

仁科先生の臨界安全ハンドブックに係る思い出

三橋 偉司

原子核工学科の旧原子核第 6 講座（玉河研究室、後に旧原子核第 1 講座）に大学 4 年生で研究室配属になったのは昭和 5 1 年 4 月であり、翌年 3 月に卒業、昭和 5 4 年 3 月に修了して日本原子力事業(株)総合研究所に入社しました。3 年間でしたが、玉河研究室で先生方、職員の方、諸先輩の指導を受け、生活面でも大変お世話になり、その後の社会生活の礎になりました。当時、玉河研究室の研究テーマは重イオン源・プラズマ、原子炉物理並びに高速中性子スペクトルに大別され、私は伊藤只行助手の指導を受け、高速中性子のエネルギースペクトルの測定・解析に係る卒論、修論の研究を行いました。核データライブラリーを直接用いる連続エネルギーモンテカルロ法による核燃料体系の中性子スペクトル解析が糸口となり、後々の臨界安全管理に係る実務へとつながりました。仁科浩二郎教授は山根義宏助手とともに原子炉物理に係る研究をされており、配属される学生や院生は多く、他大学や他機関の原子炉施設等も利用され、卓越した研究活動をされていました。仁科先生は研究は勿論のこと、研究室での輪講、学生への種々の教育や指導、学科、専攻での授業、他大学や他機関の原子炉施設等を利用した実験・実習等、他大学の学生への教育、指導も含めてあらゆる場面で教育にも熱心で、グループは違いましたが、よく指導、教育をしていただき、感銘を受け、感謝しております。

昭和 6 3 年 1 0 月 1 日に科学技術庁原子力安全局核燃料規制課編として「臨界安全ハンドブック」（以下、第 1 版という場合もある。後述の臨界安全ハンドブックを含めて同タイトルのデータ集が付いているものが多いが、以下においてもデータ集の名称の記載は省略する。）がにっかん書房より発刊された。それ以前には第 1 版の準備資料として、「臨界安全ハンドブック原案」（その作成に関わられた専門部会委員や関係者のみに配布されたものである。）が出されているが、これらは我が国で初めての民間が事業者となる軽水炉の使用済燃料を対象とした再処理施設の計画が進み、臨界安全性は核燃料加工等も含めて諸外国の臨界安全ハンドブック等を参考に評価されていたが、核燃料施設の安全審査、設計及び管理に統一的に使用できる我が国独自の臨界安全ハンドブックが切望され、その作成を目指したものであった。

臨界安全ハンドブックは旧日本原子力研究所プラント安全解析研究室、特に内藤倅孝室長が主体となり、我が国の新たな臨界安全解析コードシステム JACS を開発し、各種燃料組成と水分割合並びに種々の体系の臨界安全性について、主要な評価結果を示すとともに臨界安全管理の考え方を示したものであり、民間再処理工場の安全審査に際し、申請と審査の両者共通の技術基盤として活用され、重要な役割を果たした。仁科先生は原案を作成する専門部会の委員、臨界安全ハンドブックでは編集リーダーとして、検討項目、検討内容の選定から実施、評価並びに未臨界担保に係る考え方の記載の仕方と記載内容まで協議、検討され、

並びに取り纏められる重責を果たされた。これは上記の玉河研究室時代の当時から研究炉炉心に係る炉物理研究との関連から、早々に研究を開始されていた空間依存性も考慮された高未臨界の核燃料体系の理論的考察やその測定、核燃料不均一濃度分布の未臨界性への影響等、核燃料の未臨界体系の炉物理に係る理論的な技術基盤並びに深い知見に基づき、時節の必要性に合致し、また後世にも極めて有用な臨界安全ハンドブックを残された。

それまで核的制限値の設定の考え方が海外のハンドブック類では個々の事項によっては異同があり、また、我が国の核燃料サイクル各施設ではそれらハンドブック類を個々に参考にしてきたため、統一的な考え方が必ずしも明確ではなかったのに対し、この臨界安全ハンドブックの特徴として、各種燃料組成、水分割合並びに種々の体系に係るベンチマーク解析を行って、その単一ユニット体系の「推定臨界下限増倍率」及びそれに対応する「推定臨界下限値」を評価、設定し、それを基に核的制限値を保守的に設定する臨界安全性の担保方法を理論的、合理的に提示した。また、各種燃料組成と水分割合並びに種々の単一ユニット体系について、JACS コードシステムで求めた「推定臨界下限増倍率」と「推定臨界下限値」を提示し、核的制限値等の見通しを得やすくしている。加えて、当該の種々の燃料体系を対象に JACS コードシステムによる無限増倍率と移動面積も示し、これら等を組み合わせ、「推定臨界下限増倍率」から「推定臨界下限値」を求めることができ、対象とする燃料体系の核的制限値を JACS コードシステムを用いて直接計算する前に事前に評価することもできるようにしている。さらに、従来の安全係数との関係も理論的に説明している他、これまで海外の臨界安全ハンドブック類で使用している検証された臨界安全解析コードシステムで使用されている従来の臨界増倍率の制限値も使ってよいことを明示している。

