



ヘリウム危機について

名古屋工業大学
産学官金連携機構 設備共用部門
低温室責任者 大原繁男

話の流れ



名古屋工業大学
産学官金連携機構

ヘリウム危機について

私の立場と動機

ヘリウム特性(物理的, 化学的)

物理分野におけるヘリウムの必要性

ヘリウム生産と消費に関する基礎知識

なぜヘリウム入手が困難になっているか

実例として名工大の状況

私の立場と動機



名古屋工業大学
産学官金連携機構

名古屋工業大学 産学官金連携機構 低温室責任者
工学教育総合センター 創造教育開発オフィス 副オフィス長
工学研究科 物理工学専攻 副専攻長

中小規模大学は、大規模大学に比べ、種々の危機が早く訪れる。
名工大では、2019年3月の段階で
ヘリウム不足が教育、研究に影響を及ぼし始めていた。



原因を調べると、これまでのプラントトラブルなどが原因の短期のヘリウム危機とは異なり、需要に供給が追いつかない世界的なヘリウム不足とわかった。

警鐘を鳴らす必要

私の立場と動機



名古屋工業大学
産学官金連携機構

日本物理学会年次大会 拡大物性委員会 3月15日(金) 17:30 - 19:30

九州大学伊都キャンパス K304 において,

ヘリウム危機への対応の呼びかけ

数ヶ月から最長2年はヘリウム危機が続く予想.

2012年のヘリウム危機よりも深刻かもしれない.

学会として国や社会への働きかけをお願いしたい.

日本物理学会秋季大会 拡大物性委員会 9月10日(金) 17:30 - 19:30

岐阜大学柳戸キャンパス D16 において,

ヘリウム危機に改善のきざしは見られない.

少なくとも2020年度も危機は続く.

今後ずっと危機と思った方がよい.

半年の間に危機感が強まった.

話の流れ



名古屋工業大学
産学官金連携機構

ヘリウム危機について

私の立場と動機

ヘリウムの特性(物理的, 化学的)

物理分野におけるヘリウムの必要性

ヘリウム生産と消費に関する基礎知識

なぜヘリウム入手が困難になっているか

実例として名工大の状況

ヘリウムの特性

一般講演会

11.10日 参加無料 14:30-16:00

柏の葉キャンパス駅 徒歩1分
東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト



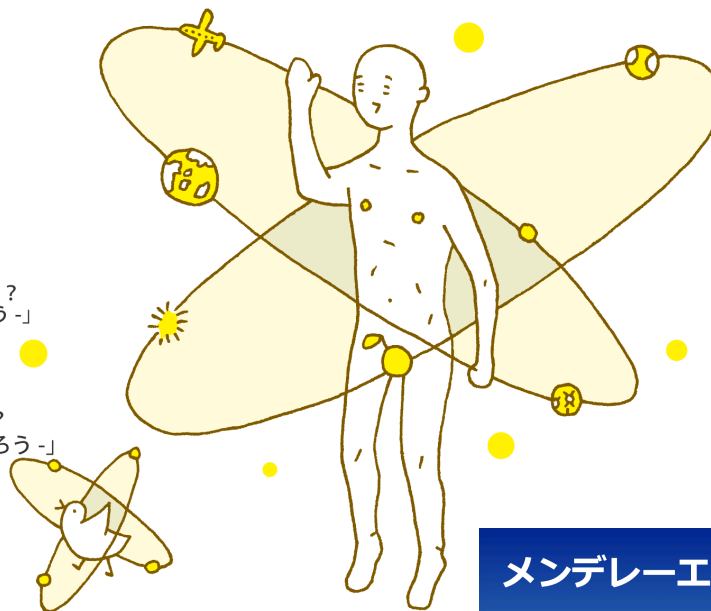
桜井 弘 京都薬科大学 名誉教授
「体は何でできているでしょう？
- 周期表といのちの元素を知ろう -」

©TACF 本堂俊晴
/Newton Press



廣井 善二 東京大学 物性研究所 教授
「元素はどうして繰り返すのでしょうか？
- 周期表から生まれる物質の世界を知ろう -」

元素のハナシ



ヘリウムは希ガス元素であり、化学結合しないことから、ヘリウムの特性といった場合には、元素そのものの特性を理解すれば、それで全てである。

メンデレーエフ周期律発見150周年



International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

国際周期表年 2019



<https://iypt.jp/industry/top.html#message>

ヘリウムの特性

Periodic Table

Periodic Table																	
H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	57-71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88	89-103	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118
La系		La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	
Ac系		Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103	

ヘリウムの特性

メンデレーエフ周期律発見150周年



International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

国際周期表年2019

[HOME](#) / [私たちの元素-産学からのメッセージ](#) / [ヘリウム](#)



ヘリウム

アカデミアから



SCES2019



強相関電子系(SCES)物理学では、絶対零度近くまで物質を冷して超伝導や磁性などの本質を探索的研究をしています。その時の冷却材として不可欠なHeは医療や産業でも広く使われていて、枯渇が心配される希少資源です。

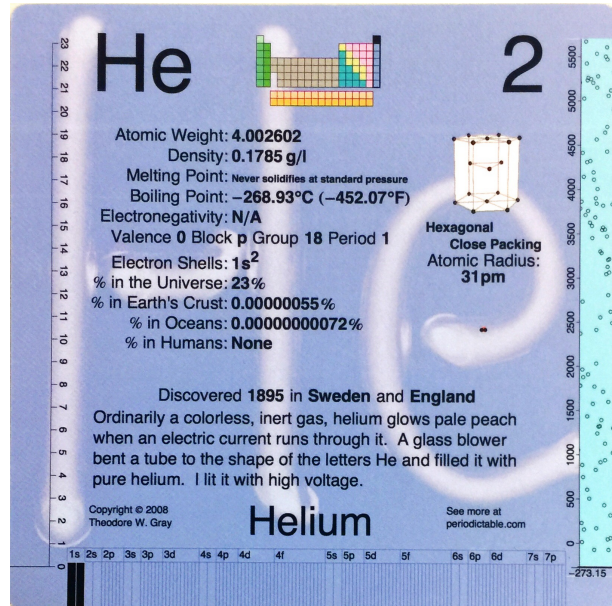
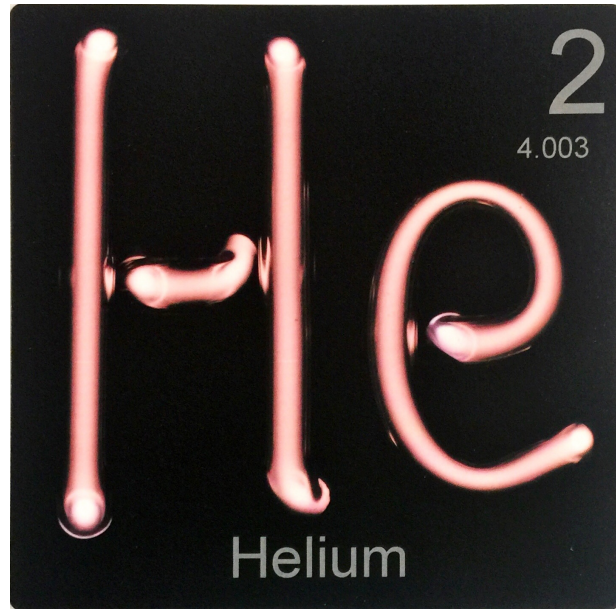
産業界から



SCES2019からのメッセージは100文字の中にヘリウムの必要性、重要性が込められている。

[Periodic Table](#)

ヘリウムの特性



電子配置: 1s², 希ガス(閉殻), 化学反応しない.

