

現在社会には、文系、理系などに単純な分類ができないあらゆる分野の関与する重要な問題が山積しています。このような社会で活躍するためには、専門領域に留まらない幅広い教養とともに論理的思考力に裏付けられた分析能力が必要です。本取組では、文系学生が自然科学の実験や実習を通してデータの定量的な評価を行い、問題の本質を見抜き、解決策を考えることができるような総合的な科学的思考力を育成するプログラムを開発します。さらに、得られた理論、根拠と結論をしっかりと文書と口頭で表現できる学生を育成することを目的とします。科学的思考力を全学生に確実に身に付けさせる方針はまさに慶應義塾の「実学」の伝統でもあります。文系学生にとっての自然科学は専門外の総合教育科目であり、これを充実させることは幅広い教養教育の一部でもあり、初年次教育の重要な一部でもあります。実験は伝統的な参加型授業であり、学生が自分の行った実験について論述を行い、質疑応答をする双方向型学習です。取組の実施においては、自然科学の様々な分野の教員が議論、協力して行い、他分野の良い点を互いに取り入れます。さらに、教育経験の少ない研究者や教育者を積極的に取り込み、彼らの教育力向上をはかります。本取組は以下の5つの事業を柱として進めます。

I. 心理学の体験型実験を含んだ授業の開発： 過去の特色GP（平成17年度採択）で今後の課題であった心理学の基礎実験と講義を組み合わせた科目を開発し、導入します。心理学は、扱う現象は人文・社会科学的でありながら、方法論は自然科学的である特徴を持っており、科学的思考法を人文・社会分野に適用する能力を養う役割を果たします。少人数クラスで心理実験を実施し、思考力や論述力等を育成する試みは全国的にも希で画期的です。

II. 新たなる実験テーマの開発： 今までとは異なった新しい方向性を持った化学、生物学、物理学の実験のテーマを開発し、導入します。一つは実験課題や方法が事前に設定されていないテーマであり学生は自分で課題と方法を考えつつ実験を行います。結果を導く思考力が要求され、課題探求能力が育まれます。慶應義塾大学では文系の専門課程学生に対して実験要素を含む授業を開講しており、このための実験テーマの開発と改良も行います。

III. 科学的論述を身につけるプログラムと教材の開発： 現在、日本の大学生の論理的に議論する能力、そしてそれを記述する能力の不足が危惧されています。本大学における実験と講義を組み合わせた自然科学の授業では、学生に科学的論述を求め、その能力の育成を行っています。この事業では学生による科学的な論述、プレゼンテーションの実践において、それに必要な要素と評価法を明示し、科学的論述法に関する教材を作成し、導入します。レポートの書き方について、物理学、化学、生物学、心理学、数学の教員が共同し、自然科学全般に通用する科学的論述の本質的な部分を整理し、教材を開発します。

IV. 学生の学習背景を考慮した実習教材開発： 慶應義塾大学では、文系学生の大半が実験を含む授業を履修し、経済学部、商学部では数学が必修となっています。自然科学科目（および実験）に対する多様な入学以前の経験度を持つ学生が混在していますので、それぞれの経験のレベルに合わせて自習もできる補助的な教材開発を行います。このような大学入学以前での学習背景の差へのきめ細やかな対応は初年次教育の重要な要素であると思われます。教材は web を使って学生に容易にアクセスできるようにし、必要に応じて学生が解答を入力するインターフェースを持つ、積極的な情報通信技術の活用をしたものです。数学補習教育のシステム化（IV-1）、科学実験の基本およびテーマ説明用マルチメディア教材開発（IV-2）、科学リテラシー向上のための教材開発（IV-3）といった内容を実施します。

V. 情報発信： webサイト、シンポジウム、論文などを通じて内容と成果を広く公開していきます。

## 1 取組について【8ページ以内】

(1)取組の趣旨・目的[申請書類等作成・提出についてP.4参照]

**背景と全体的趣旨：**

慶應義塾大学では文系 4 学部(文学部, 経済学部, 法学部, 商学部)の学生のための実験を含めた自然科学の講義を設けており, 現在1学年あたり 4,000 人程度いる学生のうち 7 割程度がこれを履修しています. この少人数グループでの実験重視の講義は新制大学として開設した 1949 年よりずっと続けています. 文系学生のための自然科学実験の意義が広く認知されるようになり, 開講する大学は少し増えてきていますが, 我々の規模で実施している大学は国内には類を見ません(参考:データ 3). 本取組の目的は特色ある大学教育支援プログラム(以下, 特色 GP)で改良した伝統あるカリキュラムを発展させ, 全学生が確実に総合的な科学的思考力を身に付けられるプログラムや実習教材等を作成することです. 総合的な科学的思考力とは, 実証に基づき論理的に思考し, その結果を論述する能力です. これはまさに実学(サイヤンス)の精神に他ならず, 慶應義塾大学では全学生がこれを確実に身に付けることを重視する伝統を持っています.

これまで、文系学生のために物理学, 化学, 生物学の実験を含む授業を設置していましたが、心理学の実験を含む授業は設置していませんでした. 心理学は文系学生にとって身近な心理現象を扱うため、毎年半期あたり 3,000 人程度の学生が履修する人気講義(参考:データ 1)です. 特色 GP の研究でも、実験を含む心理学の授業に対する学生の期待が高いこともわかっています. 心理学専攻以外の学生のために心理学の基礎実験を開講しているケースは全国的にも皆無なのは、カリキュラム, 教材, 実践例等がほとんどないためです. そこで、本取組では実験を含む心理学の授業を立ち上げ, その成果を情報公開します. 文系学生にとって関心の高い心理学を通して, 科学的思考力や論述力を育成するカリキュラムは他大学にとっても有意義だと思われま

実験を含む教育は長い間存在してきた参加型授業です. 過去の特色 GP では, 実験が科学の意義や問題解決の楽しさ等を実感する上で有効であることを明らかにしました. 伝統的な実験では学生に方法を指示し, 得られた結果から結論を理論的に導き考察します. 本取組では, これをさらに発展させ, 課題を発見し, 解決方法を探る面白さや楽しさを育み, 科学者の偉業を体験的に理解できる課題探求型実験テーマを開発します. 学生が総合的な科学的思考力を習得するために, 伝統的な実験と課題探求型実験を組み合わせることが有効かつ重要です. 実験授業は学生同士が教え合う環境を自然に作り出しますが, 課題探求型実験では, さらに学生の発想に教員も刺激を受けて教わる機会も生じ, 慶應伝統の半学半教の精神をより強く実現します.

