

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「生物資源分野」

研究課題名「遊牧民伝承に基づくモンゴル草原植物資源の有効活用による草地回復」

採択年度：令和元年（2019年）度/研究期間：5年

相手国名：モンゴル

令和2（2020）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2020年7月6日から2025年7月5日まで

JST側研究期間^{*2}

2019年6月1日から2025年3月31日

(正式契約移行日 2020年4月1日)

*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：浅見忠男

東京大学大学院農学生命科学研究科・教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2019年度 (6ヶ月)	2020 年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度 (12ヶ月)
<p>1. <u>貧栄養状態における高バイオマス生産性植物の探索ならびに生理作用・原因遺伝子の解析</u></p> <p>1-1. 高バイオマス生産性変異体探索とその生理解析</p> <p>1-2. 高バイオマス生産性モンゴル植物の有用形質解析と新規遺伝子の同定・機能解析</p> <p>1-3. モンゴル草原植物由来有用遺伝子の知財化</p>		← 貧栄養状態における高バイオマス生産性変異体の探索とその生理解析 →				
		← モンゴル草原植物由来の新規成長促進遺伝子の同定 →				
		← モンゴル草原植物由来の有用遺伝子の知財化 →				
<p>2. <u>モンゴル草原植物由来の新規機能性化合物の同定ならびにモンゴル有用牧草としての活用</u></p> <p>2-1 新規モンゴル機能性化合物含有植物の選定</p> <p>2-2 モンゴル草原機能性植物由来の機能性化合物の単離・同定</p> <p>2-3 モンゴル草原植物中薬効成分の登録低減</p> <p>2-4 モンゴルへの植物化学基盤技術の移転</p>		← 新規モンゴル機能性化合物含有植物の選定 →				
		← モンゴル草原植物由来の新機能性化合物の単離・同定 →				
			← モンゴル草原植物中薬効成分の登録低減 →			
			← モンゴルへの植物化学基盤技術の移転 →			
<p>3. <u>牧民伝承に基づく迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の開発</u></p> <p>3-1 牧民伝承に基づく迅速成長植物・機能性植物のデータベース構築</p> <p>3-2 候補植物の生育条件の検討</p> <p>3-3 迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の確立</p> <p>3-4 種子生産技術の確立と栽培技術の普及促進</p>		← 牧民伝承に基づく迅速成長植物・機能性植物のデータベース構築 →				
		← 候補植物の生育条件の検討 →				
			← 迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の確立 →			
				← 種子生産技術の確立と栽培技術の普及促進 →		

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

特になし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本申請研究ではモンゴル草原植物が、1) 再生能、2) 環境ストレス耐性能、3) 薬理機能、を高いレベルで保持する理由について詳細な解明研究を行い、続いて上記特性を有する植物ならびに植物成分の実装化を通して荒廃するモンゴル草原や家畜の健全な育成を目指している。草原の荒廃は中央アジアでは普遍的な問題であり、本課題の取り組みにより得られる知見は今後の草原回復に向けた大きな意味もつと期待できる。

日本側、モンゴル側の各研究機関における個別の課題については概ね順調な進捗があった。研究題目1と研究題目3に関わる大きな進展としては *Chloris virgata* の群生地が発見があり、今後気候等生育環境との関係を中心に周囲の牧草と比較を行い、バイオマス生産性における *Chloris virgata* の有用性を調べることができるようになった。この部分は日本側で進行中の基礎研究の成果をモンゴルで活用する上での指針となる。また土壌に播種することにより *Chloris virgata* のバイオマス生産における有用性が示唆される結果を得ることができた。この結果も、これまでの日本側の基礎研究の成果を反映したものであると考えている。以下個別に概要を示す。

研究題目1では迅速成長性を示す対象牧草についての基礎的な生理学・遺伝学的・栄養学的な追索を行い有用遺伝子等の情報を得ることができた。また研究題目2に関しては、高機能性が予測できる対象牧草が含む薬効成分の単離解析とその動物への影響調査を行っただけでなく、モンゴル側での動物を用いた試験が順調に進み、ヤルホイの効果が確認されつつある。この研究進展により日本側の基礎研究成果とモンゴルでの伝承を有効に結びつけることの成功例となるものと期待できる。研究題目3では迅速成長植物および機能性植物の発芽・成長特性について、栽培試験および野外実証試験地選定のための実地調査と予備試験を実施し、次年度以降の栽培試験における処理区の設定内容や栽培条件を把握することができた。

これまでモンゴル草原植物の家畜への有用性について生理学的、薬理的な研究はごく限られていたが、本課題はこの点を重視して基礎研究成果に基づくモンゴル荒廃草原の価値を高めることを目的とした点に特徴がある。課題参加機関では、すでに何人かの留学生や研修生を受け入れつつある状況であり、日本側の若手の参画も含めて将来に資する交流の基盤を構築しつつある。

