



荒木睦大先生

辻 久雄氏

国際標準SDH伝送システムの開発

— 国際標準化活動、国内及び AT&T ベル研究所との同時並行開発 —

辻 久雄氏 (電気工学科 S46 年卒業)

【はじめに】

“プロジェクトX 福井大学版”の企画は、「母校福井大学の卒業生の中に、こんな偉大な仕事を成し遂げた人がいることを知り、母校に誇りと自信を持っていただきたい」、特に「若い卒業生に元気が出る話、心に勇気と感動を与える話を残したい」という願いから、2003年(平成15年)にスタートしました。これまで実にたくさんの方々のご協力をいただきながら、今日まで継続することができましたことを心から感謝申し上げます。今、大学の存続意義が問われるこの激動の時期に、竹内松次郎初代学長の決意、「福井大学を将来、ドイツの地方都市にあって、物理学、数学において著名な学者、ノーベル賞学者を輩出した特色ある存在を誇るゲッチンゲン大学のようにしたい」という熱き想いに応えるべく、その感動・誇りを訴え続けていってほしいと願っています。

今回は、私とS46年電気工学科卒業の同期であり、元職場の電電公社・横須賀研究所(NTT)の同僚でもあった辻久雄さんにご登場いただきました。

同氏は在学中から勉学、クラブ、遊び等、何事にも全力で意欲的に取り組み、仲間思いの心優しさを秘めながらも、授業中は前方の2列目辺りに席を取り、先生の黒板の間違いを指摘したり、説明でわからないところは何度も臆せず質問したり、また、大学封鎖の時は授業妨害のヘルメット学生に自分の意見を正々堂々と通す正義感の強い目立つ存在でした。

今回のお話は、国民福祉の向上と国民経済の発展に無くてはならない公共的な仕組み、基盤(インフラ)である電話・情報通信網の開発・管理・運営に携わり、その責任を任されたNTTの代表として国益を守らなければならない重圧に耐えながら、未来の世界的規模の通信網を構築するために世界の強豪(アメリカ・ヨーロッパ)を相手に、懸命に国際標準化に挑んだ熱き研究者の壮絶なドラマであります。将来にわたって発展し続ける高度情報通信網(携帯電話、コンピュータ等の通信)上で、今でも色々な情報通信サービスを縁の下で支え続けている根幹的な通信技術(SDH伝送システム)に対して、その骨格となるプロトコル仕様(通信上の約束事)の策定に携わり、さらにそれを具体的な装置の形に開発・実装するための基礎的な研究・実験に日夜懸命に取り組んだお姿が目には浮かぶようです。外国の技術者を相手に堂々と議論し、相手を納得させるだけの技術力と、世界的な広い視野で他国の利益をも尊重する優しさが見事に合体して成功につながった喜びは技術者冥利に尽きると思います。

それでは中島みゆきさんの歌「地上の星」にのって、辻さんにご登場いただきましょう。♪♪♪(荒木睦大・旧氏名 荒木哲郎)

辻 久雄 氏の主な略歴

1948 (昭和 23) 年	福井県敦賀市にて生まれる
1967 (昭和 42) 年	福井大学工学部電気工学科に入学
1971 (昭和 46) 年	同上卒業、電電公社 (現NTT) 入社電気通信研究所配属
1985 (昭和 60) 年	NTT 横須賀電気通信研究所 研究専門調査役
1987 (昭和 62) 年	NTT ネットワーク開発センター 主幹技師 (プロジェクトリーダー)
1991 (平成 3) 年	NTT 伝送システム研究所 主幹研究員 (グループリーダー)
1998 (平成 10) 年	金沢大学共同研究センター客員教授
1999 (平成 11) 年	NTT アドバンステクノロジー(株)へ転籍
2005 (平成 17) 年	同社 取締役ネットワークソリューション事業本部長
2007 (平成 19) 年	NTT - AT テクノコミュニケーションズ(株) 代表取締役社長
2012 (平成 24) 年	同社 相談役
2013 (平成 25) 年	(株)サイバー創研 主席コンサルタント (社)電子情報通信学会 事務局 システム専任部長 (現在に至る)

●主な著書 河西、辻他「わかりやすいSDH/SONET 伝送方式」オーム社 後に、中国語訳本 (科学出版社)

