

2. 事業の目的と概要	
(1) 事業概要	モンゴル（以下、「モ」国）の中学校・高等学校（以下、中等学校）の理科教育は、座学中心の知識偏重型の教育である。理科の教育水準向上のため、基礎的な実験教材（電流計、電圧計、オシロスコープ等）20品目を製作し、生徒自らが教材に触れながら実験が出来る様にする。日本人専門家と国立教育大学(以下、MNUE)の教員が教材を共同で製作することを通して大学教員が教材の作り方及び原理を学習する。 1、2年次は、MNUE 数理学部内に物理・化学関係の教材を試作するための「ものづくりセンター」（以下、「センター」）を設立した。「センター」に教材13品目の技術移転と1品目につき250セットの教材を製作し選抜40校に配布した。 3年次は、教材7品目を技術移転し選抜60校に教材を配布する。モンゴルには機械・電子産業が育っていないため、まず「センター」の開発・試作及び生産技術を指導して「センター」を強化する。 Science education at secondary school in Mongolia is provided mainly by knowledge-based lectures. To improve the education quality, the Project is planned to manufacture 20 basic training tools (Oscilloscope, Ammeter, Voltmeter, etc.) so that the students can conduct scientific experiments by using them. Japanese experts and the National University of Education (MNUE) teachers are supposed to collaborate to make educational tools, so that MNUE teachers will learn manufacturing methods and principles. At the first and second year, “Monotsukuri Center” (production process line) was established at MNUE. And the Center was supposed to manufacture 13 tools and 250 sets for each tool, and supply them to 40 selected secondary schools. At the third year, the Japanese experts will transfer technical method of 7 tools to MNUE teachers and the PROJECT supplies 7 tools to 60 schools. In addition, the Project aims to strengthen the technical/manufacturing systems of “Monotsukuri Center”.
(2) 事業の必要性と背景	<u>1. 一般的な開発ニーズ</u> 「モ」国は、社会主義時代から続く座学を中心とした知識偏重教育が継続しているために産業振興の基礎となる理科教育が遅れている。多くの産業ベースとなる電子・機械等の産業を育成し発展させるために中等学校の理科教育の充実が重要である。 また、1990年までの社会主義経済時代にココム経済圏に組み込まれ、電子・機械等の産業は東欧諸国に委ねられていた。現在でもその伝統が継続しており、更に、最近では中国からの安価な工業製品が輸入されており、このために国の発展を担う電子・機械分野の製造業が殆ど育っていない。 <u>2. 本事業を申請した理由</u> 2018年度本プロジェクトで実施した調査では、「モ」国全体に中等学校が803校、理科教育を受ける生徒が224,460人、中等学校理科の教員数が910人である。各中等学校には実験教材が少ないか、又は、全く備わっていないために教科書だけの授業が行われている。「モ」国に電子・機械産業が育っていないため実験教材の国産化が出来ず、輸入品が高価なため多くの中等学校では理科教材を揃えることが困難である。 また、現状では輸入した教材が故障した場合、生産技術がないためメンテナンスが出来ず、高価な教材がそのまま放置されたままの状態となっている。 従って、まず「モ」国内に「教材」を国産化するための基盤を作る必要があり、そのために MNUE 内に「センター」を設立し、日本人専門家が独自に開発した小型・安価な「教材」を「センター」に技術移転し、教材の生産を行う。

3. 2 年次までの事業の成果、課題・問題点及び対応策

(1) 成果：

① 3 年間で 1 期教材 10 品目(添付資料、付表 1 参照)及び 2 期教材 10 品目(添付資料、付表 2 参照) 合計 20 品目を試作し、品目毎に 250 セットを日本人専門家とセンタースタッフにより共同で製作し、MNUE が全国の中等学校から選抜した学校(選抜校)に配布する。

1 年次、1 期教材のうち電子関係 7 品目(電流計、電圧計、温度計、モータサーキット、拡声器、信号発生器、オシロスコープ)を試作し 250 セットを共同製作した。

