

質の高い大学教育推進プログラム 実施状況報告書

大 学 等 名	千葉大学		
取 組 名 称	高度ビジュアル化による化学実験教育		
申 請 区 分	教育方法の工夫改善を主とする取組		
取 組 期 間	平成20年度～平成22年度（3年間）		
取 組 学 部 等	工学部共生応用化学科	取 組 担 当 者	坂本昌巳
W e b サ イ ト	http://apchem.tc.chiba-u.jp/		
取 組 の 概 要	先端技術と大学教育の乖離、高校教育と大学教育の乖離が進行しつつある現状を踏まえ、限られた教育のための時間、予算、人材を最大限に生かした教育方法として、実験を補完するためのビデオ教材の開発を中心とする教育プログラムを推し進めた。最先端の科学技術を実践する人材を養成するために、3つの柱となるビジュアル教育により、学部専門教育、特に、化学実験教育の改革を強力に推進した。		

1. 取組の実施状況等

①. 取組の実施状況 【1ページ以内】

(1) 取組の実施体制（マネジメント体制、教職員の体制、大学としての支援体制）

本プログラムは、学生実験教育と革新的な進歩を遂げ続ける近代社会の技術との乖離の溝を埋める実験教育方法の開発を目標としている。プログラムの実現のために、当該学部の化学実験担当教員を中心としたビジュアル教育検討委員会を新たに組織した。この委員会は教材内容の立案と作成を担当し、既存のプログラム検討WGと相互に協議・協力し合い、より良い教材への改良を施すとともにプログラムを実施した。さらに、教材作成の補助とプログラムの遂行には、積極的にTAを活用し、TAの教育支援にも繋がるプログラムとした。

(2) 取組の実施計画に掲げた内容

20年度は既に実験講義が開講されていたために、当該学部教員で構成されるビジュアル教育検討委員会を中心に教材作成と設備の整備を中心に行った。21年度以後は実験環境設備の整備と平行してビジュアル実験を試行し、その効果を学生アンケートにより評価した。さらに毎年複数回の高大連携の化学教育シンポジウムを開催し、本プログラムの有効性を検証し、問題点を協議し、次年度のプログラム改革に反映させた。

本プログラムの遂行はビジュアル教育検討委員会とプログラム検討WGが主導し、当該学科の教職員の37名全員と大学院TAが教材開発と実験教育に携わった。本プログラムにより工学部共生応用化学科の化学実験（受講者は毎年約110名、3年間で約330名）を改革し、基本教育の充実と高度実験教育を施した。

(3) 社会への情報提供活動

プログラム専用のWebページを作成し、学内外からの自由なアクセスによる情報提供の可能な環境を整備した。また、各年度2回以上の高大連携シンポジウムを開催し、プログラムの評価を受けるとともに外部に本プログラムの有効性を広く発信した。

②. 取組の成果 【1ページ以内】

(1) 取組の特徴と期待される成果

基本を深く理解し、応用までの幅広い知識と展開力を有する人材育成のための教育方法の開発を目標として、化学実験を補完するビジュアル教材を開発した。さらに「化学実験を補う体験型ビジュアル教材によるきめ細かな教育」、「微量化学物質の分析実験とビジュアル教材による高度教育」、「e-ラーニングによる分子デザイン教育」からなる3つの教育プログラムを実施した。本プログラムを実体験実験と併用することにより、基本原理から先端技術までの豊富な知識を、従来の教育方法に比べてより安全に提供することができるようになった。さらに、これまでと同じ実験時間を利用して、より高度な実験教育の実践が可能となり、高校教育の格差拡大に起因すると考えられる学生間の個人差の解消にも役立った。さらに受講生は自宅にて実験動画をダウンロードして閲覧したり、各自のPCに分子デザインソフトを導入して自主学習が可能となった。その結果、レポートの質の向上、最先端分析手法や分子軌道化学計算法の習得などの高い教育効果も得られており、受講生の卒業後の実践的技術者としての活躍を大いに期待できる。

