

2020年3月4日

## 20年前のナポリ大学との交流記

### 2000年3月 海外研究開発動向調査派遣（欧州大学訪問）

電気電子工学科 小林春夫

#### 1. はじめに

「エレクトロニクス分野の研究開発では米国に目が行きがちであるが、欧州からも良い研究が生まれている」「西洋文明発祥の地の欧州からはときどき全く新しい技術が生まれるので目が離せない」ということをよく耳にする。筆者は米国の西海岸に3年間いたことがあるが、今度は欧州のエレクトロニクスを学びたいと思っていたところ、ナポリ大学の Arpaia 助教授から論文を投稿してくれ との手紙をもらった。そこでそのつてを頼りに今回の2000年3月4日—26日の約3週間での欧州の電子計測技術・アナログ集積回路設計の分野の大学訪問を実現させた。

#### 2. ナポリ大学（University of Napoli, Federico II, 南イタリア）

ナポリは南イタリアの中心都市として栄えてきたが、このナポリ大学はゲルマン系の神聖ローマ帝国フェデリコ2世が15世紀に設立したヨーロッパ最古の大学の一つで、イタリアではローマ大学、ミラノ大学に続いて3番目の規模の大学である。この電子計測工学分野の Arpaia 助教授を訪ねた。

このグループは Cennamo 教授が研究上のリーダーで、「科学上の豊富なアイデアを持ち、グループのメンバーの面倒見がよく、予算や政治的な駆け引きには疎い、真の科学者」（Arpaia 助教授）である。Cennamo 教授は計測システムを Web に接続し、インターネットで制御・観測できるシステム（Remote Measurement System based on Network）の研究を南イタリアの他大学（カラボリア大学、サンニョ大学等）と協力して立ち上げ、この研究はまもなく国家プロジェクトになるとのことである（これは「欧州からの新しい技術」ではないか）。超高速に信号波形を取り込むための Tektronics 社のスキャン・コンバータの特性補償の研究でも成果を上げてきた。Arpaia 助教授は AD 変換器の測定・評価・モデリング技術、計測分野での品質管理・パラメータ最適化法（Taguchi Method の応用）、各種センサの特性補償等の研究を行っている。Taguchi Method の創始者 田口玄一氏は群馬大工学部の前身の桐生高専の出身と伝えると大喜びしていた。

米国や欧州各国の研究者と共同研究を行っており、学生をあちこちに送り込みまた自分のところにも受け入れている。例えば  $\Delta \Sigma AD$  変換器の特性補償アルゴリズムを米国の Rhode Island 大学と共同で開発している。

長老の Langella 教授は「工学の研究は理論だけでなく実験で検証されなければならない」という考えを持っている。D'Apuzzo 教授はクロックのジッタ・位相ノイズの計測技術、テレコム用計測システムの研究を行っている。

ナポリ大学の電気工学科では修士課程卒業まで最短で5年であるが実際は平均8年かかり、また入学者が卒業できる割合が4—5人に1人であるので、少し制度を変更しようとしているとのことである。大学教授は相当激しく仕事をしている。

Arpaia 助教授の家に何度も招待していただき、また休日はご家族とナポリ市内やポンペイ遺跡の観光に連れて行っていただいた。イタリアではローマ・カソリックに基づいて家族を大事にし、母親の存在感が強い母系社会であることが感じられた。ナポリの中心のビルは日本人により設計され、ベスビオス火山近辺の住民の避難方法は日本の都市工学者と共同研究されている等、建築・土木関係ではナポリと日本とは交流がある。南イタリアでは朝は9時くらいから仕事が始まるので朝食は7—8時くらいであるが、昼食は14時、夕食は20時半くらいからで、食事の時間は日本と大きく異なる。また、南・北を問わずイタリアでは英語は大学では大体通じるが、町中では5人に1人程度である。なお群馬大 SVBL で Arpaia 助教授を2000年7月から1ヶ月間招聘予定である。

### 3. イタリア 空軍学校 (Italian Air Force of Academy, 南イタリア)

ナポリ湾の岬の突端のプツオりにイタリア空軍学校があり、ナポリ大学の Cennamo 教授はこの教授（電子計測分野担当）も兼任しており、ご厚意により連れて行っていただいた。Cennamo 教授のお父さんが物理学者としてこの学校に多大な貢献があったとのことで、その名前が掲げられている研究室が残っている。この学校は定員130人のところ入学志願者は男子6千人、女子7千人と大変な競争率であり、入学後もパイロットのコースで卒業できるのは約半数とのことである。また一部ナポリ大との単位互換も行っている。航空機のエンジンや電子計測器等の教育設備が充実していた。ここでは教育だけでなく研究も行っているらしいが、（当然のことであろうが）説明・見学は教育機関としての内容で研究機関としてのものは一切なかったが、将校の方々が時間をとって説明してくれ最大限の歓迎をしてくれた。

