

2021 年度堀内賞の受賞者決まる

受賞者：飯泉仁之直（農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境研究部門）

研究業績：季節予報を用いたグローバルな穀物収量変動の予測・情報提供システムの開発

選定理由：

気候変化が顕在化する中、農業分野においては、季節予報を含む、気象データのより高度な利用が気候変動適応における実務上の課題となっている。飯泉氏は気象学と農業環境工学にまたがる学際的分野を牽引し、農業分野における気候変動リスク評価および気候変動適応の研究において顕著な成果を挙げてきた。

飯泉氏の研究内容は農業気象学に該当し、人為的な温室効果ガス排出に由来する気候変化[業績 13, 15, 16, 22, 23, 25]や、エルニーニョ・南方振動などの大気海洋系変動[8, 21, 26]、干ばつ[17]などの極端気象が世界の穀物生産に及ぼす影響の評価と対応技術の開発を行ってきた。これらの成果のうち、対応技術の開発において、気候変動適応と極端気象対応の両方に資する技術として季節予報に基づく穀物のグローバルな収量変動予測技術の開発を進めた点[7, 12, 14, 18, 19, 26, 27]、および、世界の食料機関などを対象に 2019 年 6 月より予測サービスの 1 年 9 カ月(2021 年 3 月時点)の試験運用を達成した点は特筆に値する[24, 27]。そのみならず、気候変動リスク評価については、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第 2 作業部会の第 5 次評価報告書では 6 編[1, 2, 3, 4, 5, 6]、1.5°C 特別報告書では 2 編[5, 13]、陸域特別報告書では 6 編の論文[4, 7, 10, 11, 13, 15]がそれぞれ引用されている。

季節予報を用いた収量予測はこれまでもあったが、予測対象が特定の国・地域に限られていた。我が国を含め、経済のグローバル化により多くの国が食料を輸入するようになっており、気候変化に伴う極端気象による国際的な食料調達リスクはこれまでになく高まっている。飯泉氏が先導したグローバルスケールでの季節予報の農業応用は時宜に適うものであり、季節予報データの新たな応用分野を切り開いた。

例えば、飯泉氏は季節予報を用いて、世界の収穫面積の約 2 割の地域で収穫 3 ヶ月前に主要穀物の収量変動が予測可能なことを明らかにした[7]。その後、韓

国の APEC 気候センター (APCC) のマルチ・モデル・アンサンブル季節予報を利用することにより、収穫 3 カ月前に収量変動を予測できる地域が世界の収穫面積の約 3 割に拡大できることを示した [14]。こうした収量変動予測情報の社会実装は年々、着実に進んでいる。2014 年にエルニーニョの発生が懸念された際には、農林水産省大臣官房政策課食料安全保障室が公表する「海外食料需給レポート (Monthly Reports)」に予測情報を提供した [9]。2019 年 6 月からは、試験運用中のサービスを用いて、予測情報を食料安全保障室など世界の食料機関関係者に毎月、提供を開始した [24]。2019 年 10 月には、リオデジャネイロで開催された AMIS (農業市場情報システム) 世界食料市場情報グループ第 16 回会合において、20 を超える国と国際機関の代表に試験運用中の全球収量変動予測サービスについて紹介した [20]。

飯泉氏はさらに、APCC および欧州委員会共同研究センター (EC/JRC) と共同で、2019 年北半球における収量変動予測の予測精度の評価結果を *Weather and Forecasting* に公表した [27]。また気温と降水量の季節予報に加えて、様々な気候変動指数を収量変動予測に考慮する試み [26] を気象庁気象研究所と進めるなど、季節予報に基づく収量変動予測を軸とする気候変動適応技術についての研究と社会実装を精力的、国際的に牽引している。

以上の理由により、日本気象学会は飯泉仁之直氏に 2021 年度堀内賞を贈呈するものである。

主な論文リスト (年代順) :

1. Iizumi, T., M. Yokozawa, Y. Hayashi and F. Kimura, 2008: Climate change impact on rice insurance payouts in Japan. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 2265-2278.
2. Iizumi, T., M. Yokozawa and M. Nishimori, 2009: Parameter estimation and uncertainty analysis of a large-scale crop model for paddy rice: application of a Bayesian approach. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149, 333-348.
3. Okada, M., T. Iizumi, Y. Hayashi and M. Yokozawa, 2009: A climatological analysis on the recent declining trend of rice quality in Japan. *Journal of*

Agricultural Meteorology, 65, 327-337.

