

Title	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学技術サービス部業務報告集：平成20年度
Author(s)	
Citation	
Issue Date	2009-11
Type	Presentation
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/9872">http://hdl.handle.net/10119/9872</a>
Rights	
Description	

# クリーンルーム業務報告

北陸先端科学技術大学院大学  
技術サービス部  
能登屋 治

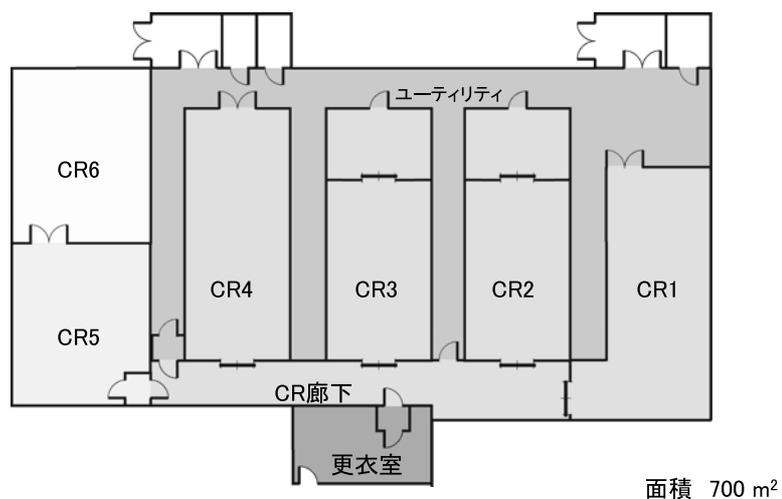
## クリーンルーム業務報告 目次

- 担当技術職員と業務概略 ... 1
- クリーンルームの構成 ... 2 - 10
  - クリールームの特徴 ... 2 - 4
  - クリーンルーム各室の利用状況 ... 5 - 10
- クリーンルーム設備概要 ... 11 - 12
- 日常業務・分担等 ... 13 - 15
- 設備整備状況 ... 16 - 18
- クリーンルームの利用状況 ... 19 - 20
- まとめ ... 21

## クリーンルーム(CR)担当技術職員と業務概略

- 担当技術職員
  - 東嶺 孝一 主任技術職員
  - 能登屋 治 主任技術職員
  - 伊藤 暢晃 技術職員
- 担当業務
  - CR設備の維持・管理
  - CR利用に関する教育・指導

## クリーンルーム平面図



## クリーンルームの清浄度

クリーンルーム室番	0.1 μmクラス	ISOクラス	温度条件	湿度条件	室圧順位	対 外気圧差
CR6	10	3	23±1°C	45±5%	1	3.5mmAq
CR5	100	4	23±1°C	45±5%	2	3.0mmAq
CR1 ~ 4	1000	5	23±1°C	45±5%	3	2.0mmAq
CR廊下	1000	5	23~28°C	45±10%	3	2.0mmAq
ユーティリティ	10000	6	23~28°C	45±10%	4	1.0mmAq
更衣室	-	-	23±3°C	-	5	0.5mmAq

## クリーンルームの用途

クリーンルーム室番	0.1 μmクラス	用途
CR6	10	イエロールーム, リソグラフィ, 電子線描画,
CR5	100	イエロールーム, 消音機能, リソグラフィ, SEM,
CR1 ~ 4	1000	成膜装置, ドライエッチング装置, ウェットエッチング, 洗浄スペース, 評価機器, etc.
CR廊下	1000	通路, ガス検知器表示盤,
ユーティリティ	10000	ロータリーポンプ設置, ガスボンベ設置, 液体窒素汲み出し, etc.
更衣室	-	クリーン服の着替え, 手洗い, 搬入物のクリーニング,

## クリーンルーム 1

- クラス1000 成膜装置など
  - 分子線エピタキシー・真空蒸着複合装置(鈴木研)
  - 透明電極材料スパッタ装置(松村研)
  - インクジェットデバイス描画装置(下田研)
  - 酸化・アニール用電気炉(共通)
  - イオン注入装置(共通)



イオン注入装置

## クリーンルーム 2

- クラス1000 シリコン系・成膜装置
  - 触媒化学気相堆積装置(松村研)
  - 分子線エピタキシー装置(堀田研)
  - スパッタ装置(技術サービス部)
- シリコン系材料用洗浄室  
(有機用ドラフト、無機用ドラフト)



スパッタ装置

## クリーンルーム 3

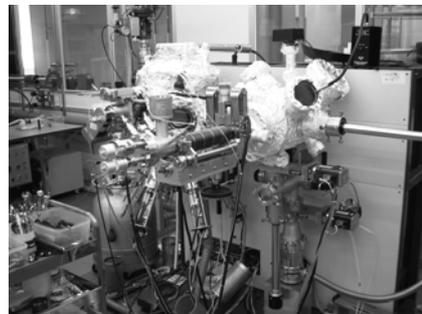
- クラス1000 成膜装置、エッチング装置など
  - 真空蒸着装置×2(共通)
  - スパッタ装置×5(共通)
  - ドライエッチング装置×3(共通)
  - アッシング装置(共通)
  - 小型アニール装置(共通)
  
  - 非シリコン系材料用洗浄室  
(有機用ドラフト、無機用ドラフト)



スパッタ装置(手前),ドライエッチング装置(奥)

## クリーンルーム 4

- クラス1000 化合物系・結晶成長装置
  - 分子線エピタキシー装置(大塚研)
  - 分子線エピタキシー装置(技術サービス部)
  - 分子線エピタキシー装置(山田研)



分子線エピタキシー装置

## クリーンルーム 5

- クラス100 イエロールーム プロセス装置
  - 走査電子顕微鏡(共通)
  - 電子線リソグラフィー装置(共通)
  - イオンシャワー装置(共通)
  - マスクアライナー(共通)
  - スピンコーター(共通)
  - 有機用ドラフト(共通)



(手前から)スピンコーター,マスクアライナー,  
有機用ドラフト

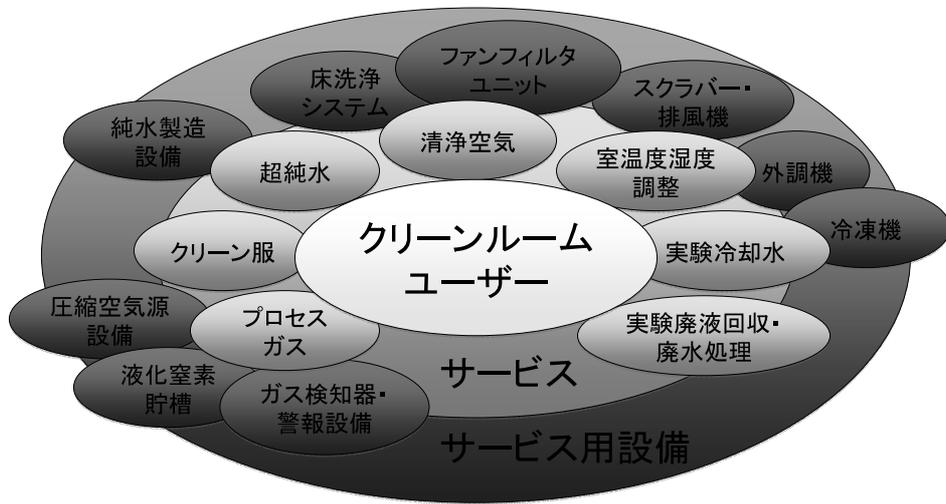
## クリーンルーム 6

- クラス10 イエロールーム リソグラフィー関連装置
  - マスクアライナー×2(共通)
  - 電子線リソグラフィー装置×2(共通)
  - スピンコーター×2(共通)
  - 光学顕微鏡×2(共通)
  - 有機用ドラフト(共通)

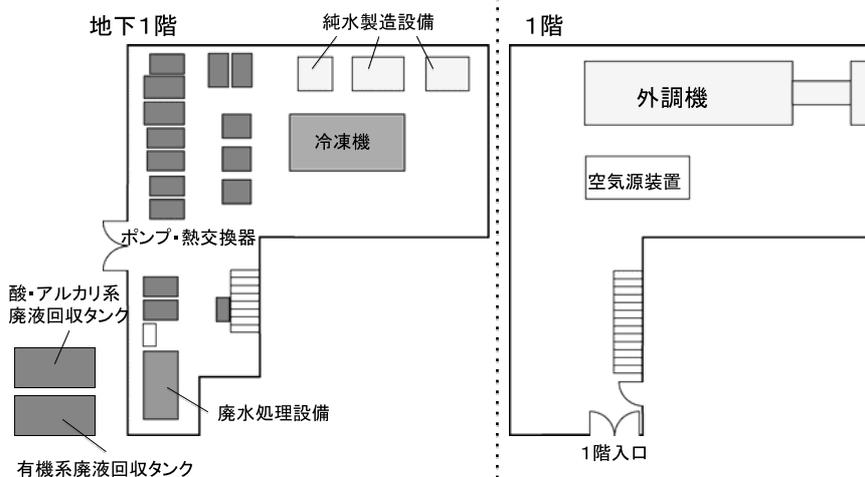


電子線リソグラフィー装置

# クリーンルームのサービスと設備



# 機械室平面図



## 技術職員の作業分担

◎: 主担当 ○: 補助

	東嶺	伊藤	能登屋
純水製造設備	◎	○	○
液化窒素貯槽	◎	◎	○
ガス検知器	◎	○	○
圧縮空気源設備	○	○	◎
排風機	○	○	◎
外調機	○	○	◎
冷凍機	○	○	◎
クリーン服	○	◎	○
クリーンルーム掃除当番	○	◎	○
ファンフィルタユニット	○	○	◎
床洗浄システム	○	○	◎
実験廃液回収	○	○	◎

## CRに関連した技術職員の日常業務

- クリーンルーム掃除当番割当
- クリーン服クリーニング発注
- 液化窒素貯槽点検・液体窒素補充
- CR運転状況の確認
- 床洗浄のスケジュール設定
- 冷凍機用冷却塔・ストレーナー清掃
- 床洗浄タンクの水交換
- CR入室用カード管理

…etc.

