

ノイズ対策セミナーの実施報告 伝送線路ノイズ対策

ポリテクセンター関西
(関西職業能力開発促進センター)

中村久任・佐藤幸司・三木英靖

1. はじめに

特殊法人整理合理化計画により、雇用・能力開発機構が実施する在職者訓練は、市場ニーズに基づいた真に高度な訓練で、地方や民間教育訓練機関等で実施できないものであることが求められた。これに基づき2003年度からはレベル3以上のセミナーしか実施できなくなり、新たなコース開発を行う必要性に各施設とも迫られることになった。今回の実践報告では、当施設でのコース開発の好事例として、伝送線路ノイズ対策セミナーの開発・実施の過程、またその内容を紹介することとする。

2. ニーズ調査に基づくコース設定

企業に対してのセミナーのニーズ調査や、セミナー受講者に対してのアンケートなどから、電子回路に対するノイズ対策は常に要求の多い項目である。また近年デジタル回路の高周波化が進むなかで、ノイズ対策はますます重要になっている。しかし、ノイズの原因は非常に多岐にわたり、実装技術など多くの経験を積まないと対策が難しい分野であり、今まではなかなかコース設定ができなかった。しかし現在は回路設計をサポートするさまざまなツールが開発されており、パソコン上でノイズを解析するためのツールも開発されてきている。そこで今回は、高周波回路における伝送路ノイズの抑制的を絞り、ノイズの発生する要因と対策方法を学び、ノイズ解

析システムを用いてその効果を確認する。最終的には、基板製作前にハードウェアバグを取り除き、試作回数を減らし効率的な基板開発を行うことができることを目標とする。

まずは今回のコースを開発するに当たり、ノイズ解析システム「SignalAdviser」を開発した富士通株式会社に協力を依頼し、トライアル的にコースを実施することとした。ソフトは無償版を使用することとし、実施結果を見て平成15年度からリプレイスとなるCAD/CAMシステムにノイズ解析システムを組み入れることを検討することでご了承いただき、コース内容からツールの使用法まで全面的にご協力いただけることになった。

3. 技術動向と設計状況

近年、パソコン、AV機器をはじめとして情報・通信機器を中心に設計のデジタル化、高速化が顕著である。図1に見られるようにパソコンのメモリバスや通信規格は1GHzに達するものも現れつつある。また利用されるデバイスの低電圧駆動化やプリント板の高密度化も進んでいる。こうした高速デジタル回路を有する製品の設計が増える一方で従来どおりのアナログ設計や低速な製品は製造だけでなく、その設計までも東南アジアや中国に移転されつつあり、国内での設計は減少傾向にある。そのため国内では高速デジタル回路の設計のできる設計者が求められるようになってきた。

ところが高速デジタル回路の設計では従来の設計

に比べてノイズ問題に悩まされることが多い。これは信号の高速化や駆動電圧の低下、パターンの高密度によって、信号の反射による波形の乱れやクロストークノイズの問題が顕在化するようになるためである。従来に比べてマージンの確保が難しく回路が論理的に正しいだけでは必ずしも動作保証のできるプリント板ができるとはかぎらなくなっており、再設計や対策のために設計期間を長期化する傾向にある。

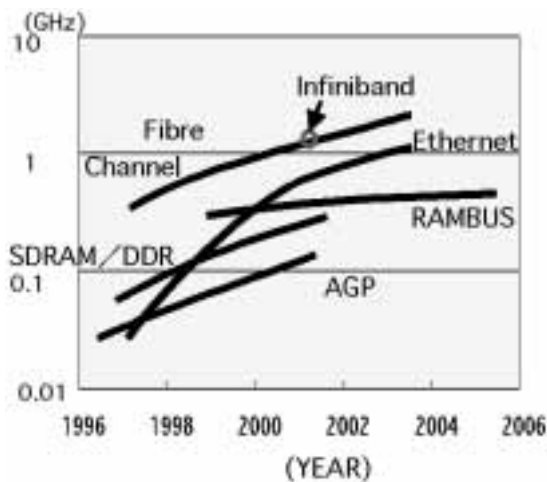


図1 信号伝送規格の推移

4. 従来の問題点とノイズ解析ソフトの開発背景

高速デジタル回路設計においては試作・評価の繰り返しによる従来型の設計手法（図2（a））では設計手戻りや評価工数の増大により設計の長期化が避けられない。そこで試作前に問題点を発見するためにパターン設計後に解析を行う方法がとられるようになってきた（図2（b））。これは試作前に問題点を見つけ試作回数を減らすためと、高速な信号では測定機器自身が持つ電気的特性のため実測では実際の信号波形を正確に観測することができなくなるためである。