その当時、小職は合併により東芝に在職し、この再処理工場のいくつかの施設設備の臨界安全性の評価に関連する業務を担当していた他、一部施設で実用化される燃焼度クレジットを採用した臨界安全管理方法、関連する測定機器の開発や検証、規制対応の助成業務を中心に行っていた。臨界安全ハンドブック原案と第 1 版の検討、編纂には課長クラス以上が委員として参加しており、直接は参画していなかったが、活動状況の情報は得られており、また、担当業務について仁科先生から折々に助言等をいただいております。

臨界安全ハンドブック第 1 版に引き続き、その後、臨界安全ハンドブック改定準備資料、臨界安全ハンドブック第 2 版が JAERI レポートとして発刊された。改定準備資料は専門部会下のワーキンググループで第 2 版として新たに追加すべき事項として、原案には一部はあったが第 1 版で記載されなかった臨界事故関係の他、化学プロセスでの臨界安全、既記載事項で技術の進展に伴って、追加や記載を検討すべき事項について、検討結果等を追加したものであったが、この改定準備資料では仁科先生はワーキンググループ主査として第 1 版と同様に記載の構成の検討から記載内容、記載の仕方までワーキンググループをリードし、取り纏められる重責を果たされ、第 2 版の発行につなげられた。その後、燃焼度クレジット導入ガイド原案等々が、また、日本原子力学会標準委員会からは施設や機器の運用も含めた臨界安全性の確保に係る臨界安全管理の基本事項：2004 が、再処理工場において燃料集合体に

係る燃焼度クレジットを採用した臨界安全管理についての再処理施設の臨界安全管理における燃焼度クレジット適用手順：2014 が学会標準として発行されている。

仁科先生が編集リーダーとして発行された第 1 版は正しく時期を得て、その後の礎となり、第 2 版の作成に関してはワーキンググループ主査として改定の方向性も示されました。小職は第 1 版以降のこれらの検討、作成にほぼ全てに参画させていただきましたが、臨界安全ハンドブック第 1 版を作成された仁科先生並びに委員の方々、旧日本原子力研究所でご担当されていた方々の深い思索、ご意志に敬服し、活動しておりました。

冒頭に書きましたが、核燃料体系における臨界安全性は仁科先生の炉物理研究の一部であります。原子炉の炉物理に係る研究を行い、指導を受け、社会人になって原子炉の燃料、炉心の業務を行った卒業生・修了生は多く、その意味では仁科先生の臨界安全に係る思い出は少数派かと思えます。原子炉炉心は通常運転、緊急時に反応度制御系や停止系が設備されていますが、燃料輸送も含め、核燃料サイクルの設備・機器にはそれらがなく、設計、運用並びに検査で未臨界を担保する必要があり、臨界安全は極めて重要です。小職の思い出もあり、我が国で独自に作成された臨界安全ハンドブックの思い出になった感がありますが、その作成において、ワーキンググループ等の種々の会合での主体的に会議の進行をされ、検討項目、その内容と結果、記載の仕方等について、それらの検討並びに議論の推進や集約のため、問題点並びに論点等を、また時には質問の形で適切に提起され、委員の活発な議論を進められていたご様子が目に浮かびます。学科や修士のカリキュラムや研究室において、仁科先生から原子力、特に炉物理に係るご指導は多いわけですが、折につれてご指導の中で述べられる学生、社会人の心構え、研究や仕事の仕方、それらの考え方も卒業生・修了生の社会生活にずっと生かされてきたと実感しています。今後とも戒めて参りたい。長い間、本当にありがとうございました。ご冥福をお祈りいたします。

(名古屋大学工学部原子核工学科 1977 年卒業、名古屋大学工学研究科 1979 年修了、
日本原子力事業(株)、株式会社東芝、東京都市大学原子力研究所・名誉教授、
現東芝電力放射線テクノサービス・技術顧問)

注) 日本原子力研究開発機構の溶液系核燃料の定常臨界実験装置 (旧 STACY) は再処理施設等の臨界安全性データを取得し、過渡臨界実験装置 (TRACY) は臨界事故時の状況を模擬し、その特性データを取得する施設である。それらの設置とデータ取得並びに解析評価は臨界安全ハンドブックと不可分であるが、紙面に限りもあり、記載は省略しました。また、上記の記載において、記載箇所の先生方の役職名はその時点のものではないものが多いが、ご容赦をお願いします。