

研究室お宅訪問

最先端研究を直撃

-技術の明日、日本の明日を探る-

第3回「群馬大学 小林研究室」探訪

群馬大学工学部小林研究室は、「赤城の山も今宵限り」の国定忠治で有名な赤城山の麓に位置する桐生市の桐生キャンパス内にあります。国定忠治の義侠心は、講演や映画などでもずいぶんとりあげられているので、ご存知の方が多いのではないでしょうか。

小林研究室ホームページにある研究室紹介資料（※関連情報リンク6「小林研究室のまったり生活」）では、“地域、古典に親しむ”がトップに掲載されており、さらに、小林研究室は、群馬大学アナログ集積回路研究会を主催し、主に北関東の企業と関係した集積回路の技術教育を進めています。

今の日本では、「地方」と「教育」が重要なキーワードだと感じています。

「地方や人材育成」について重要なヒントがあるのではないかと、今回は、小林春夫先生と高井伸和先生に、研究室の工学への取り組みや、地方、人材育成についてお伺いしました。

群馬大学 小林研究室

工学博士 小林春夫 教授、工学博士 高井伸和 准教授 インタビュー

（聞き手：テクニカルフィールドオペレーション本部 佐藤伸久、菅谷英彦）

小林先生は東京大学工学部（大学院修士課程）を修了後、国内企業に就職。カリフォルニア大学ロサンゼルス校(University of California, Los Angeles: UCLA)への留学を経て1997年に群馬大学へ着任されました。学生時代は計測/制御系を専攻、企業も半導体ではなく計測系ということで、小林先生が電子回路の研究を始められたきっかけからお伺いしました。

——電子回路設計の研究を始めるきっかけは何だったのでしょうか。

小林先生：群馬大学にてアナログ・ミックスドシグナル回路研究を始められたきっかけは、90年代後半から言われ始めた産学連携の一環として、たまたまCMOS AD変換器の共同研究を地元企業から打診され、やってみようかとチャレンジしたことが始まりです。電源のチャージポンプは、それまでやったことが無かったのですが、名野隆夫さん（名野アナログ回路研究所）との出会いで、電源系の回路の研究も始めました。

徐々にこの地域の企業と交流が始まりました。今は、群馬地区に限らず、関東や関西の企業と共同で研究を行っています。数年前には東北・仙台の企業の海外インターンシップに参加させて頂きました。また、半導体理工学研究センター（STARC）様との共同研究は4期目（1期3年）となります。



研究室の小林教授

——高井先生の経歴をお伺いします。

高井先生：修士までは東京理科大学の関根先生の研究室で研究し、その後東京工業大学の藤井研究室で博士号を取得しました。厚木にある私学を経て2005年に群馬大学に着任しました。

一人で研究を続けることに限界を感じていたので、アナログの産学連携の公募で群馬に来ました。企業との電源回路の共同研究を当時から行ない、今は電源回路が研究の柱の1つになっています。

——一緒に研究されるようになった経緯を教えてください。

高井先生：最初は別々に活動していましたが、研究内容がオーバーラップするところもあり、ツールのセットアップなど私が得意な面で共通化できるところもあったので、小林先生とご一緒するようになりました。



研究室の高井准教授

——研究室で取り組まれている技術について紹介をお願いします。

小林先生：一つは、ミックスドシグナル・テスト容易化技術について、STARC様と3年前から共同研究しています。なぜこれをやるようになったかという、自分のバックグラウンドが活かせると思ったからです。私は電気出身ではなく就職先も半導体メーカではありませんでした。アナログ回路と計測の両方の要素を含む分野を開拓していきたいと考えていたのですが、このテスト容易化技術がまさにそれを満たすものでした。

日本のなかでは、研究者が限られている分野だと思います。アナログ回路の学会とは別のLSIテスト（コンピューター・ソサイエティ）に属し、関わっていらっしゃる方も半導体系に加えてさまざまな分野の方がおられ、新鮮さもあります。

——具体的にどの様にテスト容易化をされたのでしょうか。

小林先生：アナログの場合は、個別対応が必要になります。一つは、AWG（任意波形発生器）で歪みの少ない正弦波を発生させ、これによりAD変換器の評価用信号を高純度に発生させるアルゴリズムや、TDC (Time to Digital Converter)を $\Delta\Sigma$ 型として扱う新しいアルゴリズムを開発しました。当研究室の新津先生は、ジッター関連のテスト容易化回路やジッター低減回路を考案しています。詳細は、“ミックスドシグナルSOC テスト技術の動向と 最近の研究成果”（※関連情報リンク 3）を参照いただければと思います。

