

# AVANCE NEOシステム

- 使用上の注意事項  
ユーザーマニュアル  
Version 001

著作権は Bruker Corporation に帰属

全著作権所有。 許可なしに、この文書のいかなる部分の再現、検索システムに格納または送信、任意のフォームに変更することを禁じます。 製品名は、弊社の登録商標または商標です。

© 11月 29, 2019 Bruker Corporation

ドキュメントNo.: 10000061283

P/N: H171764JP

---

## 目次

<b>1</b>	<b>序文</b>	<b>5</b>
1.1	使用目的	5
1.2	当社の方針について	6
1.3	本書の目的	6
1.4	磁気の安全性	7
1.4.1	インナーゾーン中での安全上の注意事項	7
1.4.2	アウターゾーン中での安全上の注意事項	8
1.5	冷媒の安全性	8
1.6	電氣的安全性	8
1.7	化学的安全性	9
1.8	CE認証	9
1.9	操作環境	9
1.10	記号とラベル	10
1.11	国際単位から米国単位への変換係数	12
<b>2</b>	<b>キャビネットの安全性</b>	<b>13</b>
2.1	一般的な安全上の注意事項	13
2.2	AVANCEシステムの接地と等電位化	13
2.3	コンソールの安全性	15
2.3.1	通常遮断	15
2.3.2	緊急遮断	16
2.4	AVANCE NEO AQS	17
2.4.1	緊急遮断	17
2.4.2	個人の安全性	17
2.5	BSMS/2	18
2.5.1	緊急遮断	19
2.5.2	個人の安全性	19
2.6	トランスミッターの安全性	20
2.6.1	トランスミッターの安全性	20
2.6.1.1	安全標識	21
2.6.2	緊急遮断	21
<b>3</b>	<b>マグネットの安全性</b>	<b>23</b>
3.1	磁場	24
3.1.1	シールド	24
3.1.2	電子、電気、機械式医療インプラント	24
3.1.3	手術インプラントおよび人工装具	25
3.1.4	機器の操作	25
3.1.5	磁気増幅前	25
3.1.6	磁場励磁後	26
3.1.7	一般的な安全上の注意事項	26
3.2	立ち入り制限区域	26
3.3	超低温冷媒の安全な取り扱い	27
3.3.1	化学物質の種類	27

3.3.2	一般的な安全規則 .....	28
3.3.3	冷媒の輸送用デュア一瓶 .....	28
3.3.4	健康への危険性 .....	28
3.3.5	応急処置 .....	29
3.3.6	保護服 .....	29
3.3.7	その他の安全規則 .....	29
3.3.8	喫煙 .....	30
3.4	液体窒素の補充 .....	30
3.4.1	酸素凝縮 .....	30
3.4.2	窒素フローシステム .....	30
3.4.3	その他の一般規則 .....	31
3.5	液体ヘリウムの補充 .....	31
3.5.1	液体ヘリウムの容器 .....	31
3.5.2	液体ヘリウム補充手順 .....	32
3.5.3	ヘリウムを手早く補充する .....	32
3.6	換気 .....	32
3.6.1	通常操作中の換気 .....	33
3.6.2	マグネット設置時またはクエンチ時の緊急換気 .....	33
3.6.3	緊急排気 .....	33
3.6.4	酸素モニターとレベルセンサー .....	34
<b>4</b>	<b>プローブの安全上の注意事項 .....</b>	<b>35</b>
4.1	個人の安全性の問題 .....	35
4.1.1	応急処置 .....	36
<b>5</b>	<b>クライオプローブの安全性 .....</b>	<b>37</b>
5.1	緊急遮断 .....	38
5.2	個人の安全性の問題 .....	38
5.2.1	応急処置 .....	39
5.3	圧縮ヘリウムガスの供給 .....	39
5.4	電気的安全性 .....	40
5.5	機器の安全性 .....	40
<b>6</b>	<b>クライオプローブ プロディジーの安全性 .....</b>	<b>41</b>
6.1	個人の安全性の問題 .....	41
6.1.1	応急処置 .....	42
	<b>連絡先 .....</b>	<b>43</b>
	<b>図一覧 .....</b>	<b>45</b>
	<b>表一覧 .....</b>	<b>47</b>
	<b>目次 .....</b>	<b>49</b>

# 1 序文

本書では、本装置に該当する安全上の注意事項を簡単に説明しています。個々の製品に対する説明書の代わりにはなりません。安全問題に関する情報を素早く簡単に参照することができます。そのため、一部を常に操作者の机の上に置いてください。本装置の操作者一人ひとりが本書の重要性を理解するよう、注意を払ってください。また、各操作者は、本装置の使用に起因する安全上のリスクを察知できるよう、本書を読むことが推奨されます。

本書で使用されている図は、あくまで一般的に分かりやすく描写されており、お客様がご使用中のブルカーの製品や構成、ソフトウェアやファームウェア特有の状態を示している訳ではありません。オプション品や付属品が記載されている場合も、記載されていない場合もあります。

**本装置で作業する前に、関連するすべての章を熟読してください。**

## 1.1 使用目的

ブルカーのAVANCEシステムは、それぞれの製品説明書に記載された目的および本章で説明する枠組み内でのみ、使用してください。

指定された目的以外での使用は使用者自身の責任とみなされ、あらゆる製品保証が無効となります。コンソールの定期点検や修理は必ず、有資格者が行なってください。ブルカーの分光器の操作について所定の訓練を受けた者だけが操作を行なってください。

ブルカーのAVANCEシステムは、化学構造および分子物性の解析のための、極めて高精度な分光器です。少量の液体または固体試料を超高磁場にセットします。試料に短い高周波パルス照射すると、標的となる化学種の中に含まれる磁気的に活性のある原子核から一時的に弱い高周波が放射され、観測されます。このような測定法を核磁気共鳴分光法(NMR)と呼びます。

AVANCE分光器では、磁場強度が室温で、7T~20T以上、ボア径54mm~155mm、の垂直ボア磁石が使用できます。主に、ナノグラムからグラム未満の分量の試料を分析できます。

この方法で、化学物質や生体物質やそれらの混合物の構造を同定して確認することができ、分子運動性や分子間相互作用に関する情報なども得ることができます。

この方法は、磁気的に活性な核の試料内での分布を得るためにも用いられます(NMRイメージング、NMR顕微鏡)

NMR分光器は主に、材料科学・有機化学・無機化学といった各分野の学術・企業研究ならびに品質管理のあらゆる領域、さらには生体試料分析に、使用されます。

AVANCE分光器シリーズは、以下のような多種多様な付属品と一緒にご使用いただけます。

- 可変式温度調節器

- 試料の高速回転のためのMAS空気圧縮機
- 磁場勾配装置
- フロースルーおよびHPLC装置とその付属品
- 試料の自動交換装置
- 試料の自動前処理装置
- 超低温プローブ(CryoProbeとその付属品)

AVANCE分光器は、以下のような目的では設計されていません。

- 強磁性物質の分析

AVANCE分光器は、たとえば当局要件に準拠した体外診断薬とは異なり、医療診断用製品としては承認されていません。

## 1.2 当社の方針について

---

新しい技術およびコンポーネントを活用して製品性能を向上させることが、ブルカーの方針です。ブルカーは、随時、仕様を変更する権利を有します。

本書に記載した文章および図表に誤りがないよう、あらゆる努力をいたします。有用で適切な文書をお届けするため、本書に関するお客様からのご意見をお待ちしております。技術サポート担当者は、定期的にブルカーの更新情報をご確認ください。

ブルカーは、環境に安全で、進歩的かつ高品質な製品およびサービスをお客様に提供することをお約束いたします。

## 1.3 本書の目的

---

本書では、AVANCEシステムに該当する安全上の注意事項を簡単に説明しています。個々の製品に対する説明書の代わりにはなりません。安全問題に関する情報を素早く簡単に参照することができます。そのため、一部を常に操作者の机の上に置いてください。本装置の操作者一人ひとりが本書の重要性を理解するよう、注意を払ってください。また、各操作者は、AVANCEシステムの使用に起因する安全上のリスクを察知できるよう、本書を読むことが推奨されます。

## 1.4 磁気の安全性

安全性に関しては、他の多くの検査装置とは異なりNMR分光器には比較的強力なマグネットが存在します。 NMR施設の設計や、施設内・施設周辺で勤務するスタッフの訓練については、他の装置と同様で大きな違いはありません。正しい手順に従って操作する限りは、超伝導マグネットの近くで作業をしてもまったく安全であり、医学的に既知の副作用は発生しません。ただし、手順にしたがわないと、深刻な事故につながるおそれがあります。マグネットの近くで作業するスタッフ全員が、起こりうる危険性について十分に理解することが重要です。

**特に重要な点としては、心臓ペースメーカーまたは金属製インプラントを装着した方は、絶対にマグネットに近寄らないでください。**

マグネットの周囲には全方向に磁場が発生しています。漏れ磁場として知られるこの磁場は、目に見えないため、適切な場所に警告標識を立てておく必要があります。強磁性材料でできた物質、例えば鉄やスチールなどは、マグネットに引きつけられます。装置と強磁性物質との距離が近すぎると、驚くほどの力で突然マグネットに引きつけられるおそれがあります。これによりマグネットが破損したり、間に人が立っている場合は怪我をするおそれがあります。

