

1. 総括報告

環境・エネルギー問題と最先端科学技術への取り組み

(1) エネルギー自給率

生活や経済活動に必要な総一次エネルギーに対する自国内で確保できる一次エネルギーの比率。原子力発電は原料となるウランを海外から輸入しているが、年1回以下の燃料交換で継続的なエネルギー供給が可能で燃料供給への依存が相対的に小さいことや、燃料費が総発電費用のうち20%程度で他の火力発電に比べ相対的に小さく総発電費用への寄与が小さいことなどから、「準」国産エネルギーとして取り扱われ、エネルギー自給率に原子力発電を含める場合がある。

(2) 設備利用率

発電設備の1年間の発電電力量を、その発電設備を定格出力で1年間運転した場合の総発電電力量で除した比率。

(3) 軽水炉 (Light Water Reactor、略称LWR)

核分裂の際に出る高速の中性子の速度を落とし、遅くなった中性子（熱中性子）を次の核分裂に利用し、連鎖反応を維持する装置を熱中性子炉という。熱中性子炉のうち、中性子の速度を落とす材料に水分子を構成する水素^(*1)の原子核を用いるものを軽水炉という。軽水炉で水は中性子の減速だけでなく炉心の熱を輸送する媒体にも用いる。国内外の商業原子力発電に用いられている原子炉のほとんどは軽水炉で、タイプとしては加圧水型 (PWR) と沸騰水型 (BWR) の2種類がある。

*1：水素には、重さ（原子量）1の天然に最も多く存在するもの（これを通常「水素」と呼ぶ）、重さが2倍の重水素、3倍の三重水素がある。この重さ1の水素だけで構成されている水を「軽水」といい、重水素以上の重い水素が含まれる水を「重水」という。この軽水を減速及び冷却に使用したものを軽水炉という。

(4) 次世代軽水炉

2030年前後からの国内の既設軽水炉の代替炉建設需要をにらみ、世界市場も視野に入れて、国、電力事業者及び原子炉プラントメーカーが協力して開発を進めている軽水炉で、6つの開発項目が挙げられこれらが次世代軽水炉のコアコンセプトとされている。①世界初の濃縮度5%超燃料を用いた原子炉系の開発による使用済燃料の大幅削減と世界最高の稼働率実現、②免震技術の採用による立地条件によらない標準化プラントの実現、③プラント寿命80年とメンテナンス時の被ばく線量の大幅低減を目指した新材料開発と水化学の融合、④斬新な建設技術の採用による建設工期の大幅短縮、⑤パッシブ系、アクティブ系の最適組合せによる世界最高水準の安全性・経済性の同時実現、⑥稼働率と安全性を同時に向上させる世界最先端のプラントデジタル化技術。

(5) 軽水炉サイクル

ウラン鉱石を精錬・転換し、ウラン濃縮を施した後に燃料集合体に加工し、軽水炉で燃焼させることにより核分裂エネルギーを取り出し、その後の使用済み燃料を再処理することによりウランとプルトニウムを回収してMOX燃料に加工し、それらを再び軽水炉で利用するという核燃料の流れを、「高速増殖炉サイクル」と区別して「軽水炉サイクル」と呼ぶ。

(6) 再処理

原子炉で燃やした使用済燃料には、燃え残ったウランや新たに作られたプルトニウムが含まれている。このウランやプルトニウムを使用済燃料から分離すれば、再び燃料として使うことができ、これらの物質を分離回収することを「再処理」という。

(7) MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel)

ウラン酸化物とプルトニウム酸化物の混合燃料。我が国では新型転換炉「ふげん」、高速実験炉「常陽」、高速増殖炉原型炉「もんじゅ」で使用されている。軽水炉で用いるMOX燃料は「プルサーマル燃料」と呼ばれ、2007年の世界全体の使用実績は約6,000体である。そのうち、フランス及びドイツではそれぞれ2,000体を超える使用実績がある。

