



**Oral History of PMR Inventor Team:
Hiroaki Murakora and Yoshihisa Nakamura**

Interviewed by:
Yoichiro Tanaka

Recorded July 29, 2016
Sendai, Japan

CHM Reference number: X7913.2017

© 2016 Computer History Museum

田中: One of the most significant recent technology developments was the commercialization of Perpendicular Magnetic Recording (PMR). Starting in 2005 adoption of PMR facilitated a tenfold increase of data capacity in Hard Disk Drives (HDDs). HDD capacities of up to 10 TB are the norm today. Researchers at Tohoku University made key contributions to the invention of PMR as well as understanding of the physics of PMR and requirements of heads and media. This oral history records the contributions of Professor Yoshihisa Nakamura and Hiroaki Muraoka to the success of PMR.

それでは今日は中村先生、村岡先生、ご参加頂きまして、ありがとうございます。
最初に、中村先生についてご質問致します。
先生のご氏名、ご出身、どこでお育ちになったか、お願い致します。

中村: 中村慶久です。宜しくお願いいたします。生まれは東京です。しかし、父親の代までは岩手県の滝沢村というところに住んでいたので、まあ、根っこは岩手県滝沢村だと思っています。
中学、高校時代には、岩手の盛岡に戻って青春時代を過ごしたので、東京生まれというよりは、むしろ私は出身は岩手県だと思っています。

田中: 先生の出身大学、あとご専門分野についてお願いします。

中村:

東北大学に、1963年に東北大学の通信工学科を卒業して、すぐ大学院に入って、電気通信工学専攻を1968年に修了しています。出身は通信工学ということになってますから。

田中: 先生の職務経歴、それとその役職、役割などをご紹介頂けますか?

中村:

はい。卒業して、大学出てすぐ東北大学電気通信研究所に勤めました。助手、助教授を経て教授まで、東北大学では最後は電気通信研究所の所長を3年間勤めて、で、2006年に退職をして、そのあとJST、科学技術振興機構ですかね、そこの宮城プラザというのが当時あったんですが、そこの館長を2年やって、そのあと岩手県立大学の学長を6年。それが終わって、現在は岩手県の工業技術センターというところがございますけど、そこの顧問、フェローということになっています。

田中: はい、ありがとうございます。

先生の、大学での研究を始められる初期にですね、影響を受けた方々、あるいはどういう事柄だったかということをご紹介頂けますか。

中村:

やっぱり直接指導を受けたのは岩崎先生ですけど、その前に岩崎先生の、我々にとって一番の父親的存在だったので永井健三先生ですかね。あの、日本で磁気記録を始められた永井健三先生。それから、当時研究室、当時というかも当時NHKに入っておられましたけど研究室の5年先輩で横山虎哉さんという方がおられて、その方からはいろんな評で薫陶を頂きましたですね。まあ日本式といえば、岩崎先生を男にしろよ、と絶えず言われてました。外の人では、吉田順作さんとかいろいろ可愛がって貰った。NHKの技術研究所でいろんな仕事をされた方ですけど、そのおかげもいっぱいいらっしゃるんですけど、主にご質問のほうはそういう方々ですかね。

田中: 先生の現在の職責、繰り返しますけど、お知らせ下さい。

中村

現在まあ、基本的には大きな職責はやってないんですけども、岩手県工業技術センターの顧問、フェローとして、センターの研究を少し見てくれということで、まあ時々アドバイスをやる形ですかね。

田中 はい、ありがとうございます。

続きまして、村岡先生にご質問をさせて頂きましても、お名前とご出身、どこでお育ちになったか教えてください。

村岡

村岡裕明と申します。生まれたのは山口県下関なんですけれども、すぐ北海道の函館に移りまして、育ったのは北海道の函館。

田中 出身大学、ご専門をお願いします。

村岡

東北大学の工学部の通信工学科卒業で、昭和51年です。そのあと大学院でドクターを昭和56年に電子通信工学専攻で取りました。

田中 これまでの職務の略歴、役職をお願いします。

村岡

卒業後すぐ松下通信工業という会社に行きまして、フレキシブルディスクドライブの開発業務を携わりましてほぼ10年ぐらいです。1990年になりますが、中村先生に呼んで頂いて東北大学の電気通信研究所に戻ってきて、そのあとずっと通研しております。

田中 では、現在の職責について。

村岡 通研で教授をやっています。

田中

はい、ありがとうございました。それではですね、最初に磁気記録研究の初期の状況についてお伺いしたいと思います。

まず大学に入学された時期、先ほどおっしゃった通りだと思いますが、専攻、どうゆう専攻で、どういう勉強をしたいのか、ご興味、大学に入る当時の興味を教えてくださいませんか。

中村

大学に入るときはですね、漠然と。父親がエンジニアだったもんで、無線関係の。で、東北大学いんじゃないかと勧められて、そういう方向に行くのかなという感じで入りましたけれども。

まあ、やっているうちに、これはいろんな経緯もあるんですけど、テープレコーダーにはものすごく興味を持ってたんですね。これはなぜかという、父が、1950年頃ですかね、ソニー、当時は東京通信工業と言ってましたけど、そこに在籍してまして、まだソニーがテープレコーダーを売り出した直後に、私の家こそれを持ってきて、初めて自分で録音したんですよ。その時に、普段自分が感じている音と全然違う音が聞こえてきた、声が聞こえてきて、びっくりした。それが最初のテープレコーダーの第一印象だった。

中村

それから中学、高校時代は、ちょっと演劇部なんかもいて、テープレコーダーに音声を吹き込んでスライドと一

緒、そのスライドの音声をテープレコーダーに吹き込んだ、音声というかセリフ、音楽。それを持って、孤児院とか、慰問に行った時にテープレコーダーに接したというのがもう一つ。