(2) 研究題目1：「貧栄養条件下においても高生産性を保持する植物の生理機能と原因遺伝子の解析」

研究グループA (リーダー：浅見忠男)

研究グループB (リーダー：中野雄司)

研究グループC (リーダー：大黒俊哉)

① 当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

計画通りに進展し、成果を得ることができた。これまでモンゴル草原牧草種についての遺伝子発現解析は行われていなかったが、本プロジェクトにより初めて遺伝子発現解析を行うことができ、その特性を理解する上で大きな進展となった。またゲノム解析を行うための基礎的な知見を得たことも今後の進展に有用であった。

1. モンゴル草原植物 *Chloris virgata* における、発芽時の発芽速度の促進、初期成長期の分枝・葉の伸展促進について、発芽開始から時系列に従って詳細な統計的解析を行った。温帯作物で

あるイネ、コムギと比較対象とし、*Chloris virgata* の成長迅速性を確認できた。また *Chloris* の初期成長ステージの4段階において、植物試料を収集し、その各段階において発現している遺伝子について、*Chloris* mRNA の次世代シーケンサーを用いた *de novo RNA Seq* 解析を行った結果、*Chloris* 遺伝子の塩基配列の生データが得た。次年度は、これらの遺伝子について、既知のイネやアラビドプシスとの相同性遺伝子の探索を進める。またモンゴル側では *Chloris virgata* より発芽速度が高い草種を見出しており、この生理学的な性状解析を進める予定である。

2. 貧栄養状態で高バイオマス生産性を示すモンゴル草原植物の栄養価評価を *Chloris virgata* を対象にして行い、あわせて収量評価を行った。その結果、収量はモンゴル現地の貧栄養状態でありながらも、同属の牧草種を熱帯～亜熱帯で十分な栄養状態で生育させた場合とほぼ同等、また、日本のアクセシオン 3754K0BE 六甲アイランド(系統)と比較し概ね2倍の収量であった。モンゴルの *Chloris* の貧栄養に対する優れた生育特性を確認できた。さらに、*Chloris virgata* の倍数性の確認を行った。核量はイネと同等で、コンパクトなゲノムサイズであり、遺伝子解析を行うための材料として非常に適した材料であることが確認できた。

3. *Chloris virgata* はストリゴラクトン応答性が高い草種であることを確認し、現在変異導入のために必要な大量な種子を得るための栽培を現在おこなっている。すでに一部については変異導入も試み、種子を得ている。当初、東大の放射線育種場を利用して変異導入を行う予定であったが、最近の出力低減により変異導入の効率が下がっているとの情報を得て、EMS を用いた化学的変異導入法に切り替えた。

② カウンターパートへの技術移転の状況

遺伝子発現解析は現在モンゴル国立大学にて研究を継続している研究員の博士論文のテーマである。日本での博士課程における技術を習得したことにより、今後新たに発見した成長迅速性を示すモンゴル草原草種のモンゴル側での解析が可能になった。

③ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

モンゴル側で *Chloris virgata* より発芽速度が高い草種を見出した。今後はこの生理学的な性状解析を進める予定である。また *Chloris virgata* については栄養価も優れていることを確認した。

④ 研究のねらい

モンゴル草原の環境に適した、迅速成長性、高ストレス耐性、高栄養性という優れた性質をもつ牧草種を見出し、その性質を生理学、遺伝学レベルで解析・解明し、応用展開への基盤とする。またその研究過程や実験方法・成果の応用や品質の管理をモンゴル国の研究室でも実行可能にするために、技術移転と人材育成も含めて行う。

⑤ 研究の実施方法

モンゴル各地より採取した植物種子を用いて、発芽試験やストレス耐性試験を通して有用草種を見出す。見出した草種についてはその各種生物学的・非生物学的ストレス耐性とその有用特性発現メカニズムを追究し、試験区での生育状況と比較して、最適な草種と試験区の組み合わせを明らかにする。併せて家畜への栄養特性試験により、牧草として優れた性質を明らかにする。また研究対象草種については、より優れた性能を付加するための変異体誘導試験と選抜を行う。

(3) 研究題目 2：「モンゴル草原植物由来の新規機能性化合物の同定とモンゴル有用牧草としての活用」

研究グループ A（リーダー：佐々木健郎）

研究グループ B（リーダー：大黒俊哉）

① 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

＜モンゴル国研究者による遊牧を対象とした現地調査＞

研究対象地域や草種に関する本計画の妥当性を確認し、全体の研究の方向性を定めた。これに基づき、モンゴル国研究者により遊牧民と家畜動物・牧草を対象とした現地調査が行われた。今後、調査時に選定した植物種の同定・成分抽出・初期分画がモンゴル国で随時行われる予定である。

