フランスにおけるテレビ電話とデジタル テレビジョンの研究開発現況

国際電信電話株式会社 研究所 山 本 英 雄

フランスにおけるテレビ電話とテレビ会議、および、デジタルテレビジョンの研究開発の現況を符号化の問題を中心にして紹介する。

1. ま え が き

筆者はフランス郵電省と KDD との間の職員交換契約により、画像およびデータ通信分野の交換研修生として、郵電省を中心にして昨年7月初めから約6ヵ月間フランスに滞在した。この間 CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications: 国立電気通信研究所) と CCETT (Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications: テレビジョンと電気通信の共同研究所) における画像通信分野の研究活動を全般的に見聞する機会を得、また、英国郵電省の研究所と西ドイツ郵電省の研究所の画像通信部門を訪問する機会があった。

本稿ではその際得た情報を基に、日頃紹介される機会の少ない、フランスにおけるテレビ電話とデジタルテレビジョンに関する研究現況を報告させていただく。多少なりと会員諸兄の参考になれば幸いである。

2. CNET, CCETT の組織と画像通信の研究

CNET は郵電省に属する研究所で電気通信分野の研究開発が主任務である。この点わが国の NTT の電気通信研究所に対応する組織であるが、CNET は郵便機械化や都市防災システムなどの研究も担当している。

電気通信の研究は、伝送 (Transmission et Espace), 電話交換 (Commutation), 材料物理 (Composantes et Recherches Physiques), テレインフォマチック (Téléinformatique et Réseaux, Speciaux 以下 "TRS" と略称) の4部門に分かれており、各部門はそれぞれがパリとブリターニュ (ラニオンとレンヌ) に分散したいくつかの研究部 (groupement) を持っている。また各研究部は

2～3の研究室 (département) から構成されている。

画像通信を担当しているのは TRS である。テレインフォマチックとは、データ通信、画像通信、情報処理の各技術を総合した新しい通信サービスを意味する概念で、TRS はこれを目指として、組織上それに対応する総合的な研究態勢を目標としているということである。もっとも、現実にはまだ各分野の研究活動は研究室段階で独立に進められている。

TRS には、パリの ITD (画像とデータ伝送), ラニオンの CEI (電子計算と情報処理), それに立場は異なるがレンヌの CCETT という3つの研究部があり、ITD と CCETT が画像通信に関係している。

ITD は、TTI (画像の伝送と処理), NSA (視聴覚新サービス), TDP (データ伝送と専用網) という研究室から構成され、前2者が画像通信を直接担当している。すなわち、TTI はテレビ電話、テレビ会議、ファクシミリを、NSA は TICTAC と呼ぶ新しい画像情報サービスの開発を担当している。TICTAC は家庭のテレビ受像機を文字とグラフのディスプレイとして利用し、公衆電話網を介して情報提供サービスを行うシステムで、英郵電省の VIEWDATA と同じ考えのものである。

CCETT は1972年に、郵電省と TDF (テレビ放送公社) が共同で設立した独立の研究所であるが、CNET に対しては上に述べたように TRS に属する1研究部の立場 (多分に概念的に) にある。研究所の活動の最高方針と予算は郵電省代表5名 (CNET 代表を含む) と TDF 代表5名から成る運営委員会が決定する。

CCETT の研究領域は ITD に非常に似ており、画像とデータ通信を2つの支柱として、将来の複合通信サービスの開発を目標としているが、ITD が5年先程度の短期目標を設定しているのに対し、CCETT は20年程度のより長期目標の仕事を担当するとのことである。

表1に示した6研究室があり、画像関係では、ディ

"The Present Situation of Videotelephone and Digital Television in France" by Hideo Yamamoto (KDD Research and Development Laboratories, Tokyo)

