

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	イネの生産性の飛躍的向上を可能にする有用遺伝子の単離と分子育種的手法による効果の検証
研究機関・ 部局・職名	公立大学法人福井県立大学・生物資源学部・講師
氏名	三浦孝太郎

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	118,000,000	118,000,000	0	118,000,000	118,000,000	0	0
間接経費	35,400,000	35,400,000	0	35,400,000	35,400,000	0	0
合計	153,400,000	153,400,000	0	153,400,000	153,400,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	3,579,303	60,120,706	16,256,398	17,750,977	97,707,384
旅費	53,240	688,312	1,118,334	1,025,234	2,885,120
謝金・人件費等	0	5,841,388	8,267,829	3,010,001	17,119,218
その他	0	151,241	76,965	60,072	288,278
直接経費計	3,632,543	66,801,647	25,719,526	21,846,284	118,000,000
間接経費計	1,230,000	20,190,000	7,440,000	6,540,000	35,400,000
合計	4,862,543	86,991,647	33,159,526	28,386,284	153,400,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
PCR用サーマルサイクラー	デュアル384-Well GeneAmp PCRシステ ム9700 9700D384	4	2,126,250	8,505,000	2011/4/8	福井県立大学
多検体細胞破碎装置	シェイクマスターオート Ver.2.0 BMS-A20TP	1	2,394,000	2,394,000	2011/4/12	福井県立大学
マルチオートカウンター	DC-1SM6型	1	808,500	808,500	2012/1/12	福井県立大学
プールベンチ育苗施設建設費新設	本体工事費	1	26,407,500	26,407,500	2012/1/19	福井県立大学
プールベンチ育苗施設建設	設計、監督費	1	2,131,500	2,131,500	2012/1/19	福井県立大学
プールベンチ育苗施設建設費新設	追加費用	1	1,025,850	1,025,850	2012/1/19	福井県立大学
-85度超低温フリーザー	MDF-U384	1	1,197,000	1,197,000	2012/3/12	福井県立大学
グロースチャンバ	MLR-351	1	897,750	897,750	2012/3/12	福井県立大学
顕微鏡デジタルカメラ	DP-73-CU	1	837,900	837,900	2012/3/14	福井県立大学
超微量分光光度計	Nanodrop2000C 99- ND-2000C	1	1,785,000	1,785,000	2012/3/14	福井県立大学
微量高速冷却遠心機	MX-307	1	1,155,000	1,155,000	2012/3/16	福井県立大学
薬用保冷库	FMS-1400L	1	756,000	756,000	2012/3/28	福井県立大学
恒温培養器	IC802	3	307,650	922,950	2012/11/28	福井県立大学
UVゲル撮影装置	FAS-IV	1	976,500	976,500	2013/2/26	福井県立大学
多本架冷却遠心機	himacCF9RX	1	1,136,100	1,136,100	2013/2/26	福井県立大学
PCRシステム	GeneAmp PCRシステ ム9700	2	897,750	1,795,500	2013/2/22	福井県立大学
多検体細胞破碎装置	Shake Master Auto ver.2.0	1	2,383,500	2,383,500	2013/3/5	福井県立大学
日立卓上顕微鏡	Miniscope TM3030	1	5,187,000	5,187,000	2013/10/29	福井県立大学

様式20

リアルタイムPCRシステム	タカラバイオThermai Cycler Dice Real Time System Single MRQ DS-TP870	1	2,017,575	2,017,575	2013/9/20	福井県立大学
次世代シーケンス解析システム	F-CLC-GW-2620-RH- 48G-131106-1	1	1,806,000	1,806,000	2013/11/27	福井県立大学
白未熟粒発生予測器	RN-850	1	577,500	577,500	2013/5/21	福井県立大学
テスト用籾摺機	THU-35B	1	560,700	560,700	2013/9/27	福井県立大学