中村

大学に入って、放送研究部に入って、そこはもちろんテープレコーダーを使ってラジオドラマなんかしたりして。テープレコーダーを使う機会がしばしばあって。特に大学の時まではですね、磁気テープがもったいないんで、低速で録音しようとするわけなんですよね。途端に音質が悪くなる。なんでこんなに音質が悪くなるんだろうって、という疑問と、音質が悪くならなくなるような方法がないだろうか、というようなことを部の先輩なんかと話してました。そんなことで興味を持って行ったんですね。

中村 たまたま3年の時に、研究室の公開がありまして、当時は電気系の中で。ぐるっと回ってきたところに永井先生の研究室にたどり着いたら、そこで当時開発したばかりの鉄コシルトニッケルの合金粉末テープ、それにジャズミュージックを入れたやつを聞かされて。ものすごくいい音で、それで衝撃を受けて、すぐこの研究室に、と決めたのが、現在に至る最初のきっかけですね。

田中 早い頃から磁気録音に親しまれていたと

中村

最初は、違う方向を、あんまり考えて意識してはなかったんだけど、だんだんそっちの方向に吸引されて行った感じだ。結果的にですね。

田中 磁気記録研究に興味をもたれた時期、その背景というのは先生今おっしゃったような内容ですね。

中村 まさにその通り。

田中 中村先生の博士論文の概要とですね、研究をやる上でのご苦労、そういうものを教えて頂ければ。

中村

私だから、最初にスタートしたのが、なぜ悪くすると音質が悪くなるかということから入ったんですけど、学部時代の卒業研究は永井先生が説明された交流シヤス機構を解明しろということから入ったんですが、マスターコースの時に短波長記録、要するに、音声で言えば高い周波数の音声を入れた時に、その時の記録のメカニズムを調べるといものだったんです。これは当時、いろいろ測定をしますとね、特に長波長の時は普通出力が上がって行って飽和してくという飽和特性を示すんですが、短波長になると最大出力まで行ったらストーンと落ちてくるんですね。その落ちてくる原因がなんだと、これは波長によっても違いますし、もちろん記録層の厚みによっても違うというデータが当時あって、そこを解明するということで短波長記録機構の研究をやった。

中村

これだから、マスターからドクター、ずーっと、私の博士論文のタイトルは「短波長領域における磁気記録機構の研究」ということでやった。最初の頃は、なぜそうなるかということ、当時我々が教わった手法ということで、ヘッド磁界分布を考えて、それからヘッド磁界の中を磁気テープが通過する時に、どういう磁界変化を受けるか、短波長だと極性が何回かわるわけですね。それと同時に磁気特性、ヒステリシスループをどういふふうに進んでいくんだ、残留磁化はどうなるんだ、というのを克明に調べて行って磁気テープの中の磁化状態を調べた。

中村

そうすると、最初の頃なぜか表面の磁化分布と裏の磁化分布の位相がずれてるよと。下手すると、表面がプラスのところ、裏がマイナスの磁化状態が出てくる。これはおかしいと。中で閉じてしまうんじゃないか、要するに閉磁路が出来ないんじゃないか、ということをおもいついて、それでもう一回実験をやり直し。記録特性の測定をやってみたら、確かに出力ゼロ点になるところが出てくるんですよ。そこからまた出力が若干増えてくるところがある。要するに、我々はヌル点と呼んでましたけど、それを見つけて、要するに磁気テープの中に閉磁路ができたってことを見つけたんですね。

中村

現象的にはそれが記録減磁の大元だということがわかったんですけど、じゃあなぜそういうのが出てくるのかっていうのが次ぎの課題で、それをですね長手だけやってもダメじゃないかと、あの長手だけの磁化状態を見てもダメじゃないかと、ベクトルの的に調べようということで、当時回転槽円体粒子モデルStoner Wohlfarth Modelみたいなものを導入して、磁化状態をベクトルの的に調べていったんですけど、そうすると例えば薄磁気テープをヘッドのところを通過させますと、ヘッド磁界だけ考えると全部垂直に磁化されちゃうんですよ。磁化分布だけを考えると、何も、それだけを考えると、それはおかしいんじゃないかと。薄磁気テープだから、これ長手磁化やってんだし、長手をこう向くんじゃないかと。だから、そのところは、なぜか考え方が足りない。

中村

減磁界を、ただ減磁界入れただけだったら磁化が小さくなるだけですから、その磁化を通過する間に回転磁界、要するにヘッドの近傍のベクトル磁界がこう回転している、その過程過程で減磁界を入れなきゃいけないんじゃないかと言うことで、そのセルフコンシステント磁化の考え方を入れなきゃいけない、ということをおもいついて、それをどういう風に計算するか、それを導入したりですね。

中村

それから、あとはベクトルのいろいろな計算もやりましたが、そんなことを入れながら、最終的にその長手の磁化だけ、スカラー磁化と呼んでましたけど、それとベクトル磁化との関係付けを、なんか理論的に、あれ正しいかどうかわかりませんが、つけてみたりして。最終的に、その記録減磁損失がなぜ起きるか、定量的なところまで説明しようっていうのを、なんとか漕ぎ着けて書いたという、そこが一番苦労といえば苦労だったですね。

