

ガス冷却高速試験炉プロジェクト: ALLEGRO

概要 / 目的:

V4G4 Consortium (チェコ共和国、ハンガリー、ポーランド、スロバキア、フランス) の枠組みで開発されたALLEGRO実証炉の設計特徴、概念、開発目標、設計解決策、安全アプローチ、安全特徴を紹介します。また、UOX燃料と新しい安全上の特徴に関連した最新の状況や、今後追求すべき技術研究課題についても紹介します。

講演者紹介:

Dr. Ladislav Bělovský (ラディスラフ ビエロフスキー博士)

プラハ近郊に位置する ÚJV Řež, a.s. (Nuclear Research Institute Rez plc) にシニアエンジニアとして勤務。2011年から、第4世代原子炉の開発を中心に研究活動を行っている。ÚJV Řež, a.s. では、国際協力“V4G4 Centre of Excellence”の枠組みでヘリウム冷却高速炉ALLEGROの研究開発に参加し、原子炉の設計と安全性、ヘリウム技術、材料開発に焦点を当てた研究に携わっている。1988年から2011年までの期間には、チェコ共和国や仏国において、主に軽水炉燃料の挙動を設計基準や過酷な事故条件でモデリングするためのコンピュータコードの開発とその応用に関する研究を行った。



1. 世界初のガス冷却高速実証炉 ALLEGRO

世界初のガス冷却高速実証炉 ALLEGROは、燃料要素の検証と承認、安全性の裏付け、及びガス冷却高速炉の経験蓄積等を目的としている。

Why to have a first ever GFR demonstrator ALLEGRO



- To establish **confidence** in the GFR technology with the following objectives:
 - A) To **demonstrate the viability** in pilot scale & **qualify specific GFR technologies** such as:
 - Core behavior & control including fuel
 - Safety systems (decay heat removal, ...)
 - Gas reactor technologies (He purification, refueling machine ...)
 - Integration of the individual features into a representative system
 - B) To contribute (by Fast flux irradiation) to the **development of future fuels** (innovative or heavily loaded in Minor Actinides)
 - C) To provide test capacity for high-temp components or heat processes
 - D) To dispose of a first validated Safety reference Framework
- Power conversion system is currently not required in ALLEGRO.

2. ALLEGROが取り扱う技術的課題点:

ALLEGROは、燃料の高温耐性、安全系設計、ヘリウムガス中で使用する燃料取扱機等の技術課題を取り扱う。

ALLEGRO faces the main tech. challenges of CEA GFR2400

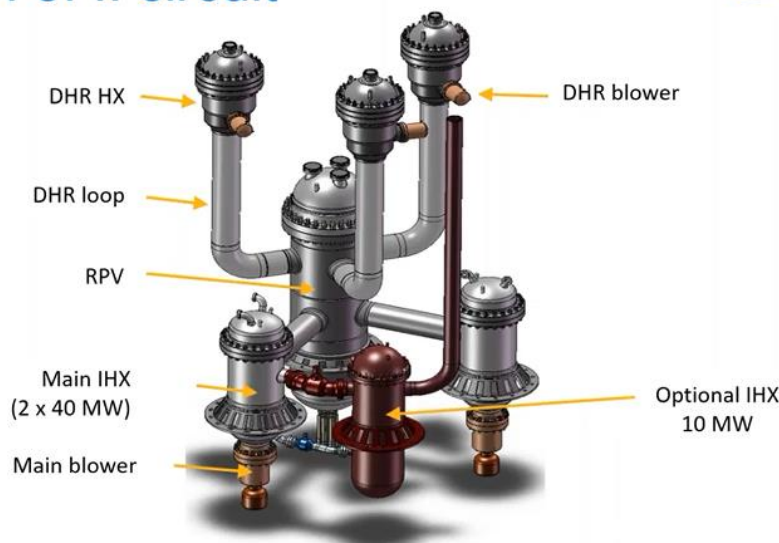


- **High-temperature resistant (refractory) fuel (tolerant to overheating)**
 - (U,Pu)C in SiCf-SiC tubes
- **Safety systems – Reliable shutdown and decay heat removal (DHR)**
 - With use of natural circulation
- **Fuel handling machine**
 - Under He flow to cool the fuel
- **He/gas main heat exchanger**
 - Large (?) dimensions
- **Materials & components & helium-related technology**
 - Heat shielding, He sealing, He purification, He recovery, ...
- **+ one challenge related to ALLEGRO only:**
 - Driver core based on the **existing SFR** technology

3. ALLEGROの事前概念設計:

ALLEGROの事前概念設計の特徴としては、二つの主循環ループ、煙突効果を用いた三つの崩壊熱除去装置、オプションのガス熱交換器等が挙げられる。

ALLEGRO CEA 2009 (75 MWt): Design of I. circuit



4. 最新設計のALLEGROの利点と欠点:

最新設計のALLEGROには、いくつかのケースを除いて、受動的に炉心が冷却される、流量喪失事故が生じないといった利点がある。一方、欠点としては炉心起動時と停止時の作業が複雑な点等が挙げられる。

ALLEGRO CEA 2010: Innovative option 3



■ ADVANTAGES (MOX ALLEGRO 530 °C):

- 1) **Increase of inertia:** Core cooling (few hours) without any active system except the SCRAM actuation and the depressurisation of the secondary circuit (could be passive, and even without depressurization the "grace delay" would be significantly longer than few minutes).
- 2) **No more LOFA transients:** This initiating event is no more possible because the primary blowers are driven by the secondary circuits turbomachinery.
- 3) **Limitation of water ingress risk:** Because of gas in the II. circuit

■ DISADVANTAGES:

- 1) **Operation:** Complex management of the single shaft for start-up and shutdown
- 2) **Technology:** Very complicated to make it feasible (rotating seal in GV)
- 3) Once the TM stops in passive operation it cannot restart

5. ALLEGRO V4G4 Centre of Excellence の概要:

V4G4 Centre of Excellenceはスロバキア、チェコ、ハンガリー、ポーランド、フランスによる ALLEGRO準備段階の研究体制である。それぞれの国は割り当てられた開発トピックを担当する。

ALLEGRO V4G4: Background



- 2002-2010: CEA - Development of GFR2400 & **ALLEGRO 50-75 MWt**
- 2010-2025: CZ-HU-SK- PL- Preparatory phase of ALLEGRO:
 - 05/2010: MoU: Prepare documents (pre-conceptual design) for decision makers (ALLEGRO Yes/No)
 - 08/2013: „**V4G4 Centre of Excellence**“ - Association (legal entity) founded in SK

■ VUJE Trnava (SK):	Responsible for Design & Safety (with ÚJV)	Industry
■ ÚJV Řež (CZ):	Helium technology, R&D and Experimental support	
■ MTAEK Budapest (HU):	Fuel & Core	Research
■ NCBJ Swierk (PL):	Materials (?)	
■ Associated members:	CEA (FR) 2017, CV Rez (CZ) 2018	
- **ALLEGRO Preparatory phase by V4G4 CoE:**
 - Pre-conceptual Design: Revision of ALLEGRO CEA 2009 → **New ALLEGRO V4G4 concept (2020-25)**
 - Safety: Core coolability (**passive mode**)
 - R&D and Exp. support: Under formulation (**helium technologies underway**)

6. ALLEGRO のタイムスケジュール:

ALLEGROプロジェクトは以下のタイムスケジュールに沿って進められる。

- 2020 : 事前概念設計の確立
- 2025 : 概念設計の確立
- 2026 - : 継続可否の判断と更なる概念検討

ALLEGRO Time Schedule: Overview

