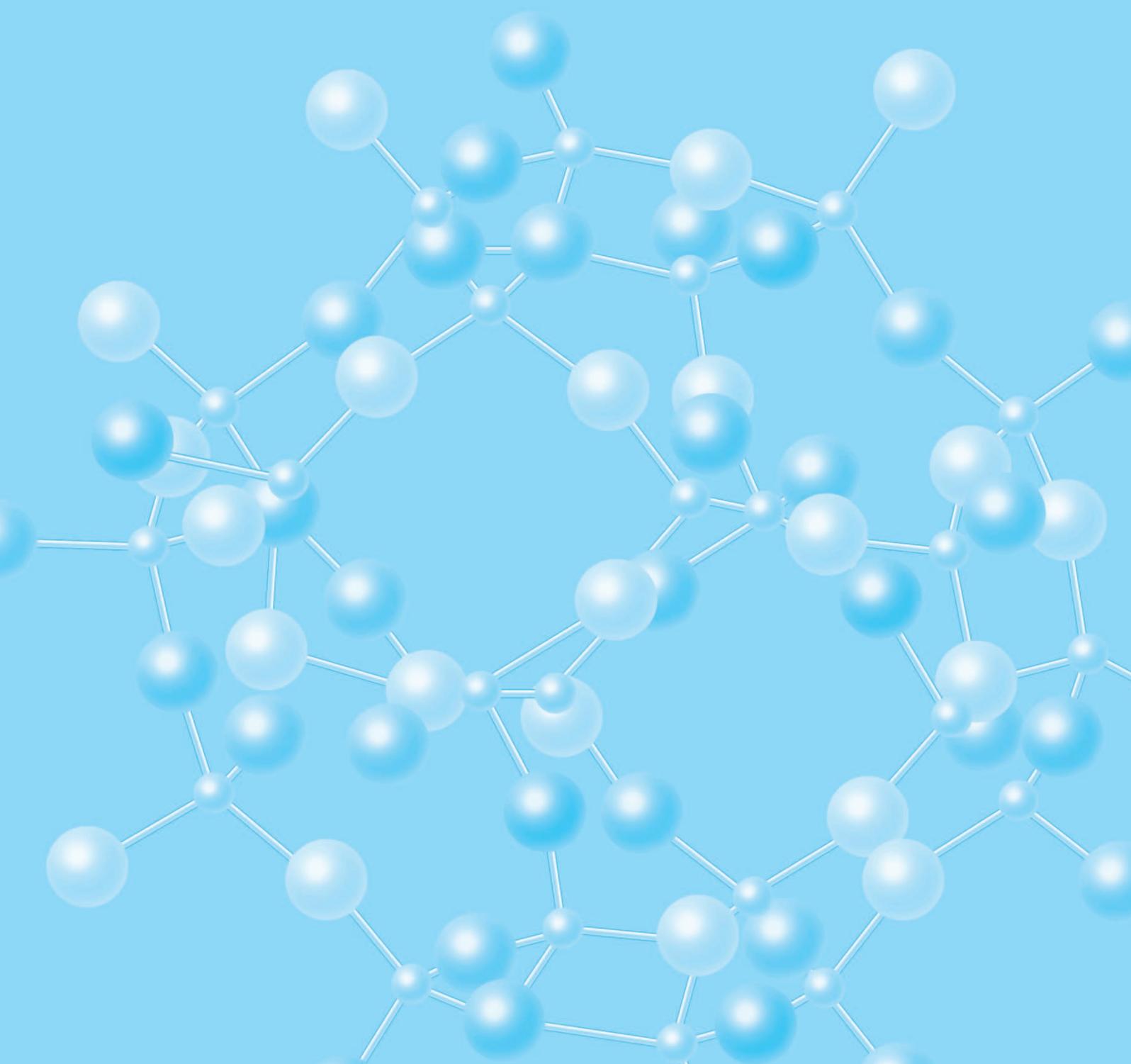


# 第I部

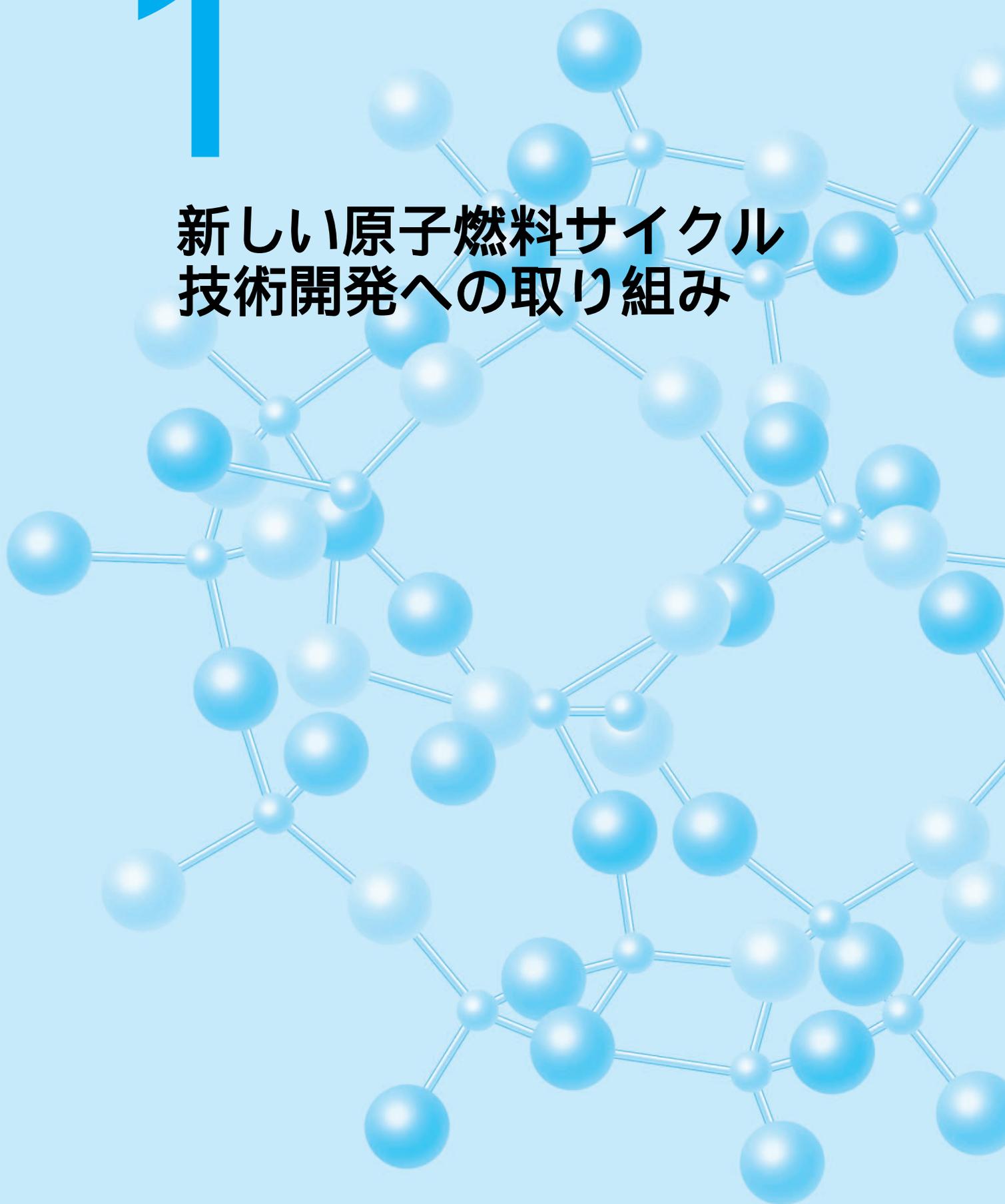
## 原子燃料サイクル技術



第 1 章

1

新しい原子燃料サイクル  
技術開発への取り組み



新しい原子燃料サイクル技術開発への取り組み .....11



井上 正（1974年入所）

原子燃料の物性評価、原子炉一次冷却水系の放射能管理に関わる研究に従事した後、返還ガラス固化体を対象として高レベルガラス固化体の健全性評価、シンロック固化体の評価に10年間携わる。その後、原燃サービス㈱（現日本原燃㈱）の研究開発部に勤務し、昭和62年から乾式法を使った長半減期核種の分離・消滅処理技術、乾式再処理技術の開発に取り組んでいる。