田中: ありがとうございます。

先生がご覧になる東北大学電気通信研究所の磁気記録研究のいろいろな流れがあったかと思います。先生からご覧になるとどのように思われますか。

中村

あの、基本的には永井先生が1932年から磁気記録の研究を始めてましたから。で、まあ初期の頃ですよ、まだワイヤーレコーダーの頃をやっていて、私はもちろん知りませんが、そういう研究の経緯から交流バイアス、要するに、当時信号としては音声ですからね、その音声の信号の質を良くするところから、偶然だという話もありますけど、交流バイアスを見つけたと。そういう歴史があったと。でしかもそれも永井先生特許を取られて、その特許があったために、あの戦後ソニーさんがその特許を持って、テープレコーダーを作った。それを作って売り出そうという時に、あのアメリカから、それこそアンパックスかな、多分、テープレコーダーがほぼ輸入されてきたと。それを困った、ということですぐGHQ、当時の占領軍のヘッドクォーターとこに行くと、実は永井先生の特許があるんだってことを申し入れて、でさすがアメリカだと思ったんですけど、それを認めてくれて、でソニーが売り出すことができたという、そういう経緯があったわけですね。

中村

ですからそういう産学連携でいろいろやるということは、東北大学の伝統でもあるし、永井研究室が持っていた。岩崎先生がそれを引き継がれて、岩崎先生は一度ソニーに行ってから東北大学に戻ってこられたと思うんですが、磁気記録の研究を始めた。それでいろいろ先生がやりになっている内で、ガンマヘマタイトの当時のテープでは限界があるんで、もうちょっとその薄くしなきゃいけない。薄くするためには飽和磁束密度を上げる必要がある、 B_r 、 B_s 上げる必要があると。で、上げるだけだと減磁界の影響強くなるから、保磁力も上げなきゃいけない、ということで磁気特性を少しひとまわり大きくした、ふたまわりくらい大きくしたのかな。そういう鉄コバルトニッケルの位置付けにして新しいテープを作ったという。そのちょうど直後私が入りましたんで、そういう伝統をずっと引き継いでたような研究室でしたね。ですから、絶えず産学連携、企業の方も来られてたし、いろんな大学の方も来られたという環境を作ってくれた研究室だったという感じはしますね。

田中: 産学連携も含めて非常に広いスコープで研究されていたという感じですね。

中村

非常にそういう、ええ、大学としては多分非常に恵まれた、工学の研究をやるには非常に恵まれた環境が、ずっと作って頂いたという気がします。

田中

はい。先生の研究を通じて磁気記録の理論をさらにシミュレーションで検証するというというプロセスをずっと進化させてこられたかと思うんですが、その状況をご説明頂けますか。

中村

先ほどお話ししたように、そのベクトル的な磁化過程を入れないと正確に磁気記録が説明できない、現象を説明できない。その中に減磁界の影響、当時反磁界という言い方しましたが、反磁界の影響をきちっと入れてセルフコンシステントに解いていく必要がある。ということで、たまたま当時大型の計算機が入ってきて、どんどん計算機が発展過程があったんで、鈴木俊行君という非常にそういうのを使うのに長けた、まあ同僚と言っているのか、2年後輩でしたけど、歳は上でしたけどね、彼が非常に熱心にやってくれて、その辺のプログラムを開発して非常にいい結果を出してくれたのが、まあシミュレーションの初期期でしょうかね。スタートだったですね。私としては、もっとそれをきちっと、まあ言わばあのアニメーションになるような感じまで持って行きたいということで、その後一度中断したりした時期もありましたけど。

中村

それからもう一つは、あの磁生層の中に渦ができるという、回転磁化モードができるという、そこをきちっとシミュレーターで証明したかったということもあって、後で研究室の卒業生が入ってきた研究室の田河君とかいろんな人々入ってきたのを開発してもらってシミュレーターを作って、当時スマートという、あれ略を忘れたな、名前のシミュレーターを作って、まあいろんな垂直記録のメカニズムなんかもそれで少し調べることができたというようなことがありましたですね。

本当はそういうのをお見せできればいいんですけど。必要ならありますから。ここはカットなるかもしれないけど。

田中: ありがとうございます。

次でございますね、垂直磁気記録研究についてお伺いしたいと思います。

はじめに、その垂直記録の発案に至る過程、どの頃からどういうふうにお考えになったかということをお聞かせいただけますか。

中村: あの、流れとしては二つあるんですけど。

一つは岩崎先生がお考えになった。これはあの回転磁化モードというのができると。それを実際に岩崎先生が見たいと。磁気テープの断面をこう切って、でビッター法で生懸命顕微鏡覗いて見てた。学生とか助手の方とか。で、それから何とか、その回転磁化モードに垂直な磁場をかけると、どうも磁化状態が垂直に変換されて、それが読めるんじゃないかというので、磁化モードの変換だったかな、変換をして読み出す方法で、読み出した垂直、垂直に変換したやつを読み出そうという考え方で、一方スタートされた。私も、そのための読み出すヘッドに垂直ヘッドみたいなのを考えて、どうだろうか。渡辺さんと一緒にやってたんだけど。

中村

それとは別に、私はさっきお話ししたセルフコンシステントの計算をこうずっとやってて。ただ自分自身ではコンピュータで大規模な計算がちょっとできなかったの、技術的に腕の上で。もうちょっと簡便できないかということで、簡便な計算方法をいろいろ考えてた。その中の一つに、あのプライザツモデルというのがあるんですけど、プライザツモデルを簡便化して、磁化曲線の、ヒステリシスループの特徴だけを抽出したような、直線近似したような、そういうモデル化を作ってですね、それをコンピュータの中こう、要するにコンピュータというか、極めて簡単なやり方を導入して、それをセルフコンシステントに計算をして、磁化履歴を計算するという、そういうことを考えたんですね。

中村

当時、我々の部屋もコンシト系の磁気膜を使って面内の熱記録をやろうっていう実験を一方でやってて、それを理論的に何かどうなるかっていうのを調べられないう。で、それとヘッドで書き込んだ時を比較してみようという計算を一時期やったんですけど。これ1974年頃だったと思いますけど。それを計算してみると、熱もそうなんですけど、ヘッドで書いたやつも、結構まあいろんなデータもあるんだけど、結果的にその、例えば、スペーシングをどんどん小さくして高密度化を持って行こうとしても、転写幅はゼロにはならないですよ。ある一定値で行ってしまう。どうしても転写幅をゼロにできないんじゃないか、という。熱記録でもそうだったんです。

