地球電磁気学（space physics)研究で京大の果した役割,1940-2009年

１　黎明期

新城新蔵、1873生　物理学教授（田中舘先生門下、1921年京大初めての地球電磁気学の講義）

志田　順、1876生　地球物理学教授、地震学

松山基範、1884生　地質学教授、岩石磁気

２　開化期

長谷川万吉、1894生　地球物理学教授、地磁気Sq

前田憲一、　1909生　電子工学教授、電離層、電波伝搬

宮本正太郎、1912生　宇宙物理学教授、電離層、太陽

永田　武、　1913生　東大地球物理学教授、地磁気擾乱

宮本による研究

1 太陽コロナ温度（10^6 K)の発見
Astro. Soc. Japan (英文,1949); 学術研会議 (和文,1942)
歴史的未解決問題！

2 電離層散乱大気論
戦時研究, 秘資料（1945）
$O^+ + e = O + h\nu$ (散乱) → $O^+ + e$
井上雄二、 英文京大紀要、1955年（？）
再結合係数未知→serious error、戦後判明

前田（憲一）による研究

1　　電離層観測の草分け (1934)

2　　電離層物理学

　Ne(foF2) = f(magnetic dip latitude) の発見,
電波物理研報第1号(和文; 前田, 上田, 新川,1942）;
cf. Appleton(1946)

3　　電波伝搬（対流圏、電離圏、磁気圏 ）

4　　日本ロッケト観測開始, IGY(1958)

5　　日本学士院賞 （1972）、電離層の研究

日本のSq研究の初期条件

Sq,静穏日地磁気変化,$\Delta H(t_0, \theta)$at z=0は

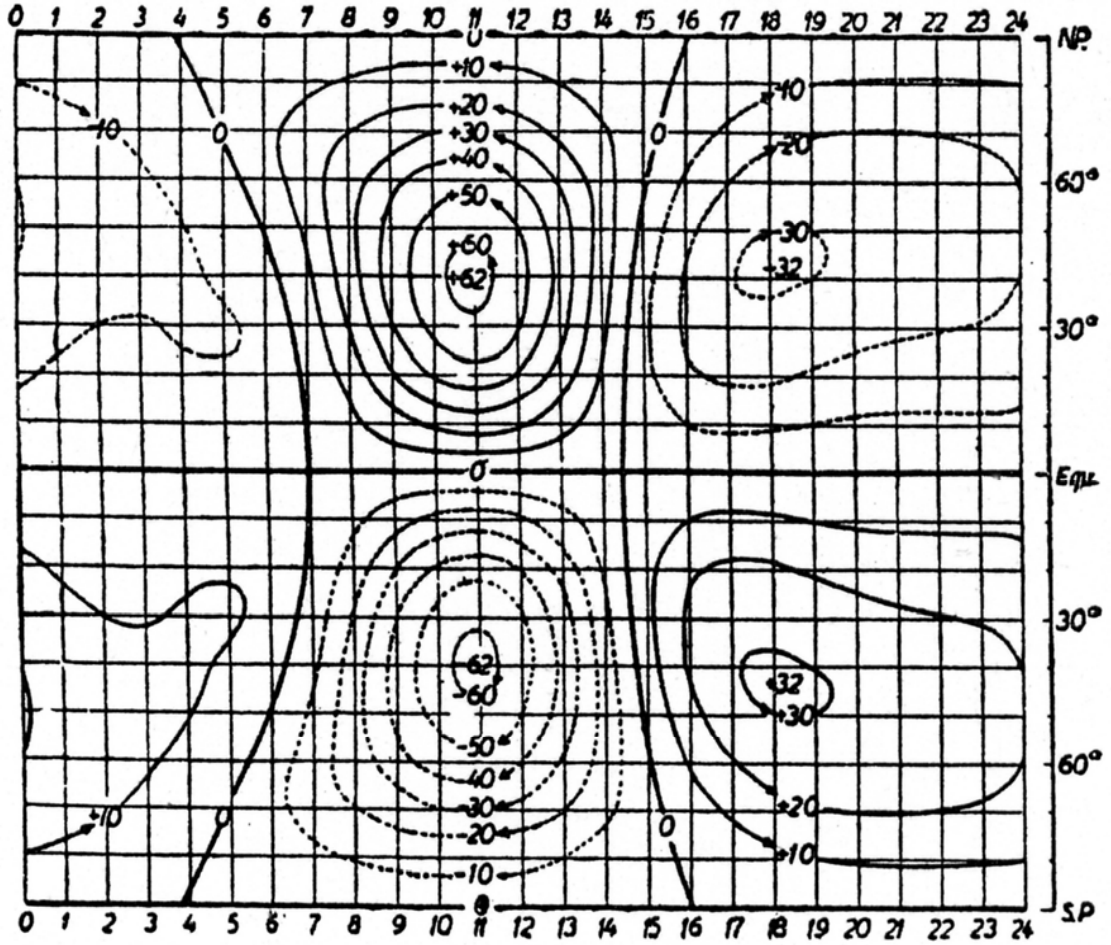
- 電離層 (Appleton, 1924;実測)に流れる電流による（Schuster、1889；ポテンシャル論）

  rot H = J

- 起電力は電離層の潮汐運動、潮汐ダイナモ（Stewart、1883；仮説)。

Sq Equivalent Horizontal— Electric— Current

(Bartels, 1902)



