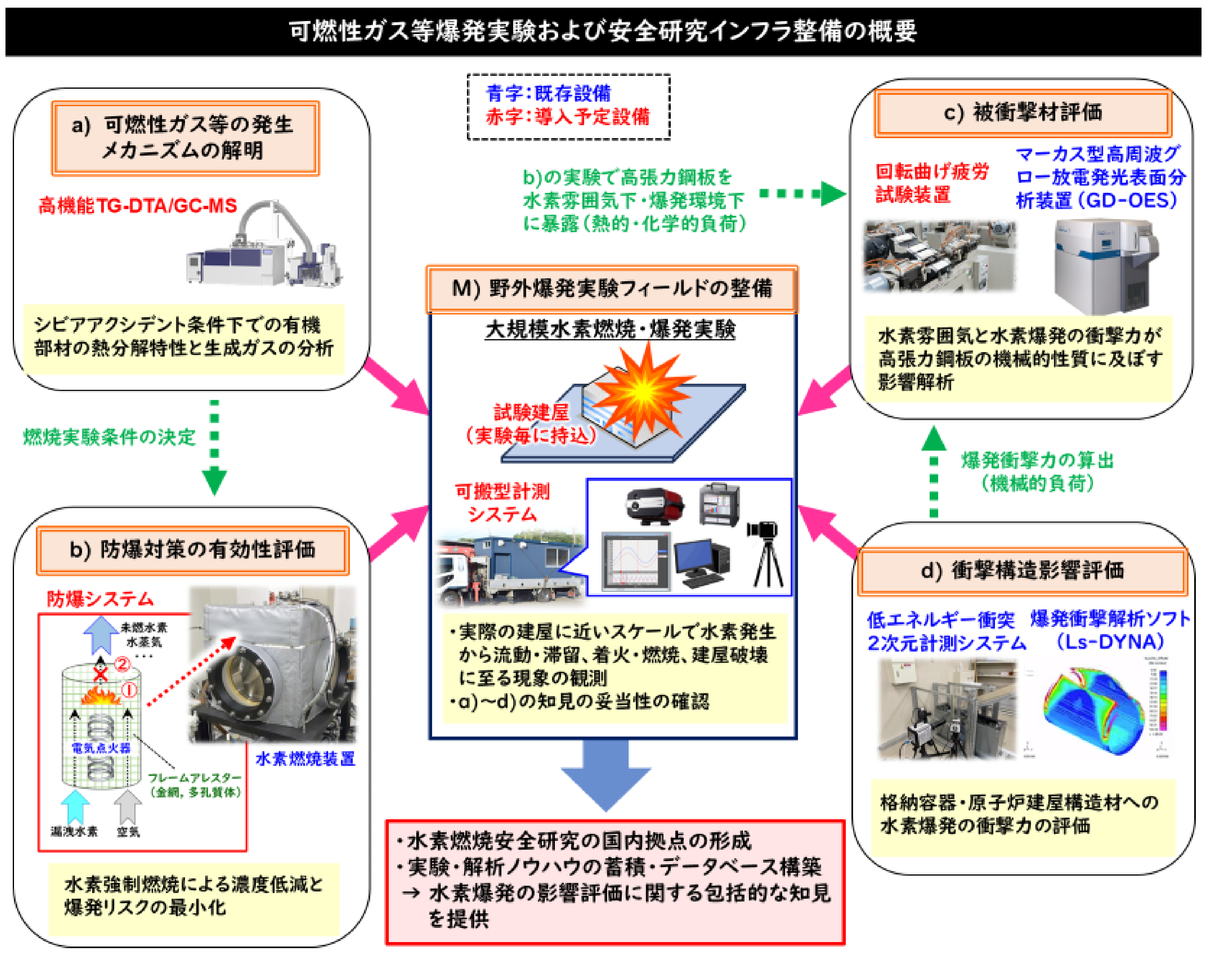
水素等可燃性ガスの爆発実験および安全研究インフラの整備：全体計画の概要

長岡技術科学大学　山形浩史、勝身俊之

事業の目的と概要

- 東京電力福島第一原子力発電所事故
  - 大量の水素が発生・漏洩し、水素爆発により原子炉建屋等が大きく損傷。水素の正確な発生量、水素以外の可燃性ガスや有毒ガスの発生量の把握が困難。
  - 水素爆発や高温水蒸気により鉄筋等の構造材がダメージを受けている可能性が高く、長く続く廃炉作業を安全に行うには構造材の劣化を把握する必要。
- 国内では高温ガス炉による水素製造が計画されており、水素による材料の脆化、事故による水素爆発が懸念される
- 国内新設炉には、爆発の衝撃を受ける格納容器にこれまで利用実績のない高張力鋼板や鋼板コンクリートの利用をメーカーが提案
- 原子力発電所の審査では、水素爆発が発生しないことを審査はしているが、もし水素爆発が発生したときの評価は実施していない