(8) 高レベル放射性廃棄物

再処理の過程において、使用済燃料から分離される高レベル放射性廃液、またはそれをガラス固化したもの。その成分として核分裂生成物とアクチノイド核種を含む。

(9) 地層処分

高レベル放射性廃棄物等を地下数百メートルより深い安定な地層中に隔離する方法をいう(日本では法律により地下300m以深と定められている)。安定な場所に、人工バリアと天然バリアからなる多重バリアシステムを構築することにより、長期にわたって放射性廃棄物による影響が人間やその生活環境に及ばないようにすることを目的とする。現在、高レベル放射性廃棄物に対する最も現実的な最終処分対策として、各国において実施に向けた研究開発と事業化の取り組みが進められている。

(10) NUMO (Nuclear Waste Management Organization of Japan)

高レベル放射性廃棄物の処分について、処分地の選定から、建設・操業、閉鎖及び事業の廃止に至るまで一連の業務を行う国の許可法人として設立された「原子力発電環境整備機構」のこと。「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」に基づき、2000年10月に設立された。

(11) **結晶質岩**

鉱物の結晶からなる岩石。マグマが冷えて固まってできた岩石（火成岩）および既存の岩石が熱や圧力によって変化してできた岩石（変成岩）を指す。地層処分研究において、一般に用いられる岩石分類のひとつ。緻密で固いが、割れ目ができやすいため、き裂性媒体（割れ目の中を選択的に地下水が移動する）として扱われる。例：花崗岩

(12) **堆積岩**

海底や河床などに運ばれた泥や砂などの堆積物や火山噴出物などが固まってできた岩石。地層処分研究において、一般に用いられる岩石分類のひとつ。結晶質岩と対比すべき重要な特徴として、とくに新しい時代の固結度の低い堆積岩は、水理学的には多孔質媒体（岩石の粒子の間の間隙中を均一に地下水が移動する）の性質が強く、工学的には軟岩として扱われる。例：泥岩

(13) **高速増殖炉（Fast Breeder Reactor、略称FBR）**

核分裂の際に出る高速（fast）の中性子を次の核分裂に利用し、連鎖反応を維持する装置を高速中性子炉という。連鎖反応に寄与しない中性子を核分裂し難いウラン238等に吸収させると放射性壊変を経てプルトニウム等になる。プルトニウムには核分裂し易いものがあり、この仕組みを利用して、炉心全体として核分裂した核物質の量より多く、新たに核分裂性の物質を作る（増殖：breed）ことができる原子炉を高速増殖炉という。「もんじゅ」は我が国唯一の高速増殖発電炉の原型炉である。

(14) **高速増殖炉サイクル**

燃えないウランは「高速増殖炉」で燃えるプルトニウムに変え、「再処理」によりこれを取り出し、新たな燃料として加工し、再び「高速増殖炉」で燃やすことができる。このウラン資源の流れが輪のように廻ることから核燃料サイクルと呼び、高速増殖炉を中心としたサイクルを「高速増殖炉サイクル」と呼ぶ。これによりウラン資源を非常に効率良く利用することができ、ウラン資源の寿命（80年あまり）を数千年に延ばせる。

(15) **高速増殖炉サイクル実用化研究開発（Fast Breeder Reactor and Fuel Cycle Technology Development Project、略称FaCT project）**

高速増殖炉サイクルの実用化に向けて種々の技術選択肢を比較評価した実用化戦略調査研究の成果に対する国の評価を踏まえ、新たなフェーズとして2006年度より実施している高速増殖炉サイクルの研究開発のこと。現在の知見で実用施設として実現性が最も高く開発目標への適合性が高い、ナトリウム冷却高速増殖炉（酸化物燃料）、先進湿式法再処理及び簡素化ペレット法燃料製造の組合せを主概念として、研究開発対象を重点化している。本研究では、革新的な技術を、採用可能性を判断できるところまで具体化させ、それらを取捨選択し2015年に開発目標・設計要求を満足する実用施設及び実証施設の概念設計を