実験を含む授業では科学的な論述を求められる機会が必然的に多く生じます. しかし, このような論述の指導については基本的に各科目で各教員が独立に行っているのが現状です. 学生の科学的な論述能力の質を保証する上で, 様々な自然科学科目の教員が共同して論述の普遍的な本質を整理し, 学生に伝える必要があり, そのために教材を開発して導入し, 指導します.

慶應義塾のように文系学生の大半が実験を含む講義を履修するという事は, 必然的にあらゆるタイプの学生が履修するということを意味し, 高校までの自然科学に関する学習背景も実に様々です. 自然科学に強い興味を持ちながらも, 学習経験が少ないために躊躇したり, 困難に感じる学生も多くいます. そのような多様な学生によりきめ細やかに対応していく必要があります. このために, 補助的な教材を学生の学習経験に合わせて開発します. それとともに学習成果を把握するために学生の科学リテラシー能力を多面的に測る方法を作り, 導入していきます.

本取組の内容と成果は web, シンポジウム, 論文, 学会等での発表を通じ, 情報発信します.

**取組の具体的な目的：**

本取組の目的は, 実証に基づいた講義を履修することを通じて, 文系学生が自分で独立に分

析し判断する能力，そしてそれを論述，口述をもって表現する能力を習得することです．このような能力を総合的な科学的思考力とよんでいます．以下で事業ごとに具体的な目的を説明します．

**I. 心理学の体験型実験を含んだ授業の開発：** 心理学を専門としていない学生のための心理学の体験型の基礎実験を含んだ授業は全国的にも例がありません．これを開発して導入し，公開します．文系学生にとって関心が高いけれども，直接観察することが困難な「こころ」という現象へも科学的にアプローチできることを体験的に理解させることを目的とします．

**II. 新たなる実験テーマの開発：** 以下の具体的なプロジェクトを中心とし，今までとは異なった新しい方向性を持った実験テーマを開発，導入します．

**II-1 課題探求型実験：** 実験は自然との対話であり，単に用意された機材を使い，指示された方法で実験を行うのは理想的とは言えません．学生が自分で実験課題を考え，検証に必要な方法を求め，実験を実施し，結果を解析し，結論を得る実験テーマを開発します．学生が真の実験を体験し，自分で課題を探求して解決する能力を習得することが目的です．

**II-2 高学年生の通常教室での実験：** 本大学では文系学生の専門課程学生に対しても実験要素を含む授業を近年開講しています．この授業は，自然科学の複数の分野を組み合わせている，実験環境ではない通常の教室で行う，90分以内に実験及びレポート作成まで行う，専門課程学生に特化している，といった面で我々の伝統的に行ってきた実験を含む授業とは全く異なる性質を持っています．この授業のための新たなる実験テーマを開発，導入します．授業は文系学生が大学を卒業して社会に出る前に，自然科学的な考え方や知識を身につけることが目的です．

**III. 科学的論述を身につけるプログラムと教材の開発：** 科学的な論述法について情報を共有して整理し，教材を作成し導入し，学生に科学的な論述をする能力を習得させるのがこの事業の目的です．実験では，データを数量的に解析し，その結果から論理的に結論を導き，それを論述し，また口頭でも説明することが求められます．分野間，またテーマにより要求されるものが異なる場合がありますが，自然科学全般に通用するような論述の本質的な部分を整理し，教材として学生に提供します．我々の目指すのはレポートの基本的な書き方の指導に留まらず，論理的な記述をしつつ，学生が創造性を発揮できる論述の指導です．

**IV. 学生の学習背景を考慮した実習教材開発：** 大学入学以前における理系科目の履修状況が多様な学生層を考慮し，自習用の教材の開発を含め，よりきめ細かい指導をします．そして，学生が高校までの学習経験によらずに，確実に科学的思考能力を習得するのが本事業の目的です．学生のレベルに合わせるだけではなく，講師の目的に合わせて必要に応じてカスタマイズできるようなものを目指しており，以下に説明する具体的なプロジェクトを行います．開発する教材は，対面による通常の授業を補完するものであって，代替するものではありません．しかし，自分が不足していると思う面を学生が web インターフェースを通じて容易にアクセスし，自分の都合に合わせて実習で補えるのが重要な面です．

**IV-1 数学補習教育のシステム化：** 数学的な概念を理解するには実際に自分で計算をする実習が必要です．これを講義の目的と学生のレベルに合わせて，web を用いて提供します．

**IV-2 科学実験の基本およびテーマ説明用マルチメディア教材：** 自然科学科目を履修する文系学生には，高校で実験を十分に経験してきた学生もいますが，中には実験の経験がほとんど無く，基本的な実験器材の使い方も知らない学生も多くいます．実験の基本概念や実験の基本操作は文字と図だけのテキストだけでは説明しにくく，使用する器具や装置を実際に見ないとイメージがわからない場合も多いです．ビデオを含め，マルチメディアの教材を開発して導入することにより，どの学生でも確実に理解をし，内容の本質を習得できるようにするのが本事業の目的です．どのような状況，場面で活用するのが有効であるかも調査し，導入の参考にします．

**IV-3 科学リテラシー把握のための教材開発：** 教材を開発したり，実習，実験を行ったりした際

に内容がどの程度身に付いているかを把握するための教材を開発します。成績評価のための試験ではなく、より楽しみながら科学リテラシー能力を多面的に測る手法を開発し、学生の科学リテラシーとともに教育の効果をフィードバックし、教員の教育力を向上させていくのが目的です。

**V. 情報発信：** web サイト、シンポジウム、報告書、ニューズレター、学会発表などを通じて本取組の内容、経過そして成果を公開していくことがこの事業の目的です。

**学習成果の明確化について：** I, II の実験を含む授業においては、学生が実証に基づいて理論的に結論を導き、それを論述できるかが学習成果として評価されます。そして、レポートにおける論述については III の論述に関する事業からフィードバックされ、さらに明確化されていきます。学生が実際に自分で有意義な課題を設定し、方法を見出して、結論を得られることが II の学習成果でもあります。講義と組み合わせ、総合的な科学的思考力が成果として得られているかをいかにして測るかを考え、それを用いて調査し、結果を教育者にフィードバックしていくのが IV の事業の重要な一部です。大学入学以前の学習環境を考慮し、それに関わらずに学習成果が得られることが目的となります。また、実験、実習においては、レポートの評価やフィードバックだけではなく、質疑応答も行っており、これを通じて内容を理解しているかを把握していきます。

