

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 17 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04862

研究課題名(和文) コムギ種間雑種の生育不全にみられる表現型可塑性の分子機構の解明

研究課題名(英文) Molecular mechanisms of phenotypic plasticity for abnormal growth in interspecific hybrids of wheat

研究代表者

宅見 薫雄 (Takumi, Shigeo)

神戸大学・農学研究科・教授

研究者番号：50249166

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：近縁種の有用遺伝子の育種利用は今後必須であるが、種間の生殖隔離等の問題から必ずしも野生種は有効活用されていない。コムギ近縁種間の種間雑種においてgrass clump dwarf (Gcd)という生育不全が観察される。二粒系コムギとタルホコムギの多くの雑種ではGcdが常温下で誘導され、低温下ではネクロシス症状が現れる。二粒系コムギとAegilops umbellulataの雑種で見られるGcdは温度に依存しない。このような温度依存的な表現型可塑性の分子機構を遺伝子発現比較から明らかにし、これら雑種不全原因遺伝子Net2とGcd1の単離を進め、タルホコムギNet2候補を2つまで絞り込んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

異質倍数性進化は近年注目されつつあり、人為倍数体を基にした研究も萌芽期にあると言える。コムギでもパンコムギで異質倍数性進化に伴うクロマチン修飾の変動などに迫る研究例が出てきているが、コムギ近縁種まで含めた属全体の種間雑種の研究は、古典遺伝学的な研究以外に例がない。この属の種間雑種に見られる特徴的な雑種矮性から、その発症機構についてもこれまでの病害抵抗性関連遺伝子だけでない要因を見出せる可能性が高い。また、雑種不全の原因遺伝子に密接連鎖した分子マーカーを開発して、雑種不全を避けつつタルホコムギやAegilops umbellulataの有用遺伝子をパンコムギ育種に幅広く利用できるようになる。

研究成果の概要(英文)：Breeding use of agriculturally important genes in crop relatives is essential, but wild relative species is not necessarily utilized effectively. Grass clump dwarfism (Gcd) has been frequently observed in interspecific hybrids of wheat relatives. Gcd appears only under normal temperature conditions, whereas hybrid necrosis develops under the low temperature conditions in many hybrids between cultivated tetraploid wheat and Aegilops tauschii. On the other hand, no difference of the Gcd development is observed among the growth temperature conditions in the hybrids between cultivated tetraploid wheat and Aegilops umbellulata. In this study, molecular mechanisms for the temperature-dependent plasticity to develop Gcd were predicted based on the comparative transcriptome analyses. Isolation of the two hybrid abnormality genes Net2 and Gcd1 for Gcd was progressed, and two candidates for Net2 were identified.

研究分野：植物遺伝育種学

キーワード：生殖隔離 種間雑種 異質倍数性進化 ゲノム トランスクリプトーム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

高等植物では異質倍数性進化が新たな種の成立において重要な原動力となっており、異質倍数体の成立時に核内あるいは細胞内でどのようなゲノムやクロマチン構造の再編、遺伝子発現プロファイルの変化等が生じるのかについて、近年急速に知見が蓄積してきている。育種における近縁種の利用でも、異質倍数種成立でも、2つの異なる近縁種間の雑種形成がそのスタートとして必須のプロセスであるが、受精前あるいは受精後の隔離障壁が雑種形成を阻害している。高等植物の受精後生殖隔離ではハブリッドネクロシスにおいて autoimmune response と呼ばれる病害応答における過敏細胞死によく似た反応が原因として引き起こされることが知られている。

申請者はこれまで、パンコムギにおいて非生物的ストレス(低温/凍結、乾燥など)に対する耐性能発揮に至るシグナル経路の解明や出穂開花時期を決める春化要求性の遺伝子の同定等を行ってきた。これらの知見を基にパンコムギの祖先野生種の1つで D ゲノムの提供親となったタルホコムギの自然集団からパンコムギの育種に有用な対立遺伝子を同定し、4倍性コムギとの交雑 F₁ 雑種の自然倍加により作出した合成パンコムギを介してタルホコムギの対立遺伝子をパンコムギに導入する研究を進めている。

