅開業（1910 年）	11
12	13	14 日本万国博覧会が千里丘陵で開幕（1970 年）	15	16	17	18
19 大阪モノレール・阪大病院前 - 彩都西間が開業（2007 年）	20 春分の日	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31 朝永 振一郎誕生（1906 年）	

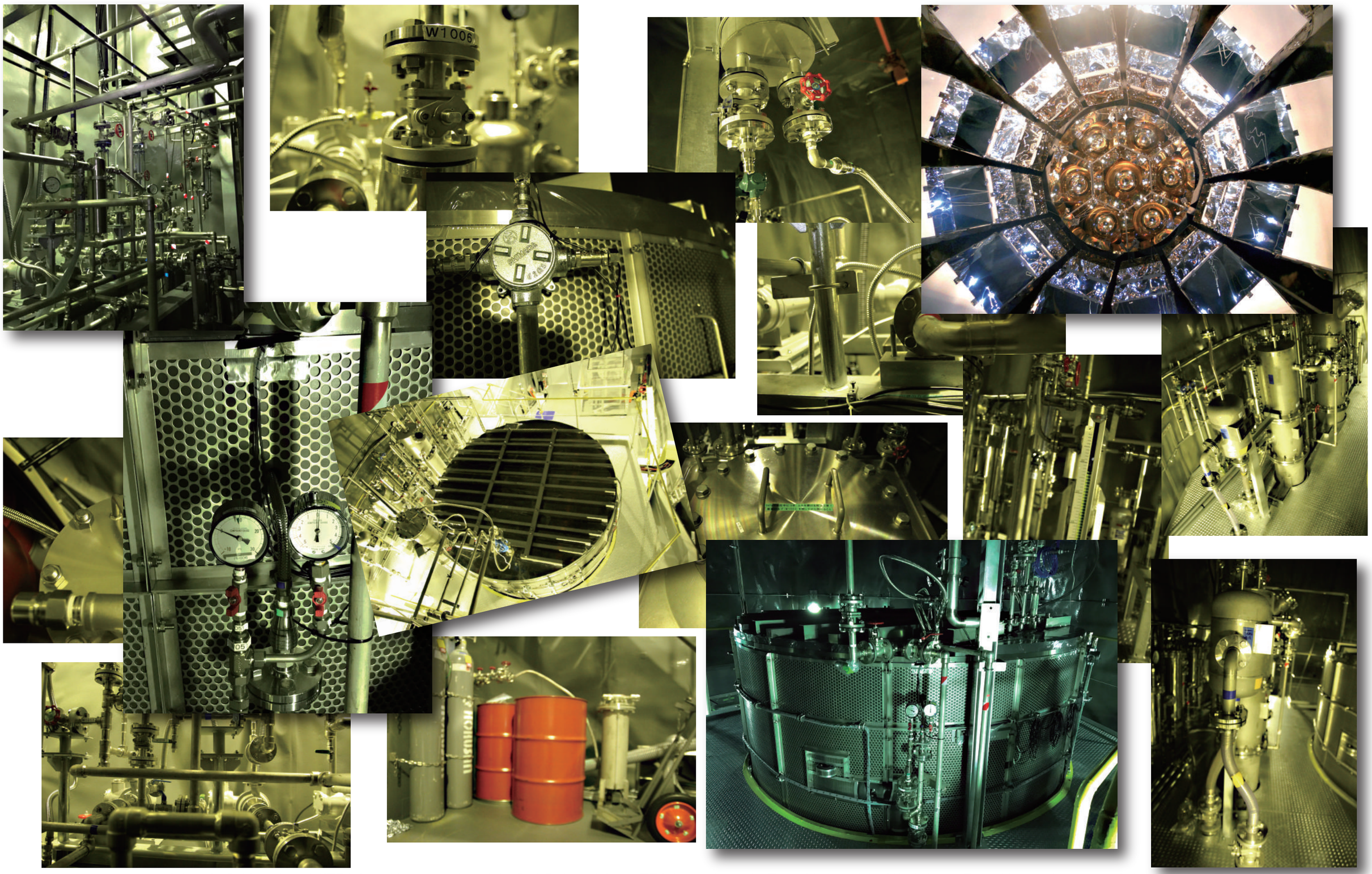
February

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

April

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

2017 March



RCNP
大阪大学 核物理研究センター

CANDLES 実験はカルシウム -48 が電子を 2 つ放出してチタン -48 に転換する現象を探索しています。この電子を 2 つ放出する転換を二重ベータ崩壊といいます。CANDLES では二重ベータ崩壊の中でも特に、ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊（ニュートリノレス二重ベータ崩壊と呼んでいます）を探索しています。もしこの崩壊が起これば、その前後でレプトン数という量子数（大雑把に言えば電子やニュートリノの個数の総和）を保存しないことになり、我々が住む宇宙から反物質が消えてなくなってしまった謎を解明する手掛かりになります。この崩壊は（もし起こるとしても）非常に稀にしか起きないため、測定を成功させるためには雑音を抑えることがとても重要なのです。そのために実験室は宇宙線がとどかない神岡鉱山の地下深くの坑道の中にあり、坑道の壁面から出てくる放射性ラドンを遮蔽するために壁面全体を特殊なシートで覆っています。実験室が怪しい緑色に見えるのはそのためです（写真は色の補正をしていません）。装置の心臓部は水に沈めてあり、さらにホウ素と鉛の壁で覆うことで中性子やガンマ線のバックグラウンドを遮蔽しています。

（参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/candles/index.html）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29 昭和の日
30						

March

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

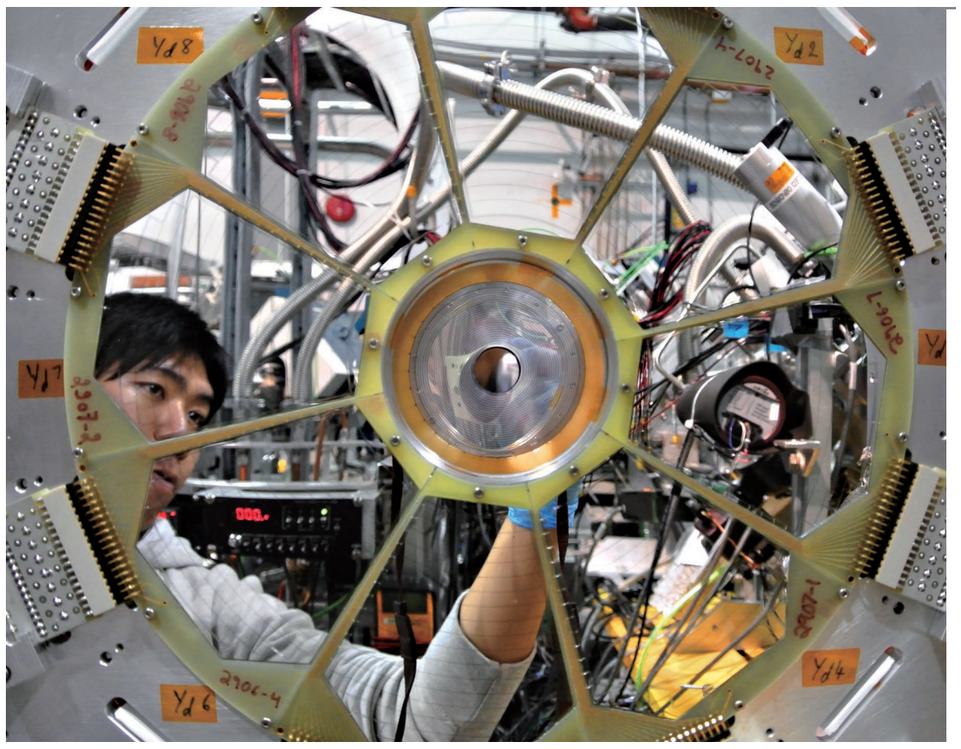
May

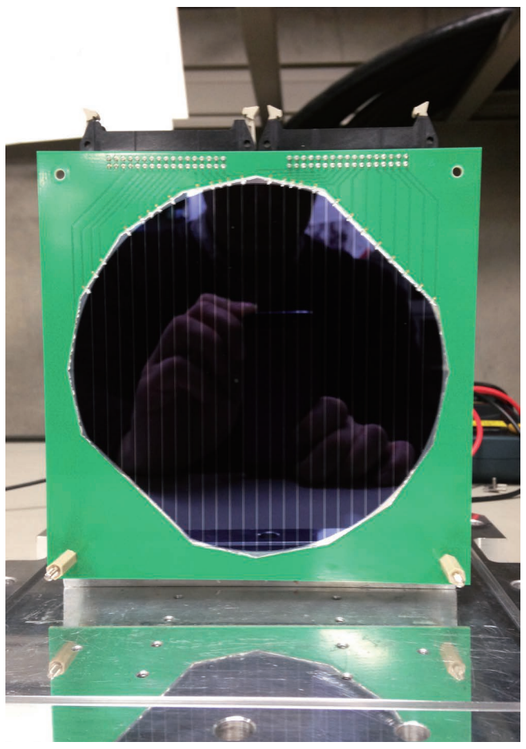
S	M	T	W	T	F	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			