＜選定した牧草地に生育する植物の成分・機能性解析＞

1. モンゴル国で、春先と秋以降は牧草となるが、夏は忌避される *Artemisia sieversiana* を時期別に採取した。その主要成分の単離と化学構造決定を行い、新規セスキテルペノイドをはじめ、リグナンやフラボノイドを得た。本課題はモンゴル国学生が主となり実験を進め、*Journal of Natural Medicines*, 74, 750-757, 2020 にて成果発表に至った。

2. 天然物として珍しいオキサズールアルカロイドを根に多種類含む *Oxytropis lanata* (*J Nat Prod*, 79, 2933-2940, 2016)について、動物が食べる部位を想定して同植物地上部の成分解析を行った。地上部は根と異なる成分プロフィールであることを明らかにし、またヒアルロニダーゼ阻害活性サポニン類を単離・構造決定した。本課題はモンゴル国からの留学生が主となり実験を進め、*Fitoterapia*, 104608, 2020 にて成果発表に至った。

② カウンターパートへの技術移転の状況

上記成果はいずれもモンゴル国学生と留学生が中心となり、日本側研究者の指導の元で達成されたものである。コロナ禍で日本側研究者の渡航が叶わない中で、当初目的のうち、機能性植物の選定・解析と技術移転を着実に進行させている。また上記①-1. で成果を上げたモンゴル国学生が東北医薬大博士課程に 2021 年度より長期研究員として留学する。

③ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

渡航制限の長期化から、オンラインでの実験指導を導入した。現地での調査は精力的にモンゴル国研究者によって進められており、密な情報交換のもとで研究を進めている。

④ 研究のねらい

1 年目は初期目標として、モンゴル国で家畜動物と牧草の関係性の理解から、適正な遊牧を行うにあたり有利な植物を見出すことを掲げた。実際に、1. 現地研究者による調査と植物採集、2. 成分化学的及び生物学的活性試験による機能性や有用性について分子レベルでの科学的根拠の提示、が継続的に行われている。またその研究過程や実験方法・成果の応用や品質の管理をモンゴル国の研究室でも実行可能にするために、技術移転と人材育成も含めて行う。

⑥ 研究の実施方法

モンゴル国で現地研究者の調査のもと、課題植物の選定・採集・抽出・分画・精製・HPLC 分析を行う。日本側では成分化学的手法による対象牧草中の主要機能性成分の単離と化学構造解析を行い、牧草中の鍵化合物を特定することを目標とする。次の段階として、生物学的な *in vitro* 活性試験から、薬理学的手法による哺乳動物への給餌を通じた動物個体への影響調査までを視野に入れる。研究対象候補植物種について、試験区での生育状況の検討を行い、最適な草種と試験区の組み合わせ

せを明らかにする。

(4) 研究題目 3：「牧民伝承に基づく迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の開発」

研究グループ C（リーダー：大黒俊哉）

① 当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

迅速成長植物および機能性植物の発芽・成長特性についての解析を開始するとともに、気候条件の類似した 3 箇所の栽培試験予定地（Batsumber、Arlhust、Hustai）において、*Chloris virgata* の野外での発芽・成長特性および栽培条件を把握するため、異なる播種条件下での予備的試験を実施した。その結果、Batsumber および Arlhust では、野外条件下での高い発芽率と高収量・高種子生産能力が確認されたが、Hustai では発芽率、収量、種子生産量いずれも低かった。これらの差異に関わる要因として、播種時期、播種密度、土壌条件、灌水を含む条件等が考えられた。以上の結果に基づき、次年度以降の栽培試験における処理区の設定内容や栽培条件を把握することができた。

また、迅速成長植物および機能性植物のモンゴル草原における分布特性および生育立地条件を広域で把握するため、モンゴル南東部のゴビステップにおいて予備的な広域踏査を実施し、とくに迅速成長植物 *Chloris virgata* の高被度分布地点の地形条件を数値標高モデルにより解析した。その結果、分布域の多くがプラヤ状の低平地に位置していたことから、同種の分布が土壌水分条件の変動性に強く規定されていることが示唆された。また、衛星画像解析により同地点におけるバイオマスの長期変動を推定したところ、夏期の Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) と翌年春期の Soil Tillage Index (STI)（枯れ草を含むバイオマスの指標）の間に強い相関がみられ、*Chloris virgata* の地上部が長期間残存して冬～春期における家畜の重要な飼料となっている可能性が示唆された。以上の結果に基づき、数値標高モデルや植生指数を用いた同種の広域分布の推定方法を検討した。

② カウンターパートへの技術移転の状況

現地におけるフィールド研究が中心の課題であるため、渡航制限により当初予定していた技術的指導や移転は進まなかったが、Web 会議等で現地の状況を確認しながら準備を進め、当初計画からの遅れは最小限にとどまった。