表 1 CCETT の研究室の構成

研究室名	主 な 課 題
TSA (視聴覚端末とシステム)	文字放送応用サービス (ANTIOPE (テレビテキスト), DISCRET (秘話テレビ), EPEOS (VTR コントロール))
DTC (ケーブルテレビ)	CATV システム, 衛星放送受信器
RSI (情報システムと網)	パケット公衆通信網 TRANSPAC に関連するハードウェアとソフトウェア, 文字放送基本システム (DIDON)
*CTN (デジタル伝送と符号化)	テレビデジタル符号化と伝送方式 (OCCITAN, 直交変換)
*STI (画像処理と信号源)	テレビスタジオ技術のデジタル化 (デジタル VTR, ノイズ除去, CCD カメラ)
CAL (計算センター)	計算センターの運用とソフトウェアの開発

* デジタルテレビジョン担当

タルテレビジョン, CCTV, テレテキスト型の文字放送システムとその応用システム, グラフィック通信端末など, また, データ関係では, パケット交換方式による公衆データ通信網 TRANSPAC 関連の研究, 計算機ネットワークなどが主な研究課題である。

テレビ放送については, 他に研究機関が存在しないので, CCETT の画像部門はわが国の NHK の研究所に対応する使命も持っている。

なお ITD と CCETT における研究スタッフの数は, それぞれ約 300 名および約 200 名 (いずれも事務職を除く) で, そのうち 1/3 がエンジニア (わが国の修士程度以上に相当) で残りがテクニシャンである。また, 人件費を除いた研究予算は ITD で 4,000 万 FF* (1976), CCETT で 1,800 万 FF (1975) であった。蛇足ながら, エンジニアの初任月給は約 4,000 FF, 勤続 10 年程度のベテランになると 8,000~10,000 FF 位である。

筆者は ITD に 3 週間 (9 月 6 日~9 月 24 日), CCETT に 5 週間 (9 月 27 日~10 月 29 日) 滞在した。以下では紙面の制約上, ITD におけるテレビ電話とその応用であるテレビ会議の現況, および CCETT におけるデジタルテレビジョンの研究現況を紹介する。

3. テレビ電話 (VISIOPHONE)

3.1 方 式

フランスのテレビ電話は“VISIOPHONE”と名づけられている。表 2 にその諸元を示す。この開発は 1970 年に TTI で開始されたが, それまで国内に見るべき技術はなかったので, 実績のあった ATT の PICTUREPHONE の方式を暫定的に採用したという。しかし, その後の独自の研究から CNET はこの方式を積極的に

表 2 VISIOPHONE 諸元

フレーム数/秒	30
ライン数/フレーム	267
アスペクト比	11:10
映像帯域幅	1 MHz
ライン周波数	8 kHz

肯定している¹⁾。

この方式はヨーロッパのテレビ放送方式 (625/25) との整合が悪いという問題を含んでいる。特に重要なのはフレーム周波数であるが, あえてこの方式を採用した理由は, 元来, フランスの家庭では非常に暗い部屋でテレビを見ることが多く, 毎秒 25 フレームのテレビ放送に何の問題もないが, 明るいオフィスでの使用を前提とするテレビ電話では, それではフリッカが目立ち, 毎秒 30 フレームは是非とも必要なことが判明したためということである。

一方, ヨーロッパの他の諸国ではテレビ電話として, フレーム数 25/秒, 走査線数 300 本前後の方式を想定するものが多い。1 MHz 帯域のテレビ電話器を新たに開発するより, ライン数変換処理を加えてもテレビ放送用器機 (カメラ, 受像器) を利用した方がずっと安くなりそうだということもあり, テレビ電話とテレビ放送の整合の良さは方式決定に際して重要な問題である。

CNET は表 2 の方式による大規模な実験網をすでに運用しており, また近々同じ方式を用いるテレビ会議を商用化する段階にあるが, ヨーロッパ標準方式 (313/25 が有力と思われる) が採用されることになれば, 究極的にはそれに移行する可能性も残している。このために 25 フレーム/秒でもフリッカが目立たない残光時間の長い CRT の開発もほぼ完成している。