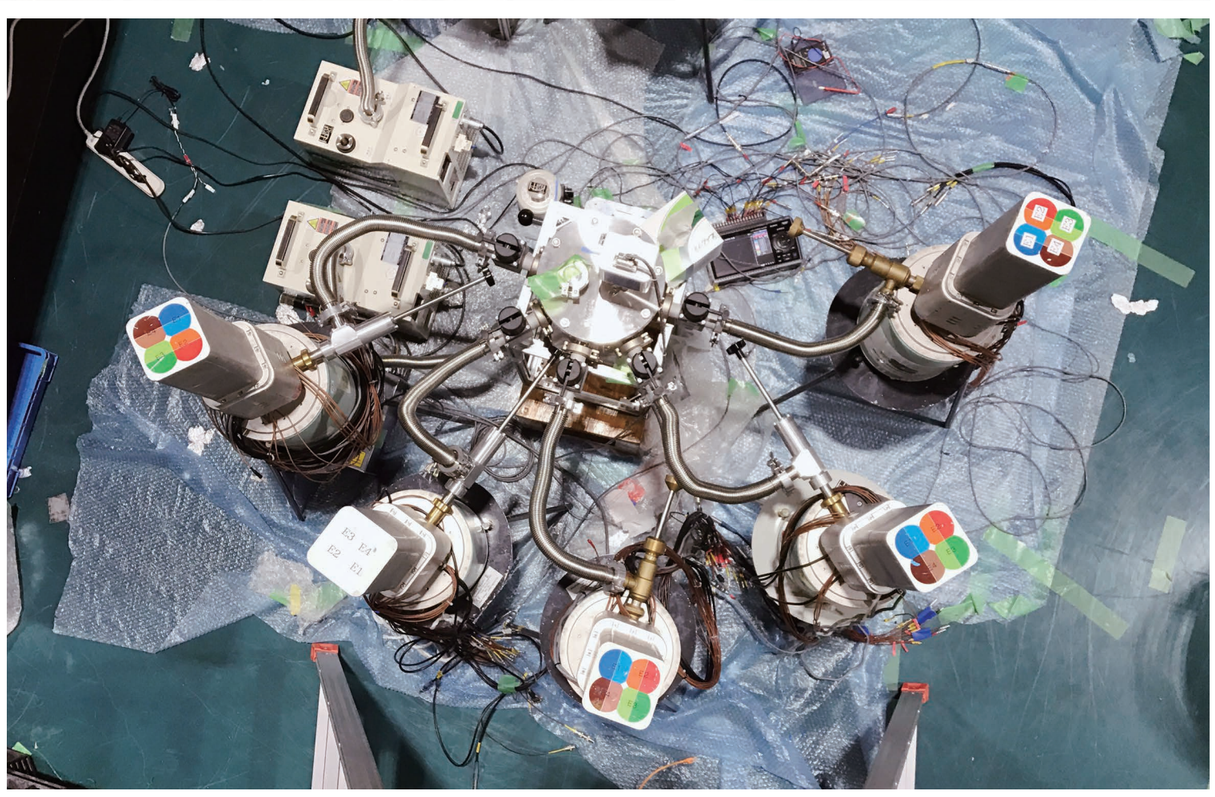
2017 April









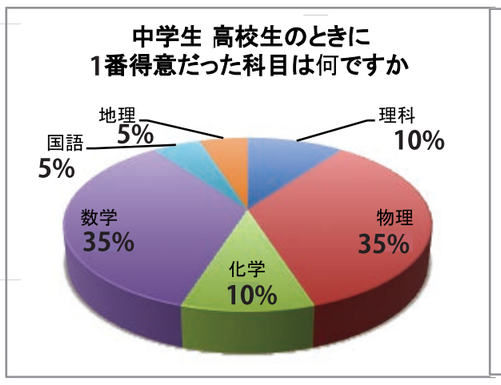


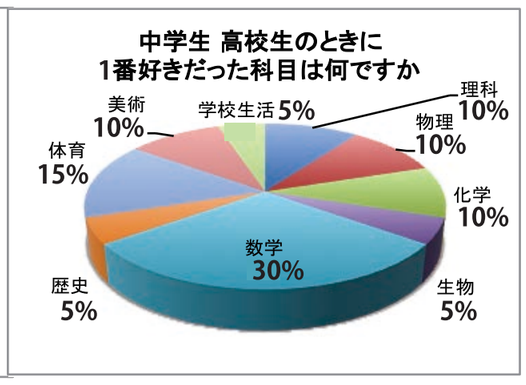
RCNP
大阪大学 核物理研究センター

放射線は人間の目には見えませんが、検出器を利用すると非常に高い感度で検出することができます。さまざまな検出器が作られていますが、原理としては放射線が物質を電離（イオン化）させる性質を利用したものがほとんどです。電離した時に発生する電子やイオンを電気信号として取り出すことで放射線を検出することができるのです。キュリー夫人がラジウムなどの放射能を研究した装置は、放射線によって空気が電離されたときに生じる電荷を測定するというものでした。この検出原理はめざましい発展を遂げ、現在ではエネルギーを測る検出器、時間を測る検出器、位置を測る検出器などがさまざまな舞台で活躍しています。左上はゲルマニウム検出器という主にガンマ線の検出に使用される装置で、固体（半導体）を利用した電離型の検出器です。右下は CAGRA（11 月参照）に使われているゲルマニウム検出器で、メンテナンスをしているところです。中上の検出器も半導体検出器ですが、ゲルマニウムではなくてシリコンを使ったもので、主として高エネルギーの陽子や電子などの粒子の検出に使用されます。表面のアルミニウムメッキされた電極にこちら側で作業をしている人の顔が写っています。よく見るとリング状の線が見えますが、これは電極を分割しているためです。それぞれの電極からの信号を別々に読み出すことで、検出した粒子の位置がわかります。

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
30	1 大阪大学創立記念日。中之島に理学部と医学部からなる大阪帝国大学が誕生（1931 年）	2	3 憲法記念日	4 みどりの日	5 こどもの日	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

--- 物理学者 20 人に聞きました ---





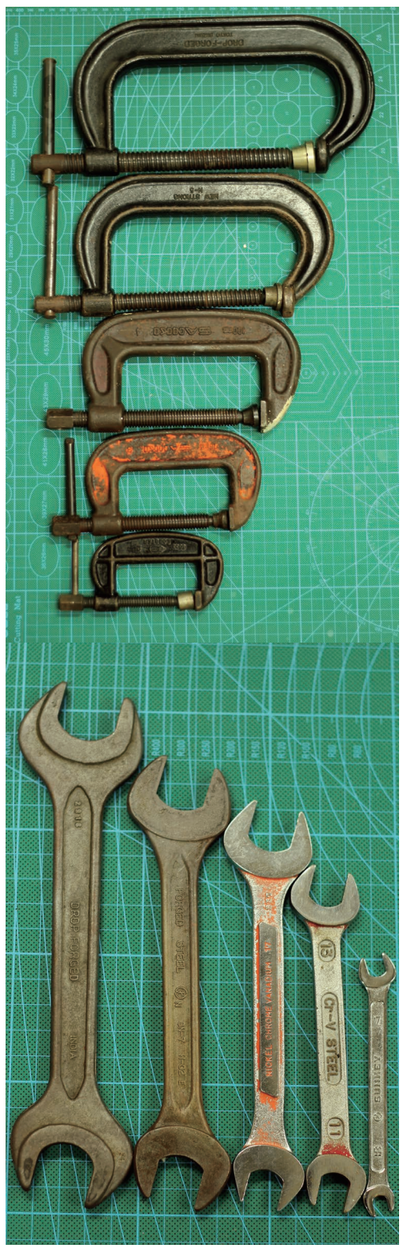
April

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

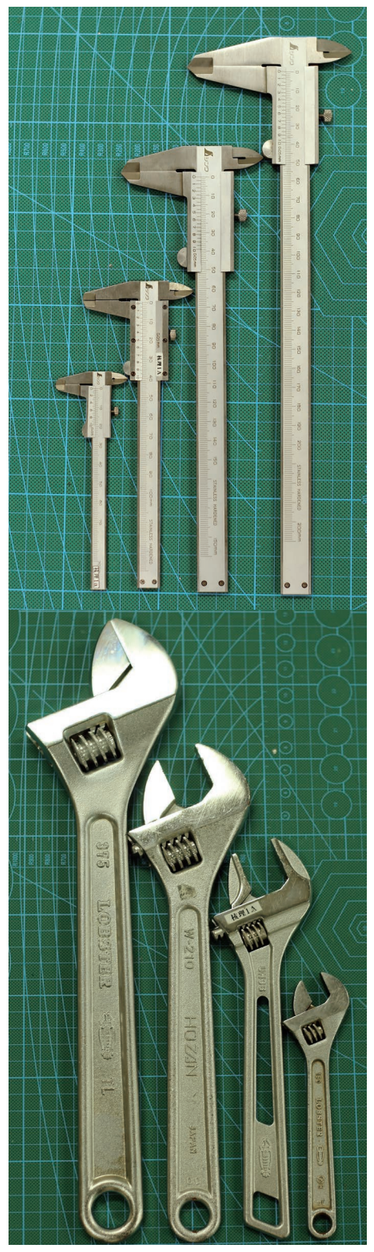
June

S	M	T	W	T	F	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

2017 May











道具は加速器を運転し、実験を行う上で欠くことのできないものです。実験装置は多くの場合、実験物理学者（実験屋、と呼んだりします）自らが設計し、製作します。最近は業者に作ってもらうことも増えましたが、調整や修理は自分たちでやることがほとんどです。そのためにさまざまな種類のさまざまな大きさの道具が必要で、場合によっては専用の道具を作ることもあります。真ん中の写真は物理実験以外でも電気工事などに使われる割と一般的な材料ですが何か分かりますか？

RCNP
大阪大学 核物理研究センター

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	



May

S	M	T	W	T	F	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

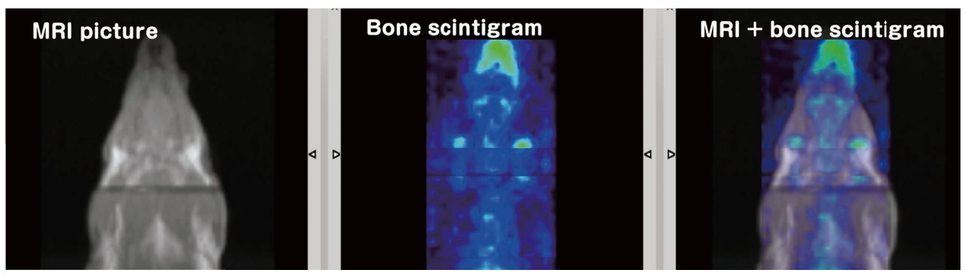
July

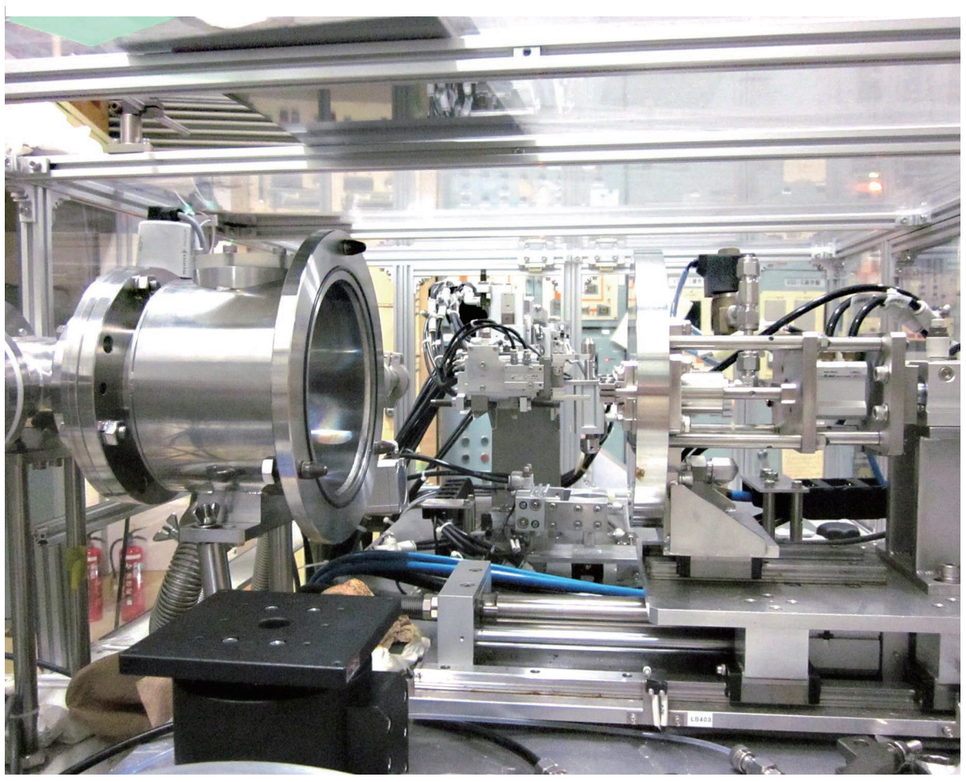
S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

