

Ⅱ 主要用語解説

1. 我が国の将来を支えるエネルギー研究開発

(1) 高速増殖炉サイクル

(FBR Cycle : Fast Breeder Reactor and related Fuel Cycle)

核分裂の際に出る高速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にあて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」は我が国唯一の発電可能な高速増殖炉の原型炉である。

高速増殖炉によって未だ核物質として使えるウランや得られたプルトニウムを、再処理によって炉外に取り出し、新たな燃料として加工し、再び高速増殖炉で核分裂させることができる。ウランをプルトニウムに転換し、資源の流れが輪のようにまわることから、これを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、ウラン資源の可採可能な期間を、現状の約85年から数千年に延ばすことができる。

(2) 高速増殖炉サイクル実用化研究開発

高速増殖炉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1999年7月から2006年3月まで「高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究」を実施した。こ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。英名を“Fast Breeder Reactor and Fuel Cycle Technology Development”（略称：FaCT）プロジェクトという。

(3) 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。核分裂反応と同様に、反応によって原子核の質量の一部がエネルギーに変換される。太陽のエネルギー源はこの核融合反応によるものである。地上では、海洋に豊富に存在する重水素やリチウムを資源として用いて核融合エネルギーを実現しようとしており、「地上に太陽を実現する」エネルギー技術として期待されている。

(4) 炉心プラズマ研究

プラズマとは、固体、液体、気体に続く第4の物質の状態である。水素ガスのプラズマ状態とは、1万度以上の高温で原子から電子が分離し、ガス全体として電氣的に中性だが、電子とイオンがバラバラに運動できる状態をいう。核融合研究では、このプラズマを高温にして核融合反応が起こりやすくするための研究を行っており、その高温プラズマの物理的特性を研究することを炉心プラズマ研究という。原子力機構では、那珂核融合研究所にある臨界プラズマ試験装置「JT-60」を用いて、高温プラズマの物理特性が解明されてきた。

(5) ITER（イーター）計画

(ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor)

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、インドによる国際熱核融合実験炉 (International Thermonuclear Experimental Reactor) の実現に向けた国際共同プロジェクトのこと。エネルギー増倍率 (核融合熱出力/外部加熱入力) 10以上の状態を300~500秒間持続する核融合反応を達成し、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を目指している。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、フランスの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協定が正式に発効し、ITER機構が正式に発足した。原子力機構は文部科学省よりITER機構の国内機関に指定された。

(6) 幅広いアプローチ (BA : Broader Approach)

核融合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のこと。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。

2. 放射性廃棄物の着実な処理・処分

(1) ICGR

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する国際会議 (International Conference on Geological Repositoriesの略称)。

(参考URL <http://www.icgr2007.org/>)

(2) EUROBAROMETER

欧州委員会(EC)の世論調査部門。これまでに原子力発電や放射性廃棄物に対する意識調査を1998年、2001年、2005年に実施し、2008年にはこれまでの調査のフォローアップを実施した。

(参考URL http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_297_en.pdf)

(3) ユッカマウンテン

米国ネバダ州、ラスベガスの北西約140キロの砂漠地帯にある放射性廃棄物地層処分の建設予定地。

(4) 原子力機構法 (正式名称：独立行政法人日本原子力研究開発機構法)

独立行政法人日本原子力研究開発機構の名称、目的、業務の範囲等に関する事項を定めることを目的とする法律。今年、原子力機構法の一部が改正され、我が国の研究施設等廃棄物の埋設事業を原子力機構が行うことになった。

(5) 廃止措置

役割を終了した原子力発電所等の原子力施設から放射能を取り除き、安全に解体すること。

(6) 放射性廃棄物

放射性物質を含む廃棄物の総称。日本では高レベル放射性廃棄物と低レベル放射性廃棄物に分けている。放射能は時間とともに減衰する。

(7) 高レベル放射性廃棄物

日本では、原子力発電で使い終わった使用済燃料を再処理して、ウランやプルトニウムを回収し、再利用する方針である。再処理の過程で発生する強い放射能を持った廃液 (高レベル放射性廃液) をガラス原料と混ぜて高温で加熱しステンレス容器に入れて固化したもの (ガラス固化体) を「高レベル放射性廃棄物」という。放射能や発熱量は時間とともに減衰する。