#### 4. サンニョ大学、サレルノ大学 (University of Sannio, University of Salerno,

##### 南イタリア)

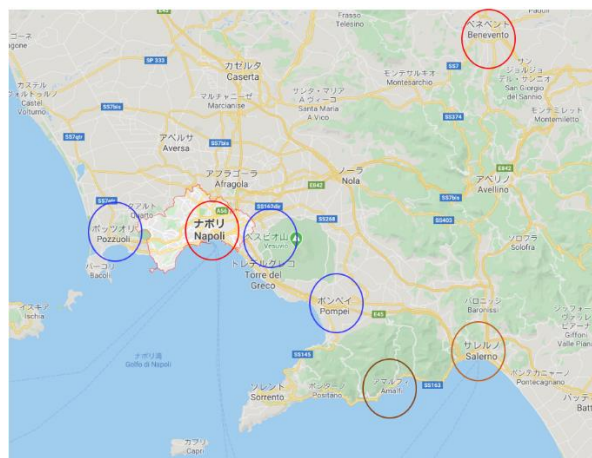
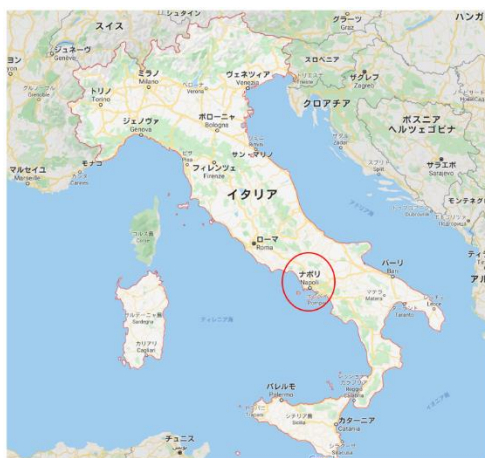
ナポリからバスで内陸に向かって約1時間行くと、古代ローマ遺跡が点在する一方近代的で閑静な町ベネベントに着く。そのサンニョ大学はサレルノ大学の一部が分離・独立したもので、そのコンピュータ・サイエンス学科の Daponte 教授を訪ねた。教授には99年6月に日本での学会(IMEKO)の際に群馬大 SVBL に招待し講演をしていただいている。またナポリ大の Cennamo 教授の卒業生でこのグループと密接に交流して研究を行っている。

Daponte 教授は電子計測出身、現在がコンピュータ・サイエンス学科にいたので周囲にソフトウェアの専門家が多い、欧州でテレコム技術・産業が急速に伸びているということ为背景に、テレコム用信号処理アルゴリズム、AD/DA 変換器モデリング技術、電力品質解析システム、インターネットを用いた分散計測システムの研究を行っている。「AD/DA 変換器技術では、これからテレコム用の (i) AD 変換器とトランスミッションを 組み合わせたシステム、(ii) DA 変換器、(iii)画像デジタイザ、のモデリング とキャラクター化が重要だ。AD/DA 変換器をどう作るかの研究は多いが、これらのモデリングの研究はほとんどなされていない」、「テレコミュニケーション技術、インフォメーション・テクノロジーは我々の未来である。現在 欧州はこの分野の研究をするのに最も適している」と力説している。

Daponte 教授と品質管理・電子計測分野でつながりがある FINMEK グループの PBA 社のエレクトロニクス工場を見学させてもらった。「南イタリアにエレクトロニクス工場はまだ少ないが我々のマイクロ・エレクトロニクスの実力を見て欲しい」とのことで、高品質・高技術 の印象を受けた。「この工場の品質管理にシックス・シグマ (6 $\sigma$ ) 法の導入を検討している。」最新の設備が導入されて自動化されている一方、一部人手による部分も残されており、これは「完全に自動化すると従業員の職を奪ってしまうため」とのことだ。またサレルノ大学も(学生に)案内してもらった。「これから群馬大、日本と交流を深めていきたいので、我々の全てを見て欲しい」とのことである。Daponte 教授は国際交流に力を入れ始めており、現在2人の外国人研究者を受け入れている。その一人のスロバキアからの Saliga 助教授は「非常に良くしてもらっている」と言っている。また学生を卒業研究のため各地の企業 (Nokia, Ericsson, Alcatel 社等) に送り込んで共同研究をしているとのことだ。

教授は海岸線の美しいアマルフィ・コーストのミノリ市に住んでいるので、そのホテルに1泊した。この地にはクリントン大統領夫妻やハリウッド・スター等が保養にく

ることもあるそうだ。その昔アフリカのサラセン帝国の海賊船の攻撃に対抗するために作った灯台や城壁などが残されている。南イタリアは統一王朝がなかったためフランス、ゲルマン、スペイン等何度も支配者が代わったとのことである。



#### 4. カラボリア大学 (University of Calabria, 南イタリア)

ナポリから南に電車で約2時間、イタリア半島の最南端近くのコゼンツァは古代ローマ遺跡が残り、ピタゴラスやタレス等の哲学者が輩出したことで知られる。Arpaia 助教授からの紹介で、このカラボリア大学の Grimaldi 教授を訪ねた。カラボリア大学は比較的新しい大学で、米国のキャンパスをモデルにした近代的な建物からなり学生数は約2万人でイタリアでは中規模の大学である。Grimaldi 教授は Cennamo 教授の卒業生で、ナポリ大学グループと共同でインターネットを用いた分散計測システム、トランスデューサの特性補償、信号処理アルゴリズムの研究をしている。南イタリアにはエレクトロニクス産業はほとんどなく、大学にも半導体デバイスのような分野はないがソフトウェア産業は盛んということである。

イタリアにはいわゆる南北問題があり、失業率は北は5%に対し南は25%程度と聞かされるとその数字だけでは驚くが、訪れた南イタリアの町はいずれもきれいで近代的な建物が立ち並び郊外的高速道路も立派であり、また医療費・教育費はほとんど無償とのことで、この数字が社会の実態をあらわしているわけでもないと思う。