得ることを目標としている。

(16) 高温ガス炉

高温ガス炉は、炉心の主な構成材に黒鉛を中心としたセラミック材料を用い、核分裂で生じた熱を外に取り出すための冷却材にヘリウムガスを用いた原子炉。軽水炉は、金属被覆管を使用し、冷却材には水（軽水）を用いていることから、原子炉から取り出せる温度は300℃程度に制限され、蒸気タービンによる発電効率は30%台後半まで高められている。一方、高温ガス炉は、耐熱性に優れたセラミック材料の使用により1000℃程度の熱を取り出すことができるため、製鉄、化学工業等のさまざまな分野での熱利用が可能になる。また、ガスタービン発電方式が採用できるため、45%以上の発電効率を得ることが可能である。

(17) 第4世代原子力システム国際フォーラム (Generation IV International Forum、略称GIF)

第4世代 (Generation IV) 原子炉は、米国エネルギー省 (DOE) が2030年頃の実用化を目指して提唱した次世代の原子炉の一般的な概念である。第4世代原子炉は、燃料の効率的利用、放射性廃棄物の最小化、核拡散抵抗性の確保などエネルギー源としての持続可能性、炉心損傷頻度の飛躍的低減と敷地外への緊急時対応の必要性排除など安全性／信頼性の向上、及び他のエネルギー源とも競合できる高い経済性の3項目の目標を満足する必要がある。このプログラムを国際的な枠組みで推進するため、アルゼンチン、英国、カナダ、韓国、日本、ブラジル、フランス、米国、南アフリカ、スイスの10カ国と1機関 (EU) で2001年7月に第4世代原子力システム国際フォーラムが結成された。現在は中国、ロシアが加わり12カ国となり、6つの原子炉概念に絞って研究開発を進めてゆくこととしている。

(18) ISプロセス

高温ガス炉の特長である高い熱を利用して水を分解し、水素と酸素を製造する熱化学法のひとつ。水の熱分解には、4,000℃以上の高い温度が必要だが、2つ以上の化学反応を組み合わせることで、もっと低い温度で水の熱分解を行うことが可能になる。「IS」プロセスでは、中間物質として、ヨウ素 (I) と硫黄 (S) を用いており、高温ガス炉の温度域である約900℃の熱で、水素と酸素を製造できる。

(19) 核融合

水素などの軽い元素の原子核が融合して重い原子核が作られる反応を核融合反応という。核融合炉は、豊富な燃料資源と優れた環境保全性および原理的に核的暴走が起こらないという固有の安全性を有するため、将来の恒久的エネルギー源として期待されている。

(20) JT-60

原子力機構那珂研究所の臨界プラズマ試験装置。現在で稼働している世界最大級のトカマク装置である。米国のTFTR（シャットダウン）、欧州のJET装置と併せて3大トカマクといわれた。臨界プラズマ条件を達成し、世界で最高のエネルギー増倍率(核融合出力／外部加熱入力)1.25、世界最高のイオン温度5.2億度、電子温度3億度を達成し、定常トカマク炉開発への路を拓き、世界の核融合研究を主導している。

(21) ITER計画

国際熱核融合実験炉（International Thermonuclear Experimental Reactor）計画。核融合エネルギーの科学的・工学的成立性の実証を目的とした日本、欧州連合、ロシア、米国、中国、韓国、インドによる国際共同プロジェクト。具体的な目標は、エネルギー増倍率（核融合出力／外部加熱入力）10以上で300～500秒間持続する核融合燃焼の達成、統合したシステムでの核融合基盤技術の有効性の実証などである。2006年11月にITER協定が署名された時点で、暫定ITER機構が設立され、フランス、カダラッシュにおいて建設活動が開始された。2007年10月に、ITER協定は正式に発効し、ITER機構が正式に発足し、日本原子力研究開発機構は文部科学省よりその国内機関に指定された。

(22) 幅広いアプローチ（BA：ブローダーアプローチ）活動

核融合エネルギーの早期実現を目指してITER計画と並行して進める日欧共同事業。2007年6月に発効した幅広いアプローチ（BA）協定に基づき、青森県六ヶ所村において国際核融合エネルギー研究センター活動及び国際核融合材料照射施設の工学実証・工学設計活動、茨城県那珂市においてサテライトトカマク計画を実施する。原子力機構は文部科学省よりその実施機関に指定されている。

