

2009年度堀内賞の受賞者決まる

受賞者：藤井理行（国立極地研究所）

 本山秀明（国立極地研究所）

 渡邊興亜（総合研究大学院大学）

研究業績：南極ドームふじ深層氷床コア掘削計画の推進と古気候・古環境復元研究への貢献

選定理由：南極昭和基地から内陸へ1000 km、標高3800 m に位置するドームふじ基地において、1994年（第35次南極地域観測隊）から96年（第37次隊）にかけてドーム計画と称される氷床掘削が行われ、過去34万年に相当する2503 m の深層氷床コアの採取に成功した。渡邊興亜氏はこの第Ⅰ期ドーム計画のプロジェクトリーダーとして計画実現に尽力し、藤井理行氏および本山秀明氏は現場責任者として、基地建設や掘削準備、そして実際の掘削を担い、さらにコア解析の推進に貢献した。掘削されたコアの解析からは、およそ10万年周期の氷期—間氷期サイクルが3つみられること、氷期末期の気温が最も低い時期にダスト濃度が極大を示すこと、それは全球的な海面水位の低下に伴って露出した大陸周辺大陸棚に起源を持つダストが強風によって長距離輸送されたものという仮説を提唱するなど、多くの成果が得られた。

第Ⅰ期掘削に引き続いて、100万年におよぶ古気候・古環境の解明を目指し、岩盤到達を目標とする第Ⅱ期氷床深層掘削が行われ、3035 m のコアが採取された。藤井氏はこのプロジェクトのリーダーとして計画の実現に尽力し、本山氏は掘削の現場責任者として2003年から4回にわたり南極に赴き、一貫して氷床掘削にあたった。2006年には、第Ⅰ期での最終到達深度を越え、2007年には多くのトラブルに苦しめられつつも、ほぼ岩盤までの氷床コアの採取に成功した。第Ⅱ期コアの最深部の年代は約72万年と導かれ、ヨーロッパ連合により南極ドームCで掘削された80万年のコアに次ぐ古い氷床コアとなっている。

これらの掘削で得られた氷床コアの解析により、過去72万年にわたる古気候・古環境に関わる新たな知見が得られつつある。特に、最近、世界に先駆けてコア含有ガス成分の高精度分析により絶対年代決定が実現したことは画期的であり、今後世界の標準コアとなり得るものであり、さらに将来の気候環境

を予測する上で必須である氷床気候モデルの検証に不可欠なデータを提供するものである。

以上で述べたように、100万年スケールの気候環境変動研究の中心的指標となるドームふじ深層氷床コアの掘削を成し遂げたことは偉大な功績であり、現在、藤井、本山両氏のリーダーシップのもとで精力的に進められているコア解析の成果は、古気候・古環境の復元にとって重要な知見を与える。

藤井、本山、渡邊氏によるこれらのプロジェクトの推進および研究業績は、気象学の境界領域・隣接分野の発展および未開拓分野の学問創成に貢献すること大である。

以上の理由により、日本気象学会は藤井理行・本山秀明・渡邊興亜の各氏に2009年度堀内賞を贈呈するものである。

主な関連論文（年代順）：

Watanabe, O., J. Jouzel, S. Johnsen, F. Parrenin, H. Shoji and N. Yoshida, 2003 : Homogeneous climate variability across East Antarctica over the past three glacial cycles. *Nature*, **422**, 509-512.

Kawamura, K., T. Nakazawa, S. Aoki, S. Sugawara, Y. Fujii and O. Watanabe, 2003 : Atmospheric CO₂ variations over the last three glacial-interglacial climatic cycles deduced from the Dome Fuji deep ice core, Antarctica using a wet extraction technique. *Tellus*, **55B**, 126-137.

Fujii, Y., M. Kohno, S. Matoba, H. Motoyama and O. Watanabe, 2003 : A 320 k-year record of microparticles in the Dome Fuji, Antarctica ice core measured by laser-light scattering. *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Special Issue*, **57**, 46-62.

North Greenland Ice-Core Project (NorthGRIP) Members (including Y. Fujii, H. Motoyama and O. Watanabe), 2004 : High-resolution record of the Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, **431**, 147-151.

Iizuka, Y., M. Takata, T. Hondoh and Y. Fujii, 2005 : High-time-resolution profiles of soluble ions in the last glacial period of a Dome Fuji (Antarctica) ice core. *Ann. Glaciol.*, **39**, 452-456.

Motoyama, H., N. Hirasawa, K. Satow and O. Watanabe, 2005 : Seasonal variations in oxygen isotope ratios of daily collected precipitation and

wind drift samples and in the final snow cover at Dome Fuji Station, Antarctica. *J. Geophys. Res.*, **110**, D11106, doi : 10.1029/ 2004 JD004953.

Kawamura, K., J.P. Severinghaus, S. Ishidoya, S. Sugawara, G. Hashida, H. Motoyama, Y. Fujii, S. Aoki and T. Nakazawa, 2006 : Convective mixing of air in firn at four polar sites. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **244**, 672-682.

