



研究ノート

デンマークの大学機関における 光・電磁波，アンテナ研究

森 田 長 吉*

かれこれ10年程前の1971年8月，日本で初めてのアンテナ・伝播国際会議が東北大学で開催された。筆者は出席しなかったが，この会議に出席したデンマークの J. Bach Andersen 教授と J.E. Hansen 教授が共通の研究テーマについての議論を目的として我が通信工学科を訪ねて来られ，筆者は両氏と知りあいになった。その後特に親しく連絡しあったわけでもなかったが，筆者は最近この中の一人，Bach Andersen 教授から誘いを受け1979年9月から1980年6月までの10カ月間デンマークで研究生活を送ることとなった。この間の滞在場所は主として AUC (Aalborg University Center) と TUD (Technical University of Denmark) の二カ所の研究機関であったが，Bach Andersen 教授によるとたまたまこの二カ所が電磁波，アンテナ関係の研究を現在担っている代表的公的機関だということである。そうであれば筆者にとっては大変な難しい話で，単に筆者の滞り場所での上記の研究を紹介するだけで表題の内容をカバーした報告ができることになる。本稿はこのことを暗黙の了解事としており，従って他の大学における研究には全く触れていないということをお断わりしておく。

デンマークは日本に比べると人口も国土も遥かに小さく，大学や研究者の数も遥かに少ない。日本にはあまりなじみのない国なので最初に簡単にデンマークとデンマークの大学について紹介すると，人口500万強，国土面積は九州の1.1倍程と小さく（もっとも属領のグリーンランドを含めるとヨーロッパ随一の大きさになるが），立憲君主制を採っているが（国王はマーガレット女王）国王の政治参加は形式的で実

際は典型的な議会政治国，第一党は社会民主党（一番最近の選挙での支持率38.3%）で，非常に高い税金（たとえば大学教官の所得税の場合約65%）と引き換えに全国民医療無料，老令年金制度，失業保障制度の完備，授業料無料，公共施設の充実等の特徴ある社会主義的政策を採っており，NATO に加盟している。地下資源がほとんどなく，酪農，造船・橋・鉄等の工業，北欧デザイン家具等が産業基盤となっている。大学はすべて国立で全国の六つの都市にそれぞれ総合大学が配置されている。筆者が最初に滞在した AUC はその一つであるが，後で滞在した TUD は少しこれらの大学と性格を異にし学部のない大学院工科大学である。

AUC の方から紹介すると，この大学はユール半島の北端に近いオールボという小都市にある。現在5カ所に分散しており，これらを統合する工事が進行中であるが国の財政難のため中断中ということである。AUC では九つの研究所が教育・研究の基礎機関となっていて，学部，学科が設けられていないのが通常と異なる点である。筆者が滞在したのは Electronics Systems 研究所で，ここには通信，電子回路，医用電子，生理学，音響・雑音，数学等を専門とする人達が共存している。電磁波，アンテナ関係の分野を通常より少し幅広く考えた上で，ここで最近行われた，あるいは現在行われている関連テーマを拾ってみると

- アンテナ給電回路
- 小型受信機用アンテナ—人体の影響
- マイクロストリップアンテナ
- 誘電体ウェッジによる電磁波の回折—フーリエ変換を用いる方法
- 運動物体による多重散乱
- 幅の広い移動体からのドップラスペクトル

* 森田長吉 (Nagayoshi MORITA), 大阪大学, 工学部, 通信工学科, 助手, 工学博士

◦生物電位, アクションポテンシャル等の解析, 計測法

◦電磁エネルギーハイパーサーミア

等がある。この研究所はスタッフの数も少なく、筆者の目にはさして活発な研究活動がなされているようには映らなかったが、少数の活動的な人達がこの研究所の名を高めようと一生懸命のようであった。その典型的な例は当研究所が主催した1980年5月の雑音に関する国際会議である。その他数学や生理学等、一見通信とか電子とかに関係なきような人達が傍にいて境界領域の研究を開拓するのに便利になっている点や、他大学の生理学者、医学者等と協力して Bioelectromagnetics の分野に今後力を入れていこうとしている姿勢等が筆者には興味深く感じられた。

次に TUD の方に話を移す。TUD は電気と磁気の結びつきを実証した有名な物理学者エルステッドを初代学長とし150年の歴史を誇る伝統ある大学である。現在の位置ルンビー（首都コペンハーゲンの北約15km）に移転完了したのはつい最近（1973年）のことであるが、広大な敷地に実にりっぱな建物と設備が並んでいる。TUD の一教授の言によると第一次石油ショックより前のゴールデンエイジにすべて完成したので十分なお金がかげられたということである。21の大学院学科と15の付置研究所、28の試験所（実験所）を持ち、大学院学生数は約3,000人（阪大工の院生数の約3倍）である。付置研究所の中で一番スタッフ数も多く活発に活動しているのが筆者の滞在した電磁界研究所（Electromagnetics Institute）らしい。研究所付属施設として大電波暗室があり、研究所メンバーの多くは特にこれを誇りにしているようであった。この研究所のスタッフは現在おおまかに次の三研究グループに分れている。