2 年次、1 期教材の物理関係の残り 3 品目(実験スタンド、直線実験台、センサー速度計)及び 2 期教材の電子関係 1 品目(ARDUINO スターターキット)、物理関係 2 品目(速度測定表示装置、力学台車)の合計 6 品目を試作(技術移転)し、250 セットを共同製作した。

2 年次、選抜校への教材配布を 2 回に分け(第 1 回 20 校、第 2 回 40 校)実施した。第 1 回は 1 年次に試作・共同製作した電子関係 7 品目を、第 2 回は 2 年次に試作・共同製作した 6 品目を配布した。

ワークショップでは、選抜校に在籍する中等学校理科教員を教材配布の前日に MNUE に招き、MNUE スタッフが作成した指導書(取扱説明書)に基づき取扱方法を指導した。

この成果は大きく「モ」国内の理科教育にインパクトを与え、選抜校以外の学校からの教材配布への要求が高まっている。

② 2 期教材の残り 7 品目中 3 品目(各種化学電池、簡易熱量計、レンズ実験セット)について「センター」での試作が完了した。

(2)課題・問題点：

① 民間企業への技術移転が未着手：プロジェクトスタート時、2 年次終了時までに民間企業を特定し、1 期品の量産に着手する予定であったが、「センター」の体制が十分に整っていなかったために民間企業を特定するまでには至っていない。

② 中等学校理科教員への教材取扱いなどの指導が不十分：教材の取扱い等の指導は、教材配布の前日に実施したワークショップ(1 日・8 時間)のみでは時間数が十分ではなかった。また受講する教員が限られたため各中等学校に数人の理科教員が居ても出席出来るのは各学校につき 1 人に限られるなど理科教員への十分な指導が出来なかった。

(3) 対応策：

① 本プロジェクトで技術移転した 20 教材の生産が実施できるように「センター」の体制強化を行う。

② ワークショップの回数を教材配布時以外にも実施し、また開催日数も増やす。具体的には(5) 活動内容の 1.5 で述べる。

●「持続可能な開発目標(SDGs)」との関連性

開発協力方針に掲げる「持続可能な経済成長を通じた貧困削減への自助努力を支援」する。それはまた、「持続可能な開発目標の 4 (4.1, 4.3, 4.4, 4.c)、8 (8.2, 8.3)、9 (9.2, 9.b)、17 (17.16, 17.17) に沿ったものとなっている。

ジェンダー平等	環境援助	参加型開発／ 良い統治	貿易開発	母子保健	防災
アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	1:重要目標	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。
栄養	障害者	生物多様性	気候変動(緩和)	気候変動(適応)	砂漠化
アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。	アイテムを選択してください。

