

Global characteristics between the equatorial electrojet and neutral wind in the Mesosphere-Thermosphere-Ionosphere region

SHUJI ABE¹, ATSUKI SHINBORI², AKIYO YATAGAI², DAISUKE IKEDA³, KIYOHUMI YUMOTO¹, TOSHITAKA TSUDA² AND IUGONET

¹International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University

²Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

³Department of Informatics, Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

E-mail: abeshu@serc.kyushu-u.ac.jp

The equatorial electrojet (EEJ) is a huge eastward current which flows at the dayside equatorial region of the Earth's ionosphere, in a narrow channel ($+3\sim 5$ degrees in latitudinal range). The EEJ current is observed as an enhanced magnetic variation of the horizontal component of geomagnetic field at the dayside magnetic dip equator. The main mechanism of EEJ is an effect of polarization electric field in the E region of the ionosphere at the dip equator caused by the horizontal magnetic field at the magnetic equator [e.g., Forbes, 1981]. In a recent study, many researchers show the results which comes to relationship the neutral wind and EEJ [e.g., Fang et al., 2008, Aveiro et al., 2009]. However, lack of the long-term comparison analysis of geomagnetic field and wind data obtained from ground magnetometer and atmospheric radars, the detailed relationship between the EEJ and neutral wind fluctuations in the mesosphere and lower thermosphere (MLT) regions has not yet been revealed.

We compared the long-term variation of geomagnetic field data obtained from ground magnetometers which belong to MAGDAS managed by International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University and neutral wind data obtained from medium frequency (MF) radar which operated by Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University. These instruments were located at the equatorial region. Figure 1 shows the map of instruments which is used in this study.

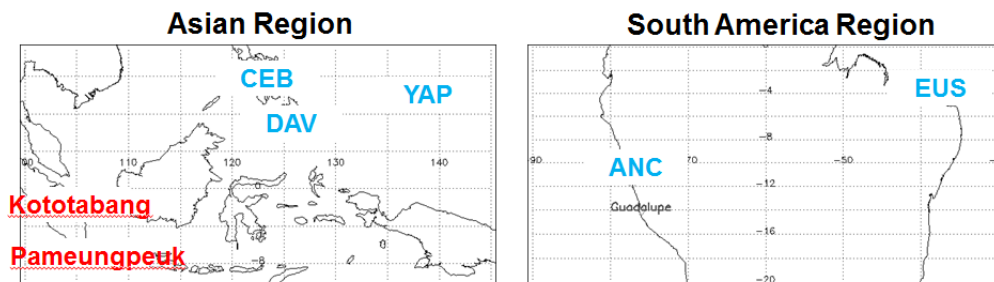


Fig. 1. Instruments map.

As a result, we found that the relationship between the variations of zonal wind and the residual-EEJ showed a clear inverse correlation (Figure 2). Here, the residual-EEJ is defined as the deviation from the second order fitting curve between the EUV flux and the EEJ amplitude. These results suggest that the vertical current (J_z), which is generated by the dynamo action due to the zonal wind perpendicularly across to the background magnetic field, changes the Cowling conductivity derived under the condition of $J_z=0$. This trend is observed in not only the Asia Pacific region (close to the radar) but also the South Africa region (far from the radar site).

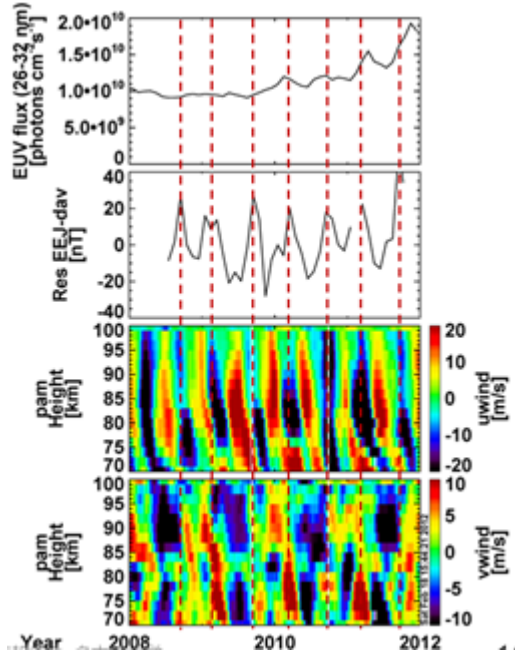


Fig. 2. Relationship between the variations of zonal wind and the residual-EEJ observed at Asian region.

Upper panel shows the EUV flux observed SOHO SEM, second panel shows the residual EEJ amplitude observed at Davao station, third panel shows the zonal wind velocity observed at Pameungpeuk station, and the bottom panel shows the meridional wind velocity observed at Pameungpeuk station. We found that the good relationship between the residual EEJ and zonal wind variation (red dashed line).

We also performed the frequency analysis to quantitatively define the relationship of zonal wind and residual-EEJ, and found that both of the neutral wind and residual-EEJ have almost the same dominant frequency (Figure3). In addition, we perform the comparative analysis with neutral wind data observed from the satellite, and also found the neutral wind disturbance has the same dominant frequency around the equatorial region.