あらまし

研究開発の道を歩んだ団塊の世代の一人です。高度経済成長期に福井大学を卒業し、バブル期のさなか国際標準SDH伝送システムの開発に没頭しました。その40歳の頃を主題として、道のりを紹介させていただきます。凸凹道でしたが、若い時に無我夢中で流した汗は20年、30年後に役に立ってくれました。

0. 閃きが出発点

今も当時の瞬間は記憶しています。高校3年生の朝、いつもの通学路の途中にある小さな神社の石垣の横手を自転車で曲がっている時でした。ふっと頭に浮かんだ「通信」という一瞬の閃きが、生涯の道しるべとなりました。

1. 学生時代

1.1 「通信」を目指す

1967年、「電気通信」を掲げる、工学部電気工学科の第4講座を目指して入学しました。当時は、電子が新設される時でしたが、全く迷うことはありませんでした。

入学当初は、専門科目の授業が始まる気配は全くなく、通信回路に触れられるアマチュア無線に入部しました。ここで、SONY ウォークマン開発者の南部隆文さんにも出会いました。部活では、夏に無線機材を担いで立山に登って交信した際、電波が遠く外国までクリアに届くことに、新鮮な驚きを覚えました。

1.2 寮生活

啓成寮で4年間暮らしました。入寮初日に相部屋の方に挨拶した際、柔道部で5年目という先輩から、「俺みたいになるなよ」と言われ、入学早々から緊張したものでした。

当時の寮は鉄筋コンクリート造り・スチーム暖房の新棟(2人部屋)と木造・火鉢の旧棟(3人部屋)があり、部屋割りは半年ごとの抽選でした。旧棟は建付けも悪くなっており、吹雪の時はガラス戸の隙間から雪が入るのを布などで防ぎました。それでも部屋は広がったので、七輪で炭火を起こし、すき焼き鍋を作って食べたり仲間と楽しく過ごした残像が想い起こされます。

1.3 バリケード封鎖中

1969年頃は学園紛争も激しくなり、福井大学も校門は机と椅子でバリケード封鎖され、長く授業も行われない状況でした。そんな夏休み、まだ若かった梅田博之先生から声が掛かりました。卒論で4講座を希望する学生には、マクスウエルの方程式を輪講するから集まれ、目標は1冊読破。嬉しかった。寮の食事は休みでしたので、自炊しながら懸命に方程式に挑みました。数学は得意だと思っていたのですが、理解するには相当に苦労しました。熱い思いの先生の姿勢に触れて、電子通信学会へ入会し、3年生の時には論文誌を読み始めていました。研究心は、この頃に芽生えたのではと思います。

1.4 英語は発想に興味

1970年、卒論をやりながら教育学部3・4年生の選択科目である英会話と英作文の講義を受講させてもらいました。私は、語学よりも、英語を話す欧米人の

発想に興味を抱いていました。疑問を呈して尋ねると、返事は想定外でそれが楽しかった。指導を受けてエッセイも書いて提出しました。タイトルは、「Humanity and the Electric Computer」。コンピュータ時代が来ても、人間が主役と考えていました。

また、大学の外では同級生の青柳敏夫さんと一緒に市民の英会話サークル「Mini-Max」を立上げ、福井在住の外国人を囲んで活動をしました。



1971年 福井大学卒業式の電気第4講座

2. NTT 研究所の生活

2.1 研究所希望を言い続ける

1971年の就職は、電気通信のNTT（当時電電公社）でした。入社前の北陸通信局での面接及び本社面接、入社後の学園研修面接のどのフェーズでも、自分の不勉強を顧みずに研究所希望を言い続けました。私が研究所を希望した理由は、自分が担当して研究開発したシステムが事業導入されるなら、困難に直面しても、きっと頑張れると考えたからです。専門は、伝送か無線を希望し、配属先は希望の伝送研究部でした。最初は武蔵野研究所でしたが、翌1972年からは横須賀研究所で研究所卒業まで過ごしました。



1973年 NTT横須賀研究所の実験室

2.2 鉄は熱いうちに打て

最初の研究室長からは、大きなインパクトを受けま

した。学園紛争の直後で理屈っぽかった学生気分は、配属後の1週間で完全に叩き壊されました。研究者となる前に社会人たれと、職場での言葉使いから、報告の書き方まで指導を直接受けました。

