

# 磁石は世界を拓く

小学生と一緒に理科実験  
(人生二毛作)

2023年4月3日

ディレクトフォース

望月 晃

1

## イントロ

- ディレクトフォース (DF)の活動
- 1、教育支援
  - アカデミー本部
  - 理科実験グループ**
- 授業支援の会
- 2、企業支援グループ
  
- 3、研鑽交流、社会貢献

2

## 自己紹介と専門の道筋

- 小学校 3 年 → 10 人の発明家の本
- 大学 → 電子の動きに興味 → 半導体分野の研究  
→ **磁性**材料の研究
- 理化学研究所 → **磁性**研究室 (フェライト薄膜の研究)
- 三菱マテリアル中央研究所 → 希土類**磁石**、小型モータ
- 同社 企画開発 担当役員 → 研究開発全般担当
  - 三菱マテリアルCMI社 社長
- 退社 東京農工大学大学院 MOT
- ディレクトフォース 理科実験グループに参加 (**磁石**のふしぎ)

3

## 磁石と日本人

### ■ つよい磁石は日本人の発明だよ！

- 1917 **KS鋼** (磁鉄鉱の3倍)  
発明者：東北大学 本田光太郎
- 1930 **フェライト磁石** (磁鉄鉱の8倍)  
発明者：東京工業大学 加藤 与五郎  
武井 武
- **鉄・クロムコバルト磁** 本間基文
- 1983 **ネオジム磁石** (磁鉄鉱の30倍)  
発明者：(元)住友特 佐川真人



加藤先生と武井先生

4

## 小学生と一緒に理科実験

- 児童は小学校1年生から6年生までを対象にしている
- 授業は1～2年生の低学年、3～4年生の中学年、5～6年生の高学年に分けて授業。あるいは、低学年向け、中高学年向けに二つに分別した授業。
- 時間は低学年向け：45分、60分授業
- 中高学年向け：45分、60分、90分、120分授業
- 学校や、放課後理科教室や、特別クラブ活動などにより、対応

5

## 理科実験のテーマ

- 狙い
  - 子供たちに、実際に、実験を行ってもらい、そこでおどろきや、
  - ふしぎな思いから、理科に興味を持ってもらい、好きになってもらいたい。
- 気をつけていること：
  - 学校の授業とは違うものの、学校の教育の進度に沿って、言葉や、言い回しに気をつける
  - 実験の基本をしっかり教える（目的、実験機材準備、実験、観察記録、反省、かたづけ）
  - 実験機材は手作り、手に入りやすい道具を自作

6

## 理科実験テーマ一覧

### 1. 墨流しで絵はがきを作ろう



日本には古来より“墨流し”という伝統工芸があります。この実験は、“墨流し”と同じように、特殊な絵の具を水面上に拡散させて様々な配色の模様を作ります。その上に紙をそっとおき、模様を紙に転写すると、美しい色彩と、不思議な模様の“自分だけの芸術作品”ができあがります。どうして絵具は水に溶けずに表面に漂うのかを科学的に理解してもらいます。

🕒 対象学年：低学年～高学年

🕒 標準所要時間：45分～90分

7

## 磁石のふしぎ

### 20. 磁石でマジックタワーを作ろう



私たちの周りでたくさん使われている磁石はどんなものを引きつけるか、身の回りの物を使って調べていきます。

N極・S極の力を体感し、鉄粉を使った実験で磁力の様子を学びます。

磁石を使ってクルクルまわるマジックタワーを作り、このタワーをどうすれば一番速く回せるか、なぜクルクル回るかを考えます。

🕒 対象学年：低学年～中学年

🕒 標準所要時間：45分～120分

8

## 磁石のふしぎ（磁石は世界を拓く）

- 低学年向け
- 磁石のいろいろ
- 実験1：何につくか
- どのようにつかわれているか
- 実験2：ひきつけあう、しりぞけあうちからがある
- 実験3：磁力線のかんさつ
- くるくるタワーをつくろう
- （くるくるタワーはなぜまわるのかな？）