5. 研究成果の概要

本研究課題では、イネ植物体を大型化する遺伝子について、第4染色体の遺伝子候補領域を23.2～24.1Mbの0.9Mbに、第6染色体の遺伝子候補領域を26.0～27.8Mbの1.8Mbに特定する事ができた。この成果により、この2つの遺伝子を育種に迅速に応用することが可能になった。種子サイズを大型化する遺伝子について、第3染色体の35.2～35.8Mbの0.6Mbの領域に特定する事ができた。この成果により、種子を大きくする新たな遺伝資源を供給し、これを育種に迅速に応用することが可能となった。

有用遺伝子の集積に関しては、WFP遺伝子と有用遺伝子を組み合わせる事で、収量が10%以上増加する系統を育成することができた。

この多収系統は、まだ完全に固定していないため品種としては未完成であるが、多収品種育成のプロトタイプとして重要な材料となると考えられる。

課題番号	GS024
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	イネの生産性の飛躍的向上を可能にする有用遺伝子の単離と分子育種的手法による効果の検証
	Cloning and evaluation of valuable genes for high-yielding rice breeding
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	公立大学法人福井県立大学・生物資源学部・講師
	Fukui Prefectural University, Faculty of Biotechnology, Lecturer
氏名 (下段英語表記)	三浦孝太郎
	Kotaro Miura

研究成果の概要

(和文): 本研究課題では、イネ植物体を大型化する遺伝子について、第4染色体の遺伝子候補領域を23.2~24.1Mbの0.9Mbに、第6染色体の遺伝子候補領域を26.0~27.8Mbの1.8Mbに特定する事ができた。この成果により、この2つの遺伝子を育種に迅速に応用することが可能になった。種子サイズを大型化する遺伝子について、第3染色体の35.2~35.8Mbの0.6Mbの領域に特定する事ができた。この成果により、種子を大きくする新たな遺伝資源を供給し、これを育種に迅速に応用することが可能となった。有用遺伝子の集積に関しては、*WFP* 遺伝子と有用遺伝子を組み合わせる事で、収量が10%以上増加する系統を育成することができた。

(英文): In this program, we identified two QTLs regulating plant size of rice on 0.9Mb region between 23.2-24.1Mb of chromosome 4 and 1.8Mb region between 26.0-27.8Mb of chromosome 6. From these results, we will be able to use these genes for breeding program soon. QTLs for grain size regulation were also identified and we narrowed down a locus into 0.6Mb region between 35.2-35.8Mb of chromosome 3. From this result, we will contribute to provide novel germ-plasm for improve grain size. Further, by application of these useful genes with *WFP* gene, we succeeded to produce high yielding line.

様式21

1. 執行金額 153,400,000 円
(うち、直接経費 118,000,000 円、間接経費 35,400,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

現在、世界人口は 67 億人に達し、さらに 2050 年には 1.5 倍に増加することが予想されている。また、カーボンニュートラルの観点から食糧としての作物生産と並んでバイオエタノール生産の原料としての作物生産の需要が高まっている。本研究では、イネを用いて生産性向上に寄与する遺伝資源の探索及び遺伝子単離、機能解析を行い、さらに複数の有用遺伝資源の集積による超多収イネの作出を目標とする。これまでに、我々はイネの穂の枝分かれを促進することで穂当たりの種子数を増加させる *WFP* 遺伝子を単離し、この *WFP* 遺伝子の高発現アレルでは穂当たりの種子数が 50%以上増加することを示した (Miura et al. Nature Genetics 2010)。さらにこの *WFP* 遺伝子を有する遺伝的背景に、種子数を増加させる遺伝子 *Gn1a* を集積させることにより穂当たりの種子数を 75%増加することを明らかにした (Miura et al. Nature Genetics 2010)。そこで、*WFP* と *Gn1a* 遺伝子をより効率よく利用するために、増大したシンクに見合う栄養分を供給するソース能を付与する有用遺伝子と、種子サイズを大型化するシンク能を強化する有用遺伝子の単離及び機能解析を行う。また、*WFP* 遺伝子は、栄養生長期に高発現すると栄養生長期の枝分かれにも影響を与えることから、シンク能のみならず、ソース能の制御にも大きな影響を与えることが明らかになっている (Miura et al. 2010)。そして *WFP* 遺伝子が転写因子をコードすることから、*WFP* 遺伝子によって直接制御される下流の遺伝子及び *WFP* 遺伝子を制御する因子を特定し、枝分かれのメカニズムを解明することは作物育種におけるシンク・ソースバランスの制御に応用できると考えられる。そこで、本研究では *WFP* 遺伝子が制御する枝分かれのシグナル伝達経路に関与する遺伝子を同定し、その機能解析を通じて枝分かれのメカニズムを応用することでシンク・ソースのバランスの取れた超多収イネの実現を目指す。

