

# CERN(セルン)研究所

- 1954年に発足した。  
(今年9月29日に60周年記念行事を企画)
- 加盟国: ヨーロッパ12カ国で発足。今年からイスラエルも加盟して21カ国
- 年間予算: 約1,000 億円
- 職員: 約2,500 人
- ユーザー: 約10,000人(世界71カ国から)
- 1990年 WWWを発明した。
- 15年かけてLHC加速器を建設し、現在運転中。

# CERN(セルン)の概要

## 研究所:

CERNの名称は、前身組織名前のConseil Européen pour la Recherche Nucléaireの略称を継承。現英語名称はEuropean Organization for Nuclear Researchで、素粒子の基本法則や現象を加速器を用いて探究する研究所。ジュネーブ郊外のスイスとフランスの国境にまたがる。

## 沿革:

- 1954年: 欧州12カ国の国際的研究機関として設立
- 1959年: 28GeVの陽子シンクロトン(PS)完成
- 1971年: 陽子・陽子コライダー(ISR)の完成
- 1976年: 450GeV大型陽子加速器(SPS)の完成
- 1983年: 陽子・反陽子コライダーでWとZ粒子を発見
- 1989年: 50+50GeV電子・陽電子コライダー(LEP)の完成
- 1994年: 陽子・陽子コライダー(LHC)の建設を決定
- 2000年: LEP2加速器の運転を終了
- 2008年: LHC建設が完成し450GeVビーム周回に成功
- 2010年: pp実験を7TeVで開始し重イオン衝突にも成功
- 2012年: ヒッグスボゾンとみられる粒子をLHC実験で観測

## 運営:

年間予算 1,199MCHF(1,011億円相当) [2011年]。うち91.5%は加盟国による出資(NNI(国民純所得)に比例)で8.5%はホスト国の追加出資やEUなどの外部資金および資産運用収入による。

職員数 2,427人 [2010年末]

加盟国(21カ国): ドイツ, フランス, イギリス, イタリア, スペイン, オランダ, ベルギー, ノルウェー, ポーランド, スイス, スウェーデン, オーストリア, ギリシャ, デンマーク, フィンランド, ポルトガル, チェコ, ハンガリー, スロヴァキア, ブルガリア(出資高順), イスラエル(2013年12月に加盟)

