

平成17年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ 採択教育プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称	: 理学系大学院教育先導プログラム
機関名	: 東京大学
主たる研究科・専攻等	: 大学院理学系研究科化学専攻
取組実施担当者名	: 塩谷光彦
キーワード	: 物理化学、素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理、進化生物学

1. 研究科・専攻の概要・目的

東京大学大学院理学系研究科は、理学に関する教育・研究活動を継続的に行い、最先端の知の創造と継承を重要な使命としている。これまで長期間にわたり、次世代を担う若手研究者に理学の理念と方法論を教授し、世界に通用する学位取得者を数多く輩出し、全国大学等の研究者・教育者の育成にあたってきた。理学系研究科は、グローバル化する社会の中で、これらの教育・研究成果を広く社会に向けて発信公開することにより、文化としての理学を普及してきた。

本教育プログラムは、化学専攻が中心となり企画・運営を行ったが（代表者：岩澤康裕 理学系研究科長・化学専攻教授、実施責任者：塩谷光彦 理学系教務委員長・化学専攻教授）、理学系研究科の全6専攻（化学、物理学、地球惑星科学、天文学、生物科学、生物化学）の大学院修士・博士課程のすべての学生を対象として行われた。理学系研究科は、1,387名の大学院生（修士課程713名、博士課程674名）に対して、706名の教員（専任269名、兼任437名）が教育・研究の指導にあっている（データは申請時。学生数は外国人留学生を、教員数は、教授、助教授、講師、助手を含む。）。理学系研究科では、学位授与へと導く体系的な大学院教育プログラムを重視し、それを適切に反映した大学院入試制度の改革にも取り組んできた。最近では、理学系研究科の全6専攻が21世紀COEプログラムに採択され、各拠点が、国際的舞台で活躍できる若手研究者育成を目的とした独自の教育研究プログラムを博士課程の大学院生を対象として展開してきた。例えば、化学専攻では、博士課程に特化した英語実践教育において全国の先鞭をつけ、さらに世界各国のPhD候補を招聘して国際サマースクールや外国人招聘講義を行うなど、全国の国際教育モデルとなった画期的なプログラムを始めた。また、企業の最先端科学技術に携わる研究者による講義も一部の専攻で継続的に行わ

れており、多くの大学院生が履修している。

2. 教育プログラムの概要と特色

本教育プログラムでは、未踏領域を開拓できる国際的研究リーダーや、多様な科学技術社会を先導する若手人材を養成することを目的とし、世界トップレベルの研究組織を基盤とする、国際連携教育および総合科学教育システムの構築を目指した。具体的な施策として、総合科学教育、国際連携教育、新ティーチング・アシスタント（TA）制度の設置、さらに複数教員指導制度などの連携型教育支援体制の構築を行うことを企画した。以下に、申請時に想定した、各項目についての概要と特色について述べる。

【総合科学教育プログラム】（図1）

理学系研究科ではこれまで、各専攻においてそれぞれの分野で基礎科学教育および高度専門教育に力を注いできた。本教育プログラムでは、これらの大学院教育の効果を最大限に高めるために、理学系研究科全6専攻の教員が参画する、組織や分野を越えた教育を行う。

