



# 研究用原子炉 その可能性と安全性及び 期待される展開

京都大学複合原子力科学研究所  
川端祐司

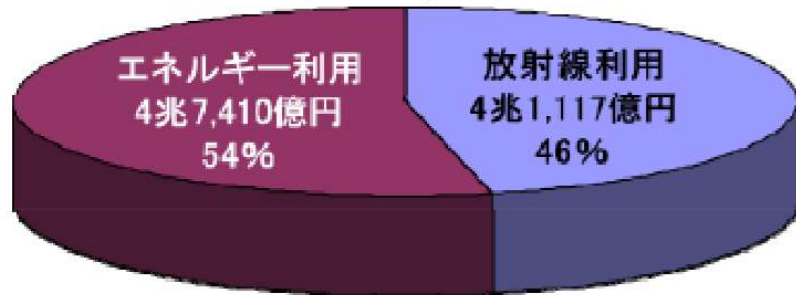
嶺南Eコースト計画推進会議  
令和2年 7月 15日

# 放射線利用の経済規模調査(平成27年度)

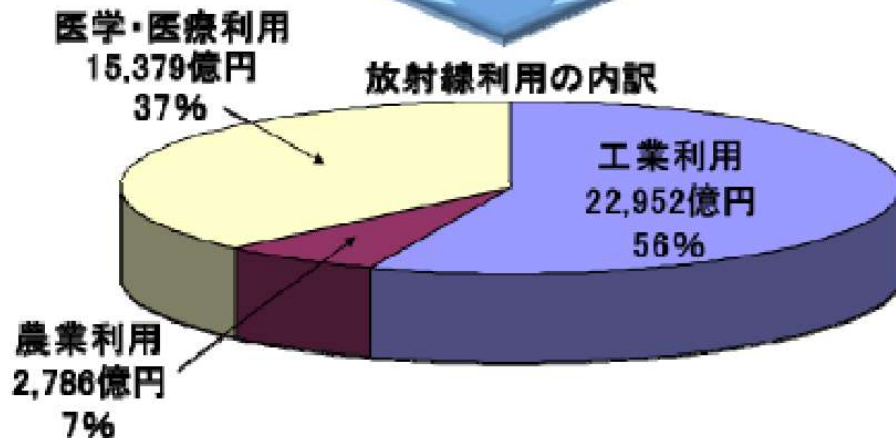
## 内閣府(平成29年8月29日)

平成17年度の調査結果

総額 8兆8,500億円



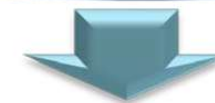
放射線利用の内訳



平成17年度  
放射線利用 経済規模  
**4兆1,117億円**

平成27年度の調査結果

総額 4兆6,985億円



放射線利用の内訳



平成27年度  
放射線利用 経済規模  
**4兆3,678億円**

1.06倍  
(GDP: 1.03倍)



## 複合原子力科学研究所の主要3施設

**KUR**: 1964年初臨界(臨界後56年) → 2026年使用済燃料期限

**KUCA**: 1974年初臨界(臨界後46年)

イノベーションリサーチラボ: 2004年3月竣工 → 加速器中性子源

# 研究炉と発電炉の比較

	研究用原子炉KUR	福島第一発電所
目的	中性子発生(研究用)	発電
運転状態	低出力、低温、低圧	高出力、高温、高圧
熱出力(kW)	5000	1号機:138万、2~5号機:238万 6号機:329万
燃料(集合)体の重さ(kg)	約6	約250
ウラン装荷量(トン)	最大0.037	1号機:69、2~5号機:94 6号機:132
原子炉内の水量(トン)	約25	約400(6号機の場合)
運転中の温度(°C)	約55以下	約285
運転中の圧力	大気圧	約70気圧

