「革新炉ワーキンググループについて」(案)

福岡核問題研究会 2023 年 2 月例会資料 2023 年 2 月 6 日 中西正之

1. 初めに

2022 年 8 月 24 日に第 2 回 G X (グリーントランスフォーメーション) 実行会議が開催されています。

この会議で、岸田内閣の積極的な原発推進策が決定されたと大きく報道されてきました。

所が、実際にはこの会議は 14 時 00 分から 14 時 54 分までの短時間で審議された会議で、岸田総理大臣からの積極的な原発推進策の説明は行われてはいません。

しかし、マスコミには、事前に内閣府より岸田内閣の積極的な原発推進策の説明が行われていたようで、第2回GX会議の終了後、岸田内閣の積極的な原発推進策の大宣伝が始まっています。

ただ、岸田内閣の積極的な原発推進策の検討は、すでに 2018 年 7 月 1 日に原子力エネルギー協議会 (ATENA) が設立されたころから始まってはいたようですが、2022 年 4 月 20 日の第 1 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革新炉ワーキンググループの検討会で、積極的な検討が始まったようです。

従って、革新炉ワーキンググループで行われた検討内容を詳細に調べること は非常に重要と思われました。

2. 第1回革新炉ワーキング

2.1 事務局と日本原子力研究開発機構と三プラントメーカーの説明

2022 年 4 月 20 日に第 1 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会原子力小委員会 革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第 1 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革 新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

この検討会は、今大きな問題として取り上げられている、岸田総理が原発の新増設を表明した(第2回)GX実行会議における、革新炉の新増設問題について、本格的な検討を行うワーキンググループとして、新しく設立されたものと思われます。

この委員会は、動画が公開され、議事録も発行されています。

001_gijiroku.pdf (meti.go.jp)

初めに遠藤原子力政策課長より開会のあいさつがあり、革新炉ワーキンググループの座長に黒﨑 健 京都大学複合原子力科学研究所教授が選出されています。

議事は「革新炉開発について」となっています。

遠藤原子力政策課長より

- 資料4 第25回原子力小委員会における議論概要(革新炉関連)(事務 局提出資料)(PDF形式:692KB)
- 資料 5 革新炉ワーキンググループの進め方(案)(事務局提出資料)(PDF 形式: 96KB)
- <u>資料 6 エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値(事務</u> 局提出資料)(PDF 形式: 9,372KB) ►

の説明が行われています。

日本原子力研究開発機構(JAEA)からは、高温ガス炉と高速炉の説明が行われています。

高温ガス炉は、まだ開発途上の新技術と思われますし、高速炉は「もんじゅ」が暗礁に乗り上げています。革新炉と言っても、すぐに商用発電のできる原子炉ではないようです。

そのあと、三菱重工業、日立製作所、東芝から説明が行われています。この三社は、日本の軽水炉原発の製造、保守を行ってきた三大メーカーです。

そして、革新炉の説明の中心は「次世代軽水炉」となっています。

日本では、「次世代軽水炉」の新規制基準も全くなく、新設もありませんが、海外の原発では新設は、「次世代軽水炉」が標準となっています。

そして、福島第一原発のメルトダウン事故発生後、国内での軽水炉の新設がバッタリと途絶えたので、三大メーカーは、海外向けに「次世代軽水炉」の設計を進めてきました。

そして、今回日本政府の方針が、今後の新増設を含むように変わり始めたので、 三大メーカーは、「次世代軽水炉」に力を入れ始めたようです。

2.2 各委員の発言

議事録の32ページから50ページに各委員の発言が記録されています。

○遠藤委員

遠藤委員は「米国を中心に西側諸国の革新炉開発に対する政策支援などを見てみると、既存炉における中露の寡占状態を転換するために革新炉を通じて新

しいビジネスモデルの確立を図っていると考えざるを得ません。」また「そもそも、エネルギー基本計画もしくはそれに類する諸政策の閣議決定において、リプレースが明記されなければ、原子炉関連産業は衰退、もっと言えば消滅を余儀なくされるわけです。」と発言されています。

- ○斉藤委員
- ○松久保委員

松久保委員は、最初の自己紹介で、「原子力資料情報室の松久保肇と申します。 私は原子力の利用に批判的な立場から、この委員をさせていただきますので、よ ろしくお願いいたします。」と発言の立場を明確にされています。

そして、大きな問題を4点指摘されています。

最近強調され始めた、革新炉問題について、的を射た発言が多いようです。

- ○小野委員
- ○山口委員
- ○永井委員

永井委員は、電力中央研究所の立場から、1点目は、革新炉開発の時間軸について、第2の点はカーボンニュートラル社会における革新炉のビジョンについて、3つ目の点は、原子力の社会的価値について、問題提起をされています。

- ○田村委員
- ○小伊藤委員
- ○中熊専門委員

中熊専門委員は、電事連の立場から発言されているようです。「ポテンシャルを有していると考えてございます。将来にわたってこの原子力技術を持続的に活用していくことが重要であると考えておりまして、そういった意味でも革新炉の開発にあたっては、社会実装という現実的な目線というのをしっかり持ちながら前に進めていくことが大事だというふうに考えてございます。」と発言されています。

- ○高木利恵子委員
- ○大野専門委員
- ○大島専門委員

大島専門委員からは、日本の原子力産業を長期的に持続していくことの重要 性が主張されています。

○高木直行委員

多くの委員からは、これまで日本は原発の産業の育成に大変な努力を払ってきて、日本のエネルギー産業の一定の部分を支えるまでになってきたが、現在の状態では衰退をしてしまいそうである。

革新炉は、その衰退を起こさずに済む可能性があるので、期待したいとの意見

が多いようです。

3. 第2回革新炉ワーキング

3.1 事務局とテラパワー社の説明

2022 年 5 月 19 日に第 2 回革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第2回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会革 新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

議事録が公開されています。

002 gijiroku.pdf (meti.go.jp)

最初に遠藤原子力政策課長からの「資料3 エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」に付いての説明が記録されています。

資料3は、パワーポイントを使用して作成されたと思われる69ページ分の資料で、第1回革新炉ワーキンググループ時の配布資料に、かなり補強がされており、革新炉開発関係の詳しい説明が行われています。

海外の革新炉開発関係の説明があり、それに対比して国内の革新炉開発関係の説明があります。

そのあと、アメリカ、TerraPower社のEric Williams エンジニアリングディレクターから、高速炉開発や、その国際連携についての説 明があります。

002 04 00. pdf (meti. go. jp)

