

「原子力 eye」Vol.50, No.11 (2004 年 11 月号) に掲載された記事の原稿を、  
「原子力 eye」誌の承諾を得て転載

## 技術士試験「原子力・放射線」部門で初の第二次試験実施 - そのポイントを探る

(株)日立製作所 佐川 渉

技術士(総合技術監理部門、機械部門)

### はじめに

平成 16 年度より設置された技術士「原子力・放射線」部門で最初の第二次試験が、8 月に実施された。今後、多くの原子力関係者に関心をもっていただくべく、その試験内容、出題傾向、ポイント、受験準備等について紹介したい。

### 技術士試験の概要

技術士となるまでの基本的な仕組みを図 1 に示す。認定された教育課程の修了者以外は、第一次試験を受験し合格した後、翌年以降に第二次試験を受験し合格する必要がある。第一次試験は、誰でも受験することが出来、受験の制限は無い。第一次試験は表 1 に示す 4 つの筆記試験で、すべて 5 肢択一式である。所定の学歴又は国家資格を保有する場合は、一部の試験が免除される。なお、第一次試験はいずれかの技術部門で合格すれば、どの技術部門の第二次試験も受験することが出来る。

第二次試験は、第一次試験合格と所定の期間の実務経験があれば受験することが出来る。第二次試験には、筆記試験と口答試験があり、筆記試験は、表 2 に示す 3 区分の試験からなり、選択科目については記述式、必須科目については択一式及び記述式により行われる。口頭試験は、筆記試験の合格者に対してのみ行われ、技術的体験を中心とする経歴の内容と応用能力、専門知識及び見識、技術士としての適格性及び一般的知識について試問され、主として技術士としての適格性が判定される。

### 「原子力・放射線部門」の第二次試験の内容と対応

今年 8 月に、「原子力・放射線部門」の初めての第二次試験が行われた。われわれは有志グループで定期的に情報交換・連絡会を行い、試験問題の予想と対応を準備してきた。事前の準備を踏まえ今年の試験問題を紹介すると共に、問題の傾向やポイント等について技術士の立場で述べてみたい。

#### 1. 選択科目 1 について

「専門とする事項」に関する専門知識の深さ、技術的体験及び応用能力を問う問題(記述式)で、通称、「 - 1 経験論文(あるいは業績論文)」とも言われている。午前中の 3 時間で、600 字詰め横書き用紙 6 枚以内に記述する。「専門とする事項」は、受験申し込みの際に申込書に各人が記載したものである。

出題は以下に示すように選択科目により異なっている。

### (20-1) 原子炉システムの設計及び建設

- (1) あなたが受験申込書に記入した「専門とする事項」について、あなた、又はあなたのグループが実際に行った業務のうち技術士として相応しいものを2例挙げて、その業務の概要およびあなたの役割について記載せよ。(各例について答案用紙1枚以内にまとめよ。)
- (2) 上記2業務のうちの1例について、その「目標設定」、「実施計画の策定」、「業務の遂行」並びに「成果の集約」の過程で、特に“工夫して成功した点”、“問題になって苦心の上解決した点”や“世界的に見た時の技術の達成レベル”など、自分自身で技術者として満足できると考えているところを詳しく述べよ。(答案用紙4枚以内)

### (20-2) 原子炉システムの運転及び保守

あなたが今までに経験した、原子炉の運転又は保守に関連する苦労した問題について、その概要を述べよ。また、その問題を解決するためにとられた措置と、あなたがその解決策にどのようにかかわったかについて判りやすく述べるとともに、解決策の遂行にあたり、技術者としてどのような工夫をしたか述べよ。さらに、現在の技術水準で、もし同様な問題が発生したとすると、どのような対応をとることが出来るか考察せよ。