KUCAは  
冷却不要

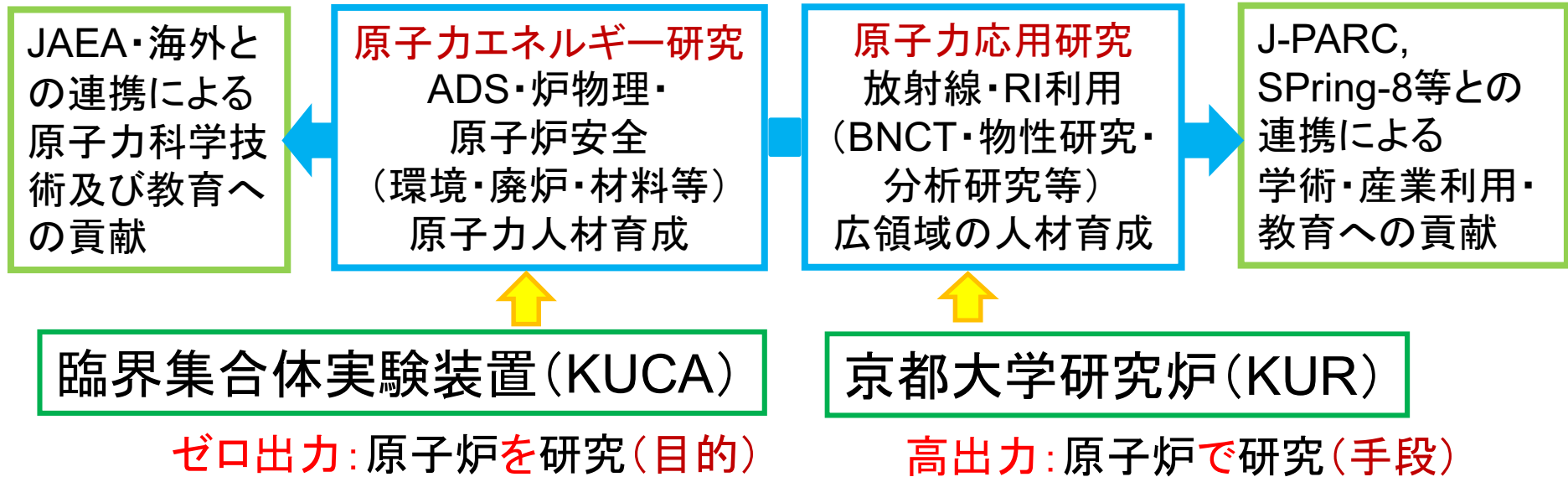
停止後の燃料の冷却  
は短期間で可

停止後も長期にわたる  
燃料の冷却が必要

KUR(出力5,000kW)の場合、停止後の発熱量が小さいため、燃料はタンク内の水の自然循環で冷却可能であり、冷却のための電源等は不要。

# 複合原子力科学

## 原子力科学の関連分野との複合的・協奏的推進



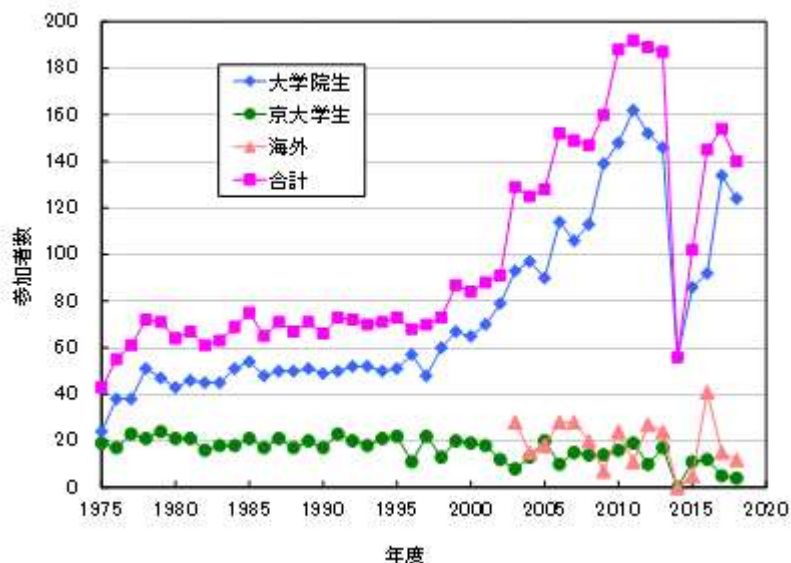
原子炉施設及びRI・核燃料使用施設



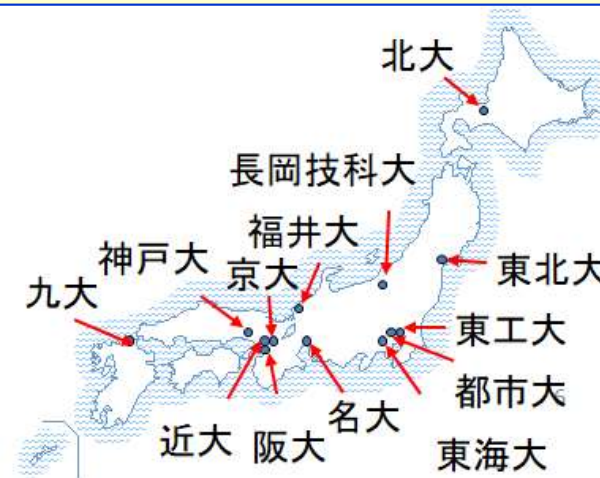
福島第一原子力発電所廃炉に関する共同研究(京都大学+IRID)  
「デブリ取り出し時の臨界防止用検出システム開発」を実施  
サイエンスZERO(H30.9.16.放映)

# KUCAを用いた実験教育

1974年 臨界集合体(KUCA)初臨界  
 1975年 KUCAを用いた大学院生実験を開始  
 2003年 海外の学生向け実験を開始  
 2019年 参加者累計 4472名



## 臨界集合体を用いた実験の年当たりの受講学生数



- 月曜日: 登録手続き、保安教育(テストを含む)、金線準備



- 火曜日: 臨界近接実験、金線・金箔の照射



- 水曜日: 制御棒校正実験、中性子束分布測定(放射化量測定)