長谷川によるSqの研究

研究内容

- PY2(1932) に得られた Sq data を用いて、equivalent current vortex centerはday-to-dayに緯度変動することを発見した。この変動の説明には九大グループが最近成功した。
- 発表（英文）, H. > O. T., Proc. Imp. Acad. Tokyo, 1936-1938
- 紹介者、Chapman and Bartels, Geomagnetism, pp. 238-242,1940
- 受賞：日本学士院賞（1950年,地磁日変化の解析的研究)

研究意義

- 電離層電磁力学研究の源流; Sq の等価水平電流系が電離層中に実在すると仮定し, ダイナモ理論、J（Sq)= Σ（E+WxBo) with div J=0, rot E=0, Jz=0 から、Σ, E, W を推定（1950頃）、國際的関心を呼ぶ！この仮定の正当性は以後の観測で証明されている。

・ 永田教授、前田（憲）教授の頻繁な長谷川研研究会参加は、地磁気（静穏、擾乱）、電離層の綜合的理解に貢献。

長谷川-前田（憲）スクールの発展（1950－1970）

- Σ: 廣野; Σ_{eff} ＝ f(Σ , E) , theory on the Equatorial electro-jet 発表、JGG (1950-1955) cf. Cowing, Martyn, Maeda, K. (1945-1955）

- W: 廣野(div W=0), 前田坦(rot W=0), 加藤(tidal equation); discovering that W_{Sq} as $W_1 > W_2$, 歴史的半日潮汐論と矛盾！: 発表、JGG(1955, 1956); 紹介者(加藤論文); Dungey(1958)、Cosmic electro-dynamics, pp. 167-168

- E: 前田（坦）; $n_e(t,z) = f(E)$ by (EXB_0) drift: JGG(1955)

- Tides: 加藤;1日周期潮汐論確立、歴史的潮汐問題解決に成功: 発表、JGR(1966), cf. Lindzen(1966) disputing on priority. 受賞（本研究とMUレーダー開発：Appleton賞 ,1987, Roy Soc.; 日本学士院賞、平成元年)

- 電波伝搬: 木村; ホイッスラーモード 電波の電離層・磁気圏伝播、特にイオン効果: 発表 Radio Sci.(1966)

- 電波天文学の立上げ：宮本教授・前田教授協力結実せず？

27. 右 マルチン博士，左 長谷川先生　うしろに太田柾次郎，米沢利之，長島一男，加藤進，前田旧諸氏の顔がみえる　(昭和28年5月，一番前に筆者)

行き詰まり、打開、開拓

1　廣野：　laser radar,1966 →　lidar大気観測一般（力学、物性）→
熱圏大気観測（He レーザー, 2008）

2　前田（坦）：　magnetosphere、地磁気資料センター充実、サービス →杉浦、荒木、家森、町田

3　加藤：ダイナモ論検証、tides　and GWの　simulation and observation →大気上下結合

- 観測：MU radar, EAR, PANSY（深尾、津田、中村、佐藤（薫）他）

- Simulation：mechanistic model, GCM:　tides垂直伝播の日日変動が長谷川のSq 目玉の緯度変動を解明、宮原（九大）、藤原（東北大）

4　木村、大林：　ホイッスラー，マイクロ波伝播のロケット・衛星観測、実験　→　宇宙発電工学（松本他）

MU radar

- **Shigaraki, Japan,34.85 N, 136.10E: 46.5 MHz**

Area radius 103m, Maximum power 1MW pulse, 475 crossed Yagi, Active phased array

EAR

(Joint Operation by Kyoto Univ. and LAPAN)

- Sumatra, Indonesia;0.20◦ S, 100.32◦ E; 47 MHz

Area radius 110m; 560 Yagi, Maximum power 100kW pulse

総括と将来に期待すること

1．総括

- 京大での地球電磁気学（space physics)研究はユニークな理学工学融合体制の成果の歴史であり、その成果は國際的に高く評価されている。われわれが国内外に持つ広い人脈がこの歴史の形成に貢献しているだろう。

2．将来に期待すること

- 大学研究組織については、南極観測事業以外でも、防衛省との研究協力を期待する。cf. GPS, Internet　開発（NAE prize)
また、途上国と恒久的協力組織の確立を期待する。 cf. Y.Y. COE’s

- 理念については、Serendipity意欲の維持と共に、哲学的思弁を忘れないことを期待する。　cf. F. Bacon (学問の進歩、1605年)