**学士力確保・教育力向上について：** 実証に裏打ちされた論理的思考に基づいて結論を導き、それを論述、口述する能力である総合的な科学的思考力は学士全員に求められる能力であると我々は考えています。これはまさに実学の精神でもあります。これを確実に学生が身に付けることが本取組の目標です。このような能力は自然科学系の分野だけではなくあらゆる分野で役立つものであると考えています。心理学の実験を含めた授業を開発することは、科学的方法を人文社会的な分野で適用する場合の例を、学生に体験させる場を提供することとして大変有意義であるでしょう。また、長期的に創造性のある業績を残すためには分野的にも内容的にも幅広い教育の基礎が必要であり、自然科学教育はその一部になります。全ての学生が確実に学士として求められる科学的思考力を習得するために、科学的論述に関する教材を開発し、また、学生の大学入学以前の学習状況を考慮した補助的な教材を開発するのも本取組の重要な一部です。

実験を含んだ授業の開発、科学的論述に関する教材の開発、等の事業においては自然科学研究教育センターが中心となり、分野を超えて教員が情報交換と議論をして開発します。開発した授業、教材がどの程度効果があるのかをいかにして測るかを検討し、様々な調査を行って検証し、改善していきます。センターには理系学生を教育する教員も所属しており、彼らの経験や考察も含めて幅広い見地から検討を重ねます。さらに検討結果を理系学生への講義でも参考にし、活用します。この過程で、教員は授業内容、学生の評価を含め、様々な情報を共有し、共同で検討を行い、教育力は確実に向上するでしょう。さらに、まだ教育経験の浅い研究者、教育者を積極的に取組に採り入れて、教育の経験を積ませることにより、彼らの教育力向上を達成します。このような新たな教員の斬新なアイデアも検討することにより、他の教員の教育力も向上します。

**「三つの方針」を基に行われていることについて：** 卒業認定・学位授与については、各学部によりカリキュラムが規定されており、その科目群ごとに卒業に必要な単位数が規定されており、明示されたものが全学生に配布されています。これに従って卒業認定・学位授与が行われています。

カリキュラム編成については、各学部で規定されており、その重要な一部が総合教育科目です。今回の取組で取り扱う文系学部学生にとっての自然科学の科目は総合教育科目に属し、文系学部共通で開講されています。どの学部でも自然科学教育の重要性を認め、それを一定単位数以上履修する必要がある選択必修制を設けています。

入学者受け入れポリシーは、各学部の入試制度、求める学生、そして過去の受け入れ状況等の情報をホームページや入試要項で開示し、それに沿って学生を受け入れています。文系学部入学者の内訳は本申請書の(様式4) 3「データ、資料等」のデータ4として含めてあります。

(2)取組の達成目標 [申請書類等作成・提出についてP.4参照]

達成目標を事業ごとに以下で説明します。

**I. 心理学の体験型実験を含んだ授業の開発:** 体験型の基礎実験を含んだ心理学の授業を開発し、学生が履修することが達成目標です。また、学習達成度をチェックするためのチェックリストや効果的なレポートのフィードバック方法を開発します。さらに、授業アンケート、レポートやプレゼンテーションの質等を検討し、授業を改善していきます。

**II. 新たなる実験テーマの開発:** 開発した新たなる実験テーマを授業に導入することが達成目標です。授業を実施した結果より内容を再評価し、改良も続けていきます。

**III. 科学的論述を身に着けるプログラムと教材の開発:** 科学的論述の方法を説明した教材を開発し、それを学生に配布して実際の実験や実習の現場で活用します。その教材を使って実際に大半の学生が論理的にデータを解析して結論を導き、それを説明できることが達成目標です。学生が提出する実験レポートの調査をすることで教材の有効性が評価できます。

**IV. 学生の学習背景を考慮した実習教材開発:** 学生の科学的リテラシー能力を多面的に評価する方法を開発し、それを元に学生の大学入学以前の自然科学の学習経験の差を考慮した教材の必要性を把握します。それに基づいて補助的な教材を開発し、導入します。そしてさらに、学習効果を測定し、有効性を調べて教材を改良していきます。

**V. 情報発信:** 本取組の内容、経過と成果を web サイトを中心として公開することが達成目標となります。さらに、シンポジウム、報告書類、そして学会での発表も行うことが目標となります。

(3)取組の具体的内容・実施体制等 [申請書類等作成・提出についてP.4参照]

事業 I,II,III は総合的な科学的思考力を学生が確実に会得するための授業を開発するものです。大学入学以前の学習背景に関わらずこの目標を達成するために事業 IV を行います。さらに、事業 V で成果を広く公開します。本取組は自然科学研究教育センターの教職員が中心となって自然科学部門の教員が実施します。当センターには物理学、化学、生物学、数学、心理学と様々な自然科学の専門をもった教員が所属しており、多面的に取組に参加します。本取組がスタートした時点で実行委員会を立ち上げ、センター所員の教員と職員が率先して実施にあたります。本取組のために教育経験の少ない研究者をセンターを通じて大学特別研究教員として雇用し、事業を推進し、かつ教育者を育成していきます。また、新科目を導入するなどの措置が必要な場合は、それぞれの学部と協力して事業を行います。事業ごとの特色を以下で説明します。

**I. 心理学の体験型実験を含んだ授業の開発:** 心理学の基礎実験(錯覚の測定実験、記憶実験、等)と講義を組み合わせた文系学生のための科目を文系学部の専任教員が協力して新たに開講します。長年にわたり、物理学、化学、生物学の実験と講義を組み合わせた授業を設置している経験、知識とシステムを活用します。

**II. 新たなる実験テーマの開発:** 新たなる実験テーマの開発を行いますが、特に従来の実験とは異なった課題探求能力を育てる、方法や課題が既定されていない実験が主要な部分です。このような実験では、ある程度枠組みを決めて実現性を高めながらも、学生に自由度を持たせることが必要です。検討中の構想の具体例をあげます。[自然界における放射線]まず昆布などのサンプルで放射線が発生していることを確認し、測定器の使い方を理解します。測定器を用い、自然界の放射線について自分で目的を設定し、測定します。物理的な側面(放射線の種類、遮蔽、距離依存性、等々)からより身近な側面(食品や環境に含まれる放射線等)を目的とする学生まで色々想定されます。[音の違い]簡単な標準音のスペクトル解析をして理解します。その理解を用いて、「音の違い」について調べます。学生によって、調べる音(楽器の違い、声の違い、等)、音

