

ICT社会と地上デジタル放送

若井 一 顕¹

第一工業大学教授 情報電子システム工学科(〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央1-10-2)

E-mail: k-wakai@daiichi-koudai.ac.jp

ICT society and Terrestrial digital television in the digital era

Daiichi Institute of Technology

Dr. Kazuaki WAKAI

This paper describes the transfiguration of the ICT society and the terrestrial digital television broadcasting in the digital era. ICT society provides the convenience and value of services more than expected. At first, the paper defines what is meaning of the linear and the non-linear concepts on the ICT society which are on the amusement, music entertainment, and communication life etc. Second, the terrestrial digital television broadcasting supports prejudicial audiences by safety net work of the BS and IP television system.

Key Words: ICT, Terrestrial digital television, Linear, Non-linear, safety net work, IP television.

1. はじめに

今、大学の研究論文をまとめている。3月11日には、東北地方を中心とした未曾有の東日本大震災が発生した。私も丁度、関東地方に出かけていた先で遭遇した。とうとう来たかXデーと観念した。震災を契機に報道の有り様やインターネットを中心とした個人情報発信が大きく見直されたように思う。今回の災害は、地震、津波、そして原発の脅威である。原発の安全管理については多くの議論が以前から行われていた割には、対応の不備は否めない。訓練とか教育とか云っても机上の議論であった部分が多かったのではなからうか。地震の報道解説についても明確な言動を避けての自主規制された場面を多く見せられたように思える。解説者もしかりであり、今一度報道のあり方、捉えかた、そして情報発信について考えながら、通信と放送の今後を議論してみたい。

2. 情報化時代の周辺

情報化社会もICTと表現される中で決して新鮮味のある言葉として感じなくなった。インターネットが一般的に使用され始めたのが1995年である。新しいメディアが活発に利用される時代である。ケータイ電話、i-pod、そしてi-padなど、最近ではツイッター(Twitter: 囁き)という144語で伝える通信も台頭してきた。ひとりの囁きが、世界を駆け廻ることもあるという。そのような意味では個人の情報発信が世界に影響を与える時代でもある。

放送86年の歴史はラジオ放送から始まった。1925年、東京芝浦の仮放送所から出力200Wで送信された。放送と通信の融合ということが云われ久しいがメディアはパーソナル(個別化)してきている。テレビを一家団欒で見るといふ風景は今では少なくなったのではないだろうか。

昭和27年当初のモノクロテレビ受像機の販売価

格は、1インチ1万円はしていたから、14インチテレビは14万円以上の高額製品であった。当時の物価からすると一般のサラリーマンの年収程度（以上）はしていたようである。そのように考えると現在の地デジ受信機も販売当初は、1インチ1万円以上していたが、現在では3000円を割っているのである。しかし、モノクロテレビが売られていた時代とは背景が違うから、1インチ1万円を同じように議論することは困難であるが、大変興味深い。

3. ノンリニア社会とは

リニアという言葉は、直線とか線状とかいう意味で使われる。私の専門の放送機器では高音質の音響設備などで、リアニリティが優れていると云うことがある。ノンリニアはそれを打ち消す意味からマイナス的なイメージで捉えがちであるがデジタル時代では少々異なるように思う。本論文ではノンリニアを別の切り口で扱うことにする。ノンリニアのもつ非線系という意味からいえば線系では無いということである。リニアという順番を待って時間を費やすことはデジタル時代では既に過去のものである。欲しい情報を即取得することが容易になった。これはコンピュータを取り巻く環境からも多くを体験することができる。パソコンのハードディスクなどはそれを体験させてくれるものである。テープレコーダが過去のものになった。DVDとかブルーレイとか記録する媒体も変わった。また再生する手段もストリーミング（順次再生）というような、任意の要求に合わせて映画を鑑賞することができる。映画のコンテンツは飛び越して観ても内容が分らない。リニアに観るためにストリーミングが要求される。現代社会では自分の求めている情報は拙速に取得したい。早ければ早いほどいい。若者は特にその傾向が強いようで、断片的に欲しい情報を得ることで満足するようだ。知識の形態も変わってきたのかもしれないが、個人が理解したという感覚はどのように定義されるのか興味深い。従来古い人間たちは、理解とはリニアに行くことを美徳としてきた。それによる満足感もある。ノンリニア社会では断片的な情報を取得して、その断片的な繋がりを理解する能力が求められるようである。後段でも述べるが、J-ポップスや歌謡曲などのサビについても早くそこが聴きたいから印象に残る部分を構成の初めに持ってくる。昔の演歌であれば次の歌詞が想像できる場合もあり悠長な時代を礼賛したい。今の音楽は想像

