

# 福島県が抱える課題解決へ「foRプロジェクト」

福島大学では「福島での課題解決」に結びつく研究を重点研究分野「foRプロジェクト」に指定しました。

震災や原発事故による深刻な地域課題の解決に向け、研究が加速することが期待されます。



## ▶▶▶ I.趣旨

- 中井プラン2021で示された「『21世紀的課題』が加速された福島での課題」の解決に結びつく研究を、学長のリーダーシップのもと福島大学の重点研究分野に指定するもの。

### ◆ 中井プラン2021（抜粋）

「21世紀的課題」が加速された福島での課題への積極的な取り組み

・ 少子・高齢化の進展、コミュニティ崩壊、エネルギー問題など、震災・原発事故後に福島において加速化されたこれらの課題は日本全体の課題でもあるため、本学は積極的に関わり、これらの課題解決に資する研究を推進するとともに、その研究成果を発信します。特に、国家的課題である廃炉に関する研究、福島県の復興のための主要施策の一つである再生可能エネルギー研究に積極的に取り組みます。

## ▶▶▶ II.区分

### (1) foR-Fプロジェクト

福島県の地域課題解決に必要な研究であるとともに、国策としても重要な研究など、特に地域・社会ニーズが高いと認知されている、将来的に大学の価値を高める（大学の特色となる）ことが見込まれる研究プロジェクト（3カ年度）

### (2) foR-Aプロジェクト

福島県の地域課題の解決に必要な研究を行うプロジェクト（単年度）

※ 「R」はResearch、「F」はFuture、「A」はAreaの頭文字。



## 【foR-F プロジェクト】

# 放射性物質循環系の解明と食料生産の認証システムに関する研究

(経済経営学類 教授 小山良太 (代表)、石井秀樹・小松知未 外)

## 既存の対策の総括と検証・及び体系化による合理化



農地の放射能計測  
土壌診断など



放射能吸収機構の解明

### 【背景】『緊急時対応』から、『持続的対策』への転換

- ①一定の知見と成果を挙げた「基礎研究」や「地域支援」  
→リスクは総体的に低下したが、少数・高リスクな事象が残る
- ② 対策コスト(費用・労力)の高さ、賠償や補助金の打ち切り  
→対策の持続不可能さ、対策の後退、新たなリスクの顕在化

### 【方法】《画一的対応》から地域・環境の《多様な対応》の模索

- 課題1: 放射能の環境内・地域内の循環実態・機構の解明
- 課題2: 食料生産・検査の認証システムの構築



食品中放射能検査



生産者・消費者交流風評被害調査・対策

### 【課題①】放射性物質の循環系の解明

- ・試験栽培・実証栽培(伊達・南相馬・飯館・福島・葛尾)継続
- ・農地の放射能計測とマップ化の一般化  
  - <新規> 福島県内各地の土壌を用いたソバ・スプラウトによる農地リスク評価とその評価手法の開発

### 【課題②】検査体制の体系化のためのリスク管理方法の開発

- ・入口対策と出口対策の連動とその体系化
- ・風評被害の構造とその対策検討

### 【課題③】検査体制の費用対効果の検証と政策提言

- ・経済性と確実性を両立、対策の転換とその啓蒙

原子力被害の最前線にある福島大学ならではの研究課題の推進



# 【foR-F プロジェクト】

## 福島第一原発の廃炉作業を加速・支援する 難分析核種の迅速計測技術の開発

(共生システム理工学類 准教授 高貝慶隆 (研究代表者))