の違いの特徴付け、などが異なってきます。

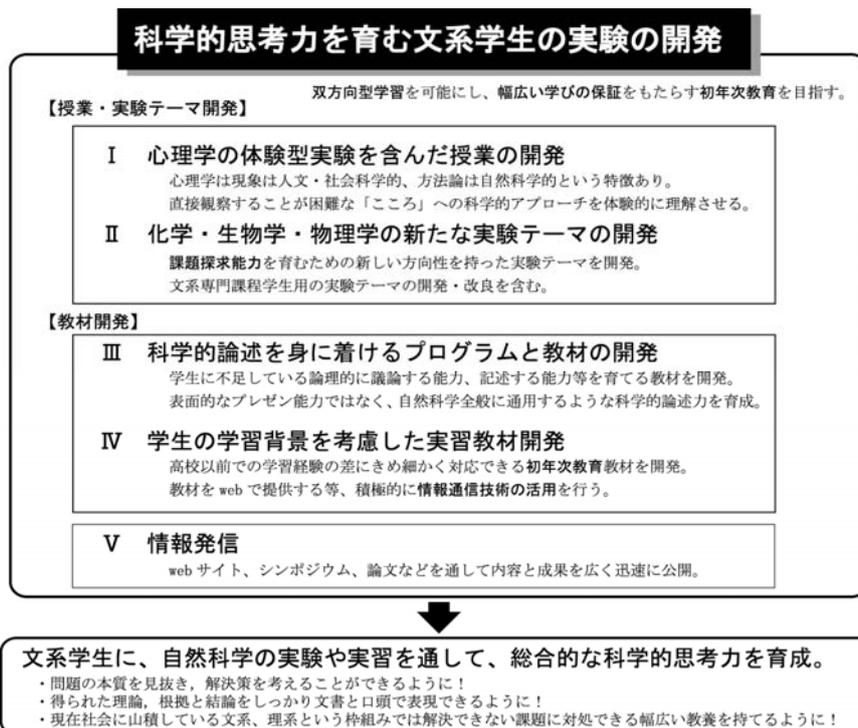
**III. 科学的論述を身につけるプログラムと教材の開発：** 科学的論述法に関する教材を開発，導入し，学生の科学的な論述，口述の実践を通じて論述力を習得できるようにします。全科目の教員が共同し，自然科学全般に通用する論述の本質的な部分を整理し，教材を開発します。

**IV. 学生の学習背景を考慮した実習教材開発：** 慶應義塾では，大半の文系学生が実験を含む授業を履修しているため，自然科学科目の様々な学習経験を持つ学生が混在しています。学生が自分で必要な部分を補える情報通信技術を活用したマルチメディア教材を開発します。特に数学の実習教材，実験の機器の説明，テーマの解説などの教材を開発し，単にコンテンツを得るだけでなく，学生が演習で解答を入力するような教材も開発します。実施にあたっては実際の授業での試行錯誤を経て，その有用性を確認しながら，順次構築していきます。担当教員と学生のニーズに応じて，柔軟にカスタマイズできる可塑的なシステムを計画しています。

**V. 情報発信：** 本取組の成果は自然科学研究教育センター内 web サイトを中心としてシンポジウム，報告書なども通じて公開します。web サイトは担当者が常時更新できる環境を作ります。

**見込まれる他大学等への波及効果について：**

本取組の成果は事業 V を通じて web，シンポジウム等を通じて積極的に広く公開します。実験を開発し，導入することは，機材を選定し，安全性も考慮し，テストを重ね，テキストも作成する時間と労力の必要な作業です。そのような過程を経た内容の詳細をテキストを含め公開することは，他大学でも参考になる面が多くあると信じています。実際，過去の成果に関しては様々な問い合わせが現在もあります。特に，事業 I の心理学専攻以外の学生のための心理学の基礎実験と講義のプログラムは我々の調べた限りでは他に例が無いため，画期的であり，波及効果が期待されます。II の課題探求型の実験も新しいタイプの実験であり，慶應の規模で導入し，運用した結果は他大学でも参考になると思います。また，専門課程学生のための実験は実験室が無い状況での「出前」的なものであり，実験施設が無くても行える実験として他機関でも参考になるでしょう。III の科学的論述に関しては，理系学生のレポートの書き方という観点ではなく，文系学生にも求められる，他分野に応用できる科学的論述であるので汎用性が高いと考えています。さらに，現在は多様な学習背景を持つ学生に対応していく事は全ての大学に必要な事であり，そのために開発した科学リテラシーを測った結果，作った教材は広く参考になるでしょう。



(4) 取組の評価体制・評価方法・評価結果の反映 [申請書類等作成・提出についてP.5参照]

① 評価体制

**達成目標に対する評価体制について:** 評価は、a)個々の講義に関する自己評価、b)同じ科目を担当している教員同士による相互評価、c)科目を越えたシステム評価、の3つの観点で実施します。自己評価はクラス毎に各授業の評価を実施し、相互評価は同科目を担当している教員同士が教科としての達成度を評価し、システム評価は各教科の代表が集まって行うとともに、外部の有識者も招いてシステムの正当性を評価します。

**終了時における評価体制等について:** 取組期間中に、評価方法を確立し、自己評価、相互評価、システム評価をルーチン化できるようにします。評価システムをルーチン化するためには、他大学の実践を調査する調査費、評価の取りまとめや記録等を行うアルバイト謝金、評価会議を実施するための会議費、外部有識者を招聘するための謝金等が必要になります。財務支援期間終了時には、学外の有識者を招聘してシンポジウムを実施し、自己評価、相互評価、システム評価がどのように機能したかについて議論を行います。なお、財務期間終了後も自然科学研究教育センターを中心に3つの観点での評価は継続し、必要な経費はセンターで予算化する計画です。

② 評価方法

a) 個々の講義に関する自己評価: 講義を担当している教員が、開発した実験や教材を試用し、その効果を学生の態度、達成度、満足度等に基づいて評価します。b) 教員同士による相互評価: 同じ科目を担当している複数の教員で、開発した実験や教材、それぞれの講義の目標設定や進め方等を持ち寄り、相互評価を実施します。c) システム評価: 各科目で設定している目標や学生の達成度、開発した実験・教材等を持ち寄り、全体がシステムとして有効に機能しているかどうかを、外部の有識者も交えてシンポジウム等を開催して議論します。

③ 評価結果の反映

それぞれの講義の改善には自己評価の結果を、科目としての目標設定や進め方等に関しては相互評価の結果を、自然科学全体としての方向性等に関してはシステム評価の結果を反映させます。

(5) 取組の実実施計画等 [申請書類等作成・提出について P.5参照]

① 取組の全体スケジュール及び各年次の実施計画

全体としては、実験、教材の開発は初年度に行い、二年度は導入を始めて、内容を検証し、三年度に本格的に導入し、改良を続けるというスケジュールになります。情報発信は初年度より積極的に行います。以下で年度ごとに、各事業の実実施計画を説明します。

