

# 自己点検評価（工学部物理科目運営会議）

2021 年 8 月 27 日提出

## 1 学習・教育到達目標

### 《現状説明》

工学部全体の教育目標として、工学の専門教育の修得に必要な学力の確保や創造性の育成が掲げられている。また、工学の基礎知識と論理的思考力の体系的修得も重要な目標の一つである。これらの目標に到達するには、単なる基礎知識の獲得では不十分で、柔軟な思考力と創造性の育成が不可欠である。これらを踏まえ、物理科目では教育目標を次のように設定している。

「工学部の専門教育が前提とする物理学に関する基礎学力を身につけること、また社会において科学技術の発展に携わる技術者として不可欠と思われる自然科学の基本的な原理、方法論、常識を兼ね備えた人材を育成すること」

2019 年度より、基礎・教養系教員の各学科への分属体制が新たに発足し、カリキュラムも大きく変更された。また、各学科のカリキュラムポリシーや専門科目と物理科目との連動に配慮しながら、各学科と緊密に連携した物理科目の運営が必要となる。

### 《点検・評価》

2019 年度より物理科目運営会議が発足し、各学科に分属する物理教員を基礎メンバーとして 2020 年度は合計 3 回会議が開催された。2021 年度前期も物理教育の実施方法などをメール等も含めてすでに複数回議論を行っている。この会議の中で、物理科目として提供しているカリキュラム内容が、各学科のカリキュラムポリシーに合致しているかどうか、各学科における専門科目とスムーズに連動している教育内容になっているかどうか、シラバス内容はこのままで良いかなどのチェックを行っている。

物理科目共通予算の執行に関しても、各学科の専門科目との連携を考慮し、2019 年度後期の物理学実験では学科に適したテーマを追加するなどの措置を試行的に実施している。また、必修学科の物理学実験の発表会では、外部の有識者をお呼びして、専門科目と物理科目との結びつきや、物理科目と工学との接点についてわかり易い講演をして頂いている。講演内容が各学科のカリキュラムに関連した内容となるように、各学科の実験チーフの判断で講演者を選んでいる。講演会では、学生からの積極的な質問も多数見受けられ、聴講した学生にとって物理科目が専門科目でどの様に应用されているのか理解が深まったと考えられる。

### 《将来に向けた発展方策》

学習到達目標は安易に変更するものではないが、各学科のニーズの変化やプログラムの変化に応じてその見直しの必要性が生じた場合は、物理教員のみならず、広く各学科の意見を募り改善を図ってい

く。今後は、基礎・教養教育が専門教育と補完的關係となつて世界に通用するグローバル人材を多く輩出できるような仕組みを構築していく。

## 2 教員

### 《現状説明》

2019年度からの共通系教員の各学科への分属に伴い、共通学群に代わつて、基礎・教養科目である物理科目の運営を行う物理科目運営会議が発足した。この会議のメンバーは物理専任教員6名から構成されている。2020年度では専任教員6名から構成され、このメンバー及び合計14名の非常勤教員が工学部9学科の物理科目のすべての開講科目を担当した。2021年度は専任教員6名及び合計15名の非常勤教員により、前期に開講されている物理科目すべてを担当している。

物理科目運営会議のメンバーである専任教員6名の年齢構成は56歳、51歳、49歳、47歳、46歳、40歳である。6名の専任教員は分担して物理カリキュラムの各授業科目の責任者となり、それらの科目を受け持つ専任教員・非常勤教員と適宜連絡を取ることで、担当者間のばらつきを解消する役割を担っている。また、会議では、物理科目のカリキュラム変更やシラバスの見直し、科目担当者の決定や非常勤講師の採用まで物理科目関連すべての業務を担う。特に、物理科目の担当教員の配置や担当する非常勤教員の採用に関して、物理科目運営会議で詳細に議論し、各学科カリキュラムに適した担当教員の配置、採用を決めている。