加盟手続き中の国: ルーマニア, キプロス

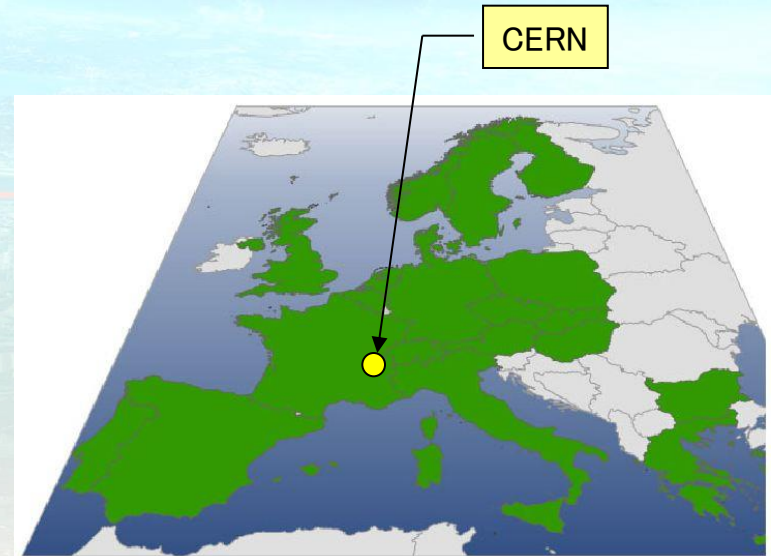
加盟の前段階としてのアソシエートメンバー国: セルビア, ウクライナ

手続き中のアソシエートメンバー国: ブラジル, ロシア, パキスタンなど

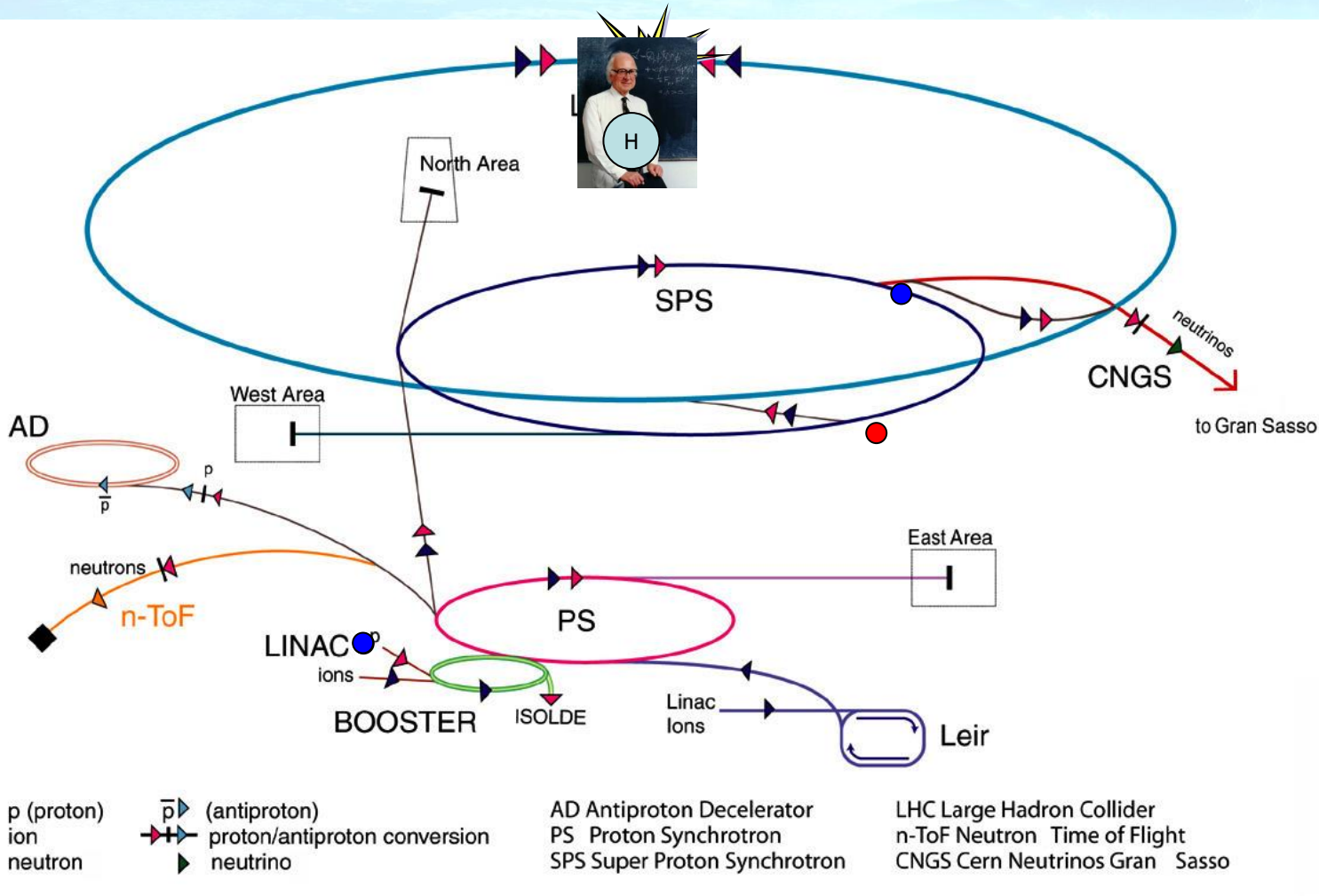
オブザーバー: インド, 日本, ロシア, 米国, トルコ, EU, UNESCO