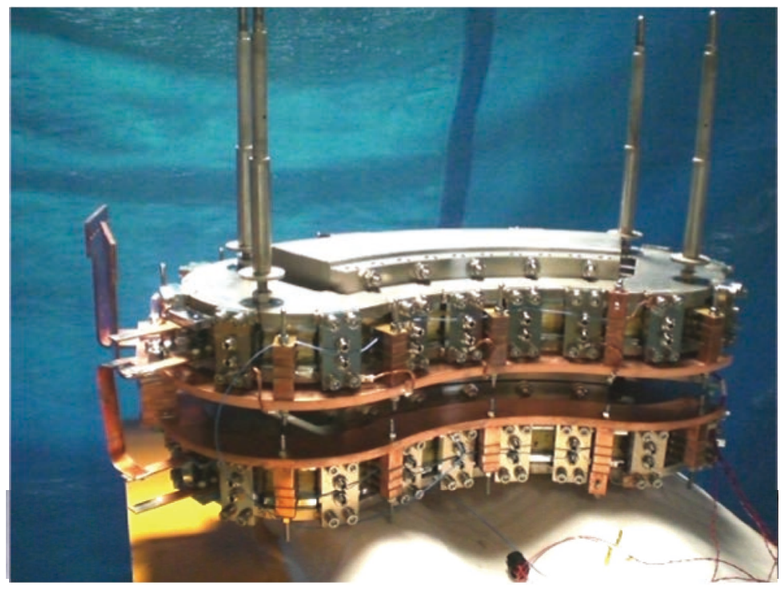
2017 June

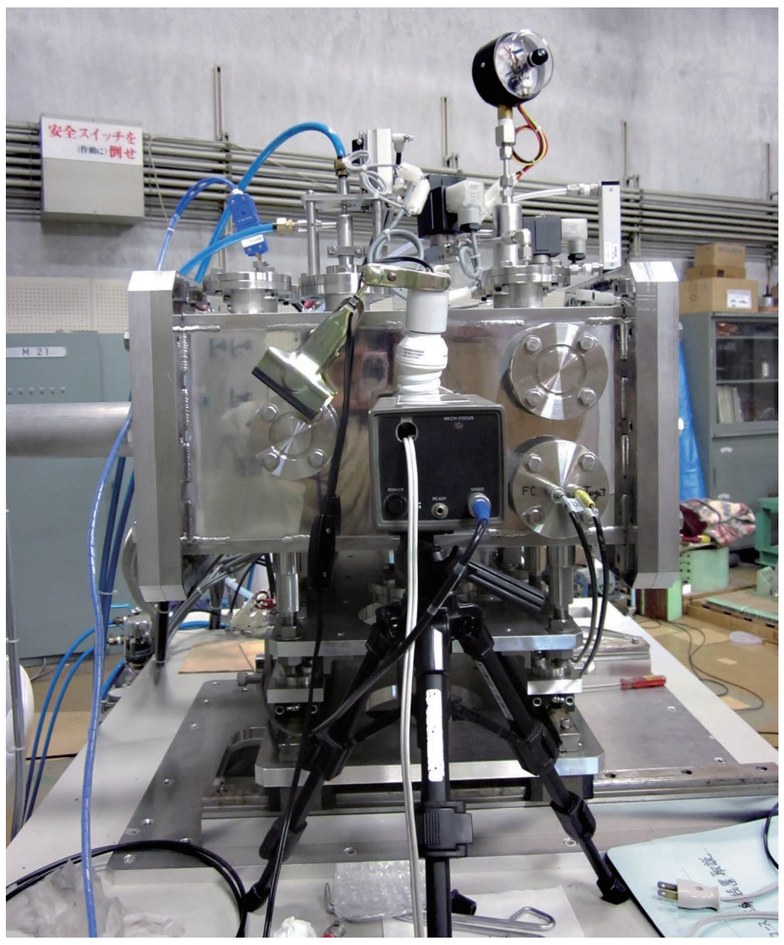




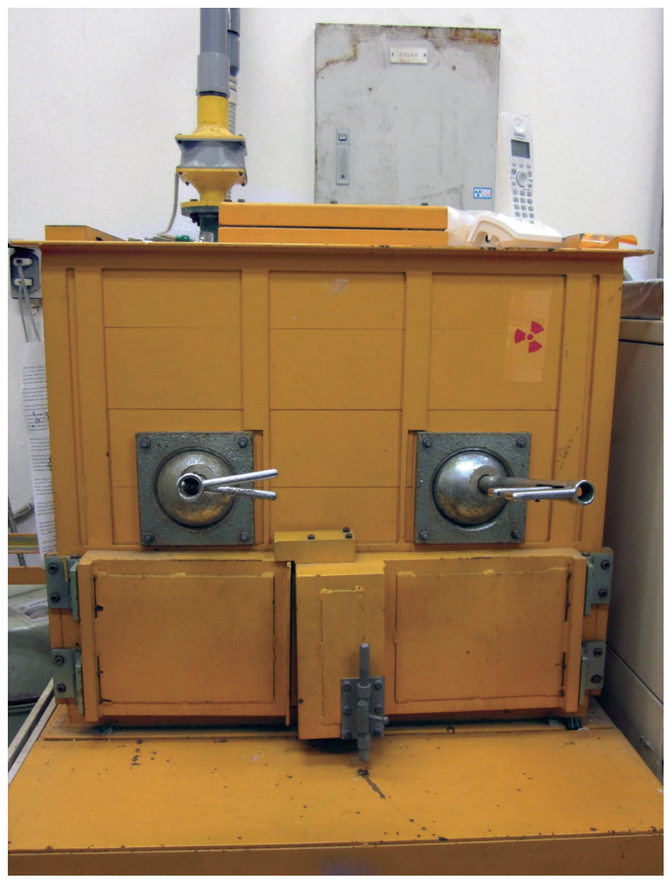












RCNP
大阪大学 核物理研究センター

加速器や放射線は医学応用、特にガンの診断や治療でも重要な役割を果たしています。一般の病院にも浸透してきた PET 検査もその一つで、ガン組織に集まる性質を持った薬剤に放射性核種（RI）を含ませ、その RI が放出する放射線を特殊なカメラで撮影することでガンの診断をする方法です。放射線はガンの治療でも活躍しています。これまでは主として体の外からガン組織を狙って放射線を照射することで治療が行われてきましたが、核物理研究センターでは、RI を含ませた薬剤を注射し、ガン組織に集まってきた RI から飛び出すアルファ線でガン細胞を選択的に破壊させる方法に注目しています。RI がいつまでも人体内にとどまると正常組織へのダメージが大きくなるため短寿命（短いものだと 10 時間以下）の RI が利用されます。加速器施設で照射したターゲット（写真左下、中下）から必要な RI を化学的手法で抽出分離し、ガン組織へ効率良く運んでいってくれる薬剤と合成した上で、“新鮮”なうちに病院に届けなければなりません。こうしたことが可能になるよう、病院の近くに設置できる小型で強力な高温超伝導サイクロトロンの開発も行っています。中上の写真はその基礎技術となる高温超伝導電磁石の試作機です。
（参考 URL http://medsci.prc.sci.osaka-u.ac.jp）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17 海の日	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

30
核物理研究センター AVF
サイクロトロン・ファースト
ビーム（1974 年）

June

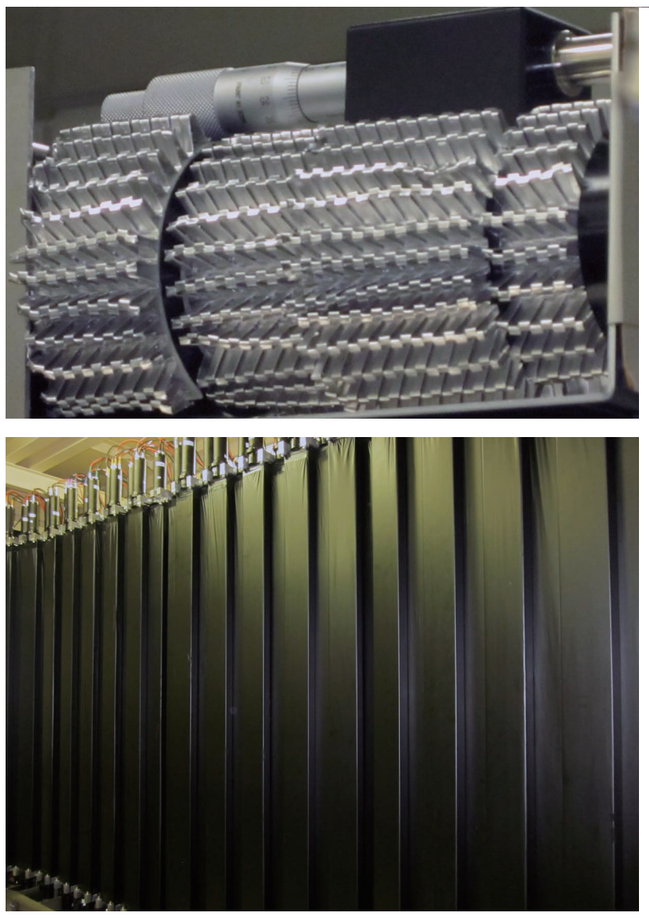
S	M	T	W	T	F	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

