

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K13974

研究課題名（和文）技術科教育生物育成における課題設定の明確化に向けた教材および指導法の開発

研究課題名（英文）Development of teaching materials and teaching methods to clarify the setting of issues in the education of Nurturing Living Things of Technology Educationbiology

研究代表者

鎌田 英一郎（Kamada, Eiichiro）

長崎大学・教育学部・准教授

研究者番号：00780735

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は技術科生物育成の意義・価値に迫る効果的な課題解決教材を提案するとともに、その指導法を確立することを目的とした。生物育成の技術における課題設定では収量確保を大課題とし、生徒が小課題として社会の要求などから多角的な課題を設定することが効果的であることが示唆された。収量に加え、小課題設定のための教材として、ジャガイモおよびムギ類の試験結果のデータを基に作成した「あらかじめ教材」は生物育成の技術における知識理解に加え、生徒自身の栽培活動における課題設定および栽培計画立案において、技術の見方・考え方を働かせた育成環境の調節方法を考えることができる教材であることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では生物育成の技術における「技術による課題解決」を重視した教材およびカリキュラムの創出を試みた。課題設定時に用いる教材は複数の観点に気付ける教材でなければならず、生徒が技術科の根幹に迫る重要な役割を担う。本研究で開発した作物の試験結果を基にした教材は技術の見方・考え方に気付き、これらを働かせた課題設定に資する教材であることが明らかとなった。また農薬選択ゲームでは課題設定前の技術の見方・考え方に気付かせる場面での導入が有効であることが示唆され、オンライン版でも同様の結果が得られた。このオンライン教材はどこにいてもだれとでも学習ができる新たな教材のスタイルとして試みることもできた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to propose effective problem-solving teaching materials that approach the significance and value of nurturing living things of Technology Education, and to establish teaching methods. In the task setting of nurturing living things of Technology Education, it was suggested that securing yield is a major issue, and that it is effective for students to set multifaceted tasks based on the demands of society as small tasks. In addition to yield, it was clarified that pre-prepared teaching materials based on the test results of potatoes and wheat can contribute to the adjustment of the growing environment by using the viewpoint and way of thinking of the technology in setting tasks and planning for the students' own cultivation activities, in addition to understanding their knowledge of biological growth techniques.

研究分野：作物学

キーワード：技術科 生物育成 課題解決学習 課題設定

1. 研究開始当初の背景

新中学校学習指導要領が令和 3 年度から実施される。今回の改訂では、中央教育審議会答申およびの改訂の基本方針を踏まえ目指す資質・能力を三つの柱に明確化された。中学校技術・家庭科(技術分野)(以下、技術科と略記)においても、その柱を基に学習過程を「生活や社会を支える技術」「技術による問題の解決」「社会の発展と技術」と整理し、学習過程を通じて持続可能な社会の構築に向けて、生活を工夫し創造する資質・能力を育成することを目標と設定した。技術科はこれまで「ものをつくる教科」として認知されてきたが、新学習指導要領の実施に伴い、技術科本来の趣旨である生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、実践的・体験的活動を通じて、課題を解決する力を育成しなければならなくなった。つまり、「技術による課題解決」を重視した授業づくりへと改変が求められており、この新しい時代に向けた技術科カリキュラムの創出は令和 3 年度実施において喫緊の課題であるといえる。

技術科の内容の一つである生物育成の技術は、平成 21 年改訂の学習指導要領から必修となった。しかし、教員の専門的な知識不足や農場や農具など栽培環境が整っていないこと、病害虫など作物の管理が大変なこと等の理由から生物育成の授業が難しいと感じている教員が多く、これまでの研究では生物育成の技術における具体的な教材を中心に研究が積み重ねられてきた。一方で、生物育成の技術における「技術による課題解決」を見据えた研究となっておらず、課題解決学習に向けた教材の開発等の研究はない。さらに言えば、適切な課題をどのように設定しているかについては明らかにされていない。生物育成の技術において課題設定が適切になされなければ、解決に向けた技術が適切に選択できず、結果と課題とを技術の見方・考え方に照らした評価ができない。生徒が生物育成において設定すべき課題の在り方や課題設定時の生徒の実態、また教材開発において含まれるべき視点が検討されていない。