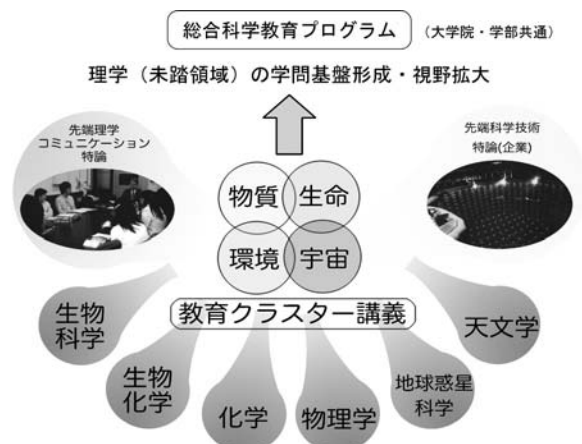


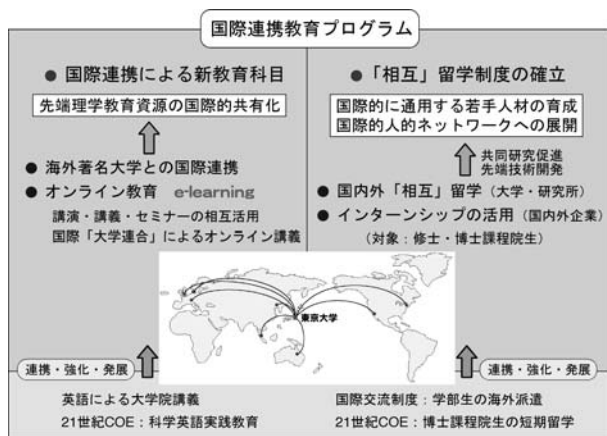
図1

今後の大学院教育の重要な課題は、学際的・学融合的な分野を新たにつくり、それら未踏領域の学問基盤を大学院教育に還元・転化することにある。そこで、これまでの大学院教育の6つの柱を、「物質」・「宇宙」・「生命」・「環境」の4つの切り口で再編成し、質的に異なる学際的・学融合的な講義を行う。さらに、理学と社会、理学と産業界といった総合的視点を養うために、先端理学コミュニケーション(科学コミュニケーション、科学倫理、科学史、科学技術政策、科学ジャーナリズム)や企業の最先端科学技術に関する新しい講義を、外部の専門家や企業の研究者などを招聘して行う。大学院生の未踏領域への開拓精神を養い視野を広げるための講義を、可能な限り、大学院・学部共通講義として積極的に導入する。

【国際連携教育プログラム】(図2)

理学系研究科では一部の専攻において、教育と研究の国際化を図るべく、英語実践教育に力を入れてきた。本教育プログラムでは、これを実践的な場で生かすためのみならず、国際的に通用する若手人材を育成し、国際的人的ネットワークへの構築や先端理学の教育資源の国際的共有化を進めることを目的とし、双方向の「相互」留学制度の確立と、オンライン教育のための環境整備とコンテンツの充実化を図る。

国内外の他大学・研究所・企業に中長期間滞在し、共同研究を行い先端科学技術を習得することは、国際連携を深めるばかりでなく、大学院生が能動性を発揮する機会を増やすことにもつながる。欧米、アジア諸国を始めとする世界各国へのインターンシップ留学を奨励し、旅費や滞在費の補助を行う。一方、外国から日本へ受け入れる制度については、研究スペースや滞在場所の確保な



どを検討しつつ進める必要がある。

図2

オンライン教育として、主に講演・講義・セミナーの相互活用を目指し、その手段としてe-learningを行うための環境整備(関連機器の配備と他の機関や部局とのネットワーク化、コンテンツの充実化など)を行う。また、これを国際レベルで発展させるべく、海外著名大学のe-learning教育に関する情報収集を行う。

【新TA制度の設置】

On the job training方式による、若手教育研究指導者育成のための制度を設置し、各専攻から選出された博士課程のTAに、演習・セミナー・シンポジウムの企画・運営や、研究マネジメントに参画する機会を与え、研究・教育者としての実践教育を行う。

【連携型教育支援体制の構築】

組織・分野を超えた連携型教育支援体制をつくることは極めて重要である。総合科学教育については、外部の専門家に依頼する部分が多いが、将来的には、新教育プログラムの企画・運営を担当する理学系研究科の専任教員やそれを補佐する職員のポジションを確保し、各専攻の教員と連携体制をつくることを検討する。また、外部の非常勤講師や関連する他部局の教員も含めて、教員間の教育内容に関する情報交換や意見交換を行う機会を積極的につくる。

本教育プログラムの中長期的目標の一つは、新しく設置された教育プログラムを理学系共通の高度教育プログラムに組み込み、自然科学への取り組みを有機的かつ多面的に行い、未踏領域の科学を発掘・創成できる若手人材を継続的に育成することにある。平成19年度以降も継続できる新教育プログラムを提案し、学部教育から学位取得後までの履修プロセスの革新化を目指す(図3)。