### (20-3) 核燃料サイクルの技術

あなたが受験申込書に記入した「専門とする事項」について、実際に行った業績のうち、技術士としてふさわしいと思う2例を答案用紙2枚以内に記し、さらにその中の1つについて、技術が社会に及ぼす影響を、原子炉施設を運転管理する観点から、今後改善していかなばならないと考える課題と改善策について答案用紙4枚以内に述べよ。

### (20-4) 放射線利用

あなたが受験申込書に記載した「専門とする事項」について、あなたが技術者として実際に行った仕事について、

- (1) 業務体験の中で技術士としてふさわしいと考えるもののうち、成功したものと成功しなかったものを1例ずつ挙げよ。
- (2) それぞれについて、あなたが直面した問題を挙げるとともに、どのような解決策で対処したか述べよ。
- (3) 成功した例について、現在の技術水準から見てどのように考えるか述べよ。
- (4) 成功しなかった例について、現在の技術水準で考えられる解決策を述べよ。

### (20-5) 放射線防護

あなたが受験申込書に記載した「専門とする事項」について、過去に実施した業務、又は現在実施している業務の中から1件を選び、以下の項目について述べよ。

- (1) 業務の概要とその実施時期
- (2) 直面した問題点又は課題

- |  |
|--|
| ( 3 ) 問題解決の方法と創意工夫<br>( 4 ) 現時点での評価と今後の技術的展望 |
|--|

「選択科目 1」は、受験者自身が技術者として実際に行った仕事、業務経験において、技術士としてふさわしい専門的応用能力を有することを記述する試験である。

設問の表現は選択科目により多少の違いはあるが、記述すべき項目は、業務の概要とその実施時期、役割（プロジェクトでの位置付け）、問題点又は課題（あるいは目標設定）、問題解決の方法と創意工夫（あるいは実施計画の策定、業務の遂行）、成果、現時点での評価と今後の技術的展望が基本である。受験申込書に「専門とする事項」を記載する前にふさわしいテーマを選定し、試験までに十分に構想を練り論文作成の練習をしておくことが必要である。上記基本事項をまとめた論文の準備が出来ていれば、この中から設問に応じて取捨選択、もしくは題意に合うように表現を修正することで解答の記述は対応できる。

記述する業務経験の数は、(A)二例を挙げ、そのうちの一例について詳述（設計建設、核燃料サイクル）、(B)一例について詳述（運転保守、放射線防護）、(C)成功例と失敗例各一例を詳述（放射線利用）の 3 パターンがあり、一例あたりの記述分量が異なる。どのパターンが出題されるかは問題用紙を開けるまで判らないため、いずれのパターンにも対応できるよう準備をしておくことが必要である。

「選択科目 1」では、特に技術的に苦労・苦心した点、創意工夫をアピールすることが重要であり、単なる業務紹介や報告論文とは異なる。また、自分の行った業績・成果を自賛するだけでなく、現在の国内外の最新技術動向をきちんと把握し、最新技術から見た時の再評価や将来展望についての見解を述べるのが大切である。

今回の出題において、核燃料サイクルは従来の技術士試験の出題とは異なり、受験者の過去の業務経験を記述するのではなく、今後改善していかねばならないと考える課題と改善策について答案用紙 4 枚以内に述べるというユニークな設問であった。しかも、「技術が社会に及ぼす影響」を、「原子炉施設を運転管理する観点から」述べるというもので、社会的な影響と長期間の運転管理という核燃料サイクルを取り巻く現状を踏まえた問題であった。受験者は、自分の担当している業務だけでなく、広い視野と問題意識を持って、新聞・雑誌・学協会誌などに目を通し自分の見解・見識を養っておくことが大切である。

## 2. 「選択科目 2」について

「選択科目」に関する一般的専門知識を問う問題（記述式）で、通称、「 - 2 知識論文」とも言われており、自分の「選択科目」全般について広くかつ深い知識と見識が求められる。必須科目（記述式及び択一式）と合わせて、午後の 4 時間で行い、600 字詰め横書き原稿用紙 6 枚以内に記述する。受験申し込みの際に記載した「選択科目」ごとに異なる問題が出題される。