(23) サテライトトカマク

幅広いアプローチ（BA）活動のプロジェクトの一つ。原子力機構の臨界プラズマ試験装置JT-60を活用し、プラズマの長時間維持やITERを模擬したプラズマ配位が可能なように、JT-60のコイルを超伝導化する等の改修を行い、ITERの運転シナリオの最適化等のITER支援研究や、原型炉に向けてITERを補完する研究を実施する。

(24) グラビマス

核融合研究開発における応用真空工学技術の特許に基づいて、金属材料中のガス不純物の成分量を「重さ単位」の絶対量として測定し、材料の品質向上に役立てるために開発・実用化した固体中含有ガス量測定装置。高感度四重極形質量分析計と電子天秤の組み合わせからなる装置で、少量のサンプルで、短時間に、金属中のガス不純物成分の重さを高感度で計測することが可能。原子力機構と産業界との連携で実施した実用化プロジェクトの成果の1つ。

(25) **量子ビームテクノロジー**

加速器、高出力レーザー装置、研究用原子炉等の施設・設備を用いて、高強度で高品位な光量子、放射光等の電磁波や、中性子線、電子線、イオンビーム等の粒子線を発生、制御する技術、およびこれらを用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術からなる新たな技術領域。これらの技術は、世界各国において最先端の科学技術・学術分野から、各種産業に至る幅広い分野を支える技術として、様々な科学技術水準の飛躍的向上に寄与することが期待されている。
(原子力政策大綱より)

(26) **量子ビームプラットフォーム**

先端的な量子ビーム研究施設群の有機かつ相補的な利用を実現する中核的研究基盤をいう。原子力機構の原子力科学研究所の研究炉JRR-3および大強度陽子加速器J-PARC、高崎量子応用研究所のイオン照射研究施設TIARA、電子線、ガンマ線照射施設、関西地区の極短パルス高強度レーザーと大型放射光施設ビームライン等から構成される。

(27) **J-PARC**

原子力機構と高エネルギー加速器研究機構が進めている、大強度陽子加速器施設（Japan Proton Accelerator Research Complex）の略称。大強度陽子ビームを陽子加速器で生成し、ターゲットに入射させ、ターゲットを構成している原子核を破砕して得られる様々な二次粒子（中性子や中間子等）を用いて、世界最先端の物質・生命科学研究、核変換研究、原子核・素粒子研究が行われる施設。現在、物質・生命科学実験施設、原子核・素粒子実験施設及びニュートリノ実験施設の利用を開始している。

2. 個別報告

「もんじゅ」を基点とした将来のエネルギー技術開発

(1) 軽水炉 (Light Water Reactor、略称LWR)

核分裂の際に出る高速の中性子の速度を落とし、遅くなった中性子（熱中性子）を次の核分裂に利用し、連鎖反応を維持する装置を熱中性子炉という。熱中性子炉のうち、中性子の速度を落とす材料に、水の分子を構成する水素の原子核を用いるものを軽水炉という。軽水炉で水は中性子の減速だけでなく、炉心の熱を輸送する媒体にも用いる。国内外の商業原子力発電に用いられている原子炉の殆どは軽水炉である。

(2) 高速増殖炉 (Fast Breeder Reactor、略称FBR)

核分裂の際に出る高速 (fast) の中性子を次の核分裂に利用し、連鎖反応を維持する装置を高速中性子炉という。連鎖反応に寄与しない中性子を核分裂し難いウラン238等に吸収させると放射性崩壊を経てプルトニウム等になる。プルトニウムには核分裂し易いものがあり、この仕組みを利用して、炉心全体として核分裂した核物質の量より多く、新たに核分裂性の核物質を作る（増殖：breed）ことができる原子炉を高速増殖炉という。「もんじゅ」は我が国唯一の高速増殖発電炉の原型炉である。

