

## 原子力利用を支えるソフトウェアの状況と開発に関する調査

(財)高度情報科学技術研究機構 田中 俊一

我が国は世界でも最も優れた原子力プラントの建設・製造能力を有している一方、原子力プラントの設計や安全評価に関わる主要な原子力ソフトウェアのほとんどを米国で開発されたソフトウェアに依存しているという実態がある。これまでは、日米合弁による国内での原子力プラント建設に限られていたことから、この問題が顕在化することは無かったものの、米国は原子力ソフトウェアの利用に関する規制を強めつつあるため、今後、この問題は原子力プラントを輸出する場合のアキレス腱となることが懸念されている。

こうした状況を鑑み、我が国の原子力技術開発や安全規制の高度化を図り、真の国際競争力を確保するために必要とされる原子力ソフトウェアに係る課題を明確にするための調査を実施した。

### (1) 国内における原子力ソフトウェア使用状況に関するアンケート調査

現在、「RSICC ユーザ会」に加盟し、米国の原子力ソフトウェアを利用している原子力関係 51 機関、NEA データバンクに登録して海外の原子力ソフトウェアを利用している 138 機関、及び本調査委員会委員 12 名を対象に調査を実施した。

有効回答数は 64 機関であり、その内訳は以下のとおりで、研究機関・大学等からの回答数は 20 に対し、民間からの回答数は 44 である。

表 1 64 機関の業種別分類

電力会社（発電）	3
原子炉メーカー・エンジニアリング・建設	15
燃料サイクル関係	5
放射線利用・計測・遮蔽解析関連	7
民間シンクタンク・ソフトウェアハウス	14
財団法人	4
独立行政法人	4
大学	12

回答のあった原子力ソフトウェアの使用目的と開発主体を整理したのが表 2 である。この結果は、我が国では外国で開発された原子力ソフトウェアが幅広く使われており、核（炉心）設計、遮蔽設計、熱流動解析、シビアアクシデント解析など、原子力プラントの主要な安全解析も含めて米国の原子力ソフトウェアに依存していることを示している。加えて、線源評価や各データの作成など、原子力ソフトウェア利用の基本となる領域でも国外依存

になっていることを示している。

表 2 原子力ソフトウェアの使用目的と開発主体

使用目的	開発主体				総計
	A 自主開発	B 国内他機関	C 国外	D 日本・海外共同開発	
① 核（炉心）設計・安全解析	16	37	90		143
② 遮蔽設計・安全解析	5	33	140	5	183
③ 熱流動解析・安全解析	1	2	30		33
④ 構造設計・安全解析	11	11	6		28
⑤ 耐震設計	15	5	2		22
⑥ 燃料設計	2	5	7		14
⑦ シビアアクシデント解析		2	9		11
⑧ 線源評価	3	12	37	2	54
⑨ 核データ作成		2	14		16
⑩ その他	25	25	54	2	106
総計	78	134	389	9	610

2009年に米国が原子力ソフトウェアの一部を配布停止にしたことについては、業務への影響が大きいとの回答が半数を占め、国外のソフトウェアに依存している現状に多くの事業者は少なからぬ不安を抱えていることも明らかにされた。この不安は、粒子輸送・遮蔽解析コード、炉心、燃焼、臨界解析コード、熱流動解析コード等の主要なソフトウェアについては、国内で開発すべきとの回答が多い結果にも反映されている。さらに、シビアアクシデント解析コードの開発を求める意見も見られ、福島第一原発の事故を踏まえて、今後の事故解析のあり方の見直し、運転員教育の改善と徹底等の重要性が指摘された。

原子力ソフトウェアの開発主体については、民間が独自に行うという回答は皆無で、国が主体となるか、国・民間・大学・研究機関が協力して開発すべきであるという回答がほとんどである。この背景には、民間等で開発した原子力ソフトウェアでは、国の認証が得ることが非常に難しいことと同時に、国産で開発した原子力ソフトウェアを普及させるためには品質保証、保守、管理、サービス等が極めて重要であり、事業者がこれらの業務を担うことは不可能であり、国の責任で継続的に維持されるべきであるという考え方がある。