本年度の出題の要点（文字数の関係上、全文は省略）を以下に示す。

### （20 - 1）原子炉システムの設計及び建設

- 2 次の4問題のうち2問題を選んで、それぞれ3枚以内に解答せよ。
- 2 - 1 「反応度の制御設備の設計」において経済性評価上で重要な“燃料燃焼度の増加”の要求と、安全評価上で重要な“原子炉停止余裕の増加”の要求との相互関係を論ぜよ。
- 2 - 2 設備の余裕のとり方に関し、設備自身の設計に持たせる場合と設備そのものの個数で考慮する場合の裕度の考え方を、各々重要な設備1種を取り上げて論ぜよ。
- 2 - 3 「多重性」、「多様性」、「独立性」の意味をそれら相互の相違点に着目して説明し、次に「重要度の高い安全機能を有する」システムもしくは設備を設定し、「多重性」、「多様性」、「独立性」に対する配慮の必要性、それらを実現するための設計について論ぜよ。  
（設定した条件を明記せよ。）
- 2 - 4 あなたが技術士として、原子炉システム製品の経験の浅い製造者に対してコンサルタント業務を実施することを想定し、システムの信頼性確保を目的として指導する内容について、そのポイントを述べよ。解答は、開発、計画・設計、製作（調達を含む）、建設・施工、試験等から任意の3段階のプロセスを想定し、プロセスごとに1枚以内とし、想定する原子炉システム製品など具体的な設定が必要な場合は、その内容をはじめに明記せよ。（あなたの専門とする事項に関連する内容は含めない。）

### （20 - 2）原子炉システムの運転及び保守

- 2 次の2問題のうち1問題を選んで解答せよ。
- 2 - 1 原子炉において考慮すべき経年劣化について、具体的な事象を3つ挙げ説明せよ。また、これらの経年劣化を回避するためにとられている措置について述べよ。
- 2 - 2 原子炉の起動にあたっては、炉心のみならず冷却系などプラントシステム全体との関係をとる必要がある。軽水冷却型発電用原子炉又は研究用原子炉のうち1つを選んで、起動から全出力に至までの主要なプロセス及び注意事項を出来るだけ時系列的に記述せよ。

### （20 - 3）核燃料サイクルの技術

- 2 次の5問題のうち2問題を選んで、それぞれ3枚以内に解答せよ。
- 2 - 1 ウラン資源について、我が国の問題点と将来見通しについて述べよ。
- 2 - 2 我が国のウラン濃縮事業の現状とその課題について述べよ。
- 2 - 3 我が国の原子力発電炉からの使用済燃料再処理について、日本の現状及び将来計画を技術的観点から説明せよ。
- 2 - 4 軽水炉燃料製造施設の安全設計において留意すべき事項について述べよ。
- 2 - 5 使用済燃料再処理施設から発生する放射性廃棄物の廃棄物管理（保管、処理、処分）について、安全性、コストの観点から述べよ。

#### ( 2 0 - 4 ) 放射線利用

- 2 次の 2 問題について解答せよ。
- 2 - 1 加速器の医療への利用から 2 つを選んで、現在の利用の内容と問題点、その今後の進展のために開発すべき技術的課題について論ぜよ。
- 2 - 2 物理的特性、化学作用、生物作用を利用した工業分野における放射線利用技術の原理について、幾つかの応用例を挙げて述べよ。また、今後の開発すべき技術的課題を論ぜよ。

#### ( 2 0 - 5 ) 放射線防護

- 2 次の 2 問題について解答せよ。
  - 2 - 1 次の 2 設問のうち、1 設問を選んで解答せよ。( 3 枚以内 )
- ( 1 ) 国際放射線防護委員会の 1990 年勧告に記載された職業被ばくの対象の範囲とその設定の考え方について述べよ。
- ( 2 ) 放射線防護に関する「行為」と「介入」のそれぞれを例示して、特徴と相違について述べよ。
- 2 - 2 公衆被ばくの特徴を挙げ、一般公衆の線量限度が放射線業務従事者の線量限度よりも低く設定されている理由として考えられる事柄について述べよ。( 3 枚以内 )