## 利用:

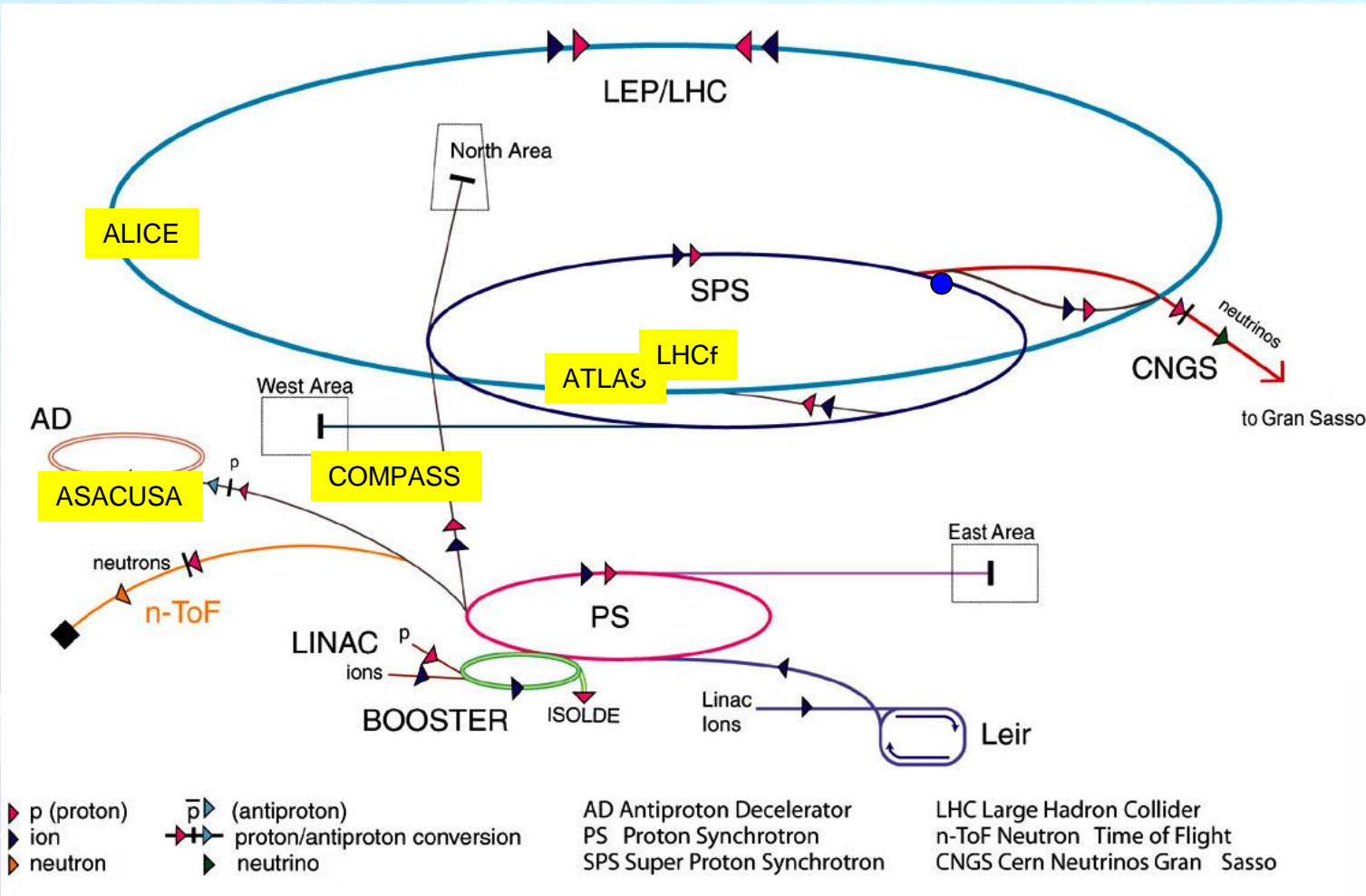
CERNを利用する高エネルギー物理などの研究者数は年間10,482人 [2011年6月現在]に上り、これは全世界の高エネルギー実験研究者の約半数にあたる。LHC計画ATLAS実験、COMPASS実験、ASACUSA実験、OPERA実験に、東大、名古屋大、神戸大、KEKなどからの研究者が国際協力で参加している



# CERN-LHC加速器



# CERN-LHC加速器



# CERN(セルン)研究所

## 日本との関係

- CERNは欧州の国際共同機関だが、ユーザーは世界中から受け入れている。
- 1970年代からPSやSPSでの実験で日本大学のグループが共同研究者として参加
- 1980年代、電子・陽電子衝突加速器(LEP)での大型共同実験OPALに日本グループが貢献(東大、神戸大など)
- LHC建設に日本が貢献することを表明。
  - 日本: 特別な権利を持つオブザーバーに

## LHC - a global project

Particle physics research in general, and CERN's role in particular, are becoming increasingly global in nature, and the LHC is setting a new scale in inter-regional scientific collaboration.

In terms of prospective use, the LHC is already a global project. As well as researchers and engineers from CERN's 19 European Member States, preparations for the LHC's experimental programme now include scientists from 23 other countries in many parts of the world. Nearly 50 per cent of the researchers involved come from countries which are not CERN Member States.

The recent decision by the Japanese Ministry of Education, Science and Culture ('Mombusho') to make a generous contribution of five billion yen (about 45 million Swiss francs) to help finance the construction of the LHC is a major step in the 'globalisation' of the LHC in terms of support, and a landmark in interregional scientific co-operation generally. This money will be

held in a special fund earmarked for construction of specific LHC components and related activities.

At a historic meeting of CERN's governing body, the Council, on 23 June, Japan was elected a CERN Observer State, with the right to attend Council meetings. Speaking in his new role as Observer State spokesman, Kaoru Yosano, Japan's Minister of Education, Science and Culture, looked forward to the LHC project opening new scientific frontiers.

However with its research programme attracting such interest, CERN is looking to establish new procedures so that countries outside Europe would have a voice in CERN affairs reflecting their increased involvement.

Following guidelines established by ICPA (the International Committee for Future Accelerators), facilities at high energy physics laboratories have traditionally been open to all, regardless of financial involvement in the particular

laboratory, the main criterion being scientific merit.

At the time these guidelines were drawn up, the grouping of world-wide research facilities was more evenly spread and these scientific migrations tended to even out over an extended period. For a major facility, such as the LHC, which will provide a world focus over a long period of time, it is only fair that countries whose physicists will use it extensively should be asked to contribute. In return, however, these users and their funding agencies should be able to influence not only the running of their specific experiments but also policy decisions affecting the overall project.

Non-Member State researchers are already represented as individuals to advise CERN on scientific issues in the Scientific Policy Committee (which advises the CERN Council) and on the various research committees which advise the Director-General. This tradition will be continued and extended with the creation of a new LHC Machine Advisory Committee and an LHC Board. The latter, which will advise the Director-General, will provide a mechanism for discussion and co-ordination with representatives of all outside institutes and funding agencies responsible for construction of LHC components.

