

航空宇宙工学研究連絡委員会報告

宇宙工学教育の在り方
—宇宙開発新時代に向けて—

平成3年6月25日

日本学術会議

航空宇宙工学研究連絡委員会

この報告は、第14期日本学術会議航空宇宙工学研究連絡委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

- 委員長 小林 繁夫 (第5部会員、東京理科大学工学部教授)
- 幹事 相原 康彦 (東京大学工学部教授)
- 秋葉 鏡二郎 (宇宙科学研究所教授)
- 小林 昭 (東京大学工学部教授)
- 委員 石井 吉徳 (第5部会員、東京大学工学部教授)
- 今井 兼一郎 (第5部会員、日本工業技術振興協会理事)
- 東 昭 (東京大学名誉教授)
- 栗木 恭一 (宇宙科学研究所教授)
- 澤 岡 昭 (東京工業大学工業材料研究所教授)
- 角 誠之助 (九州大学工学部教授)
- 高田 浩之 (東海大学工学部教授)
- 田中 吉之助 (摂南大学工学部教授)
- 長州 秀夫 (富士重工(株)特別顧問)
- 林 友 直 (千葉工業大学工学部教授)
- 保 原 充 (愛知工業大学工学部教授)

1. はじめに

人工衛星の初飛行より30年余を経て、宇宙開発は世界的規模において急速な発展をとげ、通信、放送などの平和利用により、欠くことのできない文化として人類生活に浸透しつつある。我が国においても、初の人工衛星打上げに10年の遅れをとったものの、現在では諸外国に比肩するまでに自主開発能力を高めている。このような経緯をふまえて1989年には宇宙開発委員会により宇宙開発政策大綱の改訂がまとめられ、向う10年に亘る国策としての宇宙開発の方向付けがなされ、これに不可欠な人材の養成、確保の必要性が説かれている。

これまでの我が国の宇宙開発は、科学観測、気象、通信、放送などを目的とした人工衛星をロケットで打上げ運用することが主要な活動であった。しかし今回の政策大綱改訂に伴い、これまでの衛星並びに打上げロケットの高性能化の継続の他に、新たに多岐にわたる宇宙開発活動の推進が示され、宇宙開発新時代へ移行しつつある。目前の活動課題としては、国際協力による宇宙ステーション計画の、建設・運用・利用に、取付型実験モジュールJEMをもって参加することを中心として、微小重力環境下での材料実験やライフサイエンス実験などの宇宙環境利用や有人宇宙活動が開始される。この宇宙ステーションの運用を充実するため、地上とステーションの連絡を主目的とした宇宙往還機やデータ中継衛星の開発が計画されている。その先2010年位までを考えると、スペースプレーン、月・惑星探査、太陽発電衛星などの重要課題が目白押しに並んでいる。

こうした状況の下で、我が国の大学の学部、大学院における宇宙工学教育の現状をみるに、宇宙工学科が独立して設置された例は未だなく、航空と名

を連ねた私学及び公立の例と、国立などでは航空学科内で実行上の措置がとられているに過ぎない。しかるに、学界においては宇宙工学は既に認知された学問分野である。また、宇宙工学は各種先端工学の体系化、総合化の上に成り立っており、従って先端工学を志す青年が参加を希望する分野である。今後の世界の宇宙工学の発展に、我が国が民主的工業化国家として応分の寄与をするためにも早急に宇宙工学を専門とする学科を大学学部、大学院に設け、学問として専門人材の教育強化を計る必要がある。

2. 宇宙工学の中核となる学問分野と関連専門及び分野

宇宙工学は、広義には、宇宙利用を目的としたシステムの開発と運用に必要な工学分野と定義すると、その関連領域は、多少の差はあるが工学の総ての専門に及んでいる、いわゆる総合工学である。しかし狭い意味で、現時点では、宇宙工学の中核をなす学問分野、並びに重要な関連専門及び学問分野としては、次のものが考えられる。

