

無線工学の学習に必要な数学基礎力の調査 —陸上無線技術士国家試験問題からの考察—

松田豊稔^{1,*}

An investigation of basic skills in mathematics necessary for learning radio engineering
- Considerations from the national examinations for Technical Radio Operator for On-the-Ground Services -

Toyonori Matsuda^{1,*}

This report is aimed to investigate basic skills in mathematics necessary for learning radio engineering. The author extracts learning items in mathematics from the problem in radio engineering fundamentals which is one of the subjects of the national examination for Technical Radio Operator for On-the-Ground Services. From total results of the survey we find the frequently extracted learning items, which are regarded as the components of basic skills in mathematics for radio engineering. The survey results will be available in the improvement of class or teaching materials in radio engineering.

キーワード：数学スキル、無線工学、学習項目、陸上無線技術士

Keywords : mathematics skills, radio engineering, learning items, Technical Radio Operator for On-the-Ground Services

1. はじめに

本稿では、無線工学の学習に必要な数学の基礎学力の調査を目的として、陸上無線技術士⁽¹⁾の国家試験問題を解くために用いられる数学の内容を抽出し、分析する。陸上無線技術士の国家試験は、ICT(情報通信技術)の通信分野をカバーしており、本報告の調査結果は、無線工学をはじめとする情報通信工学の学習に求められる数学の基礎学力を考察するのに有用な資料となる。

2. 調査対象および調査方法

2.1 数学の調査範囲と学習項目

本稿で調査する数学の範囲は、高専の第1学年から第3学年までに学習する「基礎数学」、「線形代数」、「微分積分Ⅰ」、「微分積分Ⅱ」の内容とする。調査は、数学で学習する内容のひとまとまりを学習項目として定め、専門科目で用いられる数学の内容を学習項目単位で抽出する。上記科目の使用教科書^{(2)~(5)}は章-節-項で構成されて

おり、本稿では、基本的にこの教科書の“項”を学習のひとまとまりと考え学習項目と定める。ただし、専門科目で用いられる数学の内容が複数の“項”に関連し、分離するのが適切でない場合は“節”を学習項目とする。

2.2 陸上無線技術士国家試験

陸上無線技術士は、無線通信に用いる設備の技術操作を行うための国家資格で、通信・放送業界をはじめ ICT の分野で需要が高い資格である。陸上無線技術士には技術操作の範囲により第一級と第二級があり、通常、それぞれの国家試験に合格して資格を取得する。国家試験は、表1に示すように4科目からなり、第一級と第二級で水準が異なり、上位の第一級は大学卒レベルで無線従事者資格の中で最も難関な資格と言われている。

表1 陸上無線技術士国家試験

種別	試験科目	試験範囲の概要
第一級	無線工学の基礎	無線工学の基礎全般
	無線工学 A	無線設備全般
第二級	無線工学 B	空中線系及び電波伝搬
	法規	電波法の概要

¹ 情報通信エレクトロニクス工学科
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Dept. of Information, Communication, and Electronic Engineering
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, 861-1102, Japan

* Corresponding author:
E-mail address: tmatsu@kumamoto-nct.ac.jp

試験科目「無線工学の基礎」は、電気物理、電気回路、半導体・電子管、電子回路、電磁測定・その他を試験範囲とし、無線工学の基礎に関する全般的な知識や理解を問う問題であり、その水準は第一級が電気電子通信系の大学学部、第二級が高専や短大レベルとされている⁽⁶⁾。本稿では、第一級および第二級の「無線工学の基礎」の問題から数学の学習項目を抽出する。試験科目「無線工学 A」および「無線工学 B」に関する調査は、応用数学の範囲に及ぶので、今回は行っていない。

2.3 数学学習項目の抽出

陸上無線技術士の国家試験は年2回(1月期と7月期)あり、「無線工学の基礎」は第一級と第二級ともに問題数25問(試験時間2時間30分)で実施される。問題形式は、5肢または4肢の択一試験である。本稿の調査は、平成27年から平成29年まで3年間の第一級と第二級の「無線工学の基礎」で出題された試験問題300問(=25問×2期×3年×2級)を解き、その中で用いられる数学の学習項目を抽出する。なお、単に数値を代入する問題や1次式の変形など簡単な計算は抽出の対象としない。

3. 調査結果および考察

3.1 各期の試験における学習項目の出現状況

表2に、平成27年度から平成29年度に実施された陸上無線技術士の国家試験科目「無線工学の基礎」から抽出した数学の学習項目の一覧およびその出現回数を示す。なお、学習項目“論理式と論理回路”は専門科目の「論理回路」、「正弦波交流の記号法」と“フーリエ級数”は専門科目の「電気回路」で学習する項目であるが、その内容はほぼ数学であり、学習項目として抽出した。