マグネットから離れると漏れ磁場の強度が非常に低下しますから、インナーゾーンとアウトゾーンといった2つの区域を定義しておく、安全面で役に立ちます。正しい操作手順の定義と同様に、施設内の構成、つまり、インナーゾーンとアウトゾーンの間も、大変実用的で有用です。

これら2区域の距離範囲は、マグネットの大きさによって変わります。マグネットが大型であると、漏れ磁場が強くなるため、2区域の範囲も大きくなります。さまざまなマグネットの漏れ磁場について、詳細はBASH DVDと一緒に配布される医療機関計画ガイドを参照してください。

### 1.4.1 インナーゾーン中での安全上の注意事項

マグネット中心から1mT(10ガウス)ラインまでがインナーゾーンの範囲です。この区域内では、物体が突然マグネット中心に引き寄せられるおそれがあります。至近距離では、マグネットの引力は、気付かない程度に微弱な場合から制御不可能なほど強力な場合まで変化します。強磁性物体は、絶対に、インナーゾーン内に置いたりゾーン内へと移動させないでください。

マグネット上方で作業する際は、アルミニウム製など非磁性材料でできた梯子を使用してください。デュワー瓶についても、非磁性材料でできた瓶を使用してください。瓶の内部には液体ヘリウムおよび液体窒素が充填され、その中に超伝導マグネットが置かれます。

小さなスチール片(ネジ回しやボルトなど)を超伝導マグネット近くの床に置かないでください。特にマグネットにプローブが挿入されていない場合など、マグネットポアにスチール片が入り込むと深刻な損傷をが生じるおそれがあります。

インナーゾーン内で機械式時計を装着すると、時計が故障する場合があります。デジタル時計であれば安全に装着していただけます。もちろん、インナーゾーン内で遵守すべき注意点については、アウターゾーンでも気を付けてください。

### 1.4.2 アウターゾーン中での安全上の注意事項

---

1mT(10ガウス)ラインから0.3mT(3ガウス)ラインまでがアウターゾーンの範囲です。磁石の漏洩磁場は壁や床、天井に遮られることはないため、周囲に隣接する部屋もアウターゾーンに含まれる場合があります。漏洩磁場により磁気テープやディスクに保存された情報が消去される場合があります。銀行カード、セキュリティカード、あるいはその他の磁気テープを含む装置が故障する場合があります。CD/DVDドライブには磁気部品が含まれますが、CDやDVD自体が損傷を受けることはありません。鋼鉄製の圧縮ガスシリンダーを使用する際は、アウターゾーンから十分に離れた場所に置き(磁石のある部屋の外が望ましい)、必ずしっかりと壁に固定してください。一旦アウターゾーンから離れてしまえば、漏洩磁場に関する注意事項を気にする必要はありません。

### 1.5 冷媒の安全性

---

超伝導マグネットには不活性の多量の液体ヘリウムと液体窒素が含まれています。これらの液体は冷媒と呼ばれ、マグネットコアを超低温に保ちます。

冷媒は超低温状態であるため、取り扱う際は必ず手袋、長袖シャツまたは白衣、安全ゴーグルを着用してください。液体に直接接触すると凍傷になるおそれがあります。装置管理者は定期点検を行い、マグネットから蒸発ガスが問題なく放出されていること、つまり、リリース弁が詰まっていないことを確認してください。マグネットに液体ヘリウムまたは液体窒素を補充する場合は、必ず、正しい手順について訓練を受けてから行なってください。

液体ヘリウムと液体窒素は無毒性ガスです。ただし、マグネットがクエンチすると室内に蒸発ガスが充満するおそれがあるため、常に適切な換気を行なう必要があります。

### 1.6 電氣的安全性

---

分光器で使用される電気回路部品は、一般的な電気式または空気圧駆動式ハードウェアよりも危険性が少ないか同程度であるため、これに準じて取り扱ってください。各種装置の保護パネルまたはアースラインは、絶対に取り外さないでください。これらはお客様を保護するために取り付けられています。開ける際は有資格の作業員のみが行なってください。コンソール背面のメインパネルは、2本のネジで素早く簡単に取り外せるように設計されています。

が、必ず訓練を受けた作業員だけが行なってください。メインパネルを外しても、ファンが取り外されている場合以外は背面パネルの冷却ファンが作動し続けていることを確認してください。

システムや内部コンポーネントの電源を完全に切り、コンセントも外し、ラックから下ろしてから、定期点検や修理、配送を行なってください。詳細は、それぞれのコンポーネントの手順書を参照してください。

## 1.7 化学的安全性

使用者は測定中の試料に関する化学的危険性には十分に配慮してください。有機物は、高可燃性、腐食性、発がん性などの危険性があります。

## 1.8 CE認証

磁石、HPPR、シム装置、プローブ、および冷却装置などの周辺機器のみならず、AVANCE コンソールに搭載されている主要ハードウェア装置はすべて、CE(欧州適合性)適合宣言に準拠しています。これには、標準的な電氣的危険性のみならず、放射される可能性がある漏洩電磁波の強度も含まれます。電磁波の漏出を最小限に抑えるため、必ずコンソールの扉を閉じ、背面パネルも取り付けてください。

## 1.9 操作環境

許容周囲温度：	5～35℃。
許容標高：	最大で海拔2000メートル。
相対湿度：	31℃まで最大湿度80%。31℃を超えると線形減少し、35℃で湿度65%。
許容保管温度：	5～40℃。
IP保護等級：	IP 20

表 1.1: 分光器システムの操作環境

各種分光器システムの所要動力はそれぞれの構成によって変わります。所要動力に関する詳細は、それぞれの医療機関計画手順書を参照してください。

## 1.10 記号とラベル

記号とラベルは常に装置のすぐ近くにあります。分光器システムの上と周辺には、以下のよう  
な記号とラベルが表示されます。

	<p>禁止記号：ペースメーカーを装着した方は入室禁止です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ペースメーカーを装着した方が印の付いた区域に入るのは危険です。絶対に印の付いた区域に立ち入らないでください。</li> </ul>
	<p>禁止記号：インプラントをされている方は入室禁止です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>金属製インプラントをされている方が印の付いた区域に入るのは危険です。絶対に印の付いた区域に立ち入らないでください。</li> </ul>
	<p>禁止記号：妊娠している方は入室禁止です。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>妊娠している方が印の付いた区域に入るのは危険を伴う可能性があります。絶対に印の付いた区域に立ち入らないでください。</li> </ul>
	<p>禁止記号：時計や電子装置の使用禁止。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>印の付いた区域内では時計および電子装置が故障するおそれがあります。</li> </ul>
	<p>禁止記号：クレジットカードや他の磁気メモリの使用禁止。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>印の付いた区域内ではクレジットカードおよび磁気メモリが破損するおそれがあります。</li> </ul>
	<p>禁止記号：触らないでください。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>印の付いた場所には手を触れないでください。</li> </ul>
	<p>危険警告記号：警告</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>警告記号を無視すると負傷するおそれがあります。</li> </ul>
	<p>注：適切な操作手順のヒントです。</p>


	<p>危険警告記号：強い磁場が発生しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 磁気メモリの使用禁止。</li> <li>• 貴金属類を外してください。</li> <li>• 金属製品を外してください。</li> </ul>
	<p>危険警告記号：電気や高電圧による生命や身体の危険。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 電気配線や破損した絶縁体に触れると、生命や身体に関わる危険性が生じます。</li> </ul>
 <p>または</p> 	<p>静電気に敏感な機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 取扱方法を順守してください。</li> </ul>
	<p>保護接地(アース)端子</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 外部保護導体に接続された端子の確認や故障があった場合の電気ショックからの保護に使用されます。</li> </ul>

表 1.2: 記号とラベル

## 1.11 国際単位から米国単位への変換係数

本書に記載の単位を変換する際に以下の変換係数を使用します。

測定	国際単位	米国標準単位	変換率(100未満の端数切り捨て)
直線	メートル(m)	フィート(ft)	1m=3.28ft
	センチメートル(cm)	インチ(in)	1m=39.37in
			1cm=0.394in
面積	平方メートル(m <sup>2</sup> )	平方フィート(ft <sup>2</sup> )	1m <sup>2</sup> =10.76ft <sup>2</sup>
体積	立方メートル(m <sup>3</sup> )	立方フィート(ft <sup>3</sup> )	1m <sup>3</sup> =35.32ft <sup>3</sup>
	リットル(l)	クォート(qt)	1l=1.06qt(液体)
重量	キログラム(kg)	ポンド(lbs)	1kg=2.21lbs
圧力	バール	ポンド/平方インチ(psi)	1bar=14.51psi
		気圧(ATM)	1bar=0.99ATM(標準)
温度	°C(摂氏)	°F(華氏)	F=C×1.8+32
	°F(華氏)	°C(摂氏)	C=(F-32)/1.8
磁場強度	テスラ(T)	ガウス(G)	1T=104G