を裏切ることから始まる。そして欲しい情報を即得る。楽しみを後に持ち越さないことがノンリニア的思考ともいえる。

3-1 ハードウェアに見るリニアとノンリニア

図1はリニア思考のイメージである。欲しい情報に行き着くまで段階的に待つことになる。VTR等のハード機器は特にそうである。

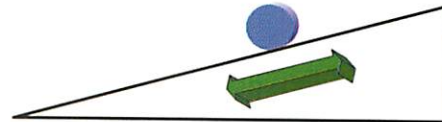


図1 準備を待つリニア思考

図2はコンピュータ機器の一部であるハードディスクである。目的のセクタ（情報の場所）に一気にアクセス（シーキング）することができる。VTRのように待つ必要は無い。ノンリニア思考の原点のイメージである。

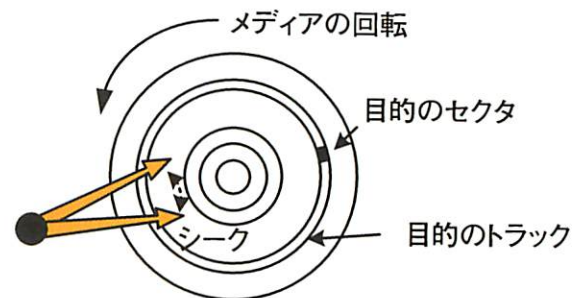


図2 ハードディスクのシーキング

3-2 CMソングに見るリニアとノンリニア性とは

最近のTV等のCMソングはサビを先に聴かせる。メロディのサビを聴かされることによって音楽とCM商品とが強烈に結びつく。或る曲を頭から聞かされてもそのフレーズが出てくるまで曲名が分らないことも多い。昔の演歌であれば、イントロから始まってAメロディ→Bメロディ→サビに行くつく過程を経る。デジタル音楽、デジタル世代は簡単に飛ばす、欲しいものをすぐ手に入れたい時代性向、拙速思考なのかもしれない¹⁾。

3-3 携帯電話に見るノンリニア性

別に現代社会をノンリニア性と表現したいからこのような切り口で書き進めるわけではないが、昔からの自宅の黒電話や街頭の公衆電話もめっきり数が

減ってきている。電話が線で繋がっている時代では、電話を掛ける場所、時間（ビジネス）が限定されていたように思う。そのような社会がリニアであると云うには十分ではないが、場所を待つ、時間を待つ、相手の都合を待つという意味ではリニア社会は待ちの社会でもある。

携帯電話がノンリニアであるということは、場所、時間が限定されず、個人対個人での利用が可能になった。いつでもどこでも、待ちの無い時代なのかもしれない。

3-4 IPS細胞にみるノンリニア性

IPS細胞というものがある。人間のどの臓器にも変身することができるのか。細胞を受精前の状態にすることからタイムマシンの存在とも云われる。どのように利用されていくのか、人間の科学の追求と倫理の狭間で方向性を決めていかなければならない。ひとは生まれてから老いるまでのリニアプロセスを良くも悪くも享受してきた。IPS細胞の発明では、人の臓器治療も可能と云われ、新しい医薬品の製造に活用することもできる。これも人間の生に対するノンリニア性のように思える。

3-5 テレビ視聴におけるノンリニア性

最近は見逃したテレビ番組をインターネットで視聴できるサービスが提供されている。昔はVTRなどに録画しておいて自宅で視聴した。最近ではサーバー装置を設置して自分の欲しい番組のキーワードを登録することで、全てのコンテンツが収録される。後日好きなものを選んで見ることができる。従来放送番組は放送局側で構成した番組スケジュールをリニアに見せられていただけであったが、今は好きな番組を好きな時間に見ることができる。これもテレビ視聴におけるノンリニア性とも云える。

4. 情報リテラシー

情報化社会の特徴を簡単に整理して見ることにする。

4-1 サイバーリテラシーの基本要素

最近ではリテラシーという言葉をよく耳にする。1995年をインターネット元年とすれば、それから数えてもまだ15年程度しか経っていない。Literacyとは特定の分野・問題に関する知識・能力のことである。