**平成 22 年度の実実施計画:**

I. 心理学の体験型実験テーマを開発し、予備実験を行います。既存の講義にいくつかテーマを試験的に導入します。その結果を検証し、テーマ、また導入する授業の形式などを検討します。

II. 様々な課題探求型の実験テーマを検討し、選定を行い、さらに予備実験を行います。教員の中でのアンケート調査を実施し、テーマの選定等の参考にします。また、その他の新しい方向性を持った実験のテーマを検討し、選定、予備実験を行います。

III. 自然科学の各分野の教員が集まり、レポート等の学生の論述したものに求められる、自然科学において普遍的な基準をまとめます。それを、過去の学生の提出物を参考にして必要性和改良すべき点を検証し、それをを用いて教材を開発します。教員へのアンケートを実施し、教材の改良すべき点を徴集し、検討します。

IV. 補助的な教材/演習の開発では、まず既存の同種の教材を収集します。そして、仕様の確定に向けて実験的作業を行います。特に web で学生が教材を円滑に利用できるように、学生の入力の方法、また、演習に関しては結果の評価の自動化について様々なテストを行います。教材

作成のための機材を購入し、使い方のトレーニングを行い、データを製作、収集します。

V. 本取組のホームページを立ち上げ、内容を公開します。事業担当者が随時情報を入力できるシステムを開発し、専門業者の助けを借りて導入します。シンポジウムを行い、本取組の内容を公開するとともに、外からの意見を採り入れ、取組を改善していきます。

#### 平成 23 年度の実施計画：

I. 試験的に心理学の体験型実験を含んだ授業を小人数で開講します。その結果を検証し、導入する授業のシステム、などについて検討します。テーマについての開発と改良を続けます。

II. 課題探求型の実験テーマを一部で導入し、効果を測定し、テーマを改良します。学生へのアンケートを実施し、このような実験に対する需要を調べ、さらなる開発の参考資料とします。その他の新しい実験テーマも導入し、効果を検証し、改良します。

III. 科学的論術に関する教材を一部の授業で導入し、導入前と比較し、効果を検証します。改良すべき点を調査、検討し、教材を改良します。学生と教員へアンケート調査を行い、学生の意見、需要と効果について調査します。

IV. 初年度の成果に基づいて、補助的教材や演習を導入します。学生の達成度と意見を調査し、改良を行います。また、さらに新たな教材の作成を行います。

V. 本取組のホームページに成果を公開します。シンポジウムを行い、取組の成果を検討し、さらに改良すべき点を洗い出します。論文、学会、フォーラムなどを通じて成果を発表します。

#### 平成 24 年度の実施計画：

I. 心理学の体験型実験を含む科目を開設し、学生が他の通常の講義と同様に履修できるようにします。授業の検証と改良を続けます。

II. 課題探求型の実験テーマやその他の新たな実験テーマを本格的に導入します。その効果を検証し、改良を続けます。

III. 科学的な論述法に関する教材を本格的に授業に導入し、効果の検証と改良は続けます。

IV. 補助的な教材/演習を本格的に導入し、システムの改善、効果の検証と改良も続けます。

V. ホームページに本取組の成果と内容を公開します。シンポジウムを行い、成果の検証を行うとともに、これからの方向性を検討します。成果は論文、学会、フォーラム等を通じて発表します。

#### ②取組の実現可能性(現状や実績等)

積極的に教育に取り組む研究者を本取組のために各分野で雇用し、確実に事業を推進します。以下ではさらに、現状と実績を考慮し、取組の実現可能性が高い理由を事業ごとに説明します。

I. 現在、慶應義塾大学では物理学、化学、生物学の実験を含んだ講義が長年開講され続けてきており、多数の文系学生がこれを履修しています(3. データ2参照)。心理学の本格的な実験を含んだ講義は、内容こそ新しいですが、このシステムを大幅に踏襲して始めるので十分に実現可能です。また、心理学の講義を多くの学生が履修している実績があり、既に簡単な実験を試験的に導入した経験もあります。大きな需要もあるので学生の積極的な履修も予想されます。

II. 物理学、化学、生物学の実験を含む講義では、常に新しい実験の課題を導入し続けてきた実績と、経験の蓄積があります。課題探求型の実験の導入は新しい試みですが、今までの経験とシステムを活用し、新しい実験を開発し、導入することは十分達成できると考えています。

III. 我々は数多くの実験レポートを長年採点してきた経験があります(3. データ2参照)。そこでは、各教員が工夫して様々な重要なポイントを学生に伝えてきています。本事業では、これらの経験と考え方をまず集めて整理し、それから新たな教材を開発していくので、確実に実現できると考えています。そこでは分野、学部などを越えた教員のノウハウの共有が必要ですが、あらゆる自然科学の分野の教員が所属し、交流している自然科学研究教育センターが核となって推進できます。

IV. 我々は数多くの多様な文系学生に自然科学の実験を含めた双方向型の講義を開講し続

けてきており、多様な学生にどのように対応するかというノウハウが教員に蓄積されています。どのような教材が必要であるかというアイディアは各教員が持っており、それを共有し基にして教材を開発していくので、順調に実現できると考えています。また、必要な情報通信技術は自然科学研究教育センターのホームページなどでも活用している実績があります。

V. 自然科学研究教育センターでは、ホームページ(<http://www.sci.keio.ac.jp/>)を積極的に運用している実績があります。さらに、過去に選定された特色GPではホームページを積極的に活用して情報発信し、今でも自然科学研究教育センターを通じて公開し続けています。この情報を通じて今でもマスコミ、他大学よりセンターへ問い合わせや依頼が来ています。このような経験の蓄積を用いて情報発信は確実にできる見込みがあります。また、自然科学研究教育センターでは、シンポジウムを開催した実績もあり、定期的に外部講師を招いて講演会も開催しています。ニューズレターも定期的に発行しており、web 上以外でも情報発信は確実にできます。

③財政支援期間終了後の大学等における取組の展開の予定

**I. 心理学の体験型実験を含んだ講義科目の開発：** 開発した実験を含んだ講義科目は設置し続けて、学生の需要に答えます。さらに改良，発展させて行きます。

**II. 新たなる実験テーマの開発：** 開発したテーマは授業に導入して利用し続けます。慶應義塾大学の文系学生のための自然科学の講義と実験は連動しているので、教員にとっては実験テーマの選択肢が増えることにより、講義の質の向上と幅の拡大につながります。

**III. 科学的論述を身につけるプログラムと教材の開発：** 科学的論述に関する教材は学生に配布し続け、また改良を続けます。また、教員間で科学的論述のしかたについての評価の考え方を共有することによって評価がより合理的なものとなり、学生にも良い効果を及ぼすと思われま