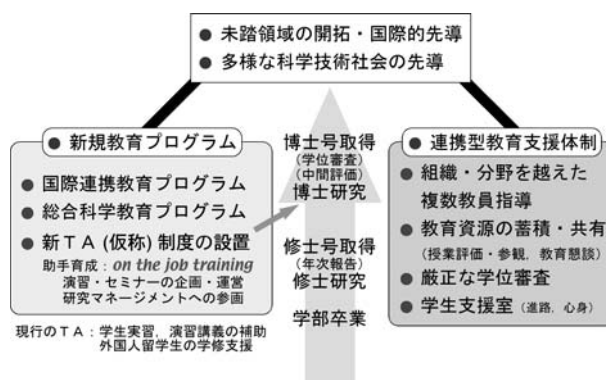


図3

3. 教育プログラムの実施状況と成果

(1) 教育プログラムの実施状況と成果

【3つの新しい総合科学講義の開講】

初年度は、平成18年度から開講する総合科学講義を念頭に、先端科学技術を担う企業研究者、科学コミュニケーションの専門家、科学ジャーナリストの3名を非常勤講師として招聘し、「プレ講義」を開催した(平成18年3月2日、小柴ホール)(図4)。100名(講師3名、学生79名、教員13名、職員4名、その他1名)が出席し、各講師と会場の間でも活発な討論が行われた。スーパーTA(後述)による学生アンケートの結果から、ほとんどの履修学生が本講義内容を高く評価し、継続を希望していることがわかった。

**東京大学大学院理学系研究科
理学系大学院教育先導プログラム
プレ講義**

講演内容
先端科学技術特論・先端科学コミュニケーション特論

日時
平成18年3月2日[木] 9:50-16:20

会場
東京大学理学部1号館小柴ホール

受講資格
理学系の大学院生または学部生であること
問い合わせ先 東京大学大学院理学系研究科大教室 TEL: 03-5841-7508

IPEGSS
Initiative Program of Education
for Graduate School of Science
The University of Tokyo

プログラム
9:50-10:00
岩澤康裕
【はじめに】

10:00-11:30
塩野 信
【企業から見た自然科学(理学部)研究】

13:00-14:30
横山広英
【理系研究者の科学コミュニケーション】

14:50-16:20
保坂直紀
【新聞は「科学」を伝えられるか】

1) 企業での研究者としての研究内容と体験
2) 日本企業の変遷と研究開発の位置づけ
3) 最先端企業文化と企業家精神—東京大学理学部の状況紹介
4) 企業への訪問を促進する努力

1) 研究者から社会への期待
2) 学内・学外エンゲージメントの手法
3) 伝えたいことと知り合いの話し方
4) 企業研究員に求められること

1) どの立場にして「科学」が新聞に載るのか
2) 研究者 VS. 科学記者
3) 科学の「正しさ」は新聞記事の「正しさ」と同じか

東京大学
The University of Tokyo

図4

平成18年度には、3つの理学系共通講義、「教育クラスター講義」「先端科学技術特論」「先端理学コミュニケーション特論」が新たに開講された。

「教育クラスター講義」では、全6専攻の教員による「物質」・「宇宙」・「生命」・「環境」を切り口とした講義が行われる。平成18年度のテーマは「物質」と「宇宙」。3日間にわたる講義には、連日60-70名の理・工・農・薬系などの大学院生・学部生が出席し、12名の講師陣による基礎から最先端にわたる講義が行われた(平成18

年6月28-30日:化学講堂・小柴ホール)(写真1)。講義内容は、以下のとおりである。

6月28日(水) 化学講堂

- 9:30-10:40 物質:横山順一(物理) 「物質と元素の起源」
- 10:50-12:00 物質:永原裕子(地惑) 「太陽系を作った物質」
- 13:00-14:10 物質:福山 寛(物理) 「超低温における物質」
- 14:20-15:30 物質:中村栄一(化学) 「未来を担う新物質」

6月29日(木) 小柴ホール

- 9:30-10:40 物質:横山茂之(生化) 「蛋白質と核酸」
- 10:50-12:00 物質:神谷 律(生科) 「蛋白質の自己集合」
- 13:00-14:10 宇宙:田之倉優(生化)
「宇宙環境におけるタンパク質の結晶成長」
- 14:20-15:30 宇宙:奥野 誠(生科) 「地球環境と生命」

6月30日(金) 小柴ホール

- 9:30-10:40 宇宙:土居 守(天文) 「宇宙の概観」
- 10:50-12:00 宇宙:長尾敬介(化学) 「実験室で見る宇宙物質」
- 13:00-14:10 宇宙:阿部 豊(地惑)
「宇宙における Habitable Planet」
- 14:20-15:30 宇宙:牧島一夫(物理) 「宇宙は巨大な実験室」



