

# プロジェクトマネージメントと人材確保 の観点から振り返る SACLA建設プロジェクト

国立研究開発法人/理化学研究所/放射光科学総合研究センター/  
XFEL研究開発部門、  
先端光源開発研究部門/回折限界光源設計検討G  
田中 均

# 話の構成

1. SACLA建設プロジェクト概要
2. プロジェクトにおける課題
3. 人材確保・育成
4. まとめ

# SACLA施設全景

SPring-8

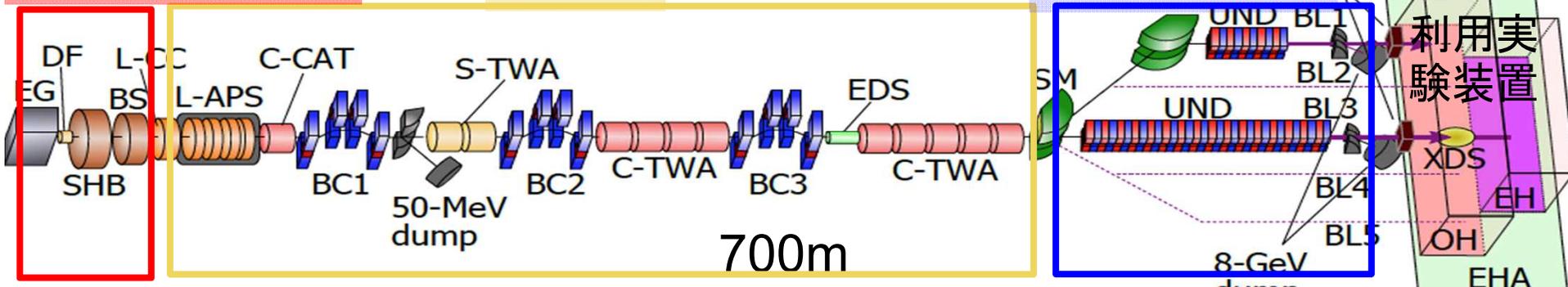
SACLA施設

電子銃+入射器

加速器

アンジュレータ

光学・  
利用実  
験装置



← →

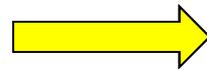
# プロジェクトの目標

安定で高性能のコンパクトX線自由電子レーザーの実現

## SCSSコンセプト



短周期真空封止  
アンジュレータ



レーザー波長の低エネルギー化



規模縮小



Cバンド常伝導  
加速システム



高い加速勾配の実現



さらなる規模縮小



低エミッタンス  
単結晶カソード  
熱電子銃

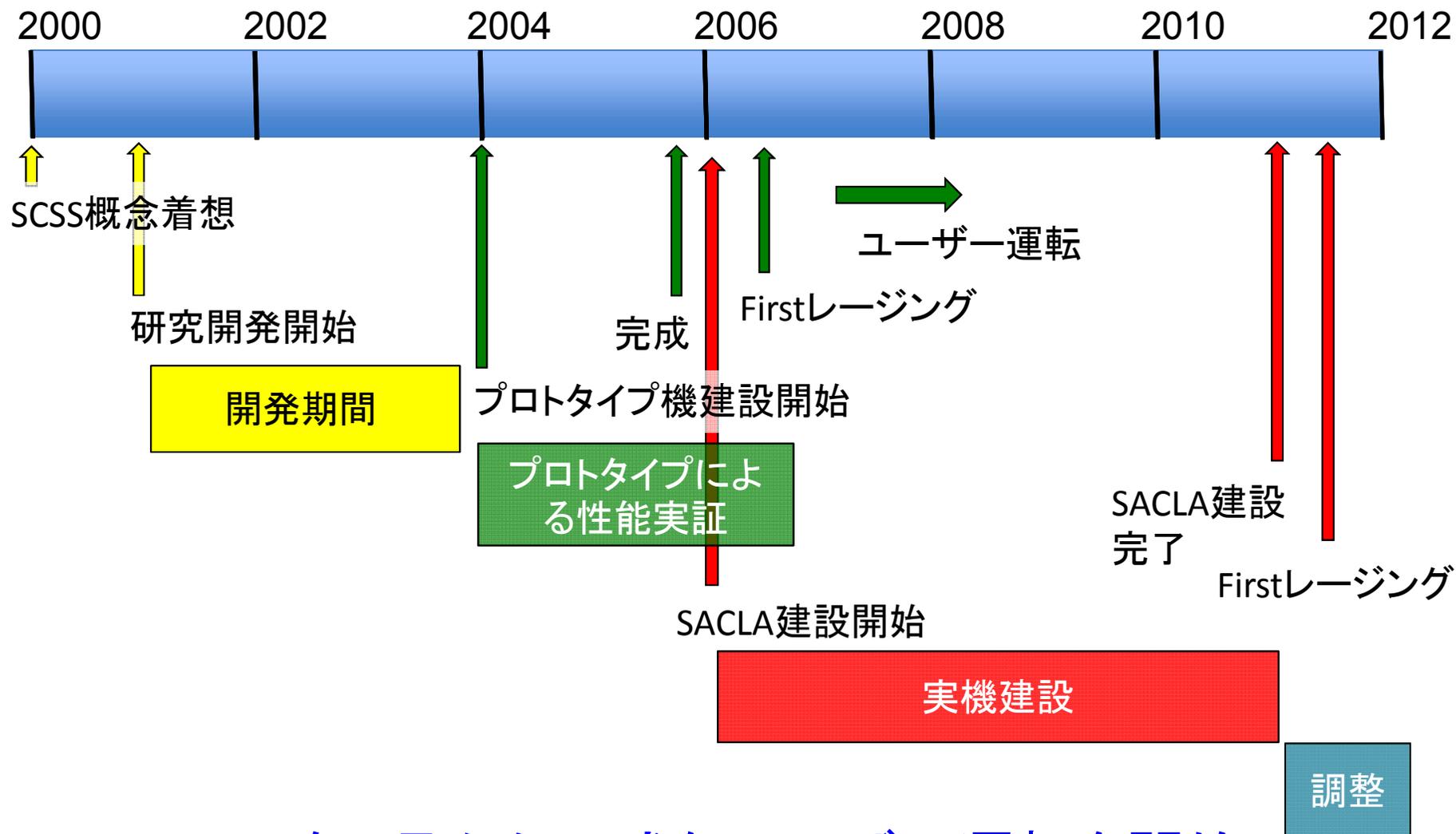