**IV. 学生の学習背景を考慮した実習教材開発：** 開発した教材を使い続け、学生に成果を還元します。そしてそれをさらに充実させて行きたいと考えています。

**V. 情報発信：** 自然科学研究教育センターのホームページ内に web ページを維持し、それを中心として情報発信は続けます。本取組の成果は新しい成果とも連動させて公開し続けます。



## 2 大学・短期大学・高等専門学校の基本情報【ページ制限なし】

[申請書類等作成・提出について P.5参照]

## (1) 大学・短期大学・高等専門学校の規模(平成22年5月1日現在)

大学等名	慶應義塾大学				
	学部又は学科名 (*1)	収容 定員数	入学 者数	在学 者数	専任 教員数
*2 全学	文学部	3,200	808	3,543	136
	経済学部	4,800	1,215	5,223	131
	法学部	4,800	1,275	5,300	113
	商学部	4,000	1,032	4,386	107
	医学部	622	113	626	527
	理工学部	3,691	1,041	4,222	280
	総合政策学部	1,700	448	1,990	60
	環境情報学部	1,700	459	1,976	64
	看護医療学部	415	105	458	47
	薬学部	1,200	232	1,043	68
	DMCセンター	—	—	—	1
	大学所属	—	—	—	2
	言語文化研究所	—	—	—	7
	メディア・コミュニケーション研究所	—	—	—	5
	産業研究所	—	—	—	5
	附属研究所 斯道文庫	—	—	—	6
	体育研究所	—	—	—	19
	保健管理センター	—	—	—	15
	教職課程センター	—	—	—	6
	福澤研究センター	—	—	—	2
	スポーツ医学研究センター	—	—	—	3
	日本語・日本文化教育センター	—	—	—	9
	アート・センター	—	—	—	1
	外国語教育研究センター	—	—	—	1
	先導研究センター	—	—	—	20
	グローバルセキュリティ研究所	—	—	—	4
	自然科学研究教育センター	—	—	—	2★
	(合計)	26,128	6,728	A 28,767	D 1,641

(★2名の自然科学研究教育センター所員以外は各学部と兼任のため人数には含まれていない)

\*1 教養教育科目、外国語科目等を担当する独立の教育研究組織がある場合は、適宜記入してください。

\*2 取組を実施する学部等は、上記表の「学部等名又は学科名」欄の左欄に○を記入してください。

(2) 取組の対象となる学生数等の割合

大学等全体の在学者数 A	取組の対象となる在学者数 B	Aに対するBの割合(%) C
28,767名	18,452名	64.1%
大学等全体の専任教員数 D	取組を担当する専任教員数 E	Dに対するEの割合(%) F
1,641名	55名	3.4%

\* A及びDについては、「(1)大学・短期大学・高等専門学校の規模」で記入した数と相違がないようにしてください。

(3) 取組の実施期間中の組織改編等の予定と影響の有無  
なし

(4) 大学等における情報提供の方法・体制(取組の内容、成果等に関するものを含む)

慶應義塾では、2004(平成16)年度より、事業報告書を作成し、ホームページを通じて積極的に公開を行っています。事業報告書には、当該年度に実施した事業紹介のほか、財務状況、入試情報、学位授与状況をはじめ、学生・生徒・児童数、教員数、学費、研究・知的資産にかかわるデータが含まれています。

<http://www.pre.keio.ac.jp/jigyohokoku/index.html>

主として教育内容・方法については、一般向けの「慶應義塾総合案内」、入学希望者向けの「慶應義塾大学ガイドブック」、「慶應義塾大学院総合案内」などの各種冊子媒体によって広報・周知につとめています。これらの冊子媒体は、すべて慶應義塾のホームページからも閲覧が可能となっています。

<http://www.keio.ac.jp/index-jp.htm>

(5) 積極的な情報提供が必要と考えられる情報の公表状況

下記の各項目について、webサイトや刊行物等により情報を公表している場合は、公表状況記入欄に○を記入してください。

[公表状況記入欄]

1. 教育課程を通じて修得が期待される知識・技能の体系

1-修得が期待される知識・技能の体系

※どのようなカリキュラムに基づいて、どのような知識・能力を身につけることができるのか。

2-成績評価の基準、進級基準等

2. 学修の成果に係る評価や卒業判定に当たっての基準

3-修業年限及び修了に必要な修得単位数その他の要件

## 3 「データ、資料等」【4ページ以内】[申請書類等作成・提出について P.6参照]

## データ1 講義科目「心理学」の履修者数

過去3年間における文系学生(文学部・経済学部・法学部・商学部)の履修者数

	心理学	
	春学期	秋学期
2007	3,301	3,025
2008	2,952	2,873
2009	3,055	2,997
合計	9,308	8,895
3年間の平均	3,103	2,965

\*文系学生の総合教育科目(自然科学)についての卒業に必要な単位は、文学部・法学部が8単位以上、経済学部・商学部が6単位以上である。「心理学」(半期2単位、通年で4単位)も選択必修科目群の中に含まれている。実験を含む自然科学科目(化学、生物学、物理学)は、それぞれ半期3単位、通年で6単位である。

## データ2 実験を含む自然科学科目の履修者数

過去3年間における文系学生の実験を含む自然科学科目履修者数(化学・生物学・物理学)

	化学		生物学		物理学		計	
	春学期	秋学期	春学期	秋学期	春学期	秋学期	春学期	秋学期
2007	777	744	1,540	1,503	763	713	3,080	2,960
2008	830	804	1,491	1,469	758	744	3,079	3,017
2009	741	716	1,362	1,324	769	731	2,872	2,771
合計	2,348	2,264	4,393	4,296	2,290	2,188	9,031	8,748
3年間の平均	783	755	1,464	1,432	763	729	3,010	2,916

## データ3 文系学生に対する自然科学教育に関する全国大学アンケート調査結果

[慶應義塾大学日吉キャンパス特色GP アンケート報告書(2007年1月発行)]

全国の国・公・私立の4年制大学(理・工・医等単科大学を含む)729校に対して、2006年の4月にアンケート用紙を郵送した。このうち、調査対象となる文系学生を含まないとの返答があった大学は104校であった。結果として、調査対象内である301校(312学部)からの回答を得た。

(1) 実験(文系学生自身が行う)を含む自然科学科目は設置されていますか。

(大学数)	全体	国立大学	公立大学	私立大学
設置されている	72	27	7	38
設置されていない	207	13	20	174

(2) 実験を含む科目が設置されている場合それらの科目を文系学生の何%が履修していますか。

(大学数)	全体	国立大学	公立大学	私立大学
100%	6	3	1	2
80%以上 100%未満	3	0	0	3
60%以上 80%未満	1	0	0	1*
40%以上 60%未満	1	0	0	1
20%以上 40%未満	8	1	1	6
1%以上 20%未満	28	10	2	16
0以上 1%未満	6	3	0	3
0%	8	4	2	2
無回答	13	7	1	5