(3) ナトリウム冷却FBR

FBRは高速の中性子を核分裂に用いるため、中性子を減速し難い冷却材が選ばれる。冷却材には、熱を伝える能力も勘案し、液体金属としてナトリウムや鉛、鉛合金などが、気体としてヘリウムが使われ、ナトリウムを冷却材に用いるFBRをナトリウム冷却FBRという。原子力機構は1999年度から2005年度に、様々な冷却材の炉型についての調査研究を行い（後述）、開発目標への適合可能性、技術的実現性の面で総合的に最も優れた原子炉概念にナトリウム冷却FBRを選定し、国はこれを現在の知見で実用施設として実現性が最も高く開発目標への適合性が高いと評価した。

代表的なナトリウム冷却FBRには、日本の原型炉「もんじゅ」、フランスの原型炉「フェニックス」、ロシアの原型炉「BN-600」があり、中国、インドで建設中のFBRもまた、ナトリウム冷却FBRである。

(4) 先進湿式再処理

現在の再処理施設で広く使われている湿式再処理技術をベースとし、さらに経済性、環境負荷低減に対して優れた特徴をもつ先進技術を適用した湿式再処理技術である。ウラン・プルトニウムを分離せず混合物として製品化する技術、溶液中で結晶化する温度の差を利用しウランを選択的に回収する晶析技術、マイナーアクチニドを選択的に回収する技術、分解性の試薬を用いる化学反応プロセス技術などの組合せである。

(5) 簡素化ペレット法

MOX燃料製造コストの低減を目的に、原料溶液の段階でプルトニウムの富化度を調整し、高流動性のMOX粉への転換を行うとともに、ペレット加工工程で粉末を取扱う工程を大幅に削除したペレット加工の方法。燃料加工に必要な工程数を大幅に合理化でき、現行のペレット法を用いた工程の約1/3の工程で燃料を加工できる見通しが示されている。

(6) MOX燃料 (Mixed Oxide Fuel)

ウラン酸化物とプルトニウム酸化物の混合燃料。我が国では新型転換炉「ふげん」、高速実験炉「常陽」、高速増殖炉原型炉「もんじゅ」で使用されている。軽水炉で用いるMOX燃料は「プルサーマル燃料」と呼ばれ、フランス、ドイツなどで2,000体を超える使用実績がある。

(7) 高速増殖炉サイクル実用化研究開発 (Fast Breeder Reactor and Fuel Cycle Technology Development Project、略称FaCT project)

実用化戦略調査研究(後述)の成果に対する国の評価を踏まえ、新たなフェーズとして2006年度より実施している高速増殖炉サイクルの研究開発のこと。現在の知見で実用施設として実現性が最も高く開発目標への適合性が高い、ナトリウム冷却高速増殖炉(酸化物燃料)、先進湿式法再処理及び簡素化ペレット法燃料製造の組合せを主概念として、研究開発対象を重点化している。本研究では、革新的な技術を、採用可能性を判断できるところまで具体化させ、それらを取捨選択し2015年に開発目標・設計要求を満足する実用施設及び実証施設の概念設計を得ることを目標としている。

(8) 実用化戦略調査研究フェーズⅡ

高速増殖炉サイクルの実用化に向けて種々の技術選択肢を比較評価するため、原子力機構と日本原子力発電(株)が中心となって実施した調査研究の第2フェーズのこと(2000年4月～2006年3月)。当該研究開発では、様々な冷却材のFBR(ナトリウム、鉛、鉛合金、ヘリウムなど)、化学反応や手順の種類により分類される燃料サイクル技術(湿式法・乾式法再処理、ペレット法・振動充填法・射出成型法燃料製造)を対象に、開発目標への適合可能性、技術的実現性を比較評価した。

なお、1999年7月～2000年3月のフェーズⅠでは、多くの概念の中から比較評価の候補概念を抽出した。

(9) 高速増殖炉原型炉もんじゅ

実際に発電し、技術の信頼性や安全性を確認するための中規模の原子炉を原型炉という。我が国の高速増殖炉の原型炉が「もんじゅ」である。「もんじゅ」は電気出力28万kWのナトリウム冷却FBRであり、福井県敦賀市に設置されている。