### 【研究目的】

- ・ 難分析核種の迅速計測法を開発する。
- ・ 福島大学オリジナルの基盤技術の拡張。

この実現へ向けて

4つの重点的な  
研究実施項目の遂行

- ◎ キーワード:
- ・ 機能拡張
  - ・ 実施例の拡張
  - ・ 適応性の拡張
  - ・ 人材育成

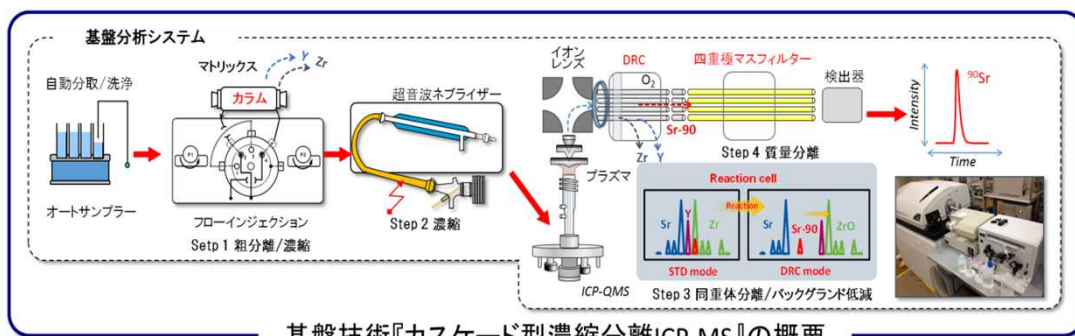
東京電力福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置の計測業務の面からの後方支援とその加速化。

### 【重点的な研究実施項目】

- (1) 1Fの廃炉措置を指向した実証試験の実施
  - ・ 「拡張機能型カスケードICP-MS法」の開発
  - ・ 各機関との連携研究の実施
- (2) 実施例の拡張に関する実証試験
  - ・ 実施例(サンプルの種類と濃度)を拡大
  - ・ カスケード型ICP-MSIに関わるRI実証試験
- (3) 適応核種の拡張
  - ・ 関係機関と連携して適応核種を増やす
- (4) 人材育成
  - ・ 研究機関との連携に基づく人材育成プログラム実施

### 【福島大学保有する基盤技術】

放射性物質を素早く測る装置を開発します。



基盤技術『カスケード型濃縮分離ICP-MS』の概要

基盤技術を戦略的に機能拡張して、1Fの分析業務を支援する

### 【目標と期待される成果】

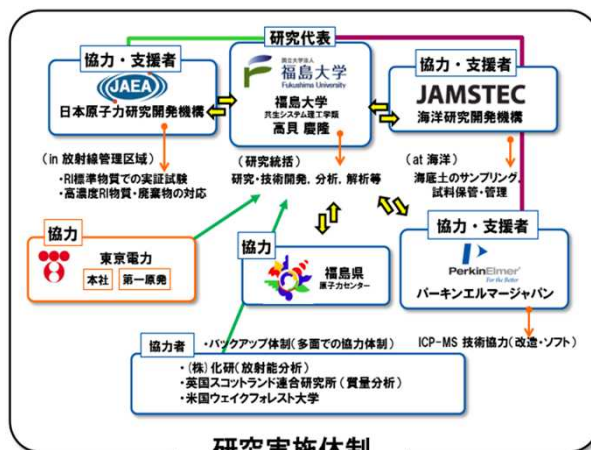
数Bq/Lの濃度レベルの難分析核種を分析するために、公定法では2週間程度費していた分析時間を、最短で数分~1時間程度で計測できる。

何について？

- ・ 多核種除去装置(アルプス)等の性能評価が早くできる。
- ・ 汚染水漏れが早くわかる。
- ・ 汚染水の濃度検査の早くできる。

廃炉作業自体にかかる時間が短縮される。県民・国民が望む廃炉作業の迅速化に応えることができる。この計測法は、環境放射能分析にも応用できる。他の国内外の放射能分析にも応用できる。

### 【研究実施体制】



研究実施体制

- 特に、福島第一原発(1F)の<sup>90</sup>Srの迅速分析に貢献。
- 1Fで課題となっている様々な試料に対応。
- 専門人材の養成

本プロジェクトは、人口減少下の地域経済に求められる、地域内さらには地域内外の人の対流（二層の対流）を創出する「ユーザー創発型」の地域交通モデルを実証的アプローチにより確立することを目指す。

## 課題認識

- ◆ 人口減少社会の地域経済では、生活機能の維持による地域内の対流とともに、交流による地域内外の対流(→「**二層の対流**」)を促進することが求められる。
- ◆ こうしたなか、原発被災地では、自動車運転免許を持たなければ、自立した外出が困難な市民も少なくなく、**地域内の対流が弱まっている**状況。(右表)
- ◆ 地域の「軸」となる公共交通と有機的に結びつく「**ラストマイル**」を支える「**小さな交通**」の確保が求められるが、原発被災地では乗務員不足が特に顕著であり、**ユーザー同士が結びつく「ユーザー創発型」の地域交通モデル**の確立が必要。
- ◆ 観光を含む地域内外の対流を促進する点では、旅行者の関心から新たなモデルコースを造成する「**ユーザー創発型**」の**デザインがICTの高度化で可能**に。

