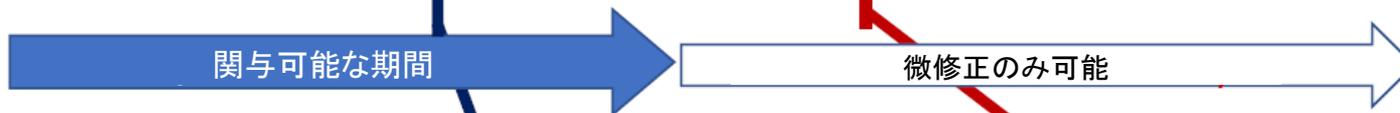


**【さらに確認すべき点】陽電子源の選択はどの時点でどのような基準でなされるのか。**

準備期間の2年目までには陽電子源の選択をする必要がある。陽電子は必ず出る必要があるので、その際に(コストではなく)技術的に確実な方法を選択する。ただし、建設コストはほぼ同じ(総建設費の1/20程度)であることが分かっている。

# 予備準備期間及び準備期間におけるCFSタイムライン



(A) CFSの基本設計に資するために  
ファイナライズすべき事項

■ 加速器レイアウト

■ ビームライン    ■ 電源供給

■ ユーティリティーに関する要求

■ 仕様及びルート

(B) 陽電子源に関する  
スキームの決定

\*ここでは予備的準備期間を2年と仮定して記載。

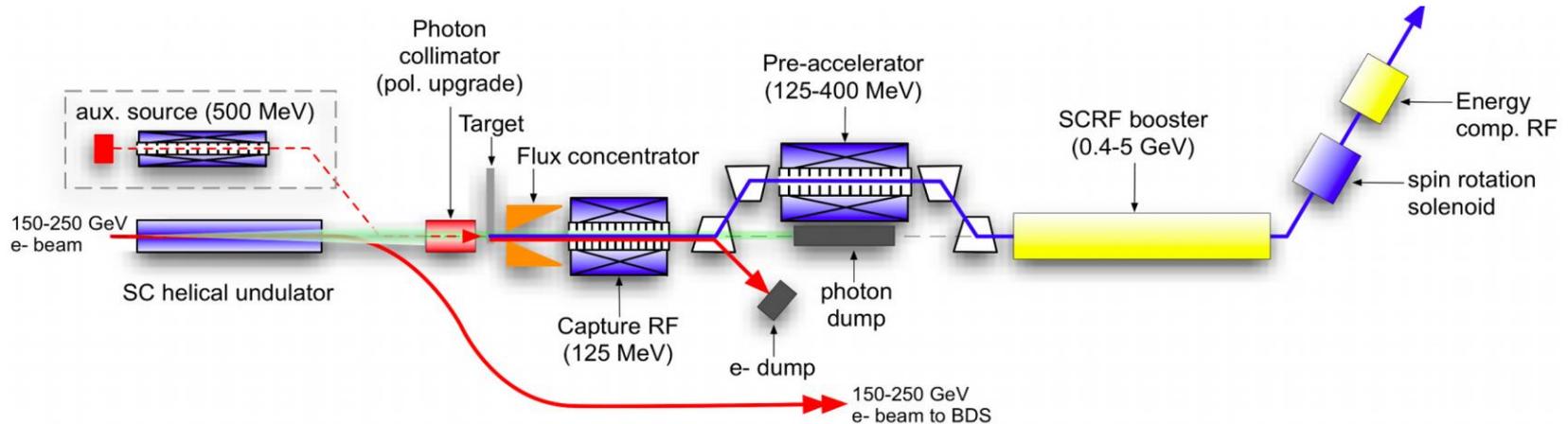
陽電子源を除く設計検討:

■ (A)までに可能なスキームについての設計準備

■ (B)までに完了すべきスキーム選択

# 陽電子源の開発

ターゲットについては、大型・高速回転と高真空の両立が課題だが、過去の既存ターゲットや電子ビーム駆動用ターゲット等の経験を合わせることで、詳細な設計で高速回転・高真空・冷却技術において信頼性をもって実現できる見通しを持てる。