### 《点検・評価》

物理科目運営会議で決定した事項は各メンバーの所属先である学科会議に必要なに応じてメンバーから報告される体制を整えている。逆に、学科会議で審議された物理科目に関連する事項は必要なに応じて分属しているメンバーから運営会議で報告される体制を整えており、各学科との連携体制が分属体制を取ることで、より強化されたと考える。また、会議の議事録は毎回工学部長室に報告されており、会議でどのような議論がなされているのか工学部全体で共有できる体制になっている。

学科カリキュラムと物理科目の連携の強化という観点から、分属体制発足以降、学科カリキュラムに沿うように、多くの物理科目が配置されるようになった。例えば機械系2学科の場合は、その学科分属の専任教員が交互にそれぞれの物理科目を担当するように科目担当者を決めるなど、より学科カリキュラムの特色が物理科目に反映されるように教員の配置、採用を決めている。

### 《将来に向けた発展方策》

現時点では、物理科目運営会議のメンバーは旧共通系物理教員のみで構成されているが、分属している物理共通系メンバーがいない学科もある。今後はメンバーを拡大し、物理科目運営会議で学科と物理科目の一層の連携を図るため、専門学科のメンバーにも会議に入ってもらい、物理科目のカリキュラム内容の検討を行っていくことも考えられる。

## 3 教育プログラム

### 《現状説明》

1で述べた教育目標に即して物理科目のカリキュラムを設計している。その開講授業として、数理専門基礎科目である「物理学入門」、「基礎力学および演習」、「基礎電磁気学および演習」、「基礎熱統計力学」、

「基礎熱統計力学演習」，「相対論と量子論の基礎」，「物理学実験」を設けている。前者の 3 科目（物理学入門、基礎力学および演習、基礎電磁気学および演習）は「および演習形式」をとっており、講義科目と演習科目を一体化した 2 コマ連続の授業となっている。特に演習ではよりきめ細やかな指導が必要のため、学科の必修科目となっている場合は、2 クラスに分けて 1 クラス 60 名程度になるように教員を 1 学科 2 名配置している。上記科目に加え、学科独自の基礎教養系物理科目として、「基礎力学 1，2（A 学科）」，「基礎電磁気学（A,B）」，「基礎電磁気学演習（B）」，「基礎熱力学（E）」が開講されている。いずれもクラスを 2 クラスに分割し、きめ細やかな授業を展開している。

「物理学入門」は前期に開講され、必修にしている学科が最も多いことから、週に 14 クラス開講されている。所属学科の専任教員が 2 クラスの内 1 クラスを受け持ち、もう一つのクラスは主に非常勤教員が担当している。学習内容は、前半に物理学を学ぶ出発点として質点の力学を取り上げ、物理学の基本的な考え方、微分積分学に基づく解析的な方法の修得を目差す。後半では電磁気学の導入部分を学習し、上位科目への橋渡しをしている。

「基礎力学および演習」は学部共同開講科目として、後期に 4 クラス開講され、専任教員および非常勤教員で担当している。学習内容は、質点の力学に続く力学の基礎内容を取り扱い、質点系および剛体の力学、振動まで含んでいる。これを学ぶことにより工学部学生として身に付けるべき物理の基礎学力が修得できる。

「基礎電磁気学および演習」は学部共同開講科目として、後期に 1 クラス開講され、専任教員が担当している。その学習内容は、クーロンの法則からマクスウェルの電磁方程式までの電磁気学の基礎をすべて含む。

「基礎熱統計力学」および「基礎熱統計力学演習」は学部共同開講科目として前期に 2 クラスそれぞれ開講され、専任教員および非常勤教員で担当している。学習内容は、熱機関の熱効率や関連する環境問題、熱力学第一，第二法則とエントロピー，自由エネルギーなどの熱力学分野とボルツマン統計の統計力学分野を含む。

