



高信頼システムのための頼りになる LSI

奈良先端科学技術大学院大学 特任教授 畠山 一実

昨年度に引き続き客員教授を務めております奈良先端科学技術大学院大学（NAIST）の畠山です。昨年4月に大学に移り、特任教授という立場でフィールド高信頼化のための回路・システム機構の研究に従事しておりますが、簡単に申しますと、高信頼システムの高信頼性を保つためにLSIテスト技術を活用しようというものです。

システムの信頼性を表す言葉として、以前はReliabilityやFault-Toleranceが用いられていましたが、現在ではこれらを含む言葉としてDependabilityが用いられています。すなわち頼りがいのあるのが高信頼システムです。システムを頼りがいのあるものにするためには、それを構成する部品自体が高信頼なものでなければなりません。例えばN個のサブシステムの出力の多数決で全体システムの出力を決定するNMR（N-tuple Modular Redundancy）システムでは、サブシステムのうち過半数が間違った出力を出すとそれを正解として出力してしまう可能性があります。また、多数決回路に誤りがあると折角の多数決も無意味なものになってしまいます（このあたりは私が30年以上前に研究していた内容ですが）。このように部品、とくにその中でも今日の電子化されたシステムで大きな鍵を握るLSIの信頼性はシステム全体の信頼性の達成レベルに大きなインパクトを与えます。

LSIの微細化の進展に伴い、信頼性という観点からは様々な課題が顕在化してきています。もちろん、企業で半導体関連の研究開発に長く関わってきたものとして、不良品がどんどん出荷されるというような状況が起こらないことは確信しています（もちろん不良品が全く出荷されないとは申しません

が）。とはいっても、いつまでたっても絶対故障しないLSIを作ることはコストを考えると不可能です。そこで重要になっているのがDependableな、すなわち頼りになるLSIです。

ところで頼りになるというのは、どういうことでしょうか。もちろん、いつまでも変わらず正確に動き続けるのが最も頼りになるというのは間違いありません。一方、ある部品に何らかの故障が発生した場合に、多少性能を落としてもやるべき仕事は最後までやり遂げる、というのかなり頼りになります。昔（私の学生時代）はこのようなシステムをGracefully Degradable Systemと呼んでいました。優雅な名前ですね。しかしこのようなシステムの実現には、部品に故障が起きたことをしっかりと把握することが重要です。

今日の高速なLSIでは、劣化によるタイミング不良が問題になっています。例えば、多数決システムのように、同じような環境で同じように使用されてきた部品が、同じように劣化しほぼ同時に故障するとします。すると、その状態でその部品が使用されると、多数決の結果として誤った情報が出力され、それがシステム全体の故障につながる可能性があります。いわゆる共通原因故障（Common Cause Failure, CCF）です。このCCFは危険側故障の要因として、システムの安全性の観点からも対策の必要な課題のひとつです。

私のNAISTでの現在の研究テーマは、LSIの劣化によるタイミング不良の発生を事前に検知しようというのですが、このCCFに対しても有力な対策技術となるものです。頼りになるLSIの実現に向けて、今後とも注力していきたいと思っております。