現方式は単色であるが, カラー化の研究も進んでおり, 遠からず伝送実験を開始する予定である。カメラと受像器は放送用のものにライン数変換を付加したものを利用しており, 走査方式は 313/25, 当面の色信号伝送方式は TDM²⁾によっている。

3.2 符号化方式

長距離リンクのデジタル伝送のために表 3 に示した 5 種類の符号化方式を開発しており, この研究は一段落したところである。各方式の画質は主観評価の結果から

表 3 VISIOPHONE の符号化方式

C1: 6 Mb/s DPCM (2 MHz 標準化, 3 bits/画素)
C2: 8 Mb/s サブサンプリング符号化
C3: 2 Mb/s 無条件画素補充型フレーム間符号化
C4: 8 Mb/s DPCM (2 MHz 標準化, 4 bits/画素)
C5: 2 Mb/s 条件付画素補充型フレーム間符号化

* 1 FF≒65 円

図 1 VISIOPHONE 実験網³⁾

表 3 の上から下へと順に良くなり、C 4 と C 5 は同等と評価されている。C 1 と C 4 は平均予測^{*}による通常の DPCM である。C 2 は映像信号を 800 kHz に帯域制限した後、サブナイキスト周波数 1.4 MHz で標本化したものを、6 bits/画素で直線量子化する方式である。受信側では簡単な内挿フィルタで間引かれた画素を補充する。

C 3 は C 1 を基礎とし、3 フィールドごとに 1 フィールドだけ送り、間引かれた 2 つのフィールドは、受信側において、前後の送られたフィールドから内挿合成する方式である。C 5 は BELL 研の FRODEC と同様の考えによるフレーム間符号化方式であるが制御がより簡単になっている。

上記 5 者の中で、テレビ電話実験網では現在 C 1 と C 3 が実用されており、近々商用化になるテレビ会議方式では C 5 が使用される予定である。一方、フランスには現在 8 Mb/s 伝送路が存在せぬことと、C 4 と C 5 の画質がほぼ同等と評価されていることから、将来とも 8 Mb/s 方式は実用されそうにない。

なお、具体的な研究計画はないが、研究リーダーはテレビ電話の実用化に備えて、1 Mb/s 以下の符号化方式の開発に意欲を持っている。

3.3 テレビ電話器

PICTUREPHONE 型の端末の他に、ハーフミラーを使って、カメラとモニターの中心軸が同軸上に並ぶようにしたテレビ電話端末が開発されており、こちらの方が、利用者に、より好評だということである。

3.4 実験網

現在運用されている VISIOPHONE の実験網を図 1 に示す。郵電省内に 54、パリの CNET に 50、ラニオンの CNET に 38 の端末が設置されており、日常業務に実用されている。図中 CCETT 内の 34 端末は政治的

理由とかで現実にはまったく利用されていない。

交換器と端末の間はペアケーブルによるベースバンド伝送、パリ市内の近距離トランクには同軸ケーブルによる FDM アナログ伝送を採用している。パリとブリターニュ間はマイクロルートでデジタル伝送路として使い、6 Mb/s のもの 3 回線、2 Mb/s のもの 1 回線を設定している。符号化方式として前者に C 1、後者に C 3 を適用しており、2 Mb/s 回線は主にテレビ会議の実験に利用している。

この実験網は、テレビ電話利用状況の心理的・人間工学的調査を行うことを目的としており、トラヒックに関するさまざまな情報が自動的に記録されている³⁾。この最初の分析結果——1974 年末～1975 年末に対して——が報告されている⁴⁾。これによると VISIOPHONE の利用は好評で時とともに日常化されているようである。

3.5 テレビ会議 (VISIOCONFERENCE)

現在各国が提案しているテレビ会議方式には、テレビ放送方式によるものと、テレビ電話によるものがあるが、フランスは後者を探り“VISIOCONFERENCE”と名づけている⁵⁾。