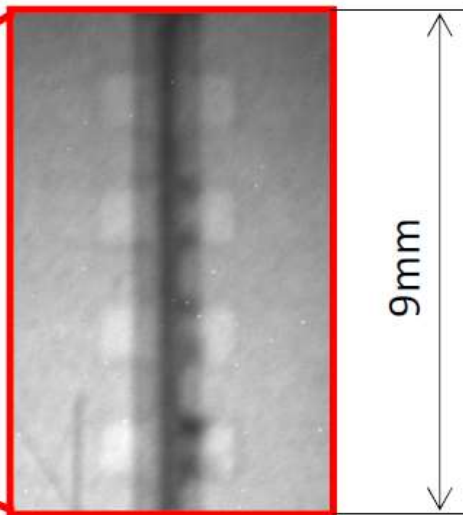
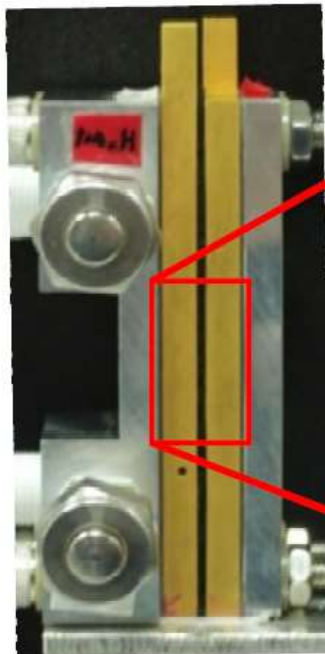
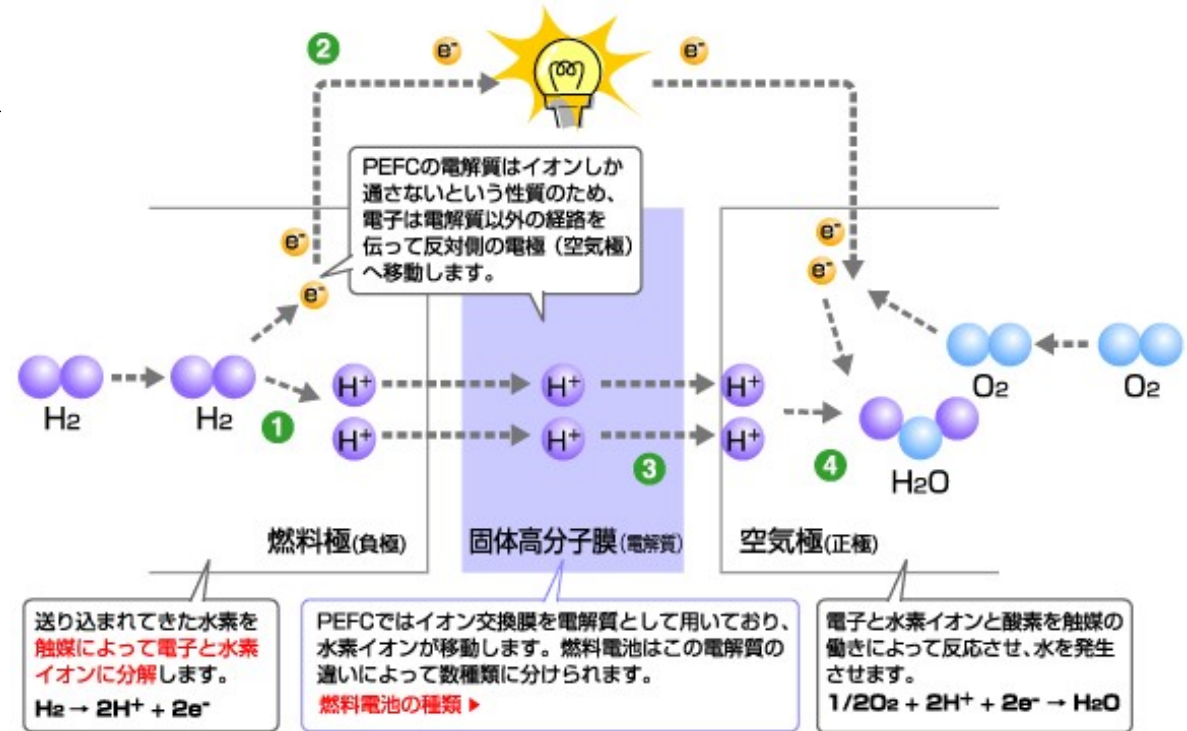
- 木曜日: 運転実習、討論会



# 小型固体高分子形 燃料電池内の 水分測定

(神戸大・浅野他)

空気極側に発生する  
水分挙動を観察



