

清水 康敬 「電波吸収体設計・高安定 SAW 基板・教育工学に関する研究」

SHIMIZU Yasutaka, “Research of Designing Microwave Absorber, Temperature Stable SAW Substrate and Educational Technology”

1. 略歴

1940-4-4 生, 1964-3 東京工業大学理工学部電気工学科卒業
1966-3 東京工業大学大学院理工学研究科修士課程電気工学専攻修了
1970-4 東京工業大学工学部電子物理工学科助手, 1971-2 工学博士
1972-10 ブルックリン工科大学 Post-Doctoral Fellow(1973-9 まで)
1973-2 東京工業大学 教育工学開発センター 助教授, 1985-5 教授
1994-3 東京工業大学 教育工学開発センター長
1996-5 東京工業大学 大学院社会理工学研究科 教授
1997-10 学位授与機構 審査研究部 教授(1998-3 まで)
2005-1 ルーマニア国立政治行政大学 NSPSPA 名誉博士(Doctor Honoris Causa)
2006-8 中華人民共和国 北京大学 客員教授(2008-8 まで),
1998-3 東京工業大学 大学院社会理工学研究科長, 2008-12 中華人民共和国 東北師範大学 名誉教授
2000-3 日本教育工学協会 会長, 2001-4 東京工業大学 名誉教授
2001-4 国立教育政策研究所 教育研究情報センター長(2006-3 まで)
2001-6 日本教育工学会会長, 2004-4・(独)メディア教育開発センター 理事長(2009 まで)
2009-7 東京工業大学 監事(2016-3 まで), 2010-6 (財)衛星通信教育振興協会 理事長
2016-4 東京工業大学 学長相談役(2018-3 まで)

・表彰: 電子通信学会 米澤記念学術奨励賞(1969-9), IEEE Fellow(1992), 日本教育工学会論文賞(1994-10 中山実と), 日本教育工学協会特別功労賞(1994-10), 日本教育工学会論文賞(1996-11 橋本光明, 中山実と), 文部大臣賞(1999-7), 郵政大臣表彰(2000-10), 電子情報通信学会フェロー(2001-9), 日本教育工学会論文賞(2009-9 山本朋弘, 横山隆光, 小泉力一, 堀田龍也と), 日本教育工学会表彰(2010-6), 総務大臣表彰(2010-6), 電子情報通信学会業績賞(2017-6), 公益社団法人発明協会 発明奨励功労賞(2017-6)

・審議会委員 文部省: 学術審議会専門委員(1989-2000), 生涯学習審議会特別委員(1999-2001), 教育職員養成審議会臨時委員(2000), 大学審議会特別委員(2000-2001), 文部科学省: 中央教育審議会専門委員(2001-2002), 大学設置・学校法人審議会専門委員(2001-2008), 科学技術・学術審議会専門委員(2002-2006), 独立行政法人評価委員会委員(社会教育分科会)(2003-2005), 独立行政法人評価委員会臨時委員(文化分科会)(2001-2003), 中央教育審議会専門委員(2005-2009), 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会家庭・技術・家庭・情報専門部会主査代理(2005-2009), 文化庁: 文化審議会(著作権分科会)専門委員(2002-2004), 文化審議会著作権分科会法制問題小委員会委員(2005-2006), 郵政省: 電気通信技術審議会専門委員(1990-1999), 電気通信技術審議会 CISPR 委員会第 4 分科会主任(1991-1993), 電気通信技術審議会無線 LAN 委員会委員長(1991-1994), 内閣官房: 科学技術会議専門委員(1998-2000), 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 IT 戦略の今後の在り方・評価に関する専門調査会委員(2002-2010), 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部新戦略推進専門委員会委員・人材育成分科会主査(2013-2015), など



(清水 康敬)

2. 要約

電波吸収体設計に関する研究として、誘電性多層電波吸収体及び誘電性電波吸収材と金属で裏打ちしたフェライト・タイルを組み合わせた電波吸収体の設計法を確立し、多くの電波暗室建設や高層ビルのテレビゴースト障害軽減対策、本州四国連絡橋のレーダ偽像軽減対策のために実用化した。