Saito, T., Y. Yokouchi, S. Aoki, T. Nakazawa, Y. Fujii and O. Watanabe, 2007 : Ice-core record of methyl chloride over the last glacial-Holocene climate change. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L03801, doi : 10.1029/ 2006 GL028090.

Kawamura, K., F. Parrenin, L. Lisiecki, R. Uemura, F. Vimeux, J.P. Severinghaus, M.A. Hutterli, T. Nakazawa, S. Aoki, J. Jouzel, M.E. Raymo, K. Matsumoto, J. Nakata, H. Motoyama, S. Fujita, K. Goto-Azuma, Y. Fujii and O. Watanabe, 2007 : Northern Hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years. *Nature*, **448**, 912-916, doi : 10.1038/nature06015.

Suzuki, K., T. Yamanouchi and H. Motoyama, 2008 : Moisture transport to Syowa and Dome Fuji stations in Antarctica, *J. Geophys. Res.*, **113**, D24114, doi : 10.1029/ 2008 JD009794.

Uemura, R., Y. Matsui, K. Yoshimura, H. Motoyama and N. Yoshida, 2008 : Evidence of deuterium excess in water vapor as an indicator of ocean surface conditions. *J. Geophys. Res.*, **113**, D19114, doi : 10.1029/2008 JD010209.

受賞者：三枝信子（国立環境研究所）

研究業績：森林生態系における炭素循環の観測的研究とそのアジアへの展開

選定理由：地球上の各気候帯に属する森林生態系が二酸化炭素の吸収源・放出源のどちらであるのか、また将来の気候変動に伴い吸収・放出量がどう変化していくかは、今後の気候変動そのものに大きな影響を及ぼす重要な研究課題である。このような研究のためには、森林生態系における炭素収支を精度良く、長期間にわたり測定することが不可欠である。

三枝信子氏は、微気象学の理論を応用した渦相関法の中でも最も精度が高いデータが継続的に得られる closed path 法（サンプル空気をチューブで赤外線非分散分析計にとりこみ分析する手法）による二酸化炭素と水蒸気フラックスの測定装置を、日本で

初めて山岳地や海外での長期観測に耐えるように改良した。そしてこの装置を使って、岐阜県高山市の25 m タワーにおいて1998年から長期間観測を実施した。この結果、高山観測地点の冷温帯広葉樹林の炭素吸収量の年々変動がエルニーニョと関連があり、エルニーニョの年には暖冬により展葉開始が早まり炭素固定が増加すること、またエルニーニョ終了後の夏には日照不足や低温により炭素固定量が減少することなどを示した。また筑波大学のリモートセンシンググループとの共同で、このようなエルニーニョによる変動が東アジア全体で見られることを明らかにした。さらに環境省の「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」プロジェクトのサブテーマである「ボトムアップ（微気象・生態学的）アプローチによる陸域生態系の炭素収支解析」において、自らの微気象学的手法による炭素収支測定の結果をもとに、アジア各地の観測点の担当者をはじめ生態学、衛星リモートセンシングの研究者の協力を得て複数の研究機関のデータを同じ品質のデータでまとめあげた。このデータを使った解析により、アジアの熱帯から寒帯に至る観測された地点のほとんどの生態系で炭素が吸収されていることをアジアで最初に示した。

これらの研究活動に加えて三枝氏は、渦相関法による炭素収支の測定手法をアジア各国に広めるため、アジアにおける国際炭素収支観測ネットワークである AsiaFlux の主要なメンバーとしてトレーニングコースの責任者も務めるなどの尽力を行った。

このように三枝氏は、微気象学の理論に基づく精度の高い渦相関法を日本において確立し、国内外の異なる研究分野の研究者と連携しながらアジア各地へと展開した。そして長期かつ広域にわたるアジアでの観測にもとづき、気象に大きな影響を及ぼす生態系を含む地表面過程や、グローバルな気候に影響する炭素循環における陸域生態系の正確な役割の理解に大きな貢献をした。

陸域生態系や炭素循環は、今後の地球環境の変化と相互作用をし、気象や気候の変動に大きな影響を及ぼす可能性を持っており、学際的な研究が必要な領域である。三枝氏のこれらのプロジェクトの推進および研究業績は、気象学の境界領域・隣接分野の発展および未開拓分野の学問創成に貢献すること大である。

以上の理由により、日本気象学会は三枝信子氏に

2009年度堀内賞を贈呈するものである。

主な関連論文 (年代順) :