一方、この合成パンコムギの育成過程で、4倍性コムギとタルホコムギとの F₁ 個体で雑種致死や雑種弱勢を示す交配組み合わせが比較的多く認められた。この生育不良には少なくとも4種類あり、そのうち type3 ネクロシスはパンコムギでもみられる type1 ネクロシスに似た表現型を示し、type2 ネクロシスは低温下で植物体の成長が止まって後にネクロシスの症状を示す(Mizuno et al. 2010)。この他にも第3葉を展開してすぐに生長を止めてしまう雑種致死や、ハイブリッドネクロシスも認められ、祖先野生種であるにもかかわらずタルホコムギからパンコムギへの遺伝子の導入は、用いる交配組み合わせによって成否が決まってしまう。これらのタルホコムギ側の原因遺伝子は、2D や 7D 染色体の短腕上に位置づけられている(Mizuno et al. 2010, 2011; Nakano et al. 2015)。type2 ネクロシスにおける低温下での枯死にも過敏細胞死に似た反応が関与するが、この反応は常温条件下では一切認められず、代わりに著しい矮化と過剰な分げつ、開花の遅延と植物体の緑色状態の維持といういわゆる「Grass clump」と呼ばれる表現型が観察される。Grass clump は、4倍性コムギと U ゲノム種である *Aegilops umbellulata* のいくつかの系統との種間雑種でも観察されているが生育温度に関わらず発現し(Okada et al. 2017)、type2 ネクロシスと grass clump の間の温度依存的な表現型の可塑的变化は極めて特異な現象と言える。低温下での type2 ネクロシスや生長停止の雑種では茎頂での細胞分裂異常も見られ(Mizuno et al. 2011; Hatano et al. 2012)、autoimmune response 以外の分子機構が type2 ネクロシス / grass clump には確かに存在する。

これまでに高速シーケンサーを用いたタルホコムギの転写産物の網羅的解析の情報を基にタルホコムギ側の原因遺伝子 *Net2* については高密度連鎖地図の作成を終えている。二粒系コムギ側の原因遺伝子 *Net1* についても RNA-seq に基づいたバルク分析(bulked segregant analysis)を行うことで密接マーカーを得ることが期待でき、そのための系統選抜と交配が終了している。以上の最近の研究の進展から、あと一步に迫った *Net2* の単離を成功させるとともに *Net1* の単離に向けた高密度連鎖地図の作成を行い、これらの相互作用と type2 ネクロシス / grass clump 間の表現型可塑性との関係を解析できる状況となった。

2. 研究の目的

育種において近縁種からの有用遺伝子の導入は今後ますます必要となるが、種間の生殖隔離等の問題から必ずしも包括的かつ効率的に野生種は遺伝資源として活用されていない。コムギ近縁種間で交雑を行うと種間雑種において「Grass clump」と呼ばれる表現型がしばしば観察され受精後生殖隔離として機能する。二粒系コムギとタルホコムギの多くの雑種でもそれぞれが持つ *Net1* と *Net2* の遺伝子間相互作用によって grass clump が常温下で引き起こされるが、低温下ではネクロシス症状が現れるとともに分げつが極端に抑制される。この生育温度依存的な表現型可塑性の分子機構を遺伝子発現プロファイリングから明らかにするとともに、*Net1* と *Net2* の単離を進めて、これらの遺伝子と表現型可塑性との関わりを明確化することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

コムギの grass clump には、よく似た表現型を示すトウモロコシの変異体 *Corngrass1* の解析結果と同様、茎頂分裂組織やクラウン組織での miR156 や *SQUAMOSA promoter-binding protein-like (SPL)* 遺伝子群の関与が示されている(Okada et al. 2017)。*Net1-Net2* の相互作用と miR156-SPLs 等の関連の詳細をより明らかにするために以下の具体的な目標を設定する。

- ・ RNA-seq データやオオムギ等も含めたゲノム情報を利用し、*Net2* 領域の物理地図を構築する。
- ・ 候補遺伝子のタルホコムギ系統間での塩基配列を比較し、絞り込んだ候補遺伝子を一過的に二粒系コムギ培養細胞に導入して細胞死を誘導できるかどうか判定して相補性検定とする。
- ・ type2 ネクロシス / grass clump 雑種で miR156 以外の変動 miRNA の温度応答性を解析する。
- ・ *Net1* の二粒系コムギでの分布を調べ、RNA-seq バルク解析により高密度連鎖地図を作成する。
- ・ 二粒系コムギ / *Ae. umbellulata* 雑種における grass clump 個体の遺伝子発現変動を確認するとともに、また、二粒系コムギ / *Ae. umbellulata* 雑種の grass clump 原因遺伝子を RNA-seq