(8) 低レベル放射性廃棄物

放射性廃棄物全体から高レベル放射性廃棄物を除いたものの総称。

低レベル放射性廃棄物には、使用済燃料の再処理によって再処理施設やMOX燃料加工施設から発生するTRU廃棄物⁽⁹⁾、ウラン濃縮施設や燃料加工施設から発生

するウラン廃棄物⁽¹⁰⁾、原子力発電所の運転に伴って発生する原子力発電所廃棄物⁽¹¹⁾、研究施設、医療分野、産業などのRI使用施設から発生するRI廃棄物⁽¹²⁾、原子力の研究開発や医療分野等の放射線利用に伴って発生する研究施設等廃棄物⁽¹³⁾があり、放射能のレベルによって、いくつかの区分に分けて処分される。

(9) TRU廃棄物

超ウラン核種（ウランよりも原子番号が大きいネプツニウム237、プルトニウム239等の人工放射性核種）を含む放射性廃棄物。半減期が長くアルファ線を放出する核種が多い。

(10) ウラン廃棄物

ウランの濃縮・転換・燃料加工・利用等によって発生するウランを含んだ放射性廃棄物。半減期が極めて長いウラン及びその子孫核種（ウランの壊変により生成した核種）を含んでいること、放射能レベルが極めて低いものが大部分を占める等の特徴がある。

(11) 原子力発電所廃棄物

原子力発電所の運転に伴って発生する放射性廃棄物。放射能のレベルに応じて、制御棒や炉内構造物等を含んだ「放射能レベルの比較的高い廃棄物」、「放射能レベルの比較的低い廃棄物」、「放射能レベルの極めて低い廃棄物」に分けられる。

(12) RI廃棄物

放射性同位元素（Radioisotope）を使用する研究所等から発生する放射性廃棄物。

(13) 研究施設等廃棄物

原子力の研究開発や放射線利用に伴って発生する放射性廃棄物。

(14) トレンチ処分

地下数メートルの位置に、人工構築物を設けずに埋設処分する方法。

原子力施設、研究施設、医療分野、産業等の放射線利用に伴い発生するコンクリート廃材等の放射能レベルの極めて低い低レベル放射性廃棄物を対象とする。

トレンチ処分は、原子力機構の動力試験炉（JPDR）の解体にともなって発生した廃棄物を対象に、同機構東海研究開発センター敷地内で試験的に実施されている例がある。

(15) **コンクリートピット処分**

地下数メートルの位置にコンクリートピットを設け埋設処分する方法。

原子力施設、研究施設、医療分野、産業等の放射線利用に伴い発生する廃液や雑固体をセメントやアスファルト等で固化（均一固化体や充填固化体）した放射能レベルの比較的低い低レベル放射性廃棄物を対象とする。

原子力発電所の運転に伴って発生する低レベル放射性廃棄物は、1992年より青森県六ヶ所村にある日本原燃(株)六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターで埋設処分されている。

(16) **余裕深度処分**

一般的な地下利用に十分余裕を持った深度（例:50～100メートル程度）において埋設処分する方法。

原子炉施設の炉内構造物や使用済樹脂などで、放射能レベルの比較的高い低レベル放射性廃棄物を対象とする。

(17) **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(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。

なお、地質学では堆積岩などの成層構造をなした岩盤に限定して「地層」と呼ぶが、「地層処分」における「地層」は、地質学上の堆積岩を指す「地層」と、地質学上は「地層」とみなされない火成岩などの「岩体」を総称している。

(18) **バックエンド対策**

原子力発電が終わった後に生じる後始末に関わる部分。使用済燃料の再処理、原子力施設の廃止措置及び放射性廃棄物の貯蔵・輸送・処理・処分のことを総じて言う。

(19) **「ふげん」**

重水減速沸騰軽水冷却圧力管型原子炉の原型炉。減速材及び反射材に重水を使用していること、燃料1体ごとに圧力管で覆う炉心構造が特徴。平成15年3月に約25年間の運転を終了し、平成20年2月12日に廃止措置が認可された。

