

小学校教員養成のためのプログラム学習 磁気について

橘 高 嘉 弘

Programmed Instruction about Magnetism for the Students of
Elementary School Teacher Training Course

Yoshihiro KITAKA
(1993.11.19 受理)

キーワード：小学校教員養成、プログラム学習、磁気

1. まえがき

最近、教育学部卒業生で教員になる者が少ないことが、問題になっている。教員以外の職を希望する者が増えたこともあるが、教員を希望しながら、採用されない者も多い。教員採用が少なくなったことも、確かに原因であるが、それでも、全国の教員養成大学（学部）の卒業生が全員教師になっても、なおかなりの人数の教員を他学部卒業生から採用しなければならない程採用されているのだそうで、「教員を育てることのできない教育学部」では、存在価値がなくなるという危機感が、関係者を悩ませているようである。

また、教師として必要な理科の知識を持たない小学校教員の多いことが、理科教育関係の学会で、いつも問題になる。理科の中でも、物理は、高等学校で選択する者が少ない関係で、小学校教員養成課程の学生には苦手な者が多い。電磁気に付いては、中学校で学んでから後は、何も学んでいないし、中学校理科で学んだことも十分身につけてはいない。電磁気は、日常よく使っているのに、その学習、あるいは将来小学校で教えることに、興味がないどころか、恐怖心を持っている者もいる。

山口大学教育学部小学校教員養成課程の一般学生の物理関係の授業は、教科専門科目理科（本学部では初等科理科と呼ぶ）の物理か、教科教育法理科（従来の教材研究）の中の物理（物理的内容の指導法）のどちらか一方のみで、その少ない時間内で対処しなければならない。ここで取り上げた磁気関連のことについて指導できるのは初等科理科（90分授業）では2回、教科教育法理科（130分授業）では1回しかできない。しかも、なるべく実験を行わせたいので、筆者は、プロジェクト物理のプログラムド・インストラクション・ブックレット¹⁾を参考にして、プログラム学習教材を作って自習させている。既に、光、力学、音、熱について、プログラム学習教材を開発し、実施した結果を報告した

本論文の一部は、1989年10月、日本教育工学会第5回大会（岡山大学）で報告した。²⁾

ので、今回は磁気関係のことについての教材の開発と、その結果について報告する。^{3,4,5,6)}
なお、電流に関するものは、別の機会に行う予定である。

2 ねらいと対策。

この教材のねらいと、そのための対策を記す。

(1) 小学校教師として必要な知識を確実に身につけさせる。

ア 小学校教師に必要な基礎知識

学習指導要領との関連を考慮し、その内容だけでなく、指導のバックグラウンドになること、例えば磁気ヒステリシス、磁界、電磁波等を取り上げた。このことに付いては、次の第3節で詳述する。

イ 学力の定着を図る。

(ア) 即時KRする。1ページ、3問解くとすぐKRが行われるシステムになっている。

(イ) 誤り、または分からなかったことは、必ず赤鉛筆で訂正または記入させる。

(ウ) できなかった問題、自信の持てない問題は、後日再度行い、定着を図る。

KRで、バッチリできていることが示されている場合は、次回はその問題はとばす。そうでない場合はその問題を再度行う。できるようになるまで、必要に応じて、3回、4回と繰り返して行うことができる。

(2) 磁気に付いて興味・関心を持たせる。

ア 磁気浮上型超高速リニア・モーター・カーの写真と構造図

近年話題になっている超伝導電磁石を用い、安全で、超高速のリニア・モーター・カーの写真と構造図⁷⁾を表紙に示し、簡単に説明した(図1)。

イ 磁気の研究の歴史年表

ウ 磁石の発展のグラフ⁷⁾

エ 各種磁石の性能比較図⁷⁾

年表では、先ず方位磁石は、中国の4大発明の一つであり、方位磁針の使用によって、初めて遠洋航海が可能となり、西洋人の世界制覇に役だったことを話した。また、ギルバード、ファラデー等、西洋人の科学の発展について簡単に話した。

次に、年表と、磁石の発展のグラフ、各種磁石の性能比較図によって、本田光太郎のKS鋼とNKS鋼、フェライト磁石の先駆けとなった加藤・竹井のOP磁石アルニコ磁石の基になった三島徳七のMK鋼、佐川真人のネオジウム磁石について話し、ユースから引き継いだ日本の磁石の研究が、世界をリードしていることを話した(図2)⁸⁾。

オ クイズ

テレビ等で、よくクイズを行っているので、磁気に関するクイズを行ってみた。

カ 各種磁石の反発力比較写真

住友特殊金属KKで撮影された写真を、佐川真人氏から頂き、掲載した(図3)。実物は、上野の科学博物館に展示されている。

キ ネオジウム磁石の強さを図で示す問題

裏表紙に、佐川真人氏の開発された世界最強のネオジウム磁石「NEOMAX-3

5] が、 1cm^3 で 4.7kg の鉄を持ち上げることと、鉄の密度を示し、その鉄の大きさを計算・図示させた。僅か 1cm^3 の磁石で、このように大きな鉄が引き上げられるのは、驚きであろう(図10)。