## CR業務の年間スケジュール

月	主な行事
4	
5	定期整備(純水製造設備, ガス検知器, 液化窒素貯槽, 冷凍機, 外調機)
6	
7	冷凍機法定検査, CR講習会,
8	
9	
10	
11	CR講習会, 定期整備(純水製造設備, ガス検知器, 液化窒素貯槽, 空気源設備, スクラバー, 排風機)
12	
1	
2	
3	全学停電, 定期整備(純水製造設備)

## 定期整備の概要

月	設備	整備内容
5	純水製造設備	脱塩素筒・活性炭筒の充填材交換、RO膜・UF膜の交換、紫外灯交換
	ガス検知器	ガス検知器の検査と校正
	液化窒素貯槽	安全弁、圧力計、液面計の検査
	冷凍機	安全弁交換作業
11	純水製造設備	計器校正、サブシステム配管洗浄、水質検査
	ガス検知器	ガス検知器の検査と校正
	液化窒素貯槽	安全弁、圧力計、液面計の検査
	空気源装置	圧縮機整備
	スクラバー	充填材清掃作業
	排風機	Vベルト交換等整備作業
3	純水製造設備	イオン交換樹脂筒交換

## 主要設備の整備経過状況

	'01上半期	'01下半期	'02上半期	'02下半期	'03上半期	'03下半期	'04上半期	'04下半期	'05上半期	'05下半期	'06上半期	'06下半期	'07上半期	'07下半期	'08上半期	'08下半期	'09上半期
純水製造設備	○	●	○	●	○	●	●	○	○	●	●	○	●	○	○	○	○
液体窒素貯槽	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
ガス検知器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
空気源設備		○		○		○		○		○		●		○		○	
排風機		○		○		○		○		●	●	○		●		○	
外調機		●		●		○		○		○		●		○		○	●
冷凍機		○		○	●	○	○		○		○	●	○		●	●	○

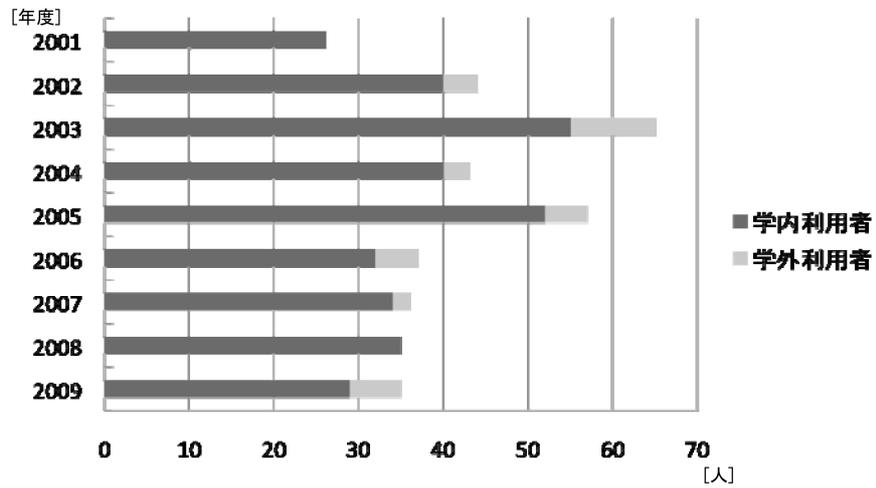
○: 定期的な整備

●: 更新・改良・修理等(定期的な整備を含む)

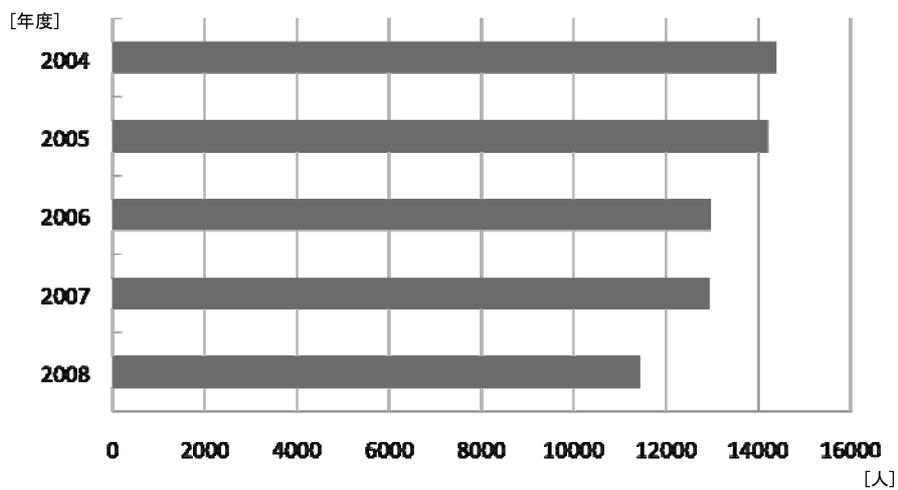
## 2006～2008年度 定期整備以外の整備・修理等状況

年月	設備	作業内容
2006/8/8	純水製造設備	RO膜交換作業
2006/8/10	液化窒素貯槽	真空断熱の再排気作業、塗装・配管断熱補修作業
2006/8/28	外調機	中性能フィルター交換
	排風機	ハロゲン系排気ファンのモーター交換
2006/11/23	冷凍機	冷却塔充填材交換作業
2007/3/19	空気源設備	ドライヤー修理
2007/11/27	CR内	エアシャワー、バスボックス、クリーンハンガーのHEPAフィルター交換
2008/3/24	排風機	一般・有機系排気ファンのモーターベアリング交換
2008/8/15-21	冷凍機	故障・メカニカルシール交換
2008/10/24	熱交換器	温水熱交換器の水漏れ修理
2008/11/15-16	停電	総合実験棟新設に伴う作業停電
2008/11/18	監視設備	中央監視設備のUPSバッテリー交換
2009/2/9	監視設備	RS-1盤シーケンサーボックス交換
2009/3/23-27	冷凍機	圧縮機開放点検

## CR講習会の参加人数



## 2004～2008年度 年度別の延べ利用者数



## 業務報告 まとめ

- 竣工より15年が経過し、設備の老朽化が進んでいる。設備更新と併せて計画的な整備計画が必要である。
- 留学生への教育・指導を英語で行っている。留学生の増加に伴いコミュニケーション上の問題が発生するが、これを如何に低減するかが課題となっている。
- 前二項の課題に関連して、CRの安全の啓蒙・確保は継続的な課題である。

# ヘリウム液化業務報告

北陸先端科学技術大学院大学  
技術サービス部

木村一郎

## 業務内容

1. ヘリウム液化設備の日常的保守・点検
2. ヘリウムの供給状況とその詳細の把握
3. ヘリウム液化設備の修理・検査

2006年9月にLINDE社製L140のヘリウム液化機に更新し、  
現在まで順調に稼動している。

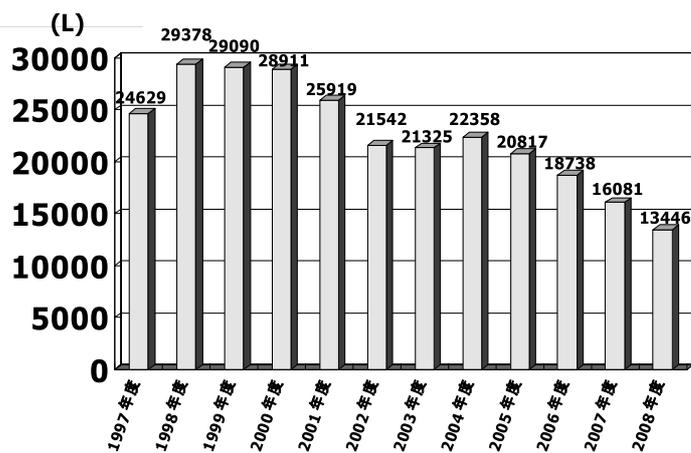
現在運転時間が2000時間弱で、通常10000時間を  
越えれば老朽化により、更新を考える必要が出てくる。