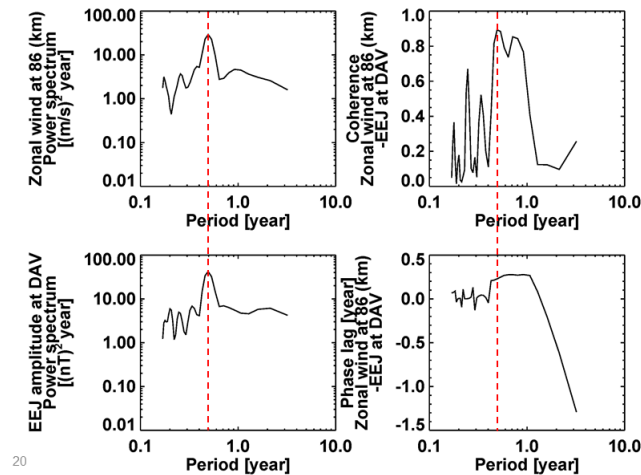


Fig. 3. Frequency analysis results between zonal wind and residual-EEJs

In this study, we show the good correlation between the semiannual variation of zonal wind at mesosphere and lower thermosphere region and residual equatorial electrojet as an observation result. We concluded that there are some effects upon the electromagnetic environment at

ionospheric E-layer from the neutral wind, and we observed one of the above effects at magnetic equator region.

Acknowledgment

This work is supported by the Inter-University Upper Atmosphere Global Observation Network (IUGONET) project funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan.

Reference

1. *Forbes* The equatorial electrojet, *Reviews of Geophysics*, Volume 19, Issue 3, pages 469-504, August 1981
2. *Fang T.W., Richmond A.D., Liu J.Y., Maute A.* Wind dynamo effects on ground magnetic perturbations and vertical drifts, *J. Geophys. Res.*, 113, A11313, doi:10.1029/2008JA013513.
3. *Aveiro H.C., Denardini C.M., Abdu M.A.* Climatology of gravity waves induced electric fields in the equatorial E region, *J. Geophys. Res.*, 114, A11308, doi:10.1029/2009JA014177.

Глобальные характеристики связи между экваториальными электроджетами и нейтральным ветром в области мезосфера-термосфера-ионосфера

Абе С.¹, Шинбори А.², Ятагай А.², Икеда Д.³, Юмото Р.¹, Тсуда Т.¹ и IUGONET

¹ *Международный центр исследования космической погоды и образования, Университет Кюсю, Фукуока, Япония*

² *Научно-исследовательский институт возобновляемой среды обитания человека, Университет Киото, Япония*

³ *Отдел информационных технологий, Университет Кюсю, Фукуока, Япония*

Экваториальный электроджет (ЭЭД) представляет собой огромный ток, который течет в восточном направлении на дневной стороне экваториальной области ионосферы Земли по узкому каналу ($\pm(3 \sim 5)^\circ$ в широтном диапазоне). Ток ЭЭД регистрируется как усиленная магнитная вариация горизонтальной компоненты геомагнитного поля на дневной стороне магнитного экватора. Основной механизм ЭЭД - эффект поляризованного электрического поля в E области ионосферы на магнитном экваторе, вызванное горизонтальным магнитным полем на магнитном экваторе [например, Forbes, 1981]. В результате недавних исследований многие ученые говорят о связи нейтрального ветра и ЭЭД [например, Fang et al., 2008, Aveiro et al., 2009]. Тем не менее, из-за отсутствия долгосрочного анализа сравнения данных геомагнитного поля и ветра, полученных с помощью наземных магнитометров и атмосферных радаров, еще не была установлена точная связь между ЭЭД и колебаниями нейтрального ветра в области мезосферы и нижней термосферы (МНТ). Мы сравнили многолетние данные вариаций геомагнитного поля, полученные с наземных магнитометров, которые принадлежат системе MAGDAS, управляемой Международным Центром Наук о Космической погоде и Образования университета Кюсю, и

данные солнечного ветра, полученные с помощью радара средней частоты (СЧ), который контролирует Исследовательский Институт Устойчивой Гуманосферы Университета Киото. Эта аппаратура установлена в экваториальной области. В результате мы обнаружили, что взаимосвязь между вариациями зонального ветра и остаточным ЭЭД имела четкую обратную корреляцию. Здесь остаточный ЭЭД определяется как отклонение от сглаживающей кривой второго порядка между потоком EUV и амплитудой ЭЭД. Эти результаты предполагают, что вертикальный ток (J_z), который генерируется действием динамо в результате зонального ветра перпендикулярно фоновому магнитному полю, меняет проводимость Каулинка, полученной при условии $J_z = 0$. Эта тенденция наблюдается не только в Азиатской части Тихоокеанской зоны (близко к радару), а также в Южной Африке (далеко от радара). Мы также выполнили частотный анализ, чтобы численно определить взаимосвязь зонального ветра и остаточного ЭЭД и обнаружили, что как нейтральный ветер, так и остаточный ЭЭД имеют практически одну и ту же преобладающую частоту с небольшой разницей. К тому же, мы выполнили сравнительный анализ с данными нейтрального ветра, зарегистрированными на спутнике и обнаружили, что возмущение нейтрального ветра имеет почти одну и ту же преобладающую частоту в экваториальной области.