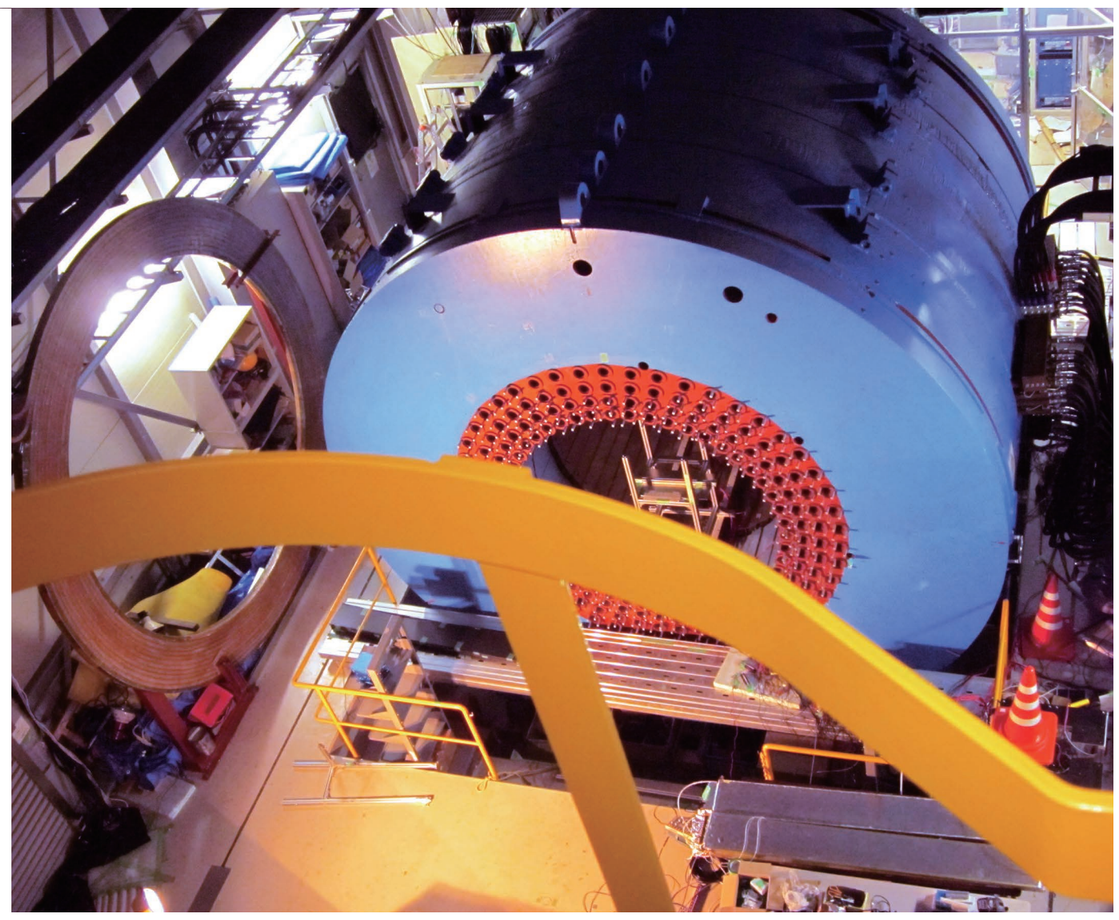
August

S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

2017 July

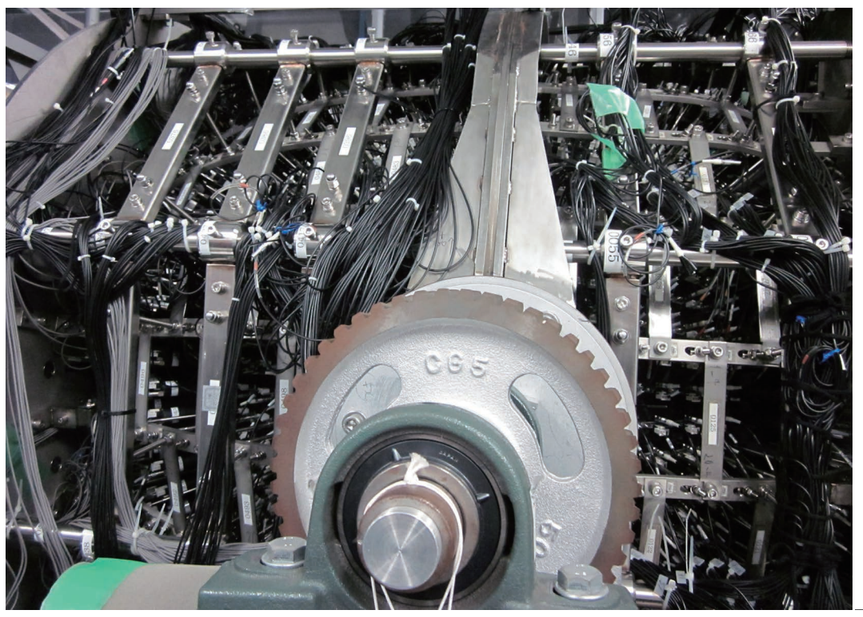














RCNP
大阪大学 核物理研究センター

（1 月の説明も参照）LEPS（レーザー電子光施設）では、光の一種であるガンマ線を使ってハドロンの研究をしています。ガンマ線の源は紫外光のレーザー（写真中下）で、主に波長 355 nm の疑似連続波レーザー（最大パワー 24 W）を使用しています。このレーザーを SPring-8 のシンクロトロンで加速された 80 億電子ボルトのエネルギーの電子と衝突させると、電子からエネルギーを受け取って波長が短くなり、最大 24 億電子ボルトのエネルギーを持つガンマ線に変化します。ガンマ線をさらに水素標的に照射すると水素原子の原子核である陽子と反応してさまざまなハドロンができます。作られたハドロンは寿命がとても短いためすぐに壊れてしまいますが、壊れた時に飛び出してくる粒子を全て捕まえると、どのようなハドロンが作られたかを調べることができます。写真中上の青い円柱は飛び出てきた粒子を分析するための電磁石（直径 5 メートル、重さ 400 トン）で、その中を粒子が曲がりながら運動する様子を捕らえるための検出器が 2017 年に設置されます。

（参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/Divisions/np1-b）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11 山の日	12
13 緒方洪庵誕生（1810 年）	14	15	16	17	18 第 1 回全国中等学校優勝野球大会（現在の高校野球）が豊中グラウンドで行われた（1915 年）	19 長岡半太郎誕生（1865 年）
20	21	22	23	24	25 菊池正士誕生（1902 年）	26
27	28	29	30	31		

--- 物理学者 20 人に聞きました ---

○ 小学生のときに好きだった遊びは何ですか？

・工作　・古墳探しや水晶探し　・レゴ　・野球
・ドッジボール　・タイヤ転がし　・魚釣り　・相撲
・テレビゲーム　・模型作り　・犬とひなたぼっこ

○ 物理学者になっていなかったら何になっていましたか？

・エンジニア　・生物学者　・数学者　・建築家　・先生
・作家　・外交官　・企業の研究者

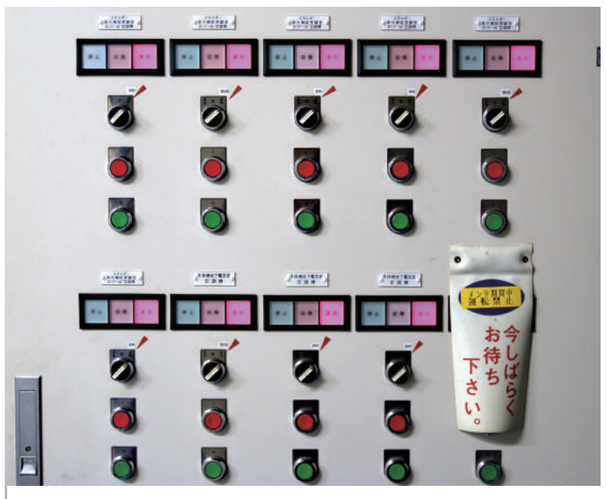
July

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

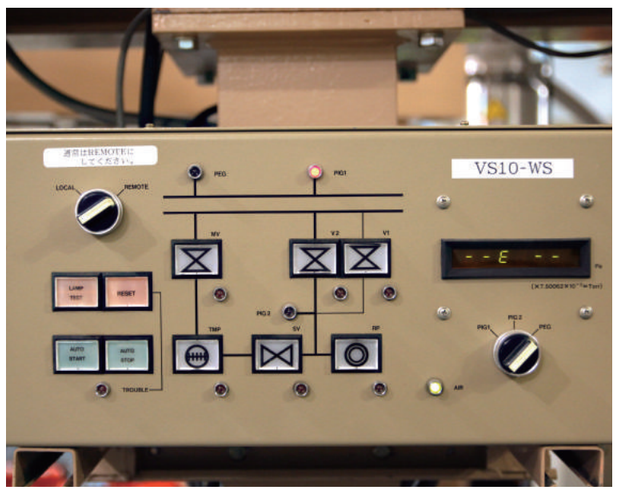
September

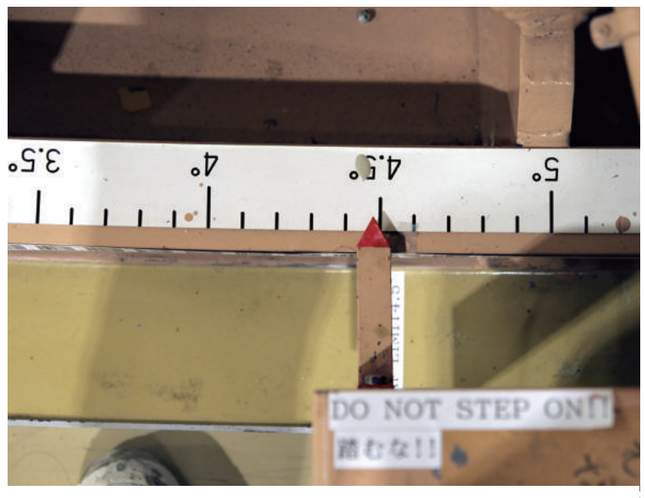
S	M	T	W	T	F	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