## 1. ヘリウム液化設備の日常的保守・点検

- ヘリウム液化設備・ヘリウムガス回収設備の毎日1回以上の巡視・点検及びこれら設備の圧力、温度等の確認とそのデータを運転日誌に記載
- 圧縮機の潤滑油のドレイン抜きなど、各装置・設備の日常の保守管理

## 2. ヘリウムの供給状況とその詳細の把握

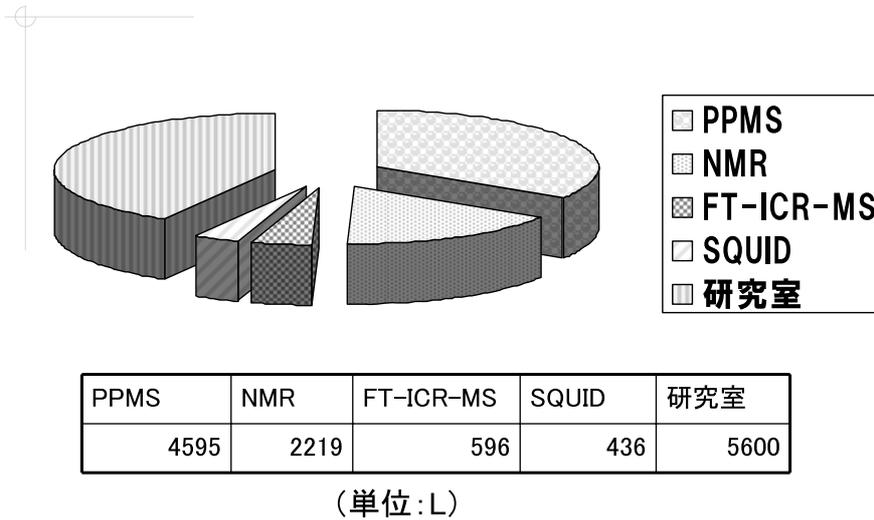
### 2.1 ヘリウム供給量の推移



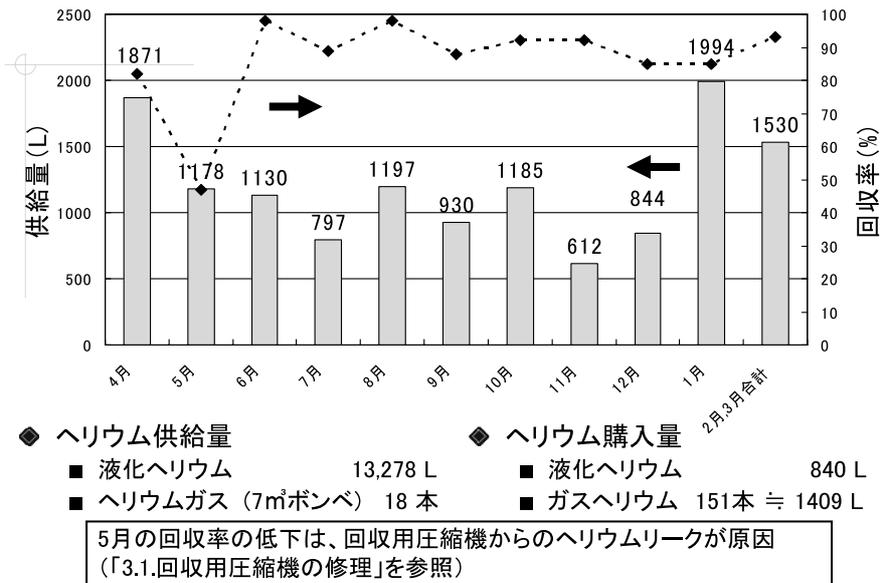
ヘリウムガスの供給も含まれている(全供給量の1%程)。  
ガス供給量は、液化ヘリウムに換算し直して、合計している。

2004年度から供給量は減少傾向にあり、2008年度は最多年度と比べて1/2まで減少

## 2.2 ヘリウム供給内訳 (2008年度)



## 2.3 液体ヘリウムの供給量と回収率 (2008年度)



### 3. ヘリウム液化設備の修理・検査 (2008年度実施)

- 3.1. 回収用圧縮機の修理
- 3.2. 制御盤の修理
- 3.3. ヘリウム液化機本体電源盤内にある電源モジュールの修理
- 3.4. 定期自主検査・開放検査・保安検査

#### 3.1. 回収用圧縮機の修理

症状: 高純度回収用圧縮機から異常音並びにヘリウムガスのリークが発生。

原因: 4月に行った開放検査において、回収用圧縮機を分解、点検した後、組み立て復旧させた。しかしその際シリンダを固定させるネジを強く増し締めしておらず、1ヶ月近く運転したことで、ネジが徐々にゆるみ、そこから異常音が発生。またヘリウムのリークが見られた。

注) 開放検査作業は業者が行い、復旧後試運転の際、駆動音等異常が見られないことを確認した。  
(気密検査を試運転前に実施)

改善: ネジを強く増し締めした。

対策: 監視点検の強化



## 3.2. 制御盤の修理

### ■ 回収用圧縮機の制御盤の故障(8月下旬)

経年劣化により、制御プログラムの入ったシーケンサー部が故障し、回収用圧縮機の起動、運転が出来なくなった。

(停止ランプのみ点灯)

対策:新しいシーケンサーと交換(9月上旬)

### ■ 乾燥器のシーケンサー交換(圧縮機と同時期)

不具合ではないが、乾燥器が古い装置で、経年劣化で故障する可能性があり交換した。



回収用圧縮機制御シーケンサー



乾燥器制御シーケンサー

## 3.3. ヘリウム液化機本体電源盤内にある電源モジュールの修理

症状:ヘリウム液化機運転中、2段目タービン直後のヘリウムガス温度が極低温(5K以下)になり、ヘリウム液化機が停止した。

原因:JT弁及び低圧ラインの弁のアクチュエーターの電源が供給されておらず、作動しなかった。

ヘリウム液化機本体電源盤内にあるPLCの電源モジュールが故障したことが原因

対処:PLCのモジュールを交換した。



ヘリウム液化機電源盤PLC



故障した電源モジュール



アクチュエーター

### 3.4. 定期自主検査・開放検査・保安検査

- 毎年の定期自主検査及び3年に1度の開放検査を4月初旬に行った。

#### 検査項目

1. 気密検査(現地配管、ヘリウム液化機、回収設備)
2. 圧力計比較検査、安全弁作動検査
3. 回収用圧縮機開放検査・カラーチェック
4. ヘリウムガス回収設備肉圧検査・カラーチェック(油水分離器、分離膜式ヘリウムガス精製機、精製ガスマニホールド)

- 高圧ガス設備の保安検査が5月下旬に行われた。改善・指摘事項はなく、合格した。

### まとめ

- 2008年度のヘリウムの供給は、13446Lである。利用研究室の減少により、需要は減少傾向にある。
- 液化ヘリウムの製造において、ヘリウム液化機のモジュールの故障以外は、支障なく液化を行っている。
- ヘリウムガスの回収設備において、液化ヘリウム供給当初(1997年)からの装置が多いため、経年劣化によるシーケンサーの故障などがみられた。今後、修理や部品の交換・更新等が必要になるであろう。
- 4月初旬に定期自主検査・開放検査を行い、5月下旬に保安検査を受検した。今回の保安検査において、改善・指摘事項はなく合格した。

ナノマテリアルテクノロジーセンター

# 工作室業務報告

平成19,20年度

工作室担当技術職員

宇野 宗則

## 報告内容

- ・依頼工作(受付内容・件数と傾向)
- ・講習(工作実習・個別講習・製図講習・ガラス細工講習)
- ・管理機器(機械・ソフトウェア一覧)
- ・管理機械の保守事例

## 工作室業務概要

工作室業務報告

平成19,20年度

### ■配置人員

宇野 主任技術職員

仲林 技術職員

### ■業務項目

- ・依頼工作  
機械加工、電気・電子、メカトロ、計測制御ソフト開発
- ・工作室管理  
ユーザーへの使用許可、備品貸出
- ・機械や備品の保守、維持・管理
- ・教員や学生への講習、指導  
工作実習・製図講習・ガラス細工台利用講習

