

► **Voice Coil Interviews Richard H. Small** *By Steve Mowry*

For more than 30 years, the Thiele/Small (T/S) parameters of Neville Thiele and Richard Small have been the standard for designing and assessing the performance of loudspeakers. Their unified parameter-based approach analyzes the electromagnetic, electromechanical, and acoustic behavior of transducers, enclosures, and filters. The resulting equations are mathematically equivalent to those describing an electric circuit, thus the term “Equivalent Circuit.”

Thiele and Small showed how sound produced by the loudspeaker at low frequencies could be modeled by a simple circuit analog. By using the T/S parameters in computer simulation models, users could design loudspeakers without having to physically build the enclosure. This approach is still widely used today. Richard Small has also maintained his friendship with Neville Thiele to this day.

Dr. Small earned a Bachelor of Science degree from the California Institute of Technology in 1956 and a Master of Science degree in electrical engineering from the Massachusetts Institute of Technology in 1958. He gained experience in electronic circuit design for high-performance analytical instruments at the Bell & Howell Research Center in California from 1958 to 1964. After a working visit to Japan in 1964, he moved to Australia, where he became interested in loudspeaker analysis and measurement and was awarded a Ph.D. degree by the University of Sydney in 1972. He taught for a number of years at that university, but resigned in 1986 to return to industry, as Head of Research at KEF Electronics Limited in Maidstone, UK, until 1993. He currently holds the position of Senior Principal Engineer with Harman/Becker Automotive Systems in Martinsville, Ind., where he is responsible for global loudspeaker measurement and analysis software.

Dr. Small is a senior member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers and a member of the Institution of Engineers Australia. He is a fellow of the Audio Engineering Society and a recipient of the Society's Publication Award, Silver Medal, and Gold Medal.

SM: Are you an Australian or an American citizen?

RHS: I was born and raised in California. My mother told

me I was a fifth-generation Californian on her side. Australia gave me the opportunity and means to extend Neville Thiele's groundbreaking work, and I love the place. I spent 21 wonderful years there. My wife, born in England, also has an Australian passport. With a total of 30 years outside my native country, I think I qualify as an adopted foreigner. But I have only a US passport.

SM: Do you consider yourself to be a loudspeaker “pioneer”?

RHS: Goodness, no. Just lucky. It really helps to be in the right place at the right time. If you can see me, it's because I'm standing on the shoulders of Neville Thiele, Jim Novak, Leo Beranek, and others.

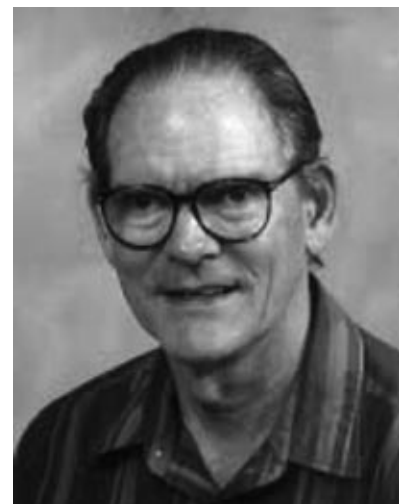
SM: What do you consider to be your greatest achievement in your career as an engineer?

RHS: Getting lucky again and finding a good wife.

SM: Could you explain your passion for loudspeakers to the readers?

RHS: I couldn't call it passion, more a long-term interest. My father was an amateur pianist who played everything by ear, and he loved music and was keen on music reproduction. We had wired music all over our house in Altadena, Calif., and I helped to run the wires through basement, attic, drop spaces, and walls. I had a keen interest in electronics and built the amplifiers that drove our music “network.” Dad had a fine circular bench saw and built various enclosures for the living room loudspeakers, following the trends of the times.

One day, he found that the local lumberyard had a sale on 1¼” marine plywood for the price of quarter-inch. He bought a few sheets and then went wild and got some JBL components: a 130A 15” woofer, an eight-cell horn tweeter, and a “1200 cycle”



Dr. Richard H. Small

crossover network to match. He built a beautiful 16ft³ corner enclosure (this was mono days) for the components. It had a 64 in² port. It had to be the speaker system to beat all speaker systems. Trouble is, it never had good bass.

I never knew why until after I had done my research in Sydney and then had the opportunity in 1977 to measure the parameters of a 130A. The Q_t was really low, about 0.2. It was designed for horn loading, not for direct-radiator use. The enclosure was beautiful though!

SM: How did you happen to meet Neville Thiele and Ernest Benson?

RHS: I'll try to keep a long story short. When I worked at Bell & Howell, I met Andrew Nowina-Sapinski, an industrial designer who became my social mentor. He did a lot to humanize this awkward engineer. He went to Japan in 1963 and invited me to come along. Nine months later, we both moved to Sydney and I got a part-time job at The University of Sydney, as a teaching assistant in the electronics lab. Andy did consulting in product design.

One of his clients wanted a design for a loudspeaker system for a modular storage system, and Andy recommended me. I didn't know how to design loudspeaker enclosures, but the university had an excellent engineering library, so I figured I could learn. I failed, initially. Then one of the professors suggested I should read Neville's 1961 Australian paper, which I hadn't found in my searching.

I read it. As Neville likes to quote Einstein when told that his theory of relativity was difficult to understand, "it isn't difficult to understand, just difficult to believe." That's what Neville's paper was. I got his references and studied them, and it was all correct, so I had to believe it. I tried it, and it worked! I wish I had a dollar for all the times other people have said the same thing to me about Neville's paper.

Some time later, I went to a lecture that Neville gave and introduced myself. That was the start of a long and wonderful friendship. Of course, Neville knew Ern Benson, who edited (and wrote for) the AWA Review, the Australian version of the RCA Review. Ern's loudspeaker papers are classics. He designed the first really successful electrically tapered arrays, using both amplitude and bandwidth tapering plus overall equalization, for the Sydney Opera House.