研究所3年目のテーマ企画発表会では、私の挑戦が無謀であるとの先輩方の忠告を聞かず、そのまま突き進もうとしました。翌日、室長室に呼ばれ、誰も研究者の考えを曲げることはできない、しかし失敗した時には「世の中の冷たい風に当たれ」と覚悟を言い渡されました。時折顔を合わせると、「どうだ?」と尋ねられ、首を横に振る日々が続きました。ある日の夜10時過ぎに突然新しい現象を発見できた時、残業していた室長室へ報告に飛び込みました。「嬉しいだろう、今日は実験データを抱いて寝ろ」と言われたことを今も鮮明に覚えています。先入観念に囚われず、若さゆえに挑戦できたことでした。

2.3 専門領域の拡大

5年ほどは、極細半田ゴテで広帯域増幅回路の実験を朝から夜遅くまで連日続け、夜間に大型コンピュータで分析して、また新しい回路構成を考えました。回路研究の次は装置研究になり、10年目以降はシステム研究へと専門領域を広げていきました。

2.4 境界領域

30代後半からは、上司の指導もあり、同時並行的に周辺技術との境界領域にも取り組みました。今では当たり前になっていますが、通信とコンピュータの装置が同居する環境条件の具体化でした。床下配線用の2重床構造、床下空調、耐震構造などを含め、専門である伝送以外の無線、交換、線路、宅内、データ、電力、建築との技術連携を通して多くの研究者と知り合いました。途中、2年間は研究室長補佐として研究管理や若手育成にも携わりました。

想定外の出来事として、境界領域と連携した研究成果は過去10年間の苦労が嘘のように、実用化され事業導入を始めました。自分が素晴らしいと考えることより、周囲が必要とするニーズを取り込む眼が養われたようです。専門外の業務に時間を割くことには、「雑用をやらされている」と感じたこともありました。しかし、周囲から自分のやっている研究開発を眺められる機会を得ていたのです。

2.5 福井大学の出身者

福井大学出身の方々は、NTTの多方面でご活躍されており、いろいろと助言を受けたり、お世話になりました。研究所では、山崎悠一さんをはじめアマチュ

ア無線部の先輩方にも御指導を受けました。5年後には、荒木睦大さんが横須賀研究所に配属されて、同級生の再会を楽しみました。



NTT横須賀研究所の夕暮れ

3. 国際標準 SDH

3.1 電気通信事業は独占から民営化へ

1984年は米国AT & Tの分割、及び英国BTの民営化、1985年は日本NTTの民営化が行われ、世界の電気通信事業会社は激動の時代に突入しました。通信会社は独占企業でなくなったため、国内及び国際間における伝送システム間の接続を規定する標準化の緊急性が発生していました。これが実現できれば、通信事業者は通信装置のマルチベンダー化が可能になり、国際調達の道が拓けます。一方、通信機器メーカーは市場が国際化されるため、ビジネスチャンスが広がります。

3.2 国際標準化

国連の専門機関の一つであるITU-T電気通信標準化部門(当時CCITT:国際電信電話諮問委員会)において、伝送仕様はGシリーズ勧告として国際標準化され、各国の通信事業者はこれに従ってきました。新しい国際標準化の最大の課題は、日米欧の既存のどこに偏っても、利害が衝突して実現できない困難なものでした。何故なら、当時の国際標準化の力関係は、日米欧のトライアングル状態だったからです。

3.3 既存3方式から新方式へ

1988年2月、協議の末に日米欧の既存3方式から、統一された新方式としてSDH(同期デジタルハイアラキ)が決まりました。次は、具体的にSDH伝送システムの仕様を決める番であり、私は日本代表団の一人として1988年10月から国際標準化活動に参画しました。主会議場はスイスのジュネーブです。課題を迅速に解決するためエキスパートミーティングを各国持ち回りで開催して勧告草案を何度も練り直

し、1990年7月に新勧告が成立しました。努力の甲斐あって、日本の提案も相当に盛り込まれました。各国の通信会社は既存のシステムからSDHへの新規設備投資をする、通信機メーカーは既存の製造ラインから新規ラインのために投資を必要とする、世界規模で経営上の重たい決断を伴うものでした。