これらの遺伝解析より得られたシンク能強化遺伝子、ソース能強化遺伝子と *WFP* の枝分かれを制御するシグナル伝達経路に関わる遺伝子を集積した系統を作出し、その生産性を評価することで、超多収イネの実現に貢献する最も効率よく生産性を高める遺伝子の組み合わせを見出す。

4. 研究計画・方法

(1) ソース能を増強する遺伝子の単離

本研究課題では、ソース能を高める遺伝資源として強力な雑種強勢を示し、栄養器官の増大化させる能力を持つ系統を見出しており、この系統の遺伝解析を通じて大型化メカニズムの解明を目指す。また、この遺伝子座乗領域を持つ準同質遺伝子系統を作出し、その効果を検証する。

(2) 種子を大型化しシンク能を強化する遺伝子の単離

種子サイズの大型化を目指す遺伝資源として、イネ大粒系統及び大粒変異体を見いだしている。これら大粒系統・変異体について QTL 解析を行い、原因遺伝子の単離及び種子大型化メカニズムの解明を目指す。これらの遺伝子についても準同質遺伝子系統を作出し、その効果を検証する。

(3) WFP が制御する情報伝達系の解明

本課題では、イネの米粒の数を著しく増加し、収量を増加する *WFP* 遺伝子に着目し、マイクロアレイを用いた遺伝子発現解析及びクロマチン免疫沈降を行い、下流の遺伝子の候補を探索する。さらに、*WFP* 遺伝子の復帰変異体の同定及び遺伝子単離を目指す。*WFP* が制御する情報伝達系を解明し、シンク・ソースのバランスを制御し、超多収性に貢献する遺伝子を同定する。

(4) 有用遺伝子のピラミディングによる生産性の評価

1~3 の研究で同定した遺伝子を *WFP* アリルとの組み合わせ、あるいは *Gn1a* 等の既知の有用遺伝子との組み合わせによる遺伝子集積効果を検証する。さらに *WFP* 遺伝子の持つシンク・ソースの制御メカニズムを効果的に利用することによる超多収性育種を提案する。