より安全性を高めるためには、水素爆発の発生防止に止まらず、発生した場合の影響緩和を検討するためにも水素爆発が発生したときの評価が望まれる。



水素などの可燃性ガスや危険物質（以下、「可燃性ガス等」という。）により原子力施設の安全性が損なわれることがないよう適切に規制するためには、
a)可燃性ガス等の発生メカニズムの解明、発生量の評価、
b)可燃性ガス等の防爆対策の有効性の評価、
c)事故時の水素爆発や水素燃焼による構造材の材料特性への影響評価、
d)水素爆発による格納容器等への影響評価に関する研究が行える技術基盤の構築、
が必要である。このため、

M) 可燃性ガス等の安全に関する各種実験の実施が可能な野外爆発実験フィールドを整備するとともに、
a)示差熱天秤−ガスクロマトグラフィ質量分析装置などにより、有機部材の熱分解特性および生成ガスの分析を行う
b)フレームアレスター等を利用した安全性の高い防爆装置の開発が進んでおり、この有効性を実験により評価する
c)材料を水素爆発による衝撃と水素燃焼実験を行い、材料特性の変化を把握する
d)解析と実験により、今後利用の可能性がある鋼板コンクリート等への衝撃力・影響を評価するノウハウを蓄積する。

事業期間において構築される将来の規制上の研究課題に対処する技術基盤

設備の整備、実験・解析ノウハウの蓄積
各種データベースの構築
専門人材の育成

→ 知見 →

- 福島第一原子力発電所原子炉建屋等の長期的な健全性の評価
- 原子力発電所等での事故時の可燃性ガス等の発生量、防爆対策の有効性、新材料に対する爆発の影響評価

→ 知見 → 新型炉

野外爆発実験フィールドの整備

原子炉建屋内での水素発生から流動・滞留、着火・燃焼、建屋破壊に至るまでの現象の理解を目的として、一辺が1～3m程度のスケールモデル（模擬建屋）を設置し、実際に水素を用いた野外爆発実験などを行う。

宇宙航空研究開発機構（JAXA）の能代ロケット実験場（秋田県能代市）を第一候補地として選定。
野外爆発実験のための可搬型野外実験システムを導入し、中規模（一辺1.8m）の野外爆発実験を試験的に行い、手順や装置の確認を行った。

今後、シビアアクシデント時を再現した小規模（ラボスケール／室内・野外）から中規模（一辺1m／野外）の水素爆発実験を段階的に実施する。水素の流動特性を取得するために粒子画像流速測定装置を再整備や、燃焼特性を取得するためのBackground Oriented Schlieren装置の導入する。

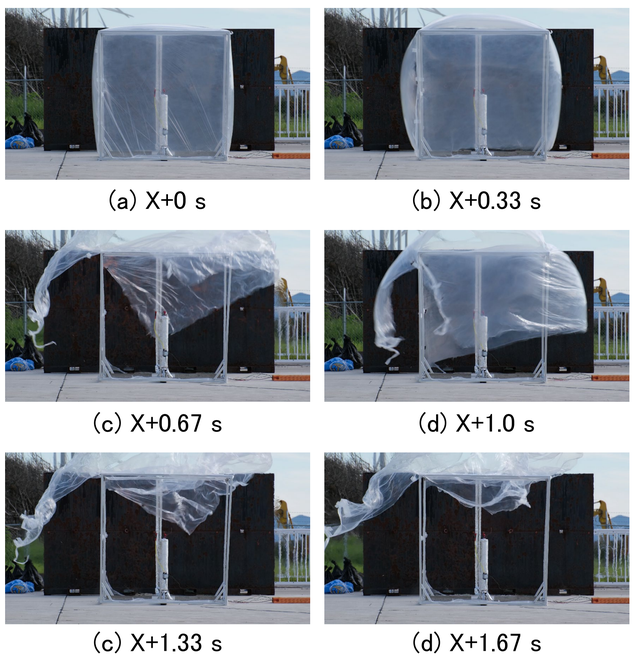
令和9年度以降、大規模な模擬建屋（一辺3m程度）内で水素を用いた流動実験、防爆対策実験、燃焼実験などに着手する。

継続的な活動・設備利用のため外部機関や研究者と共同で利用できるような体制を整備する。

以上の活動により、屋内における水素発生から流動・滞留、着火・燃焼、建屋破壊に至るまでの様々な現象に関する大規模な実験が実施可能な設備・装置が整備される予定であり、補助期間終了後も国内でも有数の水素安全研究の拠点となりうる。原子力分野はもちろん、水素エネルギー分野の安全研究においても野外爆発実験フィールドの需要は高まると考えられ、継続的な利用が期待できる。



JAXA能代ロケット実験場（南地区）および実験装置の様子



水素燃焼実験の様子（水素濃度：約14%，体積：約5.8m³）

※本研究は、原子力規制庁の令和6-8年度原子力規制研究技術基盤構築事業費補助金（原子力規制研究の強化に向けた技術基盤構築事業）の補助を受けたものである。