今回は触れなかったが、ビデオテープ、キャッシュカード、コンピューターのメモリー等、広く磁気が使用されていることについても、可能であれば、述べておきたい。

(3) 興味・関心をもって学習させる。

前項のことは、興味・関心をもって学習させることにもつながるが、そのほか、次のようにしている。

ア 表紙に磁気の2字の謂れを図示した(図1)。この図は、藤堂明保氏の「小学生の漢字はかせ」⁹⁾によった。「磁」の字の旁は、磁石に鉄粉が連なって付着した象形で、古くから磁石が知られていたことがわかる。「気」の字の源は、米を炊いたとき立ち上がる湯気であり、磁気が目に見えない不思議なものであることを示している。

イ できたか、できなかったかのKRと、再度見直す必要の有無を示すのに、磁石による表示を用いた。

回答の正否は、普通○×△で表示するが、面白味が無く、光や力についてのプログラム学習教材では、D.Singerの方法¹⁰⁾を改良した顔による表示を用いた。しかし、顔表示ばかりでは飽きるから、熱の教材ではろうそくの炎を、また、電流の教材では、電球を光らせる表示法を用いた。

そこで、ここでは磁石に鉄片が付く図で示すようにした。図4のように、問題の上にU字型磁石のマークを描いておき、回答が正解であったら、磁石に鉄片をバッチリと付け、正解でない場合は鉄片を離して描く。△に相当するときは、鉄片を片方だけ付けるようにした。これは、強力アルニコ磁石が、鉄片をバチツと音を立てて引きつけることを、学生に体験させているので、そのことと、「バッチリできた」という言葉を結び付けたものである。以後、バッチリマークと呼ぶことにする。

3. 新学習指導要領と磁気教材

小学校では、昨年度から新学習指導要領が全面実施されている。磁気関係の内容と、ここで扱う内容との関連を記す。太字は学習指導要領の内容である。

第3学年 B領域 (3) (一部省略) 物に磁石を近付けたりして、物の性質を調べることができるようにする。

イ 物には、**磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること。また、磁石に引き付けられる物は、磁石に近付けると磁石になること。**

学習指導要領では、(世の中には)磁石に付く物と、付かない物があることがわかればよいことになっており、身近な物では鉄以外には付かないことは教えられていない。純物質では、鉄・ニッケル・コバルトが強磁性体であるが、学生は、磁石に付く物、付かない物の判別は、やってみなければわからないのが実状で、100円玉等が磁石につくと思っている者がかなりいる。

また、小学校では何でも試してみるのもので、石の小片や、1万円札などの紙幣が磁石に引かれること(塗料のため)や、鉛筆やシャープの心が、強力なネオジウム磁石などを近付けると、逃げる物がある(反磁性体)ことなども、板倉聖宣氏の仮説実験授業で取り上げられ、小学校の教師の間で話題になっている。¹¹⁾これらのことも、興味ある事柄として提供

している。

関連問題：問1、問3、問7、問9、問13

反磁性体、常磁性体に付いては、参考までに記しただけで、覚える必要はないと、指示しているが、印象が強いためか、習ったことは何でも覚える習慣のためか、覚えようとする者がいる。

ウ 磁石の異なる極は引き合い、同極は退け合うこと。

このことごとについて、学生はよく知っているが、磁力線と関連させて考えることは、知っていない。

関連問題：問1、問2

第5学年 B領域 (3) 電磁石の導線や電熱線に電流を流して、電流の働きを調べることができるようにする。

ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の方向が変わると、電磁石の極が変わること。

以前、小学校4年で教えていた、直線電流によって、方位磁針が力を受けることは、今度の学習指導要領改訂で、小学校理科では扱わなくなったが、モーター（及び電流の発熱作用）が加わった。これらは中学校で学んでいることであるが、忘れていた学生が多い。

関連問題：問11、問12

イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数などによって違うこと。また、電磁石を利用してモーターなどの道具が作れること。

学習指導要領では「電磁石の強さ」は、「電流の強さや導線の巻き数」などによって「違うこと」と記されており、比例するとは書いてないが、両者が比例すると思っている学生がいる。鉄心がなく、コイルだけなら「電流の強さ」や「コイルの巻き数」に「磁界の強さ」は比例することを知らせたい。また、教科教育法理科Ⅱの授業（実験科目）では、簡単なモーターを自作させている。このための時間などを生み出すため、簡単な学習内容は、この教材で自習させている。

関連問題：問11、問12、問13、問15

この他、小学校の理科担当教師として、この程度のことは、ぜひ知っておいて欲しいことを、問題として取り上げた。この教養的な問題は、問14、問16、問17、問18である。また、特に覚える必要のないことは、*マークを付け、そのことを述べておいた。

4. 教材の作成と実施

(1) 問題と略解

前記の如く、問題は、小学校教員として、このくらいは知っておいて欲しいと思うもの18問とした。正答は簡単明瞭にと心がけた。覚える必要の無いことは、参考として*マークを付けて示した。