高安定弾性表面波 SAW の研究として、種々の圧電材料の SAW 特性のカット依存性を理論的に全て求めた。また、従来使われていなかった漏洩表面波に注目して基板探索した結果、伝搬損失が小さく、温度特性に優れた広帯域特性を有する水晶 LST カットを理論的に見出し、実験的にも確認した。

教育工学の研究として、提示パターンに対する視点移動と学習、瞳孔面積の心理的变化と学習、光ファイバによるキャンパス間遠隔教育、衛星通信による遠隔教育に関する研究を推進した。インターネット上の教育コンテンツにメタデータを付与し、学習指導要領に基づいて検索できるシステムを構築した。情報教育の推進、遠隔教育と ICT 活用教育のために、大学設置基準の改訂と著作権法の改正に尽力した。

3. 電波吸収体の設計に関する業績要約

(1) 電波吸収体設計に関する研究と電波暗室の建設

末武国弘教授が開発したカーボン含有の発泡ポリスチロール多層電波吸収体の設計方法を発想し、修士課程修了後、企業に勤務しながら大学で継続することができた。カーボン含有量を変えた材料を多数製作してもらい、その複素比誘電率 ϵ_r' と ϵ_r'' の周波数特性を測定し、含有量と周波数を与えれば ϵ_r' と ϵ_r'' が計算できる実験式を算出した。この式を用い、電波吸収体の反射係数が要求仕様以下となる各層のカーボン含有量を電子計算機で解くプログラムを完成させた。

製造された電波吸収体を大型導波管に挿入して、電波暗室の建設前に全数検査をするシステムを確立し、要求仕様を満足する電波吸収体の設計を続けた。また、100MHz から使える多層型誘電体層とフェライト・タイルを組み合わせた広帯域電波吸収体を設計した。

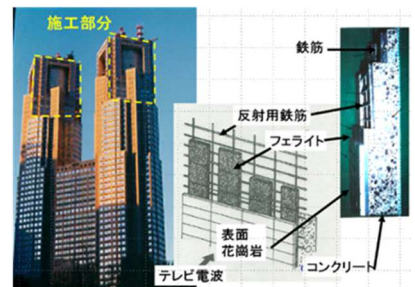
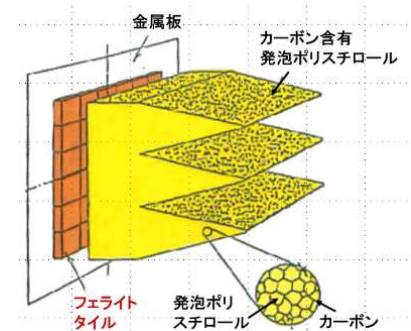
これらの電波吸収体は、500 以上の電波暗室で実用化された。

(2) テレビゴースト障害対策用電波吸収体の設計と実用化

高層ビルの壁面につけるテレビゴースト対策用のコンクリートとフェライト・タイル電波吸収体を設計し、製品化した。東京都新庁舎の高層部分に施工することになったが、設計者の丹下健三氏が「建物の表面は花崗岩」と記述していた。そこで、花崗岩の複素誘電率を測定して設計した結果、25mm の花崗岩と 9.5mm のフェライト・タイルを実用化した。1987 年に都庁の上層部の壁面に施工された。

(3) 船舶のレーダ偽像対策用電波吸収体の設計

本州四国連絡橋が 3 ルートの建設予定が公表されると、レーダ偽像障害の点で反対運動が起きた。そこで、1978 年に「橋梁構造によるレーダ電波障害対策検討委員会」が設置され、13 年間委員として種々の研究を担当した。そして、フェライト粉末とカーボンをゴムに混合した厚さ 2.3mm のゴムシート形電波吸収体を製品化し、北備讃瀬戸大橋北主塔と南備讃瀬戸大橋南主塔に施工された。