低電子ビームエネルギー  
でレーザー発振可能な高  
品質電子ビームの供給

3つの技術開発により従来の1/3~1/5の大きさへ

# プロジェクトの年表

着想からレーザー完成まで約10年

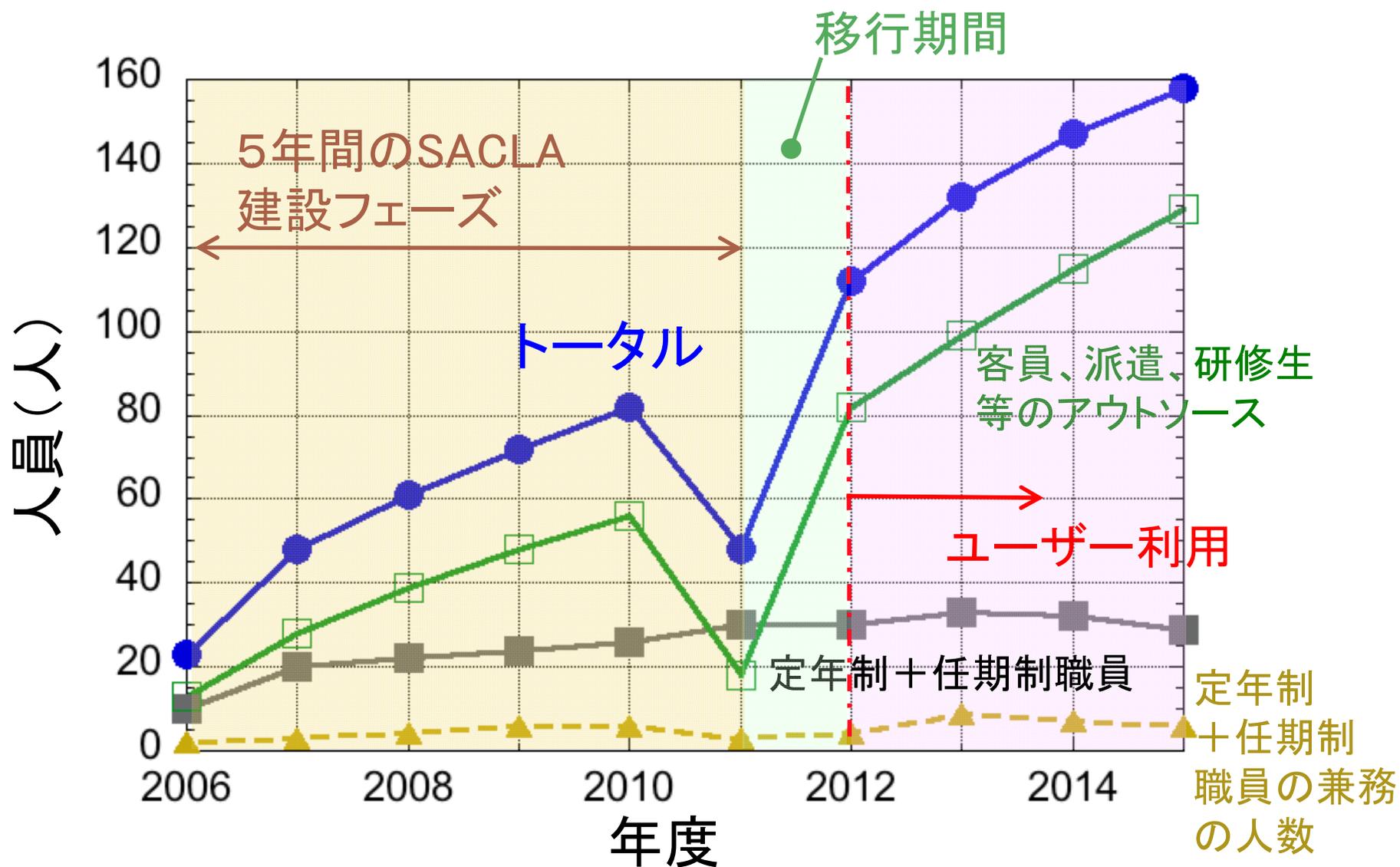


2012年3月から正式なユーザー運転を開始

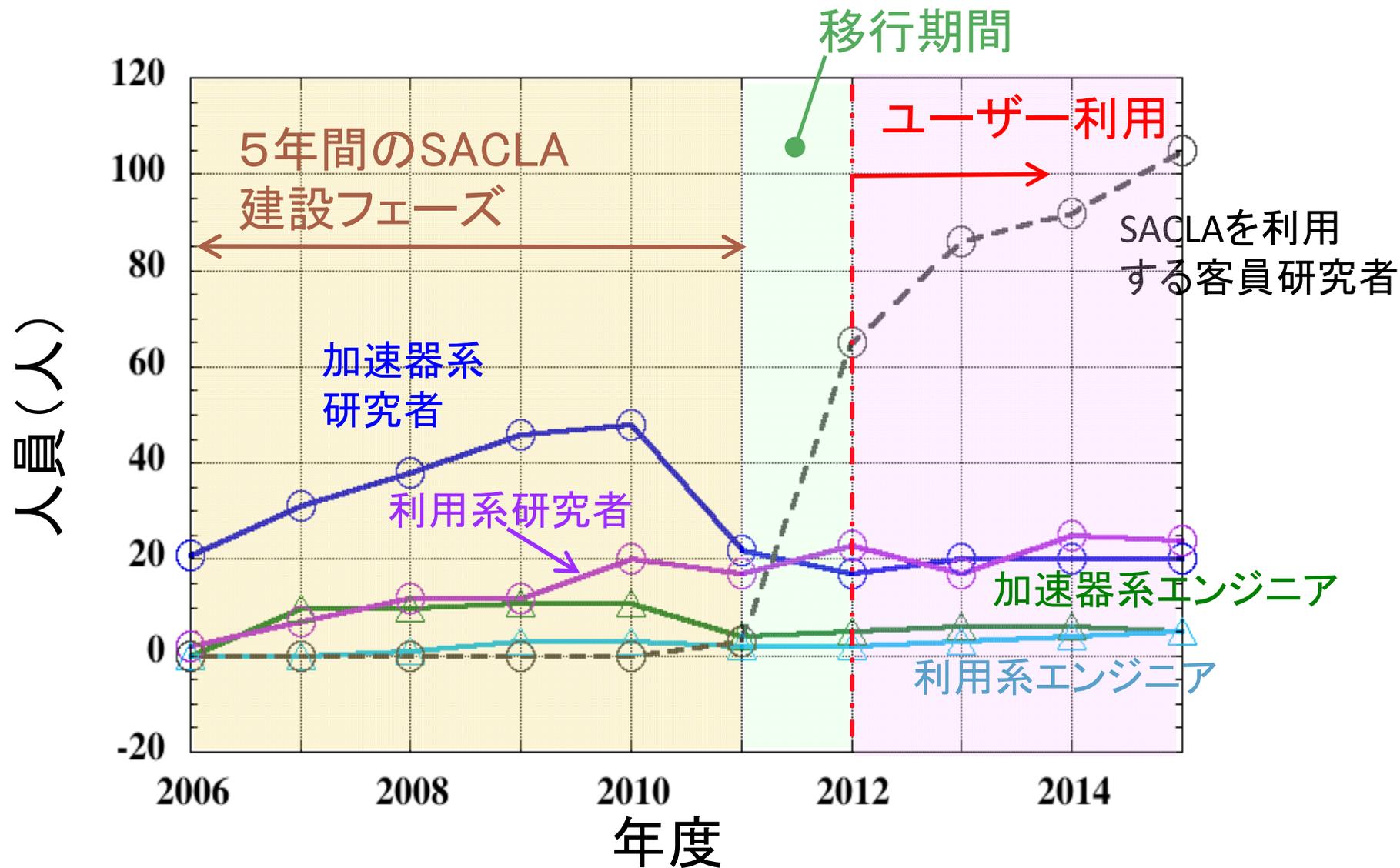
# プロジェクトの年次予算分布

		2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)	
全体計画		← 建設期 →					調整・試運転／共用(H24.3.7) →			
施設整備等	本体整備	線型加速器収納部建屋			電子ビーム輸送系トンネル		入射器、加速器、電子ビーム輸送系			
			電子ビーム制御系							
施設整備等	共用施設整備	ビームライン収納部建屋		ビームライン						
		共同実験棟・共同研究棟								
		施設開発研究								
利用開発等		利用研究開発								
当初予算[億円]		23.1	74.7	110.0	98.7	16.5	総額 388億円			