(2) 問題の解答について補足説明

ここで、問題と解答について、若干の補足説明を行っておく。

問9 正答欄に分子磁石説を書いておいたが、正しくは鉄は磁区に分かれており、磁化・消磁は主として磁壁の移動による。このことを学生に示すのは、大沢商会から出ているループフィルム「強磁性体の磁区壁運動」¹²⁾が、最も簡単明瞭で、わかりよいと思う。

ここでは、鉄の単結晶、通称猫の髭を用いた実験を行っている。時間があれば、学生に示したいが、時間不足であり、小学校の教師であれば、分子磁石説でもよいと考え、そのように書いているが、口頭で、正しくは磁区であることを話しておいた。なお、筆者は、広島県立女子大学の慶徳進教授に教わり、パーマロイの磁壁移動の実験を行い、ビデオに録画している。

問10、11、12 解答は右ねじの法則で示したが、PSSC物理に書いてある、右手の親指を立て、4本の指を丸める方法の方が分かりやすい。¹³⁾しかし、学生は右ねじの法則で学んで来ているので、これをプリントに載せ、PSSC物理の方法は口頭で説明した。

問14 希土類磁石の「希土類元素」は、土のたぐいであって金属ではないと思っている人が多いが、金属である。周期表でもわかるが、板倉聖宣氏が、授業科学研究7 P.91で解説している。¹¹⁾

問15 フレミングの左手の法則もPSSC物理に示されている方法が分かりやすい。¹³⁾これも、口頭で説明した。

(3) 印刷・製本

用紙は、裏の文字・図が透けて見えないよう、厚手の藁半紙を用いた。B4判の用紙で印刷し、中央をホッチキスでとめて、二つ折りにした。

(4) 教材の使用法は、後述する。磁気について、講義する前に、ひとまず自分で実施させ、講義時間に、実験や補足説明をした。2回目、3回目は各自の判断に任せた。最終の授業時に提出させ、実施しているか否か調べた。

5. 問題・解答と使用法及び使用例

図4のように、1ページに3問あり、問題1・2・3の第1回目の解答を2ページの右半分を書く。この後、2ページを左へめくり、半分を折り返すと、図4のようになり、正答と比較できる（この段階で、4ページの右半分は白紙である）。誤りを赤鉛筆で修正し、解らなかったことを補い、バッチリマークで繰り返しの必要の有無を記す。その後、折り畳みはそのままにして、次ページに進む。

2回目はバッチリマークを見て、必要な問題だけ答える。正解、第1回目の回答は見えないようになっている。回答は4ページ右側に書く。折り返した部分を左へめくれば、図のようになり、問題、1回目の回答、正答、2回目の回答が並んで見える。必要な修正・補足を行い、2つ目のバッチリマークに記入して、次へ進む。

3回目は1ページと、2ページの半分だけを出し、4ページ以降の紙を下に折り畳めば、正答、1・2回の回答を見ないで問題を解き、3回目の回答記入欄に答を書くことができる。

4回目は1ページの右半分だけが見えるようにして、2ページ以降を下側に折り畳めば、正解、前回の回答を見ずに答えることができる。

問題4以降は問題と略解のみを記す（図5～9）。また、裏表紙の問題は、学生の回答例を示した（図10）。

例

図4は学生Aの記入例である。細い字が自分の回答で、太い字は修正または加筆した

ものである。

1 回目の回答について

問1 磁石に付くものとして、鉄・ニッケル以外に金・銀・銅をあげているが、正解を見て、書き改めている。正解の中、*マークの付いたことは、参考であり、書かなくてもよいといっているが、ここでは常磁性体・反磁性体に付いても記している。

問2 ①は、初めN極から左へ、S極から右へ磁力線を描いていたが、太線のように修正している。②、③は大体正しく描いていたが、正解のように書き直している。

問3 磁鉄鉱を知らず、鉄と答えていたのを、磁鉄鉱と書き改めている。

2回目は正しく答えている。

6. 実施後のアンケート

実施後のアンケートの結果の一部を下に記す。調査対象は本学部小学校教員養成課程の初等科理科Ⅱを選択している学生53名で、理科研究室所属の学生は受講対象から除外されている。従って、一般に理科嫌い・物理嫌いが多いといわれている文系クラスである。理科所属の学生を含む場合に比べて、磁気に対する興味・関心も低かったものと思われる。なお、実施回数・問題数の多少・紙の折り返し法の適否等は、既に力・光・音・熱の場合に行っているため、今回の調査では省略した。また、各事項毎に所見を簡単に記した。

1 表紙に磁気 of 字のできた由来を書きましたが、どう思いますか。

	男	女
有った方がよい。	69%	65%
無い方がよい。	5%	4%
どちらでもよい。	26%	31%

2 表紙に磁気 of 応用例として、超伝導磁気浮上リニヤー・モーター・カーの図と、構造図を示しましたが、どう思いますか。

有ったほうがよい。	74%	85%
無い方がよい。	4%	—
どちらでもよい。	22%	15%

磁気浮上リニヤー・モーターカーについては、興味があるようで、もっと詳しく説明を求める声があった。

3 中程のページに、磁気に関する歴史年表を載せましたが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	60%	62%
無い方がよい。	—	—
どちらでもよい。	40%	38%