「テラパワー社と JAEA (国立研究開発法人日本原子力研究開発機構) は、2022年 1月にナトリウム冷却高速炉 (SFR) の技術協力に関する覚書 (MOU) を締結しと説明されています。

アメリカのテラパワー社が開発しているナトリウム冷却高速炉「Natrium」は、「もんじゅ」のような高速増殖炉ではなく、高速炉のようですが、原子炉の冷却はナトリウムで行っても、「もんじゅ」が1次冷却、2次冷却をナトリウム、3次冷却を水で行ったのに比べ、テラパワー社のナトリウム冷却高速炉「Natrium」は2次冷却を溶融塩で行うようです。

ナトリウムと水の直接の熱交換機がないので、「もんじゅ」よりも安全性は高いのかもしれません。溶融塩と水の熱交換機は太陽熱発電で大量に使用されている熱交換機技術のようです。

日本の「もんじゅ」は、フランスで開発された高速増殖炉「スーパーフェニックス」の基本設計をそのまま日本に移植した革新炉なので、第二次世界大戦後原発の開発に出遅れた日本の原発技術では、高速炉の基本設計は難しいようです。テラパワー社のナトリウム冷却高速炉「Natrium」の設計では、現在の炉は34.5

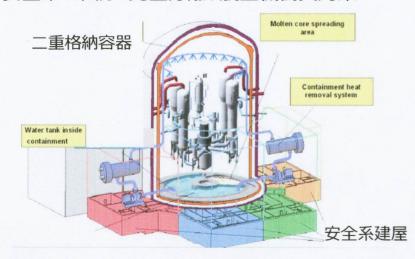
3-1. 革新軽水炉の特徴

- 既設の原子炉 (PWR及びBWR) の設計をベースに新技術 (受動安全やデジタル 〈定義〉 技術等)を導入した軽水炉
- 既存の軽水炉技術をベースに技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性 <利点>
 - 受動安全や航空機衝突対策を含む外部事象対策による更なる安全性・信頼性向上、 運転性・操作性の向上
 - シビアアクシデント対策による事故時の所外影響の低減
- <課題> 大きな初期投資負担
 - 建設長期化した場合の大きなファイナンスリスク

EPRの事例

安全性・信頼性の向上

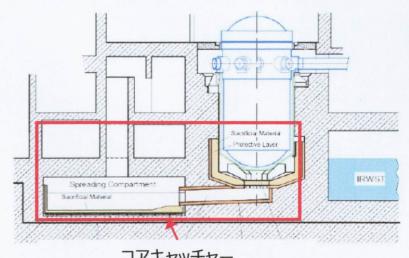
安全系4系統の完全分離、航空機衝突対策※



※各種ハザード対策として4つの安全系建屋に1系統ずつ分離配置 航空機衝突対策として二重格納容器を採用(仏 EPR、露 VVER、日 iB1350)

シビアアクシデント対策

コアキャッチャーで溶融炉心を保持及び冷却



コアキャッチャー

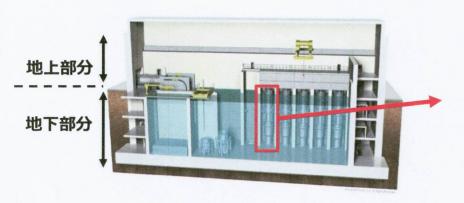
3-2. 小型モジュール炉 (SMR) の特徴

- <定義>
- 電気出力が概ね30万kW以下の小型かつモジュールで製造される新型原子炉
- <利点>
- **炉心が小さい**ため、**自然循環で確実な冷却**(事故・避難も小規模に)
- <u>モジュール工法で工期短縮・初期投資抑制</u>
- <課題>
- 小型のため日本の安全規制環境下における**経済性懸念**
- 海外先行で、安全規制等の整備にも時間を要する

NuScale社の事例(VOYGR)

短い工期

モジュール工法で工期短縮・ 初期投資抑制

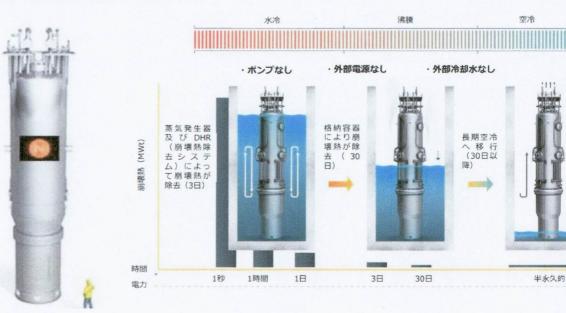


小さな炉心

事故時の影響を小規模に

自然に冷える

自然循環で確実な冷却



3-3. ナトリウム冷却高速炉の特徴

- 〈定義〉 高速中性子により、核分裂連鎖反応が維持される原子炉
- <利点> 優れた安全性 (自然に止まる・冷える・確実に閉じ込める)
 - 資源の有効利用、Pu・MA※燃焼により高レベル放射性廃棄物の減容化、有害度低減
 - 高温/低温(約500℃/約200℃)を活用した熱利用
 - ほぼ常圧であるため、薄肉構造が可能(経済性向上)
- <課題>
- 化学的に活性な**金属ナトリウムの取扱い**
- 日本が国際安全基準の議論をリードするも、安全規制等の整備に時間を要する
- 実用化に向けた実証、3次元免震装置・MAを含有したMOX燃料製造技術等の開発

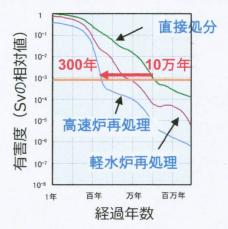
熱利用 資源の有効利用 優れた安全性 自然に止まる、自然に冷える 長期にわたり天然ウラン供給が不要 確実に閉じ込める (3000年以上**のエネルギー供給が可能) 熱利用システム (イメージ) 冷却材の 制御棒の 自然循環 蒸気発生器 高速炉の :燃料の流れ 使用済み燃料 (MA,Pu含む) 中間熱交換器 炉心 溶けた燃料を 熱利用システム 高速炉燃料 炉内で保持 高速炉 再処理 MA.Puを燃焼 MA,Pu 熱利用の例 軽水炉の 低温利用 海水淡水化、地域暖房 ほぼ常圧 (軽水炉は70~150気圧) 使用済み燃料 軽水炉で発生する 冷却材が漏れても、外側容器等 燃料製造 高温利用 水素製造、熱貯蔵 MA,Puも燃料となる