しかしパターン設計後に初めて解析を行い、この時点で問題が発見されるとパターン変更や部品の変更・追加が難しい場合が多く、修正に多大な時間を要する危険がある。そこでパターンを引く際の配線規約やノイズ対策を考慮した適切な部品の利用をパターン設計開始前、回路設計段階で決定しておくことがよりよい設計手法として考えられる（図2（c））。ところが従来の設計では高速デジタル設計が少なくノイズの問題に直面することがほとんどなかったため高速伝送におけるノイズ対策を行える回路設計者

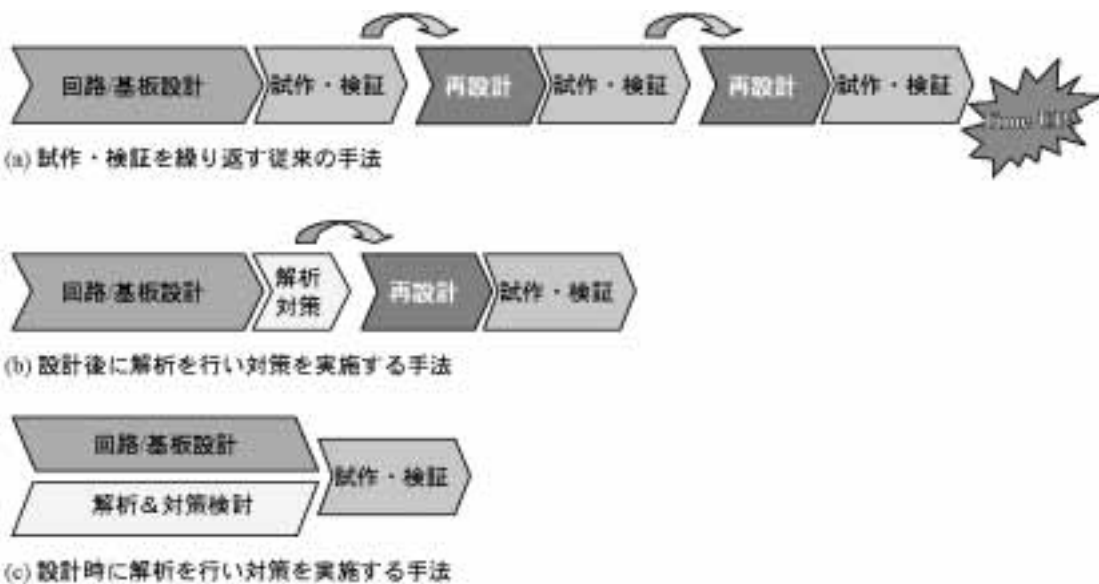


図2 設計手法

が少ないのが現実である。一部の専門家に頼るか試行錯誤を繰り返してノウハウをためていく方法もあるが、高速な設計が増え、周波数が急激に高くなる近年の技術動向のもとではこうした方法には限界がある。

今回使用するノイズ解析ソフト「SignalAdviser」は、回路設計段階およびパターン配線前段階で、ノイズに関して専門家でなくても対策設計ができるようにナビゲートし、設計者育成にも有効なシステムとして開発されたものである。

5. SignalAdviserの特長

SignalAdviserはその名が示すように解析結果に対して具体的な対策方法をアドバイスとしてシステムが提示する。アドバイスエンジンは富士通がこれまで培った対策ノウハウをベースとしている。利用者