## 依頼工作の内容

工作室業務報告  
平成19,20年度

### ■機械工作分野

- ・ 製作(機械加工、溶接)
- ・ 修理
- ・ 設計、製図
- ・ 改良、追加工

### ■電気、電子分野

- ・ 回路設計、製作
- ・ マイコン組込

### ■メカトロニクス分野

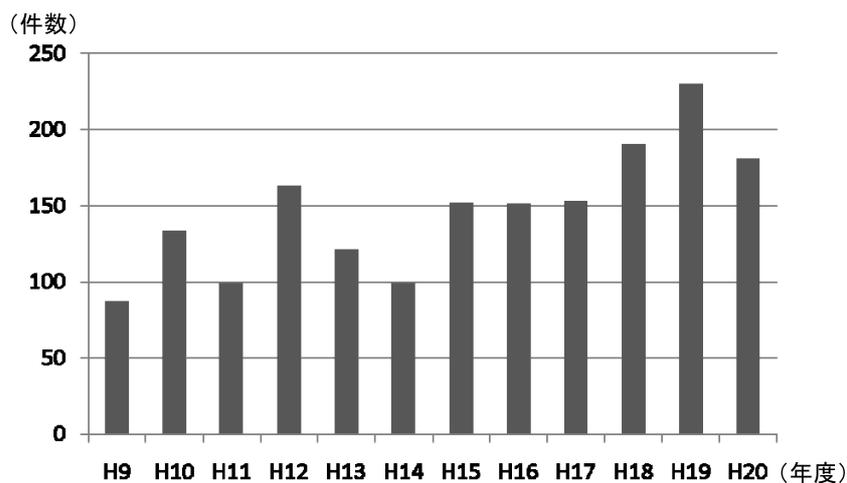
- ・ 装置設計
- ・ 製作(電気、電子的要素含む)

### ■計測、制御分野(LabVIEW)

- ・ ソフトウェア開発
- ・ 改良
- ・ 指導

## 依頼工作件数と傾向

工作室業務報告  
平成19,20年度



工作機械利用のための集団講習（工作実習）

工作室業務報告  
平成19,20年度

■目的

工作機械の安全な利用  
学生の実験装置開発能力の向上  
職員の依頼作業業務の負担軽減

■開催要項

年2回開催	第1回	第2回
	8月第一週の5日間	10月末～12月中の5日間
	定員12名	希望者数に応じて日程調整

■内容

1日目	2日目以降
○講習(座学)午前3時間、午後2時間 ・工作室利用方法 ・安全講習 ・ワイヤーカットプログラム ・作業工具の使い方 ・製図講習	○実習 3時間/1日 ・内容 文鎮(真鍮製)、メモ台(アルミ製)の製作 ・使用機械 旋盤、フライス盤、ボール盤、帯鋸盤、 コンタマシン、ワイヤー放電加工機

工作機械利用のための個別講習（個別講習）

工作室業務報告  
平成19,20年度

■目的

工作実習と同様  
特定の機械のみ使用したい場合の簡易型講習

■開催要項

機械を使用する必要があるユーザーに対して、随時対応

■内容

- ・工作室利用方法の説明
- ・安全講習
- ・実習  
実際に必要な作業を行いながら、作業する機械について指導

## 製図講習

工作室業務報告  
平成19,20年度

### ■目的

研究者の実験装置等の設計能力向上  
依頼工作添付図面用の知識習得

### ■開催要項

第1回工作実習(8月開催)の1日目に行われる製図講習に自由参加

### ■内容

- ・第三角法
- ・いろいろな図形の表し方
- ・線の種類
- ・記号
- ・寸法公差
- ・部品図と組立図

## ガラス細工台利用講習（平成20年開始）

工作室業務報告  
平成19,20年度

### ■目的

化学、生物系研究者からの要望への対応

### ■開催要項

開催スケジュール : 年1回(8月上旬)開催  
定員 : 無し(平成20年度 10名受講)  
講習時間 : 1時間

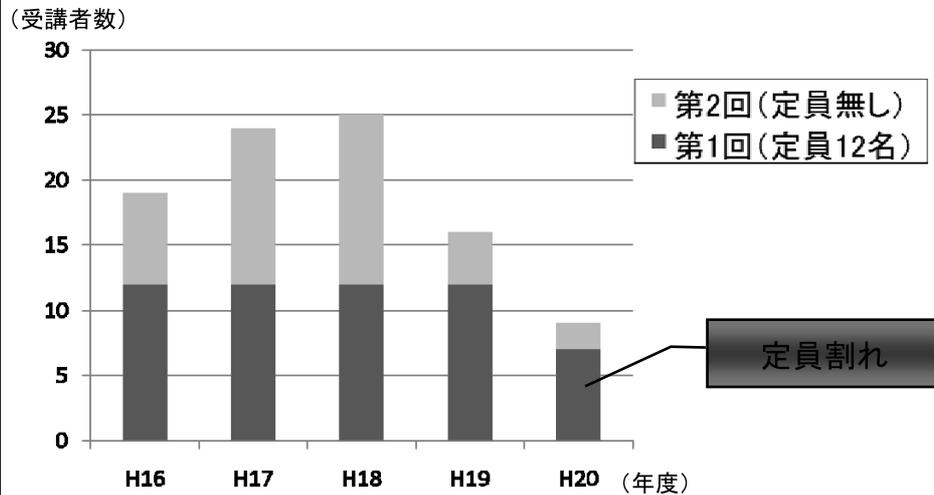
### ■内容

- ・工作室利用方法の説明
- ・安全講習
- ・ガラス細工台について
- ・ガスライン
- ・点火
- ・バーナーの取扱い
- ・消火
- ・清掃
- ・廃棄物の処理

※ガラス細工技術についての講習は行わない

## 過去5年の工作実習受講状況

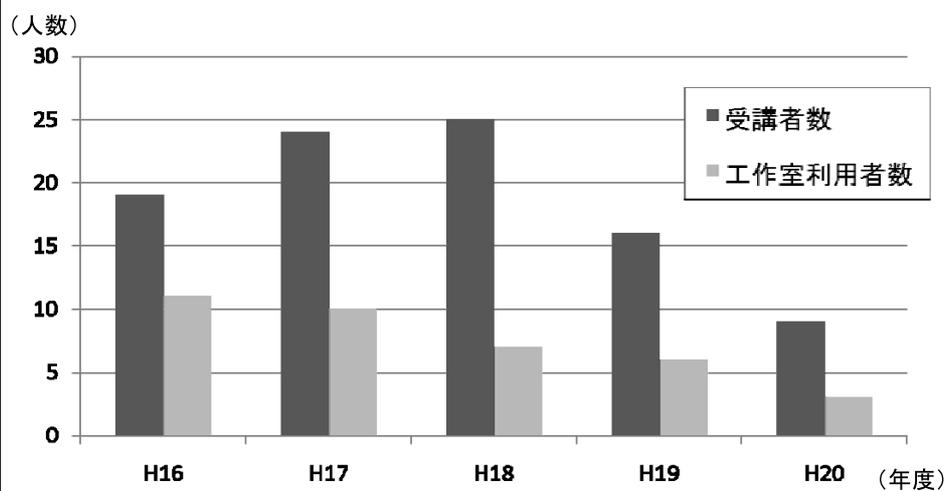
工作室業務報告  
平成19,20年度



受講者数は減少傾向

## 工作実習受講者数と 実際に工作室を利用した人数

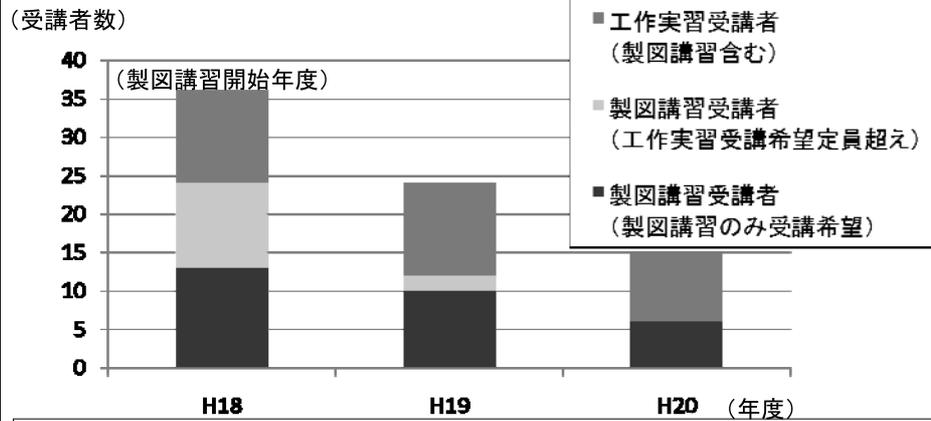
工作室業務報告  
平成19,20年度



受講者数と共に利用者数も減少

## 講習受講者の内訳

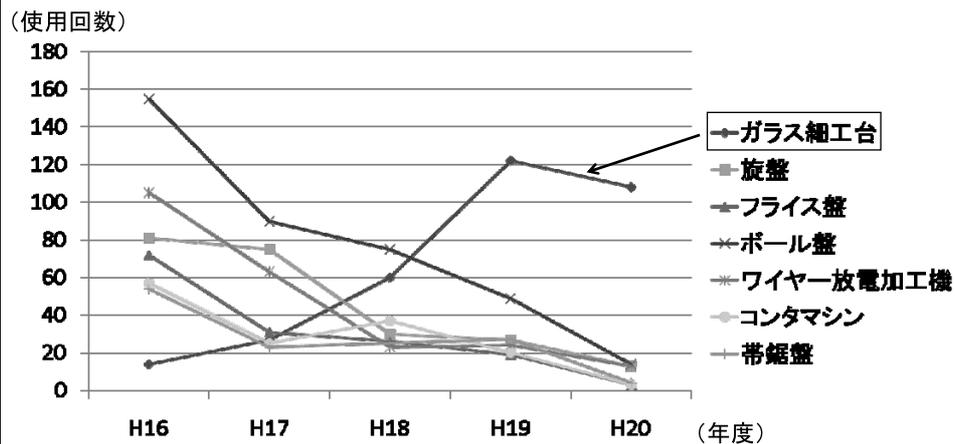
工作室業務報告  
平成19,20年度



H18年度は工作実習受講希望者が多く、定員により受講できなかった者が製図講習のみを受講した。  
H18年度に初めて、工作実習中の製図講習について、そのみの受講を認めたため、新入生以外の受講者が多かった。  
H20年度は、工作実習受講希望者、製図講習受講希望者、共に減少傾向。

