

広域雷予知・警報システム (SAFIR)

松浦 虔士*, 河崎 善一郎**



研究ノート

Lightning Monitoring and Warning System

Key Words : Lightning, VHF, Interferometer Prediction

1. はじめに

SAFIR (Système d'Alerte Foudre par Interferométrie Radioélectrique) は、フランスの航空宇宙研究所 (ONERA) 雷研究グループにより考案された、VHF 波帯干渉計型広域「雷予知及び警報」のためのシステム名である¹⁾。即ち同システムは単に雷放電位置を評定すると云う機能のみならず、雲及び対地放電の頻度及び分布を実時間処理で解析し、その傾向を元に雷雲の移動速度、落雷の可能性を予知すると云う機能を有している。そして南フランス、米国フロリダの雷観測に供され、興味ある成果を挙げている²⁾。

一方電力工学講座 (松浦研究室) では、これまでに雷放電に伴って放射される VHF・UHF 波帯電磁波の観測を行い、その放射強度や特性を明らかにしている^{3),4)}。そしてこれらの観測結果は SAFIR システムが、日本国内において利用可能である事を示唆していることから、近畿地方北部に SAFIR システムを設置し、雷の

観測に適用中である。そこで本稿では、SAFIR の概要と夏季雷活動の観測結果例を示し、本システムを紹介する。

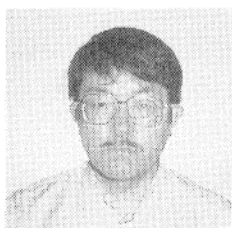
2. SAFIR システム

4 素子からなるアンテナアレイ (地上高 17 m・図 1) を、図 2 に示すサイト 1・弥栄町 (京都府)、サイト 2・彦根市 (滋賀県)、及びサイト 3・三国町 (福井県) の 3 地点に設置し、雲内ないし雲間放電及び対地放電 (落雷) に伴って放射される VHF 波帯インパルスを受信する。アンテナ各素子へ入射するインパルス波の位相差は、各アンテナサイトにおけるインパルス波の到来方位を与えるので、原理的には 2ヶ所以上のアンテナサイトを設ければ、各アンテナサイトにおける方位直線の交点 (いわゆる交会法) として、放電位置が決定できる。なお各アンテナサイトにおける受信機は、同システムで受信可能な 110~118MHz の内 115MHz、115.5MHz 及び 114MHz に各々同調 (帯域幅 1 MHz) している。ここに受信可能最低レベルは、背景雑音強度を考慮して、各々 -88dBm、-87dBm 及び -88dBm としている。

図 2 から判る様に上記アンテナサイトは、電気工学者の多くが興味を有している、冬季雷発生域としての若狭湾と、夏季雷の発生域としての琵琶湖周辺の両方を取り囲む、一辺約 100 Km の正三角形となるよう選定してある。さらに各アンテナアレイは、アンテナ頂部に装備した GPS 受信機により、5 マイクロ秒の精度で時間同期されている。また測定データは、各アンテナサイトに装備したパーソナルコンピュータにより、時間窓 100 マイクロ秒として一次処理され、公衆データ専用回線 (9,600BPS) を



*Kenji MATSUURA
1938年1月1日生
1960年大阪大学工学部電気
工学科卒業
現在、大阪大学工学部電気
工学科、教授、工学博士、
電力工学、
TEL 06-877-5111