\*慶應義塾大学 68%

(3) 文系学部において、「自然科学の履修」を認定する副専攻制度がありますか。

(大学数)	全体	国立大学	公立大学	私立大学	*慶應義塾大学 (法学部)では、 2004年度入学者 から実施している。
ある	21	6	0	15*	
設置を検討中	5	1	1	3	
ない	264	33	28	203	

データ4 文系学部1年入学者の経路別内訳(2010年度)

	文学部	経済学部	法学部	商学部	計
一般入学	586	742	596	587	2511
推薦入学	115	0	227	187	529
塾内進学者	87	449	412	213	1161
外国人留学生	13	18	13	39	83
帰国生	7	6	27	6	46
計	808	1215	1275	1032	4330

データ5 日吉キャンパス所属の自然科学部門教員数(2010年5月現在)

	文学部	経済学部	法学部	商学部	医・理工・薬学部	計
生 物 学	教授 1名 准教授 1名 助教(有期) 1名 計 3名	教授 1名 准教授 2名 助教(有期) 1名 計 4名	教授 1名 准教授 1名 専任講師 2名 助教(有期) 2名 計 6名	教授 1名 准教授 1名 専任講師 1名 助教(有期) 2名 計 5名	教授 1名 准教授 1名 助教 1名 計 3名	教授 5名 准教授 6名 専任講師 3名 助教 1名 助教(有期) 6名 計 21名
	物 理 学	教授 1名 助教(有期) 1名 計 2名	教授 2名 専任講師 1名 助教 1名 計 4名	准教授 1名 専任講師 1名 助教(有期) 1名 計 3名	教授 2名 准教授 1名 助教 1名 計 4名	教授 5名 准教授 2名 専任講師 2名 助教 2名 助教(有期) 2名 計 13名
化 学	教授 1名 助教(有期) 1名 計 2名	教授 1名 助教 1名 計 2名	教授 1名 専任講師 1名 助教(有期) 1名 計 3名		教授 1名 専任講師 1名 助教 1名 計 3名	教授 4名 専任講師 2名 助教 2名 助教(有期) 2名 計 10名
数 学		教授 8名 計 8名		教授 3名 准教授 1名 専任講師 1名 計 5名	教授 1名 教授(有期) 1名 専任講師 1名 計 3名	教授 12名 教授(有期) 1名 准教授 1名 専任講師 2名 計 16名
心 理	教授 1名 助教 1名 計 2名	教授 1名 計 1名	教授 1名 計 1名	准教授 1名 計 1名	准教授 1名 計 1名	教授 3名 准教授 2名 助教 1名 計 6名
人 類	教授 1名 計 1名					教授 1名 計 1名
天 文					教授 1名 計 1名	教授 1名 計 1名
計	53名				15名	68名

**データ6 文系学部(文学部・経済学部・法学部・商学部)における実験を含む自然科学科目の時間割(2009年度)**

1限:9:00~10:30、2限:10:45~12:15、3限:13:00~14:30、4限:14:45~16:15。

	月				火					水					木			金														
	生物学		物理学		生物学		物理学		化学	生物学		物理学		化学	生物学		物理学	化学	生物学		物理学		化学									
1, 2限	B1 実験	B2 講義	B3 実験	B4 講義	P1 実験	B3 実験	B6 実験	B7 講義	P1 実験	P2 講義	C1 実験		B8 実験	Bw 講義	Bx 実験	P4 講義	P3 実験	C2 講義	C3 実験	Bz 講義	By 実験	P4 講義	P5 実験	C4 講義		Bz 講義	B2 講義	B5 実験	P4 実験	P6 講義	C1 実験	
3, 4限	B1 実験	B5 講義	B3 実験	B4 講義	P1 実験	B9 実験	B8 講義	B7 講義	P3 実験	P2 講義	C3 実験	C2 講義	B8 実験	Bw 講義	By 実験		P3 実験	C2 講義	C3 実験	Bz 講義	By 実験	P2 講義	P5 実験	C4 講義	C3 実験	B9 講義	B2 講義	B5 実験	P5 実験	P6 講義	C1 実験	C4 講義

(※翌週は講義と実験が入れかわる)

(備考) 生物学では、2つの講義室と2つの学生実験室を同時に使用することが可能であり、物理学および化学は、それぞれ講義室と学生実験室が1つずつである。1クラスの学生数はいずれも50名程度である。同じ担当者が同一クラスの学生に対して隔週で講義と実験を行う。実験は毎回、当日提出レポートを課す。

**データ7 特色GP「文系学生への実験を重視した自然科学教育」(平成17年度採択)の事業内容および成果 (<http://www.sci.keio.ac.jp/gp> で公開)**

(1) 目的

慶應大学日吉キャンパスで実践している、文系4学部の学生を対象とする自然科学教育の新たな発展と、「文系学生に対する自然科学教育重視」の理念と本取組の成果を他の大学に向けて発信すること。

(2) 成果

- 文系学生への自然科学教育に関する学生アンケート調査を実施し、その結果をもとに検討を行い、実験要素を含む4年生のための科目、『実践自然科学』を三田キャンパスで2008年度から開講した。これは半期2単位の科目であり、2008年度は生物学・物理学・化学の3人の教員が分担して実施した。
- (A) 数学: 意思決定の教材: 「ゲーム理論における数理」という小冊子を作成し、また論理学の教材: 「Language, Proof and Logic, J. Barwise & J. Etchemendy, CSLI Publications, 2002」の訳本を完成させた。  
(B) 心理学: 総合教育科目「心理学」への実験実習の組入れを検討するために、特論(少人数)授業枠を利用したパイロットスタディー(実験実習を中心とした授業)を行った。
- (C) 生物学(ミクロ): 統合的遺伝学実験の開発・実施(ショウジョウバエ突然変異体の検討、および飼育方法を検討)。抗体を用いた実験の実施と検討(Bio-Rad社製教育キットを使ったELISA実験を実施)。植物プロトプラストを使った実験開発。  
(D) 生物学(マクロ): 水生微生物データベースの作成と運用。ミジンコの形態と採食様式の観察。ミジンコの採食能力=水浄化に果たす役割(オカメミジンコの大量増殖)。  
(E) 化学: 実験テーマの新設「キラリティ(左と右の区別)」、「環境分析」、「原子スペクトルと光の作用」、「比重の測定」。実験テーマの改良「ボルタ電池と燃料電池」、「アルコール発酵」、「ナイロン66」  
(F) 物理学: 新しい実験テーマの開発「光速の直接測定」、「電気素量の測定(ミリカンの実験)」、「量子力学と原子スペクトル」、「音程とドップラー効果」
- 国内他大学との意見交換会(3回)および訪問調査(自然科学教育に関連して、3校)、海外大学での文系学生への教育実態調査(5カ国、10校)。全国の大学における文系学生への自然科学教育と副専攻導入に関するアンケート調査(2006年)。主催・共催シンポジウム4回。