会議場の構成を図 2 に示す。各人の前に VISIOPHONE モニターとマイク、会議場の前面に全景用のカメラと大型モニターが配置され、この他通常の電話器、TLX および文書送受に高速 FAX 1 台 (64 Kb/s) が用意されている。

離れた会議場間は 2 Mb/s の双方向伝送路 (上り、下り各 1) で結ばれ、音声 (64 Kb/s) と FAX 用データチャンネルはその中に統合されている。映像の符号化方式として現在 C 3 を使用しており、商用時は C 5 に変える予定である。

図 2 VISIOCONFERENCE 会場³⁾

* 予測関数: $P(z) = \frac{1}{2}(z^{-1} + z^{-H+1})$, H はラインディレイ

信号制御装置は、マイクの音声レベルから話者を検出し、モニターに出す映像を切り変える。異なる会議場にいる者の間で対話が続いているときは、話者以外の VISIOPHONE には話者の顔が、話者のそれには直前の話者の顔が表示される。また、同じ会議場内で話しが続いているときや、同一人が長時間話し続けるときには、双方向伝送路の一方の空を利用して、話者のいる会議場の全景モニターに他方の会場の全景を表示する。もちろん各人の VISIOPHONE は前の場合と同様に働く。

このテレビ会議は、シンフォニー衛星を介してジュネーブの TELECOM 75 会場とパリの CNET の間で (1975 年 10 月)、また、パリのユネスコとケニアのナイロビのユネスコ会議場との間で (1976 年 10 月) 国際的にデモンストレーションされている。参加者の多くはこの会議に満足したという。

郵電省は本年末頃にはパリ、レンヌ、ナントの 3 ヶ所に会議場を設けて、VISIOCONFERENCE の商用サービスを開始しようとしている。

4. デジタルテレビジョン

テレビ放送を対象とするデジタルテレビジョンの研究は、CCETT の発足以来 NIM (画像のデジタル化) 研究室で行われてきたが、NIM は筆者の滞在中 1976 年 10 月に CTN (符号化とデジタル伝送) と STI (画像の処理と信号源) との 2 研究室に分離した。CTN は文字通りデジタル伝送方式とそのための符号化を担当し、STI はデジタル VTR、ノイズ除去、方式変換、CCD カメラなどスタジオの信号処理のデジタル化を担当する。STI の仕事には現在特に目新しいものはなく具体的成果はこれからという状態のように思われた。ここでは CTN の活動をとり上げる。

4.1 符号化の目標とヨーロッパの標準化の動向

国際的な番組交換の発展に備えて、また、各種のデジタル信号処理装置のテレビ技術への導入を控えて、ヨーロッパ諸国では EBU を中心に、デジタルテレビジョンの標準化の機運が高まっている。標準化を実質的にリードしているのはフランスと西ドイツのようで、それぞれが SECAM と PAL のオピニオンリーダーである。技術的には英国も、郵電省研究所*や BBC を中心に重要な仕事をしているが、ヨーロッパテレビ網の中で英国は 1 つのエンドポイントにすぎず、フランス、西ドイツの合意がとれば英国の立場は標準化にはさほど重要でないというのが、フランスの研究担当者の考えである。

CTN の最近の最大の目標は、フランスの技術的代表として、この標準化をリードすることにあるようだ。

この標準化には、(i) 標本化周波数、(ii) 伝送ビットレート、(iii) 符号化方式の 3 要素があり、それぞれが互いにかみあっている。これに対する CTN の目標は、CCIR 5 段階評点 4~4.5 の画質を達成する、34 Mb/s 分離符号化方式²⁾である。輝度信号 (以下“Y”) に対する標本化周波数としては f_{sc} (≈ 8.8 MHz, f_{sc} : 色搬送周波数) を許容できるとしている。以下これに関連する事情を紹介する。