構造)で容易に保持可能

廃棄物の有害度低減

※マイナーアクチノイド: 半減期が長く、強い放射線を発する

低減期間の短縮 約300年 ← 約10万年



---1年間の軽水炉運転に必要な 天然ウランの有害度に相当

(MA,Pu含む) ※※ 出典: OECD/NEA Nuclear Energy Outlook2008

3 – 4. 高温ガス炉の特徴

- 減速材に黒鉛、冷却材にヘリウムガスを用いて、900℃近くの熱を利用できる原子炉 〈定義〉
- <利点> 高い固有の安全性(炉心溶融、大量の放射性物質の放出なし)
 - 高温で安定なヘリウム冷却材を利用水素爆発しない
 - 高温の熱を利用し多目的の利用が可能(水素製造、発電、地域暖房等)

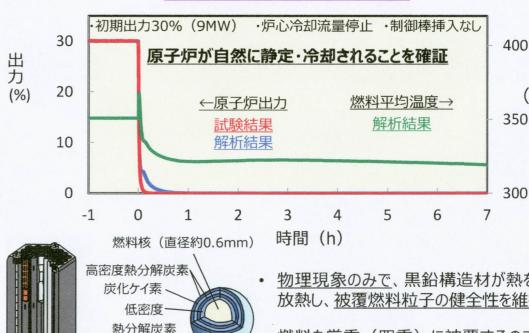
*放射性物質を取り扱うことが可能な施設

- 〈課題〉
- 燃料を再処理する場合には、ホット施設*での技術の実証が必要
- 実用化に向けた実証、原子炉と水素製造施設の接続技術、カーボンフリー水素 製造技術の確立が必要

多目的な熱利用

高温熱利用 原子炉 900℃ 高温熱供給 水素製造 ガスタービン 中間熱交換機 850℃ 低温熱利用 発電

高い固有の安全性



- 物理現象のみで、黒鉛構造材が熱を蓄熱・ 放熱し、被覆燃料粒子の健全性を維持
- 燃料を厳重(四重)に被覆するので、高い 放射性物質の閉じ込め機能を有する。

燃料体(黒鉛)

被覆燃料粒子

65

度

(°C)

3-5. 溶融塩炉の特徴

- <定義>
- <u>塩化物溶融塩やフッ化物溶融塩等</u>の液体を<u>燃料や冷却材に使用</u>する原子炉。
- <利点>
- 液体燃料による緊急時の冷却と停止、燃料交換の単純化
- 単純な炉心構造による低コスト化の余地
- 高速炉型では<u>Pu・MA燃焼</u>、熱中性子炉型では<u>Pu・MA発生なし</u>
- <課題>
- 高温、高放射線下での耐腐食性の構造材料の開発が必要
- 高線量被ばく対策のため、メンテナンスの遠隔化
- 腐食防止や遮蔽強化が必要、低炉心出力密度等の**コスト拡大要素**
- JAEAを含め、国内に設計・建設・運転・保守の経験がない

単純な炉心構造

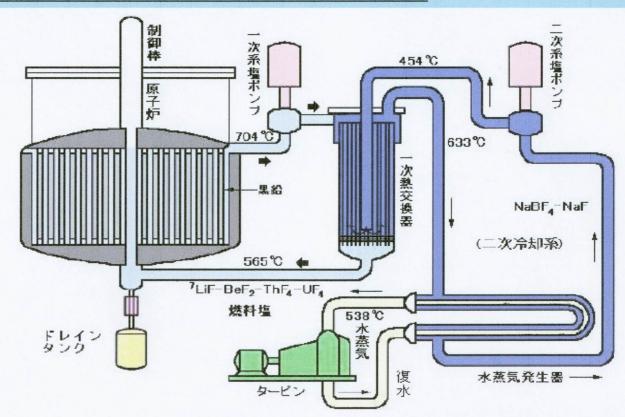
製造コストの削減

液体燃料

- 成形・加工が不要
- 定期的に不純物除去をすることと、 燃料補給のみで燃料交換不要

燃料のタンク格納

非常時に燃料をタンクに抜いて回収・ 冷却し、自動的に炉停止させることが 可能。



3-6. 核融合炉の特徴

- 〈定義〉
- 重水素とトリチウム (三重水素) 等の核融合反応を利用した原子炉
- <利点>
- 核融合反応は連鎖反応ではないため、万一の場合反応が止まる(固有安全性)
- 核分裂炉と異なり、高レベル放射性廃棄物がない
- <課題>
- トリチウムの安全管理・回収
- 高圧条件下でのプラズマの保持
- エネルギー密度が低い
- プラズマに面する構造材料 (プラズマ対向材料) の開発

直空容器

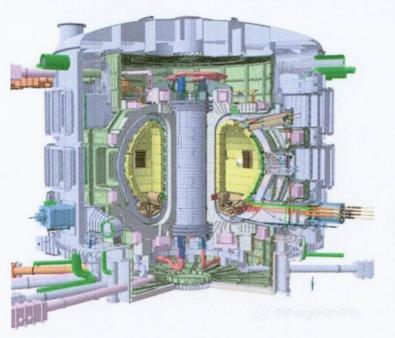
世界で<u>試験炉運転経験がなく</u>、エネルギー取出しに向けて開発に長期間かかる

排気したガスから燃料の

重水素と三重水素を回収

してプラズマに供給

ITER



超伝導コイル

核融合炉概略図

プラズマ

ブランケット (拡大)/熱水

ブランケットから燃料の 三重水素を回収して プラズマに供給

核融合反応で発生 する中性子から、 エネルギーをブラ ンケットにおいて 熱水として取り出し、 蒸気発生器、ター ビン、発電機を

万kWで50万kWまでは、拡張可能とのことです。

アメリカでは、既存の石炭火力発電所のリプレス需要を想定しているようです。

「Natrium」は、2028年試運転を目指して取り組んでいる商用プラントのようです。

高木直行委員、斉藤委員、松久保委員から熱心な質問があり、それに答弁されています。

ナトリウムと溶融塩の熱交換機などは、現在もまだ開発中で完成された技術に は至っていないようです。

また、テラパワー社は原発部品の製造工場を所有していないので、原発部品の 製造は外注しているようです。

テラパワー社は官民連帯プログラムとして新しいシステムによるナトリウム 高速炉の商用炉「Natrium」の開発を進めていますが、まだ実証された技術では ないようです。

3.2 核燃料サイクルシミュレータ NMB4.0 を 用いた原子力利用シナリオの定量 解析と NuScale 社の SMR 開発についての説明

- 料 5 核燃料サイクルシミュレータ NMB4.0 を用いた原子力利用シナリオ の定量解析(東京工業大学竹下教授提出資料) (PDF 形式: 2,320KB)
- 資料 6 NuScale 社の SMR 開発について (英語/日本語(仮訳))
 (NuScale 社提出資料) (PDF 形式: 4,973KB) ►