(2) 取組の具体的な成果，成果目標との比較，達成度

年度末に行われる学生授業評価アンケートでは、動画教材による予備学習の分かり易さに対する評価は高く、失敗事例や実社会での利用応用例に関する内容は評判がよかった。さらに、通常の学生実験教育では難しい高額な微量分析装置の導入による実験教育でも高い教育効果が得られた。

最終年度の学生アンケートでは、動画のダウンロード環境、実験内容の高度理解、失敗事例や高度実験技術に関する理解への非常に高い評価が得られた。また、分子デザインソフトを利用した全学的な授業への展開に関しても、授業後のアンケート結果では、高い評価が得られ、受講生が興味を持って取り組み、高い教育効果が得られたと考えている。アンケートには以下のような好意的な意見が多く寄せられた。学生 A, 化学分子構造が良く理解できるようになった；学生 B, 化学分子を立体的に見られる点がすばらしかった。様々な化学の分野の話が聞くことができて興味が広がった；学生 C, 平面だけではなく立体的に見ることで理解が深まった；学生 D, タンパク質などの生体分子の立体構造に感激した。このような内容の充実した授業を多くの学生が受講した方がよい；学生 F, ただ使うだけではなく授業にテーマがあって良かった。他の化学や生物の授業、学生実験のレポート作成に継続して活用したい。

当初の目標計画のほとんどは達成し、教育にできる限り反映してきた。アンケートでは高い評価が得られているが、真の成果は、教育を受けた学生が卒業し社会で大きく活躍することで達成されると考えている。

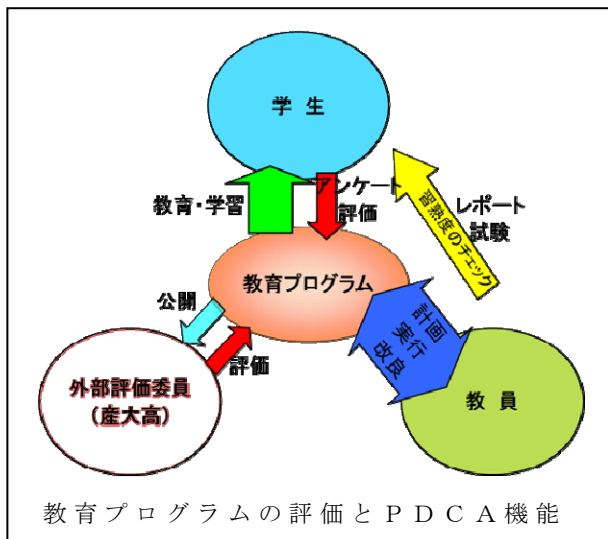
(3) 学内外からの評価

他大学の教職員、高校教員からは、取り組みに対する高い評価と動画教育に対する期待を受けた。さらに学部評価委員からも達成度に関する高い評価を得た。一方でビジュアル教材をキャンパス外に公開する方法の工夫や、高校の教員や企業技術者をアドバイザーとして組み入れ、より緊密に連携する体制を作る方策に対して改善の必要性の指摘を受けた。

③. 評価及び改善・充実への取組 【1ページ以内】

(1) 取組の評価・改善体制，取組の達成度や学習成果を測る方法や指標

本プログラムにより作成した体験型ビジュアル教材の学習効果は，授業評価やアンケート，授業レポートの内容により分析し，さらに，高大連携教員による外部評価を行い，その評価内容を受けて，随時より良いプログラムへの改編や再構築を行った(右図)。さらに，プログラムの終了時には外部評価委員会による評価を受け，以後の活動に向けての指標とした。



(2) 教育上の評価について

学生からの評価：現在千葉大学では，実験に対する評価は「学生による授業評価アンケート」を行い，次の年度の授業に生かすチェック機能を果たしている。それに加えて，本プログラムだけを抽出した調査を各系統の終了後に行った。学生からの満足度調査や実験担当教員からのレポートの質に関する回答を即座に分析し，協議・検討の上，充実した内容のものに改良してきた。