表2の集計結果から次のことが分かる：

- (1) 各試験(25問)における学習項目の出現回数は、3年間の平均で第一級が17.8回(=107/6)、第二級が14.0回(=84/6)であり、第一級では試験の約71%、第二級では56%の問題で数学の力が必要となる。
- (2) 出現回数が多い学習項目は、第一級と第二級で出題されており、出現回数は各試験でほぼ同じ傾向にある。このことは、無線工学に必要な数学の学習項目が共通でいくつか集約されることを示している。

3.2 学習項目の出現頻度

表3は、表2の学習項目を出現回数の合計が多い順に並べている。無線工学の学習で数学の活用が重要と思われる出現回数が4位までの学習項目について説明する：

- (1) **整式の計算** 無線工学では多項式や分数式を用いて問題を定式化し、それから解を求めることが多く、その過程で整式の計算が必要である。
- (2) **複素数** 交流回路では、物理量(電圧、電流、インピーダンス)を複素数で表すことから、その導出の過程で複素数の計算が必要となる。

- (3) **正弦波交流の記号法** 記号法は、正弦波交流を複素数で表し、複素平面上のベクトルを用いて交流回路の問題を解く手法である。記号法では、複素数、三角関数、指数関数、平面ベクトルといった複数の学習項目の関連を理解して活用する必要がある。
- (4) **ベクトルの演算** 無線工学における基本的な物理量(電界や磁界等)はベクトル量であり、その導出にベクトルの演算(和、差、内積)が用いられる。

以上から「無線工学」の学習に必要な数学の主要なスキルとして、・整式や複素数の計算力、・物理量との対応関係の把握、・記号法のように複数の学習項目を連携して活用できることがあげられる。

3.3 科目毎の学習項目出現回数

表4は、表2の学習項目を科目毎に集計したものである。「基礎数学」の学習項目は、第一級と第二級ともに35%程度を占めている。また、第一級では、第二級に比べて「線形代数」と「微分積分I」の学習項目の出現回数が増えるが、これは上位の試験問題で水準が上がり、それに伴い「線形代数」と「微分積分I」の力が必要になってくることを示している。このように、「無線工学の基礎」における数学は、「基礎数学」、「線形代数」、「微分積分I」の範囲で対応できる。

4. まとめ

本稿では、陸上無線技術士の国家試験科目「無線工学の基礎」の解答に必要な数学の学習項目を抽出し、分析した。その結果、無線工学に頻出する数学の学習項目を特定し、学習項目を通して無線工学と数学との繋がりを具体的に明らかにした。今後は、本稿のデータを反映した演習問題の作成など授業改善を行う予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科学研究費助成事業 18K02887 の助成によるものである。また、本稿の調査に関して資料の提供を頂いた熊本高専山崎充裕先生に深謝します。

参考文献

- (1) 電波法40条4号イからロ。
- (2) 高橋, 井川, 碓氷, 高遠, 前田, 山下: “新基礎数学” 大日本図書(東京2011)。
- (3) 井川, 碓氷, 金子, 高遠, 濱口, 前田: “新線形代数” 大日本図書(東京2012)。
- (4) 新井, 碓氷, 齋藤, 高遠, 前田, 山下: “新微分積分I” 大日本図書(東京2012)。
- (5) 齋藤, 高遠, 野澤, 濱口, 前田, 山下: “新微分積分I” 大日本図書(東京2011)。
- (6) 認定学校等の卒業者に対する試験の一部免除(総務省告示第273号 <http://www.nichimu.or.jp/denpa/files/h06.pdf> (閲覧日2018年9月25日))。