写真1 教育クラスター講義

「先端科学技術特論」は、企業人による最先端講義。小柴ホールにて、7月7日には佐藤馨氏(JFE スチール)による最新鉄鋼材料に関する講義、7月14日には堀内正氏(第一製薬)による最新の創薬技術戦略に関する講義、12月1日には山本晃永氏(浜松ホトニクス)による最新の光検出器開発における基礎科学の役割に関する講義、12月20日には尾崎毅志氏(三菱電機)によるスペース

オブティックスに挑む究極の複合材料に関する講義が行われた。それぞれの講義が、企業研究において理学の基礎研究が極めて重要であることを再認識できる内容であり、講義も活発な質疑応答が行われ、学生の企業研究への関心度の高さが示された。理学系研究科では、学生の視野を広げるべく、今後もさまざまな分野の企業研究者による先端科学技術講義を企画している。

「先端理学コミュニケーション特論」では、外部の専門家による科学コミュニケーションに関連する講義が行われた（平成19年1月15-16日、化学本館2階）。「研究者は、社会とどのように向き合うことが求められているのか。」のテーマのもと、まず科学と研究者が抱える問題について考え、その上で社会とコミュニケーションをとるために必要なことを学ぶ講義が行われた。普段、聞くことのないテーマだけに理学系研究科からはもちろん、工学系や人文系からも学生が集まり、授業中のディスカッションや実習では、講師と活発に意見交換を行うなど活気ある授業が展開された。

1月15日（月）化学本館2階「心と科学コミュニケーション」

9:40-9:50 授業と説明の挨拶

9:50-12:00 菊池 誠（大阪大学教授）「ニセ科学」

13:00-15:20 池内 了（総合研究大学院大学教授）
「禁断の科学」

15:30-17:50 山崎茂明（愛知淑徳大学教授）
「科学者の不正行為」

1月16日（火）化学本館2階「表現と科学コミュニケーション」

9:40-12:00 横山広美（総合研究大学院大学上級研究員）
「科学コミュニケーション論概論」

13:00-15:20 大森康宏（民族学博物館教授）
「映像の理論と実践」

15:30-17:50 小林一郎（元NHK報道部／現アサヒカラー（株）代表）
「プレゼンテーションの理論と実践」

以上の3つの理学系共通講義は、後述のように、平成19年度以降も改善を行いつつ継続している。

【インターンシップ制度とe-learningシステムの構築】

国際連携教育の一環として、海外の大学・研究所との相互留学制度を整備し、さらに国際連携教育のオンライン化を目指したシステム構築を行った。

修士・博士課程の大学院生に、欧米、アジア諸国を始めとする世界各国へのインターンシップ中長期留学を奨励し、共同研究の実施や最先端科学技術習得の機会を積極的に与えた。旅費や滞在費については、原則とし1件

20万円程度を限度に補助を行った。例えば、平成18年度には、37名の大学院生がこの制度を利用して、国内外で（海外22名、国内15名）共同研究や最先端機器分析の実習を行った。国外の訪問地域は、北南米（9名）、ヨーロッパ（8名）、アジア（5名）である。特に、修士課程において海外での研究実施を経験することは、研究者としての能動性を高める良い機会になっている。

平成17年度は、収容能力が大きく講演会や講義が最も頻繁に行われる小柴ホールと化学本館講堂に、e-learning用のAV設備を設置した。平成18年度は整備されたAV環境を活用して、主として先導的研究に基づく講演会の収録およびストーリーミングコンテンツ化を行った。教育クラスター講義の全講義と若手合同シンポジウムの全講演を収録し、映像と講義資料とを合わせてSMIL技術によりストーリーミングコンテンツ化した。これにより、上記の教育資源を共有化できるようになった。これらの教育クラスター講義のコンテンツ内容は学内ではアクセスできるようになっているが、近い将来、著作権などに関する問題点を解決した上で、一般的なアクセス公開を行う予定である。また、これらの整備は、大学院教育イニシアティブ経費により雇用した専門職員および理学系研究科広報室の教員の協力により行われた。