	●外務省の国別開発協力方針との関連性 本事業は「モ」国において理科の実験・実習教材の開発支援を行い、同国の理科教育水準の向上を目指すものであり、対「モ」国・国別開発協力方針の重点分野（３）包摂的な社会の実現の開発課題「基礎的社会サービスの質向上」に合致する。 ●「T I C A D V IおよびT I C A D 7における我が国取組」との関連性 特になし
(３) 上位目標	モンゴル国中等理科教育における理科実験・実習教材の開発を支援することで、同国の理科教育水準が向上され、同国の電子・機械分野等の産業育成が促進される。
(４) プロジェクト目標 (今期事業達成目標)	モンゴル国（以下、「モ」国）の理科教育の水準が向上される。 (1)「モ」国の選抜校において実験教材を使用した授業が実施され、その結果、選抜校の理科教育水準が向上される。 (2)「モ」国内の教育内容に合った実験教材及び指導書が作成され、中等理科教員の人材が育成され、理科教育の水準が向上される。 (3)「センター」の体制が強化される。技術移転した 20 教材の生産が出来、教材のメンテナンスが可能となり、実験教材の活用が継続され性能が維持される。 3 年次は、新たに 7 教材の技術移転により全 20 教材の技術移転が完了し、更に理科教育の水準が向上される。また、「センター」の体制が強化される。
(５) 活動内容	<u>1. 第 1 年次、2 年次に継続しての活動内容</u> 1 年次及び 2 年次の活動内容は、(2) 事業の必要性と背景 3. (1) 成果 の①に示すとおりである。 「センター」は、国内で必要な中等学校理科教材を開発・試作する技術、及び実際の生産に必要な生産技術(コスト管理、品質管理、資機材調達等)を取得するなどにより「センター」の体質を強化する。すなわち、3 年間のプロジェクトで「センター」に開発技術及び生産技術を移転する。 また、ワークショップを開催し、中等学校理科教員へ実験教材の有効な活用方法を伝え、「モ」国理科教育の向上を図る。 1-1. 日本人の専門家派遣による開発・指導、技術移転 日本人専門家（高等学校で物理・化学の講師として長年勤務）を派遣し、1 年次及び 2 年次の事業を継続し、「センター」のスタッフに対し 2 期開発教材 4 品目(音波実験用音源セット、気柱共鳴実験装置、弦の定常波実験装置、実験用滑車装置)の技術資料（仕様書、製作図、製作方法、検査方法等）を提供しながら、教材 4 品目の試作が出来る様に指導を行う。 尚、技術資料は日本人専門家が作成する。 1-2. 「教材」の開発・試作に必要な資・機材の提供 3 年次開発・試作に必要な資・機材を専門家が中心になって「センター」のスタッフと共に選定し提供する。 尚、資・機材の調達は、現地調達を最優先する。 1-3. 教材の共同製作 ①日本人専門家と「センター」スタッフが、2 年次に試作した 2 期開発教材 3 品目 370 セットを共同製作する。 ②日本人専門家と「センター」スタッフが、3 年次に試作した 2 期開発教材 4 品目 370 セットを共同製作する。 尚、共同製作数 370 セットとは、選抜校 60 校(1-4 開発教材の先行配布を参照)に各 6 セットずつと予備 10 セットの合計値です。 1-4. 開発教材の先行配布 選抜校で実験教材を使用した授業を行うために、現地事業責任者がウランバートル市及び各県から 60 校を選抜し、共同製作した教材を全国配布に先駆けて 7 品目を 6 セットずつ 2 回に分けて配布する。配布を 2 回にする理由は、教材の完成時期が上記 1.3 の①、②の通り 2 回とするため。教材は選抜校の理科担当教員を

MNUE に集めて「指導書(取扱説明書)」と共に配布する。

尚、選抜校数は第 2 年次第 1 回・配布 (7 品目) 20 校、第 2 回・配布 (6 品目) 40 校であったが次の理由から 3 年次は MNUE と協議の上 60 校とした。

① 各学校からの要望が強い。

② ODA 支援による中等学校設立校(55 校)の中から数校を加える。

1-5. ワークショップの開催

MNUE の教員が講師となりワークショップを以下①、②の 2 方法で開催する。内容は、「指導書 (取扱説明書)」を基に教材の取扱方法及び生徒への指導方法を中心とする。開催回数を 2 年次に比べて増やすことで、本事業で開発した教材がより持続的且つ有効に活用される様に、実際の使用者である理科教員へのサポートを強化する。

① 3 年次も上記 1.4 の通り選抜 60 校へ教材を 2 回に分けて配布する。教材を配布する前日に 8 時間、選抜 60 校から 60 人の教員を MNUE に集めてワークショップを開催する。

② 上記①で受講出来なかった選抜校の教員、及び、ワークショップでは理解不足であった教員を対象に MNUE に集めて、3 日間(1 日 8 時間)のワークショップを 2 回開催する。

尚、定員は①、②とも 60 人とする。

③ ウランバートル市だけではなく代表的な地方都市においてワークショップを開催する。スフバートル県バルーンウルト市において同県の全中等学校の物理教員 (25～30 名)に対して 3 日間を計画する。

1-6. 「センター」の体制強化

「センター」の組織を強化する。更に、「センター」が民間企業の指導・育成が出来るように生産技術を移転する。

(1) 「センター」の組織強化のために、現在大学教員との兼任である所長が専任者となる様に MNUE に働きかける。また、スタッフの中から少なくとも 2 人を専任者とする様に推進する。