To take account of the new situation, CERN is proposing to set up a totally new 'Associate' status for countries that

At the June 1995 meeting of CERN's governing body, the Council, Japan was accorded Observer status, an important milestone on route to Japanese collaboration in the LHC. The Japanese delegation was led by Kaoru Yosano (left), Minister of Education, Science and Culture.



LHC News N° 7 09/95



CERN理事会における日本政府代表

文部大臣 与謝野馨

達磨

CERN DG  
Chris Llewellyn Smith

1994年12月のCERN理事会でLHC計画が承認された後、

1995年6月23日に与謝野馨文部大臣がCERN理事会に出席し日本によるLHC建設協力を表明した。非加盟国の中では日本が最初であった。その後

も日本は資金協力をを行い、総計138.5億円の建設協力を行った。

2008年10月21日 LHC完成祝賀式典にて山内俊夫文部科学副大臣が達磨の左目を記入してLHC完成を祝した。

(<http://cdsweb.cern.ch/record/721046?ln=ja>)

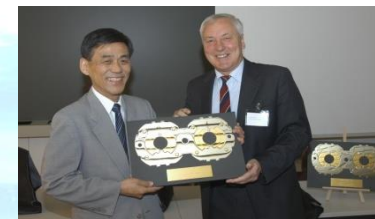
(<http://cdsweb.cern.ch/record/1135731>)



# LHC建設に貢献した主な日本企業

推定規模  
億円(註)

古河電気工業	LHC加速器	超伝導ケーブル	～20*
新日本製鐵	LHC加速器	双極電磁石の特殊ステンレス材	～50*
東芝	LHC加速器	収束用超伝導四極電磁石	～15*
JFEスチール	LHC加速器	電磁石用非磁性鋼材	～5*
カネカ	LHC加速器	電磁石用ポリイミド絶縁テープ	～10*
IHI (+Linde)	LHC加速器	低温ヘリウムコンプレッサー	～20*
東芝	アトラス	超伝導ソレノイド	～10
浜松ホトニクス	アトラス,CMS, LHCb	シリコン検出器, 光電子増倍管, 光検出 ダイオード	～10
川崎重工業	アトラス,CMS	LArカロリメーター容器, 鉄構造体	～10
林栄精器	アトラス	ワイヤーチェンバー	～5
東芝	アトラス	信号読み出し集積回路	～2
ソニー	アトラス	検出器信号アンプ	～1
ジーエヌディー	アトラス	トリガー用電子回路	～1
フジクラ	アトラス	耐放射線性光ファイバー	～1
クラレ	アトラス	シンチレーションファイバー	～1
有沢製作所	アトラス	銅箔ポリイミド電極シート	～1



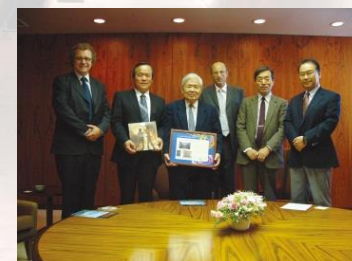
古河電気工業



新日本製鐵



東芝



浜松ホトニクス

(註) 推定規模は、部分的な情報から推定しており、実際の契約額と相当にずれている可能性があります。  
あくまでも企業の貢献の規模の目安にすぎません。\* 印は日本による建設協力資金が使用された事を示す。