中村: ちょうどその頃辺りでは、あの光記録だとか、光磁気記録だとか、ちょっと前のメモリアルとか、垂直磁気膜を使う、垂直磁気異方性膜を使ういろんな研究をやっておられて。だから、これ長手の膜だとできないなら、垂直の方がいいんじゃないかという発想が浮かんできて、それで岩崎先生に垂直記録をやってみようって申し上げたのね。岩崎先生はまたまたその磁化モードの変換ということと垂直モードに変換してってことをやっておられた時期だったので、じゃあ垂直やってみるかということ、多分75年頃スタートだったと思います。

田中: 大変面白い、こう技術の流れの融合みたいな形ですね。

中村: そうですね。

まあ、当時その頃、私達だけじゃなくて、他のほら、スペリオティスさんとか、JudyなのかMeeさんなんかも、 $Br\delta/Hc$ と転写幅との関係を、計算、実験だった計算でやってて、あれもみんなある一定値で行くんですよ。まっすぐ下りるんですよ。1/2で落ちるんじゃないかと、必ずどこかでこう持ち上がってきちゃう。ああいうデータもあったんで、なおさらそう感じたんですね。

田中

その、面内記録に対する垂直記録の優位性をどのようにその発見されていったかということをご説明頂けますか。

中村

その頃ね、理屈がどうこう言うのはなかなか難しかったですね。後になって、だいぶ後になって、私がりタイ

やした直前くらいからわからないけど、理論的いろいろこう、ちょっと時間もあってやりましたけど。その頃はもうただ実験やるのが精一杯で。ただ実験結果が、やればやるほどいいデータが出てきた。記録密度特性がどんどん伸びてきた、ということで夢中になって実験やってたので、あの、悪いなんていう思いは何も抱かなかった。これしか無いんじゃないかという思いでやりました。

田中:

垂直磁気記録にフォーカスするんだ、焦点を当てるんだという大きなきっかけになった事象というのは何でしょう。

中村:

やもう、要するに垂直磁気ヘッドを、最初はガンマヘマタイトみたいなものを磁化変換した出力をみるくらいから始めたやつを、今度は書き込んでみて、でコシトクロムが見つかって、いろんな道具立てが周りに揃ってきて、やればやるほど実験データが伸びてくる。そういうことで必然的にそれしかないということで、行ったような気がしますね。他のことを考えてることは、余裕がなかったし、考えようとも思わなかった。

田中: 垂直磁気記録の発案の過程での、最大のブレークスルーは何だったと思われますか。

中村: ああ、やっぱり単磁極型ヘッドで、最初はあの我々簡単にあの、スーパーマロイの薄板ですね、10ミクロンとか20ミクロンとか、もうちょっとあったかな。そこに巻線を巻いて、薄板、短冊状の板に巻線を巻いて、それをヘッドにしていたんですけど、とてもこれじゃ書けないと、ガンマヘマタイトのテープですら書けないと、というのが分かったんで、いろいろ工夫したんです。根元を太くしてやったり、それから反対側にその軟磁性の大きなかたまりを置いてイメージ効果を使ってやろうとか、いろんな実験やったんですけど、電磁気学で教えてくれるいろんなことやったんですけど、全然うまくいかなかった。

中村:

これどうすればいいだろうと思った時に、要するにその単磁極型の主磁極と後で呼ぶようになりましてけど、その先端から出す磁場が大事なんで、そこを直接励磁する方法がなかった。そこに巻線をやるわけじゃないので、反対側にフェライト、当時は最初はやっぱりスーパーマロイだったんですけど、そこに巻線を巻いたやつを裏側において、それで励磁すると。それで、主磁極先端を励磁すると。媒体を挟んでね、励磁するという方法。ちょっとそれが邪道に見えたんですけど、そうやったらものすごく記録感度が上がったんですね。記録しやすくなった。で、以来、補助磁極励磁ヘッドを使うようになった。

中村:

でそれと、当時、時期を同じようにして、先ほどお話ししたように、コシト系の膜を使ってうちでも熱磁気記録をやったんですが、その材料をいろいろやってたんですが、長手方向にはみんなろくな磁気特性にならないんで、一緒にやってた大内君というのが非常に苦労してた。たまたま垂直方向どうなのって言ったら、垂直方向は結構いい特性してるよ、角形のいい特性してるよ。もちろん反磁界で斜めにはなってるんですけど、いい特性してるよ、というので。じゃあその、コシト用の、光磁気用に作ったコシトクロムの膜一回書き込んで見たらって、最初はリングヘッドで書いたんですけど、結構出力出る。そのうち、その単磁極型ヘッドでやったらもっと出る、高密度まで伸びる。というので、じゃあこれ組み合わせたら垂直記録できるんじゃないかな、というので次のスタートだったと思うんですね。

中村:

で、そのうち今度は、やっぱりまた記録感度物足りなくて、どうすればいいかっていう時にその二層膜という発想が出てきて、それで記録感度も一桁上がったし出力も一桁上がって、その辺が一番大きなブレークスルーというのか、もうたいしてそこで垂直記録の基本の形がもう揃ったと思ってますけど。

田中 はい、ありがとうございます。

研究室では、垂直ヘッドを実験で試作をしたり、まあ媒体も作ったりですね、いろんなチャレンジをされたかと思うんですけども。当時の試作実験の難しさ、あるいはチャレンジというのとはどのような状況だったのでしょうか。