原子半径: 0.031nm(直径0.62Å)

密度(気体)

ヘリウム: 0.18kg/m³

水素: 0.09kg/m³

空気: 1.29kg/m³

融点: 固化しない(大気圧下)

沸点: 4.22K (-268.93°C)

地殻含有量: 0.00000055%(0.0055ppm)

高性能な冷却剤(気体, 液体ともに)

漏れ検出ガス, 雰囲気ガス

飛行船や風船

貯蔵が難しい

ヘリウムの地殻中の存在度



ヘリウムの希少性は金やプラチナなどと同程度

話の流れ



名古屋工業大学
産学官金連携機構

ヘリウム危機について

私の立場と動機

ヘリウムの特性（物理的，化学的）

物理分野におけるヘリウムの必要性

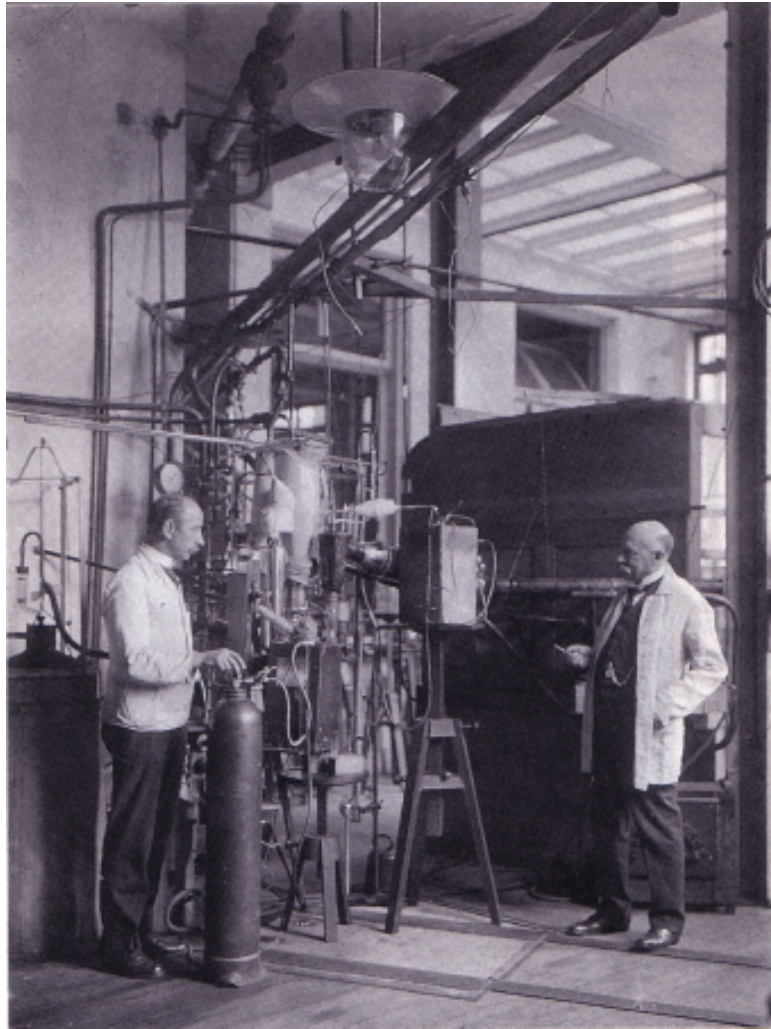
ヘリウム生産と消費に関する基礎知識

なぜヘリウム入手が困難になっているか

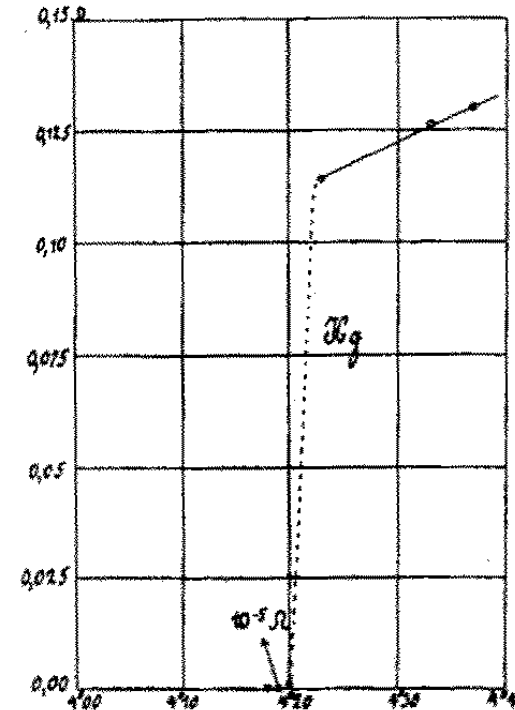
実例として名工大の状況

物理分野におけるヘリウムの必要性

超伝導の最初の発見



オランダ・ライデン大学の低温研究室における
カマリング・オネス（右） パリティVol.12 No.4(1997)41.



Hg
1911年
温度4.2K

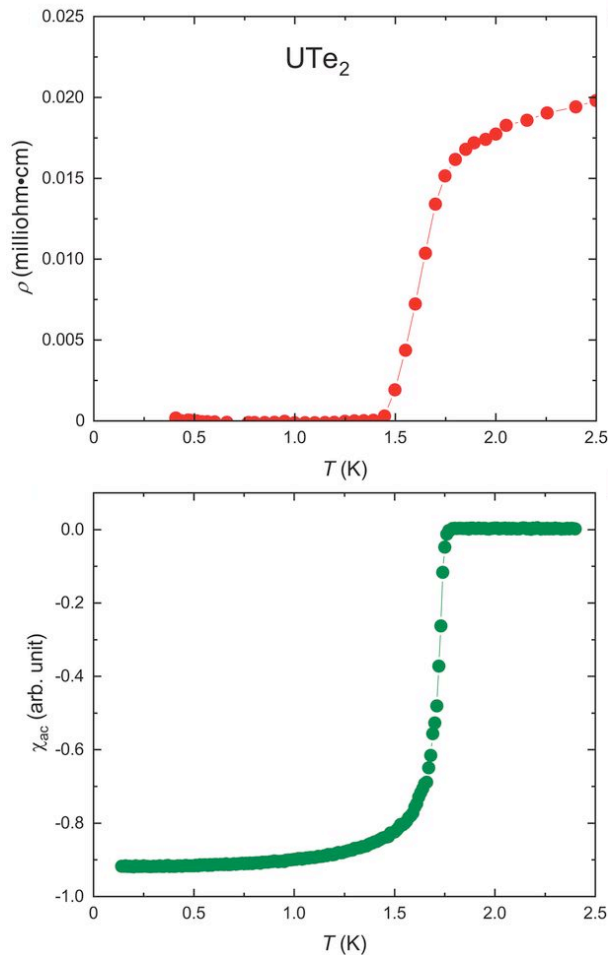
液化ヘリウムを用いて極低温まで人類が最初に調べた水銀は超伝導を示し、19世紀までの物理学では説明できない世界を我々に提示した。

オネスの1911年12月の論文に載っている水銀の超伝導転移。横軸は温度、縦軸は抵抗。臨界温度以下の抵抗は0ではなく $10^{-5}\Omega$ と示されていることに注意。オネスは1913年に液体ヘリウムの製造に関連する低温現象の研究でノーベル賞を受賞する。