技術科の授業における課題解決学習を推進するためには、社会、経済、環境の各視点から多面的に考え設定することが重要である。この観点は、技術科における見方・考え方とつながる。すなわち、課題設定時に用いる教材は複数の観点に気付ける教材でなければならず、生徒が技術科の根幹に迫る重要な役割を担っている。一方、用いられる技術がどのような社会的問題を解決しうるのか、技術による課題解決とは何かについて、生物育成と関連させわかりやすく提示する必要もある。生物育成の技術は、生育期間を通じて、栽培環境を整え、作物の持つ能力を最大限に発揮させ、より多くの生産を得るためのものである。植物は生育期間を通じて種子から結実まで常に変化し続けている。栽培環境は栽培する場所や地域で異なり、その土地の気象や病害虫、土壌の特徴を知り、技術の使用を判断しなければならない。適切な課題を設定するためには、生物の生理・生態や成長の特徴、栽培環境について理解を深めながら、技術に焦点を当てた教材が求められる。

2. 研究の目的

本研究では技術科生物育成の技術における課題解決学習の実態を明らかにし、生物育成の意義・価値に迫る効果的な課題解決教材を提案するとともに、その指導法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

研究方法 技術科生物育成における課題設定における実態調査

本研究では生徒が生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、実践的・体験的活動を通じて、課題を解決するか明らかにするため、生物育成の授業題材「ジャガイモ栽培」において生徒が設定した課題をワークシートから分析した。本題材は全 6 時間で実施し、そのうち 1 時間で農薬選択ゲームを行った後、事後調査を実施した。授業は A 県 X 中学校第 2 学年 3 クラス、95 名を対象に実践し、課題設定時のワークシートの記述内容からどのような課題を設定したか実態を調査した。なお、事後調査は 5 件法によるアンケート調査とし、本教材を用いた活動に関する質問、農薬の使用に関する質問、技術の概念に関する質問、学習意欲の高まりに関する質問の全 16 問を設定した。ワークシートは授業の目標設定時に生徒が大事にしたいことを分析した。

研究方法 課題設定における効果的な教材の開発

本研究では課題設定における効果的な教材として、ジャガイモ、コムギおよびオオムギ、農薬選択ゲームに着目し、それぞれの題材を用いた課題設定教材を開発した。

(1) ジャガイモの袋栽培における栽培設計学習教材の開発

2020 年および 2021 年において施肥成分を異にしたジャガイモ (*Solanum tuberosum* L.) の袋栽培を行い、ジャガイモの生育および収量を調査した。供試品種は両作期ともジャガイモ品種「ニシユタカ」とした。栽培方法は土のう袋(480mm×620mm)に「有機入り野菜畑の土」を、2020 年では 24 リットル、2021 年では 22 リットルを充填し、植付深度 10cm で定植した。定植日は中学校での実践を想定し 4 月中下旬に設定し、2020 年で 4 月 22 日、2021 年で 4 月 15 日とした。処理区は施肥成分を異にした 4 処理区とし、化成肥料 8-8-8 (N 8% - P 8% - K 8%) を 30g (NPK それぞれ 2.4g) 施用した NPK 区、硫酸を 11.4g (N=2.4g) 施用した N 区、過リン酸石灰を 13.7g (P=2.4g)

施用したP区，硫酸カリを4.8g (K=2.4g) 施用したK区を設置した。施肥はすべて全量元肥で行った。また，本試験結果をもとに栽培設計学習教材としての有用性を検討した。

