

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 : 医工融合実践教育プログラム -国際社会で活躍する医工学研究者養成-
機 関 名 : 山口大学
主たる研究科・専攻等 : 医学系研究科応用医工学系専攻
取組実施担当者名 : 前川 剛志
キ ー ワ ー ド : 超音波医科学、検査・診断システム、低侵襲治療システム、コンピューター外科学

1. 研究科・専攻の概要・目的

山口大学の中期計画・中期目標において研究の最重点項目として医工学を掲げているが、医工学研究推進の中核となるのが医学系研究科に平成13年に設置された応用医工学系専攻である。

山口大学大学院医学系研究科応用医工学系は、平成13年4月、日本で始めて医学部と工学部が連携して設立された独立専攻大学院であり、生体情報のデジタル化を基盤にして医療・福祉の新しい動向に即した理論と先端的医療機材の開発研究に必要な創造的で幅広い視野の人材を育成することを目的として教育研究を実践している。

本専攻は医学系研究科に設置されているが、教員34名のうち医学系教員と工学系教員がほぼ同じ割合で所属している。大学院生は、6年制の医学部卒業者と4年制の工学部からの卒業生のどちらも博士前期課程（2年）から勉学と研究を開始し、修士学生58名に対して工学系と医学系の学生がほぼ半々に在籍している。博士後期課程の学生53名はやや医学系が多い。前期課程2年および後期課程3年について、それぞれ修士（医工学）、博士（医工学）の学位を授与する。医工学の学位を授与する唯一の大学院である。また修士定員規模においても医工学系大学院としては日本最大級である。

医工学教育としては、既に連携ではなく融合という言葉が適切であり、医学の素養のあるエンジニア、エンジニアリング素養のある医師を養成することは、今後の日本における人間医工学（医療システム）の発展には欠かせないと考える。

2. 教育プログラムの概要と特色

(1) 教育プログラムによる人材養成の目的

本医学系研究科応用医工学独立専攻系は

- ① 人間の健康維持・促進のための医療とテクノロジーとの関わりが認識されるようになり、その融合の必要性がますます社会的に高まっていること。
- ② 医療現場においては、最先端の工学技術を導入した医療機器による診断・治療が進み、工学技術に対する知識の獲得の必要性がさらに高まっていること。
- ③ 生命現象の特異性から医療分野において有効となる技術の開発において、生命現象に関する知識の獲得は必要不可欠であること。

などを社会的背景として、エンジニアリング的素養を有するドクター（医師）の育成、及び、医療分野に精通したエンジニア育成のため平成13年4月に日本で初めて医学部と工学部が連携して医工学の学位を授与する独立専攻として設置された。以来、急速に進展し変容し続ける医学・医療とグローバル化する競争的環境の中で、個性ある学際的教育研究を推進するため、従来の固定的な専門分野に限定されない医学と工学との連携のもと、生体情報のデジタル化を基盤にして医療・福祉の新しい動向に即した先端的医療器材の開発研究ならびにそのための基盤研究に必要な創造的で幅広い視野の人間性豊かな人材育成を実施してきた。

山口県宇部地区は、古くから医学部と工学部の密接な連携があり、その象徴として文部科学省・知的クラスター創成事業では山口大学を中心として「やまぐち・うべ・メディカル・イノベーション・クラスター構想」が採択されており、地域をあげて医療・福祉に関する研究成果の社会還元に向けて多くの取組がなされている。この環境の中で、医学部と工学部を卒業したそれぞれの学生が共通の教育プログラムを履修できるようにしている。本プログラムにより、実践教育を通じて医療・福祉の現場のニーズを理解できる人材、さらに国際化に対応するために英語で議論し報告書を作成できる能力を身につけた人材を育てるのがねらいである。

(2) 教育プログラムの取り組みの概要

本専攻カリキュラムにおいて、まず、医工学に対する導入教育である医工学基礎コースを必修科目として課している(図1)。本科目は、医学系教員が非医学系学生に対して、「基礎解剖生理学」、「基礎生化学」、「基礎病理学」、「医用統計学」、「基礎内科学」、「基礎外科学」などの医学系基礎科目の講義を行い、逆に、工学系教員が非工学系学生に対して、「バイオメカニクス基礎」、「バイオセンシング基礎」、「バイオターゲットング基礎」、「バイオマテリアル基礎」、「バイオミメティクス基礎」、「バイオシステム基礎」などの工学系基礎科目の講義を行っている。本科目により、大学院生は、医工学関連の研究討論などにおける共通認識として必要となる知識の修得を行う。分散キャンパスにもかかわらずチャーターバス等を利用して学生は医学部、工学部両キャンパスを移動している。また教員も同様に別キャンパスにて講義を行っている。