③ 当初計画では想定されていなかった新たな展開

渡航制限が長期化したことを受け、オンラインでの支援体制を強化するとともに、Web アンケートの導入やリモートセンシングの活用などにより、渡航制限の影響を受けにくい研究手法や技術開発への転換を進めた。

④ 研究のねらい（参考）

伝承に基づき選定した草種の分析化学・薬理的な解析を行い家畜への有用性を確認することと併せて、モンゴル荒廃草原の回復への応用妥当性を検討し、草地試験区での実証を行うことをねらいとしている。

⑤ 研究実施方法（参考）

研究対象候補草種について、研究題目 2、3 で得られた各種生物学的・非生物学的ストレス耐性や環境保全性を総合的に勘案し、試験区での生育状況を考慮して最適な草種と試験区の組

み合わせを明らかにする。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

基本方針はモンゴル伝承に基づき、モンゴル草原由来植物中から、1) 再生能、2) 環境ストレス耐性能、3) 薬理機能、のいずれかを高いレベルで保持する草種の選定を継続しつつ、その普及を目指すことである。研究題目1については、すでに選定した過酷なモンゴル環境に対しストレス耐性を示すモデル植物変異体や高バイオマス生産性変異体ならびに迅速成長性と環境ストレス耐性を併せ持つモンゴル草原由来植物について生理機能発現機構の解明・成長関連遺伝子の同定を通じた機能発現機構の解明を行うことに加えて、上記ストレスに対して耐性を有する新しいモンゴル植物の探索を行い、上記基礎研究と応用研究のサイクルを実施する。研究題目2については、家畜の健康増進機能性植物の薬効成分の同定と活性発現機構の解析を行う。研究題目3については、すでに上記基準で選定したモンゴル草原由来植物について基礎研究を背景とした栽培技術の最適化とその実装を目指す。最終的には、上記研究で得られる植物種子と植物栽培方法をモンゴル草原全体に普及させることによって、モンゴル草原の緑地回復技術と家畜健康保全技術に基づく持続可能な遊牧畜社会の構築モデルを開発する。以下進め方について具体的に述べる。

- 1) 植物ホルモン関連遺伝子の変異により貧栄養状態でも高バイオマス生産性を示す変異体の発見とそれら変異体の有用形質発現機構についての追究と栄養価についての評価を行う。
- 2) バイオマス生産能力や環境ストレス耐性が高いクロリスを対象に有用形質発現遺伝子の抽出を試み、有用候補遺伝子の知的財産化を行い、そのライセンス契約の成果をモンゴル国に還元する。
- 3) 家畜に摂取されている植物 40 種類、有毒性が知られる植物 10 種類を調査・スクリーニング対象とし、機能性・毒性の予備試験を実施し、鍵化合物の単離と構造決定を行う。得られた化合物や粗抽出液について家畜への機能性・毒性を確認するために生物学的活性試験を行う。
- 4) 一連の成分薬効解析による各牧草の機能性・毒性に関する知見について、モンゴル国薬局方、家畜薬局方への植物種の収載と有用性の根拠及び注意情報追加の提言をモンゴル政府機関に対して行う。すでにモンゴル国側の専門企業及び公的機関との協力体制も構築しつつある。
- 5) 選抜してきた迅速成長植物の種子を、柵で囲うことで家畜の摂食の影響を受けない複数のモデル試験区に播種し、対照区（播種しない試験地）と比較しバイオマス生産性の有意な向上を確認する。
- 6) 促進効果を活用した混植・混播技術、シードペレット等による発芽・定着促進技術を開発するとともに、大面積栽培のための効率的な播種方法を開発した後、候補植物の種子を数 ha 程度の大規模試験区に播種し植生回復モニタリング手法を確立した上で、バイオマス生産性の有意な向上を確認する。有用薬用牧草（機能性植物）についてもモデル試験区等で栽培実験を実施する。
- 7) 迅速植物および機能性植物の種子生産体制をモンゴル国立大学ならびに現地企業と協力して構築し、遊牧民伝承に関する既存情報および迅速成長植物・機能性植物関連統合データベースを構築する。

これまでにモンゴル草原植物の有用性を生理学的・薬理的に追究した例は非常に少ない上に、これら基礎研究成果に基づく植生学的な荒廃草原の回復を試みた例もないことから、科学的なインパクトは大きい。さらに企業との出口連携についても体制構築は順調に進んでいることから、目標達成に向けて