物理分野におけるヘリウムの必要性

例: UTe_2 2019年

温度1.6Kで超伝導



ヘリウムの必要性

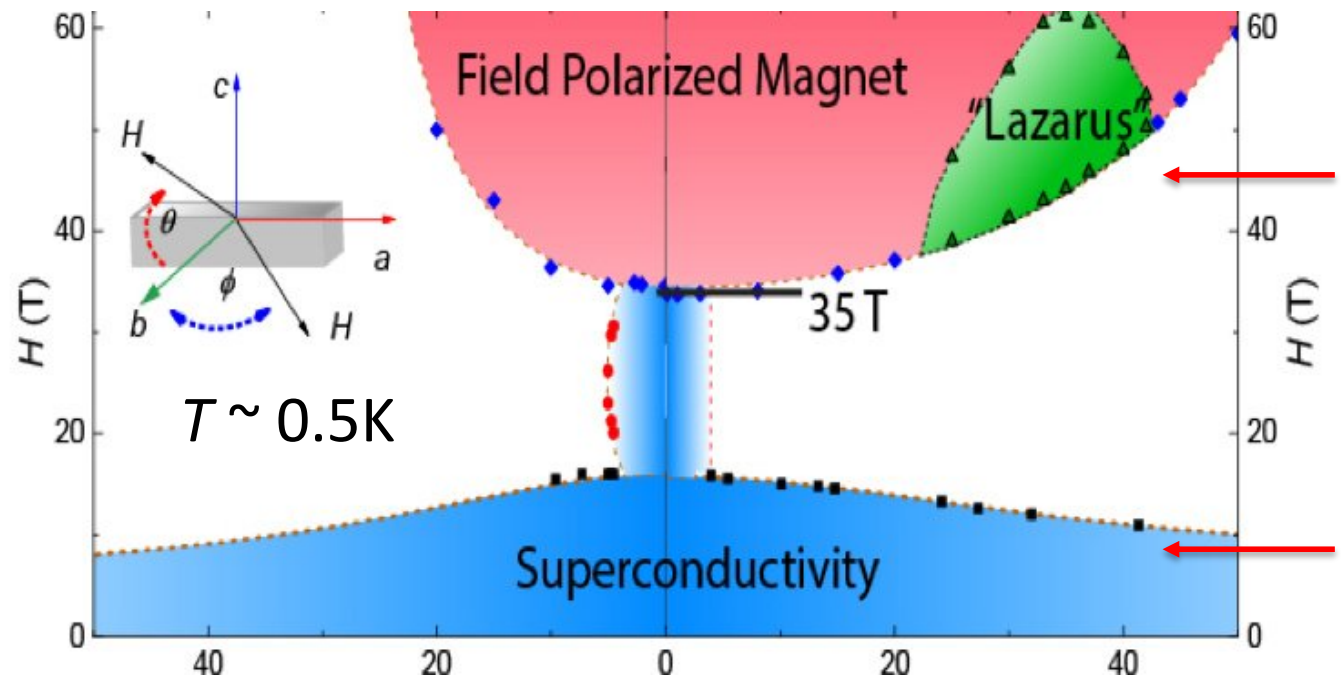
極低温環境

強磁場(超伝導磁石)

高感度な測定(量子素子)



ラザロ(Lazarus)の蘇生



S. Rans *et al.*, *Science* **365**, 684-687, (2019).; <https://nationalmaglab.org/user-facilities/dc-field/publications-dc-field/highlights-dcfield/lazarus-superconductivity;>

学術研究におけるヘリウムの利用



検索ワードと結果
ヘリウム：15件
超伝導：18件



研究分野から探す

微細構造解析

微細加工

分子・物質合成

プラットフォームから探す

微細構造解析

微細加工

分子・物質合成

蓄電池基盤

研究機関から探す

北海道大学

千歳科学技術大学

東北大学

物質・材料研究機構

産業技術総合研究所

筑波大学

東京大学

早稲田大学

東京工業大学

信州大学

北陸先端科学技術大学院大学

分子科学研究所

名古屋大学

名古屋工業大学

豊田工業大学

京都大学

奈良先端科学技術大学院大学

大阪大学

日本原子力研究開発機構

量子科学技術研究開発機構

香川大学

広島大学

山口大学

北九州産業学術推進機構

九州大学

検索条件

大分類

中分類

事業

地域

研究機関

キーワード

ヘリウム

ヘリウムで検索

検索結果一覧

15件中、1件目～15件目を表示しています。

写真	設備名称	設置機関	研究分野	仕様
	超伝導電光X線吸収微細構造解析装置(SC-XAFS)	産業技術総合研究所	微細構造解析	産研共同主導開発：エネルギー分散超伝導検出器を搭載。母材中の微量軽元素や重い元素のL、M線のX線吸収微細構造測定により、特定の微量元素の検出...
	超伝導電光X線検出器付走査型電子顕微鏡(SC-SEM)	産業技術総合研究所	微細構造解析	高感度、高分解能の超伝導検出器を搭載した、電光X線検出器付走査型電子顕微鏡です。電子線で試料上を走査する際に放出される電光X線を検出する...
	極低温透過電子顕微鏡	京都大学	微細構造解析	日本電子社製JEM-2100F (G5) 加速電圧：200kV 冷却機能：ヘリウムクライオステージ電子銃：ショットキー型分解能：0.2 nm ...
	超高压電子顕微鏡(JEM-1300NEF)	九州大学	微細構造解析	世界唯一のオメガ型電子分光装置ならびにSDD型X線検出器を搭載した超高压電子顕微鏡。像観察とともに元素組成・状態分析が可能。ミクロンメートル...
	走査型ヘリウムイオン顕微鏡	物質・材料研究機構	微細構造解析	カルツァイス社製ORION Plus電子スプレーイオン源。回折効果の微小化等により、世界で初めてサブナノメートルの分解能を実現した走査型イオン顕微鏡...
	高精度放射光高分解能粉末X線回折装置	物質・材料研究機構	微細構造解析	粉末結晶構造解析用のためのX線回折強度データ収集が可能。2θでの角度分解能0.003°。イメージングプレート検出器あるいは1次元半導体X線検出器...
	XRF (電光X線分析装置)	物質・材料研究機構	蓄電池基盤	SHIMADZU社製 LAB CENTER XRF-1800試料にX線を照射し、試料中の元素から放出される特性X線を検出することによって、250μmスケールでの元素分析が可能...
	多目的エッチング装置 (ICP-RIE)	産業技術総合研究所	微細加工	放電形式に誘導結合 (Inductively Coupled Plasma) (ICP) 方式を採用し、各種材料の超微細加工を高速で行うことを目的とした研究開発用のロード...
	磁気特性測定システム (MPMS)	産業技術総合研究所	微細加工	カンタムデザイン社製SQUID (超伝導量子干渉素子) を利用した高感度磁気特性評価装置です。DC磁化測定、AC磁化測定、振動式高感度磁化 (VSM) 測定...
	物理特性測定装置 (PPMS)	産業技術総合研究所	微細加工	高感度物理特性評価装置。直流磁場測定 (DC)、HeIII磁場測定等が可能です。ヘリウム再凝縮装置が付設されているため、液体ヘリウムの充填が不要です...
	高精細集束イオンビーム装置	大阪大学	微細加工	高精細集束イオンビーム装置 ZEISS社製 ORION NanoFab 【特徴】 イオン源にHeガスを採用したことにより、最小ビーム径0.5nmの分解能を有する超高精細...
	汎用平行平板RF装置	東京大学	微細加工	SAMCO RIE-10NR装置。8"装置。SF6、CHF3、CF4、Ar、O2によるエッチングが可能。ヘリウム冷却装置が不要...
	顕微ラマン分光	分子科学研究所	分子・物質合成	RENISHAW inVia Reflex・波長：488.532.633.785nm・測定範囲：100-3200cm ⁻¹ ・分解能：面内1μm、深度2μm・温度領域：4～350 K 顕微ラマン分光...
	単結晶X線回折 (微小結晶)	分子科学研究所	分子・物質合成	微小結晶/Rigaku HyPix-AFC X線検出器ミラーを備えた単結晶X線回折装置で従来の4倍程度のビーム強度を持ち、微小な結晶の解析に適する。ビーム径は...
	PLスペクトル・PL寿命測定装置	名古屋工業大学	分子・物質合成	自作励起光源：レーザー (線幅：405、596、633nm、ピコ秒パルス：405nm) 分光器：470nmシングルモノクロメータ、200nmシングルモノクロメータ検出...

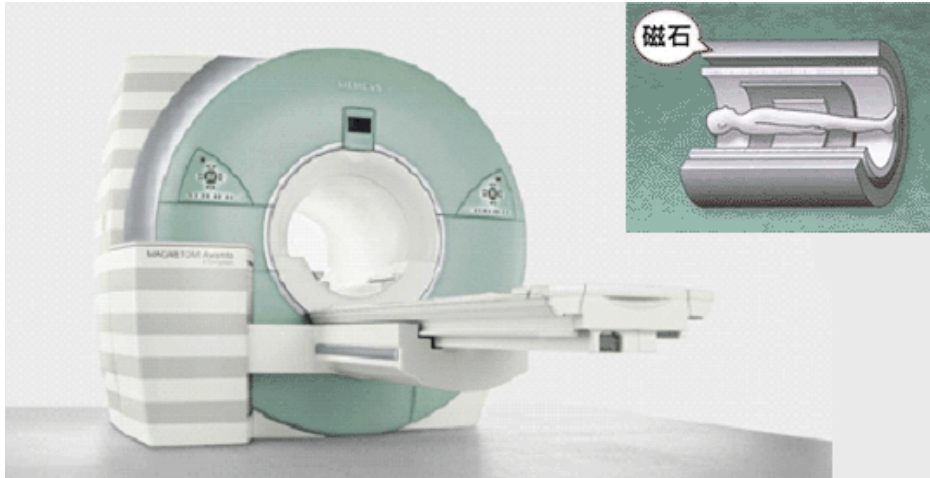
0.3K冷凍機
ヘリウム3 (He³) 冷凍機
ヘリウムクライオステージ
液体ヘリウム冷却
ヘリウムイオンで削る
ヘリウムガス吹付冷却