## LHCのビーム衝突点 Low-b挿入用超伝導四極磁石

ビーム衝突点では、陽子ビームを10ミクロンの太さに絞りこむ。このためにレンズの役割をする超伝導四極磁石が必要で日本と米国とが設計・製造した。

KEKが設計、東芝が製造

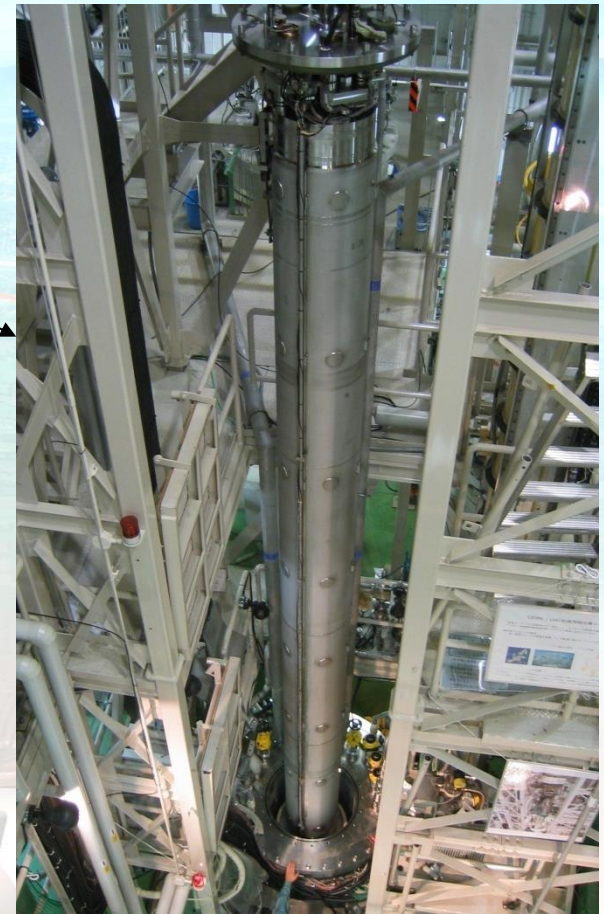
磁場勾配 = 215 T/m

長さ 5 m、口径 70 mm

2005年に18台の生産と検査を完了した。



超伝導ケーブルを巻く作業(東芝京浜工場)



コイルを検査するために垂直型クライオスタットに入れる(KEK)



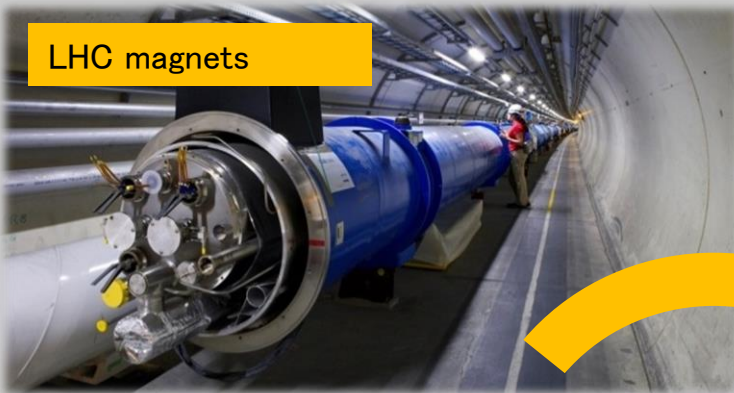
LHCトンネル内に設置された超伝導四極磁石

その他、超伝導ケーブルの製造(古河電気工業)や、電磁石用特殊鋼(新日鐵、川崎製鉄)、極低温ヘリウム冷却設備(IHI)など、日本の建設協力資金を財源として調達した。日本企業によるLHC建設への貢献とその高い技術が評価を受けている。