順調に推移している。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

- ・プロジェクトの課題としては実際に共同研究体制を発足させるために必要な機材の円滑な設置を上げることができる。すでに機材の輸送については手配をしているところであるが、新型コロナウイルスの影響によりモンゴル側への日本人の入国が難しい状況にあるために計画の円滑な実施ができるかどうか不透明である。相手国側には機材の受入と運用ができる人材が揃っているために、設置後の研究の進展は順調であると考えている。
- ・プロジェクトに関与する研究者ならびに支援者によるプロジェクトの方向性についての理解、研究者間での専門分野の理解と意思疎通が、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために重要であるが、そのための現地での会合により、この点に関する懸念は払拭された。
- ・プロジェクトにかかわる現地側の予算手当と研究者による予算獲得がプロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）で取り組む必要がある。
- ・現在、両国の研究機関ならびに政府機関の間は円滑であり、諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航等には直面していない。

(1) 研究題目 1：「貧栄養条件下においても高生産性を保持する植物の生理機能と原因遺伝子の解析」

研究グループ A（リーダー：浅見忠男）

研究グループ B（リーダー：中野雄司）

研究グループ C（リーダー：大黒俊哉）

モンゴル国立大学のグループと継続的に研究対象植物の選定と性状解析を進めている。

「1. 1 貧栄養条件で高バイオマス生産性を示す植物ホルモントリゴラクトン変異体の性状解析を行う。」を達成するために、既存のイネストリゴラクトン (SL) 変異体である生合成変異体 D10、D27 と受容体変異体 D14 を材料として用い、リン欠乏状態における枝分かれ形態とバイオマス生産性の関係を日本側で、モンゴル土壌におけるバイオマス生産性をモンゴル側で追究することで、SL シグナル欠損とバイオマス生産性の関係を明確にする。「1.2 モンゴル草原の迅速成長植物への変異導入(非遺伝子組換え型)による新品種作出と最適品種を選抜する。」については *Chloris virgata* を対象に化学的変異導入を行い、貧栄養状況下において高バイオマス生産性を有する個体の選抜を行う。その後は変異形質と植物ホルモン応答との関係を両国で追究する。イネはモンゴルで生育することができないために植物育成装置を購入予定であったがこの部分は機材導入が遅れたために試験が進んでいない。この装置を活用することで多様な植物の生育が可能になる。これまでモンゴル草原植物を対象とした生理学的研究は非常に限られていたために新たな知見の取得が期待できる。「1.3 クロリスの迅速成長機構ならびに高環境ストレス耐性機構の解析を行う。」、「1.4 モンゴル草原の迅速成長植物由来の新規植物成長促進遺伝子の探索と同定を行う。」ならびに「1.5 モンゴル草原植物由来の新規植物成長促進遺伝子の機能解明に基づき、特許出願とモンゴル植物育成システムの開発を行う。」では *Chloris virgata* の分子生理的解析、高速シーケンサーを用いた遺伝子発現解析を

【令和元年度実施報告書】【200529】

行い、有用遺伝子の特許化を目指すだけでなく、モンゴル草原成長迅速植物の特異的発現遺伝子種の特定に基づきモンゴル植物育成法を検証している。以上はモンゴル側と共同で行う。以上の実験結果に基づき「1.6 モンゴル草原の新規迅速成長植物の成長生理機構の解析に基づきモンゴル植物育成法を検証する。」の項目でモンゴル草原植物・*Chloris virgata* のモンゴル草原土壌における成長迅速性・分枝形成能をモンゴル草原における数カ所の試験フィールドを含んで解析を行う。これまでモンゴル草原植物の生理学的・遺伝子的解析とフィールド試験を組み合わせた例はなく、実施のためのモンゴル側との密接な研究体制を構築できた。しかし植物育成装置等の機材導入が行われており、実験も限定的に行われている状況であった。本年6月に必要機材が導入できたため、今後は計画に沿った成果が期待できる。

今年度の課題としては、モンゴル側への機材の導入が遅れたために、モンゴル側でのモデル植物での植物生育試験が不可能な状態にあったことが挙げられるが、2021年6月に機材導入が進むことにより、この問題は解消できると考えている。室内での試験ができなかった部分については *Chloris virgata* のフィールド試験を充実させ新たな知見を得ることで補うことができたと考えている。