固体高分子燃料電池 (PEFC) の  
発電の原理

(大阪ガスホームページ)

<https://www.osakagas.co.jp/rd/fuelcell/pefc/pefc/index.html>より)

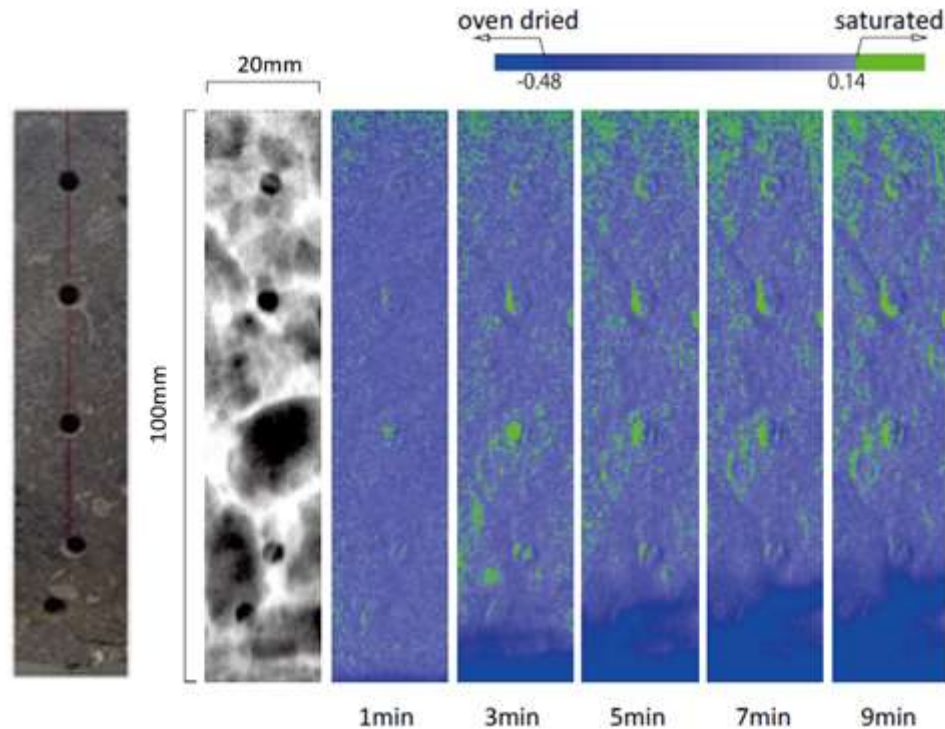
(村川他、中性子イメージングカタログ  
(中性子施設ハンドブック)、p.1-56)