表 1.3: 国際単位から米国単位への変換係数

## 2 キャビネットの安全性

### 2.1 一般的な安全上の注意事項

分光器システムに破損や摩耗がないか定期的に点検を行い、異常があれば直ぐにサービスセンターにお知らせください。

内部コンポーネントが正常状態であるか疑わしい場合は、装置の使用を止め、サービススタッフにお知らせください。

滅多に発生しませんが以下のような場合には、装置の使用を止め、進行中の解析を中断し、サービススタッフに状況を連絡して指示を受けてください。

- 電源コード、電源プラグ、または電源装置に亀裂が入ったり、砕けたり、破損した場合。
- 過度に高温である場合。
- 筐体内に液体が入り込んだ証拠または疑いがある場合。
- 電源コードまたは電源装置に液体がかかってしまった場合。
- 装置またはコンポーネントが落下したか、あるつは何らかの破損が生じた場合。

### 2.2 AVANCEシステムの接地と等電位化

あらゆる状況で分光器を安全に操作していただくため、施設内で必ずAVANCEシステムに対し一般的に実施されている等電位化を行なってください。

システム全体の等電位化を完全に実施するため、各システムにはコンソールやHPPR、磁石に接続するための接地用ケーブルが同梱されています。接地用ケーブルは以下のように接続してください。

- キャビネット背面下の接地中心点から施設建物の接地点まで、ケーブルで接続してください。
- 外部プリアンプ(HPPR/2)を使用する場合は、分光器の接地中心点から外部プリアンプの基板まで、ケーブルで接続してください(2番目の図を参照)。
- 磁石の接地点から分光器の接地点まで(1番目の図を参照)、または、外部プリアンプを使用する場合は外部プリアンプの接地点(2番目の図を参照)まで、ケーブルで接続してください。

接地ケーブルが各接地点に接続されしっかり固定されていることを確認してから、AVANCEシステムの電源を入れるか、または主電源に接続してください。いずれかのケーブルを取り外す際は、必ず、全システムの電源を切ってから行ってください。

サービススタッフは使用者に、本書の安全性事項に注意するよう説明してください。使用者が上記の指示を受けたことの確認も受入保証の一部です。

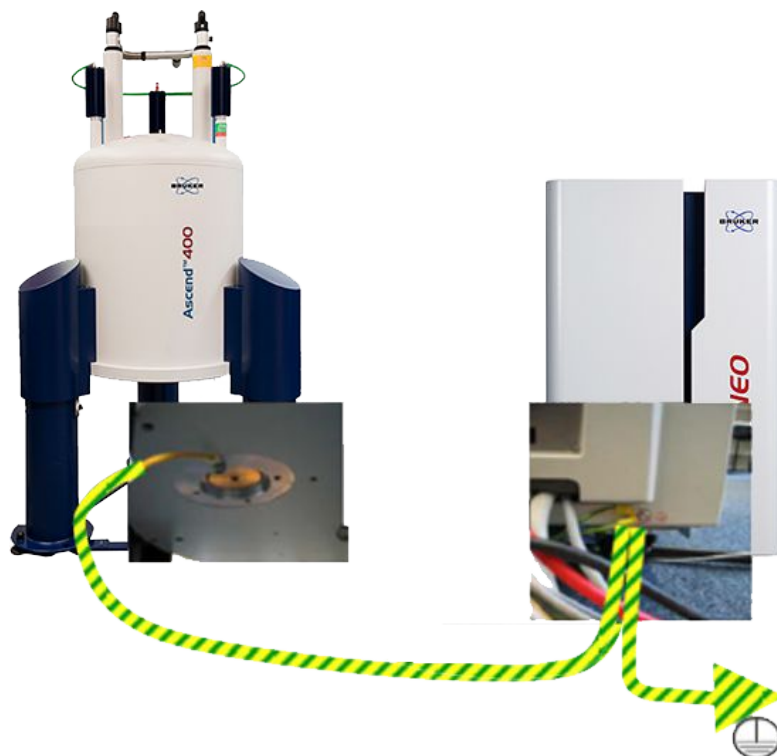


図 2.1: 内部プリアンプ付きAVANCE核磁気共鳴分光器



図 2.2: 外部プリアンプ付きAVANCE核磁気共鳴分光器(HPPR/2)

## 2.3 コンソールの安全性

警告：感電事故を最少に抑えるため、前章で説明したように分光器コンソールを電気接地に接続してください。

電子回路のキャビネットには3極AC電源ケーブルがあります。ブルカーが承認した電源ケーブル、あるいは、IEC(国際電気標準会議)安全性基準に準拠した電源ケーブルのみを使用してください。

重量が大きいため、適切な安全靴を装着した有資格者のみがコンソールを移動させてください。コンソールは、必ず2名で移動させてください。

### 2.3.1 通常遮断

コンソール背面の電力配分装置(PDU)は、制御された方法で分光器の電源を入れるために使用します。

TopSpinからソフトウェアによる指示を行い、AVANCEの電源を入れる/切ることができます。

PDUにより、正しい順序ですべてのユニットの電源が入り/切られ、システムの突入電流を制限するため、適切な遅延を伴って高電力ユニット電源が入ります。



図 2.3: 電力配分装置

#### 電源の切断(または再起動)の手順

- pdudispソフトウェアツールを起動します。このツールは、次から起動することができます。
  - ステータスバー。
  - コンソール。
  - **Manage>Spectrometer**を選択。
- PDU Displayで**Shutdown**(または**Reboot**)を選択します。

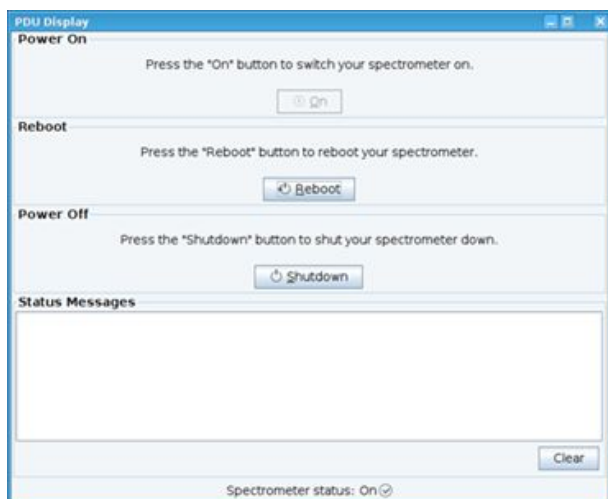


図 2.4: PDU Display



注：PDU自体は、シャットダウン処理の完了後も稼働し続けます。PDUの電源を切る場合は、必ず次章に記載の主電源を使用してください。

## 2.3.2 緊急遮断

制御されたシャットダウンの後、PDUを含むコンソールは主電源により電源が切られます。また、AVANCEコンソールの主電源では、たとえばPDUによる制御されたシャットダウンが不可能な場合に緊急遮断も行なうことができます。

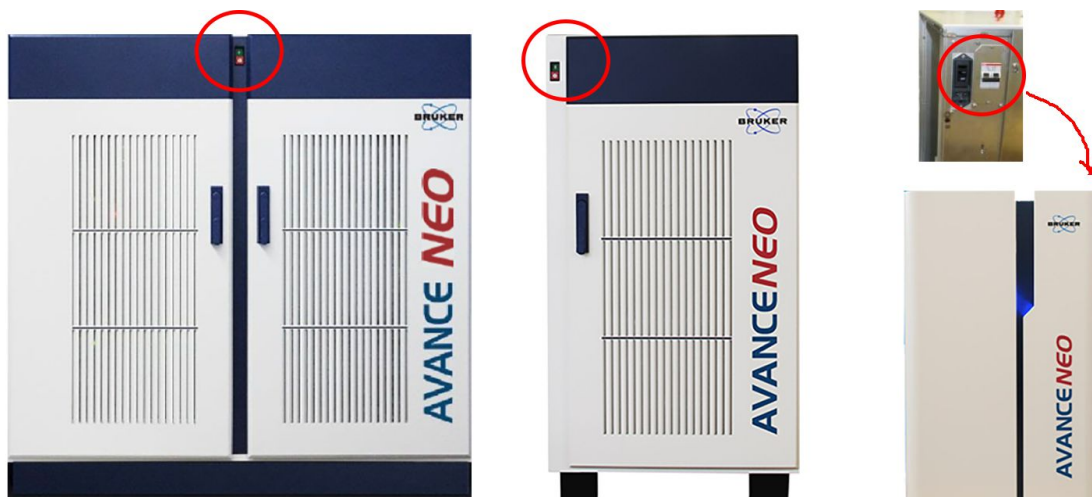


図 2.5: AVANCE NEOシリーズの緊急遮断の場所

## 2.4 AVANCE NEO AQS

---

新しいAVANCE NEO AQS シャーシは、実績のあるAVANCE III HDシャーシの次世代新製品です。AVANCE NEOは、「送受信」の原則に基づいています。つまり、各NMRチャンネルは送信機能と受信機能の両方を備えています。したがって、各チャンネルは、完全な高周波生成、送信および受信インフラストラクチャを持つ、独立した分光器となっています。このアーキテクチャにより、装置の構成およびマルチチャンネル操作において、最大限の柔軟性を提供します。