(1) 伝送ビットレート

テレビ国際接続の標準化に最も熱心なのは西ドイツという。これには、東西両ドイツが、それぞれ SECAM と PAL の異方式を採用しており、将来の両国間の番組交換の重要性から、両方式に両立するデジタル標準を定めたいという事情がある。ところで、ドイツは中規模都市が散在する国で、デジタル伝送路幹線としては、第 3 次群の 34 Mb/s が必要充分で、これ以上高速の伝送路を建設する予定は当分なく、西ドイツ郵電省関係者は、テレビ国際接続にもそれ以外は認めない方針という。

一方、フランスの事情も微妙で、公衆通信網を提供する郵電省は、デジタル幹線として、2 Mb/s、8 Mb/s、140 Mb/s を建設する考えであり、当分 34 Mb/s を建設する計画はない。これは、フランスには、パリ、リオン、マルセイユ等の少数の大都市を除くと、他は小都市ばかりで、大都市間には 140 Mb/s が必要である一方、他の場合には 8 Mb/s で充分で、34 Mb/s の適用領域がないことによる。しかし、フランスは西ドイツと異なり、テレビ伝送路は TDF が独自に保有しており、将来、TDF がテレビ専用の 34 Mb/s 伝送路を建設する可能性が残されている。郵電省はこれに反対しない意向という。

これに対し、英国は国内の 70 Mb/s 伝送路をテレビ中継に適用すると考えられているが、フランスとドイツの合意が成れば、少なくともヨーロッパとのインタフェースを 34 Mb/s に合せることに同意すると期待されている。

(2) 符号化方式

フランスはかねがね分離符号化を主張している。直接の理由は、SECAM の場合、直接符号化²⁾では充分な冗長度除去が期待できないためである。しかし、それだけでなく、フランスは現在、デジタルテレビジョン時代には、方式変換の必要のない世界的に統一された標準方式を採用すべきだという理想的立場をとっている。具体的には、Y、R-Y、B-Y レベルでの分離符号化を提唱し、また国内ではデジタル SECAM を使用しないことをすでに決定している。

* Post Office Research Centre

他方, PAL 諸国は一般に直接符号化を支持している。西ドイツでは, スタジオ内では $4f_{sc}$ 標本化による直接 PCM, すなわちデジタル PAL を採用する意向という。ただし, 先述の伝送路事情と東ドイツの SECAM との接続の必要性から, 国際接続に 34 Mb/s 分離符号化を採用することに異論はないようである。

符号化品質として, 先述のように, フランスは CCIR 評点 4~4.5 を目標としている。現用 SECAM の画質は 3.8 と評価している⁷⁾、デジタル化によりそれ以上の水準を求めていることになる。この目標を達成した方式として, 後述の OCCITAN による研究結果に基づき, 分離 DPCM による 52 Mb/s 符号化方式を最近完成し, 伝送実験を行っている。しかし, 34 Mb/s のレートでは, その品質をまだ実現できないとし, 4.2~4.5 節に述べるような研究を続けている。

なお, 西ドイツはアダプティブ量子化を採用した 34 Mb/s 分離 DPCM により, 現用 PAL のスタジオでの品質にほぼ等価なものが実現できたとしている。

(3) 標本化周波数

さまざまなデジタル信号処理がテレビスタジオに導入され始めた現在, 標本化周波数の標準化は最も早急に望まれるものである。ヨーロッパでは本年内にも合意が成立しそうな気配であった。PAL 諸国の一般的な意見は, スタジオのデジタル PAL と国際接続用の 34 Mb/s 分離符号化との間の, 色分離・合成処理をデジタル的に行い易いように $2f_{sc}$ を適当としている。フランスは完全な分離符号化を考えているから, 標本化周波数と f_{sc} を関係づける必要はまったくない。しかし, サブナイキスト標本化¹⁰⁾の必要性から, ライン周波数の $1/2$ の奇数倍を必要とし, またエッジビジネスの評価から, スチールサンプルパターン (フレームごとにサンプル位置を一定させる方法, サブナイキスト標本化と両立させるためには, フレームごとに最初のサンプル点の位相を初期設定しなおす必要がある) が望ましいとしている。周波数として $2f_{sc}$ (≈ 8.8 MHz) 近傍は受入れられるとしているが, 完全な $2f_{sc}$ では上の条件を満たせず, この調整妥協がいまの問題である。