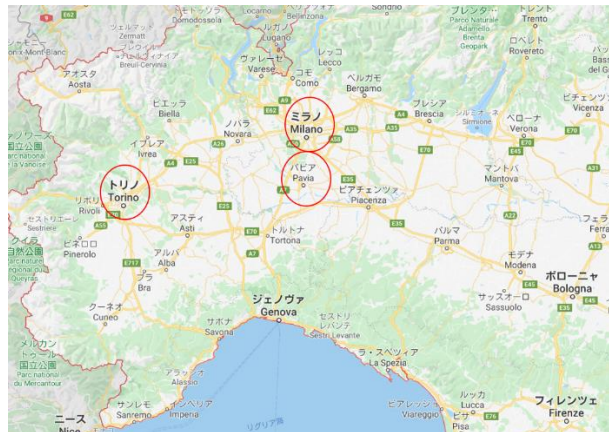
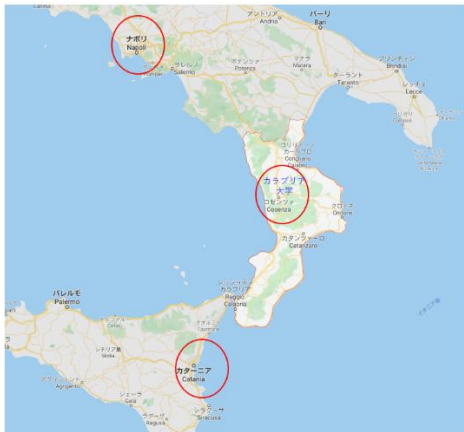
## 6. パビア大学 (University of Pavia, 北イタリア)

パビアはミラノの少し南に位置し、欧州で(独、英と比べても)最も経済的に繁栄している地である。このパビア大学は18—19世紀に電池の発明者のボルタ(Volta)が教鞭をとったところであり、構内にボルタの像が残っている。アナログ集積回路の研究グループはイタリアでは少ないが、パビア大学はこの分野で世界的にレベルが高く、Maloberti 教授の率いる集積マイクロ・システム研究グループ、Castello 教授のマイクロ・エレクトロニクス研究グループ、Manfredi 教授の電子計測研究グループとがある。今回は Maloberti 教授グループの Malcovati 助教授にコンタクトした。Maloberti 教授グループではセンサ・インターフェース回路、低電圧 $\Delta\Sigma$ AD変換器(変調器、デジタル・フィルタ、モデリング)、フラッシュ・メモリ、光センサチップ、AD変換器線形補正アルゴリズム、アナログ回路へのデジタル回路からの基板ノイズ、低電圧バンドギャップ参照電圧発生回路等の研究開発をしている。またここで開発した補聴器用ICはそのまま製品になったとのことである。Castello 教授はアナログ・フィルタ回路で著名であるが現在はマイクロ波研究グループと協力しながらCMOS RF回路の研究に力を入れている。現在ほとんどの回路ブロックの設計・評価ができ、今後はそれを組み合わせたシステムを構築していくとのことだ。日本企業からもアクセスがある。電子計測グループは低ノイズ回路設計等の研究をしている。これらのグループからスピン・アウトして集積回路設計センター(ベンチャー企業)もできている。なお若いMalcovati 助教授は間違いなくこれらの分野の次の世代の世界的リーダになっていくと思う。

パビア大学のこれらのグループはSGS-Thomson Microelectronics社(以下STM社)と密接な関係を持っている。パビア大と同社の共同研究プログラム(Studio Di Microelettronica)でパビア大のこの分野をバックアップし、学生の就職も同社に多く、同社から研究者も何人か来ており、フラッシュ・メモリの研究をしている Torelli 助教授も同社出身である。ミラノ近辺にはLSILogic社、Maxim社等エレクトロニクス企業が多いとのことだ。

北イタリアのエレクトロニクス分野ではミラノ工科大学、トリノ工科大学がレベルが高いが(ミラノ工科大学の核物理実験用の低ノイズ高精度回路技術以外は)アナログ集積回路設計の研究グループはほとんどないとのことである。一方南イタリアのシシリア島のカタニアにSTM社の設計センターがあり、同地区の大学でSTM社と連携しアナログ集積回路研究室ができているとのことである。

休日にミラノのレオナルド・ダ・ビンチ科学博物館に遊んだ。この国のダ・ビンチ、ガリレオ、マルコニ、ボルタ等の人たちが新しい科学技術に挑戦し近代科学技術の基礎を築くのに大きく貢献したということを再認識させられた。



## 7. アインドホーベン工科大学 (Eindhoven University of Technology, オランダ)

アインドホーベンは Philip 社の発祥の地で研究所や多くの工場等があり地元の人は「Philip 社の都(Capital of Philips)」と呼んでいる。滞在したホテルには日本人ビジネスマンも多かった。この地のアインドホーベン工科大学はオランダの3つの工科大学の一つ（他は Delft と Twente）で近代的な大学であり、ここの Mixed-Signal Microelectronics グループの Roermund 教授を訪ねた。同グループでは 物理デバイスのグループ等と交流し、フラッシュ AD 変換器の新しい構成、バンドパス  $\Delta \Sigma$  AD 変換器、基板ノイズ減少のため の自動レイアウトを行うアナログ LSI CAD、RF 回路、ナノ技術、ニューラル・ ネット LSI 等の研究を行っている。このグループの Vandamme 助教授は低周波ノイズ( $1/f$  ノイズ)の研究を長年精力的に行っており、最近は LSI のワイヤ・ボンディングの接触の 信頼性診断に  $1/f$  ノイズを用いることを提案している。また「デバイスからの  $1/f$  ノイズの物理的発生メカニズム はまだ完全には解明されておらず、75年間未解決の問題である」と力説されていた。AD 変換器で著名な Plassche 教授は昨年 Broadcom 社に移籍された。