・情報リテラシー

- ・メディアリテラシー
- ・コンピュータリテラシー
- ・インターネットリテラシー
- ・環境リテラシー
- ・技術リテラシー
- ・デジタルリテラシー

など枚挙にいとまがない。リテラシーと云うと権威づけされた語感も出てくるから不思議である²⁾。

4-2 ソフトを取り巻く社会変化

フリーソフトウェア運動が進んでいる。マイクロソフトやMACなどの大手が抱えるOS市場に対して、ユーザが共同で開発したOSを使うシステムである。リナックスなどのオープンソースがそれである。近年では「Copyleft」という言葉がある。それはプログラムの著作権を主張した上で、独特のライセンスのもとに複製、改変、頒布の権利をユーザに与えるということであり、原語のCopyright(著作権、版権)を振ったものである。

4-3 インターネット社会は何を目指すか

デジタル化の中でアナログ回顧があるのだろうか。デジタルの利便性による高速化、その反動としてのスローライフへの希求がある。デジタルによるデフォルメに対してオリジナリティへの希求もある。グローバル化などという言葉も新しさを失った昨今、人々の多様化と選択、省エネ化、さらに居住空間の改善などと、興味をそそる社会テーマも多い。

4-4 だれもが情報発信できる時代

近年、ブログ(Weblog)という、興味を引いた関連情報にリンクを張ってコメントする日記風のページが流行っている。中にはトラックバック機能とか他人のブログ記事に自分のブログへのリンクを作成する。アクセスの多いブログにトラックバックすると自分のブログの閲覧頻度を高められる。

SNS(Social Networking Service)も盛んに活用されているメディアである。しかし、出会い系サイトでは犯罪、社会問題を誘発している部分もあり、便利さと表裏の関係にある。ミクシィという「居心地の良いサイト」「趣味、興味を共有」ものもあり700万人の参加を超えている。1日に投稿される記事は150万件、2006年3月でのブログ登録者は868万人、SNSは、716万人という。

ウィキペディア(Wikipedia)は、だれもが記事

を書き込めるウェブ上の百科事典であるが2001年、ジミー・ウエルズが始めた。インターネットにアクセスすれば、だれでもウェブ上でコンテンツを編集、削除できる。ウイキ(wikiは、ハワイ語で「早く」の意味)というソフトで公開した。英語版で約200万項目、日本語で約40万項目、内容は玉石混淆か。情報の信頼性は大丈夫かということになる。集合知の成果ということで多くの情報が集まることで、より洗練されるといった性善説に期待することになるのだろうか。

誰もが発信できるメディアとは、信頼性をどう確保するかが問題である。テレビ、ラジオのマスメディアが高信頼のメディアであるとも断言できないが、多くの人間が関わり一つのコンテンツを制作して発信している。一応の検閲、従来の制作システムを通過することでフィルタリングが掛かっているともいえる。インターネットなどの個別配信を全て是として受け入れることは出来ないだろうが、信頼性を高めるにはより多くの情報の収集、対峙する意見との比較が重要である。都合のいい情報だけで判断するのは大変危険なメディアではないのか。最近ツイッターという個人の囁きの発信が注目されている³⁾。囁きが多くの人間を動かしたというテレビ番組が放映されていた。有る番組の中では50人程度のモニタが番組への意見を囁き、その囁きをテレビ画面にキャプション化してスクロール表示していた。面白い試みであるが、自己の意見に対する責任がどれほどなのか。逆に囁きを収集してビジネスに生かそうという発想もあるし分析ソフトもあるようだ。クレームやリコール等、万人が感じることは大きなビジネスチャンスなのである。

4-5 ネット広告の増大

2006年の広告費の状況は以下のとおりである。

TVが2兆161億円、新聞が9986億円、雑誌が3887億円、ラジオが1744億円、インターネット広告が3630億円であり、2011年には7588億円と試算されている。マーケティングも大きく変わる時代である。バイラルマーケティング(Viral)、バズマーケティング(Buzz)、ブログやSNSによる口コミが重要視されている。ICT時代のビジネスの一面を覗くと、ロングテールという現象がある。一般の売上高の80%は20%の商品が生み出すというのがあるが、ネット販売ではその売れ残り商品も時間をかければ捌けてしまうというのがロングテールである。