(20) **アブレイシブウォータージェット (AWJ)**

超高压水に研掃材（ガーネット等）を混入させて切断能力を上げた工法。

(21) **圧力管**

「ふげん」原子炉の炉心構造物のひとつ。燃料体を覆う2重管の内側管で、ジルコニウム-2.5%ニオブ合金を使用。

(22) **カランドリア管**

「ふげん」原子炉の炉心構造材のひとつ。燃料体を覆う2重管の外側管で、ジルカロイ-2を使用。

(23) **難測定核種**

コバルト60等のガンマ線放出核種がそのガンマ線を測定することにより比較的、迅速・簡便に放射エネルギー評価ができるのに対し、ベータ線やアルファ線の放出核種で、放射エネルギー評価に試料の前処理（溶解等）が必要となるなどの手間がかかる核種をいう。

(24) **キー核種**

難測定核種を評価するための指標となるコバルト60やセシウム137の核種をいう。難測定核種とキー核種との関係を予め求めておき、キー核種を測定することにより、難測定核種を間接的に評価することができる。

(25) **ガラス固化（体）**

ガラス固化とは、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を、ガラスと一緒に高温で加熱することにより水分を蒸発させるとともに非晶質に固結（ガラス化）し、物理的・化学的に安定な形態にするプロセス。ガラス固化体とは、高レベル放射性廃液をガラス原料と混ぜて高温で溶かし合わせたうえで、ステンレス製の容器（キャニスタ）に流し込んで固化したもの。ガラス固化体は放射性物質を安定な形態に保持し、地下水に対する耐浸出性に優れることが特徴。人工バリアの構成要素の一つ。

(26) **多重バリアシステム**

放射性廃棄物を、長期間にわたり生物圏から隔離し、放射性物質の移動を抑えることにより、処分された放射性廃棄物による影響が、将来にわたって人間とその環境に及ばないようにするための多層の防護系から成るシステム。人工的に設けられる人工バリアと、天然の岩盤である天然バリアにより構成される。

(27) **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。地層処分において、一般に用いられる岩石分類のひとつ。緻密で硬いが、割れ目ができやすいため、亀裂性媒体（ネットワーク状の割れ目に沿って地下水が移動する）として扱われる。例：花崗岩（⇔堆積岩）

(28) **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。地層処分において、一般的に用いられる岩石分類の一つ。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、

水理的には多孔質媒体(岩石の粒子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 (⇔結晶質岩)

(29) **エントリー**

茨城県東海村にある東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所の施設の一つ。原子力機構内外の関連した研究を通じて得られる成果を集約し、地層処分の技術を確立していく役割を持つ地上の施設。深い地下の環境条件を地上の工学規模の試験装置を用いて様々に再現・変化させて試験を行うとともに、コンピュータを用いた解析を行う。この施設では放射性物質は扱わない。

(30) **クオリティ**

茨城県東海村にある東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所の施設の一つ。深い地下の環境を模擬するために低酸素濃度の不活性な環境を実験室レベルで構築し、セシウムなどの放射性同位元素を用いて、実験室レベルの核種の化学特性や人工バリアおよびその周辺岩盤での核種の移行特性データを取得するための研究施設。

(31) **人工バリア**

処分した放射性廃棄物から放射性物質が生活環境へ移行することを抑制するために人工的に設けられる障壁。高レベル放射性廃棄物の地層処分における人工バリアは、ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材からなる。

(32) **天然バリア**

処分した放射性廃棄物から放射性物質が生活環境へ移行することを抑制するための、天然の岩盤からなる障壁。人工バリアとあわせて、多重バリアシステムを構成する。

(33) **オーバーパック**

ガラス固化体を包み込み、ガラス固化体に地下水が接触することを抑止し、地圧などの外力からガラス固化体を保護する容器。人工バリアの構成要素の一つ。候補材料は炭素鋼などの金属である。

(34) **緩衝材**

オーバーパックと岩盤の間に充填し、地下水の浸入と放射性物質の溶出・移行を抑制するもの。さらに岩盤の変位を物理的に緩衝するクッションの働きや、地下水の水質を化学的に緩衝して変化を抑える働きをもつ。人工バリアの構成要素の一つ。候補材料はベントナイトなどの粘土である。

3. 量子ビームが拓く新しい世界

(1) 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、及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)

(2) 光量子

光は電磁波であり、一般的には、波として取り扱われる。しかし、吸収や誘導放出などのように、原子や分子との相互作用を考える過程においては粒子的な描像をもった量子として取り扱う必要があり、光量子（または光子）と呼ばれる。レーザーは発生過程が光量子の増幅として理解されており、原子力機構では光量子科学研究としてレーザーを用いた量子ビーム応用研究を進めている。