筆者は 1996 年にオランダのデルフト工科大学(Huijsing 教授)を訪れたことがあるが、ここでは DIMES (Delft Institute of Microelectronics and Submicron Technology)という研究施設で CMOS, Bipolar プロセスを持っており、チップ上にセンサも集積したスマート・センサ等の試作を行っていたのが印象的であった。またオペアンプ回路等では毎年のようにレベルの高い国際会議 (ISSCC 等) で発表している。

これらのオランダの工科大は (集積回路の分野だけに限らず) Philip 社と技術的に密接に交流しており、共同研究で LSI を Philip 社がファブrikेटすることもしばしばあるとのことである。Roermund 教授は Philip 社研究所の出身であり、同社から博士課程に戻ってきた学生もおり、学生の就職も含めて人的交流も盛んであるようだ。これらの人達や大学はこの国の宝だという印象を受けた。

## 8. ルーア大学 (Ruhr University, Bochum, ドイツ)

ドイツで日本人が多いことで知られるデュッセルドルフから電車で約1時間、森に囲まれた閑静なボッヘムにドイツで6番目の規模のルーア大学がある。ここの Langmann 教授、Rein 教授、Schreiber 教授のグループは SiGe HBT の技術を中心に、超高速バイポーラ・アナログ回路技術で世界的に著名なグループで、「彼らの研究は技術ではなく芸術である」と評する人もいる。この Langmann 教授を訪ねた。

SiGe HBT はここ 2-3 年の間に半導体産業で急速に実用化が進みつつあるが、このグループはその将来性を見込んで 1990 年から取り組んできた。デバイス・プロセス担当の Schreiber 教授は「最初はトランジスタ単体も動作しなかったが、Si BJT にはない SiGe HBT 特有の問題を次々に解決し、現在まで大学の設備で  $f_t=70\text{GHz}$ ,  $f_{\text{max}}=70\text{GHz}$  の高速 SiGe HBTIC を実現している。IC のマスクも大学で作成できる。」回路担当の Langmann 教授、Rein 教授ではこの SiGe HBT でいくつかの通信用超高速 IC を実現している。またこの大学での SiGe HBT プロセスに限らず、産業界の SiGe HBT, Si BJT プロセスを用いて、クロック・リカバリ回路、ミキサ、VCO、高速光ファイバ伝送回路 2-5.8GHz 移動通信用回路、1GS/s 10b T/H 回路等の高速回路を研究開発してきている。研究室の高速回路の評価技術もレベルが高いとの印象を受けた。さらに Rein 教授は超高速バイポーラでは従来の SPICE モデルでは不十分なので独自にモデルを開発している。Langmann 教授は技術がバイポーラから CMOS に移ってきているので、CMOS 回路の研究として Vertical MOS のモデリングの研究を始めており、次に高速 MOS 用のモデリングにつなげていきたいとのことだ。

これらのグループは IBM 社、HP 社その他の企業との連携も密である。一方、オランダでも聞いたことだが、現在就職は極めて良いのにエレクトロニクス専攻を希望する学生が少ないのが悩みの種とのことだ。現在ドイツではこの分野の技術者が足りないので永住権を発行して外国人技術者を受け入れている。

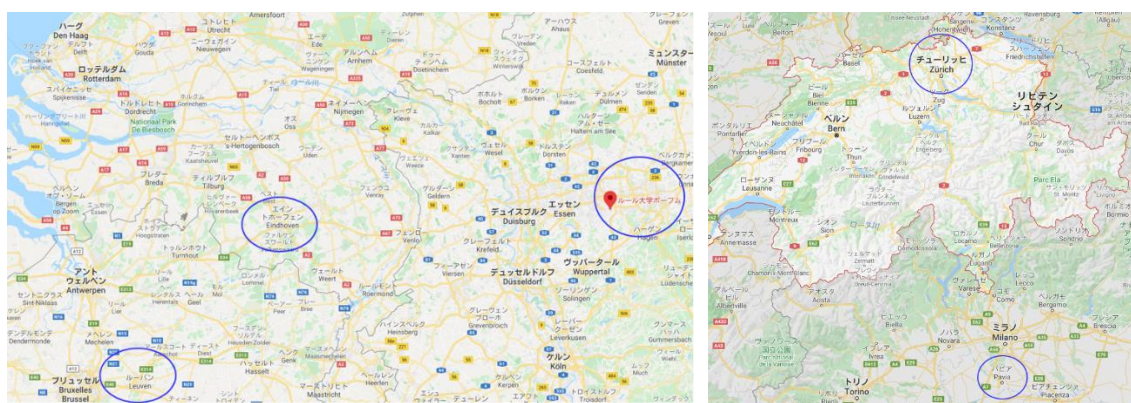
## 9. スイス連邦工科大学 (ETH Zurich, スイス)