# コンクリートの爆裂

(東京理科大・兼松他)

- 火災などの急激な高温加熱によって部材表層部分のコンクリートが**飛散・剥離**。
- 高層建物に使用される高強度コンクリート(組織が緻密)が爆裂に不利。

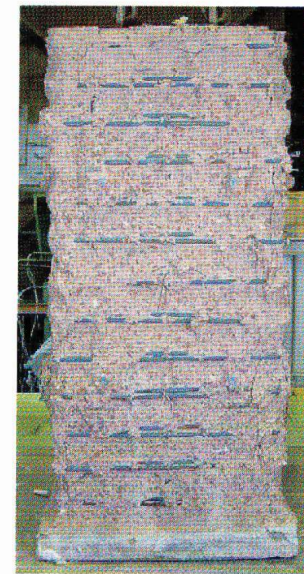


高温加熱下におけるコンクリートの中性子イメージング

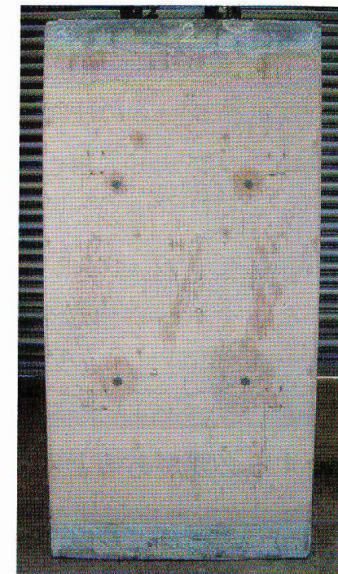
(兼松他、中性子イメージングカタログ(中性子施設ハンドブック)、p.l-53)