は解析したい伝送路のトポロジーをネットリストまたは雛型から作り、配線規約の検討や選択した部品の特性で問題がないかの検証を行う。

図3はクロックラインのトポロジーとレシーバ端における解析波形である。図3(a)ではレシーバ端での波形にオーバーシュートがみられる。解析結果に対してはシステムが問題箇所のチェックを行うので確認ミスを防ぐことができる。問題を解消するためのアドバイスが提示され、ここでは抵抗値の変更が有効であるとわかる。アドバイスは具体的な形で提示され、図3(a)では抵抗を $41\Omega\sim 64\Omega$ の範囲で選択すればいいことがわかる。図3(b)はアドバイスにしたがって抵抗値を 47Ω に変更したときの結果である。適切な抵抗によりインピーダンスの整合がとれ反射が抑えられているのが確認できる。SignalAdviserではアドバイスによる対策設計だけでなくパターンの長さや部品定数をスイープさせて信

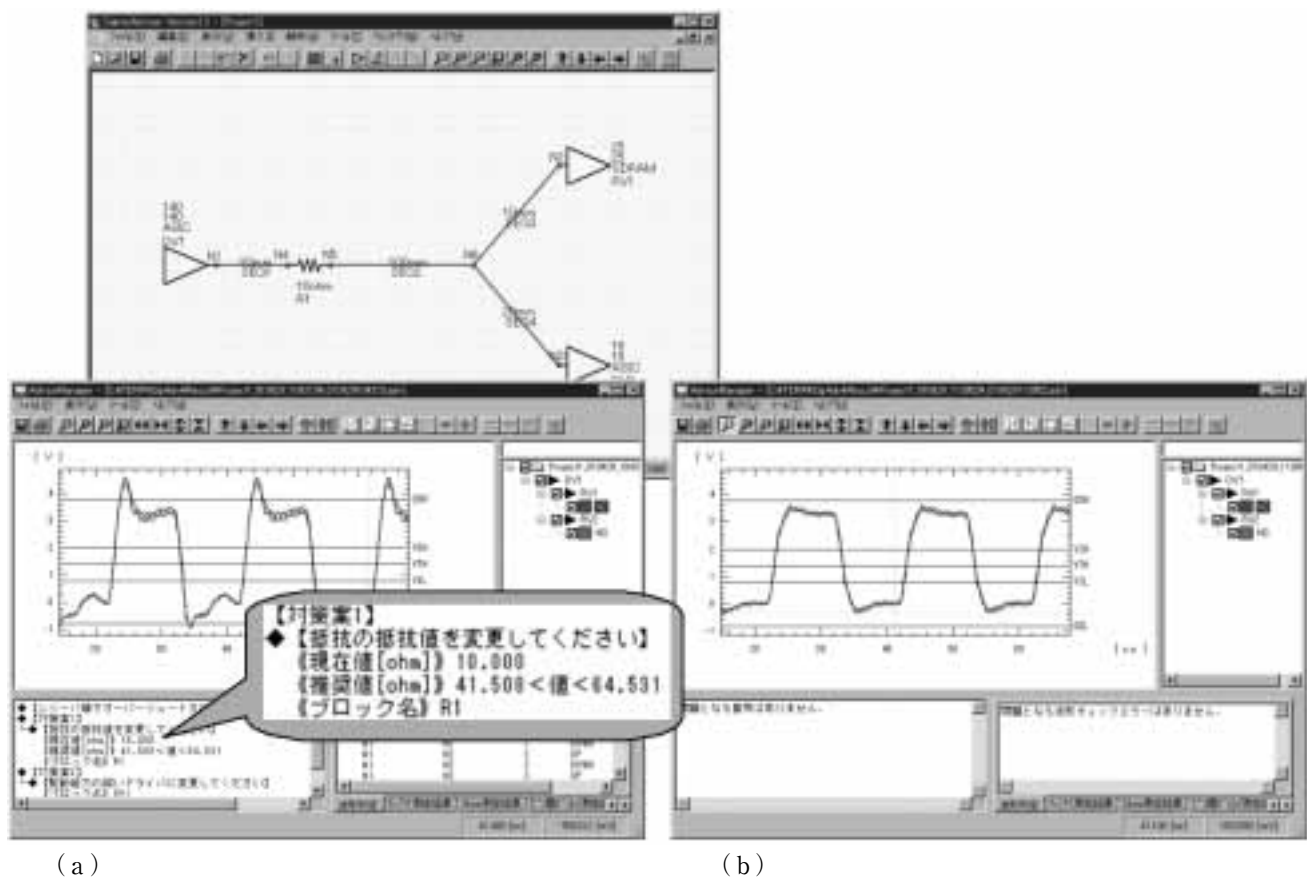


図3 クロックラインの解析

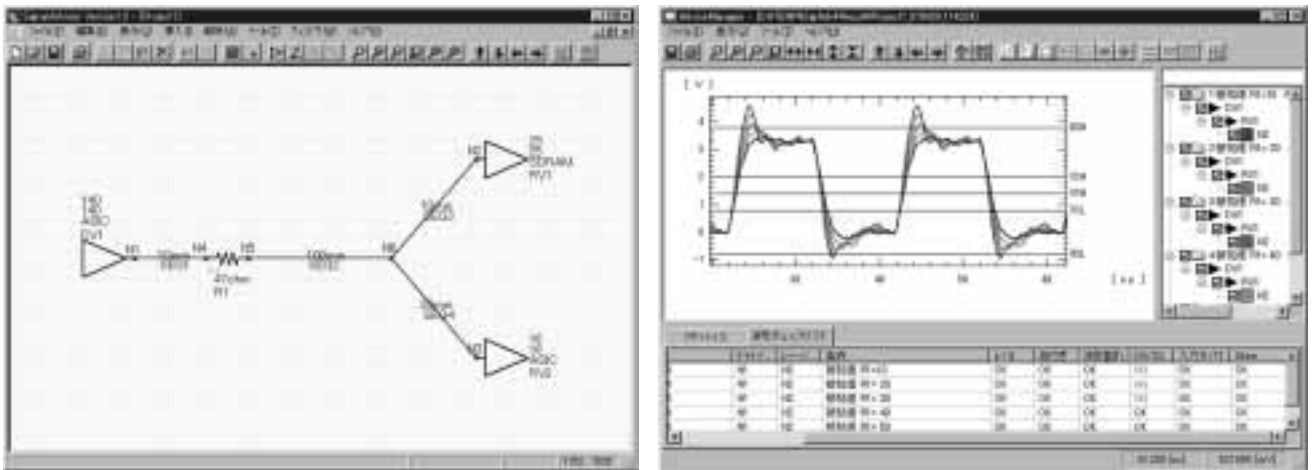


図4 抵抗のスイープ解析

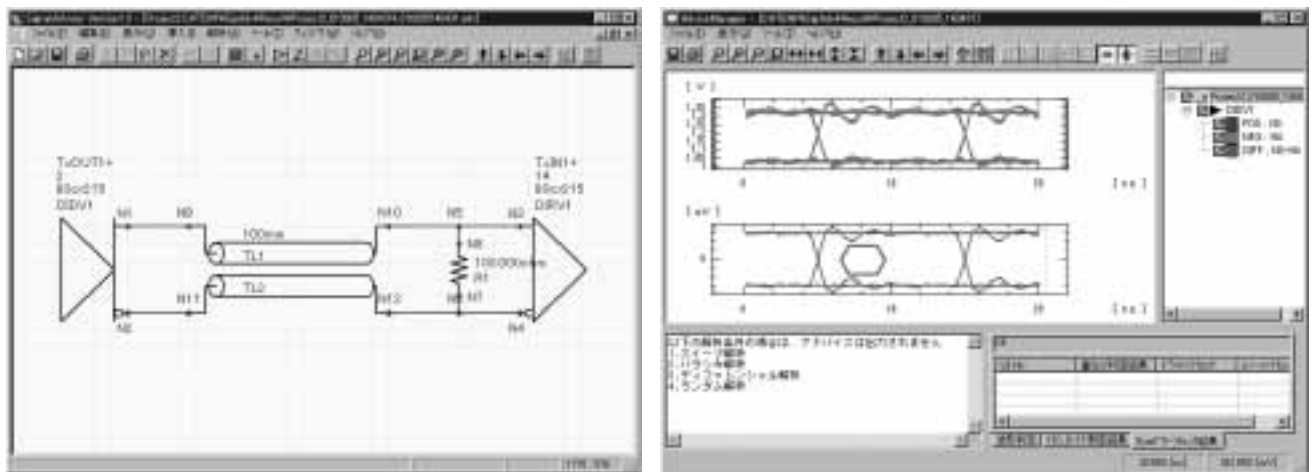


図5 ディファレンシャル信号解析

号波形に対する影響を見たり（図4）、特性のばらつきを設定してマージン確保を検討することも可能である。耐ノイズ性から使われるようになったディファレンシャル信号の解析も可能であり、アイダイアグラムによるチェックを行える（図5）。パターンの特性インピーダンスは条件を設定して正確に算出するので配線層の違いなども考慮できる。またこれまでの解析ノウハウから入手した解析モデルのチェック・自動修正機能を備えているほか解析結果をレポートとして出力する機能を備えており、解析準備および付帯業務の労を軽減できるようになっている。