SM: Neville told me that the three of you were considered the "Australian Loudspeaker Mafia" (*Voice Coil* 1/05) at one time. What did he mean by that statement?

RHS: Well, there wasn't any crime involved, unless you consider that level of fun criminal. And it wasn't just the three of us. We were part of a fantastic family of audio devotees. Sydney just happened to have a number of outstanding people active at that time, and we all fed off each other.

Bob Frater, a professor at the University, was using radio-astronomy antenna theory and electronics to design directional loudspeaker arrays and innovative amplifiers, and he put a tweeter between two woofers long before anyone heard of the guy whose name is now attached to that arrangement. Cyril Murray, another lecturer at the university, had a keen interest in loudspeakers as well as doing superb amplifier designs. Louis Challis,

an acoustical consultant who also did loudspeaker reviews for Australian magazines, was a regular contributor to discussions. We were a really lucky group.

SM: Your Ph.D. thesis at the University of Sydney was on the topic of loudspeaker modeling. Was this a first? I did a loudspeaker project for my MS in 1995 and some of my classmates asked why I was wasting my time with loudspeakers.

RHS: I was certainly not the first loudspeaker Ph.D. There was Frankfort for a start. That was in cone modeling, which is much more difficult. But you are right. Loudspeakers are not considered to be leading edge. The smart guys go into more challenging and glamorous stuff. You have to really want (love it) to do audio.

When I decided that I really wanted to extend Neville's work, it took a while to find a way to do it. I tried another university and was told that I could get funding for research in microwaves, but not audio. Finally, I was told that I could do the research at Sydney, but I would have to enroll for a Ph.D. to get a stipend. The wounds from my Master's at MIT had healed enough by then that I went for it. It was just enough to live on, and I had the time of my life.

SM: A client in Malaysia recently asked me, "Where can one study to become a transducer engineer?" My reply was, "I don't know." Do you think loudspeaker and/or transducer engineering is respected at the technical universities as an engineering discipline?

RHS: Well, it's certainly better than it used to be. There are some undergraduate courses available (e.g., at Bradford University in England). There are graduate courses too that you can find. Most people have to assemble it from a mix of physics, engineering, and acoustics.

But like so much else, you can't really become a transducer engineer by study alone. I have to say that I am not one. The theory helps a lot, but serious experience is the only way to acquire the rest of what you need to know. I do mean serious experience: a tough boss who really knows his stuff, and real challenges.

I had the good luck to work for several years for Laurie Fincham at KEF. He doesn't accept half measures. I learned volumes. The engineers there who came with physics and electrical/electronic engineering backgrounds to do transducer work, he turned into excellent transducer engineers.

SM: Do you do any teaching or have you considered teaching? You certainly seem to have the qualifications to teach BS, MS, and/or Ph.D. university candidates.

RHS: After my Ph.D. studies, I taught for 12 years at the University of Sydney. I taught electronics mainly, but for my sins I had to teach Fields and Waves for two years. I hadn't done well at that as a student at Caltech. As they say, if you want to learn, teach.

I did get to teach an evening post-graduate course in electroacoustics twice. That used up all the interested graduates in Sydney. Meanwhile, I supervised one Ph.D. student, John Bunton, who did a marvelous thesis on loudspeaker characterization but ended up as a brilliant radio astronomer. As part of

my responsibilities at Harman/Becker, I try to help the younger engineers and student interns.

SM: How do you envision the role of the AES and ALMA with regards to the loudspeaker industry in the future?

RHS: The AES has long been a center of interest for developments in loudspeaker transducer and system design. It is one of the areas of constant publication of papers in the *Journal* as well as at conventions. There is no letup in this activity, and the rise of importance of automotive audio is adding fuel to the already high interest in professional and domestic loudspeaker developments. All the industry benefits from these activities.

I have not personally been active in ALMA, but have observed its efforts to remain vital, as the manufacturing activity has made major shifts geographically. My colleagues at Harman and our suppliers have given them great support.

The AES is international, very strong, and still growing. Its mission includes continuing support for audio education through its publications, conferences, conventions, and student sections. I don't think either organization is threatened by lack of interest or by diminished need for what they provide. If they are threatened, it is by the global social and political changes that make competition much tougher and selfishness more profitable in the short term than the traditional attitude of professional togetherness.

SM: Other than yourself, whom do you consider to be currently conducting important research into improving loudspeaker design?

RHS: My current activities couldn't be called research. I mainly support other, younger minds by providing the tools for making and processing accurate acoustic measurements for their designs. Major technological innovations are few and far between these days. Most patents are in the area of unusual applications and ingenious constructions, as well as new uses for old ideas. Really brilliant ideas don't seem to go very far if they cost more than traditional technology. Of course, if we find ways to save size, energy consumption, weight, or cost, we patent it for competitive reasons.

The most significant advance I have seen lately is the application of Constant Beamwidth Transducer technology that Don Keele has been presenting at AES conventions. This is bound to have a major impact on both professional and domestic loudspeakers.

SM: Are you familiar with the research and development work of Dr. Wolfgang Klippel? The Klippel seems to be based on your work with the addition of nonlinear parameter-based measurement system. Any comments?

RHS: I mentioned earlier that my major interest is in measurement and characterization of loudspeakers. In this field, Klippel has been the leading brains for years. I don't think he needed to borrow anything from me; he already had a good understanding of linear parameters. He took up the challenge of understanding the nonlinear behavior of transducers almost before the rest of us had completed a satisfactory description of the linear behavior.