4.2 OCCITAN

CCETT は SECAM 分離 DPCM 方式を検討するため 1 年程前に OCCITAN⁹⁾ と称する実験システムを完成させた。これは符号化方式の諸パラメーターをミニコンの制御で即時に変更できるようにし, 各パラメーター値に対する画質の主観評価を能率良く体系的に遂行できるようにした DPCM 装置 (ハードウェア) である。符号化の特色は, Y 信号と色差信号 (以下, “C”) を, それぞれに応じたパラメーターで独立に DPCM すること, および,

図 3 分離 DPCM の画質/伝送ビットレート⁷⁾

2つの色差信号は線順次で送るが, 受信側では, 間引かれた色差信号を送られた上・下のラインから内挿合成することにある。

符号化パラメーターとしては, 標本化周波数 (10.75~7.61 MHz の間 6 種 (Y), 2.84~1.79 MHz の間 6 種 (C), サブナイキスト標本化に付随する補間フィルター 4 種, 予測関数 (前値, 平均 2 種, 平面), 量子化特性 (3~5 bits) が選択できる。また, 各標本化周波数について, いくつかのサンプルパターン——直交格子状カスチールサンプルパターンかなど——も選択できる。

これによる詳しい検討結果は文献⁷⁾に報告されている。図 3 はその中の最も総合的な結果で, 伝送ビットレートと画質との関係を, Y に対する 2 種の標本化周波数をパラメーターとして表わしたものである。C 信号は 2.63 MHz, 4 bits/画素で標本化されている。予測関数としては, Y に平均予測, C に前値予測, サンプルパターンとしては, スチールサンプルパターンを用いている。また, 伝送レートは, ブランキング期間を実データ伝送に利用すること, および誤り訂正コードのため 10% の冗長情報を付加することを前提として求めたものである。

この結果は, CCIR 評点 4 以上の画質に対して, 40 Mb/s 程度の伝送レートが必要なることを示している。

4.3 直交変換符号化

Hadamard と Haar を用いた直交変換符号化を研究している。この場合も分離方式で, Y と C を独立に直交変換符号化する方法である。4×4 次, 8×8 次, 16×16 の 2 次元直交変換を対象として, シミュレーション⁸⁾とハードウェア⁹⁾との両面から実験を進めているが, いまは Y だけが対象で, カラー画面を扱うには至っていない。

これまでの研究結果から, 直交変換符号化で従来一般的に採られるゾーンフィルタリング法では, 34 Mb/s 伝送の目標を実現できず, 適応型符号化が必要としている。

通常のゾーンフィルタリングでは、送るべき sequency 成分とそれに対するビット配分が、とりあつかう画像のマクロな統計的性質によって画一的に決められる。このため、個々の画像については、その内容により、送られない高次 sequency 成分の中に視覚的に無視できないエネルギーを持つものが生じ、これによる画質劣化がしばしば観察される。このような成分の発生率は統計的には非常に小さいから、アドレスを付して画面ごとを選択的に送ってやるのが有効である。

研究担当者は、このような適応型フィルタリングによって、同等の画質を得るのに従来の方法にくらべて1画素当たり1bit 程度の節約が可能としている。現在、標準化周波数12.5 MHz のもとで、16×16 次の2次元 Hadamard 変換で、CCIR 評点4~4.5 を3~3.5 bits/画素で実現しているが、目標の34 Mb/s 伝送にはまだ距離がある。

なお、同様の適応型直交変換は、CCETT と協力関係にある Philips のパリ研究所でも研究されている。

4.4 心理・視覚的アプローチ

DPCM にしろ直交変換にしろ、従来の簡単なやり方だけでは、34 Mb/s で CCIR 4~4.5 の品質を達成するには不十分である。CCETT の研究者は、これを打開する最も現実的な方法は、視覚心理的特性をできるかぎり有効に利用することにあると考えており、このため各種の符号化ひずみ（グラニュラーノイズ、エッジビジネス、等々）の検知限を客観量化し、それを符号化方式のパラメーターの中に積極的に組み込んで行くという方向を摸索している。筆者の滞在中は、エッジビジネスの検知限の測定をさかんに行っていた。具体的成果も遠からず期待できそうである。