海外の大学とのオンラインネットワークを構築すべく、情報収集を行った（ルドウィヒ・マクシミリアンズ大学、ドルトムント大学、テキサス大学、ユタ大学、ニューヨーク州立大学、南開大学、台湾大学、中興大学、シンガポール大学）。双方向の連携を行うには、今後、国際集会や英語講義のコンテンツ化を進める必要がある。

【東大初のスーパーTAによる若手合同シンポジウムの開催】

平成17年度開始時に博士課程1年の特に優秀な学生に対して、全6専攻合同シンポジウム、各専攻内のセミナー・演習などを自主的に企画・運営をする場を提供し、研究・企画マネジメント能力の育成を図ることを目的とし、各専攻から1名ずつスーパーティーチング・アシスタント（スーパーTA）を選出した。スーパーTAに対しては、学修補助費と毎月の給料を支給した。

特記すべき教育効果として、スーパーTAと21世紀COE若手教員が企画・運営した「理学系COE・大学院教育イニシアティブ若手合同シンポジウム」の開催が挙げられる（平成18年7月27-28日、小柴ホール）（図5）。



図5

講師はすべて大学院生および若手教員で構成され、「物質」・「宇宙」・「生命」・「環境」の4つの各セッションにおいて、スーパーTAによる各テーマの概略説明があり、続いてテーマ毎に3-4名の大学院生や若手教員による講演が行われた(写真2)。最新の研究成果が次々と発表され、熱心で活発な討論が繰り広げられた。本合同シンポジウムは、6名のスーパーTAと4名の21世紀COE拠点若手教員が、プログラム作成、講師選出、要旨集やポスターの作成、当日の運営まですべてを担当した。このような理学系研究科全体が主体となり、若手中心に手作りのシンポジウムを開催するのは、初めての試みである。若手研究者の眼からみた新鮮な切り口を垣間みることが



でき、大変印象深いシンポジウムであった。

写真2 スーパーTAによる講演

【総合科学講義をはじめとする理学系共通カリキュラム

の支援体制】

主に総合科学教育などの企画・運営を行う理学系研究科の専任教員(准教授1名)を確保し、理学系教員との連携体制で理学系共通講義の再構築を進めている。また、新講義を担当した企業などからの専門家(非常勤講師)と理学系教員の間で、新教育プログラムの内容に関する情報交換や意見交換を行う会合を8回開催した。講義の内容に関する情報交換だけでなく、プレゼンテーションの方法についての情報提供もあり、有意義な会合であった。

(2) 社会への情報提供

理学系研究科のホームページに、本教育プログラムの主旨、概要、講義内容などを公開してきた。新講義は東京大学すべての学生が履修できるようにしたため、工・薬・農学系など他学系の学生も講義を受けにきた。すべての新講義について、ホームページだけでなく、ポスターやちらしを使って周知したことが効果的であった。

(<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ipegss/courses/>)

東京大学理学部の紹介本として、平成18年6月23日に、【日経BPムック「変革する大学」シリーズ:東京大学理学部2006-2007年版】を発行したが、22頁に「大学院教育の向上を目指す/理学系大学院教育先導プログラム:”未踏領域にチャレンジする国際的研究リーダーの育成”」という見出しで、本教育プログラムを紹介した。

4. 将来展望と課題

(1) 今後の課題と改善のための方策

本教育プログラムで始めたいくつかの新しい試みは、それぞれ軌道修正を行いながら継続することが重要である。しかしながら、継続するためには超えなければならない問題も多々ある。今回のプログラムの真の教育効果を評価できるのは、何年間か継続した後になるかもしれない。以下に、当面の課題を挙げる。

■予算の確保

予算措置が必要なプログラムについては、継続的に運用資金を確保しなければならない(スーパーTA制度、インターンシップ制度、*e-learning*システムの国際化、外部専門家招聘型講義など)。これらを継続するためには、状況によっては、グローバルCOEなどの外部資金や学内措置による支援を検討する必要がある。

■連携指導体制の構築

複数教員指導制度は、大学院生への研究教育面の支援

のみならず、精神面・生活面の支援方法としても重要である。平成 18 年度のうちに、指導体制を大きく変えることはできなかったが、今後は理学系内だけでなく他部局へも働きかけて、どのような連携体制が最も教育効果が上がるかを模索していく予定である。