These days, no loudspeaker lab is complete without a set

of his equipment for linear and nonlinear characterization of transducers. And now he has extra software for auralization and simulation that is just amazing. He is also very supportive of the Standards work in AES and elsewhere. Keep watching whatever he publishes—you will learn something, for sure.

SM: What is your opinion on the new generation of engineering computer aid design tools such as Finite Element Analysis and Boundary Element Method? They seem to have added the discipline of Vibroacoustics to what the loudspeaker engineer must understand.

RHS: I'm afraid they have really raised the bar for the aspiring loudspeaker designer. There is a real problem here because to fully understand what these tools can do and how to use them intelligently takes a lot of study, or "learning curve." Early programs, adapted from other disciplines, were very difficult to use. There are more user-friendly tools appearing now, but applying them blindly is full of risks. And even with the best programs, really detailed analysis is still enormously time consuming, both for setup and for computing time.

There is a general feeling that with the power we have on our desktops today, designing a loudspeaker and predicting exactly all of its linear and nonlinear behavior should be within the reach of everyone. We should be able to design completely in the virtual world and then build the product and have it perform exactly as planned. Well, it just hasn't happened yet.

But barring global catastrophe, it may happen eventually. Engineers don't quit until they understand.

SM: What do you consider to be the most important design criteria for a loudspeaker engineer, linearity, bandwidth, ease of manufacture . . . ?

RHS: And what about durability and cost? They are all important. In its formal wear, engineering is noble applied science. In its shorts, it's about compromise: political, performance, and otherwise.

Ease of manufacture is the rock on which many clever designs have foundered. You may find it easy to put together in your lab, but when you go across the hall to Manufacturing, and the guy there says he can't build it in his factory with his equipment, you learn a valuable lesson.

The loudspeaker engineer needs a wide range of skills and abilities, and some of them only get learned on the job, sometimes with a bit of pain.

SM: Could you comment on the migration of the loudspeaker industry to Asia and specifically China?

RHS: Is that a question about business or about philosophy? I'm not well qualified in either. I have seen manufacturing jobs move to lower-cost countries quite a few times since my youth. Do you think it will stop in China?

It seems to me that there are always problems not related to costs that take the shine off the move, and then eventually the costs rise and another place looks attractive. There always seems to be a supply of capital to fund the moves, but I suspect that the energy requirements (and costs) may soon outpace our enthusiasm. If global business can't find a way to live within the energy

budget that our planet and our sun provide, life (and engineering) will become a lot less fun. And the manufacturing that is left will remain where it is when the music stops.

SM: What is your favorite loudspeaker system?

RHS: I've had a few over the years, but the ones that still amaze me (and I still use them) are the KEF speakers that Laurie Fincham designed when I worked there. I have the 103/4s. I bought my brother a pair of 105/3s at the same time, but I don't need to play that loud.

There were so many innovations in those products that it was really courageous to throw it all into a new product at once. Bandpass dual woofers with the force-canceling rod, mounted to also cancel the even-order nonlinearities. Separate enclosure with frameless mid-woofers, and the coincident-mounted upper midrange and tweeter. Plus the conjugate network to give a resistive input impedance, and the active equalizer to adjust the room balance and extend the bass if you wanted it. It all worked beautifully, and they have the well-balanced, musical spectral behavior that Laurie always delivered.

My rear/surround channels (and subwoofers) are Allison Ones that I bi-wired for this use. There's another product, based on theoretical work by Roy Allison, that came out with innovative features that worked superbly.

SM: Do you agree that some loudspeaker technologies seem to go in and out of fashion? A few examples being metal cones, planar magnetic transducers, and under-hung voice coil transducers.

RHS: Indeed, some do. Sometimes it's just that, recycled with new hype in the service of marketing. Other times it looks the same, but might actually be the result of new research or understanding that makes it work properly for the first time. I've only experienced one cycle of the truly underhung coil.

When I was in Sydney, I had a chance to measure some of the JBL "LE" series of drivers. I was working on an instrument to measure modulation distortion at the time, and I was just amazed at the constant value of BL that this design delivered. Rock steady until the coil reached the end of the gap. You just can't get that consistency with overhung coils because of the ever-present fringing flux. The coil reactance is lower and more constant too. Of course, it is always more expensive for a given efficiency, because at any given instant, most of the flux isn't working for you. Is it back? I say bravo!

SM: Do you see any new or old trends in loudspeaker design and development in the next ten years?

RHS: I'm not a seer. Moving-coil technology (including planar printed coils) is pretty "mature." Shots in the arm like neodymium magnets don't come along too often, but steady improvements with new materials will continue. Personally, I think that of all the conventional driver components, suspensions are the one still in a primitive stage. I am amazed that designers are still content to use bits of paper and fabric with properties that vary wildly with the environment. It would be nice to have a breakthrough here that would give us at least the same kind of environmental stability that magnets, coils, and cones achieve.

SM: Do you have any advice for new and aspiring engineers within the loudspeaker industry?

RHS: Get set for a rough ride. That won't deter anybody, because people who go in for this don't choose it for the glamour. They have to be a bit nuts about loudspeakers, so they are hard to discourage. But they do have to realize that major advances don't appear in your dreams. You need broad education and experience. Physics, mathematics, electronics, magnetics, mechanics and signal processing, plus good computer skills; all are needed, plus people skills to handle the competition and politics. But it's great fun, and on the plus side, the challenges aren't likely to disappear any time soon, so there will be jobs.

SM: I used to work at BOSE in transducer R&D (TRES). Is there still a rivalry between Harman and BOSE?

RHS: Good rivalries never die. Without competition you get complacency. Bose is an aggressive competitor with great resources and talent and amazing marketing successes. That has kept Harman on its toes. I believe that good engineers love challenge and thrive on it, so let the competition (and rivalry) continue.