(2) コムギおよびオオムギを用いた課題設定教材の開発

2018/19年および2019/20年においてコムギおよびオオムギ品種を用いて施肥の重点時期の違いが生育および収量にどのような影響を及ぼすか調査した。供試品種はコムギ品種「長崎W2号」と，オオムギ品種として皮性二条オオムギの「はるか二条」，裸麦の「御島裸」を用いた。栽培方法は容器栽培とし，容器には飲料用の2Lペットボトルを用いた。用土は赤玉土(小粒)と腐葉土を体積比で6対4となるように混合し，容器に約1.8L充填した。肥料は速効性の化成肥料を用いた。試験は2018/19年および2019/20年の2作期で実施した。播種は2作期ともペットボトル当たり8粒とし(以下，ペットボトル当たりを/petと略記)，等間隔で一条手播きとした。また，出芽後は5個体/petとなるよう間引きした。施肥時期は元肥，追肥期，追肥期の計3回とし，総施肥量は6g/pet (NPKそれぞれの成分量で0.48g/pet)とした。本試験では施肥時期ごとに施肥量を変えた7処理区(6-0-0区，0-6-0区，0-0-6区，4-1-1区，1-4-1区，1-1-4区，2-2-2区)を設けた。

(3) 農薬選択ゲームを用いた課題設定学習教材の開発

農薬選択ゲームのオンライン版教材を用い，B県Y中学校第2学年4クラス，136名を対象に授業実践を行い，事後調査を行った。事後調査は5件法によるアンケート調査とし，本教材を用いた活動に関する質問，農薬の使用に関する質問，技術の概念に関する質問，学習意欲の高まりに関する質問の全16問を設定した。

研究方法 課題解決学習における教材開発の視点及び指導法の確立

本研究では研究方法(1)～(3)の教材を用いた授業実践を行い，問題解決学習における教材開発の視点および指導方法について検討した。

4. 研究成果

研究成果 技術科生物育成における課題設定における実態調査

本研究では技術科(生物育成の技術)において課題設定における生徒の実態を調査し，生物育成における課題設定の課題を明らかにすることに加え，課題設定における効果的な教材を提案するとともに，その指導方法を検討，確立することを目的とした。

生徒の実態調査では，現場教員2名へのインタビュー調査を実施した。平成29年告示の中学校学習指導要領解説技術・家庭編(技術分野)B生物育成の技術において，課題設定には，生活や社会の中から生物の育成環境の調節等に関わる問題を見いだして課題を設定する力，課題の解決策を条件を踏まえて構想し，作業計画表等に表す力が挙げられている。インタビューでは，課題設定において，目標の設定として大きさ，数量，環境，安定など複数の選択肢から栽培の目標を選択させていることが分かった。また，授業ではその目標を達成するための栽培計画を立てるとともに，用いる肥料を化学肥料と有機質肥料のどちらかを選択させていた。このことから「生活や社会の中から生物の育成環境の調節等に関わる問題を見いだして課題を設定する力」においては，いくつかの選択肢から生徒が選択し，その目標に向かって「課題の解決策を，条件を踏まえて構想し，作業計画表等に表す力」を育成させようとする教師の意図が読み取れた。

ジャガイモ栽培を題材とした授業におけるワークシート分析では目標設定時に大きさ，数量，環境，安定，利益，労力削減，安全，その他を提示し大事にしたいこと上位2つを選択させていたが，生徒が選択した目標として，大きなイモを収穫することが最も多く，次いで安全性に配慮すること，安定した収穫を確保することであった。2番目に大事にする目標では，安定した収穫を確保すること，次いで数量をたくさん収穫することであった。このことから生物育成の技術における課題設定では，収量確保を大課題とし，生徒が小課題として社会の要求などから多角的な課題を設定することで思考を深めることができるのではないかと考えられた。

研究成果 課題設定における効果的な教材の開発

平成29年告示の学習指導要領解説技術・家庭編で示されている生物育成の技術における課題解決において，令和2年度のインタビュー調査，また授業実践のワークシートの分析から，収量を主課題設定とし，環境，経済，社会などの技術の見方・考え方を働かせた副課題の設定および解決の重要性が示唆された。そこで，収量に加え，副課題設定のための教材として，ジャガイモの袋栽培およびコムギ，オオムギの容器栽培に着目し，施肥の重点時期および施肥成分の違いによってそれぞれの作物の生育および収量にどのような影響を及ぼすか調査した。また農薬選択ゲームおよびそのオンライン版の課題設定教材としての有用性を検証した。