原子炉システムの設計及び建設では、4 問中 3 問が、反応度の制御設備の設計、設備の余裕のとり方、多重性・多様性・独立性といった原子炉の基本設計・安全設計に係る設問であった。「原子炉システムの設計及び建設」の内容としては、原子炉の理論、原子炉及び原子力発電プラントの設計、製造、建設及び品質保証、安全性の確保、核融合炉その他の原子炉システムの設計及び建設に関する事項と、非常に広範囲であるが、その中でも原子炉の基本設計・安全設計に係る専門知識が重要視されているといえる。1 問に対し 1800 字の解答を記述するには、相当専門的な知識・経験を蓄積していることが必要であり、この選択科目で受験する人は、安全設計審査指針、安全評価指針等の基本的考え方を把握すると共に、実際の設計の知識を深めることが必要である。

原子炉システムの運転及び保守は、原子炉の運転手順又は最近話題となっている経年劣化のいずれかを選択するものであり、この分野を専門とする人には基本的な設問といえる。

核燃料サイクルの技術は、ウラン資源、ウラン濃縮、使用済燃料再処理、軽水炉燃料製造施設の安全設計、放射性廃棄物の廃棄物管理の中から 2 問を選択するもので、核燃料サイクルの全分野から満遍なく出題され、いずれも基本的な事項といえる。

放射線利用は、加速器の医療への応用及び工業分野における放射線利用技術についての設問で、いずれも基本的な事項といえる。

放射線防護では、ICRP の 1990 年勧告に記載された職業人の被ばくの対象範囲とその設定の考え方、放射線防護に関する「行為」と「介入」の特徴と相違及びその例示、公衆被ばくの特徴及び線量限度が放射線業務従事者より低く設定されている理由の 3 種が

出題された。放射線防護の基本的な考え方の出題である。放射線防護の実務は1990年勧告が取り入れられた後の法令に基づいて行われているが、基本的な考え方を把握しておくことが重要である。今回はI - 2では放射線防護を実際に行うのに必要な物理、化学、生物、測定技術、管理技術については全く出題されなかったが、今後はこれらからも出題があると思われる。

### 3. - 1 (必須科目、択一式) について

「必須科目」は、「技術部門」全般にわたる一般的専門知識を問う問題で記述式と択一式の問題からなる。すなわち、「原子力・放射線」部門全般についての幅広い一般的専門知識を問う問題である。

択一式は20問の中から任意の15問を選んで解答欄に正解をマークする5肢択一式である。本年度の問題のキーワードを表3に示す。設問は、原子炉システム(設計、運転)8問、核燃料サイクル4問、放射線(利用、防護)8問と、分野に偏らず満遍なく出題されている。計算問題が3問あるが、他は記述された内容の正誤を問うものである。

設問はいずれもその分野では基本的なものであるが、自分の専門とする以外の広い分野の正しい知識が必要である。基本的な数値も覚えておきたい。「原子力・放射線」についての幅広い分野の基本的な知識を記述したテキストで幅広く学習しておくことが望まれる。日本原子力学会のHP (<http://wwwsoc.nii.ac.jp/aesj/>) で推薦している参考書等が参考になる。

### 4. - 2 (必須科目、記述式) について

必須科目・記述式は、6設問の中から3設問を選んで、600字詰め横書き原稿用紙各1枚以内(合計3枚)に解答を記述するが、選択科目によって解答できる設問が指定されている。表4に6つの設問と各選択科目によって解答できるものを印で示す。原子力・放射線に関し、受験者の選択科目以外についての幅広い知識を問う問題である。