中村 えっと、どういう難しさだったか。

あの、私からまず言わせてもらおうと、いろいろ難しさはあったんですが、なかなか思うように進まないこともあったけど。ヘッドに関して言えば、あのこれも皆さんも良くご存知の方もいっぱいいらっしゃるんですけど、渡辺君という非常に素晴らしい技官がいらして、彼が作ると非常にこちらが思ったような特性を出すようなものを作ってくれた。それは私にとっては非常にプラスというかありがたかったですね。媒体については、あの大内さんが非常に苦労されてやってましたけど、当時まだ使い初めだと思うんだけど、スパッタ装置をようやく科研費で買って、それを使いこなすのにいろいろと苦労していたような気がしていますけど。そのへんはむしろ当時入ったばかりの村岡先生の方がよく覚えているかもしれない。

村岡 そうですね。

えーとまあ私、テープのリード・ライトの実験をテーマとしてもらってやってたんですけど。媒体は大内先生から来て、それをテープ状に切って測定するんですけど。実験やってる担当からすると、あのアジマス合わせにご苦労したって記憶があつてですね。あの記録と再生でこうアジマスぴったり合わせないとD50が伸びないんですね。再生効果でですね。それがあのバックラッシュがある機構だと行き過ぎて、今度戻すと今度戻りすぎる。要するに、いいところにつまんでも合わないっていうのがあつてですね。非常にそれで調整がこう、何て言うんですかね、指先の感覚で合わせるようなことが必要で苦労したという記憶がありますけど。

村岡

あとはあの、コンタクトなので、薄膜で保潤も潤滑もないような状態でコンタクトで記録再生するので、やっぱり壊れるんですね。媒体がですね。だからそこを壊れないように測定してしまわないといけないのと、フレキシビリティがヘッドにぴったりこう沿ってくれないので、エンベロープがこうスパッときれいに出来るというのがなかなか難しく、そのどこを狙って測定するかというのに苦労した記憶があります。

中村

あの、当時の実験はね、まだテープ装置だったんですけど。要するに普通のガンマヘマタイトの録音テープ、その間にそのコイルクロムのスパッタしたやつを、あれ長さ5センチくらいだったかな、5センチくらいだったやつをそこに挟み込んで、スプライシングテープで挟んで、それで見てたんです。だからメモリスコープで瞬間的にパッと通るのしか見えな訳。だから調整するの、もっと苦労したんだと思います。そういう意味では。

田中 大変なご苦労があったと。

中村

だけど、まあさっき言いたいいろんなことを考えて、試みてやると、記録特性がパッと伸びた。その度にお祝いをやってたんですよ、飲み会をやったんですよ。だからあれ結構月に一回とかずんぶんか、しょっちゅう飲み会やってたような感じがしますね。あれは。

田中

垂直記録のヘッドや媒体の構成としては、いろんな研究考えられたかもしれないと思うんですが、どのような方法を考えられたり試作されたりしましたか。

中村

あの周りでいろいろやっておられたと思うけど、うちはその単磁極型ヘッドの補助磁極が磁の単磁極型ヘッドっていうやつと、それからコンシルトクロム。コンシルトクロムはあんまり材料はそんなに大きく変えてないよね、当時はまだ。

村岡 Msを最適化して、ええ

中村 磁気特性は少しいじったかな

村岡 それと膜厚をいじって

中村

でそのあと、その二層膜ね。軟磁生膜をコンシルトクロムの裏に、裏打ちするとか言いましたけど、二層膜を作って特性がうんと伸びたという。そこからはあんまりいろんなことを大きくは変えてない。テープでやる実験の場合は変えてないと思うけど。

で、なんだっけ。もう少し質問あったっけ。そんな答えていいですか。

田中 そうですね。はい。あの、そうすると。

中村

だから、他の選択肢っていうのは、例えばリングヘッドで書くこととか、いろいろあるんですよ。後でもそんなリングヘッドでやろうかなんていう変な迷いが生じた時期もありましたけど。あれはもう、最初からこれはまずいと。波形こしる、いろんな意味でこれ使いにくい。リングヘッドは、私の気持ちの中では、最初からそれは止めてました。考えてもいませんでした。

田中 早い段階から垂直ヘッドの単磁極型、二層膜基本との組み合わせにもうかなりフォーカスして

中村

それで、なに特性を伸ばしていくかという、あるいは実用に持っていくかということしか、私の頭にはなかったですね。

田中

そうすると、研究の中で試作実験する媒体側の構成としては、まあフロッピーディスクがありテープがあり、あるいはハードディスクもその後トライされたと思うんですけども。どういう形態をどういう狙いで研究をされましたでしょうか。

中村

あの、まあ要するに、一番のものは要するにその補助磁極が磁型単磁極型ヘッドというやつなんで、そこは間に媒体を通さなきゃいけない。補助磁極と主磁極の間に媒体を通さなきゃいけないので、どうしてもそこは100ミクロンくらいのスペースを空けなきゃいけないという。という、まあもうちょっと広くても良かったかもしれないけど、そこにハードディスクを通すような、そんな余裕はなかった。ですから最初はテープでやりましたけど、その次もフレキシブルディスク型の薄くポリイミドのフィルムに、両面にスパッタしてたよね、バランスを取るために。それを使って実験をした。

中村

で、ただ、私の気持ちとしては、それは我々の実験としてはそれはやり易いからそれを始めたんだけども、世

の中はどうもそれを実用化しようという方向に、こう動いちゃった面があつて。最後はカールの問題で苦労したし。それから、やっぱりコンシトクロムって堅いですよ。堅い膜、あのプラスチックにそういう膜がついてると、カーリングするだけじゃなくて、やっぱりゴミがなんかにつくとヘッドを傷つけたり、いろいろとその信頼生の上で大変問題があるという。それは感触私も持っていて、怪しいなどは思っていたんだけど、なんかみんな実用化の方向に持ってたから、我々もついにそれ引きづられたところはあるんですけど。