博士前期課程、後期課程における各専門科目(選択科目)では、研究・臨床現場を意識した教育を実践しており、講義・演習を通して病態解析や先端医療機材の開発研究を行うために必要となる知識を修得する。医学系演

習科目では、実際に附属病院に設置してある治療診断装置を用いた演習が実施され、工学系演習科目では、工学部キャンパスに設置されている計算機・計測システムを使用した演習を実施している。

博士後期課程においては、さらに、医工学専門コース、展開研究コースを用意しており、医学・工学融合型の研究展開が可能となるような実験・解析手法の修得を、実際の研究例を通して行っている。

また、博士前期課程においては、医学・工学融合型研究発表会として、修士論文審査会を実施しており、応用医工学系教員・学生が一同に会して発表・討論を行っている。

今後は、設備の充実により上述した演習科目を強化するとともに、英語を使用した討論・発表機会を増やしていく。さらに、国際社会で通用する研究者の養成を念頭に、海外大学・病院における短期インターンシップ、産業界と大学側(医学・工学)のさらなる融合を図るための企業・研究所における短期インターンシップを「展開研究コース」としてさらに充実して実施する。

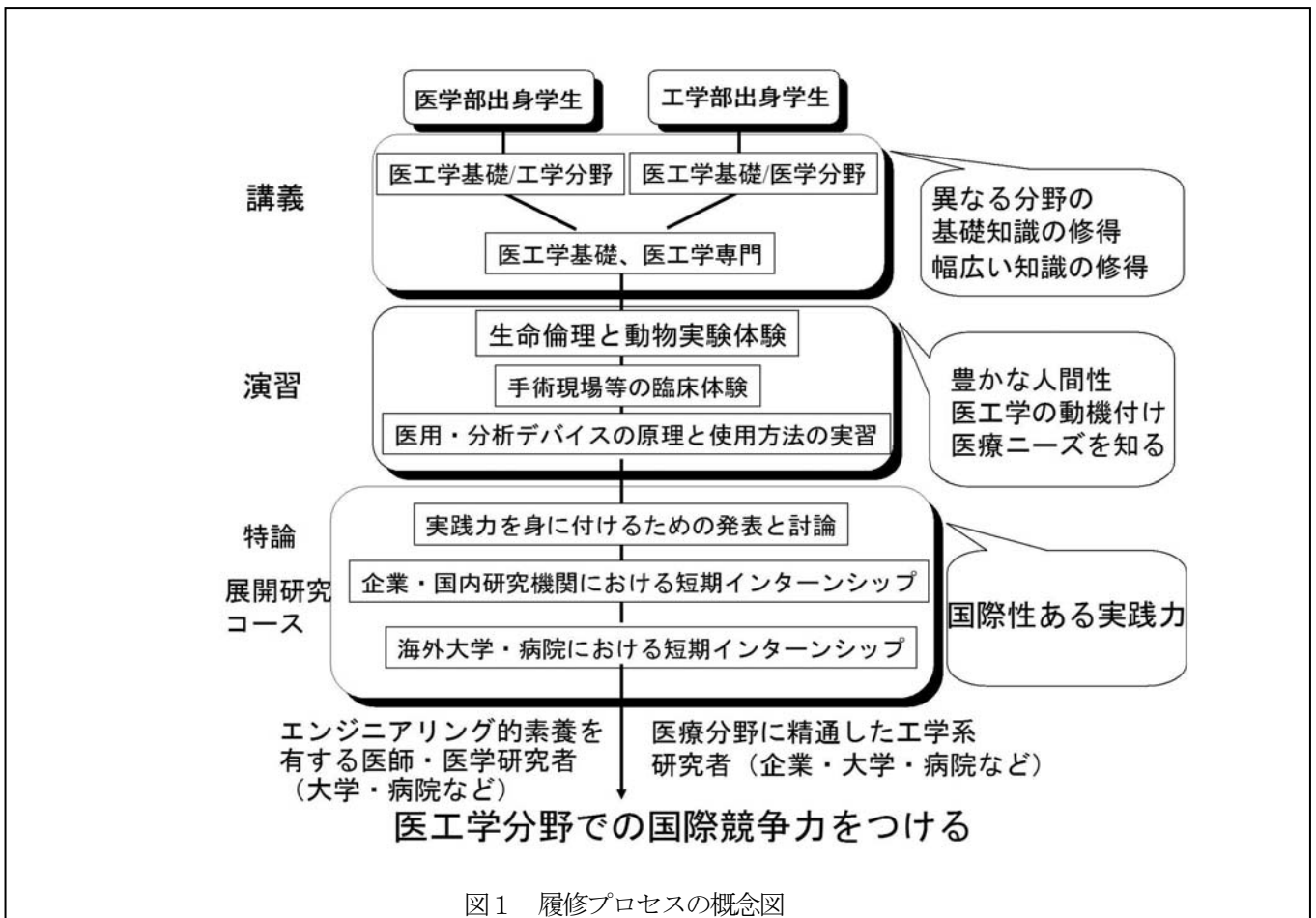


図1 履修プロセスの概念図

(3) 教育プログラムの独創的な点等

本教育プログラムは、分散キャンパスにもかかわらず医学と工学が融合しているのが特徴である。基礎コースでは教員と学生による医工融合（医学系教員対工学系学生、工学系教員対医学系学生）、それ以外では、医学部出身者と工学部出身者が同席して同じ医学系と工学系の講義を受けている。特に独創的な点は、従来の医学系大学院の課程と異なり、医学部出身者も2年の修士課程と3年の博士課程を擁しており、医工学の専門教育を重視している。また、医学部では日本の中で早くから医療環境学講座を開設し、生命・医療倫理に力を入れているが、この大学院の過程の中で工学部出身者に対しても高い生命倫理を求めている。

また、創造性豊かな若手研究者の養成のために以下の特徴を持っている。