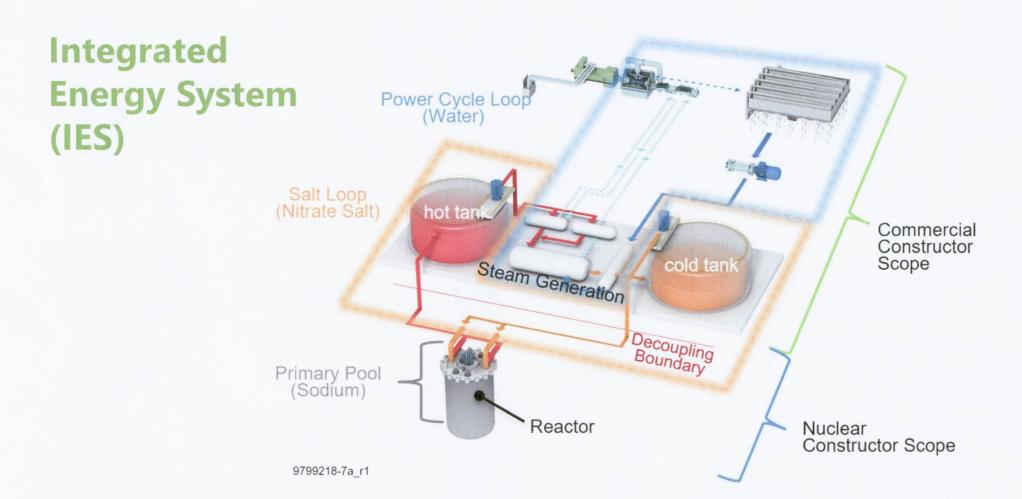
東京工業大学科学技術創成研究員特任教授名誉教授の竹下から「核燃料サイクルシミュレータ NMB4.0 を 用いた原子力利用シナリオの定量解析」の説明が行われています。

「東工大とJAEAで、共同で核燃料サイクルシミュレーターのNMB4.0を開発いたしまして、バックエンドを起点とした将来の原子力利用シナリオの解析法を開発してまいりました。」

従来の日本の軽水炉型原発は、ウラン燃料の使用後、使用後燃料を廃棄処分するだけでは、持続可能エネルギーとしての意味をなさないので、日本でも核燃料サイクルが追求されてきました。

現在は、日本の核燃料サイクル設備の開発は難航はしていますが、今後も核燃料サイクルを実行していく場合の状態の核燃料サイクルシミュレーターのNM B4.0 を開発して、様々なケースでのメリット、デメリットなどの解析を行い、日本の核燃料サイクル設備の開発の方向の検討に使用しているようです。

この後の委員の論議は、核燃料サイクルシミュレータ NMB4.0 を 用いた原子 力利用シナリオの定量解析についてだけではなく、事務局の説明についても、多







くの発言が行われています。

遠藤委員より「TerraPowerとかNuScaleとか新型炉開発者がベンチャー企業として成立し得るというところが米国の強みであると思っております。片や日本は、グローバルリスクマネーの流入があらゆるテクノロジー分野で期待しにくく、まして原子力となるとさらにそうであると考えます。」との発言があり、アメリカでは重要な革新炉が政府の援助を受けて、ベンチャー企業が開発しているようです。

そのあと、NuScale 社の SMR 開発についての説明があり、議事録の 39 ページ からに記録されています。

NuScale 社の SMR 開発については、2018 年 2 月 2 7 日に開催された第 7 回エネルギー情勢懇談会で、レイエスCTO、 それからジョン・ホプキンズCEOから小型原子炉の技術の動向について詳しい説明を受けています。

007_005.pdf (meti.go.jp)

この時期から4年間が過ぎていますが、説明が新しくなっているようです。

今回もReyes博士より、「アイダホ国立研究所で最初のラボ、これはUtah Associated Muni cipal Power Systems という電力向けに行っているものであります。 最初のモジュール、2027年にインストールする、そしてデリバリーをするということになっております。」との説明を受けています。

NuScale 社はベンチャーの企業のようですが、日本では、プラントの機器製造を I H I と提携し、据え付け工事を日揮ホールディングスと提携しているようです。

以前から小型原子炉は原子炉本体が小型のため、工場製作が可能で、現場工事を少なくできるため、大きなコストダウンが可能と説明されてきました。

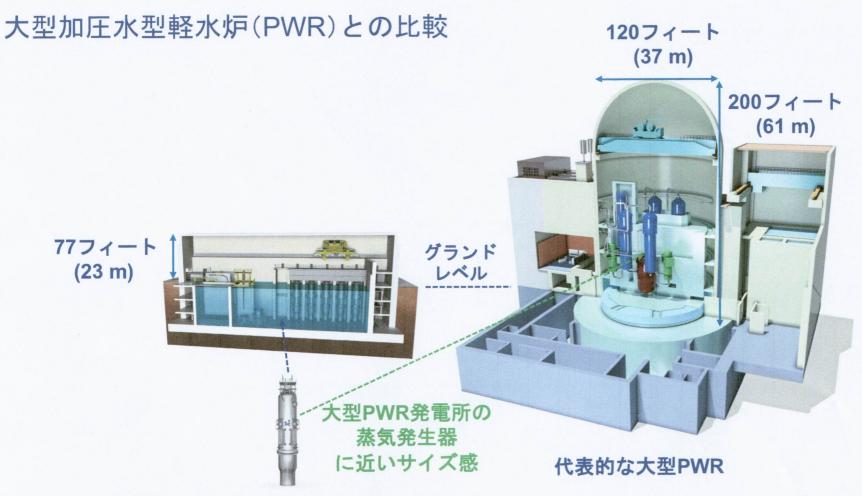
しかし、それだけではなく、アメリカのウエスチングハウス社で開発されたA P-600からAP-1000にスケールアップされた次世代原発が、原子炉容量が大型になりすぎで、溶融炉心の原子炉容器内部保持(IVR)対策の信頼性に疑問が出てきて、AP-1000の新設に急ブレーキがかかっていましたが、小型原子炉では、(IVR) 対策の信頼性が高い事が大きなメリットと推定されます。

4. 第3回革新炉ワーキング

4.1 事務局の説明

2022年7月1日に第3回革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第3回総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会革



NuScale Power Module™

画像の縮尺は正確ではない



新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

議事録が公開されています。

003_gijiroku.pdf (meti.go.jp)