中村

で、結局、やっぱりダメだと、それは、信頼生の上でダメだというのが、1980年代の終わり頃ですかね。終わり頃、そう言う声があつたと高まって、どんどん止めていく企業も出てきたんで、私ももうだから89年ハードディスクに換えて、あとはもうハードディスクで使って媒体としてはそれ使ってやった。まあヘッドはそのままハードディスクに合わせたような構造にちょっと変えて行きましたけど。補助磁極動磁ではまずいので、主磁極側で励磁する形。ただし、補助磁極動磁の基本的な主磁極先端を励磁するという基本の概念は変えずに、主磁極側で励磁するような構造のヘッドを、さっき言った渡辺君に作ってもらって、それを使ってハードディスクの接触型の実験をやった。

田中: 89年に今のハードディスクで実用化されるような基本構造のハードディスクベースの試験を、実験研究をやらせてたということになりますね。

中村

ただし、我々は浮上ヘッドでできないから、あのあういう構造のもの作れないんで、研究室で、で作って頂くにしても、ちょっとなかなかやって頂きにくい環境だったので。で、もう接触型で、あのレコードのターンテーブルに針を落とすような、あういう構造で軽く接触させて、当てるようなヘッドにして実験をやった。

田中: 先生、その当時試作された軽く接触させるヘッドがそこにおありかと思いますが。

中村: 多分、ここにあるこれだと思うんですね。こういう構造で。

これただその自重で乗っかるような構造を当時、まあここにちょっと写真ありますけどね。このような構造のものを、これは全部渡辺君が作ってくれて、非常にうまい具合に、もうエンベロップ、非常にきれいなエンベロップになりましたね。そうとう、いい実験ができて助かる。

そんな接触型やたらって言われたけども、ある程度高速で回してもそれは多分問題なかったですね。

田中: 接触、浮上の違いを除けば、今ある実用化された構造とほぼ同じ構造ということですね。

中村: 側から見ると危なっかしいことやってる思ったかもしれませんがね。

田中:

で先生に伺いたいのはですね、垂直磁気記録の研究において、その国のプロジェクトであるとか、あるいは産学官の連携、どのようにされてきたか、その経緯、あるいはそれが果たした役割などについて、教えていただけますでしょうか。

中村

あの、日本の大学の場合はその科学研究補助金というのが研究のベースですね。もちろん国から基本的な公費っていうか、それが来ますから、それに科学研究補助金をもらって。だから90年の前ぐらいまでは岩崎先生がおられた頃はある程度それを頂きながら、いろんな装置を買ってやってたし。まあ、多分産業界からも少し募金を頂いたんだろうと思うんだけど、ただ90年の初頭になって、岩崎先生が研究室去られてから科研費が来ない時期が3、4年あったんですよ。非常に、まあ装置が揃ってたからうんと苦労したって覚えは悪いんですけど。

中村

で、ただし日本でもうちちょっとね、その産学でやったほうがいゝんじゃないかという機運が、まあ他の企業の方、たとえば桂橋さんとかいろいろな方から出て、国に、国の出先みたいなどころにちょっとお願いしたりなんかしたけども、なかなかいゝ話じゃなかったんですね。

中村

だけでも90年度後半ぐらいから少し動きが出て来て、一つはSRCという産業界と大学との一緒になって共同研究やろうと動きが出て来て。それにASETという、これは経産省だったかな、あれが少し補助金を出してくる仕組みが出て来て。で、なんかこうものになりそうだという雰囲気が出て来たので、まあ企業からもかなり大きな寄付を頂いたりしました。それから、学振から頂いた。それから一番最終的には文部科学省からRR 2002という名前、そのIT、日本はまだIT遅れていると、もっと最先端のIT国家になりたいということで、いろんなところにお金をだす、その一つにまあストレージを選んで頂いて、それが結構大きな額になって、これもいろんな企業が、東芝さんもあったし日立さんもあったと思いますけど、いろんな企業もが入ってやっていましたよね。

中村

ですから、まあその頃もう大体いろんな道具立ても揃ってましたけども、いろんな企業のご協力を頂いて、実用化を持っていくという上では非常に大きな力だったというふうに思いますね。もちろん私たちも割とこう、割といろんなことが好きにやれたんじゃないかなって思ってますけど。村岡先生はいいかげんですか。

村岡 はい、そうさせて頂きました。

そういう意味では産学連携はとて、特にSRCのようなフレキシビリティの高い自発的な活動を重視してくれたので、SRCはですね、とても良かったと思いますけど。

田中 はい、ありがとうございます。

この垂直磁気記録の研究、研究だけではなくて、それを通して学生を教育する、人材を育てるという大きな意味があったかと思うんですが、その役割についてはどのようにご覧になってますか。

中村 一番現場だったというか、学生の近くには村岡先生が一番よく、かもしれませんね。

村岡

はい、あの学生と一緒にやる分にはとても楽しいテーマでしたですね。えーとですね、何が楽しいかという、先ほど中村先生がおっしゃってましたけど、実験中心のアプローチ、一部シミュレーションもやってましたけども、何れにしても、そのやったデータが、まあ意味世界一を狙える位置にいつもいてですね、垂直記録やっただけで東北大学がそういう意味では先頭付近にいてですね、いゝデータが仕舞えば世界レベルのデータに見える。そういうテーマで学生たちが皆取り組んでいたんで、そういう意味ではとてもハッピーだと思いますね。あの、なんぼやっても先端の堀かぬいようなところでもぞもぞしていても、学生たちも元気でないんで。そういう環境と、何ですかね、まあ考え方も当然新しかったのがまあ一番ですけど、環境も整っていて、ヘッドもディスクも自分たちで作れてですね、やろうと思えば自分たちのアイデアを入れたデバイスで実験できるという環境がですね、ずっとあったというのはとっても良かったと思います。