スイスの商工業の中心都市チューリヒは、2つの山に囲まれた谷に市街地が広がりその先が湖になっている美しい街である。その一方の山の中腹にスイス連邦工科大学があり、ここの Integrated Systems Lab の Huang 助教授を訪ねた。同助教授は博士課程の学生を15人もちアナログ集積回路設計グループを率いている。この他にテクノロジーCAD、プロセス・デバイス、集積回路システム設計・テストの研究グループがある。Huang 助教授は現在無線通信用集積回路設計の研究に最も力をいれている。具体的には  $0.25\mu\text{m}$  CMOS GSM Transceiver, GSM 用  $\Delta\Sigma$  AD 変換器、第3世代 UMTS 用回路、ページャ

一、オンチップ・インダクタンスを用いた 1GHz LC 発振回路、1.57GHz GPS 回路（時計用）、水晶発振回路（時計用）、線形位相アナログ・フィルタ、スマート・パワー、センサ・インターフェース、SAR AD 変換器、OTA 回路の最適化設計等の研究を行ってきており、その幅広さおよびレベルの高さには驚かされる。日本の大学で CMOS RF 回路の研究をやっているところが全くないのは問題であろうと指摘されていた。

共同研究先は近くに Philip 社と時計メーカーがあるが、フランス、ドイツ等かなり離れたところまででかけなければならない、CMOS RF 回路（CMOS GSM Transceiver）の研究で日本メーカー（東芝）と 5 年間の共同研究を行い、研究成果は多くの学会で発表してきた、Lucent Technology 社・Rockwell 社とも連携しているとのことだ。Huang 助教授と話して感じたことは、研究テーマの選定に当たっては、自分の興味だけで決めるのではなく、今後のエレクトロニクス産業で重要になる分野を予想しそこに何が貢献できるかを強く意識しておられているようで、同助教授が世の中の動きに非常に鋭敏であるということである。

本格的な研究は博士課程の学生が担当しているが、修士課程でも教育目的でその研究の一部の集積回路を回路・レイアウト設計及び試作されたチップの評価をしている。欧州の大学での研究教育用に集積回路をファブrikateするファンドリは大学のプロセス、共同研究の企業、EuroPractice, AMS 社 等である。この大学のテクノロジーCAD のグループからベンチャー企業（ISE）が設立されたが「まだ億万長者は生まれていない」とのことである。



## 10. おわりに

欧州の大学でも産学協同が推奨されてきており、シリコン・バレーのようではないが、少しずつ大学からベンチャー企業が生まれている。現在欧州の経済は好調で修士卒で就職状況がよい、博士号取得者は産業界で 米国社会でほど評価されないということでは



士課程の学生の確保に苦勞している大学も多い。また、Daponte 教授の次の言葉が欧州の現状を表わしていよう。「2002年1月で通貨はイタリア・リラが廃止されユーロだけになる。そこ（サンニョ大学）にヨーロッパ・ユニオンとイタリアの2つの旗が掲げられているが、近い将来ヨーロッパ・ユニオンの1つの旗だけになり、ヨーロッパ・ユニオンが経済的・政治的に統合されヨーロッパがよりよい方向に進んでいくことを期待している。」

今回の欧州訪問後に日本を振り返ると、欧州に比べ日本には多くのエレクトロニクス・メーカーがあり日本の大学のエレクトロニクス専攻分野はもっとよりよい環境になり得るのではないかと、欧州一国から見ると日本は経済的だけではなく面積的にも人口的にも大国であるという思いを強くした。

今回の視察で大学を訪問して説明を受けただけでなく、筆者も5大学でセミナーを行い、こちらの研究も紹介し研究交流を深めた。南イタリアの大学等では日本を訪問したい人が多いので今後さらに交流が深まると思う。なお筆者は1996年にベルギーの **Katholieke Universiteit Leuven** (Steyaert 助教授)を訪問したが、ここと同地区にある産学協同の研究機関 **IMEC** もアナログ集積回路設計等のエレクトロニクス分野にて世界で最高レベルであることを付記しておく。

どの大学でも大変親切にしていた。また今回の海外派遣では事務の方々も含めまして 群馬大 SVBL 関係者に大変お世話になり、この場を借りてお礼を申し上げます。

以上、下記より

小林春夫、「海外研究開発動向調査派遣(欧州大学訪問)」、群馬大学サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー平成11年度年報、pp.154-160 (2000年6月)。

注:イタリアの地名

ナポリ (Napoli, Naples) は同じ都市を別の表記

ベニス(Venice) と ベネチア(Venezia) は同じ

ローマ(Roma, Rome)は同じ

フィレンツェ(Firenze)とフローレンス(Florence)は同じ

## 2000年9月 イタリア共和国ナポリ大学アーパイア助教授招聘

電気電子工学科 小林春夫

### 1. はじめに

群馬大SVBLでは2000年9月にイタリア共和国ナポリ大学 (University of Napoli, Federico II) 電子計測工学科のアーパイア助教授 (Prof. Pasquale Arpaia) を「AD変換器のテスト評価技術」の共同研究のため招聘した。この研究グループからは先に1999年にダポンテ教授に訪問していただいている。また筆者は2000年3月にナポリ大学を訪問・滞在させていただき、情報交換を行っている。群馬大SVBL滞在中アーパイア助教授には9月11日に「アナログ・デジタル変換器の国際標準化」と題し、群馬大学SVBLで講演をしていただき、共同研究テーマに関し大学院生を指導していただいた。また電気電子工学科教官の懇談会を開催し(芳野教授、近藤教授、佐藤助教授、伊藤(直)講師、櫻井助手、筆者が参加)、欧州および日本の科学技術・文化に関して紹介・意見交換を行った。さらにこちらの研究状況を理解していただくため一緒にいくつかの会社訪問・工場見学、大学訪問を行ったので、以下その内容を記す。(筆者もナポリ大学滞在中に同様のことをしてもらっている。)