補正予算[億円]			33.0	30.0	1.9					

# プロジェクト人員の推移



# プロジェクト人員内訳推移



# SACLA建設プロジェクトとILCとの比較

	SACLA	ILC
プロジェクトの形態	国内	国際協力が前提
トンネル建設場所	地上	地下
建設サイトの立地	既存施設内(SPring-8サイト)	独立(単独)
建設額※1	400億円弱(~1/30)	1兆1000億円 ※2 加速器本体、測定器本体
建設規模(全体の大きさ/全加速電圧)	700m/8GV	31km/500GV (SACLAの44~63倍)
建設に必要となる人的リソース	23~82人※3	1000人以上 ※4 建設時平均

※1 どちらも労務費を含む

※3 SACLA 82人内訳: 加速器系(研究者48人、エンジニア11人)、利用系(研究者20人、エンジニア3人)

1. SACLA建設プロジェクト概要
- 2. プロジェクトにおける課題**
3. 人材確保・育成
4. まとめ

# 4つの課題

- 加速器物理的な課題
- 機器製作・据え付け・調整上の課題
- プロジェクトマネージメントにおける課題
- 建設後の早期成果創出

# 加速器物理的な課題

## 安定で高強度のXFEL生成に向けた課題

- X線波長領域で必要な3000倍を超える圧縮係数の実現(プロトタイプ機の1桁上)
- RF機器の必要安定度の評価とその実現(妥当な評価と現実的な精度で成立する工夫)
- 多数のアンジュレータセグメント(5m)を1つの長尺アンジュレータ(~100m)にチューニングする手法(短波長レーザー増幅器としてのアンジュレータの必要性能の確保)

# 機器製作・据え付け・調整上の課題

プロトタイプ機製作と運転を通し、多くの機器製作の目処

- Cバンド加速管の量産化（一品物生産→大量生産へ）
- 必要な位相/振幅精度を実現するLLRF系とタイミング系（プロトタイプ機からのFactor-5の性能ジャンプ）
- 限られた期間内に必要精度で機器の設置を可能にする据え付け方法と治具の開発

# プロジェクトマネジメントにおける課題(1)

SACLA建設では約100億円程、実行予算額が要求額を下回ったため、当初プランの修正並びに全面的なコストダウンが必要に

- 予算額に合わせた機器システム製作から建設に亘るマネジメントの規模と質の適正化
  - 大手メーカーにメインコントラクターを頼み、建設全体を統括してもらう形態ではなく、理研にて建設全行程を管理し、タスクを適当な大きさに分割、発注、取り纏める形態へ