表2 陸上無線技術士国家試験「無線工学の基礎」に出現する数学の学習項目一覧

科目	学習項目	備考	第二級 無線工学の基礎							第一級 無線工学の基礎							合計
			H27-1	H27-7	H28-1	H28-7	H29-1	H29-7	小計	H27-1	H27-7	H28-1	H28-7	H29-1	H29-7	小計	
基礎数学	整式の計算	整式の加減乗除	3	3	4	4	4	4	22	6	5	4	5	4	8	32	54
基礎数学	複素数	複素数(整式を含む)の計算, 複素数平面	4	2	3	4	2	3	18	2	4	3	2	4	1	16	34
基礎数学	いろいろな方程式	3元連立1次方程式				1			1							0	1
基礎数学	いろいろな不等式	分数式の不等式							0		1					1	1
基礎数学	2次関数と2次方程式	2次方程式の解の分離							0			1				1	1
基礎数学	いろいろな関数	関数の最大・最小			1		1	1	3							0	3
基礎数学	指数関数	時定数, 漸近線					1		1	1		1				2	3
基礎数学	三角比とその応用	余弦定理							0			1				1	1
基礎数学	三角関数	周期, 周波数, 位相, 合成	2	2	2			1	7			1				1	8
基礎数学	2次曲線	円の方程式, ベクトル軌跡							0				1			1	1
線形代数	ベクトルの演算	ベクトルの合成, 絶対値, 偏角	1	2	1	1	1	2	8	2	1	1	3	1	3	11	19
線形代数	行列の定義	2行2列行列の成分計算	1						1		1				1	2	3
微分積分I	微分係数	増分, 平均変化率		3		1			4		1	2				3	7
微分積分I	いろいろな関数の導関数	三角関数, 対数関数, 指数関数の微分	1						1	1						1	2
微分積分I	速度と加速度	位置, 速度, 加速度, 円運動, 角速度	1			1	1		3	1	1			1	1	4	7
微分積分I	いろいろな関数の積分	整関数の定積分の計算		1			1		2	1	1	2	1	1	1	7	9
微分積分II	微分方程式の解	1階微分方程式 過渡現象							0	1			1			2	2
論理回路	論理式と論理回路	AND, OR, NOT ド・モルガンの法則	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	6	12
電気回路	正弦波交流の記号法	複素数と平面ベクトルを用いた正弦波交流の表示および計算	1	1	2	1	1	1	7	3	2	1	3	3	1	13	20
電気回路	フーリエ級数	フーリエ係数の計算(周期関数の定積分)							0		1			1	1	3	3
計			15	15	14	14	13	13	84	19	19	14	20	17	18	107	191
出現率(%)			60.0	60.0	56.0	56.0	52.0	52.0	56.0	76.0	76.0	56.0	80.0	68.0	72.0	71.3	63.7
問題数			25	25	25	25	25	25	150	25	25	25	25	25	25	150	300

表3 表2に示す学習項目の出現頻度

順位	科目	学習項目	第二級 (150問)		第一級 (150問)		出現回数 合計	出現率 (300問)
			出現回数	出現率	出現回数	出現率		
1	基礎数学	整式の計算	22	14.7%	32	21.3%	54	18.0%
2	基礎数学	複素数	18	12.0%	16	10.7%	34	11.3%
3	電気回路	正弦波の複素数表示	7	4.7%	13	8.7%	20	6.7%
4	線形代数	ベクトルの演算	8	5.3%	11	7.3%	19	6.3%
5	論理回路	論理式と論理回路	6	4.0%	6	4.0%	12	4.0%
6	基礎数学	三角関数	7	4.7%	1	0.7%	8	2.7%
7	微分積分 I	微分係数	4	2.7%	3	2.0%	7	2.3%
7	微分積分 I	速度と加速度	3	2.0%	4	2.7%	7	2.3%
7	微分積分 I	いろいろな関数の積分	2	1.3%	7	4.7%	7	2.3%
10	基礎数学	いろいろな関数	3	2.0%	0	0.0%	3	1.0%
10	基礎数学	指数関数	1	0.7%	2	1.3%	3	1.0%
10	線形代数	行列の定義	1	0.7%	2	1.3%	3	1.0%
10	電気回路	フーリエ級数	0	0.0%	3	2.0%	3	1.0%
14	微分積分 I	いろいろな関数の導関数	1	0.7%	1	0.7%	2	0.7%
14	微分積分 II	微分方程式の解	0	0.0%	2	1.3%	2	0.7%
14	基礎数学	いろいろな方程式	1	0.7%	0	0.0%	1	0.3%
14	基礎数学	いろいろな不等式	0	0.0%	1	0.7%	1	0.3%
14	基礎数学	2次関数と2次方程式	0	0.0%	1	0.7%	1	0.3%
14	基礎数学	三角比とその応用	0	0.0%	1	0.7%	1	0.3%
14	基礎数学	2次曲線	0	0.0%	1	0.7%	1	0.3%
計			84	56.0%	107	71.3%	191	63.7%

表4 数学学習項目の科目ごとの出現回数

科目	第二級		第一級		合計	
	出現回数	出現率	出現回数	出現率	出現回数	出現率
基礎数学	52	34.7%	55	36.7%	107	35.7%
線形代数	9	6.0%	13	9%	22	7.3%
微分積分 I	10	6.7%	15	10.0%	25	16.7%
微分積分 II	0	0.0%	1	0.7%	1	0.3%

(平成30年9月25日受付)

(平成30年12月5日受理)