4.5 カラー非直線 PCM

カラー信号の PCM に際し、色覚の非直線特性を利用して、視覚的に等間隔になるような量子化を行うという研究も最近開始された。いまは理論モデルによるシミュレーションの段階で、実験には至ってないが、悲観的に見ても、5 bits/画素で直線量子化 PCM の8 bits/画素に相当する効果が期待されるという。

5. む す び

フランスにおける、テレビ電話の現況、また、ディジタルテレビジョンの現況をヨーロッパにおける符号化方式の標準化という点に焦点をおいて紹介した。これらの情報は大部分、付録に掲げた CNET, CCETT の研究者とのインタビューや議論を通じて得たものである。対応する文献のある物はできるだけ文中に示した。おわりに、フランス研修の機会を与えられた KDD, フランス

郵電省, CNET, CCETT 関係各位に感謝します。

(昭和52年5月9日受付)

(参 考 文 献)

- 1) M. Blanc: Le visiophone pourquoi pas?, L'onde electrique, **55**, 2 (1975)
- 2) 大平: "高能率符号化方式" の4章, テレビ誌, **30**, 10 (1976)
- 3) A. Poirier, et al.: Equipement d'observation de trafic des autocommutateurs de visiophones, Commutation et electronique, **50** (1975.7)
- 4) L. Fleury, et al.: L'utilisation de la visiofonie, Rapport/ITD/TTI/30 (1976.7)
- 5) M. Blanc, et al.: La visioconférence, L'onde electrique, **55**, 7 (1975)
- 6) J. Poncin, et al.: Système de codage numérique de l'image de télévision: le projet OCCITAN, L'echo des recherches (1976.1)
- 7) J. Sabatier: Le codage différentiel des composantes du signal de télévision couleur, Acta electronica, **19**, 3 (1977)
- 8) H. Tchen, et al.: Codage par transformation orthogonales de Hadamard et Haar des signaux television, Rapport CCETT, NIM/T/3/76 (1976.3)
- 9) H. Bacchi: Réalisation d'un transformateur d'images en temps réel, Annals de Télécommunications, **30**, 9-10 (1975)
- 10) 藤尾ほか: "画像符号化の基礎" の4.1, テレビ誌, **30**, 11-21 (1976.10)

付録 CNET, CCETT におけるテレビ電話 ディジタルテレビの研究リーダー

名 前	ポジション	主 な 担 務
CNET—ITD: テレビ電話とテレビ会議関係		
BLANC	ITD 部長	テレビ会議商用化
SEGUIN	同上 部長付	
LECLERCQ	TTI 室長	
MICIC	同上 補佐	符号化 (ハードウェア)
PETIT	TTI エンジニア	
CAILLEAUX	"	
TEMINE	"	(シミュレーション)
PAQUETTE	"	(理論)
POIRIER	"	伝送路
ROBIN	"	交換器, テレビ会議
GIRARD	"	CCDセンサー, CRT, 材料部品
FLEURY	"	端 末
		アセスメント

CCETT: ディジタルテレビ関係

CONRUYT	CCETT 所長	ディジタルテレビ全般のリーダー
PONCIN	所長付参事官	
SABATIER	CTN 室長	
KRETZ	CTN エンジニア	符号化 (DPCM, OCCITAN)
MOTCH	"	符号化 (視覚・心理的アプローチ)
RANQUET	"	" (直交変換)
NASSE	STI 室長	ディジタル伝送システム
LOUINEAU	STI エンジニア	スタジオ信号処理
TCHEN	TSA エンジニア	CCD カメラ
		符号化 (直交変換)