コンファレンスレポート

第 21 回 国 際 電 波 科 学 連 合 総 会

小 川 徹*

21 st General Assembly of URSI

Toru OGAWA*

国際電波科学連合 (URSI) の第21回総会は 1984年 8 月28日から 9 月 5 日までヨーロッパの古都 Firenze で開催された。会場は中心地区の一画を占める Palazzo dei Congressi で、参加者は約 900 人であった。国別の出席者および講演数は表 1 の通りである。

URSI は国際学術連合 (ICSU) の設立以来のメンバーであり、長い歴史をもっているので、出席者の平均年齢も高く、同伴者も 100 名に近かった。町は18年前のアルノ河の水害跡も修復され、新しい橋が架設されたり、南岸の一部が区画整理されており、相変わらず世界各地から訪れた観光客で賑わっていた。

URSI は電波科学全体にわたる広範囲の分野を網羅しており、光波領域も勿論含まれている。しかも量子エレクトロニクスの関係する分野で見れば D 分科 "Electronic and Optical Devices and Applications" はもとより A 分科 "Electromagnetic Metrology", F 分科 "Remote Sensing and Wave Propagation-Neutral Atmosphere, Ocean, Land, Ice" (総会中に "Wave Propagation and Remote Sensing" と変更された), J 分科 "Radio Astronomy" に及んでおり、将来より多くの分科に広がって来るであろう。これらの分科は平行して、或は

表 1 主要国の出席者数と論文数

国	名	出席者数	講演数
米	国	277	144
フ	ラ	91	41
イ	タ	79	15
西	ド	75	32
英	国	57	30
カ	ナ	39	9
日	本	35	23
ス	エ	35	12
オ	ラ	24	12
ス	イ	15	5
イ	ン	14	6
イ	ス	14	3
ソ	連	13	3
オ	ス	12	3
ポ	ー	12	3
ベ	ル	11	4
ス	ペ	10	3

ジョイントでセッションが持たれるため、筆者が聞くことが出来た講演は極めて限られたものであることをお断りしておく。

* 京都大学超高層電波研究センター (〒611 宇治市五ヶ庄)

* Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University (Gokasho, Uji, Kyoto 611)

開会式の歓迎の挨拶でイタリア国内URSI委員長は、第2次大戦前夜の1938年にVeneziaで開かれた第6回総会では参加者が100名にも満たなかったのに、今回は約10倍の盛大な会合となり電波科学の隆盛を感じさせると述べた。次に表彰式ではVandel Pol, Dellinger, Appleton各賞の授与に続き、今回新設されたKoga (古賀) Gold MedalがOhtsu (東工大) の半導体レーザーの波長安定化の業績に対し授与された。

総会講演はSchilizziによる“Very Long Base-Line Interferometry”と題するGeneral Lectureから初まった。水素メーザの高安定化により、地球回転運動の精密測定や電波天体の角度高分解観測が進歩した。例えば白鳥Aでは 10^{-4} 秒角程度の観測により3年間のスナップショットが得られるようになった。一方天体の H_2O メーザのスペクトルのドップラー効果を従来より 10^2 倍の精度で観測出来るようになり、電波天体の分布の時間的変化がより明らかとなったことを説明した。

A分科の中で量子エレクトロニクス関係のSessionはTime Transfer Metrologyであって、その内容は次の通りであった。

Prospects for Atomic Frequency Standards

C. Audoin (France)

VLF Broadcasts; Past and Present

J. McA. Steele (U. K.)

Time Dissemination and Time Transfer in Italy

S. Lechiutta (Italy)

Separating Some of the Error Sources in the Global Positioning System by Variance and Linear Analysis