ヘリウムガス冷却

超伝導磁石(5-9T)
極低温環境(1.9K)
量子素子(SQUID)

例えば、ナノテクノロジープラットフォームで全国に公開されている高性能な測定装置群の中には、ヘリウムがなければ動かないものが多数ある。

超伝導磁石の利用



医療：MRI

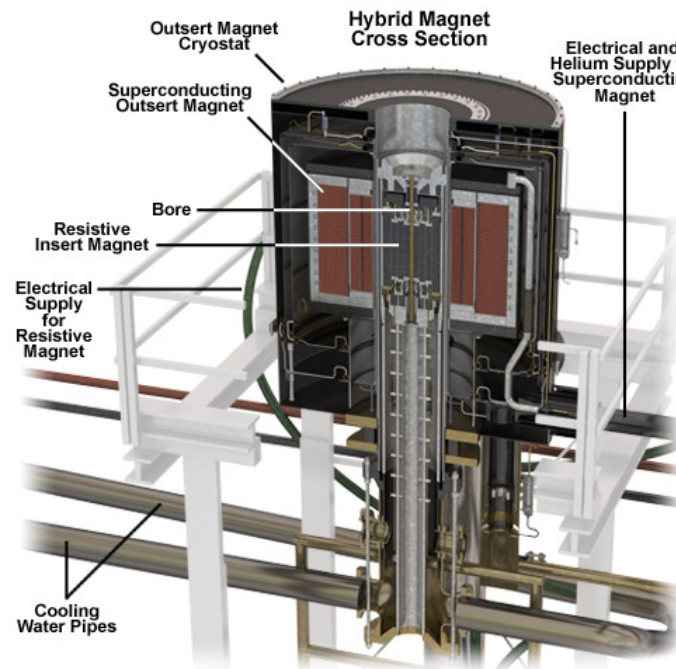


学術：NMR

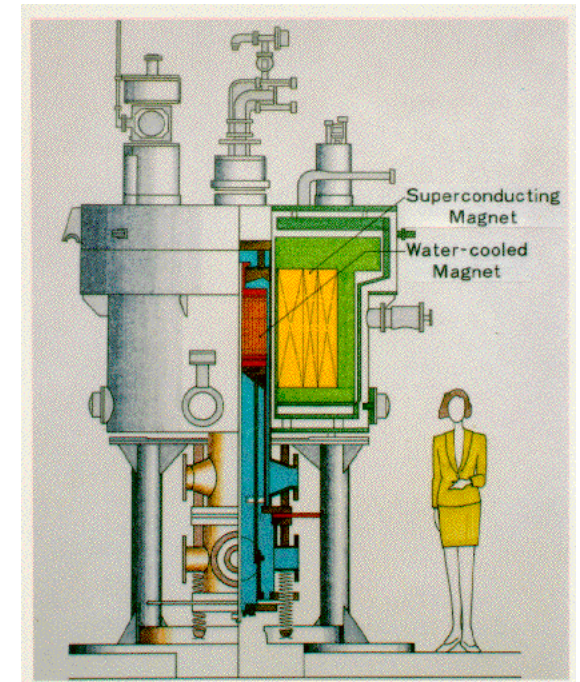
学術：強磁場環境～10T



研究室



研究所（ハイブリッドマグネット）～10T+40T





東北大学

TOHOKU UNIVERSITY

文字 標準 拡大

お問

大学概要	学部・大学院・研究所	教育・学生支援	研究・産学連携	国際交流	社会連
東北大学で学びたい方へ	社会人・地域の方へ	企業の方へ	同窓生の方へ		

2017年 | プレスリリース・研究成果

液体ヘリウム不要の超伝導磁石 世界最高磁場24.6テスラ発生に成功！世界最高の実用無冷媒超伝導磁石を全国の研究者が使用可能に

2017年4月13日 15:00 | プレスリリース・研究成果・受賞

発表のポイント

- コストや安全性などの面で多くのメリットを有する無冷媒超伝導磁石の発生磁場が世界記録（24.6テスラ）を更新。
- 加えて強磁場の発生を長時間安定的に維持できることを実証。
- 開発した超伝導磁石は共同利用として研究者が利用可能となり、強磁場研究に大きく貢献。また本技術の発展により超伝導磁石を用いた機器（MRIなど）への応用が期待される。

概要

国立大学法人東北大学金属材料研究所附属強磁場超伝導材料研究センター（以下強磁場センター）は、株式会社東芝、古河電気工業株式会社と共同で、高温超伝導材料を用いた無冷媒高温超伝導磁石の開発を行い、直径52mmの室温実験空間に24.6テスラの強磁場を発生させ、無冷媒超伝導磁石の発生磁場世界記録を大きく更新しました。

無冷媒超伝導磁石は、他の強磁場磁石と比べて、コスト・安全性・利便性・柔軟性など多くのメリットを有する電磁石です。この利点を生かせば、内部磁場の解析手法である固体NMRなどの物性研究や、強磁場中の材料プロセス研究に広く用いることが可能となります。さらに今回、24.2テスラの長時間保持が実証され、超伝導磁石を用いた世界最高磁場におけるNMR測定にも成功しました。

開発した無冷媒超伝導磁石は、世界最高の実用超伝導磁石として全国の研究者に公開され（全国共同利用）、今後24テスラ級の強磁場応用が拓かれていくものと期待されます。また開発によって得られた超伝導磁石技術は、より強い磁石の開発や超伝導磁石を用いた機器（MRIや加速器、核融合など）への応用が期待できます。本成果により未踏科学技術協会第21回超伝導科学技術賞を受賞することが決定しました（3月17日授賞式）。

2種類の高温超電導を用いて30テスラ超の高磁場発生

～1. 3ギガヘルツNMRに向けた大きな一歩～

ツイート

理化学研究所（理研）放射光科学研究センター NMR研究開発部門 超高磁場磁石開発チームの柳澤 吉紀 チームリーダーと末富 佑 研修生、物質・材料研究機構 機能性材料研究拠点 高温超伝導線材グループの西島 元 主幹研究員、ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社の斉藤 一功 技術総括部長、科学技術振興機構の前田 秀明 プログラムマネージャーらの共同研究グループ^{※1)}は、[高温超電導線材](#)^{注1)}をらせん形状に巻いた[超電導磁石](#)^{注2)}において、これまで困難とされてきた30[テスラ](#)^{注3)}超の高磁場発生に成功しました。

本研究成果により、創薬や医療への貢献が大きく期待される次世代1. 3[ギガヘルツ](#)^{注4)}（30. 5テスラ相当）[核磁気共鳴（NMR）装置](#)^{注5)}の開発に向けた重要な技術要件が満たされ、その実現に近づきました。

今回、共同研究グループは、超電導磁石に内側から①高磁場での超電導特性に優れるがコイル化が難しいレアアース（RE）系高温超電導線材を巻いた内層コイル、②高磁場での特性は一步劣るがコイル化しやすいビスマス（Bi）系高温超電導線材を巻いた中層コイル、③工業製品として確立された[金属系低温超電導線材](#)^{注6)}を巻いた外層コイルの3層構造の配置により、磁場の発生効率を最大に高めることで31テスラの高磁場を実現しました。これは、らせん形状に巻いたタイプの超電導磁石としては最高記録です。また、高磁場発生 of 要となるRE系高温超電導コイルは焼損が生じやすいという課題がありましたが、絶縁のないRE系高温超電導線材をらせん形状にコイルに巻き、層間に銅とポリマーの複合シートを挟み込む新しい製造法を適用することで焼損の防止にも成功しました。

本成果は、2019年9月27日にカナダ・バンクーバーで開催される国際会議「26th International Conference on Magnet Technology」で発表されます。