(1) ジャガイモの袋栽培における栽培設計学習教材の開発

ここではジャガイモの袋栽培においてNPK全てを含む化成肥料と，N，P，Kそれぞれ単肥での栽培とを比較し，肥料成分の違いがジャガイモの生育および収量にどのような影響を及ぼすか明らかにするとともに，生徒が課題設定において技術の見方・考え方を働かせた育成環境の調節に資する教材となり得るか検討した。試験の結果，ジャガイモの袋栽培ではNを施用するこ

とで収量が増加し、PK も併せて施用することでさらに増収する傾向にあることが明らかとなった(図1)。また、施肥試験のデータを基にした教材は、NPK の肥料の効果の理解とともに、実際のコストや価格、労力、環境負荷を算出する視点を加えることで、生徒自身の栽培活動における課題設定および栽培計画立案において、経済性に加え、環境負荷や品質・収量等の効率といった技術の見方・考え方を働かせた育成環境の調節に資する教材となり、さらには栽培の過程や結果から、技術を評価し、管理・運用の在り方をも改善することができる教材にまで発展し得ると考えられた。

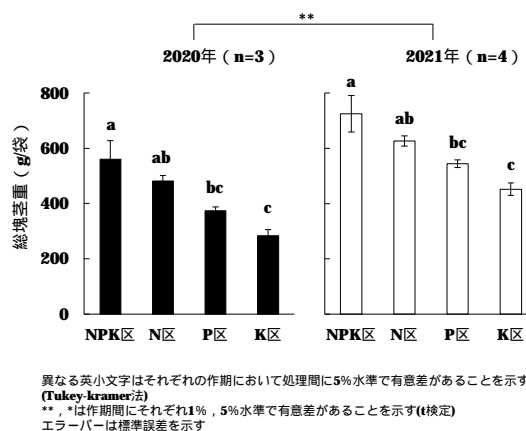


図1 2020年および2021年の処理区別総塊茎重

(2) コムギおよびオオムギを用いた課題設定教材の開発

コムギのペットボトル栽培において、子実収量は、同じ施肥量であればどのような施肥体系でも同様となる年と、6-0-0区で0-0-6区、2-2-2区、1-4-1区、1-1-4区と比較して収量が低くなる年があった。2018/19年では子実収量に差が見られないものの、6-0-0区は穂数が0-0-6区や1-1-4区よりも少なく、一穂粒数が0-0-6区より多かった。この年、茎数は4本前後と2019/20年よりも少なく、元肥の肥効が分けつの発生やその有効化よりも有効茎の一穂粒数の増加に寄与していたと考えられる。とくに本試験で用いた肥料は速効性の化成肥料であるため、主茎または初期に発生した分けつを強大にしたと考えられた。

二条オオムギでは子実収量が6-0-0区と0-0-6区が他の処理区より少なくなる年と、6-0-0区が0-6-0区、1-4-1区より、1-1-4区が0-6-0区より少なくなる年があった。両作期とも6-0-0区は0-6-0区、1-4-1区より少なくなった。裸麦では両作期とも2-2-2区の子実収量は6-0-0区より多く、元肥のみで栽培するよりも元肥、追肥期 および すべてに均等に分施することで多収となることが明らかとなった。この要因として、2018/19年では地上部乾物重が、2019/20年では地上部乾物重と穂数が多いことによるものであることが分かった。

(3) 農薬選択ゲームを用いた課題設定学習教材の開発

開発した教材は題材をジャガイモ栽培における農薬の使用とし、ジャガイモの各生育ステージの栽培環境に応じて適切な農薬を選択するという内容とした。ジャガイモの生育ステージは3月後半から6月後半まで半月ごとに全7ステージに分けた。栽培環境は降水量、害虫および病気の発生状況とし、ステージごとに棒グラフで提示した。農薬は価格、環境負荷、効果や使用時期などを異にした16種類を用意し、カード化した。教材名は「農薬選択ゲーム」とし、各生育ステージに適合するものを選ぶという内容とした。本教材は、生徒が農薬の正しい使い方に関する知識・技能を身に付けるだけでなく、経済面、環境面、社会面に気付くことができるようカードやワークシートにおいてコストや環境負荷を数値化し、その数値の合計をチャートとして可視化できるようにした。