【表】原発事故前後の買物行動比較 (南相馬)

| 項目                | 自動車免許保有 |       | p値      |
|-------------------|---------|-------|---------|
|                   | あり      | なし※   |         |
| ひとりで出かけるようになった    | 19.6%   | 10.6% | 0.00 ** |
| 誰かと一緒に出かけるようになった  | 13.0%   | 24.9% | 0.00 ** |
| 宅配サービスの利用が増えた     | 6.6%    | 12.2% | 0.00 ** |
| 買物に出かける頻度が増えた     | 15.5%   | 5.7%  | 0.00 ** |
| 買物に出かける頻度が減った     | 11.8%   | 27.8% | 0.00 ** |
| 誰かに買って来てもらうことが増えた | 4.4%    | 26.1% | 0.00 ** |
| 誰かに買って来てもらうことが減った | 1.2%    | 0.4%  | 0.43    |
| コンビニエンスストアの利用が増えた | 31.5%   | 22.0% | 0.00 ** |
| 行きたい店に行けるようになった   | 5.4%    | 2.0%  | 0.03 *  |
| 行きたい店に行けなくなった     | 13.9%   | 27.3% | 0.00 ** |
| 上記のなかでは特に変化していない  | 27.1%   | 16.7% | 0.00 ** |

n= 1,224 245  
※原付・二輪免許保有者を除く  
\*\*p<0.01, \*p<0.05

自動車運転免許を持たない市民は、原発事故後に「買物に出かける頻度が減った」や「誰かに買って来てもらうことが増えた」といった回答が有意に多く、自立した外出が困難なケースも少なくない。

## プロジェクトのねらい

### ユーザー創発型の地域交通モデルを福島県内の実証分析に基づき確立

1. 白河市、南相馬市等のケーススタディから、地域住民による「**自主的な相乗り**」の成立要件と、**外出機会を促進する可能性**を示す。
2. 会津若松市をフィールドに、観光アプリの検索履歴などから、旅行者属性ごとに特徴あるアクティビティや行動パターンを抽出することで、**旅行者の関心に応じたモデルコースを開発する方法論の確立**を目指す。

## 「小さな交通」実証分析チーム

- ◆ 日本福祉のまちづくり学会「地域福祉交通特別研究委員会」と連携し、国内の「小さな交通」に関わる事例調査を行い、**ユーザー創発型の「小さな交通」の類型や成立要件**を示す。
- ◆ 地域住民の自発的な相乗り(シェアリング)を促す**タクシーを活用した「小さな交通」の実証実験**を行う。地域住民による「自発的な相乗り」の成立要件や外出機会の増進を定量的に把握。



## 観光行動モデリングチーム

- ◆ 会津若松市街地を対象とした「モニターツアー」を実施し、**観光アプリの行動ログ解析**から、個人属性による観光行動の特徴を明らかにし、観光アプリで提供するモデルコースを更新。
- ◆ 更新後に蓄積されたアプリ履歴とモニターツアーの実施により、**ユーザー創発型の観光ルートの設定が地域における回遊性向上に貢献し得るか**を検証。



### 学術への貢献

- 日本福祉のまちづくり学会等への成果発信と研究者間での討議

### 地域への貢献

- 地域交通政策への貢献
- 国交省、復興庁等への提言
- PBL人材の地域への循環

地域内外の対流を促進する  
ユーザー創発型の地域交通モデルを  
実証分析に基づき確立

### 「小さな交通」実証分析チーム

- 山口タクシーグループほか
- 南相馬市公共交通活性化協議会ほか

### 観光行動モデリングチーム

- 会津乗合自動車株式会社
- 会津若松市地域づくり課
- 富士通株式会社ほか

経済経営学類 吉田研究室のシーズ  
経済経営学類 吉田ゼミにおける  
PBL(Project Based Learning)