## 過去5年の主な工作室設備利用状況

工作室業務報告  
平成19,20年度



ガラス細工台以外は全て減少  
工作実習受講者の減少と依頼工作の増加と連動  
「自らものづくりを行う」という学生の意識に変化が？

## 管理機械一覧

工作室業務報告  
平成19,20年度

工作機械(1/2)

呼称	型番	会社
旋盤	TSL-550D	(株)瀧澤鐵工所
大型旋盤	TAL-460	(株)瀧澤鐵工所
コレット旋盤	TSL-550D	(株)瀧澤鐵工所
精密旋盤	RBL-51	理研製鋼(株)
NC旋盤	LB15	オークマ(株)
フライス盤	2MW-V	日立精工
NCフライス盤	FMB-40	大隈豊和機械(株)
タッピング盤	KRT-340	(株)キラ・コーポレーション
ボール盤	ESD-350S	ENSHU
ボール盤	B23S	日立工機
ラジアルボール盤	YDMH-915A	ヨシオ工業(株)
ワイヤー放電加工機	DWC90CR	三菱電機(株)

## 管理機械一覧

工作室業務報告  
平成19,20年度

工作機械(2/2)

呼称	型番	会社
コンタマシン	L-500	(株)ラクソー
コンタマシン	LE400	(株)ラクソー
ダイヤモンドソー	VW-55	(株)ラクソー
帯鋸盤	H-250SA	(株)アマダ
シャーリング	SHS6 × 205	KOMATSU
プレスブレーキ	PHS50 × 125	KOMATSU
グラインダー	FG205T	淀川電機製作所
グラインダー	PFK-SGF	昭和電機(株)
ベルトサンダー	FS-20N	淀川電機製作所
高速切断機	CC16SB	日立工機
超音波加工機	UM-500DA	日本電子工業株式会社
ドリル研磨機	OSG	DAREX co.
エンドミル研削盤	GT-200FR	(株)飯田鐵工所

## 管理機械一覧

工作室業務報告  
平成19,20年度

### 溶接

呼称	型番	会社
Tig溶接機	ASW-301P	DAIDEN
Tig溶接機	DT-NPX 150A	HITACHI
パイプ溶接機	パイプオートM-100	メムコダイデン
スポット溶接機	SL-AJ-400	DAIDEN
スポット溶接機	NA-60H	Avio
スケーラー	MS-105	マイト工業(株)
電気・電子		
呼称	型番	会社
安定化電源	PW26-1ATS	KENWOOD
安定化電源	KX-100H	(株)高砂製作所
オシロスコープ	TDS2002	Tectronix
ファンクションジェネレータ	FG-281	KENWOOD

## 管理ソフトウェア一覧

工作室業務報告  
平成19,20年度

### ソフトウェア

呼称	備考	会社
SolidWorks	3DCAD	ソリッドワークスジャパン
AutoCAD	2DCAD	Autodesk
Inventor	3DCAD	Autodesk
AdvanceCAD	2DCAD	CTC
LabVIEW	計測制御	National Instruments
MultiSIM	回路シミュレータ	National Instruments

## 管理機械の保守事例

工作室業務報告  
平成19,20年度

作業時期 (月)	内容	
平成19年度	4	LabVIEW年間保守契約
	4	汎用旋盤オイル交換
	7	DNCシステム補修工事
	10	動力プレス特定自主検査
	10	シャーリング定期自主検査
	12	アニールチャンバー用質量分析器修理
	1	アニールチャンバー用ターボ分子ポンプ修理
	2	アニールチャンバー窒素置換設備の設置
	2	ワイヤー放電加工機修理およびメンテナンス
	3	ワイヤー放電加工機修理
平成20年度	4	ロータリーポンプオイル交換
	7	NCフライスメモリ用バッテリー交換
	12	アニールチャンバーコールドカソードゲージ修理

## まとめ

工作室業務報告  
平成19,20年度

### 近年の業務傾向

依頼工作件数

増加

工作実習受講者

減少

工作室利用者

減少

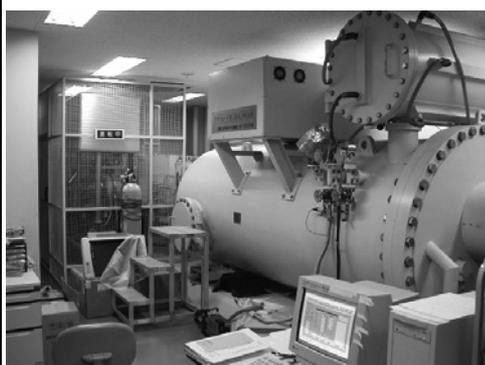
- ・学生が、自ら実験装置を作らずに、依頼工作を利用する、という傾向がみられる。
- ・工作実習の目的の一つである、依頼工作業務負担の軽減効果が薄れてきているばかりか、実習の少人数化で効率が悪化している。
- ・これを需要の変化ととらえ、今後の対応を検討する。

# [技術報告] RBS (ラザフォード後方散乱分析装置)

伊藤 暢晃

北陸先端科学技術大学院大学  
技術サービス部

## 本学RBS装置の概要

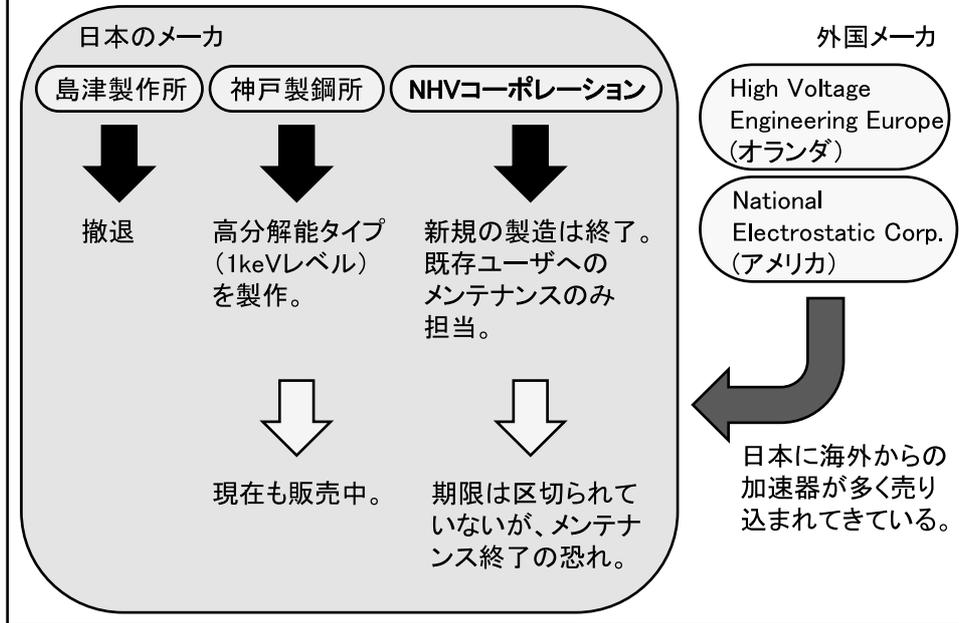


製造会社: 日新ハイボルテージ(株)  
現: (株)NHVコーポレーション  
形式名: NT-1700H  
購入年度: 平成6年  
ビームエネルギー: 最大 3.4 MeV(一価)  
最大 5.1 MeV(二価)  
測定可能最大膜厚: 約 1  $\mu\text{m}$   
分解能: 約 30 keV、10 nm相当

管理者	堀田准教授 伊藤技術職員
機能	非破壊で、元素ごとの粒子の数と深さ情報を得ることができる。
特徴	他の装置では分からない、以下のような測定が可能 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 重金属原子の絶対量測定</li> <li>• 結晶性の深さ方向依存性</li> <li>• 混合結晶中の不純物原子が入っている場所の特定</li> </ul>
測定所要時間	1試料当たりの測定時間は30分程度。ただしビーム調整を含めると8時間程度かかる。
特記事項	京都・先端ナノテク支援ネットワーク該当装置であり、そのフォーマットに則った外部依頼も受け付けている。