5. 研究成果・波及効果

本研究の成果は、イネの収量性向上につながるにとどまらず、同じイネ科作物であるトウモロコシ、コムギ、オオムギ、モロコシといった食糧生産・飼料生産及びバイオエタノール生産用の作物の収量性向上にも応用できる可能性が高いと考えられる。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計9件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計7件</p> <p>Ishii T., Numaguchi K., <u>Miura K.</u>, Yoshida K., Thanh P.T., Htun T.M., Yamasaki M., Komeda N., Matsumoto T., Terauchi R., Ishikawa R., Ashikari M. <i>OsLG1</i> regulates a closed panicle trait in domesticated rice. <i>Nature Genet.</i> 45 339-465 (2013)</p> <p>Ikeda M., <u>Miura K.</u>, Aya K., Kitano H., Matsuoka M. Genes offering the potential for designing yield-related traits in rice. <i>Current Opinion in Plant Biology.</i> 16, 1-8. (2013)</p> <p>Luo L., Li W., <u>Miura K.</u>, Ashikari M., Kyojuka J. Control of Tiller Growth of Rice by OsSPL14 and Strigolactones, which Work in Two Independent Pathways. <i>Plant Cell Physiol.</i> 53 1793-1801 (2012)</p> <p>Segami S., Kono I., Ando T., Yano M., Kitano H., <u>Miura K*</u>, Iwasaki Y*. <i>Small and round seed 5</i> gene encodes alpha-tubulin regulating seed cell elongation in rice. <i>Rice.</i> 5,4 (2012) * Corresponding author</p> <p>Asano K., Yamasaki M., Takuno S., <u>Miura K.</u>, Katagiri S., Ito T., Doi K., Wu J., Ebana K., Matsumoto T., Innan J., Kitano H., Ashikari M., Matsuoka M. Artificial selection for a green revolution gene during <i>japonica</i> rice domestication. <i>Proc. Natl. Acad. Sci. USA</i> 108 11034-9. (2011)</p> <p><u>Miura K.</u>, Ashikari, M., Matsuoka, M. The role of QTLs in the breeding of high-yielding rice. <i>Trends in Plant Science.</i> 16, 319-26. (2011)</p> <p>Kato T., Segami S., Toriyama M., Kono I., Ando T., Yano M., Kitano H., <u>Miura K*</u>, Iwasaki Y. Detection of QTLs for grain length from large grain rice (<i>Oryza sativa</i> L.) <i>Breeding Science</i> 61, 269-274 (2011) *: Corresponding author</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計2件</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 北野英己 芦荻基行 平成22年度農林水産研究開発成果特集(3)穂を大きくする遺伝子の発見とその応用 食料と安全 / 全国瑞穂食糧検査協会 編 9(7), 28-32 (2011) ISSN 1348-4958</p>
---------------------	--

	<p><u>三浦孝太郎</u> 北野英己 芦苺基行 イネ収量増加遺伝子の発見-穀物増産を通じた食糧危機回避へのチャレンジ- 農林水産技術 研究ジャーナル 34 (4), 23-26 (2011) ISSN 0387-9240 (未掲載) 計0件</p>
<p>会議発表 計23件</p>	<p>専門家向け 計19件</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 稲の粒形と枝分かれ 平成25年度中央農研シンポジウム「穂・穎花(えいか)を改良するイネのデザイン育種にむけて」(2013, 11月13日, 東京都北区 滝野川会館小ホール)</p> <p><u>K. Miura</u>, S. Segami, M. Nakamura, M. Ashikari, H. Kitano, Q. Qian, Y. Iwasaki Detection of novel QTLs for plant height from a rice cultivar Xinheiguai. 7th International rice genetics symposium (2013, 11月5-8日, Philippines)</p> <p>S. Segami, I. Kono, T. Ando, M. Yano, H. Kitano, <u>K. Miura</u>, Y. Iwasaki Genetic analysis of a short grain mutant in rice. 7th International rice genetics symposium (2013, 11月5-8日, Philippines)</p> <p>T. Ishii, K. Numaguchi, <u>K. Miura</u>, K. Yoshida, T.T. Pham, T.M. Htun, M. Yamasaki, T. Matsumoto, R. Terauchi, R. Ishikawa, M. Ashikari Closed panicles in rice domestication 7th International rice genetics symposium (2013, 11月5-8日, Philippines)</p> <p>A closed panicle trait regulated by OsLG1 in domesticated rice, <i>Oryza Sativa</i> L. R. Ishikawa, <u>K. Miura</u>, K. Numaguchi, K. Yoshida, T.M. Htun, P.T. Thanh, T. Matsumoto, M. Yamasaki, R. Terauchi, M. Ashikari, T. Ishii 7th International rice genetics symposium (2013, 11月5-8日, Philippines)</p> <p>杉田伊澄 瀬上修平 中村麻由美 松村美里 <u>三浦孝太郎</u> 岩崎行玄 イネヘテロ3量体Gタンパク質γサブユニット遺伝子の機能解析 日本育種学会 第124回講演会 2013 (2013年10月12~13日 鹿児島大学)</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 瀬上修平 佐々木実奈美 中村麻由美 芦苺基行 北野英己 銭前 岩崎</p>