——それでは研究室の柱は、テストの容易化ということでしょうか。

小林先生：私のテーマは、テスト容易化および従来から取り組んでいるAD変換器設計関連技術です。電源回路設計がもう一つのテーマでもあります。

—— 5年ほど前は CMOS アナログ回路設計がブームでしたが、現在は、電源回路、車載、イメージセンサーが注目される分野と思います。特に電源回路は、パワーICシステムとしてデジタル制御のミックスドシグナル設計の方向と、もう一方で、GaNやSiC、IGBT等のパワー・デバイスを中心とする方向に分かれていると感じます。

その中で、電源回路の研究に関して、どの様に取り組まれていますか。

高井先生：幸運にも、ブームが来る前に研究室の課題として取り上げてきました。その点では技術やノウハウの蓄積についてリードしていると思っています。

小林先生：電源は専門で無い部分もありますが、客員教授の小堀康功先生（小山高専）にご協力を頂き、専門家を招いて教育を充実させています。研究室の学生も、自主的に勉強をしていると感じています。旭化成エレクトロニクス様、サンケン電気様との共同研究では担当技術者の皆様に電源回路分野の技術的アドバイスをいただき、研究教育を加速するのに非常に有益です。

——それ以外に取り組まれている分野はありますか。

小林先生：RF回路にも取り組んでいます。LNAやオールデジタルPLL (ADPLL)などの研究・開発をしています。三洋半導体様の協力の下、新しいアルゴリズムを学生が考えて、試作から動作の確認もできて

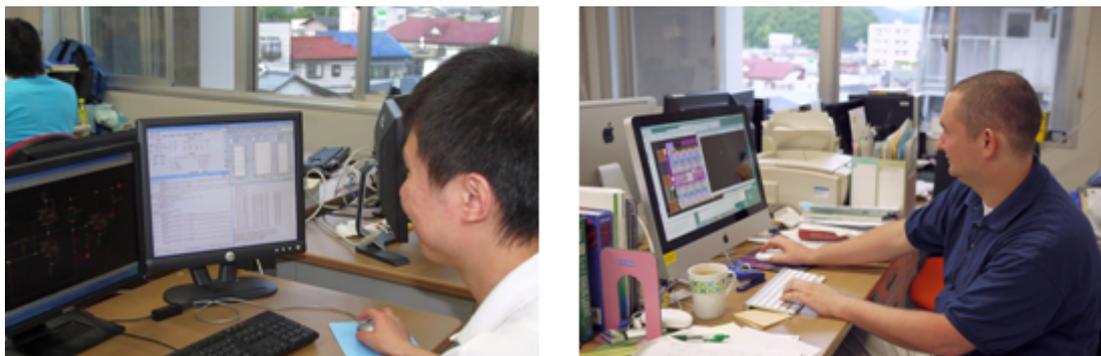
います。

高井先生：ADPLLは、内部で分周して使っているのですが、VCO発振周波数がシミュレーションでは4GHz帯です。1個だと周波数のレンジが低いのでVCOを切り替えてワイド・レンジで発振する仕組みを入れています。試作まで行ないました。プロセスは180nmで、デジタルの多くはFPGAを利用しています。（※関連論文 4）

小林先生：学生が独力で設計しました。従来法と比較して、このアーキテクチャが雑音に対するメリットがあるかどうか、今も研究中です。しかし、担当学生ががんばりました。よく設計してくれたと感じています。

――ツールの環境は、どのような環境をご使用ですか。

高井先生：VDEC経由の環境を利用しています。設計の基本環境はVirtuoso設計環境でシミュレータは、Spectreを利用しています。今回は高周波帯ですが、Spectreだけでシミュレーションしました。



小林研究室での研究風景

―― 小林研究室のホームページの“小林研究室の生活”というページから、教育や人材の育成に対する先生の考え方が伺えます。（※関連情報リンク6）
研究室の教育方針について教えていただけませんか。