本年度の設問は、原子力・放射線についての基本的な知識を問うものが多いが、TRUの扱いやUF<sub>6</sub>の製造方法については、核燃料サイクル以外の分野の受験生にとってはかなり勉強していないと解答が難しいのではないと思われる。

この試験に対しては、自分の選択科目以外の分野について幅広く関心を持ち、新聞雑誌や学協会誌等に目を通し、重要なキーワードをリストアップし、600字程度で説明できるよう準備をしておくことが大切である。知っている、聞いたことがあるということ、600字で説明できるということとは、全く別である。用語の定義・説明、背景・必要性、原理、図表、今後の課題、展望等を所定のフォーマット用紙に1件1葉で記述し、キーワード集としてまとめることが有効な学習法である。

## 5 . 試験全体について

第二次試験は、午前中 3 時間で 600 字詰め用紙 6 枚を記述、午後は 4 時間で択一式 15 問及び 600 字詰め用紙 9 枚を記述するもので、午前中は 600 字詰め用紙 1 枚あたり 30 分、午後は択一を 45 分程度として、600 字詰め用紙 1 枚あたり 20 - 25 分で書き上げる計算になり、じっくりと考えている時間は無い。特に午後は、選択する問題を早めに見極め、1 つの問題に時間を掛けすぎないように各問題への時間配分が重要である。

膨大な量の文章を 1 日中書き続けることになり、日頃パソコンでの業務が多く手書きの少ない多くの受験生にとっては、手指が疲れ動かなくなることもある。また、余分な用紙は配布されず、書き直す時間的余裕も無い。したがって、数ヶ月前から手書き論文作成の練習をしておくことが望ましい。

### 終わりに

本稿では、初めて実施された「原子力・放射線部門」技術士の第二次試験の内容とポイントを解説した。今後、多くの原子力関連技術者が本試験にチャレンジされ、「原子力・放射線部門」技術士が社会的に定着し、原子力技術を高めるとともに社会に信頼される役割を担っていくことを願うものである。

以上

写真

さがわ わたる

(株)日立製作所原子力事業部主管技師、  
日本原子力学会 原子力教育・研究特別専門委員会 CPD-WG 委員、  
(CPD-WG : 技術者継続教育検討ワーキンググループ)

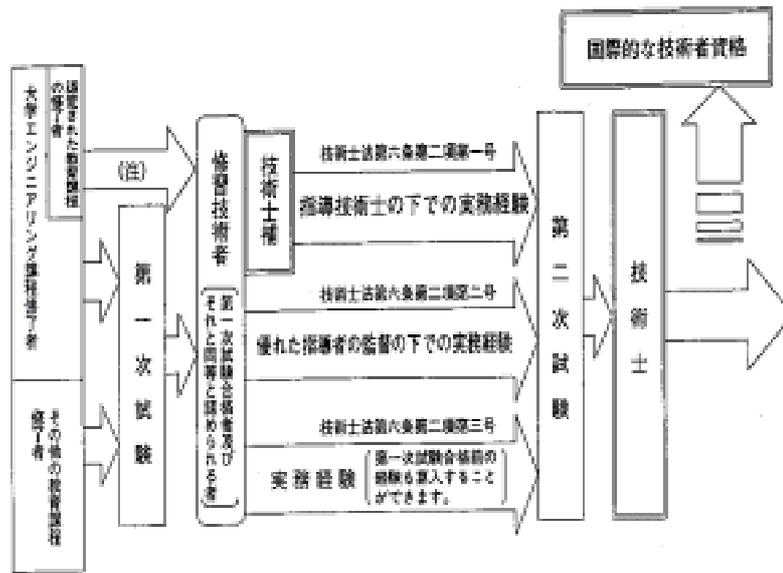


図1 技術士制度に関する基本的な仕組み

表1 第一次試験の問題の種類

| 問題の種類           | 内容                       | 解答方法 | 解答時間 |
|-----------------|--------------------------|------|------|
| 基礎科目            | 科学技術全般にわたる基礎知識を問う問題      | 択一式  | 1時間  |
| 適性科目            | 技術士法第四章の規定の遵守に関する適性を問う問題 | 択一式  | 1時間  |
| 共通科目<br>(2科目選択) | 技術士補として必要な共通の基礎知識を問う問題   | 択一式  | 2時間  |
| 専門科目            | 当該技術部門に係る基礎知識及び専門知識を問う問題 | 択一式  | 2時間  |