### 2. 三洋電機(株) (群馬県邑楽郡大泉町) 訪問

筆者は三洋電機と1997年からCMOS AD変換器や電源回路の分野で共同研究を行ってきたが、今回そのついでで工場見学をお願いした。「三洋電機は日本を代表するエレクトロニクス・メーカーで欧州でもよく知られている」(アーパイア助教授)とのことだ。大泉町の三洋電機は広い敷地内にいくつもの工場が建ち並び圧倒される。(同工場の中島飛行場時代からのことは参考文献[1]に詳しい。) この工場内のLSIプロセス用クリーンルーム、LSI設計ルーム等を見学させていただき、展示室では同社の半導体製品群、有機ELパネル、新しい音響・映像システムの説明を受けた。また、現在進行中のプロジェクトのAD変換器IC、電源回路の研究内容やLSI CADのプレゼンテーションをしていただいた。見学ルートには品質管理に関するパネルが展示されていたが、アーパイア助教授は「品質管理」の講義も担当されているとのことで、「日本の工場の品質管理」を実際に知りたいと担当者に熱心に質問されていた。見学に際しては第一線の研究者・技術者の方々に説明していただいた。また、同社の半導体関係のトップ・レベルのマネージャーの方々とミーティングをもつことができ、「英国は欧州大陸から離れた島国であるので欧州大陸の国々からは欧州の一部とは見られていない」等の楽しい欧州談義がなされた。下記の話が特に印象に残った。

- 欧州でも「産学協同」が奨励され、各地に産学協同のプロジェクトが起こっている。
- とくに日本の LSI 関係産業界では欧州（ベルギー）の研究機関 IMEC に強い関心がある。
- 地中海の（観光地で著名な）マルタ島に STMicroelectronics 社と共同で半導体工場を建設した等、同社が先入観にとらわれず世の中の動きに素早く対応している。
- 半導体業界では「産学連携」により日本の大学での LSI 設計研究・教育を充実させたい。これは欧米だけでなく韓国・台湾・シンガポールでも成功しつつある。
- 大学には「産学連携」だけでなく、「大学間連携」にも期待している。
- 日本で LSI 分野での新しいプロジェクト（コンソーシアム）Aska が立ち上がりつつあり、先の STARC とあわせ産業界では競争力を回復しようとの動きが急である。
- アナログ集積回路は利益率が高いのに米国メーカーに日本メーカーは押され気味なので強化していく必要がある。
- 半導体の微細化に伴い電源電圧を高くできなくなるが、その際にアナログ回路で精度を確保する回路技術が重要になってくる。

最新鋭のエレクトロニクス工場を見学でき、またそこでの経営・技術の第一線の方々の話を直接聞くことができ、アーパイア助教授は大変満足されていた。

また同席していただいた経営企画室の部長さん等に後日群馬大 SVBL においていただき、群馬大の LSI 関係の教官・大学院生とのミーティング・討論の機会をもつことができた（第4回 SVBL コロキウム「半導体分野の産学協同に関する討論会」）。そこでは同社がフラッシュ・メモリに参入した際のエピソードや韓国での半導体分野に対する優遇政策、半導体産業は好不況の波を繰り返しながらも全体として右肩上がり大きな特長等が紹介された。日本の大学の LSI 関係の研究・教育は重要であると同時に課題が多いと認識させられた。

### **3. 東京測器研究所（群馬県桐生市相生町）訪問**

東京測器研究所は「ストレイン・ゲージ、変換器、ひずみ測定器」を主力製品とする計測器メーカーで、創設者が群馬大工学部（桐生高専）出身であり、群馬大工学部の近くの相生工業団地に主力工場をもつ地元の企業である。2000年7月に群馬大学科学技術振興会主催のセミナーで筆者が講演（アナログ・デジタル混載 LSI 設計技術）したこと

がきっかけで交流が生まれ、工場見学のお誘いを受けていた。そこでアーパイア助教授の「電子計測」の専門分野と合致するので一緒に工場見学をさせていただいた。最初に会社概要の説明をしていただき、技術的にひずみ測定器に用いられている独自（同社特許取得済）の高精度 AD 変換器方式等の説明を受け、また米国の National Institute of Standard & Technology (NIST)の標準に従った計測器のトレーサビリティを確保するための標準器室、ストレイン・ゲージ製造のためのファブリケーション・プロセス（半導体プロセスに類似）等の見学をさせていただいた。ISO9000 を取得されたとのことで、工場内が整然としているのが印象的であった。

#### 4. 早稲田大学理工学部（東京都新宿区大久保）訪問

早稲田大学電気電子情報工学科の松本隆先生のご指導により筆者は 1995 年に工学博士を得ており、また 1994 年から 1997 年まで同大学で非常勤講師をつとめさせていただいた。今回も松本先生にお願いし、早稲田大学を訪問させていただいた。最初に大学の概要を説明していただき、次に産学協同の研究機関であるマイクロ・テクノロジー・ラボ、物性センター・ラボを見学させていただいた。同ラボラトリーには SEM, AFM 等最新鋭の設備が導入されている。松本先生の研究室ではトラック・ホールド回路、新方式 AD 変換器の研究内容を担当の大学院生に説明していただいた。早稲田大学では国立大学とは異なる視点から大学改革がなされているとの印象である。