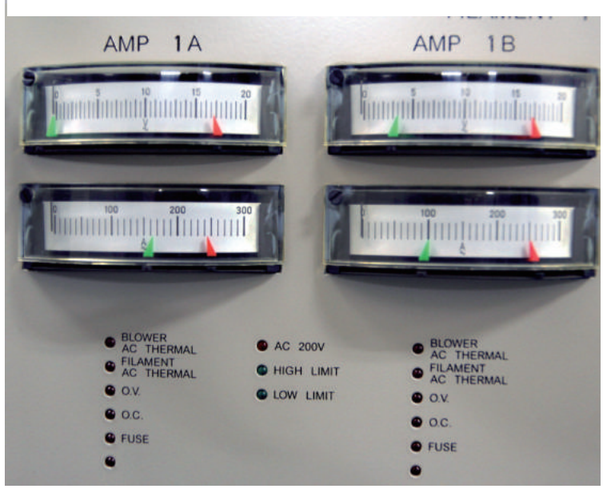
2017 August



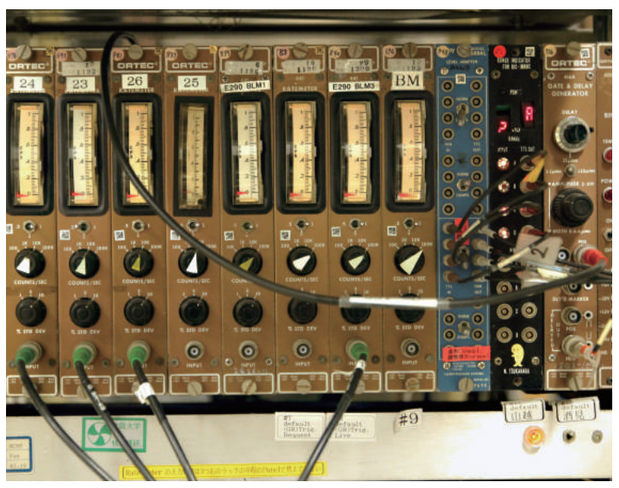


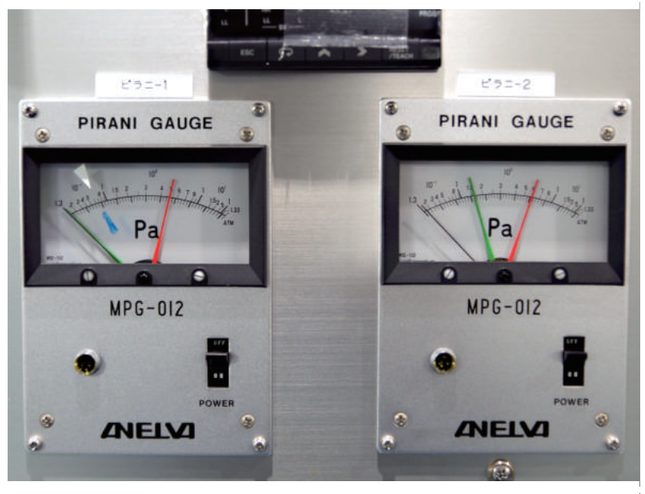


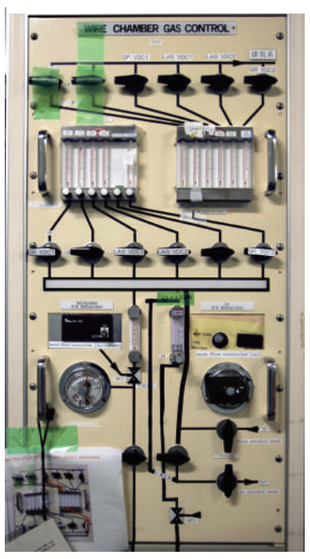




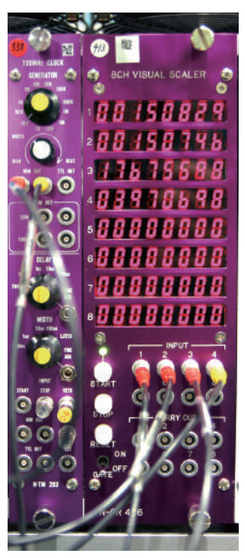


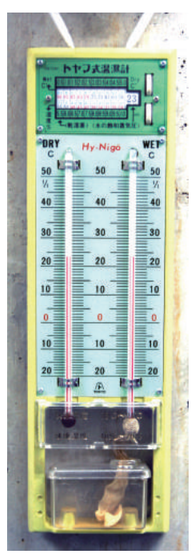






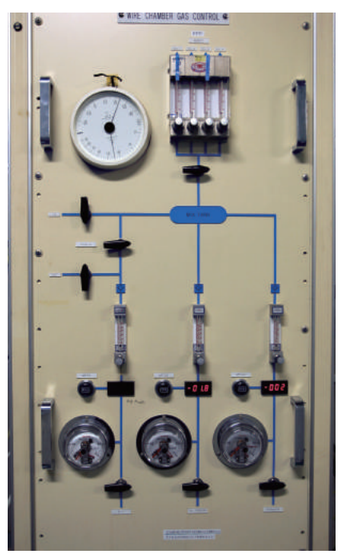




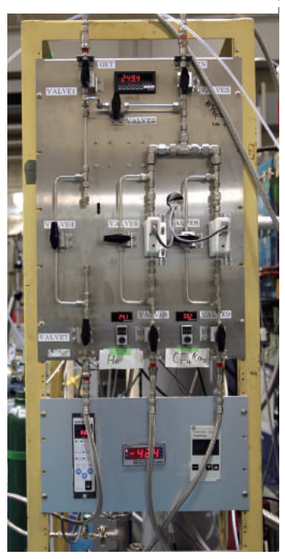












RCNP
大阪大学 核物理研究センター

原子核物理や素粒子物理の実験では、実にたくさんの装置を使います。加速器には磁石やスリットなど何千、何万の要素があり、その全ての電圧や電流、位置等の数値が適切に設定されていて初めてビームを加速することができます。実験装置にも様々な設定条件があり、それらを適切な値に調整した上で、信号強度や時間などの情報を得ます。こうした数値と研究者のインターフェースとなるのが制御盤です。現在ではほとんどがコンピュータによって集中管理、集中処理されていますが、現場の制御盤をしっかりと見ることも重要なことです。トラブルが起きた時に旧来のアナログゲージが最終的に最も頼りになることもよくあります。

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16 第 2 室戸台風が大阪を襲う。 サイクロトロンが浸水被害 （1961 年）
17	18 敬老の日	19	20	21	22	23 秋分の日
24	25	26	27	28	29	30 大阪モノレール・柴原 - 千里 中央間が開業（1994 年）



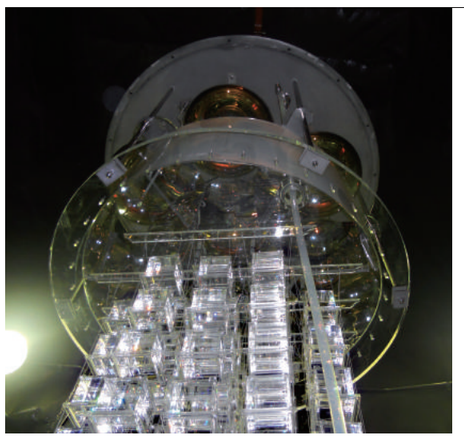
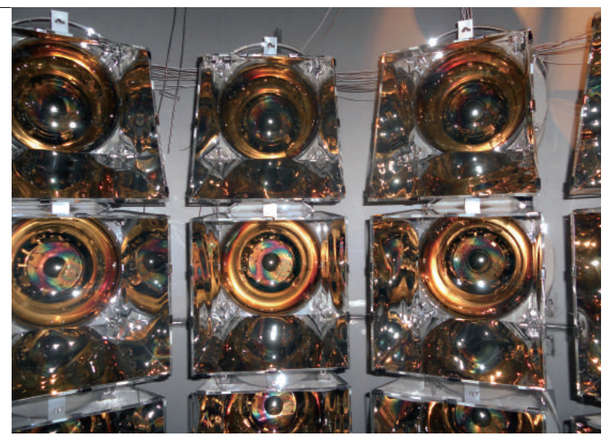
August

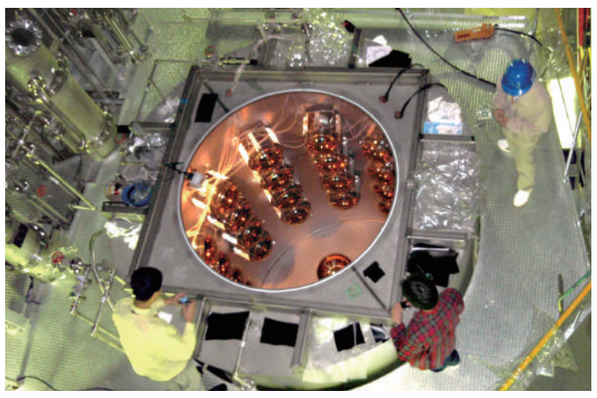
S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

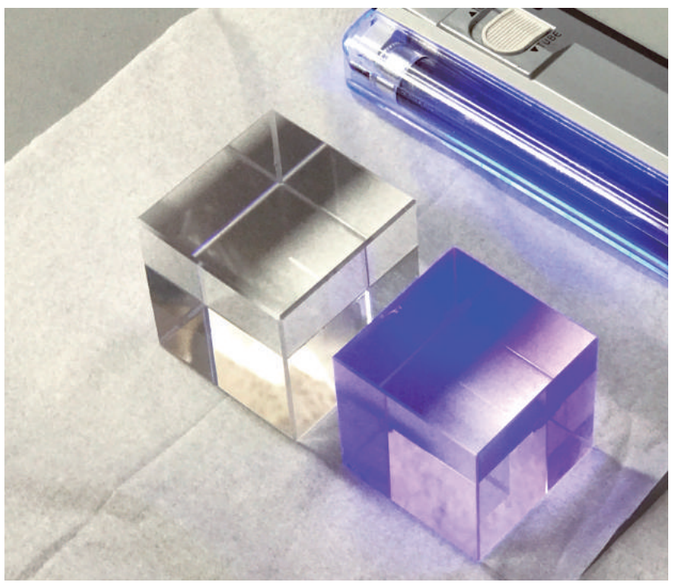
October

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

2017 September






（4 月の説明も参照）CANDELS 実験は、我々が住む宇宙から反物質が消えてなくなってしまった謎を解明するために、カルシウム -48 のニュートリノレス二重ベータ崩壊を探索しています。この崩壊はとても稀にしか起きないため、感度をいかにあげられるかがカギになります。CANDLES では、蛍石（ホタルイシ）として知られるフッ化カルシウム（CaF_2）という物質を検出器として使用し、そのカルシウムに含まれるカルシウム -48 の崩壊を観測します。測定対象自体を検出器にするのは感度を最大化するための工夫です。フッ化カルシウムは蛍光検出器の一種で（12 月の解説参照）カルシウム -48 が崩壊する時に放出される電子に刺激されると光（蛍光）を発します。CANDLES の中心にはフッ化カルシウム結晶 96 個が配置されており、その周りをとりまく 62 台の光電子増倍管で蛍光を観測しています（中上の写真 4 つ）。光がどこから発せられたかがわかるようになっており、フッ化カルシウム結晶からの光だけを選ぶことで雑音を軽減することができます。

