



異端の音響研究一筋47年*



鈴木英男 (㈱エー・アンド・デイ (技術顧問)**)

「音叉」の原稿依頼を受けたのが3月18日、その一週間前の11日に東北地方太平洋沖地震が発生しました。学生生活の6年を仙台で過ごした私は、自転車で海水浴に行った荒浜、はぜ釣りをした松島や閑上、その他懐かしい地名における被害のニュースが流れるたびに意気消沈し、涙する毎日です。

振り返ってみると、東北大学での学科と研究室の選択が、現在までの47年にわたる音響分野での研究開発に従事する決定要因でした。音響というキーワードでは一貫していますが、47年間に所属した組織は七つのほり、その点では音響研究一筋と言っても紆余曲折の道程でした。恥を顧みずにこんな音響研究一筋もあるという例をご紹介します。と思います。

卒研の時代から現在まで、東北大学 (1964-67)、三菱電機 (1967-79)、ペンシルバニア州立大 (1972-74, 1979-81, 留学)、CBS研究所 (1981-85)、小野測器 (1985-2000)、千葉工大 (2000-08)、そしてA&D (2008-現在)の七つの組織に身を置きました。

三菱電機への入社以前に、NHK放送技術研究所と三菱電機の協力でNHKの放送用モニタスピーカが開発され、入社したころには商業面でもダイヤトーンスピーカが一世を風靡した時期でした。その頃に加わった自分が貢献できたことの一つにハニカム振動板の開発があります (発案は上司)。宇宙用のアンテナを作っている相模製作所に向いてお願いし試作化に漕ぎつけました。その後、ダイヤ

トーンスピーカの技術の重要なセールスポイントになりました。また、中央技術研究所の協力を得て、レーザホログラフィを用いた振動板の振動モードの可視化や、その当時開発されたばかりのモード解析技術をキャビネットの振動解析に適用するなど、新技術の応用に国内ではいち早く取り組みました。三菱電機時代に行ったことの一つに位相特性の変化に関する聴感実験があります。スペクトルの大きさは変えずに位相だけをシフトすることによる波形の変化は三角や矩形のバースト波と比べて正弦バースト波がはるかに小さいが、聴感的には一番聞き取り易いことが分かりました。そこで、瞬時周波数を求めたところ、正弦バースト波の立ち上がりで瞬時周波数が正弦波の周波数の2倍程度になるという結果が得られました (JAES, 28(9), 570-574, 1980)。それ以後、どうしてそうなるのかずっと気になっていました。

最初の留学は三菱電機の留学制度によるもので、当時のJASAにアメリカの各大学の音響関連の講義のリストが載っており、一番充実していたペンシルバニア州立大に決めました。36歳になってからの2回目の自費留学では、無限大バツフル板中の凸型及び凹型のドームからの音響放射を博士論文のテーマにしました。窪んだコーン型と出っ張ったドーム型のスピーカでは放射特性ひいては音質にどのような差があるかを知ることが目的でした。

この研究では境界条件の扱い方で特徴のある解析手法を採用できたと思っています (JASA, 69(1), 41-49, 1981)。

2回目の留学の後、そのままアメリカに残りCBSの研究所(CTC)に4年間勤めました。当

* R&D in acoustics: An unorthodox 47 year devotion.

** Hideo Suzuki (A&D Company, Limited, Kitamoto, 364-8585)

時はピアノメーカーのスタインウェイ社 (Steinway & Sons) が CBS の傘下であり, CTC から車で 1 時間ほどのロングアイランドにあるスタインウェイ本社に何度も足を運びながら研究を行いました。ピアノの物理に関して, ハンマ用フェルト材料の品質検査法から, 響板の振動モードと音響放射まで 4 年間で数十の社内報告書をまとめました。タッチの差によりキーの加速の仕方が変わり, それによって柄とヘッドからなるハンマが弦に衝突する瞬間の柄のしなりの状態が変わると考えられます。シミュレーションにより衝突時に柄が前方又は後方にしなっているかで弦に加わる力の波形が異なることが分かりました (*CTC Report*, 1983, 音学誌, 49(3), 1993)。タッチと音質に関しては, その後の千葉工大時代に行った異なるタッチでの録音・分析と聴感試験まで含めた研究に繋がっています (*AST*, 28(1), 1-6, 2007)。

小野測器における主な貢献としては四つのマイクロホンを正 4 面体の頂点に配置した音響インテンシティプローブの開発があります。また, 実測の周波数応答関数に極零モデルを適用することにより精度の高い曲線適合が行えることを明らかにしました (*AST*, 22(5), 344-350, 2001, 佐藤論文賞受賞)。この時代に取り組んだが商品にならなかった幾つかのテーマの一つに, 家屋の耐震評価装置があります。先端にゴムを付けた 1kg ほどのハンマで柱を加振すると建物を揺さぶることができ, 数点でその応答を測定すると家屋の基本振動周波数と基本の振動モードを知ることができます。また, マイアミ大学の山本教授の指導のもとで行った海底の圧力変化と 3 軸の加速度の測定から海底地盤の深さ方向のせん断弾性率を求める装置の開発もその一つです。このような海底地盤の計測は, 大地震の予知につながる可能性があると思っております (音学誌 46(1), 68-73, 1990)。

千葉工大では, 楽器の音響に重点を置いて

研究を行いました, その一つに宮本卯之助商店のご協力による和太鼓の研究があります。胴や膜の振動モード, 膜の共振周波数の温度・湿度への依存性, 張力の加わった硬い膜の固有振動数の計算法, 前後の二つの膜の干渉などを研究しました (*AST*, 29(3), 215-220, 2008)。伝統的製法を定量的に表現して保存・発展させることは重要であると思います。また, バイオリンのビブラートの分析への応用など, 種々の信号の瞬時周波数を解析的信号法で求める方法に関して共同研究論文をまとめました (*AST*, 27(3), 163-170, 2006)。この論文の一つのポイントは, 半無限正弦波の立ち上がりの瞬時周波数が正弦波の周波数の 2 倍になることを理論的に明らかにしたことであり, 三菱電機時代の位相と音質に関する研究から四半世紀以上経て, 心に残っていた疑問をやっと解決できました。これも研究上のささやかな喜びの一つです。

現在は A&D において, 主に回転体の回転速度や回転変動の解析を行っています。トルクと回転速度の計測精度向上は, 電圧と電流のそれと同じように重要だと思います。歯車の回転では電磁センサ等で回転パルス信号を得てその周波数から回転速度を求めますが, 歯に不整形があるとそのまま瞬時回転周波数の計測誤差となります。この問題は近接した二つのセンサを用いることで解決できました (*SAE N&V Conference 2011*, #01-1651)。

上述のように, 47 年もの長きにわたって多くの人にお世話になりながら音響の分野で研究開発を続けさせていただきました。仕事の場合は何度も変わりましたが, その中でもアメリカ留学や現地会社の勤務を経験し多くの友人を得たことは, 私にとって長い人生での得難い財産です。海外に出てゆく若者が少なくなっていると言われる現在, 音響の分野でもなるべく多くの方が海外で挑戦し活躍して欲しいと思っています。