最初に遠藤原子力政策課長からの「資料3 エネルギーを巡る社会動向を踏ま えた革新炉開発の課題」に付いての説明が記録されています。

資料3は、パワーポイントを使用して作成されたと思われる 117 ページ分の 資料で、第2回革新炉ワーキンググループ時の配布資料に、かなり補強がされて おり、革新炉開発関係の詳しい説明が行われています。

はじめに、第1回、第2回の革新炉ワーキンググループの意見の取りまとめが 示されています。

そのあと、革新炉開発の課題の整理、革新炉開発の方向性(時間軸)の明瞭化 の資料の説明が行われています。

資料の① -1. 開発の方向性:米国(AP1000、NuScale、

- ① -1. 開発の方向性: 米国 (原子カイノベーション支援プログラム(ARDP))、
- ① -2. 開発の方向性:英国(高温ガス実証炉)、
- ① -3 開発の方向性: 仏国(EPR・EP~2/NUWARD/革新的原子炉)

について、米国、英国、仏国のよく似た点と独自の点とが説明されており、この グループと日本はよく似た点が多いので、日本の参考になることが説明されて います。

そしてそのあと、同じ視点での日本の開発の方向性の資料の説明が行われています。

次に、革新炉開発のための予算の説明があります。

米国、英国、仏国は、革新炉開発のためにかなり多額の予算を計上しているが、 日本では革新炉開発のための予算がじり貧になっていることが説明されています。

そのあと、海外の原発のサプライチェーンの問題と、日本国内のサプライチェーンの問題が説明されています。

ロシアの原発や中国の原発を含めると、世界の原発は、運転されている原発基数もたくさんあり、新設原発もたくさんあるので、原発の製造部品のサプライ市場は十分にあるようです。

しかし、米国、英国、仏国は、原発の新設がかなり長期間極めて少なくなって きており、サプライチェーン能力が相当劣化しているようです。

そして日本も、福島第一原発のメルトダウン事故が発生後は、原発の新設が中断され、再稼働原発の基数も少ないので、サプライチェーン能力の低下が今深刻な状態になったようです。

そして、米国、英国、仏国、日本で革新炉開発に積極的になってきたのは、ロ

シアのウクライナ侵攻による、世界的なエネルギー危機の発生だけではなく、米 国、英国、仏国、日本でのサプライチェーン能力の急激な劣化が大きな引き金に なっているのではないかとの説明が有るようです。

4.2 NRC (米国原子力規制委員会) と NEI (米国原子力エネルギー協会) の専門家の説明

議事録の8ページから

NRC(米国原子力規制委員会)の Mohamed Shams 副所長代理から

資料 4 革新炉今後の見通し(英語/日本語(仮訳))(NRC 提出資料)(PDF 形式: 10,836KB) ►

NEI (米国原子力エネルギー協会) の Marc Nichol シニアディレクターから <u>資料 5 革新的な原子力技術 (英語/日本語 (仮訳)) (NEI 提出資料) (PDF 形式:</u> 4,240KB) **上**

上記資料について、それぞれ説明が行われています。

NRC(米国原子力規制委員会)は、原発の安全確保などの規制組織ではあるが、革新炉のような安全性が大きい場合や、経済性の良いあたらしい原子炉の規制 基準が早期に策定できるよう、革新炉の開発者と事前に協議していることが説明されています。

NEI(米国原子力エネルギー協会)は、民間の原子力発電会社や原子力発電設備政策会社で構成する強力な原発推進団体のようです。

そして、アメリカでは原発の新設はスリーマイル島原発のメルトダウン事故後、非常に少なくなっており、原発産業の衰退が続いているようですが、革新炉はそれらの困難から抜け出せる可能性の有る炉なので、革新炉に力を入れていることが説明されています。

いずれの資料も、英文と和文で表示されていますが、簡単な説明の資料のようです。

そのあと、松久保委員から NRC (米国原子力規制委員会)の Mohamed Shams 副所長代理に質問が行われ、Shams 副所長代理から簡単な回答が行われています。 遠藤委員は、NRC には、小型モジュール炉のUPZの範囲についての考えを質問しており、NEI には HALEU 燃料の質問をしています。

特に、NEI からは、革新炉の中には、20%までの高濃度濃縮ウラン核燃料 HALEU を使用しなければならない炉があるが、その燃料の管理はどうするのかの質問に対して、HALEU 核燃料は、原子爆弾に使用するような 90%以上の高濃縮ウランではないが、普通ウラン燃料よりも厳しく管理するそうです。

高木直行委員からは、NEI の Marc Nichol 氏に小型炉のEPZに付いての質問が行われています。

斉藤委員からは、NRCのShams副所長代理に革新炉がたとえば水素製造のように化学プラントなどと接続される場合の新しいリスクについて質問が行われています。

山口委員からは、NEIの専門家とNRCの専門家に、新しい革新炉の新規制基準を作成するとき、短期間で作成するための、事前の各関係者との効率的な打ち合わせ方法について、質問をされています。

アメリカの NRC (米国原子力規制委員会) と NEI (米国原子力エネルギー協会) という代表的な原子力関係期間からプレゼンテーションを行ってもらっていますが、内容的には日本から依頼が有ったからとの、軽い資料と説明のようです。

4.3 日本原子力産業協会、助川電気、東亜バルブの説明

議事録の23ページから日本原子力産業協会、助川電気、東亜バルブの説明が 記録されています。

<u>資料 6 サプライチェーンの課題と海外展開「アンケート調査と実務者聴取」(日</u>本原子力産業協会提出資料) (PDF 形式: 1,642KB) ►

<u>資料7</u> 当社における原子力関連の取組みについて(助川電気工業株式会社提出 資料)(PDF 形式:1,241KB) ►

資料 8 原子力バルブ事業の現状と課題(東亜バルブ提出資料)(PDF 形式:1,463KB) ►

日本原子力産業協会からは、国内原子力サプライチェーンの動向について、報告されています。

この革新炉ワーキンググループでは、福島第一原発のメルトダウン事故発生後の、日本のサプライチェーンの行き詰まりと、今後のサプライチェーンの急激な弱体化の危機が熱心に検討されていると思われます。

日本原子力産業協会の資料は、これまであまりよくは知らなかった、日本の原発のサプライチェーンの現状が、統計資料でかなり明確に示されており、貴重な資料と思われます。

「資料 6 サプライチェーンの課題と海外展開」の1ページに、図1 鉱工業他における産業構造区分別の原子力関係売上高(推計値)の資料があります。

福島第一原発のメルトダウン事故の発生後も、原子力関係の売り上げはかなり維持されており、関係売上高 1.9 兆円程度であまり減少してはいません。

ただ、図2 原子力関係支出高における 新規制基準対応に関する支出額に示されているように、新規制基準対応工事関係と推定される支出額が、関係売上高の25%を占めており、今後急激に減少すると推定されています。