1989年 ジュネーブITU会議場前

3.4 国益を代表する一人として

国際標準化活動という中立的な見識と、国益を代表する一人という立場をもって、世界の主要国代表との折衝を経験し、ある国の「一人勝ちは無理」ことを知りました。捨てるものは初めに覚悟しておかないと交渉できない。無理をせず、ぐるりと回って日本の主張した事項が盛り込まれれば国益にかなう。如何に、連携できる仲間づくりができるか、常日頃の提案活動、協力活動の姿勢と行動実績が周囲から見られていました。私の信条は、主張は技術的、将来展望を含んで客観的に、他の提案より優れている点を明確に説明することに徹することでした。

3.5 日本のポジション

1998年当時、日本は経済力を背景にして、既に国際的には相当に高いポジションにありました。海外では、日本が将来像の枠組みづくり段階から汗をかいて、国際貢献することに対して、大きく期待していることを幾度も聞かされました。しかし、日本では国際連携に果たすべき役割として、形が見えない時点から活動することの意義や利益が強く言われません。ものづくり立国でありつつ、将来構想を語る国としての日本こそが、世界から期待されているとの思いは今も変わりません。また、日本の常識は世界のなかでは特殊なことが多いことも学びました。島国の特性なのか、英国の代表には似た感覚を感じました。

3.6 将来の参考

今後の参考になったのは、欧州各国の連携方法でした。陸続きの国境を持つ国々からは、相互に知恵を出

し合って共生してきた歴史を感じました。国別に役割分担をして主張し、賛成票を多く集め、提案を通していました。日本は島国のため、今後の国際協調を見据えれば東アジアで仲間となれる国づくりを進め、役割分担して提案を通す手法は見習う価値がありそうです。

3.7 エピソード幾つか紹介

(1) レーザダイオード (LD) を採用

当時は安価で安定なLEDの選択が短距離用には妥当でした。私は、10～20年先を見越せば光ファイバが家庭にまで行きわたるはず。当時は高価で不安定なLDも、大量生産で使い易く安価な状況になると主張し、LD採用を通しました。正解でした。

(2) 会議場でAT&Tと激論

クロック周波数が揺らぐと、1と0の信号は形が崩れて、誤りを発生するため、規格値を巡って、AT&Tベル研究所の専門家と3日間に渡って激論を交わしました。日本は私ともう一人。米国代表団は次々と専門家をつぎ込んできました。層の厚みを羨ましがっている暇はなく、懸命に日本の提案を説明し、遂に通しました。

(3) マイク切られても粘る

中継器には自動監視機能を備えていましたが、オプションにして価格を安くするとの提案が出ました。それは、初期コストを下げるが、遠隔保守の芽を摘むと猛反対しました。会議場は閉館時間をとくに過ぎ、マイクも切られて直接やりとりする局面になりました。夜も遅くなり膠着状態の時、面識のないドイツの技術者が突如として日本の主張は筋が通っていると支援発言を始め、粘った甲斐があり、通りました。

(4) 譲ったこと

光ファイバの魅力は低損失です。伝送速度を上げても、同じ距離を飛ばせば、装置の設置場所を動かすことなく、需要の増加に簡単に対応できます。速度を150M、600M、2.4Gと上げて中継間隔を一定に保つ案を提案しました。私は会議場の外へ米国代表にそっと呼び出され諭されました。それが出来るのは世界で日本と米国ぐらいだ。そんな案は逆に潰されると。私は譲って、将来案として付録に残す道を選びました。

4. SDH 国内開発

4.1 ほぼ同時並行で進行

先行する国際標準化活動とほぼ並行して、SDH伝送システムの開発も担当しました。国内の主要メーカー開発と、AT&Tとの共同開発は、同一仕様のもと、

ほぼ同時並行で進めました。関連する3件に係ったため、英語で国際標準化の寄書を書き、日本語と英語の開発仕様書を同時に作って議論し、検討結果を反映させて改善を図りました。会議と会議の間に考えながら、全く休む時間もなく全速力で走った日々でした。

4.2 新しい開発体制

1987年、NTT民営化の2年後に新しい施策として、研究所と事業部門の双方から技術人材を集めたネットワーク開発センターが発足しました。開発から事業展開までを一気通貫で行う組織であり、開発の迅速化、効率化が命題でした。私も研究所時代の財産を持って異動しました。伝送システムをソフト制御する新しいビジョンを既に企画し、実験直前でしたので、身体はくたくたでしたが、気持ちは伸び伸びとしていました。

