

「ヘリウム危機」に臨んでの緊急声明

ヘリウムリサイクル社会を目指して

6 学会， 2 連絡協議会， 39 研究機関

プレゼンテーション： 勝本信吾（日本物理学会）

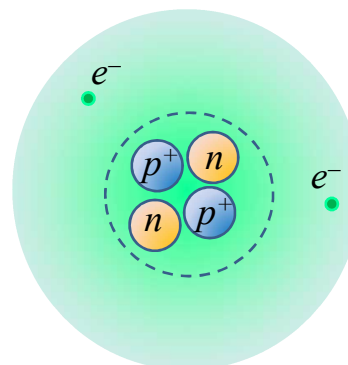
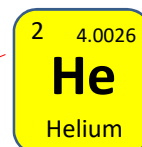
アウトライン

- ヘリウムの性質と用途
- ヘリウムはどのように供給・調達されているか
- 「ヘリウム危機」はどのように起こるのか
- ヘリウムユーザーにできること
- 本声明の骨子

ヘリウムとは何でしょう

元素周期表 日本化学会 IYPT2019 より

Periodic Table



ニホニウム

ヘリウムの特徴

- ❑ 極めて安定：化学反応をしない
- ❑ 原子半径（分子半径）が小さい：0.031 nm
- ❑ 密度が小さい（気体）：0.18 kg/m³
（水素 0.09 kg/m³ 空気 1.29 kg/m³）
- ❑ 融点が極めて低い：大気圧下では固化しない
- ❑ 沸点が極めて低い：4.22 K (−268.93°C)
- ❑ 熱伝導率が極めて高い：0.144 W/mK (0°C)
（空気 0.0241 W/mK CO₂ 0.0145 W/mK）
- ❑ 地上では希少元素（72番目，宇宙では2番目）

ヘリウムは何に使われているか

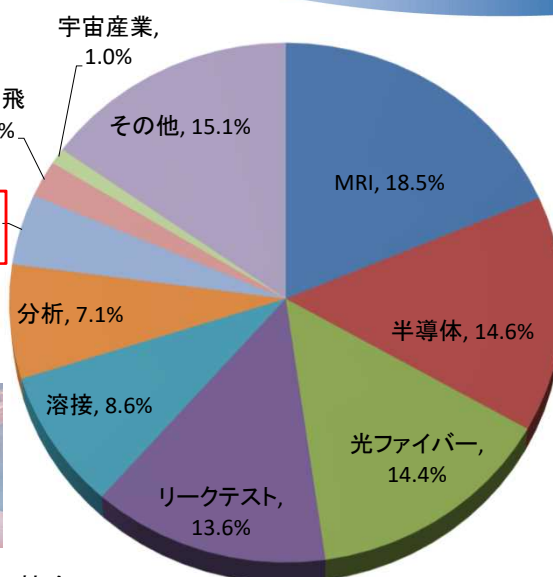


バルーン・飛行船, 2.3%

低温工学, 4.4%



日本産業・医療ガス協会
2018年販売実績データ



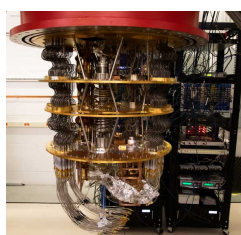
理工学分野でのヘリウムの用途

液体ヘリウム：現代のプロメテウスの火

低温の発生

- 超伝導
- 超流動
- トポロジカル効果
- 量子効果
 - 量子ホール効果
 - 量子コンピュータ
- ロケット液体燃料エンジン
- 加速器ビームライン冷却
- X線検出
- 磁化測定

Google
量子コンピュータ
冷却装置



強磁場の発生

- 核磁気共鳴 (NMR)
- 電子スピン共鳴 (ESR)
- 磁気量子効果
- 加速器ビームライン
- 単結晶作製
- 磁気浮上 (超伝導リニアモーターカー)

