

3.5 K-3VLBI システム用水素メーザの研究開発 -Hの研究にはげめ-

森川容雄

電波研の水素メーザの研究開発の歴史は昭和 40 年代にさかのぼる。昭和 41 年に米、スイスについて世界で三番目にメーザ発振に成功し、昭和 50 年頃には 10^{-15} 台の周波数安定度を実現していたが、当時の H メーザは 400l/s と 200l/s のイオンポンプを二台使用し、畳二枚×高さ約 2m ほどの大きさがあり、車で運搬することは想定されていなかった。しかし昭和 54 年に始まった K-3VLBI システム用 H メーザの開発では、 10^{-15} 台の周波数安定度を実現すると共に、小金井から鹿島に運搬するために H メーザの小型軽量化と可搬性が課題になった。H メーザの小型化は水素ビーム効率を改善しイオンポンプの負荷を低減することでイオンポンプと真空系を大幅に小型化し達成した。また、磁気シールドを真空内に設置し、断熱性を改善すると共に 1.4GHz の空洞共振器の固定に皿バネを使用し、共振器周波数の温度係数を改善し 10^{-15} 台の周波数安定度を実現した。

開発した H メーザを小金井から鹿島に輸送するときが一番心配したことは輸送時の振動により 1.4GHz の空洞共振器の周波数がずれることであった。このため鹿島に着くと早速鹿島の SG を借りて共振器の周波数をチェックしたところ、周波数のずれが許容範囲を超えていた。本当に周波数がずれていると、真空を開け共振器周波数を再調整しなければならないが、そのためにはメーザを小金井に送り返す必要がある。このため、鹿島三研のメンバーが見守る中、平静を装いながらも内心はかなり焦りながら共振器周波数の測定系を再チェックしたところ SG がフリーラン状態になっていたことが原因とわかり、SG の Ext. Ref に信頼できる 5MHz を接続したところ共振器周波数は許容範囲内にあることが確認でき、その後は順調にメーザ発振に成功し、内心ほっとしたのを覚えている。その後、二台のメーザの周波数比較をしたところ不規則に $4\sim 5 \times 10^{-14}$ レベルの周波数変動が観測された。最初、原因がわからず頭を抱えた。いくら考えても原因を特定できず頭を冷やすためメーザ庁舎の外に出ると、頭上で 26m アンテナが星を追尾して動いていた。庁舎に戻り環境磁場をモニターするとアンテナの動きに応じて 10mG 以上磁場が変動していた。二台のメーザのビート周波数を測定するため、一台には C 磁場と呼ばれる静磁場を通常よりかなり大きめに設定していたため、環境磁場の影響を受けやすく、これが原因であることが確認でき安心した。この現象は 1984 年に NASA GSFC で開かれた国際研究集会 (PTTI) で発表したところ、ドイツの WETZEL のグループが注目し、メーザを地下に設置したことを後年吉野さんから聞かされた。その後は大きなトラブルもなく K-3VLBI システムの基準周波数源として使用され日米 VLBI 実験等に貢献することができた。

最後に私事で恐縮だが、私はメーザを開発していた 1981 年に結婚した。結婚式の当日、鹿島三研から「エッチノケンキュウニハゲメ」という祝電をいただいたが、披露宴の出席者の中でこの意味を正確に理解できるのは当時の VLBI 本部長の佐分利総合研究官をはじめとする電波研関係者だけであったため、披露宴で読まれることはなかった。読まれることはなかったが、一番記憶に残っている祝電であり、実際、私はその後長きにわたり H の研究を続けることになった。当時の鹿島三研の皆様に感謝する次第である。