(3) 事業全体での総括

文系学生に対する自然科学教育の重要性が本大学内外で再認識される契機となった。また、特色GPへの取組の活動を通して、自然科学分野の教員間の交流が活発となり、それを契機として日

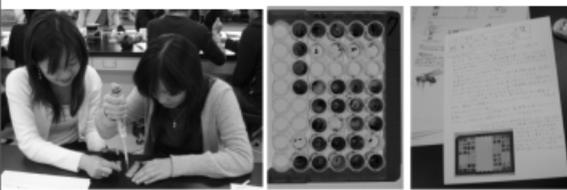
吉キャンパスに慶應義塾大学自然科学研究教育センターが2009年4月に開設され、活動を開始した。本申請も、その活動の一環である。

(※)特色GPで開発した新しい実験テーマの一部について、次のページに内容を簡単に紹介する。

事業3 生物学(ミクロ)

### ショウジョウバエ統合遺伝学実験の開発

メンデルの法則から生化学・分子生物学までを同じ材料で実験することで、それらの現象が連続したものであることを印象づける。



①交配したハエを潰して基質液をかける。 ②発色で表現型を判定 ③写真を添付した最初はおっかなびっくりでもすぐ慣れる。 レポートを作成

※ショウジョウバエの取扱いに抵抗のある学生は、実験前の約40%から10%以下に激減

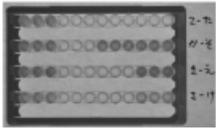
1

事業3 生物学(ミクロ)

### ELISA法による模擬感染追跡実験



抗原を吸着させる 一次抗体結合 二次抗体結合 発色基質

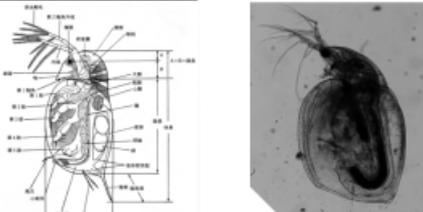


実際に感染症の検査に使われる実験方法を体験し、免疫や感染症に関する知識を深める。  
対照区や再現性確認の重要性を学ぶ。  
写真を使用したレポート作成とプレゼンテーションを体験する。

事業3 生物学 (マクロ)

### ミジンコの形態と採食様式の観察

仮説-検証的要素を盛り込んだ生物観察  
「ミジンコの眼はいくつあるか？」



実験に用いたオカメミジンコ 体長は約1.2 mm

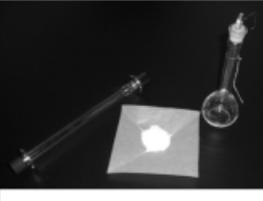
(※)教科書に載っているミジンコの絵はいつも横から見た絵である。

3

事業3(化学)

### キラリティ(左と右の区別)

グルコースの変旋光を測定する 構造化学




4

事業3(化学)

### 原子スペクトルと光の作用

量子化学

バルマーランプからの発光を直視分光器で観測する。  
ミニ分光器で波長を求め、リュドベリ定数を計算する。

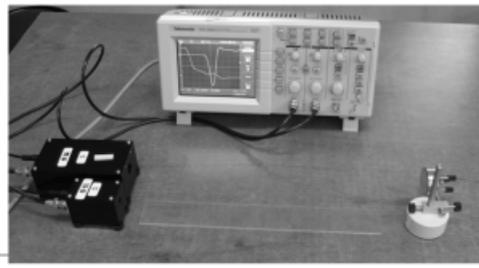


5

事業3(物理学)

### 光速の測定

レーザー光を鏡で反射させ、往復の時間を計測する。



6

4 過去の選定状況【ページ制限なし】[申請書類等作成・提出について P.6参照]

[大学等名] 慶應義塾大学

[プログラム名: 特色ある大学教育支援プログラム ]

(選定年度)平成17年度

(申請形態)単独

(取組名称)「文系学生への実験を重視した自然科学教育」

(選定取組の概要)(\*400字以内)

取組の目的は、本大学日吉キャンパスで実践している文系4学部の学生を対象とする自然科学教育の新たな発展と、「文系学生に対する自然科学教育重視」の理念と本取組の成果を他の大学に向けて発信することでした。生物学・化学・物理学の実験を含む科目における新しい実験テーマの開発と実験マニュアルの整備が中心的な事業であり、それぞれの科目で新たな実験テーマを開発し、導入しました(参考:3 データ7)。現在もこれらの実験テーマは学生実験において実施されています。文系学生に対する自然科学科目のアンケート調査等を行い、視察、シンポジウムなども実施し、報告書も公開しています。文系専門課程学生への自然科学教育のあり方を検討し、4年生のための実験要素を含む授業も導入しました。

取組の成果は開発した実験テーマのテキストを含め web 上で広く公開し続けており、現在も他教育機関やマスメディアより問い合わせがあります。

(選定取組と今回の申請との相違点について)(\*600字以内)

今回の申請は過去の特色GPの成果を踏まえ、それを発展させた本質的に新しい取組です。現在、実験を含む自然科学の授業には常時3,000人前後の文系学生が履修しています。過去の特色GP事業の主な事業は物理学、化学、生物学の実験テーマの開発であり、新たな実験テーマを多数開発し、導入しました。現在は実験を含む講義はまだ物理学、化学、生物学しか開講されておらず、心理学は学生から人気がありますが、実験を含む授業の開講はされていません。実験を含む心理学の授業を立ち上げるのが今回の申請の主な事業です。また、以前の特色GPで導入したのは従来型の実験であり、今回の申請で開発する、学生が自分で実験課題と目的を考えて行うような課題探求型の実験の開発まではしませんでした。各分野の学生のレポートの情報を共有し、分野を跨いだ科学的論述の評価と基準作りも新たなる試みです。さらに、大半の文系学生が実験を含む自然科学の授業を受講しているために、学生の高校までの自然科学の学習経験は実に多様であることが特色GP事業のアンケートでも明らかになりました。しかし、その多様な学生にきめ細やかに対応する教材を開発することまでは特色GP事業ではできず、今回の申請ではこの初年次教育の重要な面に対応します。特色GP事業の成果は現在も公開されるとともに学生の授業に反映されています。今回の取組ではそれを基にした新たなる段階への挑戦です。