小林先生：企業では技術の流出を恐れ、できるだけ情報を外に出さないようにすることは一面では正しいと思っています。一方、大学での研究・教育ということに関しては、逆にできるだけオープンにしていくべきではないかと考えています。私は将棋が趣味なのですが、大山康晴さんという大名人の棋譜が公開されています。そのため誰でも棋譜（技術）を研究することができます。それでも、大山名人は何十年もの間、高い勝率を保っていました。大山名人は、『自分は頭で覚えた将棋ではなく、体で覚えた将棋』と仰っています。

教育や技術開発も、頭だけで覚えるというより体全体で覚え、鍛えるという要素が必要ではないか、また自分自身もそうありたいと思っています。体で覚える事で、技術的に少くらしい追いつかれても動じない、さらに次の新しい技術の開発を継続的に続けられるようになるのではないかと考えています。その様な気概を持っている技術者や研究者は、大名人に通じる印象を受けますね。情報が広く伝わっても、強い人は高い勝率を保つことができます。これは技術者・研究者への教育でも同じ事が言えるのではないかと考えています。

もう一つ、大学の教員はスーパーバイザではなく、アドバイザーであると思っています。アメリカの大学の先生はアドバイザーと呼ばれていますし、実際そうだなと感じます。特に大学院生は主体的に自分で研究する。それに対してアドバイスするのが教員で、研究するのも決めるのも基本的には学生が主体的にしていると感じます。

また、世代が違くと相互理解しにくいと感じることがあります。これに関しては、自分の価値観を押し付ける事はやめようと思っています。両毛線で国定駅があるのですが、赤城山とか国定忠治の事を尋ねても知らないという学生がかなりの割合でいます。逆に、国定忠治を知らなくとも、私の知らない事を沢山知っているのでしょうか。

孔子は、論語の中で、「後生畏るべし」（こうせいおそるべし）と、若者に優れた人材がいると述べています。一方で、「四五十にして聞こゆることなきは、これ亦畏るに足らざるのみなり。」（論語子罕篇）と、四十歳や五十歳になって世に知られていないならたいしたことは無い、という厳しい言葉も残しています。

基本的には、自分の価値観で測らずアドバイザーの立場で接する、というスタンスで学生と接するよう心がけています。とはいえ、先ほどの論語の言葉の後半部分を自覚させるようにしたいというのが私の考えていることです。

群馬大学のOBの言葉ですが『知識、良識、見識を身につけろ』という言葉があります。人を鍛えることについて、専門の知識を持つことに加え良識や見識も重要である、という意味です。就職面接では知識だけを見ているのではなく、良識や見識を測っているということですね。役立つ知識を持つことは当然ですが、他に人間修養というのが重要だと感じています。

纏めると、教育に関しては人間修養の要素を、大学教員としてはアドバイザーとして学生を信頼し主体性にまかせること、専門知識については鍛える、ということが必要だと感じています。

――企業から求められる人材育成という面では、取り組みなどはありますか。

小林先生：即戦力という面では、就職した企業で携わる業務が学んできた領域と異なることもあり得るので、必ずしもそうでない時もありますが、重要なのはポテンシャルを上げることだと考えています。

高井先生：要は、問題に対処できる能力を身につけるといのが大切で、研究はそのための素材だと認識しています。修士であれば3年間かけて問題解決能力の基礎を身につけさせることが課題だと考えています。

小林先生：企業の方に来ていただいて話をさせていただくことや議論させていただくことは、業種が違っていても学生は何か感じるものがあり、よい刺激になると思っています。私達の研究室のメンバーは国際学会への参加・発表等で海外に行くことを経験させています。研究室の1/3は海外からの学生です。今は中国、アメリカ、イラン、バングラデシュ、マレーシア、ペルーなどからの留学生を受け入れています。バングラデシュでは公用語として英語も使われているので、他の学生の英語原稿の校正を手伝っています。日々、海外からの人たちと話すというのは良い刺激です。地域によると思うのですが、ここでは工学系/技術離れを感じることはありません。

―― いろいろな年代や国の方が在籍されていますが、技術の継承としてアドバイザー的立場と仰っていますが、研究生の取り組み方はどのようにされていますでしょうか。

小林先生：アドバイザーとして自主的に実行していくという環境を作ることです。我々は比較的うまく対応できていると思っています。

新4年生や新しく来た大学院生には、私（小林先生）と高井先生、新津先生で、毎朝の9時から10時の時間で週5日間のゼミを行っています。また、Razavi先生の本を使った学生同士のゼミも開催して先輩が後輩に教えることをしています。電源や高周波というテーマ毎のゼミも学生が主体になり実施しています。さらに、それらを総括するための全体ゼミを開催しています。高井先生は、独自にゼミを開催しています。