SM: Will the moving coil audio transducer ever become obsolete?

RHS: That would be hard to imagine, but who knows? Isn't the basic technology 130 years old now? I remember reading a paper from early in the last century that described the manufacture of loudspeakers as a "house on fire" problem: we are making them by the millions, but don't yet fully understand how they work!

These days we are making great strides in understanding how they work, and we can make them for less cost than ever. They work very satisfactorily in good system designs. To displace them, something new will have to beat them clearly on cost (including energy consumption for manufacture) and not sacrifice performance.

SM: Arthur Ngiam, former Chairman of the AES Singapore Section, said something interesting to me recently. He said that the audio problem is essentially "solved" from the CD/DVD input to the output stage of the power amplifier; however, the loudspeaker remains nonlinear. Would you care to comment on his statement and when do you think the digital transducer will become a reality?

RHS: I think that's a pretty universal view. My favorite description of a loudspeaker is "a nonlinear mess." We can deliver a very satisfactory amplified reproduction of a microphone signal at the output of an amplifier. Enough of it to electrocute ourselves these days. But it seems we can't be satisfied until we can turn it into enough perfectly clear sound to deafen ourselves.

There are numerous things that set loudspeakers apart from the rest of the sound reproduction chain. The many nonlinearities are one area. The fact that once we get past those clearly identifiable input terminals, we can no longer identify another set of terminals as the "output" is another.

I know I should doff my hat to those brave souls attempting to come up with a viable, truly "digital" loudspeaker. But

so far the results I have seen have been more amusing than inspiring. The challenge is enormous. You still have to move large amounts of air at low frequencies. You still have to maintain the resolution of the least significant bit in today's digital recordings. And you have to maintain the broadband directivity and spatial imaging for multi-channel recordings. These are serious physical and geometric challenges.

SM: Have you ever visited Phuket, Thailand? Please accept my invitation and try to convince Neville to come along. It's on the way to Australia. Just stop by and say hello.

RHS: Never been there, and would love to. I have fond memories of a lucky trip in the seventies to Bangkok (the old Erewan hotel, complete with elephant) and Ayutthaya. I shall take it up with Neville.

INTERVIEWER'S COMMENTS:

I hope that as you read through Richard H. Small's answers and comments, the characteristics of wisdom and kindness blended with brilliance and diligence come to mind.

Dr. Small's accomplishments speak for themselves; however, when Dr. Small speaks he articulates such that it is clear; he is in a class with but a few of the finest men this industry has ever seen, a true gentleman.

I cannot help but say that Dr. Small reminds me of Mr. Neville Thiele a bit, but the wit is clearly more "American" with a similar adventurous spirit and natural frankness in their responses.

Finally, but perhaps most important, is that Richard Small exemplifies that engineering is a life-long learning experience.

VC

リチャード・スモールへのインタビュー

Voice Coil 誌 2006 スティーブ・モーリー Google 翻訳

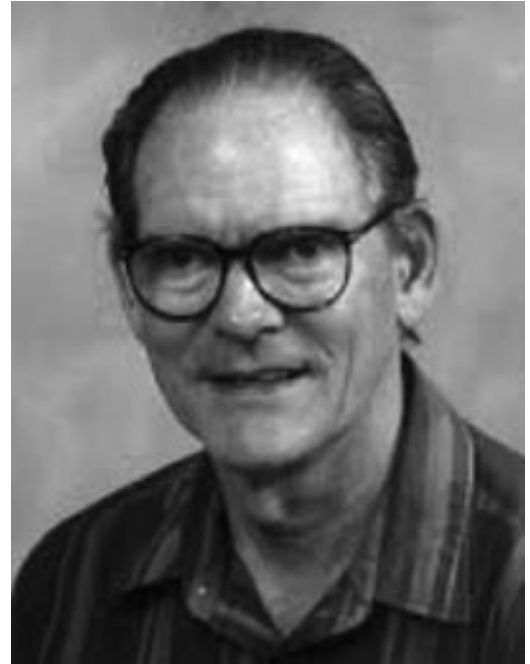
30年以上の間、Neville Thiele と Richard Small の Thiele/Small (T/S) パラメーターは、スピーカーの性能を設計および評価するための標準でした。

彼らの統一されたパラメータベースのアプローチは、トランスデューサ、エンクロージャ、およびフィルタの電磁的、電気機械的、および音響的挙動を分析します。結果として得られる方程式は、電気回路を説明する方程式と数学的に同等であるため「等価回路」という用語が使用されます。

ティールとスモールは、低周波数でスピーカーから生成される音を単純な回路アナログでモデル化する方法を示しました。コンピュータシミュレーションモデルで、T/S パラメータを使用することにより、ユーザーはエンクロージャを物理的に構築することなくスピーカーを設計できます。このアプローチは、今日でも広く使用されています。リチャード・スモールは、今日までネヴィルティールとの友情を維持しています。

スモール博士は、1956年にカリフォルニア工科大学で理学士号を、1958年にマサチューセッツ工科大学で電気工学の修士号を取得しました。彼は高性能分析機器の電子回路設計の経験を積みました。1958年から1964年までカリフォルニアのベル&ハウエル研究センターで。1964年に日本を訪問した後、オーストラリアに移り、そこでラウドスピーカーの分析と測定に興味を持ち、博士号を取得しました。1972年にシドニー大学で学位を取得しました。彼は同大学で数年間教鞭をとりましたが、1986年に辞任し、英国メードストーンにある KEF Electronics Limited の研究責任者として1993年まで業界に復帰しました。インディアナ州マーティンズビルにある Harman/Becker Automotive Systems のシニアプリンシパルエンジニアであり、グローバルなラウドスピーカーの測定および分析ソフトウェアを担当しています。