表2 第二次試験の問題の種類

| 問題の種類 | 内容                               | 解答方法     | 解答時間 |
|-------|----------------------------------|----------|------|
| 選択科目1 | 「専門とする事項」に関する専門知識の深さ、技術的体験及び応用能力 | 記述式      | 3時間  |
| 選択科目2 | 「選択科目」に関する一般的専門知識                | 記述式      | 4時間  |
| 必須科目  | 「技術部門」全般にわたる一般的専門知識              | 記述式及び択一式 |      |

表 3 - 1 (必須科目、択一式)の設問(下記 20 問から任意の 15 問を選択)

| No | 設問                            | 問題のタイプ | 出題分野              |
|----|-------------------------------|--------|-------------------|
| 1  | 発電用原子炉システムの構成に関する記述           | 正誤選択   | 原子炉システム関連<br>【8問】 |
| 2  | 実効増倍係数と反応度の計算                 | 計算問題   |                   |
| 3  | ECCS系の性能評価指針の基準               | 字句の穴埋め |                   |
| 4  | 「運転状態」に関する記述                  | 正誤選択   |                   |
| 5  | もんじゅに関する記述                    | 正誤選択   |                   |
| 6  | 非破壊検査に関する記述                   | 正誤選択   |                   |
| 7  | 原子炉安全保護系のスクラム信号               | 非該当を選択 |                   |
| 8  | 原子炉停止後の崩壊熱の計算                 | 計算問題   |                   |
| 9  | 原子炉燃料に関する記述                   | 正誤選択   | 核燃料サイクル関連<br>【4問】 |
| 10 | 濃縮に関する記述                      | 正誤選択   |                   |
| 11 | 使用済燃料に関する記述                   | 正誤選択   |                   |
| 12 | 使用済燃料管理に関する記述                 | 正誤選択   |                   |
| 13 | 電子の進行方向変化時に放出される放射線           | 正誤選択   | 放射線関連<br>【8問】     |
| 14 | 放射線に関する記述                     | 正誤選択   |                   |
| 15 | コンプトン効果に関する記述                 | 正誤選択   |                   |
| 16 | X線、 $\gamma$ 線の細胞に対する影響に関する記述 | 正誤選択   |                   |
| 17 | 放射線影響・障害に関する記述                | 正誤選択   |                   |
| 18 | ICRP勧告の被ばく線量限度に関する記述          | 正誤選択   |                   |
| 19 | バイオアッセイ法を用いた体内放射能の測定と評価       | 正誤選択   |                   |
| 20 | GM計数装置で測定した放射能と標準偏差の計算        | 計算問題   |                   |

表 4 - 2 (必須科目、記述式)設問

| No  | 設問   | 原子炉システム | 核燃料サイクル | 放射線 |
|-----|--|---------|---------|-----|
| (1) | 中性子制御設備の目的,方法(2種類)                                     | X       |         |     |
| (2) | 原子炉施設のヒューマンエラーの防止方策                                    | X       |         |     |
| (3) | TRUの扱いについて安全上の留意事項                                     |         | X       |     |
| (4) | U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> からUF <sub>6</sub> への製造方法 |         | X       |     |
| (5) | 工業分野におけるアイソトープ・放射線利用の原理,具体的な利用方法を図解して説明(2例)            |         |         | X   |
| (6) | 外部放射線からの被ばく低減方策  |         |         | X   |