- バルク解析で解析し、*Net1* や *Net2* の染色体上の位置と比較する。
- ・さらに、二粒系コムギ / 野生一粒系コムギの雑種で見出された雑種矮性系統についても、grass clump 個体と同様、二粒系コムギ / *Ae. umbellulata* 雑種の grass clump 原因遺伝子を RNA-seq バルク解析で解析する。

4. 研究成果

(1) 二粒系コムギとタルホコムギ間にみられる雑種クロロシス遺伝子 *Hch1* の同定

タルホコムギ BAC クローンのライブラリーから *Net2* と *Hch1* に連鎖するマーカーを用いてスクリーニングを行ったが、用いた BAC クローンの大腸菌内での増幅効率が悪く、その後の解析に用いるのは困難と考えた。代わりにパンコムギの reference 配列 ver1 ヘアアクセス可能となったので、このゲノム情報を用いて *Net2* と *Hch1* 周辺領域に存在する遺伝子の annotation を行い、リスト化した。*Net2* 座周辺は近縁種と比べても構造変異が起こっている可能性が高かったが、*Hch1* 周辺領域は染色体構造が近縁種間で概ね保存されていることが明らかとなった。次に、ハイブリッドクロロシス系統の幼苗葉の経時的な RNA-seq 解析データと物理地図情報を合わせることで候補遺伝子を1つに絞り込むことができた。しかしまだ、二粒系コムギの培養細胞に候補遺伝子を導入して細胞死が起こるかどうかが、試験ができていない。

(2) 二粒系コムギとタルホコムギ間にみられる雑種ネクロシス遺伝子 *Net2* 候補の絞り込み

Hch1 と同様に、Type II ネクロシスを示す分離集団後代の個体群と形態異常の見られない分離集団後代の個体群の葉から、それぞれのバルク RNA を作成して Illumina MiSeq による RNA-seq 解析を行った。そのデータの解析結果から *Net2* 座に密接連鎖したマーカーを得た。ハイブリッドネクロシス系統の幼苗葉の経時的な RNA-seq 解析データと物理地図情報を合わせることで候補遺伝子を2つに絞り込むことができた。

二粒系コムギとタルホコムギの種間雑種で見られる常温下での type II ネクロシスについて網羅的な遺伝子発現プロファイルを解析した。コムギの開花促進遺伝子の発現が低下し、miR156/SPL 遺伝子経路が異常となるために、この開花の著しい遅延を伴う過剰分げつと矮化が起きることが示唆された。

(3) 二粒系コムギと *Ae. umbellulata* 雑種の間で見られる雑種 grass clump 原因遺伝子のバルク分析

二粒系コムギと *Aegilops umbellulata* の種間雑種で見られる温度に影響されない異常分げつ矮性については、*Ae. umbellulata* 12 系統の RNA-seq 解析データから CAPS 等の分子マーカーを任意の染色体領域に設定する系を構築した。さらに異常分げつ矮性を引き起こす *Ae. umbellulata* 系統と引き起こさない系統の F_1 の花粉を二粒系コムギに交雑して育成したマッピング集団のバルク RNA サンプルの RNA-seq 解析によって、異常分げつ矮性原因遺伝子 (*Gcd1*) を染色体上に位置付けることを試みた。その結果、6U 染色体に原因遺伝子が座乗することが明らかにされた。幼苗葉の経時的な RNA-seq 解析データを取得したが、遺伝子同定まではたどり着けなかった。

また、二粒系コムギと *Aegilops umbellulata* の種間雑種で見られる温度に影響されない grass clump について網羅的な遺伝子発現プロファイルを解析し、その特徴を明らかにした。両 grass clump とともに、コムギの開花促進遺伝子の発現が低下し、miR156/SPL 遺伝子経路が異常となるために、開花の著しい遅延を伴う過剰分げつと矮化が起きることが示唆された。

(4) 二粒系コムギと野生一粒系コムギの雑種で見出された雑種矮性のバルク分析

二粒系コムギと野生一粒系コムギの雑種で見られる雑種矮性について、バルク RNA-seq 解析によって原因遺伝子 (*Hdw1*) を 7A^m 染色体上に位置付け、RNA-seq データを取得した。雑種矮性系統の幼苗葉の経時的な RNA-seq 解析データと物理地図情報を合わせたところ、候補遺伝子を1つに絞り込むことができた。