(10) **高速実験炉「常陽」**

原子炉の燃料や材料に中性子が当たった時の特性を調べるための実験を行う小型の原子炉を実験炉という。高速中性子の照射実験を行える我が国の高速実験炉が「常陽」である。「常陽」は熱出力14万kWのナトリウム冷却高速中性子炉であり、茨城県大洗町に設置されている。

(11) **高クロム鋼**

約9～12%のクロムを含み、常温下で鉄の結晶組織を持つ鋼材のこと。耐熱性が高く、高温での変形が少なく強い。クロムのほか微量のモリブデンやバナジウム等を含む。発電用ボイラ、タービンなど、高温下で使用する材料に用いられている。

(12) **保障措置**

原子力の平和利用を目的とした核物質が、核兵器製造などの非平和的な目的に使われないことを国際的に確認すること。

(13) **プラント確認試験**

「もんじゅ」で性能試験が行えるプラント状態であることを確認するために行う系統及びプラントの機能・性能を確認する試験のこと。

(14) **第4世代原子力システム国際フォーラム (Generation IV International Forum、略称GIF)**

第4世代 (Generation IV) 原子炉は、米国エネルギー省 (DOE) が2030年頃の実用化を目指して提唱した次世代の原子炉の一般的な概念である。第4世代原子炉は、燃料の効率的利用、放射性廃棄物の最小化、核拡散抵抗性の確保などエネルギー源としての持続可能性、炉心損傷頻度の飛躍的低減と敷地外への緊急時対応の必要性排除など安全性／信頼性の向上、及び他のエネルギー源とも競合できる高い経済性の3項目の目標を満足する必要がある。このプログラムを国際的な枠組みで推進するため、アルゼンチン、英国、カナダ、韓国、日本、ブラジル、フランス、米国、南アフリカ、スイスの10カ国と1機関 (EU) で2001年7月に第4世代原子力システム国際フォーラムが結成された。現在は中国、ロシアが加わり12カ国となり、6つの原子炉概念に絞って研究開発を進めてゆくこととしている。

(15) **革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles、略称INPRO)**

21世紀のエネルギー需要に対し持続性を持った原子力エネルギーの貢献を可能とすることを支援し、技術保有国とユーザー国双方が結集して要求される革新的な原子炉および燃料サイクルを検討する国際プロジェクト組織。国際原子力機関の下に設置され、29カ国3機関が参画している。日本は2006年4月より正式参加し、原子力機構が評価研究や評価手法の開発等に参画している。

(16) **包括的アクチニドサイクル国際実証 (Global Actinide Cycle International Demonstration、略称GACID)**

GIFの下のナトリウム冷却高速炉システム取決め(平成18年2月15日締結)の下で実施されるプロジェクトの一つとして行なわれる研究開発。具体的には、将来の高速増殖炉サイクルとして有力なマイナーアクチニドリサイクルの実証を日仏米の三カ国で分担実施しようとするものである。平成19年9月27日に本研究開発に関する取決めが締結され、機構は、当面5年間に、研究開発の第1段階として、マイナーアクチニド含有燃料の物性測定、「もんじゅ」での照射試験実施のための準備・手続き等を進めることとした。

(17) **FBRプラント工学研究センター**

「もんじゅ」から得られるプラントの運転信頼性や保全技術向上の課題解決およびナトリウム取扱技術の高度化等を目指す研究開発を実施する施設の名称。福井県のエネルギー研究開発拠点化計画の平成21年度重点施策の一環として、本年4月に設立した。

(18) **プラント技術産学共同開発センター**

福井県内企業、広域連携大学等と一体となって地域産業の発展につながる研究開発を実施する施設の名称。福井県のエネルギー研究開発拠点化計画の平成21年度重点施策の一環として、整備計画検討に着手した。

3. 個別報告

J-PARC、世界最先端量子ビームの世界

(1) 最先端量子ビーム

高エネルギー陽子を標的核に衝突させると2次粒子として、中性子、 π 中間子、K中間子、ミュオン、ニュートリノなどが発生する。これらの量子と総称される粒子をビームとして利用する。