「物理学実験」は必修指定している学科で、それぞれ前期に 1 クラス（G）、後期に 3 クラス（A,B,F）開講されている。それぞれ 1 クラスにつき専任教員と非常勤教員 3 名で担当している体制を取っている。また、学部共同開講として前期に 2 クラス開講されており、それぞれ専任教員 1 名が担当している。専門学科の実験や他の数理基礎科目の実験授業と比べて、担当教員の数が圧倒的に少ないのが現状である。自ら考え、自らの手を動かして物理学のさまざまな分野に関する 10 の基礎的な実験テーマに取り組むとともに、誤差の考え方、記録の取り方、基本的なデータ処理、実験レポートの書き方などについて学ぶ機会を提供している。実験の回を重ねた中頃において、2，3 名からなる少人数のグループ単位で実験内容についての発表会を行い、その実験内容の考察を深めると共にプレゼンテーションの仕方が修得できるようにしている。また、プレゼンテーション終了後、物理学実験に関連する最先端の学外研究者による講演会を実施し、実験の重要性やプレゼンテーションの仕方を直にプロの研究者から学ぶ機会を提供している。座学とは異なる知見が得られる点で重要であり、教育目標実現に寄与している。

「基礎力学 1,2（A）」は、機械工学科が対象の科目であることから、学科専門科目との内容の重複を精査し、工学部共通開講科目である「基礎力学及び演習」の内容から主に振動を省き、トラス構造の力学と動的釣り合いに関する項目を追加し、機械力学、材料力学へのスムーズな橋渡しができる内容となっている。きめ細やかな対応を目的として 2 名の専任教員で 2 クラスに分けて開講している。週一コマの開講であるが、前期（基礎力学 1）、後期（基礎力学 2）に分けて開講していて、隔週で講義と演習を

行なっている。

「基礎電磁気学」および「基礎電磁気学演習」は機械機能工学科を対象に後期に 1 クラス開講され、専任教員と非常勤教員で担当している。学習内容はクーロンの法則からマクスウェルの方程式までの電磁気学の基礎をすべて含む。

「基礎電磁気学」が機械工学科二年生を対象に後期に 1 クラス開講され、専任教員と非常勤教員で担当する。学習内容はベクトル解析をすでに学修していることを前提に、クーロンの法則からマクスウェルの方程式までの電磁気学の基礎を含む。

「基礎熱力学 (E)」は電気工学科を対象に後期に開講され、きめ細かな対応を目的として専任教員と非常勤講師で 2 クラスに分けて担当している。学習内容は、熱力学第一法則、熱力学第二法則、その応用と、学科からの要請により熱伝導の基礎的な内容を含んでいる。

学習サポート室では、火曜日から金曜日まで毎日午後 3 時 00 分から午後 6 時 30 分まで、公募で選ばれた博士号取得の教員が常駐し、いつでも物理科目及び物理関連科目に関する質問に答えられる体制が整っている。2020 年度前期では、試験的に「空気抵抗」を題材としてミニ講座を開講した。2021 年度前期も同じ題材でミニ講座を開講する。

また、2019 年度では、基礎力学 1 や物理学入門を必修とする学科に対しては、授業についていくのが難しい学生を支援する一環として、毎週土曜日にサポート科目を開講している。入学当初に実施されたプレースメント試験で一定の基準を満たさない学生を履修対象者とし、クラスを少数のグループに分けてきめ細やかな指導ができる体制を取っている。2020 年度前期では、サポート科目が廃止され、代わりに D 評価の学生を履修対象とした夏季補習が導入された。わずかに力不足で合格できなかった学生を集中的に教え、単位取得の再認定が受けられる体制が整った。

### 《点検・評価》

2019 年度から物理学入門の上位科目が「および演習形式」になったことにより、履修者が毎回レポート課題に取り組むようになった。演習時間を設けることによって、講義で理解していない部分が明確になり、その場で担当教員に直接質問できるなど、履修者にとってより能動的に学習に取り組める体制が整った。また、2019 年度から各学科カリキュラムの必要性に応じた多くの基礎教養系物理科目が開講され、専門学科のカリキュラムと基礎教養系物理科目との連動が強化された。2019 年度より、各学科に所属している専任教員が直接学科のニーズに応じた学習内容を提供しており、また、平行して開講されているクラス担当の非常勤教員に直接アドバイスをを行い、同時開講 2 クラス間での格差が生じないようにしている。