スモール博士は、米国電気電子学会のシニアメンバーであり、オーストラリアエンジニア協会のメンバーです。彼は、Audio Engineering Society のフェローであり、Society's Publication Award, Silver Medal, Gold Medal を受賞しています。



Dr. Richard H. Small

SM：あなたはオーストラリア人ですか、それともアメリカ人ですか？

RHS：私はカリフォルニアで生まれ育ちました。母は私が彼女の側で第5世代のカリフォルニア人であると私に言いました。オーストラリアは私にネヴィルティールの画期的な仕事を拡張する機会と手段を与えてくれました、そして私はその場所が大好きです。私はそこで21年間素晴らしい時間を過ごしました。イギリス生まれの妻もオーストラリアのパスポートを持っています。私は母国以外で合計30年の経験があり、養子縁組の外国人としての資格があると思います。しかし、私は米国のパスポートしか持っていません。

SM：自分はスピーカーの「パイオニア」だと思えますか？

RHS：良さ、違います。ラッキー。適切な場所に適切なタイミングでいることは本当に役に立ちます。私を見ることができるのは、私がネヴィル・ティール、ジム・ノヴァク、レオ・ベラネクなどの肩に立っているからです。

SM：エンジニアとしてのキャリアの中で最大の成果は何だと思えますか？

RHS：再び幸運に恵まれ、良い妻を見つける。

SM：スピーカーに対するあなたの情熱を読者に説明していただけますか？

RHS：私はそれを情熱とは言えませんでした。もっと長期的な関心です。私の父はすべてを耳で演奏するアマチュアピアニストで、音楽が大好きで音楽の再生に熱心でした。私たちはカリフォルニア州アルタデナの家中に音楽を配線し、地下室、屋根裏部屋、ドロップスペース、壁に配線を通すのを手伝いました。私はエレクトロニクスに強い関心を持っていて、音楽の「ネットワーク」を動かすアンプを作りました。お父さんは、時代の流れに合わせて、細かい円形のベンチソーを持っていて、リビングルームのスピーカー用にさまざまなエンクロージャーを作りました。ある日、彼は地元の土場が1/4インチの価格で1-1/4"の海洋合板を販売していることに気づきました。彼は数枚のシートを購入してからワイルドになり、JBLコンポーネントをいくつか手に入れました。130A15"ウーファー、8セルホーンツイーター、それに合わせた「1200サイクル」クロスオーバーネットワークです。彼は美しい16ft³コーナーを建設し、音響コンサルタントもスピーカーのレビューを行いました。

コンポーネントのエンクロージャー（これは1日でした）64in²ポートがありました。すべてのスピーカーシステムを打ち負かすには、スピーカーシステムでなければなりませんでした。問題は、それは決して良い低音を持っていなかったということです。

シドニーで研究を行い、1977年に130Aのパラメータを測定する機会が得られるまで、その理由はわかりませんでした。Qt は本当に低く、約0.2でした。これは、直接ラジエーター用ではなくホーンローディング用に設計されました。でもエンクロージャーはきれいでした！

SM：どうやってネヴィル・ティールとアーネスト・ベンソンに会ったのですか？

RHS：長い話は短くしようと思います。Bell&Howell で働いていたとき、私の社会的メンターになったインダストリアルデザイナーの Andrew Nowina-Sapinski に会いました。彼はこの厄介なエンジニアを人間化するために多くのことをしました。彼は1963年に日本に行き、私を招待してくれました。9か月後、私たちは2人ともシドニーに引っ越し、シドニー大学で電子工学研究室のティーチングアシスタントとしてアルバイトをしました。アンディは製品設計のコンサルティングを行いました。

彼のクライアントの1人は、モジュラーストレージシステム用のラウドスピーカーシステムの設計を望んでいたので、Andy が私に勧めました。ラウドスピーカーエンクロージャーの設計方法はわかりませんでしたが、大学には優れたエンジニアリングライブラリがあったので、学ぶことができました。最初は失敗しました。それから、教授の1人が、検索で見つけられなかったネビルの1961年のオーストラリアの論文を読むべきだと提案しました。

私は読みました。ネビルは、相対性理論を理解するのが難しいと言われたときにアインシュタインを引用するのが好きなので、「理解するのは難しいことではなく、信じるのが難しいだけです」。それがネビルの論文でした。私は彼の参考文献を入手して研究しましたが、それはすべて正しかったので、私はそれを信じなければなりませんでした。試してみましたが、うまくいきませんでした！ネビルの論文について他の人が私に同じことを言っている間ずっと、私がドルを持っていたらいいのと思います。

しばらくして、私はネビルが行った講義に行き、自己紹介をしました。それが長く素晴らしい友情の始まりでした。もちろん、ネビルは、オーストラリア版の RCA レビューである AWA レビューを編集（および執筆）した Ernest Benson を知っていました。Ernest のスピーカーペーパーは古典的です。彼は、シドニーオペラハウスのために、振幅と帯域幅の両方のテーパーと全体的な等化を使用して、最初の本当に成功した電気テーパーアレイを設計しました。

SM：ネビルは、あなたの3人は一度に「オーストラリアのラウドスピーカーマフィア」（Voice Coil 1/05）と見なされていたと私に言いました。彼はその声明で何を意味しましたか？

RHS：ええと、そのレベルの楽しい犯罪者を考慮しない限り、犯罪はありませんでした。そしてそれは私たち3人だけではありませんでした。私たちはオーディオ愛好家の素晴らしい家族の一員でした。当時、シドニーにはたまたま多くの優秀な人々が活躍していて、私たちは皆お互いにくっついていました。