図3にロングテールのイメージを示した。

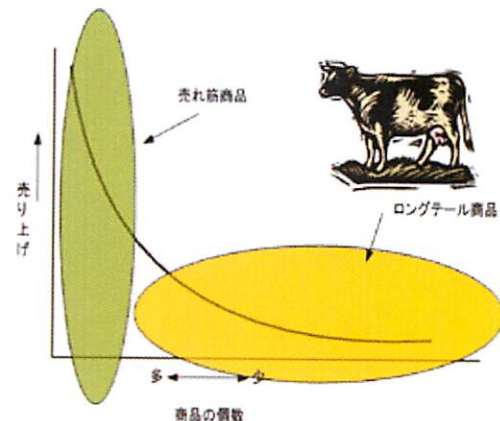


図3 ネット時代のロングテール販売

パレート(イタリアの経済学者)の法則というのがあり、「20%の富裕層にイギリス全体の資産総額の80%が集中している…」、デパートなどでは「2割の顧客から8割の売り上げ」、会社では「2割の社員が8割働く」とか。それでは8割の社員を解雇して2割で事業をやろうとすると、またこの2:8の現象に戻ってしまうというから面白い。情報をネットワーク経由で売る時代、ロングテール現象を明確化したように思える。

4-6 最近の社会動向とビジネスチャンス

テレビなど見ていると、多くの企業が如何にビジネスチャンスを得るかで必死である。アミューズメント、食品、健康、少子化、そして高齢化など全てがターゲットになる。アミューズメントの世界では韓国と日本で若い女子ボーカルグループを戦略的に売り出し、市場開拓を狙っているのを見る。それぞれに質の違いはあるが、ひと昔前にもこのような傾向はあったように思う。健康食品市場も衆目を集める。少子高齢化は政治経済に大きな波紋を投げながら、政争の具として使われている感もあり大きな社会問題である^{4) 5)}。

4-7 デジタルと教育

教育にデジタル技術を使うことが盛んである。我々の周りにはパソコン、インターネット、画像コンテンツ、ブルートースに見る無線による大量情報の伝送が盛んに使われている。多くの知識データベースもブルーレイや大型サーバーに蓄積される。ひとりの人間の知識収集がそれらのハードに太刀打ちできるとは思えない。これからの人々はどのよう

にコンピュータ知識データベースを活用して凌駕することができるのだろうか。暗黙知を知識データベース化するだけで、人間本来の優位性を保てるのであろうか。知識やデータのみを人間系へ移転するだけが教育とは考えられない。

5. 放送の変革とデジタル化に向けて

放送開始 86 年を放送番組、ラジオ、テレビのハードウェアの変遷を概観しながら記述する。テレビは「イの字」から始まった。高柳健次郎博士がカタカナの「イの字」を試作のテレビ装置で伝送したのが 1926 年、日本のテレビの始まりであった。情報伝送がラジオという音のメディアだけであった時代から画像伝送することによって大きく情報は変化した。現在では高画質、高音質を人々が求める。綺麗な画像を見ると従来普通だった画像がとても貧弱に見えるから不思議である。スーパーハイビジョン（4000 本の走査線）、3D コンテンツ配信も家庭に出現するであろう。人間の美に対する飽くなき欲求なのかもしれない。

今年、2011 年 7 月 24 日には従来のアナログテレビ放送が停止される。今や情報伝達の方法が多量化から個人化してきている。誰でもが、いつでもどこでも通信や放送の恩恵を受けることが出来る。

インターネットビジネスはこれから何が出てくるかわからないが多くの期待を抱かせる。誰も思いつかなかった新しい利便性を持った仕組みや機器が登場してくることだろう。楽しみである。楽しい時代、発見の時代、メディアコラボの時代、そしてセキュリティをより強化せねばならない時代でもある。良かれと社会に投入した製品システムが追跡・評価されずに放置されると、使用方法などを含めて後戻り出来なくなる時代でもある。製造側のモラル、倫理姿勢が重要である。スピードが求められる時代であり、吟味と熟考がないがしろにされるノンリニア時代なのかもしれない。