9

## 磁石のふしぎ（磁石は世界を拓く）

- 中高学年向け
- 実験1、実験2、復習
- 実験3：磁力線のかんさつ（ひきつけあう、しりぞけあう力）
- 実験4：磁力線は石をとおしますか？
  - ひきつけあう力としりぞけあう力の磁力線のかたち
  - 磁石のまわりに3Dで磁力線があります
- 実験5：方位磁石の実験（地球は磁石）
- くるくるタワーをつくろう（なぜ回るのかな？）
- 補足：オーロラのはっせいと地磁気が人類を守る）

10

## 磁力線の観察実験

- デモンストレーション

11

## 子供たちの感想

- 低学年
- 面白かった
- くるくる回せて、良かった
  
- 中高学年
- 磁石の回りに磁力線があることがわかった
- 地球は磁石になっていることをしった
- オーロラは地球が磁石にだからみえる

12

## 子供たちの感想

### • 特別な質問（小学5年生とのやり取り）

> 磁石につくお金を知っている

> 鉄以外に磁石につくものはある？

> 地球は磁石はわかりました。火星に磁場はありますか？

>>（昔、火星が熱かった時代はあったようです。今は冷えてない。  
月も同じです）

>> オーロラは地磁気があるから、見える。そして太陽風から地球を守っている。地球磁場は生命を守っている。地球は特別な星です。

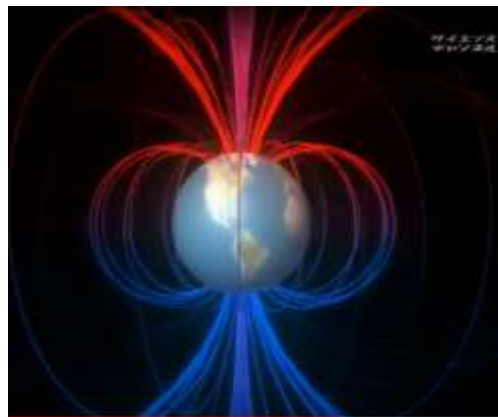
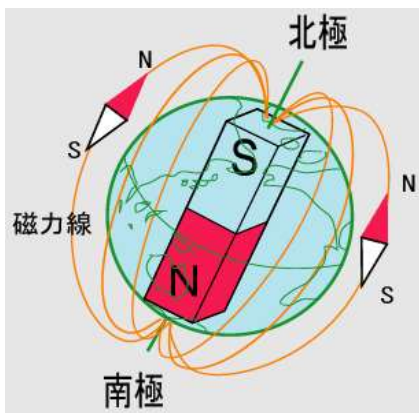
>（地球環境を大事にと言われることが、頭の中でつながった）