外国の真似ばかりするといわれる日本の科学技術の中で、世界をリードする日本の磁石に付いて、簡単に説明したが、期待したほどの効果が得られなかった。

4 永久磁石の発達のグラフを載せましたが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	70%	58%
無い方がよい。	4%	4%

どちらでもよい。 26% 38%

- 5 各種永久磁石の減磁曲線のグラフを載せましたが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	63%	58%
無いほうがよい。	15%	—
どちらでもよい。	22%	42%

ここで示したグラフが、問題13の磁気ヒステリシス曲線の一部であること、従来の磁石に比べて、ネオジウム磁石などが、いかに強力であることを示したが、最大エネルギー積の説明が理解しにくかったようで、問3、4と共に、もっと興味を引き出せるようにしたいと思う。

- 6 磁石に関するクイズを載せましたが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	55%	50%
無いほうがよい。	15%	12%
どちらでもよい。	40%	38%

「試みは面白いが、知らないことが多く、答えられなかった」という意見があった。もっとやさしく、興味ある問題に改めたい。

- 7 フェライト磁石、サマリウム・コバルト磁石、ネオジウム磁石の強さを比較する写真を載せましたが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	74%	58%
無いほうがよい。	—	15%
どちらでもよい。	26%	27%

印刷が不鮮明なことも、一因ではないかと思うが、特に女子で期待したほどの効果が得られなかった。フェライト磁石、ネオジウム磁石は、鉄や1万円札を引きつける実験で、学生に実際に使用させたが、やはり反発力に付いても、実際に見せたほうがよいと思った。

- 8 裏表紙に、ネオジウム磁石の強さを示す図を描く問題を出していますが、どう思いますか。

	男	女
有ったほうがよい。	63%	27%
無いほうがよい。	—	31%
どちらでもよい。	37%	42%

この問題は、計算を伴い、方程式を立てて解くのが通常であるが、方程式を立てずに、算数的に解く者が、少数ながら見られた。この問題については、男女差が、最も大きかった。

- 9 できたか、できなかったか。もう1度する必要があるか否かを、磁石に鉄片が付く図で示すようにしましたが、どう思いますか。

	男	女
よい。	30%	27%
よくない。	37%	42%

どちらともいえない。 33% 31%

回答の正誤のマークとして磁石に鉄片を付ける方法は、好評とはいえなかった。鉄片を長方形で書かせたため、○より手間が掛かる、見にくい等の意見が多かった。口の無い顔に、口を記入して、笑顔や泣き顔にする方法が、好評なので、それにすることも考えられるが、なるべくなら領域毎に変えたいので、改良して続けていきたい。(この、領域毎に変えることに付いても、先生は、いつも工夫していると、感心してくれる学生もいる。)長方形のかわりに、直線にすれば、簡単で、分かりやすいので、次回からはそのように改めることにする。

10 問題の難易度はどうでしたか。

	男	女
この程度でよい。	78%	42%
難しすぎる。	22%	58%

問題の難易度について、男子学生は妥当とする者が多いのに、女子学生は難しすぎるという者が過半数を占めた。ことに、中学校で学んでいないことが、後半に多いこと、説明が簡単すぎて理解しにくく、難しく感じたものと思われる。口頭による説明を詳細にして、理解し易くしていきたい。

最後に自由記述の意見の4例を記載しておく。

- ◎ 問題を4回やれるようになっており、その度に磁石マークを付けるようになっていくところなど、やる気を誘った。工夫されているなあとと思った。
- ◎ このノートを折るっていうのは、なかなか斬新でよい。初めの方、忘れとる自分が悔しい。答を見たら思い出すことばかり。でも、後半は難しかった。
- ◎ 磁石のバッチリマークは面白いのですが、スペースが小さくて、くっついているのか、離れているのか、わかりにくかった。でも、○×△より楽しいと思います。
- ◎ クイズが専門的過ぎるような気がした。個人的には、もっと身近なことを、あのページで取り上げた方がよいと思った。

7. あとがき

この報告と直接関係ないが、磁気については、元岡山大学理学部長山田宰先生、広島県立女子大学教授慶徳進先生、山口大学名誉教授堂面春雄先生、山口大学教授岩田充夫先生にいろいろとご教示頂いた。また、以前、住友特殊金属KKに勤めておられ、現在はインター・メタリックKKを営されている佐川真人氏に、磁石のサンプル・写真・グラフ・文献を送って頂き、一部使用させて頂いた。また、教材の印刷・製本は、教務員の源田智子さんのお世話になった。厚く感謝の意を表す。

このシリーズは学生に好評であり、出版したらというお薦めも頂いているが、実現していない。まだ、この教材も改善しなければならないことが多いと思われるので、ご意見をお聞かせ頂きたい。

参考文献

- 1) Gerald Holton, "Project Physics - Programmed Instruction Booklet", Holt, Rinehart and Winston, 1970