会社ではレポートになるとは思いますが、書くことは考え方を整理させるといわれますし、モチベーションを上げることも含め、研究会等への参加や発表を推奨しています。

ゼミや勉強会は他の研究室と比較しても多いのではないかと思います。教員が3人いること、それぞれのバックグラウンドが異なることが、広い分野をカバーできる強みになっていると思います。

企業と連携し、色々な分野の専門家を講師（客員教授）として招く連携大学院を実施しています。

STARC様からも教材を提供いただき授業を実施しています。

―― 小林研究室が主導の研究会（群馬大学アナログ集積回路研究会）について話を伺います。

（※ 関連情報リンク 2）

どの様な経緯から始められたのでしょうか。

小林先生：我々が先端技術や幅広い分野の話しを聞くのが好きだということが一番の理由でしょうか。多くの企業様をお招きしてそれぞれの技術について拝聴するというのが基本的に好きだから続いているということです。

最近では、水や空気の様を意識しなくとも無くてはならないものとして継続しています。すっかり溶け込んでいると思っています。

――毎回、学生はどれくらい参加しますか。

小林先生：テーマによって変わります。もちろん自分の研究に直接関係したテーマであれば参加します。最近では特に電源系の時は多くの聴講者が集まりました。

—— 研究室のページに「工学」とは何かを考えようという内容があります。
先生の考える工学の面白さとはどのようなことでしょうか。（※ 関連情報リンク 5）

小林先生：工学のアイデンティティというものを考えると、高校までの物理や化学はどちらかというとサイエンス（科学）というスタンスだと思います。工学が何かということについては、工学部においても明確に伝えることができる人は少ないのではないかと思います。

まずは、「科学」（サイエンス）と「技術」（テクノロジー）は違うということがいえると思います。工学では、トレードオフの考え方が重要になります。また、コストという考え方も重要な要素だと思います。半導体や集積回路の設計をする場合に、低消費電力や高性能化ということが言われます。これらはすべて低コスト化に繋がります。研究・開発の指標は、低コスト化に一元化されるのではないかと思います。そう考えると、集積回路の研究・開発や目標は非常に明確になるのではないのでしょうか。大学で低コスト化の研究・開発と言うと抵抗があるかもしれませんが、集積回路に限って言えばそれが目標であると言うとクリアになると感じています。また、地方は工学部や製造業に向いていると感じます。印象的な言葉としては、“No Science is in Intel.”という言葉がありますね。

工学の魅力の一つとしては社会作りができるということでしょうか。イノベーションは大きな技術革新というよりも、それをベースに社会変革ができるということに繋がります。

工学は産業と密接に関わっています。UCLAから起業したHenry Samueli先生は、Broadcomの創業者です。Samueli先生は私がUCLA留学時代に修士論文の副査をしていただいた先生です。Samueli先生のDSP関係の講義も受講しています。あれよあれよという間に社会的に成功されました。工学に関わることでこのようなことも可能となるのが一つの面白さだと思います。

ここまでになるのは大変だと思いますが、自分達の技術で社会に対して大きなアクションを起こせるかもしれない、新しい技術で社会を変革できるかもしれない、ということが工学の面白さではないのでしょうか。



—— 学生に特許を取らせることは推奨されているのでしょうか。

小林先生：学生が考案する場合がありますし、教員がフォローして形にする場合がありますのですが、結果が目に見える形になるというのは、うれしいと思います。

結果として学生が特許出願に加えて、特許によって利益が得られることもあるということを体験できることは、よい経験だと思います。

—— 今後の研究開発における、小林先生の目標について教えてください。

小林先生：テスト単体ということよりも、設計や信頼性、歩留まりを含めて考える。学会での回路設計は、typicalの場合を考えているのが一般的だと思いますが、経年劣化やワーストケース、さらにコストも考慮する、という視点からテスト容易化を実現することを目指しています。