これだけ理解し、考えられている子もいます。（>:児童 >>:教師）

13

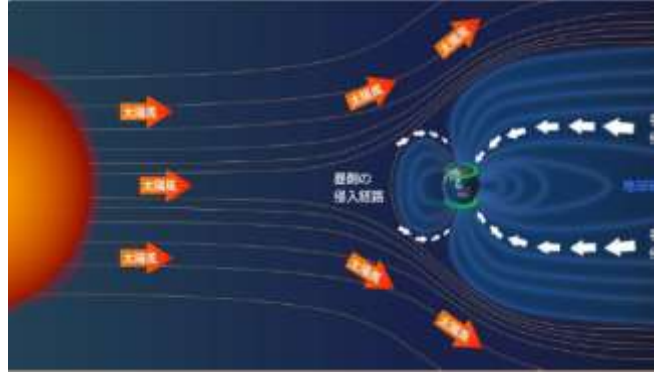
## 磁石の世界

### • 地球は大きな磁石



14

## 磁石の世界



15

## 地球の磁場のふしぎ

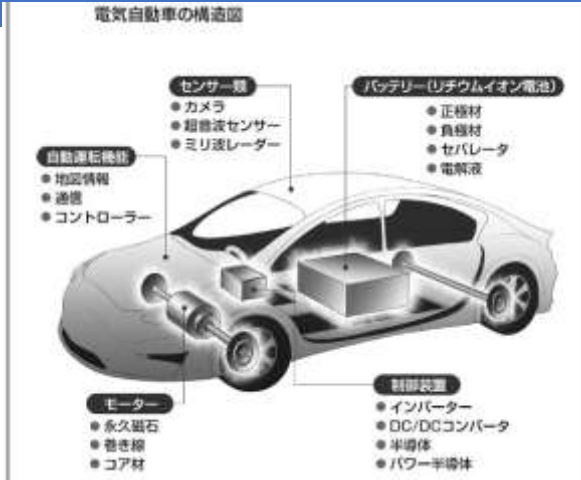
過去の地磁気の向きや強さは、各時代の地層の磁性を持つ成分を調べると分かる。市原市の地層がこの逆転を良好に記録しているなどとして2020年1月、基準地に国際認定された。この逆転を境に約77万4000～12万9000年前の年代名がチバニアンとなった。



16



# 磁石は世界を拓く (EV 自動車)



通商産業省

No.	ステータ D.O.	最大出力	最大トルク	Aセグメント	Bセグメント	Cセグメント	C-Bセグメント	D-Eセグメント
1	190 mm	120 kW	170 Nm					
2	200 mm	160 kW	240 Nm					
3	210 mm	200 kW	350 Nm					
4	220 mm	240 kW	450 Nm					

対応特性

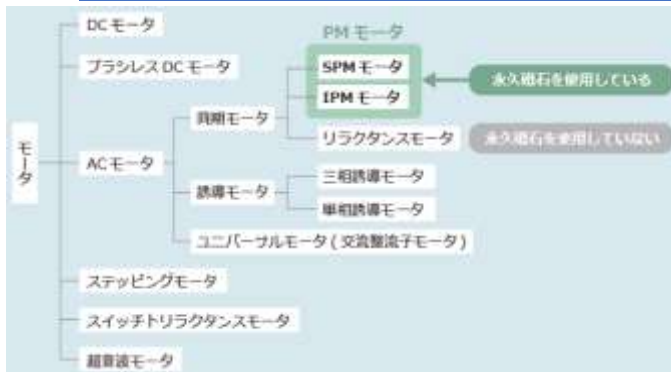
注：磁路径 D.O. (Outer Diameter)

<https://mainichi.jp/premier/business/articles/20180420/biz/0m/010/016000c>

<https://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2020s/2021/05/05a01/index.html>

17

# EV用 モーターの種類



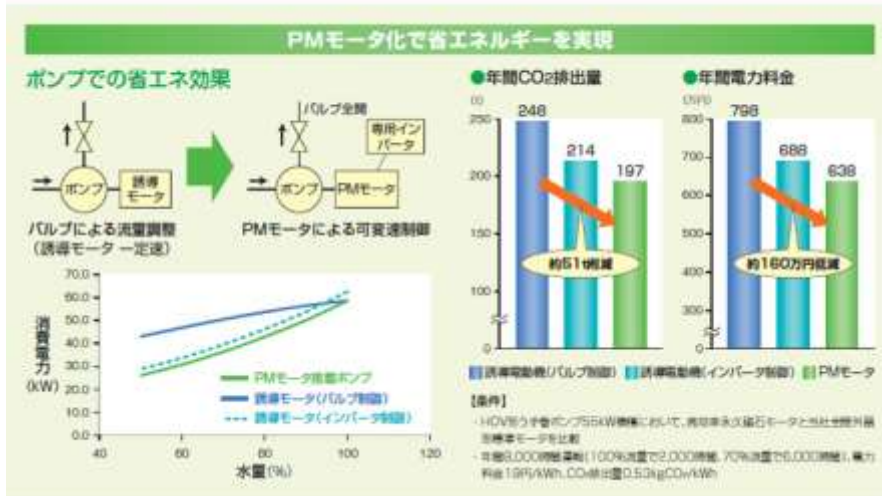
回転子構造 (極数)	誘導モーター	PMモーター	
		SPMモーター	IPMモーター
原理	回転子に電流が流れ、回転磁界速度よりスリップ速度だけ遅れて回転。	磁石トルクだけが発生し、回転子は回転磁界と同一速度で回転。	磁石トルクとリラクタンストルクが発生し、回転子は回転磁界と同一速度で回転。
体積	同期モーターより2~3倍以上大	最小	小
効率・力率	○	◎	◎
高速度	◎	○ (サーボの場合は◎)	◎
最大トルク	◎	○ (サーボの場合は◎)	○
トルク成分	誘導	磁石	磁石とリラクタン