外部からの評価：年に複数回の高大連携化学教育シンポジウムを開催し，本教育プログラムと教材の有効性を評価し，高い教育効果を得られるプログラムへと反映させてきた。さらに，プログラム終了時には他大学教員による外部評価を受けて改良を施し，将来的にも継続して有効な教育ツールとなることが期待できるプログラムの構築を目指した。

(3) 外部評価委員会委員の総合コメント（一部を抜粋）

外部評価委員A：ビジュアル教材を開発し化学実験に導入したことにより，受講学生の実験内容の理解を高め，基礎実験技術の習得を容易にし，更に，微量分析実験の高度化と分子モデリングソフトを活用した計算化学の手法を体験させて化学教育の先端化も行っているのので，本事業は全体として優れた成果を上げている。従来の学生実験でも，実験開始前に実験法の説明を行い，安全面からの注意は細かく行っているが，本事業で開発したビジュアル教材には実験の失敗例も入っており，視覚的に失敗内容を理解できるので，安全教育の徹底という点から高く評価できる。

外部評価委員B：ビジュアルエイドの利点を十分に活用し，実験を通じた基礎化学教育と最先端の科学技術の溝を埋めることを目指した意欲的な教育プログラムである。内容の充実度，実施体制，学生への伝達方法，アンケートによる学生からの評価，および，高校への周知方法等を考慮すると，教育効果の高いプログラムを開発する当初の目的は十分に達成されたと評価する。教員の熱意に加えて，プロジェクトに携わった学生の貢献も大きく，その成長を促すという副次的な効果をもたらした点も評価に値する。今回のプロジェクトの成果をより効果的に利用するためには，継続した見直しと更新が必須である。

④. 財政支援期間終了後の取組 【1ページ以内】

(1) 財政支援期間終了後の実施方法（体制や財政措置，教育の質的向上に向けた改善・充実を図る計画）

本プログラムでは，実体験実験と平行してビジュアル実験教育を施すために，自作のビジュアル教材や分子モデリングソフトを利用した。取組期間終了後も技術進歩を的確に捉え，取組内容の検証と改良を継続して行うように努める。また，プログラム終了後も連携シンポジウムを定期的に開催し，外部からの評価を受ける計画である。

プログラムの質的向上に向けた改善のためには，ビジュアル教材の改良や分子モデリングソフトの全学サイトライセンスの継続的導入が必須である。また，微量分析装置の維持と更新のためにも特別な予算措置が不可欠であり，大学本部からの特別裁量経費等による継続的な財政的協力を依頼している。

(2) 継続実施するにあたっての課題及び問題点

プログラム終了後は、教材の更新や内容のさらなる充実、ダウンロード環境の快適さの確保、各種実験装置や器具類の更新、分子デザインソフトの継続的なサイトライセンスの確保など解決しなければならない問題はまだまだ多いが、本教育プログラムをさらに展開し、より質の高い実験教育を提供していきたい。

外部評価委員会委員からは，受講学生の実験内容の理解を高め，基礎実験技術の習得を容易にすることができたこと。微量分析実験の高度化と分子モデリングソフトを活用した計算化学の手法を体験させて化学教育の先端化を図る事が出来たこと。ビジュアル教材には実験の失敗例も入っており，視覚的に失敗内容を理解できるので，安全教育の徹底という点で有効であったこと。プロジェクトに携わった学生の貢献も大きく，その成長を促すという副次的な効果をもたらすことができたこと。学科教員全体が関わるシステムになっていることなど，の高い評価を得たが，まだ不十分と評価されている以下の点について今後も継続して取り組んで改善してゆく必要がある。

改良点1：高大連携を進めるためにも，ビジュアル教材をキャンパス外に公開するための方法を工夫する。

改良点2：高校との接続教育に関しては，高校で行ってきた実験回数や履修科目にも大きな差があるので，これらの差を埋めるために，高校との接続教育に相当する実験授業など，他の実験についても同様の教育プログラムの適用を図る。