本研究は主として科学技術振興機構（JST）の未来社会創造事業 大規模プロジェクト型 エネルギー損失の革新的な低減化につながる高温超電導線材接合技術「高温超電導線材接合技術の超高磁場NMRと鉄道き電線への社会実装（研究代表者：前田 秀明）」（JPMJMI17A2）の支援を受けて行われました。また、一部は日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金特別研究員奨励費「1. 3GHz NMR装置の実現に向けた高温超伝導マグネット保護技術の構築（研究代表者：末富 佑）」（19J11812）の支援を受けて行われました。高磁場発生試験は物質・材料研究機構 低温応用ステーションの共用設備を利用して実施されました。

<背景>

核磁気共鳴（NMR）装置や[核磁気共鳴画像（MRI）装置](#)^{注7)}には、超電導磁石が使われており、磁場強度が高くなるほど装置の性能（感度と分解能）が向上します。

現在実用化されているNMR装置やMRI装置には、ニオブ（Nb）系の金属系低温超電導線材が使われていますが、線材の物理的特性の制約から、24

話の流れ



名古屋工業大学
産学官金連携機構

ヘリウム危機について

私の立場と動機

ヘリウム特性(物理的, 化学的)

物理分野におけるヘリウムの必要性

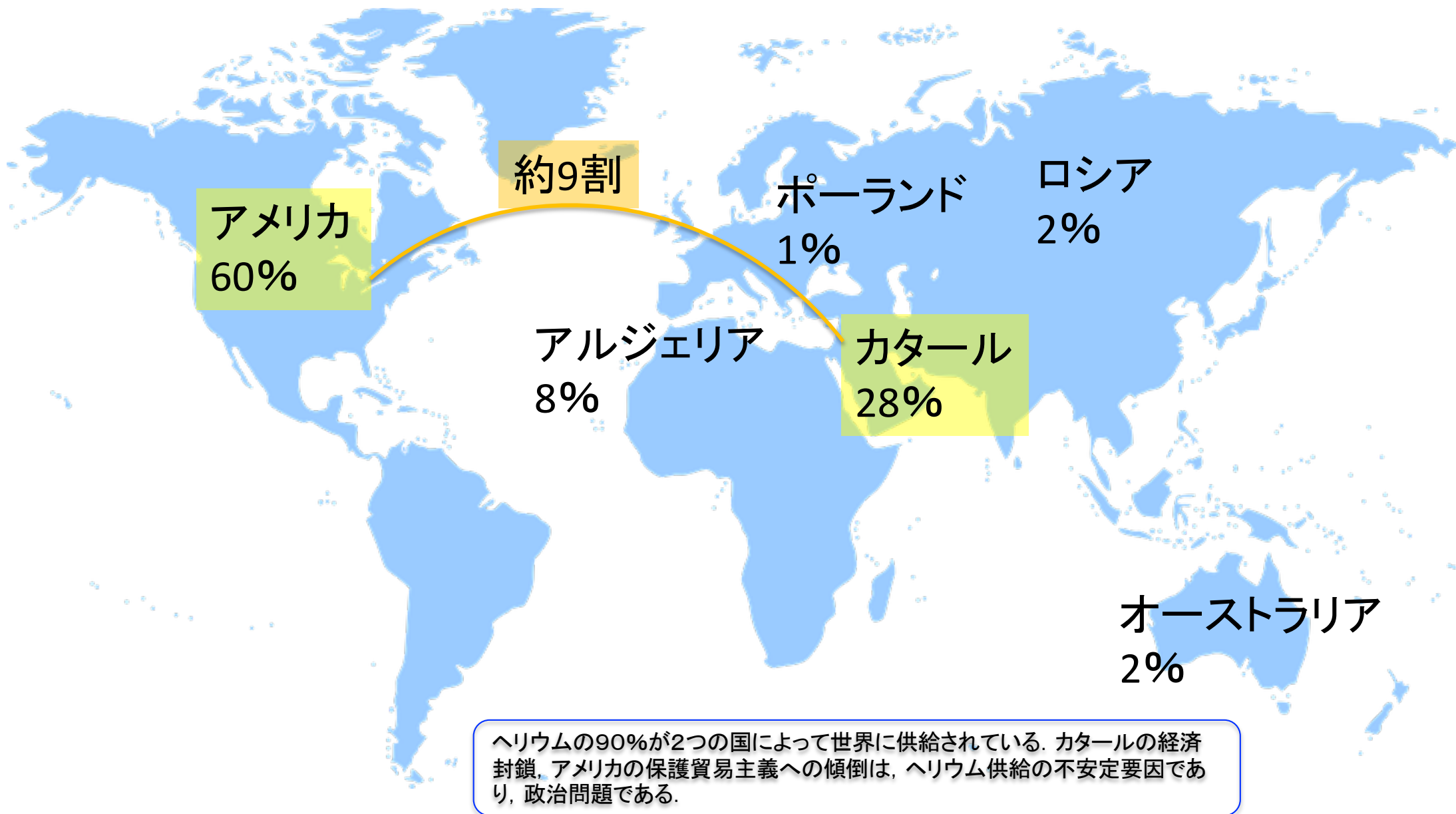
ヘリウム生産と消費に関する基礎知識

なぜヘリウム入手が困難になっているか
実例として名工大の状況

ヘリウム生産の状況



名古屋工業大学
産学官金連携機構



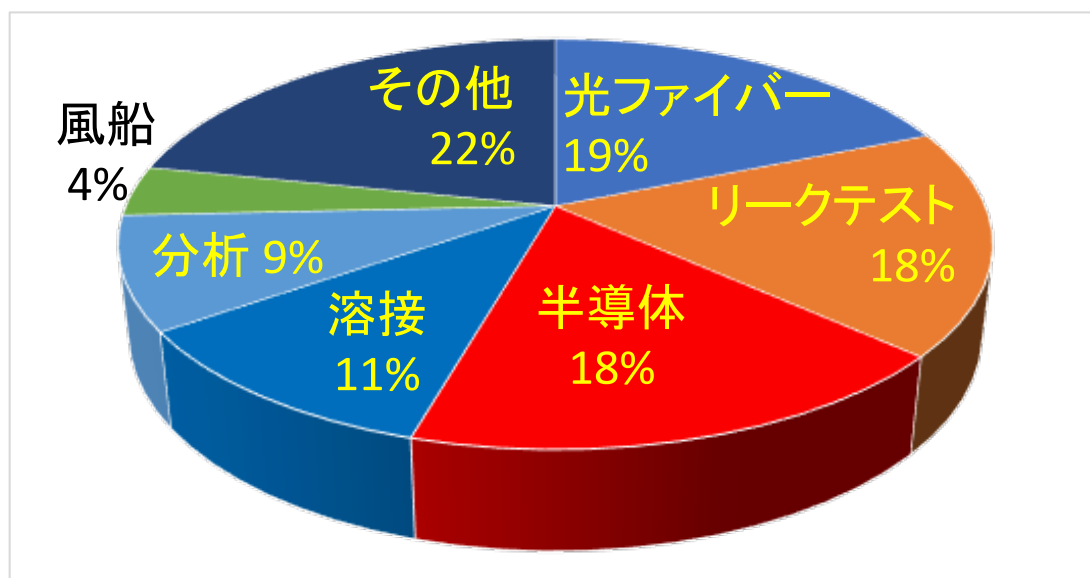
国内でのヘリウム消費状況



名古屋工業大学
産学官金連携機構

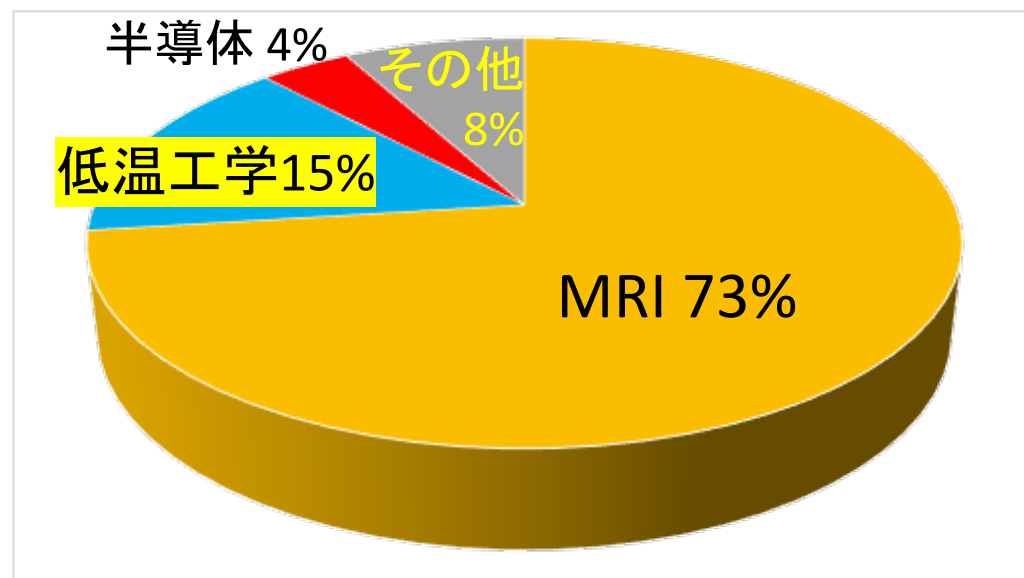
ヘリウムガス

約785.3万m³

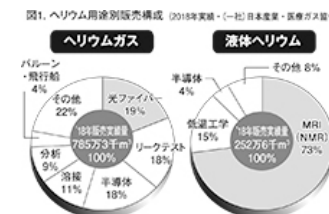


液化ヘリウム

約252.6万m³



大学や研究機関（表記は低温工学）での液化ヘリウム購入量は15%とされ、ガスと合算すると全ヘリウムの5～6%を毎年購入していることになる。研究機関ではヘリウムを回収して再度液化して用いるリサイクルが進んでいるので、実際の使用量はこの8～9倍であることに注意。



大学におけるヘリウム利用量(実例)

	名工大	名古屋大学
学内への年間供給量(液体)/L	8,500	50,000
購入量(液換算)/L	1,000	6,000
備蓄可能量(液体貯槽)/L	1,000	4,000 x 2
長尺ボンベ/本	15	56



名工大の液化装置と貯槽

再利用回数

$$8,500/1,000=8.5$$

$$50,000/6,000=8.3$$

国内でのヘリウム消費状況

ヘリウム封入HDD

このようなことにもヘリウムは使われている。

気流抵抗を下げてディスクの振動を低減

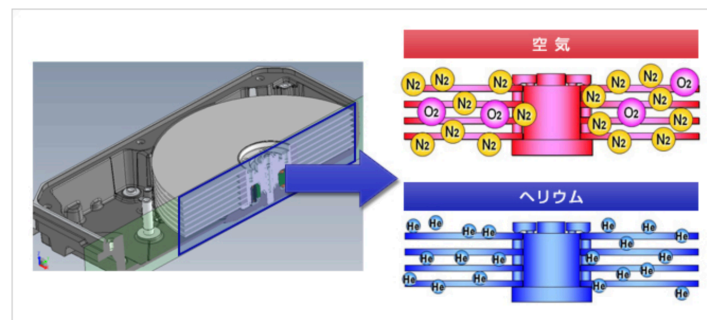
ディスクの書き込み/読み取り精度の向上と低消費電力を達成

通常、HDD内部には外界と同じ空気が満たされています。HDDの単位あたりの記憶容量は磁気ヘッドや記録方式の進化によって向上してきましたが、HDD内のスピンドルモータは毎分数千から1万回転で回転しており、当たり前のように存在する空気の気流抵抗によるディスクの振動は書き込み/読み取り精度に大きく影響を及ぼし、記録容量増大の障壁となっていました。

気流抵抗を減らしてこのディスクの振動を減らすことができれば、書き込み/読み取りの精度が向上するだけでなくディスクを薄くできるので、より多くの枚数をHDD内に収納することが可能となります。

また、モータに流れる電流も低減するので低消費電力を実現できます。

日本電産がチャレンジしたのは、空気に替わってヘリウムガスをHDD内部に封入することで気流抵抗を減らそうという試みでした。



HDD内部の空気による気流抵抗は無視できない要因に。この気流抵抗を減らすことでディスクの振動が減り、書き込み/読み取り精度の向上や消費電力低減が実現する。

ヘリウムは空気に比べて7分の1の密度なので、気流抵抗が減る一方で原子の大きさもそれに比して小さく、接着材やアルミダイキャスト製のベースプレートの鋳造巣から容易に抜け出てしまいます。

特に、HDDの製品寿命である5年の間ヘリウムガスをHDD内に密封する構造を確立することは非常に難しい課題でした。

わずか1mm～2mm厚のベースプレートからのヘリウム漏れを防ぐために、鋳造時の溶融アルミの流れをCAEで解析し、金型各部の形状と温度制御など、鋳造時のパラメータを最適化しました。

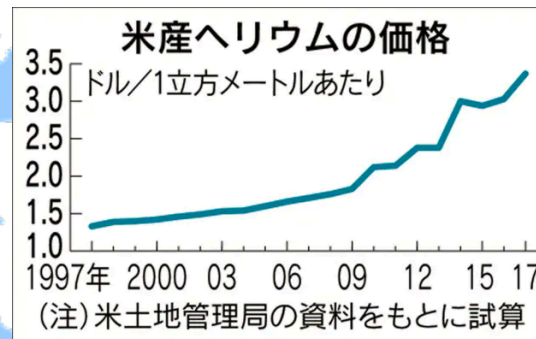
また、真空鋳造技術だけでなく、多くの鋳造技術を開発して採用しました。その結果、5年間ヘリウムを密封できる組織欠陥の少ないベースプレートの量産技術を確立しました。

日本電産HPより

ヘリウム危機の要因



名古屋工業大学
産学官金連携機構



2017/8/2 本経済新聞 電子版

中国、アジアの消費量が
急激に増加

価格の上昇
2013年比で2018年は約1.5倍

アメリカ
60%

Exxon Mobile:

基地トラブル、メンテナンス(2018年9月)
定期修理予定(2019年 夏)

APMTG: 長期間停止中(供給ライントラブル)

BLM(アメリカ土地管理局):

アメリカの官需のみ(2018年以降)

カタール
28%

カタール1、2: 稼働中

経済封鎖
海上輸送が混乱

2019年小規模メンテナンス
カタール3: 立ち上げ遅延