(1) 中核をなす学問分野

- ・宇宙航行力学（ロケット及び人工衛星等の軌道、航法、誘導並びに制御。制御工学を含む）
- ・宇宙推進工学（液体ロケット推進、固体ロケット推進、電気推進、原子力推進、レーザ推進、スクラムジェットエンジン、空気液化ロケットエンジン）
- ・宇宙通信工学（電波追跡工学、超遠距離通信工学など）
- ・宇宙電子工学（宇宙電子機器）
- ・宇宙流体力学（ロケットの空気力学、希薄気体力学、再突入の空気

力学、微小重力下の流体力学)

- ・宇宙構造力学（ロケット、人工衛星並びに大型宇宙建造物の構造力学及び構造振動学）
- ・宇宙輸送系システム工学（ロケット、有翼宇宙往還機などのシステム設計）
- ・人工衛星システム工学（人工衛星のバス機器とシステム設計。熱環境制御学を含む）
- ・人工衛星利用工学（人工衛星のミッション機器と対応地上施設。リモートセンシング工学を含む）
- ・宇宙環境利用工学（微小重力及び大容量真空空間の材料・バイオプロセスへの応用）
- ・有人宇宙技術（閉鎖型環境の生命維持システム、宇宙環境における人間の行動並びに人間工学など）
- ・宇宙エネルギー工学（ソーラセル、フューエルセルなどの電源、太陽熱発電、太陽発電衛星など）
- ・宇宙材料工学（高温耐熱材料、極低温材料など）

(2) 重要な関連専門及び学問分野

- ・航空工学
- ・電子工学、通信工学
- ・機械工学
- ・計算機工学、情報工学
- ・材料工学
- ・ロボット工学

尚、有人宇宙技術に関しては「宇宙医学」が密接かつ重要な関連分野であり、また当然のことながら、「宇宙科学」は最も重要な関連専門であるが、工学と範囲を限ったので、記すのを避けてある。また宇宙開発を国際協力で具体的に進めるに当たって、「宇宙法」という国際法の研究の推進が望まれている。

上記(1)は学問分野を示したもので、そのまま講座(或いは部門)名を示したのではなく、また講義科目名を示したものでもない。分野の大きさは画一的ではなく、講座数で表現すると、分野により、現時点では1講座ですむものから3乃至4講座程度を必要とするものまである。尚、宇宙工学の内容は、分野の数、各分野内の研究規模共に、開発の進展に伴い膨らんでいくものと考えられる。

3. 大学における宇宙工学教育の形態と内容

学部教育は一般に、数学物理学などを含む工学の基礎科目の上に専門科目の教育が行われるが、専門科目も上記体系の各分野について広く浅くというよりは、従来、或る範囲の分野については、各分野の基礎の理解を徹底させることが望ましいという観点から、各分野の講義科目とその内容が決められている。このように選ばれた学問分野を基幹分野と名付けることにする。そうすると学部教育段階の限られた時間内に、上記の中核となる学問分野のすべてを基幹分野として含むカリキュラムを組むことは、一般に困難である。従って宇宙工学教育における基幹分野としては、

- (a) 必ずしも上記のすべての分野を含んだものである必要はなく、或る範囲をカバーするものとし、それ以外の分野については、必要に応じて非常勤講師などにより、概論的な講義を行う。

(b) 一つの宇宙工学科の中で基幹分野の異なっていくつかのコースに分ける。

(c) 学部大学院一貫教育としてかなり多くの分野を基幹分野とする。など種々の構成の仕方があってよいと考えられる。なお、ここで基幹分野として立てるということは、一つ以上の講座として専任教官を置き、講義だけではなく、研究をも推進することを意味している。