# CERNとKEKでの技術開発協力の促進

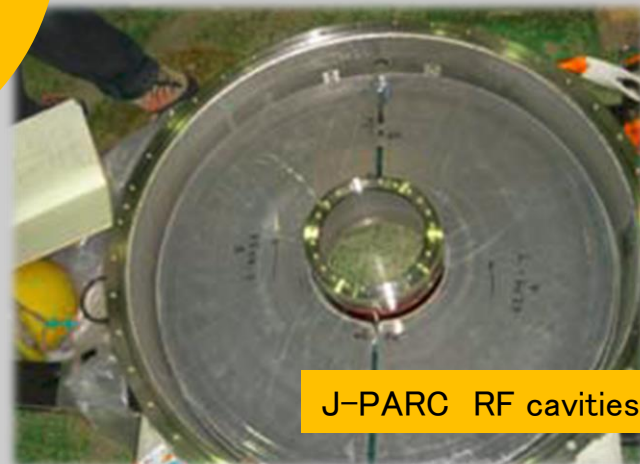
LHC magnets



J-PARC neutrino beamline



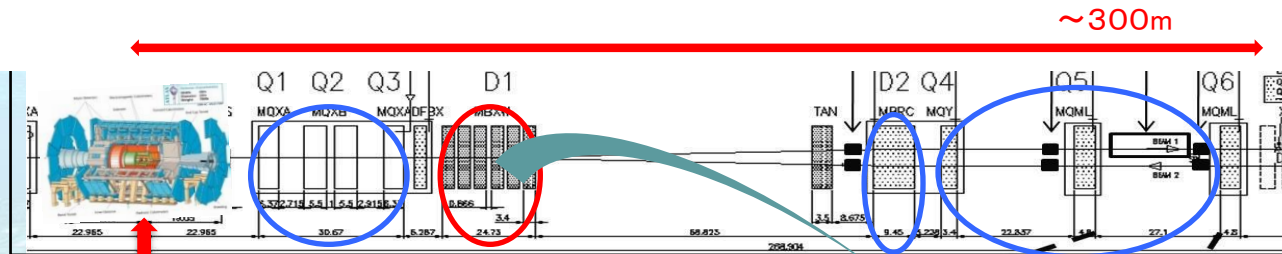
PSB: cavities



J-PARC RF cavities

# HL-LHC 加速器への貢献

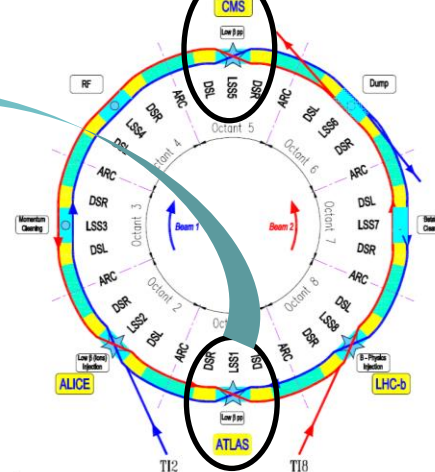
HL-LHCでのビーム衝突系磁石の開発分担



衝突点  
Q1-3: 米国・CERN(

D1: 日本

D2: 米国 Q4-6: フランス

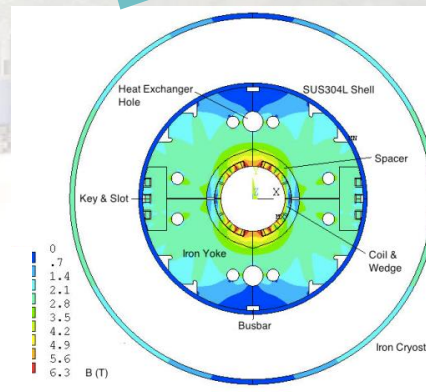


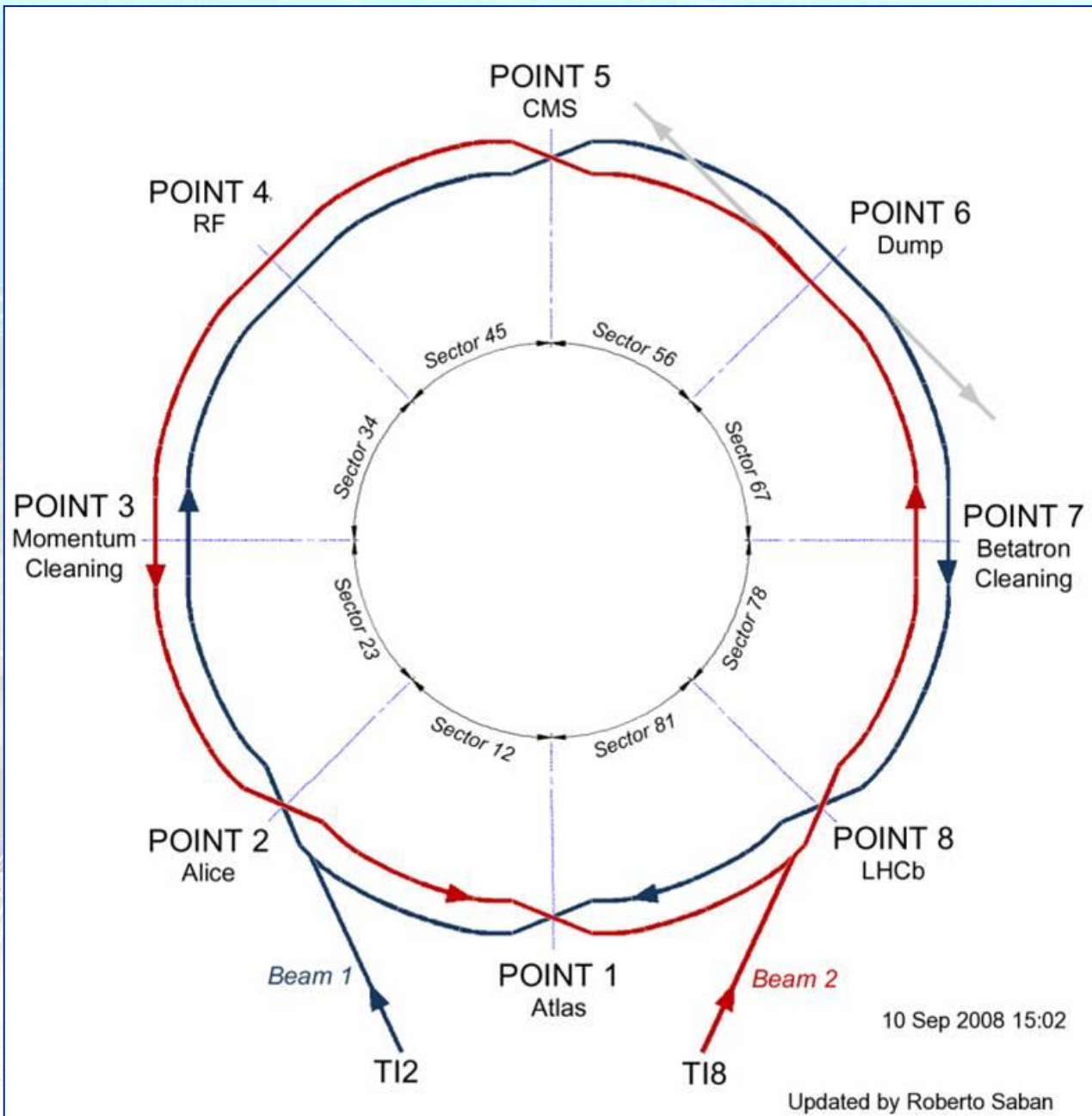
ATLAS、CMSのビーム最終収束部を交換

既に始まった概念設計  
ビーム分離用の双極磁石の設計がKEKのチームによって進んでいる。



現在のLHCに対して、米国と共同で衝突点収束磁石の開発製作を行った。この後継機に貢献



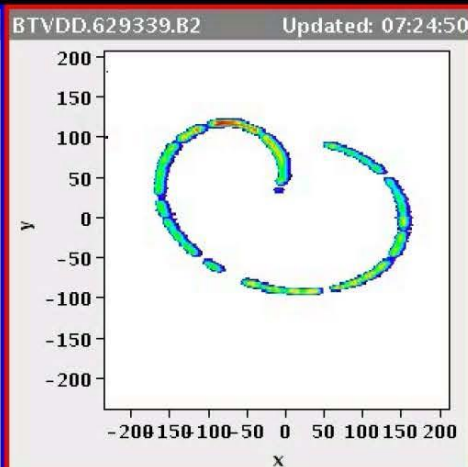
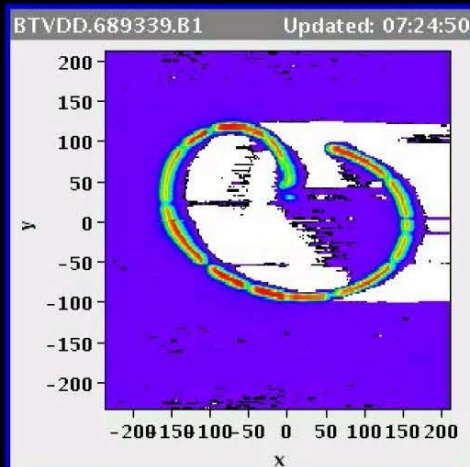


# THE LAST PHYSICS BEAM OF LHC RUN 1 (2009 - 2013)

LHC Page1      Fill: 3564      E: 1380 GeV      t(SB): 00:48:06      14-02-13 07:26:05

## PROTON PHYSICS: BEAM DUMP

Energy: 1380 GeV      I(B1): 3.07e+09      I(B2): 2.47e+09



Comments (14-Feb-2013 06:46:45)  