(5) 結論

経時的な RNA-seq 解析データとバルク RNA-seq 解析による物理地図情報を合わせることで、効果的に目的遺伝子に、異質倍数体、しかも reference ゲノム情報を欠いた種であっても、たどり着けることが明らかになった。異質倍数性作物の遺伝解析を行ううえで朗報と言える。

また、今回明らかになった生殖隔離遺伝子の候補遺伝子間に必ずしも共通性がないことも示唆的である。植物ゲノム間の生殖隔離には極めて大きな多様性があると思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Nishijima Ryo, Tanaka Chisa, Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 146
2. 論文標題 Genetic mapping of a novel recessive allele for non-glaucousness in wild diploid wheat <i>Aegilops tauschii</i> : implications for the evolution of common wheat	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Genetica	6. 最初と最後の頁 249 ~ 254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10709-018-0012-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okada Moeko, Yoshida Kentaro, Nishijima Ryo, Michikawa Asami, Motoi Yuka, Sato Kazuhiro, Takumi Shigeo	4. 巻 18
2. 論文標題 RNA-seq analysis reveals considerable genetic diversity and provides genetic markers saturating all chromosomes in the diploid wild wheat relative <i>Aegilops umbellulata</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BMC Plant Biology	6. 最初と最後の頁 271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12870-018-1498-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Okada Moeko, Ikeda Tatsuya M., Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 83
2. 論文標題 Effect of the U genome on grain hardness in nascent synthetic hexaploids derived from interspecific hybrids between durum wheat and <i>Aegilops umbellulata</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cereal Science	6. 最初と最後の頁 153 ~ 161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcs.2018.08.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nishijima Ryo, Yoshida Kentaro, Sakaguchi Kohei, Yoshimura Shin-ichi, Sato Kazuhiro, Takumi Shigeo	4. 巻 19
2. 論文標題 RNA Sequencing-Based Bulked Segregant Analysis Facilitates Efficient D-genome Marker Development for a Specific Chromosomal Region of Synthetic Hexaploid Wheat	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 3749 ~ 3749
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms19123749	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miki Yuka, Yoshida Kentaro, Mizuno Nobuyuki, Nasuda Shuhei, Sato Kazuhiro, Takumi Shigeo	4. 巻 26
2. 論文標題 Origin of wheat B-genome chromosomes inferred from RNA sequencing analysis of leaf transcripts from section Sitopsis species of Aegilops	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 DNA Research	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/dnares/dsy047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka Motohiro, Iehisa Julio C. M., Ohno Ryoko, Kimura Tatsuro, Enoki Hiroyuki, Nishimura Satoru, Nasuda Shuhei, Takumi Shigeo	4. 巻 12
2. 論文標題 Three dominant awnless genes in common wheat: Fine mapping, interaction and contribution to diversity in awn shape and length	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0176148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0176148	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuda Ryusuke, Iehisa Julio Cesar Masaru, Sakaguchi Kouhei, Ohno Ryoko, Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 12
2. 論文標題 Global gene expression profiling related to temperature-sensitive growth abnormalities in interspecific crosses between tetraploid wheat and Aegilops tauschii	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0176497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0176497	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Okada Moeko, Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 95
2. 論文標題 Hybrid incompatibilities in interspecific crosses between tetraploid wheat and its wild diploid relative Aegilops umbellulata	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plant Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 625 ~ 645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11103-017-0677-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishijima Ryo, Ikeda Tatsuya M., Takumi Shigeo	4. 巻 146
2. 論文標題 Genetic mapping reveals a dominant awn-inhibiting gene related to differentiation of the variety anathera in the wild diploid wheat <i>Aegilops tauschii</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Genetica	6. 最初と最後の頁 75 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10709-017-9998-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koyama Kayo, Okumura Yurika, Okamoto Emi, Nishijima Ryo, Takumi Shigeo	4. 巻 214