<u>また、8 ページの「海外向け原子力関係売上高の推移」の資料では、2010 年度</u> の海外向け売り上げ高、1314 億円が 2020 年度には 214 億円と 6 分の 1 にまで急

サプライチェーンの現状①

当協会では、毎年、原子力発電に係る産業動向調査を行ってきたが、昨年9-11月に別途サプライチェーン調査を行ない154社から回答を得て、その結果を実務者とともに議論するWGを開催した。

(1) 原子力サプライチェーンの現状

- 新安全規制の導入後、長期停止が継続。現在、稼働中のプラントは10基
- 関係売上高1.9 兆円、関係従事者8万人
- 原子力産業界全体では2010年度の売上高を維持(ただし25%程度は新規制基準対応)
- アンケート調査では、回答の48%が受注額が減少と回答(次頁図1)

図1 鉱工業他における産業構造区分別の原子力関係売上高(推計値)

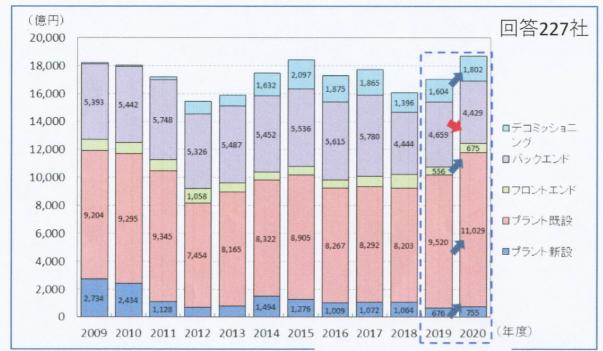
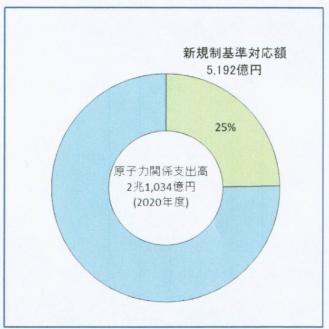


図2 原子力関係支出高における 新規制基準対応に関する支出額



出典:日本原子力産業協会



激に縮小しています。

現在、日本の原発のサプライチェーンが危機的な状況を迎えているようで、今 後の革新炉の新増設によるサプライチェーンの補強が必要と説明されています。

助川電気の高橋氏から、「原子力関連の取組みについて」の説明が行われています。

助川電気は熱と計測のシステムエンジニアリングメーカーで、軽水炉原発や、常陽やもんじゅなど、高速増殖炉の各種計測機器などを大量に納入してきたようです。

しかし、東日本大震災以後、原発関連機器の納入が(原子力発電所向けは25~30%)から10%以下と急減しているようです。

東亜バルブの桝村所長から「原子力バルブ事業の現状と課題」の説明が行われています。

東亜バルブはこれまで、原子力発電用や火力発電用の高温高圧バルブを大量 に納入してきたそうです。

資料8の6ページに、「当社原子力事業」の状況が示されています。

東日本大震災の直後から当社原子力事業の売り上げは急激に落ち込んだようですが、新規制基準策定後、新規制基準対応工事も増えてきて、また加圧水型原発の再稼働もたくさん増えてきたので、2011年には8割まで回復してきたそうです。

ただ、今後日本の原発の新増設が見通せないので、この先衰退する危険性があるようです。

5. 第4回革新炉ワーキング

5.1 事務局の説明

2022 年 7 月 29 日に第4回革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第 4 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革 新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

議事録が公開されています。

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/kakushinro_wg/pdf/004_gijiroku.pdf

最初に遠藤原子力政策課長からの「資料3 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた 革新炉開発の技術ロードマップ (骨子案)」に付いての説明が記録されています。

資料3は29ページ分の資料ですが、「現段階での中間整理という位置付けで整理をしてございます」説明されています。

この資料の4ページに

「● 日本においては、約 1000 万個の部品点数についてサプライチェーンを 国内に持ち、国産化率 はほぼ 90%²を超える他、欧米のプロジェクトに日本メ ーカーが主要な資機材を提供する等、 その技術力は健在。」 の説明があり、

2 RIETI:原子力発電の効率化と産業政策―国産化と改良標準化―より引用の資料が引用されています。

原子力発電の効率化と産業政策―国産化と改良標準化― (rieti. go. jp)

RIETI(独立行政法人経済産業研究所)については、これまでよくは知らなかったのですが、この公開資料を調べてみると、日本の原発の国産化の問題が詳しく報告されているようで、非常に参考になりました。

遠藤原子力政策課長からの説明は、かなり詳しい説明が行われています。 そして、「資料3 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた 革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」は、これまでの日本政府の原発政策 の公式見解はべつとして、経済産業省の現在の原発政策の本音が示されている ように思われます。

「独立行政法人経済産業研究所(RIETI)は、経済産業省が所管する独立行政 法人のひとつ。2001年4月1日設立」と説明されているようですが、引用され ている(RIETI)の報告書は、経済産業省の本音を示しているようにも思われま す。

5.2 各委員の意見

議事録の9ページから、各委員の発言が記録されています。 委員は座長を除いて10名、専門委員は3名で構成されています。 委員、専門委員全員が発言されています。

委員の発言の冒頭で、松久保委員が発言されています。

松久保肇委員は、特定非営利活動法人原子力資料情報室事務局長で、委員、専門委員の中では、特に事務局の提出している方針資料や説明について、批判的な意見を強調されているようです。

今回、事前配布された事務局の「資料3 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」について、批判的な意見を持っておられ、事前に書類で意見の表明を行われています。

資料 5 第四回革新炉ワーキンググループへの意見

004 05 00. pdf (meti. go. jp)

意見書は10ページ分あり、「資料3 カーボンニュートラルやエネルギー

安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」について、よく検討された多面的な意見が網羅されているようです。

委員会の各委員の発言は、4分間と限定されており、口頭で述べることのできる意見では、僅かな内容しか表明できないので、事前に意見書で意見を表明したものと推定されます。

そして、口頭でも4点の意見を表明されていますが、「最後の4点目ですけれども、これ取りまとめですが、パブリックコメントにかけるものなんでしょうか。以上になります。よろしくお願いいたします。」と質問をされています。