## 期待される成果

1. ユーザー創発型の「小さな交通」が適用可能な地域条件を明確化
2. 観光者のモデルコースを客観的に提示する技法の確立
3. 学生教育(PBL(Project Based Learning))との連携で、地域への人材循環を目指す。

## 目的・背景

- 福島県では、浜通り地域の産業復興・発展を企図したイノベーションコスト構想が進展中である。それに呼応する形で、福島県は、ロボットバレー構想を推進している。
- 近い将来、人支援ロボットの普及し、人間の日常生活のさまざまな活動をロボットが支援する社会の実現が期待されている。

### 起立・着座動作



2輪倒立を行うロボットであるので、休止状態(着座)と動作状態(起立)の切り替えが必要。安定かつ高速な切り替えを実現。

### 荷物持ち上げ



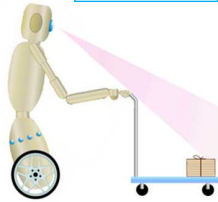
自重を利用して、軽量な本体と非力なアームを用いた重い荷物の持ち上げやドア開けを実現。

### 段差センシング・乗り越え



新規開発の接触センサを利用した段差検出と乗り越えを実現。

### 重い荷物の運搬



自重の約50%程度の重量がある荷物の運搬作業を実現。

### 受け渡し動作



手を差し出した人にペットボトルを手渡し動作を実現。

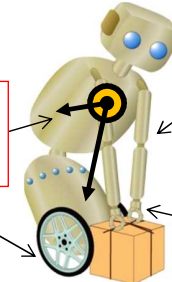
## I-PENTARのコンセプト

※ 研究代表者らが提案する共存型人支援ロボット

**安全性 ⇄ 作業性**  
これを両立させる方式

重心に発生する“倒れようとする力”を利用して、荷物を持ち上げたりドアを開けたりするために必要な力を、マニピュレータに頼らずに発生させる。

“倒れようとする力”を発生させるために、敢えて2輪でバランスをとる方式を採用



人との共存環境で作業を行う際に最も危険な部位となるアームは非力(軽量)

軽量(非力)なアームのコンセプトをスポイルしない器用で軽量のハンド

## 当面の課題

- I-PENTARの機能を実現するために必須となる、軽量で器用なロボットハンドを実現する。
  - そのようなロボットハンドを実現することを目指した研究を約10年前に実施したが、必要な要素技術(軽量・小型・精密な伝動機構)が無く、目標を達成することができなかったが、その後の研究活動を経て、その実現の見通しが立ってきた。

## 最終ゴールの姿

- これまでの研究成果を統合するとともに発展させた、実用試験機レベルのi-Pentarを実現する。

## I-PENTARのための 小型軽量精密ロボットハンド

### 開発の背景・モチベーション

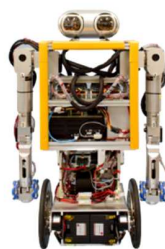
目標:16自由度20関節 重量600g 長さ180mm

- 新しい精密伝動機構である立体カムを搭載しハンドを製作したが、良い精密減速機が無く、最終的に重量800gとなってしまい、目標未達となった。

平成18~20(2006~2008)年度、文部科学省 都市エリア産学官連携促進事業(発展型)(郡山エリア)



2008年に開発したロボットハンド



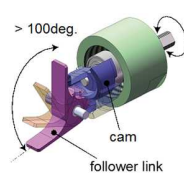
I-PENTAR

## 期待される成果

- I-PENTARのコンセプトに合致するような、これまで実現されていない小型軽量ロボットハンドを実現する。
- 2輪倒立型による安全な作業の実施という、人支援ロボットの新しいコンセプトを具体的な実現形態として示す。
- 東日本大震災からの復旧・復興をめざす政府ならびに福島県の施策の推進に資する。

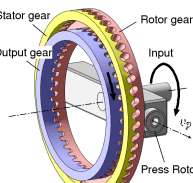
## これまでの研究開発状況

- 低バックラッシュ伝動機構である立体カム機構やクラウン減速機構、複雑な曲面に適用可能なコーティング式接触センサなどの開発を進めてきた。



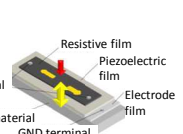
立体カム機構

特許第4388566号 / 特許第4448554号  
EP 2163787 / US 8,418,572  
CA 2,688,597



クラウン減速機構

特許第4511635号 / 特許第5054853号  
特許第5860549号 / 特許第5860548号  
EP 2278190 / US 8,210,070 / CA 2,696,888