工学部等の出身者が医学系の講義を受け、演習で臨床体験を行う。一方、医学部出身者が工学系の講義を受け、演習で工学的な知識と技術の習得を行う。さらに、工学部等の出身者は、医用工学機器開発に関連して実験動物を扱う経験を持つと同時に生命倫理学も学習する。また、演習や特論を通じて専門の異なる教員と深く議論する。このような幅広くかつ刺激的な経験は創造性豊かな若手研究者を育てると考える。またTAとして演習に積極的に参加することは講義で学ぶこと以上を得ることができる、たいへん良い教育機会である。

さらに、国内企業あるいは研究機関における短期インターンシップおよび海外大学・病院における短期インターンシップは、国際性のみならず自主性を養成するのに有効である。TA・RAなどを含む経済的支援により、海外・国内インターンシップを多くの学生に対して実施する。

(4) 教育プログラムの具体的な実施計画

- ①医工学基礎コースの共通コースにおいて、医学系と工学系教員による大学院生共通の講義を行う。
- ②後期の特論科目におけるテーマの提示、文献検索等による英文による報告書の作成。さらに、英語によるプレゼンテーションと議論を大講座単位で行う。
- ③後期の演習科目で、工学系学生に対する心エコーの体験、ステントによる血管拡張術の体験、血管再生療

法の体験、細胞内蛋白質の可視化体験等。医学系学生に対しては、高度医用機器を実際に操作することによる物理的および化学的原理の学習、蛋白質と高分子との相互作用に関する実験等による体験実習を行う。演習（実験）についてはTAとして採用した前期・後期の学生が教育補助を担当する。

④国内企業あるいは研究機関における短期インターンシップの実施。既にいくつかの企業や機関と山口大学の間には包括連携を締結しており、知的財産問題を含めて学生受け入れのための方策は確立している。包括連携を締結していない企業・研究機関についても、同様な方法を適用する。「やまぐち・うべ・メディカル・イノベーション・クラスター構想」に関連して宇部市メディカルクリエイティブセンターでの短期インターンシップも実施する。ここでは医学系、工学系の両方の学生が同一プロジェクトを担当できるようにする。