(3) 放射光

光速に近い速さの電子が進行方向を急激に曲げられて加速を受けた時その接線方向に強い電磁波を発生する。この電磁波は放射光と呼ばれ、強度が高い、波長領域が広い、指向性が良い、等の特徴を持つことから物性研究や微細加工等の様々な分野で利用されている。兵庫県播磨では原子力機構（旧原研）と理化学研究所が共同で建設した世界最大級の大型放射光施設(SPring-8)が稼動中である。

(4) イオンビーム

原子、分子、或いはそれらのクラスター（葡萄の房状の集合体）を正または負に荷電し、静電場或いは高周波電場を用いて加速した粒子ビーム。通常は、原子から電子をいくつか剥ぎ取った正イオンビームが用いられる。高崎量子応用研究所イオン照射研究施設（TIARA）の大型加速器を用いて、ナノ・材料、生命科学等の研究を行っている。加速されたイオンビームは、その種類とエネルギーにより、一つ一つが入射する物質に対して局所的に大きなエネルギーを与えることが特徴で、飛程の末端部分で特に大きなエネルギーを与えて停止する。また、加速エネルギーを変えることにより照射深度を厳密に制御することができる。イオンビームは、物体中での直進性が高く、マイクロビーム化することによりミクロンレベルの微小領域への局部照射が可能である。

(5) JRR-3

JRR-3(最大熱出力10MW)はわが国初の国産研究炉として1962年初臨界の後、全国の研究利用者に利用されてきた。しかし、原子力開発の進展に伴って、様々

な実験利用に対応でき、しかも高い性能を有する研究炉の整備が要望され、これに応えるため、高性能汎用炉への改造工事を行い、1990年の初臨界を経て、最大熱出力20MWで利用運転を開始した。設置された各種利用設備は、高い定常熱中性子束と冷中性子の利用が大きな特徴となっている。これらの熱中性子ビームや冷中性子ビームを用いて、中性子散乱実験、中性子ラジオグラフィ実験等の中性子ビーム実験が行われ、世界的に注目される多くの成果が得られている。こうした40年以上にわたる安定かつ安全な運転を通して、わが国の原子力技術の確立及び先進的な中性子科学分野の進展に貢献したことが評価され、2007年11月に米国原子力学会ランドマーク賞を受賞した。

(6) J-PARC

原子力機構と高エネルギー加速器研究機構 (KEK) が茨城県東海村に建設を進めている大強度陽子加速器施設 (Japan Proton Accelerator Research Complex) の略称。2008年12月の供用開始を目指し、試験運転を行っている。本施設では、加速した陽子を水銀ターゲットにぶつけることにより高い強度のパルス中性子を発生させ、タンパク質の構造解析や超電導機構の解明など生命科学、物質科学などの研究を推進する。また、中性子以外にもミュオン、ニュートリノといったさまざまな二次粒子を発生させることができ、これらを利用して原子核・素粒子研究、核変換研究なども計画されている。

(7) TIARA

イオン照射研究施設 (Takasaki Ion Accelerators for Advanced Radiation Application) の略称。TIARAはイオンビームの持つ特徴を利用して、材料科学・バイオ技術などの先端科学の研究に利用することを目的として、高崎量子応用研究所に設置されたイオン照射研究施設。平成5年に完成し、その後供用が開始された。TIARAには、サイクロトロン、タンデム加速器、シングルエンド加速器、イオン注入装置の4種類のイオン加速器が備えられ、軽イオンから重イオンを数万電子ボルトから数億電子ボルトまでの幅広いエネルギー範囲のイオンビームとして取り出すことができる。先端の材料科学やバイオ技術の研究開発に最適な多種多様な高品位イオンビームを提供している世界でもユニークな研究施設である。

(8) SPring-8

大型放射光施設 (Super Photon ring 8Gev) の略称。旧原研と理研は1991年から建設を開始し、1997年10月に完成し供用を開始した。SPring-8は線形加速器及びシンクロトロンによってエネルギー8ギガ電子ボルトに加速した電子を蓄積リング (周長1436m) で回転・蓄積し、赤外線からX線までの広い波長範囲の放射光を発生できる世界最大の放射光発生装置であり、日本の研究開発基盤施設として産学官の研究者の利用に供し、材料科学、情報電子、ライフサイエンス・医療など広範な分野の先端的・基盤的研究開発が行われ、これまで観ることのできなかつたものを「観る」ための研究や創ることのできなかつたものを「創