上記基幹分野の或る範囲のものは非常に関連が深い専門である航空（工）学科の基幹学問分野と密接な関係を持っている。そのような理由で、MIT などアメリカの主要な大学では、宇宙工学科として独立させることなく、航空宇宙学科 Department of Aeronautics and Astronautics で宇宙工学の教育が行われている。日本でもこれまで一部の航空学科の学部、大学院で、上記分野の約60%について、宇宙工学の教育が行われてきている。このような実情を考慮すると、航空宇宙（工）学科として、或いは航空宇宙工学科宇宙工学コースとして宇宙工学の教育を行うのも、現時点では一つの妥当な方法と考えられる。ただし宇宙工学の学問分野が前節に示したように従来の航空（工）学の基幹分野でカバーし切れない領域がふえていることを考え、いくつかはそれに対応した内容の充実が望まれる。

宇宙工学の中で重要な学問分野である宇宙通信工学、宇宙電子工学については、宇宙としての特殊性が一学科にしなければならないほど広範囲でないことから、宇宙通信工学科とか宇宙電子工学科として教育するよりは、従来の通信工学科或いは電子工学科の中で宇宙通信工学、宇宙電子工学を教育することの方が妥当である。しかし宇宙工学科の中に宇宙通信工学、宇宙電子工学を基幹分野として立てることは大変望ましいことである。

以上の観点に立って、基幹となる学問分野をある範囲に限定した上で、

「宇宙工学科」、「航空宇宙（工）学科」、「宇宙航空（工）学科」などへの改組、拡充、新設などが進められることが望まれる。どのような学問分野を基幹分野とするか、その関連において学科名称を上記のいずれにするかは、それぞれの大学が独自の特色を出し易いように、画一化しないで、各大学の自主性にまかせた方がよいと考えられる。なお前節で重要関連専門或いは分野とした中から、宇宙用計算機工学、宇宙ロボット工学などを宇宙工学科の基幹学問分野としてこれらの講座を設けることも、それぞれの大学の独自の考え方として、あり得てよいと考えられる。

一講座で担当する講義科目は通常3乃至7程度で、どのような講義内容とするかは担当教官の考えにより或る程度の差異が生ずるのが普通なので、カリキュラムの細かい内容にまでここで言及するのは止めにする。非常勤講師による「宇宙科学」や「宇宙医学」などの関連領域の講義を適宜取り入れることは望ましい。

次に大学院による研究の教育について述べる。

(a) 現在の大学院の設置形態からすると、宇宙工学科の上に大学院宇宙工学専攻を作り大学院教育には研究所の教官も参加し得るという、いわゆる2階建方式となる場合が多いと考えられる。この場合、現状では大学院修士課程の学生定員は学部学生定員より少ない。

これ以外に下記2つの設置形態があり得てよいと考えられる。

(b) 宇宙工学が広範囲の学問分野から構成されること、並びに現在のような学問の進歩の早さに対応するためには、大学院修士課程の学生定員を学部学生定員とほぼ同じにして、学部と大学院修士課程とを一貫教育とする。

(c) 宇宙工学は総合工学であるという性格を考えると、大学院段階でいく

つかの関連学問分野の教官により横型の宇宙工学専攻を構成する。この場合も基幹講座となるべく学部段階に航空学科とか航空宇宙工学を専門とする講座があることが望ましい。

今後宇宙開発にたずさわる技術者、研究者が航空宇宙工学科や電子工学科など以外の出身者が多いこと、並びに宇宙工学は進歩の非常に早い学問領域であることを考えるとこれらの大学の学部、大学院が社会人の再教育、研究に対して開かれた場となることは、極めて重要なことである。

なお、宇宙工学教育の必要性は、我が国が宇宙開発に積極的に参加し、国が将来への投資として大規模なプロジェクトを推進しているという社会的背景に基づくものである。従って、学部教育による宇宙開発推進を担う人材の育成が急がれると共に、大学院学生の研究もこれらプロジェクトに何らかの形で寄与することが望まれる。このため大学院教育は、国の宇宙開発実施機関と緊密な連携の下に進められるよう配慮されることが望ましい。