⑤海外大学・病院における短期インターンシップの実施。すでに研究室レベルでの実績はあるが、専攻全体として実施する。準備のための語学教育などの環境整備をする。

(5) 事業終了後に期待される成果

既に述べたように、医工連携あるいは融合は、ここ数年全国的に熱心に取り組まれている。しかしながら、実際には融合は簡単ではなく、個別の取り組みが主体であると考えられる。本専攻においては、医師免許を保有し実際に患者を担当している20代後半の大学院生と工学部卒業の20代前半の大学院生が同時に講義・演習を受講するという、実際に融合した教育を実施している。このような融合教育をさらに強化することにより、エンジニアリングのわかるドクター、医学の素養のあるメディカルエンジニアを養成することは、この分野における国際競争力をつけることに大きく寄与すると考えられる。

山口大学における医工学は最重点研究課題であり、補助事業終了後も外部資金の獲得に努力するとともに自主的な予算を確保し、プロジェクトをさらに発展させる。

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

①医工融合は6年目となり、エンジニアのわかるドクターと医学の素養のあるメディカルエンジニアの養成に寄与するだけでなく、共同研究を通じ医学・工学の学生のコミュニケーションの輪が広がった。毎年、修士論文発表会を合同で開催することで、系の異なる学生と教員の議論ができ、学生には医工学を修める上で大きなモチベ

ーションとなった。工学系学生の論文指導では、医工それぞれの教員が指導する例が増え、H18年度は5件となった。

②後期演習科目で、工学系学生に対するステントによる血管拡張術の体験、手術現場の体験、そして細胞内蛋白質の可視化体験は、医工学の動機づけと医療のニーズを体感できた。医学系学生は、高度医用機器を操作する実習を行うことで、蛋白質等の性質をどのような手段で知るかを体感できた。特に、工学系学生の臨床的手技の体験は学生に大変人気が高い。体験と同時に、教員とそれに関連した議論を行うことで医療ニーズがより一層把握できたと考えられる。

③H18年度は平成17年度と同様に64名のTA・RAが採用された。TAは、講義や演習の資料の準備や補助を行う。一方、RAは大学院生の研究補助を行うことで教育・研究の補助を行うことを通じ、研究者としての自立心が向上した。

④主要な事業の短期インターンシップは延べ130名の学生が参加し、自ら海外(延べ46名)又は国内での研修の企画・実施を行うことで、全ての学生が国際化を意識した(図2・図3)。本教育プログラムまでは、組織的にインターンシップを行い単位として認定されるシステムはなく、全く新しい試みであった。本プログラムで、学生は、短期インターンシップの目的を明確に文章にして、3名の委員からなる支援委員会の審査を受けた。さらに、短期インターンシップの後には、写真を載せた報告書を提出してその成果を教育プログラムのホームページで公開した。すべての報告書は、総括の冊子にまとめ、関係各所に配布し評価を受ける予定である。