### 《将来に向けた発展方策》

教育目標実現のために必要な授業は何なのかの検証を、物理教員が集まる年度末の物理教員ミーティングや物理科目運営会議において行っていく。各学科のニーズに合わせて、量子力学や波動といった分野の新規科目の導入を検討していく。また、各学科のニーズに応じた物理学実験テーマの改善と新規開拓、専門学科別に特化したテーマの導入、および教員を専門学科共通科目から出し合っの共同開講の可能性も検討する。このように、専門教育と補完的な関係を発展させ、世界に通用するグローバル人材育成に必要なカリキュラムを作り上げていく。授業内容の検証と新規科目の提案においては、他大学で

の開講科目との比較や専門教育との連携を考慮することも重要である。

#### 4. コロナ対策

##### 《現状説明》

2020 年度はコロナ禍にあり、感染防止という観点から、物理科目運営会議はすべて zoom での遠隔会議で実施した。また、2020 年度前期の物理関連授業もすべて遠隔授業での実施となった。遠隔授業は zoom による双方向授業方式とオンデマンド型のビデオ配信授業に分かれる。前期は物理学入門に代表されるように、主に新入生の必修授業が多く、1 学科に 2 クラス、2 教員を配置した授業体制を取っているため、教員間の連携が欠かせない。遠隔授業においては、各学科に所属している物理専任教員が主導して担当教員間の連絡をメール等で行い、科目間の格差が生じないように配慮してきた。その他の物理関連科目についても、各科目の担当チーフ、学科所属の専任教員、議長が主導して担当の非常勤の先生と連絡を取りながら、遠隔授業に支障が出ないようにした。一方、建築学部 1 年生の授業は、非常勤教員が担当することになっていたが、契約上自宅からの授業配信が許可されていなかったため、急遽工学部物理学入門担当の専任教員が建築学部の授業も受け持ち、工学部の授業を建築学部の履修生にも zoom で同時配信されることになった。非常勤の先生には、その授業補佐として、課題レポートの採点や小テストの採点等の業務を行って頂いた。

各遠隔授業では、履修生が持続して授業に集中できるように各担当教員が工夫して取り組んだ。物理科目では、遠隔授業において厳格な期末試験の実施は困難と考え、期末試験に代わり、こまめな小テストの実施や毎回のレポート課題によって多角的に授業評価を行った。また、授業ノートを課題として毎回提出させたり、演習におけるブレイクアウトルームを用いたグループディスカッションなども試行的に実施した。

2021 年度も 2020 年度に引き続きコロナ禍にあり、物理科目運営会議は 1 回のメール会議を除いて、zoom での遠隔会議を実施している。2021 年度前期の物理関連授業は zoom もしくはオンデマンド型のビデオ配信による遠隔授業の他、対面による授業も実施された。まだコロナ禍以前のような対面での授業は実施できないため、こまめな小テストの実施や毎回のレポート課題による評価などは引き続き実施されている。

##### 《点検・評価》

2020 年度前期は緊急時ということもあり、開始当初は授業における配信トラブルも多少見受けられたが、総じて問題なく前期授業を実施することができた。今回の遠隔授業では、主にレポートや小テストによって成績評価を行ったが、履修者間で評価点に大きな差が生じない傾向が全体的に見受けられた。期末試験の実施がなかったことが原因の一つと考えられる。今後は遠隔授業において、どの様に期末試験を実施するかといった課題が考えられる。また、遠隔授業についていけない学生も少数ながら見受けられた。

2021 年度前期は 2020 年度の経験もあり、問題なく授業を実施することができた。2020 年度に引き続いて、レポートやオンラインによる小テストなどによって成績評価を行なったため、履修者間で評価点に大きな差が生じない傾向は変わっていない。

##### 《将来に向けた発展方策》

遠隔授業において、期末試験だけ対面での実施を行うなど、期末試験の実施を想定した授業設計を検

討していく。また、遠隔授業についていけない学生の支援体制について、学習サポート室と連携しながら検討していく。