昼食時等での会話で下記の話が印象に残った。(i) イタリアでは大学教員の研究評価は、その教員の代表的な論文 20 編程度をその分野の複数の専門家がレビューし研究の“質”を評価するという方法をとっている。(これは日本の大学での研究評価の方法に対しても参考になるのではないか。)(ii) また近年イタリアでは大学が「産学共同」、「海外の大学・企業との交流」を行うとその大学の評価が高まるというシステムになったとのことで、アーパイア助教授が筆者にコンタクトしてきたのもそれが大きな理由と思われる。松本先生によると、最近早稲田大学にイタリア北部のミラノ工科大学から交流をもちたいと大学間レベルでコンタクトがあり、このようなことはこれまでなかったとのことである。「大学改革」の動きは日本だけでないと感じた。

#### 5. 岩崎通信機（株）（東京都杉並区久我山）訪問

岩崎通信機はオシロスコープ等の計測器の分野で高い技術をもつことで知られ、筆者はこの分野で同社技術者としてここ数年間共同研究・技術交流をしてきているが、そのついで今回訪問させていただいた。最初にアーパイア助教授が同社の開発技術者 40 名程度を前に講演（「AD 変換器の国際標準化とテスト法」）された後、同社のアナログ・オシロスコープに用いるブラウン管の製造工場を見学させていただいた。オシロスコープ

は徐々にデジタル方式になっていくが、アナログ方式も根強い需要があるとのことである。その一つが Scan Converter の技術を用いていたが、ナポリ大学のグループは Tektronics 社の Scan Converter のキャリブレーション技術の研究をしていたことがあるとのことである。アーパイア助教授はその内容に大変興味をもたれた。次にデジタル・オシロスコープでの新しいサンプリング技術の研究内容の説明を受けたが、同助教授は等価サンプリング技術が実際のオシロスコープの製品にどのように実現されているかの説明に大きな関心を示した。ナポリ大学の電子計測工学科は充実しているが、現在イタリアでは計測器メーカーはほとんどないので、これらの技術は文献からでは知っているが実際の製品にどのように実現されているのを産業界の技術者に聞くチャンスがなかったとのことである。逆に言えば日本のこの分野の大学関係者は、周りに多くのエレクトロニクス・メーカー、計測器メーカーがあり 大変恵まれた環境にあるといえよう。同助教授が筆者に対し「あなたはよい研究パートナーをもって幸せだ」と言っておられたのが印象に残る。

## 6. アジレント・テクノロジー (株) (東京都八王子市高倉町) 訪問

アジレント・テクノロジー社はヒューレット・パカード社の計測部門が数年前分社化して設立された会社で、世界でトップ・レベルの計測器メーカーである。筆者は同社のアナログ・デジタル混載 LSI テスターの開発グループと共同研究（「先端電子計測技術の研究」）を 2000 年度から行っており、その関係で一緒に見学させていただいた。マネージャーの方による会社説明や欧州での同社の活動状況の説明の後、LSI テスター開発部門の見学をさせていただいた。LSI テスターは巨大な電子計測システムであると実感することができ、またそこでの回路技術上の課題の説明を受け、今後の研究テーマの設定に対して大変参考になった。同社は欧州では LSI テスター関係でドイツに開発拠点を持っているとのことだ。産業界の動向の話として(i) 半導体産業では分業化がすすみ、LSI のテストだけを専門に行うテスト・ベンダーが米国や台湾にあらわれ、最新鋭の LSI テスター群を揃えている、(ii) 携帯電話関係のテストのための計測器は非常に好調である等が印象に残った。また同社の新方式の高速インターリーブ AD 変換器の原理を説明してもらい大変興味深かった。アーパイア助教授は同社技術者 40 名程度に対して同様に講演をされたが、「AD 変換器の国際標準化とテスト法」の内容は同社技術者（の技術開発業務）に対してぴったりの内容で、「今まで知らなかったことでわかったことがいくつかあり有益であった」（同社技術者）とのコメントを後日いただいた。同社はエレクトロニクス技術を扱っているが高速性・高精度の性能重視（テクノジは CMOS 化にそれほどこだわらない、BJT, GaAs でもよい）、民生機器を扱っているエレクトロニクス・メーカーの低コスト・低消費電力化重視（テクノロジは CMOS が必須）と技術が（細かくみれば）かなり異なるとの印象を受けた。

## 7. おわりに

休日には学生諸君らも一緒に日光・足利および桐生市内の観光に行った。これらの観光地はほとんどゴミ一つなく清掃されていることに対し「欧州の観光地ではこれほどきれいに管理されていない。日本の“品質管理”はこういったところでも最高レベルだ」と驚いていた。（これらに対し我々日本人は普段あたりまえだと思っているが。） 外国からの研究者訪問は研究室の学生にとって研究面だけでなく「英語によるコミュニケーション能力」の面でもよい刺激となったようである。

アーパイア助教授は電子計測工学科に所属し、筆者も多少とも「電子計測」を研究分野としているが、近年学問としての「計測工学」のアイデンティティが（とくに日本の大学・学会において）厳しく問われているように思われる。ナポリ大学もそうであるが、欧州の大学ではたとえば他にオランダのデルフト工科大学など、「電子計測工学」の研究・教育が非常に充実しており、これらは日本の大学の「計測工学」分野において範となるのではないかと思われる。