	電子駆動	アンジュレータ	既存X線生成
冷却方法/回転シール	水冷/磁性流体	放射・磁気浮上	水冷/磁性流体
半径(mm)	250	500	160
重量(kg)	65	50*	17
接線速度(m/s)	5	100	160
回転速度(rpm)	200	2,000	10,000
ビーム熱負荷(kW)	12	2	90
真空圧力(Pa)	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-4}$

\*正確な重量はディスク部の設計および材質による

【さらに確認すべき点】2つの検出器が本当に必要か。それらのタイムシェアリングはどうするのか。

2つの検出器が必要な理由:

特に予想外の結果が得られた際の実験の相互検証、1台の保守作業中にも別の1台が実験を続行できるため、利用効率の向上、競争の存在による研究促進、より多くの参加者を取り込む吸引力等でメリットがある。また、仮に実験開始時に1台で実験を始めたとしても、実験の推移により、将来的に国際分担による2台目の建設の提案が出てくることは十分考えられるため、その空間を確保しておく必要がある。

タイムシェアリングの方法:

具体的なスケジューリングは、専門のレビュー委員会で科学的成果を最大化するよう決める。基本方針として、実験時間を公平に分配する。先に実験を行うグループが有利にならないように、連続実験期間を単独論文発表ができない程度(数ヶ月以内)に制限する。また、後発グループの最初の実験を長めにするなどの工夫を行う。

# 測定器

- 測定器が2台必要な理由
  - 実験結果のクロスチェック
    - 測定器が1台ではそれが出した物理の結果(特に予想外の結果)を他で検証できない
  - その他の理由
    - 1台の測定器のメンテナンス中も、もう1台が実験を続行することで、ILCの利用効率が上がる
    - 競争の存在による研究促進
    - より多くの研究者、研究機関、国を呼び寄せられる
- 測定器の採択
  - 計画承認後、改めて実験公募が行われる
  - ILC実験に興味を持つ研究者が自発的にグループを形成し応募する(ILD、SiD以外の提案が出てくる可能性もある)
  - 高エネルギー加速器実験ではProgram Advisory Committee (PAC) が組織され実験(測定器)提案を審査、採択/不採択を決定するのが通例
- 測定器にかかる費用に関して
  - 測定器の予算措置は加速器とは異なる
    - 実験グループの運営は、自治に任される(PAC等による監視はある)
    - 大小多数の国がin-kind contribution (+多少のコモンファンド)
    - 予算獲得は各測定器グループの責任(ILC研究所は原則、資金供給を行わない)
    - 予算獲得能力まで含めてPACが審査
    - 測定器設計の最適化は実験グループの資源の範囲で行われる
    - 十分な資金が集められなければ測定器が1台になることもありうる
  - したがって、測定器の台数が加速器の建設経費分担に直接影響することはない
  - 実験採択後、グループ再編が起こり、採択されなかったグループの大半は採択されたグループに編入されるのが通例

# タイムシェアリング

- 基本方針
  - 2台の測定器の蓄積データ量に大差が出ないようにする
  - 従って、交代の頻度はそれまでの蓄積データ量とルミノシティに依存する
  - 原則、1台のデータ収集期間は、単独での論文発表ができないよう、数ヶ月以内とするなどの工夫をする
  - そこで、入れ替えのためのロスを減らすため、TDRでは、(アライメントやビーム開始も含めて) 24時間以内に入れ替えできるシステムを想定(参考文献1~4、TDRに要約を記載)
  - 2番目に走る測定器は最初の測定器より長めに走るなどの調整を行う
- 具体的なスケジューリングは専門のレビュー委員会で加速器や測定器の状況、実験グループの希望なども加味して随時議論・決定される

# 参考文献

1. “ILC Technical Design Report – Vol.4: Detectors”, KEK-REPORT-2013-1
2. “Functional Requirements on the Design of the Detectors and the Interaction Region of an e+e- Linear Collider with a Push-Pull Arrangement of Detectors”, B.Parker et al., ILC-Note-2009-050
3. “Engineering Specifications for the ILC Experimental Hall”, T.Tauchi, et al.,  
<https://edmsdirect.desy.de/item/D00000000967835,B,1,1>
4. “Linear Collider Interaction Region Design Studies”, ARUP  
REP/216967/002,  
<https://edmsdirect.desy.de/item/D00000000983825,A,1,1>