4.3 できることと、やることは違う

新組織で肝に銘じたことが有ります。それは、研究者の習性として、出来ませんと言うのは恥だと思いうちから、つい出来ますと答えて周囲に迷惑をかけ苦境に陥ります。事業としてやれるのはここまでですと、割り切る決断を心掛けました。

4.4 この装置は壊れるか？

NTT幹部(後の社長)が、現場試験の見学に来られた際に質問を受けました。私は、「はい、壊れます」と答えました。一定の確率で故障を想定しており、予備切り替え系を自動化してあること。システムダウン時には、直前までの設定情報をメモリに記憶しておき、再立上げは自動化できるようになっていると説明しました。それに対して、君たちの先輩には、壊れないと返事されたが、何度もその後に変な目があった。正直に、当初から故障に向き合って開発していることを聞いたとの感想だった。周囲の人たちは、私の受け答えにハラハラしたと後から聞かされました。その後、開発したシステムはNTTの基幹通信インフラになりました。

4.5 俺たち命を削っているよな

同僚のリーダとは、顔を合わすと「俺たち命を削っているよな」と話しながら頑張りました。25年経った今も、一緒に仕事をした仲間と会うと、当時の光景を昨日のようによく覚えているのに驚き、よくやったもんだとの話になります。

特に、ピークだった2年半の期間は土日ほとんど休みはなく、家族と食事・買い物と一緒に掛けることも有りませんでした。唯一心が休まるのは、家に帰って息子4人が遊び疲れて眠っている寝顔を見る事でした。家内も、幼い子供を抱えて大変な生活をよく辛抱

してくれたと感謝しています。

5. AT&Tベル研究所との共同開発

5.1 当時のベル研究所

1987年、当時のAT&Tは分割後の長距離電話事業会社であり、ベル研究所は系列会社の傘下に入っていました。しかし、まだ往時のベル研究所の姿を残していた頃でした。

5.2 NTTの設計要項に驚く

最初のAT&Tとの開発会議の場で、仕様書の詳細版として提示したNTTの設計要項を見て驚きがありました。これほどまで詳細仕様をドキュメント化して、提示するお客様に初めて出会ったと言われました。諸外国では、ほとんどはAT&T側が設計資料を提示するやり方だとのこと。しかし、NTT研究所では当たり前に行ってきた過去からの蓄積があったため、SDH伝送システムの開発では設計の主導権を持ち続けました。その裏返しとして、ハードな検討や設計議論が連日連夜行われたことは言うまでもありません。

5.3 エンジニア魂

感激した出来事は、仕様面で規定しきれてない事項が発覚した時のことです。そのまま進めば、システムは安定動作できないことは相手も理解できました。AT&T契約担当は、途中からの設計変更は契約変更であり、金額見直しだとの一点張りでした。しかし、技術者が奥深くまで詰め切れておれば、こんなことにはならないはずとの無念の思いはベル研のエンジニアにも伝わりました。契約の話にならずに、技術者間での了解事項として吸収してくれました。洋の東西を問わず、エンジニア魂は違わないと知り嬉しく思いました。

5.4 品質の確率管理

当時は、失敗しない、壊れないことを目指そうとする設計思想がありました。しかし、AT&Tでは、形あるものは壊れるとの前提から、壊れたらどうするのかの具体的手段をコストミニマムで準備することが経営から開発生産ラインまで行き渡っていることを肌身で感じました。

5.5 納入検査から全国導入へ

1990年、納入検査のNTT代表としてAT&T工場で立ち会いました。抜き打ち検査をやらうとすると、事前通告無しの約束違反と言われたりしました。同年12月、東京大手町に両社のトップを招き事業導入セレモニーを開催し、全国導入が開始しました。



1990年 ポストン郊外AT&T納品検査

5.6 バブル期に貢献できたこと

現在のブロードバンド時代の基礎となる、通信インフラを開発し導入できたことは、情報資産形成に貢献できたのではと考えています。開発パートナーであった国内通信機メーカーは、輸出でも大きな成果を出しました。共同開発したAT&Tからの装置購入により、日米貿易摩擦の解消にも一役買うことができました。SDH伝送システムの開発は、将来の基礎となる有効な投資であったと認識しています。

6. それから

6.1 情報ネットの研究へ

1991年、SDH伝送システムの国際標準化、国内開発及びAT&Tベル研共同開発を無事に遂行して、NTT研究所に戻りました。光ネットワークインフラとしては、2.4Gまでの十分な伝送容量と遠隔コントロールを実現した思いがありました。