最後に、工場見学・会社訪問でお世話になりました方々にならびに招聘に際しお世話になりましたSVBL関係者に誌上を借りましてお礼を申し上げます。

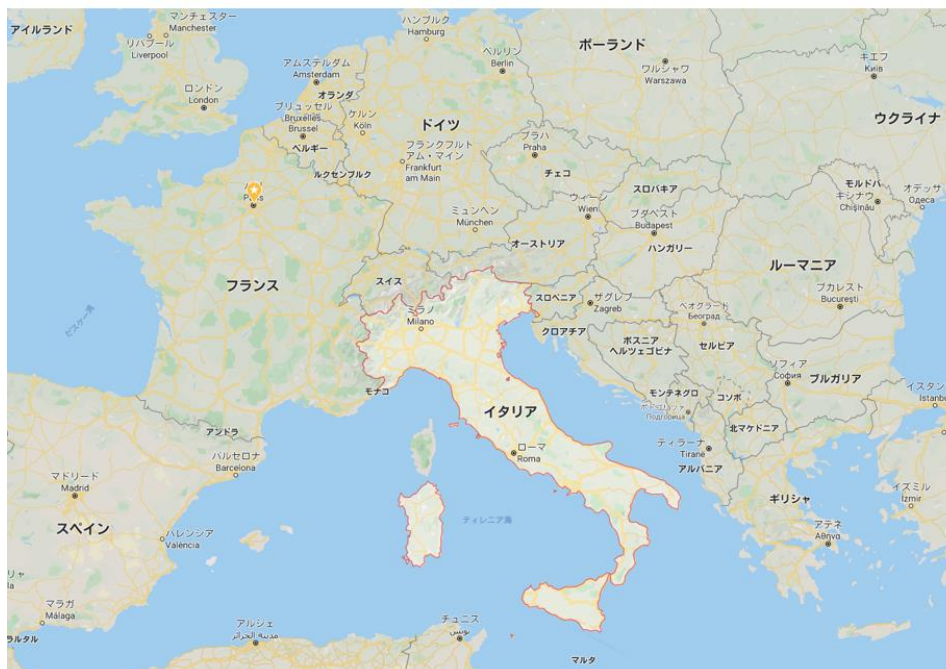
### 参考文献

[1] 岡田幸夫、日本ベンチャー史 零戦から超 LSI へ、鳥影社 (2001 年).

### アーパイア助教授(ナポリ大学)が講演

2000年9月11日（月）に群馬大サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボ（SVBL）でイタリアのナポリ大学電子計測工学科のパスカレ・アーパイア助教授 による“アナログ・デジタル変換器の国際標準化”と題した講演が行われ、教職員・大学院生・学部学生・企業技術者が三十人程度参加した。ナポリ大学はゲルマン系の神聖ローマ帝国フェデリコ二世が十五世紀に設立したヨーロッパ最古の大学の一つで、現在も高い研究教育レベルを誇っている。また、講演でのアナログ・デジタル変換器は電流・電圧などの自然界のアナログ信号をコンピュータ処理に適したデジタル信号に変換する、デジタル情報通信時代のキーになる技術である。このアナログ・デジタル変換器の、米国・欧州を中心に行われている国際標準化活動・テスト・モデリングの研究の基礎的な部分から最先端までを、“ナポリはピザ、スパゲッティやジェラートだけでなくこの研究分野でも世界最高峰である”とユーモアを交えながら4時間程度かけて紹介された。アーパイア助教授はイタリアだけでなく、欧州各国及び米国の大学・研究機関と協力してこのような研究を進めている。この講演を通じて欧州のエレクトロニクス・電子計測技術の一端を知ることができ非常に有意義であった。

（電気電子工学科 小林春夫）



群馬大学工学部ニュース（179号、1999年7月号）

### 欧州独特のエレクトロニクス技術を習得

1999年6月15日（火）に群馬大サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボ（SVBL）でイタリアのサンニョ大学のパスカレ・ダポンテ（Pasquale Daponte）教授による“ウェーブレットによる信号の過渡解析、およびAD変換器のモデリングとテスト”と題した講演が行われ、教職員・大学院生・学部学生が二十人程度参加した。

講演ではウェーブレット信号処理アルゴリズムを用いて、LSIに欠陥がある場合の情報を非破壊で得ることができる等、最先端の信号処理理論とその実際への応用が紹介された。またインターネットを利用し遠隔地にある計測器をリアルタイムに利用できるシステムの研究、欧州・米国でのAD変換器の標準化活動、AD変換器のモデリングの研究など、日本ではほとんど行われていない研究活動が紹介された。ダポンテ教授はイタリアだけでなく、フランス・ドイツ等欧州各国の大学・研究期間と協力してこのような研究を進めているとのことである。

この講演を通じて日本とも米国とも異なる 欧州独特のエレクトロニクスの一端を知ることができ、非常に有意義であった。  
(電気電子工学科 小林春夫)

イタリアには 水の都 ベニスに学会に訪れたこともある。

H. Kobayashi, M. Morimura, K. Kobayashi and Y. Onaya,  
“[Aperture Jitter Effects on Wideband Sampling Systems](#)”,  
IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, pp.880-885, Venice, Italy  
(May 1999).