—— 今後の研究開発における、高井先生の将来の展望を教えてください。

高井先生：私が研究しているものの一つに、アナログ回路自動合成があります。一筋縄ではいかないとはいっていますが、オペアンプ、コンパレータ、フィルタが仕様にうまく合う様に自動合成する技術を研究しています。パラメータのフィッティングはツールで対応できるので、トポロジの視点で自動合成する研究を行っています。

パラメータフィッティングの手法が一般的になり、トポロジがあれば所望の特性を持つ回路を作り出す事は可能になりましたが、仕様からトポロジを生成することはこれからの技術です。これができれば、デジタル回路と同様の設計フローに近づくのではないかとされていますが、現状では、非常に難しいと思います。逆に、チャレンジだと思います。アナログ回路の設計では、精度という軸がありトレードオフの設計になるので、合成といっても既存の論理合成とは違う観点になると考えています。

学生達に何もアドバイスせずに設計をさせると、最初にパラメータの変更を試みます。結果、パラメータを変更しても動作しませんでした、ということが多いです。SPICEを使って数値をあわせるだけのエンジニアという比喩がこめられた“SPICEモンキー”という言葉がありますが、まさにツールに踊らされてしまうだけのユーザになってしまいます。これでは回路設計とはいえません。

いつも学生には、「もしアナログ回路の合成ツールが誕生したら、設計者（君達）が不要になってしま

うよ。」と言っています。「なぜ、そのパラメータの値を変えたのか、ここで電源の値を増やすのはこの様な理由からだ」などと考えることが大切だと説いています。

便利になればなるほど技術が廃れるという側面があります。コンピュータ環境が十分に発達して並列にシミュレーションを流すこともできますが、やみくもにシミュレーションで結果を見るのではなく、やはり基礎を学ぶことが大切だと感じます。

小林先生が冒頭で紹介した、競争力をつけるために体で鍛える、ということを実感しています。

――ケイデンスについて一言お願いします。

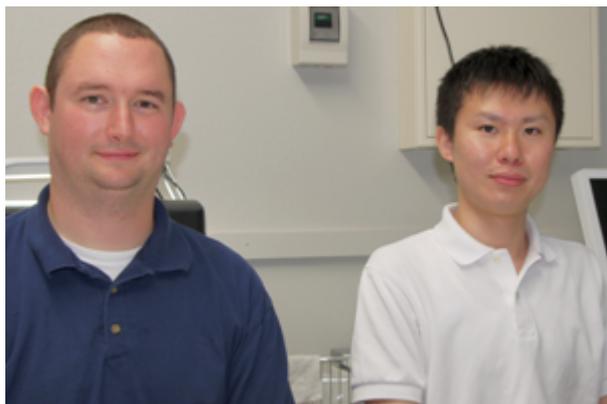
小林先生：創業時代はカルフォルニア大学バークレー校（University of California, Berkeley: UCB）と関係していると想像します。アメリカは非常にソフトウェアが強いですね。Unixはベル研、SPICEはUCBからでていますし、それ以外でも強い技術を持っている機関が多いと思っています。日本では真似できない技術を持っていて、文化が違うという印象を受けています。そのような背景から出てくると感じるハイレベルのソフトウェアをケイデンスはEDAベンダーとしてこれからも提供し続けて欲しいと思います。

高井先生：教育機関向けの費用を考慮した講習会を企画して欲しいと感じます。多機能になっているので、使いこなすためには、講習会への参加が必要だと思っています。代々受け継がれてきた環境や資料を参考に設計をしますが、実行できるようになるまでには時間がかかるので講習会があると助かります。

我々群馬大学でアナログ講習会を実施しても、遠方から来るのは難しいと思っています。同様に、東京地区で実施してもなかなかこちらからは行きにくいというのがあります。このような状況を克服できるような講習会の企画をお願いします。

研究生インタビュー

2名の研究生の方に、研究課題や研究室の雰囲気について伺いました。



ザックさん（左）と興大樹さん（右）

ザックさん（Zachary Nosker）：

回路設計技術者としてシリコンバレーで働いていました。今は博士課程として小林研究室に所属しています。前職でも電源回路設計（※関連論文 1）に従事し、今も電源回路の研究開発をしています。日本での勉学や就職を考えていて、社会人のときに推薦状をもらい、同僚と相談したり話したりホームページを見たりして、最終的に群馬大学を選択しました。ゼミのスタイルは、一般の学生にとって良いものだと感じています。卒業後は日本で就職を考えています。