操作のすべての段階とAQSシステムの点検で、以下の一般的な安全上の注意事項を必ず順守してください。注意事項や本書の他の箇所に記載されている特定の警告内容に従わない行為は、安全規格や製造元、ならびにAQSシステムの使用目的を侵害するものとなります。

使用者がこれらの要件に従わなかった場合、ブルカーは一切の責任を負いません。したがって、AQSシステム上でブルカーの承認しない操作を行った場合による負傷や損傷に対しては、いかなる責任も責務も負いません。

### 2.4.1 緊急遮断

---

緊急事態の場合、[緊急遮断](#) [ 16]に記載の主電源を使用して、コンソール全体の電源を切ってください。AVANCE NEOシステムのAQSは、PDUでのみ電源を切ることができます。AQSの電源を選択的に切ることはお勧めしません。その代わりに、コンソール全体の電源を切ってください。ブルカーの担当者により指示された場合のみ、AQSの電源を選択的に切る手順について説明を受けることができます。

### 2.4.2 個人の安全性

---

#### 接地接続

警告：感電事故を最少に抑えるため、必ずAQSシャーシを電気接地に接続してください。

電子回路のキャビネットには3極AC電源ケーブルがあります。ブルカーが承認した電源ケーブル、あるいは、IEC安全性基準に準拠した電源ケーブルのみを使用してください。

#### 有資格者のみ

警告：ブルカーが認定した正規作業員のみが取付および点検を行なってください。必ず電源ケーブルを外してから点検を行なってください。特定の状況下では、電源ケーブルを外しても危険な電圧が発生する場合があります。負傷を防ぐためにも、必ず電源を切って回路を放電してからケーブルに触れてください。

注： 操作者は、本書に指定された場合以外は、絶対にシャーシカバーを外さないでください。 コンソール内のAQSまたはその他のユニットの電源が入っている間は、コンソール内のユニットを交換しないでください。 PDUでコンソールコンポーネントの電源を切ります(通常遮断 [▶ 15]を参照してください)。 ユーザーインターフェイス、システムメッセージ、および手順書の内容を理解するためには英語の知識が必要です。

### 電気的安全性

電氣的危険に対するAQSシステムの保護等級は、IEC 61010-1に準拠しています。すなわち、すべての電子部品は接触保護されています。

警告： 電気コネクタには必ずブルカー製品を使用してください。絶対に他社製品を使用しないでください。

### AQSシャーシの持ち上げ

警告： 電子キャビネットからAQSシャーシを抜挿する際は最低でも2名で行なってください。全ての構成部品が取り付けられたAQSシステムの重量は50kgを超えます。

注： 重量を減らすには、取り扱う前にAQS装置の一部またはすべてをシャーシから外してください。

### 清掃

警告： 必ず電源を切り、電源ケーブルを外してから、清掃を行なってください。装置表面が完全に乾くまでは絶対に電源を入れないでください。

柔らかく糸くずのない布を水で湿らせ、AQSシャーシと装置の外側を拭いてください。洗剤や他の洗浄剤は使用しないでください。

## 2.5 BSMS/2

拡張されたBSMS/2システムには、複雑な内蔵ボード(ELCBおよびSCB20)が含まれ、これら働きで最適な性能や高い解像度が得られ、安定性も増しています。BSMS/2のメインフレームは、NMR分光器の電子部品キャビネット内のサブユニットとして設計されています。環境条件については、分光器システムの施設計画ガイド参照してください。

すべての操作で、以下の一般的な安全上の注意事項およびBSMS/2システムのサービス内容を十分に確認してください。 [注意事項や本書以外の特定の警告内容にしたがわない行為は、安全規格や製造元、ならびにBSMS/2システムの取扱説明書の内容を侵害するものとなります。

購入者がこれらの要件にしたがわなかった場合、ブルカーはいかなる保証も行わず、また、BSMS/2システムの未承認の操作に起因する怪我や損傷に対しては、いかなる責任も責務も負いません。

## 2.5.1 緊急遮断

---

緊急事態の場合、[緊急遮断](#) [ 16]に記載の主電源を使用して、コンソール全体の電源を切ってください。 AVANCE NEOシステムのBSMSは、PDUでのみ電源を切ることができます。BSMSを選択して電源を切ることはお勧めしません。 その代わりに、コンソール全体の電源を切ってください。 ブルカーの担当者により指示された場合のみ、BSMSを選択して電源を切る手順について説明を受けることができます。

## 2.5.2 個人の安全性

---

### 接地接続

**警告：** 感電事故を最少に抑えるため、必ずBSMS/2シャーシを電気接地に接続してください。

電子回路のキャビネットには3極AC電源ケーブルがあります。 ブルカーが承認した電源ケーブル、あるいは、IEC安全性基準に準拠した電源ケーブルのみを使用してください。

### 有資格者のみ

**警告：** ブルカーが認定した正規作業員のみが取付および点検を行なってください。 必ず電源ケーブルを外してから点検を行なってください。 特定の状況下では、電源ケーブルを外しても危険な電圧が発生する場合があります。 負傷を防ぐためにも、必ず電源を切って回路を放電してからケーブルに触れてください。

**注：** 操作者は、本書に指定された場合以外は、絶対にシャーシカバーを外さないでください。 主電源を入れた後はBSMS/2装置の交換を行なわないでください。 ユーザーインターフェイス、システムメッセージ、および手順書の内容を理解するためには英語の知識が必要です。

## 電氣的安全性

電氣的危険に対するBSMS/2システムの保護等級は、IEC 61010-1に準拠しています。すなわち、すべての電子部品は接触保護されています。

警告： 電気コネクタには必ずブルカー製品を使用してください。絶対に他社製品を使用しないでください。

## BSMS/2シャーシの持ち上げ

警告： 電子キャビネットからBSMS/2シャーシを抜挿する際は最低でも2名で行なってください。全ての構成部品が取り付けられたBSMS/2システムの重量は50kgを超えます。

注： 重量を減らすには、取り扱う前にBSMS/2装置の一部またはすべてをシャーシから外してください。

## 清掃

警告： 必ず電源を切り、電源ケーブルを外してから、清掃を行なってください。装置表面が完全に乾くまでは絶対に電源を入れないでください。

柔らかく糸くずのない布を水で湿らせ、BSMS/2シャーシと装置の外側を拭いてください。洗剤や他の洗浄剤は使用しないでください。

## 2.6 トランスミッターの安全性

---

NMR試料を励磁させるには時に比較的大きな振幅の信号が必要とされるため、トランスミッターが必要になります(増幅器として知られています)。トランスミッターは、AQSラックに取り付けた内蔵品でも、別のスタンドアロン装置として外部に置いても構いません。増幅器の出力部からHPPRへと直接引かれたケーブルにより、試料にRF信号が伝達されます。

増幅器からの発信されたRF信号はおおよそ数百ボルトです。減弱しない状態で視界に入れないことを、お勧めします。

### 2.6.1 トランスミッターの安全性

---

ブルカーの増幅器は、61010-1電気機器の安全に関する一番的要求事項に準拠して組み立てられています。

### 2.6.1.1 安全標識

---

増幅器の上にラベルは、操作担当および保守担当スタッフに対し、誤まった使用方法によって怪我や装置故障を引き起こしかねない状態を警告するために貼られています。使用者はラベル表記をよく読み、その内容を理解してください。

分析実施中かどうか確認できない場合は、操作担当者は絶対にRF出力ケーブルを外さないでください。RF信号が発生していることを確認したら、TopSpinコマンドラインに**stop**と入力するか、または、TopSpinメニューバーの**STOP**アイコンをクリックしてください。疑わしい場合は、RFトランスミッターの電源を切ってください。

電気ショックを防ぐため、主電源ケーブルを外してから装置を開けてください。

### 2.6.2 緊急遮断

---

緊急事態の場合、**緊急遮断** [ 16]に記載の主電源を使用して、コンソール全体の電源を切ってください。AVANCE NEOシステムの増幅器は、PDUでのみ電源を切ることができます。増幅器を選択して電源を切ることはお勧めしません。その代わりに、コンソール全体の電源を切ってください。ブルカーの担当者により指示された場合のみ、増幅器を選択して電源を切る手順について説明を受けることができます。



## 3 マグネットの安全性

指定された正しい手順と注意事項に従えば、NMR超伝導磁石システムを簡単かつ安全に操作することができます。

NMR超伝導磁石システムの利用者全員が、必ず、これらの注意点を読んで、理解してください。上位スタッフや専門スタッフのためだけの情報ではありません。

適切な訓練課程を実施して、このような要件がある装置に関わる全員に効果的な教育を行なう必要があります。

NMR磁石の磁場は3次元方向に広がるため、同じ階の周辺エリアのみならず、磁石の上下階にも気を配ってください。

**警告：感電事故を最少に抑えるため、必ず磁石と台をキャビネットの電気接地に接続してください。**

### 警告区域

NMR超伝導磁石システムの設置と操作にあたっては、作業に関わる全員が数々の危険事項の存在を認識しておく必要があります。以下の点が重要です。

- NMR磁石システムを設置・操作する区域、ならびに、一般的な設置手順については、安全性を十分に考慮して計画してください。
- 上記の前提で、安全な方法で設置を行い、適切な手順に従ってください。
- スタッフは適切な訓練を受けてください。
- 危険区域に立ち入る人に効果的に警告を行なうため、明確な通知を配置してそれを維持してください。
- 健康上ならびに安全上の注意事項に従ってください。