6. カリキュラム

デジタル回路設計，プリント基板設計に従事され

ている方を対象に，高速デジタル回路においてノイズが発生する要因から対策方法，事例の紹介を行うとともに，ノイズ解析システムを利用してノイズ現象の把握，対策方法を検討し，再設計を行うことにより，実践的なノイズ対策法を習得することを目的とする。

具体的には，まず反射ノイズ，クロストークノイズ，電源グラウンドバウンズ，同時スイッチングノイズといった各ノイズの発生の仕組みを理解し，その対策を考慮した伝送線路の設計方法を習得する。

またその対策について，ノイズ解析システムを利用してそれらを検証していく。まず，ノイズ解析システムを利用するに当たって，そのメリットと使用方法を説明し，シミュレーションを行うための素子モデルを作るのに必要なIBISファイルや基板パラメータ

ファイルといったシミュレーション情報を理解する。また便利な解析機能として、スイープ（ステッピング）解析や、バラツキ解析といった機能を利用し、配線長や抵抗値がノイズに与える影響をより理解することができる。最後に設計実習の時間を設け、実践的な能力を身に付けることを目標とする。以上の内容を2日間コースとして設定した。

7. 実施状況

平成14年度中2コース計画し、定員10名の募集に対し、それぞれ19名、18名の申し込みがあった。キャンセル待ちが多くなったため15名に定員を増やし実施した。

受講者のアンケートへの回答結果を以下に示す(回答数24)。

・満足度

- たいへん満足した・・・1名
- まあまあ満足した・・・16名
- どちらともいえない・・・5名
- やや不満・・・・・・・・・・1名
- 不満・・・・・・・・・・1名

・教材について

- 良かった・・・・・・・・・・6名
- まあまあ良かった・・・13名
- どちらともいえない・・・2名
- あまり良くなかった・・・2名
- 良くなかった・・・・・・・・1名

・時間について

- 短すぎた・・・・・・・・・・1名
- やや短かった・・・・・・・・5名
- ちょうど良い・・・・・・・・18名
- やや長かった・・・・・・・・0名
- 長すぎた・・・・・・・・・・0名

教材への評価も悪くなく、内容についてはまあまあ評価できる結果とはなったが、なかには高速デジタル回路のノイズ対策とは思わずに受講された方もあり、広報の内容には反省を残した。

今回の講座では、SignalAdviserの評価版を使用し

たが、他施設で実施する場合の問題として、まず評価版は1ヵ月間のみ使用と期間が限定されていること、製品版は高価であるということ、またパソコンに図6に示す能力が求められることがあげられる。

評価版についてはホームページからダウンロードできるので、以下のURLを参照してください。

URL:http://salesgroup.fujitsu.com/plm/eda/html/SignalAdviser_down.html

また、担当するためには、高周波デジタル回路の知識、ノイズの知識、IBISの知識が必要となる。高度な知識が必要となるが、テキストを富士通株式会社に作成していただいたので、今後のセミナー実施に向けて見通しをたてることができた。

OS	WindowsNT4.0 SP5以上,Windows2000
CPU	Pentium II 300MHz以上
メモリ	128MB以上
ディスク	約40MB以上 (OS,データ容量除く)
その他	LANカード必須 (ライセンス取得のため)

図6 動作環境

8. おわりに

今回富士通株式会社の全面的な協力を受け、セミナーを実施したが、申し込み状況も申し分なく評価もなかなかのものであったと判断する。この結果を受け平成15年度からのポリテクセンター関西における新しいCAD/CAMシステムのリース物件にノイズ解析システムを導入することを決定した。また今回のトライアルコースの実施でリース機器導入前に導入後のセミナーへの効果、問題点を確認・整理できたことは非常に収穫があった。今後はこの実施結果を生かし、自前の新たなコース開発・実施に取り組んでまいりたい。