興 大樹(おき だいき)さん：

現在修士1年生で、工学部から小林先生の研究室に所属しています。もとは医療機器を作りたくて群馬大学の電気電子工学科を志望しました。

授業で小林先生の講義を受けて、突きつめるとすべて回路技術で性能が左右されると感銘を受け、また小林先生の教育者としての人格にも惹かれるところがあり、小林研究室での研究を希望しました。現在は低消費電力LNAの研究を進めています（※ 関連論文 2, 3）。

小林先生は、アドバイザのスタンスで接すると仰っていますが、ゼミや研究の疑問点に対する応えかたは、学生の親身になっていただき感謝しています。先生はいつもパワーが溢れています。しかし、それを押し付けるわけではなく、若い人たちとの視点も考慮していただき柔軟に対応していただいていると普段から感じます。医療系技術も興味ありますが、最近は通信回路への興味も湧いてきました。

インタビュー後記

小林先生とは、EDS Fair 2010 特設ステージ「パワー・高耐圧系アナログ回路の現状と課題」でご一緒させていただいたことがきっかけで、群馬大学アナログ集積回路研究会の中で「アナログLSI設計ソフトウェア基礎と応用」と題してケイデンスのソリューションを紹介させていただいたり、定期的にコミュニケーションを取らせていただいています。

今回の先生とのインタビューを終え感じるのは、技術の側面ではなく、研究室のページでも紹介されているように、“協力はしても押し付けない”という「老荘思想」スタンスです。

答えを教えるのではなく、答えに辿りつけるように導くという指導をされていると感じました。日本人は応用力が強いが創造力が弱い、とも言われますが、創造力を鍛えるためには教育のアプローチ方法を根本から変えていく必要があるのかも知れません。無から作り上げていくのですから、様々な知識を持ちつつ柔軟な発想ができるかどうかかがキーとなります。

それは同時に問題に対する解決力の向上にも繋がるのではないのでしょうか。そういう意味では、「研究生に対してスーパーバイザではなくアドバイザーであるべき」、というスタンスは自主性や考える力を向上させることに効果的だと思います。

小林研究室は、先生と生徒の間のチームワークを感じ、とても良い雰囲気の研究室でした。最後に研究室の皆様の写真も撮影させていただきました。皆様、ご協力ありがとうございました。



小林研究室のメンバー。和気あいあいの雰囲気がよくできていますね。

関連情報リンク

- 1.群馬大学小林研究室ホームページ
2. 群馬大学アナログ集積回路研究会
3. “ミックストシグナルSOC テスト技術の動向と 最近の研究成果”
4. “デジタルアシスト・アナログRFテスト技術”その1
“デジタルアシスト・アナログRFテスト技術”その2
5. “「工学」とは何かを考えよう”
6. “小林研究室での生活”、“地域、古典に親しむ”

関連論文

- 1.Zachary Nosker, Yasunori Kobori, Haruo Kobayashi, Kiichi Niitsu, Nobukazu Takai, Takeshi Oomori, Takahiro Odaguchi, Isao Nakanishi, Kenji Nemoto, Jun-ichi Matsuda, "A Small, Low Power Boost Regulator Optimized for Energy Harvesting Applications," IEEJ International Analog VLSI Workshop (AVW 2011), Bali, Indonesia (Nov. 2011).
- 2.Kiichi Niitsu, Naohiro Harigai, Daiki Hirabayashi, Daiki Oki, Masato Sakurai, Osamu Kobayashi, Takahiro J. Yamaguchi, Haruo Kobayashi, "A Clock Jitter Reduction Circuit Using Gated Phase Blending Between Self-Delayed Clock Edges," 2012 Symposium on VLSI Circuits, Honolulu, Hawaii (June 2012).
- 3.ETG-11-57 低雑音増幅器の歪解析、
興大樹、小林春夫、新津葵一、高井伸和（群馬大学）壇徹、高橋伸夫、内藤智洋、
北村真一、坂田浩司（三洋半導体）、
電気学会栃木・群馬支所主催研究発表会、2012
- 4.ETG-11-58 TV チューナ用完全デジタルPLL 回路
湯本哲也、村上健（群馬大学）壇徹、高橋伸夫、内藤智洋、北村真一、坂田浩司（三洋半導体）小林春夫、高井伸和、新津葵一、
群馬大学、電気学会栃木・群馬支所主催研究発表会、2012