これらの注意点は、特に重要な操作・設置手順の概略です。本章に記載された推奨事項は、すべての可能性を網羅している訳ではありません。操作中に何かしら疑わしい点があれば、製造元までご連絡くださるよう、お願いします。NMR磁石システムの安全手順や危険性に関する本書の情報を、ブルカー製品の購入者および利用者のみなさまに効果的にお伝えすることが目的です。

## 3.1 磁場

---

NMR超伝導磁石は、磁石による強い磁場に起因する力のため、大きな危険性があります。磁性物質やインプラントに対する磁場の影響により、危険性が及ばないよう、十分に注意してください。磁場の影響としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

NMR磁石システム近くで器具に強い引力が働くおそれがあります。 引力が強まると器具がNMR磁石システムの方に移動する場合があります。 したがって、器具の小さな部品などが飛び出すおそれがあります。

ガスボンベや電源装置などの大型の器具と磁石で身体が挟まれる危険性もあります。

強磁性の物体が磁石に近づけば近づくほど引力が強まります。 また、器具の質量が大きくなればなるほど、引力も強まります。

### 3.1.1 シールド

---

新しいNMRマグネットシステムの多くではシールドが有効になっています。 このようシールドが施されたマグネットの取り付けや取り扱いの際は、以下のことを十分理解しておく必要があります。

- 超伝導コイルのシールド効果により漏れ磁場が弱まり、磁場の影響も小さくなります。
- それでも、磁場勾配は非シールド型のマグネットよりもはるかに強力です。漏れ磁場の等高線の間隔が極めて狭いため(実際の距離は0.5mT(5ガウス)から5mT(50ガウス))、近くの物体がマグネットに引き寄せられないよう注意する必要があります。
- シールドが有効であっても、マグネット直下および直上の漏れ磁場は強力で、非常に強い引力で強磁性物質を引きつけます。

### 3.1.2 電子、電気、機械式医療インプラント

---

電子、電気、機械式医療インプラントおよび医療機器に関しては、以下のことを十分に理解してください。

- 静的磁気または変化磁場の存在下では、心臓ペースメーカーやバイオ刺激装置、神経刺激装置などの電子、電気、機械式医療インプラントの動作が影響を受けたり、停止する場合があります。
- 5ガウス以上の磁場にさらされる場合でも、すべてのペースメーカーが同様の反応を示したり同様の磁場が発生するとは限りません。

### 3.1.3 手術インプラントおよび人工装具

---

手術インプラントおよび人工装具に関しては、以下のことを十分に理解してください。

- 電子・電気・機械式医療インプラント以外の、例えば動脈瘤クリップや止血鉗子やその他の装具などの医療用手術インプラントには、強磁性材料が含まれる場合があります。そのためNMRマグネットシステムの近くでは引力の影響を受けます。このため、負傷したり死に至るおそれがあります。
- 加えて、パルス磁場勾配などの高速で変化する磁場の近くでは、インプラントに渦電流が流れて発熱したり生命を脅かす危険な状態になる場合もあります。

### 3.1.4 機器の操作

---

機器の操作は、直接的に強い磁場の影響を受けます。

- 1mT(10ガウス)以上の磁場にさらされると、時計やテープレコーダー、カメラなどは、磁気を帯びて完全に壊れるおそれもあります。
- クレジットカードや磁気テープに書き込まれた情報も消える場合があります。
- 5mT(50ガウス)以上の磁場では変圧器が磁気飽和を起こすこともあります。機器の安全機能にも影響が及ぶ可能性があります。

### 3.1.5 磁気増幅前

---

マグネットシステムを起動する前に以下の点を確認してください。

- NMRマグネットシステムの5ガウス磁場領域内に固定されていない強磁性物質がある場合は、取り除いておいてください。
- 装置のある部屋のあらゆる箇所にマグネットの警告を表示してください。
- 5ガウス以上のすべての磁場領域に、磁場の存在および危険性について注意喚起する警告を表示してください。

## 3.1.6 磁場励磁後

---

マグネットシステムを励磁した後は、以下の点を確認してください。

- 分光器がある部屋に強磁性物質を持ち込まないでください。
- 非磁気性のガスポンベとデュアー瓶のみを使用して、その中に圧縮したガスまたは低温液体を入れてください。
- ガスポンベやデュアー瓶を運ぶ際は非磁気性器具のみを使用してください。



マグネットが磁気を帯びたら、電源を切らないよう注意してください。さもないと強い磁場が消滅してしまいます。主電源を切ってもマグネットには何も影響がありませんが、強い磁場は存在し続けます。

---

## 3.1.7 一般的な安全上の注意事項

---

上述の発生を防ぐために以下の注意事項をガイドラインとして記載しました。これらは最少要件として必ずしたがってください。

- マグネットのある施設はそれぞれ審査を受け、危険を防ぐ予防措置が施されているかどうか判断を仰いでください。
- NMRマグネットの磁場は3次元方向に広がるため、同じ階の周辺エリアのみならず、マグネットの上下階にも気を配ってください。

## 3.2 立ち入り制限区域

---

必ず取り付けておくカバーの外側に0.5mT(5ガウス)以上の漏れ磁場を発生する機器やIEC 60601-1-2に準拠していない電磁干渉については、装置周辺に立ち入り制限区域を定義して永続的に設定してください。これにより区域の外側は以下ようになります。

- フリンジ磁場強度が0.5mT(5ガウス)を超えることはありません。
- 電磁干渉レベルがIEC 60601-1-2:2001に準拠します。

多くのマグネットの漏れ磁場プロットは、該当するマグネット手順書に記載されています。プロットは0.5mT(5ガウス)ラインを示します。

例えば床に印を付けるなどして立ち入り制限区域を決定することで、権限のないスタッフでも担当スタッフの区域内への侵入を適切に管理することができます。

立ち入り制限区域の入り口には、磁場や、強磁性物質に及ぶ引力や回転力を示す適切な警告を表示してください。

下図に、警告の推奨配置を示します。



### 3.3 超低温冷媒の安全な取り扱い

超伝導マグネットには、液体ヘリウムと液体窒素の2種類の冷媒が使用されています。冷媒は一定の手順にしたがえば簡単に安全に取り扱うことができます。

本章に記載した推奨事項は完全なものではありません。使用に際して疑問点があれば製造元にお問い合わせください。

#### 3.3.1 化学物質の種類

化学物質としては、窒素とヘリウムと空気が、これらの推奨事項に記載されています。冷媒のMSDSシートの記入方法については製造元にお尋ねください。

##### ヘリウム

自然発生する不活性ガスで、約4Kで液化します。無色無臭で不燃性、毒性もありません。超伝導状態を保つため、マグネットを液体ヘリウムに浸してください。

##### 窒素

自然発生するガスで、約77Kで液化します。このガスも無色無臭で不燃性、無毒性です。液体ヘリウムを貯蔵するシールドの冷却に使用します。

##### 冷媒の輸送用デュア一瓶

通常操作中に気化するため、液体冷媒を定期的に補充する必要があります。冷媒は輸送用デュア一瓶に入れられて施設に運ばれます。冷媒輸送用デュア一瓶は非磁気製である必要があります。

## 物質的特性

冷媒を安全に取り扱うには、これら液体の物理的特性の知識や常識、ならびに一定の物理条件下でこれらの液体がどのように反応するかを十分に理解する必要があります。

### 3.3.2 一般的な安全規則

---

冷媒の取り扱いの一般的な安全規則としては、例えば以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 冷媒のそれぞれの沸点で温度が一定に保たれます。絶縁容器(デュア一瓶)に保管したとしても液体は徐々に気化します。
- 冷媒は十分に換気された場所で取り扱い、保管してください。
- エレベーターで運ぶ際は同乗者を乗せないでください。さもないと窒息する危険性があります。
- 液体からガスへの気化にともなう体積の増加量は室温で、ヘリウムで約740倍、窒素では680倍です。

### 3.3.3 冷媒の輸送用デュア一瓶

---

冷媒の輸送に用いるデュア一瓶の取り扱い上の注意点としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 気化による大幅な圧力上昇が起こるおそれがあるため、冷媒をデュア一瓶で輸送する際はきっちり蓋をしないでください。さもないと爆発する危険性があります。大事故につながりかねません。
- 冷媒の輸送用デュア一瓶は非磁性である必要があります。

### 3.3.4 健康への危険性

---

健康への危険性としては主に以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 大量漏出の際は、その場からただちに離れてください。
- 適切な換気を行なって酸素欠乏を防いでください。ヘリウムは部屋の上方に溜まり、冷えた窒素は下方に溜まります。詳細は、「換気」の章を参照してください。
- 冷媒は、液体の状態でも気体の状態(または超低温ガスの状態)でも、絶対に直接触れないでください。火傷に似た凍傷を引き起こすおそれがあります。
- 十分に保護措置を施していない身体で非絶縁性の通気パイプや通気管に触れないでください。皮膚が張り付くおそれがあります。張り付いた皮膚をはがそうとすると組織が裂ける危険性があります。