図2にオンライン版農薬選択ゲームの生徒用ゲーム画面を示す。ジャガイモの生育ステージ、降水量、病気発生率、害虫発生率はこれまでの教材(以下、アナログ版)と同様とし、ゲームの進め方、ルール、栽培条件も同様とした。農薬のカードは左右にスクロールして表示されるようにした。農薬カードには経済性や環境負荷を数値化したもの、選んだ農薬の適切度を数値化したものをワークシートに集計するが、オンライン版においてもこれらを自動計算し、レーダーチャートで示すようにした。またオンライン版では開発者からの挑戦状として新たに「農薬の使用回数を減らす工夫を考えてみましょう」「本当にすべての時期に農薬が必要ですか?」「総合的病害虫雑草管理を調べ、ゲームの防除方法との違いを考えてみよう」をゲーム終了後に表示する機能を設け、発展的に学習が展開できるようにした。

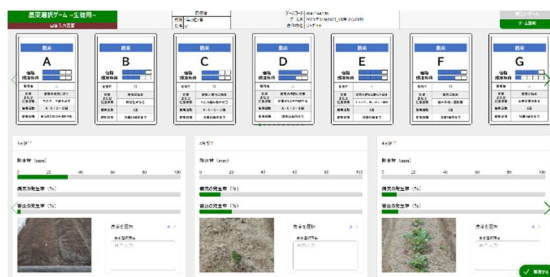


図2 オンライン版農薬選択ゲームの生徒用画面

研究成果 課題解決学習における教材開発の視点及び指導法の確立

ジャガイモの袋栽培では、収量を高め、売り上げを上げることが主たる目的と言える。ここから栽培学習に臨む生徒は学習課題「収量を上げる施肥設計をしよう」を設定することができる。研究成果で得られた示すデータをもとに、生徒が収量を最大化する施肥設計する中で、技術の見方・考え方を働かせる。例えば、ジャガイモの東京都卸売市場（大田市場）における2020年および2021年の7月の平均単価はそれぞれ362円/kg、140円/kgであった。NPK区とN区の売上額を換算して比較すると、NPK区の売り上げが2020年で35.6円/株、2021年で11.0円/株高くなる。長崎県では春作の栽植密度が7380本/10aであるため、仮に10aで栽培すると、NPK区は肥料代が1万円多くかかるものの、収益がそれぞれ約26万円、約8万円高くなる。N区をNPK区と同じ売り上げにするには約1.2倍つまりおよそ1500株多く植えなければならない。これは、実際の情報と研究成果のデータを合わせて考えた結果、導き出されたものである。導き出された情報を活用すると、1500株多く植えることによる栽培面積増加に伴う広い面積を効率的に栽培するための機械等燃料費の増加、燃料となる化石燃料の使用による環境負荷の増加などについて考えを及ぼせることができる。実際、PやKを抑えることは、その製造に係る温室効果ガスの排出や採掘・輸入量を減らしたり、土壌への残留を抑えたりすることにつながり、環境負荷を低減する方策ともなり得る。施肥設計が社会に与える影響を踏まえて施肥の最適化を図ることは、技術の見方・考え方を働かせた問題解決の一つとすることができる。

このようにジャガイモの袋栽培の施肥試験のデータを基にした教材は、NPKの肥料の効果の理解とともに、実際のコストや価格、労力、環境負荷を算出する視点を加えることで、生徒自身の栽培活動における課題設定および栽培計画立案において、経済性に加え、環境負荷や品質・収量等の効率といった技術の見方・考え方を働かせた育成環境の調節に資する教材となり、さらには栽培の過程や結果から、技術を評価し、管理・運用の在り方をも改善することができる教材にまで発展し得ると考えられた。