 short physics fill with Roman Pots in  
  
 This is the last PHYSICS fill before LS1.  
 programmed dumped ~ 7:00  
 then quench test starting ~ 8:00

BIS status and SMP flags	B1	B2
Link Status of Beam Permits	true	true
Global Beam Permit	false	false
Setup Beam	false	false
Beam Presence	false	false
Moveable Devices Allowed In	true	true
Stable Beams	false	false

AFS: 50ns\_1374b\_1278\_36\_1218\_144bpi12inj

PM Status B1      **ENABLED**      PM Status B2      **ENABLED**



## Last M line opening (S45)

6<sup>th</sup> of February 2014

Operator responsible : JM Hubert

Pictures by M Struik



# The main 2013-14 LHC consolidations

**Opening: 100%**  
1695 Openings and final reclosures of the interconnections  
**Closure: 50%**

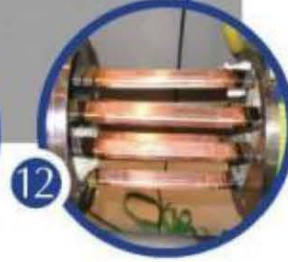
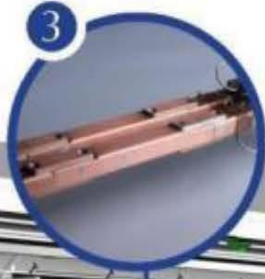
**100 % done**  
Complete reconstruction of ~~1500~~ of these splices  
3000