る」ための研究が行われている。

(9) カーボンニュートラル

地球温暖化防止、循環型社会の構築に貢献する新たな資源としてバイオマスが注目されている。バイオマスも燃焼によって化石燃料と同様に二酸化炭素を発生するが、植物由来のバイオマスから発生する二酸化炭素は、もともと成長過程で植物の光合成によって大気中から取り込まれた炭素に由来するものであり、大気中の炭素量は差し引き変化しないと言われている。このように、大気中の二酸化炭素の増減に影響を与えない性質のことをカーボンニュートラルという。

(10) グラフト重合と橋かけ

グラフトとは、「接ぎ木」という意味で、ある高分子鎖に別の高分子鎖を結合することをグラフト重合という。高分子鎖上に放射線照射や触媒などにより活性点を形成し、これによって別のモノマーの重合を開始させ、グラフト重合体を合成する。繊維やプラスチックなどの高分子材料に別のモノマーをグラフト重合することによって、新しい性質をもつ材料を製造することができる。例えば放射線グラフト重合法を用いることにより、既存の特質である丈夫さを損なうことなく、接ぎ木のような金属捕集機能を付与することによって、海水中のウラン捕集機能に優れた繊維状アミドキシム樹脂を合成することができる。橋かけとは、放射線の照射により形成された活性点で高分子同士の間で結合をつくり、耐熱性や不溶化などの機能を向上させることができる。この手法により、生分解性のポリ乳酸の耐熱性の向上やセルロースの化合物からゲルを作製できる。

(11) 分離抽出剤 (PTA)

原子炉の使用済燃料を処理する方法のひとつとして、抽出分離法がある。これは、燃料を硝酸で溶解し、特定のイオンだけに結合する物質によりイオンを取り出す分離方法である。この特定イオンだけに結合・分離する物質を分離抽出剤という。分離抽出剤がイオンを選別するには、イオンの大きさ（イオン半径）の差を利用するなどの方法があるが、この場合はイオンを取り込むポケットの大きさをイオン半径に調整することによって、分離が可能となる。分離抽出剤としては、TBP（リン酸トリブチル）、PTA（フェナントロリンアミド）等がある。

(12) HIVプロテアーゼ

代表的な創薬標的タンパク質（医薬品の作用点）のひとつで、ヒト免疫不全ウイルス (HIV) がヒトの細胞に感染し、細胞内で増殖するときに必要な蛋白質である。アミノ酸の変異が非常に早いため、ワクチンによる治療が難しく、薬剤耐性菌の出現が早い。原子力機構では、中性子や放射光の「観る」機能を効果的に使うことによって、HIV-プロテアーゼの水素を含む全原子構造を解明する

ことに成功した。この成果によってHIV-阻害剤などの合理的な設計において、より具体的な情報を提供することができる。実際に今回得られた知見をもとに医薬品候補分子となる阻害剤の改良に取り組んでいる。また今回の構造解析によってHIV-プロテアーゼの機能解明について決定的な知見を得ることができた。これは学術的にも意義の大きな成果である。

(13) レーザー駆動粒子加速器

高強度レーザーを物質に照射すると原子がイオン化されて、電子とイオンから構成されるプラズマ状態になる。このプラズマと高強度レーザーがつくる強い電磁場とが相互作用することで、高エネルギーの電子やイオンが生成される。この高エネルギー粒子をビーム状に取り出す装置が、レーザー駆動粒子加速器である。