4. 高安定弾性表面波 SAW 基板に関する業績

(1) 弾性表面波導波路の伝搬モードの理論と実験の比較

1971-10 ブルックリン工科大学 Post-Doctoral Fellow となり、弾性表面波導波路の特性を求め、熔融石英板に金の導波路を作製して実験と比較した結果を、1972 IEEE 超音波シンポジウムで発表した。

(2) 任意の角度に切断した圧電体基板を伝搬する表面波特性の研究

圧電体(水晶, LiNbO_3 , LiTaO_3 , $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$)について、任意の角度に切った場合の無損失のレイリー波と、漏洩弾性表面波の伝搬特性を理論的に全て計算した。その中で発見した「水晶 LST カット(Z 軸から Y 軸方向に $\theta=14.7^\circ$ で切断し X 軸方向伝搬)」は、温度特性が ST カットより優れ、伝搬損失がほとんどゼロで伝搬速度 3950 m/s と速い。このカットのデバイスを作製し特性を確認した。

(3) IEEE UFFC Tokyo Chapter の設立に尽力

IEEE UFFC (Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control) Tokyo Chapter の設立に尽力し、Chairman として、米国の Distinguish Lecturer を招いた講演会を毎年開催した。

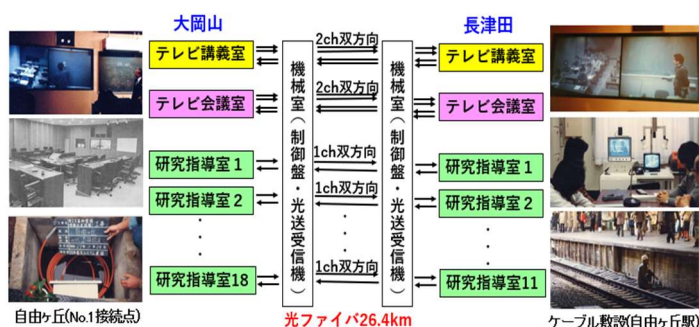
5. 教育工学に関する業績

(1) 生体情報と学習との関係、コンピュータを活用した教育の効果検証に関する研究

学習者の瞳孔面積や脳波の変化と興味関心や学習状況の関係を測定するシステムを開発し、多くの被験者の測定結果を分析評価した。コンピュータを活用した学習の効果検証の研究を推進した。

(2) 光ファイバ通信でキャンパス間を結ぶテレビ講義システムの構築と教育効果に関する研究

東京工業大学の大岡山と長津田にある二つのキャンパス間を光ケーブルによって双方向伝送する遠隔教育システムを設計し、1981-1982 年度で完成させた。電電公社の $1.3 \mu\text{m}$ の最新鋭シングルモード光ファイバケーブルを使用し、東急電鉄の線路沿いにケーブルを敷設した。キャンパス間を結ぶテレビ講義室には、大型のテレビスクリーン 2 画面を設置し、遠隔講義室に等身大でディスプレイ表示した。そして、このシステムの教育効果を検証した。



(3) 衛星通信によるリフレッシュ教育実験

文部省委託の「大学等における社会人技術者再教育の調査研究委員会」の委員長として実態調査結果をまとめるとともに、通信衛星による教育を提言した。そして「衛星通信リフレッシュ教育実験」を 4 回実施した。

第 1 回実験では、末松安晴学長が講義をされ、全国で約 5,500 名が受講し、アンケートは 4,051 人から得られた。音声、画像、関心、内容、時間の 5 つの因子が抽出され、通信衛星教育が高く評価された。