# 第1章 新しい原子燃料サイクル 技術開発への取り組み

わが国など先進諸国ではこれまでエネルギーを大量に消費することによって文明が高度に発達してきたが、その結果、化石燃料エネルギーの大量消費をもたらしており、今後もエネルギー消費の伸びが予想される。また、開発途上国も先進諸国の歩んできた道をたどっており、今後は、膨大なエネルギーの消費が予想される。

これまで、これらのエネルギーは主として石油、石炭などの化石燃料によって賄われてきており、近年はその大量消費にともなうCO<sub>2</sub>発生量の増大による地球温暖化が重要な関心事となっている。1960年代からは化石燃料に加え、ウラン資源を使った原子力発電が先進諸国でエネルギー供給の有力な手段として利用されてきており、わが国においても現在、電力需要の約36%が原子力発電により賄われている。原子力発電のCO<sub>2</sub>発生量は化石燃料による発電に比較して少なく、地球温暖化抑制の観点からも主要電源の一つとして好ましいエネルギー源である。

原子力発電は現在、冷却水に軽水を使う軽水炉が主流であり、天然ウラン(U)中に0.7%しか存在しないウラン-235だけが燃料として利用されている。これでは石油などの化石燃料と同様、数十年間で資源が枯渇すると予想されている。しかし、天然に存在するウランの大半(99.3%)を占めるウラン-238を利用することで、膨大なエネルギーを生み出す潜在的な能力が利用できれば、今後のエネルギー需要の増加への対応も含めて原子力発電で数百年にわたりエネルギーを確保できる有力な準国産エネルギーとなる。

このような点から、長期間安定に原子力発電を利用するためには、軽水炉で使用した燃料から、燃え残りのウランやその燃焼とともに生成したプルトニウム(Pu)を回収し、高速増殖炉(FBR)でリサイクルすることが必要である。そして、そのカギとなるのが原子燃料サイクルである。この燃料サイクルを完成させるには、

使用済み燃料の再処理技術  
燃料加工技術

## FBRの開発

が必要である。

現在、実用化されている再処理技術は、使用済み燃料を硝酸溶液に溶解してウランやプルトニウムを抽出するピューレックス法<sup>\*1</sup>と呼ばれる方法であり、フランスやイギリスでは、使用済み燃料を年間それぞれ800トン、1200トン処理できる再処理工場が稼働している。わが国でも原子燃料サイクルの確立を目指し、電気事業が主体となって青森県六ヶ所村に年間処理量800トンの再処理工場を建設しており、2005年の運転開始を予定している。

現在国内では、原子力発電により年間1000トン程度の使用済み燃料が発生しており、発電量の増加に伴って今後も増えることが予想される。さらにFBRが運転されると、その使用済み燃料のための再処理工場が必要となるが、その建設にあたっては原子力発電所と同様に経済性が大きな課題である。また、ピューレックス法による再処理ではプルトニウムが高い純度で回収できるので、核拡散に対する懸念を解消することも今後の検討課題の一つである。現在は、精密に成型加工された高価なペレット燃料が使われているが、今後の燃料製造には、高放射線環境下でも適用でき、かつ製造プロセスが簡便で経済的な方法が求められる。

現行の再処理手順では、ウラン、プルトニウムを回収した後、その他の元素は高レベル放射性廃棄物として地中深く埋設(以下「処分」)されることになっている。この中には高放射性の核分裂生成物のほか、放射能レベルが半分に減る期間、いわゆる半減期が400年から2百万年にわたるマイナーアクチニド(MA)と称されるネプツニウム(Np)、アメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)が含まれている。その処分にあたっては超長期にわたり安全に保管できることが重要である。21世紀はリサイクル社

<sup>\*1</sup>ピューレックス法：使用済みの原子燃料からウランやプルトニウムなどの有用物質を分離・回収するための手段として、溶媒にリン酸トリブチル(TBP)を用いる湿式再処理法である。ピューレックスという呼び名は、英語のPlutonium and Uranium Recovery by Extractionの頭文字を集めた略称PUREXによる。

会と言われるように環境問題への国民意識は高まってきており、原子力発電に対する国民の理解を向上させるためには、このような廃棄物の安全な処分技術の開発とともに、次世代の原子力においては環境中への廃棄物の排出をできるだけ低減する技術が必要であると考えます。