コムギおよびオオムギの容器栽培では、同じ施肥量でも与えるタイミングやその重点時期によって最終的な収量が異なっていた。また、同じ収量であっても子実の充実が異なることが明らかとなった。さらに同じ施肥方法でも作期によって収量に変動が見られ、新旧品種の比較から安定生産について思考できる教材の可能性も示唆された。これらデータを基にした教材は、社会からの要求や経済性、環境への負荷、生産の仕組みといった技術の見方・考え方に気付くことができるとともに、これらを働かせた課題設定を行うことができ得ると考えられた。これら結果をもとに教材を作成し、授業実践を行った結果、ジャガイモの袋栽培と同様に実際のコストや労力、環境負荷を算出する視点を得ることができ、生徒自身の栽培活動における課題設定および栽培計画立案において、経済性に加え、環境負荷や品質・収量等の効率といった技術の見方・考え方を働かせた育成環境の調節に資する教材となることが明らかとなった。コムギやオオムギを題材として学校現場で栽培することは、一般にコムギやオオムギが秋に播種し、翌年初夏に収穫されるため難しい。そのため本試験で得たデータに基づき作成した教材を用いることが肝要であり、技術の見方・考え方を働かせた課題設定にも有用であると考えられた。

農薬選択ゲーム及びそのオンライン版の実践では、A県X中学校における事後調査の結果、「自分から進んで農薬を考えることができた」「グループで協力してゲームができた」「グループ活動では自分の考え・意見が言えた」の項目において肯定的な答えが多かった。また、どの農薬を選択するかについても難しいと答えた生徒は少なく、適切な難易度であることが示唆された。さらに、技術にメリット・デメリットがあること、作物を安定的に生産するためには農薬は必要ということについて肯定的な回答が多かった。以上のことから、本教材は技術分野の学習過程において課題設定前の技術の見方・考え方に気付かせる場面での導入が有効であると考えられた。また、B県Y中学校におけるオンライン版農薬選択ゲームの事後調査の結果、「農薬などの技術にはメリット、デメリットがある事に気付くことができた」「作物を安定的に生産するために農薬は必要だ」「農薬を使わない栽培方法について知りたい」「農薬の安全な使用方法について学ぶことができた」で肯定的な意見が多く、オンライン版でも既存の知識に加え、技術の見方・考え方に気付かせる教材であることが明らかとなった。またオンライン版ではグループで活動することで自分の考えを伝え合うことで協働学習場面における有用性も示唆された。

授業実践における現場教員との指導法検討会においてこれら教材を用いることは「既存の知識の理解」の場面での活用についての有用性や「課題設定よりも栽培計画作成場面で活用する場面で活用しやすく、生徒の思考の流れに沿っている」という意見があった。生物育成の学習過程の検討では、上記教材を課題設定場面で提示するとともに「課題の解決策を、条件を踏まえて構想し、作業計画表等に表す力」を育成する場面においての活用も有効であると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 鎌田英一郎	4. 巻 29
2. 論文標題 生物育成の技術におけるオオムギ栽培の教材化に関する研究 - 施肥時期および施肥量の違いがオオムギ 2 品種の生育と収量に及ぼす影響 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会九州支部論文集	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鎌田英一郎
2. 発表標題 生物育成の技術における課題設定の明確化に向けた教材の開発 - 施肥の効率に着目した施肥設計教材の検討 -
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田英一郎，高倉健太郎
2. 発表標題 農薬選択ゲームの学習効果と課題設定の在り方の検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鎌田英一郎
2. 発表標題 施肥に用いる肥料成分の違いが春作ジャガイモの生育および収量に及ぼす影響
3. 学会等名 日本産業技術教育学会九州支部
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究では以下の教材を作成した。
アグリン～持続可能な農業への道～
教師用URL：http://118.27.119.61/nouyaku-dev/teacher/
生徒用URL：http://118.27.119.61/nouyaku-dev/student/

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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------