大学の教授であるボブ・フレイターは、電波天文学のアンテナ理論と電子機器を使用して、指向性スピーカーアレイと革新的なアンプを設計していました。その配置。大学の別の講師である Cyril Murray は、優れたアンプ設計だけでなく、スピーカーにも強い関心を持っていました。ルイ・チャリス、オーストラリアの雑誌のスピーカーレビューも行った音響コンサルタントは、定期的に議論に貢献していました。私たちは本当に幸運なグループでした。

SM：あなたの博士号シドニー大学の論文は、スピーカーのモデリングに関するものでした。これが最初でしたか？私は1995年にMSのスピーカープロジェクトを行いました。クラスメートの何人かは、なぜスピーカーで時間を無駄にしているのかと尋ねました。

RHS：私は確かに最初のスピーカー博士ではありませんでした。最初はフランコートがいました。それはコーンモデリングにありましたが、それははるかに困難です。しかし、あなたは正しいです。スピーカーは最先端とは見なされません。賢い人たちはもっと挑戦的で魅力的なものに入ります。あなたは本当にオーディオをやりたい（それを愛する）必要があります。

本当にネビルの仕事を拡張したいと思ったとき、それを行う方法を見つけるのに少し時間がかかりました。私は別の大学を試しましたが、マイクロ波の研究のための資金は得られるが、オーディオは得られないと言われました。最後に、シドニーで研究できると言われましたが、博士号を取得する必要がありました。奨学金を得るために。MIT の修士号の傷は、それまでに十分に治っていたので、私はそれを選びました。生きていくには十分で、人生の時間を過ごしました。

SM：最近、マレーシアのクライアントから、「トランスデューサーエンジニアになるための研究はどこでできるのか」と尋ねられました。私の返事は「わからない」でした。スピーカーやトランスデューサーのエンジニアリングは、工業大学で工学分野として尊敬されていると思いますか？

RHS：ええと、それは確かに以前よりも良くなっています。いくつかの学部課程が利用可能です（たとえば、英国のブラッドフォード大学で）あなたが見つめることができる大学院コースもあります。ほとんどの人は、物理学、工学、音響の組み合わせからそれを組み立てる必要があります。しかし、他の多くの場合と同様に、勉強だけでトランスデューサーエンジニアになることはできません。私は一人ではないと言わざるを得ません。理論は大いに役立ちますが、真剣な経験はあなたが知る必要がある残りのことを習得する唯一の方法です。私は真剣な経験を意味します：彼のことを本当に知っているタフな上司、そして本当の挑戦。

KEF の Laurie Fincham で数年間働くことができて幸運でした。彼は中途半端な措置を受け入れません。ボリュームを学びました。トランスデューサーの仕事をするために物理学と電気/電子工学のバックグラウンドを持って来たそこでのエンジニアは、彼は優秀なトランスデューサーエンジニアになりました。

SM：何か教えたり、教えたりすることを考えたことはありますか？ あなたは確かにBS、MS、およびまたは博士号を教える資格を持っているようです。大学の候補者。

RHS：博士号取得後 研究では、シドニー大学で12年間教えました。私は主に電子工学を教えていましたが私の罪のために、私は2年間 Fields and Waves を教えなければならませんでした。カリフォルニア工科大学の学生としては、それがうまくいきませんでした。彼らが言うように、あなたが学びたいのなら、教えなさい。

私は電気音響学の大学院の夜のコースを2回教えることができました。それはシドニーのすべての興味のある卒業生を使い果たしました。その間、私は1人の博士号を監督しました。スピーカーの特性について素晴らしい論文を書いたが、結局は素晴らしい電波天文学者になった学生のジョン・バントン。ハーマン/ベッカーでの私の責任の一部として、私は若いエンジニアと学生インターンを助けるように努めています。

SM：将来のスピーカー業界に関して、AESとALMAの役割をどのように想定していますか？

RHS：AES は、スピーカートランスデューサーとシステム設計の開発において長い間関心を集めてきました。これは、ジャーナルやコンベンションで絶えず論文を発表している分野の1つです。この活動に諦めることはなく、自動車用オーディオの重要性の高まりは、プロおよび国内のスピーカー開発へのすでに高い関心に燃料を追加しています。すべての業界はこれらの活動から恩恵を受けています。

私は個人的に ALMA に積極的に取り組んだことはありませんが、製造活動が地理的に大きく変化したため、ALMA の活力を維持するための努力を観察しました。ハーマンの私の同僚と私たちのサプライヤーは彼らに素晴らしいサポートを与えてくれました。

AESは国際的で、非常に強力であり、成長を続けています。その使命には、出版物、会議、大会、学生セクションを通じてオーディオ教育を継続的にサポートすることが含まれます。どちらの組織も、関心の欠如や、提供するものに対するニーズの低下によって脅かされているとは思いません。彼らが脅かされている場合、それは世界的な社会的および政治的变化によって、競争をはるかに厳しくし、短期的には専門家の団結の伝統的な態度よりも利己主義をより有益なものにします。

SM：あなた以外に、スピーカーのデザインを改善するために現在重要な研究を行っているのは誰だと思いますか？

RHS：私の現在の活動は研究とは言えません。私は主に、他の若い心をサポートするために、彼らのデザインの正確な音響測定を行い、処理するためのツールを提供しています。主要な技術革新は、これらの日の間でほとんどありません。ほとんどの特許は、珍しい用途と独創的な構造、そして古いアイデアの新しい用途の分野にあります。本当に素晴らしいアイデアは、従来のテクノロジーよりもコストがかかる場合それほど遠くないようです。もちろん、サイズ、エネルギー消費、重量、またはコストを節約する方法を見つけた場合、競争上の理由で特許を取得します。私が最近見た最も重要な進歩は、Don Keele が AES コンベンションで発表している Constant Beamwidth Transducer テクノロジーのアプリケーションです。これは、プロ用スピーカーと家庭用スピーカーの両方に大きな影響を与えるはずです。