- 2) 「学力の定着をめざすプログラム学習——磁気について」、日本教育工学会第5回大会(岡山大学)、1989
- 3) 橋高嘉弘、「小学校教員養成のプログラム学習——力学について」
山口大学教育学部研究論叢 第38巻 第3部、1988
- 4) 橋高嘉弘、「ブックレットによる光のプログラム学習」
山口大学教育学部研究論叢 第40巻 第3部、1991
- 5) 橋高嘉弘、「小学校教員養成のプログラム学習——音について」
山口大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 2号、1991
- 6) 橋高嘉弘、「小学校教員養成のプログラム学習——熱について」
山口大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 4号、1992
- 7) 「'87先端科学・技術開発年鑑」、技術出版KK、1986
- 8) 橋高嘉弘、「強力な磁石」、「心を揺する楽しい授業——話題源——物理」、東京法令出版KK、1987
- 9) 藤堂明保、「小学生の漢字はかせ」、学燈社、1980
- 10) Dabid Singer, Latent Image Prossesing Can Bolster the Value of Qwizzes. Journal of College Science Teaching, Nov.1985
- 11) 板倉聖宣、「授業科学研究7」、仮説社、1981
- 12) 大沢ループフィルム解説手引書、大沢商会、1981
- 13) 山内恭彦他訳、「PSSC物理」、下巻、岩波書店、1963

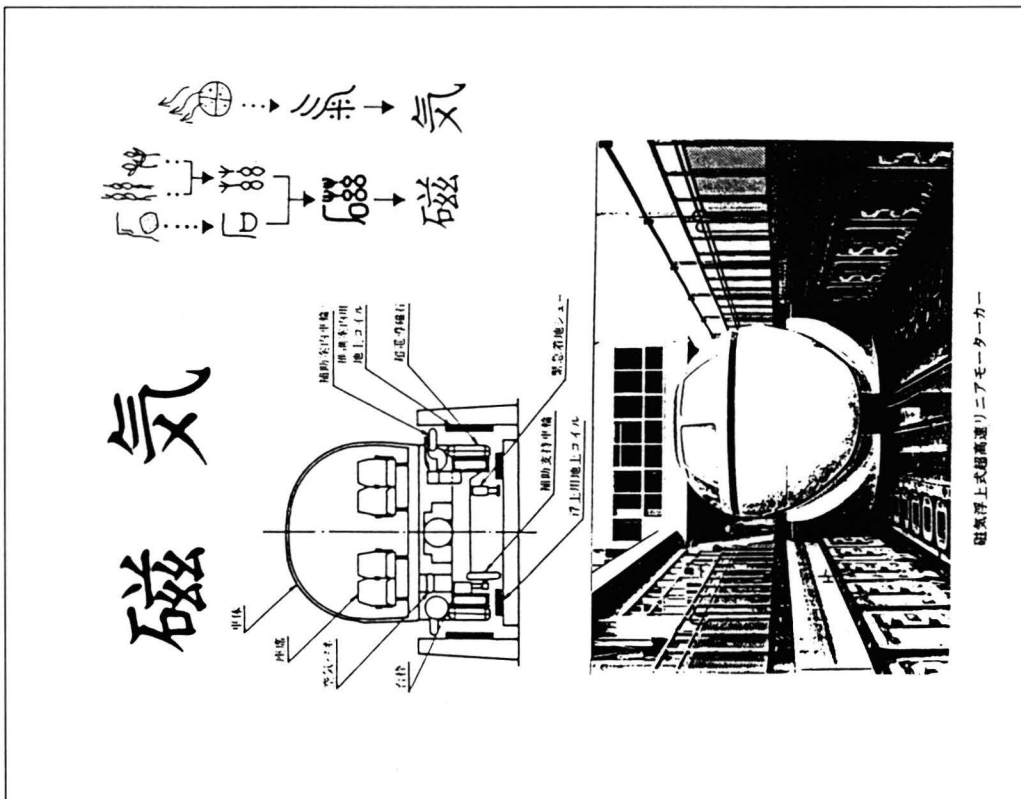
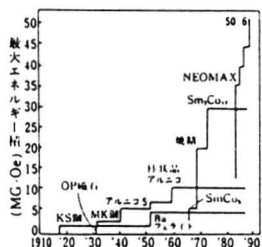