Helium Stewardship Act of 2013

The *Helium Stewardship Act of 2013* seeks to mitigate a helium shortage by enabling the Secretary of the Interior, acting through the Director of the Bureau of Land Management (BLM), to continue to sell crude helium from the Federal Helium Reserve. The legislation draws on recommendations from a wide variety of stakeholders to establish a responsible management strategy for the Federal Helium Reserve.

The *Helium Stewardship Act of 2013* seeks to:

- Ensure continued access to Federal crude helium
- Provide for an orderly transition among three phases, resulting in minimal market disruption to end users:
 - *Phase A: Allocation Transition*
 - The Federal Helium Reserve continues to operate as-is until September 30, 2014
 - *Phase B: Auction Implementation*
 - Beginning in FY 2015, 10% of helium volumes made available will be auctioned
 - Annually thereafter, the percentage auctioned increases by 10 percentage points
 - *Phase C: Continued Access for Federal Users*
 - Starts when 3 billion cubic feet of helium remain in the Federal Helium Reserve, and limits sales to Federal users
- Increase taxpayer returns and stimulate investment in private helium sources by selling crude helium at market-driven prices
- Bolster transparency by requiring timely and public publication of information related to the Federal Helium Reserve
- Obtain a global helium assessment that includes forecasts of demand and assessments of supply
- Establish helium extraction, separation, and conservation R&D programs
- Facilitate the development of a long-term strategy for helium acquisition for all Federal users

The Helium Stewardship Act of 2013 keeps the Federal Helium Program revenue positive through ongoing crude helium sales.

Background and Need for Action

Since the passage of the *Helium Conservation Act of 1925*, the Federal government has played a significant role in the production, refining, and storing of helium. This has included establishing a U.S. underground stockpile known as the Federal Helium Reserve, which is located just outside of Amarillo, Texas.

Current law requires BLM to sell off the crude helium remaining in the Federal Helium Reserve in order to repay the U.S. Treasury the \$1.3 billion debt incurred creating it. This debt will be repaid this fiscal year and that, as a consequence, the helium program will terminate at the end of the current fiscal year (October 1, 2013), absent Congressional action.