(2) 1 年次、2 年次は、開発・試作による技術移転が主であったが、3 年次は、これに加えて生産技術の指導も実施する。

本部事業担当が専門家と共に生産技術の指導を 4 回実施する。

2. 第 2 年次に続く活動：全国中等学校の理科教育意識調査

2 年次、MNUE は全国 803 校の中からウランバートル及び各県の代表校 124 校に理科教育の現状及び今後の要望等の調査を実施した。

引き続き第 3 年次にも、アンケート調査や聞き取り調査を行う。内容は MNUE が選抜校の理科教員及び生徒に対して教材配布後の活用状況や要望事項等について行う。調査結果は、新しい「教材」の開発、ワークショップへの要望、指導書 (取扱説明書) の改善、授業内容の改善、コストダウン等理科教育全体の向上のために活用する。

3. 過年度事業で設定した「活動内容」の変更

第 1 年次、第 2 年次の実施状況を踏まえ第 3 年次の活動を以下に変更する。

(1) 現地スタッフの日本招聘

3 年次は現地スタッフの日本招聘を実施しないこととする。

理由：1 年次及び 2 年次に「センター」の責任者及びスタッフ全員を招聘し、大学や企業を訪問し開発スキルの向上を図ることが出来たため。

(2) 応用利用・高次分野の教材開発

MNUE との協議の結果、中止する。応用利用・高次分野の教材とは 2 期教材 10 品目中、NO1 Dr. Electric であるが、これを基礎的な教材に差し替える。(第 2 年次・完了報告書に記載)

理由：開発教材 Dr. Electric は、大学生向けレベルで中等学校の生徒が扱うには難易度が高いことが判明したため。代替品の ARDUINO スタータキットは 15 の組立て例を生徒自らが体験する事により、基礎知識を習得し実用的な電気回路を学ぶ