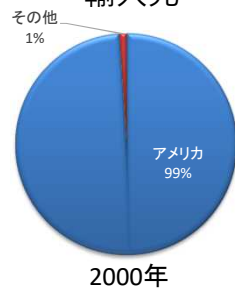
CERN
Large Hadron
Collider



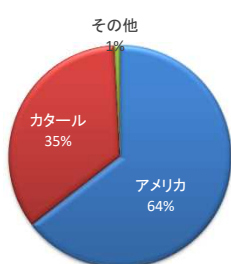
ヘリウムはどのように供給・調達されているか

日本：100% 輸入

輸入元



2000年

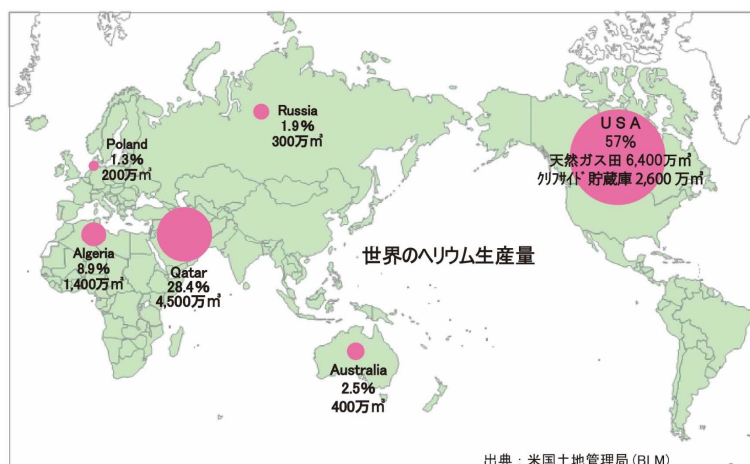


2019年

財務省貿易統計より

1999以前 アメリカの供給が主(USBM→BLM, 民間)

2000以降 アメリカの供給は漸減, 他国が増産

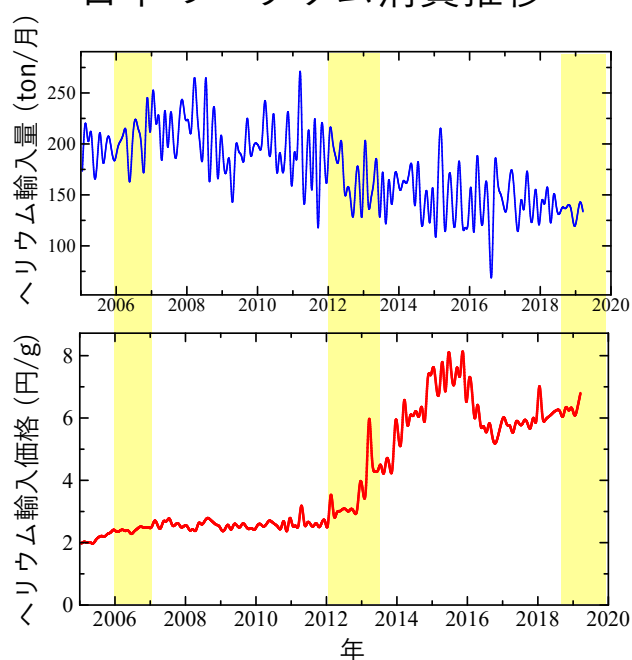


世界のヘリウム生産量

出典：米国土地管理局 (BLM)

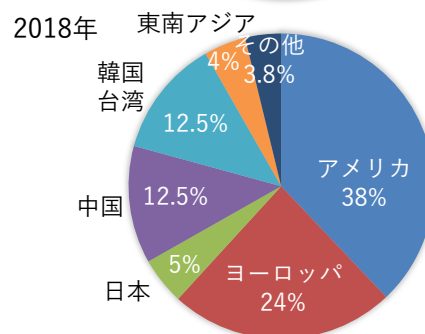
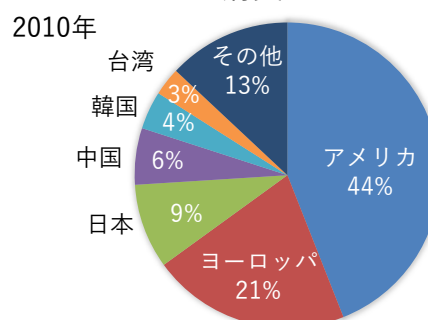
(株)ガスレビュー