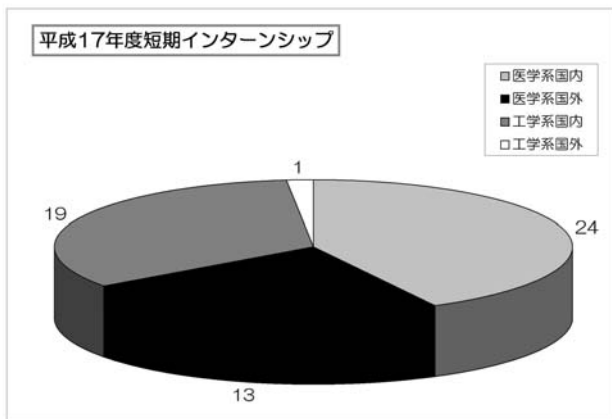


図2 平成17年度インターンシップ内訳

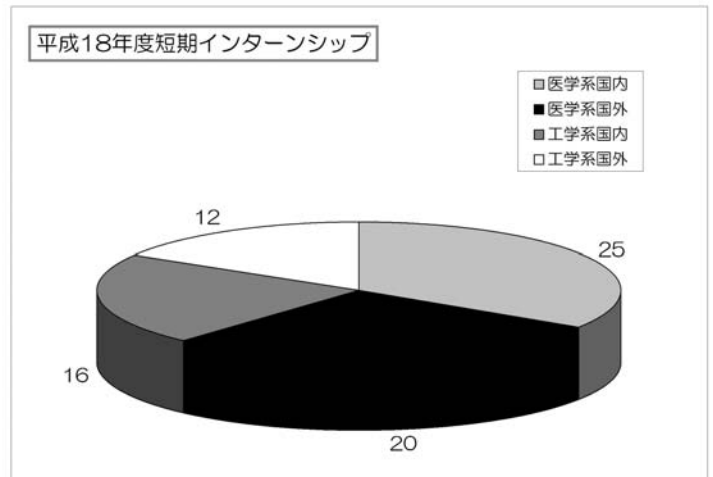


図3 平成18年度インターンシップ内訳

特に、「国際的に評価される研究者の育成をめざして」と題したシンポジウムでの大学院生によるインターンシップ報告では国際化への意識が顕著であった(図4)。また、100名を超える大学院生と教員が、自立と国際化をテーマにした講演に聞き入っていた。

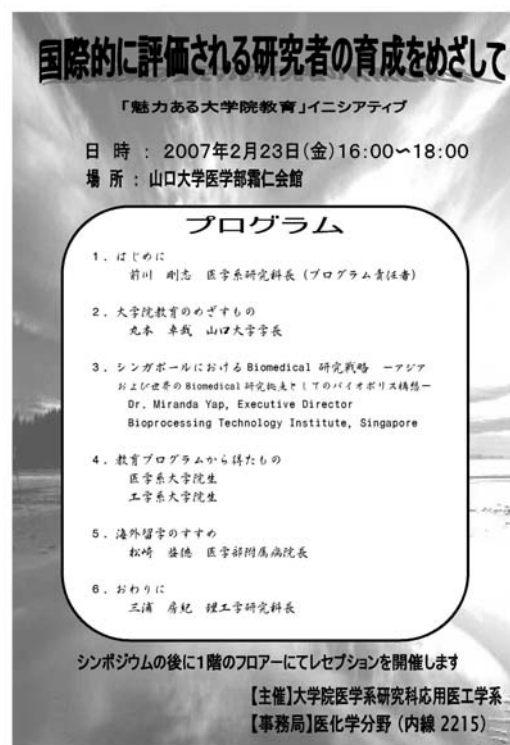


図4 シンポジウムのポスター

⑤特論科目のテーマに対する英語による報告書作成、英語プレゼンテーションの実施を行った。海外での活動のための支援策として、一般英語の教室を開講することで

海外研修を行う学生の準備に役立った（図5）。毎週、10から20名の多くの学生が自発的に受講し、おおむね大学院生に好評であった。



英会話教室

対象: 応用工学系大学院生

講師: DOUGLAS R. PARKIN 氏

日時: 毎週金曜日

class1: 18時から19時30分

class2: 19時30分から21時

場所: 第5講義室(中央研究棟 3階)

* 参加費無料

主催: 医工融合実践教育プログラム
問い合わせ先: 第1外科秘書 山本 (内線 2260)

図5 英語事業のポスター

⑥デバイスに関連した国際ワークショップ、医学・生命科学の研究会等で、25名の学生が口頭発表を行い、研究者としてさらなる自立に役立った。

- (i) 国際ワークショップ: Biochip and Microfluidic devices-バイオチップとマイクロ流体デバイスと学生発表会-
- (ii) 第3回山口分子医科学研究会
- (iii) 医工融合実践教育プログラムによる国際シンポジウム「韓国・台湾・欧州オーストリアの大学における取り組み」と学生発表会
- (iv) 医工融合実践教育プログラムによるシンポジウム「国際的に評価される研究者の育成をめざして」
- (v) 第4回山口分子医科学研究会
- (vi) 国立台湾大学と国立中央大学（台湾）における学生発表

(2) 社会への情報提供

- ①短期インターンシップ等を含む活動報告書を作成し、文部科学省をはじめとする関係機関に配付・公表する。
- ②上記活動等については、同プログラムのホームページ上でも公開する。

4. 将来展望と課題

(1) 今後の課題と改善のための方策

①医学系と工学系の更なる融合

独立専攻系の発足以来、この融合系大学院を成功するために、教員同士の連絡を密にとり、共同研究を進めることを一つの柱にしてきた。そのために、毎月、専攻系委員会を開き教官の連絡を良くして、学生に配慮してきた。また、研究面では、同じく毎月、医工学フォーラムを開催して互いの研究内容の紹介を行うことで、共同研究の芽を探してきた。その結果、教員の連絡は非常に密になり、教育課程も順調に運営されてきたと言える。