(2) J-PARC

原子力機構と高エネルギー加速器研究機構が進めている、大強度陽子加速器施設（Japan Proton Accelerator Research Complex）の略称。大強度陽子ビームを陽子加速器で生成し、ターゲットに入射させ、ターゲットを構成している原子核を破砕して得られる様々な二次粒子（中性子や中間子等）を用いて、世界最先端の物質・生命科学研究、核変換研究、原子核・素粒子研究が行われる施設。現在、物質・生命科学実験施設、原子核・素粒子実験施設及びニュートリノ実験施設の利用を開始している。

(3) 核破砕反応

約1億電子V以上の高エネルギーに加速された陽子を水銀、鉛、ビスマス等の標的に入射することにより標的の原子核がバラバラになり、陽子及び中性子などの多数の2次粒子を放出する反応を指す。

(4) 中性子

陽子とともに、原子核を構成する粒子のひとつ。水素の原子核である陽子とほぼ同じ質量を持ち電気的には中性。物質の構造やダイナミクスの研究などにも用いられ、物質内への透過力が高い、水素などの軽い原子や物質の磁氣的性質に対し、敏感などの特徴がある。

(5) 中性子ビームライン

加速器中性子源から中性子をビーム状に取り出して利用するための装置。

(6) レプトン

物質を構成する最も基本的な構成要素の一種で強い相互作用を受けない素粒子。電子、ミュオン、ニュートリノ等はレプトンである。

(7) ミュオン

電子とおなじくレプトンの一種で電荷とともに、磁気能率を持つが、質量は電子の約200倍である105.7MeVである。磁気能率を持つことや軽い陽子として振舞うことを利用して、物質の磁氣的性質や拡散現象の研究などに利用される。

(8) ニュートリノ

レプトンの一種で電荷を持たず、弱い相互作用しかしない。電子、ミュオン、

タウオンと対をなす3種類が存在し、それぞれ電子ニュートリノ、ミューニュートリノ、タウニュートリノと呼ばれる。ほとんどの物質と反応しないので、検出が困難である。他の粒子に比べて極端に小さな質量を持ち、標準理論では質量ゼロとされていたが、スーパーカミオカンデでのニュートリノ振動実験の研究により、微少ながら質量を持つことが示唆された。

(9) **スーパーカミオカンデ**

東京大学宇宙線研究所が岐阜県飛騨市神岡町に建設した、純水22,500 tの周囲に光電子増倍管を配置したニュートリノ測定装置。

(10) **ニュートリノ振動**

ニュートリノが質量を持つことにより、ニュートリノの種類が変化する現象。

(11) **標準理論**

素粒子に働く強い相互作用、弱い相互作用、電磁相互作用に関する理論。

(12) **クォーク**

物質を構成する最も基本的な構成要素の一種。u (アップ)、d (ダウン)、s (ストレンジ)、c (チャーム)、b (ボトム)、t (トップ) の6種類ある。

(13) **中間子**

湯川秀樹博士が原子核論とベータ崩壊とを統一的に説明するために理論的にその存在を予言し、その後、実験的に発見された粒子。 π 中間子、 μ 中間子、K中間子などがある。

(14) **ハドロ**ン

物質を構成する基本粒子であるクォークが複合して形成される粒子。陽子や中性子などの重粒子族と、 π 中間子やK中間子などの中間子族の二つの族があり、それらの総称。

(15) **核変換**

核反応によって、ある核種が他の異なる核種に変わる現象のこと。核変換により高レベル放射性廃棄物中の長寿命核種を短寿命核種または安定核種へ変換する処理を核変換処理という。

(16) **T2K実験 (Tokai to Kamiokaの略)**

J-PARCの50GeVシンクロトロンによって大強度ニュートリノビームをつくり、295km離れた岐阜県飛騨市神岡町の地下1,000メートルに位置する東京大学宇宙線研究所の5万トン水チェレンコフ検出器、スーパーカミオカンデに打ち込みニュートリノの謎を解明する実験。