5-1 地デジ放送を受信する方法

地デジ放送のキャンペーンも NHK、民放を挙げて活発に進められている。家電量販店に行くと大型のデジタルテレビが並べられていて、高画質な絵を見ることができる。最近ではバックライトが白色の LED のものもあって買い手は選択肢が多い。また 3D のテレビも店頭でデモンストレーションされていて、映画「アバター」の影響は大である。

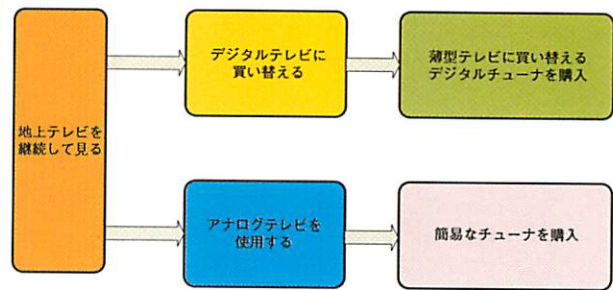


図4 地上テレビを視聴する方法

2011 年 7 月 24 日を目標にアナログ放送が停止されるが、2007 年 8 月の「情報通信審議会第 4 次中間答申」の中で「地上アナログ受信機を使い続けることを望む国民のニーズに対応するため、現在広く普及しているアナログ受信機に接続してデジタル放送を視聴するための最低限の機能を有する簡易なチューナ等が早期に安価に市場に出回るような取り組みが必要である」と提言された。図 4 に地デジ放送を見る方法を示した。ガイドラインも作成されて高齢者や障害者に対する配慮、コンテンツ保護、廉価を目標に、ある程度の利便性を犠牲にした簡易チューナが製作されている^{6) 7) 8)}。

5-2 衛星セーフティネット

東京タワーから放送されている在京 7 波を衛星放送によって再送信して難視となる地域を暫定的に期間限定で救済する仕組みである。図 5 に衛星放送によるセーフティネットの仕組みを示した。

基本的な事項は以下のとおりである。

- (1) デジタル移行に際して、アナログ放送の視聴者がテレビを見られなくなることがないようにする。
- (2) 衛星放送局の 17 チャンネルを利用
- (3) NHK- (G,E)、日本テレビ、テレビ朝日、東京放送、テレビ東京およびフジテレビの 7 波の地上デジタル放送を同時再送信
- (4) 画質は標準画質
- (5) 同時再送信の実施期間は平成 22 年 3 月から平成 27 年 3 月まで
- (6) 放送番組にはスクランブルを施す
- (7) 受信対策を含め、固有の利用料または対価は求めない

としている。

これらの機能を享受するためにはホワイトリスト（暫定的難視聴対策の対象地区、視聴を可能とする

番組等対策に必要な事項を掲載)が対象世帯となっている。詳細の解説は省略するが、衛星セーフティネットは、地上アナログテレビからデジタルへの円滑な移行に際して、視聴者がテレビ放送を受信できないことが無いように考えられた施策である。

