The Auroral Large Imaging System
—Design, operation and scientific results

Akademisk avhandling

som med vederbörligt tillstånd av rektorsämbetet vid Umeå universitet för avläggande av filosofie doktorsexamen i rymdfysik framlägges till offentligt försvar i IRF:s aula, fredagen den 13 juni 2003, kl.9' (09.15.00). Disputationsakten kommer att äga rum på engelska.

av

Urban Brändström, Institutet för rymdfysik, Kiruna

Fakultetsopponent

Dr. Kirsti Kauristie, Meteorologiska institutet, Helsingfors, Finland.

Sammanfattning: Ett gemensamt skandinaviskt markbaserat nät av automatiserade stationer för avbildande norrskensstudier föreslogs 1989 av Åke Steen. Systemet gavs namnet ALIS efter engelskans "Auroral Large Imaging System". De huvudsakliga vetenskapliga motiven för detta återfanns inom norrskensfysiken, men möjligheten att använda ALIS för andra ändamål som tex. studier av polära stratosfärsmoln, meteorer och liknande fenomen insågs tidigt.

Denna avhandling fokuserar på konstruktion och drift av en svensk prototyp till ALIS bestående av sex obemannade fjärrstyrda stationer i norra Sverige som är inplacerade i ett rutnät med ungefär fem mils sida. Vidare ges en sammanfattning av de vetenskapliga resultaten.

Varje station är utrustad med en känslig, högupplösande (1024×1024 bildelement) icke-bildförstärkt avbildande monokromatisk CCD detektor. Ett filterhjul med plats för sex smalbandiga interferensfilter möjliggör avbildande spektroskopiska absolutmätningar av tex. norrskensemissioner. Stationernas inbördes avstånd (ca. 50 km) och synfält (ca. 50°–60°) är anpassade så att synfälten överlappar varandra. Detta gör det möjligt att använda triangulering och tomografiska metoder för att ta fram höjdinformation för de observerade fenomenen.

ALIS var troligen ett av de första instrumenten som utnyttjade icke-bildförstärkta högkvalitativa CCD detektorer för spektroskopiska avbildande flerstationsstudier av ljussvaga fenomen som tex. norrskensemissioner. Därvid är absolutkalibrering av de avbildande instrumenten ett lika viktigt som svårt problem.

Även om ALIS huvudsakligen byggdes för norrskensstudier, så kom, helt oväntat, merparten av de vetenskapliga resultaten från ett annat näraliggande område, nämligen radio-inducerade optiska emissioner. ALIS gjorde de första otvetydiga observationerna av detta fenomen på hög latitud samt den första inversionen (med tomografiliknande metoder) av höjdprofiler från dessa data. Övriga vetenskapliga resultat inkluderar uppskattningar av norrskenets elektronspektra med tomografiska metoder, resultat från koordinerade mätningar med satelliter och radarsystem samt studier av polära stratosfärsmoln. En ALIS-detektor användes vidare i ett samarbetsprojekt som resulterade i de första markbaserade norrskensbilderna tagna under dagtid. Nyligen gjorde ALIS observationer av ett meteorspår från en Leonid där en preliminär studie ger vissa belägg för att vatten observerats i meteorspåret.

Nyckelord: Flerstationsmätningar, Norrsken, Polära stratosfärsmoln, Radio-inducerade optiska emissioner, Rymdfysik, Spektroskopiskt avbildande mätningar, Tomografi.

The Auroral Large Imaging System
—Design, operation and scientific results

Abstract: The Auroral Large Imaging System (ALIS) was proposed in 1989 by Åke Steen as a joint Scandinavian ground-based network of automated auroral imaging stations. The primary scientific objective was in the field of auroral physics, but it was soon realised that ALIS could be used in other fields, for example studies of Polar Stratospheric Clouds (PSC), meteors and other atmospheric phenomena.

This report describes the design, operation and scientific results from a Swedish prototype of ALIS consisting of six unmanned remote-controlled stations located in a grid of about 50 km in northern Sweden. Each station is equipped with a sensitive high-resolution (1024×1024 pixels) unintensified monochromatic CCD-imager. A six-position filter-wheel for narrow-band interference filters facilitates absolute spectroscopic measurements of, for example, auroral and airglow emissions. Overlapping fields-of-view resulting from the station baseline of about 50 km combined with the station field-of-view of $50°$ to $60°$ enable triangulation as well as tomographic methods to be employed for obtaining altitude information of the observed phenomena.

ALIS was probably one of the first instruments to take advantage of unintensified (i.e. no image-intensifier) scientific-grade CCDs as detectors for spectroscopic imaging studies with multiple stations of faint phenomena such as aurora, airglow, etc. This makes absolute calibration a task that is as important as it is difficult.

Although ALIS was primarily designed for auroral studies, the majority of the scientific results so far have, quite unexpectedly, been obtained from observations of HF pump-enhanced airglow. ALIS made the first unambiguous observation of this phenomenon at high latitudes and the first tomography-like inversion of height profiles of the airglow regions. The scientific results so far include tomographic estimates of the auroral electron spectra, coordinated observations with satellite and radar, as well as studies of polar stratospheric clouds. An ALIS imager also participated in a joint project that produced the first ground-based daytime auroral images. Recently ALIS made spectroscopic observations of a Leonid meteor trail and preliminary analysis indicates the possible detection of water in the Leonid.

Keywords: Aurora, Artificial Airglow, HF pump-enhanced airglow, Multi-station measurements, Polar Stratospheric clouds, Radio-Induced optical emissions, Space physics, Spectroscopic imaging observations, Tomography.

IRF Scientific Report 279
Language: English
ISSN: 0284-1703
ISBN: 91-7305-405-4 pp. 183 pages

Kiruna, April 2003

Urban Brändström