### 3.3.5 応急処置

---

応急処置の注意点としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 冷媒が眼に入ったり皮膚に付着した場合は、すぐに該当箇所を大量の冷水またはぬるま湯で洗い流してから、保冷剤などで冷やしてください。
- 絶対に、お湯を使ったり熱で乾燥させたりしないでください。
- すぐに医師の診察を受けてください。

### 3.3.6 保護服

---

保護服の注意点としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 必ず保護服を着用して凍傷を防いでください。冷媒を扱う際は必ず、革製または低温作業用手袋を着用してください。
- すこし大きめのサイズの手袋を使用して、液体漏出の際にも簡単に外せるようにしてください。
- ゴーグルを着用して眼を保護してください。
- 液体に触れる可能性のある場所には、絶対に貴金属などの金属性の物体を身に付けしないでください。

### 3.3.7 その他の安全規則

---

冷媒の取り扱いに関して、その他の注意点としては以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 液体は常に注意して取り扱ってください。冷媒を暖かい容器に入れると、必ず沸騰したり液はねしたりします。
- 室温で冷媒に器具を浸す際は、液はねや急な引火に気を付けてください。この操作はゆっくり行なってください。
- パイプロを液体に浸す際は、もう片方の口を絶対に人に向けしないでください。
- 液体窒素を扱う際は、柔らかい金属またはテフロン製ホースに接続された金属製またはテフロン性の管のみを使用してください。ゴム製またはテフロン製の管のみを使用してください。
- タイゴン<sup>®</sup>またはプラスチック製の管は絶対に使用しないでください。これらの管に冷却液体を通すと、裂けたり砕け、負傷する危険性があります。

## 3.3.8 喫煙

---

喫煙に関しては以下の基本的規則にしたがってください。

- 冷媒を扱う部屋の中では喫煙しないでください。
- 冷媒を扱う部屋のすべてに適切な形で「禁煙」の標識を掲示してください。
- 窒素とヘリウムは燃焼しませんが、超低温のデュア一瓶から酸素が発生するため瓶表面の空気が凝縮され、局所的に酸素濃度が上昇するおそれがあります。
- そのため、冷却された瓶表面に可燃性のオイルやグリースが付着すると、火災が発生する危険性があります。自然発火する場合があります。

## 3.4 液体窒素の補充

---

マグネットシステムを扱う際は本書をよく読んで、作業スタッフ全員がすぐに参照できる場所においでください。

- 一定の注意事項に沿って、本書に記載の正しい手順にしたがうことで、簡単かつ安全にシールド付きNMR超伝導マグネットシステムを扱うことができます。
- 本章に記載された推奨事項は、すべての可能性を網羅している訳ではありません。操作中に何かしら疑わしい点があれば、製造元までご連絡くださるよう、お願いします。

### 3.4.1 酸素凝縮

---

空気にはできるだけ触れないようにしてください。空気に触れた際は以下の点に注意してください。

- 液体窒素は液体酸素よりも低温であるため、空気中の酸素が凝縮されます。
- この状態で一定時間経過すると、液体窒素内の酸素濃度が上昇するため、液体酸素を扱う際と同じくらい危険な状態になります。特に、表面面積が広い広口デュア一瓶を使用する際に酸素凝縮が発生するおそれがあります。
- 空気との接触は最小限に抑えるよう注意してください。

### 3.4.2 窒素フローシステム

---

液体窒素用容器に備え付けられた圧力安全弁により、少なくとも容器の口が空気や湿気に遮断されることはありません。

液体窒素を容器に補充する際は、必ずこの弁を取り付けてください。

### 3.4.3 その他の一般規則

---

その他の一般的な規則としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 容器に液体窒素を補充する際、液体窒素を磁石本体にこぼさないでください。
- 補充の際、容器にはゴム管またはテフロン管を使用してください。
- 容器が一杯になったらすぐに止めてください。さもないと、Oリングが凍結してマグネットの真空状態が失われます。

## 3.5 液体ヘリウムの補充

---

マグネットシステムを扱う際は本章をよく読んで、作業スタッフ全員がすぐに参照できる状態にしてください。

一定の注意事項に沿って、本書に記載の正しい手順にしたがうことで、簡単かつ安全にシールド付きNMR超伝導マグネットシステムを扱うことができます。

本章に記載された推奨事項は、すべての可能性を網羅している訳ではありません。操作中に何かしら疑わしい点があれば、製造元までご連絡くださるよう、お願いします。

注意すべき一般的な規則としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 液体ヘリウムは、すべての冷媒の中で最も低温です。
- 液体ヘリウムは、他の気体(空気)に触れると、凝縮され、凝固します。
- 液体ヘリウムは特別な保存容器または輸送用デュア一瓶に保管してください。
- 空気の流入を避けて氷で口が塞がれないようにするためにも、ヘリウムの注ぎ口に一方向弁のあるデュア一瓶を使用してください。
- 液体窒素を補充する際は、真空の絶縁パイプのみを使用してください。絶縁性が失われると酸素が凝縮する恐れがあります。

### 3.5.1 液体ヘリウムの容器

---

NMR超伝導マグネットシステムには液体ヘリウム容器が内蔵されています。

- ヘリウム容器の沸騰やヘリウム量について週に1回点検を行なってください。
- ヘリウムフローメーターまたはヘリウムガス計を使用してください。
- ヘリウム容器の連結管に備え付けられた一方向弁により、少なくともヘリウム容器の口が空気や湿気に遮断されることはありません。液体ヘリウムを輸送する場合以外は必ずこの弁を取り付けてください。

### 3.5.2 液体ヘリウム補充手順

---

NMRマグネットの液体ヘリウムを補充する際は以下の手順にしたがってください。

- 指定された時間内に、ヘリウム残量がマグネット手順書に記載された許容最少量を下回る前に、補充を行なってください。
- 重要：液体ヘリウムは以下のように扱えば、簡単かつ安全に補充を行なうことができます。
  - ヘリウム輸送管を正しく設定すること。
  - ヘリウム輸送ラインに損傷がないこと。
  - 補充時の圧力が2psi(0.14バール)以下であること。
- 暖かい状態のヘリウム輸送管を冷媒に入れないこと。暖かいヘリウムガスによりマグネットがクエンチするおそれがあります。
- ヘリウム輸送管は常にヘリウム温度と同程度に冷却してから、ヘリウム容器口の右側に挿入すること。ヘリウム輸送管をヘリウム容器口の右側に挿入する前に、補充線の短い端に液体ヘリウムがあることを確認すること。

### 3.5.3 ヘリウムを手早く補充する

---

液体ヘリウムの補充中は窒素安全フローシステムを取り外さないでください。

液体ヘリウムを素早く補充している間は、超低温の液体窒素を扱うことになります。これにより、以下のことが発生する可能性があります。

- 蒸発量がゼロに減少し、窒素容器内に陰圧が発生します。
- 空気または湿気が容器口から流入することで、凝固したり氷が形成されて容器口が塞がれます。

## 3.6 換気

---

一般的な安全規則としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- 絶縁容器に保管されていたとしても、冷媒は一定の温度でそれぞれ沸点に達して、徐々に気化します。必ず通気口のあるデュア一瓶を使用してください。危険な圧力が発生する場合があります。
- 冷媒は十分に換気された場所で取り扱い、保管してください。
- 液体からガスへの気化にともなう体積の大幅増加とその後のウォーミングアップは、ヘリウムで約740:1、窒素では680:1です。

### 3.6.1 通常操作中の換気

---

超伝導マグネットには冷媒として液体窒素と液体ヘリウムを使用します。マグネットシステムの通常操作中、以下の場合に、冷媒が沸騰すると考えられます。

- ・ 指定された沸騰条件下で、マグネットの中に含む液体が通常に沸騰します。
- ・ 液体窒素および液体ヘリウムの定期補充の際、冷媒が沸騰します。

窒息を防止するため適切な換気を行なう限りは、気体は無毒性で全く害は有りません。通常操作中の換気の注意事項としては、以下が挙げられますが、これらに限定されません。

- ・ 気密室にNMRマグネットシステムを置かないでください。NMR装置は扉の近くに配置し、部屋中に換気が行き渡るようにしてください。
- ・ 部屋の配置、天井の高さ、ならびにマグネットの高さは、液体窒素と液体ヘリウムを容易に補充できるよう設定してください。こうすることで、事故の危険性を最小限に抑えることができます。

### 3.6.2 マグネット設置時またはクエンチ時の緊急換気

---

磁石設置時やクエンチ時の酸素不足を防ぐため、別途、緊急換気装置を用意してください。

クエンチ時には、短時間に極めて大量のヘリウムガスが発生します(磁石の種類によって43~595m<sup>3</sup>)。

超伝導磁石の設置時と冷却時には、一定の条件下で、大量の窒素またはヘリウムガスが発生します。

これらは不活性ガスですが、大量に発生すると室内の酸素と置き換わり、危険な状況に至るおそれがあります。

### 3.6.3 緊急排気

---

クエンチ中あるいはマグネットシステムの設置中の酸素置換を防ぐために使用可能な緊急排気には、さまざまな種類があります。例えば以下のような種類がありますが、これらに限定されません。