参考；安川電機HP

18

## 磁石は世界を拓く（モータの効率化で省エネルギー。環境対応重要技術）

### PMモータ化で省エネルギーを実現



<https://www.hitachi-ies.co.jp/products/motor/ecoheart/ie4.html>

19

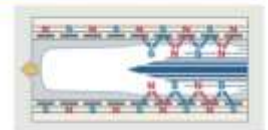
## 磁石は世界を拓く（超電導電磁石）

- ・リニアモーターカー



### ■ 推進の原理

車両の超電導磁石はN極・S極が交互に配置され、軌上の推進コイルに電流を流すことにより発生する磁界（N極・S極）との間で、N極とS極の引き合う力とS極同士・N極同士の反発する力により車両が前進します。



### ■ 浮上の原理

車両の超電導磁石が高速で通過すると軌上の浮上・案内コイルに電流が流れ電磁石となり、車両を押し上げる力（反発力）と浮上させる力（吸引力）が発生し、浮上します。



20

## 人生二毛作 何故、小学生の理科実験教室？

### • 小学校低中学年生の理科への関心

体験：小学校3～4年頃、『10人の発明家』

中学、リンゴの切り口は、なんで変色するの？

高校、ミリカンの実験（油滴の滴下に電場をかける）

大学、電子工学（電子の動きに興味）

研究、理化学研究所で磁性薄膜の研究

会社、磁気と応用の商品開発、モータ会社の社長

- 小学校低学年での、記憶、驚きがずーと続く
- この時期の、科学体験からのインパクトは、人生の選択に大きな影響をもたらす。

21

## 人生二毛作 何故、小学生の理科実験教室？

### • ヒアリング

慶応大学大学院 情報工学専攻2年生 男子

小学校のころ、家庭の中に、父親がいじっている、ラジオの組み立てや無線の工具等が、身近にあって、いじっていた記憶

日本女子大学 情報工学専攻2年生 女子

両親は医者、小学生のころから家に、科学の本があり、目にした。医者になるつもりはなかった。大学での学びを選択するとき、自然と理科系を選択した。

22

## 人生二毛作 何故、小学生の理科実験教室？

- 理科実験教室の楽しみ
- ①子供たちの、実験の中での歓声
  - ②実験に興味を持ち将来科学好きになりそうな期待が持てる
  - ③さらに将来、磁性の分野を切り拓く人材を期待

23

## DF 理科実験教室への参加

- DFへの登録 ([TEL:03-6693-8020](tel:03-6693-8020))[www.directforce.org](http://www.directforce.org)
- 理科実験教室メンバー登録（年会費：2万円）
- 概要説明、メンター設定、参加開始
- 理科実験グループ：1回/月 定例会参加（ZOOMも可）
- 自主的に、各実験教室に参加登録
- 活動開始

24

ご清聴 ありがとうございます。