一方、FBR原型炉「もんじゅ」の最近の事故などによるFBR開発の遅れから、再処理で回収したプルトニウムに加え、アメリカ、ロシアの解体核兵器から出てくるプルトニウムの民生利用により当面はプルトニウムが過剰になりつつある。このため、原子力発電の実施国においても使用済み燃料をそのまま貯蔵するという方が当面の選択肢として上がっている。しかし、前述のように中・長期的にはわが国のような無資源国ではエネルギー

一源を安定して確保するという観点から、FBRの導入は非常に重要な選択肢と考えられる。そのためにも化石燃料の価格上昇が予想される2030～2050年頃を目途に原子燃料サイクルを確立する必要がある。

以上のように、次世代にはトータルシステムとして調和の取れた原子力技術開発が重要であり、中でも再処理、リサイクル技術には経済性や安全性の向上、そして環境への負荷軽減<sup>\*2</sup>を図ることができる先進的な原子燃料サイクル技術やFBR技術が求められている。

<sup>\*2</sup>環境負荷軽減：原子力発電所や再処理工場などから発生する廃棄物を処理する場合の環境への不可低減とは、廃棄物量の削減あるいは廃棄物が有する放射能の低減をさす。

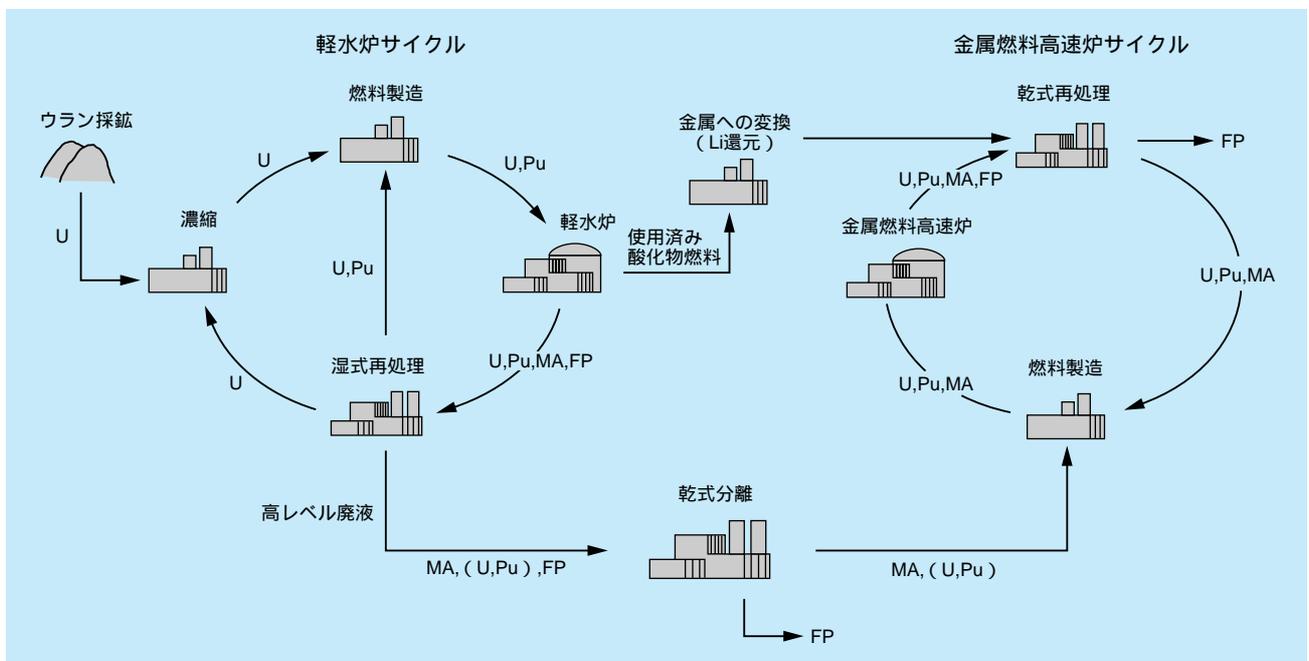


図1-1-1 軽水炉サイクルと金属燃料高速炉サイクル