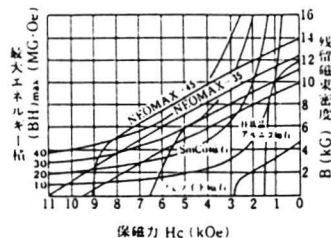
図1 表紙

磁気関係の歴史

11世紀～12世紀初期 (中国)	指南魚 ヨーロッパでは12世紀後期
1600 ギルバート (イギリス)	地磁気、磁石についての著書
1820 エルステッド (デンマーク)	電流の磁気作用の発見
1830 ヘンリー (アメリカ)	電磁誘導を発見
1831 ファラデー (イギリス)	同上
1834 レンツ (ドイツ)	レンツの法則の発見 (電磁誘導の法則)
1837 ファラデー (イギリス)	電場・磁場 (電界・磁界) の概念
1837 モールス	有線通信機
1845 ファラデー (イギリス)	反磁性の発見
1864 マクスウェル (イギリス)	電磁方程式 電磁波の予言
1876 ベル (アメリカ)	有線電話の発明
1888 ヘルツ	電磁波の発見
1896 マルコーニ (イタリアーイギリス)	無線電信の発明
1917 本田光太郎	K S 鋼の発明
1930 加藤与五郎、武井武	酸化金属磁性材、フェライト磁石 (OP磁石) の発明
1932 三島徳七	MK 鋼の発明
1933 本田光太郎	新 K S 鋼の発明
1970頃 ストルナット、ネスビット	(アメリカ) サマリウム・コバルト磁石の発明 ネोजウム磁石の発明
1984 佐川真人	



永久磁石の発達



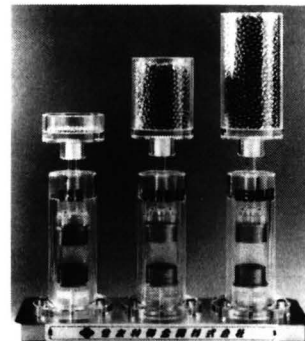
磁石の減磁曲線

図2 見開きのページ (左)

クイズ

答は下にあります。

- 1 K S 鋼の K S は、本田光太郎の研究を、経済的に援助した人の名前の頭文字です。誰でしょう。
ヒント お名前は難しいでしょうが、性は S のつく、有名な金持ちです。
- 2 OP 磁石の OP は何の略でしょう。
ヒント OP 磁石は酸化金属を用いた永久磁石です。
- 3 MK 鋼の MK は何の略でしょう。
ヒント M も K も発明者の姓です。発明者は一人のようですが……
- 4 アルニコ磁石には、鉄と他の 3 つの金属との合金です。3 つの金属は何でしょう。
ヒント アルニコをローマ字で書いてみましょう。
- 5 サマリウム・コバルト磁石などは RE 磁石と呼ばれています。RE は何の略でしょう。
ヒント サマリウムは希土類です。英語では……
- 6 住友特殊金属 K K で開発された世界最強の磁石の商品名は、ネオマクスです。この中に含まれる希土類はなにでしょう。
ヒント ネオは新しいの意味もあるようですが……



左からフェライト磁石、サマリウム・コバルト磁石、ネोजウム磁石

クイズの答

- 1 住友吉左衛門さんです。
- 2 oxide permanent magnet です。
- 3 三島徳七さんの姓の S と、旧姓の喜住の頭文字です。
- 4 アルミニウム、ニッケル、コバルト。
- 5 Rare Earth の略です。
- 6 ネोजウムです。

図3 見開きのページ (右)



- ① 次のうち、磁石を近づけると、引き付けられるものはどれか。
アルミニウム、金、銀、黒鉛（炭素、鉛筆の芯など）、コバルト、鉄、銅、ニッケル、白金
- ② 二つの磁極には、どのような力が働くか。



図のように磁石を置き、その上に紙をおいて、鉄粉を振りかけるとき描かれる磁力線の概形を書け。また、磁力線の向きも記入せよ。

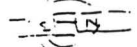
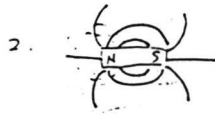


- ① 天然に存在する磁石の鉱石はなにか。
- ② 砂鉄は何で出来ているか。

(P1左)

1回目

- ① 金 銀 鉄 銅 ニッケル
強磁性体 鉄 ニッケル コバルト
少し アルミニウム 白金
少し アルミニウム 白金
② 同じ磁極 はくちくち
異名磁極 はくちくち

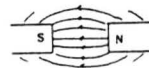
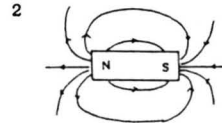


③ ① 鉄 磁鉄鉱 Fe_3O_4

② 鉄 磁鉄鉱 Fe_3O_4

(P2左)

- 1 ① 磁石に強く引かれるもの 強磁性体
鉄、ニッケル、コバルト
[*印は、参考で、覚えなくてもよい。]
* 微弱だが引かれるもの 常磁性体
アルミニウム、白金
* 微弱だが避けるもの 反磁性体
黒鉛（炭素）、金、銀、銅
- ② 同名の極は反発し、異名の極は引き合う。

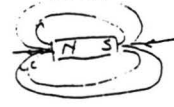


- 3 ① 磁鉄鉱 * Fe_3O_4 酸化鉄の一種。
② 磁鉄鉱 * (Fe_3O_4) の微粒子、岩石の中に含まれていたものが分離した。通常、チタンを含む。

(P4左)

2回目

- ① 強く
鉄、ニッケル、コバルト 強磁性体
少し
アルミニウム、白金 常磁性体
微弱だが引かれるもの、
黒鉛、炭素、金、銀、銅 反磁性体
② 同名 反発、異名 引き合う



- ③ ① 鉄、磁鉄鉱
② 鉄、磁鉄鉱の微粒子
通常チタンを含む

(P4左)