Currently, the Federal Helium Reserve supplies roughly 40% of domestic and 30% of global helium demand. Loss of

Loss of access to the Federal Helium Reserve would result in significant disruptions to a large number of critical U.S. industries. Congressional action is necessary to prevent a crippling shortage for **University R&D, National Laboratories**, and **broad range of industries**. Such a shortage would stifle **domestic manufacturing of semiconductors, fiber optic cables, medical imaging equipment**, as well as **industrial welding operations** and other economic activities that rely upon helium.

BLM(アメリカ土地管理局)

2015年からオークションへの放出
30億立方フィートまで備蓄を下げて
民間への販売を終了
連邦政府内への販売のみに移行
施設や設備の廃棄

1925年ヘリウム保護法以来の管理

混乱を生じないように行動

MIZUHO

One MIZUHO

平成26年度製造基盤技術実態調査 ヘリウムの世界需給に関する調査

2015年2月

みずほ情報総研株式会社

Mizuho Information & Research Institute, Inc.

ヘリウム危機の予測とその対応については、平成26年度の経済産業省の委託調査の中にみずほ情報総研の報告書を見つけることができる。

One MIZUHO
みずほ情報総研株式会社

000155 27.5.8 E004884

平成26年度製造基盤技術実態等調査(ヘリウムの世界需給に関する調査)

みずほ情報総研株式会社製造産業局化学課

http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000155.pdf

(1)2020年までのヘリウムの需給見通し

2020年までのヘリウム需給見通し

- 2012～2013年頃は世界のヘリウム需給が逼迫していたが、2014年は需給の均衡を取り戻している
- ヘリウム需要は、2013年以降年率平均2.6%の成長率が見込まれており、この成長率が維持されれば、2016年以降には再び需給が逼迫する可能性がある

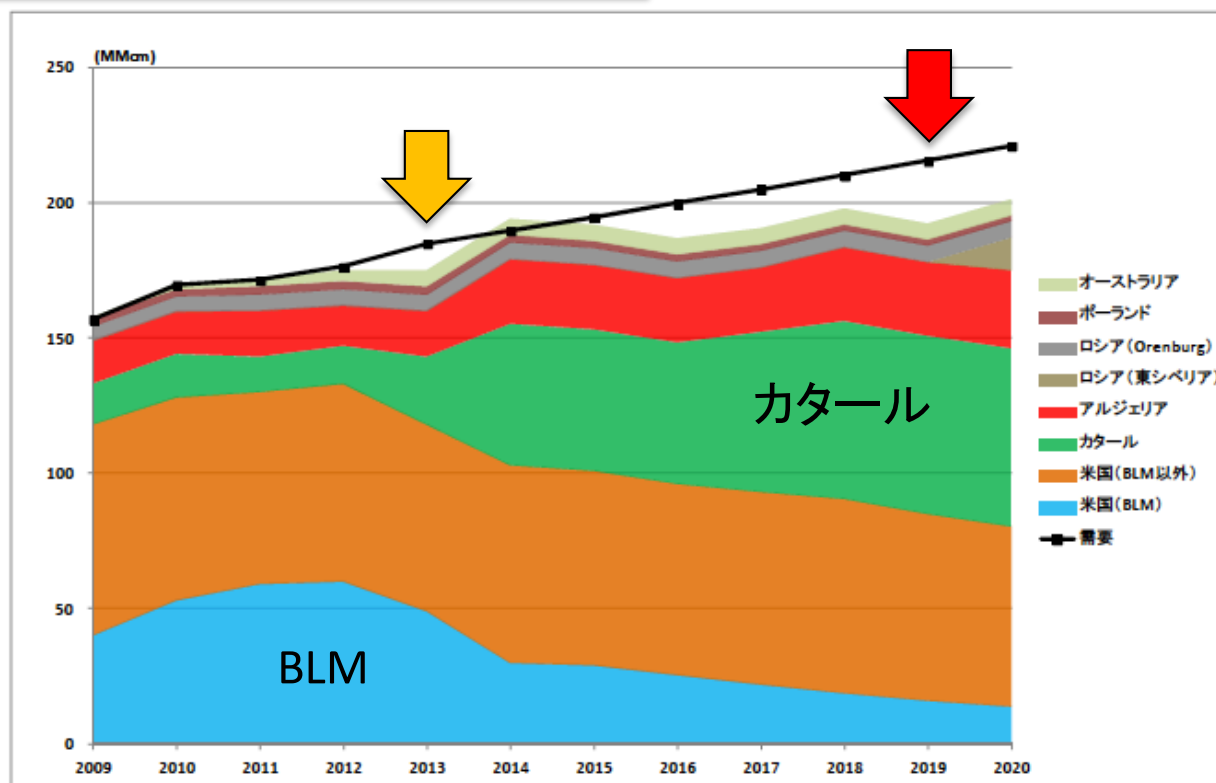


図 2020年までのヘリウム需給見通し

(出典)BLM, "Mineral Commodities Summaries 2015: Helium"、ヒアリング結果等を基に作成

※2009～2013年:実績値、2014年～:推計値(ただし、2013年の需要は推計値)

話の流れ



名古屋工業大学
産学官金連携機構

ヘリウム危機について

私の立場と動機

ヘリウム特性(物理的, 化学的)