一方、さらに踏み込んで、学位論文の指導を医学系と工学系の教官で行うようにつとめてきた。平成18年度は工学系学生の修士論文に対し、医学系と工学系の教員が5件の学位論文の指導教官となっている。残念ながら、医学系の学生の論文指導を、工学系教官が行うには至っていないが、今後は、このような取り組みにより相互理解がさらに深まり、医学系学生が工学系へ進出してゆく傾向ができると考えている。

②工学系の後期課程の充実のためにはいくつかの対策を考えている。平成18年度の後期課程在学者は53名である。一つは期間短縮である。工学系では2年連続して修士の学生が期間短縮して博士課程に進学した。二つ目として経済的支援にもつながるリサーチアシスタントの拡充についても今後検討していきたい。

③大学院修了後に活躍できる医療の分野などへの配慮は重要である。工学系の修士課程修了者については、医療機器や医用材料を開発製造している会社で勤務しているものが多数いる（図6）。卒業生による就職説明会の開催や、さらなる医用工学関連会社への就職支援を検討していきたい。また、修士課程のみならず博士課程修了者への就職支援体制も必要である。

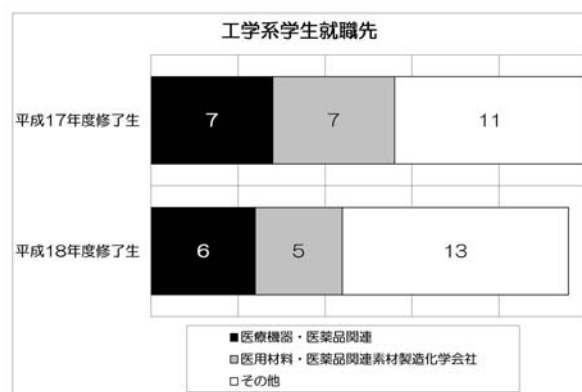


図6 就職先の内訳

(2) 平成19年度以降の実施計画

- ①講義、演習、特論等、大きな財源の必要ないものについては今後も継続してゆく。
- ②平成19年度はTA・RAとして600万円程度の財源を確保している。やや縮小したが、継続して大学院生の自立のために行う。
- ③短期インターンシップについては、学内のいくつかの財源を元に形を変えて継続してゆく。山口大学教育研究後援財団への申請、あるいは山口大学の認定するスーパー研究推進体に対する支援などを充てる。
- ④英語教室については規模を縮小して行く。

「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

<p>【総合評価】</p> <p><input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された</p> <p><input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された</p> <p><input type="checkbox"/> 目的は十分には達成されていない</p>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>「国際社会で活躍する医工学研究者養成」という教育プログラムの目的に沿って計画は概ね実施され、大学院教育の実質化にほぼ貢献した。ただし、我が国の大学院教育への実質的な波及効果を高めるといふ面からは、より積極的な社会への情報提供が望まれる。</p> <p>現状では、工学系学生に対する医学的ニーズの提示という要素が強く、医学系と工学系のより対等な教育研究指導体制を確立することで、更に優れた教育プログラムとして展開し、真の医工融合大学院として医工学研究者養成に努められることを期待したい。</p>
<p>（優れた点）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 医工学系共通コースにおいて、医学系と工学系教員による大学院生共通の講義を行い、後期演習科目で工学系学生には医学系体験実習、医学系学生には工学系体験実習を行っている。さらには国内企業や研究機関における短期インターンシップの実施など、異なる分野の知識習得や医工学に対するエクスポージャーなどを通して融合的教育を実践していることは評価できる。 <p>（改善を要する点）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 工学系学生に対する医学的教育という要素が強い。真の医工融合を目指すために具体的な改善方策を示し、融合プログラムの展開に一層努力されたい。具体的な方策として、例えば、医学系の学生の論文指導を工学系教員が行えるような研究テーマの設定、本専攻医学系学生の具体的なキャリアパスの提示、工学系学生が単に医療機器や開発製造会社に就職したということにとどまらず、医学系学生も含め、教育プログラム全体としての具体的効果の検証などが挙げられるが、これらについての検討と改善が望まれる。