田中 企業からも研究生の方々がたくさんいらして、どれくらいの数になったんでしょうか。

村岡 えーと、何十人ですね。80人ぐらいいましたでしたっけ。それくらいじゃないかと思います。

中村

ちょっと数えるのがあれなくらい、いろんなところから来ましたし。それから外国の方も随分、アメリカもそうですけど、近くは中国とかね、それから韓国、それからヨーロッパも、イギリス、フランス、オランダ、ドイツ、いろんなところから来られて。まあ長期に滞在された方もいらっしゃいますし、そういう意味では学生たちは、自分の研究がまあ先端的な研究やってるということと、役に立つ研究やってるという言い方したほうがいいのかもしいけれど、すぐ役に立つような研究もやってたということで、まあそういういろんなそういう人たちも研究室見に来たり、あるいは一緒にやったりという、非常にこう外国の方と仲良くなる機会も多分あったんだろうと思いますけど。そういう意味では、割と、その気があればやりやすい、楽しい研究室、楽しいって、言っているのかな。やる気が出てくる研究室だったんじゃないかなって気がしますけど。なかなか私も後半はあまり研究室にいたことがなかったかもしないの、あまり偉そうなことは言えませんが。前半、僕らは、垂直記録の初めの頃はとにかくいろんな意味で活気があったという気がしますね。

田中: まさにその実学主義の中で産業界や海外との研究の連携もすごく多かったという感じでしょうか。

田中: それでは垂直記録の研究の社会への貢献について伺いたいと思います。

今、垂直記録、盛んに研究されていると思いますが、その今後の展開ですね、特に技術面、記録密度などについて、お考え、ご期待があれば教えてくださいませんか。

中村: 私からかな。

あの、いや正直言って私はちょっと研究から離れていたの、いまの全体のこのストレージ関係の研究は、あんまりよくフォローしてません。いろいろご苦労されているということは知っています。だからあの、どういう方向にこれから現実のものか動いて行くのか、今はまだ垂直磁気記録としてできたものを、少しずつこう発展させている。それからシングル方式を導入しようとしているとかね。あるいは研究としては、他にもいろいろいくつかあって、ただ何れにしても、膜面に垂直な磁化を使おうという方式は変わらないだろう。という意味では、垂直磁気記録そのものは、垂直磁化方式と言った方がよいかもしいかもしれません。それはまだ続くんじゃないかな、というふうに思ってます。

中村:

で、まあ今後どうなるかについては、むしろ村岡先生に聞いて欲しいんですが、あのただ気になってるのは、いずれにしても、もうこれはあのフラッシュ関係も半導体なんかもそうだと思うんですが、物性の限界はかなり近いところにもう来てるんで、技術としてはまあもう大変な状態があるんで、物性の限界とどう戦って、技術がそれを乗り越えて行くのか、というのが興味があるし、ぜひそういう方向で皆さん頑張っていたきたいなという思いがあります。

あと今後については、村岡先生からどうぞ。

田中: 研究の最前線を推進していらっしゃる村岡先生から垂直記録の技術面の今後について。

村岡: えー、難しい質問かと思うんですね。

えーと、というのは垂直記録、長手記録、垂直記録と来たので、第3の記録方式があるのではなかなという期待も当然あったと思うんですけど、どうもいろいろやってみると、それはない。今中村先生おっしゃってましたけど、垂直記録を使ってどう展開して行くかっていうところに、あの我々のやるべきことがあるのかなっていうふうに思ってる。そういう意味では、世の中でMAMRとかHAMRとか進んでますよね。まあBPMもあるかと思うんですけど、そういう方向に、それ全部垂直記録を使っているの、そういう意味では、あのまあ、そういう流れかなというふうに思います。だからその中で原理原則としてはお沿って行くんですけど、テクノロジーとして、例えばその信頼性をどう取るかとかっていうところに知恵を絞ってものを作って行くっていう作業かなというふうに思います。

中村

ちょっと一言ね。それから、余計なことかもしれないけど、いまでも時々ものすごい記録密度が上がるっていう技術が時々パツパツと新聞発表なりなんなりでて来ますよね。これ昔からそういうのはあったんだけど、結局今使われている技術の延長線上で使え、勝手にしろなんにしろ、使えないと意味がないんですよ。だいたい、そういうのを抜きにして記録密度上がるって物理的に言われても、それはちょっと無駄なんじゃない、無理なんじゃないのって話もいまでもたくさんあって。だから、我々はそのへんをよく峻別しながら、本当にこれが使える技術かどうかを見ながら進んでいかなければ、あの余計な投資をすることになるんじゃないかなと心配していますけど。老婆心ながら。

田中 はい、ありがとうございます。

いまの垂直記録を地続きの形でエンハンスして行くというのが基本にあると。

中村

使え、勝手も含めてね。その記録密度がどうこうっていうのよりも、それを実際コストレージ装置の中に組み込んだ時に、いまみたいなアクセスタイムだとか、いろんな使い勝手の延長線上でそこを良くする方向に持っていくのと、しかも新しい技術といっても開発までには本当に時間が効かなくて、もしかしたら無駄になるかもしれないということに危惧していますけどね。

田中

次は、垂直記録を含めたストレージの技術。いま非常に広い領域で使われて社会を変えていく原動力になっているかと思います。その多様な展開についてどのようにお考えか、教えて頂けますでしょうか。