	<p>行玄 著しい長稈表現型を示すイネ <i>d1</i> 変異体、新黒谷矮(Xinheiguai) の持つ、草丈の伸長を促進する新奇 QTL の同定 日本育種学会 第 123 回講演会 2013 (東京農大 2013 年 3 月 27-28 日)</p> <p>清水義弘 瀬上修平 佐々木実奈美 中村麻由美 杉田伊澄 松村美里 岩崎行玄 三浦孝太郎 少分けつ品種「嘉平」のもつ分けつを制御するQTL の検出 日本育種学会 第 123 回講演会 2013 (東京農大 2013 年 3 月 27-28 日)</p> <p>瀬上修平 井沢 有希 香野みずき 北野英己 三浦孝太郎 岩崎行玄 短粒で矮性を示すイネ3 量体G タンパク質αサブユニット欠損変異体(<i>d1</i>) とブラシノステロイド関連変異体の組織学的な形態の比較 日本育種学会 第 123 回講演会 2013 (東京農大 2013 年 3 月 27-28 日)</p> <p>Kotaro Miura Genetic analysis of grain shape related mutants in rice. Japan-China Joint Symposium on Rice Developmental Biology -From Morphogenesis to Yield. March 7-9, 2013-Beppu, Oita, Japan</p> <p>三浦孝太郎 瀬上修平 岩崎行玄 種子の形のお話 2012 ~ 粳を大きくしてもスカスカにならないの? ~ 国立遺伝学研究所研究会「イネ分子遺伝学の夢」(2012 年 11 月 9 日-2012 年 11 月 10 日)</p> <p>Luo L., Li W., Miura K., Ashikari M., Kyojuka J., Control of Tiller Growth of Rice by OsSPL14 and Strigolactones, which Work in Two Independent Pathways. 日本育種学会 第 122 回講演会 2012 (京都産業大 2012 年 9 月 14-15 日)</p> <p>岩崎行玄 三浦孝太郎 瀬上修平 イネの種子形を制御する遺伝子 日本育種学会 第 122 回講演会 2012 (京都産業大 2012 年 9 月 14-15 日)</p> <p>瀬上修平 森下夏紀 三浦孝太郎 岩崎行玄 イネの種子形を制御する遺伝子群の解析</p>
--	--

<p>イネ遺伝学・分子生物学ワークショップ 2012 (奈良県文化会館 2012年7月5-6日)</p> <p>瀬上修平 河野いづみ 安藤露 矢野昌裕 北野英己 <u>三浦孝太郎</u> 岩崎行玄 イネ短粒変異体 <i>Small and round seed5</i> の同定 日本育種学会 第121回講演会 開催地: 宇都宮大学 (2012年3月28-29日)</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 瀬上修平 森下夏紀 石田暁伸 岩崎行玄 種子の形のお話 国立遺伝学研究所研究会「イネ分子遺伝学の飛躍」 (国立遺伝学研究所 2011年11月18-19日)</p> <p>鳥山真衣、瀬上修平、加藤丈晴、北野英己、<u>三浦孝太郎</u>、岩崎行玄 コシヒカリ大粒変異体のジャポニカイネ間交雑による原因遺伝子領域の特定 (2011年 第119回日本育種学会講演会)</p> <p>瀬上修平、加藤丈晴、鳥山真衣、安藤露、河野いづみ、矢野昌裕、北野英己、<u>三浦孝太郎</u>、岩崎行玄 イネ短粒変異体 <i>Srs5</i> の遺伝解析 (2011年 第119回日本育種学会講演会)</p> <p>井沢有希、香野みずき、北野英己、<u>三浦孝太郎</u>、岩崎行玄 イネ3量体Gタンパク質 αサブユニットは、葉鞘の細胞数の制御において、ブラシノステロイドシグナリングの下流で機能する (2011年 第52回日本植物生理学会年会)</p> <p>一般向け 計4件</p> <p><u>三浦孝太郎</u> イネの生産性の飛躍的向上を可能にする有用遺伝子の単離と分子育種的手法による効果の検証 最先端研究開発支援プログラム FIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ(2014年2月28日~3月1日 ベルサール新宿グランド)</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 米粒の大きさを制御する遺伝子の育種利用 北陸技術交流テクノフェア(2013年10月16~18日 福井県産業会館)</p> <p><u>三浦孝太郎</u> 米粒の大きさを制御する遺伝子の育種利用 北陸技術交流テクノフェア(2012年10月18-19日 福井県産業会館)</p>
--