#### 能動的排気

この方法では、マグネットに接続していないモーター式ファン、通気口、および排気ダクト管を使用します。室内のスイッチを手動で入れても、また酸素センサーによって自動的に、排気が開始されます。マグネット設置中や定期的な補充の最中に冷媒の沸騰を防ぐため、通常のHVAC(暖房、換気、空調)装置よりも早く換気を行ないたい際に、スイッチを手動で入れます。

## 受動的排気

この方法では、クエンチ中にヘリウムガスの過剰圧力により開いた天井窓を使用します。

## クエンチダクト

この方法では、マグネットに直接接続され、建物の外に通じている管を使用します。以下の点に注意してください。

- クエンチが発生した場合には、マグネットからのヘリウムは建物の外に直接排気されることが理想です。
- ダクト内の流れが妨げられることによる過剰圧力の上昇を避けるため、建物外側には十分な大きさのダクトが必要です。
- サービススタッフ以外の者が排気ダクトの出口に触れてはなりません。さらに、雨や雪やゴミなどでふさがれないよう出口を保護しておく必要があります。
- 排気ダクトを通ってきたガスが、エアコンや換気装置の入り口に入り込まないようにすることが重要です。大気の状態や風などすべての気象条件でも安全に換気できるよう、ダクト出口の配置は注意して決定してください。
- クエンチ中に火災が発生しないように、利用可能な排気管も取り付けてください。

## マグネットピットの排気

ピット内にマグネットを置く際は、換気と緊急換気には特に注意を払ってください。適切な換気が行なわれないと、酸素不足の危険性が増すため、ピット内の排気装置の場所は限定されます。

- マグネットを予備冷却する際や液体窒素を定期補充する際は、窒素は空気よりも重いためにピット内の底部から充満しはじめます。
- 効果的に窒素ガスの排気を行って酸素不足を防ぐためにも、排気装置をピット内の低い場所に置くことが重要です。

### 3.6.4 酸素モニターとレベルセンサー

---

マグネットがある室内には酸素モニターが必要です。以下のモニターおよびセンサーを用意してください。

- マグネットの上：ヘリウムガスによる酸素レベル低下を検出するため、酸素レベルセンサー1台をマグネットの上に配置してください。
- 床近く：装置のある部屋の床上1フィートに酸素レベルセンサーを1台置いてください。
- ピット内底部：マグネットがピット内にある場合は、ピット内の底部に酸素レベルセンサーをもう1台置いてください。

## 4 プローブの安全上の注意事項

ブルカーのプローブは、試料の保持、試料に刺激を与える高周波信号の送信、およびレスポンス受信のために設計されています。 特別に設計されたRFコイルを用いて送信および受信を行ないます。

プローブをマグネット下方に挿入して室温のシム内に置きます。 同軸ケーブルによりコンソール増幅器からプローブへと励磁信号が伝達され、レシーバーが試料からのNMR信号を受信します。 ケーブルは、マグネットベースの近くに配置された前置増幅器(HPPR)の間に配置してください。 NMR信号をは通常大変微弱であるため、前置増幅器で増大させる必要があります。

### 4.1 個人の安全性の問題

---

NMRシステムの操作者やその近くで働く人全員に、安全性の問題および緊急時の手順について知らせください。

疑わしい場合は：特に試料を扱う際は、ゴーグルと保護手袋を装着してください。

#### 固有安全性

NMRシステムとそのコンポーネントは、固有安全性を有する設計です。 操作者および装置や環境を保護するため、圧カリリース弁、センサー、ならびにハードウェアおよびソフトウェアエラーの処理も含まれています。

#### 有資格者のみ

電気、圧縮装置、および冷媒に関して基本的技術を理解する者だけがNMRシステムの操作と保守を行なってください。 ユーザーインターフェイス、システムメッセージ、および手順書の内容をしっかりと理解してください。

#### お客様が修理できる部品は内部にはありません。

プローブやクライオプローブ内部にはお客様が修理できる部品はありません。 プローブは絶対に開けないでください。

### 漏れ磁場

マグネットによる0.5mT(5ガウス)の漏れ磁場内で作業する際は、金属製の部品とツールを全く使用しないか、または、十分に注意して扱ってください。

注意： 機械式時計およびクレジットカードなどの磁気ストライプカードは、マグネットの0.5mT(5ガウス)の区域外に預けておいてください。

### 一般的な安全問題

- NMR施設には一般人が立ち入らないようにしてください。認定された有資格者のみが施設に立ち入るようにしてください。
- 強力な磁気によりさまざまな危険性が考えられます。危険区域には、仕切りや床テープ、視覚的な警告装置を使用するなどして可能な限り慎重に標識を表示してください。危険区域について詳細は、安全手順書を参照してください(0.5mT/5ガウスライン)。
- 冷媒を補充している間は絶対に喫煙しないよう徹底してください。

#### 4.1.1 応急処置

---

冷たいヘリウムガスや窒素ガスが眼に入ったり皮膚に付着した場合は、すぐに患部に大量の冷水またはぬるま湯を流してください。

## 5 クライオプローブの安全性

ブルカーのクライオプローブ™により、NMRコイルアセンブリおよび前置増幅器の操作温度が下がり、信号雑音比(S/N)が著しく増加します。分光器での取り扱い方法は、従来のプローブと非常に類似しています。使用者が定義した室温前後の値で試料温度が安定している間に、試料から数ミリメートルの位置にあるNMRコイルアセンブリがヘリウムガスで冷却されます。密閉式自動冷却システムがすべての機能をコントロールし、短時間および長時間の分析でも素晴らしい安定性を保証します。

クライオプローブシステムにはいくつかのサブユニットがあります。

- クライオプローブ、
- クライオプラットフォーム、
- クライオ互換性HPPR、および
- ヘリウムガスポンペ。

クライオプラットフォームという用語はクライオプローブの操作に必要な部品をまとめたもので、これにはクライオ冷却装置、コンプレッサー、マグネット内蔵のハードウェアなどが含まれます。ブルカーのクライオプローブ全製品と互換性があり、分光器1台につき1つ必要です。

クライオプローブの安全性と関連情報について詳細は、ブルカーのBASH DVDから入手できるクライオプローブシステムのユーザーマニュアル((P/N Z31551)を参照してください。

クライオプローブシステムはマグネットシステムと組み合わせて使用するため、本書の [マグネットの安全性](#) [ 23]の章もあわせて参照してください。

## 5.1 緊急遮断

---

クライオ冷却装置正面にあるロータリー式の主電源は、緊急遮断として機能します。これにより、冷却冷蔵システム、陰圧、センサー、およびヘリウムガスの圧縮装置の電源を切ります。全ての弁が初期位置にリセットされます。ただし、クライオプローブ内のクライオプリアンプはHPPRによってコントロールされているため、緊急遮断の影響を受けません。装置の電源が切れると、熱伝導によりゆっくりと装置が温められます。



注：緊急遮断によりモニタリング用電子装置の電源も切れるため、あくまで最終手段として行なってください。

---

## 5.2 個人の安全性の問題

---

NMRシステムの操作者やその近くで働く人全員に、安全性の問題および緊急時の手順について知らせてください。

疑わしい場合は：特に試料を扱う際は、ゴーグルと保護手袋を装着してください。

### 固有安全性

NMRシステムとそのコンポーネントは、固有安全性を有する設計です。操作者および装置や環境を保護するため、圧カリリース弁、センサー、ならびにハードウェアおよびソフトウェアエラーの処理も含まれています。

### 有資格者のみ

電気、圧縮装置、および冷媒に関して基本的技術を理解する者だけがNMRシステムの操作と保守を行なってください。ユーザーインターフェイス、システムメッセージ、および手順書の内容をしっかりと理解してください。

### お客様が修理できる部品は内部にはありません。

プローブやクライオプローブ内部にはお客様が修理できる部品はありません。プローブは絶対に関けないでください。

## 漏れ磁場

マグネットによる0.5mT(5ガウス)の漏れ磁場内で作業する際は、金属製の部品とツールを全く使用しないか、または、十分に注意して扱ってください。

注意： 機械式時計およびクレジットカードなどの磁気ストライプカードは、マグネットの0.5mT(5ガウス)の区域外に預けておいてください。

## 一般的な安全問題

- NMR施設には一般人が立ち入らないようにしてください。認定された有資格者のみが施設に立ち入るようにしてください。
- 強力な磁気によりさまざまな危険性が考えられます。危険区域には、仕切りや床テープ、視覚的な警告装置を使用するなどして可能な限り慎重に標識を表示してください。危険区域について詳細は、安全手順書を参照してください(0.5mT/5ガウスライン)。
- 冷媒を補充している間は絶対に喫煙しないよう徹底してください。