(2) 研究題目 2：「モンゴル草原植物由来の新規機能性化合物の同定とモンゴル有用牧草としての活用」

研究グループ A（リーダー：佐々木健朗）

研究グループ B（リーダー：大黒俊哉）

モンゴル国立大学のグループと継続的に研究対象植物の選定、エキス化、成分単離を既に進めている。PDM 指標における「2-1. モンゴル草原における家畜の健康保全に有用な化合物が 20 種以上見いだされる。」を達成するために、従来研究材料として用いてきた植物種に加え、JICA モンゴル国有用植物図鑑 (2003)、WHO による MEDICINAL PLANTS IN MONGOLIA (2013)、Eastern Oregon Agricultural Research Center によるモンゴル国における牧草植物の分布調査と 5 畜の嗜好性 (Palatability of Mongolian Rangeland Plants, 2005) についての情報を参考に、本事業研究対象となる植物を選定した。これらのうちの一部は各種モンゴル国政府の許可取得と採集・エキス化を進めている。今後はこれらを題材に「2-1. モンゴル草原の機能性植物の新規機能性化合物を探索し、化学構造を決定する。」の実現を視野にモンゴル国立大学への化学分析用機器の導入、東北医薬大への短期研究生の受け入れによる技術者養成を行う予定である。応用に向けた植物の候補を選定できると考えている。また PDM 指標「2-2. 機能性植物に基づく飼料添加物が少なくとも一つ、モンゴルの動物医薬品に応用される。」を効果的に実施するにあたり、モンゴル獣医学研究所 (IVM) とのより強力な協力関係の構築が課題として挙げられる。これまでの取り組みとして、ヤルホイやヨモギを対象とした当題目の基幹研究テーマについて発展的に共同研究をスタートさせた他、東北医薬大への短期留学生として IVM の若手研究者 1 名を受け入れており (2020 年 2 月-4 月)、研究者レベルでの交流と技術交換を行っている。

(3) 研究題目 3：「牧民伝承に基づく迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の開発」

研究グループ A（リーダー：浅見忠男）

研究グループ B（リーダー：中野雄司）

研究グループ C（リーダー：大黒俊哉）

本題目では荒廃したモンゴル草原の緑地回復を目指した研究を行う。現地モンゴル側で試験が中心

となるが、研究題目2ならびに3と密接な研究体制とモンゴル側伝承情報を活用することで効率的な試験実施とその後の普及を目指す。研究の性格上、渡航の制限による研究進捗への影響は小さくないが、モンゴル生命科学大学およびモンゴル国立大学等の共同研究者と Web 会議等で現地の状況を確認しながら準備を進めている。今後も引き続きオンラインでの検討体制を維持・強化しつつ、渡航再開時に速やかに栽培試験および野外観測調査等が実施できるよう準備を進める。また、渡航制限が長期化した場合に備え、現地共同研究者のみで現地試験等を実施できるようなオンライン支援体制を整備する。研究内容についても、渡航制限の影響を受けにくい手法の導入を積極的に検討する。個別活動の協力体制についての詳細は以下の通りである。「3-1 牧民伝承に基づく迅速成長植物・機能性植物のデータベース構築」では、遊牧民への聞き取り調査を主にモンゴル側が行うが、Web アンケート調査および調査結果のデータベース化についてはモンゴル側と日本側が共同で行う。現在、牧民の伝統的知識の維持・消失と利用についての情報収集および研究手法のレビューをモンゴル側、日本側共同で進めている。「3-2 候補植物の生育条件の検討」については、インキュベータによる発芽・成長試験をモンゴル側が担当し、野外栽培試験については、日本側とモンゴル側が実験デザインを共同で協議したうえで、主としてモンゴル側が試験を実施する。生育環境の現地調査については、日本側が調査手法等を提案したうえで、日本側・モンゴル側が共同で実施する。「3-3 迅速成長植物および機能性植物の栽培技術の確立」については、播種方法、土壌改良等の栽培技術の検討を日本側・モンゴル側と共同で行った上で、現地モンゴルにおいて実証試験を行う。渡航制限が長期化する場合には、日本での実験実施体制を強化する。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

報告書作成時点では、特に無いが、今後はプロジェクトの進展に伴う成果が期待できる。

(2) 社会実装に向けた取り組み

報告書作成時点では、特に無いが、今後の将来的な社会実装を目指した取り組みについて説明する。

- 1) モンゴル草原植物由来の新規植物成長促進遺伝子の機能解明に基づき、特許出願とモンゴル植物育成システムの開発を行う。
- 2) モンゴル草原由来の機能性植物の冬季利用に向けたモンゴル国内企業による増産体制の構築を行う。
- 3) 機能性植物とその有効成分あるいは毒性の情報についてモンゴル国家畜薬局/モンゴル農業軽産業省への収載の働きかけを行うとともに、モンゴル機能性植物がモンゴル家畜健康保全に及ぼす効能についての啓蒙活動を行う。
- 4) モンゴル草原の迅速成長植物の草原における実証試験と普及活動、機能性植物との混合育成法の開発によるモンゴル草原の緑地回復技術の普及を目指し、選抜モンゴル草種を用いた緑地回復活動の試験フィールド近辺の遊牧民への普及活動と種子配布を行う。
- 5) 4)に続くステップとして、混合育成法がモンゴル草原の緑地回復と家畜健康保全に及ぼす有用性について、全モンゴル遊牧民に向けて紙媒体・電子媒体・普及会開催による告知などの啓蒙活動を行う。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