- Saigusa, N., S. Liu, T. Oikawa and T. Watanabe, 1996 : Seasonal change in CO₂ and H₂O exchange between grassland and atmosphere. *Ann. Geophys.*, **14**, 342-350.
- Saigusa, N., T. Oikawa and S. Liu, 1998 : Seasonal variations of the exchange of CO₂ and H₂O between a grassland and the atmosphere : An experimental study. *Agric. For. Meteor.*, **89**, 131-139.
- Yamamoto, S., S. Murayama, N. Saigusa and H. Kondo, 1999 : Seasonal and inter-annual variation of CO₂ flux between a temperate forest and the atmosphere in Japan. *Tellus*, **51B**, 402-413.
- Saigusa, N., S. Yamamoto, S. Murayama, H. Kondo and N. Nishimura, 2002 : Gross primary production and net ecosystem exchange of a cool-temperate deciduous forest estimated by the eddy covariance method. *Agric. For. Meteor.*, **112**, 203-215.
- Wang, H., N. Saigusa, S. Yamamoto, H. Kondo, T. Hirano, A. Toriyama and Y. Fujinuma, 2004 : Net ecosystem CO₂ exchange over a larch forest in Hokkaido, Japan. *Atmos. Environ.*, **38**, 7021-7032.
- Saigusa, N., S. Yamamoto, T. Ohtsuka, S. Murayama, H. Kondo and H. Koizumi, 2005 : Inter-annual variability of carbon budget components in a cool-temperate deciduous forest in Japan (Takayama, AsiaFlux). *Phyton*, **45**, 81-88.
- Saigusa, N., S. Yamamoto, S. Murayama and H. Kondo, 2005 : Inter-annual variability of carbon budget components in an AsiaFlux forest site estimated by long-term flux measurements. *Agric. For. Meteor.*, **134**, 4-16.
- Ito, A., N. Saigusa, S. Murayama and S. Yamamoto, 2005 : Modeling of gross and net carbon dioxide exchange over a cool-temperate deciduous broad-leaved forest in Japan : Analysis of seasonal and interannual change. *Agric. For. Meteor.*, **134**, 122-134.
- Owen, K. E., J. Tenhunen, M. Reichstein, Q. Wang, E. Falge, R. Geyer, X. Xiao, P. Stoy, C. Ammann, A. Arain, M. Aubinet, M. Aurela, C. Bernhofer, B. H. Chojnicki, A. Granier, T. Gruenwald, J. Hadley, B. Heinesch, D. Hollinger, A. Knohl, W. Kutsch, A. Lohila, T. Meyers, E. Moors, C. Moureaux, K. Pilegaard, N. Saigusa, S. Verma, T. Vesala and C. Vogel, 2007 : Linking flux network measurements to continental scale simulations : ecosystem carbon dioxide exchange capacity under non-water-stressed conditions. *Global Change Biol.*, **13**, 734-760.
- Luysaert, S., I. Inglima, M. Jung, A. D. Richardson, M. Reichstein, D. Papale, S. L. Piao, E.-D. Schulze, L. Wingate, G. Matteucci, L. Aragao, M. Aubinet, C. Beer, C. Bernhofer, K. G. Black, D. Bonal, J.-M. Bonnefond, J. Chambers, P. Ciais, B. Cook, K. J. Davis, A. J. Dolman, B. Gielen, M. Goulden, J. Grace, A. Granier, A. Grelle, T. Griffis, T. Grünwald, G. Guidolotti, P. J. Hanson, R. Harding, D. Y. Hollinger, L. R. Hutyyra, P. Kolari, B. Kruijft, W. Kutsch, F. Lagergren, T. Laurila, B. E. Law, G. Le Maire, A. Lindroth, D. Loustau, Y. Malhi, J. Mateus, M. Migliavacca, L. Misson, L. Montagnani, J. Moncrieff, E. Moors, J. W. Munger, E. Nikinmaa, S. V. Ollinger, G. Pita, C. Rebmann, O. Roupsard, N. Saigusa, M. J. Sanz, G. Seufert, C. Sierra, M.-L. Smith, J. Tang, R. Valentini, T. Vesala and I. A. Janssens, 2007 : CO₂ balance of boreal, temperate and tropical forests derived from a global database. *Global Change Biol.*, **13**, 2509-2537.
- Saigusa, N., S. Yamamoto, R. Hirata, Y. Ohtani, R. Ide, J. Asanuma, M. Gamo, T. Hirano, H. Kondo, Y. Kosugi, S.-G. Li, Y. Nakai, K. Takagi, M. Tani and H. Wang, 2008 : Temporal and spatial variations in the seasonal patterns of CO₂ flux in boreal, temperate, and tropical forests in East Asia. *Agric. For. Meteor.*, **148**, 700-713.
- Hirata, R., N. Saigusa, S. Yamamoto, Y. Ohtani, R. Ide, J. Asanuma, M. Gamo, T. Hirano, H. Kondo, Y. Kosugi, S.-G. Li, Y. Nakai, K. Takagi, M. Tani and H. Wang, 2008 : Spatial distribution of carbon balance in forest ecosystems across East Asia. *Agric. For. Meteor.*, **148**, 761-775.
- Ohtsuka, T., N. Saigusa and H. Koizumi, 2009 : On linking multiyear biometric measurements of tree growth with eddy covariance-based net ecosystem production. *Global Change Biol.*, **15**, 1015-1024.