2. 論文標題 Natural variation in photoperiodic flowering pathway and identification of photoperiod-insensitive accessions in wild wheat, <i>Aegilops tauschii</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Euphytica	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10681-017-2089-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Nishijima, Kentaro Yoshida, Yuka Motoi, Kazuhiro Sato and Shigeo Takumi	4. 巻 291
2. 論文標題 Genome-wide identification of novel genetic markers from RNA sequencing assembly of diverse <i>Aegilops tauschii</i> accessions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Molecular Genetics and Genomics	6. 最初と最後の頁 1681-1694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00438-016-1211-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirokazu Yokota, Julio C.M. Iehisa, Ryo Nishijima, Miyuki Nitta, Shotaro Takenaka, Shuhei Nasuda and Shigeo Takumi	4. 巻 71
2. 論文標題 Variation in abscisic acid responsiveness at the early seedling stage is related to line differences in seed dormancy and in expression of genes involved in abscisic acid responses in common wheat	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cereal Science	6. 最初と最後の頁 167-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcs.2016.08.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kouhei Sakaguchi, Ryo Nishijima, Julio C.M. Iehisa and Shigeo Takumi	4. 巻 144
2. 論文標題 Fine mapping and genetic association analysis of Net2, the causative D-genome locus of low temperature-induced hybrid necrosis in interspecific crosses between tetraploid wheat and <i>Aegilops tauschii</i>	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Genetica	6. 最初と最後の頁 523-533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10709-016-9920-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Julio C.M. Iehisa, Moeko Okada, Kazuhiro Sato and Shigeo Takumi	4. 巻 9
2. 論文標題 Detection of splicing variants in the leaf and spike transcripts of wild diploid wheat <i>Aegilops tauschii</i> and transmission of the splicing patterns to synthetic hexaploid wheat	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plant Gene	6. 最初と最後の頁 6-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plgene.2016.11.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ryo Nishijima, Yuki Okamoto, Hitoshi Hatano and Shigeo Takumi	4. 巻 12
2. 論文標題 Quantitative trait locus analysis for spikelet shape-related traits in wild wheat progenitor <i>Aegilops tauschii</i> : implications for intraspecific diversification and subspecies differentiation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0173210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0173210	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okada Moeko, Michikawa Asami, Yoshida Kentaro, Nagaki Kiyotaka, Ikeda Tatsuya M., Takumi Shigeo	4. 巻 15
2. 論文標題 Phenotypic effects of the U-genome variation in nascent synthetic hexaploids derived from interspecific crosses between durum wheat and its diploid relative <i>Aegilops umbellulata</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0231129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0231129	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Sayaka, Yoshida Kentaro, Sato Kazuhiro, Takumi Shigeo	4. 巻 21
2. 論文標題 Diploid genome differentiation conferred by RNA sequencing-based survey of genome-wide polymorphisms throughout homoeologous loci in Triticum and Aegilops	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Genomics	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-020-6664-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Shigeo, Mitta Seito, Komura Shoya, Ikeda Tatsuya M., Matsunaka Hitoshi, Sato Kazuhiro, Yoshida Kentaro, Murai Koji	4. 巻 15
2. 論文標題 Introgression of chromosomal segments conferring early heading date from wheat diploid progenitor, Aegilops tauschii Coss., into Japanese elite wheat cultivars	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0228397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0228397	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miki Yuka, Ikeda Tatsuya M., Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 93
2. 論文標題 Identification of a hard kernel texture line of synthetic allohexaploid wheat reducing the puroindoline accumulation on the D genome from Aegilops tauschii	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cereal Science	6. 最初と最後の頁 102964 ~ 102964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcs.2020.102964	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Michikawa Asami, Yoshida Kentaro, Okada Moeko, Sato Kazuhiro, Takumi Shigeo	4. 巻 294