**【さらに確認すべき点】**ビームダンプの健全性のモニター、遠隔操作による窓の交換はどのようにするつもりか。

ビームダンプの内側へのモニター設置は避け、外部に振動センサーや温度モニターを設置する、循環水の水質をモニターすることなどが検討されている。窓の交換については、J-PARCのビーム標的交換などの遠隔操作で実績のあるシステムを参考にして、窓を組み込んだ真空パイプを交換するなど、工程の最適化を検討している。

# ビームダンプの健全性のモニター、遠隔操作による窓の交換はどのようにするつもりか。(1)

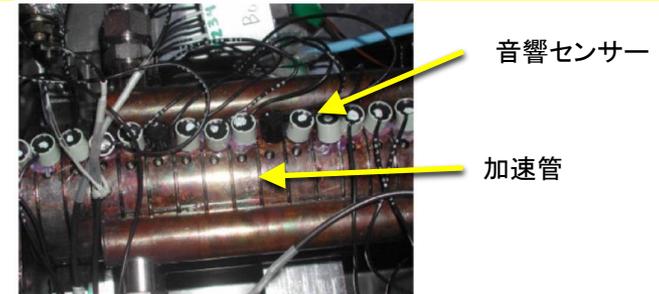
- ビームダンプの内側へのモニター設置は避け、外部に振動センサーや温度モニターを設置する、循環水の水質をモニターすることなどが検討されている。

システムの健全性を確認すること、異常の兆候を捉えることを目的とした監視システムを構築する。原子力や工業プラントなど、類似する特殊分野の専門家(JAEA, AAA参加企業など)の協力を得ながら進めるべきものと考えている。

## ■ ダンプ容器本体の健全性

- 温度測定
- 振動測定 ... 通常時との違いなどから異常の兆候を得たい  
例) 音響センサー、加速度センサー、レーザー光を用いた振動センサー  
など

音響センサーの応用: 加速管(常伝導)における放電の研究; KEK



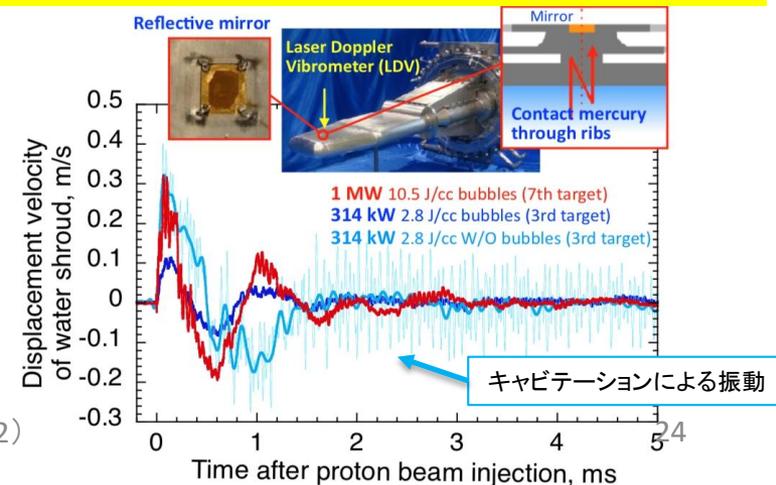
## ■ ビーム窓、真空パイプ側の健全性

- 真空度測定
- 漏水検出

## ■ ダンプ水循環システムの健全性

- 漏水検出、湿度測定
- 温度、圧力、流量測定
- 電気伝導度、pH、酸素濃度、水素濃度
- トリチウム濃度(定期サンプリング)
- ...