D. W. Allan, M. A. Weiss (USA)

Precise Time-Transfer Very-Long-Baseline Interferometry

J. L. Yen (Canada)

Time-Transfer within Europe by means of OTS-2

G. de Jong (The Netherlands)

Audoinは原子周波数標準(時間標準)について解説した。現在の国際標準であるセシウムビーム(9 GHz)の確度が限界に達しているのでこの改良として光ポンピングによるCs選別の方法が紹介された。つぎにCsに代るものとして ^{199}Hg (40.5 GHz) および ^{34}Mg (607 GHz) のion storageによる実験やTlのion cooling (60 m K) による研究がのべられた。また現在でも安定度は 8×10^{-16} に達している水素原子メーザや受動型メーザの研究結果が紹介された。現在までの周波数標準の進歩を外挿すれば2000年には 10^{-17} 程度の確度に達しtime transferも1 pset/dayで出来る筈であると結んだ。

SteeleはPierce (Harvard) より初まるVLF電波による周波数(時間)比較の歴史をのべ電離層—大地間の導波管伝搬における特長と安定度の限界について説明した。特に我国の電波研究所が長年にわたってロラン—C電波による比較を行い貴重な貢献をしたことを紹介した。

Leschinttaはイタリアのtime transferの現状を説明した。同国では国内標準はNational Research Councilの援助によりIstituto Elettrotecnico Nazionaleが管理しているが、所在はトリノ市であり、場所的にも北西に偏しておる。また工業中心地のミラノやローマから離れているので、郵政省、放送局、電話公社と緊密な連絡を取り合って、短波や長波の標準放送は勿論、各種の方法で努力しているとのべた。特に珍らしかったのは電話線による周波数標準と $16 \frac{2}{3}$ kHzのサブキャリアを用いたFM局が設けられていたことである。次の3件は他会場の筆者の講演と重なったので残念ながら聞くことが出来なかった。

A分科では総会に以下の勧告が行われた。

- (1) time transferを円滑に行えるようロラン—C電波の発射を将来継続すべきである。
- (2) 原子周波数標準の研究を援助すること。
- (3) 電磁波に対する生体の健康と安全について研究すること。

D分科の光波関係は、1. Recent Progress

in Polarization-Maintaining Optical Fibers,
2. Optical Bistability, 3. Optical Techniques in Communication and Radio Scienceの各Sessionであった。

1. の講演題目は次の通りである。

Polarization-Maintaining Fibers. A
Historical Overview

R. H. Stolen (USA)

Recent Achievement with Bow-Tie Fibres

W. A. Gambling, M. P. Varnham (U. K.)

Recent Achievement with Elliptical
Jacket Fibers

H. Matsumura, H. Kajioka (Japan)

Measurement of Polarization-Maintaining
Characteristics

B. Daino (Italy)

Stolenは1978年から開始されたこの種ファイバ研究の歴史をのべ、ファイバ自身の問題は殆ど解決し、現在では方向性結合器や同調可能のフィルターなどのコンポーネントに力点が移っていることをのべた。

Gamblingはクラッドの断面が蝶ネクタイ形のファイバの研究についてのべた。2つの偏波モードはファイバの曲げに対し損失が異なり、その差は100 mの伝搬に対しても50db程度も達する結果を得ている。またこの性質を利用して簡単に高性能の偏光器を作ったことを報告した。この型のファイバーのトップデータは損失0.7 db/km, B(modal birefringence)は 1.2×10^{-3} に達している。

Matsumuraは単一偏波伝送に対しコアとクラッドの真円度とジャケットの隋円度を最適化したファイバの特性を報告した。伝送損失は波長 $1.3 \mu\text{m}$ 領域で0.61 db/km, B値は 2.26×10^{-4} であった。

2. のSessionの内容は次の通りであった。

Optical Bistability and Related Devices

S. D. Smith and E. Abraham (U. K.)

Bistability, Generalised Multistability
and Chaos in CO_2 Laser Systems

J. A. Tredicce (Italy)

Bistability in an Ammonia Maser

S. Maccarote, I. Long, S. Barbarino,
A. Gozzini (Italy), M. Valencin (France)

Optical Non-Linearities, Bistability
and Instabilities in Liquid Crystals

J. A. Martin-Pereda, M. Muriel, E. J.
Lopez (Spain)

Optical Bistability with Symmetry Breaking and Its Related Phenomena M. Kitano,
T. Yabuzaki, T. Ogawa (Japan)