## RBS装置を取り巻く状況

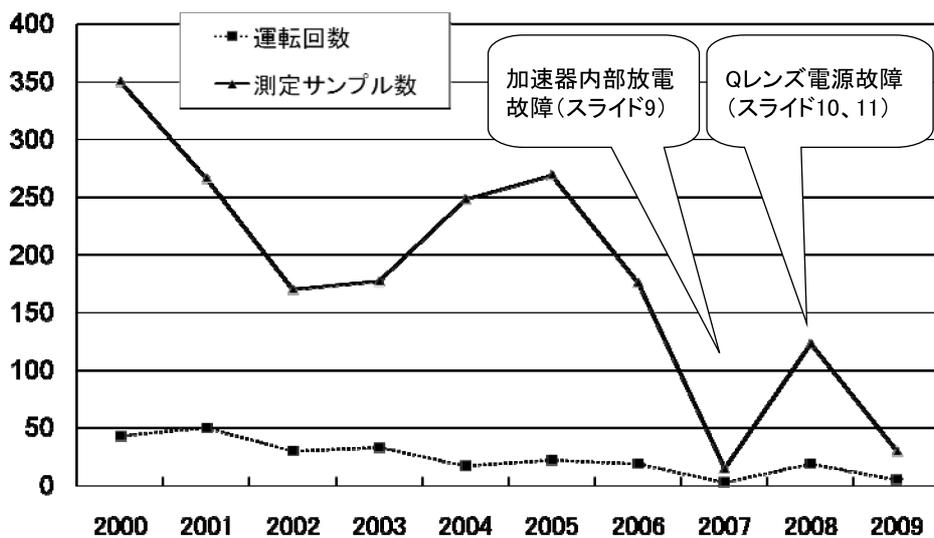
3



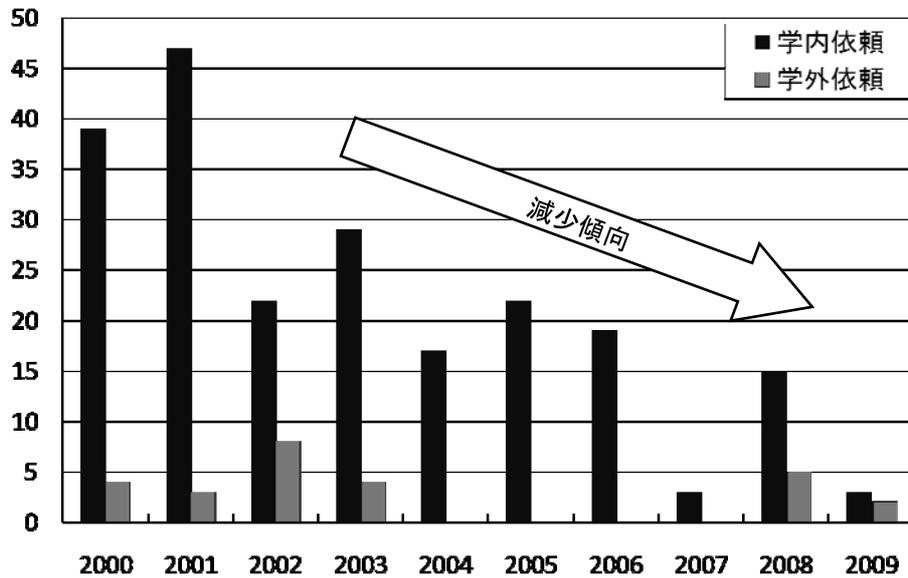
## 本学におけるRBS装置の利用状況

4

(2000年1月～2009年6月)



## 年間運転回数(学内、学外)の推移 5



## RBS維持管理の問題点 6

- 運転操作が難しく、専従の技術職員が必要。
- 加速器内部の部品が寿命に近づきつつあり、それらの故障・交換のためにはタンクを開放しなければならず、大型のものでは多額の費用を要する。
  - 突発的なトラブルに対処しにくい。
  - 京都・先端ナノテクネットワークのような特別な支援が必要。
- 設備整備計画では平成25年度に更新を目指しているが、装置自体が高価であること、維持管理に多額の費用がかかることがネック。
  - 国からの特別な支援が必要。
- NHVコーポレーションではこれまでに30台余りが製作され、そのうちの約1/3が廃棄となり、正常に稼働しているものは半数以下と思われる。メンテ要員も減少・弱体化しつつあり、いつまで維持できるか不透明。仮に廃棄するとしても多額の費用が必要。
- 特異な機能を有するが、測定需要が多くなく、対費用効果の点で問題がある。
- 慎重な運転を心がけ、更新について検討していく。

## 最近の主なメンテナンス事例

7

日付	故障箇所	内容	紹介
2004年8月	冷却水フィルタ交換	カートリッジの寿命	
2004年11月	真空計	イオン源のLi汚染が原因	
2005年2月	ロータリーポンプ修理	オイル漏れ	
2005年11月	チラーユニット修理	冷媒漏れ	
2005年11月	プレアンプ修理	分解能が低下したため修理へ、半導体検出器の寿命も併発。	
2006年2月	アンプ修理		
2006年11月	加速器修理	MGベアリングの破損	スライド8
2007年12月	ポテンショメータ交換	操作盤ツマミの寿命	
2007年12月	TMP電源交換	内部半導体の寿命	
2008年3月	加速器修理2	内部抵抗が劣化により破裂	スライド9
2008年11月	Qレンズ電源交換	電源の寿命	スライド10,11
2009年2月	加速器異常	発電電圧計(GVM)の異常	スライド12

## 加速器修理(ベアリング破損)

8



↑ 破損したベアリング部分を取り出した図。Al製の台座が削れており、粉末になって飛び散っていた。

→ベアリング取り外し時の写真。作業員の手は削れて飛んだ「カス」で灰色に変色している。絶縁不良にならずに済んだのは不幸中の幸い。



## 加速器大修理(内部抵抗破損)

9

内部電圧1.5 MVでRBS測定(耐用限界は1.7 MV)していた際に内部放電発生。止まないため一旦は使用停止に。



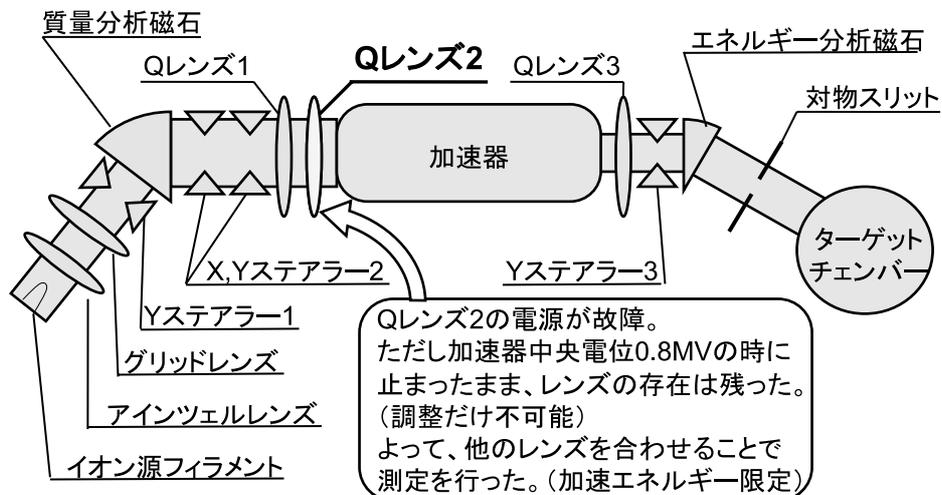
↑ 破裂した抵抗。38段、12個ずつあるうちの、これ一つの破壊が原因



↑ 全ての放電跡をリユータで削った図。白く見えるのが削った部分。

## Qレンズ電源交換(構造模式図)

10



## Qレンズ電源交換作業

11



一番上のシャシー(シール貼付)が壊れた電源。正負の両極に出力した。  
下にあるのが新しい電源。  
正用と負用の2台を同時に動かすことで同じ効果を得る。  
出力は3mA、30W、10000V



ケーブルはこのシャシーメーカー、「松定プレジジョン」のオリジナル端子。ケーブル自体が装置の下を通っているため、ケーブルの交換は不可。高圧ゆえケーブルの改造も不可。よって同じメーカーから継続購入しかできず、そのまま購入した。

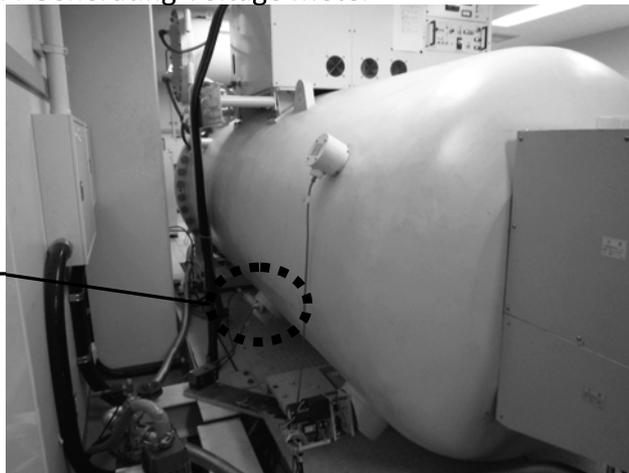
## 加速器異常(発電電圧計GVMの不良)