図4 問1~3



- 4 ① N極、S極の、N、Sの文字は何を表しているか。
② 地球の北にある磁極は、何極か。



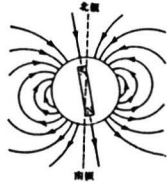
地磁気の3要素とは何か。



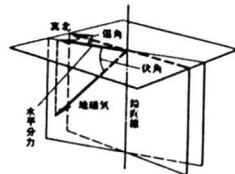
次の磁石を保存するには、どのようにすればよいか。理由も記せ。

- ① 棒磁石
② U字形磁石

- 4 ① N: North 北
S: South 南
② 地球の北にある磁極はS極である。地球の南にN極がある。このため、方位磁針のN極が北に向く。



- 5 偏角: 水平面で、磁針の示す北と、地理学でいう北との角
伏角: 地磁気の方向と、水平面との角
水平分力: 地磁気の磁気密度の水平成分
本 広島 偏角: 西6° 25' 伏角: 48° 2'
水平分力: 31646nT (ナノテスラ)



- 6 ① 棒磁石を単独で置くと、その内部には、N極からS極に向かう磁力線ができるので、磁石は次第に弱くなる。これを防ぐため、図のように棒磁石を2本並べ、軟鉄の薄片を付けておくと、磁極の働きが弱くなり、逆向きの磁力線がなくなり、磁石は弱くならない。
② U字形磁石は、単独でも磁石を弱くする働きは棒磁石の場合より弱い。小鉄片をつけて保管したほうがよい。

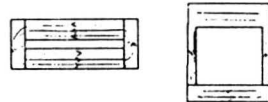


図5 問4~6



次の物を鉄板に貼り付けた。磁力線はどのようになっているか。断面図を示せ。

- ① 円盤状のフェライト磁石
② マグネット画紙



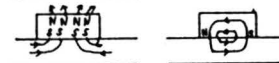
磁石を半分に切ると、磁極はどうなるか。更に半分に切るとどうなるか。



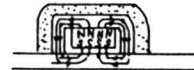
鉄は小さい分子磁石の集合体であると考え、磁気的現象が説明しやすい。次のことを分子磁石の考えで説明せよ。

- A: 磁化していない軟鉄、鋼鉄を磁石に近づけると、つく。
B: 軟鉄は磁石から遠ざげると、磁石でなくなる。
C: 鋼鉄は磁石から離すと永久磁石になる。

- 7 ① 円盤状のフェライト磁石には2つの型がある。片方の面がN極、他方の面がS極のもので、片面に、N・Sの両極があるものである。後者の磁極のない面は鉄板によくつかない。



- ② 円でフェライト磁石にかぶせた鉄が、N極からの磁力線を集めて、周縁を導き、下の鉄板を通り、狭い隙間を飛び越えて、S極に至る。吸着力は磁石だけのときより強い。



- B 磁石を半分に切っても、NS両極を有する磁石になる。どんなに小さくしても、N極だけ、S極だけの磁石は作れない。

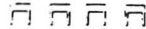
- 9 A: 磁化していない鉄では、分子磁石は乱雑に向いているが、磁石に近づけると、整列して磁石になり、近づけた磁石と引き合う。



- B: 軟鉄は軟らかくて分子磁石が動きやすく、磁石から遠ざげると、分子磁石の整列がすぐ乱れ、磁石でなくなる。
C: 鋼鉄は炭素を含み、硬くて分子磁石の配列が変わりにくいため、永久磁石になる。

本 磁界の中で鉄棒を叩くと、鉄棒が磁界の向きに磁化される。磁石を熱すると、原子の熱振動が激しくなって分子磁石の整列が乱れ、磁石が弱くなる。

図6 問7~9

10 

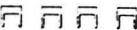
直線電流による磁界は、どのようになっているか。



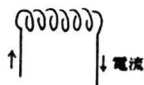
11

円形電流による磁界は、どのようになるか。

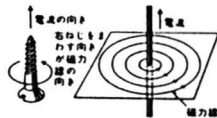


12 

- ① ソレノイド・コイルに電流を流したとき生ずる磁界はどのようになるか。
- ② ①の磁界を、棒磁石による磁界と比較せよ。

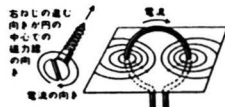


10



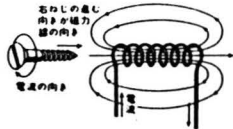
* I (A)の電流から距離 r (m)離れた点の磁界の強さ H (A/m)は
 $H = I / 2 \pi r$

11



* 半径 r (m)の円形の導線に、 I (A)の電流を流したとき、中心の磁界の強さ H (A/m)とすると
 $H = I / 2 r$

12



* 単位長さ当たり n 回巻いたソレノイド・コイルに I (A)の電流を流したとき、内部の磁界の強さ H (A/m)は
 $H = n I$
② コイル、棒磁石の外の磁界は同様である。内側では磁力線の向きが反対になる。