次のテーマは、新しいサービスを運ぶ研究を考えました。10年、20年後には各家庭にPCが置かれ、一般の人たちが日常生活や地域コミュニティのなかで、情報ネットを使うはずと考えました。

6.2 一歩先行くタイミング

1993年頃、週刊誌や新聞には、新しいトピックスとして取材を受け掲載されましたが、当時の研究所の仲間からも、「お前は何を考えているんだ」と言われ、なかなか私の研究は理解されませんでした。あれから20年を経過した現在では、私が予想した以上に、PCは普及し、情報ネットのない社会は考えられない状況に変わっています。

つくづく思うことは、研究や技術そしてビジネスも、タイミングが大事。早すぎても、理解されない。遅ければ負ける。「一歩先を行くくらいが丁度良い」かと感じています。

6.3 開発ビジネスの理念

1999年に研究所を卒業しました。それ以降、研究系グループ会社で開発ビジネスの事業経営に携わってきました。理念として掲げてきた言葉を紹介させていただきます。

- ① 一歩先行くエンジニア・ビジネスマンを目指そう
- ② 誠実さを技術のかたちに
- ③ 小さくても光る会社



2012年 NTT-ATC社長時代

7. 閃きの時

7.1 夢のなかで空を飛ば

研究所の現役時代には、夢のなかで、よく風を切って大空を飛びました。高さは数百メートルくらいで、両手を広げて、眼下に家や野原のある風景がきちんと見えていました。何かを思い浮かぶ時の前兆でした。50代になると、空を飛ば高さが低くなってきて、回数も減少してきました。創造力は年齢とも関係しているのか、最近では全然飛ばしません。

7.2 幾何学模様

いろんな課題が絡まった問題が発生して、悪戦苦闘している折には、時として夢に幾何学模様が現れました。その先端部分に何かしらのヒントを感じたものです。夢の中で思いついたことは、今も枕元のメモ用紙になぐり書きしています。

7.3 アイディアの瞬間

机に座って考えていたり、十分に時間がある時に良いアイデアが浮かんだ記憶がありません。本当に忙しかったり、行き詰っているような時に出ました。それも、電車のデッキからホームにホイと降り立つ瞬間、バスのステップからホイとバス停に降りる瞬間に、頭上に絵が浮かびそれがヒントとなることが多くありました。

8. むすび

8.1 チャンスは一瞬

日頃から、「しだれ柳の枝葉が風に揺れている時、跳び上がって葉先を掴む」心構えで暮らして来ました。ほんの一瞬だけ、意を決して跳び付けば何とか葉先を掴むことができるかも知れないと思う場面があります。今だと思った時には、結果を恐れずに全力で跳び付く。幾度となく、そういう場面に遭遇してきて、「今だ!!」というタイミングを意識して行動してきました。大概は、良い方向に転んでくれたかと思っています。

8.2 私のこれから

これからは元気なシニアで暮らしたいと思っています。少子高齢化社会に関しては現役世代への負担論ばかりが先行していますが、健康なうちは、これまで歩いて来た経験を生かして、何らかの形で社会との接点を持ってやっていきたいと思っています。

イノベーションの向かう先は、その技術が「どれほど人の役に立つか」だとの思いを抱いて。

〈参考〉

■SDH伝送システムの解説

列車のイメージで説明します。通常、列車の乗換は駅のホームに止まっている時に、指定席番号の車両に移動し、車内で座席を見つけて座ります。一方、通信という同期では、列車の走る速度をピッタリ合わせると、並走する列車の窓からはお互いの位置関係は、あたかも止まっているかのように見えることを利用します。走行中でも自由自在に座席位置の交換を可能にするかのように、デジタル信号の1、0の場所を入替えます。SDHでは、走る速度を国際的に統一し、コンピュータ時代を見据えて座席指定をポインタで教える仕組みにしました。

■略語の説明

SDH：Synchronous Digital Hierarchy

(国際標準の同期デジタルハイアラーク)

AT&T：The American Telephone & Telegraph Company (米国最大手の電気通信事業者)

BT：British Telecommunications

(英国最大手の電気通信事業者)

ITU-T：International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector

(国際電気通信連合の部門で通信分野の標準化を担当)

CCITT：Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique

(国際電信電話諮問委員会)