RCNP
大阪大学 核物理研究センター

（参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/candles/index.html）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1 大阪モノレール・万博記念公園 - 阪大病院前間が開業（1998 年） 東海道新幹線 東京 - 新大阪間開業（1964 年）	2	3	4	5	6	7
8	9 体育の日 大阪大学在職中の湯川秀樹が後に中間子論に発展する γ’ ray について日記で言及した。（1934 年）	10	11	12	13	14
15 豊中市発足（1936 年） 吹田市発足（1940 年）	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				



September

S	M	T	W	T	F	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

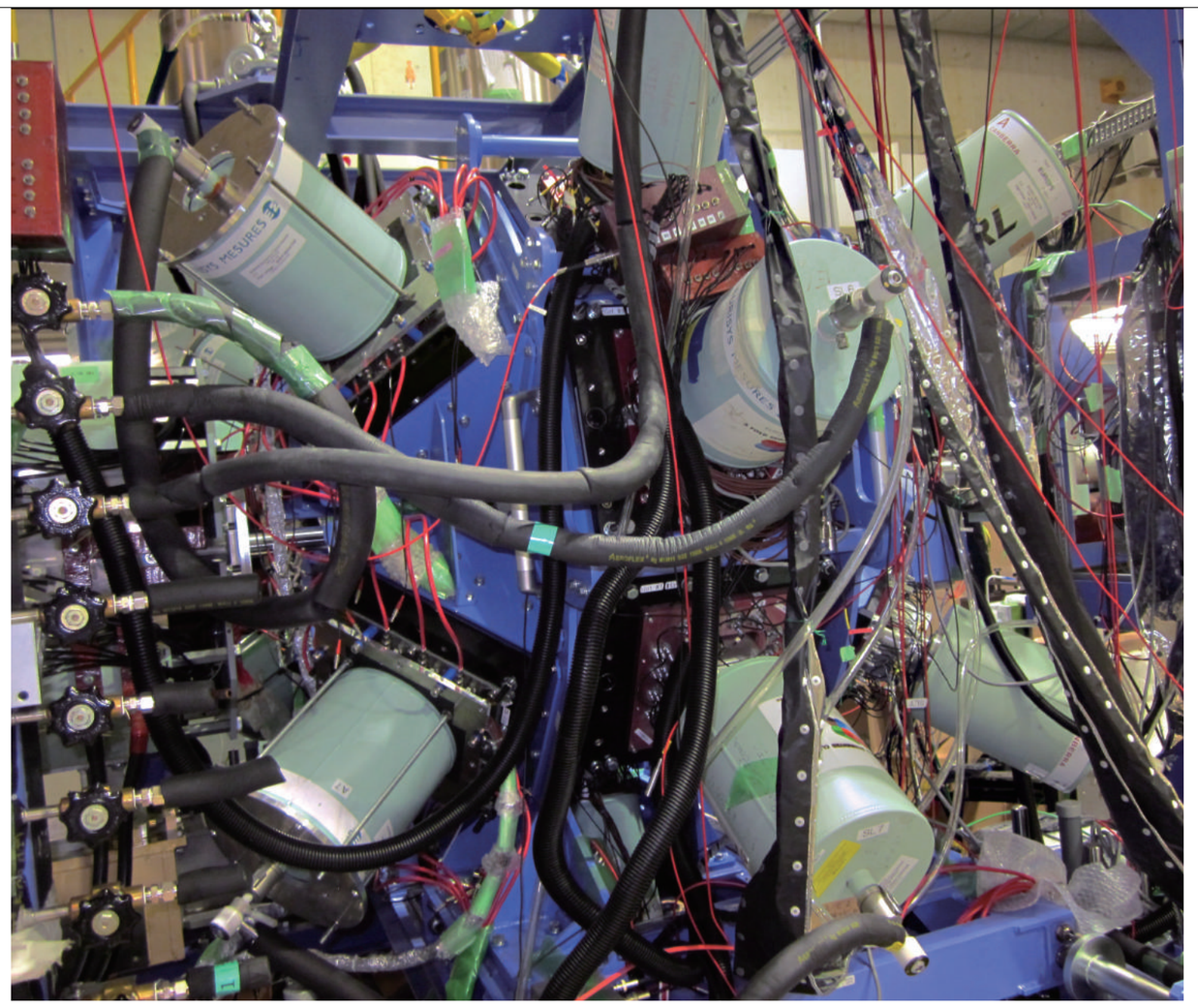
November

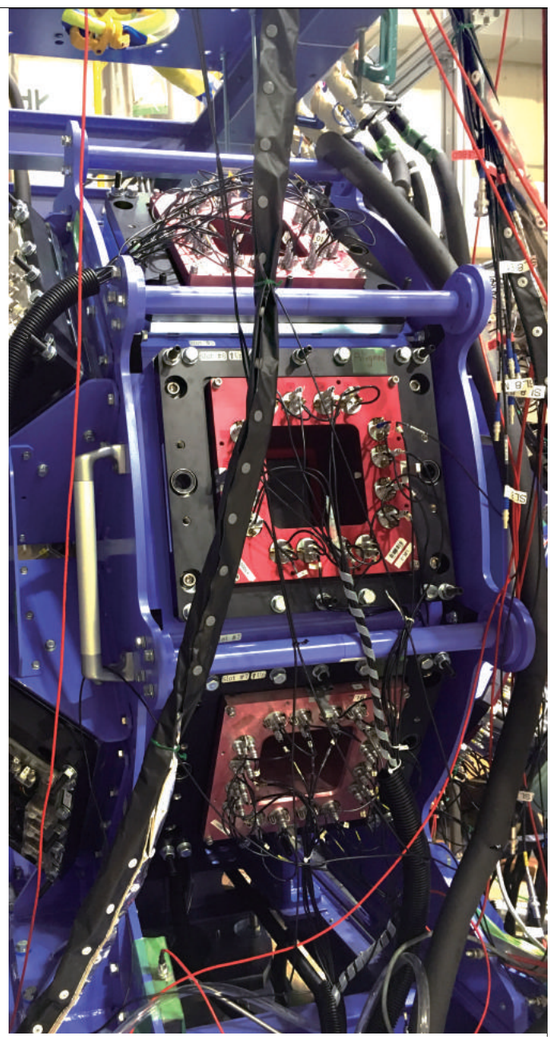
S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

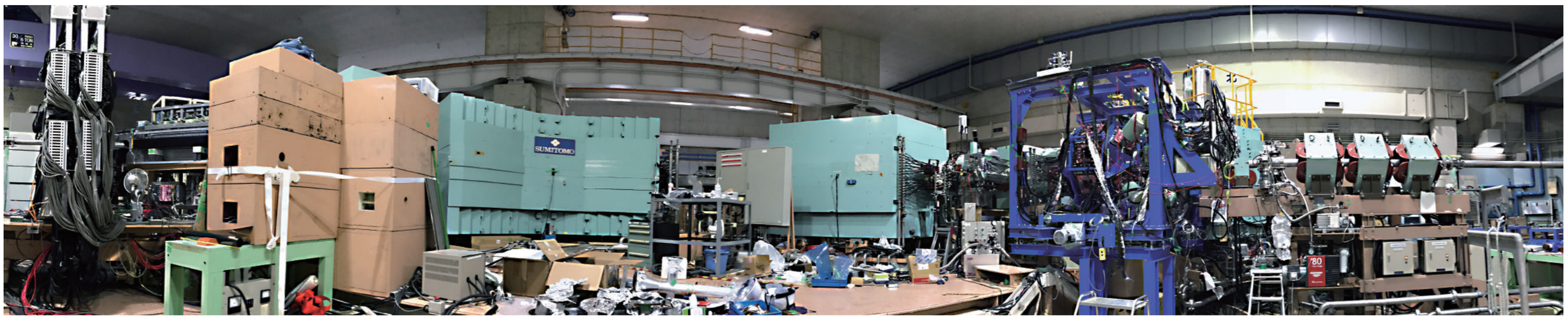
2017 October







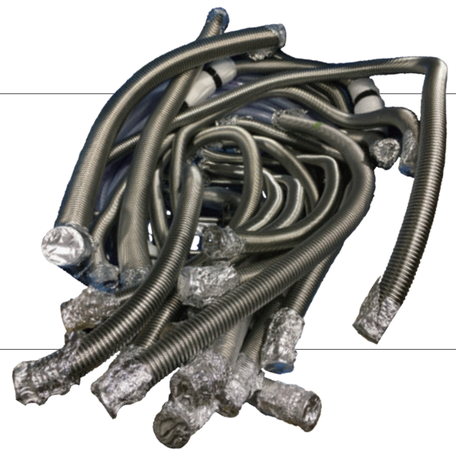




RCNP
大阪大学 核物理研究センター

原子核の世界の“光”はガンマ線です。我々の身のまわりのものは原子や分子が活躍する世界で、それらが反応する過程で光を吸収したり放出したりします。ものが燃えると炎は青やオレンジの光を発しますし、地球の大気が青い光を散乱することで青空や茜色の夕陽を生み出します。原子核の世界は、典型的なエネルギーのスケールが原子や分子よりも 100 万倍ほど大きいため、同じ光でも紫外線や X 線よりもずっと波長の短いガンマ線が関与します。ネオンランプのオレンジ色の光を分析することで原子の研究ができたように、原子核の発する光であるガンマ線を精密に分析することで原子核の構造が分かるのです。写真は CAGRA と呼ばれる検出器で、東北大学、米国アルゴンヌ国立研究所、中国科学院近代物理学研究所との国際協力で建設されました。大型のゲルマニウム検出器 16 台を組み合わせてできており、原子核の発するガンマ線を高いエネルギー分解能で効率良く測定することができます。一番下のパノラマ写真は CAGRA を高分解能粒子スペクトロメータ・グランドライデンに設置して実験を行った時の様子です。
(参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/Divisions/np1-a/CAGRA/index.html)