図7 問10~12

13 

次の各場合に、鉄棒はどのように磁化されるか。電流と磁化の強さの関係を示すグラフの概形を示せ。

- ① 鉄棒を、ソレノイド・コイルの中に入れ、電流を次第に増やしていくと、鉄はどのように磁化されていくか。
- ② ①の後、電流を次第に小さくしていくと、どうなるか。
- ③ 続いて、逆向きの電流を、次第に大きく、流して行くとうなるか。
- ④ 電流を小さくして、0にし、続いて、最初と同じ向きの電流を次第に大きくして行くとうなるか。

14 

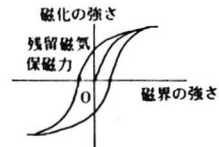
磁石には、どのような種類があるか。

- 13 ① 電流が強くなると、磁化も強くなるが、ある強さに達すると、それ以上は強くなるらない。

② 磁化は次第に弱くなる。電流が0になったとき、残っている磁化の強さを残留磁気という。

③ 磁化の強さは、更に小さくなり、ついに0になる。この、磁化の強さを0にするためにかけた磁界の強さを、保磁力という。更に電流を大きくして行くと、逆向きに磁化し、飽和する。

④ 磁化は弱くなり、更に逆向きに磁化され飽和状態に達する。



- 14 鋼鉄を用いたもの

鉄に微量のニッケル、コバルト、アルミニウムなどを混ぜた合金で、一般に棒状、またはU字形で、金属光沢を有する。

フェライト磁石

鉄やバリウム等の酸化物で作られ、一般に平たく、黒色で、脆いせとものである。

ゴム磁石

磁石の粉をゴムの中に入れてしたもの。

* 希土類磁石、希土類鉄磁石

希土類のサマリウムや、ネオジウム化合物で、強力である。

15 

モーターの原理を簡単に述べよ。

- 15 磁界の中を流れる電流に力が働く。(フレミングの左手の法則)



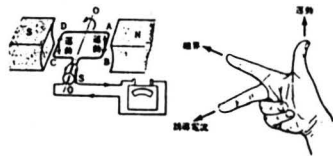
図8 問13~15


16 
電磁誘導の法則を述べよ。

16 コイルに磁石を近づけたり、遠ざけたりすると、コイルに起電力を生ずる。
1 誘導起電力は、誘導電流の作る磁界が元の磁界の変化を妨げる様な向きに生ずる。
2 誘導起電力は、コイルを貫く磁束の変化する速さに比例する。

17 
発電機の原理を簡単に述べよ。

17 磁界の中で導線が動くと、起電力を生ずる。(フレミングの右手の法則)



18 
① 電磁波の発生と伝播を簡単に説明せよ。
② 電磁波の種類を、波長の短い順に示せ。
③ 真空中を電磁波が伝わる速さはいくらか。

18 ① 非常に速い電気振動があると、電界の変化によって磁界が変化し、その磁界の変化によって電界が変化するというようにして、電界と磁界が1組になって空間を伝わる。
② γ 線、X線、紫外線、可視光線、赤外線、電波
③ 電磁波が真空中を伝わる速さは $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

図9 問16~18

NEOMAX-35

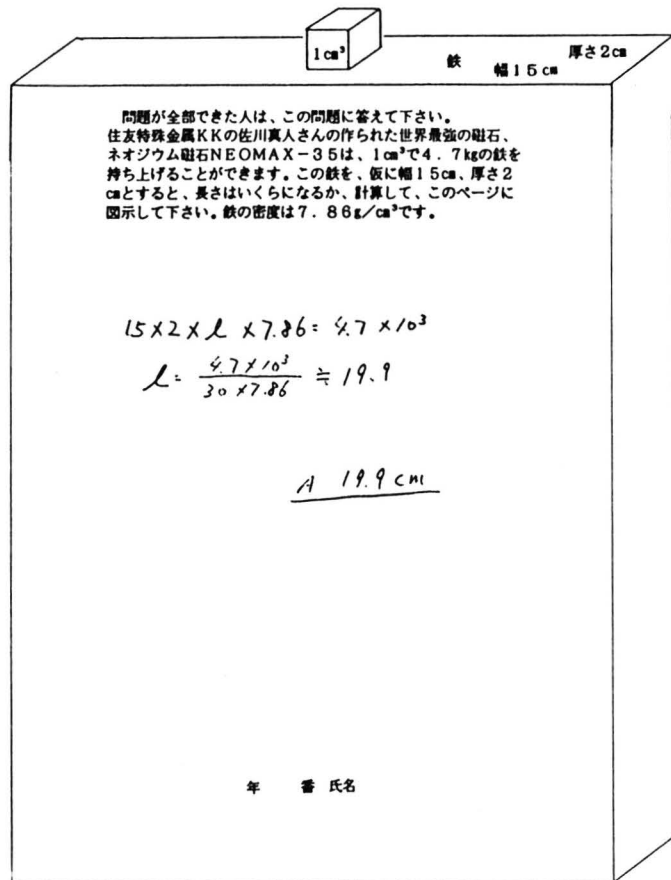


図10 裏表紙