4. Iizumi, T., M. Yokozawa and M. Nishimori, 2011: Probabilistic evaluation of climate change impacts on paddy rice productivity in Japan. *Climatic Change*, 107, 391-415.
5. Okada, M., T. Iizumi, Y. Hayashi and M. Yokozawa, 2011: Modeling the multiple effects of temperature and radiation on rice quality. *Environmental Research Letters*, 6, 034031, doi:10.1088/1748-9326/6/3/034031.
6. Sakurai, G., T. Iizumi and M. Yokozawa, 2012: Varying temporal and spatial effects of climate on maize and soybean affect yield prediction. *Climate Research*, 49, 143-154, <https://doi.org/10.3354/cr01027>.
7. Iizumi, T., H. Sakuma, M. Yokozawa, J.-J. Luo, A. J. Challinor, M. E. Brown, G. Sakurai and T. Yamagata, 2013: Prediction of seasonal climate-induced variations in global food production. *Nature Climate Change*, 3, 904-908. <https://doi.org/10.1038/nclimate1945>.
8. Iizumi, T., J.-J. Luo, A. J. Challinor, G. Sakurai, M. Yokozawa, H. Sakuma, M. E. Brown and T. Yamagata, 2014: Impacts of El Niño Southern Oscillation on the global yields of major crops. *Nature Communications*, 5, 3712. <https://doi.org/10.1038/ncomms4712>.
9. 飯泉仁之直, 2014: 2014年のエルニーニョ発生による世界の穀物収量への影響の見通し. 海外食料需給レポート (Monthly Report), 2014年7月.
10. Iizumi, T. and N. Ramankutty, 2015: How do weather and climate influence cropping area and intensity? *Glob. Food Sec.*, 4, 46-50, doi:10.1016/j.gfs.2014.11.003.
11. Iizumi, T. and N. Ramankutty, 2016: Changes in yield variability of major crops for 1981-2010 explained by climate change. *Environmental Research Letters*, 11, 34003, doi:10.1088/1748-9326/11/3/034003.
12. Iizumi, T., H. Sakuma, M. Yokozawa, J.-J. Luo, A. J. Challinor, G. Sakurai and T. Yamagata, 2016:

- Characterizing the reliability of global crop prediction based on seasonal climate forecasts, in *The Indo-Pacific Climate Variability and Predictability* (eds. Yamagata, T. and S. Behera), World Scientific Publisher, 281–304.
13. Iizumi, T., J. Furuya, Z. Shen, W. Kim, M. Okada, S. Fujimori, T. Hasegawa and M. Nishimori, 2017: Responses of crop yield growth to global temperature and socioeconomic changes. *Scientific Reports*, 7, 7800. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08214-4>.
 14. Iizumi, T., Y. Shin, W. Kim, M. Kim and J. Choi, 2018: Global crop yield forecasting using seasonal climate information from a multi-model ensemble. *Climate Services*, 11, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.06.003>.
 15. Iizumi, T., H. Shiogama, Y. Imada, N. Hanasaki, H. Takikawa and M. Nishimori, 2018: Crop production losses associated with anthropogenic climate change for 1981–2010 compared with preindustrial levels. *International Journal of Climatology*, 38, 5405–5417. <https://doi.org/10.1002/joc.5818>.
 16. Sultan, B., D. Defrance and T. Iizumi, 2019: Evidence of crop production losses in West Africa due to historical global warming in two crop models. *Scientific Reports*, 9, 12834. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49167-0>.
 17. Kim, W., T. Iizumi and M. Nishimori, 2019: Global patterns of crop production losses associated with droughts from 1983 to 2009. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58, 1233–1244. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-18-0174.1>.
 18. Iizumi, T. and W. Kim, 2019: Recent improvements to global seasonal crop forecasting and related research, in *Adaptation to Climate Change in Agriculture - Research and Practices* (eds. Iizumi, T., R. Hirata and R. Matsuda), Springer Nature, 97–110. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9235-1_7.
 19. Iizumi, T., 2019: Emerging adaptation to climate

- change in agriculture, in *Adaptation to Climate Change in Agriculture - Research and Practices* (eds. Iizumi, T., R. Hirata, and R. Matsuda), Springer Nature, 3-16. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9235-1_1.
20. Iizumi, T., 2019: NARO-APCC Joint Crop Forecasting Service: background and test operation. Sixteenth Session of the AMIS Global Food Market Information Group, October 7–9, 2019, Getulio Vargas Foundation (Rio de Janeiro, Brazil) <http://www.amis-outlook.org/events/detail/en/c/1152133>.
 21. Heino, M., J. H. A. Guillaume, C. Müller, T. Iizumi and M. Kummu, 2020: A multi-model analysis of teleconnected crop yield variability in a range of cropping systems. *Earth System Dynamics*, 11, 113–128. <https://doi.org/10.5194/esd-11-113-2020>.
 22. Doi, T., G. Sakurai and T. Iizumi, 2020: Seasonal predictability of four major crop yields worldwide by a hybrid system of dynamical climate prediction and eco-physiological crop-growth simulation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 84. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00084>.
 23. Iizumi, T., Z. Shen, J. Furuya, T. Koizumi, G. Furuhashi, W. Kim and M. Nishimori, 2020: Climate change adaptation cost and residual damage to global crop production. *Climate Research*, 80, 203–218. <https://doi.org/10.3354/cr01605>.
 24. 飯泉仁之直, 2020: 世界の食料機関に向けた穀物収量予測サービス. *農研機構技報*, 4, 6–9, https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro_technical_report_no4_3.pdf.
 25. Iizumi, T., I.-E. A. Ali-Babiker, M. Tsubo, I. S. A. Tahir, Y. Kurosaki, W. Kim, Y. S. A. Gorafi, A. A. M. Idris and H. Tsujimoto, 2021: Rising temperatures and increasing demand challenge wheat supply in Sudan. *Nature Food*, 2, 19–27. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00214-4>.
 26. Iizumi, T., Y. Takaya, W. Kim, T. Nakaegawa and

- S. Maeda, 2021: Global within- season yield anomaly prediction for major crops derived using seasonal forecasts of large-scale climate indices and regional temperature and precipitation. *Weather and Forecasting*, 36, 285–299. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0097.1>.
27. Iizumi, T., Y. Shin, J. Choi, M. van der Velde, L. Nisini, W. Kim and K.-H. Kim, 2021: Evaluating the 2019 NARO-APCC Joint Crop Forecasting Service yield forecasts for Northern Hemisphere countries. *Weather and Forecasting*, 36, 879-891, <https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0149.1>.