2. 論文標題 Genome-wide polymorphisms from RNA sequencing assembly of leaf transcripts facilitate phylogenetic analysis and molecular marker development in wild einkorn wheat	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Genetics and Genomics	6. 最初と最後の頁 1327-1341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00438-019-01581-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kuki Yasunobu, Ohno Ryoko, Yoshida Kentaro, Takumi Shigeo	4. 巻 150
2. 論文標題 Heterologous expression of wheat WRKY transcription factor genes transcriptionally activated in hybrid necrosis strains alters abiotic and biotic stress tolerance in transgenic Arabidopsis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 71-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plaphy.2020.02.029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計40件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Moeko Okada, Kentaro Yoshida, Kazuhiro Sato, Shigeo Takumi
2. 発表標題 RNA-seq-based bulked segregant analysis of the causal U-genome gene for grass-clump dwarfism in interspecific hybrids between tetraploid wheat and wild wheat relative <i>Aegilops umbellulata</i>
3. 学会等名 1st International Wheat Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asami Michikawa, Kentaro Yoshida, Moeko Okada, Kazuhiro Sato, Shigeo Takumi
2. 発表標題 Genome-wide marker development based on RNA sequencing of leaf transcripts in wild einkorn wheat
3. 学会等名 1st International Wheat Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuka Miki, Kentaro Yoshida, Kazuhiro Sato, Shigeo Takumi
2. 発表標題 RNA-seq-based polymorphisms in the section Sitopsis species reveal the origin of wheat B-genome chromosomes
3. 学会等名 1st International Wheat Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nozomi Kasazumi、Moeko Okada、Kentaro Yoshida、Shigeo Takumi
2. 発表標題 Phenotypic variation and RNA-seq-based genome-wide polymorphisms in wild diploid wheat relative <i>Aegilops umbellulata</i>
3. 学会等名 1st International Wheat Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigeo Takumi、Asami Michikawa、Yuka Miki、Sayaka Tanaka、Moeko Okada、Kiyotaka Nagaki、Kazuhiro Sato、Tatsuya M. Ikeda、Kentaro Yoshida、Yoshihiro Matsuoka
2. 発表標題 Production and phenotypic analysis of synthetic allohexaploid lines having durum wheat and wild diploid relative genomes
3. 学会等名 1st International Wheat Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道川麻美、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 二粒系コムギと一粒系コムギ間の合成コムギにみられる雑種矮性原因遺伝子の遺伝解析
3. 学会等名 日本育種学会第136回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木祐香、榎宏征、鈴木一代、稲盛稔、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 GRAS-Diによるタルホコムギ組換え自殖系統群の超高密度連鎖地図の作製
3. 学会等名 日本育種学会第136回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠澄望、岡田萌子、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 2倍体コムギ近縁野生種Aegilops umbellulataのRNA-seqデータに基づくGWA解析系の確立
3. 学会等名 日本育種学会第136回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中紗弥夏、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seqによって得られたゲノムワイド多型データに基づくコムギ2倍体近縁種間の系統関係
3. 学会等名 日本育種学会第136回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古村翔也、吉田健太郎、三田聖人、池田達哉、佐藤和広、村井耕二、宅見薫雄
2. 発表標題 早生型合成コムギへのパンコムギ品種戻し交配後選抜系統のグラフィカルジェノタイプング
3. 学会等名 日本育種学会第136回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宅見薫雄
2. 発表標題 コムギ近縁野生種における集団構造と出穂期制御の関係、及びその育種利用
3. 学会等名 日本生態学会第67回大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中紗弥夏、吉田健太郎、長岐清孝、池田達哉、宅見薫雄
2. 発表標題 コムギ近縁野生種のMあるいはNゲノムを持つ合成異質6倍体の作出と表現型変異
3. 学会等名 日本育種学会第137回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宅見薫雄、岡田萌子、吉田健太郎、池田達哉
2. 発表標題 コムギ近縁野生種Aegilops umbellulataゲノムの種子形質への影響
3. 学会等名 第10回グルテン研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeo Takumi, Moeko Okada, Kentaro Yoshida
2. 発表標題 Distinct features of hybrid growth abnormalities in interspecific crosses of two wild diploid wheat relatives to tetraploid wheat
3. 学会等名 25th International Congress on Sexual Plant Reproduction (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宅見薫雄
2. 発表標題 コムギ・エギロプス属の種間雑種にみられる多彩な生育異常
3. 学会等名 日本育種学会第134回講演会ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shigeo Takumi
2. 発表標題 RNA-seq-based marker development in wild wheat relatives
3. 学会等名 The International Training Course on Triticeae Genomics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中紗弥夏、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seqデータに基づくコムギC, M, Nゲノム2倍体近縁種間の遺伝的關係