**Zenichiro KAWASAKI
1949年1月17日生
1978年大阪大学大学院工学
研究科博士課程修了
現在、大阪大学工学部電気
工学科、松浦研究室助教授、
工学博士、電気工学、大気
電気学、
TEL 06-877-5111

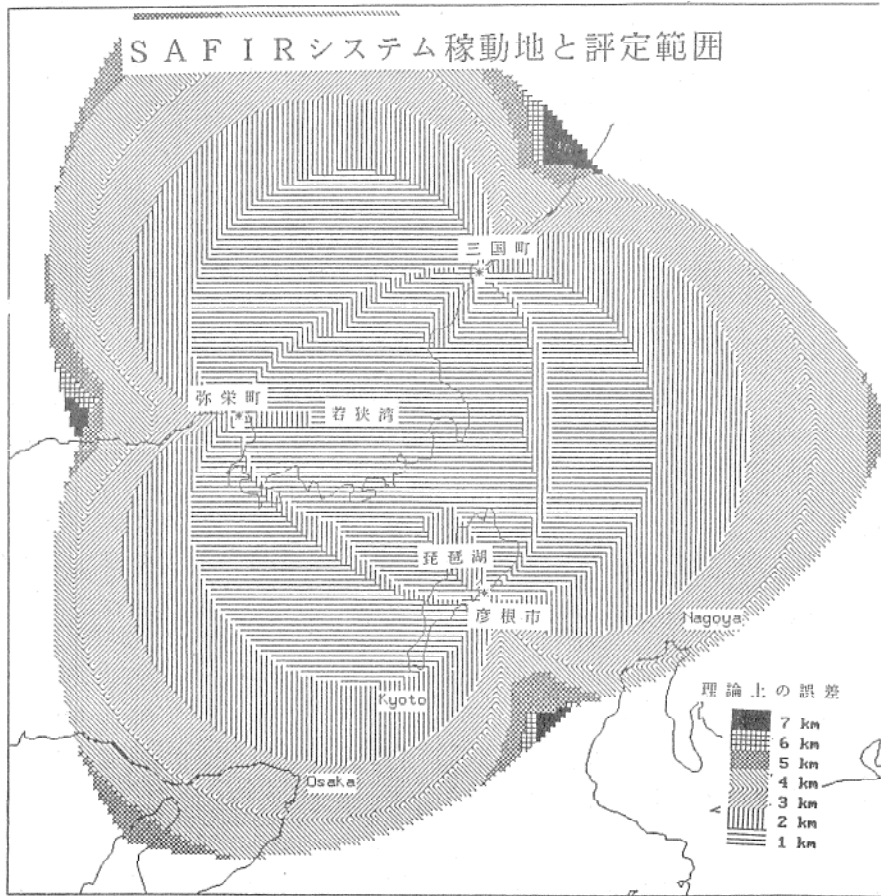


図1

アンテナ1 弥栄町 アンテナ2 三国町 アンテナ3 彦根市

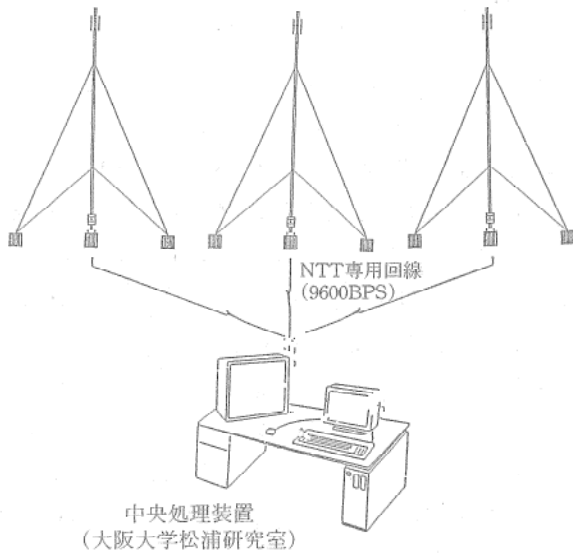


図2 雷予知システム

介して1秒毎にメインステーションのある大阪大学構内に転送されている。なお毎秒当りの評定可能放電総数は、データ転送、メインステーションの信号処理の都合上、最大100に限定している。

3. 放電位置評定の基準及びシステムの機能について

SAFIR システムでは、1秒間に最大100点の放電位置を評定するため、評定された各点の一つの雷撃に属するものであるか否かを、自動的に判別するための基準が必要である。そしてこの基準は、雷放電物理の観点から矛盾の無いものでなければならない。この様な観点から、SAFIR システムでは以下の基準を採用して位置評定を行っている。

- (1) 同一Flashの定義を、高々一秒の継続時間とする。
- (2) 同一Flashの水平距離としては、連続する評定点の距離が25Kmを越えないものとする。
- (3) (2)の2点間を現象(帰還雷撃等)が伝搬する速度としては、 5×10^7 m/secを越えないものとする。