爆裂後



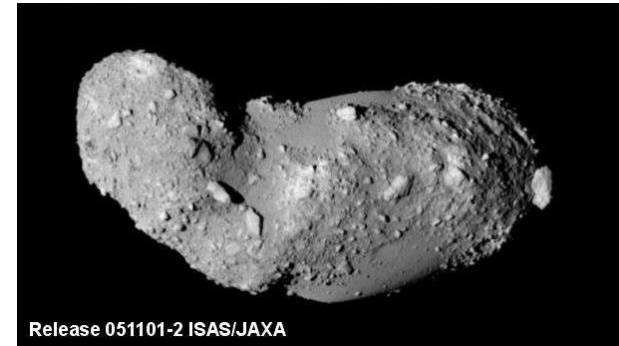
爆裂前



# 小惑星探査機 はやぶさ (MUSES-C)

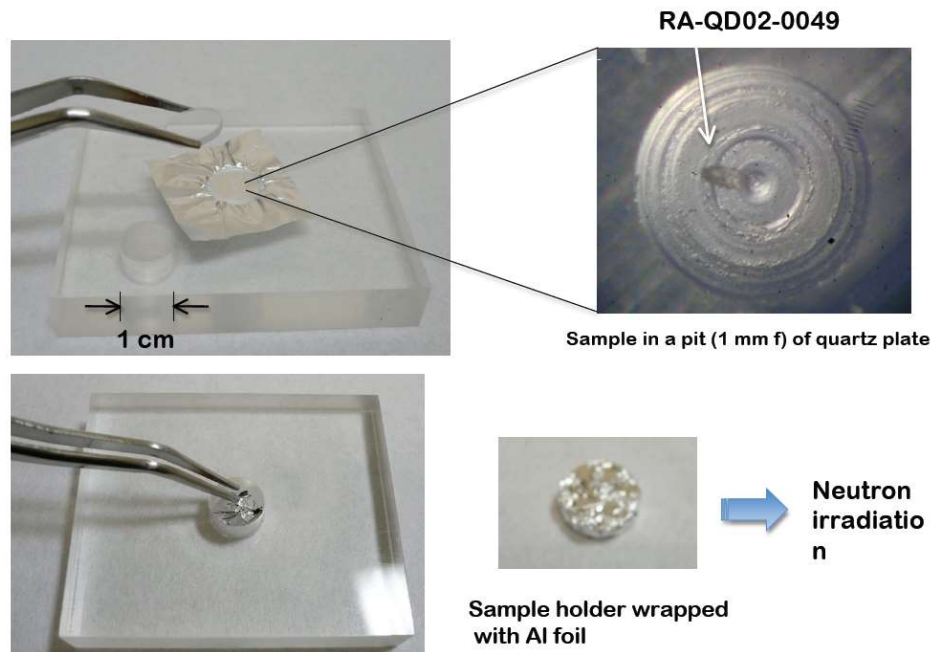


打ち上げ: 2010年5月9日  
大気圏突入: 2010年6月13日



地球重力圏外にある天体の固体表面に着陸しての  
サンプルリターンに世界で初めて成功

## Sample preparation for NAA



中性子放射化分析法による固体試料中の微量元素の  
定量(2010年～現在)

【中心研究者】 関本 俊(京都大学原子炉実験所)、海老原 充(首都大学東京)

【研究協力者】 大槻 勤(京都大学原子炉実験所)など

### 【研究概要・成果】

- 小惑星イトカワより、はやぶさ探査機が持ち帰った粒子の中性子放射化分析。
- 従来の放射化分析法を改良し、標準岩石中の微量ハロゲンを精密に定量。汎用的な元素分析法であるICP-MSを用いた手法に比べ、より正確な分析値が得られることを示唆。