日本のヘリウム消費推移



財務省貿易統計より

消費割合



出典：IHS Markit

<https://ihsmarkit.com/products/helium-chemical-economics-handbook.html>

過去のヘリウム危機（ヘリウムタイト）

ヘリウム危機=輸入量不足
価格高騰，入手困難により供給側・ユーザー双方が困窮

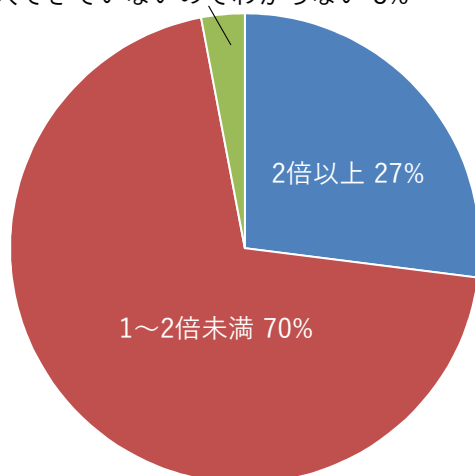
- 2002年 米国西海岸港湾閉鎖によるタイト化
- 2007年 米国ヘリウム生産設備トラブルに伴うタイト化
- 2011年ヘリウム生産設備トラブルに伴うタイト化
- **2012年～2013年初頭のタイト化**
BLM, エクソンモービルの定修とトラブル. ロサンゼルス港で港湾ストライキ
- 2017年夏カタル断交に伴う船便の遅れ

(株)ガスレビュー より

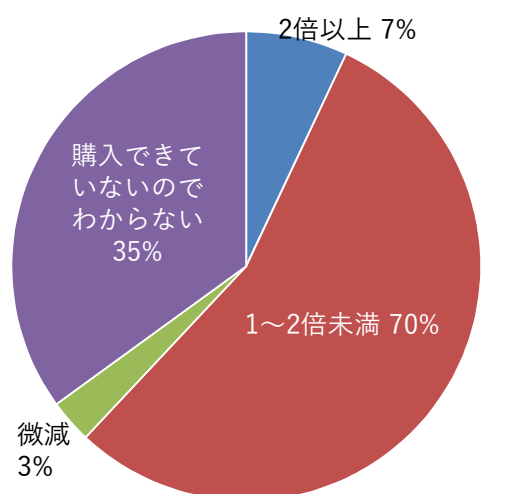
2019年ヘリウム危機と研究者：価格

東京大学物性研究所実施全国アンケート 2019年7月
(液化機保有機関，個別購入利用者(主に物理学会員))