物理分野におけるヘリウムの必要性

ヘリウム生産と消費に関する基礎知識

なぜヘリウム入手が困難になっているか

実例として名工大の状況

2012年ヘリウム危機への対応

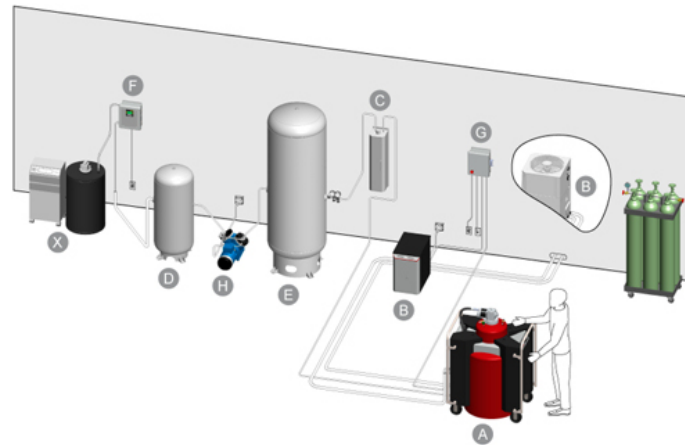


名古屋工業大学
産学官金連携機構

2015年
に作成

回収、再利用、再凝縮の徹底

いろいろな規模での回収努力



測定機器ごと

初期投資～ 2千万円
年間諸費用～200万円？

部屋(装置数台)ごと

初期投資～6千万円
年間諸費用～200万円？
＋人的負担

全組織、他組織 液化機＋回収配管

初期投資～数億円
維持管理には
多くの費用

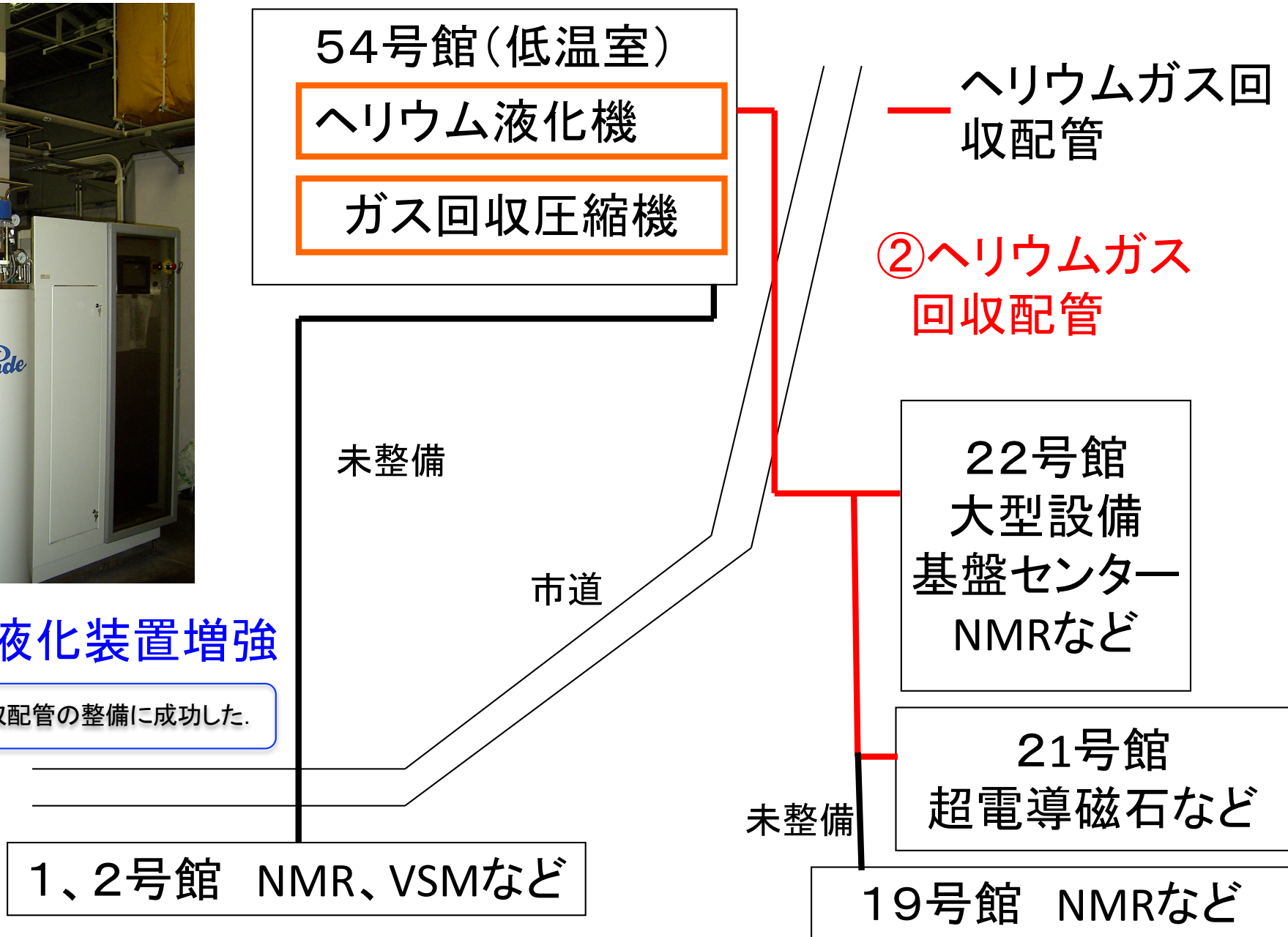
予算獲得へ向けて色々なヘリウム再凝縮について検討した。

ヘリウムガス液化リサイクル設備 概略図



①ヘリウム液化装置増強

液化機の更新と回収配管の整備に成功した.



大学におけるヘリウム利用(名工大)



長尺ポンベ



一時貯蔵バルーン



液化ヘリウム貯槽
1,000L(白色)

液化ヘリウム貯槽
～100L(銀色)



ヘリウム
液化機

2019年度の名工大の状況と対応



名古屋工業大学
産学官金連携機構

研究室所有の装置(都度、すべて蒸発する装置) → 液化ヘリウム供給停止(共用装置優先)
→ 継続中だが限界が近い

超伝導高分解能核磁気共鳴装置NMR 7台

NMR 300(19号館、回収管なし)

NMR 300(19号館、回収管なし)

NMR 400(2号館、回収管なし)

4月の購入状況により液化ヘリウム供給停止の可能性
再稼働コストを考えると、供給停止は極力避けるべき。
→ 回避 → 回収配管の延長(年度内に設置)

→ 回収配管の延長の中止

22号館(大型設備基盤センター 回収管あり)

NMR 400

NMR 500

NMR 600

NMR 700

これらのNMRが停止すると、名工大の約60名の化学者の研究が止まってしまう。

超高感度磁束計(SQUID磁束計) MPMS(低温室 回収管あり)

MPMS-1

MPMS-2 → 停止措置 → 新型機(MPMS3)に更新(年度内に設置)

→ やむなく、10月から再稼働(卒修論への影響を防ぐため)

物理特性測定装置 PPMS(低温室 回収管あり)

PPMS

年度前半でできるだけヘリウムを節約し、後半の卒修論の活発な活動に備えてきた。



名工大の状況と対応など

ガスサプライヤー2社からヘリウム液化を依頼できないかという打診

ヘリウムガスの貯蔵はボンベスペースがあれば可能
しかし、液化ヘリウムを長期保存しておくことができない。



設備共用部門のしくみを利用してヘリウム液化機の利用料を設定

約46,000円/時間 → 約1,200円/リットル

取得価額，年間維持費，消耗品実費，人件費，間接経費，消費税から
算出

名工大の状況と対応など

新聞などによる取材, および, 近隣研究機関との協力体制の相談

日時: 7月31日10時から12時

場所: 名古屋工業大学21号館210室

名古屋大学

分子科学研究所

名古屋工業大学

取材に対しては, 現状の紹介をおこなった. 近隣のヘリウム液化機をもつ名古屋大学と分子科学研究所からも教授, センター長, 技術職員, ナノテクプラットフォームのコーディネータに参加いただき, 情報交換をおこなった. 研究組織間では, 緊急時に互いに援助することで, 口頭ではあるが, 合意した.

(5) 将来的な供給逼迫に備えるための対策

対策例も提示されている。

ヘリウム供給逼迫に備えるための対策例

■ ヘリウムは日本の先端医療やハイテク産業に欠かせない資源であり、将来的な供給逼迫に備えるために、下表のような取組みを実施していくことが重要になる

対策案		内容
供給	調達先との関係強化	● カタールやロシアなど、新規ヘリウムプロジェクトが見込まれる地域における外交関係の強化 ● 調達先の多様化
	開発権益の確保	● ヘリウムの調達権益、またはヘリウムを含有するガス田の開発権益を確保することを推進 ● 国際協力銀行（JBIC）や石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が提供する公的融資の枠組みを活用する可能性の検討
需要	生産プロセスの見直しによるヘリウム消費量の低減／ヘリウム代替の推進	● 製品製造工程でヘリウムを使用するプロセスの見直し・最適化を実施し、ヘリウム消費量の低減やヘリウム代替の可能性を検討
	ヘリウム回収・再液化装置導入	● ヘリウム回収・再液化装置の導入が進むMRIに加え、その他産業においても回収装置の設置、リサイクルを推進
	ヘリウムを使用しない新技術の開発（例：高温超伝導技術）	● 高温超伝導技術を始めとするヘリウムを使わない先端技術開発の推進

液体ヘリウム製造リサイクル設備

2015年
に作成

液体ヘリウム(−269℃の液体)

先端測定機器や医療機器などにおいて必要不可欠な冷却剤

ヘリウムを取り巻く国際情勢

数年内に需要が供給を上回る！



日本におけるヘリウムの枯渇のおそれ

先端材料研究の弱体化を招く

日本の産業、医療、研究分野において
ヘリウムの確保とリサイクルの確立は急務

名古屋工業大学

ヘリウム液化機
の性能強化

液体ヘリウム(完全リサイクル)

大型設備基盤センター
低温室

先端材料研究
高性能測定機器

ヘリウムの回収
性能強化



高性能測定機器の共用促進

大学の機能強化

グローバル・スタンダードな高性能測定機器群の安定稼働
世界トップレベルの拠点としての研究環境整備
地域社会との連携強化による相互利用促進

どう提言すべきか

まずは情報の共有を！

日本はヘリウムガスの確保、備蓄、再利用を国として促進して、ヘリウムの不足や枯渇に対応すべき。

そのために大学などの研究機関が貢献できることには、積極的に協力する。大学や研究機関におけるヘリウムの節約、再利用はすすんでいる。

今後、ヘリウム供給が大きく増えることは期待されない。
価格も上昇し続けると予想される。
地球資源としての枯渇が近づいていると考えるべき。

ヘリウムは希少資源である。また、地球から外へと出て行ってしまふことを考慮すれば、その確保と再利用は他にも増して重要である。持続可能な社会を考え、ヘリウムの再利用を進めるべきである。今後、産業構造が変わっても、ヘリウムの重要性が衰えるわけではない。高度情報化社会、水素化社会ともヘリウムは関係していると言えよう。