本プロジェクトを紹介するテレビプログラムがモンゴルにて全国的に放映された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2020	Isolation and evaluation of trypanocidal activity of sesquiterpenoids, flavonoids, and lignans in Artemisia sieversiana collected in Mongolia. Stipan Nurbek, Toshihiro Murata, Keisuke Suganuma, Yoshinobu Ishikawa, Buyanmandakh Buyankhishig, Takashi Kikuchi, Tseesuren Byambajav, Bekh-Ochir Davaapurev, Kenroh Sasaki, Javzan Batkhuu, Journal of natural medicines (74, 750-757) 2020	https://doi.org/10.1007/s11418-020-01429-2	国際誌	発表済	
2020	Hyaluronidase inhibitory saponins and a trypanocidal isoflavonoid from the aerial parts of Oxytropis lanata. Buyanmandakh Buyankhishig, Toshihiro Murata, Batsukh Odonbayar, Javzan Batkhuu, Kenroh Sasaki. Fitoterapia (145, 104608) 2020	https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104608	国際誌	発表済	
2020	New compounds from the aerial parts of Calligonum mongolicum. Buyanmandakh Buyankhishig, Toshihiro Murata, Batsukh Odonbayar, Javzan Batkhuu, Kenroh Sasaki. Phytochemistry Letters (41, 147-151), 2021	https://doi.org/10.1016/j.phytol.2020.12.002	国際誌	発表済	

論文数 3 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 3 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2020	蝦名真澄・下田勝久・安藤貞・幸喜香織・末永一博, 暖地型牧草ウロクロア属 品種「イサーン」, 関東畜産学会報, 2021, ... -		国内誌	accepted	
2020	Takahashi I, Fukui K, Asami T, On improving strigolactone mimics for induction of suicidal germination of the root parasitic plant Striga hermonthica. aBiotech, (2021) 2:1-13	https://doi.org/10.1007/s42994-020-00031-0	国際誌	発表済	
2021	Bolortuya B, Kawabata S, Yamagami A, Davaapurev BO, Takahashi F, Inoue K, Kanatani A, Mochida K, Kumazawa M, Ifuku K, Jigjidsuren S, Battogtokh T, Udval G, Shinozaki K, Asami T, JBatkhoo J, Nakano T, Transcriptome analysis of Chloris virgata, which shows the fastest germination and growth in the major Mongolian grassland plant. Frontier in Plant Sci (2021)	10.3389/fpls.2021.684987	国際誌	in press	

論文数 3 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 2 件
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2019	国内学会	Bolortuya Byambajav ^{1,2} , Ayumi Yamagami ¹ , Davaapurev Bekh-Ochir ² , Udval Gombosuren ³ , Jigjidsuren Sodnomdarjaa ³ , Battogtokh Tugsjargal ³ , Batkhuu Javzan ² , Tadao Asami ⁴ , Takeshi Nakano ^{1,2} , (1) Grad. Biostudies. Kyoto Univ, (2) National Univ. of Mongolia, (3) Res. Ins. of Ani. Husb, (4) Dept. Appl. Biol. Chem. Univ. of Tokyo), and environmental adaptation for Mongolian plants <i>Chloris virgata</i> and <i>Arabidopsis mongolica</i> 」、第54回植物化学調節学会、鳥取県立県民文化会館、2019/11-15-17	ポスター発表
2020	国内学会	Bolortuya Byambajav ^{1,2} , Ayumi Yamagami ¹ , Davaapurev Bekh-Ochir ² , Udval Gombosuren ³ , Jigjidsuren Sodnomdarjaa ³ , Battogtokh Tugsjargal ³ , Kentaro Ifuku ¹ , Batkhuu Javzan ² , Tadao Asami ⁴ , Takeshi Nakano ^{1,2} (1) Grad. Biostudies. Kyoto Univ, (2) National Univ. of Mongolia, (3) Res. Ins. of Ani. Husb, (4) Dept. Appl. Biol. Chem., Univ. of Tokyo) 「Characterization of growth and environmental adaptation of Mongolian plants <i>Chloris virgata</i> and <i>Arabidopsis mongolica</i> 」、第61回植物生理学会、オンライン、2020/3/19-21	ポスター発表
2020	国内学会	1. モンゴル国産 <i>Artemisia sieversiana</i> から得た新規セスキテルペノイドと抗トリパノソーマ活性成分、2. ○村田敏拓、Stipan Nurbek、菅沼啓輔、石川吉伸、Buyanmandakh Buyankhishig、菊池貴、Teesuren Byambajav、Bekh-Ochir Davaapurev、佐々木健郎、Javzan Batkhuu、3. 日本薬学会東北支部大会、4. 仙台、5. 2020年9月	ポスター発表
2020	国内学会	1. New phenyl butanoid glucoside and (E)-5-(4-hydroxyphenyl)pent-2-enoic acid from <i>Calligonum mongolicum</i> ; anti phenyloxidase activity of catechin 2. Buyanmandakh Buyankhishig、村田敏拓、Batsukh Odonbayar、Javzan Batkhuu、○佐々木健郎、3. 日本薬学会東北支部大会、4. 仙台、5. 2020年9月	ポスター発表
2020	国内学会	1. モンゴル国産 <i>Artemisia sieversiana</i> の成分と季節による家畜の嗜好性変化、2. ○村田敏拓 他9名、3. 日本薬学会年会、4. 広島、5. 2021年3月	ポスター発表
2020	国内学会	1. A trypanocidal isoflavonoid and hyaluronidase inhibitory saponins from the aerial parts of <i>Oxytropis lanata</i> grown in Mongolia、2. ○B. Buyankhishig、村田敏拓 他、3. 日本薬学会年会、4. 広島、5. 2021年3月	口頭発表
2020	国内学会	小林匡子、西川陽介、佐々木健郎(東北医科薬科大学)、妊娠時の免疫寛容に関与するサイトカインに対するオウギ配合漢方薬の影響、日本薬学会第141年会、広島、2021.3.	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 1 件
ポスター発表 6 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2020	国際学会	Akito Kono and Toshiya Okuro (The University of Tokyo), Effects of various vegetation factors on sand saltation from the viewpoint of roughness, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月	ポスター発表
2020	国際学会	Toshiya Okuro (The University of Tokyo), Comprehensive research for land system science towards sustainable land management in Asia, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 2 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