(14) 粒子線治療

X線やガンマ線等の電磁波ではなく、陽子（水素イオン）や中性子、重荷電粒子（重イオン、主に炭素イオンが用いられる）などの粒子ビームを病巣に直接照射することによって、主に悪性腫瘍を「切らずに治す」放射線治療法の総称。利用する粒子の種類によって、陽子線治療・速中性子線治療・重粒子線治療などに分けられ、世界各地で臨床応用や研究が行われている。例えば陽子線治療では、水素原子の原子核であり、正の電荷を持つ陽子を加速して高速にしたものを体外から病巣部に向けて照射する。陽子線は癌細胞に対する致死効果はX線やガンマ線と変わらないが、病巣部への線量の集中性が良いため正常組織への放射線被曝量を減らすことができる。中性子線は癌細胞に対する致死効果が大きい、線量分布はX線やガンマ線と変わらず集中性が悪い。一方、放射線医学総合研究所などで臨床応用が進められている重粒子線治療は、病巣部への線量の集中性が非常に良く、かつ癌細胞に対する致死効果も大きいことから、癌の治療に適した先進的放射線治療法として期待されている。

(15) イオンビーム育種

イオンビーム育種は放射線としてイオンビームを使うことを特徴とする品種改良技術で、1987年から研究計画が始まった純国産技術である。イオンビーム育種の特徴は、次の通りである。(1) 突然変異の誘発率が高いため、少ない試料を使って効率良く目標とする改良が達成できる。最初に扱う個体数が少ないため、広い栽培施設や圃場が不要になり、また少ない労働力と短い選抜期間で品種改良ができるというメリットがある。(2) 突然変異のスペクトルが広い、すなわち得られる突然変異の種類が多く、これまでに無かった新しい品種や突然変異体を効率良く作り出せる。(3) 不要な変異が起りにくいため、戻し交雑などの作業が削減でき、育種年限の飛躍的な短縮が可能となる。すでに、カーネーションやキクなどで新品种が実用化されており、今後は、多種多様な農作物や産業用微生物への適用が期待されている。

(16) 水素用燃料電池

燃料電池の中で、電解質に高分子膜を使った固体高分子型燃料電池は、小型・軽量化に適しているため、携帯機器向け、自動車向け及び家庭向け電源としての利用が考えられている。この固体高分子型燃料電池は、一般的な燃料電池用燃料である水素を利用するタイプと直接メタノールを利用するタイプ（直接メタノール型燃料電池：DMFC）に分けられる。DMFCは液体燃料であるメタノールを小型カートリッジに入れて供給することができるため携帯機器用電源として期待されている。一方、水素を利用する水素用燃料電池は、発電効率が高いため、エネルギー資源の枯渇に対する有望な解決策であるとともに、発電の過程で二酸化炭素を排出しないため、その大幅な削減が期待されている。

(17) 飛翔鏡

高強度の短パルスレーザーがプラズマ中を伝搬すると、プラズマ航跡場と呼ばれる静電場が形成され、電子の固まりが光速に近い速度に加速される。この電子の密度がある値以上になると光を反射するため、光速に近い速度で伝搬する鏡と考えることができる。これが飛翔鏡と呼ばれるものである。この飛翔鏡で光を反射すると、反射された光の波長は短くなり、同時に光のパルス幅も短くなることが予測されている。実験的にも、赤外光が紫外光に変ることが観測されており、新しい量子ビーム源として期待されている。

(18) リニアック

線形加速器ともいい、電子またはイオンを直線に走らせながら加速する。特徴として、電子またはイオンの走行スピードに合わせた間隔で電極を並べ、電極を通過する時間に合わせた周期の高周波電場を供給して加速する。感覚的にはサーフボードで波乗りをしているようなもの。電子と陽子（イオン）ではその質量が異なるため、同じエネルギーでも速度が極端に違うので、異なる電極の設計をしなければならない。小型のものは医療、滅菌、工業などで盛んに使われている。

(19) シンクロトロン

環状の円形粒子加速器。電子又はイオンの加速に用いられる。荷電粒子を偏向磁石で曲げることで円形軌道に乗せ、1周するごとに加速する。さらに、加速された荷電粒子のエネルギーに同期（シンクロナイズ）して磁場を強くすることで、粒子を同一軌道に周回させるためシンクロトロンと呼ぶ。

(20) ニュートリノ

電気（電荷）は持たず、質量がほとんどゼロの粒子。最も基本的な素粒子のレプトン族の一つである。中間子のベータ崩壊や各種中間子の崩壊に伴って生成される。地球を素通りしてしまうほどほとんど反応しない粒子なので、観測が難しく、スーパーカミオカンデのような大量の純水の中の原子核や電子に衝突したときごく希に起こる反応により発生するチェレンコフ光で検出する。