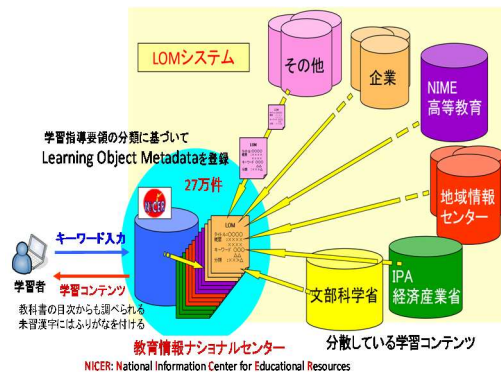
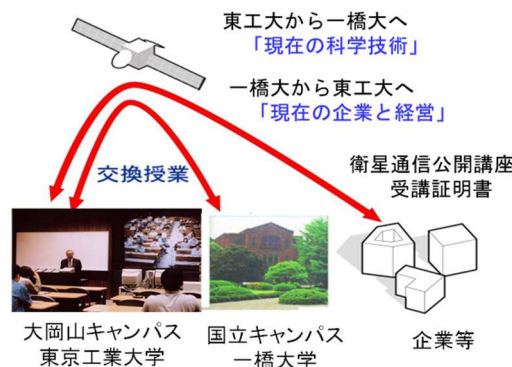
米国ハーバード大学ビジネススクールの James L. Heskett 教授が東工大のスタジオにいる受講生に対して双方向ディベート授業を実施してもらい、その効果検証をした。ボストンからサンフランシスコまでは光ケーブルで結び、太平洋上の国際通信衛星経由で東京工業大学まで双方向通信した。

(4) 衛星通信遠隔教育システム ANDES の構築と評価研究

教育工学開発センター長の時に、1995 年度第 1 次補正予算によって「衛星通信遠隔教育システム ANDES」を 1996 年に完成させた。東京工業大学と一橋大学との交流授業は、衛星デジタル動画で双方向伝送し、遠隔の衛星講義室では、大型ディスプレイ 2 面に表示した。ANDES を用いた社会人対象のフレッシュ教育の公開講座やセミナー、国際シンポジウムなどを全国に配信し、効果検証をした。

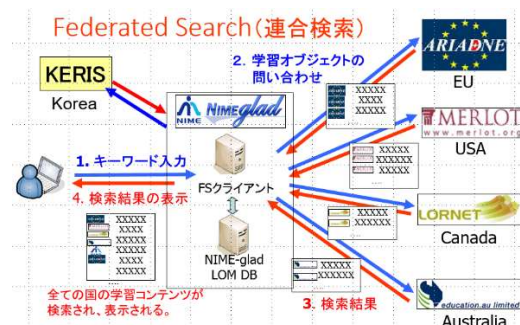
(5) 教育情報ナショナルセンター NICER の構築と評価

小渕内閣の「バーチャルエージェンシー」構想の中で、ナショナルセンター新設を提案した。これを国で実現することになり、2001 年に教育情報ナショナルセンター NICER を立ち上げた。NICER では、インターネットにある全国の教育・学習情報の LOM を 27 万件収集し、学習指導要領分類に基づいて体系的に整理し、教科学年、学習の内容、分野などで検索できた。2007 年には、1 日の平均アクセス数が 17,430 件で、多くの教員と児童生徒が活用した。



(5) 国際間の学習情報を相互検索できる Federated Search システムの開発と評価

(独)メディア教育開発センター理事長となり、高等教育・生涯学習の学習オブジェクトに LOM を付与し、学習ゲートウェイ NIME-glad を構築した。また、米国、カナダ、豪州、欧州連合、韓国の国を代表する機関の学習コンテンツをキーワードでお互いに検索できる Federated Search システムを開発し、運用した。これにより、国内と海外のコンテンツが同時にキーワード検索できるようにした。



6. 行政との関わり

清水は、府省における多くの委員会の委員長・座長・主査として貢献した。その数は文部省 19, 文部科学省 28, 郵政省 4, 総務省 22, 内閣官房 3, 内閣府 2 委員会となる。その例を説明すると以下となる。

(1) 「情報活用能力」の明確化と情報教育の推進

文部省の「情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議」の主査として、体系的・系統的な情報教育を 1996 年にまとめ、高等学校に教科「情報」の新設に尽力した。そこで明確にした「情報活用能力(3 観点 8 要素)」は、2017・2018 年告示の学習指導要領で、言語 能力、問題発見・解決能力と並ぶ「学習の基盤となる資質・能力」の一つと位置付けられた。