12

GVM : Generating Voltage Meter

高電圧の電圧計GVM

これが故障した



測定準備中に、加速電圧表示とデバイダー電流値(安定した電位勾配を得るために流す)の比率がおかしいことを発見。実際の加速量は表示より少なく、調べてみると加速量を調べるGVMの異常だった。加速器を開けるのは大工事となるため、デバイダーで読み取る形に改造して運用に復帰。

## RBS測定事例

以下の測定は、

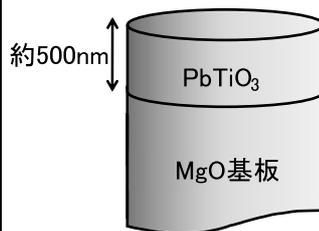
西田 謙 先生(防衛大学校)

坂井 穰 先生( Université François Rabelais de Tours )

お二方の依頼に基づき測定されたものです。

測定内容の分析、理解に関してご指導いただき、さらに快く掲載許可をいただきましたことについて、お礼申し上げます。

## 背景



$\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$  (チタン酸ジルコン酸鉛)

→ 圧電材料として広く使われている

成膜時の熱処理でダメージを受けやすい

⇒ Pb欠陥、O欠陥

⇒ 絶縁抵抗低下、自発分極量低下

単結晶、セラミックス	薄膜
既にこの現象に関して詳しく報告されている	絶対量が少なく、難しい



依頼元: 薄膜試料におけるPb,O欠陥量を測定したい。

Pb: 蛍光X線分析(高感度測定)

O: 非ラザフォード弾性共鳴散乱法で測定(本報告)

# 一般的なラザフォード散乱の特徴 15

軽元素の場合

重元素の場合

軽元素			
弱	弱	小	少
相互作用力	反射粒子のエネルギー	散乱断面積	反射粒子数
強	強	大	多
重元素			

クーロン力

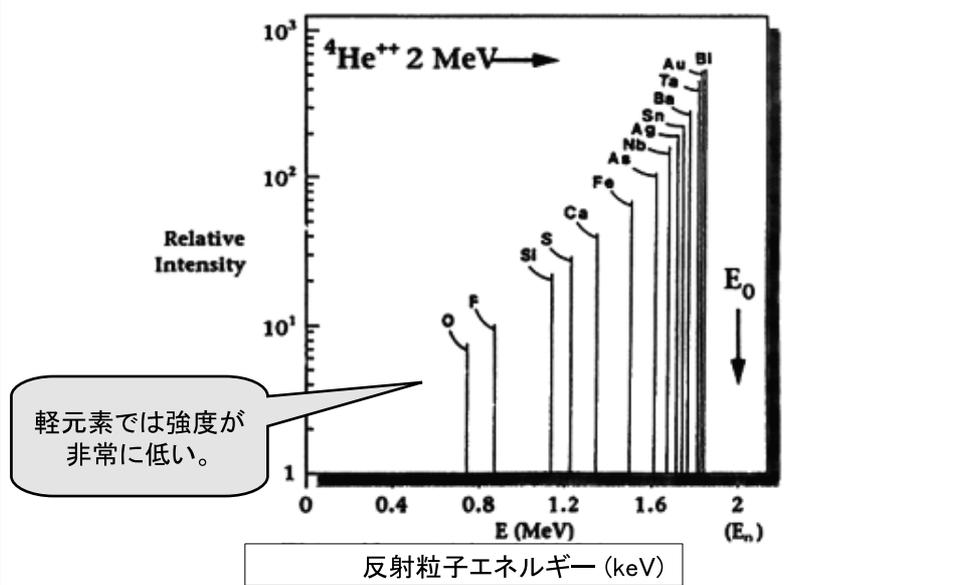
2体間での弾性衝突  
運動エネルギー保存

一定角度(検出器)へ  
跳ね返る入射面積  
原子核が大きいため  
この範囲の面積も大

1. 検出されるエネルギー :  
軽元素 → 低、重元素 → 高
2. 検出される粒子数 :  
軽元素 → 少、重元素 → 多

RBS法は軽元素の測定に不向き!

# 反射粒子数と元素の関係(文献資料による) 16



# 非ラザフォード弾性共鳴散乱法

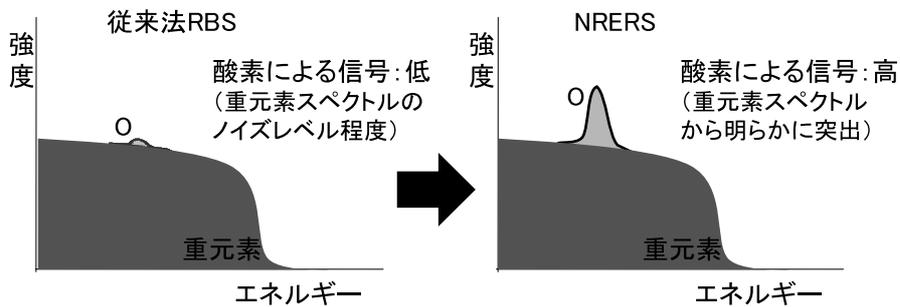
17

(NRERS: non-Rutherford elastic resonance scattering)

軽元素に対して、特定のエネルギーを持つ入射粒子を当てた場合、信号強度が1~2桁程度大きくなる。(共鳴)

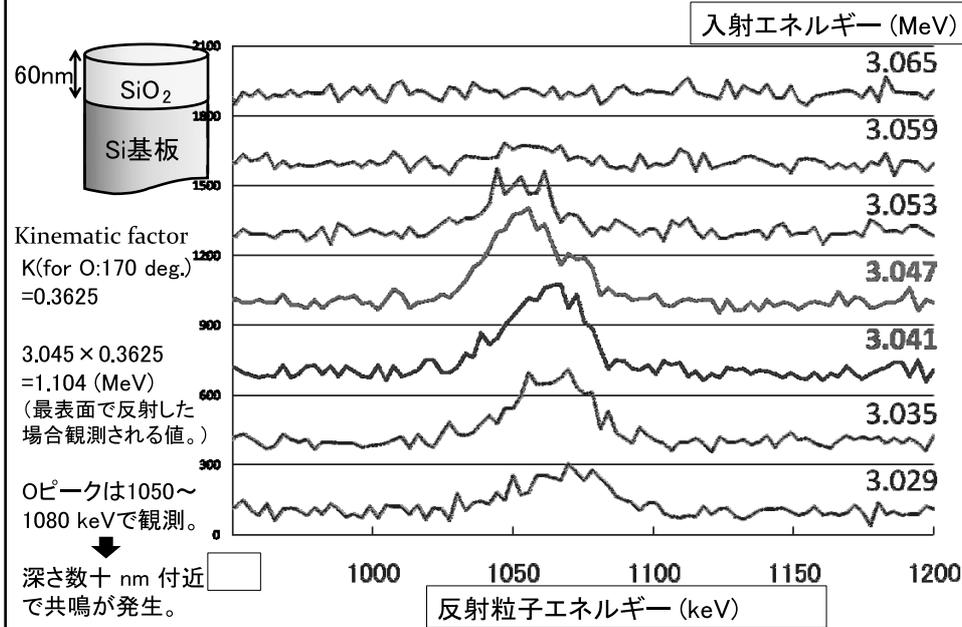
入射粒子	試料	共鳴エネルギー
4He	16O	3.045 MeV
4He	12C	4.270 MeV
1H	15N	6.385 MeV