遠藤原子力政策課長からは、「政府の方向性をこれをもって定めるですとか、従って今回でこれを取りまとめとして行いパブリックコメントに掛けるというものではございませんで、ひととおり議論、議題として設定させていただいた議題が一巡を一旦いたしましたので、その段階での皆さまからいただいたご意見の中間的なあくまで整理ということでございまして、これをもって本ワーキンググループにおける結論が何か定まったですとか、これをもって答申をまとめたとか、そういう性質のものだとは整理をしてございません。」と説明されています。

この件については、革新炉ワーキンググループで取りまとめられた「革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」はその上の原子力小委員会で検討され、またその上の総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会で検討され、最終的には4年ぶりに開催された第10回原子力関係閣僚会議で検討され、原子力関係閣僚会議からパブコメの公募が行われています。しかし、このような国民に背くような手続きの間に、「革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」はぼやけてしまっています。

その他の委員から、述べられた意見が、議事録に記録されています。 ほとんどの委員の意見は、基本的には事務局から提出された「資料3 カーボ ンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロード マップ(骨子案)」に賛同する意見のように思われます。

しかし、「部分的には不十分なところもあると思われ、それについてはもう少し検討してほしい。」との意見のように思われます。

「資料3 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新 炉開発の技術ロードマップ (骨子案)」は、あまりにもひどい内容なのに、殆 どの委員が、こんな楽観的な意見を表明していることには、大変驚かされました。

6. 第5回革新炉ワーキング

6.1 三菱革新軽水炉開発の取組みの説明と討議

2022 年 10 月 24 日に第 5 回革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第5回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革 新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

初めに、三菱革新軽水炉開発の取組みの説明が、三菱重工業より行われています。

資料 3 三菱革新炉開発の取組み(三菱重工株式会社提出資料)(PDF 形式: 2,948KB) ►

三菱重工業は最近、革新軽水炉「SRZ-1200」のプレスリリースを行っています。 このプレスリリーは、2022年8月24日に第2回GX実行会議において、日本国 内の原発の新増設の新方針が打ち出されたことによる新しい対応と思われます。

三菱重工業の配布資料は、パワーポイントで作成されたと思われる 14 ページ 分の簡単な資料のようです。

資料は、三菱重工業が取り組んでいる5種類の革新炉が説明されていますが、 説明の中心は革新軽水炉「SRZ-1200」です。

名称の SRZ にはそれぞれ以下の意味を込めていると説明されています。

S: Supreme Safety (超安全)、Sustainability (持続可能性)

R: Resilient (しなやかで強靭な) light water Reactor (軽水炉)

Z : Zero Carbon (CO2 排出ゼロ) で社会に貢献する究極型 (Z)

1200 は 1200MW (120 万 k W) クラスの発電能力を示していると思われます。

三菱重工業は、以前はウエスチングハウス社の加圧水型原発のライセンス生産で製造及び据え付け工事を行ってきました。

そして、三菱重工業は加圧水型原発の再稼働も 10 基ほど成功しており、一定 の原発産業を維持しているようです。

ただ、ウエスチングハウス社は世界の原発が革新軽水炉に取り組み始めたとき、AP-600、AP-1000の新しい基本設計の原発を開発しましたが、メルトダウン対策設計に失敗し、世界的には失速をしてしまったようです。現在の九州電力川内原発1、2号機のメルトダウン対策と同じような、大量貯水によるメルトダウン対策です。

そのため、三菱重工業は、海外向けにはフランスのアレバー社のEPRの基本設計を購入し、福島第一原発のメルトダウン事故より以前に、革新軽水炉に取り組んでいました。

そして、福島第一原発のメルトダウン事故以後、日本国内の原発の新増設が凍結されたので、トルコなどの海外向けに受注活動を続けていました。

しかし、それにも失敗したようです。

Safety and reliability

さらなる安全・安心のために

炉心冷却・放射性物質閉じ込め機能の強化

target 目標

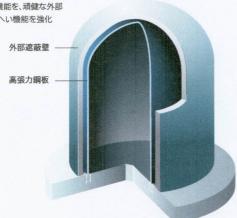
■あらゆる事象に対して発電所外への放射性物質の放出を防止

measures 具体策

高張力鋼板と頑健な外部遮蔽壁で閉じ込め能力向上

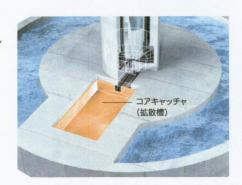
高強度鋼板を用いたHHCV (Hybrid High-tensile steel Containment Vessel) により耐圧、耐漏洩機能を、頑健な外部 遮蔽壁により航空機衝突に対する耐性と遮へい機能を強化

SRZ-1200 遮蔽壁厚さ従来の約2倍



格納容器破損防護機能の強化

■ シビアアクシデント時の専用設備(コアキャッチャ等)を設置し、格納容器破損防護機能を強化

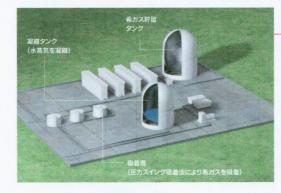


万一の重大事故時における放射性物質の放出防止

■種々の格納容器破損防護設備に加え、フィルタベントシステム及び放射性物質放出防止システムを 設置し、万一の場合の事故影響を発電所敷地内に限定

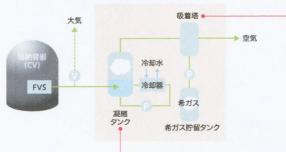
放射性物質放出防止システム

■フィルタベントシステムによるセシウム、よう素の除去に加え、三菱重工が独自開発した放射性物質(希ガス)を分離・貯留するシステムを設置することで周辺環境への放射性物質の大量放出を防止、事故影響を発電所敷地内に限定します









放射性物質放出防止システム



ところが、最近になって、日本政府の原発方針が、新増設へと大転換したので、 国内向けの革新軽水炉として、革新軽水炉「SRZ-1200」の強力な売り込みを始め たようです。

三人の委員から、質疑が発言されており、三菱重工業の担当より、答弁が行われています。

6.2 革新炉開発に関する検討の深掘りについて

初めに、三菱革新軽水炉開発の取組みの説明と討議が行われており、そのあと「革新炉開発に関する検討の深掘りについて」の説明と、討議が行われています。 資料 4 革新炉開発に関する検討の深掘りについて(事務局提出資料)(PDF 形式:3,536KB)

2022 年 8 月 2 4 日に第 2 回 GX 実行会議が開催され、既存原発の再稼働の促進、 運転期間延長、新増設の原発大促進策が表明されました。

そして、新増設については、革新炉の新増設がいま大宣伝されています。 その中心的な専門審議会として、革新炉ワーキンググループと総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会が頻繁に開催されています。 そして、第5回革新炉ワーキンググループが開催されましたが、すぐにでも実現可能な革新炉としては、三菱革新軽水炉があり、その説明が前半で行われています。