中村

それはもう、村岡先生の領域なんで、私はあまり多くは語れないんですけど。ただ、いろんなものを見てみると、人工知能にしろ、ま、いろんな最近のいろんな技術、これから期待される技術の根っこにはストレージがあると。要するに、いろんなデータを集めて、それをどう使うかっていうところで、いろんな新しい技術が生まれてきているので、我々はそのベースを作ってるんだと。だからそのベースをいかにがらりと作って、使い勝手のいいものにして提供していくかっていうことが非常に大事なんじゃないかなって感じがしているので。新しいこれからの技術の基本のところを我々が担ってるんだっていう気概を持って、これからのエンジニアにやってもらいたいなという感じがしますけどね。だから、今の技術見るとほんとみんなストレージが基本だな感じがものすごくします。

田中 村岡先生も同じようにお考えですか？

村岡 誠に同感です。

えーと、いわゆる、なんででしょうね ICT技術っていうそういう技術分野の全体の土台に、まあストレージがなければですね。データが、情報を蓄える手段がまずあって、その上で様々な情報処理があるんだと思うんですけど。そういう意味で、まあ土台というか、今後IoTにしろビッグデータにしろAIにしろですね、すべて情報を垂れ流す方向に行きますから、ストレージは更に非常に重要だろうなと思うんですが。

村岡

えー、ちょっと思うのは、IDCのデータがまあ本当だとするとですね、2007年ぐらいでしたっけ、あの生成情報量が蓄積情報量を超えたっていう統計があると思うんですけど。その差がどんどん開いていくと。つまり作った情報はもう残念ながらストレージしきれない世の中になってしまっていて、そのしきれない量の割合がどんどん増

えていく。そうすると、我々はそこにどう対処していくかっていうのが、これ磁気記録技術単独の話じゃないんですけども、そこに知恵を絞る時代にこれからなるのかなっていう風には思ってるんですね。

村岡

そういう意味で、まあ一つ、必ず来るであろうことは、非常に多様なストレージ技術を集めてきて、有機的にこういういろんな技術を結合して、こう巨大な情報量に対応していくというのにも要るんじゃないのかと思うんですね。例えば、直近のIEEEスペクトラムにDNAストレージってのが記事に載ってましたけども、あういうような形で例えばアーカイブスのものをDNAに入れるとか、あるいはそのフラッシュメモリでちゃんともっと上手に使っていくとか、あるいはもっと別のあのMRAMもこれから出てくることでしょうし。

村岡

で、一方でディスクがないとですね、これだけの情報量を蓄える技術っていうのがもう磁気以外にはちょっとビットコスト考えるとないと思うんですね。だから垂直記録であるそういうのが達成されてるので、今後もそれは使っていくと、で、一方で新しい技術は有機的にどんどんストレージとしてその仲間の中に取り込んでいくっていうことで、この巨大な情報量を処理するっていうことに取り込んで行かないと、なんか情報を捨てるばかりでちっとも大事な情報をこう手元に残せなくなっていうふうにはなってはですね、まずいのではないかと気がします。

田中 はい、ありがとうございます。

最後になりますけども、あの次世代の研究者、特にストレージの研究者に対してですね、メッセージを頂きたいと思います。

最初に村岡先生から。

村岡

えーと、あの、そうですね。とても良い、まあ何て言うんですか、オポチュニティに溢れた時代に、あのこれから取り組もうとしている人たちがいるんだということで、ラッキーな環境だと思いますよというふうに申し上げたいですね。今申し上げたいのに、道はくからでもあって、研究者の知恵でもってですね、将来を切り開いていくことのオプションがいろいろあるっていうふうに考えて頂いて取り組んで頂けたらと思いますけど。

田中 中村先生からもお願いします。

中村

なかなかあの、若い人に言うの難しいんですけども、特に最近ものすごく専門化されてきて、あのストレージの中でもかなり細分化されている感じもしてて、だから、なかなか大変だぞっていう気はするんですね。僕らの頃みたいに、例えばその、垂直記録のヘッドからメディアまで全体、あるいはシステムも含めて何かやろうっていう環境がどんどんなりずらくなってきているので、あまりこうしたらっていう言い方できないんですけど。

中村

ただ、まあ、研究、私は、こう言っちゃ怒られるかもしれないけども、研究はもともと道楽だったと思うんでね。好きな人が好きなようにやって、世の中を發展させてきたんだ。最近ではそれにビジネスが絡んでるから非常に難しいですけども、ただ、自分の考えている研究の方向に対して執念を持って楽しんでやってほしいなっていう気はするんですね。だからその、あんまりそこに、こうなんか、何て言うんだらう、一つの件だけこだわってまあずっと詰めていくのもいいけれど、もっと横を見て、まあ周辺を見て、それをどう展開していくかっていう知恵を使いながら、そこに楽しみを入れて、楽しんでいう思いをやって研究をやって頂ければ本当はありがたいんですけど。まあ、環境が許してくれるかどうかということですね。

中村

それからストレージの技術というのは、これハードウェアの技術がベースだと我々はそう思っていましたけど、今は村岡さん言ったようにソフトウェアの技術って言いますか、まあ一般的に言うソフトウェアの技術っていうか、そういうのとかかなり結びついてこないと、これから発展しにくくなってきてるので、そのへんも視野に入れて、どういうふうに進めて行ってもかということも考えながら、やって頂きたいと。そうすると、マグネだけじゃないいろんな世界に対する視野も広がってくるのかなっていう感じがしますが。ま、思いつくのはそんなところですかね、私が。

田中 はい、ありがとうございました。

今日はあの、いろんなことをインタビューでお聞きしまして、いろいろ回答、ご説明頂きまして、ありがとうございました。後世のためにも大変参考になる意見だったかと思います。

どうも本日はありがとうございました。

中村、村岡 ありがとうございました。

END OF THE INTERVIEW