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
29	30	31	1	2	3 文化の日	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23 勤労感謝の日	24	25
26	27	28	29	30		



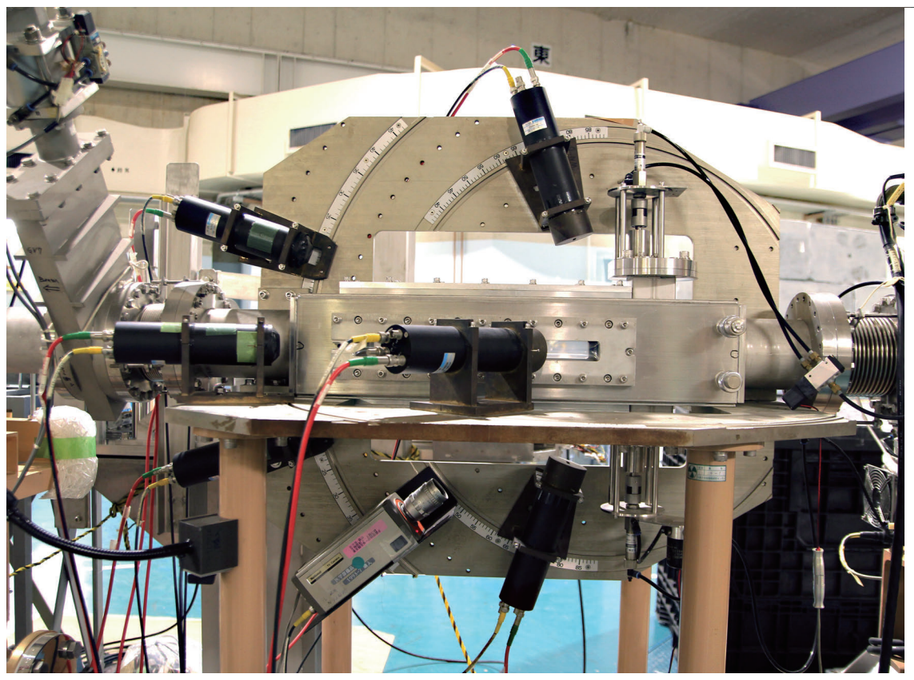
2017 November

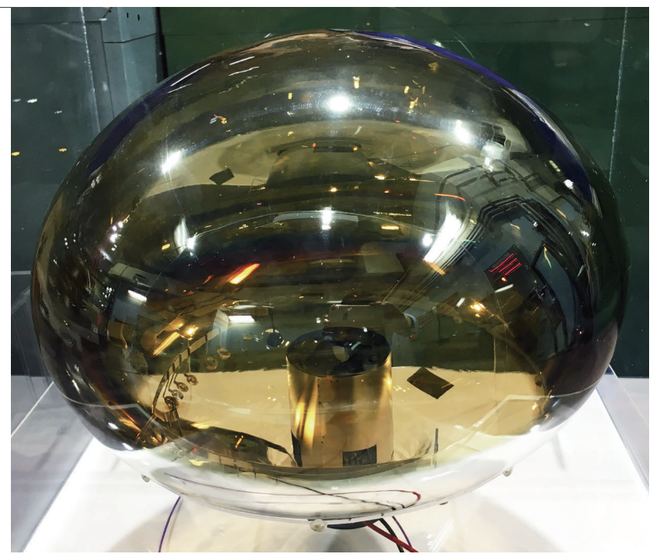
October

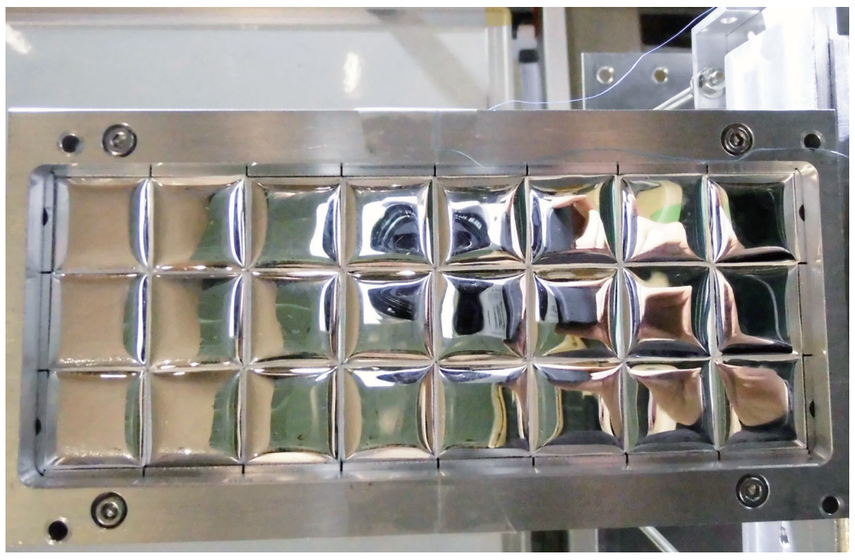
S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

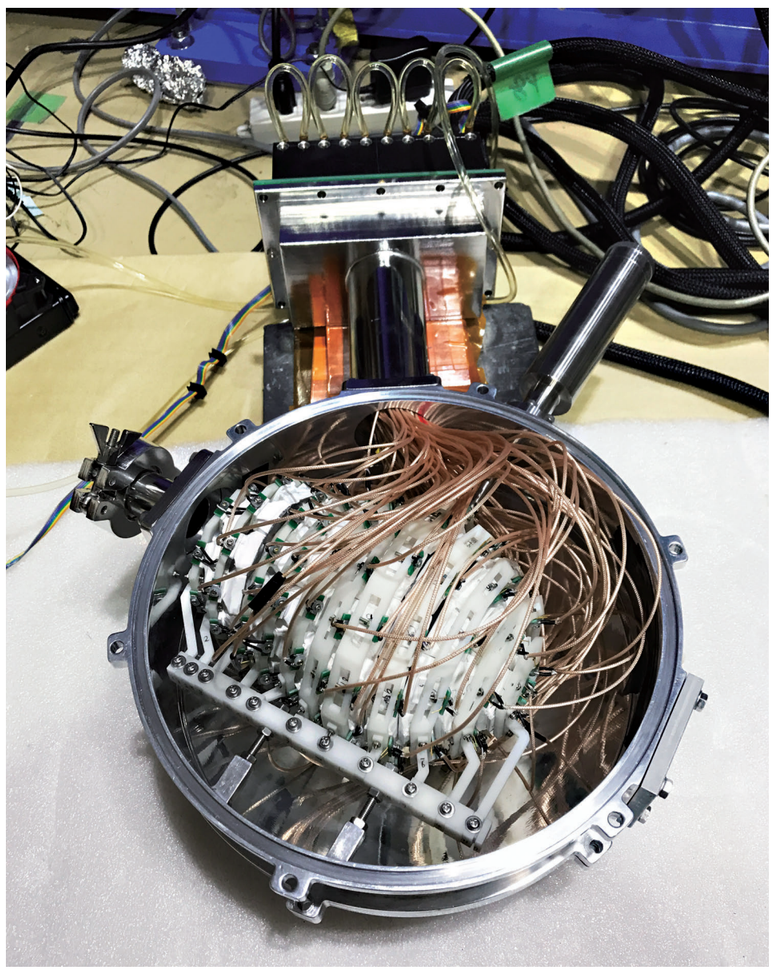
December

S	M	T	W	T	F	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						













（5 月の説明も参照）放射線の検出法は放射線が物質を電離（イオン化）させる性質を利用したものがほとんどです。5 月の写真で紹介した検出器は電離の過程で生まれた電荷を電気信号として読み出すものですが、検出器の材料によっては、電離に伴って光を発するものがあり、その光を読み出すことで放射線を検出することができます。そのような検出器を蛍光（シンチレーション）検出器と呼びます。光は多くの場合とても微弱なので、高感度光検出器と組み合わせて使用します。光電子増倍管はその代表選手で、日本のメーカーが世界トップレベルの技術を持っています。放射線を受けて光を発する蛍光物質（シンチレータ）にはいろいろな種類があり、プラスチックシンチレータ、液体シンチレータ、ヨウ化ナトリウムなどがよく使われます（いずれも光を発するための微量の物質が添加されています）。シンチレータや光検出器の進展はめざましく、新しい検出器が次々に開発されています。右上の写真は京都大学が核物理研究センターでの実験のために開発した Gion 検出器で GAGG というシンチレータとフォトダイオードという光検出器でできています。中央の検出器は中国科学院近代物理研究所が開発した荷電粒子検出器です。CsI 検出器をボール状に配置したもので、CAGRA 検出器（11 月参照）と組み合わせて使用します。

RCNP
大阪大学 核物理研究センター

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6 仁科芳雄誕生（1890 年）	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20 核物理研究センターリング サイクロトロン・ファースト ビーム（1991 年）	21	22	23 天皇誕生日
24	25	26	27	28	29	30
31						