## (2) 原子力ソフトウェア開発のための国内ポテンシャル

国内での開発が必要とされた粒子輸送・遮蔽解析コードについては、モンテカルロ法粒子輸送解析コード PHITS2 (RIST・JAEA)、炉心、燃焼、臨界解析コードについては、モンテカルロ法粒子輸送解析コードとしては MVP(JAEA)、熱流動解析コードとしては、公開されている RELAP (米国) の旧バージョン、シビアアクシデント解析コードについては、SAMPSON(IAE)や THALES-2(JAEA)などが開発の基盤となりうるコードとして挙げられた。

その一方、国内で最も利用されている臨界・遮蔽・熱安全解析用の SCALE コード (米国 NRC の認証コード)、や核定数処理コード NJOY に代わる基盤はないことから、新たな開発が必要となることが指摘された。

### (3) 韓国・中国での原子力ソフトウェア開発状況

韓国は、2008年に策定された「第一次国家エネルギー基本計画」において、原子力を輸出産業化するとの目標に基づいて加圧式軽水炉（APR1400）のUAEへの輸出に成功している。韓国も我が国と同様に米国の原子力ソフトウェアに依存してきたが、2007年以降、米国が韓国独自の原子炉設計に米国製の原子力ソフトウェアの利用を制限してきたことから、国（教育科学技術部、知識経済部）の下で韓国原子力研究所、韓国電力公社、電力研究院、韓国水力原子力(株)の原子力環境技術院等が協力して、熱水力計算コードMARSやシビアアクシデント解析コード等の開発が進められており、その一部は既に実用化されている。

中国は、原子力プラントの国産化と合わせて、安全評価のための原子力ソフトウェアを開発する母体として2010年に国家核電技術有限公司の下に国家核ソフトウェア開発センター(SNPSDC)を設立し、熱水力、核設計の統合コードの開発に着手している。SNPSDCは、現在50名程度であるが、300名規模まで増員することとしており、その内で30%程度は海外での博士取得者を充てる計画である。

本調査の開始直前の3月11日に東京電力福島第一原子力発電所の事故が発生し、我が国の原子力産業界を取巻く状況は大きく変化することとなり、原子力産業の将来が不透明なこともあり、本調査結果にもその影響がでていることは否めない。

我が国の原子力産業は、一時的に停滞ないしは減速を余儀なくされるとしても、国際的には原子力発電の拡大基調に変化はなく、フランス、米国、ロシアに加えて、韓国や中国は積極的に原子力プラントの輸出を追求し、その基盤となる原子力ソフトウェアの自主開発に国を挙げて取り組んでいる。その一方、福島第一原発事故を踏まえて、国内はもとより、国際的にもより高い安全性を有する原子力プラントが求められることになり、各国ともそれに対応した安全設計や安全解析の高度化が重要な課題となっている。

本調査を踏まえた「原子力利用を支えるソフトウェアの状況と開発に関する調査委員会」での議論では、我が国は、外国と異なり原子力産業が一元化されていないことや、安全規制体制の独立性や専門性が脆弱であること、安全審査では実績が過度に重視されるなど新たな開発を阻害してきたことが指摘された。特に、国が責任をもつ安全評価においては、国際的に信頼され、かつ利用価値の高い原子力ソフトウェアを自主開発することが極めて重要であり、今回の調査で必要と指摘されたソフトウェアを早期に自主開発し、開発したソフトウェアを検証し、その妥当性を確認し、持続的な保守と改良を適切に推進する体制を国が中心になって構築すべきであるとの認識が示された。

加えて、原子力ソフトウェアの開発は、より高い安全性を有する原子力プラントを開発するための基盤であり、かつ原子力プラントを総合的に俯瞰できる優れた人材を育成する最も効率的で、効果的な方法でもある。財政的にも社会的にも極めて厳しい環境に立たされた原子力産業の基盤を維持するためにも、国際的にデファクト・スタンダードとなる原子力ソフトウェアの開発を推進する必要があるとの意見が示された。