レーザー光を用いた振動モニター(J-PARC水銀ターゲット)



# ビームダンプの健全性のモニター、遠隔操作による窓の交換はどのようにするつもりか。(2)

- 窓の交換については、J-PARCのビーム標的交換などの遠隔操作で実績のあるシステムを参考に、窓を組み込んだ真空パイプを交換するなど、工程の最適化を検討している。

## ■ 窓を組み込んだ短い真空チャンバーを外部で組み上げる

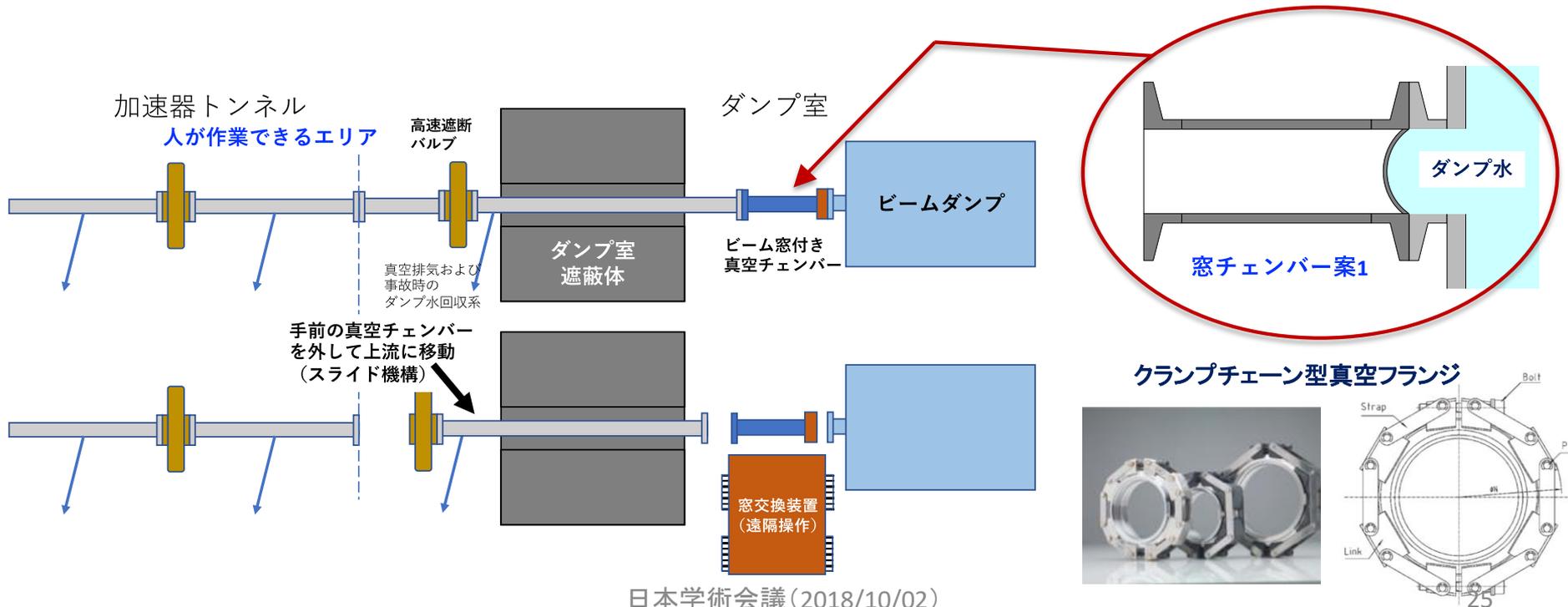
- ・ 現場での作業の簡略化
- ・ 窓部分の止水・真空封止機能の確認 (導入前試験が可能)