■双方向のインターンシップ交流

海外へのインターンシップ留学については、多くの大学院生がこれを活用して、研究教育面で大きな効果を挙げている。一方、海外からのインターンシップ留学については更なる検討が必要であるが、化学専攻では 2 年前より、韓国の浦項科学技術大学 (POSTECH) の学部生 10 名を 1 ヶ月ほど受け入れて研究指導を行っている実績があるので、このような試みを大学院版に拡張することも検討する。

■理学系共通の大学院教育カリキュラムの再編成

大学院教育イニシアティブでの成果を定着・発展させるためには、理学系研究科の従来のカリキュラムとの整合性を取る必要がある。そこで、平成 19 年 3 月に、「理学系研究科大学院教育高度化プログラム検討ワーキンググループ (WG)」を発足させ、特に、理学系共通の教育カリキュラムの充実化に重きをおいて鋭意検討中である。以下に WG の目的と組織などについて述べる。

WG の目的：

「平成 18 年度終了の大学院教育イニシアティブでの成果および平成 18/19 年度終了の 21 世紀 COE プログラムでの先駆的大学院教育の成果を定着・発展させ、研究科共通の教育カリキュラムを充実させるとともに、各専攻の教育カリキュラムの見直しを行い、理学系研究科全体として整合的で有機的な教育体系の在り方を検討する。」

メンバー構成：座長 1 名、各専攻から代表 1 名ずつ (内 1 名は理学系教務委員長)、大学院教育イニシアティブ前実施責任者、学部教育担当、広報担当の計 10 名の教員と、大学院担当事務部若干名による。

会議：毎月 1 回 (3 月 9 日、4 月 4 日、5 月 2 日に開催)

当面の検討事項：理学系共通カリキュラムの充実化

- ① 研究科共通 (通常・集中) 基礎講義
- ② テーマ設定型、ディベート型 (学問創成、教員参加)、先端技術解説型、大学院生主導型、産学連携型講義
- ③ 英語実践教育、科学コミュニケーションなど

本 WG は、理学系教育推進委員会等の上位委員会との連携を図りつつ大学院教育の改革を進め、平成 20 年度からのカリキュラムの刷新を目指す。

(2) 平成 19 年度以降の実施計画と継続中のプログラム

1) 総合教育講義の開講

教育クラスター講義 II：「生命」・「環境」

先端科学技術特論 II

先端理学コミュニケーション特論 II

(本講義内容は広報担当専任教員が調整する。)

2) 理学系英語実践教育システムの構築

6 専攻中 3 専攻は実施中。

全専攻への拡大化を検討する。

3) e-learning コンテンツの充実化とオンライン国際化

4) インターンシップ相互留学の推進

5) 複数教員による指導体制の整備

6) スーパーTA の継続について再検討

「魅力ある大学院教育」イニシアティブ委員会における事後評価結果

【総合評価】
<input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された <input checked="" type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された <input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された <input type="checkbox"/> 目的は十分には達成されていない
<p>【実施（達成）状況に関するコメント】</p> <p>「未踏領域を開拓できる国際的研究リーダーや、多様な科学技術社会を先導する若手人材を養成する」という目的に沿って、着実に計画が実施されており、先端理学コミュニケーション・学際的講義の開講やインターンシップ留学の面で、我が国の大学院教育の実質化に波及効果をもたらすことが期待される。</p> <p>また、教育プログラムの取組は、ホームページ、刊行物などを通じて公表されている。</p> <p>今後、本教育プログラムの実施・成果を踏まえた課題等の十分な検証を行い、学際融合型カリキュラムや連携型教育支援体制の更なる充実を図りつつ、自主的・恒常的な展開を推進することにより、未踏領域を開拓できる国際的研究リーダーを養成することが望まれる。</p>
<p>（優れた点）</p> <ul style="list-style-type: none"> 教育クラスター講義、先端科学技術特論、先端理学コミュニケーション特論等の理学系共通カリキュラム開設により、大学院生の幅広い知識の涵養を図るとともに、インターンシップ留学やスーパーTAによる若手合同シンポジウム開催などにより、国際性と主体的学修の促進を図っている点は評価できる。 <p>（改善を要する点）</p> <ul style="list-style-type: none"> 今後の自主的・恒常的な展開に向けて、単なる教養系の講義を越えた真の学際融合カリキュラムの実現や、連携型教育支援体制の充実について、更なる具体的な計画の検討が望まれる。