以上の基準で評定された結果の一例を図3に示す。これは1991年9月5日18時頃の、滋賀県

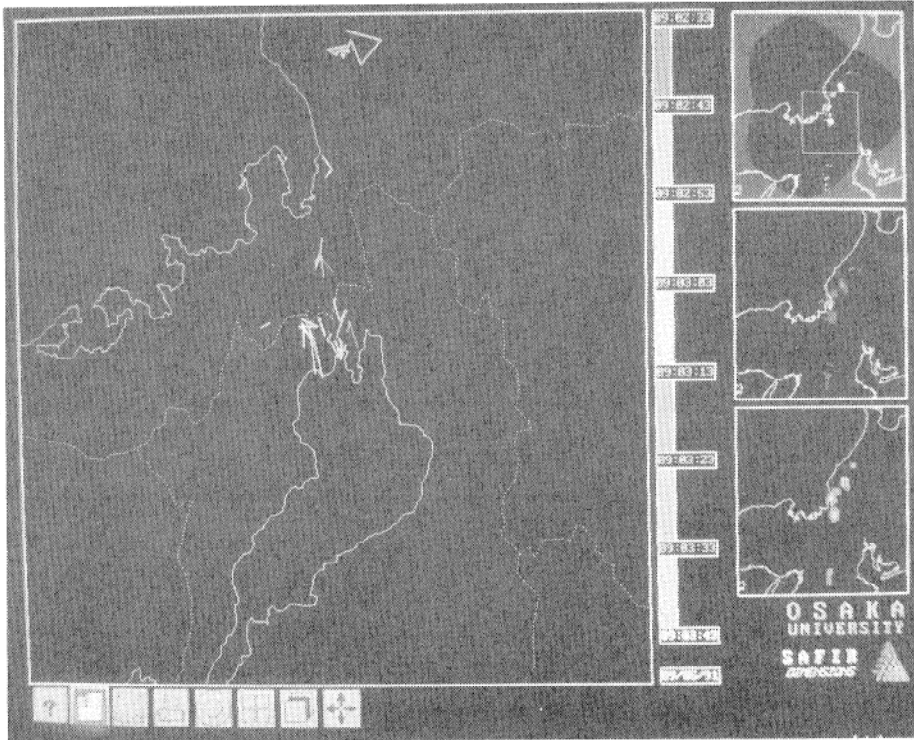


図 3

北部における発雷の様子で、点状の評定結果と線状の評定結果の両方が、認められていて興味深い。

ところでSAFIRシステムの有している機能

には、上記の実時間放電位置評定を含め以下の機能がある。

- (1) 実時間放電位置表示 (図 3)
- (2) 実時間放電密度表示

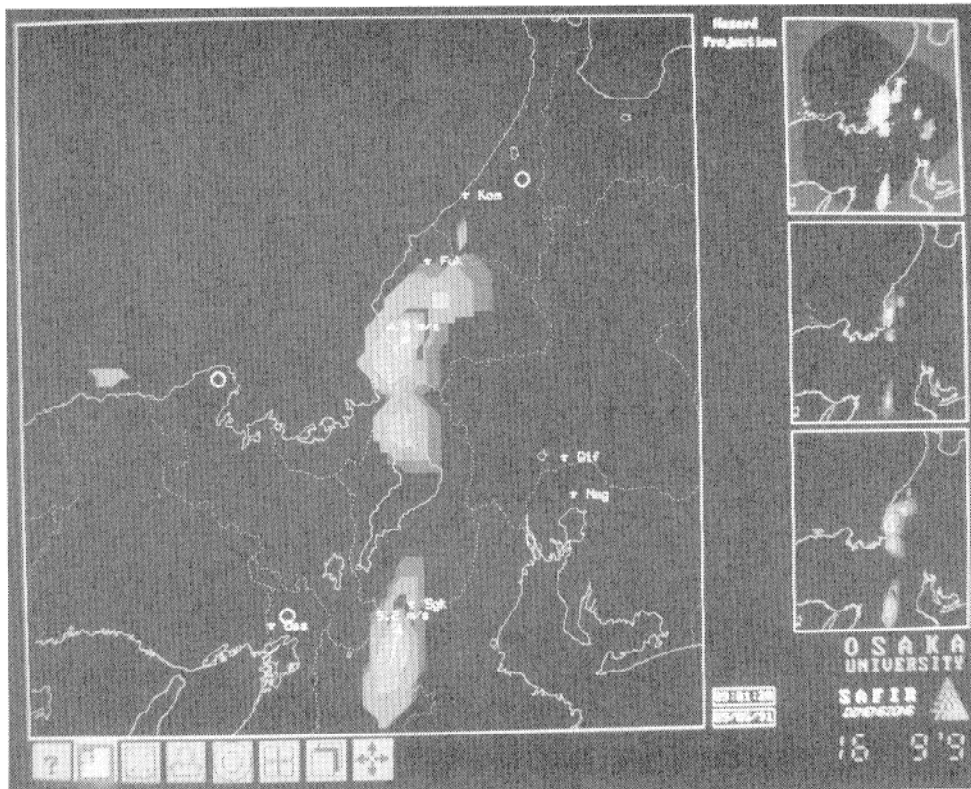


図 4

(3) 雷雲移動速度予測 (図4)

(4) 雷活動度統計

特に機能(4)は、今後種々の解析を進めるのに有効であると考えられるが、本稿の主たる目的が、システムの紹介にあるため、これ以上立ち入らないこととする。

4. 終わりに

1991年の夏は、気象的に不安定な日が多く、とりわけ北陸・若狭地区では、SAFIRシステムによる観測結果によれば、7月20日から8月1日まで連日発雷している。そこでSAFIRシステムによる雷活動の観測結果と、東尋坊気象レーダ(福井地方気象台の御好意による)の観測結果とを比較したところ、両者には高い相関が認められ、SAFIRシステムの性能に高い評価を得ることが出来た。今後本SAFIRシステムにより、不明な点が多く残されている、北陸地方冬季雷の性状の解明に取り組んで行く予定である。

参考文献

- 1) P. Richard et al.,: "VHF-UHF interferometric measurements application to lightning discharge mapping", Radio Science, Vol.20, No.2, PP.171-192, March0130-April, 1985
- 2) P. Laroche et al.,: "VHF discharges in storm cells producing microbursts", ICOLSE 1991, April PP.16-19, Cocoa Beach, Florida, USA, 1991
- 3) Z-I. Kawasaki et al.,: "The electric field changes and UHF radiations caused by the triggered lightning in Japan, Geophys. Res. Letters, Vol.18, 9, pp.1711-1714, 1991
- 4) 金尾他: "電磁界変化とUHF放射からみたロケット誘雷", 電学論誌(B), Vol. 111, No.10, PP.1079-1085, 1991