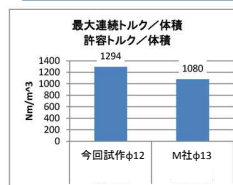


コーティング式接触センサ

特許出願中

立体カム機構: 2011年度 一般社団法人 日本ロボット学会論文賞を受賞  
クラウン減速機構: 2015年度 一般財団法人FA財団論文賞を受賞

## 昨年度の取り組み



平成28年度福島県ロボット関連産業基盤強化事業の採択(代表:ミューラボ伏見雅英, 研究受託:福島大学)を受け、開発に取り組んだ結果、小型高トルクモータの開発の目途が立った。

## ベンチャー企業設立

これらの技術の製品化を目指して、福島大学発(初)ベンチャーを2015.4.1に設立した。



## 今年度の取り組み

これまで開発・改良を続けてきた、コーティング式接触センサ、立体カム機構、クラウン減速機構に加え、昨年度に企業と連携して開発した小型高トルクモータをさらに改良して統合し、I-PENTAR用の小型軽量ロボットハンドの基本的なメカニズム設計を完成させる。

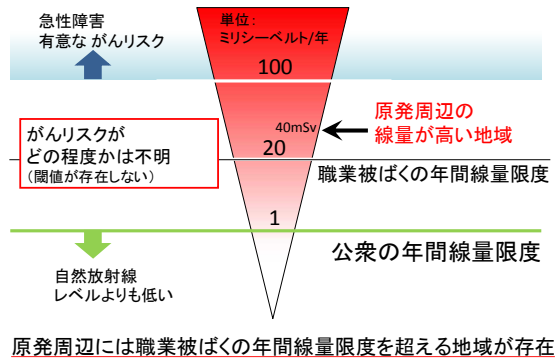


【背景】 原発周辺地域の現状と課題



- 原発事故から6年が経過
  - 避難指示区域の大幅な縮小
  - 復興への動きが活発化
  - 未だ7市町村に帰還困難区域
  - 空間線量率の高い地域が存在
- 解除区域の課題(例: 楢葉町)
- 住民の帰還率が低い(20%台)
  - 帰還の主体が高齢者に偏る

線量とリスクおよび制限値 (ICRP: 国際放射線防護委員会2007年勧告)

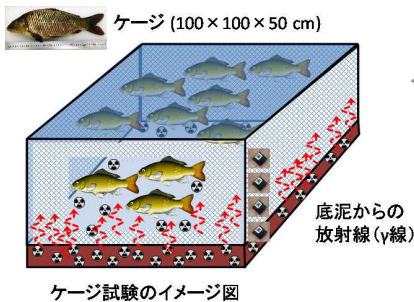


原発周辺地域の復興を目指す上で、インフラ等の整備に加えて、放射線の人体への影響や放射線量の低下の目途など、環境放射能に対する正しい情報を提供し、地域住民の不安を和らげることが重要

【目的】

原発周辺に生息する野生生物(魚類、ネズミ類、およびイノシシ)をヒトの代替モデルと位置づけ、被ばく線量を推定するとともに、最新の遺伝学的な手法により放射線被ばくによる影響を評価する

コイ: ケージ試験



アカネズミ: 生息環境・食性等 ⇒ 外部・内部被ばく線量推定



イノシシ: 線量計付きGPS首輪



→ 各種の生態・行動特性に応じた被ばく線量の評価

→ 低線量被ばくが野生生物の遺伝的特性等に与える影響について、放射線の影響を受けやすい眼の水晶体や分析の容易な魚卵などを分析し、高精度の評価を行う



【特色】

- ヒトと同じ脊椎動物でありながら、生活環境や生活史が異なる野生生物を比較することで、種に普遍的な事象や種に特異的な特性を明らかにすることが可能
- 研究グループを形成し、相補的で総合的な解析が可能
- 明確な閾値のない低線量被ばくによるヒトや野生生物への影響は、国際的にも議論が続いている課題

⇒ 本研究の成果は、被災地域の復興だけでなく、国際社会にも大きく貢献できる