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高松鮎美、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seq解析による二粒系コムギと <i>Aegilops cylindrica</i> 間の交雑種子の発生異常の解析
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉村信一、森崎良太、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 二粒系コムギとタルホコムギ間の雑種クロロシスに関するHch1領域からの候補遺伝子の探索
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠澄望、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 パンコムギハイブリッドネクロシスのRNA-seq解析
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三木祐香、岡田萌子、池田達哉、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 タルホコムギpuroindoline遺伝子の多様性解析
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田萌子、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 二粒系コムギと <i>Aegilops umbellulata</i> の雑種に由来する合成6倍体の表現型へのUゲノムの影響
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宅見薫雄、田中紗弥夏、池田達哉
2. 発表標題 二粒系コムギと6倍体エギロプス間の合成コムギの作出と表現型評価
3. 学会等名 第13回コムギ類研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Moeko Okada, Kentaro Yoshida, Kazuhiro Sato and Shigeo Takumi
2. 発表標題 RNA-seq BSA reveals the target region of hybrid incompatibility between tetraploid wheat and wild diploid wheat relative <i>Aegilops umbellulata</i>
3. 学会等名 The Plant and Animal Genome XXVII Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道川麻美、吉田健太郎、長岐清孝、宅見薫雄
2. 発表標題 野生一粒系コムギのゲノムを持つ合成異質6倍体の表現型変異
3. 学会等名 日本育種学会第135回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木祐香、岡田萌子、吉田健太郎、池田達哉、宅見薫雄
2. 発表標題 合成パンコムギを用いたタルホコムギ種子の硬軟質性変異の評価
3. 学会等名 日本育種学会第135回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田萌子、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 コムギ近縁種 <i>Aegilops umbellulata</i> がもつ二粒系コムギとの間の雑種矮性原因遺伝子の遺伝解析
3. 学会等名 日本育種学会第135回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Moeko Okada, Kentaro Yoshida, Ryo Nishijima, Kazuhiro Sato, Shigeo Takumi
2. 発表標題 RNA sequencing reveals genome-wide polymorphisms applicable to develop genetic markers in <i>Aegilops umbellulata</i>
3. 学会等名 13th International Wheat Genetics Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryo Nishijima, Kentaro Yoshida, Yuka Motoi, Kazuhiro Sato, Shigeo Takumi
2. 発表標題 Genetic marker development from RNA sequencing of <i>Aegilops tauschii</i> accessions and its application to fine mapping in synthetic hexaploid wheat
3. 学会等名 13th International Wheat Genetics Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡田萌子、池田達哉、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 二粒系コムギと <i>Aegilops umbellulata</i> の交雑に由来する合成6倍体の穀粒硬度の解析
3. 学会等名 日本育種学会第132回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西嶋遼、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 タルホコムギ多検体間のゲノムワイド多型検出へのBrAD-seq法の適用
3. 学会等名 日本育種学会第132回講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西嶋遼、吉田健太郎、松岡由浩、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seqによるタルホコムギ系統間の多型情報収集とそのインパクト
3. 学会等名 第12回コムギ類研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宅見薫雄
2. 発表標題 AABBAmAmゲノムを持つ合成6倍体コムギとパンコムギとの雑種にみられる雑種致死
3. 学会等名 第12回コムギ類研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大野良子、久木康伸、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 雑種生育不全を発症するコムギで発現量が増加するWRKY転写因子の解析
3. 学会等名 植物生理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠澄望、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 パンコムギ準等質遺伝子系統のRNA-seq解析によるハイブリッドネクロシスの解析
3. 学会等名 日本育種学会第133回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 道川麻美、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seqデータに基づく一粒系コムギのゲノムワイド多型の検出とその利用
3. 学会等名 日本育種学会第133回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三木祐香、吉田健太郎、佐藤和広、宅見薫雄
2. 発表標題 RNA-seqデータからみたエギロプス属Sitopsis節の種間関係とパンコムギBゲノムの起原
3. 学会等名 日本育種学会第133回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田萌子、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 野生2倍体コムギ近縁種 <i>Aegilops umbellulata</i> の表現型多様性の異質合成6倍体への伝達
3. 学会等名 日本育種学会第133回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田萌子、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 二粒系コムギと野生2倍体コムギ <i>Aegilops umbellulata</i> の雑種生育不全における遺伝子発現解析
3. 学会等名 日本育種学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 西嶋遼、田中稚紗、吉田健太郎、宅見薫雄
2. 発表標題 タルホコムギの新規帯白性変異の遺伝分析
3. 学会等名 日本育種学会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

神戸大学植物遺伝学研究室 http://www.lab.kobe-u.ac.jp/ans-plantgenetics/index.html 神戸大学植物遺伝学研究室 https://www.plantgenetics-kobeu.info 神戸大学神戸大学植物遺伝学研究室 http://www.plantgenetics-kobeu.info 神戸大学農学部インターゲノミクス研究会 http://www.research.kobe-u.ac.jp/ans-intergenomics/index.html

6. 研究組織		
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)
		備考