## ■ 窓交換装置 (遠隔操作)

- ・ チェンバー搬送・位置合わせ
- ・ フランジ締め付け/取り外し: クランプチェーン方式など

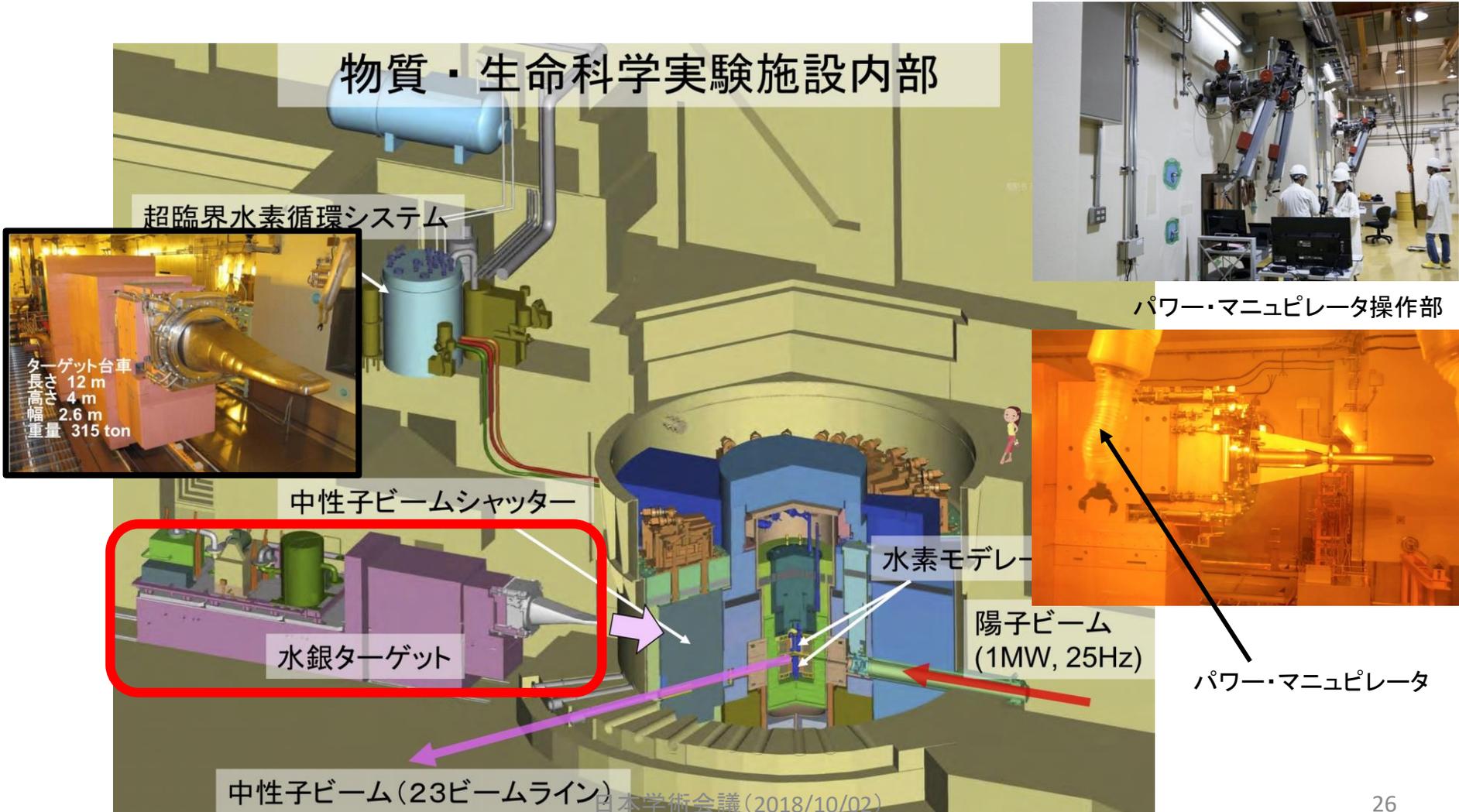
詳細設計の項目

- ・ 窓材(Ti合金)の接合・構造
- ・ 真空とダンプ水の封じきり
- ・ フランジ構造



# 参考：J-PARC 1MW水銀ターゲット導入装置

- 遠隔操作にて装置全体が直進する(差し込む)。
- 真空フランジはボルトで締め付け(パワー・マニピレータを使用)



## 【さらに確認すべき点】第2ビームダンプは有効か。

メインダンプに関しては、ビーム衝突の際に発生する光子を受けるためビーム進行軸に合わせた設計が必要である。設置しているビームダンプは250GeV ILCでは尤度もあり運転に問題ないと考えているが、TDR以降、ビームダンプへの懸念が多く寄せられる中、放射化した状態で想定しないビームダンプ故障があった場合に備えて上流側にビームダンプを置く場所を確保するのはさらに尤度を高めるうえで重要と考えている。