# 個人的意見

## 1. 原子力関連研究の推進及び人材の育成

原子力を（エネルギー＋放射線・RI利用）ととらえる  
放射線・RI利用の産業規模も大きい

## 2. 人材育成に特化した世界レベル拠点

「研究に特化した世界最強施設」ではなく  
原子力人材を幅広くとらえ

世界に類例のない唯一無二の場（拠点）を形成

## 3. 研究炉で狙うべきは研究をベースにした人材育成

現状は基礎研究面での企業等との共同研究  
育った人材が新しい産学連携を生む

長期的視点で育成し、人材交流・循環につなげる

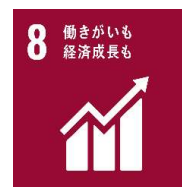
## 4. 福井県だからこそその研究炉

大学・企業・自治体・地域社会を巻き込んだ

世界に類例のない新しい「人材育成のしくみ」を創出

広い視野を持った総合的計画を有する福井県だからこそ発展可能

地域人材の育成を通じてSDGsの解決に貢献



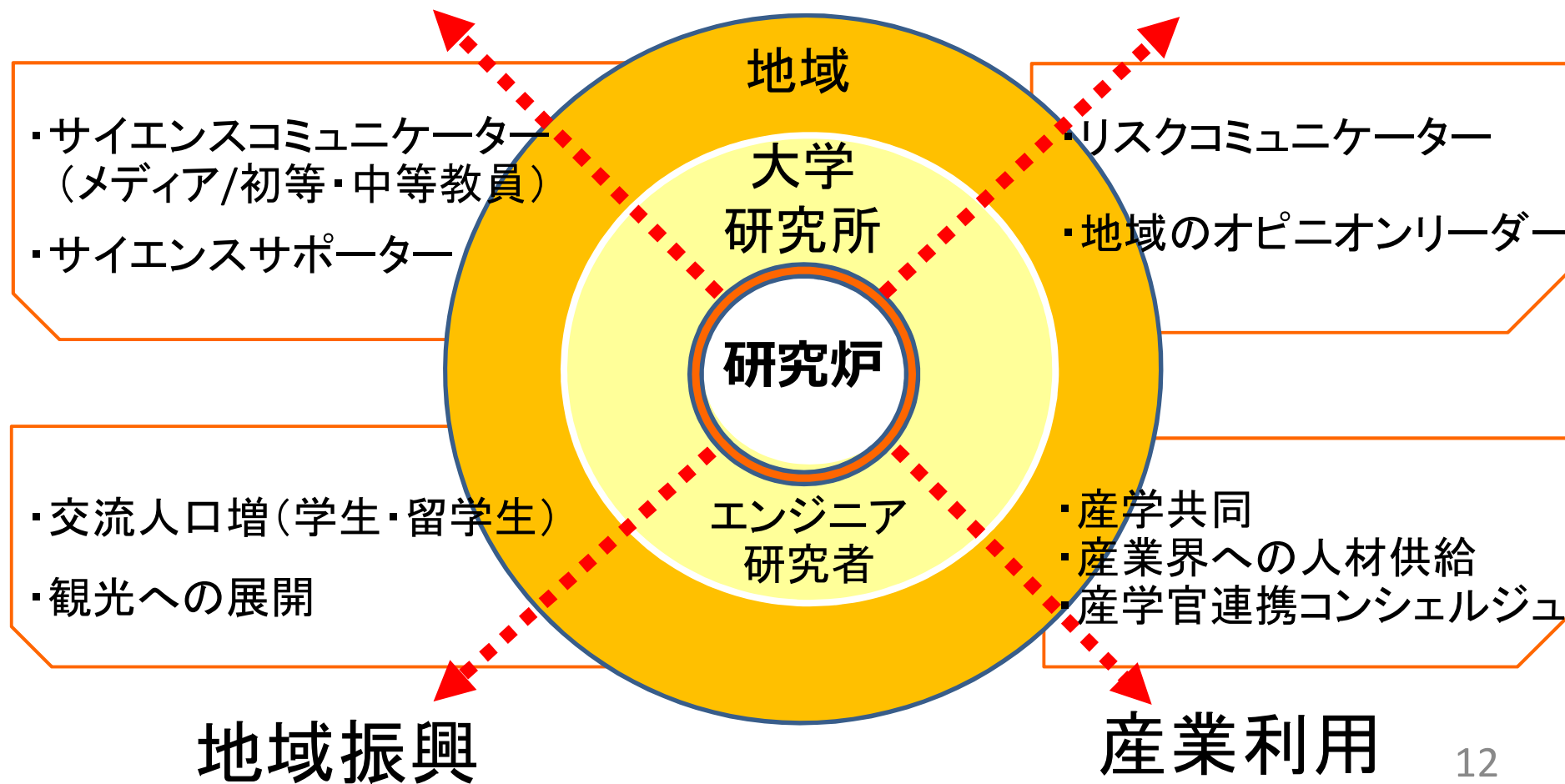
# 研究炉に期待される社会的展開

4つの方向性で大学と地域（住民・企業・自治体）が協働

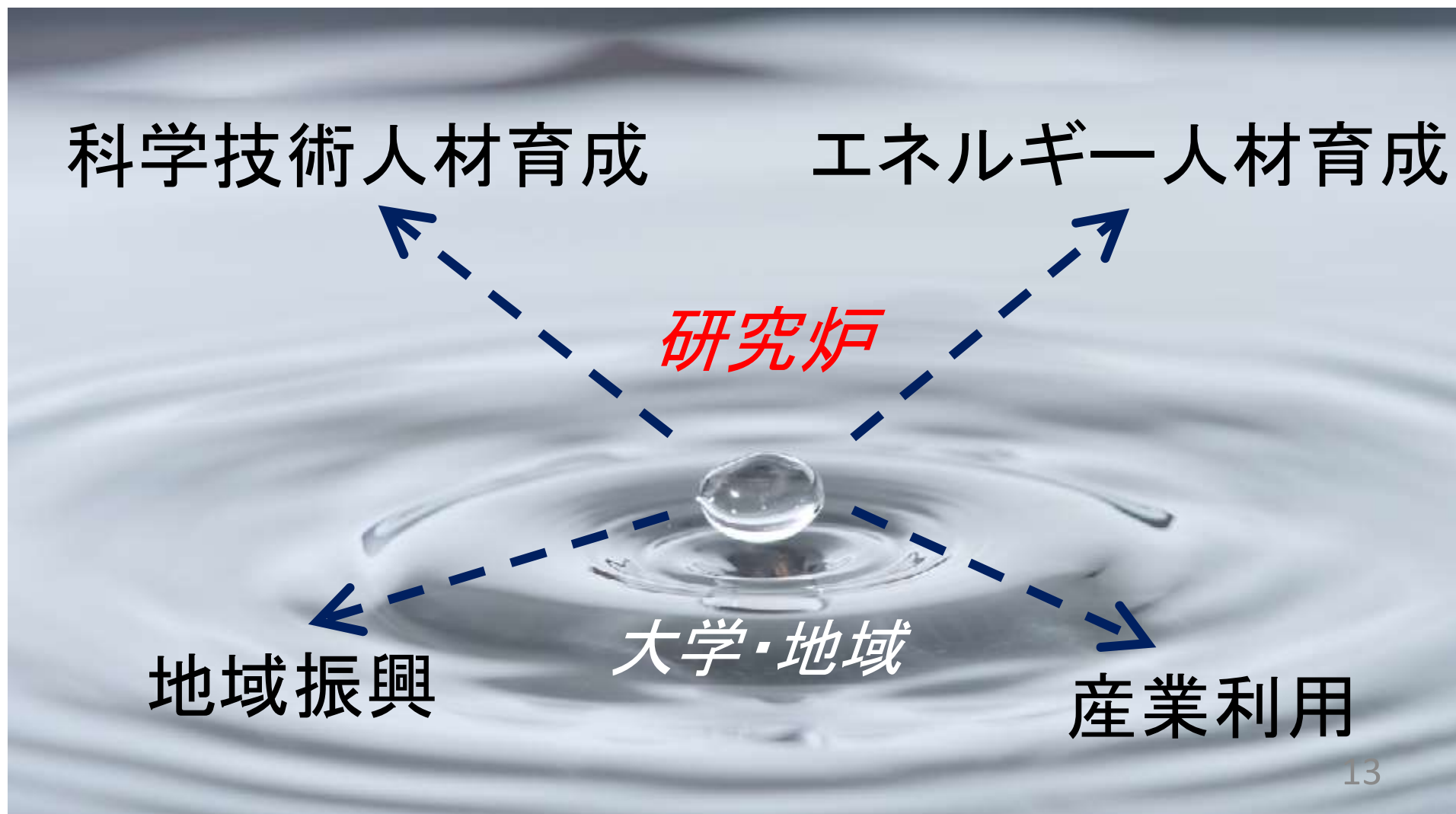
地域に多様な人材を育成し、SDGsに貢献

## 科学技術人材育成

## エネルギー人材育成



研究炉を最初の一滴とし、  
大学・地域(住民・企業・自治体)を媒体として  
4方向に波紋を起こす



# まとめ

## 研究用原子炉を使い尽くす

エネルギー分野＋原子力技術応用分野  
放射線・RI利用の関連産業は広く、規模も大きい

本拠点を人材育成に最適化し、圧倒的存在に  
他に類例の無い国際人材育成拠点を構築  
学術・産業・社会に重要な役割を果たす

社会を巻き込む広い活動へと育成  
研究炉と大学・産業界だけに留めず  
大学・研究所、地域、企業、自治体、国が協力し  
地域社会を活性化

嶺南Eコースト