購入できていないのでわからない 3%



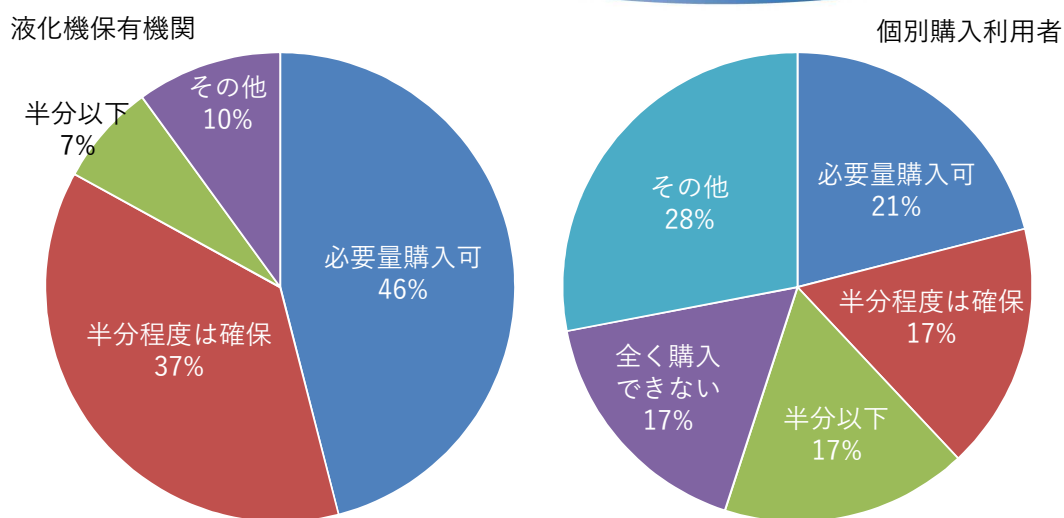
液化機保有機関



個別購入利用者

価格は「〇倍」のレベルで上昇。購入できていない利用者も。

2019年ヘリウム危機と研究者：購入



年間契約する液化機保有機関でも必要量購入できるところは半分以下。個別購入者は2割しか必要量を確保できない。

2019年 のヘリウム危機

これまでとは違う構造的要因によるタイト化

従来：プラントトラブル、定修の長期化、港湾ストライキなど、局所的問題

今回：世界需要の伸びに対して供給力の増加がなく、供給余力の減少によるタイト化（米国備蓄の早期払い出しによるその加速）



「危機」は長引く

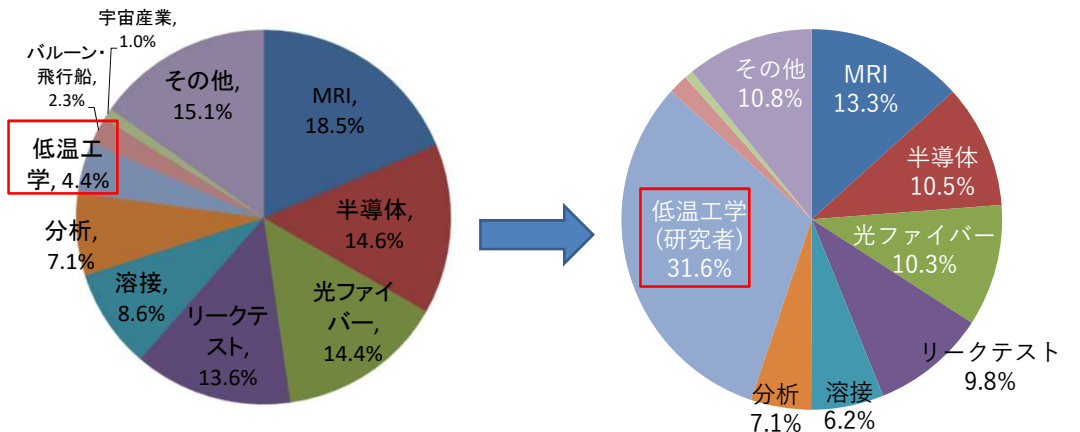
根本的な問題解決：供給力の増加 (株)ガスレビュー より

ユーザーにできることはないのか？

ヘリウムユーザーにできること (1)回収再利用

研究者は本当にマイナーユーザーか？

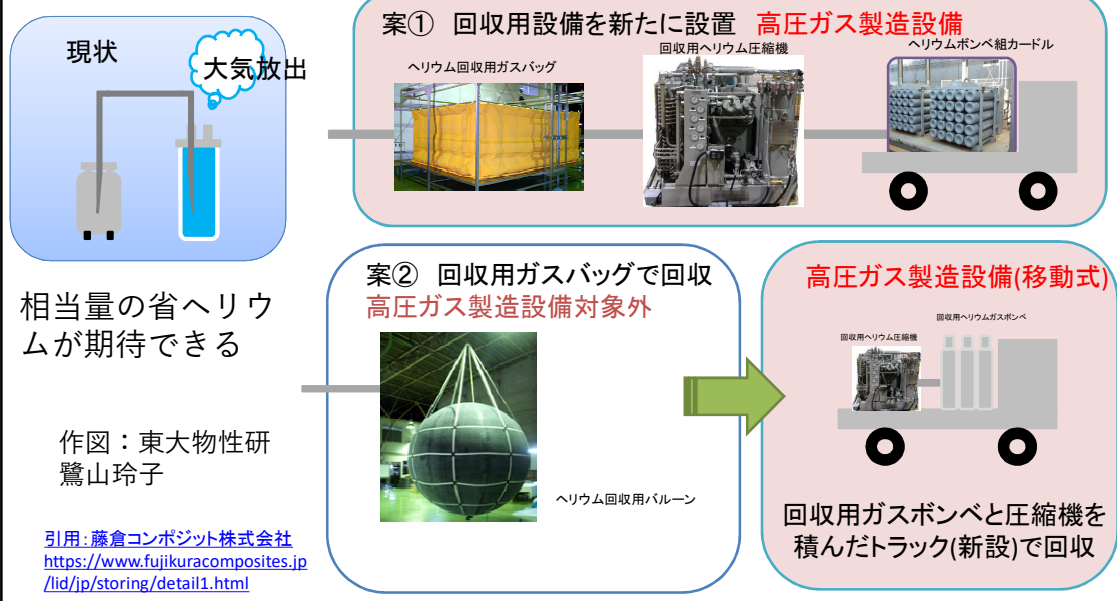
ヘリウム：無反応，液化しにくい → 比較的回収が容易
東大物性研の回収率90%を販売実績に当てはめると



実は最大ユーザーであることがわかる(実際にはこの1/2程度か?)