# プロジェクトマネージメントにおける課題(2)

- 予算額減少に合わせた機器のダウングレードの検討
- 限られた人的リソースにより、建設・ビームコミッショニング、その後の運転維持管理を実現する体制の構築
  - アウトソースである運転スタッフやエンジニアを、プロトタイプ機の運転により鍛え、彼らが(1)建設時: 設置や各種試験、(2)機器調整時: RF機器コンディショニング、各種調整並びに必要なソフトウェアの整備(3)ビームコミッショニング時: ビーム運転並びに必要なソフトウェアの整備等を実施可能とする。これにより運転維持管理へシームレスに移行する。

# 建設後の早期成果創出

SACLAは道具であり、道具は有効に活用されてこそ意味がある

- コヒーレントX線のハンドリングとその応用に関し、SPring-8/プロトタイプ機を用いた先行的な研究開発を展開
- 質的ジャンプがあるSACLAの利用の速やかな展開を図るための重点分野の選択と育成
- 1つのビームラインで様々な実験を効率的に実施可能とするための機能分離と機器設計最適化、並びに交換作業のルーチン化

1. SACLA建設プロジェクト概要
2. プロジェクトにおける課題
- 3. 人材確保・育成**
4. まとめ

# XFEL利用に用いる検出器開発スタッフまで入れても、この人数(チーム規模もコンパクト)



2012年8月

# 人材確保・活用戦略

- SPring-8と同一のサイトに建設する事のメリットを最大限活用
- 無理に(レベルを下げてまで)若い研究者を採用しない
- SPring-8建設の経験を基に、プロジェクトの内部スタッフ数を抑制する取り組み
- 建設予算の範囲内で、Out-sourcingも含め企業の人材を最大限活用

※企業と連携した人材の育成等は特に実施しなかった

# 人材確保において重要な点

大型プロジェクトが陥りやすい落とし穴

研究所スタッフ数の適正規模の維持  
に失敗すると



建設/調整期後に多くの余剰人員を抱える  
事になり



研究員の蛸壺化が蔓延し、研究所の健全  
な運営を脅かす

# 小人数でプロジェクトの遂行を可能にするには

- 適切な構造仕様により製作機器の組み込み時のトラブルを最小化
- ケーブル配線と導通試験、機器の設置、真空パイプの締結と立ち上げ等の各種役務の企業への発注
- 建設・調整・ビームコミッショニングにおける仕事の切り分けと分類により、**研究者、エンジニア、運転員、企業の行うべき仕事**を精査し、内部スタッフである研究者の仕事量を削減

# プロトタイプ機の有効活用

SACLA建設ではプロトタイプ機によりユーザー実験まで実施することで、人材育成へ繋げることができた。

- 機器設計へのフィードバックや必要な安定性の評価
- 実機での実験の予行演習
- プロトタイプ機の運転を通して実機SACLAの運転法を確立
- 運転維持管理スタッフの教育と育成

# 国際プロジェクトで難しい点

## 日本人と欧米人のコミュニケーション文化の違い

コンテキスト: コミュニケーション学では、コミュニケーションの場で使用される言葉や表現を定義付ける背景や状況を指す。(ウィキペディアから)

日本人  
アジア系

...

...

...

...

...

...

欧米系

高コンテキスト



低コンテキスト

聞き手の能力を期待

- 言葉への依存度が少ない
- 曖昧な表現も許される
- 会話の情報量が少ない
- 論理的飛躍に寛容

- 質疑応答を重要視
- 論理的飛躍はNG
- 寡黙は悪で会話での意思表示が求められる
- クリアな表現を好む
- 言葉への依存度が高い

話し手の責任が重い

# まとめ(SACLA建設での経験と実績)

- SACLAの建設プロジェクトは、減額された予算の範囲内で、スケジュールの遅延なく、如何に目標の光源性能を実現するかが問われ、その実現に成功した。
- コスト削減のため、機器やシステムのダウングレードの他、メインコントラクターを置かず、建設の行程管理を少人数で直接実施した。
- 一時的に多くの人材が必要な期間は、SPring-8サイト内の人材、企業、運転員、人材派遣のエンジニア等のアウトソースで賄い、建設チームの人員を比較的少人数に抑えることができた。