	<p>三浦孝太郎 種子数増加遺伝子を利用した多収イネ育種 北陸技術交流テクノフェア(2011年10月20～21日福井県産業会館)</p>
図書 計0件	
産業財産権 出願・取得状況 計0件	<p>(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件</p>
Webページ (URL)	<p>公立大学法人福井県立大学生物資源学部 HP・イネチーム研究内容 http://biotech.fpu.ac.jp/5f/riceteam.html</p>
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>最先端研究開発支援プログラム FIRST シンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオにて、ポスター発表を行った。(2014年2月28日～3月1日 ベルサール新宿グランド)</p> <p>北陸技術交流テクノフェア 2013 において、課題名「米粒の大きさを制御する遺伝子の育種利用」で出展し、一般企業及び福井県内高校生の方との情報交換、技術対話を行った。 2013年10月16-18日(福井産業会館) 参加者数 18,000人 出展者数 160 社団体(主催者発)</p> <p>福井県立大学主催のオープンキャンパスにおいて、一般の方及び高校生を対象とした研究紹介及び研究室見学を行った。 2013年8月4日(福井県立大学生物資源学部棟) 参加者約 50人</p> <p>福井県立大学主催のオープンキャンパスにおいて、一般の方及び高校生を対象とした研究紹介及び研究室見学を行った。 2012年8月5日(福井県立大学生物資源学部棟) 参加者約 50人</p> <p>北陸技術交流テクノフェア 2012 において、課題名「米粒の大きさを制御する遺伝子の育種利用」で出展し、一般企業及び福井県内高校生の方との情報交換、技術対話を行った。 2012年10月18-19日(福井産業会館) 参加者数 18,000人 出展者数 160 社団体(主催者発表)</p> <p>オープンキャンパスにおける研究室及び研究内容の紹介 2011年8月7日 実施場所: 福井県立大学 対象者: 高校生及び一般の方 参加者数: 約 60名</p> <p>高大連携講座「高等植物の細胞融合と組織培養」に補助教員として参加 2011年8月8日</p>

様式21

	<p>実施場所: 福井県立大学 対象者: 福井県立武生高校3年生 参加者数: 約30名</p> <p>北陸技術交流テクノフェア「種子数増加遺伝子を利用した多収イネ育種」2011年10月20～21日</p> <p>実施場所: 福井県産業会館 対象者: 一般の方、学生 参加者数: 約17,000人(前年実績)</p>
新聞・一般雑誌等掲載計4件	<p>福井新聞 25年2月28日 3頁 見出し名「イネ穂開閉遺伝子特定」</p> <p>日刊県民福井 25年3月6日1頁 見出し名「イネ栽培「きっかけ」特定」</p> <p>中日新聞 25年3月6日18頁 見出し名「稲作発展ひもとく発見」</p> <p>福井新聞 23年7月6日3頁 見出し名「権威ある科学誌、長年の研究報われた」</p>
その他	<p>FBCラジオ</p> <p>FBCラジオキャンパス 第2部ようこそ県大研究室 2012年12月29,30日放送 「イネの収量を増やす研究」</p>

7. その他特記事項