ヘリウムユーザーにできること (1)回収再利用

大気放出用途からの回収再液化



ヘリウムユーザーにできること (1)回収再利用

回収再液化事業例：

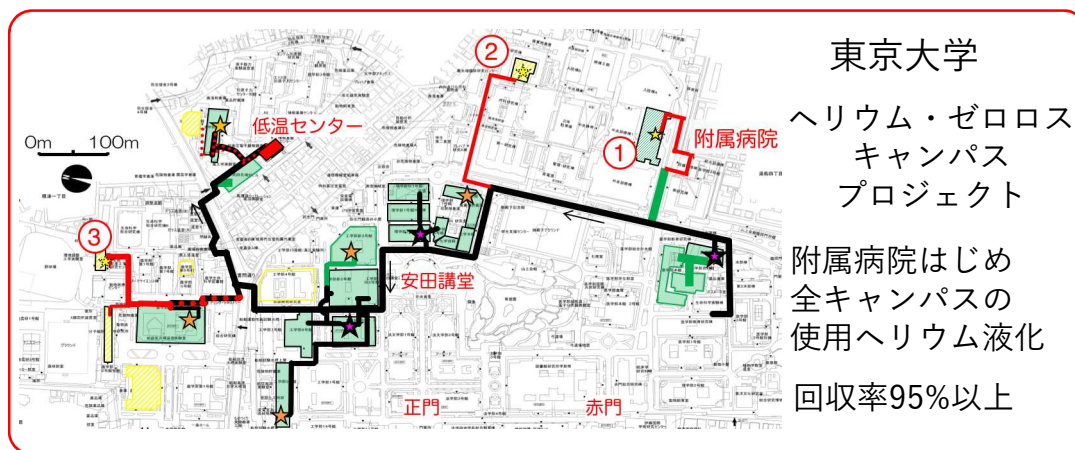
大阪大学 JAXAのヘリウム液化

吹田分室での搬入



豊中分室の液化設備

ヘリウムユーザーにできること (1)回収再利用



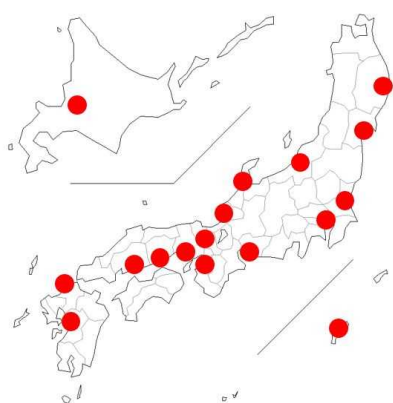
富山大学
極低温量子科学施設

富山県立大学，富山高等専門学校のNMR
使用ヘリウムの回収再液化

琉球大学，東大物性研，名古屋工業大学，等も事業を予定
まだ実施は限定的 → より本格的な運用を目指したい

ヘリウムユーザーにできること(2) 備蓄

国家石油ガス備蓄基地：七尾，神栖，倉敷，波方，福島



全国のヘリウム液化設備
(主に研究機関付属)

液化設備の近傍に液体または
高圧縮気体状態で分散備蓄す
る形も考えられる

現在のところ本格的な備蓄施
設と呼べるものは存在しない

この声明は誰に向かってのものか

一般の皆さま

お知らせ

政府関係者

環境整備
予算措置

関連企業

市場原理の範囲内での

協力依頼

法的規制などは考えない
むしろ規制緩和を求める

緊急声明
ヘリウムリサイクル社会を目指して
6学会 2研究機関連絡会
39研究機関

決意表明

声明の骨子

題目：ヘリウムリサイクル社会を目指して

提言：

1. 日本では、希少で貴重な資源であるヘリウムを極力リサイクルして使用すべきである。
2. 研究機関、関連企業、政府は協力してヘリウムリサイクルを推進するための環境整備を行い、研究・企業活動を通してのリサイクルに努めるべきである。
3. 将来のヘリウム危機に備えての備蓄施設の整備が望ましい。