最近では、セットなしでスピーカーラボを完成させることはできません。

トランスデューサーの線形および非線形特性評価のための彼の機器の評価。そして今、彼は聴覚化とシミュレーションのための追加のソフトウェアを持っています。彼はまた、AES やその他の場所での標準化作業を非常に支持しています。彼が出版するものは何でも見続けてください—あなたは確かに何かを学ぶでしょう。

SM：有限要素解析や境界要素法などの新世代のエンジニアリングコンピュータ支援設計ツールについてどう思いますか？彼らは、スピーカーエンジニアが理解しなければならないことに振動音響学の分野を追加したようです。

RHS：彼らは意欲的なスピーカーデザイナーの水準を本当に引き上げたのではないかと思います。これらのツールで何ができるのか、そしてそれらをインテリジェントに使用方法を完全に理解するには、多くの研究、つまり「学習曲線」が必要になるため、ここには実際の問題があります。他の分野から採用された初期のプログラムは、使用するのが非常に困難でした。現在、よりユーザーフレンドリーなツールが登場していますが、それらを盲目的に適用することにはリスクが伴います。そして、最高のプログラムを使用しても、セットアップと計算時間の両方で、非常に詳細な分析には依然として非常に時間がかかります。

今日のデスクトップのパワーで、スピーカーを設計し、その線形および非線形の動作のすべてを正確に予測することは、すべての人の手の届く範囲にあるはずだという一般的な感覚があります。仮想世界で完全に設計し、製品を構築して、計画どおりに実行できるようにする必要があります。まあ、それはまだ起こっていません。

しかし、地球規模の大災害を除けば、それは最終的に起こるかもしれません。エンジニアは理解するまで辞めません。

SM：スピーカーエンジニアにとって最も重要な設計基準は何だと思われますか、直線性、帯域幅、製造のしやすさ？

RHS：耐久性とコストはどうですか？それらはすべて重要です。正装では、工学は高貴な応用科学です。要するに、それは妥協についてです：政治的、パフォーマンス、その他。製造のしやすさは、多くの巧妙な設計の基礎となった岩です。ラボで組み立てるのは簡単かもしれませんが、ホールを横切って製造業に行くと、そこの男が自分の設備を使って自分の工場で作ることはできないと言ったとき、あなたは貴重な教訓を学びます。

スピーカーエンジニアは幅広いスキルと能力を必要とし、そのうちのいくつかは仕事でしか学べず、時には少し苦痛を伴います。

SM：スピーカー業界のアジア、特に中国への移行についてコメントしていただけますか？

RHS：それはビジネスについての質問ですか、それとも哲学についての質問ですか？ 私も資格がありません。私は若い頃から製造業の仕事が低コストの国に何度も移動するのを見てきました。中国で止まると思いますか？

コストとは関係のない問題が常にあり、やがてコストが上がり、別の場所が魅力的に見えるようになります。動きに資金を供給するための資金は常に供給されているようですが、エネルギー要件（およびコスト）がすぐに私たちの熱意を上回る可能性があると思います。グローバルビジネスが私たちの惑星と太陽が提供するエネルギー収支の範囲内で生活する方法を見つけることができない場合、人生（およびエンジニアリング）ははるかに楽しくなくなります。そして、残された製造は、音楽が止まったときの状態のままになります。

SM：お気に入りのラウドスピーカーシステムは何ですか？

RHS：何年にもわたって数回持っていましたが、それでも私を驚かせているのは（そして私は今でもそれらを使用しています）、Laurie Fincham がそこで働いていたときに設計した KEF スピーカーです。私は、103/4s を持っています。兄に105/3s を同時に購入しましたが、それほど大音量で演奏する必要はありません。

それらの製品には非常に多くの革新があったので、すべてを一度に新しい製品に投入することは本当に勇気がありました。フォースキャンセルロードを備えたバンドパスデュアルウーファー、偶数次の非線形性もキャンセルするように取り付けられています。フレームレスミッドウーファーと、同時に取り付けられたアッパーミッドレンジとツイーターを備えた独立したエンクロージャー。さらに、抵抗性入力インピーダンスを提供する共役ネットワークと、必要に応じて部屋のバランスを調整して低音を拡張するアクティブイコライザーを追加します。それはすべて美しく機能しローリーが常に提供してきたバランスの取れた音楽的なスペクトル動作を備えています。私のリア/サ라운드チャンネル（およびサブウーファー）は、この用途のためにバイワイヤーで接続した Allison Ones です。ロイ・アリソンの理論的研究に基づいた、見事に機能する革新的な機能を備えた別の製品があります。

SM：いくつかのスピーカー技術は時代遅れになっているように見えることに同意しますか？いくつかの例は、金属コーン、平面磁気トランスデューサー、および吊り下げられたボイスコイルトランスデューサーです。

RHS：確かに、そうする人もいます。時にはそれだけで、マーケティングのサービスで新しい誇大宣伝でリサイクルされます。同じように見える場合もありますが、実際には、初めて適切に機能するようになった新しい研究または理解の結果である可能性があります。私は本当にアンダーハングコイルの1サイクルしか経験していません。

シドニーにいたとき、JBL「LE」シリーズのドライバーのいくつかを測定する機会がありました。当時、私は変調歪みを測定するための計測器に取り組んでいましたが、この設計が提供する BL の一定値に驚かされました。コイルがギャップの終わりに達するまで安定して揺り動かします。フリンジフラックスが常に存在するため、オーバーハングコイルとの一貫性を得ることができません。コイルのリアクタンスも低く、より一定です。もちろん、特定の瞬間にはほとんどのフラック