「教員の ICT 活用指導力のチェックリスト」の文部省委員会の委員長として 2007 年にまとめた。文部省では毎年 3 月に全国の教員に対する実態調査を行い、教員の指導力向上に役立てられてきた。また、2015 年に「改訂検討委員会」が設置され座長してまとめ、2018 年から毎年 3 月に実態調査をしている。

(2) 遠隔教育に関する大学設置基準改訂

大学における遠隔教育を推進するために、関連する規則改訂に尽力した。例えば、1998 年の大学設置

基準の改訂によって、遠隔授業が正規の授業方法の一つとして位置付けられ、大学の卒業要件単位数 124 単位のうち 30 単位までは遠隔授業によって単位取得できるようになった。ただ、遠隔地から送っている教員の授業をリアルタイムに履修できる必要があり、双方向性を確保して授業を行うこととされた。

(3) 著作権法の改正

生涯学習審議会での教育のための著作権法改正の必要性を発言したところ、2000 年に「コンピュータ、インターネット等を活用した著作物等の教育利用に関する調査研究協力者会議」が設置され、主査として著作権法改正を提案し、2004 年に改正された。その結果、授業で許諾なくコピーできるのは教員となっていたが、学習者も可能となった。遠隔授業で教員が遠隔教室にいる受講生に著作物を提示する際には著作権者の許諾が必要であったが、2004 年の改正で、画面を提示できるようになった。学校などの構内 LAN で著作権が及ばないのは有線送信に限っていたが、2006 年の改正で、無線通信も可能となった。

(4) 全児童生徒 1 人 1 台のタブレット PC 環境のフューチャースクールの実践と効果検証

総務省が文部科学省と連携して実施したフューチャースクール推進事業(2010-2013 年度)では、フューチャースクール推進研究会の座長として、全国で 20 の実証校の実践をまとめるとともに、児童生徒の学力向上や教員の ICT 活用指導力の向上について分析評価をし、その後の展開に繋げた。

(5) ユネスコの東南アジア工業教育協会 AEESA における事務局運営を担当

ユネスコの AEESA(Association for Engineering Education in Southeast Asia)の本部事務局を日本が引き受けた際(1985-1988)には、英文ジャーナル(年 2 回)と英文ニューズレター(年 4 回)を発行し、各国会員に配布した。また、AEESA 総会(1983 年タイ、1985 年東京、1988 年マレーシア、1991 年ニュージーランド)では、我が国を代表して参加して基調講演するなど、本部事務局運営を担当した。

(6) 科研費分科細目「教育工学」の新設

教育工学にとって最も大きなことは、科学研究費補助金の分科細目として、「教育工学」が 1993 年に認められたことである。文部省から要望書の書き方等の指導を受け、電子情報通信学会教育工学研究専門委員会、日本教育工学会等、10 の学協会の会長の記名と捺印が並んだ要望書を提出した。その結果、「教育工学」を新設でき、これが教育工学の発展の契機となった。この分科細目「教育工学」に、非常に多くの研究費申請があることから、教育工学が学術研究として定着したことを意味している。

7. 参考文献

表 分野ごとの論文数

[1] 清水康敬, 末武国弘: 広帯域電波吸収壁の最薄設計法, 電子通信学会論文誌, 52-B, 4, pp. 227-233, 1969

[2] Yasutaka Shimizu and Masafumi Tanaka: "Leaky Surface Wave on Quartz and a New Cut with

Extremely Small Temperature Coefficient", Jpn J. Appl. Phys, Vol.24, Sup.24-1, pp.139-141, 1985

[3] 清水康敬, 「私の研究者歴～電波の研究から教育工学へ」: 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン, No.28, 春号, pp.329-334, 2014

[4] 清水康敬, 「教育工学 50 年の歩み」: 電子情報通信学会誌, Vol.98, No.12, pp.1091-1097, 2015

主な著書

[1] 清水康敬編著, 「One to One への道～1 人 1 台タブレット PC 活用の効果測定と教育委員会・学校の挑戦～」, 教育同人社, 2016, [2] 清水康敬, 「教育工学論文執筆の要点」, ミネルバ書房, 2018 (2021-7-10 清水康敬:談)