	ことが出来る。 <u>組立て例</u>： (i) 光センサーを使用し光の強弱によって LED 光を ON-OFF する。 (ii) 温度センサーで部屋の温度を測定し画面に表示する。 (iii) 超音波センサーで距離を測定し画面に表示する。 (3) 教材の民間移管による量産 第 1 年次に作成した 3 か年の事業計画から「量産」と「全国配布」を除く。 理由：第 1 年次に計画していた「モ」国内の民間企業による教材の量産及び全国配布を本事業で達成するのは困難と言えるため。量産と全国配布を通して目指すべき成果は「モ」国内で自立的に教材の企画・開発及び生産が行われ、必要な教材が国内に普及することであるが、本事業（第 3 年次）では民間企業への技術移転を含め「センター」の体制を強化することとしており、教材の普及につながる活動は一貫性をもって継続していく。 (4) 民間企業への技術移転に係る活動の中止 民連室と協議の結果、量産化協力の民間企業の選定の着手及び技術移転を図るなどの活動を中止する。																				
	裨益人口 3 年間の事業による裨益人口は、表に示す通りである。 このうち、直接裨益人口は、「ものづくりセンター」の教材を製作する大学教員・スタッフの延べ 50 名、及び、ワークショップへの参加者である中等学校・理科教員数の延べ 300 名である。 また、間接裨益人口は、選抜校の物理・化学の教育を受ける 11 歳から 15 歳までの中等学校の生徒数 75,000 名である。 <table><tr><td></td><td>大学教員・スタッフ</td><td>中等学校・理科教員数</td><td>中等学校・生徒数</td></tr><tr><td>1 年次</td><td>15 名</td><td>0 名</td><td>0 名</td></tr><tr><td>2 年次</td><td>15 名</td><td>延べ 60 名</td><td>25,000 名</td></tr><tr><td>3 年次</td><td>20 名</td><td>延べ 240 名</td><td>50,000 名</td></tr><tr><td>合計</td><td>延べ 50 名</td><td>延べ 300 名</td><td>75,000 名</td></tr></table>		大学教員・スタッフ	中等学校・理科教員数	中等学校・生徒数	1 年次	15 名	0 名	0 名	2 年次	15 名	延べ 60 名	25,000 名	3 年次	20 名	延べ 240 名	50,000 名	合計	延べ 50 名	延べ 300 名	75,000 名
	大学教員・スタッフ	中等学校・理科教員数	中等学校・生徒数																		
1 年次	15 名	0 名	0 名																		
2 年次	15 名	延べ 60 名	25,000 名																		
3 年次	20 名	延べ 240 名	50,000 名																		
合計	延べ 50 名	延べ 300 名	75,000 名																		
(6) 期待される成果と成果を測る指標	成果 1. 選抜校へ実験教材を先行配布することにより選抜校での理科教育の水準が向上される。各選抜校においては、4～5 人の小グループごとに一つの実験教材を使った授業が実施される。理科教育水準の向上は、評価試験を通じて確認される。 指標 1-1：選抜校において従来型の座学による授業を受けた生徒と実験教材を使用した授業を受けた生徒の理解度（ペーパーテスト、口頭試問など）を比較する。 指標 1-2：実験教材を配布した選抜校と選抜校以外の生徒の理解度（ペーパーテスト、口頭試問など）を比較する。 成果 2. ワークショップの開催により実験教材の教育が出来る理科教員数の増加及び理科教育水準が向上される。 指標 2-1：ワークショップには、全国の理科教員数 910 名のうち 3 年次に延べ 240 名以上が参加し、2 年次の延べ 60 名と合わせると延べ 300 名の理科教員が参加する。 指標 2-1：ワークショップの開始前と終了後のペーパーテストにより、理科教員の理解度や指導法を比較することにより理科教育水準の向上を確認する。 成果 3. 「センター」の組織が確立され、教材の開発・試作・生産技術及びメンテナンス技術を取得するなど体制が強化される。 指標 3-1：「センター」をまとめる専任の所長及び補佐する副所長(大学教員との兼任可)が配置され、又、各スタッフの役割等組織・人員配置が明確となる。 指標 3-2：「センター」内に 20 教材の開発・生産やメンテナンスに必要な技術資料など及び中等理科教員への指導書が整備され、保管される。																				

(7) 持続発展性	1. 事業の効果を維持していくための計画 本プロジェクトでは、直接裨益対象とされた生徒数や理科教員数が限定されていることから、今後全国レベルでの展開が求められる。 ① 実験教材のモンゴル国内生産と教材品目数の拡充 ② 裨益対象となる生徒数及び理科教員数を全国レベルに拡大 ③ 上記②のための指導者教育（トレーナーズ・トレーニング）システムの構築 ④ 実験教材の開発・試作技術、生産技術及びメンテナンスなどの継続 尚、3年次では上記の実現可能性について検証する予定である。 また、プロジェクト終了後、本事業が引き続き持続発展するためには、「センター」の機能を引き継ぎ、法人化した「スタートアップ企業（大学内ベンチャー企業）」の設立が求められる。現在、MNUE では「スタートアップ企業」の認可を政府に申請中であり、当プロジェクトもこれを積極的に支援していく。 2. 訪問先及び注目すべき事項 2.1 中等学校： ① 配布された実験教材が各学校に良好な状態で維持・保管されていること。 ② 教材が 5～6 人のグループ毎に 1 セット配布され、実験を中心とした水準の高い授業が実施されていること。 2.2 スタートアップ企業： ① 本プロジェクトで開発した 20 教材の他に中等学校からの要望により、新たな教材を開発していること。 ② 中等学校からの教材の注文やメンテナンスの相談窓口の役割を担い、又、中等学校理科教員の指導を実施していること。 ③ 教材を製造する特定企業の選定・育成やモンゴル国における機械・電子分野の企業を育成する、などの指導的な役割を果たしていること。 2.3 民間企業： ① 「スタートアップ企業」の指導を受けながら、選抜校以外へ配布する教材を生産していること。 ② 教材の生産を起爆剤として、教材以外の新たな機械・電子産業分野の商品を生産・販売していること。
-------------------------	---