スが機能しないため、特定の効率では常にコストがかかります。戻ってきましたか？私はブラボーと言います！

SM：今後10年間で、スピーカーの設計と開発に新しいトレンドや古いトレンドはありますか？

RHS：私は予見者ではありません。ムービングコイル技術（平面プリントコイルを含む）はかなり「成熟」しています。ネオジム磁石のような腕のショットはあまり頻繁に発生しませんが、新しい材料による着実な改善は継続されます。個人的には、従来のドライバーコンポーネントの中で、サスペンションはまだ原始的な段階にあると思います。デザイナーは、環境によって大きく異なる特性を持つ紙や布を使用することにまだ満足していることに驚いています。磁石、コイル、コーンが達成するのと少なくとも同じ種類の環境安定性を私たちに与えるブレークスルーがここにあるといいでしょう。

SM：スピーカー業界の新しいエンジニアや意欲的なエンジニアに何かアドバイスはありますか？

RHS：ラフライドに備えましょう。これに参加する人々は魅力のためにそれを選択しないので、それは誰も思いとどまらせることはありません。彼らはラウドスピーカーについて少し頭がおかしい必要があるので、落胆させるのは難しいです。しかし、彼らは大きな進歩があなたの夢に現れないことを認識しなければなりません。幅広い教育と経験が必要です。物理学、数学、電子工学、磁気学、力学、信号処理に加えて、優れたコンピュータースキル。すべてが必要であり、さらに競争と政治を処理するための人々のスキルが必要です。しかし、それはとても楽しいことです。プラス面として、課題がすぐになくなる可能性は低いので、仕事があります。

SM：私はトランスデューサーR&D（TRES）のBOSEで働いていました。ハーマンとボーズの間にまだライバル関係はありますか？

RHS：良いライバル関係は決して死ぬことはありません。競争がなければ、あなたは自己満足を得る。ボーズは、優れたリソースと才能、そして驚くべきマーケティングの成功を収めた積極的な競争相手です。それはハーマンをそのつま先で維持しました。優れたエンジニアは挑戦を愛し、それに成功すると信じているので、競争（そして競争）を続けましょう。

SM：ムービングコイルオーディオトランスデューサーは時代遅れになるのでしょうか？

RHS：それは想像しがたいことですが、誰が知っていますか？基礎技術は130年前ではないですか？前世紀の初めに、スピーカーの製造を「火の家」の問題として説明した論文を読んだことを覚えています。私たちは何百万ものスピーカーを製造していますが、それらがどのように機能するかはまだ完全には理解していません。

最近、私たちはそれらがどのように機能するかを理解する上で大きな進歩を遂げており、これまでよりも低コストでそれらを作ることができます。これらは、優れたシステム設計で非常に十分に機能します。それらを置き換えるには、パフォーマンスを犠牲にするのではなく、コスト（製造のためのエネルギー消費を含む）でそれらを明確に打ち負かす必要があります。

SM：AESシンガポールセクションの前会長である Arthur Ngiam は、最近私に興味深いことを言った。彼は、オーディオの問題は、CD/DVD入力からパワーアンプの出力段まで本質的に「解決」されていると述べました。ただし、スピーカーは非線形のままです。彼の発言についてコメントしていただけますか。また、デジタルトランスデューサーがいつ実現すると思いますか。

RHS：それはかなり普遍的な見方だと思います。スピーカーの私のお気に入りの説明は「非線形の混乱」です。アンプの出力でマイク信号の非常に満足のいく増幅再生を実現できます。最近は感電死するのに十分です。しかし、それを自分自身を守るのに十分な完全にクリアなサウンドに変えることができるまで、私たちは満足できないようです。

スピーカーを他のサウンド再生チェーンと一線を画すものはたくさんあります。多くの非直線性は1つの領域です。これらの明確に識別可能な入力端子を通過すると、「出力」が別のものであるため、別の端子セットを識別できなくなるという事実。

実行可能な、真に「デジタル」なスピーカーを考え出そうとしている勇敢な魂に帽子をかぶるべきだと私は知っています。

しかし、これまでのところ、私が見た結果は、刺激的というよりも面白いものでした。挑戦は巨大です。あなたはまだ低周波数で大量の空気を動かす必要があります。今日のデジタル録音では、最下位ビットの解像度を維持する必要があります。また、マルチチャネル録画のブロードバンド指向性と空間イメージングを維持する必要があります。これらは深刻な物理的および幾何学的な課題です。

SM：タイのプーケットを訪れたことはありますか？ 私の招待を受け入れて、ネビルと一緒に来るように説得してみてください。オーストラリアに行く途中です。立ち寄って挨拶してください。

RHS：そこに行ったことはなく、ぜひ行ってみたいと思います。70年代にバンコク（エレバンの古いホテルで象がいる）とアユタヤに行った幸運な旅の思い出があります。ネビルと一緒に取り上げます。

インタビュアーのコメント：

リチャード・H・スモールの回答とコメントを読んで、輝きと勤勉さが混ざり合った知恵と優しさの特徴が思い浮かぶことを願っています。

スモール博士の業績はそれ自体を物語っています。しかし、スモール博士が話すとき、彼はそれが明確であるように明確に述べています。彼は、この業界でこれまでに見た中で最高の男性、真の紳士の数人と同じクラスにいます。

スモール博士はネヴィル・ティール氏を少し思い出させてくれますが、ウィットは明らかにもっと「アメリカ人」であり、同様の冒険心と自然な率直さを持っています。

最後に、おそらく最も重要なことは、Richard Smallが、エンジニアリングが生涯学習の経験であることを例示していることです。

リチャード・H・スモール：1935年生（87歳）