研究課題名	遊牧民伝承に基づくモンゴル草原植物資源の有効活用による草地回復プロジェクト
研究代表者名 (所属機関)	浅見忠男 (東京大学大学院農学生命科学研究科)
研究期間	令和元年採択 (令和元年6月1日～令和7年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	モンゴル(Mongolia) モンゴル国立大学理工学部 (National University of Mongolia)
関連するSDGs	主な関連SDGs: (2) 飢餓をゼロに 関連: (13) 気候変動に対策を、(15) 陸の豊かさを守る

上位目標

対象郡において草地回復技術と家畜健康保全技術に基づく普及活動が進められる。

モンゴル草原の迅速成長植物の最適育成システム(栽培法)に基づく緑地回復技術とモンゴル家畜健康促進技術の開発

プロジェクト目標

モデル試験地近傍において迅速成長植物及び機能性植物による草地回復がなされる。

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 世界規模の家畜食肉不足状況の改善 植物バイオマス増産技術開発による地球温暖化対策研究への貢献 モンゴル政府、モンゴル企業による成果の実用化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> モンゴルおよびユーラシア諸国の遊牧・牧畜業の繁栄 棄牧民増加の抑止によるモンゴル社会治安の安定化 モンゴル発植物バイオマス増産化技術の世界展開
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> モンゴル草原植物に学ぶ新規植物栽培法 モンゴル草原植物由来の新規な植物成長促進遺伝子 モンゴル草原植物由来の新規な植物機能性化合物 モンゴル産希少植物の新基準による評価と公開
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍する日本側の若手研究者の育成(国際会議への参加・発表、国際著名学術誌への論文掲載) 実験生物学的素養に加えて、野外生物調査能力を併せ持つ若手研究者の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> モンゴル国立大学等と日本側東京大学・理研等の間における教官・大学院生さらにモンゴル国の大臣級政治家・政府高官を合わせた相互交流による2国間の人的・研究的ネットワークの構築
成果物(提言書、論文、データ)	<ul style="list-style-type: none"> 国際著名学術誌への論文掲載 国際学会における成果発表 国際特許の出願と知的財産権の獲得

モンゴル草原植物新規植物成長促進遺伝子に基づく新規育成システムの構築と機能遺伝子の知的財産取得申請

モンゴル草原の機能性植物由来の新規化合物による家畜健康保全活性の生理学解析

モンゴル草原における混合育成法の開発と実証試験と普及活動

モンゴル草原の新規迅速成長植物の成長生理機構の解析

モンゴル草原の機能性植物による家畜健康保全活性の薬理学的解析

モデル試験地における機能性植物の給餌性の実証試験と栽培技術の確立

モンゴル草原の迅速成長植物由来の新規植物成長促進遺伝子の探索と同定

モンゴル草原の機能性植物の新規機能性化合物の探索と化学構造解析

モデル試験地における植物の高バイオマス生産性の実証試験

モンゴル草原の迅速成長植物の植物ホルモン応答機構のケミカルバイオロジー解析

モンゴル草原の機能性植物の野外調査による探索と植物収集

モンゴル草原植物新規植物成長促進遺伝子の機能解明に基づくモンゴル植物育成システム開発と還元育成法の実証

高バイオマス植物の解析と活用

機能性植物の解析と活用

モンゴル植物栽培技術開発