**98 % done**  
Consolidation of the 10170 13kA splices, installing 27 000 shunts

**85 % done**  
Installation of 5000 consolidated electrical insulation systems

**90 % done**  
300 000 electrical resistance measurements

**75 % done**  
10170 orbital welding of stainless steel lines



18 000 electrical Quality Assurance tests

10170 leak tightness tests

3 quadrupole magnets to be replaced

15 dipole magnets to be replaced

Installation of 612 pressure relief devices to bring the total to 1344

Consolidation of the 13 kA circuits in the 16 main electrical feed-back systems

**80 % done**

**65 % done**

**Done**

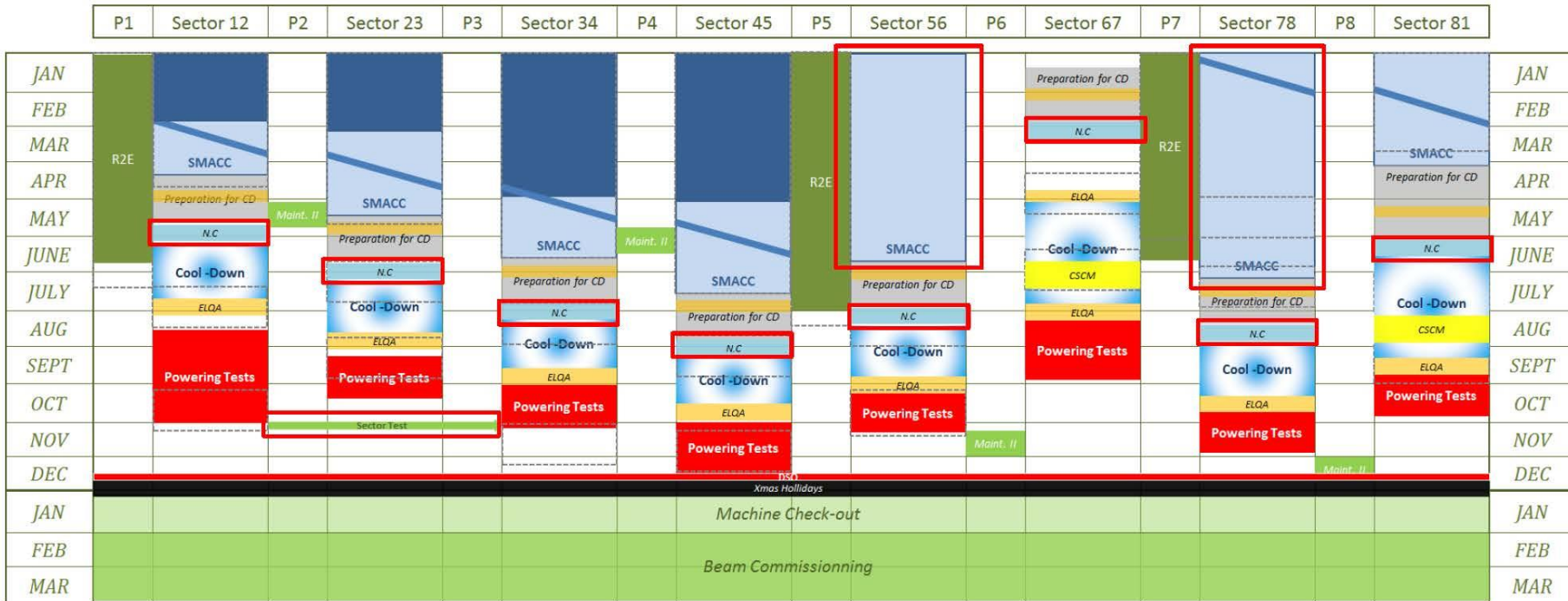
**Done**

**100 % done**

**90 % done**



- ▶ Schematic view of version 3.1, now includes
  - ▶ DFBA repairs at P6 and P8
  - ▶ a margin of 2 weeks after flushing for N.C. solving
  - ▶ The sector test from P2 to P3





## CERN日本フェローシップ制度

日本の国籍もしくは永住権を持つ研究者を、LHCのデータ解析や物理の研究を行うために、CERNフェローとして採用する制度。LHCの現象論や加速器物理の研究者も含まれる。

採用期間： 3年、 採用数： 年間2名程度

資格： 博士号の資格を持ち修士号取得から研究歴が10年以内の人。

採用： 応募者は日本の選考委員会面接を受ける。

## CERN研修プログラム

- ・ 日本からの事務職員の研修派遣： 1～2年間、CERNでの研修を受ける。
- ・ 日本からの技術系職員の研修派遣： 約1年間、CERNで特定グループに属し研究を行う。

## 高校教師研修プログラム

- ・ 2009より毎年、佐賀県が1名の高校教師を3週間のプログラムに派遣している。





# CERN夏の学校への参加

CERNでは、毎年6月～9月の間、サマースチューデントプログラムを実施している。参加学生はこの期間CERNに滞在して、CERNの特定の研究グループに所属し指導を受けながら研究の補助をするほか、並行して行われる講義を受講したり、ディスカッション、フィールドトリップ等の各種アクティビティに参加して、最先端の素粒子・高エネルギー物理、粒子加速器、宇宙物理、データ処理に触れることができる。

2004年度より、日本人学生もこのプログラムに参加することが可能となり、参加のための事務的な便宜及び現地でのサポートをKEKが行なってる。毎夏5名の日本の学生(修士1年)を派遣してきている。



2007年夏の学校参加者全員の集合写真



2007年講義の様子。夏の学校生徒以外にも多くの参加者がおりホールがいっぱいになる。



2007年 いろいろな国からの生徒が集まった夕食風景

## 関連するウェブページ (主にLHC関係)

- 「CERNの概要」

<http://atlas.kek.jp/public/IntroductionOfCERN.pdf>

- **アトラス日本グループ広報ページ(日本語)** <http://atlas.kek.jp/>

には、LHC/アトラス実験のニュース・発表・解説・写真・ムービー・記録・報道・CERNの歴史などの数多くのリンク先が載っています。

- CERN

<http://cern.ch>

- アトラス実験、CMS実験

<http://atlas.ch> , <http://cms.cern.ch>