提言2

2-1 制度的環境整備

離れた場所間での回収再利用：簡便に行うための技術開発，安全性検証，法的な環境整備

2-2 回収再液化システム導入の促進

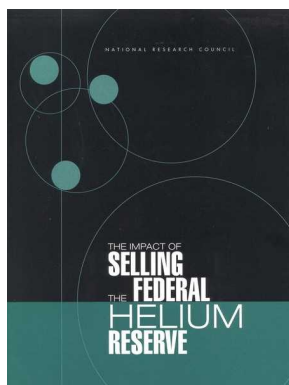
液化機を始めとする各種再利用システム導入のためのサステナビリティ予算枠

2-3 新しい回収精製技術開発研究，代替物質研究の促進

重要な研究に対する予算枠

なぜこの問題に対して科学・工学者が声明を出すのか

ヘリウム危機：世界的な問題であり、特にこれまで米国の科学者たちが声をあげてきた。それらには一定の成果があった。



The Impact of Selling the Federal Helium Reserve (2000)
(National Research Council 全米研究評議会)
BLMヘリウム備蓄売却に反対 (2005 → 2021まで延びる)



Responding to The U.S. Research Community's Liquid Helium Crisis (2016)

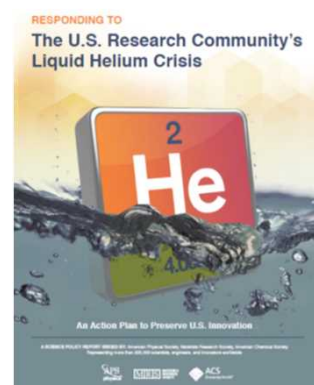


米国物理学会, 米国材料研究協会,
米国化学会

回収・再液化の推奨

- ・ 30,000 l/年以上の組織へは20-50 l/h液化機
- ・ それ以下の組織には冷凍機ベースの小規模液化機

↑ NSF Grant



参加学会



日本物理学会



日本化学会



日本天文学会



低温工学・超電導学会



応用物理学会



日本冷凍空調学会

参加研究機関連絡会・研究機関 (1)

- ・ 国立大学附置研究所・センター会議
- ・ 国立大学共同利用・共同研究拠点協議会



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY



国立大学法人
北陸先端科学技術大学院大学



東京工業大学
Tokyo Institute of Technology



岩手大学
IWATE UNIVERSITY



国立大学法人
福井大学
UNIVERSITY OF FUKUI



国立大学法人
電気通信大学



東北大学
TOHOKU UNIVERSITY



筑波大学
University of Tsukuba



名古屋大学



真の強さを学ぶ。
新潟大学
NIIGATA UNIVERSITY



千葉大学
CHIBA UNIVERSITY



国立大学法人
名古屋工業大学



富山大学



東京理科大学
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



金沢大学
KANAZAWA UNIVERSITY



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



立命館大学

参加研究機関 (2)



大阪大学
OSAKA UNIVERSITY



熊本大学
Kumamoto University



調和ある多様性の創造
国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum and
Radiological Science and Technology



大阪市立大学
OSAKA CITY UNIVERSITY



琉球大学
UNIVERSITY OF THE RYUKYUS



大学共同利用機関法人
高エネルギー加速器研究機構



大阪府立大学
OSAKA PREFECTURE UNIVERSITY



国立天文台



国立研究開発法人 物質・材料研究機構
National Institute for Materials Science



神戸大学



公立大学法人
兵庫県立大学
UNIVERSITY OF HYOGO



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
核融合科学研究所
National Institute for Fusion Science



国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
Japan Atomic Energy Agency



岡山大学
OKAYAMA UNIVERSITY



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
分子科学研究所



公益財団法人高輝度光科学研究センター
JASRI



広島大学



理化学研究所



物性科学基礎研究所



九州大学
KYUSHU UNIVERSITY



宇宙航空研究開発機構