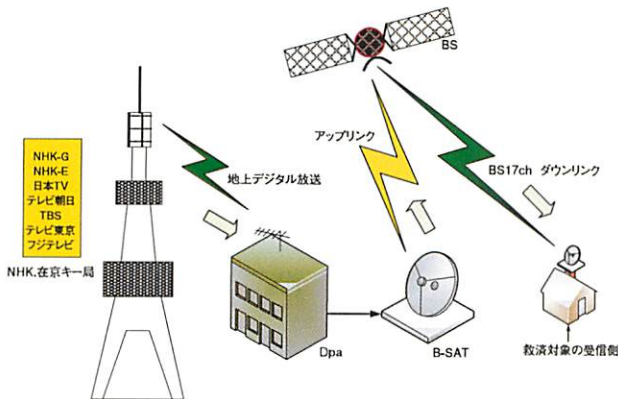


図5 衛星放送によるセーフティネット

5-3 地上デジタルIP再送信

IP再送信とは、地デジ放送をIPマルチキャストで再送信するサービスである。以下のような条件が規定されている。

地域限定性の確保

(1) 地上放送事業者の放送対象地域に限定したサービスである

(2) コンテンツ保護

地上デジタル放送のコンテンツ保護機能を継承

(3) サービス・編成面での同一性の確保

地上デジタル放送の内容および品質の両面からサービス・編成の同一性が確保されている

(4) 技術面の同一性の確保

再送信サービスのエリアにおける地上デジタル放送のチャンネルが全て選択可能

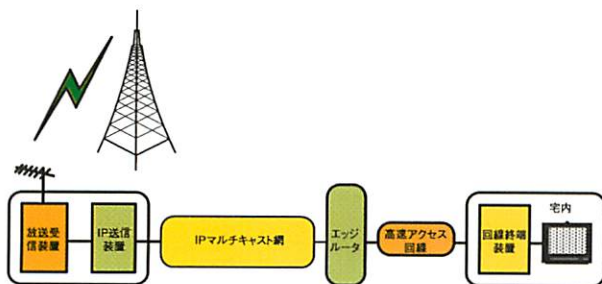


図6 IPマルチキャストのシステム構成

図6にIPマルチキャストシステムを示す。IP送信装置では再送信するストリームの帯域を圧縮する

ため、MPEG-2の映像信号をH.264(デジタル信号の高圧縮方式)に変換して、再度MPEG-2TSに多重化する。この変換において遅延時間が大きくなることが技術的に重要な部分である。

現在におけるIP放送は、多くの審議会を受けて図7に示すかたちで、放送と通信の狭間での利用が議論されてきた。CATVとも異なり、またIP通信とも異なること、一番、議論になったのが著作権法の適用の部分である。よく云われるのは、「放送」であれば俳優や演奏家の実演者の権利である「著作隣接権」について事前の許諾が不要であるが、「通信」の場合には事前の許諾が必要とされる。そのためIPマルチキャストでは放送の再送信ができないという結論になってしまうことになる。このため、IPマルチキャスト放送事業者が行う放送の再送信については、ケーブルテレビと同様の「放送」に改めるように求めたIPマルチキャストの放送の再送信を「有線放送」と同じ扱いにする旨の報告書が2006年8月にだされた。2006年12月15日には改正著作権法が可決・成立して、2007年1月から施行されている。IP放送は、放送の「同時再送信」を行う部分に限り著作権法による放送と同等の扱いをする範囲と位置付けた点がユニークである。多くの審議会、協議会の議論を経て、現在の段階では地デジ放送の「同時再送信」として利用されることになった。但しIPマルチキャスト放送事業者が行う「自主放送」は今回の法改正の対象とはなっていない。今後継続して検討される部分である。

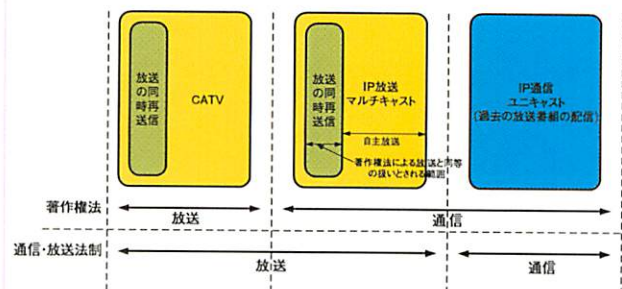


図7 著作権法と放送と通信法制

6. デジタル時代のメンテナンス

ここからは、ハードに関する議論をしたい。アナログからデジタルに変わることによってシステム管理の難しさがある。システムの劣化傾向をどのようにして継続把握するかである。判定を1.0の状態変化が発生するまで気がつかないシステムではなく、劣化傾

向を事前に知る測定方法、伝送システム構成などの開発も重要であり、加えてアナログ時代のメンテナンスを踏襲する部分も必要となる。

6-1 熱処理対策

アナログ送信装置、デジタル送信装置といっても、高周波のエネルギーを電波生成する変換器系であることは変わらない。地デジ送信設備のピーク電力について触れるが、地デジ通信方式である OFDM 信号の増幅には信号のピーク伝送を考慮するために、10dB 程度のバックオフを設ける必要がある。そのため増幅器の効率アップが必要とされている。増幅器の効率が悪いということは熱損失が多いため熱処理の対策が重要となる。また大電力局である親局規模の送信所ではスペースファクタの向上のため、最近では水冷方式を用いている場合が多く水質管理も重要である。水と電気との相性は昔からよくないから慎重な管理が必要になる。