改良点3：高校との接続教育を，より効率的に行うために，実験授業と講義授業との連携を今まで以上に強め，これにもビジュアル教材が活用できるようにする。

改良点4：アドバイザーとして高校の教員や企業技術者を含み，より緊密に連携する体制を作る。

これらの貴重な意見を参考に，終了後も実験教育を主体とした高度化学教育の改善に取り組み，最先端の科学技術を実践する高い能力を有する人材を育成する。

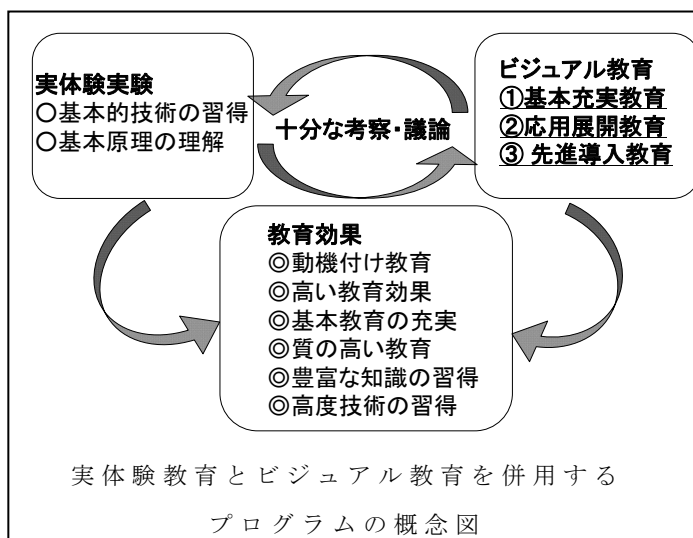
2. 取組の全体像 【1ページ以内】

○本取組の全体像（事業の目的、目的を実施するための評価・改善を含めた具体的な取組、本事業の成果、今後の展開等）

先端技術と大学教育の乖離、高校教育と大学教育の乖離が進行しつつある現状を踏まえ、限られた教育のための時間、予算、人材を最大限に生かした教育方法として、実験を補完するためのビデオ教材の開発を中心とする教育プログラムを推し進めた。

プログラムの実現のために、当該学科の化学実験担当教員を中心にビジュアル教育検討委員会を新たに組織し、既存のプログラム検討WGと相互に評価・協力し合い、より良い教材への改良を施すとともにプログラムを実施した。さらに、教材作成の補助とプログラムの遂行には、積極的にTAを活用し、TAの教育支援にも繋がるプログラムとした。

3年次に開講される化学実験に於いて、基本的な実験テーマに加えて高度微量分析実験、分子デザイン教育を施した。すべてのテーマについて、その最先端科学・技術への展開ロジック、および失敗事例などの実例とそこに内在する化学についてはビジュアル教材を活用した教材を用意し、動機付けや実験操作の意味づけを疑似体験した。それらは個別学習可能なようにWEBから教材をダウンロードできる環境を構築した。ビジュアル教材を用いた教育



は実験の結果と共にレポートとして提出し、その教育の成果を随時教材に反映させることができた。ビジュアル実験教育を実体験実験と併用することで十分な考察と議論を展開でき、動機付けと基本教育から高度技術の習得まで高い教育効果が得られる教育プログラムとなった。これまでの課題であった実験技術の低下や習得レベルの個人差を確実に克服することできた。

本プログラムにより作成した体験型ビジュアル教材による学習効果を授業評価やアンケート、レポートにより詳しく分析し教材作成にフィードバックした。学生アンケートとプログラムを開発・実行する教官の自己評価に加えて、さらに、年に2回以上の高大・産学連携シンポジウムを開催し、本教育プログラムと教材の有効性を評価し、高い教育効果を得られるプログラムへと改編させてきた。また、本プログラム取組終了時には、外部教育機関から複数名の専門家で構成される外部評価委員会により総括的な評価を行った。それらの結果を基に、教材と実験テーマや装置の検証を行い、改良を重ね内容を充実させた。

取組期間終了後も技術進歩を的確に捉え、内容の改良を継続して行うとともに、連携化学教育シンポジウムを定期的で開催し外部評価を受ける計画である。教育実験設備や教材の改良のために、大学本部からの特別裁量経費等による財政的な協力を依頼している。