Abrahamはファブリ・ペロ干渉計の中に入れた非線形媒質のもつ光学的双安定性について特にInSbなどの半導体の場合につき解説を行った。また高速スイッチング、メモリ、高速波整形、雑音軽減を伴う画像処理、パワーリミッターなどの応用をのべた。

Tredicceは CO_2 レーザーのキャビティ内に変調器を挿入し、光電界、分極、粒子密度を変化させて、双安定、自己パルシング、分周分岐、多重安定の諸状態を実現した結果を報告した。

Gozziniはマイクロ波、ファブリ・ペロ共振器を用いたアムモニアメーザーが共振器の離調、ビーム強度、外部磁界を変化させれば発振出力の強度、周波数、偏波に双安定性をもつことを報告した。

Martin-Peredaは液晶を非線形媒質に用いた双安定系について報告した。他の非線形媒質と同様に外部フィードバックによるものもあったが、特に興味があるのはフィードバックなしでレーザービームを印加する方法である。偏光したレーザー光によりネマテックセルに分子再配向が生じるためであると説明があった。

Ogawaは光共振器を用いず、かつ入射光強度の変化に対し履歴特性を持たない新らしい双安定系について報告した。この系は原子槽の誘起ファラデー効果を利用しており、ピッチフォーク形の分岐を示している。また、磁界を印加すれば光変調器ともなり、光フィードバック系に遅延がある場合はカオス状態を示すことも告した。

3. のSessionの内容は次の通りであった。

RF Signal Distribution by Optical Fibres
J. R. Forrest (U. K.)

The Use of Optical Fibres in a Large
Radio Telescope

A. G. Little (Australia)

Metal-Clad Waveguides at Optical
Frequencies

C. D. W. Wilkinson, C. MacGregor (U. K.)

"All Optical Fibre" Temperature Sensor
M. Brenici, G. Conforti, R. Falciai, A. M.
Scheggi (Italy)

Surface Plasmon Waves Guided by
Metal Films

G. I. Stegeman (USA)

Forrestはマイクロ波信号を直接伝送せず光を変復調して光ファイバを利用する長所を説明した。即ち伝送損失が少く、可撓性に富み、広帯域で、外乱に強く、重量軽減が出来、温度特性が良く、多重チャンネル化が可能などである。変調、復調の変換損失は止むを得ないが、位相合成レーダー、多重ビーム衛星通信用アンテナな基準信号の分配などには不可欠になる見通しであるとのべた。具体例としてGaAsレーザーが出力10mW、発振スペクトル幅1MHz以下で10GHz以下の変調信号であれば光ファイバのメリットが生かされるとのことであった。

Littleは計画中のオーストラリア望遠鏡(AT)についてのべた。前の講演にもあったが、光ファイバを電波望遠鏡群の基準信号分配に利用するものである。ATは直径22mのパラボラアンテナ7基と直径64mのパラボラアンテナ1基から成っていて、約300kmの範囲に分散配置される予定である。開口合成口径が300kmとするためには 10^8 Hzで位相誤差 1° のマイクロ波分配が必要である。光ファイバを用いた予備実験が行われており、日本製のファイバで良い結果が得られているが、ファイバコネクタに問題が残されていると報告した。

残り4件は他のSession出席のため、開くことが出来なかった。またA, B, D分科の合同シンポジウムとしてOptical Fibre Measure-

mentsのSessionがあったが、後でのべる研究所訪問のため出席出来なかった。その内容は次の通りである。

Characterisation of the Performance
Limits of Single Mode Fibre

J. E. Midwinter, C. J. Todd (U. K.)

Refractive Index and Stress Measurement
of Optical Fibre and Preform

P. L. Chu (Australia)

Transmission Characteristics Measure-
ment for Optical Fibers at 1.3-1.6 μ m
Wavelength Region

Masamitsu Tokuda (Japan)

Differential Mode Attenuation and Delay
Measurement in Optical Fibre Communi-
cation

Udo Unrau (F. R. G.)