6-2 耐雷・サージ対策

デジタル固体化送信機と送信アンテナとの間には、耐雷回路、HPF、そして放電ギャップを実装した整合回路で構成されている。アンテナから入った雷サージ、電源系から入った雷サージが固体化 PA 増幅器等にダメージを与える。電源系には耐雷トランスを設けることが多い。耐雷トランスは 1 次巻線と 2 次巻線の静電容量の結合を低減するためにシールドを強化し、50dB 以上のアイソレーションが得られている。落雷時の増幅器の負荷変動、サージ侵入によって増幅器に使用している半導体デバイスの ASO (Area of Safety Operation) の規定範囲を超えないことが重要である。最悪条件を回避するには、高速な過負荷保護制御を組み合わせる必要がある。雷による影響は瞬時的な現象が多いが、デジタル時代になっても自然現象としての雷は避けては通れない部分である。またストレージキャパシティや漂遊金属（電位が不確定な部分）に注意した設備施工等が重要である。

6-3 劣化部の特定と管理の中心になるもの

送信機については劣化部の特定を実運用で行うか、定期点検で行うかに分かれる。劣化しきい値が運用の基準（電波法、自局の運用基準）を下回らなければ一刻を争う必要はない。デジタル機器の予防保全として、これらの個別劣化や故障をどこまで追

求するかについて保全の迅速性と併せて研究するのも面白い。次に定期点検による特性変動、経年劣化の検出判定も重要である。従来の測定方法によっても簡易な障害は発見できるが管理値割れに至らなければ放置できることになる。頻繁な過負荷試験によって寝た子を起こすこともない。今後は効果的な抜き取り検査などで、個別固体化 PA のパイロット点検なども有効と考える。

6-4 新しい管理の考え方

近年では、コンピュータを使った監視装置などで、重要個所の電圧、電流のロギングデータから経年劣化を推定することも可能である。これらのデータを効果的に処理してメンテナンスに生かす工夫は今も昔も変わらない。障害発生時、現場では急激な状況変化に対して迅速な対応が求められる。日頃の経年劣化を読み取れずに急激な障害に至った場合は管理運用者の分析の甘さがあるのかもしれない。障害に対しては設備の 2 重化は有効である。監視装置、ロギング装置があっても突然出力される障害データによって現場は混乱し迅速な判断が出来ないことがある。日頃の訓練が生かされる部分である。障害時の設備の自動切換え、復旧、待機、確認動作等を PLC (Programmable logic controller) などに制御ロジック化してあるが、大規模な雷サージの影響を受ければ正常動作する保証はない。障害時にシーケンスが破綻した場合のバックアップは人的な対応に委ねられることになる。マン・マシンのインターフェースの簡易化、日頃の学習の継続が有効である。現場での達人を求める時代ではないし、分かり易い構成によって人が容易に判断できるシステムとすべきである。

7. おわりに

本論の前段では、ICT 社会におけるノンリニア性の特徴を議論した。これらインターネットを中心とした通信システムの変化に期待するところは多々あると考えている。

放送のアナログからデジタルへの移行は世界的な潮流である。やはりデジタル化のメリットは大きいし我々が享受できるものも沢山ある。デジタル時代の中で情報の多様化、高速化、ユビキタス（いつでも、どこでも）ということが云われている。携帯型の受信端末も多様化してきている。インターネットの活用、SNS やツイッター等も最近の話題である。これ

からも多くの通信デバイスや利用方法が出現してくるものと考えられる。アナログテレビ放送終了後の電波帯（跡地）利用も検討されている。地デジ放送によって、高画質、多チャンネル、そして双方性が実現した。今後の移動体メディアの変革を見守っていきたい。

参考文献

- 1) 矢野直明：サイバーリテラシー概論，知泉書館、2007.
- 2) 池上彰：メディアリテラシー入門、オクムラ書店、2008.
- 3) タラ・ハント：ツイッターノミクス、文芸春秋、2010.
- 4) 金井壽宏：リーダーシップ入門、日経文庫、2007.
- 5) 大中忠夫：MBA リーダーシップ、ダイヤモンド社、2006.
- 6) 若井一顕：地上デジタル放送の展開とそのしくみ、電気計算、電気書院、pp.19-28. 2010.5
- 7) 若井一顕：地上デジタル放送の展開とそのしくみ、電気計算、電気書院、pp.19-26. 2010.6
- 8) 若井一顕：地上デジタル放送の展開とそのしくみ、電気計算、電気書院、pp.19-28. 2010.7