### 5.2.1 応急処置

---

冷たいヘリウムガスや窒素ガスが眼に入ったり皮膚に付着した場合は、すぐに患部に大量の冷水またはぬるま湯を流してください。

## 5.3 圧縮ヘリウムガスの供給

---

クライオプラットフォームには、約25バールまで圧縮され、約20Kの冷媒の温度まで冷却されたヘリウムガス(He)を使用します。圧縮ガスは、壊れてもガスが噴射せず粒子が排出されないように設計された高密封性容器に保管します。保護を施していない皮膚が冷却ヘリウムに触れると、重度の凍傷を引き起こすおそれがあります。

警告： ヘリウムガスボンベは注意して移動・接続・取り扱ってください。高圧ガスコンテナおよび金属製物質に関する安全性の注意事項にはすべて従ってください。

警告： ヘリウムガスボンベおよび全ての輸送経路は、必ず、マグネットの0.5mT(5ガウス)の区域外に配置してください。

警告： ヘリウムガスボンベはしっかりと壁に固定してください。圧縮ガス装置の取り付けは、各国の安全規則にしたがってください。

ヘリウムガスボンベとクライオ冷却装置の間のヘリウム耐圧ホースにはスチールワイヤーがあり、ワイヤー端部を装置に固定する必要があります。経路の交差が避けられない場合には、ヘリウムホースにカバーをかけるか、または保護してください。その上で、ヘリウムホースを壁または床に1メートルおきに固定してください。

警告： ヘリウムホースが固定されていないと、破損した場合に急に動くことがあります。

警告：ヘリウムガスボンベから短時間で多量のヘリウムガスが漏れると、特に部屋が狭い場合には、窒息の危険性があります。この場合は、十分な換気や新鮮な空気を取り入れて状況を改善してください。

### 過圧リリースノイズ

ソフトウェアのコントロールと機械的安全弁により装置の加圧状態を防ぎます。過圧状態では、非常に激しい音が鳴ってリリース弁が開きます。キャビネットが適切に絶縁されていればノイズ音は安全な音量まで下がります。そのため、常に密閉されたキャビネットで操作することが重要です。

警告：通常操作中にクライオ冷却装置を開けて点検を行なう必要がある場合は、必ず耳栓を使用してください。

## 5.4 電気的安全性

---

クライオ冷却装置の電気的危険性に対する保護等級はIEC IP20に準拠したものです。全ての電気部品が接触保護されています。

警告：電気コネクタには必ずブルカー製品を使用してください。絶対に他社製品を使用しないでください。

## 5.5 機器の安全性

---

注意：

- ・クライオプローブを曲げないでください。  
クライオプローブは必ず本体部分を持ち、上部の管を持たないでください。
- ・クライオプローブを開けないでください。  
お客様が修理できる部品は内部にはありません。特別な道具を使わない限り、クライオプローブを密閉したり再度組み立てることはできません。数本でもネジを外すと、工場出荷時設定が消え、クライオプローブが使用不可能になるおそれがあります。
- ・クライオカップラーを無理に配置しないでください。
- ・クライオプローブ筐体の上および正面の安全弁の作動を妨げないでください。
- ・クライオカップラーを無理に配置しないでください。
- ・超低温状態の冷却装置を動かさないでください。
- ・冷却部品からガス漏出の際も、修理を行なわないでください。凍結状態のOリングや弁などが粉碎するおそれがあります。
- ・過度なRF力によりクライオプローブまたはプリアンプが壊れる場合があります。専用の「限界—警告」のシートに記載された制限事項にしたがってください。

## 6 クライオプローブ プロディジーの安全性

プロディジーシステムはNMR分光器の付属品です。クライオプローブ プロディジー、液体窒素用の真空断熱トランスファーライン、デュアーアダプターが常備されている液体窒素用のデュアー瓶(LN2デュアー瓶)、およびクライオプローブ プロディジーをコントロールするプロディジー装置から構成されます。

クライオプローブ プロディジーは、クライオプリアンプが組み込まれたNMRプローブです。NMRコイルアセンブリおよびクライオ前置増幅器は、液体窒素(LN2)が蒸発することで冷却されます。この冷却方法の利点は、NMRコイルアセンブリを極めて効果的に操作でき、熱雑音を著しく減少できる点です。これらの技術を組み合わせることで、室温でのNMR測定時と比較して全体的な信号雑音比が徹底的に増強されます。

液体窒素は、液体窒素デュアー瓶から液体窒素トランスファーラインを通過してプローブへと輸送されます。クライオプローブはオープンシステムです。つまり、ガス状の窒素がプローブの排気口を通じて大気に排出されます。排気口の余分な液体窒素は、特別な排気ヒーターを使用して加熱し蒸発させます。プローブ内部の冷却部品は、プロディジー装置近くの粗引きポンプとターボ型ポンプによって真空断熱されています。

プロディジーの安全性と関連情報についての詳細は、ブルカーのBASH DVDから入手できるプロディジーシステムのユーザーマニュアル((P/N Z31986)を参照してください。

プロディジーシステムはマグネットシステムと組み合わせて使用するため、本書の [マグネットの安全性 \[ 23\]](#)の章もあわせて参照してください。

### 6.1 個人の安全性の問題

NMRシステムの操作者やその近くで働く人全員に、安全性の問題および緊急時の手順について知らせください。

疑わしい場合は：特に試料を扱う際は、ゴーグルと保護手袋を装着してください。

#### 固有安全性

NMRシステムとそのコンポーネントは、固有安全性を有する設計です。操作者および装置や環境を保護するため、圧力リリーフ弁、センサー、ならびにハードウェアおよびソフトウェアエラーの処理も含まれています。

## 有資格者のみ

電気、圧縮装置、および冷媒に関して基本的技術を理解する者だけがNMRシステムの操作と保守を行なってください。ユーザーインターフェイス、システムメッセージ、および手順書の内容をしっかりと理解してください。

## お客様が修理できる部品は内部にはありません。

プローブやクライオプローブ内部にはお客様が修理できる部品はありません。プローブは絶対に開けないでください。

## 漏れ磁場

マグネットによる0.5mT(5ガウス)の漏れ磁場内で作業する際は、金属製の部品とツールを全く使用しないか、または、十分に注意して扱ってください。

注意： 機械式時計およびクレジットカードなどの磁気ストライプカードは、マグネットの0.5mT(5ガウス)の区域外に預けておいてください。

## 一般的な安全問題

- NMR施設には一般人が立ち入らないようにしてください。認定された有資格者のみが施設に立ち入るようにしてください。
- 強力な磁気によりさまざまな危険性が考えられます。危険区域には、仕切りや床テープ、視覚的な警告装置を使用するなどして可能な限り慎重に標識を表示してください。危険区域について詳細は、安全手順書を参照してください(0.5mT/5ガウスライン)。
- 冷媒を補充している間は絶対に喫煙しないよう徹底してください。

### 6.1.1 応急処置

---

冷たいヘリウムガスや窒素ガスが眼に入ったり皮膚に付着した場合は、すぐに患部に大量の冷水またはぬるま湯を流してください。

# 連絡先

**製造者：**

ブルカーバイオスピングループ

ドイツ/フランス/スイス

住所および連絡先については、下記サイトをご覧ください。

<https://www.bruker.com/nc/about-us/offices/bruker-biospin/asia-pacific-map.html>

電子メール：[nmr-support@bruker.com](mailto:nmr-support@bruker.com)

**ブルカーバイオスピンホットライン**

ブルカーバイオスピンサービスセンターにご連絡ください。

ブルカーバイオスピンでは専用のお問い合わせ窓口とサービスセンターをご用意しています。お客様からのご依頼やアプリケーションに関するご質問、ソフトウェアや技術支援について、弊社の専門スタッフができる限り迅速に対応いたします。

以下の一覧からご希望のサービスセンターまたはお問い合わせ窓口をお選びください。

<https://www.bruker.com/service/information-communication/helpdesk.html>



# 図一覧

図 2.1:	内部プリアンプ付き AVANCE核磁気共鳴分光器 .....	14
図 2.2:	外部プリアンプ付き AVANCE核磁気共鳴分光器(HPPR/2) .....	14
図 2.3:	電力配分装置 .....	15
図 2.4:	PDU Display .....	16
図 2.5:	AVANCE NEOシリーズの緊急遮断の場所 .....	16



# 表一覧

表 1.1:	分光器システムの操作環境.....	9
表 1.2:	記号とラベル .....	10
表 1.3:	国際単位から米国単位への変換係数 .....	12



# 目次

## A

---

AQS system .....	17
AVANCE NEO AQS .....	17

## C

---

CryoCooling Unit .....	37
CryoPlatform .....	37
CryoProbe Prodigy .....	41
CryoProbes .....	37

## H

---

He Compressor .....	37
---------------------	----

## M

---

Magnet quench.....	8
Metallic implants.....	7

## P

---

Prodigy Unit.....	41
-------------------	----

## S

---

Safety:Chemical .....	9
Safety:Cryogenic .....	8
Safety:Electrical.....	8
Safety:Outer zone precautions.....	8
Site Planning Guide.....	7
Stray fields.....	7







**Bruker Corporation**

[info@bruker.com](mailto:info@bruker.com)

[www.bruker.com](http://www.bruker.com)

Order No: H171764JP