それ以外の革新炉は、日本の現状ではまだまだ実用化の目途が立っていると はいいがたいような状態と思われます。

「革新炉開発に関する検討の深掘りについて」は、三菱革新軽水炉以外の革新炉に付いての深堀が説明されています。

今回の報告は、主に4件の重要課題のうちの2件

- 2. 事業環境整備の検討状況
- 3. 開発体制の在り方

を取り上げ、重点的にまとめたと事務局より説明されています。

日本の革新炉は、「もんじゅ」の開発失敗でもよく知られるようになったと思われますが、日本の自主開発は困難な状態と思われます。

「もんじゅ」はフランスのスーパーフェニックスの技術移植と思われますが、スーパーフェニックスの挫折に伴い、日本でも挫折になったと思われます。

また、イギリスやフランスでは、核燃料の再処理工場が稼働していますが、日本の六ケ所の核燃料の再処理工場は現在に至っても、まだ操業が開始できない状態です。

この革新炉ワーキンググループは、革新炉の検討が中心なので、再処理などは あまり取り上げていませんが、委員からはそれらの問題も含めた検討が必要で はないかとの意見もあるようです。

また、委員からは、革新炉の取り組みを進めるのには、現体制では司令塔 不足ではないかとの意見がたくさん提出されています。

三菱革新軽水炉開発については、すぐにでも取り組みが始まるような現状と思われますが、それ以外の取り組みでは実現からはかなり遠いような審議のように思われました。

7. 第6回革新炉ワーキング

2022 年 11 月 2 日に第6回革新炉ワーキンググループの検討会が開催されています。

第 6 回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 革新炉ワーキンググループ (METI/経済産業省)

会議の配布資料は

<u>資料 3 革新炉開発に関する検討の深掘りについて(事務局提出資料)(PDF 形</u>式:3,693KB) ►

資料 4 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)(事務局提出資料)(PDF形式:3,205KB) (資料 5 産業界における原子力人材育成に関する現状と課題について(原子力人材育成ネットワーク戦略ワーキンググループ提出資料)(PDF形式:659KB) (資料 6 文部科学省における原子力分野の人材育成の取組(文部科学省提出資料)(PDF形式:4,977KB)

参考資料 1 戦略ロードマップ改訂案 (事務局提出資料) (PDF 形式: 431KB) となっています。

革新炉ワーキンググループでは、すでに「革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)」を報告検討しており、それらがその上部の「総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会原子力小委員会」及び「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会」に反映されています。

そして、2022年8月24日に開催された第2回GX実行会議により、これらの 積極的な原発の推進策が、岸田内閣の基本方針と確認され、日本国内の原発関係 に大きな変化が起き始めているようです。

第6回革新炉ワーキンググループでは、それらの変化も確認しながら、人材関係のサプイチェーンの弱体化の確認と、それらに対する強化策の検討が行われています。

<u>資料3の、3. 高速炉戦略ワーキンググループでの議論では、高速炉戦略ワーキンググループが既に開催されており、この専門委員会で検討された結果に付いてのまとめも報告されています。</u>

文部科学省も新しい原発設備の開発については、長い間力を入れ続けてきたようですが、今回は「資料6 文部科学省における原子力 分野の人材育成の取組 令和4年11月2日 文部科学省 研究開発局原子力課」の説明を行っています。

「令和2年度より複数の機関が連携してコンソーシアム(Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society: ANEC)を形成。既に有する人材、教育基盤、施設・装置、技術等の資源を結集し、共通基盤的な教育機能を補い合うことで、拠点として一体的に人材を育成する体制を構築し、長期的な視点で我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・強化を図る。」と説明されています。

資料4 カーボンニュートラルやエネルギー安全保障の実現に向けた 革新炉開発の技術ロードマップ(骨子案)においては、「次世代革新炉の開発・建設を巡る大型初期投資・投資回収期間の長期化等への対応」が強調されており、革新炉開発には、政府の巨額の援助が必要な事が詳しく説明されています。

2011 年の福島第一原発事故の後、原発の推進が大きく停滞していましたが、 これらがこのまま続くと日本の原発が衰退してしまうので、巻き返しのための 強力な活動が始まっていたようです。

8. まとめ

2011年3月に東日本大地震と大津波に起因した福島第一原発事故の経過を見ていて、今後日本の原発は壊滅的な状態になると予測されました。

しかし、事故発生当時の民主党政権から、2012年(平成24年)12月26日に 第二次安倍政権に変更になり、日本の原子力政策が段々と原発再推進策に変わってきました。

そして、新しく原子力規制委員会や原子力規制庁も新設され、新規制基準も超 短期間に策定されました。

そして、九州電力川内原発1、2号機が新規制基準に係わる適合性審査に優先審査され、1年間の審査後、審査の途中で見切り発車され、形式的なパブリックコメントの実行後、審査合格とされ、加圧水型原発の再稼働が10基ほど進んできました。

ただ、福島第一原発のメルトダウン事故前に比べると、日本の原発体制はかなり衰退したように感じてきました。

ところが、2022 年 2 月のロシアのウクライナ侵略戦争が開始され、特にヨーロッパを中心とする世界的なエネルギー危機が明確になり始めると、経済産業省を先頭にして、日本の原発の急激な推進策が目立ち始めました。

その中核となったのが、革新炉ワーキンググループと思われるようになった

ので、この審議会の記録を詳しく調べてみました。

革新炉ワーキンググループで提示された資料を調べていると、まだ 2011 年 3 月の福島第一原発のメルトダウン事故の発生後、原子力産業は意外と検討しており、加圧水型原発の再稼働や沸騰水型原発と加圧水型原発の過酷事故対処設備の新規事業などで、かなりの維持が行われてきたことがよく分かりました。

ただ、日本国内では、原発の新増設は行わないとの基本方針が維持されてきましたが、海外での原発の新増設に力を注ぐ方針が国策として進められてきました。

しかし、海外での原発の新増設の計画がことごとく失敗に終わり、これらの国策は実現が難しいことが明確になりました。

そして、国内の原発の新増設の新しい国策の表明が無くては、今後の日本の原 発は多くの点から急激な衰退へ向かうことが顕著になってきました。

そのため、岸田内閣では、日本の原発の新増設への方向転換を決断し、革新炉 ワーキンググループでその具体的な検討を始めたと思われます。

この革新炉ワーキンググループの検討をよく調べて、その真意を理解することが今重要と思われます。