Some Characteristic Parameters of
Optical Fibers: Their Role and Appro-
priate Determination Methods

E. Brinkmeyer (F. R. G.)

Fundamental Mode Spot Size and
Electric Field Measurement in Single
Mode Fibres and Direct Derivation of
Fibre Propagation Properties

P. Sansonetti (France)

D分科より出された勧告は次の通りであった。

(1) URSIの名称とイメージはエレクトロニクスに及んでいないので例えばUnion Radio-Scientifique et Electronique Internationaleとする。

(2) 光導波路国際会議などを協催する。

(3) 次回総会では他の分科との重複を避けて関連分科とjoint sessionを計画する。

URSI総会は3年毎にヨーロッパとそれ以外の大陸で交互に開催される習慣となっているので、今回は1987年8月24日から9月4日までTel Aviv (Israel)で開かれることに決った。URSIの新らしい役員が選ばれ、会長には電離層の研究で著名なNational Physical Laboratory (India)所長のMittraが就任した。量子エレクト

ロニクス関係の分科の chairman および Vice-Chairman は A 分科はそれぞれ Hahn (Poland) および Leschiutta (Italy), また D 分科は Gambling (UK) および Okoshi (Japan) となった。

Firenze 附近には電波やエレクトロニクス関連の大学、研究所が幾つかあり、URSI 総会の事務局を援助していた。その中の一つで筆者の研究室と以前から関係があった光学研究所 (Istituto Nazionale di Ottica, INO) に招待されたので、URSI と直接の関係はないが紹介したい。

INO は Ministry of Public Instruction (文部省) 直轄の研究所であるが、Firenze 大学理学部との併任者も多く、大学院学生も多数研究に参加している。この点はフランスと似た組織となっている。また場所も Firenze 南方の丘の上で理学部構内にあり、物理学教室や電波望遠鏡と隣接している。すぐ南方の丘には Galileo Galilei が法王庁の許可を得て晩年を過ごした旧跡もあり、イタリアの自然科学における長い歴史が感ぜられる。研究所の現在の所長は以前 Mirano に居て光子統計などを研究していた Arecchi である。研究者は約20名で他に客員研究者と院生が計15名、技能員と事務関係計15名である。研究分野は光学の広範囲にわたっていて、量子光学 (レーザー物理、非線形系の不安

定現象)、光学計測 (干渉計、ホログラフィ、画像処理、光学装置設計)、電気光学システム (電気光学装置の工業的応用)、視覚 (視覚過程の物理) の各グループに分けられる。

量子光学グループの研究テーマは表2の通りである。

1. は URSI D 分科で Tredicce が講演した内容である。
2. は筆者らが以前提案した光・原子系の示す 3 重安定性の実験に初めて成功したもので、原子槽を挿入した光キャビティに直線偏光を入射させたとき、出力光に直線偏光、右廻り円偏光、左廻り円偏光の 3 種の安定状態が存在することを確認していた。
3. はレーザー光を用いて液体表面の乱流状態を観測し、カオスの理論で説明する構想で、実験の準備中であつた。
4. は光学と直接関係のないテーマも含まれているが、種々のカオス状態のシミュレーションに関するものであつた。

他のグループの研究は時間の都合で見ることが出来なかったが、3.5 m 口径の光学望遠鏡、天文衛星 Hipparcos の光学設計などイタリアの大型設備にも大きな役割を演じていた。

表2 Istituto Nazionale di Ottica の Quantum optics グループの研究課題

1. CO₂ lasers
 - 1.1. Laser with injected signal
 - 1.2. Interaction of forward and backward waves in a ring laser
 - 1.3. Instabilities in mode locking
2. Resonant interactions in Na cells
 - 2.1. Chaos in bi- and tri-stability by optical pumping
 - 2.2. Two-folded-photon echo
3. Surface tension instabilities in heated fluid layers investigated by laser techniques
4. Numerical and analog simulation of chaotic phenomena
 - 4.1. Multistability in driven oscillators
 - 4.2. Dimensionality of chaos in Volterra equations
 - 4.3. Collisions of Feigenbaum cascades
 - 4.4. 1/f tails in low frequency divergent spectra
 - 4.5. Cut-off of delay instabilities