※絶対量評価はできず、比較のみ可能



# テスト試料を用いた共鳴の推移

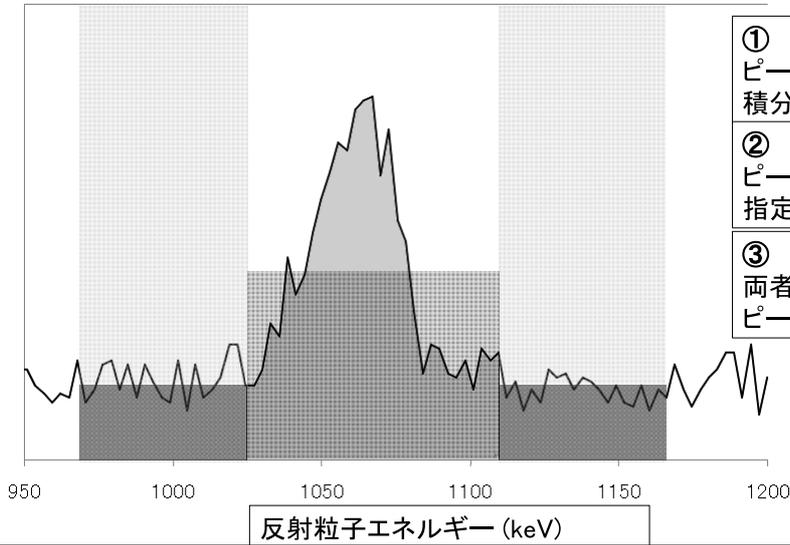
18



# 共鳴度合いの定量化

19

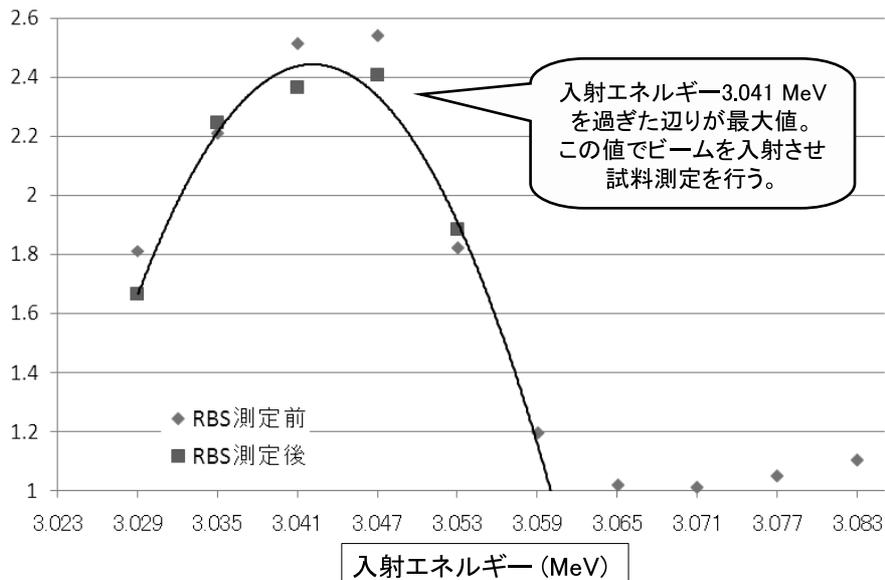
手順の説明  
(一例:.3.041 MeV)



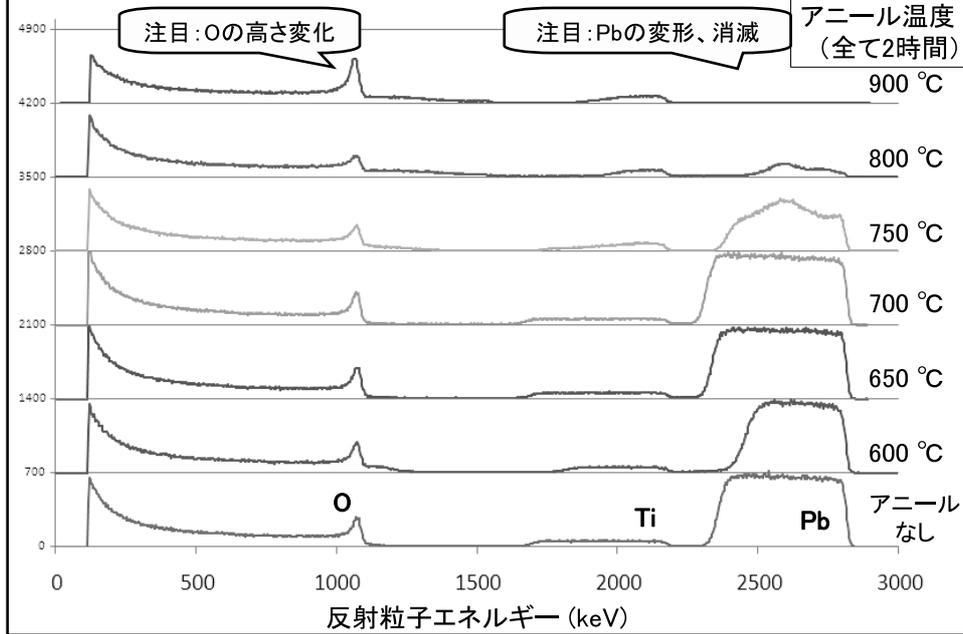
- ① ピーク部分を積分し、平均化
- ② ピーク周辺領域を指定し、平均化
- ③ 両者の比率から、ピーク大小を決定

# 共鳴ピーク積分値の推移

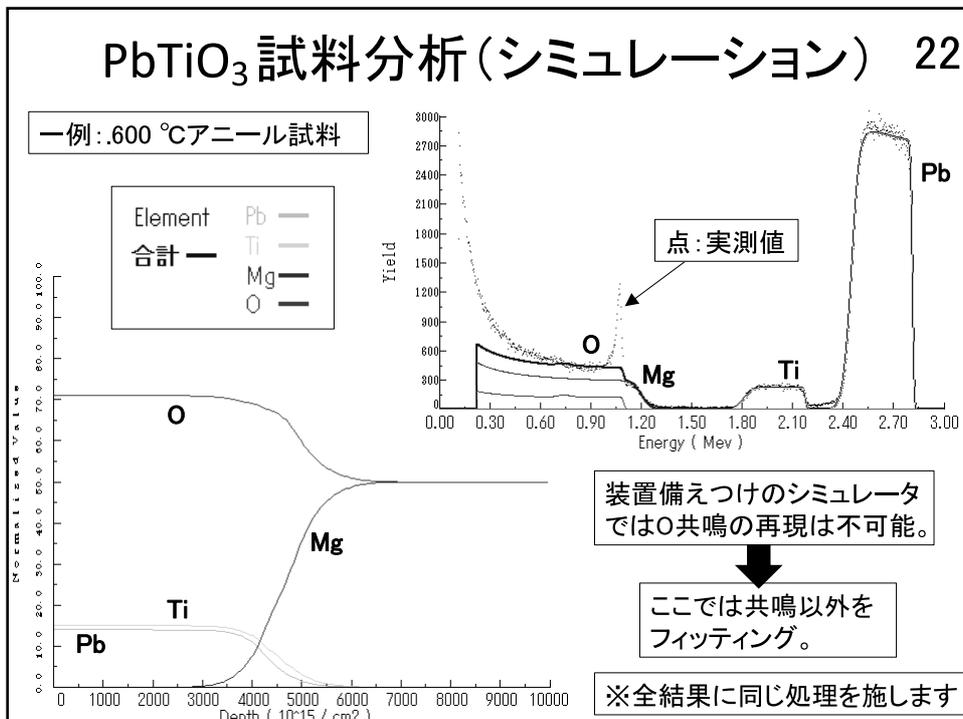
20



## PbTiO<sub>3</sub> 試料測定結果 (規格化済み) 21

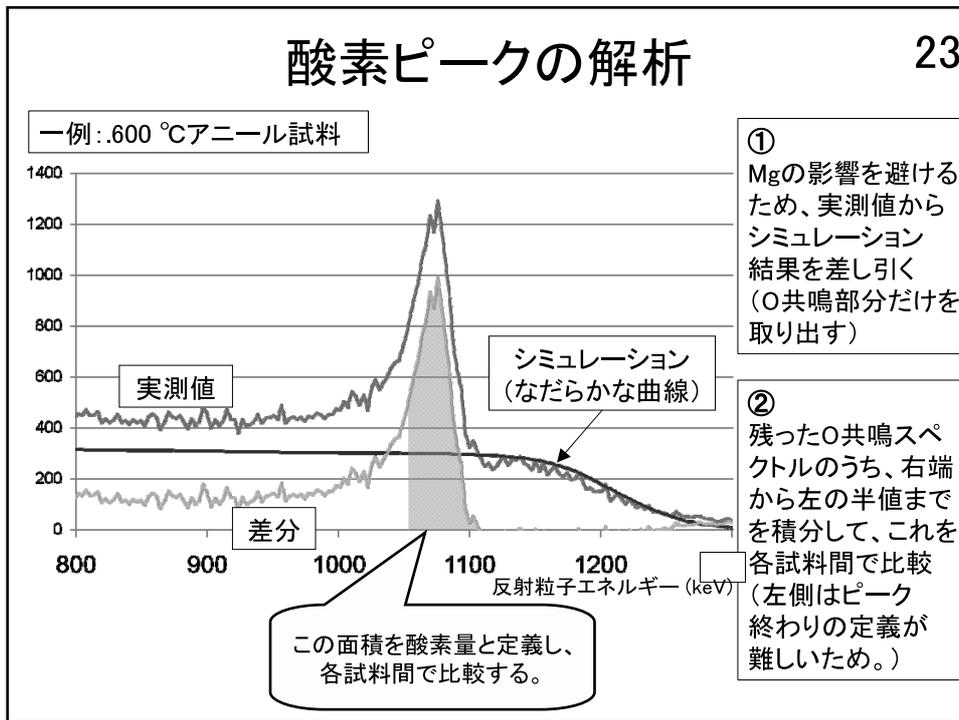


## PbTiO<sub>3</sub> 試料分析 (シミュレーション) 22



# 酸素ピークの解析

23



# 結果

24