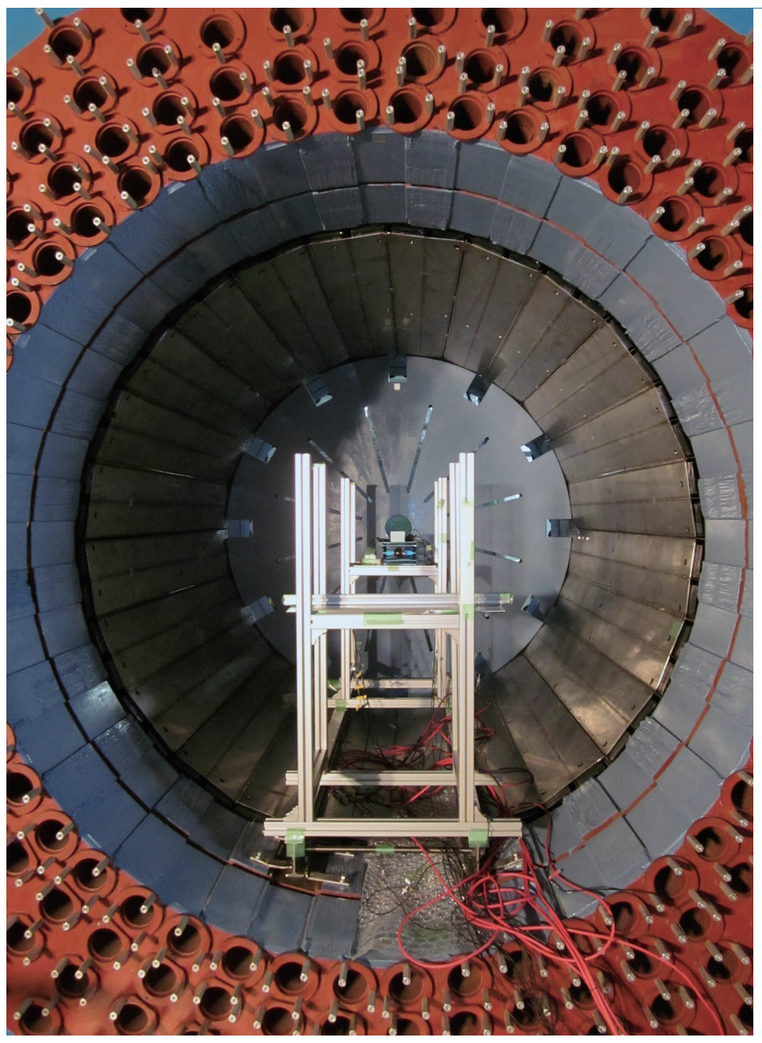
November

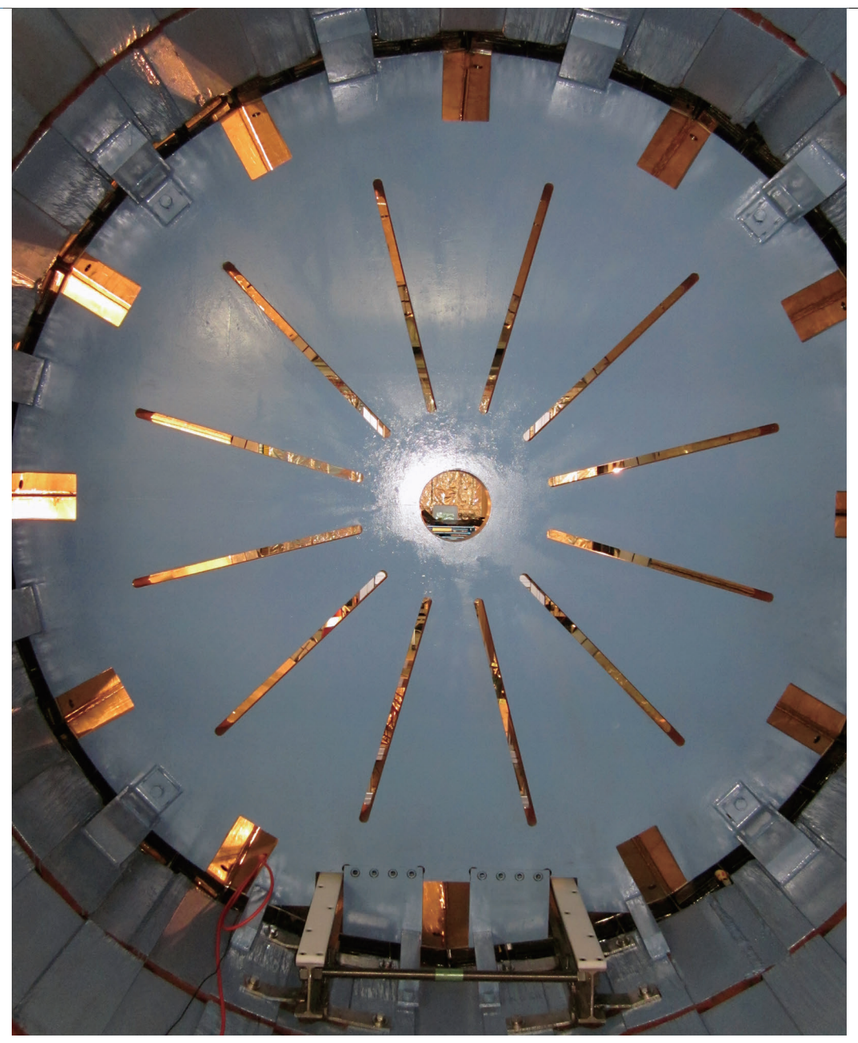
S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

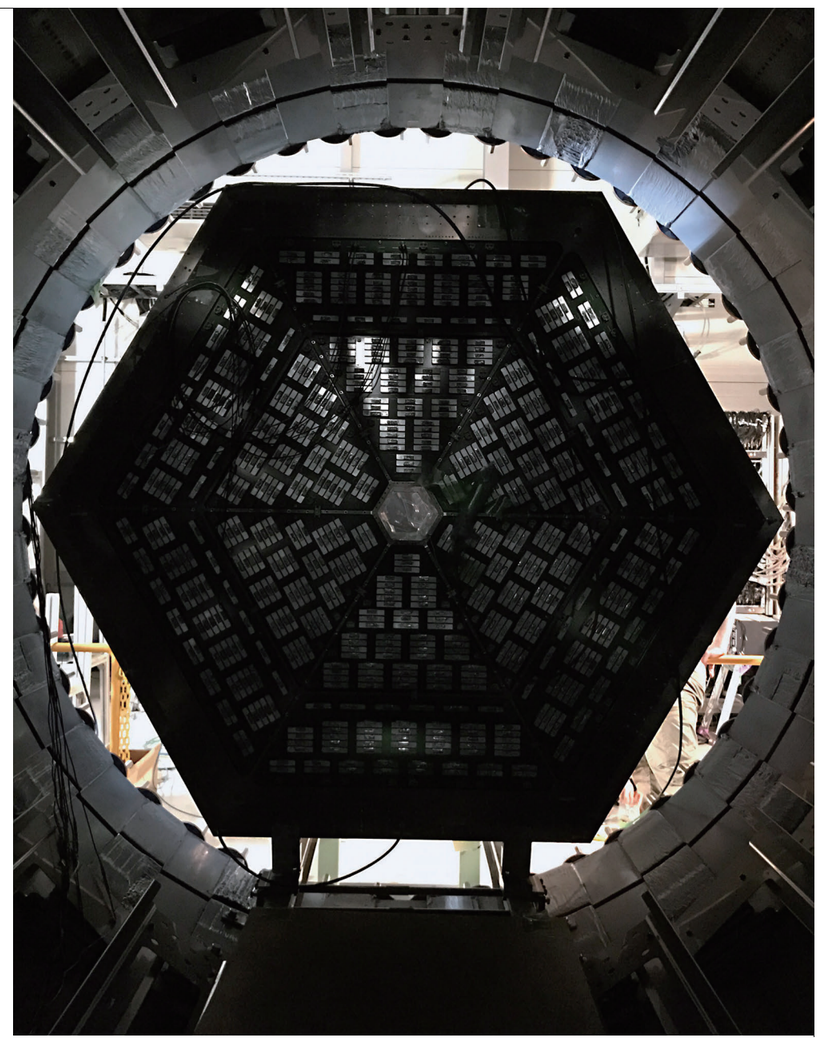
2018 January

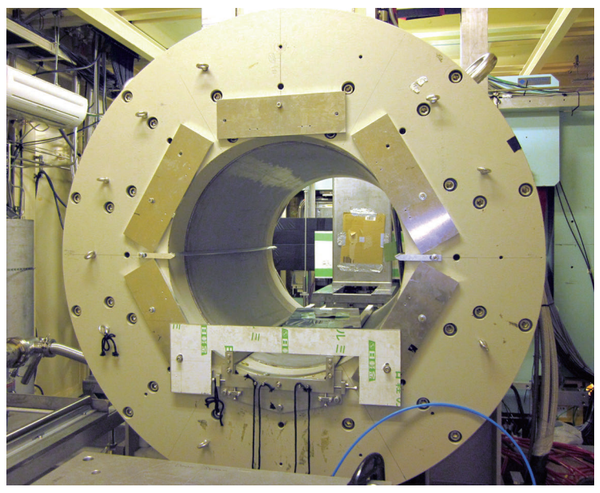
S	M	T	W	T	F	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

2017 December



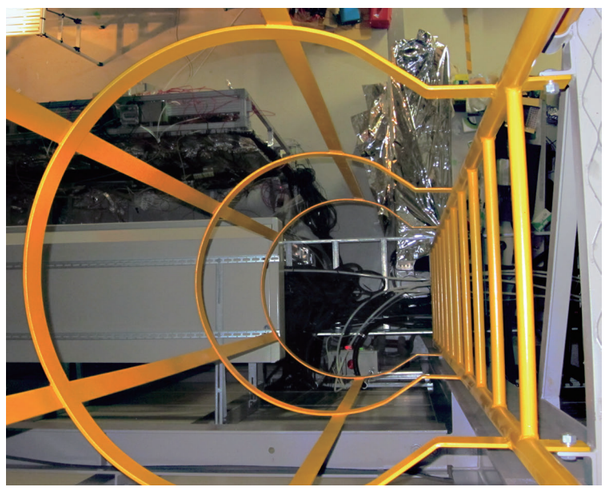












RCNP
大阪大学 核物理研究センター

LEPS（レーザー電子光施設）は SPring-8（写真中下）にある RCNP の施設で、光の一種であるガンマ線を使って“ハドロン”の研究をしています。“ハドロン”というのは専門用語でいうと「強い相互作用をする粒子」のことです。我々の身の回りでいえば、原子核の構成要素である陽子や中性子はハドロンですし、湯川秀樹が提唱して後に宇宙線の中に発見されたパイ中間子もハドロンです。地球上に存在するハドロンはそれだけですが、実はもっとたくさんの種類があり、加速器を使って作ることができます。LEPS では SPring-8 のシンクロトロンを周回する電子にレーザー光を衝突させることでエネルギーの高い（つまり波長の短い）光であるガンマ線を作り、そのガンマ線ビームを使ってこれまでに見つかっていない新しいハドロンを探索したり、性質を調べたりします。LEPS での研究は発展をとげ、2013 年に LEPS2 という新しい施設が完成しました。

（参考 URL http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/Divisions/np1-b/）

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
31	1 元旦 茨木市発足（1948 年）	2	3	4	5	6
7	8 成人の日	9	10	11	12	13
14	15	16	17 大阪第二飛行場 (後の大阪国際空港）開設（1939 年）	18 南部陽一郎誕生（1921 年）	19	20
21	22	23 湯川 秀樹誕生（1907 年）	24	25	26	27 SPring-8 LEPS2 ファーストビーム (2013 年)
28	29	30	31			



December

S	M	T	W	T	F	S
						2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

February

S	M	T	W	T	F	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

2018 January