- (1) マイクロ波グループ
- (2) 光グループ
- (3) アンテナグループ

(1) マイクロ波グループの主テーマは「氷、土壌等を対象としたリモートセンシング」である。もう少し具体的に言うと、飛行機あるいは人工衛星に搭載されたレーダあるいはレーザシ

ステムによる測定データから氷河（主にグリーンランド上）や海上の氷の厚さ分布図の作成、海上の浮氷と風、波との関係の検討、森林下の土壌構成の調査、等に関する幅広い問題を扱っている。コンピュータによるデータ処理技術が大きなウエイトを占めているようであった。

(2)の光グループのテーマはなかなか多彩であり、半導体レーザ、ファイバ、システム（測定システムおよびファイバ通信システム）に関する基礎から開発あるいは試験研究までを包含している。もう少し詳しく見てみると、半導体レーザ関係では

- レーザの分散、非線形歪の問題
- レーザ媒質の屈折率測定の問題
- アナログCATVシステム用光源としての検討

ファイバ関係では

- 多重モードグレーデッドインデクスファイバのモード界、モード伝搬定数、群遅延の計算
- 同上ファイバのインパルス応答、構造分散、モード分散の計算
- ファイバの融着接続の実験的検討
- ファイバケーブルの光伝搬特性に及ぼす温度の影響
- 0.8—1.3 μ m 波長領域における分散（モード分散、物質分散）測定装置の開発
- 単一モードファイバの曲りおよびマイクロベンディングによる損失の計算と測定

システム関係では

- マイクロプロセッサ制御の分散、伝搬損自動測定システムの開発
- CATV 用、ラジオ放送用、電話用等を対象としたアナログ方式（2チャンネル波長多重、帯域幅2 MHz）およびデジタル方式（34 Mb/S, 280 Mb/S）の光ファイバ通信システムの総合的実験的検討

等である。こうみると相当幅広く精力的にやっているように見えるかもしれないが、実はデンマークではこの研究所以外はほとんどこの分野の研究に携っていないらしい（たとえば140 Mb/S デジタル CATV システムがユーラン電話会社で扱われているらしいが）ので、そのことを考えると日本等のレベルに比べ逆に貧弱といえそうである。しかし、大学の研究機関と

しては相当大がかりな研究も受持っている感じである。ちなみに日本におけるこの分野の研究は最近著しい発展をとげた。それというのも電電公社と多数のメーカーが豊富な研究費と優秀な人材を注ぎ込んでこの10年来まさに「猛烈」にこの研究を推進してきたからである。文部省が1952年から3年間「光導波エレクトロニクス」を特定研究に指定して全国の大学の研究陣を刺激したことも一部貢献したかもしれない。いずれにしても当然の結果として光ファイバ通信の分野では（日進月歩とはいえ）総合的に見て日本がいまや世界のトップを争うまでになった。このことをよく知っているグループリーダーの P. Jeppesen 教授は、この分野に限らず日本の技術が西欧を凌いできたことに強い関心を示していた。Jeppesen 教授にその理由を問われて筆者は返答に困ったが、結局日本人はよく働くからではないかと答えたものである。

(3)アンテナグループの主テーマは「アンテナの近傍界測定による遠方放射特性の決定」に関する研究であり、特に球面走査方式に力を注いでいる。最近はコンピュータ制御の自動測定システム全体の開発（商品化）に力を入れている。また、ヨーロッパ西側国共同の衛星打上げ計画を担当する ESA (European Space Agency) の衛星アンテナに関する研究をこのグループが実質的に担っているということである。なおこの研究グループではたびたび近傍界アンテナ検査 (Antenna testing) に関する国際的な短期講座を開いており、次回は1981年1月26日—30日に行われる予定である。

この他に電磁界研究所および応用数理物理実

験所のグループが最近取り上げている研究テーマの幾つかを挙げると

- 電磁放射の生物体への影響
- 散乱測定に用いられる支持 foam の散乱断面積
- 低誘電率媒質を伝搬する表面波
- アレーアンテナの合成問題
- 成形ビームアンテナ
- 散乱問題の幾何光学的取り扱い
- 非線形問題

等がある。もちろんこれら以外にも多数の関連テーマが取り上げられていると思うが、筆者の目にとまったテーマのみここに紹介した。

以上、デンマークの大学機関で研究されているテーマの内、比較的筆者の専門に近い分野のテーマについて、デンマークの簡単な紹介を織り混ぜて概観した。最後にデンマークのユニークな側面で我々大学人にとって興味深い事実を二、三紹介して本稿を結びたいと思う。まずエネルギー政策であるが、デンマークには一基も原子力発電所がなく、しかも太陽熱、風力、地熱、ゴミ焼却熱等の非石油エネルギーを1985年で40%（1995年で50%以上）にするという国家目標を立てている。次に大学の運営問題であるが、管理運営委員会への教官以外の職員、学生の参加（50%）が法律により義務づけられている。また、大学の教育制度もなかなかユニークで、たとえば試験には必ず他大学から外部試験官が来ることや一部大学でグループ分けプロジェクト学習方式の授業形態が採られていること等が面白い。